

侵略的外来種 生物多様性への脅威

INVASIVE ALIEN SPECIES a threat to biodiversity

www.cbd.int



地球のいのち、つないでいこう



生物多様性

制作：環境省自然環境局自然環境計画課生物多様性地球戦略企画室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 電話:03-3581-3351 (代表)

この小冊子は生物多様性条約事務局が2009年の生物多様性の日にあわせ作成した小冊子を日本語に翻訳したものです。
なお、英語、フランス語およびスペイン語の小冊子は下記のURLからダウンロードできます。

<http://www.cbd.int/idb/2009/resources/booklet/>



Convention on
Biological Diversity



環境省



国際生物多様性の日
INTERNATIONAL DAY FOR BIOLOGICAL DIVERSITY

2009年5月22日

侵略的外来種

生物多様性への脅威

INVASIVE ALIEN SPECIES
a threat to biodiversity



Convention on
Biological Diversity

地球のいのち、つないでいこう



生物多様性



環境省



UNEP



www.flickr.com/photos/chris_doemel



www.flickr.com/photos/texasoagle



Miguel Sicilia



発行：生物多様性条約事務局
ISBN：92-9225-119-8

著作権者：生物多様性条約事務局2009

本書に報告した見解は、生物多様性条約事務局またはその締約国の見解を示すものではありません。

本書は、教育目的または非営利目的であれば、出典を明示することを条件に、著作権者の特別な許可を得ずに複製することができます。本書を情報源として使用した出版物については、1部を条約事務局にご寄贈いただきますようお願いいたします。

引用情報：生物多様性条約事務局（2009）
413 St. Jacques Street, Suite 800
Montreal, Quebec, Canada H2Y 1N9
電話：+1 (514) 288 2220
ファックス：+1 (514) 288 6588
Eメール：secretariat@cbd.int
ウェブサイト：www.cbd.int

表紙デザイン（写真提供）
オオヒキガエル（Jorge Alvarez）
カエルツボカビ（www.flickr.com/photos/ajc1）
ミノカサゴ（www.flickr.com/photos/yv）
ナラタケの一種 [*Armillaria limonea*] (Shirley Kerr)
ホンセイインコ（Andrea Pauly）
コロラドハムシ（Host Freiberg）
トウブハイイロリス（Miguel Sicilia）
ホソグミ（Attila Pellinger）

本冊子の監修協力：グローバル侵入種プログラム（GISP）

GISPは地球規模の侵略的外来種の脅威への対処を専門とする国際協力機関である。1996年設立のGISPの使命は、侵入種の拡散と影響を最小限に抑制することによって生物多様性を保全し、生存環境を維持することである。GISPは独立した法人であり、農業生物科学国際センター（CABI）、国際自然保護連合（IUCN）、南アフリカ国立生物多様性研究所（SANBI）、ネイチャー・コンサーバンシー（TNC）の4つの機関と提携し、ケニアのナイロビにあるCABIを事務局として調整活動を行っている。GISPは生物多様性条約第8条h項の実施を支援するとともに、*Global Strategy on Invasive Alien Species（侵略的外来種世界戦略）*（2001）や*Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices（侵略的外来種：優良な予防と管理の実施のためのツール集）*（2001）などのさまざまな成果や出版物を通じて、侵略的外来種についての知見の向上と認識の普及に努めている。GISPは、国際パートナーシップの構築支援を行い、各国レベルでの侵略的外来種予防・管理措置がとれるよう、次の3つの目標を達成するよう努力している。それは、政策と管理の支援、情報交換の促進、主要な意思決定者の意識向上である。（www.gisp.org）

目次

日本語版への序文	5
重要なメッセージ	6
はじめに：侵略的外来種	10
第1節：脅威と影響	14
第2節：侵入経路	20
第3節：気候変動と侵略的外来種	24
第4節：侵略を食い止めよう	30
第5節：できることは何か	34
第6節：地球規模の活動	38
用語集	42

日本語版への序文



国際連合は、生物多様性の問題について、人々の理解を広め、認識を高めるために、生物多様性条約の条文が採択された5月22日を記念して、この日を国際生物多様性の日（IDB）に指定しました。また今年、生物多様性条約は、侵略的外来種をIDB2009のテーマに定めました。

外来種による生物学的侵入の急増は、地球規模の人為的環境変化の重大な構成要素として広く認識されています。動植物や微生物の移動がさまざまな物品やサービスを提供し、人間の福祉に寄与していることは間違いのないものの、世界の経済成長は、侵略的外来種が新たな生息地や生態系に侵入、定着、拡散する経路を開いてしまいました。また、気候変動や、景観の攪乱・改変も、広い範囲の生態系に侵略的外来種のさらなる拡散と、影響拡大を引き起こす可能性があります。さらに、侵略的外来種による生物学的侵入は、往々にして、重大な経済的損失と、生物多様性・生態系の機能の低下を招きます。米国だけでも、侵入種による損失とその抑制のための費用は年間1,380億米ドルを上回ると推定され、世界全体では年間1.4兆米ドルにのぼるとみられています。

生物多様性条約では、侵略的外来種が持つ影響力に鑑みて、生態系、生息地、在来種を脅かす外来種の導入を防ぎ、またこれを抑制あるいは根絶することが重要であると認識しています。

この小冊子は、主として、侵略的外来種が生物多様性に及ぼす脅威と、その問題に取り組むためにわれわれ一人一人にできることを取り上げています。この冊子を読んでくださるみなさま、是非、毎日の生活を振り返って、生態系への脅威となっている外来種の予防と根絶に協力してください。

あらゆる生態系において、侵略的外来種の問題は、生物多様性条約の三つの目的——生物多様性の保全、その持続可能な利用、遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分——を達成するための中心的課題です。2010年は、国際生物多様性年であり、また生物多様性2010年目標の目標年です。2010年までわずか1年と、時がせまった現在、侵略的外来種の脅威に対処するための緊急の行動が必要です。

この冊子の製作のために情報、知見、資金をご提供いただいたすべての方々に感謝しております。特に、この冊子の英語版、仏語版、スペイン語版の製作と発送の資金をご提供いただいた欧州委員会、日本語版の作成の労と資金のご提供をいただいた日本国政府に、謹んで感謝の意を表します。

アフメド・ジョグラフィ
生物多様性条約 事務局長

重要なメッセージ

太字の用語の定義は用語集を参照のこと。

侵略的外来種は、地球上のほぼすべての種類の生態系において、在来の生物多様性に影響を及ぼしてきた。侵略的外来種は、生物多様性が失われる最大の要因のひとつとして、生態系の完全性や機能に、ひいては人間の福祉に、脅威を与えている。

グローバル化によって、非在来（または外来）種の導入や拡散を促進する可能性のある貿易、運輸、旅行、観光などが活発化した。このうち一部は、定着して新たに生息地を形成し、侵入種となる可能性がある。

外来種が侵略的となるには、生息地に入り込み、生き残り、繁殖しなければならない。つまり侵略性とは、導入された場所で食物と生息地をめぐる在来種との競争に勝ち残り、新しい環境中に拡散し、個体数を増やして生態系を損なうことである。

侵略的外来種の影響は、気候変動、生息地の減少、汚染、人為的攪乱など、他の生物多様性の喪失の要因によってさらに深刻となる。**気候変動**によって、種の生存環境が影響を受け、また種の生理機構が変化して、種の地理的分布や豊富さが変化する可能性がある。

予防は、最も費用対効果が高く、実行しやすい侵略的外来種の抑制方法である。予防には、政府、経済界、非政府組織や国際機関が協力する必要がある。

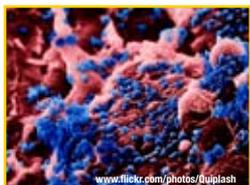
生物多様性条約（CBD）は、地球規模の優先順位を定め、指針を設け、また情報を収集して国際的な活動の連携を促すことにより、侵略的外来種の脅威に取り組んでいる。





はじめに 侵略的外来種

侵略的外来種とは何か



侵略的外来種 (IAS) とは、その種が自然の生息域外に導入、拡散することが**生物多様性**への脅威となる種である。新たな環境に持ち込まれる生物のうち、侵略性を持つものは少ないが、食品の安全性、動植物や人間の健康、経済開発への悪影響は、広範かつ重大なものになりかねない。

ほとんどの国ではすでに、複雑かつ費用のかさむ外来種の問題に取り組んでいる。そうした種として、次のような例がある。

- 漁業、軟体動物の多様性や発電に影響を及ぼすカワホトトギスガイ (別名：ゼブラガイ *Dreissena polymorpha*)
- 水路をさえぎり、野生水生生物と現地の人の生活に大きな障害を及ぼし、疾病やその媒介者 (ベクター) にとっての理想的な条件を作り出すホテイアオイ (*Eichhornia crassipes*)
- 太平洋上の島々で在来の鳥類を絶滅させているネズミ
- 温帯と熱帯の両方の国々で人間や動物を襲う鳥インフルエンザ (H5N1) のような新型の致死病的病原性生物

侵略的外来種問題の脅威は日に日に高まりつつあり、経済や環境への影響が深刻なため、緊急に対処する必要がある。

なぜ懸念されるのか

侵略的外来種の問題は、主として貿易、運輸、観光旅行などのグローバル化により拡大を続け、人間と動物の健康、世界の社会経済、生態学的な福祉に多大な負荷をかけている。17世紀以来、原因が明らかになっている動物の絶滅全体のうち、40%近くに侵略的外来種が関与している (SCBD, 2006)。侵略的外来種は、外来種の個体数を抑制する自然の競争者や捕食者がいないことが多い島嶼などの孤立生態系の**生物多様性**にとって、最大の脅威である。侵略的外来種は、土地利用や自然**攪乱**のパターン (火災、昆虫の大発生、疾病など)、**栄養素循環**のような生態系のプロセスも変える。米国、英国、オーストラリア、南アフリカ、インド、ブラジルにおいて導入された**病害虫**が引き起こす年間の環境への損失は、1,000億米ドルを上回ると算定されている。

また、侵略的外来種は、農漁業、人間の健康への影響、開発途上国で人々の生活基盤となる野生生物の多様性などへ影響を及ぼし、貧困を激化させ、**持続可能な開発**を脅かす。侵略的外来種が引き起こす損害は、気候変動、汚染、生息地の減少、その他の人為的攪乱 (道路、農業など) によっていっそう悪化する可能性がある。

