

日本生態学会東北地区会

会 報

第77号

2017年

日本生態学会東北地区会

日本生態学会東北地区会会報 第77号 (2017年)

目次

日本生態学会東北地区会第61回大会

特別講演 (2016年10月29日)

動物と植物が感じる世界： 生理学と生態学の立場から

蟻川謙太郎 (総研大)

チョウは世界をどう見るか 1

山尾僚 (弘前大)

植物は複雑な世界でどう生き抜くか 2

一般講演・研究発表 (2016年10月29・30日)

井上真登・彦坂幸毅 (東北大)

シロツメクサは血縁を認識して競争戦略を変える？
～母と娘の資源分配～ 3

安藤洋子・深澤遊 (東北大)

倒木上のコケがトウヒ実生の定着に与える間接効果
の実証 4

佐々木駿 (山形大)・山岸洋貴 (弘前大)・大原雅 (北
大)・富松裕 (山形大)

オオバナノエンレイソウにおける繁殖成功度の緯度
に沿った変異とその制限要因 5

杉山大和・東敦樹 (岩手大)

繁殖北限域におけるサンバの繁殖地選択に関する食
物資源との関係の影響 6

前橋尚弥・松下通也・星崎和彦 (秋田県立大学相澤
拓・芳士戸啓・王莫非・森茂太 (山形大)

「系統、環境」どちらが生物機能を決めるか？ - 菌
類・陸上植物・沈水植物の呼吸- 7

王莫非・芳士戸啓・相澤拓・芳賀由晃・森茂太 (山
形大)

Convergence of shoot respiratory scaling among
bamboo and trees (タケと樹木の呼吸スケールン
グにおける収斂進化) 8

駒形泰之・深澤遊 (東北大学) 芳賀由晃・森茂太 (山
形大)

種子から芽生えに生じる急激な代謝変動 9

Citra Gilang Qur'ani, Mori Shigeta (Yamagata Univ)

How does shading affect the energy use allocation
of *Fagus* seedlings? 10

田代萌・彦坂幸毅 (東北大)

葉群動態光合成モデルの高度化 11

黒澤陽子・森茂太 (山形大)

ブナは根、葉のどちらから成長するか；ライゾトロ
ンによる観察 12

篠田梨奈・藤山直之 (山形大)

ルイヨウマダラテントウの寄主利用パターンに繁殖
干渉は関与しているか？ 13

森戸航平・藤山直之 (山形大)

異なる寄主植物を利用するカメノコハムシ類にみら
れる潜在的な繁殖干渉 14

時田紘太郎・風間健宏 (東北大)・山道真人 (京大)・

片野泉 (奈良女大)・土居秀幸 (兵庫県大)・吉田丈
人 (東大)・Hairston, N. G. (Cornell Univ)・占部
城太郎 (東北大)

なぜ水草の多い池の水は綺麗なのか？水生植物
Chara, *Elodea*による植物プランクトンへの干渉型
競争 (Allelopathy) の検証 15

風間健宏・時田紘太郎 (東北大)・土居秀幸 (兵庫
県大)・片野泉 (奈良女大)・吉田丈人 (東大)・山道
真人 (京大)・占部城太郎 (東北大)

植物プランクトン群集の生産性に対する光：栄養塩
バランスの影響 16

Yunita Kristanti, Satoru Sato (Yamagata Univ)

Effects of temperature on performance of Chinese
mystery snail 17

藤田琴実・満行知花・綱本良啓（東北大）・井鷲裕司
（京大）・Gildas Gâteblé（Institut Agronomique
Néo-Calédonia）・陶山佳久（東北大）

ニューカレドニア産希少植物 *Oxera* 属樹種の保全遺
伝学的研究 18

佐藤晃平・首藤光太郎・黒沢高秀・兼子伸吾（福島
大）

希少種イワキアブラガヤは外来種か？ -1930年代の
植物標本を用いた由来推定- 19

見塩昌子・彦坂幸毅（東北大）

キク科植物における気孔特性と生育地光環境 .. 20

小口理一（東北大）・日浦勉（北大）・彦坂幸毅（東
北大）

落葉広葉樹林でのギャップ更新における、実生の光
合成・成長可塑性と林床生存率とのトレードオフ
..... 21

**一般講演・研究相談（ポスター発表・2016年10月
29日）**

斎藤遥花・満行知花・綱本良啓（東北大）・石井弘明
（神戸大）・陶山佳久（東北大）

巨大樹木ジャイアントセコイアの個体内における体
細胞間ゲノム変異の検出 22

生田好成・藤山直之（山形大）

イノコヅチカメノコハムシとヒメカメノコハムシと
の間の繁殖干渉の検出 23

根岸有紀・清和研二（東北大）

森林における種多様性と地下部の根系分布パター
ン 24

丹野たかね（東北大）・高原光（京都府大）・中澤文

男（極地研）・陶山佳久（東北大）

湿原および山岳氷河の堆積物から得られた植物試料
を対象とした古代DNA分析 25

阿部繁樹（山形大）・橋本靖（帯畜大）・山岸洋貴（弘
前大）・富松裕（山形大）

特殊な休眠様式を示す林床植物が部分的菌従属栄養
である可能性 26

大矢陽太・富松裕（山形大）・陶山佳久（東北大）・
松尾歩・蒔田明史（秋田県大）

1995年に一部が同調開花・枯死したチシマザサ個
体群におけるジェネットの多様性と空間分布 27

吉田幸子（東北大）

ビデオ映像を用いたフジツボの空間分布について
..... 28

遠藤優年・首藤光太郎・水澤玲子・黒沢高秀（福島
大）

裏磐梯地域に点在する中小湖沼群の水生植物相と水
質および水生外来生物の関係 29

大崎晴菜・山尾僚（弘前大）

種内における Plant-Soil Feedback 効果は個体群に
よって異なる 30

牧野崇司・佐藤宏美・横山潤（山形大）

花色の過分散を示す植物群集における訪花者の網羅
的調査：花色で変わる訪花者タイプ？ 31

会記（2016年度） 32

**日本生態学会東北地区会会則・日本生態学会東北地
区会会員数 36**

チョウは世界をどう見るか

蟻川謙太郎 (総研大)

昆虫には紫外線が見えるし、ウミガメには磁気が感じられる。超音波が聞こえる動物や電場の振動がわかる動物もいる。動物の感覚世界は人間のそれと何がどう違うのか、その原理はなにか、結果として何が起きるのか、よく考えてみるとわからないことばかりである。私たちは、チョウが見ている世界、とくに色の見え方とその原理を、さまざまな方法で調べている。この講演で私は、主にアゲハ (*Papilio xuthus*) を使った研究を例に、複眼の構造と機能を概観し、それが実際の色覚行動とどのような関係にあるかを紹介する。

アゲハは色紙の上で蜜を得ることを学習できる。学習が成立したアゲハは、蜜を得ていた色の紙を様々な色紙の中から、さらには様々な明るさの灰色の紙のなかからも、正確に選ぶことができる。動物に色覚 (= 視覚刺激を明るさではなく波長分布特性によって識別する能力) があることは、このようなシンプルな実験で示すことができる。

色覚には、網膜に分光感度の違う視細胞が 2 種以上なければならない。人間の網膜には青、緑、赤の 3 種の錐体があって、これが 3 原色の基礎になっている。アゲハではどうか？ 複眼の構造を調べ、視細胞の分光感度を調べ、その視細胞が複眼のどこにあるかを調べ、さらには分光感度がどのようなしくみで生成されるかを、細かく調べた。結果、アゲハ複眼には、分光感度の異なる 6 種の視細胞 (紫外、紫、青、緑、赤、広帯域) があること、6 種の細胞は 3 通りの組み合わせで複眼を構成する個眼に含まれること、3 タイプの個眼は複眼中にほぼランダムに分布することがわかった。アゲハの他にも何種かのチョウで調べてみると、視細胞の分光感度はほとんど種に特異的であることもわかった。

ところで、アゲハの色覚は何原色か？ この点については、どれだけ細かく光の波長を見分けられるかを直接調べることで、見当がつけられる。アゲハに、同時に提示した 2 つの単色光から一方を選ばせてみたところ、青と青緑と黄の 3 つの波長域で、1nm の波長差が識別できることがわかった。この結果は、6 種のうち紫と広帯域を除く 4 種の視細胞を使ったと仮定するとうまく説明できる。つまり、アゲハの色覚は紫外・青・緑・赤の 4 原色である可能性が高いということである。人間は青緑と橙の 2 つの波長域で 1nm の波長差を見分けられるが、アゲハには紫外線も見える分、人間よりも“優れている”と言えるだろう。

植物は複雑な世界でどう生き抜くか

山尾 僚(弘前大・農生)

街中や野山で何気なくみかける植物。彼らは、“ただそこにあるだけ”の存在なのだろうか。植物を取り巻く環境は、光、水分、土壌養分量などの非生物的な要因のみならず、共生者、被食者、競争者といった生物的なものまで多様である。植物は刻々と変化するそれらの環境に対して、密かに、そしてダイナミックに反応している。本講演では、身近に見られる植物の情報収集・処理能力と柔軟な環境応答について、2つのトピックスを紹介する。

<つる植物における自他識別>

生垣や林道など、あらゆる場所でする植物に出会う。春先に若葉の展葉を開始した後は、瞬く間に周囲に絡みつき、上へ上へと登っていく。この時、どのようにして巻きつく場所を決めているのだろうか。ヤブガラシ(ブドウ科)を眺めてみると興味深い現象に気づく。ヤブガラシは、互いに殆ど巻きついていないのだ(図 1)。ましてや、自分の茎に巻きついているようなオッチョコチョイな巻きひげなど殆ど見られない。これが真実かどうかを実験的に確かめるために、巻きひげに自株の茎や他株の茎を提示してやると、自株の茎への巻きつきを避けていることが判明した。ヤブガラシは、巻きひげを使って自他を識別し、自身への巻きつきを避けているのである。



図 1. イネ科植物に巻きつくヤブガラシ。隣のヤブガラシ(自株)の茎には一切巻きついていない。

<近縁・他種識別と情報統合>

次に、道端や公園の植物の代表格であるオオバコに目を向けてみよう。オオバコは集団を形成することが良く知られているが、なぜ集団で生育しているのだろうか?この疑問に対しては、「オオバコは比較的湿った場所を好むため、土壌の水分含有量が多い場所に生育しているだけで、結果的に集団になっている」や、「種子の分散制限による」など、幾つかの要因を容易に考えることができる。しかし私は、生存競争上重要な適応的な意義が隠されているのではないだろうか?と予測し、植物の主要なストレスである種間競争に着目して、オオバコが近縁個体と集合して生育する意義を検証してみた(図 2)。その結果、オオバコは近縁個体と共に生育すると、非近縁個体と共に生育する場合よりも他種との競争に対して有利であることが明らかになった。



図 2. 近縁個体と共にシロツメクサと競争するオオバコ。

シロツメクサは血縁を認識して競争戦略を変える？

～母と娘の資源分配～

○井上真登・彦坂幸毅(東北大・院・生命)

多くの植物は石や他種の根など自己以外の物体と自分の根を区別する能力を持つと考えられている。一部の植物は根によって自己と他者を区別するだけでなく、血縁の近さを判別して競争戦略を変えると考えられている。理論的には、資源が制限されているとき、近親個体と競争する場合よりも非近親個体と競争する場合に競争力を高めたほうが有利である。シロツメクサやシロイヌナズナ、ススキを用いた実験的研究においては、土壌栄養を制限したとき、競争相手が近親よりも非近親のほうが地下部／地上部比や細根を増やして、地下部の競争力を高めることが報告されている。

クローナル植物は、地下茎や匍匐茎によって株(ラメット)間がつながったまま成長し、水平方向に増殖していく。そのため、同種の非近親個体や自己以外の物体と遭遇しやすく、血縁認識をもつことは大きなメリットとなるだろう。また、一部のクローナル植物ではつながったラメット間どうしで資源の交換・共有(生理的統合)を行うことが知られており、ラメット間での資源分配を変えることで特定のラメットの競争力を高められるかもしれない。

本研究では、マメ科のクローナル植物シロツメクサにおいて、二つのつながったラメットのうち片方のラメットにのみ競争個体が存在する場合、競争個体との血縁関係によって競争戦略を変化させるかどうかを確かめた。母ラメットと娘ラメットが匍匐茎でつながった状態のまま、別々のポットに植えた(二つのラメットのうち、古いラメットを母ラメット、新しいラメットを娘ラメットと呼ぶ)。そして、娘側のポットにのみクローン個体あるいは採集地の異なる同種個体を競争相手として植えて栽培した(図 1)。(1)近縁個体(同一クローン)よりも非近縁個体との競争で娘／母バイオマス比を増加させて娘側の競争力を高める、(2)競争相手の存在する娘側では、近縁個体よりも非近縁個体との競争で地下部／地上部比や SRL(根重当たりの根長)を増加させて地下部の競争力を高める、という二つの仮説を検証した。

結果、競争相手が近縁か非近縁かの違いは娘／母バイオマス比に有意な変化を与えず、仮説 1 は支持されなかった。さらに、地下部／地上部比や SRL においても、競争相手の違いによる影響は見られず、仮説 2 は支持されなかった。以上の結果は、シロツメクサでは血縁認識によるラメット間の資源輸送への影響が小さい、あるいはないこと、そもそも血縁認識が起きていないことを示唆する。

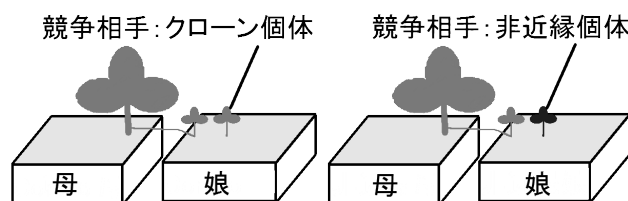


図 1 実験設定

倒木上のコケがトウヒ実生の定着に与える間接効果の実証

○安藤 洋子・深澤 遊(東北大・農)

