

# 一般講演・ポスター発表

3月16日（火）10:00-17:15

群落

植物個体群

植物生理生態

植物繁殖・植物生活史

送粉・種子散布

菌類・微生物

景観生態

遷移・更新



## P1-001

## 大山ブナ二次林における下層植生の空間分布

\*廣部 宗, 坂本圭児(岡大院・環境), 宮本 渉(岡大・農), 近藤順治, 音田高志, 小笠真由美, 山田義裕, 門田有佳子(岡大院・環境), 山中典和(鳥大・乾地研)

ブナ林の林床には下層植生としてササがみられることが多く、ササの被覆は林冠構成樹種の更新やササ以外の下層植生の分布に影響を及ぼす。そのため、ササの被覆は現在および将来の森林構造と密接に関連しており、ササも含めた下層植生の空間構造を理解すること森林動態を理解する上で重要である。本研究では、ブナ二次林の林床におけるササの被覆および下層木本種の空間分布様式と分布相関から、ササの被覆が下層木本種の分布に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

調査地は大山国有林(鳥取県西伯郡)内のブナ二次林である。調査地の閉鎖林冠下にチマキザサの被覆がみられる区域とみられない区域を含む幅40m×長さ240mの調査区(0.96ha)を斜面横断方向に設置した。調査区ではこれまでに胸高直径2cm以上のを対象とした毎木調査が行われている。今回は、調査区の斜面下部側20m×240mの範囲(0.48ha)において、5m方形区を単位としてチマキザサの被覆判定(0から4まで5段階)と樹高50cm以上・胸高直径2cm未満の木本種の毎木調査を行った。

調査区斜面下部側20m×240mの範囲において、チマキザサの被覆は135mから240mの区域でみられた。下層木本種は49樹種・幹数で合計11686本出現し、幹数の上位樹種はハイヌガヤ(2356本)、クロモジ(2027本)およびブナ(1447本)であり、これらの3樹種で約50%を占めていた。チマキザサの被覆および各樹種の幹数により空間分布様式と分布相関を解析した結果、ササの被覆により分布が制限される樹種が多いが、ササの被覆と分布が無関係な樹種やササの被覆により分布が促進される可能性がある樹種があることがわかった。

## P1-003

## 本州中部のブナ林におけるNDVIの広域の変動と気象要因との関係

阿部 聖哉(電中研・生物環境)

広域観測データのNDVI値は、気候変動が植生に及ぼす影響を広域的に捉えるのに適している。北米では、NDVIを用いて乾燥化がマツ林に及ぼす影響を解析した研究(Breshearsら2005)があるが、日本では森林の広域的評価はほとんど行われていない。本研究では、代表的な自然林であるブナ林を対象として、NDVIを用いた生育状態の評価を行なった。

NDVIデータは、国土地理院のMODISコンポジットデータを用いた。2004～2008年のデータのうち、最も気温の高い8月の本州中部地域のデータを抽出した。ブナ林は、第5回環境省自然環境保全基礎調査の植生図から、主にブナの優占あるいは生育する群集のデータを抽出した。両データをオーバーレイすることにより、ブナ林域におけるNDVIのGISデータを構築した。

解析の結果、2005と2008年に太平洋側の一部地域において、ブナ林のNDVIの低下が生じていることが明らかとなった。NDVIの低下が著しい2005年において、アメダスデータのKrigingによって気温や降水量の空間分布を推定し、気象要因との関連性を調べた。その結果、NDVIと年平均気温や最大風速との間に関連性は認められず、年降水量との間のみ関連性が認められた。NDVIの低下は年降水量が2100mm未満の地域で発生しており、900mm未満の地域ではブナ林そのものがほとんど分布していないことが分かった。さらにNDVIの年次変動と、近隣観測地点の年降水量との関係を解析したところ、 $r=0.38$  ( $p < 0.01$ )の有意な相関が認められた。

以上の結果から、本州中部太平洋側のブナ林の生育状態や分布には、極端な少雨年の降水量が影響している可能性が示唆された。近年、極端少雨は増加傾向にあり、ブナ林の生育状態を継続的に監視する必要がある。

## P1-002

## 屋久島針広混交林の階層構造

\*石井弘明, 牧田直樹(神戸大・農), 高嶋敦史(琉大・亜熱帯フィールド科学セ), 吉田茂次郎(九大・農)

屋久島の針広混交林の階層構造および樹冠攪乱が最大樹高に与える影響を調査した。2箇所の調査地(小花山および天文の森)とも針葉樹と広葉樹の間に明確な階層化がみられ、ヤクスギが林冠上部で優占し、広葉樹は林冠中・下部で優占していた。ほとんどの広葉樹の樹高はヤクスギの枝下高よりも低かった。また、最大樹高は針葉樹のほうが広葉樹よりも高かった。樹冠攪乱によってヤクスギの樹高は有意に低くなっていた。針葉樹の72.88%がなんらかの樹冠攪乱を受けており、幹折れや先枯れなどの攪乱がもっとも多かった。樹冠攪乱によって、ヤクスギの最大樹高は16-18%低くなっていた。さらに、攪乱を受けていない個体から推定される最大到達可能樹高よりも16-26%低くなっていた。これらの結果から、屋久島の針広混交林では樹冠木であるヤクスギの樹冠攪乱によって林冠高が決まり、そのなかで針葉樹と広葉樹が階層化することによって共存していることが示唆された。階層化による針葉樹と広葉樹の共存は混交林の生産性増大に寄与している可能性がある。

## P1-004

## 屋久島照葉樹林稚樹層のシカによる組成変化

\*新山馨(森総研東北), 勝木俊雄(森総研), 安部哲人(森総研九州), 八木貴信(森総研東北), 香山雅純(森総研九州), 田中浩(森総研九州)

屋久島西部の照葉樹林試験地(200m×200m)で、稚樹方形区(2m×2m)を20mごとに200個設定し、2005年と2009年の2回、稚樹(DBHが5cm以下、当年生を除く)のセンサスを行った。稚樹は樹高200cmと30cmで区切り、大、中、小に3区分した。稚樹数は幹数で集計した。2005年の幹数で最も優占したのはバリバリノキで63%を占め、ついでサザンカ(8%)、ヒサカキ(5%)であった。4年間で最も幹数が減少したのはポチョウジで、生存率は0.66/yrだった。次いでクロバイ(0.84)、サカキ(0.86)、サンゴジュ(0.90)の順だった。しかし稚樹全体としては幹数は安定しており生存率は1.00/yrであった。幹数の増加に寄与したのはバリバリノキで、2005年の1360本が4年間で1626本に増えた。これらはほとんどが実生からの新規加入で萌芽由来の稚樹は少なかった。明らかにシカの食害と思われる例は、観察した2264本中、ポチョウジで38本、他樹種では4本のみ観察された。4年間に枯死または消失した稚樹にシカ食害があったかどうかは確認できなかった。しかし、生存率とシカ食害の観察例から、屋久島照葉樹林の稚樹層では、シカの影響はポチョウジの稚樹に最も顕著に表れていることは明らかである。4年間でポチョウジの幹数の割合は8%から1.5%に減少した。一方、バリバリノキは元々の稚樹数が多いだけでなく、シカの食害がほとんど無く、割合は4年間に63%から72%に増加した。残念ながら屋久島照葉樹林の主要構成種であるイスノキ、モクダチバナ、フカノキ、ウラジロガシなどは稚樹数が少なく、今回は稚樹数の変動が十分に検討できなかった。

## P1-005

Phytosociological study of deciduous *Quercus* forest and modeling the distribution of five main *Quercus* species under the influence of climatic change in the warm-temperate zone of China

\*Tang Qian, Fujiwara Kazue (横浜国大・植生研) You Haimei (徐州師範大学・中国)

In the warm-temperate zone of China, deciduous *Quercus* forest is predominant forest type, and this kind of forest also takes important position in other East Asian countries like Japan and Korea. In order to clarify the phytosociological characteristics of different *Quercus* forests in the warm-temperate zone of China, and also to understand its position in the vegetation classification system of Eastern Asia, this study surveyed 20 study sites and recorded 156 releves by using the Braun-Blanquet methodology; a syntaxonomical scheme for *Quercus* forests in the warm-temperate zone of China was identified. The classification result showed that three classes of *Quercus* forest can be distinguished in the warm-temperate zone of China: *Quercetea mongolicae* Krestov et al. 2006, *Quercetea liaotungensis* prov. You & Fujiwara 2008 and *Quercetea variabilis* class. nov.. De-trended correspondence analysis (DCA) was performed and the result showed that the classes classified are mostly related to elevation and climatic variables. Because the first two classes are mainly distributed in temperate zone, these always occur at high elevations in the warm-temperate zone of China. Moreover, the modelling result showed that the climate change could have significant impacts on deciduous *Quercus* forests in the warm-temperate zone of China.

## P1-007

## 本州中部におけるヤエガワカンバの生育立地環境

黒田学, \*清野達之, 上條隆志, 中村徹 (筑波大・生命環境)

ヤエガワカンバはカバノキ科の落葉広葉樹であり、日本では本州中部地方と北海道の一部に隔離分布している。この種の分布に関する情報は知られているが、分布地での生育立地環境に関しては情報が少ない。そこで、本種の本州中部での分布地である長野県野辺山周辺の森林で、同属のシラカンバとダケカンバ、同所的に優占するミズナラの生育立地、サイズ構造と成長を比較し、ヤエガワカンバの生育立地環境を明らかにする事を目的に調査を行なった。

調査は長野県南佐久郡川上村の筑波大学川上演習林で行なった。ライントランセクト法によってヤエガワカンバを含む主要種の胸高直径と樹高の測定、生育地の地形測量を行なった。同時に成長錐によるコアサンプリングを基にした幹の成長解析を行なった。地形と傾斜角による分布傾向の比較を行ったところ、ヤエガワカンバとミズナラは緩斜面で多く出現し、ダケカンバは急斜面に多く出現していた。地形区分においては、ヤエガワカンバやミズナラは尾根上に、ダケカンバは斜面に多く分布していた。シラカンバに関しては、傾斜と地形区分共に明確な分布傾向はみられなかった。年輪解析を基にした幹の成長解析の結果、ダケカンバが最も成長が早く、シラカンバとミズナラが同程度、ヤエガワカンバが最も成長が遅かった。胸高直径階分布は4種ともに一山型分布を示したが、ミズナラの多くは萌芽更新していた。

以上の結果から、ヤエガワカンバは同所的な同属種とは異なる立地環境で、同所的な多種の優占種とは類似した立地環境で生育しているが、更新様式と成長の違いによって共存していることが示唆された。

## P1-006

## 外来水生植物チクゴスズメノヒエの根圏環境

\*永坂正夫 (金沢星稜大・人間科学)

チクゴスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L. var. *indutum*) は北米南部を原産とするイネ科の水生植物であり、水域に侵入すると水際から開水面にかけて強固な浮きマット状の純群落を形成する。このため、農業用水路等ではそのマット状の群落により通水障害等を引き起こし、池沼の岸辺では在来種の生育を阻害する。一般に、こうした水生植物の過繁茂は群落内部と周囲の水交換を低下させ、また有機物の分解に伴って容易に貧酸素環境を形成する。チクゴスズメノヒエ純群落もまた、周囲の底性動物相や魚類相などに大きなインパクトを与えていることが予想される。

2009年秋に、河北潟(石川県)の湖岸に広がったチクゴスズメノヒエ純群落において、群落内(水面下)の物理環境測定を実施した。その結果、純群落内の溶存酸素濃度は必ずしも開水面に比べて低くはなく、水面直下ではむしろ群落内の方が高く保たれている場合もあることが観測された。ヨシをはじめとする抽水植物では、底泥の貧酸素環境に対応すべく通気組織を通じて根系に酸素供給を行っており、チクゴスズメノヒエの場合、その浮きマット内において水中に懸垂した根系が周囲に酸素を供給している可能性が示唆された。このチクゴスズメノヒエの根系によって形成された予想外の好氣的根圏環境について、動物相への影響から考察する。

## P1-008

## 琵琶湖湖岸および流入河川における外来植物群落の比較生態

\*村上雄秀 (IGES 国際生態学センター), 西川博章 (株式会社 ラーゴ)

日本の河川や湖沼の水辺植生の外来植物化は急速に進んでおり、既に都市河川では1980年代で河辺植生の主体は外来種に移行した(村上, 1986, 1989など)。琵琶湖においても2007年の湖岸植生の調査ではスズメノヒエ類、コマツヨイグサなどの外来植物が急増し、ナガエツルノゲイトウなど特定外来生物種7種の定着が確認されている(未発表資料)。

湖岸への外来種の侵入経路として流入河川からの種子供給が想定される。本研究は流入河川から湖岸への外来種の侵入を評価する目的で、湖岸および流入河川の外来種群落の類型および構成種、生育立地について比較し、種子散布を調査した。2008~2009年に湖東地区を対象として170地点の植生調査、10地点の地形断面調査を実施した。

1. 外来種群落として湖岸においてコマツヨイグサ群落など30群落、河岸においてカラシナ群落など20群落を認めた。特定外来種の優占群落は4群落、要注意外来種の優占群落は9群落が含まれた。

2. 湖岸で確認された外来1年草群落・外来木本群落はすべて湖岸にも出現した。外来多年草群落のみに河岸特有の群落を認めた。攪乱条件を指標する外来1年草群落の外来植物群落中での比率は湖岸で約1/3(7群落)、湖岸で約1/2(17群落)で差がみられた。

3. 地形断面の調査により主たる攪乱条件は湖岸では波浪とそれに起因する砂の移動、河岸では季節的な水位の変動と土壌流亡と推定された。外来種群落の河岸および湖岸での共通性は、これら攪乱条件の差が大きな障害となっていない点、流入河川からの恒常的な種子供給が要因と推定された。

4. 顕著な季候を呈する外来種である春季のカラシナおよび秋季のノゲイトウは種子の水散布だけでなく、結実した成熟個体全体の流出・漂着による散布が観察された。これは湖岸への安定的な種子供給を可能にする散布様式と推定した。

## P1-009

## 北海道中央部の天然林における林分構造の類型化と森林タイプの分類

\* 大野泰之(北海道林試)

北海道の森林の多くは、開拓以来、山火事や森林伐採などの攪乱の影響を受けてきたため、発達段階の異なる森林が存在している。これまでに、様々な森林を対象に、林分構造や主要木本植物の種組成が調査されてきたものの、多点の林分データを用いて、林分構造と種組成(森林の群落タイプ)との関係を解析した研究は少ない。本研究では、北海道の道央地域の森林を対象に、林分構造を考慮し、森林の群落タイプの抽出を行った。

森林の群落タイプは林分構造と対応している可能性があるため、群落タイプの抽出に先立って、林分構造の類型化を行った。林分構造の類型化には、1980年代に北海道全域で調査された林分データ(1950林分、面積0.1ha)を利用した。林分ごとに、胸高直径階別(4-22cm, 22-40cm, 40cm<)の相対胸高断面積(rBA)を算出した後、クラスター分析を行い、3つの林分構造グループに類型化した(大径木グループ、中径木グループ、小径木グループ)。森林群落タイプの抽出は、道央地域の340林分(大径木グループ59林分、中径木グループ165林分、小径木グループ116林分)のデータを用いて行った。林分ごとに樹種ごとのrBAを算出し、構造グループごとにクラスター分析を行った。

ミズナラ、シナノキ、イタヤカエデをそれぞれ優占種とする群落タイプは、すべての構造グループで抽出された。トドマツ、エゾマツをそれぞれ優占種とする群落タイプは、中径木、または大径木グループで抽出され、小径木グループでは確認されなかった。ハンノキ、カンバ類を優占種とする群落タイプは、小径木、中径木グループで抽出され、大径木グループでは確認されなかった。このように、林分構造に関係なく出現する群落タイプが認められた一方、特定の構造グループに出現する群落タイプも確認された。

## P1-011

## オーストラリア・タスマニア島とニュージーランド南島のナンキョクブナ林の植生比較

目黒伸一(国際生態学センター)

ナンキョクブナ林は世界でタスマニアのほかにはオーストラリア大陸南東部、ニュージーランドおよび南米にのみ成立する冷温帯常緑広葉樹林として知られている。ニュージーランド南島はおよそ南緯41~47度に位置し、島の中央~西側に南北に脊梁山脈が走り、偏西風により島の西側で降水量が高く、年間3000mm以上の場所が広がる。タスマニア島はオーストラリア大陸の南東240kmの南緯42度前後に位置し、その広さは北海道の約8割に相当する。調査した場所はおもにニュージーランド南島の西側に位置する海岸線から山地にいたる場所とタスマニア島の高地を除く全域である。

植生調査資料を解析した結果、タスマニア島ではナンキョクブナ群落は特に区分種を持たない典型下位単位と *Eucalyptus regnans* など区分種をした下位単位および *Phyllocladus aspleniifolius*, *Eucryphia lucida* などを区分種とした下位単位に別れることが判明した。この結果、いわゆる背高ユーカリが林冠を構成するような森林タイプは、典型下位単位を潜在自然植生としたナンキョクブナ林の立地に出現していることが明らかになった。また、*Phyllocladus aspleniifolius* や *Eucryphia lucida* などは冷温帯常緑広葉樹林に出現する種と考えられていたが、攪乱を受けた林内に出現していることが明らかになった。一方、ニュージーランド南島では海岸から森林限界まで常緑の森林が展開され、海岸林や特殊母岩・土壌立地では多くのイヌマキ科の樹種によって森林が構成され、土壌が発達すると森林限界まで常緑広葉樹のナンキョクブナが林冠を優占する森林が形成されていた。

この結果、両島において大陸の移動がナンキョクブナ林の森林群落形成および分布の違いに大きく寄与していることが示唆された。

## P1-010

## ボルネオ低地林の樹木多様性と群集構造に及ぼす伐採の影響

\* 今井伸夫(京大院・農)、清野達之(筑波大・生命環境)、相場慎一郎(鹿児島大院・理工)、武生雅明(東農大・森林)、北山兼弘(京大院・農)

熱帯林の樹木多様性に及ぼす伐採の影響を調べた例は少なく、かつ、伐採後に多様性が低下・増加・変化しない等その結果は一貫していない。我々は、ボルネオ島サバ州の混交フタバガキ原生林と伐採強度が異なる2つの二次林(最近導入が進んでいる低インパクト伐採と従来型の強度伐採)に複数の大小のプロットを設置し(3林分にそれぞれ2ha及び0.2ha×3-4反復)、伐採強度とサンプリングの空間スケールが樹木多様性に及ぼす影響を調べた。

幹数当りの種数は、0.2haでは、従来型林で低く原生林と低インパクト林が同程度に高かった。2haでも同様の傾向だったが、小径木クラスでは原生林と従来型林が同程度で低インパクト林がそれらより若干高かった。択伐後の二次林には比較的多様性の高い小径木を含むパッチがモザイクに分布しており、0.2haでは十分サンプリングされなかったそれらが2haスケールではサンプリングできたものと考えられた。二次林内の不均質性を反映して、2haスケールのβ多様性(2haプロット内での種の入替率)は伐採強度が強くなるほど高くなった(従来型>低インパクト>原生林)。一方、広域スケール(0.2haプロット間)のβ多様性は、二次林において特定のパイオニア種(マカラング属等)が優占することを反映して、伐採強度が強くなるほど低くなった。このように、樹木多様性はサンプリングの空間スケールの影響を強く受けていた。一方、種組成の類似度解析(NMDS)の結果、0.2、2haプロットともに、原生林と低インパクト林の種組成は互いに似ていたが従来型林の組成は他の2林分と異なっていた。熱帯林の樹木群集への伐採影響は、空間スケールの影響を強く受ける種多様性より、種組成による評価の方がより適当である可能性が示された。

## P1-012

## モンゴルステップの冬营地周辺における灌木と草本の分布特性

\* 山田義裕(岡大・環境学)、Jambal Sergelenkhuu(岡大・環境学)、平田由貴(岡大・農)、Jamsran Undarmaa(モンゴル農大)、坂本圭児(岡大・環境学)、吉川賢(岡大・環境学)

乾燥地の木本は周囲の草本に様々な影響を及ぼすことが知られている。水や栄養塩をめぐって競争するだけでなく、hydraulic liftや肥沃の島の効果によって周囲の草本が水や栄養塩を利用しやすくなる働きも知られている。この効果は木本からの距離や木本と草本の種の組み合わせによって成長の促進から抑制まで様々に変化する。家畜の摂食に対しても、多くの木本は草本よりも嗜好性が劣るため、木本の存在が周囲の草本に対する摂食圧を上げるが、木本のすぐ近傍では家畜が食べにくくなるため守られる効果もある。

このように、木本は周囲の草本に対して成長の促進から抑制まで様々な効果を持ち、その効果は木本からの距離や種によって大きく異なることが知られている。一方で、さまざまな放牧圧の下で木本と草本の関係がどのように変化するかについての知見は乏しい。

この研究では、モンゴル中部のステップで、優占灌木の *Caragana microphylla* Lam. と周囲の草本の関係が放牧圧によってどう変化するかを明らかにすることを目指した。冬营地からの距離25,50,100,300,500m地点に同心円状に10m×10mのプロットを設置した。各プロットに25cm×25cmのサブプロットを設置し、灌木と草本の被度を測定した。プロットレベルでは冬营地からの距離の影響が大きかった。灌木は家畜にとっての嗜好性が高い多年生草本と同じように冬营地から遠い方が被度が大きく、一年草は冬营地に近い方が被度が大きかった。

さらに、サブプロットレベルでの灌木と草本の分布特性を解析し、発表する。

## P1-013

## 岩手県盛岡市日戸地区における草地植生の管理方法の違いが種組成におよぼす影響

島田直明(岩手県大・総合政策)

調査対象地とした盛岡市玉山区日戸地区には姫神山(1123.8m)から南に延びる尾根の西向き斜面に約330haの半自然草地在り広がっている。以前は採草地として利用されていた草地で、当時は4月上旬から5月上旬に火入れが、9月中旬から下旬にかけてヤマハギの刈り取りが行われていた。採草利用が行われなくなってからも慣例的に火入れが行われてきたが、十数年ほど前からは行われなくなっている。草地の斜面下側には1998年からオオヤマザクラの植栽が行われ、現在では樹高4-6m程度になっている。オオヤマザクラが植栽されているところは、刈り払いが数年で一巡する程度の頻度で8月頃に地元の方々によって行われている。

対象地の草地を、過去火入れが行われていた(1)サクラ植栽あり・前年の刈り払いあり、(2)サクラ植栽あり・前年の刈り払いなし、(3)サクラ植栽なし(刈り払いなし)、および以前から火入れが行われてこなかった(4)未火入れ区の4つの区域にわけ、それぞれの区域の谷・斜面・尾根に50mのトランセクトを2本設置した。それぞれのトランセクトに10m間隔で2m四方の方形区を設け、植生調査を行った。調査は2005年10月、2009年8月から9月に行われた。得られた結果を草地管理の方法ごとに整理し、種組成を比較した。

サクラ植栽のある二つの区ではススキの被度が低くなりオオヨモギ、オオイタドリ、ワラビ、ヤマハギなどの優占する群落が多くなった。これらの区では近年は刈り払いが夏季に行われているため、ススキの生育に影響が現れたと考えられる。また刈り取り直後では草地性種が減少し、荒地に出現する種が多くみられた。刈り払いから数年経つと、これらの種群からススキ草地の種群へと変化していった。一時的には草地性種の欠落が起きるものの、草地維持のために刈り払いが、効果があることが示唆された。

## P1-015

## 木曾山脈将棋頭山におけるハイマツ群落の分布を規定する要因の検討

\*北野昌美(横国大院・環情)、大野啓一(横国大院・環情)、近藤博史(横国大院・環情)

日本の中部山岳域では、気温の遞減などから求められる亜高山性針葉樹林の森林限界高度(研究対象域では3195m)以下の山稜部に、ハイマツ群落分布している。とくに、木曾山脈将棋頭山(2730m)を中心とする山稜部では広く分布している。また、このハイマツ群落は、その種組成から、地衣類を伴った高山性の群落と亜高山性植生の識別種群を含む群落とに分けることができる。このようなハイマツ群落の降下は、既往の研究から、最終氷期起源の岩塊地形という土地的要因と、冬季の風雪などのきびしい気象現象にさらされる山頂現象が複合的に作用した結果、亜高山高木林の成立を阻害したと考えられた。そこで、将棋頭山から茶白山に至る山稜について植生調査を行なった。

植生調査はハイマツ群落を対象とし、Braun-Blanquet(1964)の全推定法を用いた植物社会学的調査を行なった。

その結果、西向き斜面では、将棋頭山および行者岩(2658m)は、岩塊斜面上に典型的ハイマツ群落と亜高山性要素を含むハイマツ群落が山頂から岩塊斜面末端の小崖(2660~2590m)まで成立し、その下方はオオシラビソ群落成立している。茶白山(2652m)は、山頂部にわずかな亜高山性要素を含むハイマツ群落が成立し、オオシラビソ群落が隣接している。東向き斜面では、将棋頭山および行者岩は、岩塊斜面上に亜高山性要素を含むハイマツ群落が山頂から岩塊斜面末端の小崖まで成立し、その下方はダケカンバ群落成立している。茶白山(2652m)は、山頂部までダケカンバ群落成立している。

このことは、この地域に冬季季節風に伴う山頂現象が卓越し、気温の遞減により規定される森林限界を押し下げていると考えられた。さらに、土壌が未発達な岩塊地は、山頂現象より効果的に高木の成立を阻み、ハイマツ群落が成立したと考えられた。

## P1-014

## 北海道北部稚内内砂丘間湿地・湖沼群の植生の現状

\*藤村善安(北大・植物園)、水田裕希(北大院・農)、富士田裕子(北大・植物園)

北海道北部豊富町・幌延町の日本海にそった稚内内砂丘林には、発達した砂丘列の間に200個以上の湖沼と低層湿原や高層湿原がみられ、我が国の他地域では見ることのできない特異な景観を呈している。近年この砂丘間に成立している湖沼群の水位が、低下傾向にあることが報告され、その原因やそれが生態系に及ぼす影響について明らかにすることが求められている。そこで本研究では、これまで基本的な情報が不足している植生について、群落記載を行い、今後の研究の基盤となる情報を整備し、さらにこの地域の植生を規定する重要な環境傾度についても考察を行った。

植物社会学的植生資料(既報の報告書より66地点、演者らの調査58地点)をTWINSPANで分類した結果、本地域の植生は、大きく湖沼植生と湿原植生にわかれ、湖沼植生はネムロコウホネ群落、フトイ群落、コウホネ・トウヌマゼリ群落、コウホネ・ドクゼリ群落、コウホネ・フトイ・タヌキモ群落の5つに、湿原植生はツルコケモモ・ヌマガヤ群落、ササ群落、ツルスゲ・ドクゼリ群落、ミゾソバ・クサヨシ群落、ヨシ・イワノガリヤス群落の5つに区分された。

DCAによって序列化した結果、第1軸(固有値0.820)に沿って一方の端をネムロコウホネ群落とし、他方の端をササ群落とツルコケモモ・ヌマガヤ群落とする群落の配列がみられた。この配列は過湿から適潤へと変わる傾度に対応していると考えられた。また第2軸(固有値0.626)ではササ群落とツルコケモモ・ヌマガヤ群落の違いが、第3軸(固有値0.388)ではミゾソバ・クサヨシ群落とツルスゲ・ドクゼリ群落の違いが強調された。これらは貧栄養-富栄養傾度や、湖沼の水位低下履歴などに関係すると推測された。

## P1-016

## カラマツ-斉林の林齢や密度が個体の直径-樹高関係に与える影響

\*滝谷美香(道林試道東)

人工林のような一斉林に成育する個体の樹高成長速度は、土壌や地形、気候などの環境要因に強く影響を受ける。一方、直径成長速度は個体間競争の影響を受け、樹高に比較して個体サイズ分布のばらつきが大きくなる。個体の直径-樹高関係は、林齢や立木密度に影響を受けると考えられる。

北海道に植栽されたカラマツ人工林2083箇所において測定されたカラマツ個体のデータを元に、カラマツ個体の直径-樹高に対して、林齢や立木密度、環境要因が与える影響について考察した。また、カラマツ個体の樹高を推定するモデルを検討した。

本研究では、これまでに発表された様々な形の非線形モデルから、拡張相対成長式、Richardsの成長曲線などを用い、全個体の直径(cm)-樹高(m)の関係に対して非線形回帰を行った。各式の当てはまりの良さはAICにより判断した。その結果、Richards式のあてはまりが最も良かった。

Richards式のパラメータに対する林齢(年)、立木密度(個体/ha)、環境要因の影響を検討するため、ランダムに選択した200林分について、各林分毎に個体の直径-樹高関係の非線形回帰を行った。環境要因を示す値として、地位指数を用いた。Richards式のパラメータのうち、曲線の最大値を決定するとされている値に対して、地位指数と林齢が正の、林分密度が負の影響を与えていることがわかった。これらの要因をパラメータを表す変数としてRichards式に代入し再計算を行った。その結果、推定される直径-樹高関係のAICは向上した。特に大個体の推定値が改善された。

## P1-017

## モンゴル北部ヘンティ山地におけるカラマツ林の構造と立地環境

\* 助野実樹郎 (北大院・環境科学), 石川守 (北大・地球環境)

モンゴル北部はユーラシア大陸における森林と草原の移行帯に位置し、山地の北向き斜面に森林、南向き斜面に草原が成立している。北向き斜面には永久凍土が分布し、活動層内に土壌水分が保持されるため、植物にとって重要な水資源となり、年降水量が300mm程度にもかかわらず、森林が維持されると考えられている。しかし、森林の構造や動態の詳細についての情報は限られている。本研究ではモンゴル北部、ヘンティ山地において尾根部、斜面、谷部という3つの調査区(30m×30m/区)を設定し、高さ1.3m以上の木本について毎木調査をおこなった。さらに1.3m未満の木本を稚樹として本数を計測した。また調査区では年輪試料を採取したほか、表層の含水率やpH、傾斜、斜面方位、A0層の厚さ、積雪深を調査した。

カラマツ (*Larix sibirica*) はそれぞれの調査区で胸高断面積合計の86～99%を占め、最も優占していた。尾根部ではゴヨウマツ、谷部ではシラカンバの多くと混生しており、地形的位置により種構成が異なっていた。胸高直径のサイズ構造について、カラマツは尾根部で二山型、斜面で一山型、谷部で逆J字型を示した。優占種であるカラマツの稚樹数は少なく、その一方でゴヨウマツの稚樹は多く、それぞれの調査区で全稚樹数のおよそ67割を占めていた。またシラカンバの稚樹は全て萌芽由来のシュートであった。これらの結果は現在のカラマツ林ではカラマツ後継樹の更新が困難であり、谷部のみで連続的に更新していることを示している。地形的位置による立地環境との因果関係は不明だが、上方成長と肥大成長の速度は尾根部<斜面<谷部の順で大きく、尾根部においてのみ樹幹に山火事の痕跡が確認された。そのため現在の森林構造は、地形的位置による攪乱や林分の発達速度の違いを反映したものであると推察される。

## P1-019

## 中国黄土高原における禁牧処理に伴う30年の種構成と種多様性の変遷

\* 安田泰輔, 中野隆志 (山梨県環境科学研究所), 陳俊, 呼天明, 程積民 (西北農林科技大学), 山村靖夫, 塩見正衛, 堀良通 (茨城大学・理)

寧夏回族自治区固原の乾燥地草原の回復過程を明らかにすることを目的として、30年間から5年ごとに禁牧を保ってきた草地(禁牧年数が30年、25年、20年、15年、10年、5年の6草地)と現在放牧を行っている草地(禁牧年数0年)を含めた7つの草地群落を対象に、種ごとの出現率と種構成、種数、地上部現存量、土壌硬度を2009年に測定した。

種構成の変化について、*Stipa bungeana* は7つの草地すべてで高い出現率(0.697から0.995)であり、この地域の代表的な優占種であった。禁牧年数が0年から15年までの間では、優占種が入れ替わる傾向がみられたが、15年以降では15年に優占した種数が30年まで高い出現率であった。

種数の変化はスケール依存的な動態を示した。大面積あるいは群落ごとの全種数では0年と30年が高く、5年から25年の種数はそれより低い傾向があった。これは低出現率の種群の種数の変動の影響と考えられた。出現率の低い種群(ここでは7草地中、出現率の最大値が0.1以下の種群)では、0年で22種だったが、10年で11種、30年で24種と禁牧年数が進むにつれて、谷型に変化する傾向があり、群落全体の種数と同様な変化を示した。一方で、単位コドラート当たり、または小面積では、種数はおおよそ単調な増加傾向を示した。群落全体の種数が減少しているにもかかわらず、小スケールでの種数が増加していたことは、群落構成種それぞれの出現率が高い状態であったと考えられた。

以上のことから、本研究で調査を行った地域では、禁牧処理後の種構成や種数の変化が日本の草地と比べ長期にわたっており、スケール依存的な種数の変動が生じていることが示された。

## P1-018

## Forest structural pattern and human use of natural resources in Woochu watershed, Bhutan

Kunzang Choden \*, University of Tokyo Professor Masahiko Ohsawa, University of Tokyo

## P1-020

## 晩水期の気候変動に伴う近畿地方中部の植生変化

百原新\* (千葉大・園芸), 三宅尚 (高知大・理), 山本浩久 (岩出第二中), 沖津進 (千葉大・園芸)

晩水期の急激な温暖化に伴い、中部・西南日本の植生は最終水期の針葉樹優占の植生から落葉広葉樹林へと急速に変化した。本研究ではAMS年代による編年に基づき、奈良県五條市の約15000-12400炭素年の花粉化石と大型植物化石を検討した。15004-13985yBPの5層準の大型植物化石群はトウヒ、バラモミ類、チョウセンゴヨウ、カラマツ、ツガ属を含む針葉樹から主に構成され、ブナ、コナラ属、マンサク、オオモミジといった落葉広葉樹も含まれていた。上位の3層準(12410-12380yBP)からは針葉樹は産出せず、サワシバ、アサダ属、カエデ属、ウルシ属、トチノキといった落葉広葉樹だけが産出した。花粉群は15000yBP前後でコナラ亜属、ハンノキ属、ハシバミ属の割合が高いが、13985yBPまではマツ属単維管束亜属花粉の割合が多い。13985yBPの直上の層準では針葉樹花粉が減少しカバノキ属花粉とシダ胞子が増加した。12400yBP前後の層準では針葉樹花粉は極めて低率になってコナラ亜属とクマシデ属が増加した。イネ科とヨモギ属を含む草本花粉の割合が圧倒的に多くなり、微粒炭濃度も増加した。グリーンランド氷床コア資料や他地域の花粉分析結果と比較すると、15000yBPから14000yBPへの落葉樹が優占する植生からチョウセンゴヨウが優占する植生への変化、14000yBP前後でカバノキ属とカラマツが増加する傾向は、この時代の北半球高緯度地域での気候の寒冷化(Heinrich event 1)の影響と考えられる。12400yBP前後の層準では、それまで針葉樹林の中で小規模な林分を形成していた落葉広葉樹が、晩水期の急激な温暖化(D-O event 1)に伴って急速に拡大したことが示唆される。

## P1-021

## 仙丈ヶ岳におけるニホンジカ食害エリアにおける植生復元

\* 彦坂遼, 渡辺修 (信州大農)

長野県と山梨県の県境に位置する仙丈ヶ岳(3033m)は、貴重な高山植物が数多く自生していることで知られている。しかし、1990年代末頃よりニホンジカによる食害が進み、南アルプス全域で高山植物が急速に失われている。南アルプスのニホンジカの個体数は年々増加しており、高山植物への壊滅的被害が懸念されることから、南アルプス周辺自治体、関連省庁、大学が協力して南アルプス食害対策協議会を組織し、2008年に仙丈ヶ岳の中でも特に被害が著しい馬ノ背ヒュッテ周辺に防鹿柵を設置した。防鹿柵の設置により、ニホンジカの侵入を防ぎ、柵内に種子や芽生えが残存している場合、柵内の植生の部分的な復元が期待される。そこで、本研究では、馬ノ背ヒュッテ周辺に設置された防鹿柵の内外で、植生調査を行い、防鹿柵の設置効果について検討した。

馬ノ背ヒュッテ周辺では、ニホンジカの不嗜好植物とされているマルバダケブキがダケカンバ林床で優占しており、ミヤマシシウド等の高茎草本や馬ノ背付近でかつて豊富に見られたミヤマクロユリはほとんど見られなかった。また、草丈の非常に低いキバナノコマノツツメも数多く確認された。柵を設置して1年後、ミヤマキンボウゲやタカネスイバ等の開花が数多く確認され、柵の設置効果が確認された。マルバダケブキは、柵設置後も柵内外で優占度が高く、特に柵内では、光競合による他草種への影響が懸念された。そこで、マルバダケブキの個体数管理として、2009年に馬ノ背ヒュッテ周辺でマルバダケブキの刈り取りを行い、刈り取り後の植生と日射量の変化を調査した。刈り取りの結果、群落内の日射量の増加が確認され、シラネセンキュウやミヤマシシウドといったセリ科植物の増加が確認された。マルバダケブキについては、今後も刈り取りによる管理を行い、刈り取り後の植生の変化について、長期的にモニタリングしていく必要があると考えられる。

## P1-023

## 雑草群落の種数と種構成の空間的不均一性

\* 佐々木彩, 樋渡達哉, 山村靖夫, 塩見正衛 (茨城大・理)

雑草群落の構造は、空間的・季節的に大きく変化する。本研究では、一年生の雑草群落での種数と種構成の空間的・季節的な動態を明らかにすることを目的とした。調査地は、茨城大学構内の除草剤が使われていない雑草群落に設置した。5月下旬に調査地を耕し、地下栄養体を含む雑草を可能な限り取り除き、そこに1m×1mのL-コドラートを8つ作った。L-コドラートは、10cm×10cmの100個のS-コドラートに分けた。6月下旬からほぼ3週間ごとに、発芽成長してくる植物をS-コドラートごとに分けて地際から刈取り、出現した種数、バイオマスを測定した。1回の調査では1つのL-コドラートのデータを取った。

全調査期間に、不明種を除き32種の草本植物が出現した。出現種数は7~8月に最も多くなり、10月上旬にかけて減少した。10月下旬には秋発芽の植物が出現し始めたために種数が一時的に増加したが、その後一年生草本が枯死したために再び減少した。メヒシバ、エノコログサが一年を通して高い出現頻度とバイオマスを占めた。ヒメジョオンの出現頻度は比較的高かったが、バイオマスは小さかった。秋になるとノビルが発芽し始め、ヒメジョオンの個体数が増加した。バイオマスの分布パターンでは、バイオマスの大きい種が比較的均一な分布、バイオマスの小さい種が不均一分布をしたが、ヒメジョオン等、ランダムに近い分布を示した種もあった。100個のS-コドラート間の種構成および、S-コドラート当りの種数は、調査期間を通じてランダムな種構成でランダムな種数分布を示す傾向が明らかになり、群集の中立説を支持する結果となった。

## P1-022

## 長野県上高地における沖積錐上に成立するトウヒ林の林分構造

\* 若松伸彦 (立正大・ORC)・金子泰久 (立正大・地球環境)・川西基博 (鹿児島大・教育)・米林仲 (立正大・地球環境)

長野県上高地周辺では、亜高山性針葉樹林内に単木状に出現することの多いトウヒが、沖積錐上を中心に優占林を形成している。発表者らは長野県上高地におけるトウヒ優占林の分布状況、林分構造を明らかにし、その成立メカニズムを検討した。

上高地周辺の地質が異なる複数の沖積錐上において毎木調査をおこなった結果、サワグルミとカツラは堆積岩域に、シラカンバとカラマツは火山岩域に、タニガワハンノキとトウヒは花崗岩域に特徴的に出現することが明らかとなった。花崗岩の下又白谷沖積錐上の林冠にトウヒが優占する林内1haを対象に、地形測量をおこないトウヒの分布を調べた。その結果、林内には舌状ロウブ地形が多く存在し、トウヒの成木個体はその先端部に集中分布していた。その一方で、亜高木層、低木層にトウヒはほとんど存在せず、実生や稚樹も倒木上に稀に出現するものの非常に少なかった。林冠を形成するトウヒの年輪を計測した結果、成木の多くは120~150年の間に定着した個体であることが明らかとなった。一方、コドラートに隣接する新しい土砂の流入がみられるウラジロモミやタニガワハンノキ優占林内の林床には、トウヒの実生が多く生育しており、そのほとんどがロウブ先端に定着したものであった。

下又白谷沖積錐内に多く存在する舌状ロウブ地形は、土石流や土砂流により形成された可能性が高く、トウヒは細かなマサを生産する花崗岩由来の舌状ロウブ地形上を更新サイトとして一斉更新をおこなうことで優占林を形成していると考えられる。

## P1-024

## 広葉樹二次林の環境と植生構造への地形の影響

\* 西野 翔 (茨城大・理), 山村 靖夫 (茨城大・理)

斜面の方位や傾斜、斜面上の地形位置の違いは、光条件や水分条件、温度条件などの差異を生み出し、植生に大きな影響を与えている。

本研究では、茨城県北部の広葉樹二次林において、谷を挟んで向かい合う北向きと南向きの斜面にそれぞれ10m×50mのトランセクトを設置し、それぞれのトランセクトを10m×10mのコドラート5つに区切り、植生調査及び環境調査を行った。植生調査は、各コドラートに出現する胸高以上のすべての樹木のDBHを測定し、林床の各植物種の被度を接線法により求めた。環境調査は、各コドラートにおいて傾斜・土壌水分量・気温・林冠開空率を測定した。得られたデータをクラスター分析・DCA・CCAを用いて解析し、地形と環境、及び植生との関連を調べた。その結果、両斜面の最下部の林床植生は類似し、ヤブランやジャノヒゲ、アオキといった常緑の種が多く、他のコドラートとは区別された。環境では、他と比べて土壌水分量が多かった。これより上部では、北向き南向きともに斜面を登るにつれて植生は連続的に変化した。北向きのコドラートと南向きのコドラートは別グループとして区別された。北向き斜面と南向き斜面の環境の最も大きな違いは、直達光の入射時間であった(南向き>北向き)。胸高以上の樹木については、マルバアオダモ・アラカシ・ネジキは南向き斜面の上部に多く出現し、コナラは北向き斜面の上部に多く出現するなど、斜面上部ほど北向きと南向きの植生の違いは大きくなった。

本研究で、谷部はその豊富な土壌水分により特徴的な植生を生み出し、それより上部の北向き斜面と南向き斜面の植生の違いは、今回調査した環境要因の中では直達光の入射時間と最も関係が深いということがわかった。

## P1-025

## 青木が原樹海と野尻草原のエコトーンにおけるマイクロスケールでの群集構造の解析

\*中山智絵, 鈴木真理子, 堀良通(茨城大・理), 安田泰輔, 中野隆志(山梨県・環境科学研)

エコトーンとは、異なった植物群落が空間的に隣接した移行帯、あるいは推移帯のことであり、様々な定義が存在する。本研究では、異なる植物群落が接している境界域をエコトーンと定義する。現在、エコトーン研究は、景観生態学や保全生態学といった広い空間スケールを扱う領域の中で注目され始め、移行帯に依存する種群の生態や、移行帯に注目した調査・研究が進められるようになってきている。しかし、エコトーン研究の信用できる調査方法や解析方法はまだ確立されていない。また、エコトーンの位置と幅を検出する手法は十分に検討されていない。本研究では、エコトーンの位置と幅を検出することを目的として、多変量回帰木の適応を試みた。

調査は青木が原樹海(以下、樹海)と野尻草原(以下、草原)のエコトーンで行った(標高1260m)。野尻草原はかつて火入れが行われていた採草地であったが、現在では火入れや人為的管理が行われておらず、ススキとトグシバが優占する草原である。この草原と樹海を横切る様に50cm×50mのトランセクトを設置し、100個の50cm×50cmの小区画に区分した。この小区画内で、全出現種の出現頻度、群落高、相対光量子密度を測定した。トランセクトは2本設置し、樹海の森林タイプが針葉樹林のトランセクトを針葉タイプ、広葉樹林のトランセクトを広葉タイプとした。

応答変数に小区画の種構成を、説明変数に相対光量子密度を設定し、多変量回帰木を行った。その結果、針葉タイプでは4グループに、広葉タイプでは7グループに分かれ、草原と樹海の間でエコトーンの位置と幅を特定することができた。

## P1-027

## 中国ホルチン沙地における、灌木・高木植栽区の下層植生の評価

宮森映理子, 宮坂隆文, 大黒俊哉, 武内和彦(東大院・農), 趙翰林, 趙学勇(寒区旱区環境工程研)

木本植物の植栽は乾燥地の環境修復技術であり、看護効果による植生回復の促進が期待される。しかし、同一地域で灌木種と高木種の効果を比較した研究はほとんどない。本研究では、中国・ホルチン沙地へ導入された灌木種(*Caragana microphylla* (Ca))と高木種(*Populus simonii* (Po))が下層植生におよぼす看護効果の差異を植生遷移と草地の放牧利用の観点から明らかにした。

各植栽種につき、植栽後約5年および25年経過した植栽区(Ca5・Ca25・Po5・Po25)を選定し、植生調査を実施した。生活形と嗜好性に基づき出現種をそれぞれ5つに分類し、植栽区内の植生分布と樹冠との関係を解析した。

植栽種以外の木本は植栽種と競合した。草本については、Po25では看護効果が植生量と植生遷移両面で広範囲に表れるが、他の植栽区では看護効果の表れる範囲が樹冠下に限定された。Ca25とCa5では植生量に及ぼす看護効果が大きく、Ca25では植生遷移の面でも樹冠下で看護効果が表れた。Po5の樹冠下での看護効果は植生量と植生遷移両面で灌木種に比べ弱かった。しかし、植生遷移の面での看護効果は灌木種植栽区に比べ広範囲に及んだ。また、嗜好性が普通・良にあたる種群は灌木樹冠下に集中し、他の種群にはその傾向が認められなかった。

看護効果の及ぶ範囲の違いは、樹高の高い高木種植栽区で風食低減効果が広範囲に及ぶこと、灌木種が地表付近で分枝するためリター供給が樹冠下に集中し土壌回復も樹冠下に限定されることによると考えられる。Po5の高木種も地表付近で分枝したため、高木種と灌木種両方の特徴を持つ効果を示したといえる。嗜好性分類と樹冠との関係が不明瞭なのは、この分類群が様々な形態的・生理的特性を持つ種を内包するためと考えられる。

## P1-026

## 長野県南部新山川流域における水田雑草群落と立地環境条件との関係

\*新谷大貴(信大・農), 大窪久美子(信大・農)

近年、水田環境は多様な生物の生息生育する生態系保全機能を持つ場として注目されてきた。その中でも現在、多くの水田雑草は絶滅危惧種に指定され、除草剤の散布や過度の施肥による富栄養化、圃場整備や乾田化といった近代的農業による水田環境の変化により負の影響を受けていることが問題となっており、これらの種の保全が急務である。生物多様性保全の観点からは分布情報や立地環境条件との関係性の基礎的データはあまり蓄積されておらず、基本的な課題となっている。そこで本研究では比較的良好な水田環境が残存している本調査地域において、流域内での水田雑草群落の構造や分布、これらと立地環境条件との関係を明らかにし、保全策を検討することを目的とした。

調査地域は長野県南部の新山川流域(伊那市:標高約700-1000m)で、水稲栽培が行われている。調査プロットは上流および中流、下流の3地区で計31筆を選抜し、各筆1m<sup>2</sup>の方形区を3プロット設置した(計93プロット)。群落調査は本田内の水田雑草群落を把握するため、2009年9月-10月にプロット内に出現した植物種名と被度、群度(Braun-Blanquet 1964)、草高を測定した。出現種は生育形、生活形及び根茎形、散布形に分類した。また、環境条件を把握するため、2009年10-12月に非灌漑期における本田に流入する水路の水温およびpH、EC、DO、本田内の湛水面積割合、区画面積、斜面方位、水田間傾斜を測定した。

調査の結果、93プロットにおいて89種の植物種が出現した。環境省版レッドリスト掲載種ではミズマツバおよびウキゴケ、イチョウウキゴケ、シャジクモ等の6種、長野県レッドリスト掲載種ではサワトウガラシ等の8種(うち非維管束植物が5種)を確認した。発表では、群落構造を明らかにし、立地環境条件との関係性について考察する予定である。

## P1-028

## シオジ北限域の微地形と植生の関係

\*深町篤子(東京農工大・農), 星野義延(東京農工大・共生科学技術), 渡辺直明, 金子稔, 木下浩幸(東京農工大・農学部FSセンター)

シオジは太平洋側のブナクラス域の溪畔林代表樹種である。本研究は、シオジの分布北限域の群馬県東部にある発達した夏緑広葉樹林の、シオジが優占する谷底部を中心に、ミズナラとクリの優占部を含んだ100m×100mの調査区において、特に林床植生に着目して微地形と植物の空間分布との関係を調べ、植物種の分布規定要因や生活型との関連性を考察することを目的とした。

調査区は2005年に東京農工大学附属FSセンターFM草木に設置され、胸高周囲長などの毎木調査資料が蓄積されている。本研究では、調査区を10m×10mの方形区に細分し、植物社会学的手法による植生調査と毎木調査の資料を用いて解析した。

微地形の区分は、傾斜の変換線と比高、表層土壌の堆積状態などから、各方形区を谷底面(BL)、麓部斜面(FS)、下部谷壁凹斜面(LSh)、下部谷壁斜面(LS)、溪岸急斜面(CW)の5つの微地形タイプに分類した。毎木調査資料は方形区毎に基底面積と樹木本数を集計し、微地形間で比較した。植生調査資料を用いて、出現した林床植物の微地形タイプへの適合性をΦ係数を用いて判定し、抽出された種群の生活型を比較した。

BLとFSはシオジ、イタヤカエデが優占し、ケヤキの大木のあるLShとともに方形区あたりの樹木本数は少なく、基底面積は小さかった。各微地形に適合性を示した種は、BLではムカゴイラクサやネコメソウ類、FSではタニタデや春植物、LShではミズウバユリ、LSではユキザサやアカショウマ、CWではアシボソやフクオウソウなどであった。また、それぞれ出現が確認された植物種の生活型で割合の高かったのは、BL、FSでは半地中植物や地中植物、LShでは一年生草本、LSでは地上植物、CWでは微小地上植物や半地中植物である。

## P1-029

## 下部谷壁斜面における木障刈り後の植物個体群再生様式

\*小泉恵佑(明治大・農), 倉本宣(明治大・農)

生業としての農業活動により成立している半自然草原として、丘陵地の下部谷壁斜面に成立する刈取り草原が挙げられる。このような刈取り草原は、農作物への日照の確保を目的とした刈取り管理(木障刈り)によって維持されており、植物相の種多様性が高い空間であることが明らかにされている。しかし、下部谷壁斜面に生育している植物群落の木障刈りという人為的攪乱の中で、どのように個体群を維持しているのかを調査した事例はない。そこで本研究では、下部谷壁斜面に生育する植物個体群が、木障刈り後にどのように個体群を再生させるのかを明らかにすることを目的とした。

調査は神奈川県川崎市麻生区黒川の北西向き下部谷壁斜面に行った。この斜面は例年夏期に1回、地際高での木障刈りが地元農家によって行われている。調査対象の斜面にて1m×1mの調査区を24個設置し、木障刈り前後にBraun-Blanquetの全推定法に基づく植物社会学的調査を行なった。加えて木障刈り後の調査では、各調査区の出現種ごとの個体再生様式(種子繁殖or栄養繁殖orその両方)についても調査した。

結果は合計81種(木障刈り前:67種、木障刈り後:63種)の植物を確認した(不明個体は除く)。出現種は、ススキラス標徴種のアキカラマツ、シラヤマギクに加えて、ヤマユリやフデリンドウといった雑木林構成種が確認された。個体群再生様式を集計すると、一年生草本は、木障刈り後の光環境改善に伴い「種子繁殖」による個体群の再生を行っていた。一方、多年生草本は限られた種のみが「種子繁殖」もしくは「種子繁殖と栄養繁殖」による個体群の再生を行っており、それ以外の種については「栄養繁殖」のみでの個体群の再生であった。これらの原因として、斜面立地による種子の流失や夏期の木障刈りによる種子生産への影響等が考えられる。

## P1-031

## 南アルプス北岳におけるダケカンバ林の種組成および構造と成立要因

石田祐子\*(東京農大・院・林学), 武生雅明, 中村幸人(東京農大・地域環境)

ダケカンバは、陽樹だが寿命が長い、幹枝が柔軟、高い萌芽性をもつ、という特性を有し、亜高山帯の様々な立地に優占林を形成する。しかし、ダケカンバ林は針葉樹の2次林として成立する林分と積雪の影響を受けた土地的な林分が指摘されているのみで、その成立要因については十分に検討されていない。そこでダケカンバ林の成立要因を明らかにする事を目的とし、南アルプス北岳において種組成と林分構造について調査を行った。

結果、ダケカンバ林は4つの群集・群落に区分された。林床にハイマツを伴うハイマツ-ダケカンバ群落(Pp)、広葉草原の種を多く伴うタカネノガリヤス-ダケカンバ群集(Cs)、ヒロハカツラ林の種を多く含むミヤマハンノキ-ダケカンバ群落(Ac)、針葉樹林の種をもち、ネコシデ等で区分されるネコシデ-ダケカンバ群集(Bc)である。ダケカンバの直径階分布は、Ac群落では一山型の分布を示し、その他の群集・群落では逆J字型の分布を示した。ダケカンバの幹の傾きはAc群落、Cs群集、Pp群落の風背側で大きかった。ダケカンバの萌芽率はCs群集で高かった。針葉樹の損傷はPp群落では梢頭折れが、Ac群落では幹の蛇行が多く見られた。

Cs群集は種組成とダケカンバの樹形、逆J字型の直径階分布から積雪の影響を受け成立した持続群落と考えられた。Pp群落の風背側は構造と樹形からCs群集と成立要因は同じであると考えられる。しかし、Pp群落の風衝側では、針葉樹の損傷の様子から、冬季に風衝害を受け生育が阻害され、ダケカンバが優占したと考えられた。Ac群落・Bc群集は構造から2次的に成立した林分と考えられる。Bc群集は既知の針葉樹の2次林であるが、Ac群落はヒロハカツラ林の要素を持ち、樹形も異なる事から、成因は異なると考えられた。

## P1-030

## イヌブナ林の成立・維持の環境要因

山本啓介(千葉大・園芸)

はじめに

イヌブナ(*Fagus japonica*)は暖温帯から冷温帯に分布する落葉広葉樹である。株立ちとなることが一般的だが、稀に通直な幹の高木となり優占することが知られている。しかしイヌブナ優占林の成立要因には、未知の部分が多い。そのため本研究では、高木を含むイヌブナ優先林にて調査を行い、イヌブナの高木化する条件や優先する条件を検討した。

調査法

調査は群馬県中之条町の岩櫃山にて、北向き斜面(北面)南向き斜面(南面)に大別し、毎木調査を行った。調査内容は樹種、幹数、胸高直径、樹高及び、斜面方位と傾斜角である。また、シュミットハンマーにて岩石風化度、落石検出版にて落石数を調査した。

結果

北面、南面共にイヌブナ出現率に大きな違いはなかった。北面のイヌブナは萌芽が少なく高木となる傾向に対し、南面では萌芽が多く株立ちする傾向があった。北面は植生が不均一であるのに対し、南面は比較的均一であった。また南面の方が風化が不均一で、落石が多いことがわかった。

考察

北面のイヌブナが巨木化し、南面のイヌブナが株立ちするのは南面が不安定であり、落石など攪乱が大きいことが原因の一つと考えられる。南面では株立ちしたイヌブナが均一分布していることから、攪乱が大きい立地がイヌブナの生育適地であると推測される。一方、北面では数はばらつくが、個体数は多いため、攪乱が小さくても別の何らかの条件が揃うことで、イヌブナが優占できると考えられる。またこの場合、イヌブナは株立ちせずに巨木化すると推測された。

まとめ

イヌブナは本来、攪乱の大きい土地に生える樹木とされる。攪乱が大きいことはイヌブナ優占林維持の重要なポイントと考えられ、イヌブナの特徴である株立ち樹型の要因であると考えられる。一方、株立ちを促すほど攪乱が大きくなっても、他の何らかの条件が揃うことでイヌブナが優占し、その場合イヌブナは株立ちとならず、高木化すると考えられた。

## P1-032

## 林分構造がツル植物の分布に与える影響 - 地形及びよじ登り様式による違い -

\*楠本聞太郎, 井上貴文(九大院・生資), 榎木 勉(九大・演習林)

暖温帯性広葉樹2次林において、異なるよじ登り様式を持つツル植物の分布と林分構造との関係を検証した。100m×100mのプロットを10m×10mに区分したセル毎に、ツル植物(根元から1.3mの直径1cm以上)と立木(胸高周囲長15cm以上)の毎木調査を行った。また、各セルの林冠高を測定し、林分構造の指標とした。林冠高が10m未満のセルを林冠ギャップ(ギャップセル)、それ以外のセルを閉鎖林冠(閉鎖セル)とした。更に、地形を評価するために、標高によってプロットを尾根、斜面、谷に区分した。各セルに出現したツル植物の、よじ登り様式毎の幹数を目的変数とし、立木の幹密度を説明変数として、空間的ランダム効果を考慮したCARモデルを構築した。定数項、係数、またはそれらの両方が、地形、林冠構造、またはそれらの両方によって変動すると仮定した9通りのモデル間で、DICを比較した。全体では14種、218本のツル植物が記録され、よじ登り様式では、巻付き型、附着型、巻ひげ型が見られた。巻付き型の幹密度は、地形によって差がみられなかった。附着型の幹密度は尾根で高く、谷に向けて減少した。尾根と谷では、巻付き型はギャップセルで幹密度が高く、附着型は閉鎖セルで幹密度が高かった。CARモデルで解析した結果、巻付き型、附着型とも幹密度と立木幹密度の関係は、地形によって異なっており、尾根で回歸線の傾きが小さく、谷で大きくなる傾向がみられた。附着型の幹密度と立木幹密度の関係は、地形だけでなく、林冠構造によっても異なった。これらの結果は、2つのよじ登り様式間のホスト探索及びホスト利用戦略の違いを反映していると考えられた。

## P1-033

## Responsiveness of Some Mangrove Communities after disturbance by Cyclone Nargis

\*Toe Toe Aung (Y.N.U) , Maung Maung Than (DFID) , Katsuhiro Ono (Y.N.U) , Yukira Mochida (Y.N.U)

This study was to find out the responsiveness of some mangrove communities after cyclone impact in the Ayeyarwady mangrove forests of Myanmar. We recorded mangrove species and their positions by using three belt transects (each 10 m x 50 m) at low ground with *Rhizophora apiculata* dominants, middle ground with *Avicennia officinalis* dominants and high ground with *Heritiera fomes* dominants. Due to the cyclone, the mortality of *A. officinalis* and *H. fomes* trees at middle and high ground was less than 10 % whereas that of *R. apiculata* at low ground was more than 90 % . Almost all survival trees of *A. officinalis* and *H. fomes* had high ability to reproduce vegetative sprouts from damaged stems, and abundant mangrove seedlings were also observed in these two communities. In case of *R. apiculata* community, few survival trees of *R. apiculata* had no vegetative sprouts. Furthermore, limited number of mangrove seedlings was also observed in this community. However, the number of mangrove saplings in this community seemed to be more abundant than two other communities, and these saplings seemed to substitute for large canopy gaps from high mortality of trees. Therefore, without any more disturbances, natural mangroves are highly likely to respond severe abiotic disturbance with their own survival strategies.

## P1-035

## 浸食作用の卓越する山地集水域における森林構造と地形の対応

\*北川涼 酒井暁子 近藤博史 大野啓一 (横浜国立大学・院・環境情報)

活発な浸食作用によって複雑な地形が形成される地域に成立する森林の構造は、地形形成プロセスに伴う攪乱と地形によって生じる環境勾配の影響を強く受けている。

そのような地域の地形と植生の関係は丘陵地で詳細に検討されており、尾根上には気候的極相林を構成する遷移後期種が分布し、下部谷壁斜面には攪乱に適応したと考えられる種が分布することが明らかにされている。しかし、丘陵地に比べて複雑な地形が広域にわたって形成されている山地では地形が森林構造に及ぼす影響について、流域機能の単位である集水域スケールで検討した例は少ない。そこで本研究では、神奈川県西部の丹沢山地において以下の調査解析を行った。

2009年に西丹沢中川流域西沢集水域(300ha)において10×10mの方形区105地点を等間隔に設置した。毎木調査によって得た出現種、胸高断面積などの樹木情報と、GISによって得た地形を表現する集水面積などの変数群との対応について、クラスター分析及びCCA等を用いて解析を行った。

その結果、10以上の方形区に出現した29種は分布の類似性から4群に分けられた。各種群間の分布の相違の一部は、地形の凹凸、斜面傾斜などの地形的な要因によって説明できることが示唆された。しかし丘陵地とは異なり、尾根・谷といった単純な地形区分には対応していなかった。山地では複数の環境要因が相互作用しつつ様々な空間スケールで樹木の分布に影響しているため、丘陵地に比べてより複雑な空間パターンが成立していると考えられた。

## P1-034

## 都市近郊雑木林の林床植生と林内環境の関係

\*横山悠人(明治大・農), 倉本宣(明治大・農)

林床植生は様々な種で構成されており、生物多様性の面で生態学的に大変重要である。しかし、環境の影響を受けやすいためその種構成も変わりやすい。近年、雑木林に生育する多くの種が国や都道府県のレッドデータブックに記載されている。そこで本研究では、林内環境として光環境を取り上げる。管理の有無や上層木が光環境に与える影響を調べ、その中で林床植生がどのように成立しているかを明らかにし、今後の雑木林管理の一助とすることを目的とする。

研究対象地は神奈川県川崎市麻生区黒川の雑木林とした。調査区1として下草刈りと落葉掻きを行った管理区と放置区を設定した。調査区2として調査地の代表的な樹冠構成樹種であるアラカシ、コナラ、モウソウチク林内とコナラ林縁部の計4区を設定した。調査区1、調査区2の各区にそれぞれ5つの1m×1mのコドラートを設置して調査を行った。調査項目は出現種、種別の最高自然草高、被度、生活型、種子散布様式、相対光量子束密度とした。

調査区1では管理区で19種、放置区で4種が確認された。調査区2では林縁区で最多の39種が確認された。調査区1ではフタリシズカやミヤマナルコユリ、調査区2ではキンランやタノカンアオイなどの林床植生を代表する種が見られた。どちらの調査区でも生活型は様々なタイプが出現したが、種子散布様式には偏りが見られた。相対光量子束密度は調査区1で管理区が放置区より高い値を示し、調査区2では林縁区が最も高い値を示した。

今回の調査地では下草刈りと落葉掻きを行うことで光環境が改善され、ある程度林床植生が回復すると考えられる。よって多様性の高い林床植生の形成には下層植生の管理が有効であると示唆された。また、樹冠構成樹種の違いが林内の光環境に違いとして現れていたため、林床植生に影響を与えていることが考えられる。

## P1-036

## 中国内モンゴル自治区シリンホト草原における草原特性と地域利用方式による植生の相違

\*李強(横浜国大・院), 藤原一繪(横浜国大・院)

中国内モンゴルでは、気候的、立地的に草原が広く発達している。主として放牧と刈り取りによる経済利用が行われている(王沢環, 2007)。草原の放牧制度の変遷につれて、過剰利用による荒廃した草原が増加して来た。本研究ではシリンホト草原の利用方式による地域草地植生の相違、さらに植生を基盤とした合理的な利用方式の検討を行う。植生調査は、選定した12箇所において、Braun-Blanquet(1964)の植物社会学的方法を用いて2008年から2009年にかけて行った。

現地調査で得られた280の植生調査データを基盤として抽出された群落の構成種の生活形と水分生態類型により群落特性を解析した。放牧地、刈り取り地と囲まれ地の利用方式において、共通種としては主に *Leymus chinensis*, *Cleistogenes squarrosa* と *Salsola collina* などである。本研究では *Stipa krylovii* と *Carex duriuscula* が重層的な放牧の指標種として抽出した。それ以外、*Stipa grandis*, *Serratula centauroides* と *Allium bidentatum* が刈り取りの指標種として抽出され、*Agropyron cristatum*, *Kochia prostrata* と *Allium tenuissimum* が囲まれ地の過放牧から回復する過程の指標種として抽出しました。

また構成種の生活形では、放牧地では一年生草本の割合が一番多かった。刈り取りでは灌木と多年生草本の割合が多かった。囲まれ地の灌木の割合は放牧地の灌木の割合より多かった。水分生態類型では、放牧地の乾性中生植物と中生植物の割合が多かった。刈り取り地では中性乾生植物の割合が多かった。囲まれ地の耐乾性植物の割合が一番少なかった。

## P1-037

## 都市域孤立林における低木種の分布を決める要因は何か？

\*伊藤千恵, 藤原一繪 (横浜国大・院・環境情報)

都市域の森林は、都市化に伴う開発により、孤立・分断化した林分が多くを占める。都市域孤立林は、林縁部の増加による光の増大・乾燥化、面積の減少による適地の喪失、種子源からの隔離といった影響があることが指摘されている。また、都市域孤立林においては、増加傾向にある種、減少傾向にある種に関してもわかってきているが、それらがどのように分布し、分布を規定する要因についての知見は少ない。そのため、ライフサイクルが比較的短く、影響が現れている可能性の高い常緑低木種に着目し、都市域の孤立林における分布を規定する要因を明らかにするとともに、どのような環境で新規加入および枯死が起きているかを明らかにすることを目的とする。

全14林分・47方形区で調査を行い、対象とした低木種にはタグをつけ、個体数および樹高を測定した。翌年に、個体の生死および新規加入個体の確認を行った。各方形区で、相対光量子密度、土壌水分、斜面傾度、林縁からの距離の測定を行い、調査林分の面積および周辺林分との近接性を計算し、それらを環境要因として一般化線形混合モデルによって解析を行った。

解析の結果、都市域で増加が指摘されているアオキヤシロは、周辺林分との近接性が低い林分(孤立している林分)で個体数が多いことがわかった。これは、植栽起源の種子が孤立した林分に集中したことが示唆される。

一方で、ヤブツバキ、ネズミモチはより暗い地点、ヤブニッケイはより面積の大きな林分に多かった。さらに、ネズミモチ、シロダモの新規加入には、土壌水分が制限要因となっていた。これらのことから、これらの種はさらなる分断化が進むと個体数が減少する可能性も考えられる。

## P1-039

## Geographical changes in the effects of grazing pressure on vegetation structure in Mongolian Rangeland

\*Jambal Sergelenkhuu (Okayama University), Yoshihiro Yamada (Okayama University), Jamsran Undarmaa (Mongolian State University of Agriculture), Keiji Sakamoto (Okayama University), Ken Yoshikawa (Okayama University)

The carrying capacity of rangeland is frequently decreased in the area with the high grazing pressure. It will result degradation on composition of plant species and soil denudation.

The objective is to clarify tendency changes of plant species coverage and height in plant functional types along a grazing gradient of winter camp from north to south area of Mongolia. We hypothesized that the grazing intensity will differ among various ecological conditions from northern part to southern part of study area. Carrying capacity for grazing area is better on the north part than on the south part because ecological condition of the northern part is better than the southern part.

We selected 20 winter camps which has same grazing period, livestock numbers and same landform condition.

The field survey was completed in June-August 2009. 3 line transect was made along each winter camp which is 20 m distance for each line and 1600 m of length. There are 21 plot made on each transect on measurement distance (25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 m). Each plot divided into 1x1m subplot and vegetation description of each subplot will be recorded.

