

ワーキンググループのコアメンバーと共に。

石川 昨年、先生が発表された葉の力学に関する論文は、生態学の科学雑誌で高い評価を受けたそうです。どの様な研究なのでしょう。

小野田 植物は、光合成によって空気中の二酸化炭素を炭水化物に変換しますが、その光合成の速度は植物種によって大きく異なります。例えば、道端の草は、常緑樹の葉に比べて何倍も光合成速度が高いです。このような違いをもたらす原因は、葉の耐久性にあります。光合成速度が高い葉は、概して柔らかく短寿命ですが、光合成速度が低い葉は、概して硬く長寿命です。自然界には、植食動物などの生物的ストレスや

風雨などの物理的ストレスがあり、植物が葉を長持ちさせるためには、丈夫な葉を持たなければなりません。でも頑丈な葉を作るために細胞壁を厚くすると、光合成タンパク質の量が減ったり、光合成の効率が悪くなったりします。ですから、葉の丈夫さ、つまり葉の力学を理解することが、植物の光合成の理解につながると考えられます。また、葉の力学の研究は、この10年ほどで進歩し、世界各国でデータがとられていました。そこで、ワーキンググループを開いて、世界的スケールで評価しようと考えたのです。オーストラリアの大学の研究機関に協力いただき、世界各地の20数名の研究者と連携。2800種余りの葉の強度のデータを集め解析しました。

石川 解析によってどのようなことがわかったのですか。

小野田 熱帯では、葉を食べる動物の数が多いため、熱帯植物は温帯植物よりも、より防御能力を高く維持する必要があります。これを支持するという有名な仮説がありました。これを支持する結果もありましたが、数地点で比較したものに限られ、世界的に解析した例はなかったのです。そこで、私たちが90地点2819種のデータを解析し調べたところ、熱帯の葉ほど丈夫だという傾向は見られないことがわかりました。二十年來語られてきた仮説だったのですが、調べてみなければわかりませんね。ただし、植物の防御には、力学的防御と化学的防御があるのですが、今後の課題として、化学的防御についても考えていく必要があると思っています。

🌐 **ワーキンググループを開き、地球規模での葉の解析に成功。**

葉の形質や機能から、生物多様性の知見を深めたい。

「ぶんらんランナー」は、九州大学の研究の最前線をインタビューで紹介するシリーズです。シリーズ第30回目は、理学研究院生物学部門の小野田雄介 GCOE 特任准教授に、芸術工学研究院の石川幸二教授が聞きます。

世界90カ所から2819種のデータを収集し、植物の葉の強度の地球規模でのパターンを世界で初めて示す。

理学研究院生物学部門 GCOE 特任准教授

おのだ ゆうすけ

小野田 雄介

聞き手／芸術工学研究院 石川 幸二 教授

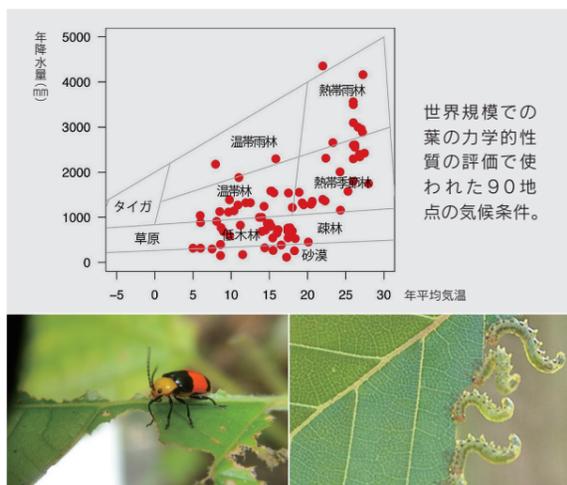
🌐 **自然への強い関心が、生態学の研究へ導く。**

石川 最初に「生態学」とはどんな学問なのか教えていただけますか。

小野田 生態学とは、気温や降水量などの物理的要因、さらには、食う・食われるといった生物同士の相互作用などが、生物の分布や密度にどう影響しているかを明らかにする学問です。また、近年は、乱獲、開発、森林伐採など、人間活動によって様々な生物の分布や密度が脅かされています。これらを調査し、因果関係を明らかにして、保全の提言をするのも生態学の研究に含まれます。生態学はとても広い分野なので、研究対象によって細分されています。私は植物生態学、生理生態学、進化生態学、マクロ生態学、多様性科学などの分野が専門です。

