

三陸・常磐沖合で漁獲されたサメガレイの生態と資源管理について

佐伯 光広*

Ecology and Stock Management of Roughscale Sole *Clidoderma asperium*
(Temminck et Schlegel) caught in the water off Sanriku and Joban

Mitsuhiro SAEKI*

サメガレイは、宮城県ではホンダガレイと呼ばれ、焼き魚、煮付け等にして美味しい魚で、主に焼き魚に加工され、流通している。市場における宮城県産の占めるシェアは大きく、加工原料として重要な魚種となっているが、近年、漁獲量は急激に減少している。

このため、本県では資源管理対象種とするため県単独事業の近海重要資源管理推進調査事業を平成8年度から開始した。ここではこれまでの調査で明らかになった三陸・常磐沖合で漁獲されたサメガレイの資源生態について報告する。

材料及び方法

1 漁獲統計調査

年間漁獲量の変化をみるために本県産地魚市場の中でサメガレイの水揚量が多く1980年から1999年までの水揚量統計が整っている石巻魚市場の水揚量を調査した。また、水揚量の年間季節変動をみるために1997~1999年の宮城県における主要9魚市場(気仙沼、志津川、女川、石巻、牡鹿、塩釜、花刈浜、閑上、亘理)の月別水揚量を宮城県総合水産情報システムにより調査した。

2 魚市場全長測定調査

1996~1999年にかけて小型底曳網、沖合底曳網により三陸、常磐海域で漁獲され、石巻魚市場に水揚げされたサメガレイの全長を測定した。

3 精密測定調査

サメガレイの生物特性を明らかにするため1996~1998年にかけて小型底曳網、沖合底曳網により三陸、常磐海域で漁獲され、石巻魚市場に水揚げされたサメガレイ700個体について精密測定調査を実施した。測定項目は、全長、体重、生殖腺重量及び耳石による年齢査定である。年齢査定に当たっては、実体顕微鏡の落射光下で輪

紋を観察し、輪紋間の識別が容易であった個体については、輪紋数を計数することによって行った。5歳以上では、輪紋間の識別が困難な個体があったため、この場合は甲¹⁾、石田²⁾と同様に成長線の密集している部分を計数した。これによっても計数できなかった251個体の内100個体については、耳石切片を作成し、実体顕微鏡の透過光下で輪紋数を観察した。また、年齢の起算日は後述の成熟時期の観察から2月1日として年齢査定を行った。

4 標本船調査

漁獲実態を明らかにするため、1996年10月から2000年3月にかけて、沖合底曳網漁船2隻に操業日誌の記帳を依頼した。調査項目は操業毎の曳網位置、曳網時間、サメガレイを含めた漁獲物の漁獲量とした。

5 資源診断

資源診断の基礎となる年齢別漁獲尾数を精密測定個体の年齢査定から作成したAge - Length - Keyと平成11年2月から平成12年1月までの沖合底曳網、小型底曳網の水揚全長組成から算出した。これにより得られた年齢組成から対数回帰法によって全減少係数を算出し、田中の方法³⁾(2.5/寿命)によって得られた自然死亡係数(M)との差から漁獲死亡係数を算出した。資源診断は、得られた資源特性値を用いて加入量あたりの漁獲量(YPR)および加入量あたり産卵量(SPR)の2つの方法によって行った。加入量あたり漁獲量の計算には

$$YPR = \int_{t_c}^{t_d} N_t F W_t dt / R \\ = F W_{\infty} \exp\{-M(t_c - t_r)\} \times \sum_{n=0}^3 \Omega_n \exp\{-nK(t_c - t_0)\} \\ \times \frac{1 - \exp\{-(F + M + nK)(t_d - t_c)\}}{F + M + nK}$$

(ここで、 N_t : 時間 t の資源尾数、 F : 漁獲死亡係数、

*水産研究開発センター

W_t : 時間 t の個体の体重, R : 加入尾数, W_∞ : 最大の体重, $\Omega_0=1, \Omega_1=-3, \Omega_2=3, \Omega_3=-1$, M : 自然死亡係数, K : 成長係数, t_0 : 形式上の全長 0 時の年齢, t_c : 漁獲開始年齢, t_r : 漁獲加入年齢, t_d : 寿命) を用い, 等漁獲量曲線を作成し, 診断を行った。

また, 加入量当たり産卵量はサメガレイの産卵量が体重に比例するとして

$t_m \geq t_c$ の場合 (サメガレイの場合, $4 \geq t_c$)

$$SPR = \int_{t_m}^{t_{max}} N_t W_t dt / R$$

$$= \int_{t_m}^{t_{max}} \exp\{-M(t_c - t_r)\} \exp\{-(F+M)(t_m - t_c)\} \exp\{-(F+M)(t - t_m)\} W_t dt$$

$$= W_\infty \exp\{-M(t_c - t_r)\} - (F+M)(t_m - t_c) \sum_{n=0}^3 \Omega_n \exp\{-nK(t_m - t_0)\} \left\{ \frac{1 - \exp\{-(F+M+nK)(t_{max} - t_m)\}}{F+M+nK} \right\}$$

$t_m < t_c$ の場合 (サメガレイの場合, $4 < t_c$)

$$SPR = \int_{t_m}^{t_{max}} N_t W_t dt / R$$

$$= \int_{t_m}^{t_c} \exp\{-M(t_m - t_r)\} \exp\{-M(t - t_m)\} W_t dt + \int_{t_c}^{t_{max}} \exp\{-M(t_c - t_r)\} \exp\{-(F+M)(t - t_c)\} W_t dt$$

$$= W_\infty \exp\{-M(t_m - t_r)\} \sum_{n=0}^3 \Omega_n \exp\{-nK(t_m - t_0)\} \left\{ \frac{1 - \exp\{-(M+nK)(t_c - t_m)\}}{M+nK} \right\} + W_\infty \exp\{-M(t_c - t_r)\} \sum_{n=0}^3 \Omega_n \exp\{-nK(t_c - t_0)\} \left\{ \frac{1 - \exp\{-(F+M+nK)(t_{max} - t_c)\}}{F+M+nK} \right\}$$

