

寄稿

イセエビ *Panulirus japonicus* (Von Siebold)

の地理分布をめぐって

関口 秀夫*

はじめに

これまでにも *Panulirus japonicus* (イセエビ) の同定をめぐって分類学的混乱がしばしば生じており、本種の地理分布についての知見が誤って伝えられることも多い。HOLTHUIS (1946) と KUBO (1954) やその後の本邦において出版された動物図鑑によれば、*P. japonicus* はインド洋—太平洋に広く分布していることになっている。しかし、詳しく検討してみると、*P. japonicus* として報告されている過去の報告が、すべて *P. japonicus* であったとは信じられず、標本等の再調査結果では *P. japonicus* の誤査定、ないしは、それを *P. longipes* のシノニムとしたことによる場合が多いようである。GEORGE and HOLTHUIS (1965), HOLTHUIS (1946) は *P. longipes* と *P. japonicus* とを同じ種類とし、KUBO (1954) はこれらを別種とした。種についての見解の差とともに、両種類が酷似しているため、このような混乱が生じたと考えられる。GEORGE and HOLTHUIS (1965) は、このような分類学的混乱を整理しつつ、改めて *P. longipes* と *P. japonicus* は別種類であることを確認しており、過去に *P. japonicus* として報告されているものは、少なくとも *P. japonicus* グループの5種類 (*P. cygnus*, *P. japonicus*, *P. longipes*, *P. marginatus*, *P. pascuensis*) が混同されていることに言及している。

本邦水域においては、これまで *Panulirus* 属の6種類、*P. japonicus* (イセエビ)、*P. longipes* (カノコイセエビ)、*P. homarus* (ケブカイセエビ)、*P. versicolor* (ゴシキエビ)、*P. penicillatus* (シマイセエビ) と *P. ornatus* (ニシキエビ) の生息が確認されている(関口, 1986)。しかし、漁業上の観点よりいえば *P. japonicus* が最も重要であり、他の5種類は本邦水域では一部の水域を除いてそれほど重要ではない。漁獲統計表の中で

は、上記6種類のいせえび類は一括していせえびとされているので、本邦の各水域においてこれらのいせえび類6種類の相対量についての知見を得ることはこれまで困難であった。

本報告の目的は、第1に *P. japonicus* グループの5種類の地理分布の知見を整理し、次に *P. japonicus* の分布域内の *Panulirus* 属各種類の現在知られている相対量を明らかにし、更に *P. japonicus* の分布特徴と関連した若干の問題を指摘することである。

1. *Panulirus japonicus* グループの地理分布

イセエビ科の種類は第2触覚の発音器の有無によって *Silentes* と *Stridentes* の2グループに分けられているが、発音器をもつ後者のグループに属する *Panulirus* 属は地質学的年代としては最近になって赤道水域の浅海域で進化・繁栄してきたグループであり、現在までに19種類が認められている (GEORGE and MAIN, 1967)。

Panulirus 属の各種類の成体の付属脚を比較するとき、特に目立つことは、*Panulirus* 属には第2・第3顎脚に外葉を欠く種類が含まれていることである。イセエビ科の他属 (*Silentes* グループ—*Jasus*, *Projasus*; *Stridentes* グループ—*Linuparus*, *Puerulus*, *Palinustus*, *Justitia*, *Palinurus*) の種類は、すべて第2・第3顎脚に発達した外葉をもつことから考えれば、逆に *Panulirus* 属は、イセエビ科の中で最も進化したグループであるといえる。そして、この第2・第3顎脚の外葉の有無とその形態にもとづいて、*Panulirus* 属の19種類は4つのグループに分けられる (GEORGE and MAIN, 1967)。

- (1) *Panulirus longipes* group; *P. argus*, *cygnus*, *interruptus*, *japonicus*, *longipes*, *marginatus* and *pascuensis*
- (2) *Panulirus penicillatus* group; *P. echinatus*, *gut-tatus* and *penicillatus*

* 三重大学水産学部 Faculty of Fisheries, Mie University, 2-80 Edobashi, Tsu, Mie 514, Japan

(3) *Panulirus polyphagus* group; *P. laevicauda*, *polyphagus* and *regius*

(4) *Panulirus homarus* group; *P. gracilis*, *homarus*, *inflatus*, *ornatus*, *stimpsoni* and *versicolor*

上記のグループの中でも、*Panulirus longipes* グループに含まれる5種類 (*P. cygnus*, *P. japonicus*, *P. longipes*, *P. marginatus* and *P. pascuensis*) は特に分類学的に近縁な種類であり、後に述べるようにはば相互に地理的に隔離された分布をもち、GEORGE and HOLTUIS (1965) によって *Panulirus japonicus* グループと呼ばれている。

