

日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの海深別の分布と移動

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	貞方, 勉
巻/号	66巻6号
掲載ページ	p. 969-976
発行年月	2000年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



日本海能登半島近海産ホッコアカエビの海深別の分布と移動

貞方 勉

(1999年5月21日受付, 2000年6月19日受理)

On the Vertical Distribution and Migration of Northern Shrimp *Pandalus eous* in the Waters off Noto Peninsula, the Sea of Japan*¹Tsutomu Sadakata*²

The vertical distribution and migration of the Northern Shrimp were analyzed by samples caught in different depths throughout a year. This paper clarified the life history of the Northern Shrimp together with preceding papers. The results obtained were as follows. The young shrimp move to deep bottom with growth after settling by way of larval stage. The shrimp mate mainly between males aged 3, 4 and 5 years old and females aged 6, 8 and 10 years old, and spawn eggs in March and April. The spawning area lies around 400-600 m in depth. The ovigerous shrimp gradually move to the depth of 200-300 m, and larvae hatch in January and February after an ovigerous period of about 10 months.

キーワード：ホッコアカエビ, 日本海, 深淺移動

日本海能登半島近海におけるホッコアカエビ *Pandalus eous* の性転換と成長および繁殖生態を前報^{1,2)}で検討した。その結果、本種は成長が従来考えられていたよりも遅く寿命が長いこと、抱卵期間は約10ヶ月で隔年産卵をおこなうことが明らかとなった。これらは水温の低い海域に生息・分布する群に共通する特徴である。さらに、産卵期と幼生ふ出期には他海域産とは異なる特徴を見出すことができ、いずれも日本海固有水³⁾の影響を受けたものであることがわかった。本種の分布と移動に関しては、深淺移動をおこなうことが示されているものの、³⁾年齢、繁殖生態および生息環境との関係は詳しく検討されていない。そこで本報では、本種の着底以降の海深別の分布と移動を検討し、これまでに得られた知見を基に能登半島近海における生活史を明らかにする。さらに、他海域産の本種、および本種と形態的に類似し、最近まで同一種に扱われていた北大西洋産 *P. borealis*¹⁾ との比較を通して、日本海における本種の生活史上の特徴を明らかにする。

試料と方法

ホッコアカエビの着底以降の分布と移動を明らかに

するため、能登半島近海において試験船禄剛丸(総トン数32.25)を用い、1986年から1992年の4~10月において、ソリ付桁網(間口3.0m×1.5m, 網目内径:26mm)による海深別の標本の採集を行った。調査を行った海深は原則として200, 250, 300, 350, 400, 500mであり、これらの海深において延べ177回の曳網を行った。曳網時間は30分間で、曳網速度は約1ノットであった。また、産卵期²⁾と幼生ふ出期²⁾における分布を明らかにするため、試験船白山丸(総トン数189.52)を用い、1990年3月と1988年1月において、かけ廻し及びき網(網目内径:36mm)による海深別の標本の採集を行った。調査を行った海深は200, 280, 300, 350, 400, 500, 600mであり、これらの海深において延べ16回の曳網を行った。曳網時間は約1時間で、曳網速度は1~2ノットであった。これらの調査は日中に行われた。曳網の都度、ナンゼン転倒採水器による採水を行い、底層の水温と塩分を測定した。

これらの調査で得られた標本を凍結または10%ホルマリン海水で固定した状態で研究室に持ち帰り、眼窩後縁から背甲末端までの距離(頭胸甲長:CL)をノギスで0.1mm単位まで計測し、卵巣の発達、抱卵の有無、

*¹ 日本海能登半島近海産ホッコアカエビの資源管理技術に関する研究—Ⅲ (Studies on the Fishery Management of Northern Shrimp *Pandalus eous* in the Waters off Noto Peninsula, the Sea of Japan—III).

*² 石川県水産課 (Fisheries Section, Ishikawa Prefectural Office, Kanazawa, Ishikawa 920-8580, Japan).

