

日本の河川における外来種問題とその管理

—河川における外来植物の侵入状況と特性—

東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 鷲谷いづみ
株式会社建設環境研究所 宮脇 成生

1. 経済のグローバル化と外来種の増加

経済のグローバル化に伴い、地球規模での人や物資の移動が活発になるとともに、意図的あるいは被意図的に生物が元来の生息域外に導入される機会と量が増大している。その結果、多くの生物が導入先の生態系において「外来種」として定着している¹⁾。

人間活動に伴う生物導入の特徴の一つに、現代の発達した交通機関による生物の長距離移動が挙げられる。ただし、生物の長距離移動は人間活動が関与しない場合でも生じる。例えば、気流や潮流などにより植物の種子等が長距離を運搬される場合などである。しかし、現代の人間による生物の移動は、人間活動と無関係に生じる場合と比較して、長距離移動が生じる頻度が明らかに大きい²⁾。これに加えて、一度に導入される種数・個体数が明らかに大きいことも、人間による生物導入の特徴である²⁾。例えば、海洋島であるハワイ諸島におけるポリネシア人入植前の植物相は、平均すれば100000年に1種の割合で新たな種が増加した計算になるが、約1500年前のポリネシア人の入植以降その速度は加速し、50年に1種の増加となり、約200年前のヨーロッパ人の入植以降は1年あたり22種の増加となった²⁾。すなわち、ポリネシア人到来以前とヨーロッパ人到来以降では、ハワイ諸島における植物種の増加速度は、およそ200万倍になった計算になる。

日本における外来植物の場合、明治初期(1868年)に確認されていたのは20種のみであった³⁾。しかし、その後の約130年間に、その種数は少なくとも1年あたり10種以上の速度で増加し、2002年までに総計1500種以上が確認されている⁴⁾。このような明治以降の外来植物種の急激な増加は、江戸時代の鎖国政策による限定された国際貿易から、江戸時代末期の開国による国際貿易の本格化によるものと考えられる³⁾。さらに、第二次世界大戦以降、海外からの農産物等の輸入量が急増するとともに確認された外来種数も増加しており、1950年以降のみで計算すると、1年あたり20種以上が増加していることになる。

現在の日本においても様々な利用目的のために生物の意図的な導入、あるいは物資の移動に付随した非意図的な導入が続いている。例えば、海外から輸入される大豆をはじめとする穀物等は、それが栽培された耕作地に生育していた様々な雑草の種子等が混入した状態で国内に持ち込まれる。Eno-

moto(1999)³⁾は、1994~95年にアメリカから輸入された大豆に47種、トウモロコシで16種の雑草種子が混入していたことを確認している。また、日本の大豆およびトウモロコシの輸入量は1960~1999年の間に、それぞれ4.5倍、10.9倍に増加している⁵⁾。さらに、日本は1984年以降、世界第1位の農産物純輸入国となっており、この状況は現在も続いている。このことは、農産物輸入を通じて外来植物の種子が他の国と比較して大量に持ち込まれ続けていることを示唆している。

2. 河川への外来植物の侵入

外来種による侵入は、さまざまな分類群の生物により、世界のさまざまな生態系において生じている。その中でも、温帯の湿地を含む河川域は外来植物の侵入とその影響がもっとも顕著な生態系であると考えられている⁶⁾。国際自然保護連合(IUCN)の種の保全委員会(SSC)が選定した「世界の侵略的外来種ワースト100」には、33種の維管束植物が含まれている。この33種のうち8種(24%)が河川域や湿地を生育地とする植物であり、この割合は河川域および湿地が世界の陸地に占める面積比(7%)と比較すると不釣り合いに大きい⁷⁾。

また、生態学的な視点から見て、河川域は他の生態系と比較したとき、導入された外来植物の定着・分布拡大により適した条件を備えていると考えられる。河川域は、水域と陸域のエコトーンを含み、その多様な環境条件に対応して多様な植物が生育する。また、洪水による攪乱によって周期的に植生が破壊されるため、(在来・外来を問わず)植物が侵入しやすい裸地(植被がまばらあるいは全くない場所)が生じやすい。さらに、河川とその周辺域は、栄養塩、土砂をはじめとした流水によって運搬される物質・物体が集まってくる場所でもあり、流域からの多様な植物種子等の散布体が供給されやすい⁷⁾。このような河川域がもつ特徴は、外来植物の侵入に対しても寄与していると考えられる⁸⁾。

