

小型底びき網（エビ漕ぎ網）によるトラエビ，キシエビ およびスベスベエビの網目選択性

東海 正*・阪地 英男

Mesh Selectivity of a Shrimp Beam Trawl for Tora velvet Shrimp *Metapenaeopsis acclivis*, Kishi velvet Shrimp *Metapenaeopsis dalei* and Smoothshell Shrimp *Parapenaeopsis tenella*

Tadashi TOKAI* and Hideo SAKAI

This paper describes mesh selectivity of a shrimp beam trawl for three small shrimps; tora velvet shrimp *Metapenaeopsis acclivis*, kishi velvet shrimp *Metapenaeopsis dalei* and smoothshell shrimp *Parapenaeopsis tenella*. Covered-net experiments were carried out by a shrimp beam trawl with codends of six mesh sizes (16.5, 19.9, 22.1, 25.1, 46.1 and 69.3 mm). The mesh size of the used cover-net was 13.8 mm. The respective mesh selectivities for three species were obtained against carapace length. Both mesh selectivities of tora velvet shrimp *M. acclivis* and kishi velvet shrimp *M. dalei* were remarkably similar to that of southern rough shrimp previously reported. Smoothshell shrimp *Parapenaeopsis tenella* go through mesh more easily than the other species.

Key words: mesh selectivity, shrimp beam trawl, *Metapenaeopsis acclivis*, *Metapenaeopsis dalei*, *Parapenaeopsis tenella*

瀬戸内海における小型底びき網漁業は、小型エビ類を多獲している。例えば、1990年の瀬戸内海における小型エビ類の漁獲量は、17,874トンであり、このうちの97.5%が小型底びき網による漁獲であった。これらの小型エビ類には、クルマエビを除き、おもにサルエビ *Trachypenaeus curvirostris*、アカエビ *Metapenaeopsis barbata*、トラエビ *Metapenaeopsis acclivis*、スベスベエビ *Parapenaeopsis tenella* が含まれている。

これらのエビ類を漁獲対象とする底びき網は、エビ漕ぎ網と呼ばれ、小型エビが通り抜けられないほどの小さな目合（16.5-19.9 mm）を用いている。このために漁獲物には商品の大きさに満たないカレイ類の幼魚や小型エビ類、シャコなどが含まれ、これらは船上で選別された後に海に投棄される（東海 他 1985, 伊東 他 1986, 福田・松村 1986）。このようなカレイ幼魚の投棄問題は将来のカレイ資源に致命的な打撃を与えられ、その重要性は特にエビを対象とする漁業をはじめとして多くの漁業において指摘されている（Saila 1983, Atkinson 1984）。また、網目の拡大により混獲を含む総漁獲量を減少させ、揚網や選別の漁労作業に要する時間を短縮できることも指摘されている（Jean 1963）。このように網目選択性の研究は、海上における投棄量を減

少させて幼魚の保護を行うなど、資源管理を考えるとときに必要不可欠である。

こうした点から、これまで網目選択性の研究（東海 他 1989, Tokai and Kitahara 1989, Tokai et al. 1990）と、その結果を用いた適正目合の検討が行われてきた（Tokai and Kitahara 1991, 北原・東海 1991）。また、近年これら小型エビ類の生態研究が盛んに行われている（上田 1987, 有江 他 1990, 桧山・林 1991）。こうした生態研究でも、採集器具としての網目選択性は重要な情報となっている（阪本・林 1977, 上田 1992, 阪地 他 1992）。

本研究の目的は、小型底びき網の漁獲対象種のアカエビ属のトラエビとキシエビ、さらにスベスベエビについて、網目選択性曲線を決定することである。また、ここでは同じ調査によって得られたサルエビに対する網目選択性曲線（Tokai et al. 1990）と比較して、小型エビ類の網目選択性と体形状の特徴の関係についても若干の考察を行う。

