大阪湾におけるジャノメガザミの生活史

有 山 啓 之

大阪府立水産試験場

Life History of the Red-spotted Swimming Crab *Portunus (Portunus) sanguinolentus* in Osaka Bay

Hiroyuki Ariyama

Osaka Prefectural Fisheries Experimental Station

ABSTRACT

To clarify the life history of the red-spotted swimming crab *Portunus (Portunus) sanguinolentus* in Osaka Bay, many crabs were collected from drifting seaweed and in coastal and offshore areas. In addition, the carapace widths of fishermen-caught crabs were measured, catches by fishermen were recorded, and rearing experiments were carried out. The crabs were seen only from June to January in Osaka Bay. The life history of most crabs is reconstructed as follows. Juvenile crabs arrive from the Kii Channel after attaching themselves to drifting seaweed. They grow rapidly and their average carapace widths (including lateral spines) in winter reach about 140 mm for males and 130 mm for females. Ovigerous females appear from August to January, but these scarcely contribute to total reproduction. When the water temperature falls to below ca. 12°C, all crabs die. These characteristics suggest that the introduction of crabs into Osaka Bay occurs through non-effective dispersal.

Key words : life history, crab, *Portunus sanguinolentus*, Osaka Bay, growth.

はじめに

ジャノメガザミ *Portunus (Portunus) sanguinolentus* は十脚類ワタリガニ科に属するカニで、インド・パシフィックの暖海に広く分布し (Sakai 1976), 国内では秋田県以南, 東京湾以南に生息している (三宅 1983). その生態については, インドで多くの調査が行われ, 漁獲状況や成熟等が明らかになっている (Menon 1952; Pillai & Nair 1973; Devi 1985; Sukumaran *et al.* 1986; Jacob *et al.* 1990; Reeby *et al.* 1990a, b). また, ハワイ (Ryan 1967a, b, c) やオーストラリア (Campbell & Fielder

1986, 1988; Sumpton *et al.* 1989) においても, 主として生殖生態について研究されており, 日本でも, 相模湾 (柴田・村岡 1974a, b) や紀伊水道 (石田・渡辺 1994, 1995) で漁獲個体の分布, 甲幅組成, 成熟等が調べられている. しかし本種の成長については, Menon (1952) と Sumpton *et al.* (1989) の報告を除いて小型個体が見られていないこと, 抱卵時期が長いため多くの発生群が混在していることから, 明確にはなっていない. なお, 本種の稚ガニは, 日本では流れ藻に付着していることが知られているが (広崎 1964), 稚ガニから成ガニまで通して調べた事例はない.

筆者は, 1981年から大阪湾においてガザミ *Portunus (Portunus) trituberculatus* の生態に関する調査を実施

Received September 5, 1995 : Accepted November 9, 1995

しているが、その競合種としてジャノメガザミについても、多くの調査手法を用いて調べてきた。その結果、大阪湾における稚ガニからの生活史が明らかになり、本種の大阪湾への移入が無効分散と考えられたので報告する。

材料と方法

流れ藻調査： 1981～1984年に各年1～5回、流れ藻に付着する稚ガニを調査した。調査時期は大阪湾で流れ藻の多い6・7月で、大阪府阪南市・岬町地先の距岸1kmまでの海域 (Fig. 1) に浮遊する流れ藻、または岬町谷川地先に漂着した流れ藻を網で採取し、付着稚ガニの種類と甲幅 (鰓外棘含む) を調べた。なお、甲に斑紋の出現していない小型個体については、甲と鉗脚長節の形態で、ガザミおよびタイワンガザミ *Portunus* (*Portunus*) *pelagicus* と識別した。