【背景・目的】

森林生態系において、実生定着は植生動態に強く影響する。実生定着は、微地形や光・水分条件といった物理的要因以外にも、土壌中の微生物や下層植生といった生物的要因の影響も強く受ける。森林の植生動態を理解する上で実生定着に関わる生物間相互作用を明らかにすることは重要である。

北方林や亜高山帯林に優占する *Picea* 属は倒木更新することが知られている。トウヒ (*Picea jezoensis* var. *hondoensis* (Sieb. et Zucc.) Carriere) が優占する長野県御岳山でのフィールド調査から、我々は倒木の腐朽型(木材腐朽菌による材成分の分解比率の違い)がコケ群集を介してトウヒ実生の定着に影響するという、コケを介した間接効果の可能性を示唆する結果を得た(Ando et al. 投稿中)。本研究ではこの間接効果を実証するため、①材の腐朽型はコケの生長に影響を与える、②コケの有無がトウヒの実生発生に影響を与える、という2つの仮説を、栽培試験により検証していくことを目的としている。

【方法】

コケの生長試験 : 長野県御岳山の調査地で倒木上に優占していたコケ2種 (*Scapania bolanderi*, *Pleurozium schreberi*) と腐朽材(褐色腐朽、白色腐朽)を調査地より採取した。コケは植物体を長さ約5mmに刻み、5mmメッシュサイズに破碎した腐朽材と混合した後ポットに詰め、遮光ネット(70~75%遮光)をかけて東北大学川渡フィールドセンター内の野外にて10月から8ヶ月間栽培した。栽培後、コケの被度をコケの種間及び材の腐朽型間で比較した。

トウヒの発生試験 : トウヒの種子は材木育種センターから購入し、表面殺菌・冷温湿層処理した後、湿ったガーゼ上で無菌的に十分に吸水させた。プラスチックケースに上記同様に破碎した腐朽材を敷き詰めた上にコケのマットを乗せ、トウヒ種子を植え付け、フタをして密閉し、3ヶ月間栽培した。使用するコケマットは *Scapania* のみを用いた。腐朽型の違い×コケの有無×材滅菌の有無で計8処理区5反復を設定した。実験終了後、実生発生の有無、シュートの高さ、乾燥重、根への菌根菌の感染率を調べた。

【結果・考察】

Scapania では白色腐朽材に比べ褐色腐朽材での被度が著しく大きくなったのに対し、*Pleurozium* の被度は腐朽型間にあまり差がなかった。実生発生は、*Scapania* のマットがないとほとんど起こらないことが分かった。また、実生根への菌根菌の感染は観察されなかった。

以上から、褐色腐朽材が白色腐朽材に比べ *Scapania* の生長を促進すること、*Scapania* のマット上でトウヒ実生の生長が促進されることが示された。褐色腐朽材が *Scapania* の生長を促進した要因として、褐色腐朽材の酸性条件や、菌類群集の影響などが予想される。一方、*Scapania* のマット上でトウヒ実生の生長が促進される要因として、菌根菌の感染による可能性は低いことが本研究の結果から示唆された。他の要因として、コケからの滲出物質による促進効果が予想される(Michel et al. 2011)。

オオバナノエンレイソウにおける繁殖成功度の緯度に沿った変異と その制限要因

○佐々木駿(山形大・理工)・山岸洋貴(弘前大・白神)・大原雅(北大・環境科学)
・富松裕(山形大・理)

分布域の決定要因を明らかにすることは生態学における中心的な課題であり、気候変動に対する生物種の応答を予測する上でも重要である。植物では、分布域の辺縁において繁殖成功度が低いことが繰り返し指摘されており、分布域を制限する要因として重要だと考えられてきた。本研究では、東北地方および北海道の落葉広葉樹林に生育するシュロソウ科の多年生草本オオバナノエンレイソウ (*Trillium camschatcense*) を対象として、分布域の辺縁で繁殖成功度が低くなる要因を検証した。これまでの調査から、本種の生育密度や複数の適応度成分が、集団間で緯度に沿った地理的変異を示すことが明らかになっている。具体的には、分布域の中心(石狩地方)で生育密度が最も高く、分布域の辺縁(東北や道北)では幼植物の加入率や種子の平均重量が低い(小さい)ほか、一部の集団では種子生産量が少ない傾向が見られた。分布域の辺縁において繁殖成功度が低くなるメカニズムには、(1)送粉効率が低いことによる花粉の不足、(2)受精後の胚珠の発達に必要な資源の不足、(3)遺伝的浮動による劣性有害遺伝子の蓄積などが考えられるが、一般にその相対的重要性はよく分かっていない。しかし、オオバナノエンレイソウは自動的自家受精の能力をもつため、量的な花粉制限は生じにくいと考えられる。

分布域の辺縁に位置する 4 集団(東北、道北)と中心の 2 集団(石狩地方)を対象として、交配実験を行った。交配実験では、i) 集団内の他家受粉、ii) 集団間の家受粉、iii) コントロール(無処理)の 3 つの処理を行い、その後の結実状況や種子重量を調べた。その結果、中心(石狩地方)の集団では処理間で種子の重量や生産量に違いは見られなかったが、辺縁(道北)の 1 集団では集団間で他家受粉を施した個体で種子の平均重量が大きかった。一方、東北地方の辺縁集団ではどの処理でも結果率が著しく低かったが、昨年冬からの気象条件(少雪や少雨)が関与している可能性がある。

以上の結果から、分布域の辺縁では、有害遺伝子の蓄積が繁殖成功度の低下に寄与している可能性が示唆される。今後は、集団の自殖率や遺伝的多様性を評価するための遺伝解析や発芽実験を行ない、繁殖成功度の制限要因について更に検証していきたい。

繁殖北限域におけるサシバの 繁殖地選択に関する食物資源との関係の影響

○杉山大和(岩大院・農)・東 敦樹(岩手大・農)

サシバはタカ目タカ科サシバ属に分類される中型の猛禽類である。日本には春に水田を含む里山に繁殖のために渡来し 5 月下旬から 7 月上旬にかけて育雛し、秋に越冬のため南西諸島や東南アジアへ渡る。本種の恒常的な繁殖の北限域は岩手県と秋田県とされている。近年繁殖地である里山の減少と環境の劣化に伴い本種の生息数が減少し、絶滅危惧Ⅱ類に指定されたこともあり、保護の必要性が高まっている。繁殖北限域は繁殖可能な環境条件の限界であるため、本種の保護の観点において重要な意味を持つ繁殖の制限要因の解明にとって重要な地域である。本研究では食物資源の育雛期間における発生量と発生時期とのマッチングが繁殖北限域における繁殖の制限要因であること、育雛期間の食物資源の発生量が多く、発生ピークが育雛期間に重なる地域において本種が繁殖可能であると仮説を立て、調査を行った。

調査地の設定には太平洋側のサシバの繁殖地の北限域で恒常的に本種個体群が繁殖している岩手県花巻市を基準に、谷津田を含む里山で耕作放棄と圃場整備の進んでいない水田地帯を選定した。まず花巻市とほぼ同経度に位置し、本種の繁殖が確認されていない岩手県盛岡市、青森県五戸町、次に花巻市と盛岡市のほぼ中間の経度に位置し、本種の繁殖地とされる秋田市と、そのほぼ同緯度に位置し、また五戸町とほぼ同経度に位置する青森県弘前市を調査地とした。全ての調査地に 5 ヶ所の調査区を設定し、各調査区内の畦畔に沿ってあらかじめ重複しないよう 150~200m の調査ルートを 3 本設定した。各ルート上を 5~10 分ほどかけて歩き、飛び出す小動物を目視で同定し、カウントした。調査は 2015 年にサシバの育雛期間を含む 5 月上旬から 8 月下旬の間に 12 回行った。

サシバの育雛期間において有力な食物資源であるとされる大型のカエル類を調査対象種とした。岩手県内では本種の重要な食物資源であるトウキョウダルマガエルと、それと同属近縁種で青森県内に分布するトノサマガエルの成体を対象としてカウントした。

サシバの繁殖地である花巻市と秋田市の調査結果を基準とし、他の調査地を比較すると、花巻市と秋田市におけるサシバの育雛期間内での大型のカエル類の発生動向の特徴としては、5 月中旬の段階で既に発生し、発生量のピークが 6 月上旬にあった。一方本種の育雛期間におけるカエル類の発生量が多かった盛岡市では 5 月中旬の段階ではカエル類の発生が見られず、弘前市と五戸町では同様に発生時期が遅く、発生ピークも 6 月下旬以降と遅かった。

これらのことから、本種の繁殖に必要な食物資源にかかわる要因は、5 月上旬の育雛期間初期段階で既に大型カエル類が発生していること、育雛期間の前半に大型カエル類が十分に発生すること等の要因が満たされない場合、食物資源という観点において繁殖には不適であり、繁殖地として選択されない傾向にあるのではないかと考えている。またなぜこのような発生動向に差異が起こるのか、2016 年に行った同様の調査の結果をもとに、気温や水田の状況等の環境の観点から考察する予定である。

「系統、環境」どちらが生物機能を決めるか？

-菌類・陸上植物・沈水植物の呼吸-

○相澤拓・芳士戸啓・王莫非・森茂太 (山形大・農)

個体呼吸は生物個体のエネルギーフローを示しており、大小の様々な生物個体の成長の仕組みを検討する手掛かりの一つである。従来、両者の関係は両対数軸上で傾きが $3/4$ の単純べき乗式で表される Max Kleiberの法則に従うとされる。しかし、多くの生物の個体呼吸がこうした関係に従う仕組みについては、今も議論が続いており明確な結論が無いのが現状である。

そこで本研究では、これまで比較されたことのない異なる系統、環境の沈水植物、陸上植物、陸上の担子菌類子実体の呼吸の比較を行うことで、生物個体の呼吸とサイズの関係性を左右する要因を幅広い視点で検討することを目的とした。

本研究では、1】水中環境で生育する根を含む 1 種の沈水植物個体 30 個体、2】維管束植物と同じ陸上で生育する 4 種の担子菌類子実体 62 個体、3】樹木を中心とした根を含む 64 種の陸上植物個体 183 個体 (Mori et al. *PNAS*, 2010)、これら 1】、2】の呼吸速度を実測し、3】の個体呼吸と比較した。これらの生重量と呼吸速度の関係は両対数軸上の単純べき乗式で近似した。(図-1)

その結果、驚いたことに系統の異なる菌類子実体と陸上植物の傾きはそれぞれ 0.82 と 0.84 で両者の値には有意差がなかった。子実体と陸上植物はその形態や機能は全く異なるが、類似した重力感知システムを持ち子実体、個体として丈夫さを保つとされる。この点では、この同じ傾きは重力下の収斂現象と考えられる。

一方、同じ維管束植物の沈水植物と陸上植物の傾きの間には有意差があり、それぞれ 1.06 と 0.84 であった。沈水植物は陸上植物と同じ維管束植物でありながら、水中の浮力により堅固な支持組織を必要としない。この点で、植物の維管束構造は傾きの制御に関与しないのだろう。

(Banavar *PNAS*, 2014)は 3】のデータ提供をうけ分析した結果、動物と植物は同じサイズで類似したエネルギー効率を持つと指摘しており、本研究のように系統が大きく異なっても陸上生物として類似した個体呼吸スケーリングを持つと考えた。さらに、海産浮遊生物では個体呼吸と重量の比例傾向が報告されており (Glazier et al. *BioScience*, 2006)、沈水植物と系統が大きく異なっても水界で同じ傾きを持つのだろう。

以上から、生態学では重視されることは多くないが重力は系統などの影響よりも大きいと考えられる。

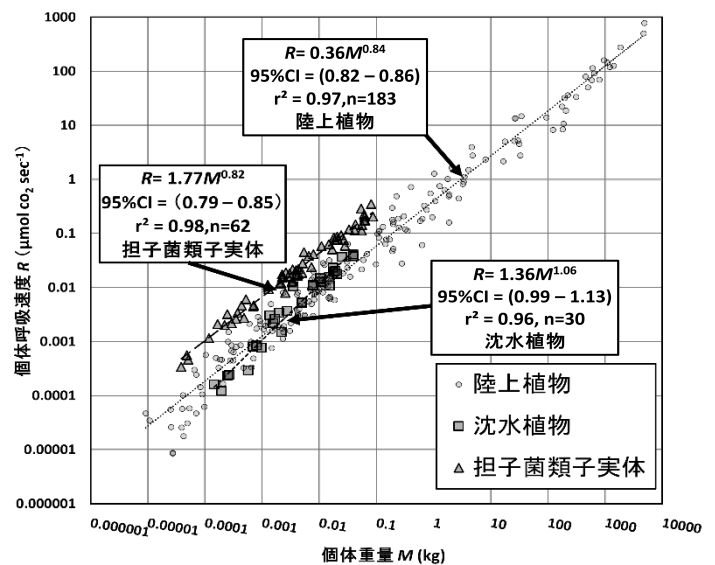


図-1 陸上、沈水植物、担子菌類の個体重量 M (横軸) と個体呼吸 R (縦軸) の関係

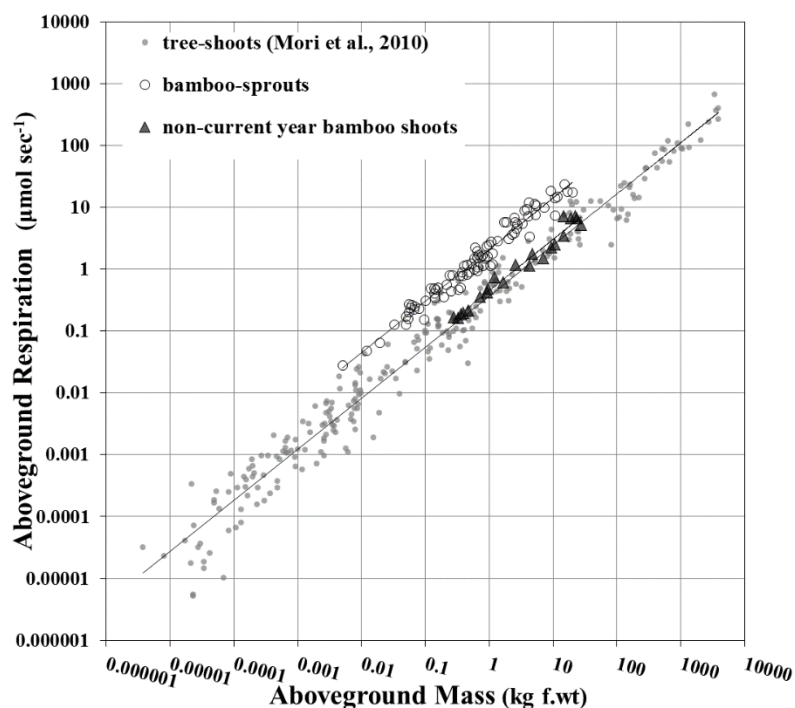
Convergence of shoot respiratory scaling among bamboo and trees

