

(8) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業

ア 海底作濡技術の開発

手賀 太郎・前川 龍之介・家接 直人

1 目的

福井県沖のズワイガニ漁場は、水深 200～350m が主に利用されているが、カニは一様に分布しているわけではなく、分布密度の高い海域、いわゆる好漁場が存在する。これまでに好漁場と言われる海域を調査したところ、海図に記載されていない数m～数十m規模の谷（溝）や尾根が共通して存在していることが明らかとなったことから、これら好漁場を形成する微小地形を人為的に作り出す作濡技術を開発し、漁場生産力を向上させることを目的とした。

2 方法

令和 3 年度の試験作濡実施地点を図 1 に示す。また、調査地点の詳細と作濡方法を表 1 および図 2 に示す。水中での挙動を把握するため、作濡機に JFE アドバンテック製の小型メモリ水温・深度計 COMPACT-TD（以下、水深計という）を装着して曳航し、作濡機を曳航する際に海底との間より把注力が生じるため、強化シャックル、強化スイベル（荷重力 5 t）、および安全ロープを使用した。また、作濡後の海底の状況を曳航式水中ビデオカメラ（写真 1）で撮影し確認した。

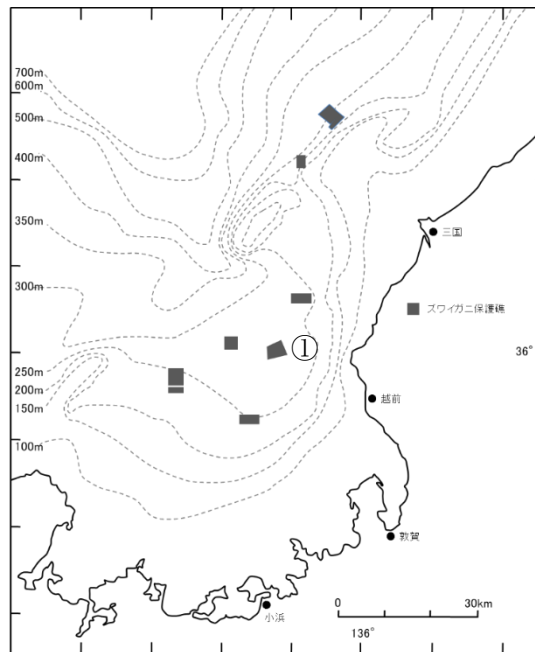


図 1 試験作濡海域

表 1 調査地点の詳細と作漕方法

実施日	調査地点	海域（水深・底質）	作漕開始		作漕終了		漁船	作漕機/耕運機	曳航方法
6月9日	①	越前町沖 (242～252m・泥)	35° 59.589′	135° 52.099′	36° 03.789′	135° 53.066′	A丸	錨型作漕機2号 で作漕	底曳漁船(14t、610kW)により ロープ長(エースロープ、Φ 54mm)を1,000mとし、約2ノット で片道2マイル曳航
			36° 02.624′	135° 52.983′	35° 58.118′	135° 52.879′			
			35° 58.743′	135° 52.745′	36° 02.441′	135° 52.751′			
			35° 59.145′	135° 52.568′	36° 03.580′	135° 52.463′			
6月10日			36° 02.859′	135° 52.316′	35° 58.556′	135° 52.306′			
			35° 59.198′	135° 52.172′	36° 02.658′	135° 52.033′			
			35° 59.253′	135° 51.949′	36° 03.521′	135° 52.039′			
6月11日			36° 02.694′	135° 52.170′	35° 58.640′	135° 52.185′			
			35° 59.502′	135° 52.325′	36° 03.396′	135° 52.322′			
			36° 00.126′	135° 51.229′	36° 03.571′	135° 50.786′	B丸		底曳漁船(14t、610kW)により ロープ長(エースロープ、Φ 54mm)を1,000mとし、約2ノット で片道2マイル曳航
6月11日			35° 02.135′	135° 50.982′	35° 58.613′	135° 50.473′			
			36° 00.627′	135° 50.552′	36° 02.330′	135° 50.769′			

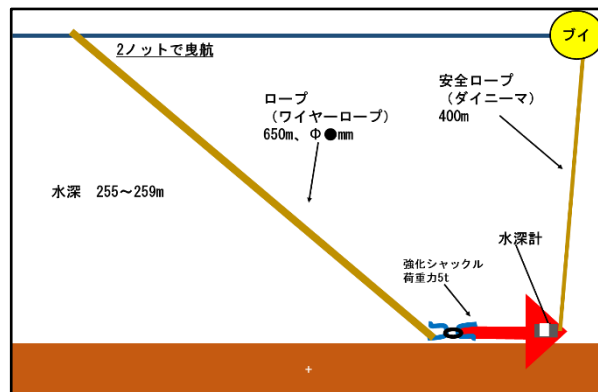


図2 各調査地点における曳航方法（調査地点①）



写真1 曳航式水中ビデオカメラ

3 結果および考察

調査地点①において、底曳網漁船により越前沖で6月9～11日に作濤試験を行った。

作濤機に設置した水深計の推移を図3に示す。水深計データから作濤機は、6月9日の9:50～12:20まで船速が2.5ノット以上だったため海底より浮いていたものの、12:17から低速を維持するトローリングモードを実施した後は着底していたと考えられる。翌6月10日においてもトローリングモードを実施して作濤機を曳航したところ、海底に着底し、船速も2ノットと安定していたため作濤していたものと考えられた。

また、8月19日に実施した曳航式水中ビデオカメラでは写真2のとおり明瞭な作濤跡が確認された。

上記のことから安定して作濤するためには、トローリングモードを使用して船速を2ノットに安定させることが重要である。底曳網漁船によってはトローリングモード機能を有しない船もあるため、その場合でも作濤可能な曳航方法を検討する必要がある。

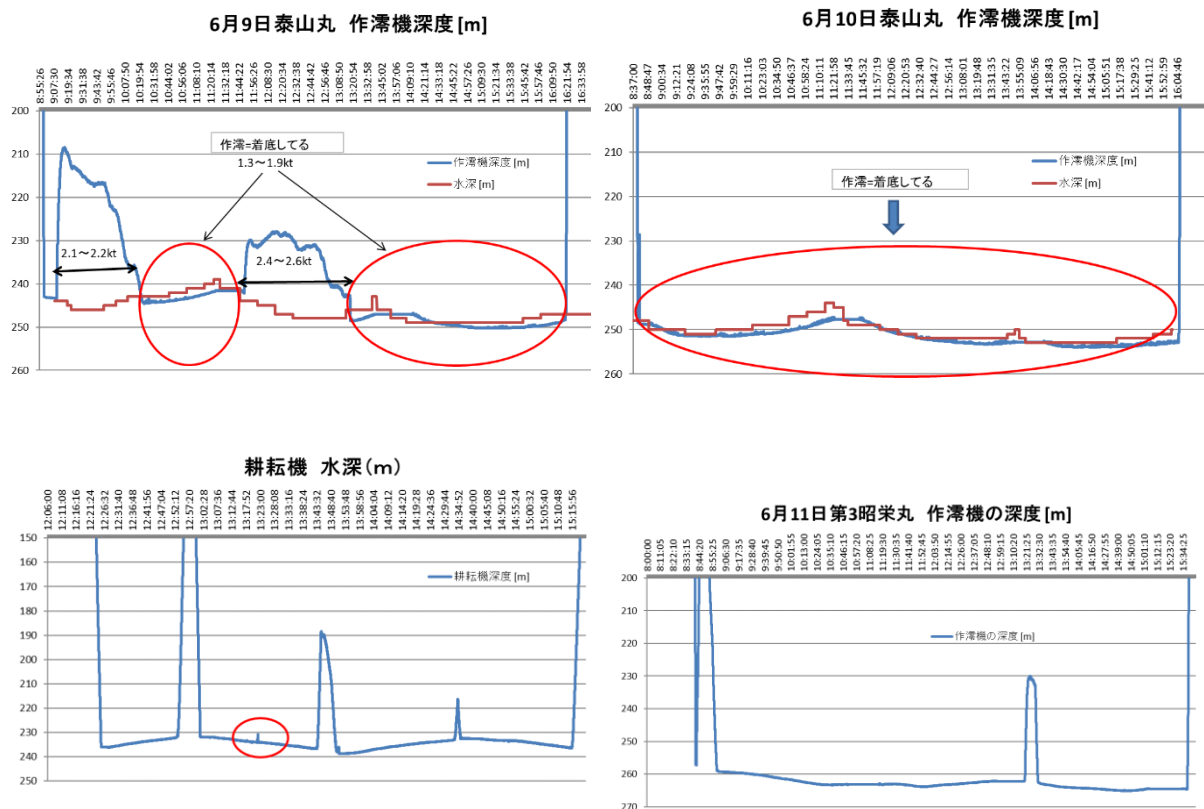


図3 作濤機に装着した水深計の水深 (m)



