

終漁期のサンマについて

昭和42年に来遊した常磐海域の春生れ系統群(中型魚)の集合特性—1

高橋 惇・堀 義彦・山本 武人

まえがき

材 料 と 方 法

結 果

1. 研究の対象となつた系統群(中型魚)とその特徴
2. 沿岸に来遊の春生れ系統群(中型魚)の集合特性
3. 産卵準備群に内包される魚群の特性

論 議

要 約

文 献

まえがき

北西部太平洋におけるサンマ *Cololabis Saira* (Brevort) については、1948年以前の流網時代から現在にいたる棒受網時代を通じて幾多の貴重な研究がなされた。

ところで、南下期の常磐海域のサンマについては久保(1954, 55, 57)・木村(1956, 60)・福島(1956)・小達(1956)・長倉(1956)等の研究の中に、來遊するサンマの諸特徴が述べられている。

その後、菅間(1957, 59)・堀田(1960)・渡辺(1966)等は漁獲されるサンマが「春生れ」・「秋生れ」の2つの系統群から構成されていることを明らかにし、漁獲物に現われる特大型魚・中型魚は「春生れ」に、大型魚・小型魚は「秋生れ」に属すると述べている。その考えにたって堀田(1964)はサンマ資源について、太平洋側のサンマは中型魚単一の年と、両系統群が漁獲される年があることを述べ、現在の漁法となつてから特大型魚は漁獲の主体にならなくなったことを報告している。

一方、北海道水研・水試のサンマ研究者は1961年からサンマの生活を具体的にとらえることが漁況予測や資源評価を明らかにするという立場で研究を進めてきた。即ち、従来のサンマに関する知見を「春生れ」・「秋生れ」両系統群に分けて整理した。その結果、發育に応じて生理的要求を異にするということから「卵期」・「稚魚期」・「幼魚期」・「成魚期」の4つの段階に分け、更に「成魚期」に達すると索餌・産卵という生活の質的变化があることから「索餌期」・「産卵準備期」・「産卵期」の3つの生活年周期を区別した。それにもとづいて、小林他2名(1968年)は1959～67年の資料から秋生れ系統群成魚(索餌期・産卵準備期)の生活を具体的にとらえ、また、北海道中央水試他4機関(1965)は両系統群の内、「春生れ」の索餌群の内部には年々5～6(沿岸3～4, 沖合2)魚群が、また「秋生れ」の幼魚群と南下索餌群にも年々4～5(沿岸2～3, 沖合2)魚群が存在することを明らかにし、サンマの生活を魚群段階でとらえることによって、より一層その内容が具体的にされつつある。

しかし、いずれの報告においても“サンマがいつ・どこに・どういった状態で・どれくらい”という漁況を予測するには、まだ資料の蓄積が十分でない。

本報告は、常磐の沿岸海域に來遊した「春生れ」の索餌期と産卵準備期の生活について、その内容を具体的にとらえるため、構造的な側面を考察したので、その結果を報告する。

なお、この報告で取り上げた春生れ系統群の發育段階・生活年周期は、北海道水研・水試による「サンマの生活のパターン(1966)」にもとづいた。

本論にさきだち、全国サンマ漁業協会から研究費用など多大の援助を受けたことに對し感謝の意を表する。

漁況聞とり調査、魚体調査資料についてはサンマ研究グループの交換資料に負うところが多かった。各担

※ 東北海区水研を中心に、北海道水研・日本海区水研・北海道中央・釧路・網走・岩手・福島・茨城・千葉・新潟各水試・漁場知識普及会・全国サンマ漁業協会・東京大学海洋研・東北大学水産学科がグループ

を結成し、サンマの漁況予測の確立、資源評価、環境の究明、および漁撈生態などを解明するため組織的な研究をしている。

当者の努力に対し感謝の意を表す。

また、茨城水試岡田立三郎場長から懇切なる御指導と御校閲をうけたほか、北海道サンマ研究グループと種々討議を重ねた。心から感謝の意を呈するものである。

材料と方法

研究に供したサンマは漁場が三陸沿岸に形成した昭和42年10月19日から漁業の終了した同年12月14日までの約2ヶ月間、那珂湊入港船から得た。

漁況周りと調査は魚体調査と併行して行ない、漁獲日時・位置・水温・漁獲量・操業回数・群の性状と濃淡・灯付の良否など調査に必要な情報を集めた。

ところで、漁獲物には普通、春生れ系統群と秋生れ系統群が混り合っているので対象を区別しなければならぬ。その方法として、一応、常磐海域で漁期後半に現れた中型魚が春生れ系統群に属するかどうかを吟味するため1群約30尾ずつ計678尾の脊椎骨数について体長25.5~27.9cmのものを測定し、また耳石についてはそれぞれ異なる体長のもの約500尾を観察した。

次に、生活年周期の区別、即ち索餌期から産卵準備期の規定に卵巣重量の0.5gを基準にしているがこの組織形態を明らかにするため200尾について卵巣卵熟度を観察した。また性比・成熟度・肥満度をみるため74標本2,220尾を調査し、食性については25尾の消化管内容物を調べた。ここで観察に用いた魚体は体長25.5~27.9cmの範囲のものである。

集合特性をとらえる方法としては、個体間関係を現わす密度、雌雄間関係を現わす性比、それに成熟度や肥満度の諸側面についての漁業用海図を作成し検討した。但し、密度に用いた魚体は24.0~28.9cmの範囲のものである。

なお、本文の記述に用いた「個体間関係」「雌雄間関係」「系統群」「回遊群」「魚群」「集合特性」などの用語については佐藤の論文や小林等の研究報告を参照されたい。

結果

1 研究の対象となった系統群(中型魚)とその特徴

※ 漁船が操業対象とするのはシラミ・ハネその他の群である。魚体抽出の場合にはそれぞれ群毎の抽出となる。

1-1 耳石からみた中型魚

沿岸に來遊したサンマの体長組成は図1に示した。群のモードは24, 25, 26, 及び27cmで、そのうち25, 26cmモードの出現が多かった。

系統群を確める方法として菅間(1967, 69)・堀田(1960)等の研究結果にもとづいて耳石標本を視察し、中型魚を識別した結果、群のモード付近のものは春生れ系統群(中型魚)の特徴をもち漁獲物の78.1%を占めた。

