



技術資料 No.6
Technical Report No.6

北海道周辺におけるホッケの資源と漁業 －資源評価の高度化にむけて－

Stock and fisheries of Arabesque greenling (*Pleurogrammus azonus*)
in the waters around Hokkaido

北海道立水産試験場

Hokkaido Fisheries Experiment Station

2010年3月
March, 2010

— 本道におけるホッケの漁業と研究 —

北海道におけるホッケの年間漁獲量は約15万トンにのぼる。2007年における北海道の魚種別漁獲量では、4位の9.4%、生産額は約65億円である。“ホッケ開き”など鮮魚食材としての需要のみならず、小型魚はすり身原魚として利用され、年間3~4万トンの生産をあげる。漁獲量が多いのは、産卵場の大半が集中する日本海と、未成魚の回遊範囲であるオホーツク海にかけての海域であり、両海域で北海道全体の約90%を占める。かつて本道水産業の発展を牽引した多獲性魚種のニシン、マイワシ等が激減して久しく、さらに近年は日本海でスケトウダラ資源が著しく衰退するなか、ホッケの重要度はますます際だっている。

戦前、ホッケは「ニシンの卵を食べる害魚」と扱われ、必ずしも積極的に漁獲されるような資源ではなかったようである。戦中・戦後、食糧難やニシン資源の衰退といった時代を背景に需要が伸び始め、漁船や漁労技術の近代化と相俟って漁獲量が増加するようになった。1970年代前半までは、変動しつつも年間10~15万トンの水揚げが続いた。1970年代後半、200海里時代の幕開けとともに、外洋を追われた外国船を含む多くの漁船が日本海の沖合海域などで操業するようになり、漁獲量は急激に増加した。1976、77年には北海道の統計に記録されただけで20万トン以上の実績をあげる。ところがその直後、漁獲量は激減し、わずか5年後の1983年には3万トンと、およそ7分の1にまで急減するという事態に陥った。

北海道では、カレイ類やハタハタなど他の底魚においても、1980年前後に資源水準が大きく減少している。これら多くの底魚資源はその後も現在にいたるまで、往時には遠く及ばない水準で推移しているのに対し、ホッケは1983年を最低値として、その後は漁獲量が回復傾向に入った。1993年には10万トン以上に回復、1998年には再び20万トン台の漁獲量を記録する。2000年代に入ってからそれはそれまでの増加傾向は止まるものの、依然として15万トン前後の高い水準で現在に至っている。

しかし、1990年代以降の漁獲量全体の増加傾向に反し、一部の海域、漁業では漁獲量の顕著な減少が表面化している。利尻・礼文島周辺や渡島管内の底建網漁業やまき網漁業、あるいは後志管内の刺し網漁業では、現在の漁

獲水準は過去の盛期を大きく下回っている。北水試にはこれらの海域・漁業者をはじめ、道内水産関係業界から、漁獲量減少の要因について見解を求める声が寄せられるようになった。

一方、全道ホッケ漁獲量の多くを占める日本海の沖合底びき網漁業（以下、沖底漁業）では、年間変動は大きいものの大きな豊度をもつ年級群が断続的に加入することで、平均的には高い漁獲量水準を維持している。しかし、現在、日本海の沖合底びき網漁業の主要対象種であるスケトウダラの資源量が落ち込み、毎年の漁獲可能量は低い水準に抑えられている。そのような中で、これまでスケトウダラに向けられていた漁獲圧が、法的な漁獲規制のないホッケに対し転嫁されることで、ホッケ資源がこれまで以上に高い漁獲圧にさらされるようになるのではないかと、といった漠然とした不安の声が挙がるようになった。ただし、日本海の沖底漁業では2008年にも3隻が減船となり着業規模の減少が続いているため、近い将来にホッケに対する漁獲圧の明瞭な増加があるか否かは、まったく不透明な状況である。

ホッケに関する資源・生態的情報は少なくない。本種の試験研究は、漁獲量の増え始めた1950年代頃から本格化した。1953年と1958年には既に研究成果集がとりまとめられており、形態的特徴、成長や繁殖生態、分布などの基本的な情報にくわえ、1940年代を皮切りに以降1990年代まで各地で盛んに行われるようになった標識放流調査の結果が記載されている。さらに1983年には「最近のホッケの調査研究」として、漁獲物体長組成と成長、漁獲動向、移動、幼稚魚の分布海域などの特性、これらに基づくホッケ系群の捉え方、コホート解析による資源量の試算などが海域別にまとめられ、現在の資源評価の基礎となる情報が整理され始めた。

しかし、ホッケ資源が、十分な資源評価体制のもとで適切に管理されてきたとは言い難い。とくに、資源評価の対象単位、すなわち“系群”に関する捉え方には諸説が乱立し、現在まで根拠ある整理はなく、便宜的に支庁境界線区分により評価範囲を決めている状況である。これには、本種が未成魚期には沖合の広い範囲に展開した後、沿岸に回遊し成魚期には定着性を強めるという特徴

があることと、日本海を中心に点在する岩礁域に形成される産卵場の規模が年代に応じて変化していることが大きい。1983年のとりまとめでは、ホッケの産卵場は利尻・礼文島周辺、武蔵堆周辺、海馬島が主体とされているが、その後1990年代に入り、積丹半島西岸から寿都湾、島牧にかけて大規模な産卵場が形成されたとみられている。

これまでの標識放流調査結果で、規則的な移動傾向が常に観察されるわけではないことや、系群分離に関する整理の仕方が次から次へと変遷したのは、本道周辺のホッケ資源構造の全体像が時間変化するなかで、その時々で資源構造をどのように捉えたか、その作業の繰り返しもいえる。

また、各海域で行うモニタリング調査の中で、漁獲物の年齢を年齢形質により査定することが基本的には行われておらず、沖合への加入から沿岸生活に至る生活史の時系列を体系的に捉え切れていない。そのような状況で、便宜的に区分した海域、体長組成から推定した年齢組成などにに基づき、汎用的な資源評価手法を用いて評価を行うことへの危惧は、様々な見地から指摘されてきたところである。

以上のような背景のあるなか、2006年、北水試は、毎年行っている全道23魚種47海域の資源評価作業の中で、ホッケの道央日本海からオホーツク海に分布する群と、道南日本海から道南太平洋に分布する群については、これ以上、現行の漁獲規模で漁業を続けた場合、現在程度の資源水準が将来にわたって維持される可能性は小さい、すなわち何らかの漁獲努力量削減措置を講じない場合は、今後の資源量が減少していく可能性がある」と提言した。さらに、これを受け、各水試ホッケ担当者によって、この判断の妥当性を精査する検討作業を行った。

検討結果は内部資料としてとりまとめられたが、その内容が現在あるいは将来にホッケに携わる水試担当者の事前情報として、あるいは、他の研究機関をはじめ、関係系統団体など、広く参考資料として活用されることを期待して、この技術資料にとりまとめた。

上記のような諸問題の克服と改善を目標とした新たな知見・技術の蓄積が、北水試におけるホッケ資源研究の当面の基本課題ともいえる。また、その一方で、新たな知見蓄積を待たずして資源が再び1983年のような水準まで陥る可能性も否定できない。そのため、既存の技術・情報に基づいて資源状態の本質を捉え、資源悪化の局面に際しては管理措置を提言できるような最低限の備えをしておくこともまた必要である。

本技術資料では、まず、上記のような資源評価に関する問題点をI章にまとめた。そして、問題点克服の根幹において必要となる基本技術として、耳石を用いた年齢査定技術をII項に、その技術に基づいて推定した代表的な海域・漁業の漁獲物年齢組成とその動向をIII項に、それぞれ取りまとめた。そして、IV項に、本種の資源変動の一般的特徴を整理したうえで、新たな試験研究と並行して行う資源モニタリングにおいて、資源状態の悪化を防ぐうえで注視すべきポイントを指摘した。

1950年代、ホッケ研究の黎明期において綴られた漁業指導資料の緒言には、次の一説がある。

「今後のホッケ研究の重要な課題は、・・・中省略・・・
1. 客観性のある年齢査定確立。2. 研究組織の有機的運営による種族の研究。3. 漁獲量、漁獲努力及び生物集団の各種組成等の統計の精度の向上。以上の3点が特に強調される事柄である。」

先人の提言は、それから四半世紀後の1983年に「最近のホッケの調査研究」として萌芽し、さらに四半世紀の時を経た今日、この技術資料に、いささかも翳ることなく高い普遍的意義をもって採り込まれ、2008年までのホッケ資源の現況として整理された。本資料を踏み台に、本道漁業の生命線ともいえるホッケの持続生産に寄与する研究の発展を、後続の研究者に強く期するところである。

(星野 昇)

技 術 資 料

No.6

目 次

高嶋孝寛, 星野 昇

I 章 資源生態的特徴および資源評価の方法・問題点・・・・・・・・・・ 1

高嶋孝寛

II 章 耳石による年齢査定・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11

星野 昇, 高嶋孝寛, 浅見大樹, 岡田のぞみ, 室岡瑞恵, 後藤陽子,
渡野邊雅道, 藤岡 崇

III 章 漁獲動向からみる資源状態・・・・・・・・・・・・・・・・ 27

星野 昇

IV 章 資源動向の特徴・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 51

I. 資源生態的特徴および資源評価の方法・問題点

高嶋孝寛・星野 昇

一般に資源評価では、評価対象範囲（系群）の設定、漁獲量、漁獲努力量、CPUEなど漁獲統計データの年変化、漁獲物の特徴（年齢組成、体長組成、銘柄組成など）の年変化、これらに基づく資源量推定結果、採集調査や魚探調査による現存密度の直接的な推定結果などによって、資源状態の変化を把握する。本道のホッケについても、これらのデータ収集や調査が、主要な海域・漁業に対して行われている。資源評価（道内部資料）では、道央日本海～オホーツク海に分布する資源については、コホート解析による資源量推定とトロール調査による未成魚の密度推定を併用し、比較的高度な資源評価体制をとっている。

しかし、ホッケについては、その生態と漁業の関わり方において特異な面があり、汎用的な資源評価手法では必ずしも資源状態を十分に捉えきれないという問題が以前から指摘されてきた。本道におけるホッケ資源への依存度、資源の現状と将来における懸念材料などを考慮すると、よりの確な資源評価を展開していく必要がある。

そこで、本章では、「1」でホッケの生態をこれまでの調査・研究成果に基づきレビューし、不明な点を明らかにする。これを踏まえ「2」に、評価対象範囲をいかに定義するか、すなわち系群分離に関するこれまでの議論の経過、「3」に漁獲物組成のモニタリングに関する問題点、「4」に資源量（指数）の推定に関する問題点をまとめた。なお、「2」および「3」については高嶋孝寛が、「1」および「4」については星野昇が分担して執筆した。

1. 北海道周辺におけるホッケの生態

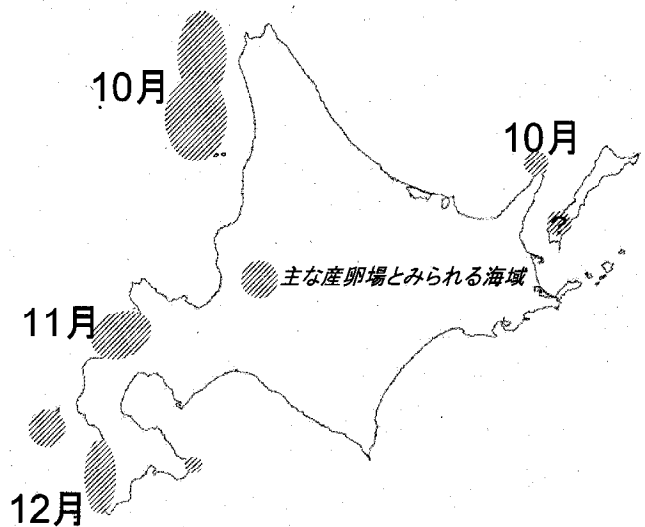
(1) 産卵場

ホッケの産卵海域は浅海の岩礁域に形成される。北海道周辺では、大規模な岩礁域が比較的多く点在する日本海が主要な産卵海域となっている。また、知床半島周辺など、規模は小さいながらもオホーツク海や太平洋の沿岸にも産卵場が形成されていることが知られている（図I-1）。日本海では成熟した親魚が多く漁獲され、潜水や水中カメラによる観察で繁殖行動が確認されている¹⁾。太平洋や網走沿岸でも産卵はあるが、日本海のような規

模で現在まで恒常的に形成されている産卵場は認められていない。

日本海における主要な産卵海域について、1983年のレビューには、利尻・礼文島周辺、武蔵堆周辺、積丹半島から渡島沿岸、奥尻島周辺、海馬島周辺等との記載がある²⁾。漁獲量が激減した1983年以降、多くの海域では漁獲量が明瞭な回復傾向を示したのに対し、武蔵堆周辺で親魚を対象に操業する後志北部地区の刺し網漁業の漁獲量は減少の一途をたどった。現在は、着業規模も少なくなり、産卵場としての機能を漁獲量の多寡から判断するのは困難な状況である。また、武蔵堆海域では1960年代頃から外国船トロールの操業圧力が問題視されるようになり、その後、1970年代後半の米ソ200海里設定後の数年間に至る間、底質などの漁場環境が荒廃したとの見方もある。したがって、武蔵堆については産卵場としてかつてのような規模では機能していない可能性もいわれるが、直接的、客観的な情報は得られていない。

一方、1990年代半ば頃から積丹半島西岸から寿都、島牧にかけての海域では漁獲量が大きく増加し、秋季には産卵親魚が漁獲対象となっている。積丹半島や寿都弁慶岬～島牧にかけては水深10m以浅に濃密な親魚の集群、産み付けられた卵塊群が確認されており、1980年代頃まで



図I-1 北海道周辺におけるホッケの産卵場想定図と産卵期の盛漁月

と比べて著しく大きな規模で親魚が来遊し産卵を行うようになったと考えられる。

さらに、檜山支庁管内、とくに奥尻島青苗、そして松前半島周辺の沿岸域でも成熟親魚の漁獲が多いことから、規模の大きい産卵場が形成されているとみられる。しかし、近年では、松前半島周辺の秋漁の漁獲減が進んでおり、着業者からも産卵規模の縮小傾向が指摘されている。

このように、ホッケの産卵場は日本海を主体として、いくつかの岩礁海域に集中して存在しており、それぞれの産卵海域における産卵規模の大きさを比較することは難しいが、それぞれの規模は年代により大きく変化していると考えられる。

(2) 産卵期

日本海で産卵の行われる時期について、「北に早く、南に遅い」という傾向が以前から知られている(図 I-1)。9月頃に利尻・礼文島周辺で完熟状態の親魚が漁獲されはじめ、次第に産卵開始時期や盛期は南下して、松前半島周辺では12月頃に盛期となる。本州ではさらに遅いともいわれる。これらのことから、本種の産卵は、他の秋産卵魚にみられるように、水温低下が成熟進行の要因のひとつとなっていることが示唆される。表面水温と産卵盛期の関係については、概ね、各地の産卵盛期と表面水温10度台前半の時期とが対応している傾向がある³⁾。日本海南部海域では、1990年台に入り秋季の水温が高めで推移するようになっており、それに呼応するように、松前半島周辺では秋季の盛漁時期が遅くなっていることが報告されている⁴⁾。

(3) ふ化

産卵・受精からふ化までに要する時間については、環境水温が大きく影響すると考えられるが、異なる水温条件でのふ化飼育実験に関する報告はない。1955~1956年に蒲原³⁾が行った飼育実験で得られた、「10℃前後の水温でふ化期間が65日」という知見が現在も基本的な考え方となっている。これに基づくと、仮に産卵からふ化までの発生期間の積算水温を650日とすれば、寿都付近の現場水温の経日変化から、当海域で11月中旬に産み出された卵のふ化時期は、概ね翌年1月下旬と試算される。

稚・幼魚のふ化時期について

最近、本種の稚魚の耳石日周輪が観察可能であることがわかってきており、日本海の南北で産卵期が3ヶ月程度の差異があることから、採集稚魚の推定ふ化日の差異との対応関係などを検証することで新たな情報が得られる可能性があり、北水試での検討が始まっている。

(4) 稚魚期 (図 I-2)

沿岸の岩礁域でふ化した仔稚魚は、様々な調査のなかで、12月頃から翌年3月頃までは産卵場のある沿岸域で稚魚ネットなどにより採集され⁵⁾、4月以降になると比較的沖合で採集される傾向がある。さらに、沿岸で採集される稚魚より体サイズの大きくなった幼魚群が、日本海やオホーツク海のはるか沖合域で採集された事例⁶⁾がある。これらの断片的な知見を積み重ねた推論として、日本海でふ化した個体は、春季までは沿岸域に滞留し、その後は沿岸域を離れ、日本海やオホーツク海の相当沖合まで分布範囲を移すと考えられている。なお、この沖合に分布する個体は背部に青みを呈した浮魚のような状態にあり、いわゆるアオボッケと呼ばれるものである。

主要な産卵海域ごとに時期を違えて産み出される群が、日本海あるいはオホーツク海のどの付近をそれぞれの未成魚期の主要分布域としているのかは不明である。これについては、客観的証拠の得られていない現時点では、各主要産卵海域から発生したものは沖合域で相当程度混成するものとして捉え、南部で産するものは日本海の沖合で、北部産のものはオホーツク海にも張り出す傾向が相対的に強くなるという、一般的な解釈に立脚して、資源評価を行うことが妥当と考えられる。

オホーツク海で漁獲されるホッケについて

オホーツク海において秋季から翌春にかけて漁獲される0~1歳のホッケについては、1980年代に集中して行われた網走沖での標識放流調査の再捕が宗谷海域(利礼含む)でみられたことや、日本海とオホーツク海の漁獲動向の相似性などから、日本海に由来する資源と考えられているが、知床周辺や千島列島周辺を産卵場とする資源との混成も想定する必要がある。

(5) 未成魚期 (体長150~200mm程度) (図 I-2)

9月頃になるとオホーツク海や日本海北部の大陸棚上において、沖合底びき網漁業やオホーツク海沿岸の底建網漁業で大量に漁獲されるようになる。いわゆるローソクボッケと呼ばれる段階である。稚魚期と同様に、各海域漁業で漁獲対象となる群が産み出された産卵海域は不明である。また、この生活史段階にあるホッケは、後志南部から檜山、渡島の海域では基本的に漁獲対象とならない。このことから、日本海で産卵・ふ化した個体はすべて稚魚期にオホーツク海や日本海の北部に移動したのち、ローソクボッケとなって底層生活期に入り、宗谷、留萌沖の陸棚域を南下し沖底漁業などの漁獲対象となりながら、後志、檜山、渡島の日本海南部に至るという考え方

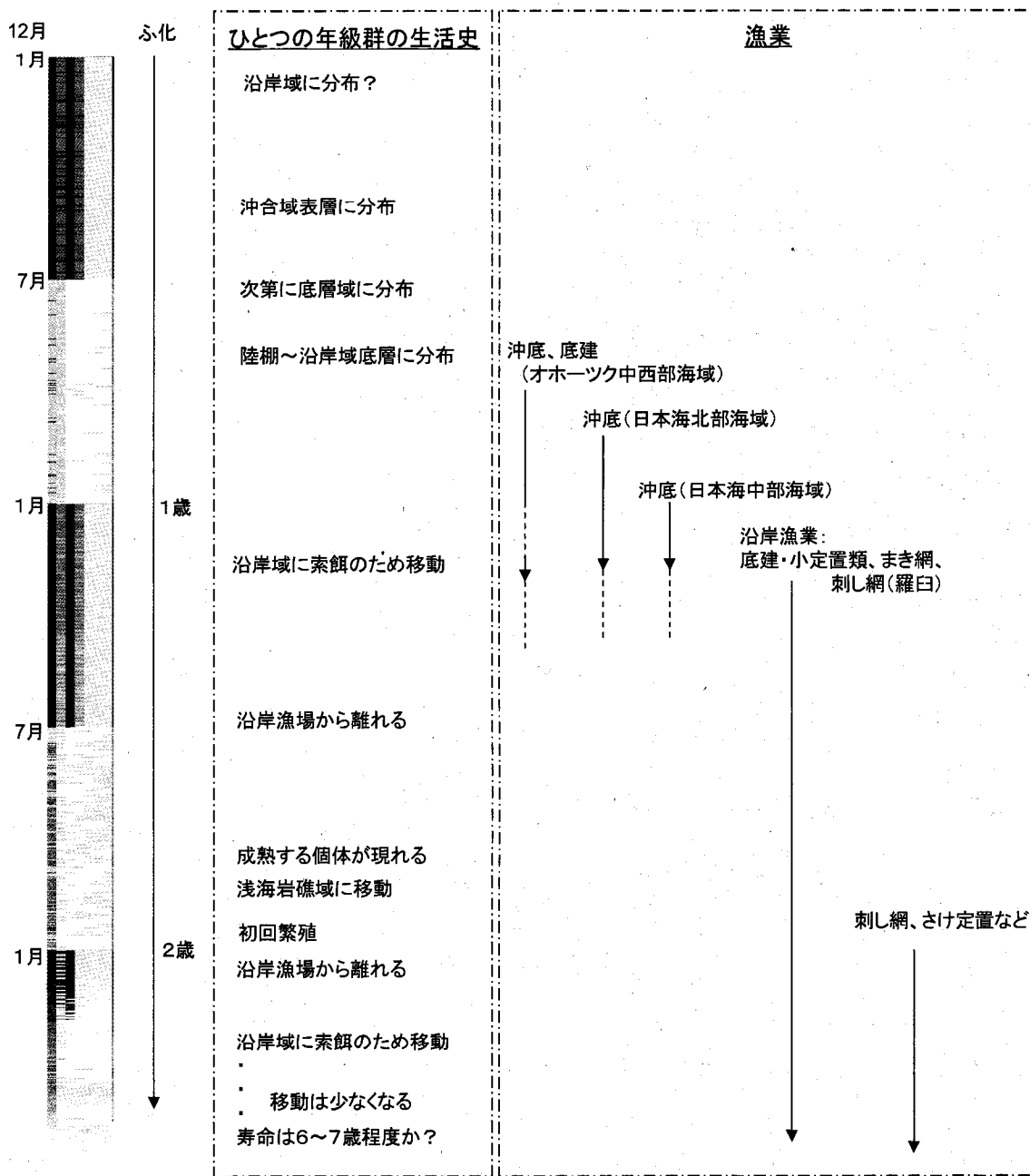


図 I-2 ひとつの年級群の生活史と漁業との関係の概念図

をされる場合がある。しかし、元来、後志南部から檜山海域は急峻で陸棚域がほとんどなく、現在は沖底漁業ははじめホッケ未成魚を漁獲できる漁業自体がないので、当該海域に分布はあっても漁獲されず、未成魚の分布実態を把握できていない可能性が高い。

(6) 春に沿岸に来遊 (体長200～220mm程度) (図 I-2)

海域による違いは大きいですが、2～5月にかけて、体長200mm台まで成長した個体 (すなわち、ふ化から1年1～4か

月) が沿岸域に陸寄りする。一般的には、春季ブルーミングに伴う索餌回遊と考えられ、利尻・礼文島周辺では5月頃が盛期で、日本海では最も遅い。この時期の個体はまだローソクボッケの様相が残っており細身である。刺し網の漁獲対象にはならず、ほとんどが底建網か、利尻・礼文島周辺および渡島管内で行われている中型まき網漁業 (知事許可) での漁獲となる。ただし、根室海峡や道南太平洋で漁獲される1才魚は成長が良く (Ⅲ章を参

照), 刺し網でも漁獲対象となる。

夏季には漁獲が途切れることから, 沿岸域の餌枯れと水温の上昇とともに次第に深みに移動するようになると考えられる。8月に留萌沖で行われた調査船のトロール調査結果をみると, 水深150~250m, 水深5°C前後の付近で多く採集される傾向があることから, 陸棚斜面付近が夏季の分布域となっていると考えられる。なお, 高嶋ら⁷⁾によるとこの時期の体成長は著しく大きい。

道南日本海のローソクボッケについて

後志南部から檜山沖の海域においても, アオボッケやローソクボッケの採捕・漁獲事例は散見される。かつて, 日本海側でも操業が行われたホッケまき網漁業では, アオボッケやローソクボッケの混入が多くみられていた。1990年代始めまでは, 函館水試において調査船によるローソクボッケの採集調査も行われている(採集は少なかった)。また, 日本海北部の底びき網で漁獲されることから, すでに底層性の生活史段階に移行した状態と捉えられ, 海底地形が急峻な日本海南部には未成魚が分布しえないという先入観があるが, 現時点で結論づけることはできない。ローソクボッケの外部形態は成魚と比べると遊泳性の浮魚類に近く, 夜間は中層で群集し魚探反応でも確認できることから, 必ずしも完全に底質依存的な生活史段階に移行したものではないようにも思える。日本海南部においても, 沖合中層の適水温帯などにローソクボッケが分布している可能性も否定できない。今後は, 調査船によるトロール採集や魚探調査などで分布の有無を確認することが必要であろう。

(7) 秋に成熟(体長250~280mm程度)(図I-2)

秋季, すなわち産卵からほぼ2年の時期に, 多くの個体は成熟する。高嶋ら⁹⁾によると, 2006年級群に対する生殖巣の組織学的観察によって推定した成熟率は, 雌で80%以上である。ただし, 年級群によって, あるいは海域によって, 成長・成熟率は大きく異なると考えられる。これまで, 1歳期の成熟率が調べられた事例は, 根室海峡⁹⁾と日本海のみであり, 今後は, 道南海域などでも検討する必要がある。

前記のとおり, 産卵期は「北に早く, 南に遅い」傾向が明瞭である。繁殖行動については, 雄がなわばりを持ち雌を誘い込み, 雌の産卵後も雄は産卵現場に留まって, 卵を保護することが知られている。一連の繁殖活動を終えたものは再び沖合に展開し, 繁殖後の回復期を過ごすと考えられ, 沖底漁業の漁獲対象となる。

(8) 沿岸域での生活(図I-2)

以上のように, 未成魚期までに沖合に分散し, 1歳時の春に沿岸域に達し, 夏季は沖(深み)に, 秋には産卵のため沿岸域, そして冬季は沖で回復期, というパターンが本道周辺での基本的な分布生態と概観できる。したがって, 本種の沿岸漁業では, 1年間に春季と秋季の2回漁期があり, それぞれ春漁, 秋漁と呼ばれている。基本的には, この沖-陸の往來の繰り返しが寿命まで続くと考えられるが, 沖底漁業の漁獲物や夏季の調査船による採集標本は3歳以上がきわめて少ないのに対し, 刺し網など沿岸漁業での漁獲物には4歳, 5歳といった高齢魚が多く含まれる(III章を参照)。一方, 標識放流調査の結果から, 沿岸域での移動も相当あるとみられ, 1歳時の春に沿岸に達した個体が必ずしもその海域において定住するということはない。これらのことから, 経産魚は, 沿岸域での移動を頻繁に行いつつ春の索餌, 秋の産卵による陸寄りを基本としながらも, 移動規模は加齢とともに次第に弱くなり, 定着性が強まっていくと考えられる。寿命については明瞭でないが, 耳石輪紋の観察による年齢査定を行った事例から, 7~8歳とみられる個体が稀に出現する。

2. 系群分離に関する論争

一般的な資源評価は, ひとつの「系群」に対して行われる。系群(=subpopulation, race)は, 一つの個体群が複数の地域的分集団で構成されている場合に, その一分集団を指し, 再生産, 成長過程などを共にする一つの繁殖集団といったイメージで捉えられているが, 必ずしも生物学的に明快な定義があるのものではない。しかし, 資源評価を行う対象の輪郭が与えられないことには, 漁獲統計や資源計算の集計範囲が定まらない。さらに, 他国領海に分布の広がる資源では, 自ずと生物学的, 集団遺伝学的な分布範囲ではない「境界線」によって系群の分布範囲が固定されてしまう場合も多い。そのため, 現在における資源評価のほとんどの場面では, 主漁場, 産卵場, 索餌場などの大半を包括する任意の海域範囲をもって, 「系群」と称し, その範囲内に分布する資源の評価を行っている現状がある。

系群の定義そのものが曖昧であることに加え, 日本海におけるホッケ資源では, 産卵海域ごとの資源の盛衰に伴い, 前項「1」のとおり分布状態が変化してきた。そのため, 本資源の研究現場では, 「系群」構造を巡る議論が絶えない。しかし, 結局のところは, 何を目的として系群を定義したのか, 何を基準に定義したのか, その主張の食い違いの歴史ともいえる。

表I-1に, 1950年代から今に至るホッケの系群に関する議論を整理した。ホッケに関する研究が始められた当

初から、産卵場が不連続なうえに海域によって産卵盛期が異なること、産卵回帰性が強いことなどを根拠に「race構成」を呈していると北水試では想定していた¹⁰⁾。1950年代後半のKyushin and Kinoshita¹¹⁾の研究では、渡島、檜山、後志、利尻・礼文島、知床、などいくつかの海域間に成長の違いがあることを見出し、単一個体群由来ではないと主張した。1960年代後半、北片ら¹²⁾は系群を「成長段階のまとまり」と捉え、成熟親魚が比較的まとまって漁獲される10の海域に分け、北海道周辺海域の系群構造を提唱した。1980年代になると、それまでのさまざまな海域での標識放流調査結果をはじめ稚魚の分布や年齢と成長の関係などの生物情報が蓄積されたこともあり、現在の資源評価単位の基本骨格が整理されてきた。入江¹³⁾が示したのは図I-3に示すとおりで、雄冬岬以北日本海から網走沖(道北群)、雄冬岬以南日本海から渡島、胆振(道南群)、知床半島周辺から日高沖(太平洋群)、そして沿海州系統群を加えた4海域範囲をホッケ資源の系統群構造とした。また、小林ら¹⁴⁾がアロザイム分析によって検討した結果、礼文島、松前小島、羅臼、青森間では一部に対立遺伝子頻度の差を検出したものの、生殖隔離が進んだ状態とはいえないことが明らかとなった。さらに、体節形質や成長比較、標識放流結果、漁獲動向の一致性を根拠に、一時は、本州日本海から北海道日本海、

