

外国から日本に移住したフジツボ類, 特に地理的分布および生態の変化

山 口 寿 之

Toshiyuki YAMAGUCHI: Foreign Barnacles Immigrated to Japan, with Special
Reference to the Changes in Geographic Distribution and Ecology

SUMMARY: In the 1960's immigration of four foreign barnacles was recognized in Japanese embayments. They are *B. improvisus*, *B. eburneus*, *B. venustus* and *B. variegatus*. The former two immigrants distribute widely and are found commonly in embayments of south of Tsugaru Straits. Those two species are characteristics of eurythermal and euryhaline in ecology and of long breeding seasons throughout a year in reproduction, that are superior to endemic species with fossil record in Japan, that is, *B. albicostatus*, *B. reticulatus* and *B. kondakovi*. It is interpreted that their characteristics have originated to increase in number of individuals and expansion of geographic distribution in Japan. Those characteristics are common in those of *Elminius modestus* which immigrated to England and European seashore from Australia and New Zealand in the early 1940's (Bishop and Crisp, 1957, Crisp and Chipperfield, 1948, etc.).

In addition to the mentioned above species, it is discussed that *B. amphitrite* with no fossil record in Japan is also an immigrant species from viewpoints of ecological and reproductive characteristics, vertical change of distribution in intertidal zone from 1940's to 1960's and competitive relation between *B. amphitrite* and *B. albicostatus* which are representative species of middle intertidal zone.

I. はじめに

生物の大規模な分布変化は、一般に移住(Migration または Dispersal)と呼ばれる。そのような移住は地理的隔離の結果として移住集団と元の集団との間の長期間にわたる遺伝子拡散が妨げられ、種分化(Speciation)や進化(Evolution)の重要な原因となるために、進化学的に興味深い問題を提供する。また他方、移住は生物相の変化または入れ替えが生じるために、生態学的に興味深い問題でもある。すなわち、生物の移住には種分化や適応放散といった進化学的意義と、新しい生息地への適応、既存種との生態的ニッチの争奪という生態学的意義の両面性がある。エルトン(1958)は生態学的視点で人間生活に深く影響を与えた動植物の侵略をまとめ、「ある種の生物の数が異常に増えること(生態的爆発)は、大きい音を立てないし、起るのにかなりの時間がかかる。その爆発はゆっくり広がり、またゆっくりと消えて行く。しかしその影響はきわめて大きく、多くの人間が破滅的な被害を受

け、絶滅に瀕したり移住させられたりした事例も数多い」(川那部ら訳, 1971)と強調した。

近年、人為的な生物の移住が頻繁に行われていると、しばしば指摘されるようになった。エルトン(1958)はその状況を「ここ 100 年ばかり、輸送機関は大規模にかつ速くなり、船や飛行機により、また陸路によって、無意識にせよ故意にせよ、今まで隔離されていた地域からの外来種が世界各地に侵入し、問題をおこしている。もちろん侵略種のすべてが、新しい土地へ定着するわけではない。またすべてが人間に害を及ぼすわけでもないが、何らかのかたちで従来からいる生物の間のバランスを変化させていることは確かである。さらに、この動きは年々いちじるしくなり、たった 100 年前の種の分布も、今では崩壊状態になろうとしている。」(川那部ら訳, 1971)と述べている。陸上生物で人間生活に深いかわり合いを持つ害虫や病原菌などの生物については克明に記録され、その分布の拡大や蔓延の経路が明らかにされていて、その一部は上記の

エルトン (1958) に詳しく記述されている。海生生物についてもエルトン (1958) によって触れられているが、陸上生物のそれに比べて詳しくはない。海生生物は人為的移住の時期、経路といった過程が不明な場合が多く、自然移住と区別できない例が少なくない。特に人間生活に余り関わりのない海生無脊椎動物については、地理的分布や生態が詳細に判っているのは僅かである。それでも「人間の手によってここ百年ほどの間に、海産動物の分布はすでに大きく変化している。この場合人間のやったことと言えば三つある。第一は運河を掘ること、第二は船で無意識に運んでしまうこと、第三は計画的に輸出入することである。」(エルトン, 1958; 川那部ら訳, 1971) と指摘されているように、人為的な生物相の変革は今後増大する傾向にあって、決して減少することはない。つまり、付着生物であるフジツボ類は、エルトンの指摘のいずれの経路を通じても新天地へ移住する可能性を持っている。とりわけ海上交通の発達に伴い船底への付着などによって新天地への移住が容易になっている。それは自由遊泳性の幼生が海流によって運ばれること(自然移住)に比べれば移動の距離や機会が飛躍的に大きくなることを意味するものであり、その結果新天地での進化的・生態学的に興味深い現象を生じることになる。

日本の帰化動物、特に陸上動物については宮下 (1977) が詳しく触れている。しかし海生無脊椎動物の日本への移入については、陸上動物のそれほど明確なことは判っていないが、最近いくつかの種について移住と関係した既存種の地理的分布・生態の変化が現生種で多く知られるようになった(例えば荒川, 1980, 1983; 沖山・鈴木, 1985; 武田, 1983)。陸上生物特に昆虫および植物などのように容易に発見でき、その地理的分布の変化を正確に把握できる分類群とは異なり、海生無脊椎動物の実態は必ずしも明かでない。フジツボ類の移住・侵略によると思われる生態的・地理的分布の変化を認めることができたのでその概要を述べる。

II. 外国から日本へ移住した海生無脊椎動物

荒川 (1980) は海産の帰化付着動物について触れ、13種をあげ、うち9種(約70%)が第二次世界大戦後に日本に移住したと指摘した。それらは環形動物のカサネカンザシ、カニヤドリカンザシ(荒川, 1980)によって命名された和名)、触手動物のホンダワラコケムシ、ナギサコケムシ、軟体動物のムラサキイガイ、ミドリイ

ガイ、シマメノウフネガイ、節足動物のタテジマフジツボ、アメリカフジツボ、ヨーロッパフジツボ、アカシマフジツボ、アミメフジツボ、原索動物のマンハッタンボヤである。また荒川 (1983) は海生・淡水性貝類について触れ、海生の帰化種としてシマメノウフネガイ、ムラサキイガイ(ヨーロッパイガイとチレニアイガイの2亜種)、ミドリイガイ(1969年以降日本近海からは報告されていない)をあげた。荒川(1980)は、このような生物には環境変化、すなわち塩分濃度や海水温の変化あるいは海洋汚染などに幅広い耐性を備えていて、産卵期間が長く、産卵数や回数が多いなどの特徴を備えていると述べた。

