

## 日本の海の外来生物：現状，被害，対策

\*岩崎敬二<sup>1</sup>

### Non-indigenous marine organisms and their impacts on industries and native ecosystems

\* Keiji Iwasaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of General Arts, Nara University, 1500 Misasagicho, Nara 631-8502, Japan

\* E-mail: iwasaki@daibutsu.nara-u.ac.jp

**Abstract** The present status of human-mediated introductions of marine organisms in Japan is reviewed, based largely on their impacts on fisheries and aquaculture. In total, 59 non-indigenous marine species with foreign origin have been found in the Japanese waters, about 60% (35 species) of which are suggested to have been introduced via shipping unintentionally, and 30% (18 species) via fisheries or unintentional release with seedlings. The invasion rate has increased over the past century, with five to sixteen species being introduced per decade after 1960. Impacts of several species to native ecosystems, fisheries and other industries are also reviewed, and countermeasures are discussed focusing on the conservation and restoration of coastal environments.

**Key words** Countermeasures, Ecological impact, Economic damage, Non-indigenous marine organisms, Vectors

### はじめに

20世紀以降、物資と人間の国際的な移動が頻繁になるにつれて、人為的に新たな場所へ持ち込まれる生物が増加し続けている。それにともない、この人為的に移入された生物、つまり外来生物が生物多様性と人間社会に対する大きな脅威となっている。「世界中の海はつながっている」とよく言われる海洋環境もその例外ではない。水温や塩分などの環境条件の違い、一定方向の海流、海

峡など地形上の障害物の存在などで、海洋生物の棲み場所は物理的にも、化学的にも、生物学的にも分断されている。海洋生物の移動分散能力の限界もあって、海域ごとに固有の生物が棲んでおり、固有の生物相が成立している。そんな生物たちが、運搬手段の大量化と高速化に伴って、大量に、かつ、短時間に未知の海域へと運ばれ、その一部が定着、繁殖、時に大発生して、在来の海洋生物や生態系に大きな負の影響を及ぼし、水産業などの産業にも大きな損害を与えている（岩崎 2007）。

しかし、外来海洋生物がもたらす被害は、恒常的ではなく、突発的に、甚大な形で発生することが多い。海洋生物は、小さいが多量の卵またはプランクトン幼生を放出するため、海況や生息条件の変化で幼体の生残率がわずかにでも高まれば成体の大発生を引き起こす種が多いからである。そのため、被害発生の予測や被害に関する恒常的な周知・啓発が容易ではなく、防除や駆除などの対策も難しいために法的な規制も進んでいない（岩崎 2009）。外来海洋生物の現状や被害の実態が、一般の方々には知られていないことが多いのは、そのためである。そこで、ここでは、私たちの食卓に並ぶ水産生物への影響に焦点をあてながら、海の外来生物問題の現状をまとめることとする。

なお、外来生物には、外国から導入された生物（国外起源の外来種）だけでなく、在来生物が国内の自然分布域の外に運ばれた「国内起源の外来種」も含まれる。水産大国である日本の場合、養殖や放流という水産の営為が盛んなため、水産生物の国内での移動が大変に激しく、国内起源の外来種は大変に多いものと考えられる。しかし、その実態は十分に把握されていないため、本稿では国外起源の外来種に絞ってまとめることとする。

### 増え続ける外来海洋生物の種数

日本の貿易量の99.5%は、船舶が担っている。いにしへの時代の航海は、長さ4-5m程度、速さ5ノット（時速約9km）程度の一人乗りの丸木舟だったが、今や、全長400m、10万トンを超える巨大船や、速さ30ノット（時速約55km）以上の高速船の建造が世界中で