(タケと樹木の呼吸スケーリングにおける収斂進化)

○王莫非・芳土戸啓・相澤拓・芳賀由晃・森茂太(山形大・農)

Morphological traits of bamboo- and tree-shoots are generally defined by intercalary and secondary meristems that generate internode and radial growth, respectively. For exploring the effects of two kinds of the meristems, and leaves on respiratory scaling, we measured 83 growing whole bamboo-sprouts before leaf expansion in spring, 2-year-old 22 bamboo-shoots with fully expanded leaves in summer, and compared our prior data of 254 tree-shoots with leaves ranging from seedlings to giant trees.

We found unpredicted consistent scaling exponents of bamboo-sprout: 0.841 (95%CI: 0.814 – 0.881), bamboo-shoots: 0.838 (95%CI: 0.783 – 0.899), and tree-shoots: 0.839 (95%CI: 0.818 – 0.857) in models of simple power functions between respiration rate of shoots and mass on log-log coordinates. Thus, morphological traits in meristems and leaves did not alter the consistent values of the exponents. Additionally, we demonstrated that the exponent of bamboo-sprouts might be induced by the vertical distribution of specific respiration rate characterized by the constant position of intercalary meristem independent of leaf metabolic traits. We concluded that the analogous value of exponent might have not evolved only independently by different mechanisms, but also convergently by same lignification under common gravity.



Parallel scaling of respiration rate of growing bamboo-sprouts with intercalary meristem and tree-shoots with secondary meristem in relation to their mass

種子から芽生えに生じる急激な代謝変動

○芳賀由晃・森茂太(山形大・農)

休眠種子は長期間にわたり代謝や細胞分裂を停止させることができる。これは生育できない劣悪な環境を回避するためである。種子は吸水によって休眠打破を行う。その後、吸水により代謝を急速に開始した種子は、発根し、葉を展開して実生として定着する。これらの成長ステージは枯死することが多く、定着にむけて種子を実生へとつなぐ貯蔵物質に依存した特異的な成長ステージと考えた。しかし、個体群動態の研究は多いが、個体生理的な研究は非常に少ない。そこで、本研究ではこうした実生の定着過程を、種子から実生への個体呼吸の変化を評価することによって明らかにすることを研究の目的とした。

本研究では、種子サイズの異なるマメ科樹種 3 種を材料に用いた。これら 3 種の成長段階の異なる、1) 吸水した発根前の種子、2) 発根した開葉前の実生、3) 開葉後の実生、以上の 1~3) の個体呼吸を実測した。これら 3 種の吸水種子から実生の生重量はニセアカシアで 25~203mg (33 個体)、ネムノキで 69~301mg (28 個体)、フジで 683~9680mg (52 個体) であった。

今回測定された吸水種子から実生への呼吸の変化を、従来の樹木の個体呼吸データ (Mori et al., 2010) と比較した結果を図-1 に示した。いずれの休眠種子でも呼吸による CO₂ の発生は認められなかった。しかし、これら 3 種の全てで吸水を開始した直後から個体呼吸速度は急激に上昇した。個体重量と個体呼吸の関係を両対数軸上の単純べき関数で近似した。その結果、得られた傾きはフジでは 2 を超えており、従来の研究の中でも高い値の一つであった (図-1)。

吸水により呼吸が急速に開始されたことを考え含水率と呼吸との関係をフジについて検討した。フジの休眠種子の含水率は $8.62 \pm 0.19\%$ で、実生では非常に高く 80% を越えた個体もあった。これは個体の部位の中でも根の含水率が高く、これに実生全体の含水率が押し上げられたためである。このように、含水率と呼吸速度は深い関係にあった。

以上のように、種子から実生にかけて成長は主に、吸水により開始された代謝が大きな働きをしており、小さな実生は吸水を活発に行うことで、活発な代謝が生じて急速な成長を実現できるのだらう。

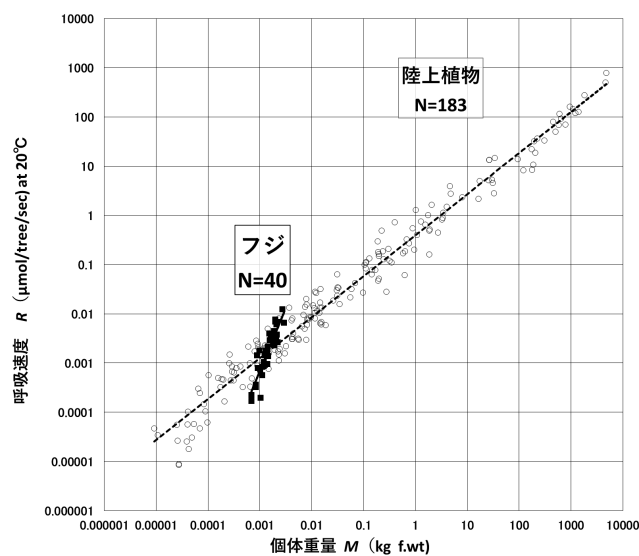


図-1 樹木(Mori et al, 2010)とフジの個体重量と個体呼吸の関係

How does shading affect the energy use allocation of *Fagus* seedlings?

○Citra Gilang Qur'ani, Mori Shigeta (Yamagata University)

Exchanges of energy, materials and information between organisms and their environments are ecological processes, which are fundamentally metabolic. It is important to analyze the relation of body size and temperature as metabolic rate for more general metabolic framework for ecology (Brown J.H. et al., 2012). Although under discussion, most of scientists agreed that respiration rate (R) is related with body mass (M) along with allometric scaling metabolism formula as:

$$R = FM^f,$$

R is the respiratory metabolic rate ($\mu\text{mol s}^{-1}$); F is the normalization parameter ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{kg}^{-f}$), M is body mass (kg f.wt) and f is the scaling exponent. It is still controversial on deciding the scaling exponential score (f) but recently has been suggested that $f=1$ for relatively small plants (Mori et al., 2010; Kutschera U. Et al., 2011).

In the present study, from this spring I have been focusing on the ontogenetic change of whole-plant respiration from seeds to 1 year-old seedlings of *Fagus crenata* Blume grown in our campus collected from Mt. Gassan. Using the materials, we compared whole-plant physiological trait of seedlings grown in two different light environments which are shaded and open-sites.

I predict that the difference of light environments will generate a shift of energy and material allocation to above- and below-ground parts that have indispensable roles of carbon-acquisition and water-uptake, respectively. The balancing between water-uptake and carbon-acquisition are general traits, but one of the most crabbled dilemmas for all terrestrial plants. Thus, we hope to clarify the general adaptability of individual seedlings to shading by evaluation of shift in metabolic traits of seedlings. The present study will provide us a new understanding about ecological adaptation of seedlings.

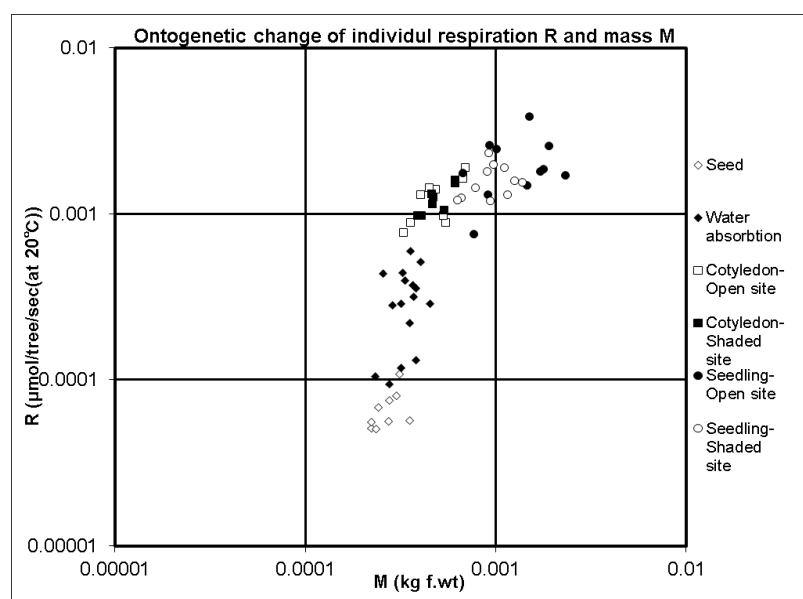


Fig.1. Steep increment of respiration from seeds to seedlings with cotyledons were triggered by moisture absorption

葉群動態光合成モデルの高度化

○田代萌・彦坂幸毅(東北大・生命科学)

【緒言】今日温暖化の緩和・適応策の検討のため様々な気候変動予測モデルが開発されている。陸域生態系においては炭素循環、窒素循環を予測するモデルが存在するが、両者は独立しており植物の機能が十分反映されていない。彦坂が提案した葉群動態モデル[1]は、植物群落の炭素と窒素の動態がリンクしているが、葉群光合成の部分が多層モデルで全球レベルに適用するには計算負荷が大きく、また光分布は単純化されている。そこで本研究ではそれらの欠点が改善されている de Pury and Farquhar の葉群光合成モデル[2]を用い、葉群動態モデルの高度化に向け検討した。

【モデル】葉群全体の受光強度 I_c は直達光を受ける葉および受けない葉に吸収される光 I_{cSun} , I_{cShd} に分け(Eq. (1)), さらに I_{cSun} は直達光, 散乱光, および直達光由来の散乱光に分けた(Eq. (2)). Fig. 1 に本モデルのフローチャートを示す。ある葉面積指数 F_T および葉窒素含有量 N_T を仮定し、葉群光合成速度 P_{can} を算出した(Eq. (3)). P_{can} から葉面積合成速度 LA_p を求め、葉面積損失速度 LA_d を変数として次のステップにおける P_{can} が最大となるよう計算した。この過程を繰り返し、葉群の成長を再現した。そして本モデルの結果を多層モデルと比較した。

【結果と考察】Fig. 2 に P_{can} と F_T , および N_T と葉窒素含有量 N_l のシミュレーション結果を示す。多層モデルに比べ本モデルでは P_{can} は小さな値で、 F_T は大きな値で定常となった(Fig. 2 (A)). これは光条件を考慮した結果、直達光を受けない葉における光合成速度が小さいことが反映されたためと考える。 N_T は多層モデルでは定常に達したが、本モデルでは増加し続け、また N_l は 400 日経過後に多層モデルの 1.38 倍程度に達した(Fig. 2 (B)). 今後光分布を考慮した条件下での窒素分布について検討し、原因を探る。以上より本モデルは P_{can} および F_T は定常だが N_T および N_l が非定常であることから平衡に達していないことが示された。実際の葉群においては N_l に上限がある点、および N_l に依存して n_d が変化する点を葉群動態モデルに取り入れる必要があるものと考え。

【記号】 I_c : 土地面積当たりの葉群全体の受光強度, P_{can} : 土地面積当たりの葉群光合成速度 [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$], A_c : 土地面積当たりの葉群光合成速度 [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$], R_c : 土地面積当たりの葉群呼吸速度 [$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$], LA_p : 土地面積当たりの葉面積合成速度 [$\text{m}^2 \text{m}^{-2}$], LA_d : 土地面積当たりの葉面積損失速度 [$\text{m}^2 \text{m}^{-2}$], F : 土地面積当たりの最上部からの LAI 積算値 [$\text{m}^2 \text{m}^{-2}$], F_T : LAI, 土地面積当たりの葉面積 [$\text{m}^2 \text{m}^{-2}$], N_T : 土地面積当たりの葉窒素含有量 [mmol m^{-2}], N_l : 葉窒素含有量 [mmol m^{-2}], N_U : 土地面積当たりの窒素吸収速度 [mmol m^{-2}], Δt : 光合成期間 [d]. 【添字】Sun: 直達光を受ける葉, Shd: 直達光を受けない葉, dir: 直達光, dif: 散乱光, sca: 直達光由来の散乱光。

【文献】[1] K. Hikosaka, 2003, *The American Naturalist*, **162**, 149. [2] D.G.G. de Pury and G.D. Farquhar, 1997, *Plant, Cell and Environment*, **20**, 537.

$$I_c = I_{cSun} + I_{cShd} \quad (1)$$

$$I_{cSun} = \int_0^{F_T} I_{cdir}(F) f_{Sun}(F) dF + \int_0^{F_T} I_{cdif}(F) f_{Sun}(F) dF + \int_0^{F_T} I_{csca}(F) f_{Sun}(F) dF \quad (2)$$

$$P_{can} = A_{cSun} + A_{cShd} - R_c \quad (3)$$

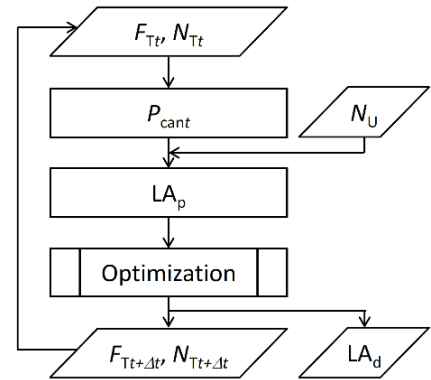


Fig. 1 Outline flow chart of this model.

