

略 名
北 水 試 報
Sci. Rep.
Hokkaido Fish. Exp. St.

北海道立水産試験場報告

第 11 号

SCIENTIFIC REPORTS

OF

HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 11

北海道立水産試験場

(昭和 44 年 9 月)

(September, 1969)

北海道立水産試験場報告第10号正誤表

ペ　　ー　　ジ	誤	正
7 図の説明	From 1961 to. 1966	From 1961 to 1966.
8 12行	除いた	除した
9 9〃	(以下 a 群とする) が	(以下 a 群とする)
9 39〃	未枯のため	未枯れのため
13 30〃	1 日あたり	1 日あたりの
14 31〃	粘液腔導	粘液腔道
15 25〃	Pl.IV	Pl.IX
15 36〃	4 月17日にも発芽はなく	4 月17日にコンブが発芽, また
16 20〃	8 月 8 日	7 月12日
16 21〃	コンブが	ガッガラコンブが
19 6〃	さらにに	さらに
20 8〃	(Pl.IV~Fig 2)	(Pl.IV~Fig 3. 4)
24 2〃	Pl.VI	Pl.IV
24 7〃	(Fig 11, Pl.VI)	(Fig 10, Pl.VI)
9 (33行) 28 (21, 36行) 29 (37~ 42行) 31 (34, 35行)	未	未
8 (27行) 21 (15行) 22 (33, 34行)	未	未

北海道立水産試験場報告

第 11 号

目 次

小林 喬・若生 允・内藤政治

サンマの生活に関する研究 (第Ⅱ報)

春生まれ系統群の成魚の集合特性について…………… 1

小島伊織・依田 孝・上野達治

石狩湾沖のエビの漁場と生態……………30

木田健治・田元 馨

水産動物肉に関する研究 Ⅳ

ナガヅカ肉の pH と有機酸との関係について……………41

(昭和44年9月)

SCIENTIFIC REPORTS
OF
HOKKAIDO FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

No. 11

CONTENTS

KOBAYASHI, Takashi, WAKO, Makoto and NAITO, Masaji

Studies on the life of the pacific saury, *Cololabis saira* (Brevoort).

II. Aggregative characteristics of adult of the spring-spawning
population..... 1

KOJIMA, Iori, YORITA, Takashi and UENO, Tatsuji

Fishing grounds and some biological observations of shrimps off
Ishikari bay, Hokkaido 30

KIDA, Kenji and TAMOTO, Kaoru

Studies on the muscle of aquatic animals.

IV. On the relation between various pH values and organic acids of
Nagazuka muscle (*Stichaeus grigorjewi* Herzenstein) 41

(September, 1969)

サンマの生活に関する研究 (第Ⅱ報)
——春生まれ系統群の成魚の集合特性について——

小林 喬・若生 允 内藤 政治
(北海道立中央水産試験場) (北海道立釧路水産試験場)

Studies on the Life of the Pacific Saury, *Cololabis saira* (Brevoort).

II. Aggregative characteristics of adult of the
spring-spawning population.

Takashi KOBAYASHI, Makoto WAKO, and Masaji NARITO**
(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)
**(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)

In the previous paper, we pointed out hypothetically the presence of two different populations as a spring-spawning and an autumn-spawning populations in the northwestern Pacific Ocean westward of 170°E.

Nine years data from 1959 to 1967, show that there are two distinct groups in adult fishes of the autumn-spawning population during the feeding period, and among these migrating fish, males and females are represented in approximately equal number, but on entering the pre-spawning phase, the males and females became separated each other at this stage, and tend to be dispersed into small groups.

In the present paper, we have an opportunity to propose some suggestions about the aggregative characteristics of the spring-spawning population of the Pacific saury. That is to say, in the post-young stage, they migrate toward north along the inshore area in some small groups. However, they have already reach to the adult stage at latest up to the feeding period, and they widely distributed in relatively high density at entering of this period. In general, they are most concentrated near the center of their distributional range.

These migration pattern are quite consistent from year to year, and represent the characteristic aggregative behaviour of the young stage and the feeding groups. The movements described above are reflected by the facts that among the southward moving feeding fish, those at the center of abundance exhibit high condition factors, are relatively small length.

は し が き

サンマが、いつ、どこで、どれくらいのものが、どのような状態で集合するか、ということを明らかにするため、第Ⅰ報(小林ほか、1968)では、170度以西の太平洋海域に分布するサンマについて秋生まれと春生まれの二つの系統群のうち、前者における成魚の集合を考察した。その結果、漁期中この魚が急激に分散してしまうのは、索餌・成熟をめぐる、個体間や雌雄間の関係が変化するためであることを明らかにした。

* 報文番号 A59

この報告は、第Ⅰ報に引きつづき春生まれ系統群の成魚について、その生活の内容を具体的にとらえるため1959年から'67年の資料を検討して考察したものである。この春生まれ系統群の成魚は、1955年から'62年の豊漁時代に秋生まれ系統群の成魚よりも安定して漁獲の主体となっていたものであるが、1964年以降、その漁獲量は隔年変動しながら減少傾向を示しているため、その動向がサンマ漁業の将来にとって、極めて大きな課題となっている。

この研究は、全国的な組織の中で、多くの方々の協力によって進められた。貴重な資料を提供していただいた東北水研および各県水試のサンマ研究者、1964年から4年間、多忙のところ資料収集に多大な援助をいただいた岩手県水試漁撈調査部の諸氏に感謝の意を表する。また、この研究を進めるに当って、終始討議していただいた北水研・北水試サンマ研究グループの諸氏に感謝する。

材 料 と 方 法

この報告で用いた材料は、1959年から'67年の9カ年間、8月下旬から12月上旬までの漁期間において、サンマ主要水揚げ港 (Fig. 1) から集めたものである。

各年の魚体調査回数は Table 1 の通りである。この調査は、有漁日ごとに1~5群をランダムに抽出し、1群30尾以上について各項目の測定を実施した。併行して、聞き取り調査を行ない、分布の状態を把握するのに必要な情報を集めた。

ところで、漁期中道東から三陸・常盤沖合いでは、春生まれ系統群の成魚 (中型魚) と、秋生まれ系統群の幼魚 (小型魚) や成魚 (大型魚) が一緒に漁獲されるので、対象を区別しなければならない。これについては堀田 ('60)、渡辺 ('66) らの研究結果によると、東北海道に來遊する中型魚の体長モードは27~28 cmであり、また、北水研・北水試サンマ研究グループ ('66) や全国サンマ研究集団 ('68) で作製した「サンマの生活のパターン」によると、索餌期の体長範囲は25~27 cmないし28 cmである。したがって漁獲物から春生まれ系統群の成魚を区別する方法として、第Ⅰ報と同じように、体長モードの頻度分布を根拠として、1959年から'67年までの資料を整理した。その結果 (Fig. 2)、各年における月ごとの体長モードは、大部分

Table 1 Number of specimens observed.

Year	Feeding group
1959	3 2 9
1960	2 6 1
1961	4 0 3
1962	3 5 5
1963	2 1 5
1964	1 8 4
1965	3 7 0
1966	3 4 7
1967	3 8 7

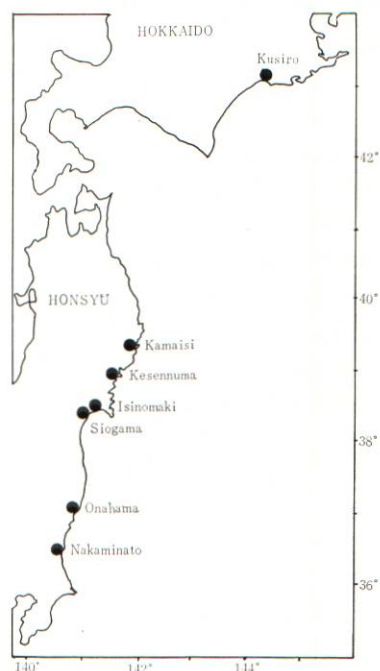


Fig. 1 The ports of specimens landed.

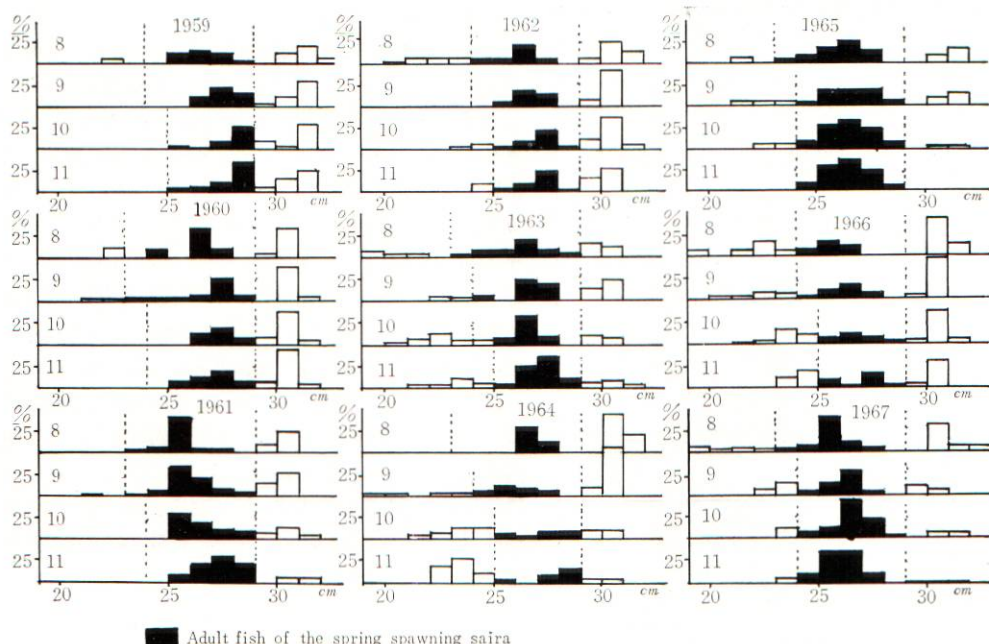


Fig.2 Frequency distribution of modes of body lengths.

が25, 26, 27cmで、22~24cmと28cmないし29cmが谷となっている。このことは、一つの発生集団が正規分布を示していると考えられるので、これを背景にして、個々の標本群を検討しながら、多少の重なりあいはあるが、主として24~28cmの魚体について取り扱った。

次に、発育段階・生活年周期の区別であるが、第Ⅰ報において、卵期、稚魚期、幼魚期、成魚期の4つの発育段階と、成魚期に達してからの生活年周期として、索餌期(秋生まれ系統群はこれをさらに北上と南下に分けた)、産卵準備期、産卵期を区別した。

この研究対象は、春生まれ系統群についてであるが、その発育段階と生活年周期を規定する方法としては、第Ⅰ報の秋生まれ系統群の場合と同じように、大・中・小型魚の日別漁獲比率から区別した(Fig.3)。すなわち、道東海区においては8月中、下旬を境にして、それ以前では、小・中型魚が主体で漁獲は少なく、それ以後では、中・大型魚となって漁獲は多くなり、漁場は次第に南へ移動する。したがって後者のような変化を示した日から索餌期として、それ以前を幼魚期とした。ただし、この方法によると、幼魚期から索餌期への移行時期は、秋生まれ系統群の北上索餌期から南下索餌期への移行時期と全く同じ時期に当るので、この妥当性については、今後、それぞれの生活を明らかにする過程で具体的に確めていきたい。

次に、索餌期から産卵準備期への移行についても第Ⅰ報と同様に、卵巣重量の季節変化から区別した(Fig.4)。すなわち、11月以降になると、卵巣が発達し産卵準備期に移行しているものも見られるが、群れ全体として見ると、0.5g以下が50%以上を占めていることから、各年における調査期間中のものは全て索餌期

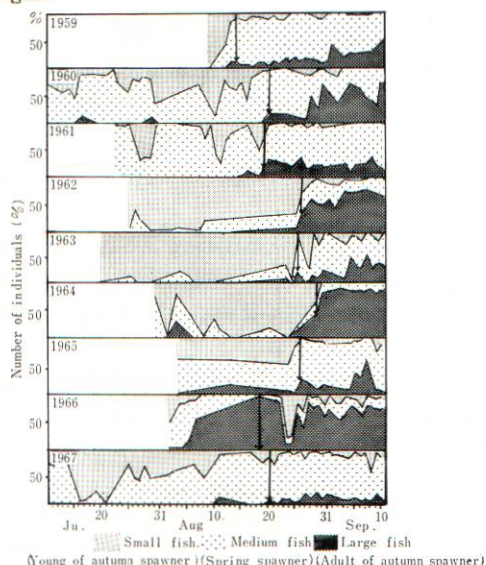


Fig.3 Seasonal variations in catches of saury of different sizes.

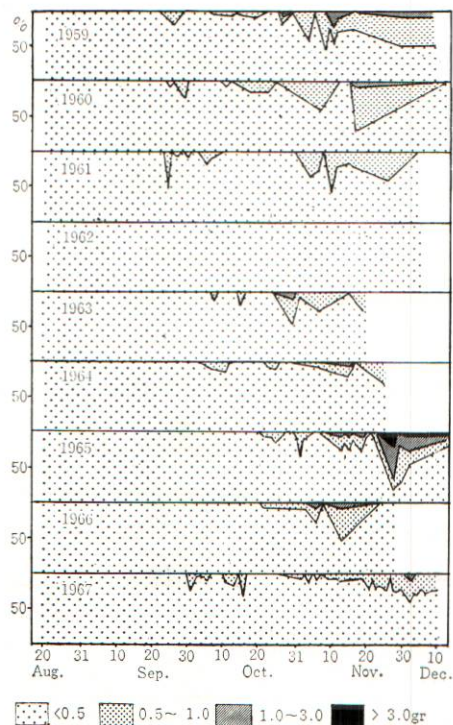


Fig. 4 Seasonal change of ovary in spring spawning saury

この図によると、主として道東沖合いから常盤沖合い、147度以西の沿岸海区に分布していることがわかるが、各年に共通して見られることは、分布の中心付近は同心円的に密集して、外縁はうすくなっていることである。

次に、分布密度の地理的变化を見ると、1960年、'62年、'67年は北緯41度以北の道東沖合いに範囲の広い密集域が片寄っていて、それ以南では、分布範囲や密度が小さい傾向を示しており、1959年、'63年、'64年、'65年は三陸沖合いに範囲の広い密集域が見られ、1961年、'66年は道東沖合いから常盤沖合いまでやや一定して高い密度が見られるというように、年によってまちまちな変化を示している。したがって、道東沖合いの密度が高ければ、それが南下して三陸・常盤沖合いでも密度は高くなるという保障は全くない。問題にしなければならないのは、同じ索餌群が何故そのような量的変化を起こすかということであって、この内容を明らかにするには、前の段階の生活を明らかにしながら、魚と密接にむすびついている海洋の運動や漁獲努力などそれぞれを関連においてとらえなければならない。

ところで、年々の密度の大きさを相対的に見ると、最も大きいのは1959年、'61年、'67年、小さいのは1960年、'64年、'66年、その中間が1962年、'63年、'65年である。

なお、この図には、周囲よりも濃密なところがいくつか見られる。このことは、この「回遊群」が単純な一つのまとまりとして運動しているのではなく、その内部により基本的な対象である「魚群」がいくつか内包されていることを示唆していると考えられる。

2 性 比

雄と雌の関係は、魚の社会関係を知る上で重要な役割りを占めている。ここでは、雌雄全体で雌を割った数を海図に現わした (Fig. 6)。

この図によると、大部分は雌雄が40~60%の出現ではほぼ同数である。このことは、この段階において雌雄の生理的要求にちがいがいことから、お互いに、同じ生活領域で存在していることを示している。

と仮定した。

なお、索餌期の子図作製に当って、つぎのような便法を講じた。すなわち、漁期末になると出漁船が少なくなって標本の入手も不可能になるため、一応各年の最終調査月日は12月10日までとした。ただし、卵巣重量の季節変化図については標本入手の都合で、1961年は12月5日、1962年は10月22日、1963年は11月19日、1964年は11月25日までしか作図することが出来なかったが、これらの年は12月10日までに急激に卵巣が発達して産卵準備期に移行するということは考えられないので、ほかの年と同様、全て索餌期として取り扱った。

以上の材料と方法により、春生まれ系統群の索餌期について、この段階に対応するものを索餌群とし、その回遊群が、どのような集合特性を示すかについて、ここでは個体間関係を現わす密度、雌雄関係を現わす性比の2つの側面から分析し、それに成熟、肥満度、成長の各漁業海図を作製し検討した。

結 果 と 考 察

1 分 布 密 度

個体間関係を現わすものとして、ひと網当たり平均漁獲尾数を用いて海図に現わした (Fig. 5)。

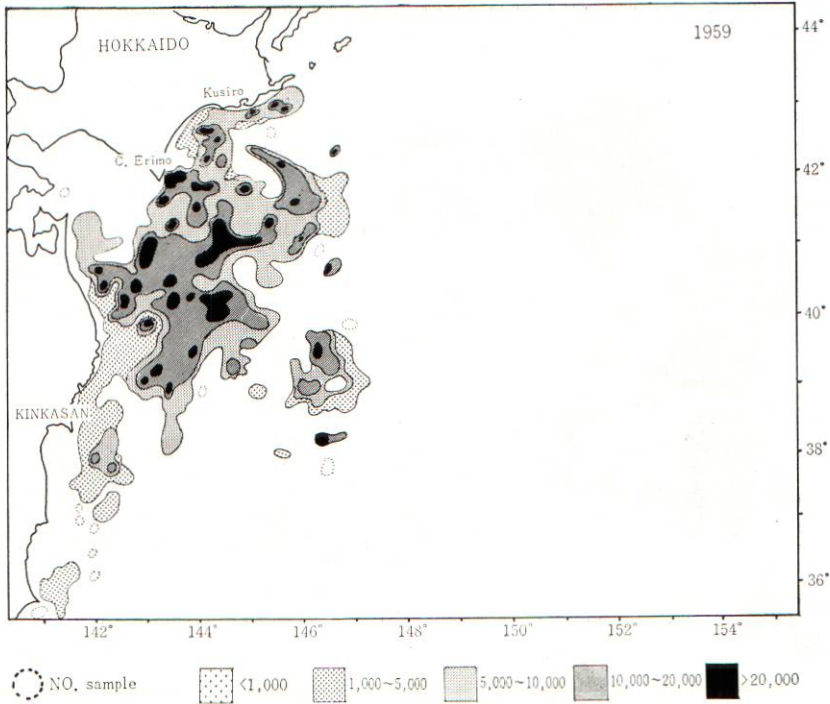


Fig.5-1 Average catch per hoist stick held dip nets in fishing areas during the feeding period.