沿岸域調査： 1981年7～10月、1982年6～10月、1983年7～11月、1984年6～10月および1985年4月～1986年3月に、各月1～11回調査を行った。調査海域は泉南市樽井地先、阪南市西鳥取地先、同箱作 (下荘) 地先等の距岸200

mまでの沿岸域で (Fig. 1)、水深は6m以浅 (3mまでが主) であった。カニの採捕には抄い網 (幅30cm) やマンガ (滑走板付き桁網、間口1.1m) 等を用い、性別と甲幅を調べた。

沖合域調査： 1981年7～11月、1982年7～11月、1983年9～12月、1984年9～11月に、各月1回 (1981年8月のみ2回)、泉南市～岬町の沖合1～10kmの海域で (Fig. 1、水深5.5～22m)、石桁網の試験操業を行った。石桁網は大阪府で一般的に操業されている小型底曳網の一種で、間口が約1.5mの桁を4丁曳いている。採集したカニについては、同様に性別と甲幅を調べた。

漁獲物調査： 1981年7～11月、1982年6～11月、1983年4～12月、1984年4月～1986年3月 (1984年8月は欠) に、各月1～4回、泉佐野・尾崎・西鳥取・下荘漁業協同組合で (Fig. 1、1983年以降は泉佐野のみ)、主として石桁網に漁獲されたジャノメガザミの性別、甲幅と抱卵状況の観察を行った。なお各漁協の主操業海域は、泉佐野：大阪湾北中部、尾崎：同中南部、西鳥取・下荘：同南部である。

漁獲日誌調査： 大阪湾で操業する石桁網漁船2統に漁

Fig. 1. Map showing the study area. ★, ▲ and ☆ indicate investigation sites of fishermen-caught crabs, catch records and rearing experiments, respectively. Spoon net and Manga-trawl were used in coastal area, Ishigeta-trawl was used in offshore area.

獲日誌の記帳を依頼した。所属漁協と期間は、泉佐野漁協：1983年8月～1986年3月，下荘漁協：1983年4月～1985年3月で，記帳項目は1日当たりの漁獲個体数である。

飼育試験： ジャノメガザミの低温耐性を調べるために，1986年11月19日から1987年7月8日まで，大阪府立水産試験場の屋内水槽2槽で，雌雄各5個体，計10個体ずつを飼育した。使用した水槽は細砂を敷いた1klポリカーボネイト水槽で，飼育水はろ過海水の流水とし，1槽はサーモスタットとヒーターにより水温がほぼ12℃以上になるようにした（6月2日以降は3klコンクリート水槽に移動した）。また，原則として毎日，9時30分にカニの観察と水温測定を行い，夕方に冷凍サルエビ *Trachypenaeus curvirostris* を解凍して投餌した。なお，飼育開始時の甲幅は，無加温区雄：103～154mm（平均131.8mm），同雌：76～143mm（平均121.8mm），加温区雄：108～154mm（平均132.4mm），同雌：91～140mm（平均121.6mm）で，両区の平均値に差はなかった。

結果

甲幅組成： 流れ藻調査，沿岸域調査，沖合域調査および漁獲物調査で得られたジャノメガザミの甲幅組成を，年別に Figs. 2～6 に示した。なお Figs. 5・6 には，便宜上，翌年1月のデータも含めた。

1981年の出現状況 (Fig. 2)： 6月18日～7月2日に甲幅5.5～50mmの稚ガニ32個体が流れ藻から採集された。

Fig. 2. Carapace width composition of *Portunus* (*P.*) *sanguinolentus* in 1981. ▲, attaching to drifting seaweed; ●, coastal area (spoon net); solid column, coastal area (Manga-trawl); striped column, offshore area (Ishigeta-trawl); clear column, Osaka Bay (Ishigeta-trawl by fishermen). Scale indicates 5 individuals in solid and striped columns, and 10% frequency in clear column.

