

長野県稀少植物の保全に関する研究覚書

井上 健（信州大学教養部）・鷺谷いづみ（筑波大学生物科学系）・
倉本 宣（東京都公園協会）

Inoue, K., I. Washitani, and N. Kuramoto:

Notes on the conservation biology on endangered species of Nagano

自然環境の悪化が急速に進む現在、稀少植物の保全のための研究はますます重要になっている。私たちはいくつかの種についてこの数年稀少植物を保全することを目的に調査研究を行なっています。まだ稀少植物の保全に対する確固とした方法論を展開できるほどの段階ではありませんが、これまでの私たちの経験の一端について述べてみたいと思います。同様の調査研究を行なおうとしている長野県植物研究会の会員諸氏への手助けとなれば幸いです。

まず第一に対象とする稀少植物種が現実には減少しつつあるのかどうか確かめる必要がある。植物の中にはその本来の生物学的性質によって低い密度で安定して存在する種類もある(Rabinowitz, 1981)。このような種類はもともと個体数が少ないため稀少植物として認識されているが、個体数が低密度で安定しており生育環境が大きく改変されなければ、このような種の絶滅の可能性は少ないであろう。研究対象として緊急を要する種は個体群の数や個体群内の個体数が急激に減少しつつある種である。ある植物種の個体群の個体数が減少しつつあるかどうかを正確に確かめるためには、対象としている個体群の1部の個体もしくは全個体に標識を付け、数年間の生き死にを追跡することが必要であるが、後で述べるように、その植物の開花状況や結実状況をチェックすることにより、おおよその検討がつく場合も多い。また、昔の植生図がある場合など二次的な資料を基に植生の変遷を読み

取ることが可能な場合もある。

比較的健全と思われる個体群と減少しつつある個体群を比較することにより、植物の個体群を減少させている要因を特定することが容易になるので、もしその両方がみれる場合にはその比較を行なうことも有効であろう。

研究対象とする植物の個体群が定まったなら、まず手始めにその植物個体群の個体サイズ構成を調査する。人間などの動物では年令構成が個体群の構造に重要な意味を持つが、植物の場合年令よりサイズ（大きさ）の方がその後の生存率や繁殖などに深く関わっていることが知られている(Silvertown, 1987)。対象とする植物の個体群のサイズ構成と繁殖（開花）個体・未繁殖個体の別を同時に調査すればよい。

個体群が減少するということはその個体群へのインプット（出生個体）よりアウトプット（死亡個体）の方が多ということだから、個体群の減少要因を特定するためにはどのくらい新生個体（種子）が形成され、生活史のどの段階でどのような死亡要因が働いているかを調べる必要がある。植物の生活史をいくつかの段階で区切ると種子形成の段階、種子散布および休眠の段階、種子の発芽の段階、実生の定着の段階、幼植物の成長段階に区分することができる。個体群の増減に深く関わっている生活史段階は植物により違っているので、どの段階が最も重要であるということは一概に言えない。以下に述べる調査により個体群の増減に最も影響のある生活史段

階とその要因を特定することが次の段階の仕事となろう。

種子形成期の要因として①開花数、②結実に関与する要因、③形成された種子の食害が挙げられる。①の開花数というのは、環境が悪化しつつある生育地の個体は開花できる個体が少なくなり、したがって種子生産も少なくなる可能性があるためその把握が必要である。例えば、ツキヌキソウは明るい草地の植物であるが、カラマツなどが植林されると十分に光合成が出来ず、開花に至らないようである(井上, 1990)。個体サイズと開花数の間には明瞭な関係がみられることが多い。