## P1-038

## 乗鞍山麓亜高山帯における溪畔域の植生と地形

\*近藤博史, 北川涼, 酒井暁子, 大野啓一 (横浜国立大・院・環境情報)

溪畔域は環境が周囲と異なるため、独自の植物群落である溪畔林が発達する。これまで溪畔林に関する研究の多くは主に山地帯を対象としている。例えば亜高山帯ではオオバヤナギ等が優占する溪畔林が発達するが、亜高山帯溪畔林を対象とした研究は乏しく、それらの空間分布や成立立地についてほとんど明らかにされていない。亜高山帯の多くは人為的攪乱が比較的小さく保全価値が高い。またその溪畔林は河川の源流域に位置する場合が多く、我々に大きな生態系サービスを与えている。したがって亜高山帯の溪畔域において基礎的知見を得ることは重要である。本研究では、乗鞍山麓の北西部に位置する五色ヶ原・蛇出沢流域において、亜高山帯溪畔林の組成を明らかにし、その空間分布と地形との対応を検討した。

まず、植物社会学的調査により群落区分を行った。また、横断測量を行い、区間毎に出現した樹種を記録した。さらに、空中写真判読より地形区分を行った。

この溪畔域は組成的に1) ヤマガラシーヤマハハコ群落、2) ヤハズハンノキ群落、3) オオバヤナギーオノエヤナギ群落の3タイプに区分され、1) 2) はそれぞれ2つの下位単位に区分された。地形区分では、流路、下位氾濫原、上位氾濫原、土石流堆積地、崩壊地、崖錐斜面が区分できた。

これらの結果から、亜高山帯では氾濫原でヤナギ類が優占するものの、山地帯とは異なり崖錐斜面には溪畔域を特徴づける樹種は存在せず、多雪地帯の崩壊地に一般に見られるヤハズハンノキやダケカンバが優占する群落が分布することが明らかとなった。地表の安定性に着目すると、最も攪乱頻度が高い氾濫原にヤマガラシーヤマハハコ群落、オオバヤナギーオノエヤナギ群落が成立し、立地が安定するにつれ、ヤハズハンノキ群落の出現頻度が高くなり、さらにシラビソ群落へ移行すると考えられた。

## P1-040

## 越後平野に残存する3湖沼の湖岸における植物分布を規定する要因

\*張替徹 (新潟大・農4年), 石田真也 (新潟大院・自然科学), 高野瀬洋一郎 (新潟大・超域研究機構), 紙谷智彦 (新潟大院・自然科学)

越後平野では、干拓により多くの湖沼が失われ、氾濫原由来の植物種が急速に減少した。本研究では、越後平野に残存する3つの湖沼の湖岸における植物の分布特性とそれを規定する要因を明らかにし、湖岸植生の保全について議論する。

各湖岸に10mのベルトをランダムに設置し(福島潟41、鳥屋野潟39、佐潟22本)、連続する1mx1mの調査枠に分割、出現した維管束植物種を記録した。ベルト毎に環境要因(比高、冠水日数、リター重量、高茎草本密度、最大植生高、土壌EC、pH)を測定し、人為攪乱(耕作履歴、火入れ)の有無を記録した。

ベルトあたりの種数、外来種の出現頻度を応答変数、各要因を説明変数、湖沼をランダム要因としてGLMMで解析し、以下の結果を得た:(1)総種数には、耕作履歴以外の全てが影響し、特にリター重量と、EC、冠水日数が重要である、(2)湿生種数には、リター重量、植生高、冠水日数が負に、高茎草本密度、pHが正に影響し、(3)外来種の出現頻度には、高茎草本密度、EC、比高、火入れが正に、植生高、リター重量、pH、冠水日数が負に影響していたが、ECと冠水日数の影響は湖沼間で違いがあった。

次に、植物分布と各要因との関係をCCAで序列化し、以下の結果を得た:(1)佐潟、鳥屋野潟の植物分布には、比高、冠水頻度、リター重量が影響した。(2)福島潟では、高茎草本密度、EC、pHの影響が大きく、比高、冠水頻度がこれに続いた。

以上より、湖岸の植物分布及び種数には、(1)複数の環境要因が複合的に影響し、(2)各要因の相対的な重要性は湖沼間で異なることが示された。湖岸植生の保全のためには、各湖沼の特性(特に、人為攪乱の有無と水位変動パターン)を事前に把握した上で、必要な保全措置を行うことが必要である。

## P1-041

## 溪畔林構成樹の河川攪乱に対する依存性

\*二本松裕太, 中静透(東北大・院・生命)

溪畔域は、河川の侵食・堆積作用や洪水・土石流などを受け、独特な環境条件と攪乱体制にさらされており、各樹種にとって様々な生育環境が提供される。こうして生じるあらゆる地形、あるいは立地微環境が各種の定着・更新に関係していることは明らかだが、どの要因が強く影響しているのかを比較した研究はあまりないようである。そこで、本研究は、溪畔林構成樹種が実際にはどのような環境条件の下でよく定着しているのかを調べ、どの要因が各種の有無を強く説明するのか、種間にどのような差があるのかを確かめることを目的とする。

青森県の鳶川・奥入瀬川周辺で、よく見られる数種の溪畔林構成種と、比較対照のためにブナを対象とした以下のような調査を行った。流路沿い・湖畔で小ポイントを等間隔に設定し、そこでの各種の成木の有無と、環境条件(地形分類、および比高、基質、傾斜、堆積土壌の深さ)を調べた。そしてGLM解析により、各種の有無がどの要因から強く説明されるのかを調べた。また、主成分分析により各種のニッチの比較を試みた。

GLMの結果から、テラス・山腹斜面・堆積面・湿地などといった地形分類をみても、あるいは水面からの比高、表層の基質などの立地微環境をみても、各種の存在確率に効いている環境条件には種によって少し差があることがわかった。主成分分析の結果からも、各種のすみ分けを部分的に確認することができたが、重なりが大きい種もあった。また、ニッチの幅に差が見られた。

GLMの結果、ブナは明らかに安定した場所に多いのに対して、溪畔林構成種では逆の傾向が見られ、やはりある程度攪乱に依存しているようであることがわかった。各種にとって限定的な要因は異なるようだが、ニッチの幅に大きな差があることから、その制限力の強さは異なる可能性が示唆される。

## P1-043

## 大興安嶺におけるモンゴリナラ萌芽林の林分構造解析

\*志栄(横浜国大・院・環境情報), 藤原一繪(横浜国大・院・環境情報)

モンゴリナラ(*Quercus mongolica*)林は落葉広葉樹林の主要な構成種であり、中国東北部、ロシア極東地域、朝鮮半島を中心に、日本の本州の一部に分布している。調査対象地とした大興安嶺南部ではモンゴリナラ自然林が少なく、萌芽林が主要な森林となっている。そこで、土壌を安定化する森林林床植生に着目し、萌芽林の林冠からの光量、林床植生の相違を解析するため、大興安嶺南部地域の海拔1170から1370mでモンゴリナラ、シラカバ(*Betula platyphylla*)優占林とモンゴリナラ、チョウセンヤマナラシ(*Populus davidiana*)優占林に15×15mのプロット4ヶ所を設置し、植物社会学的手法(Braun-Blanquet 1964)による植生タイプ化及び全天写真、毎木調査、樹齢の測定による解析を行った。

その結果、1. 2タイプの優占林とも *Polygonatum humile-Quercus mongolica* 群落に属す; 2. シラカバではモンゴリナラの萌芽本数の占める割合がチョウセンヤマナラシ優占林より多く、また出現種数も多いが枯死率も多い、萌芽しているモンゴリナラの最大樹齢が約60年で、全体的にDBHは15cm以下が多い; 3. チョウセンヤマナラシ林では林冠ギャップが小さく低木が少ない; 4. プロット4のシラカバ優占林はギャップが開き、抽出調査したT1, T2層のシラカバの樹齢が18から36年の範囲で、*Spiraea pubescens*, *Salix pentandra* が低木層に生育している。

## P1-042

## 多摩丘陵における里山林の管理と微地形が林床植生に及ぼす影響

\*長尾圭祐(明治大・院・農), 倉本宣(明治・農)

人間活動の影響を受けて形成されてきた里山は、1960年代以降、エネルギー革命や肥料革命により次第に管理放棄が進み、畑や水田も里山の奥の不便な所から耕作が放棄されスギやヒノキが植林されて森林化したところもあれば、アズマネザサの藪や、ミズキ、クマノミズキ、アカメガシワの二次林に遷移したところもある。里山の主要な立地のひとつである丘陵地の場合、地形が植生に大きな影響を与えるということがわかっており、地形と管理の両方を考慮した植物相の把握が必要である。また放棄された夏緑性広葉樹二次林とともにスギ・ヒノキ人工林を含めた里山林を一体的に管理することで、里山林で保全される植物相の多様性を明確にした事例はほとんどない。そこで本研究では、多摩丘陵のスギ・ヒノキ人工林を含む里山林において管理と微地形が林床植生へ及ぼす影響を把握することを目的とした。

近年の管理程度の異なるスギ・ヒノキ人工林と夏緑性広葉樹二次林に丘陵頂部から谷底部にかけて、頂部斜面、上部谷壁斜面、谷頭凹地、谷底面を含む調査ラインを8本設置し、各ラインにそって連続する2×2mの調査区を設定した。調査は2009年6月から11月に行い、植生調査は2m以下の林床植生において植物種と被度を調べた。立地環境調査として土壌含水率と傾斜度及び相対光合成有効光量子束密度を測定した。

全214調査区から種子植物126種、シダ植物27種の計153種が出現した。TWINSPAN法による分析の結果、調査区は林相、管理タイプ、微地形型の違いにより7群落型に分類された。またDCA法により序列化を行い、1軸スコアにはTWINSPAN法により分類された7つの群落型が序列化され、土壌含水率と正の、相対光合成有効光量子束密度と負の相関があった(Pearsonの相関係数;  $P < 0.01$ )。

## P1-044

## 韓国南部における寺院林の植生学的構造解析

\*李晟齊, 大野啓一(横浜国大・環境情報), 安永熙, 金英花, Kyung-mee LEE(韓国中央大・植物應用), 宋鍾碩(韓国安東大・生命)

調査の目的・方法> 韓国の寺院林の植生調査・研究がこれまで韓国ではあまり行わなかった。また韓国では寺院林の植生学的重要性に対する認識不足もあり森林の体系的保全・管理が十分でなかった。本研究では韓国の寺院林の植生学的構造を分析し、人為的破壊の影響の増大による森林劣化に抗する体系的な保全・管理の方策を検討した。韓国南部地域の寺院林12箇所の典型的な寺院林を選んで植物社会学的手法(Blaun-Blanquet, 1964)を実施し、寺院林の種組成及び階層構造を分析した。なお、寺院林構造分析にはのため応用生活形(Numata, M., 1969.1970)を使用した。

結果> 韓国の寺院林は自然状態が維持されたと人工的林分に大別できる。半自然的林分として、周辺森林の形態のようにアベマキ林、コナラ林および常緑広葉樹林が、人工的林分としてアカマツ林等があげられる。韓国の寺院林はアベマキ林、コナラ林などの典型的な韓国の落葉広葉樹林およびアカマツ林、カヤ林などの針葉樹林、そしてスダジイやアカガシなどの常緑広葉樹林などで構成されている。落葉広葉樹林では多くの場合、スズタケが低木層および草本層に優占している。生物多様性の確保のためスズタケの刈取りなど下層植生に対する管理が必要と考えられる。針葉樹林ではアカマツ林を保護する必要があるが、林分に多量の落葉広葉樹の落葉が堆積しており、土壌環境が大きく変化していることが示された。そのためアカマツ以外の高木種の伐採および下層のスズタケ等の除去作業が必要である。常緑広葉樹林では、主としてアカガシ林とスダジイ林で構成されている。また一部ウラジロガシやシロダモの優占林分もみられる。別の植生タイプと森林を構成している常緑広葉樹寺院林では人為的管理の影響が及んでいる。

## P1-045

## 北関東の丘陵域におけるフモトミズナラ林の林分構造

\* 須田大樹 (埼玉県立自然の博物館), 星野義延 (東京農工大・農)

フモトミズナラは北関東・東海の丘陵域に分布するブナ科コナラ属の落葉広葉樹である。外部形態は朝鮮半島や沿海州に分布するモンゴリナラと類似し、分類学上の位置づけについては諸説ある。生育地は丘陵の二次林でありコナラと混生するが、これまでフモトミズナラ林の構造は明らかにされていない。

調査は2004-2006年に実施し、フモトミズナラ優占21ヶ所、コナラ優占18ヶ所、コナラのみ(フモトミズナラ不在)24ヶ所で、植物社会学的植生調査、萌芽状況および大径木の胸高直径の記録などを行った。また、桐生市吾妻山塊において、フモトミズナラ優占林2ヶ所、コナラのみ林、両者の混生林の計4ヶ所で毎木調査(20m×20m)を実施した。

この結果、フモトミズナラ優占林では高木の約7割が萌芽幹を有し、コナラ林と同じように伐採・利用されてきた萌芽林であることが明らかとなった。3~5層の階層構造からなり、群落高は10~17m、林冠被度は75~90%、林冠にはコナラ・カスミザクラ・アカマツ・クリ等を混生した。フモトミズナラの胸高直径(各調査地で最大の幹)は17~36cm、萌芽幹数は1株3本前後であった。亜高木層(リョウブ・エゴノキ・アオハダ・マルバアオダモ等)は高さ6~10m、低木層(ヤマツツジ・ムラサキシキブ等)は高さ1.5~4mであった。

コナラ林と比較して、フモトミズナラ林は群落高が低く胸高直径が小さく、萌芽幹数が多い傾向があった。毎木調査結果からフモトミズナラはコナラより先駆的であることが示唆され、人為的攪乱あるいは特殊な立地(冬季季節風のあたる北西斜面上部、やや高標高、急傾斜)で優占林をつくると考えられた。林内に常緑樹の稚樹はほとんど生育しないため、フモトミズナラ林は土地的極相と考えられ、現在は人為的攪乱によって維持されているものと考えられた。

## P1-047

## 佐渡島大河内沢における土石流跡地に更新した溪畔林構成種の定着条件

川上祐佳\* 新潟大学農学部 権田 豊 新潟大学農学部 崎尾 均 新潟大学農学部

溪畔林を構成するいくつかの樹種は大規模・低頻度な攪乱に依存して更新すると言われるが、実際に攪乱後間もない林分を研究した例は少ない。本研究では土石流後14年が経過した若齢溪畔林において優占樹種であったケヤマハンノキ、オノエヤナギ、カツラ、サワグルミを対象に分布と立地環境を調査した。

調査地は凝灰岩質からなり、1995年の集中豪雨により上流部の山腹が崩壊、土石流が発生し、川岸にテラス地形が形成されて一斉林が成立している。ここにベルト状の調査区を設け、毎木調査、樹幹解析、土壌粒径、水分含有率、光環境を調査した。

調査の結果、ケヤマハンノキとオノエヤナギ、サワグルミとカツラに共通の傾向が見られた。前者は明るい立地に圧倒的に優占し、まとまって分布していたが、稚樹は少なく、ケヤマハンノキでは多くの枯死木が確認された。また樹幹解析より土石流直後に多くの個体が一斉更新したと推測された。一方、後者は小径木が多く、やや暗い場所に分布していた。樹幹解析より土石流直後に定着したと思われる個体はほとんどなく、多くは土石流の3~4年後から定着し始めたと思われる。また比較的、大径の礫が現われる傾向があり、粒径組成は個体間で大きくばらついた。

ケヤマハンノキ、オノエヤナギが明るく粒径の細かい立地に素早く侵入、定着したのに対し、サワグルミ、カツラはやや暗く礫径の大きい立地に遅れて定着している。この定着時期、分布様式の違いは、初期成長速度の違い、それにともなう競争、好適な光環境・基質の違いに起因すると考えられた。

## P1-046

## 扇状地河川における微地形が植物分布に及ぼす影響

\* 齊藤瑛璃香 (新潟大・院・自然研), 石田真也 (新潟大・院・自然研), 高野瀬洋一郎 (新潟大・超域研究機構), 紙谷智彦 (新潟大・院・自然研)

ワンドは、増水時の網状流路が本川から取り残されてできるすり鉢状の起伏に富んだ地形であり伏流水湧出により多様な水分環境が維持されている。そのために、ワンドでは河川敷の他の環境に比べ、特異な物理環境が形成される。演者らはこれまで、ワンドには多様な植物種が出現し、それは緩やかな水位変化と細砂の割合が高いことによることを明らかにした。本研究では、扇状地河川域における微地形の物理的環境が河川敷における植物種の分布に及ぼす影響を明らかにする。

調査地は、新潟県五泉市の早出川中流域である。河道の両岸にある4ヶ所のワンドと、それらの周辺から相観植生の異なる15サイトを選んだ。各サイトには1m×20mの植生調査ベルトを2~5本、計56本設置し、1ラインにつき1m×1mのコドラート20個を設けた。各コドラートでは、出現した維管束植物の種名を記録するとともに、表層土壌を採取し、粒径を4区分に分類した。また、各コドラートでレベル測量、高精度GPS標高測量を行った。さらに、ワンド内には水位計を設置し水位変動を記録した。

その結果、河川敷の各サイトごとに特異な種が出現した。特にワンドでは、湿生種が有意に多く出現し、他のサイトとは異なる種組成を示した。環境特性と植物の生活史特性を関連づけ、河川環境に特異な種を維持するために必要な条件について議論する。

## P1-048

## 佐渡島小佐渡地域東部におけるナラ枯れ被害後の森林動態

\* 白井 航来 (新潟大・農), 金子 洋平 (新潟大・超域研究機構), 本間 航介 (新潟大・農)

ナラ枯れによる一斉枯死で形成された林冠ギャップが里山二次林群落に与える影響を明らかにするために、ナラ枯れ被害後の林分で継続調査を行い、5年間の動態を定量的に解析した。

佐渡島で1998年に初めてナラ枯れが確認された二次林に2005年に50m×50mの長期モニタリング用の方形区を設定し、5年間の毎木調査、低木と実生のセンサスを行った。

ナラ枯れ以前に相対胸高断面積でのコナラの優占度は63.2%であったと推定された。ナラ枯れにより枯死したのはコナラの内の約22%であり、これにより群落内のコナラの優占度は51.6%に減少した。一方でイヌシデ、ソヨゴ、ヤマモミジは個体数と優占度の増加がみられた。枯死木の多い区画では少ない区画と比較してイヌシデの相対成長速度が大きかった。低木層において全体の幹本数は約40,000本/haであり、2005年から2009年にかけてヒメアオキを中心とする常緑低木の優占度が約61%から約67%に増加した。林床ではコナラ、イヌシデ、シロダモの実生が観察された。5年間でイヌシデの実生はより集中的な分布に変化した。階層間の分布相関は常緑低木とイヌシデ実生、コナラ実生がそれぞれ負の相関を示した。また、林冠層のイヌシデ、ソヨゴと下層の落葉高木の稚樹が負の相関を示した。

このことから、現段階では常緑低木の増加が実生の更新を阻害するとともに、中高木の成長と幹数の増加が稚樹の成長を阻害するため進行すると考えられた。この調査林分ではナラ枯れ被害により形成された林冠ギャップが枯死木林冠下で待機していたイヌシデによりある程度埋められる可能性が高いが、イヌシデの密度の低い場所では常緑低木が繁茂し、更新が留まる可能性も示唆された。

## P1-049

## 暖温帯里山二次林にみられる多様な林分構造

\*岡田知也, 中川弥智子(名大院・生命農), 西村尚之(名産大), 松下通也, 戸丸信弘(名大院・生命農)

ある地域全体の種多様性( $\gamma$ 多様性)は局所群集内( $\alpha$ 多様性)と局所群集間( $\beta$ 多様性)の成分によって説明される。里山二次林には、人為的な攪乱や立地微環境の影響によって多様な森林タイプが含まれており、森林タイプ間の種組成の違いが種多様性に重要な役割を果たしていると考えられる。本研究では、二次林がどのような森林タイプで構成されているのか、 $\gamma$ 多様性に対して各成分がそれぞれの程度貢献しているかを明らかにするために、愛知県瀬戸市に位置する暖温帯里山二次林、海上の森において10個(0.09-0.25ha)のプロットを設置し、胸高直径(DBH)  $\geq$  5cmを上層木、DBH  $\geq$  1cmかつ $<$  5cmを下層木として、毎木調査を行った。TWINSPAN解析を用いた種組成に基づくプロットの分類の結果、上層下層ともに落葉樹の優占する群集、上層は落葉広葉樹で下層に常緑広葉樹の優占する群集、アカマツなどの先駆種の優占する群集の3つの群集タイプ(それぞれ4, 2, 4プロット)に分類された。Shannonの指数により種の均等性に関してブートストラップ試行による95%信頼区間を算出し、プロット間で比較したところ、上層には差はみられなかったが、下層ではアカマツなどの先駆種の優占する群集の種多様性が他群集と比較して有意に高かった。多様性の各成分の貢献度を明らかにするため、種数に関してプロット内の10m  $\times$  10mグリッド内( $\alpha_1$ )・グリッド間( $\beta_1$ )・各プロット間( $\beta_2$ )の3つに多様性の成分を分割してそれぞれの値を比較した結果、 $\gamma$ 多様性の大部分が $\beta_2$ によって説明された。以上より、海上の森には多様な森林タイプが存在し、それらの間の種組成や森林構造の違いが地域全体での種多様性の決定に寄与していることが明らかとなった。

## P1-051

## 暖温帯低地に分布するアカマツとヒメコマツの実生・稚樹定着ハビタットの比較

井上太樹, 籠谷泰行, 浜端悦治(滋賀県大・環境)

滋賀県南部の田上山地は標高200~600mで暖温帯低地に位置するが、そこにはヒメコマツがまとまって分布し、アカマツとともに優占林をつくっている。このようなヒメコマツ林は分布上重要だが、その更新様式はよくわかっていない。そこで、本研究では、このアカマツ・ヒメコマツ林において、両種の実生・稚樹(以下、稚樹と呼ぶ)の分布状況を立地環境とあわせて調べ、ヒメコマツの更新特性を解明することを試みた。

アカマツ・ヒメコマツ林に20m四方の調査区を5つ、すなわち大・小ギャップ区、閉鎖林冠区A(落葉樹が多い)・B(常緑樹が多い)、露岩尾根区と、10m四方の調査区(斜面崩壊区)1つを設置した。各調査区で毎木調査を行い、さらに調査区を2m四方の方形区に分け、方形区ごとに、出現したすべてのアカマツ・ヒメコマツ稚樹の高さや立地条件などを記録し、また開空度と下層植生の植被率を求めた。

各調査区におけるアカマツとヒメコマツの成木個体数はそれぞれ1~13と4~34本/0.04ha、胸高断面積合計は0.08~1.03と0.14~0.64m<sup>2</sup>/0.04haであった。アカマツ稚樹の個体数は0~1028本/0.04ha、計1365本/0.24haであり、そのほとんどが斜面崩壊区と大ギャップ区で見られた。一方、ヒメコマツ稚樹の個体数は1~514本/0.04ha、計859本/0.24haであり、大ギャップ区>露岩尾根区>閉鎖林冠区A>斜面崩壊区>小ギャップ区>閉鎖林冠区Bであった。方形区ごとでは、アカマツ稚樹は開空度の高いところのみ、一方ヒメコマツ稚樹は開空度の低いところでも見られた。さらに、ヒメコマツはアカマツよりも木や岩の陰でよく見られた。

以上により、ヒメコマツはアカマツに比べ、耐陰性があるため多少暗い林内でも定着可能であること、また、地表攪乱の影響を受けやすいため安定した立地を好むことが示された。

## P1-050

## 中国内蒙古自治区ホルチン砂地の砂丘タイプによる植物群落分布と構成種の根系構造について

\*鮑 娜仁高娃(横浜国大・院・環境情報), 藤原一繪(横浜国大・院・環境情報)

## P1-052

## シカ食害の有無による下層植生の種構成及び現存量の違い

\*坂井百々子(京大院農), 福島慶太郎(京大フィールド研), 徳地直子(京大フィールド研)

近年、シカ(ニホンジカ)の急増により、日本の森林の多くで食害が報告されている。しかしながら、その多くが種構成などの景観的な調査であり、定量データは少ない。特に下層植生はその量的な少なさから無視されがちであった。最近になり、物質循環における下層植生の多様性の重要性が見直されており、その機能に関しても注目されているが、そのためには定量データが必要不可欠である。そこで、シカ食害がみられる森林で下層植生の種組成および現存量を把握し、物質循環への影響を明らかにすることを目的とした。

調査は、7年生と9年生スギ人工林、および天然生林(シカ柵内外)にて行った。2008年秋に、上記2カ所で下層植生の被度調査、刈り取り調査、植物体の窒素(N)濃度の分析を行った。

人工林では、4年前の調査時に比べてシカの不着好性といわれる種が増加していた。また、現存量を上層木のスギと比較すると、7年生人工林では下層植生が全体の45%を占めた。これらの結果から、幼齡人工林の物質循環を考える際、下層植生は無視できないことが分かった。

天然生林では、シカ柵内外で出現種数が大きく異なった。柵外において木本種は種数、現存量ともに非常に少なく、木本の(実生)更新が阻害されている可能性が考えられた。草本種は、柵内で多様性が高く、N濃度の高い種が多くみられた。これに対し、柵外ではシカの不着好性であるシダ2種が現存量全体の77%を占めており、この2種が下層植生を特徴づけている。種ごとに植物体のN濃度が異なる事などから、採食圧の有無による構成種の違いが下層植生の物質収支に重大な影響を与えていると考えられた。

## P1-053

## 林冠構成種によって異なる展葉・落葉フェノロジーが林床の植物種組成に及ぼす影響

\* 大山 拓郎, 斎藤 時子, 紙谷 智彦 (新潟大・院・自然科学)

林冠被覆の程度や構成種の違いは林内の光環境をモザイク状に多様化させる。また、樹種によって異なる展葉・落葉フェノロジーは季節的な光環境の違いを生み出す。一方、低木層による被陰は草本層の種多様性に負の影響を与えることが知られている。これらのことから、空間的・季節的な光環境の変化と林冠層・低木層の相乗的な被陰効果が林床の植物種組成に影響を与えていると考えられる。

本研究は、(1) 林冠構成種の違いが低木層の組成に与える影響、(2) 低木層の組成の違いが草本層の組成に与える影響について明らかにし、それらの要因として(3) 樹種によって異なる空間的・季節的な光環境の変化が林床の植物種組成に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

調査は新潟県阿賀町の落葉広葉樹二次林40林分で行った。各林分に100m<sup>2</sup>の調査プロットを設置し、毎木調査を行った。植生調査は各プロット内に1m×1mのコドラートを40個設置し、出現した全ての維管束植物を草本層(h ≤ 0.5m)、低木層(0.5m < h < 2m)に分けて記録した。各林分の季節的な光環境の変化を評価するために、全てのコドラートにおいて展葉期と落葉期に一週間間隔で量子センサーにより光合成有効量子束密度を測定した。また、その他の環境要因として土壌水分、pH、リターの厚さを記録した。

低木層を常緑優占・落葉優占・低木無しの3タイプに分類したところ、これらの構成比は林冠木のフェノロジーの違いによって有意に異なった( $\chi^2$ -test,  $p < 0.00$ )。また、林冠優占種が同じタイプであっても低木層の組成の違いにより草本層の植物種の出現頻度には偏りがみられた(Fisher's exact test)。以上の結果より、落葉広葉樹林における林冠層と低木層の樹種構成の違いが林床に複雑な光環境を生み出し、そのことが林床植物相を多様化していることが示唆された。

## P1-055

## 絶滅危惧種の垂下状コケ植物イトゴケの北限

白崎 仁\* (新潟大・生物)

イトゴケ *Neodicradiella pendula* (ハイヒモゴケ科) は、日本南西部、台湾、中国、東南アジア、北アメリカ南部、メキシコなどに分布する南方系の蘚類である。日本では、絶滅危惧種の一つに指定されており(埼玉県 II 類; 神奈川県 I 類; 愛知県 IA 類; 大分県 IB; 京都府 絶滅寸前種)、その様相は、高木の樹幹や枝に垂れ下がる亜熱帯に多い生活型である。北限は、埼玉県飯能市である。2009年1月に、多雪地域の新潟県加茂市(北緯37度39分、東経139度4分、海拔80m)でイトゴケが発見された。生育地は人里に近い丘陵のスキの密林である。そこは、比較的狭い谷間で、小川を挟んでその両側にあり、直射日光はあまり当たらない。地表から高さ約1.5m~6m上のスキの枝に多数のイトゴケが生育する。川沿いに約1km上流まで広い範囲のスキやヤマグワなどの枝に着生している。胞子体の発達過程を観察すると、造卵器の受精は8月、胞子体の伸長と肥大は9~10月、減数分裂は11月上旬、胞子体の成熟は11月中旬である。翌年1月には胞子を散布しており、正常な生活史を完結している。加茂市の平均積雪は1月の83cmが最高だが、最多年には162cmに達する。しかし、最近の積雪は比較的少なく、その着生位置は、ほとんど160cm以上で、雪に埋没しない。最低気温は2月で、-2.2℃まで低下する。暖かさの指数は、101である。冬季の降水量(12月から3月の合計値)は1081mmである。地球温暖化が進行しているので、この多雪地域の里山の環境に、絶滅危惧種のイトゴケが拡大していくのか、大変興味深い。

## P1-054

## 気候のランダム変動とトレンドのもとで生物の分布限界はどう動くか

竹中明夫(国立環境研)

生物の分布範囲は、温度要因に強く影響されて決まっていることが多い。したがって、氷期・間氷期の変化や、人間活動にともなう地球の温暖化は、生物の分布範囲に影響を与えると推定される。

ところで、長期にわたる温度変化のトレンドがある場合でも、年ごとのランダムな気候の変化は小さくない。100年で平均気温が2度上昇するとすると一年あたり0.02度だけ暖かくなる。そのいっぽうで、日本での年平均気温の標準偏差は0.2度以上と一桁大きい。そうしたトレンドとランダム変動が重なる状況のなかで生物の分布限界はどのような動態を示すのか、簡単な計算機シミュレーションにより調べた。

温度勾配がある1次元の空間中に生物が分布していると考えられる。毎年の温度環境は長期トレンドに年ごとのランダム変動を加えて決める。固着性の生物を想定し、繁殖子の散布距離、寿命、一回繁殖が多回繁殖かを生物の特性として設定した。年ごとの気温が一定の値よりも低い場合、新個体の定着に失敗すると仮定した。

シミュレーションの結果、一年生・一回繁殖の生物の場合、散布距離が大ければ分布限界は気候のランダム変動によく対応した変動を示した。一方、散布距離が短いと、生物の限界はまれに起こる寒い年に分布域を狭められた状態からの再拡大過程にあることが多い。そのため、たとえ長期的な温度上昇トレンドがなくとも、あたかも温暖化にともなって分布が拡大しているかのような経時パターンを観察する頻度が高くなる。

また、長寿命で多回繁殖の生物の場合、分布限界はまれに起こる暖かい年に拡大したあとは、定着個体の寿命に達して死亡するか、さらに暖かい年があって分布が拡大するかしないと分布限界は動かない。温度上昇トレンドがあっても、分布限界の変化を検出できない可能性が高い。

これらの結果は、気候変動による分布範囲の変化を検出するには注目する生物の生活史特性を把握する必要があることを示唆している。

## P1-056

タイ半島部における *Acrostichum* 2 種の種生態

\* 皆川礼子, 中村武久(東京農大), 松本定(科博・植物)

マングローブに生育している *Acrostichum* は3種が知られているが、そのうち *Acrostichum aureum* と *A. speciosum* の2種がタイに分布している。半島部アンダマン海側のマングローブ林内では *Acrostichum* 2種の生育環境が異なることが知られ、両種のすみ分けの一因としてアナジャコの泥塚の影響が示唆されている(皆川ほか2009)。今回はアナジャコの生息していないマングローブ林において両種の生育がどのように異なるか調査し、*Acrostichum* 2種の種生態について検討した。

調査は2009年8月、タイ国半島部バンガ県バンジー川流域(アンダマン海側)とナコンシタマラート県カノム川流域(タイ湾側)で行なった。両種の出現位置を地図上に記録し、周辺の植生を調査した。出現位置の潮汐による浸水状況、土壌塩分濃度、土壌pHを測定した。それら今回の調査結果に2000年および2009年4月に同地点で調査したデータも加えて検討した。

*A. aureum* は、バンジー川(アナジャコ生息域)では *Excoecaris agallocha* 優占林の林縁や林床に単独の株が点在していたのに対し、カノム川(アナジャコ非生息域)では川沿いの林縁に10から20株が団塊状に群生していた。両地域で局所的に群落が形成されていたが生育環境にアナジャコの泥塚の影響は見られなかった。一方、*A. speciosum* は、バンジー川では、*Xylocarpus granatum* 混生林などのアナジャコの泥塚周辺に生育していたのに対し、カノム川では *X. granatum* 優占林の林縁から林内の広範囲に生育していた。アナジャコの生息する林内では、泥塚が地盤の高低差を作り、林内の生育分布を制限したと考えられた。

皆川礼子ほか(2009): 第19回日本熱帯生態学会年次大会講演要旨集 p.32

## P1-057

## チマキザサ節の分布を規定する気候要因の解明と温暖化の影響評価への応用

\*津山幾太郎(森林総研), 松井哲哉(森林総研・北海道), 堀川真弘(TOYOTA・バイオ緑化), 中尾勝洋(森林総研), 小南裕志(森林総研・関西), 田中知行(森林総研)

日本の多雪地域の林床優占種であるチマキザサ節について, 分布を規定する気候要因とその閾値を明らかにした。さらに, 地球温暖化がチマキザサ節の分布に与える影響を評価するため, 現在と2081-2100年におけるチマキザサ節の分布確率を日本全域を対象に1km解像度で予測し, 潜在生育域の変化を推定した。

チマキザサ節の分布と気候との関係解析には, 分類樹モデルを用いた。説明変数は, 暖かさの指数(WI), 最寒月最低気温(TMC), 最大積雪水量(MSW), 夏期降水量(PRS), 冬期降雨量(WR)とし, 現在の気候には3次メッシュ気候値(1953-1982年平均)を, 将来の気候には気候統一シナリオ第2版(2081-2100年平均)を用いた。目的変数には, 植物社会学ルベデータベースから抽出したチマキザサ節の在・不在データを用いた。モデルの精度検証は, ROC解析によって行った。また, ROC解析から予測精度が最高となる分布確率を求め, これを閾値として, 潜在生育域を「適域」(生育に適した地域)と「辺縁域」(生育は可能だがあまり適さない地域)に区分した。

分類樹モデルによる解析の結果, チマキザサ節の分布規定要因としての重要度は, MSWが最も大きく, 以下, WI, PRS, WR, TMCの順であった。チマキザサ節は,  $MSW \geq 68.9\text{mm}$  か,  $MSW < 68.9\text{mm}$ , かつ  $WI < 92.6$  を満たす地域で生育可能であり, 特に  $MSW \geq 131.6\text{mm}$ , かつ  $WI \geq 31.6$  を満たす気候条件が生育に適することがわかった。気候統一シナリオ第2版において, チマキザサ節の適域は, MSWの減少によって現在の53.3%に減少すると予測された。また, WIの増加により, 現在の辺縁域の69.9%が生育不可能な地域になると予測された。

## P1-059

## 都内二次林における樹木の分布形態と生存率

\*大野正彦(都健安研セ), 大橋毅(元都環科研), 菅邦子(元都環科研)

都内多摩地区のコナラが優占する二次林(雑木林)において樹木の分布様式と構成樹種の生存率を調べた。調査地を96個の10m平方区に分割し, 樹木の経時変化を追跡した。次の結果が得られた。

1. 2000年調査時の全調査木の分布はランダムに分布しているとみなせたが, 生木のみで解析すると, ランダム分布から有意に離れ, 一様分布とみなせた。2006年では残存樹木が約1割減少し, より一様に分布するようになった。2000年の全樹木(枯木+生木), 生木および2006年の生木のI $\delta$ 指数が経時的に徐々に減少することからも, 調査地の樹木の分布が一様になっていくことがわかった。

2. 樹木の生存率は平方区内の密度と相関がなく, 枯木はランダムに分布した。アカマツが6年間の調査期間中に全滅し, コナラはその他の樹木に比べ枯れる割合が高かった。

3. コナラ・クスギは調査地点において高木層を占めているが, それらの細いものは同種の太いものに比べ生長が悪く, 枯れる割合が高かった。一方, 亜高木層のエゴノキは太くなるにつれ生長が鈍る傾向にあった。

4. 調査中に伐採された樹木の年輪数は80から90で, 過去, 一斉に更新した可能性が考えられた。若い個体がみられなかった。何らかの手立てを施す必要があると思われた。

## P1-058

## 倒木上に更新したトドマツとエゾマツ実生・稚樹の生残に及ぼす効果～倒木の質、母樹の効果～

\*後藤晋, 岡田桃子, 石塚航, 木村恵, 練春蘭, 梶幹男(東大院・農)

北海道の主要針葉樹であるトドマツとエゾマツは倒木に依存した更新様式をもち, 実生・稚樹の生存には倒木の質が重要なことが知られている。東京大学北海道演習林岩魚沢保存林に設定された5haプロット内の倒木112本を2005年に踏査し, 倒木の樹種, コケ被度, コケ厚さ, 倒木硬度を調べるとともに, 倒木上に定着したトドマツ437本とエゾマツ542本の実生・稚樹の2009年までの生残過程を1年ごとに調べた。2009年時点での生存率はトドマツで55.8%, エゾマツで47.6%であり, 実生・稚樹の年齢や倒木の質によって生残率に違いが見られた。一般化線形混合モデルを用いて, 2009年時点の生存/死亡を応答変数, 実生・稚樹の年齢, 最近接成木個体までの距離, 倒木の硬さ, コケ被度, コケの厚さを説明変数の固定効果, 倒木の樹種をランダム効果として, 解析はAICを基準としたステップワイズ変数選択を行った。その結果, トドマツでは年齢が高く, 最近接成木個体までの距離が小さく, 倒木硬度が大きいほど生存率が高かった。一方エゾマツでは, 年齢が高く, コケ被度が高いほど実生・稚樹の生存率が高かった。さらにトドマツでは遺伝マーカーを用いて母樹を明らかにした305個体の実生・稚樹について, 母樹による影響を加えたモデルを構築し, 同様の解析を行った。その結果, 「母樹」が及ぼすランダム効果は有効にAICを低くしたが, 「母樹までの距離」が及ぼす固定効果は有効にAICを低くしなかった。これらより, 母樹による生残率の差があるものの, 母樹からの距離依存的な死亡は生じていないことが示唆された。以上のように, 倒木上に定着したトドマツとエゾマツ実生・稚樹の生存には, 倒木の硬さやコケといった質が関わるが, 樹種によって影響は異なること, トドマツでは次代の生存力が母樹間で異なる可能性が示された。

## P1-060

## 標高傾度に沿ったハクサンハタザオとイブキハタザオの葉の解剖学的・生化学的特性

\*永野聡一郎(東北大・院・生命科学), 森長真一(東大・院・総合文化), 彦坂幸毅(東北大・院・生命科学)

高標高地に生育する植物には, 厳しい生育環境への適応に貢献していると考えられる様々な表現型が見られる。我々は, モデル植物シロイヌナズナと同属の野生種ハクサンハタザオ(ハクサン: 低標高型)と本種から近畿地方の伊吹山周辺で分化した生態型のイブキハタザオ(イブキ: 高標高型)を対象に, 植物の山地適応をゲノムレベルから表現型レベルまで包括的に明らかにすることを目標として研究を行っている。昨年度我々は, イブキが生育環境の厳しさや物理的ストレスに対して強い物質分配様式と形態をもつことを示した。とくに葉面積あたりの葉重(LMA)は標高傾度に沿って増加する傾向が見られたが, 同じ標高でも生態型間の応答が異なることが明らかとなり, ハクサンとイブキの遺伝的な違いが示唆された。そこで本研究は, 葉の組織の解剖学的特性と生化学的特性に着目し, これらの標高傾度に沿った変異を明らかにすることを目的とした。現地に於いてハクサンとイブキのロゼット葉を樹脂包埋後, 横断切片を作成し, 表皮組織, 柵状組織, 海綿状組織の厚さを測定した。また, クロロフィルの定量を行ない, 各形質の標高に対する応答を解析した。

葉の厚さは, 標高傾度に沿って柵状組織と葉肉組織が共に拡大することによって有意に厚くなっていたが, 標高への生態型間の応答に違いは見られなかった。表皮組織の厚さは標高に応じた変化が見られなかった。また, 葉面積あたりの総クロロフィル量はハクサンよりもイブキのほうが有意に高く, 標高に対して生態型間の応答が異なっていた。イブキは厚い葉に多くの光合成器官を備えていると考えられ, 生態型間の生理的な機能の違いが示唆された。

## P1-061

## クローナル植物におけるエピジェネティック変異

\* 荒木希和子, 工藤洋 (京大・生態研)

ゲノム上の塩基配列の変化を伴わないエピジェネティックな変異は、細胞分化や個体発生の過程での遺伝子発現を制御するのに重要な機構として知られている。近年モデル生物や農作物においては、詳細なメカニズムが解明されるとともに変異量や変化パターンが調べられている。DNAのメチル化修飾はエピジェネティックな機構の一つであり、環境条件や成長過程に伴って変化する一方で、細胞分裂後も安定に維持・継承される場合もあることが知られている。さらに植物の場合は、メチル化の対象となる塩基配列により、メチル化の確立や維持機構が異なることも明らかとなってきた。

クローナル植物は、栄養器官からのクローン成長により新たな植物体(ラメット)を生産し、遺伝的個体であるジェネットは複数の独立したラメットから構成される。同時に、ジェネットは広範囲に広がるため、野外の複雑な環境の下では、単一の個体が生育地の不均一な環境に遭遇すると考えられる。このような植物では、生育地の微小な環境変化への適応において、ジェネティックな変異に加えエピジェネティックな変異が重要な役割を果たしている可能性が高い。しかしながら、野生植物におけるDNAメチル化の程度や空間分布は調べられていない。

そこで本研究では、DNAシトシン塩基へのメチル基修飾パターンの違いを認識する二種類の制限酵素を用いた AFLP法 (methylation-sensitive amplified polymorphism) により DNAメチル化解析を行った。地下茎によりクローン成長を行うコンロンソウ (*Cardamine leucantha*) を対象に、ラメット内、ラメット間、ジェネット間でのメチル化を定量し、各サイトの変異率を調べた。さらに、検出された領域の多型性から、これらの役割について考察した。

## P1-063

## 栽培体系がカラスムギの個体群動態に及ぼす影響：生命表反応テストによる解析

\* 浅井元朗 (中央農研), 高田壯則 (北大・地球環境)

カラスムギは畑地、河川敷等に広く自生するイネ科の冬生一年草で、ムギ類では主要な雑草である。除草剤のみではムギ類栽培期間の密度制御が困難であるため、栽培体系の変更を含めた総合的な個体群管理が求められている。農耕地の栽培体系は雑草の個体群動態に密接な関連がある。したがって、出芽率、幼植物の生残率、種子生産量および種子の死滅率といった個体群増加率に大きく影響する要因とその寄与率を解明すれば、長期的な管理体系に指針を与える。本研究では1) 夏期の管理体系変更はカラスムギ個体群増加率に影響するか? 2) カラスムギの生活史において夏期不耕起環境による増加率抑制要因は何か? 3) 休眠・出芽特性等、生活史パラメータの異なる集団に対しても夏期不耕起管理は有効な密度抑制策となるか? を解析した。コムギ収穫後・コムギ播種前の耕起体系を組み合わせた数種の栽培体系を擬した圃場試験およびポット試験をおこなった。得られたカラスムギの生活史パラメータを用い、地上部植物体およびシードバンクの個体群構造の推移確率を栽培の各段階に分割した周期的推移行列モデルを構築した。推移行列モデルにより各体系における個体群増加率を算出したところ、圃場試験の結果、夏期の耕起管理、不耕起管理ではカラスムギの出芽動態が異なる影響を受けて、不耕起耕起管理体系では個体群増加率が低下した。また、弾力性分析および生命表反応解析により夏期の種子生残率、地表面種子の死滅率の寄与率が高い結果が示された。不耕起期間の地表面種子の死滅要因は昆虫による種子食害であり、試験ほ場ではそれがかなり高い割合であることが示唆された。さらに、シードバンクの持続性が高く出芽率の低い集団では、不耕起による出芽の促進は個体群増加を招くことが試算された。

## P1-062

フタバガキ科 *Shorea maxwelliana* の遺伝子流動の年次変動

\* 増田真佑 (筑波大・生命環境), 谷尚樹 (国際農林水産業研究セ), 大谷雅人, 上野真義 (森林総研), Norwati Muhammad, Soon Leong Lee (マレーシア森林研), 津村義彦 (森林総研)

フタバガキ科樹木は東南アジア熱帯林の主要構成樹種であり、何年か一度、他の樹種と呼応して一斉に花を咲かせる「一斉開花現象」がみられることでも有名である。また、材が有用であるため、大量に伐採されており、フタバガキ林の減少が著しく進んでいる。先行研究では成木数が減少すると他殖率が低下する事例も報告されており、過剰な森林伐採により繁殖可能個体数が減少することで近親交配が増加し、健全な世代交代ができなくなる可能性が懸念される。ゆえに東南アジア熱帯林保全のためには、繁殖可能個体数の減少などの要因がフタバガキ科樹木の交配様式に及ぼす影響を明らかにすることが急務である。

本研究ではマレー半島の Pasoh 森林保護区内の 40ha プロットにおけるフタバガキ科樹木 *S. maxwelliana* を事例とし、その交配様式と遺伝子流動を調べた。同種は調査地において 2002 年と 2005 年に一斉開花が確認されており、プロット内の開花率はそれぞれ 54%、74% だった。それぞれの一斉開花時にサンプリングした結実種子を 11 マイクロサテライト遺伝子座で解析することで、開花規模が異なる一斉開花での林内の花粉流動を比較した。

他のフタバガキ科と同じく他殖が優占しており、平均他殖率は両年とも 80% 以上だった。母樹が受け取る花粉プールの遺伝子多様度は両年とも約 0.67 と高く、ほぼ同値だった。

また、2005 年では各母樹の花粉プール間の遺伝的分化度は母樹間距離の自然対数と有意な相関がみられたが、2002 年ではみられなかった。

本発表では、一斉開花の規模の年次変動が、交配距離や他殖率など *S. maxwelliana* の交配様式にどう影響するかについて考察する。

## P1-064

## 十勝平野分断林の木本種の分布に対する林縁効果と面積効果：多方向の林縁を考慮した解析

\* 鈴木智之 (首都大・理工), 富松裕 (東北大・農), 大石善子, 紺野康夫 (帯広畜産大・畜産)

森林の分断化が植物個体群に及ぼす影響には、森林の連続性の減少の効果(面積効果)と林縁部における急激な環境変化による効果(林縁効果)がある。森林面積が小さい程林縁部の割合が多くなるため、これまで面積効果は林縁効果を含めて評価されることが多かった。さらに、小さな林分ほど多方向からの林縁の効果を強く受けることが、面積効果と林縁効果の区別を困難にしていた。本研究では、十勝平野の木本種の分布に対する分断化の影響を、多方向からの林縁を考慮し、林縁効果と面積効果を明確に区別して評価した。

1999 年に行われた帯広近郊の落葉樹林の分断林 13 林分 (0.38 ha) の毎木調査のデータを解析に用いた。各林分の全域が 5 x 5 m の区画に区切られ、出現した全木本個体 (約 21 万個体) の種 (84 種) とサイズクラス、出現区画が記録されている。出現頻度の高かった低木種ハシドイについて、各区画の出現個体数を従属変数とするモデルを構築し、ベイズ推定した。独立変数として面積効果のみのモデル (NM)、面積効果と最近接林縁のみを考慮したモデル (SM)、面積効果と多方向からの林縁を考慮したモデル (MM) を比較した。

NM では正の面積効果があった。SM では負の林縁効果があったが、面積効果はほとんどなかった。MM では負の林縁効果と若干の負の面積効果があった。これらの結果は、ハシドイは小さな林分で密度が低いが、それは林縁部で密度が減少していることによるものであることを示唆する。さらに、林縁効果の考慮の仕方によって、推定される面積効果の符号や大きさも大きく変わるうことが示された。

今後、複数の種、異なるサイズクラスについても解析を行なっていくことで、林縁効果と面積効果がそれぞれ群集構造全体に及ぼす影響を解明していく。

P1-065

東アジアにおけるハリギリの分断分布はどのように形成されたのか

\* 阪口翔太, 竹内やよい, 山崎理正 (京大院・農), Ying-Xiong Qiu, Yihui Liu, Xin-shuai Qi (Zhejiang Univ.), Sea-Hyun Kim, Jingyu Han (KFRI), 井鷲裕司 (京大院・農)

歴史的気候変動は東アジア温帯域における植物の異所的種分化を加速させてきた、という仮説が提案されている。本研究では広域分布樹木ハリギリに着目し、第四紀後期の気候変動サイクルが本種の分布と集団の遺伝的変異に及ぼした影響を評価することで、上記仮説を検証した。

分布予測モデルに基づいて本種の歴史的分布変遷を再現した結果、現在ハリギリは日本列島、朝鮮半島、中国という3地域に分断分布することが示された。気候寒冷期である最終氷期には、日本列島と朝鮮半島の分布が南部に大きく後退した一方で、東シナ海に出現した大陸棚上に中国から日本列島を結ぶベルト状の分布が再現された。

分布全域からサンプルした75集団のマイクロサテライト変異を解析した結果、日本列島と中国の集団はそれぞれ異なる遺伝子プールに属することが明らかになった。南北軸での分布拡大・縮小が起こった日本列島では、南部に祖先的なプールが、北部にはより派生的なプールが分布していた。分布域に大きな変動が見られなかった中国では、南部の祖先的プールから派生した複数のプールが辺縁地域に分布していた。朝鮮半島では日本列島南部のプールと中国東部のプールが混合していた。最終氷期以降の分布変遷を考慮すれば、氷期に陸化した東シナ海上で混合した日本列島南部と中国東部の遺伝子プールは気候温暖化に伴って朝鮮半島に拡大した一方、東シナ海の拡大によって日本と中国に再び隔離されたと推定される。

今回の発表では、気候温暖期と寒冷期の分布パターンに加え、気候の安定性がハリギリの遺伝的変異に与える影響についても議論する。

P1-067

タデスミレの個体群動態におけるニホンジカ摂食の影響

\* 尾関雅章, 大塚孝一 (長野環境保全研), 平尾 章 (信州大・山岳研)

タデスミレは、スミレ科の多年生草本で、本州中部に局在し、環境省版レッドリストでは、絶滅危惧IB類にリストされている。高さ20~40cmの地上茎に白色の1~7花をつけるが、開花や花数は個体サイズに依存し、サイズ(地上茎の基部直径・高さ)の大きい個体で開花確率が高く花数が大きい傾向がある。

このタデスミレの自生地周辺では、近年、ニホンジカの個体数が増加しており、シカの摂食によるタデスミレの絶滅リスクの増大が危惧されることから、このシカの摂食がタデスミレの個体群動態に及ぼす影響について検討した。

調査区は、タデスミレの自生するミズナラ林の閉鎖林冠下と、林冠木が一部伐採された疎開林冠下に設けた。調査区内のタデスミレを標識し、2007年から2009年まで各個体のサイズ(地上茎の基部直径と高さ)・着花数および各個体の開花期のシカによる摂食の有無を調査した。この調査結果から推移行列モデルを作成し、個体群成長率( $\lambda$ )に関する解析を行った。

タデスミレの開花期におけるシカの摂食率は、疎開林冠下の調査区で高かった。また、シカによる摂食は、開花確率の高い大型個体で多く発生する傾向が認められた。そのため、シカの摂食にともなうタデスミレの個体群構造の変化として、地上茎高分布の小型個体への偏りと開花率の低下が生じ、その傾向は被食率が高い疎開林冠下で顕著であった。 $\lambda$ は、閉鎖林冠下と疎開林冠下ともに1を下回ったが、疎開林冠下でより小さかった。

これらのことから、タデスミレの個体群動態へのシカの摂食の影響は、摂食圧が、現在と同程度の状態で推移した場合でも、タデスミレの種子生産と実生の新規増加を制限することにより、 $\lambda$ を減少させ、個体群の縮小を促す状況にあることが示唆された。

P1-066

イタドリの地上茎および地下茎からの栄養繁殖能力の定量的評価~移入先と自然分布域での比較

角田智詞, 可知直毅, \* 鈴木準一郎 (首都大・理工・生命)

自生地では侵略的ではない種が、移入先で爆発的に増殖し侵略的外来種となるとの報告は多く、移入先での天敵の不在が原因の一つとして指摘されている。1855年に英国に持ち込まれた一株のイタドリは、栄養繁殖により全土に広がり、現地では最も深刻な外来種とされており、地上茎・地下茎の断片からの栄養繁殖能力の定量的な報告も多い。一方で、自生地である日本のイタドリについての報告は、著者らの知る限り出版されていない。そこで、本研究は、多摩川河川敷に分布するイタドリを用いて、地上茎・地下茎の断片の栄養繁殖能力を、先行研究の手法に則って定量的に評価した。

採集した地上茎および地下茎を持ち帰り、不織布製のポットに川砂および本学圃場の畑地土壌を入れ、5cmおよび25cmの深さに植え込んだ。また、ベンレート(住友化学)により殺菌した処理も設けた。21日間の栽培後、刈り取り、栄養繁殖した地上茎と葉の数等を測定した。

地上茎からの栄養繁殖の有無および再生した地上茎の数に対し、培養土の種類、埋設の深さ、殺菌処理の有無を要因とするモデル選択を行なったところ、殺菌処理の有無のみを含むモデルが選ばれ、殺菌処理を施した場合に、再生率は向上した。地下茎では殺菌処理による顕著な差は無かったが、地上茎からの栄養繁殖には、菌類等による負の影響がみられることが示唆された。しかし、再生率自体は、殺菌処理を施さない場合でも70-90%と英国での報告に比べ顕著に高かった。

以上より、少なくとも自生地の一部の個体に比べ、移入地でのイタドリの栄養繁殖能力は低いと考えられる。英国では、イタドリに著しく影響する菌類の存在は報告されておらず、この栄養繁殖能力の低下は、イタドリの内的要因に起因すると考えられ、長期にわたる栄養繁殖のみで増殖した結果かもしれない。

P1-068

標茶町天然記念物ベニバナヤマシャクヤクの生態

標茶町教育委員会標茶町郷土館 \* 辻 ねむ (標茶町郷土館)

ベニバナヤマシャクヤク *Paeonia obovata* は、北海道から九州まで分布しているボタン科の多年草である。近年自生地の開発や盗掘による絶滅が心配され、環境省のレッドリストおよび北海道レッドデータブックでは、絶滅危惧種に指定されている。

標茶町教育委員会では、平成17年に本種を標茶町の天然記念物として指定し、郷土館を中心に、地元高校、町内外のボランティア、役場の協力を得て、本種の保護を目的とした調査を行なっている。5年間の調査結果をここに報告する。

今回の調査では、本種の1)生育環境の解明、2)生態の解明(出現個体数、個体サイズ、稔実率、個体群の動態)、3)町内の分布の把握、の3点を中心に行なった。

結果は、1)対象とした個体群は、湿性林から乾いた山林まで連続して分布しており、様々な冷温帯落葉広葉樹が混生した林に生育していた。またすべての調査区においてオオクマザサが出現しており、ほとんどの調査区において被度、群度ともに優占していた。2)対象とした個体群は、個体数、個体サイズ、果実数、種子数ともに年々増加傾向にあった。ただし果実数や種子数が増加しても、種子の稔実率は毎年ほぼ一定だった。また5年間の個体群のサイズ構造の推移結果より、推移確率行列を用いた個体群動態モデルを作成したところ、現在のサイズ構造が定常状態に近いことが示され、個体数が増加していく可能性が示唆された。3)標茶町には過去を含めて23ヶ所の生育地の情報があった。そのうち現在も生育しているのは8ヶ所であり、そのすべてが町有地、道有地、国有地といった非民有地だった。

## P1-069

## 亜寒帯林床草本における空間分布決定要因の種間比較

\* 饗庭正寛, 日野貴文, 日浦勉, 北大・苫小牧研究林

近年、植物の群集形成における環境制限と散布制限の相対的重要性の評価を目的として、冗長性分析(RDA)を用いた分散分割が、様々な植物群集を対象に行われてきた。これらの研究は、多くの植物群集の形成において、環境制限と散布制限の両方が重要な役割を担っていることを示してきた。このような結果は個体群レベルでは、(1)多くの種の分布決定要因として、環境制限と散布制限の両方が重要、(2)ほぼ環境制限によって分布が決まる種から、ほぼ散布制限のみによって分布が決まる種までひろく存在する、という2つの異なる状況から生じうる。これら2つの状況を判別し、群集形成過程における環境制限と散布制限の影響をより深く理解するために、北海道大学苫小牧研究林に127の調査区を設けて植生調査を行った。得られた植生データを対象に、光量、土壌成分などの環境要因と Principal coordinates of neighbor matrices 法により生成した空間要因を説明変数として、群集と個体群の2つのレベルで各説明変数の寄与率の不偏推定値を得た。その結果、群集レベルでは、環境要因の寄与率が7.0%、空間要因の寄与率が2.0%、判別不能な寄与率が3.1%であった。12.1%というモデル全体の寄与率は、先行研究より著しく低く、調査地の森林の歴史の浅さを反映している可能性がある。2つの要因の重要度は種ごとに大きく異なり、一例を示すと、アキノキリンソウでは環境要因の寄与率が31%、空間要因の寄与率が0%と環境要因の効果が卓越する一方で、ウマノミツバでは環境要因の寄与率が3%、空間要因の寄与率が10%と空間要因の効果が上回っていた。今後の解析により、これら個々の種の分布の決定機構が、種子サイズや散布様式、草丈といった形質から予測可能かどうかを検証する。

## P1-071

白山の高山帯に移植されたコマクサ (*Dicentra peregrina* (Rudolphi) Makino) の個体数の増加

\* 野上達也 (石川県白山自然保護センター), 吉本敦子 (石川県白山自然保護センター), 稲葉弘之 (アルスコンサルタンツ(株)), 瀬川 涼 (環境省), 畑中康郎 (聖心学園中等教育学校), 米山競一 (石川県地域植物研究会)

コマクサ (*Dicentra peregrina* (Rudolphi) Makino) (ケシ科) は、東シベリア、カムチャッカ、千島列島などに分布するほか、日本では北海道 (知床半島、大雪山系など)、本州 (岩手山、秋田駒ヶ岳、蔵王山、八ヶ岳、北アルプスなど) に分布しているとされるが、白山 (標高 2,702 m) では分布していないとされている。しかしながら、実際には白山でもコマクサの生育は確認されており、それらは自生のものでなく、1973 年ごろに金沢市の山岳愛好家のグループが植栽したものが繁殖、増殖した結果であると考えられている。白山国立公園は石川、岐阜、福井、富山の4県にまたがる自然公園で、白山山頂部は特に規制の厳しい特別保護地区に指定されている。しかしながら、当時の自然公園法には木竹以外の植物の植栽に関する規制がなかったためコマクサの植栽にも規制ができなかったらしい。

これまでの現地調査の結果、コマクサは白山国立公園特別保護地区内で5か所程度確認されている。そのうち最も個体数が多く生育範囲も広いカンクラ雪溪上部のコマクサの個体群について1993年、2001年、2009年に個体数調査を実施した。その結果、1993年には開花、非開花株あわせて103個体だったものが、2001年には開花、非開花株あわせて1,780株 (1993年比17.3倍)、2009年には開花、非開花株あわせて4,929株 (1993年比47.9倍) と大幅に増加した事が明らかになった。また、2001年には146個体、2009年には132個体の実生が確認され、植栽された株から種子繁殖によって個体数を増加させていると考えられた。

## P1-070

## 湿地性樹木であるシデコブシが形成する複幹樹形の構造と適応的意義

細川果奈子, 森部しのか, 岡田篤史, \* 肥後陸輝 (岐阜大・地域)

シデコブシは環境省のレッドデータブックでは準絶滅危惧種とされる東海丘陵要素植物で、その生育立地は谷底斜面や水路底に形成された湧水に涵養される過湿な場所、いわゆる湧水湿地である。シデコブシは高い萌芽能力を持つために、多くの個体が複数の幹から構成される複幹樹形を示すことが指摘されている。したがって萌芽や複幹樹形形成は、湧水湿地におけるシデコブシの個体群維持にとって重要な役割を果たしている可能性がある。本研究の目的は、シデコブシの複幹樹形の構造的長所を明らかにするとともに、複幹樹形が生存率や成長率などに及ぼす影響を検討することである。

調査を行ったのは岐阜県中濃地域のシデコブシ林である。1999年に10ヶ所のシデコブシ林において、生育する樹高1.3m以上の全てのシデコブシの幹を対象として胸高直径を測定した。幹の根元が地表付近で融合している場合には同一の個体に属する幹として記録した。さらにシデコブシ林内に方形区を設定し、方形区内に生育するシデコブシ以外の樹種を対象としてシデコブシと同じ内容で調査を行った。2年後の2001年に1999年調査幹の生育状態を調べ、胸高直径を測定した。その際、新規加入幹がある場合には、樹種を記録し、胸高直径を測定した。

シデコブシと他樹種の複幹樹形の構造を比較した結果、個体当たり幹本数はシデコブシが多く、単幹個体の割合はシデコブシが低かったことから、シデコブシは他樹種に比べて萌芽能力の高いことが示唆された。シデコブシの単幹個体と複幹個体の幹の生存率と成長率を比較した結果、複幹個体の幹は死亡率が低く、成長率は高いことが明らかになった。したがって、萌芽により複幹樹形を形成することは、シデコブシにとって他樹種と競争するうえで有利な特性であることが示唆された。

## P1-072

## 鳥取砂丘における海浜植生の構造と近年の変動

永松 大 (鳥取大・地域)

鳥取砂丘の海浜植物群落保護管理は地域社会の重要課題であるにもかかわらず、これまで科学的に検討されることがなかった。これは風により刻々と地形が変わる広い砂丘内で海浜植物の構造を精密に調査することができなかつたためである。本研究では、GPSとGISを用いて幅、奥行きともに1kmを越える大空間スケールでの海浜植生の個体群構造を解析した。

群落ごとに種別被度と分布面積から植物種ごとの生物量を推定した。土壌水分調査を行い、表層土壌の乾燥度を把握した。地形構造を解析するため10mメッシュ標高地図を基にGISを使って地形指標を決定した。さらに鳥取砂丘内の飛砂 (sandblasting) 量、塩しぶき (Salt spray) 量の空間分布を周年調査した。Sandblasting量は市販のOHPシートが飛砂により不透明化する現象を利用して測定した。この結果、Sandblasting量は海側や砂丘内の東側、西側で強く、内陸側中央部あるいは砂丘植物が存在する場所で弱い傾向があった。

上記のデータを利用して海浜植生の分布と地形・水分・飛砂などとの関係を解析した。コウボウシバの分布は地形や土壌水分が関係しており、コウボウムギやケカモノハシなどの優占種は分布が広く、地形構造からは分布が説明できないこと、などが明らかとなった。本発表ではこれらの結果について詳述する。

## P1-073

## 温帯性木本ツルにおけるシュートの形態的可塑性と登攀様式の関係

\* 西尾孝佳, 中村満理恵 (宇都宮大・雑草セ)

北米, 欧州, 豪州などに持ち出されたアジア原産の温帯性木本ツルの一部が顕著な雑草性を示し, その雑草化機構に関する様々な研究が行われているが, 雑草化潜在性の起源となる原産地域での生態的特性については未だ情報が少ない。そこで本研究では, 海外で顕著に雑草化するスイカズラ (*Lonicera japonica*), アケビ (*Akebia quinata*), ツルウメモドキ (*Celastrus orbiculatus*) と, これらと高頻度で同所的に出現するアオツツラフジ (*Cocculus trilobus*) に関して, シュートの形態的可塑性を比較し, 雑草化の一因となる登攀様式との関係を解析した。調査は宇都宮市柳田緑地内の鬼怒川河畔周辺で実施した。調査地域内の落葉広葉樹林, 常緑-落葉混交林, 落葉低木林及び林縁に出現する遺伝的に異なった個体から, シュートまたはラメット単位で植物体を採取した。採取の際には, 木本ツルの生育状況, 登攀対象の種, 樹高, 樹冠面積なども記録した。また, 全天空写真を撮影し, その画像より生息地の光環境を推定した。採取したシュート及びラメットは実験室にて, シュート単位では, 全長, 基部径, 葉面積, 葉柄長, 節間長, 葉数, 果実数, 器官乾物重などを, ラメット単位では, シュート単位の計測に加えて, シュート数, シュート次数, ラメット長, ラメット基部径などを計測した。その結果, (1) 供試した木本ツルには, 巻き付きや地這など, 異なる4タイプの機能を持つシュートが存在する, (2) 種及びシュート機能タイプによって, 形態的可塑性の程度, 開花, 結実の頻度が異なる, (3) 光環境や登攀対象に対するシュート機能タイプの発生頻度が種間で異なる, などが示唆された。

## P1-075

## 三春ダム湖内におけるタチヤナギの形態的特性の分布とその形成要因について

\* 福山 朝子, 浅枝 隆 (埼玉大院, 理工), 浅見 和弘 (応用地質 (株)), 清 憲三 (いであ (株))

本研究では, ダム湖に自生したヤナギ林の形態的特徴を把握し, それに影響を与える環境要因を明確にすることを目的としている。

三春ダムは福島県に位置し, 冬期は夏期よりも水位が8m高くなる。調査では, 牛糞, 蛇石, 蛇沢の各前貯水池に生育するタチヤナギ群落に計31箇所10m四方のコドラートを設け, ヤナギ個体の形態的特性と樹木密度を測定し, さらに土壌, リターサンプルを採取, 分析した。また, 3本の樹木サンプルを伐採し, 樹齡, バイオマスなどを測定した。

調査より, タチヤナギは地点ごとに細い個体が密に生えている群落と, 太い個体が粗く分布する群落が存在することが分かった。また, 多くの場所で樹齡はほぼ10年で, ダムの湛水が開始された時に生え始めたことが分かった。樹木密度と胸高直径の関係をみると, 密度が1本/m<sup>2</sup>以下の疎なコドラートは密なコドラートのものと比較して, 胸高直径が大きく, 胸高直径と樹高の関係をみると, 密なコドラートでは胸高直径が小さく, 疎なコドラートのものは大きいことが分かった。このことは, 密なコドラートにおいて競合による日射不足で生長が抑制されたと考えられる。

三春ダムでは完成直後に, 最大流量3990m<sup>3</sup>/sの洪水に見舞われて大量の洪水流が流入した。その際河岸に生えていた樹木は大きく影響されたと考えられる。そこで貯留関数法により各流入河川の流量を求め, 水深, 勾配から底面に働くせん断力を見積もった。樹木密度とせん断力との関係より, この時に冠水した場所では樹木密度が小さくなっており, 冠水しなかった場所のみ高い樹木密度を維持している。これは, 洪水により幼木が流失, 樹木密度が低くなり残った個体はその後成長したと考えられる。

## P1-074

## phの変化によるシャジクモの生長について

\* 劉顕傑, 浅枝隆 埼玉大学理工学研究科環境制御システム

## P1-076

## オオシラビソ孤立林分周辺における土壌表層の花粉組成

\* 池田重人, 岡本透, 志知幸治, 若松伸彦

花粉分析の結果を解釈するうえで花粉の飛散範囲を推定することは重要であるが, 実際に飛散距離を測定することは非常に困難である。それでも, これまでの花粉分析研究の結果から, カラマツ属やモミ属などでは花粉飛散距離が小さいと経験的に言われてきた。演者らが研究対象としている奥羽山脈栗駒山のオオシラビソ林は, 周辺約100km以内には分布地がない孤立した小林分であり, モミ属花粉の飛散範囲を確認するには最適の場所と考える。ここでは, 栗駒山の株岳オオシラビソ小林分の変遷を明らかにする目的の一環として, 周辺植生の表層試料の花粉組成の分析を行い, これまでに同地域で得られている花粉分析結果について再検討した。

分析試料は株岳オオシラビソ林の周囲のおおむね1km以内の範囲にある各種の植生下において, 土壌表層の堆積有機物層から採取した。採取試料は通常の花分析と同様に薬品処理を行い, 総花粉数が1000個程度になるまで計数した。約20地点の表層試料を分析した結果, オオシラビソ林分にごく近い地点を除いて, モミ属の花粉はほとんど検出されなかった。このことは, モミ属花粉の飛散距離がきわめて小さいことを示しており, 経験的にいわれてきた特徴と一致するものであった。したがって, 以前の分析で株岳オオシラビソ林と隣接する湿原において, モミ属花粉が完新世中期以降に低率ながら連続して検出されたのは, 遠方飛来花粉によるのではなく, 当時からオオシラビソが定着していたことを示すものといえる。

## P1-077

## 落葉広葉樹林におけるヤドリギのホスト選択性

鍵本忠幸(岐阜大院・応用生物)\*, 加藤正吾, 小見山章(岐阜大・応用生物)

ヤドリギは、暖帯から温帯にかけて生育する半寄生性常緑低木で、尾根地形に生育する樹木上に多く分布する。種子散布を果実食鳥類に依存し、鳥類は見通しのよい樹木の梢端に長く滞在するとされる。樹冠が周囲の個体より上部に突出している樹木では、樹冠周囲の見通しがよく、鳥類に利用されやすいと考えられる。一方、地形に関わらず、孤立した樹木では樹冠深部まで光が当たり、光発芽種子であるヤドリギの発芽・定着に適している可能性が高い。本研究では、様々な地形要素を含む場所に多種多様な落葉広葉樹が生育する林分において、ヤドリギの分布状況を樹木個体の孤立や突出の度合いから検討した。

岐阜県高山市に130m×130m(水平面積1.69ha、標高1050m)のプロットを設置し、胸高直径(以下、DBH)20cm以上の樹木に対して、樹種、DBH、ヤドリギの出現数、GPSにより立木位置を記録した。また、アロメトリー式により、DBHから樹高、樹冠投影面積を推定した。

プロット内の立木密度は240本/ha、胸高断面面積合計BAは29.8m<sup>2</sup>/haであった。確認された樹種は23種で、ミズナラが相対密度で47.0%、相対BAで51.3%と、高い優占度を示した。ヤドリギの寄生は54本の樹木にみられ、総出現数は317であり、その89.0%がミズナラをホスト樹木としていた。プロット内の樹木の樹高、樹冠投影面積、および立木位置の座標から、孤立や突出の度合いを算出し、ヤドリギ出現数との関係について考察した。

## P1-079

## 生育地の地形がオキナワウラジロガシ集団の遺伝構造におよぼす影響

\*川路まり(鹿大院・農), 兼子伸吾(京大院・農), 館野隆之輔(鹿大・農), 井鷲裕司(京大院・農), 米田健(鹿大・農)

植物の生育地の地形は、個体分布様式、個体密度、送受粉、種子散布などに影響を与え、集団の遺伝構造に影響を与えと考えられる。しかし、谷の形態などわずかな地形の違いが遺伝構造にどのような影響をおよぼすかを評価した事例は少ない。琉球列島にはオキナワウラジロガシ(*Quercus miyagii*)などが優占する発達した亜熱帯性広葉樹林がひろがっている。オキナワウラジロガシは谷部や平坦な斜面に集中して分布する特性があり、生育する谷の形態によって異なる遺伝構造が形成されることが予想される。そこで本研究では生育地の地形が遺伝構造におよぼす影響を評価することを目的に、生育地の地形形態の異なるオキナワウラジロガシ集団において、遺伝構造の解析と地形評価を行った。

調査は鹿児島県大島郡徳之島で行った。オキナワウラジロガシが生育する6集団を選定し、DBH30cm以上の個体の位置と胸高直径を記録した。各集団20個体以上から生葉を採集し、マイクロサテライトマーカー6遺伝子座の遺伝子型をもとに個体間距離と遺伝的近縁度の関係から遺伝構造を評価した。またGISを用いて、谷の形状、傾斜・凹凸度・斜面方位などの生育地の地形特性の評価を行った。

遺伝解析と地形評価の結果、傾斜が緩やかな地形に生育する集団では空間的距離が近い個体間において近交係数が有意に高かったが、傾斜が急な地形に生育する集団においてはそのような傾向はみられなかった。このことから、生育地の地形の違いが花粉の移動や種子散布、個体の生残、個体密度等に影響をおよぼし、その結果として遺伝構造に影響をおよぼしていると考えられる。

## P1-078

## 気候変化が八甲田山のオオシラビソ分布に与える影響評価—湿原周辺はレフュージアになり得るか？

\*嶋崎仁哉(東北大・生命), 中園悦子(森林総研), 津山幾太郎(森林総研), 中尾勝洋(森林総研), 木島真志(東北大・生命), 田中信行(森林総研), 中静透(東北大・生命)

温暖化に対して人間側の適応の必要性が指摘されている(IPCC 2007)。森林生態系の適応を検討するためには、温暖化の影響を予測することが必要である。これまでの影響予測研究では、1km~50kmの空間解像度で生育地が予測されている。そのため、実在する気候の不均一性や微地形を捉えられず、その予測結果を利用して具体的な適応策について考えにくい。

本研究では山岳域の自然植生が保護されている青森県八甲田山において、亜高山帯の優占針葉樹オオシラビソを対象に、50mメッシュという高解像度による温暖化予測を試みた。野外観察により得られた「湿原周辺がrefugiaになるのではないか」という仮説のもと、気候変数だけでなく、7つの地形変数と湿原からの距離を表す説明変数を取り入れモデルを構築した。湿原の衰退シナリオの違いも含め全8つの温暖化シナリオに対し、モデルを適用した。加えて、解像度の影響について検討するために、3次メッシュ(約1km×1km)を使って調査地に対して温暖化予測を行った。

その結果、粗い解像度では、オオシラビソの適域を過大に予測してしまう傾向があることが分かった。また、高解像度でしか捉えられない適域があることも分かった。特に+2℃の温暖化においてそれは顕著であった。高解像度でしか捉えられない適域は、オオシラビソの主要な適域より温度条件が高い地域の湿原周辺であった。しかし、+4℃の温暖化ではすべての適域が消滅してしまった。

以上より、八甲田山における具体的な温暖化への適応策としては、温暖化後も適域として維持されやすい湿原周辺のオオシラビソを優先的に保全することが効果的であると考えた。

## P1-080

## サイズ構造のある個体群の空間構造の創発について トドマツ個体群を対象として

\*中河嘉明(筑波大院), 横沢正幸(農環研), 原登志彦(北海道大)

同種同齡植物個体群における個体の空間分布は、林冠閉鎖の直後は集中分布もしくはランダム分布であるが、時間発展につれて一様分布に変化することが知られている。とくに大きなサイズクラスの個体ほど一様分布化が早い。従来、このような個体の空間分布の時間変化は、大きい個体では近隣個体への個体間競争による負の影響が大きく効率的に近隣個体が間引かれているためと考えられていた。しかし、それを定量的に示した研究は少ない。そこで本研究は、その従来の仮説を検証し、個体のスケールから個体群のスケールの現象である個体の空間分布がどのように引き起こされるのかを解明することを目的とした。

同種同齡の林分(トドマツ人工林)を対象として数理モデルを構築し、さらに個体間競争の定量化を行ない以下の解析をした。

まず、従来の仮説を検証した結果必ずしも仮説は支持されなかった。つまり、時間経過につれて、より小さい個体が大きい個体のより近くに集中して生き残っていた。

では、なぜそのような個体の空間パターンが形成されるのか。そこで二次元平面上において、一個体が受ける個体間競争による負の影響の強さの分布を求めた。その結果、大きな個体の周囲に、負の影響の強さの小さい場所(Competition-induced shelter 以下CIS)が存在していることが分かった。そのため、大きい個体の近くでも小さな個体が生き残ることができ、結果的に集中分布することが明らかになった。

これらの結果から、小さいサイズクラスの個体の空間分布の一様化が遅れる現象は、より小さいサイズクラスの個体ほど大きい個体の直近に集中して残るためだと分かった。また、より小さい個体が大きな個体の直近に集中分布しているのは、大きな個体の配置によって、CISが形成されるためと解釈できた。

## P1-081

## ホソムギの他種との種間競争は水分供給の時間的不均質性によって変化するか？

\* 萩原陽介, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・院・理工)

水分供給の時間的不均質性(水分供給頻度の違い)が成長におよぼす影響は、水需要等の特性によって植物種間で異なる。そのため、水不均質性は植物種間の競争関係を変化させる可能性がある。さらに、水不均質性の影響は栄養塩量・個体間相互作用の強さによって変化しうる。そこで、水不均質性・栄養塩量・生育密度の組合せが種間競争におよぼす影響について、栽培実験により検討した。

材料にはホソムギとシロツメクサを用いた。水不均質性(高・低頻度給水)、栄養塩量(富・貧栄養)、生育密度(4・16個体/鉢)、競争条件(ホソムギ:シロツメクサ=100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100)の4要因を設定した。種内競争条件(100:0, 0:100)と種間競争条件(75:25, 50:50, 25:75)で、個体群の重量を種ごとに比較し、種間競争による成長の変化を競争指数により評価し、4要因分散分析によって解析した。

ホソムギはシロツメクサよりも重量が小さかった。ホソムギの成長は種間競争条件では、種内競争条件よりも減少し、特に低頻度の給水下で顕著だった。シロツメクサの成長は種間競争条件では、種内競争条件よりも増加し、特に低頻度の給水下で顕著だった。しかし、高頻度の給水下では種間競争条件での成長増加が小さかった。

ホソムギは低頻度の給水下で特に、種間競争によって成長が抑制された。一方、シロツメクサは種間競争よりも種内競争によって成長が抑制された。しかし、高頻度の給水下では、種内競争と比較して種間競争の影響が相対的に強まった。そのため、ホソムギとシロツメクサの競争力の差は低頻度の給水下で大きく、高頻度の給水下で小さいと考えられる。以上から、種間競争は水不均質性によって影響されることが示唆された。

## P1-083

光・水・栄養塩が空間的に不均質に分布する環境におけるクローナル植物 *Glechoma hederacea* の成長

\* 張替鷹介, 可知直毅, 鈴木準一郎

空間的に不均質な資源の分布は植物の成長に影響することが知られている。しかし、野外で不均質に分布しうる光、水、栄養塩の分布とその組み合わせが植物の成長に与える影響に関する知見は限られているため体系的な評価を試みた。

資源とその分布の組み合わせにより、3資源とも均質に分布する処理1つ、2資源の分布が均質で1資源の分布が不均質な処理3つ、2資源が不均質な処理6つ、3資源が不均質な処理4つ、の14処理(10反復)を設定した。光は遮光ネット、水は土壌の性質、栄養塩は肥料の量を操作し異なる資源分布を設定した。それぞれの処理で、植物に与える光、水、栄養塩の総量は同一にした。その処理下で、クローナル植物のカキドオシを20cm×20cmのプラスチック製の容器で77日間栽培し、刈り取り、乾重量を測定した。

処理間でカキドオシの生物量に有意な差があった。水の分布が不均質な処理よりも均質な処理で生物量が高い傾向がみられた。ただし、光が水とともに不均質に分布するときよりも、栄養塩とともに不均質に分布するとき生物量が大きくなった。また、水、栄養塩が不均質なときに、資源が豊富な場所よりも少ない場所で根の生物量が大きくなる傾向が見られた。

利用可能な資源の総量が同一な環境であるため、処理間の生物量の違いは資源分布様式の違いに起因する。各資源が植物に与える影響は、資源の種類と分布、組み合わせにより変わることが示された。また、水の分布様式が生物量に影響を与えたのは、水が光や栄養塩の利用効率に大きく影響するためだと考えられる。さらに、資源が貧困な場所で、その資源の吸収器官の生物量を増やすことが、その場所の相対的な資源利用価値を高め、競争者が少ないことと相まって、植物の生残に有利に働く可能性がある。

## P1-082

## ブナ・オオシラビソ分布境界における両種の成長特性について

阿部ゆかり (東北大・生命科学)

八甲田山において、冷温帯および亜高山帯の優占種であるブナとオオシラビソについて、その動態に与える温暖化の影響を把握することを目的とした。手始めとして、両種の分布境界における肥大成長の経年変化を年輪幅の測定によって調査した。

八甲田山におけるブナの分布は400~900m、オオシラビソの分布は900~1400mであるため、調査プロットを400m, 600m, 800m, 900m, 1000m, 1200mにそれぞれ2か所、1400mに1か所設定し、毎木調査をおこなった。同時に、それぞれのプロットで約10個体ずつ成長錐によってコアをサンプルし、1年ごとに年輪幅を1/100mm単位で計測した。

ブナもオオシラビソも、標高が高くなるにつれ、個体サイズ(直径、樹高)が小さくなり、とくに1000m以上では、積雪の影響を受けた樹形も多い。平均成長速度は、最近30年間でゆるやかな減少傾向にあるプロットが多かったが、一部で異なったパターンも見られた。これらのデータをもとに、分布域周辺での成長速度の変化や、気候変動の影響を解析、考察する。

## P1-084

## 不均質な栄養分布のコントラストとスケールがクローナル植物のジェネット間競争に及ぼす影響の解析

\* 松嶋麻由子, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・院・理工)

一部のクローナル植物では、栄養塩分布が均質な場合よりも不均質な場合に成長量が大きいとされている。さらに近年、栄養塩パッチのスケールやパッチ間のコントラストによって植物の反応が変化することが示された。しかし、そのような栄養塩分布パターンがクローナル植物の個体間競争に及ぼす影響に関する報告はない。そこで、不均質な栄養塩分布のスケールやコントラストはクローナル植物のジェネット間競争に影響を与えるという仮説を検証するため、2つの栽培実験を行った。

材料はカキドオシの2ジェネット(斑なし、斑あり)を用いた。実験1では栄養塩パッチスケールの1要因(5水準:0, 2, 4, 16, 64パッチ数/50cm×50cm栽培容器)を設定した。10反復を80日間栽培した。実験2では栄養塩パッチコントラストの1要因(3水準:0:100, 25:75, 50:50)を設定した。8反復を60日間栽培した。パッチ数0の処理とコントラスト50:50の処理は栄養塩分布が均質な条件である。全処理で2個体を1つの栽培容器内で栽培し、個体ごとに各パッチの地上部、地下部重量を測定した。

2個体の個体重の合計は、パッチスケールが大きいと有意に小さく、スケールの小さい条件の個体重は均質な条件と有意差がなかった。一方、パッチコントラストの影響は認められなかった。また、容器内の優位個体と劣位個体で個体重を共分散分析した結果、スケールの影響が有意だった。2個体の個体重の関係がスケールによって変化したので、不均質性のスケールがカキドオシの競争関係に影響を及ぼすと考えられる。さらに、各個体の重量は、斑なし個体ではスケールに影響され、斑あり個体ではコントラストの影響を受けた。これにより、ジェネットによって、反応する不均質性のパターンが異なる可能性が示唆された。

## P1-085

## 一回繁殖型植物オオウバユリの集団維持に対する有性繁殖と栄養繁殖の役割

\* 西澤美幸, 大原雅 (北大・院・環境科学)

一回繁殖型植物は一度のみの繁殖で確実に子孫を残す必要があるため、その繁殖戦略は質的にも量的にも多回繁殖型植物とは異なると考えられる。林床性多年生草本オオウバユリは長い栄養成長期間の後、一回の有性繁殖と、娘鱗茎の形成による栄養繁殖を行う。先行研究より自家和合性を持つ強い近交弱勢は示さないこと、集団によって開花個体サイズや他殖率が異なることが示されている。そこで本研究では、生育環境の違いによる有性繁殖と栄養繁殖への依存度を評価し、それぞれの繁殖様式による集団の維持機構を明らかにすることを目的とした。

調査は、原生林内に位置する野幌森林公園 (NP)、孤立林である千歳防風林 (CT) と北大植物園 (BG) の3集団を対象に行った。まず、経年追跡調査より NP と BG では前年のロゼット葉が6枚以上の個体から開花するのに対し、CT では4枚以上から開花していた。これに伴い、NP と BG では CT よりも花数・娘鱗茎数が多く、集団間で開花への移行段階、ひいては繁殖体生産が異なることが明らかになった。次に、交配実験および種子の遺伝解析によると、NP では他殖率が高く、BG や CT では他殖率は低いものの自殖による繁殖保証が行われていた。最後に、各集団に設置した調査区内の個体の遺伝子型を特定し、ジェネットの分布を調査した結果、どの調査地においてもジェネットの大きな広がり認められず、親個体のすぐ近くに栄養繁殖由来である娘ラメットの形成が認められた。以上の結果より、オオウバユリでは集団間で開花移行サイズやそれに伴う繁殖体生産が異なることが明らかになった。有性繁殖に関しては、生育環境により他殖率が異なるが、自殖による保証を通じて安定的に大量の種子・実生を供給している一方、栄養繁殖によって、ラメットは更新されながらも同一ジェネットが開花・枯死する親個体の場所を受け継ぎ、安定した生存・開花に寄与していることが示された。

## P1-087

## クローナル植物バイケイソウ個体群の遺伝的構造

\* 草嶋乃美, 加藤優希, 大原雅 (北大・院・環境科学)

植物の繁殖には種子による種子繁殖、クローン成長などによる栄養繁殖の2つが存在する。繁殖自体は個体レベルで生じるが、それぞれの繁殖様式は個体群構造に影響を与えるとともに、その個体群構造も個体レベルの繁殖に大きな影響を与える。

本研究の対象種バイケイソウは種子繁殖と地下茎によるクローン成長を行うが、開花・結実に豊凶があり、その周期が個体群内・間で同調する。この植物は自家不和合性で、虫媒による種子繁殖を行い、またクローン成長については、開花ラメットの根茎が分岐し、1~3個の娘ラメットを形成する(加藤, 2009)。さらに、この2つの繁殖は一斉開花時に同時に行われる。

本研究では、開花年にもみ生じる種子繁殖とクローン成長がバイケイソウにおける個体群の構造にどのように影響しているのかを明らかにすることを目的とした。そこで野幌森林公園、恵庭、千歳、荻伏の4つのバイケイソウ個体群において3m×6mの調査区を設置した。そして、その中の全個体の位置と生育ステージを記録し、ステージクラス構造による個体群の時間的構造を調査するとともに、各個体から葉を採集して遺伝分析を行い、クローンの空間分布構造を調べた。

その結果、個体群間でステージクラス構造、遺伝的構造の違いが見られた。恵庭では種子繁殖由来の実生を含む幼個体およびクローン成長由来の大型の個体が共に多く、両繁殖様式が個体群の維持・形成に関与していると考えられる。一方、野幌・千歳・荻伏では種子繁殖由来の個体が少なく、クローン成長由来の個体は多いことから、主としてクローン成長による個体更新が行われていることが明らかになった。このことから、バイケイソウにおける種子繁殖・クローン成長の依存度は個体群によって差異があり、その違いがステージクラス構造および遺伝的構造に影響を及ぼしていると考えられる。

## P1-086

## オオウバユリ個体群の遺伝構造の地理的変異

\* 早船琢磨, 大原雅

植物の個体群は、その種がもっている基本的な生活史特性による「系統的制約」とその種が生育する物理的環境・生物的環境による「環境的制約」の相互作用によって維持されている。本研究の対象種である一回繁殖型多年生草本のオオウバユリは北海道全域から本州北部にかけて広く分布し、その生育環境も低地から山地まで多様である。またオオウバユリは、種子繁殖と娘鱗茎による栄養繁殖の2つの繁殖様式をもつ。これまでの研究で札幌近郊の個体群では、各個体群の生育環境の違いが個体の成長や2つの繁殖様式への依存度に変化を与え、その結果個体群間で他殖率や遺伝的多様性に差異が生じていることが分かってきた。