石川 先生はどのような理由から「生態学」の研究を志されるようになったのですか。

小野田 私は田舎育ちで、小さい頃は川で魚を捕ったり、森や田畑で昆虫採集をしたりすることが日常でした。自然への強い関心はその頃から養われていたように思います。中学生の頃は、園芸植物の栽培に凝っていましたね。植物を栽培することは、結果として、それぞれの植物の生き方の違いをじっくり観察することになります。このような経験を通して、植物の生態に魅了され、生態学の領域に進んだのです。



虫が植物を食べる様子。(柔らかい葉は食べられやすい)

🌐 **地球規模の課題の解決には、研究者同士の連携が重要。**

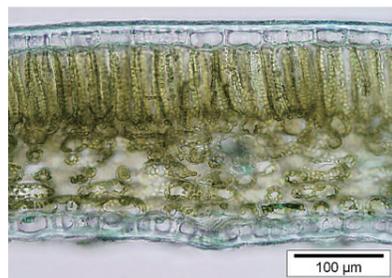
石川 ワーキンググループを開くにあたって、苦労されたことなどありますか。

小野田 コミュニケーションですね。調査したデータは、各研究者が苦労して集めたものから、そう簡単に外に出そうとはしません。私も含め英語が第一言語でない研究者もいましたから、私の主旨を理解してもらいデータを提供いただくのは大変でした。協力してもらったために、実現しそうな明確な目的を定め、共同研究者として論文を出すことを約束しました。ギブ&テイクの関係ができるように環境を整えていったんです。結果、20〜30カ国のデータが集まり、地球規模の研究成果を出すことができました。

小野田 雄介 GCOE 特任准教授 プロフィール

2000年3月 東北大学理学部生物学科卒
 2002年3月 東北大学大学院理学研究科生物学専攻博士課程前期修了
 2005年3月 東北大学大学院生命科学研究所生態システム生命科学専攻博士課程後期修了
 2005年4月 日本学術振興会海外特別研究員オランダユトレヒト大学 植物生態&生物多様性グループ
 2007年5月 オーストラリア マッコリー大学 生物学科 植生機能研究ネットワーク リサーチフェロー
 2010年2月 現職

葉の断面写真。薄く硬い表皮と内側の柔らかい葉肉組織から成り立っており、工学で使われるサンドイッチ構造によく似ている。



飛行機の翼の断面。サンドイッチ構造の具体例。

葉の表皮。ピンク色に光るのはクチクラ。クチクラは薄いが驚くほど硬い。素材的には使いついで弁当箱やコップに使われるプラスチック並みの硬さ。



カフェテリア実験。様々な植物の葉を並べて、どの葉が食べられやすいかを調べる。共同研究者のLourens Poorter氏提供。

石川 ワーキンググループのメリットはどこにあると思われませんか。
 小野田 言うまでもありませんが、1人ではできないことができます。1人の研究者で調査できる植物は、せいぜい100〜200種でしょう。1人で世界各国を回るわけにもいきませんからね。地球規模の問題や多様性に関わる問題は、世界の研究者と連携することが非常に重要です。ワーキンググループという形式をとったから、地球規模の成果を出せたのだと思います。
 石川 ご自身は、今回の研究の成果をどのようにお考えですか。
 小野田 これまで、葉っぱの強度は、統一された基準が無かったので、値を聞いてもそれが高いのか低いかわからなかったんです。しかし、私たちの研究で世界基準となる数値を示すことができました。今後、研究者が測定する時の1つの尺度になるでしょう。これは評価できる点だと思っています。他に、葉っぱの強度に気温が影響していることはわかっていましたが、降水量が2分の1になったら、どのくらいの厚さにな