Panulirus japonicus グループの5種類の分布を、GEORGE and HOLTUIS (1965) 以降の文献にもとづいて整理すれば、次のようになる。

(A) *Panulirus cygnus* オーストラリア西岸水域にのみ生息している (GEORGE, 1969; GEORGE *et al.*, 1979)。

(B) *Panulirus japonicus* 台湾北部沿岸水域以北に

生息しており (HO and YU, 1979), 本邦水域では千葉県小湊までの本邦太平洋側の沿岸水域に、そして九州西岸より五島列島、対馬、壱岐および済州島を含めた朝鮮半島南岸水域まで分布し (KIM, 1976; 三宅, 1982), 中国大陸及び本州の日本海側沿岸水域には生息しない (DON and WANNY, 1984; 関口, 未発表資料)。また、伊豆七島には分布するが、小笠原諸島や南大東島等には生息していない (倉田・清水, 1973)。

(C) *Panulirus marginatus* おもにハワイ諸島に分布する。その近辺のミッドウエー島やジョンストン島では *P. penicillatus* が卓越しているが、そこでも稀に本種が採集されている (BROCK, 1973; MACDONALD and THOMPSON, 1978; SHAKLEE and SAMOLLOW, 1984)。

(D) *Panulirus pascuensis* イースター島とピットケルン島にのみ生息している (GEORGE and MAIN, 1967)。

(E) *Panulirus longipes* 上記4種類の分布域で挟

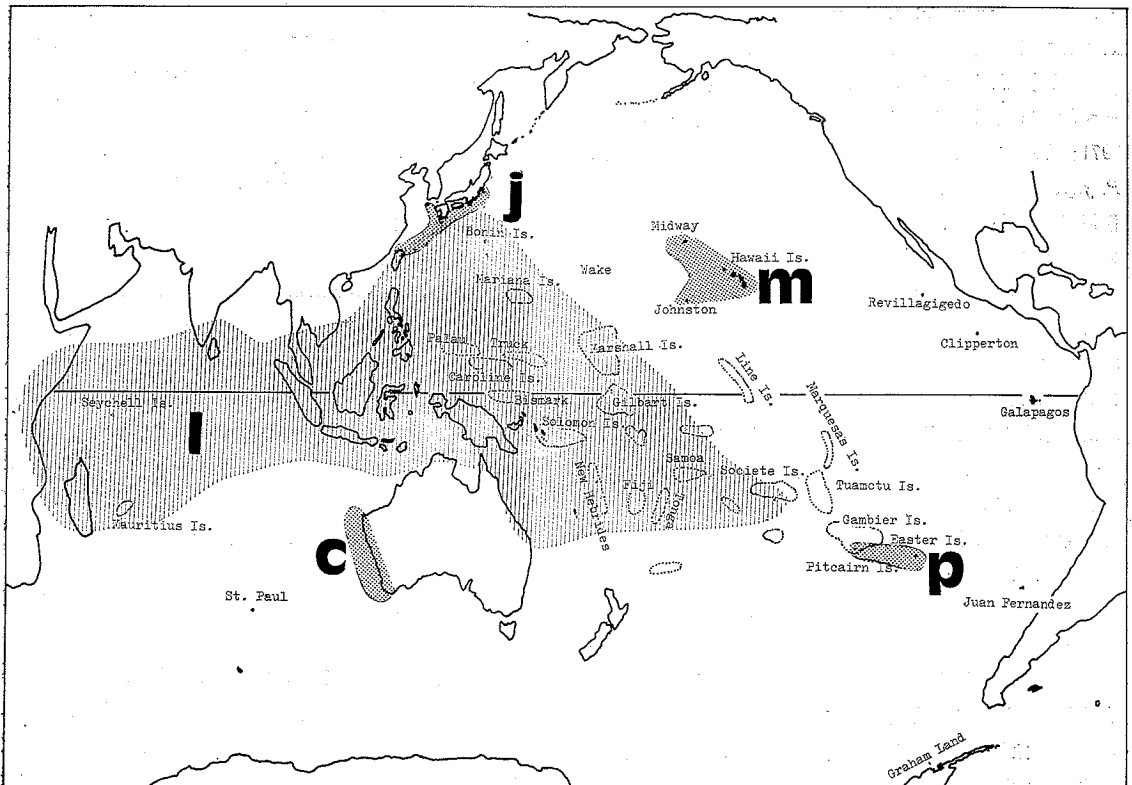


Fig. 1 Geographical distribution of the *Panulirus japonicus* group.
c-*P. cygnus*, j-*P. japonicus*, l-*P. longipes*, m-*P. marginatus*, p-*P. pascuensis*