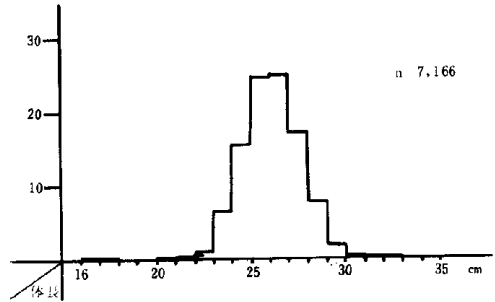


図 1 体長組成図

1-2 脊椎骨数(Urostyleを除く)

中型魚の脊椎骨数は図2に示した。個体の脊椎骨数は63~67で群の平均値は64.50~65.20の範囲内にあった。

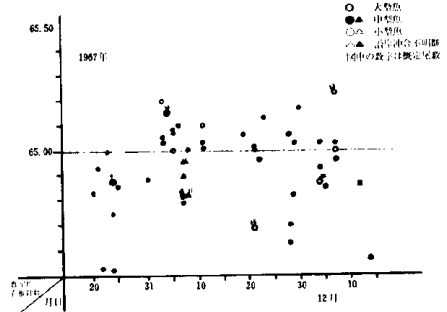


図 2 春生れた魚群の脊椎骨数分布図

1-3 成熟

卵巣重量日別変化は図3に示した。個体の卵巣重量は0.05~1.96gの範囲の値であるが、群の平均値は0.14~0.54gの範囲内にあり、10月下旬~11月上旬の平均値はほとんど0.2g台、11月下旬はほとんど0.3g台、12月上旬~中旬はほとんど0.4g台であった。

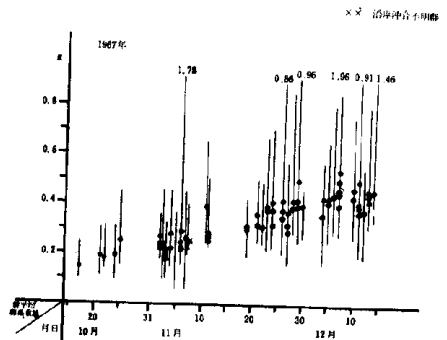


図 3 春生れ系統群卵巣重量日別変化図

1-4 肥満度

中型魚の肥満度日別変化は図4に示した。個体では3.3~4.3で、群の平均値は3.6~4.2の範囲内であった。10月下旬~11月上旬は3.8~4.2で変化は少なく11月中旬からやや低い値となり、11月下旬~12月中旬では3.6~4.1の範囲にあった。

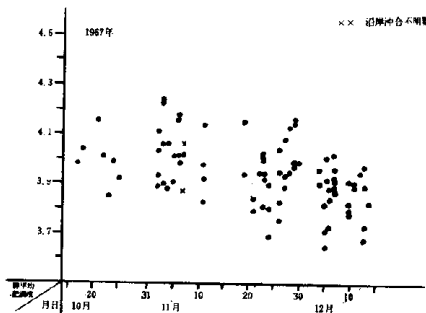


図 4 春生れ系統群(中型魚)の肥満度日別変化図

1-5 食性

茨城県沿岸域に來遊の中型魚の消化管内容物は表 1 に示した。すなわち 餌生物は大形・小形のコペポータで占められたが 消化管充満の個体は出現しなかった。

表-1 中型魚の消化管内容物

(値は 1 群につき 5 尾観察し合計したものである)

1-6 群の性状

沿岸に來遊した群(中型魚主体)の性状は表 2 に示した。

表 2 群の性状 (10%以上出現のもの)

(性状は他にソコムレ・ボチ・イルカマワシ・ハネナガシその他がある)

1-7 論議

本研究に用いた中型魚は久保(1954)・福島(1956)等が報告したものより体長が1~3cm小さいが、耳石の観察結果(菅間1957, 59, 堀田 60)や脊椎骨数総合平均値(小達1956)からみて、堀田(1960)が報告しているような春生れ系統群の中型魚と考えられる。

中型魚の卵巣重量平均値は久保(1954)、小達(1956)等の報告にあるものより一般に低い値である。中型魚の肥満度は時間の経過とともに低下の傾向がある。しかし、なかには11月下旬にみられるように(図4)10月下旬と大差ないものも現われている。

餌生物についての調査は少なかったが、ここでの結果ではコペポータ単一だけの出現であった。だが同時に混獲された小サバの胃内容物がアミ類に占められていたことから、両者の遊泳層の違いまたは餌の選択が考えられて興味深い。

群の性状はシラミ群が圧倒的に多く、相沢(1963)が報告しているような優勢なナガシ群は極めて少なくなっている。

2 沿岸に來遊の春生れ系統群(中型魚)の集合特性

ここでは図5に示したように卵巣重量0.36gが全体の50%を越える時期を索餌期から産卵準備期への移行期とした。これにしたがえば、索餌期は調査開始日~11月22日、産卵準備期は11月23日~調査終了日となる。

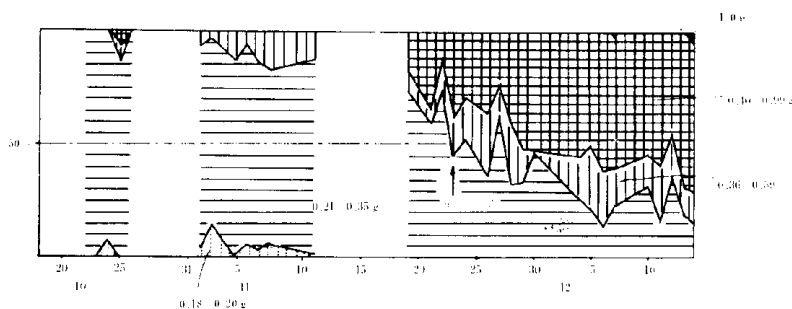


図 5 春生れ系統群(中型魚)の卵巣重量組成図

2-1 索餌期における集合様式

2-1-(1) 密度分布

密度分布をあらわす海図は一揚網当り漁獲尾数をを用いて図6に示した。

分布は三陸北部～常磐沿岸域にあり、密度の高いところが中心にあって同心円的に周囲が低くなる状態を示した。20,000尾以上の規模の大きい密度は三陸北部～エリモ岬の海域に出現し、そこから常磐の鹿島灘にかけては飛石状に20,000尾を越すところもあるが、北部海域に比べて規模は小さい。

