

直轄漁場整備マニュアル (案)

～ズワイガニ・アカガレイ増殖場編～

平成20年1月31日

水産庁 漁港漁場整備部

直轄漁場整備マニュアル検討委員会委員名簿

安永 義暢	財団法人 海外漁業協力財団	技術顧問室長
柿元 皓	元水産大学校	教授
上北 征夫	福井県立大学	名誉教授
岸田 達	独立行政法人水産総合研究センター	日本海区水産研究所 日本海漁業資源部長

目 次

第1編	マニュアルの目的と対象範囲	1
第2編	ズワイガニ保護育成礁	
第1章	日本海西部におけるズワイガニの生態	2
1.	分布	2
2.	成長と年齢	3
3.	成熟・産卵	6
4.	生活史	9
5.	食性及び被食	12
6.	生息環境と分布特性	13
第2章	ズワイガニの漁業	17
1.	漁業種類・漁法	17
2.	漁期・漁業規制	20
3.	漁業生産構造	22
4.	漁獲量・金額の推移	23
5.	資源回復の必要性	24
第3章	増殖場（保護育成礁）の造成	26
1.	増殖の手法（基本方針）	26
2.	計画策定	27
3.	増殖場（保護育成礁）造成のための調査	29
4.	設計	31
5.	施工	34
第4章	増殖場（保護育成礁）の利用と管理	36
1.	管理の基本方針	36
2.	施設維持管理	36
3.	周辺漁場利用管理	36
第5章	事業の効果について	37
1.	事前の想定	37
2.	期中の確認	40
3.	事後の検証	40
第3編	アカガレイ保護育成礁	
第1章	日本海西部におけるアカガレイの生態	43
1.	分布	43
2.	成長と年齢	44
3.	成熟・産卵	44
4.	生活史	44
5.	食性及び被食	45

6. 生息環境と分布特性.....	46
第2章 アカガレイの漁業.....	48
1. 漁期・漁法.....	48
2. 漁業生産構造.....	48
3. 漁獲量・金額の推移.....	49
4. 資源回復の必要性.....	50
第3章 増殖場（保護育成礁）の造成.....	51
1. 増殖の手法（基本方針）.....	51
2. 計画策定.....	52
3. 増殖場（保護育成礁）造成のための調査.....	55
4. 設計.....	55
5. 施工.....	55
第4章 増殖場（保護育成礁）の利用と管理.....	56
1. 管理の基本方針.....	56
2. 施設維持管理.....	56
3. 周辺漁場利用管理.....	56
第5章 事業の効果について.....	57
1. 事前の想定.....	57
2. 期中の確認.....	59
3. 事後の検証.....	59

第1編 マニュアルの目的と対象範囲

本マニュアルは、水産庁が事業主体である特定漁港漁場整備事業（フロンティア漁場整備事業）のうち、日本海西部海域におけるズワイガニ・アカガレイ増殖場（保護育成礁）の整備を対象とし、その円滑な実施を目的として策定するものである。

これまで漁場整備事業は、国の補助事業として都道府県、市町村、漁業協同組合等が事業主体となり、実施されてきたが、平成19年度から国が事業主体となって実施する特定漁港漁場整備事業が新たに制度化された。

補助事業は、「漁港・漁場の施設の設計の手引き 2003年版」等に沿って実施されており、新たに制度化された国直轄事業も、これらを参考に実施されることになる。しかしながら、国直轄事業の円滑な実施のためには、より詳細な技術知見の蓄積が望まれることから、平成19年度から日本海西部地区特定漁港漁場整備事業で実施されるズワイガニ・アカガレイ増殖場整備事業を対象として本マニュアルを策定するものである。

本マニュアルは、日本海西部地区特定漁港漁場整備事業によりズワイガニ・アカガレイ増殖場の整備が実施される日本海西部を対象海域とし、同海域における対象種の生態や漁業動向等に関する情報を取りまとめた。本マニュアルを適用する際には、上記対象範囲に留意することとする。

なお、本マニュアルではズワイガニ・アカガレイ増殖場を「保護育成礁」と記述し、配置された礁単体で形成される礁群体全体を指すこととする。

第2編 ズワイガニ保護育成礁

第1章 日本海西部におけるズワイガニの生態

1. 分布

日本海におけるズワイガニの分布は、日本海沿岸の陸棚の縁辺部、及び日本海中央部の大和堆上の、ほぼ水深 200～500m の範囲に及ぶ。

甲幅 80mm 程度以下で未成熟の個体では雌雄による分布の違いはほとんど見られないが、成熟後は主たる分布水深が雌雄で異なり、260～300m を境にして、より浅い水深では雌ガニが、より深い水深では雄ガニが、それぞれ卓越して分布する。

日本海におけるズワイガニの分布は図 2.1.1 「日本海におけるズワイガニの分布域」に示すとおりである¹⁾。



図 2.1.1 日本海におけるズワイガニの分布域
出典：平成 18 年ズワイガニ日本海系群の資源評価

参考文献)

1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター、平成 18 年ズワイガニ日本海系群の資源評価。

2. 成長と年齢

他の甲殻類と同様にズワイガニには年齢を査定する形質がないため、脱皮を経て成長するという特徴に基づいて、脱皮の回数を示す脱皮齢期で成長段階を表す。

2.1 脱皮齢期と成長

脱皮齢期毎の平均甲幅を追跡することによってズワイガニの成長を見ると、未成体ガニでは成長に雌雄差はほとんどなく、10 齢で甲幅 6cm 台となる。

雌では底生生活移行後 10 回目となる 10 齢から 11 齢への脱皮が最終脱皮となり、この脱皮後に成熟して親ガニとなることから、最終脱皮が成熟脱皮となる。成熟した雌の甲幅は約 7~8cm である。

一方、雄ガニは、10 齢から 13 齢の間に最終脱皮を行うが、最終脱皮後にはハサミ（鉗脚）が大きくなり、他の部位に対する相対比率が増大する。また、雄ガニは雌ガニと異なり、未成体ガニから最終脱皮までの脱皮回数が一定ではない。図 2.1.2 に示すとおり、甲幅約 5cm 以上の雄ガニには、平均甲幅が約 5.1cm（図 2.1.2 中の記号 R で示される。他のアルファベットも同じ）、6.7cm (a1~A5)、9.1cm (b1~B5)、11.1cm (c1~C5)、13.0cm (D1~D5) の 5 つの脱皮齢期群が存在する。この中で最も小さい R の群は 9 齢、最も大きい D1~D5 の群は 13 齢にあたる。

9 齢の雄ガニ R は全てハサミが小さく、13 齢の雄ガニ D1~D5 は全てハサミが大きい。この間の 10 齢 (a1~A5) から 12 齢 (c1~C5) の雄ガニには、ハサミの大きい個体と小さい個体が混在する。

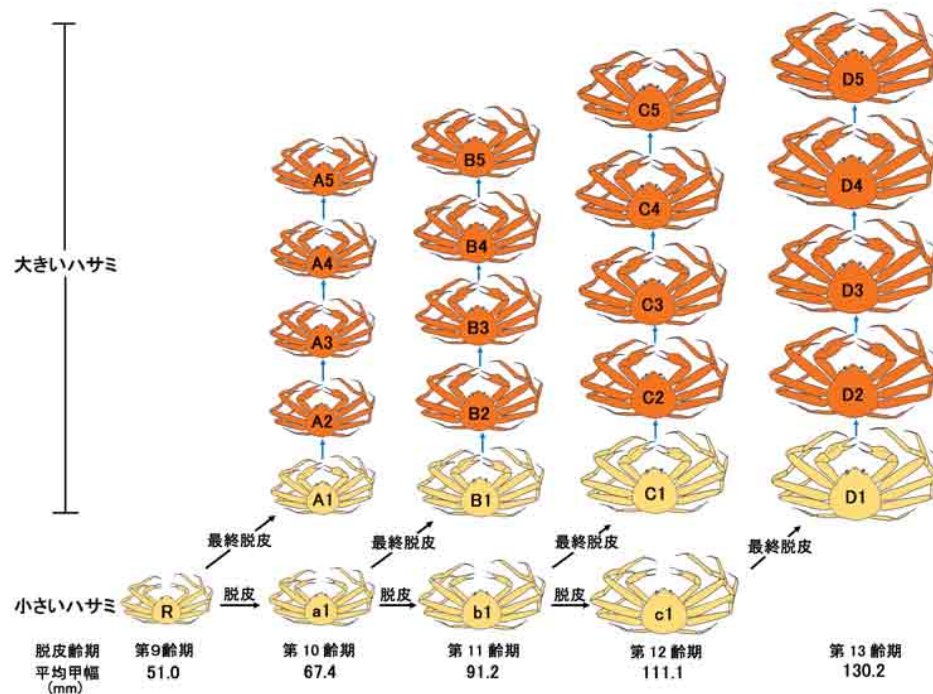


図 2.1.2 ズワイガニ（雄）の齢期と成長

出典：京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究—VIIより引用

9 齢の雄ガニ R は、9~10 月頃に脱皮を行い、10 齢となる。この脱皮が最終脱皮となっ

た雄ガニが A1 であり、最終脱皮とならない雄ガニが a1 である。A1 は最終脱皮となったためハサミが大きくなり、a1 のハサミは小さいままとなる。

a1 は、さらに翌年の 9~10 月頃に脱皮を行い、11 歳の雄ガニとなるが、この脱皮が最終脱皮になる個体と、そうでない個体とに分かれる。一方、最終脱皮を行って 10 歳となった A1 は、同じ甲羅の大きさのままで A2 となり、甲羅が徐々に硬くなっていく。

以上のように、雄ガニは、齢期が進むにつれ、最終脱皮を行う個体と、そうでない個体とに分かれ、最終脱皮した個体はハサミが大きくなって甲羅が硬くなる。最終脱皮しなかった個体は成長を続けて脱皮を行い、次の齢期に進むが、12 歳から 13 歳への脱皮が最終脱皮となる。したがって、平均甲幅 13cm 以上の 13 歳の雄ガニは全てハサミが大きい。

漁獲対象となる雄ガニは甲幅 9cm 以上である（後掲、第 2 章ズワイガニの漁業参照）が、脱皮後の経過時間により「カタガニ」、「ミズガニ」と区別される。カタガニは、最終脱皮を行って約 1 年以上が経過し、甲羅が硬く、ハサミが大きな雄ガニをいう（図 2.1.2 中の B2~B5、C2~C5、D2~D5）。ミズガニは、脱皮（最終脱皮を含む）してから少なくとも 1 年以内で甲羅が柔らかい雄ガニをいう（図 2.1.2 中の b1・B1、c1・C1、D1）。

2.2 年齢

前項に示すとおり、ズワイガニの脱皮回数（齢期）と成長及び成熟の関係は明らかにされているが、脱皮の間隔は 1 年とは限らないので、齢期と年齢は一致しない。またズワイガニは水深 200m 以深の低水温環境下に分布し、成長に時間がかかるために飼育が難しく、現場海域での年級群追跡も容易ではないことから、年齢と成長・成熟との関係については未だ定説を得ていない。

雌の齢期と年数の関係については、最終脱皮して 11 歳に達するまでの年数として 4.4 年から 9.5 年までの説がある（今ら 1991³⁾、今 1980⁴⁾、小林 1983⁵⁾、京都府立海洋センター HP）。しかし、6 歳までの飼育結果（小浜栽培漁業センター、未発表）、及び現場海域での 7~8 歳以降の年級追跡結果（平成 18 年度我が国周辺水域の漁業資源評価 ズワイガニ日本海系群）を総合すると、雌雄とも 11 歳に達するまでに 5 年半程度かかると考えられる（木下、未発表）。また、雌の最終脱皮後の生き残り年数は 7 年とされている（山崎 2000⁶⁾）。したがって、雌ガニの寿命は 12~13 年と考えられる。

一方、雄が成熟脱皮するまでの年齢と成長速度は雌と同様と考えられている。例えば、12 歳で最終脱皮を行って 13 歳となる個体の場合、11 歳までに 5.5 年、13 歳まで 7.5 年かかると推定される。ただし、成熟脱皮後の生き残り年数は明らかとなっていないので寿命に言及することはできない。

参考文献

- 1) 桑原昭彦・篠田正俊・山崎淳・遠藤進（1995）日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理、水産研究叢書 44、社団法人日本水産資源保護協会。
- 2) 山崎淳・桑原昭彦・船田秀之助・戸嶋孝・藤田眞吾・内野憲（1993）京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究Ⅶ、京都海洋センター研報第 16 号、P.1~9。
- 3) 今攸・千葉晃・本間義治（1991）ズワイガニの生態と生活史、日本海ブロック試験研究集録 22、P.39~58。
- 4) 今攸（1980）ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (*O. Fabrisius*) の生活史に関する研究、新潟大学理学部

附属佐渡臨海実験所特別報告第2集、P.1～64.

- 5) 小林（1983）飼育水槽によるズワイガニの産卵・ふ化と幼生から成体までの飼育経過について、栽培技研 12(1)、P.35～45.
- 6) 山崎淳（2000）日本海西部ズワイガニ漁業における適正性比を実現するための水ガニの漁獲方法、日水誌 66(2)、P.221～227.

3. 成熟・産卵

ズワイガニの雌は、交尾後、受精した卵を腹節に産卵し、卵が孵化するまで抱える。ズワイガニの産卵期・産卵場は、雌ガニが初産（初めての産卵）か経産（2回目以降の産卵）かで異なる。

10 齢の未成体の雌ガニは、8～11 月にかけて水深 200～300m 前後の海域で最終脱皮（成熟脱皮）を行う。その直後に最初の交尾と産卵（腹部に卵を抱える）を行い、初産雌となる。初産雌は、約 1 年半腹部に卵を抱え、2～3 月頃に水深 250m 前後の特定の海域で孵化した幼生を放出する。初産雌は、幼生の放出後、機会があれば成熟した雄との交尾を行い、すぐに 2 回目の産卵を行って、経産雌となる。

経産雌は、約 1 年間腹部に卵を抱え、孵化が近くなると特定海域に集中分布して翌年の 2～3 月に幼生を放出する。雌ガニは、このような産卵を生涯に 5～6 回繰り返す。

3.1 雌ガニの成熟・産卵

雌ガニは、交尾後、受精した卵を産卵して腹節の内面にある腹肢に付着させ、卵が孵化して幼生を放出するまで抱える。幼生放出後は、すぐに次の交尾、産卵を行うことから、成体の雌ガニは常に腹節に卵を抱えている。

雌ガニは、10 齢（平均甲幅約 5～6cm）に卵巣が発達しはじめ（図 2.1.3 の A）、産卵直前に成熟脱皮（＝最終脱皮）を行って 11 齢（平均甲幅 7～8 cm）となる。成熟脱皮後、すぐに、その時点で生息する海底（水深 200～300m）において、最初の交尾と産卵を行う。雌ガニの生涯初めての産卵を「初回産卵」といい、初回産卵を終えた雌ガニを「初産雌」と呼ぶ（図 2.1.3 の B）。この初回産卵の時期は、日本海西部海域では 8～11 月頃である。初産雌は、初回産卵後 1 年半程度卵を腹節に抱えるが、卵の発生が進み、孵化が近くなると水深 250m 前後の特定の海域に移動して集中分布する。幼生の放出は、その海域で 2～3 月頃に行われる。

初産雌は、幼生を放出した直後に機会があれば交尾を行い^{注1)}、生涯 2 回目の産卵を行う。2 回以上の産卵を経た雌ガニを「経産雌」と呼ぶ（図 2.1.3 の C）。経産雌は、産卵後、翌年の 2～3 月頃まで約 1 年間卵を腹節に抱え、毎年 2～3 月頃に孵化・交尾・産卵を行う。雌ガニは、生涯に 5～6 回程度産卵を行って寿命となる。

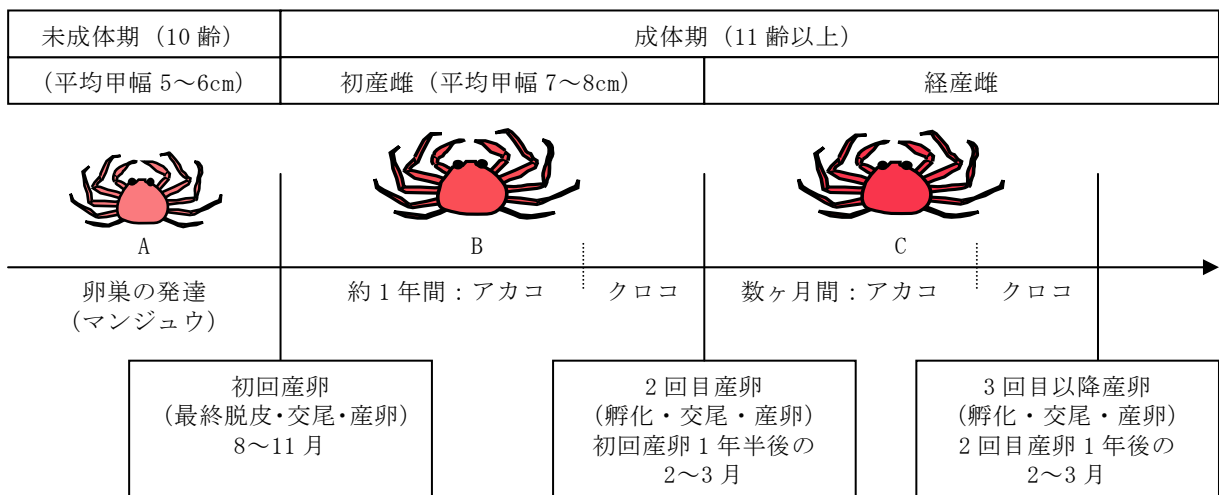


図 2.1.3 雌ガニの脱皮・交尾・産卵のパターン

雌ガニには様々な呼名があり、腹節に抱える卵の色によって「アカコ」^{注2)}、「クロコ」^{注3)}と区別して呼称される。クロコの時期には雌ガニは特定の海域に集中分布する。さらに、10 齢までの未成熟雌ガニは、「マンジュウ (ガニ)」^{注4)}と呼ばれ、成熟した雌ガニと区別されている。

注1) ズワイガニの雌は、精子を保存する受精嚢という器官を持つ。同器官には、初回産卵前の1回の交尾により、その後の複数回の産卵に必要な精子が保存されると考えられてきたが、その後の研究によって、多回交尾をすることが明らかにされている。

注2) 産卵後に腹節に抱えられた卵はオレンジ色もしくは赤色で、数か月間（初産の場合は約1年間）、卵はこのような色を呈している。このような色の卵を抱えた雌ガニを「アカコ」と呼ぶ（参考写真1参照）。

注3) 腹部に抱えられた卵の発生が進んで孵化が近づくと、発眼して卵の色が茶黒色もしくは黒紫色に変わる。このような色の卵を抱えた雌ガニを「クロコ」と呼ぶ（参考写真2参照）。

注4) 未成熟の雌ガニの腹節は、成熟した雌ガニの腹節（卵を抱えるために都合の良い大きくて丸みを帯びた形態となる）と比較して小さい。このような腹節の形態の違いから未成熟の雌ガニを区別して「マンジュウ (ガニ)」と呼ぶ（参考写真3参照）。



1 アカコを抱えた雌ガニ



2 成熟に伴う卵の色の変化



3 雌ガニの腹節の違い

参考写真 雌ガニの区分

出典：日本海西部ズワイガニ等調査業務(1)、京都府立海洋センター(2、3)

3.2 雄ガニの成熟

日本海西部海域の雄ガニは、甲幅約 5cm（9 齢）になると精巣と輸精管の中に精子が入った精包を蓄えることから、甲幅 5cm 程度で成熟すると判断される。したがって、甲幅約 5cm 以上（9 齢以降）の雄ガニは全て交尾が可能といえる。ただし、最終脱皮を終わっていない個体や甲羅の柔らかいミズガニは、成熟していても交尾できる機会は初回産卵の前だけである。これらの雄ガニは、最終脱皮直後で初回産卵直前の甲羅の柔らかい雌ガニとのみ交尾が可能である。

最終脱皮を終わってハサミ（鉗脚）が大きくなり、少なくとも1年以上が経過して甲羅が十分に硬くなった雄ガニは、初回産卵を控えた雌ガニ及び経産雌との交尾が可能である。

初回産卵を控えた雌ガニ及び経産雌と交尾が可能な雄ガニを「形態的成熟雄」、成熟はしているが経産雌とは交尾ができない雄ガニを「形態的未成熟雄」と呼ぶ。両者の交尾能力を比較すると、「形態的成熟雄」の方が高いことが報告されている。

参考文献)

- 1) 山崎淳・桑原昭彦・船田秀之助・戸嶋孝・藤田眞吾・内野憲（1993）京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究Ⅷ、京都海洋センター研報第16号、P.10～17.