オホーツク海にいたる広い範囲を一つの系統群として捉える考え方も示された¹⁵⁾が、このアイデアは有力な反証を前に定着せず、以降、2001年まで、ホッケ資源評価単位としての系群は、入江¹³⁾の考え方(図I-3)が用いられた。ところが、1990年代に入ると、後志南部海域において従来よりはるかに大きな規模の産卵群が来遊するようになったとみられ、これと並行して沖底漁業を主体とする日本海北部の漁獲動向も増加傾向を示すようになった。後志南部海域の漁獲動向は、道南よりはむしろ日本海北部と相似的な様相を示しているという、夏目¹⁶⁾の主張を受け入れ、道北系と道南系の境界が、雄冬岬から茂津多岬に変更された。さらには、2004年度ホッケ研究グループ会議で、道南群も道北群に含み入れ、単一の系群範囲と捉え資源評価すべきとの主張が出されるようになった。その主たる根拠は、定置類の漁獲変動傾向が後志と檜山で差が小さいことや標識魚の移動が海域間で頻繁であることなどであった。しかし、根拠となる資料の捉え方に担当者間で隔たりが大きく、その時点で両群を統合することは見送られた形となった。

このように、系群を巡る議論が絶えず、水試担当者間でも見解の隔たりが大きい中、水産資源管理会議調査評価部会において、いくつかの海域・漁業での深刻な漁獲減が進行しつつも、沖底漁業が好調を維持している、と

表 I-1 ホッケ系群を巡るこれまでの議論

年	発表・提唱者	内容
1953	北海道立水試	ホッケ個体群には、H. Lissner提唱の地方形の存在が想定される。
1957	久新健一郎・高杉新弥	知床、礼文・利尻、熊石の各標本群間(雌)に成長差を認める。
1959	KYUSHIN and KINOSHITA	1歳魚の成長において、函館-青苗(奥尻)と寿都-杓形との間に成長差を認め、北海道西岸のホッケは単一個体群由来ではないと判断。
1967	北片正章ら	ホッケの系統群(race)を「成魚期におけるまとまり」と仮定し、10系統群(知床、礼文島、天売島、武蔵堆、積丹、寿都、熊石、松前、奥尻島、鹿部)を仮説した。
1968	上野達治ら	北部日本海には少なくとも3系統群(礼文群、利尻群、武蔵堆群)が存在する。
1968	北片正章・高幸子	「系統群」の定義の必要性について指摘を受ける。
1983	ホッケ研究グループ	ホッケに4系統群+1を仮説。
1983	入江隆彦	評価単位として4系群を想定。この区分で資源解析を実施。 (平成13年(2001年)まで使用されていた評価単位)
1984	小林時正ら	青森県および北海道周辺の標本魚についてアインザイム分析を実施。一部標本群間に対立遺伝子頻度に有意差を認めたものの、相互の交流を推定。
1986	入江隆彦	日本海単一系群説を提唱。
2004	夏目雅史 柳本卓(私信)	道北群・道南群の境界線を雄冬岬から茂津多岬に変更 北海道沿岸7標本のmtDNAについて、RFLP分析および塩基配列分析を実施。標本群間および標本群内に遺伝的変異を全く認めず。

いった、ある種の矛盾を含む問題が取りあげられた。関係する喫緊の研究課題に取り組むため、実行組織としてホッケ専門部会が設置され、対応することになったが、そもそもこれらの問題は、系群問題を避けて通ることができないため、それまでのような「入り口論議」のみに終始する危険性もあった。そこで、当該部会事務局であった北水試の星野は、漁獲動向パターンの海域間比較をベースに、これまでの各論を棚上げしたうえで次のような整理を行い、北水試ではこれを基本に当面のホッケ資源評価を進めることとなった。

- ・本道周辺のホッケは、いくつかの不連続な産卵場を、地域集団を形成する再生産の基本単位としながらも、稚・幼魚期には沖合域で相当に混じり合って漁獲対象となっている。それぞれの主要産卵場には生殖隔離といえるほどの隔たりはなく、相互に頻繁な行き交いがある。これはすなわち、メタ個体群構造ともいえる。

- ・これまでの知見に立てば、集団遺伝学的に分離された分集団構造を想定できるものとは到底思えず、当面は単一の個体群とみなすべきである。

- ・とはいえ、資源評価範囲としての系群を一つにして、各海域・漁業の特性を、漁獲数量の大きい日本海北部～オホーツク海の沖底漁業の動向に埋もれさせ見えにくくするのは、資源評価の受益者にとって意義のあることとは思えない。

- ・したがって、資源評価は現行の3海域（道東含む）ごとに行い、それぞれの海域特性に応じた評価を続けるべき。ただし、それはあくまで、任意の区分に過ぎず、海域間

でも相当に相互交流のあることを念頭に置いて進めるべきである。

- ・分布の全体像は、それら主要な産卵場の栄枯盛衰に応じて時代変化を遂げてきたことが伺え、変化は今後も続くであろう。

- ・各海域での評価を行いながらも、全体的な動向にも留意すべきである。そのためには、評価範囲によらず、全道的な視野に立ち、主要な産卵海域における、1歳魚の新規加入動向および産卵親魚の漁獲動向、ローソクボッケの新規加入動向、などをこれまで以上に的確にモニタリングし、評価の礎とすべきである。

ただし、以上の星野の整理もまた、現状に即した捉え方の一例であり、今後、ホッケの分布状態の変化、あるいは新たな生物学的知見の蓄積や関連学問の進歩をふまえ、常に検討をくわえ、新たな捉え方を模索する努力が必要である。

3. 漁獲物年齢組成の推定方法に関する問題

主要な海域・漁業における漁獲物の年齢組成は、資源評価の基礎となる情報である。ホッケの場合も、これまで漁獲物年齢組成が推定されている。年齢形質として、以前は、鱗、尾部棒条骨の輪紋が検討されたこともあったが、八吹⁹⁾が根室海峡について耳石の薄片標本に観察される輪紋を年齢形質として用いて以降は、耳石輪紋査読に基づくのが一般的である。しかし、耳石薄片標本の作製にはそれなりの労力を要するうえに、専用機材も必要である。さらに、ホッケについては査読技術もかなり難しい。そのため、北水試では毎年のモニタリングとして耳石輪紋による査読は行われてこなかった。年齢組成の

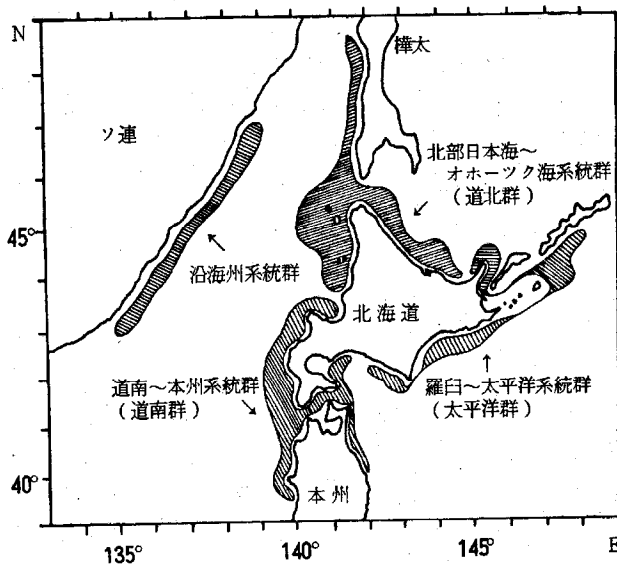
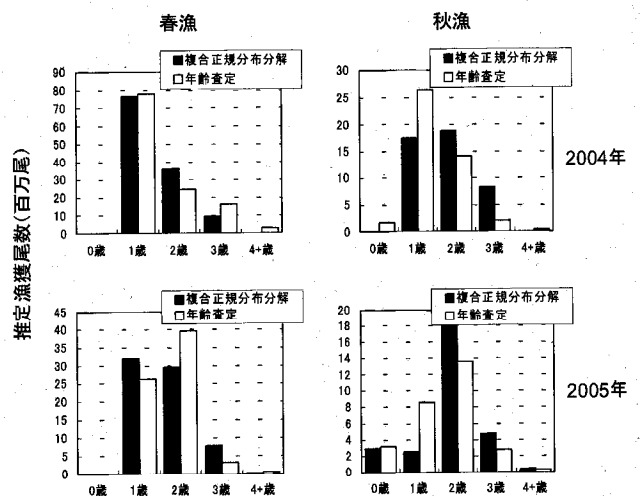


図1 ホッケの系統群

図I-3 入江¹¹⁾によるホッケ資源の系群構造想定図 (出典: 最近のホッケの調査研究)



図I-4 ホッケの年齢組成推定値: 複合正規分布分解による結果と耳石輪紋の査読による結果の対比 (後志南部・底建網)

推定には、体長組成の複合正規分布分解が用いられてきた。

しかし、体長組成分解によって推定された年齢組成の妥当性には懐疑的な意見が多い。理由としては、ホッケの成長が成熟以降に著しく鈍化するため、多くの場合、2歳以上の体長頻度分布には複数のモードがみられないことによる。図 I-4には、後志南部地区の底建網漁業における2004年と2005年の、それぞれ春漁と秋漁の漁獲物年齢組成を、従来法の複合正規分布分解（対数尤度最大化）と、耳石輪紋査読によるALK法でそれぞれ推定し、対比している。2004年と2005年ともに、春漁では1歳魚の推定値に両方法間で大きな違いはないが、2歳以上は相当に異なる結果となっている。秋漁については、両年ともに全年齢範囲で大きな違いがみられている。すなわち、春漁では、新規加入群である1歳群と2歳以上の群の間に、明瞭な体長差があるため、1歳と2歳以上という分離は比較的正確にできるが、秋漁では、1歳群がより大きく成長し2歳以上の群と体長差が小さくなることで、分離が難しくなる。2歳以上では成熟後の成長鈍化により年級群間で明瞭なサイズ差がなくなる。また、年によっては、年級群間の成長傾向の違いにより3歳群より2歳群の方が平均体長が大きくなるといったことも生じる場合がある。これらのことから、体長組成から年齢組成を推定する際には大きな誤差を生じることがわかる。そのため、ホッケの漁獲物モニタリングに際しては、基本的には耳石輪紋査読による年齢の直接推定を行った結果に基づいて年齢組成を得ることが望ましい。

もう一点の問題点として、サンプリング回数の問題が指摘できる。ホッケの場合、沿岸漁業のモニタリングでは、主要な海域・漁業の、基本的に春漁と秋漁の漁獲物を一回ずつサンプリングしている。理想的には、それぞれの漁期ごとに複数回のサンプリングを行った結果をベースに引き伸ばした方がよい。とくに秋漁では、産卵親魚を対象としていることで、他の魚種同様に、期間の前後で来遊年齢群が異なる可能性があることは指摘するまでもないが、ホッケの雄はなわばりを持ち、生み付けられた卵を保護するのに定位するため、底建網類で漁獲されにくくなる。以前から、秋漁の漁期中には、雌雄の漁獲傾向が著しく変化することが指摘されている。このため、サンプリングする時期によっては著しく雌に偏りのある組成を得ることも十分にあり得る。また、ホッケが加齢とともに定着性が強まるということから、移動回遊中の魚を選択的に漁獲する傾向のある底建網、定置類には、高齢魚が漁獲されにくいといったことも想定される。すなわち、調査対象となる海域に分布する資源の全体像を、必ずしも把握できていないことがある。これらのこ

とが、次に指摘するコホート解析の推定結果にも、大きな問題を持ち込む形となっている。

4. 資源量（指数）の推定方法に関する問題

(1) コホート解析（VPA）

道央～オホーツク海を評価範囲とする資源については、稚内水試においてVPAによる資源尾数推定が行われている。以前は、道南系（後志、檜山、渡島）についてもVPAの計算が行われていた¹³⁾。基となる年別年齢別漁獲尾数の推定値に、前項3に示すような様々な問題点が指摘できることから、必然的にVPAによる推定結果にもその影響が及ぶ。また、一般に、本種のように漁獲物年齢組成の年齢数が少ない資源では、VPAによる資源尾数が必ずしも適切に得られないといった指摘もある。年齢比率については、沿岸漁業を中心に漁獲される3、4歳以上の漁獲尾数が、沖底漁業で多獲される0、1歳魚に比べると著しく少ないという特異性がある。さらに、現在は年齢基準日（年齢更新）を1月1日としていることで、秋から冬にかけて新規加入し多獲される0歳魚（ローソクボッケ）について、年末までに漁獲された分を0歳、年明け以降に漁獲された分は1歳と振り分けられることになり、早め（年末まで）に漁場に来遊した年には0歳魚として推定され、遅め（年明け以降）に本格加入した年には1歳魚として計算されることから、VPA後退法によって0歳時の資源尾数として推定される値には、計算構造的に産み出される差異が生じる傾向がある。これらのような問題点が、VPA推定値に及ぼす問題を整理したうえで、改良をくわえるなどの作業は、今後直ちに取り組むべき課題である。

(2) 調査船調査

・計量魚群探知機調査：稚内水試では、利尻島沖合の仙法志堆海域において、4～5月に計量魚探調査を行い、現存量推定を試みている。この調査は、海面近くのプランクトンを狙う摂餌行動のため、探知可能範囲にホッケが相当量浮上している、探知範囲内には無鱈魚が常時分布しないので、ホッケの音響反射を分離可能である、といった仮定に基づいて実施されている。しかし、仙法志堆海域はこれらの仮定が可能な特殊な海域とも考えられ、他海域への応用は困難であることが想像できる。また、仙法志堆海域についても、信頼に足る数値が得られているかどうか検証する必要がある。

計量魚探を用いて対象魚種の現存量を示すデータを得るための条件として、対象魚種の個体や群体の音響散乱特性、とりわけ、ターゲット・ストレングス（TS）に関する知見が十分であることと、対象魚種の生物学的特性が、計量魚探による調査の制限をクリアしていることを挙げることができる。ホッケの場合、前者については、

一部の体長範囲 (26~31cm) において38kHzおよび120kHzにおけるTSの特性が調べられた¹⁷⁾が、それ以外には有用な知見がほとんど無い。後者については、本種が鰾を持たないため音響反射強度、すなわちTS自体が弱い、一生のうち海底付近に分布する時間が長い、といったことが考えられ、海底デッドゾーン (探知不能範囲) の影響を無視できない、などの不利な特徴を持ち合わせている。

・トロール採集調査：2000年より新規加入量のモニタリングとして、9~12月に複数回、稚内ノース場 (以下、ノース場) において調査船北洋丸によるトロール調査を実施している。複数年のデータが蓄積されてきたところであるが、現時点では、この調査でどの程度、新規加入規模をおさえることができるかは、未だ見えていない。例えば、VPAによる0歳時資源尾数との相関関係をとると、対応関係がみられているものの高い相関とはいえない。これには、上記のとおりVPA値自体の確からしさに保証がないこと、そして、密度調査に典型的な問題として、調査を行った時期、場所の密度指数が、全体の年級群豊度を反映できているかどうか、といった問題があろう。日本海~オホーツク海に分布するホッケの新規発生群のすべてがこの時期にノース場を通過するわけではないので、どこまで代表性があるか、ということと、得られたデータを豊度を示す指数としてどのように表現するかという統計処理上の課題もある。しかし、状況的にみれば、沖底を主体とする日本海漁業への新規加入量を、ノース場において秋季に調査することはきわめて重要である。今後とも継続してデータを重ね、加えて、これらの課題を克服するための検討を進める必要がある。

(3) 資源量指数 (CPUE)

上記(2)の調査船調査を実施している同時期、同海域では、沖底漁業でも0歳魚 (新規加入群) が漁獲対象となっており、この漁獲努力量を推定できれば、ノース場海域のCPUEとして、新規加入動向の指標になる可能性はある。ノース場海域以外でもオホーツク海や天売・焼尻島周辺海域でも同様である。沖底漁業の努力量には、沖底統計やその基資料の“曳網数”が用いられる。しかし、海区ごとの記録値自体がラフであり、資源計算に活用できるような正確性が保証されないうえに、スケトウダラやカレイ類など、その時に主対象として狙った魚種によって、ホッケへの漁獲効率が大きく異なることが想定される。ノース場の秋季の漁獲量を曳網数で除したCPUE値の推移は、現時点では資源動向を示す参考値程度の扱いとなっている。しかし、調査船調査同様に、秋季のノース場などの沖底漁業による漁獲動向は新規加入動向に大きく依存しており、ホッケの資源評価において重要であることは間違いない。漁獲物モニタリングの充実や操業実態の

詳細把握などを通じて、CPUEによる評価の向上につとめることは喫緊の課題といえる。

引用文献

- 1) 金田友紀：札文島周辺のホッケ産卵場。育てる漁業。263, 2-4 (1995)
- 2) ホッケ研究グループ：北海道周辺海域のホッケの分布、回遊。最近のホッケの調査研究。44-59 (1983)
- 3) 蒲原八郎：ホッケの研究 (II) -産卵生態-。ホッケの研究。3-23 (1958)
- 4) 星野 昇, 高嶋孝寛, 渡野邊雅道, 藤岡 崇：北海道南部沿岸域におけるホッケ資源の年齢構造および漁獲動向。北水試研報。76, 1-11 (2009)
- 5) 土門和子, 鳥澤 雅：稚魚ネット表層曳きによるホッケ稚魚採集個体数の日周変化 (短報)。北水試研報。35, 61-62 (1990)
- 6) 島崎健二, 久新健一郎：オホーツク海に出現するホッケ幼魚群。北大水産彙報。33(4), 229-239 (1982)
- 7) 高嶋孝寛, 星野 昇, 板谷和彦, 三橋正基：道西日本海に分布するホッケの耳石輪紋形成周期と成長。2009 (平成 21) 年度日本水産学会春季大会講演要旨集。137 (2009)
- 8) 高嶋孝寛, 星野 昇, 板谷和彦, 三橋正基：道西日本海におけるホッケ雌の成熟率。平成 20 年度日本水産学会春季大会講演要旨集。8 (2008)
- 9) 八吹圭三：ホッケの耳石染色法による年齢査定と根室海峡における成長。北日本底魚部会報。27, 39-48 (1994)
- 10) 北海道立水産試験場：種族, ホッケとその漁業。26-28 (1953)
- 11) Kyusin K. and Kinoshita T. : Some considerations on the populations of Atka fish, *Pleurogrammus azonus*, caught by drag net in the west coastal waters of Hokkaido in spring. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ. X, 3, 211-221 (1959)
- 12) 北片正章, 中道克夫, 山本正義, 石川政雄：ホッケの集合特性の研究 I。北水研報。33, 94-108 (1967)
- 13) 入江隆彦：ホッケの資源評価について。最近のホッケの調査研究。79-82 (1983)
- 14) 小林時正, 入江隆彦, 加賀吉栄, 佐々木正義：ホッケの酵素多型と地理的変異。昭和 59 年度日本水産学会講演要旨集。20 (1984)
- 15) 入江隆彦：3. ホッケ資源とその管理。漁業資源研究会議報。25, 74-97 (1986)
- 16) 夏日雅史：ホッケの漁獲量変動から見た道北群と道

南群の境界線. 北水試だより. 66, 15-18 (2004)

- 17) 高嶋孝寛: 海中垂下されたホッケ *Pleurogrammus azonus* のターゲット・ストレングス. 北水試研報. 70, 73-80 (2006)

Ⅱ. 耳石による年齢査定

高嶋孝寛

1. ホッケ耳石の摘出と保存

1.1 使用する器具・資材 (図Ⅱ-1)

まな板, 包丁, ピンセット, ペーパータオル, 水を入れたシャーレ, マイクロウェル・プレート (96穴), マイクロチューブ (0.5~0.6ml)

1.2 耳石の位置と摘出 (図Ⅱ-2~5)

- 1) 頭部を切開し, 耳石 (扁平石) を摘出する (コラム: 耳石摘出のコツを参照)。
- 2) 取り出した耳石から, 水やペーパータオルを用いて組織片等を除去する^{※1}。
- 3) 耳石をマイクロウェル・プレート (96穴) に移し, このまま乾燥させる。

耳石摘出のコツ

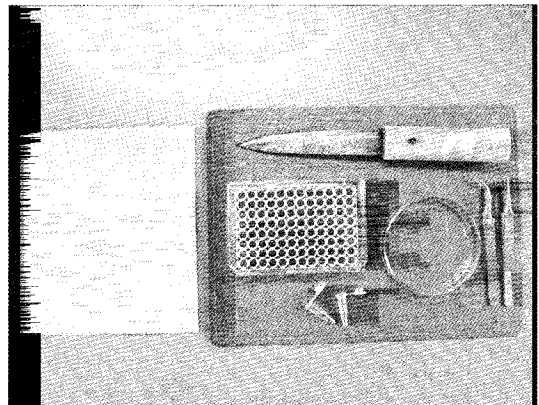
ホッケの頭部骨格には適度な堅さとしなやかさがあり, 体軸方向の切開が容易なので, これを利用すると良い。

まず, 眼窩に指をかけ, 体軸方向にまっすぐ包丁を入れて脳と脊髄を露出させる (図Ⅱ-2, 3)。

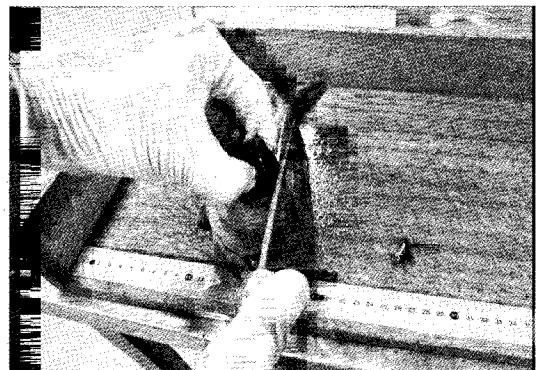
次に脳・脊髄を除去する (図Ⅱ-4) と, 小脳があった位置の奥に左右一対のくぼみがある。そこに一つずつ耳石がある (図Ⅱ-5) ので, これらをピンセットで摘み出す。慣れると, 脳髄を取り除かずに切開するだけで, 耳石を取り出すことができる。

1.3 耳石の保存

静置できる環境があれば, マイクロウェル・プレート (96穴) に入れたまま保管して構わないが, 長期保存や輸送する場合は乾燥後, 1個体分 (1対) ずつの耳石を0.5~0.6ml容量のマイクロチューブに移し替えて保管する^{※2~4}。



図Ⅱ-1 耳石摘出・保存に使用する道具類 (まな板を除く)



図Ⅱ-2 魚体と包丁の構え方



図Ⅱ-3 脳と脊髄の露出



図II-4 脳と脊髄の除去



図II-5 露出した耳石

- ※1 耳石をペーパータオル上で転がすことで周辺組織を破壊でき、その後、水中で軽くすすぐことで、ほとんどの付着物を取り除くことができる。
- ※2 チューブ内を水やアルコールで満たす必要はない。耳石を水に長時間漬けると、脆くなることがある。
- ※3 10~20個体分ずつ小袋に小分けして整理しておけば、使用するときにも取り出しやすい。
- ※4 以前は薬包紙に耳石を包んで保管する方法がもちいられていたが、過乾燥と圧迫により耳石が頻繁に破損する。

2. ホッケ耳石の外観と各部位の名称

ホッケ耳石（右側）について、体側側および体軸側のそれぞれから撮影した画像を、各部の名称とともに示した（図II-6）。

これ以降、短軸断面（背方-腹方）について薄片加工してプレパラートを作製し、それらを観察する。

なお、薄片プレパラート標本においては、主に体軸側の腹方から裂溝にかけて観察する。

3. ホッケ耳石のプレパラート作製

3.1 使用する機材、器具・資材

実験室機材類（図II-7~9）：

- ①平面研磨機^{※1}，②硬組織カッター，③実験室用ホットプレート

器具類（図II-10）：

- ④ピンセット，⑤スライドグラス治具^{※2}，⑥ダイヤルキャリパー（厚み測定用ノギス）

資材・消耗品類（図II-10，11）：

- ⑦アクリル小片（28mm×15mm×3mm）^{※3}，⑧竹ビーズ（大抵、ガラス製），⑨瞬間接着剤，⑩ポリ包埋ケース（内側長辺30mm），⑪ラベル用紙片（25mm×10mm），⑫包埋樹脂（ポリアクリレート樹脂），⑬研磨機用のり付き耐水研磨紙（#600程度），⑭スライドグラス（スリ加工あり），⑮エポキシ接着剤，⑯輪ゴム（内径25mm程度・写真なし），⑰透明マニキュアあるいは透明ラッカー

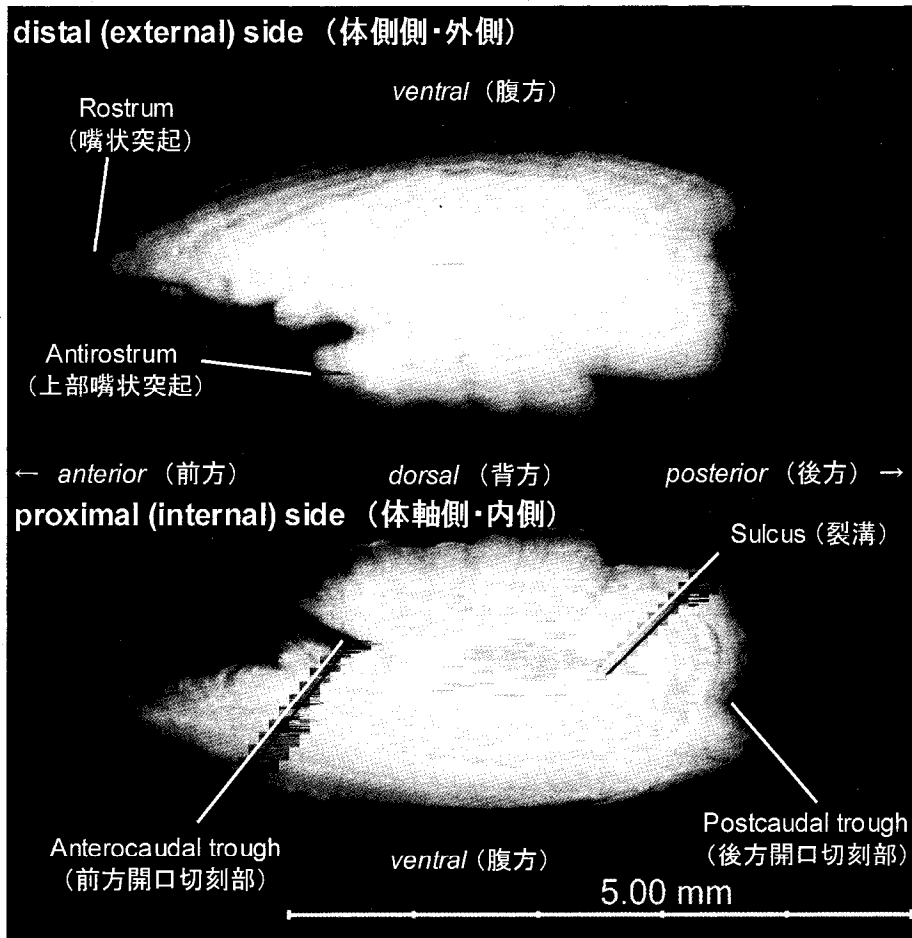
※1 用意できない場合は、ガラス平板と#600~#1000程度の耐水研磨紙を使い、手作業で研磨する。

※2 シリコンゴムで自作する。小型吸盤で代用可。

※3 3mm厚のアクリル板から切り出して使用する。縦および横のサイズはおおよそその目安。ポリ包埋ケースに無理なく収まることサイズが条件。

3.2 包埋

- 1) アクリル小片に竹ビーズを接着し^{※4}，耳石を固定するための台座をつくる（図II-12，13）^{※5}。
- 2) 瞬間接着剤を用い、台座にホッケ耳石を立て掛けながら貼り付けていく（図II-14）^{※6~8}。耳石の中心を台座の縁に揃えること^{※9}。



図II-6 ホッケ耳石（右側）の外観と各部位の名称

- 3) 貼り付け終わったら、接着剤が硬化するまで静置する^{※10}。
- 4) 樹脂ブロックに埋め込むラベルを鉛筆で書く^{※11}。
- 5) 少量の包埋樹脂（テクノビット）により、包埋ケースの底にラベルと耳石を固定した台座を接着する（図II-15）^{※12, 13}。ラベルは台座とケース底との間に挟み、記入面が外側から見えるように、底（下）に向ける。
- 6) 樹脂が硬化するまで1時間程度放置する。
- 7) 包埋用の樹脂を調合する^{※14}。テクノビット4004あるいは4006の場合、粉末16gにつき、10mlの液剤^{※15}を加え、手早く混合する。
- 8) 調合した樹脂を、耳石と台座を固定した包埋ケースに静かに注ぎ（図II-16）^{※16}、そのまま1時間程度放置して硬化させる。

※4 接触面積が少ない場合、瞬間接着剤は接着強度が弱くなるので、汎用の速乾性接着剤を使うとよい。

- ※5 アクリル小片1つにつき、ビーズ4個を等間隔に貼り付けて長辺を4領域に区切る。1領域につき5個の耳石を固定すると、1ブロックに20個の耳石を包埋することができる。
- ※6 各領域の一つめの耳石は、仕切りのビーズに立て掛け、二つめからは、前に貼り付けた耳石に立て掛ける。
- ※7 1～20の番号の耳石が台座の端から順に並び、かつ5個ごとにビーズで仕切られると仮定すると、1→6→11→16→2→7→12→17・・・の順に耳石を貼り付けていくと接着剤を硬化させるための待ち時間を最短にできる。
- ※8 耳石の腹側を台座に接着すると作業しやすい。
- ※9 理想的には核の位置を揃えるべきであるが、この段階での正確な位置特定はほぼ不可能。次善の策として、裂溝が最も狭くなる位置（理論上の核の位置）の裏側（体側側）に、顕視下で鉛筆でマークしておく作業性がよい。
- ※10 接着強度に不安がある場合は、貼り付け作業後に耳

