

Report レポート #01

(財)北海道開発協会平成21年度研究助成サマリー

北海道における低地林開発と自然環境保全教育との共生



大原 雅 (おおはら まさし)

北海道大学大学院地球環境科学研究院教授

1958年生まれ、札幌市出身。80年北海道大学農学部卒、85年同大学院環境科学研究科単位取得退学、87年同大学農学部助手、90年理学博士取得（京都大学）、95年北海道大学農学部助教授、96年東京大学大学院総合文化研究科助教授、2000年北海道大学大学院地球環境科学研究科助教授、03年同教授を経て、05年より現職。現在、北海道環境影響評価審議会会長、北海道希少野生動物植物指定候補種検討委員会委員、アメリカ合衆国カーネギー自然史博物館客員研究員、アメリカ合衆国/ハント植物学研究所客員研究員、国際学術雑誌 Plant Species Biology 編集委員長を務める。専門分野：植物生態学、生態遺伝学、生態保全学。

I 研究の背景と目的

都市化の進展や高速道路網の発展など、現在の私たちの豊かで便利な生活は、多様かつ高度な技術に裏打ちされた「開発」によってもたらされてきた。しかし、その一方で、開発に伴う自然環境の消失ならびに改変が生じたのも事実である。

「開発」と「環境保護」は表裏一体の関係にあり、私たちが日常生活のなかで「開発の恩恵」を甘受しているにも関わらず、「環境保護の意識」のみが先行する「開発反対運動」も少なくない。これは、開発行為がもたらす自然環境への短・長期的影響の科学的評価ならびに情報提供がきちんと開発事業者側で行われていないこと。また、一般地域住民がどのような観点で「開発」と「保全」を理解して行かなくてはいけないか、という環境教育の素地ができていないことに起因すると考えられる。そこで、本研究では、十勝地方をモデルケースとして、1) これまで約100年間の間に展開されてきた農地開拓ならびに道路建設などの低地林開発行為の森林生態系への影響を正確に評価し、2) 地域住民に自然環境の複雑な成り立ちを正しく理解してもらい、開発と自然環境保全の共生のための環境教育を展開することを目的として行った。

II 調査・研究方法

1 調査対象種

本研究では、北海道全域の低地林林床に広く生育する、多年生林床植物オオバナノエンレイソウ^{※1} (*Trillium camtschaticense*) を対象に、調査・研究を行った。この植物は種子繁殖を行い、種子発芽から開花までは長い年月を必要とする多年生草本である。実生から小さい1葉段階の個体の死亡率は高いが、3葉以上になるとその生存率は高く、開花個体に到達すると多くの個体が生存し、ほぼ毎年開花する。さらに、北海道の地域集団で交配様式が分化しており、日高・十勝地方の集団は自家不和合性^{※2}をもち、虫媒による他殖を行っていることが明らかになっている。

※1 オオバナノエンレイソウ (大花延齡草)
ユリ科エンレイソウ属の多年草。

※2 自家不和合性
雌雄同株の植物で、自家受粉では受精しない性質。

2 調査内容

(1) 低地林開発の自然環境への影響の定量的評価 (自然科学的アプローチ)

本研究では「野外調査」と「遺伝解析」の解析を行った。野外調査および遺伝解析用の試料のサンプリングは、十勝地方の低地林にて行った。野外調査では、これまで行ってきた林床植物個体群の長期モニタリング調査の継続調査を行うとともに、各集団の交配様式を把握するため交配実験を行った。結実期に処理個体の種子結実状況および生存率に関する調査を行った。遺伝解析では、開花期に、各個体群の開花個体より葉を採集し、アクリルアミドゲル電気泳動法を用い、集団の遺伝子頻度ならびに遺伝子多様度を算出した。

(2) 自然環境の保全と開発の共生のための環境教育 (社会科学的アプローチ)

本研究は、十勝管内広尾町教育委員会と共に行った。まず、広尾町住民にとって身近な環境である低地林開発と自然環境の保全を解説した教材パンフレットを作成し、広尾町管内の小学生を対象とした野外観察会を開催した。小学校の理科・社会の教員を対象とした、学習検討会を開催するとともに、「開発」と「環境」をテーマとした教員向けの指導書を作成した。

