

生態学におけるリスク-利益分析

松田裕之

matsuda@ori.u-tokyo.ac.jp。

キーワード:生物多様性、絶滅危惧種、レッドリスト、環境影響評価、維管束植物、期待損失

要約 日本の維管束植物のレッドリストは、絶滅リスク評価によって決められた。我々は、次の10年、20年、および1世紀以内に1500種の絶滅リスクを計算した。絶滅危惧種の絶滅までの平均待ち時間は、個体数と減少率に強く依存する。我々は、生物多様性を損なう指標として、絶滅危惧種の平均余命の逆数の増分を考えた。これらの増分の全絶滅危惧種についての合計を、「生物多様性の期待損失」(ELB)と呼ぶ。我々はこれらを愛知万博、および液化天然ガス基地への絶滅リスク評価に適用した。

1. 序文

リスク評価は、保全生態学でも良く使われる(松田ら 2000)。絶滅危惧種(レッドリスト、IUCN 1994)の評価基準の一部(基準E)は、絶滅リスク評価に基づいている。地域絶滅は、おもに、外来種侵入、生息地損失、乱獲、環境汚染、および侵略によって引き起こされる(松田2000)。絶滅リスクは、個体数の減少率、環境のゆらぎおよび人口統計学のゆらぎに依存する。

また、リスク評価とリスク周知は、野生生物管理と漁業管理に応用されている。北海道のシカ管理計画は、地域絶滅を避けるリスク管理に基づいている(Matsudaら 1999)。リスク管理に基づくエゾシカ管理計画は、日本の鳥獣保護法の特定鳥獣管理計画のモデルとなった。日本の環境影響評価法も、リスク評価に基づいている。環境アセスメント報告で、環境の影響の予測の不確実性を述べなくてはならない。特に、絶滅危惧種の生息地損失の影響評価は、これらの種類の絶滅リスクで増加に基づく。

本稿では、絶滅リスク評価のケーススタディを紹介する。第2節は、矢原徹一、加藤辰巳および植物分類学会絶滅危惧種専門委員会の協力を得た。セクション3は、芹沢俊介、植田邦彦、矢原徹一博士の協力をえた。第4節は、岡敏弘、角野康郎博士の協力をえた。

2. 日本の植物レッドデータブックにおける絶滅リスク評価

絶滅リスク評価は、絶滅危惧種(IUCN 1994, 2000)の基準に準拠した。IUCNは、5つの基準(IUCN 1994)によって定義される新しいレッドリスト・カテゴリーを提案した。この定義は、絶滅危惧種の絶滅リスクについての定量的な評価手法の急速な発展を反映している。これらの基準の中で、基準Eが絶滅リスクに基づいている。もし適当な個体数変動の時系列データが利用できれば、基準Eを適用する

ことができる。しかし、個体数変動のデータは、絶滅危惧種ではめったに利用できない。そのとき、他の4つ基準を適用する。

1997年に、日本環境庁は日本の植物レッドリストを作った。大学の教官、植物園などの学芸員、あるいは高校教師を含む約400人の調査員がそれぞれの格子(およそ10km x 10km)の中にあるそれぞれの種の株数、減少率、および減少因子を調査した。日本には約4400の格子(1/25000の地図)と約7000種の在来植物がある。

これらのデータを使って、それぞれの種類(サクラソウの場合に関して表1を参照)で、現存している格子、およその個体数、および減少要因を集計した。これらのデータは、レッドデータブックに公表された。これらの評価のためのソースプログラムは、ウェブサイト<http://www2.ori.u-tokyo.ac.jp/~matsuda/redlist.html>にて公表されている。おもな種の個体数の減少傾向を図1に示した。

もし今後10年間、20年間および1世紀以内に絶滅するリスクがそれぞれ50%、20%および10%よりも大きければ、CR、ENおよびVUと判定される。約20%の在来種、約1400種が絶滅危惧種と判定された。このリストは、個体数と減少率に基づく。減少の主要な理由は、生息地破壊と盗採である。キキョウもリストに載った。これらは、もし過去の減少傾向が将来も続けば、1世紀以内の絶滅リスクがたいへん高い。