まれた、西は東アフリカ沿岸水域から東はタヒチ島まで、北は日本近海から南はオーストラリア東岸沿岸水域までのインド洋-太平洋の熱帯・亜熱帯水域に広く分布している (GEORGE and MAIN, 1967; GEORGE, 1972)。本種は上記4種類とは一般に分布が重複しないのであるが、例外は、日本近海であり、特に八丈島や種子島や奄美大島では *P. japonicus* と *P. longipes* がともに分布している (HO and YU, 1979; 倉田・清水, 1973; 税所, 1986. 2. 4 付け私信)。

以上の結果をまとめたものを図1に示すが、この特徴は GEORGE and HOLTHUIS (1965) においても基本的には知られていたものであり、それを修正するものではない。

この *Panulirus japonicus* グループの分布は、現在よりもっと広大な分布域をしめていた *P. longipes* の一部の個体群が縁辺域において生殖隔離された結果として、それぞれ他の4種類が形成されたことを示唆する (GEORGE and MAIN, 1967)。更に、*P. pascuensis* を除いて他の4種類のフィロゾーマ幼生の形態は知られているが (CHITTLEBOROUGH and THOMAS, 1969; MICHEL, 1969; MURANO, 1971; JOHNSON, 1971; 井上, 1978)、*P. japonicus* を除いて他の3種類のフィロゾーマ幼生は酷似していて識別が困難である (JOHNSON, 1971; SEKIGUCHI, 1987)。このことから、先ず最初に *P. japonicus* が *P. longipes* から形成され、次に他の3種類 (恐らくは *P. pascuensis* も) がほぼ同時期に形成されたのであろう。

いせえび類のフィロゾーマ幼生期間が8~11ヶ月と長いことを考えれば (JOHNSON, 1974; PHILLIPS and SASTRY, 1980)、新種が形成されるには生殖隔離と同時にこれらの幼生の交流、即ち遺伝子の交流を妨げる地理的隔離が成立していなければならないのであるから (GEORGE and MAIN, 1967)、上記のように黒潮にそった日本近海において *P. japonicus* と *P. longipes* の分布が重複することは、いったん地理的隔離されていたものが、*P. japonicus* が形成されたのちに再び分布が重複するようになったことを示唆する。*P. longipes* のフィロゾーマ幼生の個体群内の交流を妨げたり、*P. japonicus* の形成後に再び *P. longipes* の幼生が *P. japonicus* の分布域に到達することを可能にするには、これらの幼生の輸送又は分散を助ける海流等の強弱が著しく変動するような太平洋全域にまたがる大規模な地質学的変動が生じていたであろう。このような地質学的変動としては、EKMAN (1953) や GEORGE and MAIN (1967) が

既に示唆しているように第3紀後期から第4紀にかけての氷河形成の進退が挙げられるであろうし、もっと詳しくは、これと関連した海水面上昇下降現象と結びついた海流の強弱の変動を考えざるをえない。

海洋生物地理学のうえからみてユニークであり、かつ固有種 endemic species が特に多くいることで有名なハワイ諸島やイースター島 (例えば BRIGGS, 1974; SPRINGER, 1982) にのみ *P. marginatus* や *P. pascuensis* は分布している。特にハワイ諸島の生物相は多くの研究者の関心をひき、extinction hypothesis, dispersal hypothesis や island integration hypothesis によってその生物相の成立が説明されてきたが、現在まで決定的なものはない (SPRINGER, 1982; NEWMAN, 1986)。ハワイ諸島やイースター島の形成史がプレートテクトニクス理論の最近のめざましい進歩によって詳しく明らかにされており (BONATTI et al., 1977; ROTONDO et al., 1981)、ハワイ諸島の成立は部分的には 390~562 万年前まで、一方イースター島の成立は 40~250 万年まで遡れるという。そして *P. japonicus* グループの中で *P. longipes* を除く4種類の種形成はほぼ同時期であると推定されるので、このグループの種形成の地質学的年代は、これらの島の形成の地質学的証拠と照らし合わせることで推定することが可能になるであろう。しかしながら、先に述べた *P. japonicus* グループの種形成についての仮説は、このグループの5種類の遺伝的距離を、例えば電気泳動法によるアイソザイムの多型現象を集団遺伝学的手法によって測ることによって検証が可能であろう。残念ながら、*P. japonicus* グループの中では *P. marginatus* と *P. cygnus* についてのみ、そのようなデータが得られているにすぎない (SHAKLEE and SAMOLLOW, 1984; PHILLIPS, 1985. 7. 25 付け私信)。もっと直接にこのグループの種形成の年代を知ろうとすれば、他の動物群で試みられているように、ミトコンドリアのDNAを分子時計として利用する方法があるかもしれない (森脇, 1986)。いずれにせよ、将来の課題であろう。