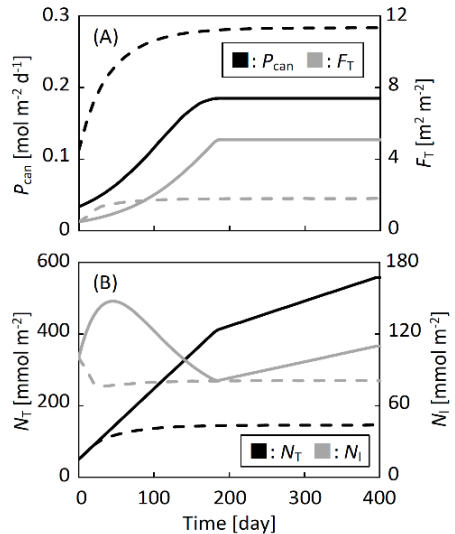


Fig. 2 Simulation results of (A) P_{can} and F_T and (B) N_T and N_l (Straight line: this model, dashed line: multi-layer model; $N_U=2 \text{ mmol m}^{-2} \text{d}^{-1}$).

ブナは根、葉のどちらから成長するか;ライゾトロンによる観察

○黒澤陽子・森茂太(山形大・農)

大幅な個体数の減少を伴うブナ実生定着のプロセスは、これまで主に個体群動態の視点から考察されてきた。一方、実生の適応能と個体群動態とを結びつけるような個体生理学的な研究は非常に少ない。この個体の適応能力やエネルギーフローの評価には呼吸が重要な指標である。さらに、実生の適応能力を炭素獲得する地上部と吸水する地下部の相互作用系として評価した研究は殆ど無いのが現状である。

そこで、種子発根直後の1年目から2年目の実生個体の地上と根系のフェノロジー観察とともに、これらの個体呼吸を個体サイズに応じて測定した。上記の1~2年目実生の個体呼吸スケールリングとフェノロジーからブナ実生の成長メカニズムや定着プロセスを明らかにし、個体単位の生き残りメカニズムを理解することを研究の目的とした。

2016年春にブナの種子と2年目の実生を自作のライゾトロンに播種、植栽した。その後、根の伸長、子葉と本葉の展開をほぼ毎日測定した。これらとは別に、ポットに播種した個体もあわせて1年生実生合計67個体(発根直後から秋に成長停止まで)を部位別に呼吸測定した。2年目の実生は、開葉を完全に終了した8月に合計8個体を部位別に呼吸測定した。

播種後、吸水した種子は主根の伸長を開始した。子葉の展開とほぼ同時期に側根の伸長も始まり、根の伸長は本葉の展開後も長期間続いた。一方、2年目の実生ではシュート伸長と本葉展開から成長が開始した。この地上部の成長は短期間で終了し、その数日後に根系の成長も始まり、長期間にわたって続いた。以上のように、実生の成長は**1年目では根系、2年目では地上部が優先し、全く逆の傾向を示した。**

種子発根直後は種子の貯蔵エネルギーの転流により、地上部も根系もほぼ同じ高いエネルギー利用(重量当たりの呼吸)で急速に成長した。根系は子葉脱落后も同様の成長を継続したが、エネルギー利用は低下した。この傾向は2年目でも続いた。一方、地上部は子葉脱落后のエネルギー利用の低下は根系より緩やかで、地上部と地下部のエネルギー利用の差は個体サイズの増加とともに徐々に拡大した。このように、**種子貯蔵物質の利用を終えた後、地上部は重量成長を抑えエネルギー利用を維持し、根系は高い重量成長を維持してエネルギー利用を徐々に低く抑えた。**

この結果は、地上部は炭素獲得、根系は水獲得に有利な重量成長とエネルギー利用を行っていることを意味するのだろう。これは、地上部と根系の相互作用系で成り立つ個体の適応現象であると考えられる。今後は、地上部と根系の相互作用系が系統や環境によってどのように制御されるのか個体スケールリングの視点を軸にして検討を重ねたい。

ルイヨウマダラテントウの寄主利用パターンに 繁殖干渉は関与しているか？

○篠田梨奈・藤山直之(山形大・理・生物)

分布域が重複する近縁種にみられる資源の分割は、その資源を巡る競争が主な要因となって生じていると考えられてきた。しかし、近年、その一部には“繁殖干渉”が関与している場合が含まれることが明らかになってきている。繁殖干渉とは、交配相手の種の認識が不完全なことによって生じる異種間での性的相互作用のうち、1 種以上の適応度が低下する現象を指す。

互いに近縁な植食性のテントウムシであるルイヨウマダラテントウ(以下、ルイヨウと略)とオオニジュウヤホシテントウ(以下、オオニジュウと略)の分布域は大部分で重なっている。ルイヨウは多くの地域においてルイヨウボタンなどの林床植物を寄主としているが、一部の地域ではジャガイモに進出している。一方、オオニジュウは、ほとんどの地域でジャガイモを寄主としているが、ルイヨウがジャガイモを利用している地域には分布していない。ルイヨウボタンは山地に離散的に自生する資源量が少ない寄主であるのに対し、畑で栽培されているジャガイモは資源量が多く入手し易いという特徴を示す。また、ルイヨウのうちジャガイモを利用している集団では、ルイヨウボタンを利用している集団と比較して体サイズの大型化が認められる。以上のことは、ジャガイモはルイヨウにとって潜在的にルイヨウボタンと同等かそれ以上に優れた寄主である可能性を示しているが、それにも関わらずルイヨウが多くの地域においてジャガイモに進出していない要因として、オオニジュウとの間に生じる繁殖干渉が関与していることが考えられる。

本研究では、2 種のテントウムシの分布域が重複する仙台市作並の集団を対象として、繁殖干渉の存在とその影響を明らかにする目的から、以下の 3 点について室内実験を通じて検討した。①両種は、野外で生息場所隔離として作用するような、それぞれの寄主に対する明瞭な選好性を示す。②ジャガイモは潜在的にルイヨウにとってルイヨウボタンと同等もしくはより優れた寄主である。③2 種間の行動的隔離は不完全で種間交尾が生じ、これによって親の適応度の低下が生じる。

野外成虫を用いた食草選択実験では、ルイヨウはルイヨウボタンを好んだもののジャガイモも摂食した一方で、オオニジュウはルイヨウボタンを全く摂食しなかった。幼虫飼育実験では、ルイヨウの摂食率と羽化率には両植物間で差が無かったが、オオニジュウはルイヨウボタンでは全滅した。交尾相手選択実験では、ルイヨウの雄は異種雌とも頻繁に交尾したが、オオニジュウの雄は同種雌を好んだ。さらに、種内・種間交尾後の産卵数と孵化率を比較したところ、産卵数には影響がない一方で、孵化率については、1 回のみ種間交尾では低下したが、その前後に 1 回でも同種と交尾すれば正常であることがわかった。

以上の結果は、ルイヨウは潜在的にジャガイモ利用能力を持つが、雄の同種認識が不完全であり、さらにこれによって雌の交尾機会も減少することによって、オオニジュウの密度が高いジャガイモ畑への進出が生じにくくなっている可能性を示唆している。

異なる寄主植物を利用するカメノコハムシ類にみられる 潜在的な繁殖干渉

○森戸航平・藤山直之 (山形大・理・生物)

繁殖干渉とは、交配相手の認識が不完全な異種間に生じる性的相互作用によって、1 種または複数種の適応度が低下する現象である。多くの動物は餌資源の周辺で繁殖するため、適応度を低下させる繁殖干渉は餌資源の分割を促進する可能性がある。

カメノコハムシ類はコウチュウ目ハムシ科に属する植食性昆虫であり、それぞれの種は特定の植物群を寄主としている。先行研究では、何れもアザミを寄主とするアオカメノコハムシとセスジカメノコハムシ、および、何れもヒユ科植物を寄主とするヒメカメノコハムシとイノコヅチカメノコハムシでは、野外あるいは実験条件下で種間交尾が生じることが観察されている。この事実は、カメノコハムシ類においては一般的に行動的隔離が不完全であり、これが繁殖干渉として作用し得る可能性を示唆している。本研究では、カメノコハムシ類が示す異なる寄主利用が繁殖干渉によって促進あるいは維持されてきたと

いう仮説を立て、山形県内の比較的狭い範囲内で同時期に出現し寄主利用に様々な程度の重複がみられる 6 種のハムシ類(表 1)を対象としたいくつかの実験を行った。

表 1 実験に用いたハムシ類と寄主植物

種	寄主植物
カメノコハムシ	シロザなど (ヒユ科)
イノコヅチカメノコハムシ	イノコヅチ類 (ヒユ科)
アオカメノコハムシ	アザミ類 (キク科)
セスジカメノコハムシ	
ヒメジンガサハムシ	ヨモギ類 (キク科)
ミドリカメノコハムシ	タイリンヤマハッカなど (シソ科)

野外において他種の寄主への移動が生じる可能性を検討するために、ハムシ各種の成虫にいずれかの植物 1 種の葉を摂食させる実験を行った。自寄主に加え、キク科利用種とヒユ科利用種に関しては自寄主と同じ科に属する他寄主およびシソ科のヤマハッカを、シソ科を寄主とするミドリカメノコハムシにはヒユ科とキク科の寄主を与えた。さらに、同種あるいは異種の雌雄成虫を組み合わせ、交尾行動を観察した。ヒユ科利用種間とキク科利用種間それぞれの全ての組み合わせに加え、カメノコハムシとヒメジンガサハムシ、および、ミドリカメノコハムシとイノコヅチカメノコハムシまたはアオカメノコハムシのペアについても観察を行った。

摂食実験では、ヒユ科利用の 2 種では一部の個体が互いの寄主を摂食したが、残りの 4 種のハムシは同じアザミ類を利用する 2 種を除けば他種の寄主を全く受け入れなかった。交尾実験では、野外での寄主利用とは無関係に、異種ペアのいくつかの組合せにおいて、アプローチ・マウント・交尾といった行動が同種ペアよりは低頻度であるが観察された。以上より、これらのハムシ類の寄主選好性はアザミ利用の 2 種およびヒユ科利用の 2 種を除けば明瞭に分かれている一方で、いくつかの種間では行動的隔離が不完全であったことから潜在的に繁殖干渉が存在することが示唆された。この結果は、カメノコハムシ類が示す異なる寄主利用が繁殖干渉によって促進あるいは維持されてきたという仮説と矛盾しない。

なぜ水草の多い池の水は綺麗なのか？水生植物 *Chara*, *Elodea* による 植物プランクトンへの干渉型競争 (Allelopathy) の検証

○時田紘太郎, 風間健宏 (東北大院・生命), 山道真人 (京大・白眉/生態研), 片野泉 (奈良女子大院・人間文化), 土居秀幸 (兵庫県立大院・シミュレーション), 吉田丈人 (東大院・総合文化), Hairston, N. G. (Cornell Univ.), 占部城太郎 (東北大院・生命)

浅い湖沼では、2 つの安定状態 (ASS)、すなわち植物プランクトンが優占し透明度が低くなる状態と、水生植物が優占し透明度が高くなる状態が存在すると言われている (Scheffer *et al.*, 1993)。この ASS を成立させている機構として、4 つの仮説が提案されている。すなわち、(1) 植物プランクトンと水生植物の間での栄養塩競争、(2) 水生植物の動物プランクトンへの隠れ場所の提供による植物プランクトンへの被食圧の変化、(3) 水生植物のアレロパシー (他感作用) による植物プランクトンの抑制、(4) 水生植物による水の鉛直混合抑制にともなう植物プランクトンの沈降の促進、である。いくつかの植物プランクトン優占池と水生植物優占池を調べたところ、栄養塩濃度および動物プランクトン現存量にそれら池の間に違いはなく、(1) (2) の効果は小さいと考えられた。

そこで本研究では、アレロパシーの効果を調べるため、調査を行った池で優占していた水生植物 *Chara* および *Elodea* を室内飼育し、その飼育液を用いて植物プランクトン自然群集の応答を観察した。また、池の表層と底層の水温を比較することで、池水の鉛直混合の大きさを比較した。本発表ではそれぞれの結果について報告し、ASS を成立させている機構について検討する。

植物プランクトン群集の生産性に対する光:栄養塩バランスの影響

○風間健宏・時田紘太郎(東北大院・生命)・土居秀幸(兵庫県立大院・シミュレーション)・
片野泉(奈良女子大・生物)・吉田丈人(東大院・総合文化)・山道真人(京大・白眉)・
占部城太郎(東北大院・生命)