材 料 と 方 法

1984年7月7, 8および9日の昼夜、エビ漕ぎ網漁船1隻を用船し、瀬戸内海西部に位置する周防灘で試験操業を実施した。カバーネットは13.8 mm 目合の網地であった。コッドエンドの目合としては当業船が使用している19.9 mm 目合のものを2網と、ほかに69.3 mm, 46.1 mm, 25.1 mm, 22.1 mm, 16.5 mm 目合の各々1網ずつ用意した。ここでの目合は、数回曳網した後に、揚網直後の湿潤時に手で網を自然に伸ばした状態で、出来るだけ広い範囲から無作為に10ヶ所の網目の内径（2脚1節長）を測定した値の平均値とした。曳網は延べ20回行い、1回の曳網で2つの網を同時に曳いた。曳網時間（30～60分）は当業船での曳網時間の3分の1以下であった。カバーネットの長さはコッドエンドのその1.5倍とすることによって、カバーネットとその漁獲物によるマスキング効果をできるかぎり小さくした。調査に使用した漁具の主要寸法、操業状況等については、東海 他（1989）の Fig. 1 と Table 1 に詳細に述べてある。漁獲後にゴミなどを取り除いた上で船上で標本を無作為に抽出した。この抽出による漁獲尾数の推定方法は、Tokai et al. (1990) にくわしい。

カバーネットがコッドエンド内の漁獲物に与える影響を調べるために、19.9 mm 目合のコッドエンドを2つ用意した。2回目と8回目の曳網について、この2つの網でカバーネットを用いた網と用いない網を同時に曳網した。この調査では、カバーネットがある場合とない場合で全魚種の漁獲尾数とサルエビとシャコの体長組成について検定した結果、カバーネットの有無による差異は認められなかった（Tokai et al. 1990）。トラエビ、キシエビとスベスベエビについては、ノギスを用いて0.01 mm 単位で頭胸甲長と体長を測定した。網目選択率は、それぞれのサイズ組成について、コッドエンドとカバーネットに入網した漁獲尾数に対する、コッドエンドでの漁獲尾数の割合として求められる。

$$\text{選択率} = \frac{\text{コッドエンドの漁獲尾数}}{\text{コッドエンドとカバーネットの漁獲尾数}}$$

こうして、トラエビとキシエビ、スベスベエビの網目選択性を求めた。なお、この調査によって決定された網目選択性曲線は、カレイ類に対しては東海 他 (1989) に、またサルエビとシャコに対しては、Tokai et al. (1990) に示されている。

また、サルエビ、トラエビ、キシエビ及びスベスベエビに対する網目選択性の種間による違いとこれらのエビの体形との関係を考察するために、頭胸甲長に対する最大甲幅の関係を求めた。用いた標本は、1991年8月から12月に安芸灘での試験操業で採集されたサルエビ141尾、トラエビ171尾、キシエビ144尾、及びスベスベエビ146尾である。これらの標本を頭胸甲長と最大甲幅(頭胸甲の最大幅)を、ノギスを用いて0.01 mm 単位で測定した。

結果と考察

トラエビとキシエビ、スベスベエビについて、それぞれ頭胸甲長階級に対して網目選択率をコードエンドの目合 (16.5, 19.9, 22.1, 25.1 mm) 別に計算してプロットした (Figs. 1-3)。ここでは、採集時に抽出された標本尾数がコードエンドとカバーネット合わせて10尾を越えた頭胸甲長階級について、その網目選択率を実線で結んだ。採集尾数が少ない頭胸甲長階級については網目選択率の信頼性が低いので、ここでは図示しているが考察は行わない。また、目合46.1と69.3 mm の網目選択率は、3種類ともに採集された標本の頭胸甲長の範囲でほとんど0であった。