そこで本研究では、オオウバユリ個体群の地理的分化に焦点を当て、個体群間の個体サイズおよび遺伝的分化に関する調査を行った。野外調査および遺伝解析用の葉のサンプリングは、北海道内の26個体群、青森県内の2個体群の計28個体群で行った。各個体群で開花個体の個体サイズ(地際直径)と個体あたりの花数および果実数の計測を行った。また遺伝解析は9つのSSRマーカーを用い、各個体群の遺伝的多様性と近交係数を算出した。その結果、北方に位置する個体群ほど個体サイズが増加する傾向が認められた。また個体サイズが大きい個体ほど花数が多い傾向も認められた。一方、遺伝的多様性に関しては、北方の個体群ほど多様性が減少する傾向が認められた。また地理的距離と遺伝的距離の関係を見たところ、地理的距離が大きくなるほど遺伝的距離も大きくなる傾向が認められた。今回の調査から、オオウバユリ個体群は、個体サイズや遺伝的多様性に関して地理的な変異が存在することが明らかになった。

## P1-088

## 植物の生育段階により栄養塩パッチの出現が根の反応と個体成長に及ぼす影響は異なるか?

\* 松井萌恵, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・理工)

野外で栄養塩パッチの存続期間は数日~数十日であり、その空間分布は変化する。また、生育段階により、植物の栄養塩要求は変化する。栄養塩パッチの影響も異なると推測される。そこで本実験では、「栄養塩パッチの出現が、植物個体の成長と根の反応におよぼす影響の大きさは、植物の生育段階で異なる」という仮説を、ソライロアサガオ (*Ipomoea tricolor*) を用いた栽培実験により検討した。

鉢内に円柱状の筒を埋設し、固形肥料を混ぜた土壌を入れ、筒内は富栄養、筒外は貧栄養とした。筒内には根は侵入できないが、筒を取り除くと、根はその部分の栄養塩を利用でき、これをパッチの出現とみなした。1個体のアサガオの実生を鉢に定植し、その後0日目、20日目、40日目にパッチを出現させた。パッチの出現時期に関わらず、全ての条件で3回(20日目、40日目、60日目)の刈り取りを行った。以上より20日間ごとの植物のサイズとパッチ内の地下部の重量分配を条件間で比較した。植物が利用しうる栄養塩は遅効性の固形肥料から徐々に溶出する事を考慮し、供給される栄養塩の絶対量が一定となる処理と、60日間の栄養塩の総溶出量が一定となる処理を設定した。

植物の成長速度とサイズに対するパッチ出現時期の影響は有意ではなかった。しかし、物質分配様式はパッチ出現時期により変化した。パッチが遅く出現する条件ほど、地下部への重量分配が大きい傾向がみられ、パッチ内の地下部の重量分配も大きかった。また、パッチ出現時期が同じでも、パッチの栄養塩量が少ない条件では、パッチ内の地下部重量が大きい傾向がみられた。パッチの出現が遅いと、貧栄養条件に晒された植物は、パッチ内へ根を配置し、その結果、栄養塩獲得量が増加したと推測される。

## P1-089

低地暖温帯林におけるモミ *Abies firma* の個体群の自然更新過程とその持続性の検証

\* 沖宗一郎, 山田 俊弘, 奥田 敏統 (広島大, 院, 総科)

モミ (*Abies firma*) は低地暖温帯林から中間温帯林まで分布する針葉樹で、中間温帯林での個体群動態の研究は多い。しかし、広島県の宮島のような常緑広葉樹が優占する低地暖温帯林ではモミの個体群動態の研究は少なく、未だに個体群が自然更新で維持されうるかが明らかになっていない。そのため、本研究では宮島のモミの個体群が維持される持続可能性を評価することを目的とした。

島内に0.6haの固定調査区を設置して年二回(春、秋)、モミの毎木調査(直径、樹高、新規加入個体数)を行い、種子生産の豊凶作年の推移確率行列をそれぞれ作成した。

まず、作成した推移確率行列と現在の個体数を掛けてシミュレーションを行い、50年後と100年後の個体数を算出した。シミュレーションは種子生産の豊凶作が隔年となるようにおこなった。算出した個体数を現在の個体数で割ったものを50年後と100年後の個体群増加率とした。次に、作成した2つの推移確率行列を用いて弾力性分析を行い、推移確率行列の各要素が個体群増加率にどの程度寄与しているかを調べた。

シミュレーションの結果、50年後、100年後の個体群増加率はそれぞれ0.698、0.449で、個体数は大きく減少することが示唆された。推移確率行列では実生や稚樹の死亡率が高かった。弾力性分析では種子の豊凶作に関わらず直径 $\geq 100$  cmと $5\text{cm} < \text{直径} < 20$  cmの個体の生存率の寄与率が大きかった。

以上の結果より、宮島のモミの個体数は現在の状態が続いた場合大きく減少すると考えられた。個体数が減少する原因は、実生や稚樹の死亡率が高すぎるため、それ以上のサイズに生長できる個体が少なすぎることで考えられた。個体数を現在のレベルで維持するためには、何らかの攪乱によって林内の光環境を改善し、実生や稚樹の死亡率を低下させる必要があると考えられる。

## P1-091

## 根への攪乱と栄養塩濃度が、3種のウキクサの成長動態に及ぼす影響

\* 鈴木乾也, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・院・理工)

根への攪乱は、植物の成長に影響を及ぼす。その影響は、攪乱の頻度・強度や栄養塩量によって変化し、さらに攪乱に対する抵抗性の違いにより、種間で効果が異なる可能性がある。そこで、根への攪乱頻度・攪乱強度・栄養塩濃度の組合せが、植物成長におよぼす影響の種間差異について、根の切除を攪乱とする栽培実験により検討した。

実験には、ウキクサ、アカウキクサ、コウキクサの3種を用いた。攪乱頻度(高・中・低頻度で根を切除)、攪乱強度(根長の100・50%あるいは根長1cm以下まで根を切除)、栄養塩濃度(富・中・貧栄養)の3要因を設定し、直径5cm、容量100mlのプラスチック容器を用いて、人工気象室で12日間栽培した。反復数は24である。栽培容器ごとに、1日おきの葉状体面積と、栽培終了時の乾燥重量を測定し、これらに対する要因の影響を分散分析により解析した。

ウキクサは高頻度の攪乱で収量の減少が有意だったが、攪乱強度間では有意な変化が認められなかった。また予備実験で高い成長を示した中栄養塩濃度で攪乱の効果は大きかった。一方、アカウキクサとコウキクサでは強い攪乱で収量が有意に減少したが、攪乱頻度間では有意に変化しなかった。収量の減少は、アカウキクサでは栄養塩濃度に関係なく見られたが、コウキクサでは富栄養塩濃度で大きく、中・貧栄養塩濃度で小さかった。これらは、乾燥重量と葉状体面積でも同様であった。

攪乱頻度や攪乱強度の効果には種間差異が存在し、大きな効果をもつ要因は種間で異なった。さらに、これら効果は、栄養塩濃度によっても変化しえた。これは、根の切除により栄養塩・水の吸収効率を変化させたり、根を再生させるために物質分配様式に変化が生じたためである可能性が考えられる。

## P1-090

## マレーシア熱帯雨林におけるフタバガキ科10種の遺伝構造

\* 原田剛, 名波哲, 伊東明, 山倉拓夫 (大阪市大・院・理), Bibian Diway, Sylvester Tan (サラワク森林研究所)

マレーシアサラワク州ランビル国立公園に設置された52ha調査区において、フタバガキ科3属10種を対象に、個体群の遺伝的多様性および空間的な遺伝構造を調べた。胸高直径30cm以上のフタバガキ科成木1274本の生葉からDNAを抽出し、マイクロサテライト解析を行った。その結果より、飛翔力が強いオオミツバチに送粉される属と、飛翔力が弱い甲虫類に送粉される属の間で、近交係数 $F_{IS}$ を比較したが、違いは見られなかった。10種中6種の個体群の空間的な遺伝構造は、空間距離に近い個体ペアは遺伝的に似ており、空間距離が遠い個体ペアは遺伝的に似ていないという傾向を示した。しかし、*Scurtisii*の個体群では空間的な遺伝構造は観察されず、逆に、*Sovata*個体群では、特に強い空間的な遺伝構造が観察された。*Scurtisii*は、遺伝的な多様性が特に低いため、個体の遺伝子型の多様度が低く、空間的な遺伝構造が形成されにくいと考えられた。また、本調査地の*Scurtisii*個体群は、若齢個体の更新率が悪いが、この原因の一つとして、遺伝子型の多様度が低いため、近親交配が起こりやすく、近交弱勢により若齢個体の死亡率が高いことが考えられる。

## P1-092

## 根が関与する自己・非自己認識が個体成長を介して競争に与える影響

\* 水谷紘菜, 可知直毅, 鈴木準一郎 (首都大・理工)

一部の植物は、近隣の個体が自らと遺伝的に同一か否かを識別(自己・非自己認識)するといわれる。この認識は、個体成長を介して近隣個体間の競争に影響を及ぼしうる。そこで、自己・非自己認識の制御機構と競争への影響を検討するため、ナスを用いて栽培実験を行った。

始めに、自己・非自己認識能力の有無を、挿木により作製した2個体のクローン間の競争と非クローンの2個体間の競争を比較して検討した。クローン間と非クローン間では2個体の収量には差はなかった。また、クローンの2個体間では個体重の差が小さかった。以上から、ナスは自己と非自己を認識していると考えられる。

次に、この認識機構に地上部が関与する可能性を検討した。隣接する2個体間の地上部を接木により交換し、隣の個体の地上部が自らの根と遺伝的に同一な処理を掛け、交換しなかった場合と比較した。両者とも2個体の収量には差はなかったが、交換した処理では2個体の重量差が小さくなった。この結果は、自己・非自己認識の機構に地上部が関与する可能性を示唆する。

さらに、2個体間の競争と接触を仕切り板で防ぎ、上と同様の実験を行った。仕切りは、地上部のみ、地下部のみ、全体、なしの4種とした。地上部のみでの仕切りで最も収量が大きく、地上部競争が成長へ大きく影響していた。また、地上部の交換による2個体の重量差の減少は、仕切りなしと地上部のみでの仕切りでみられ、自己・非自己認識に根の接触が関与すると考えられる。

以上より、自己・非自己認識は根と地上部からなる個体全体で統合的に制御されることが示唆された。また、2個体が遺伝的に同一であると個体間での重量差が減少したことから、自己だと認識されると競争が緩和されると考えられる。

## P1-093

## マレーシア低地熱帯雨林におけるフタバガキ科樹木のすみわけ

\* 山田裕子, 山田俊弘, 奥田敏統 (広島大・院・総科)

熱帯雨林内に生育するほとんどの樹種の空間分布パターンは、特定の立地環境に偏った集中分布である。それでは、こういった立地環境間で個体密度が変わる樹種は、立地環境間で個体群動態をも異にするのだろうか？これを明らかにするには、長期的かつ大規模な野外調査データにより作られた推移確率行列による分析が有効である。そこで本研究では、マレーシアのパソ保護林内に設置した長期観測プロット (50 ha) で3つの土性ハビタット (以降ハビタット) のいずれかに偏って分布していたフタバガキ科6種をモデルとし、これら6種の推移確率行列を1985～1995年の毎木調査データから構築し、個体群動態の種間・ハビタット間の差を弾力性分析と生命表反応解析 (LTRE) を用いて解析した。

各種の $\lambda$  (個体群増加速度) にハビタット間で有意な差は見られなかった。各動態パラメータの弾力性値は種間で類似し、 $\lambda$ に最も影響しているのはどの種も生残速度であった。この結果から個体群動態は、種間もしくはハビタット間で変わらないように見えた。また、生長速度と生残速度、および加入速度と生残速度の弾力性値は負に相関し、生長速度と加入速度の弾力性値は正に相関することがわかった。LTREでは、弾力性分析でよくわからなかった個体群動態の種間およびハビタット間の差を明らかにすることができた。LTREの結果は、(1) ハビタット間の $\lambda$ の差は主に加入速度により生成されている、(2) 種間の $\lambda$ の差に対しては、生長速度と生残速度の寄与はそれぞれ大きい、相殺している、と要約することができた。どのハビタットでも種間で生長速度と生残速度の $\lambda$ に対する寄与の間にトレードオフ関係があるため $\lambda$ の種間差がほとんどなくなり、そしてその結果 $\lambda$ の差が加入速度の違いにより生じることがわかった。

## P1-095

## 標高が変わると死ぬ季節は変わるか？－標高分布の広いミヤマハタザオの場合－

\* 恩田義彦, 田中健太 (筑波大・菅平セ)

植物は移動能力が低い、個体の周りの環境条件 (日射量・水分・土壌栄養・温度など) に適応できなければ生存できない。アブラナ科のミヤマハタザオは緯度がほとんど同じ範囲 (約1.5度以内) の中で、標高30mから3000mという非常に幅広い標高帯に分布している。標高が違えば、温度・紫外線強度・二酸化炭素分圧など様々な環境条件が異なり、中でも温度の違いは特に顕著である。本研究では、2008～2009の2年間、南・北・中央アルプスを含む中部山岳地域周辺でミヤマハタザオの個体群生態学的調査を行った。4つの代表的な山域の様々な標高帯に20集団、これ以外の山塊から、分布標高帯の上下端に相当する極端な標高帯のデータを補う8集団、合計28集団を対象とした。まず、温度ロガーを各集団の地中に埋めて地温を記録し、各集団の暑さの指標 (測定期間中の温度の上位20%分位点) を算出したところ、標高が高いほど暑い傾向が明瞭に得られた。また、各集団に2～8個のコードラートを設置して、全個体の葉数・葉サイズ・食害葉数・生死を年2回追跡し、成長率・食害率・生存率を算出した。その結果、食害率と標高の間には明瞭な関係が認められなかったが、生存と標高の間には明瞭な関係があり、それが季節によって変わることが分かった。標高が低い集団ほど夏の生存率が低く、標高が高い集団ほど冬の生存率が低かった。この結果から、高標高集団では冬の寒さが、低標高集団では夏の暑さが集団維持の律速要因であることが示唆された。

## P1-094

## 新潟県の風穴に分布する絶滅危惧種エゾヒョウタンボクの生育状況

\* 指村奈穂子 (東大・農・森園管理), 古本良 (林育種センター), 斎藤久夫 (東蒲自然同好会), 中沢英正 (津南町自然に親しむ会), 池田明彦 (品川区役所)

新潟県の風穴に分布する絶滅危惧種エゾヒョウタンボクの生育状況

指村奈穂子 (東大院農), 古本良 (林育セ), 斎藤久夫 (東蒲自然同好会), 中沢英正 (津南町自然に親しむ会), 池田明彦 (品川区役所)

エゾヒョウタンボクは南千島、サハリン、北海道から本州北部の数ヶ所 (いずれも風穴地) に隔離分布するスイカズラ科植物であり、環境省レッドリストで絶滅危惧II類 (VU) に指定されている。本研究の目的は、生育状況と温度の関係、繁殖特性を調査し、本種の保全に資することである。

新潟県には4箇所の生育地が確認されている。この4箇所で植生調査、毎木調査および微地形測量を行い、生育地内部と周辺の数箇所で地表面の気温を測定した。また開花期には送粉者、結実期には散布者の観察を行い、袋かけをして結実率を調べた。

調査の結果、本種は崖錐の風穴地で灌木状に密生しており、植生は高木層を欠き、被度の低い亜高木層、密な低木層、疎な草本層に特徴づけられた。幹数の多い生育地では485m<sup>2</sup>に1990本が生育し、最大根際直径は23.4mmであった。生育地中心部の気温は夏季でも12℃を超えなかったが、生育地の周辺では24℃まで上昇した。夏季の低温が本種の生育を可能にしていると推測される。発表ではより詳細な解析結果を示す。開花期にはコマルハナバチが観察され、鳥類による果実の採餌は全く見られなかった。袋かけの結果、わずかに自殖も行うことが明らかとなったが、ほとんどの花が他殖を行っていると考えられた。有性繁殖による更新は正常に行われていない可能性が示唆された。

## P1-096

## 林冠ギャップと土壤環境はマングローブ稚樹の成長と生存率に影響を与えるか？ - オヒルギとヤエヤマヒルギを対象として -

\* 浦田悦子 (横国大・院・環境情報), 藤原一繪 (横国大・院・環境情報)

自然状態に生育するマングローブ稚樹の生存戦略を、葉の性質に対する環境要因の影響という側面から明らかにした。調査は西表島仲間川河口にて行った。*Bruguiera gymnorrhiza* と *Rhizophora stylosa* の稚樹の個体の生育する土壤環境 (地盤高, 相対光量子密度, 電気伝導度, 酸化還元電位, アンモニウムイオン, 硝酸イオン) の計測と、それぞれの個体の葉の性質 (葉緑素値, 葉の面積あたりの窒素量, 葉の窒素再吸収率) の計測を行った。

結果、*B. gymnorrhiza* の稚樹は、葉緑素値、葉の面積あたりの窒素量、落葉の際の窒素再吸収率と環境要因への相関が低かったことから、厳しい環境に対して、安定した葉の性質をもつことで環境に適応している可能性があること示唆された。一方、*R. stylosa* の稚樹は、葉の面積あたりの窒素量、落葉の際の窒素再吸収率が、電気伝導度、地盤高と正の相関があった。このことは、*R. stylosa* は生育条件の良い立地で、生産効率を上昇させる戦略を持つ可能性があること示唆された。

*B. gymnorrhiza* と *R. stylosa* の稚樹の葉の性質が異なる環境要因に左右されることによって、同所に出現した種の中で成長へ影響が現れ、最終的にその場所での適者が決まると考えられる。

P1-097

東京湾におけるアマモ種子分散過程の推定：漂流ハガキと流動モデルによるアプローチ

\* 渡辺健太郎 (千葉大・自然科学), Tanuspong POKAVANICH (東工大・情報理工), 八木宏 (水産総合研), 灘岡和夫 (東工大・情報理工), 仲岡雅裕 (北大・厚岸臨海)

海中の顕花植物である海草の草原、海草藻場は様々な生態系機能を有する重要な沿岸生態系の一部である。東京湾において海草藻場の優占種であるアマモには、地下茎を伸ばす無性生殖と、種子をつくる有性生殖の2つの繁殖方法がある。後者の場合、種子単独での分散距離は数メートルであるが、種子を保持したままの花枝がちぎれて流れ藻となり、海流によって長距離を移動すると言われている。しかしその過程を直接明らかにするのは困難である。そこで我々は、漂流ハガキ実験および海水流動モデルを用いた数値シミュレーションによりアマモ種子の分散過程の解明を試みた。

漂流ハガキ実験は、浮力を調節したハガキを海に散布し、それがどこに漂着したかを拾得者に記入・郵送してもらうという方法で行った。ハガキの散布は、花枝の流出量が最も多い5月から6月にかけて、湾内6ヶ所で行った。その結果、ハガキの移動方向には風が影響していることが明らかになった。また多くのハガキは東京湾内で発見されたが、湾外へ流出したものの多くは相模湾沿岸で見つかったことから、東京湾と相模湾の個体群との間にある程度類繁な遺伝子交流があることが示唆された。

数値シミュレーションは2006、2007年における実際の気象データをもとに、海流による種子の分散過程と、種子の花枝からの脱落過程をシミュレーションすることで、湾内5ヶ所の海草藻場から種子がどこへ分散しているか推測した。その結果、アマモの種子は風の影響を強く受ける吹送流によって東京湾全体に広がること、特に東京湾最大の富津干潟の海草藻場から他の海草藻場へ多くの種子が供給されている可能性が示された。

P1-099

南極の湖沼底に生育する蘚類の分類の再検討および遺伝的多様性について

\* 加藤健吾 (総研大・極域科学), 伊村智, 神田啓史 (極地研)

一般的に南極の陸上植物は露岩域と呼ばれる地表面が露出している地帯において細々と生育している。それに対して、昭和基地周辺の露岩域に点在する多数の湖沼の底には、地上の貧弱な植生とは異なり、*Bryum* sp. と *Leptobryum* sp. の2種の水生の蘚類(コケ植物)と藻類により構成される豊かかつ特異な植生が存在することが明らかとなっている。これらの湖沼は互いに空間的に隔離されているため、どのようにして2種の水生蘚類がこれらの湖沼間で分布を拡大したのか、その結果としてどのような遺伝的多様性を獲得しているのかを解明することは、様々な点で興味深い。しかし、現時点ではこれらの研究を行う以前の問題として、2種の水生蘚類の正確な分類が明らかとなっていない。そこでまず本研究では、水生蘚類の正確な分子系統学的位置を決定するべく、葉緑体遺伝子の塩基配列を用いた分子系統解析をおこなった。

分子系統解析の結果、湖沼底の *Bryum* sp. と陸上に分布する *Bryum* 属の蘚類である *B. pseudotriquetrum* とは同種であるという当初の推測は否定され、湖沼底の *Bryum* sp. はデータベースに登録されていた *B. uliginosum* の塩基配列とほぼ相同な配列を有していた。また湖沼底の *Leptobryum* sp. に関しては、*Leptobryum* 属として正確な記載がなされている2種 (*L. pyriforme*, *L. wilsonii*) とは異なる塩基配列を有していることが明らかとなり、新種である可能性が示唆された。

現在は、近縁種との間でDNA配列と形態形質のさらなる比較を行い、種の決定を進めている。さらに遺伝的多様性の解析に関しては、DNAハプロタイプ解析もしくはマイクロサテライト解析の検討をおこなっている。

P1-098

モウソウチク・ハチクの現存量と地下茎切断が成長に与える影響

\* 遠山 千景 (名大・農), 中川 弥智子 (名大院生命農)

里山を中心とする急激な竹林の拡大は、里山の生物多様性だけでなく、生物間相互作用や生態系機能に重大な影響を及ぼしかねない問題である。タケ類はタケノコによるクローン生長を活発に行うため、竹林拡大の解明には地下茎を介した資源配分に関する理解が重要であると考えられるが、大型タケ類に関する生態学的知見は未だ乏しいのが現状である。そこで本研究では、長野県飯田市内5箇所に生育するモウソウチクとハチクを材料として、地下茎の切断がタケノコの生残率に与える影響と、乾燥重量の測定からアロケーションの違いを比較した。地下茎を切断するタケノコについては、タケノコのすぐ横の両側でのこぎりを用いて地下茎から切り離し、地下茎を介した養分・水分の転流を遮断した。乾燥重量については、稈・枝・葉に分けて80度で72時間乾燥させたのち、重量を0.01gまで測定した。その結果、切断処理タケノコの生残率は、モウソウチクのタケノコで太さと生残率の間に有意な関係性が認められた。また、非同化器官(稈・枝)に対する同化器官(葉)の乾燥重量の割合は、モウソウチクよりハチクで大きいことが分かった。以上のことから、太さに関わらず切断処理タケノコの生残率が低いハチクでは、タケノコの生長過程において、地下茎を介した資源への依存度がモウソウチクより高く、その養分はアロケーション割合の高いたくさんの葉によってまかなわれているのかもしれない。また、稈へのアロケーション割合の高いモウソウチクは、太いタケノコにおいて、その内部にハチクより多くの資源を蓄えておくことで、地下茎の攪乱に対する適応性を高めているのかもしれない。

P1-100

小櫃川河口干潟におけるハマツツナの生育形態の可塑性と立地環境に関する考察

\* 馬雁飛 (横国大院・環情学府), 大野啓一 (横国大院・環情研院)

近年、干潟の環境機能が見直され、干潟生態系の復元にあたっては、植生とその生育環境の対応関係を明らかにする必要がある。ヨシなどは、多くの生態学的研究がなされているが、塩生湿地植物のハマツツナの研究例は少ない。また、定着立地などについての知見はまだ不十分である。そこで本研究では、ハマツツナ個体群内の生育形態の変異に着目して、生育状況、環境要因、生育可塑性との因果関係を解明した。

本研究は千葉県木更津市の小櫃川河口干潟で行った。ハマツツナの生育状況と環境の関係、また生育形態の分化を誘因する条件を温室で再現できるものを検証するため、3種類の立地環境を設定して、サンプリングを移植した。個体長、形態変化、を記録した。調査地から採取した土壌サンプリングを乾燥した後、含水率と粒径組成を算出した。また、各立地に移植実験を行った。生育形態の変化を記録した。結実した時、硬実と軟実の割合を計算した。温室実験の結果、高密度の環境で育ったハマツツナは、他の条件より単茎型の比率が多かった。単茎型と分枝型の形態分化は環境に応じて可塑的に生じることが示した。移植実験の結果から、砂防カップを被っているハマツツナは比較的細く生育し、分枝の場所は砂カップなしの個体より高い。

調査地の土壌分析結果からみれば、ハマツツナ分枝型の生育地は砂成分が多い砂質土であった。単茎型の生育地はシルト分が多い微砂質であった。採取した標本を調べた結果、分枝型は単茎型より硬実の比率が高かった。一方、砂質地の土壌は含水率が低かった。するわち、軟実は容易に吸水できないので発芽しにくいと推測される。また、落下した硬実は、種皮が少し傷つきながら砂礫土壌の中へ埋められ、吸水し発芽、定着すると考えられた。一方、ハマツツナ分枝型は繁殖戦略として土壌の含水率の低下に適応して硬実の割合が高くなると考えられた。

## P1-101

## 共通資源競争下の一年生、多年生植物の共存からみるトレードオフの役割

岩田 繁英 (静岡大学)

繁殖戦略のトレードオフの問題と繁殖と死亡のバランスは個々に考えられた。しかし、繁殖戦略の中に含まれるトレードオフは個体群動態にも影響を与えるためどのように死亡するかは種の共存にとっても重要である。そこで、繁殖戦略に何らかのトレードオフが存在する場合、繁殖と死亡のバランスとトレードオフが個体群動態に与える影響と役割について考察する。本発表では植物に注目し、植物の繁殖率と植物内の栄養塩量を含めた実質的な環境収容力、そして繁殖の中には種子の個数、種子に含まれる栄養塩量にトレードオフ関係を組み込んだモデルを構築し解析した。具体的に一年生植物と多年生植物の共存という観点からロッターモデル (Chesson and Warner, 1981) を基礎とした数理モデルを構築する。はじめにロッターモデルに対して栄養塩を考慮し、繁殖項の中に (摂取した栄養塩量  $(N_u)$ ) を利用して生産される種子数、 $S) - ($ 種子ひとつ当たりの栄養塩量、 $M)$  のトレードオフ  $(N_u = S M)$ 、多年生植物はある一定量以上の栄養塩量を摂取できない ( $L$ ) と種子生産を開始しないと仮定で組み込みその役割と影響について考察した。結果は多年生植物の繁殖に関するトレードオフ、種子生産開始閾値と死亡率のバランスにより個体群動態がカオティックに振動する可能性が示唆された。特に、多年生植物の死亡率が低い、種子数が少ない状況ではカオティックになりやすく逆であれば安定共存しやすい。この結果は  $r$ - $K$  選択の  $r$  選択における  $r$  にトレードオフを含んでいる場合に相当するため将来的に統一的な理論の構築を目指すきっかけになると考えている。

## P1-103

## 常緑広葉樹林実生の夏と冬の光環境変動に対する個葉と個体の反応

\* 河原崎里子 12, 相川真一 1, 石田厚 1, 可知直毅 2, 田内裕之 1 (1 森林総研, 2 首都大)

常緑広葉樹林はギャップ更新し、実生はギャップ形成時に被陰から強光下への急激な光環境変動を経験する可能性を一年を通して有する。冬と夏の急激な光環境の変動に対する実生の反応を調べた。シイ・カシ類とイスノキ、クスノキなど 14 種の実生を被陰下 (相対照度 6, 16, 44%) でポット栽培し、冬と夏に裸地へ移動させた。夏季 (8月)、裸地へ移動後、 $F_v/F_m$  は 2 週間低下し (強光阻害を受けた)、その後、回復に向かった。一方、冬季 (1月) に裸地に移動させた個体では、 $F_v/F_m$  は 2 ヶ月にわたって低下し続け、夏季よりも顕著に低い値で、落葉した種もあった (クスノキ、アラカシなど)。最大光合成速度は、落葉しなかった葉については夏も冬も  $F_v/F_m$  に合わせて裸地に出す前の値に回復した。冬と夏の時期の葉を、恒温下 (22°C) で強光照射 ( $1,700 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  1時間) し、一日暗条件におくと、冬の葉は強光照射前とほぼ同程度に回復するが、夏の葉は回復の程度が低かった。冬の葉は実際の環境では強光と低温のストレスを強く受けるが、ストレスを回避する機能を働かせていると考えられた。

個体の相対成長 RGR は暗いところ (6, 16%) で葉面積比 LAR に依存し、明るいところ (16, 44%) で純同化速度 NAR に依存した。冬に裸地に出したものは、いずれの明るさに由来するものも RGR は NAR に依存するようになったが、夏に裸地に出した植物は RGR の決定要因は被陰区の時と変わらなかった。裸地に出したことによって、RGR がどのように変化したか調べた。夏には 6% 区由来のもの RGR が高くなったが、それ以外のものは変わらない、あるいは、低下した。冬に裸地に出したものは全般に RGR が低下した。

## P1-102

夏季の乾燥が高 CO<sub>2</sub> 下で栽培した冷温帯落葉樹の光合成特性に与える影響

\* 北岡 哲, 飛田博順, 上村 章, 丸山 温, 宇都木 玄 (森林総研北支)

大気 CO<sub>2</sub> 濃度増加とそれに伴う温暖化が問題となっている。温暖化の影響のひとつに降水量の変化が指摘されている。その例としてヨーロッパで 2003 年夏季に生じた猛暑と乾燥害が挙げられる。高 CO<sub>2</sub> 濃度環境下では、気孔コンダクタンスの低下現象が確認されている。低い気孔コンダクタンスによって蒸散量も減少するため、葉の水分状態が改善され、高 CO<sub>2</sub> 濃度下では、より湿潤な条件に適した葉が形成されると考えられる。このため高 CO<sub>2</sub> 濃度下では現在の CO<sub>2</sub> 濃度下と比べて、乾燥ストレスの影響をより受けやすくなる可能性がある。そこで、高 CO<sub>2</sub> 濃度と夏季の土壤乾燥の組み合わせが冷温帯落葉樹の個葉光合成特性に与える影響を明らかにすることを目的に実験を行った。5 月中旬から CO<sub>2</sub> 濃度 370ppm (対照) と 720ppm (高 CO<sub>2</sub>) の条件でシラカンバを生育させ、7 月下旬から 4 週間灌水頻度を変えて乾燥処理とした。高 CO<sub>2</sub> 濃度処理によって生育 CO<sub>2</sub> 濃度における光合成速度の低下 (光合成の負の制御) 現象が見られた。また高 CO<sub>2</sub> 濃度処理で対照に比べて光合成系タンパク活性 ( $V_{\text{cmax}}$ ,  $J_{\text{max}}$ ) の低下が見られた。これらの結果から光合成の負の制御を生じた要因として、葉の窒素濃度の低下と光合成系タンパク活性の低下が推察された。乾燥処理による葉の黄葉化や落葉は見られなかった。高 CO<sub>2</sub> 濃度の乾燥処理で光合成特性が対照の乾燥処理と比べて明瞭に低下する傾向は見られなかった。これらの結果はシラカンバが遷移初期種で裸地などに侵入・更新するため、乾燥ストレスに対する耐性が強いという性質によるものと考えられる。

## P1-104

## 異なる光環境下に生育するトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの成長特性と葉の老化

香山雅純 (森林総研九州), 小林 真 (北大・農), 崔 東壽 (東京農工大・農), 高木健太郎 (北大・北方生物園七), 小池孝良 (北大・農)

北海道では、森林を構成する主な針葉樹としてトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツが分布する。3 樹種は時には同じ地域に分布しているが、森林の林床ではトドマツは多くの稚樹が生育するのに対して、エゾマツ、アカエゾマツの稚樹はあまりみられない。このことから、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツでは光環境に対する順化能力が異なると予想される。また、これらの 3 樹種の針葉は暗い環境下では葉の寿命が延びることが知られているが、齢を重ねた針葉の成長反応は不明な点が多い。本研究では、光環境の異なる地域に生育するトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの成長特性を比較して、光合成特性のほか、光合成能力に関与する葉の形態、針葉の寿命、クロロフィル濃度、窒素利用特性を葉齢ごとに測定した。調査は、北大天塩研究林内のトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツの 3 樹種が混在する地域の稚樹を対象に行った。なお、3 樹種とも開放地と、樹冠下の個体を対象に光合成特性と、窒素・クロロフィル・Rubisco 濃度、葉の内部形態、そして針葉の寿命を測定した。

樹冠下の 3 樹種におけるの光-光合成曲線を測定した結果、各樹種とも 2 年生針葉が最も光飽和時における最大光合成速度が高く、初期勾配も大きかった。しかし、加齢が進むと最大光合成速度はあまり低下しないが、初期勾配は小さくなる傾向を示した。3 樹種の 2 年生針葉と比較すると、光飽和時における最大光合成速度は 3 樹種ともほぼ同じ値であったが、光-光合成曲線の形状は大きく異なった。トドマツは光合成速度が飽和に達した PPF が  $500 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  と低く、エゾマツは若干高かった。一方、アカエゾマツは初期勾配が 2 樹種より低く、PPF が  $1,500 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  を超えた値で光合成速度が飽和に達した。

## P1-105

## コナラ稚樹における窒素の吸収時期による葉からの引き戻しの相違

\*上田美希(京大・フィ研), 水町衣里(京大・情報), 徳地直子(京大・フィ研)

森林生態系の窒素循環は、窒素が土壌と植物の間を行き来する内部循環が卓越している。樹木が窒素を吸収し、のちに落葉することは森林生態系の窒素循環を動かす大きな原動力のひとつである。このため、樹木の窒素吸収と、落葉に伴う窒素の土壌への還元の研究が多数行われてきた。しかし、吸収と落葉の研究は多くが別々に行われており、窒素が吸収されてから落葉に伴って体外に出るまでの樹体内での窒素循環に関しては不明な点が多い。樹体内の窒素循環は樹木のフェノロジーの影響を強く受けることが予想され、樹木が窒素を吸収する時期によって異なると考えられる。このため、吸収時期の異なる窒素は樹体内での循環の仕方が異なる可能性がある。本研究では、落葉広葉樹のコナラの稚樹を材料とし、窒素の吸収時期の違い(春:葉の展開が起こる4月、冬:落葉が終わって葉がない1-2月)が、樹体内での窒素循環にどのように影響し、落葉時期に関わっているのかを窒素の安定同位体を用いて調べた。いずれの時期にも窒素は吸収されたが、春に吸収された窒素はすぐに葉に供給されたのに対し、冬には葉がないことから根に保持され、翌春に葉に供給された。葉を形成する窒素のうち、春に吸収された窒素が冬に吸収された窒素よりも多かった。春に吸収されて葉に配分された窒素は翌秋には大部分が樹体へ引き戻ったのに対し、冬に吸収されて翌春に葉に配分された窒素は多量に落葉に含まれていた。これは、吸収された時期によって、葉中の画分への窒素の配分が異なり、春に吸収された窒素が、より引き戻り易い画分へ配分されたことを示唆している。樹体内に引き戻った春に吸収された窒素は、その次の春に再び葉に配分され、秋には多量に落葉に含まれた。春に吸収された窒素は冬に吸収された窒素よりも長く樹体内に保持されると考えられた。

## P1-107

## 異なる地形に生育するヒノキの光合成

\*壁谷 大介(1), 韓 慶民(2), 千葉 幸弘(2)(1:森林総研・木曾, 2:森林総研)

地形の多様性は、栄養塩・水などの土壌資源量の多様性を生み出す要因の一つである。一般的に、尾根は乾燥かつ貧栄養的であるのに対して、谷は湿潤・富栄養的であると考えられている。地形の違いに伴う土壌栄養条件の多様性-とりわけ窒素濃度-の多様性は、異なる地形に生育する樹木の生葉・リターの窒素濃度の差をもたらす。葉の窒素濃度は光合成能力と深い関係があることが知られているため、異なる地形に生育する樹木は、その地形が示す土壌窒素濃度に応じた光合成能力を示すことが予測される。そこで本研究では、異なる地形に成立しているヒノキ人工林において、土壌の窒素条件の多様性を明らかにし、異なる地形の間における土壌窒素濃度の違いがヒノキの光合成能力に与える影響を明らかにすることを目的とした。そのために、長野県・木曾郡に成立する約85年生のヒノキ林内の異なる地形三カ所(尾根区・中間区・谷区)に固定試験地を設定し、各調査地の土壌および生葉・リターの窒素濃度を定量した。また、地形の違いがヒノキの光合成に与える影響を評価するため、尾根・中間区のヒノキ成木から採取した樹冠上部の切り枝を用いて光合成測定を行った。

その結果、土壌の窒素濃度は予想に反して尾根区で最も高かった。これは、尾根部分の地形が比較的なだらからであり、土壌の移動が生じにくいことによると考えられる。ヒノキ生葉・リターの窒素濃度も、土壌窒素条件を反映して尾根区生育の個体で最も高かった。また樹冠上部の葉の  $V_{cmax}$ ,  $J_{max}$  は、季節変化をするものの、シーズンを通して尾根生育の個体で高いことが示された。葉の光合成能力の調査地間の差は、 $N_{area}$  の違いでは説明でき、地形の違いに伴う土壌窒素条件の違いが、異なる地形に生育するヒノキの光合成能力の差を生み出していることが示唆された。

## P1-106

## 異なる気候帯における森林ギャップへの葉の応答

\*小野田 雄介(Macquarie Uni), Lora Richards (Uni Nevada Reno), Mark Westoby (Macquarie Uni)

森林の林冠ギャップ下は、閉鎖林冠下に比べて、明るく、また多くの被食者や捕食者が存在し、林床植物を取り巻く環境は大きく異なる。また熱帯と温帯では、温度のみならず、ギャップによる光環境の変化や被食圧も異なる。私たちは林床に生育する稚樹の葉の性質(特に力学・構造的性質)がギャップに対してどう応答するかについて、オーストラリアの熱帯、亜熱帯、温帯雨林で調査した。

6調査地のべ29種の常緑樹を通して、ギャップ環境では閉鎖林冠下に比べ、面積あたりの葉重量(LMA)が高く、葉を貫通するのに要する荷重(Fp)が高かった。Fpの変化の原因を、(1)葉の厚さ、(2)密度、(3)細胞壁へのバイオマス分配、(4)細胞壁あたりの強度の積として解析すると、前二者はギャップ環境で正の貢献をしていたが、後二者は負の貢献をしていた。これはギャップ環境の葉は、厚く、高密度である一方で、柔らかい組織が多いことを意味する。これに対し、種間のFpの違いでは、4つの要素それぞれがFpに正の寄与をしていた。つまり、光順化による葉の強度の変化と種間の葉の強度の違いは、異なるメカニズムに起因することが分かった。

熱帯、亜熱帯、温帯間では、葉の力学・構造的性質そのものに明確な違いはなかった。しかし、熱帯植物は温帯植物に比べ、ギャップによる光環境の変化に対する応答(表現型可塑性)が有意に弱かった。これは熱帯の林床植物がより高い耐陰性をもち、また高い被食圧に対応して、保守的な戦略を取っていることに起因するかもしれない。

## P1-108

## 根を含む樹木個体呼吸 —混合ベキ関数によるメタボリックスケーリング—

森茂太・西園朋広・石田厚(森林総研) 山路恵子(筑波大) 萩原秋男・諏訪鎌平・R.A.T.M. Hoque(琉球大) 大澤晃(京都大)

「生物個体呼吸と個体サイズの関係」は生物成長、構造—機能、等を左右する生物学上の重要課題である。しかし、樹木個体サイズの幅は大きく、根を含む個体呼吸は十分に分かっていない。本研究では、シベリア~赤道まで271個体の樹木個体呼吸を自作した個体チャンパーに入れて10億倍の重量幅で直接、同一原理で実測した。その結果、個体呼吸—重量関係を単純ベキ関数で近似するとベキ指数  $f$  は  $0.844$  ( $n = 183$ , 95% CI of  $f = 0.824-0.863$ ,  $r = 0.99$ ,  $p < 0.001$ ) であり、有力説の  $1/3$ ,  $2/3$  とは有意に異なった。その理由は、両者の関係が上に凸の傾向があるためである。そこで、AICで単純ベキ関数、二次関数、混合ベキ関数の3関数間でモデル選択を行った。その結果、小サイズほど比例式に漸近し、大サイズほどベキ指数  $3/4$  の単純ベキ関数に漸近する混合ベキ関数が選択された。この混合ベキ関数 Reich (Nature 2006) の比例式と West, Brown, Enquist (Science, 1997) の指数  $3/4$  の双方を支持した。

混合ベキ関数成立の理由は、植物代謝—個体サイズ関係に重力が関与し、植物の機能—形態を左右するためだろう。小個体では重力影響が小さく、幹内部まで呼吸が高く個体呼吸は重量比例である。サイズが大きいと重力に対抗し植物体を支えるため幹内部に無呼吸部分を蓄積し、葉の重量割合が低下するためである。

(本報は、PNASにOA掲載、ダウンロード可能。Mori et al: Mixed-power scaling of whole-plant respiration from seedlings to giant trees. PNAS(2010))

## P1-109

## 陽葉と陰葉における葉の通水特性の違い

\*原山尚徳, 石田厚(森林総研)

近年、葉の通水性が個葉のガス交換特性を左右する重要な生理生態学的特性として注目されるようになってきている。生育する光環境によって葉の構造が変化することはよく知られる現象で、日当たりのよい場所に生育する葉(陽葉)は日当たりの悪い場所に生育する葉(陰葉)に比べて、葉が厚い、柵状組織の層数が多い、葉脈が密などの特性を持つ。そこで本研究では、こうした光環境による葉構造の変化が葉の通水特性に与える影響を明らかにすることを目的とした。

研究には森林総合研究所内に生育するコナラ2個体(胸高直径が41cmと23cm)を用いた。陽葉と陰葉それぞれ10枚について、減圧チャンパー法で葉の通水性の指標となる葉の通水コンダクタンスを測定し、試料葉の葉脈アーキテクチャ、道管数や道管内腔直径、木部外経路長などを測定した。また、陽葉と陰葉それぞれの通水性の光感受性を測定し、試料葉の維管束鞘延長部の発達度合いとの関連を調べた。

葉の通水コンダクタンスは陽葉の方が陰葉よりも高かった。葉脈密度は、主脈系、細脈系ともに陽葉の方が高かった。葉面積当たりの道管数は陽葉のほうが陰葉よりも高かったが、道管内腔直径は陽葉と陰葉で有意差は認められなかった。道管内腔直径と道管数から計算した葉身基部における主脈の通水コンダクタンスの理論値は、陽葉と陰葉で有意差は認められなかった。維管束鞘延長部は陽葉のほうが陰葉よりも発達しており、強光を照射したときの葉の通水コンダクタンスの増加量は陽葉の方が陰葉よりも1.5倍ほど高かった。発表では、これらの結果に木部外経路長のデータを加え、葉の通水性と様々な葉構造の変化との関係性について考察したい。

## P1-111

## 樹幹形アロメトリーの長期変化、個体間変異とその要因

\*隅田明洋(北大・低温研), 宮浦富保(龍谷大・理工)

樹形のパイプモデルを仮定すると、個体の生枝下高 $H_B$ における幹直径の二乗 $D_B^2$ は個体葉量 $F$ に比例するため、既知の $D_B^2 \sim F$ 関係のアロメトリーがあれば $D_B^2$ の実測値から $F$ を非破壊的に推定できる。さらに、 $D_B^2 = DBH^2 \times [H - H_B] / [H - 1.3]$ ( $DBH$ 、胸高直径;  $H$ 、樹高)が近似的に成立することがダケカンバ個体群で報告された。この式の一般性が確かめられれば、地上からの毎木調査測定値を既知のパイプモデルアロメトリーに適用して個体葉量を推定できる。上述の関係式は、幹先端からの幹長と幹直径の二乗 $D^2$ とが $H_B$ 以下の部分で比例関係にあることを示唆する。そこで、ヒノキ個体群に対する21年生から39年生までの19年間にわたる毎木調査データ(全個体の各年の $H$ 、 $H_B$ 、 $D_B$ および高さ1mおきの幹直径 $D$ の実測値)を用いた樹幹形アロメトリーの解析を行った。 $D_B^2$ とその推定値 $D_{B, Est}^2 (= DBH^2 \times [H - H_B] / [H - 1.3])$ との個体間関係においては、枯死前の被圧個体で $D_{B, Est}^2$ が過大評価になる傾向を除けばどの林齢においても両者はほぼ1:1の関係にあり、 $D_{B, Est}^2$ が $D_B^2$ の推定値として有効性であることを確認できた。この個体間関係が群落の発達過程で成立し続けるためには、幹の伸長(樹高成長)と生枝下以下の部分の肥大とが一定の関係を満たすように個体が成長していると考えられる。そこで樹齢 $t$ 、個体 $i$ の生枝下高以下の部分について個体内の樹幹形アロメトリーを $L_{i,t} = cD_{i,t}^K$ ( $L_{i,t}$ 、幹先端からの幹長;  $D_{i,t}$ 、その位置の幹直径)で定義し、切片 $c$ や傾き $K$ が個体サイズや樹齢に応じてどのような値を取るのかについて調べた。最初の数年以降はサイズの小さい個体ほど $K$ が小さく $c$ が大きい傾向があった。 $K$ の個体群平均値は林齢とともに増加し、林齢36年以降は2との有意差はなくなった。

## P1-110

## 異なる土壤塩分条件がタマリスク苗木の成長に及ぼす影響

\*今田省吾(鳥取大・乾燥地研), 政二大志(三重大・生物資源), 岩永史子, 村田直樹(鳥取大・乾燥地研), 松尾奈緒子(三重大・生物資源), 山中典和(鳥取大・乾燥地研)

タマリスクはアジア、ヨーロッパ及びアフリカの乾燥地域に自生する低木あるいは高木種である。また、葉に持つ塩腺から塩を排出するタイプの塩生植物である。アメリカには1800年代に導入され、現在特に南西部の河畔流域に大規模な林分を形成して、この地域の水消費および野生生物の生育に悪影響を及ぼしている。本研究では、タマリスクが生態系へ与える影響評価の基礎情報を得るために、土壤塩分がタマリスク苗木の成長量に及ぼす影響を調査した。

実験は鳥取大学乾燥地研究センターのビニールハウスで行った。2009年3月にアメリカ・ネバダ州で採種したタマリスクの挿し木苗を60Lのポット(砂丘砂、深さ45cm)に植栽し、異なる塩水灌漑下(0(コントロール)、50、100、200、400及び600mM NaCl)で生育させた。塩水灌漑は2009年7月から開始した。塩水はポットの下部から供給し、水位を深さ40cmに固定した。ECH<sub>2</sub>Oセンサーを表層から深さ20cmの位置に設置し、土壤水分、EC及び地温を時系列的に測定した。また、1ヶ月ごとに苗木の樹幹長および地際直径を測定した。

土壤水分およびECは、共に7月から8月にかけて上昇し、その後はほぼ一定となる傾向を示した。また、灌漑塩水濃度の増加に伴って土壤水分およびECの値は上昇した。土壤ECが増加した8月に、特に比較的高濃度の塩水灌漑下で伸長成長の低下とシュートの枯死が発生し、処理区間で樹幹長に大きな差が認められた。地際直径はコントロールよりも50及び100mM塩水灌漑下で大きく、これらの処理区では土壤塩分によって地上部の成長量が低下しないようであった。

## P1-112

## カンボジアの在来・外来樹種のガス交換特性の比較研究

\*宮沢良行, 立石麻紀子, 熊谷朝臣, 大槻恭一(九大演習林), 溝上展也(九大・農), Ma Vuthy, Sokh Heng (Forestry Administration of Cambodia)

インドシナ半島の南部のカンボジアには、社会林業地(コミュニティフォレスト)が広く分布する。社会林業地は住民により管理される森林で、カンボジアの在来種に加え、住民が植栽した早生外来樹種も多い。社会林業地の機能である蒸散や光合成生産に、外来種がおよぼす影響を予測することは、住民の外来種植栽の活動を材生産以外の視点から評価する上でも重要である。そこで本研究では、個葉の生理特性とその環境応答の計測を行うとともに、生理-気象混合モデルを用いて、外来種と在来種の光合成および蒸散速度の比較をおこなった。

対象樹種には、外来種のユーカリとアカシア、在来種のフタバガキとサラノキを用いた。モデルでは、光合成諸特性を生理入力情報として、日射、大気飽差、気温などを環境入力情報として、10分間隔で光合成、気孔コンダクタンスと蒸散速度の計算を行った。光合成諸特性は2ヶ月間隔で、雨季と乾季をまたいで計測した。

日当たりの光合成・蒸散量は、外来種のユーカリで高い一方で、他の三種間には有意差が見られなかった。その背景には、光合成の諸特性が、三種間で類似したことがある。季節感で比較すると、どの種でも雨季と乾季で日蒸散量には差が見られなかった。乾季には、蒸散圧が高いものの、葉が気孔を閉じるために蒸散が抑制されていたことが原因だった。一方、日光合成生産は、高温と高い蒸散圧にさらされた乾季よりも雨季に高かった。本研究により、外来早生種の植栽は、必ずしも森林の水利用や二酸化炭素吸収に影響を及ぼすことがないこと、またカンボジアの森林では、乾季には水利用が増えることはないものの、CO<sub>2</sub>吸収は強く抑制される実態が示唆された。

## P1-113

## ミヤコグサ実生の成長に対する根粒菌接種の効果は光強度と窒素濃度により異なる

\* 中田望 (首都大院・理工), 大曾根陽子 (大妻女大・社), 可知直毅 (首都大院・理工)

窒素固定植物は、硝酸吸収と共に根粒菌との共生による窒素固定が可能である。窒素固定機能は、貧栄養土壌環境下でのこれらの植物の成長にメリットとなることが示されている。植物が生育する野外環境は多様だが、窒素固定植物は日当たりのよい貧栄養な環境に生育するものが多い。根粒菌を伴うことは、植物にとって炭素消費のコストになることが示唆されており、このことが窒素固定植物の生育条件を制限している可能性がある。本研究では、根粒菌を伴う窒素固定植物の成長に対する、光環境および土壌窒素濃度の影響を栽培実験により調べた。

4 光強度 ( $27 \sim 680 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )  $\times$  3 土壌硝酸濃度 (0.01  $\sim$  1mM  $\text{KNO}_3$ ) 計 12 条件のもとで根粒菌接種および非接種処理のミヤコグサ実験系統 (MG20) を栽培し、展葉から 33 日目の個体のバイオマスおよび成長解析関連形質が根粒菌接種・非接種処理間でどのように異なるのか比較した。

根粒菌接種処理個体のバイオマスは土壌窒素濃度よりも光強度により強く影響され、光強度が低い条件で大きく低下した。一方、根粒菌非接種個体のバイオマスは土壌硝酸濃度および光強度の影響をともに強く受け、特に強光条件において、土壌硝酸濃度の増加に伴うバイオマス増大の傾向が著しかった。

当初は、強光時の根粒菌接種個体のバイオマス生産は根粒菌非接種個体のものを上回ると予想していたが、根粒菌接種個体が非接種個体を上回ったのは土壌窒素濃度が低い条件下のみであった。これらの結果から、窒素固定植物が根粒菌を伴うことがバイオマス生産の上でメリットになるのは、貧栄養でかつ強光条件の時のみであることが示唆された。今回の発表では、バイオマスおよび窒素利用の面から根粒菌を伴うことのコストについて検討したい。

## P1-115

## エネルギー収支から見る稼ぐ葉のサイズと気温との関係

\* 岡島有規, 種子田春彦, 寺島一郎 (東大・院・理)

葉と周囲の大気との間における物質・熱の交換は、葉表面の境界層によって妨げられる。そのため、照射下では、葉表面の  $\text{CO}_2$  濃度は大気中に比べて低くなり、葉温も気温よりも高くなることが多い。葉が大きいほど境界層が厚くなるため、この傾向が顕著になる。Parkhurst & Loucks(1972) は、このような空気力学的性質に注目して個葉のエネルギー収支を解き、種々の環境条件において、大きな葉と小さな葉のどちらが適しているかを、水利用率 (光合成速度 / 蒸散速度) を評価関数として解析した。その結果、光合成速度が低下する以上に蒸散速度が低下する高温弱光環境を除き、大きな葉は不利になると結論づけた。しかし、彼らの解いたモデルは、光合成の光や温度への依存性が考慮されていないなど不十分な点が多い。そこで光合成の光・温度依存性を表す Farquhar の光合成モデル (1980) や Leuning の気孔モデル (1995) を用いて、光合成速度を評価関数として定量的に解析した。

高温環境では葉表面  $\text{CO}_2$  濃度の低下、葉温上昇ともに光合成速度に対してデメリットとしてしか働かないため、葉は小さい方が圧倒的に有利であった。しかし低温環境における葉温上昇は、光合成最適温度に近づくというメリットを持つため、葉表面  $\text{CO}_2$  濃度低下の影響が補償され、葉の大きさに起因する光合成速度の差が無くなる場合があった。この傾向は、生育温度への光合成の温度馴化による光合成最適温度のシフトで僅かに弱まるものの、キャンセルされることは無かった。これは、気温が低ければ、葉を小さくしなくても光合成による稼ぎが減らないことを示唆している。同種であるにもかかわらず、低緯度地方よりも高緯度地方でより大きな葉をつける植物があるという現象が、この結果から説明できる可能性がある。

## P1-114

## 直接観察法を用いた樹木葉における気孔開度分布様式の把握

\* 鎌倉真依 (奈良女大・共生センター), 高梨聡 (森林総研), 小杉緑子 (京大・農), 松本一穂 (九大院・農)

マレーシア熱帯雨林のフタバガキ科の樹種では、光合成の日中低下と同時に不均一な気孔の開鎖が生じることが明らかにされており、また、不均一な気孔開鎖が個葉のガス交換に与える影響の大きさは、気孔開度の分布様式に依存していることが示唆されている。さらに、群落全体の光合成の日中低下量は、不均一な気孔の開閉を考慮したモデルによって説明することができる。従って、森林全体のガス交換量を把握する上でも、実際のフィールドにおいて不均一な気孔の開閉が起こるメカニズムを明らかにする必要性が高まっている。

本研究では、日本およびマレーシアの森林に優先的に生育する樹木を対象として、個葉の気孔開度の分布様式を直接観察法を用いて把握することを目的とした。対象樹種の葉の光合成・蒸散速度の日変化を Li-cor 社製の LI-6400 を用いて測定し、同時に各時間帯にスンプ液を用いて葉の表皮のレプリカを取り、直後に FAA 液で固定した。Keyence 社製のデジタルマイクロスコープを用いてサンプルの気孔を直接観察し、画像を解析して気孔の開口幅を算出した。個葉における光合成・蒸散速度の変動と気孔開度の直接観察結果を比較することにより、各樹種の気孔開度の分布様式を明らかにした。その結果、熱帯のフタバガキ科や冷温帯落葉樹のミズナラなど光合成の日中低下が生じる樹種では、bimodal な気孔の開閉が起こり、個葉のガス交換に影響を与えている可能性が高いことが示唆された。現在、この仮説を裏付けるため、観察手法の向上を目指すとともに系統的なサンプリングを行っている。

## P1-116

## 乾燥に対する樹木の水分通導性の変化～環孔材は散孔材よりも通水に有利なのか？～

\* 小笠 真由美, 三木 直子, 廣部 宗, 坂本 圭児, 吉川 賢

環孔材と散孔材の乾燥ストレス下での通水特性を明らかにするため、環孔材のケヤキ、センダン、コナラ、散孔材のイヌシデ、ヤマザクラ、シラカンバの苗木を対象に、灌水を停止することで各樹木に乾燥ストレスを与え、乾燥の進行 (木部の水ポテンシャル  $\Psi_{\text{xylem}}$  の低下) に伴う幹の水分通導性 ( $K_s$ ) の低下の程度を求めた。また、乾燥ストレスを与える前 ( $\Psi_{\text{xylem}} > -1.0\text{MPa}$ ) と後 ( $\Psi_{\text{xylem}} < -3.0\text{MPa}$ ) において、機能している道管が水分通導性にどの程度貢献しているのかを評価するため、その道管の直径に加え、直径の 4 乗値も求めた。

乾燥ストレスを与える前、樹種によらず  $K_s$  は散孔材樹種よりも環孔材樹種で 2～5 倍高い値を示した。 $\Psi_{\text{xylem}}$  の低下により全ての樹種で  $K_s$  は低下したが、一貫して環孔材樹種の方が高い値を示した。通水機能を維持していた道管の本数密度は、乾燥ストレスを受ける前と同様に散孔材樹種の方が大きかった。しかし、機能している道管の最大直径は環孔材樹種の方が大きく、直径の 4 乗値の合計も著しく大きかった。散孔材のシラカンバは、乾燥により比較的大径の道管で閉塞する傾向を示したが、それ以外の全樹種では乾燥による道管の閉塞の程度と直径の間に明確な関係は見られなかった。以上より、乾燥ストレス下では、散孔材樹種は、乾燥ストレスを受けた後も機能する道管を多数有することで  $K_s$  を安定的に維持し、環孔材樹種は、一部の径道管が閉塞せず通水できることで木部の  $K_s$  を高く維持することから、樹幹部分では環孔材樹種が通水に有利であると考えられた。では、樹幹の通水効率が高いと個体レベルでの水輸送にも有利なのか？本発表では、木部構造由来の樹幹の通水特性の評価に加え、気孔応答の違いや乾燥状態の解除後の水分通導性の回復能力も視野に入れ、材の管孔性を反映した個体レベルの水輸送特性について考察する。

## P1-117

## モハベ砂漠に生育する植物のベタイン類生合成における種間差

\*岩永史子, Ailijan Maimaiti, 今田省吾(鳥大・乾燥地研), Kumd Acharya (DRRI), 森 信寛, 山本福壽(鳥大・農), 山中典和(鳥大・乾燥地研)

植物の多くは、生育環境に起因するさまざまなストレスに晒された際、ベタイン類、糖、およびアミノ酸などを含む代謝産物を蓄積することが知られている。これらの物質は適合物質と呼ばれ、比較的高濃度でも毒性を呈さないとされる。乾燥条件および高塩濃度条件下での適合物質蓄積は細胞の膨圧維持に重要な浸透圧低下に寄与するが、特にベタイン類の生理的機能については酵素活性の維持や膜構造の安定性上昇が指摘されている。一方で、これら適合物質の蓄積パターンは種によって様々であり、分類学的に離れた種で特定のベタイン類蓄積が確認されると同時に、蓄積の確認されない種があることも報告されている。本研究ではアメリカ西南部・モハベ砂漠およびコロラド川流域に生育する植物を対象として、適合物質のうち特にベタイン類の蓄積の有無を調査した。

実験試料はアメリカ合衆国南西部モハベ砂漠およびコロラド川流域に生育する植物種31種を対象とし、ネバダ・カリフォルニア・アリゾナ州で2009年8月17日～8月27日に採取した。各植物の葉を80℃・48時間乾燥させた後、粉碎、定法に従ってベタイン類の抽出を行った(東条, 2009)。得られた抽出サンプルはキャピラリー電気泳動装置(CAPI-3300 大塚電子株式会社)にて分析を行った。分析はグリシンベタイン、アラニンベタイン、 $\gamma$ -ブチロベタインの3種を対象とした。分析したサンプルのうち、ベタイン類の蓄積が認められなかったのは31種中1種のみで、その他の種ではいずれかのベタイン蓄積が認められた。

## P1-119

## 光合成窒素利用率の種間差におけるルビスコと細胞壁の役割

\*彦坂幸毅, 重野亜紀(東北大・院・生命科学)

葉の光合成能力は種間で大きく異なることが知られている。その生理学的原因と生態学的意義は植物生理生態学において最も基本的な疑問の一つである。我々は、光合成の鍵酵素であるルビスコと細胞壁の量を、光合成能力が大きく異なる26種の葉について測定した。我々は光合成窒素利用率(PNUE; 窒素あたりの光合成能力)に着目し、これをルビスコ利用率(ルビスコあたりの光合成能力)とルビスコへの窒素投資率の積として解析した。ルビスコ利用率のばらつきはPNUEのばらつきの70%を説明した。ルビスコ利用率のばらつきの一部は気孔コンダクタンスによって説明され、他に葉肉コンダクタンスやルビスコの酵素的性質が関連していると考えられた。ルビスコへの窒素投資率はPNUEと有意な相関があったが、やや弱かった。細胞壁への窒素投資率は葉重/葉面積比が増加するとともに増加したが、ルビスコへの窒素投資率との相関はなかった。この結果は細胞壁への窒素投資率はPNUEのばらつきを説明しないということを示唆する。PNUEの種間差は、単一の要因では説明できず、いくつかの要因の小さな違いの積み重ねによって大きなばらつきが生じることが明らかとなった。

## P1-118

## 木本植物三種の展葉期における葉の窒素獲得

小山里奈(京大・院・情報)

一般に、植物の葉の窒素濃度は、展葉開始時には高く、その後展葉に伴って低下することが知られている。この現象は、展葉開始時に葉に含まれていた窒素が展葉に伴って希釈されることにより生じるとされる。一方で、展葉が起こる春季には温度の上昇に伴って土壌中の窒素の可給性が上昇することが知られており、この時期の葉の窒素獲得は植物にとって重要であると考えられる。展葉期の植物の窒素獲得について明らかにするためには、窒素の濃度の変化だけでなく、個葉ひいては個体が保持する窒素含有量の変化を把握する必要がある。本研究では、既に展葉期の窒素濃度等の変化が調査されている木本植物三種(イロハモミジ・ケヤキ・アラカシ)を対象として、展葉期の葉面積の変化と葉重の変化との関係を調査し、先行研究との比較によって個葉あたりの窒素含有量の変化を推定した。三種ともに葉重は葉面積よりも遅れて変化し、その遅れ方は、落葉樹であるイロハモミジ・ケヤキと、常緑樹であるアラカシで大きく異なった。葉面積が最大となった時の葉重はイロハモミジとケヤキでは最大値の80%を超えていたのに対し、アラカシでは60%程度で、葉面積が最大になった後も葉重は増加した。

先行研究により、葉の窒素濃度は三種全てで葉面積の拡大に伴って低下し、葉面積が最大となった時点でほぼ定常となることが示されている。この展葉に伴う窒素濃度の変化を本研究で得た葉重の変化と比較し、個葉あたりの窒素含有量の変化を推定した。その結果、落葉樹二種では個葉あたりの窒素含有量はほぼ葉面積の変化に伴って示した変化を示した。それに対して、常緑樹のアラカシでは個葉あたりの窒素含有量は、窒素濃度の低下の影響を受けながらも増加していく段階と、窒素濃度が定常に達した後に葉重の上昇に伴って単調に増加する段階を経た後、定常に達することが示された。

## P1-120

## 冬緑性草本ヒガンバナの光合成特性

\*西谷里美(日本医大・生物), 中村敏枝(首都大・生命科学), 可知直毅(首都大・生命科学)

ヒガンバナは冬緑性の多年生草本で、関東地方における葉の生育期間は10月から翌年5月までの約8ヶ月である。成長と呼吸を合わせた総生産の速度(単位葉面積あたり)が、比較的温暖な秋よりも冬から早春に高いことを、第55回大会で報告した。今回は、物質生産の基盤である光合成の季節変化について報告する。

首都大学(八王子市)の圃場でポット栽培した材料を用いて、2006年11月下旬から翌年の5月上旬まで、およそ1ヶ月間隔で、(1)最大光合成速度(22C, 飽和光, 370ppmCO<sub>2</sub>で測定)、(2)光化学系IIの最大量子収率F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>(夜明け前に測定)(3)単位葉面積あたりの窒素、クロロフィルおよびカロテノイド色素量を測定した。ヒガンバナの葉は、10-11月に急速に伸長するが、今回の測定では、10月に伸長した部位のみを用いた。

最大光合成速度は、1月上旬まで20  $\mu$  molCO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>・s以上の高い値を示した。その後も4月上旬までは15  $\mu$  molCO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>・s程度で推移したが、5月上旬には約5  $\mu$  molCO<sub>2</sub>/cm<sup>2</sup>・sに低下した。F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>は、11月下旬には0.8程度、その後2月にかけて一旦低下したものの4月まで0.7以上の値を維持した。葉の窒素濃度およびクロロフィル濃度は、最大光合成速度と類似の傾向をたどり、11月下旬を最大として季節の進行とともに低下した。一方、過剰な光の熱放散に寄与するキサントフィルサイクルの色素(V, A, Z)は、クロロフィルあたりでは11月下旬に最も低く、2月にかけて増加した後、4月下旬まで維持された。また日中の脱エポキシ化の割合(A + Z/V + A + Z)も同様の傾向であった。

## P1-121

## 茎への重量負荷は茎の成長に影響するか？

\*長嶋寿江, 彦坂幸毅 (東北大学・院・生命科学)

植物の茎には、葉を空間的に配置し受光を助ける役割がある。その役割を果たすためには茎は力学的に安全に葉を支える必要がある。もし茎が細すぎたり長すぎたりすれば、葉の重量を支えられず変形してしまい、効率的な受光が行えない。草本植物では、隣接個体による被陰に反応して茎の伸長速度が変わることが知られているが、葉重に反応して植物の成長は変わるのだろうか。さらに、隣接個体が存在するとその反応は異なるのだろうか。

孤立条件 (4 個体  $m^2$ ) と群落条件 (100 個体  $m^2$ ) にてオオオナミミを生育させ、各葉の葉柄に 10g (個葉生重の約 5 倍) の重りを付け、3 週間後に刈り取り調査を行った。また引き続き重りを追加し繁殖量も調べた。

重り負荷によって、茎の肥大成長はどちらの個体密度条件でもわずかに増大し、茎の伸長成長は孤立条件では変わらなかったが群落条件では低下した。このように、力学的安定性を増すように茎の成長は変化した。このように、重り重量も考慮して算出した座屈安全率 (= 座屈が生じる限界の高さ / 実際の高さ) は、重り負荷によって孤立条件では 5.7 から 4.1 へ、群落条件では 1.8 から 1.5 へと低下した。つまり、重り負荷による茎の成長の変化は、重り重量による力学的安定性の低下の補償には不十分だった。根・茎・葉へのバイオマス分配は、どちらの個体密度条件でも重り負荷にほとんど影響されなかった。繁殖量は、孤立個体では重り負荷の影響は見られず、重り負荷への反応にはほとんど繁殖量のコストがかからないことが明らかになった。群落個体では重り負荷によって繁殖量が低下したが、群落個体では繁殖直前に重りによって茎が曲がったため、それによる受光量低下のために繁殖量が低下したと考えられた。隣接個体への反応が生じることで重り負荷への反応が抑制されることはなく、むしろ伸長量ではより強い反応が見られた。

## P1-123

## 突発的な降雨に対する小笠原移入樹種の水利用特性

\*矢崎 健一, 石田 厚

【目的】アカギ (*Bischofia javanica*) は、固有の島嶼生態系をもつ小笠原父島への移入樹種であり、その拡大阻止のための対策が重要な課題となっている。小笠原は比較的乾燥性の気候であり、またしばしば大きな台風が襲来することから、変動する水環境に対してどのように水を利用できるかが種の生育に重要な要因であると考えられる。本研究では、アカギなどの移入種と小笠原の在来樹種がどのように変動する水環境に対して反応しているかを評価する事で移入プロセスを明らかにすることを目的とした。

【方法】森林総研小笠原試験地内に生育し、林冠に到達しているアカギとヒメツバキ (*Schima mertensiana*) をそれぞれ 2 個体、計 4 個体を供試木とした。樹高はアカギで 7.5m と 12m、ヒメツバキで 7.9m と 9.5m であった。樹幹流の測定にはグラニエセンサーを用い、樹幹上下方向での水の移動を評価するため、各個体の胸高部位 (樹幹下部) および頂端より 2m 程度の部位 (樹幹上部) にそれぞれセンサーを取り付けた。測定は 2007 年 9 月より 2008 年 8 月まで行った。

【結果と考察】樹幹下部では、測定期間中の平均樹幹流量および樹幹流速はアカギよりもヒメツバキの方が大きい傾向にあった。このことから、同様の水環境下でヒメツバキはより多くの水を利用しているといえる。また、二種とも樹幹上部の方が下部よりも樹幹流速が小さい傾向にあったが、種間の明確な傾向はみられなかった。しかしながら、樹幹上部と樹幹下部の樹幹流速および流量の差はヒメツバキでより大きかった。したがってヒメツバキはアカギにくらべてより多くの水を樹幹の通導組織内に貯留している可能性がある。降雨前後における樹幹流速の変化に明確な種間差は認められなかったことから、アカギの侵入するような比較的土壌の厚い立地においては、突発的な降雨の利用特性の種間差は小さいと考えられる。

## P1-122

## 葉に対する茎の支持効率を高めるための協同パイプモデル

顧令爽, \* 紺野康夫 帯畜大畜産生命

【研究背景と目的】篠崎ら (1964) は、単位量の葉とこれに対応する断面をもった茎からなる単位パイプを考え、植物体はこの単位パイプの集合体であるというパイプモデル仮説を提案した (単純パイプモデル)。篠崎ら (1964) は樹木の幹の成り立ちを説明する際に、この単純パイプモデルを拡張して樹形のパイプモデルを提唱した。ここではユニットパイプが集合することによって、より支持効率の良い茎を作る協同パイプモデルを提唱する。

【材料】パイケイソウは冷温帯に生育する多年生草本である。パイケイソウはパイプ (葉柄) に分解できるので、単位パイプが個々に葉を支える場合と、単位パイプが集合して葉を支える場合の支持効率を比較することが可能である。

【方法】パイケイソウの外側のパイプ (葉柄) を 1 枚ずつ取り除き、それぞれの段階で倒伏安全係数 (倒伏最大荷重 / 現存葉重) を求めた。

【結果】1: パイケイソウは分解すると、個別パイプが自立できなくて、倒伏した。しかし、その集合体である「茎」は自立できる。2: 倒伏安全係数の測定結果によって、最も安全係数が大きかったのは、パイプを取らないそのままの時であり、2 以上あった。一方、外側のパイプを取ると、安全係数はしだいに小さくなり、4 枚のパイプをとると自立できなくなった (安全係数 < 1)。3: 自立できない時、パイプの長さを短くすると自立するようになる。

【考察】1: 自立できないパイプでも、集合すれば自立できることが分かった。支持能力も高くなった。これに基づき我々は協同パイプモデルを提唱する。2: 外側にあるパイプはより高い支持能力を担うことが明らかになった。3: 内側のパイプの主な機能は通導機能かもしれない。

## P1-124

## マングローブ実生の湛水ストレス耐性と生態的地位との関係

\* 渡辺信 (琉大熱生研西表), 江面浩 (筑波大遺伝子実験センター), 馬場繁幸 (琉大熱生研西表)

マングローブとは、熱帯・亜熱帯の沿岸や河口域の潮間帯に生育する森林を構成する植物の総称である。マングローブは海水が流入する汽水域に分布することから、塩ストレス耐性とそれに伴う浸透ストレス耐性に関する研究が非常に多く行われてきた。しかし、マングローブ樹木の更新の要である実生の湛水ストレス耐性に関しては、その特殊な形状をした根系による形態的な適応として概ね解釈されているせいか、生理学的分子生物学的手法による研究例は少ない。マングローブが生育する土壌は湛水ストレスによる還元状態にあり、土壌から根系への酸素供給が困難な環境、すなわち根系のエネルギー獲得が困難な環境である。実生段階のマングローブ樹木は、形態的な適応が不十分のため、生理的な適応範囲を超える過度の湛水ストレス環境下では枯死に至ると考えられる。換言すると、実生段階での湛水ストレス耐性の差は、個々の実生の定着可能な環境を限定する要因であるだけでなく、種毎の生態的地位を決定づける重要な要因と考えられる。本研究では湛水ストレスに対するマングローブの形態的適応の特徴である気根形成以前の实生段階において、樹種ごとにどのような生理的適応機構で湛水ストレスに耐えているのかを明らかにすると同時に、その生理的適応能力の差とマングローブ生態系内での生態的地位決定との関係を明らかにすることを目的とする。具体的には沖縄県西表島のマングローブ林内において、インターバル定点撮影を行い、実生が潮汐により湛水する状況を画像データとして取得し、定量解析により水環境の変化と樹種毎の湛水ストレスの度合いを明らかにした。また、アルコール発酵、乳酸発酵、エチレン合成に関係する遺伝子群をクローニングし、異なる水環境条件における発現の違いを調べた。

## P1-125

## 葉特性からみた湿原群集構造

\* 神山千穂, 片瀨正紀, 佐々木雄大, 嶋崎仁哉, 中静透, 彦坂幸毅 (東北大学・院・生命科学)

種の分布および共存メカニズムの解明は、生態学の大きなテーマの一つである。ある植物群集をみたとき、共存する各植物種の形態的、生理的特性は種間で異なる。一方で、様々な群集をみたときには、環境要因と種特性間に強い関連性があることが知られており、環境傾度に沿って、ある特性における群集構成種の平均的な値が変化すること(例えば、土壌含水量の多い環境に成立する群集ほど、構成種の平均的な葉の厚さが薄くなること)が示されている。この群集を代表する平均値(群集平均値)の環境傾度に伴う変化には、群集間における特性の種内変異と、種組成そのものの入れ替わりによる特性の変化が寄与していると考えられている。本研究は、環境傾度として標高に着目し、異なる標高に成立する湿原群集間の比較を行い、標高と種特性および種組成の関係を明らかにすることを目的とした。調査は、青森県八甲田山系において、標高574mから1285mに成立する27湿原を対象とし、2009年夏に行った。各湿原において、構成種の被度、LMA(葉面積あたりの葉重)、最大葉高、個葉サイズの測定を行った。群集平均値の計算では、各種の被度による重み付けを行った。出現種数は、最も少ない湿原で13種、最も多い湿原で43種であった。高標高に成立する湿原ほど、最大葉高と個葉サイズの群集平均値が低下し、また、LMAの群集平均値は標高によって変化しなかった。最大葉高と個葉サイズの群集平均値にみられた標高間の傾向には、種組成の変化よりもむしろ、標高間での種内変異が寄与していた。このことは、異なる標高に広く分布する被度の高い優占種の種内変異が、群集構造に影響していることを示している。

## P1-127

## 帯状伐採地に植栽された落葉広葉樹とヒノキの成長

田中 格 (山梨県森林総研・富士吉田)

上木が疎開された林床における苗木の植栽可能性について検討することを目的として研究を行った。帯状伐採地に植栽され約10年を経過した苗木について、以下2項目の調査を実施した。供試樹種は、ヒノキとブナ科の落葉広葉樹であるコナラ、クリの3種である。1) 林齢40年生時に樹高幅で帯状伐採した林床に植栽して約10年を経過したヒノキおよびコナラ、クリの胸高直径および樹高の毎木調査を行った。その結果、ヒノキとクリは、胸高直径、樹高のいずれにおいても皆伐地に植栽された苗木の成長と遜色ない成長を示していた。コナラについては、皆伐地に植栽された有用落葉広葉樹の成長には及ばないものの、生育そのものは可能であることが示唆された。以上のことから、帯状伐採により、落葉広葉樹のような光要求度の高い樹種の林床への植栽が可能になると推定された。2) 帯状伐採地への植栽における最適な植栽範囲を検討することを目的とし、1)の調査を実施した試験地において、帯中央からの相対距離と胸高直径および樹高の関係を明らかにした。その結果、ヒノキにおいては、相対距離で約30%付近までは帯中央での成長が維持されるが、それより遠くなると低下する傾向を示した。コナラ、クリにおいては、相対距離と胸高直径および樹高の間には、いずれも負の直線相関が認められ、植栽位置が遠くなるほど成長が低下する傾向を示した。以上のことから、上木を帯状に伐採した林床への最適植栽範囲は、ヒノキで帯中央から帯幅の長さの約30%の範囲であるが、落葉広葉樹では最適な植栽範囲は認められず、帯の中心から近い場所に植栽するほど良いことが示唆された。

## P1-126

高CO<sub>2</sub>下で生育させた落葉広葉樹の成熟葉は土壤乾燥ストレスを受けやすくなるか? — Imaging-PAMによる評価 —

\* 飛田博順, 北岡哲, 上村章, 丸山温, 宇都木玄 (森林総研・北海道)

高CO<sub>2</sub>環境下で生育した樹木の気孔コンダクタンスは、通常のCO<sub>2</sub>下に比べて低下し、光合成の水利用効率が上昇する。一方、高CO<sub>2</sub>下で生育した葉の水分特性は、通常のCO<sub>2</sub>下に比べて飽水時の浸透ポテンシャルが高く、より湿潤な条件に対応した性質を示す場合がある。これは高CO<sub>2</sub>下で発達した葉の乾燥耐性が通常のCO<sub>2</sub>下で発達した葉より低いことを意味する。この高CO<sub>2</sub>下での乾燥耐性の低下により、樹木の成熟葉が受ける土壤乾燥ストレスが高CO<sub>2</sub>下で増加する可能性が考えられる。この予想を検証するために2段階のCO<sub>2</sub>濃度(370 ppmと720 ppm)下で落葉広葉樹のポット苗を生育させ、葉の成熟後に土壤乾燥処理を施し、光合成活性の変化を追跡測定した。光合成活性の評価にImaging-PAM-MINI-versionを用い、光合成反応の面的評価を試みた。本報告では面的評価の前段階としてImaging-PAMの測定値の妥当性を検討した。F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>-factor(1.361)による補正を行ったImaging-PAMのF<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>値は、PAM-2000の測定値と比べて妥当な値であることが確認された。今回の乾燥処理では、シラカンバ成熟葉のF<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>は、CO<sub>2</sub>処理に関わらず顕著な低下を示さなかった。エゾノキヤナギ成熟葉の土壤乾燥に伴うF<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>の変化もCO<sub>2</sub>処理間で顕著な違いを示さなかったが、シラカンバと異なりエゾノキヤナギはCO<sub>2</sub>処理に関わらず多数の葉を脱落させた。今回の実験では、「高CO<sub>2</sub>環境下の湿潤条件下で成熟した葉は乾燥ストレスを受けやすい」という予想は支持されなかった。

## P1-128

## 湿原性スゲ属植物の窒素同化酵素活性と窒素利用様式

\* 中村隆俊, 小泉優人, 斎藤卓 (東京農大・生物産業), 中村元香 (千葉大・理)

湿原をはじめとする泥炭地に生育する植物にとって、窒素は最も不足しがちな物質のひとつであり、乏しい窒素資源に対する植物の様々な適応戦略の違いは、湿原生態系における植生分布メカニズムの要と考えられる。湿原の主な植生景観は、大型のスゲが優占するフェンと、ミズゴケが地表面を覆い矮小なスゲ等が優占するボグに大別され、これまでに主要種の窒素利用戦略がフェンとボグで全く異なることが明らかにされている。しかし、窒素肥沃度の総合的指標である土壌水の溶存態全窒素濃度については、フェンとボグで大きな違いが認められないことが多く、窒素利用戦略の違いに関する因果的な解釈はなされていない。

一方、近年、有機物の分解が遅い北方系の森林やツンドラに生育する植物種群において、無機態窒素(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)以外に有機態窒素(アミノ酸)の直接吸収が示唆されている。そのため、有機物分解が停滞しやすい北方湿原生態系においても、有機態窒素は植物にとって重要な窒素源となっている可能性が考えられる。従って、北方湿原生態系の植生分布メカニズムや植物の窒素利用戦略には、窒素の存在形態(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, アミノ酸)の違いや、各窒素形態に対する吸収・同化能力の種間差等が深く関わっている可能性がある。

本研究では、フェンとボグの植生景観をそれぞれ特徴付ける2種のスゲ(ヤラメスゲ、ホロムイスゲ)の実生を別寒辺牛湿原のフェンとボグに相互移植し、土壌水中の窒素形態、両種の成長解析、窒素利用様式および硝酸態窒素同化活性(NRA)・アンモニア態窒素同化活性(GSA)を測定した。さらに、全窒素吸収速度に対する全無機態窒素同化速度の関係から、有機態窒素への依存度について考察した。

## P1-129

## ブナ高木の樹冠内窒素分配：葉の窒素含量は光環境に合わせて最適分配されているのか？

\*長田典之(京大・フィールド研), 安村有子(シュプリンガー・ジャパン), 彦坂幸毅(東北大・生命), 石田厚(森林総研)

植物にとって窒素は光合成タンパク質の材料として重要であり、葉の窒素含量は光合成能力と高い相関がある。このため、光環境の良い葉ほど窒素含量が多くなるのが生産性を高めるうえで重要であり、実際に草本群落においてそのように窒素が分配されていることが示されてきた。さらに、高木においても大まかには高い位置の葉(=光条件の良い葉)ほど窒素含量が多いことも報告されている。

樹木は成長とともに分枝を繰り返し、複雑な構造(アーキテクチャ)を作る。このため、同じ高さにある葉でも光環境は不均一である。上記の考えにしたがうと、個体の生産性を高めるうえでは個々の葉の光環境に応じて窒素含量を調節する必要がある。しかし、実際に高木において光環境に合わせて個葉レベルで窒素含量が調節されているのかは不明である。

本研究では、福島県いわき市勿来に建てられた林冠観測タワーを用い、ブナ高木3個体を対象として、個葉の光環境と窒素含量の関係を2年間にわたって調べた。この結果、樹冠内の高さに応じて葉の平均的な光環境(L)、葉重/葉面積比(LMA)、面積あたり窒素含量(Narea)は増加し、LとLMAの間およびLとNareaの間には高い相関があった。しかし、同じ枝系内の葉(=同じ高さ)どうしで比較すると、これらの値にはばらつきが大きく、LとLMAの間およびLとNareaの間の相関は弱かった。このことは、対象個体が枝系内において光環境に合わせて個葉レベルで窒素含量を調節しきれていないことを意味する。これらの結果をもとに、樹木個体がどのように樹冠内において個葉の窒素含量を調節しているのかについて考察する。

## P1-131

## 都市生態系における植物の光合成と炭素安定同位体比

\*半場祐子, 籠谷優一, 藤野貢祐, 牛島広貴, 風間貴仁(京都工繊大)

京都議定書や気候変動枠組条約締約国会議では、温室効果ガスの吸収源として都市緑地が位置づけられており、日本では1990年比6%の二酸化炭素削減目標に対して0.33%を都市緑地による二酸化炭素吸収効果に期待している(市村 2006)。既存の緑地の二酸化炭素吸収能力を高めることは、都市緑地による二酸化炭素吸収量の増加を成功させる鍵となると考えられる。都市緑地の中でも「街路樹」は二酸化炭素量が特に多い道路に近接して植栽されていることから、都市域における二酸化炭素の効率の良い吸収源として期待できる。しかし、街路樹は生育空間が制約されており、土壌が悪化しやすいなどの要因により不健全化が起りやすい(小林ら 2006)。加えて、街路樹は自然植生とは異なり、都市特有の「都市気候」の影響下にあり、さらにストレスがかかりやすい。近年の夏期における気温の上昇は、単木である街路樹にとりわけ強い乾燥ストレスを与える要因となっていると予想され、街路樹の二酸化炭素吸収機能を妨げる大きな要因となると考えられる。本発表では、都市環境にある街路樹について2007-2009年度に京都市内および滋賀県大津市内において、市内中心部と郊外とで調査を行い、主に夏期における葉の光合成機能と乾燥ストレスとを比較した結果を報告する。葉の乾燥ストレスの推定は、炭素安定同位体比を測定することにより行ない、サンプリング地点の微環境はデータロガー等で計測を行なった。その結果、市内中心部は郊外と比較すると土壌・大気ともに乾燥しており、市内中心部の街路樹はより強い乾燥ストレスを受けて光合成速度も低くなっていることが分かった。一方、夏期に街路樹に対して適切な灌水を行えば光合成速度が大幅に上昇することが分かり、適切な管理が街路樹の二酸化炭素吸収機能を大きく高める可能性があることが明らかになった。

## P1-130

## 広葉樹のシュート単位からみた光合成速度～シュート形態と生理機能は補完するのか？～

\*吉村謙一(神戸大自然科学)

広葉樹林には様々な樹種が生存するが、光合成生産量が樹木の生存・成長にとって重要な役割をはたすため、共存する樹種間で光合成能力の比較が多くの研究でおこなわれてきた。樹種間の光合成特性は光合成能力、葉面積、シュートあたりの葉枚数などの生理的性質と形態的性質が複合して決定される。葉面積あたり光合成量は光合成能力の比較可能な指標として非常によく用いられるが、あまり形態的性質を考慮に入れられることはない。本研究では高木・低木を含む落葉・常緑広葉樹7種の光合成速度を測定して、形態的性質を組み込んで比較した。

調査は2007年と2008年の9月の晴天日におこなった。林冠部の日中最大光量が約1000  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、地上1mでの日中最大光量が約40  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であったため、光量が1000  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (明条件)と40  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のとき(暗条件)の光合成速度をLI-6400を用いて測定した。

明条件のとき、葉面積あたり光合成速度は落葉樹では低木樹種に比べ高木樹種の方が高かったが、常緑樹では高木・低木に差がみられなかった。葉1枚あたりの光合成速度は常緑・落葉ともに高木樹種の方が高かった。さらにシュート1本あたりの光合成速度ではその傾向はより顕著になった。

一方で暗条件のとき、葉面積あたり光合成速度に樹種差はみられなかったが、葉1枚あたりもしくはシュート1本あたりの光合成速度は明条件と同様の傾向がみられた。シュート重あたりの光合成速度は明条件では高木・低木に違いはみられなかったが、常緑に比べて落葉のほうが高く、暗条件では高木に比べて低木のほうが高かった。

これらの結果から、高木樹種は生理的にも形態的にも光合成量が大きくなる形質をもっており、低木樹種は特に被陰環境下で投資コストあたりの光合成効率が高くなる形質をもつことがわかった。

## P1-132

## 荒川砂州の樹林化原因の解明

\*渡部裕介(埼玉大・理工), 浅枝

## P1-133

## エゾノキヌヤナギのガス交換特性

\*上村章, 宇都木玄, 飛田博順, 北岡哲, 丸山温 (森林総研北支)

木質系バイオマス生産作物候補として、北海道では、ヤナギが着目されている。ヤナギは、挿し木が容易で初期成長が早く、萌芽により再生する能力が優れているという特徴がある。より成長の優れたヤナギ樹種・クローンの選抜、低コストでの栽培技術の開発、環境適応特性の解明が求められている。本研究では、これまでの研究により、北海道に自生し高い成長量が期待されるエゾノキヌヤナギを材料に、そのガス交換特性から環境適応性の評価を試みた。浜畔林樹種であるヤナギのガス交換特性は、特に水利用に関して、北海道に広く分布し同じく遷移初期種であるシラカンバや遷移後期種のミズナラと異なることが予測される。

測定には、エゾノキヌヤナギ 10 クローンが選ばれた。挿し穂は、各クローンの当年枝から約 20cm の長さで採取され、苗畑に植栽された。一部成長優良クローンは、施肥の成長、ガス交換特性への効果を調べるために、緩効性肥料（窒素量で 300kg/ha と 100kg/ha）施肥処理と無施肥で育てられた。また、同所に生育させたシラカンバ、ミズナラ実生稚樹とガス交換特性の比較を行った。

エゾノキヌヤナギ 10 クローンの光飽和の純光合成速度は、低いクローンは高いクローンの 63% とばらつきがあり、低いクローンの値は、ミズナラ、シラカンバと同程度であった。ミズナラ、シラカンバと比べて、エゾノキヌヤナギの光合成能力 ( $V_{max}$ ,  $J_{max}$ ) は、特に大きくなかった。エゾノキヌヤナギは、大きな気孔コンダクタンスを持った。このことは、エゾノキヌヤナギが、光合成への低い気孔リミテーション、高い蒸散速度を持つという結果を導いた。その他得られた水消費型の葉の特性の結果を含め、エゾノキヌヤナギの高い成長量を維持するためには、土壌が極端に乾燥する条件下に植栽しない必要があることが示唆された。

## P1-135

## Growth responses to soil water stress of some Poaceae species grown in desertified grassland in North-East Asia.

\*Ito S. (NIES), Zou C.J. (NIES, ECNU), Sasakawa H. (NIES), Xu Z.Z. (NIES, IBCAS), Chen L.J. (NIES, IAECAS), Zheng Y.R. (NIES, IBCAS), Jamsran U. (MSUA), Tsuji W. (ALRC Tottori-U.), Shimizu H. (NIES)

The most effective way for desertification combating and ecological restoration is the vegetation rehabilitation. However, we have less knowledge on the growth of key plant species such as Poaceae species grown in desertified grassland in North-East Asia. In the present study, we investigated the growth responses to water stress and other environmental factors of 6 species such as *Achnatherum splendens*, *Agropyron cristatum* (ecotypes of China and Mongolia), *Cleistogenes squarrosa*, *Clinelymus dahuricus*, *Leymus chinensis*, *Stipa krylovii*. The growth decreased as water stress increased in all species, while the depression degree differed among species. The RGR of *C. dahuricus* and *S. krylovii* decreased remarkably by water stress, due to a decrease in NAR. The SLA decreased with increasing in water stress, especially in *A. splendens*, which suggested an increase in leaf thickness. Many species except for *A. splendens* and *C. dahuricus* distributed more assimilate to root observed as an increase in root/shoot ratio water deficient condition. These might be adaptive characteristics for plants to survive in arid/semi-arid region where water deficient occurred frequently.

