



人がやらない研究をやってみよう

鞠子 茂

生物科学系助教授

首の皮一枚から始まった研究

1993年は私の人生で決して忘れられない年であった。当時、私は課程博士の学位を取得してから、すでに7年目が過ぎていたが研究職に就けずにいた。年齢からいっても、研究をあきらめてドロップアウトすることを本気で考えなければならぬと思っていたその矢先に、一つの転機が訪れた。筑波大学菅平高原実験センターの林一六教授から、3年間の期限付きの助手としてセンターに来ないかとお誘いを受けたのである。必要な書類を提出し、その後まもなくして採用が決まった私は、1993年の4月からセンターに勤務することになった。「これで首の皮一枚つながった」と安堵しつつ、林先生と筑波大学に心から感謝したことを昨日のことにように覚えている。同時に、人生とは決してあきらめてはいけぬものだと思ひにしみて感じたときでもあった。これからご紹介する研究は、筑波大

学で勤務するようになったことをきっかけにして始まったものであり、菅平高原実験センターという新しい研究環境がなければ生まれてこなかったものである。

新天地での研究

それまでの私は、植物の生活現象を生理生態学的手法を用いて研究していた。どのような研究であったのか、イタドリという多年生草本を材料にして行った研究で紹介してみよう。

イタドリは日本全国に分布する草本植物であるが、高山帯のような極限環境に生活する植物でもある。文献から、イタドリが高地に定着するためには、春に発芽した実生が乾燥重量にして10mg以上になるまで成長しなければならぬことが分かっていた。10mg以下の実生は冬越しして来年の春に新しい芽を出すことができないのである。私はある一定以上の成長を行うための戦略がどんなもので

あるのかを、種子のサイズに注目して研究を行った。なぜなら、様々な標高から種子を採取して重さを測定した場合、1500m付近を境にして増加し、高山帯では低地の約2倍の重さがあることを突き止めていたためである。そこで採取した高地の種子と低地の種子を播いて、異なる温度条件で実生の成長（個体の重さ）を比較してみた。その結果、高温条件では成長に差は見られないが、低温では差が見られた。しかし、不思議なことに、低温条件での成長速度には差がなかった。成長に差があった理由は一つしか考えられなかった。もともと持っていた成長のための資本（種子に貯蔵された物質の量、すなわち種子サイズ）が違うからであると結論した。つまり、大きな種子サイズを持つことで、低温で生育期間の短い高地環境において一定の成長を行うことを可能にしていたのである。

こうした生理生態学的な研究を行う一方で、当時本格的に話題になり始めた地球環境問題に貢献できる研究テーマを探していた。それは、国際学会に出席したときに、日本の研究者は外国の研究者に比べて地球環境への意識が極めて低い状況を知り、忸怩たる思いを抱いたためである。地球規模の話になれば、個体レベルを対象とした生理生態学ではなかなか

対応できないので、生態系レベルで行うマクロな研究へテーマを転換していく必要があると考えた。そして、以前雇われ仕事で行ったことのある炭素循環の研究を新天地でのテーマにしようと決断した。

炭素循環とは、炭素の蓄積（プール）や移動（フラックス）を調べることで、生態系の構造と機能を明らかにすることを目的とする生態学の一研究分野である。炭素循環研究は、今でこそ温暖化などの問題に大きな寄与が期待できる分野ということで注目されているが、当時はメジャーな扱いを受けてはいなかった。私が炭素循環でとくに注目したのが、当時未解明の部分が多かった土壌からの炭素放出、いわゆる土壌呼吸であった。土壌呼吸とは植物の根と微生物の呼吸によって放出される二酸化炭素の量のことである。成熟した生態系であれば、年間の土壌呼吸量は、植物によって固定される炭素量、すなわち一次生産量とほぼ同等の量になるため、生態系の炭素収支を評価する上できわめて重要な炭素フラックスである。当時、土壌呼吸量の測定や評価に関して幾つかの問題が指摘されていたが、菅平という土地で土壌呼吸を研究するに当たって、一つのアイデアが頭に浮かんだ。