植物プランクトンでは光が増加すると、C:Chl *a* 比の増大および最大光合成速度の上昇が起こる。このような光に対する植物プランクトンの応答は、栄養塩供給量に応じて、溶存有機炭素(DOC)に依存する従属栄養細菌にも波及することが、室内実験や小規模の野外実験で示されている。しかし、実際の湖沼において、光:栄養塩供給バランスの長期間にわたる増大または減少が、基礎生産者の生理的特性や C:Chl *a* 比にどの程度影響をあたえるか、実験的に確かめた例は無い。さらに光:栄養塩バランスの変化が、水中の DOC 濃度の動態にどのように影響するのかについても、よく分かっていない。本研究では、自然湖沼で光:栄養塩バランスを操作した場合のプランクトン群集の応答を調べるため、コーネル大学が所有する 6 つの野外実験池において、遮光フローティングマットを用いた光操作実験を 3 か月間行った。本発表では、光:栄養塩バランスの変化が、①C:Chl *a* 比、②光—光合成曲線、③DOC 濃度、細菌および鞭毛虫密度、④総生産量および純生産量に対してどのように影響を与えたかについて考察する。

Effects of temperature on performance of Chinese mystery snail

○Yunita Kristanti, Satoru Sato (山形大・農)

The chinese mystery snail, *Cipangopaludina chinensis*, plays important roles in aquatic ecosystem: e.g. their presence affects occurrences of other organisms such as green algae and possibly its herbivores. Like other animals *C. chinensis* also faces new challenges for survival because of global warming, their response to elevated temperatures are poorly understood. In this study, we examined the effect of temperature on their performances such as survival and growth in laboratory. Juvenile of *C. chinensis* were daily fed an excess of an artificial prey and individually reared at different temperatures ranging from 10 to 45°C for five weeks. Although all individuals died when kept at 10, 15, 40 and 45°C, percentage of survival increased to 85%, 90%, 65% and 25% when kept at 20, 25, 30 and 35°C, respectively. Average percentage increase in shell size were $23.9 \pm 0.22\%$, $28.4 \pm 0.22\%$, $29.9 \pm 0.17\%$ and $22.7 \pm 0.23\%$ when kept at 20°C, 25°C, 30°C and 35°C, respectively. That is, temperature affected performances of *C. chinensis*: survival and growth are maximized when kept at 20-25°C and 25°C-30°C, respectively. Possible mechanism how temperature affects their performances will be discussed in our presentation.

ニューカレドニア産希少植物 *Oxera* 属樹種の保全遺伝学的研究

○藤田琴実・満行知花・綱本良啓(東北大・農)・井鷲裕司(京都大・農)・Gildas Gâteblé
(Institut Agronomique Néo-Calédonia)・陶山佳久(東北大・農)

現在、世界各地では多くの生物が絶滅の危機に瀕しており、生物多様性の保全が強く求められている。本研究の調査地であるニューカレドニアは、オーストラリアの東に位置し、多くの固有種が生育する生物多様性のホットスポットとして知られている。しかし、19 世紀中頃の入植に伴う広大な土地の農地化や、19 世紀後半から盛んに行われているニッケルの採掘等により、自然殖生の破壊が急速に進行した。

本研究で対象としたシソ科 *Oxera* 属は、属内のほとんどがニューカレドニアの固有種であり、この地域で独自に進化した典型的なタイプの種群のひとつであると考えられている。しかし、その希少性が十分に認知されないまま、他の固有種と同様にそれらの生育地が失われてきたと考えられ、複数の希少な種や地域集団が絶滅の危機に瀕している。

今後これらの適切な保全対策を進めていくためには、遺伝的な種間関係および種内の遺伝的空間構造などを把握することによって、それらの保全単位を明らかにすることが必要である。また、形態的特徴から *Oxera* 属の新種に分類される可能性のある個体群も発見されているため、これらの分子系統関係を明らかにすることで、分類学的に極めて重要な情報が得られるだけでなく、それらの保全遺伝学的な重要性をより明確にすることができる。

そこで本研究では、*Oxera* 属樹種の適切な保全対策に生かすことのできる遺伝学的情報を得ることを目的とした。その材料として、新種と考えられる 3 種を含む *Oxera* 属樹種 14 種を対象とし、現地で採取した 191 サンプルを解析に用いた。方法として、次世代シーケンサーを用いたゲノムワイドな DNA 多型分析法である MIG-seq 法(Suyama & Matsuki, 2015)を用い、*Oxera* 属内における種間の類縁関係を明らかにするとともに、種ごとに集団遺伝学的解析を行った。種間関係の解析では、合計 3,797 座を対象とした塩基配列の有無情報を用い、近隣接合法によって全サンプル間のクラスター解析を行い、分岐図を作成した。また、合計 253 座の SNP 情報を用いた主座標分析(PCoA)と STRUCTURE 解析を行って、遺伝的に近縁なグループの検出を行った。次に、種内で十分なサンプル数が得られていた 7 種については、種ごとに遺伝的多様性の評価と種内の空間的遺伝構造の解析を行った。

種間関係の解析では、それぞれのサンプルは種ごとに明瞭な遺伝的近縁性を示してクラスターを形成し、それぞれの種の類縁関係も明らかになった。新種と考えられるグループについても、それらの遺伝的固有性が明瞭に認められ、分子系統学的な位置づけも明確にすることができた。次に、種ごとの解析では、各種の遺伝的多様性を評価し、それらの値を種間で比較した。また、種内の空間的遺伝構造の解析では、種内の遺伝的地域性を明らかにした。

これらの解析結果は、適切な保全単位を設定するために基盤的な情報として用いることができる。また、遺伝的多様性情報に基づいた絶滅リスクの推定も可能であると考えられる。今後、これらのデータを用いた集団動態推定などの解析を進め、これらの種の遺伝学的な現状把握を行うとともに、より適切な保全対策の策定に生かすことのできる情報を提供したいと考えている。

希少種イワキアブラガヤは外来種か？

-1930 年代の植物標本を用いた由来推定-

○佐藤晃平 (福島大・共生システム理工)・首藤光太郎 (福島大・院・共生システム理工)・黒沢高秀・兼子伸吾 (福島大・共生システム理工)

植物の標本を集めることはその植物がいつ、どこで、どのような環境で生育していたかを示す重要な資料である。また、植物標本から採取したサンプルを用いることで、すでに絶滅した植物の遺伝的特徴を明らかにすることもできる。イワキアブラガヤ *Scirpus hattorianus* Makino は、1925 年に服部保義によって福島県で採集された標本をもとに、1933 年に牧野富太郎によって記載されたカヤツリグサ科の多年草である。花序が集散状で、棘針状花被片の本数や長さなどの形態的特徴により、セフリアブラガヤ *S. georgianus* Harper などの近縁種と区別される (Whittemore & Schuyler 2002)。福島県では 1939 年を最後に生育の記録が途絶えており、このため現存する標本が極めて少ない。記載当初は希少な在来種と思われていたが、Schuyler (1967) によってイワキアブラガヤと形態的に区別ができない植物が北米に生育していることが指摘された。また、近年になって北海道やフランスなどでも報告されており (加藤・深津 2016, Verloove 2014) 少なくとも福島県産のイワキアブラガヤは北米原産の一時的な帰化植物であったことが推測されている (黒沢ほか 2015)。ただ、記載当時に福島で生育していた植物が、北米産植物に形態が酷似した在来種である可能性も残されており、福島県産のイワキアブラガヤの起源を断定するためには、形態による同定以外の直接的な証拠が必要である。そこで本研究では、過去に採取された標本を含む日本産のイワキアブラガヤの起源を明らかにすることを目的に、葉緑体 DNA を用いた同定を試みた。

解析には、福島大学共生システム理工学類生物標本室 (FKSE)、東北大学植物園 (TUS)、京都大学総合博物館 (KYO) などに保管されている *S. hattorianus*, *S. georgianus*, *S. atrovirens* Muhl と同定された標本、北海道に生育する *S. hattorianus*, 滋賀県に生育する *S. georgianus* から葉の一部を使用した。同定には葉緑体 DNA の *ndhF* 領域を用い、近縁種間で異なる塩基置換が見られる塩基配列を含むようにプライマーを設計した。最も古いサンプルは 80 年近く前に採取された標本であることから、断片化したテンプレート DNA から PCR 増幅を行うために、約 80bp の短い領域を増幅するプライマーを設計し、塩基配列を決定した。近縁種との間に塩基多型が見られた 8 か所のうち、5 か所で塩基配列を得ることができた。

その結果、福島県のイワキアブラガヤは、北米産の *S. hattorianus* の塩基配列とは一致せず、北米産の *S. atrovirens*, *S. flaccidifolius* と同じ塩基配列を示した。この結果は、福島県産のイワキアブラガヤは、少なくとも葉緑体 DNA については北米産の *S. hattorianus* と異なることを示している。最終的な結論には、標本の同定の再確認が必要であるが、現段階の結果から考えられることを紹介したい。

キク科植物における気孔特性と生育地光環境

○見塩昌子・彦坂幸毅(東北大・院・生命科学)

葉の気孔は光合成のための CO_2 の取り入れ口であり、その数とサイズは、それぞれの生育地環境において、“可能な限り大きな気孔コンダクタンスを実現する”という選択圧によって決まると考えられている。明るい生育地では、豊富な光を有効に使うために高い気孔コンダクタンスが必要であり、暗い生育地に比べると、気孔は大きいか、より多数であると予想される。しかし、実際には、光環境勾配に沿った気孔密度と気孔サイズの変化は一貫性に乏しい。この理由として、気孔の数とサイズの間にはトレードオフが存在することや、気孔特性が植物種の系統的な背景を反映するために、環境に対応した変化に制限がかかる可能性などが考えられる。

本研究は、生育地の光環境勾配に沿った気孔特性の変化を明らかにすることを目的に、幅広い光環境に生育するキク科草本植物を材料に、生育地と気孔特性の関係を調べた。2014、2015 年の 5 月～10 月に、東北大学植物園とその周辺(仙台市)で、林床種 10 属 13 種、林縁種 9 属 13 種、開放地種 23 属 32 種について、1 種につき 3 個体を選び、1 個体から 1 枚の葉(展開が終わった成熟葉)を採集した。葉の背軸面と向軸面について、中央部分をシリコンラバーで型取りし、顕微鏡下で、気孔密度、気孔開口部の長さ、表皮細胞密度を測定した。生育地間の特性の比較には、分類群(属)をランダム効果とした線形混合効果モデルを用いた。

葉の背軸面と向軸面における気孔の出現には、生育地間で顕著な差異があった。開放地種のほとんどは、葉の両面に気孔を持っていたが、林縁種と林床種では、気孔は背軸面にのみ観察された。

背軸面の特性について生育地間で比較すると、表皮細胞密度および気孔密度は、林床種より開放地種の方が有意に高かった。しかし、気孔開口部の長さには、生育地間で有意な差異はなかった。気孔開口部の長さは、表皮細胞密度の増加とともに減少し、生育地間で差異はなかった。一方、気孔密度は、表皮細胞密度とともに増加し、開放地種で林縁種と林床種より有意に高かった。また、気孔密度は、気孔開口部の長さに対して負の相関を示し、林縁種と林床種に比べ、開放地種で有意に高かった。

開放地種において、向軸面の気孔密度は、背軸面に比べるとばらつきが大きかったが、背軸面と同様に、表皮細胞密度とともに増加する傾向があった。

キク科植物では、強光環境への適応に気孔密度の増加が重要な役割を果たしていると考えられた。気孔の数とサイズの間にはトレードオフが見られたが、その制約の下で、開放地種は背軸面の気孔密度を増加させていた。また、向軸面にも気孔を配置することにより、開放地種は林縁種と林床種に比べ、気孔コンダクタンスを飛躍的に大きくしていると予想された。

落葉広葉樹林でのギャップ更新における、 実生の光合成・成長可塑性と林床生存率とのトレードオフ

○小口理一(東北大・院・生命)・日浦勉(北大・フィールド科学)・彦坂幸毅(東北大・院・生命)

風倒木等によるギャップ形成は森林の更新に欠かせないイベントである。ギャップ形成による光強度の上昇に対する実生の応答は種によって異なっており、森林内での多様性維持に貢献していると考えられている。葉レベルにおいてもギャップ形成に対して光合成能力の応答が起こる。この応答はすでに展開していた葉の順化もしくは新しく展開する葉の性質を変えることによって起こり、どちらも種間差があることが知られている。それでは、光合成能力の可塑性の種間差は、その後の実生の成長に寄与しているのだろうか。寄与しているとすれば、光合成能力の可塑性の種間差も種の共存に貢献していると考えられる。また、なぜ種によっては光合成の可塑性を持たないのだろうか。光合成の可塑性にはなんらかのコストが必要であり、林床での生存に負の影響を与えているのだろうか。これらの疑問に答えるため、林冠木を引き倒してギャップを形成し、6種の木本の光合成と成長の応答を観察した。全ての種においてギャップ形成後4年間の実生の相対成長速度は、林床よりもギャップで増加していたが、その増加率は種によって大きく異なった。実生の相対成長速度は、ギャップ形成後に展開した葉の光合成能力と強い相関を示し、光合成能力の可塑性がその後の実生の成長速度の増加率に強く寄与していることが示された(左図)。一方、相対成長速度と光合成能力のギャップ応答の大きさは、8年後の林床での実生の死亡率と正の相関を示した(右図)。このことは、ギャップ応答能力と林床での生存能力との間にトレードオフの関係があることを示唆している。このトレードオフ関係により、種によっては光合成の可塑性を持たない戦略をとると考えられる。光合成能力の可塑性の種間差は、森林のギャップ更新を介して、種の多様性維持に貢献していると考えられる。