## P1-134

## Development of a functional-structural growth model of the plant grown in desertified regions using L-system

Sasakawa H. (NIES), Yagasaki Y. (NIES, NIAES), Ito S. (NIES), Xu Z.Z. (NIES, IBCAS), Zou C.J. (NIES, ECNU), Chen L.J. (NIES, IAECAS), Zheng Y.R. (NIES, IBCAS), Tsuji W. (ALRC Tottori-U.), Shimizu H. (NIES)

Desertification is one of the most serious ecological/environmental problems in arid/semi-arid region. However, we have less knowledge on the growth of key plant species grown in desertified area. In the present researches, we aim to clarify morphological and eco-physiological characteristics of some key species by environment-controlled growth experiments and to develop an individual-based "functional-structural growth model" of each species which responds to environmental changes using "Lindenmayer system (L-system)". Basic structure units of each plant were analyzed using real plants cultivated under normal environmental condition, collecting above/below-ground plant parameters such as stem length, number of leaves, root length, angle of rooting direction, etc. Then we tested a performance of the model, and confirmed that our model has a potential to simulate 3-D above/below-ground growth of species grown in arid/semi-arid region. We developed models of *Artemisia halodendron*, *Caragana microphylla* and *Cleistogenes squarrosa* not only under normal condition but also under water stressed condition.

## P1-136

## 明所における落葉広葉樹頂部葉の水利用効率の樹高依存性

\*宮田理恵, 久保拓弥, 甲山隆司 (北大・環境科学)

当年枝は葉身と茎・葉柄からなる樹木の基本成長単位であり、樹冠頂部の当年枝の形態や生産性は樹高成長を規定する。幹や枝は樹高成長にともなって肥大成長するため、純生産量の維持が欠かせない。まず発表者らは、落葉広葉樹の頂部当年枝での重量分配パターンや葉・茎の形態が樹高依存的に変化し、高さ成長に寄与することを明らかにした。異なる生理的乾燥下の頂部葉の機能や樹冠での水利用効率を評価するには、光合成速度と炭素安定同位体比を個体サイズに沿って定量化する必要がある。通導距離が長い高木では樹冠への水輸送が困難になるという仮説に基づき、光合成特性の変化が報告されている。しかし、同所性多種を扱った研究は少なく、共通した結果は得られていない。また、葉の形態を考慮した解析例はなく、当年枝での物質分配と生産過程をつなぐパラメータを抽出できていない。

そこで、光制約のない状態での樹冠での水利用効率と個葉の光合成速度の樹高依存性を抽出するために、以下の調査・解析を行った。2008年7～8月に北海道大学苫小牧研究林において、樹冠が被陰されていない明所に生育する落葉広葉樹7種(1～23m)を対象に、頂部葉の炭素安定同位体比、単位葉面積あたりの窒素含量、最大光合成速度および葉重量(LMA)を測定した。水利用効率と光合成速度の樹高依存性の一般性を評価するため、種間共通部分と種差を考慮する階層ベイズモデルを開発した。樹高依存的なLMAの増大は、蒸散量の増大を抑える可塑的応答で、また窒素含量の増大を介して最大光合成速度を高めた。樹高成長にともなって炭素安定同位体比は増大し、樹冠の高い水利用効率下でLMAの大きい葉が形成されることを示唆した。これらの結果は多種で共通しており、成長にともなう葉の形態的可塑性は樹冠の水分環境に適応的な応答であると言える。

## P1-137

## 産地別ススキの土壌の化学的特性に対する生育反応

\* 森田沙綾香, 藤井義晴, 平舘俊太郎 (農環研), 伊藤豊明 (東北大学大学院農学研究科)

植物の遺伝的多様性を維持するには、異なるエコタイプ間で交雑が起こらないよう注意が必要である。現在、緑化工事等の場面において大量の在来植物種子が用いられているが、これらの多くは外国産であったり、あるいは国内産であっても特定の場所から採取されたものであったりするが、これらについてエコタイプが発達しているかは定かでない。本研究では、在来緑化植物としての利用が進んでいるススキについて、産地別に土壌の化学的特性に対する生育反応を調査し、エコタイプの発達について検討した。

中国産、北広島(北海道)産、浜中町(北海道)産のススキ種子を、乾土20gを充填した50mL容ビニールポットに播種し、インキュベータ内にて35日間25℃で生育させた。土壌は、低pHでかつ貧栄養な非アロフェン黒ぼく土(宮城県大崎市)およびこれに石灰(CaCO<sub>3</sub>)、リン(H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)、窒素(KNO<sub>3</sub>)を適宜加えたものを用いた。

3タイプのススキは、いずれも石灰とリンの両方を添加した区で最も高い乾燥重量を示した。その中でも中国産は、最も高い乾燥重量を示し、初期生育速度が最も速いことが明らかとなった。また、中国産はリンが添加してあれば石灰添加による乾燥重量の増加は有意ではなかった(ANOVA, 5%)。北広島産の無処理区は、石灰単独処理およびリン単独処理区との間で有意な差は認められなかったが、石灰とリンの両方を添加すると約3倍の有意に高い乾燥重量を示した。以上の結果から、土壌の化学的特性に対するススキの生育反応は産地別で異なっており、ススキはエコタイプが発達しているものと考えられた。したがって、ススキを人為的に大量移動させると、異なるエコタイプ間同士で交雑が起こり、遺伝的多様性に対して悪影響を与える可能性が示唆された。

## P1-139

## 可視・近赤外魚眼カメラを用いた落葉広葉樹林のフェノロジー観察

\* 中路達郎(北大・北方生物圏FSC), 小熊宏之(国環研), 田柳史織, 日浦 勉(北大・北方生物圏FSC)

森林生態系のフェノロジーを分光情報から検出する方法を確立するための基礎研究として、小型の可視・近赤外カメラによる落葉広葉樹林のモニタリングを行った。

北海道大学苫小牧研究林の落葉広葉樹林(最大樹高約20m)において、地上35m林冠クレーン上部から魚眼レンズ付きの分光カメラを用いて樹冠を毎日撮影し、一方で定期的に6樹種(アサダ、イタヤカエデ、オオバボダイジュ、シウリザクラ、ミズナラ、ヤマモミジ)の樹冠頂上の葉の面積成長と色素濃度の測定を行った。使用した分光カメラは、緑(500~600nm)、赤(600~800nm)、近赤外(700~1000nm)に感度をもつ。本研究では、魚眼レンズの側面にミラーを設置しカメラハウジングの上下両方向に開口部を作成することで、入射光と反射光を画像として同時に記録した。反射/入射の比から樹冠のピクセルごとの分光反射率を計算し、それをもとに樹冠の植生指標(NDVI: Normalized Difference Vegetation Indexなど)画像を作成した。反射率や指標値の時間変動パターンと葉の成長開始時期、紅(黄)葉や落葉時期の対応関係について解析を行ったところ、赤と近赤外の反射率から算出したNDVIは、樹種間の展葉や落葉時期の違いをおおまかに反映していたが、一部の樹種では、落葉の開始時期とNDVIの増減時期に差異も認められた。このような分光反射情報と葉の構造・色素成分との関係を通して、可視・近赤外カメラのメリットやデメリット、落葉広葉樹のフェノロジーモニタリングにおける近接センシングの有効性について検討する。

## P1-138

## Early diagnosis of pine wilt disease with Agricultural Digital Camera

Kim, Y.S. (Sundo soft), Lee, W.K. (Korea Univ.), Jung, S.E. (Sundo soft), \*Kwon, T.H. (Korea Univ.), Kim, J.B. (Korea Forest Research Ins.)

For pine wilt disease, cutting and fumigation treatment is a general process for infected trees. But time for withering to death after symptoms shown is too short to deter. So techniques for detecting the disease before it spread out are needed. This study shows how Normalized Difference Vegetation Index and Detection Index which is percentage of differences compared to former and latter VI values are suitable for early detection of pine wilt disease and possibility of indexing tree's health. In the areas where pine wilt disease are spread out seriously, images were taken with normal digital camera and CMOS sensor mounted Agricultural Digital Camera to sensing NDVI, in 9 regions, 8 times. After calibration of images, target certainly dead trees in November images and tracking target trees by inverse time series. After tracking of target trees in normal image, same trees are found in NIR images and observed change of vitality of trees. After that, calculated the NDVI values of those trees, and then drew DIs. When DI values are big, it means vitality of tree is lower and lower with time. So when trees show beyond of specific DI value, we doubt the trees getting die for some reasons and inspect those trees, and then treat infected trees in an early stage.

## P1-140

## 植物の弱光環境下における最適物質分配 なぜ根の割合を少なくするのか?

\* 杉浦大輔, 館野正樹(東大・院・理・日光植物園)

最適な葉/根比および葉の窒素濃度を予測する物質分配モデルにより、植物は弱光環境下において、成長速度を最大化するために根の割合を少なくすることが示唆された。

植物は置かれた環境に合わせて形質を可塑的に変化させ、適応度を最大化するように成長していると考えられる。特に地上部/地下部比は、光・土壌栄養条件に反応して大きく変化し、植物の成長速度を決定する主要因となる。林床などの弱光環境下において、植物の根の割合が少なくなる現象は、草本から木本植物まで普遍的に観察されているが、これまでの解釈は、『弱光環境下では成長を最も律速する光を受容するために葉の割合を増やして根の割合を減らす』、と述べるにとどまり、理論的な解析は行われていなかった。

そこで、現実の気象条件(光・気温)、葉の光合成特性(窒素-光合成・葉温-呼吸)を組み合わせた純生産量予測モデルを作り、最適物質分配モデルを用いて最適な葉/根比、葉の窒素濃度を予測した。

パイオニア木本実生のヤマグワ、トウカエデを用いたポット実験による検証結果は予測を支持した。これらの結果から、強光環境下と同様に弱光環境下においても、植物の物質分配を左右する要因としての窒素の重要性が示唆された。

## P1-141

## トレハロースの投与が樹木苗木の耐塩性に与える影響

\*村田直樹 1, 岩永史子 2, 田中浄 1, Ailijan Maimaiti 1, 山中央和 2 (1 鳥大院・農, 2 鳥大・乾地研)

乾燥地域では耕地開拓や過放牧などによる植生の破壊が進行しており、土壌の劣化した荒地も拡大している。また土壌の塩類化が深刻な問題となっている地域も拡大しており、緑化活動による生態系の修復が求められている。しかし乾燥地での植栽木の活着率は低く、苗木活着率の向上が大きな課題となっている。そこで本研究では塩ストレス環境下での苗木活着率の向上を目指し、脱水時に細胞膜やタンパク質を保護する機能が知られるトレハロースを処理することによって苗木に耐塩性を付与することが可能か調査を行った。

実験には中国北西部において砂丘固定や塩類化土壌の修復などに用いられるスナナツメ (*Elaeagnus oxycarpa*) を用いた。50% Hoagland 液を用いた水耕栽培によってスナナツメ苗木を育成し、トレハロース溶液 (濃度 0 M, 0.05 M, 0.1 M, 0.2 M, 0.3 M) に2日間根を浸漬してトレハロース処理を行った。その後 NaCl 濃度 0 M, 0.3 M) を加えた 50% Hoagland 液に苗木を移し替え、1週間経過を観察した。NaCl 処理の終了後、苗木を 50% Hoagland 液に再度移し替え成長が再開するかを2週間観察した。実験期間を通して苗木の健全度、葉数、樹高、地際直径、光合成速度を記録し、実験終了時に現存量を測定した。

その結果、塩ストレスを与えずに育成した処理区ではトレハロース処理濃度の増加に伴い成長量や光合成速度が減少していた。しかし塩ストレスを与えた処理区ではトレハロース処理による葉のしおれ・脱落防止効果が観察され、処理濃度によって差は見られたがトレハロース投与による苗木の耐塩性の向上が確認された。

## P1-143

## 林床から樹幹上におけるテイカカズラの葉の形態的变化

\*近藤末紗 (岐阜大院・応用生物), 加藤正吾 (岐阜大・応用生物), 小見山章 (岐阜大・応用生物)

つる植物には異形葉性という現象が観察される場合がある。キツタでは、若いシュートの葉と花芽形成能力を持つ成熟したシュートの葉では明らかに異なる形態が観察される。しかし、テイカカズラでは、林床に位置する葉と高所の葉では明らかな形態差異が見られるものの、キツタのような明瞭な変化は観察されない。本研究では、林床から樹幹上のテイカカズラの葉の形態的・生理的特性を調べ、異形葉性と着葉位置との関係を明らかにすることを目的とした。

調査対象は、岐阜県岐阜市金華山に自生するテイカカズラとした。成長にともなう葉の形態的变化を調べるため、様々な高さ (6cm ~ 1110cm) から葉を採取した。葉の特性を表す形質として、葉面積 (cm<sup>2</sup>)、葉長 (mm)、葉幅 (mm)、クロロフィル a および b 量 ( $\mu\text{gChl}/\text{cm}^2$ )、クロロフィル a/b 比、乾燥重量 (mg)、LMA (mg/cm<sup>2</sup>)、柵状組織の層数、葉の厚さ (mm)、海綿状組織の厚さ (mm)、柵状組織の厚さ (mm)、そして表皮細胞の厚さ (mm) を測定および計算した。葉の採取は、2008年10月から11月、2009年10月に行った。2009年に採取した葉はすべて、花芽形成を行ったシュートから採取した。

ほとんどの葉の特性は、地上からの高さにしたがって連続的に変化した。テイカカズラの葉の異形葉性は、葉の特性を区分する明瞭な境界のある異形葉性ではなく、連続的に変化する現象であった。また、採取高さが高くなるにつれて、陽葉的傾向を示した葉の特性 (葉の厚さ、クロロフィル a/b 比) とそうでない葉の特性 (葉面積、海綿状組織) を同時に示した。これらの結果について、樹冠や樹幹に被陰された環境を登攀するテイカカズラの生活型との関係について考察した。

## P1-142

## いろいろな「耐陰性」

\*宮下彩奈, 舘野正樹 (東大・理)

植物にはそれぞれ強光環境、弱光環境で有利な種がいる。また、種の中でもある程度の可塑性がある。ある光環境において、植物が定着するのに重要な生理的・形態的特性に関しては多くの研究がある。特に暗い環境では、近年、成長よりも防御が重視されるという観測結果が主流である。そこでは、相対成長率 (RGR) には負の効果を与えるが暗い環境では生存に有利さをもたらす特性として、防御や貯蔵に関する特性が注目されている。代表的なものは LMA (葉の面積当たりの重量、SLA の逆数) である。しかし、異なる光環境に適応した種間での RGR や LMA の大小関係は文献によって異なる場合もあり、いまだ「耐陰性」の統一的な理解はなされていない。また、多くの文献では定性的な種間比較がなされるのみであり、各特性が成長や生存に与える効果を定量的に解析した例は極めて少ない。

本研究ではあえて RGR に的をしぼり、生理的・形態的特性が RGR に与える効果を解析した。暗い環境における植物の戦略を理解するには、RGR はあまり良い指標ではないかもしれない。しかし成長と生存のトレードオフだけでは腑に落ちない点も多い。例えば林床では、同程度の LMA でも、陽性の落葉高木は定着できないが、落葉低木にはかなり耐陰性をもつものもある。防御的な投資も含めたうえで、光が制限された中で植物の経済状況をはっきりさせるべきだと考えた。

そこで、RGR に影響を与えうる変数を考え、それらが RGR に与える効果を計算した。光の利用可能性が異なる時、RGR を最大化させる変数セットはどう変化するだろうか。また、ある光環境に適した変数セットが違う光環境におかれた時、RGR はどう変化するだろうか。変数セットを現実の植物の特性と対応させるとどうだろうか。

今回の結果は単純化された仮説にすぎない。しかし、野外の多様な光環境下でみられる植物の成長戦略を理解するヒントになるだろう。

## P1-144

## 葉の構造と蒸散メカニズム 表皮が無くてもしおれない葉

\*澤上航一郎, 舘野正樹 (東大・院・理・日光植物園)

陸上で進化した高等植物は貴重な水分を保持するために表皮をクチクラで覆い、二酸化炭素の吸収は気孔という開閉できる小さな穴に大きく依存している。このため、葉の防水能力は表皮のクチクラ、二酸化炭素獲得能力は気孔のサイズと密度に大きく依存していると思われがちである。

本研究ではツクサ (*Commelina communis*) を使い、表皮を剥離した葉の最大蒸散速度、最大光合成速度を測定し、無傷葉と比較した。微風下 (約 0.03 m/s) では、葉の通水による水分供給が蒸散による消費速度を上回り、表皮を剥離した葉が萎れて枯死することなく光合成を続けた。蒸散速度は表皮を剥離しても殆ど変化せず、気孔が開いた状態の蒸散速度を維持していた。光合成速度も表皮の有無による差は殆ど無く、気孔を介することによる二酸化炭素の律速は小さく、光合成速度は光合成酵素の量などによる光合成能力に依存していることが示唆された。

風速が早い場合 (約 2.5 m/s)、表皮を剥離した葉の蒸散速度は無傷葉の蒸散速度を大きく上回り (2~3倍)、葉は枯死してしまった。しかし、表皮を剥離した葉の葉肉細胞に水滴を滴下すると、葉肉細胞は水をはじき、ぬれることはなかった。また同様に油滴を滴下すると、葉肉細胞は油滴を吸収し、ぬれてしまった。このことから、葉肉細胞自体も薄いクチクラなどの疎水性の膜に覆われ、水分が蒸発しない構造になっていることが示唆された。疎水性の正体が何なのかは今後検討したい。

本研究では、葉肉細胞の表面が水にぬれておらず、微風下では表皮なしでも光合成を続けることができること、そして最大光合成速度は表皮を剥離しても変わらず、必要以上に気孔の数を増やすよりも気孔を十分に開くことが二酸化炭素の獲得に必要であることを示した。

## P1-145

## 光合成・蒸散による二酸化炭素と水蒸気の炭素・酸素同位体分別の同時測定と新たな葉内水の酸素同位体比の非定常モデルの提案

\* 児玉直美 (Landcare Research), Jerome Ogee (EPHYSE, INRA), John E. Hunt (Landcare Research), Margaret M. Barbour (Landcare Research)

生態系内の二酸化炭素や水の酸素安定同位体比は、生態系内の水や炭素の動態を調べるための有効なツールであることが提唱されている。植物が存在する生態系内においては葉内の水の酸素同位体比が大気中の水や二酸化炭素の酸素同位体比に強く影響を与えているために、葉内の水の酸素同位体比の変動を調べることが重要である。現在用いられている葉内の水の酸素安定同位体比の予測モデルでは定常状態を仮定しているものがほとんどである。しかしながら、実際の観測値によると野外条件下において定常状態になることは稀であり、非定常状態を予測するモデルが必要とされている。そこで、まず本研究では実験室内において近年発展のあった半導体レーザーと従来のガス交換手法を組み合わせ、植物の葉と大気を出入りする二酸化炭素と水蒸気の安定同位体比の短期変動(分単位)を同時測定する手法を開発した。単子葉植物の異なる部位を二つのチャンパーに挿入しその変動を、環境条件や灌漑水の酸素安定同位体比を変化させ気孔コンダクタンス、内部コンダクタンスと共に光合成・蒸散における二酸化炭素・水蒸気の安定同位体比の分別をモニターした。現在使われているモデルと本研究で開発したモデルと実測値を比較したところ、葉内における水の拡散とそれによる水の酸素同位体比分別についての記述をさらにモデルに組み込むことでモデルの精度を高めることが可能である。

## P1-147

## 富士山森林限界付近におけるタデ科植物の環境適応

\* 伊藤理恵, 増沢武弘 静岡大学大学院理学研究科

富士山南東斜面では、宝永の噴火で植生が破壊され、現在は一時遷移が進行している。特に森林限界付近では、狭い範囲で裸地から森林へと環境が大きく変化している。また、草本植物の形態は、特に光環境の影響を大きく受け、同じ種内でも可塑性による変異が認められている。

本研究では富士山森林限界付近に生育するタデ科のイタドリ (*Polygonum cuspidatum*) と オンタデ (*Polygonum weyrichii* var *alpinum*) を対象に、裸地、林縁、林床で、3カ所それぞれのパッチの分布と形態を比較した。また、実生の生存や形態の比較のために移植実験を行った。移植実験は富士山の裸地、林縁、林床に加え、裸地に寒冷紗をかけて被陰した実験区(被陰区)で行った。

裸地、林縁、林床と全ての場所でイタドリが観察されたが、その植被率は裸地から林床にかけて減少した。オンタデは林床では見られず、林縁の植被率は裸地より小さかった。

イタドリは裸地で着葉数が多く、シュートは直立し、分枝した。一方、林床では着葉数が少なく、シュートは分枝せず、水平に伸びた。裸地のイタドリの葉は厚く小さい、林床では薄く広いことから、イタドリは環境に対応し、シュートの向き、着葉数や葉の形態を変化させていると考えられる。一方、オンタデでは、場所による形態の違いはほとんどなかったため、環境の変化に対する適応力がイタドリより低いことが示唆された。また、オンタデの実生は、林床と被陰で生存率が低く、越冬芽も少なかったため、被陰による影響を強く受けると思われる。イタドリは、林床で実生の生存率が高かったが、全体の乾重量が低く、越冬芽が少ないので、今後個体を拡大することは難しいと考えられる。

両種は共に裸地の方が生存、発展は有利だが、生育場所によって形態を大きく変えるイタドリの方が、環境の変化に適応して生存していくことができると示唆された。

## P1-146

## 落葉広葉樹 2 種の実生における成長・防御・貯蔵への炭素分配パターン

\* 今治安弥 (奈良県森技術セ), 清和研二 (東北大・院・農)

森林のように光環境が不均一な環境では、構成種間にギャップでの成長と林内での生存にトレードオフが存在すれば、それらの種が共存できるという仮説が近年注目されている。仮説の中では、樹木の成長、防御、貯蔵への炭素分配パターンにおける種間の違いが、各種のハビタットでの成長や生存に影響し、トレードオフが生じると考えられている。しかし、これまで成長・防御・貯蔵の3者への分配を同時に調べた研究例はほとんどない。本研究では、耐陰性の異なる2種の実生をギャップと林内で育て、相対成長率(RGR)、炭素の防御物質(総フェノール・縮合タンニン)、炭素の貯蔵物質(非構造炭水化物:TNC)について調べた。

ギャップでのRGRは耐陰性の低いクリが耐陰性の高いミズナラに比べて高くなったが、逆に縮合タンニンと総フェノールの濃度はミズナラの方がクリに比べて高くなった。茎と根のTNCの含有量は、2種で差がなかった。また、防御や貯蔵への炭素分配とは独立した成長への炭素分配を示す構造的バイオマスの成長量(GRstr)と縮合タンニン濃度との関係を調べたところ、ミズナラでは正の相関関係が得られたが、クリでは得られなかった。それに対し、GRstrとTNC含有量との関係は、2種ともに正の関係が得られた。これらの結果は、ミズナラが炭素を成長や貯蔵よりも防御に分配することを示し、防御優先型の分配は植食者や病原菌などによるダメージの大きい林内での生存を図る上で有利であると考えられる。反対に、光要求性の高いクリは、炭素を防御よりも成長に多く分配し、個体間の成長が激しいギャップなどの明るい環境での定着を保証しているものと考えられた。したがって、この2種の炭素分配パターンはそれぞれのハビタットでの生存戦略を示しており、種間の炭素分配パターンの違いが成長と生存のトレードオフの成立に寄与することが示唆された。

## P1-148

Comparative studies on C and N accumulation of soil, A<sub>0</sub>-layer and biomass between subtropical forests growing in silicate and limestone habitats in the northern part of Okinawa Island

Wu, M.\* (Univ. of the Ryukyus), S.M. Feroz (Khulna Univ., Bangladesh), A. Hagihara (Univ. of the Ryukyus)

This study was made to compare carbon and nitrogen accumulation of aboveground, A<sub>0</sub>-layer and soil between subtropical forests growing in limestone and silicate habitats in the northern part of Okinawa Island. Aboveground biomass in the limestone and the silicate forests was respectively estimated to be 141.2 t ha<sup>-1</sup> and 158.0 t ha<sup>-1</sup>. C and N contents of stem and leaf in the limestone forest were higher than those in the silicate forest. However, C and N accumulation of aboveground in the limestone forest were lower than those in the silicate forest because of lower biomass in the limestone forest. Mass of A<sub>0</sub>-layer in the limestone forest (5.6 t ha<sup>-1</sup>) was higher than that in the silicate forest (4.3 t ha<sup>-1</sup>). There was no significant difference in A<sub>0</sub>-layer C and N contents between the two forests. However, C and N accumulation of A<sub>0</sub>-layer in the limestone forest were higher than that in the silicate forest. Soil C accumulation from soil surface to 100 cm deep in the limestone forest (119.6 t ha<sup>-1</sup>) was much lower than that in the silicate forest (187.0 t ha<sup>-1</sup>). However, soil N accumulation which was 14.0 t ha<sup>-1</sup> and 15.4 t ha<sup>-1</sup> respectively in the limestone and the silicate forest, was similar.

## P1-149

## 植物の茎の伸長成長と力学的安定性

\* 渡利亮司, 長嶋寿江, 広瀬忠樹(東京農大院)

植物の成長は光環境に大きく影響され、植物は成長するにつれて群落内の光環境に適応した形態へとアーキテクチャを変化させる。植物のアーキテクチャとは受光体制と力学的安定性に関わる外部形態を表す。一般に、植物は茎を長く伸長させると力学的により不安定になる。茎の伸長成長と植物のアーキテクチャは、光環境の違いによりどのように変化するのか、それらは力学的安定性にどのような影響を与えるのかについて調べた。

1年生草本種であるオオオナモミを用いて密度実験を行った。高密度で生育させた群落個体と低密度で生育させた孤立個体の2区画を設けて、植物のアーキテクチャ、茎の伸長成長速度と力学的安定性の違いを解析した。解析するに当たって節間、葉柄、葉から構成されるファイトマーを単位として計測した。

ファイトマーレベルでの計測において、節間長は群落個体で大きかったが、直径は両個体で大きな差は見られなかった。体積、乾物重は群落個体で大きかった。中位以上のファイトマーの伸長成長が、両個体間のアーキテクチャに違いをもたらしていた。相対伸長成長速度(節間長あたりの節間の伸長成長速度)は両者に大きな差は見られなかったが、上位ファイトマーで群落個体の方が大きい傾向があった。

茎の弾性係数(材の硬さ)は、同一の高さで比較すると群落個体で大きかった。両個体ともに、弾性係数と体積重(体積あたりの乾物重)との間には正の相関があったが、同一の体積重で比較すると群落個体で大きかった。しかし、茎の力学的安定性は孤立個体に比べ群落個体で小さかった。また茎の高さと直径の関係において群落個体は座屈を生じる限界の高さに急速に近づいた。

## P1-151

## 常緑広葉樹稚樹の季節・老化に伴ったクロロフィル含量・窒素含量の変化

\* 水崎大二郎, 本條毅, 梅木清(千葉大園芸)

葉の窒素含量、クロロフィル含量の季節的・長期変動の変化は、個体の成長動態などと連動したフェノロジカルな物質の動きとして見る観点と、また変化する環境に対する順応として見る観点がある。Chapin(1983)は葉の窒素含量が成長期(6月頃)に減少していることを見出し、成長器官へ転流が起きている可能性があることを報告している。しかし、季節的に変化する環境に順応している可能性もある。長期的には、Franklinら(2002)や Filed(1983)は成長とともに被陰される古い葉は光合成関連物質を多く持つ必要がなく、窒素含量が低下すると報告した。しかし、Ethierら(2006)らは葉齢に伴うビスコ量の低下は見られないという報告をした。本研究では常緑広葉樹の葉の窒素含量、クロロフィル含量の変動を個体ごとに調べ、変動の要因を議論した。

材料は千葉大学園芸学部の林床のヤブニッケイ、シロダモ、タブノキ、スダジイ、ヒサカキ。すべて3m以内の稚樹で主軸についているほぼすべての葉で、クロロフィル含量、窒素含量を光学的機器を用いて2年間、月に1度測定した。同時に葉の展葉、落葉と主軸の伸長量を測定した。光学的機器はSPAD-502、アグリエキスパートを季節の調整をすべきか検討した上で推定モデルを作り用いた。別の個体で用いてクロロフィル a/b 比を1年間、隔月で測定した。

結果、クロロフィル、窒素、a/b 比すべてで季節変動をしていることが確認された。またクロロフィル、窒素の季節変動、長期変動には個体差、種差があることがわかった。特にタブノキは古い葉の周りの光が暗くなっていると予想されるにもかかわらず、クロロフィル、窒素ともに増加している傾向が観察された。種特性や個体の生育状況によっては、個体の光合成速度を最適化するようにクロロフィル、窒素が動くという現象は起きないことがわかった。

## P1-150

## 茨城県北部落葉広葉樹林に同所的に生育する3種のササの群落構造と光合成

\* 佐久川結喜, 青田崇志, 金子悠哉, 堀良道(茨城大・理・生態)

## P1-152

Litterfall dynamics in mangrove *Kandelia obovata* stands on Okinawa Island, over four years

Sahadev Sharma\* (Univ. of the Ryukyus) Rafiqul A.T.M. Hoque (Univ. of the Ryukyus) Kangkuso Analuddin (Haluoleo University) Akio Hagihara (Univ. of the Ryukyus)

Litterfall dynamics was quantified in a belt-transect (5 m × 125 m) of *Kandelia obovata* (S., L.) Yong stands over four years. The seasonal trends of leaf, stipule, flower and propagule litterfalls were not different among the years. Branch litterfall increased exponentially with increasing monthly maximum wind speed. The autocorrelation coefficient showed a clear one year cycle for all litterfalls, except for the branch litterfall. The stipule litterfall, i.e. an indicator of new leaf flush, positively correlated to the leaf litterfall, which suggests that the leaf litterfall followed the production of new leaves. The stipule litterfall decreased up to a minimum value with an increase of flower-propagule litterfall. This result indicates that the new leaf flush can decrease with increasing flower and propagule production, but there exists a lower limit of the new leaf flush.

## P1-153

Temperature-dependence of the exponent of the power functional relationship between respiration and mass in *Kandelia obovata* forest trees

\*Hoque A.T.M.R., Sharma S. (Univ. of Ryukyus), Suwa R., Shigetani M. (FFPRI) and Hagihara A. (Univ. of Ryukyus)

Aboveground nighttime respiration of mangrove *Kandelia obovata* trees in the northernmost limit of their distribution was measured monthly throughout a year to investigate size-dependence and seasonal-variation in respiration. Six sample trees of different sizes were selected from a completely closed canopy stand. Respiration rate  $r$  at monthly mean temperature of *Kandelia obovata* trees increased with increasing mass  $m$ , which tendency was described with a power function ( $r=f \cdot m^h \cdot f$ , multiplying coefficient;  $h$ , scaling exponent). The  $h$  values ranged from 0.723-1.085. In the cool dormant season, the  $h$  was close to 1.0, while in the warm growing season  $h$  was closer to 3/4. Respiration varied more between seasons in small-sized trees than in large-sized trees. Since almost whole leaf consists of living tissues and showed two-dimensional horizontal growth, the respiration of leaves was most likely proportional to their mass or surface area. The woody organs showed three-dimensional growth and the proportion of non-living tissues increased with increasing tree size. Hence, the respiration of woody organs might be proportional to their surface area, but not mass. So, separate measurement for respiration of leaf and woody organs are suggested to well-understand the size-dependence of respiration.

## P1-155

## アカガシとウバメガシの乾燥ストレスに対する生理生態学的反応の比較

\*小栗寛(東大院・新領域), 石田厚(森林総研), 福田健二(東大院・新領域)

乾燥条件では、気孔を開くことを可能にする反応として葉の浸透調節と通水コンダクタンスの増加があげられる。この反応のどちらかをどの程度行うかは種によって異なる。本研究では緩やかな山間部にみられるアカガシと乾燥した沿岸地域に生育するウバメガシの実生を用いて乾燥ストレスに対する生理生態学的反応の違いを見た。

乾燥に対する水分特性の違いを比較するという面から乾燥処理区(Dry区)とコントロールの処理区(Wet区)を、蒸散要求の増加による反応の違いを比較するという面から被陰環境から全光環境へ移動した処理区(Sun区)と被陰環境を継続したコントロール区(Shade区)という1樹種合計4つの処理区を設け育生させた。全光環境へ移動前の葉を旧葉、移動後に展開した葉を新葉とし、光合成速度、気孔コンダクタンス、浸透ポテンシャル、クロロフィル蛍光、根、莖、葉の通水コンダクタンスにおける各処理の反応を比較した。

光合成速度と気孔コンダクタンスはウバメガシのShade区と比べSun区で低下しており、Wet区で光合成速度の低下がDry区と比べ大きかった。アカガシはSun-Dry区のみで低下がみられた。浸透ポテンシャルはウバメガシ、アカガシともにSun-Dry区の新葉と比べ、同区旧葉で大きく低下した。本発表ではこれらの結果と通水コンダクタンスの結果を比較し、その反応の違いを考察する。

## P1-154

Seasonal changes in water-use properties associated with water supply from adventitious roots of *Sabina vulgaris* growing in semi-arid area

\*Lingli Yang, Naoko Miki, Yasushi Seno, Muneto Hirobe, Keiji Sakamoto (Okayama Uni.), Yuling Li (Agricultural Uni. of Hebei), Guosheng Zhang, Linhe Wang (Agricultural Uni. of Inner Mongolia), Ken Yoshikawa (Okayama Uni.)

*Sabina vulgaris* is a decumbent habit shrub with adventitious roots (ARs for short). Involving water supply from ARs (traced by 0.5% acid fuchsine), leaf water potential ( $\psi_{leaf}$ ), transpiration rate ( $T_r$ ), stomatal conductance ( $g_s$ ), and leaf area were estimated, and seasonal water-use properties were discussed.

At daytime, water supply from ARs just flowed to the tip part of decumbent stems in both moist summer and dry spring. At night, water from ARs was supplied to restore water deficit in different organs both basal and distal to ARs. Moreover in dry spring, the water from ARs also flowed into neighboring root system, which proved the possibility of hydraulic redistribution of soil water. Drought-resistant characteristics of *S. vulgaris* can be described as: in drought condition, (1)  $\psi_{leaf}$  decreased with soil water potential ( $\psi_{leaf}$  at predawn) to maintain sufficient driving force for water absorption; (2)  $g_s$  and leaf area were significantly small relative to moist condition to achieve unchanged  $T_r$  in unit leaf area and protect from water loss; (3) the existence of ARs and hydraulic redistribution between roots can potentially provide more effective absorption and usage of soil water.

## P1-156

## マレーシア熱帯雨林の林冠部における異圧葉・等圧葉樹種の水利用特性

\*井上裕太(愛媛大・連合農学), 田中憲蔵(森林総研), 市栄智明(高知大・農)

植物は環境に適した葉の形態を持つことで、効率的な光合成や蒸散を実現している。近年、熱帯雨林の林冠部では、維管束鞘延長部が発達した異圧葉樹種と延長部の無い等圧葉樹種が混在することが明らかになった(Kenzo et al. 2007)。異圧葉樹種は、延長部によって細胞間隙が細分され、水ストレス時に気孔の開閉を区画単位で調整することができる。等圧葉樹種は、異圧葉樹種よりも葉内における効率良いガス移動が可能であるが、細かな気孔の調整はできない。熱帯特有の強烈な日射や高温により、日中強い水ストレスを受ける熱帯雨林の林冠部において、異圧葉・等圧葉樹種はそれぞれどのような水利用を行っているのか? この研究では、熱帯雨林の林冠部における異圧葉・等圧葉樹種の光合成や蒸散、水ポテンシャル、木部構造を調べ、林冠構成種の葉の形態と水利用との関係を明らかにすることを目的とした。調査は、マレーシア・ランビル国立公園の低地混交フタバガキ林で行った。調査対象樹種には、調査地の林冠構成種20種(異圧葉樹種13種、等圧葉樹種7種)を用いた。木部構造の調査は、成長錐を用いて木部コアを採取し、比重、道管直径を計測した。また、林冠観測用クレーンシステムを用い、各樹種の最大光合成・蒸散速度、及び夜明け前と日中の水ポテンシャルを測定した。その結果、異圧葉樹種は等圧葉樹種と比べて有意に大径の道管を持っていた。最大光合成・蒸散速度、夜明け前に対する日中の水ポテンシャルの変動幅についても、異圧葉樹種が等圧葉樹種よりも有意に大きな値を示した。また、水ポテンシャルの変動幅と道管直径の間には、有意な正の相関関係が見られた。つまり、林冠構成種は、異圧葉と等圧葉それぞれの形態的・機能的特性に応じた道管を備え、水利用を調整し、熱帯雨林林冠のストレス環境に適応していた。

## P1-157

## Populus 属の耐塩性とベタイン類の役割

\* 道又静香, 毛恵平, 岡田憲和, 山中央和, 山本福壽 (鳥取大・農)

グリシンベタイン (GB) は植物が環境ストレス下に置かれると適合溶質の一種として合成され、細胞内の恒常性を維持するといわれている。また GB を添加することによって耐塩性を獲得するという報告もなされているが、植物に与えるグリシンベタインの濃度や方法、さらに植物の種類や発達段階、環境によっても反応が異なるため、実際にどのような役割があるのかほとんどわかっていない。そこで GB を外部から添加することによる植物の反応を検討した。実験にはこれまでの研究から 100mM の NaCl に耐えうるとされる *Populus alba* の挿し木 2 年生苗木を用い、水耕栽培で生育させた。基本培地に 0, 100mM の NaCl を加えた処理区を用意し、それぞれの処理区に GB を (1) 培地から根に 0, 15, 30, 60 mM を吸収させた処理区、(2) 葉に 0, 50, 100mM を散布した処理区を設置した。実験終了後の成長量と実験中に測定した光合成速度の結果で、対照区と比較してすべての処理区に抑制傾向が見られ、特に NaCl100-GB0 区では有意な値の低下が認められた。しかし、NaCl100-GB100 区において成長量は塩ストレスのみの処理区と同程度、光合成速度は対照区と同程度の値を維持した。さらに根と葉のナトリウムイオン含有量の結果から、NaCl100-GB100 区のみで葉よりも根に多くのナトリウムイオンを蓄積した。以上の結果から、NaCl100-GB100 区ではナトリウムイオンの輸送を抑制し、根に蓄積することによって落葉を抑制する傾向がみられた。さらに、根からの吸収と比較して葉面散布では GB による成長不良は起こらず、光合成速度の有意な低下も認められなかった。*P. alba* において、本実験の処理では根からの GB 吸収よりも葉面散布による葉からの吸収の方が効果的に耐塩性を向上させることが示唆された。

## P1-159

## タネツケバナ属における根の形態形成と環境適応

\* 坂根雅人 (京都大・SER), 深城弘弘 (神戸大・理), 工藤洋 (京都大・SER)

植物の根は、水分や栄養塩類の取り込みを行う重要な器官であり、生育環境によって多様な形態を持つ。モデル植物であるシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*) の研究から、根の形態形成の機構が解明されつつある。しかし、皮層の多層化や通気組織の形成など、シロイヌナズナが示さない根の形質について研究することは難しい。そこで本研究では、シロイヌナズナと近縁なアブラナ科の植物であるタネツケバナ属 (*Cardamine*) を研究材料として用いることで、これらの機構の解明を試みた。

まず初めに、*Cardamine* 各種の植物においてテクノビット樹脂切片法により、根の横断面の観察を行った。*Cardamine hirsuta*, *C. parviflora*, *C. amara*, *C. lyrata*, *C. flexuosa*, *C. scutata* の計 6 種において観察を行ったところ、全ての種において皮層の多層化が生じていることが分かった。これは、皮層が 1 層であるシロイヌナズナとは対照的である。また、湿地性の植物である *C. amara* では、通気組織と思われる細胞間隙が形成されていることが分かった。次に、皮層の多層化の様子を調べるため、*C. hirsuta* において、共焦点顕微鏡による根の縦断面の観察を行った。*C. hirsuta* では、皮層の多層化が内側の娘細胞が繰り返し分裂することで生じていることが分かった。

皮層の多層化や通気組織形成の機構を分子生物学的に解析するため、根の放射パターン形成に関わる遺伝子である *SHORT-ROOT*, *SCARECROW* の *C. hirsuta* でのオルソログ遺伝子の単離を試みた。これまでに、類似性の高い遺伝子の部分配列を *SHORT-ROOT* で約 1500bps、*SCARECROW* で約 800bps 得ており、現在、全長配列の取得を試みている。

## P1-158

## 樹木の枝の形態と力学的特性の関係

\* 南野亮子, 館野正樹 (東大・院・理)

陸上植物は重力から逃れられない。特に、木本植物は体が大きくなるため、その分重力の影響も大きくなる。この様な状況下で、光合成によってより多くの資源を獲得するためには、より多くの葉を、自個体の他の枝や他個体の枝の影にならないように配置させなければならない。これを満たすために、縦枝はより高く、横枝は幹からより遠くに伸びることが重要である。

垂直に伸びる枝 (縦枝) が座屈の起らない範囲でたわまずに伸びることができるのに対し、垂直でない枝 (横枝) では、自重によるたわみは常に起こっている。そのため横枝には、自重によるたわみのためにこれ以上枝をのばしても先端を遠くへやれないような長さ (限界長さ) が存在すると言われている (McMahon 1973)。しかし、McMahon の想定した枝は荷重によって下垂する形であり、実際に野外で見られるような枝とは異なる。実際に野外で見られる枝は先端に行くにつれて上向きに屈曲するか、あるいはまっすぐの形をとっている。このことから、実際の横枝について、McMahon の言う限界長さがあてはまるとは考えにくく、違ったアプローチが必要であると考えられる。

本研究では、横枝がどのような形をとったときに一番コストがかからず枝を遠くに延ばすことができるかを計算し、その場合の荷重前の枝の形を、片持梁のたわみに関する力学的な式をもとにしたモデルを用いて計算した。その結果、枝が荷重後に水平になるような形をとるのが一番コストがかからず、このときの枝の形は上向きに屈曲していた。また、直径が先端に向かって減衰するような枝では、荷重後が水平になるような枝の荷重前の形は、直径が一樣な時よりも上に持ち上がる形であることがわかった。

## P1-160

## 水生植物の窒素獲得様式と根の呼吸特性

\* 中村元香 (千葉大・理), 中村隆俊 (東農大・生物産業), 土谷岳令 (千葉大・理)

湿原などの低酸素土壌に生育する水生植物は、根への酸素供給能力の発達と共に、根の効率的な酸素消費が要求される。供給された酸素の大半は根の呼吸で消費され、呼吸で得られたエネルギーの多くは窒素獲得に使われる。一般に植物は  $\text{NH}_4^+$  と  $\text{NO}_3^-$  の無機態窒素を利用するが、窒素に乏しい北方系森林やツンドラに生育する植物種群、またイネでは有機態窒素を利用することが知られている。無機態窒素の利用において、 $\text{NH}_4^+$  は根での吸収・同化に必要なエネルギーが少ないこと、 $\text{NO}_3^-$  は地上部でも同化できることが根酸素消費の節約上の利点である。一方、有機態窒素の利用は吸収にエネルギーを必要とするものの、無機態窒素の利用の際に必要な同化に関わるエネルギー消費を省けるため、効率的な根酸素消費にとって有利に働く可能性がある。一般に、陸地に比べ窒素に乏しい湿原に生育する水生植物では、無機態窒素に加え有機態窒素を有効利用することが予測されるが、これまで根の効率的な酸素消費に着目した湿原植物の窒素利用特性については明らかとされていない。本研究では養分に乏しい湿原に生育するホロムイソグと比較的養分に富む湿原に生育するヤラメスゲを用いて、窒素源が  $\text{NH}_4^+$  のみ  $\text{NO}_3^-$  のみ有機態窒素のみの 3 条件で水耕栽培を行い、窒素吸収形態の違いが成長や根の酸素消費に与える影響を評価した。

両種はともに  $\text{NH}_4^+$  条件で根呼吸当たりの窒素吸収率が高く生育良好となったが、両種は  $\text{NO}_3^-$  と有機態窒素条件で異なる反応を示し、ホロムイソグは  $\text{NO}_3^-$  条件で生育良好、有機態窒素条件で生育不良となり、ヤラメスゲではその逆の傾向を示した。ホロムイソグでは無機態窒素を利用すること、ヤラメスゲでは  $\text{NH}_4^+$  と有機態窒素を利用することが根の効率的な酸素消費にとって有利となることが示唆された。

## P1-161

## 更新初期段階におけるブナ属2種の春期未展葉型死亡に関する成長形質

\* 石塚航, 後藤晋, 梶幹男 (東大・演習林)

ブナ属樹木は普通年に一回展葉する極相種で、翌年のシュート原基を落葉期までに冬芽内に形成する。冬芽サイズは翌年のシュート長や成長を規定することが知られるが、個体サイズの小さな実生の場合、冬芽の大きさは成長だけではなく生死にも影響を与えると予想される。実際に、秩父山地の太平洋側冷温帯林に同所的に優占するブナ属2種(ブナ、イヌブナ)実生の継続的な追跡調査より、冬芽を形成するものの、翌春、未展葉のまま死亡する個体が確認された。そこで、本研究では、この春期未展葉型死亡の定量的評価を行うとともに、形成される冬芽の長さが生死を規定するか、また、冬芽は前年、および翌年のどのような成長形質に相関をもっているのか、を検討した。

東京大学秩父演習林内に設置した調査地において、2005年発生イヌブナコホート、2006年発生ブナコホートを2009年までセンサスし、生活史初期段階の生死および成長形質を調査した。冬芽長と生死の関係性の解析にはロジスティック回帰モデルを用い、樹種および実生年齢を考慮したモデルを構築して解析した。また、冬芽を形成したイヌブナ実生を用い、サイズ別に冬芽の組織切片を作成して、冬芽内組織の観察を行った。

春期未展葉によって死亡する個体は年齢の増加によって減少したが、1年生実生では両種ともに30%を超える高い死亡率を示し、個体群動態にとって無視できないものだった。形成された冬芽の長さは年齢によってばらついたが、回帰モデルにより有意に小さい冬芽ほど死亡率が高いことが示され、冬芽長の年齢によるばらつきは春期未展葉型死亡率のばらつきを規定することがわかった。冬芽長の大きな個体は前年の葉面積や伸長率などが大きい傾向があり、翌年の成長形質とも高く相関していた。逆に冬芽長2mm以下の個体のシュート原基は不完全なことが組織観察よりわかり、冬芽長が生育制限の指標となることが示唆された。

## P1-163

## Betaine Accumulation as an Osmoregulator in Plant Species Growing in XinJiang Region, China

AILIJIANG MAIMAITI1, 山中典和2, 山本福壽1, 森信寛1, QiMan YuNuSi3 (1鳥大院・農, 2鳥大・乾地研, 3新疆農大)

In the natural environment, plants often grow under unfavorable conditions, such as drought, salinity, high temperature, or strong light. However, from the standpoint of biological adaptation to the environment, some plants are tolerant to such environmental stresses. Betaines are quaternary ammonium group and they are known to be one of the major osmoregulating compounds. The present research aims to assess plant ability to synthesis betaine as Osmoregulator under drought or saline conditions, analyze the relationship between the plant characteristics accumulating betaine and site condition.

Plant leaves of 27 species were collected in a saline and arid area of XinJiang, China. Betaines were determined using capillary electrophoresis. The results shows that GB was detected in many species, and moreover, some species such as *Halostachys caspica*, *Kalidium foliatum*, in saline soil, and *Haloxylon persicum* in sandy desert accumulated high concentration glycine betaine (GB) were found, and significantly high concentration of  $\beta$ -alanine betaine (AB) was detected in *Capparis spinosa* L. grown in drought condition, In addition some species also synthesis  $\gamma$ -butyro betaine ( $\gamma$ -BB) merely at low concentration. All results clearly indicated that betaines serve as a compatible solute and osmoprotectant at various levels of stressed conditions.

## P1-162

## マレーシア熱帯山地林における樹木の生育土壌環境と個葉特性

\* 塩寺さとみ (北海道大学), 北山兼弘 (京都大学農学研究所)

マレーシア・キナバル山国立公園内には、成立年代や栄養状態の異なる土壌がパッチ状に存在しており、その土壌を基盤として成立している森林についても、群集構造や生産性、森林を構成している樹木の形態学的特性などに顕著な違いが見られる。蛇紋岩地(P欠乏土壌)の植物は日常的に強い栄養塩欠乏のストレスを受けていると考えられ、堆積岩地の植物に比べて成長が悪く、森林全体のバイオマスも低い。また、蛇紋岩地(P欠乏土壌)と堆積岩地とは樹種組成が異なっており、共通して生育している種はまれである。蛇紋岩地(P欠乏土壌)の植物は、乏しい栄養塩状態に適応できるような特徴を持っていると考えられる。

本研究では、これらの栄養塩状態の異なる土壌に生育している木本種について、葉の特性や、光合成における栄養塩・水利用効率についての比較を行った。蛇紋岩地(P欠乏土壌)に生育している種は、堆積岩地のものに比べて個葉面積が小さく厚い葉をもつ傾向がみられた。光合成における窒素利用効率は、堆積岩地の樹木で高い傾向が見られたが、水利用効率は蛇紋岩地(P欠乏土壌)、堆積岩地で違いは見られなかった。一方、光合成における窒素利用効率と水利用効率との関係性を比較すると、堆積岩地では、窒素利用効率の高い種では水利用効率が低く、窒素利用効率の低い種では水利用効率が高くなるというトレードオフの関係が見られたが、蛇紋岩地(P欠乏土壌)に生育している樹木においてはそのような傾向は見られなかった。これらの結果から、キナバル山においては、蛇紋岩地(P欠乏土壌)のように栄養塩が欠乏している生育環境では、光合成特性や個葉の形質が収斂するのに対して、堆積岩地では、資源利用の方法においてはより多様な特性を示す種が生育しているということが示唆された。

## P1-164

## 冠水と乾燥の繰り返しに対するネコヤナギとタチヤナギの反応の比較

\* 中井亜理沙, 万木豊, 木佐貫博光 (三重大院生資)

冠水と乾燥の繰り返しに対するネコヤナギとタチヤナギの反応を比較するために、夜明け前の水ポテンシャル( $\Psi_{wPd}$ )と浸透調節( $\Psi_{wUp}$ ,  $\Psi_{Osat}$ )、バイオマスを、ガラス室内で挿し木苗を用いて調べた。冠水处理(1, 3週間)と乾燥処理(1, 2週間)を組み合わせた4処理区(F1-D1~F3-D2)と対照区を設定した。両種とも $\Psi_{wPd}$ はF1-D2で低下した。3週間の冠水の組み合わせ処理下では、両種とも乾燥期間が長くなっても浸透調節は強まらなかった。ネコヤナギの $\Psi_{Osat}$ はタチヤナギに比べて冠水と乾燥の繰り返し期間が長いほど、徐々に低下した。両種ともより長い乾燥期間に対して葉の割合を減少させたり根の割合を増加させたりしなかった。ネコヤナギの根の成長はタチヤナギよりも冠水によって抑制された。ネコヤナギでは、1週間の冠水と3週間の冠水下で同程度の肥大費目を発達させた。タチヤナギは3週間の冠水下よりも1週間の冠水下でより少ない肥大費目を発達させた。冠水と乾燥の繰り返しに対する2種の反応の違いがみられた。

## P1-165

An ecophysiological field study of *Abies sachalinensis* and *Picea glehnii* seedlings in Hokkaido.

\*Bontempo e Silva, E.A. (Hokkaido Univ.) , Hara, T. (Hokkaido Univ.) , Sumida, A. (Hokkaido Univ.) , Ono, K. (Hokkaido Univ.) .

*Abies sachalinensis* (トドマツ) and *Picea glehnii* (アカエゾマツ) are major components of the sub-boreal forest of Hokkaido. The objective of this study was to investigate young individuals of these species, from the ecophysiological perspective, to establish relations between their known life-history strategies and their physiological characteristics.

The study took place on a sub-boreal forest plot at the Uryu Experimental Forest of Hokkaido University (N 44° 19' , E 142° 15'). Ten shade-growing individuals of each species were divided into two height classes: seedlings, if height < 50cm; and saplings, if height > 100cm. The canopy openness over each individual was assessed by analyzing hemispherical photography and by measuring average light incidence with a light sensor. Leaf nitrogen content was measured from dry leaf samples and leaf pigments were analyzed from frozen leaf samples by High Performance Liquid Chromatography. Also, photosynthetic light response curves and chlorophyll fluorescence were measured during summer. The study took place from May to August 2009.

## P1-167

## キクイモ、ハンノキ及びブナの葉の光—光合成曲線は相似形である

\* 小山耕平, 菊沢喜八郎 (石川県立大)

< 1、背景 > 光—光合成曲線の形は種によって、また個体上の位置(陽葉・陰葉)によって異なると言われている。例えば、光飽和光合成速度が高いほど光飽和点が高い、等が知られている。実際に陽生草本キクイモ、先駆種ハンノキ、極相種ブナのそれぞれの種で、個体上の様々な位置に存在する葉の光—光合成曲線を実測により求めると、個体上部の葉ほど光飽和光合成速度が高く、より強光域でも光飽和しなかった。

< 2、解析と結果 > これら異なる光—光合成曲線を、その漸近線の高さを揃えるように縦および横方向に同時に縮小すると、3種から得られた全ての葉の曲線が、正規化された1つの曲線に重なった。つまり、これら全ての曲線は相似であった。ここから、光合成能力の高い葉が、より強光域でも飽和しないのは、この共通の正規化曲線の途中までの領域を見ているからである、と考えられる。

< 3、結論 > 以上から、最大光合成速度(光飽和光合成速度)は曲線の「全体の大きさ」を意味するパラメーターであり、これは単に光合成速度の潜在的最大値を示すだけでなく、全ての光強度に於ける光合成速度の大きさを意味するパラメーターで有る事を、データにより示す事が出来た。

## P1-166

## 非定常状態を考慮した葉内水の酸素安定同位体比の決定要因の解明

\* 大橋達矢 (三重大・生資), 松尾奈緒子 (三重大・生資)

葉内の水の酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) は蒸散に伴って変化するため、瞬間的な蒸散量を反映することが理論により示されている。この理論は室内実験によって定常条件下で検証されてきたが、野外の植物を用いて検証を行った例はきわめて少ない。そこで本研究では中国内蒙古自治区毛烏素沙地において、優占樹種であるヒノキ科常緑針葉樹の臭柏 (*Sabina vulgaris* Ant.) を対象として、葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  や蒸散量、環境条件の日変化の測定を行い、葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  の決定要因を考察した。葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  は蒸散量の大きい日中は高く、蒸散量がほぼゼロになる夜間は低いという日変化を示した。得られた観測値を定常状態での蒸発による水の  $\delta^{18}\text{O}$  の変化を表現した Craig-Gordon モデル、それに葉内での水の移流拡散の影響を加えた Péclet モデル、また、葉から出て行く水の量(蒸散量)と茎から葉に流入する水の量に不均衡があることを考慮した non-steady state モデルを適用した。その結果、Craig-Gordon モデルは  $\delta^{18}\text{O}$  を過大評価した。また、Péclet モデルは日中の  $\delta^{18}\text{O}$  を再現できたが、夜間では過小評価した。non-steady state モデルでは日中、夜間とも  $\delta^{18}\text{O}$  をよく再現できていたが、それでも一部の時間帯に予測値と実測値のずれが生じた。以上の結果から、野外の樹木において葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  は日中、定常状態に近い状態にあるが、蒸散が盛んではない時間帯では非定常状態にあることが示された。また、葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  は蒸散量と葉への水の移流量、葉内で起こる水の拡散によって決定されることが示唆された。

## P1-168

## 葉内二酸化炭素拡散抵抗の制御メカニズム

\* 藤野貢祐, 半場祐子 (京都工繊大院・生物資源庁)

光合成を行っている C3 植物の葉では、大気中の CO<sub>2</sub> は気孔を通じて葉内へ取り込まれ、葉肉細胞間空隙、葉肉細胞膜などを拡散して Rubisco が存在する葉緑体ストロマへと到達する。近年の研究により、葉の内部には大きな CO<sub>2</sub> 拡散抵抗があり、光合成速度の重要な制限要因になっていることが分かってきた。さらには、葉内での CO<sub>2</sub> 拡散のし易さである葉内コンダクタンス (gi) は、気孔コンダクタンス (gs) と同等、もしくはそれ以上に光合成に影響を与えることも明らかとなってきた。そこで、今後は光合成の環境応答を調べるにあたって、gs に加えて、gi の環境応答や、その際の gi と種々のガス交換パラメーターとの関係性に着目した研究が期待されている。

本研究では植物種としてソラマメとヒマワリを選定し、それぞれについて4種の環境要因を変化させ、gi を始め種々のガス交換パラメーターの環境応答について調査を行った。設定した環境要因は、1) 光 (PPFD 1000,500,250  $\mu\text{molm}^{-2} \text{s}^{-1}$ )、2) VPD(800,1500,2000 Pa)、3) ABA(0, 20  $\mu\text{M}$ )、4) [CO<sub>2</sub>] (200,400,1200  $\mu\text{l CO}_2 \text{l}^{-1}$ ) である。gi は炭素安定同位体法 (von Caemmerer and Evans 1991) によって求めた。

その結果、ほとんどの場合において光合成速度、gs および gi の間には相関が見られたが、VPD を変化させた時にのみ、gi は gs と独立して変動するという結果が得られた。この結果は Warren (2008) で示された結果と同様のものであるが、以上のことは環境変化に応答した gi の制御機構の存在を示唆するものである。今後は、制御機構が葉肉細胞間空隙もしくは葉肉細胞膜のどちらに存在するのか、またどのように調節されているのかについて考察を進める予定である。

## P1-169

### 個体密度の変化に対するテツカエデ稚樹の応答 - 形態的可塑性と生理的可塑性 -

\* 齊藤わか, 吉田幸弘 (京大・農), 河村耕史 (名大・農), 北山兼弘 (京大・農), 武田博清 (同志社大・理工)

森林では種子散布やギャップ形成などの要因によって同種の稚樹が林床に密生する場合があるが、これらの稚樹は光や養分をめぐる競争関係にあると考えられる。しかし稚樹の個体群では、林冠からの落枝、食害、病害等で稚樹が枯死し、局所的な生育密度が頻繁に変動するため、その競争関係は一定ではないと考えられる。隣接した稚樹が枯死することによって競争が緩和された場合、光資源や空間資源を利用するために個々の稚樹がどのように反応するかを調査することは、森林の更新過程を考える上で重要である。そこで本研究では刈取りによって林床に密生する稚樹の生育密度を調整し、翌年の稚樹の成長量、生理特性、形態特性を調査した。

京都大学芦生研究林では、テツカエデ(カエデ科)の稚樹が林床で優占している林分が多く見られる。本研究ではこのテツカエデ稚樹を材料として用いた。生育密度と光環境に偏りがないよう選定した稚樹の1m四方に成育する隣接個体を刈取り、翌年の成長量、形態変化、葉の生理特性を調査した。初年度の稚樹のバイオマス量はアロメトリー式を用いて推定し、刈取り後の成長量と成長速度を求めた。形態の指標としてLAI(総葉面積/樹冠面積)、支持器官重量あたりの葉面積を各個体に関して算出した。葉の生理特性として、光合成速度、SLA(葉面積/葉重量)、葉窒素量を測定した。

周辺個体を刈り取った個体は、対照個体と比較して主幹重量の成長速度が有意に高かった。LAIと支持器官重量あたりの葉面積は有意な差が見られなかった。葉の光合成速度は刈り取った個体が高く、SLAも刈り取った個体で低いという結果が得られた。隣接個体の生育密度を調整した場合、稚樹は樹形ではなく葉の生理特性を変えることで、高い成長速度を実現していることが示唆された。

## P1-171

### 気孔コンダクタンスの季節変化が葉組織中のセルロースの酸素安定同位体比に与える影響

\* 隠岐健児, 松尾奈緒子, 大橋達矢 (三重大・生物資源)

葉内の水の酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) は蒸散にともない上昇するため、瞬間的な蒸散特性を表すことが知られている。さらにセルロース合成の際に、葉内の水とトリオースリン酸のカルボニル基のあいだで酸素原子の交換が起こるため、葉組織中のセルロースの  $\delta^{18}\text{O}$  は長期的な葉内の水の  $\delta^{18}\text{O}$  を反映する。したがって、葉組織中のセルロースの  $\delta^{18}\text{O}$  は長期的な蒸散特性を表すと考えられ、環境制御下での検証が進められているが、野外での検証例は極めて少ない。そこで本研究では自然条件下の樹木を対象に、気孔コンダクタンスの季節変化が葉内の水の  $\delta^{18}\text{O}$  を通じて葉組織中のセルロースの  $\delta^{18}\text{O}$  に与える影響を考察した。2009年6月から12月まで1ヶ月に一度三重大学構内のサクラ(落葉広葉樹)とクスノキ(常緑広葉樹)を対象に、個葉の蒸散速度と気孔コンダクタンスの測定を行った。また同時に葉と茎を採取し、葉から抽出したセルロースと葉および茎から抽出した水の  $\delta^{18}\text{O}$  を測定した。気孔コンダクタンスの日最大値はクスノキ、サクラともに夏季(7, 8月)に大きく、その他の季節は小さく抑えられていた。また、クスノキよりサクラのほうが季節変化の幅が大きかった。一方、葉組織中のセルロースの  $\delta^{18}\text{O}$  はクスノキではほぼ一定であったのに対し、サクラでは6月から9月にかけて低下した。このことからサクラにおいて夏季の高い気孔コンダクタンスがセルロースの  $\delta^{18}\text{O}$  に反映された可能性が考えられる。さらに、葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  の季節変化の違いを明らかにし、気孔コンダクタンスが葉組織中のセルロースの  $\delta^{18}\text{O}$  に与える影響について考察する。

## P1-170

### Leaf water potential of two mangrove species *Bruguiera gymnorrhiza* and *kandelia obovata* along salinity gradient

Deshar R.\* (Univ.of the Ryukyus), R.Suwa (Univ.of the Ryukyus), M. Wu (Univ.of the Ryukyus), A. Hagihara (Univ.of the Ryukyus)

The leaf water potential of two species at predawn ( $\Psi_{\text{max}}$ ) was positively correlated with rainfall in the upstream site and tidal inundation period in the downstream site, where the salinity was higher than the upstream site. The  $\Psi_{\text{max}}$  was higher at a higher tidal inundation period in the downstream site, where the tidal inundation period was long compared to the upstream site. This is supported by lower turgor loss point ( $\Psi_{\text{tlp}}$ ) and osmotic potential at full turgor ( $\Psi_{\text{a100}}$ ) of both species in the downstream site. Furthermore,  $\Psi_{\text{max}}$  in each species in the upstream site was higher during the warm season, when rainfall was higher, than during the cold season. However, in both seasons and species,  $\Psi_{\text{max}}$  was lower in the downstream site than in the upstream site. Vapour pressure deficit (VPD) has a negative impact on midday leaf water potential ( $\Psi_{\text{min}}$ ). The  $\Psi_{\text{min}}$  was higher during the winter when VPD at midday was lower, and vice versa during the summer. Since VPD changes seasonally,  $\Psi_{\text{min}}$  also showed a clear seasonal trend. The  $\Psi_{\text{min}}$  in each species was significantly lower in the downstream site than in the upstream site in the warm season when water was highly lost by excessive transpiration. This could be due to limitation in water uptake owing to high salinity in the downstream site.

## P1-172

### 植物に有益となるアクアポリンの探索：ダイコン由来アクアポリンの場合

\* 大西祐作, 半場祐子 (京都工繊大院), 土平絢子, 前島正義 (名古屋大・生命農学研究所), 河津哲, 加藤直樹, 土居智仁 (王子製紙・森林資源研究所)

地球温暖化に伴う気候変化や、人口増加による食料不足といった懸念から、高成長性とストレス耐性を兼ね備えた有用植物の作出が求められている。これまでも様々な研究のアプローチがなされているが、両方を兼ね備えた特徴をもつ植物の報告例は少ない。そこで我々は、水チャネル機能を有する膜局在型タンパク質、アクアポリンに着目した。現在のところ、アクアポリン過剰発現体は個葉光合成速度の上昇、成長の促進とともに、乾燥ストレスに対して脆弱であることが報告されている。しかしアクアポリン分子は、植物において30種類以上存在しており、また植物によってもその特性が異なることから、我々は適切なアクアポリン分子種の発見・導入が重要であると考えている。本報告では、製紙原木として有用なユーカリをモデル植物とし、導入するアクアポリン分子種として、比較的水透過活性の高いダイコンのアクアポリン RsPIP2:1を選択した。実験には、2007年3月に挿し木を行った形質転換ユーカリ及び非形質転換体(背丈約1.3m)を用いた。

形質転換体は、コントロールと比較して枝の伸長、個葉光合成速度、気孔コンダクタンスが高い傾向が見られた。更に、葉内コンダクタンスを推定する2種類の手法(炭素安定同位体法及びA-Ci曲線初期勾配)から、葉内コンダクタンスの上昇傾向も確認された。その他のパラメータ(Rubisco量、クロロフィル量、LMA)には大きな違いが見られなかったことから、アクアポリンを導入した結果、葉内コンダクタンス、気孔コンダクタンスが上昇することにより、個葉光合成速度の増加、成長の促進に繋がったと推測され、高成長性について期待できる結果が得られた。現在、乾燥耐性の評価方法を検討中である。

## P1-173

## 安定同位体比を用いた海浜植物の水利用特性と耐塩性の評価

\*原菜那(三重大・生物資源), 松尾奈緒子(三重大・生物資源), 小山里奈(京大・情報), 徳地直子(京大・フィールドセンター), 山中典和(鳥取大・乾燥地研)

海岸砂丘には土壌水分量や塩分量に空間的変動があるため, 植生は環境条件の違いに対応した植物の水利用様式や耐塩性によって決定されると考えられる. そこで本研究では, 植物の特性と生育場所の水分条件や塩分条件との関係を明らかにし, 鳥取砂丘に生育する植物の分布の決定要因を考察した. 鳥取砂丘において汀線から砂丘上部の間に3つの調査区(下・中・上)を設定し, そこに生育する数種類の植物の吸水源を茎内水と土壌水, 海水, 地下水の酸素安定同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ )を照合することにより推定した. また, 植物の蒸散特性と水利用効率を葉のd18Oおよび炭素安定同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )を用いて評価し, 区内にイオン交換樹脂バッグを埋設し土壌中の塩分移動量を測定した.

