

常磐海域で漁獲されたアカガレイの生態と資源診断

山田 学・上田祐司*・服部 努*・山廻邊昭文・吉田哲也

Biology and Stock assessment of flathead flounder *Hippoglossoides dubius* in the Joban waters
Manabu YAMADA, Yuji UEDA, Tsutomu HATTORI, Akibumi YAMANOBE and Tetsuya YOSHIDA

ま え が き

アカガレイ *Hippoglossoides dubius* は、オホーツク海から太平洋側では銚子以北、日本海側ではサハリン西岸から島根県以北および沿海州から朝鮮半島東岸に分布する。常磐海域における福島県船によるアカガレイの漁獲量は、1997 年頃から急増し、近年の漁獲金額は 1 億円を上回っている。そのため、本種は沖合底びき網漁業による漁獲金額上位 10 種に入る重要対象魚種となったが、常磐海域における本種の生態に関する知見^{1, 2)}は少なく、年齢組成や季節移動等は報告されていない。今後もアカガレイ資源を持続的に利用するためにはその生態を解明し、資源状態を把握する必要がある。そこで本研究では、アカガレイの移動、分布等の生物特性を明らかにするとともに、水揚げ物調査による資料から、本種に対する漁獲圧を把握し資源診断を行った。

材料および方法

漁獲統計

1987～2004 年の相馬双葉漁業協同組合相馬原釜支所（以下、原釜支所と呼ぶ）における市場統計資料、2000～2004 年の福島県海面漁業漁獲高統計資料および 1973～2002 年の太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料³⁾を用い、アカガレイの漁獲量および漁獲金額を調べた。

標本船調査

標本船として操業日誌の記録を依頼している本県所属の底びき網漁船の操業記録を用い、1990～2003 年のアカガレイの曳網 1 時間あたりの漁獲量（CPUE）および 2002 年における底びき網漁船の努力量（曳網時間）の分布を、緯度経度 5 分升目ごとに計算し、アカガレイの漁場位置および底びき網漁船の操業位置の月別変化を調べた。

全長測定調査

2003 年 1 月～2004 年 12 月に原釜支所に水揚げされた沖合底びき網漁業の漁獲物を、毎月 1 回漁獲物全体の組成を反映するよう本種が分布する主漁場で操業したと想定される数隻を抽出して測定し、各月の全長組成とした。また、後述する精密測定により求めた全長－体重関係を用い、得られた全長組成を重量に換算し、月ごとに漁獲量の総計と調査した標本の重量比を求めた。この比を用い、月ごとに全長組成を漁獲物全体に引きのばし、それらを年ごとに総計し、各年の漁獲物の全長組成とした。この際、漁獲量が少ないために十分な測定ができなかった月には翌月の全長組成を用いることとし、2003 年 9～10 月には 11 月を、2004 年 9 月には 10 月を、2004 年 11 月には 12 月の全長組成をそれぞれ適用した。

* 独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所八戸支所

精密測定調査

2004年6月に原釜支所に水揚げされた沖合底びき網漁業の漁獲物から標本を購入し（漁場：鹿島沖水深300m）、全長（TL、mm）、標準体長（以下、体長と呼ぶ：SL、mm）、体重（BW、g）の測定を行い、雌雄を確認した後に耳石を採取した。北海道噴火湾のアカガレイでは、耳石の透明帯が主に11～2月に形成されることが知られている。⁴⁾ また、東北海域の本種では耳石薄片法による年齢査定が有効であることが報告されているため、¹⁾ 無眼側の耳石を樹脂包埋した後、厚さ0.3mmの薄片標本を作製し、実体顕微鏡の透過光下で輪紋の観察を行った。年齢査定結果より Bertalanffy の成長式を推定し、Age-length key を作成した。Bertalanffy の成長式に必要なパラメータは極限全長 L_{∞} 、成長係数 K および全長が 0mm となる年齢 t_0 であるが、本報では若齢個体が得られていないため、 t_0 を精度良く推定することは困難であった。そこで、 t_0 を 0 と仮定して、 L_{∞} および K を推定した。

漁獲死亡係数の推定

漁獲死亡係数 F は、資源の平衡状態を仮定し、各年の年齢別漁獲尾数を用いてそれぞれ以下により算出した。

完全加入年齢を4歳とし、完全加入年齢以上の漁獲尾数に以下の式で示される漁獲曲線をあてはめ、0歳の漁獲尾数 C_0 および F を、MS-Excel のソルバーを用いた非線形最小二乗法により推定した。

$$C_{t+1} = C_t \exp\{-(F+M)\} \quad (1)$$

上式で t は年齢、 M は自然死亡係数である。

自然死亡係数 M の算出には田内・田中の式⁵⁾を用いた。下式で λ は寿命である。

$$M = \frac{2.5}{\lambda} \quad (2)$$

寿命については、東北海域で観察された個体の最高年齢が雄で9歳、雌で16歳であることから¹⁾、これらを用いて、雄と雌の M をそれぞれ 0.278、0.156 と算出し、解析に用いた。

加入量あたり漁獲量（YPR）および加入量あたり産卵親魚量（SPR）

以上で得られた年齢－全長および全長－体重関係から、年齢－体重関係を求め、下式により YPR を雌雄別に算出した。

$$YPR = \frac{1}{R} \sum_{t=t_c}^{\lambda} E N_t W_t \quad (3)$$

$$E = \frac{F}{F+M} [1 - \exp\{-(F+M)\}] \quad (4)$$

ここで、 t_c は漁獲開始年齢、 λ は寿命、 N_t は t 歳魚の資源尾数、 W_t は t 歳魚の体重、 E は漁獲率、 R は加入尾数を示す。また、 N_t は下式により連続的に求められる。

$$N_{t+1} = N_t \exp\{-(F+M)\} \quad (5)$$

東北海域においてアカガレイの成熟に関する研究は行われていないため、福島県沖で調査船により採集された本種雌の GSI から、⁶⁾ 成熟率を6歳で50%、7歳で100%と仮定し、下式により SPR を求めた。

$$SPR = \frac{1}{R} \sum_{t=t_c}^{\lambda} N_t W_t m_t \quad (6)$$

ここで、 m_t は t 歳魚の成熟率を示す。

さらに、漁獲があるときの SPR と、漁獲死亡を 0 とした場合の SPR の比から、%SPR を計算した。

調査船データ整理

当試験場の漁業調査指導船「いわき丸」により、塩屋崎沖の水深 30 ～ 500m で定期的を実施している着底トロール調査において、2000 ～ 2004 年に採集された合計 140 個体の採集結果および精密測定結果を、分布と移動、成熟を推察するために用いた。分布と移動を推察するために、月別水深別の採集個体数の変化を調べた。成熟は石田ら⁷⁾にもとづき、生殖腺重量指数 (GSI) と肉眼観察法を採用し、体長階級ごとの GSI の違い、GSI と肉眼観察による熟度の月変化を調べた。ここで、GSI 値は下式により求めた。

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 100 \quad (7)$$

上式で、GW は生殖腺重量、BW は体重である。

肉眼観察法では、熟度の判定には次の基準を用いた。透明卵が混じるが腹部を押しても卵が体外に流出しない個体を「完熟」、腹部を押すと卵あるいは乳状精液が体外に流出する個体を「放卵・放精中」、卵巣が収縮し赤紫色を呈する個体を「産卵後」とし、それら以外を「未熟」とした。

結 果

漁獲統計

アカガレイが福島県海面漁業漁獲高統計で対象種に追加された 2000 年以降、福島県全体の漁獲量に占める原釜支所の沖底船による割合は 74 ～ 88%、漁獲金額では 77 ～ 90%であった。そのため、1987 年以降集計されている原釜支所のアカガレイの漁獲統計は、福島県全体の漁獲動向を反映していると考えられた。

原釜支所における本種の漁獲量および漁獲金額の推移から、漁獲量が 1997 年以降に急増し、それに伴って漁獲金額が増加していること、2003 年の漁獲金額は 1 億円を超え、近年、本種が本県の重要な漁獲対象種となっていることが明らかとなった (図 1)。2000 ～ 2002 年の本県の漁獲量が、東北太平洋側海域全体の漁獲量³⁾ (図 2) に占める割合は、それぞれ 54%、75%、70% と非常に大きかった。また、2000 ～ 2004 年における県内の月別漁獲量の推移から、漁獲のピークが 2 月と 6 月にあり、沖合底びき網漁業により大部分が漁獲されていること、2、3 月には固定式刺し網および小型底びき網での漁獲が増加することが明らかとなった (図 3)。

