

南部沖縄トラフに生息するゴエモンコシオリエビ *Shinkaia crosnieri*  
(十脚目: 異尾下目: コシオリエビ科) の分布と個体群構造

**Distribution and Population Structure of the Galatheid Crab *Shinkaia crosnieri*  
(Decapoda: Anomura: Galatheidae) in the Southern Okinawa Trough**

土田真二\*・藤原義弘・藤倉克則

海洋科学技術センター海洋生態・環境研究部, 〒236-0061 神奈川県横須賀市夏島町 2-15

Shinji TSUCHIDA\*, Yoshihiro FUJIWARA and Katsunori FUJIKURA

Marine Ecosystems Research Department, Japan Marine Science and Technology Center, 2-15 Natsushima-cho, Yokosuka-shi, Kanagawa 236-0061, Japan

**Abstract:** The spatial distribution around hydrothermal vents, population structure, and relative growth parameters of the galatheid crab *Shinkaia crosnieri* were examined. Surveys were done by the *Shinkai 2000* on the Hatoma and Dai-yon Yonaguni Knolls in the southern Okinawa Trough. On the Hatoma Knoll, *S. crosnieri* inhabited areas (temp. 4.0–6.2°C) about 0.2–2 m away from the active vent (temp. 301°C). In the outer area of the habitat of *S. crosnieri* (temp. 3.0–3.7°C), dense beds of *Bathymodiolus* mussels occurred and aggregations of *Alvinocaris* shrimp were observed. In this survey, 248 specimens of *S. crosnieri* were collected. Small, probably just post-metamorphic juveniles and large, mature adults co-occurred. Chelipeds of males were proportionally larger than those of females, while abdomens of females were proportionally larger than those of males. Larger chelipeds in males are thought to have evolved through male-male competition for females, and wider abdomens in females are thought to be related to the attachment of fertilized eggs to the abdominal appendages.

**Key Words:** *Shinkaia crosnieri*, galatheid crab, hydrothermal vent, Okinawa Trough, Hatoma Knoll, Dai-yon Yonaguni Knoll, habitat, population structure, morphometrics.

## はじめに

ゴエモンコシオリエビ *Shinkaia crosnieri* Baba & Williams, 1998 は、コシオリエビ科の中でも1亜科1属1種として記載された分類学上特異な種である (Baba & Williams 1998)。沖縄トラフの熱水域では、シンカイヒバリガイ属 (*Bathymodiolus*) やオハラエビ属 (*Alvinocaris*) とともに優占的に出現し、しばしば熱水噴出孔の近傍に分布しているのが観察される。近年の南部沖縄トラフでの調査により、石垣島の北側に位置する鳩間海丘 (水深 1,500 m) および北西側に位置する第四与那国海丘 (水深 1,300 m) において、活発な熱水活動と化学合成生物群集が確認されている (土田ら 2000; 藤倉ら 2001)。これら両海域においても本種は優占的に出現し、300°Cを超える熱水のすぐ近くに折り重なるように高密度で生息している。また、「しんかい 2000」などの調査船が接近してもほとんど逃避することなく、常に熱水の近傍にとどまっているのが観察される。しかし、その生息域について、熱水噴出孔からの距離や水

温など具体的なデータは得られていない。また、熱水噴出孔近傍という限られた生息環境の中で、どのように個体群を形成しているかなど生態的な情報はほとんどない。本報では、上記 2 海域におけるゴエモンコシオリエビの熱水噴出孔からの分布や、その体サイズ組成、相対成長、成熟サイズなどの生態的特徴について論じる。

## 材料と方法

2000年5月に南部沖縄トラフの鳩間海丘 (24°51' N, 123°51' E) において、2001年5月には鳩間海丘および第四与那国海丘 (24°51' N, 122°42' E) において、「しんかい 2000」潜航調査を実施した (Fig. 1)。分布域の観察は、「しんかい 2000」に搭載されているビデオカメラにより行った。鳩間海丘 #185-2 マーカー地点 (24°51.22' N, 123°50.57' E, 水深 1493 m) において、ゴエモンコシオリエビ生息域の水温を自己記録式白金センサー温度計 (0~400°Cまで計測可能) により計測した。