図1. 外来種の経済的影響事例

生物種	経済変数 (米ドル/年)	経済的影響 (コイン1枚=約2,000万米ドル)
ネズミ (<i>Rattus rattus</i> および <i>R. norvegicus</i>)	米国内での損害額 年間1,900万米ドル (Pimentel et al. 2005)	1
野生ブタ (<i>Sus scrofa</i>)	米国内での損害額 8億米ドル (Pimentel et al. 2005)	40
ホテイアオイ (<i>Eichhornia crassipes</i>) およびその他の外来水草	開発途上国に対する 水利関連の費用 年間1億米ドル (GISP 2004b)	5
トマトハモグリバエ (<i>Liriomyza sativae</i>)	中国での経済的損失額 年間8,000万米ドル (LiとXie 2002)	4
ジャワマンゲース (<i>Herpestes javanicus</i>)	プエルトリコおよびハワイ諸島のみの損害額 年間5,000万米ドル (GISP 2004b)	2.5
コーヒーノミクイムシ (<i>Hypothenemus hampei</i>)	インド 年間3億米ドル (GISP 2004b)	15



どのようにして拡散するか

通常は、意図的・非意図的にかかわらず人間の移動や貿易によって持ち込まれる。新しい生息地がその種の本来の生息地とよく似ていれば、その種は生き残り、繁殖する可能性がある。外来種が侵略性となるには、導入された場所で食物と生息地をめぐる在来種との競争に勝ち残り、新しい環境中に拡散し、個体数を増やして生態系を損なわなければならない。要するに、侵略性外来種となるには、現地に入り、生き残り、繁殖する必要がある。

侵略的外来種に共通する特徴は次のような点である。

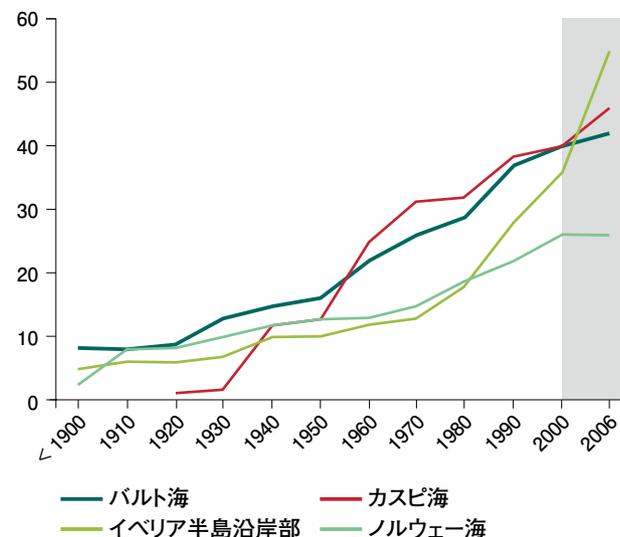
- 急速に繁殖・成長する。
- 高い拡散能力（1つの場所から別の場所へ移動する能力）を持つ。
- 新しい条件に生理的に適応する能力がある。
- さまざまな種類の食物を食べ、また広い範囲の環境条件で生存する能力がある。

外来種に侵入される生態系は、もともと環境の中に個体数を抑制する自然の捕食者や競争者がいないようである。人為的攪乱を受けた自然生態系は**在来種**との競争が少ないため、外来種の侵入に弱いことが多い。例えばアカヒアリ (*Solenopsis invicta*) は、道端や農地といった攪乱された地域のほうが定着しやすく、手つかずの閉鎖林にコロニーを形成することはめったにない。



図2. ヨーロッパの海における海産侵入種の拡散 (出典：欧州環境庁2007)

侵略的外来種の種数



ヨーロッパ全域のいくつかの海には1,000種以上の外来の海産・汽水産生物が導入されており、その半数以上は20世紀に導入されたものである。最もひどい状況にあるのが地中海で、主としてスエズ運河の開通によって、およそ740種類の種が導入された。



第1節 脅威と影響

侵略的外来種は、世界の生物多様性喪失の直接の影響要因として最も重要なもののひとつである。侵略的外来種は、人間が依存する生物多様性と貴重な生態系に多大な損害をもたらす。

ミレニアム生態系評価（2005）では、生物多様性への侵略的外来種の相対的影響力は生物群系ごとに異なり、またすべての生物群系にとって、その影響力は、次のように、一定または拡大のいずれかであると結論付けた。



図3. 侵略的外来種が各種生物群系の生物多様性に及ぼす影響（ミレニアム生態系評価）

セルの色は、生物群系ごとに、過去50～100年間に侵略的外来種が生物多様性に及ぼした影響を示す。「影響が大きい」とは、この100年間でその要因がその生物群系において生物多様性を著しく変化させたことを意味する。「影響が小さい」とは、その要因がその生物群系において生物多様性にほとんど影響を与えなかったことを示す。矢印はその要因の傾向を示す。水平の矢印は、現状の影響レベルが続くことを示す。斜め上および垂直の矢印は、影響が徐々に強度を増す傾向にあることを示す。この図から、特定の地域における影響とその傾向は、地球規模の影響および傾向と異なる可能性があることがわかる。

侵略的外来種が、その地域の個体群、生活、人間の健康、持続可能な開発に及ぼす影響について、いくつか例を挙げる。

島嶼

オーストラリア、ニュージーランド、マダガスカル、ハワイ群島、ガラパゴス等の島嶼には、固有の特殊な動植物の生息割合が大きい。島嶼は地理的に孤立しているため、新種の移入が限られ、定着した種は、厳しい競争や捕食者がほとんどない状態で進化できる。世界中の島嶼生態系において、人間活動によって導入される侵略的外来種は、種の絶滅や個体群の減少を招く主要原因となっている。侵略的外来種は生態系、生活、経済、住民の公衆衛生を脅かし、小島嶼開発途上国にとって特に大きな危機要因となる。島嶼国の多くは、侵略的外来種問題に対処するための科学技術情報や資源が不足している。



ナイルパーチ：生物多様性、生態系機能、現地の生活の糧の喪失の原因



- アフリカのビクトリア湖では、地域の人口が増え、漁業技術が向上するにつれて漁獲圧が高まった。1950年代初頭までに、乱獲で漁業資源量が激減したことが明らかになった。この状況を好転させようと、英国の担当官がビクトリア湖にナイルパーチ (*Lates niloticus*) とナイルティラピアを導入した。自然の捕食者がおらず、餌も豊富だったため、ナイルパーチは増殖し、少なくとも200種を絶滅に追い込んだ。
- ナイルパーチは地元の魚より油分が多いため、食用にするには火にあぶって乾かさなければならない。そのため、地域住民が薪炭材として伐りだす木が増えた。その結果、森林が破壊され、浸食と表流水が増え、これが湖を富栄養化しホテイアオイが繁茂した。
- ナイルパーチの美味で骨のない白身の肉と、その浮き袋や皮で作った製品が外国市場で好まれ、ビクトリア湖で国境を接するケニア、ウガンダ、タンザニアの3か国に4億米ドルにのぼる輸出収入をもたらした。しかし輸出需要によって鮮魚の価格が高騰し、地域住民には買えなくなった。また、これが刺激になって漁業がさらに集約化され、1990年代半ばまでには、ナイルパーチが乱獲されていることが明らかになった。捕獲率は低下し、水揚げされた魚の平均サイズは1980年の50キログラム超から1996年には10キログラム未満へと減少した。

アフリカ農業への「収穫ゼロ」の影響

一般にアメリカブクリョウサイまたはゴマギクと呼ばれる *Parthenium hysterophorus* は、メキシコ原産の拡散性の高い外来種である。この草は、エチオピアでは1988年に初めて援助食糧配給センター付近で生育が確認されたもので、輸入小麦にこの草の種が混入していたものと推定される。この草の種子は、車両、機械、動物などに付着した泥にまぎれたり、水や風によって拡散したりするので、ひとたび導入されると急速に広がる。エチオピアの農作物生産に壊滅的な影響を及ぼしたことから、この草には、「収穫ゼロ」を意味する現地名がつけられた。家畜の食用に適さないため、この草の侵入で放牧地が足りなくなった。それというのも、これが飼料に混入すると、その動物の肉や乳に毒性が生じるのである。また、アメリカブクリョウサイは人間と家畜に健康被害をもたらす。この草や花粉と接触すると、皮膚炎、喘息、花粉症のようなアレルギー反応が起きることがある。この草は、南アフリカの亜熱帯地域——ここではサトウキビやバナナのプランテーションにおいて特に問題となっている——や、スワジランド、モザンビーク、ジンバブエ、マダガスカルにも侵入している。除草剤の葉面散布で個々の植物体を枯らすことはできるが、すぐに種子から再生するため、抑制が非常に難しくなっている。



人間の健康

伝染病の病原体の多くは典型的な侵略的外来種である。家畜などの動物から人間に伝染したにせよ、旅行者によって偶然持ち込まれたにせよ、未知の病原体は人間集団に壊滅的な影響を及ぼす可能性がある。病害虫や疾病は、その地域の食糧生産や家畜生産を衰退させ、飢えと飢饉を引き起こす可能性もある。

歴史上の重要事例に次のようなものがある。

- 黒死病（腺ペスト）は、侵入種であるネズミにつくノミを媒介者にして、中央アジアから北アフリカ、ヨーロッパ、中国に広がった。
- 1840年代のアイルランドのジャガイモ飢饉は北アメリカから導入された菌類が引き起こしたもので、現地住民の健康に壊滅的な影響を与えた。
- 天然痘と麻疹を運ぶウイルスは、ヨーロッパによる植民地化の直後にヨーロッパから西半球へ広がった。先住民はこれらに対する抵抗力が低かったため、強大なインカ帝国やアステカ帝国滅亡の一因となった。
- ウイルス病である牛疫は、1890年代に感染家畜を経てアフリカに導入された。その後、牛疫は、家畜と野生とを問わず、アフリカのサバンナ各地のウシ科動物（畜牛の近縁種）の群れに広がり、この大陸の大半で哺乳類の構成が変わるほどであった。20世紀初頭には牛疫で家畜群が壊滅したため、家畜に依存する牧畜民の25%が餓死したと言われている。

鳥インフルエンザと野鳥や人間の健康



鳥インフルエンザ（AI）は、さまざまな鳥類に感染する伝染性の強いウイルス病である。AIウイルスは、病原性に基づいて2群に分けられる。高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）ウイルスは急速に拡散し、重篤な症状を引き起こすことがあり、非常に死亡率が高い一方、低病原性鳥インフルエンザ（LPAI）は、感染した鳥には何の症状も起こさないこともある。野鳥はAIウイルスの保有宿主となる。