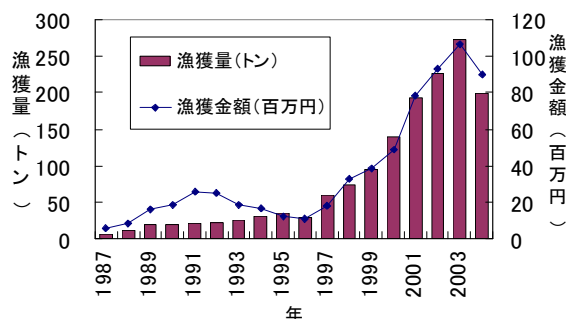


図 1 原釜支所におけるアカガレイ漁獲量と金額

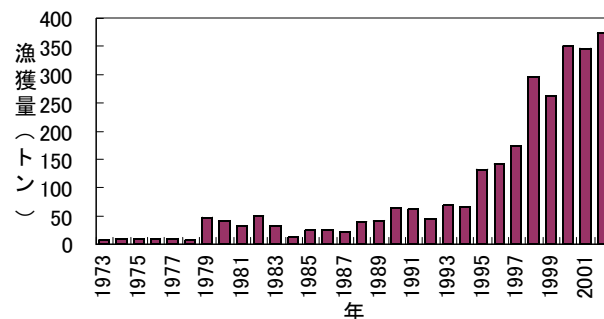


図 2 東北太平洋側海域でのアカガレイ漁獲量

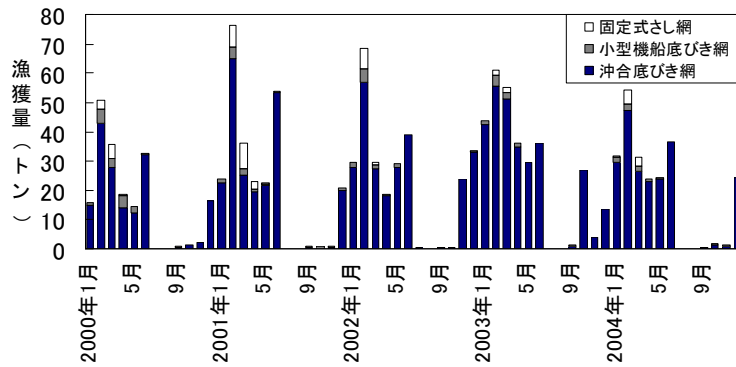


図3 県内の月別アカガレイ漁獲量

標本船操業日誌から見た分布及び移動

底びき標本船による操業記録から求めた年別 CPUE を図 4 に示した。アカガレイの漁場は仙台湾から銚子沖の水深 100 ～ 600m に形成され、特に本県の中部以北(県北沖～県中沖)の水深 100 ～ 500m で CPUE が高かった。また、1997 年以降、漁場全体で CPUE が増加しており、その要因としては、本種の資源量の増加と、狙い操業の顕著化が考えられた。

最近 5 年 (1999 ～ 2003 年) の CPUE の月別変化を調べた結果 (図 5、ここでは 2002、2003 年のみ示し、1999 ～ 2001 年は補遺に示す。)、2 月に水深 100 ～ 200m、5 ～ 6 月には水深 200 ～ 300m、11 ～ 12 月にかけては水深 400 ～ 600m で CPUE が高くなる傾向が認められた。また、調査船による着底トロール調査の結果からも、2 ～ 3 月には水深 100 ～ 150m を含む広い水深帯で本種が採集されており、それ以外の月には大部分が水深 300 ～ 500m でのみ採集された (表 1)。さらに、2002 年の全魚種に対する月別努力量の分布から、底びき網漁業の解禁直後の 9 月には沖底船は沖合での操業を控える傾向がみられ (図 6)、本種が分布する水深での操業が少ないと考えられた。以上のことから、本種が季節的に浅深移動を行っていると考えられた。

当海域の本種の産卵期については、調査船の着底トロール調査で得られた標本において 2 ～ 4 月に雌の GSI 値が 20 を超える個体や、完熟及び産卵後と判断できる個体が多くなることから (図 7、表 2)、産卵期は 2 月頃である可能性が示唆された。このことは、上述の季節的な浅深移動と関連が深いと推測され、産卵に関連した浅深移動である可能性が考えられた。

表 1 いわき丸で採集されたアカガレイの月別水深別個体数

水深\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50m			1									
100m	2	5	4									
150m		4	3						1			
175m	2	1			1		1					
200m		1	1									
300m	2	8	5	2	22	9	17	6	4	3	3	4
500m		1				1	1	7	14	6	12	4

表 2 いわき丸で採集されたアカガレイの月別熟度別個体数

熟度\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
未熟	6	8	4		22	9	19	11	16	5	12	7
完熟		2	4	1								
放卵・放精中		3	1	1								
産卵後		1										