②の結実に関与する要因のなかで、その植物の1) 交配様式と2) 花粉媒介昆虫が重要であろう。多くの植物は他の個体との外交配を促進するための多くの機構を発達させているが、そのひとつに自分の柱頭では自分の花粉管の伸長を妨げ、受精が起こらないようにする自家不和合性がある。自家不和合性の植物は花粉媒介昆虫の適切な手助けがないと結実に成功しない。また、個体群の空間的構造や個体密度も結実率に大きな影響を持つ。植物の中には栄養繁殖(クローン)により増殖する種も多いが、そのような種ではクローンは遺伝的には同一の個体なので種子形成のためには異なるクローン間の花粉の移動が必要となる。花粉媒介昆虫はどこにでもいそうに見えて、年や場所により非常に大きく変動する。昆虫の移動距離は巣からせいぜい数百メートル程度のことが多いので、特に他の自生地から少し隔離されたような自生地では花粉媒介昆虫が顕著に減少していないかどうかを調査する必要がある。自家和合性の種は自家受精により種子を形成する潜在能力があるが、野外で必ずしも自家受精により種子形成を行なっているとは限らない。多くのラン科植物は自家和合であるが、複雑な花の形態をしており花粉媒介昆虫の助けがないと通常種子は形成されない。もちろん植物の中には1年生の雑草などほ

とんど自家受粉・自家受精により種子形成を行なっている種類もある。

植物の交配様式を決定する基本的な方法は袋かけ(昆虫の排除)と人工自家受粉であろう。開花前の蕾に袋かけを行ない、開花後に自家受粉を行ない結実の有無をチェックする。野外での袋かけは雨の影響を受けることが多いので、雨よけのあるガラス室内で実験が出来ればより望ましい。結実率に花粉媒介昆虫が制限要因になっているかどうかは開花している花の柱頭にに他の花の花粉を添加する実験によりチェックすることが出来る。

③の種子の食害は散布前種子の食害と散布後の種子の食害に区別される。散布前の種子の食害は最近まであまり注目されていなかったが、種子生産ひいては個体群の存続に大きな影響を与えている例が得られつつある。種子は栄養価の高い資源なので程度の差はあるにせよ昆虫(および脊椎動物)による食害を受けている。中には形成された種子のほとんど全てが被害を受けている場合も見いだされる。散布前の種子の食害の程度は食害率を測定することにより見積ることが出来る。

種子が散布された後の次のステップの散布後の種子の発芽も重要なステップである。植物の自生地には種子の発芽する好適なマイクロサイトが少ない可能性がある。この場合、たとえその前段階の種子形成までが順調に行なわれたとしても好適なマイクロサイトの量により個体群の増加が制限される可能性がある。このことを確かめる実験として自然条件下での種子の発芽率と密度を変化させて種子を蒔いた場合の発芽率とを比較する実験が考えられる。野生植物の種子は様々な生理機構により休眠し、好適な発芽場所と発芽時期を検知する機構を持つことが多い。目的の植物の種子が休眠性を持っているか、あるいは持たないか、またどのような休眠機構を持つかは室内および野外実験によって調べることができる。休眠性があり永続的な埋土

種子集団を作る植物は環境の悪化により一時的に地上部の個体群が絶滅しても環境が回復すれば再生する可能性がある。一方、永続的な埋土種子集団をつくらない個体群では地上個体群の絶滅が即その個体群の絶滅を意味する。

実生から幼植物までの死亡率が個体群の動態に大きな影響を与えているという報告は多い。実生は大きな個体に比べ物理的ストレスや攪乱に対する抵抗力が小さい。落葉樹林下に生育するカタクリは上部の林が伐採されると（たぶん光環境が良くなるため）開花個体が非常に多くなり、種子の結実率も高くなる。しかしながら、実生や幼植物は非常に少ない。これは地表面付近の環境の変化により種子の発芽のミクロサイトが減少し、発芽後の乾燥などによって死亡率が増加するためであると考えられる（井上、個人的な観察）。実生の生存率の追跡は特に難しい技術が必要なわけでもなく容易なので、調査の初期段階では是非着手したい。種子散布後の種子の食害による死亡と発芽に不適当な場所への散布による死亡は、場所や年により大きく変動すると予想される。その変動性も含めて評価することが必要なので、少なくとも数年間のデータが必要である。種子生産量と発芽量の差を種子の散布後の死亡と見做すことができる。私たちの研究しているカワラノギクではおおざっぱに90%程度と見積られている。発芽した実生がその年の終わりに1%のオーダーで生存するとして、実生の運命を把握するには約1000個体程度追跡する必要がある。

