

広域漁場開発調査 アカガレイ等調査

社団法人全国沿岸漁業振興開発協会

伊藤靖・石岡昇

石川県水産総合センター

池森貴彦

福井県水産試験場

下中邦俊

調査実施年度 平成8～10年度の3ヶ年間

1 緒言

この事業は、我が国沿岸海域を有効かつ高度に利用するため、漁場整備に遅れが見られる沖合域・大水深域において、海域を水平的・垂直的に利用する新たな漁場造成手法（多機能漁場造成）等の効果的な開発に資することを目的として水産庁より委託を受けて実施された。

本調査では大水深域の対象種としてアカガレイ及びヒレグロを選定し、資源分布・生息環境・生態等の調査を行い、同種の好適生息環境を明らかにして沿整事業の対象の可能性を検討した。

2 調査方法

①調査対象地域 調査対象地域は、石川県及び福井県とした。

両県ではズワイガニを対象とした増殖場事業が行われ、その効果がアカガレイ・ヒレグロの資源保護にも役立っていると考えられる事から、その効果を検討するため魚礁海域と一般漁場海域を調査海域として選定した。その調査対象海域を図1に示す。

- ・石川県珠洲市周辺海域
- ・福井県若狭湾周辺海域

②調査実施期間 平成8年度～10年度 : 3か年間

③調査対象種

対象種は、アカガレイ及びヒレグロとして、両調査海域での区分は次のとおりとした。

- ・石川県地域 珠洲市周辺海域 : ヒレグロ及びアカガレイ
- ・福井県地域 若狭湾周辺海域 : アカガレイ

④調査実施への経緯

本調査を実施した石川県・福井県の両地域においては、これまでズワイガニを対象とした増殖場が造成されてきている。このズワイガニ増殖場の造成による副次的な効果として、アカガレイ等の資源への好影響が見込まれていた。このため、本調査を実施する事により、人工構築物によるアカガレイ等増殖場の造成の可能性について検討する事とした。また、本調査では新たに実験漁場の造成等は実施せずに、既存のズワイガニ増殖場を用いて、アカガレイ等の増殖効果等について検討することとした。

⑤調査の内容

I 海域構造基礎調査

対象地区における、底質、流況等を把握することにより、漁場形成に必要な環境条件等を把握するための調査を実施した。

II 漁場形成要因調査

対象地区における、水産資源の生理・生態的知見、海底地形と水産資源の蝟集機能等の関係から天然礁のもつ増殖機能等を把握するための調査を実施した。

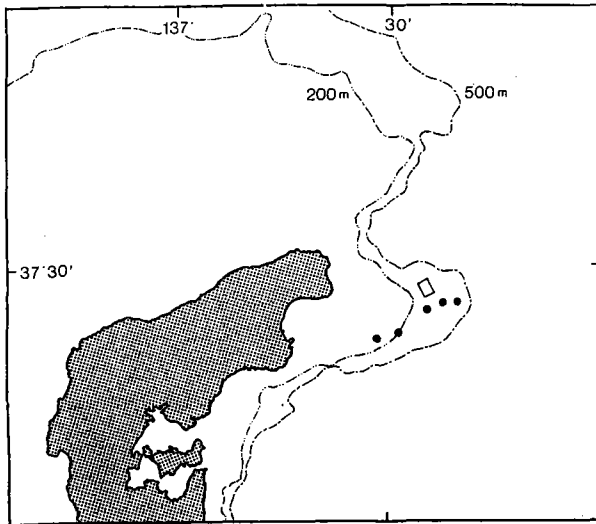
III 漁場利用実態調査

対象地区において、周辺海域の漁業操業状況を把握し、漁場形成要因を解析するための調査を実施した。

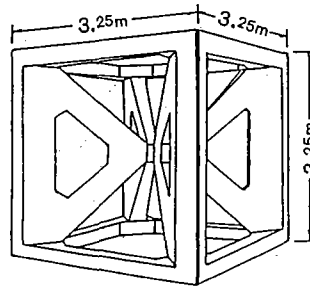
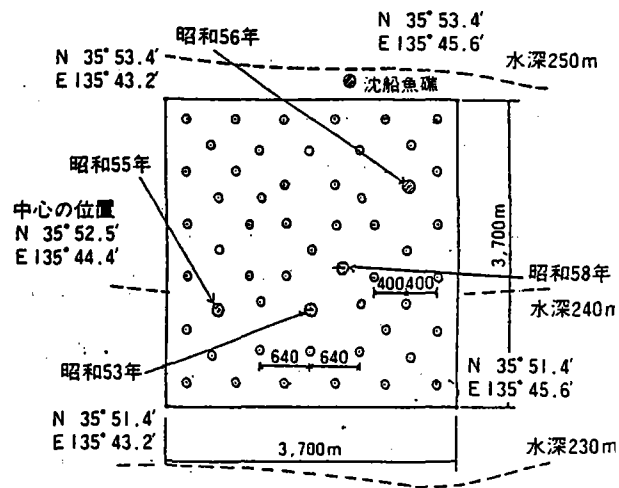
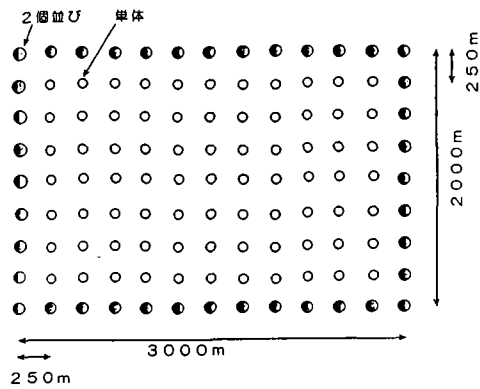
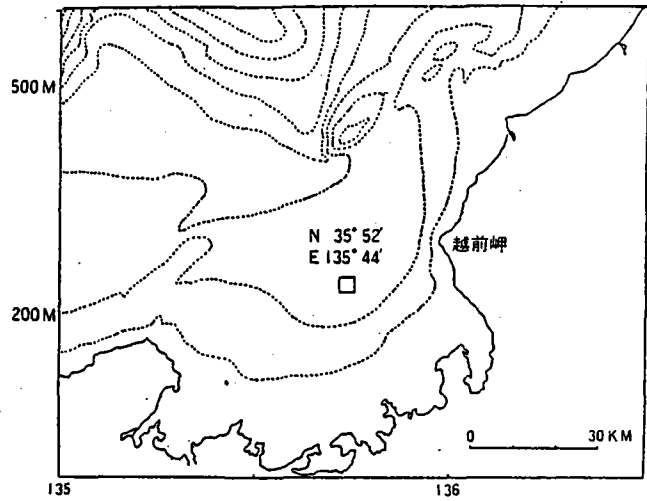
IV 漁場開発方式調査