加えて、河川およびその周辺には外来植物の供給源が豊富に存在する。河川の周辺には人口が集中し、農地が広がっており、海外からの物資とそれに付随する外来種がもたされやすい。また、造成地、耕作地等の外来植物の侵入しやすい裸地的生育地も多く分布する。さらに、外来植物が河川に定着した後は、

流水によって植物体の一部や種子等の散布体が下流に供給されるため、個体群の維持および分布の拡大も容易である。

3. 外来種侵入による河川生態系への影響

外来種の侵入は世界各地において、生息地の改変に次ぐ、生物多様性の保全に対する大きな脅威となっている⁹⁾。また、外来種は侵入先の生態系の構造や機能を変化させ、さらに生態系から人間社会に提供されている利益、すなわち「生態系サービス」にも影響を与えることがある。

外来種のうち生物多様性や人間活動に深刻な影響をもたらすものを、「侵略的外来種」と呼ぶ⁹⁾。日本の河川水辺においても、侵略的外来種の中で、魚類のオオクチバス、爬虫類のカミツキガメなどは、新聞・テレビなどのメディアで扱われることも多く、侵入の影響、危険性などについて一般の認知度が高い。一方で、外来植物の侵入は、生物多様性および生態系機能への影響という観点から特に重要な分類群であると考えられるものの、その影響については認知されにくいかもしれない。

外来植物が在来植物と置き換わったとき、遠くから眺めれば、見た目は「緑」であることには変わりがないため、置き換わりによる影響を視覚によって認識することは難しい。しかし、生態系機能の面からはすっかり別なものになってしまう可能性がある。なぜなら、外来植物が在来植物と置き換わって優占することにより、生態系における一次生産者の主たる部分が置き換わるだけでなく、植生の物理構造も変化するためである⁹⁾。さらに、外来植物の優占により、栄養塩類や水分等の物質循環にも変化が生じることも知られている⁹⁾。

例えば、南アフリカでは、外来の木本の占有面積が170万haにまで拡大し、これらの蒸散作用により大量の水が消費され、流域で利用可能な水量を著しく減少させた事例が報告されている¹⁰⁾。日本の河川においても、近年河川で問題となっている外来植物シナダレスズメガヤの礫河原への侵入や、外来の木本であるハリエンジュの侵入に伴う草本植生の樹林化は、在来植物の生育を妨げるだけでなく、洪水時に土砂堆積を促進し、微地形や栄養塩類動態を変化させることが知られている¹⁰⁾。このように河川における外来植物の侵入による急速かつ潜在的に不可逆な変化は、生態系の「非線形な変化」として、生態系の機能および生態系サービスに劇的な変化をもたらす可能性がある⁹⁾。

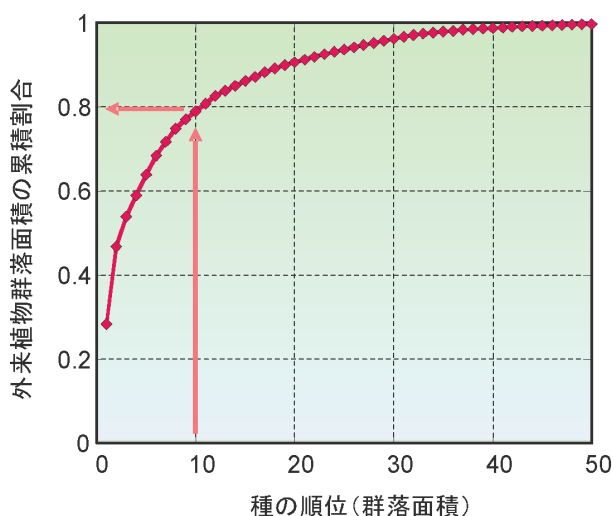
4. 日本の河川への外来植物の侵入状況

河川において外来植物への対策の戦略を立案するためには、まず侵入の現状を的確に把握する必要がある。宮脇・鷺谷(2004)¹¹⁾およびMiyawaki & Washitani(2004)¹²⁾は、全国109水系123河川の直轄管理区間においては実施された「河川水辺の国勢調査」の結果(1999年まで)を用いて、実態把握のための分析を行った。