- 2) 山崎淳・藤田眞吾・内野憲・戸嶋孝(1994) 京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究－IX、京都海洋センター研報第 17 号、P. 18～23.
- 3) 桑原昭彦・篠田正俊・山崎淳・遠藤進(1995) 日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理、水産研究叢書 44、社団法人日本水産資源保護協会.

4. 生活史

ズワイガニは孵化後、2、3ヶ月の浮遊幼生期を送ったのちに稚ガニとなって着底し、底生生活に入る。

着底する場所は、主に海流や水温などの自然条件によって決まるが、底生生活に入った1齢から6齢に成長するまでは水深250m以深の海底に広範に生息する。その後大多数の個体は、成長するにつれて水深200～300m程度の狭い水深帯に集まるが、主たる生息水深は海域によって異なる。

雌雄ともに着底後は主に浅深移動を行い、水平的に大きな移動をすることは少ない。

4.1 浮遊幼生期

卵から孵出されたズワイガニの幼生は、プレゾエア、第Iゾエア、第IIゾエア、メガロップの浮遊期を2～3ヶ月経て稚ガニとなり、着底する。

若狭湾におけるズワイガニの生活史に関する詳細な知見（今 1980）¹⁾によれば、ズワイガニの幼生は、一般に2～4月にかけて水深225～275mの海底で雌の腹部の卵から孵出し、プレゾエアとなる。その後1時間以内に脱皮して第Iゾエアとなる。第Iゾエアは、成体雌が生息している海底のほぼ真上で海面下50m以浅の水深層に濃密に分布する。

第IIゾエアは、4月上旬から5月中旬にかけ、水深150～200mの層でメガロップへ変態する。メガロップは水深200m以深の水温6～7℃以下の底水温層に濃密に分布する。

4.2 着底～未成体期

ズワイガニの浮遊幼生が着底する場所は、主に海流や水温等の自然条件によって決まるが、底生生活に入った1齢から10齢になるまでの間は、雌雄の区別無く生息する。この間、1齢～6齢の個体は水深250m以深の海底に生息する。7齢及び8齢の個体は徐々に浅所へ移動し、9齢、10齢に成長すると、大多数の個体が水深225m付近の海底に集まってくる（今 1980）¹⁾。

4.3 成熟～産卵期

雌は水深225m付近の海底で最後の脱皮を行って成体となり、交尾と産卵を果たしたのち、水深約250mの海底へ移動する。雄は11齢に成長するまでこの海域に生息し、その後は水深275mから400m付近の深所へ移動するが、再度浅所へ戻ることはなく、一旦深所へ移動した雄は再び生殖行為に関与する機会が少ないとされている（今 1980）¹⁾。

一方、京都府沖合海域においてカゴ縄の試験操業で行ったズワイガニの分布と移動の研究（和田ら 1983）²⁾によると、京都府沖合海域のズワイガニは、水深240mの海底域で交尾、産卵することが推定されている。また、当該海底には、12齢を中心とする11齢から16齢の成熟した雄ガニが他の水深帯よりも多く分布していることが確認されている。これらのことから、雄ガニは生涯において複数回交尾すると考えられている。

また、京都府沖合海域において行われた成熟と産卵に伴う雌ガニの移動、分布に関する調査（山崎ら 1985）^{3)、4)、5)}によると、雌ガニは水深220～290mの広範囲の水深帯で最終脱皮、交尾、初回産卵を行うこと、したがって上述のように水深275mから400m付近の深所に分布し、生殖に関与しないとされる雄ガニも、一部の個体は初回産卵の雌ガニと交尾する

可能性があることが明らかにされている。さらに、初産直前の 10 歳の未成体雌ガニと初回産卵後間もない雌ガニ（アカコ、P.7 参照）は広範囲に分布するが、卵の成熟とともに分布水深域が狭まり、腹部に抱えた卵が発眼した雌ガニ（クロコ、P.7 参照）は、水深 240m 域の特定水域に集中分布するとされている。

4.4 生活史のまとめ

以上の既往知見に基づいてズワイガニの生活史を整理すると以下に示すとおりとなる（表 2.1.1）。

表 2.1.1 ズワイガニの生活史

生活市のステージ		齢期・時期	生息場所	
約 1 年（経産） 又は 1 年半（初産） 後	孵化	2～3 月	水深 225～275m の海底	
	浮遊幼生期	プレゾエア	孵化後 1 時間以内	水深 225～275m の海底直上
		第 I ズエア		100m 以浅で成体雌が生息している海域のほぼ真上
		第 II ズエア		50～100m 層から 150～200m 層へ移動
		メガロツパ	3～5 月	200m 以深（水温 6～7℃以下）
着底		孵化後 2～3 ヶ月	海流や水温で決定	
未成体	1～6 齢		水深 250m 以深で広範囲に分布。着底した稚仔期の生活の場を引き継いでいると見られる。 ⁶⁾	
	7～8 齢		徐々に浅場へ移動	
	9～10 齢		200～300m	
交尾と産卵		雌は 10 齢から 11 齢で最終脱皮して成熟 初産卵期：夏から秋 経産卵期：冬から春	225m 前後（今） 220～290m の広範囲（山崎ら）	
成体	雌		交尾と産卵を終えた後 250m 付近へ移動	
	雄	11 齢以降	最終脱皮を終えた成体雄は、その翌年以降も交尾を行う。 ^{注)}	

注) 既述のとおり、11 齢以降の雄は生殖行為に関与しないとの知見もあるが、経産雌は、形態的成熟雄（最終脱皮後の成体雄）としか交尾が上手くいかず、初産卵時の 1 回の交尾でその後の複数回の産卵に要する十分な精子を貯めることができない場合もある。したがって、11 齢以降の形態的成熟雄が生殖に関与することが一般的と考えられる。

これに加え、日本海西部におけるズワイガニの生態に関する最近の調査結果（日本海区水産研究所等 一部未発表）では、ズワイガニの成長段階別の生息水深に関して、以下に示す特徴が明らかにされている。

- ①初産から 1 年以上経過した初産雌ならびに経産雌は、特定の海域に集中して分布する。
- ②成熟脱皮（最終脱皮）の直前にある未成体の雌ならびに初産後 1 年以内の雌は、特定の海域に集中して分布せず、その時点で生息している場所で成熟脱皮（最終脱皮）後の初回の交尾を行う。

- ③成熟した雄は、産卵期になると経産雌が集中的に分布する海域に集まってくる。
- ④経産雌が集中分布する水深帯は海域によって幅があり、日本海西部海域に点在する。
- ⑤未成体のカニや初産前後の雌は経産雌が集中分布する海域を避けるように広範に分布する。

これらの特徴を踏まえると、当該海域におけるズワイガニの分布は、経産雌の集中分布域が中心となって形成されると推定される。ただし、経産雌が集中分布する水深帯は海域によって幅があることから、ズワイガニの分布生態は、海域によって異なると考えられる。

参考文献)

- 1) 今攸 (1980) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* (*O. Fabrisius*) の生活史に関する研究、新潟大学理学部 附属佐渡臨海実験所特別報告第 2 集、P. 1~64.
- 2) 和田洋蔵・傍島直樹・宗清正廣・桑原昭彦 (1983) 京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究-I、京都海洋センター研報第 7 号、P. 29~34.
- 3) 山崎淳・生田哲郎・西広富夫・内野憲 (1985) 京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究-III、京都海洋センター研報第 9 号、P. 17~22.
- 4) 山崎淳 (1988) 京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究-IV、京都海洋センター研報第 11 号、P. 35~42.
- 5) 山崎淳・桑原昭彦・船田秀之助・戸嶋孝・藤田眞吾・内野憲 (1993) 京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究-VIII、京都海洋センター研報第 16 号、P. 10~17.
- 6) 尾形哲男 (1974) 日本海のズワイガニ資源、水産研究叢書 26、社団法人日本水産資源保護協会.

5. 食性及び被食

着底後のズワイガニは、底生生物を主たる餌料とし、甲殻類、魚類、イカ類、多毛類、貝類、棘皮動物等を捕食する。未熟な小型個体はゲンゲ類、カレイ類、ヒトデ等に捕食される。

着底後のズワイガニの食性に関しては、比較的多くの研究があり、特に胃内容物に出現した餌生物について詳細な調査が行われている（安田 1967）¹⁾。それによれば、動物は 11 綱 14 目 30 種に及び、植物では珪藻 3 種で、主要な種類は、甲殻類（ズワイガニ、ホッコクアカエビ）、双殻類、蛇尾類、魚類（ヒレグロ、ハタハタ、キュウリエソ）、頭足類（ミミイカ、ドスイカ）、多毛類（コガネウロコムシ）、腹足類、掘足類、棘皮類、有孔虫類である。

生息域によって餌料生物の種類は異なるものの、以上に示すとおり、ズワイガニは広食性で、多くの種類の生きた底生生物を食べ、また、一部屍食性も示す。なお、脱皮直前及び直後の個体は、正常なカニに比して摂餌量が少ない。

一方、食性に関する知見に比べて被食に関する知見は少ないが、着底後の第 1～3 歳の稚仔期においては、ゲンゲ類、カレイ類、ヒトデ等に捕食される（安田 1967¹⁾、尾形 1974²⁾、山崎 1994³⁾）。

参考文献)

- 1) 安田徹(1967)若狭湾におけるズワイガニの食性-I 胃内容物組成について、日水誌第 33 号、P. 315～319.
- 2) 尾形哲男 (1974) 日本海のズワイガニ資源、水産研究叢書 26、社団法人日本水産資源保護協会.
- 3) 山崎淳 (1994) ズワイガニ (*Chionoecetes opilio*) に関する既往知見の整理、日本海の水産資源に関する研究成果集、日本海ブロック水産業関係試験研究推進会議.

6. 生息環境と分布特性

ズワイガニの生息場は、底層水（日本海固有水）の影響を受ける水深帯であり、海底地形は平坦で流れは緩やかである。

ズワイガニは、その分布特性として、群れを作り、直径 1,000～2,000m 程度の大群集を形成し、さらに、その中に直径 100～300m 程度の小群集を形成して分布する。

また、ズワイガニは、平坦で変化の少ない海底地形上に分布するが、海底面のわずかな凹みやダーリアイソギンチャク等の大型の底生生物の直近に生息しており、既設の保護育成礁においても、礁体の直近に生息するなどの同様の性状を示すことが確認されている。

6.1 生息環境

ズワイガニが生息する日本海西部海域の水深 200m から 500m の水深帯は底層水（日本海固有水）の影響下にある。当該海域の海底地形は平坦で、流れは緩やか（水深 240～260m で最大流速 0.2～0.25m/s 程度）^{6)、7)}である。底質はシルト、粘土が卓越しており、光が届かないため生物の基礎生産は行われず。表層、中層から沈下してくる有機物等を基礎栄養源とした生態系が構築されている。

6.2 分布特性

(1) 群れの形成

ズワイガニは、周年、直径 1,000～2,000m 程度の大群集を形成し、さらに、その中に直径 100～300m 程度の高密度な小群集を形成して分布している。群れの形成は産卵（交尾）と密接な関係があり、雌雄の群れは産卵期には同じ海域に形成されるが、それ以外の時期には別々の海域に形成される。成熟した雌雄の群れは、同じ水深帯であっても、別々に形成されることもある。

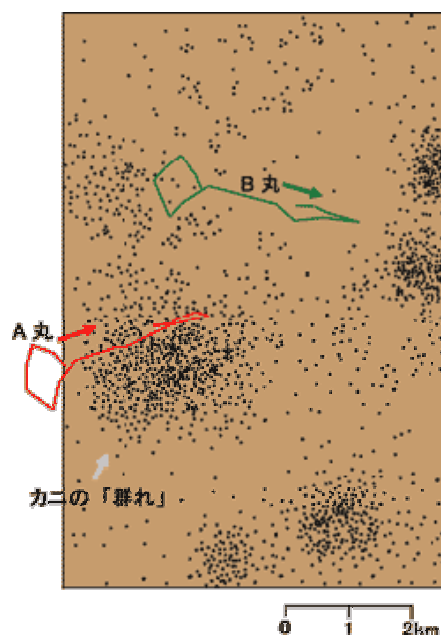


図 2.1.5 ズワイガニの群れと底びき網操業の模式図

出典：日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理

(2) 礁との関連

日本海西部におけるズワイガニの生息場は変化に乏しい平坦な海底地形であるが、ズワイガニは地形のわずかな凹みやダーリアイソギンチャク、ウミシダ等の大型底生生物を隠れ場等に利用して生息している（写真1）。

一方、既設のズワイガニ保護育成礁の周辺における生息状況調査では、ズワイガニが、保護育成礁単体の直近に定位しており、隠れ場・休息場として礁単体を利用していることが明らかとなっている（写真2）。また、試験操業による調査では、保護育成礁内で多くの抱卵した雌ガニが漁獲されており、雌ガニが産卵場として同施設を利用していることが推定されている（写真2）。



ウミシダ



ダーリアイソギンチャク

写真1 大型の底生生物を背後に定位するズワイガニ

出典：日本海西部ズワイガニ等調査業務



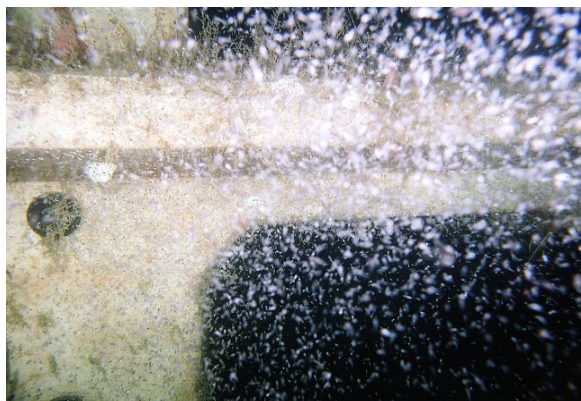
写真2 構造物を背後に定位するズワイガニ（左）と試験採捕された雌ガニ（右）

出典：日本海西部ズワイガニ等調査業務

さらに、保護育成礁単体の表面には付着生物が付着し、構造物の内部や周辺の実地には餌料動物が高密度に生息している状況等が確認されており（写真3）、保護育成礁が餌場として利用されていることが推定されている。

なお、保護育成礁にはズワイガニ以外の水産有用生物が蝟集しており（写真4）、保護育成礁がズワイガニ以外の生物にも生息場（隠れ場・休息場）、餌場として利用されていることが推定されている。ズワイガニとこれらの生物は、食物連鎖を通じて相互に関係を有

していると考えられる (図 2.1.5)。



構造物近傍の動物プランクトンのスウォーム



デトリタスの多い海底面



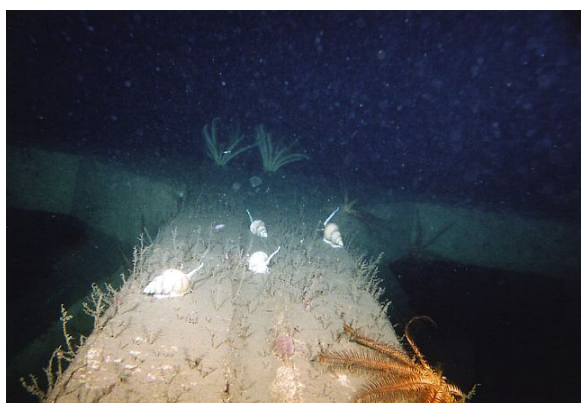
礁単体内部に群生するクモヒトデ類



魚礁に群生するモロトゲアカエビ

写真3 保護育成礁設置海域における生物の生息状況 (餌料生物等)

出典：日本海西部ズワイガニ等調査業務、兵庫県ズワイガニ増殖場効果調査



構造物に付着して摂餌するエッチュウバイ



構造物内で定位するマダラ

写真4 保護育成礁設置海域における生物の生息状況 (水産有用種)

