

【論文】

石川県金沢沖におけるホッコクアカエビ抱卵個体の小型化

白石 宏己^{1*}

ホッコクアカエビ *Pandalus eous* は、石川県で年間約700 t水揚げされる水産上重要種である。石川県水産総合センターが行った稚エビの資源量調査では、卓越年級群である2010年級がオスとして性成熟した2013年から抱卵個体が小型化していることが確認された。また、底びき網に入網する抱卵個体も2013年から小型化したことが確認された。タラバエビ科のエビは雄性先熟の雌雄同体であり、いくつかの種で個体群内の性比に応じて性転換年齢が変化することが報告されている。本研究により、抱卵個体の小型化と卓越年級である雄の性成熟が同時期に発生したことが確かめられた。抱卵個体の小型化は、個体群内の雌の割合を増加させて再生産効率を高めることを目的として、性転換年齢および初産卵年齢が若齢化したことが原因であると推察された。

ホッコクアカエビ *Pandalus eous* はタラバエビ科に属する寒海性のエビであり、北太平洋に広く分布し、日本海は分布の南限に位置する¹⁾。石川県では年間約700 t水揚げされ²⁾、水産物総水揚金額の約7%を占める重要種である。本種の抱卵個体は子持銘柄に選別されて高値で取引されているが、2013年より抱卵個体が小型化しているとの情報が金沢沖で操業する漁業者より寄せられるようになった。抱卵個体の小型化は「子持」銘柄の単価の低下を招き、漁業経営を圧迫するばかりでなく、資源の再生産にも影響を及ぼすことが懸念される。そこで、本種の近年の資源動向と抱卵個体の小型化の現状を整理して、その発生要因について考察した。

材料および方法

調査船調査 石川県水産総合センター所属の漁業調査指導船白山丸 (167 t) を用いて、本種の若齢個体を対象とした資源量調査を実施した。調査漁具は、幅2.2 m、高さ1.5 m、ソリ長2.0 mの鉄製のソリ付桁に全長10 m、目合16節の袋網を付けたソリ付桁網を用いた(図1)。本種は孵化後、浮遊幼生期を経て水深300 m付近に着底し、成長とともに深場へ移動するため、浅海域ほど若齢個体が多

く、成熟した個体は主に水深500 m以深に生息する³⁾。このことから、調査海域は金沢沖の水深375~500 mの海域とした(図2)。曳網時間は調査漁具の着底後30分間、曳網速度は約1ノットとした。採集した個体は船上で眼窩後縁から頭胸甲末端までの頭胸甲長(以下CLとする)をノギスで0.1 mm単位で測定し、あわせて抱卵の有無を判別した。調査の概要を表1に整理した。

ここでは、2007年7月から2017年1月まで、冬季(1~2月)と夏季(7~9月)に実施した合計20回のCL測定データを用いて各年級群の尾数を調べた。CL組成の年級群への分解は以下の方法で行った。まず、調査回ごとのCL別採集尾数を曳網回数で除して、1曳網当たりCL組成を求めた。次に、貞方⁴⁾の成長式より、幼生孵出期(1,2月)を考慮して冬季調査については満年齢時、夏季調査については満年齢+0.5歳時のCLを求めた。これらを各年級群の平均CLの初期値とし、相澤・滝口⁵⁾の方法に従って、MS ExcelのソルバーによりCL組成を年級群に分解した。

漁獲物調査 石川県では、本種を主に金沢港、橋立港、蛸島港の底びき網漁船が水揚げしている。このうち水揚げが県全体の70%以上を占める金沢港の沖合底びき網漁船による漁獲物を調査対象とした。2007年から2016年に、各年2回原則として漁船1隻が同日に水揚げした全ての銘柄

2018年10月16日受付

キーワード: ホッコクアカエビ, 抱卵個体, 小型化, 卓越年級

¹ 石川県水産総合センター (〒927-0435 石川県鳳珠郡能登町宇津新港3-7)