流れ藻を構成する海藻種を調べたところ，ジャノメガザミの稚ガニはヤツマタモク *Sargassum patens* やヨレモクモドキ *S. yamamotoi* が主要種の流れ藻に付着していたが，アカモク *S. horneri* やタマハハキモク *S. muticum*を主体とする流れ藻からは出現しなかった。沿岸域からは，7月1日～10月15日に甲幅19～154mmの92個体が採捕され，100mm以下の小型個体が多かった。沖合域では7月17日～10月26日に25個体（甲幅49～150mm）が採集された。また漁獲物調査においては，8月24日～12月7日に雄211個体，雌197個体が測定され，その甲幅範囲は雄：82～162mm，雌：71～166mmであった。

1982年の出現状況 (Fig. 3)： 6月14日に採集した流れ藻から稚ガニは出現しなかった。沿岸域では8月6日～10月12日に57個体（甲幅 12.8～142mm）が採捕されたが，6月24日・7月5日のマンガ調査での採捕はなかった。沖合域からは8月10日～11月16日に16個体（甲幅45～124mm）が採集された。また漁獲物調査では，8月26日～12月3日に雄125個体，雌103個体が測定され，その甲幅範囲は雄：84～153mm，雌：82～150mmであった。

1983年の出現状況 (Fig. 4)： 6月10日に甲幅5.1mmの稚ガニが流れ藻から採集された。沿岸域からは8月9日～11月21日に甲幅19～125mmの111個体が採捕されたが，7月4～28日の調査での採捕はなかった。沖合域では9月16日～12月19日に104個体（甲幅68～148mm）が採集された。また漁獲物調査においては，7月29日～12月14日にジャノメガザミが出現し，その個体数は雄：281，雌：273，その甲幅範囲は雄：71～167mm，雌：73～158mmであった。

Fig. 3. Carapace width composition of *Portunus* (*P.*) *sanguinolentus* in 1982. Symbols and scale are the same as in Fig. 2.

Fig. 4. Carapace width composition of *Portunus* (*P.*) *sanguinolentus* in 1983. Symbols are the same as in Fig. 2. Scale indicates 5 individuals in all columns.

1984年の出現状況 (Fig. 5): 6月11日と7月10日に流れ藻から計6個体の稚ガニ (甲幅5.3~14mm) が採集された。沿岸域では6月28日~10月9日に182個体 (甲幅17~128mm) が採捕されたが, 11月5日のマンガ調査での採捕はなかった。沖合域からは9月28日~11月29日に180個体 (甲幅55~159mm) が採集された。漁獲物調査は8月には行っていないが, 9月17日~1985年1月22日に雄344個体, 雌753個体が測定され, その甲幅範囲は雄: 74~175 mm, 雌: 90~168mmであった。なお, 2・3月の漁獲物調査時にはジャノメガザミの出現はなかった。

Fig. 5. Carapace width composition of *Portunus* (*P.*) *sanguinolentus* in 1984. Symbols and scale are the same as in Fig. 2.

1985年の出現状況 (Fig. 6): この年は漁獲物調査が主体であり, 沿岸域からは7月5日~8月21日に採捕された甲幅17~87mmの4個体のみであった。漁獲物調査においては, 8月12日~1986年1月16日に雄782個体, 雌967個体が測定され, その甲幅範囲は雄: 73~180mm, 雌: 68~174mmであった。1985年4月~1986年3月は毎月2・3回調査を行ったが, 4~7月と2・3月は出現しなかった。

Fig. 6. Carapace width composition of *Portunus* (*P.*) *sanguinolentus* in 1985. Symbols are the same as in Fig. 2. Scale indicates 10% frequency in clear column.

抱卵状況: 漁獲物調査では8~1月に抱卵個体が観察され, その甲幅範囲は80~150mmであった。各年の抱卵率 (抱卵雌/最小抱卵個体より大型の雌) の推移を Fig. 7に示した。年により推移は異なっているが, 抱卵率は9・10月に高い場合が多かった。抱卵雌が最も早く出現したのは8月24日 (1981年) で, 最も遅い時期に見られたのは1月22日 (1985年) であった。卵塊の色は, 発育初期

Fig. 7. Seasonal change in the ovigerous rate (ovigerous females/females larger than the smallest ovigerous female) of fisherman-caught crabs.