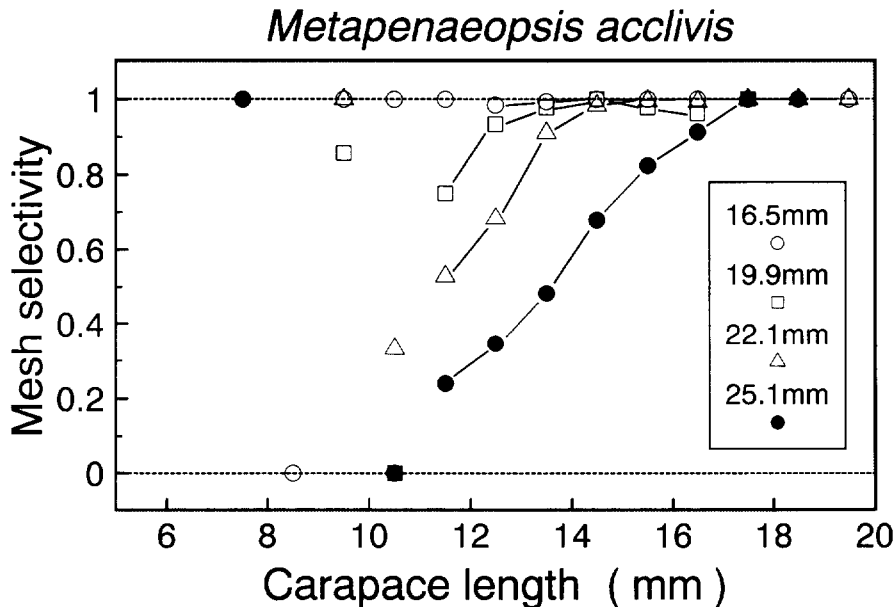


Fig. 1. Mesh selectivities of 16.5, 19.9, 22.1 and 25.5 mm mesh codends for tora velvet shrimp *Metapenaeopsis acclivis* plotted against carapace length. Symbols which are connected by solid lines show that sample sizes are more than 10.

トラエビの網目選択性

採集された標本尾数が10尾を越えた頭胸甲長の範囲（12～15 mm）では、同一目合では頭胸甲長が大きくなるにつれて網目選択率が増加している（Fig. 1）。また、目合が16.5 mm から25.1 mm と大きくなるにつれて、網目を抜ける個体の頭胸甲長が大きくなって、網目による選択性の効果が認められる。目合19.9、22.1および25.1 mm の網目選択率は、頭胸甲長11～12 mm でそれぞれ0.75、0.53および0.24である。これらの網目選択率は、頭胸甲長が大きくなるにつれて徐々に高くなり、頭胸甲長がそれぞれ13～14、14～15および16～17 mm で、始めて0.95を越えて、ほぼ1に達する。

キシエビの網目選択性

この試験操業で採集されたキシエビは、トラエビよりも小型の頭胸甲長7～14 mm の個体が多く採集された（Fig. 2）。キシエビの頭胸甲長に対する網目選択率でも、トラエビと同様に網目による選択性の効果が認められる（Fig. 2）。つまり、16.5、19.9および22.1 mm 目合では、頭胸甲長が大きくなるにつれて網目選択率が高くなり、それぞれ頭胸甲長12～13、13～14および14～15 mm で始めて網目選択率が0.95を越えてほぼ1に達している。特に、19.9と22.1 mm 目合でのこの頭胸甲長はトラエビと同じである。また、25.1 mm 目合では、13 mm 以上の個体が少ないために、網目選択率は1に達しないものの、頭胸甲長11～13 mm の範囲で頭胸甲長の増大にともなって高くなる傾向がみられる。この25.1 mm 目合の網目選択率は、頭胸甲長7～11 mm で0.1以下の値が続き、0とはならない。これは、コッドエンド内で魚類などの比較的大型の