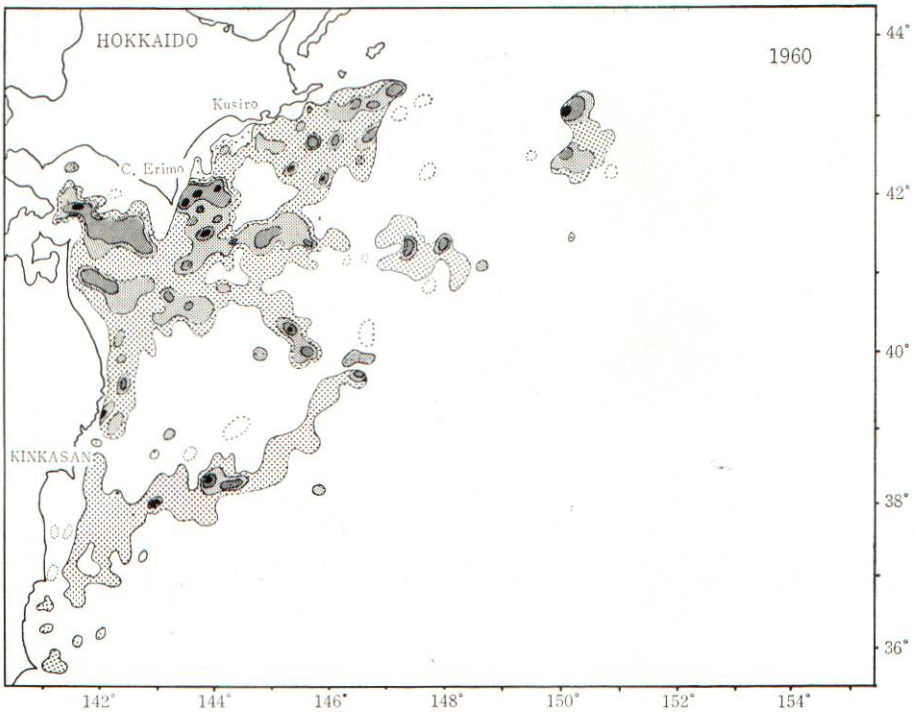


Fig.5-2

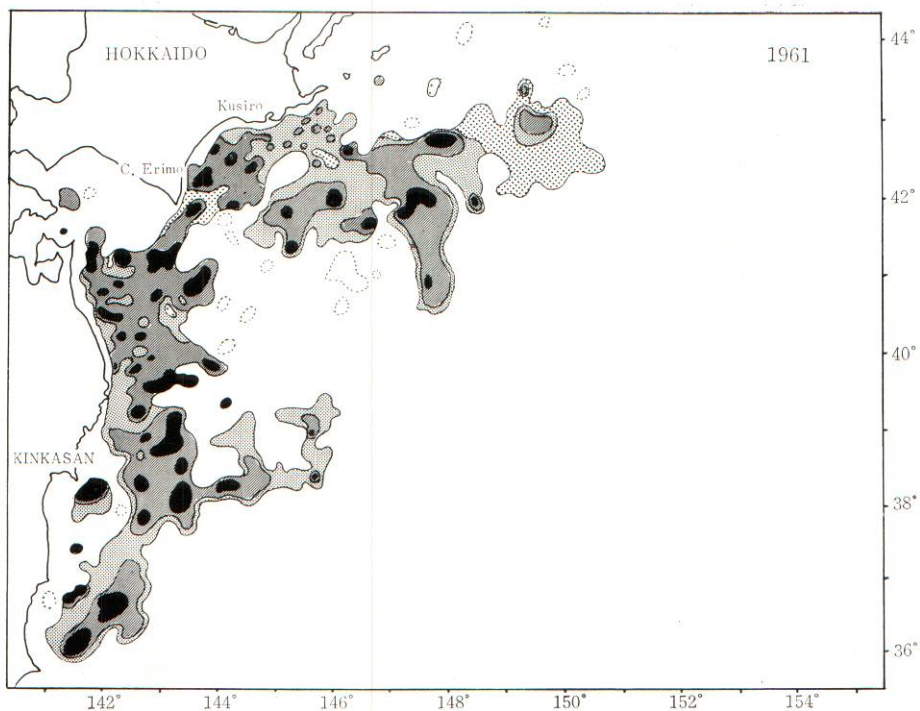


Fig.5-3

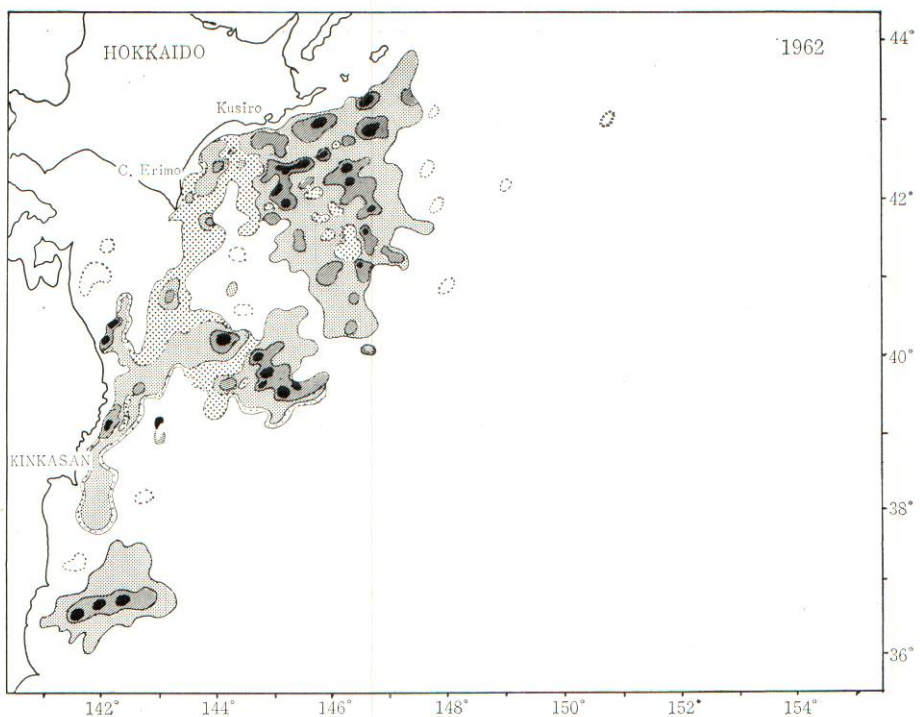


Fig.5-4

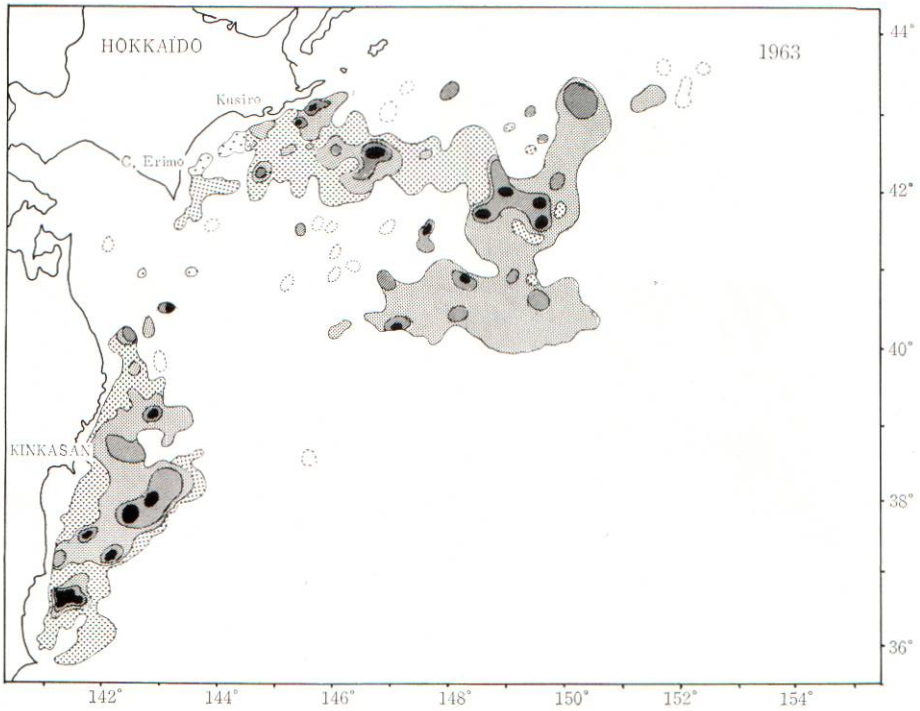


Fig.5-5

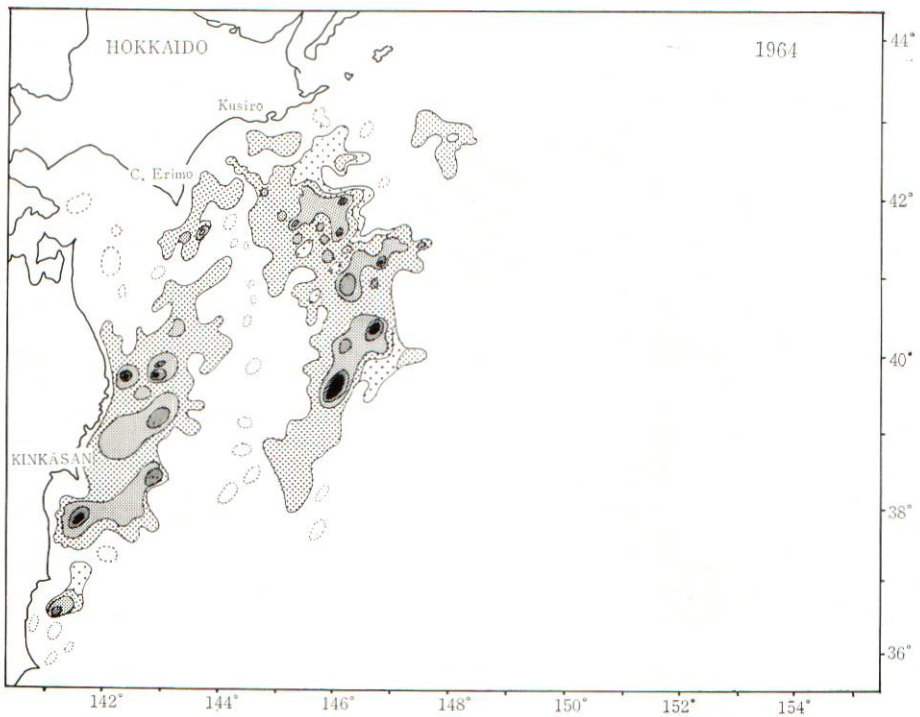


Fig.5-6

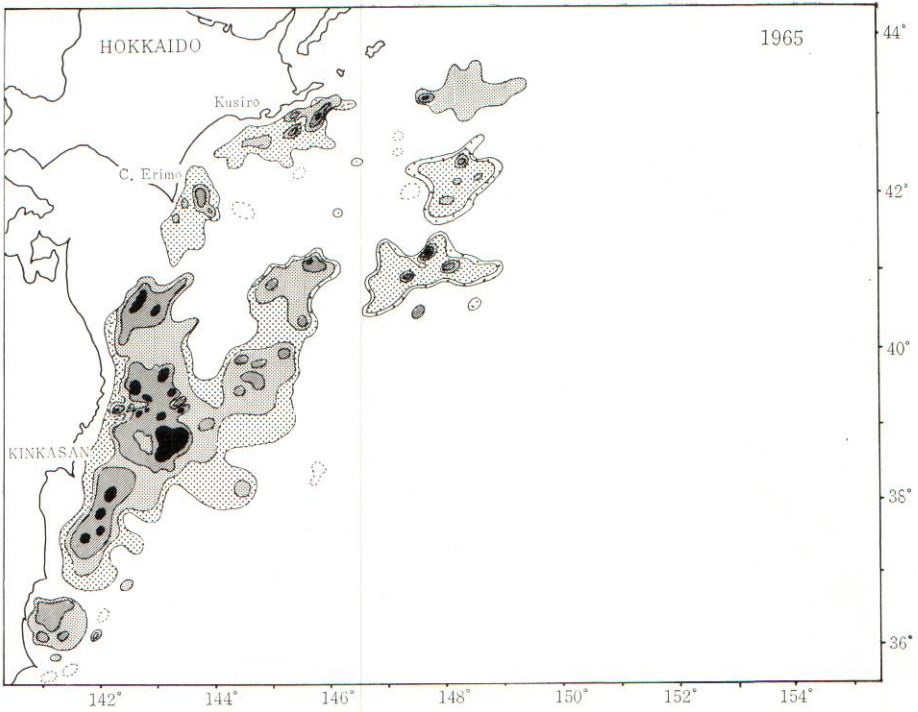


Fig.5-7

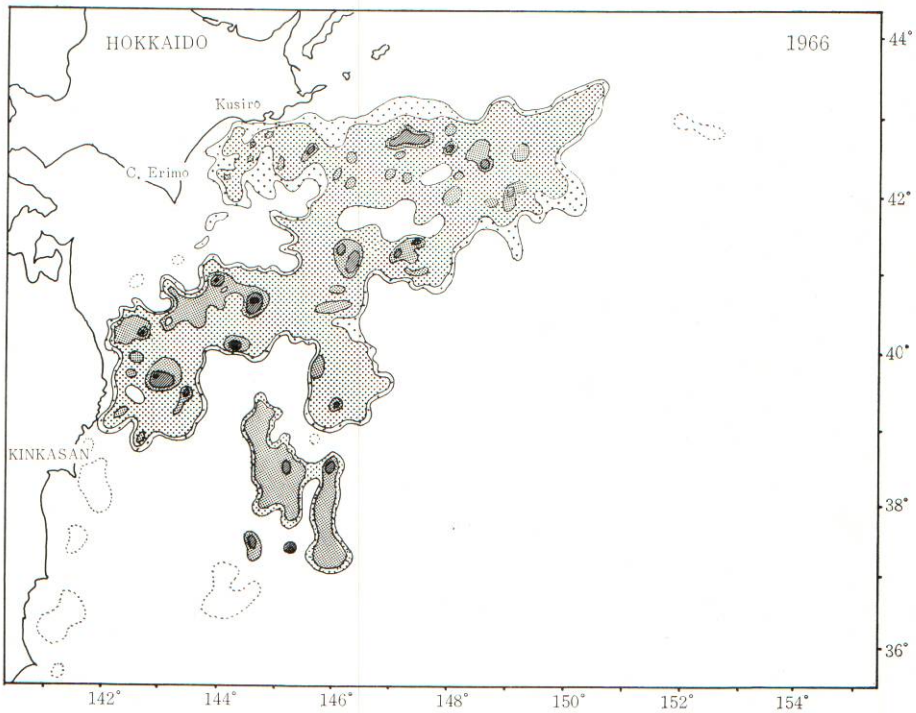


Fig.5-8

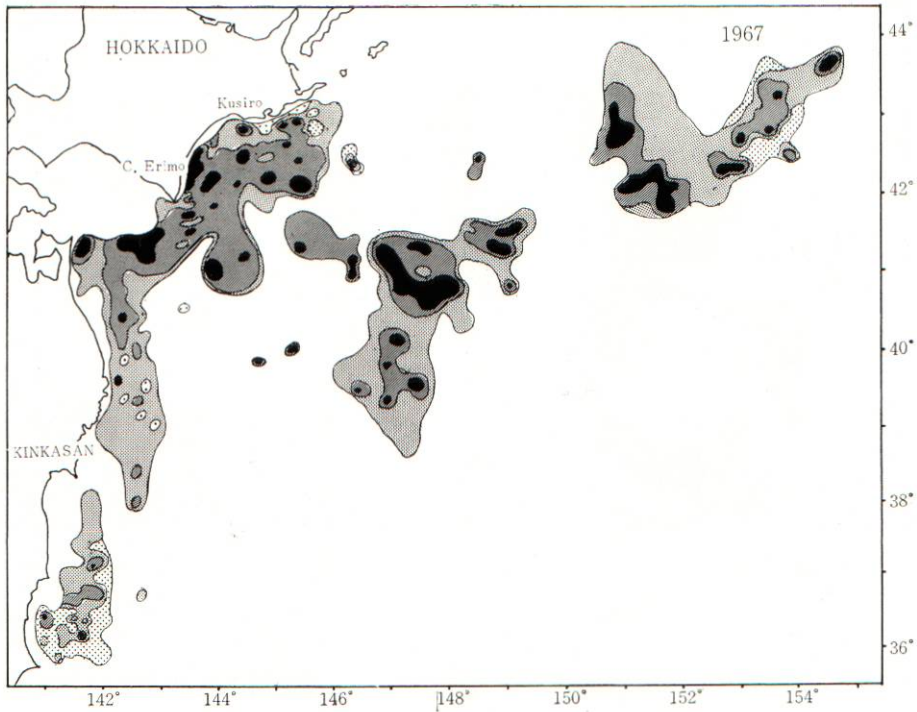


Fig.5-9

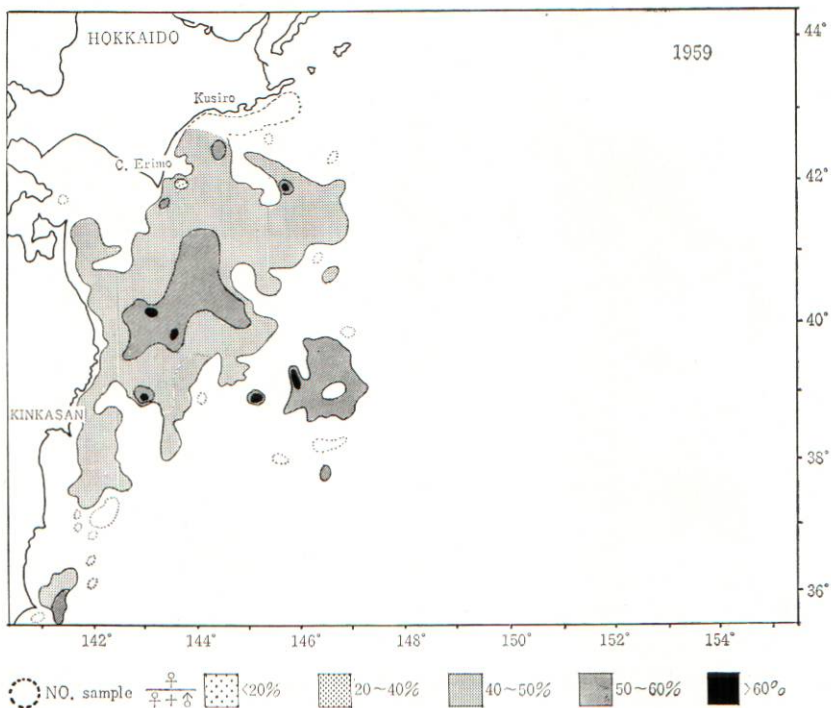


Fig.6-1 Sex ratios in different fishing areas during the feeding period.