(Campbell & Fielder 1988) のオレンジ色～茶色が多かったが、十分に発育した(同文献) 黒色のものもほぼ全期間にわたって含まれていた。

漁獲状況： 漁獲日誌調査から得られた石桁網による漁獲状況を Fig. 8 に示した。ジャノメガザミの漁獲があったのは、泉佐野漁協は1983年9月中旬～1984年1月上旬、1984年8月中旬～1985年1月中旬、1985年8月中旬～1986年1月上旬、下荘漁協は1983年8月中旬～1984年1月中旬、1984年8月上旬～1985年1月下旬で、それ以外の時期はまったく漁獲がなかった。量的には両漁協とも1984年が多く、月別では9月に最多で、1984年9月中旬の平均漁獲個体数は泉佐野漁協で168個体/隻・日に達した。両漁協の漁獲状況を比較すると、下荘漁協の方が漁獲開始が早く終了は遅かった。また、泉佐野漁協の漁獲個体数は、1983年は下荘漁協の約2/3だが、1984年では約3倍であった。

Fig. 8. Seasonal changes in the number of *Portunus* (*P.*) *sanguinolentus* caught by trawl fishermen of Izumi-sano and Shimosho. Symbols show average numbers over 10 days.

飼育試験結果： 無加温区と、12℃以上になるようにした加温区におけるカニの生存数と水温の変化を Fig. 9 に示した。無加温区では当初全個体が潜砂していたが、

水温が13℃を切った12月17日から潜砂しない個体が出現し、1月2日～2月3日(水温8.3～12.6℃)に全個体が死亡した。一方、加温区では12月7日に1個体が共食い死に、12月11日(水温14.2℃)から潜砂しない個体が見られた。その後、12月19日(水温13.8℃)に1個体が死んだが、それ以降は1月11日～3月13日(水温12.0～13.2℃)に7個体が徐々に死亡した。しかし、甲幅103mmの雄1個体は7月8日まで生存した。なお、飼育試験中の脱皮は、11月22日～12月6日(水温14.3～16.1℃)に3例が観察された。脱皮したのはいずれも雌個体で、うち2例の脱皮前後の甲幅は76mm→98mm, 113mm→129mmであった。

Fig. 9. Changes in numbers of surviving crabs, *Portunus* (*P.*) *sanguinolentus*, and water temperatures in the rearing experiments. Solid line, non-warmed tank; broken line, warmed tank which was kept at higher than 12℃.

考 察

出現時期： 漁獲物調査および漁獲日誌調査では、ジャノメガザミの漁獲時期は7・8月～1月で、2～6月にはまったく見られていない。また、流れ藻調査や沿岸域調査における稚ガニの出現は6月以降であることから、ジャノメガザミは6月から1月の間에만大阪湾に生息していると考えられる。これは、周年にわたって生息の確認されている相模湾(柴田・村岡 1974a)、紀伊水道(石田・渡辺 1994, 1995)、およびインド(Devi 1985)、オーストラリ