武田 (1983) は帰化した甲殻類について触れ、船による偶然の移住としてアメリカフジツボ、ヨーロッパフジツボ、イッカククモガニ、ブルークラブ、ダンジネスクラブ、農漁業振興の目的のために人為的に移入されたものとしてアメリカザリガニ、タンカイザリガニ、ウチダザリガニ、アメリカンロブスター(放流の計画)をあげた。甲殻類の場合、帰化には温度に対する耐性や海流によって運ばれる場合の浮遊幼生期の長さが大きく関わり、また地史的な背景も関係すると述べている。

このような分類群の日本への移住例が示されても、それに伴って既存の生物群集が侵入者によってどのような影響を受けたかについて触れている研究は少ない。その希有な例としてオーストラリア・ニュージーランド地域からヨーロッパへ移住したヨツフジツボについて触れ、移住を可能にした生態的要因について次にまとめる。

III. オーストラリア・ニュージーランド地域から 英国やヨーロッパへ移住したヨツフジツボ

ヨツフジツボ(*Elminius modestus* Darwin) はもとオーストラリア・ニュージーランド地域に生息していたが、1940年代に英国やヨーロッパへ移住したことは良く知られている(Bishop and Crisp, 1957; Crisp and Chipperfield, 1948 など)。このヨツフジツボはオーストラリア・ニュージーランド地域では内湾や河口域に生息している。この種は第二次世界大戦末の1945年に英国南岸の西サセックスのチチェスター港で発見された。英国では1940年以前にはブランクトンサンプルを含めてこの種は発見されなかった。1940年から1945年までの間に船によって英国にもたらされたものと考えられた。英国の他の地域や他のヨーロッパ地域へ

は主に海流による幼生の分散によって成し遂げられ、その分布の拡大は海流の速度と密接な関係がある。

ヨツフジツボがこのように新天地への移住に成功した要因の一つは、ヨーロッパの在来種との生存競争にまさる能力を持っていることが考えられた。この種は寒冷に耐える能力は在来種の一つに比べて弱いけれども、在来種よりも高水温に耐え、在来種に比べて繁殖期が長く、また河口域の生態的条件にも良く耐える性質を持つ。その結果外洋に面した海岸ではヒメフジツボ (*Semibalanus balanoides* (Linnaeus)) を、河口域ではヨーロッパフジツボ (*B. improvisus* Darwin) といった在来種にとって替わってきている。このようにヨツフジツボが備えている以上のような生態的特性が移住を成功させた重要な要素と考えられる。つぎに日本に移住したフジツボ類について触れ、それらの生態的特性とヨツフジツボのそれとを比較してみる。

IV. 日本へ移住したヨーロッパフジツボおよびアメリカフジツボ

ヨーロッパフジツボおよびアメリカフジツボの日本への移住は Kawahara (1963), 内海 (1966), Mawatari (1967) などが報告した (図 1)。

ヨーロッパフジツボはもともとヨーロッパ大西洋岸の河口域に生息していた種で、19世紀には北米大西洋岸に移住し、続いて北米太平洋岸に分布を拡大した。また地中海経由で、黒海、カスピ海や紅海へ進出した。また第二次世界大戦時には、オーストラリア、ニュージーランド地域でも分布が知られるようになった (内海, 1966)。この種の日本への移住は Kawahara (1963) によって初めて報告された。それは英虞湾に設けた付着試験板上に付着し、1957年に採集された標本に基づく。Kawahara (1963) より報告は遅いが、馬渡 (1967) は採集した標本から1952年には英虞湾に生息していたことを報告した。ヨーロッパフジツボの日本への移住の時期はさらに遡ると予想されるが、それ以上詳しい確実な資料は今のところない。Kawahara (1963) によれば、1959年には名古屋、四日市、1962年には紀伊水道奥部、熊野灘沿岸、伊勢湾、三河湾、浜名湖に分布が知られるようになった。また1963年には利根川河口や支流の常陸川 (内海, 1966)、茨城県酒沼から鹿島灘へ通じる水路 (菊池, 1981) に分布が知られた。その後北海道を除く本州北部以南に広がり、太平洋、瀬戸内海、日本海側の諸港湾に生息が確認されている (梶原・浦, 1976; 梶原・松宮, 1978; 菊池, 19

81; 馬渡, 1967; Utinomi, 1970 など) (図 2)。

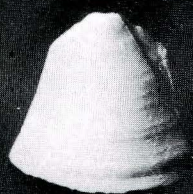
アメリカフジツボ (*Balanus eburneus* Gould) はもともと米国マサチューセッツ州から南米北岸に分布していた種で、内海 (1966) によればヨーロッパ沿岸に知られるようになり、ヨーロッパフジツボとともにスエズ運河、黒海、カスピ海に分布しているが、北米太平洋岸には知られていない。アメリカフジツボの日本への移住の報告は1963年の利根川河口からの標本に始まる (内海, 1966)。内海によればこの種はアメリカ産の種ガキに付着して渡来した可能性が大きいと指摘したが、Utinomi (1970) では戦後増加した米国から船の底に付着して移住したのだらうと指摘した。このように同じ研究者でも日本への移住の方法・経路についての見解が異なるように、その実態は不明である場合が多い。アメリカフジツボは1964年に山形県加茂港、1966年に佐渡の加茂湖で知られた (内海, 1966)。小坂 (1985) のまとめによると、1960年代末には佐渡の他、日本海、九州、瀬戸内海の多くの港湾に知られ、1970年代には太平洋岸の港湾にも分布するようになった (梶原・松宮, 1978; 北見・小関, 1971; 日本造船研究協会, 1974 など)。現在ではヨーロッパフジツボと同様北海道を除く本州北部以南の港湾にその生息が知られるようになった (図 2)。いずれにしてもヨーロッパフジツボと同様にいつ頃、どこから、どのように日本に移住したのか正確には判っていない。

ヨーロッパフジツボおよびアメリカフジツボの生態・分布の特徴

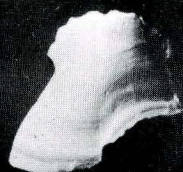
両種はともに内湾のフジツボであり、低塩分の海域や塩分濃度の変化の激しい河口域にも生息する広塩性といえる。塩分濃度の極端に低い例として他のフジツボがかって侵入したことのない穴道湖や日本海から幅約30m、長さ1.5kmの差海川でつながった神西湖にもヨーロッパフジツボが侵入している (伊賀, 1973)。穴道湖では塩分濃度は通常の海水の1/6で、神西湖では1/20と極端に低い。このような環境にも生息できることはこの種が日本への移住を可能にした重要な要因の一つであることは間違いない。