(ここで, t_m : 成熟年齢, t_{max} : 成熟の最高年齢) を用い, 加入 1 個体あたりの生涯にわたる産卵数を計算し⁴⁾, 全く漁業の行われていない時の産卵量を 100 とした相対百分率を等産卵資源量曲線に表し, 診断を行った。

結果及び考察

1 漁獲統計調査

石巻魚市場の水揚量は, 水揚げ統計が整っている 1980 年以降では, 1980 年の 345t を最高に急激に減少している。また, 東北区水産研究所八戸支所の取りまとめた沖合底曳網の海域別漁獲成績報告書⁵⁾によると, 尻矢崎海区から房総海区までの太平洋北区の漁獲量は 1978 年には 6,300t の漁獲量があったが, その後急激に減少している。その中で宮城県沖合にあたる金華山海区でも 1975 年には 2,100 t の漁獲量があったが, 急激に減少している (図 2)。図 3 に宮城県主要 9 魚市場の月別水揚量の推移を示した。1997 年と 1998 年は 2 月に最も水揚量が多く, 1999 年は 2~4 月の水揚げが多かった。これらは生殖腺の観察からほとんど成熟個体か産卵後の個体であ

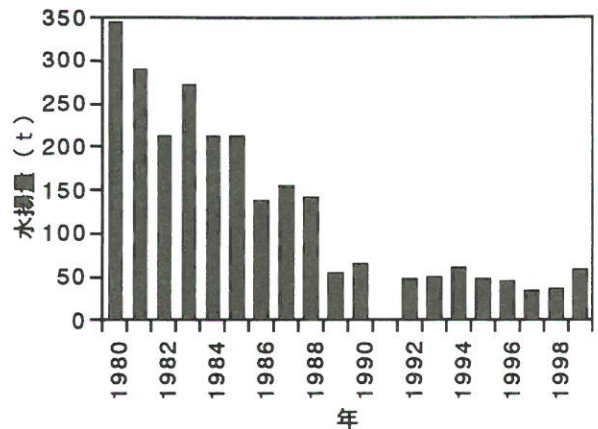


図 1 石巻魚市場におけるサメガレイの水揚量の推移 ※北洋トロールは除く, 1991 年は不明

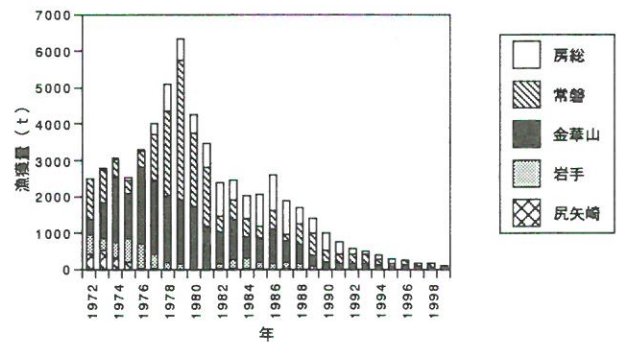


図 2 太平洋北区におけるサメガレイの漁獲量の推移 (太平洋北区沖合底びき網漁場別漁獲統計資料, 東北水研八戸支所⁵⁾)

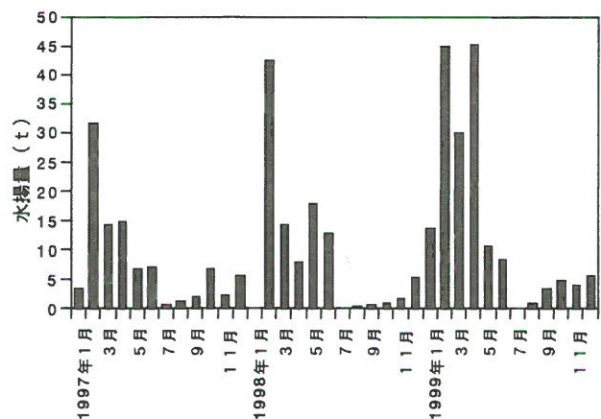


図 3 宮城県主要 9 魚市場におけるサメガレイの月別漁獲量の推移

り, 産卵期及び産卵後に漁獲が集中していることが分かった。

2 魚市場全長測定調査

図 4 に全長組成を示した。いずれの年も 2~6 月までは 40cm 以上の大型の個体の割合が高く, 7 月から翌年の 1 月にかけては 30cm 未満の小型の個体の割合が高かった。30cm 未満の漁獲個体はいずれの年も 5~6 月にはほとんど水揚げされなかったが, 沖合底曳網の休漁期の 7