* Tel: 0768-62-1324, Fax: 0768-62-4324, Email: siraisi@pref.ishikawa.lg.jp

ホッコクアカエビ抱卵個体の小型化

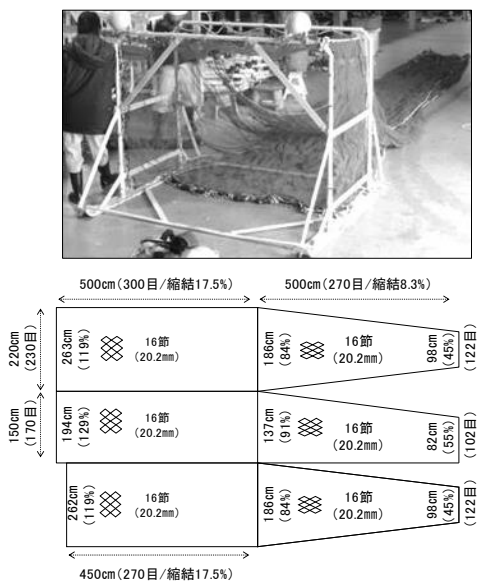


図1. 調査に使用したソリ付桁網と網の展開図

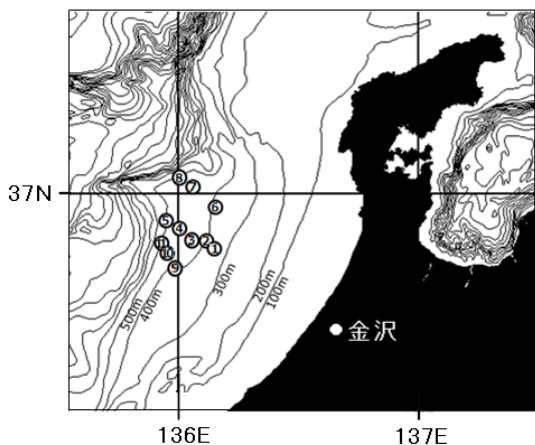


図2. 調査船調査地点

を各1~4箱(3 kg/箱)購入し,全個体のCLをノギスを用いて0.1 mm単位で測定した.漁獲年月,銘柄,測定箱数および尾数を表2に示した.このうち,2015年4月には,「大」「中」「小」銘柄から,2016年4月には,「子持」「大」「中」「小」銘柄から,それぞれ100尾を無作為に抽出し,前者は目視により,後者は実体顕微鏡により第1腹腔内肢の形状を観察し,下記のA~Fに示す特徴⁶⁾を基に,A~C型を雄,D~F型を雌に類別した.

- A型:内肢より内突起が長い
- B型:内肢と内突起の長さがほぼ等しい
- C型:内突起が内肢の縁辺にあり,細い
- D型:内突起が内肢の縁辺にあり,非常に細い
- E型:内突起が痕跡的に残るか,取れた跡が滑らかでない
- F型:内突起が完全に消失し,取れた跡が滑らかである

これらのデータからCL階級0.5 mmごとに雌の出現率を求めた.次に,CLと雌の出現率の関係に最小二乗法によりロジスティック曲線をあてはめ,雌の出現率が50%となるCLを求めた.

表1 調査船調査の調査情報

年	月	曳網回数 (回)	採集尾数 (尾)	1曳網当たり採集尾数 (尾/回)	調査点番号
2007	7	4	758	190	2, 4
2008	1	9	1,698	189	2, 4~11
2008	8	9	1,321	147	2, 4~11
2009	1	9	1,348	150	2, 4~11
2009	8	8	1,308	164	2, 4~10
2010	1	5	1,112	222	4~5, 9~10
2010	8	8	1,605	201	2, 4~10
2011	2	7	1,999	286	2, 4~5
2011	8	8	5,957	745	2, 4~10
2012	1	6	5,023	837	4~6, 9~10
2012	7	9	16,968	1,885	2, 4~11
2013	1	3	2,298	766	2, 4~5
2013	8	6	4,166	463	2, 4~8
2014	1	8	4,778	597	1~6, 9~10
2014	9	7	5,137	734	1~7
2015	1	7	5,409	773	1~5, 9~10
2015	8	8	7,601	950	1~6, 9~10
2016	1	5	2,064	413	1~3, 9~10
2016	8	9	5,080	564	1~7, 9~10
2017	1	6	2,578	430	1~6