ヨーロッパフジツボおよびアメリカフジツボの生殖的特性

英国へ移住に成功したヨツフジツボの繁殖期が在来種のそれよりも長いことをすでに述べた。そこでヨーロッパフジツボおよびアメリカフジツボの外国における繁殖時期を文献から調べてみると、ともに北ほどその期間が短い、一般に長い繁殖期を持つ。10°~15°C



1a



1c



1e



1g



1b



1d



1f



1h



1i



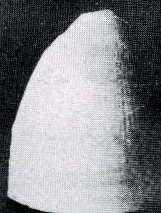
1j



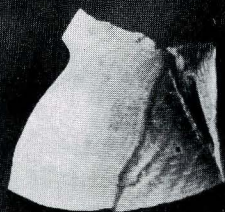
1k



1l



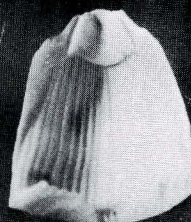
2a



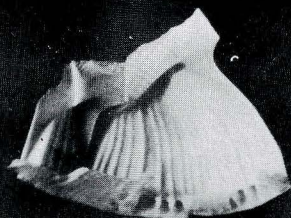
2c



2e



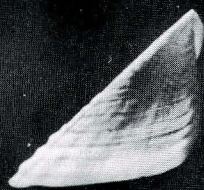
2b



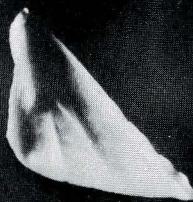
2d



2f



2g



2h



2i



2j



図2. 内湾フジツボ類の地理的分布

図1. アメリカフジツボおよびヨーロッパフジツボ

1. アメリカフジツボ (*Balanus eburneus* Gould), 浜名湖, 1a-b. 嘴板, 2倍, 1c-d. 右側板, 2倍, 2e-f. 右峰側板, 2倍, 1g-h. 峰板, 2倍, 1i-j. 右楯板, 4倍, 1k-l. 右背板, 4倍.
2. ヨーロッパフジツボ (*Balanus improvisus* Darwin), 東京湾晴海埠頭, 2a-b. 嘴板, 4倍, 2c-d. 右側板および右峰側板, 4倍, 1e-f. 峰板, 4倍, 1g-h. 右楯板, 6倍, 1i-j. 右背板, 6倍.
(これらのフジツボ類の鑑定法は山口(1986)を参照されたい。)

になると抱卵し始める。盛夏には抱卵および海水中の幼生の数そして付着数は減少するが、秋にはもう一回の付着数増加のピークがある、すなわち一年に二回の付着盛期がある (Grave, 1933)。また春先に付着した個体の連続的な観察によると、それらは2~3ヶ月後には成体となって、その個体が秋には幼生を放出する。すなわち一年に二世代を経るという。冬にも少量の付着があり、特に著しいのは McDougall (1943) の米国南カロライナ州ビューホートにおける観察である。ヨーロッパフジツボが春から秋には全く付着せず、 $10^{\circ}\sim 5.5^{\circ}\text{C}$ の冬に付着したと報告している。これは他の資料、例えば Moore & Frue (1959) および Weiss (1948) による近隣のフロリダ州では周年付着が見られることと著しく対照的であるが、冬にもかなり付着していることを示し、この種の繁殖時期の長いことを示している。

ヨーロッパフジツボの繁殖時期はヨーロッパ北部のバルト海周辺で5月~11月 (Blom & Nyholm, 1961; Lucks, 1940; Tengstrand, 1931; Breemen, 1933) で、カナダ大西洋岸で3月~10月 (Bousfield, 1954)、米国大西洋岸ではほぼ周年 (Costlow & Bookhout, 1953; McDougall, 1943; Moore & Frue, 1959; Richards & Clapp, 1944; Visscher, 1928; Weiss, 1948)、米国太平洋岸では3月~10月 (Graham & Gay, 1944) であった (図3-1)。

アメリカフジツボの繁殖時期は英国で4月~8月 (Jones & Crisp, 1953)、米国大西洋岸ではほぼ一年中 (Fish, 1925; Grave, 1933; Gregg, 1945; McDougall, 1943; Moore & Frue, 1959; Richards & Clapp, 1944; Weiss, 1948) であった (図3-2)。アメリカフジツボはヨーロッパフジツボとほぼ同じ繁殖時期を持つことになる。それらの繁殖時期はかなり長期に続き、しかも春に付着した個体は秋には成体になって繁殖集団に加入している。

以上のように、ヨーロッパフジツボもアメリカフジツボも水温の低い北欧や北米大西洋岸では冬期に繁殖期中断があるが、より温暖な南方海域 (例えばフロリダなど) では繁殖期が周年におよんでいて、生殖時期は海水温によって決まることが判る。

日本におけるヨーロッパフジツボおよびアメリカフジツボを含めた内湾フジツボ類の繁殖時期に関しては最近やっとその実態が明らかになってきた。ヨーロッパフジツボの日本における繁殖時期を幼生の飼育実験や各種の付着実験から推定して次のようになる。福井

県内浦湾での調査だと秋から冬を経て春まで (10月~6月) で、冬期にも付着していることは注目すべきことである (安田, 1970)。他に英虞湾で4月~11月 (山村, 1972)、東京港で通年、浜名湖で4月~2月 (梶原・松宮, 1978)、大槌湾で6月~9月 (加戸ら, 1980)、油壺湾で通年 (加戸, 1982MS) であった (図3-1)。

同じくアメリカフジツボのそれは内浦湾で7月、9月 (安田, 1970)、清水港で5月~12月 (小坂・石橋, 1979)、清水港で、5月~9月、的矢湾で5月~10月、浦ノ内湾で6月~11月 (梶原・松宮, 1978)、油壺湾で9月~11月 (加戸, 1981MS) などであった (図3-2)。