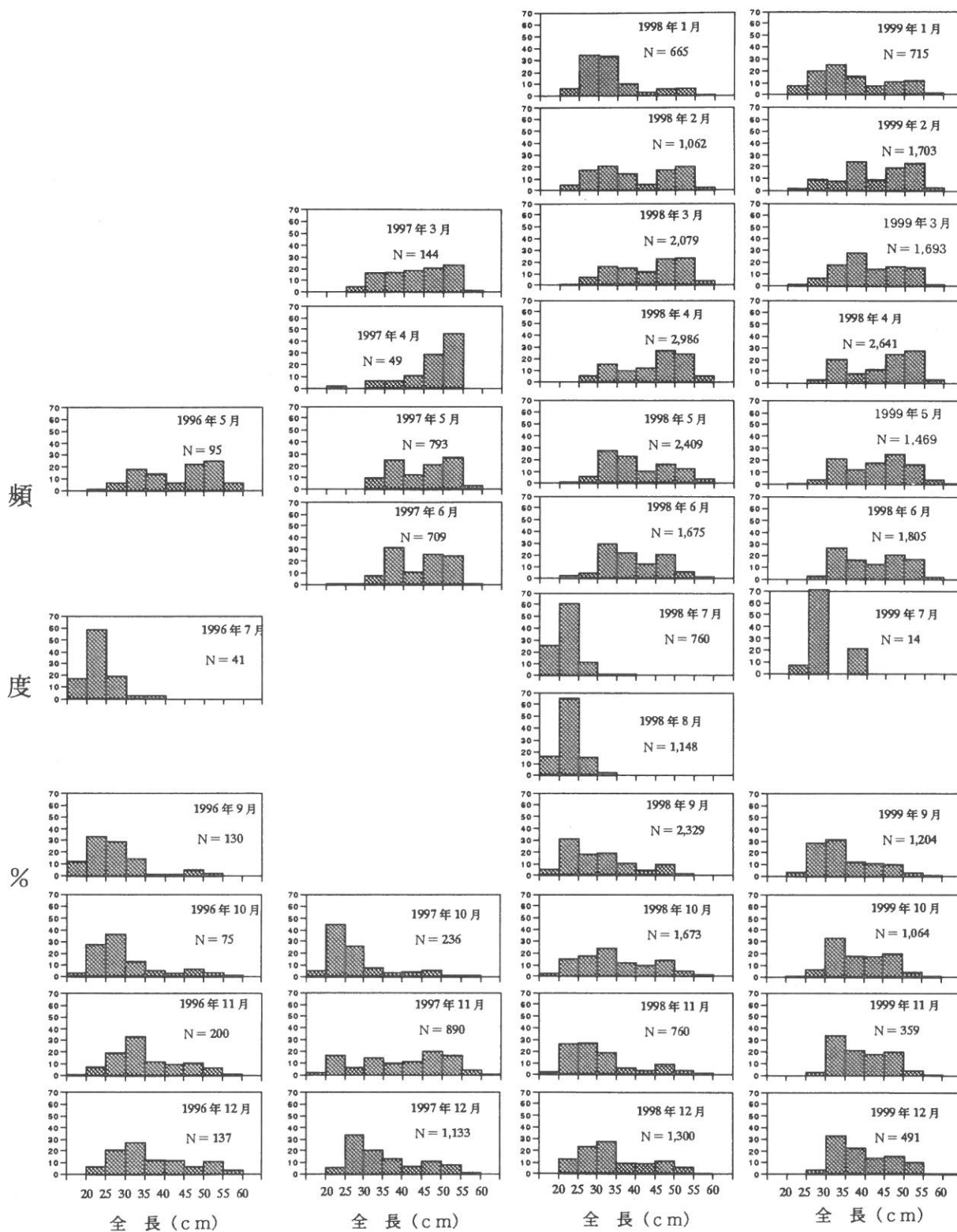


図4 魚市場全長測定調査結果
(Nはその月の測定尾数)

～8月に、主に仙台湾の100m以浅を漁場とする10ト未満の小型底曳網によって漁獲が開始されていた。40cm以上の個体の多くは、ほとんど沖合底曳網で漁獲されており、操業海域を考慮すると100m以深の水深帯に多く分布しているものと考えられた。北海道噴火湾沖から八

戸、宮古にかけてのサメガレイの分布・移動についても、当歳、1歳魚の若齢魚は50mの浅海域に分布することが推定されている⁶⁾。これらのように、サメガレイは成長段階に応じて分布域を変えていることが窺われた。年

齢査定の結果から、仙台湾において7～8月に小型底曳網で漁獲される小型魚は1歳魚主体（若干の2歳魚混じり）の未成魚であり、1歳の夏に漁獲加入すると考えられた。

3 精密測定調査

(1) 年齢と全長の関係

耳石の輪紋（透明帯）が年齢指標として有効であるかを検討するため、透明帯、不透明帯の形成時期を調べた。透明帯の出現状況を採集年次を区別せずに月別に図5に示した。10月、12月のサンプルを欠いたが、透明帯は8月に形成が始まっている個体が観察され、2月にかけてその割合が上昇していた。不透明帯は3月に形成が始まっている個体が観察され、7月にかけてその割合が上昇していた。これらのことから、不透明帯と透明帯が交互に年1回形成されることが推定され、耳石の輪紋数が年齢指標として有効であると考えられた。

図6 に年齢査定の結果得られた年齢と全長の関係を

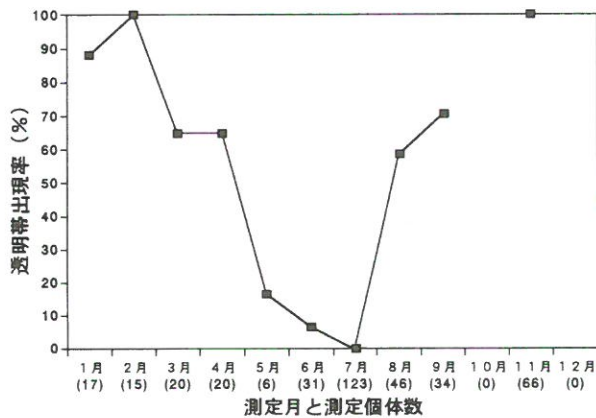


図5 耳石縁辺部の透明帯出現率

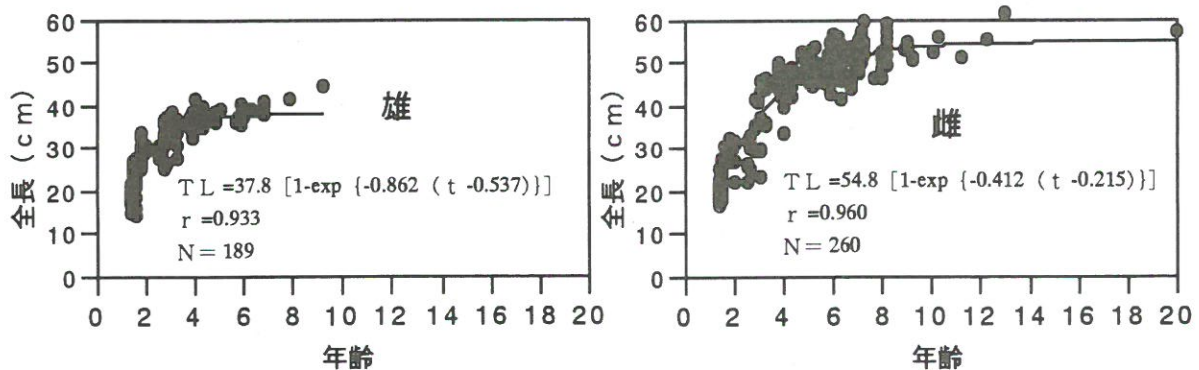


図6 全長と年齢の関係

(TL: 全長cm, t = 年齢, r = 相関係数, N = 標本数)