表2 漁獲物調査の調査情報

年	月	銘柄	箱数 (箱)	測定尾数 (尾)
2007	6	子持	1	208
		大中	2	544
	10	子持	1	215
		大中	2	859
2008	6	小	1	447
		子持	1	204
		大中	1	386
	10	小	1	706
2013	5	子持	1	205
		大	1	294
		中	1	477
	10	小	1	722
2014	6	子持	1	205
		大	1	204
		中	1	405
	10	小	1	774
2015	4	子持	1	205
		大	1	165
		中	1	343
	9	小	1	515
2016	4	子持	4	849
		子持	1	218
		大	1	206
	10	中	1	369
2016	9	小	1	523
		子持	1	205
		大	1	213
	10	中小	1	446
2016	4	子持	1	190
		大	1	177
		中	1	349
	10	小	1	567
2016	10	子持	1	204
		大	2	504
		中	1	369
		小	1	875

結果

調査船調査 調査回ごとの1曳網当たりCL組成と、年級群への分解結果を図3に示した。ソリ付桁網は網口が金属枠で固定されかつ曳網ごとに漁網監視装置により海底を掃過する距離を正確に調整していたことから、曳網ごとの努力量は一定とみなせる。したがって、1曳網当たりの年級群別採集尾数は各年級群の相対的な資源豊度を表すと考えられる。採集された最若齢年級群は、夏季調査では1.5歳、冬季調査では2歳であった。夏季調査の1.5歳個体、冬季調査の2歳個体の1曳網当たり採集尾数を図4に示した。どちらの調査時期も2010年級、2011年級、2014年級が他の年級群に比べて多く採集された。また、2010年級、2011年級はその後の調査でも多く採集された。

抱卵個体の採集数は冬季調査(平均10個体)よりも夏季調査(平均58.9個体)で多かった。これは抱卵個体が幼生孵出期である1~2月に水深200 m前後の浅海域に移動するため³⁾と思われた。夏季調査で採集された抱卵個体のCL組成を図5に示した。各年の採集数は12~162個体(合計589個体)、抱卵個体が採集個体に占める割合は0.3~3.4%であった。CLのモードは2007~2012年には27~30 mm, 2013~2016年には24~25 mmであった。

漁獲物調査 「子持」銘柄のCL組成を図6に示した。モードは、2007~2008年には26.5~28.0 mm, 2013年には24.5 mmと27.0 mm, 2014~2016年は25.0~25.5 mmであった。各銘柄の性判別の結果、2015年4月に観察した300個体は雄186個体、雌114個体、2016年4月に観察した399個体は雄199個体、雌200個体に判別された。両年のCLと雌の出現率の関係を図7に示した。雌の出現率の変化は以下のシグモイド曲線で表され、雌の出現割合が50 %となるCLは、2015年4月は25.7 mm, 2016年4月は24.8 mmとなった。

$$2015年4月: y = 1 / \{1 + e^{(-3.35 \cdot CL + 83.06)}\} \quad (1)$$

$$2016年4月: y = 1 / \{1 + e^{(-1.74 \cdot CL + 43.11)}\} \quad (2)$$

考察

調査船調査と漁獲物調査の双方で、2013年以降に抱卵個体の小型化が確認された。金沢沖では、抱卵個体の小型化は2013年から発生し、2014年以降は小型個体が抱卵個体の大部分を占めるようになった。2014年以