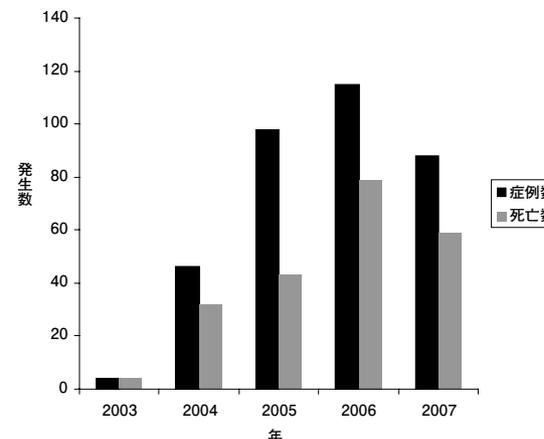
AIウイルスは人間に感染する可能性があり、死亡することもある。HPAIが世界的に人間へのインフルエンザ大流行を引き起こすリスクがあることから、ここ数年、世界的なAIの現状は、国際社会の関心の的であった。

国際獣疫事務局（OIE）は、動物の疾病と人獣共通感染症の防除と報告について世界貿易機関（WTO）の認定を受けた国際規格制定団体である。OIEは、人間に感染する可能性のある疾病（すなわち人獣共通感染症）や、重篤だが人間には感染しない疾病（牛疫など）などの重要な疾病をリストアップする。このリストの基準には、動物や人間の個体群に重大な問題を引き起こす疾病の範囲、動物や動物性生産品（または畜産物）の移動に伴う国際的な拡散の危険度、ならびに疾病の世界的分布などが含まれる。リストに掲載された疾病の発見、予防、防除の方法はOIEによって公表されており、各国の獣医学担当当局にとって、動物疾病の予防や防除を行うプログラムの主要参考資料となっている。

またOIEは、国際連合食糧農業機関（FAO）や世界保健機関（WHO）と連携し、AIの防除や根絶に向けた政策についての助言、戦略の設計、技術支援を行っている。

図4. WHOに報告された鳥インフルエンザ（H5N1）の人への感染確認例の集計（2003～2007年）

（出典：www.who.int/csr/disease/avian_influenza/country/cases_table_2008_06_19/en/index.html）





第2節 侵入経路

貿易、運輸、旅行、グローバル化、人口増大といった人間活動の急加速は、侵入種の脅威と影響力を強めている。これらの影響は、気候変動、生息地の減少、汚染、人為的攪乱によって激化する。

人や物の流動性が高まると、しばしば家畜、ペット、苗木、農林産品といった商品の形で、世界中での種の移動の可能性が高まる。

侵略的外来種を運ぶ経路や媒介者は重要なポイントである。媒介者を遮断すれば侵入を防げる。媒介者のほとんどは、自然の障壁を越えて人が生物を移動させているものである。

中国経済の急成長と生物学的侵入の加速

中国は、過去25年間で非常に大きな経済成長を遂げたが、これは主として国際貿易が拡大した結果である (Ding et al. 2008)。中国で記録されている侵略的外来種は400種を越え、その大半は過去25~30年の間に侵入したものである。中国国境で捕獲された外来種の総数は、1990年から2005年までの間に10倍に増えている。暫定報告書によると、中国は、侵入した昆虫や植物により、年間約145億米ドルの経済損失をこうむる可能性がある。

外来種の重要経路には次のようなものがある。

船舶のバラスト水



海産生物が国から国へ、海から海へと移動する最重要経路が船舶の移動であることは、ほぼ間違いない。海の生物学的侵入の最重要経路は、船舶のバラストタンクと船体外側の付着物である。1隻の船から、数百種が生きた状態で見つかる。GEF/UNDP/IMOのグローバルバラスト水管理プログラム¹ (GloBallast) は、バラスト水を通じた有害水生生物、微生物、疾病の移動を減らすための開発途上国の支援を行っている。

ペットの野外への遺棄と観賞用生物種の貿易



意図的・非意図的にかかわらず、**外国種**である観賞魚や植物、ペットが野外に放され定着した場合、侵略的外来種になりうる。ペットや水槽鑑賞用の生物は、不要になると、善意から野生に「帰される」ことが多い。爬虫類、両生類、観賞用の魚や植物を池に放したりトイレに流したりすると、容易にその地域の水系に

入り込む。ペット、水槽観賞用生物種、生餌、生鮮食品の輸出入に絡む侵入リスクに関する具体的な国際基準はない。そのうえ、インターネットを利用した取引のせいでこのような種の輸出入が増えており、これについては国際的にも国内的にも規制や規則が存在しない。

ヒッチハイカー



生物は、材木、梱包資材、機械装置、車両の内部や外側に付着してヒッチハイクすることがある。未加工木材や木製品は、森林病虫害や疾病の供給源である。機械や車両は、洗浄せずにあちこちへ輸送されることが多い。航空運輸も侵略的外来種の重要な経路である。生物種が、客室内の乗客の服や荷物に付着して移動したり、貨物内部、包装資材、車輪格納庫、その他の航空機部品の内部で知らない間に運ばれたりすることがある。

農林業用に導入された植物



バイオ燃料生産用を含めて、重要な作物や樹木のうちかなりの部分が、経済性の向上や効果的な食糧生産のために、その自然分布域外で栽培されている。そうした栽培地が入り込んでいる保護地域の中などで、これらの外来種が帰化・侵入した場合、生物多様性にとってリスクになる可能性がある。

1 <http://globallast.imo.org/>



鑑賞用植物



植物侵入種のうちかなりの部分は、最初は観賞用として導入された。北アメリカの最も侵略的な植物300種のうち約半数、そしてニュージーランドの侵入雑草の70%以上は、鑑賞植物として庭や公園へ意図的に導入された。

生物学的防除



生物学的防除は、生きた天敵、敵対者、競争者などの自己増殖を行う生物体を利用する病害虫駆除戦略である。しばしば外国産の種が病害虫種の防除に用いられるが、それ自体が侵略的外来種になることがある。これは長いこと問題となってきたが、初期の頃は特に問題が大きかった。現在では生物学的防除の安全基準ははるかに厳しくなっており、法令や規則で規制され、前もってリスク分析をしないと輸入申請ができない。

Batrachochytrium dendrobatidis (カエルツボカビ)の出現：両生類貿易の帰結

伝染性の高い菌類であるカエルツボカビは、ツボカビ病を起こし、世界中で約200種ものカエルの減少や絶滅を引き起こしている (Skeratt et al 2007)。カエルツボカビ症は「影響を受けた種の数、加えてそれらを絶滅に至らせる傾向という点で、脊椎動物に関してこれまでに記録された中で最悪の伝染病」とされている。この疾病の原因は、病気の個体と野生個体群との接触機会を



もたらしている世界的な両生類貿易ではないかと疑われている。日本では、DNAから迅速にツボカビを検出する分子技術が開発された。保菌が疑われるペットや野生のカエルを、スワブサンプル（皮膚表面をぬぐい取った試料）を集めて検査している（写真：五箇公一博士提供）。

Caulerpa taxifolia (イチイヅタ)、別名「死の草」

*Caulerpa taxifolia*は、観賞用の水槽植物として使用される侵入海藻である。この海藻は水槽観賞用として開発された耐寒性強いクローンで、1984年にモナコ海洋水族館から地中海へ導入された。少しずつ拡大を広げ、今では海底13,000ヘクタール以上に広がっている。死の草は自然の海藻を凌駕してはびこり、ほぼすべての海産生物を排除し、その地域の漁業資源を減少させる。地中海では、もはや根絶は不可能と考えられている。この海藻は、オーストラリア東部や米国でも記録されている。



船体付着物



船体の付着生物は、船が海洋を航行するようになって以来、経済的な損失を引き起こしてきた。船が遠方の港や作業場に到着した後、港や入り江に長期間係留されている間に、付着生物が成熟し産卵する。あらゆる船の内外的あらゆる濡れた面や隙間に付着した海産侵入種が、この経路で運ばれる。汚れ止めの塗装が古くなったりはがれたりすると、表面にも裂け目にも、次のような生物群集がコロニーを形成する。

● バクテリア、シアノバクテリア、珪藻類によって形成されるバイオフィルム

- 糸状緑藻や芝生状の紅藻・褐藻
 - カイメン、ヒドロ虫、サンゴ、イソギンチャク、棲管虫、フジツボ、二枚貝、コケムシ、ホヤなどの固着性生物；および多毛類、端脚類、カニ、ウェルク貝、縄張りを持つ魚などの移動する動物
- また、上記の分類群に付着する微生物、寄生生物や病原体もいる可能性がある。

海産の侵略的外来種導入を防ぐには、効果的な船体の洗浄と汚れ止めの取り組みが必要である。船が侵略的外来種を運ぶ可能性やそのリスクを低減するためにとるべき手段について、船舶運航者や船舶所有者の意識向上を図る教育プログラムが必要である。

こんなに多くの外来種が船体付着物に由来すると考えられている

- ハワイ諸島に運び込まれた非固有種海産無脊椎動物の74%
- 非意図的に日本に導入された海産生物の42%
- 船舶を介して北海に導入された種の半分超
- 船舶を介して（付着生物単独で、または付着生物とバラスト水を合わせて）北アメリカ沿海部に侵入した種の70%

養殖漁業と海洋牧場



持続可能な養殖漁業と海洋牧場は、地方の生活向上と貧困の緩和のための重要な戦略であり、また世界の食糧経済のうち最も急成長している分野の1つである。だが、養殖漁業と海洋牧場は、逃亡した魚、それに寄生する生物や疾病、幼生や卵の自己分散、ならびに肉食性養殖魚用の加工飼料に含まれる外来微生物や疾病の導入などの、外来種の**非意図的導入**の経路となる。

ヨーロッパミドリガニ (*Carcinus maenas*)



ヨーロッパや北アフリカに在来するヨーロッパミドリガニは、船舶のバラスト水、船体付着物、養殖漁業、水槽用生物や生餌の貿易といったさまざまな経路で、米国、オーストラリア、南アフリカに導入された。この大食漢のカニは、導入された生息域において他のカニや二枚貝の減少を引き起こした。この種は、IUCN/SSC侵入種専門家グループによる「世界の侵略的外来種ワースト100」に挙げられている。

旅行者とその荷物



旅行者の数や移動距離が飛躍的に増大したことは、外来種を遠くへ運ぶ媒介者として非常に重要になっている。2007年には、海外旅行者は9億300万人を超え、このことが侵略的外来種の媒介者を驚くほど増加させている。土の付いた荷物などに紛れて偶然持ち込んでしまうだけでなく、土産物として植物や植物の一部、生きた動物を自国に持ち込む旅行者も多い。また、侵入種として農業に甚大な影響を及ぼしかねない昆虫や微生物が付着している可能性のある果物など、保存のきく生鮮植物も、自国へ持ち帰る。侵略的外来種に関わる問題点についての社会の意識向上や、旅行者、旅行コンサルタント、代理店、ガイドやスタッフへの教育は、防止プログラムの必須要素である。