対象とする植物の個体群の増減に深く影響のある生活史段階およびその要因が推定できたら、実験により実際に個体群が増加することを確かめることが可能になる。例えば、種子の発芽のミクロサイトが少ないことが制限要因と考えられるなら、その要因を取り除くための人為的処理として自生地の下草刈りなどを行なうことによりミクロサイトが増加し、定着個体数の増加が観察されるかもしれない。また、花粉媒

介昆虫が少ないことが制限要因と考えられるなら、人工受粉により種子生産を増加させることが観察されるだろう。

今回は個体群の動態の生態的な面にのみ話をしぼり、個体群が小さくなることにより近親交配が優勢となり近交弱勢が問題になるという遺伝面の話は省略した。近交弱勢のもたらす影響を実験的に評価することは精密な実験計画に基づいてかなりエネルギーを投資して行わねばならない。近交弱勢の推定を比較的容易に行なう方法の開発は将来の課題である。

最後に、上述したことを箇条書きにまとめ、具体的な方法を付け加え、結びとしたい。

稀少植物の調査マニュアル

1. マーキング調査

個体群内に永久方形区をいくつか設置し、2～300個体について、テープ等で印をつけ個体識別を行なう。印を付けた個体について、茎の太さや葉の長さなどその植物個体の大きさを代表すると思われる量を測定する。同時にその個体が開花個体か非開花個体かをチェックし、開花個体の場合開花数を測定する。その個体群のサイズ構成図を作成し、開花個体と非開花個体の割合、開花個体の個体サイズとの関係を求める。個体識別個体について、その後の生死・成長の増減を半年および1年後に調査を行なう。

できれば、いくつかの個体群についてマーキングを行ない、減少しつつある個体群と健全な個体群を比較することが望ましい。

2. 種子生産要因の調査

①結実要因の調査

1) 交配様式（自家不和合性）の調査。開花前の蕾に袋かけを行なう。開花後柱頭が受粉可能な状態になった時に、同じ花もしくは同じ個体の別の花の花粉を柱頭に付け、自家受粉を行な

わせる。

2) 花粉添加実験。花粉を他の個体の花から採集し、受粉を行なう。何もしない放任受粉の花の結実率と比較する。

3) 花粉媒介昆虫の観察。開花している花を早朝より夕方まで肉眼またはビデオカメラで観察し、訪花する昆虫について観察・記録する。昆虫が花粉媒介を有効に行なっているかどうか、訪花昆虫の種類、訪花頻度、飛行距離などを調査する。種類を同定するために訪花昆虫の一部を採集する。

②種子の結実率の調査。種子の完熟期に、果実を採集し、その中の種子を、完熟種子・未成熟種子・食害種子に区分し、種子の結実率を計算する。種子捕食者の種類と食害率を調査する。

③散布前種子捕食者の調査。種子捕食者の種類と食害率の調査。

3. 種子の発芽段階の調査

①種子の休眠性の調査。自生地で採取した種子を実験室に持ち帰り、水で湿らした濾紙をひいたシャーレ上に蒔き、いろいろな温度処理を行い、発芽の有無および発芽率を測定する。

②生育地のマイクロサイトの量の調査。生育地に密度を変えて種子を蒔き、発芽率および発芽数を調査し、密度と発芽率の関係を明かにする。。

4. 実生の定着段階の調査

自然状態で発芽した実生および自生地に蒔いた種子から発芽した実生の数を定期的に計数し、その年に定着できた個体数および生存率を調査する。生存率の解析からどの時期にどのような死亡要因がかかるかを推定する。

5. 実験的な検証

個体群の増加を制限していると推定された要因の可否を適当な実験を行なうことにより確かめる。

引用文献

- 井上 健 1990. ツキヌキソウ (スイカズラ科) の繁殖生物学. 長野県植物研究会誌 23: 1-4.
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. In: H. Synge (ed.) The Biological Aspects of Rare Plant Conservation, pp. 205-218. Wiley, New York.
- Silvertown, J. 1987. Introduction to Plant Population Ecology, 2nd ed., Longman.