Bertalanffy の成長式により雌雄別に示した。成長曲線の計算は非線形最小自乗法によってパラメータを求めた。雄の成長式は $TL = 37.8 [1 - \exp \{-0.862(t - 0.537)\}]$, 雌は $TL = 54.8 [1 - \exp \{-0.412(t - 0.215)\}]$ (TL: 全長cm, t: 年齢) で表すことができた。

成長についての報告は脊椎骨による年齢査定で甲の報告¹⁾, 耳石による年齢査定で石田の報告²⁾がある。この内、漁獲位置が今回の調査に近い甲の報告した宮古沖合で漁獲されたサメガレイの成長と比較した。甲はサンプリング期間が10～12月に限られていたため、輪紋形成期については明らかにしていないが、11月から1月にわたる産卵期直前から産卵期の冬期に形成されると推定し、透明帯形成期の体長を算出している。冬期のサメガレイは空胃個体が多く、成魚では成熟が進行し、ほとんど成長しないと思われる。このことから、甲の示した透明帯形成期と本報告で基準にした年齢起算日（2月1日）にズレがあっても、成長の比較が可能であると考え、甲の報告した体長を全長に変換し ($TL = 1.186SL + 0.124$, $r = 0.998$, TL: 全長cm, SL: 体長cm), 本報告で算出した Bertalanffy の成長式の満年齢時のものと比較した。その結果、雌雄とも1歳までの成長はほぼ同様であったが、今回調査したものでは、2歳で雌雄とも27～28cm前後まで成長し、甲の報告した成長よりも、雄で4cm, 雌で6cm程上回っていた。2歳以降は、雄の成長は停滞し、3歳以降は甲の報告した成長とほぼ同様となったが、雌は3歳以降も甲の報告を上回っており、4歳で40cmを超え、6歳以上になると50cm以上になった。(図7)。この成長差は、仙台湾、常磐海域と宮古海域の成長の違いも考えられが、甲は、宮古海域と襟裳海域における海域間の成長差はあまりないことを報告していることか

ら、甲が調べた1951年当時よりも資源量が減少したことによる密度効果も一因として考えられた。

(2) 全長と体重の関係

図8に全長と体重の関係を雌雄別に示した。雌雄とも全長30cmで450g程度、40cmで1000g程度となり、雌では50cmで2000g程度の体重となっていた。全長-体重関係式を非線形最小自乗法によって求めたところ、雄では $W=0.015TL^{3.029}$ 、雌では $W=0.025TL^{2.904}$ (W =体重g, TL =全長cm) で表された。

(3) 生殖腺指数の推移

図9に測定個体の全長と生殖腺指数(生殖腺重量/体重×100)との関係を示した。雄は25cm以上、雌は40cm以上になると生殖腺指数が高くなることが示された。このことから成熟サイズは雄は25cm以上(主体は30cm以上)、雌は40cm以上と考えられた。また、後述のように年齢の起算日を2月とすると、雄は満2歳で一部が成熟するが、ほとんどは満3歳で成熟し、雌は満3歳で一部が成熟するが、ほとんどが満4歳で成熟することが推定され