トレス海峡からのただ乗りはお断わり

サンステート航空は、オーストラリア本土のケアンズとトレス海峡のホーン島の間を、旅行者やビジネス客を乗せて毎日運航している。サンステート社は、ある実践型プログラムを通じ、トレス海峡で見られる病害虫や疾病をケアンズへ持ち込ませないようにしている。サンステート航空は、検疫情報を乗客に伝えるとともに、機体を定期的に消毒することで、これらの招かれざる客を近づけないようにしている。乗客は全員、チケットケースに入った検疫案内を受け取る。検疫情報カードは機内の全座席に備え付けられており、サンステート社の客室乗務員は検疫規則に関する研修を受ける。また、乗務員らは、検疫に関する最新情報を確実に身に着けるために、定期的に試験を受ける。

(出典：Australian Quarantine and Inspection Service (オーストラリアの検疫と検査業務)、農林漁業省、2000年5月23日付プレスリリースより。www.aqis.gov.au/にて閲覧可能)





www.flickr.com/photos/suburbanblikle



www.flickr.com/photos/macpablo_campbell_river



www.flickr.com/photos/les-visions-de-l-oracle

第3節

気候変動と侵略的外来種

侵入種と気候変動は、生物多様性にとっての最大の脅威とみなされている。これら2つの複合作用は、重大な結果を招くおそれがある。だが、生物多様性喪失への複合的な影響についてはまだほとんど研究されておらず、あまり分かっていない。気候変動による在来種の絶滅は、科学者、政府、研究機関など諸団体の間で懸念されてきたが、絶滅した後どの種が入りこむのかはほとんど関心が払われていない。しかし、気候変動が侵略的外来種に有利に働き、侵入種による生態系への影響を増幅するだろうという点については広く合意されている。

気候変動は、より侵入種の**定着**や拡散を招きやすい条件を作り出すとともに、在来種に適さない気候に変えたり、在来群集間の相互作用を変えたりする可能性がある。

気候変動の影響下では、次のような侵入が起こりうる。

- 新しい種の導入。
- すでに定着した種の拡散。
- 定着している非侵略的な種が生態系の新しい条件の下で侵略的になること。

気候や景観の特性によって種の地理的分布には限界があり、また成長や生存の条件も決まっている。例えば、植物にストレスがかかると、侵入者に対する抵抗力が低下し、昆虫や疾病による損害を受けやすくなり、競争力が弱まることがある。気候変動が侵入種に及ぼす最大の影響には、侵入に対する抵抗力を

弱めるような、干ばつ、火災、凍結などの極端な気候事象の頻度や強度の変化が考えられる。

気候変動により、ある種にとってかつては住みにくかった気候が、適したものになることがある。このため南方性の種が北へ分布を拡大し、そのいくつかは侵略的外来種になる可能性がある。侵入種の中には、より温暖な気候が有利に働き、在来種より死亡率が低くなり、極端な気候変動にも耐えられるものもある。幅広い気候に耐性がある、生息範囲を短期間で移動することができる、受粉や種子散布を他の生物に依存していない、といった侵入種の特長は、気候変動の下では有利に作用する傾向がある。

植物



Jill Key

気候変動は、植物の侵入能力に複雑な影響を及ぼし、植物群落が劇的に再編されることがある。生態系において比較的少ない生物量でありながらも、生態系へ大きな影響を与える生物種（キーストーン種）や機能群が失われると、在来植物群落の侵略的外来種に対する脆弱性にも影響する可能性がある。さらに、大気中のCO₂濃度は産業革命以前に比べて35%増加しており、引き続き激増している。多くの研究において、**温室効果ガス**は植物の**光合成**を刺激することが示されており、侵入種は往々にして、同一生息地内の密接に関係する在来種より強くCO₂増加の刺激を受けるとされている。だが、この主張を確認する適切な証拠はまだ存在しない。



海産生物



Steve Coates

海洋の温暖化が進むと、在来種に比べ外来種の成長と増加が速まり、外来種が優占するようになり、世界の生物多様性の均一化が加速することによって、海産外来種の侵入が進むかもしれない。

気候変動は、次のようにして海産生物に影響を及ぼすと予想される。

- 海洋の温度上昇
- 海面上昇
- 海洋循環の変化
- 海洋塩分の減少

これらは、物理・化学的条件を直接変更し、群集を変化させる。中・高緯度の海水が温暖化すると、従来は低緯度地域に限定されていた種が生息域を拡大し、より緯度の高い海域に移入できるようになる。より暖かい水を好む種ほど、数を増やしていく可能性がある。海洋が温暖化すると、海洋生物の生理的ストレスと大量死を引き起こす可能性があり、それによって空いたニッチに外来種が移入する可能性がある。海水温の上昇は、病原体の拡大にもつながるおそれがある。

昆虫



www.flickr.com/photos/deadmike

昆虫は、温度に強く影響される。多くの種は、夏の暑さや極端な高温の少ないことが、成長、繁殖、生存の条件となっている。したがって、おそらく気候変動は、生息域の拡大や縮小という形で昆虫に影響する。だが、その昆虫の生活史、資源や最適な場所の利用可能性に応じて、気候変動による効果は複雑かつ多様になると予想される。雑食性（広範囲の食物を摂取する）であり、世界各地に分布し、新しい条件への生理的適応力がある、といった侵略性になりやすい一定の特性を備えた昆虫には、気候変動が有利に働くかもしれない。

証拠が示唆するところでは、媒介者によって媒介される疾病（保菌昆虫が関与するもの等）は、気候変動に対応して発生頻度が高まり、その生息域が移動する可能性がある。多数の媒介者が、ヨーロッパにおいて生息域を拡大すると見られ、熱帯域からは新たな媒介者が導入されるかもしれない。例えば、デング熱を伝染させる蚊、ヒトスジシマカ (*Aedes albopictus*) は、イタリア導入の8年後には北部22県に広がった。



Erich G. Vallery, USDA Forest Service

アメリカマツノキクイムシの生息域拡大への気候変動の影響

昆虫の生活史は温度に強く依存しており、気候変動にすぐに反応して、新たなニッチにいち早く地理的分布が移動すると考えられる。1990年代半ば以降、アメリカマツノキクイムシ、*Dendroctonus ponderosae* の個体群がブリティッシュコロンビアで爆発的に増え、記録のある限りで最大の大発生をして、ロジポールパインの森に多大な損害を与えている（他の種のマツも影響をこうむる可能性がある）。ここ数十年は夏が暑かったことから繁殖が促進されるとともに、暖冬のため幼虫の生存率が高まったのである。

通常の条件下では、アメリカマツノキクイムシのような在来のキクイムシは、枯死した、または枯れかけた木を攻撃し、鳥のための営巣地、捕食者のための食料源、栄養素循環といった、重要な生態系サービスを提供している。気候変動により、従来は気候のせいでアメリカマツノキクイムシは生息不可能だった場所の多くが、生息適地に変わる。大半の北方林はアメリカマツノキクイムシの侵入を受ける可能性があり、引き続き東方へ拡大する可能性があると予測されている。

（出典：Carrol, A.L., et al. 2006. Mountain Pine Beetle Initiative Working Paper (アメリカマツノキクイムシ・イニシアティブ研究報告書)。カナダ森林局)





第4節

侵略を食い止めよう

Tom Richards

予防は、最も費用対効果が高く、実行しやすい方法である。まず潜在的侵入種の定着を食い止めることが、防衛の最前線である。侵入種の入国を阻止すべく、政府は税関検査を行い、積荷を検査し、リスク評価を行い、検疫規則を制している。しかし通常、世界の検査やリスク分析の能力は十分ではない。

予防は、潜在的にリスクの高い種と経路を特定することで、**意図的導入**の規制と**非意図的導入**の最小化を図る。侵略的外来種の定着を防ぐ対策は、国境通過前（原産国を出る前）、国境通過時（入国時）、または国境通過後（すでに国内に入った後）に実施することができる。

意図的な外来種導入を防ぐツール

- **リスク分析**：ある地域への侵略的外来種の侵入や定着の可能性と、それによる潜在的な環境や経済への影響を評価する。これは、1つの侵略的外来種や経路に対して行うもので、予防的なアプローチに基づくべきである。
（リスク分析についての概念やツールは次のサイトにある：www.issg.org/Animal%20Imports%20Webpage/AnimalImports.html）
- **環境影響評価（EIA）**：リスク分析による結論を考慮したうえで、侵略性のリスク以外の問題を検討する。
- **承認手続き**：許可や免許の承認手続きは、国家間および国内での侵入種の



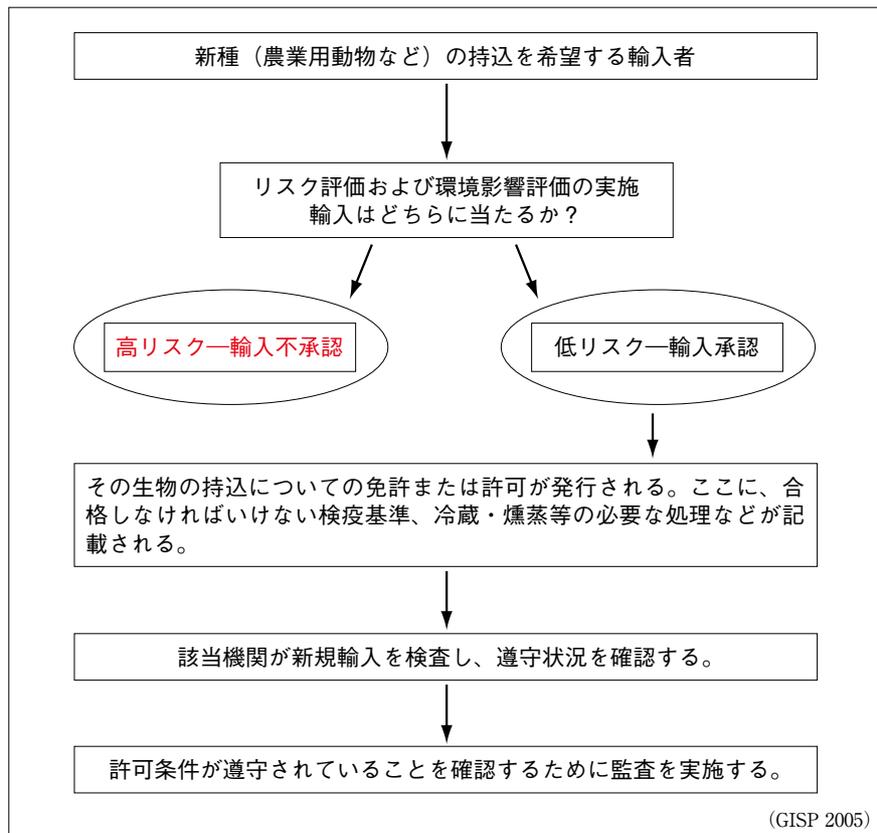
Tom Richards

移動を防除するために、最も重要なツールのひとつである。許可を与える際に一定の条件をつけ、その条件に違反した場合は特定の罰則や罰金を課することを定めることができる。