石の上から接着剤を追加してもよい。

※11 油性インクは樹脂（テクノビット）に溶けてしまうので避ける。

※12 テクノビットは刺激臭を発生するので、ここから包埋樹脂の硬化完了までの作業については、ドラフトチャンバーなどの排気設備を利用する。

※13 包埋ケースに少量（微量薬匙で山盛り3～5杯程度）のテクノビット粉剤を入れる。次に0.5m程度のテクノビット液剤を垂らし、手早く混合する。テクノビットは粉剤と液剤を混合した瞬間から硬化が始まるので操作に時間をかけられないが、攪拌は液剤が粉剤に満遍なくゆきわたる程度で十分である。

※14 使い捨てのポリビーカーが混合容器として使いやすい。

※15 この量で4ブロック（包埋容器4個分）の包埋が可能

※16 作業可能時間は、混合開始から1分程度。

3.3 切断・薄片化

1) 硬化したブロックを包埋ケースから外す。

2) 必要に応じて、ブロックを整形する。例えば、バリがあるとカッターのチャックに固定しにくいので、削り取しておく。

3) 硬組織カッターを用い、台座の辺（耳石を貼り付けた側）に沿ってブロックを両断する（一次切断；図II-17）
※17。

4) 両断されたブロックのうち、台座がある側の切断面を、平面研磨機を用いて平滑に修正する※18。

5) スライドガラスのスリ加工部分に油性インクでラベル情報を書く。

6) エポキシ接着剤を調合し、スライドガラスの裏面（スリ加工されていない面）の中央部に塗布する。さらに、塗布面を上にしてスライドガラスを、ホットプレート上に置き、暖める※19。ホットプレートの設定温度は100℃程度とする。

7) ブロックの切断面を、エポキシ接着剤を塗布したスライドガラスに押しつける。できるだけ気泡を挟まないように注意する。

8) 接着面に大きな気泡がないことを確認し、輪ゴムや大型洗濯バサミなどでブロックとスライドガラスとを固定す

る。接着剤が完全に硬化するまで1～2時間静置する※20（図II-18）。

9) ブロックを、接着したスライドガラスとともに再度、硬組織カッターにセットし、スライドガラス側に0.2～0.5mm程度の厚みを残してブロックを切り落とす（二次切断；図II-19）。

10) スライドガラスに残った樹脂ブロックの薄片を、平面研磨機を用いて0.1mm程度の厚さまで研磨する（図II-20）※21。ときどき、ダイヤルキャリパーや実体顕微鏡で厚さをチェックしながら作業し、削りすぎに注意する※22。

11) 適切な厚みまで研磨したことを確認後、研磨面に透明ラッカーあるいは透明マニキュアを塗布する※23。エッチングや染色は特に必要ない。

12) ラッカーが乾燥したら、プレパラートは完成（図II-21）。

※17 このとき、ブロックのうち、ブレードの厚みに相当する部分は削られて消失してしまうことに注意。

※18 あまり神経質に研磨する必要はないが、ここで残ったキズや歪みは、スライドガラスを貼り付けた後は修正することができない。

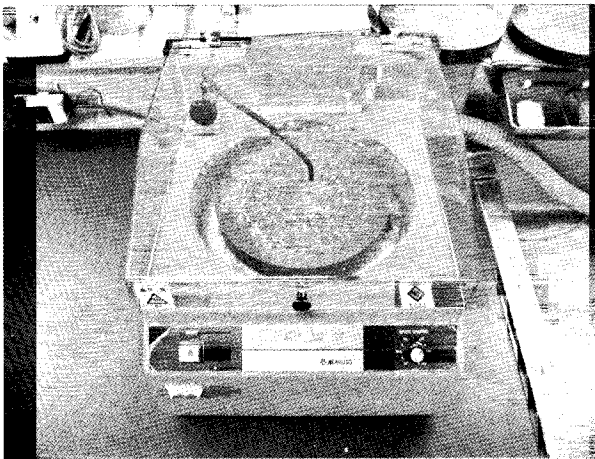
※19 この操作をする理由は2つある。一つはエポキシ接着剤は暖まると粘度が減るので、この特性を利用して1～2分静置、あるいは薬匙などで静かに攪拌して気泡を追い出すことができる。もう一つは、暖めると硬化が早まるので、そのための待ち時間を短縮するためである。

※20 6)でホットプレートを利用できない場合は、7～8時間の静置が必要。

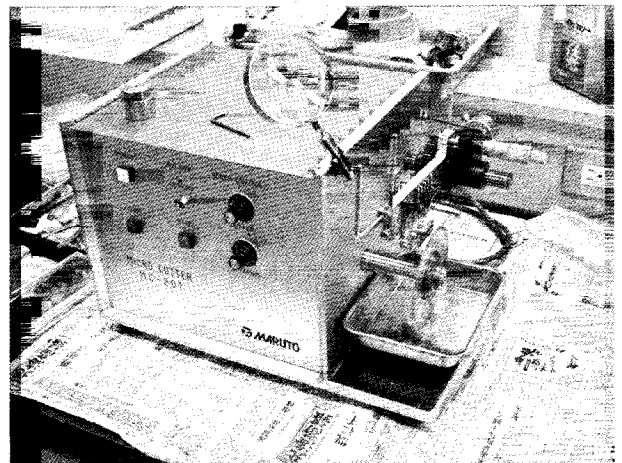
※21 スライドガラスを、適切な力で耐水研磨紙を貼り付けた円盤に押しつけながら支持するために、シリコンゴムで製作した治具（図II-10の⑤）を使用する。この作業を安全に行うために、研磨面に均等に力がかかるように注意しながら研磨する。

※22 黒色の竹ビーズは、厚さ0.2mmを割り込むと光が透過しはじめ、赤みがかってくるので、厚さの目安にできる（図II-20）。

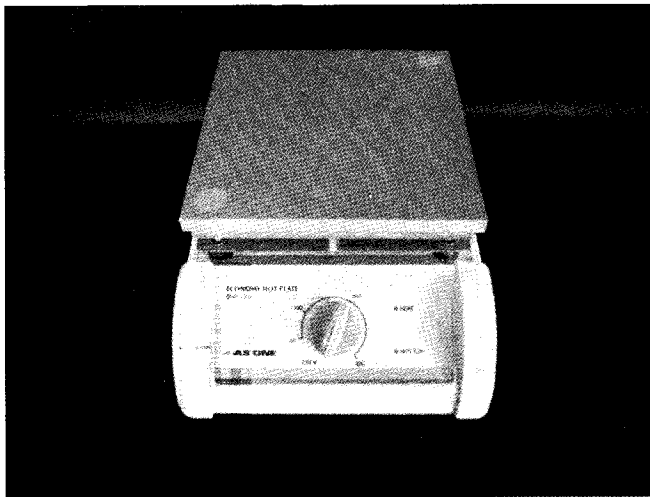
※23 これにより、研磨キズはほとんど見えなくなり、仕上げ磨きが不要になる。



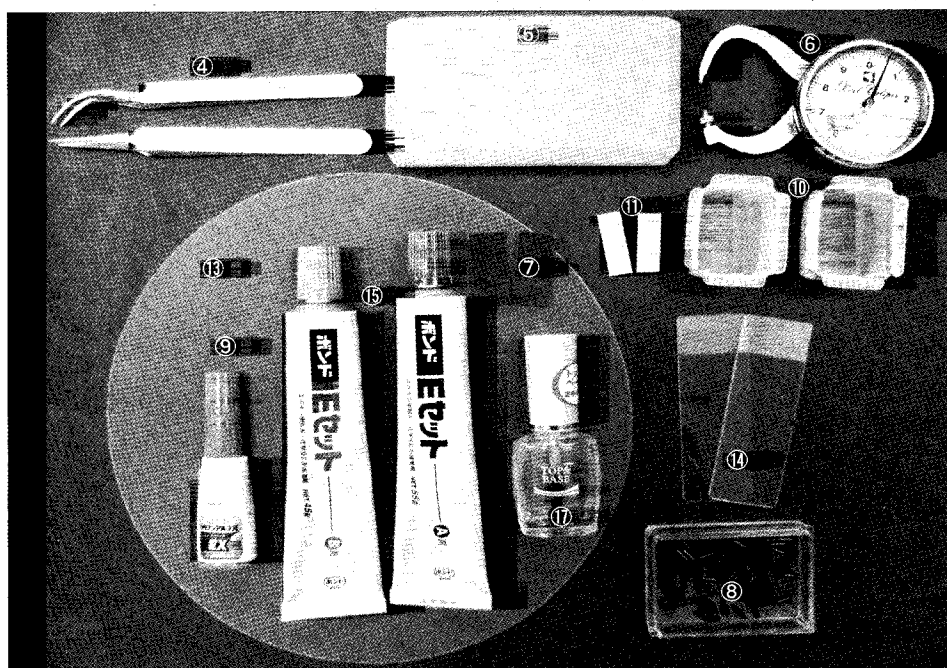
図Ⅱ-7 平面研磨機 (①) (マルトー・ML-180)



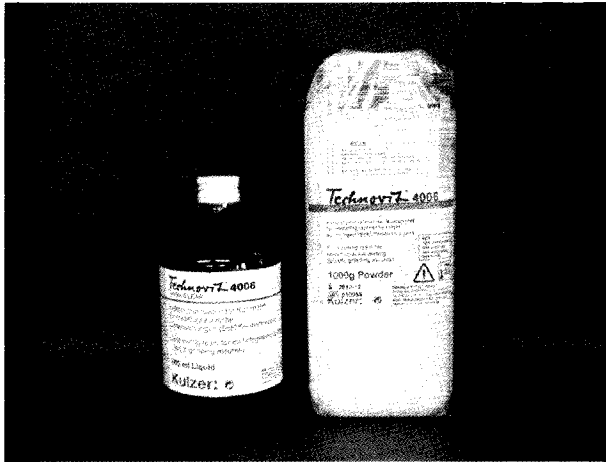
図Ⅱ-8 硬組織カッター (②) (マルトー・MC-201)



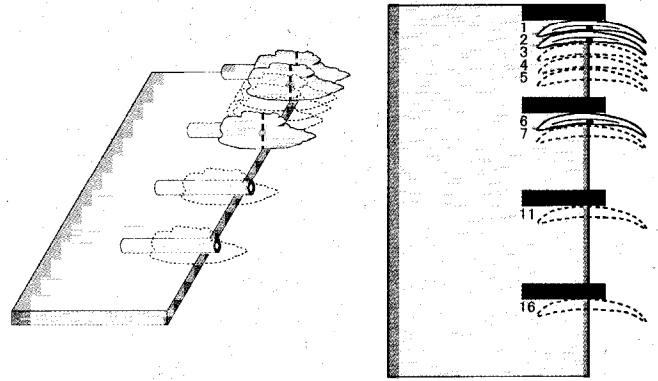
図Ⅱ-9 実験室用ホットプレート (③) (アズワン・EHP-170)



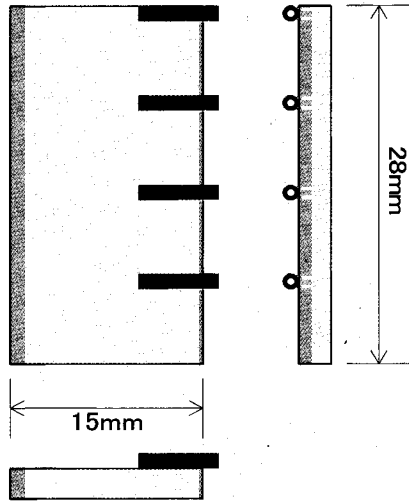
図Ⅱ-10 そのほかの操作器具・資材 (包埋樹脂を除く)



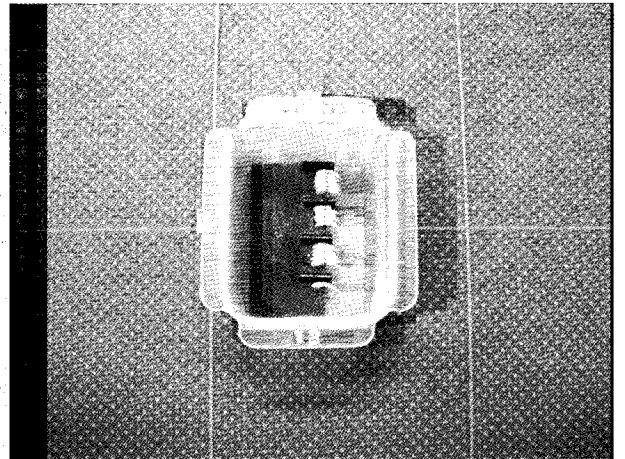
図Ⅱ-11 包埋樹脂 (⑫) (独 Kulzer 社・テクノビット 4006)



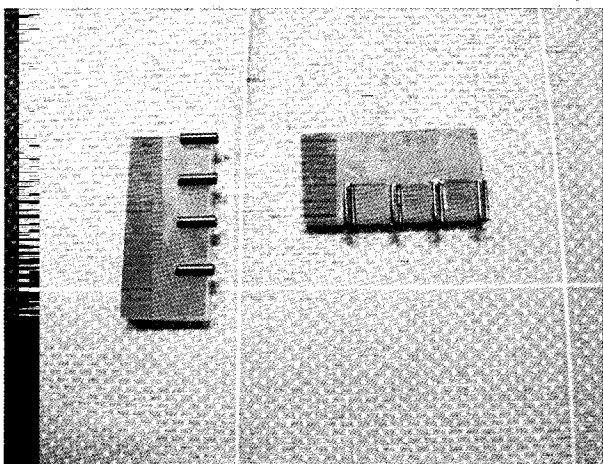
図Ⅱ-14 台座への耳石貼り付け



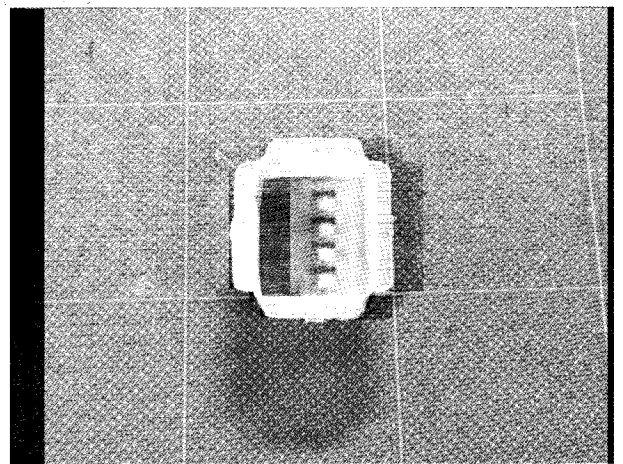
図Ⅱ-12 台座の寸法図



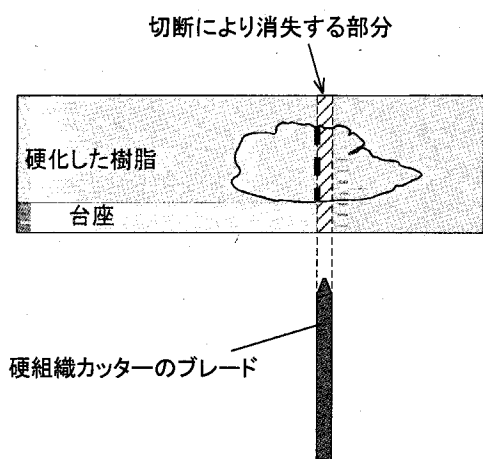
図Ⅱ-15 包埋ケースに接着された台座 (耳石貼付済)



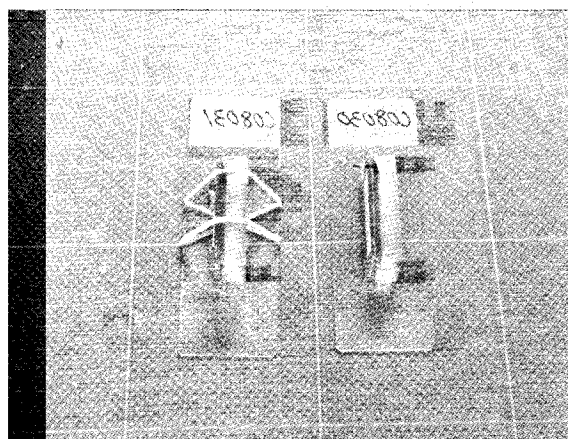
図Ⅱ-13 台座



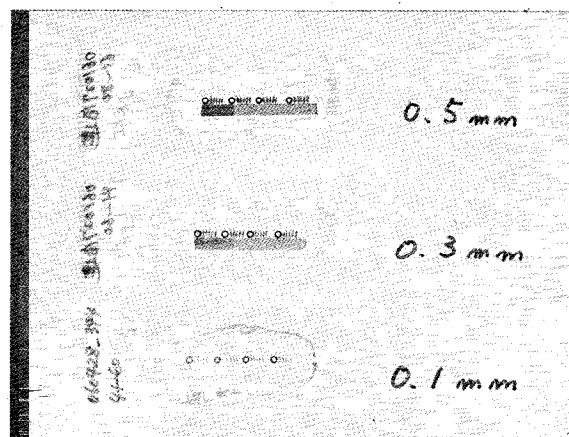
図Ⅱ-16 樹脂を流し込んだ包埋ケース



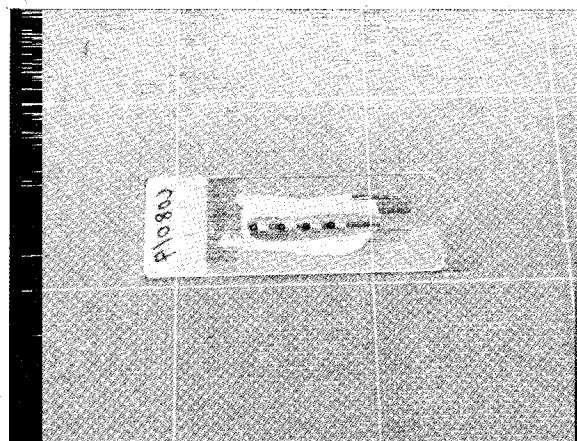
図II-17 一次切断の概略



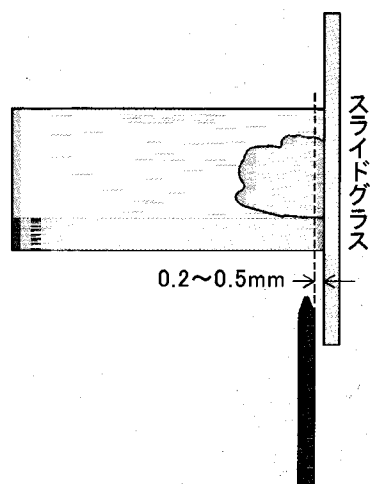
図II-18 ブロックを貼り付けたスライドガラス
右は輪ゴムを外した状態
ラベル文字が裏返しになっていることに注目



図II-20 薄片厚の違いによる光の透過具合の差
ビーズ（薄片中に円形に見える）の色の違いに注目



図II-21 完成したプレパラート



図II-19 二次切断の概略

4. 耳石断面からの情報取得と解釈の方法

4.1 観察

- 1) 3. で完成したプレパラートを、実体顕微鏡あるいは生物顕微鏡（正立型・倒立型）で明視野観察により観察する。実体顕微鏡では落射光観察が可能（Box：観察環境，参照）。
- 2) それぞれの耳石断面について、腹側から体軸側にかけての領域に注目し、不透明帯，透明帯，リングに関する情報^{*1}を読み取る（図II-22）。記録は、リングの本数と縁辺部の状態（透明帯であるか，不透明帯であるか）について行う。なお，ここではホッケ耳石の輪紋は，内側から縁辺に向かって，不透明帯→透明帯→リング→不透明帯・・・の順で形成される^りものと仮定しており，透明帯内縁（＝不透明帯外縁）にリング状の紋様が観察されたとしても^{**}，リングとしては記録しない。

観察環境

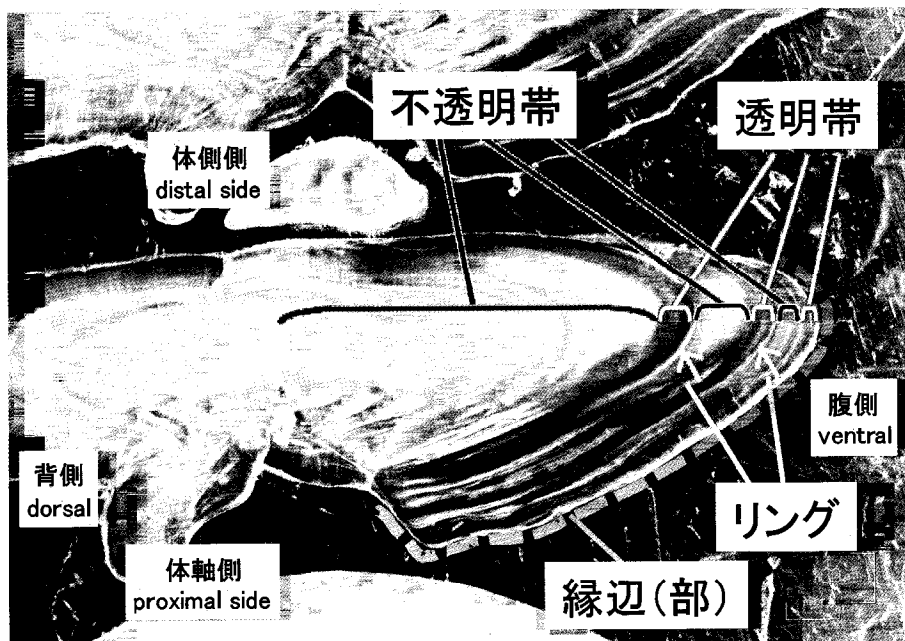
スケトウダラの耳石切片からの年輪の読み取りでは，黒色背地一反射光（落射光）の環境が推奨されている^{4,5}。ホッケでも耳石プレパラートから直接情報を読み取る場合は，やはり同様の環境が向いているようである。

客観的な観察結果を得るために，複数の観察者による読み合わせを実施している魚種がある。しかし，観察者の勤務地が互いに異なる場合，読み合わせのためにはプレパラートを輸送しなくてはならず，その際に標本破損のリスクが付きまとう。また，プレパラートには直接にマーク等を書き込むことが難しいため，観察者間で具体的にどのように情報を読み取ったのかを伝達しにくい。

これらの問題の解決手段として，作成した耳石断面を写真撮影し，電子画像により査定や読み合わせする方法がある。しかし，実体顕微鏡は生物顕微鏡と比較して相対的にレンズの性能が低いため，カメラを接続して写真を撮っても鮮明な画像が得にくい。そこで鮮明な耳石断面画像を得るために生物顕微鏡を使うことになるが，その場合，多くの生物顕微鏡が落射光観察に対応していない問題が浮上する。

この問題は，透過光で撮影した電子画像をネガポジ変換することで解決できる。こうして得られた画像の色彩は落射光観察に近くなり，なおかつ画像の品質は生物顕微鏡レベルを維持できる。また，最近の画像処理ソフトウェアには複数ファイルの一括処理機能を持ったものもあるため，それらを利用すれば変換の手間も多くはかからない。

なお，電子画像を利用した年齢査定の利点と欠点については，ミナミマグロ年齢査定マニュアル⁶に詳しく記述されている。



図II-22 ホッケ耳石断面と部位の呼称

※1 「不透明帯」ならびに「透明帯」は、魚類における耳石の任意領域の形質について、光線の透過具合を根拠として一般的に利用されている呼称である。一方、本稿での「リング」は、それまで停滞していた耳石の成長が再開することにより生じる境界面の断面像（筋状に観察される）を指し、文献によってはこれを「輪紋」と記述している²⁾場合もある。本稿では「輪紋」を、不透明帯・透明帯を含めた耳石断面の紋様の総称として用いることとする。なお、リングは魚種によっては観察されないものがあり（スケトウダラなど）、これが形成されることはホッケ耳石断面の特徴のひとつと言える。

※2 日本海の標本では、しばしば観察される。

4.2 年齢への変換

4.1で記録した個体ごとの情報を、変換テーブル（図II-23）にしたがって年齢に変換する。概略すると、加齢日（年齢基準日）を1月1日とし、ロウソクボッケ（0歳秋）以降の標本魚について、1~6月に採集され、なおかつ縁辺部が透明帯であった個体については、観察されたリング数に1を加算して年齢とするが、それ以外についてはリング数をそのまま年齢に読み替える。この変換テーブルは、ホッケの耳石輪紋が年周期的に形成されること³⁾に基づいている。

o: 不透明帯, t: 透明帯

年	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
形成される形質	主に透明帯											
生活史	産卵(産卵期)											
記録: r-m												
r: リング数												
m: 縁辺状態	0-t											
年齢換算(m=o)	r											
年齢換算(m=t)	r											
年齢	0											

年	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1	Y+1
月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
形成される形質	主に透明帯			透明帯から不透明帯	主に不透明帯			不透明帯から透明帯	主に透明帯			
生活史	産卵(産卵期)											
記録: r-m												
r: リング数												
m: 縁辺状態	0-t	0-t	0-t	0-t	1-o		1-o	1-o		1-t	1-t	1-t
年齢換算(m=o)	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
年齢換算(m=t)	r+1	r+1	r+1	r+1	r+1	r+1	r	r	r	r	r	r
年齢	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

年	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2	Y+2
月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
形成される形質	主に透明帯			透明帯から不透明帯	主に不透明帯			不透明帯から透明帯	主に透明帯			
生活史	産卵(産卵期)											
記録: r-m												
r: リング数												
m: 縁辺状態	1-t	1-t	1-t	1-t	2-o		2-o	2-o		2-t	2-t	2-t
年齢換算(m=o)	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
年齢換算(m=t)	r+1	r+1	r+1	r+1	r+1	r+1	r	r	r	r	r	r
年齢	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

図II-23 ホッケ耳石観察記録→年齢変換テーブル

5. 観察・年齢査定例

ここでは、標本魚の耳石断面観察と年齢査定の実例を、いくつか示す。

多くは道北日本海海域(留萌沖)で採集された標本魚であるが、道南海域ならびに根室海峡海域の標本についても数例示した。

各例で示した耳石断面写真は、すべて透過光で電子画像として撮影し、その後、ネガポジ反転処理を施したものである。

- 観察・査定例 1: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本
 観察・査定例 2: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本
 観察・査定例 3: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本

- 観察・査定例 4: 道北日本海 試験調査船おやしお丸(小型トロール)標本
 観察・査定例 5: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本
 観察・査定例 6: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本
 観察・査定例 7: 道北日本海 試験調査船おやしお丸(小型トロール)標本
 観察・査定例 8: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本
 観察・査定例 9: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本
 観察・査定例10: 道央日本海 刺し網漁獲物標本
 観察・査定例11: 道央日本海 底建網漁獲物標本
 観察・査定例12: 道北日本海 沖合底びき網漁獲物標本
 観察・査定例13: 道南日本海 ほっけかご漁獲物標本
 観察・査定例14: 道南太平洋 底建網(砂原)漁獲物標本
 観察・査定例15: 根室海峡 刺し網(羅臼)漁獲物標本



観察・査定例 1

採集日: 2007年12月10日

採集方法(漁法): 沖合底びき網

体長: 200mm

性別: ♀

いわゆるロウソクポケ(着底幼魚)。

リング(透明帯外側・不透明帯内側の筋状構造)は観察されない。

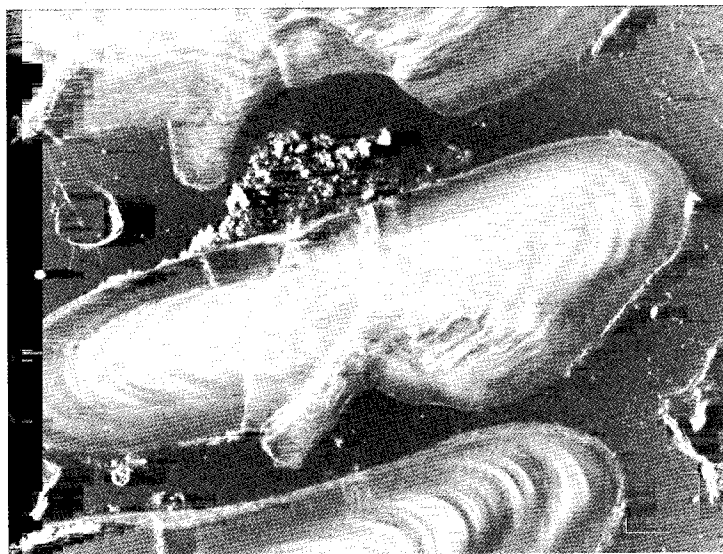
観察結果

リング数: 0

縁辺部: 透明帯

変換ルール: 年齢=リング数 (7~12月採集)