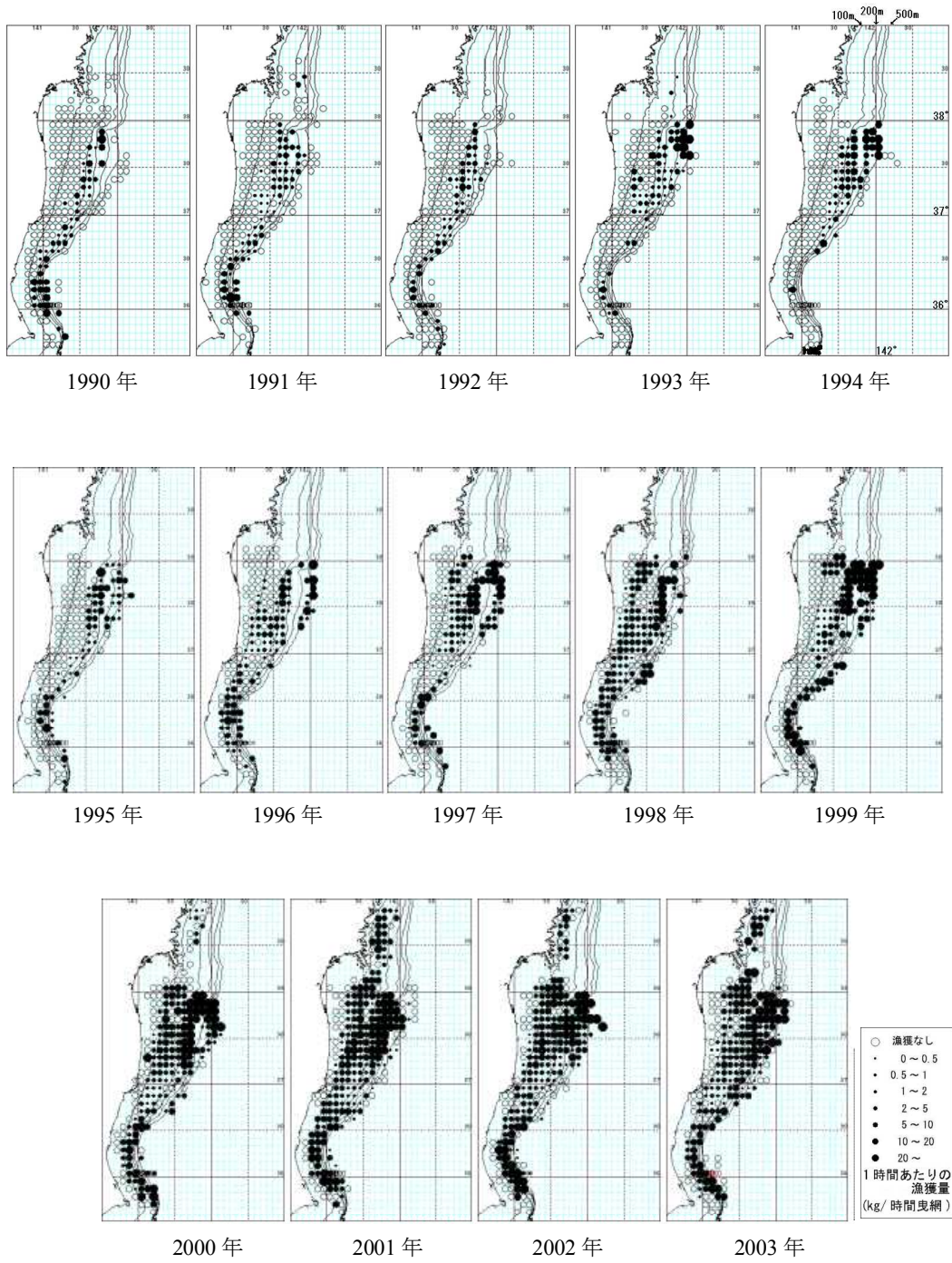


図4 底びき網標本船によるアカガレイの年別 CPUE の分布

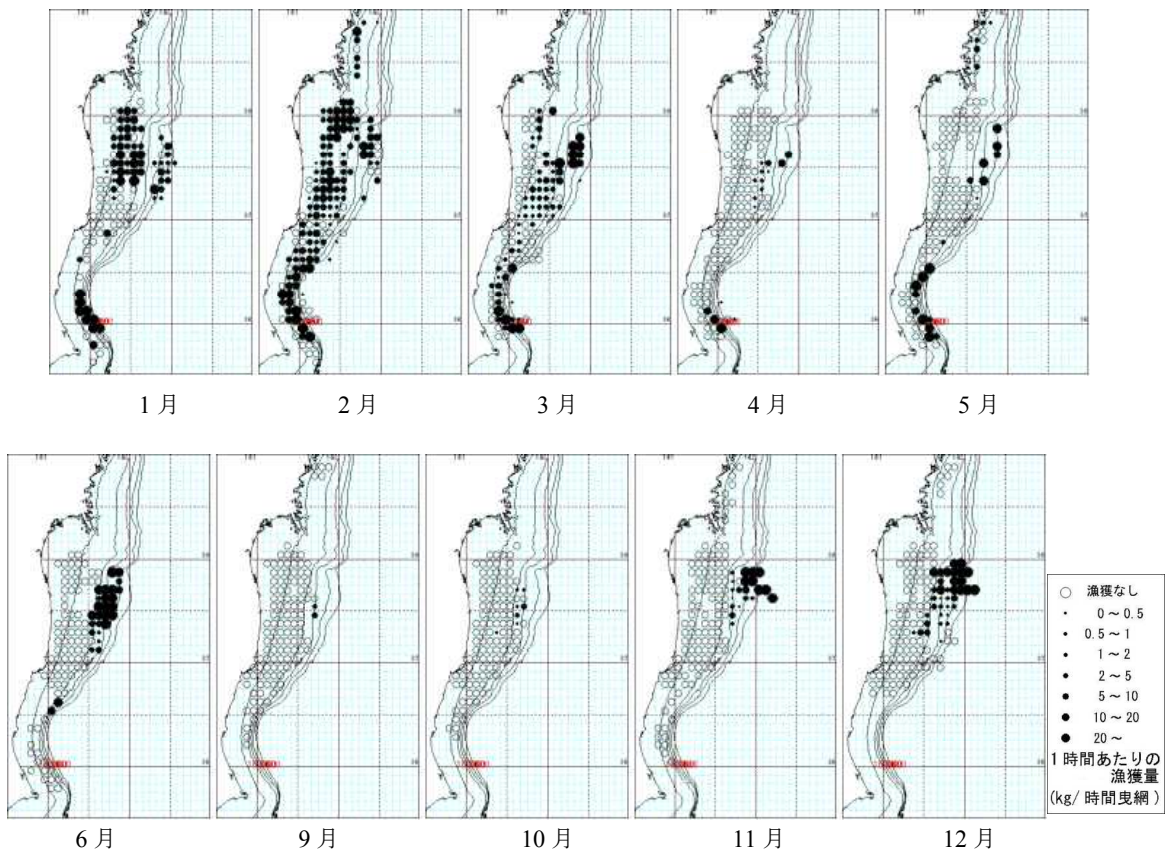


図5-1 底びき網標本船によるアカガレイの月別CPUEの分布(2002年)

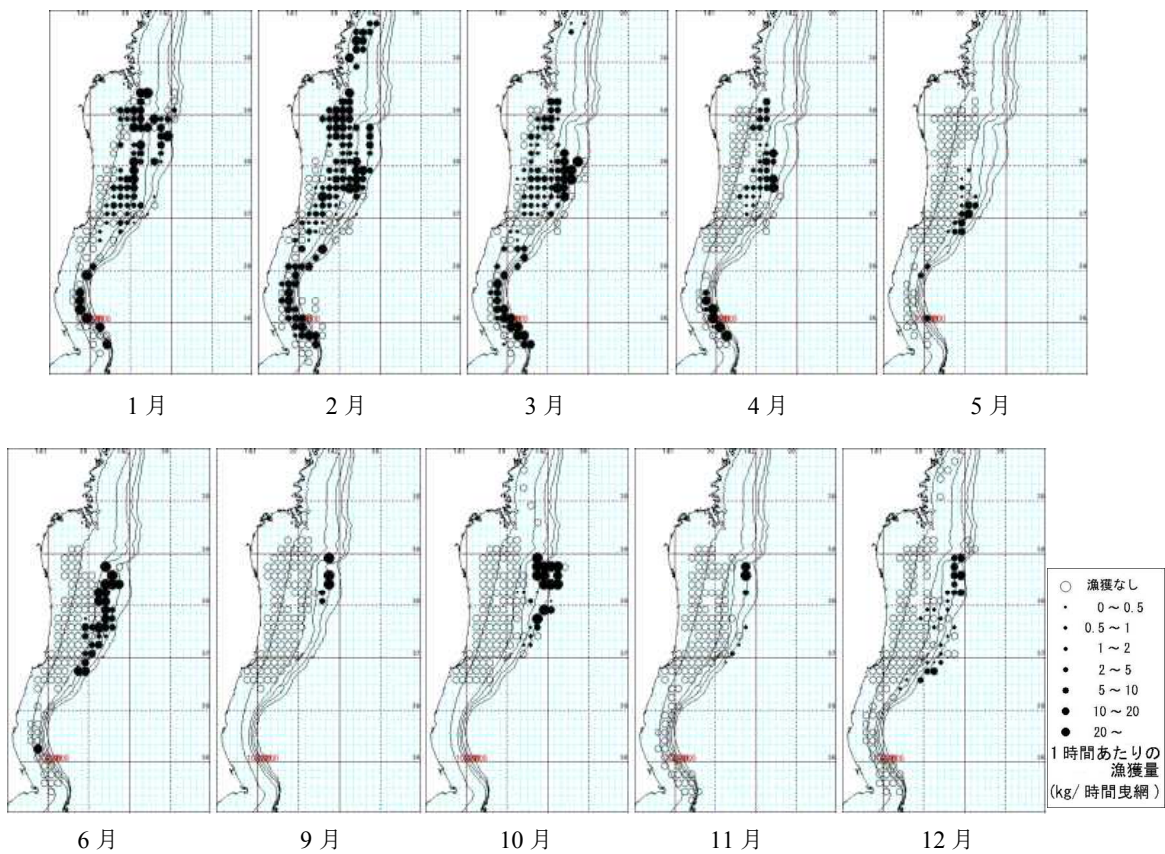


図5-2 底びき網標本船によるアカガレイの月別CPUEの分布(2003年)

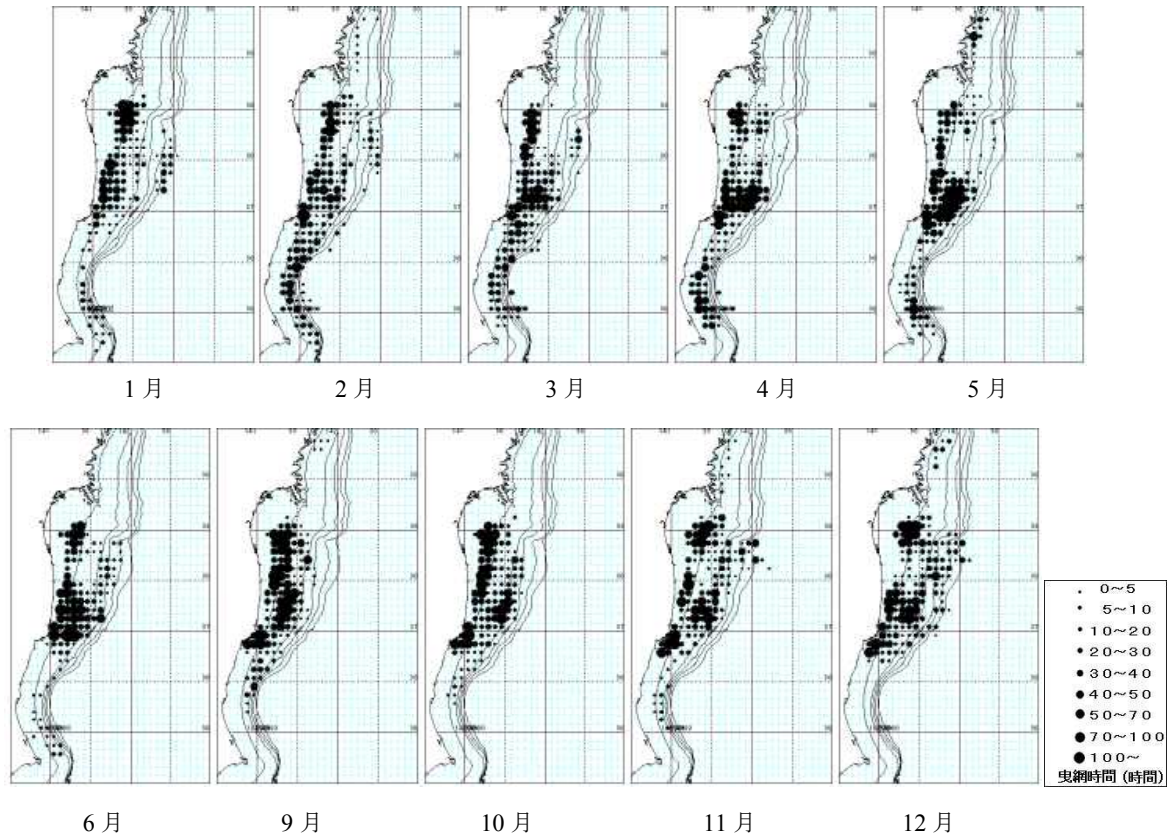


図6 底びき網標本船による月別努力量の分布 (2002年)