その結果, 下区は中・上区と比較して $\text{Na}^+$ 濃度が高く, 海塩の影響を大きく受けていた. また, 土壌含水率は上区で低く, 下区では高かった. 下区に生育するハマヒルガオとハマニガナは上区に生育するハマゴウ, カワラヨモギよりも浅い層に吸水源を持ち, 水利用効率も高いことがわかった. このことから土壌水分が少ない上区に生育する植物はより深い層の土壌水を吸水源としており, 塩分濃度が高い下区に生育する植物は水利用効率を高めることで対応していることが示唆された. また, 下区に生育する種間で比較すると, ハマニガナの方がより浅い層の土壌水を利用し, 蒸散量が大きかったが, 水利用効率は両種とも同程度であった. したがって, 同じ塩分環境においても種によって水利用様式が異なることがわかった. 以上より, 鳥取砂丘ではより深い土壌層に吸水源を持つ種が土壌水分の低い砂丘上部に分布し, 高い水利用効率を持つ耐塩性の高い種が塩分濃度の高い汀線側に分布していると考えられた.

## P1-175

## 異なる土壌塩分条件がタマリスク苗木の塩腺からの分泌液の蒸発量に及ぼす影響

\*政二大志, 松尾奈緒子(三重大・生物資源), 今田省吾, 岩永史子, 村田直樹, 山中典和(鳥取大・乾燥地研)

植物の蒸散にともない葉内水の酸素安定同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ )が上昇することを用いて, 葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ から蒸散特性を評価することができる. この手法を塩生植物の耐塩性の評価に応用する試みが行われている. しかし, 植物体内の不要な塩分を体外に分泌する塩腺を葉に持つ植物では, 気孔からの蒸散だけではなく, 塩腺からの水の蒸発も葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ に影響する可能性がある. そこで本研究では, 鳥取大学乾燥地研究センター敷地内のビニールハウスにおいて, 同じ環境条件下で育てた *Tamarix ramosissima* のポット苗に異なるレベルの塩分ストレスを与え, 土壌塩分濃度が苗木の塩腺からの分泌液の蒸発量と気孔からの蒸散量のそれぞれに及ぼす影響を明らかにする. さらに, 塩腺からの分泌液の蒸発が葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ に与える影響についても明らかにする. 0mM, 200mM, 400mMの3段階のNaCl水を与える処理を行い, 処理開始から約30日後にポロメーター(LI1600, Li-Cor)を用いた葉の蒸散速度の測定と葉の塩腺からの分泌液の乾燥重量, 分泌液の濃度, 葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ の測定を行った. また, 各処理による塩分ストレスの違いを評価するため, 一ヶ月に一回シュート長の測定を行った. これらのデータを用いて気孔からの蒸散量と塩腺からの分泌液の蒸発量を分離して推定し, それぞれが葉内水の $\delta^{18}\text{O}$ に与える影響を考察する.

## P1-174

## ハリケーン・カトリーナの生態的後遺症に関する研究—冠水および傾斜がヌマスギ、ヌマミズキの生理・成長に及ぼす影響

\*西牟田和沙, 岩永史子, 山本福壽(鳥取大・農)

本研究は冠水および傾斜環境におかれたヌマスギ(*Taxodium distichum*)とヌマミズキ(*Nyssa aquatica*)の成長や幹の構造変化を生理学的, 組織解剖学的に解析することにより, 両種の冠水および傾斜に対する適応機構を明らかにすることを目的とした.

実験には2年生のヌマスギ実生ポット苗, 1年生のヌマミズキ実生ポット苗を用いた. 苗木は(1)対照区(非冠水・非傾斜), (2)傾斜区(非冠水・傾斜), (3)冠水区(冠水・非傾斜区), および(4)冠水傾斜区, の4区に分け, さらに各々の処理区でエチレン阻害剤であるチオ硫酸銀錯塩(Silver thiosulfate anionic complex 以下STSと記す)を与えた処理区(STS区), 与えない処理区(No-STIS区)を設け, 計8区に分けた. 傾斜はポットを45度に傾け, 冠水はポット上端から5cmまでを冠水させた. 実験期間は2009年6月下旬~8月下旬である. 実験期間中, 苗木の伸長成長, 直径成長量などを計測し, 終了後それぞれの苗木を掘り取り, 根, 幹, 葉に分け, 乾燥重量を計測した. ヌマスギは実験開始から1, 3, 5, 7, および15日後に, ヌマミズキは1, 3, 5, および7日後にポット上端から5cmの幹のエチレン放出量を計測した. また幹の一部を採取し, 組織構造の観察と細胞レベルでの成長計測を行った.

以上の結果, (1)冠水により両樹種ともに幹の直径成長は顕著に増加した. (2)幹のエチレン放出量は両樹種ともに冠水や傾斜による有意差は認められなかった. (3)冠水条件下と傾斜条件下でのあて材形成側においては細胞数が顕著に増加した.

Keywords: 冠水, 肥大成長, 傾斜, ヌマスギ, エチレン

## P1-176

## コンパクトMRI位相法による樹木の通導経路の可視化

\*野口雄二郎(東大院新領域), 梅林弘弘(森林総研), 高橋由紀子(東大院農学生命), 福田健二(東大院新領域)

植物の水輸送は, 乾燥および凍結ストレスや物理的損傷, 病原体の侵入などに対して脆弱であり, 特に樹木は年間を通じて長距離水輸送を行っているため通水特性は樹木の環境適応を考える上で重要である. 樹木の通水特性を明らかにするために, 切枝を用いた透水性の測定や染色法による通水経路の可視化がなされているが, 測定時の木部樹液にかかる圧力差が野外の立木とは異なるという問題があり, インタクトな樹木における非破壊的な樹液流観察手法が求められている. 近年, 非破壊観察の有用な手法としてMRIによる水分分布の可視化やMRI位相法を用いた水移動の可視化が試みられているが, 研究例が少なく樹液流の可視化技術が十分に確立されているとは言い難い. そこで本研究では, コンパクトMRI位相法による樹液流の可視化技術を確立することを目的とし, まず切枝を用いて位相パラメータを求め, それを基にミズナラ苗における樹液流の可視化を試みた.

樹高15mのカツラから枝を採取し, 水中で基部直径1.8cm, 長さ30cmの切枝を作成した. 基部側の切口からKCl水溶液(0.1M)を0.1MPaの水圧で流し続け, 基部から4cmの部位から5cm毎に設けた5箇所の撮像部位で横断面のMRI位相差画像を取得した. 基部側から2cmの位置に径0.8cmのドリル孔を開け, その前後の画像を比較したところ, 全部位で穿孔による水流の変化が検出できた. 次にミズナラの苗を対象に非破壊での樹液流可視化を検討した. 撮像部位の5cm下部に径4mmのドリル孔を開け, その前後のMRI位相差画像を比較したところ, 穿孔による樹液流速の低下を検出できた.

以上の結果から, MRI位相法は立木の水輸送を非破壊で可視化するために有効な手法であり, 樹木の水輸送特性を明らかにするために用いることが可能であると考えられた.

## P1-177

## 着生シダ植物ヤエヤマオオタニワタリの葉群動態

\* 篠原輝, 久保田康裕 (琉球大・理)

ヤエヤマオオタニワタリ (*Asplenium setoi*) は、樹木等に付着して生育する着生シダ植物である。樹木に着生することで土壌と隔離された状態にあり、水分や栄養塩類が欠乏した環境に生育していると考えられる。また、個体上部にはホストとなる樹木等のリターが蓄積する。この蓄積リターを、流入してきた土壌動物が分解し、懸垂土壌と呼ばれる土壌を個体根部に形成する。着生シダ植物にとって、この懸垂土壌が水分や栄養塩類の供給や保持の役割をしていると考えられる。しかし、懸垂土壌が未発達な生長段階やリター供給量の少ない着生部位では、必ずしも着生生活に対する適応手段として懸垂土壌に依存できるとは限らないので、ヤエヤマオオタニワタリは貧栄養・乾燥に適応した生理生態学的特性を備えていると考えられる。本研究では、ヤエヤマオオタニワタリの葉群動態に注目し、個体の着生環境や個体サイズが、個体の葉群動態を介して、個体の物質生産に及ぼす影響を定量化することを目的とした。葉の生残・展葉と葉面積の成長の諸過程を、個体差によるランダム効果を考慮した混合モデルで分析し、葉群動態を規定する要因を明らかにし、貧栄養・乾燥環境に対するヤエヤマオオタニワタリの生長戦略を議論する。

## P1-179

## 北海道北部におけるミズナラ堅果生産量の長期変動と堅果重の変異

\* 植村滋 (北大フィールド科学センター), 吉田俊也 (同), 石田巨生 (同), 早粕慎太郎 (同)

北海道北部の森林に生育するミズナラの堅果生産数と種子重の長期変動に関するモニタリング調査の結果を紹介する。本調査は北海道北方生物圏フィールド科学センター雨龍研究林で1984年に開始され、直線距離で約6キロ離れた3つの調査地で、いずれも林冠に達する樹高18~28mのミズナラ52個体(各調査地13~19個体)を対象に、個体ごとの堅果生産量と総重量は現在まで25年分の観測データが得られた。また、同じ観測樹を対象に、個体ごとのランダムに抽出した堅果の平均生重量とその変異を2000年から観測している。

25年間の堅果生産数の変動パターンから、以下の2つの大きな傾向を読み取ることができた:(1)1984年から1993年までの10年間は堅果生産数が比較的少ない期間で、特に1988年以降の6年間はきわめて生産量の少ない年が連続したが、その期間の中で1987年だけは例外的に非常に豊作年であった、(2)1994年から2009年までの16年間は豊作年と不作(凶作)年がほぼ隔年周期で変動したが、その期間の中で2001-2002年は不作年が、2004-2005年は豊作年が2年連続して観測された。これらの変動パターンは調査地内および調査地間でほぼ同調していた。

母樹ごとの堅果の平均重量にも大きな年次変動が観測され、2000年以降では最も小さい $0.95 \pm 0.47$  g (2002年)から最も大きい $3.15 \pm 0.88$  g (2006年)まで、3倍以上の変異があった。堅果の平均重量の年次変動にも個体間、調査地間で同調する傾向が見られた。平均重量と堅果生産量には有意な正の相関がみられ、繁殖に投資可能な母樹の資源量が、堅果数と堅果サイズの両方に影響していることが示唆された。

## P1-178

## シオジの幹肥大生長は種子の豊凶や雌雄により異なるか?

\* 崎尾均, 高橋もなみ (新潟大・農), 比嘉基紀 (森林総研), 川西基博 (鹿児島大・教)

シオジは雄花をつける雄個体と両性花をつける両性個体をもつ雄雌異株である。一般に雌雄異株の植物においては雌個体のほうがより多くのコストを繁殖に投資し、その結果、雄個体はより多くの資源を栄養成長に投資することが予想されている。しかし、実際にはこの現象はそれほど多く確認されているわけではない。本研究では、1:シオジの幹直径成長が雄個体と両性個体との間で異なるか?、2:開花結実が幹直径成長に影響するか?について検討を行った。

埼玉県秩父市の東京大学秩父演習林内(大血川管内)のシオジの天然林と人工林において胸高直径を1987年から2年ごとに測定するとともに2007年春からはバンド式デンドロメーターを設置し、一ヶ月ごとに直径を測定した。また、これらの個体の開花結実状態を把握するために、1990年から毎年、双眼鏡による目視によって開花と結実量を5段階で評価した。

シオジの天然林においては22年間の胸高直径の変化から雄個体の方が両性個体より直径成長量が大きい傾向にあった。一方、天然林より個体サイズの小さな人工林では全く差が見られなかった。天然林、人工林ともに種子生産には豊凶が見られたが、開花結実の周期は天然林の方が短く、豊作年が多く訪れた。それに対し、人工林では結実しない年が多く見られた。また、デンドロメーターによる2年間の直径成長量の測定においても、天然林の両性個体では結実年に成長量が減少する傾向が見られた。

これらの結果から、雄雌異株であるシオジにおいては両性個体のほうがより多くのコストを繁殖に投資する一方、雄個体はより多くの資源を幹の成長に投資していることが示唆された。

## P1-180

## 雌雄同株樹木シデコブシにおける資源量に応じた性配分の差異

\* 鈴木節子 (森林総研), 戸丸信弘 (名大院生命農)

本研究では、愛知県瀬戸市海上の森のシデコブシ集団において、核マイクロサテライトマーカー14座を用いて稚樹の親子解析を行って両親を特定し、さらに葉緑体マイクロサテライトマーカーを用いて種子親と花粉親を区別した上で、種子親と花粉親の特徴を評価すること、および性配分が個体によって異なるかどうか、またどのような要因が性配分に影響を与えているかを検討することを目的とした。親子解析の結果、解析した全ての稚樹(184個体)の両親を高い信頼性で決定することができた。そのうち種子親と花粉親が区別できた稚樹は53個体であった(自殖を除く)。種子親として貢献した個体は花粉親として貢献した個体よりも、有意に、胸高直径(DBH)が大きく、相対量子束密度(rPPFD)が高い場所に位置し、開花は早かった。また個体ごとの雌度(種子親として貢献した回数/種子親および花粉親として貢献した回数)は、個体のDBH、rPPFD、開花の早さ、開花量と有意な相関があり、サイズの大きい個体、明るい場所にある個体、開花の早い個体はより雌として振舞うことが示された。雄として機能するための資源投資は開花期だけに限られるのに対し、雌として機能するための資源投資は開花期から種子の成熟期まで続くため、種子親として貢献するためにはより多くの資源が必要となる。よって、上記の結果は、サイズが大きく明るい場所にある個体は資源が豊富なため、より種子親として貢献できたのではないかと解釈できる。またシデコブシは雌性先熟であることから、早咲き個体は他個体から花粉を受け取るチャンスが少なくなるため、より雄として振舞うと予想されたが、結果は逆であった。シデコブシではサイズが大きい個体ほど開花が早いことが分かっており、個体の性配分は開花フェノロジーよりも資源量に大きな影響を受けると考えられる。

## P1-181

## 奄美群島徳之島におけるオキナワウラジロガシとアマミアラカシの堅果生産量の3年間の変動

\* 平山大輔 (三重大・教育), 香山雅純 (森林総研・九州), 館野隆之輔, 川路まり, 北岡和彦, 米田健 (鹿児島大・農)

奄美および琉球地方に固有のカシ類であるオキナワウラジロガシとアマミアラカシの堅果生産量の年次変動を解明するため、奄美群島の中部に位置する徳之島において、2007年に調査を開始した。2007年9月に、三京岳の天然林から胸高直径の異なる12個体のオキナワウラジロガシを選び、各個体の樹冠下の林床に4から10個(合計69個)の種子トラップを設置した。また、伊仙町義名山の林分から9個体のアマミアラカシを選び、各個体に4から5個(合計41個)のトラップを設置した。月ごとに、トラップ内に落下した繁殖器官を収集し、毎年の堅果落下数を記録した。本講演では、これまで3年間に得られた結果を報告する。

オキナワウラジロガシでは、2007年、2008年ともに全個体で堅果落下数が0個であったが、2009年には堅果生産が認められた。また、果実の中絶や種子散布前被食などにより落下したとみられる未成熟堅果数も、2007年と2008年には0個であったが、2009年には多量に認められた。これらの結果は、オキナワウラジロガシの繁殖が個体群内で強く同調しており、かつ繁殖量の年次変動が大きいことを示唆している。一方、アマミアラカシでは、緩やかな変動はあるものの、毎年堅果生産が認められた。

オキナワウラジロガシは開花の翌年に結実する性質(2年結実性)を持ち、アマミアラカシは開花の当年に結実する性質(1年結実性)を持つ。これまでの研究で、著者らは、2年結実性カシ類(アカガシ、ウラジロガシ、ツクバネガシ)には明瞭な隔年結果現象があり、1年結実性のアラカシにはないことを明らかにしてきた。本研究により、奄美・琉球に固有のカシ類でも、2年結実性および1年結実性の種間で堅果生産のふるまいが異なる可能性が示唆された。

## P1-183

## ブナの花芽形成決定への個体内資源量の関与

\* 宮崎祐子 (北大・創成), Benesh Joseph, 小林正樹, 清水健太郎 (チューリヒ大・理), 佐竹暁子 (北大・創成)

ブナをはじめ多くの樹木でみられる数年に一度の間欠的繁殖の要因には、主に気温等の気象要因や個体内資源量(糖類やデンプン等の非構造体炭水化物、および窒素等)等の内生要因が考えられてきた。個体内資源は花芽分化を引き起こすシグナルとして直接働くことが想定されているが、このことを確認するためには、花芽分化の直前あるいは分化中の個体内資源量と花芽分化の有無とを対比させることが必要である。一方、ブナのような落葉広葉樹では冬芽は前年夏から分化するが、シグナルを受容して花芽が分化すると考えられる時期には花芽の有無を形態観察からは識別できない。そこで本研究では、モデル植物シロイヌナズナで蓄積された知見を非モデル植物であるブナに応用し、シロイヌナズナの花成制御遺伝子の一つであるLEAFYの相同遺伝子の発現量をブナの花芽分化の指標として使用することを試み、個体内資源量が花芽分化に与える影響について評価した。

札幌市内に植栽されたブナを用いて、2009年4月から10月まで2週間おきに冬芽におけるLEAFY相同遺伝子の発現量をリアルタイムPCR法により測定した。その結果、発現量は春から夏にかけて上昇して7月に最大値を示し、その後秋にかけて減少する季節変化を示した。これは、形態的に花芽が識別可能になる8月以前に花芽分化が決定される可能性を示唆する。さらに、発現量測定に用いた冬芽に対応する枝内の非構造体炭水化物量および全窒素量を測定し、これらの個体内資源量とLEAFY相同遺伝子の発現量の相関を解析して枝内の個体内資源量が花芽分化に与える影響を調べた。本アプローチによって、内生要因だけでなく気象要因についてもその役割を評価し、最終的に花芽分化を引き起こすシグナルの相対的重要性について言及したい。

## P1-182

## ハイマツの結実変動

森広信子(無)

非常に多くの樹木が、その結実量を、個体間で同調して年変動させる。結実量変動の大きさは送受粉様式・種子散布様式と深く結びついているように見える。たとえば風媒花は他の送受粉様式の樹木に比べて結実変動が大きく、これは同調開花によって受粉効率が上がり、同調から外れて開花すると受粉がうまくいかないという背景があるのではないかといわれる。

ハイマツは本州中部の高山を代表する低木である。風媒花を持ち、種子はホシガラスなどの動物による、貯食行動によって散布される。ハイマツの球果生産については、中新田(1995)による、球果の落下痕を用いた推定があり、15年間で変動係数は0.71であった。これは変動量としてはそれほど大きいものではない。

種子は主に風衝地に貯蔵され、そこから翌年に実生が発生するが、この数を15年間数えたところ、非常に大きな発生数の変動があり、変動係数は1.52となった。変動パターンは不規則で、周期性は認められない。

球果数の変動に比べて、実生の発生数が非常に大きく変動するのは、種子の生き残る確率が、種子量が多いほど大きくなる、つまり貯蔵した種子を消費する割合が、種子量が多いほど少なくなることを意味する。したがって、ハイマツが種子生産量を変動させることで、貯蔵種子の生き残りには一定の効果があることになり、それは種子(球果)生産量の変動をあまり大きくしなくても達成できることを意味する。

## P1-184

## 雌雄異株カラスザンショウにおける繁殖投資パターン、葉フェノロジーの雌雄差とその関わり

\* 松山周平(大阪市大・理), 寄元道徳(京大フィールド研)

樹木の繁殖投資は栄養成長への資源投資との間のトレードオフの影響を受けるとされており、樹木の繁殖への資源投資量は一般的に年変動を示す。しかしながら、中には年変動を殆ど示さず開花・結実という繁殖への資源投資行動を繰り返す種もある。こうした年変動を殆ど示さない種における資源投資上の制約克服はどのようになっているのだろうか。本研究では、資源投資上におけるトレードオフ関係解析が雌雄異株性植物の雌雄比較によって容易となる点を踏まえ、陽性の雌雄異株性樹木であるカラスザンショウを対象として、繁殖投資量や異なるモジュール(葉~個体)への栄養成長投資量、それらの年変動パターンを雌雄間で比較解析した。尚、調査地は京都府北部にある京都大学・芦生研究林である。

雌の当年生枝あたり繁殖投資量(7.9g)は、雄の1.7倍となっていた。個体あたり当年生枝数は雌雄間で有意に異ならなかったものの、繁殖枝率は雄の方で1.2倍多くなっていた。これらの結果は、雌の個体あたり繁殖投資量は雄よりも大きくなっていることを示していた。一方、5年にわたる個体あたりの繁殖枝率は雌雄ともにほぼ一定して雄の方が有意に大きくなっていったのに対し、幹の肥大成長量では有意な雌雄差は認められなかった。また、一年生枝上における繁殖枝率には雌雄差が認められなかった。さらに、葉については形態(当年生枝あたりの着葉枚数、葉重)に雌雄差がなかったものの、フェノロジーには落葉開始日に雌雄差があり、雌の方で有意に遅くなっていた。以上のことから、カラスザンショウは、葉フェノロジーの雌雄差はあるものの、主に個体あたりの繁殖枝率を抑えることによって雌の大きい繁殖投資を調整し、継続した繁殖投資を実現していることが示唆された。

## P1-185

## バイケイソウの一斉開花現象と地理的な同調性

谷友和(上越教育大)

ユリ科の大型多年草バイケイソウ(*Veratrum album*)は広域に開花が目立つ年と目立たない年がある。そのため本種は個体群間で同調して一斉開花する性質を持つ可能性がある。発表者はバイケイソウの開花量の年変動と地理的な同調性を調べるため、北海道道央域の8ヶ所の調査地に10×10mの調査区を各1~2個(計10区画)設置して、2002年~2008年の夏期に調査区内の開花ラメット数を計測した。

調査の結果、各調査地での開花量年変動は大きく、一斉開花とみさせる現象が確認された。調査期間中の開花パターンには3種類が認められ、1)2002年に大規模な開花を行った後、2007年と2008年のいずれか、または両年に中規模な開花を行うタイプ、2)2002、2004と2008年にそれぞれ小~中規模の開花を行うタイプ、3)2002年に中規模な開花を行った後、2008年に大規模な開花を行うタイプに分類された。これらの年以外にも少数のラメットが開花することがあった。

次に、調査区間で開花の同調性を評価した。各調査区での開花量の年変動を相対値化した上で、2つの調査区間における各年の相対開花ラメット数の差の二乗の逆数を開花パターンの類似度(開花同調性)の指標とした。2つの調査区間において開花パターンのタイプが異なる場合は、地理的に近距離であっても開花の同調性は低かった。また、調査区間の距離が離れるにつれてさらに同調性が低下した。一方、開花パターンのタイプが同じ調査区間では開花の同調性は高かったが、地理的距離が増すにつれて同調性が低下する傾向にあった。これらのことから、バイケイソウの一斉開花パターンは個体群間の距離を反映した要因と距離とは無関係な要因の両方によって決まっているものと考えられた。今後、個体群の環境条件や遺伝的性質に着目して開花パターンの決定因子を解明したい。

## P1-187

## 植物の繁殖に及ぼす二親性近親交配の影響：推定方法と適用事例

\*石田清(弘前大・農)、平山貴美子(京都府大・院・生命環境)

他殖性の植物は劣性有害遺伝子の頻度が高く、大きな近交弱勢が現れやすい。血縁個体が集中分布している集団では、兄弟交配などの二親性近親交配が生じる可能性があり、他殖子孫の適応度を大きく減少させているかもしれない。他殖子孫の適応度に及ぼす二親性近親交配の影響は、子孫の近交係数の時間的変化などに基づいて検討されてきたが、生活史初期段階(受精直後から実生に至るまでのステージ)の二親性近親交配についてはそうした方法が適用できないため、研究事例は少ない。そこで、(1)種子と繁殖個体の遺伝分析(親の近交係数及び自殖率に関わる遺伝パラメータ)に基づいて他殖子孫の近交係数を推定するとともに、(2)交配実験(自家受粉と他家受粉)で子孫の近交係数と生存率との関係を推定することにより、生活史初期段階の他殖子孫の相対適応度( $RF = [\text{他殖子孫の生存率}] / [\text{任意交配子孫の生存率}]$ )を推定する方法を開発した。この方法で求めた相対適応度は過大推定値になるが、自殖子孫に現れる近交弱勢(近交弱勢成分 $\delta$ :  $\delta = 1 - [\text{自殖子孫の値}] / [\text{任意交配子孫の値}]$ )が通常の範囲にある集団ならば推定誤差は小さい。絶滅危惧種シデコブシを対象に、この方法を用いて生活史初期段階の他殖子孫の相対適応度(RF)、近交荷重(自殖率 $\times \delta$ )、二親性近交荷重( $[1 - \text{自殖率}] \times [1 - RF]$ )を推定した。岐阜県土岐市の集団を分析した結果、他殖子孫の相対適応度は0.89であり、近交荷重と二親性近交荷重はそれぞれ0.33と0.07であった。この結果は、近親交配によって集団全体の繁殖量(実生数)が40%減少していること、そしてその減少部分の18%が二親性近親交配に起因していることを示している。この集団は最近隣個体間の親縁係数が0.21と大きいため、孤立小集団となって交配距離が短くなると二親性近交荷重がさらに大きくなる可能性がある。

## P1-186

## アオモリトドマツ雌花芽数の年次変動が動物による被食から受ける影響について

関剛(森林総研・北海道)

繁殖器官の成長過程における死亡は種子数に大きな影響を与える。その死亡要因が予測可能である場合、要因の効果を低下させるメカニズムを発達させることが種子数の低下を軽減する上で有効であろう。アオモリトドマツ球果の成長過程において、生育地によっては、動物の摂食による雌花芽の死亡数が雌性繁殖器官の死亡数で最も大きな割合を占める。こうした生育地で動物の摂食に予測可能なパターンがあるかどうかを調べ、雌花芽生産で被食率を低下させるメカニズムが発達する可能性について考察した。調査は奥羽山脈岩手山西方の姥倉山で行った。林冠に達していた9個体を対象に、1995年から1999年までの雌花芽生産数と被食数を一次枝ごとに計測した。主幹から分枝して3年後から12年後に相当する一次枝において、主幹、主幹から分枝後2年目までの二次、三次の枝で雌花芽の状態を確認した。調査対象期間では、1995年と1998年に雌花芽のほとんどが生産された。一次枝あたり、および個体あたりでの雌花芽被食率にかかわらず、1996年と1999年には雌花芽はほとんど生産されなかった。一次枝あたりの雌花芽被食率は、一次枝の出現年次とは関係がなかった。また、個体あたりの雌花芽を着けた一次枝数とも関係がなかった。その一方で、個体あたり雌花芽数の多い個体で低い傾向があった。本種では、雌花芽が被食を受けた翌年には補償的に雌花芽を生産せず、2年連続で餌資源として利用されるのを防いでいると考えられる。雌花芽の樹冠内での空間配置に関しては、様々な年次に出現した一次枝上で被食を受けるため、特定年次の一次枝への集中的な配置はしないと推測される。一方、個体あたり雌花芽数を豊作年に集中して増やすことによって、結果的に球果数を増大させていると示唆される。

## P1-188

## オオヤマオダマキにおける花序内の花ごとの形質と自殖率の関係

板垣智之、酒井聡樹(東北大・院・生命)

花序内の花ごとに、生産種子の自殖率に違いがあるかを調べた。花形質に違いがあるなら、花間で自殖のしやすさに影響があるのではないだろうか。本研究では、花序内に2-3個の花をつけるオオヤマオダマキを材料に、早坂高原・袖山高原(岩手県)の野外集団で調査を行った。花序内で1番目と2番目に開花する花で、花形質(花サイズ・花粉数・胚珠数)、繁殖成功(放出花粉数・種子数・自殖率)を比較した。また、繁殖成功に影響すると考えられる要因として、ポリネーターの訪花数・滞在時間を調べた。自殖率測定のため13遺伝子座のマикроサテライトマーカーを用いた遺伝型分析を行った。

その結果、1番目の花の方が自殖率が高い傾向が見られた。放出花粉数・種子数も1番目の花の方が高かった。さらに、1番目の花は、花サイズが大きく花粉・胚珠数も多かった。訪花数・滞在時間は花間で差は見られなかった。

これらの結果から、1番目の花は、花粉数が多いために自殖しやすいのではないかと考えられる。1番目の花は花粉の生産数・放出数が多く、花粉親としての繁殖成功が高いと期待される。しかし、花粉生産数が多いことで自家受粉の機会も多いのではないだろうか。2番目の花は、生産種子数が少ないが、他殖種子をより多く生産することで繁殖に貢献していると考えられる。

## P1-189

## マスティングの規模が左右する種子生存の密度依存性の効果

竹内やよい(京大農)

種子の生存における密度依存性は、その後の分布パターン、ひいては群集の種多様性を決定する要因であり、植物の更新過程を考える上で非常に重要なメカニズムである。一方で、集団内での開花・結実量の豊凶(マスティング)も全体の繁殖成功度に非常に大きな影響を与える。特に豊作時には捕食者が飽食するために生存率が上がる(捕食者飽食仮説)ことがこれまで示されてきたが、マスティングの大きさは、全体の繁殖成功度だけでなく捕食者との相互作用の空間的スケールや、密度依存性の効果の方向性にも影響を与えると考えられる。そこでこの研究では、マスティングの規模が植物の繁殖更新過程、特に密度依存性の方向性とスケールにどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的とした。

調査は、マレーシア・ランビル国立公園でおこなった。2004(マスティング規模:小)/2005(中)/2009(大)年に開花、結実した *Shorea laxa* (フタバガキ科) を対象とした。約100ha内の成木10-15個体を対象とし、林冠下にシードトラップを設置して花から種子までのデモグラフィを 추적した。種子は、成熟・未成熟、健全・被食に分類してそれぞれについて検討した。成木の局所密度の指標を用い、モデル選択により最適なスケールと密度依存性の方向性を評価した。

結果として、種子の生存はマスティング小のときに正の密度依存効果、マスティング大のときに負の密度依存効果があることが分かった。また、この効果の及ぶ最適な空間スケールもマスティング小で狭い範囲、マスティング大で広範囲であった。つまり、種子の生存は密度依存性があるが、マスティング規模によってその方向性が変わることが明らかになった。特に、マスティング大では、広範囲で起こる負の密度効果であることから、大規模なマスティングはより個体の分布の空間的異質性を高めることに貢献することが示唆された。

## P1-191

雌性両全異株性植物ナデシコ科 *Silene vulgaris* における性比が自殖率に与える影響—野外集団における検証

\* 三宅(村山) 恵子(新潟大学), Matthew S. Olson (University of Alaska Fairbanks, USA)

## P1-190

## 雌雄異株低木シロモジにおける前年の繁殖がその後の繁殖と生存に及ぼす影響

\* 松下通也, 中川弥智子, 戸丸信弘(名大院・生命農)

多年生植物において、前シーズンの繁殖がその後の繁殖や生存・成長に及ぼす負の影響は、繁殖コストとして一般に知られている。雌雄異株植物では、有性繁殖に対する資源投資量の違いに起因して、繁殖・生存に対する繁殖コストの程度に性差が生じると考えられる。そして繁殖コストの負の影響は、果実生産に資源投資する雌でより強く認められると予測される。そこで本研究では、複数の幹からなる株を形成する雌雄異株低木シロモジを対象に長期モニタリングデータからこれらの予測を検証することを目的とした。

長野県赤沢自然休養林内に設置された4haプロット内に生育するシロモジ株を対象に、2004年から2009年まで開花・結実状況を毎年追跡調査し、株内の全ての幹の生産花序数・果実数を目視により直接計数した。一部サンプルより花・果実乾重を測定し、花序・果実数とあわせて各幹の繁殖投資量(バイオマス)を推定した。また各幹の生死も毎年確認した。これら6年にわたる詳細なモニタリングデータをもとに、シロモジ幹の繁殖・生残を説明する階層ベイズモデルを構築し、前年の繁殖投資量がその後の繁殖・生存に及ぼす影響について雌雄で比較した。

その結果、開花の段階では雌は雌よりも繁殖投資量が大きく、果実も含めたトータルの繁殖投資量は雌の方が4-6倍程度大きかった。幹の生残確率については、繁殖幹・非繁殖幹のいずれにおいても雌雄で差は認められなかった。またモデルによる解析より、予測とは逆に雄では幹の開花・生残に対する前年の繁殖投資量の有意な負の効果を検出されたものの、雌では花序・果実のいずれの繁殖投資量の影響も認められなかった。本大会では、なぜシロモジでは多くの既存研究と逆の傾向を示したのか、その要因を検討する。

## P1-192

## 兵庫県におけるコナラの豊凶特性—5年間の観測結果から

\* 藤木大介, 坂田宏志, 横山真弓(兵庫県大・自然研)

コナラの豊凶リズムとその空間的同調性、豊凶に影響する気象要因を特定するため、兵庫県下約200地点のコナラ林において、5年間にわたるコナラの豊凶の経年観測を行った。観測結果をクラスター分析にかけ、豊凶リズムを類型化した結果、統計的に有意な関連性のみられる豊凶リズムは16タイプ存在していた。また、そのうち上位3タイプは隔年結実性が強い。地点全体の7割を占めていた。L関数を用いた点過程分析を用いて、豊凶タイプ毎にその空間的同調性の有無と程度を調べた結果、上位3タイプに区分される林分は、60-80kmの距離で空間的にまとまって存在していることが示された。アメダスの旬別気象データを用いて、豊凶の程度に影響する気象要因を変数選択重回帰分析で探索した結果、前年夏と当年8月上旬の日照時間、当年6月中旬の降水量が豊凶に影響することが示された。これらの結果は、コナラの繁殖生態から見ても妥当な結果であった。8月の日照時間が当年の結実に負の影響を、翌年の結実に正の影響を及ぼすことは、コナラが隔年結実しやすい理由を説明しているかも知れない。

## P1-193

## 雌雄異株植物ヤチヤナギのオス化した小集団のクローン構造

\* 井上みずき (秋田県立大・生物資源), 石田清 (弘前大・農)

雌雄異株植物は全植物の約4%を占め、1個体では繁殖できないにも関わらず隔離された島に多いとされ、その要因は個体の寿命が長いことや鳥に種子散布をたよる種が多いからだといわれている。湿地性の灌木である雌雄異株植物ヤチヤナギは然別湖(北海道)、御池沼沢(三重県)や黒河湿地(愛知県)に隔離小集団が存在し、これらの小集団でみられる開花幹はオスのみである。ヤチヤナギは匍匐枝によってクローン繁殖するため、これらの隔離小集団は少数のジェネットにより侵入拡大もしくは雌雄を含む大集団から確率的偶然により少数のジェネットのみに固定している可能性がある。そこで3集団のクローン構造を解析した。然別湖は30m\*30mのプロットを設置し、2mの格子点上で葉を採取した(236ラメット)。御池沼沢は12m\*6mおよび20m\*8mのプロットを設置し、2mの格子点上で葉を採取した(63ラメット)。黒河湿地は全64ラメットから葉を採取した。採取した葉からDNAを抽出し6座のマイクロサテライトマーカーを用いてジェネットを識別した。然別湖および御池沼沢では、集団は1ジェネットから成り立っていた。ただし、然別湖は体細胞突然変異と推定される遺伝子型を1タイプ持っていた。一方、黒河湿地は集団の面積は一番小さいにも関わらず、5ジェネットが見つかった。3集団の結果は仮説を支持するものと考えられる。また、黒河湿地についての結果は確率的偶然以外の要因が小集団のオス化に関与していることを示唆している。変種の関係にあるセイヨウヤチヤナギでは雌雄の花が花序内に同所することがあると報告されている。然別湖でも一部の幹で雌花が観察された年があり、こうした性転換が集団中に広まる条件について検討していく必要がある。

## P1-195

## アカマツ林に生育するツツジ科低木4種の樹形とシュート形態の比較

\* 城田徹央 (信大・農), 岡野哲郎 (信大・農)

ヤマツツジ-アカマツ群集は本州中央部に普通に見られ、林床の種数がそれほど多くないこと、ツツジ科低木を多く伴うことを特徴としている。これらのツツジ科低木の空間獲得様式について、本研究では調査を行った。調査地は伊那市羽広地区の経ヶ岳の麓にあたる。南東向きの斜面で、上層の被度が低く、林床が発達していた。ツツジ科植物の被度が高く、バイカツツジ、ホツツジが優占し、次いでトウゴクミツバツツジ、ヤマツツジが多く認められた。

これら4種のシュート形態を比較した結果、シュート重量あたりのシュート投影面積が最も大きかったのはホツツジであり、最も小さかったのはバイカツツジであった。したがって、このシュートレベルの値だけでは4種の優占度を説明できないと考えられた。

次に親シュートから娘シュートが分岐するプロセスを解析し、シミュレーションを行った。その結果、ヤマツツジはよく分岐するが娘シュート長合計が短く、トウゴクミツバツツジは分岐が少ないものの娘シュート長合計が長くなることが明らかにされた。一方、バイカツツジとホツツジは、親シュート長が短い場合には娘シュート長の合計が他の2種よりも短くなるが、親シュート長が長い場合には他の2種よりも娘シュート長の合計が大きくなることが明らかにされた。このサイズ依存的な空間獲得能力の可塑性が、明るい林床におけるバイカツツジとホツツジの高い優占度を実現させている可能性が考えられた。

## P1-194

## 貧栄養条件下に成立する熱帯林における主要樹種の萌芽特性

\* 宮本和樹 (森林総研四国), Reuben Nilus (サバ森林研究セ), 壁谷大介 (森林総研), 伊藤武治 (森林総研四国)

樹木における萌芽更新の特徴のひとつは、実生からの定着とは異なり、すでに発達した根系を利用できることにある。これは栄養塩類に乏しい環境において伐採や火入れなど人為攪乱から素早く植生を回復させる上で有利な特性であると考えられる。本研究では、人為攪乱からの植生回復能力のひとつとして樹木の萌芽能力に着目し、稚樹~若木レベルの樹木を伐採後、萌芽頻度を観察した。また、伐採前後の幹や根における貯蔵炭水化物濃度の変化を調べた。調査対象は、東マレーシア、サバ州(ボルネオ島)の貧栄養土壌(ポドゾル)に分布する熱帯ヒース林(ケランガス林)において優占する3樹種(マキ科の *Dacrydium pectinatum*、フタバガキ科の *Hopea pentanervia*、フトモモ科の *Tristanopsis obovata*)である。伐採から6-8カ月経過後の観察では、高い頻度で萌芽が観察されたのは *Hopea* 1種のみであった。*Tristanopsis* ではほとんど萌芽が観察されなかった。これらの傾向は2度目の試験でも同様であった。*Dacrydium* については試験を行った全ての個体について萌芽は観察されなかった。*Hopea* の実生、稚樹の幹、根の貯蔵炭水化物濃度は他の2種に比べて有意に高いほか、伐採後の貯蔵炭水化物濃度が伐採前に比べて有意に減少したことから、貯蔵炭水化物が伐採後の萌芽更新に寄与していることが示唆された。しかしながら、旺盛な萌芽が観察されたのは *Hopea* のみであり、貧栄養環境に成立する熱帯ヒース林の主要構成樹種は必ずしも萌芽更新への依存度が高いわけではなかった。この結果は、一旦人為攪乱を受けた熱帯ヒース林を植生回復させることが困難であることを示唆している。

## P1-196

## キンラン・ギンラン・ササバギンランの発生状況のちがいがい

寺井学, 大林組技術研究所

コナラ二次林(約1.4ha)の林床に生育するキンラン、ギンラン、ササバギンランを12年間モニタリングした。2009年はキンラン397個体(449本)、ギンラン89個体(89本)、ササバギンラン220個体(220本)を確認した。キンランは同一個体から複数本シュートが発生するものがあつた。個体数は3種とも12年間で増加傾向にある。2009年の未開花のキンランは143本(31.8%)、ギンランは25本(28.1%)、ササバギンランは100本(45.5%)であつた。経年的な未開花率はキンラン20~32%、ギンランは11~44%、ササバギンランは30~65%であつた。3種とも4月下旬~5月上旬に開花する。開花後受粉して子房が落ちなかったものは、12月までシュートの先に残っている。11月下旬から12月にかけて地上部シュートは緑色から黄褐色に退色して立ち枯れの状態になる。12月中旬頃に子房の中腹が縦に1~3箇所裂けて種子が風に舞い周囲に散布される。2009年12月の調査で種子の得られたシュートは、キンラン2本で開花したシュートの0.7%、ギンランは30本で46.8%、ササバギンランは17本で14.2%であつた。2008年の調査では、それぞれ0.7%、43.2%、11.1%であつた。経年的に調査した平均草丈は、キンラン23~28cm、ギンラン7~9cm、ササバギンラン14~17cmであつた。

キンランは発生している場所で1~2個体/m<sup>2</sup>程度の密度であり同じ個体が経年的に発生し続ける傾向が高い。ギンランは2~4mの範囲内に数個体/m<sup>2</sup>の密度で集団発生し1~2年で地上部がみられなくなるものがほとんどである。ササバギンランは両者の発生状況の特徴を併せもち、集団発生した個体のうち一部が発生しつづけていく推移が確認できた。種子の生産確率と個体サイズから、3種の発生状況のちがいがいについて考察を行った。

## P1-197

## タチスズシロソウの低温に対する開花反応性の集団間変異とその遺伝的背景

杉阪次郎, 工藤洋 (京大生態研)

開花時期の決定は植物の繁殖成功に直結する重要な適応形質であり、日長や気温の季節変動にตอบสนองして変化する。モデル植物シロイヌナズナでは、花成制御の遺伝子ネットワークの解明が進み、低温に対する開花応答の変異が、花成抑制因子 *FLC*(*FLOWERING LOCUS C*) の発現量という量的な要因に集約できることが明らかとなりつつある。タチスズシロソウは異質倍数性起源の四倍体で、シロイヌナズナ属の二倍体種が親種である。本種は、低温によって開花が促進されるが、低緯度の集団ほど、長期の低温を必要とする集団間変異があることがわかっている。本研究は、開花応答性の集団間変異を対象に異質四倍体における適応の遺伝的基盤を明らかにすることを目的とした。シロイヌナズナでは *FLC* が実生時から発現し、長期の低温によって発現が抑えられ開花に至ることが分かっている。本研究の結果、タチスズシロソウでは *AkwFLC* の初期転写量は集団間で有意な差がみられたが、*AkwFLC* 転写量の変異は、開花までの日数における変異を説明しなかった。しかし、低温処理に対する *AkwFLC* 転写量の低下速度を比較した場合、早咲き集団で低下速度が速く、遅咲き集団で低下速度が遅いことが明らかになった。このことから、*AkwFLC* 転写量の低温応答の程度が開花の変異を説明する可能性が示唆された。以上のことから *AkwFLC* 転写量の低温応答に変異をもたらすと考えられる遺伝子群に対して解析を行った。また本種は異質四倍体であることから異なる親種由来の2タイプの *AkwFLC* をもつため、その2タイプを分けて定量することを試みた。

## P1-199

## 「東濃地域における光・水環境がシデコブシの生育に与える影響」

加藤杏奈 (名大, 環境学)

シデコブシ (*Magnolia Stellata*) は絶滅危惧Ⅱ類に指定されている落葉小高木で、東海丘陵要素のひとつとされる (植田 1989)。本種は生殖において実生繁殖 (有性) と栄養繁殖 (無性) の両方を行なうが、これらと環境条件との関連性についての研究は少ない。本研究は光・水環境がシデコブシに与える影響、ならびに2つの繁殖様式をもつ要因を明らかにすることを目的とする。

調査は、岐阜県多治見市の深山の森自然公園、並びに喜多緑地公園内のシデコブシ群落で行なった。10m × 35m の帯状調査区を設置し、調査区内に生育する全てのシデコブシを対象として、幹長、伸長量、胸高直径 (DBH) を測定すると共に、株構造を調べ記録した。また、調査区を 2.5m × 2.5m の小プロットに分け、各プロットにおける相対光量子束密度 (rPPFD) 及び土壌含水率を測定した。更に、伏状個体で掘り取り調査を行ない地下の連繋と個体間距離を調べた。

結果、調査区全体において rPPFD0-10% のプロットで個体数が多く見られ、比較的暗い環境に適応できる耐陰性を持つと推測された。また、土壌含水率 60% 以下の環境で 80% 以上のシデコブシの生存が確認された。

一方、各株のサイズ構造をみると、株あたり幹本数の多い個体は暗く湿った環境で多く見られ、これは掘り取り調査からも同様の傾向が見られた。株内の最大 DBH に比例して幹数も増加していたことから、本種は萌芽することで株を生長させ、生育空間を獲得していると考えられる。また、掘り取り調査の結果より、幹長 50cm 以下の個体も地下部で連携し接地面から発根していたことから、伏状することで株の寿命を延ばしていると思われる。

シデコブシは土壌含水率の高い環境で生育がよく、株立ち個体も多くなることが確認された。これらの性質を持つことで、本種は湧水湿地のような環境で個体群を維持してきたと推測される。

## P1-198

## 融雪と植生フェノロジー観察におけるデジタルカメラの利用とネットワーク化

\* 井手玲子 (国環研), 中路達郎 (北大), 小熊宏之 (国環研)

気候変動による生態系への影響が懸念され、とくに影響を受けやすい高山帯において長期的なモニタリングの必要性が高まっている。近年、山岳地域においてもインターネット環境の整備が進み、観光を目的としたデジタルカメラ画像をホームページ上で公開しているところが多くなった。そこで本研究では立山室堂山荘と信州ブロードバンドネットワークの画像を用いて、高山帯の融雪および植物の展葉や紅葉などのフェノロジーを解析した事例を紹介する。

JPEG 形式の画像から赤緑青 (RGB) の画素値を抽出し、積雪部分を判別して対象画像内の積雪面積を調べた。その結果、積雪画素数の時系列変化から融雪の状況が数値化され、それぞれの場所とその方位により異なる融雪パターンが見られ、年による融雪速度の差が認められた。また、植物群落部分の RGB 値から植物の色素の変化に対応する植生指標を算出することにより、植生のフェノロジーを解析した。得られた植生指標の変化から群落スケールでの展葉や紅葉の時期を把握することができた。2008 年に比べて 2009 年の紅葉時期が早いなどフェノロジーの年々変動も明らかになった。

本研究では大量の画像を迅速に解析するアルゴリズムを開発し、群落スケールの植生フェノロジーを把握して地点間で客観的に比較できることを示した。広域で詳細な生態系モニタリングネットワーク構築に向けて、今後さらに多地点でのデジタルカメラによる定点観測の展開と解析手法について検討したい。

## P1-200

## クサギ属植物における広域分布種と伊豆諸島準固有種の繁殖様式

水澤玲子 (京大・農), 長谷川雅美 (東邦大・理), 井鷲裕司 (京大・農)

送粉者の種構成および密度の変化は被子植物の繁殖様式を進化させる選択圧となる。海洋島の生物相は主に本土からの供給によって形成されるため、分類群の欠落や密度のアンバランスといった特徴を持ち、本土から移入した植物では送粉者の転換や不足が生じやすい。また移入初期には繁殖相手となる他個体の数が限られるため、自殖化への進化が促進されると予想されるなど、植物における繁殖様式の進化プロセスを解明する上で多くの知見を提供する重要な系である。しかし本土と海洋島の間で近縁種間の繁殖様式を比較した研究は少ない。

伊豆諸島は本土に近い海洋島で、広域分布種のクサギと伊豆諸島準固有種のシマクサギが生ずる。シマクサギの雄蕊長はクサギと比べて著しく短く、開花時期もクサギより約2週間遅れることから、クサギとは異なる繁殖様式を持つことが予想された。クサギとシマクサギは一部の島で同所的に生育し、本土型と島嶼型の繁殖様式を比較する上で有用な系である。これまでの研究から、本土におけるクサギの主な送粉者は黒色系アゲハ類である一方、伊豆諸島における黒色系アゲハ類の訪花頻度は低く、代わってホウジャク類が主な訪花者となる事が明らかにされている。本研究では2種のクサギ属植物の結実状況に影響する要因を明らかにする目的で、クサギとシマクサギが同所的に生育する新島において、花粉の質 (自家花粉と他家花粉)、黒色系アゲハ類の密度、および開花日と、結実率との関係を調査した。

その結果、クサギでは他家花粉に比べて自家花粉による結実率が有意に低下した (38.5% と 8.9%) のに対して、シマクサギでは自家花粉と他家花粉の間で結実率に差が見られず (56.7% と 50.0%)、伊豆諸島における自殖の進化が示唆された。また、両クサギ属植物の結実状況と黒色系アゲハ類の密度および開花時期との間には相関はみられなかった。

## P1-201

## 日本産エンレイソウ属植物の種間雑種形成における生殖隔離の非対称性

\* 前川諒, 大原雅 (北大・院・環境科学)

植物では、他殖を行う際には花粉の移動を風や昆虫に委ねるため、異種が同所的に生育し、且つ同時期に開花する場合、異種間でも花粉の授受が生じる。通常は各植物の生活史過程で生殖隔離が生じるため雑種形成は妨げられる。しかし、研究対象である日本産エンレイソウ属植物では、エンレイソウ (4x)、オオバナノエンレイソウ (2x)、ミヤマエンレイソウ (4x) の3種を基本種として、種間交雑が生じ、種分化が生じている。

本研究では、エンレイソウ (4x) とミヤマエンレイソウ (4x) の種間雑種ヒダカエンレイソウ (4x) の雑種形成に着目した。先行研究により、エンレイソウとミヤマエンレイソウの間に潜在的な不和合性は高くはないものの、実際のヒダカエンレイソウの形成にはエンレイソウが花粉親、ミヤマエンレイソウが種子親として関与していることが明らかになっている。その一因として考えられるのが、ミヤマエンレイソウからエンレイソウへの生殖隔離がその逆方向よりも強く機能していることである。そこで本研究では、一方向性の雑種が形成される要因を雑種種子形成率 (接合前隔離) と雑種個体の生存力 (接合後隔離) の2つに分けて検証する。北海道千歳市のこの3種が自生する集団において、エンレイソウとミヤマエンレイソウの結実種子を回収し、それぞれの雑種種子形成率 (接合前隔離) を調べたところ種子親としてのエンレイソウの寄与は低く、ミヤマエンレイソウからエンレイソウへの遺伝子流動を介した生殖隔離がより強かった。次に雑種の生存力 (接合後隔離) に関しては、種子親をエンレイソウとする雑種の方が低く、開花個体にはエンレイソウを種子親とする雑種個体は存在しなかった。このように、ヒダカエンレイソウの形成過程における一方向性の遺伝子流動の存在は、ミヤマエンレイソウからエンレイソウの遺伝子流動における生態的、遺伝的生殖隔離が強いために生じていると考えられる。

## P1-203

周辺環境の違いが東南アジア熱帯のパイオニア植物 *Dillenia suffruticosa* の繁殖成功に及ぼす影響

\* 徳本雄史, 松下通也, 中川弥智子 (名大・生命農)

東南アジア熱帯雨林は急速に消失・劣化しており、それに伴った生物多様性の減少は地球環境問題の一つとして大きく注目されている。種数の減少は、動植物の種構成だけでなく生物間相互作用にも影響を与えることが予測される。東南アジア熱帯雨林を構成する植物のほとんどが虫媒であるため、人為的な森林利用は送粉昆虫の種組成や植物の繁殖成功を左右すると考えられるが、まだよくわかっていない。そこで本研究では遷移が進んでいない森林や林縁などの明るい場所を好むパイオニア樹木 *Dillenia suffruticosa* (ビワモドキ科) の繁殖成功 (結果率、結実率) と、訪花昆虫を調べ、周辺環境の違いが訪花昆虫群集と植物の繁殖成功に及ぼす影響を評価することを目的とした。

調査地はマレーシア・ランピルヒルズ国立公園 (原生林) と周辺の焼畑休閑林、残存林や焼畑休閑林などがモザイク状に点在するバカム造林試験区周辺の3地点で、対象樹種は共通して生育している。*D. suffruticosa* は東南アジア熱帯に広く分布し、常に開花している樹木である。調査はそれぞれの調査地で対象個体の果実をマーキングした後、定期的に繁殖器官数を計測し、成熟した果実は回収・乾燥させ、中の成熟・未成熟種子数を計測した。送粉昆虫もそれぞれの調査地で1日当たり6~11時までの1時間に30分間、全体で39日採集した。

結果は、訪花昆虫は3つの調査地の中において原生林で種数と個体数ともに最も高かったが、有意な傾向は見られなかった。結果率・結実率ともに原生林で高い値を示したが、特に有意な傾向は見られなかった。

本研究で対象とした *D. suffruticosa* については周辺環境が送粉昆虫の種組成や植物の繁殖成功にあまり大きな影響は与えていなかった。本大会ではさらなる議論をする予定である。

## P1-202

## アカガシとイヌガシの分布上限域における結実量

\* 澤田佳美 (東京農大・院・林学), 金田秀示, 丸山久美, 武生雅明, 中村幸人 (東京農大・地域環境), 吉田圭一郎 (横浜国立大・教育人間科学), 磯谷達宏 (国士舘大学・文)

暖温帯常緑広葉樹林の優占種であるアカガシとイヌガシでは分布上限に向かうにつれて、種子生産が低下するのではないかと考え、箱根の函南原生林と三国山で検証した。アカガシは標高600、800、1000m (分布上限) においてDBH約50cmの個体を、イヌガシは標高600、700m (分布上限) においてDBH約25cmの個体を各3個体ずつ選定した。選定した個体の樹冠下にシードトラップを設置し、2007年~2009年の7月~12月にかけて種子を回収した (7、12月は月に1度、8~11月は月に2度)。全種子数をカウント後、無作為に選定した100個について種子の状態を調べた。また、損傷の無い種子30個について、長さと幅をノギスで測定後、乾重量を測定した。

アカガシでは年間の総落下種子数には標高間で顕著な差はなかったが、高標高ほど7~9月に未熟種子数が多かった。イヌガシでは年間の総落下種子数が標高600mに比べ標高700mで激減した。ただし、未熟種子の割合には標高間差がなかった。種子の成熟速度は両種共に高標高ほど遅かった。アカガシの種子サイズは、標高600mでは11月上旬に最大値に達するが、標高800mでは同等のサイズに達するのが標高600mより2週間程遅れ、標高1000mではそのサイズに達しなかった。イヌガシの最終的な種子サイズは標高による差はなかった。以上のように、両種共に分布上限では成熟種子の生産量が大きく低下することが明らかになった。そして分布上限域のアカガシでは種子の成熟が制限されているのに対して、イヌガシでは開花~受精の過程で制限を受けていることが示唆された。

## P1-204

## 近畿地方内陸部タブノキ林の保全生態学的研究：地理変異と繁殖特性

\* 渡部俊太郎 (滋賀県立大・環境), 金子有子 (琵琶湖環境科学研究センター), 前迫ゆり (大阪産大・人間環境), 野間直彦 (滋賀県立大・環境)

タブノキ (*Machilus thunbergii*) は東北地方から九州・沖縄の沿海地を中心に分布する常緑樹であり、近畿地方の一部では内陸にも生育している。しかし、タブノキ林はその分布域が人間の生活圏と重なることから孤立断片化がされてきた。こうした孤立断片化がタブ林に及ぼす影響の一断面を明らかにするために、近畿および北陸の4か所のタブノキ林から得た稚樹と実生の遺伝的多様性、定着特性と、種子集団に見られる自殖率を比較し考察する。

京都府冠島 (2006年)、滋賀県竹生島 (2006年)、滋賀県犬上川 (2006年および2009年)、石川県珠洲市菅原神社 (2009年) の4つのタブノキ林で試料採集および調査を行った。サンプルについては各調査地で成木の葉を採集し、冠島、竹生島、犬上川では実生、稚樹を採集した。果実は今年度結実のみられた石川県珠洲市において、集団内および孤立木、という異なる立地にある母樹2個体から合計51サンプルを採集した。その上でタブノキの16遺伝子座を対象に開発されたSSRマーカーを用いて、それぞれの調査地の実生集団の遺伝的多様性と種子集団の自殖率について解析した。また犬上川では2009年に4m×20mのベルトトランセクトを設置し、実生および稚樹の調査を行った。

タブノキの種子について自殖率を求めた結果、集団内の母樹の種子集団では21%であったのに対して孤立木では46%であり、孤立に伴って自殖率が増加する傾向が見られた。トランセクト調査の結果、タブノキ林においては稚樹の個体数は林縁部と比較して、非常に少なく、林内には次世代の定着が困難であることが示唆された。自殖由来の種子の定着特性などは今後の課題である。今回はこれらの内容に実生集団の遺伝的多様性もあわせて考察する。

## P1-205

## 雌雄異株の樹木アオモジの結実と種子散布における空間構造の影響

\* 鈴嶋康子, 川口英之 (島根大・生物資源)

樹木の分布が有性繁殖によって拡大するとき、雌雄同株の樹木に比べて、雌雄異株の樹木では、個体の空間分布による影響は顕著になると予想される。しかし、雌雄異株に注目して分布拡大が研究された例は少ない。本研究では、国内移入されて分布が拡大している雌雄異株の落葉小高木アオモジを対象種として、雌雄のサイズ構造と空間構造が結実と種子散布に対して影響するかをしらべた。

鳥取県大山町、妻木晩田遺跡内の約105haを調査地とし、アオモジの位置、性、サイズをしらべた結果、雄201本、雌278本、非着花48本、合計527本、雄/雌比=0.72、であった。胸高直径3cm以上はすべて着花していた。雌15本について花序あたりの花数を求めたのち、観察枝を3本ずつ選び1週間ごとに花序の残存数を記録し、残存する花序数が安定した7月から果実数も記録して結果率を求めた。成熟した果実の数を結果数とし、雌花数に対する結果数の割合を結果率とした。成熟した果実には種子が1個入っている。結果率は0から39%の範囲にあり、平均8.7%であった。直径3cm以上の雄が25mの範囲内にある雌とない雌とに分けると、雄が近くにない雌の結果率が有意に低かった。果実が成熟した8月にトラップを3個ずつ設置し、落下した果柄と捕食されずに落下した果実を数えて、鳥により捕食された果実の数と結果数に対する割合を推定した。果柄数を結果数とみなした。トラップあたりの結果数は雄が近くにある雌のほうが有意に多く、捕食された果実数も有意に多かった。結果数に対する捕食された果実数の割合には有意な差はないことから、結果率の高さが結実数と散布数の有意な増大をもたらしたと考えられる。これらの結果により、アオモジにおいて、雌雄の空間分布という個体群の空間構造が繁殖に影響していることがわかった。

## P1-207

## 雌雄異株低木シロモジの生理的統合性における性差：環状剥皮処理を用いた野外実験による検証

\* 五十君友宏 (名大・農), 中川弥智子, 松下通也, 渡辺洋一 (名大院・生命農)

雌雄異株性植物において、繁殖、成長量、クローン生長の程度に性差が知られている。また、クローン植物では、ジェネット内の物理的に連結しているモジュール間で同化産物や栄養塩類・水分などをやりとりする現象(生理的統合性)が知られており、ジェネット(個体)としての適応度を高める戦略であると考えられる。しかし、これまでジェネット全体での生理的統合性の性差に関する研究は行われていない。そこで本研究では、ラメット(幹)間の生理的統合性に性差が存在するかを検証するため、複数の幹からなる発達した株構造をとる雌雄異株低木シロモジを対象種として、株内の主幹に対する環状剥皮処理が主幹自身および株内の他の萌芽幹の成長・繁殖に及ぼす影響を処理間・雌雄間で比較した。

その結果、樹高1.3m未満の萌芽幹の地際直径成長量は、コントロール株よりも処理株の方が小さかったことから、剥皮処理により株内主幹から他の萌芽幹への同化産物転流が遮断され成長が悪くなったと考えられた。株内主幹の肥大成長量はコントロール株よりも剥皮処理株の方が、地際直径においては小さく胸高直径では大きかった。さらに、処理の影響の程度に性差が見られ、剥皮処理群において雌株よりも雄株の主幹胸高直径成長量が大きかった。以上の結果から、シロモジでは株内での同化産物転流に性差が存在することが示唆された。また、株内主幹の花芽生産数は雌株より雄株の方が多く、さらに雄株では処理株の方がコントロール株よりも多かった。以上より、ジェネット全体での生理的統合性のパターンに雌雄で違いがあり、雄では剥皮処理によって根方向へ転流されなかった同化産物が花芽生産に利用されたのではないかと考えられた。

## P1-206

## マタタビミタマバエのゴール形成がマタタビの繁殖へ与える影響

\* 中山晴夏 (新潟大・農), 三宅(村山) 恵子 (新潟大・女性研究者支援室), 三宅崇 (新潟大・院自然科学), 楡井尊 (埼玉自然博), 崎尾均 (新潟大・農)

マタタビは形態的には雄性両全異株である。しかし、両性株の花粉が機能していないので、実質的には雌雄異株であると考えられてきた。雌雄異株や雄性両全異株がどのように進化し維持されてきたかを考えるための基礎的情報を得るため、マタタビの機能的な性表現を再検討するとともに、雌雄の繁殖コストの比較を行った。また、マタタビの花にはマタタビミタマバエが寄生するとゴールが形成されることが知られており、繁殖コストに影響を与えている可能性がある。そこで、繁殖コストを算定した上で、ゴール形成がマタタビの繁殖に及ぼす影響を検討した。

hand pollinationによる自家受粉や両性株間の他家受粉の結果、両性株の花粉ではほとんど結実しなかった。花粉発芽実験の結果、両性花の花粉は発芽がまったく見られなかった。花粉の形状を観察したところ、両性花の花粉は発芽孔が未発達であった。これらのことから、マタタビは機能的には雌雄異株と結論できる。

花・実の数と乾燥重量の測定によって、繁殖コストをシュート単位で検討した。花期の繁殖コストは雄の方が高いが、結実を含めた繁殖全体のコストは雌の方が高かった。ゴールは雌花だけでなく、雄花にも見られた。ゴールの乾燥重量を計測した結果、ゴールは雄花の23倍もの重量があり、雌雄間に有意な差は見られなかった。また、ゴールの有無は個体によってばらつきがあった。

雄株は本来、花期で繁殖に対する投資を終えているが、寄生によって不要な投資を強いられている可能性がある。そのため、ゴールの有無によって繁殖器官や栄養成長に差が出ていることが考えられる。

## P1-208

## ミチタネツケバナの雄蕊数のゆらぎ：地理的変異と遺伝構造の関係

\* 松橋彩衣子 (東北大・生命), 工藤洋 (京大・生態研), 酒井聡樹 (東北大・生命)

## P1-209

## 無融合生殖を行う雑種性タンポポにおける遺伝的多様性が増大する仕組み

\* 満行 知花 (九大・理・生物), 矢原 徹一 (九大・理・生物), 芝池 博幸 (農環研・生物多様性), 保谷彰彦 (東大・院) 広域システム)

現在日本では、外来種であるセイヨウタンポポと在来のニホンタンポポの間の雑種が広く分布している。セイヨウタンポポ、雑種は倍数体で、無性的に種子を形成する。さらに、セイヨウタンポポと3倍体雑種はまれに稔性のある花粉を付ける。野外の雑種タンポポを対象としたアロザイム、マイクロサテライト解析の研究では、雑種は無融合生殖を行うにもかかわらず遺伝的変異性があり、特に3倍体では高い遺伝的変異性を持つ事が明らかになっている。この遺伝的変異性を生み出すメカニズムとして、野外では雑種とニホンタンポポの間で戻し交配が起こっている可能性が考えられる。戻し交配が起こると、有性生殖(分離、組み換え)によって遺伝的に多様な子孫が生じる事が期待される。

しかし、野外で戻し交配が起こっているか、そして戻し交配雑種は遺伝的変異性を持つか、についての検証は不十分である。そのため、本研究では、まず野外に生育している在来タンポポが付けた種子に、戻し交配雑種が含まれるかを形態的特徴、核型解析によって調べた。次に、人工交配による戻し交配雑種とその両親のマイクロサテライト解析で、両親からどのような数と組み合わせでアリルを受け継ぐのかについて調べた。

その結果、304個体中1個体、戻し交配雑種である可能性が高い個体が出現した。また、マイクロサテライト解析から、セイヨウタンポポとニホンタンポポ間の染色体の対合、組み換えが起こっている証拠は得られなかったが、分離によって両親が同じ戻し交配雑種であっても遺伝的に多様になっていた。そのため、低い頻度で起こる戻し交配によって、遺伝的な変異性が増大した可能性が示唆された。

## P1-211

## ハクサンハタザオのサイズ依存性開花

\* 長岡光洋, 工藤洋 京大・生態研

植物は生活史の中で、一連の発生段階を経過する。発生段階は幼若相、成熟相、生殖相に分けられ、相から相への移行には特定のシグナルが必要とされる。多年生植物では特に、サイズが小さい個体はその年に繁殖ではなく成長に投資を行い、繁殖相への移行を翌年以降にまわすなどのサイズ依存的な繁殖戦略が知られている。本研究では、ハクサンハタザオ (*Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera*) の野外集団の継続調査によって開花現象のサイズ依存性を明らかにすることを目的とした。また、野外においては様々な環境の変化をシグナルとして開花するため、野外での調査とは別に栽培条件化におけるサイズと開花の関係も調べた。

ハクサンハタザオはシロイヌナズナ属の多年草であり、春に開花し、その後花茎が倒伏して花茎の頂芽や側芽より空中ロゼットを形成し、栄養繁殖をおこなう。2009年5月より1週間ごとに野外集団の120個体において最大葉長、葉数、花茎長、花茎数、開花、結実を測定し、開花とサイズの関係も調べた。

葉長や葉数、花茎長などさまざまなサイズの指標について、どの時期のどの指標がもっともサイズ依存性の開花を説明するかを解析した。また、野外においてはさまざまな環境要因が複合的に作用して開花が制御されているため、光などの環境要因を含めて考えたときに、どの程度開花がサイズによって説明されるのかを評価した。

## P1-210

## 同所的林床に生育するイワガラミ・ツルアジサイの分布と光環境

\* 森戸寛 (岐阜大院・応用生物), 加藤正吾, 小見山章 (岐阜大・応用生物)

付着根型つる植物であるイワガラミとツルアジサイは林内などの暗い場所においては、林床を這って生活しているが、樹木や岩などのホストに辿りつくくと、ホストを登攀し、垂直方向へ分布を広げる。2種は、登攀する際にはホストとなる樹木や岩などの同一資源を利用すると考えられるが、同一ホスト上に2種が登攀していることは多くない。林床での生育段階において、2種はどのように分布し、そしてホストを探索し、辿りつくのか。本研究では登攀にともなってホストという同一の環境を利用するつる植物2種において、林床に生育する間の利用環境においても同一性がみられるかどうかを検討した。

本研究ではトドマツ人工林(標高1100m)の林床に斜面を横断するように0.45m×18m(8.1m<sup>2</sup>)の調査プロットを設置した。調査プロットにおいて2種の林床における分布を詳細に調査した。また林床の光環境と土壌水分環境について調査し、2種の分布との関係を調べた。イワガラミは調査プロット内に広く分布し、ツルアジサイは偏って分布していた。2種の分布と土壌水分環境を比較した結果、土壌水分環境は2種の分布には影響していなかった。調査プロットの光環境は、林冠に疎な部分があり、不均一性が生じていた。2種の分布と光環境を比較した結果、イワガラミは調査プロット内の光環境に対してランダムに分布し、ツルアジサイは調査プロット内の明るい場所に集中して分布していることがわかった。

以上の結果より、イワガラミとツルアジサイには林床で生育できる光環境に違いがあることが明らかになった。このことから、イワガラミは広範囲の光環境下のホストを利用できる可能性があるのに対し、ツルアジサイはイワガラミに比べて明るい環境下にあるホストを利用する可能性が示唆された。

## P1-212

## サトイモ科植物マムシグサの性転換の動態と繁殖との関係

\* 大松ちひろ, 大原雅 北大・院・環境科学院

サトイモ科の林床性多年生草本マムシグサは、複数の花が苞で包まれた花序を1つつける。この植物は、開花段階に到達後、個体サイズ(資源量)の増加に伴い雄花をつける雄から雌花をつける雌へ、一方個体サイズの減少に伴い雌から雄へと変化する可逆的な性転換を行うことが知られている。

一般的に植物では、雌個体(器官)の方が果実や種子などを生産するため、雄個体(器官)に比べて繁殖にかかるコストが高いと考えられている。そのため、マムシグサの個体サイズの減少に伴う雌から雄への性転換は、前年の種子生産への資源投資量に大きく影響を受けていると予想される。

そこで本研究は、マムシグサの性転換の動態と繁殖との関係を明らかにすることを目的として行った。調査は、北海道恵庭市郊外の自生地集団で2008・2009年の2年にわたり行った。まず、集団内に50m×50mの調査区を設置し、調査区内の全有性個体(08年194個体、09年260個体)の性別、偽茎直径(個体サイズ)、種子生産数を経年記録し、性転換の動態を調査した。また、種子生産量を操作するために雌に強制受粉処理と袋掛け処理(種子生産を阻害)を施し、各処理個体の偽茎直径と性別を経年記録し、種子生産量(資源投資量)が翌年の性転換に与える影響を調査した。

その結果、調査区内の個体の経年調査より、2008年の雌のうち約半数が翌年雄へ性転換しており、それらは性転換が認められなかった雌より種子生産数が有意に高かった。また受粉実験より、強制受粉処理を施した雌(種子生産量多い)は、袋掛け処理を施した雌(種子生産なし)より、翌年個体サイズが減少するとともに、雄へと性転換する傾向が認められた。

これらより、マムシグサの雌から雄への性転換は前年の種子生産量に影響を受けており、個体の繁殖成功の変異が集団の雌雄の性比の決定に影響を与えている可能性が示唆された。

## P1-213

## 野外つる植物個体の成長特性 ～つる植物は成長が早い？

\* 市橋隆自 (九大・農・演習林), 館野正樹 (東大・理・日光植物園)

つる植物は自重支持を外部に依存する。この成長様式は、自重支持に必要な茎肥大への投資を葉量増加や茎の伸長にまわし、効率良い生産と伸長成長を行う戦略であると解釈される。ここから、つる植物は自立樹木よりも成長が早く、短期間で林冠に到達すると考えられている。しかしながら、これまで野外における長期的な成長過程についての記載データがないため、その成長特性に関して未知の部分が多い。本研究では冷温帯の木本性つる植物3種(サルナシ、マツバサ、イワガラミ)を採取し、地上部重量、高さ等と年輪数(年齢)から野外における成長速度を求め、それを樹木の先行研究と比較することにより、つる植物の成長特性を明らかにすることを目的とした。

結果、つる植物は樹木に比べ小さな地上部重で高い位置に到達しており(高さ10mの個体の地上部重はつる植物2kg、樹木は20kg)、同じ地上部重の樹木よりも葉の割合が高かった(地上部重10kgの個体の葉の割合はつる植物0.1、樹木は0.03)。従ってバイオマスを基準に考えるとつる植物は高さ成長の効率が良いと言えた。一方、年齢を基準に用いると、高さ10mのつる植物個体の樹齢は20-40年で、高さ成長の速度は樹木と同程度、つる植物の林冠個体の地上部重は、同齡の林冠樹木の1/10程度であった(樹齢50年でつる植物530kg、樹木50300kg)。つる植物は葉の割合が高く、サルナシなどは常に明るい場所で成長することから高い生産性が予想されるが、実際に地上部に固定するバイオマスは少ないことになる。この点について、林冠に到達した個体の全茎長が、毎年の茎伸長量の積算値の2割程度に過ぎなかったことから、つる植物は地上部のターンオーバーが早いこと、固定したバイオマスを素早く捨てていくことによって、見かけ上効率の良い成長を行っていることが示唆された。

## P1-215

## 樹木の成り年の進化における制限要因の役割：生産率・生存率と周期性・同調性

\* 白濱圭通, 福井真, 山内淳(京大・生態研センター)

樹木の開花・種子生産量が大きく年変動しながら同調する現象はmastingと呼ばれ、多くの樹種で観察されてきた。mastingには、樹木が2年以上の間隔を置いて開花・結実する「周期性」と、それらが個体群内で同調する「同調性」という2つの側面がある。

mastingの進化をもたらす究極要因としては大きく分けて、大量の開花による送粉効率の上昇(送粉効率仮説)と大量の種子生産による捕食の回避(捕食者飽和仮説)の2つの仮説が提案されている(Kelly and Sork, 2002)。しかし、これらの要因がmastingを特徴づける二つ性質、周期性と同調性の進化にどのように関連しているのかについては、十分な理論的検討がなされてこなかった。本研究では、送粉効率仮説と捕食者飽和仮説の両方を考慮しながら周期性と同調性の進化プロセスを理論的に解析した。

本研究では、Yamauchi(1996)の数理モデルを拡張して解析を行なった。成熟樹木の生涯繁殖価を適応度と定義し、各時刻の繁殖成功は「花生産の増大による受粉率の促進」と「種子生産の増大による生存率の促進」を通じて高められると仮定した。また、「花生産」および「種子生産」には、その個体自身の生産だけでなく森林内の他個体の生産も影響する「結合効果」を組み込んだ。こうして定式化した適応度に基づいて、一定周期で同調して結実する野生型集団への、周期が1年長い変異型の侵入条件を検討して周期性の進化を調べるとともに、同調による利益を評価して同調性の進化を調べた。

解析の結果、花生産・種子生産のいずれの促進効果の下でも、結合効果は同調性の進化を促進する一方で、周期性の進化については抑制する傾向があることが分かった。これらのことから、必ずしも単一の促進効果が同調性と周期性を同時にもたらすとは限らないことが示された。

## P1-214

## 佐渡島天然スギ林におけるスギの発芽、定着条件

\* 大野葵(新潟大院・自然科学), 金子洋平, 本間航介, 崎尾均(新潟大・農)

日本海側多雪地の冷温帯には天然スギ林が点在するが、その初期更新過程についてこれまで十分に明らかにされてこなかった。本研究では発芽および定着段階での生残特性と林床の基質の関係を明らかにすることを目的とした。

佐渡島北部にある新潟大学演習林の天然スギ優占林分1.96haの長期観測サイトにおいて、2009年の当年生実生と多年生実生(子葉がなく、幹長15cm以内)の全数調査を7、8、10月に行い、またそれぞれが生育している基質を類型化した。調査区内に設置したシードトラップにより2005年から2009年まで種子量を調査した。

落下健全種子量は2005年に約1,200万粒/haと最も多く、2006年から2008年は8万~180万粒/haであった。2009年の林内における推定発芽率(出現実生密度/落下健全種子密度)は0.065%と低かった。当年生実生は林床における相対面積が大きいリター上において最も多く出現した。逆に多年生実生は林床における相対面積が低い倒枯死木、地際、幹の表面において他の基質よりも多く見られた。当年生実生の各基質における生残率はリター上で低く、それに比べ地際や倒枯死木は高かった。多年生実生のサイズクラス分布は各基質とも一山型を示し豊凶変動の影響が共通してみられたが、倒枯死木においてのみサイズの大きい個体が多かった。各基質の中で多年生実生は倒枯死木において最も枯死個体が少なかった。

以上の結果より種子の豊凶や散布から発芽までの高い死亡率が実生密度に強い影響を及ぼしていることが示唆された。発芽後のリター上での高い死亡率により、定着は生残率が高い地際、幹の表面、倒枯死木に制限される。それらの中で死亡率が低く成長量が高い倒枯死木が特に重要な定着基質であると考えられる。

## P1-216

## タイ南部のフタバガキ林に生息するサイチョウ類が散布する果実の特性

\* 北村俊平(兵庫県立人と自然の博物館), Siripom THONG-AREE(タイ王立森林局), Sitichai MADRSRI(タイ王立森林局), Pilai POONSWAD(マヒドン大学・理)

タイ南部ナラチワ県のブードー・スンガイパディ国立公園とハラ・バラ野生生物保護区のフタバガキ林において、42ヶ月間にわたり大型の果実食鳥類であるサイチョウ類7種(オオサイチョウ、ツノサイチョウ、オナガサイチョウ、シロクロサイチョウ、ズグロサイチョウ、ムジサイチョウ、シワコブサイチョウ)が餌として利用する果実を調査した。調査期間内に採集した果実75科458種について、果実・種子の湿重、直径、短径、色、生活型、果実型など、サイチョウ類の果実選択に影響する特性を記録した。

採集した果実のうち、サイチョウ類は少なくとも33科93種の果実を利用した。サイチョウ類が利用する果実を多く含む分類群は、クワ科(15種)、クスノキ科(12種)、ニクズク科(11種)、パンレイシ科(8種)、センダン科(8種)だった。サイチョウ類はフタバガキ科やブナ科の果実、林床低木の果実は利用せず、ある特定の果実形質(高木、裂開果または皮の薄い非裂開果、赤または黒色の果実、極端に小さいか大きい果実以外)をもつ果実を好んで利用していた。

多様な果実と果実食動物が同所的に生息する熱帯林では、潜在的に可能な果実と果実食動物の組み合わせは多岐にわたる。しかし、実際に観察された果実と果実食動物の組み合わせは、ごく一部に限られる。本研究から明らかになったタイ南部のフタバガキ林においてサイチョウ類が利用する果実の特性は、他地域の先行研究の結果とほぼ同じだった。東南アジアに生息するサイチョウ類は生息環境によらず非常に似通った果実を餌として利用している可能性が高い。

## P1-217

## 鳥散布型樹種の分布拡大および定着要因

\* 田中悠希 (鳥取大・農), 佐野淳之 (鳥取大・FSC)

種子散布は、自ら動くことのできない植物が分布を拡大し子孫を繁栄させていくための重要な戦略の一つである。特に鳥散布は孤立林分への種子供給の機会を与え、鳥散布型樹種は他の散布型の樹種よりも孤立林において更新の可能性が高くなると考えられる。鳥類による種子散布において、とまり木の存在は重要である。したがって鳥類が頻繁に利用する場所に種子の散布は多くなると推測される。そこで本研究では孤立した林分において、鳥類によって利用されるとまり木と稚樹の生育環境が、鳥散布型樹種の分布拡大に与える影響を明らかにすることを目的とした。

本調査地は、空港や道路の建設によって孤立した林分で面積は約2 haである。この林分における高木の鳥散布型樹種であるヤマザクラを対象に、稚樹が密集して生育していた場所に2 m × 2 mのプロットを30ヶ所設置し、各プロットにおいて稚樹の個体数、伸長成長量および環境条件として含水率と開空率を調べた。そしてヤマザクラ母樹に飛来した鳥類の観察と11ヶ所のプロットで種子散布の有無を確認した。とまり木については、プロット内に地上1.5 m以上の高さで枝が存在していた樹木を対象に樹種の同定を行い、樹高とプロット内で地上1.5 m以上で最下位に位置している枝の高さを測定した。