上記(1)から(3)までの調査結果から、多機能漁場造成手法等の検討を行った。

これら調査項目を表1に示す。



(□：魚礁設置海域，●：水深別調査定点)



石川県珠洲市周辺海域

福井県若狭湾周辺海域

図1 調査対象海域及びズワイガニ増殖場(施設配置図及び施設図)

表1 調査項目及び調査年次

調査項目	調査担当	
	石川県	福井県
I 海域構造基礎調査		
① 水温・塩分鉛直分布調査	○	
② 流況調査	○	
③ 底生生物調査	○	
④ 水塊構造調査		○
⑤ 流況調査		○
II 漁場形成要因調査		
① 対象種の生態	○	
② 一般漁場漁獲調査	○	
③ 胃内容物調査	○	
④ 資源動向調査	○	
⑤ 生態調査		○
⑥ 漁獲調査		○
⑦ 市場調査		○
⑧ 操業実態調査		○
⑨ 移動調査		○
III 漁場利用実態調査		
① 漁獲動向調査	○	
② 標本船調査	○	
③ 投棄魚調査	○	
④ 市場調査	○	
⑤ 漁業動向調査		○
IV 漁場開発方式調査		
① 魚礁海域漁獲調査	○	
② 曳網比較調査	○	
③ 餌料生物調査	○	
④ 既存魚礁の効果評価	○	
⑤ 資源特性値	○	
⑥ 増殖場の設置条件	○	
⑦ トロール網調査		○

3 調査結果

3.1 海域構造基礎調査

(1)水温・塩分鉛直分布調査

水深別調査結果から、アカガレイの多数漁獲された底層水温はほぼ2～4℃であり、生息可能水温は10℃以下と考えられた。ヒレグロの多数漁獲された底層水温はほぼ1～9℃であり、生息可能水温は11℃以下と考えられた。魚礁海域調査時の底層水温は、一般漁場調査の水温と比較してもいずれも両魚種の生息可能な水温であった。

また、アカガレイ・ヒレグロは適水温と同時に、安定した水温・塩分の海域を求めて移動を行うのではないかと考えられた。

(2)流況調査

6～8月では各方位に分散している。また、頻度は高くないがWNWで平均流速が0.75ノットと高かった。これは1.3ノットと観測中では最速の流速が観測されたためである。9～11月では東よりの流向が多く出現し、頻度の高かったNEの平均流速は0.47ノットであった。12～2月ではWの頻度が卓越し、その平均流速は0.42ノットであった。全体を通してみると東西方向の流向が多いが、時期的な変動が大きい。流速頻度分布では、0.2ノットが約30%を占め最も多く、それより増減するに従って頻度は減少した。また、平均流速は0.38ノットであった。

(3)底生生物調査

平成9年7月調査では、一般漁場の1㎡あたりの湿重量の大小は多毛類によって左右されていた。それに対し魚礁内ではクモヒトデが卓越しており、魚礁外や一般漁場定点よりも湿重量が大きかった。

平成10年1月調査では、7月調査とほとんど同じ水深で、採集地点もほぼ同一であったが、1㎡あたりの個体数、湿重量ともに魚礁外が大きかった。7月調査と比べ魚礁内では、個体数は若干増加したが、湿重量ではクモヒトデ・貝類の減少により半分以下となった。魚礁外では個体数・湿重量ともに飛躍的に増大し、湿重量の増大のほとんどがクモヒトデによるものであった。

平成10年6月調査では、個体数は魚礁外が多く、1月調査と比較すると、魚礁外ではほぼ同じであるのに対し、魚礁内では若干増加した。湿重量では魚礁内外ではほぼ同じであり、1月調査に比べ内外とも減少した。魚礁内外共に個体数では軟体動物(貝類)・環形動物(多毛類)の比率が高く、湿重量では棘皮動物(クモヒトデ)の比率が高かった。