出典：日本海西部ズワイガニ等調査業務

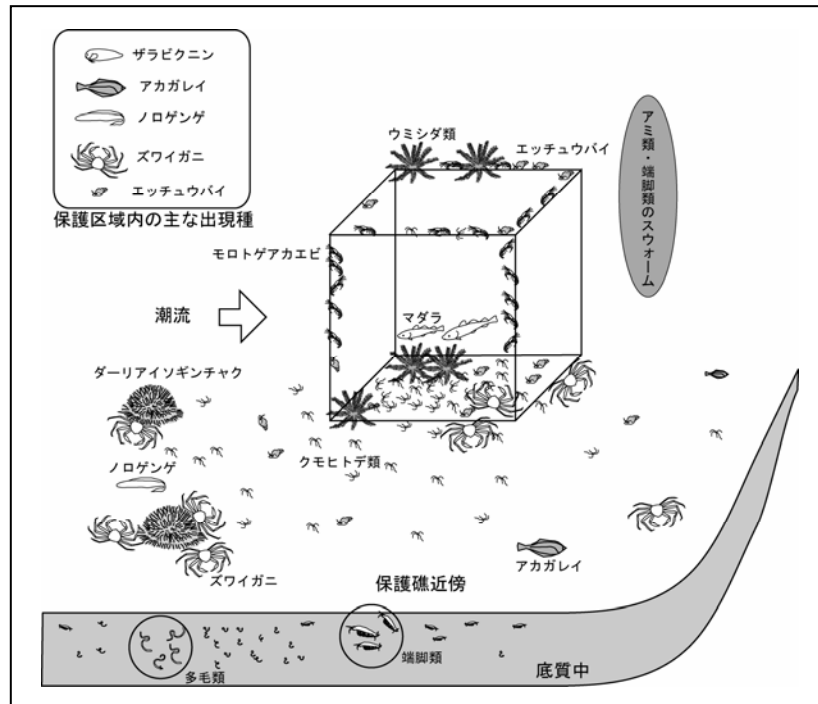


図 2.1.6 ズワイガニと礁との関連（構造物近傍の生物生息状況）

出典：日本海西部ズワイガニ等調査業務

参考文献)

- 1) 桑原昭彦・篠田正俊・山崎淳・遠藤進（1995）日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理、水産研究叢書 44、社団法人日本水産資源保護協会。
- 2) 山崎淳・桑原昭彦・浜中雄一・傍島直樹（1990）京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究－V、京都海洋センター研報第 13 号、P. 35～40。
- 3) 山崎淳・桑原昭彦・船田秀之助・戸嶋孝・藤田眞吾・内野憲（1993）京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究－VIII、京都海洋センター研報第 16 号、P. 10～17。
- 4) 山崎淳（1994）ズワイガニ（*Chionoecetes opilio*）に関する既往知見の整理、日本海の水産資源に関する研究成果集、日本海ブロック水産業関係試験研究推進会議。
- 5) 兵庫県（2005、2006）兵庫県ズワイガニ増殖場効果調査（写真、映像資料）。
- 6) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会、平成 3 年度特定魚種漁場整備開発調査ズワイガニ調査報告書、平成 4 年 3 月。
- 7) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会、平成 10 年度特定魚種漁場整備開発調査アカガレイ等調査報告書、平成 11 年 3 月。
- 8) 水産庁、平成 19 年度日本海西部ズワイガニ等調査業務。

第2章 ズワイガニの漁業

1. 漁業種類・漁法

日本海西部におけるズワイガニを対象とした漁業は、沖合底びき網漁業（大臣許可）及び小型機船底びき網漁業（知事許可）及びずわいがに漁業（大臣承認）である。

日本海西部地区におけるズワイガニを対象とした漁業は、沖合底びき網（かけ回し）漁業が主体であり、小型機船底びき網、及びずわいがに（かご）漁業でも漁獲される。なお、島根県における2そうびき沖合底びき網漁業は魚類を主対象とすることから第3編にて整理する。

1.1 沖合底びき網漁業

沖合底びき網漁業は、総トン数 15 トン以上の動力漁船で底びき網を使用する漁業をいい、漁業法第 52 条で農林水産大臣の許可を受けなければ営むことができない指定漁業である。漁船規模は以下の 3 種類に分類され¹⁾、このうち日本海西部では「①かけ回し」でズワイガニを漁獲する。

- ①かけ回し 総トン数 15～160 トン（乗組員 5～20 人程度）
- ②トロ〜ル 総トン数 15～160 トン（乗組員 5～20 人程度）
- ③2そうびき 総トン数 50～125 トン（乗組員 10 人程度）

沖合底びき網漁業は、前項で示したとおり、11月6日から翌年3月20日までがズワイガニ漁期であり、その他の期間は主としてカレイ類、ハタハタ等の魚類、ホッコクアカエビ等のエビ類、ホタルイカ、バイガイ類等を漁獲している。

以下に鳥取県における沖合底びき網漁業（かけ回し）の操業方法について整理する²⁾。

鳥取県における沖合底びき網（1そうかけ回し）漁業は、65～95トンの鋼製漁船を使用し、8～11人が従事する。漁場近くになると、浮標に曳網の一端を結着し、曳網及び漁具がスムーズに投入できるよう準備するとともに、風向、潮流を確認する。漁場に到着すると、風向と同方向（海況によるが潮流より風方向を重視する）に曳網するよう、まず浮標を投入し、転針しながら全速で航走し投網する（図 2.2.1）。最後に浮標を引き揚げ、曳網の一端を回収し、曳網を開始する。

曳網は、風を背に受ける方向で行い、最初の5分間くらいは約0.4ノットとごく微速で、つづく10分間ほどは約0.8ノット、40分間ほどは1.3～1.8ノット、最後の5分間程度は全速で航走して、60分程度で完了する。

揚網は、曳網を船尾より巻揚機（ドラム）に巻きつけ（スターン型）、15～18分で巻き取る。網は網巻取機に揚網され、船上に引き揚げられた袋網部のまぐい網をゆるめて漁獲物を取り出し、魚種・大きさに選別して箱詰めする。1回あたりの操業時間は約1時間半で、揚網完了後、移動して次の操業位置を決め、昼夜を問わず操業を繰り返す。1航海4泊5日程度で帰港する。

漁具は、曳網、袖網及び袋網から構成される（図 2.2.1）。曳網は、漁船の馬力数によっ

て組み合わせが決定され、馬力数が大きくなれば、曳網を太くするなどして重量を増大する。曳網の組み合わせは複雑で、漁獲に大きく影響するといわれている。曳網の長さは、組み合わせにもよるが、概ね4,000m（片側2,000m）前後である。

漁船は対象魚種にあわせて、ハタ網（キス網）、カニ網及びエビ網の目合いを変えた3種類の漁具を常備している。ただし、賀露ではエビ網を除く2種類である。

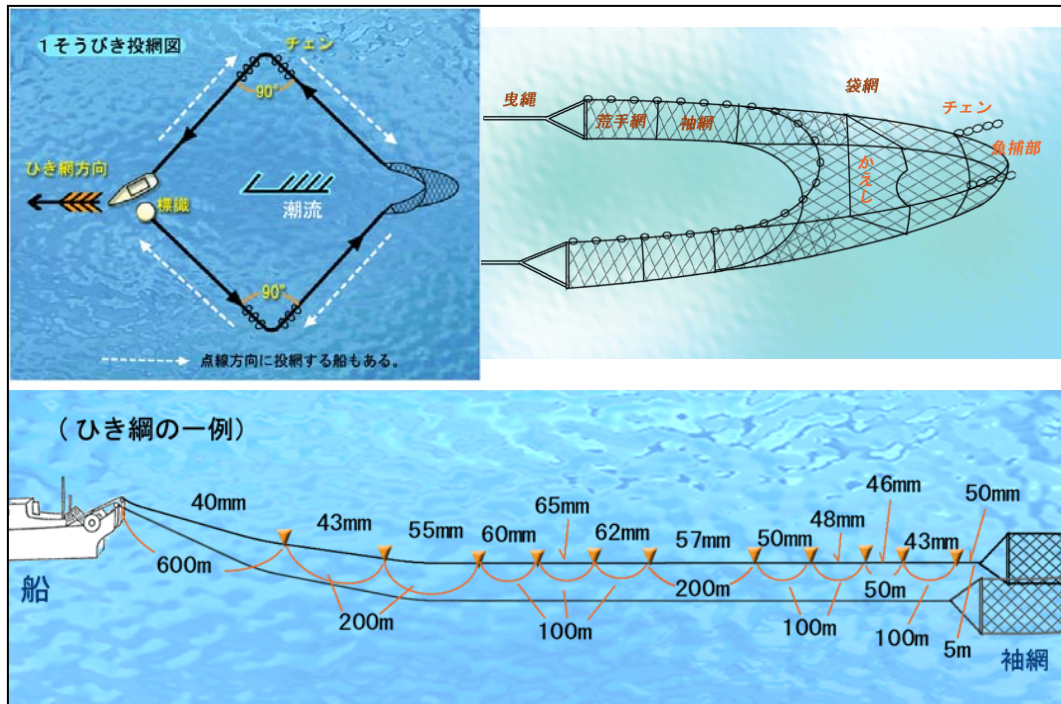


図 2.2.1 沖合底びき網（1そうびき・かけ回し）の操業方法と漁具（鳥取県の例）

出典：鳥取県水産試験場ホームページ「鳥取県の漁具・漁法（海面編）」より引用

かけ回しの特徴は、曳網、網を打ちまわし、ひし形ないし正方形に近い形を作ることにある。この曳網と網で囲まれた範囲の生物を漁獲する漁法である。この範囲の面積（掃過面積）は、漁船の大きさや曳網の長さで異なるが、概ね1.3～1.8km²と見積もられる。かけ回しの場合、曳網や網を打ちまわすことが出来れば操業が可能であり、ピンポイントの海域を漁場として利用できる。保護育成礁を整備するにあたっては、こうした特徴を踏まえ、礁単体の配置間隔等を決定する必要がある。

1.2 小型機船底びき網漁業

総トン数15トン未満（乗組員1～5人程度）の動力漁船で底びき網を使用する漁業をいい、漁業法第66条で都道府県知事の許可を受けなければ営むことができない法定知事許可漁業である。

使用する漁具形状で許可の種類も異なり、ズワイガニや魚類等を対象とする漁法は手繰第1種（機船手繰網、機船底びき網）に分類される^{注)}。

注) 手繰第1種は網口開口装置を有しない漁具を使用する底びき網漁業で、ビーム（張竿）により網口を開く漁具を用いる場合が手繰第2種、桁により網口を開く漁具を用いる場合が手繰第3種である。

以下に、島根県における小型底びき網漁業（小型機船手操網1種）の概要を述べる（島根県庁ホームページ³⁾）。

漁船は9トンと14トン型の2種類があり、1隻で操業する。夜明け前に漁場に到着し、日の出とともに操業を開始する。投網は、潮流を受けるように片方のロープ、網、片方のロープの順に船尾より菱形に投入し、最初に投入したロープの端を拾って曳航を始める。約1時間の曳航後に網を船上に引き揚げ、漁獲物を収容して再び投網する。1日6～7回作業を繰り返し、夕方帰港する。

また、以下に京都府におけるに掲載されている小型底びき網漁業（小型機船手操網1種）の概要を述べる（京都府立海洋センターのホームページ⁴⁾）。

京都府における底びき網漁業は、主に14トン型の小型底びき網漁船を使用し、水深100mから350mで操業されている。操業の際に、左右2本のロープの先に取り付けた長さ50～60mの網を時速2km弱（約1ノット前後）で約40分から1時間30分曳いた後に船上に引き揚げ、漁獲物を収容する。1本のロープの長さは漁場の水深により多少異なるが、およそ1,800m前後となっている。

曳網時間は、対象とする魚種によって異なり、例えば、ニギス等が対象の場合は約40分から1時間程度と比較的短く、ズワイガニやカレイ類等が対象の場合は約1時間から1時間30分程度と長くなるのが一般的である。

底曳網漁船の前方には、ズワイガニ等を活かして港に持ち帰るため、冷却水が入った水槽が装備されている。また、後方には、網につながった曳網を巻き取るための大型リールが装備されている。

1.3 ずわいがに（かご）漁業

総トン数10トン以上の動力漁船でズワイガニを採捕することを目的として「承認漁業等の取締りに関する省令」に定められた海域及び期間に営む漁業は、同省令第3条で「農林水産大臣の承認を受けなければ営むことができないずわいがに漁業」と規定されている（沖合底びき網漁業、小型機船底びき網漁業を除く）。山陰沖で操業されるずわいがに（かご）漁業は、この承認漁業に該当する。

主に19トンの漁船を使用し、一般的には餌を入れたカゴを約5kmの幹縄ロープに一定間隔でとり付け、海底に沈めて中に入るカニ類を漁獲する。カゴ一つの大きさは、底の直径1.3m未満、高さ1.2m未満、開口部の直径0.4m以上、網目の大きさは13cm以上として規定されている。漁場は隠岐島周辺海域で、水深200～300mで操業される。漁期は11月下旬～2月下旬である。

参考文献)

- 1) 水産庁企画課、水産早わかり、平成19年8月。
- 2) 鳥取県水産試験場、鳥取県の漁具・漁法（海面編）、平成16年2月。
- 3) 島根県水産課ホームページ、島根の漁業。
- 4) 京都府立海洋センターホームページ、京都の漁業。

2. 漁期・漁業規制

沖合底びき網の漁期は9月～翌5月までであるが、省令、自主協定等により、ズワイガニの漁期は11月6日～3月20日までとなっている。この漁期間中、関係各府県による自主規制により、雄ガニ、雌ガニ、ミズガニ毎にさらに細かく漁期が設定されている。

ずわいがに(かご)漁業の漁期は、自主規制により11月23日～2月23日となっている。

日本海西部におけるズワイガニ漁業には、資源保護を目的とした種々の漁業規制が行われている。漁業規制は「承認漁業等の取締りに関する省令」(以下、省令と称する)を基本とし、日本海西部(石川県から島根県)の関係漁業者による自主的な規制として「日本海ずわいがに採捕に関する協定」(以下、協定と称する)がある(表2.2.1)。

表 2.2.1 省令及び協定の内容

項目		承認漁業等の取締りに関する省令 (採捕の制限等)	平成19年度日本海ズワイガニ採捕に関する協定 (採捕時期及び尾数制限)
採捕禁止 期間 ^{注1)}	オスガニ	3月21日～11月5日	同 左 (採捕始期:11月6日～終期:翌年3月20日)
	ミズガニ ^{注2)}	同 上	3月21日～12月20日 (採捕始期:12月21日～終期:3月20日)
	メスガニ	1月21日～11月5日 かご漁業はメスガニ全て採捕禁止	1月11日～11月5日 (採捕始期:11月6日～終期:1月10日)
漁獲サイズ	オスガニ	甲幅9cm未満の採捕禁止	同 左
	ミズガニ	同 上	同 左
	メスガニ	未成熟ガニの採捕禁止 (腹節の内側に卵を有していないメスガニ)	アカコ ^{注3)} 、マンジウガニ ^{注4)} は採捕してはならない
漁獲量 ^{注5)} (1航海当り)	オスガニ	規定なし	同 左
			24時間以内 1,000尾以内
	ミズガニ	規定なし	48時間以内 2,000尾以内
			48時間以上 3,000尾以内
	メスガニ	規定なし	24時間以内 6,000尾以内
			48時間以内 10,000尾以内
		48時間以上 20,000尾以内	

注1) 省令においては採捕禁止期間が規定され、協定においては採捕期間が規定されているが、ここでは省令に合わせて協定でも採捕禁止期間を記載した。

注2) P. 4参照

注3)、注4) P. 7参照

注5) 協定における漁獲量制限の内、時間は1航海あたりの時間(出港～帰港までの時間)を示す。

これらの規制に加え、より厳しい内容の自主的な規制が各府県で設定されている(表2.2.2)。兵庫県、鳥取県ではオスガニ(カタガニ、P. 4参照)にも漁獲サイズ規制を行っている。また、ミズガニに関しては6府県全てで省令よりも厳しいサイズ規制が行われ、漁獲尾数が制限されている。加えて水ガニは、京都、兵庫、鳥取の各府県では協定よりも操業期間が短く定められている。

雌ガニに関しても、漁獲対象となるのはクロコ(成熟した卵を腹に抱える雌ガニ)のみで、漁獲量も制限されており、兵庫県、鳥取県では体長制限も定められている。

大臣承認漁業である島根県のズワイガニ(かご)漁業は、漁期が省令よりも短く設定されており、雌ガニは全面的に採捕禁止となっている。

表 2.2.2 日本海西部におけるズワイガニを対象とする漁業の漁業規制（平成 19 年 10 月 5 日現在）

	雄ガニ					雌ガニ		
	カタガニ		ミズガニ					
	体長制限等	操業期間	体長制限等	採捕尾数制限	操業期間	体長制限等	採捕尾数制限	操業期間
石川県	9cm 未満禁止	11月6日～3月20日	10cm 未満禁止	① 日帰り船 1,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 2,000 尾以内 ③ 1 航海船 3,000 尾以内	12月21日～3月20日	(採捕禁止) 腹節の内側に卵を有しない雌ガニ (マンジュウガニ) アカコ	① 日帰り船 6,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 10,000 尾以内 ③ 1 航海船 20,000 尾以内	11月6日 ～1月10日
福井県	9cm 未満禁止	11月6日～3月20日	10cm 未満禁止	① 日帰り船 1,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 2,000 尾以内 ③ 1 航海船 3,000 尾以内	12月21日～3月20日	(採捕禁止) 腹節の内側に卵を有しない雌ガニ (マンジュウガニ) アカコ	① 日帰り船 6,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 10,000 尾以内 ③ 1 航海船 20,000 尾以内	11月6日 ～1月10日
京都府	9cm 未満禁止	11月6日～3月20日	10cm 未満禁止	① 日帰り船 1,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 2,000 尾以内 ③ 1 航海船 3,000 尾以内	1月11日～3月20日	(採捕禁止) 腹節の内側に卵を有しない雌ガニ (マンジュウガニ) アカコ	① 日帰り船 6,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 10,000 尾以内 ③ 1 航海船 20,000 尾以内	11月6日 ～1月10日
兵庫県	9.5cm 未満禁止	11月6日～3月20日	10.5cm 未満禁止	① 日帰り船 1,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 2,000 尾以内 ③ 1 航海船 3,000 尾以内	1月16日～3月15日	(採捕禁止) 腹節の内側に卵を有しない雌ガニ (マンジュウガニ) アカコ 7cm 未満禁止	① 日帰り船 6,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 10,000 尾以内 ③ 1 航海船 20,000 尾以内	11月6日 ～1月10日
鳥取県	9.5cm 未満禁止	11月6日～3月20日	10.5cm 未満禁止	① 日帰り船 1,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 2,000 尾以内 ③ 1 航海船 3,000 尾以内	1月16日～3月15日	(採捕禁止) 腹節の内側に卵を有しない雌ガニ (マンジュウガニ) アカコ 7cm 未満禁止	① 日帰り船 6,000 尾以内 ② 1 晩泊り船 10,000 尾以内 ③ 1 航海船 20,000 尾以内	11月6日 ～1月10日
島根県 (カニかご)	9cm 未満禁止	11月23日～2月23日 (30トン以上船は、11月23日～2月5日)	9cm 未満禁止	① 航海あたり 700 尾以内	1月20日～2月23日 (30トン以上船は、1月20日～2月5日)	採捕禁止		