岩城 (1981) は1979年5月から1980年5月まで三重県的矢湾のカキ養殖用筏および津市町屋浦のノリ養殖用ヒビ支柱より内湾フジツボ類6種を毎月採集し、生殖巣発達を4段階に区分し、その季節的变化をまとめた (図3-7)。それによると、成熟卵巣を保持する個体がアメリカフジツボ、ヨーロッパフジツボ、タテジマフジツボの3種に周年観察される。抱卵個体は町屋浦ではヨーロッパフジツボ、タテジマフジツボに周年観察され、また的矢湾ではアメリカフジツボ、タテジマフジツボに冬期1, 2ヶ月間を除きほぼ周年観察される。またそれらの種でも5月から11月に抱卵頻度が高い。他の内湾フジツボ類は以上の種よりも季節的变化が著しく、ドロフジツボ、サラサフジツボ、シロスジフジツボの抱卵個体は5月に出現し始め、6月にピークに達するが、夏期の高水温期に頻度の低下がみられ、秋に再びピークが現れる。他方、成熟精巣を保持する個体はいずれの種でも周年観察される。成熟精巣のよく発達する時期は抱卵個体の出現する時期に対応する (岩城, 1981)。つまりヨーロッパフジツボ、アメリカフジツボも、オーストラリア・ニュージーランドから英国に移住したヨツフジツボと同じく海水塩分濃度に対して広塩性を示し、かつ繁殖時期が長期にわたる。それらの生態的特徴は在来種のそれよりも特異な環境も占有でき、個体群を維持する上で有利な特徴と言える。

V. 日本におけるもう一つ移住種と思われるタテジマフジツボ

いままでにタテジマフジツボを移住種と指摘した研究は弘 (1938)、山口 (1979, 1986) などである。山口 (1979, 1986) が移住種と考えた根拠は、神奈川県横浜市区約3000年前の沖積層から発見された化石タテジマフジツボの産出およびそれ以前の地層中に発



図3-1. 内湾フジツボ類各種の繁殖期

見されないことに基づいている。しかしタテジマフジツボと鑑定した化石の再検討の結果、それは鑑定ミスであり、タテジマフジツボではなく、サラサフジツボであった。しかしこの小論では新たな資料によりタテジマフジツボが再び移住種と考えられることを以下に

述べる。

弘 (1938) および Hiro (1939) などの戦前の報告は『(内湾に棲む) タテジマフジツボとサラサフジツボは低潮線以下に生息し、一方シロスジフジツボは常に潮間帯に生息する。タテジマフジツボは呉・佐世保港

アメリカフジツボの繁殖期

J F M A M J J A S O N D



図3-2

タデジマフジツボの繁殖期

J F M A M J J A S O N D



図3-3

サラサフジツボの繁殖期

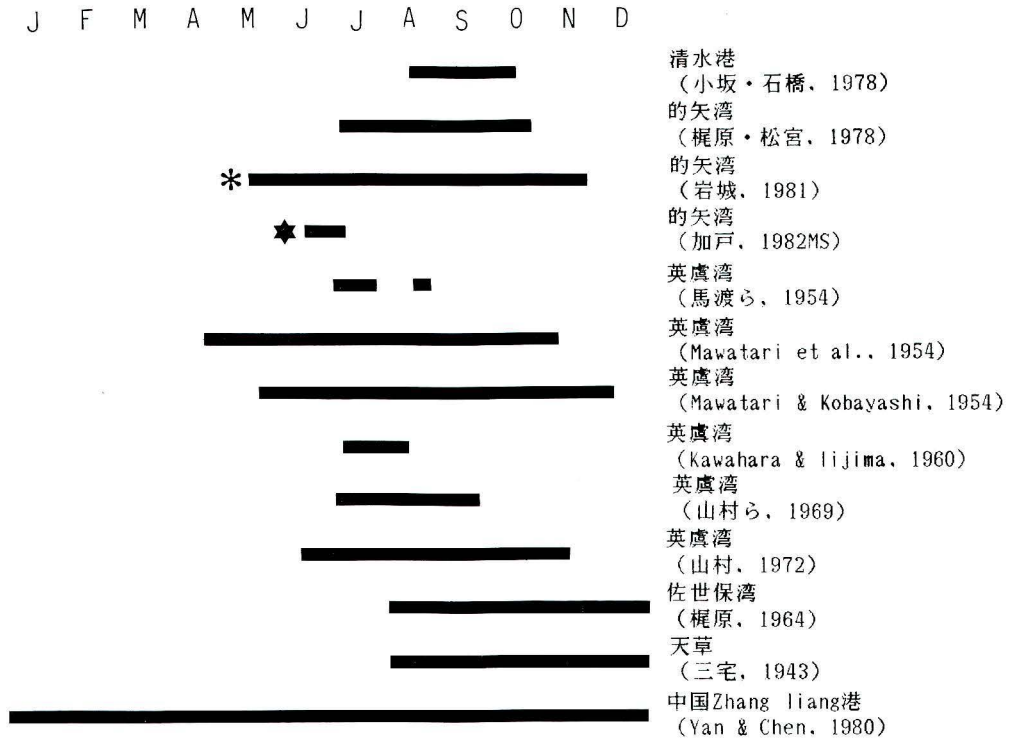
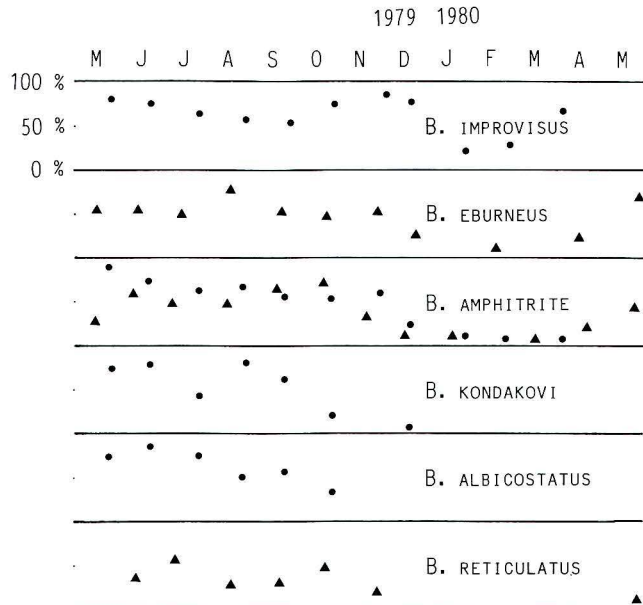


図3-6 .

津市町屋浦および的矢湾における内湾フジツボ類の抱卵率



● 津市町屋浦 日本の内湾フジツボ類の抱卵率 (1979年5月~1980年5月)
▲ 的矢湾

(岩城, 1981)

図3-7 .