2-1-(2) 性比分布

分布の範囲内ではほぼ1:1であった。

2-1-(3) 熟度分布

熟度をあらわす卵巣重量分布の海図は図7に示した。

分布は前者と同海域にあり、卵巣重量は0.18～0.34g(福島県の一部で0.39g)の範囲内にあって北で低く、南で高い。

2-1-(4) 肥満度分布

肥満度分布をあらわす海図は図8に示した。

分布は前者と同海域にあり、分布内の北、中央、南で3.9～4.2の範囲にあって顕著な変化はみえない。

2-2 産卵準備期における集合様式

2-2-(1) 密度分布

密度分布をあらわす海図は図9に示した。

分布は請戸～犬吠崎沿岸にあって、分布内の北では20,000尾以上の密度があり、中央から南へかけて10,000尾以上の出現があった。

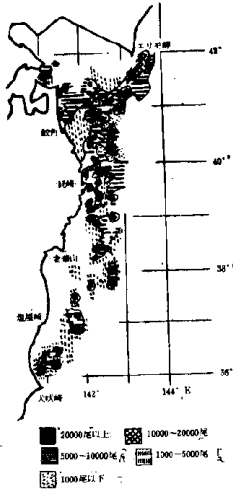


図 6 密度分布図

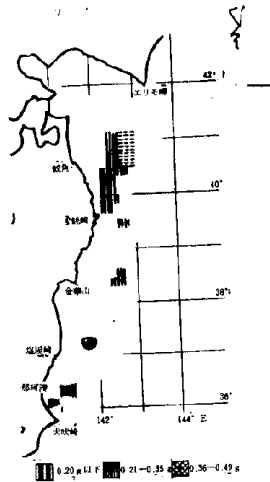


図 7 熟度分布図

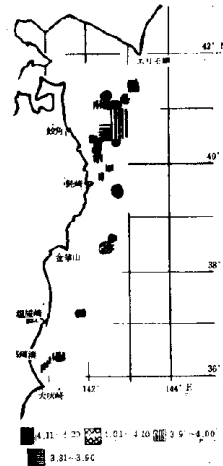


図 8 肥満度分布図

索餌期に比べて、三陸北部のような大規模な密度はなかったが、その他では本期の密度の方が高かった。

2-2-2(2) 性比分布

性比分布をあらわす海図は図 10 に示した。

分布は塩屋崎～犬吠崎の範囲で雌雄 1 : 1 の状態が多かったが、分布内には雄の比の多いところが見われて、雌の比の多いところを上廻った。

索餌期に比べて、雌雄間のかたよりが目立った。

2-2-2(3) 熟度分布

熟度分布をあらわす海図は図 11 に示した。

卵巣重量は 0.30～0.60 g で性比と同海域に分布し、分布内の中央付近に増重した卵巣が現われ(分布の北でも一部出現)、低いもの(0.30～0.35 g)は北と南にあった。

索餌期に比べて一般に卵巣重量は増加した。

2-2-2(4) 肥満度分布

肥満度分布をあらわす海図は図 12 に示した。

肥満度は 3.6～4.1 で、前二者と同海域にあった。低い肥満度(3.6～3.7)は分布内の中央付近にあり 高いもの(3.9～4.1)は北東と南西外縁にあった。

索餌期に比べて低い肥満度が現われた。

2-2-2(5) 論議

小林他 2 名(1968)は大型魚について、卵巣重量 0.5 g を指標に索餌期から産卵準備期への移行を述べている。その指標は小達(1956)が報告した 4 つの熟度段階のうちの未熟群 A 及び未熟群 B をもとにしたものであり、これは堀他 2 名 1969 年が述べる大型魚の未熟前期及び未熟後期に相当するものであ