III 結果

1 自然科学的アプローチ

(1) 十勝地方における低地林の分断・孤立化の現状

十勝平野は、日本を代表する作物生産の拠点であり、ダイズ、アズキ、サトウダイコンなどの大規模な畑作地帯が広がっている。十勝地方の開拓は、明治時代初期（1800年代後半）から始まり、1950年にはほぼ現在の耕地面積まで開拓が進んだ。したがって、林床植物であるオオバナノエンレイソウの生育地は、その残された森林と深く関係し、稀に5 haを超える大きな群落も存在するが、その生育地の多くは、図1に示すような畑作地の間に取り残された小さな「孤立林」の林床である。

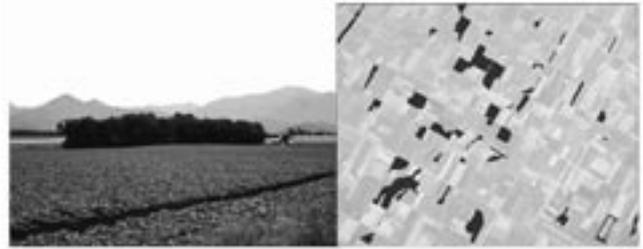


図1 十勝平野で見られる孤立林（左）
さまざまな大きさの孤立林が点在する（右）

(2) 生育地の孤立化が種子生産に及ぼす影響

十勝地方のオオバナノエンレイソウは自家不和合性を持ち、虫媒による他家受粉により種子形成を行っている。したがって、オオバナノエンレイソウが生育する森林の分断・孤立化は、当然のことながらオオバナノエンレイソウの群落を縮小する。小さくなった（花数が少なくなった）オオバナノエンレイソウ群落は訪れる昆虫にとっては魅力のない場所となり、訪花回数、訪花頻度などが低下すると予想される。

図2は、十勝地方の大小さまざまな個体群を対象に個体群の大きさと種子生産量の関係を見たものである。この結果より、小さな個体群では生産される種子数が低下する傾向が見られる。この小さな個体群における種子生産量の減少は、昆虫の訪花が低下し、花粉媒介が十分に行われないこと起因している。元来、十勝地方のオオバナノエンレイソウ群落の場合、広大な低地性の森林の林床に大きな群落を形成することにより、訪花昆虫の生息場所としても、そして餌を得るためにも好適な場所として、確実に虫媒による他殖を行う繁殖様式が進化してきたと考えられる。このように

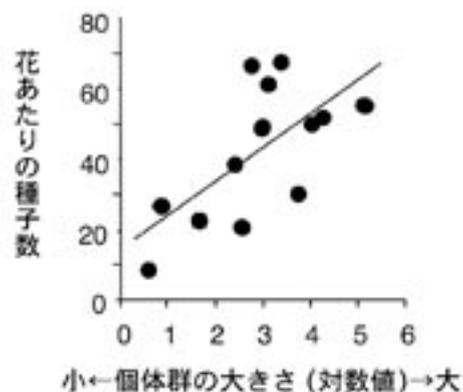


図2 オオバナノエンレイソウ個体群の
種子生産数と個体群サイズとの関係

長い年数をかけて築き上げられた進化のバランスが、わずか100年余りのうちに行われた人間による開発行為により、瞬く間に崩れてきている。

(3) 個体群構造の変化

図3は、個体群サイズの異なる6つの個体群の生育段階構造である。どの個体群をみても開花個体や3葉段階の個体は存在する。重要なのは、実生^{※3}や1葉といった若い生育段階の占める割合である。大きな個体群では、3葉個体や開花個体よりもはるかに高い頻度で実生・1葉個体が存在する。その一方で、個体群サイズが小さくなるに伴い、実生・1葉段階の個体の頻度が低下し、左から二番目の個体群では実生個体が全くなく、さらにより個体群サイズが小さい、一番左側の個体群では、実生・1葉個体が全く存在しない。