※ 1：黒字は「承認漁業等の取締りに関する省令」、囲み文字は「日本海ズワイガニ採捕に関する協定」、網掛け文字は各府県で定められた自主規制措置を示す。

※ 2：採捕尾数制限の①日帰り船とは、出港から帰港まで 24 時間以内のものとする。

② 1 晩泊り船とは、出港から帰港まで 24～48 時間のものとする。

③ 1 航海船とは、出港から帰港まで 48 時間以上のもものとする。

3. 漁業生産構造

日本海西部の沖合底びき網漁業許可隻数は154隻であり、そのうち、関係3県（兵庫県、鳥取県、島根県）における沖合底びき網漁業の許可隻数は105隻（平成19年1月1日現在）であった。

また、日本海西部における小型機船底びき網漁業許可隻数は273隻で、うち、関係3県が57隻（平成19年5月現在）である。一方、ずわいがに（かご）漁業の承認隻数は島根県の10隻（平成19年1月1日現在）である。

沖合底びき網漁業許可隻数

府県名	許可隻数	平均漁船トン数
石川県	20	23.7
福井県	27	44.2
京都府	2	19.0
兵庫県	57	67.5
鳥取県	30	86.0
島根県	18	79.1
日本海西部計・平均 (内、関係3県)	154 (105)	62.1 (74.8)

小型機船底びき網漁業（手繰第1種）許可隻数

府県名	許可隻数			備考
	5ト未満	5～10ト	10～15ト	
石川県	146	33	97	平成19年11月現在
福井県	57		19	平成19年5月現在
京都府	13			平成19年5月現在
兵庫県	0			平成19年5月現在
鳥取県	0			平成19年5月現在
島根県	57		17	平成19年5月現在
日本海西部計・平均 (内、関係3県)	273 (57)	33 (0)	133 (17)	107 (40)

ずわいがに漁業大臣承認隻数

府県名	許可隻数
石川県	0
福井県	0
京都府	0
兵庫県	0
鳥取県	0
島根県	10
日本海西部計・平均 (内、関係3県)	10 (10)

4. 漁獲量・金額の推移

日本海西部におけるズワイガニの漁獲量は、戦後漁業の回復とともに増大したが、1970年を境に急激に減少した。1990年代には2,000トンを割り込む水準となり、その後増加傾向に転じたものの、2005年には4,111トン（概数）と、往時の1/3程度の水準にとどまっている。

日本海西部におけるズワイガニ漁獲量の推移は、図 2.2.2「日本海西部におけるズワイガニ漁獲量の推移」のとおりである。また、ズワイガニ漁獲金額の推移は図 2.2.3「日本海西部におけるズワイガニ漁獲金額の推移」のとおりである。

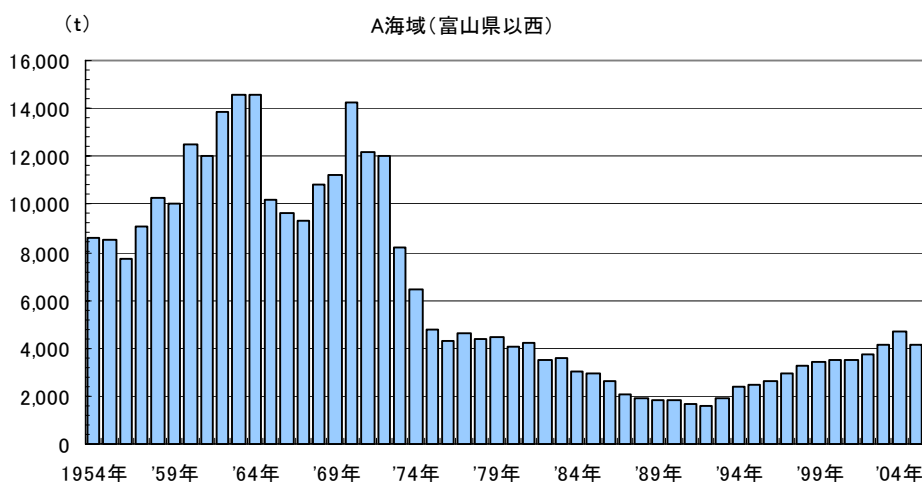


図 2.2.2 日本海西部におけるズワイガニ漁獲量の推移

出典：平成 18 年ズワイガニ日本海系群の資源評価

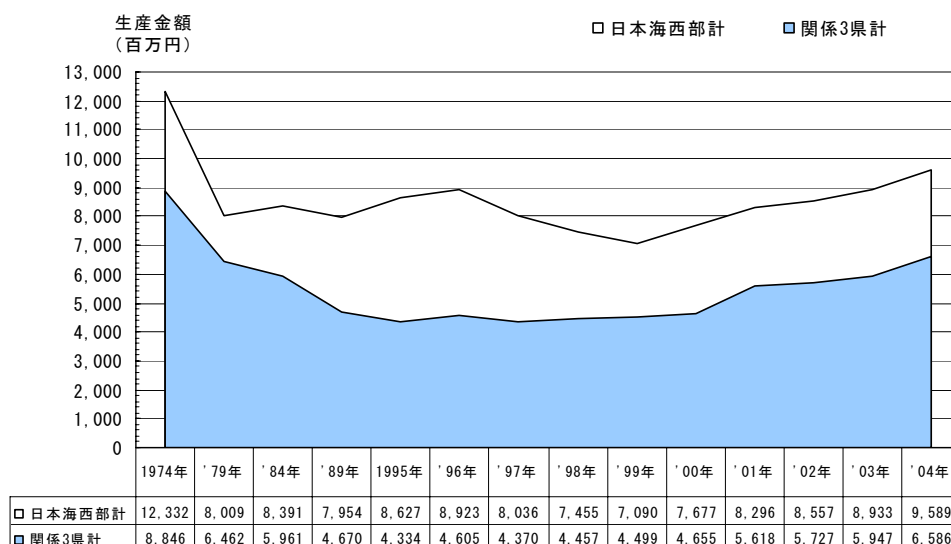


図 2.2.3 日本海西部におけるズワイガニ漁獲金額の推移

出典：石川県、福井県、京都府、兵庫県、鳥取県、島根県農林水産統計年報

注) 2000年を基準とした消費者物価指数でデフレートした。なお、1974年～1989年の島根県のデータが農林統計では把握できない。

5. 資源回復の必要性

日本海西部におけるズワイガニの漁獲量は、長年にわたる関係漁業者の自主的な資源管理努力や関係各府県によるズワイガニ保護礁の整備等の取組みに加え、「日本海西部あかがれい（ずわいがに）資源回復計画」（平成14年9月公表）の施行により近年持ち直し傾向にあるとはいえ、より確実な資源量の高水準への回復が求められている状況にある。

資源回復をより効果的に促進し、ズワイガニの安定供給の確保を図るためには、沖合水域における増殖の取組みをより一層推進する必要がある。

5.1 漁獲量減少の原因

前述のとおり、日本海西部のズワイガニを対象とする漁業では、資源保護を目的として漁期、サイズ、漁獲量などが厳しく制限されてきた。それにもかかわらず1975年から1985年頃にかけてズワイガニの水揚量は大きく減少した。その原因として、以下に示す事項が挙げられる。

(1) 乱獲

ズワイガニは産まれてから親ガニになるまでに約10年を要する種であり、極めて成長・成熟が遅い種といえる。一方、日本海西部でズワイガニを漁獲する底びき網漁業は、漁船やエンジンの大型化、さらに航海計器類（レーダー、プロッター、魚群探知機など）の機能、精度向上等の近代化により、漁獲圧力を強め続けてきた。そのため、漁獲圧力がズワイガニ資源の再生産力を上回る状態となっている。

(2) 漁期外の混獲

ズワイガニ漁期以外の時期にも底びき網漁業が操業されるため、ズワイガニが混獲されている。混獲されたズワイガニは水揚できないため、海上で選別された後に再放流されているが、特に表面水温や気温が高い時期は再放流後の生残率が必ずしも高くない。

下の写真は、ズワイガニ漁期外に底びき網の船上水揚状況である。主としてアカガレイを狙った操業にもかかわらず相当量のズワイガニが漁獲されている状況が明らかである。



底びき網で混獲されたズワイガニ



混獲されたズワイガニと漁獲物の選別

写真5 ズワイガニの混獲の状況

出典：京都府立海洋センターホームページ

京都府立海洋センターによる投棄ズワイガニの実態調査によれば、ズワイガニは水温や気温等の温度の大きな変化には順応することができないことが明らかにされている。加えて、漁期外である秋期はズワイガニが脱皮を行う時期に当たる。脱皮直後のカニは甲羅が非常に柔らかく、網に入ると他の魚介類などに圧迫され船上に揚げられた時点で多くが死亡する。このため、秋期の混獲は重大な資源減耗要因となっていることが予想される。

したがって、上述の乱獲と併せて混獲を抑制すること、すなわち漁獲努力量の抑制がズワイガニ資源の保護、回復に重要となる。

表 2.2.3 混獲ガニの推定生残率

月	オスガニ	メスガニ		気温 (°C)	表層水温 (°C)	底層水温 (°C)
		成体	未成年体			
3月	99.3%	71.4%	100.0%	8.5	12.0	1.1
4月	96.5%	99.0%	95.5%	14.5	15.1	3.6
5月	86.9%	87.0%	96.6%	17.6	17.5	1.3
10月	0.0%	2.9%	14.9%	21.5	21.4	3.2
12月	100.0%	100.0%	100.0%	14.6	16.8	1.9

出典：日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理（社団法人日本水産資源保護協会）

(3) その他

以上に示した国内漁業における漁獲圧力の増大に加えて、韓国漁船による違法操業や無秩序な操業も資源状態の悪化の一因と見られる。近年、水産庁の漁業取締船が押収した韓国漁船の違法設置漁具及び投棄漁具は増加しており、韓国漁船による不法操業も多くなっていると見られている³⁾。

5.2 資源回復の必要性

日本海西部におけるズワイガニの漁獲量は、長年にわたる関係漁業者の自主的な資源管理努力や関係各府県によるズワイガニ保護礁の整備等に加え、「日本海西部あかがれい（ずわいがに）資源回復計画」（平成14年9月公表）が策定され、漁業者、行政他の関係機関における漁獲努力量の削減を始めとした資源管理へのさらなる努力により、近年持ち直し傾向にある。しかしながら、より確実な資源量の高水準への回復が求められている。

このような状況下で、これまで保護育成礁の設置は、各府県によって、主として各府県の沿岸海域で実施されていたところである。資源回復をより効果的に促進し、安定供給の確保を図るためには、より一層の沖合海域における増殖の措置が求められている。

また、成熟までに長い期間を要する種の特性を考慮し、資源回復の効果を期待するためには、長期的な視点で、継続して増殖措置を講じていくことが必要である。

参考文献)

- 1) 桑原昭彦・篠田正俊・山崎淳・遠藤進（1995）日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理、水産研究叢書44、社団法人日本水産資源保護協会。
- 2) 山崎淳・桑原昭彦・浜中雄一・傍島直樹（1991）京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究－VI、京都海洋センター研報第14号、P.32～38。
- 3) 水産庁漁港漁場整備部、広域漁場整備開発調査報告書、平成18年3月。

第3章 増殖場（保護育成礁）の造成

1. 増殖の手法（基本方針）

ズワイガニ資源の回復には、漁獲からの保護と産卵・育成場の確保が重要であり、そのための措置として、資源管理等の施策と連携した増殖場（保護育成礁）の造成を行うことが有効である。

ズワイガニは、孵化後 2～3 ヶ月の浮遊幼生期を経るが、その間の減耗を抑制する対応策は今のところ見当たらない。そのため、ズワイガニ資源の保護、回復のための措置は、着底後の成長段階が対象となる。

また、ズワイガニは成熟までの期間が長いので、資源の保護、回復のために漁獲圧力の継続的な抑制が重要となる。

これまでは漁期や漁獲対象サイズ、漁獲量の制限等の規制によってズワイガニ資源の保護が図られてきたが、さらに高い資源水準への回復を目指すためには、増殖対象域のズワイガニ資源を確実に漁獲から保護し、ズワイガニが生息及び繁殖しやすい環境（餌場、隠れ場、交尾・産卵・孵化の場等）を確保することが重要となる。

そのための手法として増殖場（保護育成礁）を整備することが効果的である。

参考文献

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター、平成 18 年ズワイガニ日本海系群の資源評価。
- 2) 水産庁、日本海西部あかがれい（ずわいがに）資源回復計画、平成 14 年 9 月 6 日公表。

2. 計画策定

ズワイガニ増殖場（保護育成礁）は、ズワイガニの生息海域を保護し、資源の再生産力の向上及び保全を目的とする。よって、計画の策定にあたっては、事業効果の確保方策、関係漁業者の操業状況、工事の施工性等を総合的に勘案することが重要である。

2.1 事業効果の確保

計画の策定にあたっては、保護育成礁の造成によって期待される効果について事前に想定し、この効果が十分に確保されるよう検討することが必要である。

ズワイガニ保護育成礁の造成効果としては、礁内でズワイガニが保護され、増加した資源が礁外に滲み出し、その一部が漁獲されて生産量の増大につながることを期待できる。また、生産量の増大による水産加工業、流通業等の関連産業への波及効果も期待される。なお、事業効果の事前の想定に関する考え方は第5章を参照されたい。

2.2 造成地区の選定と規模の決定

保護育成礁の効果が十分に確保されるためには、①ズワイガニの分布や生態（保護対象とするズワイガニの生息水深帯等）、②当該海域を漁場として利用する関係漁業者の操業状況、③沖合・大水深域であることを踏まえた工事の施工性等を総合的に勘案し造成地区の選定と規模の決定を行う必要がある。

ズワイガニは雌雄で主に生息する水深帯が異なっていたり、同じ水深帯で成長段階の異なる個体が別々な「群れ」を形成したりすることから、当該海域におけるズワイガニの成長段階別の分布状況を十分に把握した上で、成長段階に応じた生息場が確保されるよう留意する必要がある。

また、保護育成礁の造成は、現在漁場として使用している海域において行われるものであることから、関係漁業者との調整を十分行った上で造成地区及び規模の検討を進める必要がある。

さらに、事業は沖合・大水深の海域で行われることから、工事の施工の適性についても十分考慮する必要がある。

2.3 計画水深帯の考え方

ズワイガニ保護育成礁の造成効果を十分に確保するためには、特に保護対象とするズワイガニの生息水深を十分に考慮して造成地区を選定する必要がある。

第1章で述べているとおり、ズワイガニの交尾と産卵の水深帯は海域によって異なるものの、概ね水深200～300m付近で行われ、交尾と産卵を終えた雌は水深250m付近に移動し、成体の雄は産卵後水深400m付近まで移動する。

このようにズワイガニは成長段階等によって生息水深帯が異なることに留意し、生殖に関与する成体ガニの保護と成長・成熟途上の未成体ガニの保護の双方を効果的に行えるよう計画を策定しなければならない。必要とされる保護育成礁の役割は、生息場の確保、餌料環境の改善、漁獲からの保護であり、当該海域においてこれらの機能を効果的に発揮できる水深帯に保護育成礁を造成する計画とすることが求められる。

日本海西部地区特定漁港漁場整備事業計画の策定においては、既往知見等に基づき、増殖対象とする着底後の未成体ガニ及び生殖に関与する成体ガニの日本海西部における生息水深を以下のとおり設定する。

- ①未成体ガニ：混獲による減耗から漁獲対象前の個体を保護する。
 (生息水深) 主に 250～500m 域 (特に 350m 以深) に分布し、より大型の個体ほど浅い水深域 (350m 以浅) に分布する。
- ②成体雌ガニ：抱卵個体及び生殖に関与する個体の保護する。
 (生息水深) 主に水深 230～260m 域 (特に 240m) に分布。大きく移動はせず、2km ほどの大きさの群れをなす。
- ③成体雄ガニ：生殖に関与する個体を保護する。
 (生息水深) 主に 260～500m 域 (特に 260～330m) に分布。交尾期に雌の分布域まで移動する。水平的に大きく移動することは少なく、季節によって浅深移動する。

表 2.3.1 増殖の視点と生息水深の考え方

水深帯	ズワイガニの生活史	ズワイガニ増殖の視点
50～200m層を浮遊		減耗抑制
200m		
250m 付近	成体雄 (10～11 齢) ↓ 交尾、産卵※ ¹ (初産雌) ← 孵化 交尾、産卵※ ² (経産雌) ↓ 未成体 (7～10 齢) 徐々に浅場へ移動	孵化時の初期減耗抑制 抱卵ガニの保護 好適環境への定着促進 餌料環境改善 生息場の創出 食害・漁獲からの保護
300m	成体雄 (11 齢以降) ↓ 着底 未成体 (1～6 齢)	食害・漁獲からの保護 餌料環境改善 生息場の創出
500m		

※1 その時点での生息場所で成熟脱皮、交尾、産卵(山崎らは220～290mと報告)

※2 2回目以降の交尾、産卵は特定の場所で行われる。その場所は海域によって水深帯に幅がある。

3. 増殖場（保護育成礁）造成のための調査

ズワイガニ増殖場（保護育成礁）造成にあたっては、計画時に想定される機能が十分に発揮される施設の設計、施工を実現するために必要な調査を実施しなければならない。具体的には、当該海域の物理・化学的環境条件、ズワイガニの分布状況、漁業実態、等であり、これらの調査結果に基づいて合理的に事業を推進する必要がある。

3.1 漁場の物理・化学的環境条件の把握

ズワイガニの生息場の環境条件の把握及び造成位置の選定を行うために、以下に示す物理・化学的条件について調査を行う。これらの条件は既存の海洋調査結果等から把握できる場合があるが、より正確に把握するために現地調査を行うことが望ましい。