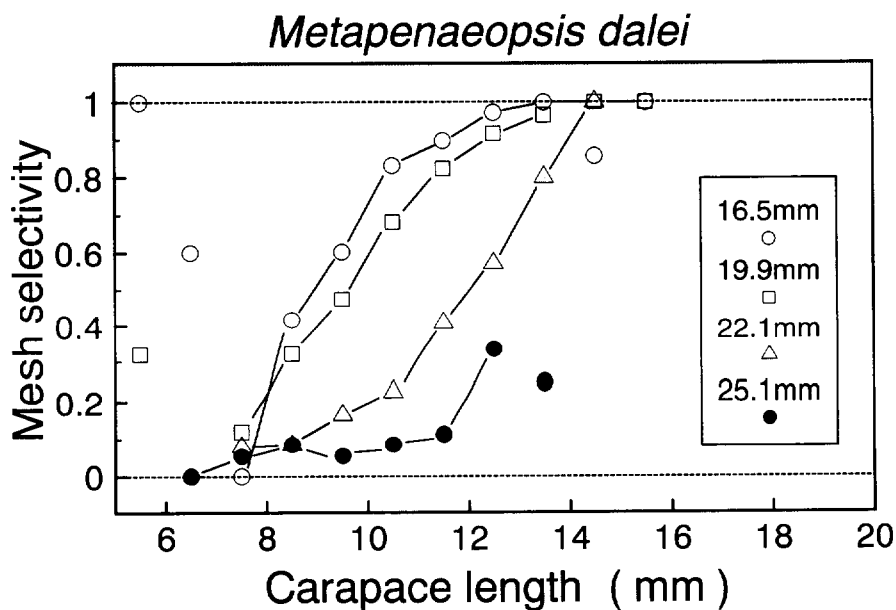


Fig. 2. Mesh selectivities of 16.5, 19.9, 22.1 and 25.1 mm codends for kishi velvet shrimp *Metapenaeopsis dalei* plotted against carapace length. Symbols which are connected by solid lines show that sample sizes are more than 10.

漁獲物が網目を塞いだいわゆるマスキング効果のために、若干のキシエビ個体がコッドエンド内に保持されたことによると考えられる。したがって、網目選択以外の効果によるものが多いと考えられる。

スベスベエビの網目選択性

スベスベエビの頭胸甲長に対する網目選択率を、Fig. 3 に示した。目合16.5, 19.9, 22.1および25.1 mm の網目選択率は、それぞれ頭胸甲長9~10 mm のとき0.42, 0.44, 0.10および0.05であり、頭胸甲長が大きくなるにつれて各目合の網目選択率は高くなっている。そして、頭胸甲長13~14 mm で0.95, 0.91, 0.59および0.33に達し、同じ頭胸甲長では目合が大きいほど網目を抜ける個体の割合が高いことが明らかである。このように、スベスベエビでもトラエビやキシエビと同様に網目の選択性の効果がある。目合16.5 mm の頭胸甲長6~9 mm や目合19.9 mm の頭胸甲長6~7 mm で網目選択率が0.3を越えているのは、コッドエンドでの標本数が少なく、さらに標本の抽出率が低かったためによるものである。また、25.1 mm 目合の網目選択率が、頭胸甲長7~9 mm で0.1以下の値が続いているのは、キシエビの場合と同様に大型漁獲物によるマスキングの効果が原因と考えられる。

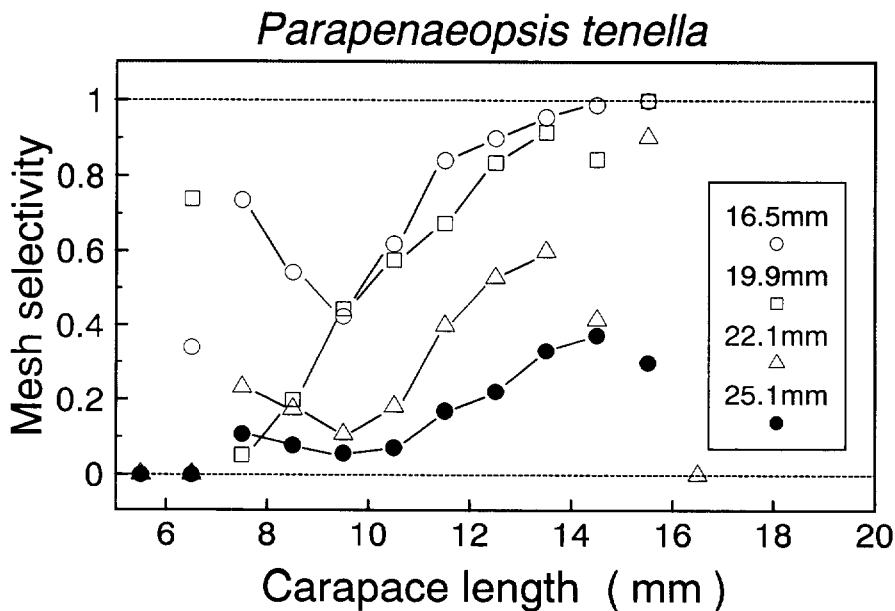


Fig. 3. Mesh selectivities of 16.5, 19.9, 22.1 and 25.1 mm mesh codends for smoothshell shrimp *Parapenaeopsis tenella* plotted against carapace length. Symbols which are connected by solid lines show that sample sizes are more than 10.