2. 日本近海におけるいせえび類 (*Panulirus* 属) の分布

いせえび類を定期的に漁獲している県は、1都14県 (沖縄、鹿児島、長崎、熊本、宮崎、大分、愛媛、高知、徳島、和歌山、三重、静岡、神奈川、東京、千葉) である。漁獲統計にいせえびという項目があるが、これによれば最近の平均年間漁獲量が100トンを越しているのは長崎、和歌山、三重、鹿児島、千葉及び熊本の各県で

あり(野中, 1982), 日本海沿岸水域や, 太平洋側でも, 長い海岸線を有する遠州灘, 土佐湾や日向灘には漁業が成立するほどの資源が存在しないらしい(大島, 1976)。

漁獲統計によれば, 恐らくは *Panulirus* 属 6 種類を含むが, 本邦のいせえびの漁獲量は年間 1,300 トン前後であり, 一部の水域を除いてその殆どが *P. japonicus* であると考えられる。しかし, 残念なことに, 先に述べた *P. japonicus* の分布範囲内におけるいせえび類 (*Panulirus* 属) の種類の相対量について触れた報告は, これまで公表されていない。以下に, 筆者自身の調査に加えて, 各地の研究者に問い合わせた結果をまとめたものを示す。当然経年変動もあると考えられるので, ここに示すいせえび類の種組成はその一例であると考えられる。

P. japonicus の分布域の南限に位置する台湾においては, 7 種類のいせえび類 (*P. homarus*, *P. japonicus*, *P. longipes*, *P. ornatus*, *P. penicillatus*, *P. polyphagus*, *P. stimpsoni*, *P. versicolor*) が知られているが (HO and YU, 1979), 南部水域では殆どが *P. homarus*, 北部沿岸水域では主として *P. japonicus*, *P. stimpsoni* と *P. longipes* の 3 種類がこの順序で卓越しており, 年間漁獲量は 100~300 トンの間を変動している (YU, 1986. 8. 22 付け私信)。

台湾の北にある尖閣列島では, 恐らくは波の荒い岩礁に囲まれていることもあって, *P. longipes* の生息も確認されているが, *P. penicillatus* 以外のいせえび類を見ることは珍しい (諸喜田他, 1984)。

琉球諸島からは *P. japonicus* の生息についての報告はなく, 漁獲統計によるといせえび類の年間漁獲量は 14~50 トン (昭和 51~59 年) あり, その内訳は, *P. longipes* 68%, *P. penicillatus* 14%, *P. versicolor* 13% となり, 残りは *P. ornatus* と *P. homarus* の 2 種類である (沖縄県, 1980; 諸喜田ほか, 1984)。もっとも, 漁協を通さずに直接に民宿などの消費者に渡る数量も無視できないので, この漁獲統計の数量は過小であると考えられる。沖縄でも漁師の間でいせえび類のすみわけ現象が知られており, *P. homarus* は砂泥まじりの半内湾的な岩礁域に, *P. ornatus* は礁斜面から比較的深い岩礁域に, *P. versicolor* は礁池から水路部の岩礁域にかけて見られるという (諸喜田, 1987. 4. 2 付け私信)。GEORGE (1974) によってもほぼ同様なことが報告されている。

税所 (1986. 2. 4 付け私信) によれば, 概略であるとしながらも, 奄美大島ではいせえび類の漁獲量の中で *P. penicillatus* 50%, *P. ornatus* 20%, *P. versicolor*, *P.*

homarus, *P. longipes*, *P. japonicus* がそれぞれ 10% であり, 一方, 種子島では *P. longipes* 50%, *P. japonicus* 40%, その他の 3 種類が 10% となっており, いずれも *P. japonicus* と *P. longipes* が混獲されている。

本邦太平洋側の宮崎県では, *P. japonicus* に加えて *P. longipes*, *P. homarus* と *P. versicolor* が漁獲されるが, 日南鵜戸地区では *P. homarus* がいせえび全体の 1 割弱ほど漁獲されるという (黒木, 1972, 1985. 12. 23 付け私信)。

徳島県では, *P. japonicus* とともに *P. versicolor* と *P. ornatus* が混獲されることがあるが, それは稀であるらしい (中村, 1985. 12. 5 付け私信)。

千葉県では, *P. homarus* や *P. longipes* が *P. japonicus* 4 万尾につき 1~2 尾の割合で捕れる (田中, 1985. 11. 29 付け私信)。

一方, 九州西方の五島列島では, *P. japonicus* の 4 千尾に対して *P. homarus* が 1 尾程度の割合で捕れる (道津, 1985. 12. 17 付け私信)。

宍粟・対馬では戦前~戦後まではいせえび漁業があり, 一応まとまった漁獲が得られていた。しかし, 対馬においては戦後ダイナマイト漁法の横行により, 急速に漁獲が減少し, 壊滅したらしい。現在イセエビを見ることは全島にわたってない。宍粟においては, 戦後の磯建網の急増とともに漁獲が減少し, 昭和 40 年代以降では年間に数尾しか捕れていない。漁獲統計では, 宍粟・対馬では漁獲がゼロとなっている。その他, 長崎県下のいせえび漁獲は大まかにみて上五島と平戸を結んだ線を境界としており, これ以北では漁獲が僅かである (市来, 1986. 6. 13 付け私信)。