年齢査定結果: 0歳



観察・査定例 2

採集日: 2007年4月16日

採集方法(漁法): 沖合底びき網

体長: 223mm

性別: ♂

ハルポケと呼ばれる春季に漁獲された小型魚。リングは観察されない。

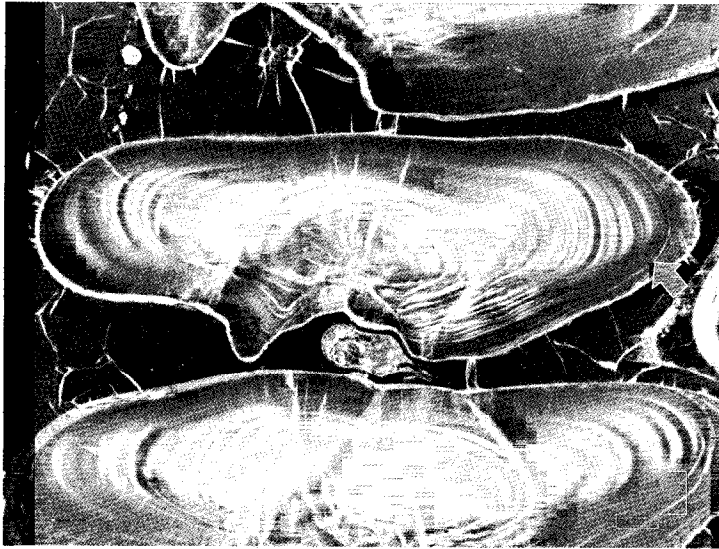
観察結果

リング数: 0

縁辺部: 透明帯

変換ルール: 年齢=リング数+1 (1~6月採集・透明帯)

年齢査定結果: 1歳



観察・査定例 3

採集日：2007年5月9日

採集方法（漁法）：沖合底びき網

体長：222mm

性別：♀

これもハルボツケだが、縁辺部に不透明帯が形成され、その内側にリングを観察できる。

（写真中の矢印はリングを指す）

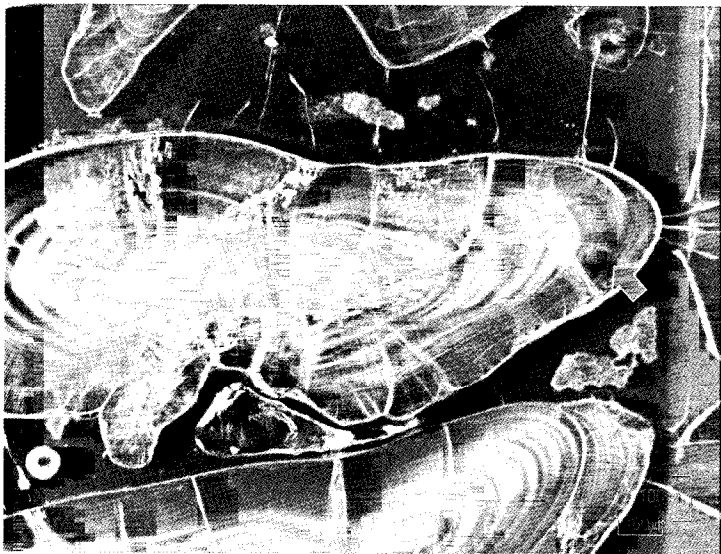
観察結果

リング数：1

縁辺部：不透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（1～6月採集・不透明帯）

年齢査定結果：1歳



観察・査定例 4

採集日：2007年8月24日

採集方法（漁法）：小型トロール網（試験調査船おやしお丸）

体長：261mm

性別：♀

調査船おやしお丸によるトロール調査で夏季に採集された標本魚。

例3と比べ、縁辺部の不透明帯が厚みを増している。

（矢印はリングを指す）

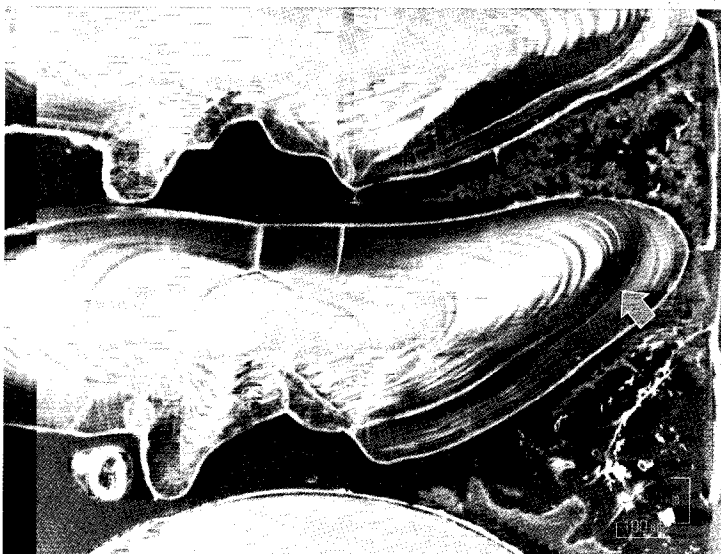
観察結果

リング数：1

縁辺部：不透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（7～12月採集）

年齢査定結果：1歳



観察・査定例 5

採集日：2007年10月10日

採集方法（漁法）：沖合底びき網

体長：275mm

性別：♀

秋季の沖合底びき網で漁獲された標本魚。

縁辺部には再び透明帯が形成されはじめている。

この個体の卵巣はすでに成熟を開始していた。

（矢印はリングを指す）

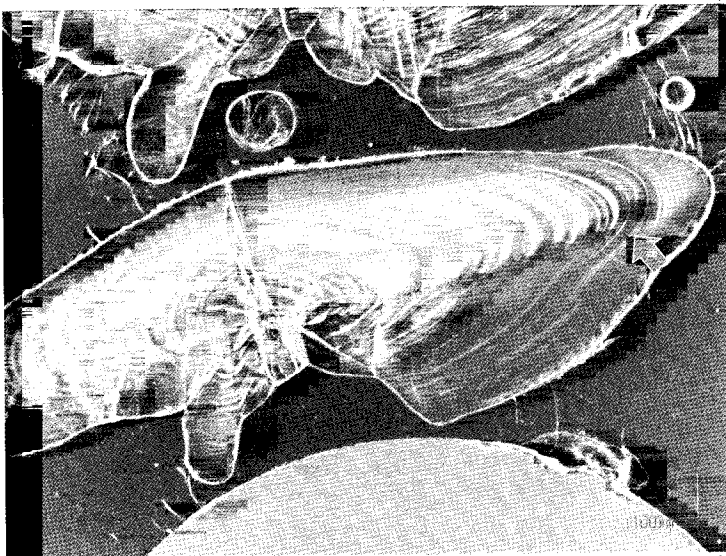
観察結果

リング数：1

縁辺部：透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（7～12月採集）

年齢査定結果：1歳



観察・査定例 6

採集日：2007年3月21日

採集方法（漁法）：沖合底びき網

体長：254mm

性別：♂

例2とほぼ同時期に漁獲された標本魚であるが、1本のリングを観察できる。

縁辺部は透明帯である。

（矢印はリングを指す）

観察結果

リング数：1

縁辺部：透明帯

変換ルール：年齢=リング数+1（1~6月採集・透明帯）

年齢査定結果：2歳



観察・査定例 7

採集日：2007年7月18日

採集方法（漁法）：小型トロール網（試験調査船おやしお丸）

体長：264mm

性別：♂

7月におやしお丸のトロール調査で採集された標本魚。

2本のリングと、縁辺部に薄い不透明帯を観察できる。

透明帯の内側にもリングに似た筋状構造があるが、リングとしては計数しない。（矢印はリングを指す）

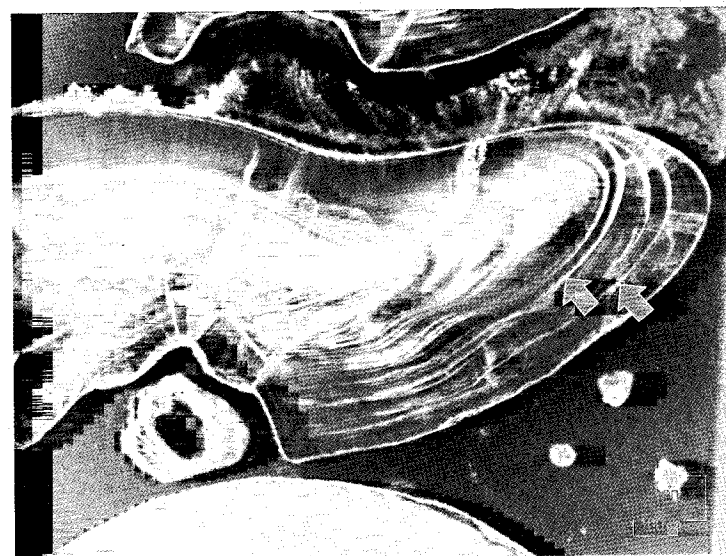
観察結果

リング数：2

縁辺部：不透明帯

変換ルール：年齢=リング数（7~12月採集）

年齢査定結果：2歳



観察・査定例 8

採集日：2007年12月10日

採集方法（漁法）：沖合底びき網

体長：313mm

性別：♀

12月に沖合底びき網により漁獲された経産卵魚。

（矢印はリングを指す）

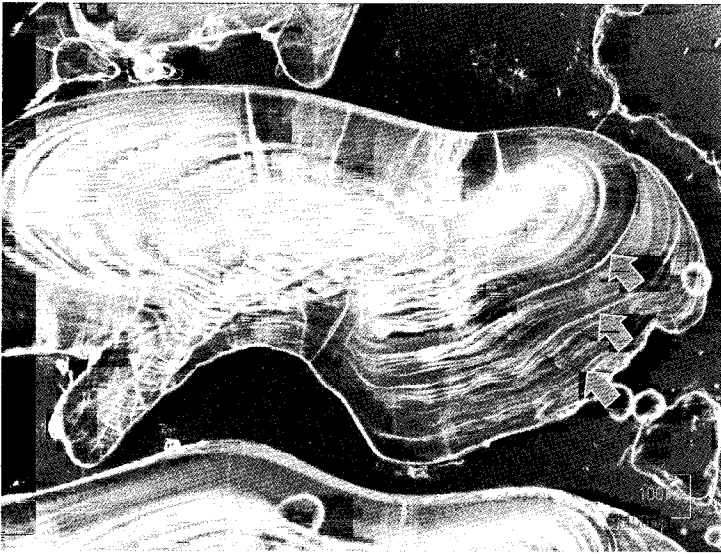
観察結果

リング数：2

縁辺部：不透明帯

変換ルール：年齢=リング数（7~12月採集）

年齢査定結果：2歳



観察・査定例 9

採集日：2007年2月21日

採集方法（漁法）：沖合底びき網

体長：274mm

性別：♂

2月に沖合底びき網により漁獲された標本魚。

3本のリングと、縁辺部に透明帯を観察できる。

（矢印はリングを指す）

観察結果

リング数：3

縁辺部：透明帯

変換ルール：年齢＝リング数＋1（1～6月採集・透明帯）

年齢査定結果：4歳



観察・査定例 10

採集日：2006年5月18日

採集方法（漁法）：刺し網

体長：279mm

性別：♀

5月の刺し網漁獲物標本魚。

リングに似た筋状構造が透明帯外縁-不透明帯内縁以外の場所に形成されているため、判読が困難な例。

3・4本目のリングは、透明帯外縁にあるとみなして観察した。（矢印はリングを指す）

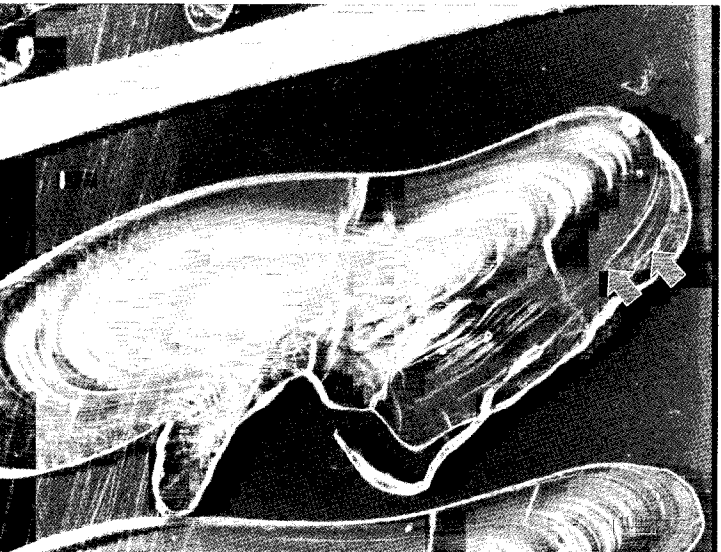
観察結果

リング数：4

縁辺部：透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（1～6月採集・透明帯）

年齢査定結果：5歳



観察・査定例 11

採集日：2007年11月5日

採集方法（漁法）：底建網

体長：288mm

性別：♀

11月に底建網により漁獲された標本魚。

特に高齢ではないと考えられるが、耳石構造が不明瞭で、判読が困難な例。ちなみに、写真の左側に研磨痕が見えるのは、この部分にラッカーが塗布されていないためである。（矢印はリングを指す）

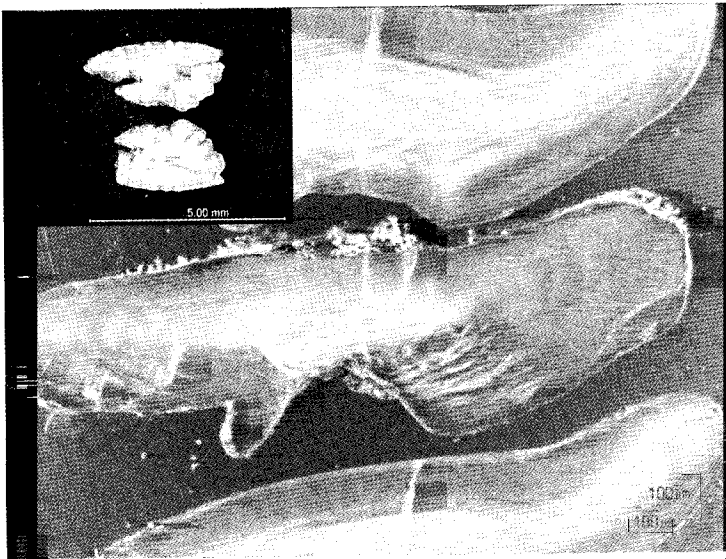
観察結果

リング数：2

縁辺部：透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（7～12月採集）

年齢査定結果：2歳



観察・査定例 12

採集日：2007年4月16日

採集方法（漁法）：沖合底びき網

体長：215mm

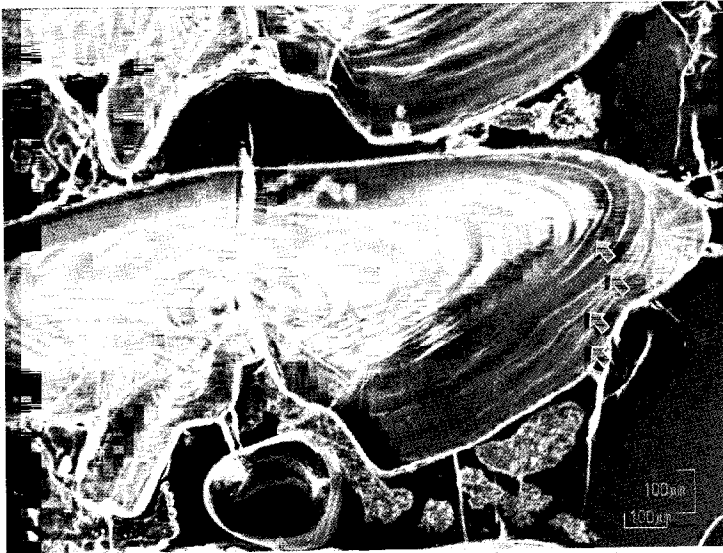
性別：♀

4月に漁獲された小型魚。理由は不明だが、耳石が異常に形成されたと考えられる例。この個体は左右両方の耳石が同様の状態だったので手順に従って右側を加工したが、実際にはどちらかが正常な場合が多いので、そのときは正常の側を選んで加工・観察する。この例ではリングの計数(0)が可能だったが、大型魚などでは困難なため、「年齢不明」とすることもある。

観察結果 リング数：0 縁辺部：透明帯

変換ルール：年齢＝リング数+1（1～6月採集・透明帯）

年齢査定結果：1歳



観察・査定例 13

採集日：2007年5月28日

採集方法（漁法）：ほっけかご

体長：273mm

性別：♀

松前沿岸で営まれているほっけかご漁業による標本魚。漁獲物は4段階以上に銘柄分けされているが、この標本魚は最も小型の「小」から抽出されたものである。魚体サイズの割に高齢であることが分かる。

（矢印はリングを指す）

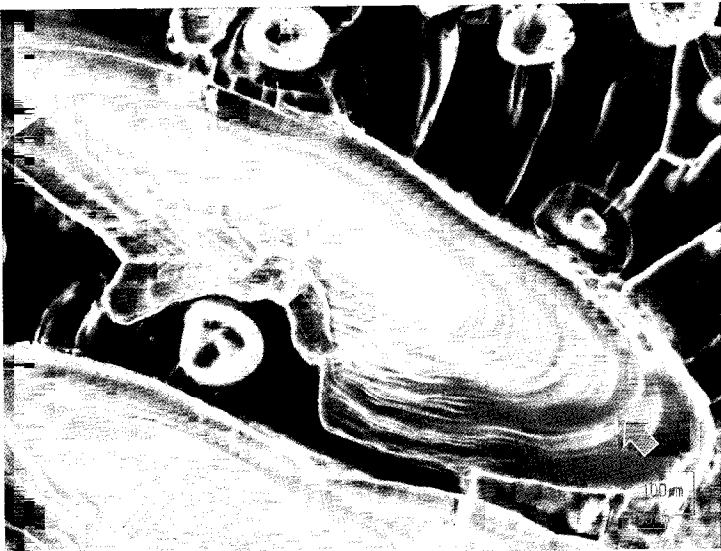
観察結果

リング数：4

縁辺部：不透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（1～6月採集・不透明帯）

年齢査定結果：4歳



観察・査定例 14

採集日：2006年12月7日

採集方法（漁法）：底建網

体長：322mm

性別：♀

噴火湾入口の砂原地区沿岸で漁獲された標本魚。

この地区でも4段階以上に銘柄分けがされており、この標本魚は最も大型の「大」から抽出された。

体長300mmを超える大型魚でありながら、リングは1本しか観察されない。しかも未成熟魚であった。（矢印はリングを指す）

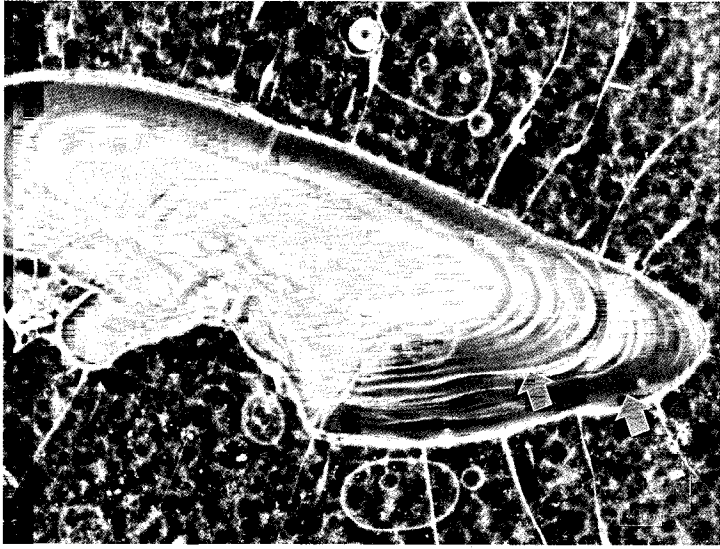
観察結果

リング数：1

縁辺部：透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（7～12月採集）

年齢査定結果：1歳



観察・査定例 15

採集日：2004年6月8日

採集方法（漁法）：刺し網

体長：291mm

性別：♀

羅臼地区沿岸で漁獲された標本魚。

体長は300mmに近いが、リングは2本しか観察されない。

外側のリングは不明瞭であるが、縁辺部に不透明帯が形成され始めている。（釧路水試提供）

（矢印はリングを指す）

観察結果

リング数：2

縁辺部：不透明帯

変換ルール：年齢＝リング数（1～6月採集・不透明帯）

年齢査定結果：2歳

6. 引用文献

- 1) 八吹圭三：ホッケの耳石染色法による年齢査定と根室海峡における成長。漁業資源研究会議 北日本底魚部会報. 27, 39-48 (1994)
- 2) 八吹圭三：ホッケの耳石による年齢査定。漁業資源研究会議 北日本底魚部会報. 23, 25-36 (1990)
- 3) 高嶋孝寛, 星野 昇, 板谷和彦, 三橋正基：道西日本海に分布するホッケの耳石輪紋形成周期と成長。2009（平成21）年度日本水産学会春季大会講演要旨集. 137 (2009)
- 4) 西村 明：耳石によるスケトウダラの年齢査定について（総説）。北水試研報. 42, 37-49 (1993)
- 5) Kouji KOOKA and Keizou YABUKI: Mass-processing method for aging otoliths of walleye Pollock *Theragra chalcogramma* using black resin. *Fish. Sci.* 74, 255-264 (2008)
- 6) Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna: A Manual for age determination of southern bluefin tuna *Thunnus maccoyii*. Report of the Direct Age Estimation Workshop, Attachment E, 36pp. (2002)

Ⅲ. 漁獲動向からみる資源状態

星野 昇, 高嶋孝寛, 浅見大樹, 岡田のぞみ, 室岡瑞恵,
後藤陽子, 渡野邊雅道, 藤岡 崇

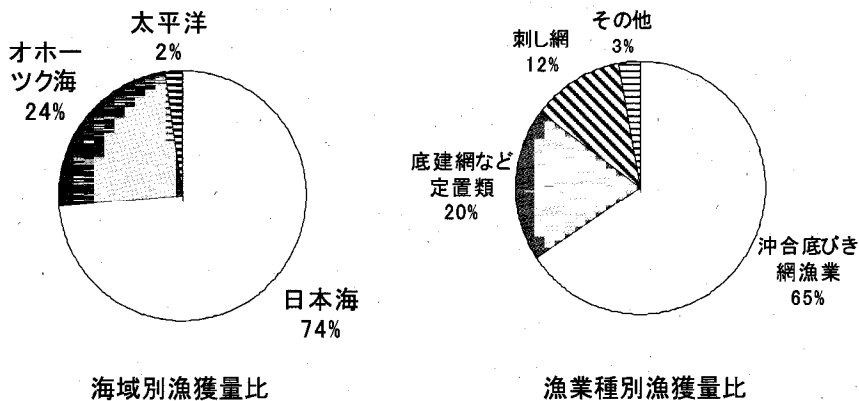
I章で述べたとおり、ホッケは日本海沿岸を中心に繁殖しつつも未成魚期にはオホーツク海など広い範囲に展開する。そのため、あらゆる生活史段階において多種多様な漁法で漁獲される。必然的に、漁獲対象となる資源の年齢・体長組成は海域、地域間、漁業種間で異なり、それぞれの漁獲動向も対象となる年齢層の資源変動を受け、異なる傾向をもって推移する。さらに、各海域に加入する資源の規模は、主要な産卵海域の盛衰に左右され、時代によって漁獲動向に地域特異性を生じさせている。これらのことが、ホッケの資源評価が難しいといわれる理由の本質といえる。そのため、ある地区のある漁業の動向のみでは、その背後にある資源の動きを捉えることは不可能に近い。しかしその一方で、ある程度の広さの地域範囲では、沿岸漁獲量が同種の漁業種間で同期的に年変動していることを見出すこともできる。このような「漁獲の変動単位」ともいえる海域範囲ごとに、対象となっている漁獲物の年齢・体長組成、漁獲量や努力量の推移を精査できれば、本道のホッケ資源全体の中で、それぞれの海域・漁業の動向が持つ「意味」が見えてくると考えられる。

そこで本章では、全道沿岸各地の漁獲動向を地区・漁業種ごとに比較し、いくつかの海域範囲に整理した。そ

して、その海域範囲ごとに漁獲物の年齢・体長組成を、II章の年齢査定技術を用いて推定し、生活史のどの段階が漁獲対象となっているかを把握した。聞き取り情報などもふまえ、各海域範囲の漁獲動向を解釈し、それらを総括することでホッケ資源全体の動向を推察した。

1. 海域範囲ごとの漁業実勢

全道のホッケ漁獲状況を図Ⅲ-1, 2に示す。全道の年間漁獲量は約14万8千トン（2002～2006年の5カ年平均値、北海道水産現勢より）である。そのうち沖底漁業による漁獲が全体の約65%を占め、海域別にはオホーツク海と日本海で多い（図Ⅲ-1）。多産地はいくつかの海域範囲に集中する（図Ⅲ-2）。漁獲量の多い海域としては、羅臼地区を主体とする「①知床半島周辺海域」、紋別地区などを主体とする「②オホーツク中西部海域」、稚内ノース場（ノース場）や礼文・利尻島周辺を主体とする「③宗谷海峡～利礼海域」、天売・焼尻島周辺、武蔵堆、雄冬・余市沖など沖底漁業の操業海域を主体とする「④日本海中部沖海域」、寿都～島牧地区や奥尻島などを主体とする「⑤後志南部～檜山北部周辺海域」、そして全体に占める数量は少ないが、「⑥檜山南部～津軽海峡海域」と「⑦道南太平洋海域」では沿岸漁業の漁獲量が比



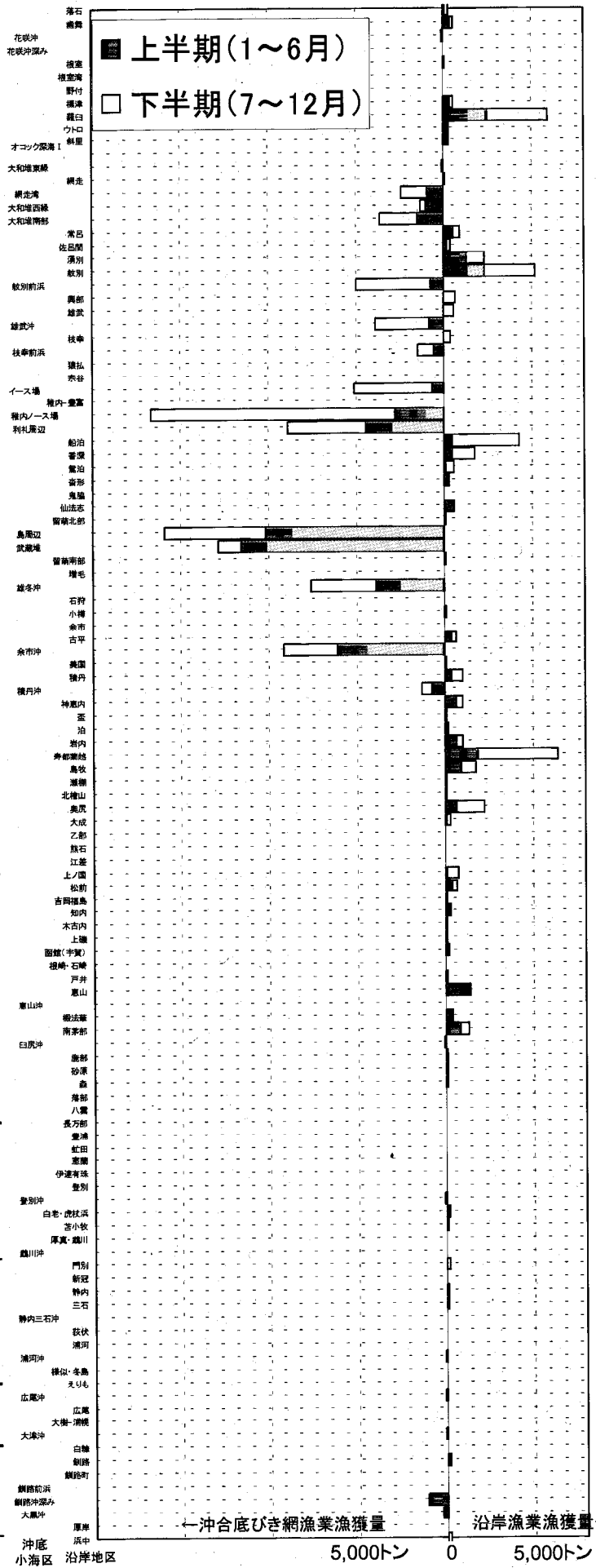
図Ⅲ-1 北海道におけるホッケ漁業の実勢（2002～2006年の5カ年平均）

オホーツク海

日本海

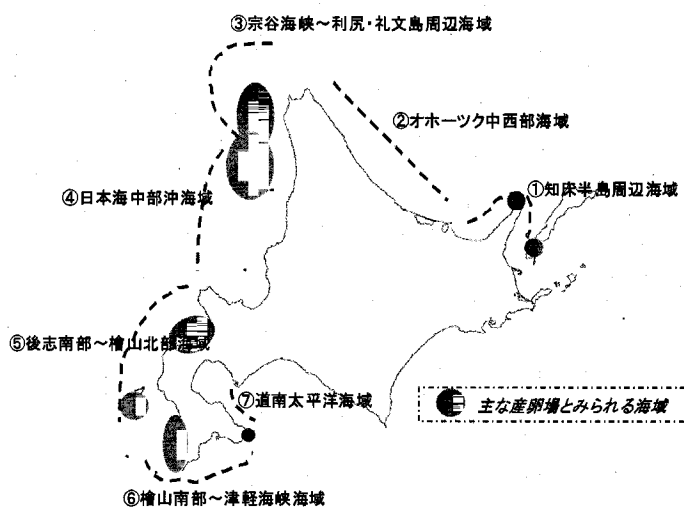
太平洋

根室
網走
宗谷
留萌
後志
檜山
渡島
胆振
日高
十勝
釧路



図Ⅲ-2 北海道における沿岸各地区(右側), 沖底漁場別(左側)の漁獲量
(2002~2006年の5年平均. 出典: 北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計, 北海道水産現勢)