*³ 日本海ホッコアカエビ研究チーム:ホッコアカエビの生態と資源管理に関する研究 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, 1991, pp. 1-120.

発眼卵の出現状況、腹肢の繊毛の有無²⁾、性別¹⁾を調べた。本種は、卵巣が発達した結果、外部から背甲直下に緑色に発達した卵巣が観察でき、これを内卵保有個体と定義する。得られた標本は雄個体、内卵保有個体、発眼卵を持つ抱卵個体、発眼卵を持たない抱卵個体および幼生ふ出済み個体に分けて、田中の方法⁴⁾によって得られた本種の成長式¹⁾を用い、海深別の頭胸甲長組成を年齢群に分離した。

さらに、能登半島近海で操業する底びき網漁船8隻と籠網漁船3隻の標本漁船を対象として1990年1~12月の緯度経度5分目目の本種の漁獲量を調べた。また、同じ底びき網標本漁船によって1992年1~12月の海深別の操業回数、本種の銘柄別(小, 大中, 抱卵)漁獲量を調べた。ここで、籠網漁業の操業区域は概ね海深400m以浅、漁期は1月6日から8月25日までに制限されている。ただ、解禁後5月にはほぼ操業を切り揚げしている。底びき網漁業では7, 8月の禁漁期間を除いてホッコクアカエビに対する操業上の規制はないが、ズワイガニ漁が解禁中(11月6日から3月20日まで)はホッコクアカエビよりも分布海深が浅いズワイガニを主対象にした操業が行われる。

結 果

試験船調査 1986年から1992年の4~10月に試験船のソリ付桁網によって海深別に採集した総計7,702個体を、0, 1, 2歳および3歳以上の年齢群に分けて、海深別の年齢割合をFig. 1に示した。ここで、3歳以上の年齢群は、採集個体数が充分ではなかったため一つにまとめた。さらに、0歳の月別・海深別の採集個体数をFig. 2に示した。ホッコクアカエビは海深200mで全く採集されず、海深250mで僅かに1歳が1個体採集されただけであった。海深300m以深の採集個体数は急激に増加し、1歳は海深300~400mに多く、2歳と3歳以上は海深400mを中心とした350~500mに多く分布した。このように、海深300~500mの海域では深くなるほど1歳の出現割合が減少し、2歳および3歳以上の出現割合が増加した。0歳は海深300~400mで計12個体が採集された。調査を通して最も小型な個体の採集は、1987年8月の海深350mでCL5.0mmが1個体、1990年7月の海深300mでCL5.9mmが1個体などであった。

次に、産卵期の1990年3月に試験船の底びき網によって海深別に採集された総計937個体を、雄、内卵保有、発眼卵を持つ抱卵、発眼卵を持たない抱卵および幼生ふ出済み個体に分けて年齢別にFig. 3に示した。これから、雄個体のうち2歳は海深300, 350m、3歳は海深300~500m、4歳は海深300~600m、5歳は海深

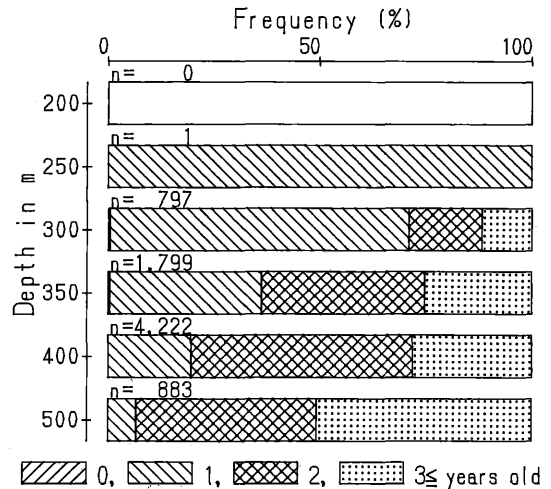


Fig. 1. Estimated age compositions in percentage of the Northern Shrimp caught in each depth with a sledge net of the research vessel, Rokko maru, from April to October between 1986 and 1992.