- **種のリスト**：リスク評価が終了すると、その種はレッドリストかグリーンリスト（ブラックリスト・ホワイトリストと呼ばれることもある）のいずれかに掲載される。未知の、つまり潜在的に侵略性のある可能性がある外来種には「グレーリスト」という語が用いられる。
- **検疫や国境検査**：輸入される種の正体が分からない場合には、意図的導入に対する検疫と国境検査が重要である。検疫措置を実施して、適切な機関がその正体を特定するまで、逃亡しないように生物を安全に留置できるようにすべきである。
- **国際基準**：政府による侵略的外来種の拡散や導入を防止するシステムの設置を支援するために、国際植物防疫条約（IPPC）や絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（CITES）の下で作成された基準／準拠文献と同様、国際基準／準拠文献の作成に参加する。



図5. 国際的導入についての管理手続の概要



非意図的導入と違法導入の防止ツール

- 経路や媒介者の管理：経路の管理は、特定の種に的を絞るよりも効果的だと考えられる。経路や媒介者を監視することで、種ごとに追加的な時間や資金をかけずに多数の潜在的な侵略的外来種をスクリーニングできる。また、「偽陰性」と評価する（例えば、侵略性ではないとか無害である、と誤認する）問題を避けることにもなる。
- 検疫や国境検査（上記を参照）
- 処理または媒介者防除：通常行われている商品（果実や野菜類）の処理は、付着した外来種の標準的な除去手続である。対象種によって、また対象製品によって、使用可能な処理はさまざまであり、処理方法は非常に多数存在する。その目的は、すべての種のすべての繁殖体を除去することである。1つの処理法では100%の効果がないときは、いくつかの処理法を組み合わせ使用すべきである。
- 意識啓発と教育

ビーグル犬隊が輸入禁止品の搜索を支援

米国農務省（USDA）のビーグル犬隊は、動植物衛生検査部（APHIS）の農業検疫検査（AQI）プログラムの1部局である。ビーグル犬隊は、おとなしい検査犬と、そのパートナーである人間のグループである。この部隊は、有害植物や動物につく害虫・疾病が紛れている可能性のある禁止果物、植物、肉類などが旅行者の荷物に入っていないかを調べる。この検査犬は、APHISの検査員やX線技術とあわせて、禁止農産物の入国を阻止している。平均すると、APHIS職員は違法農産物の輸入を毎年約200万件阻止している。ビーグル犬隊は平均して年間およそ75,000件の禁止農産品を押収している。

（出典：USDA's Detector Dogs: Protecting American Agriculture（USDAの検査犬：米国の農業を守る）、www.aphis.usda.gov/oa/pubs/usdabbb.pdf）

定着してしまった侵略的外来種の取り扱い

予防は必ずしも機能せず、侵入したものが定着する場合がある。定着した侵略的外来種の取り扱いのための4つの主要戦略は、根絶、封じ込め、抑制、影響の緩和である。

根絶

根絶は、侵略的外来種を国内から、またはある区域から完全に除去することである。多くの場合は管理区域内で侵略的外来種の全個体群を根絶することが最も望ましく、また、特に小島嶼ではそれが実行可能であると実証されている。種が侵略性を持ってから時間がたつほど根絶のためのコストは激増するため、潜在的な侵入種が発見されたらできる限り早く根絶を始めることが重要である。根絶の初期費用は高額になるかもしれないが、根絶されれば、長期間にわたって継続的な支出が必要な他の手段よりも、確実に費用対効果は高い。

一般に根絶は、毒物、罟、射撃を継続的に使用する長期間の防除策に比べて、環境への影響が少なく、倫理性も高い。防除は、短期間の根絶キャンペーンに比べて環境リスクが高くなり、動物の死亡数が増える可能性がある。根絶や防除のための方法は数多く開発されており、その中には機械的手法、化学的手法、生物学的手法、生息地管理、およびこれらの手法を組み合わせたものなどがある。

本来の在来野生生物を元に戻すには、根絶だけで十分なことが多い。だが、損傷した地域を完全に復旧するには、在来植物相の移植や動物相の再導入といった積極的な管理が必要になることも多い。地域の復旧がすんだら、今度は侵入種がその島に戻らないようにするための予防も必要である。



北アメリカと北アフリカにおけるラセンウジバエの根絶

ラセンウジバエの幼虫は、家畜や人間などの温血動物の傷口に侵入し、その肉を食べて傷を悪化させる寄生虫である。ラセンウジバエが寄生した傷は、手当をしないと死を招く。新世界に分布するラセンウジバエ (*Cochliomyia hominivorax*) は、もともと北、南、中央アメリカの熱帯から亜熱帯にかけて分布する。1950年代にその被害が北上し、米国畜産農家の損害額は年間4億米ドルを超える。

ラセンウジバエは、不妊虫放飼法 (SIT) という生物学的防除法によって根絶された。何百万匹もの不妊化されたラセンウジバエを人工的に飼育し、野に放して在来のハエ個体群と交尾させた。不妊化個体と交尾しても子孫は生まれない。このようにして繁殖を阻止することで、在来のハエ個体群は徐々に減っていく。

SITは1957年にフロリダで実用化され、米国南東部では1959年までにラセンウジバエは根絶された。次に、さらに広範囲に被害が拡大していた南西部では、1962年から使用され、1966年までには米国から排除された。その後国際協力プログラムによって、このハエは中央アメリカからも根絶された。そのため、1988年にリビアで新世界ラセンウジバエの被害が発生したときは、その根絶のためのツールはすでに利用可能であった。SITキャンペーンは成功してハエは根絶され、もし広がっていたら生じたはずの巨額の損害を防ぐことができた。

(出典：USDA-APHIS: www.aphis.usda.gov/oa/screwworm.html.)

これまで成功した根絶プログラムは、次のような方法である。

- 機械的防除。カタツムリや雑草を手作業で除去するもの。
- 化学的防除。脊椎動物への毒餌の使用、病害虫への殺虫剤散布など。
- 生物農薬。病害虫へのバチルス・チューリンゲンシス (*Bacillus thuringiensis*) の散布など。
- 不妊オスの放飼。通常、化学的防除と組み合わせて使用する。
- 生息地管理。放牧や指定地野焼きなど。
- 脊椎動物侵入種の狩猟。

封じ込め

侵略的外来種の封じ込めは、防除の特殊な形態である。その目的は、侵入種の拡散を制限し、個体群を一定の範囲に封じ込めることである。封じ込めプログラムには、明確にゴールを定義して設計することも必要である。すなわち、侵入種が越えてはならない障壁、コロニーの形成や侵入を許さない生息地等である。封じ込めプログラムで重要なのは、侵入種が拡散し新たに発生した場所をすばやく発見することである。周辺にある侵入種に適した生息地は、自然の障壁や、効果的な人工障壁で隔離しておくことが望ましい。封じ込めに最適なのは、侵入種が簡単には拡散できない島嶼生息地である。このような地域は、国内の植物防疫立法に基づき、植物に影響を及ぼす侵略的外来種用の隔離地域に設定することができる。これは、この侵入種がその封じ込め地域外へ移動することを阻止するのに役立つ。

抑制

抑制は、侵略的外来種の密度と数を、生物多様性と経済への損害に関して、長期的に容認可能な限度まで減らすことを目的とする。侵入種の個体数をその限度まで抑制すれば、在来の競合種に有利になるようにバランスを崩すことができる。侵入種が弱体化すれば、在来種が回復して外来種の数減らすことも可能になる。

影響の緩和

このような意味での緩和は、そこで実施される活動が問題の侵入種に直接影響せず、むしろ影響を受ける在来種に主眼を置く点で、封じ込めや抑制とは異なる。最も単純な、そしておそらく最も極端な緩和の方法としては、絶滅危惧種の個体群を、問題の侵入種がない（再生した場所の場合は、もう侵入種が再発生しない）生態系へ移動することである。緩和は労働力も費用もかさむ可能性があること、また緩和はしばしば、根絶、封じ込め、抑制と並行して、危機的な在来の絶滅危惧種を絶滅から救うために当面の影響緩和を目指して行われる中間的措置と見なされることに、注意を要する。



第5節

できることは何か

www.flickr.com/photos/shutter

以下は、侵略的外来種に対して可能な対策例である²。

政策決定者ができること

- 多国間環境協定および他の国際機関との連携を強めること。
- 侵入種対策計画を練り上げる第1段階として、目標と目的をまとめた国家戦略を策定すること。在来種・外来種とその影響調査などの初期評価は、出発点の設定に役立つとともに、プログラムの進捗に伴う比較の基礎となる。プログラムの進行中全期間を通じて、すべての関係者を巻き込むこと。可能なら社会的マーケティング運動を利用するのが望ましい。法律や制度の枠組みでは、侵略的外来種の予防や管理の基本的な機会を明示すること。
- 国際植物防疫条約に沿った立法など、侵略的外来種防除の施行水準を規定する国内規則を定めること。

消費者ができること

ペットの飼主

- ペットは信頼できる業者から購入すること。非在来種のペットは、適正な表示があり、合法的に輸入され、在来の野生生物に広がるおそれのある外来病害虫や疾病を持っていないことが必要である。

旅行者

- 自然のものは自然の生息地においておくこと。侵入雑草の種子が靴に付着していることがあるので、別の場所に入る前に靴を洗うこと。

2 このリストの編集に使用したURL: Union of Concerned Scientists. www.ucsusa.org/invasive-species/what_you_can_do/what-you-can-do-to-prevent.html; US Fish & Wildlife Service: www.fws.gov/invasives/what-you-can-do.html; USDA National Invasive Species Information Centre: www.invasivespeciesinfo.gov/news/whatyou.shtml; Protecting Native Plants and Animals: Taking on the Invaders and Volunteer Opportunities (can select by State). The Nature Conservancy. www.nature.org/initiatives/invasivespecies/; Non-natives - What Can I Do to Help? Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. <http://myfwc.com/nonnatives/WhatCanIDo.html>