朝鮮半島南部沿岸水域からはいせえび類は *P. japonicus* のみが報告されている (吉田, 1941; KIM, 1976)。イセエビの漁獲はおもに済州島南側でおこなわれているが, 年間 2 トン前後の漁獲があるらしい (KIM, 1968)。また魚価の関係で, 済州島で捕れたものが釜山の魚市場に出回るといふ。

先に述べたが, 本州の日本海沿岸水域には一般に *P. japonicus* の漁獲はないと考えられているが (大島, 1976), 本種が生息しているか否かについては明確ではない。網尾 (1985. 9. 15 付け私信) によれば, 佐賀県の五島列島よりでは *P. japonicus* は見られるが, 福岡県, 山口県や島根県の隠岐島周辺では生息していない。もっとも, 山口県の萩市沖の見島では, 以前は本種がいたが, 近年は生息が確認されていない。また, 島根県でも, 島根半島の出雲地区では年に 1~2 尾の *P. japonicus* が刺

図2に示す。また、ハワイ諸島に多く生息する *P. marginatus* が本邦水域では発見されないのに対して、*P. penicillatus* は本邦水域からハワイ諸島に及ぶ広い海域に分布していることは興味深い。

3. なぜ、*P. japonicus* (イセエビ) は日本海及び小笠原諸島水域に生息していないのか？

なぜ、日本海には *P. japonicus* は生息していないのであろうか。この現象は *P. japonicus* に限ったことではない。南方の亜熱帯・熱帯水域に起源をもつとされる暖水系の動物群が日本海に少なく、またこのために日本海の生物相が貧弱なことはよく知られている(西村, 1958, 1970)。その原因としては、(1) 太平洋からほぼ隔離された内海であること、(2) 潮汐が弱いこと、(3) 形成の歴史が浅いこと、等があげられていたが、もっと直接に生態学的見地から説明が出来るかもしれない。日本海沿岸の浅海水域における生物相の貧困は、冬期の気温と潮位の大きな低下によって説明が可能であるが(斉藤, 1970)、また同時に沿岸域全般にわたる生物相の貧困は、夏期～秋期における中国大陸、南朝鮮や九州・山陰地方の沿岸水に由来する低塩分水が表層を覆うことによって、南方起源の成体に由来する浮遊幼生の生き残り環境を悪化することに原因を求めることもできる(西村, 1970)。

P. japonicus がこれまで日本海に生息していない理由としては、(1) フィロゾーマ幼生が対馬暖流によって日本海に運び込まれていない、(2) フィロゾーマ幼生は日本海に運び込まれているが、ブルルス幼生として着底する前に死滅する、(3) ブルルス幼生として着底しても、冬期の水温の大きな低下のために死滅する、もしくは成体まで生き残る生態条件がない、等が考えられる。明治以来今日まで、*P. japonicus* を日本海沿岸水域に移植する試みが何度かおこなわれたが、いずれも成功していない。移植用の *P. japonicus* の数量を極端に増やせば、すでに満たされているニッチも強制的に獲得でき、定着に成功するかもしれないとの考えも成り立つが、本来 *P. japonicus* の成体の定着を許す環境が日本海沿岸水域にないと考えるのが妥当であろう。それらの環境条件の一つとして、冬期の水温が10度以下に下がることが挙げられるであろう。

対馬海峡から日本海に入る対馬暖流については不明な点が少なくなく、この暖流の流路については3分枝説や蛇行説などがあるが、いずれにしろその一部が本州の日本海沿岸にそって津軽海峡にまで達していることは事実

である(川合, 1974; 川辺, 1986)。対馬暖流の上流域に位置している九州西方の五島列島は日本でも有数の *P. japonicus* の産地であり、かつ対馬暖流の強い影響下にあることから考えても、8ヶ月以上の期間を過ごすと考えられる *P. japonicus* のフィロゾーマ幼生(井上, 1981)が対馬暖流によって日本海に運び込まれないとは考えにくい。そして、先に述べた西村(1970)の考えに従えば、仮に日本海に *P. japonicus* のフィロゾーマ幼生が運び込まれていたとしても、これらのフィロゾーマ幼生が生き残るに必要な環境が、夏期～秋期の日本海の南東部の表層を覆う低塩分水の卓越によって失われていることになる。日本海のフィロゾーマ幼生については、若狭湾のヒメセミエビ(*Scyllarus*)属の幼生についての報告(和田ほか, 1985)を除いて、*P. japonicus* を含めてその他のフィロゾーマ幼生についての研究はこれまで行われていない。筆者は、現在日本海区水研の永沢亨氏と共同で、日本海で採集されたネット試料中のフィロゾーマ幼生を調査中である。近い将来、*P. japonicus* のフィロゾーマ幼生が日本海に出現するか否かについて明らかにできるであろう。

