

## 学 位 論 文 の 要 旨

論文題目 船体付着によって日本へ導入される海産・汽水産外来種の侵入と定着に及ぼす条件に関する研究

氏 名 大谷 道夫

外来種の発生は、古来、人が歩みをはじめたときに始まったと推察される。それが注目され問題視されるようになったのは、エルトン (1958) がその著書「侵略の生態学」の中で明らかにしたように、外来種が人の健康や社会・経済、さらには自然の生態系に対して大きな影響を及ぼすことが知られるようになったからである。近年の経済活動の活発化は世界的規模で急速な外来種数の増加を招き、それが人や生態系へ及ぼす影響もますます大きなものになっている。このような外来種の影響を回避する最善の方法はその侵入を未然に防ぐことである。そのためにはまずその導入手段を明らかにすることから始めなければならない。これまでに知られる海産・汽水産外来種の導入手段の中では、船舶、とりわけ船体付着が古くから重要とされて来たが、海面利用が多様化した現在でもその重要性に変わりはない。今では、これにバラスト水が加わって世界の外来種の半数以上が、船舶に由来するこの二つの手段によって各国へ侵入したと推定されている。そのような手段で持ち込まれる外来種の侵入を水際で食い止め、その侵入を未然に防ぐために重要なことは、船舶が運ぶ海洋生物を減らす対策を講ずることである。これに次いで重要なことは侵入した外来種の分布拡大を阻む対策である。そのためには侵入した外来種がどのような条件で分布を拡大して行くのか、そのメカニズムを明らかにしなければならない。本研究は筆者が行った日本の外来種に関するそれらに関連した個々の研究を取りまとめ、外来種の侵入とその分布拡大を防ぐ方法について考察することを目的とした。本論文の内容は以下のように要約される

日本の海域へ非意図的に侵入した海産・汽水産外来種とその導入手段について (第1章)

現在日本では非意図的に導入された 39 種の海産・汽水産外来種が記録されているが、そのうちの 60.9%は船体付着によると推定され、バラスト水は 15.2%であった。すなわち、日本へ侵入した外来種の導入手段として際立っているのは船体付着で、もっとも注目すべき導入手段である。一方で、日本の場合は近年世界で注目を集めている導入手段であるバラスト水によって侵入したと推定される種は少なく、バラスト水単独で侵入したと考えられる種は渦鞭毛藻類の *Heterocapsa circularisquama* Horiguchi, 1995 ただ 1 種に過ぎない。バラスト水の中の生物はその保持期間が長くなるほど死滅個体が増えることが知られているが、日本においてバラスト水による外来種の侵入が少ないのは、日本へ入港する外航船舶内に保持されるバラスト水の保持期間が長いためである。日本の港へ排出されるバラスト水中の生物の多くはそれがバラスト水と一緒に排出される前にすでに死滅してしまっているのである。日本の港へ寄港する船舶のバラスト水保持期間が長いのは日本が鉱物資源や穀物の輸入国であることと関係しており、寄港する船舶の種類とその運用に依存した結果である。日本へ侵入した外来種の起源地として重要な生物海区は、北西太平洋および北東太平洋、北西大西洋、東アジア海であるが、中でも距離的に近く近年貿易が増えている北西太平洋は、今後ここを起源地とする外来種が増える可能性があるため特に注意すべき所である。さらにこの海区内には日本と共通の外来種も多くみ

られ、イギリスで見られるような二次的な外来種の侵入も多くあると考えられることから、そのような外来種の動向にも注意をしなければならない。

#### 大阪湾へ入港した外航船舶の船体に付着したフジツボ類と大阪湾への侵入可能性評価（第2章）

船舶が船体に付着したまま運ぶフジツボ類が外来種となる可能性を評価するため、大阪湾奥部の港へ寄港した2隻の外航船舶を調査した。調査はフジツボの付着が見られた船首部、船体中央部、船尾部の3か所で行ったが、それぞれの場所でフジツボ種を記録するとともに、量的な指標として、付着したフジツボ類をおおよそその個体数でランク分けし、種ごとにランクで記録した。調査の結果、2隻の船体から22種のフジツボ種が記録されたが、出現種数、個体数とも船首と船尾で多く、船体中央部で少ない結果となって、船体の位置によってフジツボ類の付着には差がある様子が明らかになった。また、22種のうち大阪湾でこれまで記録がなかったものは14種に上り、それらは大阪湾への外来種候補とみなされた。それらの14種について環境類似性に基づく侵入リスクアセスメントを行った結果、大阪湾と同一の気候帯に分布し、大阪湾に近い塩分濃度や波あたりの海域に生息する *Austrominius modestus* (Darwin, 1854) とアミメフジツボ *Amphibalanus variegatus* (Darwin, 1854) が大阪湾奥部で外来種となる可能性がもっとも高い種であることが明らかになった。これに次いで、隣接する気候帯に分布し何らかの理由で水温上昇が起これば外来種となる危険性を有する *Megabalanus tintinnabulum* (Linnaeus, 1758) も侵入可能性がある外来種候補としてあげられた。この種は成長すると殻底径が65mmにも達する中型種であるため、人工構造物上で害生物となる恐れがある。ここで用いられた外来種の侵入を予測するリスクアセスメント手法は他の生物への応用も可能であり、このような手法を用いてフジツボ類に限らず広範な外来種候補リストを作り上げることが、外来種の侵入を水際で食い止めるための対策を考える上で重要な資料となる。