個体群構造や相対成長の解析には、「しんかい 2000」第 1270 および 1277 潜航により鳩間海丘で採集した 151 個体、および第 1271 および 1273 潜航により第四与那国海丘で採集した 97 個体を使用した。これら生物試料の採集には、電動吸引式生物採集装置 (スラップガン) に直径約 90 mm のホースを装着し、ホース先端を「しんかい 2000」マニピュレータでコントロールして行った。ま

Received 7 Feb. 2003 Accepted 12 May 2003

\*: Corresponding author

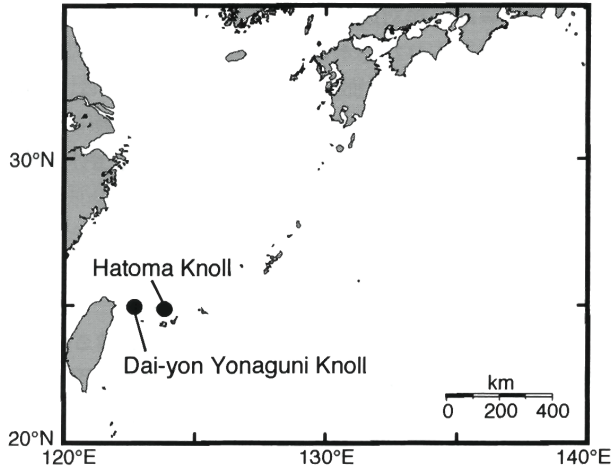


Fig. 1. Survey sites on the Hatoma and Dai-yon Yonaguni Knolls in the southern Okinawa Trough.

た、体サイズ組成の偏りをなくすため、上記潜航では採集を行った地点 (0.1~1 m<sup>2</sup> 程度) のすべての個体を採集するように努めた。

得られた標本の甲長、甲幅、鉗長、鉗高、腹節幅、抱卵数を計測し、鉗脚と腹節幅の相対成長を求めた。なお、雌雄の判別は、腹肢の形態により行った。また、回帰直線の差の検定は共分散分析 (ANCOVA) により行った。なお、ここでは両海域の個体が、同じ個体群に属するかどうか検討できなかったため、それぞれの海域ごとにデータを示した。

## 結果および考察

### 熱水噴出孔周辺における分布

鳩間海丘の山頂部には、比高 100 m 程度のくぼんだ火口がある。その火口壁に沿うように小規模ながら 300°C 近い高温の熱水が噴出する地点が多く存在する。火口中央付近には、比高 20 m を超える大きなチムニーが 2 つ屹立している (土田ら 2000; 渡辺 2001; 藤倉ら 2001)。いずれも、熱水が活発に噴出する地点ではゴエモンコシオリエビが多数生息しており、それぞれの熱水域では噴出孔を中心として環状に分布していた。

#185-2 マーカー地点では、301°C の熱水が活発に噴出しており、ゴエモンコシオリエビはこの噴出孔を中心として半径 20~30 cm 程度離れた場所から半径 1~2 m 程度の範囲内に高密度で環状に分布していた。その分布域の水温は 4.0~6.2°C であり、熱水噴出孔から離れるほど低下した。他の優占種であるヘイトウシンカイヒバリガイ *Bathymodiolus platifrons* やオハラエビ *Alvinocaris longirostris* の分布域の水温を計測したところ、3.0~3.7°C であり、熱水から 1 m 以上離れた地点から分布し始めていた。熱水の影響をほとんど受けない周辺海水の温度は、3.0~3.2°C であった (Fig. 2)。このように、熱水のもっとも近傍にはゴエモンコシオリエビが、その外側にはヘイトウシンカイヒバリガイとオハラエビが入れ替わるように分布しており、その境界は明瞭であった。コシオリエビ科の中で熱水域周辺にしばしば出現するものとして、シンカイコシオリエビ属 *Muni-*