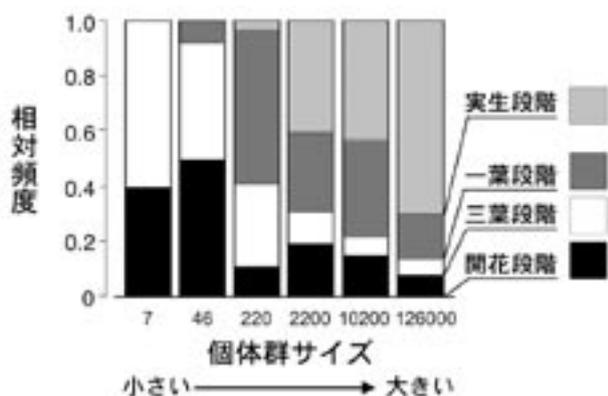


図3 オオバナノエンレイソウ個体群における孤立化と個体群構造の関係

これは、個体群サイズが小さくなることにより、その個体群で作られる種子生産数が低下したうえに（図2）、実生・1葉個体の死亡率が高いために、十分な数の次世代個体が維持されていないことを示すものである。しかし、その一方で、開花個体は生存率が高く、毎年咲き続けるために、その生活史を知らないものにとっては、毎年きちんと開花する個体群としてしか認識されない。個体群の分断・孤立化は種子生産の低下、次世代個体の補充の低下を経て、長期的に個体群を衰退へと向かわせていると考えられる。

このように、オオバナノエンレイソウに関する生活史研究の蓄積が、開発行為により自然が受ける短期的・長期的影響を的確に評価する重要な役割を果たすことが分かってきた。

2 社会科学的アプローチ

(1) 小学校における環境教育

1992年、当時の文部省により発行された「環境教育指導資料－小学校編」の中では、環境教育を進める上での教材について「身近な問題を取り上げる」「環境教育の視点から教材としての価値を考える」「野外学習を重視する」「映像教材を活用する」の4つの項目があげられている。

しかし、実際の学校現場では、多くの教員が環境教育の必要性を認め、指導すべきと考えていながらも、環境教育を実施していると自覚している教員は1割にも満たないと言われている。その主たる理由としては、「環境教育を実践しようとしても、そのテーマや実践方法などはすべて各学校に一任されている。したがって、現場の教員が具体的にどのような視点で教育を行えば良いのか、またどのような教材を用いれば良いのかわからない」というのが実態である。

そこで本研究は、小学校における環境教育を具体的に実践・指導するための環境教育プログラムを作ること为目标とした。環境教育では、「地球温暖化」「ゴミ問題」「エネルギー問題」「森林破壊」など多岐に渡るテーマが考えられるが、本研究では「環境教育指導資料－小学校編」において、環境教育のねらいや教材の工夫として挙げられていた「地域性」や「身近なもの」、さらに「野外活動」という要素を取り入れて、北海道の自然環境の大切さを学習するプログラムを作成することとした。北海道には、世界自然遺産にも登録された知床国立公園を含め、日本の中でもまだ多くの自然が残されている。しかし、近年の都市化の進展や道路建設などにより、身近な自然が急激に失われつつある。そのため本研究では、身近な低地林の自然環境の保全

※3 実生（みしょう）
種子から芽を出した生長段階。

に焦点を当てることとした。

さらに、その教育アプローチとしては、理科教育を基礎とし、1つの植物の生き方（生活史）を学ぶことを通じて、その植物が生きるために関わる他の動植物との関係の重要性を知り、最終的にはそれらの生物を育む自然環境の大切さを理解してもらおう展開を考えた。生活史を紹介する題材としては、上述したように、その生活史が十分に解明されているオオバナノエンレイソウを選んだ。



図4 教材パンフレットと教員向けの指導書

教育プログラムの作成に関しては、教育現場との連携が必要不可欠であると考え、長年オオバナノエンレイソウの群落の保全に取り組んでいる北海道の広尾町教育委員会とともに研究を行った。

(2) 教材パンフレットと指導書の作成

教材パンフレット（図4左）の構成は、まず植物でもその生育環境や一生の長さに違いがあることを理解してもらい、次にオオバナノエンレイソウの形態や分布、生育環境に始まり、生長過程・個体群構造・繁殖様式などの具体的な生活史過程を解説する。そして、最終的にオオバナノエンレイソウの生活史の学習を通じて、生育環境全体を含む総合的な自然環境の大切さを理解してもらおう展開とした（図5）。