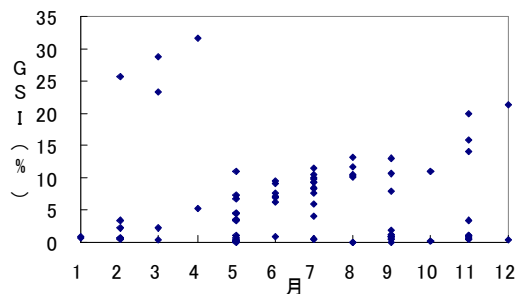


図7 いわき丸で採集されたアカガレイ雌魚の月別GSI

漁獲物の全長組成

調査尾数は348～5,300尾/月、12,499～21,390尾/年であった。漁獲物全体に引き延ばした月別の全長組成の変化を調べた結果(図8)、年間を通して漁獲物の体サイズは17～48cmの範囲にあり、20cm以下、40cm以上の個体はほとんど水揚げされていなかった。全長30cmを境として、それ以下を小型魚、以上の個体を大型魚とすると、小型魚の水揚げが多く、多くの月で小型魚では24cm前後、大型魚では34cm前後にモードがみられ、二峰型の全長組成が観察された。全長測定の際に、2～3月に生殖腺の発達した個体及び産卵後の個体が多く見られ、前述の結果とあわせ産卵期は2月頃である可能性が示唆されたが、漁獲水深の変化や産卵親魚の漁獲による2、3月のみに特異的な全長組成はみられなかった。2003年4月、2003年6月には水揚げ魚のほとんどが小型魚で占められており、また2003年5月、2003年11月には全体に占める大型魚の

頻度が高い月がみられたが、翌年同月に同じ傾向はみられていない。これらのことから全体として特徴的な変化はみられなかった。

年間全長組成から、年間漁獲尾数は 2003 年は 1,359,667 尾、2004 年は 796,723 尾と推定された。

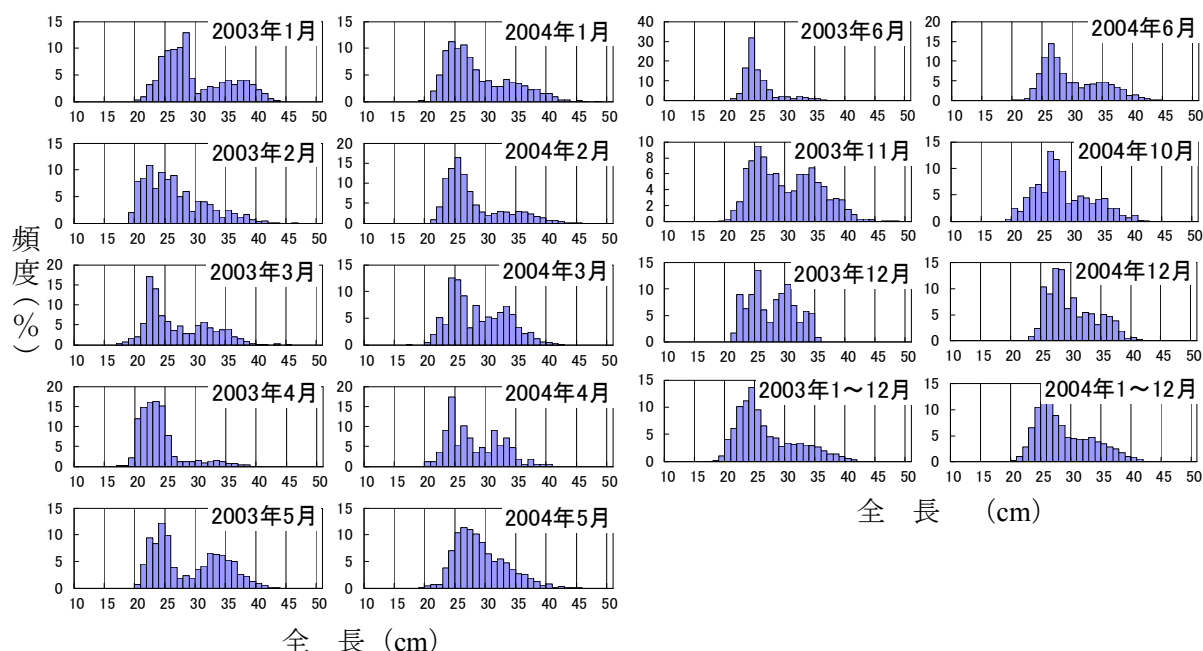


図 8 原釜支所におけるアカガレイの全長組成の月変化（漁獲物全体に引き延ばし後）

年齢と成長

年齢査定を行った個体の全長別年齢を用い、MS-Excel のソルバー機能を使用して、非線形最小二乗法による Bertalanffy の成長式のパラメータ推定を行った。その際、当海域のアカガレイの産卵期は 2 月頃である可能性が示唆されことから、年齢起算日を 2 月 1 日とした。また、後述の年齢別漁獲尾数の結果から、常磐海域の本種は雌雄ともに 3 歳魚では完全加入していないと考えられたため、4 歳魚以上の年齢査定結果を用いた。

その結果、下記の成長式が得られた。また、成長曲線を図 9 に示した。

$$\text{雌： TL} = 474 \times \{1 - \exp(-0.162t)\} \quad (n = 225) \quad (8)$$

$$\text{雄： TL} = 290 \times \{1 - \exp(-0.423t)\} \quad (n = 79) \quad (9)$$

得られた雌雄の年齢－全長関係から、5 歳以上で雌の全長が雄の全長を上回っており、最大全長は雌の方が大きく、雌雄の成長差が認められた。雌雄の全長差は 5 歳で 6mm、6 歳で 26mm、7 歳で 45mm と大きくなった。さらに、雄では 9 歳以上の個体はみられず、雌よりも寿命が短いことが明らかとなった。

対数変換した全長－体重関係において、雌雄で傾きに有意な差が認められた（ANCOVA、 $p < 0.05$ ）ため、全長－体重関係式を雌雄別に求めた。

$$\text{雌： BW} = 4.61 \times 10^{-7} \times \text{TL}^{3.54} \quad (n = 228, r^2 = 0.977) \quad (10)$$

$$\text{雄： BW} = 2.41 \times 10^{-7} \times \text{TL}^{3.67} \quad (n = 79, r^2 = 0.943) \quad (11)$$

同様に年齢－体長関係の成長式を求めた結果、下記の成長式が得られた。

$$\text{雌： SL} = 407 \times \{1 - \exp(-0.153t)\} \quad (n = 225) \quad (12)$$

$$\text{雄： SL} = 244 \times \{1 - \exp(-0.407t)\} \quad (n = 79) \quad (13)$$

得られた年齢－体長関係の成長式を既往の知見と比較すると（図 10）、本研究の結果は東北海

域¹⁾および日本海西部^{6,8)}のものに近似していた(鳥取県を除く)。また、噴火湾⁴⁾に生息する本種の成長式は年により大きく変化しており、本研究よりも成長が速い報告と遅い報告に分かれていた。

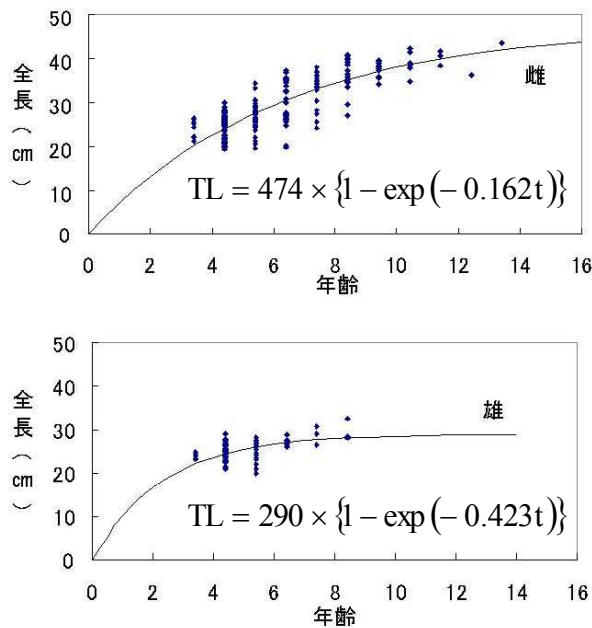


図9 年齢と体長の関係

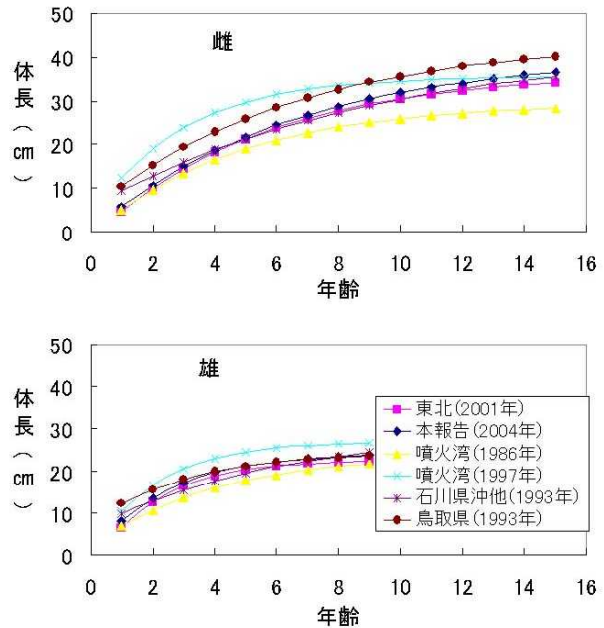


図10 他海域との成長の比較
(括弧内は採集年を示す)

漁獲物の雌雄別全長組成の推定

年齢査定を行った個体の雌雄別の全長組成を用い、全長階級ごとの性比を算定し、その比率を用いて、2003年および2004年の漁獲物全体に引き延ばした年間の全長組成を、雌雄別に分解した(図11)。その結果、全長32cm以下の個体は雌雄で構成されているが、雄の最大全長は32cmであるため、全長33cm以上の個体は全て雌である事が明らかとなった。