種として出現し、サラサフジツボは5つの港湾にのみ出現し、その個体数も極めて僅かであったことを示した。以上のように1963年以降タテジマフジツボは潮下帯で地理的分布を広げ、サラサフジツボに替わって優占種の地位を占める、と同時に潮下帯から潮間帯中部へと垂直的分布を広げたように見える。

Yamaguchi (1977) は日本の内湾フジツボ類つまり、タテジマフジツボ、シロスジフジツボ、サラサフジツボ、ドロフジツボについて地理的分布、生態などからその分類学的意味について言及した(図4)。地理的分布についてはドロフジツボ以外は津軽海峡以南の日本全域の内湾に広く分布している。図2は Yamaguchi (1977) およびその後のデータを加えた4種の内湾フジツボの地理的分布ならびにヨーロッパフジツボ、アメリカフジツボ、アカシマフジツボの地理的分布を示した。その内タテジマフジツボおよびシロスジフジツボは潮間帯中部の代表者であり、日本のほとんどの内湾で両者は隣合って生息し、かつ量的にも対等な関係になっている(Yamaguchi, 1977)。つまり1971~27および1974年の和歌山県田辺湾の潮間帯中部にはほぼ同数ずつのタテジマフジツボとシロスジフジツボが、また下部にサラサフジツボが生息すること、1975年の佐世保湾の潮間帯中部にはタテジマフジツボとそれよりやや少なめかまたは同数のシロスジフジツボが、下部にはサラサフジツボが生息すること、1975年の呉湾の潮間帯中部にはタテジマフジツボとそれよりやや多めかまたは同数のシロスジフジツボが存在することを示した。また山口(1982, 1983)は1979および1981年の三浦半島東岸・西岸の内湾潮間帯中部にはタテジマフジツボとシロスジフジツボがほぼ同数ずつ生息していることを示した。

しかし1987年の田辺湾、三浦半島油壺湾の潮間帯中部にはタテジマフジツボだけが目立ち、シロスジフジツボはわずかにその存在が確認できるほど極端に少なくなっているか皆無に等しいという事実が得られた。つまり、田辺湾では最近十数年の間に、三浦半島ではここ数年の間に両者の量的関係がドラスティックに変化していることが明らかになった。

タテジマフジツボおよび他の内湾性フジツボ類の生殖的・生態的特性

タテジマフジツボの繁殖時期は幼生の飼育実験や各種の付着実験から推定して次のようになる。外国では北米・フロリダで通年(Weiss, 1948), 同じく2~3, 5, 7, 9月(Richard & Clapp, 1944), ハワイで通年

(Edmondson & Ingram, 1939), 日本では油壺湾で8~9月(平野・大串, 1952), 同じく7~9月(Hirano, 1963), 英虞湾で6~11月(山村, 1972), 浦の内湾で4~11月(梶原・松宮, 1978), 福井県丹生浦湾で3~5, 8~11月(安田, 1968), 山口県秋穂で7~9月(藤永・笠原, 1942), 佐世保湾で6~7月, 11月(梶原, 1964)であった。また抱卵個体を調査した研究では清水港で5~11月(小坂・石橋, 1980), 三重県町屋浦で通年(岩城, 1981), 油壺で4~11月(加戸, 1982MS)であった(図3-3)。

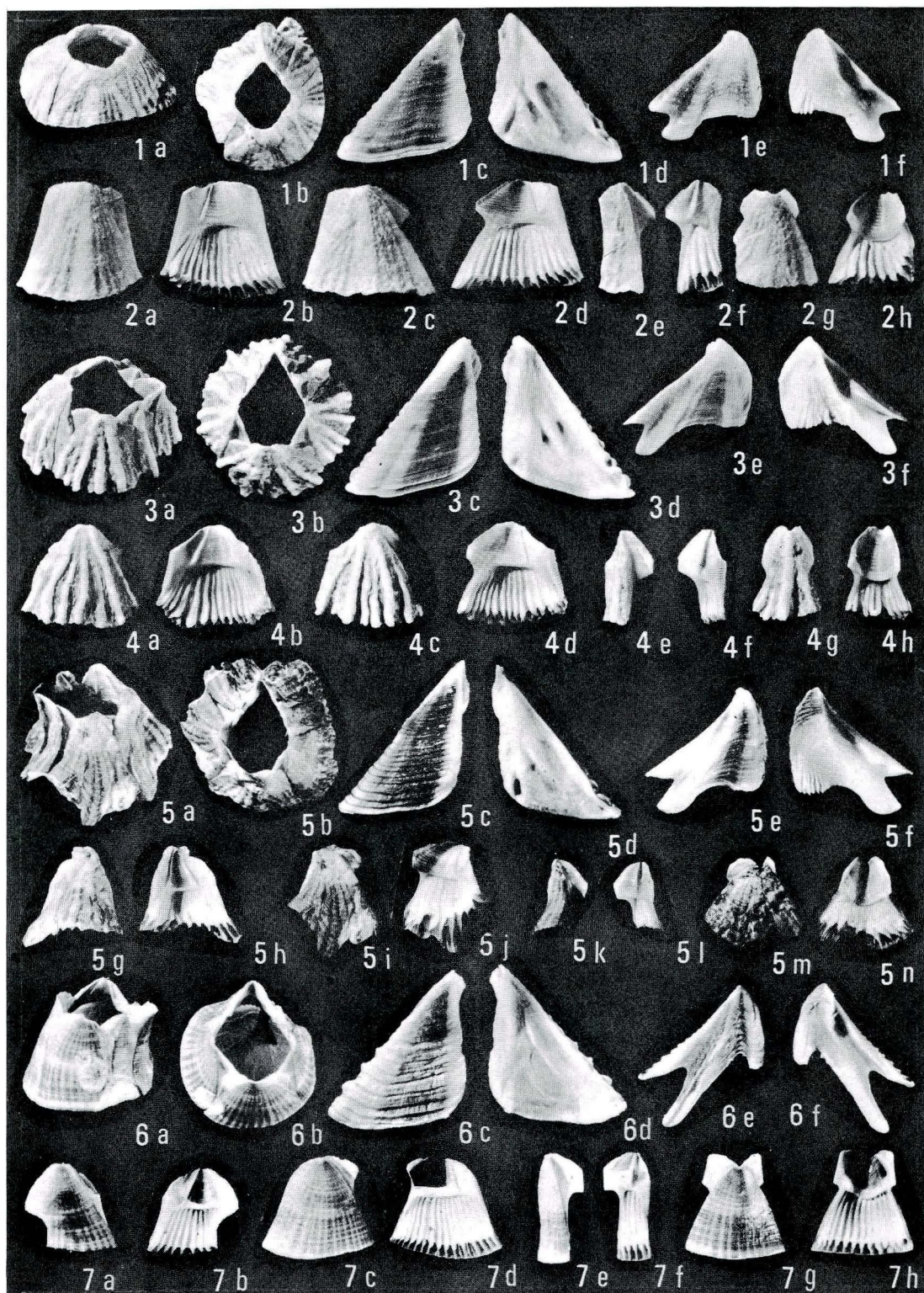
またシロスジフジツボ、サラサフジツボ、ドロフジツボといった内湾性フジツボ類の繁殖時期は図3-4~3-6に示したように日本では春(4月)から晩秋(12月)と限定され、冬期に繁殖時期の中断があり、タテジマフジツボのそれに比べて短いことが判る。また岩城(1981)の内湾フジツボ類の抱卵率を比較してもタテジマフジツボのそれは他の内湾フジツボ類のそれよりも高い(図3-7)。

