

序文 PREFACE BY THE FEATURE EDITOR

応用生態工学からみた外来種の現状把握と対策
Understanding the present situation of alien species and countermeasures from a view point of
'Ecology and Civil Engineering'

竹門康弘 1)・鷺谷いづみ 2)

1) 京都大学防災研究所水資源研究センター 〒611-0011 宇治市五ヶ庄

2) 東京大学農学生命科学研究科生圏システム学専攻保全生態学研究室 〒113-8657
文京区弥生 1-1-1

Yasuhiro TAKEMON1) and Izumi WASHITANI2)

1) Water Resources Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University,
Gokasho, Uji 611-0011, Japan

2) University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657, Japan

Abstract: Papers on alien species and control measures were called for the Journal and a review paper and an original paper are included in this issue. In the review paper, Miyawaki and Washitani describe the present situation of invasive alien plants in riparian habitats of Japan based on the monitoring data obtained by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, and propose an ecosystem approach for the management of the invasive species populations in order to conserve biodiversity in riparian plant communities. The original paper by Tamura et al. deals with distribution patterns of an invasive Formosan squirrel in urban areas and concludes that size of the forest with broad-leaved evergreen trees is an important factor for successful invasion by the squirrel. It indicates that habitat restoration in urban area might result in helping invasion of some alien species. This is a reason why we should investigate on uninvasibility of natural communities to apply the mechanisms to habitat restoration in ecosystem management. In this paper, a model for judging investment ratio of direct community manipulation to habitat manipulation (Community-Habitat Investment Model) was proposed.

Key words: invasive alien species, population control, uninvasibility, habitat restoration, ecosystem management, Community-Habitat Investment Model

はじめに

近年、侵略的な外来種 (alien species) とそれらが引き起こす問題が深刻化し、国際的にも国内的にも社会問題として大きく取り上げられるようになった。経済のグローバル化や大規模な人為的改変をうけた土地の拡大により、新たな外来種の侵入のチャンスは最近になって著しく増加している。しかし、このような事態は半世紀も前に生態学者によって予測されていたことである。Elton (1958) が *The Ecology of Invasion by Animals and Plants* を著した頃には、既に多くの外来種の引き起こす問題についての知見が整理され、外来種対策のためのさまざまな課題や限界についても議論されるようになっていた。

日本では、川那部ほかが 1970 年にエルトンの翻訳書「侵略の生態学」を出版したこともきっかけとなり、外来種が生物群集の種間関係に与える影響についての研究が始まった。その後、川合ほか (1980) が日本の淡水産水生動物について外来種の現状をまとめている。当時から、外来種問題が世界共通の大問題であり、その対策が緊急の課題であると認識されていたにもかかわらず、その後も有効な対策が立てられないま

ま、多くの国外外来種が無規制に導入されたり放置されたりしてきた。

しかし、近年になって、侵略的外来種の影響が看過できないほど大きくなり、国内でも社会的な認識が高まった。日本も締約国となっている生物多様性条約の締約国会議において外来種管理の指針づくりが進められ、第6回生物多様性条約締約国会議

(2002)において、そのための指針原則が採択された。こうした背景が、日本における外来種対策のための法制度構築への動きを加速したといえる。これと関連し、1998年に国土交通省が外来種影響対策研究会を、2000年に環境省が野生生物保護対策検討会移入種問題分科会を設置し、外来種対策の方針を検討してきた。その結果、河川環境における外来種対策に関する指針や対策事例がまとめられ(外来種影響・対策研究会 2001, 2003)、外来種全般への対応方針や外来種リストの作成が進められた(野生生物保護対策検討会移入種問題分科会 2002)。また、関連の各学会でも、外来種リストの作成、侵略的外来種の選定、外来種問題への情報発信などが精力的に行われた(日本生態学会 2002; 日本魚類学会自然保護委員会 2002)。これらの動きを踏まえた形で、政府は2004年の通常国会に侵略的外来種が引き起こす問題に対処するための法律を上程した。

外来種問題については、現在かつてないほど社会的な認識が高まってきたことは確かであるが、その侵入予防や生態系からの排除に対する国内のコンセンサスは必ずしも十分に得られているとはいえない。また、多くの外来種については、その生息・生育の実態が未だ不明であり、侵略的外来種への有効な対応策についても研究が緒にいたばかりである。したがって、法制度を実効性のあるものとするための知見の蓄積や新たな方法論の開発が強く求められているといえる。応用生態工学的な観点からは、生態系管理の中に外来種対策をどのように位置づけ、統合的な視野から具体的な管理をどう構築していくべきかという戦略的な課題が重要である。