既に述べたが、*P. japonicus* の分布境界が八丈島と小笠原諸島の間何処かにある。なぜ、小笠原諸島には *P. japonicus* は生息していないのであろうか。その理由として、日本海に *P. japonicus* が生息しない理由について論議した折に触れた3つのケースが考えられる。従って、小笠原諸島のおかれている地理的位置と海洋環境が重要な意味を持つてくるであろう。

近年の黒潮をめぐる海洋物理学研究成果は著しく、一応まとまった黒潮～黒潮反流の副循環系があると考えられているが(HASUNUMA and YOSHIDA, 1978)、小笠原諸島は大体において黒潮南側の反流の沖側より位置している。薩南海域に投入された人工衛星追跡ブイの軌跡はそれまでの黒潮についてのイメージを一新しており、大まかに見て次のようにまとめられる(石井, 1981)。本州南方では黒潮や、冷水域の反時計回りの環流、四国沖に中心をもつ時計回りの環流に乗って流れている。本州東方では、黒潮主流、北太平洋海流に乗って東進している。一方、33°N, 142°E 付近で伊豆海嶺を超えたブイは南東ないし南南東に流れ、その後一部のブイは20°N 付近を西に向い、亜熱帯循環に一致した動きを示している。これらのブイの動きを見ると、従来考えられていたように、黒潮に引き込まれた沿岸域の浮遊幼生、例えば非常に長い浮遊幼生期間をもつフィロゾーマ幼生が、すべて黒潮およびその続流によって太平洋の沖合域へ運ば

れて死滅する無効分散であるとは考えられない。勿論、そのような無効分散となる幼生群もいるであろうが。

関口 (1985) は *P. japonicus* のフィロゾーマ・プエルルス幼生の分散と回帰のメカニズムについての仮説を提起している。その仮説の骨子は、*P. japonicus* のフィロゾーマ幼生が黒潮によって沿岸水域から運び出され、次に黒潮の南側の逆流に入りつつ南方へ輸送され、プエルルス幼生として沖縄東方から再び黒潮に入り、黒潮によって本邦沿岸域の *P. japonicus* 親個体群に回帰するというものである。この仮説は、なぜ黒潮北側の本邦沿岸域において中後期フィロゾーマ幼生が採集されず、一方着底期にあるプエルルス幼生が毎年ほとんど特定の季節に沿岸域に回帰してくるのかを説明するために提出されたものである。仮に、この仮説が正しいとすれば、当然に黒潮反流域にもフィロゾーマ幼生が分布するはずであるが、小笠原諸島はこの反流域の沖側よりに位置しているため、この海域に *P. japonicus* が生息したとしても、これらを支えるに十分な数量のフィロゾーマ幼生が補給されないことになる。もしくは、小笠原諸島水域に出現する *P. japonicus* のフィロゾーマ幼生は、プエルルス幼生としてこの水域に着底するのに必要な後期フィロゾーマ幼生期に達していないとの推測も成り立つかもしれない。これらの推測においては、その立脚点となる根拠が依然乏しいので、将来の研究においてそれらを補いたい。

しかし、これらの理由のみでは理解に苦しむこともある。例えば、*P. japonicus* は小笠原諸島にはいないが、*P. longipes* は八丈島にも小笠原諸島にも生息することである。このことは、小笠原諸島周辺水域には *P. japonicus* の幼生の補給があったとしても、成体の定着を妨げる生態条件があるのかもしれない。いずれにしろ、この種の問題の解決には、小笠原諸島周辺のみならず、黒潮南側の反流域全般にわたる *P. japonicus* のフィロゾーマ・プエルルス幼生の分布調査を是非実施しなければならない。

謝 辞

本論文の中で私信を使わせて載いた以下の諸氏にお礼申し上げます。道津喜衛(長崎大学)、網尾 勝(水産大学校)、市来忠彦(長崎水試)、柿本 浩(新潟栽培漁業センター)、黒木 勝(宮崎水試)、税所俊郎(鹿児島大学)、諸喜田茂充(琉球大学)、高橋捻彦(石川水試)、田中千種(千葉水試)、山本貞夫(島根県浜田水産事務所)、H. P. YU(National Taiwan College of Marine Science and