魚礁内外の餌料生物の増減はクモヒトデによって左右されており、極めて流動的であると考えられた。

(4)水塊構造調査

水温水平分布は0～200mまで水深に関わらず基本的に東西方向に等水温線がみられた。

(5)流況調査

全体として水深が変化しても流向に大きな変化はみられなかった。特に、若狭湾西部においては、南東～南西方向の流れが多く観測された。

3.2 漁場形成要因調査

(1)対象種の生態

アカガレイの漁獲は、石川県沖ではズワイガニ漁期である11～3月に集中し、主たる漁獲水深は200～400mで、県内で漁獲されるカレイ類のうち漁獲量が最も多い。最小成熟体長は雌で250mm、雄で150mmで、産卵盛期は1～3月、水深230m前後で産卵する。雌の体長は1歳で95mm、2歳で128mm、3歳で159mm、4歳で187mm、5歳で213mmである。食性では、体長100mm未満の胃内容物はオキアミ類・カイアシ類が大部分を占め、100mm以上ではイカ類・オキアミ類・クモヒトデ類・魚類を、150mm以上では体長の増大とともにオキアミ類の比率が低下し、イカ類（主にホタルイカ）の比率が増大する。ヒレグロの主な漁獲水深は漁場が南に移るに従って分布の幅が狭くなり、中心分布水深が深くなる。石川県沖合では水深150～350mで、水深200mに多く生息する。山陰沖のヒレグロの産卵期は4～5月であり、体長は1歳で70mm、2歳で100mm、3歳で140mmである。食性では、多毛類・甲殻類・二枚貝類を主に食する。アカガレイと同様にそのほとんどが底びき網で漁獲され、アカガレイを狙った際に混獲される。

(2)一般漁場漁獲調査

1)アカガレイ

漁獲されたアカガレイの体長範囲は40～310mmであった。雌の成熟個体と考えられる体長250mm以上のものは、10月の水深350m、12月の250・350m、2月の300・350m、6月の300mで漁獲された。12～6月にかけての250～350m水深での漁獲は、既往知見から、産卵親魚の350m以深から浅所への産卵回遊によるものと考えられる。

2)ヒレグロ

漁獲されたヒレグロの体長範囲は40～260mmであった。ヒレグロは2月頃水深200mに当歳魚が着底し、そのち6月から12月にかけて水深300mへ移動すると考えられ、それ以降体長約100mmまでは水深200～300mに広く分布するが、体長100mmを越えると水深350mにも生息するようになると考えられた。

(3)胃内容物調査

ヒレグロの胃内容物は、魚礁海域調査では、魚礁内において、各調査月ともかい脚類が最も高い比率を占めた。魚礁外においては、8・2月はかい脚類の比率が高いが、11月では小型二枚貝の比率が高かった。また、魚礁内外とも11月はかい脚類の比率が減少し、空胃の比率が高くなる傾向がみられた。

体長別の胃内容物組成をみると、小型個体ではカイアシ類・ヨコエビ類・小型二枚貝の比率が高く、体長の増大とともにカイアシ類の比率が減少し、多毛類の比率が増大した。また、小型二枚貝等他の餌料生物は概ね体長の大小に関わらず捕食されていた。

既往知見によると、アカガレイでは体長100mm未満の胃内容物はオキアミ類・カイアシ類が大部分を占め、100mm以上ではイカ類・オキアミ類・クモヒトデ類・魚類を、150mm以上では体長の増大とともにオキアミ類の比率が低下し、イカ類（主にホタルイカ）の比率が増大する。このことから、アカガレイとヒレグロは幼魚期とともにカイアシ類を捕食するが、それ以外では食性ではほとんど競合しないものと考えられた。

(4)資源動向

アカガレイの平成7年以降高い漁獲をもたらした群は、平成5年生まれ of 卓越年級群と考えられ、この群は平成6年以降75・145・175・205・235mmに成長したと推定されるが、平成10年ではモード

が明瞭に見られないため、漁獲などにより資源量は減少したものと考えられる。平成10年で多く漁獲された175mmの群は平成7年級と考えられ、今後はこの群が漁獲の主体になると推定される。また、それ以下の体長では明確なモードが見られないことから小型個体の資源量は低水準であると考えられ、今後平成7年級が漁獲されてから後、漁獲量が減少すると考えられる。

ヒレグロの体長組成は、体長100mm前後の群が主体で、70mm前後にもモードが見られる。また、平成10年には体長135mmの群が見られるが、それより大きい体長では明確なモードが見られなかった。モードの見られた体長70・100・135mmの群はそれぞれ1・2・3歳魚と考えられ、石川県沖のヒレグロは年によっては3歳魚も出現するが、1・2歳魚が主体であるといえる。アカガレイの1曳網あたりの漁獲尾数は平成7～10年では114～192尾に対して、ヒレグロでは452～773尾と2～6倍の分布密度であると考えられ、アカガレイに比べ、漁獲による減耗が激しいとは考えられない。太平洋側と同様に、日本海側でも、大型個体が北方への水平移動を行っているためではないかと考えられる。

(5)生態調査

1)卵と浮遊仔魚期

過去の調査から概ね水深150～250mの海域が産卵場所と考えられているが、今回の調査でも同様な結果が得られた。特に、卵と浮遊仔魚は若狭湾の東部海域において分布量が多かった。

2)着底期～成魚期

①底生期

分布密度は、水深200～300mの海域で高く、水深250m海域では特に高かった。

袋網目合16節のオッターロール網で採集されたヒレグロの分布密度は、秋期に水深250mの海域で密度が高い傾向を示した。

②未成魚期と成魚期

平成9年度に袋網目合16節および12節のオッターロール網調査で採集されたアカガレイの生物学的最小形を目安として、雄15cm未満、雌25cm未満を未成魚、それ以上を成魚に分けて検討した。

ア)未成魚期

未成魚雄の分布密度は、春に水深150～200mの浅場で高く、夏～秋は水深200～250mの範囲を中心に湾全体に分布し、密度も高かった。未成魚雌についても同様な傾向がうかがわれたが、密度は全体に雄より高かった。

イ)成魚期

成魚雄の分布密度は、春には水深200～250mで高く、秋に未成魚と同様に水深200～250mの範囲を中心に湾全体に分布するが、未成魚に比べると若干水深の深い海域に分布する傾向がみられた。成魚雌についてはその傾向がより強うかがわれた。