(1) 底質

ズワイガニは海底に堆積する有機物の他、海底泥中のベントスも餌料としていることから、餌料となるベントスが分布するシルトや細粒砂の底質が造成場所として好ましいと考えられる。一方、保護育成礁の造成では海底に構造物を設置することから、設置された構造物が沈下、埋没したり、洗掘されない条件が必要である。このため、適切な造成位置を選択する条件の一つとして底質を把握する。

底質は既存の海洋調査結果等から把握できる場合があるが、音波探査と底質サンプリングによる現地調査を行うことが望ましい。広域な底質の把握方法として、音波探査の他に、サイドスキャンソナーを用いた方法もある。ただし、この場合でも、得られた底質の調査情報の妥当性を検証するために底質サンプリングを行う必要がある。底質サンプリングの手法としては、柱状採泥器やスミス・マッキンタイヤ等のグラブ式採泥器を用いる採泥が一般的であるが、大水深域での調査となることに留意して実施する必要がある。

〔調査事項〕

造成地区の底土の種類、分布 造成位置の底質 許容支持力

(2) 海底地形

造成位置は、保護育成礁の安定が維持され、増殖機能が発揮されるよう平坦で傾斜の緩やかな海底を選択しなければならない。そのために水深を測定し、その結果を基に等深線図を作成して傾斜角や起伏の有無を確認する。

水深は、海上保安庁海洋情報部の海底地形図や既存の海洋調査結果等から把握できる場合があるが、より正確を期すために、音響測深機を用いた測量を行うことが望ましい。このほか、マルチビーム音響測深機を用い、海底地形を面的に効率的に測量する手法もある。

〔調査事項〕

造成地区における水深 地形勾配

(3) その他の調査項目

造成位置における流向・流速は、保護育成礁の安定性や造成工事の施工条件等を検討・確認する上で重要である。また、底層の流れは、保護育成礁造成後の餌料環境の改善効果

にも影響すると考えられる。

ズワイガニの生息域は、底層の低水温の水塊（日本海固有水）の動向に影響を受けると考えられる。日本海固有水の影響下では、水温、塩分濃度等の水質は比較的安定した状態にあるが、必要に応じて造成位置の水温や塩分濃度を調査し、確認することが望ましい。

〔調査事項〕

- 流向頻度と平均流速出現状況（流向・流速の鉛直分布）
- 波と流れによる力
- 漂砂の生じる可能性
- 水温
- 塩分濃度

3.2 生物環境の把握

(1) 事業実施海域におけるズワイガニの分布状況

ズワイガニの成長段階に応じた生息水深は海域によって異なることから、事業対象海域におけるズワイガニの分布状況を確認し、保護育成礁の目的に合致した造成位置を検討するための基礎資料とする。また、ズワイガニの分布状況についての情報は、事前・期中・事後の事業評価においても必要なことから、調査にあたっては、このことについても留意する必要がある。

〔調査事項〕

- 試験操業等による成長段階別分布状況の把握
- 当該海域における漁獲量

(2) 餌料環境

ズワイガニが餌料とする生物等の分布を把握することが望ましい。この調査結果は、造成後の餌料環境改善効果を確認するための基礎資料としても利用できる。

〔調査事項〕

- 胃内容物等に基づく餌料生物組成
- 底生生物の種類、個体数、湿重量

(3) その他の調査項目

保護育成礁の造成にあたっては、イカ類やエビ類、貝類等、ズワイガニ以外の水産有用種の増産も期待できる。造成前に、当該海域において水産有用種の生息状況を把握しておけば、これらの魚種に対する保護・培養効果を確認するための基礎資料も得られる。

また、保護育成礁を設置する海域では、食物連鎖を通じて様々な生物が相互に関係しており、保護育成礁の効果にも影響を与えられとされる。造成前にその他の生物の生息状況についても把握しておけば、保護育成礁の効果評価に役立つ。

〔調査事項〕

- ズワイガニ以外の水産有用種の分布
- その他の生物の生息状況

3.3 漁業実態の把握

造成した保護育成礁が当初の目的を継続的に発揮するためには、当該海域を利用する関係漁業者の操業状況を把握した上で造成位置、規模等を決定する必要がある。

〔調査事項〕

- 関係漁業者の漁業生産動向
- 関係漁業者の漁業種類（漁船・漁具・漁法等）
- 関係漁業者の操業状況（漁期・漁場利用の状況等）

4. 設計

計画時におけるズワイガニ増殖場（保護育成礁）造成の目的を達成するためには、調査結果に基づいた適正な設計を行うことが必要である。具体的には、造成のための自然環境や操業状況等の調査結果を踏まえ、適切な条件設定を行うとともに、その条件に適合する適正な造成規模、構造物の配置等を決定し、単体構造等の選定を行う。

ズワイガニ増殖場（保護育成礁）の設計は、造成のための調査によって得られた漁場の物理・化学的環境条件、生物環境、漁業実態等を踏まえ、適切な条件設定を行って実施する。

4.1 造成位置

保護育成礁の造成位置は、現地調査の結果を踏まえ、造成地区の中から、①ズワイガニやアカガレイの成長段階別の生息水深、②造成に適した海底地形、③底質、等の各条件を勘案して選定する。なお、ズワイガニの生息環境改善効果を合わせて期待する場合は、④餌料環境、も考慮する。

海底地形の傾斜や起伏が激しい場合、礁を水平に設置できなかつたり、設置した礁が深部に転落する可能性があり、目的とする増殖機能が発揮されないだけでなく、操業の妨害や他の漁場の損傷を引き起こす恐れもある。このため、増殖場の造成位置は、平坦で傾斜の緩やかな位置が望ましい。

また、造成位置の底質の条件として、設置した礁が沈下・埋没・洗掘する等の可能性がないことを確認する必要がある。沈下を防ぐためには、造成位置の地盤支持力が礁重量を上回ること、埋没・洗掘を防ぐためには、海底地質調査や流況調査等の結果に基づいて可能性が低いことを確認する。さらに、滑動や転倒を防ぐために、波や流れ、海底地形等の現地観測結果を十分に参考にして造成位置を決定することが求められる。

4.2 造成規模

既述のとおり、ズワイガニは、群れを形成して生息している。ズワイガニの「群れ」の大きさは、幅があるものの概ね 2km 程度である。このような「群れの大きさ」の単位で保護育成礁を造成することにより、ズワイガニ資源の保護及び漁獲量増大のより大きな効果を得ることが可能と考えられる。

また、造成された保護育成礁の周辺で行われる漁業は、漁法によって操業に必要となる漁場の広さが異なるほか、保護育成礁の造成により、現在利用させている漁場に禁漁区が設けられることになる。したがって、保護育成礁の造成規模は、関係する漁業者との十分な協議を経た上で、決定することが求められる。

4.3 構造物の配置

保護育成礁の礁単体の配置間隔は、物理的に底びき網漁船の侵入を防止する間隔とすることが必要である。また、保護育成礁周辺海域は、礁から滲み出したズワイガニ資源を漁獲対象とする漁船により、漁場として利用が予想される可能性があるため、操業の安全確

保の観点から、漁船が魚群探知機等で明確に礁の位置を認識できることが必要である。特に、保護育成礁の縁辺部に設置される礁は、認識されやすい構造で、認識されやすい配置とすることが求められる。

既設のズワイガニ保護育成礁では、底びき網操業の防止のための礁の配置間隔として250mを採用している例が多い。当該海域で操業する漁船の操業技術に応じた適切な配置間隔とすることを原則としつつ、近年の操業技術の発達を踏まえ、より狭い間隔にすることを検討する必要がある。

また、保護育成礁内部の礁単体の配置は、ズワイガニの小群集の大きさ（100～300m）を勘案して決定することが求められる。さらに、増殖機能（生息場の創出、餌料培養効果等）の強化が目的とされる場合は、高密度な礁単体の配置も検討することが必要である。

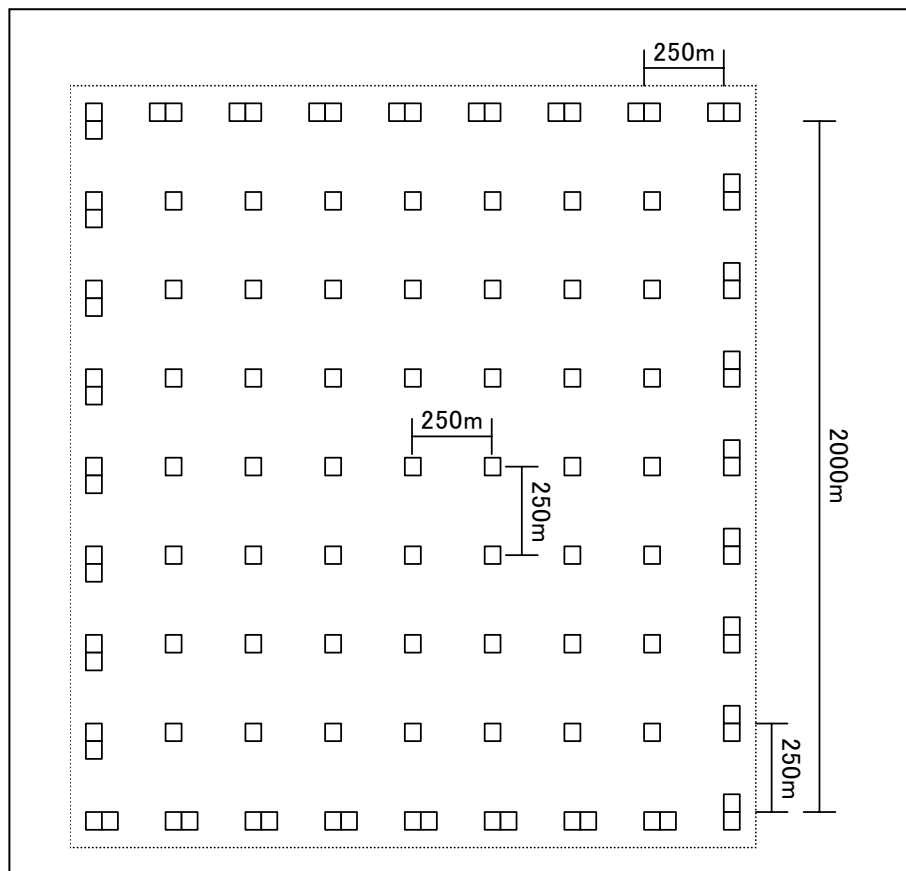


図 2.3.1 既存整備事例に見られる標準的な保護育成礁の礁体配置例

4.4 礁単体構造

礁単体は、①魚群探知機に認識される高さ（3m 以上）、②底びき網により移動しない重量、とともに、③沈下・埋没・洗掘しない構造、④流況に対し安定な構造、であることを総合的に判断して決定する。

礁の高さは、魚群探知機で認識できる高さとして3m以上の高さが基準とされており（平成3年度ズワイガニ調査報告書¹⁾）、既往整備事例では3.25mの礁が用いられている。

礁の重量については、底びき網の曳網でも簡単に移動しない重量という観点から、底びき網漁船の推進力を調査して所要重量を求める必要がある。既存整備事例においては、3.25m角のコンクリート製魚礁（空中重量約13トン）の2基組合せが採用されている。

沈下・埋没・洗掘等の防止については、設置位置の流況、底質等の条件を十分に考慮した造成位置を選定するとともに、必要に応じてそれらの効果が期待される構造を採用する。京都府の整備事例では、海底がシルト状の軟泥で覆われており、埋没する可能性があることから、礁の底面に16cm厚のコンクリート製底面を取り付けられている例がある。また、ホッコクアカエビの保護を目的として新潟県佐渡海峡の水深350m帯と380m帯に設置された3m×3m×3m立方体の24基の人工魚礁には、軟弱な海底地盤による沈下・埋没を防止するため、4.5m×4.5mの鋼板を底部に取り付けた構造が採用されている。なお、ホッコクアカエビの魚礁では、流れの影響で魚礁周辺が洗掘され、内部に泥土が堆積した事例が一部見られている^{3)、4)}。

また、ズワイガニ保護育成礁には、従来からの保護効果に加えて、餌料培養効果や生息空間の創出効果を発揮している場合があり、増殖機能が備わっていると考えられる²⁾。こうした増殖機能の強化を目的とする場合には、底層の流れを乱す機能や付着基質としての機能が強化され、生息場の創出、餌料培養等の効果が得られやすい構造の礁単体を選定することが望ましい。

参考文献)

- 1) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会、平成3年度特定魚種漁場整備開発調査ズワイガニ調査報告書、平成4年3月。
- 2) 水産庁、平成19年度日本海西部ズワイガニ等調査業務。
- 3) 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会、平成4年度特定魚種漁場整備開発調査ホッコクアカエビ調査報告書、平成5年3月。
- 4) 柿元皓・浜渦清(1992) 佐渡海況におけるホッコクアカエビ *Pandalus borealis* 対象魚礁の安定と生物分布の観察、第8回しんかいシンポジウム報告書、海洋科学技術センターP. 297～311。

5. 施工

ズワイガニ増殖場（保護育成礁）整備に関する測量・調査業務及び構造物設置工事の実施にあたっては、通常、沿岸域で増殖礁を設置する際に検討している事柄に加え、沖合かつ大深度での構造物設置という特殊条件に対応できるよう事前に十分な検討を要する。

5.1 施工計画

工事は「魚礁製作工」と「魚礁沈設工」の大きく2つに分かれる。

「魚礁製作工」における製作ヤードの確保にあたっては、製作期間だけでなく、沈設までの仮置き期間等に留意すること、及び沈設場所までの距離を考慮することが必要である。

「魚礁沈設工」については、沖合・大水深での施工となることから、厳しい海象条件の下での作業が可能な船舶を確保することが求められる。

魚礁の沈設にあたっては、対象海域の漁期及び海象条件に留意する。また、陸上作業（魚礁製作等）においても漁業活動にできるだけ影響を与えないよう配慮する。

測量・調査についても、沖合での作業となることから、厳しい海象条件の下での作業が可能な船舶を確保し、十分な性能を持った測量・調査用機材及び船舶装備を確保することが必要である。

5.2 施工条件

「魚礁沈設工」については沖合での作業となることから、以下の事項について検討する必要がある。

- ①魚礁の沈設速度
- ②沈設位置の確認方法（施工時・沈設後）
- ③出来形管理基準（沈設後の位置）
- ④出来形管理基準を逸脱した場合の措置
- ⑤漁労活動等に関する工事実施の制限
- ⑥出航条件（波高、風速、視界、流速等）
- ⑦作業条件
- ⑧施工方法

なお、既往事業における主要な施工条件及び施行方法は以下のとおりである。

<ズワイガニ保護育成礁の既往事業における主要な施工条件及び施工方法>

出航条件

- ・波高： 1m 以下
- ・風速： 10m/s 以下
- ・視界：500m 以上
- ・潮流：作業に対する制限は無い

（なお、目測で最大1ノット以上の時に施工した実績があるが、流れの影響を十分に考慮し、沈設位置精度の確保に留意した上で施工することが望ましい。）

作業条件

- ・沈設作業は日の出から日没までとする（ただし、ズワイ礁は夜間出航を特別に許可）

施工方法

- ・ブーム先端の GPS 値により沈設作業位置を管理
- ・GPS 値を見て引船の誘導により船位を固定する

5.3 沈設位置精度の確保

保護育成礁周辺の海域は漁場として利用されることから、保護育成礁縁辺部の礁単体の設置については、高い施工精度が求められる。このため、投入前の沈設位置確認を十分に行い、流れの影響（吹かれ）によるワイヤーと礁体の位置のズレを最小限にとどめるよう留意して沈設位置精度を確保できる方法で施工する必要がある。

5.4 沈設位置の確認

竣工確認のために沈設後の礁の位置管理が必要である。また、竣工確認で得られた沈設位置データは、以後の施設管理にも活用できる。なお、沈設後の位置の確認にあたっては、精度、設置水深、GPS 基地局からの距離、経費等の諸条件を考慮する必要がある。

5.5 施工技術の検証

潮流の影響が大きい沖合・大水深下での魚礁沈設にあたっては、魚礁を吊り下げるワイヤーロープからの魚礁脱落防止等、確実な施工を行うための技術を本格的な施工に先立って事前に検証する事が望ましい。

第4章 増殖場（保護育成礁）の利用と管理

1. 管理の基本方針

造成された増殖場（保護育成礁）の効果を発揮させるためには、保護育成礁周辺漁場の利用管理と恒常的な施設の維持管理が重要かつ不可欠である。

保護育成礁の管理の視点には、一般に①施設維持管理、②周辺漁場の利用管理、③生物環境管理^{注)}の3点があるが、このうち重要な視点は、①施設維持管理、②周辺漁場の利用管理の2点である。

施設の設置効果を長期的かつ最大限に発揮させるためには、施設を常に良好な状態に維持管理しなければならない。また、周辺漁場の適正利用が効果発揮の前提条件となることから、持続的に効果が発現されるよう周辺漁場の恒常的な利用管理を行う必要がある。

注) 生物環境管理とは、整備された保護育成礁等の施設によって創出される環境が、増殖対象とする資源によって利用される際に、より好適な生育環境となるよう管理することである。浅海域に造成される増殖場での管理方法としては、餌料藻場の改善、食害動物や競合生物の除去等が挙げられる。なお、ズワイガニ保護育成礁の場合、大水深域に造成されることから、造成後に人為的な生物環境管理を行うことは実質的に困難である。

2. 施設維持管理

施設の持続的な効果発現のために、施設の現況把握を恒常的に実施することが必要である。

ズワイガニ増殖場の持続的な効果発現のためには、大水深という特殊条件で実施可能な方法を用い、定期的な現況調査を行う必要がある。また、周辺海域で操業する漁業関係者等により、日常的な現況確認を実施することも重要である。

3. 周辺漁場利用管理

増殖場は、ズワイガニの生息海域の保護、再生産力の向上及び資源の保全を目的とすることから、施設整備と併せて増殖場内の操業禁止措置を講じる。

それと併せて、関係漁業者や行政等の関係機関との調整を図り、保護育成礁周辺の漁場利用について、海域毎の実情に即した実効性のある利用管理を行う必要がある。

ズワイガニ保護育成礁の効果を持続的に発揮させるためには、保護育成礁内の操業禁止措置を講じるほか、礁周辺の漁場利用についても、関係漁業者及び行政等の関係機関による合意形成が必要となる。また、海域毎に関係漁業者が異なることから、海域毎の実情に合わせた利用管理を行う必要がある。