海域 支庁 小海区 沿岸地区



図Ⅲ-3 漁獲動向に基づく7海域の範囲

較的多い地区が連続する。これらの海域範囲においては、地区・漁業種ごとの漁獲動向は同期的に推移する傾向がみられることから、基本的には毎年同じ加入群を漁獲していると考えられる。以下に、これら7海域(図Ⅲ-3)ごとの漁獲動向について詳記する。沿岸漁業については底建網と定置網類の漁獲量を合わせ「定置類」とし、すべての刺し網漁業の漁獲量を合わせ「刺し網類」として示した。なお、漁獲量の統計値は北海道水産現勢に基づく。このうち外洋域での漁獲量は含んでいない。沖底漁業については、北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計に基づく。年齢は基準日を1月1日として標記している。

以下に詳記するとおり、底建網では1歳の春に沿岸へ新規加入する群が漁獲対象となる。また、努力量の変化がさほど大きくないことで、比較的、漁獲動向が来遊規模を反映しやすいと考えられる(コラム参照)。すなわち、底建網を主体とする地区の「定置類」の漁獲動向は、そのトレンドが来遊豊度の推移を反映したものと仮定する

漁獲動向の解釈にあたって

いうまでもなく、毎年の漁獲量の多寡を決めるのは、資源の来遊規模に加え、漁獲努力と漁獲効率の規模であり、これらが適度に反映された努力量データに基づいて CPUE 推移が得られると、それが来遊規模の推移を相対的に示す指標となる。しかし、ホッケ資源はもちろんのこと他の資源においても、そのような努力量データを得ることは一般的に難しく、ひとつの努力量データから求めた CPUE 推移を評価の指標として機械的に用いると来遊量動向の本質を見誤ることが多い。一般に、資源が減少すると着業数が次第に減少することによって延べ出漁隻数などは減少するが、一着業体あたりの利用漁場が広がるなど漁獲効率が増加することが多い。反対に、資源が増加すると着業数の増加だけでなく、漁具の改良や漁場の変化などにより漁獲効率も増加する。また、着業から年数を経ることによって網入れのポイントなど習熟要素も多く、これも漁獲効率の増大をもたらす。したがって、漁獲動向から来遊規模を見通すためには、努力量や漁獲効率の変化を、漁具数や出漁回数といった数値だけではなく、その漁具・漁法の特性を理解し、関係者からの聞き取り調査を通じて、漁具の設置位置や規模などの時代変化といった定性的な情報で補足することが必要である。ホッケの主要漁業については、以下のような点が重要と考えられる。

- ・沖合底びき網漁業：努力量は曳網数、曳網距離など。ラフな網数データは得られているが、ホッケを主対象として曳く場合と他魚種を主対象として曳いた場合とでは、同じ海区内においても水深や曳網方法などが異なる。日本海のホッケの場合、1990年代以降にスケトウダラ資源の衰退と並行して漁獲量が増加した事情があるため、1990年代以降のトレンドを解釈する際には考慮しなくてはならない。ホッケを主対象としている海区や時期を、聞き取り調査や海区・時期別の魚種別金額を分析するなどして見出していくことが必要である。

- ・底建網漁業：努力量のデータとなるのは敷設網数や敷設期間など。これらは一般に年間変動は大きくないので、漁獲量推移が来遊規模の推移を相似的に反映する傾向があると考えられる。しかし、設置型漁法のため、その年の餌や水温帯によって魚群自体の来遊状況が大きく左右される。したがって、漁獲量の多寡は「敷設範囲に来遊した魚群の大きさ」を反映するものであって、必ずしもその時に付近の海域に来遊した資源量を反映するものではない。これは、漁獲変動の解釈において注意を要する点である。

- ・まき網漁業：努力量は曳網数、着業延隻数などが考えられるが、水試ではホッケに関してこれまで得られていない。春季のみの漁期であり、ホッケが索餌のため集群したところを曳網するのが効率のいいといわれる。そのため、資源量や海況条件によって集群規模が小さいと操業を見合わせる場合もある。

- ・刺し網漁業：努力量データとしては延べ出漁隻数などが得られている。ホッケに関しては、全道的に200mm 台後半から漁獲対象となる。羅臼や道南太平洋では1歳春にこの大きさに達するものがあるが、日本海では基本的に2歳からの漁獲となる。したがって、日本海の秋漁での刺し網漁獲量は親魚資源の豊度を反映したものになる。

ことが可能と考えた。一方、「刺し網類」では羅臼や道南太平洋を除いて1歳以下は基本的に漁獲対象とならないことから、その動向は成魚（親魚）資源の動向を反映する。ただし、水揚げ規模の小さい地区では努力量の不規則な変化によって漁獲量が大きく変動するため、意義のある解釈は難しい。

(1) 知床半島周辺海域

概要：羅臼地区を主体に、主として刺し網により漁獲する。この海域で漁獲される資源の多くは、知床半島周辺や千島列島方面の産卵場から産み出されていると考えられている。1～2歳魚が主体であり、日本海やオホーツク海に比べ成長が速く比較的大型の個体が対象となっている。ここ数年の漁獲量は過去に比べ比較的高い水準にあるが、2007年の秋漁で前年を著しく下回るなど今後の推移を注視する必要がある。

ア. 漁獲物の資源生態的特徴 (図Ⅲ-4)

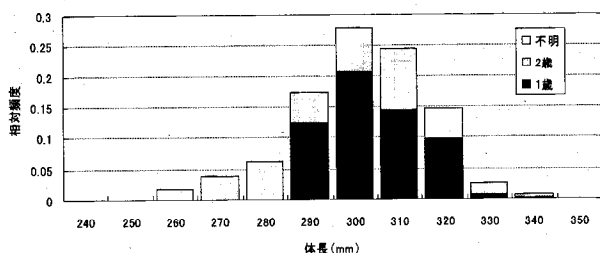
2007年6月に羅臼漁協に水揚げされた刺し網による漁獲物は、1歳および2歳魚で構成されており、1歳魚と2歳魚では体長差が小さかった。年によって、あるいは時期によって年齢-体長関係の異なる群が不規則に加入し漁獲主体となる傾向があるが、上半期（1～6月）の漁獲物は基本的に1歳と2歳が主体であることが例年の特徴と考えられる。日本海に來遊する資源と比べ同年齢の体長は大きい。秋漁の漁獲物の多くが成熟しており、産卵終了後も漁獲対象となるが、標本採集のタイミングにより成熟個体の占める割合が大きく変化することから、親魚群の移動は速いことが示唆される。海底地質構造や過去の知見、安全操業による漁獲物標本の状態などを総合すると、知床岬周辺の他、千島列島方面にも産卵場があるとみられる。さらにウトロから斜里付近の岩礁域においても産卵場があるという現地情報があり、斜里の漁獲物には産卵中の成熟個体もみられる。これらのことから、当該海域で漁獲対象となるホッケ資源は、知床半島周辺から国後島など千島列島にかけて散在する岩礁域を産卵場とし、0歳期

の分布は不明であるが1歳の春から沿岸域に出現して漁獲対象となり、1～2歳期に多くが漁獲されていると考えられる。秋漁でもそれらは漁獲対象となるが、経産卵魚が産卵場海域から大きく回遊しないという本種の生態的特徴や、羅臼沖で成熟親魚群の移動が比較的速いという傾向などから、知床周辺以外に加え、千島列島方面の産卵場が大きく機能している場合を想定すると、羅臼沖の秋漁の漁獲物には千島列島方面を含む根室海峡の広い範囲に展開する親魚資源のうち、一部が加入している状況とみることもできる。ただし、千島列島方面の産卵場に関する直接的な情報はなく、現時点では推論に留まる。今後の調査に工夫を要する部分である。

イ. 漁獲動向 (図Ⅲ-5, 6)

地区別には羅臼地区における漁獲が多い。ウトロ地区など知床半島西側では上半期（春漁）が主体であるが、羅臼地区では下半期（秋漁）の漁獲も多い。羅臼地区では刺し網漁業が主体であり、漁獲量は上半期が1990年代後半より増加傾向にあり、下半期分も年間の変動幅は大きいものの一方向的な増加あるいは減少の傾向は認められない。なお、この漁獲量の中には安全操業によって漁獲された数量も含まれているので、漁獲動向から資源動向を検討する場合には、その経過をふまえる必要がある。

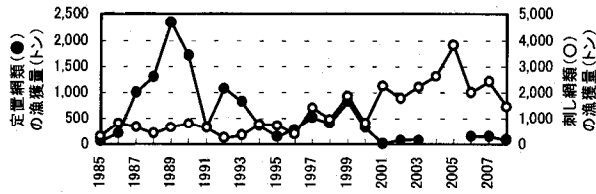
前記のとおり、羅臼地区・秋漁の漁獲動向は資源量の一部のみが不規則に反映されているような状況とも考えられるので、毎年の年級群の新規加入豊度が色濃く反映される春漁の漁獲動向に着目すると、2001年以降のCPUEは2005年に高く、2006～2008年はやや低めに推移している。今のところ、一方向的な減少傾向が現れているような状況にはないが、2007年の秋漁では前年を大幅に下回るなど不安定な要素もみられていることから、今後の推移には注意を払う必要がある。



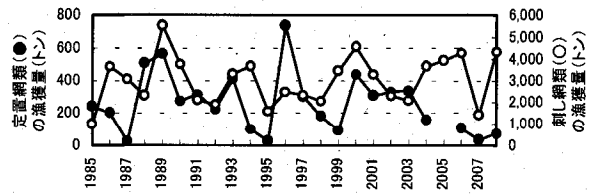
図Ⅲ-4 羅臼地区における刺し網による漁獲物の体長・年齢組成 (2007年6月)

上半期 (1~6月)

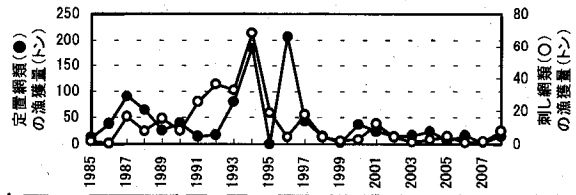
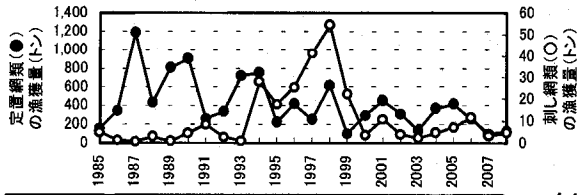
羅臼地区



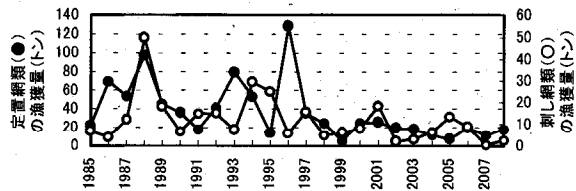
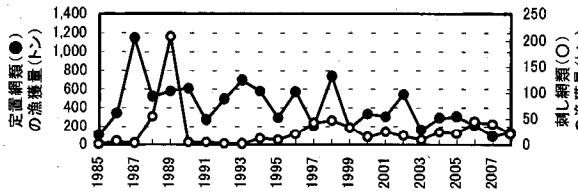
下半期 (7~12月)



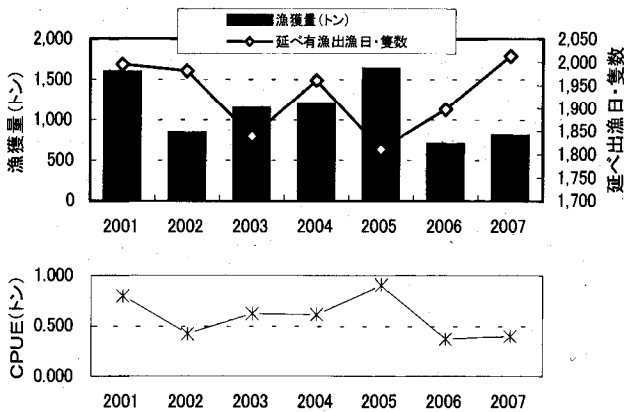
ウトロ地区



斜里地区



図Ⅲ-5 知床半島周辺海域における各地区の漁獲量推移 ●：定置網類（左軸），○：刺し網類（右軸）
下半期の刺し網類の漁獲量には安全操業による漁獲分を含む。



図Ⅲ-6 羅臼地区の上半期 (1~6月) における3~4.9トン刺し網船によるCPUEの推移

ア 漁獲物の特徴 (図Ⅲ-7)

下半期 (秋漁) の漁獲物は、沖底漁業、底建網漁業ともに体長190mmにモードをもつ0歳魚主体の未成魚、いわゆるローソクボッケである。年級群の成長によって異なるが、秋漁では0歳魚主体であることは例年の傾向である。一方、2007年上半年期 (春漁) は、網走の沖底漁業による漁獲物では、前年の秋に加入したとみられる1歳魚が主体となっているのに対し、紋別沖の沖底 (4月)、底建網 (6月) の漁獲物は200mm台後半 (2歳魚) が漁獲対象となっており、これは網走4月の沖底漁獲物にも若干みられている。これらの群の加入量の規模や由来などは今後の調査結果を待たなくてはならない。

この海域のホッケ資源は秋に当歳魚が沖合から沿岸の広い範囲に来遊し、翌年の結氷期を経た春に再び漁獲対象となっていると考えられる。紋別付近より西側地区では下半期の漁獲量が多く、東側地区は上半期の方が多いという地域差や、春季に紋別沖で沖底によって漁獲される年齢組成の月変化などを総合すると、秋に加入する当歳群は紋別付近から西側の範囲を中心に来遊し、冬季 (結氷期) に網走湾方面まで移動して、春に再び西側へ移動しているということが考えられる。秋漁で成熟親魚がほとんど漁獲されないこと、海域沿岸一帯に規模の大きな岩礁域がないこと、さらに過去に行われた標識放流

(2) オホーツク中西部海域

概要：主として日本海の産卵場から産み出されたと考えられる資源が、0~1歳時に来遊し漁獲対象となる。1990年代半ばから底建、沖底共に漁獲水準が高まり、年間の変動は大きいものの、平均的な水準としては現在も比較的高く推移している。

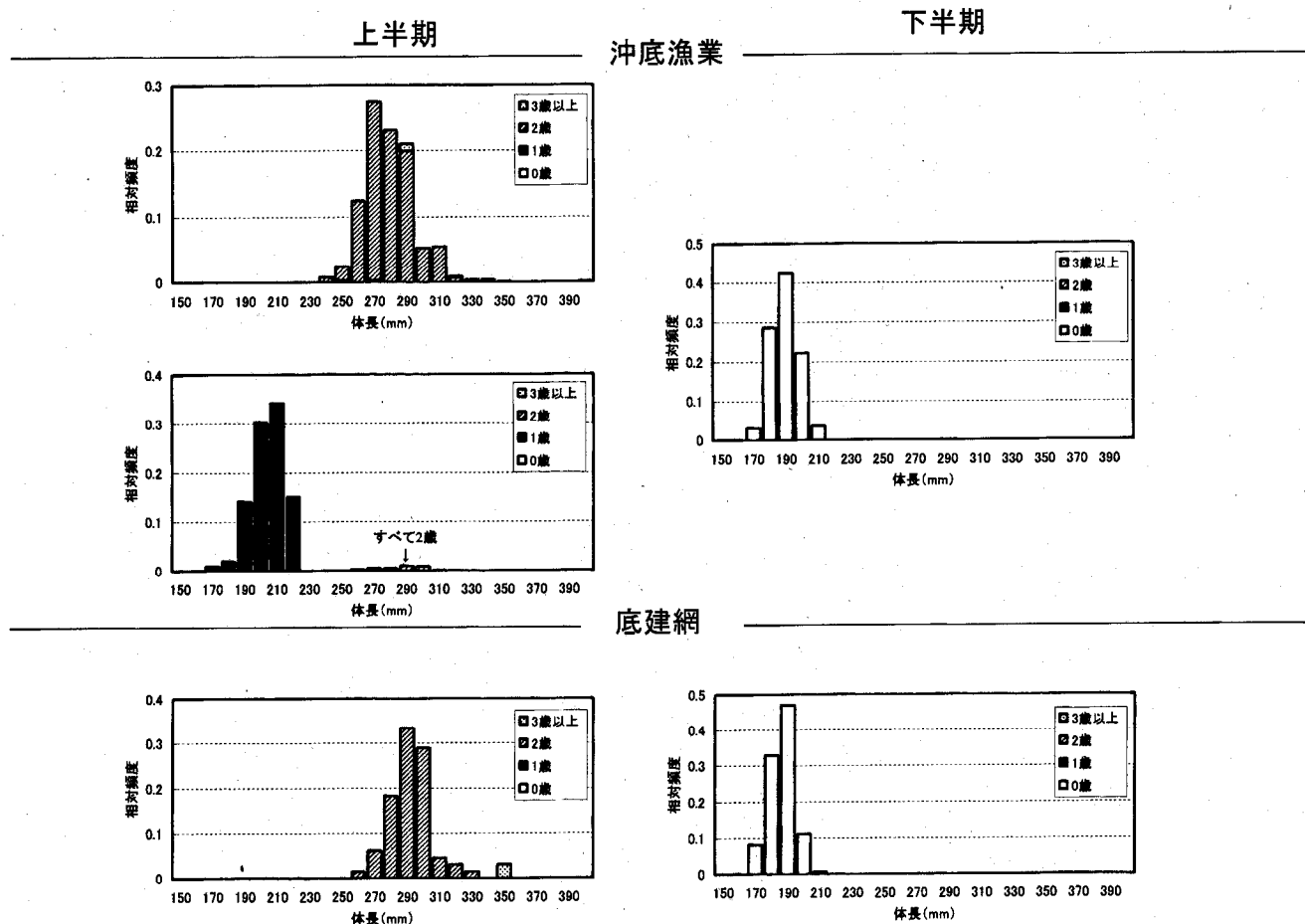
調査でオホーツク海において放流された標識魚が日本海側で再捕される傾向があることなどから、オホーツク海で漁獲対象となっているのは、日本海の産卵場より産み出された資源の未成魚期における索餌回遊が主体で、多くは産卵のため日本海方面に移動すると考えられる。ただし、春漁において、少数の残留卵を持つ経産卵魚が漁獲されることや、200mm台後半の群が漁獲されていることから、前記(1)の知床周辺海域に由来する資源の張り出しや当該海域内の小規模産卵場に由来する資源が含まれていることも想定する必要がある。

イ. 漁獲動向 (図Ⅲ-8, 9, 10)

沿岸漁業の地区別漁獲量では紋別地区や湧別地区で多く、主たる漁業は底建網漁業である。最も漁獲量の多い沖底漁業では、紋別から雄武にかけての沖合が主漁場となっている。紋別付近から西側の海域では下半期の漁獲量の方が多いのに対し、東側の海域では上半期、下半期同程度、もしくはやや上半期の漁獲量の方が多いという

地域差がある。

代表的産地の紋別地区について底建網の漁獲動向をみると、1990年代に入ってから下半期の漁獲量は西暦奇数年の漁獲量が偶数年に比べて相対的に多いという傾向が現れた。1995年に漁獲量が著しく増加すると、続く1996年には上半期分も前年上半期から大幅に増加し、以降は下半期の漁獲量の多い年(西暦奇数年)の翌年(西暦偶数年)の上半期漁獲量が多くなる、という隔年変動で推移している。年間の変動幅は大きく、2007年春漁は底建網漁業で漁獲が落ち込んだが、平均的な漁獲水準は1995年の大幅増加による高水準を今のところ維持している。沖底漁業の漁獲動向も年間の変動幅は大きいですが、平均的には高水準を維持している。

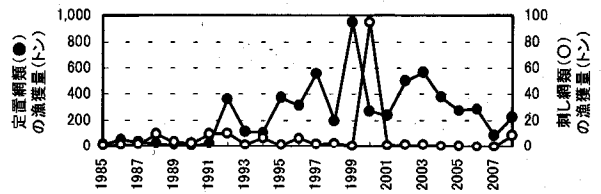
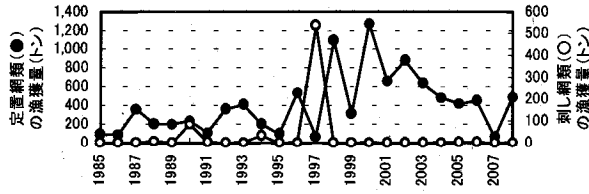


図Ⅲ-7 オホーツク中西部海域における2007年の漁獲物標本組成

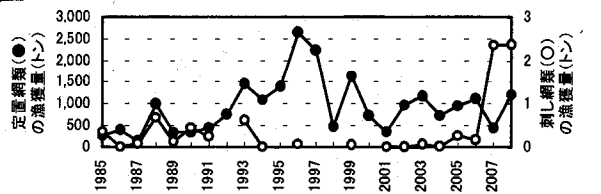
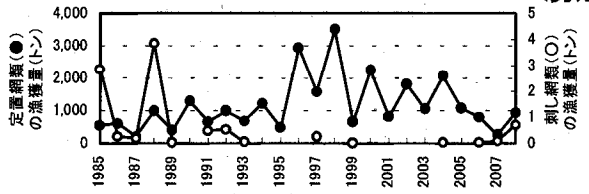
上半期 (1~6月)

下半期 (7~12月)

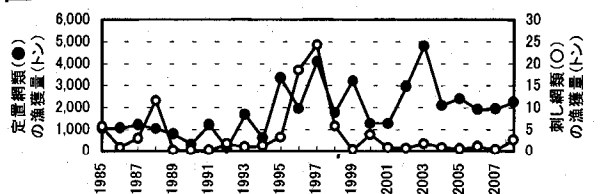
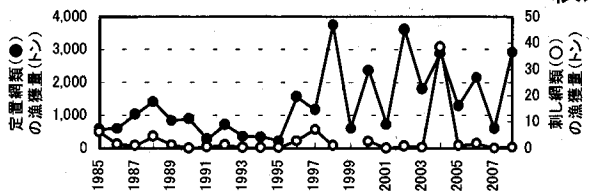
常呂地区



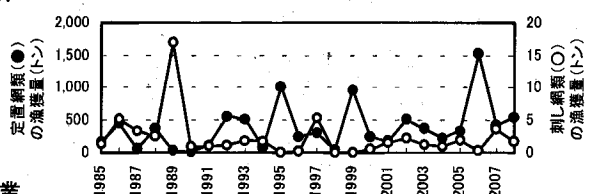
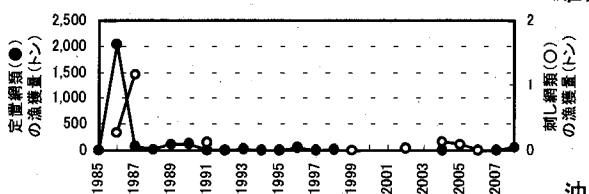
湧別地区



紋別地区

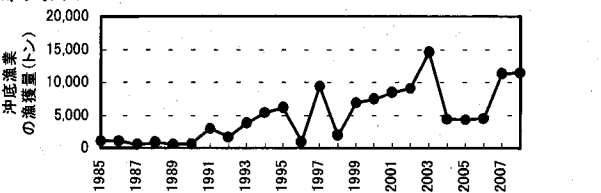
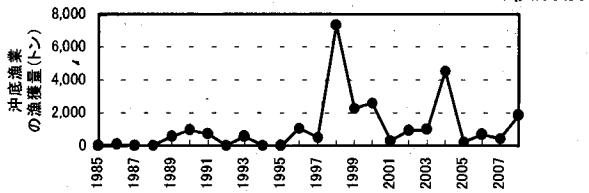


雄武地区

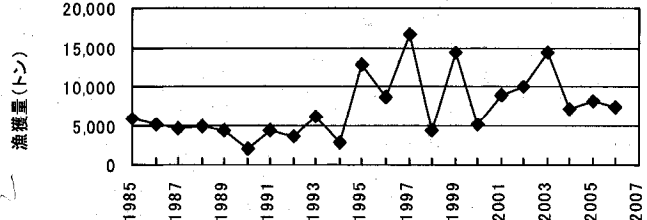
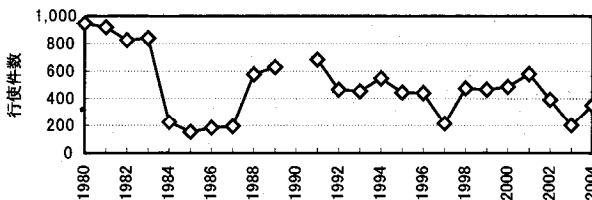


沖底漁業

(紋別前浜～雄武沖)



図Ⅲ-8 オホーツク中西部海域における各地区・漁業の漁獲量推移



図Ⅲ-9 常呂～雄武地区における「いか・ほっけ・かれい底建網」の漁業権行使数の推移 (支庁の水産(網走)より)

図Ⅲ-10 オホーツク中西部海域(常呂地区～猿払地区)における定置網類の漁獲量 ※当該年の下半期から翌年上半期の漁期年度として集計

(3) 宗谷海峡～利尻・礼文島周辺海域

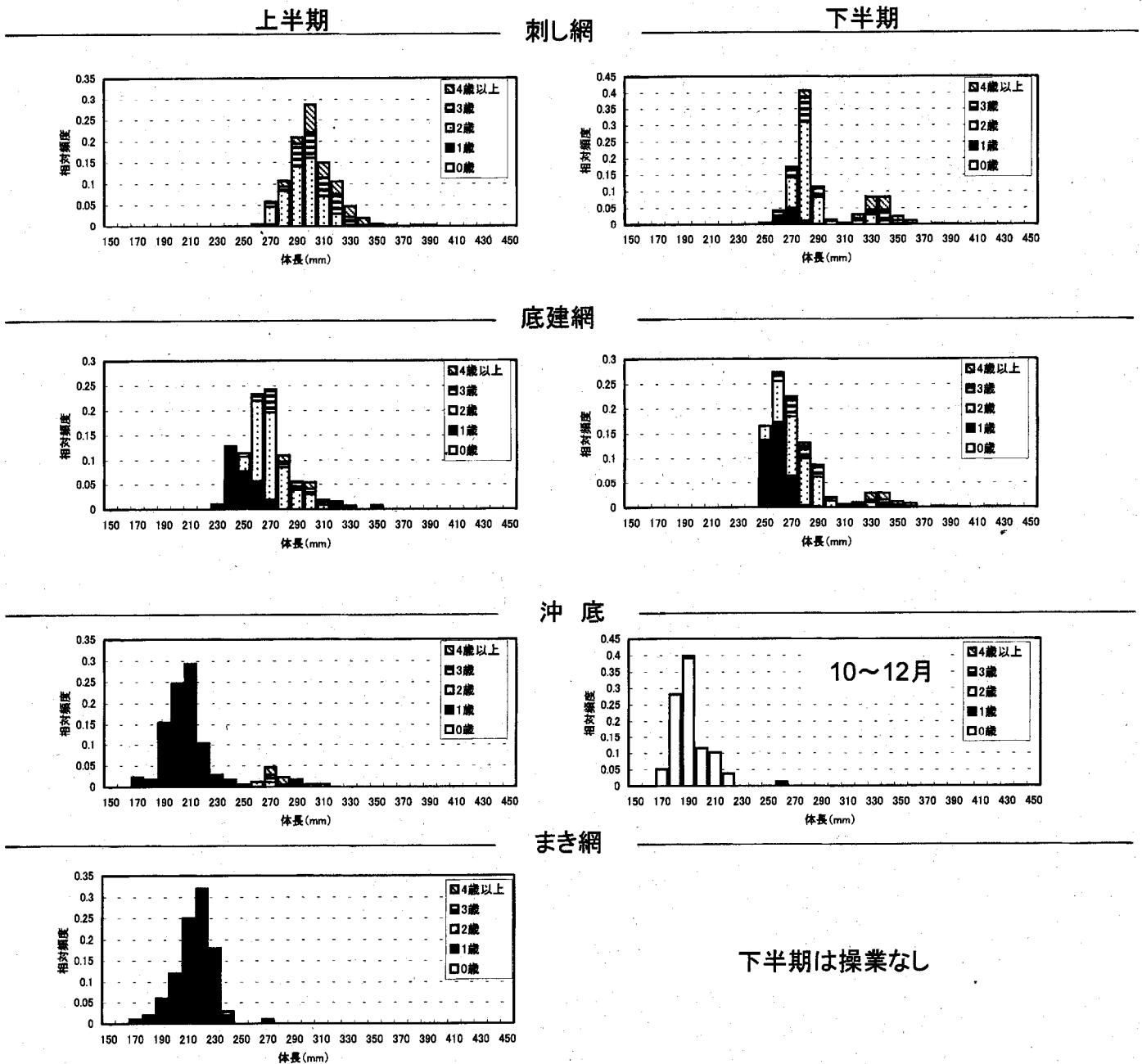
概要：道北日本海からオホーツク海にかけての資源を産する産卵海域がある。ノース場の沖底漁業で秋から新規加入群が漁獲され、翌春の春漁では利尻・礼文島を中心に底建網、まき網による漁業が行われる。2歳以上を主対象とした刺し網漁業による漁獲量が沿岸漁業の中では多い。底建網、まき網の漁獲は著しく減少している。

ア. 漁獲物の資源生態的特徴 (図Ⅲ-11)

図Ⅲ-11に2007年の漁獲物年齢組成を漁業種ごとと主要地区について示す。9月頃から年明けにかけてノース場を主

体として行われる沖底漁業の組成は体長190mmモードの0歳魚が主体である。体長には年間差があるが、例年0歳魚が大半を占める。4月頃からまき網漁業が行われ、ほとんどが1歳魚で占められる。底建網では春漁、秋漁ともに1歳、2歳が主体であり、3歳以上の割合は小さい。対して刺し網では春漁、秋漁ともに網目選択により1歳魚はほとんど漁獲されず2歳魚以上の大型魚が対象となっている。

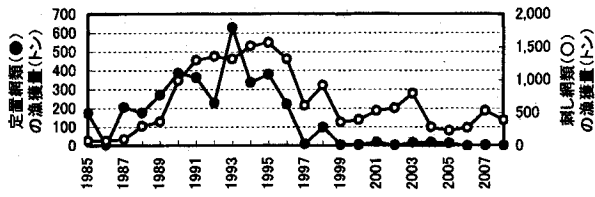
利尻、礼文島周辺には岩礁域が広がっており産卵場が恒常的に形成されていることが知られている。資源はノース場など沖合海域に加入し、1歳の春には利尻・礼文