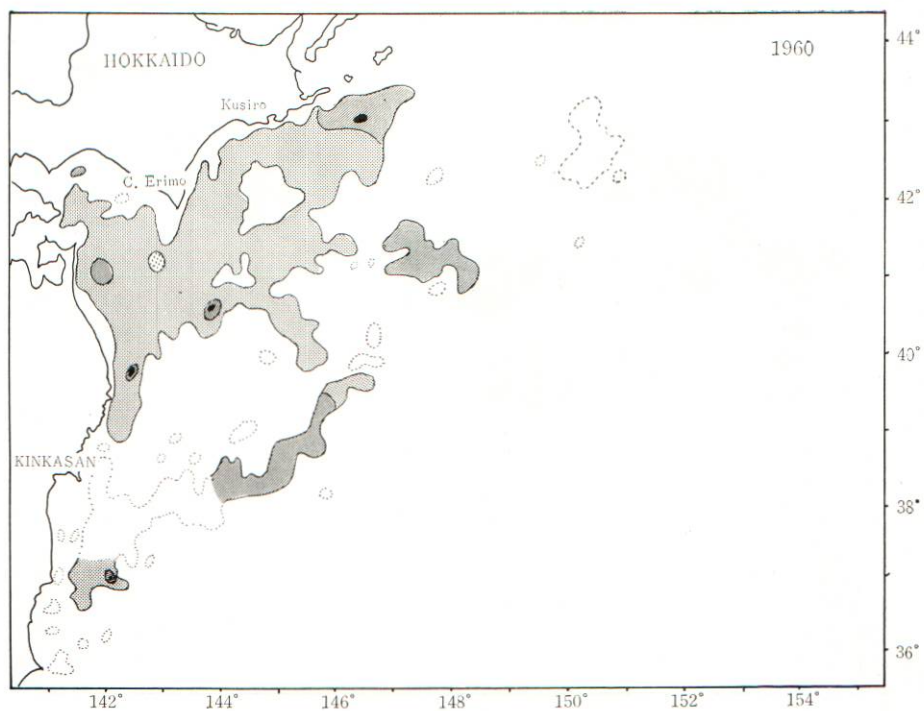


Fig.6-2

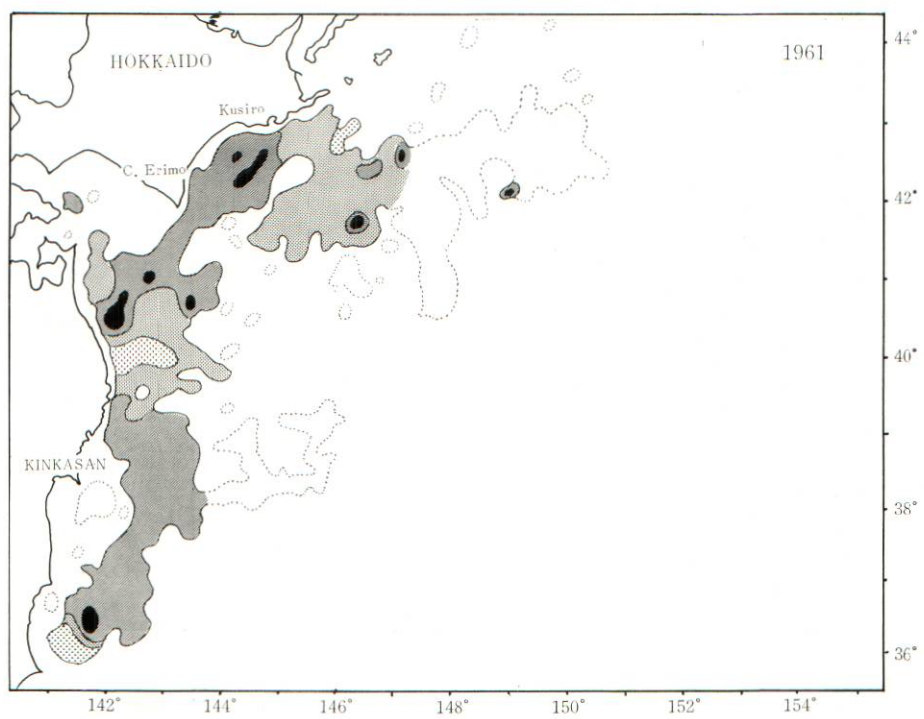


Fig.6-3

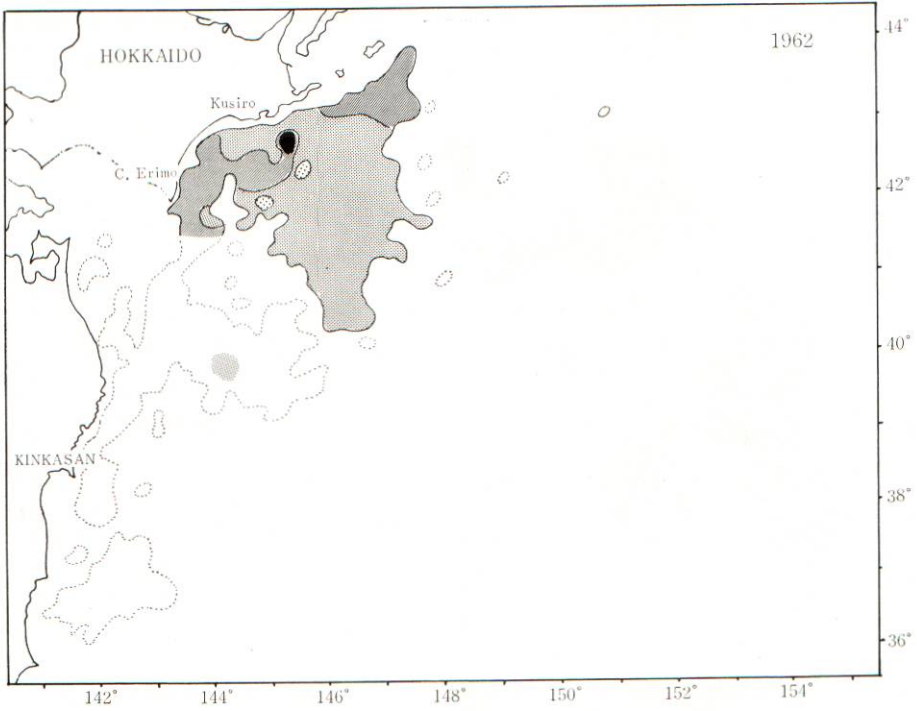


Fig.6-4

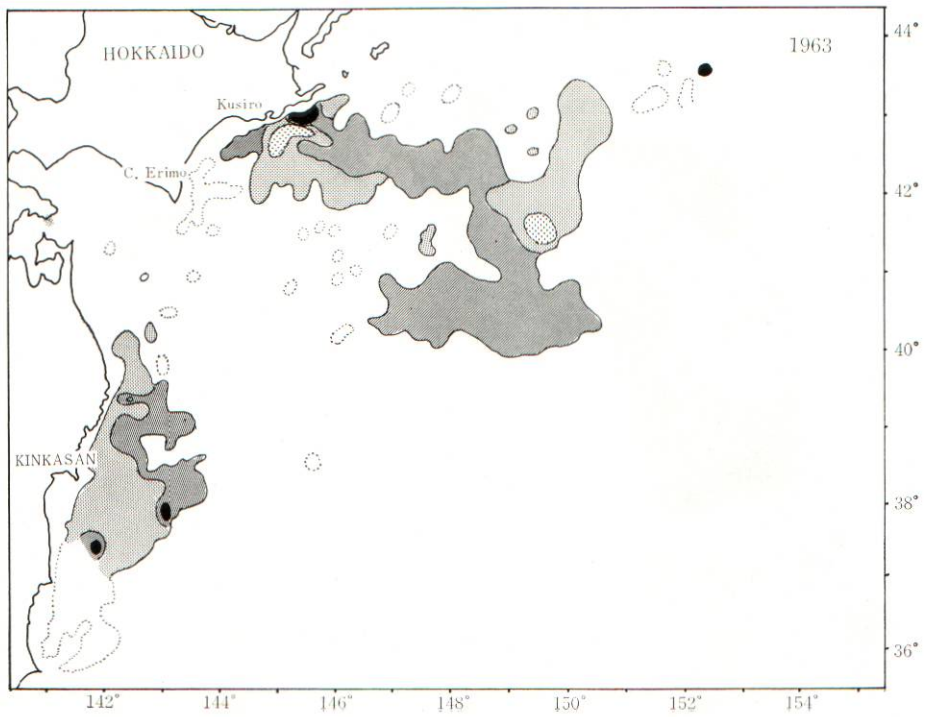


Fig.6-5

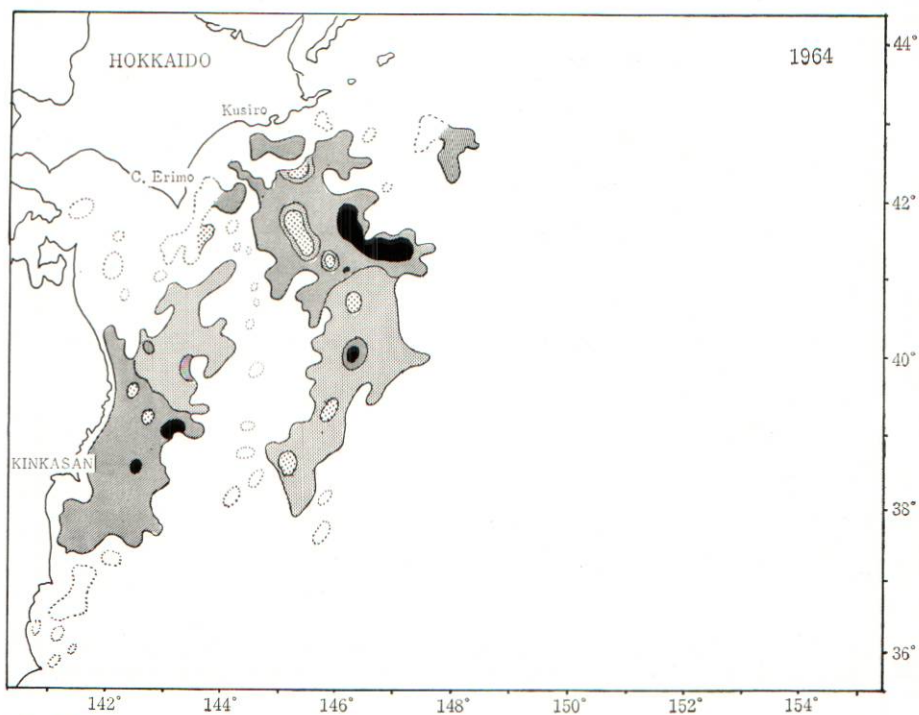


Fig.6-6

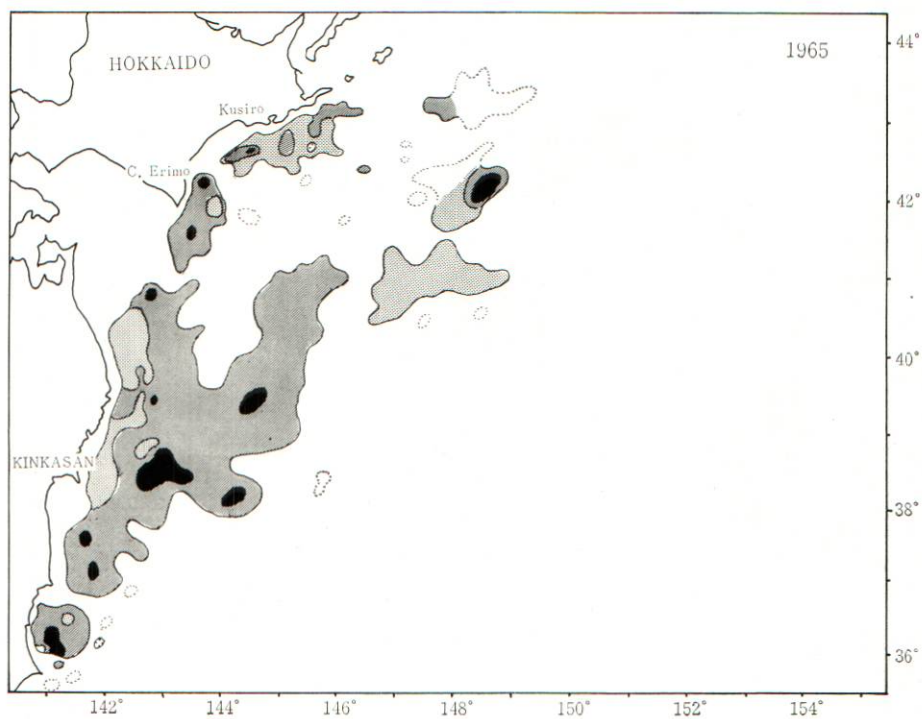


Fig.6-7

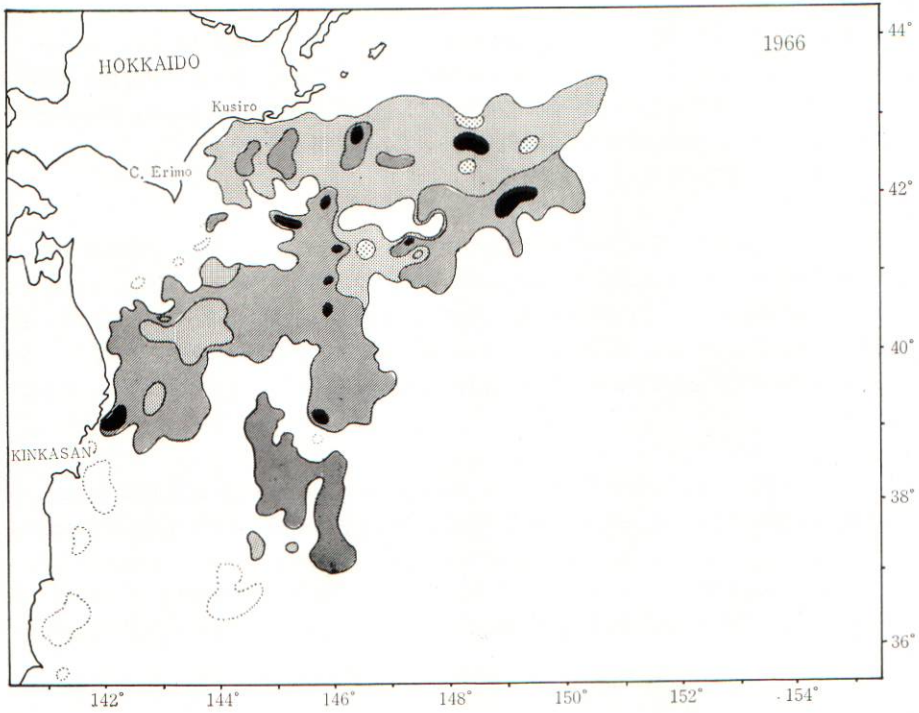


Fig.6-8

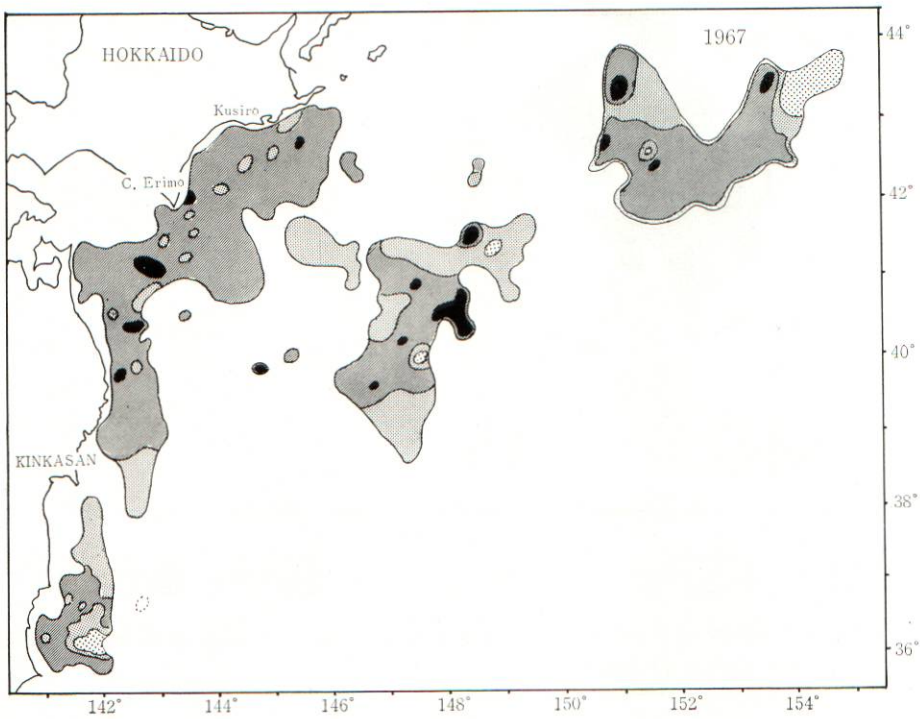


Fig.6-9

3 成 熟

この図 (Fig. 7) によると、群れ全体の卵巢重量は大部分が 0.5 g 以下の未熟であるが、1959 年、'60 年、'61 年、'65 年、'66 年は分布の南側で卵巢が発達し 0.5 g 以上のところが見られる。これを個体間と雌雄間の関係で見ると、卵巢が未熟のところでは一般に密度は高く、雌雄がほぼ同数であるのに、卵巢が発達している部分では、密度が低く、雌雄は片寄る傾向が見られる。これは卵巢の発達にともなって、群の作り方や、雌と雄の関係に変化を起こしたことを示している。

4 肥 満 度

この図 (Fig. 8) によると、肥満度の大きさに 2 つの変化が見られる。すなわち、相対的に分布の北側が肥っていて南側がやせているのは 1959 年、'60 年、'61 年、'62 年、'64 年、'66 年、'67 年、この逆の傾向が 1963 年、'65 年である。これを分布密度との関係で見ると、相対的に肥満度の高いところは密度も高いし、また、肥満度の低いところは密度も低いというように、この両者には一定の相関が見られる。

なお、肥満度の経年変化を見ると、最も高かったのは 1959 年、'60 年で、以後年々低下し、最も低いのは '67 年である。

5 成 長

この図 (Fig. 9) によると、体長モードは主として 25~28 cm であるが、これを地理的に見ると、分布の北側と南側で殆んど差がないのは 1963 年、'66 年である。このことは漁期中あまり成長しなかったことを示していると考えられる。一方、分布の北側で 25~27 cm 南側で 26~28 cm というように全体として 1 cm 程度大きくなっているのは 1959 年、'60 年、'61 年、'62 年、'64 年、'65 年、'67 年の 7 カ年である。このことは、8 月下旬から 10 月上旬、道東沖合い海区に現われたサンマが、10 月から 12 月、三陸・常盤海区へ移動

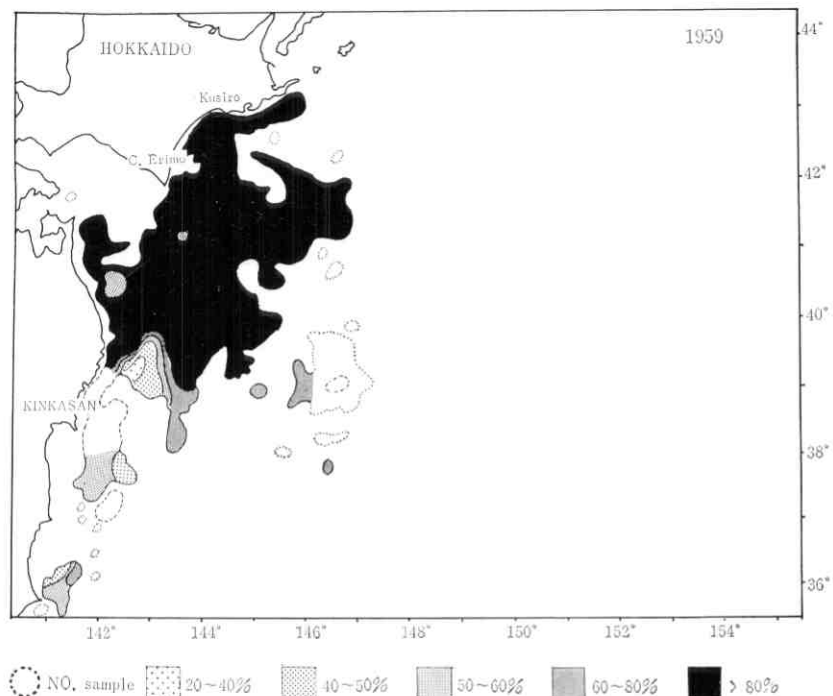


Fig.7-1 Percentage of females with ovaries weighing less than 0.5gr in different fishing areas during the feeding period.