#### 大阪湾におけるナデシコカンザシゴカイ *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) (多毛綱：カンザシゴカイ科) の分布とその侵入制限要因について（第3章）

1997年、大阪湾岸の人工護岸で付着生物調査を行って5種類の *Hydroides* 属（多毛綱：カンザシゴカイ科）を発見した。そのうちの1種は種名未確定であったが、再精査の結果北米大西洋岸を原産地とするナデシコカンザシゴカイ *Hydroides dianthus* (Verrill, 1873) であることが明らかになった。本種の大阪湾での分布は場所ごとに、また水深ごとに変化しており、場所では湾奥部で、水深では0mよりも深いところで多くなる傾向を示した。このような分布傾向が生ずる原因を調べるため、水温や塩分、溶存酸素などを環境要素として、また生息場所を巡り競合する種の存在を生物要素として取り上げ、それらとナデシコカンザシゴカイ分布との関係を調べた。その結果、環境要素の中では塩分が、また生物要素の中では海藻 *Macro algae* 現存量とコウロエンカワヒバリガイ *Xenostrobus securis* (Lamarck, 1819) 出現密度がナデシコカンザシゴカイ出現密度との間に有意な負の相関を示し、これらがナデシコカンザシゴカイの分布に影響を及ぼす様子が明らかになった。中でも30psuを超える塩分はナデシコカンザシゴカイの成長に悪い影響を及ぼすためその分布を制限する要因となり、塩分がそれ以下で分布制限要因とならないところでは、海藻やコウロエンカワヒバリガイの存在がその繁殖戦略を通してナデシコカンザシゴカイの分布を制限する要因になっている様子が示された。今後はナデシコカンザシゴカイの例を参考にしながら、侵入した外来種の分布拡大が起こるメカニズム解明へ繋げて行くことが必要である。

#### 総合考察（第4章）

日本の外来種は主に船体付着を介して侵入し、バラスト水によるものは少ないと推定されたが、世界の中にはバラスト水による侵入が多くを占める国々もある。このような国々の要請を受けて、世界ではいち早くバラスト水による外来種の侵入を防ごうとバラスト水管理国際条約が2004年にIMOで採択された。この条約は2013年4月現在、まだ発効に至っていないが、日本のようなバラスト水輸出国は、この条約の一日も早い条約発効へ向けた努力をする必要がある。さらに現在は船体付着による外来種の侵入を防ぐための議論がIMOの場で行われており、やがてガイドラインとして適用される可能性が高い段階になっている。このガイドラインはすべての船舶に新たな生物除去技術を含む防汚シ

システムを導入して船体付着を防ごうというものであり、効果的な防汚システムの開発とその適用が議論の中心となっている。もちろん、ここで議論されているように、船体付着を防ぐ効果的な防汚システムの開発は必要なことであるが、ここでもバラスト水管理国際条約が抱えると同様の技術的課題がいくつもあってその克服は容易でない。船体付着による外来種の侵入を防ぐためには、効果的な防汚システムの開発とあわせて、緒言や第1章で言及した船舶の運航形態など船舶が持つさまざまな事情を考慮したリスクアセスメント手法の確立も必要である。リスクアセスメントによって外来種をもたらすリスクの高い船舶を絞り込むことができるならば、すべての船舶に一律に防汚システムを適用する必要はなく経済的で効率的な外来種侵入リスクの低減を行うことができると考える。

このような侵入対策を用いても、さまざまな手段で侵入する外来種のすべてを水際で防ぐことは不可能である。従って、侵入した種に対しては第3章で述べたように、外来種の分布制限要因を明らかにすることが大切である。それによって新たな分布可能域の推定ができ、そこでの事前監視を強めるとともに外来種の侵入に備えた対策を講ずることが可能となるのである。