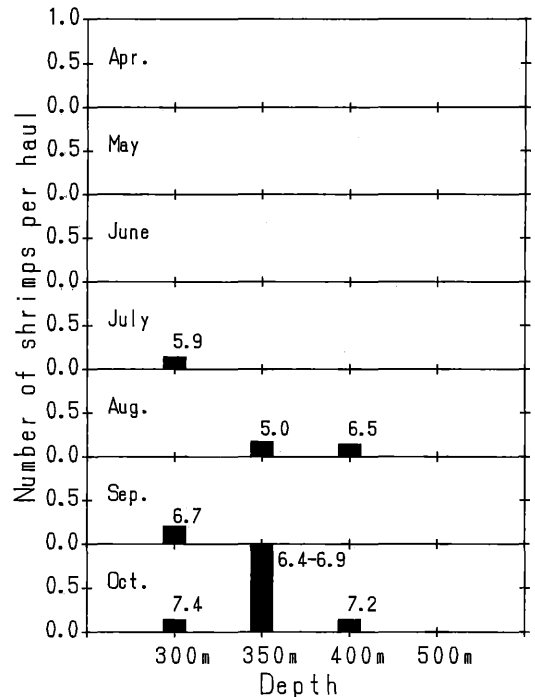


Fig. 2. Monthly changes of individuals at 0 year old caught in each depth with a sledge net of the research vessel, Rokko maru, during 1986 and 1992.

Numbers: range of carapace length in mm.

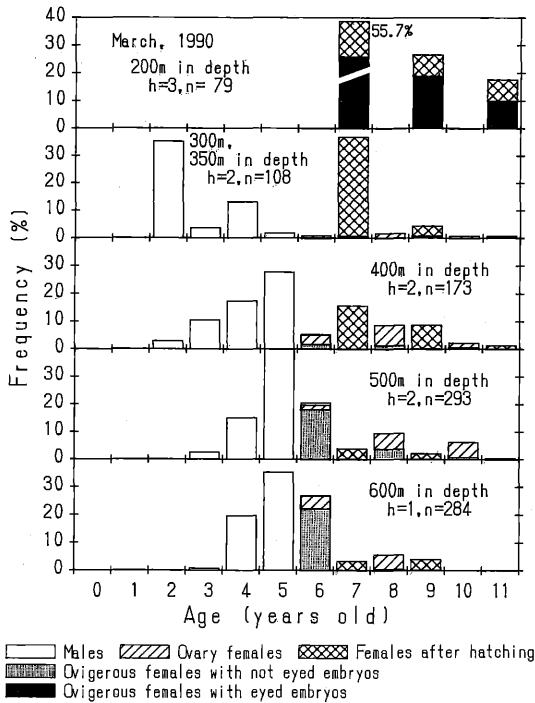


Fig. 3. Estimated age compositions in percentage of the Northern Shrimp by depth in March, 1990.
h: number of hauls by Danish seine, n: number of shrimps caught.

400~600 m で多く採集された。内卵保有個体は海深 400~600 m で多く採集された。抱卵個体は各海深帯で採集されたが、幼生ふ出直前で発眼卵を持つ抱卵個体が海深 200~350 m, 産卵直後で発眼卵を持たない抱卵個体が海深 400~600 m で採集され、両者の分布海深は明瞭に分離していた。なお、幼生ふ出済み個体が各海深帯で採集された。

次に、幼生ふ出期の 1988 年 1 月に試験船の底びき網によって海深別に採集された総計 2,118 個体を、雄、内卵保有、抱卵個体に分けて年齢別に Fig. 4 に示した。これから、雄個体のうち 2 歳は海深 400 m を中心、3 歳は海深 400 m を中心とした 350~600 m, 4 歳以降は海深 400~600 m で多く採集された。なお、性転換が通常より 1 歳遅い 6 歳の雄¹⁾が海深 500, 600 m で採集された。内卵保有個体は海深 400~600 m で多く採集され、前述の産卵期の分布海深とも一致した。抱卵個体は海深 200, 280, 300 m で多く採集され、いずれも発眼卵を持っており、幼生ふ出直前であった。海深 400, 500, 600 m で抱卵個体は採集されなかった。