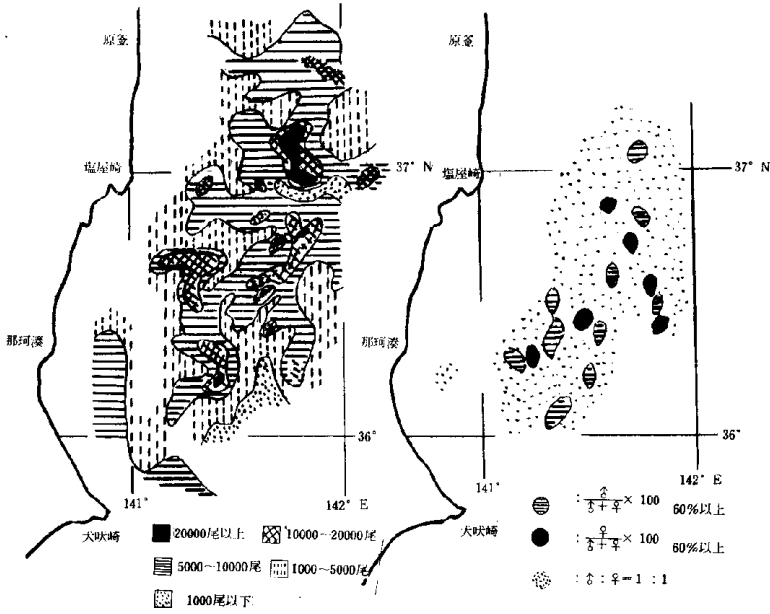


図 9 密度分布

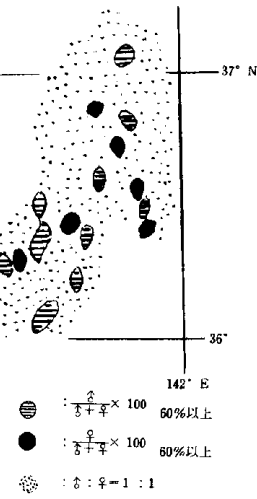


図 10 性比分布

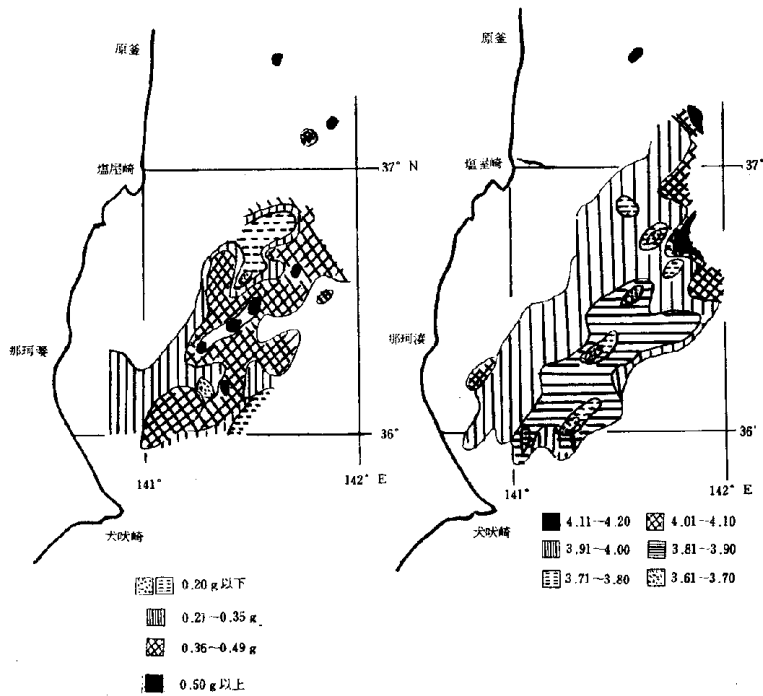


図 11 熟度分布

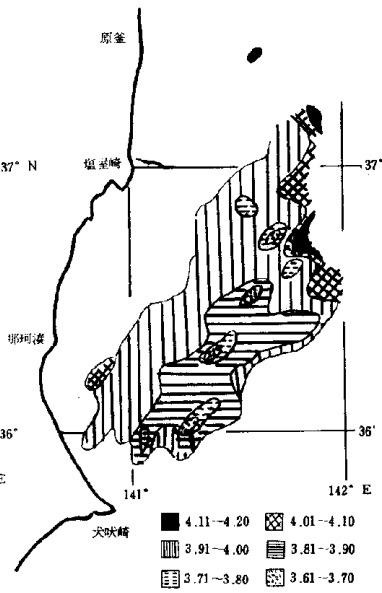


図 12 肥満度分布

る。さらに堀等(1969)は系統群ごとの熟度についても報告し、大型魚と中型魚が質的にほぼ同じであることを述べ大型魚の移行期に対応する中型魚の卵巣重量は0.4g前後であるとしている。

ここでは堀他2名(1969)の報告をもとに筆者等が中型魚の卵巣重量0.36gを用いて沿岸回遊群(中型魚)の生活を索餌期と産卵準備期に区別し、その移行について密度・性比・熟度・肥満度などの漁業海図を画き生活側面から検討すると、索餌期から産卵準備期へ移行する頃密度は図13に示すように黒潮前線付近に集まり、それに対応し雌雄間の偏在や増重した卵巣、ならびに肥満度の低下が出現するなどの生活の質的な違いを明らかにできた。だが、密度は短期間の変動はあっても小林他2名(1968)が大型魚で述べているような顕著な低下はみられず、大型魚の場合と同一視できないところもある。以上のことから、索餌群と産卵準備群を区別し生活の変化をとらえるのに、卵巣重量0.36gの基準は妥当であろう。

なお、調査の中で地理的条件のため索餌群の集合特性を論じるのに十分な生物側面の資料が得られなかったため、今後の調査では留意する必要がある。

※ 堀義彦・高橋 惇・田村和子 1969年「終漁期のサンマについて—1 卵巣に関する二〜三の観察」として本誌に報告

3 産卵準備群に内包される魚群の特性

ここでは索餌群の標本数が十分でないため産卵準備群について検討した。

産卵準備群の中の魚群を区別する方法は、図14に示した卵巣重量日別変化をもとに4つの魚群に区別した。従って、先に区別された魚群から茨城第I・II・III・IV魚群と仮称し、各魚群の密度、性比、魚体の大きさ、熟度及び肥満度などの漁業海図を画き検討した。

3-1 茨城第I魚群の集合様式(11月23日~11月26日)

第I魚群の各々の海図は図15~1~5に示したが、この分布は那珂湊から鹿島灘沿岸にあった。

密度は分布内の中央付近で20,000尾以上の密集した状態を示し、また中央付近~西側で10,000~20,000尾の状態を示した。

性比は雄の比が分布内の中央及び西側付近で多かった。

魚体の大きさをあらかず組成のモードは25cm台と26cm台とがあり、そのうち出現の多かった26cm台は分布内の中央付近から東外縁にあった。

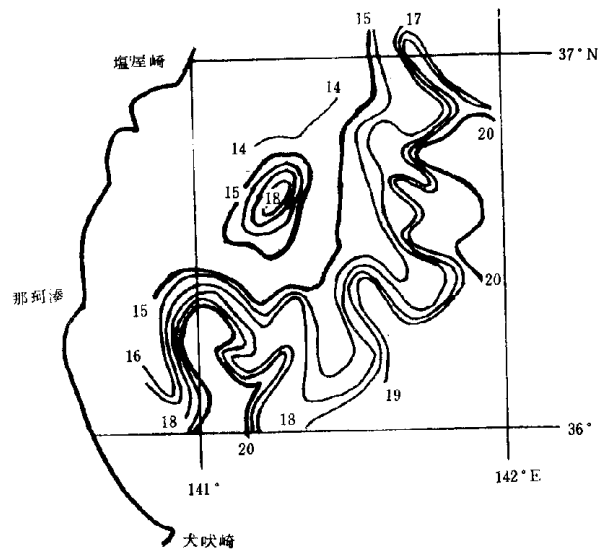
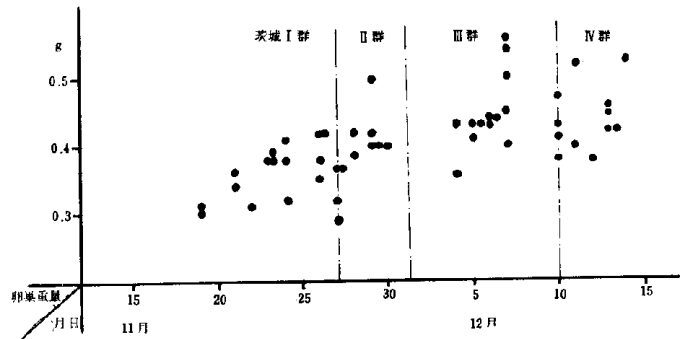