<sup>1</sup> 奈良大学教養部

631-8502 奈良市山陵町1500

\* E-mail: iwasaki@daibutsu.nara-u.ac.jp

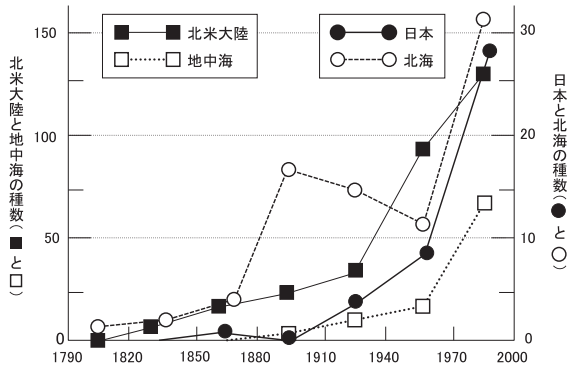


図1. 世界の主要な海域で新たに発見された外来海洋生物の、30年間ごとの種数。北米大陸と地中海での種数は右縦軸、日本と北海の種数は右縦軸を参照のこと(岩崎 2009を改変)。

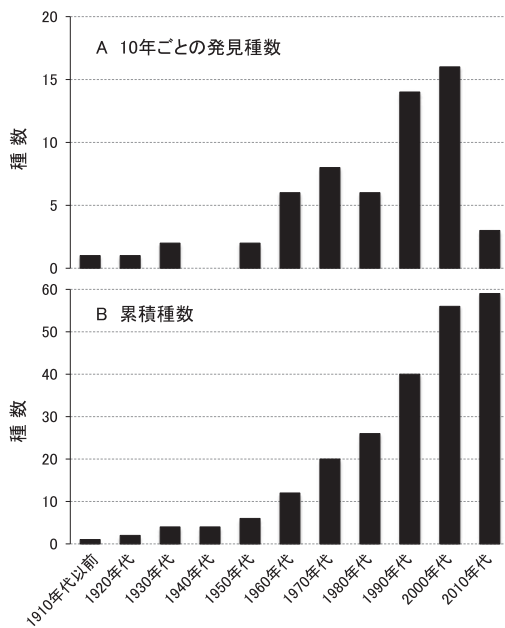


図2. 日本の海岸・港湾で新たに発見された外来海洋生物の、10年間ごとの種数(A)と累積の種数(B)。

競われる時代となった。人と物資の輸送は地球規模で増加の一途をたどっており、20世紀後半の50年間には世界全体の貿易量が14倍に増加している。このような人間の地球規模の活動は、生物の移動を妨げてきた様々な障壁を突き破って、人為的な越境者である外来生物を次々と発生させている。異国の地で新たに発見された外来海洋生物の種数は、北米大陸、地中海、北海、日本では右肩上がりに増え続けており、例えば1970年から2000年までの30年間に北米大陸では126種、地中海72種、北海32種、日本でも28種に及んでいる(図1:岩崎 2009)。日本では、1950年代までには6種程度しか発見されていなかったが、1960年代以後の10年間ごとに5種以上の

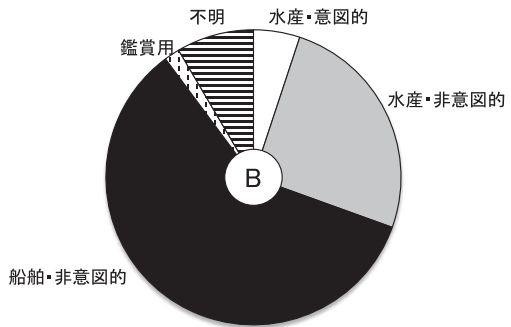
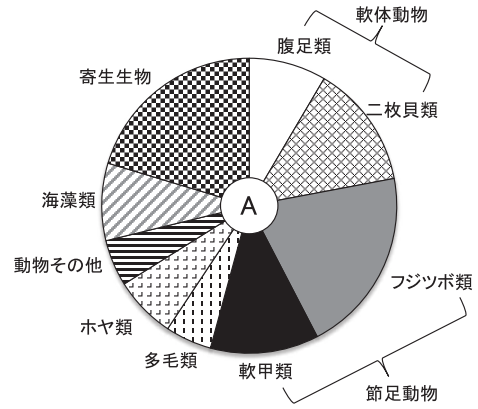


図3. 日本の海岸・港湾で発見された外来海洋生物59種の分類群(A)と移入手段(B)。

新たな外来種が発見されるようになり、1990年代に14種、2000年代には16種が新たな外来種リストに加わった(図2A)。累積の種数は指数関数的に増えており、2017年末の時点で59種にのぼっている(図2B)。