ここで、1986 年から 1992 年に試験船のソリ付桁網

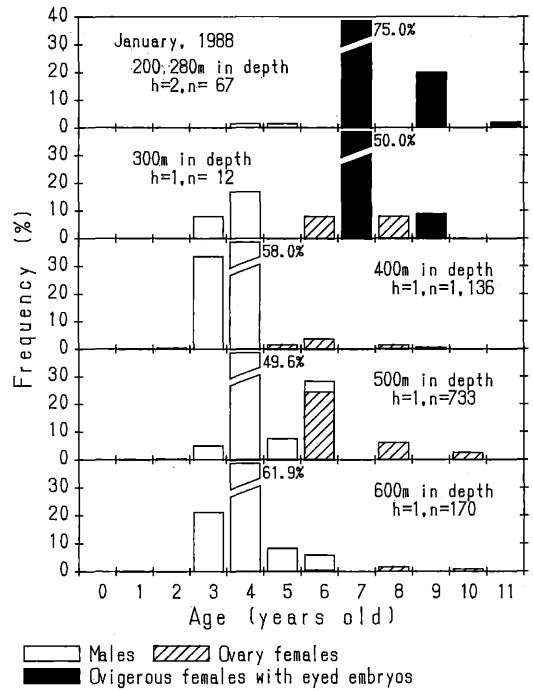


Fig. 4. Estimated age compositions in percentage of the Northern Shrimp by depth in January, 1988.
h: number of hauls by Danish seine, n: number of shrimps caught.

によって採集した標本を用い、4~10 月の内卵保有個体と抱卵個体の月別・海深別の採集個体数を示した (Fig. 5)。これから、内卵保有個体は海深 350~500 m に常に分布するのに対して、抱卵個体は 4~7 月に海深 400~500 m, 8~9 月に海深 300~500 m, 10 月に海深 300~350 m に多く分布した。このように、内卵個体の分布海深には明瞭な季節変化がみられないが、抱卵個体の分布海深は 8~10 月にかけて浅くなる傾向が観察された。

試験船の曳網調査の際に観測した底層の水温と塩分の平均と標準偏差を Table 1 に示した。これから、本種が着底以降に分布する海深 300 m 以深の水温はほぼ 1°C 以下であった。ただ、本種が幼生ふ出期に一時的に分布する海深 200~300 m の水温は最高で 4°C 台に達した。一方、本種が分布する海域の塩分は、いずれもほぼ 34.0 台で周年にわたって極めて安定していた。

標本漁船調査 1990 年の籠網と底びき網漁業の緯度経度 5 分目毎の漁獲量を Fig. 6 に示した。これによると、本種は海深 500 m 前後で底びき網、海深 200~300 m で籠網と底びき網による漁獲量が多い。さらに、1992 年の底びき網漁業の海深 10 m 毎の操業回数を