第5章 事業の効果について

1. 事前の想定

当該事業の計画及び実施の妥当性を確認するため、計画策定時に事業の効果进行想定しなければならない。想定した事業効果に基づいて事前の事業評価を行い、事業実施の妥当性を検討する基礎資料とする。

効果としては、定量的・定性的に把握できる効果を幅広く想定する。なお、貨幣換算可能な効果については、直接的な効果及び間接的な効果のいずれについても極力計上することが求められる。

1.1 生産量増大効果の算定について

(1) 算定方法の例

ズワイガニ保護育成礁の生産量増大効果の算定は、表 2.5.1 に示すいくつかの方法があり、それぞれに特徴を有する。算定の考え方は、実際の現象として現れている効果を算定対象とする方法と、資源の再生産（産卵、生残、成長）特性に基づく理論的な効果を推定して算定する方法とに大きく区分される。

このうち、既存整備事例においては、保護育成礁としての機能を評価の中心とする考え方から、「産卵場」及び「育成場」の効果が評価対象とされている。

表 2.5.1 ズワイガニ増殖場の生産量増大効果算定方法の例

算定の諸元	算定の考え方、方法等	特徴
1. 保護育成礁内外の生息密度差	保護育成礁の設置によって得られる礁周辺海域へのズワイガニ資源のしみ出し効果による年間の漁業生産増を算定	<ul style="list-style-type: none"> ・実際の効果として現れるズワイガニの生息状況に基づく評価 ・保護効果や増殖効果により資源が増大し、そのしみ出し効果を実証しているデータを活用
2. 漁獲量の変化（増加）	既往事業の実施前後における関係地域のズワイガニ漁獲量の変化（増大量）に基づき、単位造成面積あたり増加漁獲量を算出して効果算定の原単位として使用	<ul style="list-style-type: none"> ・実際の漁獲量に基づくマクロな効果算定 ・海域全体の漁獲量の増大には、保護育成礁以外の効果も含まれる可能性がある
3. 対象資源の再生産特性		
3.1 保護される雌ガニ資源量（産卵場効果）	保護育成礁によって保護される雌ガニの資源量を諸元とし、産卵量、孵化率、漁獲対象資源に加入するまでの生残率等の資源特性値を用いて生産増を推定	<ul style="list-style-type: none"> ・産卵場や育成場等の増殖機能を評価 ・資源特性値については未解明な部分が多く、算定の過程で仮定の係数を使用せざるを得ない ・実際の現象に基づく効果算定ではなく、対象資源の再生産特性に基づいて効果を理論的に評価
3.2 保護される未成体ガニ資源量（育成場効果）	当該海域における保護育成礁造成前の未成体ガニの資源量を諸元とし、保護育成礁がある場合とない場合での生残率の差から、期待される漁獲対象加入資源増加量に基づいて生産増を推定	

日本海西部地区特定漁港漁場整備事業は、保護育成礁の造成箇所数が多く、かつ対象海域が広いことから、事業実施箇所毎に産卵場効果、育成場（餌場、隠れ場）効果等が複合的に発揮されることが見込まれる。計画段階では、これらの効果を事業全体として総合的に評価しなければならず、そのための効率的な評価の考え方が求められる。

これまで関係各府県が行ってきたズワイガニ保護育成礁整備事業における事後調査によって、実際の効果発現の実態に即した調査データを用い、発現している現象を評価対象とすることが可能となっている。例えば、事業実績のある関係各府県では、保護育成礁内及び周辺海域におけるズワイガニの生息状況等が調査されており、データの蓄積が進んでいる。これらの事後調査の結果、保護育成礁内外のズワイガニ生息密度に差が生じ、保護育成礁周辺に好漁場が形成される効果が確認されている。

(2) 日本海西部地区特定漁港漁場整備事業計画における算定方法の考え方

既存整備事例における事後調査の結果や確認された効果の状況を踏まえ、日本海西部地区特定漁港漁場整備事業計画では、造成した増殖場（保護育成礁）の効果を実際の現象に基づいて算定する方法の一つである「保護育成礁内外のズワイガニの生息密度差」を活用した方法を採用している。

この方法の基本的な考え方は、保護育成礁内外のズワイガニの生息密度差に基づいて算出されるズワイガニ資源の滲み出し量を漁獲対象と想定し、これを原単位として生産量増大効果を算定するものである。

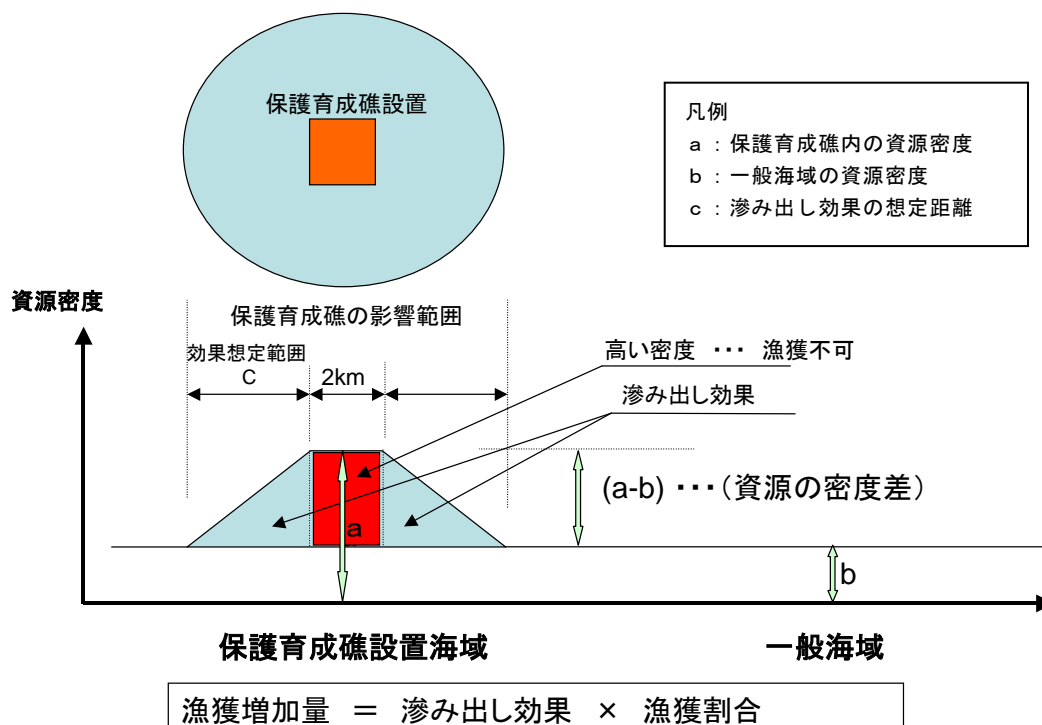


図 2.5.1 滲み出し効果の便益算定の考え方

増殖場（保護育成礁）の設置により、増殖機能（餌料培養効果、生息場の創出、繁殖の場の確保等）の発揮や漁獲圧の低減といった効果が現れ、その結果として、保護育成礁内

から周辺海域にズワイガニ資源が滲み出していると考えられる。よって、この滲み出している資源量を保護育成礁内外の生息密度差により算出し、漁獲割合を乗じて増加漁獲量を算出する（図 2.5.1）。なお、図 2.5.1 における a、b、c については、過去の調査事例等を踏まえ設定する。（参考 1、参考 2 を参照）

効果の算定は、以下の手順で行う。

- 1) 保護育成礁設置海域と一般海域のズワイガニ生息密度差を算出
- 2) 保護育成礁設置の滲み出し効果の範囲を設定^{参考 2)}
- 3) 滲み出し効果 = 単位箇所当たりの滲み出し効果 × 保護育成礁箇所数
- 4) 増加漁獲量 = 滲み出し効果 × 漁獲割合

参考1) 保護礁内外の資源密度(図2.5.1中の a、b)について具体的には、過去10ヶ年の密度差の平均値(平成10年～平成16年の「ズワイガニ資源評価調査」(水産庁)、平成17年～平成19年の「日本海底びき漁場開発試験(兵庫県)」における最大最小値を除いた10ヶ年平均)をとり、a=53.7尾/カゴ、b=20.1尾/カゴとしている。

参考2) 滲み出し効果の範囲(図2.5.1中の c)について具体的には、図2.5.2に示す京都府立海洋センターのズワイガニの標識放流の調査結果により、保護礁周縁部からの累積採捕率が50%を超える距離である保護礁から3マイル(5.6km)としている。

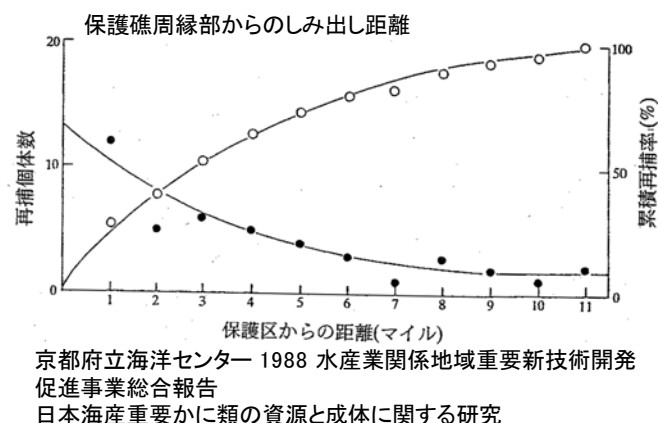


図 2.5.2 保護礁周縁部からの距離とズワイガニの採捕個体数の関係

1.2 漁業外産業への波及効果について

一般的に漁場関係事業の実施にあたっては、漁業以外の産業に波及する漁獲量の増大効果が事業便益として算出されている。

ズワイガニ保護育成礁においても、その整備により増加した資源は、漁獲され、漁港に陸揚げされた後、主に流通・加工を通じて地域に一定の受益（例えば、産地市場での取引量の増加、価格形成力の向上、加工場での加工量の増加、原材料調達の安定化、その他関係物資の調達や設備投資、等）を及ぼすこととなる。

よって、効果の事前の想定の際には、表 2.5.2 に示す漁業外産業への波及効果も考慮する必要がある。

特に、日本海西部地域では、ズワイガニは観光資源としても重要である。ズワイガニ漁獲量の増大は、地元地域の旅館や民宿等を中心とした宿泊業、飲食業へ大きな波及効果を

もたらす。

また、ズワイガニを漁獲対象とする沖合底びき網漁業は、地域にとって雇用力の大きな産業であり、ズワイガニ漁獲量の増大で漁業経営が改善されれば、若年齢階層の人口流出の抑止等、地域の活力の維持にもつながる。

以上のとおり、事業効果の事前の想定にあたっては、定量的に評価しうる効果及び定性的に把握できる効果を幅広く想定し、総合的に評価することが重要である。

表 2.5.2 漁業外産業への波及効果

大分類	小分類
漁業外産業への効果	①水産加工業の生産量の増加効果 ②出荷過程における流通業の生産量の増加効果 ③その他の産業 ・漁村（漁家）民宿 等 加えて・・・ ・民宿・旅館・ホテル等、地域の宿泊業 ・地域の水産物小売業 ・地域の飲食業（外食料理店等） ・その他関係物資の調達や設備投資に関連する産業

出典：水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン（暫定版）

2. 期中の確認

事業実施期間中においては、事業の継続の妥当性を確認するため、整備した増殖場の効果を把握しなければならない。

事業継続の妥当性を確認するための期中における事業効果の確認は、事前の効果の想定を踏まえ、整備された保護育成礁が当初の計画どおり機能を発揮しているか、施設が安定し、持続的に機能発揮できる状態にあるか、といった観点を含めて行う必要がある。なお、具体的な効果把握のための調査の実施内容及び効果評価の内容は、後述する事後の検証に準じる。

3. 事後の検証

事後評価は、事業の妥当性を検証するためのものであり、極めて重要である。よって、事業実施後は、適切な時期に効果把握のための事後調査を実施することが必要である。

3.1 効果把握のための事後調査

事業実施後の効果を検証するため、以下の事後調査を行い、保護育成礁造成の実際の効果を把握・確認する。

ズワイガニ保護育成礁の機能を評価するための海域での調査には、大水深域における専門的な調査技術を必要とされる場合が多い。また、対象種の漁獲量等の施設周辺漁場の利用状況、施設の現況把握等の調査は、利用者である漁業関係者の協力が必要である。

(1) 対象魚種漁獲状況調査

保護育成礁造成に伴う効果の確認には、保護育成礁周辺海域でのズワイガニ漁獲量の変化を把握することが必要である。

また、保護育成礁の効果把握する観点から、保護育成礁の周辺海域と整備していない海域における漁獲量の比較を行い、相対的な評価を行うことも重要である。

以上に示した漁獲状況の調査はズワイガニ以外の水産有用種についても実施しておくことが必要である。

(2) ズワイガニ生息状況・生物環境調査

保護育成礁の直接の機能を評価するためには、ズワイガニの生息状況調査（稚ガニや産卵親ガニの滞留状況等）や生物環境調査（餌料生物の蛸集状況等）が必要である。

通常、浅海域でこれらの調査を実施する場合には、潜水目視、魚群探知機による調査、漁獲調査、水中映像器による調査等が行われるが、大水深域においては手法が限定される。既存整備事例では、漁獲調査としてカゴ網の試験操業及び、水中映像器による調査としてROVによる調査が実施されている。この他、漁獲調査で保護育成礁周辺海域における底びき網の試験操業等も想定される。

また、保護育成礁からのしみ出しによるズワイガニ生産量増大効果を把握するためには、保護育成礁を利用したズワイガニ資源の移動範囲を調査し、漁獲対象資源に加入しているか等を確認することが望ましい。加えて、標識放流調査によりズワイガニの移動範囲を把握可能であることから、必要に応じて漁獲調査、水中映像機による調査とあわせ、標識放流調査も実施することが望ましい。

(3) 地域への経済波及効果調査

保護育成礁による漁獲量の増大効果は、地域の関連産業へも波及効果をもたらすことから、漁業以外の関連産業への波及効果についても把握することが望ましい。そのためには、漁業を中心として、ズワイガニを対象とした産業の相互の関連について調査することが必要である。

3.2 事後の効果検証

事後の効果検証は、上記の効果把握のための事後調査によって蓄積されるデータを踏まえ、定性的、定量的に把握された以下の効果を総合的に評価して行う。

(1) ズワイガニ生産量増大効果

生産量増大効果としては、当該保護育成礁に直接関係する生産量増加分の把握が理想的である。しかし、漁獲は保護育成礁の外で行われるため、当該保護育成礁に起因していない資源とも混ざり合っている。そのため、保護育成礁の効果のみを分離して直接把握する

ことは困難である。

よって、効果算定にあたっては、生息状況・生物環境調査等の事後調査結果を踏まえ、保護育成礁が計画通り機能していることを確認した上で、保護育成礁の周辺海域における漁獲量の増大を把握確認することが望ましい。また、必要に応じて標識放流調査等を実施して保護育成礁を利用したズワイガニ資源の移動範囲を明らかにし、出来るだけ保護育成礁の効果を明確にして算定することが望ましい。

(2) 餌料環境改善効果

ズワイガニの餌料生物の生息状況及び生物環境調査の実施により、餌料環境改善効果を定性的、定量的に把握する。

(3) その他の水産有用種の増産効果

漁獲状況調査と水産有用種の生息状況及び生物環境調査の結果を分析することで、保護育成礁がその他の水産有用種の増産効果に及ぼす効果を定量的に把握する。

(4) 漁業外産業への波及効果

生産量増大の漁業外産業への波及効果の算出にあたっては、当該保護育成礁の効果範囲にあたる水域を漁場とするズワイガニ漁船が所在する地域全体を波及効果の範囲とし、当該地域の産業構造等を考慮して対象とする産業（水産加工業、流通業、観光業等）を選定する。

選定とした関連産業について、地域における産業間相互の関連を踏まえ、経済的な波及効果を定量的、定性的に把握する。

第3編 アカガレイ保護育成礁

アカガレイの分布域や生息水深等の環境はズワイガニと重複するケースが多く、資源保護の基本的な考え方や施設整備に要求される手順、施設の基本的な装備等でもズワイガニと類似する点が多くなる。また、アカガレイのみに関係する情報が限定されている。

以上から、本マニュアルにおいてズワイガニ保護育成礁と類似する内容の事項については、第2編と重複するため省略した。本編では、ズワイガニ保護育成礁の検討の際に、アカガレイ保護育成礁としての機能も発揮できるように、アカガレイの生態、漁業生産の現状等の基本的な知見を整理し、基礎資料として取りまとめた。

第1章 日本海西部におけるアカガレイの生態

1. 分布

日本海におけるアカガレイの主分布域は水深180～500mとされており、底層水(日本海固有水)の影響を受ける水深帯に分布している。アカガレイは、成長段階に応じた浅深移動を行い、特に成魚は季節的に水平移動及び浅深移動を行う。

本州沖の日本海におけるアカガレイは、底層水(日本海固有水)の影響を受ける水深帯に分布する(図3.1.1)。夏季の若狭沖では、雄成魚は水深200～300mに、雌成魚は水深300m台に分布の中心がある。しかし、但馬沖では雌雄とも500m以深を中心に分布し、調査で明らかにできた最深の分布水深は900mである。晩秋になると、深場から浅場(産卵場)への移動を始める(永澤1993)。

日本海西部(能登半島以西海域)の主な産卵場は、若狭湾内、経ヶ岬周辺及び赤碓沖を中心とする隠岐諸島の周辺の海域であると考えられている(永澤1993)。日本海西部においては、能登沖から若狭沖にかけての海域が未成魚の成育場となっている(廣瀬ら2002)。なお、2001年級群は若狭沖から但馬沖にかけて着底し、卓越年級となった¹⁾。