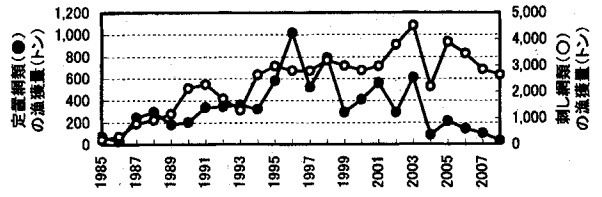
図Ⅲ-11 利尻・礼文島周辺海域における2007年の漁獲物標本組成

上半期 (1~6月)

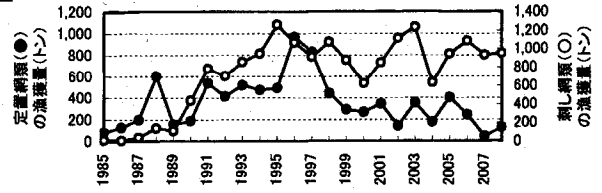
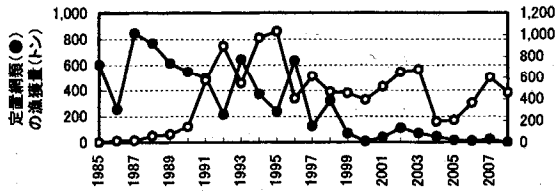
船泊地区



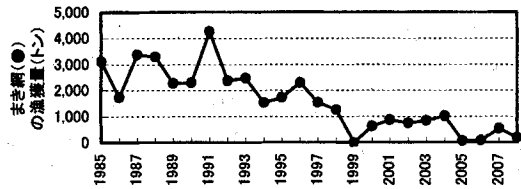
下半期 (7~12月)



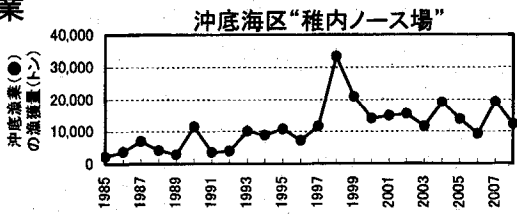
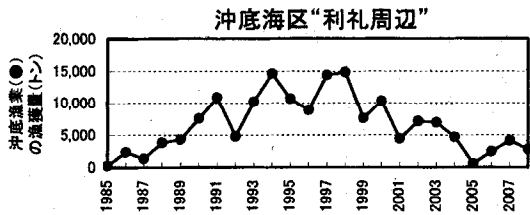
香深地区



仙法志地区
(まき網)



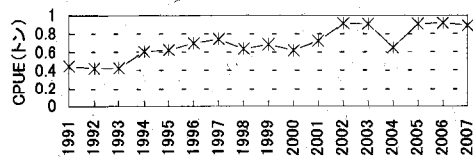
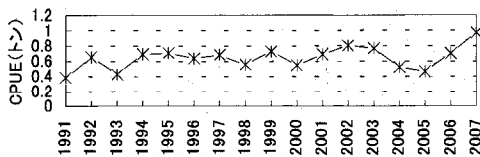
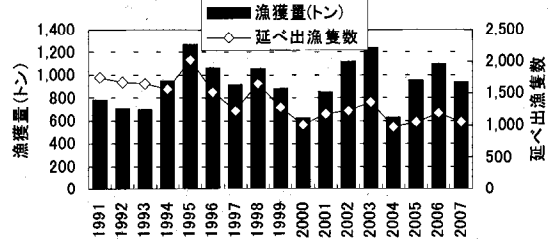
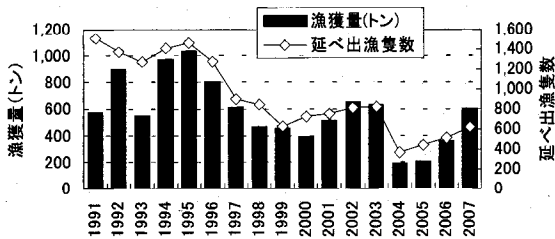
沖底漁業



図Ⅲ-12 利尻・礼文島周辺海域における各地区・漁業の漁獲量推移

上半期 (1~6月)

下半期 (7~12月)



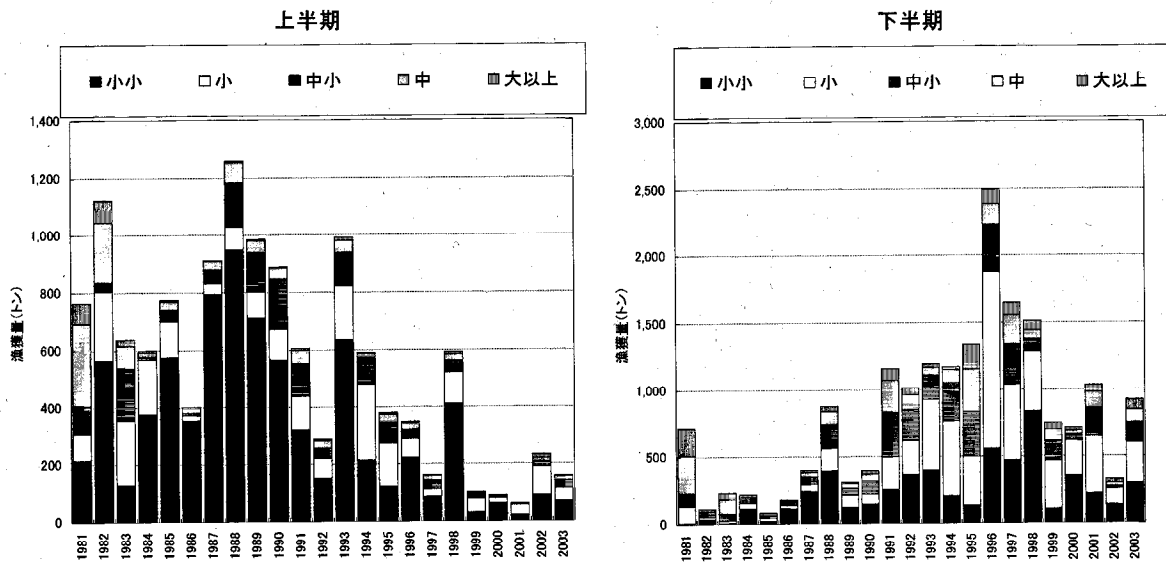
図Ⅲ-13 香深地区における刺し網船の CPUE の推移

島沿岸に来遊する。2歳以降は深淺移動を基本としながら、刺し網主体で漁獲される。

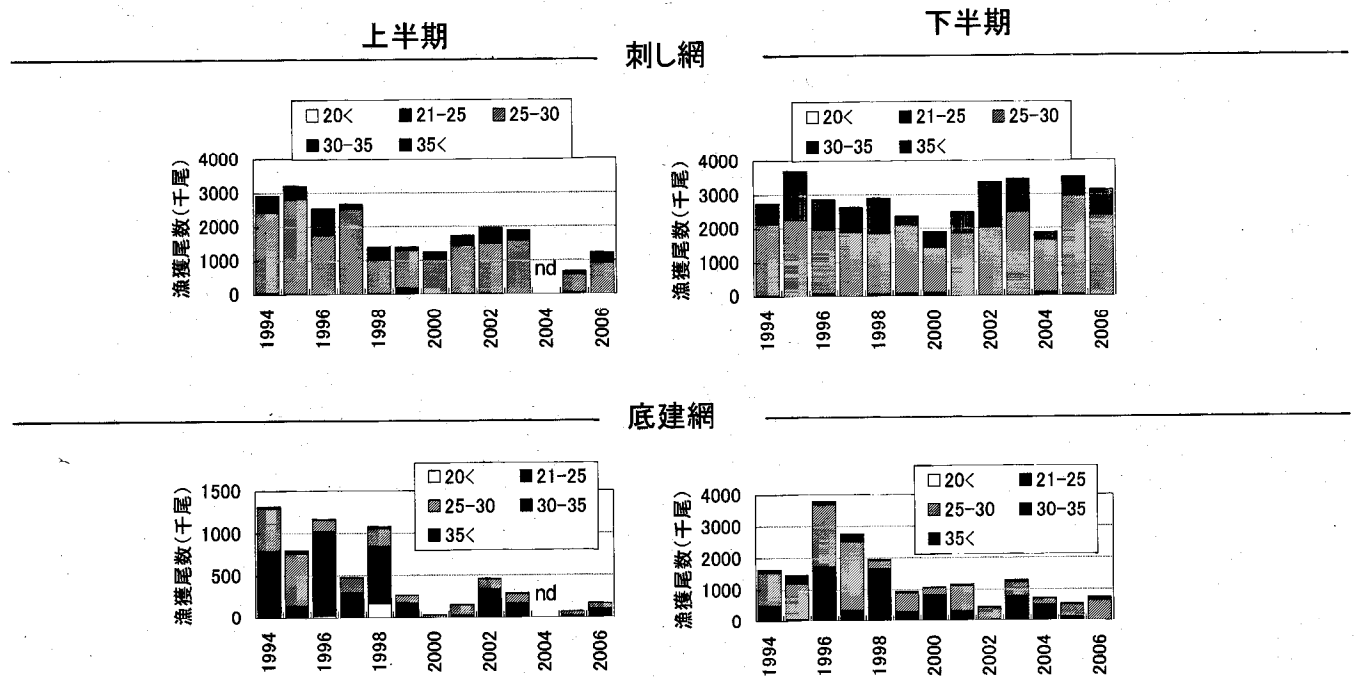
イ. 漁獲動向 (図Ⅲ-12, 13, 14, 15)

沿岸漁業の漁獲動向は、下半期(秋漁)の漁獲量が上半期(春漁)に比べ多い傾向がある(図Ⅲ-13)。まき網漁業は春漁のみの操業である。底建網(定置網類)の上半期漁獲量は、香深地区で1987~1990年頃に突出した時

期があり、その後は1993年と1996年に前年をやや上回る漁獲増があったものの全体的には減少傾向が続いた。下半期の漁獲量変動でも1991年から漁獲水準が倍増して、さらに1996年には著しく高水準となったが、それ以降は次第に減少が進んでいる。仙法志地区のまき網の漁獲動向も底建網と同様に1987, 1988, 1990年と漁獲量の多い年が続き、1990年代中頃から減少が顕著となっている。



図Ⅲ-14 利尻・礼文島における底建網の銘柄別漁獲量の推移



図Ⅲ-15 香深地区における刺し網、底建網による漁獲物の体長組成推移

刺し網の漁獲量も1990年代に入り大幅に増加して高い水準で推移するようになった。しかし、以降の推移については、下半期が2000年や2004年に落ち込むものの平均的には現在まで同程度の水準で推移しているのに対し、上半期の漁獲量は1990年代後半に50%以下に急減、2004年にはさらに大幅減少して、その後はやや回復している状況である。

沖底漁業については、ノース場、利礼周辺における漁獲量が、沿岸漁業と同様1990年前後から増加傾向に入り、その後は利礼周辺で1998年頃から急速に減少、ノース場では1998年に突出して漁獲量が多くなった以外は、明瞭な増減の方向性はなく、同程度の水準で変動しながら推移している。

延べ出漁隻数が得られている、香深漁協の刺し網漁業のCPUEは、出漁隻数が減少していることもあって漸増傾向が続いている(図Ⅲ-13)。聞き取り調査によると、着業者の多くは、刺し網漁業各船の漁獲効率が増加していることがCPUEの増加傾向に現れているという感覚を持っていることから、必ずしも、CPUEの増加傾向に比例して親魚(2歳以上)の資源量が増加している状況ではないことが推察される。

利尻・礼文島6単協を合わせた1981年以降の銘柄組成(図Ⅲ-14)と、香深地区に水揚げされた漁獲物の体長組成(1994年以降)(図Ⅲ-15)の推移を示す。底建網漁業の銘柄別漁獲量では“小小”の割合が多い(図Ⅲ-14)が、1994年以降の体長組成(図Ⅲ-15)と対比すると、小小サイズの主体は体長20cm強のサイズに相当する。近年の年齢査定の結果に基づくと、上半期(春漁)に漁獲されるこのサイズ層はほぼ1歳と査定されている。これらのことから、底建網の“小小”銘柄の漁獲量は、各年級群の新規加入豊度を反映しているといえる。これを踏まえると、漁獲量が突出した1987~1990年頃の銘柄組成には、“小小”の増加がこの時期の漁獲増をもたらしていることが見てとれるので、毎年の新規加入群が連続して多く漁獲されたものと考えられる。下半期の漁獲量が倍増した1990年以降の組成は、銘柄小以上、またはそれに該当するサイズ(基本的にはすべて産卵親魚である)が増加している(図Ⅲ-14, 15)。それ以降の春漁で新規加入群に対する漁獲は、1993~1994, 1996, 1998年に多かったと考えられるが、その他の年は少なく、さらに1990年代半ばから中小以上の比較的大型魚の漁獲量が減少するようになり、漁獲量全体を下げている。

以上のことから、当該海域に来遊する資源の状態については、新規加入豊度は1990年代以降比較的高い水準にあり、明確な減少傾向は検出されない。一方、底建網とまき網のとくに春漁では漁場への来遊量が減少しており、

並行して着業規模も徐々に減少していることで、顕著な漁獲減が続いている状況と推察される。

(4) 日本海中部沖海域

概要：留萌、石狩、後志支庁（北部）の沖合域で、沖底船による漁業が主体であり、沿岸漁業では後志北部地域の刺し網漁業による漁獲量が比較的多い。沖底漁業の対象は新規加入群（0～1歳）で、刺し網は2歳魚以上が主体となっている。沖底は変動が大きく、刺し網は減少が続き低水準で推移している。

ア. 漁獲物の資源生態的特徴（図Ⅲ-16）

沖底漁業では上半期の漁獲は1歳未満魚すなわち新規加入群が主体で、年々の漁獲量の多寡はノース場と同様に年級群豊度に依存したものとなる。刺し網の漁獲物組成は、体長200mm台後半以上（2歳以上）が主体となっている。これは網目選択により1歳以下のサイズ（体長200mm台前半以下）が漁獲されにくいことが大きい。

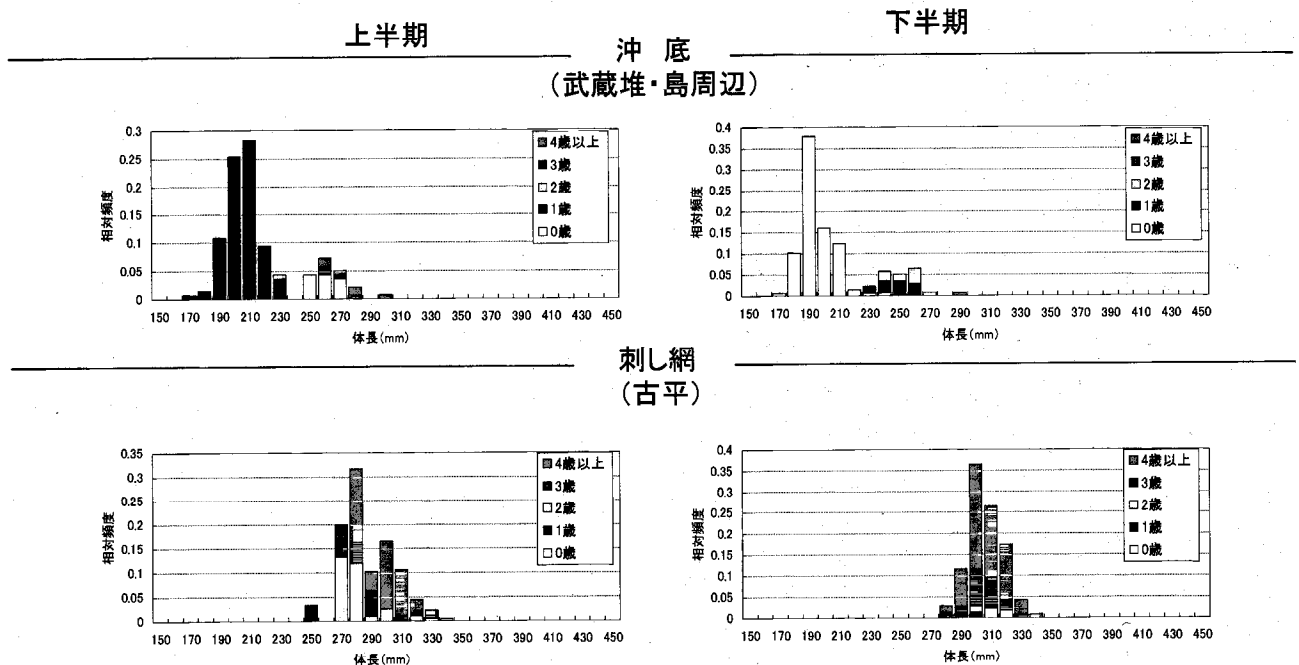
日本海の北西海域（ノース場方面～武蔵堆沖）から大陸棚上に移動してきた新規加入群が、12月～翌年3月頃にかけて石狩湾方面まで広く分布するようになる過程で沖底漁業を主体に漁獲される。この海域に加入する資源を産み出す産卵海域については、1980年代までに行われた標識放流試験で、オホーツク海や宗谷周辺から放流された標識魚が利礼周辺から武蔵堆・天売・焼尻島にかけての海域で再捕され、それより南での再捕報告がほとんど無かったことから、基本的には利尻・礼文島周辺から武蔵

堆にかけての岩礁域が再生産の場であるとみられていた。しかし、後記するように、1990年代中頃から後志南部海域の産卵場としての役割が拡大したことを考え合わせると、現在は後志南部海域から産み出された資源もまた多く含まれていることを想定する必要がある。

イ. 漁獲動向（図Ⅲ-17, 18）

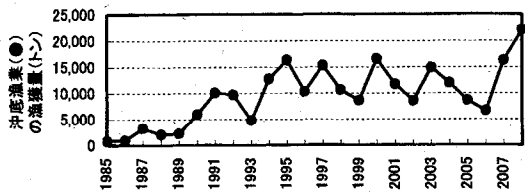
日本海における沖底漁業の主要漁場であり、天売・焼尻島周辺や武蔵堆、余市沖など広い範囲で操業が行われている。下半期より上半期の漁獲量が多く、特に1～3月にかけての漁獲量が多い。上半期の漁獲量推移をみると、1990年代に入って漁獲量が増加傾向となり、1995年前後に大幅に増加した。2002年に比較的大きく減少したこととそれ以降の漁獲量は1990年代後半よりやや低めで推移しているとはいえ、平均的には高い水準を維持している。上半期漁獲量の年変動は1995年以降2007年まで、西暦奇数年で多く偶数年に下がるという推移が続いている。

沿岸漁業では、古平など後志北部地域根拠の刺し網漁業が代表的である。主漁期は3～10月であるが、底建網漁業のように春と秋のみに集中して漁獲量が多くなるということはない。古くから武蔵堆での知事許可固定式刺し網漁業が行われているが、1998年前後に前年を上回る漁獲があつて以降は、武蔵堆以外の刺し網ともに減少傾向が顕著になった。漁獲量は少ないが定置網類でも同様の



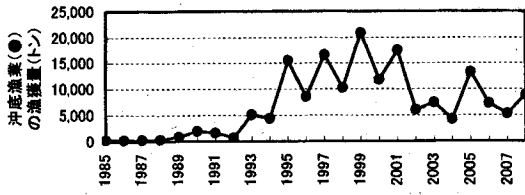
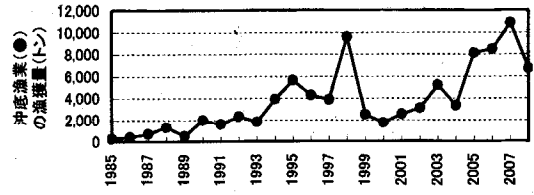
図Ⅲ-16 日本海中部海域における2007年の漁獲物標本組成

上半期 (1~6月)

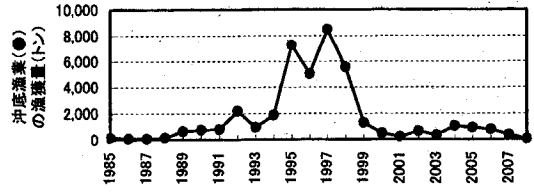


沖底漁業
(島周辺)

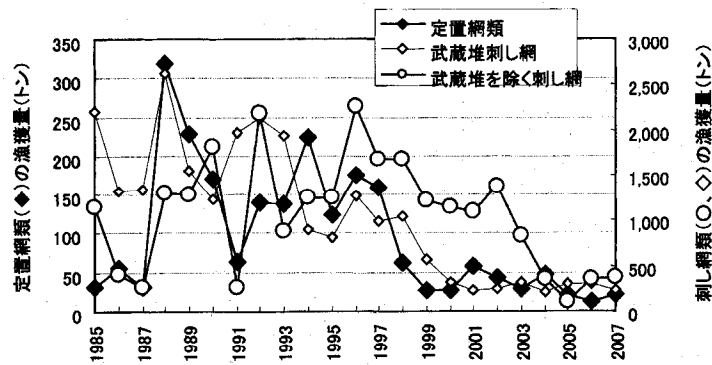
下半期 (7~12月)



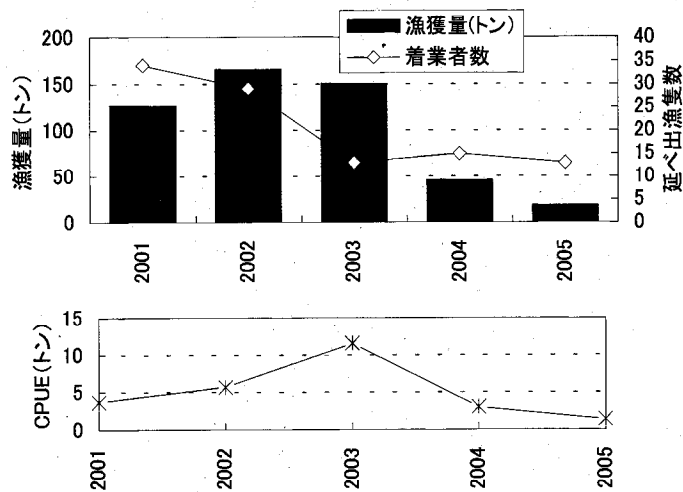
沖底漁業
(武蔵堆)



後志北部沿岸(年間漁獲量)
(小樽、余市、古平)



図Ⅲ-17 日本海中部海域における各地区・漁業の漁獲動向



図Ⅲ-18 古平地区における刺し網船のCPUE

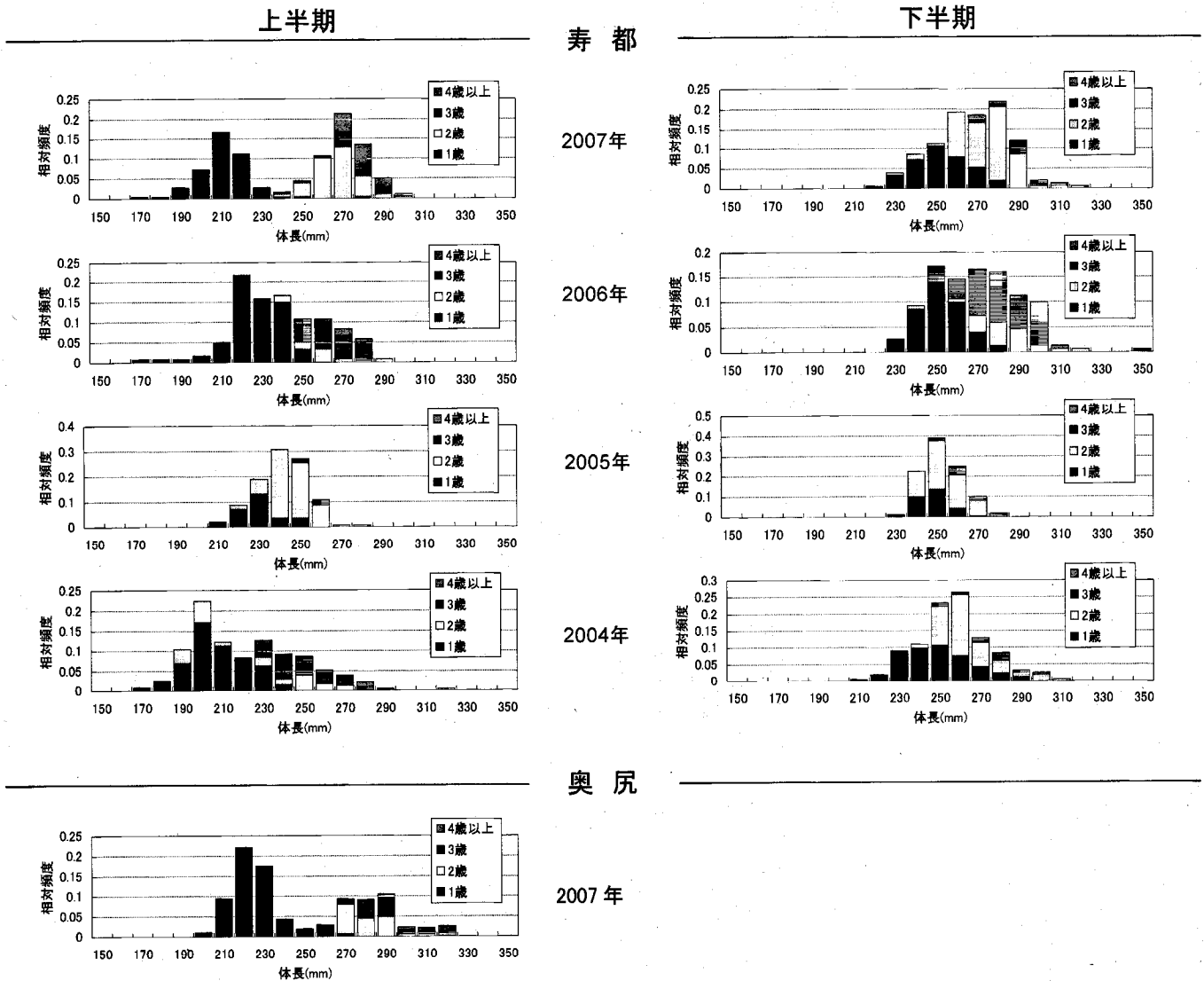
推移となっており、また、主要産地の古平地区における刺し網船のCPUEは2003年から大きく減少していることから、日本海中部沖海域においては刺し網漁業の主対象である2歳以上の資源量の減少が進行している可能性が大きい。

(5) 後志南部・檜山北部海域

概要：底建網漁業を主体とする沿岸漁業の海域である。漁獲量は1990年代半ばから後志南部沿岸の産卵場規模が拡大したことにより好転した。現在も年間の変動幅は大きいですが、比較的高い水準を維持している。

ア. 漁獲物の資源生態的特徴 (図Ⅲ-19)

この海域範囲において近年最も漁獲量の多い寿都地区では、2007年上半年(春漁)の漁獲物組成は体長200mm前半と後半にモードのある大小2群で構成されている。耳石の査読による年齢査定が行われるようになった2004年以降の組成から、基本的に200mm前後のモード群は1歳魚、200mm台後半群は2歳以上であり、1歳魚は年によって平均サイズ(成長)が大きく異なるという傾向がみられる。また年によっては1歳魚が大半を占める場合や2歳以上が主体の場合がある。奥尻地区については漁獲量が多いにもかかわらず、これまでモニタリング調査の実施範囲でなく詳細な漁獲物組成などが判っていなかったことから、2007年に現地に赴き調査を実施して漁獲物組成



図Ⅲ-19 後志南部～檜山北部海域における底建網の漁獲物組成

を得た。春漁の組成は200mm台前半の大きさである1歳魚と200mm台後半の2歳以上の明瞭な二峰型で構成されており、寿都地区の2007年上半期にみられた漁獲物組成の特徴と同様であった（ただし、奥尻地区の体長組成の方がやや大きく推定された）。

この海域範囲で漁獲される資源は、秋漁が産卵親魚主体であることと、積丹半島から島牧、奥尻島青苗沖などに岩礁域が広がることから、この海域沿岸で産み出されるものが主体となっていると考えられる。しかし、春漁で1歳魚として漁獲される前の段階の分布域は不明瞭である。0歳の秋から翌年3月ごろまで、オホーツク海から日本海にかけて漁獲対象となりつつ南下してくるのか（前記(2)、(3)）、あるいは日本海沖合から直接的に当該海域沿岸に来遊するのか、双方を想定する必要があるが、その定量的比較は現状では困難であり、今後の新たな調査研究が必要である。

イ. 漁獲動向（図Ⅲ-20, 21, 22）

底建網漁業を主体とする沿岸漁業の海域であり、沖底漁業の操業域からは外れる。漁獲量は寿都および奥尻で秋漁の方が多く、その他の地区では同程度か春漁の方が多いという傾向がある。底建網における上半期の漁獲量変動は、瀬棚～大成方面を除く各地区で1995年前後が水準の分かれ目となっており、それより前の10年は相対的に低い水準で推移したのに対し、以降は年間の変動は大きいものの大幅な漁獲増を記録する年がみられるようになった（図Ⅲ-20）。1997、2001、2003年には、地区間で規模の違いはあるがいずれも前年を上回る漁獲増を記録している。下半期の漁獲量変動も奥尻地区を除いて上半期と同様に、1995年頃を境に水準に顕著な違いがみられる。1995年以前の低水準期には1988年に全地区で漁獲量が増加した以外は総じて低水準で推移している。1995年以降は、1996年に漁獲量が上向き、次いで1997年にそれまでの最高水準の漁獲量となった。転じて1998年は大幅減となるものの2000年代には再び水準が好転し、2003年にも顕著な漁獲増がみられている。なお、奥尻島の下半期漁獲量にも1997年や2003年の漁獲増など他の地区と同様の特徴がみられているが、漁獲は2,000～2,500トン水準で頭打ちとなる傾向がみられている。これには、離島ゆへの流通上の制約（冷凍庫や輸送トラックの収容量など）から、秋漁で1経営体あたり・1日あたりの漁獲量上限値を定めた操業形態をとっていることが現れている。すなわち、奥尻島秋漁の漁獲量変動は必ずしも来遊量の変動を反映したものではないので、その解釈には注意が必要である。