3. 愛知万博における絶滅リスク評価

植物レッドリストの絶滅リスク評価は、明らかに環境影響評価に役に立つ。1999年に、環境影響評価法が日本で施行された。以降、事業予定地内の希少植物の個体数が原則として公表されることになり、絶滅危惧種の絶滅リスクの増加によって生息地損失の影響評価を評価することができる。我々は、2005年に開かれる愛知万博の環境影響評価に絶滅リスクを適用した。海上の森は二次林であり希少種の宝庫である。海上の森には27種の絶滅危惧種が知られる。表2に、それらの種と生息数を示す。生息地損失によりどれだけの影響があるかがわかる。

当初、愛知万博の主会場予定地は海上の森に計画されていた。レッドデータブックに公開された基礎情報を用いて、我々は、海上の森の生息地喪失が各種の平均余命に及ぼす影響を評価できる。重回帰分析から、私は、個体数Nと減少率Rの関数として平均余命を以下のように推定できる。

$$T = -10.1 - 8.9 \log(N) / \log(1-R)$$

この回帰式の相関係数は0.964である。一過性の開発は、現在の個体数を下げるが、将来の減少率を増やすことはない。反復される開発の影響は、将来の減少率を増やすだろう。

現在の個体数が生息地損失によってどの程度縮小されるかで海上の森の平均余命が減る。

$$T_2 = -10.1 - 8.9 \log(N-N_2) / \log(1-R).$$

我々は、一つの生息地損失によって絶滅までの平均余命死滅の逆数の増加を指標として用いる。

愛知万博の会場予定地の消失個体数を使うことによって、我々は、それぞれの絶滅危惧種の絶滅リスクへの影響を計算することができる。実際は、愛知万博予定地を含む格子のシマジタムラソウの数は、愛知万博の環境影響評価によって数えられた数よりも少ない。したがって、調査強度の差を考慮すべきである。我々

は、表3で調査強度mによって個体数を補正した上で、消失の影響を評価した。シマジタムラソウとイトトリゲモの消失の影響は、海上の森のシンボルであったシデコブシへの影響に劣らない。シデコブシは、愛知、岐阜、および三重県に分布している。シデコブシの大生息地を保存するために、愛知県は、愛知万博の会場計画を変えた。他の希少種への影響を避けるよう、さらに計画を変更すべきである。

4. 中池見における生物多様性損失指数

岡敏弘、角野康郎と私は、福井県中池見の液化天然ガス備蓄基地開発に絶滅リスク評価を適用した。中池見湿地は約25haである。ほとんどのエリアは、数百年間、水田として使われてきた。しかし、これらの水田は生産性が低く、放棄された。

我々は、前の節の愛知万博の例では、どの種を保護することも同じ価値と仮定した。しかし、地球規模の生物多様性に対する種を保護することの貢献は、種の系統的位置に依存するかもしれない。我々は、新しいリスク基準、「生物多様性の期待損失」(ELB)を提唱した。ELBは、その開発のために湿地で種に属する生活の絶滅リスクで増加の傾く合計として定義される。特定の種のための上積み手当に関して、もし種が絶滅しているようになれば、これは、失われる系統樹の枝の長さに従って計算される。枝の長さは、生物の世界の分類学の多様性に種の貢献の大きさを反映する。維管束植物が4億年前に出現したので、枝の長さは表4のB(生物多様性への系統学的貢献度)の4億倍の年数として評価される。

水生植物の多くの種が、中池見湿地に住んでいる。13の絶滅危惧種がレッドリストに含まれる。もし中池見湿地が失われれば、表4で示された数だけ個体数が失われる。60種類のトンボを含む昆虫や、多くの魚種がある。昆虫と植物は、授粉のために相互になくなくてはならない存在である。