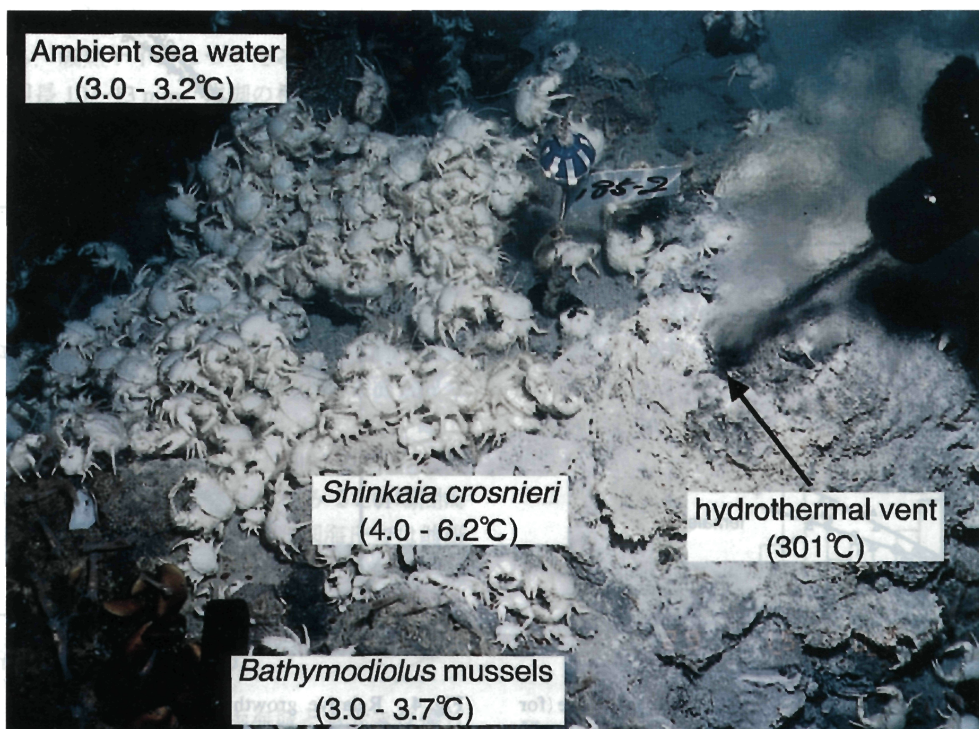


Fig. 2. Spatial distribution of *Shinkaia crosnieri* associated with the hydrothermal vent at marker #185-2 on the Hatoma Knoll.

*dopsis* が報告されている。しかし、それらは熱水噴出孔近傍ではなく離れた地点に点在する (Galkin 1997; Hessler & Smithey 1983)。

熱水近傍に高密度で分布する他の甲殻類は、大西洋中央海嶺に生息するツノナシオハラエビ *Rimicaris exoculata* やインド洋中央海嶺のカイレイツノナシオハラエビ *Rimicaris kairei* が知られている (Williams & Rona 1984; Watabe & Hashimoto 2002)。いずれも熱水を噴出するチムニーの周りを覆い尽くすように高密度で生息しており、頭胸甲が肥大した鰓室部をもっている。その鰓室内には、化学合成細菌が多数付着しており、両種はそれら細菌を摂食していることが知られている (Van Dover 2000; Van Dover et al. 2001)。ゴエモンコシオリエビの胸部や歩脚長節の腹側には剛毛が密生しており、そこには糸状菌が多数付着している (土田ら 2003)。ビデオ映像の記録からも、第三顎脚によりそれら剛毛をしぼり取るような行動が観察されている。もし、そのような細菌を積極的に摂食するとすれば、還元物質の豊富な熱水近傍に分布することにより、細菌を増殖させていることが考えられる。また、ヘイトウシンカイヒバリガイやオハラエビよりも熱水のより近傍に分布しているのは、熱水中に含まれる有害物質 (硫化水素や重金属) や水温変化への耐性が強いことが考えられる。

鉗脚および腹節の相対成長

鳩間海丘で得られた標本は、雌 80 個体、雄 58 個体、性別不明 13 個体、第四与那国海丘で得られた標本は、雌 43 個体、雄 53 個体、性別不明 1 個体であった。それらの甲長 (CL) × 甲幅 (CW) と鉗脚長 (CHL) × 鉗脚高 (CHH) の相対成長は以下の関係式で表された (Fig. 3)。

鳩間海丘

$$\begin{aligned} \text{雌: } \text{CHL} \times \text{CHH} &= 0.28 \times (\text{CL} \times \text{CW}) - 7.52 & (n=74, r^2=0.92) \\ \text{雄: } \text{CHL} \times \text{CHH} &= 0.55 \times (\text{CL} \times \text{CW}) - 72.79 & (n=44, r^2=0.95) \end{aligned}$$