上半期の寿都地区の漁獲物尾数組成（図Ⅲ-19）を便宜的に240mmで区切り（240mm未満を1歳魚、以上を2歳以上

と考える）、重量に換算して漁獲重量組成の推移として図Ⅲ-21に示した。1990年代までは基本的に240mm以上（すなわち2歳以上）が主体となっていたが、2000年代には240mm未満の漁獲が増え、並行して240mm以上の漁獲も増加した。また近年は、この240mm未満の漁獲量は西暦偶数年には多く奇数年には少ないという変動が続いており、240mm未満が1歳魚を実質的に示すことからすると、西暦奇数年発生年級群の漁獲量が偶数年発生年級群より多いという、前述(2)、(3)のオホーツクや利礼周辺と同様の特徴がうかがえる。これらのことから、上半期の漁獲量については、2000年代は奇数年発生の年級群の加入が高い水準で連続していることで、それらの生残状況や偶数年発生年級群の豊度と相俟って大きな年変動を経つつも、全体的には高い水準での漁獲が続いているといえる。

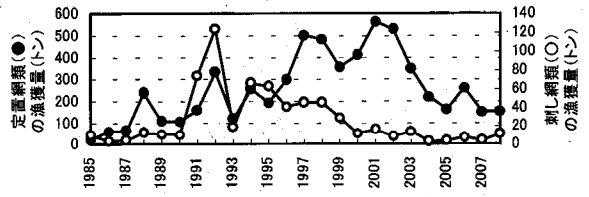
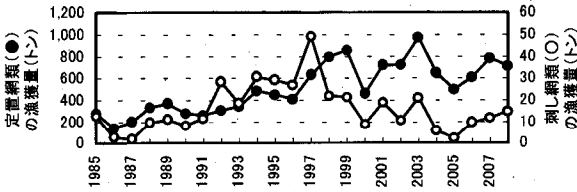
一方、下半期（秋漁）の漁獲物組成は、上半期に比べると単峰に近い体長組成となっている（図Ⅲ-19）。これは春漁に新規加入した1歳魚が250mm前後もしくはそれ以上に成長するのに対し、2歳以上は経産卵魚が多く、既に成長が停滞しているために、年齢間のサイズ差が縮まることによる（I章3項を参照）。年齢査定結果が得られている2004年以降の組成から、毎年1歳魚と2歳以上の構成比は上半期と同様の特徴がある。このことから、基本的には春漁の加入群が引き続いて秋漁で漁獲されるとみられる。図Ⅲ-22に、漁獲水準が増加した1995年を境にして、それ以前とそれ以降の上半期漁獲量と当該年下半期漁獲量の相関関係を、寿都地区について示した。漁獲量水準の低かった1995年以降は上半期漁獲量が多い年は下半期漁獲量も多いという傾向が強いのにに対し、1995年以前はその傾向がみられない。また、1950年前後に松前方面で行われた標識放流試験では後志南部での再捕が多かったことから、後志南部の春漁を形成する群は道南からの北上群という見方もされていた。したがって、春漁に加入した資源がそのまま親魚として当該海域で漁獲されるという傾向は1990年代半ば以降の特徴といえ、この時期から寿都など後志南部海域では産卵場としての機能が飛躍的に拡大したとみるべきであろう。

ただし、下半期の漁獲量は2004年に大きく落ち込んで以降、現在までその水準で推移しており、その傾向は後記する松前方面までの下半期の漁獲状況にも現れている。寿都では2006、2007年にはそれまでの春漁-秋漁の関係が大きく崩れ、秋漁は期待値にはほど遠い結果に終わっている（図Ⅲ-22）。今後の下半期の漁獲状況を注視する必要がある。

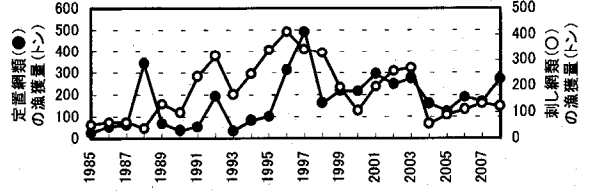
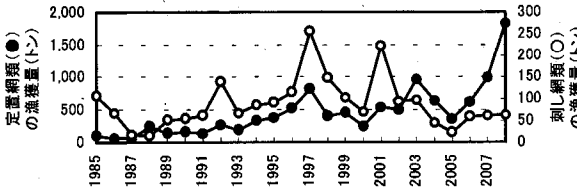
上半期 (1~6月)

下半期 (7~12月)

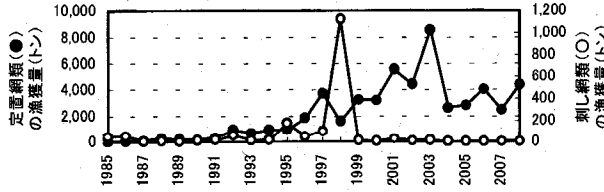
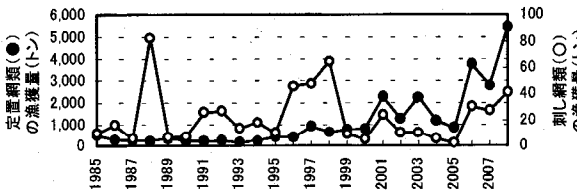
神恵内地区



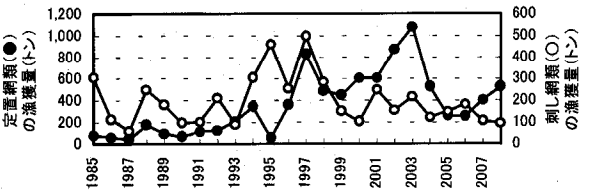
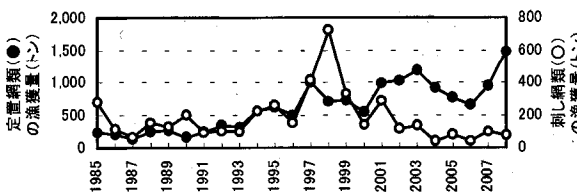
岩内地区



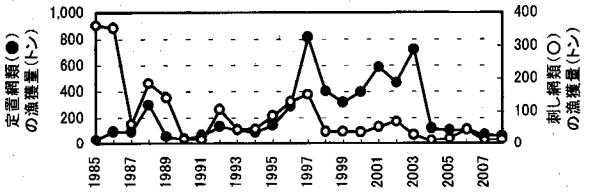
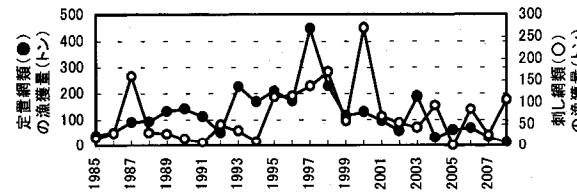
寿都地区



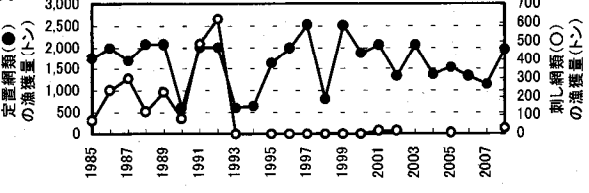
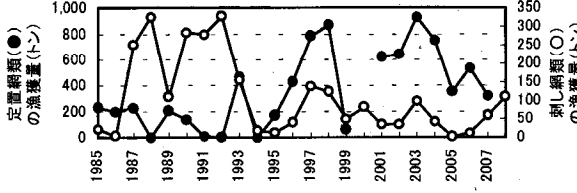
島牧地区



瀬棚~大成



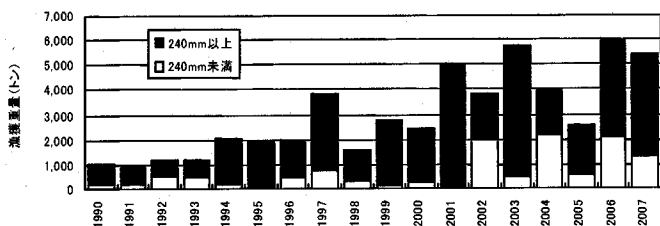
奥尻地区



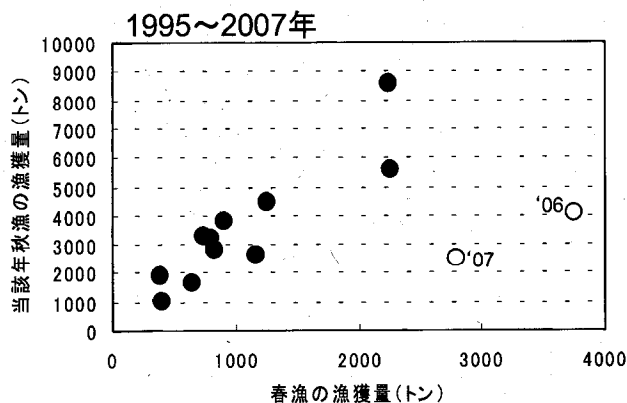
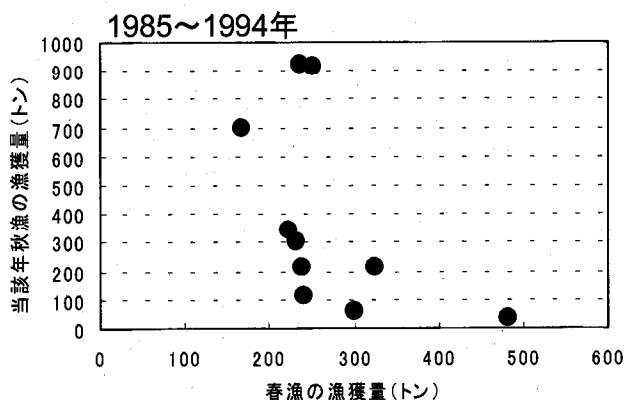
図Ⅲ-20 後志南部~檜山北部海域における各地区・漁業の漁獲量推移

7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0

(6) 概に量て漁卵ア組うの卵前で漁と構



図III-21 南後志の漁獲物重量組成の推移 (上半期) 寿都地区の漁獲物組成を後志管内の底建類漁獲量で引き伸ばした。



図III-22 寿都地区における上半期漁獲量と下半期漁獲量の関係

(6) 檜山南部～津軽海峡周辺海域

概要：様々な漁業で漁獲されているが、まき網、底建網による春漁の漁獲量が多い。春漁は1990年代半ばに漁獲量の多い年が連続したが、2000年代は低い水準で推移している。松前などの秋漁では1999年、2004年と段階的に漁獲量が急減し、きわめて低い水準で推移している。産卵親魚量の減少が懸念される。

ア. 漁獲物の資源生態的特徴 (図III-23)

恵山地区のまき網 (2006年春漁) による漁獲物の年齢組成は1～5歳と幅広く、利尻・礼文島のまき網漁業のように新規加入の1歳魚が主体 (前記(3)) ではなく、複数の年齢群で資源が構成されており、さらに2歳以上には産卵を経た個体も多く含まれていた。底建網漁業では、松前地区 (2006年秋漁) の漁獲物年齢組成は1～3歳が主体であり、多くは産卵親魚であった。知内地区 (2007年春漁) では1歳魚が多くを占めた。

この海域に関しては青森側の漁獲状況や試験研究がほとんど行われていないこともあり、津軽海峡全体の資源構造がよく解っていない。恵山地区の春漁 (まき網) の

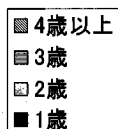
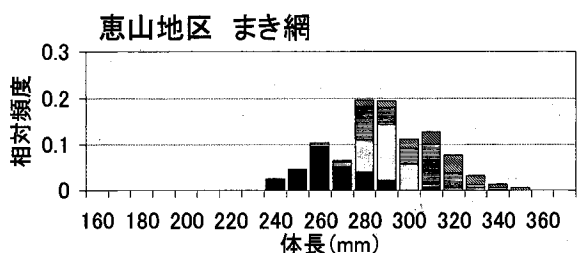
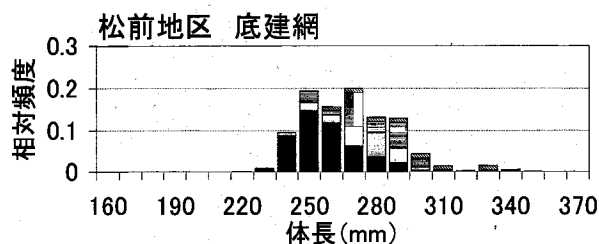
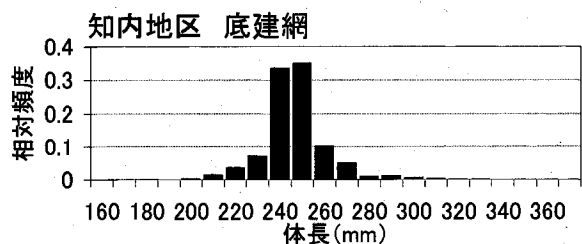
漁獲物が経産卵魚を含む多くの年齢群で構成されていることや、ある年の漁獲量が突発的に増加して、その後ゆるやかに減少すること (2001年以降の傾向など) (図III-24), あるいは産卵親魚の漁獲が松前周辺に限って多く、他地区では秋季の底建網漁場にほとんど加入しない、といった特徴がある。これらから総合的に考えると、松前半島周辺および以北の岩礁域で生まれたものが1歳の春に津軽海峡内に入る (おそらく、すべてではなく一部が年々の海況に応じて割合を変えながら)。春季に岸寄りすることで底建網やまき網で漁獲され、夏季は海峡内の比較的沖合の底層に分布し、秋になると産卵のため岩礁域のある松前周辺の沿岸域に寄り、底建網などで漁獲され、産卵後は再び沖に離れ翌春にまた岸寄りする。このような生活周期を、各年齢群が数年繰り返すことで形成される資源構造が基本となっているのではないかと推論される。

イ. 漁獲動向 (図III-24, 25)

底建・小定置網、刺し網、まき網、かご網など多数の漁業によって漁獲されている。上半期 (春漁) の漁獲量

上半期

下半期



図Ⅲ-23 檜山南部～津軽海峡海域における漁獲物組成 (2006年)

が下半期(秋漁)より多い傾向があるが、松前、上ノ国地区では秋漁の漁獲量も多い。

底建網など定置網類の春漁の漁獲量は、上ノ国から函館にかけての地域で、1990年代中頃に漁獲量の比較的多い年が連続したが、1999年に大きく減少した。2001年には各地で2000年を上回る漁獲があったが、それ以降はさらに減少傾向が続き、2006年に吉岡から函館方面で大きく増加した以外は、低い漁獲水準が続いている。海峡東部のまき網漁業は2001～2002年に近年では比較的高い漁獲量があったが、以降は減少が続き2006年には過去最低水準まで下がった。まき網の着業規模の参考として渡島管内の中型まき網許可件数の推移を図Ⅲ-25に示したが、段階的に減少しており、漁獲量の減少が進んだ2000年代にも許可件数が減少している。

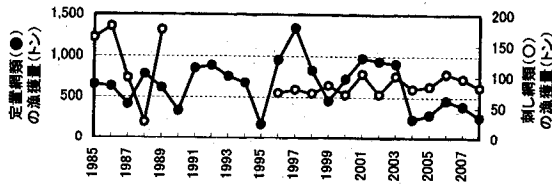
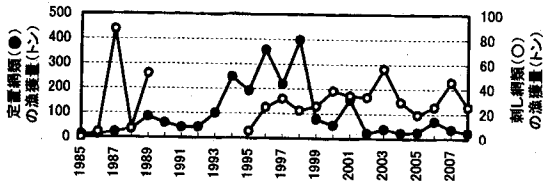
産卵親魚の漁獲の多い松前方面の定置網類の漁獲動向をみると、春漁と同様に1999年に漁獲が急減して以降は低水準で推移し、2004年にはさらに大幅な漁獲減があって2008年まで低い水準で推移している。これは後志南部など日本海沿岸の産卵親魚を対象とした漁業で広くみられている特徴であり、今後の動向を注視する必要がある。

なお、青森方面の漁獲量も比較的似た傾向で推移しており、沖底漁業や底建網で春期に多く漁獲されている。

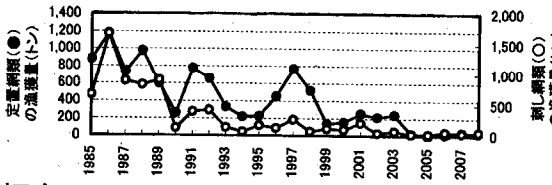
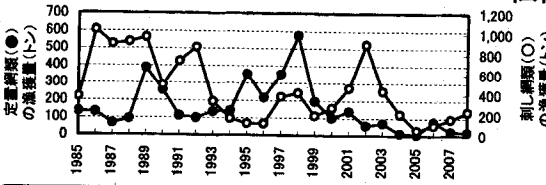
上半期 (1~6月)

下半期 (7~12月)

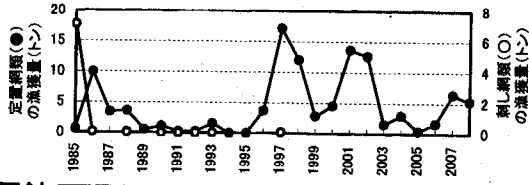
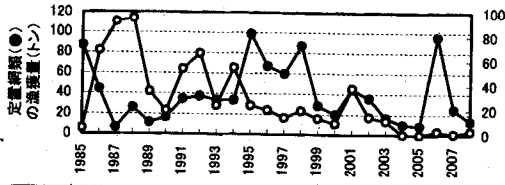
上ノ国地区



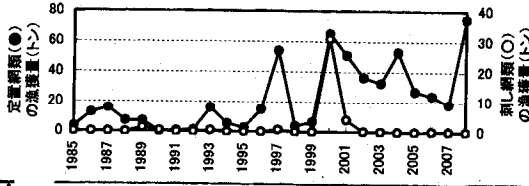
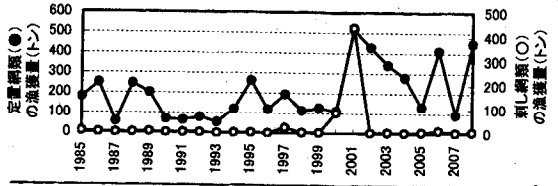
松前地区



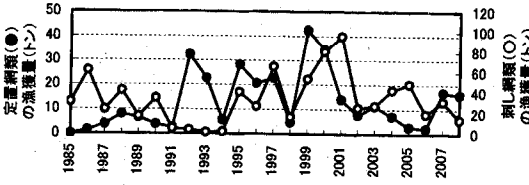
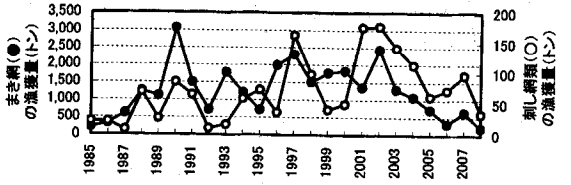
吉岡～福島



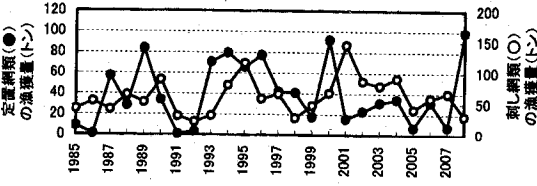
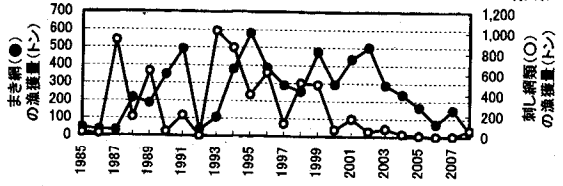
上磯～函館



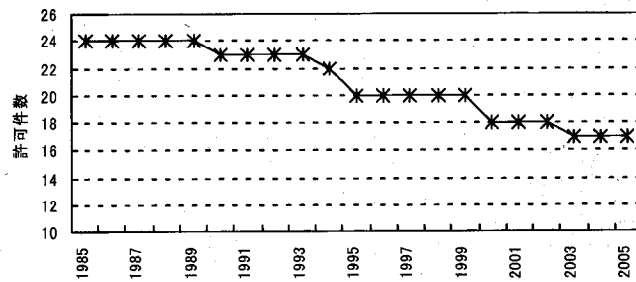
恵山地区



根法華地区



図Ⅲ-24 檜山南部～津軽海峡海域における各地区・漁業の漁獲量推移



図Ⅲ-25 渡島支庁管内における中型まき網漁業（知事許可）の許可件数の推移
※着業隻数を示すものではない。

(7)道南太平洋沿岸海域

概要：1歳未成魚が漁獲主体となっており，日本海方面を産卵海域とする資源の索餌群が対象となっている可能性が大きい。漁獲量は2000年以降減少傾向が続いている。

ア. 漁獲物の特徴（図Ⅲ-26）

2006年に砂原地区に水揚げされた漁獲物は，上半期が体長280mmモードの1歳魚と300mm以上の2歳魚という構成で，下半期はすべて体長320mmモードの1歳未成魚であった。日本海と比べて未成魚期の体長が大きいという特徴がみられた。

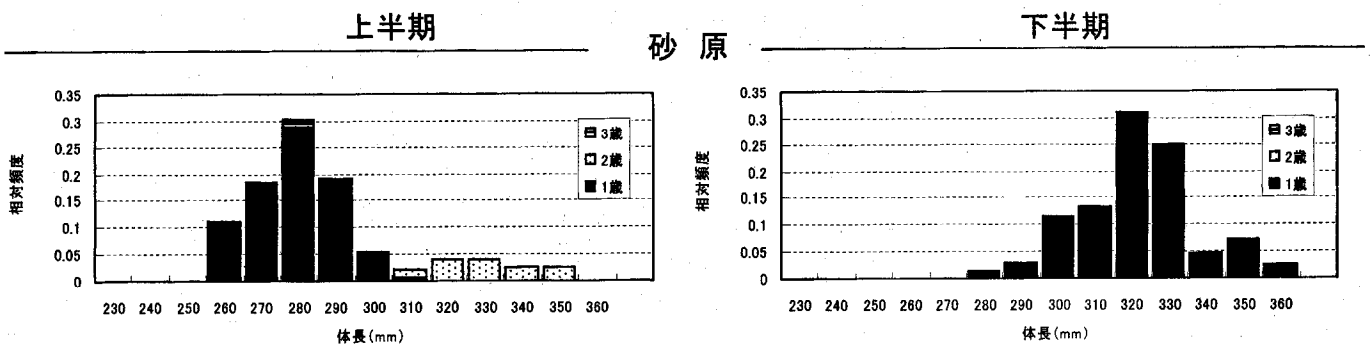
これまでのモニタリングを通した漁獲物の特徴に基づくと，当該海域範囲においては大きな産卵場は形成されておらず，漁獲物は他海域に産卵場のある資源の，未成魚期における索餌回遊群が主体とみられる。南茅部～森方面では上半期と下半期の漁獲動向がさほど同調していないことから，上半期主体に漁獲される資源は夏頃から秋にかけて，いずれかの産卵海域方面に移動し当該海域には戻ってこないことが想像される。この海域範囲に資源を供給する産卵場の特定については，さらなる調査が

必要と考えられる。道南日本海から恵山周辺にかけての産卵場から産み出された年級群が，その年々の年級豊度や海況条件に依存しつつ，津軽海峡から太平洋まで張り出して未成魚期を送り，成熟とともに産卵海域に移動する群が主体となっている場合や，日高沿岸など太平洋側の産卵場に由来する場合などを想定しつつ，検討を進める必要がある。

イ. 漁獲動向（図Ⅲ-27）

底建・小定置網類，刺し網，大定置が主要な漁業で，春漁が大半を占めているが砂原地区などでは下半期にも多少の漁獲がある。漁獲量は南茅部地区で多い。

漁獲量の多い定置網類について上半期の漁獲動向をみると，いずれの地域でも1996年は漁獲量が前年を大きく上回るという特徴が現れている。その後の推移は，2002年頃まで西暦偶数年が前年を上回るという隔年変動傾向で推移したが，1998年に南茅部から砂原にかけての地域で大きく増加したのを最後に，低水準となっている。

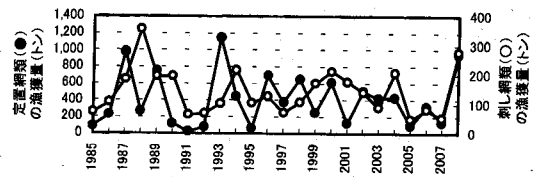
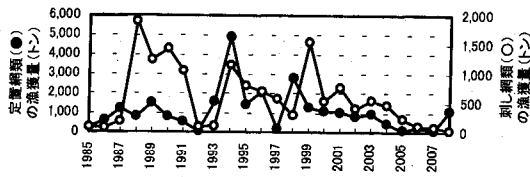


図Ⅲ-26 道南太平洋海域（砂原地区）における底建網の漁獲尾数組成

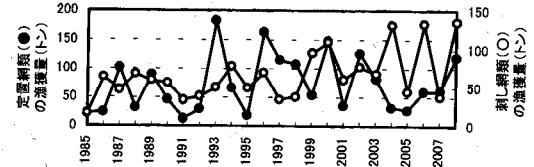
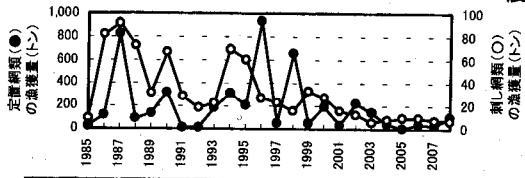
上半期 (1~6月)

下半期 (7~12月)

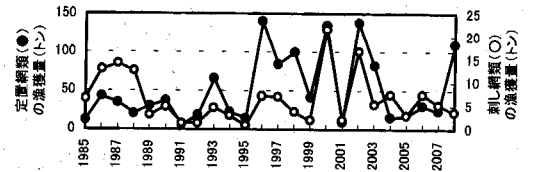
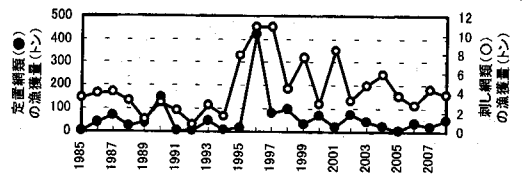
南茅部地区



鹿部~砂原



森~空蘭



図Ⅲ-27 道南太平洋海域における各地区・漁業の漁獲量推移

2. 産卵海域ごとの再生産状況

以上の7海域範囲における漁獲動向を、各海域に資源を供給していると想定される産卵海域ごとに整理すると、図Ⅲ-28に示すとおりである。これに基づいて、A. 知床半島・千島列島海域、B. 利尻・礼文島～武蔵堆周辺海域、C. 後志南部～檜山北部海域、D. 檜山南部海域～津軽海峡周辺海域の各産卵海域について、ホッケ産卵場としての機能の変遷と現状についての推論を以下に述べる。

A. 知床半島～千島列島

知床半島周辺の岩礁域が産卵場となっていることは、いくつかの状況から明白である。しかし、羅臼地区の漁獲量の規模が大きいことから、加入資源のすべてが半島周辺より産み出されたものとは考えにくい。現時点では、国後島など千島列島方面を含めた海域沿岸にも複数の産卵場が存在することを想定し、それらから産み出された資源、あるいは網走方面からの日本海～オホーツク系資源の張り出しなど複数要素を総合的に視野に入れつつ、資源状況を分析する必要がある。

年級群の発生状況：主要産地である羅臼地区の春漁の漁獲動向やCPUEの年変動には、毎年の新規加入年級群の豊度がある程度反映されていると考えられ、その推移傾向に一方向的な減少傾向は今のところ認められないことか

ら、1990年代半ば以降の資源水準は比較的高く推移してきたものと推察されるが、ここ数年の動向には注意を要する。

産卵親魚量の状況：本種の一般的な特徴から、千島列島方面を産卵場とする経産卵魚がさほど広くは回遊しないと想定すると、羅臼地区の漁獲動向のみから海域全体の産卵親魚量を推察することは難しい。

B. 利尻・礼文島～武蔵堆周辺

利尻・礼文島沿岸域や武蔵堆“天狗の鼻”基部などには広大な岩盤が形成されており、過去の漁獲物の状態や水中カメラの映像から、ホッケの産卵場となっていることが知られている。当該海域を産卵場とする資源は、標識放流試験結果と漁獲動向の相似性などから、主に日本海北部からオホーツク海にかけての海域で漁獲対象となっていることが想定される。