図 13 黒汐前線付近の表面水温図

卵巣重量は0.30~0.40gの範囲で、索餌群が分布内の外縁に少数存在した。

肥満度は3.7~4.2の範囲で、3.7台の低肥満度が分布内の中央付近にあり、4.0~4.1の高いものは北と東外縁にあった。

3-2 茨城第II魚群の集合様式(11月27日~11月30日)



図一14 産卵準備群(中型魚)の卵巣重量日別変化図

第II魚群の各々の海図は図1

6-1~5に示した。その分布は那珂湊から塩屋崎沿岸で、第I魚群の北東側にあった。

密度は20,000尾以上が分布内の北と南にあり、密集した状態を示した。

性比は分布内の中央付近から南及び東側で雄が多く、分布の北では雌の多いところも一部あった。

魚体の大きさはモード24~27cm台のうち25cm台の出現が多く、26cm台がこれに次いだ。26cm台は分布内の中央付近から東外縁にあり、25cm台はその西側に、24cm台は北に、27cm台は西側にあった。卵巣重量は0.28~0.50gで、索餌群が分布内の中央から西側に存在した。

肥満度は3.9~4.1で、4.0以上の高肥満度は分布内の東外縁にあった。

3-3 茨城第III魚群の集合様式(12月1日~12月10日)

第III魚群の海図は図17-1~5に示した。その分布は那珂湊の東、すなわち茨城県沿岸の中央部にあった。

密度は分布内の中央付近とその南で20,000尾以上の密集した状態を示し、また10,000~20,000尾の密度は北西側にあった。

性比は分布内の西側で雄の比が多く、中央付近で雌の多いところの一部があった。

魚体の大きさはモード25~26cm台のうち26cm台が多く、26cm台は分布内の中央~南にあった。

卵巣重量は0.35~0.56gで索餌群が分布内の南西外縁に一部存在した。また、0.5g以上に増重した卵巣は分布内の中央付近にあった。

肥満度は3.6~4.0で、3.6~3.7の低肥満度が分布内の中央付近にあり、3.9の高いものはその周囲にあった。

3-4 茨城第IV魚群の集合様式(12月11日~12月14日)

第IV魚群の海図は図18-1~5に示した。その分布は那珂湊から鹿島灘沿岸にあった。

密度は5,000~1,000尾が分布内の中央付近にあるが、規模は著るしく小さい。

性比は分布内の中央付近で雌の比が多くなり、雄の多いところはなく雌の増加が目立った。

魚体の大きさはモード25~27cm台のうち25, 26cm台が相中半し, 27cm台は分布内の北縁でごく少ない。

卵巣重量は0.36~0.55gで, 索餌群はなく0.5g以上に増重した卵巣は分布内の北にあった。

肥満度は3.6~4.0で, 3.6~3.7台の低肥満度が分布内の中央付近~南にあり, 3.9~4.0台の高いものはその周囲にあった。

3-5 論議

茨城県沿岸に來遊した産卵準備群に内包される魚群について, その集合様式を検討すると,

第I魚群は分布位置・密度・魚体の大きさ(分布の型)が第II・III・IV魚群と, 性比が第IV魚群と, 熟度が第III・IV魚群と, 肥満度が第III群と, 夫々異なり区別できる。

第II魚群は密度が第I・IV魚群と, 性比が第IV魚群と, 魚体の大きさ(分布の型)が第I・III魚群と, 熟度が第III・IV魚群と, 分布位置・肥満度が第I・III・IV魚群と, 夫々異なり区別できる。

第III魚群は密度が第I・IV魚群と, 性比が第IV魚群と, 魚体の大きさ(分布の型)と熟度が第I・III魚群と, 肥満度が第III魚群と, 分布位置が第I・III・IV魚群と, 夫々異なり区別できる。

第IV魚群は密度が第II・III魚群と, 性比及び分布位置が第I・III・III魚群と, 魚体の大きさ(分布の型)が第I魚群と, 熟度が第I・III魚群と, 肥満度が第III魚群と, 夫々異なり区別できる。

以上のように各魚群間では生活の近似したものや, 一定の差を有したものがある。近似したものは他の側面での差をとりあげた。このようにして, 茨城県第I~IV魚群を検討すると各々が独立した集合様式を示すことが明らかである。また, 回遊群から魚群を区別する方法として用いた卵巣重量は, この研究を今後継続するのに妥当であると考えられる。

ところで, 密度分布図で明らかなように本研究に用いた魚体は, 茨城県沿岸に來遊した全魚群を掌握していない。つまり, 同時期に北と南に現われたものについては北の方の資料が十分でなかった。こういったかたよりの抽出方法に問題があるのでなくて, 各地区に所属する漁船がそれぞれグループで操業し人港先がかたよったためと考えられる。今後はその点十分留意して資料収集に当るべきであろう。