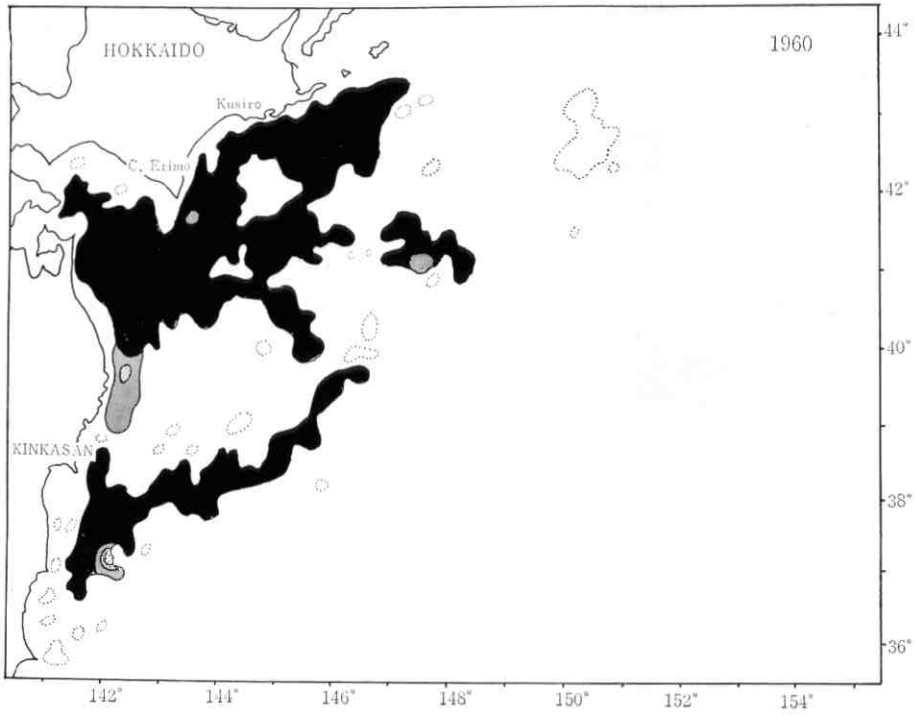


Fig.7-2

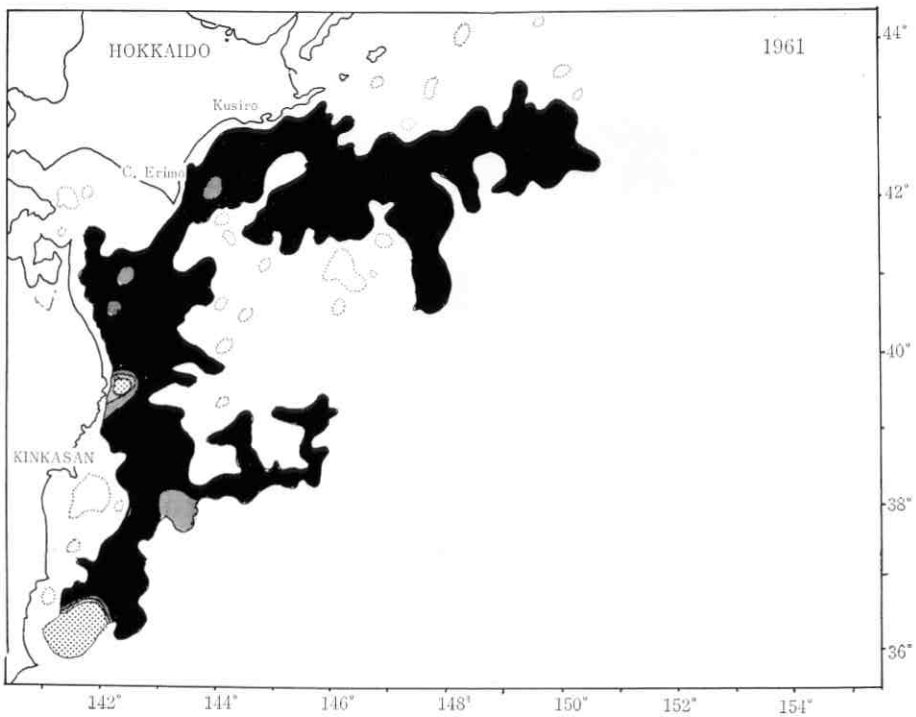


Fig.7-3

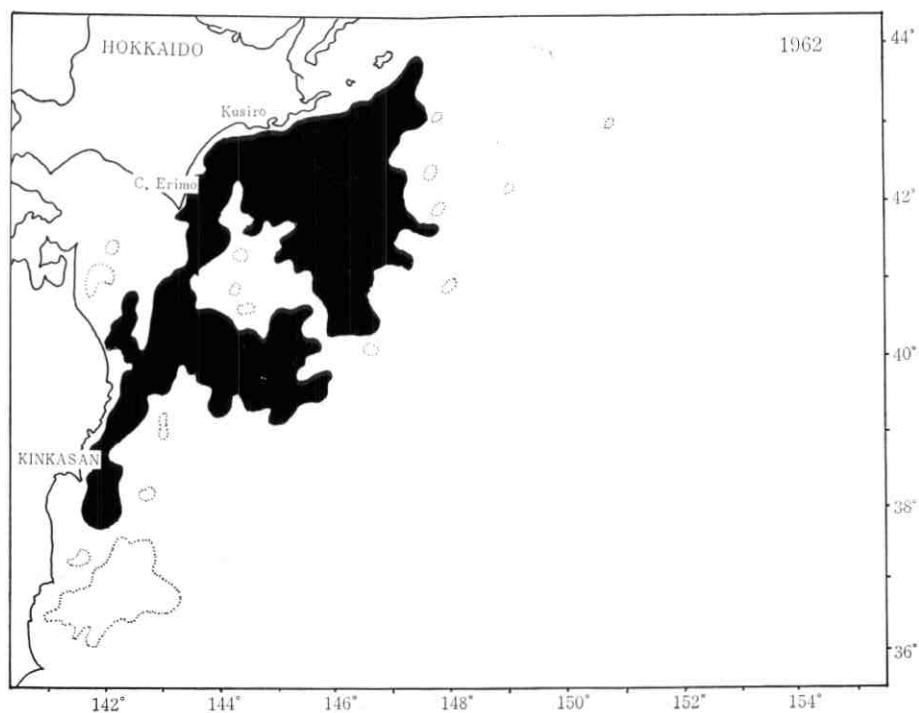


Fig.7-4

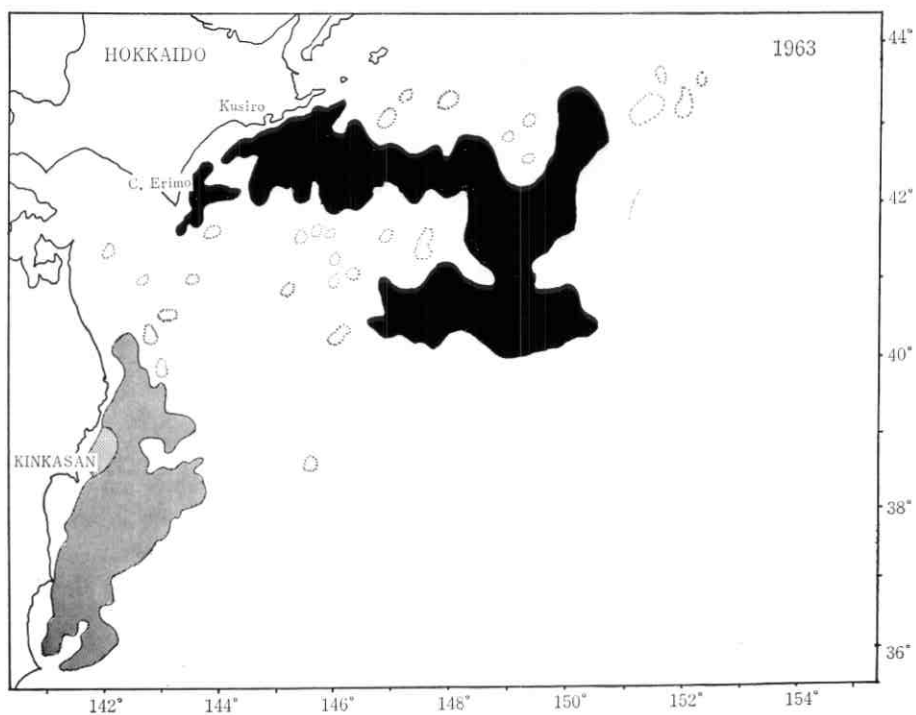


Fig.7-5

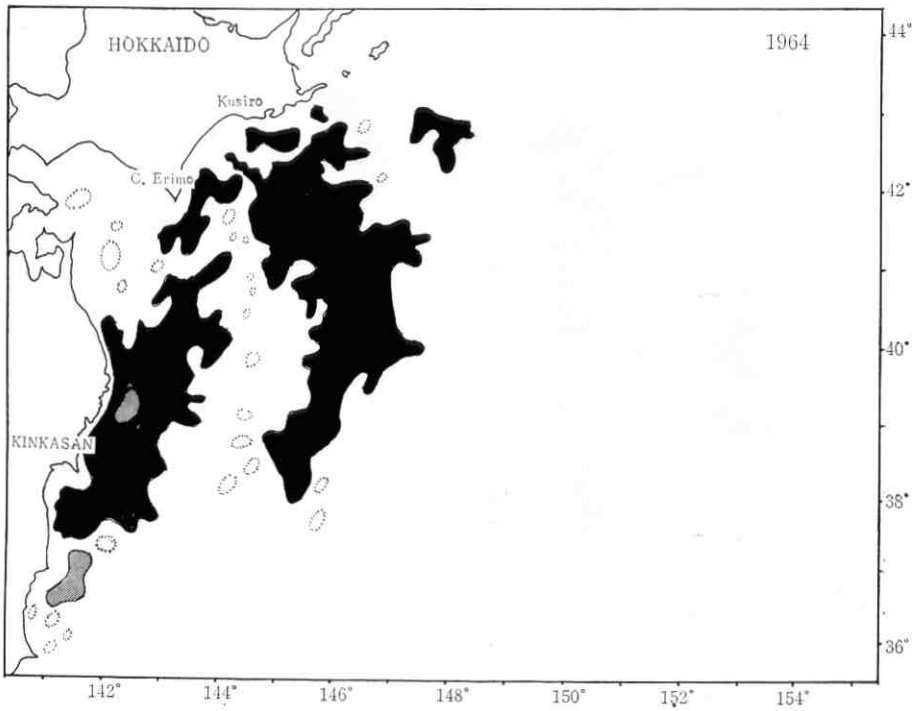


Fig.7-6

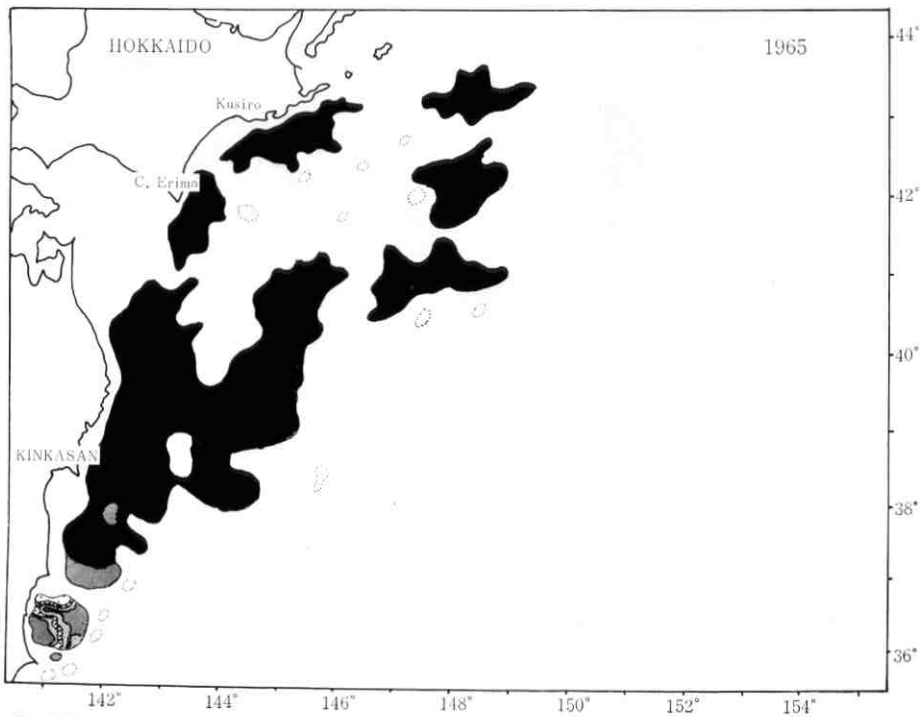


Fig.7-7

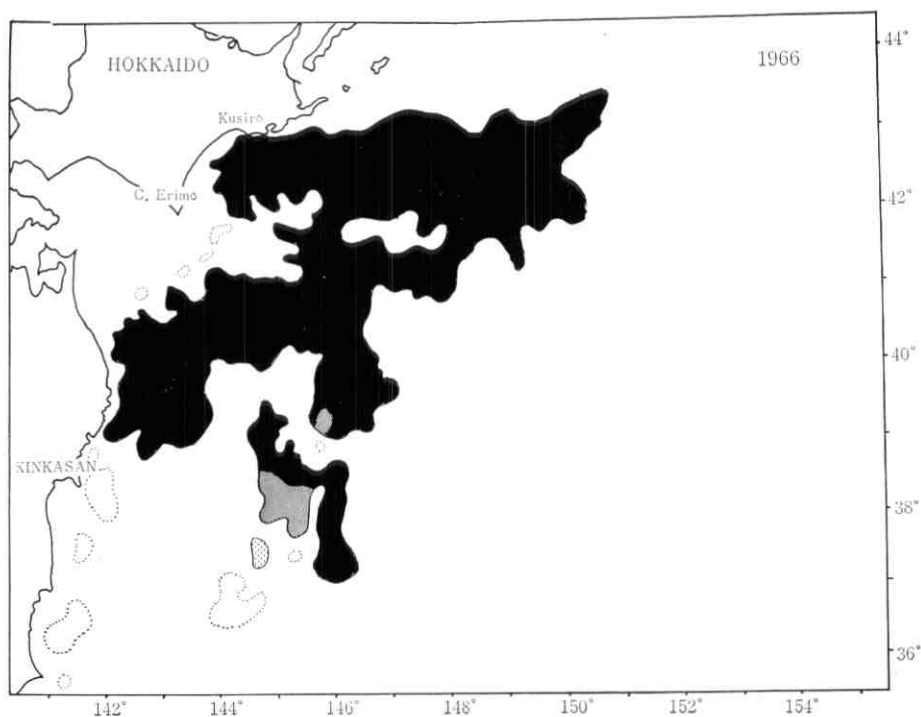


Fig.7-8

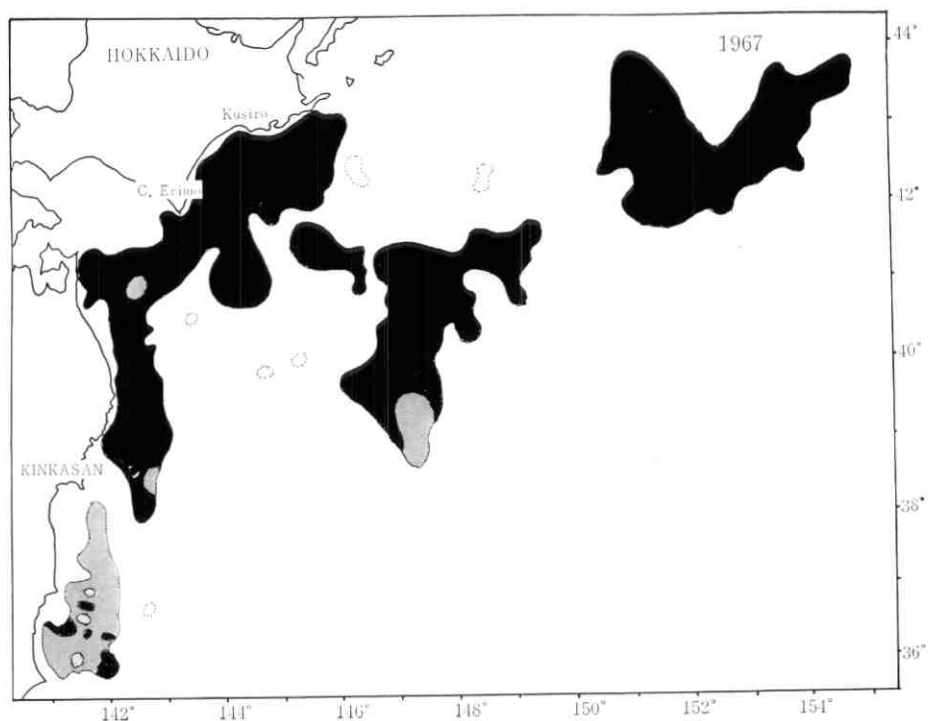


Fig.7-9

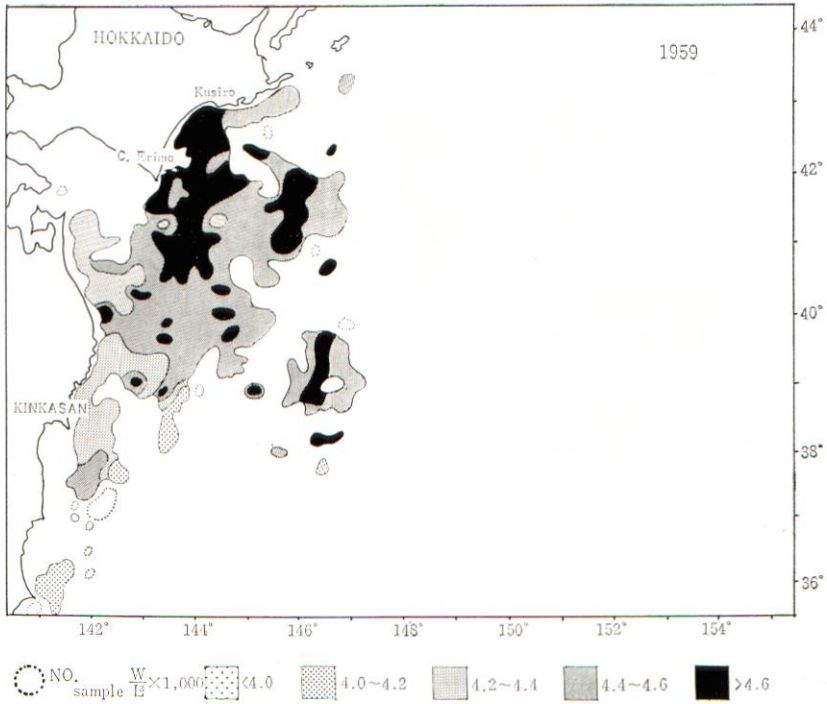


Fig.8-1 Condition factors of pacific saury in different fishing areas during the feeding period.