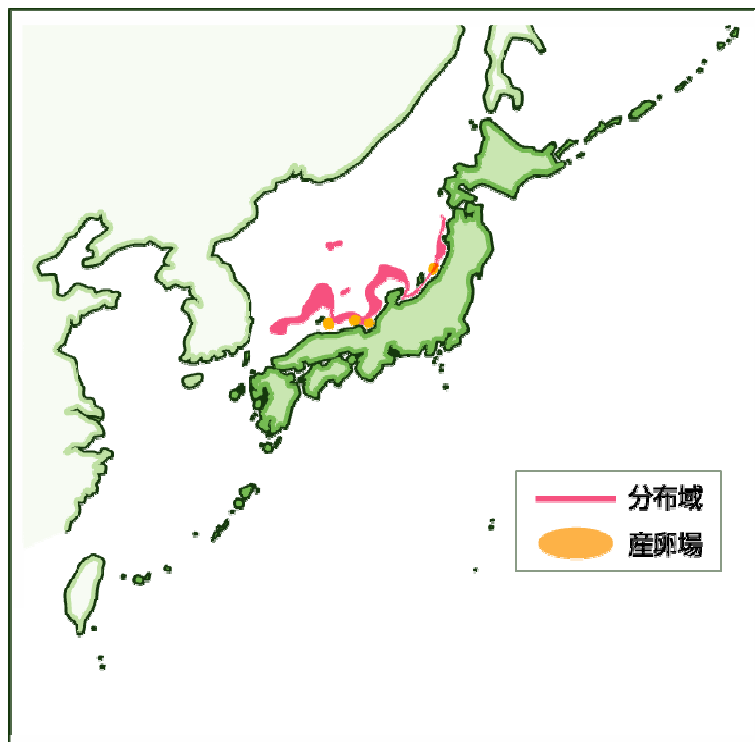


図3.1.1 日本海におけるアカガレイの分布

資料：平成18年アカガレイ日本海系群の資源評価

参考文献)

1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター、平成18年アカガレイ日本海系群の資源評価。

2. 成長と年齢

日本海におけるアカガレイの年齢と成長に関しては数例の報告があるが、未解明な点が多く、日本海ブロックの各種研究機関で調査、再検討が進められている。

日本海におけるアカガレイの年齢と成長に関しては数例の報告はあるが、近年の調査結果から再検討が求められている。とくに既往の知見のうち、高齢魚（成熟魚）の成長が急激に鈍化する点が問題点となっており、日本海ブロックの各試験研究機関で調査、検討が進められている。若齢魚の年齢に関しては、耳石輪紋による年齢査定が行われており、その結果を下に記す。

表 3.1.1 日本海西部のアカガレイ雌若齢魚の成長（柳下・山崎 2005）

年齢	1	2	3	4	5	6	7
体長 (mm)	50	92	125	159	185	210	235

3. 成熟・産卵

アカガレイの産卵場は2～4月に分布域中の最も浅い場所（水深180～200m付近）に局所的に形成される。日本海西部（能登半島以西海域）の主な産卵場は、若狭湾内、経ヶ岬及び赤碓沖を中心とする隠岐諸島の周辺の海域であると考えられている。

京都府沖合海域における半数成熟体長は雄170mm、雌270mmであり、雄240mm、雌360mmで全ての個体が成熟する（内野ら1995）。産卵場は2～4月に分布域中の最も浅い場所（水深180～200m付近）に局所的に形成される。日本海西部（能登半島以西海域）の主な産卵場は、若狭湾内、経ヶ岬及び赤碓沖を中心とする隠岐諸島の周辺の海域であると考えられている。

4. 生活史

アカガレイは成長段階に応じた浅深移動を行い、雌雄とも晩秋になると深場から浅場（産卵場）への移動を始める。2～4月の産卵期終了後、雌は速やかに深場に移動するが、雄はしばらくは産卵場に留まり、6月下旬頃より深場へ移動する。

アカガレイは孵化後、約100日程度の浮遊期を過ごす。着底場所は、主に海流や水温などの自然条件によって決まる。日本海西部においては、能登沖から若狭沖にかけての海域が未成魚の成育場となっている。

既往知見に基づきアカガレイの生活史を表3.1.2に整理した。

アカガレイは成長段階に応じた浅深移動を行い、とくに成魚は季節的に水平移動及び浅深移動を行う（永澤1993；内野ら1997；山崎ら1999；廣瀬ら2002）。雌雄とも晩秋になる

と深場から浅場（産卵場）への移動を始める。雌は水深 250m 前後の場所から順次産卵に加わり、産卵期終了後、速やかに 220m 以深の深場に移動する。雄は性的活性を長く保ち、しばらく産卵場付近に留まり、6 月下旬頃より深場への移動を始める。したがって、産卵場では常に雄が多く分布する（廣瀬・南 2003）。

表 3.1.2 アカガレイの生活史

生活史のステージ	年齢・時期	生息場所
→ 孵化	2～4 月	表層
浮遊期	孵化後約 100 日程度	50～150m 層（表層）
着底	孵化から約 100 日後	200～250m の海底（海流や水温で決定）
未成魚	雄：体長 18cm までの 約 5 年間 雌：体長 27cm までの 約 7 年間	200～300m の海底
産卵	2～4 月	180～200m
成 体	雌	産卵後、速やかに 220m 以深に移動 4～5 月 230～280m 9～10 月 400m 以深 11～1 月 230～280m
	雄	産卵後、しばらく産卵場付近に留まる。 230～280m 6 月下旬～

5. 食性及び被食

浮遊期のアカガレイは、珪藻やカイアシ類幼生等の小型プランクトンを捕食する。着底期以後のアカガレイは、年間を通してクモヒトデ類を捕食するが、オキアミ類やホタルイカモドキ類等のマイクロネクトンの分布量が多くなる季節は、これらを選択的に捕食する。

浮遊期のアカガレイは、珪藻やカイアシ類幼生などの小型プランクトンを捕食する（宮本ら 1993）。着底後のアカガレイは年間を通してクモヒトデ類を捕食する。しかし、オキアミ類やホタルイカモドキ類などのマイクロネクトンの分布量が多くなる季節は、これらを選択的に捕食する（内野ら 1994；倉長 1997；森本ら 2003）。

アカガレイ幼稚魚の捕食者についての知見は得られていない。日本海の通常の生息域では、アカガレイ成魚の捕食者はいないと考えられている。

6. 生息環境と分布特性

アカガレイが生息する水深帯の物理的環境条件は、海底地形が平坦で流れが緩やかな点に特徴がある。

アカガレイは成長段階や季節に応じ、広範囲の水平、浅深移動を行う。

アカガレイの生息場は、底層水（日本海固有水）の影響を受ける水深帯であり、物理的環境条件は、海底地形が平坦で流れが緩やかな点に特徴がある。

アカガレイの成魚は、標識放流の結果、若狭沖から但馬以西へ移動することが報告されている（内野ら 1997）。また、能登沖、加賀沖にはアカガレイの成魚が極端に少なく、成熟に伴って加賀沖から若狭沖へ移動することが想定されている。このように、アカガレイは能登半島以西の海域を広く移動していると考えられている。

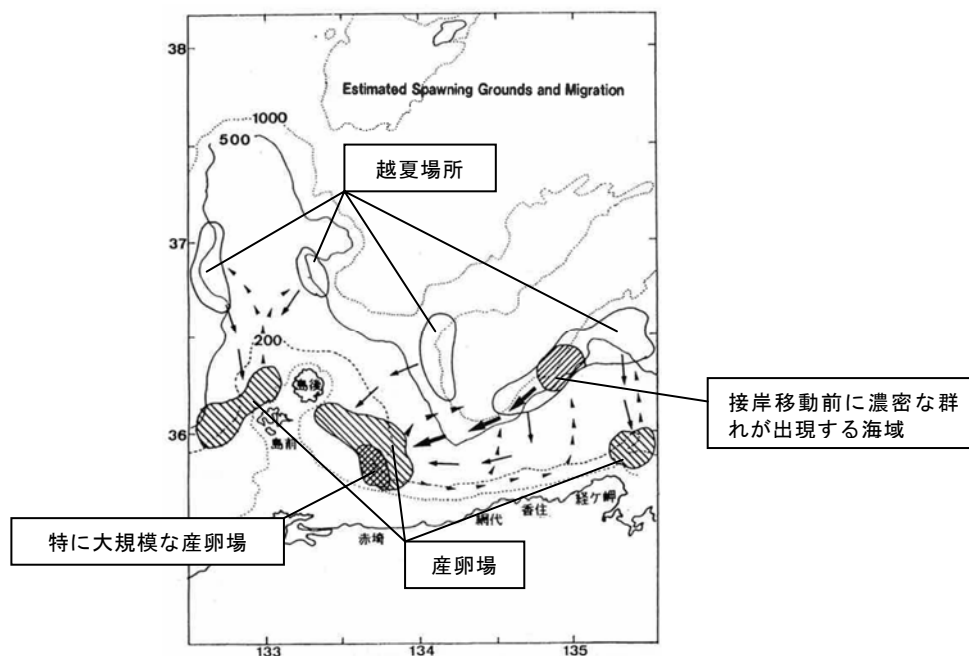


図 3.1.3 推定されたアカガレイの産卵場と移動経路

出典：永澤（1993）⁶⁾

参考文献)

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター、平成 18 年アカガレイ日本海系群の資源評価。
- 2) 廣瀬 太郎・永澤 亨・白井 滋・南 卓志（2002）、夏季の山陰・北陸海域におけるアカガレイの分布、平成 14 年度日本水産学会大会講演要旨集、P. 34.
- 3) 廣瀬 太郎・南 卓志（2003）西部日本海における産卵期終了後のアカガレイの水深帯別分布、平成 15 年度日本水産学会大会講演要旨集、P. 58.
- 4) 倉長 亮二（1997）鳥取県におけるアカガレイの生態と資源に関する研究、アカガレイの生態と資源に関する研究報告書、P. 1～47.
- 5) 宮本 孝則・高津 哲也・中谷 敏邦・前田 辰昭・高橋 豊美（1993）、噴火湾とその沖合におけるアカガレイ卵・稚仔の分布と食性、水産海洋研究 57 号、P. 1～14.

- 6) 永澤 亨 (1993) 山陰沿岸におけるアカガレイの産卵場、漁業資源研究会議 北日本底魚部会報 26 号、P. 19～25.
- 7) 内野 憲・山崎 淳・藤田眞吾・戸嶋 孝 (1994)、京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究－I 食性、京都府立海洋センター研報第 17 号、P. 41～45.
- 8) 内野 憲・山崎 淳・藤田眞吾・戸嶋 孝 (1995)、京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究－II 主産卵期・成熟体長、京都海洋センター研報第 18 号、P. 41～45.
- 9) 内野 憲・藤田眞吾・戸嶋 孝 (1997) 京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究－III 標識放流からみたアカガレイの移動、京都海洋センター研報第 19 号、P. 7～13.
- 10) 柳下 直己・山崎 淳 (2005)、京都府沖合海域におけるアカガレイの年齢と成長、平成 17 年度日本水産学会大会講演要旨集、P. 267.
- 11) 山崎 淳・大木 繁・内野 憲・葭矢 護 (1999)、京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究－IV 産卵期の分布様式、京都海洋センター研報第 21 号、P. 1～7.

第2章 アカガレイの漁業

1. 漁期・漁法

日本海西部では、アカガレイは、沖合底びき網漁業及び小型機船底びき網漁業により漁獲されている。底びき網漁業は、漁期中アカガレイの季節的な移動に合わせて分布域全域で行われる。

日本海西部においてアカガレイを対象とする漁業は、ズワイガニと同様、沖合底びき網及び小型底びき網漁業が主体である。

かけ回し沖合底びき網漁業は、9月1日から5月31日までが漁期であるが、この間の11月6日～3月20日はズワイガニを主対象とすることから、アカガレイを対象とする漁期は、4月～5月、9月～10月が主体となる。

一方、2そうびき沖合底びき網漁業は魚類を主対象としており、アカガレイは漁期間中、重要な漁獲対象となっている。以下に島根県における沖合底びき網漁業（2そうびき）の概要を述べる（島根県庁ホームページ¹⁾）。

2そうびき沖合底びき網漁業は、船体60トン～90トンの2隻の船が交互に片方の長さ約1200mのロープと網を打ち、500m程度の間隔で並走して海底の魚を漁獲する漁法である。曳網時間は2時間程度で、各船、交互に網を揚げ、漁獲物を選別・箱詰めした後、船倉に格納する作業を1日4回程度繰り返し、2日から1週間前後、操業する。

日本海西部の関係府県（石川県、福井県、京都府、兵庫県、鳥取県、島根県）のアカガレイを対象とした漁業には、漁業調整規則や海区漁業調整委員会指示等による公的規制措置がとられている。

参考文献)

1) 島根県水産課ホームページ、島根の漁業。

2. 漁業生産構造

日本海西部の沖合底びき網漁業許可隻数は154隻であり、そのうち、関係3県（兵庫県、鳥取県、島根県）における沖合底びき網漁業の許可隻数は105隻（平成19年1月1日現在）であった。

また、日本海西部における小型機船底びき網漁業は273隻で、うち、関係3県は57隻（平成19年5月現在）である。

日本海西部における沖合底びき網漁業及び小型機船底びき網漁業の生産構造（許可隻数等）については第2編第2章2を参照されたい。

3. 漁獲量・金額の推移

日本海西部における沖合底びき網（1 そうびき）のアカガレイ漁獲量は、1981年には8,000トンを越す漁獲量があったが、年々減少し、1990年代以降は1,000トン台で、往時の1/4程度にとどまっている。

1990年以降の日本海西部（石川県～島根県）全体の漁獲量では、1995年まで増加傾向で推移し、その後は3,000トン台に留まっている。

アカガレイの漁獲量は農林統計に単一種として計上されておらず、1990年以前の漁業全体の漁獲量の推移を把握することは困難である。よって、沖合底びき網漁業（1 そうびき）による漁獲量の推移を図3.2.1に示した。なお、日本海西部（石川県～島根県）における1990年代以降の全漁業種類によるアカガレイ漁獲量の推移を図3.2.2に示した。

なお、アカガレイ漁獲金額の推移も、単一種で把握されている場合は少ない。関係する6府県のうち、農林水産統計年報でアカガレイの漁獲金額が把握できる県は、福井県（平成14～16年が5億円前後で推移）、兵庫県（同6億円前後で推移）、島根県（同2億円弱で推移）となっている。

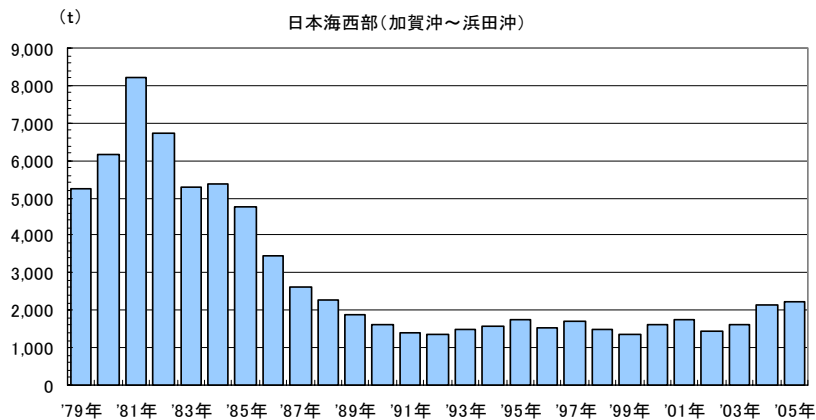


図 3.2.1 日本海西部におけるアカガレイ漁獲量の推移（沖合底びき網1 そうびき）

出典：平成18年アカガレイ日本海系群の資源評価

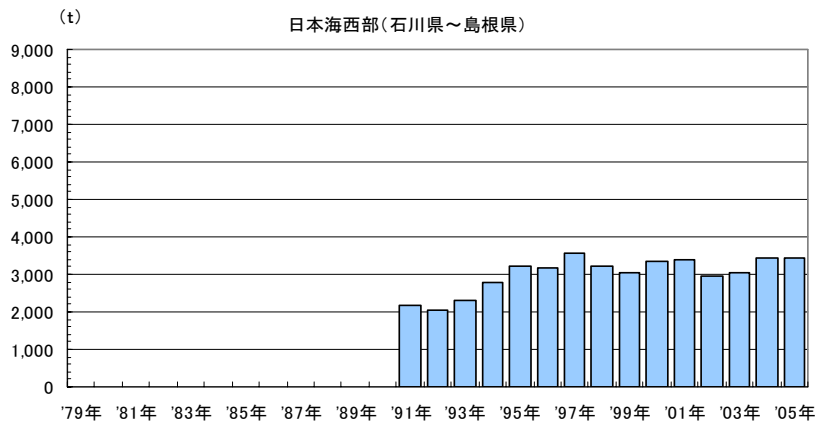


図 3.2.2 日本海西部におけるアカガレイ漁獲量の推移（関係6府県の全漁業種類）

出典：平成18年アカガレイ日本海系群の資源評価（農林統計：関係6府県の属人数値）

4. 資源回復の必要性

アカガレイの雌は、漁獲対象に加入後、成熟するまでに数年を要するため、雌の小型魚（未成魚）を中心とした保護が必要である。「日本海西部あかがれい（ずわいがに）資源回復計画」（平成14年9月公表）でも雌の未成魚に対する漁獲圧の抑制が重要視され、漁獲規制措置が講じられてきた。

こうした状況の下で、アカガレイ資源の回復をより効果的に促進し、安定供給の確保を図るためにも、沖合水域において増殖の取組みを推進する必要がある。

アカガレイは体長約150mmから漁獲され始めるが、雌は漁獲開始から成熟体長（270mm）に達するまでには数年を要する。卓越年級である2001年級は、2004年から漁獲され始めたが、雌小型魚を保護するため、未成魚の分布域での操業規制などを守ることが重要である。

現在、石川県、福井県、京都府及び兵庫県では、ズワイガニ禁漁期（9月1日～11月5日及び3月21日～6月30日）に、水深200～400mの海域に底びき禁止区域（禁漁期間及び水深は府県で異なる）を設定している。この禁漁区はアカガレイ（とくに小型魚）の分布の中心と重なるため、アカガレイに対する漁獲圧を減少させる効果がある。また、鳥取県ではアカガレイ小型魚の保護（採捕規制）を実施しており、既に漁獲対象となった2000年級群や卓越年級である2001年級群が成長するまでの保護につながると考えられる。

資源回復計画では、加賀沖以西での保護区域の拡大や保護礁の増設、新たな休漁期間の設定などの漁獲努力量削減措置が講じられ、一部は既に実施されている。さらに、網目拡大や改良漁具（分離選択網）の導入による小型魚の保護、生息環境整備のための海底清掃、海底耕耘などが段階的に実施され、アカガレイ資源の増加が図られている。また、アカガレイでは漁獲努力可能量（TAE）による漁獲努力量の上限が設定され、過度の漁獲圧がかからないように制限が加えられている。

これらの措置をより効果的に推進すべく、保護育成礁の整備を沖合域に展開する必要がある。加えて、成熟までの期間が長いという種の特性を考慮し、継続的な施策を展開していく必要がある。