ア (Sumpton *et al.* 1989) とは異なっている。

移入： 大阪湾に生息するジャノメガザミは他海域から移入してきたと考えられるが、6月10日～7月10日に流れ藻から多くの稚ガニが採集されており、移入方法の一つとして流れ藻があげられる。1981年に稚ガニの付着していたヤツマタモクやヨレモクモドキは大阪湾内には分布していないが (大阪湾海岸生物研究会 1986)、和歌山県沿岸ではヤツマタモクは全域、ヨレモクモドキは日ノ御崎以南に普通に見られる (山本 1988) ため、これらの流れ藻は紀伊水道かそれ以南から流れてきたものと考えられる。紀伊水道では春期にも抱卵個体が多く出現している (石田・渡辺 1994) ことから、大阪湾の個体群も紀伊水道のものから由来している可能性が高い。しかし、付着していた稚ガニには甲幅50mmに達する大型のものも含まれており、後述の成長からみて付着後1ヵ月以上たっていると推定されるため、より南方から到来した可能性もある。広崎 (1964) は相模湾で周年流れ藻の採集を行い、5～12月にジャノメガザミが付着し最大甲幅は85mmに達することを報告している。また日本海においても、流れ藻に甲幅50～60mmの個体が付いていることが知られている (佐野 1987)。このように本種は、日本周辺では稚ガニ期の一部を流れ藻で過ごすのが一般的と考えられるが、大阪湾に流入する流れ藻量はジャノメガザミ個体群全量が付着できるほど多いとは考えにくく、浮遊幼生での移入もあるものと思われる。

成長： 1981～1985年の甲幅組成をみると、1982年 (Fig. 3)、1984年 (Fig. 5) と1985年 (Fig. 6) では、同時期の甲幅範囲が狭く時間の推移に従って甲幅が増加しているため、ほぼ一つの群と判断される。これに対し1981年 (Fig. 2) では2群が認められる。それらは6・7月に出現後成長して10月初旬に甲幅100～130mmになる群と、10月15日に沿岸域で多獲された甲幅60～80mm前後の群で、その後も成長し12月上旬の甲幅がそれぞれ115～155mm、95～110mmの群につながるものと思われる。また1983年 (Fig. 4) においては、主群は一つと考えられるものの、10・11月に沿岸域で極端に小さい個体 (甲幅19～53mm) も採捕されている。各年の主群の成長を比較すると1982年を除いて大きな違いはなく、6月頃出現した稚ガニは急激に成長し、平均甲幅は7月中下旬に50mm、8月下旬に100mmに達する。その後の成長はやや鈍化するが、11月末には雄140mm、雌130mm前後と雄の方が大型になり成長が停止すると考えられる。この成長を紀伊水道のそれと比較すると、1992年9～11月・1993年1月 (石田・渡辺 1994) とはほぼ等しいが、1992年12月および1993年10月～1994年1月 (石田・渡辺 1995) とは異なっていた。1992

年12月には別の群が混在しており、年により成長が異なっていたためと思われる。また、Devi (1985) はインドにおける月間成長率は甲長5mmと述べているが、甲長を柴田・村岡 (1974b) と石田・渡辺 (1995) の式から甲幅に換算すると、大阪湾の方が成長は速いといえる。なお、継続して測定個体数の多い1984年6～12月の甲幅平均値から、Akamine (1986) のプログラムを用いて成長曲線を計算したところ、Gompertz式がよく適合した。

$$\text{雄: } CW_t = 153.1 \exp(-e^{-0.7480(t-2.310)})$$

$$\text{雌: } CW_t = 148.0 \exp(-e^{-0.6047(t-2.190)})$$

ここで CW_t は甲幅 (mm)、 t は6月始めを0とした月齢である。

上述のように1982年の甲幅は他の年より小型であったが、稚ガニの出現が約1ヵ月遅れたためと考えられる。この原因について1981～1985年の紀伊水道の底層水温との関係を検討したが、異常低温であった1984年を除いて大きな差はなかった。しかし、紀伊水道への暖水侵入は蛇行の東進に伴って起こり、1982年では前年に発生した黒潮蛇行のために潮岬南沖の黒潮離岸距離が比較的大きかった (竹内・中地 1995) ことから、これとの関連が示唆される。

ところで、今回測定した最大甲幅は、雄：180mm (1985年12月)、雌：174mm (1985年11月) であった。この値は他海域と比較すると、紀伊水道 (石田・渡辺 1994) よりわずかに小さいが、相模湾 (柴田・村岡 1974b) やインド (Menon 1952) ・オーストラリア (Sumpton *et al.* 1989) よりは大型であった。