写真2 作濤跡のズワイガニ

(8) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業

イ 保護礁内海底耕耘技術の開発

手賀 太郎・前川 龍之介・家接 直人

1 目的

本県沖合漁場において、昭和 60 年度から平成 25 年度までズワイガニ保護礁を順次整備し、既に整備から 30 年以上経た保護礁が多数ある。福井県では保護礁内のズワイガニ生息状況等の把握を行ってきた結果、古い保護礁において保護対象である雌ガニ生息個体数の減少が確認され、環境の悪化が懸念されている。底曳網漁場では海底耕耘を実施してきたが、保護礁設置域ではブロックがあるため、これまで実施出来なかった。

そこで、保護礁内の海底環境を改善するため、保護礁内の保護ブロックを回避しながら海底を耕耘する技術開発に取り組むとともに、その効果を調査する。

2 方法

図 1 のとおり耕耘機を試作し、耕耘試験を実施した地点と方法の詳細を図 2 と表 1 に示す。H4 年保護礁は雌ガニの生息個体数が顕著に減少した保護礁であり、東西に二分して耕耘区域と未耕耘区域を設けて調査地点とした。耕耘区域では、漁船によるロープやチェーン等での海底耕耘（調査①）と調査船福井丸による耕耘機での耕耘調査（調査④）を実施した。耕耘調査では、水中での耕耘機の挙動を把握するため JFE アドバンテック製の小型メモリ圧力計 DEF12-D50（以下、「水深計」という）を耕耘機に装着して曳航した。また海底耕耘の効果を把握するために、漁船による耕耘前と耕耘後に、カニ籠調査（調査②および③）をズワイガニ資源状況調査と同様の方法で実施した。

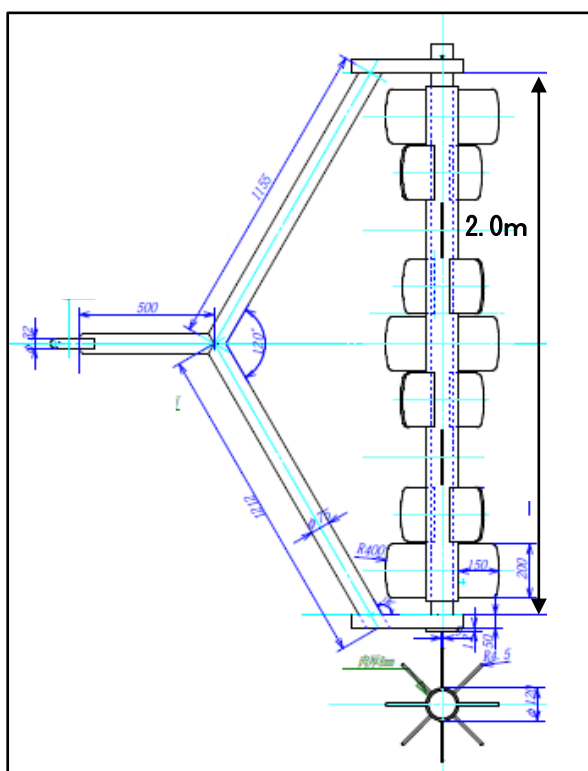


図 1 回転型耕耘機の図面

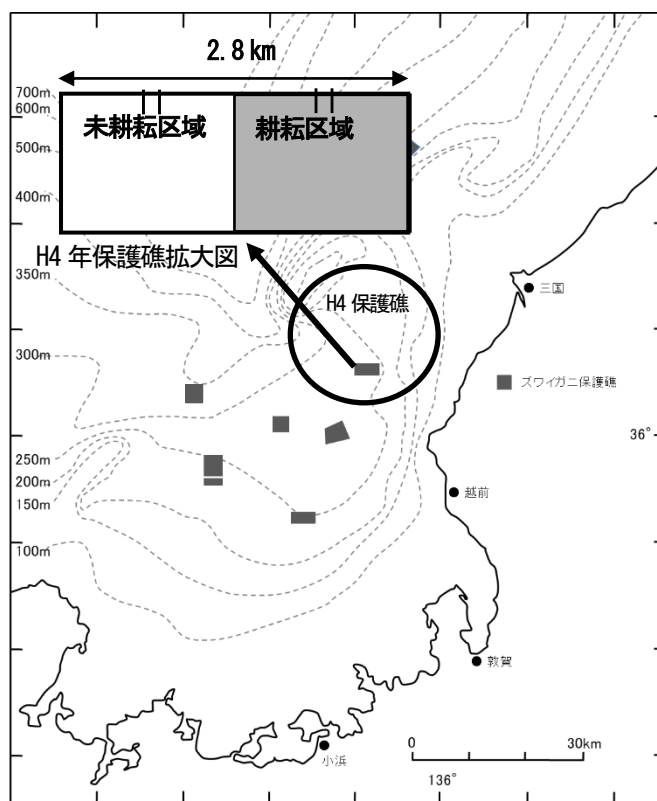


図 2 耕耘試験海域と H4 年保護礁内の設定区域

表 1 調査地点の詳細と耕耘方法

海域（水深・底質）	実施日	調査項目	耕耘機	方法
調査① H4年保護礁内 耕耘区域 (約240m・泥)	6月7日～ 6月9日	漁船による 海底耕耘	底曳用ロープ、 チェーン等 で曳航・耕耘	底曳漁船6隻（13～18トン）によりロープ長1000mと し、約2ノットで保護礁の東域を曳航
調査② H4年保護礁内 耕耘区域 (約240m・泥)	4月26日～ 4月27日	耕耘効果調査	-	耕耘前の保護礁内に20個/1連のカニ簗を設置して採 捕個体数を調べる
調査③ H4年保護礁内 耕耘区域 (約240m・泥)	10月12日～ 10月13日		-	保護礁内の耕耘区域と未耕耘区域のそれぞれに20個 /1連のカニ簗を設置して採捕個体数を調べる
調査④ H4年保護礁内 耕耘区域 (約240m・泥)	3月15日～ 3月16日	調査船による 耕耘調査	耕耘機 で曳航・耕耘	福井丸によりワイヤー長（φ18mm）を900mとし、鉛 ロープ90m、300kgを使用し約1～2ノットで保護礁の 東域を曳航

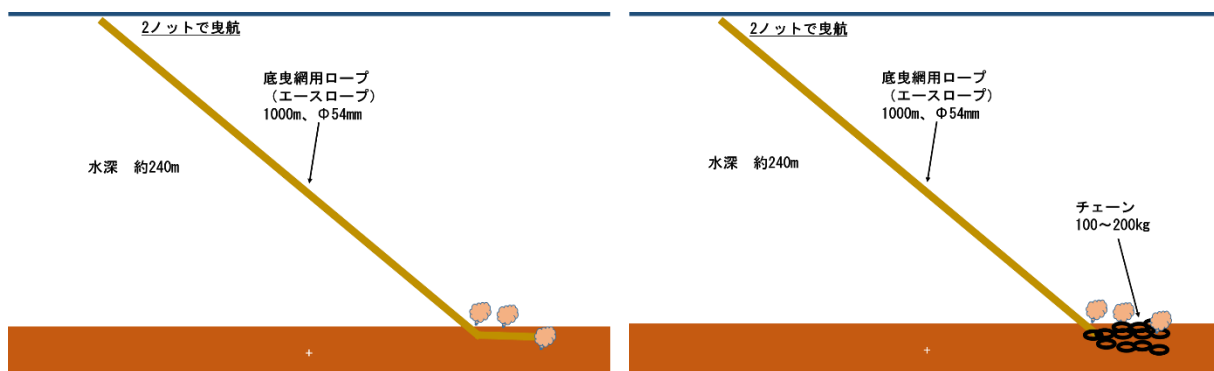


図3 調査①での漁船による海底耕耘の曳航模式図（左：ロープ、右：チェーン）

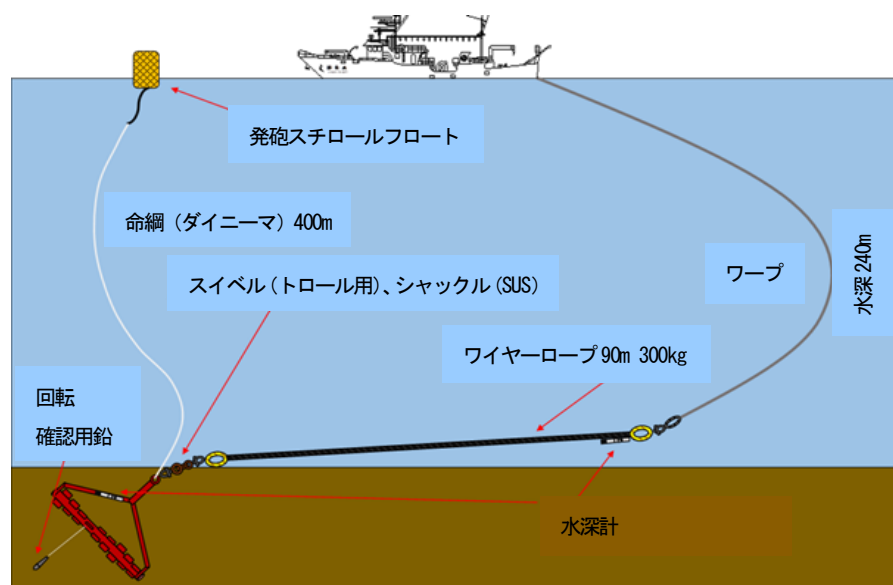


図4 調査④福井丸における海底耕耘機の機装図

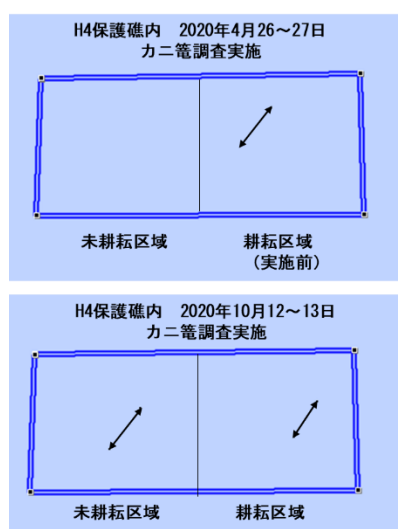


図5 H4 保護礁でのカニ籠調査実施図
矢印はカニ籠設置位置を示す

耕耘調査は、H4 年保護礁内の耕耘区域においては調査船福井丸で図4のとおり耕耘機を機装して実施した。耕耘機は、海底を確実に耕耘出来るように、耕耘部を板状の刃でらせん状構造にした回転型耕耘機である。また、着底させるためにワイヤー入りロープ 90m、300 kg を耕耘機と接続した。