このように、トラエビ、キシエビおよびスベスベエビでも、網目による選択性が存在することが明らかとなった。つまり、同一目合では頭胸甲長の小さな個体ほど網目を抜け易い。また、大きな目合ではより大きな個体までが網目を抜ける。

また、ここでは頭胸甲長に対して網目選択率を求めたが、体長を用いる場合も多いので、トラエビ、キシエビおよびスベスベエビのそれぞれの頭胸甲長と体長の関係式を Table 1 に示した。この式を用いることによって、体長に対する網目選択率を求めることができる。

Table 1. Regression equations of body length (mm) against carapace length (mm) for tora velvet shrimp *Metapenaeopsis acclivis*, kishi velvet shrimp *M. dalei* and smooth-shell shrimp *Parapenaeopsis tenella*.

Species name	Regression equation		Sample number	Correlation coefficient
	Slope	y-intercept		
<i>M. acclivis</i>	3.44	10.96	545	0.938
<i>M. dalei</i>	3.39	8.37	330	0.918
<i>P. tenella</i>	2.86	8.33	514	0.956

小型エビ類における網目選択性の種間比較

ここで求めたトラエビ、キシエビおよびスベスベエビの網目選択性を、同じ調査で求められたサルエビの網目選択性 (Tokai et al. 1990) と比較するために、この4種の網目選択性を目合毎に図示した (Fig. 4)。ここでのサルエビの網目選択性は、十分な標本数 (測定尾数14,027尾) にもとづいているので (Tokai et al. 1990)、本報告で求めたトラエビとキシエビ、スベスベエビよりも信頼性が高いと考えられる。

目合16.5, 19.9, 22.1および25.1 mmのいずれも、サルエビ、トラエビ、キシエビの3種類では、良く似た網目の選択性を示している (Fig. 4)。また、トラエビとキシエビはそれぞれ標本の頭胸甲長が12~15 mmと7~14 mmに多く、信頼に足る選択率を示す頭胸甲長の範囲は多少ずれているが、両種の網目選択率はほとんど同じと考えられる。一方、スベスベエビは、ほかの3種類に比べて選択率が低い傾向がある。特に目合16.5 mmや25.1 mm目合で、この傾向は顕著である。例えば、目合16.5 mmで、頭胸甲長10~11 mmの選択率は、サルエビとトラエビで約0.84であるのに対して、スベスベエビでは約0.62である。また、目合25.1 mmで、頭胸甲長12~13 mmの選択率は、サルエビとトラエビおよびキシエビでそれぞれ0.40, 0.34, 0.33であるのに対して、スベスベエビでは0.22となっている。つまり、同じ目合の網目では、スベスベエビはサルエビやトラエビ、キシエビよりも網目を抜け易いことを示している。

網目の抜け易さの違いは、体形状の差による可能性がある (藤石 1973)。そこで、これらの小型エビ類4種の頭胸甲長と最大甲幅の関係とその回帰直線 (Fig. 5, Table 2) を求め、体型を検討した。4つの回帰直線はすべてほぼ原点をとり、回帰直線の傾きはキシエビ、トラエビ、サルエビ、スベスベエビの順に小さくなっている。これらの回帰直線の共分散分析を行ったところ、4つの回帰直線間の分散比 $F_s = 38.59$ で1%水準で有意な差が認められた (Table 3)。また、隣り合う2つの回帰直線間の共分散分析を行った (Tables 4~6)。キシエビとトラエビ、およびトラエビとサルエビの回帰直線間では、それぞれ分散比 $F_s = 5.77$ 及び9.71であり、5%及び1%水準で有意な差が認められた (Tables 4, 5)。また、サルエビとスベスベエビの回帰直線間では