移動： 沿岸域調査では甲幅100mm以下の小型個体が主に採捕され、沖合域調査と漁獲物調査では小型のものも含まれるが大型個体が多い (Figs. 2～6) ことから、多少の例外はあるものの、小さいうちは沿岸域に生息し甲幅80mm前後になると沖合域に移動すると考えられる。成長に伴う移動はオーストラリア (Sumpton *et al.* 1989) でも観察されており、インド (Menon 1952) では季節回遊の存在が報告されている。

成熟： 本研究で抱卵個体は8～1月に見られたが、相模湾 (柴田・村岡 1974b) や紀伊水道 (石田・渡辺 1994)、インド (Devi 1985) およびハワイ (Ryan 1967b) では周年観察されている。一方、オーストラリア (Campbell & Fielder 1986) では、水温が18℃以上の8～4月に出現している。大阪湾における1月の底層水温は約10℃で、1985年は抱卵個体が見られ1986年には見られていないことから、抱卵する最低水温は10℃前後といえることができ、明らかにオーストラリア個体群とは異なっている。なお、6・7月に抱卵個体が出現しないのは、成熟期に達しない小

型個体であるためと考えられる。

大阪湾で観察された抱卵個体の最小甲幅は80mmであった。これはインド (Menon 1952; Sukumaran *et al.* 1986) における78mmとほぼ等しい。また, Sumpton *et al.* (1989) は, 解剖して卵巣の発育状況を観察した結果, オーストラリアでは甲幅74mm以上で成熟すると述べており, どの国のジャノメガザミも生物学的最小形は同様と考えられる。

Ryan (1967b, c) は, ハワイにおける成熟雌の脱皮齢は2齢のみで, 同一齢に少なくとも3回抱卵すると報告している。大阪湾における抱卵雌の甲幅範囲は80~150mmであったが, 飼育個体の脱皮前後の甲幅の関係から推すとその範囲内に4齢が含まれることが示唆される。また, 抱卵個体の出現する期間中も甲幅の増加が見られることから, 大阪湾の成熟雌の脱皮・生殖サイクルはハワイとは異なり, 脱皮と抱卵を交互に繰り返しているものと考えられる。ただし, 11月以降の抱卵率は最大でも約0.2と低い (Fig. 7) ため, 1脱皮齢中に必ず1回抱卵するかについては不明で, 今後飼育試験により調べる必要がある。

再生産: 抱卵個体は8~11月に見られたが, それから由来したと推定される稚ガニは1983年の10~11月にわずかに出現したのみで (Figs. 2~6), 大阪湾のジャノメガザミ個体群は湾内での再生産にほとんど寄与していないと判断される。この原因としては, 卵の発育が不全であったか, 幼生が稚ガニまで生育しなかったことが考えられる。オーストラリアでは水温が18℃以下になると卵発生が正常に進まないといわれているが (Campbell & Fielder 1988), 大阪湾では冬期でも十分に発育の進んだ黒色の卵が見られ, 前者は否定される。おそらく, 幼生を取り巻く何らかの環境要因が不適当であったものと思われる。

死亡と寿命: 飼育試験の結果, 無加温区では水温が12.6℃を下回る1・2月に全個体が死亡したが, 12℃以上を保った加温区では死亡時期が遅れ1個体が7月まで生き残った。また, 大阪湾に隣接した紀伊水道では2月以降もジャノメガザミが漁獲されていた (石田・渡辺 1994, 1995)。これらのことは, 大阪湾で2月以降ジャノメガザミが見られないのは低水温による死亡であることを示唆している。水温の低下に伴って南方へ移動することも考えられるが, 2・3月にジャノメガザミの死骸が石桁網に入網することが漁業者や他の試験操業 (有山 未発表) により確認されており, 大阪湾南部海域で冬期に顕著な漁獲増が見られない (Fig. 8) ことから, この可能性は低いと思われる。