また、アカガレイ漁獲量に占める雌雄の割合を試算した結果、雄は約2割で、雌は約8割であった。

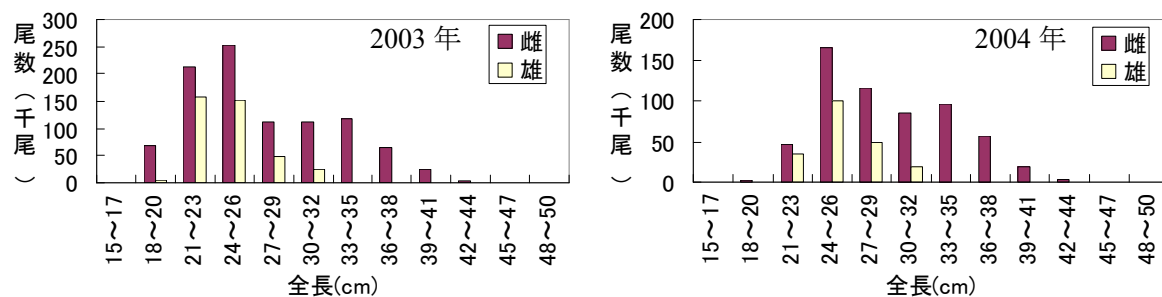


図11 漁獲物の雌雄別全長組成

年齢別漁獲尾数の推定

年齢査定を行った個体の全長別年齢を用い、雌雄別に全長3cm刻みでAge-length keyを作成した(表3)。

漁獲物の雌雄別全長組成を、Age-length keyを用いて年齢別に分解し、雌雄別に2003~2004

年の年齢別漁獲尾数を求めた（図 12）。この際、全長 15 ～ 17cm および全長 45 ～ 50cm の個体については、年齢査定を実施できなかったため、前者については全長 18 ～ 20cm、後者については全長 42 ～ 44cm の結果を適用した。その結果、雌雄ともに 3 歳でわずかに漁獲され、4 歳の漁獲尾数が最も多く、4 歳以降高齢になるにしたがい徐々に減少していた。漁獲された最高齢は雄が 8 歳、雌が 13 歳であった。以上のことより、アカガレイでは雌雄とも 3 歳から漁獲に加入し始め、4 歳でほぼ完全加入すること考えられた。また、他のカレイ類に比べて高齢魚が利用されている漁獲実態が明らかとなった。また、両年の年齢別漁獲尾数からは、卓越年級は認められなかった。

表 3 アカガレイの Age-length key

雌															
全長(cm)/年齢	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18～20	0	0	0	0.667	0.167	0.167	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21～23	0	0	0.130	0.696	0.174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24～26	0	0	0.081	0.468	0.306	0.113	0.032	0	0	0	0	0	0	0	0
27～29	0	0	0	0.333	0.479	0.104	0.042	0.042	0	0	0	0	0	0	0
30～32	0	0	0	0.111	0.222	0.444	0.222	0.000	0	0	0	0	0	0	0
33～35	0	0	0	0	0.061	0.212	0.394	0.212	0.091	0.030	0	0	0	0	0
36～38	0	0	0	0	0	0.100	0.300	0.150	0.250	0.100	0.050	0.050	0	0	0
39～41	0	0	0	0	0	0	0	0.438	0.250	0.188	0.125	0	0	0	0
42～44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.500	0	0	0.500	0	0

雄															
全長(cm)/年齢	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18～20	0	0	0	0	1.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21～23	0	0	0.118	0.529	0.353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24～26	0	0	0.105	0.632	0.184	0.053	0.026	0	0	0	0	0	0	0	0
27～29	0	0	0	0.190	0.381	0.286	0.048	0.095	0	0	0	0	0	0	0
30～32	0	0	0	0	0	0	0.500	0.500	0	0	0	0	0	0	0

漁獲死亡係数の推定

漁獲死亡係数を推定する際、以上で得られた年齢別漁獲尾数から、雄の完全加入年齢を 4 歳とした。雌ではわずかに加入していない 4 歳魚が本分析においては大きく影響したと考えられたため、5 歳魚以上の漁獲尾数を用いた。なお、高齢の年齢階級（雄の 7 歳以上と雌の 11 歳以上）については、標本数が少ないために、年齢別漁獲尾数の推定誤差が大きいことが予想されたため、本分析から除外した。

2003、2004 年それぞれの年齢別漁獲尾数から (1)、(2) 式により、漁獲死亡係数 F を求めた結果、2003 年の F は雌で 0.289、雄で 0.486、2004 年の F は雌で 0.217、雄で 0.412 と推定された。よって、両年の F の値に大きな差は認められなかった。また、雌より雄の方が F が大きく、雄の方が漁獲圧が高いと考えられた。

得られた漁獲曲線と、実際の漁獲尾数は、完全加入年齢以降でほぼ一致していた（図 13）。

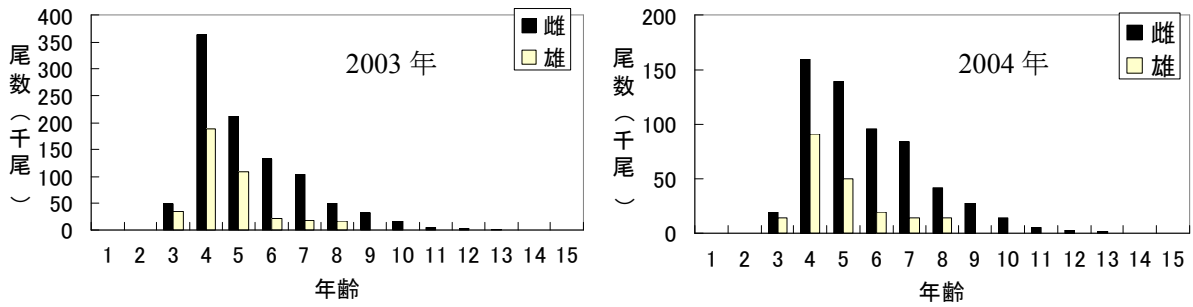


図12 年齢別漁獲尾数

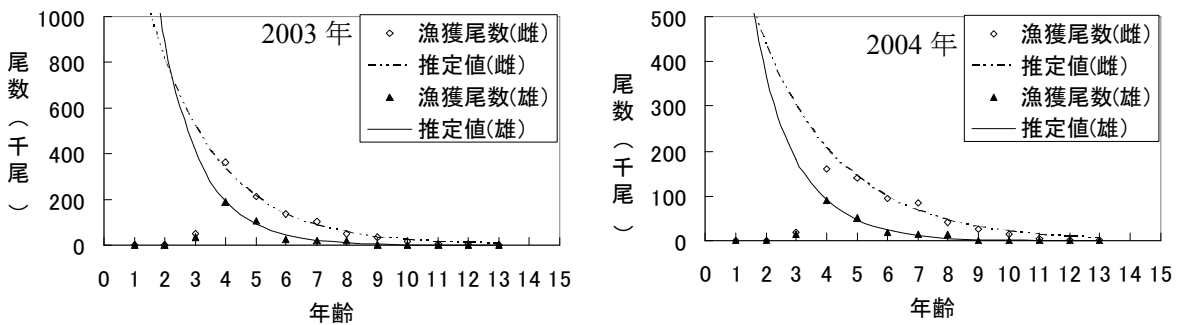


図13 Fの推定値と実際の漁獲尾数

加入量あたり漁獲量（YPR）による資源診断

等漁獲量曲線図を作成し、本研究で推定された漁獲死亡係数 F （雌で 0.217 ~ 0.289、雄で 0.412 ~ 0.486）および漁獲開始年齢に相当する位置を黄色い矢印で示した（図 14）。この際、漁獲開始年齢は、年齢別漁獲尾数から雌雄ともに 4 歳とした。

その結果、YPR は雌で約 80g/R、雄で約 30g/R であった。

漁獲開始年齢を現状の 4 歳としたとき、雌では漁獲死亡係数 F を大きくした場合（黄色い矢印を右に移動させた場合）も、小さくした場合（黄色い矢印を左に移動させた場合）も、YPR は減少し、特に F を小さくした場合は大きく減少した。雄では F を大きくした場合、現状と YPR は変わらないが、 F を小さくした場合は YPR は減少した。

また、漁獲死亡係数を現状のままとしたとき、雌では、漁獲開始年齢を上げると（黄色い矢印を上に移動させた場合）、YPR は 9 歳までは若干の増加または現状のままであり、下げた場合（黄色い矢印を下に移動させた場合）は YPR が減少した。雄では漁獲開始年齢を上げても下げても、YPR は減少した。

さらに、漁獲死亡係数および漁獲開始年齢をとともに変化させた場合、雌では、漁獲開始年齢を 8 歳、漁獲死亡係数を 0.4 以上とすれば YPR が最大の 110g となり、現状に比べ 3 割以上増加した。例えば漁獲死亡係数を 0.5 とした場合、漁獲開始年齢が 7 歳から 10 歳までの範囲で最大の 110g となった。