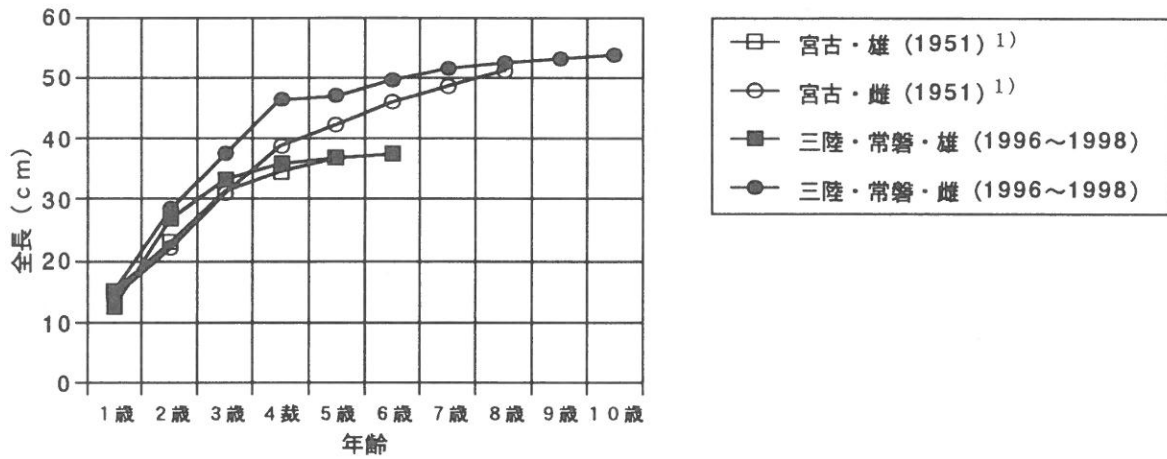


図7 異なる年代におけるサメガレイの成長の比較

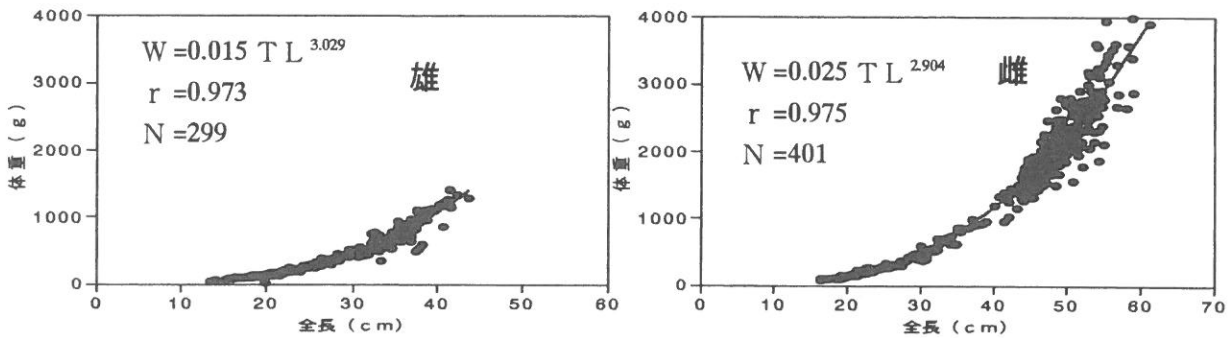


図8 全長と体重の関係
(W =全長g, TL =全長cm, r =相関係数, N =標本数)

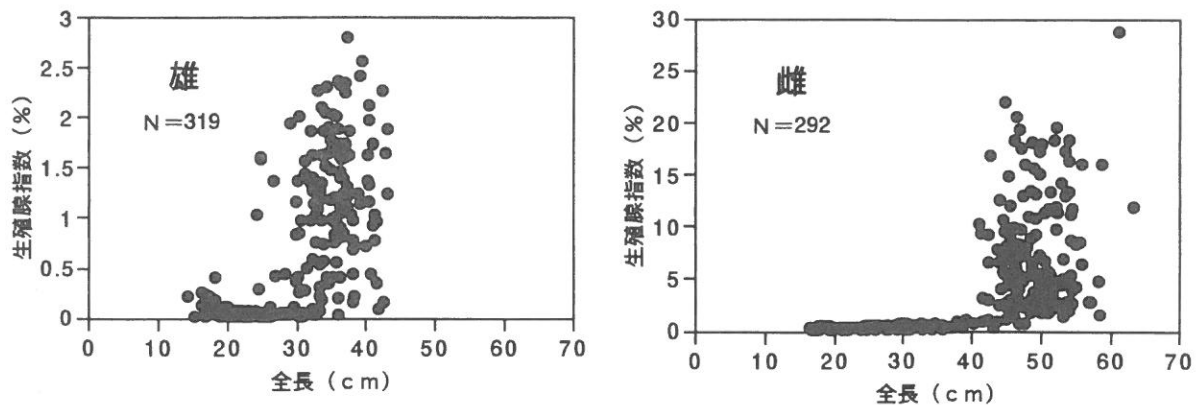


図9 全長と生殖腺指数の関係

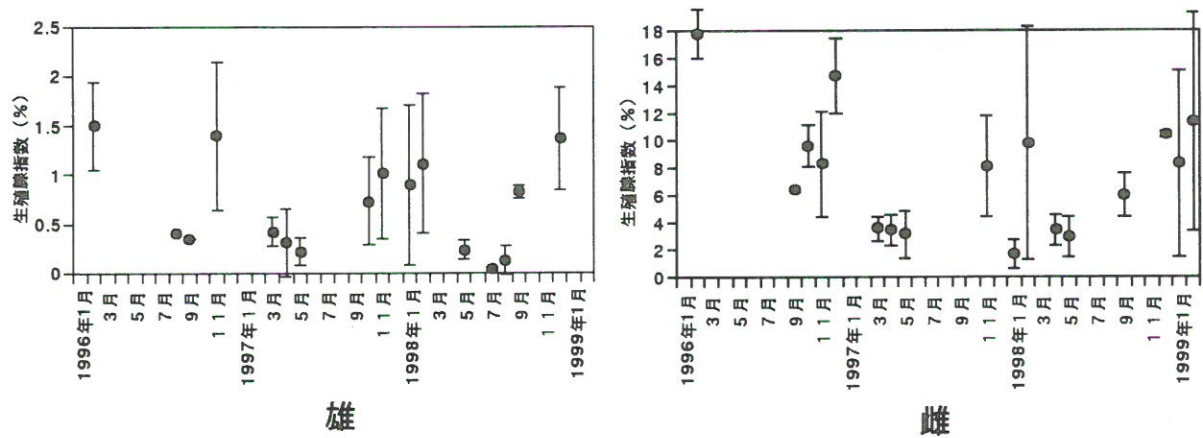


図10 生殖腺指数の推移

た。このことから、生殖腺指数の月別の推移は雄は30cm以上、雌は40cm以上を対象に調査した。雌雄ともに生殖腺指数は9～11月から高くなりはじめ、雄は翌年の2月まで高い状態が続き、それ以降は低下した(図10)。雌は1～2月に産卵中の個体や産卵直後の個体が多く観察された。このことから、サメガレイの産卵盛期は1～2月と考えられ、年齢査定に用いる年齢の起算日を2月とした。サメガレイの成熟に関しては襟裳、苫小牧、八戸で漁獲された個体について調べた笠原⁷⁾の報告がある。これによると部分的には産卵個体は周年見られるものの、産卵最盛期は12月から1月で、2～4月は産卵後の個体が多く出現することを報告している。今回の結果は産卵最盛期の重なりが笠原の報告よりも若干ズレていたが、生殖腺指数の季節的推移はほぼ同様の結果と考えられた。また、笠原の報告同様に、個体によっては11月や5月に産卵している個体も少数ながら観察され、産卵時期には海域による差だけではなく、個体による差もあるものと考えられた。