第3章 増殖場（保護育成礁）の造成

1. 増殖の手法（基本方針）

日本海西部におけるアカガレイ資源は、2001年の卓越年級群の加入により資源状態は悪くないと評価されている。しかし、この卓越年級群の雌はまだ成熟に数年を要する状況であり、雌の小型魚（未成魚）を中心とした保護が必要である。

より効果的にアカガレイ資源の回復を促進するためにも、産卵・育成場の確保が重要であり、そのための措置として増殖場（保護育成礁）の造成を行う。また、成熟まで長期間を要し、広範な移動を行う種であることから、長期的な視点で継続的に措置を講ずること、及び沖合域へ施策を展開することが重要となる。

アカガレイは成熟までの期間が長く、雌は漁獲対象に加入した後、成熟までに数年を要することから、資源の保護、回復のために継続的な漁獲圧力の抑制が重要となる。

これまで、「日本海西部あかがれい（ずわいがに）資源回復計画」を始め、漁期や漁獲対象サイズ、漁法等の漁獲規制によってアカガレイ資源の保護が取り組まれてきた。今後、資源のさらなる高水準への回復を目指すためには、アカガレイにとって生息及び繁殖しやすい環境（餌場、隠れ場、交尾・産卵・孵化の場等）を確保することが重要となる。

そのための手法として増殖場（保護育成礁）を整備することが効果的である。

参考文献

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター、平成18年アカガレイ日本海系群の資源評価。
- 2) 水産庁、日本海西部あかがれい（ずわいがに）資源回復計画、平成14年9月6日公表。

2. 計画策定

アカガレイ増殖場（保護育成礁）は、アカガレイの生息海域を保護し、資源の再生産力の向上及び保全を目的とする。よって、計画の策定にあたっては、事業効果の確保方策、関係漁業者の操業状況、工事の施工性等を総合的に勘案することが重要である。

2.1 効果の確保

計画の策定にあたっては、保護育成礁の造成によって期待される効果について事前に想定し、この効果が十分に確保されるよう検討することが必要である。

アカガレイ保護育成礁の造成の効果としては、礁内でアカガレイの保護効果等が発揮され、増加した資源が礁外に滲み出し、その一部が漁獲されることによる生産量の増大が期待できる。また、生産量の増大によって水産加工業、流通業等の関連産業への波及効果も期待される。

なお、事業効果の事前の想定に関する考え方は第5章を参照されたい。

2.2 造成地区の選定と規模の決定

保護育成礁の効果が十分に確保されるためには、①アカガレイの分布や生態、②関係漁業者の操業状況、③沖合・大水深域であることを踏まえた工事の施工性等を総合的に勘案し造成地区の選定と規模の決定を行う必要がある。

日本海西部におけるアカガレイの生息域は、水深170～900mの広範に及び、ズワイガニの生息域と重なる。また、日本海西部におけるアカガレイの産卵場は、若狭湾内、経ヶ岬周辺及び赤崎沖を中心とする隠岐諸島周辺の海域であるとされている（図3.3.1）。これらの産卵場とされている海域やアカガレイの分布・移動の習性を踏まえ、生殖に関与する親魚の保護や未成魚の保護等の効果が確保できる造成地区を選定する。

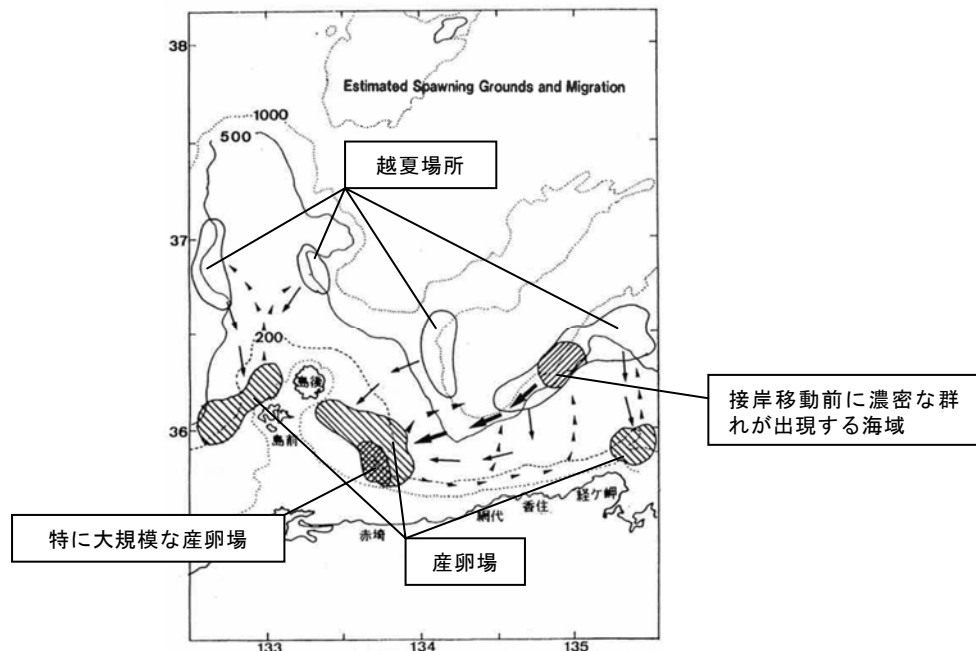


図 3.3.1 推定されたアカガレイの産卵場と移動経路

出典：永澤（1993）³⁾

また、保護育成礁の造成は、現在漁場として使用している海域において行われるものであることから、関係漁業者との調整を十分行った上で検討を進める必要がある。

さらに、事業は沖合・大水深の海域で行われることから、工事の施工性についても十分考慮する必要がある。

2.3 計画水深帯の考え方

アカガレイ保護育成礁の造成地区の検討にあたり、移動の特性等を踏まえた保護対象の生息水深と増殖の考え方を整理しておくことが重要である。

「第1章 日本海西部におけるアカガレイの生態」に記されたアカガレイの生息水深、生活史に基づく増殖の視点の考え方を表3.3.1に示した。

アカガレイについても、ズワイガニと同様、孵化や浮遊期の減耗を抑制する対応策は今のところ明らかとなっていない。したがって、上述の移動の特性に留意した上で、着底後の未成魚や産卵前の成体を対象とし、生息場の創出や餌料環境の改善を図ることが増殖のポイントとなる。また、漁獲から保護することも増殖のポイントの一つである。

表 3.3.1 増殖の視点と生息水深帯の考え方

水深帯	アカガレイの生活史	アカガレイ増殖の視点
180~200m	産卵 → 孵化 → 50~150m層を浮遊	浮遊期の減耗抑制 孵化時の初期減耗抑制 抱卵親魚の保護
250m付近	成体雌 (4~5月、11~1月) → 産卵 成体雄 [季節によって広範囲に移動] → 産卵 着底 → 未成魚	好適環境への定着促進 餌料環境改善 生息場の創出 食害・漁獲からの保護
300m		漁獲からの保護
400m	成体雌 (9~10月)	餌料環境改善 生息場の創出
500m		

以上から、日本海西部地区特定漁港漁場整備事業計画においては、増殖対象とする未成魚、生殖に参与する成体雄、成体雌の日本海西部における生息水深を以下のとおり設定した。

- ①未成魚：漁獲からの保護
(生息水深) 200~300m の広い海域に分布
- ②成体雌：抱卵個体及び生殖に参与する個体の保護

(生息水深)産卵場は主に180～200mに形成される。広範に移動し、分布水深も幅広いが、産卵前には水深230～280mの浅場に移動する。

③成体雄：生殖に関する個体の保護

(生息水深)産卵期前後は主に180～280mに分布。広範に移動し、分布水深も幅広いが、産卵時期前後には水深230～280mの浅場に移動する。

参考文献)

- 1) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター、平成18年アカガレイ日本海系群の資源評価。
- 2) 水産庁、日本海西部あかがれい(ずわいがに)資源回復計画、平成14年9月6日公表。
- 3) 永澤 亨(1993)山陰沿岸におけるアカガレイの産卵場、漁業資源研究会議 北日本底魚部会報26号、P.19～25。

3. 増殖場（保護育成礁）造成のための調査

アカガレイ増殖場（保護育成礁）造成にあたっては、計画時に想定される機能が十分に発揮される施設の設計、施工を実現するために必要な調査を実施しなければならない。具体的調査項目は、当該海域の物理・化学的環境条件、アカガレイの分布状況、漁業実態等であり、これらの調査結果に基づいて合理的に事業を推進する必要がある。

アカガレイ保護育成礁造成にあたって実施すべき調査の内容については、ズワイガニ保護育成礁造成の際に実施すべき内容と重複する。よって、調査内容については第2編第3章3を参照されたい。

4. 設計

計画時におけるアカガレイ増殖場（保護育成礁）造成の目的を達成するためには、調査結果に基づいた適正な設計を行うことが必要である。具体的には、造成のための自然環境や操業状況等の調査結果を踏まえ、適切な条件設定を行うとともに、その条件に適合する適正な造成規模、構造物の配置等を決定し、単体構造等の選定を行う。

アカガレイ増殖場（保護育成礁）の設計は、造成のための調査によって得られた漁場の物理・化学的環境条件、生物環境、漁業実態等を踏まえ、適切な条件設定を行って実施する。

なお、設計にあたっての留意点は、ズワイガニ増殖場（保護育成礁）の設計と重複する。よって、設計については第2編第3章4を参照されたい。

5. 施工

アカガレイ増殖場（保護育成礁）整備に関する測量・調査業務及び構造物設置工事の実施にあたっては、通常、沿岸域で増殖礁を設置する際に検討している事柄に加え、沖合かつ大深度での構造物設置という特殊条件に対応できるよう事前に十分な検討を要する。

アカガレイ保護育成礁の整備に関する測量・調査業務及び構造物設置工事の実施にあたって留意すべき点は、ズワイガニ保護育成礁の整備の際に留意すべき点と重複する。よって、施工については第2編第3章5を参照されたい。

第4章 増殖場（保護育成礁）の利用と管理

1. 管理の基本方針

造成された増殖場（保護育成礁）の効果を発揮させるためには、保護育成礁周辺漁場の利用管理と恒常的な施設の維持管理が重要かつ不可欠である。

保護育成礁の管理の視点には、一般に①施設維持管理、②周辺漁場の利用管理、③生物環境管理^{注)}の3点があるが、このうち重要な視点は、①施設維持管理、②周辺漁場の利用管理の2点である。

施設の設置効果を長期的かつ最大限に発揮させるためには、施設を常に良好な状態に維持管理しなければならない。また、周辺漁場の適正利用が効果発揮の前提条件となることから、持続的に効果が発揮されるよう周辺漁場の恒常的な利用管理を行う必要がある。

注) 生物環境管理とは、整備された保護育成礁等の施設によって創出される環境が、増殖対象とする資源によって利用される際に、より好適な生育環境となるよう管理することである。浅海域に造成される増殖場での管理方法としては、餌料藻場の改善、食害動物や競合生物の除去等が挙げられる。なお、アカガレイ保護育成礁の場合、大水深域に造成されることから、造成後に人為的な生物環境管理を行うことは実質的に困難である。

2. 施設維持管理

施設の持続的な効果発現のために、施設の現況把握を恒常的に実施することが必要である。

アカガレイ増殖場の持続的な効果発現のためには、大水深という特殊条件で実施可能な方法を用い、定期的な現況調査を行う必要がある。また、周辺海域で操業する漁業関係者等により、日常的な現況確認を実施することも重要である。

3. 周辺漁場利用管理

増殖場は、アカガレイの生息海域の保護、資源の再生産力の向上及び保全を目的とすることから、施設整備と併せて増殖場内の操業禁止措置を講じる。

それと併せて、関係漁業者や行政等の関係機関との調整を図り、保護育成礁周辺の漁場利用について、海域毎の実情に即した実効性のある利用管理を行う必要がある。

アカガレイ保護育成礁の効果を持続的に発揮させるためには、保護育成礁内の操業禁止措置を講じるほか、礁周辺の漁場利用についても、関係漁業者及び行政等の関係機関による合意形成が必要となる。また、海域毎に関係漁業者が異なることから、海域毎の実情に合わせた利用管理を行う必要がある。

第5章 事業の効果について

1. 事前の想定

当該事業の計画及び実施の妥当性を確認するため、計画策定時に事業の効果进行想定しなければならない。想定した事業効果に基づいて事前の事業評価を行い、事業実施の妥当性を検討する基礎資料とする。

効果は、定量的・定性的に把握できる効果を幅広く想定する。なお、貨幣換算可能な効果については、直接的な効果及び間接的な効果のいずれについても極力計上することが求められる。

1.1 生産量増大効果の算定について

(1) 算定方法の例

アカガレイ保護育成礁の生産量増大効果の算定は、表 3.5.1 に示す方法がある。既存整備事例においては、保護育成礁としての機能を評価の中心とする考え方から、育成場の効果が評価対象とされている。

表 3.5.1 アカガレイ増殖場の生産量増大効果算定方法の例

算定の諸元	算定の考え方、方法等	特徴
1. 保護育成礁内外の生息密度差	保護育成礁の設置によって得られる礁周辺海域へのアカガレイ資源しみ出し効果による年間の生産増を算定	<ul style="list-style-type: none"> ・実際の効果として現れるアカガレイの生息状況に基づく評価 ・保護効果や増殖効果により資源が増大し、そのしみ出し効果を実証しているデータを活用
2. 保護される未成年体資源量 (育成場効果)	当該海域における保護育成礁造成前の未成年体(1~3歳魚)の資源量を諸元とし、保護育成礁によって漁獲から保護され、生残率が向上することから、期待される漁獲対象加入資源増加量に基づいて生産増を推定	<ul style="list-style-type: none"> ・産卵場や育成場等の増殖機能を評価 ・資源特性値については未解明な部分が多く、算定の過程で仮定の係数を使用 ・実際の現象に基づく効果算定ではなく、対象資源の再生産特性に基づいて理論的に効果进行评估

既存整備事例においては効果把握のための事後調査が実施されている。その中で、アカガレイを対象とした保護育成礁内外での生息状況の調査が実施された例がある(表 3.5.2)。それによると、保護区内外で生息密度に差が見られ、保護区内の生息密度が高いことが報告されている。

表 3.5.2 保護区と一般海域におけるズワイガニとアカガレイの生息密度の比較

単位：尾/100m²

日付	保護区		日付	一般海域	
	ズワイガニ	アカガレイ		ズワイガニ	アカガレイ
1996/8/21	1.8	1.1	1996/7/25	0.4	0.5
1996/8/29	1.1	1.7	1996/7/25	0.2	1.1
1996/8/29	0.0	1.4	1996/8/20	1.3	0.2
1997/6/30	0.7	0.2	1996/8/26	0.3	0.6
1997/7/1	0.8	1.0	1997/6/12	0.6	0.3
1997/7/1	1.8	0.8	1997/6/19	1.2	0.3
1997/7/1	4.8	0.9	1998/6/28	0.2	1.2
1998/7/15	1.4	1.2	1998/7/15	0.8	1
1998/7/29	0.5	1.5	1998/7/16	0.5	2.1
1998/7/31	0.5	2.9	1998/7/23	0.7	0.9
1999/6/28	0.4	0.2	1999/7/21	0.5	0.6
1999/7/22	1.1	1.3			
平均	1.2	1.2	平均	0.6	0.8

出典：福井県深海資源管理技術開発調査事業報告書

(2) 日本海西部地区特定漁港漁場整備事業計画における算定方法の考え方

既存整備事例における事後調査の結果や確認された効果の状況を踏まえ、日本海西部地区特定漁港漁場整備事業計画では、造成した増殖場（保護育成礁）の効果を実際の現象に基づいて算定する方法の一つである「保護育成礁内外のアカガレイの生息密度差」を活用した方法を採用している。

ただし、アカガレイを対象とした保護育成礁内外の生息状況調査データがズワイガニほど充実しておらず、生息密度差の実測データを使用して算出することが困難である。よって、表 3.5.2 に基づく保護育成礁内及び一般海域それぞれにおけるズワイガニ、アカガレイの生息密度をもとにアカガレイの生息密度差を算出し、第 2 編第 5 章 1.1(2)の手法により生産量増大効果を算定している。

参考1)アカガレイの保護礁内外の資源密度(第2編第5章1.1(2)図2.5.1中の a、b)について具体的には、保護区と一般海域におけるズワイガニ及びアカガレイの密度比(福井県水産試験場)を基に a=68.4尾/ha、b=45.6尾/haとしている。

1.2 漁業外産業への波及効果について

一般的に漁場関係事業の実施にあたっては、漁業以外の産業に波及する漁獲量の増大効果が事業便益として算出されている。

アカガレイにおいてもズワイガニと同様の波及効果が期待できることから、事前の効果の想定にあたっては、定量的に評価しうる効果及び定性的に把握できる効果を幅広く想定し、総合的に評価することが重要である。

なお、事前に想定する具体的な効果の例は、第 2 編第 5 章 1.2 を参照されたい。

2. 期中の確認

事業実施期間中においては、事業の継続の妥当性を確認するため、整備した増殖場の効果を把握しなければならない。

事業継続の妥当性を確認するための期中における事業効果の確認は、事前の効果の想定を踏まえ、それまで整備された保護育成礁が当初の計画どおり機能を発揮しているか、施設が安定して持続的に機能発揮できる状態にあるか、といった観点を含めて行う必要がある。なお、具体的な効果把握のための調査の実施内容及び効果評価の内容は、後述する事後の検証に準じる。

3. 事後の検証

事後評価は、事業の妥当性を検証するためのものであり、極めて重要である。よって、事業実施後は、適切な時期に効果把握のための事後調査を実施することが必要である。

3.1 効果把握のための事後調査

事業実施後の効果を検証するための事後調査を行い、保護育成礁造成の実際の効果を把握・確認する。

アカガレイ保護育成礁の機能を評価するための海域での調査は、大水深域における専門的な調査技術が必要とされる場合が多い。また、対象種の漁獲量等の施設周辺漁場の利用状況、施設の現況把握等の調査は、利用者である漁業関係者の協力が必要である。

なお、具体的な調査内容については、ズワイガニ保護育成礁の事後調査と同様であることから、詳細は第2編第5章3.1を参照されたい。

3.2 事後の効果検証

事後の効果検証は、上記の効果把握のための事後調査によって蓄積されるデータを踏まえ、定性的、定量的に把握された効果を総合的に評価して行う。

なお、具体的な効果検証の内容については、ズワイガニ保護育成礁と同様であることから、詳細は第2編第5章3.2を参照されたい。