Technology, 台湾) と B. F. PHILLIPS (CSIRO, オーストラリア)。

文 献

- BRIGGS, J. C. (1974) Marine Zoogeography. McGraw Hill, New York, 475 pp.
- BONATTI, E., C. G. A. HARRISON, D. E. FISHER, J. HONOREZ, J. G. SCHILLING, J. J. STIPP and M. ZENTILI (1977) Easter volcanic chain (southeast Pacific): a mantle hot line. J. Geophys. Res., **82**, 2457-2478.
- BROCK, R. E. (1973) A new distributional record for *Panulirus marginatus* (QUAY & GAIMARD, 1825). Crustaceana, **25**, 111-112.
- CHITTLEBOROUGH, R. G. and L. R. THOMAS (1969) Larval ecology of western Australian crayfish, with notes upon other palinurid larvae from the eastern Indian Ocean. Aust. J. Mar. Freshwat. Res., **20**, 199-223.
- DON, L. M. and B. Y. WANNY (1984) Preliminary investigation on Chinese palinurid and scyllarid lobsters. Donhai Mar. Sci., **2**, 57-62. (in Chinese)
- EKMAN, S. (1953) Zoogeography of the Sea. Sidgwick & Jackson, 417 pp.
- GEORGE, R. W. (1969) Natural distribution and speciation of marine animals. J. Roy. Soc. West. Aust., **52**, 33-40.
- GEORGE, R. W. (1972) South Pacific islands-rock lobster resources. A Report for the South Pacific Islands Fisheries Development Agency, 42 pp.
- GEORGE, R. W. (1974) Coral reefs and rock lobster ecology in the Indo-west Pacific region. Proc. 2nd Int. Coral Reef Symp., **1**, 321-325.
- GEORGE, R. W. and L. B. HOLTHUIS (1965) A revision of the Indo-west Pacific spiny lobsters of the *Panulirus japonicus* group. Zool. Verh. Leiden, **72**, 1-36.
- GEORGE, R. W. and A. R. MAIN (1967) The evolution of spiny lobsters (Palinuridae): a study of evolution in the marine environment. Evolution, **21**, 803-820.
- GEORGE, R. W., G. R. MORGAN and B. F. PHILLIPS (1978) The western rock lobster, *Panulirus japonicus* group. Zool. Verh. Leiden, **72**, 1-36.
- GEORGE, R. W. and A. R. MAIN (1967) The evolution of spiny lobsters (Palinuridae): a study of evolution in the marine environment. Evolution, **21**, 803-820.
- GEORGE, R. W., G. R. MORGAN and B. F. PHILLIPS (1979) The western rock lobster, *Panulirus cygnus*. Proc. Roy. Soc. West Aust., **62**, 45-51.
- HASUNUMA, K. and K. YOSHIDA (1978) Splitting of the subtropical gyre in the western North