- 病害昆虫、雑草、疾病の拡散を防ぐために、国内の、または国際的な検疫基準を必ず守ること。

船乗りや釣り人

- 進水する前に、船体、プロペラ、エンジンの吸気部、トレーラーやギアからすべての水生動植物を取り除き、水中に戻らないような場所で処分すること。
- 新たな水路に入る前に、必ず陸上で、船を高温・高圧の水道水で洗うこと。船を他の水系で使用する前に、5日間は乾燥させること。
- 疑わしいものを取り除き、釣り道具をすべて洗浄すること。

園芸家／地主ができること

- その地域在来の植物（特に花粉媒介者が好む種）を利用した庭園を造り、蝶や鳥などの地元の野生生物に食料、隠れ場所、営巣場所を提供すること。インターネット上には、移入種、侵入種、在来種の園芸植物に関する情報の供給源が数多くある。
- インターネットや通信販売で苗や種子を購入するときは特に注意すること。
- 地元の園芸店で侵入種の苗や種子が販売されているのを発見したら、問題があることを販売側に知らせること。
- 侵入種の蚊が繁殖する可能性があるので庭に放置されている容器類は空にしておくこと。
- 侵入種植物を検疫病害虫として規制すること。

教育者ができること

- 公教育は、侵入種の野外放出を最小限に減らすための重要なツールである。コミュニティセンター、図書館、学校、園芸店等において、侵略的外来種に関するパンフレット、ポスター、講演などで情報を提供すること。
- 教師は自然の生態系における導入種の役割と、その導入をどのように抑止するかを、生徒たちと一緒に調査すること。情報や双方向型のゲーム、教室での活動については、インターネットで数多くの資料が手に入る。

青少年ができること

- 地元で行われている侵入種植物の根絶や防除の活動を支えるボランティアをすること。多くの公園や自然保護区では、侵入植物を手作業で除去するためのボランティアを必要としている。こうした活動はちょっとした運動にもなり、野外での時間を楽しめるとともに、新たな友人と出会えて、しかも自然保護を支援できるすばらしい方法である。青年であれば海外で活動することも可能である。国民の環境意識は高いものの、昔から気候に恵まれない先進国のボランティアにとっては、熱帯の小さな島々は魅力的かもしれない。

- 自分の地域の侵略的外来種を見つける方法を学び、新たな潜在的脅威の徴候に常時目を配ること。インターネットや公共図書館では、多くの情報源が利用できる。新たに侵入種が増えているのを発見した場合は、現地の農事顧問が天然資源省と連絡をとること。
- 侵略的外来種についての知識を、家族、友人、隣人と共有すること。

こんなことをしてはだめ！

ペットの飼主

- ペットを野外へ放さないこと。例えばウサギは在来種の生息地を損壊する可能性があるし、ネコが小型哺乳類や鳥を食べてしまったり、両生類や爬虫類が在来種を食べたり病気を媒介したりする可能性もある。
- どんな種類でも、水槽の魚は自然の水系に放流しないこと。不要なペットの魚は地元のペットショップに返して再販売や交換をしてもらったり、友人、学校、養護ホーム、病院に譲ったりすること。
- 水生植物や水槽の水を地元の水系に捨てないこと。水槽用の植物は侵略性が高いものが多い。

旅行者

- 果物、種子、生きた植物、実、土壌、昆虫、カタツムリ、トカゲ、ヘビ、その他の動物を海外旅行へ持っていかないこと。
- 干し草、木材、土壌、芝生、砂利等を、たとえ同じ国内でも、別の場所へ運ばないこと。菌類、種子、疾病、昆虫その他の潜在的侵入種を含んでいる可能性がある。

船乗りや釣り人

- 水、動物、植物をある水系から他の水系へ移動させないこと。
- 餌も含めて、生きた魚を別の水系へ放流しないこと。

園芸家／地主

- 「野草」などの表示のある混合種子を買ったり植えたりしないこと。侵入種が含まれているものも多く、表示が不完全で何が含まれているかわからない場合もある。
- 不要な植物や芝生、庭で刈り取った植物を近くの公園や自然地域に捨てないこと。

パプアニューギニアにおけるオオサンショウモ駆除への コミュニティの参加

オオサンショウモ、*Salvinia molesta*は、南アメリカ原産の浮遊性水生シダである。この侵入種は、密集してマット状になるため、水中の溶存酸素濃度を低下させ、水上交通を阻害し、農業用灌漑給水管の取水を妨げる。パプアニューギニアでは、セピック川で特に影響が深刻だった。この川の集水域はニューギニア島北東部の大半を占める。地域住民の生活はセピック川と密接に関係しており、人々の主な食料供給源であり、道路のない地域では最も重要な移動手段となっている。1982～1985年にセピック川下流の潟で、ゾウムシを使った生物学的防除プログラムが実施され、たちまち成果が現れた。次の課題は、どのようにしてこの川の全域にゾウムシを広げるかであった。単にゾウムシが付着したサンショウモの孢子囊をオオサンショウモが群生する潟から集め、オオサンショウモに冒された別の水域に放流すればよいため、原理的には容易だった。しかしインフラが整っておらず、実際には非常に困難な作業となった。

そこで、ラジオを通じて上流の村人に対し、オオサンショウモが群生する潟に行って材料の孢子囊（ゾウムシの付着したオオサンショウモ）を回収し、それを自分の水域の川に放流するよう促すメッセージが流された。ゾウムシの付着したオオサンショウモを上流へ運ぶためにはカヌーが使われた。また、もっと遠い場所へ運ぶためには、単発飛行機1機も使われた。セピック川の主な関係者を巻き込むことで、生物学的防除剤を確実にうまく配ることができた。こうして外来雑草が速やかに防除できたことは、生物学的雑草防除の最も成功した例の1つである。

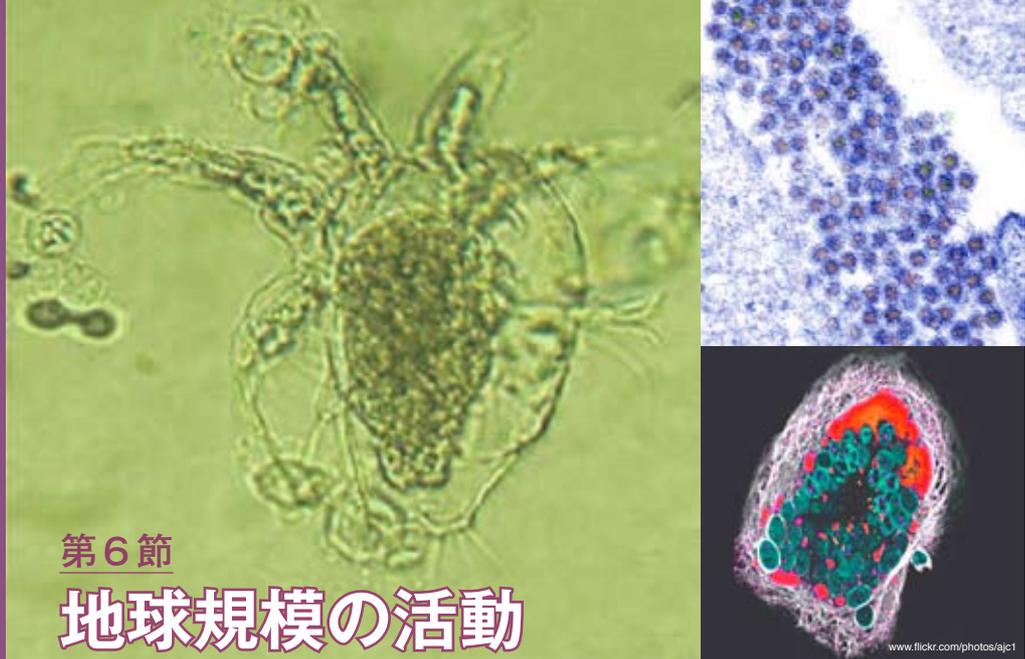
(ブリスベン、CSIRO のPeter RoomとMic Julienの提供情報から作成)

「フィンボス・ワーキング・フォー・ウォーター・プログラム」の 社会的・環境的利益

「フィンボス・ワーキング・フォー・ウォーター・プログラム」は、南アフリカ水森林省による「ワーキング・フォー・ウォーター・プログラム」のサブプログラムである。南アフリカでは侵略的外来植物が非常に大きな問題になっており、特に西ケープ州独特のフィンボス（南アフリカの自然灌木林やヒース林の植生）は、絶滅のおそれのある種の80%が侵略的外来種によって危機にさらされている。南アフリカでは、政権移行期に大規模な予算削減が行われたため、侵略的外来植物除去計画は事実上頓挫していた。1993年11月、侵略的外来植物がフィンボス集水域から流れる水に及ぼす影響を話し合うワークショップにおいて、水や生物多様性への侵略的外来植物の影響と、想定される社会的・経済的な結果について、政策決定者に分かりやすく説明するための「ロードショー」用プレゼンテーションが製作された。このロードショーによる啓発のおかげで、1995年には2,500万ランド（550万米ドル）が国家プログラムに配分され、このうち1,350万ランドが西ケープ州にある114万ヘクタールのフィンボス集水域に充てられた。フィンボス・ワーキング・フォー・ウォーター・プログラムは1996年（初年度）のピーク時には3,000人以上を雇用し、数万ヘクタールの侵入植生を1年未満で片付けた。この事業に4,000万ランドを超える追加予算が投入された後は、さらに多くの人が雇用された。

(出典：フィンボス「ワーキング・フォー・ウォーター」プログラム、Aliens (1997) 5, p. 9-10, プログラムマネージャChristo Maraisと Dave Richardson著、University of Cape Town. ASE STUDY)





第6節

地球規模の活動

侵略的外来種の問題は地球全体におよんでおり、国や自治体、経済界や個人の活動の向上を図るためには、国際協力が必要になる。情報や専門能力を地球規模で共有することは、侵略的外来種の予防や管理に不可欠である。ある国で侵入を予防できるとすれば、どの種が侵入種になりやすいか、それがどこからくるか、そして最善の管理方法が分かっている場合だけである。以下のリストは、侵略的外来種に関する情報の集積、普及、共同作業、ネットワークの形成、協力関係の促進などを専門とする、国際的・地域的なイニシアティブの例である。

生物多様性条約は何をしているか？

国連生物多様性条約（CBD）やその締約国政府は、侵略的外来種の影響に緊急に対処する必要があると認識している。CBDは、侵略的外来種に関する地球規模の優先順位と指針を定め、情報を集め、会合やワークショップを開催している。CBDの侵略的外来種プログラムは、CBDの全プログラムに関係する分野横断的な課題として設けられた。またCBDは、生態系、生息地、種に対する脅威となる外来種の予防、導入、影響緩和のための指針を採択した³（www.cbd.int/invasive/cop-decisions.shtmlを参照）。