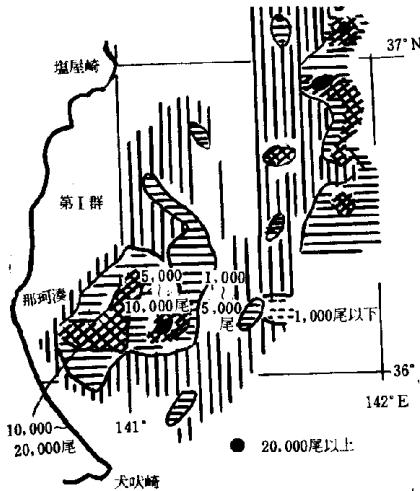


図 15-1 密度分布図

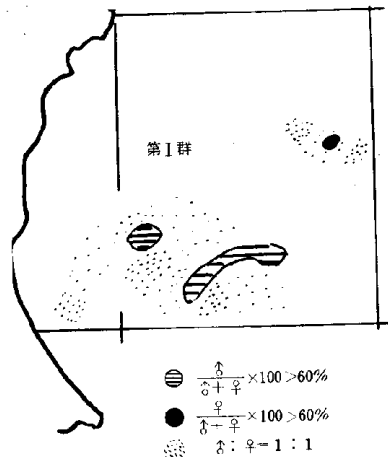


図 15-2 性比分布図

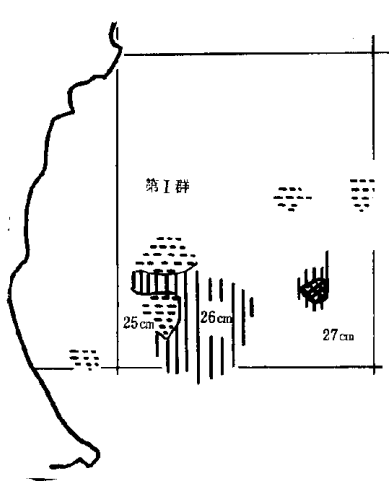


図 15-3 体長モードの分布図

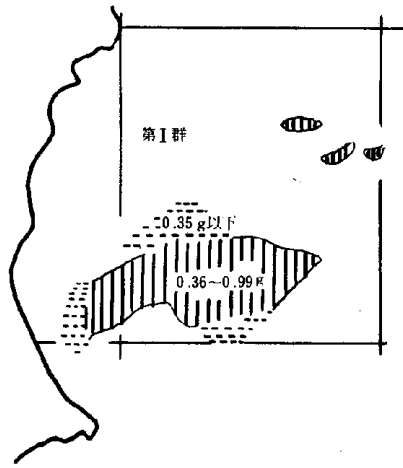


図 15-4 熟度分布図

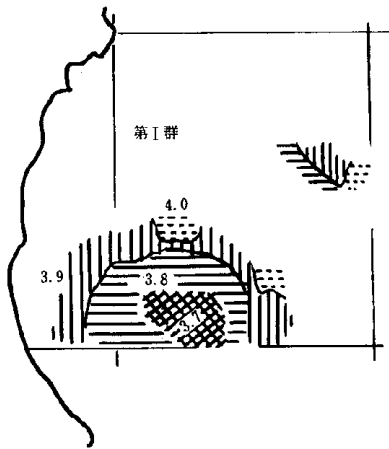


図 15-5 肥満度分布図

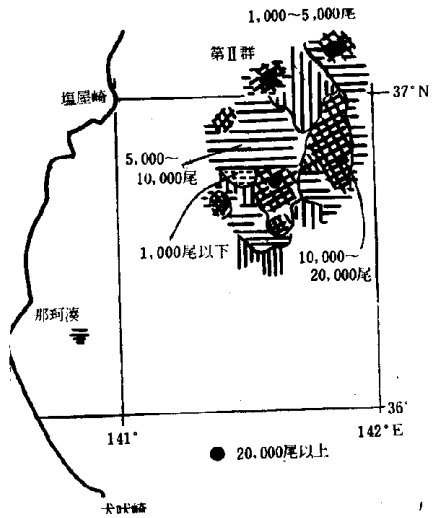


図 16-1 密度分布図

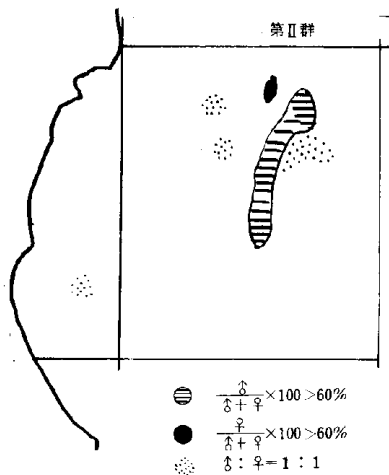


図 16-2 性比分布図

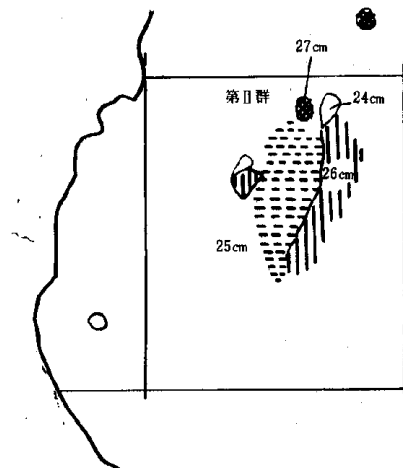


図 16-3 体長モードの分布

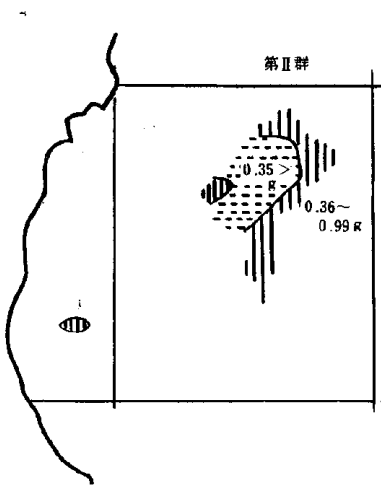


図 16-4 熟度分布図

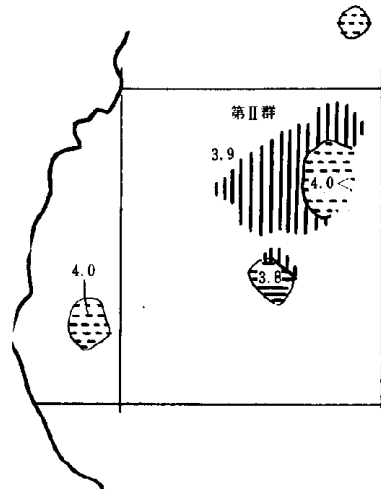


図 16-5 肥満度分布図

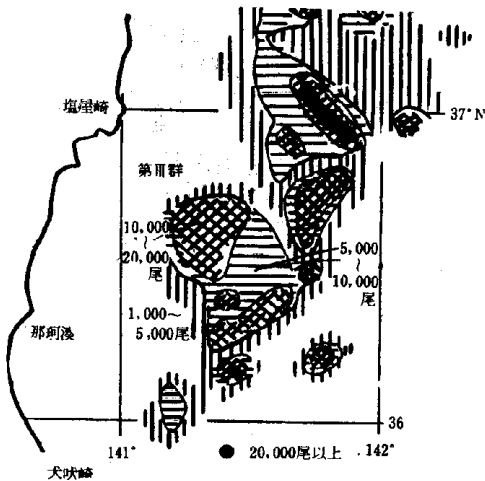


図 17-1 密度分布図

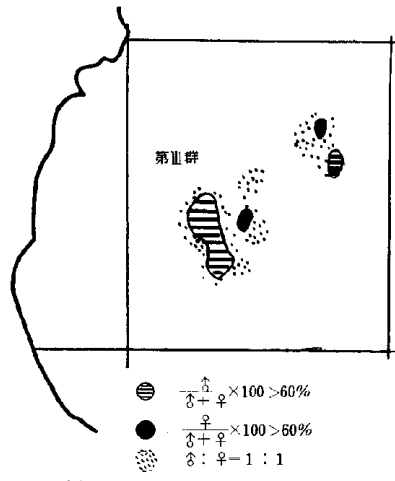


図 17-2 性比分布図

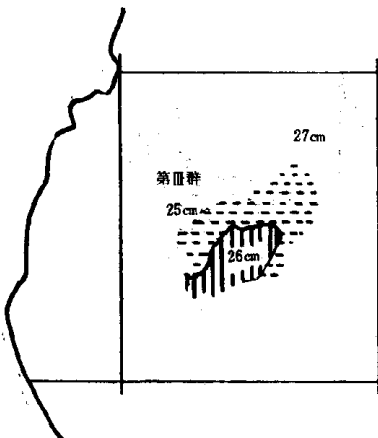