そのような問題意識にもとづき、外来種の小特集を企画した。その結果、本号には、序としての役割を担う本稿に加えて、2報の論文が掲載されることになった。残念ながら、外来種問題の様々な対象や側面を網羅的に扱うことはできなかったが、この小特集が、水域・陸域生態系における外来種の現状把握と必要な対策を考える上での参考になることを願いたい。

外来種の共通認識と課題共有の必要性

外来種に関する議論では、しばしば外来種の定義が問題とされる。定義においては、移動過程が人為か自然かを重視することが一般的である。第6回生物多様性条約締約国会議決議(2002)の指針原則では、外来種 alien species は、「過去あるいは現在の自然分布域外に導入された種、亜種、それ以下の分類群であり、生存し、繁殖することができるあらゆる器官、配偶子、卵、無性的繁殖子を含む」と定義されている(日本生態学会 2002)。また、ここでいう「導入 introduction」とは、「外来種を直接・間接を問わず人為的に、過去あるいは現在の分布域外へ移動させること」である。したがって、外来種とは、国内外を問わず、分布域外へ人為的に移動した種ということになる。

日本では、alien species に「移入種」という訳語をあて、この用語を広く用いてきたが、生物多様性条約による国際的な取り組みを重視する立場からは、「外来種」を用いることが推奨される。英語でも alien species だけでなく、exotic species, nonnative species, introduced species, invasive species, naturalized species, nonindigenous species など、ニュアンスが異なる用語が用いられている。生物多様性条約の指針原則では、影響が大きく、対策が必要な外来種を侵略的外来種 invasive alien species と呼んでいる。

生物多様性条約締約国会議決議(2002)のような外来種の定義に対して、人為的に移動した種に限定することは非科学的であるとの批判がある(池田 2003a, 2003b)。しかし、生物多様性条約は、大きくなりすぎた人間活動をどのように適正化し、生物多様性の保全と持続可能な利用をはかるかを根本的なテーマとしているので、自然のプロセスよりも桁違いに速く規模の大きい人為プロセスを重視するのは当然のことである。たとえ、自然のプロセスによる生物の分布拡大があったとしても、それは外来種問題とは別の枠組みで問題を捉え、対処していくことになる。外来種対策においては、人為的分布拡大をどのようにして抑制し、また、その結果もたらされる問題をいかに解決するかということが課題なのである。確かに、具体的な事例に関しては、自然過程と人為過程とを厳密に区別することが難しいこともあるかもしれない。しかし、一

般論として、問題にすべきことは明確である。応用生態工学的には、外来種がどのような条件や過程を経て移動・定着・侵入をしたかを明らかにすることが、第一の重要な課題となるだろう。

外来種対策を進めようとする動きに対しては、外来種排斥原理主義（人為的に移入されたすべての外来種は基本的に駆除すべきとする考え方）に反対するという思想面からの、「誤解にもとづく」批判もある（池田 2003b）。もし、これまでの対策がそのような考え方に基づくのであれば批判されるべきであるが、実際には「外来種であること」に対して対策が考えられているわけではない。生物多様性条約締約国会議決議（2002）の指針原則、外来種影響・対策研究会（2001, 2003）、日本生態学会（2002）のいずれの提案でも、排除などの直接的対策については、外来種のすべてではなく、在来の生物群集や生態系に大きな影響を与える侵略的外来種を対象とすることが想定されている。外来種対策を外来種排斥原理主義と同義とすることは、自らの妄想が作りあげた敵に勇ましく立ち向かうドンキホーテの行為になぞられよう。

侵略的外来種の問題に直面しなくて済むようにするための予防的アプローチとしては、生物多様性条約締約国会議決議（2002）の指針原則にも述べられているように、基本的には外来種を導入しないようにする規制が効果的である。この場合にも、予防的対策と排他思想とを冷静に区別する必要があるだろう。さらに、外来種対策の策定にあたっては、このような思想的な考慮の他にも、地域の歴史や文化、利害調整の政治、経済、法整備、道徳、教育、宗教などの各側面について十分な検討を行う必要がある（Wittenberg & Cock 2001）。外来生物対策を事業化する際には、そのような、社会的、倫理的な側面についての十分な議論に基づく合意形成を進めることが重要である。