(6)漁獲調査

昭和40～平成9年までの漁獲量は、昭和51年の1,800トンを最高に、昭和59年までは1,300トン以上の漁獲量を維持してきたが、その後は急激に減少し、平成4年には265トンになった。その後は、増加傾向を示し、平成9年には765トンまで回復した。

平成5～9年の月別漁獲量は、各月ともほぼ同様に経年的に増加傾向を示しているが、平成9年3月が他の年に比べ著しい増加を示しているのが特徴的であった。

平成5～9年の地区別・年別漁獲量は、越前地区が最も多く全体の約60%を占め、次いで三国地区が約20%となっていた。

(7)市場調査

銘柄は、4～100 入以上の 15 銘柄で区分されているが、地区によっては 80 入以上の銘柄で、バラ、ザク、大、中、小等に区分されている。30 入以下の銘柄は 4～10 月に 45%以上を占め、他の月に比べ高い割合を示した。これは、4～10 月は水深 220～350mの海域がズワイガニの操業自粛海域となるため、大型魚が多く生息する 350m以深で操業しなければならないことによるもので、福井県の底曳網漁業の特色と言える。

漁獲されるアカガレイは、雄 3～4 歳、雌 4～5 歳が主体であると推定された。

(8)操業実態調査

福井県越前町における底曳網漁船のアカガレイの操業は、東経 136°以西の水深 200～500mで、主に行われていることが明らかとなった。

(9)移動調査

全体に再捕数は少ないが、対照区で放流したアカガレイが放流後約 4 カ月で約 40km の距離を移動していた。また、保護礁域で放流したアカガレイにおいては、放流後約 22 カ月間において同程度の約 35km の範囲内での再捕という結果であった。

3.3 漁場利用実態調査

(1)漁獲動向

アカガレイ漁獲量は、石川農林水産統計年報(属地)によると昭和 50～平成 8 年の間では、昭和 52 年に最高の 1,763 トンを記録して以降減少を続けた。そして平成 4 年に 337 トンと最盛期の 19%まで減少したが、その後増加に転じ、平成 8 年で 1,009 トンと最盛期の 57%まで回復した。一方ヒレグロの漁獲量は、昭和 53 年に最高の 231 トンを記録し、その後 100 トン前後で推移し、昭和 62・62 年に再び 200 トン台を記録した後 100 トン前後で横ばいとなっている。

沖合底びき網では最も大きな漁獲量を占めるのはニギスで、次にホッコクアカエビが高い比率を占めた。それに対して小型底びき網 1 種ではカレイ類が最も高く、次いでニギスが高かった。カレイ類漁獲に占める比率は沖合、小型底びき網ともアカガレイが高く、沖合底びき網でカレイ類の 3/4、小型底びき網で 1/2 を占める。一方ヒレグロは、カレイ類のうち沖合底びき網で 10%、小型底びき網で 5%、底びき網全体でも 6%とアカガレイに比べると低い比率である。

ヒレグロの月別漁獲量は、アカガレイの月別漁獲量の推移と類似していた。ヒレグロの年間漁獲量はアカガレイの漁獲量の 1 割程度であり、ヒレグロはアカガレイを狙った操業における混獲物であるといえる。

(2)標本船調査

アカガレイ漁場は大きくは北と南に分かれ、それぞれ海底勾配が緩やかなところが主体である。魚礁設置海域は南側の漁場に含まれる。ヒレグロ漁場はアカガレイとほぼ同様の海域であるが、アカガレイよりも狭い範囲となっている。魚礁設置海域では漁獲はほとんどみられなかった。

標本船は水深 80～410mで操業がみられ、時期別に操業水深は異なっている。1～3月と 11・12 月は水深 220～320mが主体で、この時期は魚礁設置水深での操業といえる。アカガレイが漁獲されるのは水深 130～410mで、多獲される水深帯は月によって異なっている。4～6月は水深 200～240mが主体で、6月は水深 140～150mでの漁獲量も目立っている。一方ヒレグロが漁獲されるのは水深 150～240mで、200m前後で多獲される。漁獲は 3・4月に集中している。

標本船のアカガレイ漁場は南北に二分され、魚礁はこのうちの南部漁場に位置する。そこで、両漁

場の水深別漁獲回数、漁獲量を比較した。操業回数は北部漁場で多く、南部の魚礁海域で少ない。アカガレイは北部漁場では 150～250m水深で主に漁獲されており、特に漁獲の多い水深は 230m前後であり、漁獲時期は主に 2～6月と、アカガレイの産卵時期・水深と重なっている。一方の南部漁場ではそれよりもやや深く水深 250m前後で漁獲され、平成 8 年は 2 月、平成 9 年は 5・6 月と、アカガレイの産卵期～産卵後期にあたる。魚礁設置水深が 250～320mであることから、魚礁はアカガレイの増殖場として機能している可能性がある。

(3) 投棄魚調査

アカガレイの 50% 選択体長は 174mm、投棄された個体の比率は 30.7%であった。一方ヒレグロの 50% 選択体長は 185mm で、漁獲物の主体は体長 200mm 以下の個体であることから、投棄された個体の比率は全体で 78.9%であった。乗組員の選別では、これらのサイズを上回る個体は出荷されるが、下回る個体は船上で投棄されている。このため、漁船から得られる漁獲量の情報は、50% 選択体長以上の個体のものである。また、投棄魚の殆ど全部が投棄後死亡していると推定されるため、水揚げはされないが、小型個体も漁獲の影響を受けていると考えられる。

(4) 市場調査

ヒレグロの 1kg あたりの価格は、体長の増加とともに直線的に増加する傾向がみられ、回帰直線は $P(\text{円/kg}) = 5.18936 \times \text{BL}(\text{体長}) - 313.545$ と算出された。