3 結果および考察

H4 年保護礁内の耕耘区域において底曳網漁船 6 隻で底曳用ロープ、もしくはチェーンで海底耕耘を 6 月 7～9 日にかけて実施し、その保護礁内における耕耘前と耕耘後のカニ籠設置位置を図5、結果を表2で示す。

耕耘前である 4 月 27 日では合計 19 尾採捕されたことに対し、耕耘後の 10 月 13 日の耕耘区域、未耕耘区域は合計でそれぞれ 36 尾、61 尾と採捕数が増加した。これは 4 月 27 日の海底水温が平均 4.61℃に対し、10 月 13 日の海底水温が耕耘区域と未耕耘区域でそれぞれ 2.99℃、2.21℃と水温が下がっており、ズワイガニの好適水温¹⁾である 0℃～2℃に近い 10 月 13 日は生息数が増加したと考えられた。

また、耕耘区域と未耕耘区域での採捕個体数はそれぞれ 36 個体と 61 個体であり、未耕耘区域でより多くのカニが採捕された。調査時の海底の平均水温は、耕耘区域の海底水温が未耕耘域に比べ 2.99℃と若干高かった程度であり、水温差はほとんどないことから水温が採捕個体数に影響したとは考えにくい。

引き続き効果調査を継続してデータを集め、中長期的に効果を明らかにする必要がある。

表2 調査地点③における耕耘効果を探るための罎調査実施結果

調査年月日	地点	採捕個体数			水深 m	投罎時 水温℃	揚罎時 水温℃	平均水温 ℃
		オス	メス	合計				
4月26～27日	耕耘前	15	4	19	241～244	3.40	4.99	4.61
10月12～13日	耕耘区域	9	27	36	234～240	2.93	2.66	2.99
10月12～13日	未耕耘区域	12	49	61	244～248	2.45	1.86	2.21

海底に着底後の可否について、曳航時における水深計深度と曳航場所の水深および耕耘機に装着した鉛付きロープ（回転確認用鉛）の絡む様子から判断した。すなわち水深計深度が曳航場所の水深と同程度の値を示した区間は耕耘機が海底に着底・耕耘していると推定し、一方、水深計深度が明らかに水深より浅い値を示した区間は、耕耘機が海底より浮いていると推定した。耕耘機の曳航中の挙動を図7に示す。曳航海域の水深は235～243mであり、曳航中に3度着底していたことが示唆された。曳航中に2回曳航方向を折り返すため、ワイヤーを巻き戻した際は、明らかに離底していること、また折り返し後は着底していた。また、図8のように曳航後に耕耘機を船上に回収した際の耕耘部に鉛ロープが絡まっていたため、耕耘部は回転していることが確認された。

以上、耕耘機に装着した水深計深度と鉛付きロープの状況から、耕耘機は海底に着底し、なおかつ耕耘部を回転させながら耕耘していたものと考えられる。

なお、コンクリートブロックが設置されている保護礁内で海底耕耘したものの、ブロックに接触する等はなかった。

今回、調査船では海底を耕耘出来たと考えられるが、実際に耕耘後の海底の様子をまだ把握していないため、耕耘後の海底の状況をビデオカメラ等で確認する必要がある。また、調査船と底曳網漁船では船の構造が違い、推進力（馬力）が漁船は強いと考えられるため、来年度漁船に技術移転する際は船速を抑えることが重要になると考えられた。



図6 耕耘機の外観（左：前方から撮影、右：耕耘部を撮影）

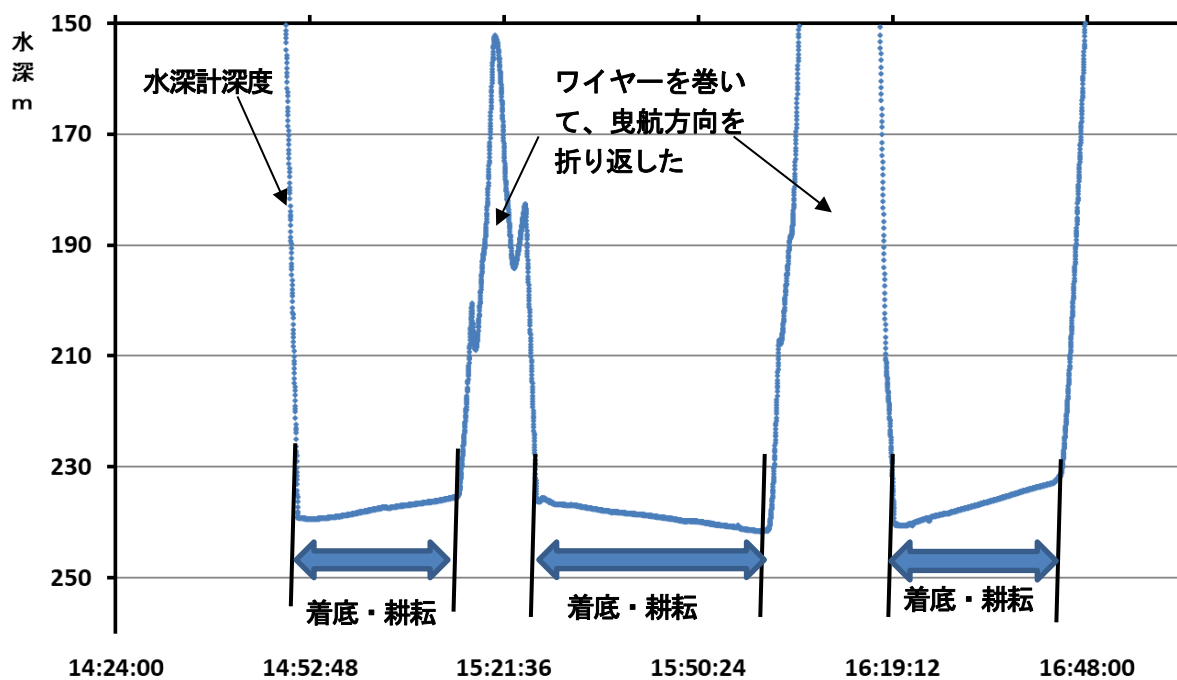


図7 曳航時における耕耘機に装着した水深計の深度推移 (3月15日実施)



図8 引き揚げた耕耘機の耕耘部に絡みつく鉛付きロープ

4 文献

- 1) 福井県水産試験場(1998)：続”越前がに”の世界 その生活史と生態. 福井県 p30
- 2) 手賀太郎・瀬戸久武・元林裕仁 (2020)：ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業Ⅱ 保護礁内海底耕耘技術の開発. 福井県水産試験場報告 令和元年度：114-118
- 2) 手賀太郎・瀬戸久武・元林裕仁 (2021)：ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業Ⅱ 保護礁内海底耕耘技術の開発. 福井県水産試験場報告 令和2年度：120-124

(8) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業

ウ 曳航式水中ビデオカメラを用いた密度調査

家接 直人・前川 龍之介

1 目的

本県沖合の水深 200～500m には、底びき網漁業の重要な漁獲対象種であるズワイガニ（越前がに）やアカガレイ（越前がれい）などが生息しており、水産試験場ではトロール調査や漁獲状況等の知見により資源量の推定を行っている。しかし、トロール調査では、小型個体の採集率が低いこと、漁具効率が底質等に左右され不確かであることから、本事業では資源量推定の精度向上に資することを目的として、曳航式水中ビデオカメラを活用し、撮影した映像から生息密度の推定を行った。

2 方法

1) 生息密度の推定

調査は、令和3年5月12～14日、17～19日、24～26日、6月21～23日、7月6日の5航海、延べ13日間実施した。

長さ2.5m、幅1.7m、高さ1.5mの金属枠（曳航枠）にビデオカメラ（SONY製：HDR-CX720V）とライト（後藤アクアティックス製：ハロゲンランプ；24V150W×2）を取り付け（写真1）、調査船「福井丸」により1.0～1.5ktで曳航し、60分間海底を撮影した。撮影海域は、本県沖合の底びき網漁場（水深200～400m）を緯度経度5分毎に区切り、20区画設定した（図2）。