### 外来海洋生物の分類群と移入手段

この59種の分類群は多岐にわたっている(図3A)。軟体動物が13種(腹足類5種と二枚貝類8種)、節足動物19種(フジツボ類12種、軟甲綱の十脚類(エビ・カニ類)6種と等脚類1種)、環形動物多毛類が3種、ホヤ類が4種、その他の動物群が3種(刺胞動物のイソギンチャク類、コケムシ類、魚類各1種)、海藻5種、養殖魚に魚病を発生させている寄生物が12種(扁形動物3種、真菌1種、細菌4種、ウイルス4種)である。なおこの59種は野外で発見された国外起源の外来種だけであり、屋内での種苗生産・養殖・研究・展示・販売等のために大量に輸入されている生物は含めていない。

海洋生物の人為的な移入手段の主要な4つが、水産物の輸入による意図的な導入、導入水産物の種苗などに混入した非意図的な移入、船体への付着による非意図的な移入、船舶が空荷の場合に重しとして積み込まれ

るバラスト水に混入した非意図的な移入である (Otani 2006).

これまでに野外で発見された59種のうち、養殖・蓄養・放流の目的で意図的に輸入されたものが3種 (5.1%)、輸入された水産物に混入して非意図的に移入されたと推定されたものが15種 (25.4%)、船舶を介した非意図的な移入と考えられる種が35種 (59.3%)、水槽での観賞用として意図的に移入されたものが1種 (1.7%)、移入手段が不明な種は5種 (8.5%) である (図3B)。こういった数値が算出された国々または海域の中で、日本は水産的営為による移入の割合がニュージーランドと並んでかなり高い。その原因は、1：他の国々に比べて輸出品よりも輸入品の方が多いためにバラスト水の排出量が少なく、そこに混入して移入された外来生物が少ないため、2：活発な水産業によって海外から外来の水産種苗が輸入される傾向が強いため、と考えられている (Otani 2006)。

船舶を介して移入されたと考えられる35種が、船体付着とバラスト水への混入のどちらで運ばれてきたかを区別することは難しい。ただし、上記のように日本は輸入大国であって日本の港でバラスト水が排出される量は比較的少ないこと、多くの外来種が硬い基質に付着して生活する付着生物であることから、バラスト水への混入よりも船体付着によって移入されてきた生物の方が多いのではないかと考えられている (Otani 2006)。

### 在来種や在来生態系への影響

外来生物の侵入は、水域ごとに成り立っている遺伝子の多様性、種の多様性、生態系の多様性の全てに大きな影響を与えている。つまり、1) 在来種との交雑による在来個体群の遺伝的組成の攪乱、2) 適応的な進化を経て成立した競争・被食-捕食・共生・寄生などの種間相互作用の攪乱、3) 生息場所の改変を介した在来生態系の攪乱、である。

1) の典型的な例が、現在、北海道で進行中である。地中海原産の外来二枚貝ムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* (「ムール貝」と呼ばれて食用とされる) が各地に侵入し、在来種のキタノムラサキイガイ *Mytilus trossurus* と交雑していることが確かめられている (Brannock et al 2009)。2) の代表例もムラサキイガイで、海岸の岩や石やコンクリート護岸などに付着して生活している在来の牡蠣 (マガキ) などの二枚貝類やフジツボ類などの殻の上に付着して被い尽くし、成長や摂食

活動を阻害して在来種を駆逐してしまう。競争的排除と呼ばれるこのような現象は1950年代から発生しており、例えば東北地方の複数の海岸では、海岸 (潮間帯) の下部に帯状に分布していたマガキがムラサキイガイに置き換わってしまったことが知られている (Hoshiai 1961)。北海道でも、1970年代以降この種が分布を拡大し、日本海側の海岸では在来種のキタノムラサキイガイの個体群を圧迫していると思われる (岩崎ほか 2012)。河川の河口や干潟などの汽水域に侵入したコウロエンカワヒバリガイ *Xenostrobus securis* という二枚貝も、大発生した時には在来フジツボ類やマガキなどを被覆して死滅させ、在来の潮間帯生物群集の帯状分布を破壊してしまうことが知られている (Iwasaki and Yamamoto 2014)。