成熟度指数から雌では体長 200mm 以上で一部の個体が成熟し、250mm 以上で大部分の個体が成熟すると考えられ、雄では体長 150mm 以上で一部の個体が成熟し、200mm 以上で大部分の個体が成熟すると考えられた。産卵期は 2 月以降で長期間継続するものと考えられた。

(5) 漁業動向調査

アカガレイの主な漁法は、沖合底曳網（1 そうびき）漁業と小型底曳網（縦びき 1 種）漁業であり、本県の沖合底曳網の漁労体数は平成 7 年から 29 か統で小型底曳網の漁労体数は 71 か統であった。

沖合底曳網漁業の平成 8 年の漁獲量は 1,725 トン（出漁日数当たりの漁獲量は 402kg、1 漁労体当たり漁獲量は 59.5 トン）で、その内アカガレイも含めたカレイ類は 339 トンで、イカ類 346 トン、20.1% に次いで、19.7% を占めた。また、小型底曳網漁業の平成 8 年の漁獲量は 2,602 トン（出漁日数当たりの漁獲量は 463、1 漁労体当たり漁獲量は 36.6 トン）で、その内アカガレイも含めたカレイ類は 800 トンで最も多く、30.7% を占めていた。

3.4 漁場開発方式調査

(1) 魚礁海域漁獲調査

1) アカガレイ

漁獲されたアカガレイの体長範囲は魚礁内で 20～280mm、魚礁外で 20～230mm と魚礁内が魚礁外に比べ大型個体が漁獲され、体長の幅が広がった。実施した 8 回の曳網調査のうち魚礁外の漁獲尾数が多かったのは 1 回のみであり、その時の魚礁内での曳網は網なりの不調等の他の要因により漁獲されなかったのではないかと推察される。そう仮定するとアカガレイの魚礁内の生息密度は魚礁外に比べて多いと考えられる。

2) ヒレグロ

漁獲されたヒレグロの体長範囲は 30～150mm で、2 月に魚礁外で 65mm モードのものが多く漁獲されたことを除いては、魚礁の内外で生息しているヒレグロの体長組成には明らかな差は見られなかった。漁獲尾数についても魚礁内外での差は見られず、アカガレイの分布と異なる傾向を示した。

(2) 曳網比較調査

オッタートロールはビームトロールに比べ5～11倍の漁獲効率であると考えられ、ビームトロールでの漁獲尾数を8倍してオッタートロールとの比較を行った。

1998年2月の調査では、オッタートロールでは、アカガレイの体長組成の殆どを体長100mm以下が占めるのに対して、ビームトロールの魚礁内では、その殆どを体長100mm以上の個体が占め、成熟体長となる雄の体長150mm以上、雌の体長250mm以上の個体も漁獲されている。魚礁外では成熟体長の個体は漁獲されず、産卵盛期が1～3月との既往知見から魚礁内が産卵場として機能している可能性がある。ヒレグロはオッタートロールとビームトロールとの漁獲尾数や体長組成で、明確な差は見られなかった。

(3) 餌料生物調査

ソリ付ネットで採集された餌料生物21種のうち魚礁内が多かったのは10種であり、魚礁内が魚礁外に比べて餌料生物が豊富だとは言えない。また、アカガレイの餌料生物であるホタルイカや、ヒレグロの餌料生物である多毛類は採集できなかった。

(4) 既存魚礁の効果評価

魚礁周辺海域を主漁場とする漁船の操業日誌から、アカガレイ・ヒレグロ漁場の水深別面積を算出し、そのうちの魚礁の占める面積比率を算出した。漁場面積はアカガレイでは787km²、ヒレグロでは323km²と、アカガレイの漁場面積はヒレグロの2倍以上であった。魚礁面積は6km²で、アカガレイ・ヒレグロ漁場のそれぞれ0.8・1.9%を占めている。

次に上記標本船によるアカガレイヒレグロの水深別漁獲重量比率と水深別面積比率をを掛け合わせることで、漁獲強度の削減比率を求めた。求められた削減比率は、アカガレイで2%、ヒレグロで5%であった。

(5) 資源特性値

体長組成のモード分解等から、アカガレイ・ヒレグロの資源特性値を算出した。得られた資源特性値は、既往知見とも概ね合致していた。

(6) 増殖場の設置条件

水温では、アカガレイの多数漁獲された底層水温は2～4℃で、生息可能水温は10℃以下と考えられ、ヒレグロの多数漁獲された底層水温は1～9℃で、生息可能水温は11℃以下と推定される。また、急激な水温塩分の変化を嫌うようであるので、1年を通じて底層水温が2～4℃で、急激な水温・塩分の変化の少ない海域が適当ではないかと考えられた。

水深では、水深200～300mに魚礁を設置することにより、アカガレイでは産卵親魚および体長200mm以下の小型魚の保護が、ヒレグロでは着底魚から主に体長100mm以下の小型魚の保護が可能であると考えられた。

アカガレイとヒレグロは幼魚期にともにカイアシ類を捕食するが、それ以外では食性ではほとんど競合しないものと考えられた。

ズワイガニを対象とした魚礁ではあるが、アカガレイでは魚礁内の生息密度が、魚礁外に比べ高くなるものと考えられ、設置した魚礁がアカガレイの産卵親魚の保護に役立っていると考えられた。一方ヒレグロでは魚礁内外で分布に明らかな違いは見られなかった。