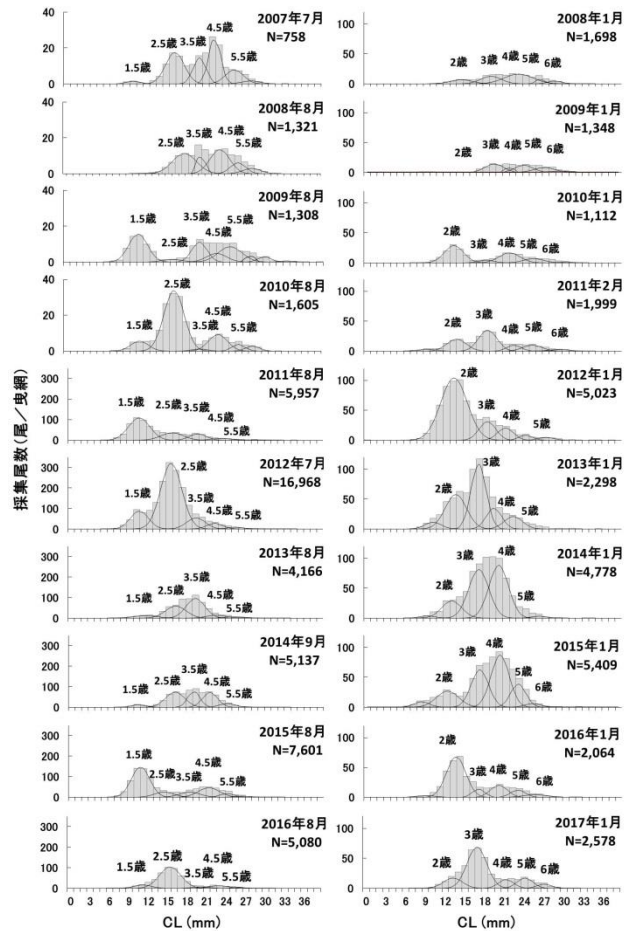


図3. 調査船調査で採集されたホッコクアカエビのCL組成と正規分布への分解結果

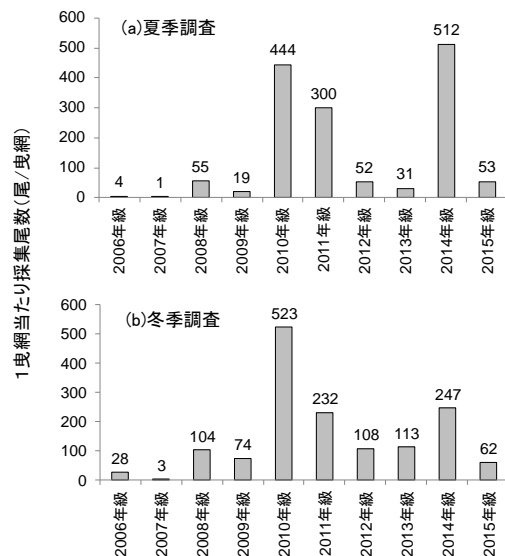


図4. 最若齢年級群の採集尾数の推移
(a)夏季調査での1.5歳個体
(b)冬季調査での2歳個体

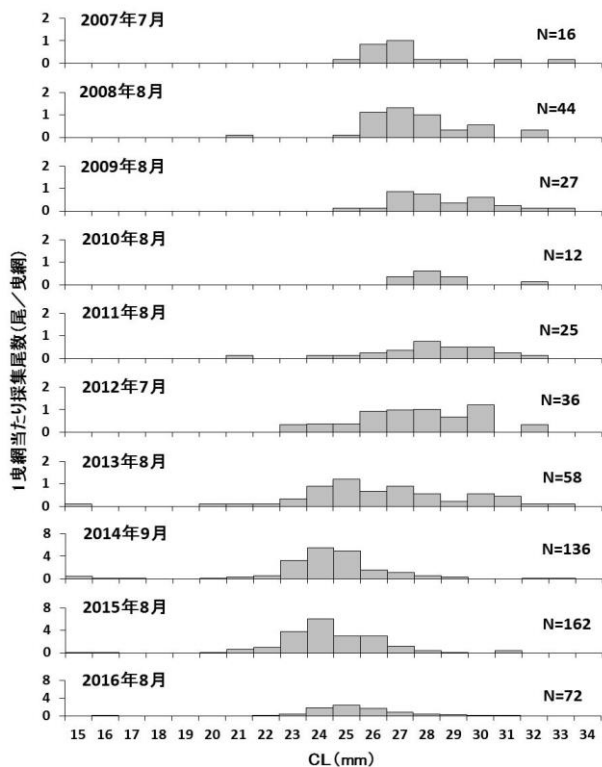


図5. 調査船調査で採集されたホッコクアカエビ抱卵個体のCL組成

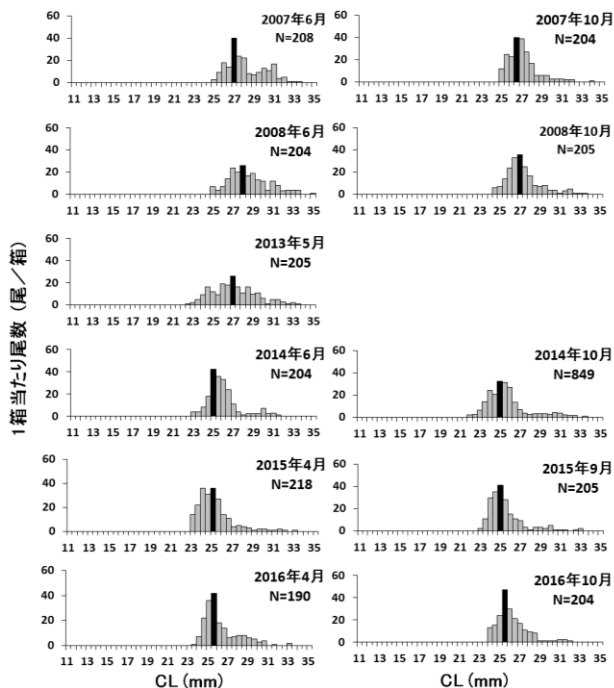


図6. 沖合底びき網漁船が金沢港に水揚げした「子持」銘柄(抱卵個体)のCL組成
黒塗はモードを表す

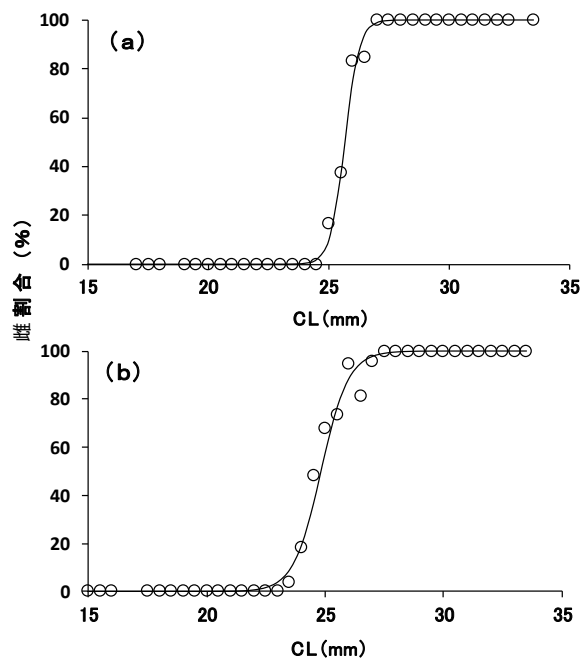


図7. CLと第1腹肢内肢の形状から推定した雌の割合の関係
(a)2015年4月調査 (b)2016年4月調査

降の子持銘柄のモードは、雌の出現割合が50%となるCLに近いことから、子持ち銘柄は主として初産卵個体によって構成され、その大きさは性転換サイズを反映していると推察された。抱卵個体が小型化する以前(2007~2012年)の初産卵年齢は貞方⁴⁾のCL-年齢関係式から6歳と推定され、これは、本種が3~4歳で雄として成熟、5歳で性転換、6歳で初産卵を行うとした貞方⁴⁾の知見と一致した。一方、2013~2016年の初産卵年齢は5歳と推定され、2013年以降の抱卵個体の小型化は性転換および初産卵年齢が1年若齢化したことによると推察された。

本種について貞方⁷⁾は、雄に対する雌の相対的な尾数が減少すると性転換年齢が若齢化すること、生残率が低いほど早く性転換した方が繁殖効率が高くなることを述べている。調査船調査で他の年級群より高い初期資源豊度を示した2010年級、2011年級、2014年級は卓越年級群と推定される。2010年級が雄として成熟した2013年は、抱卵個体の小型化が確認された時期と一致したことから、抱卵個体の小型化は卓越年級群の性成熟により個体群内のオスの割合が高まったことで、性転換及び初産卵の年齢が若齢化したことが原因であると推察される。