種子散布者としてヒヨドリとムクドリが確認され、両種の行動範囲から調査林分内は全域が種子散布可能な範囲と考えられた。しかしヤマザクラの稚樹のプロットにおいて種子の散布がみられなかった場所が存在し、稚樹の分布域にも偏りがみられた。このような散布の有無や分布域の違いがみられたのは、鳥類によって利用されるとまり木の構造と、稚樹の定着できる生育環境に影響されることが示唆された。

## P1-219

## 開花時期で異なる結実率が明らかにするアゲハチョウ送粉効果

\* 坂本亮太, 川窪伸光 (岐阜大学大学院 応用生物)

ある顕花植物の有性繁殖成功へかかる、訪花昆虫の貢献の実態把握には、訪花してくる多様な昆虫種から送粉に実効性のある昆虫種を特定すると共に、送粉昆虫種ごとの貢献度を把握する必要がある。しかしながら従来の研究では、昆虫種ごとの貢献度を抽出できる適当な実験手法が確立されていない。そのため、種ごとの貢献度の具体的な把握は、課題として残されてきた。そこで我々は、解決の第一歩として、特定昆虫種群の訪花のみを排除できる「ネットがけ処理」を開発し、多様な昆虫種に訪花されるクサギにおける、アゲハチョウ属昆虫の送粉貢献度の推定を試みた。アゲハチョウ属昆虫の訪花を選択的に排除した際に低下したクサギ種子生産量を送粉貢献度として間接的に推定し、これまでに同属昆虫がクサギにとって有益な送粉者であることを明らかにしてきた。本発表ではさらに、クサギ開花期間における結実動態から、経時的に変化する同属昆虫の送粉特性を推定する。

具体的には、「ネットがけ処理」群落で開花した全ての花をマーキングし1花ごとの結実を把握し、アゲハチョウ属昆虫の訪花頻度の動態と比較検討した。他の昆虫による訪花頻度も把握した。比較には、全開花期間を7日間ごと5つに分割し、開花時期ごとに推定したアゲハチョウ送粉貢献度を用いた。

その結果、5つのうち最後の時期に、全昆虫の訪花数が比較的少なかったにもかかわらず、アゲハチョウ訪花だけは他の時期に比べ増加し、アゲハチョウ属の送粉貢献が有意に高まったことが示された。また、同属昆虫による送粉貢献は、全開花期間で均一に生じているわけではなく、アゲハチョウ訪花回数が多い時期に限って有意に生じていることが明らかとなった。これらの結果から、アゲハチョウ属昆虫が、クサギにとって単に有益な送粉者であるだけでなく、他の訪花昆虫よりも、非常に貢献の高い送粉行動を行っていることが考えられた。

## P1-218

## 里山二次林における植栽イヌマキからの動物による侵入・定着

小南陽亮\*, 福田悦士 (静岡大・教育)

動物散布性の植物にとっては散布者となる動物は繁殖上不可欠なものであるが、一方でそれらの動物が人為的影響を媒介する可能性もある。人間の生活域に接する里山二次林では、人為的に植栽された植物からの種子が鳥類に運ばれて分散・定着するケースが少なくないと考えられ、それに起因すると推定される植生変化も報告されている。本研究では、静岡市郊外の里山二次林において、林縁部に列状に植栽されているイヌマキの散布者と定着した稚樹の分布特性を明らかにすることを目的とした。散布者については、結実木の直接観察とカメラトラップ法によって記録した。稚樹の分布特性については、植栽木を起点とするトランゼクト(100m)と植栽木から離れた林内の方形区(30m × 30m)の両方におけるイヌマキ稚樹の分布を記録した。昼間の結実木に飛来した鳥類がイヌマキの種子を運び去る様子は全く観察されなかった。結実木下の地上でのカメラトラップ法では、哺乳類3種と鳥類9種が記録され、このうちタヌキ、ハクビシン、トラツグミ、シロハラ、クロツグミなどでイヌマキ種子の採食が記録され、撮影地点に置いたイヌマキ種子のうち22%が持ち去られた。トランゼクト上の稚樹の分布には、植栽木から数十m離れた複数の集中班がみられ、また100m離れた位置にも稚樹が定着していた。方形区内の稚樹分布にも集中班がみられ、動物散布性樹木の付近に多い傾向があった。このように、植栽されたイヌマキの種子が主に地上性の哺乳類やツグミ類などによって散布され、二次林内に広く分散、定着し、他の動物散布性樹木の近くなどに稚樹集団を形成していた。このことから、二次林の植生が長期にわたって人為的な影響を受け続けることが示唆される。

## P1-220

## デイゴの蜜分泌と送粉者の訪花時間—特にオリイオコウモリの利用について—

\* 中本敦, 伊澤雅子 (琉球大・理)

外来植物の侵入や植栽は、花粉媒介や種子散布における従来の動植物のパートナーシップを攪乱するだけでなく、外来種同士が新たなパートナーを獲得することで更なる外来種の侵入・定着を促進させることもある。デイゴ *Erythrina variegata* は沖縄県の県花として古くから植栽されているが、外来種である。その形態的特徴から鳥媒花とされるが、沖縄ではクビワオコウモリ *Pteropus dasymallus* が盛んに採蜜する様子が観察される。本研究では、まずデイゴの蜜分泌様式と送粉者相、訪花時間の関係を明らかにすることを目的とした。

デイゴの蜜分泌様式の調査は、2005年に37花について、3時間置きに花蜜を採集することで行った。また、2009年にのべ259花について、3時間置きに蜜残量を調べた。訪花者については、2006年に3時間置きにデイゴ並木に沿って約1kmのルートを歩き、訪花種、個体数、行動を記録した。

訪花が観察された動物は6種(クビワオコウモリ、セイヨウミツバチ、メジロ、ルリタテハ、シロガシラ、ハエ sp.)であった。開花は早朝に見られ、花の寿命は約1日であった。蜜の分泌は早朝に始まり、午前9時をピークとした一山型となった。これに対応したかたちでミツバチは朝に最も多く、夕方になるにつれて減少した。また、メジロは朝と昼に花蜜を摂食した。オコウモリの個体数は夜間の活動開始直後に最も多く、その後時間とともに減少した。

以上の結果から、デイゴでは在来と外来の様々な分類群の動物が花粉媒介者となっている可能性が高く、蜜の分泌時間と訪花者の活動時間帯ごとにそれぞれ適した訪花時間帯を持っていることが明らかになった。特に、夜行性であるオコウモリは、鳥類と昆虫類の食べ残しの花蜜を狙って、夜間の活動開始直後にデイゴの花蜜を他の餌資源より優先的に採餌していると考えられた。

## P1-221

## 花色変化は何のシグナル? ~ハコネウツギ(変化型)とタニウツギ(不変型)における繁殖形質の比較~

\* 鈴木美季(筑波大・生物), 大橋一晴(筑波大・生命環境科学), 牧野崇司(筑波大・東北大)

多くの被子植物では、花が咲いているかぎりその色はほぼ一定に保たれる。しかし一方で、花が咲いてから閉じるまでのあいだに、その色を大きく変化させる植物種がある。こうした「花色変化」が、どんな条件下で、どんな効果をつうじて進化的に有利になるのかについては、わかっていないことが多い。この問題に取り組むには、まず近縁な植物の中から「花色変化する種」と「花色変化しない種」をえらび、それぞれがもつ花の形質の組み合わせや、実現される送受粉パターンのちがいを明らかにする必要がある。

そこで演者らは、スイカズラ科タニウツギ属のハコネウツギ(花弁が白から紅色に変化)とタニウツギ(花弁は薄桃色のまま不変)を材料に、花の形質(個花の寿命・花弁の色変化・蜜生産量の変化)と送受粉パターン(柱頭上の受粉量・持ち出される花粉量の変化)を比較した。

その結果、両種とも花の寿命は約5日で、いずれも4日目に蜜生産が大幅に減少した。一方、ハコネウツギは5日間をつうじ、タニウツギよりも蜜生産が多かった。さらに、ハコネウツギでは蜜生産の減少期に花色が大きく変化したのに対し、タニウツギでは蜜生産とは関係なく花色が一定であった。つまり、ハコネウツギは蜜の減少期に花色を変えてシグナルを出し、送粉者に蜜の有無を知らせるのに対し、タニウツギは蜜が減少しても色のシグナルを出さず、送粉者に情報を与えていなかった。こうしたちがいは、両種の送受粉パターンに差をもたらししていた。つまり、ハコネウツギでは送受粉が速く進行し、前半の3日間ではほぼ完了していたのに対し、タニウツギでは5日間かけてゆっくりと進行する傾向がみられた。今後は、両種の送受粉にかかる日数のちがいが、送粉者の反応をつうじてどのようにもたらされたのか、ということ調べてゆく必要がある。

## P1-223

## ホタルブクロの花における雄性期-雌性期の蜜分泌パターンとマルハナバチ類の訪花パターンの関係

\* 阿部航大(信大・理・生物), 市野隆雄(信大・理・生物)

ホタルブクロは大きな釣鐘型の花が特徴的な雄性先熟の植物種で、開花期間は雄性期と雌性期に分けられる。送粉を担っているのは主にマルハナバチ類であるが、その雄性期、雌性期の花への訪花パターンや、それと関連した花の側の蜜分泌パターンについてはこれまで知見がなかった。本研究では、ホタルブクロの変種であるヤマホタルブクロを材料としてこれらのデータを収集し、それを送粉効率を上げるための植物側の戦略という観点から考察する。

まずホタルブクロの蜜分泌パターンを探るために、訪花者に吸蜜されないよう網掛けした条件下で、花蜜中の糖分泌量を経時的に測定した。その結果、糖分泌のピークは開花三日後であることがわかった。これは雄性期から雌性期への移行が終わった時期と重なっていた。

次に、ホタルブクロの群落でトラマルハナバチとミヤママルハナバチによる訪花パターンを観察した。雄性期の花と雌性期の花への訪花回数はほぼ同数(それぞれ68、62回)であった。ホタルブクロにとって送粉してもらうためには、ポリネーターに雄性期と雌性期の花両方に訪花してもらう必要がある。今回の結果から、ホタルブクロは雄性期から雌性期へと移行する中間に糖分泌のピークをもってくることで、ポリネーターによる訪花が雄性期、雌性期のどちらかに偏ることを防いでいる可能性が示唆された。一方、訪花の順番をみると、同株異花への移動が極端に少ないことがわかった。このことからホタルブクロは隣家受粉されることを避けるようなメカニズムをもっている可能性がある。この点については来年度に調査を計画している。

## P1-222

## ツリフネソウ-キツリフネ間における繁殖干渉の検出

\* 徳田奈葉子(信大・理・生物), 市野隆雄(信大・理・生物)

同所的かつ同時期に開花する植物の間には送粉者をめぐる種間相互作用が生じる。複数の種が同時期に開花すると、送粉者を多く引き寄せることで送粉効率が上昇する(共同効果)というプラスの相互作用が生じる可能性がある。一方、送粉者をめぐる競争・他種の花粉が柱頭に付くことによる受粉受精の阻害(繁殖干渉)・適応度の低い雑種の形成といったマイナスの相互作用も生じる可能性がある。このマイナスの相互作用が強ければ、他種の排除(競争排除)や開花期のずれ(形質置換)が生じるだろう。このような開花時期を同じくする種での送粉者をめぐる相互作用を扱った研究はまだ少ない。本研究では送粉者を共有する近縁種間での繁殖干渉の有無について検証した。材料としてはツリフネソウ *Impatiens textorii* とキツリフネ *Impatiens noli-tangere* という、同所的かつ同時期に開花し、送粉者(マルハナバチ類)も共有する種を用いた。

2種をそれぞれ野外から採集し鉢植えにした後温室で育て、開花後に2種の花粉を様々な割合で混ぜた混合花粉で人工受粉し、結果率を調査した。その結果、ツリフネソウの場合、受粉する花粉に10%でもキツリフネの花粉が混ざるとツリフネソウの結果率が大幅に低下することがわかった。このことから、ツリフネソウはキツリフネによる繁殖干渉を受けている可能性が示された。発表では、野外において繁殖干渉が未然に防がれている場合にはたらく機構について考察する。

## P1-224

## 送粉者の行動と開花フェノロジーから予測する植物群集内の花色構成: 既存データを用いた検証

\* 川口利奈(九大・理・生物科学)

群集内で同じ送粉者を利用する植物種どうしは、しばしば送粉者の訪問の頻度や質を低下させあう競争的な関係にあると考えられている。その一方で、植物種間の促進的な関係を指摘する見解もある。送粉者の存在を介した植物種間の相互作用の性質と強さは、どのような花形質を持つ植物種が群集内で共存できるかを左右すると考えられる。ところが、群集内の植物種の花形質に関する従来の研究では、種間の促進効果はほとんど考慮されていない。すなわち、同時期に咲く植物は送粉者をめぐる競争関係にあるため、競争を緩和するように種間で花形質が多様化すると考えられてきた。しかし、数少ない検証例ではこの仮説を支持する確証が得られていない。たとえば Gumbert ら(1999)は、群集内で同時期に花を咲かせるハナバチ媒植物は花色がいつもたがいに異なるとは限らず、中にはたがいに花色が似かよっている場合もあることを示した。著者は競争と促進の両方を考慮してはじめて、群集を構成する植物種の花形質を説明できると考える。この植物種間の競争と促進のバランスに大きく影響しそうなのが、種間での開花期の重なり度合いである。種間で開花期が前後して重なりが小さい場合には、新しい花を探す送粉者は通いながれた花に色や形の似た種を利用することで探索や学習にかかるコストを節約できる。よって、花形質の似ている植物ほど群集内で共存しやすいと予測される。一方、開花期が大きく重なる植物どうしでは、色や形の似た花を咲かせれば送粉者が複数種の花のあいだを行き来してしまい、種内交配の機会が減るだろう。したがって、この場合には花の色や形が異なるものが共存しやすいと予測される。本研究では、Gumbert ら(1999)の先行研究で用いられた群集内の花色構成のデータを種間での開花期の重なり具合も考慮して再解析することにより、上記の予測を検証する。

## P1-225

## ササユリとジンリョウユリの訪花昆虫と花形質の比較

\* 横田静香, 矢原徹一 (九大・理・生物)

花形質と送粉者の形態や行動様式には一定の相関関係が見られ、送粉シンドロームと呼ばれる。しかし、送粉シンドロームは一般的ではないとする批判は多い。大型の花冠で花器に複雑な構造がなく、開花期間が長い花は様々な者に訪花されやすいと予想される。このような花にも特定の送粉者に適応した花形質があるのかを、ユリ属の近縁な2種を用いて、[1]送粉環境が変わると花形質は分化するか、[2]花形質は最も有効な送粉者に適応しているか、を訪花昆虫と訪花頻度、一日の花香強度のパターン、開花時間、葯の形態から調べた。

その結果、昼行性昆虫と夜行性昆虫の訪花頻度に関して、ササユリとジンリョウユリの間で顕著な違いが見られた。ササユリの主要な送粉昆虫は夜行性の蛾であり、ジンリョウユリの主要な送粉昆虫はハナバチ類だった。ササユリおよびジンリョウユリの花香強度は夕方から上昇し、10時～14時に最も低くなった。ジンリョウユリの開花時間は夜間に全体の66%、昼間に33%であった。ササユリの開花時間は先行研究から夕方であると報告されている。また葯の付き方ではササユリはT字型、ジンリョウユリはI字型であった。

ジンリョウユリとササユリは、送粉に関係する花形質において顕著な違いを持つことが分かった。このような違いは、主要な送粉昆虫である夜行性の蛾と昼行性のハナバチ類に適応した結果として生じたものと考えられる。しかし、ジンリョウユリは蛾媒に適応した形質も保持していることがわかった。昼行性の訪花昆虫は花粉を摂食しない夜行性の蛾に比べれば、効率の悪い送粉者であり、ササユリは夕方に開花し、夜行性の蛾に先に訪花されることが有利だと考えられる。複数の送粉者を利用する植物でも異なる送粉環境下では、利用する送粉者の比率を最適化するように進化が起き、花形質が分化することを示唆した。

## P1-227

## ホオノキの送粉及び実生の父系解析で明らかになった有効花粉流動の年変動

\* 松木悠 (京大院・農), 館野隆之輔 (鹿児島大・農), 柴田銃江 (森林総研), 井鷲裕司 (京大院・農)

雌ずいの柱頭にもたらされる花粉粒の遺伝的組成は、多くの植物種において個体の繁殖成功や適応度に強く影響する。花粉の移動パターンは、各送粉者の種特性や、開花量などの影響を受けて送粉者のタイプや年によって異なることが予想される。日本の温帯樹林に生育する落葉高木ホオノキの花には、甲虫類やハチ類など様々な分類群の昆虫が訪れる。茨城県北茨城市に位置する小川学術参考林に生育するホオノキの開花量は、個体群ではほぼ同調して年変動することが明らかになっている。本研究では、2004年から2006年にかけて採集された訪花昆虫の体表に付着した花粉粒と、実生の遺伝解析を行い、送粉及び実生段階における花粉親組成、花粉移動パターンとその年変動を示した。開花量の多かった2005年は、昆虫の訪花頻度が高かった。昆虫の体表付着花粉の遺伝解析により、付着花粉に占める自家花粉の割合は、昆虫のタイプごとに異なることが明らかになった。一方、各昆虫タイプの自家花粉率の傾向は開花量の異なる年間でも一定であり、ホオノキ訪花昆虫の行動は開花量には影響されないことが示された。種子の発芽実験及び実生の父系解析により、開花量の少なかった2004年と2006年の発芽率が低かった一方、開花量の多かった2005年の発芽率は比較的高く、遺伝的に多様な種子が生産されたことが明らかになった。2004年と2006年の発芽率の低さは、自家花粉が多くもたらされたことによる近交弱勢が一因であると考えられる。これら結果から、ホオノキの送粉及び実生段階における花粉親組成の違いやその年変動、繁殖メカニズムなどについて考察する。

## P1-226

## 昆虫体表付着花粉による秋田市近郊植物群集の訪花者ネットワーク

\* 日下石碧, 井上みずき, 星崎和彦, 蒔田明史 (秋田県立大・生物資源)

生物多様性においては生物の種数に目が向けられているが、これだけでなく生物同士のつながりの複雑さも重要である。多くの生物種は例えば花粉や種子の運搬を行ってくれる動物の存在が無ければ存続できない植物種も少なくない。植物に訪花した昆虫は、確実に自分と同種他花に訪花してもらわなければ効率が悪い。そのため、植物は特定の送粉昆虫に適応し共進化する傾向がある。一方で、昆虫に対する特異的な送粉関係は、その昆虫がいなくなれば結実できないという危うさも持ち合わせている。そこで本研究では、昆虫体表付着花粉から送粉生態系における訪花者ネットワークを明らかにした。

秋田市近郊の小泉湧公園において約2kmのルートセンサスを9月中旬から10月中旬までに行い、花が咲いていた植物種を同定し、その訪花昆虫を捕獲した。体表付着花粉を分離するために、捕獲した昆虫を入れたチューブに0.4mol/Lのショ糖溶液を加えた。その後、転倒混和、ボルテクスミキサー、超音波洗浄機を用いて溶液を攪拌した。花粉の含まれているショ糖溶液を6μlスライドガラスに取り顕微鏡観察を行い、花粉の種数の計測を行った。計測の回数は3回続けて新しい種の花粉が観察されなくなるまで行った。花粉の種類の計測は踏査時に作成した花粉のタイプ標本を参考にして行った。分離前後の昆虫の体表付着花粉を実体顕微鏡で計数し、花粉分離の有効性についても検討した。花粉の分離成功率は平均96%であり、十分な分離能があると考えられた。調査時に開花していた植物は65種であり、そのうち、訪花昆虫がみつかった植物種は22種であった。一方、昆虫に付着していた花粉は全部で12種であった。付着花粉種数の多い昆虫群や特異的な訪花を受けやすい植物のタイプについて報告する。

## P1-228

## アゲハとスズメガによる花色・花香の選択：花粉一粒PCRを用いた実測

\* 廣田峻, 新田梢 (九州大・理), 陶山佳久 (東北大・農), 川窪伸光 (岐阜大・応用生物), 安元暁子 (京大・生態研センター), チュリッヒ大・理), 矢原徹一 (九州大・理)

動物による送粉は、送粉者を花に誘引する過程と、訪花した送粉者と柱頭、葯間で花粉を受受する過程に分けられる。このため、送粉者の違いによる適応的種分化の過程について理解を深めるには、花色・花香などの誘引に関する形質と、柱頭・葯間距離などの花粉伝達に関する形質の両方について、送粉・受粉成功への貢献度を評価する必要がある。

本研究では、この問題を解決するために花粉一粒PCRによるジェノタイピング技術を用いた。スズメガ媒のキスゲとアゲハ媒のハマカンゾウのF2雑種とハマカンゾウの混生集団を野外に設置し、送粉者に自由に訪花させた。次に訪花された花から柱頭に付着した花粉を採取し、花粉一粒ずつからDNAを抽出し、マイクロサテライトマーカー10座によって花粉の生産個体を特定した。この作業と訪花行動の観察とを組み合わせ、各実験個体の受粉花粉数(メス適応度成分)、送粉花粉数(オス適応度成分)を評価した。

その結果、アゲハでは花色と花茎の高さ(誘引形質)、柱頭葯間距離(花粉伝達形質)の両方が送粉・受粉成功に有意に貢献した。一方、スズメガでは送粉・受粉成功に有意に貢献する形質はなかった。以上の結果から、アゲハ媒は誘引形質・花粉伝達形質の両方において淘汰圧となるが、スズメガの両者への淘汰圧は、あるとしても弱いと考えられる。アゲハ媒からスズメガ媒への進化の過程では、誘引形質・花粉伝達形質の変化より開花時間の変化が重要だったと考えられる。

## P1-229

## 熱帯と温帯におけるアカメガシワ属の送粉生態

\* 山崎絵理 (生態研), 酒井章子 (地球研)

アカメガシワ属 (*Mallotus*) は、熱帯から温帯にかけて分布するトウダイグサ科の雌雄異株の本木植物である。アカメガシワ属は約110種が知られているが、いずれも花弁を持たない黄色い花を咲かせる。花に昆虫を誘引する特徴が見られないことと、雌花に訪花昆虫が見られた例がほとんどないことが理由で、アカメガシワ属は風媒であると思われてきた。しかし実際には、アカメガシワ属の送粉様式はほとんど研究されてこなかった。

本研究では、アカメガシワ属のうち、温帯に分布する種と熱帯に分布する種を1種ずつ選び、それぞれ送粉様式を調査した。温帯の種はアカメガシワ (*Mallotus japonicus*)、熱帯の種は *Mallotus wrayi* で、それぞれ滋賀県とボルネオ島サラワク州で調査を行った。

*M. japonicus* の1年目の研究では、この種が風媒と虫媒両方の性質をもつことが明らかになった。調査方法として、主に(1)花序に網をかけ昆虫を排除し、風媒のみによる結実率を調べる (2)訪花昆虫を捕獲して体表に付着した花粉粒の有無を観察し、送粉者として有用であるか調べる (3) 空気中を飛散する花粉の量を調べる という手法を用いた。2年目は、雄株と雌株の距離や密度を考慮して同様の調査を行い、風媒と虫媒の寄与度に違いがあるのかどうか調べた。この結果、虫媒は雌雄間の距離に関係なく結実に寄与しているのに対し、風媒は雌雄間の距離が大きいと、結実への寄与が小さくなるということが示唆された。

*M. wrayi* についても、(1)~(3)の手法で調査を行った。この種では網かけを行った花序でほとんど結実せず、雌株付近では空気中の花粉数も僅かであったため、風による送粉はほとんど行われず、昆虫による送粉が重要であると示唆された。

さらに、これら送粉様式の異なる2種を、温帯と熱帯という環境の違いや送粉と関連する形質の違いから比較する。

## P1-231

日本産スイカズラ属 (*Lonicera*) の送粉様式について

中路真嘉\*, 菅原敬 (首都大・牧野標本館)

スイカズラ属 (*Lonicera*) は、北半球の温帯域で多様に分化した植物で、世界に約180種、日本にも21種が分布する (Hara 1983)。この属の諸種は、花の相称性、花筒の長さ、咲かせる向きなど、形態が多様であることが知られている。そのため、マルハナバチ群をはじめとした、様々な昆虫との送粉関係が考えられてきた。しかし、種ごとの詳細な送粉様式や、花形態とポリネーターとの適応関係についての報告は少ない。現在葉緑体と核の分子情報を用いて日本産スイカズラ属植物の系統樹構築を試みている。それによると、以前は複数回進化したと思われる左右相称的な二唇形花が単系統になることを示唆する結果が出ている。花形の進化に送粉昆虫はどのように関わってきたのだろうか。

そこでスイカズラ属植物諸種の花形のちがいと訪花する昆虫相に関係があるのかを解明するため野外で調査を進めた。今回はその途中経過を報告する。

調査地は、長野県美ヶ原山麓、同県の乗鞍岳山麓、山梨県三つ峠山頂上の3か所である。そこに分布する、スイカズラ属植物7種、ハヤザキヒヨウタンボク (*L.praeflorens*)、アラゲヒヨウタンボク (*L.strophiphora*)、ウグイスカグラ (*L.gracilipes*)、コウグイスカグラ (*L.ramosissima*)、イボタヒヨウタンボク (*L.demissa*)、キンギンボク (*L.morrowii*)、オオヒヨウタンボク (*L.tchonoskii*) について調査した。

これらの種は花筒の向きや長さ、花冠の相称性や雄蕊・雌蕊の相互の位置関係等において相互に異なる。この調査では、1)花形態の特徴を定性・定量的に把握するとともに、2)訪花昆虫の種数と訪花頻度、3)花に訪花した昆虫の訪花行動と、その形態の把握につとめた。これらの結果に基づいてスイカズラ属植物の花形態と送粉昆虫との関係について考察してみたい。

## P1-230

## コロニーの今日の献立はどう決まる? ~マルハナバチが個体ごとに集める花粉に注目して~

\* 宮崎寧子, 徳永幸彦 (筑波大・生命共存)

動物にとって、餌が種類によって分布が変動する環境で、限られた時間やエネルギーのもと、どのような餌を利用するかという決定は困難である。例えば社会性昆虫は、子育てのため、野外で集めた餌をそのつど巣に持ち帰らなければならない。そのような状況で効率よく餌を集めるには、巣の周辺に豊富に存在する餌を選ぶのがよいと考えられる。よってコロニーが利用する餌のメニューは、巣周辺の餌種の分布を強く反映したものになると考えられる。

しかし、コロニーの餌メニューに影響を与えるのは周辺の餌分布だけではないかもしれない。餌を集める個体の性質の違いによって効率よく集められる餌種が異なる可能性があるからである。実際に、社会性昆虫であるマルハナバチの仲間では、体サイズの違いや採餌経験の有無によって利用する餌種が異なることが知られている。では、コロニーが利用する餌メニューは、個体のどのような餌選択によって決まって行くのだろうか。

これを明らかにするため、同時に採餌させたトラマルハナバチの2つのコロニーについて、2008年7月の一週間、各個体が持ち帰る花粉団子を網羅的に解析し、個体が利用した花粉種と個体の性質(出身コロニー、体サイズ、採餌経験、採餌にかかる時間、採餌に出た時刻や日付)との関連を調べた。

その結果、個体によって利用する花粉種が異なっていたものの、その違いは個体の性質の違いによっては説明できなかった。しかし、集められた花粉の組成種はコロニーによって異なっており、その違いはほんの一部の個体によってもたらされていることがわかった。ミツバチと違って餌場を教え合わないマルハナバチのコロニーでは、少数の個体による餌選択の違いがコロニーの適応度に違いをもたらすかもしれない。

## P1-232

## First evidence of directed dispersal by carnivores; a case study on common palm civets in the Tabin Wildlife Reserve, Sabah, Malaysia

\* 中島啓裕 (京大・理), Jumrafiha A. S. (サバ州野生動物局)

多くの小型食肉目は、果実を重要な食資源としており、種子散布者として重要な役割を担っている。小形食肉目の多くの種類は、糞を特定の環境に排泄するため、他の果実食者とは異なる seed shadow (= 散布された種子の空間分布) を形成すると予想される。しかし、食肉目散布の有効性を定量的に評価した研究は非常に限られている。本研究では東南アジアに生息する果実食性食肉目、バームシベット (*Paradoxurus hermaphroditus*) を対象に、1. 散布先環境の特性、2. その環境での種子の生存、成長の定量的評価を行い、さらに同所的に生息するブタオザル (*Macaca nemestrina*) とこれらの点を比較して、シベット散布の有効性を評価した。調査は、マレーシア・サバ州・タビン野生動物保護区で行った。まず、1. 散布先環境の特性を明らかにするため、バームシベット、ブタオザルが散布した種子を探索し、これら散布先及びランダムに選択したコントロールサイトで、開空度、リターの深さ、他植性からの距離を測定した。この結果、ブタオザルはほぼランダム散布するのに対し、シベットは開空度の大きい他植性から離れた場所に特異的に散布することが明らかにされた。次に2. この環境特性の種子の生存、成長への影響を評価するため、バームシベットが好むパイオニア性の低木、*Leea aculeata* をモデル植物として、シベット、ブタオザルの散布先、コントロールサイトにその種子10個を設置し、1年間種子の生存、生長を追跡した。この結果、シベットの散布先では、種子の初期生存は低下するものの、1年後には、実生の生存、生長がともに有意に上昇することが見出された。すなわち、シベットは好適な環境に指向性散布を行う有効な散布者だった。他種の食肉目も、同様の指向性散布が見られる可能性がある。

## P1-233

## ミズキの結実期個体差が果実食鳥類の訪問頻度に与える影響

\*山崎 良啓 (京大院・農), 藤津 亜季子 (農工大・農), 直江 将司 (京大・生態研), 正木 隆 (森林総研), 井鷲 裕司 (京大院・農)

日本に広く分布する高木液果のミズキは、結実期間が8月から10月までと長い、個体ごとに結実期が異なり8月にほとんどの果実を落下させてしまう個体がある一方で、10月まで果実を樹上に残しているものもある。また、ミズキの種子散布者である果実食鳥類の種組成や個体数は、渡りにより夏から冬にかけて大きく変化する。その結果、ミズキは個体により種子散布される季節や種子散布者が異なることが考えられる。本研究では、このような季節による違いを反映したミズキ個体と果実食鳥類の関係を明らかにすることを目的とした。

調査は、小川保護林(茨城県北茨城市)に設定した240 m × 340 mの調査区で行った。2009年の結実期間を通して、ミズキ結実木に訪れる鳥類の観察を行った(9個体、計167時間)。また、双眼鏡による樹上果実カウント(全結実個体75個体)とシードトラップによる果実回収(9個体)を2週間おきにおこなうことで結実量を推定し、個体ごとの結実フェノロジーを評価した。

訪問鳥類の観察により、15種335羽の鳥類の訪問を観察した。結実初期はヒヨドリ・アカゲラ属・メジロが主な散布者で果実落下時期の早いミズキ個体に訪れていた。結実期終期は、クロツグミ・メジロ・アオバト・サメビタキ属が主な散布者で果実落下の遅いミズキ個体に訪れていた。また、鳥の訪問確率を説明する変数として、半径20m内の結実減少量・観察季節・観察時刻が選択された。以上の結果より、異なる結実期をもつミズキ個体は異なる種子散布者に依存していることが明らかになった。

## P1-235

## 種子を落として帰巢するオオズアリによる種子散布

\*大西義浩(佐賀大・農), 鈴木信彦(佐賀大・農)

基本的に発芽した場所から移動することができない植物は、さまざまな種子散布様式を進化させてきた。アリによる種子散布は80科300種以上の植物で確認されている。種子はアリに運ばれることによって、実生間の競争や親子間の競争を回避することができると考えられているが、アリは種子を複数の植物から巣に搬入するため、多くの種子が1つのアリコロニーに集められ、巣周辺の種子密度が高くなり、アリによる種子運搬は種子散布に負の影響をもたらす可能性が考えられる。しかし、アリが種子運搬中に頻りに種子を紛失すれば、種子はさまざまな場所に分散され、種子散布効果は高まると考えられる。そこで、コニシキソウの種子を運搬するオオズアリとトビロシワアリによる種子の紛失頻度を調べた。どちらのアリでも種子を入手した場所から巣までの距離が長いほど、運搬中の種子紛失頻度が高くなる傾向がみられたが、オオズアリの方が種子紛失頻度は高かった。また、オオズアリはしばしば種子発見場所から巣へ向かう方向とは反対の方向でも種子を紛失するため、種子紛失範囲がトビロシワアリより広がった。さらに、土を入れた簡易ボールに営巣させた2種のアリに、1000粒の種子を運搬させ、翌年発芽した実生の分布を調べ、種子運搬中の紛失が種子散布におよぼす影響を評価した。アリ不在の実験区では、前年に種子を置いた場所に実生が集中して出現した。トビロシワアリの実験区では、運搬途中の紛失が少ないため巣口周辺に多くの実生が出現した。オオズアリの実験区では、種子が運搬途中でさまざまな場所で紛失されることによって、広い範囲に分散して実生が出現した。また、オオズアリの実験区に出現した実生の生存率は他の実験区の実生よりも高かった。したがって、オオズアリの種子運搬中の高い紛失率は巣口周辺への種子の集中を軽減し、種子散布に貢献していることが示唆された。

## P1-234

## 暖温帯域におけるシロハラの子散布者としての働き

\*平田令子, 平井周作(鹿大・院・農), 中川寛子, 畑 邦彦, 曾根晃一(鹿大・農), 伊藤 哲(宮大・農)

シロハラは果実食性鳥類であり、日本における主要な種子散布者である。彼らは冬季に日本へ飛来し、特に暖温帯域で多数越冬する。秋～冬季にかけて、彼らはヒヨドリやメジロなど他の主要な果実食性鳥類とともに、様々な植物の種子散布に貢献する。渡りをすることや昆虫類も主要な食物とすること、地上での採食や、小鳥類よりは体が大きいことなどは、他の主要な果実食性鳥類と異なる点であり、それらはシロハラが他種とは種子散布者として異なる働きを持つことを示唆させる。しかし、シロハラの子散布者としての働きを他種と比較した例は、彼らが利用し得る果実の種類に関する比較以外は、ほとんどみられない。

そこで本研究では、シロハラの子散布者としての働きを特に種子排泄の点から明確にすることを目的とし、種子排泄に関する生態学的な基礎情報として、1) 種子排出頻度、2) 排出種子数、3) 種子排出方法、4) 種子体内滞留時間を調査し、ヒヨドリとメジロの2種と比較した。また、シロハラによる種子散布が行われる環境を特定するために、彼らの生息環境を調査した。

調査は、2004年～2009年にかけて、鹿児島大学構内、鹿児島大学高隈演習林、宮崎大学田野演習林で行った。種子排出頻度と排出種子数を調査するためにシロハラとヒヨドリ、メジロをかすみ網により捕獲して糞を採取し、内容物を判別した。また、種子排出方法と種子体内滞留時間を調査するために、捕獲した鳥類を鳥かごに入れて各種の果実を与え、採食と種子の排出の様子をビデオカメラで録画した。さらに、シロハラの子散布者の生息環境を調べるために、ルートセンサス、プロットセンサス、定点観察を行った。これらの結果から、シロハラの子散布者としての働きを明らかにした。

## P1-236

## ツキノワグマによる種子散布距離に結実量の変動が及ぼす影響

\*小池伸介(東京農工大), 正木隆(森林総研), 山崎晃司(茨城自然博), 根本唯, 小坂井千夏, 中島亜美, 梶光一(東京農工大)

ツキノワグマは夏から秋にかけて多種の果実を利用し、そのうち液果に対しては種子散布者として機能する。ツキノワグマは行動圏面積が大きいことから長距離種子散布者として機能する可能性も指摘されている。一方、ツキノワグマは秋季にブナ科の堅果類に強く依存していることから、堅果類の結実豊凶がツキノワグマの食性や行動様式に大きな影響を与える。そこで、ツキノワグマの子散布者としての機能のうち秋季の子散布距離に注目し、堅果類の結実豊凶がどのように影響するのかを明らかにした。

種子散布距離の算出は、種子の体内滞留時間と一定時間当たりの移動距離を掛け合わせることで推定する方法を用いた。また、直線距離と累積距離の2種類の種子散布距離を推定した。

2005年から2007年にかけて延べ13頭の野生個体にGPS受信機を装着して得られた行動データとともに、飼育個体を用いた種子の体内滞留時間のデータを用いて解析を行い、秋季の推定種子散布距離を年次間で比較した。また、同時に糞分析による食性調査を行った。

その結果、食性調査では2005、2007年は堅果類、特にコナラ属(主にミズナラ)の果実が大きな割合を占めたが、2006年は小さく、2005、2007年はミズナラが豊作、2006年は不作であった状況を反映していた。一方、種子散布距離の推定では、全ての年で直線距離、累積距離共に基本的な種子散布パターンに大きな違いは認められなかったが、長距離散布される種子の割合が2006年には共に多かった。

これらの結果から、ブナ科の堅果類が不作の年は、ツキノワグマにとっては冬眠前の脂肪蓄積が出来ないため深刻な状況であるが、ツキノワグマによって散布される液果の種子にとっては、より長距離散布される絶好の機会であるともいえる。

## P1-237

## スギ人工林内で生育するマテバシイ稚樹はどこからやってきたのか？

\* 中村麻美 (鹿大院 連農), 平田令子 (鹿大院 農), 井鷲裕司 (京大院 農), 畑邦彦 (鹿大院 農), 菅根晃一 (鹿大院 農)

樹木にとって唯一の分布拡大の機会である種子散布は、母樹下での種子の密度依存的死亡や他個体との競争の回避を可能にするため非常に重要である。日本に広く生息する種子食性野ネズミのアカネズミとヒメネズミは、餌不足期に利用するため秋に落下する堅果類を貯食することで知られており、彼らによる貯食堅果の回収がされなかった場合、堅果は発芽・定着し、結果として彼らが樹木の種子散布者として貢献していると言える。これまで、南九州に分布する照葉樹林の主な構成樹種であるマテバシイを対象に、樹木更新に対する野ネズミの貯食活動の役割について調べてきた。その結果、鹿児島大学農学部附属高隈演習林内のマテバシイが優占する常緑広葉樹林とスギ人工林が隣接する約1.2haの林分において、堅果の自然落下分布はほとんどが広葉樹林内に留まっていたのに対し、稚樹は自然落下分布を超えたスギ人工林の内部にまで侵入し、ほぼ全域で生育していることが示され、種子食性野ネズミが種子散布者として重要な役割を果たすことが明らかになった(平田ら 2007)。しかし、スギ人工林内に生育する実生や稚樹がどの母樹に由来するものかは明らかになっていない。そこで、マテバシイの実生がどの母樹から運搬されてきたのかを明らかにするため、遺伝マーカーを用いた遺伝解析を実施した。2007～2008年にかけて同調査地内で採集されたマテバシイ母樹の葉(n=52)とスギ人工林内で採集した堅果の果皮(n=174)の遺伝解析をマテバシイのマイクロサテライトマーカー10座(Nakamura et al. 2009)を用いて行ったところ、174個中21個(12.1%)の果皮について広葉樹林内の母樹と親子関係が認められた。堅果は最小で母樹から10m未満、最大で40～50mの運搬がされていた。

## P1-239

## 異なる環境間での鳥類による種子散布特性の比較

\* 藤津亜季子 (農工大・農), 山崎良啓 (京大院・農), 直江将司 (京大・生態研), 正木隆 (森林総研), 小池伸介 (農工大・農)

鳥類は樹木の主要な種子散布者とされる。一方、樹木は立地環境の違いによって結実量や果実の成熟時期などが異なると考えられ、このような樹木側の要因の違いにより、鳥類による種子散布の特性は異なると考えられる。

そこで本研究では、茨城県北茨城市の小川群落保護林の林内とその林縁部で、鳥類による種子散布特性の違いを明らかにすることを目的とした。対象とした樹木は、高木はカスミザクラ、ミズキ、コシアブラ、低木はニワトコ、ヤブデマリ、ムラサキシキブ、ニシギギである。量的な種子散布の要素である鳥の訪問頻度と採食果実数を測定するため、鳥種ごとに訪問個体数、採食個体数、採食果実数、滞在時間を測定した。その結果、いずれの樹木でも結実がみられたが、樹木への鳥類の訪問数は、低木では非常に少なかった。樹木の結実フェノロジーは、カスミザクラでは林内の樹木よりも林縁の樹木のほうが2週間～1ヶ月、ミズキでは1ヶ月ほど早かった。一方、鳥類の樹木への訪問は、カスミザクラでは林縁・林内ともに成熟果実量のピークと鳥類による訪問のピークが一致しなかった。特に林内の樹木では、鳥の訪問のピークが成熟果実量のピークよりも遅れた。ミズキは、林縁では鳥の訪問のピークが成熟果実量のピークよりも早かったが、林内では両者のピークは一致した。なおコシアブラは、林縁部では鳥の訪問がなかった。

以上の結果から、(1)高木と低木では鳥類による利用頻度が異なる、(2)樹木の立地環境によって同樹種間でもフェノロジーが異なる、(3)鳥類の訪問のピークと樹木の成熟果実量のピークは必ずしも一致しない場合があることから、鳥類による種子散布特性は樹木側の要因によって異なることが示唆された。

## P1-238

## 個々の種子の形質が当年生実生の生存過程に与える影響—コナラ種子における非破壊成分分析法を用いたアプローチ—

\* 高橋明子 (東大ア生セ), 柴田鏡江, 島田卓哉 (森林総研・東北)

タンニン含有率などの被食防御形質は種子の生存過程に大きな影響を持つことが知られているが、このことは主に種間比較に基づいて明らかにされてきた。我々は種子の化学成分に非常に大きな種内変異が存在し、実際に防御形質の種内変異が個々の種子の生存過程に影響することを報告している(09年度日本生態学会)。

実生は種子形質の影響を受けることから、種子形質が個々の実生の生存過程にまで影響する可能性がある。本研究の目的は、非破壊分析法による成分既知種子を用いた野外実験によって、個々のコナラ種子の形質が発芽後の実生の生存過程に与える影響を解明することである。

コナラ34個体から合計8988個の種子を採取し、近赤外分光法により各種子のタンニン含有率を推定した。その後それぞれの母樹の樹冠下に戻し、翌春および翌夏の生存状況と死亡要因を記録した。種子総数のうち、766個(8.5%)が発芽した。そのうち610個体(6.9%)が発芽後まで生存し、156個体(1.7%)が死亡した。死因は、哺乳類による死亡(123個体(1.4%))が他の死因(乾燥:7個体(0.078%)、病害:2個体(0.022%)、虫害:1個体(0.011%))を卓越していた。

種子の生残を目的変数とし、種子形質(タンニン含有率、サイズ)を説明変数としたロジスティック回帰分析をしたところ、小さな種子が発芽後の生存において有利であることが判明した。また、タンニン含有率は生存とは関連しないという結果が得られた。発芽後も地下子葉の食害が多く観察されたことから、捕食者が種子サイズによって実生の採食選択を行っていることが考えられる。以上の結果から、種子形質は種子段階の生存過程だけでなく、実生段階での生存過程にも影響することが示された。しかし、どの過程にまで影響するかは形質により異なることが明らかになった。

## P1-240

## 亜高山帯針葉樹林における落葉分解性大型菌類の種多様性と季節消長

\* 大園享司 (京大・生態研セ), 広瀬大 (日大・薬), 宮本敏澄 (北大・農)

## P1-241

## Mycoloop as a new trophic pathway in aquatic ecosystems: a theoretical approach

\*Miki, T. (National Taiwan Univ.), Takimoto G., Kagami M. (Toho Univ.)

In aquatic ecosystems, most of the small heterotrophic unicellular eukaryotes had been considered as predators of bacteria. Therefore, their contribution to material transfer from primary production to higher trophic levels has been believed indirect and inefficient through microbial food chain. However, recent studies demonstrate that parasitic fungi of large phytoplankton are dominant groups of this size fraction especially in freshwater systems. In addition, trophic link from fungal zoospores to zooplankton (mycoloop) is discovered, which can paradoxically reduce zooplankton biomass by suppressing parasites and thereby indirectly helping phytoplankton hosts, which are inedible for zooplankton. A new food web model with parasitic fungi demonstrates that parasitic fungi are an important determinant of phytoplankton community composition through decreasing the population size of host species, which enhances the material transfer from small phytoplankton to zooplankton. Moreover, their parasitic life strategy with high growth efficiency is able to achieve efficient material transfer from large phytoplankton to zooplankton via mycoloop. Our model clearly demonstrates that these two features make parasitic fungi a key player for the material transfer from phytoplankton to zooplankton.

## P1-243

## 北極圏氷河後退地におけるキョクチヤナギの菌根形成と菌根菌の多様性

\*藤吉正明(東海大・教養), 中坪孝之(広島大・院・生物圏), 室田憲一(東海大・教養), 吉竹晋平(早稲田大・院・先進理工), 内田雅己(極地研)

キョクチヤナギ (*Salix polaris*: 以下ヤナギ) は、北極ツンドラ生態系に広く分布する優占的な菌根性の樹種である。本研究は、氷河後退地におけるヤナギに形成された外生菌根の遷移に伴う変化を明らかにすること目的とし、栽培実験による接種源の有無と栽培実験および野外から採取されたヤナギの外生菌根菌の調査を実施した。栽培実験は、遷移初期の土壌 (A: 氷河後退直後の裸地、B: ヤナギ点在 (Ba: 裸地、Bb: ヤナギ周辺)) と遷移後期の土壌 (C: ヤナギ群落) を採取し、ポットに土壌とヤナギの無菌的な挿し木苗を定植した。栽培後、遷移段階ごとに外生菌根形成率の測定と分子生物学的な手法を用いて外生菌根菌の種の同定を行った。同様に、野外から採取したヤナギ個体の外生菌根菌の同定も実施した。

遷移初期の裸地土壌 (A と Ba) では、外生菌根は確認されなかった。ヤナギの定着が確認された土壌 (Bb と C) では、外生菌根が確認され、それらの形成率は、遷移の進行と共に 13% (Bb) から 28% (C) へ有意に増加した。本研究で確認された外生菌根菌は、9 属 (*Cenococcum*, *Cortinari*, *Entoloma*, *Geopora*, *Hebeloma*, *Inocybe*, *Laccaria*, *Lactarius*, *Tomentella*) であった。栽培実験において、遷移初期 (Bb) と後期 (C) の土壌から確認された外生菌根菌の属数はそれぞれ 2 属と 7 属であり、遷移の進行とともに属数は増加した。野外調査の結果も同様の傾向であった。氷河後退地に定着したヤナギの外生菌根菌は、遷移の進行と共に多様性が高まることが示唆された。

## P1-242

## イソツツジ根系に生息する菌類の種多様性とその地域間比較

\*広瀬大(日大・薬)

ツツジ科ツツジ亜科植物は、hair root と呼ばれる非常に細かい根を発達させ、その根圏に生息する菌類と菌根共生することが知られている。ツツジ亜科植物はこの菌根共生を獲得したことにより貧栄養な土壌環境においても生育することが可能になったと考えられている。本邦にはツツジ亜科植物が緯度・標高問わず様々な土壌環境に幅広く分布しているが、これまで根圏菌類の生物多様性調査は殆ど行われてこなかった。本研究では、東北及び北海道に分布するイソツツジを材料とし、本種の根圏に生息する菌類の種多様性を地域間で比較した。根の採取は本種が自生する青森県恐山、北海道恵山、硫黄山、雌阿寒岳、天塩岳の各採取地で 5 箇所、計 25 箇所で行った。採取した根は、実験室に持ち帰り界面活性剤による洗浄、塩化水銀による表面殺菌を行った。CMA 培地入りのマイクロプレート上に細分化した根を静置し培養、根から培地上に成長してきた菌糸を新たな培地上に移植することで菌株を確立した。得られた約 470 菌株について、形態的特徴と rDNA ITS 領域及び 28S rDNA D1-D2 領域の塩基配列から種同定を行った。また、各採取地の土壌の pH 値及び総リン量、総硫黄量、総炭素量、総窒素量を測定することにより、各地の土壌環境を評価した。これらの結果を基に、各採取地のイソツツジ根圏に生息する菌類の種多様性を評価し、採取地の土壌環境が菌類群集に及ぼす影響を検討した。

## P1-244

## 北海道北部の湿原泥炭層における微生物群集構造解析

\*秋山 克, 清水了, 石島洋二(幌延地圏環境研究所), 長沼 毅(広島大・生物圏科学)

北海道北部に位置するサロベツ湿原 (以下 SGW) は、サロベツ川河口域に発達した高層湿原であり、約 500cm の厚さで泥炭が堆積している。一方、中の峰平湿原 (以下 NW) は、天塩山地の蛇紋岩上に発達した山地湿原であり、泥炭層の厚さは約 60cm である。泥炭微生物群集が湿原の物質循環に及ぼす影響評価のための基礎調査として、形成過程や堆積深度などが異なる 2 湿原を対象に、16S rRNA 遺伝子にもとづくバクテリア (624 クローン) およびアーキア (368 クローン) のクローンライブラリーを作成し、微生物群集構造の比較を行った。

全バクテリアクローンの 50.5% が *Acidobacteria* に分類され、すべての泥炭層に分布していた。また、各層位に占める割合は深度ごとに異なるが、SGW のほとんどの深度で Candidate division である NC10 あるいは OP8 に分類されるクローンが検出された。一方、NW では 70cm のみで Candidate division のクローンが検出された。

アーキアクローンについては、全体で 20.4% がメタン生成菌 (*Methanocellales*, *Methanosarcinales* および *Methanomicrobiales*) に分類されたが、NW では 74.1%、SGW では 4.2% で、その存在割合が湿原ごとに大きく異なった。SGW では、*Thermoplasmata* に分類されるアーキアクローンが全深度から検出された。さらに、SGW の 100cm 付近を境に、浅層では Sd-NA クラスターのクローンが、深層では C2 クラスターに分類されるクローンが主たるグループを構成していた。

以上の結果から、同質のように見える泥炭であっても、微生物の群集組成は空間的に異なることが示唆された。

## P1-245

## アオコの分布拡大に関する生態・分子系統地理学的研究

\*中野伸一, 奥田昇, 天野一葉, 大林夏湖, 小林由紀, 田中拓弥, 程木義邦(京大生態研), 渡邊信, 田辺雄彦(筑波大生物学類), 近藤竜二, 廣石伸互, 高尾祥丈, 片岡剛文(福井県立大海洋生物資源)

アオコは、湖水中のアオコ原因植物プランクトンが大量に増殖して起こり、世界各地の富栄養化した湖沼に普遍的に見られる。アオコが発生すると景観を悪化させ、腐敗したアオコが悪臭を放ち、さらにはアオコが作る強い毒により海外では人間や家畜等の死亡の被害が報告されている。アフリカや東南アジア諸国ではアオコの発生が深刻化しており、とくにアフリカでは多くの人が良質な水を利用できない状態が続いている。このように、アオコの防除は世界中の富栄養化した湖沼で緊急課題となっているが、未だに問題は解決されていない。アオコは、風気流、鳥類などに運ばれて国内外の湖沼に分布を拡大しており、各湖沼には由来の異なる遺伝的に多様なアオコ群集が存在し、その一部に有害性の高いタイプが含まれると考えられる。湖沼の水質は周辺の人間活動に強く影響されるため、アオコ群集の中でどのタイプが優勢となるかは、周辺の人間活動をも含めた湖沼環境総体により決定されていると考えられる。本発表では、環境省地球環境研究推進費による「アオコの分布拡大に関する生態・分子系統地理学的研究」の紹介を行う。本研究では、最先端のバイオテクノロジーと大型環境解析システムを駆使し、アオコの生態と分子系統地理分布について明らかにするとともに、湖沼周辺の人間活動として土地利用形態の変遷や周辺住民の生活文化特性の調査も行い、アオコ群集組成との対応があるか検討する。

## P1-247

## 炭素源資化性から見た富士山火山荒原の土壤微生物群集

\*吉竹晋平(早稲田大・院・先進理工) 藤吉正明(東海大・教養) 内田雅己(極地研) 中坪孝之(広島大・院・生物圏) 増沢武弘(静岡大・理) 小泉博(早稲田大・教育)

富士山の南東斜面では、火山噴火後の一次遷移に沿って植生がパッチ状に生育してできる鳥状群落を見ることが出来る。本研究ではこの鳥状群落の発達に伴う土壤微生物群集の炭素源資化性の変化を調べ、それを指標として微生物群集構造の変化を明らかにすることとした。炭素源資化性の解析には、市販の Biolog マイクロプレートを用いた。これは 96 ウェルマイクロプレートの各ウェルにそれぞれ単一の炭素源と発色試薬が含まれており、微生物がその炭素源を資化すると発色するように調整されている。

2009年7月に、富士山南東斜面の裸地(Stage B)、イタドリからなる鳥状群落(Stage I)、イタドリ以外の草本類も混在する鳥状群落(Stage II)、中央部にカラマツが存在する鳥状群落(Stage III)、そしてこれらの鳥状群落が存在するエリアに隣接するカラマツ林(Stage F) から鉱質土層を採取した。土壤懸濁液を希釈したものを Biolog マイクロプレートに分注し、25℃で7日間培養して各ウェルの吸光度を測定した。

土壤微生物群集が資化することができた炭素源の種数(発色したウェルの数)は Stage B で最も少なく、Stage B-I と I-II 間で大きく増加したが、Stage II 以降では大きな変化は認められなかった。炭素源資化パターンのクラスター解析では、遷移初期(Stage B 及び Stage I) とそれ以降で大きく異なっていることが示された。以上の結果より、富士山の火山荒原においては、土壤微生物群集の炭素源資化性および群集構造の大きな変化は遷移の比較的初期に起きていることが示唆された。

## P1-246

## 魚類養殖場由来の有機物が与える海底の微生物群集への影響

\*國弘忠生(愛媛大・CMES), 大森浩二(愛媛大・CMES), 伊藤敏敏(愛媛大・南水研), 堤 裕昭(熊本県大・環境共生)

魚類給餌養殖は閉鎖性内湾水域において盛んに行われているが、残餌や糞などの大量の有機物が海底に沈積していることが指摘されている。堆積した有機物は、微生物の働きにより分解・資化、無機化されており、質の異なる有機物の負荷により微生物相は変化すると考えられる。そこで本研究では、堆積物中の養殖場由来有機物と微生物相の関係を解析した。

愛媛県南宇和郡愛南町南部海域の魚類養殖場内外において、2008年7月と2009年2月に、底質調査(底質表層 1cm)(全有機炭素量(TOC)TOC、炭素・窒素安定同位体比)、キノプロファイル指標とした微生物調査を行った。キノプロファイルは、微生物の持つ電子伝達物質の一つであり、この量は微生物バイオマスを、キノ種の違いは微生物群集の違いを表す。堆積物中の養殖由来有機物量(AOM)は、調査海域の養殖魚に与えている主要な餌、養殖魚の糞、堆積物の炭素・窒素安定同位体比から算出した。

堆積物の AOM と従属栄養微生物バイオマスに正の相関が認められた。TOC の低い地点ではコビキノン(UQ-8)存在比が最も高く、これは硫黄酸化細菌やアンモニア酸化細菌などの Betaproteobacteria 門に属する細菌群が堆積物中に優占して生息していることを示している。TOC の増加に伴い優占キノン種は UQ-8 から Alphaproteobacteria 門に属する細菌群が持つ UQ-10 に変化した。これらのことから、養殖由来有機物の堆積に伴って Betaproteobacteria 門に属する細菌群から Alphaproteobacteria 門に属する細菌群が優占する群集構造に変化することが明らかになった。

## P1-248

## 野外で人為的に発生させたアオコの環境応答

\*程木義邦, 天野一葉, 大林夏湖, 小林由紀, 田中拓弥, 奥田昇, 中野伸一(京大生態研セ)

「アオコ」とは、富栄養化した淡水域で生じるラン藻の集積現象の中で、群体や糸状体を形成するラン藻が浮遊し水面を覆っている状況を示す。毒素を生産する種も多いため、上水に利用される湖沼や貯水池ではアオコの発生が特に問題となる。アオコを形成する代表的なラン藻の *Microcystis* 属は、同一種内でも有毒株と無毒株があることが知られている。近年の分子生物学的手法を用いた研究により、*Microcystis* 属には非常に多様な遺伝子型が見られること、分子系統学的にはこれまでの形態分類と異なる分類体系になり、有毒タイプと無毒タイプに分離できることなどが報告されている。そのため、遺伝子型レベルでの解析により、アオコの形成機構と遺伝的多様性、毒性タイプの個体群動態と環境要因の関係についての科学的知見の蓄積が求められている。本研究では、上述の研究の予備実験として、野外実験池に栄養塩と湖水を添加し、人為的にアオコを発生させることを試みた。

容積 70m<sup>3</sup> の 3 基の野外実験池に、MA 培地(最終濃度 1/50)とともにプランクトンネットで濃縮した琵琶湖湖水を 3 段階の量(濃縮前の湖水に換算して、A:3m<sup>3</sup>, B:0.6m<sup>3</sup>, C:0m<sup>3</sup>)で添加、その後 2 週間おきに栄養塩の再添加を行った。実験開始 22 日後、湖水の添加量が最も多かった A 池で水面へのラン藻(主に *Microcystis*)の集積が確認された。一方、湖水添加量の少ない B および C 池では *Microcystis* の顕著な増殖は見られなかった。また、光合成活性の評価の結果、アオコが形成された A 池では、栄養塩の添加周期とラン藻の光合成活性の変化に明瞭な関係は認められなかった。以上の結果より、*Microcystis* によるアオコの形成は栄養塩供給だけでなく、初期の存在量、その他の環境・生物要因などの影響も大きいことが示唆された。

## P1-249

## 貧栄養嫌気条件の微生物群集における電子の循環と再利用

大滝宏代, 春田伸 (首都大・生命), 花田智 (産総研, 首都大・生命), \* 松浦克美 (首都大・生命)

貧栄養条件でも、酸素の拡散速度の遅い止水・底泥・微生物フィルム/マット中では嫌気条件が生じやすい。そのような条件下で微生物群集が発達するためには、外部から供給される低濃度の栄養素やエネルギー源を効率よく群集内に取り込み、できるだけ内部に保持することが有効である。温泉や熱水噴出孔のような高温環境は貧栄養条件が生じやすいが、そのような環境で微生物は相互に依存する多様な代謝系を進化させたと考えられる。

我々は、長野県中房温泉の65℃域に発達する微生物群集における、硫黄・水素の循環を解析してきた。この群集では、酸素を発生しない光合成細菌が優占し数ミリの厚さに達する密なバイオマットが発達する。そこでの光合成には電子源として硫化水素が必要である。硫化水素は温泉水中に存在する他、硫酸還元菌が硫酸イオンを水素で還元し供給される。その水素は、光合成細菌から供給された有機物を発酵細菌が分解する過程で発生していた。このように、この群集では電子が物質(有機物・水素・硫化水素)を乗り換えつつ再利用され、循環していた。そこでは光エネルギーの供給によって半永久的な循環が可能となり、外部からの電子供給の分だけ群集のバイオマスが増加すると考えられた。これは光合成生物の細胞内の電子伝達系で、循環的光電子伝達系により絶えずATPが供給されつつ、硫化水素や水からの電子を利用した非循環的光電子伝達系により二酸化炭素が固定されバイオマスが増加することに対応する。貧栄養な群集では、このような電子の循環と再利用が群集維持に重要であると考えられた。光エネルギーの利用で電子の再利用率はほぼ100%まで上げることが原理的に可能となり、利用できない場合は最終的には低エネルギー電子を群集外に出すことになるが再利用率を上げるように群集の代謝系が進化してきた可能性がある。

## P1-251

## 北極圏における黒紋病菌によるキョクチャナギの光合成活性への影響

\* 増本翔太 (総研大・極域), 内田雅己 (極地研), 伊村智 (極地研), 東條元昭 (大阪府大・生命環境), 井上武史 (総研大・極域), 神田啓史 (極地研)

高緯度北極域のノルウェー・スピッツベルゲン島・ニーオルスンにおいて、タールスポット病(黒紋病)と呼ばれる植物病原菌によるキョクチャナギの光合成への影響について調査を行った。タールスポット病の分布、感染葉におけるタールスポット病徴部被覆面積、感染葉のクロロフィル蛍光活性の測定、顕微鏡による感染葉の形態観察を行った。その結果、タールスポット病は調査地の広範囲に分布していること、感染葉におけるタールスポット被覆面積は大きく、感染によって被覆部では組織が破壊されてしまうこと、感染葉でも非被覆組織は健全葉と同等の蛍光活性があることがわかった。今回の研究は、タールスポット病がキョクチャナギの1次生産に与える影響を明らかにするうえで、その被覆面積が重要であることを示した。今後、同病によるキョクチャナギへの影響を正確に知るためには感染時期や被覆部の拡大速度を明らかにする必要がある。今後の極域における植物病原菌の研究は宿主植物との相互関係を明らかにするだけでなく、北極域の気候変動に伴う植物群落への影響を予測するためにも必要となる。

## P1-250

イモゾウムシに寄生する *Farinocystis* 様原虫へのUV照射による不活化の検証

\* 嶋田名利子, 熊野了州, 栗和田隆, 城本啓子, 原口大 (沖縄病害虫防除技術セ)

沖縄県を含む南西諸島ではサツマイモの害虫であるイモゾウムシが分布している。本種は本土には分布しておらず、沖縄県から本土への寄主植物(サツマイモなどヒルガオ科の植物)の持込は規制されている。最近になって熊本県でもイモゾウムシの分布が確認され、本種の早急な根絶が必要である。

沖縄県では本種の根絶を目指し、不妊虫放飼法を用いた根絶事業を行っている。不妊虫放飼法をする際、対象の害虫を大量増殖できることは必要条件の一つである。しかし本センターでは、2005年以降、イモゾウムシの生産数が急激に減少した。その原因は増殖系統への原虫の感染であることがその後確認された。この原虫のイモゾウムシへの感染は、羽化したイモゾウムシが、飼料であるイモ表面の原虫を食べることのみ起こり、原虫に感染したイモゾウムシは、寿命と繁殖力が大幅に減少する。

イモゾウムシの生産数を上げるためには、原虫の感染を効果的に防ぐことが重要である。先行研究により、原虫を含んだ抽出液に紫外線を照射することで原虫が不活化されることが明らかになっている。本研究では、実際の飼育下での紫外線照射を想定し、飼料であるサツマイモ表面について原虫に対し紫外線照射することで原虫が不活化されるかどうかを評価した。本講演ではその結果をもとに、イモゾウムシの大量増殖における紫外線照射の有用性を議論する。

## P1-252

## ヤブツバキ葉上リテイズマ科菌類にみられる個体群サイズの地理的変異

\* 松倉君予 (東邦大・理), 広瀬大 (日大・薬), 鏡味麻衣子 (東邦大・理), 大園享司 (京大・生態研)

ヤブツバキ落葉上に生息する代表的なリグニン分解菌のリテイズマ科菌類を材料とし、個体群サイズの地域間比較を行った。ヤブツバキ落葉は、日本国内のヤブツバキ天然分布域の北限にあたる秋田県男鹿及び青森県夏泊、南限の沖縄県石垣島及び沖縄島、緯度の点でそれらの中間に位置する千葉県銚子(外川、猿田、旭)と館山(那古、富士見、洲崎)の計10箇所から採取した。リテイズマ科菌類は定着した落葉を漂白化させ、落葉上で異種と接すると帯線を形成する。この特徴から、種毎の定着面積を測定できる。本研究では、この面積を葉上の個体群サイズとして定義し、リテイズマ科菌類の定着面積に対する各種の定着面積の割合を個体群サイズ比として算出し、採取地間で比較した。リテイズマ科菌類の種同定は、葉上に形成された子実体形態とrDNAのITS領域の塩基配列を基に行った。分離菌株を確保できた系統に関しては菌糸成長の温度適性も調べた。

調査の結果、日本国内には *Coccomyces sinensis* と *Lophodermium* sp. の少なくとも2種が分布していることが分かり、個体群サイズ比において地域間に相違がみられた。すなわち、*C. sinensis* は男鹿、夏泊及び銚子で100%、館山で97-99%、沖縄、石垣ではそれぞれ33、28%であった。一方、*Lophodermium* sp. は沖縄、石垣が67、72%、館山1-3%、男鹿、夏泊及び銚子は0%であった。温度適性実験では *C. sinensis* は20-25度、*Lophodermium* sp. は25度で菌糸成長のピークがあることが分かった。この結果は、各地の気温差が落葉後の菌糸成長や子実体形成に影響する可能性を示唆している。今後は操作実験を行うことで、個体群サイズ比にみられた地域変異の要因を解明したい。

## P1-253

## 縞枯林分におけるシラビソ・オオシラビソ林の外生菌根菌子実体相の解明

\*寺田篤人(東大院・新領域), 鷗川信(森林総研), 福田健二(東大院・新領域)

陸上に生息する多くの樹木の根には菌根菌が共生しており、菌根菌の一種である外生菌根菌は植物の細根の細胞隙間に侵入する。外生菌根菌は、林分の発達段階にともなって、その群集構造が変化している可能性が指摘される。したがって、林分の発達にともなう外生菌根菌の群集構造の変化パターンを明らかにすることは、木本群落と外生菌根菌群集との関係を考える上で重要な知見となる。

そこで本研究では、林分の発達にともなう地上部の外生菌根菌子実体相の変化パターンを解明することを目的にし、連続した発達段階の林分において、子実体の発生調査を行い採取した子実体について、DNAを用いた同定を試みた。

調査地は、長野県北八ヶ岳縞枯山の南斜面とし、縞枯林分にトランセクトを設置し、トランセクト内に発生した子実体を採取し、その発生位置を記録した。採取した子実体は、そのDNAについて相同性検索による種の同定とフラグメント解析を行った。

その結果、相同性検索によってほとんどの菌種を同定することができた。また、ほとんどの菌種についてITS34のフラグメントサイズが種内で共通すること、また種間で異なることが示された。一方、*Russula* 属の3種については、フラグメントサイズが同程度になることが示され、近縁な菌種ではフラグメントサイズが類似することが示唆された。さらに、ITS34のフラグメントサイズが同程度であった*Russula* 属3種について、制限酵素処理を行ったところ、制限酵素処理断片のフラグメントサイズは3種で異なることが明らかとなった。したがって、ITS34と制限酵素処理断片のフラグメントサイズによって、菌種の分類ができることが示唆された。さらに、DNA解析で同定された菌種の発生位置から、林分の発達にともなう、各菌種の分布パターンが変化していることが明らかにされた。

## P1-255

## 乾燥地で生育する塩生植物タマリスクのアーバスキュラー菌根共生

\*谷口武士(鳥大・乾燥地研), Kumud Acharya (DRI), 今田省吾(鳥大・乾燥地研), 山中典和(鳥大・乾燥地研)

乾燥地緑化は、乾燥地で生活する人々に不可欠な取り組みであり、このために様々な緑化技術が検討されている。菌根菌や窒素固定細菌などの植物と共生する土壌微生物を用いた手法も緑化に応用可能であると考えられるが、乾燥地で植物と共生している菌根菌や窒素固定細菌の現地調査に関する報告は少ない。

本研究では、アメリカのネバダ州に位置する乾燥地で生育するタマリスク(*Tamarix ramosissima*)を対象としている。本樹種はアーバスキュラー菌根菌と共生しており、耐乾性や耐塩性、そして冠水耐性に優れているため、原産地である中国では緑化樹種として注目されている。しかしながら、アメリカでは持ち込まれた後、分布域を拡大し、侵略的外来種として問題視されている。本研究では、アメリカの乾燥、および塩害の程度が異なるサイトにおけるタマリスクの葉中の塩類濃度、および菌根菌に関する調査を行うことで、乾燥地への定着に成功している樹木と共生する菌根菌群集の特徴を明らかにすることを目指している。

解析の結果、調査を行ったサイト間で土壌中のナトリウム濃度、および土壌含水率は異なっていた。また、タマリスクの葉中のナトリウム濃度もサイト間で異なっており、塩ストレスや水分ストレスが異なる条件下におけるサンプリングが達成されていた。本発表では、上記のアーバスキュラー菌根群集に関する調査結果をふまえ、塩ストレス環境下における菌根群集の特徴について議論する予定である。

## P1-254

## 白神山地ブナ林の内生菌多様性

\*成田真智子(弘前大・農生), 杉山修一(弘前大・農生), 齋藤宗勝(盛岡大・短期大)

病原性をもたずに植物組織内で共生する微生物を内生菌という。内生菌の進化や生態的機能については、イネ科植物を中心に多くの研究がなされてきた。しかし、イネ科以外の植物については、内生菌との共生がどれくらい一般的で、それが宿主の適応度にどのような影響を与えているかについては、ほとんど解明されていない。

本研究は、日本の温帯地域の主要樹種であるブナを対象に、葉に棲息する内生菌の多様性を明らかにするために行ったものである。

調査は、青森県の世界遺産白神山地核心地域で行った。1999年以来、環境省のブナ林モニタリングサイトの3カ所から6月と9月の2回、ブナの葉をサンプリングした。研究室に葉を持ち帰り、表面殺菌を行った後、約1cm平方に切り取った葉片を培養し内生菌を分離した。真菌類の培養にはCMM培地を、細菌類ではN培地を用いた。分離した菌は、外部形態から分類するとともに、系統解析を行うために菌体からDNAを抽出した。同時に、真菌と細菌を特異的に増幅するプライマーにより葉組織から直接内生菌のDNAを増幅し、DNAフィンガープリント法(T-RFLP法)により、多様性を解析した。6月の葉では、外部形態の異なる真菌12種、細菌11種、計23種が分離された。9月の葉では、真菌22種、細菌25種の計47種が分離された。これらの結果から、ブナの葉には多くの内生菌棲息し、季節によってその構成が異なることが示された。

## P1-256

## Seasonal variation of microbial biomass in a temperate forested wetland

\*Yoon, T.K., Son, Y., Heo, S.J., Noh, N.J., Seo, K.W., Lee, S.K., Lee, A.R., Park, Y.J., Jo, W., Yang, A., Chung, H. (Korea Univ.)

Seasonal variation of microbial biomass affected by hydrological condition was studied in a temperate forested wetland, dominated by *Alnus japonica*, in suburban area near Seoul, Korea. One upland site (US) and two wetland sites, named drained site (DS) and poorly drained site (PDS), were selected based on the hydrological condition. From June 23, 2008 to March 20, 2009, the 0-15cm mineral soils were sampled for every 45 days. Microbial biomass carbon (MBC) and microbial biomass nitrogen (MBN) were measured using chloroform-fumigation extraction method. Mean MBC and MBN (mg/kg) of US, DS and PDS were 166.0 and 15.7, 432 and 26.7 and 898.1 and 48.3, respectively. Mean microbial CN ratio of US, DS and PDS was 9.6, 17.0 and 22.8, respectively. There were significant differences in MBC, MBN and microbial CN ratio among sites. MBC of DS and PDS was higher in the spring season and the autumn than in the summer, however there was no significant seasonal variation of MBC in US. Seasonal variation of MBN, higher in the spring and the autumn and lower in the summer, was found only in US. Microbial CN ratio was not significantly different among the season. Microbial biomass and its seasonality were highly affected by the hydrological condition.