写真1 撮影機器類（曳航枠・カメラ・ライト）

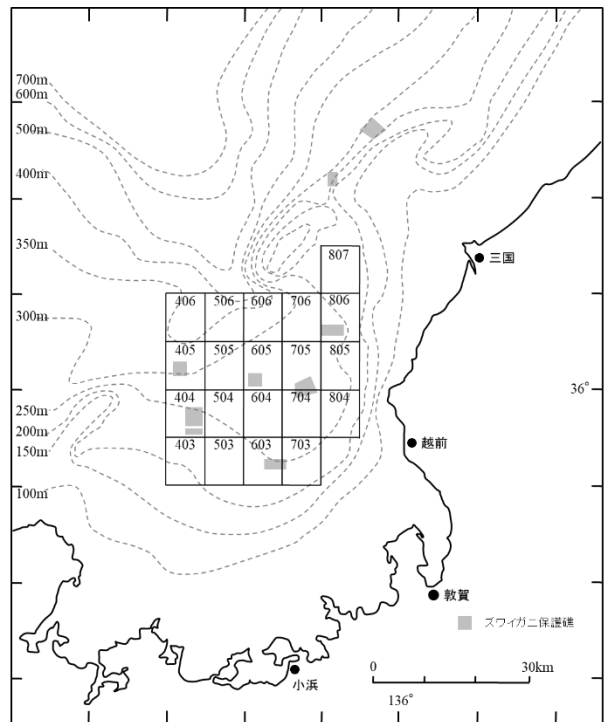


図1 調査海域図

撮影に使用したカメラやライトは、水温や水圧の影響を受けないようハウジング（後藤アクアティックス製）に入れ、それぞれタイマー（後藤アクアティックス製）で作動させた。また、曳航枠にネットレコーダー（古野電気製 CN-2220）を取り付け、撮影水深を記録した。撮影した映像は PC 用画像編集ソフト（CyberLink 製：PowerDirector ver.11）を用いて観察した。また、緑色のラインレーザー（広和株式会社マリンシステム部製）を曳航枠の前面フレームに 20 cm と 40cm 間隔に取り付け、撮影された画像から個体サイズを計測した。

生息密度（尾/1,000m²）は、（対象生物の観察個体数）÷（視界幅 2m×曳航距離(m)）× 1,000 で算出し、ズワイガニでは 5 尾以上、アカガレイ・カレイ類では 10 尾以上を高密度とした。また、カレイ類のうち、視覚的にアカガレイとして識別可能な個体およびラインレーザー画像等から 25cm 以上の個体を「アカガレイ」、それ以外は分類せずに「カレイ類」として解析した。

3 結果

1) 生息密度の推定

調査海域の 20 区画を延べ 29 回潜航し、そのうち 20 区画分の映像を計数に供した。

計数に供した総撮影面積は 68,017 m²で、確認されたズワイガニは 510 尾、アカガレイは 333 尾、カレイ類は 575 尾であった（表 1）。本調査期間をとおして海底はやや濁りが強い傾向にあった。

表 1 調査および計数結果

区画	調査日	ネットローダー水深(m)			水深帯 (m)	撮影距離 (m)	撮影面積 (m ²)	撮影個体数(尾)			生息密度(尾/1,000m ²)		
		平均	(開始	～ 終了)				ズワイガニ	アカガレイ	カレイ類	ズワイガニ	アカガレイ	カレイ類
403	6月21日	199	(197	～ 200)	200	1,560	3,121	33	18	38	10.6	5.8	12.2
404	5月26日	243	(240	～ 245)	200	1,847	3,694	11	10	13	3.0	2.7	3.5
405	5月19日	279	(272	～ 286)	250	1,935	3,870	40	5	2	10.3	1.3	0.5
406	6月22日	318	(320	～ 316)	300	1,408	2,816	48	14	8	17.0	5.0	2.8
503	6月21日	222	(222	～ 221)	200	1,522	3,044	36	25	58	11.8	8.2	19.1
504	5月14日	247	(248	～ 246)	200	1,831	3,663	9	40	12	2.5	10.9	3.3
505	5月13日	270	(273	～ 266)	250	1,984	3,968	4	46	4	1.0	11.6	1.0
506	5月13日	312	(317	～ 306)	300	1,777	3,553	114	4	12	32.1	1.1	3.4
603	7月6日	228	(228	～ 228)	200	1,885	3,770	123	26	73	32.6	6.9	19.4
604	5月14日	251	(250	～ 252)	250	1,790	3,581	17	17	20	4.7	4.7	5.6
605	5月12日	253	(252	～ 253)	250	1,896	3,793	1	17	13	0.3	4.5	3.4
606	5月13日	275	(274	～ 276)	250	1,855	3,711	1	5	15	0.3	1.3	4.0
703	6月22日	233	(234	～ 231)	200	1,494	2,988	6	30	75	2.0	10.0	25.1
704	5月12日	249	(247	～ 251)	200	1,529	3,059	2	10	0	0.7	3.3	0.0
705	5月17日	256	(258	～ 253)	250	1,527	3,053	14	29	11	4.6	9.5	3.6
706	5月18日	260	(253	～ 267)	250	1,531	3,062	5	10	7	1.6	3.3	2.3
804	6月22日	195	(184	～ 205)	200	1,567	3,134	27	8	18	8.6	2.6	5.7
805	6月22日	238	(240	～ 235)	200	1,188	2,375	15	15	66	6.3	6.3	27.8
806	5月24日	205	(209	～ 200)	200	1,763	3,527	4	3	118	1.1	0.9	33.5
807	5月25日	197	(193	～ 200)	200	2,118	4,237	0	1	12	0.0	0.2	2.8
撮影面積(合計)/生息密度(平均)						34,008	68,017	510	333	575	7.5	4.9	8.5

(1) ズワイガニ

ズワイガニの生息密度（1,000 m²あたり。以下同じ。）は、全調査区画の平均が 7.5 尾（昨年 12.0 尾）であった（図 2）。

調査区画毎の生息密度をみると、0 尾～32.6 尾の範囲で分布状況に大きな偏りがみられた。高密度区として 1 区画に 10 個体以上確認された区は、St.403、St.405、St.406、St.503、St.506 および St.603 の 6 区画あり、5 尾以上確認された区は St.804、St.805 であった。本調査では、St.603 の 32.6 尾が最も密度が高く、分布状況は異なるが昨年に引き続き漁獲サイズに満たない甲幅 90mm 未満のカニが多く観察された。

水深帯別の生息密度は表 2 のとおりで、250m 水深帯の分布密度が低く、300m 水深帯に稚ガニの密度が高かった。

水深帯	水深範囲	生息密度(個体/1,000m ²)		
		平均	最少	最大
200m	190～249	7.2	0.0	32.6
250m	250～300	3.3	0.3	10.3
300m	300～349	24.6	17.0	32.1

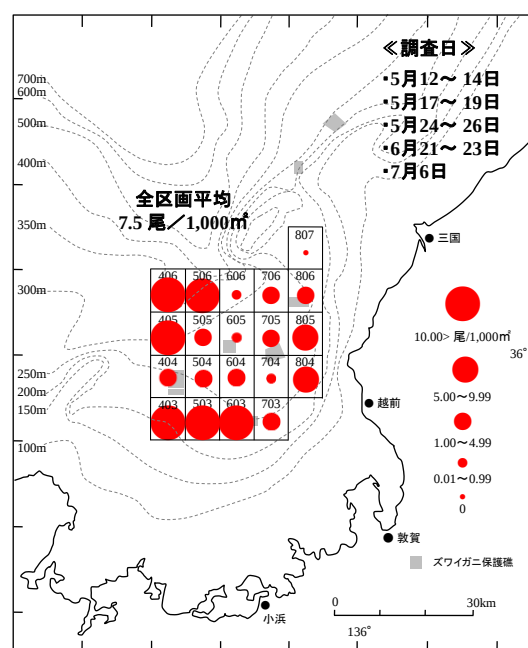


表 2 水深帯別生息密度 (ズワイガニ)

(2) アカガレイ

アカガレイの生息密度は、全区画の平均が 4.9 尾 (昨年 5.0 尾) であった (図 3)。

調査区画別の生息密度をみると、0.2~11.6 尾の範囲で、高密度区として 1 区画に 10 個体以上確認された区は、St.504、St.505 および St.703 の 3 区画あり、最も密度が高かったのは St.505 の、11.6 尾であった。

水深帯別の生息密度は表 3 のとおりで、200m 水深帯が最も密度が高かったが、ほとんどの区域で密度は低かった。

表 3 水深帯別生息密度 (アカガレイ)

水深帯	水深範囲	生息密度 (尾/1,000m ²)		
		平均	最少	最大
200m	190~249	5.3	0.2	10.9
250m	250~300	5.2	1.3	11.6
300m	300~349	3.0	1.1	5.0