このように大阪湾のジャノメガザミの冬期における死亡は, 寿命ではなく水温低下によるものと考えられるが,

寿命については, 本報と紀伊水道における結果 (石田・渡辺 1994, 1995) を合わせるによりある程度の推定が可能である。大阪湾では6月に稚ガニが多く出現した。本種の浮遊幼生期間は明らかになっていないが, ガザミ (浜崎 1994) と同様と仮定するとこれらの孵化時期は5月頃となる。また紀伊水道においては, 雄は6・7月, 雌は8月まで前年生まれと思われる個体が出現している。これには甲幅150mmを越える大型個体も含まれており夏~秋に発生した群とは考えにくいことから, 寿命は最大で1年3ヵ月程度と推定される。ただし, 紀伊水道における2月からの漁獲量は1月以前と比べて著しく少ないため, 飼育試験結果のように一部のみ生き残っている可能性が高い。なお, 本種の寿命についてRyan (1967b) は成熟後1年と報告しており, 本報で推定した最大値とほぼ等しい。

大阪湾個体群: ジャノメガザミの大阪湾個体群は, 春に紀伊水道等で生まれ, 秋期に成熟するが再生産にはほとんど寄与せず, 冬の低水温により全部が死滅するというサイクルを毎年繰り返している。大阪湾で生まれた浮遊幼生が紀伊水道に回帰するかについては不明であるが, 紀伊水道の甲幅組成 (石田・渡辺 1994, 1995) で, 春期に秋生まれと思われる小型個体の漁場加入がないことから回帰の可能性は小さく, 大阪湾への移入は無効分散 (関口 1993) といえることができる。ジャノメガザミは広い分布域を持つが, 中心は熱帯域で日本はその北端であるため, 大阪湾におけるこのような生態は分布域縁部における現象と考えられる。もし冬期の水温が上昇すれば周年生息可能になると予想されることから, 現在の分布も西村 (1981) のいうように歴史的に見れば意味のあることであろう。

謝 辞

本研究を進めるに当たり, 野外調査に御協力いただいた, 当時大阪府立水産試験場研究員で現大阪府漁業振興基金栽培事業場の青山英一郎, 睦谷一馬両氏に深謝する。並びに, 飼育試験を手伝っていただいた大阪府立水産試験場の職員の方々にも感謝する。

引用文献

- Akamine, T. 1986 Expansion of growth curves using a periodic function and BASIC programs by Marquardt's method. *Bulletin of the Japan Sea Regional Fisheries Research Laboratory*, 36: 77-107.
- Campbell, G. R. and D. R. Fielder 1986 Size at sexual maturity and occurrence of ovigerous females in three