### 水産業等への被害

外来の海洋生物が、日本の海の幸である在来の養殖魚介類に損害を及ぼした例は枚挙に暇がない。日本での嚙矢となる例は、1970年に広島湾で大発生したカサネカンザシ *Hydroides elegans* である。この種は1-2cmの石灰の管を分泌してその中に棲む環形動物多毛類で、筏に吊るされて養殖されていた牡蠣 (マガキ) の殻を覆い尽くし、当時の金額で30億円もの汚損被害を発生させた。同じ広島湾では、1973年にムラサキイガイが大発生してマガキ養殖業に36.8%の減収を引き起こした (荒川 1980)。カサネカンザシによる大きな損害はその後知られていないが、ムラサキイガイによる養殖牡蠣・漁船・漁網・漁具への汚損被害は現在でも恒常的に発生している。その被害額や防除に要した金額は算出されていないが、全国的には莫大な額にのぼるはずである。北海道では2000年代後半にヨーロッパザラボヤ *Ascidia aspersa* が突然大発生し、ホタテガイの養殖施設に大量に付着し、汚損して、駆除処理費用だけでも2008~2010年には年間平均1億4500万円に達したという (千田ほか 2011)。

ハマグリ *Meletrix lusoria* は日本周辺と朝鮮半島だけに分布する在来の二枚貝で、干潟の干拓や埋め立て、水質汚染、コンクリートの材料となる川砂の採取などによって良好な生息場所が失われ、現在では絶滅危惧種となってしまった。そこで、中国、台湾、朝鮮半島から外来種のシナハマグリ *Meretrix petechialis* や種の実態が不明な台湾産ハマグリ *Meretrix sp.* の稚貝が大量に輸入されて全国の干潟に放流されてきた。その結果、瀬戸内海では両種の交雑個体が各地で発見されるようになってしまい



(Yamakawa and Imai 2012, 2013), 在来ハマグリ個体群の衰退に追い打ちをかけている。

ハマグリと並んで日本の食用二枚貝を代表するアサリ *Ruditapes philippinarum* も、日本では絶滅の危機に陥りつつあり、2015年の国内での漁獲量は1980年代後半の15分の1にまで激減してしまった。その原因として多くの仮説が指摘されているが、確かなものはまだない。アサリは、日本だけでなく中国大陸や朝鮮半島の沿岸にも分布しているため、外国産の稚貝が大量に輸入されて、各地の干潟に放流されるようになった。その稚貝種苗の中に、アサリなどの干潟の二枚貝を好んで捕食するサキグロタマツメタというツメタガイ科の巻貝が混入しており、2000年代前半に東北地方太平洋岸の各地の干潟で大発生してアサリを激減させ、アサリ漁や潮干狩りに大打撃を与えた(大越・大越 2011)。

外来の寄生生物による、生け簀などで養殖されている魚の大量斃死が1990年代から頻繁に発生するようになってきている。前述したように、扁形動物、真菌、細菌、ウイルスによるもので、その原産地は不明ながら、輸入種苗にまぎれて次々に新たな外来種が日本の海に持ち込まれている(小川 2009)。

ムラサキイガイやミドリイガイ *Perna viridis* などの外来二枚貝は、火力・原子力発電所などの導水管やゴミ避けのスクリーンなどに大量に付着し、取水量を低下させることで、エネルギー産業に恒常的な汚損被害を発生させている。また、こういった二枚貝や外来のフジツボ類には、漁船だけでなく貨物船や旅客船の船体に付着して船の速度を著しく遅くする種もいるため、定期的にドックに入港して船体の清掃をする必要があり、運輸業に対する経済的な損害もばかにならない(岩崎 2007)。

## 移入の阻止と防除に向けて

外来生物が侵入・定着してしまった場合、その防除は大変に難しく、駆除などに莫大な経費と労力がかかる。そのため、移入を未然に阻止するための対策を進めることが最も効果的である。この観点に立って、生物多様性条約の第8条では、外来生物について言及されており、条約締結国で導入の制限や駆除を積極的に進めるように定められている。