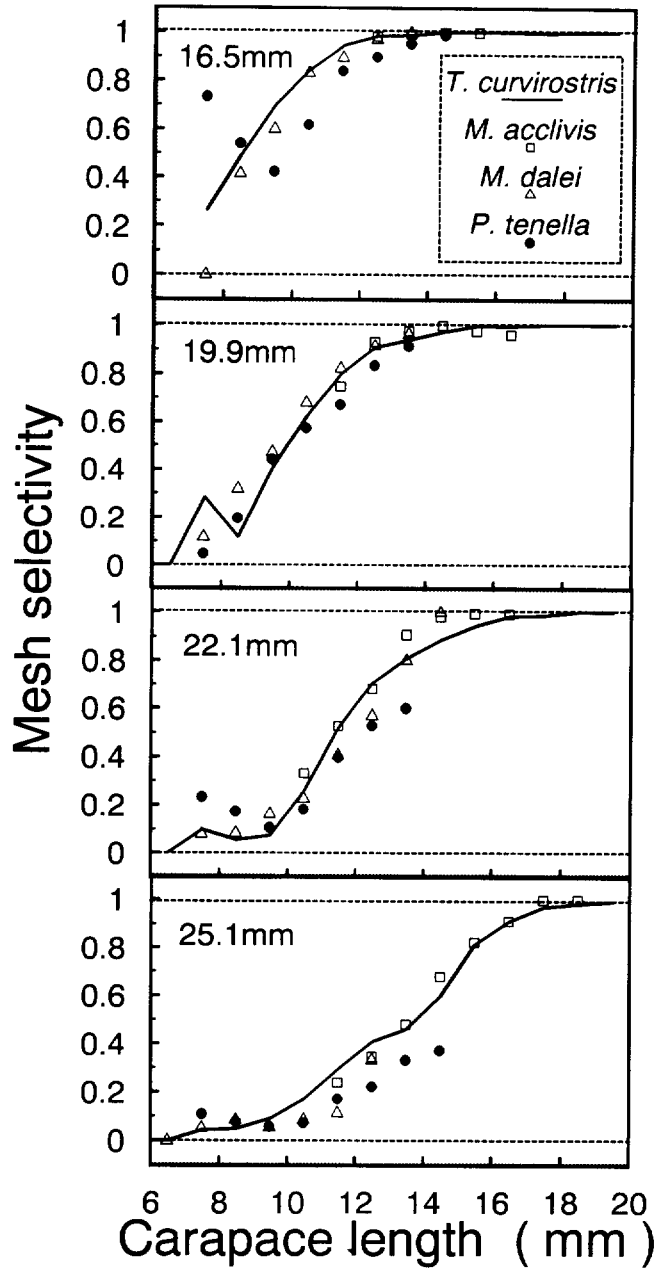


Fig. 4. Comparison of mesh selectivities among southern rough shrimp *Trachypenaeus curvirostris*, tora velvet shrimp *M. acclivis*, kishi velvet shrimp *M. dalei* and smoothshell shrimp *P. tenella*. Solid lines show mesh selectivities of southern rough shrimp previously reported by Tokai et al. (1990).

分散比 $F_s = 38.5$ で1%水準で有意であり, 他に比べて大きな差が認められた。これらのことから, 頭胸甲長に対する頭胸甲幅は, キシエビ, トラエビ, サルエビ, スベスベエビの順に小さくなり, 細くなっていることがわかる。特に, トラエビとキシエビは1%有意水準では同じ回帰直線を持つという帰無仮説を棄却することはできず, 比較的似た形状であると考えられる。このト