(7) トロール網調査

- ・袋網目合 16 節で採集されたアカガレイ未成魚の分布密度は雌雄とも定点 8 (以下、参考区、水深 200m) で高かった。雌雄の比率はいずれの定点でも雌の割合が高く、特に水深 250m の保護礁周辺の定点 5 (以下、試験区) と定点 9 (以下、対照区) においては、極めて高かった。
- ・袋網目合 12 節で採集されたアカガレイ未成魚においてはいずれの定点でも雌の割合が高かった。
- ・袋網目合 16 節で採集されたアカガレイ成魚の性比は雄の割合の方が高かった。
- ・袋網目合 12 節で採集されたアカガレイ成魚の分布密度は、全体的には試験区の密度が高かった。
- ・未成魚の平均分布密度は同一水深帯の試験区と対照区を比較すると、雌雄ともに試験区の方が高かった。
- ・成魚の平均分布密度も雌雄ともに試験区が対照区よりも高かった。
- ・未成魚、成魚の雌雄ともに全体に対照区より試験区の密度の方が多く、保護礁の効果は明らかにあるものと判断された。

(8) UROV 調査

- ・アカガレイの分布密度は、保護礁区内およびその周辺ともに一般海区の調査結果 0.007 尾/ m^2 (1997 年度にズワイガニを主な対象生物として実施された一般海区潜航調査結果) よりも 2~3 倍近い高い値であった。したがって、アカガレイについては過去の調査でも保護礁周辺における密度が高かったことも考慮すると、保護礁の効果はあるものと判断された。

「補完調査」

1. 両海域における底質・底生生物調査

1.1 調査方法

石川海域および福井海域に設置してあるズワイガニ保護礁を試験区、また、魚礁近傍の同等水深帯を対照区、その他を参考区として底質および底生生物の調査を実施した。

底質および底生生物試料の採取はスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いた。

底質は強熱減量 (I L)、COD、硫化物 (T-S)、全窒素 (T-N)、全リン (T-P) および粒度組成について分析した。底生生物は1mm メッシュのフルイに残り、湿重1g以下のマクロベントスを対象として分析を行った。

調査時期、調査点 (水深) を以下に示した。

表 1・3・1 石川海域底質・底生生物調査点と水深

調査年・月	魚 礁 区	対 照 区	
平成 9 年 7 月	St. 6 (265m)	St.7 (266m)	St.1(150m),St.2(200m) ,St.3 (250m) ,St.4 (300m) ,St.5 (350m)
平成 10 年 1 月	St. 6 (265m)	St.7 (266m)	
平成 10 年 6 月	In1(247m) In2(273m) In3(314m) In4(269m) In5(288m)	Out1(233m) Out2(275m) Out3(310m) Out4(264m) Out5(273m)	

表 1・3・2 福井海域底質・底生生物調査点と水深

調査年・月	魚 礁 区	対 照 区	参 考 区
平成 8 年 10 月	St. 5 (250m)	St. 9 (250m)	St. 8 (200m)
平成 9 年 7 月	St. 5 - 1 (240m) St. 5 - 2 (250m) St. 5 - 3 (260m)	St. 9 (250m)	St. 7' (200m) St. 8 - 1 (250m) St. 8 - 2 (≒St. 8)

1.2 調査結果

(1)石川海域

1) 底質調査

()化学組成

当海域平成9年7月における底泥中の強熱減量 (I L) は平均 7.71%、CODは平均 8.7 mg/g、硫化物 (T-S) は平均 0.029 mg / g、全窒素 (T-N) は平均 1.16 mg/g、全リンは平均 0.49 mg/g の範囲にあった。強熱減量とCODの分布傾向は最小値が本調査最浅部 (水深 150 m) の St.1、最大値は最深部 (水深 350m) の St.5 で認められた。

(i i)粒度組成

当海域平成9年7月における魚礁区周辺の底泥の粒径区分は砂分平均 43.4%、シルト分平均 42.1%、粘土分平均 14.5%であった。底泥の通過質量百分率は水深が深くなるにつれ、微細な粒子量の増加する傾向が認められ、水深と50%粒径値の関係においても良い相関($R^2=0.9637$) が得られた。

魚礁区と対照区におけるシルト分と粘土分の和は魚礁区で平均 69.8%、対照区で平均 67.2%と両区間に有意な差は認められなかった。

2)底生生物（マクロベントス）調査

(i)魚礁周辺調査

平成9年7月の魚礁区およびその周辺における調査点7点（水深150～350m）から49種類のマクロベントスが認められたが、魚礁区と対照区ではともに6種類と少なかった。種類では多毛類が多く全調査点で29種類が出現した。個体数は多毛類の占める割合が大きく、次いでクモヒトデ類、貝類であった。湿重量は全調査点中で魚礁区が67.2g/m²と最も大きく、対照区のSt.7は5.6g/m²と少なかった。

魚礁区・対照区におけるマクロベントスの変動を季別（夏季－7月、冬季－1月）に比較した。夏季の魚礁区・対照区では全マクロベントス量（湿重量）の7～8割を、冬季は9割以上をクモヒトデ類が占めていた。

(i i)魚礁区・対照区調査

平成10年6月に魚礁区と隣接域を対照区としてマクロベントスの出現状況について調査を行った。

両区に出現したマクロベントスの種類数は魚礁区平均11.4種類、対照区平均12.6種類、個体数は魚礁区352個体/m²、対照区516個体/m²、湿重量は魚礁区17.4g/m²、対照区17.7g/m²であったが、両区に有意差は認められなかった。

なお、両区ともクモヒトデ類が全湿重量の8割弱を占め、当海域を代表する主要なマクロベントスであった。

(2)福井海域

1)底質調査

(i)化学組成

平成8年10月と平成9年7月に魚礁区および対照区、参考区における底泥の化学組成I L、C O D、T-S、T-N、T-Pを測定した。

魚礁区(St.5)・対照区(St.9)は水深250mに位置し、参考区は前2点外の水深200m及び250mの点とした。魚礁区と同じ水深帯の対照区及び参考区の化学組成は良く似ており、7月はI L14.8～16.6%、C O D38～42mg/g、T-N2.98～3.32mg/g、T-Pは0.65～0.80mg/gであった。一方、10月は7月に比べ魚礁区を含む水深250m帯の各調査点の値はいずれも小さかった。