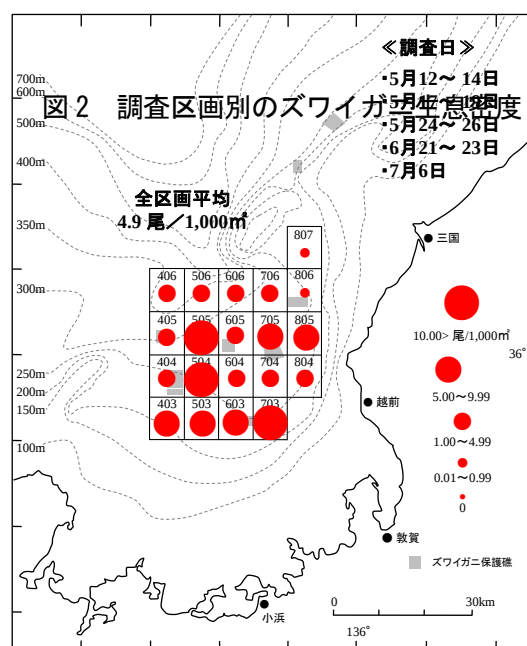


図 3 調査区画別のアカカレイ生息密度

(3) カレイ類

カレイ類の生息密度は、全調査区画の平均が 8.5 尾 (昨年 11.1 尾) であった (図 4)。

区画別の生息密度をみると、高密度区として 1 区画に 10 個体以上確認された区画は St.403、St.503、St.603、St.703、St.805 および St.806 の 6 区画あり、最も密度が高かったのは St.806 の、33.5 尾であった。

水深帯別の生息密度は表 4 のとおりで、200m 水深帯の分布密度が高く、浅い水深帯に分布密度が高い傾向にあった。

表 4 水深帯別生息密度 (カレイ類)

水深帯	水深範囲	生息密度 (尾/1,000m ²)		
		平均	最少	最大
200m	190~249	13.8	0.0	33.5
250m	250~300	2.9	0.5	5.6
300m	300~349	3.1	2.8	3.4

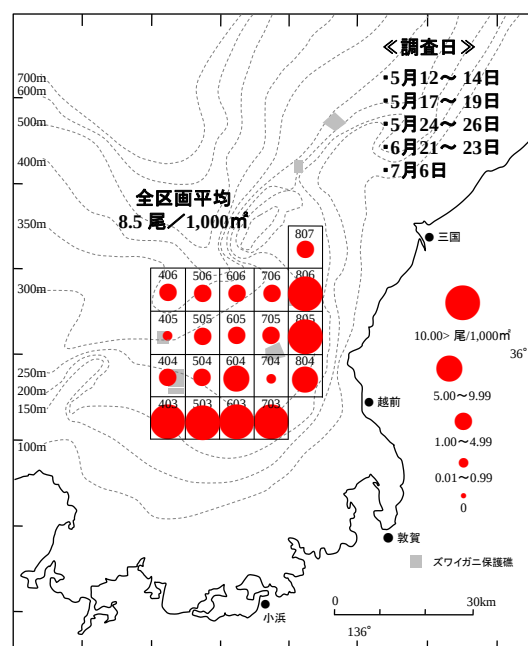


図 4 調査区画別のカレイ類生息密度

3 文献

- 1) 河野 展久・児玉 晃治・手賀 太郎 (2012) : 広域底魚資源量調査事業 (総括). 福井県水産試験場報告平成 23 年度 : 197-203
- 1) 瀬戸 久武・手賀 太郎・元林 裕仁 (2022) : ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業 カ 曳航式水中ビデオカメラを用いた密度調査. 福井県水産試験場報告令和 2 年度 : 146-148

(8) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業

エ 保護礁内におけるズワイガニ資源状況調査

前川 龍之介・家接 直人・手賀 太郎・奈須 亮耶

1 目的

福井県沖に設置されているズワイガニ保護礁は、古いものでは設置されてから30年以上経過している。これら古い保護礁内におけるズワイガニ生息環境の悪化や保護礁機能の低下が懸念されており、保護礁内のズワイガニ資源状況を適切に把握していく必要がある。また、近年設置された保護礁においては、保護礁内の資源動向を追跡していく必要がある。しかし、保護礁内はトロール網や曳航式ビデオカメラを用いた調査を行うことができない。そこで保護礁内でも調査可能なカニ簗を用いて、保護礁内のズワイガニ資源状況について調査を行った。

2 方法

令和3年4月14日～15日に平成4年設置のズワイガニ保護礁（以下、H4保護礁）の保護礁内と保護礁外に、4月20日～4月21日に平成24年設置のズワイガニ保護礁（以下、H24保護礁）の保護礁内と保護礁外にそれぞれ20個のカニ簗を調査船「福井丸」により設置した（図1）。なお、H24保護礁は平成元年および平成9年に設置された保護礁に追加する形で、平成24年に設置された保護礁である。カニ簗は日本海区水産研究所仕様の資源調査用カニ簗（旧）と平成24年度に作製した改良型カニ簗（新）¹⁾を50m間隔で交互に半数ずつ連結した（図2）。餌には解凍した冷凍サバを1簗あたり2尾使用した。簗の敷設時間は1晩を基本として、概ね20時間敷設した。

採捕したカニについて、雄は甲幅、鋏幅および鋏高（mm）を0.01mm単位で測定して、甲幅と鋏脚の関係式²⁾から最終脱皮の判別を行った。雌は雄と同様に甲幅（mm）を測定したのち、外仔卵および内仔卵の状態を観察して成熟段階別に分類をした。これらの測定は調査船上で行った。

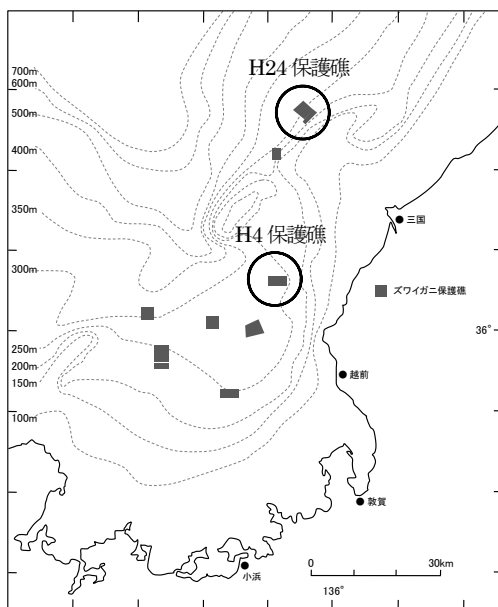


図1 カニ簗調査地点

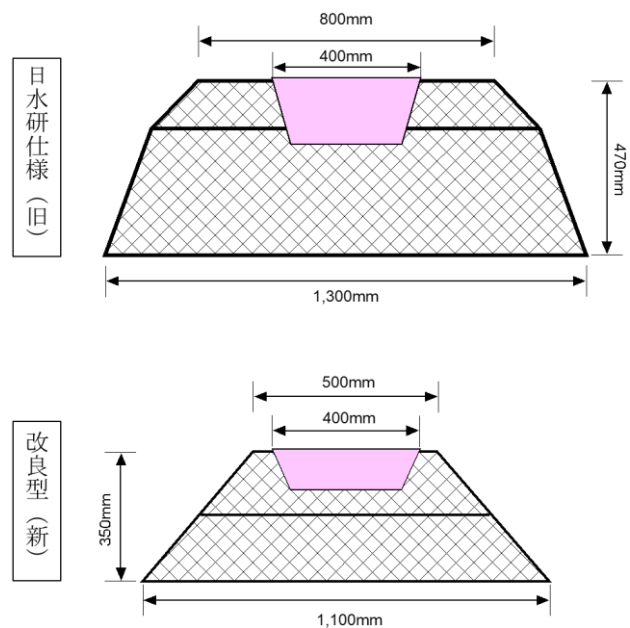


図2 カニ簗の仕様

3 結果

採捕結果を表1に示す。

H4 保護礁において、保護礁内では337 個体（♂33 個体、♀304 個体）、保護礁外では23 個体（♂4 個体、♀19 個体）が採捕された。保護礁内で採捕された個体のうち、雄は最終脱皮後の個体が30 個体、雌はほとんどの個体が経産個体であった。

H24 保護礁において、保護礁内では73 個体（♂13 個体、♀60 個体）、保護礁外では8 個体（♂6 個体、♀2 個体）が採捕された。保護礁内で採捕された個体のうち、雄は最終脱皮後の個体が11 個体、雌はほとんどの個体が経産個体であった。

地点	調査日 (敷設日)	敷設位置			敷設時間	ズワイガニ採捕個体数					計
		北緯	東経	水深 (m)		雄		雌			
						9 cm未満	9 cm以上	未成体	初産	経産	
H4年設置保護礁（内側）	R3. 4. 14	36-05.833	135-50.810	250	21h29m	10	23	0	8	296	337
H4年設置保護礁（外側）	R3. 4. 14	36-05.496	135-49.638	271	21h31m	3	1	0	14	5	23
H1,9,24年設置保護礁（内側）	R3. 4. 20	36-26.092	135-56.171	273	19h23m	5	8	0	1	59	73
H1,9,24年設置保護礁（外側）	R3. 4. 20	36-24.869	135-54.797	266	19h21m	2	4	0	0	2	8

表1 調査結果の概要

4 考察

今年度の調査では、昨年度³⁾に続き H4 保護礁および H24 保護礁の2カ所について調査を行った。設置から30年近く経過している H4 保護礁においては、雌雄合計で19 個体が採捕されていた。今年度は昨年度を大きく上回る採捕数であることから、本保護礁機能の一定の回復が推定される。