第四与那国海丘

$$\begin{aligned} \text{雌: } \text{CHL} \times \text{CHH} &= 0.27 \times (\text{CL} \times \text{CW}) - 3.53 & (n=39, r^2=0.95) \\ \text{雄: } \text{CHL} \times \text{CHH} &= 0.44 \times (\text{CL} \times \text{CW}) - 44.82 & (n=47, r^2=0.95) \end{aligned}$$

雌雄間で上記の回帰直線を比較したところ、両海域とも有意差が認められた (ANCOVA,  $p < 0.01$ )。つまり、甲長サイズが大きくなると雄の鉗脚が雌より大きくなることを示し、その回帰直線の交点は、甲長 16~17 mm であった。

次に、甲長 (CL) と腹節幅 (AW) は以下の関係式で表さ

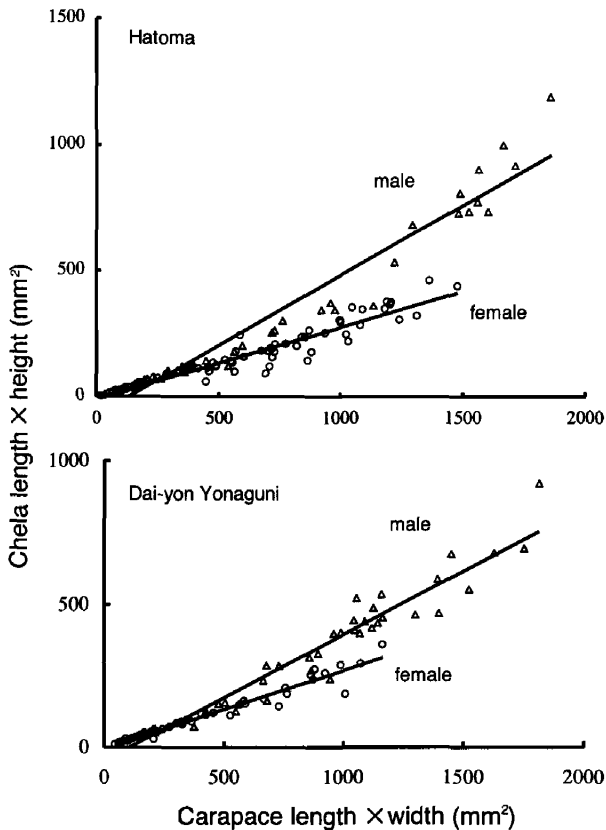


Fig. 3. Relative growth of the cheliped versus the carapace for each sex of *Shinkaia crossnieri* collected from the Hatoma and Dai-yon Yonaguni Knolls.

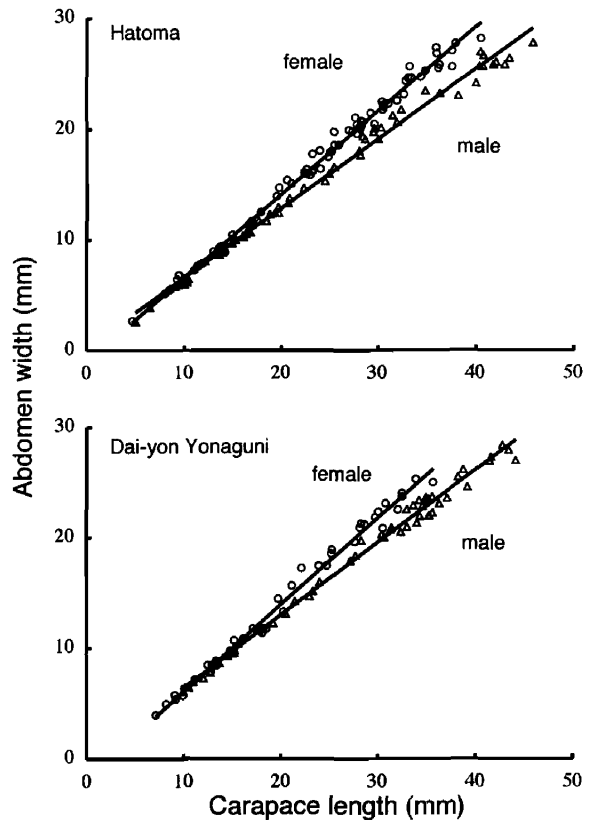


Fig. 4. Relative growth of the abdomen versus the carapace for each sex of *Shinkaia crossnieri* collected from the Hatoma and Dai-yon Yonaguni Knolls.