大阪ガス会社は、1992年にこの地域で液化天然ガス(LNG)プラント計画を立てた。環境影響評価書は、1996年に公表された、これにより、プランが絶滅危惧植物の生息地を維持する「保全エリア」3.3haを造るという条件で許された。この保全エリアの維持管理実験が3年間行われる。そのLNGプラントも「保護された保護エリア」も作られない場合、報告書は植生が繊維によって失われると予測している。

絶滅リスクの増加は、絶滅危惧植物のレッドデータブックの方法で計算される。予想されたそれぞれの種の生物多様性の損失は、絶滅リスクの逆数の増加と生物多様性への貢献度の積で表される。維管束植物のELBの合計は9200年の喪失と試算された。

この結果は、湿地の保護のために費やした費用と比較できる。ELB1年あたりに費やす価値は、保全エリアによって中池見の生物多様性が守られたと仮定した場合は1.3万円、基地建設で生物多様性が失われたと仮定した場合は11万~42万円になる。

5. 考察

私は、生物多様性保護における絶滅リスク評価の有効性を説明した。絶滅リスク評価は、日本の環境政策を変えた。典型的な実例は、愛知万博の会場計画変更である。しかし、環境化学物質によって引き起こされる場合の絶滅リスクの増加

は、まだはっきりしない。乱獲および生息地損失の効果は、比較的明解である。化学物質を含む環境汚染は、すぐに劇的な絶滅をもたらすことは少ない。しかし、環境化学物質は、その多くが人工的化学物質であり、非可逆的な生物多様性への影響を及ぼすかもしれない、これらの化学物質の影響は、植物レッドリストの基礎情報を用いて量的に明示することはむずかしい。しかしこれらの化学物質は、広い範囲の生物種の繁殖率を減らすかもしれない。

生息地損失は、必ずしも地球規模でのその種の絶滅リスクを増やさない。日本の維管束植物のレッドリストは、過去の減少率が将来も続くと仮定し、減少率の地域格差を無視した。これらの仮定に基づくリスク評価は、明らかに簡略し過ぎである。このような過剰な簡素化のために、結果的に地域絶滅が種全体の絶滅にもたらす影響を定量的に試算することができた。

最近、保全生態学では、稀な種のみでなく生態系プロセスも評価する傾向がある。環境保全のための方針は、あらゆる種の地域絶滅をできるだけ避けなくてはならない。特に、絶滅危惧種の地域絶滅のリスクは、通常高い。絶滅危惧種の地域絶滅は、しばしば不可逆的である。対照的に、一般的な種の地域絶滅のリスクは低い、そして、一般的な種の再導入は、比較的問題が少ない。本稿で紹介した絶滅リスク評価の方法は、地域絶滅のリスク管理にも役に立つだろう。

引用文献

- IUCN. (1994) *IUCN Red List Categories*, Pages 1-21, Gland, Switzerland.
- IUCN. (2000) *IUCN Red List Criteria Review Provisional Report*, Jordan.
- Lande, R (1993) *Am.Nat.* **142**:911-927.
- Mace, G. M. and Lande, R. (1990) *Cons. Biol.* **5**, 148-157 (1990).
- Matsuda, H. (2000) *Environmental Ecology*, Kyoritsu, Tokyo, Japan.
- Matsuda, H., Kaji, K., Uno, H., Hirakawa, H. and Saitoh, T. (1999) *Res. Pop. Ecol.* **41**:139-149.
- Matsuda, H., Yahara, T. and Kaneko, Y. (2000) *Pop. Ecol.* **42**:3-4.
- Shaffer, M. L. and Samson, F. B. *Amer. Nat.* **125**, 144-152 (1985)
- Yahara, T., Kato, T., Inoue, K., Yokota, M., Kadono, Y., Serizawa, S., Takahashi, H., Kawakubo, N., Nagamasu, H., Suzuki, K., Ueda, K. and Kadota, Y. (1998) *Proc. Jpn. Soc. Pl. Taxon.* **13**: 89-96.