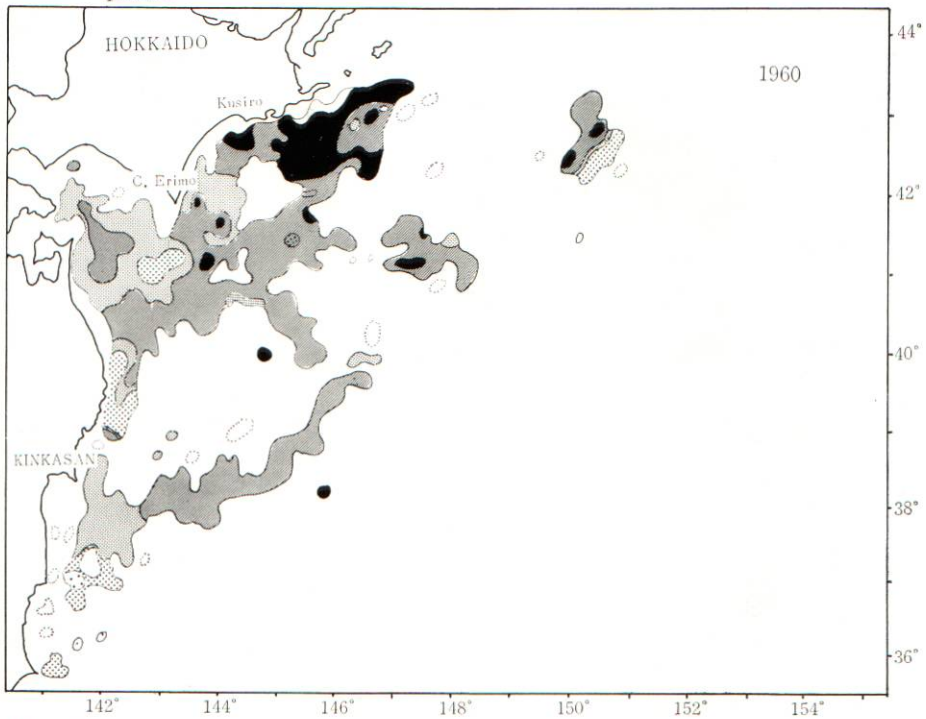


Fig.8-2

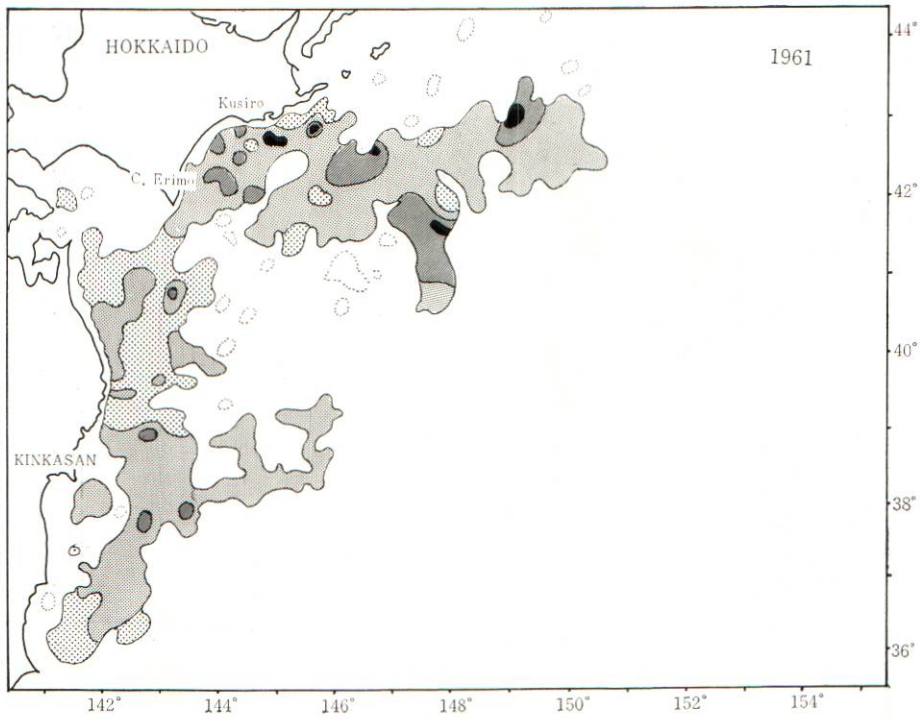


Fig.8-3

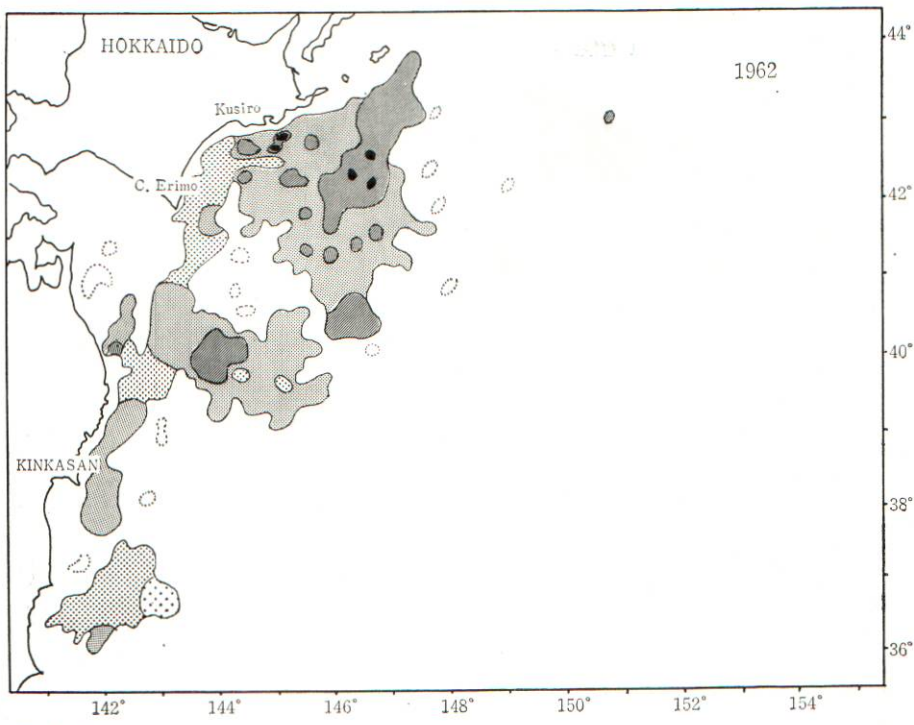


Fig.8-4

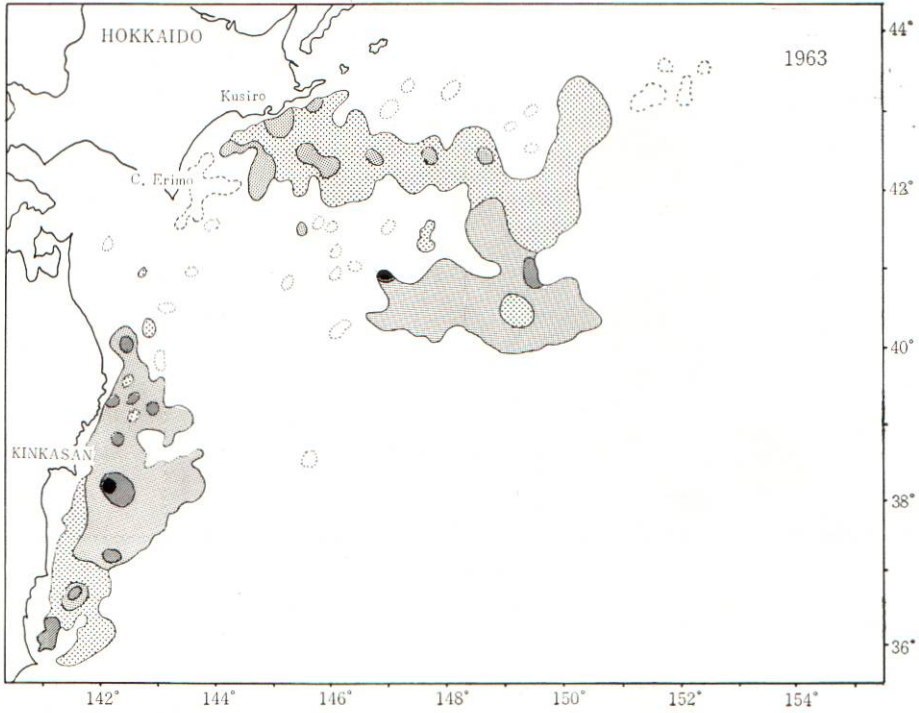


Fig.8-5

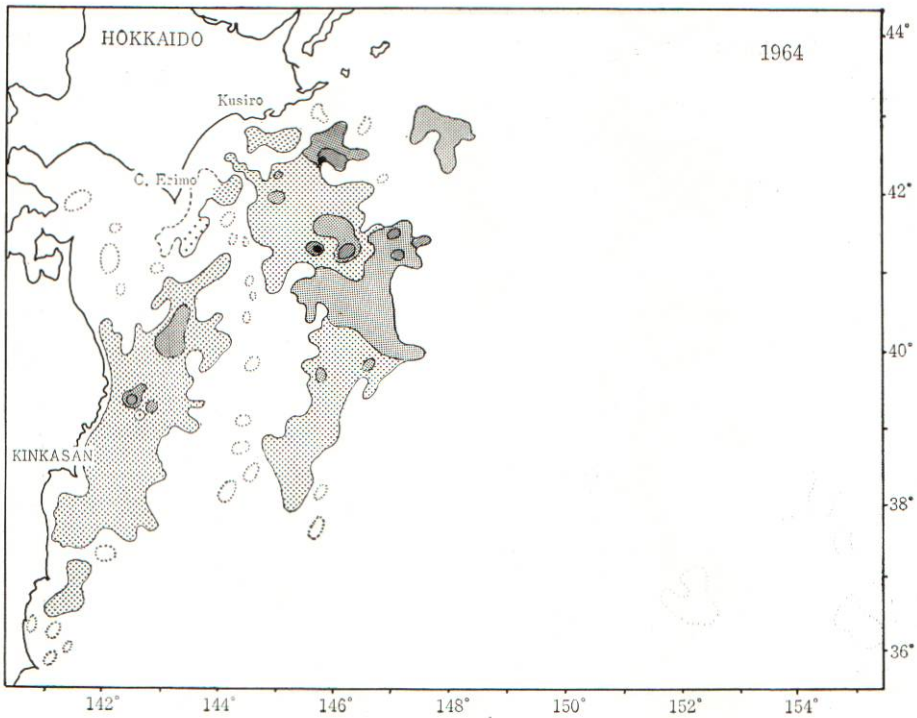


Fig.8-6

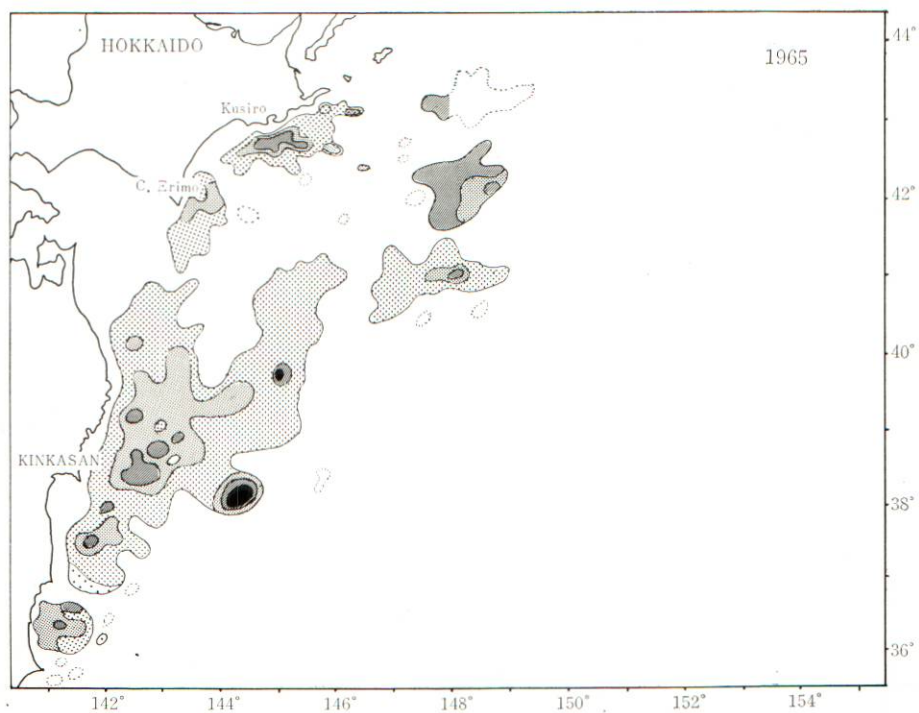


Fig.8-7

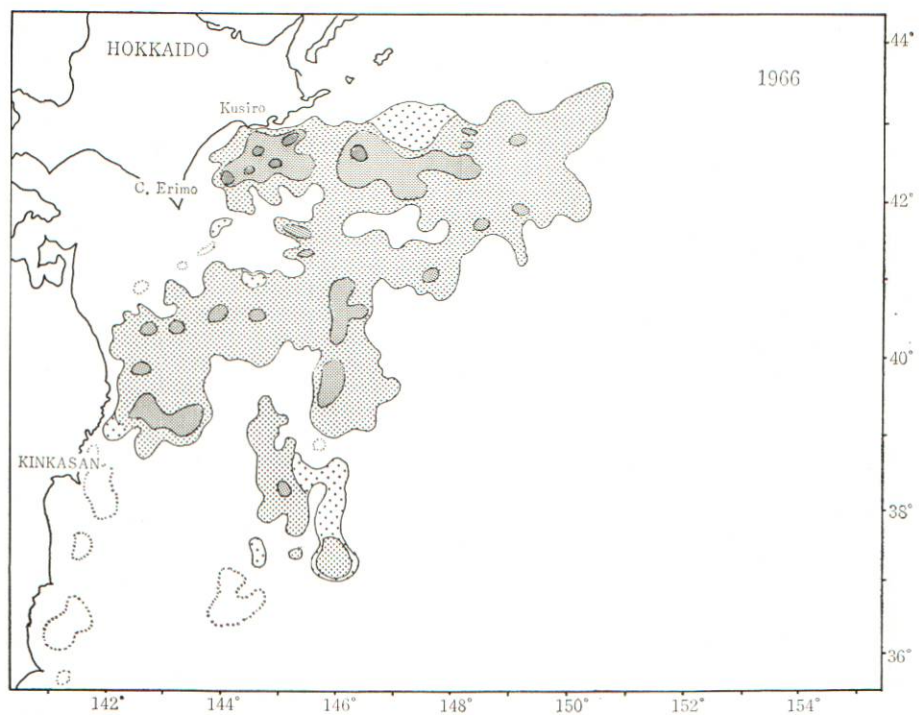


Fig.8-8

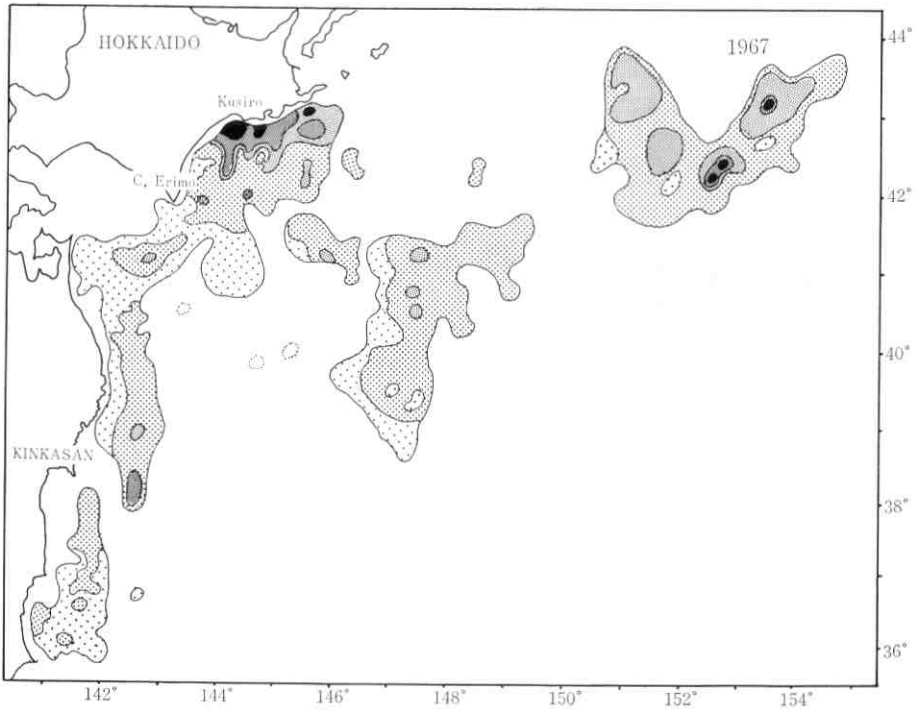


Fig.8-9

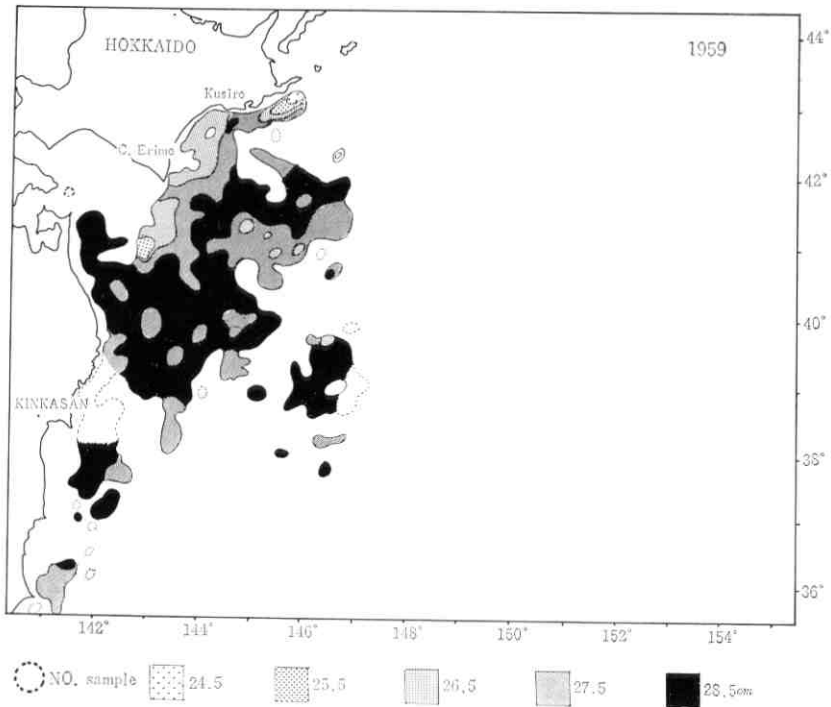


Fig.9-1 Modes of body length in the different fishing areas during the feeding period of pacific saury.