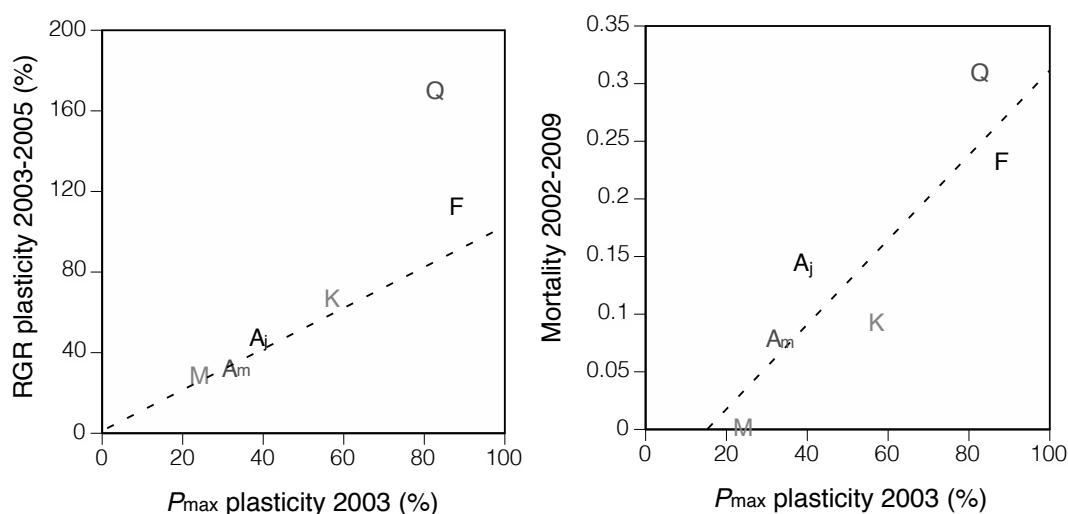


図 光合成能力(P_{max})の増加率と相対成長速度(RGR)の増加率(左)および死亡率(右)の関係
K:ハリギリ、M:ホオノキ、F:アオダモ、 A_j :ハウチワカエデ、Q:ミズナラ、 A_m :イタヤカエデ

巨大樹木ジャイアントセコイアの個体内における 体細胞間ゲノム変異の検出

○齋藤遥花, 満行知花, 綱本良啓(東北大・農), 石井弘明(神戸大・農),
陶山佳久(東北大・農)

多細胞生物の体細胞分裂では、DNA の複製ミスなどにより、ごく低い確率で突然変異が起こる可能性がある。このような突然変異の例として、突然変異が形質に現われた「枝変わり」を利用した果樹の品種などがよく知られている。しかし、形質に現れないようなゲノム内の突然変異が、一つの個体内でどの程度発生しているのかという「個体内ゲノム変異の蓄積」に関する実態は、これまでほとんどわかっていない。特に、長寿命で個体サイズの大きい樹木では、膨大な回数の体細胞分裂に伴った体細胞間変異が蓄積していることが期待されるため、このような研究を進める上で興味深い対象だと考えられる。

そこで本研究では、多くの突然変異が蓄積されている可能性のある樹木として、世界一体積が大きくなる巨大樹木として知られている *Sequoiadendron giganteum* (ジャイアントセコイア) を対象とすることとし、次世代シーケンサーを用いた体細胞間ゲノム変異の検出を試みた。サンプルはアメリカ・レッドウッド国立公園に生育するジャイアントセコイア 2 個体を対象とし、5~10m 間隔の異なる高さ(個体 1: 59m, 49m, 40m, 30m 樹冠内部, 30m 樹冠外部、個体 2: 95m, 90m, 85m, 80m, 75m, 56m, 50m)から、DNA 抽出用の葉を計 12 サンプル採取した。これら 12 サンプル中のそれぞれ 2 箇所から独立に DNA を抽出して合計 24 サンプルとして扱い、さらにそれぞれのサンプルから反復として独立に 2 つの試料を分析し、計 48 サンプルとして変異の検出を行った。このような 2 重の反復試料によって、最終的に検出された変異の信頼性を担保する工夫を行って分析を実施した。個体内の突然変異を検出する方法としては、次世代シーケンサーを用いたゲノムワイドな DNA 多型分析法である MIG-seq 法 (Suyama & Matsuki, 2015) を用いた。

これまでに、48 サンプルを対象として 250 塩基の長さの配列(リード)を読み取るシーケンシングを行い、合計 66,490,908 リードを得た。これらの配列の相同性をもとにして同一のゲノム内領域(座)に由来すると考えられるリードをまとめ、その一部として 80 塩基の長さの 4450 座の領域(計 356,000 塩基)の DNA 塩基配列情報を対象として解析を進めている。現在、これらの配列の中に突然変異が存在しているのかを精査している。

イノコヅチカメノコハムシとヒメカメノコハムシとの間の繁殖干渉の検出

○生田好成・藤山直之(山形大・理)

繁殖干渉とは、交配相手の種の認識が不完全な異種間に生じる性的相互作用によって、1種または複数種の適応度が低下する現象である。イノコヅチカメノコハムシ(以下、イノコカメと略)とヒメカメノコハムシ(以下、ヒメカメと略)は同属でいずれも少食性の植食性昆虫である。イノコカメはイノコヅチ類を、ヒメカメはシロザを主な寄主として利用しているが、イノコカメが分布していないとされる北海道の一部の地域ではヒメカメが例外的にイノコヅチ類を寄主としていることが確認されている。また、実験条件下では種間交尾が生じ、低頻度ではあるが雑種が生まれることが知られている。以上のことから、野外における 2 種の寄主利用パターンの解釈として、ヒメカメとイノコカメが同所的な地域においては、ヒメカメは潜在的には寄主として利用できるイノコヅチ類をイノコカメとの間に生じる繁殖干渉の影響のため利用していない可能性が考えられる。しかし、これらのハムシ類が交尾相手の種をどの程度認識しているのか、また、種間交尾が各種の適応度の低下にどのように影響するのかが明らかになっていない。そこで、本研究では以下の実験を計画した。

①2種の雄が示す交尾相手選好性:いずれかの種の雄成虫 1 個体と両種の雌成虫 2 個体を一緒にした際に、交尾が成立した組み合わせを記録する。その際、雌雄によるアプローチや雌が示す拒否などの行動の有無と頻度も記録する。

②種間交尾での精子の移送:種間交尾において精子が正常に移送されるかを調べるために、交尾未経験の雌成虫を同種または異種の雄成虫と交尾させた上で、貯精嚢内の精子の有無および数を記録する。

③種間交尾による雌の適応度の低下:交尾未経験の雌成虫を用い、異種の雄成虫と交尾させた場合に産卵数と孵化率の減少が生じるかどうかを記録する。また、異種に加えて同種とも交尾した場合には、同種精子の優先性によって繁殖干渉の影響が緩和される可能性がある。そこで、同種または異種と交尾させた雌を、さらに組み合わせが異なる種の雄と交尾させ、その前後の産卵数と孵化率を記録する。加えて、野外で採集した雌成虫は同種と 1 回以上交尾していると仮定し、さらに異種と交尾させた際の産卵数と孵化率の変化も記録する。

現時点では、①については、ヒメカメ雄を用いた 10 組とイノコカメ雄を用いた 7 組のデータを得ており、イノコカメ雄はヒメカメ雄と比較して同種雌へアプローチする頻度が高く、その結果として同種雌と交尾が成立する傾向があった。雌による拒否行動は交尾成立後のみに観察されたが、ヒメカメ雌はイノコカメ雌と比較して異種に対する拒否行動の頻度が高かった。②については、同種と既交尾の場合は、後に異種と交尾しても産卵数と孵化率には影響がないことが示唆された。なお、②と③については、実験室内で得た新成虫の性成熟が極めて生じにくいいため、十分な例数を実施できていない状況である。

森林における種多様性と地下部の根系分布パターン

○根岸有紀・清和研二(東北大・農)

【背景と目的】

日本の針葉樹人工林は、手入れ不足により過密化した林分が増加し、水源涵養機能など生態系機能の低下が引き起こされている。過密状態から間伐を行うことで、下層植生や広葉樹が導入され、種多様性の増加が期待できる。草地生態系では、種数の増加に伴い群集全体での生産量の増加(Naeem et al. 2009)や土壤栄養塩利用性の向上(Tilman 1996)など、地上部の種多様性が高いほど生態系機能が向上することを示唆する多くの知見が得られている。一方、森林生態系においては、地上部の現存量や種数の増加がどの程度、またどのようなメカニズムにより水浸透能や栄養塩の循環機能(水源涵養機能)を向上させるかについての知見は少ない(Ewel and Bigelow 2011)。さらに、種多様性が高いほど、根の住み分けがおこり地下部の細根量を増加させる(Brassard et al. 2013)が、他方では、複数種が同所的に根を集中させる結果、養分利用率が高められる(Frank et al. 2015)と考えられている。

森林においても根系層の調査は、水源涵養機能の回復メカニズムや種多様性の相関を解明するために重要となるだろう。本研究では、根系分布と生態系機能の関係性を明らかにする前段階として、間伐強度を変え混交度合いの異なるスギ人工林において、種多様性の程度が根系分布パターンに及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

【方法】

間伐強度を無間伐、弱度間伐(33%間伐)、強度間伐(67%)の三段階に設定し間伐後 14 年を経過したスギ人工林試験地を対象とする。無間伐区はスギの単純林であり、弱度区と強度区は数十種の広葉樹が侵入している。ただし弱度区は強度区に比べサイズが著しく小さい。

各処理区において、土壤コアを掘り取り、根系を形態などによる仕分けと DNA を用いた種判別を併用して、種の違いによる層別の根系分布パターンや細根量、また地上部の種多様性及び現存量が及ぼす影響について解析する。

湿原および山岳氷河の堆積物から得られた植物試料を対象とした 古代 DNA 分析

○丹野たかね(東北大・農)・高原光(京都府立大・生命)
・中澤文男(極地研)・陶山佳久(東北大・農)

湿原などに堆積した植物遺体を用いる古代 DNA 研究では、一般に DNA 抽出が期待できるほど保存状態が良好な大型植物遺体の発見は稀なため、植物古代 DNA による遺伝学的研究は困難である。しかし本研究では、共同研究者によって発見された保存状態の良い湿原堆積物層が得られたため、その中の植物遺体を対象として DNA 分析の可能性を検討した。

試料は、滋賀県比良山系にある白滝山南側の池塘群の 1 つであるスギヤ池から採取された土壌堆積物コアを使用した。このコアのうち約 2 万 7 千年前と測定された層の 8 か所を対象として、それぞれ約 1g の堆積試料を実体顕微鏡下で分解して植物遺体(主に針葉)を取り出した。試料中には数多くの植物遺体が含まれており、ほぼ完全な形の針葉も観察された。まずこれらの植物遺体のうち針葉片のみを対象に外部形態からその分類群を同定した。

その結果、同定可能であった葉片は主にトウヒ属とモミ属の葉であった。次に、比較的大きな葉片、あるいは複数の小さな葉片を混合した計 156 サンプルを対象として、2 種類の方法を使って DNA 抽出を試みた。抽出された DNA を鋳型として葉緑体 DNA 上の短い領域を対象とした PCR を行い、得られた増幅断片の DNA 塩基配列を調べた。

また、以上の研究とは別に、氷河コア中の花粉の DNA を対象とした研究を行っている。試料として、ロシアのアルタイ山脈にあるベルーハ氷河と、キルギスの天山山脈にあるグレゴリア氷河から採取された氷河コア中のマツ属花粉を対象とした。これまでに、花粉 DNA を一旦全ゲノム増幅によって十分な量に増やせば、その後に次世代シーケンシングによる SNP 分析が可能であることを確認している。今後は、氷河コア中の花粉から得られた古代 DNA 情報と、周辺地域に生育する現生集団の DNA 情報を比較し、遺伝的多様性の変遷などを解析したいと考えている。

特殊な休眠様式を示す林床植物が部分的菌従属栄養である可能性

○阿部繁樹(山形大・理)・橋本靖(帯広畜産大・畜産)・山岸洋貴(弘前大・白神)
・富松裕(山形大・理)

草本植物には、“double dormancy” (以下、DD)や“vegetative dormancy” (以下、VD)と呼ばれる特殊な休眠様式を示すものがある。DD を示す植物では、種子が完全に発芽するまでに 2 回の低温期を経る必要があり、散布された種子は翌年に幼根のみを出し、翌々年に地上部(シュート)が伸長する。一方、多年生草本が年によって地上部をつくらない現象は VD と呼ばれる。発芽において地上部が遅れて出る現象がランを想起させること、多くのランを含む菌従属栄養植物が必ずしも毎年地上部をつくらないことから、これらの休眠様式に菌根共生が関与している可能性が指摘されているが、その適応的意義は明らかにされていない。近年、ラン科やツツジ科の一部の種では、光合成能力をある程度保持したまま、外生菌根菌への従属栄養性を示す(=部分的菌従属栄養性である)ことが、植物体や菌体(子実体)の安定同位体分析から示されている。DD や VD では通常の休眠とは異なり、地上部を出さない間にも地下部の代謝活動が生じるため、その間の炭素源として菌根菌からの供給に依存している可能性がある。

本研究では、DD と VD の両方を示し、アーバスキュラー菌根性の林床植物であるオオバナノエンレイソウ(*Trillium camschatcense*)を対象として、本種が部分的菌従属栄養である可能性を検討した。北海道帯広市の 3 ヶ所の落葉広葉樹林において、オオバナノエンレイソウと、それと同所的に生える草本 3 種(コンロンソウ *Cardamine leucantha*、ニリンソウ *Anemone flaccida*、エゾトリカブト *Aconitum yesoense*)の開花個体と実生もしくは幼植物を採集し、葉の安定同位体分析を行った。その結果、オオバナノエンレイソウの実生は他種の幼植物と $\delta^{13}\text{C}$ が同程度だったが、開花個体の $\delta^{13}\text{C}$ は他種に比べて約 2 ‰大きかった。また、オオバナノエンレイソウとニリンソウ、エゾトリカブトは、菌根共生しないコンロンソウと比べて $\delta^{15}\text{N}$ が大きかった。今後は、採集した根を用いてアーバスキュラー菌根菌の感染動態を観察する予定だが、部分的菌従属栄養の可能性をさらに検証するためには、菌体の安定同位体比をあわせて測定する必要がある。