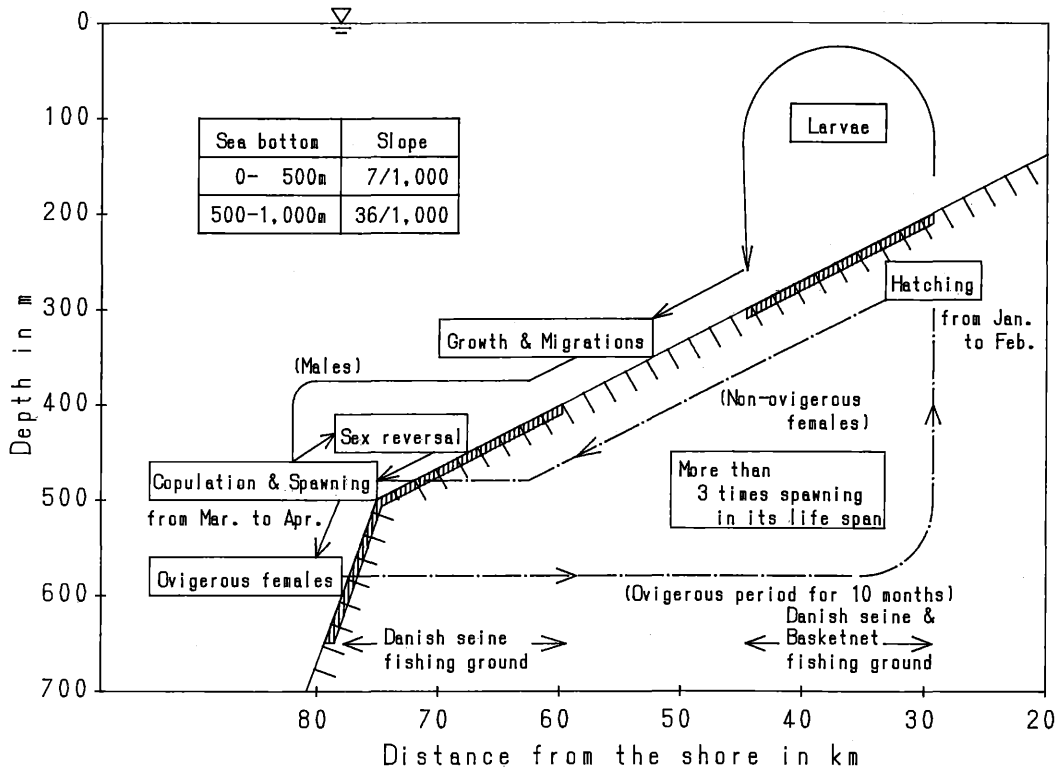


Fig. 9. Schema of the life history of the Northern Shrimp in the waters off Noto Peninsula, the Sea of Japan.

個体が各海深帯に分布したこと (Fig. 3), 1月に幼生ふ出前の抱卵個体が海深 200~300 m に分布したこと (Fig. 4), 幼生ふ出の盛期は 1月下旬から 2月上旬にあることから,²⁾ 幼生ふ出後の個体は海深の深い方へすみやかに移動し, 卵巣の発達によって再び産卵と幼生ふ出を繰り返すと考えられる。これらの結果, 交尾・産卵海域には 3, 4, 5 歳の雄および 6, 8, 10 歳の雌, 幼生ふ出海域には 7, 9, 11 歳の雌が多く分布した。

ここで明らかにされた能登半島近海におけるホッコクアエビの生活史から, 標本漁船調査の結果は次のように解釈される。冬漁期に海深 100~250 m で漁獲された個体のほとんどは幼生ふ出のために浅いところに移動してきた雌である。また, 春漁期に海深 400~700 m および秋漁期に海深 350~600 m で漁獲された大中銘柄個体の多くは, 高年齢の雄, 雄から性転換した雌および冬に幼生ふ出を終えて再び深所に戻ってきた雌で, 抱卵個体は前の冬には産卵しなかった雌である。冬漁期に海深 350~600 m において雄や内卵保有雌を含むと思われる小や大中銘柄個体の漁獲が少ないのは, その海域における操業自体が少なかったためである。このように, 能登半島近海では, 冬漁期において幼生ふ出直前の抱卵個体を, 春および秋漁期において雄個体, 当年に産卵して抱

卵した雌個体および翌年に産卵する内卵保有雌個体を主に漁獲している。

以上のように, 本種の生活史は深淺移動に大きな特徴があり, 本種の能登半島近海における移動は水平距離にして約 40 km, 鉛直距離にして約 300 m に達する。このような明瞭な深淺移動は, 0~3 歳の小型エビが多く分布する海深 300~400 m の操業を避ければ, 網目の拡大に匹敵する効果が得られることを示唆しており, 本種の資源管理を進めていくうえで重要な点である。