これらのことから、雌では漁獲開始年齢および漁獲死亡係数をともに上げると YPR は増加し、雄では現状の漁獲開始年齢および現状の漁獲死亡係数が、最も YPR が多いことが明らかとなった。現状の漁獲開始年齢においては、現状の漁獲死亡係数は、雌雄ともに YPR がほぼ最大となる値であると判断され、雌雄とも現状の漁獲圧でも成長乱獲は回避されると考えられた。なお、

YPR が最大となる F (F_{max}) よりも望ましい資源管理指標として使われる $F_{0.1}$ (YPR 曲線の傾きが開発初期と比較し $1/10$ となる F) は、雌雄それぞれ 0.151、0.364 と算出された。

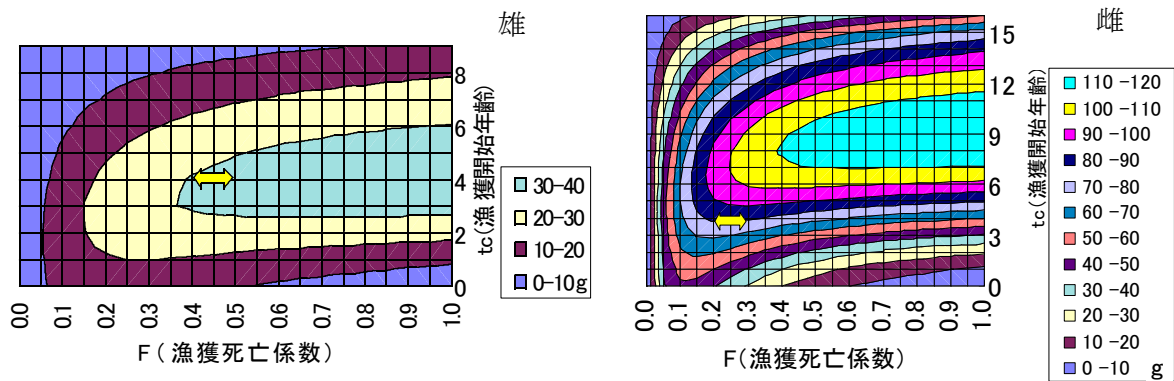


図14 等漁獲量曲線図

加入量あたり産卵親魚量 (SPR) による資源診断

福島県沖で調査船により採集された本種雌の GSI をみると (図 15)、全長約 29cm 以上で GSI が 10 を超える個体が多く出現していた。よって成熟最小全長を 29cm と仮定し、全長一年齢関係から約 6 歳に相当することから、成熟率を設定し、%SPR を求めた。

その結果、現状の %SPR は 15 ~ 30%であった (図 16)。再生産関係の知見が不十分な場合、経験的に理想とする %SPR は 30%以上で、最低でも 20%以上となるように管理することが望ましい。¹⁰⁾

漁獲開始年齢を現状のまま漁獲死亡係数を大きくした場合、%SPR は極端に小さい状態となった。漁獲死亡係数を小さくし、0.18 以下とすると、%SPR は 30%以上となり理想的となった。

また、漁獲死亡係数を現状のまま漁獲開始年齢を下げた場合も、%SPR は極端に小さい状態となった。漁獲開始年齢を上げ、6 歳以上とすると、%SPR は 30%以上となり理想的となった。

これらのことから、常磐海域におけるアカガレイ資源に対する漁獲圧を現状より高めるべきではないと判断された。漁獲開始年齢を上げる、または漁獲死亡係数を小さくする、または漁獲開始年齢と漁獲死亡係数をともに上げることにより %SPR は増加し、加入乱獲を回避する観点から、より理想的となると考えられる。

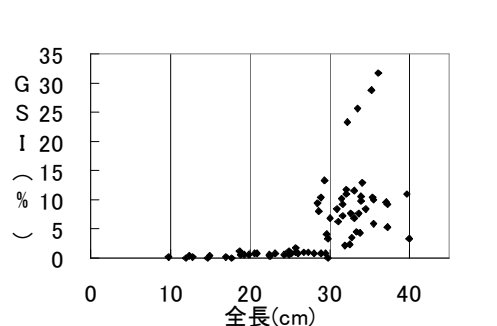


図15 いわき丸で採集されたアカガレイ雌魚の体長と GSI の関係

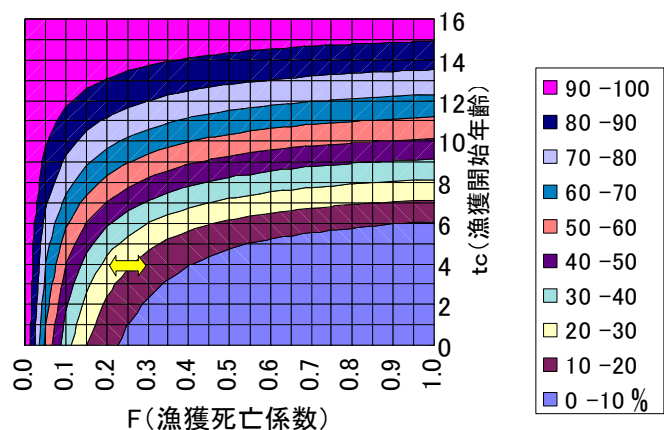


図16 等産卵親魚量曲線図

標本船操業日誌から見た分布及び移動

底びき網漁業の解禁直後の9月には沖底船は沖合での操業を控える傾向がみられるため、その時期にはアカガレイが分布する水深での操業が少ないと考えられたこと(図6)、CPUEの分布図から、2002年の9～10月にはCPUEの高い海域はほとんど認められないが、2003年の9～10月には水深300m以深にCPUEの高い海域が認められたこと(図5)から、2002年の9～10月にも水深300m以深の沖合の海域に本種が分布していた可能性が高いと推測された。一方、6月にCPUEの高い海域が増加する要因として、6月には浅海域における他の主要魚種の漁獲量が減少し、本種狙いの沖合域での操業が増加するためと考えられる。以上のことから、本種の分布及び移動は以下のとおりであると考えられる。10～12月頃には水深400～600mに主分布域を形成しており、1月頃から浅海域に移動を開始し、2月には水深100～500mの広い水深帯に分布するが、特に水深100～200mで分布密度が高い。さらに、3月以降に沖合域への移動を開始し、5～6月の主分布域は水深200～300mである。

噴火湾や日本海西部の知見^{6, 8, 9, 11)}では、本種の産卵期が1～3月であり、その産卵場は生息域よりも浅い水深帯に形成されており、当海域においても同様の生物特性を示す可能性が示唆された。ただし、日本海西部の生息域の水深帯は250～500m以深まで、産卵場は200m付近であり、^{6, 8)}当海域と類似するが、噴火湾の生息域の水深帯は60～100m、産卵場は30～60m⁹⁾と報告されている。よって、分布水深は特に噴火湾では大きく異なる。

日本海西部の知見¹²⁾では、水平方向の移動が報告されている。当海域で同じ特性を示すとは限らないが、当海域における本種の水平方向の移動について、今後明らかにしていく必要がある。

また、分布、移動特性については、全長により、⁶⁾あるいは雌雄により¹³⁾異なることも報告されており、これらについても、今後、月別精密測定調査、調査船による調査によって明らかにしていく必要がある。

雌雄別全長別漁獲尾数の推定

日本海西部の報告^{6, 8)}では、漁獲された30cm以下の小型魚の性比は、年や月によって変化している。雌雄別全長別漁獲尾数は、漁期、近年の加入状況、漁具の目合いや漁場によっても変化することが考えられる。よって本研究の結果は、6月の主分布域(水深300m)で漁獲された標本のみをもとにして算出したものとして限定される。しかし、漁獲量に雌が多くを占めることは、漁獲物の全長組成、全長一体重関係から推察できる。よって雌の漁獲動向が本種の漁獲量に大きな影響を与えると考えられる。詳細については今後月ごとに精密測定を行い、月別に性比を算出する必要がある。

年齢別漁獲尾数の推定

日本海西部の報告^{6, 8)}では、報告された期間において卓越年級はみられず、噴火湾では、年によって年級豊度が大きく変わり、卓越年級が漁獲を支えていることが報告されている。⁴⁾本研究では卓越年級はみられず、近年の加入群の年級豊度は安定していた可能性が示唆された。

近年の漁獲量の増加要因としては、1997年以降良好な加入が続いたことで、これまで混獲魚種であった本種が、選択的漁獲の対象になったことによると推察される。また、1995年頃から、ゴムボビン付きの海底から少し浮いたグランドロープ(コロ網)が、全体が海底に着いた状態となるゴムボビン無しのグランドロープ(ベタ網)に変化しており(普及員情報)、これによってカレイ類に対する漁獲効率が大きくなった影響も考えられる。

漁獲物の全長組成が二峰型を示す理由として、年齢別漁獲尾数、雌雄別全長別漁獲尾数および

成長曲線の推定結果から、小型魚にモードが出現したのは、網（一部投棄を含む）の選択性と、雄の成長が停滞し複数の年級が重なるサイズであることが考えられ、大型魚にモードが出現したのは、雌の成長が停滞し複数の年級が重なるサイズであるためであると推察された。

年齢と成長式

全長が 0 となる年齢 t_0 の推定が困難であった要因として、若齢魚の標本数が少なかったことに加え、同じ年齢での全長のばらつきが大きいことが考えられる。特に雄では標本数が少なかったため、今後トロール調査により小型サイズの標本を充実させることが望ましい。