1995 年に一部が同調開花・枯死したチシマザサ個体群における ジェネットの多様性と空間分布

○大矢陽太・富松裕(山形大・理)・陶山佳久(東北大・農)・松尾歩・蒔田明史(秋田県立
大・生物資源)

地下茎や匍匐枝を伸ばして栄養生殖(クローン成長)を行うクローナル植物の個体群では、時間の経過とともに競争によってジェネット(一つの種子に由来する遺伝的な個体)の多様性が低下し、ジェネットサイズの非対称性は大きくなると考えられている。しかし、野外でのジェネット識別が困難なことから、クローナル植物の個体群動態に関するデータは乏しい。

日本の温帯域に分布するイネ科ササ属の植物は、落葉広葉樹林の林床で広く優占するクローナル植物である。林床においてササが優占すると、樹木の更新や林床植物の種多様性にも強い影響を及ぼすことが知られている。そのため、ササ属植物の群落形成過程を明らかにすることは、森林の動態を考える上でも重要である。秋田県十和田湖畔のブナ林に生育するチシマザサ *Sasa kurilensis* 個体群は、その一部が 1995 年に同調開花・枯死した。枯死後の回復過程に関する研究から、暗い閉鎖林冠下ではバイオマスの回復が遅いが、明るい林冠ギャップ下からクローン成長によって分布を拡大したジェネットがバイオマスの回復に寄与していることが示唆されている。したがって、枯死後約 20 年の間に一部のジェネットが広範囲に分布していることが期待されるが、個体群内におけるジェネットの空間分布を詳しく調べたデータはない。

本研究では、十和田湖畔のチシマザサ個体群において、ジェネットの多様性と空間分布について調べた。調査区(50 × 200 m)は、開花枯死区域(D 区)と非開花枯死区域(L 区)がパッチ状に混在しており、85ヶ所のプロット(2 × 2 m)が設置されている。D 区では枯死後の経過時間が比較的短いことから、ジェネットの多様性や非対称性を L 区と比較することで、チシマザサの長期的な個体群動態を推察するための知見を得ることができると考えられる。そこで、マイクロサテライト 7 遺伝子座を用いて、各プロットから約 5 稈に 1 稈の割合で採取された葉($N = 594$)の遺伝子型を決定し、ジェネットを識別した。

その結果、D 区ではジェネットの多様性が高かったが、L 区ではジェネットの多様性が低く、少数の巨大なジェネットが優占する傾向が見られた。また、D 区でも 25 m 以上にわたって分布する比較的大きなジェネットが分布していることが分かった。今後、ジェネットサイズの非対称性についても分析を行い、チシマザサの長期的なジェネット動態について考察する。

ビデオ映像を用いたフジツボの空間分布について

○吉田幸子(東北大・生命科学)

岩礁潮間帯の研究は古くから数多く行われ、得られた知見は生態学の発展に大きく貢献してきた。代表的な調査方法のひとつは、岩礁にコドラートを設置して付着生物群集の動態を観察・定量することである。このような、コドラート法は、例えば垂直方向に複数設置することで付着生物に対する潮位の環境を把握出来るため、多くの研究で採用されて来た。しかし、安全確保のため、潮間帯の付着生物の観察は干潮時に限られていた。また、潮下帯まで観察範囲を広げる場合には、潜水が必要となり多くの労力がかかることになる。このような労力を軽減し、満潮時でも潮間帯の調査・観察が行えるよう、フジツボを対象に、ビデオ映像を用いた調査方法について検討した。

ビデオ撮影には、ハウジングに入れたアクションカム(SONY)を用いた。具体的には、コドラート設置の手間を省き、常に一定面積の映像が得られるよう、直方体に組み立てた鉄製アングル(縦 30cm、横 30cm、奥行き 25cm)にカメラを固定した。このアングルにロープを取り付け、足場から吊り下げる形で基質表面を撮影した。撮影に際しては、基質面に垂下したメジャーが映像に映るようにすることで、水深を確認した。

この装置を用い、浅虫海洋生物学教育研究センター内の護岸壁に付着しているフジツボの観察を行った。その結果、ハウジングしたアクションカムに浸水はみられず、アングルを水深毎に静止したり、ゆっくりと動かしたりすることで観察に耐えられる画像が得られることが判った。しかし、比較的浅い水深でも、日陰になる場合などは映像が暗くなるため、例えば蓋板の有無によるフジツボの生死判断などがしばしば困難となった。このような問題は、アングルに水中ライトを付けることで回避出来るであろう。

本手法では、海藻などに覆われ上方からは見えないフジツボ個体や、焦点からズレてしまうイガイなど二次基質上に付着している個体は解析出来なかった。このように、本手法による観察は、簡便に調査が出来るため観察例数を増やせるなどの利点はあるが、藻類が繁茂していない場所で岩などの一次基質のみに付着した個体限られるなど制限のあることが判った。

裏磐梯地域に点在する中小湖沼群の水生植物相と 水質および水生外来生物の関係

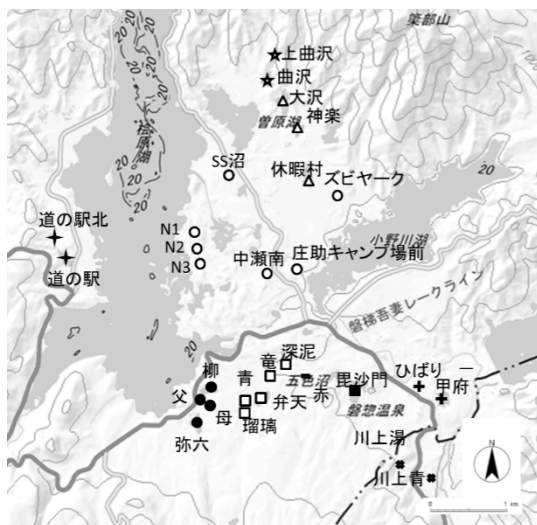
○遠藤優年(福島大・院・理工)・首藤光太郎(福島大・院・理工)
・水澤玲子(福島大・人間)・黒沢高秀(福島大・理工)

福島県の磐梯山北側に位置する裏磐梯地域には、1888 年の噴火によって形成された大小 200~300 もの湖沼が存在する(富田 1997)。この内、多様な環境を有する中小湖沼には保護上重要な種を含む多くの水生生物が存在し、裏磐梯地域における生物多様性の特徴の 1 つとなっている(黒沢ら 2016, 塘ら 2016)。その一方で、バス類、ウチダザリガニ、アメリカザリガニ、コカナダモ、キショウブなどの侵略的外来生物も同様の水域に定着しており、保護上重要な種や生態系への影響が懸念されている(黒沢ら 2016, 塘ら 2016)。将来的な生物相の変化や侵略的外来生物の駆除・抑制に向けて、これらの外来生物が保護上重要な種や生態系に及ぼす影響を明らかにすることは重要である。本研究では、裏磐梯地域の中小湖沼に生育する水生植物に注目し、影響を与えうる要因として水生外来生物や水質との関係を推定することを目的として、水生植物相データの解析を行った。

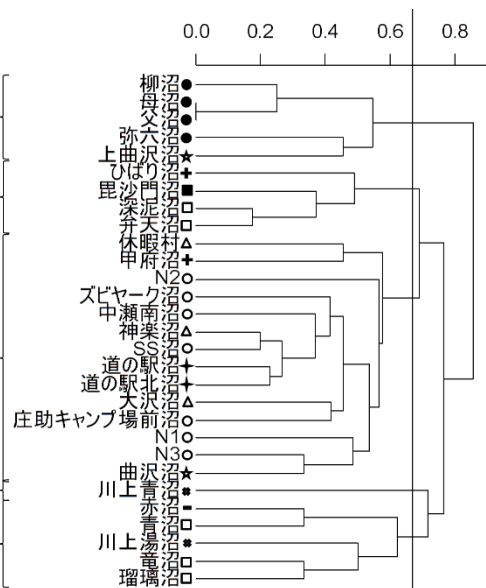
水生植物は、角野(2014)に掲載されている種とした。また、首藤ら(2012)による先行研究 14 湖沼で水生植物の確認を行うとともに、新たに 15 湖沼において水生植物相調査を行った。

水生植物相調査の結果、計 29 湖沼から 53 種類(抽水 27 種類、浮葉 9 種類、沈水 12 種類、浮遊 5 種類)の水生植物を確認した。群平均法によるクラスター解析を行った結果、これらの湖沼の水生植物相は、地理的な位置関係を反映しているように見えたが、離れたクラスターに属する湖沼が混在する地域(例えば五色沼湖沼群)もあった(下図)。

今後は水質や水生外来生物、人為的な影響の有無、生育型などその他の要因について、これら湖沼の水生植物相にどのような影響を与えているのか、より詳細な解析をしていく予定である。



(左) 調査湖沼の位置関係。



(右) 全生育型によるクラスター解析結果。

種内における Plant-Soil Feedback 効果は個体群によって異なる

○大崎晴菜・山尾僚(弘前大・農生)

植物群落における種の多様性は、生産性や生態系の安定性を規定する主要な要因であるため、その維持メカニズムの解明は、古くから多くの研究者が取りくんできた。近年、その主要なメカニズムとして、Plant-soil Feedback 効果(以下、PSF 効果とする)が着目されている。PSF 効果とは、植物が土壌の化学的・物理的・生物的環境を改変することで、その効果が再び植物の生長や繁殖に与える影響のことを指す。この PSF 効果が同種の植物に対して正に作用する場合、同種の成長が促進され、局所的な種の多様性は低下する。これに対し、同種に対する PSF 効果が負に作用する場合には、同種に対して不利な土壌環境が形成されることで他種が侵入・生長し、種多様性の維持に貢献することになる。このような負の PSF 効果は、草原や森林の多年草や樹木において数多く報告されており、様々な植物群落において種の多様性維持に貢献していると考えられている。その一方で、種内の遺伝的多様性もまた植物群落の生態系機能向上において重要な役割を果たしていると考えられている。しかしながら、PSF 効果を同種内の遺伝的違いによって検討している研究は少ない。本研究では、PSF 効果を種内レベルの相互作用に適応し、種内の遺伝的多様性維持に PSF 効果が寄与する可能性を検証する。

対象種には、多年生草本のエゾノギシギシとオオバコを使用した。エゾノギシギシは、青森県弘前市内の1個体、同じく青森県平川市内の3個体群より各1個体、茨城県つくば市の1個体、計6個体からそれぞれ種子を採集した。オオバコでは、青森県弘前市と福岡県福岡市のそれぞれ1個体から種子を採集し、実験に利用した。まず、エゾノギシギシとオオバコの芽生えを38日間栽培する。栽培したポットの土を3つに分け、同系統(同じ親株由来)、他系統(異なる親株由来)、他種(ギシギシまたはオオバコ)の芽生えをそれぞれ植え、3週間栽培した後、生長量として乾燥重量を計測した。この結果、処理ごとの乾燥重量は個体群によって異なることがわかり、いくつかの個体では他系統の土で栽培された場合よりも、同系統の土で栽培された場合でより成長するという結果が得られた。一方、オオバコでは種内の PSF 効果は観測されなかった。以上より、種内における PSF 効果は個体群によって異なることが明らかになった。これらの結果を基に、植物種内における PSF 効果と遺伝的多様性維持メカニズムについて考察したい。

花色の過分散を示す植物群集における訪花者の網羅的調査:

花色で変わる訪花者タイプ?