次に, 能登半島近海の本種の分布と移動に関する生活史上の特徴を, 他海域と比較してみる。まず本種の日本海における分布海深は (Table 2), 中央部から西部に至る広範囲を調べた例では主に 200~550 m,⁷⁾ 石狩湾で 500 m,⁸⁾ 留萌沖で 300~340 m,⁹⁾ 本州の日本海中部沿岸海域で 500 m 前後,¹³⁾ 大和堆で 370 m 前後 (貞方, 未発表) であり, 日本海では海深 300 m から 500 m 前後までの大陸棚斜面あるいは堆積物を主な生息場としている。本邦周辺以外の海域では, 主な分布海深が西カムチャッカ沖で 200~300 m,¹⁰⁾ ベーリング海で 85~100 m, アラスカ湾西部で 95~145 m,¹²⁾ カナダのプリティッシュ・コロンビアで 65~234 m,¹³⁾ である。北大西洋産の *P. borealis* の分布海深は (Table 3), 南ノルウェー

Table 2. Environmental factors of the Northern Shrimp

Location/Distribution		Depth(m) Main or Range	Water temp.(°C) Main or Range	Water salinity(PSU) Main or Range	References
Sea of Japan	Sea of Japan	200-550 (195-945)	—	—	Itoh ⁷⁾
	Ishikari Bay	500	0.4-0.5 (0.3-5.0)	—	Kojima <i>et al.</i> ⁸⁾
	Off Rumoi	300-340	—	—	Yorita ⁹⁾
	Off Fukui-Yamagata Pref.	500	—	—	Study Group by Ishikawa Pref. <i>et al.</i> ^{*3}
	Yamato Bank	370	—	—	Sadakata (unpublished)
	Off Noto Peninsula	200-700	<1.0 (<4.0)	34.0	Present work
Sea of Okhotsk	West of Kamchatka Peninsula	200-300	0.1-2.1	33.0-33.5	Kitano and Yorita ¹⁰⁾
Bering Sea	N57~59°, W170~172°	—	1.04-4.84	—	Kubo and Iida ¹¹⁾
	Plibilof Island	85-100	2	—	Ivanov ¹²⁾
North Pacific Ocean	Western Gulf of Alaska	85-145	4-5	32.29	Ivanov ¹²⁾
	British Columbia, Canada	65-234	8	—	Butler ¹³⁾

Table 3. Environmental factors of *P. borealis*

Location/Distribution		Depth(m) Main or Range	Water temp.(°C) Main or Range	Water salinity(PSU) Main or Range	References
Oslo Fjord, Norway		80-100	6.28-7.86	33.15-33.60	Rasmussen ¹⁴⁾
Skagerak Area, Norway		80-100	—	34.5	Rasmussen ¹⁴⁾
Mist Fjord, Norway		—	3.4-4.26	—	Rasmussen ¹⁴⁾
Ofoten Fjord, Norway		—	—	34.7	Rasmussen ¹⁴⁾
Spitsbergen, Norway		150-331	0-3	—	Rasmussen ¹⁴⁾
West Greenland Waters		300-400	1>	—	Horsted and Smidt ¹⁵⁾
Northumberland, U.K.		—	6-11.1(8.5)	—	Allen ¹⁶⁾
Gulf of Maine, Canada		—	1.7-9.4(5)	—	Haynes and Wigley ¹⁷⁾
Fladen Ground, North Sea		121-170	—	—	Poulsen ¹⁸⁾

のオスロ・フィヨルド, スカゲラック海域で80~100 m, スピッツベルゲンで150~331 m,¹⁴⁾ 西グリーンランド海域で300~400 m,¹⁵⁾ 北海のフラーデン漁場で121~170 m¹⁸⁾である。これらのなかで, 本種が分布する日本海の高深は, 両種を通して最も深い。