噴火湾のアカガレイは一年を通して湾内を主分布域としており、¹¹⁾ その生息水深は、常磐海域および日本海西部の本種と大きく異なっている。また、常磐海域および日本海西部では卓越年級が確認されなかったのに対し、噴火湾では卓越年級が確認されており、個体群密度と関係した成長の相違がある可能性が考えられている。⁴⁾ このような生息環境の違いが、当海域と成長が異なる要因として考えられる。

加入量あたり漁獲量 (YPR) および加入量あたり産卵親魚量 (SPR) による資源診断

アカガレイの成熟に関して他道県で得られている知見^{6, 8, 9)}によると、雌の成熟最小体長は石川、福井、兵庫、鳥取県、北海道（噴火湾）で 24cm ~ 25cm で、その年齢は石川、福井、兵庫県で約 6 歳、鳥取県で約 5 歳、北海道で約 4 歳であった。このうち鳥取県、北海道では成長が速いため他の 3 県より年齢が小さくなっていた。石川、福井、兵庫県と本研究の成長は類似していたことは前述の通りである。本研究で仮定した成熟最小全長 29cm は、体長で約 25cm に相当し、その年齢は約 6 歳であり、体長、年齢ともに石川、福井、兵庫県の知見と本研究の成熟には大きな違いは無かった。

現在の漁獲開始年齢における漁獲死亡係数は、雌雄とも加入量あたり漁獲量 (YPR) をほぼ最大にする値であり、常磐海域におけるアカガレイ漁業は本種を効率よく利用していると考えられた。 $\%SPR$ は極端に少ない状態ではなかった。また、雌雄とも現状の漁獲死亡係数は、 $F_{0.1}$ の値より極端に大きくはなかった。漁獲死亡係数は漁獲努力量に比例するので、これらの結果から、アカガレイ資源を効率よく持続的に利用するためには、少なくとも現状の漁獲努力量を維持していくことが望ましいと考えられる。

YPR と $\%SPR$ 解析から、漁獲死亡係数を増加させた場合、YPR では同じまたは若干の減少であるのに対し、 $\%SPR$ は大きく減少する。このことは現状以上に本種に対する漁獲努力を投入しても、安定した加入のもとでは漁獲量は増加せず、成熟前に漁獲される個体が増加し産卵親魚量が減少することを示している。また、漁獲死亡係数および漁獲開始年齢を同時に引き上げた場合には、雌の YPR、 $\%SPR$ がともに増加する。この場合、一方で雄の YPR は減少するが、雌の漁獲動向が本種の漁獲量に大きく影響すること、また、雄は小型であるため単価も低いことから、雄の漁獲金額の低下よりも雌の漁獲金額の増加が上回り、アカガレイ漁業全体としては生産性は向上すると考えられる。

これらのことから、漁獲努力量のみが増加した場合、加入乱獲の状態になりやすい資源であるといえる。しかし、現実的ではないが同時に漁獲サイズを引き上げることができれば、加入 1 尾あたりの漁獲量が増えるとともに、産卵親魚も確保できるため、より持続的な利用が可能となると試算された。

漁獲努力量が現状よりも増加する状況としては、主要魚種の漁獲の不振などからアカガレイ狙いの操業が集中すること、および、今後アカガレイの資源量が減少してきた時にも本種の漁獲量を維持している場合なども該当する。

よって、今後も漁獲実態及び資源動向を把握し、漁獲努力量が増加した場合には、漁獲サイズを引き上げる管理を、それが困難であれば、漁獲圧を下げる取組を行うべきであると考えられる。

東北太平洋側海域におけるアカガレイの生態は未解明な点が多く、まずは本報告で YPR および SPR 解析の際に仮定した産卵期と成熟について、詳細を明らかにすべきと考える。将来的には、経年的な年齢別漁獲尾数の情報を蓄積し、VPA（コホート解析）により資源量および漁獲死亡係数を推定すること、また、資源解析に直接、間接に影響を及ぼす個体群の成長差、年間を通じた漁獲物の性比についても把握することで、資源診断の信頼性向上が可能となろう。

アカガレイ資源管理が必要となった際には、本研究で得られた分布・移動に加え、雌雄やサイズ別分布、さらには水平方向の移動について、その有無も含めて把握することにより、効率的な管理方策の検討が可能となるであろう。

森山ら、¹⁴⁾ 中谷ら ¹⁵⁾ は福井県沿岸および噴火湾の本種について、アカガレイ資源量の変動に及ぼす水温の影響について明らかにしており、常磐海域における漁獲量の増加要因や今後の動向を明らかにするため、着底場所と時期といった知見も含め解明していくことも重要である。

今後、精度の高いデータを蓄積し、これらを解明していくことが、重要な課題である。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、長期派遣研修を快く受け入れてくださり、貴重な御助言と御指導を頂いた独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所八戸支所長 北川大二博士（現所属：西海区水産研究所企画連絡室長）、資源評価研究室長 伊藤正木博士、研究員 成松庸二博士、八戸支所の皆様に深く感謝申し上げます。

要 約

1. 福島県のアカガレイ漁獲量は近年急増し、2003 年には漁獲金額が 1 億円を超え、沖合底びき網漁業にとって重要な漁獲対象種となった。
2. 標本船操業日誌から、漁場は仙台湾から銚子沖の水深 100 ～ 600m であること、近年、漁場全体の CPUE が増加していることが明らかとなった。月別にみると、10 から 12 月頃には 400 ～ 600m に主分布域を形成し、2 月頃に水深 100m ～ 200m へと灘側に移動する、季節的な浅深移動を行っていることが考えられた。
3. 漁獲サイズは主に全長 20 ～ 40cm で、雌雄による成長式の差を反映して全長 33cm 以上は全て雌であり、漁獲量の多くを雌が占めるとみられた。
4. 今回の常磐海域の漁獲物から作成した成長式は、東北海域での調査船による調査結果および日本海西部のものに近似し、北海道噴火湾とは異なっていた。
5. 年齢別漁獲尾数から、雌雄とも 3 歳から漁獲加入し、4 歳から完全加入していた。また、卓越年級はみられず、近年の加入量は安定していた可能性が示唆された。
6. 現状の漁獲死亡係数 F の値は、雌で 0.217 ～ 0.289、雄で 0.412 ～ 0.486 の範囲にあった。
7. YPR 解析から、現状の漁獲開始年齢における現状の漁獲死亡係数は、雌雄とも期待される漁獲量をほぼ最大にする値であった。
8. SPR 解析から、%SPR は 15 ～ 30% であることが示された。これは、経験的な指標を適用すると、適切な状態から要注意の範囲であり、極端に少ない状況にはなかった。

引 用 文 献

- 1) 北川大二・片山知史・藤原邦浩:東北海域におけるアカガレイの分布と成長.水産海洋研究,68

- (3), 151-157 (2004).
- 2) 渡邊昌人・小野 剛:福島県におけるアカガレイの漁獲量および漁獲サイズ.福島水試研報,8, 35-40 (1999).
 - 3) 独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所八戸支所:太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料.東北区水産研究所八戸支所.青森県八戸市.(1973-2002).
 - 4) 中谷敏邦・小泉広明・横山信一・前田辰昭・高橋豊美・松島寛治:噴火湾産アカガレイの年齢と成長.日水誌,56 (6), 893-901 (1990).
 - 5) 田中昌一:水産生物の population dynamics と漁業資源管理.東海区水研研報, 28, 1-200 (1960).
 - 6) 石川県水産総合センター・福井県水産試験場・兵庫県但馬水産事務所試験研究室・鳥取県水産試験場・島根県水産試験場:H3-5 水産業関係地域重要新技術開発促進事業総合報告書.重要カレイ類の生態と資源管理に関する研究.17-118 (1994).
 - 7) 石田カー・北片正章:アカガレイ *Hippoglossoides dubius* の雌魚の性成熟に関する研究.東海水研報,107, 61-105 (1982).
 - 8) 鳥取県水産試験場:アカガレイの生態と資源に関する研究報告書.1-54 (1997).
 - 9) 横山信一・前田辰昭・高橋豊美・中谷敏邦・松島寛治:噴火湾におけるアカガレイ成魚の生活年周期.日水誌,57 (8), 1469-1476 (1991).
 - 10) 松宮義晴:水産資源管理概論.水産研究叢書 46.社団法人日本水産資源保護協会.東京.62-75 (1996).
 - 11) 横山信一・前田辰昭・中谷敏邦・高橋豊美・松島寛治:噴火湾およびその沖合におけるアカガレイの分布・移動について.水産海洋研究,54 (4), 373-380 (1990).
 - 12) 内野 憲・藤田真吾・戸嶋 孝:京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-III.京都府立海洋センター研究報告,19, 7-13 (1997).
 - 13) 山崎 淳・大木 繁・内野 憲・葭矢 護:京都府沖合海域のアカガレイの生態に関する研究-IV.京都府立海洋センター研究報告,21, 1-7 (1999).
 - 14) 森山 充・安達辰典:福井県沿岸のアカガレイ漁況変動に及ぼす海況の影響.水産海洋研究,66 (2), 84-87 (2002).
 - 15) Nakatani T.,Maeda T.,Sugimoto K.,Takatsu T.,Takahashi T.: Possible Causes of Annual Change in the Year Class Strength of Flathead Flounder *Hippoglossoides dubius* (Pisces,Pleuronectiformes)in Funka Bay,Hokkaido, Fish. Oceanogr.,66 (4), 216-223 (2002).