その結果、109水系の直轄管理区間において、少なくとも、444種の外来植物が確認され¹³⁾、そのうち87種が優占群落を形成していることが判明した(以下、外来植物が優占する植生を「外来植物群落」と呼ぶ)。調査河川における外来植物群落の合計面積は約12000haに達し、これは全植生面積の約14%にあたった。なお、109水系123河川のうち、5河川(中川(綾瀬川を含む)、猪名川、草津川、白川、肝属川)において植生の50%以上が外来植物群落で占められていた。

表一 優占群落面積の大きい外来植物上位10種。表中「和名」末尾の*は、「日本の侵略的外来種ワースト100」(日本生態学会編 2002)掲載種を示す(Miyawaki & Washitani(2004)より作成)。

科名	和名	面積 (ha)
キク科	セイタカアワダチソウ*	3,369
マメ科	ハリエンジュ*	2,197
イネ科	カモガヤ*	835
キク科	オオブタクサ*	603
キク科	オオアワダチソウ*	579
イネ科	セイバンモロコシ	550
キク科	ヒメムカシヨモギ	386
イネ科	シナダレスズメガヤ*	379
ウリ科	アレチウリ*	319
キク科	オオアレチノギク*	254



図一 外来植物群落面積の累積割合。横軸は優占群落面積の大きい順に種を並べ、縦軸は面積の累積割合を表す。図中の矢印は、上位10種で累積面積は0.8であることを指している。宮脇・鷺谷(2004)を改図。

外来植物群落を優占種別にみると、圧倒的な優占を誇るのが多年生草本のセイタカアワダチソウ、木本のハリエンジュ（ニセアカシア）、次いでカモガヤ、オオブタクサ、オオアワダチソウであった（表-1）。これらを含む上位10種の合計で、全外来植物群落面積のおよそ80%を占めていた（図-1）。このような、植生において優占する外来種は、在来種を競争的に排除することが多いため¹¹⁾、これらを侵略的外来種として扱うことは管理上矛盾することはない。

5. 日本の河川における外来種の侵略性の評価

侵略的外来種と判断された種に共通の特性から、種の侵略性を決定する生態学的要因を推論することができる。Miyawaki & Washitani (2004)¹²⁾は、このような考えに基づき、河川水辺の国勢調査で確認された外来植物について、その侵略性と種の属性（導入経路、原産地等）との関係を分析した。

その結果、緑化植物、農耕地雑草はその他の外来植物と比較して、侵略的外来種になりやすい傾向が認められた（図-2）。緑化に用いられる植物は、強い日差しや土壌の乾燥にも耐えられるといった特性を人為選抜されているため、河川の礫河原環境に前適応しているといえる。したがって、このような種が礫河原に侵入すると旺盛に繁茂する。ハリエンジュやシナダレスズメガヤがこれに当たる（表-1）。

一方、農耕地雑草においては、特に北アメリカを原産地とする種がより侵略的外来種になる可能性が高いことが明らかになった（図-3）。さらに、農耕地雑草の種が優占する植生面積を原産地別に見たとき、その大部分を北アメリカ原産の種が占めていることが明らかになった（図-4）。この大部分を占めるのがオオブタクサ、アレチウリである（表-1）。これらは、いずれも北アメリカの河川域を元々の生育地とする植物であるとともに、大豆・トウモロコシ畑において強害雑草となっている。また、これら