漁場範囲	主要な産卵海域			
	A. 知床～千島列島周辺	B. 利礼周辺～武蔵堆周辺	C. 後志南部～ 檜山北部	D. 檜山南部～津軽海峡周辺
辺 知床半島周	漁獲動向: 新規加入豊度を反映する春漁は90年代中頃から増加傾向、秋漁は増減の方向性なし、2007年は大幅減 漁獲物: 1歳未成魚から加入、成長良い			
中西部 オホーツク		漁獲動向: 90年代後半から隔年変動、平均的には高い水準を維持 漁獲物: 秋0歳、翌春1歳の未成魚主体、春漁には異なる成長群が存在?		
礼周 宗谷海峡・利		漁獲動向: 沖底ノース場の0歳魚は変動大きいが高水準、利礼の底建、まき網は低水準、刺し網は春漁減少、秋漁(親魚)は増減方向なし 漁獲物: 沖底ノース場、まき網、底建ては新規加入群(0～1歳)、刺し網は2歳魚以上。		
沖 日本海中部		漁獲動向: 沖底(島周辺、武蔵堆)は90年代以降高い水準を維持、後志北部・武蔵堆のホツケ刺し網は減少顕著 漁獲物: 沖底は1歳未成魚が大半、刺し網は2歳魚以上		
檜山 後志南部～			漁獲動向: 底建主体で90年代後半以降変動大きいが高水準、秋漁が2004年から大幅減で推移 漁獲物: 1歳新規加入群(春)、1～2歳成熟親魚(秋)が主体	
軽海 檜山南部～津				漁獲動向: 津軽海峡まき網は低水準、春の底建は2001年以降減少が進むが2006年にやや回復、2007年は再び大幅減 漁獲物: 複数年級
道南 太平洋				漁獲動向: 90年代後半に一時的に高い水準となるが、2000年代以降は低水準 漁獲物: 大型未成魚(1歳)主体

図Ⅲ-28 7つの海域範囲と各産卵場との関係および実勢のレビュー

年級群の発生状況：新規加入年級群が漁獲の主対象となるオホーツク中西部の底建網、ノース場における漁獲動向は1990年代半ばより増加し、近年にいたるまで比較的高い水準で推移している。2008年春漁においても2007年級群とみられる小型個体の漁獲量が例年になく多く、さらに稚内水試北洋丸のノース場トロール調査結果からも、2007年級群の豊度は大きい可能性が指摘されている。これらのことから、年級群の発生状況については変動は大きいものの一方向的な減少傾向にはなく、1990年代半ばまでに大きく増加した水準が現在まで維持されていると考えられる。

しかし、この高豊度の年級群がすべて当該産卵海域から産み出されているとは限らない。すなわち、1990年代中頃から規模が拡大した後志南部方面の産卵場から産み出される資源が寄与している可能性も想定する必要がある。

産卵親魚量の状況：2歳以上の産卵親魚を主対象とする礼文島2地区の刺し網漁業の推移は、1990年前後に着業者数が増加したこともあり漁獲量が大きく増加した。1991年以降は2004年などに一時的に大きく減少する年もあったが、平均的にはその高い水準を維持しており、CPUEも微増傾向にあることから、今のところ産卵親魚量に減少の徴候があるとはいえない。ただし、CPUEの推移のみから産卵親魚量が安定推移していると判断するのは早計である。刺し網と同じく産卵親魚（とくに1歳魚）を漁獲主対象としている底建網の秋漁では、1996～1998年頃に漁獲量が突出したこともあったが、その後は低い水準で推移している。

一方、武蔵堆周辺において2歳以上を主対象とする古平地区など後志北部の知事許可「ほっけ固定式刺し網漁業」の漁獲量の減少が著しく、1970年代には1万トンを超える漁獲があったが1980年代前半には急減している。この1980年代前半期については日本海からオホーツク海にかけて全域的に漁獲量が急減した時代であるが、利礼、ノース場など北部日本海やオホーツク海ではその後徐々に漁獲量が回復傾向に入ったのに対し、武蔵堆周辺での漁獲量は減少の一途をたどり、近年では300トンにも満たない。着業規模も小さくなっているため、現在の武蔵堆における産卵親魚の豊度を漁獲量から推察することは難しいが、少なくとも、1970年代までのように、日本海からオホーツク海にかけて分布する資源を産み出す最大の産卵場と位置付けられたような規模では機能していないと考えられる。

C. 後志南部～檜山北部

積丹半島西側から檜山にかけての海域および奥尻島南

部の沿岸域には岩礁地帯が連続して形成されており、産卵中の個体も多く漁獲されていることから、産卵場として機能していることは明白である。奥尻島周辺で漁獲される資源は、再生産をそこで完結する独立した資源と考えられていた時代もあったが、1990年代前半に奥尻で実施された標識放流試験で、秋に放流した1歳初成熟魚主体の放流群が翌春以降に本土側（後志南部～道南太平洋、一部本州）で多数再捕される傾向にあり、さらに1年後の秋に奥尻島では再捕が皆無といった結果が得られ、少なくとも北海道本島側から独立した資源ではなく、同じ漁獲量の変動範囲に含まれるものと捉えられる。

年級群の発生状況：この海域周辺で毎年の春漁に1歳魚で漁獲されるものは、おそらくこの海域一帯から産み出されたものと考えられるが、春漁へ加入する前、すなわち0歳秋～1歳冬までどのような回遊を行っているのか不明である。利尻・礼文島海域の産卵場から産まれる資源と同様に稚魚期にオホーツク海にかけての広い範囲に分散し、日本海の陸棚を経由して当該海域に来遊するのか、日本海沖合より直接来遊するのか、明確な証拠は得られていない。しかし、日本海では恒常的に稚魚が採集されていること、冬場にローソクボツケが当該海域から檜山沖に分布しているという断片的な知見・情報があること、過去に松前～熊石方面に放流された標識魚の一部は後志南部まで北上して再捕される傾向が明瞭にあること、奥尻島を含む檜山北部の春漁の漁獲動向が南後志各地区と同期すること、などの諸状況から、今のところ、当該海域に産した個体は、主として日本海沖合に分散した稚魚が多方面から春漁に加入している状況と捉え、研究を進めることが妥当と思われる。

後志南部～檜山北部の底建網動向や日本海中部の沖底動向から新規加入豊度の推移を検討すると、1995年級群など豊度の高い年級群が1990年代中頃にかけて加入するようになり、その後も、年変動は非常に大きいながらも平均的には1990年代前半以前の数倍の水準を維持しており、その主要漁業である底建網の漁獲努力量の変化が小さいことを考え合わせると、毎年新たに産み出される年級群の加入状況には、ここ10年程度に一方向的な増減の傾向は認められない状況と考えられる。

産卵親魚量の状況：前記のとおり、1990年代中頃から寿都など後志南部沿岸域の産卵場としての機能が飛躍した。一方、奥尻島の秋漁においては、荷受け体制の制約上、一日当たりの漁獲量上限値を設定しているために、漁獲量の年変動が必ずしも資源豊度を反映していないが、増減の傾向は後志南部などと比較的似ている。秋漁の漁獲量は2000年代前半まで比較的高い水準で推移し、充実した産卵親魚量があったとみられるが、2004年以降、松前

方面に至る広い範囲で最盛期には遠く及ばない水準で推移している。

D. 檜山南部～津軽海峡周辺

松前から檜山（本土側）南部にかけては岩礁域が点在しており、秋漁の漁獲量も多く親魚が漁獲されることから産卵場が形成されている。さらに戸井、恵山方面にも小規模な産卵場があるとみられる。

年級群の発生状況：この海域から産み出される資源は、檜山から津軽海峡さらには道南太平洋にかけて、春漁に1歳魚として新規加入するとみられる。

松前から後志南部にかけての沿岸域や奥尻島では一帯に形成された岩礁域に大小さまざまな産卵場が形成されている。そこから産み出されたものが沖への分散後に当該海域に1歳魚として加入するというのは、状況的にみて明らかであろうが、その加入経路は現状では推測の範囲を出ない。奥尻島と本土側にはホッケの底層回遊を妨げる水深1,000mを超える海溝があることから、沖合に展開している未成魚が春季に岸寄りするルートは、おのずから奥尻島から茂津多岬周辺にかけてと、松前小島・大島方面の2ルートに大別されることになる。松前で春に放流された標識魚は津軽海峡内や後志南部にかけての広い範囲で再捕される傾向がある。したがって、未成魚の陸寄

りは、津軽海峡内や道南太平洋まで入り込む場合と、檜山北部沿岸を北上する場合があるものと想像され、その年の春季ブルーミングの状況や対馬暖流、津軽暖流の影響を多分に受けている可能性がある。津軽海峡や道南太平洋の春漁の漁獲量はまき網で2000年代は急落傾向にあり、定置網類でも2006年を除いて減少傾向である。檜山本土側の春漁は数量規模が小さく検討できないが、少なくとも津軽海峡方面に来遊する年級群の豊度は、近年、少ない状況が続いていることは確かであろう。

産卵親魚量の状況：恵山方面の一部を除いて津軽海峡内では秋漁が少ないことから、ほとんど産卵親魚は漁獲されておらず、松前半島周辺のみ産卵親魚主体の漁獲がある。底建網と刺し網の動向は、両漁業ともに1990年代前半にかけて変動しながら減少を続け、春漁同様に1990年代半ばに一時的に漁獲量の多いときがあるが、その後、著しい増加はなく低水準で推移している。着業規模の縮小もあるだろうが、二つの漁業でトレンドが同調しているため、産卵親魚の豊度が次第に下がっている可能性を指摘できる。とくに、前記のとおり、後志南部方面に至る広い範囲で、2004年以降の漁獲量は春漁に比しても著しく少ない状況が続いている。

IV. 資源動向の特徴

星野 昇

資源全体の動向を把握するためには、コホート解析の計算結果から新規加入量や漁獲量の推移、再生産関係の変化などを捉えるのが一般的である。しかし、第I章で述べたとおり、コホート解析の基データを得る過程などに関していくつかの問題点があり、推定された資源変動や漁獲死亡係数の推移は必ずしも実態を反映していない可能性がある。コホート解析の改良は喫緊の課題であり、今後の成果が待たれる。

本章では、本種の長期的な漁獲動向と、ホッケの生活史パラメータを用いて作成した仮想の資源動向推移に基づき、資源変動パターンの特徴や今後の資源評価の中で注視すべき点を整理した。

1. 長期間の漁獲量変動にみる資源状態の変化

ホッケの漁獲量の長期的変化を図IV-1に示す。1951年に初めて10万トンを超えて以降、1950年代後半と1960年代後半に一時的に漁獲が下がるがすぐに回復し、減少前の水準を超過して推移した。1970年代後半には初めて20万トンを超えたが、その後、網走、宗谷、後志の漁獲が急減したことで1983年には5万トンを割った。その後は再び漁獲量が増加傾向となり1998年に史上最高値を記録して以降、やや漁獲水準が下がった状態で2008年現在に至っている。

減少期：1970年代後半の20万トンを超える水準から1983年に至る急激な漁獲減、そしてそれ以降の資源回復について、その要因の評価は現在の資源評価や管理方策の検討に際しても重要であるが、遡っての資源解析を行うには情報が少ない。多くの文献記録によれば、その時代まで日本海からオホーツク海にかけての資源を産み出す最大の再生産の場と位置付けられていたのは武蔵堆の岩礁域（天狗の鼻基部付近）とされる。武蔵堆海域で成魚を対象に操業する後志北部地区の刺し網漁業による漁獲減が1980年を以て急激に進行すると、日本海中部からオホーツク海にかけての各漁業でも漁獲が同期的に落ち込んだことから、少なくともこの時代頃まで武蔵堆海域が再生産の場として大きな役割を担っていたことは確かと想像される。資源減少の背景を定量的に評価することは難しいが、一般的にみれば、米ソの200海里海域設定に

よる北洋海域からの締め出しにより、外国籍を含む沖底船の漁獲努力が武蔵堆周辺を中心に増加したことや、その後外国船の規制や大規模減船で漁獲努力の削減が行われた時代と一致しており、そのような時代背景に伴う漁獲量の増減が少なからず影響を及ぼしていると考えられる。

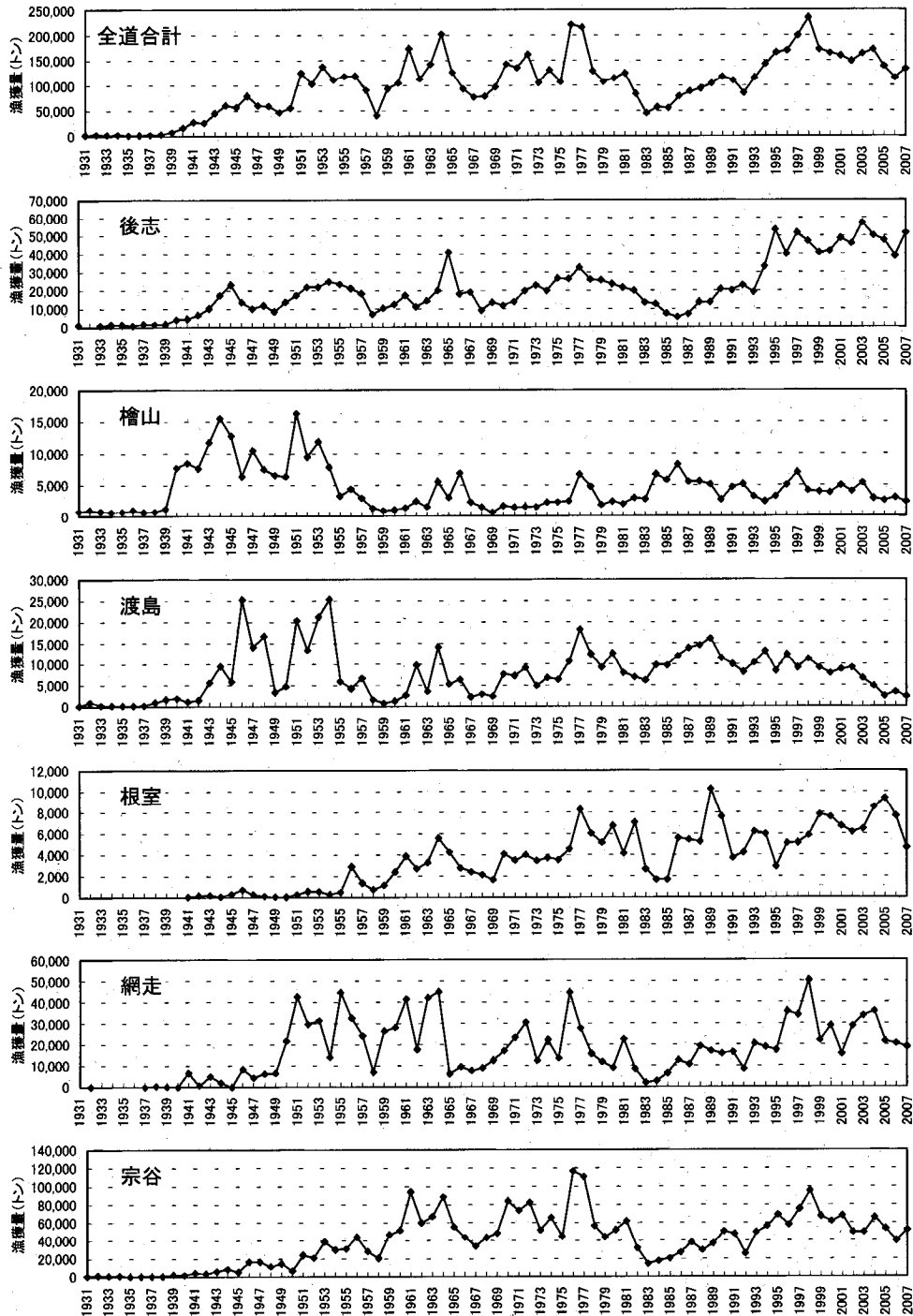
回復期：1983年以降の回復傾向は、1990年代に入って以降、日本海沖底や利尻・礼文島の各漁業の漁獲量にいつそう明瞭に現れるようになる。現在、利尻・礼文島の主要漁業となっている刺し網漁業も1990年頃から商売の目処が立つようになり着業者が増加した。漁獲努力量の変化が少ない底建網漁業でも産卵親魚を対象とした秋漁で、1985年以降右肩上がりに増加した。一方、同時期、武蔵堆海域における刺し網漁業では漁獲が停滞したままであり、後志南部方面にも明瞭な漁獲増の傾向はみられていないことから、この時期の漁獲増を牽引したのは利尻・礼文島周辺の産卵海域が中心であったと考えられる。利尻・礼文島の底建網および刺し網、日本海沖底漁業でも年々漁獲が増した。一般に、漁獲量が増加する背景には、資源水準の増大に加え、それに伴って着業規模が増大するという、ふたつの要素がある。本種についても小型魚にそれなりの魚価が付くなど流通面での改善もあり、沖底漁業ではそれまで以上に積極的にホッケを狙うようになったといわれる。

高水準期：後志南部方面に注目すると、1990年代初めの増加傾向は弱かったが、1990年代半ばから春漁への加入と、これに続く産卵親魚を対象とした秋漁ともに漁獲水準が飛躍的に増加した。主要産地である寿都地区の底建網では、この時期の前後で漁具数の顕著な変化があったわけではないが、1990年代半ばから秋漁の漁獲が増え、その後、漁船の新造や漁具の改良なども進められ、安定した漁獲が維持できるようになったというのが着業者の感覚である。後志南部の産卵場ではこの頃から従来とは異なる規模で親魚が来遊、産卵を行うようになったと考えられる。その背景には1990年前後のレジームシフトの影響があるという指摘もされている。

1990年代半ばからは、オホーツク海、津軽海峡から道

南太平洋、羅臼地区の上半期漁獲動向などに漁獲量の増大傾向が明瞭に現れる。この時期は親魚資源量の豊度も高まってきたところに、要因は定かでないが仔稚魚期の何らかの生残環境が良かったことで、本道周辺の広い範囲で高豊度の新規加入があり漁獲増がもたらされたと考えられる。そして、総漁獲量は1998年に20万トンを超える史上最高値を記録する。

この全道的な増加傾向の時代、利尻・礼文の底建網漁業では減少傾向が進むようになる。経産卵成魚と新規加入群で漁場形成される春漁の底建網では、新規加入群の加入量低下と着業規模の減少によって漁獲減が続いた。経産成魚を対象とする春漁の刺し網でも大きく減少した。着業規模も減少していることで、CPUEに減少傾向は現れないが、着業者の多くは来遊量の減少が進んでいるとい



図IV-1 北海道におけるホッケの漁獲量長期動向（沿岸漁業と沖底漁業を含む）

う実感を持っている。当該海域の産卵親魚量をもっとも強く反映する秋漁の刺し網の漁獲動向についても、漁獲量やCPUEに減少傾向は認められないが、必ずしも産卵親魚量が安定的に維持されているとはいえない可能性がある。その一方で、後志南部の秋漁では1990年代半ばからの水準が2003年までは変動しつつも維持されている。これらのことから、1990年代後半からの日本海～オホーツク海に分布する資源の産卵海域は、次第に利礼海域より後志南部海域への依存度が高まっている可能性も指摘できる。

一方、檜山南部から松前、あるいは知床半島周辺では、全道的に新規加入豊度が高まった時代である1990年代半ばにおいても、後志南部海域にみられたように春漁の増加にともなって比例的に秋漁も増加するという状況はとくに現れなかったことから、この時期に当該海域の産卵場が拡充するような状況には至らなかったと考えられる。**現在期（2000年以降）**：1990年代後半の高水準期は2000年前後を境に日本海やオホーツク海で終わり、以前の（回復期程度の）水準で推移するようになる。年々の年級群豊度が漁獲量に直接的に反映されるオホーツク海の底建網漁業やノース場、武蔵堆～天売焼尻沖の沖底漁業の動向は隔年周期的な変動を維持しつつ、2006年まで明瞭な増減の方向性はなく推移してきた。2000年代に入ってから、高水準期のように連続して高豊度の年級群が加入するような状況にはないものの、断続的に豊度の高い年級群が加入することで、一方向的な減少傾向はないと考えられる。

しかし、依然として利礼沿岸の底建網の漁獲量に回復の徴候はなく、深刻な漁獲減が進んでいる。他漁業間との調整要素や、利礼沿岸だけでなく後志南部海域や武蔵堆など他の主要産卵場の規模が変化したこと、春季ブルーミングが起こる海域、時期の変化など、複数要因の相互作用で回遊経路が変化してきた可能性もあり、判断が難しい。いずれにしても、1990年代半ばよりみられた利礼周辺産卵場の減衰徴候は2000年以降も続いており、その実態把握は急務である。

松前では、1985年以降2003年頃までに底建網、刺し網ともに減少傾向が続いている。同様に渡島全体の漁獲量も1980年代後半から漸減しており、2001年以降それは急速に進行した。このことから、道南日本海海域から産み出され、渡島方面に来遊する資源の規模は減少傾向が続いており、時折発生する豊度の高い年級群が渡島方面に張り出して資源となった場合に漁獲がやや回復するものの、それを年々削り取っていくような状態になるために漁獲がすぐに減少する状況と推察される。松前半島周辺では、水温上昇など産卵環境の変化も指摘されており、

今後も厳しい状態が続くことが懸念される。

2004年から各産卵海域でみられている秋漁の水準低下（知床周辺は2007年）には、特に漁獲努力が低下した状況にはないことから、産卵親魚量そのものが低下している可能性もある。それにもかかわらず2007年級群のような高豊度の新規加入が得られるのは、稚魚期の生き残りなど再生産成功度が依然として高いことによるとみられるが、これは永続的に保障されるものではない。今後も秋漁が低く推移するばかりか、遅れて新規加入規模を反映する海域・漁業の漁獲動向にも翳りがみえてくるような場合は、加入乱獲が進行している可能性もある。主要な産卵海域での漁獲動向や新規加入規模が漁獲に大きく反映されるような海域・漁業の漁獲動向を、これまで以上に注視する必要がある。

2. 資源変動の特徴

本種の生活史と漁業との関わりにおいて、資源動態を特徴づける要素としては、次のような点を指摘できる。

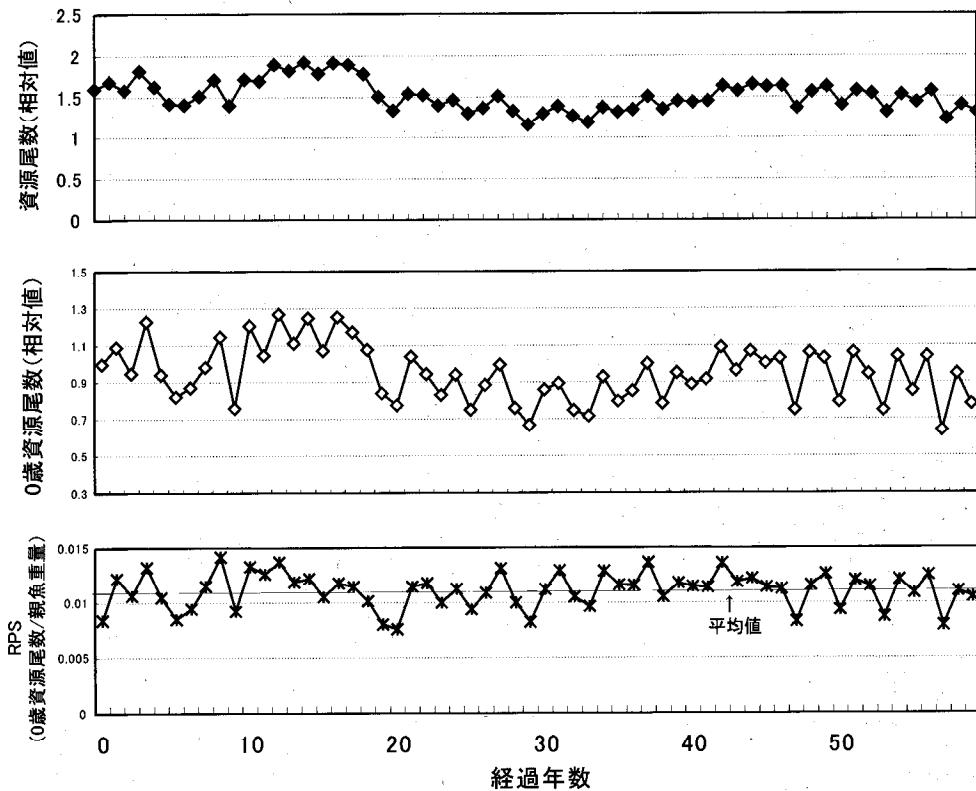
- ・寿命としては6～8歳程度とみられるが、全漁獲尾数のうち0、1歳魚の占める割合が80～90%と著しく高く、後は2～4歳程度である。

- ・初産卵年齢が満2歳であることから、必然的に漁獲尾数のうち大半が未成魚である。

- ・0歳、1歳への漁獲圧が高い（漁獲死亡係数Fが大きい）ことで、2歳以降の生残数が相対的に小さい。産卵親魚尾数の年齢別内訳では1歳（産卵からほぼ2年）の初成熟魚が多くを占めていると考えられる。

そこで、これらの特徴を包含する年齢別資源尾数の推移を擬似的に作成し、その推移を図IV-2に示した。すなわち、0～1歳のFが2歳以上に比べ顕著に高く、漁獲物組成が実際の組成と同様となるような条件設定としている（自然死亡係数は0.3、各年齢の体重は本種で得られた実際の平均値を用いた）。漁獲死亡は固定、再生産関係（0歳資源尾数/親魚重量）を正規乱数で与え、その平均値は全死亡係数に対し内的自然増加率が1（死亡率と再生産関係が釣り合い、資源が長期的に増加も減少もない状態）となるように定めた。

図IV-2をみると、0歳魚尾数すなわち新規加入尾数の増減が一年おきに繰り返されるような時期が頻繁に出現している。これは、設定条件として、ある程度の再生産関係（親子関係）を持たせているため、ひとたび、新規加入尾数が多い年が生じると、その翌年の秋に1歳魚として産卵する親魚尾数が増加することで、翌々年の新規加入尾数も多くなり、さらに、その翌々年の新規加入尾数も多くなる、という構図で、一年ごとに増減が規則的に連続する傾向が現れていることによる。これについては、Ⅲ章の図Ⅲ-8にあるように、漁獲物の大半を新規加入の0



図IV-2 ホッケの生活史と漁業の特徴をもった仮想動態

歳魚が占めるオホーツク海における底建網漁業の動向にみられる特徴と一致する。当該漁業は、すべての漁業の中で、ホッケの最も早い生活史段階を漁獲の主体とし、努力量変化も少ないことで、新規加入豊度を比例的に反映する漁獲動向となっているとみられる。1995年級群が高豊度で漁獲されたことで水準が上がり、以降は西暦の奇数年が偶数年より相対的に漁獲が多くなったことが示唆される。このような傾向は、カラフトマスやハタハタ、シヤマモなど1歳魚による産卵量が大半を占める魚種にみられる。

一方、前記のとおり、1980年前後に各海域・漁業の漁獲量（おそらくは資源量）が急減した。図IV-2に示した仮想動態では、20～21年目に資源尾数の大きな転換期があり、その前後で資源水準が大きく変わっている。再生産関係（RPS：0歳資源尾数／親魚重量）の推移から、この転換期は、2年連続して期待値を大きく下回るRPS値で計算されたことにより、新規加入尾数が2年連続して少なくなったことで生じていることがわかる。すなわち、このような生活史－漁業の関係をもつ資源動態は、2～3年の新規加入尾数の低下により資源水準が急減する。その後、とくに再生産関係の悪化が進行するといった状況がなくても、一度下がった水準は、基本的に変化しないまま推移する。

新規加入尾数の低下は、再生産成功度の悪化だけでは

なく、親魚重量の減少でも同様に与えられる。何らかの要因で漁獲圧が高まり、親魚の取り残しが著しく少なくなった場合は、その子世代の発生量は小さくなる可能性が高まる。

これらのことから、ホッケ資源の資源評価、管理方針においては、何らかの原因で新規発生年級群の資源尾数が著しく少なくなった状態が2～3年連続した場合に、資源尾数が急速に減少することを認識し、その状況を監視することがきわめて重要である。ホッケについては、すり身原魚として0～1歳魚の利用価値が高く、これを沖底、沿岸漁業の双方で漁獲対象とし、流通・加工業を含めた一つの産業構造が形成されている。そのため、これを漁獲しないで2歳以降の大型魚を中心とした利用構造に変えるのは、親魚の安定確保という点では一般的に望ましいかもしれないが、当面は現在の未成魚主体の資源利用形態が続くとみられる。そのためには、親魚資源量の動向を相対的に評価できる産卵海域漁場でのCPUE推移や、0歳の新規加入豊度の動向を把握することのできる指標を作り、モニタリングに組み込むことが必要である。新規加入動向が良好であるにもかかわらず、数年後の親魚動向指標が著しく低い、あるいは、親魚動向指標が平年並みであったのに対し、その子世代の新規加入が悪いという状況、いずれの場合でも、その傾向が2～3年程度連続すると資源水準は悪化する可能性が大きい。新規加入動向

の指標としては、前記の通りオホーツク海の底建網（秋～翌春）の動向やノース場の沖底CPUEなどが、親魚動向としては、利尻・礼文島あるいは寿都の底建網の漁獲動向などが想定され、いずれも来遊豊度を相対的に表す指標として活用できるよう、各現場を管轄する水試においては、いっそうの工夫が必要である。

再生産関係がある程度みられることから、資源悪化の局面では、親魚を取り残すための漁獲コントロールが有効に機能することが一般的に期待できる。必然的に、0～1歳を漁獲対象の主体としている沖底漁業や底建網漁業による管理措置が最も効果を持つ。

最後に、そのような資源管理措置を展開する段階で、ホッケ資源が持つ最大の問題点、それが冒頭にもあるように本種の生態である。すなわち、日本海中心のいくつかの産卵海域から産み出された資源はオホーツクから日

本海、道南太平洋まで広がり、その後、様々な生活史段階を多種の漁業で漁獲するため、各海域で漁獲対象となっている資源が、どこの海域で産み出されたものが不明瞭ということである。ホッケではある漁業が行う管理措置が必ずしも当該漁業への資源増加に繋がるわけではない。どの漁業への漁獲規制が最も効果があがるのかについても、実行によって検証するしかない。このような状況で懸念されるのは、資源水準の低下に対し俊敏な行動で対応することができず、漁獲と再生産のバランスが崩れ資源水準の低下が続いていても、歯止めが効かないという恐れである。まずは、ホッケ資源に関わる関係者全体が、自分の前浜だけではないホッケ資源動向への関心、理解を深め、毎年の資源動向を監視すること、そして、その枠組み作りが必要と思われる。