(4) 食性

摂餌していた個体の全ての胃内容物はクモヒトデ類で占められており、クモヒトデ類以外の種は出現しなかった。胃内容物重量指数(SCI)と空胃率(RES)を採集年次を区別せずに月毎に計算した(表1)。SCIとRESは木曾⁸⁾と同様に次の方法で算出した。

$$SCI = (\text{胃内容物重量} / \text{体重}) \times 10^4$$

$$RES = (\text{空胃個体の数} / \text{観察した個体数}) \times 10^2$$

SCIは、産卵後の4月から8月にかけて高く、9月から産卵期の2～3月にかけて低くなっており、RESは逆の傾向になっていた(表1)。前述したようにサメガレイの成熟の進行は9月から始まり、産卵期が1～2月と考えられることから、成熟の進行に伴いSCIの値が低く

なることが分かった。これらの傾向は笠原⁸⁾とほぼ一致していた。

4 標本船調査

操業位置とサメガレイ漁獲量は、年によってあまり違いがなかったため、調査期間の内、1999年4月から2000年3月までの結果のみを示した(図11)。沖合底曳網漁船の操業海域は宮城県沖から茨城県沖の水深100～1200mまでの範囲であった。漁獲が比較的多かったのは、2～3月の茨城県北部から中部海域、4～6月及び9～10月の仙台湾から福島県北部海域にかけてのいずれも水深700～900mの海域であった。しかし、これらの海域においてもスケトウダラの代替としてすり身原料となっているイトヒキダラを目的とした漁業を行っていることが窺われ、漁獲があった場合でも、1網あたりの漁獲量はほとんどは、100kg未満であった。このことから、現在、サメガレイを主対象とした漁業が行われていないと考えられた。

5 資源診断

(1) 漁獲死亡係数の算出

沖合底曳網、小型底曳網によって漁獲された年齢別漁獲尾数の推定値を図12に示した。雄は3歳魚の水揚げ尾数が多く、3歳以降になると漁獲尾数が減少する傾向を示した。一方、雌は6歳魚が最も多く、6歳以降になると漁獲尾数が減少する傾向を示した。近年のサメガレイの漁獲量は低位で安定していることから、資源動態は平衡状態にあると仮定し、雄が完全に漁獲加入する年齢を3歳、雌は6歳として対数回帰法によって全減少係数を算出した。その結果、雄の全減少係数(Z)は0.465、雌の全減少係数(Z)は0.610と計算された(図13)。自然死亡係数(M)は、雄の観察個体の最高年齢が9歳、雌が13歳であったことから、田中の方法³⁾により、雄が0.278、雌

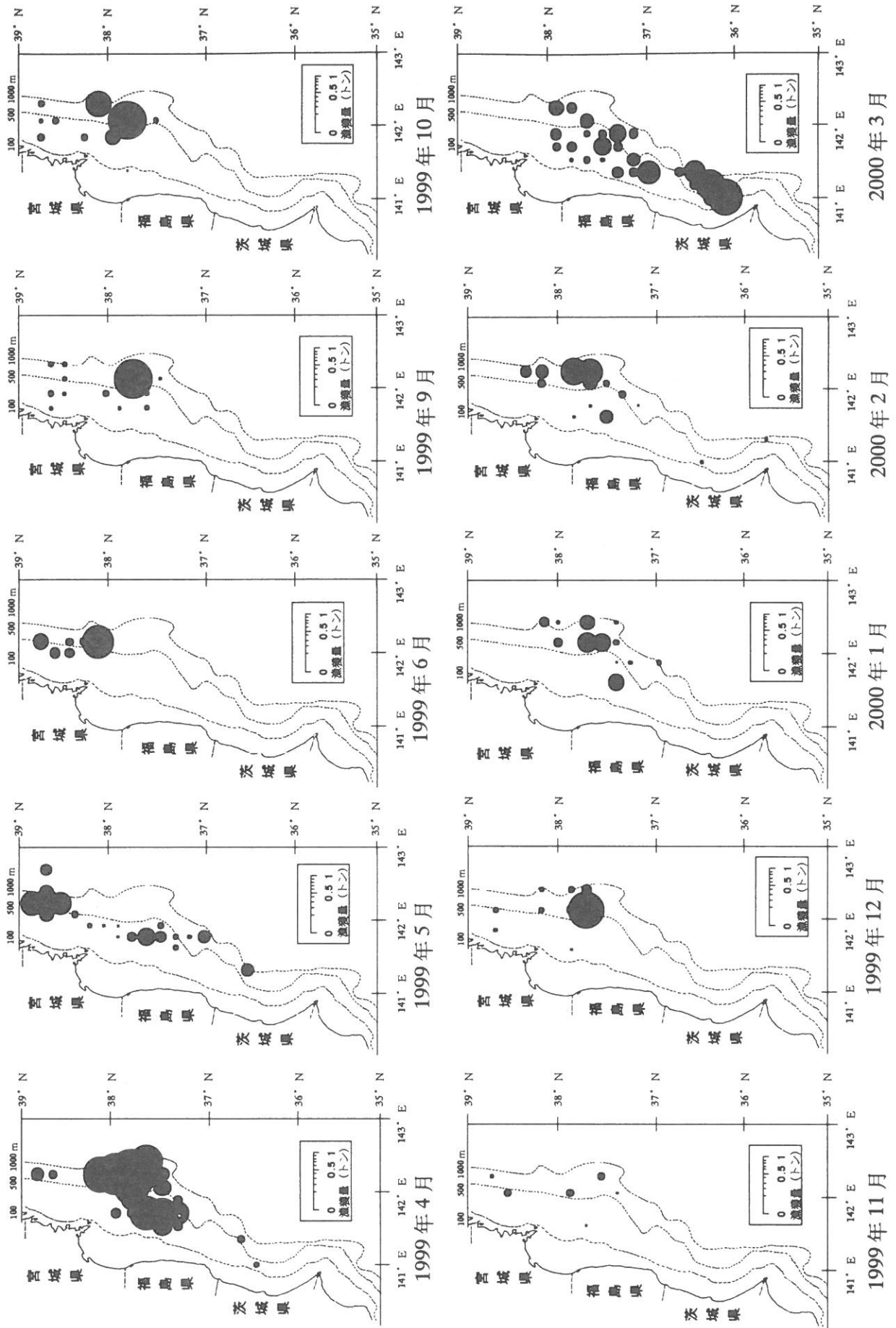


図11 沖合底曳網船に獲れる月別漁獲量と漁獲位置

表1 サメガレイの胃内容物重量指数(SCI)と空胃率(RES)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
SCI	平均	5.9	1.2	1.3	11.3	6.9		13.6	11.6	4.0		3.2	0
	標準偏差	10.1	2.9	3.8	15.8	8.1		11.2	35.8	5.3		7.9	0.3
RES		65.8	63.3	87.5	42.9	33.3		7.3	37.0	55.2		75.0	99.0
調査個体数		41	60	16	56	84	0	123	46	67	0	32	96