H24 年保護礁は急峻な海底に設置されており、保護礁内における水深は約200～300 mとなっている。昨年度の調査³⁾では浅い海域、今年度の調査は比較的深い地点で実施したが、いずれも採捕数は少ない結果となった。総合的に見て H24 保護礁における資源状況は良好とはいえず、資源回復に向けた取り組みが望まれる。

現在、水産試験場では保護礁内海底耕耘技術の開発を進めており⁴⁾、昨年度は調査船福井丸による耕耘試験を H4 保護礁にて実施している。昨年度中の耕耘前後の籠調査から耕耘効果は確認できなかったが、今回の結果から耕耘効果による保護礁機能の一定の回復が考えられる。この新たな技術を活用するなど、保護礁内の資源回復に向けた取り組みが望まれる。

5 参考文献

- 1) 河野 展久・児玉 晃治・手賀 太郎 (2013) : (3) ズワイガニ資源増大対策事業 ウ 保護礁内におけるズワイガニ資源状況調査. 福井県水産試験場報告 平成24年度 : 62-64.
- 2) 福井県 (1992) : 平成3年度資源管理型漁業推進総合対策事業報告書 (広域回遊資源) : 4-25.
- 3) 元林 裕仁・瀬戸 久武・手賀 太郎 (2021) : (8) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業 エ 保護礁内におけるズワイガニ資源状況調査. 福井県水産試験場報告 令和2年度 : 137-138.
- 4) 手賀 太郎・瀬戸 久武・元林 裕仁 (2021) : (8) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業 イ 保護礁内海底耕耘技術の開発. 福井県水産試験場報告 令和2年度 : 120-124.

(8) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業

オ 桁網を用いた稚ガニ分布状況調査

前川 龍之介・家接 直人・手賀 太郎・奈須 亮耶

1 目的

本県沖合の水深 200～500 m に生息するズワイガニ（越前がに）は本県漁業における最重要種である。ズワイガニは、漁獲対象サイズに成長するまで 7 年以上を要することが知られている。そのため、ズワイガニ資源を将来にわたり持続的に利用していくためには、福井県沖合における稚ガニの資源量を把握するとともに稚ガニ生息域および成長様式を解明し、稚ガニの資源保護を行っていくことが重要である。漁獲対象サイズの資源量はトロール調査により直接推定しているが、トロール調査では漁具効率の観点から稚ガニの採集効率は低いと、稚ガニに特化した調査を行う必要がある。また、稚ガニに対する適切な資源保護を行っていくためには、底曳網漁業における稚ガニの入網状況を把握し、その状況に応じた対策を講じる必要がある。

そこで、稚ガニの採集率が高い桁網による採集調査を行うとともに、底曳網漁業者から漁期中の稚ガニ入網状況を収集して、稚ガニの分布や移動生態の解明および稚ガニ資源保護対策について検討する。

2 方法

1) 調査用桁網の改良

桁網調査海域の底質は泥質であるため、泥の入網によって曳網が上手く行えないことがあった。そこで、より精度の高い調査を行うため、これまでの調査用桁網の設計を見直し、改良した桁網を作製した。新たに作製した桁網は、開口部は長さ 13.6 m、網口幅 4.0 m、網口高さ 1.8 m と従来の網と同じであるが、いせ（縮結）を大きくすることで入網した泥が排出され易くすることを目的とし、脇網の目数を従来よりも縦方向に 1.4～2.5 倍多くした。また、脇網 2 段目は、上下で異なる太さの網地を用いた 6 枚網構造にするとともに上部の目合を細かくすることで網成りの改善を試みた。底網は、袖と 1 段目のみをテترونとし、2 段目以降は PE にすることで軽量化を図るとともに、脇網同様に目数を増やすことにより泥かみが改善されるようにした。コッドエンドは 7 節の内網を入れることで、粘土質の泥が入網した場合でも泥が細切されて排出できるように設計した。また、身網後端からコッドエンドにかけてスレ除けの網を加えた。

2) 改良桁網の試験操業ならびに桁網による稚ガニ分布の把握

調査海域を図 1 に示す。調査海域は、新規作製した網（以下、新網）の試験操業を目的とした水深 150 m 付近の海域と昨年度の調査結果¹⁾ および越前町漁業協同組合所属の底曳網漁業者が記載した操業日誌より、稚ガニが多くみられている水深 200～250 m 前後の 2 海域 9 地点を設けた。調査は令和 3 年 7 月 13 日～21 日の間で実施した。

試験操業において使用した桁網は、長さ 1.4 m、幅 4.6 m、高さ 1.8 m の桁枠に、従来の桁網（以下、旧網）と新網をそれぞれ使用した。稚ガニの分布調査では、前述の桁枠に新規作製した網を用いた。調査は調査船「福井丸」により行った。曳網条件は

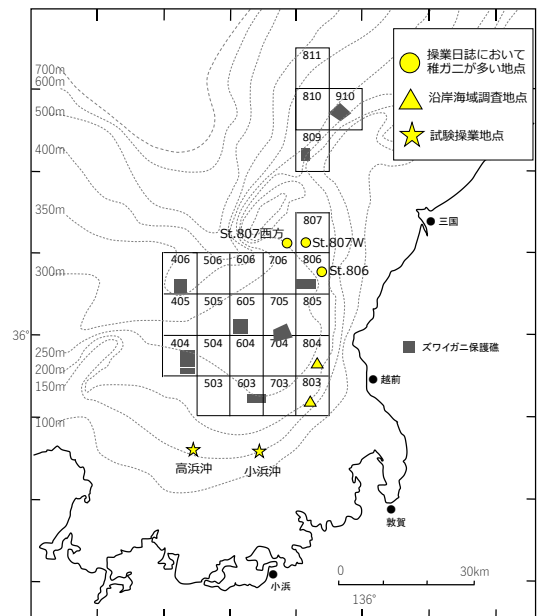


図 1 令和 3 年度調査実施海域
背景の枠線はトロール調査および曳航式 VTR 調査定点を表す。

2 ノット 20 分を基本とし、桁枠にはネットレコーダーを取り付けて着底状況を観察した。

試験操業においては、採集された魚類は種ごとに船上でパンチング測定あるいは試験場に持ち帰って精密測定を行った。稚ガニの分布調査において採集されたズワイガニについて、雄は甲幅 (mm)、ハサミ高 (mm) およびハサミ幅 (mm) の測定を行い、雌は甲幅 (mm) の測定および内卵仔、外卵仔の有無を観察して記録した。ズワイガニの生理学的な成熟は、雄では甲幅約 50 mm であり²⁾、第 9 齢期までは雌雄で成長に差がない³⁾とされている。そのため、本調査では甲幅 50 mm 以下のものを稚ガニと扱い、採集個体数と桁網の曳網面積より調査地点ごとの稚ガニの分布密度を算出した。あわせて、甲幅から脱皮齢期の判別を行った。

3) 操業日誌および電子操業日誌による稚ガニ入網状況の収集

底曳網漁業の操業時における稚ガニの入網状況を把握するため、越前町漁業協同組合所属の底曳網漁船 20 隻に操業日誌の記入を依頼した。操業後、記入済みの日誌は越前町漁協に設置した操業日誌回収用の棚へ提出してもらい、適宜これを回収した。回収した日誌をデータベースとして取りまとめた。

また、操業日誌を用いて稚ガニの入網状況を把握して資源保護に繋げるためには、稚ガニの入網情報をより迅速に収集・配信を行う必要がある。そこで、三国汽船底曳網漁業協同組合所属の底曳網漁船 1 隻、越前町漁業協同組合所属の底曳網漁船 4 隻、大島漁業協同組合所属の底曳網漁船 2 隻に電子操業日誌を搭載し、底曳網漁期中の稚ガニ入網状況をリアルタイムで収集できないか検討を行った。電子操業日誌から送られてきたデータは、データベースとして取りまとめたのち、従来の操業日誌のデータとあわせて緯度経度 2 分ごとに累積入網個体数および CPUE (稚ガニ入網数/網数) を算出した。算出した稚ガニの入網状況は、GIS ソフトを用いて地図化するとともに、底曳網漁業者へ情報提供を行った。

3 結果

1) 調査用桁網の改良

新網の図面を図 2 に、試験操業の概要を表 1 にそれぞれ示す。試験操業では主にアカガレイ、ヒレグロ、ソウハチ、ヤナギムシガレイ、アカムツおよびキアンコウが採集された。このうち、調査海域における主要な魚種であるヤナギムシガレイの網別地点別体長組成を図 3 に示す。旧網では当歳魚から 4 歳魚と推定される個体が 28 個体、新網では 1 歳魚から 6 歳魚と推定される個体が 94 個体採集された。

2) 桁網による稚ガニ分布の把握

調査結果を表 2 に示す。今年度の調査では 5 地点において 74 個体 (雄 37 個体、雌 37 個体) の稚ガニが採集された。最も稚ガニが採集されたのは、漁業者の操業日誌において稚ガニの入網が多くみられていた水深 215 m の玄達瀬近くの地点 (St. 807E) であり、51 個体の稚ガニが採集された。一方、昨年度に稚ガニが多く採集された調査地点 (St. 803 および St. 804) では、稚ガニの採集数はそれぞれ 2 個体および 3 個体であり、昨年度を下回った。