補 遺

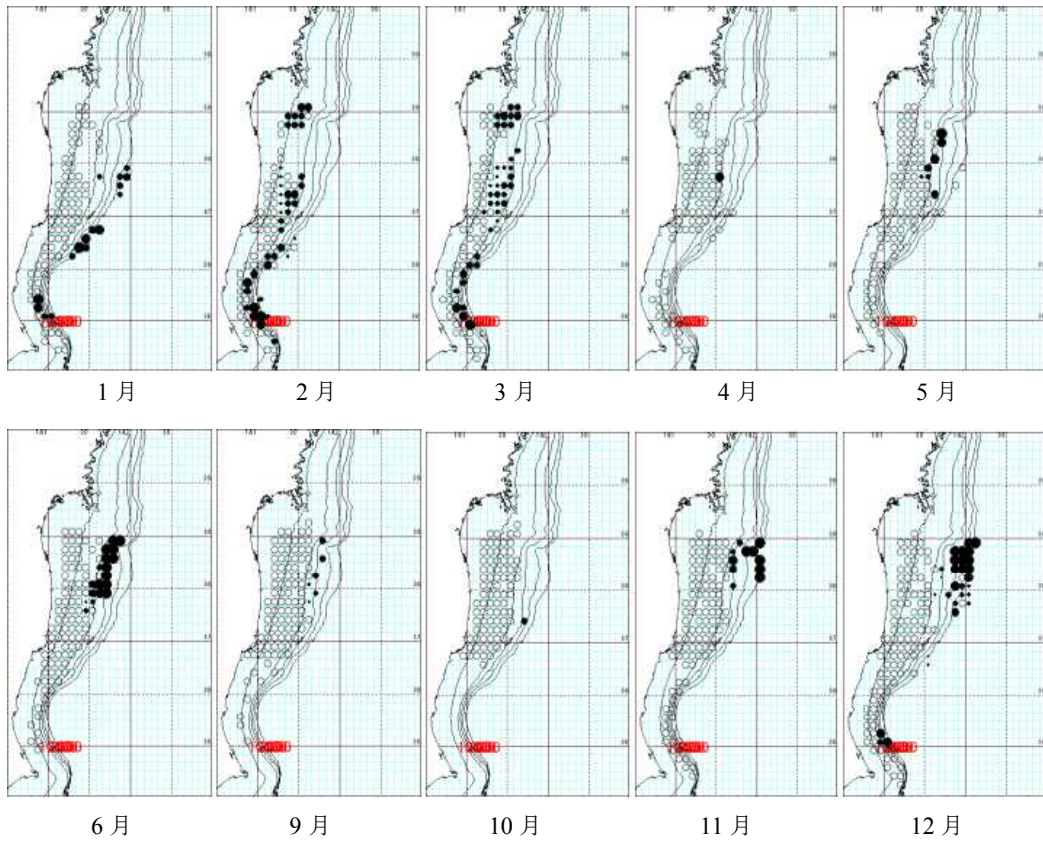


図 5-3 底びき網標本船によるアカガレイの月別 CPUE の分布 (1999 年)

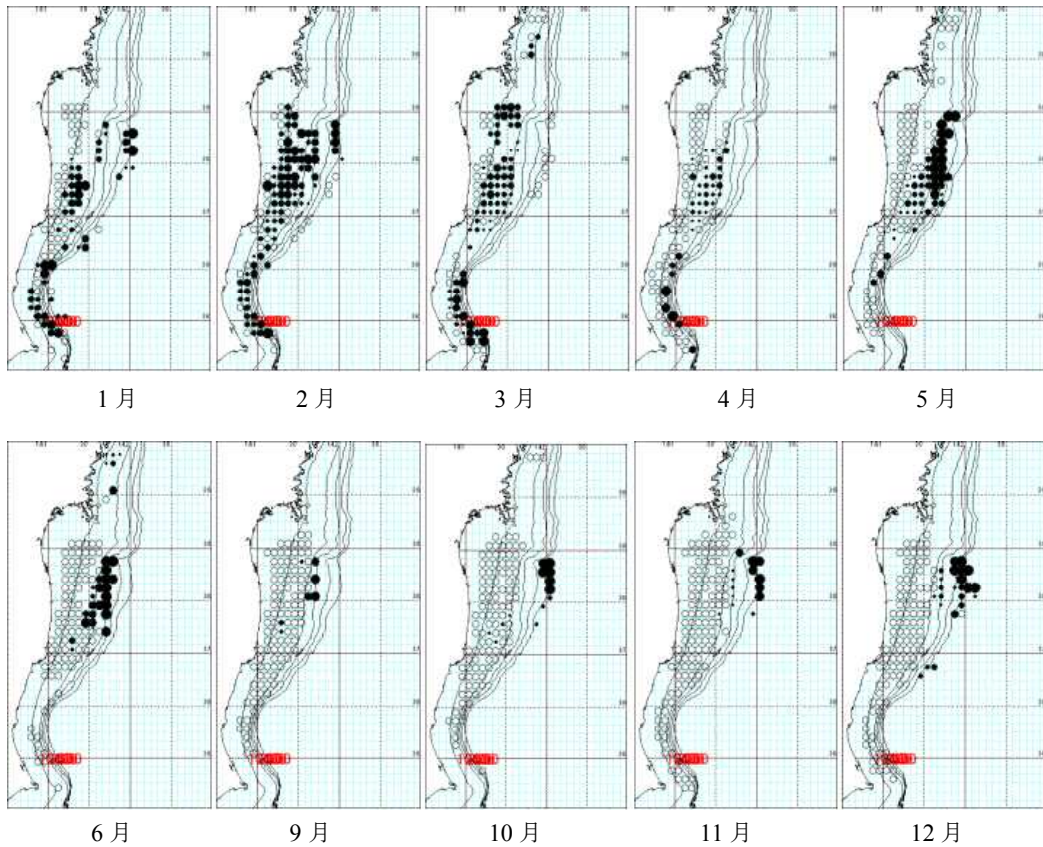


図 5-4 底びき網標本船によるアカガレイの月別 CPUE の分布 (2000 年)

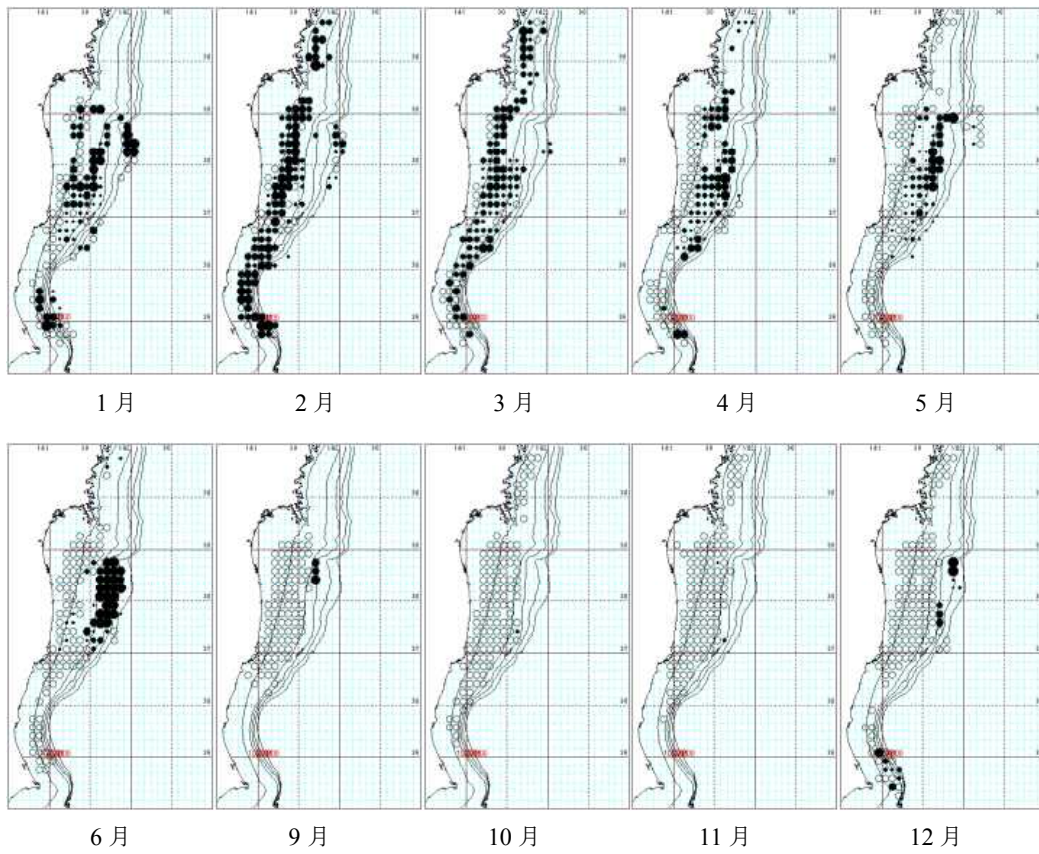


図 5-5 底びき網標本船によるアカガレイの月別 CPUE の分布 (2001 年)