SCI = (胃内容物重量 / 体重) × 10⁴

RES = (空胃個体の数 / 観察した個体数) × 10²

表2 資源解析に用いたサメガレイの資源特性値

性別	雄	雌
全減少係数	0.465	0.610
自然死亡係数	0.287	0.192
漁獲死亡係数	0.178	0.418
成長式	TL=37.8 [1-exp {-0.862 (t-0.537)}]	TL=54.8 [1-exp {-0.412 (t-0.215)}]
全長・体重関係式	W=0.015 TL ^{3.029}	W=0.025 TL ^{2.904}
加入時期	1歳5ヶ月 (1.4歳)	1歳5ヶ月 (1.4歳)

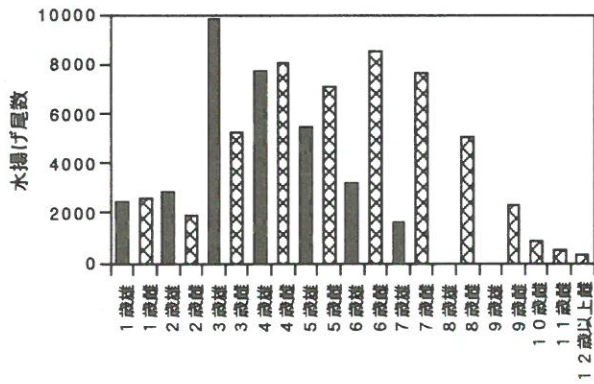


図12 年齢別漁獲尾数 (1999年2月から2000年1月)

が0.192と計算され、漁獲死亡係数 (F = Z - M) は、雄が0.178、雌が0.418と計算された。

(2) 加入量あたり漁獲量 (YPR) による資源診断

資源診断に用いた資源特性値を表2に示した。これらの値を用いて得られた等漁獲量曲線を図14に示した。前述のように7~8月に小型底曳網漁獲された個体の年齢査定結果から漁獲加入年齢を1歳5ヶ月 (1.4歳) とする

と、雄では、1尾当たりの漁獲量の最大が340gに対し、現状は186gとなり、漁獲開始年齢を上げ、漁獲強度を強めれば加入量あたり漁獲量が増加することが示された。雌では最大が1200gに対し、現状は860gとなり、漁獲開始年齢を上げると、加入量あたりの漁獲量が増えることが示された。

(3) 加入量あたりの産卵量 (SPR) による資源診断

図15に等産卵資源量曲線を示した。漁獲係数を0.418 (年間の生残率Sは、 $S = e^{-(F+M)}$ より、54.3%) とすると現状では漁業が行われていない時の10%程度の産卵量しか確保されていないことが推定された。加入量あたりの産卵量の基準としては、漁業が行われていない時の産卵量を100%とした場合の30%の産卵量(30% SPR)を残すことが推奨されていることから¹⁾、加入乱獲の状態と考えられた。30% SPRの実現のためには現在の漁獲開始年齢であれば、漁獲死亡係数を現状の半分程度の0.215 (年間の生残率66.6%)、現状の漁獲死亡係数であれば、漁獲開始年齢を4歳に引き上げる必要があると考え