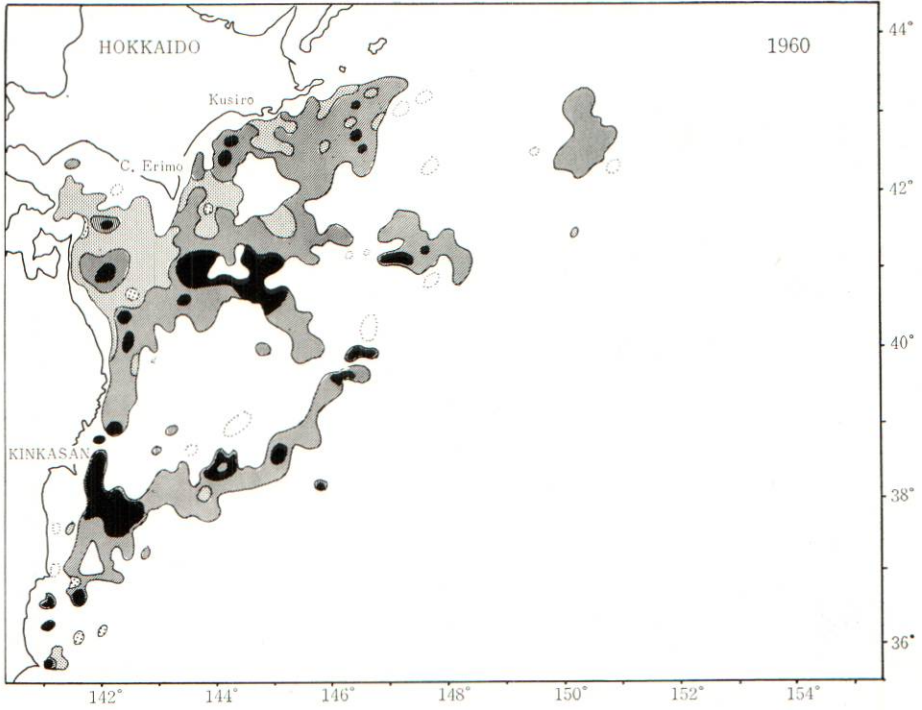


Fig.9-2

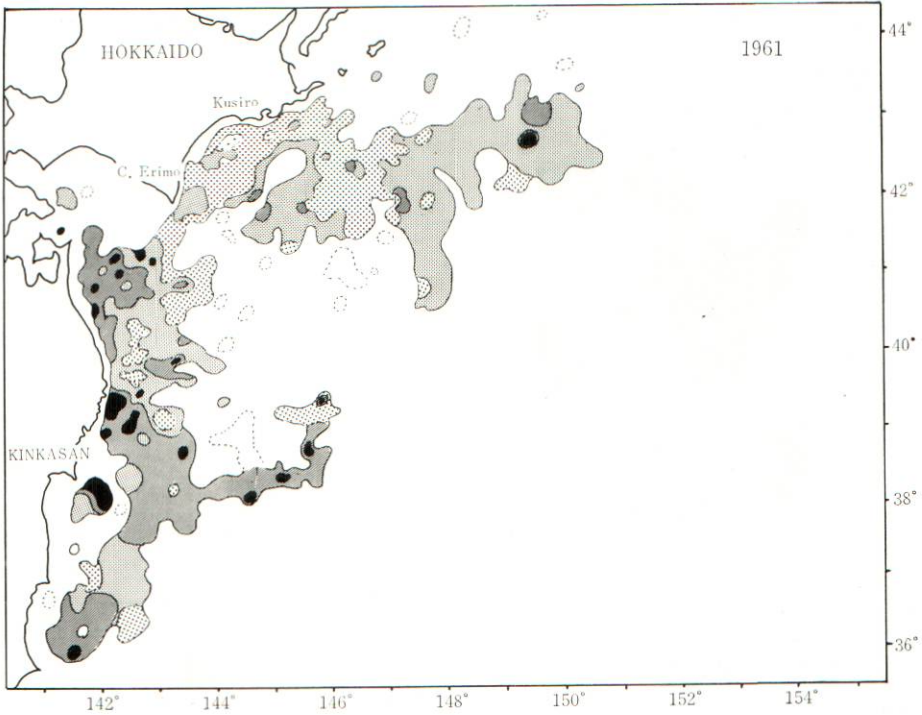


Fig.9-3

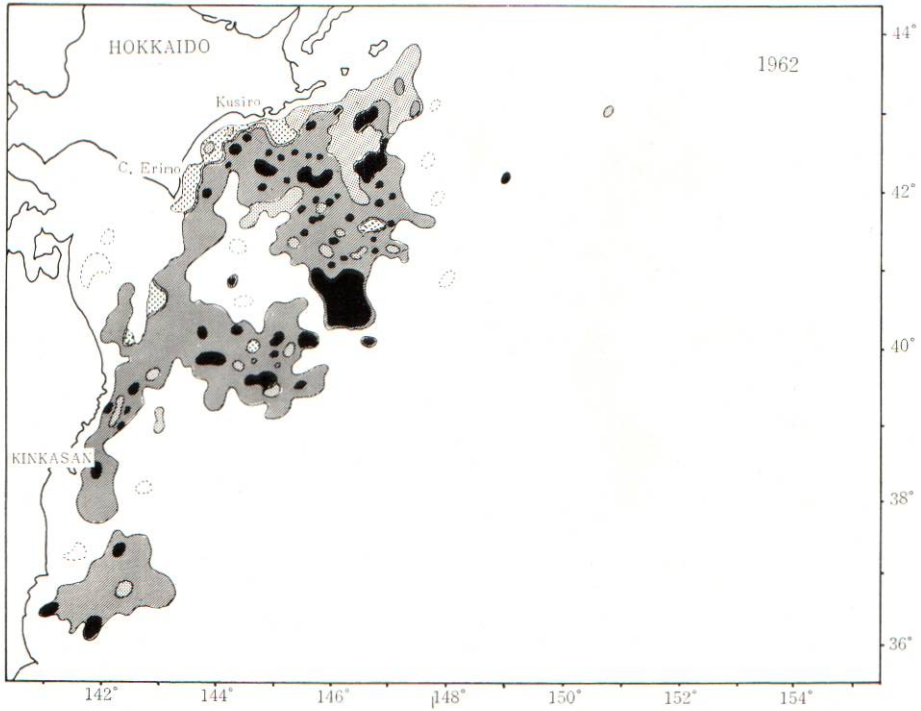


Fig.9-4

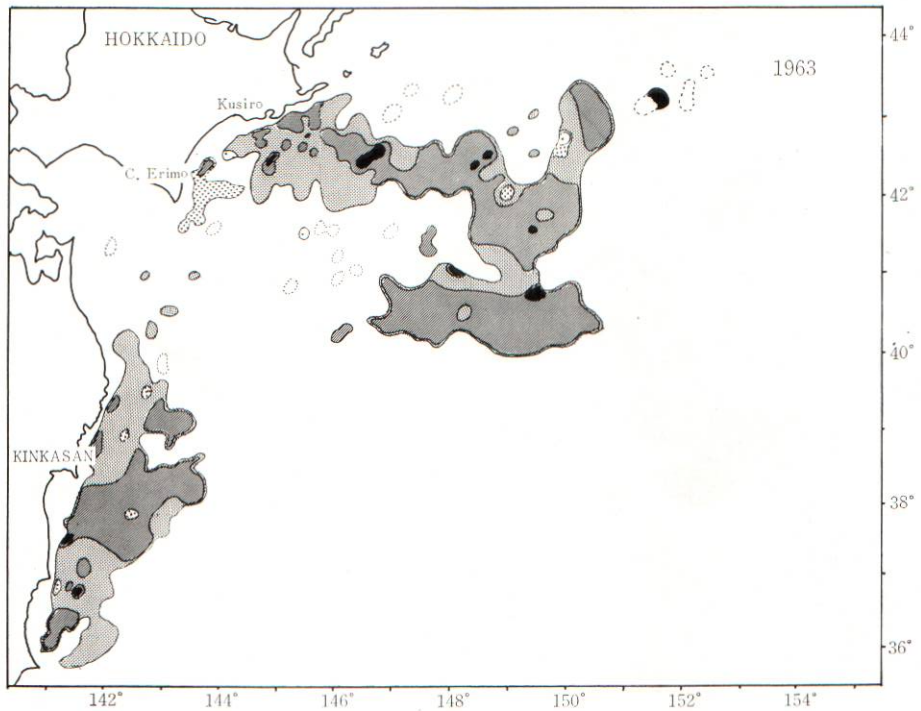


Fig.9-5

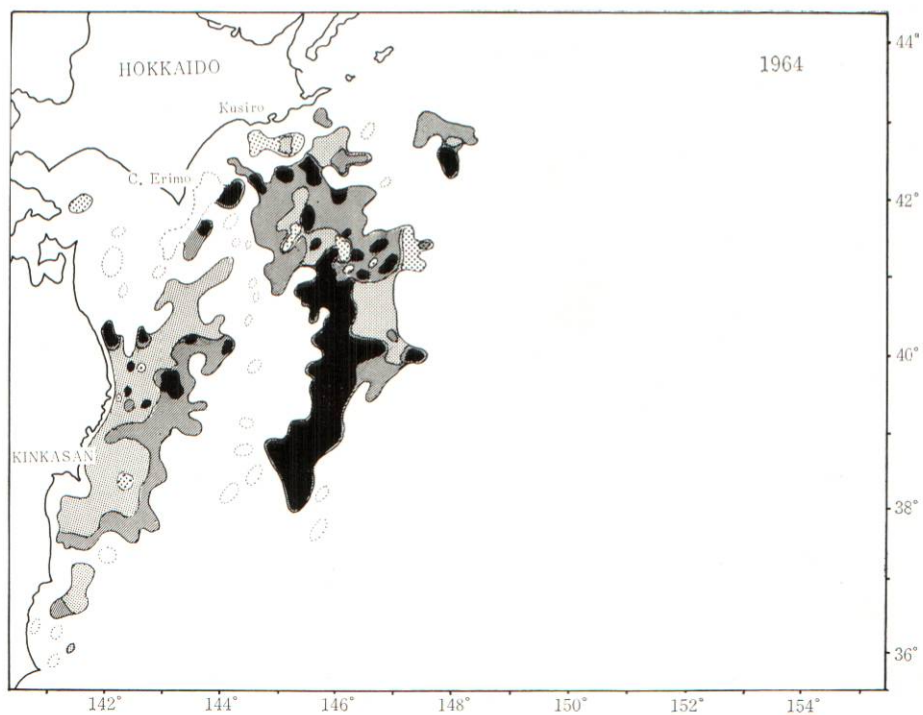


Fig.9-6

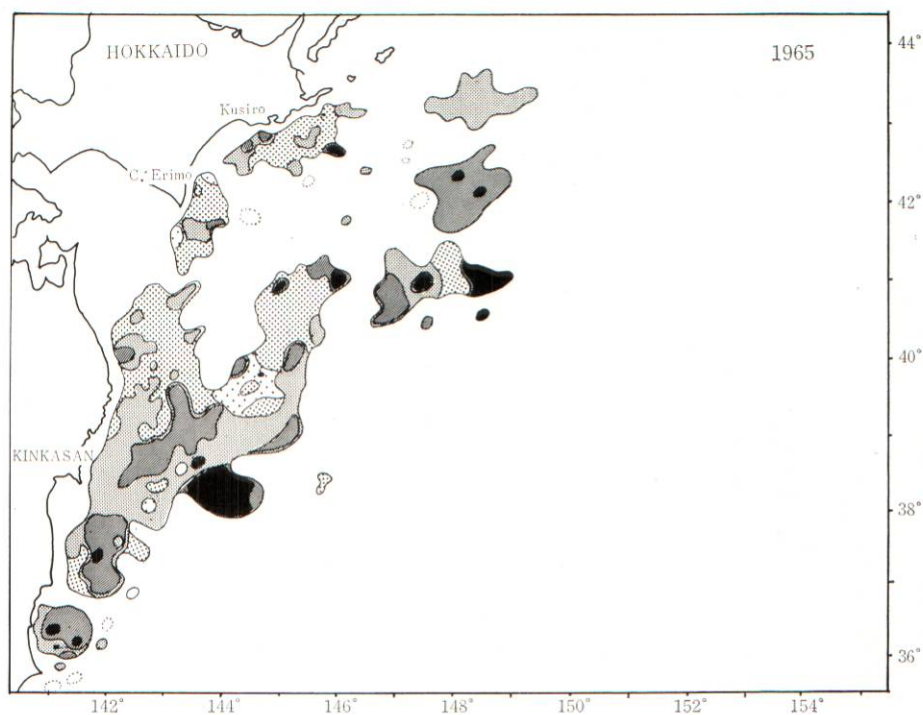


Fig.9-7

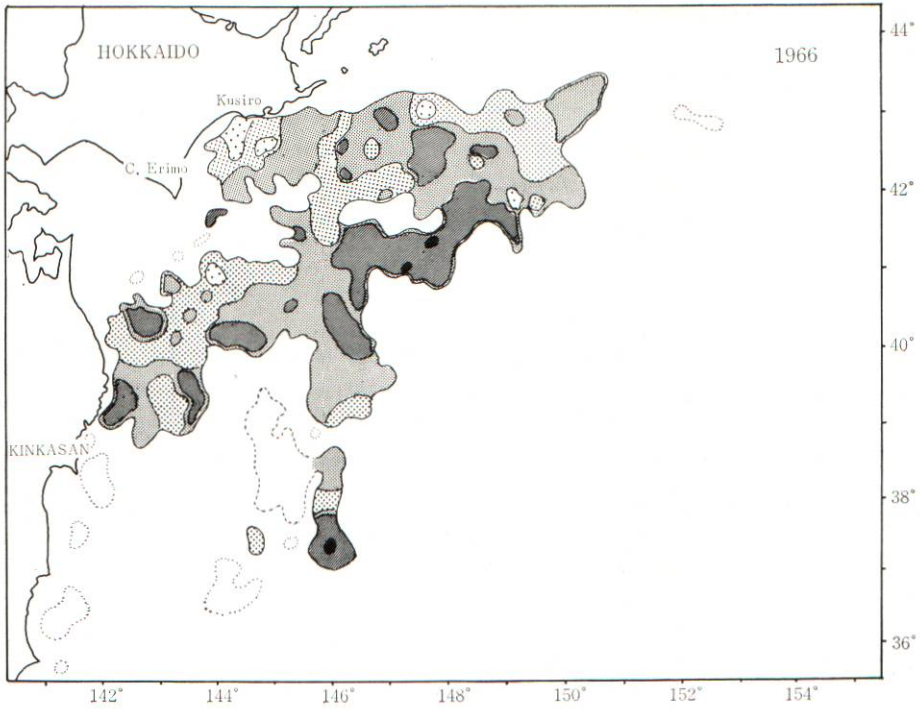


Fig.9-8

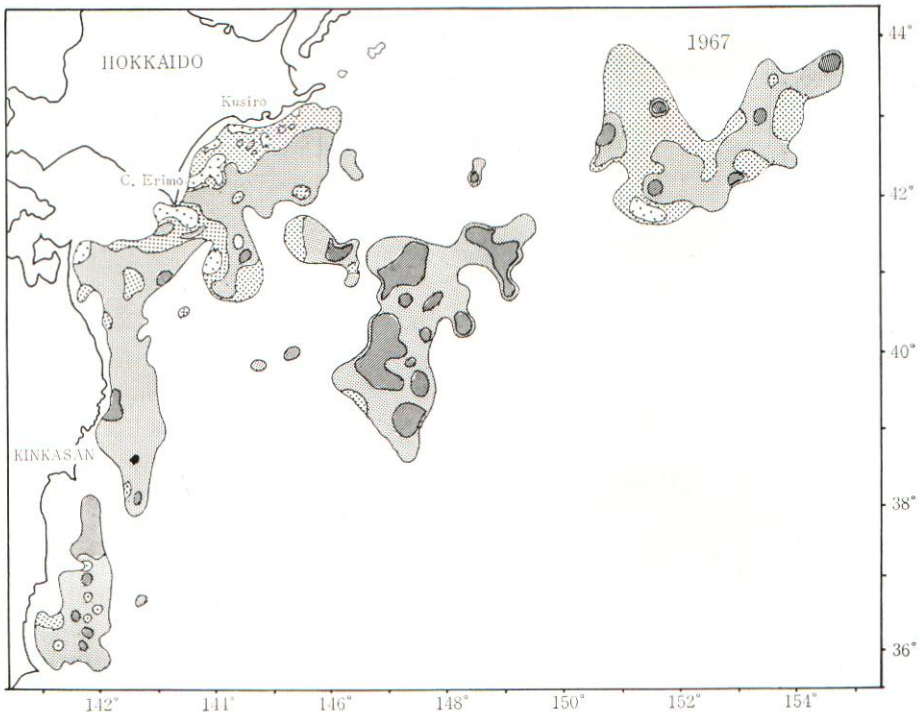


Fig.9-9

するまでに、それだけ成長したことを示していると考えられる。ただし、回遊群の内部に、より基本的ないくつかの魚群の存在が示唆されているので、この段階でとらえることによって、索餌群の成長の内容はより具体的に明らかになるであろう。

次に、成長と肥満度との関係を相対的に見ると、分布の北側で成長の小さいところでは肥満度が高く、南側で成長の大きいところでは肥満度が低いというように、この両者では逆相関を示している。

なお、体長モードの年変化を見ると、1959年は27と28cmが主体であったのが、1964年以降は25~27cmで、以前よりも1~2cm小型化してきた。

論 議

この報告は、第Ⅰ報と同様に、従来の研究の成果の上になって、発育段階・生活年周期を通じて、各諸属性を関連においてとらえ、それを基にして、段階ごとにつくりだされる集合の特性をつかむことを試みた。

ここでは、春生まれ系統群の索餌群の生活について考察したが、この群の生活を関連においてとらえる際、問題にしなければならないことは、前の段階の幼魚群の生活である。これについては、あまり具体的にされていないが、いままでの報告によると、著者ら(1967)は「道東から千島列島沖合い海域の東西にわたって、多くの小群が分布する」こと、また、ノヴィコフ(1968)は「7~8月千島の北部海区で暖流の影響が弱いため、サンマはどこにも稀薄な状態で発見されている」とのべている。

ところで、この研究結果によると、索餌群は前の段階よりも南に移動して、道東から常盤沖合まで分布しているが、この中で相対的にいくつかの大きな密集域が見られ、しかもその分布の外縁はうすく、雌雄はいずれも同数であるということである。これは過去9カ年に共通している現象で、この群の固有の集合特性と考えられる。

したがって、群のつくり方が、幼魚群の小群状から、索餌群に移行して密集するという内容は、幼魚群・

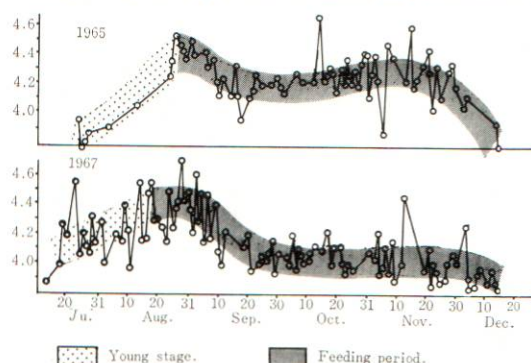


Fig.10 Seasonal variations of condition factors in spring spawning saury.

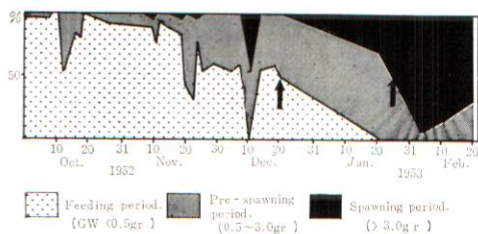


Fig.11 Seasonal change of ovary in spring spawning saury.

索餌群、両者の卵巣はいずれも未熟で、しかも雌雄間関係に変化が認められないことから、索餌をめぐって生活に変化を起こし、それに応じて個体間関係が変化したものであると考えられる。事実、肥満度の変化過程を見ると(Fig. 10)、幼魚群と索餌群は異なった傾向を示しているが、このことから、個体間関係の変化の様相がうかがわれる。

次に、第Ⅰ報およびこの考察から、秋生まれ系統群の南下索餌群と春生まれ系統群の索餌群について共通していることは、分布は相対的に、前者は沖合性、後者は沿岸性であるが、その内容として、個体間や雌雄間関係は同じ集合を示していることである。一方、両群の異質性については、これからその内容をますます具体的に明らかにされて行くが、さしあたって産卵準備群への移行時期から検討してみると、秋生まれ系統群は第Ⅰ報で見たように9月中旬から10月下旬、春生まれ系統群は12月下旬(Fig. 11)、また過去9カ年でも早い年は(Fig. 4)その時期ごろに推定されることなどから、その時間的なちがいは3~4か月と考えられる。

さて、索餌群の生活の内容を更に具体的に明らかにす

るには、いくつかの問題点があげられる。

第1に、この回遊群の特性は、さらに一步ほりさげた段階で検討しなければならない。すなわち、この回遊群に内包されている、いくつかの魚群の生活を明らかにすることである。

第2に、回遊群を相互の関連でとらえなければならない。すなわち、いつごろ幼魚群から索餌群に移行するかということは、実際の生産現場でも極めて重要な問題であるから、第1の問題点を具体的にさせながら、前の段階における生活の実体を明らかにしなければならない。

第3に、この索餌群は漁期中において著しく量の変動が起こるので、その内容を具体的にしなければならない。これについては、第1と第2の問題点を浮きぼりにさせながら、魚と密接にむすびついている海洋の運動や餌生物の生活、さらに漁獲努力など、それぞれを関連においてとらえなければならない。そうすることによって、資源評価や漁況予測の精度はさらに向上するものと考ええる。

要 約

春生まれ系統群の生活をより具体的に明らかにするため、研究対象をより基本的な回遊群としての索餌群の段階で集合特性をとらえることを試み、当面個体間関係、雌雄間関係の2つの側面から分析し、さらに成熟、肥満度、成長の諸属性から、それらとどのように関連しているかを1959年から'67年の資料について整理したところ、次のような結果を得た。

- 1 索餌群は、8月中・下旬から12月、道東沖合いから三陸・常盤沖合いに分布するが、この分布の中心付近はもっとも密集し、雌雄はほぼ同数である。このことは、各年ともに共通して現われる現象で、この群の固有の集合特性と考えられる。
- 2 次に、個体間、雌雄間の諸関係と、成熟、肥満度、成長の諸属性との関連について見ると、密度の高いところは、卵巣は未熟で雌雄間関係に変化は見られず、しかも肥満度は大きく、魚体も相対的に小さい。一方、密度の低い部分では、魚体が相対的に大きく、しかも肥満度は小さいという傾向が見られる。

文 献

- 北水研・北水試サンマ研究グループ (1966)：サンマの生活のパターン、(未発表)
- 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、東北水研報 (16)
- 小林 喬・若生 允・内藤 政治 (1968)：サンマの生活に関する研究 (第Ⅰ報)、秋生まれ系統群の成魚の集合特性について、本誌 (9)
- 小林 喬・若生 允 (1968)：春生まれ系統群の索餌期における集合特性 (未成魚期との関連)、第17回サンマ研究討論会議事録、東北水研
- 第17回サンマ研究討論会議事録 (1968)：サンマの生活様式、東北水研
- 渡辺 徹 (1966)：サンマの年令を推定する一つの試み、茨城水試 昭和39・40年度
- ユ・ヴェ・ノヴィコフ (1968) 小山 譲訳：太平洋産サンマの生態の主要特性と資源状態、日ソ漁業科学技術協力翻訳印刷文献 (9)

石狩湾沖のエビの漁場と生態^{*}

小島伊織・依田 孝・上野達治

(北海道立中央水産試験場)

Fishing Grounds and Some Biological Observations
of Shrimps off Ishikari Bay, Hokkaido.Iori KOJIMA, Takashi YORITA & Tatsuji UENO
(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

An experimental fishing for pink (*Pandalus borealis* KRÖYER) and humpback (*Pandalus hypsinotus* BRANDT) shrimps carried out by means of shrimp-traps of some commercial shrimp fishing boats and an our research boat "Kinsei-maru", from August to October, 1966, in off-shore area of Ishikari Bay.

In this investigation, we intended firstly to know how the fishermen have used those fishing grounds, and also the distributional range, density and some required important environmental conditions of those shrimps in each developmental stages as well as in life cycles. Age, growth and some other biological aspects were also observed.

Results obtained were summarized as follow:

- 1). The highest density of pink shrimp was found in a 500m layer in where the bottom temperature were from 0.4 to 0.5°C, and the bottom salinities from 34.05 to 34.06‰. On the other hand, humpback shrimp was mostly distributed in shallower area less than 300m in where the bottom temperature were from 1.0 to 1.5°C, and the bottom salinity was always more than 34.05‰ respectively.
- 2). Concerning with age, growth and the number of times of spawning in pink shrimp, similar results with those reported by KURATA (1957) were observed.
- 3). Depending upon the difference of developmental stages and life cycles of pink shrimp, the fishing efficiency of traps for each one are also different.
- 4). By species as well as by each developmental stage and life cycle of the same species, peculiarities for their habitats were observed, and the distributional density looks like connect with the flowing of water-masses.
- 5). As far as pink shrimp is concerned, as many unexploited fishing grounds were found in the deep-water region off Ishikari Bay, it is considered that there is a room for development of this fishery. But, the catches of humpback shrimp are much decreasing, therefore it seems to be their population is in a serious condition quantitatively.