## P1-257

## 高度に酸化鉄を集積した積雪中のメタン酸化微生物

\*吉井健太, 小島久弥, 福井学(北大・低温研)

メタンは二酸化炭素と同様、温室効果ガスとして知られ、分子あたりの温室効果は二酸化炭素の約23倍である。メタンは嫌気環境下において有機物分解の過程で生成され、好気環境下においてはメタン酸化細菌により消費される。結果、最終的な大気中へのメタンの放出量は生成量の50%以下に抑えられていると考えられている。メタン酸化細菌は地球規模のメタン動態に大きく寄与しており、また多様な環境に生息するため、湿原、湖沼、海洋、永久凍土といった環境において生態が盛んに研究されている。

演者らによる先行研究により、赤褐色に着色した積雪中にメタン酸化細菌が生息している例が発見された。尾瀬において確認されたこの彩雪現象は、積雪底部付近に発達し、色は酸化鉄に起因している。この研究により積雪内部がメタン酸化細菌の重要な生息場所になっている可能性が示された。メタン酸化活性は光、水溶性有機物、高濃度酸素により阻害されることが知られている。積雪内部ではこの全てから回避出来る可能性がある。また、土壌から放出されたメタンが積雪内部に捕捉され蓄積されることも知られている。これらの知見を総合すると、積雪内部はメタン酸化細菌にとって好ましい環境が成立していることが予想される。

本研究では、着色した積雪中のメタン酸化細菌の多様性と現存量を分子生物学的な手法を用いて解析した。試料は、2007年尾瀬ヶ原、2009年尾瀬沼において採取した。16S rRNA 遺伝子、及びメタン酸化酵素をコードする *pmoA* 遺伝子を対象とした解析の結果、湖底泥と積雪中ではメタン酸化細菌の群集が大きく異なることが示された。また、年・場所の違いに関わらず積雪中は *Methylobacter* 属に近縁なものが優占しており、多様性に乏しいメタン酸化細菌群集が形成されていた。また、積雪表層よりも、着色した深部の方でメタン酸化細菌がより集積されていた。

## P1-259

オコタンペ湖に生息する大型糸状性細菌 *Thioploca* の諸特性

\*根本富美子, 小島久弥, 福井学(北大・低温研)

大型糸状性硫黄酸化細菌 *Thioploca* は、細胞が際立って大きく、硫黄と硝酸を細胞内に蓄積するという特徴を持つ。これらの特徴に加え、特定の条件下で高密度で生育するため、環境中の物質循環に対する寄与が大きいと考えられる。しかし、*Thioploca* の純粋培養は未だ得られていないため、詳細な生理学的特性について不明な点が多い。*Thioploca* は海洋や湖沼の堆積物中に生息し、日本では琵琶湖と小河原湖において生息が確認されている。湖沼の *Thioploca* の現存量は海洋と比較すると少ないが、湖沼は閉鎖性水域であるため、物質循環への影響がより大きいと考えられる。しかし、湖沼の *Thioploca* に関する知見は海産種と比較して特に少ない。本研究では、北海道千歳市に位置する淡水湖であるオコタンペ湖において新たに発見された *Thioploca* についての基礎的な知見を得ることを目的とした解析を行った。

オコタンペ湖の *Thioploca* の形態は、小河原湖の *Thioploca* に類似していた。オコタンペ湖の *Thioploca* の16S rRNA 遺伝子配列の決定と系統解析を行った。その結果、オコタンペ湖の *Thioploca* は、他の淡水湖沼に生息する *Thioploca* よりも、汽水湖である小河原湖の *Thioploca* と近縁であった。また、*Thioploca* の近縁種である *Thiomargarita* では、リン酸蓄積能を持つことが報告されている。リン酸蓄積細菌は、好気的条件下で吸収したリン酸をポリリン酸として細胞内に蓄積し、嫌気的条件下でそれをリン酸として放出する。そこで、*Thioploca* のリン酸蓄積能の検証のため、ポリリン酸の染色および嫌気的条件下におけるリン酸濃度の時間変化の測定を行った。その結果、*Thioploca* がリン酸を蓄積しているという確証は得られなかった。

## P1-258

## 成層したダム湖における浮遊性メタン酸化細菌の群集構造

\*堤正純(北大・低温研), 小島久弥(北大・低温研), 岩田智也(山梨大・工学部), 福井学(北大・低温研)

湖沼から大気へのメタン放出量は、地球上での自然な放出量の6-16%に相当すると推定されている。湖沼の嫌気的な環境で生成されたメタンの大半は、好気的な底泥表面および水柱においてメタン酸化細菌により酸化される。部分循環湖のような底泥表面が嫌気的な水界においては、水柱におけるメタン酸化が重要になる。また、メタン酸化細菌によりメタンから合成された細胞構成物質は、他の生物の炭素源として機能し得る。湖沼の浮遊性メタン酸化細菌の活性に関する従来の知見から、湖沼生態系におけるメタン酸化細菌を介した炭素フローの重要性が示唆されている。しかし、湖沼の浮遊性メタン酸化細菌の群集構造を種レベルおよび属レベルで解析した例はまだほとんどない。

本研究では、部分循環湖である山梨県塩川ダムのみずがき湖において、異なる季節に計5回調査を行った。調査内容は、水深ごとの浮遊性メタン酸化細菌群集構造(構成および存在量)の解析と各種環境パラメータの測定である。

その結果、水柱のメタン酸化細菌群集は、水深、季節に関わらず、互いに近縁な系統群により構成されており、*Methylobacter* 属の好冷性または耐冷性の株に近縁なものにより優占されていた。その構成は、酸素躍層直下の酸素がほぼ枯渇した層を境に異なっていた。上層水温が15℃以上を示す夏季には、水温躍層を境としても異なっていた。また、浮遊性メタン酸化細菌は、酸素躍層およびメタン躍層付近において卓越していることが示唆された。この水深は、メタンの安定同位体比から推定された、活発なメタン酸化が起きている層と一致した。以上のことから、本調査地の浮遊性メタン酸化細菌群集は、酸素濃度またはメタン濃度、および温度に強く影響を受けていることが示唆された。

## P1-260

## 淡水湖沼において環境要因が浮遊性細菌群集構造に及ぼす影響

\*藤井正典, 小島久弥(北大・低温研), 岩田智也(山梨大・工), 占部城太郎(東北大・生命), 福井学(北大・低温研)

細菌は生理学的及び機能的に多様であり、あらゆる環境に生息している。その生物量は非常に大きく、また細胞あたりの活性が高いため、地球上における様々な物質循環やエネルギーの流れに大きく寄与していると考えられている。したがって、環境中における細菌の分布や多様性及び分類群構成についての知見は重要であるといえる。環境条件はこれら細菌群集構造を制御する要因の一つであると推察されるが、自然環境はそれぞれに特性があり、その影響も多様であるため、これらの関係についての現状の理解は十分とは言えない。本研究では、様々な淡水湖沼を網羅的に調査することにより、浮遊性細菌の群集構造に対する環境要因の影響について明らかにすることを目的とした。

2005年、2006年の夏季、信州から北海道までの高山・亜高山帯を中心とした合計46湖沼を調査した。湖沼について様々な物理化学的特性を測定するとともに、表層水サンプルに対して16S rRNA 遺伝子を対象としたPCR-DGGEによる細菌群集構造解析を行った。これらのデータに基づいて、湖沼表層における細菌群集構造と環境要因との関係をCCAで解析した結果、塩濃度やpH、全リン濃度についての関連性が強いことが示された。DGGEバンドの塩基配列を決定し、各湖沼に生息する細菌の分類群を推定した結果、*Polynucreobacter* sp. 及び *Methylophilus* sp. に近縁な配列が多数の湖沼から検出された。ロジスティック回帰分析によりこれら分類群の出現率に影響を及ぼす環境要因を特定した。本講演では、抽出されたそれぞれの環境要因について、細菌群集構造に対する関連性及び具体的な影響について詳しく議論する。

## P1-261

## 淡水湖沼における硫黄循環関連細菌の多様性解析

\* 吉川優紀, 小島久弥, 福井学 (北大・低温研)

硫酸還元菌は電子供与体として様々な有機酸を分解するため、硫黄だけでなく炭素循環にも大きく寄与していると考えられている。一方、硫黄酸化細菌は硫酸還元菌により生成された硫化水素を無毒化する役割を担う。硫黄循環を駆動するこれらの微生物グループの多様性に関し硫黄酸化細菌、硫酸還元菌のそれぞれについて個別に解析した研究例はあるが、両者を同時に対象とした研究は少ない。

本研究では硫酸還元菌、硫黄酸化細菌の双方が保持する *aprA* 遺伝子を対象とした分子生物学的解析により、硫黄循環関連細菌を一括して検出することを試みた。国内 17 カ所の淡水湖沼の底泥から DNA を抽出し、*aprA* 遺伝子断片を PCR により増幅後、DGGE 解析を用い各バンドの塩基配列を決定し系統解析を行った。また、5 種類の有機酸塩を各々唯一の炭素源とした硫酸還元菌用集積培地を調整し、5 カ所の淡水湖沼底泥をそれぞれの培地に加え培養を行った。その後環境試料と同様の解析を行い、集積条件との比較を行った。

培養系から得られた配列は全て既知の硫酸還元菌に近縁であった。安息香酸塩を基質とした培養系からは底泥の採取地によらず *Desulfobulbus* に近縁な配列が得られた。また、ある採取地の底泥からは、集積条件に関わらず胞子形成型 *Desulfotomaculum* に近縁な配列が得られ、配列はお互いに完全に一致していた。一方で環境サンプルからは硫黄酸化細菌、硫酸還元菌が検出された。得られた硫黄酸化細菌由来の配列の多くは *Thiobacillus* に近縁であった。これに対し硫酸還元菌は海水にみられる *Desulfobacter* や好冷性 *Desulfotigius*、好熱性 *Thermodesulfovibrio* に近縁なものなど多様な配列が検出された。系統解析の結果、これらのいくつかの配列は既知の配列とは大きく異なるものだった。

## P1-263

## 掛川市東山地区における茶草場の歴史の変遷

\* 岩崎巨典 (農環研), 楠本良延 (農環研), 平舘俊太郎 (農環研), 稲垣宗洋 (静岡県農林技研), 山本勝利 (農環研)

静岡県掛川市東山地区に存在する茶草場とよばれる半自然草地には、貴重な草地性植物が現存している。そこで、この茶草場に多様な植物種が存在する要因を明らかにするために、東山地区における明治時代以降の土地利用、特に半自然草地や疎林の分布や面積の歴史の変遷を明らかにすることを目的とした。

本研究では、1889 年測量の 1/2 万地形図、1962 年および 2007 年の空中写真を資料として用い、半自然草地 (地図記号上の荒地)、疎林、茶園について各年度の分布図を作成した。

半自然草地の面積については、1890 年代から 1960 年代、2000 年代と連続的に減少傾向が認められた。さらに、かつては大規模パッチとして存在していた半自然草地が、森林や茶園に変化する傾向も認められた。一方で、1960 年代から 2000 年代にかけては、耕作放棄や茶園の拡大に伴い、新しく草本植生が分布する場所も認められた。

また、本地域に現存する茶草場は形状や面積に基づき幾つかの類型に区分されるが、このうち多様な植物種が残存し大面積で維持される共有地型草地については、明治時代から継続した草地履歴を持つものが多いことが明らかとなった。

## P1-262

## 北海道鶴川人工干潟における硫酸還元菌の群集構造

\* 松井崇人, 小島久弥, 福井学 (北大・低温研)

酸素が消費された嫌気的環境では生物遺骸などの高分子有機物は低分子有機物に分解され、さらに二酸化炭素へと無機化される。海洋堆積物においては、海水中に多く存在する硫酸イオンが利用可能であるため、この段階的な分解過程の最終段階は主に硫酸還元菌が担う。海洋における有機物分解の大半は沿岸域において行なわれており、そのうち約 50% が硫酸還元菌の寄与であると考えられている。よって、沿岸域に生息する硫酸還元菌を理解することは海洋堆積物中の炭素循環を考える上で重要である。そこで、本研究では陸上から有機物、海から硫酸イオンの供給される干潟において、環境要因と硫酸還元菌の群集との関係を調べた。

調査は北海道鶴川町の干潟で 2009 年 10 月に行なった。鶴川河口干潟は海岸浸食により消失した干潟を再生することを目的として平成 12 年から平成 14 年にかけて造成された人工干潟である。環境要因について調査した結果、塩化物イオン濃度が堆積物表層間隙水中において約 5.6 mM であり、海水の約 535 mM に比べて低かった。同様に硫酸イオン濃度も堆積物間隙水中で最も高い濃度でも約 1 mM であり、海水中の約 28 mM より低かった。以上のことから、本研究サイトは海水による影響が少ないと考えられる。鶴川人工干潟では陸上由来の有機物は蓄積するが、海水の浸入が少なく硫酸還元菌の硫酸イオン利用に制約のある環境であることが示唆された。この環境に生息している硫酸還元菌についても分子生物学的手法で調査を行なった。本発表ではその結果についても報告する。

## P1-264

## 現長野県栄村で天保年間 (1830-1843) に発生したクスサン被害に関する古文書に見られた疑問点

\* 寺島宏貴 (東京大・総合文化), 柳澤誠 (中央大・文), 小山泰弘 (長野県林業総合セ), 岡田充弘 (長野県林業総合セ), 辻野亮, 湯本真和 (地球研)

カシノナガキクイムシ (以下ではカシナガと略す) の侵入を受けたブナ科樹木が枯死する被害が近年、突発的に大発生している。カシナガ被害は、これまで 1934 年に南九州で始めて確認され、1980 年代以降急速に拡大し、おもに日本海側の冷温帯林で発生している。しかし、1934 年よりも前にカシナガがいなかったのかどうかはわかっておらず、ただ知られていなかったというだけで別の表現をされていた可能性がある。現在、カシナガが拡大中の長野県栄村に残る古文書からカシナガ被害の可能性のある記述が見つかったので報告する。

文久 3 年 (1863 年) の史料「島田汎家文書 1030」によると、およそ 230 年前の出来事として、1) 天保年間 (1830 ~ 1844 年) に白毛太夫 (クスサン) が発生してクリ・ナラなどを喰いからしたこと、2) その後の雪で倒れたこと、3) 少なくなった分をブナで補ったこと、などが記されている。しかし、クスサンはブナ科のクリやコナラなどの葉を食い尽くすことはあっても樹木自体を枯らすことはない。一方、この枯死被害をカシナガによるナラ枯れであると考えると、文書の記述の説明がつく。また、ブナで補ったという記述についても現地調査から妥当であると考えられる。クスサンは表面上枯損の原因に仕立てやすかったためにカシナガの被害をクスサンの被害と記述したのではないかと考えられる。

文書の記述を解釈することでカシナガ被害が近世末に発生した可能性を示したが、クスサンでもカシナガでもない別の病虫害の可能性や、実は住民が御林の木を伐採してしまった言い訳の虚偽が記されていただけの可能性もある。このイベントに関して新たな古文書や他地域での被害に関する記述を検討し、近世末期のカシナガ被害について注意深く判断する必要がある。

## P1-265

## 湿地性植物の分布推定：土壌条件は空間自己相関を説明するか？

\*石濱史子, 小熊宏之, 武田知巳, 竹中明夫(国環研)

近年、統計モデルによって生物の分布予測を行う際には、空間的に近い地点でとったデータは独立ではないという、空間自己相関を考慮することが必須となりつつある。条件付自己回帰(CAR)モデルは、空間ランダム効果によって空間依存的な残差を記述することでこの問題に対処する統計モデルである。空間ランダム効果が大きい場合には、空間構造を持つような未知の要因が生物の分布に大きな影響を与えている可能性が高い。このような場合、原因となっている未知の要因を明らかにし、モデルに取り入れることが、頑健で応用性の高いモデルを作るために欠かせない。

渡良瀬遊水地の希少植物を対象として行った、intrinsic CARモデルによる分布予測では、いくつかの種で大きな空間ランダム効果が推定され、原因を明らかにする必要があると考えられた。この予測では、航空機リモートセンシングから得られる情報(RGB、近赤外、地盤高、草丈)のみを説明変数として用いていた。従って、大きな空間ランダム効果の原因となっている未知の環境要因は、リモートセンシングで検出しづらい要因である可能性が高い。

土壌の条件(含水率、栄養塩濃度など)は、リモートセンシングで検出することは難しいが、湿地生態系では一般に重要な要因である場合が多い。そこで、空間ランダム効果が大きくなるような種において、土壌条件が分布を決定する重要な要因であるという仮説を立て、2009年5月に調査を行った。100m間隔で土壌含水率、全窒素量、可能な場合には地下水のPHを計測した。これらを説明変数として加えたCARモデルと、航空機リモートセンシングで得られる情報のみを使ったCARモデルで分布予測を行い、モデル間・種間で結果を比較した。発表では、空間ランダム効果の大きさと土壌条件の影響の大きさとの関係について議論する。

## P1-267

## Urban landscape and its environmental reciprocal impacts in Hanoi

\*Nguyen Vu Giang, Nobukazu Nakagoshi (IDEC, Hiroshima Univ.)

Located in alluvial river plains, Hanoi city is characterized by its surface water bodies, green spaces and culture. However, these specific landscape elements are facing with significant changes due to the sprawling urbanization that consequently impacts on urban living environment. This study is conducted to identify the characteristics of the city landscape dynamic, quantify the changes of urban surface water bodies, green spaces and build up areas during the urbanization using gradient analysis and landscape metrics. Research is also focused on urban landscape ecological function of surface water bodies and green spaces as well as their combination for better landscape planning. Preliminary results have showed that surface water bodies and green spaces have been significantly replaced by build up areas. In the other hand, analysis on land surface temperature indicated that daytime surface temperature of water bodies and vegetation covered areas is notably lower than build up areas and industrial zones. Thus, an integrative land use planning and management system at strategic level should be considered to contribute better city landscape. The harmony distribution of surface water bodies, green spaces with other urban land use types could mitigate internal urban heat and adapt with the current trend of climate change.

## P1-266

## 瀬戸内海島嶼の景観構造に及ぼした架橋工事の影響について——瀬戸大橋と櫃石島と与島の場合

張可(横浜国立大学大学院・環境情報学府)

本研究では瀬戸大橋の架かる櫃石島・岩黒島・与島における架橋工事に実施前後の植生景観(Vegetation Landscape)の変化と前記3島に隣接するが、架橋工事が行われなかった本島・牛島のそれとの違いの有無を明らかにするため、景観生態学的調査を行った。さらに本研究では、その解析結果に基づいて、人間の開発活動が自然環境にどのように、どの程度の影響を与えるのか(環境影響評価:環境アセスメント Environmental Assessmentの一部として)を解析、評価する。本研究の成果は、将来、中国で建設が計画されている「跨渤海大橋」に対する環境影響評価に資するものと期待できる。また、これからの知見は人間と自然環境との共存、持続可能な発展及び生態学的土地利用のための有効な方策を策定するうえで重要な指針となる。

本研究の研究方法は現地で植物社会学(Braun-Blanquet, 1964)と景観生態学に基づいての調査方法で植生調査を行った。次に植生調査資料を解析し、各種植生単位を抽出した。識別した植生単位を用いて、調査地域の現存植生図を作成した。さらに、過去の空中写真を判読し、各島の過去の植生図を作成し、両者を比較した。植生図の比較では、GISを用いて植生景観パターンの周囲、長さ及び面積の変化を算出し、そこで得た数値データを用いて統計、解析を行った。以上の解析結果から、架橋工事が島の植生景観に与えた影響の程度を明らかにした。

今回行った現地植生調査から、主な植生単位として、自然植生では、ウバメガシトベラ群集、各種海浜植物群落、塩沼地植生が、代償植生として、松枯で劣化状態にあるコハノミツバツツジアカマツ群集、クヌギ群落、ダンチク植分などが識別された。瀬戸大橋の架かる、架からないにかかわらず、いずれの島においても自然植生の分布は小面積であり、大部分は代償植生で占められていた。

## P1-268

## 沿岸域の景観多様性が生物生産と食物網構造に及ぼす影響

\*堀正和(水研セ・瀬戸内海区), 田中義幸(横浜市大), 宮島利宏(東大・海洋研), 吉田吾郎, 浜口昌巳(水研セ・瀬戸内海区)

沿岸域は大型海藻類など、その場の生息環境を制御する基盤種が卓越する海洋生態系であり、様々な基盤種が複雑な景観構造を呈する。沿岸生物は広域な分布範囲を移動しつつ自身に適した景観構造を利用するため、その生物生産は景観構造に強く影響を受ける。近年では水質汚染などによりハビタットの消失や景観構造の変化がおり、景観多様性が大きく減少している。一般に景観多様性が高ければ、景観要素間の生産性の異質性・非同調などによる補償作用が生じ、景観レベルでの生物生産は高くなることが予測されるため、景観構造の人為的改変は生物生産の変化を引き起こしているはずである。そこで本研究は景観多様性の減少が生物生産に及ぼす影響について、野外調査と操作実験により検証することを目的とした。沿岸域の主要景観要素すべてがそろった対照海域から順に景観多様性が減少した海域までを調査し、ベントス群集と魚類の現存量の比較を行った。次に野外群集を再現したメソコスムを用いて景観多様性を操作した実験区を作り、生産量の変化を一年間測定した。また食物網構造の変化を推定するために、生産量の測定と同時に安定同位体の分析も行った。野外調査の結果では、対照海域で魚類の現存量が最も高く、景観多様性の減少に伴って低くなった。操作実験の結果では、魚類とベントスの年間生産量は景観多様性が最も高い実験区で高くなったが、季節によって生産量が高い景観要素は異なっていた。また、大型植物に由来するPOMの増大が生産量の増大と食物網構造の変化に最も貢献していた一方で、同位体分析結果ではそのPOM自体は同化されておらず、微細藻類やバクテリア等の関与が推測された。講演ではこれらの結果に基づく、いくつかの仮説を紹介する。

## P1-269

## 竹林の拡大が農村景観に及ぼす影響

染矢貴 (広島大・院・国際協力)

農村の景観構成要素のひとつである竹林の拡大が西日本を中心に各地で報告されている。各地における竹林の拡大とその要因等については、様々な着眼点から研究がなされてきているが、いずれも局所的な一定の環境条件のもとでの事例検討に終始している。そこで、本研究では自然・社会条件に着目して、地域レベルおよび広域レベルで竹林の分布と拡大について把握し、竹林の拡大が農村景観に及ぼす影響などについて検討した。

地域レベルでは、広島県内で社会・自然条件の異なる4地区(島嶼部の農村、都市、都市近郊、山間農村)において、植生図と空中写真から概ね20年間(1980年代～2000年代)の竹林分布の変化を把握し、竹林分布の変化プロセスと要因について考察した。島嶼部の農村では放棄された蜜柑畑に竹林が侵入し、竹林総面積の年間拡大率は4.6%と4地区のなかで最も高かった。山間農村では、水田面積比率の高い地区ほど、竹林の分布密度は高く、農業と竹林との結びつきが示唆された。1960年代の燃料革命による里山林の管理放棄以降、ミカン畑や耕作地の放棄(1970年代～)、都市化・マツ枯れ等(1980年代～)と続く土地利用の変化が地区ごとに時間差を持って進行しており、このことが各地区の竹林分布および拡大パターンを生み出す要因となっていた。

全国レベルでは、既存の竹林分布データ(自然環境GIS)と基盤環境データを用いて、一般化線型モデルにより、3次メッシュレベルで、日本全域における竹林分布確率を推定し、環境要因との関連性を検討するとともに、地域レベルで把握した詳細な竹林分布をもとに精度検証を行った。その結果、森林、農地、宅地がモザイク状に分布する里山的な環境において竹林の分布確率が高いことなどが明らかになった。また、地区単位での竹林分布確率の平均値と竹林の分布密度との間には高い正の相関が認められた。

## P1-271

## 広島県北広島町八幡地区における草原利用の変遷

白川 勝信 (高原の自然館)

半自然草原は、火入れによる管理や放牧・採草などの利用によって維持されてきた、里山の主要構成要素である。草原から得られる草は、茅葺き屋根の材料や、牛馬の飼料、堆肥の材料などに利用された。このことから、少なくとも、日本人が定住・農耕生活を始めた弥生時代にはすでに、人為の加わった半自然草原が各地にかなりの面積で存在していたと推察される。しかし今日では、農業や社会の変容により、里山の利用形態が変化し、草原は大きく減少した。このため、草原は湿原とともに、最も保全優先度の高い生態系となっている。その一方で、明治以降の土地区分において草原は「原野」や「荒地」としか認識されておらず、地理的・定量的な変化が把握されていないのが現状である。本研究では、草原の保全と適切な利用に資するために、広島県北広島町八幡地区(旧八幡村)における江戸時代以降の草原利用の変化と、それに伴う植生の変化を定量的にとらえ、村落内における半自然草原のみに変化をもたらした社会システムの変遷について整理した。八幡地区では明治時代から大正時代にかけて、草原面積は540haから866haへと一旦増加し、その後昭和中期には493haへと減少、現在では229haにまで減少した。八幡地区における明治以降の草原増加は、明治7年(1873年)に始まった地租改正によって、住民が自由に土地を利用できるようになり、利用圧が増したことによって生じた。その約20年後、村行政は独自の土地利用施策を採って安定が図られたが、この施策による均衡が生じる前に、戦争と続く燃料革命が起きた。これらを考慮すると、いわゆる「持続可能な里山利用のしくみ」が八幡地区に存在したとすれば、それは地租改正以前のことであり、明治時代以降の里山は大きな変化の中にあつた。このことは、里山保全目標の目安として「エネルギー革命以前」が必ずしも適切ではないことを示唆している。

## P1-270

## 丹沢大山地域におけるブナ林の時系列変化とその衰退パターンに関する研究

\*鈴木透(酪農大)、山根正伸(神奈川保全セ)、笹川裕史(国環研)

現在、丹沢山地ではブナ林の衰弱・枯死が進行している。これに対応して、ブナ林の衰退原因に関する知見が集積されつつあるが、ブナ林の衰退に関する長期的変化を定量的に明らかにする手法は確立していない。長期的変化を定量的に把握することは、今後の丹沢山地におけるブナ林のモニタリングや保全対策を講じる際に重要な資料となる。そこで本研究では、丹沢山地において、ブナ林の長期的な変化を評価する手法を検討するために、1970年代から2000年代の多時期の空中写真を用いたデジタル写真測量を行い、ブナ林の変化を捉える指標を検討し、ブナ林の長期的な変化のパターンについて考察することを目的とした。まず、1970年代から2000年代の4時期における空中写真はデジタル化し、オルソ画像とした。次に作成したオルソ画像からステレオモデルを作成し、デジタル写真測量をすることでブナ林の衰退状況の指標を抽出した。今回、指標としてブナ林の高木本数や草地に関する情報を用いた。デジタル写真測量を用いてブナ林の高木本数や草地に関する状況を把握した結果、高木本数の長期的な変化では、蛭ヶ岳・丹沢山・塔ノ岳では減少傾向を示し、大室山・檜洞丸・鍋割山では高木本数に大きな変化は見られなかった。一方、草地については高木本数と異なる傾向が見られた。例えば、檜洞丸では高木本数には見られないが、草地の面積は増加しておりブナ林の衰退が進んでいると考えられる。これまでブナ林の衰退は檜洞丸・蛭ヶ岳・丹沢山で大きいと言われてきた。しかし、今回ブナ林の衰退機構を広範囲・長期的に把握した結果、ブナ林の衰退の程度は地区により違いがあり、ブナ林の衰退の状況を正確に把握するためには様々な高木本数や草地の面積などの指標を使って時空間的に把握する必要があると考えられた。

## P1-272

## ラジコンヘリによる高解像度リモートセンシングと湿地性草本植物の個体レベル種判別への適用

\*小熊宏之(国環研)、宇佐美昌樹((株)情報科学テクノシステム)、島崎彦人、石濱史子(国環研)

草本植生を対象とし、撮影画像から直接的に植生種の判読を可能とする高解像度のラジコン空撮システムを開発した。従来のラジコンヘリ等による空撮との相違点は、同時搭載のGPSにより撮影画像に地理座標を持たせオルソ画像を作成出来るほか、撮影画像のオーバーラップ部分をデジタル立体視することで草本群落の高さ情報の抽出が可能なことである。システムの実証実験として2009年7月9日に渡良瀬遊水地における低層湿原の250m×300mを空中撮影した。ラジコンヘリにはAscending Technologies社のFALCON8を用いた。同ヘリは予め飛行コースと撮影点を設定することで完全な自律飛行・撮影が可能である。FALCON8の対地高度を30mとし、搭載したデジタルカメラRicoh GX200のレンズ焦点距離を24mmで最大画素の撮影に設定した場合、計算上約7mmの地上解像度を得る。この条件にて約300シーンを撮影した。低層湿原のオギとヨシを主体とした群落に適用した結果、葉の形状と色からこれらの2種を目視で判読可能であることを確認した。地理座標が既知の地上検証点との比較により、撮影画像の地理座標は約50cm程度の精度を持つことも確認した。システム全体は軽量かつ折りたたみ可能であり、調査フィールドへの搬入も容易である。踏査による植生調査が困難な高層湿原などへの適用のほか、撮影場所の再現性も確保できるため、長期変動の把握を目的としたモニタリングへの利用も期待できる。今後の課題としては、立体視処理による草本群落の高さ情報の抽出と、広範囲の植生種をマッピングするための画像解析手法の検討が挙げられる。

## P1-273

## 高分解能衛星画像を用いたアンコール遺跡の優占樹種判別

\* 富田瑞樹(東京情報大)・平吹喜彦(東北学院大)・荒木祐二(東大)・塚脇真二(金沢大)・ボラリー(APSARA)・バオハン(APSARA)

カンボジア内陸低海拔域の自然植生がわずかに残存するアンコール遺跡群のひとつ、プラカン寺院における樹木群集の種組成・サイズ構造・空間分布と、高分解能衛星画像から得られた樹冠の輝度値統計量とを比較し、衛星画像を用いた樹種判別を試みた。

プラカン寺院内に14.26haの調査区を設置し、2007年から2008年にかけて毎木調査を実施した。胸高直径40cm以上の樹木について幹位置・種名・DBH・樹高・最下生枝高・樹冠幅を記録した。QuickBird衛星画像(2004年1月6日撮影)上に幹位置および樹冠を重ね、種ごとの輝度値統計量を取得した。樹種判別の参照データとするために、携帯型分光放射計MS-720を用いて優占種3種の本葉の反射率を測定した。

21科45種が出現し、胸高断面積合計は290.5m<sup>2</sup>であった。直径階分布は逆J字型を示し、60-80cmのサイズクラスで個体数が急減することが特徴的であった。空間分布では、*Dipterocarpus alatus*は遺跡に至る回廊周辺に分布する一方、*Lagerstroemia calyculata*は*D. alatus*に比べてより明るい環境の遺跡中央周辺部に分布していた。拡張相対成長式を用いて比較したところ、*D. alatus*に比べて*L. calyculata*や*Tetrameles nudiflora*は先駆的な特徴を示した。また、本葉の反射率を比較すると、*D. alatus*が全ての波長域で高い反射率を示した一方、*L. calyculata*と*T. nudiflora*の間に大きな差はなかった。衛星画像を用いた樹種判別では、近赤外域の最大値が優占樹種の抽出に有効であることが示唆された。

## P1-275

## 茶草場として成立する半自然草地の多様性

楠本良延(農環研)、稲垣栄洋(静岡県農林技研)、岩崎巨典(農環研)、平館俊太郎(農環研)、山本勝利(農環研)

東海地方の茶産地では、茶草場とよばれる半自然草地が存在し、貴重な草原性植物種群が生育している。静岡県掛川市東山地区を対象地とし、空中写真及びGISを用い解析した結果、茶園170haに対し、11haの茶草場が存在していた。茶園面積の約65%に達する広大な半自然草地が維持されていることが明らかになった。

対象地の茶草場で50地点、比較対象として造成跡地等でススキが優占する10地点において植生調査を実施し、TWINSPANを用いて分類した結果、5つの植物群落タイプが得られた。ススキが優占するGr.1、ネサザが優占するGr.2は、主に面積の広い共有の採草地に該当し、草原性草本の在来種が豊富で多様性指数(H')も高く、キキョウやノウルシなどの絶滅危惧種や希少種も確認された。造成跡地に見られるGr.3、水田跡地のGr.4は、ともにセイタカアワダチソウ等の外来植物が多く侵入していた。Gr.5は茶園脇に線状に見られる他の植物の少ないススキ草地であった。

全調査地点において、土壌サンプリング、光量子密度、斜面方位・角度、土壌水分、並びに地権者への土地改変履歴や管理実態のヒアリングを実施した。その結果、多様指数の高い群落タイプでは、土壌pHが低い、パッチ面積が広い、土地改変が行われていないことが把握できた。この結果は、草原性植物にダメージを与える大きな攪乱を受けていないことを示唆する。特に在来種の多様性を与える影響の大部分が土地改変であることがGMLを用いたVariation partitioningから明らかになり、在来植物の多様性は土地利用に関する歴史性が反映されていることが分かった。

地域の野生生物資源を利用することにより茶生産が維持され、また、その茶生産が貴重な半自然草地である茶草場を守っている事実が明らかになった。

## P1-274

## 航空機リモートセンシングによる河川の瀬淵分布推定

\* 島崎彦人、福島路生(国環研)

自然河川には、流路に沿って発達する瀬淵構造や砂礫堆、氾濫原などの変化に富んだ地形が見られる。また、季節に応じて変化する降雨や融雪流出の影響により、河川水の質や量にも季節性がある。このように空間的に不均一で、時間的にも動的な河川環境には、様々な動植物の生息場がモザイク状に発達し、生物多様性保全の観点からも重要な生態系が形成されている。特に、複雑に蛇行して流れる河川がつくりだす、瀬や淵などの地形要素は、河川に生息する魚類や底生生物の環境利用と密接な関係があることが知られており、河川環境を評価するうえでの重要な調査項目となっている。

リモートセンシングは、河川とその周辺環境を広域にわたって効率的に調査する手段として、近年、積極的に応用されている。これまで、北米大陸などに見られる川幅数十メートル規模の大河川を対象とした、水生生物の生息環境評価や環境修復のための適地選定などに対して、リモートセンシングが応用された事例がある。しかし、日本の山地・丘陵地に見られる、川幅数十メートル以下の小河川を対象とした応用事例は少ない。人里離れた源流域を流れる小河川は、踏査が困難な場合が多く、無理な立ち入り調査によって、生息場を大きく攪乱してしまう恐れもある。そのため、現場に立ち入ることなく、上空から調査可能なリモートセンシングの可能性には、大きな期待が寄せられている。

本発表では、日本国内の空中写真真測量において一般的に用いられているデジタル測量カメラ(Digital Mapping Camera:DMC)を活用した、航空機リモートセンシングによる河川の瀬淵分布推定手法を提案する。さらに、提案手法を、勾配や河道幅などの河道特性が異なる複数の小河川に適用し、その結果を現地調査データと比較することにより、提案手法の汎用性と限界について議論する。

## P1-276

## 海岸クロマツ林の保安全管理

藤原道郎(兵庫県大・緑環境/淡路景観)、三浦弘之(おきなわエコロジークラブ)、黒田有寿茂(兵庫県大・自然研/人と自然の博物館)、澤田佳宏(兵庫県大・緑環境/淡路景観)、大藪崇司(兵庫県大・緑環境/淡路景観)、山本聡(兵庫県大・緑環境/淡路景観)

海岸クロマツ林は防風、防砂等の機能を有する地域住民の生活にとって重要な森林であるが、植栽後の密度管理の欠如による過密林分化、マツザイセンチュウ病による枯損、林床管理の欠如による広葉樹林化などの問題を抱えている。一方、海岸クロマツ林は海浜植生が生育すると考えられる立地に植栽されており、林床に残存する海浜植生の保全も必要と思われる。そこで、本研究では名勝にも指定されている慶野松原(兵庫県南あわじ市)において海浜植生を含めた海岸クロマツ林の保安全管理の方向性の検討を行った。クロマツ個体の樹高、胸高直径、枝下高、最下葉群高、樹冠長から算出した形状比、樹冠面積をもとに適正密度を求めた。林床管理の状況を明らかにするために、10×10mの方形区ごとに、林床タイプを砂地優占、草地優占、コケ優占の3つに区分した。その結果、約70%の方形区は砂地優占であり、落ち葉かき等により、林床の草地化は防止されていることが明らかとなった。一方、人為的活動に伴う外来植物の侵入も認められた。また、広葉樹の侵入も限られており、クロマツ林として維持されていた。種類組成をもとに海浜植生の類型化を行い各タイプの分布図を作成した結果、比較的良好な海浜植生が分布している海浜部分にも、マツ林管理の枝葉運搬車両による植生破壊が認められた。また、海岸砂浜およびクロマツ林の林床には兵庫県レッドデータAランクの希少植物であるウンラン(*Linaria japonica*)の生育も確認された。希少種を含めた海浜植生の保全とクロマツ林の維持の両立のために、適切なゾーニングによる海岸クロマツ林の保安全管理が重要であると考えられた。

## P1-277

## 海岸クロマツ人工林における間伐率の違いが12年後の成長と下枝の枯れ上がり及

\* 鄭 克然 紙谷 智彦 (新潟大院 自然科学)

## P1-278

## 宮島における人為攪乱後の森林再生パターンとコシダの関係

河口剛輝 (広島大・総科), 山田俊弘, 奥田敏統 (広島大・総科)

広島県廿日市市の宮島では1973年からマツ枯れ対策としてマツ枯損木の伐出が行われた。その際に、ブルドーザーによる搬出や全木集材の手法が用いられ強度の人為攪乱が起き広範囲で皆伐に近い状態になった。一般的に暖温帯の照葉樹林では攪乱後に萌芽性の強いシイ、カシ類の萌芽林が成立する。同じ照葉樹林帯に属する宮島では攪乱を受けた地域にコシダが優占する遷移初期段階の植生が広範囲に形成され、異なる森林の成立過程があることが推察される。本研究は宮島のマツ枯損木の伐出による攪乱を受けた地域における森林再生の機構を考察する事を目的とした。

空中写真とALOS画像から攪乱後の土地被覆の動態を解析した。地形と土地被覆の変化の違いから調査地を5区分し、各区分において毎木調査を行い林分構造と種組成を比較した。

調査地の成熟林はシリブカガシが優占し、その次に優占する種は谷部ではミミズバイであり尾根部ではネジキであった。攪乱地の谷部では林分構造は成熟林と同程度にまで回復し、シリブカガシの萌芽林が形成されていた。また、成熟林と比べて攪乱地の谷部では成熟林の林冠構成種の相対優占度は低くなり、先駆種のウリハダカエデの相対優占度が高くなっていった。攪乱地の尾根部では林分構造はあまり回復しておらず、林床でコシダが繁茂するネジキの萌芽林となっていた。攪乱地の尾根部では成熟林の林冠を構成する高木種が欠落しており、尾根部では攪乱後に高木種の萌芽再生が行われなかったと推測される。高木種が欠如した攪乱地の尾根部ではコシダの生育を制限するほど林床の光環境が悪化している場所は少なく、コシダの繁茂によって殆ど稚樹が存在していなかった。尾根部の攪乱地に高木種が定着するまでには長い時間が必要であると考えられた。

## P1-279

## 草原景観は花粉分析で検出できるかー阿蘇地域における表層土壌中の花粉組成とその化石花粉組成への応用

\* 佐々木尚子 (地球研), 河野樹一郎 (産総研・地質情報), 河野耕三 (綾町・企画財政課), 長谷義隆 (御所浦白亜紀資料館), 宮縁育夫 (熊本大・教育)

熊本県の阿蘇地域には、採草や野焼きなどの人間活動によって維持される半自然草原が広がっている。阿蘇の草原の歴史については、植物珪酸体分析に基づいて、最終氷期から草原が広がっていたとの説が提示されている一方で、花粉分析では、最終氷期以降、連続して多くの木本花粉が検出されている。そこで本研究では、草原植生が花粉組成にどのように反映されるのか、という資料を得るため、阿蘇地域の複数地点で表層土壌試料を採取し、花粉組成と周辺植生との対応関係を明らかにした。また、それを阿蘇谷の堆積物の化石花粉組成に応用して、植生復元を試みた。

表層土壌試料は、「草原」(ススキ, ネザサ, シバ), 「草原内の小林分」(カシワ, コナラ)ならびに「森林」(スギ, 常緑広葉樹, 落葉広葉樹)の3つの植生型の計20地点で、リター層直下の腐植質土壌を採取した。全ての地点で、スギ花粉をはじめとする木本花粉が花粉総数の40%以上を占めたが、草本花粉の割合は「草原」で高く、「森林」で低い傾向が顕著だった。「草原」では、イネ科花粉の出現率が高く、マツムシソウ属やタンポポ亜科などの草本花粉が特徴的に検出された。「小林分」では、林分の構成種であるコナラ亜属の花粉が多く検出され、「森林」では、各林分の優占種に対応してスギやアカガシ亜属の花粉が高率で出現した。

堆積物試料は、阿蘇市市ノ川の湿地(標高450m)で採取し、約1200年前という放射性炭素年代が得られた深度3mまでを分析に用いた。堆積物中の花粉組成には大きな変化がなく、イネ科やコナラ亜属が多く出現した。表層土壌試料の分析結果と比較すると、過去1200年間は、現在の「草原」に近い、開けた植生景観が維持されてきた可能性が高いことが示された。

## P1-280

## 花脊峠付近における微粒炭分析(2)

小椋純一 (京都精華大・人文)

黒色土は草原由来の土壌である場合が多いと考えられるが、非黒色土地帯でもかつては草原であった所もある。そのようなところがどれほどあったかわかれば、しばしば火入れを伴ったかつての草原の実際の広がりが見明らかになるはずである。

京都市の市街地北方に位置する花脊峠付近は、いわゆる黒色土地帯ではないが、一部に黒色土が見られるところがある。その付近の黒色土と非黒色土との比較などにより、その地域におけるかつての草原の広がりを明かにするために、新たに黒色土1地点、非黒色土2地点についての微粒炭分析を行った。

上部から5cmごとに採取した土壌試料は、それぞれ1g(乾重)を水酸化カリウム溶液(10%), 過酸化水素(6%)などで処理することにより微粒炭を抽出した。抽出した微粒炭は、それぞれ500 $\mu$ m, 250 $\mu$ m, 125 $\mu$ mのメッシュの篩を用いて篩分けし、主に125 $\mu$ mのメッシュの篩に残ったものを700倍の倍率で100個撮影し、その後表面形態ごとに分類して検討した。また、それぞれの試料中の微粒炭量を測定した。一方、(株)パレオ・ラボに依頼して土壌のAMS年代測定を行った。また、黒色土と非黒色土の試料の一部について、それぞれの土壌を構成している鉱物の粒径などを調べた。

その結果、今回対象とした非黒色土にも黒色土中に含まれる程度の量の微粒炭が連続的に含まれること、微粒炭が一定量以上出現する年代は非黒色土よりも黒色土の方がかなり古いことなどが明らかになった。こうして、非黒色土地点では、微粒炭を含む土壌が累積的に堆積するようになった年代は、黒色土に比べ新しいものの、その土壌と黒色土に含まれる微粒炭との比較などから、非黒色土地点でも黒色土地点と同様に、火が入ることにより維持された草原的植生が、かつて長期にわたり見られたものと考えられる。なお、非黒色土と黒色土では、土壌を構成している鉱物の粒径などに違いが見られた。

## P1-281

## Monitoring spatial-temporal changes of thermal environment using Landsat images in Beijing

Rong-Hua Wang, Kensuke Kawamura, Nobukazu Nakagoshi

The urban heat island (UHI) phenomenon is a common environmental problem along with global warming and the effect humans on our weather and climate in the long-time. This study examines the change characteristics of the surface UHI in related to land-cover and socioeconomic data. The thermal environment information derived from the Landsat ETM in Sep (summer) on 2001, 2006 and 2009 were analyzed. The temperature pattern revealed the high temperature zone expanded with the spread of urban area. The obvious change is the satellite city-Changping district along the Badaling highway. Regression analyses confirmed the important role of vegetation and construction land in explains the spatial-variation of surface temperature pattern. Finally, the research use geographically weighted regression which accounts for spatially varying relations with multiple layers, and the socioeconomic data such as population, energy consumption were included.

## P1-283

## 首都大のイノシシはどこから来たのか? : 多摩地域におけるイノシシの現状

\*有馬貴之(首都大・環境), 野田江里(首都大・環境), 生亀正照(首都大・環境), R. Eranga H. R.(首都大・環境), 白柳かさね(首都大・環境), 内藤慈弘(首都大・環境), 山菅香(首都大・環境), 中村亮二(首都大・理工), 沼田真也(首都大・環境)

イノシシ(*Sus scrofa*)は森林や草原に生息する大型哺乳類であり、東京都では八王子市を含む西部地域が分布の中心と考えられている。2009年7月に、八王子市南部に位置する首都大学東京・南大沢キャンパス内の約10haの松木日向緑地において、イノシシが確認された。この緑地では以前よりタヌキやアナグマの生息が確認されていたが、幹線道路等によって周囲の森林から孤立しており、イノシシなど中大型哺乳類の生息は確認されていなかった。本研究では、イノシシなど中大型哺乳類の都市緑地間の移動経路や都市緑地の利用様式を明らかにするため、1)画像解析や地上踏査による大学周囲の緑地帯の把握、2)近辺における目撃情報や農業被害などの収集を行った。その結果、緑地帯の繋がりが松木日向緑地の南北方向に確認され、周囲約2kmにはイノシシが定住可能と思われる小山田緑地、小山内裏公園、柚木・鎌水の3つの大規模緑地が確認された。一方、日向緑地の北部と南部には幅15m以上の都道が、西部と南部には道路やマンションなどが密集した住宅街が存在し、これらの道路や宅地が緑地の繋がりを所々で分断していることも明らかとなった。他方、八王子市西部及び北部ではイノシシの目撃、捕獲情報があった。2008年には、小山田緑地周辺の住民によりイノシシの群れが目撃され、2009年3月には松木日向緑地内でイノシシの痕跡と思われる掘り返しや足跡が観察されていた。これらの結果から、確認されたイノシシは、周囲の大規模緑地から、住宅街などに残されたわずかな緑地帯を利用して、移動してきた可能性があると推察した。

## P1-282

## 生物指標による都市河川の廊下としての機能性とその連続性の評価に向けた研究

\*板川 暢:慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科, 一ノ瀬友博:慶應義塾大学 環境情報学部

都市河川が廊下としての機能を果たしているのか明らかにすることは、都市のエコロジカル・ネットワーク形成に必要不可欠である。生態的移動空間としての機能を検証するにあたって、生息空間機能の評価とともに連続性の評価が欠かせない。都市を流れる中小河川は、護岸・河床整備等により、本来持っていた生物生息空間としての機能は低下していると言える。本研究の目的は、指標種にトンボ類を用い、トンボ類の分布状況と河川及びその周辺の環境要因の関係を分析し、都市河川の持つ生息・移動空間としての生態的機能を明らかにすることである。

神奈川県横浜市の南西部を流れる柏尾川流域を研究対象地とした。柏尾川の中下流は市街地を中心に流れており、源流部は谷戸や住宅地、段丘面に残された斜面林等と様々なタイプがあることから、本研究の対象として適した河川である判断した。柏尾川本川と、本川に対して河川次数が1次の支流を対象とした。

調査はラインセンサス法を用いて実施した。左右両岸100mにかけて、水域側、域側それぞれ幅10mを調査範囲とし、種名、個体数、確認場所を記録した。調査の努力量を均一にするために、一定の移動速度(20m/分程度)とした。調査実施は、2009年6月~2009年11月の期間内に、初夏(2010/06下旬~07月上旬)・盛夏(2010/08中~下旬)・初秋(2010/10)の3回行った。

護岸の形状、傾斜の角度、川幅、水面・水際の植生・緑被率、抽水構造、周辺土地利用、河床形態、河床もしくは周辺の止水環境の有無等の項目等の環境情報とトンボ類の生息の関係性を、代表種を対象に一般化線形モデルから明らかにするとともに、種組成、個体数等からグループ化を行い、連続性の評価と分断要因の推定を目指す。

## P1-284

## ササ刈り後の管理による牧草原植生再生に関する研究

\*児玉卓也, 小林達明(千葉大・園芸)

江戸時代まで、千葉県北部には牧草原が広がっていたが、その後の土地利用の変化によってアズマネザサ(*Pleioblastus chino*)などが繁茂し、草原としての種組成はほぼ失われている。本研究は、そのようなササ群落を里山二次草原に再生させるために、ササ群落の埋土種子組成と、ササ刈り及び複数の管理条件下でササ刈り後の植物相の変化を調査した。

調査地は、かつて牧草原が存在していたとされる柏市こんぶくろ池周辺のアズマネザサが優占する草地である。まず、調査地の埋土種子組成を把握するため、ササ群落の土壌を採集し、発芽実験を行った。同時に、調査地現地において、アズマネザサの刈り取り及び植物相の経時変化の調査を行った。加えて、本試験では、落ち葉掻きの有無による試験区内の草原性植物の発生状況の比較を行った。

試験の結果、埋土種子発芽実験においては43種、調査地現地の試験区においては75種の植物種が確認された。そのうち、二次草原の典型的な植物種は、埋土種子発芽実験では10種、現地のササ刈りを行わない対照試験区では1種、現地ササ刈り試験区では19種が確認された。草原性植物の発芽はササ刈り後2年目で急激に増加し、3年目以降も緩やかに増加していくということがわかった。また、ササ刈り後に落ち葉掻きを行った試験区では、草原性植物の種数、被度共に増加する傾向がみられた。

以上の結果から、アズマネザサを刈り取ることによって埋土種子の発芽を促し、牧草原を再生することが可能であることがわかった。また、ササ刈りによって出現した植物種のうち、約70%が埋土種子由来であったことから、埋土種子がササ刈り後に成立する植物相へ及ぼす影響は、非常に大きいということがいえる。一方で、ササ刈り後の落ち葉掻きは、草原性植物の埋土種子の発芽を促進させる効果があるということがわかった。

## P1-285

## 多様性の高い農地ランドスケープは種子食動物による“雑草防除サービス”を安定的に高める

\*市原実(岐阜大院・連農, 静岡大・農), 丸山啓輔, 足立行徳, 山下雅幸, 澤田均(静岡大・農), 石田義樹, 稲垣栄洋(静岡農林研), 浅井元朗(中央農研)

農地生態系サービスの一つに、種子食動物による“雑草防除サービス”がある。種子捕食は雑草種子の主要な死滅要因であり、欧米では雑草の生物的防除に適用されつつある。しかし日本を含むアジア地域では、農地の種子捕食に関する知見が皆無であり、その定量が不可欠である。種子捕食の定量においては、ランドスケープとの関係を理解する必要もある。なぜなら、農地ランドスケープにおける畦畔や草地、林地などの非作付地のコンポーネントが種子捕食者の生息地となり、圃場内部への供給源として重要な役割を持つためである。本研究では、対照的なランドスケープの農地において、そこへ侵入した外来イネ科雑草ネズミムギ(*Lolium multiflorum*)の種子捕食率と捕食者を比較した。

静岡県内の、単純な農地ランドスケープ(大規模コムギ・ダイズ連作圃場)の圃場内部および畦畔と、多様性の高い農地ランドスケープ(伝統的棚田)の畦畔にて2年間調査した。ネズミムギ種子散布後の8月から出芽開始期である10月までの夏期3ヶ月間の累積捕食率は、両年ともに棚田畦畔で最も高く、99~100%(2週間あたり平均捕食率は47~52%)であった。一方、大規模圃場では年次によって大きく変動し、圃場内部では46~100%(同9~49%)、畦畔では54~82%(同12~23%)であった。主な種子捕食者は、棚田では昆虫類(コオロギ類, ゴミムシ類)、大規模圃場では昆虫類、鳥類および哺乳類と推定された。本研究の結果より、多様性の高い農地ランドスケープでは、単純なランドスケープと比べて、種子捕食率が安定的に高いことが示唆された。

## P1-287

## 長野県上伊那地方の立地環境が異なる水田地域における植物相の構造

\*渡辺太一(信州大・農), 大窪久美子(信州大・農)

近年、水田地域は絶滅危惧種を含む多様な植物種の生育地として高く評価され、これまでも水田雑草群落や畦畔草地、溜池植物、放棄水田など各環境における植物種や群落保全に関する研究がなされている。しかし、地域スケールで植物相の多様性を把握し、その成立条件について解明した研究はほとんどない。そこで、本研究では立地環境の異なる水田地域において植物相の構造を把握し、土地利用や管理形態との関係性を明らかにすることを目的とした。

調査は長野県上伊那地方の4タイプ5つの水田地域(未整備・中山間地のA地域と同B地域、整備・中山間地のC地域、未整備・市街地のD地域、整備・市街地のE地域)において、それぞれ500m直径円内を対象範囲とした。植物相調査は2009年6月から11月にかけて毎月実施し、各水田地域の水田や畦畔、法面、畑、水路など各環境に出現する全植物種の被度とフェノロジーを記録した。立地環境条件としては地域の土地利用状況について現地踏査を行った。

その結果、出現種数は未整備・中山間地のA地域で271種、同B地域で269種、整備・中山間地のC地域で230種、未整備・市街地のD地域で276種、整備・市街地のE地域で199種であった。未整備地域では約270種が出現し、出現種数が多かったが、整備・市街地では少なかった。中山間地の帰化植物率は市街地に比べて低く、また未整備地域は整備地域に比べ在来植物の出現が多かった。特に、中山間地域にみられる棚田法面には、地域植物相の約7割が生育しており、棚田法面のみに出現する種も多数確認された。これらの多くが希少種を含む草性植物であり、草地環境の割合が高い棚田法面は、水田地域植物相の多様性維持に大きく貢献している可能性が指摘された。発表では、環境区分ごとの種数-面積や生活型組成、水田管理状況もふまえ、植物相構造と土地利用との関係を考察する。

## P1-286

## 異なる景観スケールにおける河川生態系の解析

\*三浦佳林(横浜国大・院環境情報学府), 大野啓一(横浜国大・院環境情報研究院), 渡邊浩一郎(帝京科学大)

生活環境に密着している都市河川の汚濁問題は以前からも問題視されているが近年では農村河川の汚染も認められており河川の汚染問題は全国規模になっている。また近年、河川が自然を育む場としての配慮と美しい景観の創出が求められており、それらに効果的とされる水生植物が積極的に河川整備に導入されている。しかしながら小河川では、護岸等の整備が行われている現状から水生植物による栄養塩類の除去効果を期待することができない。そこで河川植物も取り入れた河川再生効果としての自浄作用回復による水質浄化効果を伴った小河川におけるエコテクノロジーを活用した水質浄化手法の実現が必要とされる。このことから、実験等により小河川におけるエコテクノロジーの多機能性を生かした水質浄化手法の字づげが求められている。よって本研究では東京都町田市を源に発し、相模湾に注ぐ全長69km流域面積211km<sup>2</sup>の二級河川であり、下水道計画の遅れ等による生活排水の流入によって富栄養化による汚染河川となった経緯を持つ境川と相模川から取水するため河口から約12km上流に接地された取水堰である相模大堰付近にある伏流池を調査地と定める。分析概要として土壌では、pH・EC・全窒素・硝酸態、亜硝酸態、アンモニア態、有機態窒素及び全リン・可給態リンに関する濃度、河川水では前述の土壌分析項目にCOD・DOを加え、可給態リンにかわり正リン酸態リンに関する濃度、植物では硝酸態窒素・全窒素・全リン濃度を分析し、景観調査を実施する。これにより河川そのものが持っている影響と河川周辺の影響を植生的な流れとモニタリング結果を用いて評価し、異なる景観スケールにおいてそれぞれの河川生態系が持っている様々な保全及び浄化等の機能を解析・解明することを目的とし、考察する予定である。

## P1-288

## 長野県伊那盆地における流域単位での水生植物の分布と立地環境条件との関係

\*御池俊輔(信大院・農), 大窪久美子(信大・農)

二次的自然である水田や溜池、水路は水生植物の生育地として重要であるが、近年これらの種の減少や絶滅が問題となっている。これらの水域は広域的なネットワークを形成しており、水生植物の生育もその相互関係の中で成立していると考えられる。そこで本研究では同水源利用地域の小流域を一単位として、水生植物の分布と立地環境、管理条件等との関係性を明らかにすることを目的とした。

調査は長野県伊那盆地天竜川水系にて南箕輪村及び伊那市(竜電、竜西)、駒ヶ根市の3箇所で行った。標高差は各々100mおよび220m、290mである。河川および溜池、水田、水路(用水路、排水路)、養魚池等を調査区画とし、溜池と水田は各々1池、1筆を1区画、水路は合流点や構造を一区切りとした区画毎に調査した。水生植物の分布状況について、区画全体での被度、1m×1m仮想方形区における被度(Braun-blauquet, 1964)を夏季と秋季に測定した(伊那市東岸、駒ヶ根市2ヶ所では秋季のみ)。環境要因として、水温およびpH、EC、底質、構造、周辺土地利用について測定、記録した。各調査区画の設定は、その地域の土地利用割合を反映するように調査数を調整し、できるだけ一つの水系に沿って設定した。

その結果、夏季1地区46区画中27区画にて51種、秋季3地区76区画中22区画にて24種を確認した。水生植物の分布パターンは主に土地利用によって異なり、標高による傾向はみられなかった。土地利用では宅地、市街地に接する区画より水田に接する区画に多くの水生植物が出現していた。また、標高差10m以内の距離の近い区画で共通する出現種が多かった。そのため、水生植物は土地利用単位、またそれより小さいスケールで分布が規定される可能性が示唆された。本発表では人為的影響として各区画の管理法についても検討し報告する。

## P1-289

## ハコネダケ群落の消長動態と生育形態の可塑性

\*加藤正士(横国大・環情学府), 大野啓一(横国大・環情研究院), 酒井暁子(横国大・環情研究院), 李晟齊(横国大・環情学府), 張可(横国大・環情学府), 馬雁飛(横国大・環情学府)

熱海・函南地域の山稜はアズマネザサの品種であるハコネダケが大面積で広がる特異な景観を呈している。このハコネダケ群落については、長期にわたる人為的影響により維持されてきたと言われていたが群落の動態および隣接群落に分布するハコネダケの生育形態の変化についてはほとんど研究されていない。本研究ではハコネダケの消長動態と生存戦略について、ハコネダケ群落および各種森林植生に分布するハコネダケの個体重量および生育形態の可塑性に基づいて読み解く。これまでの調査、研究により調査地域においてハコネダケが分布する植物群落としてハコネダケ群落、先駆低木林、ブナ林、アカガシ林の4つの植生単位を識別している。本研究では植生調査にかかわり設置した調査区からそれぞれ4箇所選定し、そこからハコネダケを10本根元から切り取り稈長と枝葉部分の長さを計測した。さらに稈と枝葉部分を切り分け稈全体と枝葉部分の生体重量を計測した。採取した個体は2週間ほど室内で風乾させた後、枝葉部分と稈の乾燥重量を計測し統計解析を行った。なお、ハコネダケ群落については長期間維持された植分と最近成立した若い植分に分けて解析した。計測データを解析した結果、枝葉重量と稈重量では、同じハコネダケ群落でも長期維持植分と若い植分とは稈重量の方で前者の方が後者よりも高い値を示した。低木林に分布するハコネダケの稈重量を見ると若い典型小群が長期維持型のアセビ小群よりも高い値を示した。ブナ林とアカガシ林の林床のハコネダケ植分はともに長期間維持されていると考えられる。そのうちブナ林に分布するハコネダケではイロハモミジ小群のものが枝葉重量と稈重量で他よりも高い値を示した。

## P1-291

## 空中写真による景観スケールでのブナ樹冠の識別と種子生産量の推定

\*小戸田紋郁(新潟大・農), 村上拓彦(新潟大・農), 紙谷智彦(新潟大・自然科学)

森林景観において、目的とする樹種の樹冠分布をマッピングすることができれば、様々な用途での活用が考えられる。本研究では、ブナが混交する二次林を対象に、開葉が早いブナの特徴を利用して、ブナ開葉期を狙って撮影した空中写真を使ってブナ樹冠の識別を行った。得られた樹冠分布から豊作年におけるブナ種子生産量の分布を推定した。

調査地の新潟県東蒲原郡阿賀町は、落葉広葉樹二次林が大面積に分布しており、ツキノワグマなどの野生動物の餌供給源として機能を果たしている。一方で、ナラ類の集団枯損が発生していることから、堅果類等の餌資源分布が急激に変化している可能性がある。

ブナ樹冠面積の把握は、空中写真をPhotoshop(Adobe Inc.)で画像処理して行った。ブナ大豊作年における落下種子量の推定は、2005年の新潟県内6林分の落下種子量と毎木調査による樹冠面積との関係から得た回帰式を使った。ブナ種子並作年における落下種子量の推定は、2009年の調査地5林分の落下種子量と空中写真から得た樹冠面積との関係から行った。

教師付き分類によるブナ樹冠抽出の精度は、91から96%であった。作成したブナ樹冠マップを用いて、豊作年、並作年の種子生産量、および、餌資源として重要な栄養素に換算した資源量マップを作成することができた。今後は、さらにマクロスケールでのブナ樹冠マップを作成することによって、大型野生獣の保護管理や人里への出没予測などに活用できると考えられる。

## P1-290

## 長野県上伊那地方の立地環境が異なる水田地域におけるバッタ類群集の構造

\*袖川巧, 大窪久美子(信大・農)

近年、水田地域では基盤整備や農業技術の変化に伴う、動物群集の質的量的変化が問題となっている。本研究では立地環境が異なる水田地域において、畦畔の代表的な昆虫であるバッタ類群集の構造と立地条件との関係性を解明し、農業生態系における本群集の保全策について検討することを目的とした。

調査地域は長野県上伊那地方において、未整備地域として中山間地の小屋敷と山室、同地域の市街地として神子柴、整備地域として中山間地の上原と同地域の市街地として狐島の計5ヶ所を選定した。各調査地域は直径500mの円内とした。

バッタ類群集の調査はスウィーピング法と目視法を用いた。各調査地域で代表的な畦畔10本を選抜し、各々で1m×1mの方形区を3プロット設定した。また同プロットにおいて植生と立地環境調査(土壌含水率、群落高)を行った。

全地域における総出現種数は13種、総出現個体数は1390個体であった。各地域における出現種数と総個体数は未整備地域・中山間地の小屋敷と山室では9種・463個体と8種・383個体、同市街地の神子柴では10種・259個体で、整備地域・中山間地上原では7種・128個体、同市街地の狐島では6種・157個体であった。未整備地域の出現種数と総個体数は整備地域より多かった。全地域での共通種はオンブバッタやコバネイナゴ、エンマコオロギ、マダラスズ、未整備地域に特徴的に出現した種はコバネヒメギスやヒメクサキリ、コバネササキリ、ハネナガフキバッタ、ヤチスズ、整備地域ではクルマバッタモドキだった。ヒナバッタは中山間地でのみ出現し、オンブバッタの個体数も市街地より多かった。未整備地域における畦畔の土壌含水率は整備地域より高かった。植生の優占種はイネ科が多く、ついでマメ科やキク科で、種数は未整備地域で高かった。発表では群集と土地利用状況等との関係性について考察する。

## P1-292

## 北海道東部浦幌地域におけるヒグマの痕跡を用いた生息地利用解析

\*中村秀次(日大・生物資源・森林動物), 小林喬子(東京農工大・院・連合農), 伊藤哲治(日大・生物資源・森林動物), 嶋崎暁啓(サロベツ・エコ・ネットワーク), 浦田剛(浦幌ヒグマ調査会), 佐藤喜和(日大・生物資源・森林動物), 佐藤伸彦(日本生態系協会)

国内におけるヒグマの生息地利用の研究は、ヒグマの生態調査が集中的に行われている狭い地域における少数個体を対象とした研究が多く、地域個体群レベルを対象とした研究や、集中的な調査が実施されていない地域にも適用可能な研究はほとんど無い。本研究では、北海道東部十勝郡の浦幌地域道有林において、安価で簡便に情報が得られる、ヒグマの痕跡を用いた生息環境の解析を試みた。また、ヒグマの採食資源のうち、夏の主要な採食資源であるアリの分布予測に加え、秋の主要資源であるミズナラ、サルナシ、ヤマブドウの分布予測を行い、ヒグマの生息地利用に採食資源の分布が及ぼす影響を、食性と採食資源の分布予測で得られた結果から分析した。結果、嶋崎(2006)が本調査地において糞回収よりも労力のかかる、ヘアトラップを用いて行った生息地利用調査の結果とほぼ同様の結果が得られた。初夏は他の季節に比べ河川密度がやや高い地域を利用し、夏は人里に近い場所へ移る傾向が見られ、秋は林道密度が低く、他の季節に比べやや標高が高い地域を利用していた。また秋の採食資源であるサルナシ、ヤマブドウの分布傾向は林道周辺に高い適性を示した。これらの結果から、秋季は狩猟の影響から林道密度が低く、人が入りづらいやや高い標高の地域の、林道周辺を利用していることが予想された。また、晩夏から秋の生息地利用の結果は、同地域で行われたテレメトリー調査やヘアトラップを用いた調査と同様の結果を示した。ある程度の精度であれば、情報を得るのが容易かつコストのかからない糞からでも生息地利用の解析に用いることができ、広域的な調査に応用できる可能性がある。

## P1-293

## Impact of Land Use Change on Hydrology and Land Use Pattern in West Java Region

Kaswanto (Hiroshima Univ.), Nakagoshi, N (Hiroshima University), Arifin, H.S. (Bogor Agric. Univ.)

The main inputs of this research were rainfall, land cover level, and soil physical condition. These three components were designed by GenRiver Model of River Flow Generic which were developed based on hydrological process (based model process). Simulation of GenRiver model uses Stella, a software that is connected with Microsoft Excel. Its main outputs are river flow and water balance for four watersheds scale. These data were analyzed using the most commonly used technique for spatial commercial assessment. Each datum can provide different pixel sizes, temporal frequencies, financial costs and levels of technical complexities. These data can be used to predict the impact of land use change on hydrological condition and on land use pattern along the four watersheds. Land use change within two decades significantly affected the hydrological condition. In addition, land use change resulted in the formation of more patches pattern than before. The northern part has a faster acceleration of land use change compared to the southern part in the last two decades. The Conversion of Land Use and its Effects (CLUE-s) model comprises two parts: a non spatial demand module and a spatially explicit allocation procedure.

## P1-295

## 河川底生動物群集からみた河川景観の構造と機能－攪乱と季節変化に着目して－

\* 末吉正尚 (北大院農), 中村太士 (北大院農)

河川・氾濫原では、様々な環境傾度と攪乱によって形成される生息環境の時空間的な変化が、高い生物多様性を維持する要因となっている。多様な環境は、生物にとって生息場として機能するだけでなく、攪乱からの避難場など様々な機能をもつ。特に河川生物にとって大きな攪乱となる大規模出水中の生息場・避難場機能を評価することは豊富で多様な生物群集を保全・管理していく上で必要不可欠である。

河川底生動物は流水域から止水域まで河川・氾濫原のあらゆる環境に生息しており、河川景観がもつ機能を評価する上で非常に有用である。底生動物群集は瀬や淵といったユニットスケールで明確に異なることが分かっている。

本研究ではユニットスケールで河川（一部氾濫原も含む）景観を視覚的に区分し、各景観要素がもつ多面的機能を底生動物群集の動態から評価した。特に融雪出水に焦点を当て、出水による河川景観の変化とそれに伴う機能の変化を調査した。

その結果、出水前の平水時は各景観要素で群集構造が明確に異なった。しかし、出水中には本流の主要素であった瀬や淵などのユニットが均質化し、それに伴う物理環境・群集構造の類似化がみられた。上記景観要素では個体の減少も大きかったが、他の景観要素では個体の減少が小さい避難場も存在した。また出水中には、陸域であった環境に新たな水域が形成され、個体の移入が確認された。以上の結果からユニットスケールでの景観要素は、底生動物群集にとって異なる生息場として機能し、要素ごとに攪乱の影響も異なることが分かった。特に攪乱の影響の小さい景観要素は個体群を維持していく上で重要と考えられた。

## P1-294

## 胡楊林の林分構造を用いたオアシス植生の健全度の推定

門田有佳子, 吉川賢, 坂本圭児 (岡大院・環境)

河畔林は水分条件から大きな影響を受ける環境の一つである。特に乾燥地でオアシスを形成する河畔林は利用可能な水分に強く依存している。コヨウ (*Populus euphratica* Oli.) は乾燥地の河畔林の優占樹種であるが、近年急激に増加したオアシスでの水消費に伴い、コヨウ林の劣化・衰退が懸念されており、現状の把握が急務である。コヨウは急激な乾燥化によって先枯れが発生しやすい。その一方で、乾燥ストレスが解除されると根萌芽を中心とした活発な更新をおこなう。そのためコヨウ林の状態を評価する場合には、樹冠の状態と更新個体の有無が重要である。そこで本研究では、コヨウの個体サイズと樹冠の先枯れの程度から林分構造を分類し、衰退が懸念されている中国北西部の黒河下流域のコヨウ林の状態を明らかにすることを目的とした。

調査は、黒河下流域の西川と東川に自生するコヨウ林で2006年8月におこなった。調査区は川の流れに沿って西川に16地点、東川に29地点を設置した。調査区内に20m×20mの方形区を設置し、そこに成立するコヨウのサイズと樹冠の状態から、林分のタイプ分けをおこなった。コヨウ林は、更新個体のある複層林と、大径木のみの一斉林があった。一斉林は、長期間にわたって更新個体が無い衰退した状態であることが示唆された。複層林の中には、更新個体を中心とした林分と、様々なサイズの胡楊が成立する林分があり、これらは健全な状態であることが示唆された。一方で、更新個体が枯死している複層林は、衰退初期の段階であると考えられた。西川と東川のコヨウ林では、衰退のタイプに違いが認められた。西川では流下するに従ってコヨウ林の衰退が段階的に進行していた。東川では全域で衰退している状態を示し、局地的に健全な状態が出現した。

## P1-296

## ナミビア半乾燥地域におけるヤギの日帰り放牧の季節による差異と植生との関係

\* 手代木功基 (京都大・AA研), 齋藤仁 (首都大・地理環境)

南部アフリカ、ナミビアの半乾燥地域では、年変動が大きく不確実な降水のもとで、植生に依存した牧畜が地域住民の重要な生業となっている。近年、本地域の牧畜は自給を目的としたものから現金収入を目指した形へと変化しており、それに伴い放牧の規模・形態も変化してきた。したがって今後の適正な放牧地利用のためにも、放牧ルートや家畜の採食行動及び植生構造といった基礎的な情報を定量的に明らかにする必要がある。そこで本研究では、定住して家畜を飼養している人々が行っているヤギの日帰り放牧のルートに着目して、その季節性と植生との関係について検討する。

調査は2008年12月から翌1月(雨季の初め)と2009年6月から8月(乾季)に行った。ヤギの放牧ルートは、小型GPSロガーを取り付けた首輪(GPS首輪)を特定のヤギに装着して調査期間中記録した。また期間中のそれぞれ5日間は採食物を追跡調査によって記載した。植生調査は、250m間隔のグリッドをGPSを用いて作成し、その格子点上に調査区を設置して出現種の記載と出現個体数の計測を行った。これらの現地データとDEMデータ等をもとに、GISソフトを用いて日帰り放牧の季節による差異やその要因について解析した。

調査の結果、ヤギの放牧ルートは雨季と乾季で傾向が異なり、場所ごとの利用頻度には季節差が存在していることが明らかとなった。植生との関係について検討すると、ヤギにとって重要な採食種(木本)が季節ごとに数種存在しており、その分布が放牧ルートの季節による差異と関係していることが考えられる。これはヤギの採食物の追跡調査結果からも支持された。したがって調査地域のヤギ放牧のルートは、季節によって異なる重要な採食植物種の分布と生育密度が影響していると言える。

## P1-297

## コシアカツバメの巣の分布による広島大学東広島キャンパス周辺の環境評価

\* 亀岡大真 (広島大・総合科), 中越信和 (広島大・国際)

ツバメ *Hirundo rustica* は英名で Barn Swallow と書き、直訳で『納屋ツバメ』と呼ぶように人工物の納屋や木造住宅に巣をよく作り、育雛を行う。ツバメは野生動物でありながら、そのように昔から人と大変近い距離間で生息している。そしてツバメは学校での環境教育の一環として用いられ、また会社のシンボルマークとしても使われるなど、身近な生物種として多くの人々に親しまれている。しかし、ツバメは木造住宅や納屋といった木造を好む鳥であり、近年コンクリート製の建物が増加している日本では今後の個体数の増加に歯止めがかかるのではないかと考えられる。その一方で、一般の人々にはまだまだ知られていないが同じツバメ科でコンクリート製の建物を好む種が確認されている。そこで本研究ではコンクリート製の建物を好むコシアカツバメ *Hirundo daurica* に着目した。近年の建物の材質の変化やコシアカツバメの特徴から現在よりも個体数を増やし、分布域も拡大するのではないかと考えられる。コシアカツバメはツバメと様々な点で違いが見られるが、生態に関する調査は十分に行われておらず、その生態には不明な点が多い。本研究では広島大学東広島キャンパスに多数確認できるコシアカツバメの巣を指標として、その生態に関する調査を行った。

本調査では広島大学東広島キャンパス内の建物(6階以上)計8ヶ所の各階のベランダを調査して、コシアカツバメの巣を874個確認した。巣の数、フンの有無を用いて、各建物間、各階にそれぞれで分析を行い、コシアカツバメが巣を作る際に重要視する要因を探った。その結果から、ベランダの庇の構造が巣を作るための大きな要因になっている可能性が認められた。これは雨風による巣の風化を避け、巣作りを妨害する外敵から発見及びそれに伴う雛の捕食等の危険性を低減するためではないかと考えられる。

## P1-299

## ニホンザルの生息適地推定 -1978年から2007年における29年間の変化-

\* 望月翔太 (新潟大学・院・自然科学), 村上拓彦 (新潟大学・農)

ニホンザルは、人を除く霊長類の中で最も高緯度に生息することができる。環境への適応能力が高いため、農作物被害や生活被害などの被害体系が様々である。そこで、被害対策として長期的で、広域スケールでの個体群管理や生息地の管理が求められている。その際、どのような環境因子が野生動物の分布に関係するかを考慮し、生息適地の予測モデルを構築することが有効である。本論では、サルによる被害が少ない1970年代と被害が顕著である2000年代の2時期に着目した。1978年のLANDSAT/MSSデータと2007年のALOS/AVNIR-2データを用いて、2時期のニホンザル生息適地マップを構築し、29年間における変化を評価することを目的とした。生息地の変化からサルの生息適地の変化を予測し、現在の分布状況に至った過程を考察した。

2007年のAVNIR-2データから、オブジェクトベース分類とCARTモデルを組み合わせて、2000年代の植生図を作成した。次に1978年のMSSデータに対し、変化抽出を適用し、1970年代の植生図を作成した。また3年間のラジオテレメトリーから得られた位置情報と、地形、植生、人的要因を組み合わせ、一般化線形混合モデルによりサルの生息適地を推定した。このモデルを1970年代の植生図に外挿し、過去のサルの生息適地とした。

モデルから、サルは林縁から近く、針葉樹、農地、住宅地が少ないエリアを好むことが明らかとなった。1978年から2007年にかけて、サルの生息適地は広域に分散した。これは、生息地内の人工林の変化によるものであると推察される。29年間に針葉樹林が混交林や広葉樹林に変化したため、サルの分布を制限する要因が減少したと考えられる。現在の分布拡大は、サル生息地内における植生の変化による可能性が推察される。

## P1-298

## Monitoring spatial-temporal changes of the thermal environment using Landsat images in Beijing

\* Wang Rong Hua\* Kensuke KAWAMURA, Nobukazu NAKAGOSHI Hiroshima University

## P1-300

## “モザイク構造”を指標とした里山地図の作成とその利用

\* 宮本 駿 (徳島大・院・建設), 竹村 紫苑 (徳島大・院・建設), 鎌田 啓人 (徳島大・工)

第三次生物多様性国家戦略において、里山は日本の生物多様性を保全する上で非常に重要な空間として位置付けられており、荒廃しつつある里山の保全・修復に関しての対策が急務となっている。しかし、里山と定義される空間について、国土中での分布状態を明確に示す地図は作製されていない。そのため、里山の戦略的な保全・修復計画を策定することが困難となっている。こういった背景から、本研究では日本全域における里山の分布を地図化する手法を提案し、その利用方法について検討した。

本研究では里山を、「森林・農地・宅地のモザイク分布で特徴づけられる景観」と定義し、それらによるモザイク度を算出することで地図化した。すなわち、標準地域メッシュ・第3次地域区画(3次メッシュ:1km x 1km)に占める森林、耕作地、建物用地の面積割合を土地利用メッシュデータ(国土地理院, 1976年)から求めた。そして、それらを変数としてShannon-Wienerの多様性指数 $H'$ を算出し、これをモザイク度として地図に示した。

里山景観を形成する“人間の働きかけの程度”の指標として市区町村区の人口密度を用い、同域内の多様性指数平均値と対応づけて検討した。その結果、モザイク度が高い地域の人口密度は1000人/km<sup>2</sup>前後に集中していることがわかった。人口の少ない地域は森林が、人口が多い地域は建物用地が卓越することがその原因である。

モニタリングサイト1000で里山地域として抽出されている地点、および、「にほんの里100選」に立候補した地点を多様性指数と対応づけ選好度指数を算出したところ、モザイク度が高い地域に選好性があることがわかった。このことは、人が“里山らしい”と考える空間特性は、モザイク度に関連していることが示唆される。

## P1-301

### 溪畔景観における主要樹木の分布に生活史特性と種子散布制限はどのように影響するか？

\* 田中裕志, 沖慎司, 関口和美 (秋田県立大・生物資源), 柴田鏡江, 星野大介 (森林総研東北), 星崎和彦 (秋田県立大・生物資源)

多種共存を説明する仮説の1つとして森林では近年、種子散布制限(落下種子の不到達)も競争排除を弱めるメカニズムとなり得る。溪畔林は構成樹種が多様であり、溪流内および溪流間でも環境条件が異なっているので、景観スケールで共存機構を考える必要がある。本研究では、溪畔林の主要樹木の分布に1)生活史特性の種間差、2)溪流間の攪乱体制の違い、3)種子散布制限の影響を調べた。

岩手県胆沢川支流のカヌマ沢と大荒沢を含む溪畔域(16.75ha)で攪乱体制を定量化し、イタヤカエデ、サワグルミ、ヤマハンノキについて生活史特性(母樹あたりの実生定着数、稚樹と成木の成長速度および死亡率、繁殖を開始するサイズと年齢)と種子散布制限を定量化した。

稚樹の樹高成長速度は、ヤマハンノキ(9.7cm/yr)、サワグルミ(4.0)、イタヤカエデ(2.2)の順に高かった。繁殖開始年齢はヤマハンノキ(16年)が最も若く、イタヤカエデは1.9倍、サワグルミは3.5倍であった。攪乱の再来間隔は、土石流堆積地の更新木パッチの年輪解析と過去の観測記録から大荒沢28年、カヌマ沢18年と推定された。一方、種子散布制限の作用は、カヌマ沢ではイタヤカエデ、大荒沢ではヤマハンノキで最も弱かった。河川攪乱が多い大荒沢において、種子到達範囲が広く、早熟なヤマハンノキが優占し得るが、イタヤカエデとサワグルミでは、種子散布制限と繁殖スケジュールが多種共存に関係すると考えられる。安定的なカヌマ沢において、イタヤカエデでは環境条件の違いが、サワグルミでは種子散布制限が多種共存をもたらす要因の1つになっていると考えられる。このように主要樹木のニッチ過程と種子散布制限の比重は、樹種ごとサイトごとに異なると考えられる。

## P1-303

### 鳥類の群集特性に注目した景観の評価

\* 今井はるか, 中静透

都市公園・緑地における生物多様性の重要性が注目されている。この研究では、(1)都市公園における鳥類群集に特徴的な生態的特性は何か(2)都市公園において鳥類群集を変化させるのに重要な環境要因は何かという目的で研究を行った。仙台市中心部における20の公園を選び、繁殖期中期後期に鳥類センサスを行い、局所・景観レベルの環境要因を測定した。CCAによって仙台市の鳥類群集は水環境の豊富さと都市環境の卓越性によって特徴付けられていることがわかった。高度に都市化された環境では、全体種数は減少する一方で多様性指数H'は増加した。都市環境下では、出現頻度の小さい種が減少して群集内の均等度が増加したためである。昆虫食と葉や枝先で採餌する鳥類種は全体群集の種数を増加させ、地上で採餌する種は全体群集の多様性に負の影響を与えていた。地上で採餌する種には外来種であるドバトが含まれ、これが群集内の他の種に負の影響を与えている可能性がある。したがって、水環境を増やし森林の面積を増やす(都市構造物を減らす)ことで、都市環境に順応できない種が出現する。また、低木・藪を増やすことによって昆虫食の種は局所的に増加し、地上で採餌する種は減少するので、多様性の高い鳥群集を作り出すには低木・藪を発達させることは効果が大きい。

## P1-302

### 日本産チョウ225種における生息分布の決定要因

\* 山本沙代子(東北大・生命科学), 大野ゆかり(東北大・生命科学), 横山潤(山形大・理), 河田雅圭(東北大・生命科学)

温暖化などの気候変動に対し、生物はより適した環境を求め分布を変化させると考えられる。しかし、これまでの研究では、温暖化に伴い高緯度へ移動した例以外に、低緯度へ移動する種や分布を変化させない種が知られている。このように気候変動に対する分布応答は決して単純なものではなく、複数の要因に制限され、どの程度の種が温度上昇にともなって分布を北上させているのかはあきらかでない。

本研究では、環境省生物多様性データベースによる1979～1998年の約225種のチョウ分布データと、環境データ(標高、最寒月平均気温、5度以上の積算温度[暖かさ指数]、降水量、日射量)を用いて、生息域予測に用いられるニッチモデル Maximum Entropy Modeling (Maxent) を利用し、現実の分布をどの程度予測できるかを調べた。年代を4期間に分け、(1)予測した分布と現実の分布が一致して北上している種、(2)予測した分布を越えて現実の分布が北上している種、(3)予測した分布よりも現実の分布が低緯度に限定されている種などを抽出した。これらの解析から(1)を示す種では、温度などの気候条件が分布を決めていると推測されるが、(2)(3)を示す種では、気候以外が分布の北限を決めていると推測される。たとえば、現在北への分布拡大が報告されている *Papilio memnon* では、1980年代では、Maxent が予測する分布域よりも南に分布が限定されており、次第に予測分布域の中で北上していることがわかった。このことは、温度などの気候条件以外の要因が北上に関係していると予測される。

発表では、Maxent モデルによって有効に分布が予測できた111種についての結果を報告する。

## P1-304

### 都市斜面とシダ植物の多様性

\* 浅原透, 小池文人 (横浜国大・環境情報)

都市において斜面に残存する森林は、自然の最後の砦となっている。しかし、近年は建設技術の発展もあり開発利潤が十分に得られる立地条件の良い場所では開発が進んでいく傾向にあり、保全するための新たな手立てが早急に必要である。一方で、これまで都市における斜面林を対象とした研究の多くは、防災や気候緩和といった建築・都市計画分野からの視点であり、生物生息地としての価値は明らかになっていない。そこで本研究では都市環境をよく示すとされるシダ植物を指標生物として用い、都市における斜面林の生物的環境評価をおこなうことを目的とした。

調査は丘陵地の上に成り立ち、斜面が多く見られる横浜市でおこなった。250m×250mの調査区を特定の土地利用に偏りが出ないような様々な場所に設置し、まんべんなく歩き出現したシダ植物を記録した。また比較のために平坦地が多い場所でも同様の調査をおこなった。

調査の結果35種が記録され、斜面林の多い調査区において多くの種が確認された。もっとも多く出現したのはイヌワラビであり、土地利用・斜面林の有無、関係なくほとんどの調査区で確認された。また反対にホウライシダ(市街地)、ヤマイタチシダ(森林)など特定の土地利用で多く出現する種も確認された。各調査区で記録された種数と環境要因(急斜面地面積、森林面積、住宅面積、市街地面積)との関係を解析した結果、急斜面地面積、森林面積が多い場所ほど種数が増加することが明らかになった。このことから都市における斜面緑地はシダ植物にとって重要な生息地であると考えられる。今後は、過去の土地利用変化から将来の土地利用を予測し、開発が進むにつれてシダ植物の分布がどのように変化していくか明らかにする予定である。