雪面からの炭素放出を測る

菅平はスキーのメッカとして有名である。11月末ころから雪が降り始め、1月には1メートル近くの根雪になる。スキー客の訪れはこのころから本格的になる。例年の雪解けは4月中旬であるから、積雪期間は約4ヶ月程度である。ふと浮かんだアイデアというのは、積雪があるとき土壌から二酸化炭素は放出されているのであろうかということであった。気温が零下になっても、厚い雪に覆われた土壌はその保温効果によって凍結しない。土壌呼吸は生物が行う呼吸作用であるから、土壌凍結さえしなければわずかでも呼吸を行っているのではないかと予想した。菅平のような寒冷地における冬期の土壌呼吸は、活性は小さくても、一年の1/3の期間を占めるので、量的には馬鹿にならないのではないかと考えた。さっそく、文献を検索してみると、積雪を通じての土壌呼吸を測定した論文はほとんどないに等しかった。「まだだれもやっていない」と確信したとき、言葉は悪いが、これはおいしい研究になるかもしれないと思った。

しかし、世の中は広いものである。私がこのアイデアを思いついたのは1993年1月であったが、ちょうど同じ月に、雪面を介しての土壌呼吸に関する研究

論文がNature誌に掲載されたのである(Sommerfeld *et al.*, 1993)。論文の概要は次のようなものだった。これまで、寒冷地では、土壌温度が0℃近くになると土壌中の生物活性はほとんどゼロであるとして、冬期の土壌ガスフラックスはまったく無視されてきたが、そのことに著者らは疑問を抱くようになった。そこで、実際に多雪地帯で測定を行ったところ、積雪条件下であっても二酸化炭素は放出されていることを発見した。そして、北半球の約半分の陸地は冬期積雪に覆われることを考えれば、この冬期フラックスを無視して、地球規模の炭素循環を評価するべきではないと結論した。私は全く同じ発想で研究がなされていたことに大きなショックを受けた。しかし、私のアイデアはNature級だったのだと思い直して、とにかく菅平で測ってみようと思った。そして、その年の冬に、日本ではじめての雪面土壌呼吸の測定が行われた。

アイデアの勝利

3月初旬だったと思うが、筑波大学菅平実験センターへ赴任前の挨拶に出かける機会があった。わずか一泊の滞在であったが、雪面の土壌呼吸を測定することにした。測定にはチャンバー法の一種である密閉法とFickの拡散モデルによる

手法を採用することにした。採用した理由は簡便で電源を必要としないという利点があったからである。しかし、零下何度という厳しい条件での測定は想像以上につらいものだった。微妙な作業を必要とするところは素手で行ったので、手の皮がガス採取用のガラスビンにくっついて何度も痛い思いをした。それでも、これがはじめての測定なのだと思うと、自然と闘志がわいてきたのを覚えている。持ち帰ったガスサンプルの分析を行ってみると、確かに雪面を通じて二酸化炭素はちゃんと出ていたのである。

予想通りのデータが取れたので、同じ場所で夏の土壤呼吸データを取って比較することにした。その結果、雪面を通じて行われる土壤呼吸は夏の10%程度であることが明らかとなった。実際にデータを取ってみると、やはり、これまでのように雪面を介した土壤呼吸は無視することはできないこと、年間の炭素収支に反映されなければならないことを実感した。そして、この結果を早急に論文にまとめるべきだと思った。しかし、それには不安もあった。なぜなら、ガスの採取、分析、解析にかけた時間はわずか5日間だけで（通常、生態学では考えられないほど短い）、得られたデータは決して十分ではないと思えたからである。そ

れでもある種の使命感と Sommerfeld らと同じ年に論文を書きおきたい思いから、急いで論文を書き、関連雑誌に投稿した。その結果、この論文は貴重なデータを提出しており、掲載に値すると判定され、一発で受理されてしまった。わずか5日間の研究が、こんなに簡単に論文になってしまうこともあるのかと、思わずにいらなかった。まさに、アイデアの勝利であったと思う。

その後、雪面の土壤呼吸についてさらに掘り下げた研究を行い、その成果を幾つかの論文にまとめてきた。最近、そのうちの一つが賞をいただくという幸運にも恵まれた。また、今ではたくさんの研究者が雪面の土壤呼吸を測定するようにもなった。こうして、首の皮一枚から始まった研究は、そのアイデアと炭素循環が重要性を増しつつあった時代背景が追い風となって、世の中に認めて頂けるまでになった。私のように研究生活の存続が危うかった者でも、人がやらない研究を行うことで、道が開けていくのである。この経験から、若いときに研究の展開に行き詰まったら、“人がやらない研究”というキーワードだけで、取りあえず研究テーマを探るのも良いのではないかと思う。

(まりこしげる 生態系生態学専攻)