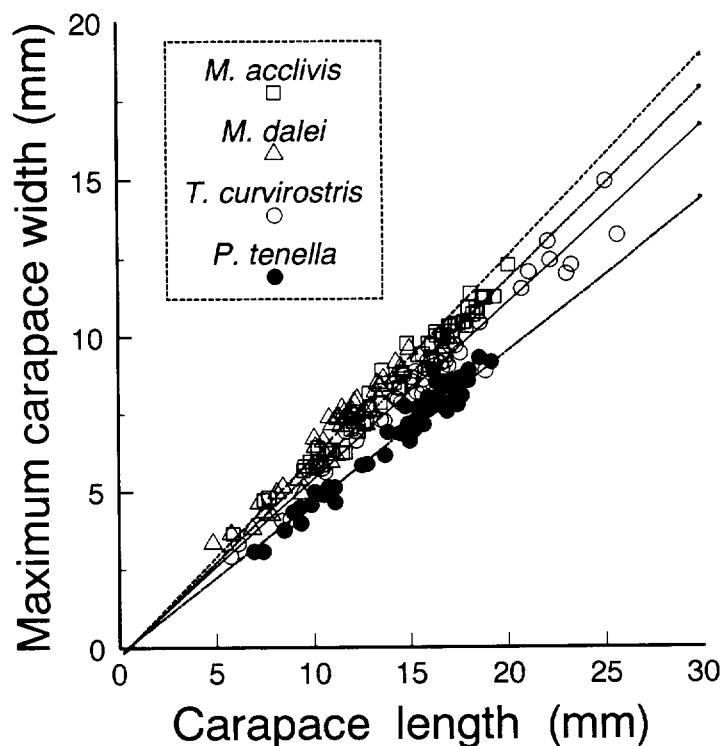


Fig. 5. Relationships between carapace length and maximum carapace width for southern rough shrimp *Trachypenaeus curvirostris*, tora velvet shrimp *M. acclivis*, kishi velvet shrimp *M. dalei* and smoothshell shrimp *P. tenella*.

Table 2. Regression equations of maximum carapace width (mm) against carapace length (mm) for southern rough shrimp *Trachypenaeus curvirostris* tora velvet shrimp *Metapenaeopsis acclivis*, kishi velvet shrimp *M. dalei* and smoothshell shrimp *Parapenaeopsis tenella*.

Species name	Regression equation		Sample number	Correlation coefficient
	Slope	y-intercept		
<i>T. curvirostris</i>	0.561	-0.135	141	0.984
<i>M. acclivis</i>	0.599	-0.080	171	0.984
<i>M. dalei</i>	0.635	-0.165	144	0.963
<i>P. tenella</i>	0.484	-0.121	146	0.978

Table 3. Analysis of covariance among four regression lines.

Source of variation	df	SS	MS	F_s
Adjusted means	3	16.991	5.66380	38.5880**
Error (deviations from a common slope)	594	87.185	0.14677	

Table 4. Analysis of covariance between regression lines of tora velvet shrimp *M. acclivis* and kishi velvet shrimp *M. dalei*.

Source of variation	df	SS	MS	F_s
Adjusted means	1	0.8330	0.83300	5.77473*
Error (deviations from a common slope)	312	45.005	0.14424	

Table 5. Analysis of covariance between regression lines of tora velvet shrimp *M. acclivis* and southern rough shrimp *T. curvirostris*.

Source of variation	df	SS	MS	F _s
Adjusted means	1	1.4809	1.48098	9.71001**
Error (deviations from a common slope)	309	47.129	0.15252	

Table 6. Analysis of covariance between regression lines of southern rough shrimp *T. curvirostris* and smoothshell shrimp *P. tenella*.

Source of variation	df	SS	MS	F _s
Adjusted means	1	5.7618	5.76184	38.522**
Error (deviations from a common slope)	282	42.179	0.14957	

*; Significant at 5% level. **; Significant at 1% level.

ラエビとキシエビが含まれるアカエビ属 (*Metapenaeopsis*) には形態が似かよった種が多く、トラエビでは頭胸甲に発音器があるのに対してキシエビには発音器がないことで見分けられる (林 1982a, 1982b)。特に、アカエビ、トラエビ、およびキシエビはよく似た形態であるとされている (岡田 1960)。このようにトラエビとキシエビは、頭胸甲長に対する頭胸甲幅がほぼ等しく、さらに形態が似かよっているために、その網目選択性もほとんど差がみられなかったと考えられる。また、トラエビとサルエビでの分散比も、比較的小さかったので (Table 5)、同様に網目選択性が良く似ていたと考えられる。これに対して、サルエビとスベスベエビの回帰直線間の分散比は、トラエビとサルエビよりも大きく (Table 6)、スベスベエビはほかの3種に比べて頭胸甲が相対的に細いことが、網目を抜け易かった原因の一つと考えられる。