(i i)粒度組成

平成9年7月の魚礁区、対照区および同水深帯に位置する参考区における粒径加積曲線によると、これら各区における粒子構成はほぼ同じであった。水深帯別の粒径区分は魚礁区と対照区および同水深帯の参考区はシルト分+粘土分が約99%を占めていた。

「越前がに漁場環境基本図報告書（平成3～5年度に実施）」（福井県、1994）及び本調査から得られた結果から魚礁区とその周辺域における粒度組成およびC O Dの分布状況は水深250m帯を中心としてC O D値が高く、また、シルト・粘土分の占める割合の高いエリアが広がっていた。

2)底生生物調査

平成8年10月と平成9年7月にマクロベントスの個体数、種類数、湿重量について調査した。

平成9年7月の調査によると魚礁区および対照区、参考区から82種類、1点あたり10～58種類が認められた。最も多く出現したのはSt.8-2（水深200m）で、他区の3～6倍の種類が認められた。魚礁区内の3点からは10～14種類出現した。対照区は魚礁区より多い21種類が出現した。

個体数はSt.8-2で560個体/m²と最も多かったが、他の調査点は魚礁区も含め112～169個体/m²で同程度であった。

湿重量は 11.1~20.0g/m³にあり、多毛類と貝類（主として二枚貝類）が多かった。魚礁区の位置する 250m 水深帯の各調査点では約 8 割が多毛類であったが、クモヒトデ類は魚礁区中央を除きほとんど認められなかった（10 月調査の魚礁区では出現せず）。

2. 両海域における胃内容物調査

2.1 調査方法

福井海域魚礁区で漁獲されたアカガレイについて、体長測定および胃内容物中の生物の査定、計量、計数を行った。石川海域における胃内容物データは石川県水産総合センターの提供による。

調査時期を以下に示した。

石川海域：平成 9 年 7 月、8 月、11 月・平成 10 年 2 月

福井海域：平成 8 年 10 月（魚礁区）

2.2 調査結果

(1) アカガレイの餌料とマクロベントス

1) 調査海域におけるアカガレイ餌料

(i) 季別捕食特性

平成 9 年 7 月、8 月、11 月、平成 10 年 2 月に石川海域で実施されたアカガレイ胃内容物調査結果より餌生物の季別捕食頻度について検討した。

7 月は対照区のみ調査（個体数 4）であった。胃内容物としてクモヒトデ類、端脚類が認められたが、半数の個体は空胃または消化物のみであった。8 月は魚礁区（個体数 5）から漁獲されたアカガレイ全てが空胃であり、また対照区（個体数 6）では 1 個体が端脚類、二枚貝を捕食していた。11 月の魚礁区（個体数 10）では 6 個体が捕食しており、その種類もクモヒトデ類、エビ類、アミ類、端脚類、二枚貝類と多くの種類を捕食していた。対照区（個体数 4）では 1 個体がクモヒトデ類を捕食していた。2 月の魚礁区（個体数 16）ではクモヒトデ類、オキアミ類、端脚類、二枚貝類、巻貝等が捕食されており、空胃の個体は認められなかった。特に、オキアミ類は 75%、端脚類は 63%の個体が捕食していた。対照区（個体数 9）では、その約半数が空胃であったが、捕食していた餌生物は魚礁区で主に捕食されていた種類と同じオキアミ類と端脚類で、捕食頻度は前者が 44%、後者が 11%であった。

(ii) 体長別捕食特性

平成 8 年 10 月に福井海域の魚礁区で漁獲されたアカガレイの体長と餌料生物の捕食頻度の関係を検討した。体長 100~150mm のアカガレイの 63%はアミ類を捕食していた。その他に多毛類、カイアシ類を捕食していた。体長 150~200、200~250mm の個体では空胃が 63%、74%と高い値であったが、胃内容物は多毛類、二枚貝類、イカ類、アミ類、端脚類、エビ類、魚類と多種におよんでいた。体長 250~300mm の個体は半数がイカ類を、その他には多毛類が認められた。

平成 9 年 7 月、8 月、11 月、平成 10 年 2 月の石川海域におけるアカガレイの体長別捕食頻度について検討した。7 月は対照区のみ調査であったが、体長は概ね 100mm 以下で、クモヒトデ、端脚類を捕食していた。8 月魚礁区のアカガレイ体長は平均 130.2mm、対照区平均 61.5mm で対照区の平均 77mm の個体のみが端脚類、二枚貝を捕食していた。11 月魚礁区の体長は平均 130.5mm、対照区平均 126.2mm であった。魚礁区では平均 100mm 以下の個体がクモヒトデ、端脚類、100mm 以上の個体がエビ類、アミ類、二枚貝を捕食していた。対照区では 89mm の個体のみがクモヒトデを捕食していた。2 月は魚礁区で大型のアカガレイが多く体長は平均 174.5mm であった。一方、対照区は小型の個体が多く体長は平均 73.2mm であった。魚礁区ではオキアミ類がほとんどのサイズの個体に捕食されていた。その他に端脚類は主に体長 200mm 以下の個体に、クモヒトデ類は体長 123~272mm の広い範囲の個体に多く捕食されていた。二枚貝類と巻き貝類は 1 個体（別個体）にのみ捕

食されていた。

(i i) 石川・福井海域におけるアカガレイの餌料生物と捕食特性

石川海域の冬季（2月調査結果より）にはオキアミ類、クモヒトデ類、端脚類等が、また、福井海域の秋季（10月調査結果より）には多毛類、アミ類、イカ類等がアカガレイに多く捕食されていた。ここで、底生生物に限って見ると石川海域の魚礁区ではクモヒトデ類が、福井海域では多毛類がアカガレイの主要な餌料生物であることが示唆された。