小坂(1985)はこのような繁殖時期の違いを指摘し、また内海(1949)の淡水中および空気中での耐性実験の結果を引用して淡水中にタテジマフジツボが9日間生存し、それはサラサフジツボの約2倍であること、空気中に放置される耐乾性はタテジマフジツボがサラサフジツボの約5倍生存したことを指摘した。小坂(1985)も指摘しているように、このようなタテジマフジツボの潜在的な生殖的・生態的特徴が1940年代から1960年代の間に日本の港湾で見られたように、潮間帯での優占的地位を占めていたサラサフジツボがタテジマフジツボに置き替わったと考えられる。

VI. 帰化生物にまつわる一般的な問題点および

その他

帰化生物は巨視的な意味で、もともと生息していなかった場所・地域に“飛び地”的に新しい地理的分布を獲得するようになった生物をさす。帰化生物の認定は従って地理的分布変化の時間的経過が正しく把握されている必要がある。しかし一般にその認定に化石記録が考慮されていないことを考えると、帰化生物の“過去”とは人間の残した歴史記録の範囲内と言うことを意味するのだろう。またそこになかったと判断するのは昔のしっかりした生物の地理的分布についての記録に頼らざるを得ない。しかし稀にしか発見されない種と混同する可能性を常に持つ。移住・帰化種の開拓者達(Pioneer population)の個体群サイズはもと



の母集団に較べれば極端に小さいことが予想される。在来種との生息場をめぐる競争の結果、個体群がある程度大きくなった時にやっと発見される可能性を持つ。

帰化生物の在来種に対する侵略の生態については幼生期の長さ、付着に至る割合（生残率）、成長速度、一個体当りの抱卵数など重要と思われる点を触れなかった。それは当然避けて通れない問題と思われるが、現時点でそれらについて利用可能な資料が無いのが実情で、今後以上の視点からの研究の充実が望まれる。

また帰化種と認定されているアカシマフジツボ (*Balanus venustus* Darwin) やアミメフジツボ (*Balanus variegatus* Darwin) についても触れなかった。それらは日本での分布が限定されていて生態や生殖の特性について不明な点が多いので、ここではそれらの分布に関する資料を示すにとどめる。アカシマフジツボはもともとアフリカからインドに至る海域に生息していたもので、現在は北米南東からブラジルに至る大西洋西岸や日本にも知られるようになった。日本での記録は1968年佐渡に発見されたのが最初で、その分布がまだ佐渡と若狭湾の二ヶ所でそれらの生態的特徴を元の集団のそれと比較できるほどのデータはない。

アミメフジツボ (*Balanus variegatus* Darwin) はもともとオーストラリア・ニュージーランド地域に生息していたもので、現在では東南アジア、日本・有明海やウラジオストックにも広がった。

Ⅶ ま と め

ヨーロッパフジツボ・アメリカフジツボが日本へ移住できた要因を整理すると、日本に広く分布し、外海にも内湾にも、またかつて日本の内湾種が生息していなかった海水の影響のあまり及ばない河川流域にも生息できる生態的特性を備える。またそれからの繁殖期は寒流の影響を受ける東北地方（例えば大槌）湾では夏期に限定されるが（加戸，1982MS）、他の地域では通年またはかなり長期に及ぶこと、また春に付着した集団は夏までに成長し、秋に付着する集団の生産に関与している（岩城，1981；加戸，1982MS）ことの生殖的特性をあげることができる。このような広温性、広塩性、急速な成長、効率的な生産性が個体群の増加および地理的分布の拡大の重要な原動力となったのだろう。

ヨーロッパフジツボ・アメリカフジツボが日本に移住できた生態的生殖的・要因はオーストラリア・ニュージーランド地域からヨーロッパへ移住に成功したヨツフジツボに見られるそれと共通する。つまりそれらの要因は移住成功のための一般的な要因と考えても良いであろう。

タテジマフジツボがヨーロッパフジツボ・アメリカフジツボと同様に最近の移住種と考えられる。その判断の根拠として、最近50年間に内湾のフジツボ群集に大きな変化があった。特にタテジマフジツボが潮下帯から潮間帯へ進出し、他の内湾フジツボ類に替わって優占種となった。その垂直的な分布変化は内海(1949)

図4. 日本の内湾フジツボ類（Yamaguchi, 1977, 第19図版を日本古生物学会の許可を得て転載）

1. タテジマフジツボ (*Balanus amphitrite* Darwin), 和歌山県田辺湾, 東大資料館所蔵, 1a-b. 周殻, 2倍, 1c-d. 右楯板, 6倍, 1e-f. 右背板, 6倍.
2. タテジマフジツボ (*Balanus amphitrite* Darwin), 和歌山県田辺湾, 東大資料館所蔵, 2a-b. 嘴板, 2.5倍, 左側板, 2.5倍, 2c-f. 左峰側板, 2.5倍, 2g-h. 峰板, 2.5倍.
3. シロスジフジツボ (*Balanus albicostatus* Pilsbry), 和歌山県田辺湾, 東大資料館所蔵, 3a-b. 周殻, 2倍, 3c-d. 右楯板, 5倍, 3e-f. 右背板, 5倍.
4. シロスジフジツボ (*Balanus albicostatus* Pilsbry), 和歌山県田辺湾, 東大資料館所蔵, 4a-d. 嘴板, 2倍, 4c-d. 左側板, 2倍, 4e-f. 左峰側板, 2倍, 4g-h. 峰板, 2倍.
5. サラサフジツボ (*Balanus reticulatus* Utinomi), 和歌山県田辺湾, 東大資料館所蔵, 5a-b. 周殻, 1.5倍, 5c-d. 右楯板, 4倍, 5e-f. 右背板, 4倍, 5g-h. 嘴板, 1.5倍, 5i-j. 左側板, 1.5倍, 5k-l. 左峰側板, 1.5倍, 5m-n. 峰板, 1.5倍.
6. ドロフジツボ (*Balanus kondakovi* Tarasov and Zevina), 浜名湖, 東大資料館所蔵, 6a-b. 周殻, 1.5倍, 6c-d. 右楯板, 4倍, 6e-f. 右背板, 4倍,
7. ドロフジツボ (*Balanus kondakovi* Tarasov and Zevina), 浜名湖, 東大資料館所蔵, 7a-b. 嘴板, 1.5倍, 7c-d. 左側板, 1.5倍, 7e-f. 左峰側板, 1.5倍, 7g-h. 峰板, 1.5倍,