謝 辞

試験操業に協力いただいた前南西海区水産研究所資源管理部室長伊東 弘氏、正木康昭博士、前大分県浅海漁業試験場上城義信氏、および大分県長洲漁業協同組合所属新力丸渡辺力造船長に感謝いたします。

文 献

- 有江康章・徳田眞孝・石田雅俊, 1990: 福岡県豊前海産小型エビ類の生物学的研究—I, サルエビ (*Trachypenaeus curvirostris*) の成熟について. 福岡豊前水試研報, 3, 13-21.
- Atkinson, D. B., 1984: Discarding of small redfish in the shrimp fishery off Port au Choix, Newfoundland, 1976-1980. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 5, 99-102.
- 藤石昭生, 1973: 網目選択性に関する理論的研究—I. 曳網類の理論選択曲線について. 下関水産大学校研究報告, 22(1), 1-28.
- 福田富男・松村真作, 1986: 岡山県東部海域における小型底曳網標本船のエビ類及びシャコの漁獲状況 1985. 岡山水試報, 1, 33-42.
- 林 健一, 1982a: 日本産エビ類の分類と生態 (5) クルマエビ科—アカエビ属—①. 海洋と生物 20, 4(3), 188-191.

- 林 健一, 1982b: 日本産エビ類の分類と生態(6) クルマエビ科—アカエビ属—②. 海洋と生物 21, 4(4), 292-295.
- 松山節久・林 泰行, 1991: 瀬戸内海西部海域におけるサルエビの成長. 山口県内海水試報, 19, 1-15.
- 伊東 弘・東海 正・正木康昭・山口義昭, 1986: 周防灘におけるマコガレイ資源の動態. 昭和59・60年度近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究(マリーナランニング計画) プロGRESSレポート, ヒラメ・カレイ(2), 135-140.
- 北原 武・東海 正, 1991: 底曳網漁業における適正目合の決定の一つの試み—瀬戸内海のエビ漕ぎ網漁業を例として—, 「漁業管理研究—限られた資源を生かす道—」(長谷川 彰 監修), 成山堂書店, 東京, pp. 152-162.
- Jean, Y., 1963: Discards of fish at sea by Northern New Brunswick draggers. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 20(2), 497-524.
- 岡田 要, 1960: 新日本動物図鑑(中). 北隆館, 東京, p. 603.
- Saila, S. B., 1983: Importance and assessment of discards in commercial fisheries. *FAO Fish. Circ.* No. 765, 62 pp.
- 阪地英男・東海 正・佐藤良三, 1992: 瀬戸内海安芸灘におけるアカエビの成長と成熟. 日水誌, 58(6), 1021-1027.
- 阪本俊雄・林 健一, 1977: 紀伊水道における小型底曳網漁業のエビ類. 日水誌, 43(11), 1259-1268.
- 東海 正・伊東 弘・正木康昭・山口義昭, 1985: 周防灘におけるメイタガレイの投棄の実態. 漁業資源研究会議 西日本底魚部会報, 13, 7-17.
- 東海 正・伊東 弘・正木康昭・上城義信・横松芳治・安東欣二, 1989: 小型底びき網(手繰第2種, エビ漕ぎ網)のカレイ類に対する網目選択性. 南西水研研報, 22, 35-46.
- Tokai, T. and T. Kitahara, 1989: Methods of determining the mesh selectivity curve of trawlnet. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 55(4), 643-649.
- Tokai, T., H. Ito, Y. Masaki and T. Kitahara, 1990: Mesh selectivity curves of a shrimp beam trawl for southern rough shrimp *Trachypenaeus curvirostris* and mantis shrimp *Oratosquilla oratoria*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56(8), 1231-1237.
- Tokai, T. and T. Kitahara, 1991: Fisheries management of a small shrimp trawl in the Seto Inland Sea — Discarded fishes and mesh size regulation —. *Mar. Pollut. Bull.* 23, 305-310.
- 上田幸男, 1987: 紀伊水道産サルエビの産卵と成長. 水産増殖, 35, 161-169.
- 上田幸男, 1992: 紀伊水道におけるエビ群集の水深別分布と消長. 南西外海の資源・海洋研究, 8, 71-87.