は し が き

昭和40年ごろに、石狩湾沖のエビの資源と漁場の利用状態について関心が高まったが、それらについて公表された報告が少なく、貧弱な知見しか得られていなかった。斎藤ら(1950, 1951, 1952)の資料によれば、底びき網の調査で、トヤマエビ (*Pandalus hypsinotus* BRANDT) とホツコクアカエビ (*P. borealis*)

が認められるが、種名と数量が必ずしも併記されていないため、種ごとの分布特性が明らかでない。しかし断片的な記録から、トヤマエビは水深250mぐらいい、ホツコアカエビは250mから600mぐらいいまで分布し、種名の記載はないが840mの深海にもエビが認められている。小島(1967)はトヤマエビについて、余市沖のものは天売沖までのものと同一系統群に属すると仮説されること、幼生期には浮遊生活し、湾奥浅所の潮境に分布するが、成体形になると底層生活に移り、水深200mから400mの範囲にいる、と述べている。漁業として現にエビかごが行なわれているが、停滞的に推移しているらしい。

昭和41年に海上調査の機会を得たが、上記の知見を参考に、対象を石狩湾沖のトヤマエビとホツコアカエビにおき、それらの利用状況と、発育段階・生活周期ごとの分布範囲、粗密状態、生息環境の一部を明らかにすると共に、年齢・成長、その他の生物学的特性をも知ろうと努力した。

この調査に当り、エビかご船第3幸竜丸と第7余市丸の諸氏から特に協力をいただき、北水研の阿部深雪技官に塩分測定のを憂わらせ、試験船金星丸の乗組員には海上作業に日夜従事いただいた。これら諸氏に対し深く感謝する次第である。

調査の方法と経過

石狩湾沖の既成のエビかご漁場や漁獲物の概況を知るため、余市根拠船7隻を対象に、8月上旬から下旬にかけ、延べ65航海について聞き取り調査した。9月7日と12日には当業船に便乗し、エビの漁獲組成とホツコアカエビの甲長組成を調査した。10月には、それまでの結果を考慮し、今後開発の主対象になるであろうホツコアカエビを重点に、トヤマエビを副次的にとりあげ、それらの分布や生物学的特性などを詳細に知るため、試験船金星丸で調査した。調査は、水深200mから730mにかけ11地点で漁獲試験を行ない、その付近で底層の水温と塩分も観測した(第1図)。使用漁具はエビかごであり、構造の概要は次のとおりである。

かごは平型で、高さ32cm、上面直径50cm、下面直径70cm、網目12節(結節から結節までの長さ 13.2 ± 0.06 mm)、エビの入り口は側面上部に左右2カ所、その輪の直径8cm、掛けエサとつぼエサを併用、テボ(枝糸)の長さ3.5m。幹なわに対するテボ間隔10m、ひとはえのかご数50、個幹なわの両端に十分な重量のアンカーを結付。

漁具としてかごを用いた理由は、金星丸の能力が深海での底びき漁業に適さないことにもよるが、むしろ底びき網の場合、漁獲性能が潮流や風の作用で複雑に変化するほか、操業水深が大きく異なるときにも変化

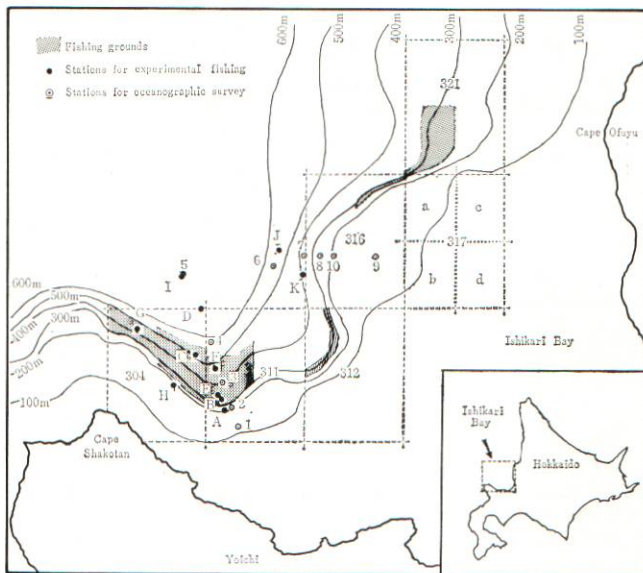


Fig. 1 Map of commercial shrimp fishing grounds and research stations.

すると考えられるし、底質が悪いと操業不能ばかりでなく、漁具を落とすこともある。この点かごは潮流風、水深の変化が直接漁獲性能に影響することはないし、底質の制約も底びき網ほどでないと考えたからである。しかし、かごについて問題がないわけではなく、留めかご日数やエサの種類と漁獲との関係が明らかでない。ここでは、これらの変化は漁獲に関係ないと仮定して調査結果を処理した。

漁獲されたエビは若齢期、雄期、性転換期、雌期の発育段階に区分し、雌期は、さらに抱卵期と非抱卵期に分けたが、これらは小島 (1967) の規定によった。ただし林 (1967) にならって特に性転換期をもうけた。

結 果

8 月における当業船の使用漁場は、積丹岬北沖から雄冬岬西沖まで及ぶが、余市北沖を境に、その西側は水

Table 1. Informations obtained from the commercial shrimp fishing boats.

Section No.	Depth (m)	Number of operations	Average catch for 50 traps (kg)			Top-shells
			Pink shrimp	Humpback shrimp	Octopus	
* 304-a, c 311-a	440~550	18	7.2	0.0	4.7	11.6
312-a	250~270	3	1.7	6.0	14	-
316-c 321-b	250 340	22	1.7	4.5	17	14

* In a layer shallower than 320-350 m, fishing of humpback was reported, and also, another kind shrimp (*Pandalopsis Japonica* BLAAS) looks like comparatively abundant in the depth about like 120 m, or more.

Table 2. Some actual fishing data taken on the decks of commercial shrimp fishing boats.

Depth (m)		227~258	258~273	273~303	311	515	Total
Section No.		312-a	312-a	312-a	312-a	304-c	
Date		Sept. 12	Sept. 7	Sept. 12	Sept. 12	Sept. 7	
Number of traps		26	30	39	13	26	
Catches	Pink	♂	56	469	147	284	1,265
		♀	86				
		♀o	16	71	67	107	266
		♀n	27	112	31	141	320
		Total	266	652	245	532	1,851
	Humpback	X	106	141	51	0	497
		♂	1	2	0	0	4
		♀o	1	2	2	0	14
		♀n	0	1	2	0	4
		Total	108	146	55	0	519

X: Young stage (including some males)

♂: Male (including some young)

♀: Transition stage

♀o: Ovigerous female

♀n: Unovigerous female

Table 3. Results of experimental shrimp fishing by a research boat "Kinsei-maru".

Station			A	B	C	D	E	F	G	H-1 ³⁾	H-2 ³⁾	I	J	K	Total
Location	N		43°-22′.2	43°-23′.2	43°-26′.6	43°-30′.0	43°-23′.4	43°-25′.4	43°-28′.4	43°-23′.8	43°-23′.8	43°-32′.4	43°-34′.4	43°-32′.5	
	E		140°-41′.9	140°-41′.6	140°-39′.0	140°-39′.6	140°-41′.2	140°-40′.9	140°-33′.1	140°-36′.7	140°-36′.7	140°-37′.5	140°-47′.2	140°-49′.6	
Date set traps			Oct.7	Oct.7	Oct.8	Oct.11	Oct.11	Oct.12	Oct.12	Oct.17	Oct.17	Oct.21	Oct.23	Oct.23	
Date pulled-up traps			Oct.11	Oct.8	Oct.11	Oct.12	Oct.12	Oct.17	Oct.21	Oct.23	Oct.23	Oct.23	Oct.25	Oct.25	
Days left traps			4	1	3	1	1	5	9	6	6	2	2	2	
Depth (m)			240-300	330-420	560	690	380-480	480-500	540-730	188-195	195-200	730	564-586	465-484	
Bottom temperature ¹⁾ (°C)			3.5-1.5	1.2-0.6	0.4	0.3	0.8-0.5	0.5	0.4-0.3	5.2-5.0	5.0-4.8	0.3	0.4	0.5	
Bottom salinity ¹⁾ (‰)			34.05	34.05	34.06	34.06	34.06	34.06	34.06	34.09	34.08	34.06	34.06	34.06	
Number of traps ²⁾			47	47	50	50	48	49	50	26	18	50	49	48	532
Catches	Pink	♂ ⁴⁾	168 (43)	136 (75)	276 (92)	196 (138)	134 (46)	134 (49)	327 (79)	0	21 (12)	130 (65)	353 (286)	87 (44)	1,962 (929)
		♀	191	125	472	150	36	278	353	0	0	136	200	214	2,155
		♀o	55	34	165	9	27	208	46	0	0	3	93	31	671
		♀n	88	103	384	212	92	375	310	0	0	140	330	673	2,707
		Total	502	398	1,297	566	289	994	1,036	0	21	409	976	1,004	7,495
	Humpback		85	0	0	0	1	0	0	111	139	0	0	0	336

1) Estimated from Table 5.

2) Traps which octopuses entered have not shrimps, therefore, those traps were omitted from the counting together with broken ones.

3) Experimental fishings were taken at a place depth between 188 and 200 m, but the pink shrimp never found from the shallower part than 195 m, so we separated here this station into two parts.

4) Figures within the parenthesis show the number of individuals with the carapace length less than 22mm.

深 250m から 550 m までの広い範囲で操業しているのに対し、東側は 250m から 350m までの浅い範囲で操業していた (第 1 図)。当時の漁獲状況は第 1 表のとおりで 213・316・321 海区の浅い場所ではトヤマエビを主体にし、タコやホツコアカエビなどの混獲をねらっている (タコヤツブの漁獲量は多くても、単価がエビの 1 割程度なので漁業的には重要視されない)。304・311 漁区でも浅所では前者と同じ傾向であるが、深くなるとホツコアカエビを主体にする。

9 月 7 日と 12 日の当業船便乗調査をまとめると (第 2 表)、トヤマエビは 230m 前後から 310m 前後まで

Table 4. Carapace length composition.

Name of species		Pink						Humpback	
Source of samples		Commercial boats			Kinsei-maru			Kinsei-maru	
Term of researches		Sept.7, Sept.12			Oct.8 - Oct.25			Oct.11-Oct.23	
Stages		♂・♀	♀o	♀n	♂・♀	♀ ¹⁾	♀o	♀n	X ²⁾ ♀o
Number of individuals		1150	250	294	2348	557	400	1302	296 1
Carapace length (indicated by a representative value in ranking)	9.5 mm	-	-	-	-	-	-	-	1 -
	10.5	-	-	-	-	-	-	-	2 -
	11.5	-	-	-	-	-	-	-	2 -
	12.5	-	-	-	1	-	-	-	5 -
	13.5	-	-	-	1	-	-	-	- -
	14.5	1	-	-	-	-	-	-	- -
	15.5	-	-	-	4	-	-	-	- -
	16.5	8	-	-	18	-	-	-	- -
	17.5	13	-	-	41	-	-	-	- -
	18.5	27	-	-	78	-	-	-	- -
	19.5	47	-	-	115	-	-	-	5 -
	20.5	84	-	-	125	-	-	-	9 -
	21.5	71	-	-	106	-	-	-	28 -
	22.5	94	-	-	149	3	2	1	58 -
	23.5	169	-	1	309	44	4	2	81 -
	24.5	269	25	6	480	120	40	19	58 -
	25.5	222	57	15	528	211	90	96	30 -
	26.5	117	56	53	312	133	91	299	5 -
	27.5	19	47	83	56	28	70	338	2 -
	28.5	9	36	74	18	12	66	260	2 -
	29.5	-	17	31	7	6	25	173	2 -
	30.5	-	10	21	-	-	11	80	1 -
	31.5	-	2	9	-	-	1	26	1 -
	32.5	-	-	1	-	-	-	6	2 -
	33.5	-	-	-	-	-	-	2	2 -
	41.5	-	-	-	-	-	-	-	- 1

1) Among the specimens in the left column, a part of them which with externally distinguishable ovary is separated in this column.

2) Specimens with the carapace length more than 28.5mm are regarded as males.

Table 5. Results of oceanographic observation by a research boat "Kinsei-maru."

Station No.		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
Location	N	43°-21′.0		43°-22′.5		43°-24′.3		43°-27′.4		43°-32′.6		43°-33′.1		43°-33′.9		43°-33′.9		43°-33′.8		43°-33′.9	
	E	140°-43′.2		140°-42′.5		140°-41′.5		140°-40′.5		140°-37′.2		140°-46′.6		140°-49′.7		140°-51′.4		140°-57′.0		140°-52′.7	
Date and hour		Oct.24.07		Oct.24.08		Oct.24.08		Oct.24.09		Oct.24.10		Oct.24.11		Oct.24.12		Oct.24.13		Oct.24.14		Oct.24.14	
Weather		BC		BC		BC		BC		BC		BC		BC		BC		BC		C	
Air temperature (°C)		13.0		12.6		13.0		14.6		14.4		12.0		12.2		12.0		14.3		13.6	
Wind direction		SW		SW		SW		SW		W		WNW		S		S		S		S	
Wind force		3		3		2				1		1		1		1		1		1	
Depth (m)		110		216		435		565		ca 700		570		470		320		110		160	
Water temperature (T) and salinity(S)		T (°C)		S (‰)		T		S		T		S		T		S		T		S	
		T (°C)		S (‰)		T		S		T		S		T		S		T		S	
Layers (m)	0	17.2	34.003	16.8	34.010	16.8	34.014	16.9	33.977	17.3	34.012	17.2	34.065			17.5	34.002	17.0	34.031	17.2	34.004
	50	17.30	33.999															15.27	34.051		
	75	14.14	34.195															10.71	34.247	10.66	34.243
	100	8.52		9.03	34.208													8.82	34.208	9.08	34.217
	150			6.23	34.120											5.71	34.105			5.48	34.106
	200			4.77	34.084	4.64	34.080									3.68	34.067				
	300					4.46	34.051	1.26	34.052			1.28	34.040	1.36	34.054	1.40	34.053				
	400					0.72	34.055	0.75	34.055			0.71	34.049	0.69	34.054						
	500							0.40	34.057	0.49	34.056	0.37	34.053	0.53	34.058						
600							(550m)		0.42	34.058	(550m)		(450m)								
700									0.31	34.059											

やや多く分布するが、500m ぐらいになると全く分布していない。したがって第1表の結果と考え合わせて、350m ぐらいまでは分布するとみられる。ここで注意をひくのは、若齢期（若干の雄も含む）のものが圧倒的で、雌が極めて少ないことである。ホツコアカエビは230m 以深に広く分布するが、雄と性転換期を合算した尾数は、どこでも5割以上の比率で、特に浅所で高い傾向を示す。このときの甲長組成は第4表のとおりである。

金星丸の調査資料を整理すると、第3、4、5表のようになる。分布の特性を観察しやすくするため、第3表から計算して図示すると第2図が得られる。

トヤマエビは300m ぐらいまでみられるが、それ以深では分布しないに等しい。漁獲物は、頭胸甲長23.5mm にモードをもつ若齢期が主体で、雌期はわずか1尾だけである（第4表）。なお若齢期のうち頭胸甲長10mm ぐらいのものは、最も浅いH点だけに少数みられた。水温との関係では、1.0～1.5°C 以上、34.05% 以上に分布している。

ホツコアカエビは200m から見られ出し、730m の深海にもなお分布している。すなわち、雄は200m から見られ、250～730m の間に比較的平均に分布するが、600m 前後に密度が高い。性転換期のものは200m には見られないが雄と似た分布状態である。しかし、400m 前後で密度が特に低く、分布に2つの山が顕著にみられるのが特徴的である。雌になると抱卵期も非抱卵期もほぼ同じ傾向で、450m ぐらいまで低密度であるが、500m 前後に高密度である。ホツコアカエビ全体に共通しているのは、500m 台で密度が最も高く、600m 以深で次第に減少すること、非抱卵期雌を除いて、400m 前後に程度の差はあるが、密度の低い部分が見られることである。これら分布の特徴は、当業船の経験とも一致するらしく、彼らはこの付近で操業しないことにしているという。水温と塩分との関係では、5.0°C 以下0.3°C ぐらいの低温域まで分布するが、0.4～0.5°C で密度が高い。塩分は34.08% 以下であるが、ほとんどのものは34.05～34.06% に分布する。

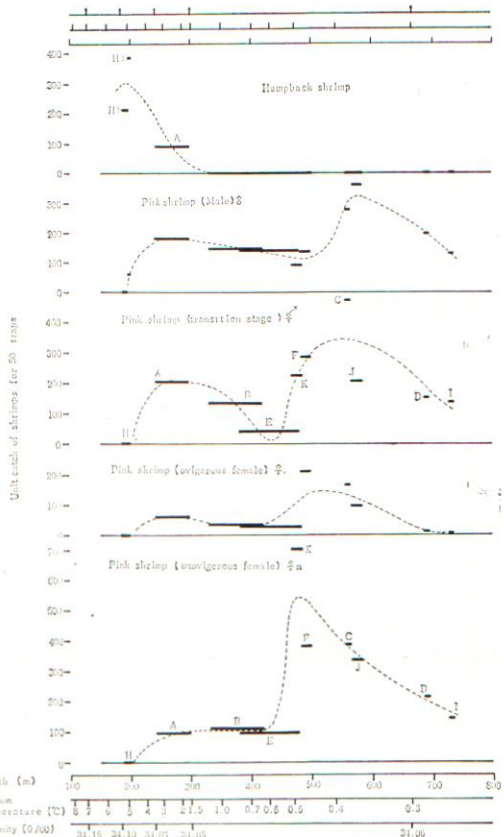


Fig. 2 Relation between unit catch of pink and humpback shrimps and environmental conditions (depth, temperature and salinity).

考 察

(1) かごに入ったホツコアカエビ

かごで漁獲されたホツコアカエビの頭胸甲長組成は第4表のとおりであるが、24.5mm 未満のエビは12節の網目から抜け出る（小島ら、1968）ので、かごに入った尾数と漁獲される尾数とは異なる。いま小島らの抜け出る率をもとに、14.5mm 以上のエビについて次式で計算し、かごに入ったと推定される頭胸甲長組成を百分率で示せば、第3図のようになる。

$$S_t = \frac{C_t}{0.100I - 1.45}$$

$$\frac{S_t}{\sum S_t} \times 100 \cdots \cdots \text{第3図の頻度の値}$$

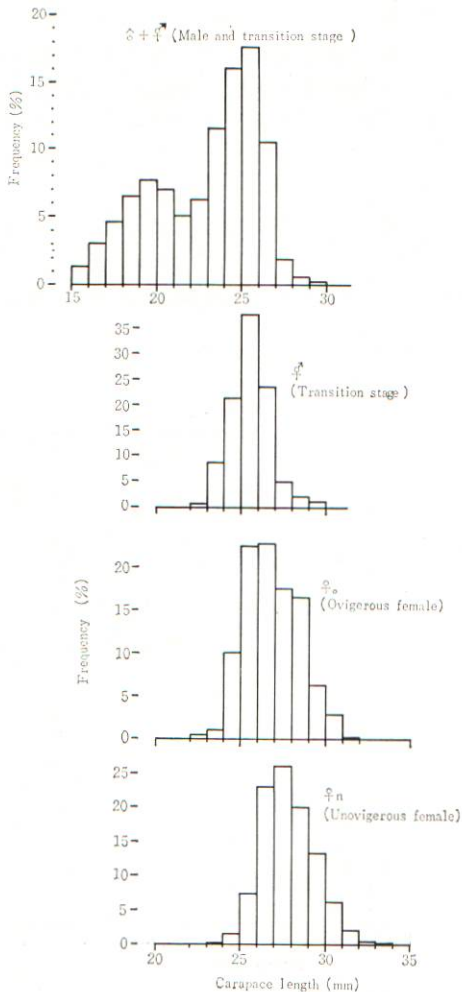


Fig. 3 Carapace length frequency distribution of pink shrimps (sampled by Kinsei-maru).