表 1 試験操業の概要

調査点	調査日	水深*	曳網距離	曳網面積
		(m)	(m)	(m ²)
小浜沖磯曳	7月15日	161	908	3,632
小浜沖磯曳	7月19日	167	855	3,420
高浜沖磯曳	7月20日	156	902	3,608
高浜沖磯曳	7月20日	158	900	3,600

*曳網開始時の水深

※網目は指定がない場合、横目とする。

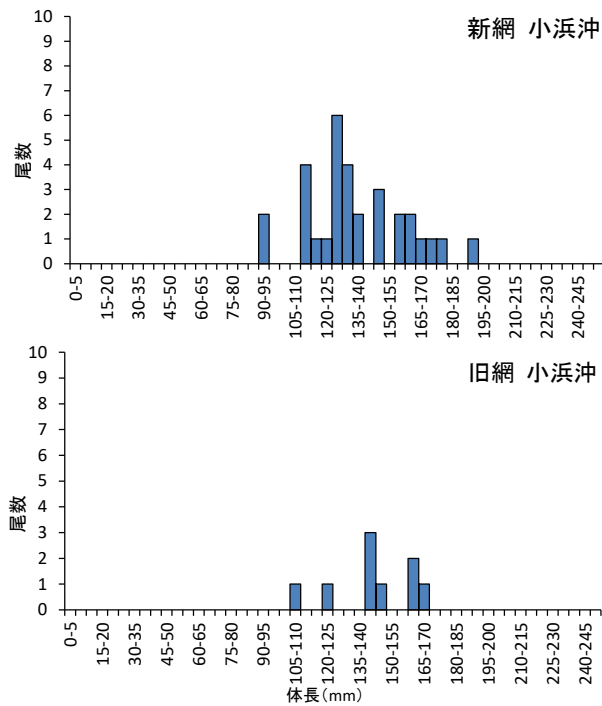
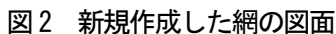


図3 試験操業で採集されたヤナギムシガレイの地点別使用網別体長組成

採集された稚ガニは、その甲幅から第5 齢期が1 個体、第6 齢期が2 個体、第7 齢期が13 個体、第8 齢期が9 個体および第9 齢期が49 個体であると推察された（表3）。最も稚ガニが多く採集された St. 807E では、採集された稚ガニ51 個体のうち、42 個体が第9 齢期であった。

表2 桁網調査結果の概要

調査点	調査日	水深	曳網距離	曳網面積	採集された稚ガニ個体数			1haあたりの稚ガニ生息数		
		(m)	(m)	(㎡)	雄	雌	合計	雄	雌	合計
St. 403	7月20日	191	908	3,632	1	2	3	3	6	9
St. 503	7月20日	219	870	3,480	3	1	4	0	0	0
St. 603	7月21日	226	886	3,544	0	1	0	0	3	3
St. 706	7月14日	283	837	3,348	0	0	0	0	0	0
St. 803	7月14日	208	850	3,400	10	21	31	29	62	91
St. 803	7月19日	200	577	2,308	21	18	39	91	78	169
St. 804	7月13日	219	890	3,560	5	3	8	14	8	22
St. 804	7月14日	246	904	3,616	2	0	2	6	0	6
St. 806	7月13日	208	861	3,444	0	0	0	0	0	0
St. 807	7月14日	210	943	3,772	31	42	73	82	111	193

*曳網開始時の水深

表3 採集された稚ガニの脱皮齢期別採集数

調査定點	調査日	雄					雌					合計				
		5齢	6齢	7齢	8齢	9齢*	5齢	6齢	7齢	8齢	9齢*	5齢	6齢	7齢	8齢	9齢*
St.804	7月16日	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
St.803	7月20日	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
St.807W	7月20日	1	1	1	0	0	0	0	3	0	0	1	1	4	0	0
St.807E	7月20日	0	0	1	3	20	0	0	2	3	22	0	0	3	6	42
St.806	7月21日	0	0	3	0	5	0	0	0	2	2	0	0	3	2	7

*9齢のうち、甲幅50 mm未満のもの

3) 操業日誌による稚ガニ入網状況の収集

回収した日誌から得られた合計 3,277 網のデータを取りまとめた。得られた稚ガニの累積入網個体数および CPUE (稚ガニ入網数/網数) について、月別に取りまとめたものを図 4、5 にそれぞれ示す。

稚ガニの累積入網数は、漁期開始直後の 11 月では若狭湾西部の水深 250～300 m 付近で散見された。12 月に入ると若狭湾西部の 250 m 以浅および玄達瀬南東の海域で入網数が増加し、同様の傾向は 1 月に入っても続いた。2 月になると若狭湾西部における稚ガニの入網数はさらに増加し、また越前岬沖の海域でも稚ガニの入網数が急増した。一方、3 月に入ると漁場全体で稚ガニの入網数は大幅に減少した。

稚ガニの CPUE は概ね稚ガニの累積入網数が多い海域で高くなる傾向を示したが、CPUE が最も高い海域と入網数が最も多い海域には 2 マイルほどの差がみられることがあった。特に 1 月の越前岬南西海域では、累積入網数は他の海域に比べて低いものの、CPUE は最も高い値を示した。

これらの稚ガニ入網状況は、漁期中に操業日誌および電子操業日誌の両方で収集が可能であった。収集したデータは取りまとめ次第、漁業者へ提供を行い、今年度は漁期中に 6 回の情報提供を行った。

4 考察

1) 桁網による稚ガニ分布の把握

今年度は桁網の改良を行うとともに、昨年度稚ガニが多く採集された沿岸海域と底曳網漁業者からの情報を基に調査を行った。改良した新網の試験操業では、旧網に対して多くのヤナギムシガレイが採集されたことから、網成りや泥抜けが改善したものと思われた。また、昨年度まで調査中に発生していた泥かみによる破網が今年度は発生しなかった。従って新網を用いることで、より精度の高い桁網調査が実施できるものと思われた。一方、コードエンドの長さなど検討の余地がある点もあるため、今後さらに調査精度の向上に向けて検討を行いたい。

桁網調査では、今まで調査を行っていなかった玄達瀬近くの水深 215 m の地点において多くの稚ガニが採集された。この調査地点の近くには通称「モハラアワセ」と呼ばれるズワイガニの好漁場が存在している⁴⁾。当海域は成体のズワイガニの好漁場としての役割だけでなく、その地形的特徴から稚ガニの生育場としての役割も有する可能性がある。これまでは調査を行ってこなかった海域であるが、今後は継続的にモニタリングを行っていく必要があるだろう。

沿岸海域における稚ガニの採集数¹⁾は昨年度に対して少なかった。データは示していないものの、桁枠に取り付けたネットレコーダーで水温もあわせて測定しており、今年度は昨年度に比べて約 2℃高い値であった。200 m 以浅の海域における稚ガニの出現には水温等の海況が大きく影響している可能性がある。今後、海況データとあわせた浅海域における稚ガニの出現について調査を行う必要があると思われた。

2) 操業日誌による稚ガニ入網状況の収集

令和 2 年度漁期における稚ガニの入網数は若狭湾西部海域を中心に、玄達瀬および越前岬付近で多くみられた。昨年度の稚ガニ入網数は漁期中通じて玄達瀬周辺および若狭湾西部海域で高い傾向がみられており¹⁾、今年度も概ね同様な結果であった。これらの海域では稚ガニが多い海域であると推察される。今後も同様な傾向が続くか、また、これらの稚ガニがどのような動向を示すのか追跡する必要がある。

漁獲対象外である稚ガニは入網後に船上にて放流される。一方、11 月～12 月における放流後の生残率は約 60～80%に留まり、生残した個体であっても一定の割合で歩脚等の欠損がみられるとされている⁵⁾。ズワイガニ資源を持続的に利用していくためには、稚ガニの入網個体を可能な限り少なくする必要がある。今年度は漁業者から回収した操業日誌を取りまとめるとともに、より効果的な稚ガニの資源保護を目指して電子操業日誌によるデータの収集も行った。電子操業日誌を用いることにより、迅速に稚ガニの入網状況を把握することができた一方で、漁業者への情報提供は昨年度と変わらない回数となった。今後、他県での事例⁶⁾を参考にし、より効果的な情報提供方法とその体制を整備したい。

5 謝辞

桁網の作製にあたって、水産研究・教育機構水産資源研究所の藤原邦浩グループ長、元京都府海洋センタ調査

船「平安丸」一等航海士の亀井寿敏氏に多くの御助言を賜った。また、操業日誌の記入や電子操業日誌の導入に御協力をいただいた越前町漁業協同組合ならびに大島漁業協同組合所属の漁業者の皆様に感謝申し上げます。

6 参考文献

- 1) 元林 裕仁・手賀 太郎・瀬戸 久武 (2020) : (9) ふくいが誇る「越前がに」漁業を持続的に支える資源対策推進事業 オ 桁網を用いた稚ガニ分布状況調査. 福井県水産試験場報告 令和元年度 : 131-136.
- 2) 今 攸・本間 義治 (1970) : 海産無脊椎動物の生殖腺の成熟に関する研究—IV. ズワイガニの精巣に見られる季節的变化. 日水誌. 36 : 1028-1033.
- 3) 伊藤 勝千代 (1970) : 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究. 日水研研報. 22 : 81-116.
- 4) 河野 展久・手賀 太郎・北山 和也 (2014) : (4) ズワイガニ資源増大対策事業 イ 3D サイドスキャンソナーを用いた漁場形成要因等調査. 福井県水産試験場報告 平成 25 年度 : 55-60.
- 5) 山崎 淳・宮嶋 俊明 (2013) : 京都府沖合における底曳網によるズワイガニ混獲量とリリース直後の生残率. 水産技術. 5 : 141-149.
- 6) 道根 淳・沖野 晃・村山 達朗・金岩 稔・宮原 寿恵・高澤 拓哉・原田 泰志 (2016) : 島根県沖合底びき網漁業における機動的禁漁区設定によるアカムツ若齢魚の漁獲削減の実証試験. 日本海ブロック資源評価担当者会議報告 (平成 27 年度). 29-30.