タラバエビ科のエビは、雄性先熟の雌雄同体であり、個体群の年齢組成が性転換年齢の変動に関する例が知られている。例えばアメリカ北西部に分布する *P. jordani* は個体群構造の変動に合わせて性転換年齢を

変えることができる⁸⁾,またホツカイエビ *P. latirostris* は個体群内の性比と性転換サイズに相関がある⁹⁾.一方,本種と同様に雄性先熟雌雄同体で,個体群内の性比によって性転換年齢が変動するテッポウエビ科のムラサキヤドリエビ *Arete dorsalis* は縄張り争いで接触の頻度から個体群内の性比を感知しているとされている¹⁰⁾.深海底に生息する本種についても,接触刺激が周囲の環境を感知する重要な因子となっている可能性が考えられる.今後,抱卵個体の小型化を予測し,また小型抱卵個体の増加が資源の再生産に与える影響を評価するためには,抱卵個体の小型化,若齢化と孵化幼生の生残の関係性のほか,抱卵個体の小型化を誘発する性比などを明らかにしていく必要がある.

謝 辞

漁獲物調査の標本入手に協力をいただいた,石川県漁業協同組合かなざわ総合市場の職員の方々に深く感謝する.また,精度の高い資源調査を適確に実施していただいた石川県調査船白山丸の乗組員一同にお礼申し上げる.

文 献

- 1) 伊藤弘: 日本海産ホッコクアカエビに関する2・3の知見. 日水研研報, 1976, **27**, p.75-89.
- 2) 養松郁子, 上田祐司, 藤原邦治: 平成27(2015)年度ホッコクアカエビ日本海系群の資源評価. 平成27年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 第3分冊, 2016, p.1828-1852.
- 3) 日本海ホッコクアカエビ研究チーム: 特定研究開発促進事業 地域性重要水産資源管理技術開発総合研究中間報告書(ホッコクアカエビの生態と資源管理に関する研究), 1989.
- 4) 貞方勉: 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの成長. 日水誌, 1999, **65(6)**, p.1010-1022.
- 5) 相澤康, 滝口直之: MS-Excelを用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討. 水産海洋研究, 1999, **63**, p.205-214.
- 6) 日本海ホッコクアカエビ研究チーム: 特定研究開発促進事業 地域性重要水産資源管理技術開発総合研究総合報告書(ホッコクアカエビの生態と資源管理に関する研究), 1991.
- 7) 貞方勉: 日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの群構造と性転換. 日水誌, 2011, **70(2)**, p.131-137.
- 8) ERIC L. CHARNOV, DANIEL W. GOTSHALL, JACK G. ROBINSON: Sex Ratio: Adaptive Response to Population Fluctuations in Pandalid Shrimp. SCIENCE, 1978, **200**, p.204-206.
- 9) 千葉晋: ホッコクアカエビにみられる環境に応じた性転換-産業有用種の生活史変異と漁業の関係-. うみうし通信, 2002, **36**, p.4-5.
- 10) 中嶋康裕: 甲殻類の性転換-ムラサキヤドリエビを中心に. 魚類の性転換, 東海大学出版会, 1987, p.221-248.

Miniaturization of Ovigerous Female Pink Shrimp *Pandalus eous*

off Kanazawa, Ishikawa

Hiromi Shiraishi

Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center

Pink shrimp *Pandalus eous* is an important species and the catch in Ishikawa prefecture reaches 700 tons each year. The survey of the young shrimp resources by Ishikawa prefecture fisheries research center revealed that brooding females, including those caught by commercial Danish seiners, have been miniaturized since 2013, when the year class of 2010, the dominant year class, matured as male. The shrimps of the family Pandalidae are protandrous hermaphrodites and the age of sex transition of some of these shrimps reportedly fluctuates under the influence of sex ratio in the population. The result confirmed that both the miniaturization of the brooding female and the maturation of the male dominant year class occurred simultaneously. Based on the above, we concluded that the brooding female is caused by the lowering of the age of sex transition and spawning in order to increase the female ratio in the population and improve the reproduction efficiency.