2) 魚礁区・対照区の底質環境

(i) 石川海域

平成9年7月の石川海域における調査によると粒度組成は深くなるにつれ、粘土分、シルト分といった細粒分が多くなる傾向が認められ、水深250m以深における粘土分、シルト分は60%を越えた。当海域においてアカガレイの餌料として重要と思われる底生生物の重量組成は全体的な傾向としてクモヒトデ類の占める割合が大きく、次いで多毛類となっていた。魚礁区はクモヒトデ類、多毛類が多かったが、対照区では多毛類は殆ど認められなかった。二枚貝類は水深250m以深で多くなる傾向が見られ、魚礁区は同じ水深帯の調査点に比べ特に多く出現した。

平成10年6月の魚礁区、対照区における底生生物の現存量と粒度組成について検討した。魚礁区の粘土・シルト分は53.5～78.9%の範囲にあった。なお、シルト分と粘土分の和は水深275m前後の調査点で差が大きいことから、同水深帯付近における底質環境は変化に富んでいることが示唆された。また、同水深帯付近における底生生物組成を見ると、他の調査点には多く出現しているクモヒトデ類が出現しない調査点があり、魚礁区における底質環境の分布の複雑さが、底生生物の分布にも反映しているものと考えられた。

(ii) 福井海域

平成8年10月と平成9年7月の福井海域における調査によると、当海域の各調査点の粘土分とシルト分の和は19.4～99.4%の範囲にあった。このうち魚礁設置水深である250m水深帯では概ね99%台にあり、調査点間の差は小さかった。一方、同上各調査点における底生生物群集は多毛類を主要な構成種としていた。このことは、底生生物の中でアカガレイの胃内容物として石川海域ではクモヒトデ類が多く認められたのに対し、福井海域ではクモヒトデ類がほとんど認められず、代わりに多毛類が多く捕食されていたことと関係しているものと思われる。

(2) アカガレイの餌料生物

1) 餌料生物の種類

本調査におけるアカガレイ胃内容物調査の結果並びに既存資料より山陰沖、新潟沖、噴火湾、京都府沖よりアカガレイの餌料生物として報告されている生物種を示した。これらによると、アカガレイの餌料生物は底生生物から遊泳生物までおよんでおり、底生生物としてはクモヒトデ類がここに示した例全てから報告されている。その他に端脚類（一部遊泳性）、多毛類、二枚貝類もアカガレイの報告例も多い。一方、遊泳動物としてはエビ類、魚類、アミ類、オキアミ類、イカ類が挙げられる。また、少ないが巻き貝やカイアシ類もアカガレイの餌料として利用されることがあることが示されている。

2) 餌料生物の生活形態

アカガレイにとって有効な餌料生物とはアカガレイの捕食行動に合った生活様式を持つ生物であると考えられることから、アカガレイが餌料としているマクロベントスの生態について検討した。アカガレイの餌料として良く知られているクモヒトデ類はアカガレイの棲息する水深帯に多く分布しており、

更に生活形態も表在性の生活をしていることから、アカガレイの餌として捕食される機会が多いものと考えられる。クモヒトデ類に次いでアカガレイの主要な餌料の一つと言われている多毛類は自由な匍匐生活する遊在類と棲管を作り定着生活をしている定在類の2種類に分けられるが、前者の方がアカガレイに捕食され易い生活様式を持っているものと考えられた。

(3)アカガレイの分布と餌料生物としての底生生物

アカガレイのベントス性餌料である多毛類、二枚貝類、端脚類、クモヒトデ類とマクロベントスの分布量から魚礁区、対照区等における餌料環境とアカガレイの分布について検討した。

石川、福井海域における有効餌料生物比（餌料マクロベントス量/全マクロベントス量）は43.0～100.0%の範囲にあり、多くの調査点においてマクロベントス群集の約9割は、アカガレイにとって有用と思われる種類によって構成されていた。

石川海域で平成10年6月に行われた魚礁区・対照区調査によると、マクロベントス量は両区とも同程度であり、アカガレイの主要餌料の一つであるクモヒトデ類もほとんど差は認められなかった。しかし、多毛類については量的に大きな違いは認められなかったものの、遊在類量と全多毛類量の比を比較すると、魚礁区では遊在類の占める割合が多く、対照区と有意な差が認められた。福井海域における平成8年10月、平成9年7月調査においても、魚礁区と対照区を比較すると、魚礁区で遊在類の占める割合が高かった。

石川海域各調査点における漁獲量を比較すると1.5～14.1尾/km 曳網の範囲でアカガレイが漁獲されていた。福井海域では0～21.4尾/km 曳網であった。一方、アカガレイの主要なベントス性餌料生物である多毛類、二枚貝類、端脚類、クモヒトデ類の現存量は石川海域では5.4～67.2g/m²、福井海域では10.6～41.3g/m²であった。しかし、魚礁区と対照区等におけるアカガレイ漁獲量とベントス性餌料生物の現存量の間に明らかな相関は見いだせなかった。これは、1曳網当たりの漁獲量が数尾～十数尾と少なかったことと、底生生物の調査回数が充分でなかったことも考えられるが、アカガレイの摂餌生物がクモヒトデ、多毛類、二枚貝類等の底生生物からオキアミ類、イカ類、魚類等の遊泳生物にまで多岐に及んでいることによることも原因の一つと考えられた。

「お断り」

本報告書は平成10年度広域漁場開発調査・アカガレイ等調査報告書を抜粋したものですからデータなどにつきましては報告書を参照ください。