○牧野崇司・佐藤宏美・横山潤(山形大・理)

赤いつばきや黄色のヒマワリ、青いリンドウなど、野外では様々な植物が多様な色の花を次々と咲かせる。こうした花色の多様性に関わる要因の一つとされるのが、同時に開花する他種の存在である。ハナバチやチョウといった花粉を運ぶ訪花者は、生まれつきの好みや学習などの理由により、しばしば同じ色の花を続けて訪れる。ゆえに他種と異なる色の花を咲かせれば、訪花者が同種個体間を移動する可能性が高まり、花粉を効率良く受け渡すことができる。このことから「同じ場所で同時に咲く種ほど花色が異なる傾向(過分散)」が予測され、実際に、山形県上山市のある植物群集において花色の過分散が検出された(Makino & Yokoyama 2015)。では同群集の植物は、異なる色の花を咲かせることで異なる訪花者を誘引しているのだろうか? 花色と訪花者の関係については、たとえばハナバチ媒花には青、ガ媒花には白が多いといった大まかな傾向が知られている。しかし群集を構成する訪花者の種類は場所や季節などによって変わる。どの色の花がどのタイプの訪花者に利用されるのかは、上山の群集においても不明である。

そこで本研究では、同群集の訪花者を明らかにするため、2 種類の調査を行った。ひとつは、約 3.5km の調査路を巡回しながら、花への訪問が確認された昆虫を捕獲する週 1 回の調査、もうひとつは、決められた植物種の前で 1 時間待機し、花を訪れた昆虫を捕獲する月 1 回の調査である。以上の調査を、2015 年の 4 月中旬から 11 月上旬までの 32 週にわたり、合計で 39 回実施した。また、花の色の類似・相違の程度を評価するため、分光器で測定した花卉の反射率を訪花者の色覚モデルを用いて解析した。

調査では、163 種の植物に対し合計 4747 頭の訪花者を確認した。これら訪花者は少なくとも 313 種の昆虫で構成され、大きく 6 つのタイプ(ハエ・ハナバチ・チョウ・コウチュウ・カリバチ・カメムシ)に分けられた。その構成比は個体数ベースで順に 35%、24%、22%、12%、4%、2%だった。この構成比(訪花者相)を植物種間で比較し、色の似ている植物種のペアと異なる植物種のペアに分けたところ、訪花者相の違いは色の異なるペアでより大きくなっていた。そこで各植物の訪花者相を、訪花者から見た色相別にまとめたところ、例えば白系の花でハエの割合が高くなるといった、それぞれの色相に特徴的な訪花者タイプの偏りが見つかった。しかも、これらの偏りの多くが、色相や訪花者相の季節的な同調で説明できる範囲を超えていることも、ランダムイゼーションを用いた検証で明らかとなった。以上のように上山の植物は、異なる色の花を咲かせることで異なるタイプの訪花者を誘引していた。これにより繁殖に不利となる、異種植物間の花粉移動を抑えているのかもしれない。

会記 (2016 年度)

【地区委員会報告】 2016 年度定例地区委員会は 2016 年 10 月 29 日に ZAO センタープラザにおいて開催され、以下の議題について報告および審議がなされた。出席者は以下の 14 名であった。陶山佳久 (地区委員長)・杉山修一・蒔田明史・東淳樹・松政正俊・占部城太郎・彦坂幸毅・玉手英利・富松裕・兼子伸吾・黒沢高秀・小口理一 (オブザーバー参加：前会計幹事)・牧野能士 (会計幹事)・牧野渡 (庶務幹事)

= 報告事項 =

・庶務報告

- 1) 2016 年 2 月 29 日：日本生態学会東北地区会ウェブサイトを開設した。
- 2) 2016 年 2 月 29 日：日本生態学会東北地区会会報 76 号をウェブサイトで公開した。
- 3) 2016 年 3 月 20-24 日：日本生態学会大会第 63 回大会仙台大会において、会場係などのサポートを行った。
- 4) 2016 年 6 月 17 日：地区委員選挙を公示し、被選挙人名簿および投票用紙を郵送した。
- 5) 2016 年 7 月 20 日：地区委員選挙の開票を行い、次の 22 名を選出し、当選通知と地区委員長投票用紙を発送した (敬称略、任期：2016 年 8 月 1 日 - 2018 年 7 月 31 日)。
 - 青森県： 石田清・杉山修一・池田紘士 (次点：山尾僚)
 - 秋田県： 星崎和彦・蒔田明史 (次点：坂田ゆず)
 - 岩手県： 鈴木まほろ・松政正俊・東淳樹 (次点：松木佐和子)
 - 宮城県： 陶山佳久・占部城太郎・彦坂幸毅・酒井聡樹・中静透・平吹嘉彦・清和研二・河田雅圭・牧雅之・(次点：鹿野秀一、次々点：小口理一)
 - 山形県： 富松裕・玉手英利・林田光祐 (次点：牧野崇司・森茂太)
 - 福島県： 黒沢高秀・兼子伸吾 (次点：水沢玲子)
- 6) 2016 年 7 月 29 日：地区委員長選挙で陶山佳久氏 (東北大) が選出された。後日、陶山地区委員長の委嘱により、庶務幹事は牧野渡氏 (東北大)、会計監事は牧野能士氏 (東北大) に決定した。
- 7) 2016 年 8 月 8 日：第 61 回地区大会及び総会の案内をメール送信した。
- 8) 2016 年 8 月 21 日：岩手生態学ネットワーク【岩手発・市民講座「人と自然と生態学」】第 15 回「私たちのエネルギーと生物・生態系」(於・アイーナ) を共催した。
- 9) 2016 年 10 月 8 日：第 61 回地区大会プログラムをメール送信した。
- 10) 2016 年 10 月 29 日：第 61 回地区大会山形大会を ZAO センタープラザにて開催し、定例地区委員会、特別講演「動物と植物を感じる世界：生理学と生態学の立場から」、一般講演 (研究発表および研究相談ポスター) を行った。
- 11) 2016 年 10 月 30 日：第 61 回地区大会山形大会の二日目を ZAO センタープラザにて開催し、一般講演 (研究発表) と地区大会総会を行った。
- 12) 2016 年 12 月 17 日-2017 年 2 月 26 日：岩手県立博物館ならびに岩手県文化振興事業団主催【平成 28 年度テーマ展・大津波と三陸の生き物】(於・岩手県立博物館) を後援した。

・会計報告

会計幹事より、2015 年度決算 (資料 1) と会計監査について報告があり、了承された。

・岩手生態学ネットワーク報告

代表の松政正俊委員より、2016 年度の活動報告と会計報告がなされた。例年、春夏と秋冬の 2 回「市民講座」を開催していたが、2016 年度秋冬の回は、岩手県立博物館にて開催される「平成 28 年度テーマ展・大津波

と三陸の生き物」に差し替える旨、説明があった。

= 審議事項 =

・日本生態学会東北地区会会則の改正

日本生態学会の一般社団法人化の際に廃止された「日本生態学会会則」を引用している日本生態学会東北地区会会則第二条および第三条について、第二条は「一般社団法人日本生態学会地区会、編集委員会、専門委員会等規則第 2 条」を、第三条は「一般社団法人日本生態学会定款」を、それぞれ引用する形に改めた会則改正案について、陶山地区委員長より説明がなされた。審議の結果、異議がなかったため、原案のまま地区大会総会に諮ることが承諾された。

・次回、次々回地区大会開催地

次回大会を福島県で開催することが、昨年度地区委員会の決定事項に基づいて了承された。また次々回大会は青森県へお願いすることとなった。

・岩手生態学ネットワーク 2017 年度支援

松政委員から 2017 年度「市民講座」の「会場費および宣伝費」として予算要求があり、審議の結果、50,000 円を「支援費」として拠出することが承認された。同時に、「市民講座」の周知活動を、岩手県だけでなく他県向けにも従来以上に積極的に行うよう、松政委員へ要請された。

・2016 年度予算執行状況および 2017 年度予算案

会計幹事より、2016 年度予算執行状況（資料 2）について説明がなされ、了承された。次いで、2017 年度予算案について説明がなされ、上記「支援費」を含めること、会費発行費をゼロとすることを修正した上で、了承された（資料 3）。

【地区大会報告】 東北地区会第 61 回大会は 2016 年 10 月 29・30 日に ZAO センタープラザにて行われた。特別講演「動物と植物が感じる世界：生理学と生態学の立場から」が開催され、一般講演・研究発表の部では「大会発表賞」が設けられ、大会参加者からの投票により、最優秀賞が藤田琴実氏（東北大）へ、優秀賞が篠田梨奈氏（山形大）と時田紘太郎氏（東北大）へ、それぞれ授与された。

【総会報告】 2016 年度東北地区会総会は、2016 年 10 月 30 日に ZAO センタープラザ開催され、総会議長に富松裕氏を選出し、以下の議題について報告および審議がなされた。

- ・地区委員会における庶務報告および会計報告が了承された。
- ・岩手生態学ネットワークの活動について報告がなされた。
- ・日本生態学会東北地区会会則の改正案が原案どおり承認された。
- ・2016 年度予算案が原案どおり承認された。
- ・次回地区大会を福島県で行うこと、次次回大会は青森県へお願いすることが了承された。

資料 1 2015 年度決算 (単位: 円)

東北地区会2015年度決算 (2015年1月1日~12月31日)

<一般会計>

収入の部			支出の部		
費目	予算	決算	費目	予算	決算
地区会費	119,100	125,000	会議費	20,000	0
地区還元金	85,300	88,100	旅費・交通費	60,000	58,360
利子収入	194	0	人件費	0	0
その他	0	0	地区大会・講演会		
前年度繰越金	745,755	731,481	会場費	40,000	60,000
			アルバイト代	33,000	0
			講師料	10,000	16,704
			印刷費	5,000	0
			発送費	5,000	0
			学生旅費補助	55,000	21,000
			その他	2,000	78,676
			小計	150,000	176,380
			事務費		
			通信費	1,000	515
			消耗品費	3,000	0
			雑費	1,000	588
			銀行手数料	2,000	0
			小計	7,000	1,103
			選挙費	0	0
			賞金	0	0
			会誌発行	5,000	0
			その他	40,000	0
			次年度繰越金	668,349	708,738
合計	950,349	944,581	合計	950,349	944,581
単年度収入	204,594	213,100	単年度支出	282,000	235,843

資料 2 2016 年度予算執行状況 (単位: 円)

東北地区会2016年度執行状況 (2016年1月1日~10月29日)

<一般会計>

収入の部				支出の部			
費目	予算	中間報告	予算との差額	費目	予算	中間報告	今後執行見込
地区会費	125,000	127,800	2,800	会議費	20,000	11,648	0
地区還元金	88,100	90,100	2,000	旅費・交通費	30,000	0	30,000
利子収入	0	0	0	人件費	0	0	0
その他	0	0	0	地区大会・講演会			
前年度繰越金	731,481	708,738	(22,743)	会場費	40,000	0	0
				アルバイト代	33,000	42,000	0
				講師料	10,000	0	0
				印刷費	5,000	7,210	0
				発送費	5,000	574	0
				学生旅費補助	55,000	45,000	0
				その他	2,000	52,000	0
				若手生態学ネット			
				ワーク支援			
				支援費	65,000	0	65,000
				小計	215,000	146,784	0
				事務費			
				通信費	1,000	1,089	500
				消耗品費	3,000	0	3,000
				雑費	1,000	0	1,000
				銀行手数料	2,000	432	1,568
				小計	7,000	1,521	6,068
				選挙費	44,000	45,436	0
				賞金	0	0	0
				会誌発行	5,000	0	0
				その他	40,000	0	0
				次年度繰越金	583,581		620,181
合計	944,581	926,638	-17,943	合計	944,581	205,389	721,249
単年度収入	213,100	217,900	4,800	単年度支出	361,000	205,389	101,068

資料 3 2017 年度予算案 (単位: 円)

東北地区会2017年度予算案 (2017年1月1日~12月31日)

<一般会計>

費目	収入の部		費目	支出の部	
	2016決算見込	2017予算案		2016決算見込	予算案2017
地区会費	127,800	127,800	会議費	11,648	20,000
地区還元金	90,100	90,100	旅費・交通費	30,000	32,640
利子収入	0	0	人件費		0
その他	0	0	地区大会・講演会		
前年度繰越金	708,738	620,181	会場費	0	30,000
			アルバイト代	42,000	23,000
			講師料	0	0
			印刷費	7,210	5,000
			発送費	574	5,000
			学生旅費補助	45,000	45,000
			その他	52,000	42,000
			若手生態学ネットワーク		
			支援		
			支援費	65,000	50,000
			小計	211,784	200,000
			事務費		
			通信費	1,589	1,000
			消耗品費	3,000	3,000
			雑費	1,000	1,000
			銀行手数料	2,000	2,000
			小計	7,589	7,000
			選挙費	45,436	0
			賞金	0	0
			会誌発行	0	0
			その他	0	0
			次年度繰越金	620,181	578,441
合計	926,638	838,081	合計	926,638	838,081
単年度収入	217,900	217,900	単年度支出	306,457	259,640

日本生態学会東北地区会会則

1966 年 11 月 26 日 改正
 1985 年 10 月 26 日 改正
 1997 年 11 月 9 日 改正
 1999 年 11 月 14 日 改正
 2011 年 12 月 11 日 改正
 2016 年 10 月 30 日 改正

1. 本会は日本生態学会東北地区会という。
2. 本会は一般社団法人日本生態学会地区会、編集委員会、専門委員会等規則第 2 条による東北地区に居住する生態学会会員、および本会会則に賛同して本地区会に入会を希望する者によって構成する。
3. 本会は一般社団法人日本生態学会定款にうたわれている目的の達成に努力し、併せて本地区内会員相互の親睦を図ることを目的とする。
4. 本会は上記の目的を円滑に達成するため次の機関および役員をおく。
 - I「総会」 総会は本会の最高議決機関であり、毎年 1 回開き、会務、会計その他重要事項を議決する。
 - II「役員」 本会の運営のため次の役員をおく。
 - イ) 地区委員 会員の互選により各県 2 名 (但し会員 20 名を超える県では超過 15 名毎に 1 名ます) 任期は 2 年とし再選をさまたげない。65 歳以上の会員は、本人の申し出によって地区委員の被選挙人名簿への登載を辞退でき、また地区委員を辞退することが出来る。地区委員は本会運営の代表となる地区委員長 1 名を互選する。任期は 2 年とし連続再選をさまたげる。
 - ロ) 幹事 若干名 地区委員の承認を得て委員長が委嘱する。任期は 2 年とし重任をさまたげない。
5. 本会の経費は地区会費、地区還元金、その他をもってあてる。
6. 地区会費は年額 600 円とし、前納しなければならない。
7. 本会の会計年度は毎年 1 月 1 日に始まり 12 月 31 日までとする。
8. 本会則の改正は総会の議決によらねばならない。

附 則

地区会費の年額 600 円は 2013 年度分から適用する。

日本生態学会東北地区会 会員数 (停止・宛先不明を除く。2016 年 10 月 20 日現在)

	一般会員	学生会員	小計
青森県	19	12	31
秋田県	11	2	13
岩手県	32	3	35
宮城県	64	48	112
山形県	17	6	23
福島県	14	7	21
合計	157	78	235

日本生態学会東北地区会会報 第77号

発行日 2017年1月1日

発行者 〒980-8578

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3

東北大学理学部生物学教室内

日本生態学会東北地区会