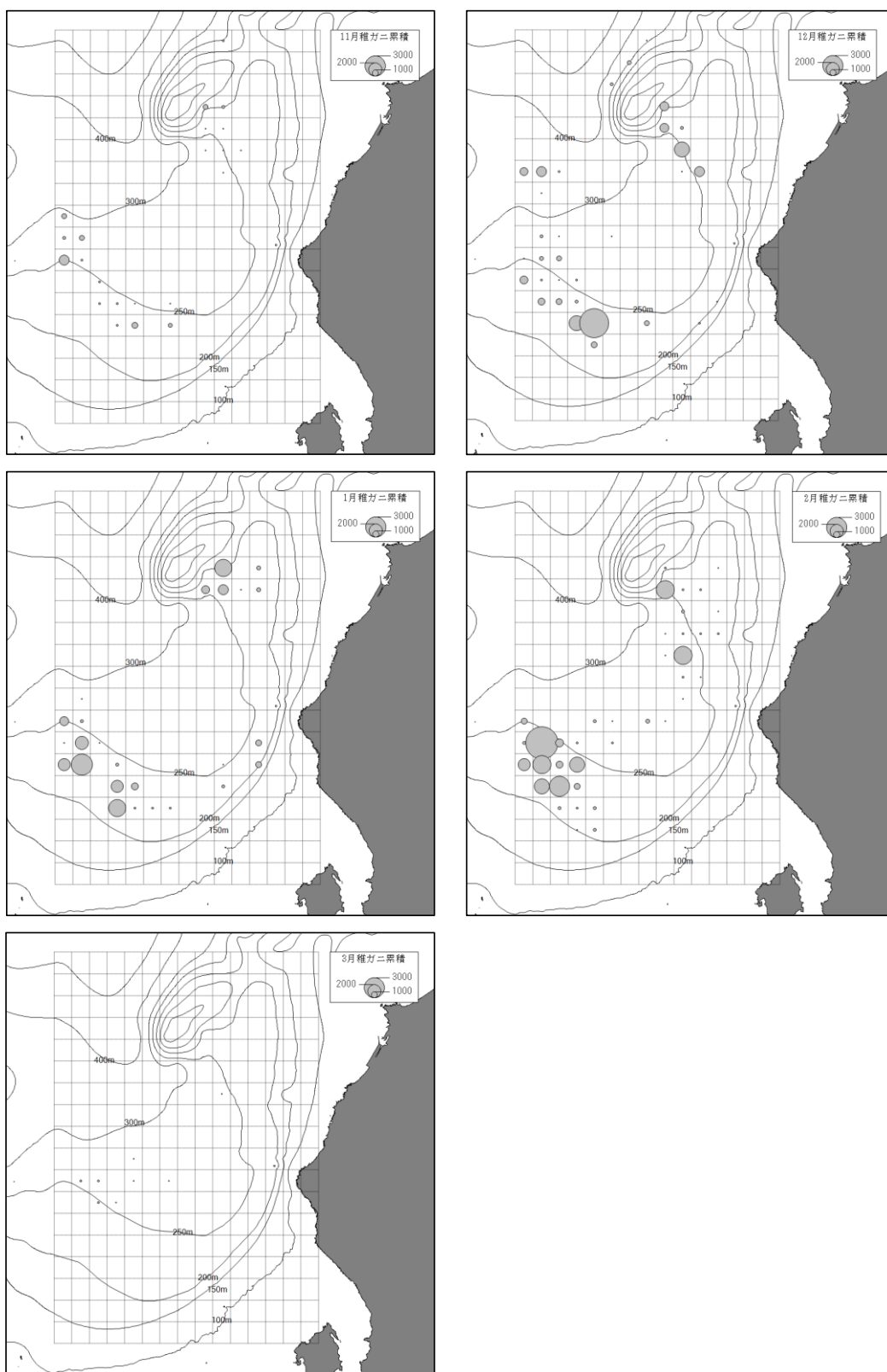


図4 回収した操業日誌からみた月別の稚ガニ入網個体数
地図中のメッシュは緯度経度2分メッシュを表す。

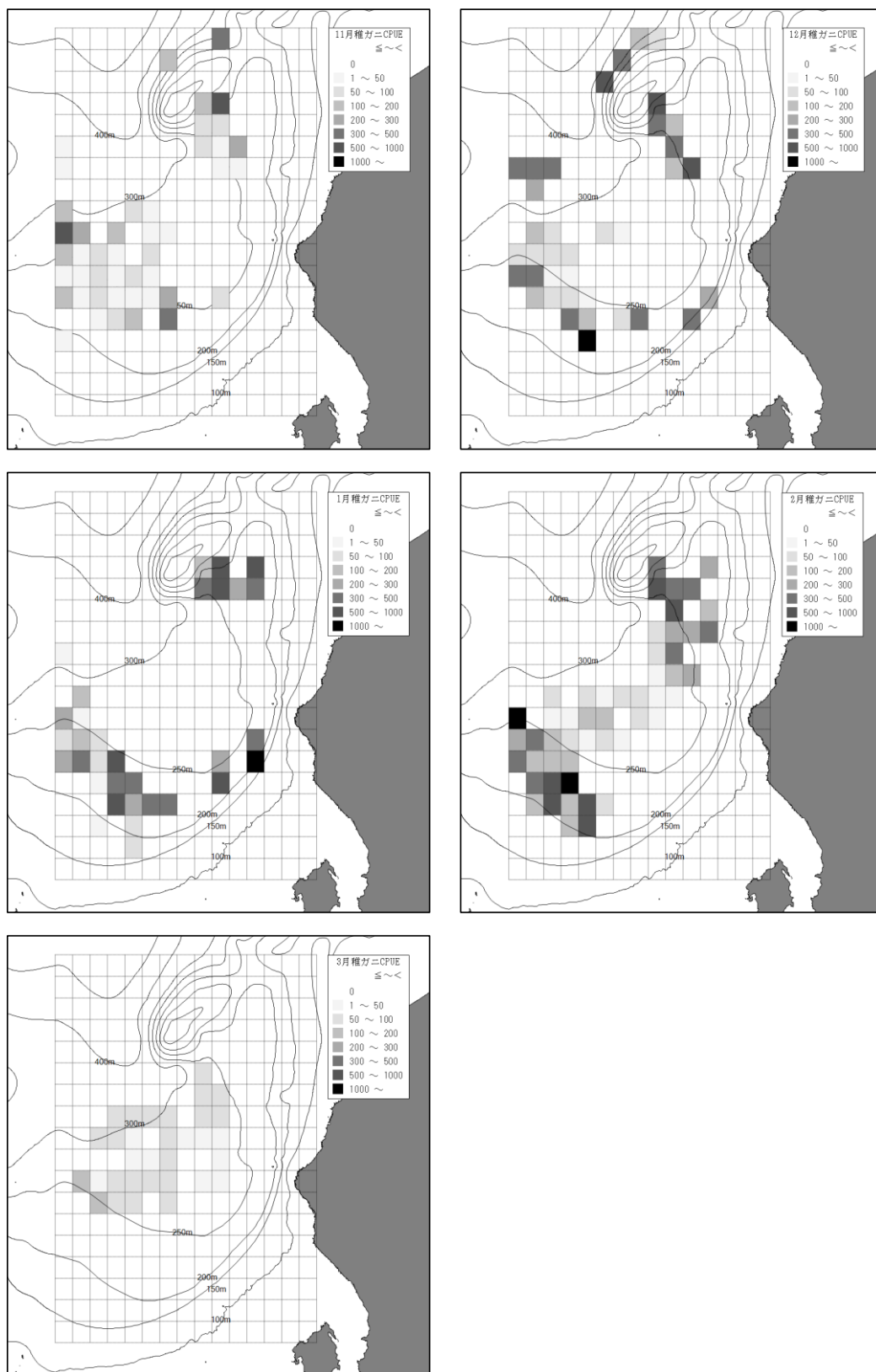


図5 回収した操業日誌からみた月別の稚ガニ CPUE
地図中のメッシュは緯度経度 2 分メッシュを表す。