## P1-305

## 秋川源流域ブナ沢における溪畔林の再生過程

李景仙(学芸大・地理), \*池田史枝(横国大・情環), 池田明彦(品川区), 酒井昭(厚木清南高), 小泉武栄(学芸大・地理)

1991年の台風12号は8月20日に多摩川支流、秋川の源流部にあたる三頭山に山地斜面崩壊、土石流を発生させ、シオジやサワグルミなどの溪畔林がよく発達していたブナ沢や三頭沢では河床堆積物を流失させた。今回の発表ではブナ沢裸地がリセットされた後のシオジ、サワグルミ稚樹の2004年時点での状況を明らかにし、いくつかの環境要因との関係からこの林の再生課程を推定することを目的とした。

ブナ沢と三頭沢合流点から570mまでの区間でシオジ、サワグルミ稚樹の分布数は均等ではなく、多数のエリアと少数のエリアが繰り返されていた。多数エリアは支流の合流点付近であり、稚樹の分布は明るさやギャップの大きさとほとんど関係がなかった。シオジが最も密集している堆積地は低位堆積地であり、平均径径が小さく、含水率は高く、マトリクスはシルト質が多かった。これに対してサワグルミの稚樹が密集している堆積地は高位堆積地であり、平均径径が大きく、含水率は低く、マトリクスは砂質が多かった。このことから、両種は砂礫とシルト・粘土の構成比により生育場所を棲み分けていると考えられた。

シオジの稚樹は低位面によく出現するという立地の関係から、数年単位の攪乱を受けやすく、その都度ごく少数の個体が残され、再び作り出される裸地的環境には実生が繰り返し出現していると考えられた。他方、サワグルミの稚樹は高位の堆積地に出現するため、シオジが打撃を受けるような数年単位の攪乱では被害を受けにくく、残存しやすいと考えられた。

## P1-307

ヒルギダマシ (*Avicennia marina*) 胎生芽の定着と分布域の拡大要因

\*谷口真吾, 藤田ルツ, 福岡幸太郎, 比嘉育子, 今西剛, 中須賀常雄(琉球大・農)

熱帯、亜熱帯域の干潟や河口付近における潮間帯(海水と淡水が混じり合う汽水域)に生育するマングローブ植物は、常に嫌気状態がかつ高塩分下におかれた土壌に適応するため、呼吸根や通気組織ならびに塩類の分泌組織を発達させる。ヒルギダマシ (*Avicennia marina*) は海水の吸水とともに、体内に蓄積された塩類を葉面にある塩腺といわれる塩類の分泌組織より直接体外に排泄するため、高い耐塩性を有している。また、胎生種子の発芽後、2成長期経過後には呼吸根を顕著に発達させる。そして、最も潮汐の影響を受ける海側最前面に帯状分布の群落をつくるのが本種の特徴のひとつである。日本におけるヒルギダマシの分布北限は従来、宮古島といわれてきたが、ここ数年来、沖縄本島においても生育分布するのが新たに確認されている。

そこで、ヒルギダマシ胎生芽の定着と実生稚樹の分布域拡大要因の解明を目的に、植栽起源の母樹から自然散布された胎生芽によってヒルギダマシの群落が形成されつつある干潟の埋立て地護岸から、一定の距離ごとにコードラートを規則的に配置し、コードラート内の成木、稚樹の位置、それらの樹高、幹直径、枝張り、成木ならびに稚樹の側根から地上方向に発生する呼吸根数を計測し、成木、稚樹、呼吸根の密度、樹冠面積を算出した。

その結果、海水の流れのあるヒルギダマシ群落において、胎生芽が群落より遠くに流されずに、群落内に集中的に定着できるのは、呼吸根に胎生芽が引っかかることにより、移動が固定されることが原因で発芽・定着が促進された。ヒルギダマシ胎生芽の定着には、成木あるいは稚樹の呼吸根密度の大きさが強く影響することが認められた。そして、群落としてのヒルギダマシの成立密度が高くなり、側根の側方伸長によって呼吸根密度が増大することで、帯状に生育域が拡大するものと考えられた。

## P1-306

## 西オーストラリア乾燥地域におけるユーカリの萌芽再生

\*相川真一(森林総研), 高橋伸英(信州大), 江頭靖幸(阪大), 田内裕之(森林総研), 小島紀徳(成蹊大)

西オーストラリア州内陸部は、年降水量200mm前後の乾燥地であり、その自然植生はアカシア属樹木を中心とした疎林が優占している。しかしながら、谷すじのワジ(涸れ川)沿いなどごく一部の地域ではユーカリ林が成立し、周辺地域と比べて現存量の大きい森林が維持されている。これらの地域の表層土壌は、ごくまれに発生する集中的な降雨時を除けば周辺と同様に非常に乾燥しており、実生の定着はほとんど見られないため、主に萌芽更新によって森林が維持されていると考えられる。そこで、これらの林分の更新パターンを解明することを目的に、野火などのカストロフィックな攪乱を模した伐採を行った。2002年に予備調査として7個体、2006年に50個体の伐採を行い、個体の萌芽再生の指標として各萌芽幹の長さ、直径、個体全体の樹高と樹冠サイズを測定した。

追跡調査の結果、伐採から3ヶ月後には75%、6ヶ月後には全個体で多数の萌芽幹が発生し、3年後までの個体の死亡率は0%だった。一方、個々の萌芽幹の死亡率は幹サイズに強く影響された。特に小サイズの幹は高い回転率を示し、幹長50cm以下の萌芽幹の1年後の生残率は30%以下であった。また、伐採時に約14mだった樹高は3年間で最大約7mまで回復したが、萌芽個体のバイオマス成長は、同地域において灌水条件下で育成された苗木と比べて小さかった。このことから本調査地付近におけるユーカリの成長は、発達した根系を再利用可能な萌芽個体であっても、水分条件によって制限されていると考えられた。

## P1-308

## カラマツ林跡地における植生回復の現状

\*今博計, 真坂一彦, 鳥田宏行, 菅野正人(北海道林試)

林業の採算性の悪化や山村の過疎・高齢化を背景に、人工林を伐採したあとと再造林を行わない林地が全国的に増加している。なかでも北海道は多くの再造林放棄地がみられ、その面積は約9千haで全国の52%に達している。このような林地の増加は、水土保持や木材生産などの森林機能の低下を引き起こすことから、再造林放棄地を速やかに森林化するための対策が求められている。そこで本研究では、放棄地が急増している北海道の十勝南部を対象に、放棄地の植生回復状況を調べ、植生の成立過程を検討した。調査地は伐採後3年から9年を経過したカラマツ林伐採放棄地9カ所を選んだ。調査地の面積は0.2から8.68haで平均3.9haである。尾根から沢まで様々な立地環境で植生回復状況を調べるため、各放棄地に5m×5mの方形区を1から17プロット、計63プロット設置した。なお、このうち4プロットは、伐出路での回復状況を評価するため伐出路跡地に設置した。出現した樹高1.3m以上の木本種について樹高、胸高直径を測定した。胸高直径の測定結果から、各プロットにおける樹種別の相対優占度(RBA)を算出し、この値を用いて群平均法によるクラスター分析を行った。類型化された植生タイプについては、優占種判定法から判定した。クラスター分析の結果、9群に分類することができた。各分類群は、低木種が優占するタラノキ型、ノリウツギ型、陽性の先駆種が優占するエゾヤマハギーシラカンバ型、前生樹が優占するミズナラ型、アオダモーミズナラ型、溪畔性の広葉樹が優占するハシドイーハルニレ型、ヤチダモータラノキ型、伐出路に成立するケヤマハンノキ型などに分類され、攪乱、前生樹の有無、地形などにより様々な植生タイプが回復していることが示された。ただし、なかには早期に森林化が望めない放棄地もあり、解消に向けた取り組みが必要と考えられた。

## P1-309

## ニセアカシア林内における土壌シード・バンクの発達要因—林分構造と養蜂業の影響—

\*真坂一彦(北海道林試), 山田健四(北海道林試), 小山泰弘(長野県林業総合センター), 佐藤剛(北海道林試), 今博計(北海道林試), 鳥田宏行(北海道林試)

北米原産のマメ科高木種ニセアカシアの種子は、物理的休眠によって土壌シード・バンクをつくり、裸地が出現した際にいち早く更新すると考えられている。しかし、土壌シード・バンクの形成過程についての知見は、原産地を含めてもほとんどない。

ニセアカシアは寿命が比較的短い樹種であり、樹齢30~40年生までは旺盛に開花し、その後、成長の衰退とともに繁殖力も減退する。また、種子の物理的休眠性の度合いも様々で、きわめて弱い休眠性を示す種子もある。そのため、埋土種子量は、林齢よりはむしろ、林分の成長量に影響を受けると予想される(仮説1)。一方、ニセアカシアは養蜂業の主要蜜源植物であり、ミツバチの供給は、受粉過程において花粉制限を撤廃していると予想される。すなわち、養蜂業者に利用されている林分ほど、埋土種子量が多いと予想される(仮説2)。

仮説を検証するため、北海道の道央、日高、渡島の3地域で計23林分、長野県で2林分のニセアカシア人工林を対象に、林内に20m×20mの調査区を設定して成長量(胸高断面積合計;BA<sub>Rp</sub>)を測定した。また、埋土種子量を推定するために調査区内の10地点から土壌サンプル(直径20cm×10cm深の円筒状)を採取し、土壌中のニセアカシア種子を選別した。1林分当たりの最大値は13757.4個/m<sup>2</sup>、最小値は6.4個/m<sup>2</sup>である。

土壌サンプルあたりの種子数に与える各変数の影響を、一般化線形混合モデルによって評価した。このとき、地域と各調査林分をランダム効果、林齢とBA<sub>Rp</sub>、養蜂業の利用状況を固定効果とした。解析の結果、土壌サンプルあたりの種子数には、BA<sub>Rp</sub>と養蜂業の利用状況の2つの変数が貢献していることが明らかになり、仮説は支持された。

## P1-311

## 林内環境と施業履歴が竹林の林床植生に与える影響

\*小谷二郎, 江崎功二郎, 八神徳彦(石川県林試)

放置状態となった竹林内は、植生が乏しく生物多様性の低下をもたらすことが指摘されている。近年、畑地や周辺森林(二次林や針葉樹人工林)への竹(とくに、モウソウチク)の侵入が問題となり、皆伐等による拡大防止対策が講じられている。しかしながら、竹林の皆伐は数年間の継続によって他の更新樹木の消失を招き、結果的に草地化してしまうことが懸念される。この研究では、様々な施業履歴を持つ放置竹林で埋土種子および林内の植生を調べ、その生態的特徴を明らかにすることにより、竹林を周辺植生へ早期に回復される方法について考察した。3地域のモウソウチク林で20m×20mの方形区を合計9箇所設定し、樹高2m以上の木の本数をカウントすると共に、方形区内に2m×2mの小方形区をほぼ均等に16箇所設け樹高2m未満の木の本数をカウントした。また、小方形区内では草本の被度も求めた。さらに、埋土種子を検出するために、各地域1箇所の方形区内で縦20cm×横30cm×深さ5cmの土壌ブロックをランダムに10箇所から掘り取り持ち帰って、プランター内で3~11月まで蒔きだし試験を行った。埋土種子による蒔きだし試験の結果、カラスザンショウ・アカメガシワといった先駆性の強い樹種が高密度で出現した。また、現地での植生調査の結果、近年まで筍採取を行うために管理を行っていた林分ほど光環境が良好で周辺広葉樹林に共通した種が多くみられ、放置状態が長く続いたと思われる林分ほど暗く植生が乏しかった。このことから、竹林の皆伐は先駆性の強い埋土種子を形成する樹種群による植生へ変化させ、間伐などにより管理された竹林では周辺植生に近い植生へ変化することが示唆された。

## P1-310

## ヒバ前生稚樹密度がヒバ林択伐後の更新成否に与える影響

\*權岡岳(森林総研東北), 太田敬之(森林総研), 杉田久志, 森澤猛, 八木橋勉(森林総研・東北)

ヒバは北東北の主要な木材資源の一つであるが、資源は減少しておりその保続的利用が求められている。ヒバは主に天然林の択伐で管理されており、資源減少の主要因は天然更新と伐採量の収支バランスの不良だと考えられる。特に、択伐後の稚樹の定着や成長には場所による差が大きく、その要因の解明が求められている。ヒバ択伐後の稚樹の更新成否に影響する要因を探るため、択伐率と択伐後のヒバ稚樹密度の異なる林分において、択伐前後の林分構造、林床の光環境と植生の変化を調べた。調査は、青森県下北半島および岩手県北上山系のヒバ天然林にある択伐後約15年の2つの施業地で行った。

ヒバ前生稚樹密度は同一林分内でも場所による差が大きかった。前生稚樹密度の高いところでは、択伐後もヒバの本数密度が高かった。択伐率が高い林分では択伐後に広葉樹の幼樹本数が増加した。この林分では、択伐後の林床の日射量増加はわずかで、樹高30cm以上の稚樹の新規定着は広葉樹に限られていた。択伐率の低い林分では、高択伐率林分より広葉樹幼樹の新規参入本数が少なく、低木性広葉種の参入はほとんどなかった。この結果、林床の日射量増加は択伐率の低い林分の方が高い林分より大きかった。また、低択伐率林分では樹高30cm以上のヒバ稚樹の新規定着は、前生密度が低い場所にも見られた。

これらの結果より、ヒバ択伐後の稚樹の更新には、ヒバ前生稚樹密度と択伐率が重要な要素であり、少なくとも、ヒバ前生稚樹密度の低い林分に高率の択伐をすべきでないこと、ヒバ前生稚樹密度が高い場所は択伐後もヒバ密度が高く更新サイトとなる可能性が高いこと、が示唆された。

## P1-312

## 栗駒山におけるブナ自然林の20年間の動態

\*原正利(千葉中央博), 平吹喜彦(東北学院大・教養), 竹原明秀(岩手大・人文社会), 富田瑞樹(東京情報大), 菅野洋(宮城環境保全研究所)

自然林の動態について、たとえ極相林であっても、安定的な平衡点に達して不動なことはごく稀で、実際には林冠や地表面のかく乱からの種々の再生段階にある林分を内包して変動しつつ、全体として動的平衡状態にあると考えられている。しかし、様々な極相林において、林分の変動の大きさや時間間隔が実測された例は少なく、上記のような理解も、依然としてモデル的理解の範疇にとどまるものである。私たちは、宮城県栗駒山の成熟したブナ林(低木型林床)に設置した1ha調査区において1989年から2009年までの20年間に、胸高直径2cm以上の樹木個体(低木を含む)を対象に計6回(1989、1993、1996、2000、2004、2009)、モニタリング調査を継続してきた。このデータに基づき、今回は胸高断面積合計、幹密度、直径階分布などの変化について解析した結果について報告する。まず、1haの胸高断面積合計は1989年の36.19m<sup>2</sup>から2004年の38.66<sup>2</sup>までほぼ直線的に増加した後、2009年には37.85<sup>2</sup>に減少した。一方、1haあたりの幹密度は、1989年の3.144本から1996年の3.388本までゆるやかに増加したのち、急激に減少して2009年には2.352本となった。さらに直径階分布では、直径階ごとに一方向的な増加または減少があり、小径木(2-4cm)は大きな減少、中径木(4-8cmおよび8-16cm)は単調増加、大径木(32-64cm)は単調減少、超大径木(64-128cm)は単調増加であった。これらの変化のうち小径木および中径木の変化は、種ごとに見ても多くの種に共通していた。

**P1-313**

**人工林皆伐跡地に成立した若齢常緑広葉樹林における主要樹種の成長特性**

\*野口麻穂子, 奥田史郎 (森林総研・四国)

一斉攪乱後の森林の更新過程では、若齢段階における樹種間の成長特性の差異が、林分構造の発達や種組成の変化を規定する上で重要と考えられる。本研究では、スギ人工林皆伐後に更新した若齢常緑広葉樹林において、主要樹種の成長特性を比較した。暖温帯常緑広葉樹林においては一般に萌芽更新の重要性が高いことから、複数の幹を持つ個体の挙動に注目して解析を行なった。1998年に皆伐が行われたスギ人工林の跡地(高知県室戸市)に、3箇所の10m×10m調査区を設置した。2003年、2006年～2008年の12月に、調査区内の胸高直径2cm以上のすべての幹の樹高と胸高直径を測定し、どの個体に属するかを記録した。2003年時点の測定対象個体の80%以上は常緑広葉樹によって占められており、中でもシロバイ、シイ、アラカシの3樹種が特に高い優占度を示した。これら3樹種の個体のうち80%以上が複数の幹から構成されていた。2003年時点の平均樹高・平均胸高直径は、シイで出現樹種中もっとも高い値を示した。主要3樹種(シロバイ、シイ、アラカシ)では、2003年から2008年の期間中に死亡個体はほとんど生じなかったが、新規加入個体(新たに測定対象サイズに達した個体)の発生率はアラカシで高かった。個体内の幹の樹高・胸高直径のばらつきは、シイ、シロバイ、アラカシの順に大きかった。さらに、シイでは他の2種に比べ、期間中の個々の幹の樹高・直径成長量が初期の幹サイズや個体内での幹サイズの順位に強い影響を受けていた。以上の結果から、若齢林における樹種の成長パターンと生活史特性との関係および、予想される林分構造の変化について考察する。

**P1-315**

**ヒノキ人工林内に天然更新した広葉樹の生産性と窒素利用**

\*榎木勉(九大・演習林), 池崎翔子(九大・生資), 宮沢良行(九大・演習林)

福岡県篠栗町に位置する九州大学福岡演習林内にある管理放棄ヒノキ人工林(約50年生)において、下層植生が有する物質循環に関する機能の評価を目的として、ヒノキならびに天然更新した広葉樹の成長量とリターフォール量およびリターフォール中の炭素・窒素濃度を測定した。流域内における地形の不均一性を考慮し、斜面位置(上・中・下流)と斜面上の位置(谷部と両岸の斜面部)に対応させた9個の試験区を設定した。それぞれの試験区には10m×10mの調査プロットを3個ずつ設置した。毎木調査はプロット内に出現する樹高2m以上の樹木および各プロットに4個ずつ設置した2m×2mのサブプロット内に出現する稚樹(0.3 ≤ H < 2m)を対象とした。リターフォールは各プロットに開口面積0.5m<sup>2</sup>のリタートラップを1個ずつ設置し、一ヶ月ごとに1年間収集した。

ヒノキの現存量は下流で大きく、成長量にはサイズ依存性があった。リターフォール量は地形や現存量との間に明瞭な関係がなかった。広葉樹の分布は常緑樹と落葉樹で大きく異なり、下流では常緑樹が下層を優占していたが、上流域では落葉樹も含めた様々な樹種が分布していた。広葉樹の成長量にはサイズ依存性があったが、リターフォール量には現存量や地形との間に明瞭な関係がなかった。ヒノキと常緑樹には生育場所によるリターフォール中の窒素濃度の違いがなかったが、落葉樹の窒素濃度は下流で高かった。以上の結果から、林分スケールでは窒素が生産性の制限要因にはなっていないことが示唆された。また、下流ではヒノキの現存量が大きく、下層に到達する光資源量が少ないため、落葉樹にとっての窒素利用可能量が相対的に増加したことでリターフォール中の窒素濃度が増加したと考えられた。一方、常緑樹はその様な光環境の違いに対し窒素利用様式をあまり変化させなかったと考えられた。

**P1-314**

**白神山地高倉森における森林群集の構造**

\*鳥丸猛(弘前大・農生), 赤田辰治(弘前大・遺伝子), 石田清(弘前大・農生), 松田修一(弘前大・遺伝子), 成田真智子(弘前大・農生), 牧田肇(白神マタギ舎), 檜垣大助(弘前大・農生)

山地において認められる起伏に富んだ地形は多様な環境を形成する。そのような不均一な立地環境に対して樹木個体群は異なる応答を示すため、森林群集の構造はしばしば地形と相関を示すことが知られている。わが国の代表的な森林である冷温帯ブナ林の林分構造については、これまで林冠ギャップの形成による森林の上層環境の不均一性との関連性が注目されてきたが、一方、地形に起因する林分構造の不均一性を検討した試みは少ない。そこで、本研究は急傾斜地に成立した冷温帯ブナ林における森林群集の構造を記述し、主要構成樹種の空間分布に及ぼす地形要因の影響を明らかにすることを目的に行った。2009年に世界自然遺産白神山地を含む青森県の高倉森一帯のブナ林に1.4ha(100m×140m)の固定調査区を設置して地形測量を行った結果、平均傾斜度は24.6度、最大傾斜度は45.3度であった。胸高直径5cm以上の幹を対象に毎木調査を行った結果、27樹種が認められた。幹密度上位6種で全体の約74%(ハウチワカエデ、ブナ、イタヤカエデ、タムシバ、マルバマンサク、コシアブラ)、胸高断面積合計上位6種で約93%(ブナ、イタヤカエデ、ハウチワカエデ、ナナカマド、サワグルミ、ウダイカンバ)をそれぞれ占めていた。調査区での地形属性と主要構成樹種の空間分布を解析した結果、ハウチワカエデとマルバマンサクは尾根上部の急斜面、コシアブラは尾根上部の平坦地、ブナは山腹斜面上部の急斜面に多く分布し、イタヤカエデは同下部の急斜面に多く分布する傾向があった。さらに、本報告では林冠状態の調査結果を加味し、上層と下層の不均一性が作り出す複合的な環境状態と群集構造の関連性について検討を行う。

**P1-316**

**森はよみがえったか? 御岳岩屑流後25年間の植生回復過程**

\*柴田鏡江, 西山嘉彦, 壁谷大介, 斎藤智之(森林総研), 中静透(東北大)

大規模自然攪乱後の植生回復の時間スケールやその過程の解明、回復工事の自然生態系への影響評価のため、長野県の御岳山岩屑流跡地で植生遷移を25年間調査した。標高と土壌環境の異なる5地点(L1:2000m・表層土堆積、L2:2000m・表層土なし、L3:1600m・表層土堆積、L4:1600m・人工播種、L5:1100m・流下土砂堆積)で、出現植物の植被率、植生高、胸高直径成長(稚樹以上の木本)等を観測した結果、岩屑流後の植生回復には標高と表層土の有無が大きく関わること、人工播種には一定の水土保全効果が期待できる一方で自然植生への影響が数十年続くことがわかった。

高標高のL1では、攪乱25年後にはシラビソなどの以前の植生構成種の実生稚樹の定着も顕著になったものの、植被率は80%、周辺の未被害林を基準にした林分材積の回復率は7%だった。特に表層土の堆積がないL2での回復は遅く、植被率は40%、林分材積回復率は0.5%だった。それに対して低標高のL5では、攪乱10年後にはハンノキ類が多数定着し、植被率はほぼ100%に回復した。25年後にはサワラなどの以前の植生構成種の稚樹が旺盛に成長し、林分材積は15~270%まで回復した。標高1600m地点では、早期の植被回復と土砂流出防止のために牧草類の人工播種が大規模におこなわれた。L3と4との比較から、この播種は、初期の植被回復と林分材積増加の促進には一定の効果のみとめられたが、在来植生の侵入・成長を遅らせることも明らかになった。牧草類は施工25年後から減り始めたことから、在来種への置換は早くても30年かかることが示唆された。

これらの結果から、自然生態系に配慮した被害山間地域管理には、標高および土壌環境別の植生回復過程の想定と長期的な視野と検証にもとづく森林回復工法が必要と考える。

## P1-317

## ニッチの差異に基づく林木種遷移の解析

藤井新次郎\* (九大院・生資)・久保田康裕 (琉大・理)・榎木勉 (九大・農)

ニッチ仮説では、生物種の分布は生育環境とそれぞれの種が持つ生理的・生態的種特性により決定されると言われている。林分の発達に伴う林木種の遷移は、林内環境の変遷に伴い既存の種が競争や適応により異なるニッチを持つ種に入れ替わることで生じる。本研究では、多様な林木種により構成される亜熱帯林における種のニッチの差異が林木種遷移に及ぼす影響を定量的に解析できるニッチモデルを構築した。今回は、沖縄本島北部の亜熱帯林において皆伐後再生し林齢が異なる林分96プロットで過去に行われた植生調査データを用いた。林分特性として、各林分の林齢、幹密度、標高、斜度、地形区分、林分属性(他の林分との近接関係)などの構造及び物理環境データを計測した。出現種114種の最大樹高、在比重、萌芽率、葉面積、葉厚、葉のCN比などの形態的及び生理的種特性データを採取した。各種の分布確率を林齢傾度で予測する階層ベイズモデルを開発し、遷移系列上での種多様性の動態を予測した。各種の分布モデルのパラメータは、各種の属する科・属と機能特性で階層的に事前分布を設定し、MCMC法により推定した。各種の分布モデルから得られた種毎の分布確率を総和し、林齢に伴う樹木種数の事後分布を推定した。モデルで推定された種数は林齢に伴い増加し、約100年でピークを示し、その後は緩やかに減少した。この予測は観測データとうまく一致していた。

## P1-319

## 北海道中部の落葉広葉樹林における風倒5年後の更新状況

\* 飯田滋生 (森林総研北支)、倉本恵生 (森林総研北支)

自然撓乱は森林群集の動態に対して重要であり、自然撓乱のうち台風等による風倒は根返りや幹折れなどの構造を林内に形成する。根返りによるマウンドやピットは特に先駆性樹種にとって更新適地であることが報告されている。同所的に生育している樹木でも撓乱後の更新パターンは樹種間で異なると考えられ、さらに同一樹種でも根返り地における更新は開放度等の環境条件の違いによって異なる事が予想される。この研究は、根返り部分と閉鎖林冠下での更新状況の比較、および根返り部分における環境条件と更新状況との関係を明らかにすることを目的とする。

調査は2004年の台風によって風倒被害を受けた北海道札幌市のミズナラ、イタヤカエデ、シラカンバが優占する落葉広葉樹林で行った。2009年に根返り33カ所のマウンド、ピット、ピット脇の林床、および閉鎖林冠下44カ所に1mX2mの調査枠を設け、樹高5cm以上かつ胸高直径5cm以下の木本種を対象として種名、樹高、被度を調査するとともに、各マウンドにおいてrPPFDを測定した。

ミズナラ、イタヤカエデは各立地で出現しており、これらの多くは撓乱前から生育していた稚樹の生残りと考えられた。一方、シラカンバはほとんどが撓乱後に定着した個体と考えられ、閉鎖林冠下には出現しなかった。タラノキ、ドロノキ、エゾニワトコ、エゾイチゴ等の先駆性の樹種は根返り部分にのみ出現し、閉鎖林内には出現しなかった。撓乱後に更新したと考えられるマウンド上のシラカンバに関して、発生本数はrPPFDと有意な相関は認められなかったが、被度と最大樹高は正の相関が認められた。マウンド上のミズナラとイタヤカエデに関しては、ミズナラの最大樹高で正の相関が認められた他は有意な相関は認められなかった。これは、撓乱前に既に成長していた前生稚樹の影響が大きいためと考えられた。

## P1-318

## 現地調査とリモートセンシングを合わせた三宅島2000年噴火の植生被害とその後の回復過程の把握

\* 宮本雅人 (筑波大・生命環境)、上條隆志 (筑波大・生命環境)、高橋俊守 (宇都宮大・農学部)

三宅島は2000年に7月に大噴火、植生が広範囲にわたり破壊された。裸地化した地表面では容易に土石流が発生し、緑化による植生回復が重要な課題となっている。適切な緑化を行うには植生回復の現況把握が必要である。

2000年噴火後の植生の現況把握の研究は現地調査に加え、衛星画像を使用した広域の分析結果が報告されている(高橋ほか2008)。だが地上の植生と衛星画像の関係については十分な検討がされていない。そこで本研究では、衛星リモートセンシングと現地調査を合わせて、今まで不十分だった地上植生と衛星画像との対応関係の把握を目的とする。衛星データについては高橋ら(2008)の噴火後2時期のNDVI最大値を用いた。この値は、Terra/ASTERの衛星画像データから求めたもので、2001年~2002年、2003年~2005年に分けて各期間のNDVIの最大値を求めたものである。現地調査データについては、噴火直後から継続調査(植物社会学的方法による植生調査と毎木調査)が行われている11ヶ所の面積100m<sup>2</sup>の固定調査区のものを用いた。2001年~2002年、2003年~2005年に分け、各期間内の平均植被率、平均出現種数を解析に用いた。

NDVI最大値と平均植被率との関係を見ると、草本層・低木層・亜高木層・高木層の全階層の平均植被率の合計値との間に有意な正の相関関係が見られた(相関係数0.841, p < 0.01)。これより、噴火被害林でも、一定期間内のNDVI最大値は階層構造を持つ森林全体の植被率の評価に有効と思われる。一方、NDVI最大値と平均出現種数との関係では、全階層を合わせた平均出現種数との間に有意な関係が見られなかった。これは、火山ガスによる植物の枯死と耐性のある種の侵入の同時進行が原因であり、NDVIと種数との関係が単純ではないと考えられる。

## P1-320

## 岩手県国見試験地におけるブナ択伐天然更新施業20年後の更新状況

\* 杉田久志、八木橋勉、榎間 岳 (森林総研東北)、高橋利彦 (木工舎「ゆい」)

1970年頃から高標高・多雪地帯の国有林で天然下種更新を期待するブナ天然林施業が行われた。ブナ天然更新技術に関する研究の成果として、下層植生を除くなど更新を補助するための地床処理が必要であることが明らかにされていたにもかかわらず、事業レベルで実施された施業では地床処理が省略された場合が多かった。そのような施業林ではブナの更新が思わしくない事例も報告され、森林の劣化が進行して、極端な場合にはササ原の状態が続き、環境保全上憂慮される事態が危惧されているが、実態は明らかにされていない。本研究では、択伐天然下種更新施業(天然下種第2類)が実施されたササ型林床ブナ林の事例について伐採20年後における更新実態調査を行った。調査地は岩手県雫石町国見地区で、標高790~830m、最深積雪深3~4m、林床にはチシマザサが密生している。伐採作業は1989年の夏季に実施され、主にトラクタによって集材された。伐採率は材積で30%程度とされているが、部分的にはもっと高率の場所もある。非施業区P1(樹冠被覆率91%)、弱度伐採区P2(54%)、強度伐採区P3(6%)の50m×30mのプロットを3つ設置した。プロット内の高さ1.3m以上の全ての樹木(低木樹種を除く)について胸高直径、高さ、位置を測定し、1m×2mのサブコドラートを設置して実生とササの調査も行った。調査は1998年(伐採9年後)と2009年(20年後)に行った。非施業区ではブナの実生・稚樹は極めて乏しく、しかも高さ30cmを超えるものはなかった。弱度伐採区では、ブナの幼樹が比較的多く、ホオノキなどの高木種の幼樹もみられたが、数千本/haのオーダーにすぎなかった。強度伐採区では、多数の幼樹がみられたが、コシアブラ、ハウチワカエデなどの中高木種が大半を占めた。ブナ稚幼樹は弱度伐採区で最も多くみられた。

## P1-321

## 高木樹種幼木の高標高側への侵入に与える森林帯垂直分布構造の影響

\*小出大, 塩野貴之, 持田幸良(横浜国大・環境情報)

気候変動による高木樹種の分布上昇が予測されているが, 森林帯による光などの環境条件の差異により, 気候変動に対応した分布上昇は種によって程度が異なると考えられる。そこで本研究は幼木を指標として, 将来的な気候変動に対する高木樹種の反応と, それに対する森林帯垂直分布構造の影響を評価した。

調査は静岡市内およびその周辺において0.05haの方形区を標高130~2700mの尾根上に50箇所設置し, 毎木調査を行った。高木種の種子生産開始は概ね林冠到達後であるため, 幼木を亜高木層に出現した個体群の平均DBHより小さな個体と定義した。総出現個体数が20本以上の樹種のみを対象として, 幼木の本数と親木のBAに見られる標高分布域の差異を解析した。

調査地の森林帯構造は, 低標高側から照葉樹林帯, 温帯針葉樹林帯, 夏緑樹林帯, ブナ林帯, 亜高山針葉樹林帯となっていた。総出現個体数が20本以上の樹種は23種あり, このうち幼木の平均標高が親木に比べて高標高側にずれていた種が17種見られた。幼木と親木の標高差は全体の平均が41mで有意に0よりも大きく, 高木樹種の幼木は高標高側に侵入していた。しかしブナ林帯を形成するブナ等の種では, 幼木の平均標高は親木より低く, 将来的な温暖化の進行に対してスムーズな分布域の上昇は困難であることが示唆された。

全体的な幼木の高標高側への侵入には, 気候変動と, 高標高側の森林帯ほど林内の光環境が改善するという森林帯垂直分布構造による影響が考えられる。しかし幼木の侵入度合いには各樹種で違いがあった。これは分散制限による影響のほか, 森林帯垂直分布構造による影響として, 高標高側の森林帯における林床環境の変化など, 幼木の定着を阻害する要因の存在が推察された。

## P1-323

## ミズナラ優占一斉林の樹幹淘汰期後半における10年間の動態

\*持田幸良(横浜国大・教), 佐野哲也(森林総研), 船戸奏規, 安藤友里子(横浜国大・教)

ミズナラが優占する二次林は, 人間干渉の程度が小さいと考えられている奥山地域を中心に分布しており, 放置すると自然度の高い林分へ移行するとされている(生物多様性国家戦略など)。しかし, この予測を裏付けるデータは乏しい。我々の研究グループでは薪炭林として利用され戦後放棄されたミズナラ優占林分の動態を解明するため, 1999年から調査プロットを設置し追跡調査を行っている。今回は2009年の調査の結果をもとに10年間の動態を報告する。

調査プロット(25×145m:約0.36ha)は, 山梨県八ヶ岳南東麓に位置する清里高原(標高1380m)の伐採後約55年経過した林分に設定した。この地域では, アカマツなど針葉樹種を一部残して20~40年間隔で皆伐するという利用が戦前まで営まれ, 火災による攪乱の形跡も見られた。調査地内の環境は均一ではなく, 起伏の変化により表層土壌の乾湿が大きく異なっている。適潤性黒色土が覆う緩斜面と湿潤性黒色土に覆われた平坦地から成り, 地下水位の高い場所の一部では湿原が形成され泥炭層が見られる。2009年の夏から秋にかけて個体の生残, 生存個体と新規加入個体のDBHと樹高を測定した(樹高>1.3m)。

林分全体のBAは増加したものの, 個体密度は減少した。アカマツやミヤマザクラ等の高木種やズミなど他の耐陰性の弱い低木, 亜高木種が多く枯死した一方で, ミズナラの生存率が高かったため, ミズナラの相対優占度が上昇した。新規加入個体(10年間で1.3m以上に達した個体)は全体的に少なく, 湿地を除いた閉鎖林分ではほとんど見られなかった。これらのことより調査した林分はまだ樹幹淘汰期(Stem exclusion stage)の後半にあると考えられ, 耐陰性の弱い林冠木の枯死が後継木の侵入や成長量増加につながるのか, 今後の動態が注目される。

## P1-322

## ナラ枯れによる兵庫県里山地域の林分構造の変化予測

\*山瀬敬太郎, 伊東康人, 塩見晋一(兵庫農技総セ)

ナラ類集団枯損(ナラ枯れ)は, 1980年代以降東北から近畿の日本海側を中心に拡大し, ナラ類を優占種とする林分が被害を受けており, 林分構造への影響が懸念される。本研究では, ナラ枯れを受けた場合を想定しその後の遷移の方向を予測するために, 兵庫県内の里山地域に広く分布するコナラ-アベマキ群集およびコナラ-オクチョウジザクラ群集において, 2005~2009年に得られた植生調査資料のうち, 高木層の優占種がコナラであった582地点について, この高木層のコナラがすべて枯損したと仮定し, その後の林分構造への影響を予測した。コナラ以外の高木層や亜高木層或いは低木層に出現する構成種とその生活形を指標とし, 枯損した後に成立すると考えられる林分構造を以下の5つのタイプに区分した。すなわち, Type1:落葉の林冠構成種が存在し, 夏緑二次林が維持される林分, Type2:常緑の林冠構成種が存在し, 照葉樹林化が進行する林分, Type3:林冠構成種は存在せず, 当面は落葉低木が優占する林分, Type4:ソゴヤネズミモチなどの林冠構成種以外の常緑小高木が優占する林分, Type5:林冠構成種やその他樹種も存在せず, 階層構造が貧弱化する林分である。これら5つのタイプごとに兵庫県内での分布図を作成した結果, 夏緑二次林維持林分(Type1)は, 582地点中456地点と最も多くみられ, 県内全域に広く分布した。また, 常緑小高木優占林分(Type4)と階層構造貧弱化林分(Type5)は, 地点数は少ないものの, 中国山地より以南に偏って分布する傾向がみられた。これらの林分では, 枯損前の林分構造が大きく変化し, 遷移から逸脱してしまう可能性がある。現在, ナラ枯れは南下傾向にあることから, この地域に分布する林分構造への影響が大きい林分については, 早急に林分構造の改良を図っておく必要があると考えられる。

## P1-324

## 衰退林におけるミヤコザサの除去がトウヒ稚樹の生残と成長に及ぼす効果

\*木佐貫博光, 工藤壮史, 福地涼, 中井亜理沙(三重大生資)

森林が衰退し防鹿柵の設置によって繁茂した大台ヶ原正木峠のミヤコザサ草原において, ササの地上部除去がトウヒ稚樹の生残と成長に及ぼす影響を解明するために, 防鹿柵内にササ除去区(0.6ha)と対照区2区(各0.1ha)を設置した。対照区では測定以外何も行わず, ササ除去区では, 夏期にササの地上部除去を行った。トウヒ稚樹を対象に樹高, 樹冠長, 1年間の伸長量を測定し, 稚樹の相対伸長成長率を求めた。ササの稈高と被度, ならびに稚樹の梢端上部における相対光合成有効放射束密度を測定した。ササ除去区では稈高よりも低い稚樹の枯死率が低かった。ササの除去は翌年のササの稈高と被度を低下させ, 光環境を改善した。前年に高いササに覆われていた稚樹ほどササ除去後の成長量が低下した。ササの除去はササの下層に生育する稚樹の生残率を高めるものの, 光環境の変化が大きければ稚樹の伸長成長を抑制することを示唆する。トウヒ稚樹の成長促進のためには, より小面積規模のササ刈りが適しているのかもしれない。

## P1-325

マレー半島セマンコック丘陵林における *Shorea curtisii* の更新サイト

\*八木橋勉(森林総研東北), 大谷達也(国際農研セ), 谷尚樹(国際農研セ), Abd Rahman Kassim (FRIM), 松井哲哉(森林総研北海道), 中谷友樹(立命館大・地理), 田内裕之(森林総研)

フタバガキは東南アジアの熱帯林を代表する樹木であり、低地・丘陵ともに広く分布する。しかし、低地帯では開発によって森林が極度に減少しており、すぐに天然林に戻すことは困難である。現時点で残された丘陵林の重要性が相対的に高まっており、丘陵林を持続的に利用し保全することは林業的にも生態的にも重要である。本研究では半島マレーシアの丘陵林で優占する *Shorea curtisii* に注目し、その更新環境を明らかにすることを目的とした。

1994年にマレーシアのセマンコック丘陵林内に4haの試験地を設定した。この場所では1988年に胸高断面積率にして10%相当の択伐が行われた。*S. curtisii* の高さ30cm以上の個体についてすべてに標識を付け、4haのプロットを5m x 5mサイズのグリッドで区切り、どのグリッドに位置しているのかを記録した。胸高直径5cm以上の個体については胸高直径を測定し、それ以下のものは樹高を測定した。あわせて地形測量と全天写真による相対照度の推定も行った。2007年時点のグリッドあたりの稚樹数を被説明変数として、想定母樹(稚樹の最も近くにある胸高直径30cm以上の個体)からの距離、伐根からの距離、相対照度、Topographic Index (TI、本調査地では尾根谷の程度を反映する)、斜度の5つを説明変数として、誤差の空間的自己相関を考慮したベイズ階層ポアソン回帰モデルによる統計解析を行った。その結果、稚樹の密度は母樹からの距離およびTIと有意な関係がみられ、母樹から遠ざかると減少し尾根で多いことが明らかとなった。

## P1-327

## シカ生息地におけるスズタケ群落による埋土種子相の保護

\*田代直明, 村田育恵, 井上幸子, 井上晋, 久保田勝義, 内海泰弘, 榎木勉(九大・演)

九州大学宮崎演習林が擁する冷温帯林の林床は、過去ほぼ全域に渡ってスズタケ群落に被覆されていたが、近年増加したシカの採食によって急速にその分布は狭まっている。ここで2002年より、林床にスズタケ群落が残る林分(S1)、スズタケ群落が消滅した林分(S2)、スズタケ群落が消滅した林分を皆伐した跡地(S3)、の3サイトで実生の消長を追跡してきた。

その結果、どのサイトにおいてもシカによる採食が確認され、ほとんどの実生個体が成長できていないことが分かった。また、スズタケ群落が消滅したサイトでは実生の発生数が多く、スズタケ群落が残るサイトでは実生の発生数が極端に少なかった(Murata et al. 2009)。つまりスズタケによって種子の発芽が抑制されており、スズタケの消滅によって発芽してきた実生個体は、ほとんどがシカに採食されていた。

スズタケのような林床のササ群落は、これまで森林の更新を妨げる要因としてのみ捉えられることが多かった。しかし、ササ群落によって発芽が抑制された種子が、もし埋土種子として温存されるのであれば、現在のようなシカによる採食圧の高い時期においては、むしろ採食による群落の個体数および種数の減少を先延ばしする効果が期待される。

そこで、土壌中の発芽可能な種子の個体数と種組成を調べるため、上記3サイトから採取した土壌サンプルを同一条件下に播き出し、発芽してきた実生の数と種名を記録した。結果は果たして、高木、低木、つる、それぞれの個体数、種数ともに、S1 > S2 > S3の順であり、スズタケ群落の存在によって土壌中に種子が発芽しないまま保存され、シカの採食を免れていることが分かった。

## P1-326

## 四国小田深山渓谷における林冠木の動態

愛媛大学農学部 \* 配川幸一, 神岡新也, 嶋村鉄也, 二宮生夫

小田深山は愛媛県の南東、高知県との県境に位置する。この地域では長い間林業が営まれてきたが、自然保護のために渓谷沿いや尾根筋の森林は残されている。本調査は本地域を流れる黒川沿いにおける自然林の林冠木の動態を解明することを目的とした。

調査地は標高約800mに位置し、1986～1995年の10年間の年平均気温、年平均降水量、WI、CIはそれぞれ9.7℃、2476mm、74.0℃・月、-17.3℃・月でブナ帯に属する。調査は黒川本流沿いに30×90mの調査区を3ヶ所設置し、胸高直径1cm以上の個体について、種同定、胸高周囲長と位置の記録をおこなった。林冠木の優占樹種であるモミ、ケヤキ、ナラ類については生長錘を用いた樹齢解析をおこなった。M-w図(HOZUMI 1975)の結果から、本林分は4つの階層に分かれることがわかった。最上層に出現した樹種を林冠樹種とし、出現数の多いモミ、ケヤキ、ナラ類の3樹種についての動態解析をおこなった。胸高直径の頻度分布はモミがL字型を示したのに対して、ケヤキとナラ類は山型を示した。

樹齢解析の結果から、これら林冠木の3樹種は同齢の個体群に分けられることがわかった。同齢個体群はモミの150年・50年生の群、ケヤキの200年・100年生の群とナラ類の200年・100年生の群がみられた。モミの同齢個体群については、150年生の群が200年生のケヤキと、50年生の群が100年生のナラ類と同所的に分布していた。また、モミの150年生の群と50年生の群が同所的には分布していないことから、モミの更新は林冠広葉樹群が成立した後に、広葉樹樹冠下で一斉に更新すると考えられた。また、ケヤキとナラ類の同齢個体群の樹齢がほぼ同じであることから、これら2樹種は地滑りや風倒などの大規模攪擾後に一斉更新すると考えられた。

## P1-328

## アラスカ森林火災後5年間の林床植生変化

露崎史朗(北大・院地球環境)

アラスカ内陸部北向き斜面では、永久凍土上にクロトウヒ *Picea mariana* 林が広く発達している。成熟したクロトウヒ林の林床は、ミズゴケを始めとするコケ類が優占し、イソツツジ等の低木類が定着している。クロトウヒ林の更新には落雷による自然火災が関与しており、特にクロトウヒは林冠種子貯蔵を行い火災後に主に種子を散布する種である。これまで火災は、林冠火災と呼ばれる地表面が不完全に焼失する規模のものである。しかし、近年、アラスカにおける火災規模は、面積・強度ともに増大する傾向にあり、特に地表面バイオマスを消失させる全焼火災が増えつつある。そのため、永久凍土の衰退と森林更新様式の変化が懸念されている。そこで、2004年に大規模火災が発生したフェアバンクス近郊のポーカフラットにおいて2005年に80個の1m×1mの永久調査区を設け2009年まで植生と環境のモニタリングを行った。

ミズゴケ焼失面積が少ない調査区は、植生の経時的な変化は小さかった。一方、焼失面積が大きな調査区では、植生の変化は大きい。ミズゴケ植生に向かうものではなかった。すなわち、焼失面では、初期にヤノウエノアカゴケ・ゼニゴケが定着し、次いでオオスギゴケへの推移が見られ、ミズゴケ以外のコケ類の被度拡大が著しかった。維管束植物では、ヤナギランが初期には優占していたが火災5年後で減少に転じた。焼失面積の大きな調査区では、クロトウヒ林内には見られないカンパ・ヤマナラシ・ヤナギ等の落葉樹の実生が広範に認められ、成長も良好であった。ミズゴケは、小規模な焼失部分では回復している部分も認められるが、全体として回復傾向は認められない。今後、林床のコケ類が全焼するような大規模森林火災が進行すれば、遷移系列が変化し、クロトウヒ・ミズゴケ植生への速やかな回復は困難となるものと思われる。

## P1-329

## 富士山大沢右岸におけるカラマツ年輪の安定同位体比変動に関して

\*小林卓也(電中研・生物), 梨本真(電中研・生物), 竹内亨(電中研・生物)

樹木の年輪には、年輪幅による樹木生育状況だけでなく、そこに含まれる炭素等の安定同位体比により樹木の環境応答に関する情報等が記録されている。富士山は比較的歴史が浅いことから、侵入初期の樹木個体が残存する地域が存在し、現在も森林限界の山頂方向への拡大が継続していることが知られている。そのため、年輪から得られる情報を利用することで、気候環境と森林限界の山頂方向への拡大や侵入後の遷移の状況等との関係について解析できる可能性がある。今回、富士山西斜面の大沢右岸において、富士山の代表的な遷移初期種であるカラマツ (*Larix kaempferi*) を対象に、標高による年輪の炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) の変動について調査した。

大沢の右岸に沿った尾根において、標高1,900m (1,850m ~ 2,050m)、2,300m (2,200m ~ 2,350m) に生育するカラマツ、それぞれ134個体、302個体の胸高直径の分布を調査した結果、各標高の最大-最小直径は、それぞれ131-15cm、73-2cmであった。根元部分で内部に腐朽の生じていない個体の最高樹齢は、標高2,300mの約340年であった。根元部分から成長錐コア試料を採取し年輪の $\delta^{13}\text{C}$ を測定した結果、大径木において、年輪 $\delta^{13}\text{C}$ は年輪中心付近で大きな年変動を示すが外周付近の変動が小さくなる傾向が認められた。さらに、標高3,057m地点において、根元直径約5cm、樹齢約60年の個体を確認したことから、標高1,900m、2,300mにおける同程度の樹齢の個体と年輪 $\delta^{13}\text{C}$ を比較したところ、1,900m、2,300mに比較して3,057mの $\delta^{13}\text{C}$ の年変動が大きい傾向が認められ、カラマツが侵入した初期の段階で受けるストレス等を $\delta^{13}\text{C}$ を指標にして検出できる可能性が示唆された。

## P1-331

## 極東ロシアの山火事跡地において炭が制御する実生の更新

\*小林真(北大院農), 廣部宗(岡山大院環境), DeLuca TH (Bangor大), Bruanin SV, Malashko EV, Valentina FV (ロシア極東農業大), 橋本泰之, 小池孝良(北大院農)

北方林では主な攪乱要因である山火事が森林の構造を様々なメカニズムで改変するが、特徴的な経路に炭の生成がある。炭は小さな孔隙を持ち養水分を多く保持するため、炭が混入した土壌では養水分量は高くなる。一方、山火事跡地において、炭は空間的に不均一に分布する。量的なばらつきを持つ炭は、土壌中の養水分量に勾配を生み出し、それを利用する樹木の更新を不均一にすると予想される。

しかし、これまでの研究では、炭が樹木へ与える影響メカニズムについて実験的に調べた例は多いが、多様な環境要因が樹木へ影響する実際の山火事跡地において、炭が樹木の更新動態へ及ぼす影響を実証した例は限られている。

本研究では、山火事が炭の生成を通して北方林の植生動態へ与える影響を明らかにするため、地表火が発生した極東ロシアのグイマツ/ヨーロッパアカマツ林を対象に、土壌中の炭と土壌の基礎的理化学性、養分量、樹木実生の更新数との関係を調べた。土壌中の炭量と土壌含水率、土壌pH、可給態リン量、そして地表火後に更新したヨーロッパアカマツの実生数との間に有意な正の相関が認められた。また、セミバリオグラムを用いて各項目の空間従属性を解析した結果、土壌中の炭はランダムに分布していることが示され、可給態リン、そして更新実生数が同様の分布様式を示した。

北方林では生態系が成立した後に強度の山火事などの攪乱が長期間発生しない場合、土壌中のリンが樹木成長の制限要因となると報告されている。本結果より、北方林において発生する地表火は、炭とその孔隙に保持されるリンの利用可能量に空間的な勾配を生み出すことで、リンを成長の制限要因とする樹木の更新を不均一にしていることが示唆された。

## P1-330

## ミズキ母樹下における自種の死亡と他種の定着

\*上野真郷, 清和研二(東北大院・農)

Janzen-Connell 仮説は温帯林においても種多様性を説明する重要な説とみなされている。この仮説は以下のようなものである。ある樹木においてその近傍に落下した種子や実生はその種に特異的な植食者や病原菌によって加害され、その結果母樹周辺には加害を受けない他種が替わりに侵入し、結果的に多様性が増す。しかしながら、種特異的な天敵による加害が種の置き換わりに影響を与えているかを実際に野外で調査した研究は殆どなく、母樹周辺において他種が自種よりも生存率が高いかは分かっていない。本研究は冷温帯落葉広葉樹林に生育するミズキ (*Cornus controversa*) を対象にミズキ輪紋葉枯病が、ミズキ母樹下における実生の置き換わりを引き起こしているかどうかを調査した。

ミズキ母樹付近では同種、他種問わず輪紋葉枯病の罹患が見られた。しかし、ミズキ実生は母樹付近では激しい病害を受けて死亡し、最大で2年生・高さ10cm程度のものが僅しか存在しなかった。一方、ミズナラやウワミズザクラなど他種の実生は輪紋葉枯病の病斑が広がることなく、ミズキ母樹付近においても20年生で2mにまで成長する個体も見られた。

## P1-332

## 照葉樹人工林の初期動態 - 樹種特性と個体密度の影響 -

\*宮内大策(横国大・院・環境情報), 川原照彦(西日本技術開発(株)), 藤原一繪(横国大・院・環境情報)

1970年代以降、生態学的な知見に基づくエコロジー緑化手法によって、埋め立てや山地造成によって人工的に地形が改変され造成された緑地が数多く存在し、照葉樹を中心とした人工林形成が行われてきた。これは、その立地に本来生育する高木になる樹木の幼木を混植し、立木密度の高い樹林を作りだすものである。一般に、単一種植栽では遺伝的・構造的な多様性が低いために病虫害や自然攪乱を受けやすいなど様々な負の影響があるが、混交林では遺伝的・構造的・機能的な多様性が高いことによって、それらへの抵抗性が高いと考えられている。一方で、エコロジー緑化には林冠木の密生などの問題点が指摘されている。そこで、植栽方法や管理方法、将来的なデザインへの提言を行うために、植栽初期の植栽地を対象に植栽木の成長や生存・死亡などに影響を与える要因を明らかにすることを目的とした。

調査地は宮崎県宮崎市田野町で、タブノキ・シラカシ・アラカシ・スダジイ・イチイガシ・イスノキなど68種が2004年10月と2005年10月に植栽されている。10m × 10mの調査区を2006年1月に4箇所設置し、個体位置の記録などの毎木調査を行い、2006年11月・2007年11月・2008年11月・2009年11月に再調査を行った。

調査区には65種1472個体が確認され、個体数は多い順にタブノキ・アラカシ・シラカシ・コジイ・スダジイ・イチイガシで、2009年時点での平均樹高は255cm、地際直径は32mmとなっていた。ヤマザクラ・スダジイ・コジイの成長が良く、イスノキ・アラカシ・イチイガシの成長は良くなかった。また死亡率はイスノキ・イチイガシで低く、シロダモ・コジイ・タブノキの死亡率が高かった。個体の死亡要因は初期サイズの影響が大きく、また樹種による違いが見られた。

## P1-333

## アズマネザサの優占した耕作放棄地における在来木本6種の定着阻害要因の検証

徳岡良則(農環研, 広大院・国際協力), 大東健太郎(農環研), 中越信和(広大院・国際協力)

農地生態系における生物相回復過程の推定や農地の効率的な利用法の検討には、耕作放棄地に成立する植物群落の特性把握が重要である。本研究では関東東部に広く見られるアズマネザサが優占した植物群落について樹木実生の定着制限の有無を試験検証した。

試験は茨城県つくば市内の15年間放棄された元畑地圃場で行った。圃場内を4ブロックに区分し、各ブロック内に植生刈取の有無、動物侵入軽減網の有無、リター被覆の有無(二次要因)を無作為に配置し分割実験を行った。2009年3月中旬に各処理区にアカマツ、エノキ、ムクノキ、コナラ、シラカシ、スタジイを播種し、発芽個体の標識とその生残・死亡の調査を1カ月毎に10月末まで継続した。

各種の標識個体を対象にカプラン・マイヤー法で生残曲線を処理毎に推定した。また播種後秋期までの実生発生・生残への処理影響を評価するため、各種の10月末時の生残割合を応答変数(確率分布には二項分布を仮定)、三処理要因とそれらの二次の交互作用を説明変数とし、一般化線型混合モデルにより仮説検定を行った。

推定された生残曲線ではアカマツ、エノキ、ムクノキ、コナラは非刈取区では観察期間中に個体数は少なくとも半減した。シラカシ、スタジイは発芽後の生残率は処理に関係なく概ね6割以上と推定された。しかし2種は非刈取・網無区では生残割合が著しく低かった。これは発芽前後の動物影響によるものと思われる。リター処理の影響は刈取や網処理の有無に応じて変化し、正負の効果が種毎に異なって検出された。自然条件下と類似した植生非刈取・網無・リター被覆区では生残個体は全種でほとんどなくほぼ全滅していた。このため対象群落内ではササ等との競合、動物影響、一部はリター被覆により対象木本の初期定着が著しく制限を受けると考えられる。

## P1-335

## 里山林を構成する樹種における萌芽特性の比較

柴田嶺(東北大・理)

多くの木本植物は、地上部が攪乱などにより失われた際に萌芽再生する能力を持っている。萌芽発生量はある特定の株サイズでピークを持っており、その萌芽特性は樹種ごとに異なっている。一般に萌芽には地下資源への投資が必要とされており、様々な生活史特性とトレードオフが発生していると考えられる。本研究では、まずそれぞれの樹種がどのような萌芽特性を持っているのかを明らかにし、その上で萌芽特性に影響を及ぼしている生活史特性を探った。

北茨城市小川群落保護林周辺の伐採1年目の2次林皆伐跡地にて調査を行った。調査は地下資源を用いた萌芽の成長が終わり、独自に光合成成長を開始する前と考えられる6月から8月上旬の初夏の間に行った。落葉高木12種、落葉小高木3種を対象とし、株サイズの異なる個体を1種あたり18-38個体を選び、切り株断面の直径と地際からの高さ、萌芽枝の根元直径と長さを測定した。

親株の断面積(S)と発生萌芽断面積の合計(P)との関係を $P=aS^b \cdot cS$ (a,b,cは定数)という式を用いて回帰することで、ある株サイズで萌芽発生量のピークを持つ曲線を得ることができ、回帰パラメータが樹種特有の萌芽特性を示していた。さらに、これまで小川試験地で得られた生活史特性に関するデータを用いて萌芽特性と生活史特性との関係を考察した。

## P1-334

## 山火事・山焼き跡地からの植生回復にニホンジカが及ぼす影響

奥田雅章(岩手大院・農)

攪乱は森林の更新に重要な役割を果たしているが、火災や山焼き後の植生回復に関する報告は数が限られている。一方、近年日本各地でニホンジカによる植生回復阻害の実態が明らかにされているが、火災や山焼き後の植生回復にシカが及ぼす影響について明らかにされた研究は更に限られる。2008年4月、岩手県釜石市の山林でおよそ160haを焼く山林火災が発生した。この場所は、ニホンジカが高密度で生息している五葉山に近接しており、近年林業被害の拡大が懸念されている場所である。2008年6月、落葉広葉樹林の樹冠下で火災によって林床リターが一掃された場所と燃焼を免れた場所にシカの防除柵を設置した。燃焼シカ柵内区、燃焼シカ柵外区、非燃焼シカ柵内区、非燃焼シカ柵外区の4つの試験区内で更新してきた木本実生の生存や成長の違いを追う事で、山林火災後の適切な森林管理への基礎的資料を得ることを目的とした。

実生の種類はシカ柵の内外で違いは見られなかったものの、燃焼区と非燃焼区で違いが見られた。最も出現数の多かったウリハダカエデの累計実生数を比較したところ、非燃焼区の累計実生数は燃焼区よりも有意に多かった。しかし生存率については、燃焼区に発芽したウリハダカエデの生存率は100%、非燃焼区では33.3%と低くなったことから、燃焼区で生存率が高いことが分かった。林床に密生しているミヤコザサは、火災直後には燃焼区のササ桿数が非燃焼区よりも有意に少なかったが、7月には燃焼区のササ桿数は2倍に増え、非燃焼区よりも多くなった。通常、林床リターを排除するような攪乱は新しい実生の侵入の手助けになることもあるが、今回の火災は種子散布後に起きたものであり、出現する実生数は火災によって負の影響を受けた。しかし出現後の生存率には正の影響があることが示唆された。今後はササの回復も実生の生存に影響を与えると思われる、推移を見守っていく必要がある。

## P1-336

## 二次遷移初期林における現存量推定 ～相対成長式の改良と検証～

\*安木奈津美(早稲田大・教育), 吉竹晋平(早稲田大・院・先進理工), 小泉博(早稲田大・教育)

遷移の各段階における現存量を正確に把握することは、遷移のメカニズムを理解する上で重要である。日本では森林面積の約半分が二次林であるが、種の変動が特に大きい10年生～20年生の二次林の現存量に関する情報は非常に少ない。また、そのような林分では従来の相対成長法で現存量を推定するには限界がある。そこで本研究は、まず、二次遷移初期林の現存量を明らかにした上で、複数の変数を用いた様々な相対成長式を作成し、二次遷移初期林に適応できる現存量推定法の確立を試みた。

岐阜県乗鞍岳の12年生二次林において、2m×2mのコドラート3か所の地上部を全て刈り取り、当該サイトの現存量を明らかにした。その後、コドラート外から12種182本の立木を伐採し、樹高、地際直径、生枝下直径、胸高直径および、各直径を二乗したもの、各直径を二乗して樹高を掛けたものを変数とした全樹種共通の相対成長式を作成した。また、樹種別、樹形別、太さ別で場合分けした相対成長式を作成した。さらに、得られた相対成長式の検証のために、作成した相対成長式をコドラートに適用し、その推定値と実測値を比較した。

本研究で得られた現存量の結果と既存の研究の比較から、単位面積当たりの光合成器官量は遷移の早い段階で最大値に達することが明らかとなった。このことから、若い二次林における単位面積当たりの炭素固定量は、無視できない量である可能性が示唆された。複数の変数を用いた様々な相対成長式を検証した結果、地上部現存量の推定には、地際直径を変数とした全樹種共通の相対成長式で推定する方法が最適であると分かった。ただし、コドラート内に小個体の割合が多い場合、現存量が過大評価される傾向が見受けられた。

## P1-337

## 落葉広葉樹林が隣接しているスギ再造林放棄地の更新

\* 五十嵐彬子, 紙谷智彦 (新潟大院・自然科学)

再造林放棄地(伐採跡地)の周辺に分布する広葉樹林がシードソースとなり、自然林に遷移する可能性が指摘されている。本研究では、スギ再造林放棄地において、隣接広葉樹林の有無による伐採跡地での更新の違いを明らかにすることを目的とした。

隣接広葉樹林の有無によってスギ人工林と再造林放棄地において植生・毎木調査を行った。伐採跡地には1m×2mの調査枠を100個設置した。また、スギ人工林内には1m×2mの調査枠を300個設置し、前生樹の植生・毎木調査を行い、伐採後、同じ調査枠で更新樹の植生・毎木調査を行った。

隣接広葉樹林の有無による再造林放棄地の更新樹を比較した結果、広葉樹林の隣接していない再造林放棄地は、林冠構成種が有意に少なかった。広葉樹林が隣接しているスギ人工林では、樹種により林縁効果が異なった。また、スギ林伐採前後において、林冠構成種の出現本数を比較したところ、キハダを除いて、有意な差はなかった。これらの結果をもとに、スギ再造林放棄地の天然更新について検討する。

## P1-339

## 暖温帯に成立するコナラ二次林における20年間の林分動態

村上順一(岡大院・環境)\* 西村尚之(名古屋産業大・環境情報ビジネス), 坂本圭児(岡大院・環境), 山本進一(名大院・生命農学)

コナラ林の多くはかつて薪炭林として利用されていたが、燃料革命以後はほぼ放置されてきた。本研究では、このように放置されているコナラ二次林を対象とし、20年間の長期的なデータから、林分動態と優占種であるコナラの個体群動態を明らかにすることを目的とした。

本研究では岡山市ダイミ山(34°41'N, 133°55'E, 標高161m)の北斜面中部に位置する林齢約60年のコナラ二次林を対象とし、1987年に面積0.7haの調査区を設置し、1987、1992、1998、2002、2007年に胸高直径 $\geq 5$ cmの幹を対象として樹種、幹の生死、位置を記録し、胸高直径を測定した。

1987から2007年、すなわち林齢が約40年生から60年生の20年間で、林分全体の個体数は621本 $ha^{-1}$ から830本 $ha^{-1}$ に増加し、胸高断面面積合計は18.8 $m^2ha^{-1}$ から26.8 $m^2ha^{-1}$ に増加した。常緑樹種の個体数と胸高断面面積が増加するとともに、殆どの落葉樹種では個体数が減少し、林分は常緑広葉樹林に遷移しつつあると考えられる。コナラの個体数は273本 $ha^{-1}$ から141本 $ha^{-1}$ に減少したが、胸高断面面積合計は14.4 $m^2ha^{-1}$ から17.5 $m^2ha^{-1}$ に増加し、その相対値は76.6%から65.4%へと変化した。単幹個体より萌芽個体の方が死亡率は低く、胸高断面面積の増加率が高かった。さらに、萌芽個体内でよりサイズの大きな萌芽幹の死亡率が低く、相対成長量が大きかった。したがって、優占種であるコナラは、個体数の減少によりその相対幹密度は減少するが、コナラ個体群の優占度は萌芽個体の成長によって維持され、特に、萌芽個体におけるサイズアドバンテージによる効果が個体群維持に寄与していることが明らかとなった。

## P1-338

## ササ一斉開花枯死後14年目のブナ稚樹の分布と成長と林内環境の不均一性について

\* 佐藤朋華, 山月融心, 井上みずき, 星崎和彦, 阿部みどり, 蒔田明史(秋田県立大学)

日本の冷温帯を代表するブナ実生の定着はササの一斉枯死によって促進される。しかし、ササが枯死した林内全域で様にブナが更新するわけではない。ササ枯死後の林内では、回復するササとブナ稚樹が競合する。また、林床の光環境は林冠木の展葉フェノロジーとササの回復の影響を受け時空間的に不均一になると考えられる。そこで本研究では、ササ枯死後の林床の光環境が林冠構造とササの回復を介して、ササ枯死後に定着したブナ稚樹の成長に与えた影響について明らかにすることを目的とした。

十和田湖外輪山甲岳台ブナ林調査区(1995年にチシマザサが一斉開花)のササ枯死域(0.67ha)に、4 $m^2$ 方形区を77か所配置し、樹冠投影図から各方形区の林冠タイプをブナ・ホノノキ・ギャップ・その他に区分した。各方形区で1年生以上のブナ稚樹の樹高と当年枝長を測定し、環境条件としてササ層の上(高さ2m)と下(高さ50cm)の光条件(月1回)、ササの稈密度及び群落高、その他の高木種の稚樹の樹高を測定した(年1回)。

ブナ稚樹の樹高と当年伸長量はギャップ内とホノノキ樹冠下で高く、ブナ樹冠下では低かった。林床の光環境は、ササ層より上でギャップ内では年中明るく、ホノノキ樹冠下は春先のみ明るい光環境だったが、ササ層より下では林冠タイプや季節に関係なく一様に暗かった。ササの稈密度と群落高はギャップ内とホノノキ樹冠下で高く、ブナ樹冠下で低くなった。その他の稚樹の樹高はギャップ内で高かった。これらから、ギャップ内とホノノキ樹冠下の光環境はブナ稚樹の現在のサイズ分布を示していると考えられる。一方、ササ層より下(高さ50cm)の光環境は一様に暗かったことから、林冠の状態に関係なく樹高50cm未満のブナ稚樹の成長にとっては不利であると考えられる。

## P1-340

## 冷温帯スギ・落葉広葉樹混交林におけるブナの更新サイト: 光環境および外生菌根形成率との関係

\* 國永知裕(京都市大・院・生命環境), 平山貴美子(京都市大・院・生命環境), 善元道徳(京大・フィールド研), 松田陽介(三重大・院・生物資源), 奥田賢(京大・フィールド研), 高原京(京都市大・院・生命環境)

北半球中緯度地帯には針広混交林が広く分布し、針葉樹と広葉樹が様々なスケールのパッチを形成し混交している。既往の研究では、針葉樹と広葉樹では樹冠の作り出す光環境やリターの質が異なり、こうした違いが後継樹の更新に影響しパッチ形成に寄与していることが指摘されている。

日本の冷温帯多雪地帯にはスギとブナを中心とした落葉広葉樹が混交した森林が見られる。発表者らは樹冠の違いが後継樹の更新に与える影響に着目し、スギとブナの混交メカニズムを解明しようとしている。2008年度に人為攪乱の記録のない冷温帯スギ・落葉広葉樹混交林に40×40mの調査プロットを設け、ブナ実生・稚樹のサイズ構造や分布と樹冠の水平空間構造との関係を解析した結果、ブナの更新サイトはブナ樹冠の外側約5m以内の範囲であることが明らかとなり、2009年度新たに設けた45×45mの調査プロットにおいても同様の結果が支持された。これまでにブナは、齧菌類や菌類による親木からの距離・密度依存的な死亡が報告されている。しかしながら、ここでは樹冠外側の約5m以内でブナの更新に有利な要因が働いていると考えられた。スギとブナでは共生する菌根菌が異なることが知られており、こうした菌根菌との共生がブナの更新に影響している可能性がある。そこで本研究では、従来から重要性が指摘されている光環境と、菌根菌に着目し、ブナ樹冠からの距離と光環境及びブナ実生の外生菌根形成率との関係を調べた。

この結果、ブナ実生・稚樹の分布は光環境との有意な関係は認められなかったが、ブナ実生への外生菌根形成率はブナ樹冠から離れると減少していた。本報告ではこれらの要因とブナの更新サイトとの関係について考察する。

## P1-341

## 佐渡島天然スギ林におけるサワグルミの更新特性

\*中野陽介(新潟大・農)、金子洋平(新潟大・超域研究機構)、本間航介(新潟大・農)、崎尾均(新潟大・農)

サワグルミは、一般的に大規模攪乱に依存して渓谷・沢沿いで更新する。一方、尾根上に成立するサワグルミ林も存在することが知られているが、それがどのように更新しているのかはよくわかっていない。また、サワグルミは豪雪地帯で萌芽による株立ち樹形をとるが、その生態学的意義の評価も行われていない。そこで、本研究は豪雪地帯の尾根部に成立するサワグルミ林の更新機構を調べた。

大佐渡山地にある新潟大学演習林の稜線付近に50m×50m方形区を設置し、毎木調査を行った。方形区内はスギが優占し、サワグルミがパッチ状に分布する。2009年にサワグルミ当年生実生133本を個体識別し、その生残過程を追跡、セーフサイトを特定した。幼稚樹(H≤1.3m)と稚樹(1.3<H<3m)の位置と樹高・地際直径・幹数を記録した。

サワグルミ個体群の直径階分布はL字型を示した。当年生実生の主な発芽基質はリター上であり、10月中旬までの生残もリター上で多かった。その生残と光環境に相関はみられなかった。一方、幼・稚樹はサワグルミパッチの縁ヤスギ林内のリター上に定着していた。幼・稚樹段階サワグルミ個体は、地際直径2~3cmに生長した段階で匍匐形状になることにより見かけの樹高成長が止まり、それ以降の直径クラスで幹は枯死していた。その直径クラス個体は、萌芽によって個体としては生残していた。若齢・成木個体の1株内平均萌芽数は23.8本であった。その多くは小さなサイズの幹であり、主幹サイズに至る幹は僅かであった。

以上の結果より、このサワグルミ個体群は主として実生更新により維持されていることが示唆された。しかし、リター上で発芽・定着したサワグルミ実生は、その後の幼・稚樹段階で雪圧により次の成長段階への移行が困難になる。その際に萌芽により個体維持していると考えられた。

## P1-343

## 富士山南東斜面における植生遷移と地表徘徊性甲虫群集の関係

\*神保克明(東大院・新領域)、久保田耕平(東大院・農)、ザール・キクビツエ(東大院・新領域)

生態系機能に影響の大きい生態遷移の構造は複雑で、動植物を包括的に研究することでその過程を知る手掛かりとなるだろう。しかし、生物が完全に淘汰された後の1次遷移系列に伴う地表徘徊性甲虫群集に関して、長い時間スケールでの変化を評価する研究は全く行われていない。富士山では最新の噴火から300年以上経過しており、遷移初期から極相に至る植生が存在する。そこで本研究では、富士山南東斜面の遷移系列上の異なる段階にある植物群落において地表徘徊性甲虫種の分布を明らかにすることで、植物の遷移に伴う甲虫群集の遷移との関係を明らかにすることを目的とした。

調査地として、1) 遷移初期の群落としての火山荒原、2) 途中相の森林、3) 極相の森林と3段階の遷移系列上の地点を選定した。小スケールでの遷移と地表徘徊性甲虫の関係をあきらかにするため、火山荒原上に面積の異なる20のイタドリパッチを選定した。途中相、極相にもそれぞれ5プロットを設置した。地表徘徊性甲虫はビットフォールトラップにより採集した。また、植生群落及び甲虫群集はTWINSPANを用い分類した。

イタドリパッチ、途中相、極相を比較した結果、甲虫類はそれぞれ異なる亜科が優占していた。イタドリパッチではゴミシシダマシ亜科が、途中相ではオサムシ亜科が、極相ではナガゴミシ亜科が優占と変化していた。植生組成から20パッチは3グループに分類され、イタドリ1種優占グループ、複数優占グループ、木本を含む多数優占グループとなった。甲虫群集も、3グループに分類された。また相関解析より、甲虫の種数は草本種数より木本種数との相関が高かった。初期遷移において、パッチ面積と木本種の侵入が大きな影響を与えていることが明らかになった。

## P1-342

## シカ生息密度の異なる森林間での3年間の樹木個体群動態比較

\*幸田良介(京大・生態研)、藤田昇(京大・生態研)

近年日本各地でニホンジカの生息密度増加による森林植生の衰退や森林更新の阻害が問題となっている。鹿児島県屋久島においてもヤクシカの生息密度が増加しており、森林への影響が指摘され始めている。一方でヤクシカ生息密度がどの程度以上になると森林に影響が生じ始めるのかは明らかになっていない。屋久島の貴重な自然を保全するうえでこのような情報を得ることは非常に重要である。そこでヤクシカ生息密度の異なる3ヶ所の森林を選定し、各森林におけるヤクシカ生息密度と3年間の稚樹動態を調べることで、ヤクシカが森林植生に与える影響を考察した。

2006年に島内に3ヶ所の調査地を選定し、樹高30-130cmの木本樹種の毎木調査を行った。2009年に再調査を行い、各調査地において樹種ごとに生長率、死亡率、新規加入率を計算した。またヤクシカによる食痕の有無を記録し、食痕頻度から嗜好性を判別した。加えて2008年に糞塊調査から各調査地におけるヤクシカ生息密度を推定した。

各調査地でのヤクシカ推定密度はそれぞれ、74.2、14.4、2.5/km<sup>2</sup>であった。各調査地での樹木個体群動態をみると、ヤクシカ生息密度の最も高かった調査地では、特に嗜好性の高い樹種において高い死亡率や低い生長率、樹木本数の減少がみられた。一方で他の2ヶ所の調査地においては採食頻度に大きな違いがみられたものの、嗜好性においても生長率や死亡率にはほとんど差はなく、樹木本数の減少はみられなかった。このことから屋久島においてヤクシカは生息密度15/km<sup>2</sup>程度までは森林更新にほとんど影響を与えないと考えられた。本土ではシカの生息密度が5-10/km<sup>2</sup>以上になると森林植生に深刻な影響が生じると指摘されているため、ヤクシカは比較的森林植生に与える影響が小さいと言える。今後はこのような差異がみられる原因をさぐっていくことが必要だろう。

## P1-344

## 枯死時期と環境条件の違いが倒木上のエゾマツ・トドマツの稚樹密度に及ぼす効果

\*岡田桃子、梶幹男(東大・農)

倒木更新は、北海道の主要針葉樹エゾマツとトドマツの主な更新様式であることが知られるが、倒木が枯死後に更新母材として機能するまでにかかる期間(経過期間)が更新に及ぼす影響については不明な点が多い。本研究では、5年間隔で毎木調査が行われている東京大学北海道演習林の前山大型試験地の5ha調査地において、個体識別タグが付いていた71本の倒木の枯死時期を特定し、応答変数をエゾマツ・トドマツの稚樹密度、説明変数を倒木の経過年数と環境条件として、一般化線形モデルで解析を行った。AICモデル選択を行った結果、トドマツでは倒木が古く、コケ被度が高く、夏期・冬期の開空度が大きく、倒木周囲の同種個体のBA合計が大きいほど、密度が高くなること、エゾマツでは、上記条件に加えて倒木硬度が低いほど、密度が高くなること示された。さらに本研究では、各倒木上のトドマツとエゾマツ稚樹の最大齢を応答変数、倒木の経過年数と環境条件を説明変数としたモデルを構築し、パラメータ推定を行った。その結果、エゾマツ最大齢=exp(-1.229+0.121×枯死後経過年数+0.158×表面積-0.001×BA合計)、トドマツ最大齢=exp(-2.671+0.126×枯死後経過年数+0.151×表面積+0.002×BA合計+0.019×水文蓄積)、という関係式が得られた。10000回繰り返しのブートストラップ法により、最大齢を0としたときの経過年数(すなわち、倒木が枯死後に倒木更新の母材となるまでの期間)の平均値と95%信頼区間を算出した結果、エゾマツで平均13.3年(6.3~19.4年:95%信頼区間)、トドマツで平均16.9年(9.5~24.3年)と推定された。以上のことから、倒木は枯死後10数年で更新の母材として機能し始めること、エゾマツの方がトドマツよりも枯死後早い段階の倒木上で更新を行うことが示唆された。

**P1-345****年輪解析にもとづく猿ヶ森ヒバ埋没林の更新様式と生育環境の復元**

\*箱崎真隆(東北大・院・生命科学), 大和田めぐみ(物材研), 吉田明弘, 星野安治, 大山幹成, 鈴木三男(東北大学植物園)

現在、ヒバ(ヒノキアスナロ)は低地にほとんど分布していない。しかし、青森県下北半島太平洋岸の猿ヶ森砂丘(南北約17km)には、約2000～500年前のヒバ埋没林が産出している。これらは、かつてこの地域にヒバ林が存在したことを示唆している。しかし、このような低地のヒバ林はどのような森林を構成し、どのように更新していたのかは不明である。保存状態の良い埋没木は年輪情報を保持しているため、過去の森林動態や環境変化に関する情報を抽出できることがある。そこで発表者らは、同砂丘の猿ヶ森川(海拔15～20m)と材木沢(海拔5～10m)流域から埋没木を採集し、これらに年輪年代学を適用した。そして、その成長特性と各個体の相対的な年代関係から、低地に成立したヒバ林の更新様式について考察した。

年輪幅を計測したヒバ埋没木55点の平均年輪数は175.6年(最大431年)だった。このうち、樹芯が残る29点中23点(79.3%)が、根際直径10cmに達するまで50年以上(最大159年)を要し、それらの成長曲線(積算年輪幅)は、途中から大きく成長が好転するカーブを描いた。これは、多くの個体が前生稚樹を経験していたことを示唆する。

各個体の相対的な年代関係を検討した結果、55点中25点の試料より566年間のクロノロジー(標準年輪曲線)が構築された。これに含まれる個体の<sup>14</sup>C年代測定の結果、約1000年前から500年以上に渡って成立していたヒバ林であることが明らかとなった。クロノロジーに含まれる各個体の定着年と成長好転期に同時性は認められなかった。したがって、この地域のヒバ林は、前生稚樹が小規模のギャップを随時埋めるような更新様式であったと考えられる。

なお、発表時には埋没層の層相、共存種の組成から、その生育環境についても考察する。