れた (Fig. 4).

鳩間海丘

雌:  $AW=0.75 \times (CL) - 1.00$  ( $n=80, r^2=0.99$ )

雄:  $AW=0.63 \times (CL) + 0.29$  ( $n=57, r^2=0.99$ )

第四与那国海丘

雌:  $AW=0.78 \times (CL) - 1.75$  ( $n=43, r^2=0.99$ )

雄:  $AW=0.66 \times (CL) - 0.15$  ( $n=53, r^2=0.99$ )

雌雄間で上記の回帰直線を比較したところ、両海域とも有意差が認められた (ANCOVA,  $p < 0.01$ ). つまり、甲長サイズが大きくなると雌の腹節が雄よりも大きくなることを示し、その回帰直線の交点は、甲長 10~13 mm であった。

多くの甲殻類で性による形態的な差異 (性的二型) があることが知られている。とくに、カニ類では多くの報告があり、成熟脱皮を経ると雄では鉗脚が大きくなり、雌では腹節幅が増大する (例 Hartnoll 1974). 熱水性甲殻類の一種であるマリアヌノハナガニ *Austinograea williamsi* も同様な傾向をもつ (Tsuchida & Fujikura 2000). これらは、雄では繁殖期における雌を巡る雄同士の競争により大きな鉗脚が有効となり、雌ではより多くの卵を抱くために大きな腹節が有効であるからと考えられている。上記の相対成長の結果から、ゴエモンコシオリエビも短尾類と同様な二次性徴をもつことが明らかとなった。しかし、雄の鉗脚については、交尾個体や交尾に伴うガード行動が確認されていないこと、また雌雄とも限られた範囲内に高密度で生息することなどから、実際には雄間の競争は激しくないことも考えられる。雄が大きな鉗脚をもつ有利性については、今後繁殖に関するデータをさらに蓄積することにより議論を深めたいと考える。成熟サイズについてみると、腹節の相対成長から雌が甲長 10~13 mm、鉗脚の相対成長から雄が甲長 16~17 mm であるという結果になった。しかし、抱卵雌の最小甲長サイズが 19.8 mm であることを考えると、二次性徴が出現後すぐに繁殖に参加するのではなく、その後さらに成長してから繁殖を行うものと考えられた。

個体群構造

鳩間海丘での甲長サイズをみると、雌で 4.7~40.5 mm、雄では 5.0~45.8 mm、性別不明個体では 2.9~12.6 mm であった (Fig. 5). 第四与那国海丘の甲長サイズは、雌で 7.2~35.7 mm、雄では 9.9~44.1 mm、性別不明個体は 5.5 mm であった (Fig. 5). これらサイズ組成をみると、鳩間海丘の雌で 2 峰型を雄で 3 峰型を、第四与那国海丘では雌雄とも 2 峰型を示した。これら多峰型については、熱水の活動性とゴエモンコシオリエビの加入量との関連が考えられるが、年齢や成長速度に関するデータは得られていないためその詳細については不明である。

性比についてみると、全体的には両海域とも大きな偏りは認められなかった。未成熟個体を多く含む甲長 18 mm

以下についてみると、鳩間海丘で雌 27、雄 23 個体、第四与那国海丘で雌 18、雄 15 個体であり、性比に偏りはなかった。しかし、成熟個体を多く含む甲長 18 mm 以上についてみると、鳩間海丘で雌 53、雄 35 個体と雌の方が多く、第四与那国海丘で雌 25、雄 38 個体と雄の方が多かった。この性比の偏りについては不明であるが、甲長 40 mm を超える大きな個体は、鳩間海丘で雌 1、雄 10 個体、第四与那国海丘で雌 0、雄 5 個体となり、両海域とも雄の方が多かった。得られたサンプルの最大サイズも数 mm 程度雄の方が大きかったことから、雄の方がより大きく成長するものと考えられた。このサイズ組成をみると、着底直後と推察される小さな個体から成熟した大型個体までを含んでおり、ゴエモンコシオリエビは熱水近傍のごく限られた範囲内に生息していることが明らかとなった。