図 17-3 体長モードの分布

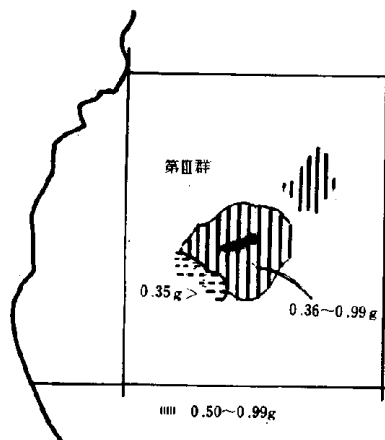


図 17-4 熟度分布

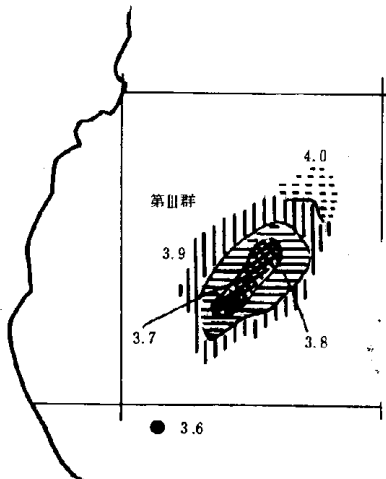


図 17-5 肥満度分布

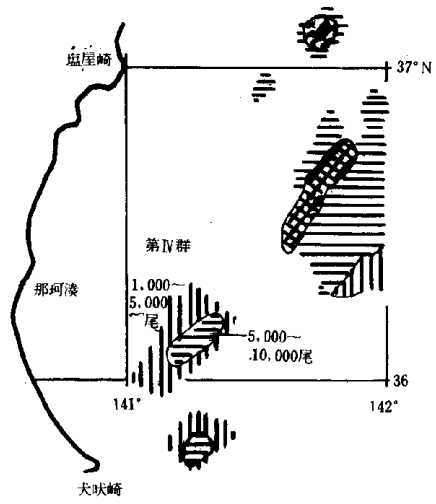


図 18-1 密度分布

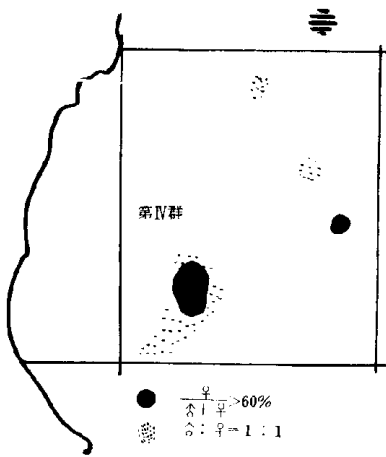


図 18-2 性比分布

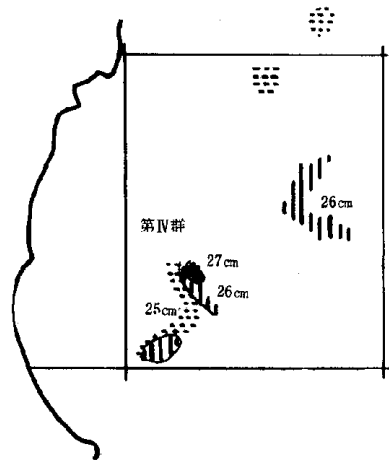


図 18-3 体長モードの分布

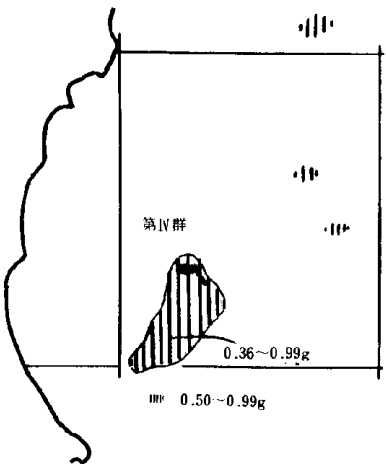


図 18-4 肥満度分布

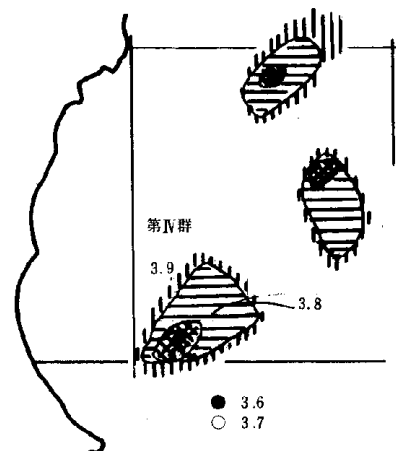


図 18-5 肥満度分布

論議

昭和42年終漁期に常磐沿岸に米遊したサンマは堀田(1960)の述べる春生れ系統群の中型魚に相当するものが主体であった。だが、ここでの中型魚は久保(1954)・福島(1956)の報告(中型魚単一)に比べて魚体の小型化、生殖線重量の低下、群性が異なるなど同一系統群内での変遷がうかがえる。

南下期の中型魚は北海道中央水試他4機関(1965)によると、分布の相違から沿岸に回遊する群と沖合に回遊する群に区別される。その報告にしたがえば、ここで用いた中型魚は沿岸に回遊する群である。しかし、その区別が果してSub-populationのようなものであるかどうかは現段階では明らかでない。