（これらのフジツボ類の鑑定法は山口（1986）を参照されたい。）

が示したタテジマフジツボの生態的特性、つまりタテジマフジツボが淡水中でサラサフジツボの2倍の9日間生存でき(広塩性)、また空气中でタテジマフジツボは温度条件 22~26°C のもとで潮間帯下部に棲むサラサフジツボの約5倍以上に相当する27日間生存できる(広乾性)潜在的能力を備えていることと深い関係を持つのだろう。この特性および周年におよぶ繁殖期を持ち、春に付着した集団が秋に繁殖に参加することができることなどは、日本において化石の発見されるシロスジフジツボ、サラサフジツボ、ドロフジツボ(Yamaguchi, 1977)にまさる特性を持っていると言える。またタテジマフジツボを最近の移入種と判断する資料は以上の外に、ここ数十年の間に日本の内湾潮間帯中部で空間を占有し合う生存競争の結果としてタテジマフジツボとシロスジフジツボとの量的関係が大きく変化し、前者が増加し、逆に後者が減少していること、またほぼ同じニッチェを占めるシロスジフジツボの化石が豊富に発見されるのに、タテジマフジツボの化石が発見されないということをあげることができる。

謝 辞

神奈川県立博物館の中村一恵および松島義章専門学芸員にはこの小論の発表の機会を与えて下さった。また千葉大学理学部地学教室川辺鉄哉助手には図の一部の作成をお願いした。ここに記して感謝します。

参 考 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(1): 29-37.
- 荒川好満, 1983. 帰化動物一貝類. 物種と自然, 13(10): 15-20.
- BISHOP, M. W. H. and CRISP, D. J., 1957, The Australasian barnacle, *Elminius modestus*, in France. Nature, 179: 482-483.
- BLOM, S.-E. and K. -G. NYHOLM, 1961. Settling times of *Balanus balanoides* (L.), *Balanus crenatus* Brug., and *Balanus improvisus* Darwin on the west coast of Sweden. Zool. Bidrag. Uppsala, 33: 149-155.
- BOUSFIELD, E. L., 1954. The distribution and spawning seasons of barnacles on the atlantic coast of Canada. Bull. Natl. Mus. Canada, (132): 112-154.
- BREEMEN, L. VAN, 1933. Zur biologie von *Balanus improvisus* Darwin. Zool. Anz., 105: 247-257.
- COSTLOW, J. D. JR. and C. G. BOOKHOUT, 1953. Moulting and growth in *Balanus improvisus*. Biol. Bull. 105: 420-433.
- CRISP, D. J., 1958. The spread of *Elminius modestus* Darwin in north-west Europe. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 37: 483-520.
- CRISP, D. J. and P. N. CHIPPERFIELD, 1948. Occurrence of *Elminius modestus* (Darwin) in British waters. Nature, 161: 64.
- EDMONDSON, C. H. and W. M. INGRAM, 1939. Fouling organisms in Hawaii. Occas. Pap. Bernice P. Bishop Mus., 14: 251-300.
- エルトン, C. S. 1958. (川那部浩哉・大沢秀行・安部琢哉共訳, 1971) 侵略の生態学. 思索社, 東京. 223pp.
- GRAHAM, H. W. and H. GAY, 1945. Season of attachment and growth of sedentary marine organisms at Oakland, California. Ecol., 26 (4): 375-386.
- GRAVE, 1933. Rate of growth, age at sexual maturity, and duration of life of certain sessile organisms, at Woods Hole, Massachusetts. Bull. Biol., 65 (3): 375-386.
- GREGG, J. H., 1945. Background illumination as a factor in the attachment of barnacle cyprids. Biol. Bull., 88: 44-49.
- HIRANO, R., 1962. Mass rearing of barnacle larvae. Bull. Mar. Biol. Sta. Asamushi, Tohoku Univ., 11 (2): 77-80.
- 平野礼次郎・大串順, 1952. 付着生物に関する研究一 I. 油壺湾に於けるフジツボ付着量と季節的变化. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish., 18 (11): 639-644.
- 弘富士夫, 1938. *Balanus amphitrite* Darwinの日本産品種に就て. 動物雑, 50 (6): 299-313.
- HIRO, F., 1939. Studies on the Cirripedian fauna of Japan. IV. Cirripeds of Formosa (Taiwan), with some geographical and ecological remarks on the littoral forms. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., ser. B, 15 (2): 245-284.
- 藤原元作・笠原 晃, 1942. タテジマフジツボの飼育