石川 海外の大学に留学したことで、ご自身に変化がありましたか。
 小野田 少し図太くなりましたね。まず、日本と欧米では考え方が違って、自分に不都合なことがあれば言葉にして言わないといけません。受け身では生活するのも大変でした。でも、外に出たことで日本人の良さもわかった気がします。石川 最後に、九大学生に対するメッセージをお願いします。
 小野田 海外の学生は物怖じせずに意見を言います。これが日本の学生と一番の違いでしょう。日本の学生ももっと、自分をアピールしていいと思います。私はこの10年で4つの大学に勤務しました。環境が変わるたびに、新しい挑戦があります。その度に少々苦労もするのですが、それ以上に得るものもあります。若さというのは時に無謀な挑戦も許されるもの



のかという具体的な数値まではわかっていませんでした。これについても定量的な評価ができるようになったので、科学的に有効だったと評価しています。

オランダの大学で挑んだ「葉の力学」研究。

石川 ところで、葉っぱの力学の測定はどのように行うのですか。
 小野田 大きくは、葉っぱに「穴を空ける」「ひっぱる」、「切断する」の3つの方法で測定

いかに力学的なデザインとして効率的に作られているかを示しました。
 石川 建築でいうとハニカム構造(※3)のようなものですか。
 小野田 まさにそうです。植物と工学や建築は、全く異なるものには思えますが、構造的には同じなんです。バイオミメティクスという、生物のもつ優れた機能や形を応用して、建築など工学的に応用しようとする研究も進んでいるんですよ。

新しい挑戦は苦勞もあるが、それ以上に得るもの大きい。

石川 海外の大学に留学したことで、ご自身に変化がありましたか。
 小野田 少し図太くなりましたね。まず、日本と欧米では考え方が違って、自分に不都合なことがあれば言葉にして言わないといけません。受け身では生活するのも大変でした。でも、外に出たことで日本人の良さもわかった気がします。石川 最後に、九大学生に対するメッセージをお願いします。

小野田 海外の学生は物怖じせずに意見を言います。これが日本の学生と一番の違いでしょう。日本の学生ももっと、自分をアピールしていいと思います。私はこの10年で4つの大学に勤務しました。環境が変わるたびに、新しい挑戦があります。その度に少々苦労もするのですが、それ以上に得るものもあります。若さというのは時に無謀な挑戦も許されるもの

します。基本的には材料力学のテクニクの応用です。現在、植物を材料力学的な視点から捉えていく研究が進んでいます。この研究には私も積極的に取り組んでいて、葉っぱの強度試験の装置を理学研究院附属工場と共同で開発しています。現在、京都大学と東北大学で使ってもらっていますし、オランダのユトレヒト大学にも、このデザインと規格で作るように要請しています。いずれは、これを世界標準にしたいと思っています。

石川 ユトレヒト大学は先生が留学されていた大学ですね。どのような目的で留学されたのですか。
 小野田 博士課程の時は、おもに光合成の研究をしていました。しかし、光合成は葉の強度によって異なります。それで、光合成だけを研究しては、植物の多様な生き様を理解できないと思います。構造や力学的な面を研究したいと考えようになったんです。ユトレヒト大学には、植物のバイオメカニクスの研究を始めていたNiels Anten 博士がおられました。彼と共同研究すれば、新たな研究にチャレンジできると思い留学を決意。実際に様々な研究に携わることができました。例えば、植物は少ないバイオマス(※1)で大きな面積を持つ方がたくさん光を吸収できます。ですから葉っぱは、薄くて曲がりにくい構造になっているんです。私たちは、この葉っぱの構造と、飛行機の翼などに使われる「サンドイッチ構造(※2)」に共通性を見いだし、葉の構造が

です。そしてその挑戦は結果的にはプラスにつながることが多いと思います。たった一度の人生、チャレンジすることを惜しまずに自分の専門をとことん極めてほしいですね。
 ※1 バイオマス：ある時点にある空間に存在している生きた生物体の量を指し、生物体質量、生物量、現存量ともいう。
 ※2 サンドイッチ構造：サンドイッチのように2枚の薄い板の間に心材をはさんだ構造のこと。
 ※3 ハニカム構造：薄い2枚の板の間に蜂の巣を輪切りにしたような多孔材をはさんだもの。軽くて強度があり、自動車や航空機の構造部材として使われる。



左から 小野田雄介GCOE特任准教授、石川幸二教授