中型魚の発育段階は現在認められている仮説(サンマの生活のパターン1966年)にもとづけば成魚期に位置していて、その生活年周期は索餌期とされている。だが、生活年周期についてはすでに報告(北海道中央水試他4機関1965年)されているように、従来の中型魚においても終漁期頃索餌期から産卵準備期への移行があるらしいとされていたものであり、本研究でもその点を重視してとりあげ一年の研究結果ではあるが、中型魚の生活年周期の移行に関して生活の諸側面からみて質的变化をすることが得られたことから索餌期と産卵準備期の生活の内容がより具体的にされると考える。また、その移行時期を区別するのに用いた卵巣重量0.36gは共著者間で種々論議されたものであり、堀他2名(1969)の卵巣卵組織観察をもとにしたとはいえ絶対的なものではない。今後この種の研究は生活を具体的にする過程でその妥当性を吟味できらるであろう。

沿岸に回遊した産卵準備群に4つの魚群をとらえた。それらの魚群数は調査もれなどを考慮すると最少の数であったと考えられるが、茨城第II魚群のような肥満度が他の魚群に比べて高い場合に果して肥満度の高いグループだけに占められていたのか、それとも第III魚群の端の方であったのか判断が難しかった。また、それらの結果と北海道中央水試他4機関(1965)が報告する索餌期の3~4つの魚群と、どのような関係なのか明らかではなかった。

今後、この研究を発展させ漁況予測に役立たせるには当面、前の段階の索餌群に内包する各魚群の生活を具体的にしなければならぬし、また十分な資料が入手できるような体制で産卵準備群の各魚群の生活も更に明らかにする必要があるであろう。

要約

1. 昭和42年終漁期に常磐沿岸に米遊したサンマは耳石・脊椎骨数の観察から堀田1960年の述べる春生れ系統群が圧倒的に多かった。

※ 系統群を春生れ、秋生れに区別したのは菅間(1967, 69)・堀田(1960)であり、それ以前の報告については体長をゆやすとした。

2. 本研究の中型魚は久保1954年・福島1956年等の報告にある中型魚に比し、魚体が小型化し、卵巣が一般に減量し、群性が異なった。
3. 中型魚の群平均脊椎骨数は64.50~65.20で、総合平均値は64.93であった。
4. 中型魚の卵巣は、10月下旬~11月上旬が約0.2g台、11月下旬が約0.3g台、12月上旬~中旬が約0.4g台であった。
5. 中型魚の肥満度は10月下旬~11月上旬が3.8~4.2、11月下旬~12月上旬3.6~4.1でやや低下の傾向にあるが、11月下旬には3.9~4.1の比較的高いものが現われた。
6. 中型魚の餌生物はコペポータ単一で、消化管の充満した個体はなかった。
7. 中型魚の群性は表2のとおりで、シラミ群が圧倒的に多く、次いでハネ群が多い。
8. 中型魚の生活年周期は卵巣重量0.36gを指標に沿岸に回遊する群について検討し、11月23日頃索餌期から産卵準備期へ移行するとした。
9. 沿岸に回遊する群(中型魚)の生活年周期の移行に際し、密着・灯付きなどの面で秋生れ系統群と同一視できない。
10. 茨城県沿岸に來遊した産卵準備群には、少くとも4つの魚群を内包する。

文献

- 1) 相次幸雄 1963:サンマ群の灯付状態と漁獲・魚群との関係について。東北海区水研報告, 23
- 2) 福島信一 1956:東北海区に於ける漁獲サンマの体長組成について。東北海区水研報告, 7
- 3) 堀田秀之 1960:鱗・耳石によるサンマのポピュレーション構造の分析とその成長。東北海区水研報告, 16
- 4) 堀田秀之 1964:サンマ資源。日本水産資源保護協会水産研究叢書, 4
- 5) 北海道中央・函館・釧路・網走・稚内水試 1965:漁海況予報事業結果報告書。
- 6) 北海道サンマ研究グループ 1966:サンマの生活のパターン。
- 7) 久保雄一 1954:太平洋サンマの生態学的研究-I。茨城水試試験報告, 昭和25年・26年度
- 8) 久保雄一 1954:太平洋サンマの生態学的研究-II, 生殖腺について。茨城水試試験報告, 昭和25・26年度
- 9) 久保雄一・武藤康博 1955:太平洋側サンマの漁業生物学的研究-I, 年令査定について。茨城水試試験報告, 昭和27年度
- 10) 久保雄一・武藤康博 1955:太平洋側サンマの漁業生物学的研究-II, 漁獲物の年令組成について(予報)茨城水試試験報告, 昭和27年度
- 11) 久保雄一・武藤康博 1957:太平洋側サンマの漁業生物学的研究-III, 年令別漁獲量につい

て-I。茨城水試試験報告，昭和28年度

- 12) 木村喜之助 1956：昭和11年～18年代の本邦サンマ流網漁況について。東北海区水研報告，7
- 13) 木村喜之助 1960：東北海区サンマ漁況に対する資源学的考察。東北海区水研報告，14
- 14) 小林喬・若生允・内藤政治 1968：サンマの生活に関する研究（第1報），秋生れ系統群の成魚の集合特生について。北海道水試試験報告別冊，9
- 15) 長倉克男 1956：サンマの脂肪含有量の変動について。東北海区水研報告，7
- 16) 小達繁 1956：東北海区に於けるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態。東北海区研究報告，7
- 17) 小達繁 1956：サンマの脊椎骨数。東北海区水研報告別冊，8
- 18) 佐藤栄 1961：水産資源研究の理論と実践における諸問題。水産科学，29
- 19) 佐藤栄 1963：漁業資源研究の現状と将来について。生態研究談話会VOI，3(2)
- 20) 佐藤栄 1966：魚の生活（主体と環境との関係）について。生態研究談話会VOI，4(5)
- 21) 佐藤栄 1967：漁業生物学の方法論について。東北海区水研討議資料
- 22) 菅間慧一 1957：耳石の性状からみたサンマのポピュレーション構造-I。北海道海区水研報告別冊，16
- 23) 菅間慧一 1959：耳石の性状からみたサンマのポピュレーション構造-II。北海道海区水研報告別冊，20
- 24) 渡辺徹 1966：サンマの年齢を推定する一つの試み。茨城水試試験報告，昭和39，40年度