3 この決議の採択に至る過程で、1名の代表が公式に異議を唱え、締約国会議は公式の異議が提起された動議または本文を正当に採択することはできないはずだと主張した。数名の代表が、この決議の採択に至る手続に関する留保を表明した（UNEP/CBD/COP/6/20、パラグラフ294-324を参照）。

CBDとは何か？

1992年、リオデジャネイロ地球サミットにおいて、世界のリーダーらが「持続可能な開発」——われわれのニーズを満たしつつ、将来の世代に健全かつ持続可能な世界を確実に残すこと——のための包括的戦略に合意した。リオで採択された主要な合意の1つが生物多様性条約である。世界の大多数の政府が加盟しており、経済開発を進めつつ世界の生態学的基盤を維持する責務を定めている。条約では、生物多様性の保全、その構成要素の持続可能な利用、現在および将来の世代のための遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分、という3つの主目的を規定している。2009年現在の加盟国は191か国にのぼる。

侵略的外来種についての主要な情報源：

侵略的外来種に関する業務を行う国際機関

- 国際植物防疫条約（www.ippc.int）
- 絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約（www.cites.org）
- グローバル侵入種プログラム（www.gisp.org/）
- IUCN侵入種専門家グループ（www.issg.org）
- ネイチャー・コンサーバンシー（www.nature.org/initiatives/invasivespecies/）

情報の共有を促進する国際イニシアティブ

- 農業生物科学国際センター（www.cabi.org/）
- ISSGのグローバル侵入種データベース（GISD）（www.issg.org/database/welcome/）
- グローバル侵入種情報ネットワーク（GISIN）（www.gisinetnetwork.org/index.html）
- ISSGのグローバル侵入種登録簿（GRIS）
- NISbase（www.nisbase.org/nisbase/index.jsp）

地域および国家のネットワークやイニシアティブ

- 地域的植物防疫機関（www.ippc.intのリストを参照）
- ASEAN諸国のための水生侵略的外来種ウェブポータル（www.aapqis.org/ias/home.html）
- アジア太平洋森林侵入種ネットワーク（APFISN）（<http://envfor.nic.in/divisions/fret/apfism.htm>）
- BioNETの地域ネットワーク（www.bionet-intl.org）
- CIESM地中海移入種アトラス（www.ciesm.org/online/atlas/index.htm）



- ヨーロッパ外来侵入種情報登録プロジェクト (DAISIE) (www.europe-aliens.org/)
- アフリカ森林侵入種ネットワーク-FISNA (www.fao.org/forestry/site/26951/en/)
- 米州生物多様性情報ネットワーク (http://i3n.iabin.net/)
- 全国導入海産病害虫情報システムNIMPIS-オーストラリアにおける海洋導入についての情報システム (www.marine.csiro.au/crimp//nimpis/)
- 北ヨーロッパ・バルト海侵略的外来種ネットワーク (NOBANIS) (www.nobanis.org/About.asp)
- 北アメリカ植物防疫機関 (NAPPO) 植物衛生警戒システム (PAS) (www.pestalert.org/aboutus.cfm, www.nappo.org)
- ヨーロッパ植物防疫機関 (www.eppo.org/DATABASES/databases.htm)
- 地域生物学的侵入センター (RBIC) (www.zin.ru/)
- USDA全国侵入種情報センター (www.invasivespeciesinfo.gov)

インターネット上で利用可能な侵略的外来種ファクトシート:

The screenshot shows the 'GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE' interface. The search results for 'Agrilus planipennis (insect)' are displayed. The page includes a taxonomic classification, a list of common names (e.g., Emerald ash borer), a detailed description of the insect's morphology and life cycle, and information about its distribution and impact. It also lists similar species and provides a link to a fact sheet for high-quality diagnostic and control images.

グローバル侵入種データベース (www.issg.org/database)

The screenshot shows the 'NIMPIS Database - Microsoft Internet Explorer' interface. The page is titled 'Dead man's fingers' and features a prominent red box stating 'Known Introduction to Australia'. The species name is *Codium fragile ssp. tomentosoides* (Sur.) Hariot subsp. (Van Goor) Silva. The page includes a photograph of the macroalgae, a taxonomy section (Division: Chlorophycota, Class: Chlorophyceae, Order: Bryopsidales, Family: Codiaceae, Genus: Codium), a description of the species, and a diagram of the whole plant and its utricles. The diagram labels the whole plant, utricles, and the apical point of the utricles. A key features section notes that microscopic examination shows the subspecies to have utricles approximately 2 cm below tip of branch with broad median constriction and an apical point prolonged into a sharp mucron.

全国導入海産病害虫情報システム (www.marine.csiro.au/crimp/nimpis)





用語集

用語集で定義される用語は、本文中の初出時に太字で表記されている。

用語	出典	定義
生物学的多様性、または生物多様性	生物多様性条約 (CBD)	特に陸上生態系、海洋、その他の水界生態系、およびこれらを含む複合的生態系における、すべての生物の間の変異性。これには、種内の（遺伝子の）多様性、種間の多様性、生態系の多様性を含む。
バイオーム	ミレニアム生態系評価 (2005)	認識に適した、地球全体に次ぐ生態学的分類の最大の単位。通常、陸上バイオームは優占植生の構造に基づいて区分される（森林、草地など）。
気候変動	CBD	気候において、平均値や変動幅が変化すること。通常、10年間またはそれ以上の長期間持続する変化を指す。
ドライバー（影響要因）	ミレニアム生態系評価 (2005)	直接または間接に生態系の変化を引き起こす自然的または人為的な要因。
生態系	CBD	植物、動物、微生物の群集とこれらを取り巻く非生物的な環境とが相互に作用して機能的な単位を成す動的な複合体。



定着	CBD	外来種が新しい生息地において継続的に生存可能な子孫を作ること成功する過程。
外国種 (exotic species)	国連環境計画世界自然保護モニタリングセンター (UNEP-WCMC)	ある地域に自由な状態で存在するが、本来その地域にはいない生物。また、国内で捕獲下個体群または放牧個体群として保持される国外由来の動物のこと。
グローバリゼーション	ミレニアム生態系評価 (2005)	特に貿易や資金の流れを通じ、また文化や技術の移転を通じて、世界の経済的・社会的統合が強まること。
温室効果ガス	気候変動に関する政府間パネル (IPCC)	天然のものであるか人為的なものであるかを問わず、大気を構成する気体であって、地表面、大気、雲から放出される熱赤外放射のスペクトル内の特定の波長の放射を吸収・放出するもの。この性質が温室効果を引き起こす。水蒸気 (H ₂ O)、二酸化炭素 (CO ₂)、一酸化二窒素 (N ₂ O)、メタン (CH ₄)、オゾン (O ₃) が、地球大気中の主な温室効果ガスである。
導入種 (introduced species)	国際海洋探査委員会 (ICES)	導入種 (=非固有種、=移入種) : 人間が媒介する媒介者によって意図的または偶発的に自然分布域外の水界生息地へ移動された種。 注: 二次的導入は、人間が媒介する媒介者または天然媒介者によって移動されることがある。
侵略的外来種	CBD	「その導入や拡散が生物多様性を脅かす外来種 (現行指針において、『侵略的外来種』という用語は生物多様性条約締約国会議決議 V/8 中の『外来侵略的生物』と同一と見なされるものとする。)」
在来種	UNEP-WCMC	所定の領域や地域において自然に出現する動植物、菌類や微生物。

栄養素循環	ミレニアム生態系評価 (2005)	鉱物、水中または大気といった供給源から元素が抽出され、または有機体から再生され、それを生物による摂取が可能なイオン形に変換し、最終的に大気、水または土壌に還元するプロセス。
経路	国際植物防疫条約 (IPPC)	病害虫の侵入や拡散を許すような手段。
病害虫	IPPC	植物もしくは植物製品に有害な動物植物または病原体の種、株または生物型。
光合成	IPCC	緑色の植物、藻類、一部の細菌が大気中の二酸化炭素（または水中の重炭酸イオン）を摂取して炭水化物を形成するプロセス。光合成には、大気中の二酸化炭素濃度に応じて異なる反応を示す複数の経路がある。
保護地域	CBD	特定の保全目的を達成するために指定され、または規制・管理される、地理的に確定された領域。
持続可能な開発	CBD	われわれのニーズを満たしつつ、将来の世代に健全かつ持続可能な世界を確実に残すこと。
意図的/非意図的導入	CBD	外来種を人為的にその自然分布域外に移動・放出すること。その他すべての意図的ではない導入は、非意図的導入と呼ぶ。
媒介者(ベクター)	ICES	生物を意図的または非意図的に輸送する、生物または無生物の運搬者。

出典 (参考文献の項に記載されていないもの);

CBD	締約国会議決議または条約本文
IPPC	国際植物防疫条約。植物検疫措置に関する国際基準第5号 (植物検疫用語集)、2006年。
IPCC	IPCC第4次評価報告書用語集、2007年。
IUCN	侵略的外来種による生物多様性喪失防止のためのガイドライン、2000年。2000年2月にIUCN理事会が採択したもの。
ICES	国際海洋探査委員会。海洋生物の移入や移動の実施規定、2005年。
UNEP-WCMC	UNEP世界自然保護モニタリングセンター—生物多様性用語集 (www.unep-wcmc.org/reception/glossary)