- species of commercially exploited Portunid crabs in S. E. Queensland. *Proceedings of the Royal Society of Queensland*, 97: 79-87.
- Campbell, G. R. and D. R. Fielder 1988 Egg extrusion and egg development in three species of commercially important Portunid crabs from S. E. Queensland. *Proceedings of the Royal Society of Queensland*, 99: 93-100.
- Devi, S. L. 1985 The fishery and biology of crabs of Kakinada region. *Indian Journal of Fisheries*, 32(1): 18-32.
- 浜崎活幸 1994 ガザミの生殖と発育に関する研究. 九州大学学位論文, pp. 187-207.
- 広崎芳次 1964 流れ藻につく魚類の生態学的研究Ⅲ, 魚類以外の動物相. 資源科学研究所彙報, 62: 63-70.
- 石田陽司・渡辺健一 1994 紀伊水道域において小型底びき網漁業で漁獲されるガザミ類の資源生態学的研究Ⅰ. 平成4年度徳島水試事報, 132-147.
- 石田陽司・渡辺健一 1995 紀伊水道において小型底びき網漁業で漁獲されるガザミ類の資源生態学的研究Ⅱ. 平成5年度徳島水試事報, 99-108.
- Jacob, R., P. N. Prasad and M. S. Kusuma 1990 Maturity and dimensional studies in female crabs of *Portunus sanguinolentus* and *P. pelagicus* (Decapoda: Portunidae). *Indian Journal of Marine Sciences*, 19: 221-223.
- Menon, M. K. 1952 A note on the bionomics and fishery of the swimming crab *Neptunus sanguinolentus* (Herbst) on the Malabar coast. *Journal of the Zoological Society of India*, 4(2): 177-184.
- 三宅貞祥 1983 原色日本大型甲殻類図鑑(Ⅱ), 保育社, 大阪, pp. 82-84.
- 西村三郎 1981 地球の海と生命, 海鳴社, 東京, 284 pp.
- 大阪湾海岸生物研究会 1986 大阪湾南東部の岩礁海岸生物相, 1981~1985年の調査結果. 自然史研究(大阪市立自然史博物館), 2(2): 35-49.
- Pillai, K. K. and N. B. Nair 1973 Observations on the breeding biology of some crabs from the southern coast of India. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 15(2): 754-770.
- Reeby, J., P. N. Prasad and M. S. Kusuma 1990a Size at maturity in the male crabs of *Portunus sanguinolentus* and *P. pelagicus*. *Fishery Technology*, 27: 115-119.
- Reeby, J., P. N. Prasad and M. S. Kusuma 1990b Fecundity of *Portunus* species from Karwar waters. *Fishery Technology*, 27: 153-154.
- Ryan, E. P. 1967a Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura : Portunidae) I. The male system. *Proceedings of the Symposium on Crustacea, Marine Biological Association of India*, Part II: 506-521.
- Ryan, E. P. 1967b Structure and function of the reproductive system of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura : Portunidae) II. The female system. *Proceedings of the Symposium on Crustacea, Marine Biological Association of India*, Part II: 522-544.
- Ryan, E. P. 1967c The morphometry of sexually mature instars in the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) (Brachyura : Portunidae). *Proceedings of the Symposium on Crustacea, Marine Biological Association of India*, Part II: 715-723.
- Sakai, T. 1976 Crabs of Japan and the adjacent seas. Kodansha, Tokyo, pp. 338-339.
- 佐野 修 1987 流れ藻を採る. アニマ, 181: 66-70.
- 関口秀夫 1993 イセエビ類の生活史 46. 有効分散(輸送)と無効分散(輸送). 海洋と生物, 15(6): 408-414.
- 柴田勇夫・村岡健作 1974a 相模湾産カニ類, ガザミほか二種の生態-I ガザミ・ジャノメガザミおよびヒラツメガニの季節別出現状況, 生息水深. 相模湾支所報告, 6: 33-35.
- 柴田勇夫・村岡健作 1974b 相模湾産カニ類, ガザミほか二種の生態-II 甲幅と甲長・体重との関係, 産卵期, 成長. 相模湾支所報告, 6: 37-47.
- Sukumaran, K. K., K. Y. Telang and D. Thippeswamy 1986 On the fishery and biology of the crab *Portunus sanguinolentus* (Herbst) along the south Kanara coast. *Indian Journal of Fisheries*, 33(2): 188-200.
- Sumpton, W. D., G. S. Smith and M. A. Potter 1989 Notes on the biology of the Portunid crab, *Portunus sanguinolentus* (Herbst), on subtropical Queensland waters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 40: 711-717.
- 竹内淳一・中地良樹 1995 紀伊水道に侵入する暖水について. 南西海ブロック海洋研究会報告, 12: 33-46.
- 山本虎夫 1988 美浜町海藻類. 美浜町史編集委員会編, 美浜町史, 上巻, pp. 187-234.

連絡先

有山啓之 : 大阪府立水産試験場, 〒599-03 大阪府泉南郡岬町多奈川谷川2926-1

Address

Hiroyuki Ariyama : Osaka Prefectural Fisheries Experimental Station, Tanagawa, Misaki, Osaka 599-03, Japan.