「指導書」は教員向けに授業の参考になるように、「授業編」と「研究編」に区分して教科書の内容を詳しく



図5 教材パンフレットの内容

解説したものであり、各教科書出版社では教科書と合わせて発行している。今回作成したパンフレット『オオバナノエンレイソウが教えてくれる自然の大切さ』に関しても、実際の授業や観察での参考となるように、「授業編」と「指導編」からなる指導書を作成した（図4右）。

(3) 野外観察会

教材パンフレットでの学習に加え、自然体験を通じてオオバナノエンレイソウの生活史や生育環境について児童の意欲・関心を高める役割を果たす野外観察会を実施した。

さらに今回は、小学生を対象とした観察会（図6）のほか、広尾町の小学校と中学校に新たに着任した教員に対しても、野外観察会を含む研修会を開催した。

野外観察会はオオバナノエンレイソウ大群落が存在し、これまで長年に渡りオオバナノエンレイソウの生活史に関する調査・研究を行ってきた広尾町シーサイドパークで実施した。



図6 広尾町の小学生を対象にした野外観察会

(4) 「教育プログラム案調査委員会」からの意見

指導書作成後、指導書の内容ならびに野外観察会を含めた本教育プログラムの有効性について、教育委員会からの委嘱により組織された広尾小学校及び広尾第二小学校の教頭先生と6年生担任の先生計5名からなる「教育プログラム案調査委員会」に検討を依頼した。その結果、以下の意見を頂いた。

- 机上の学習だけでなく、実際の自然観察は生徒の理解を深めるため非常に有効である。その際に北海道大学の教員および学生等による直接指導が可能であれば、毎年継続して行いたい。
- オオバナノエンレイソウは地域の素晴らしい財産であり、教材としても有効に活用していきたい。そのためには実際の自然観察を学習活動の中に位置付け、総合的な学習の時間との関連の下で指導計画を考えていく必要がある。
- 「生き物とかんきょう」において本パンフレット及び本指導書を活用するには、授業時間数が不足することが予想される。そのため、理科の発展学習として他の授業と連携する中で、ある程度まとまった学習活動を展開するのがより現実的である。

IV まとめと今後の展望

本研究は、自然科学的アプローチと社会科学のアプローチの両面から、北海道の自然環境の保全教育を体系化することにより、「開発」と「保全」の共生を考える試みであった。北海道を代表する林床植物オオバナノエンレイソウでは、生育地の断片化・孤立化により、明らかに種子生産性および遺伝的多様性の低下が認められた。そして、このように生活史に関して詳細な調査・研究が行われている身近な植物を題材として、地域の自然環境の大切さを理解する環境教育教材ならびに教育プログラムを作成することができた。

また、本研究では、児童の自然体験として野外観察会を実施したが、パンフレットなどによる教室内での学習に加え、多年生植物の生活史段階や生育環境を直

接観察することは、児童の理解をより深める貴重な機会となった。ただし、本研究でモデル植物としたオオバナノエンレイソウは、開花期が新学期を迎えて間もない5月であるため、野外観察会に向けてパンフレットによる学習を前年度から行うなど、学年を越えた授業カリキュラムの調整も検討する必要がある。

このほか、本教育プログラムを教育現場で定着させるためには、従来のプログラムでは紹介されてこなかった児童の多様な興味・関心、そして様々な疑問に対応する教員側の幅広い知識も要求される。本研究では、大学の研究室が主導となりパンフレットの解説ならびに野外観察会を行ったが、今後は教員が主体となった教育が望まれる。したがって、指導書の内容の充実に加え、教員を対象とした事前の講習会ならびに野外観察会の開催も実施する必要がある。このような機会を通じて、教員自身が生き物同士の関わり合いや地域の自然環境についてより理解を深めることは、今後児童への教育の効果をより高めるためにも非常に重要と考えられる。

最後に、大学の研究に基盤をおいた教育プログラムの作成は、ともすれば実際の教育現場の現状と乖離したものになりがちである。しかし、本研究では広尾町教育委員会ならびに広尾町管内の全小学校の全面的協力を得ることができ、教育現場の意見を反映した形でプログラムを作り上げることができた。したがって、真に有効な教育プログラムを構築するためにも、今後は大学などにおける研究成果の公開ならびに、教育現場と研究現場とのより活発な交流が必要不可欠と考える。

(共同研究者：北海道広尾町教育委員会教育長 山下純一)