外来種の現状把握の必要性

応用生態工学の研究課題としてまず取り上げなくてはならないことは、外来種の定着の実態とそれらの具体的な影響を把握することである。日本では、欧米（ex. Claudi & Leach 2000）に比べて外来種の侵入後の個体群や分布の変遷などの基礎的な情報が不十分にしか把握されていないという問題がある。例えば、ヤオオクチバス *Micropterus salmoides* やブルーギル *Lepomis macrochirus* については、その生態系影響が1980年時点で危惧されていたにもかかわらず、両種の分布や個体数の資料が残されている例はわずかしかない。また、影響を受けているとされる在来種の現状についても経時的変化を追えるようなデータはほとんどない。このような実状を考えると、各地の生態系や生物群集の現状をベースラインとして調査しておくことはきわめて重要である。その意味では、全国的に実施されている河川水辺の国勢調査の意義は大きい。本誌特集に寄稿している宮脇・鷺谷は、河川水辺の国勢調査のデータを整理し、全109水系123河川で確認された植物種の1〜3割が外来植物で占められていることを指摘している。また、田村ほかは、神奈川県下に分断的に存在する100カ所の森林を対象に、タイワンリス *Callosciurus erythraeus* の分布実態を明らかにしている。外来種の実態や影響評価を行う上では、まずこのような基本的なデータの取得と整理が重要である。

外来種対策の戦略的課題

外来種の侵入実態を分析的に把握するためには、対象種の侵入場所の環境条件を明らかにしなければならない。それは有効な対策を考える上で必須の情報となる。田村ほかは、タイワンリスの生息分布と林分環境との関わりをロジスティック回帰モデルによって解析している。その結果、林分面積がもっとも影響の大きい環境変数であり、次いで常緑広葉樹の割合と周囲を田畑が占める割合が正の関係、宅地の割合が負の関係にあることを示した。タイワンリスがこれまで神奈川県で分布を拡大してきた背景には、上記の環境変数にあげられた林分面積が比較的大きく、常緑広葉樹の割合が高く、閑静な環境であったことによると考えられる。この分析結果は、他の市街地地域でも、同様の条件がそろえば分布拡大が起こる危険性を示しているが、その条件とは市街地における公園や緑地面積ともかかわりがある。生物多様性保全への寄与をめざして緑地のネットワーク化を図る場合、それが外来種であるタイワンリスの分布拡大を促す効果をもたらすことも認識しておかなければならない。

宮脇・鷺谷は、生物多様性保全のための侵略的外来植物の管理方法について海外事例も含めてレビューするとともに、河川環境に適用する場合の基本的な考え方を提案

している。ここでは、個別に触れることはしないが、効果的な外来植物対策を実施するためには、流域全体を視野においた管理戦略および戦術（排除方法）が必要であるとする考え方は、こと河川に限らず様々な生物群集に一般的に通用するものである。

生態系管理における外来種対策の比重

最後に、応用生態工学が関心を寄せる流域生態系の管理において、外来種対策がどのような位置と意味をもつのかを考えてみよう。全国どこの生態系にも外来種が蔓延している現状では、個体群抑制などの直接的働きかけ（community manipulation）が必要である場合が多い。これは、除去や草刈りのように生物個体を直接的に管理する手法である。いっぽう、宮脇・鷲谷が流域を視野においた管理戦略として挙げているような、生息場所の物理環境への働きかけ（habitat manipulation）は、応用生態工学分野として扱いやすいテーマであるといえるであろう。これらの異なるアプローチをどのように使っていけばよいのだろうか。

Elton (1958) は、外来種対策の基本的な考え方として、侵入者に対する生物群集の「生態的抵抗 ecological resistance」を高めるために、生息場所構造を複雑にすることによって在来種の多様性を保つことを提案している。生態的抵抗の評価については論議の余地があるものの、生息場所管理の方針としてきわめて妥当な考え方である。ただし、これは外来種対策のみならず、生態系管理そのものの課題としても重要である。生態系管理における外来種対策の比重は、その場所の条件や外来種の現状によって一様ではない。その意味では、現状を十分に把握した上での順応的な判断が必要となる。その際、次のような考え方が有効である場合もあるだろう。