抱卵雌の甲長サイズと抱卵数

今回の調査により、鳩間海丘で 11 個体、第四与那国海丘で 12 個体の抱卵雌を採集した。その甲長範囲は、19.8~36.1 mm であり (Fig. 5), 甲長 18 mm 以上の雌のうち、鳩間海丘では 19% が、第四与那国海丘では 43% が抱卵していた。抱卵数は、2~236 であったが、採集後に卵が脱落する個体がみられた。明らかに卵の脱落がみられた 3 個体を

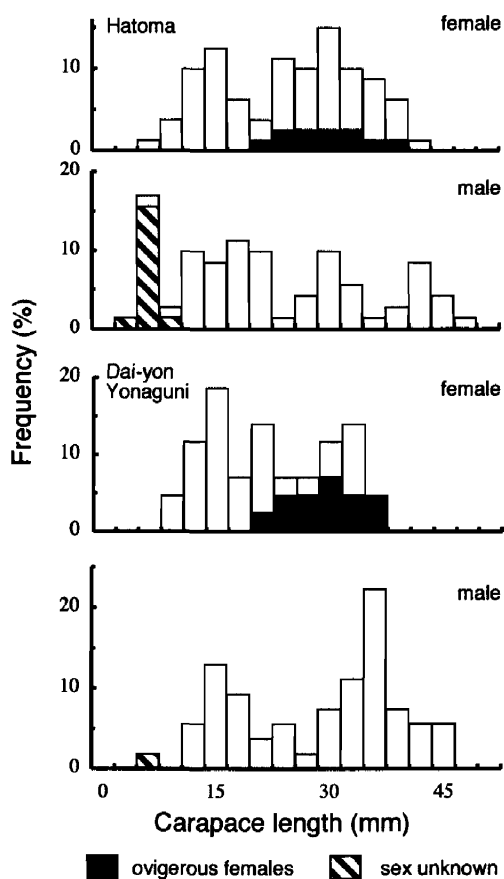


Fig. 5. Size-frequency distribution of *Shinkaia crosnieri* collected from the Hatoma and Dai-yon Yonaguni Knolls.

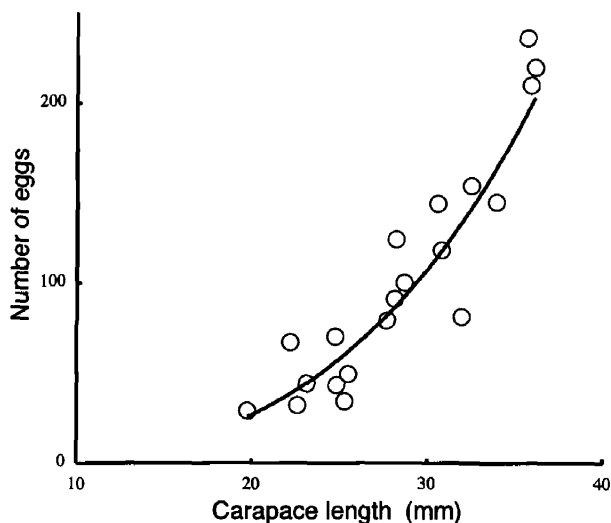


Fig. 6. Relationship between carapace length and clutch size of *Shinkaia crosnieri* collected from the Hatoma and Dai-yon Yonaguni Knolls.

除き、甲長 (CL) と抱卵数 (NE) について調べると、以下のような関係式で表された (Fig. 6)。

$$NE = 0.001 \times (CL)^{3.416} \quad (n = 20, r^2 = 0.83)$$

このことから、抱卵数は甲長が大きくなるにつれ多くなり、おおむね甲長の3乗に比例することが明らかになった。これは、抱卵数が体サイズ (容積) に比例することを示しており、多くの甲殻類と同様の結果であった (Reid & Corey 1991)。

## おわりに

今回の調査により、ゴエモンコシオリエビの熱水噴出孔からの分布や個体群構造、二次性徴や成熟サイズに関する知見を得た。しかし、熱水環境とゴエモンコシオリエビの分布との関係は不明である。今後、熱水成分と生理的耐性、摂餌様式を含めた生態的特性が明らかになることにより、分布域を規定する要因について解明できるものと期待する。