References / 参考文献

- Aleksandrov, B.; Boltachev, A.; Kharchenko, T.; Liashenko, A.; Son, M.; Tsarenko, P.; and Zhukinsky, V., 2006. *Trends in the Black Sea Alien Species*. SEBI 2010 workshop, Athens, 27–28 June 2006.
- Bale J. S., G. J. Masters, I. D. Hodkinson, C. Awmack, T. Martijn Beezemer, V. Brown, J. Butterfield, A. Buse, J. C. Coulson, J. Farrar, J. G. Good, R. Harrington, S. Hartley, T. Hefin Jones, R. L. Lindroth, M. C. Press, I. Symrnioudis, A. Watt & J. B. Whittaker. 2002. Herbivory in Global Climate Change Research: Direct Effects of Rising Temperature on Insect Herbivores. *Global Change Biology*, 8: 1-16
- BMB-NEMO (Baltic Marine Biologists database on Non-indigenous Estuarine and Marine Organisms), 2006. Baltic Sea Alien Species Database. www.ku.lt/nemo/alien_species_search.html.
- Botnen, H., 2006. *Trends in the Norwegian Shelf alien species*, SEBI 2010 workshop. Athens, 27–28 June 2006. Based on: www.dirnat.no/archive/attachments/01/69/intro063.doc.
- Capdevila-Arguelles, L. and Zilletti, B. 2008. A Perspective on Climate Change and Invasive Alien Species. 2nd Meeting of the Group of Experts on Biodiversity and Climate Change. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats Standing Committee. Council of Europe. Retrieved 19 December 2008 from: www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/conventions/Bern/T-PVS/inf05rev_2008_en.pdf
- Carlton J. T. 2001. Global change and biological invasions in the oceans. *Invasive Species in a Changing World*, eds. H. A. Mooney & R. J. Hobbs, (Island Press, Washington, DC), 31-53 pp
- Çinar, M. E.; Bilecenoglu, M.; Öztürk, B.; Katagan, T. and Aysel, V., 2005/2006. Alien species on the coasts of Turkey, *Mediterranean Marine Science*, 6, 2, 118–146.
- Conservation Action Plan (ACAP). 2005. Amphibian Conservation Summit, 17-19 September 2005, Washington D.C.
- De Poorter, M. and Ullah, M.I. 2007. Invasive Alien Species and Protected Areas. A Scoping Report. World Bank and Global Invasive Species Programme.
- Ding, J., Mack, R.N., I.U., P., Ren, M., Huang, H. 2008. China's Booming Economy is Sparking and Accelerating Biological Invasions. *Bioscience* 58 (4): 317-324.
- Eldredge, L.G., Carlton, J.T. 2002. Hawaiian Marine Bioinvasions: APreliminary Assessment. *Pacific Science* 56: 211 – 212.
- European Environment Agency. 2007. Europe's Environment: The Fourth Assessment. Retrieved on 1 September 2008, from http://reports.eea.europa.eu/state_of_environment_report_2007_1/en
- Fisher, M., and Garner, TWJ. 2007. The Relationship between The Emergence Of *Batrachochytrium Dendrobatidis*, The International Trade In Amphibians And Introduced Amphibian Species. *Fungal Biological Reviews* 21: 2-9
- Fischlin, A., G.F. Midgley, J.T. Price, R. Leemans, B. Gopal, C. Turley, M.D.A. Rounsevell, O.P. Dube, J. Tarazona, A.A. Velichko, 2007: Ecosystems, their properties, goods, and services. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 211-272.
- Fofonoff, P.W., Ruiz, G.M., Steves, B, Carlton, J.T. 2003. In Ships Or On Ships? Mechanisms Of Transfer And Invasion Of Nonnative Species To The Coasts Of North America. In *Invasive Species: Vectors and Management Strategies*; Ruiz, G. M., Carlton, J. T., Eds.; Island Press: Washington, DC, 2003; pp 152-182.
- Gan, Q., Xu, H.G., Li, M.Y. 2005. Models of Estimation of Indirect Economic Losses Caused by Invasive Alien Species. *Journal of Nanjing University of Technology* (In Chinese) 27: 78-80
- Githeko A. K., S. W. Lindsay, U. E. Confalonieri & J. A. Patz. 2000. Climate Change and Vector-borne Diseases: A Regional Analysis. *Bulletin of the World Health Organization* 78(9): 1136-1147.
- Global Invasive Species Programme (GISP). 2001. *Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices*. CABI Publishing. Wallingford, Oxon, UK
- Global Invasive Species Programme (GISP). 2004a. *Best Practice for the Management of Introduced Marine Pests*. USRS Australia Pty. Ltd.
- Global Invasive Species Programme (GISP). 2004b. *Tropical Asia Invaded: The Growing Danger Of Invasive Alien Species*. Retrieved October 20th from www.gisp.org/publications/invaded/gispAsia.pdf
- Global Invasive Species Programme (GISP). 2004c. *Africa Invaded: The Growing Danger Of Invasive Alien Species*. Retrieved October 24th from www.gisp.org/publications/invaded/gispAfrica.pdf
- Global Invasive Species Programme (GISP). 2005. *Training course: An Introduction to the Management of Invasive Alien Species*. Retrieved on 18 August 2008 from: www.gisp.org/publications/courses/managinginvasive.asp
- Global Invasive Species Programme (GISP). 2008. *Marine Biofouling: An Assessment of Risks and Management Initiatives*. Compiled by Lynn Jackson on behalf of the Global Invasive Species Programme and the UNEP Regional Seas Programme. 72 pp.
- Gollasch, S. 2002. The Importance of Ship Hull Fouling as a Vector of Species Introductions into the North Sea. *Biofouling* 18(2): 105 – 121
- Gollasch, S., 2006. Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters. *Helgoland Marine Research* 60: 84–89.
- Hansson H. G., 2006. Ctenophores of the Baltic and adjacent Seas — the invader Mnemiopsis is here! *Aquatic Invasions* 1,4: 295–298.
- Harvell C. D., C.E. Mitchell, J. R. Ward, S. Altizer, A. P. Dobson, R. S. Ostfeld & M. D. Samuel. 2002. Climate Warming And Disease Risks For Terrestrial And Marine Biota. *Science* 296: 2158-2162.
- Harley C. D. G., A. Randall Hughes, K. M. Hultgren, B. G. Miner, C. J. B. Sorte, C. S. Thornber, L. F. Rodriguez, L. Tomanek & S. L. Williams. 2006. The Impacts Of Climate Change In Coastal Marine Systems. *Ecology Letters* 9: 228-241.
- Javidpour, J.; Sommer, U. and Shiganova, T., 2006. First record of Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz) 1865 in the Baltic Sea, *Aquatic Invasions*, 1, 4: 299–302.
- Li, Z.Y., Xie, Y. 2002. *Invasive Species in China* (in Chinese). Beijing: China Forestry Publishing House.
- Low T. 2008. *Climate Change & Invasive Species. A review of Interactions*. Department of The Environment, Water, Heritage and the Arts of the Australian Government. 30 pp. [Ref. 28 May 2008] Available at: www.environment.gov.au/biodiversity/publications/pubs/interactions-cc-invasive.pdf
- Martínez, J. and Adarraga, I., 2006. XIV SIEBM (Symposio Iberico de Estudios de Biología Marina), Barcelona, 12–15 September 2006.
- McNeely, J.A., H.A. Mooney, L.E. Neville, P. Schei, and J.K.Waage (eds.). 2001. *A Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK. x + 50 pp.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Mooney H. A. and Hobbs, R.J. 2000. *Invasive species in a changing world*. Island press, Washington D.C.-Covelo California, USA. 457 pp.
- Occhipinti-Ambrogi A. 2007. Global Change And Marine Communities: Alien Species And Climate Change. *Marine Pollution Bulletin* 55: 342-352.



- Otani, M. 2006. Important vectors for marine organisms unintentionally introduced to Japanese waters. *In: Koike, F., Clout, M.N., Kawamichi, M., De Poorter, M. and Iwatsuki, K. (Eds). Assessment and Control of Biological Invasion Risks.* Pp. 92 – 103. Shoukadoh Book Sellers, Kyoto, Japan and IUCN, Gland, Switzerland
- Peterson, A.T., Stewart, A., Mohamed, K.I., Araújo, M.B. 2008. Shifting Global Invasive Potential of European Plants with Climate Change. *PLoS ONE* 3(6): e2241
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zuniga & D. Morrison, 2000. Environmental and Economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*, 50(1): 53-56
- Pimentel, D., Zuniga, R., Morrison D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273– 288
- Rico, J. and Cabal, J., 2006. Trends in the Iberian Shelf alien species. SEBI 2010 workshop, Athens, 27–28 June 2006.
- Romi R., M. Di Luca & G. Majori. 1999. Current status of *Aedes albopictus* and *Aedes atropalpus* in Italy. *Journal of the American Mosquito Control Association* 15: 425-42.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD). 2006. *Global Biodiversity Outlook 2.* Montreal, 81 + vii pages
- Shiganova, T.; Filippov, A. A. and Panov, V., 2006. Trends in the European Caspian Sea Alien Species. SEBI 2010 workshop, Athens, 27–28 June 2006.
- Skerratt, L.F., Berger, L., Speare, R., Cashins, S., Raymond K., McDonald, A.D.P., Hines, H.B., Kenyon, N. 2007. Spread of Chytridiomycosis has Caused the Rapid Global Decline and Extinction of Frogs. *EcoHealth*. Retrieved on 26 August 2008, from: www.jcu.edu.au/school/phtm/PHTM/frogs/papers/skerratt-2007.pdf
- Stachowicz, J.J., Terwin, J.R., Whitlatch, R.B. and Osman, R. 2002 Linking Climate Change and Biological Invasions: Ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. *PNAS*. 99 (2): 15497-15500
- Streftaris, N. and Zenetos, A., 2006. Alien Marine Species in the Mediterranean — the 100 ‘Worst Invasives’ and their Impact, *Mediterranean Marine Science*, volume 7-1 2006, 87–118.
- Ward N. L. & G. J. Masters. 2007. Linking Climate Change And Species Invasion: An Illustration Using Insect Herbivores. *Global Change Biology* 13: 1605-1615.
- Wittenberg, R., Cock, M.J.W. 2001. Invasive Alien Species. How to Address One of the Greatest Threats to Biodiversity: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Vila, M. Corbin, J.D., Dukes, J.S., Pino, J., Smith S.D. 2007. Linking Plant Invasions to Global Environmental Change. *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. Canadell JG, Pataki D., Pitelka, L. (eds). Springer, New York
- UNEP/CBD/SBSTTA/6/INF/9. 2000. Global Strategy on Invasive Alien Species. Retrieved on 28 August 2008, from: www.cbd.int/programmes/cross-cutting/alien/documents.aspx
- UNEP/CBD/SBSTTA/11/INF/4. 2005. Report of the Ad Hoc Technical Expert Group on Gaps and Inconsistencies in the International Regulatory Framework in Relation to Invasive Alien Species Retrieved on 27 August 2008 from: www.cbd.int/programmes/cross-cutting/alien/documents.aspx
- UNEP/CBD/COP/9/INF/32. 2008. In-Depth Review of Invasive Alien Species – Information Compiled by the Executive Secretary. Retrieved on 27 August 2008 from: www.cbd.int/programmes/cross-cutting/alien/documents.aspx
- Zavaleta E. S. & K. B. Hulvey. (2004). Realistic Species Loss Disproportionately Reduces Grassland Resistance to Biological Invaders. *Science* 306: 1175-1177

www.cbd.int

制作：環境省

環境省自然環境局自然環境計画課生物多様性地球戦略企画室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2
電話:03-3581-3351(代表)