ある生態系管理の中期計画を立てるケースを想定し、ここでは、毎年の限られた予算の使い方として、個体群抑制を行うなどの直接的な生物群集操作（community manipulation）と間接的な生息場所操作（habitat manipulation）間の配分をどのように見積もるべきかの判断に寄与する群集生息場所投資モデル（Community-Habitat Investment Model）を提案したい（Fig.1）。図の横軸には、生物群集操作と生息場所操作の投資割合を、縦軸にはその対策で実現できる達成度を模式的に示している。達成度は保全目標とする生物種の多様性や個体数あるいは植生様式の多様性などさまざまな指標によって測ることができるだろう。河川においては、山岸（2002）のいう「河相」を客観化することができれば、それも指標となりうるだろう。また、Fig.1のグラフの形は時と場所によってさまざまであり、曲線になるとも限らない。侵略的外来種の影響が大きい場面を想定すると、生物群集操作の効果による達成度はある投資割合で最大化すると考えられる。しかし、日本の河川のように変動の大きな環境では、生物群集操作への投資が無駄に終わる場合も想定される。とくに中長期的にみた場合には、生息場所操作への投資が達成度に大きく貢献する可能性がある。いっぽう、流入河川のない池や湿地のように変動の少ない環境では、捕食や競争などの生物間相互作用による種の入替わりが起きやすいために、生息場所操作よりも生物群集操作への投資が達成度に大きく貢献する可能性が考えられる。この図式で表現したような考え方は、実は外来種対策のみならず生態系管理のアプローチの捉え方として適用できるかもしれない。人為的な環境変化によって特定種が蔓延するケースは在来種についても起こりえる。例えば、河川、水路、池沼にツルヨシ、ヨシ、マコモなどが茂りすぎるような場合である。その際、通常では、草刈りなどの個体群抑制の方法が採られることになるだろう。しかし、中長期的には、群集生息場所投資モデルによるアプローチの方がより有効となるだろう。

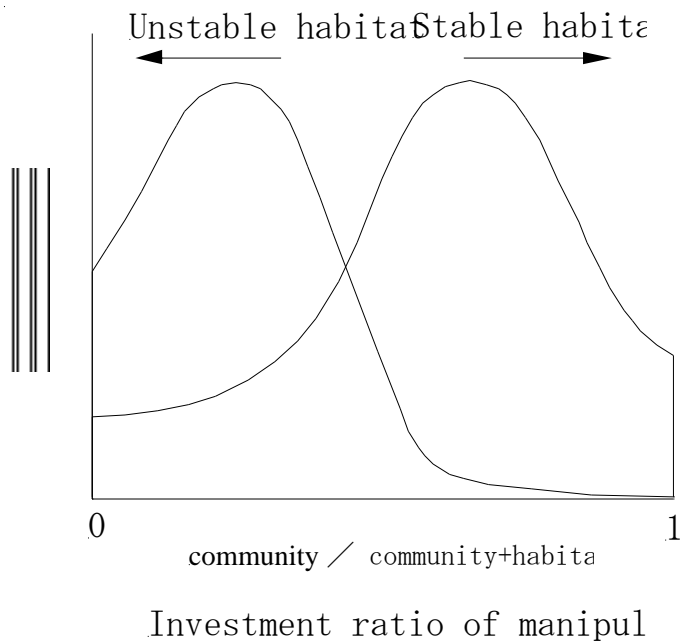


Fig. 1. A scheme of Community-Habitat Investment Model. Degree of achievement per constant cost of alien species management will peak at a particular investment ratio of direct community manipulation to habitat manipulation. The ratio maximizing the achievement will be biased to more habitat manipulation for unstable habitat such as river ecosystems and to more community manipulation for stable habitat such as pond ecosystems.

引用文献

- Claudi, R. & Leach, J. H. (2000) Nonindigenous freshwater organisms-vectors, biology, and impacts. Lewis Publishers. 464pp.
- Elton, C. S. (1958) The Ecology of Invasion by Animals and Plants. Methuen & Co. LTD. 181 pp.
- チャールズ・S・エルトン (川那部浩哉・大沢秀行・安部琢哉共訳) (1970) 侵略の生態学. 思索社. 223pp.
- 外来種影響・対策研究会 (2001) 河川における外来種対策に向けて (案). リバーフロント整備センター. 124pp.
- 外来種影響・対策研究会 (2003) 河川における外来種対策の考え方とその事例. リバーフロント整備センター. 92pp.
- 池田清彦 (2003a) 生物相の進化からみた外来種問題. FRONT 2003(5): 26-27.
- 池田清彦 (2003b) 現実的に取り組みたい外来種問題. FRONT 2003(11): 22-23.
- 川合禎次・川那部浩哉・水野信彦 (1980) 日本の淡水生物-侵略と攪乱の生態学. 東海大学出版会. 194pp.
- 日本魚類学会自然保護委員会編 (2002) 川と湖沼の侵略者ブラックバス-その生物学と生態系への影響. 恒星社厚生閣. 150pp.
- 日本生態学会編 (2002) 村上興正・鷲谷いづみ監修. 外来種ハンドブック. 地人書館. 390pp.
- Wittenberg, R. & Cock, M.J.W. (2001) Invasive alien species-a toolkit of best prevention and management practices. CAB International. Wallingford. 228pp.
- 山岸 哲 (2002) 河相と応用生態工学. 河川 2002(12): 84-85
- 野生生物保護対策検討会移入種問題分科会 (2002) 移入種 (外来種) への対応方針について. 環境省自然保護局. 159pp.