本種が主に分布する海域の水温は, 日本海では幼生ふ出期を除いて1°C以下, ベーリング海で1.04~4.84°C,¹¹⁾ 西カムチャッカ沖で0.1~2.1°C,¹⁰⁾ カナダのブリティッシュ・コロンビアで約8°C,¹³⁾ ベーリング海で約2°C, アラスカ湾西部で4~5°C¹²⁾である (Table 2)。北大西洋産の*P. borealis*が分布する海域の水温は, 南ノルウェーのオスロ・フィヨルドで6.28~7.86°C, マイスト・フィヨルドで3.4~4.26°C, スピッツベルゲン

で0~3°C,¹⁴⁾ 西グリーンランド海域で1°C以下,¹⁵⁾ 北海のノースアンバーランドで6~11.1°C (平均8.5°C),¹⁶⁾ カナダのメイン湾で1.7~9.4°C (平均5°C)¹⁷⁾である (Table 3)。これらのなかで, 日本海は*P. eous*と*P. borealis*の分布海域の中で最も南に位置する一方, その水温は, 両種の分布海域の水温の中では最も低い。

また, 本種が分布する海域の塩分は, 日本海では34.0前後, 西カムチャッカ沖で33.0~33.5,¹⁰⁾ アラスカ湾西部で32.29¹²⁾である (Table 2)。北大西洋産の*P. borealis*が分布する海域の塩分は, 南ノルウェーのオスロ・フィヨルドで33.15~33.60, スカゲラック海域で34.5, オフォーチュン・フィヨルドで34.7¹⁴⁾である (Table 3)。これらのなかで, 日本海の高深は, 北太平

洋の本種の分布海域の中では最も高い。

本種は、高緯度、低水温、低塩分を主な生息場としていた特徴がある。一方、日本海は、他の生息海域に比較して最も低緯度、低水温、高塩分である。日本海が本種の分布する他海域より低水温、高塩分であることは、日本海における本種の成長¹⁾や繁殖生態²⁾が他海域産のものとは異なる要因になっていると考えられる。なお、幼生ふ出期に抱卵個体が高温(4℃台)の浅所(海深200~300 m)に移動する理由の解明については、今後の課題である。

本種の回遊について、Ivanov¹²⁾はベーリング海のプリピロフ水域で55~74 kmの水平移動を示した。北大西洋産の*P. borealis*について、Horsted and Smidt¹⁵⁾は西グリーンランド海域でフィヨルド地形内と外海との出入りを示した。いずれも冷水を回避するための移動とされている。また、Poulsen¹⁸⁾は北海で反時計回りの回遊を示した。これによると、南ノルウェーのスカゲラック海域でふ出した幼生は、表層流に乗って北へ輸送された後に親エビとして回帰する。ここでの水平的な移動は大規模であるものの、海深の差は100~200 mの範囲である。成長や繁殖にともなう移動は、*P. borealis*についてノルウェー海域¹⁴⁾、西グリーンランド海域¹⁵⁾、カナダのメイン湾¹⁷⁾でも認められている。しかし、日本海能登半島近海での本種のように、産卵海域と幼生ふ出海域が隔たった大規模でしかも明瞭な深淺移動は少ない。能登半島近海における本種の大規模な移動は、本種が主に分布する海深300 m以深の水温と塩分が極めて安定していることと(Table 1)、同海域のなだらかな海底地形(海深500 mまでの海底勾配が約7/1,000)が影響していると考えられる。ところでIvanov¹²⁾は、海底地形のなだらかなところでは、分布と移動が海況の影響を受け易いことを示した。しかし、本種が生息場としている日本海の水温と塩分は極めて安定しており³⁾、能登半島近海における底びき網と籠網漁業の主漁場の形成位置にもほとんど経年的な変化はみられない(貞方、未発表)。したがって、能登半島近海では、本種の分布と移動に関する海況要因は小さいものと判断される。