外来水生生物の主要な移入手段である船舶のバラスト水については、バラスト水を適切に処理して混入生物を極力減らすための条約(「船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための条約」)が、国際連合の専門機

関の一つである国際海事機関によって2004年2月に採択され、14年間経った2017年9月に、ようやく発効した。新たに建造される国際船舶には、最少サイズが $50\mu\text{m}$ 以上の生物(主に動物プランクトン)をバラスト水 $1\text{m}^3$ あたり10個体未満、最少サイズが $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ の生物(主に植物プランクトン)は $1\text{ml}$ あたり10個体未満とするよう処理する装置の搭載が義務づけられ、条約締結国は、その装置を搭載していない船舶の寄港を拒否できるようになった。日本も、2016年に海洋汚染防止法を改正してこの条約に批准している。船体付着による導入については、現在、効果的な防除・除去方法が模索されており、その目処が立てば、今後、国際海事機関の海洋環境保護委員会の中で条約制定に向けた議論が進められる可能性がある。効果的な防除・除去方法の確立のための今後の研究の推進が望まれる。

水産的な営為による移入に対する法的な対策は、日本では全く取られていない。2005年6月1日に「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」が施行され、日本の在来生態系や農林水産業に深刻な被害を与える可能性のある「特定外来生物」が指定されて、その輸入・移動・飼養・販売等が禁止されることとなった。2018年2月現在、2科・17属・135種の合計154タクサもの外来生物が特定外来生物に指定されている。しかし、その中には海洋だけで生活史を完結できる純海産の外来生物は全く含まれていない。日本の水産業は外国産種苗等の輸入・養殖・放流という行為によって成り立って来た側面もあるため、水産増殖用の外来生物の輸入禁止措置が取りにくいこと、外来海洋生物には非意図的な移入種が多いために輸入禁止という措置による効果が見込めないこと、プランクトン幼生で分散する種が多いため国内での運搬・流通の禁止という措置による分布拡大の阻止が見込めず、一旦侵入してしまえばその駆除が難しいことなどがその理由である。

たしかに、水産業では、何らかの目的で意図的に外来生物を導入せざるを得ないこともあるだろう。しかし、その場合でも、(例えば大西洋海域での漁業資源の管理や海洋環境の利用や自然保護に関する国際的な組織であるICES (International Council for the Exploration of the Sea) がまとめた海洋生物の導入・運搬・利用の際に遵守すべき規範 (ICES 2005) などに則って、事前に導入候補種に関するリスク評価とリスク管理を行ない、在来生態系や人間社会への影響の有無を検討しつつ外来生物を管理することが望まれる。また、歴史的に大きな効果を発揮してきた植物防疫制度にならって、外国産水産生

物の輸入を公的に管理し、外来生物の混入した水産物種苗の輸入を禁止する「水産物防疫」の制度を立ち上げるなどの方策もあるだろう (Iwasaki 2006)。

水産物種苗の輸入は、ハマグリやアサリのように、沿岸環境の悪化によって国内の漁獲量が著しく減少したために行われている。干拓、埋め立て、水質悪化、砂利採取などのために干潟や清浄な砂底が著しく減少し、沿岸部には人工的なコンクリート護岸や消波ブロックが設置されて、沿岸在来生物の生息環境が著しく悪化している。それが原因となって在来水産物の漁獲量が激減し、人工的な環境に多くの外来生物が定着しているという現実がある。人為的な影響の少ない健全な海洋環境では在来種の存在が外来生物の定着や密度の増加を阻止している可能性があり (Otani and Willan 2017)。良好な水域・沿岸環境を保全し復元することは、在来水産物資源の保全、外来生物の定着と分布拡大の阻止、被害の防止のためにも重要な方策だと考えられる。在来水産物の生息環境を保全あるいは復活させて、外来水産資源に頼らない水産行政が展開されるべきだろう。