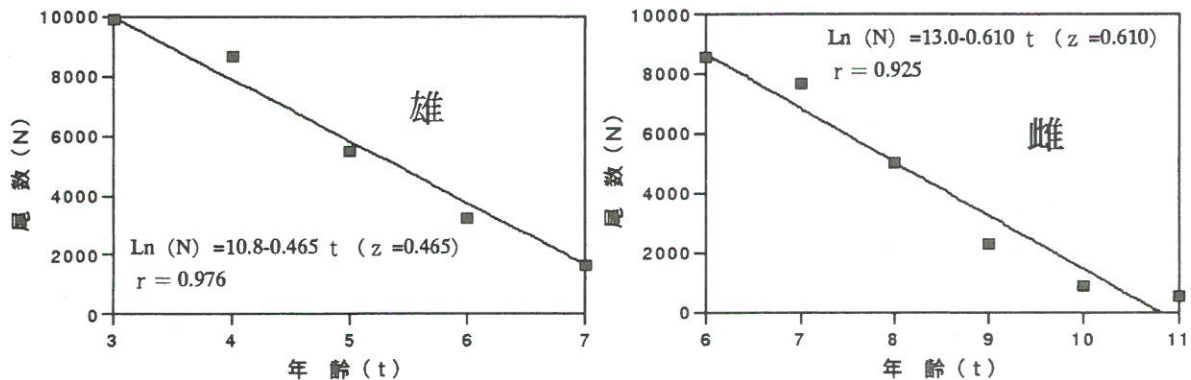


図13 対数回帰法による全減少係数の推定

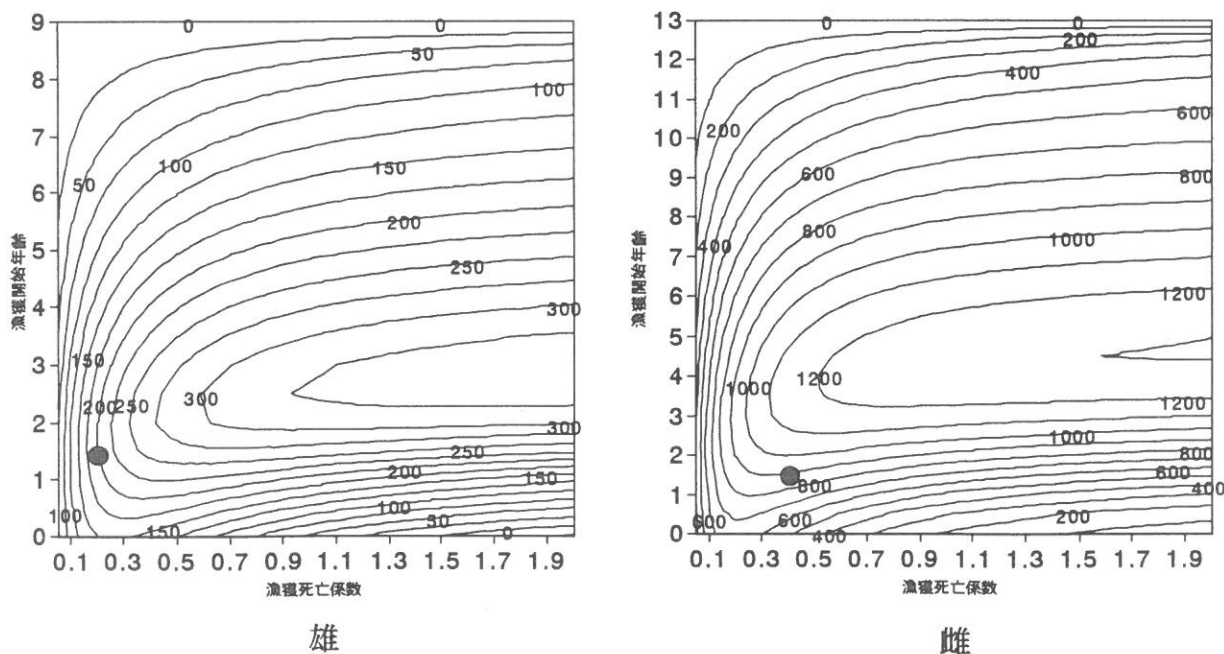


図14 等漁獲量曲線図

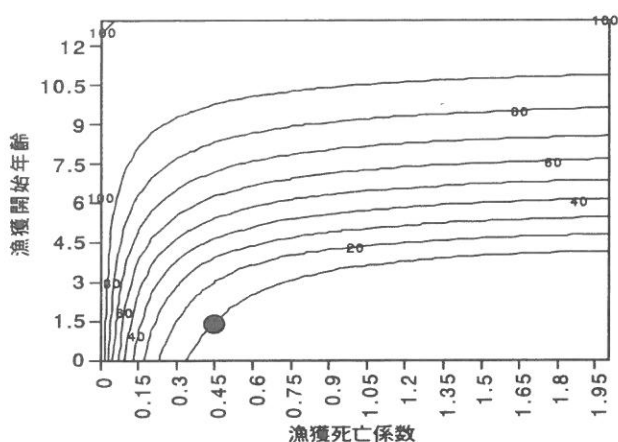


図15 等産卵資源量曲線図

られた。

加入量あたり漁獲量による資源管理は加入資源からの最大利益を目指すための漁業管理であり、極端に言えば、大きくなれば全て取り尽くしても構わないというものである。このため、次世代に残す産卵量を確保するという概念が無く、資源維持に必要な産卵量を確保できずに乱獲を招く危険性がある¹⁾。これに対し、加入量あたりの産卵量は、必要な親魚を確保し、資源の安定を目指すものである。資源量が極端に減少しているサメガレイ資源管理方法としては、産卵親魚数を増やす加入あたりの産卵量の観点から管理を行うべきであり、年間の漁獲が集中する産卵期及び産卵後の漁獲を控えるべきであると考えられる。

要 約

- 1) 太平洋北区のサメガレイの漁獲量は急激に減少しており、宮城県での石巻魚市場の水揚量も急激に減少している。月別の水揚量をみると、産卵期に水揚量が多くなっている。
- 2) 精密測定調査から、年齢と全長の関係、全長と体重の関係、成熟時期、胃内容重量の月別推移を把握した。
- 3) 年齢別漁獲尾数を推定し、対数回帰法によって全減少係数を算出し、自然死亡係数との差から漁獲死亡係数を算出した。
- 4) 得られた資源特性値から、加入量あたり漁獲量および加入量あたり産卵量によって資源診断を行った。いずれの診断方法によってもサメガレイ漁業は適正な状態とは言えなかったが、加入量あたり産卵量の診断から、産卵量の不足が特に問題であると考えられた。このため、当面は産卵親魚数を増やす管理を行うべきであり、漁獲が集中する産卵期の漁獲を控えるべきであると考えられた。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、水揚げ物の全長測定調査に御協力頂いた亀山巖氏に感謝申し上げます。本稿をまとめるに当たり、ご助言いただいた当センター海洋資源部 五十嵐輝夫部長に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 甲 二郎 (1952) : 東北海区産サメガレイに就いて, 第1報, 年齢査定の基礎的研究, 東北区水産研究所研究報告 (1), 43-49
- 2) 石田力一, 北片正章, 石垣富夫 (1952) : 北海道産鱈類の年齢に関する研究, 第2報, サメガレイ, 北海道区水産研究所研究報告 (3), 31-432)
- 3) 田中昌一 : 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理, 東海区水産研究所研究報告 (28), 167
- 4) 松宮義晴 (1996) : 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, 66
- 5) 東北区水産研究所八戸支所 (1999) : 太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計資料, 120-122
- 6) 東北海区水産研究所八戸支所 (1951) : 東北水産研究所海洋資源年報昭和26年度, 第4底魚資源篇, 29-32
- 7) 笠原康平 (1955) : サメガレイの生態学的研究, 第1報, 東北区水産研究所研究報告 (4), 165-172
- 8) 木曾克祐, 熊谷五典 (1989) : 三陸地方南部大川水系における河川生活期サクラマスのお食物の季節変化, 東北水産研究所研究報告 (51), 117-133