- Pacific. J. Oceanogr. Soc. Japan, **34**, 140-159.
- HO, Y. D. and H. P. YU (1979) The spiny lobsters (Crustacea, Decapoda, Palinuridae) of Taiwan. Ann. Rep. Taiwan Sci. Mus., **22**, 97-133. (in Chinese)
- HOLTHUIS, L. B. (1946) Biological results of the Snellius Expedition. XIV. The Decapoda Macrura of the Snellius Expedition. I. The Stenopodidae, Nephropsidae, Scyllaridae and Palinuridae. Temminckia, **7**, 1-178.
- 井上正昭 (1978) イセエビフィロゾマ幼生の飼育に関する研究, 1. 形態について. 日水誌, **44**, 457-475.
- 井上正昭 (1981) イセエビのフィロゾマ幼生の飼育に関する基礎的研究. 神奈川水試論文集, **1**, 1-91.
- 石井春夫 (1981) アルゴスプイによる黒潮トラッキング. 海洋科学, **13**, 338-345.
- JOHNSON, M. W. (1971) On palinurid and scyllarid lobster larvae and their distribution in the South China Sea (Decapoda, Palinuridea). Crustaceana, **21**, 247-282.
- JOHNSON, M. W. (1974) On the dispersal of lobster larvae into the eastern Pacific barrier (Decapoda, Palinuridea). Fish. Bull., **72**, 639-647.
- 川合英夫 (1974) 日本海における海流像の変遷. 対馬暖流~海洋構造と漁業 (日本水産学会編). 恒星社厚生閣, 7-26.
- KIM, H. S. (1963) Investigations of fishing grounds of spiny lobsters. Dept. Aquaculture, Cheju Univ., Korea, 73 pp. (in Korean)
- KIM, H. S. (1976) A checklist of Macrura (Crustacea, Decapoda) of Korea. Proc. Coll. Matl. Sci. Seoul Natn. Univ., **1**, 131-152. (in Korean)
- KUBO, I. (1954) Systematic studies on the Japanese macrurus decapod crustacea. 3. On the palinurid lobsters. J. Tokyo Univ. Fish., **41**, 95-105.
- 川辺正樹 (1986) 黒潮および対馬海流の研究. 日海誌, **42**, 319-331.
- 倉田洋二・清水利厚 (1973) 小笠原諸島産イセエビ類の漁業生物学的研究. 小笠原諸島水産開発基礎調査報告, 第4巻, 東京都, 19 pp.
- 黒木 勝 (1972) 宮崎県青島漁協のイセエビ漁業について. 栽培技研, **1**, 11-15.
- MACDONALD, C. D. and B. E. THOMPSON (1978) The biology and fisheries of the Hawaiian endemic spiny lobster, *Panulirus marginatus*, at the northern and southern limits of its range. Pacific Sci., **32**, 98.
- MICHEL, A. (1969) Les larves phyllosomes du genre *Panulirus*-Palinuridae-(Crustacea Decapodes) du Pacifique tropical sud et equatorial. Cah. ORSTOM Oceanogr., **7**, 3-19.
- 三宅貞祥 (1982) 原色日本大型甲殻類図鑑 (1). 保育社, 261 pp.
- 森脇和郎 (1986) マウスの遺伝的分化と系統の育成. 遺伝, **40**, 182-190.
- MURANO, M. (1971) Five forms of palinurid phyllosoma larvae from Japan. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., **19**, 17-25.
- NEWMAN, W. A. (1986) Origin of the Hawaiian marine fauna: dispersal and vicariance as indicated by barnacles and other organisms. In, Crustacean Biogeography, ed. R. H. GORE & K. L. HECK, Balkema, Rotterdam, 21-49.
- 西村三郎 (1958) 日本列島対馬暖流におけるハリセンボンの“寄り”現象について IV. “寄り”の機構に関する考察. 日海誌, **14**, 109-116.
- 西村三郎 (1970) 日本海の生物相をめぐるとの考察. 南紀生物, **12**, 34-38.
- 野中 忠 (1982) 漁獲に表われたイセエビ資源の性状. 静岡水試, **16**, 31-42.
- 沖縄県 (1980) イセエビ類稚子保育場造成事業調査報告書. 沖縄県, 32 pp.
- 大島泰雄 (1976) イセエビ資源の培養に関する考え方. 水産土木, **12**, 1-3.
- PHILLIPS, B. F. and A. N. SASTRY (1980) Larval ecology. In, The Biology and Management of Lobsters, Vol. 2. Ecology and Management, ed. J. S. COBB & B. F. PHILLIPS, Academic Press, New York, 11-58.
- 斎藤 譲 (1970) 日本海の高藻が貧弱な理由—生態学的見地から. 科学, **40**, 561-565.
- 関口秀夫 (1985) イセエビ親個体群への幼生の加入過程: 研究の現状と将来の展望. ベントス研連誌, **28**, 24-35.
- 関口秀夫 (1986) イセエビの生活史-1. 海洋と生物, **8**, 13-18.
- SEKIGUCHI, H. (1987) Phyllosoma larvae of four species of scyllarid and palinurid lobsters from the Mariana waters, with note on a giant phyllosoma. Proc. Jap. Soc. Syst. Zool. (submitted)
- SHAKLEE, J. B. and P. B. SAMOLLO (1984) Genetic variation and population structure in a spiny lobster, *Panulirus marginatus*, in the Hawaiian Archipelago. Fish. Bull., **82**, 693-702.
- 諸喜田茂充・西島信昇・津加山博文 (1984) 沖縄東海域産イセエビ族の漁業生物学的研究. イセエビ類稚子保育場造成事業調査報告書 (2), 沖縄県, 23-33.
- 諸喜田茂充・西島信昇・渡辺利明・大城信弘・当真 越 (1984) 尖閣列島産シマイセエビの漁業学的研究. 尖閣列島周辺漁場調査報告, 沖縄県, 57-74.
- SPRINGER, V. G. (1982) Pacific plate biogeography, with special reference to shorefishes. Smiths. Contr. Zool., **367**, 1-192.
- ROTTONDO, G. M., V. G. SPRINGER, G. A. SCOTT and S. O. SCHLANGER (1981) Plate movement and island integration—a possible mechanism in

the formation of endemic biotas, with special reference to the Hawaiian Islands. Syst. Zool., 30, 12-21.

徳久三種 (1914) 竜蝦を七尾湾に得たり. 水産研究誌, 9, 31.

東京都 (1983) 昭和57年度大規模増殖開発事業調査報告書 (イセエビ). 東京都水試, 70 pp.

吉田 裕 (1941) 朝鮮近海産有用蝦類. 朝鮮総督府水試報, 7, 1-36.

和田洋蔵・桑原昭彦・宗清正広・傍島直樹 (1985) 若狭湾西部海域におけるキタンヒメセミエビ幼生の分布とフィロゾマ期数について. 京都海洋センター研報, 9, 51-57.