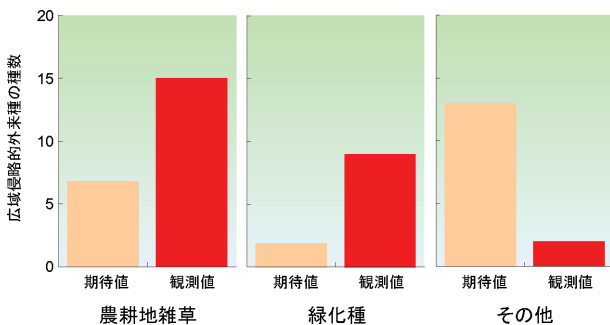
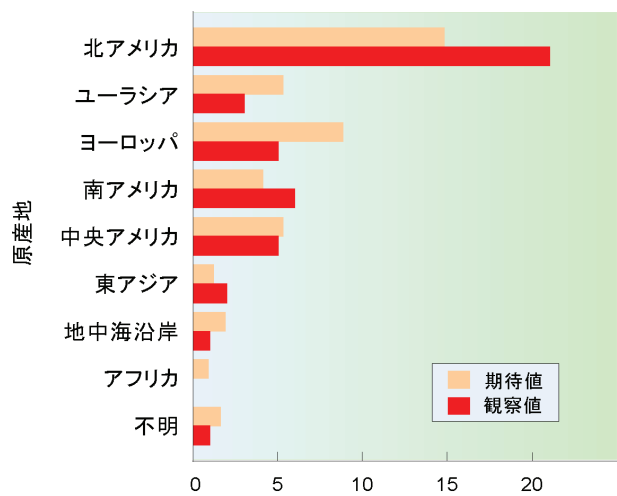


図-2 広域侵略的外来種の種数。広域侵略的外来種は全国109水系123河川のうち12河川以上で優占群落を形成していた種を指す。観測値は、河川水辺の国勢調査により確認された種数。期待値は、広域侵略的外来種がランダムに決まるという前提条件に基づく計算値。Miyawaki & Washitani (2004)に基づき作成。

は利用目的をもって意図的に導入されることはないため、輸入される大豆等の農産物に混入し、非意図的に導入されたものであると考えられる。

緑化植物については、第二次世界大戦後の高度成長期以降、多くの公共事業が行われ、土壌浸食防止あるいは工事後の緑化使用の目的で、大量に導入された。緑化により定着した外来植物の群落は、周辺および流域への種子供給源となる。また、農耕地雑草については、1960年代以降アメリカ合衆国から大量の大豆・トウモロコシ等が輸入され続けており¹²⁾、これらへの混入種子として大量に、かつ繰り返し導入されてきた。これらの混入種子は、大豆等が食品・飼料としての使用後に、廃棄物等として排出される。



侵略的外来種の種数（農耕地雑草）

図-3 農耕地雑草の原産地別侵略的外来種数。侵略的外来種は優占群落を形成していた種を指す。観測値は、河川水辺の国勢調査により確認された種数。期待値は、広域侵略的外来種がランダムに決まるという前提条件に基づく計算値。Miyawaki & Washitani (2004)に基づき作成。

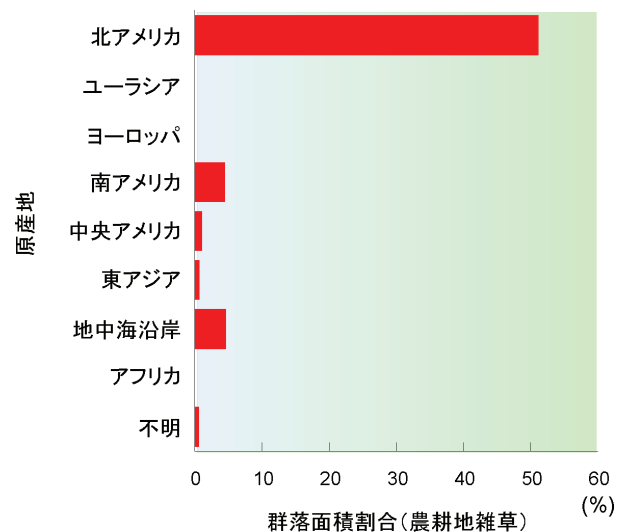


図-4 農耕地雑草の原産地別優占群落面積割合。Miyawaki & Washitani (2004)に基づき作成。

すなわち、繰り返しの大量導入が、これらの日本の河川において侵略的外来植物に共通する特徴であると考えられる。導入量や導入回数などを反映した累積的な導入量の指標である散布体圧 (propagule pressure) が外来種の侵入の成功に与える影響の重要性は、近年の研究によりさまざまな分類群、地域において示されている¹⁰⁾。