- と変態. 動物雑, **54** (3): 108-118.
- 伊賀哲朗, 1973. 穴道湖・中海および神西湖のフジツボ類. 山陰文化研究紀要, (13): 59-69.
- 石田周三・八杉龍一, 1937. *Balanus amphitrite albi-costatus* の浮遊幼生期. 植物及動物, **5** (9): 63-70.
- 岩城俊昭, 1981. 本邦で一般的なフジツボ数種の繁殖生態. 付着生動研究, **3** (1): 61-69.
- JONES, L. W. G. and D. J. CRISP, 1953. The larval stages of the barnacle *Balanus improvisus* Darwin. Proc. Zool. Soc. London, **123**: 765-780.
- 梶原 武, 1964. 海産汚損付着生物の生態学的研究. 長崎大水产研報, **16**: 1-138.
- 梶原 武・松宮義晴, 1978. 統一調査(フジツボ, ムラサキイガイの生態). 昭和51, 52年度 文部省科学研究費補助金総合研究(A), 海産付着動物の生態と防除に関する研究—研究成果報告書一, p. 3-7.
- 加戸隆介・日野明德・平野礼次郎, 1980. 大槌湾のフジツボ種の繁殖および付着時期. 東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター報告, (6): 7-12.
- 加戸隆介, 1982. フジツボ類浮遊期幼生の生態および分類に関する研究. 東京大学農学系研究科博士論文(手記).
- KAWAHARA, T., 1963. Invasion into Japanese waters by the European barnacles *Balanus improvisus* Darwin. Nature, **198** (4877), p. 301.
- KAWAHARA, T. and H. IIZIMA, 1960. On the constitution of marine communities at various depths in Ago Bay. Rept. Fac. Fish., Pref. Univ. Mie, **3** (3): 582-594.
- 小坂昌也, 1985. フジツボ類一岸壁面をめぐる争い. p. 61-68, 冲山宗雄・鈴木克美編 日本の海洋生物—侵略と攪乱の生態学. 東海大学出版会.
- 小坂昌也・石橋 公, 1979. 清水港における移入種アメリカフジツボ *Balanus eburneus* の生態分布. 付着生物研究, **1** (1): 3-10.
- 小坂昌也・石橋 公, 1980. 清水港岸壁上でのタテジマフジツボの成熟, 成長, 死亡の付着層間の比較. 付着生物研究, **2** (1): 9-14.
- 菊池泰二, 1981. 海底動物の世界. 201 pp. 中央公論社, 東京.
- LUCKS, R., 1940. Crustaceen und rotatorien aus den Brackgewässern der Danziger Umgebung. Bericht des Westpreussischen Botanisch-Zoologischen Vereins, Danzig, **62**: 1-39.
- MAWATARI, S., Y. HIROSAKI and S. KOBAYASHI, 1954. Settlement and growth of arcon barnacle, *Balanus amphitrite communis* Darwin. Misc. Rept. Inst. Nat. Resources, (33): 46-55.
- MAWATARI, S. and S. KOBAYASHI, 1954. Seasonal settlement of animal fouling organisms in Ago Bay, middle part of Japan 1. Misc. Rept. Inst. Nat. Resources, (34): 37-47.
- 馬渡静夫, 1967. わが国港湾汚損の生物学的研究 1. 研究概要. 資源研集報, (69): 87-122.
- McDOUGALL, K. D., 1943. Sessile marine invertebrates at Beaufort, North Carolina. Ecol. Monogr., **13**: 321-374.
- 三宅貞祥, 1943. 天草富岡に於ける船底付着生物とその生態に就て. 九州帝大農学部学芸雑, **10**(4): 359-370.
- MOORE, H. B. and A. C. FRUE, 1959. The settlement and growth of *Balanus improvisus*, *B. eburneus* and *B. amphitrite* in the Miami area. Bull. Mar. Sci. Gulf Carrib., **9** (4): 421-440.
- 日本造船研究協会, 1973. 安全性の高い長期防汚塗料の開発研究. 日本船舶振興会昭和47年度補助事業報告書.
- 宮下和喜, 1963. 帰化生物 1. —その歴史と生態—. 自然, **18** (6): 36-41.
- 宮下和喜, 1977. 帰化生物の生態学 侵略と適応の歴史. 講談社ブルーバックス, 213 pp.
- 冲山宗雄・鈴木克美編, 1985. 日本の海洋生物. 侵略と攪乱の生態学. 東海大学出版会, 160 pp.
- RICHARDS, B. R. and W. F. CLARP, 1944. A preliminary report on the fouling characteristics of Ponce de Leon tidal inlet, Daytona Beach, Florida. J. Mar. Res., **5** (3): 189-195.
- 武田正倫, 1983. 日本に帰化した甲殻類. 生物と自然, **13** (10): 9-14.
- TENGSTRAND, G., 1931. *Balanus improvisus*, naget

- om des vorkomsti Gota alvs mynning.
Fauna och Flora, **3**: 108-112.
- 内海富士夫, 1949. 船とフジツボ. 124 pp. 日本出版社.
- 内海富士夫, 1966. 外国産フジツボの最近における日本への移入. 動物分類学会誌, (2): 36.
- UTINOMI, H., 1970. Studies on the cirripedian fauna of Japan. IX. Distributional survey of thoracic cirripeds in the southeastern part of the Japanese Sea. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **17**: 339-372.
- VISSCHER, J. P., 1928. Reactions of the cyprid larvae of barnacles at the time of attachment. Biol. Bull., **54**: 327-335.
- YAMAGUCHI, T., 1977. Taxonomic studies on some fossil and recent Japanese Balanoidea I. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., (107): 135-160.
- 山口寿之, 1979. 付着生物の種類査定法 (2). 日本の海岸にすむフジツボ類について. 付着生物研究, **1** (1): 37-44.
- 山口寿之, 1982. 神奈川県潮間帯フジツボ群集—その1. 東京湾西岸—. 神奈川自然誌資料, (3): 63-64.
- 山口寿之, 1983. 神奈川県潮間帯フジツボ群集—その2—. 神奈川自然誌資料, (4): 51-55.
- 山口寿之, 1986. フジツボ類. 付着生物研究法—種類査定・調査法—, 恒星社厚生閣, 東京.
- 山村 豊・桑谷幸正・西飯 保, 1969. 真珠養殖漁場における付着生物の生態学的研究, I. 英虞湾の真珠養殖下層における付着生物相の季節変化について. 国立真珠研報, **14**: 1836-1861.
- 山村 豊, 1972. 真珠養殖漁場における付着生物の生態学的研究. II. 英虞湾多徳島地先の深度別付着生物相の季節変化について. 国立真珠研報, **16**: 2038-2051.
- YAN, W. and X. CHEN, 1980. Development of the larvae of *Balanus reticulatus* Utinomi, Nanhai Studia Marina Sinica, (1): 125-134.
- 安田 徹, 1970. 福井県下における沿岸付着性汚損生物の生態研究—内浦湾音海沿岸におけるフジツボ類4種の生態について—. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **36** (10): 1007-1016.
- 安田 徹, 1968. 福井県丹生浦湾における汚損生物 III. タテジマフジツボの生態について. 生態学雑, **18** (1): 27-32.
- WEISS, C. M., 1948. The seasonal occurrence of sedentary marine organisms in Biscayne Bay, Florida. Ecol., **29** (2): 153-172.

(千葉大学理学部地学教室)