北太平洋産*P. eous*と北大西洋産*P. borealis*は共通の祖先を持つ種とみなされており¹⁹⁾、両種は北極海を経由して北太平洋と北大西洋に分かれて進化し、それぞれ低水温と低塩分の環境に適応することで生態的に多くの類似点を持つ生活型を獲得したと考えられる。日本海に生息・分布する本種は、緯度的には世界で最も南に位置するが、日本海固有水³⁾の影響で、成長が遅く寿命が長いばかりでなく、分布海深が深いことと顕著な深淺移動をおこなうことでも特異的な生態を見出せる。

謝 辞

本報を取りまとめるに当たり、指導と校閲を頂いた東京水産大学教授北原 武博士に衷心より感謝の意を表します。試験船調査では石川県水産総合センターの白山丸白田光司船長、塚剛丸谷 保元船長ほか乗組員各位に協力を頂いた。また、査読者の方々には本稿に対して貴重な助言を頂いた。これらの方々には感謝の意を表します。

文 献

- 1) 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, **65**, 1010-1022 (1999).
- 2) 貞方 勉：日本海能登半島近海産ホッコクアカエビの繁殖生態。日水誌, **66**, 18-24 (2000).
- 3) 宇田道隆：日本海及び其の隣接海区の海況。水産試験場報告, **5**, 57-190 (1934).
- 4) 田中昌一：Polymodalな度数分布の一つの取扱方法及びそのキタイ体長組成解析への応用。東海水研研報, **14**, 1-13 (1956).
- 5) 倉田 博：北海道産十脚甲殻類の幼生期。北水研研報, **28**, 23-34 (1964).
- 6) 小笠原義光：エビの生態, 「日本のエビ・世界のエビ」(東京水産大学第9回公開講座編集委員会編), 成山堂書店, 東京, 1988, pp. 28-71.
- 7) 伊東 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, **27**, 75-89 (1976).
- 8) 小島伊織, 依田 孝, 上野達治：石狩湾沖のエビの漁場と生態。北海道立水産試験場報告, **11**, 30-40 (1969).
- 9) 依田 孝：留萌沖のエビ漁業とその資源 第2報。ホッコクアカエビの生活に関する2, 3の知見, 北水試月報, **41**, 119-132 (1984).
- 10) 北野 裕, 依田 孝：西カムチャッカ沖のホッコクアカエビ資源とその開発過程。北水研研報, **43**, 1-20 (1978).
- 11) 久保伊津男, 飯田裕士：ベーリング海のエビ資源。甲殻類の研究, **2**, 19-26 (1965).
- 12) B. G. Ivanov: Biology of the northern shrimp (*Pandalus borealis* Kr.) in the Gulf of Alaska and the Bering sea. *Tr VNIRO*, **65**, 392-416 (1969).
- 13) T. H. Butler: Growth, reproduction, and distribution of Pandalid shrimps in British Columbia. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **21**, 1403-1452 (1964).
- 14) B. Rasmussen: On the geographical variation in growth and sexual development of the deep sea prawn (*Pandalus borealis* Kr.). *Rep. Norwegian Fish. Mar. Invest.*, **10**, 1-160 (1953).
- 15) S. A. Horsted and E. Smidt: The deep sea prawn (*Pandalus borealis* Kr.) in Greenland waters. *Medd. Dan. Fisk. Havunders.*, **N.S.**, **1**(11), 1-118 (1956).
- 16) J. A. Allen: On the biology of *Pandalus borealis* KROYER, with reference to a population off the Northumberland coast. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **38**, 189-220 (1959).
- 17) E. B. Haynes and R. L. Wigley: Biology of the northern shrimp, *Pandalus borealis*, in the Gulf of Maine. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **98**, 60-76 (1969).
- 18) E. M. Poulsen: On the deep sea prawn in the North Sea-Skagerrak. *Medd. Dan. Fisk. Havunders.*, **N.S.**, **7**, 1-22 (1970).
- 19) H. J. Squires: Recognition of *Pandalus eous* MAKAROV, 1935, as a Pacific species not a variety of the Atlantic *Pandalus borealis* KROYER, 1838 (Decapoda, Caridae). *Crustaceana*, **63**, 257-262 (1992).