6. 河川における外来植物管理に向けて

日本では、河川の周辺域に人口と資産が集中している。したがって、河川における治水は、国民生活の保護、経済活動の維持において重要な課題である。一方、治水事業においては、堤防、堰、ダムなどの河川の流れを制御するための構造物の建設、河道の掘削などによる河川の地形、植生の改変などを伴う。したがって、河川域は人間社会の維持と生物多様性および生態系の保全との間のコンフリクトが生じやすい場所であり、人命および社会基盤等の財産の保全が優先される社会的必要性により、生物多様性や健全な機能が損なわれやすい社会環境に置かれた生態系である。

外来植物の侵入は、河川域の生物多様性および生態系が置かれている窮状にさらに追い打ちをかけている。河川域の生物多様性および生態系を維持するためには、外来種の中でも特に侵略的外来植物を標的とした対策が必要である¹¹⁾。

外来種による生態系等への被害を防ぐことを目的とし、平成16年に施行された「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律 (外来生物法)」では「特定外来生物」に指定されている外来生物を対象としている。しかし、特定外来生物に指定されている植物種は12種 (平成19年12月現在) に限られており、河川において群落面積上位10位に含まれる外来植物 (表-1) のうち特定外来生物に指定されているのは、アレチウリ1種のみである。すなわち、現在指定済みの特定外来生物は、必ずしも生態系への影響を十分に考慮したものとはなっていない。したがって、河川の生物多様性、生態系を維持するためには、植生を優占する外来植物をはじめとする侵略的外来種を対策優先種として抽出し、これらの生態的特性に応じた対策を講じることが求められる。

また、本稿で紹介した「河川水辺の国勢調査」に基づく分析からも、河川における外来植物の管理では、河川内外の供給量の抑制を併せて行うことの重要性が示唆された。すなわち、周囲および下流域への種子等の散布体供給を防ぐために、河川外部からの新たな供給を絶つとともに、すでに河川に侵入している侵略的外来植物に対しても駆除が必要であ

る。河川における散布体の供給量を減らせば、新たな場所への定着や駆除後の再侵入の可能性を低下させることができるだろう。

引用文献

- 1) Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, D.C.
- 2) National Research Council (2002) Predicting invasions of nonindigenous plants and pests. National Academy Press, Washington, D.C.
- 3) Enomoto T. (1999) Naturalized weeds from foreign countries into Japan. In: E. Yano, K. Matsuo, M. Shiyomi and D. A. Andow (eds.), Biological Invasions of Ecosystem Pests and Beneficial Organisms, Yokendo, Tokyo, pp. 1-14.
- 4) 日本生態学会 (2002) 外来種ハンドブック. 地人書館.
- 5) 農林水産省 (2002) 農林水産物貿易レポート2002. 財団法人農林統計協会.
- 6) Richardson D. M., Holmes P. M., Esler K. J., Galatowitsch S. M., Stromberg J. C., Kirkman S. P., Pysek P. & Hobbs R. J. (2007) Riparian vegetation: Degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13: 126-139.
- 7) Zedler J. B. & Kercher S. (2004) Cause and consequences of invasive plants in wetlands: opportunities, opportunists, and outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences* 23: 431-452.
- 8) Washitani I. (2001) Plant conservation ecology for management and restoration of riparian habitats of lowland Japan. *Population Ecology* 43: 189-195.
- 9) Blossey B. (1999) Before, during and after: The need for longterm monitoring in invasive plant species management. *Biological Invasions* 1: 301-311.
- 10) Le Maitre D. C., Versfeld D. B. & Chapman R. A. (2000) The impact of invading alien plants of surface water resources in South Africa: A preliminary assessment. *Water SA* 26:397-408.
- 11) 宮脇成生・鷺谷いづみ (2004) 生物多様性保全のための河川における侵略的外来植物の管理. *応用生態工学* 6:195-209.
- 12) Miyawaki S. & Washitani I. (2004) Invasive alien plant species in Riparian areas of Japan: The contribution of agricultural weeds, revegetation species and aquacultural species. *Global Environmental Research* 8: 89-101.
- 13) 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). 財団法人リバーフロント整備センター.
- 14) Lockwood J. L., Cassey P. & Blackburn T. (2005) The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 20:223-228.