謝辞: 本調査を行うにあたり、「しんかい 2000」依田司令をはじめとする運航チームの方々および支援母船「なつしま」の請倉船長、齊藤船長をはじめとする乗組員の方々には多大なご協力を賜った。記して、心より深謝する。

## 引用文献

- Baba, K. and A. B. Williams 1998. New Galatheoidea (Crustacea, Decapoda, Anomura) from hydrothermal systems in the West Pacific Ocean: Bismarck Archipelago and Okinawa Trough. *Zoosystema*, 20: 143-156.
- 藤倉克則・藤原義弘・石橋純一郎・片岡 聡・小松徹史・前澤優子・牧 陽之助・宮崎淳一・三宅裕志・岡本和洋・土田真二・L. G. Toth・大越健嗣・山口寿之・山本啓之・山中寿朗・渡部元・渡部裕美・S. Zielinski・加藤憲二 2001. 沖縄トラフ第四与那国海丘と鳩間海丘における「しんかい 2000」システムによる熱水生態系調査報告. *JAMSTEC 深海研究*, 19: 141-154.
- Galkin, S. V. 1997. Megafauna associated with hydrothermal vents in the Manus Back-Arc Basin (Bismarck Sea). *Marine Geology*, 142: 197-206.
- Hartnoll, R. G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda Brachyura). *Crustaceana*, 27: 131-136.
- Hessler, R. R. and W. M. Smithey, Jr. 1983. The distribution and community structure of megafauna at the Galapagos Rift hydrothermal vents. In, *Hydrothermal Process at Seafloor Spreading Center*, Rona, P. A., K. Boström, L. Laubier and K. L. Smith, Jr. (eds.), Plenum Press, New York, pp. 735-770.
- Reid, D. M. and S. Corey 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans, III. The fecundity of fifty-three species of Decapoda from tropical, subtropical, and boreal waters. *Crustaceana*, 61: 308-316.
- 土田真二・藤原義弘・三宅裕志・藤倉克則 2003. 南部沖縄トラフ熱水域に生息するゴエモンコシオリエビの摂餌生態. 第19回しんかいシンポジウム予稿集: 76.
- 土田真二・渡辺一樹・石橋純一郎・三宅裕志・渡部 元・山口寿之・北島富美雄・中野綾子・松村美奈子・渡部裕美 2000. 鳩間海丘および水納海丘における熱水噴出現象に関する生物、地質、地球化学的調査概要報告. *JAMSTEC 深海研究*, 17: 35-42.
- Tsuchida, S. and K. Fujikura 2000. Heterochely, relative growth, and gonopod morphology in the bythograeid crab, *Austinograea williamsi* (Decapoda, Brachyura). *Journal of Crustacean Biology*, 20: 199-206.
- Van Dover, C. L. 2000. *The Ecology of Deep-sea Hydrothermal Vents*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 424 pp.
- Van Dover, C. L., S. E. Humphris, D. Fornari, C. M. Cavanaugh, R. Collier, S. K. Goffredi, J. Hashimoto, M. D. Lilley, A. L. Reysenbach, T. M. Shank, K. L. Von Damm, A. Banta, R. M. Gallant, D. Götz, D. Green, J. Hall, T. L. Harmer, L. A. Hurtado, P. Johnson, Z. P. McKiness, C. Meredith, E. Olson, I. L. Pan, M. Turnipseed, Y. Won, C. R. Young III and R. C. Vrijenhoek 2001. Biogeography and ecological setting of Indian Ocean hydrothermal vents. *Science*, 294: 818-823.
- Watabe, H. and J. Hashimoto 2002. A new species of the genus *Rimicaris* (Alvinocarididae: Caridae: Decapoda) from the active hydrothermal vent field, "Kaiei Field," on the Central Indian Ridge, the Indian Ocean. *Zoological Science*, 19: 1167-1174.
- 渡辺一樹 2001. 沖縄トラフ、鳩間海丘の海底熱水活動域のマッピング. *JAMSTEC 深海研究*, 19: 87-94.
- Williams, A. B. and P. A. Rona 1984. Two new caridean shrimps (Bresiliidae) from a hydrothermal field on the Mid-Atlantic Ridge. *Journal of Crustacean Biology*, 6: 446-462.