## 摘要

2017年末の時点で日本の海岸や港湾で発見された国外起源の外来海洋生物は59種おり、その60%は船舶によって、30%は水産的な営為によって移入されたと思われる。その分類群は多岐にわたるが、最も多い分類群は節足動物 (30%)、次に軟体動物 (20%) である。在来種との交雑や競争的排除、捕食、殻表面や養殖施設への汚損、養殖魚への魚病の発生などによって多くの水産資源に被害や経済的損害を与えている。主要な移入手段の一つであるバラスト水への混入については、2017年9月のバラスト水管理条約の発効によって、今後、軽減されることが見込めるが、船体付着や水産種苗等の輸入による移入手段に関する対策は進んでいない。法的規制やリスク評価の徹底による輸入資源の管理、健全な沿岸生態系の保全や復活を進めることで、移入、分布拡大、被害の軽減や抑止を図る必要がある。

キーワード 対策、生態系への影響、経済的損害、外来海洋生物、移入手段

## 引用文献

- 荒川好満 (1980) 日本近海における海産付着動物の移入について. 付着生物研究, 2:29-37.  
 Brannock PM, Wetthey DS, Hilbish TJ (2009) Extensive

hybridization with minimal introgression in *Mytilus galloprovincialis* and *M. trossulus* in Hokkaido, Japan. Marine Ecology Progress Series, 383:161-171.

Hoshiai T (1961) Synecological study on intertidal communities. IV. An ecological investigation on the zonation in Matsushima Bay concerning the so-called covering phenomenon. Bulletin of the Marine Biological Station of Asamushi, 10:203-211.

ICES (2005) ICES code of practice on the introduction and transfers of marine organisms 2005. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen, 30 p.

Iwasaki K (2006) Human-mediated introduction of marine organisms in Japan: a review. In Koike F, Clout MN, Kawamichi M, De Poorter M, Iwatsuki K (eds) Assessment and Control of Biological Invasion Risks. IUCN, Gland and SHOUKADOH Book Sellers, Tokyo, pp. 104-112.

岩崎敬二 (2007) 日本に移入された外来海洋生物と在来生態系や産業に対する被害について. 日本水産学会誌, 73:1121-1124.

岩崎敬二 (2009) 海の外来生物 Q & A. 日本プランクトン学会・日本ベントス学会 (編) 海の外来生物：人間によって攪乱された地球の海. 東海大学出版会, 東京, pp. 3-18.

岩崎敬二・久保田信・桑原康裕 (2012) 久保田信所蔵標本の外来海洋動物：1980年代の分布を主として. 日本生物地理学会会報, 67:15-24.

Iwasaki K, Yamamoto H (2014) Recruitment and population structure of the non-indigenous brackish-water mytilid *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) in the Kino River, Japan. Aquatic Invasions, 9: 479-487.

小川和夫 (2009) 魚類寄生生物：生きた魚介類の輸入に伴って侵入する寄生虫. 日本プランクトン学会・日本ベントス学会 (編) 海の外来生物：人間によって攪乱された地球の海. 東海大学出版会, 東京, pp. 157-176.

大越健嗣・大越和加 (編著) (2011) 海のブラックバス サキグロタマツメタ. 恒星社厚生閣, 東京, 225 p.

Otani M (2006) Important vectors for marine organisms unintentionally introduced to Japanese waters. In Koike F, Clout MN, Kawamichi M, De Poorter M, Iwatsuki K (eds) Assessment and Control of Biological Invasion Risks. IUCN, Gland and SHOUKADOH Book Sellers, Tokyo, pp. 92-103.

Otani M, Willan RC (2017) Osaka Bay in Japan as a model for investigating the factors controlling temporal and spatial persistence among introduced marine and brackish species in a heavily industrialized harbor. Sessile Organisms, 34:28-37.

千田康司・小野寺毅・芳賀圭吾 (2011) 宮城県におけるヨーロッパザラボヤの分布確認. 宮城県水産試験場研究報告, 11:79-81.

Yamakawa YA, Imai H (2012) Hybridization between *Meretrix lusoria* and the alien congeneric species *M. petechialis* in Japan as demonstrated using DNA markers. Aquatic Invasions, 7:327-336.

Yamakawa YA, Imai H (2013) PCR-RFLP typing reveals a new invasion of Taiwanese *Meretrix* (Bivalvia: Veneridae) to Japan. Aquatic Invasions, 8: 407-415.

(2018年2月24日受理)