分散も一見して非抱卵雌より大きい。したがって、性転換期や非抱卵雌が単一年齢であるとすれば抱卵雌は少なくとも2年齢群で構成されているとみられる。

上述の見方に立って、各期の頭胸甲長のモードを追うと、19.5mmの雄、25.5mmの性転換期、26.0mmの抱卵雌、27.5mmの非抱卵雌、それに加えて、28.5mm前後に2回目の抱卵雌があるとみられる。エビの年齢は、甲長組成にみられる規則的なモードで区別するのが一般的方法である。ホッコクアカエビの孵化期は、近年、留萌沖での調査（未発表）によると、3月上旬が盛期であるから、19.5mmの雄を、少なくとも満1年は経過したものであるとみて、1.5歳に仮定すると、25.5mmの性転換期は2.5歳、26.0mmの第1回抱卵雌は3.5歳、27.5mmの非抱卵雌は4.5歳、28.5mmの第2回抱卵雌は5.5歳になる。これらのことから石狩湾沖のホッコクアカエビは、1年において2度産卵すると考えられ、年齢・成長、産卵回数について、倉田と大同小異の結論が得られた。

(3) ホッコクアカエビの生活とかごの選択性

漁具の漁獲性能に選択性がなければ、漁獲尾数は生息尾数に比例するはずである。もし両者の尾数が比例しない場合、漁具に選択性があるとみられる。

ただし

C_i ……12節かごで漁獲された頭胸甲長 l mmのエビの尾数。

$0.100l - 1.45 \cdots l$ mmのエビが12節の網目に止まる率。率が1を越えるときは1とする。

S_i …… l mmのエビがかごに入った推定尾数。

ΣS_i ……各 S_i の和。すなわち、かごに入ったエビの総推定尾数。

この計算により甲長組成が変わるのは、雄期のものと性転換期のもので、雌期のものは変化しないとみてよい。

雄期と性転換期について、後述するように頭胸甲長22.0 mm未満を雄期、それ以上を性転換期とすれば、 $\Sigma C_i / \Sigma S_i$ で、かごに入ったもののうち漁獲される比率を求めると、雄期で0.46、性転換期で0.96になる。

(2) ホッコクアカエビの成長と産卵回数

倉田 (1957) は増毛沖のものについて、发育過程と成長を論じ、さらに雌の個体は2年連続して産卵（抱卵）することなく、1年おきに2度ぐらいする可能性を指摘している。しかし、この隔年産卵については材料不足で確かめられていないので、これらについて、得られた材料で考えてみたい。

第3図の雄期と性転換期を混みにした甲長組成をみると、19.5 mmと25.5 mmにモードをもつ2つの群が認められるが、後の群は性転換期だけの組成と比較し、性転換中あるいは間もなく性転換の過程に入り、翌春雌として産卵する群と考えられる。この考えの妥当性については後で再び触れる。

次に雌についてみると、抱卵期と非抱卵期の2群があり、非抱卵雌の組成は性転換期のそれと共に正規型分布に近似するが、抱卵雌の組成は正規型分布とは認め難く、

一般に年齢の若いものほど生息尾数が多いのであるが、漁獲されたホッコクアカエビの尾数、ないしは、かごに入ったと推定される尾数は生息尾数に対応していない。すなわち、かごに入った状態を示す第3図の雄と性転換期の甲長組成を見ても、モード19.5mmの雄群は、25.5mmの性転換期より明らかに少ない。この両群を便宜的に22.0mmを境に区切ると、前者は後者の半分でしかない。また、第3表から、22.0mm未満の雄期と、それ以上の雄期および性転換期の合計尾数を求めて、第3図のように図示(図を省略)すると、それぞれの分布の特徴が異なり、後者の分布は第3図の性転換期だけの特徴を一層強調するようになる。

これらのことは、雄期と性転換期では単に大きさが異なるだけでなく、生息状況、かごに対する反応、あるいはエビどうしの個体間関係など、生活が異なることを示すものと考えられる。なおこれらの差異は、より基本的には生理的な差異に基づくと考えられるので、前項でモード19.5mmの群を雄とし、モード25.5mmの群について、中にはまだ性転換の徴候が現われないものでも早晚現われるものとみなし、性転換期群と規定したわけである。

次に、雌の抱卵群と非抱卵群でも、前者が2年級群を含み、かつ後者より1年若い群が主体を占めているのに、実際の漁獲は平均して後者の25%でしかない(第3表)。この原因はおそらく抱卵による遊泳活動の不活発性、あるいは生長しないことと関連する摂餌活動の不活発性などによると考える。

これらの原因を明確にするには、底びき網などで強制的に漁獲してみる必要もあるが、ここで強調したいのは、雄期・性転換期・雌期などの发育段階や抱卵期・非抱卵期の生活周期の違いが、生活の差異をもたらし、それが漁具の選択性に大きく影響すると考えられることである。

(4) エビの分布と水系・流動

エビの生息水深、水温、塩分については既述のとおりであるが、水温と塩分などによって規定される水系、あるいはその流動と、エビの分布がどのように関連しているであろうか。大垣ら(1954)は、留萌沖を中心とする神威岬沖から利尻島沖までのトヤマエビとホッコクアカエビの生息水系は、低鹹中間水または深層水であると指摘している。ここでは両種を区別し、さらに发育段階や生活周期も区別して、それぞれについて生息水系や流動との関係を考察する。

道西沖合いの水系には、沿岸水、対馬暖流表層水、同中層水、(低鹹)中間水、深層水、底層水の存在が知られているが、第5表からT-Sダイアグラムを画くと第4図のようになり、表層に沿岸水あるいは対馬暖流表層水、75m前後に同中層水(11.5°C, 34.27‰ぐらい)、250m前後に中間水(3.0°C, 34.03‰ぐらい)、550m前後に深層水(0.4°C, 34.06‰ぐらい)が区別できる。次に流

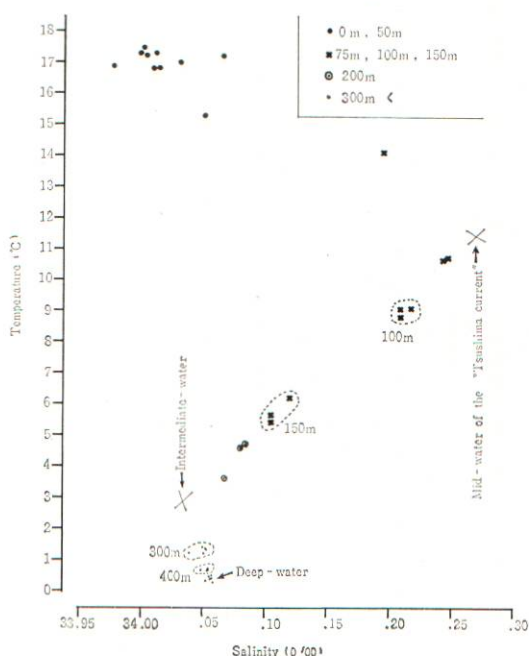


Fig. 4 T-S Diagram.



Fig. 5 Vertical distribution of water temperature.

動の状態であるが、100m以深の同一層では塩分値がほぼ等しいので、第5図の等温線の傾斜方向は等密度線のそれとほぼ平行するとみなされ、これらの傾斜方向から断面に垂直な流れの方向がわかる。すなわち、150m以浅層では手前の方向に、200mから350mぐらいまでは紙背の方向に、400m以深層では再び手前の方向に流れている。したがって、対馬暖流中層水は手前に、中間水は紙背に、深層水は再び手前に向け流れ、水系と流動がよく対応している。

これらの水系・流動とエビの生息との関連をみれば、トヤマエビの若齢期のものは、200m以浅にもなお分布する可能性がある（第2図）から、暖流中層水の影響するところから中間水まで分布するとみられる。しかし、当業船の資料（第1表・第2表）では、一般に250～270mを中心に分布しているので、成体を含めた主要な生息水系は中間水であるとみられる。余市北沖を境にして、西側より東側にトヤマエビの密度が高いのは、中間水が東流していることと関連し、また若齢期のものが西側の主要な組成をなすのは、西流する暖流中層水にも生息できるためだろうと思われる。

ホッコクアカエビは、一般に500～600mに密度が高いから、主要な生息水系は深層水であるといえる。しかし、250mぐらいにもいる（特に性転換期のものが多い）から、中間水の下層にも生息できる。幼生期は別にして、雄期や性転換期までの発育段階のものは、おそらく中間水と深層水にまたがり生活すると想像される。400m前後に密度の低い部分があるが、この理由は不明である。もしかすると、宮崎（1953）のいう低酸素のx水系の存在によるのかも知れない。

(5) エビの資源

この海域で産業的に価値のあるのは、トヤマエビとホッコクアカエビであり、このほかモロトゲアカエビも分布するようだが、その量は注目すべきほど多くないらしい。

トヤマエビはその生息範囲からみて、エビかご漁業で十分利用され、余市北沖より東側の312・316・321漁区に厚く、西側に薄い。厚い漁区でも50かご当り4.5～6.0kgで、昭和35年当時の20kg（小島，1967）と比較し、1/3ないし1/4に減少した。西側の薄い漁区では、若齢期のものが漁獲の主体を占めている（第2表・第4表）が、この傾向が厚い漁区にも及んでいるならば、単位漁獲量の減少と考え合わせて、資源的に憂慮すべき状態にあるとみられる。

ホッコクアカエビが従来あまり漁獲されなかったのは、400m以浅での密度（特に重量的に）が低いことによる。しかし、41年には、550mぐらいまで進出し、飛躍的に利用しだし、それ以深で密度は低下する傾向を示すが、まだ未利用の場所が残されているので、資源的に憂慮する段階になっていないと考える。

ところで、発育段階や生活周期ごとに、かごでの漁獲率が異なるので、今回の調査資料から死亡率などの推定はできない。

要 約

- 1 昭和41年8月から10月にかけて、石狩湾沖でエビかごにより、ホッコクアカエビとトヤマエビを調査した。
- 2 ホッコクアカエビは水深500m台、水温0.4～0.5℃、塩分34.05～34.06‰に最も高い密度で分布し、トヤマエビは200m以浅、1.0～1.5℃以上、34.05‰以上に分布していた。
- 3 ホッコクアカエビの年齢・成長、産卵回数について、倉田（1957）と大同小異の結論を得た。
- 4 ホッコクアカエビの発育段階・生活周期が異なると、それぞれに対するかごの漁獲性能も異なる。
- 5 種により、また発育段階・生活周期により、生息水系に特徴があり、分布の粗密は水系の流動と関連するらしい。
- 6 ホッコクアカエビ資源は深海に未利用漁場があり、問題はないが、トヤマエビ資源は減少し、憂慮すべき状態にあると考えられる。

文 献

- 林 清 (1967) : 襟裳岬以西太平洋ホッコクアカエビ, 昭和 36~40 年度実施, 北海道沿岸漁業資源調査
並びに漁業経営試験報告書, 北水試
- 小島 伊織 (1967) : 北部日本海トヤマエビ, 同上
- 小島 伊織・依田 孝 (1968) : ホッコクアカエビがエビかごの網目に止まる率について, 本誌 (9)
- 倉田 博 (1957) : 増毛沖におけるホッコクアカエビの生態, 北水試月報 14 (4)
- 宮崎 道夫 (1953) : 日本海の水塊に就て [海況予想の研究 II], 北水研報 (7)
- 大垣 光平・町田 弘・他 2 名 (1954) : えび漁業試験について, 北水試 (ガリ刷)
- 斎藤 市郎・三島 清吉 (1950) : 北部日本海深海魚田調査報告, 北部日本海深海魚田調査委員会, 第 1 報
———・——— (1951) : 同上 第 2 報
———・——— 他 2 名 (1952) : 同上 第 3 報

水産動物肉に関する研究 IV^{*}

ナガヅカ肉のpHと有機酸との関係について

木田健治・田元 馨

(北海道立中央水産試験場)

Studies on the Muscle of Aquatic Animals.

IV. On the relation between various pH values and organic acids of Nagazuka muscle (*Stichaeus grigorjewi* Herzenstein).

Kenji KIDA and Kaoru TAMOTO

(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

The present experiment has been carried out to elucidate the relation among various pH values in Nagazuka muscles from the different individuals and their water holding capacities, swelling of the fish meats, and also between the pH value and the content of Lactic as well as Volatile acids.

The result obtained are summarized as follows:

1) The marked difference was observed in pH value from different individuals of Nagazuka which are in the stage after rigor mortis, and the pH values from fishes caught in Autumn were more fluctuated than those of Spring, as spreaded over a range from about 6.0 to 6.9. In general, the water holding capacity decrease together with decreasing of the pH value.

2) The variation found in the pH value of fresh muscle was apparently negative to the amount of Lactic acid.

3) The reason for an appearance of low pH value found in Nagazuka muscle was mainly due to the high content of Lactic acid. Those low value may be caused by physiological condition of fishes, especially based upon their feedings.

結 言

ナガヅカ（ワラズカ）はタウエガジ（ガンジ）とともに北海道で漁獲される魚類のうちでは、優秀なねり製品原料とされており、冷凍すり身やカマボコの原料として利用されている。しかし、ある時期や漁獲場所によっては、鮮度が良くても良質なねり製品原料とならないことが知られていた。昭和39年の秋に虻田および砂原近海で漁獲されたナガヅカを余市の冷凍すり身工場で処理し、冷凍すり身を製造した結果、9月から11月にかけての製品が、春に虻田や余市近海で漁獲されたナガヅカで製造した品質に比較して明白に劣った。

この時にその原因を調べた結果では、通常は肉のpHが6.7以上あるのに、この時の肉のpHは6.0から6.4を示し、pHの低い魚体が多く、肉の外観は酸処理をしたように、白濁不透明で、かつ肉の保水性が低く良質なカマボコを作ることがむずかしかった。

* 報文番号 A61

このように特異的な肉質を持つナガヅカが漁獲される原因が、ある時期、ある特定の海域にのみ見られるものか、また白味の魚として、死後硬直を完了した魚肉の pH 値が異常に低い値を示す理由については不明であった。

昨年 9 月から 10 月にかけて、虻田および室蘭に水揚げされたナガヅカも pH 値が低く肉質の悪いのが見られた。また同時期に釧路近海で漁獲され余市に入荷したナガヅカも同様な傾向が見られたので、その原因と推定される筋肉中の乳酸および揮発酸の含有量と肉の pH の関係、肉の保水性、膨潤と pH の関係について調べた結果、筋肉の pH 値と乳酸量との間に密接な関係があることを知見したので報告する。この実験に当たり種々お世話になった興浜産業株式会社にお礼申し上げます。

実 験 方 法

1 試 料

秋（9 月～10 月）と春（4 月）に虻田、室蘭、釧路および羽幌に水揚げされたナガヅカを余市で測定した。魚体をフィレーとし、筋肉の色を肉眼的に観察した後に精肉のみを細肉とし十分混和して測定に供した。

2 測 定 法

1) 水 分 量

常法

2) pH 値の測定

ガラス電極 pH メーターで測定した。

3) 遊離水量の測定

E, WIERBICKI および藤巻の方法により測定した。³⁾ ガラスフィルター付の遠沈管（目盛付）に肉を 20 g 詰めてから、約 3,000 r. p. m で 10 分間遠心分離し、分離した液汁量の目盛りを読み算出した。

$$\text{遊離水量\%} = \frac{\text{液汁量}}{\text{肉の重量}} \times 100$$

4) 肉の膨潤の測定

100 cc 容のシリンダーに細肉 10 g を入れ、水を加えて水晒しを行ない、上澄液を約 40 cc ずつすてて、水晒しを 5 回繰返し最後に肉を集めて、遠沈管にとり、約 3,000 r. p. m で 10 分間遠心分離した後に、遠沈管の上澄液をすて、20 分間肉の水切りをした後に、肉の重量を測定して次のように表わした。

$$\text{膨潤の程度\%} = \frac{\text{遠心後の重量}}{\text{採取重量}} \times 100$$

5) ハンター白度の測定

色測色差計を用いてハンター白度を測定した。数値が大きいかほど白いことを表わす。

6) 乳酸量の測定

試料 10 g を Friedeman 法⁴⁾によって測定した。

7) 揮発酸量の測定

試料 20 g を水蒸気蒸溜法により測定し酢酸として求めた。

実 験 結 果 と 考 察

1 秋（9～11 月）に水揚げされたナガヅカ筋肉の性状

1) 虻田産のナガヅカについて

虻田近海で 9 月 11 日漁獲され、氷蔵して余市に入荷したもので、漁獲後 2 日経過していたので、死後硬直が終了していたが鮮度は良好であった。供試魚は全長 51～55 cm、体重 650～820 g の範囲で、魚体を 2 枚に開き肉色が白濁不透明のものと、透明で水々しいもの 6 尾実験に用い、筋肉の pH、遊離水量、揮発酸、水

分を測定した結果を第1表(a)に示した。

魚体により肉のpH値は6.20~6.90の範囲で著しく個体差が見られ、pHが6.45以下の低い肉色は白濁して不透明であり、筋繊維がバサバサし、異常な性状と判定された。pH値が6.65以上の魚体の肉色は、通常の筋肉に見られる如く、透明感があり、水々しく春に漁獲されるナガヅカ肉の性状に似ていた。肉の保水性を比較する目的で遠心分離によって肉から分離する遊離水量で比較した結果は、肉のpH値が低い試料ほど多量の遊離水が分離する傾向が認められ、pH 6.20の場合は12%にもおよび、pH 6.7, 6.9の場合は3.5%, 3.0%, と少ない値が得られた。水分はpHの低い試料が僅かに少なかったが遊離水量とは関係がないように考えられた。

揮発酸の測定結果ではpHの低い試料と高い試料では差はなかった。

10月6日に虹田から入荷した試料を第1表(b)に示した。魚体は硬直が終了していたが良く氷蔵されていたので鮮度は良好であった。供試魚は全長53~58 cm, 体重は830~970 gで、pH値が6.10から6.30の低い試料について、遊離水量、肉の膨潤、乳酸量を測定した。水分は79.3%から82.3%の変動が見られ、肉の遊離水量はpH 6.10は12%, pH 6.3は10%もの値が得られ保水性が悪いことが判明した。肉を水晒した後に遠心分離で脱水し、得られた肉の収量から求めた肉の膨潤の程度を比較した結果ではpHの低い試料の方が膨潤が少ない結果が得られた。乳酸量を測定した結果は、pH 6.10の試料では528 mg%で、pHが高くなるに従い乳酸量が減少し、pH 6.30の試料では382 mg%であった。

Table 1. Results of chemical analyses on test muscle.

(a)

Sex	Body length (cm)	Body weight (g)	pH	Moisture (%)	Free water (%)	Volatile acid (mg. %)	Quality of meat
♀	52	760	6.20	79.7	12.0	39.3	abnormal
♂	55	820	6.30	78.7	11.0	33.4	"
♀	51	670	6.45	81.4	6.5	-	"
♂	51	650	6.65	81.7	4.0	-	normal
♀	52	750	6.70	81.5	3.5	53.2	"
♀	51	650	6.90	81.4	3.0	35.1	"

Caught of Abuta-coast, Sep. 11, 1967.

Nagazuka (*Stichaeus grigorjewi*) Fresh.

Samples had already been in resolution of rigor.

(b)

Sex	Body length (cm)	Body weight (g)	pH	Moisture (%)	Free water (%)	Swelling of meat (%)	Lactic acid (mg. %)
♂	58	970	6.10	82.3	12.0	114	528
♀	55	840	6.22	81.2	8.0	138	470
♂	53	830	6.25	79.3	5.5	137	410
♀	53	835	6.30	80.3	10.0	136	382

Caught of Abuta-coast, Oct. 6, 1967.

Fresh.

Samples had already been in resolution of rigor.

2) 室蘭産ナガヅカについて

室蘭に水揚げされ、氷蔵1日後に余市に入荷した試料を10月26日に測定した。魚体は非常に鮮度が良く解硬直後と判定され、ランダムにサンプリングし、全長46 cmから58 cm, 体重520 gから1,090 gであった。

供試魚 13 尾のうち、雌が 7 尾、雄が 6 尾で卵巣重量は 5 g から 45 g であった。肉の pH 値は 5.98 から 6.65 の個体変動が見られた。pH 値が 6.25 以下の肉の色は白濁不透明のものが多く、肉には粘性が少なく硬直時の状態に似ているのではないかと推定された。pH 値が 6.4 以上の肉色は透明感があり、肉に粘性性が認められ春に漁獲される肉質の状態に似ていた。水分は前記の試料に比べて総体的に少なく 78.1% から 79.5% の範囲であったが、pH の値とは関係ないものと考えられた。肉の遊離水量を比較した結果では pH の低い試料ほど遊離水量が著しく多く分離し、pH が高くなるに従って少なくなる傾向が見られた。肉を水晒した後に測定した膨潤の程度は pH の低い試料ほど膨潤の程度が少ない傾向が得られ、前記の虻田産の試料より若干、膨潤が同じ pH でも低い傾向が見られるが、これは遊離水にも見られる傾向で、漁獲後の経過時間が今回の供試魚の方が少ない結果と推定された。

Table 2. Results of chemical analyses on test muscle of various pH.

Sex	Body length (cm)	Body weight (g)	pH	Moisture (%)	Hunter white value	Free water (%)	Swelling of meat (%)	Lactic acid (mg.%)
♂	46	620	5.98	79.1	45.3	21.0	115	588.6
♀	54	1,090	6.10	78.8	42.7	17.0	118	502.6
♂	46	620	6.12	78.9	39.4	16.0	133	562.0
♂	49	655	6.15	78.1	44.7	18.0	117	566.6
♀	51	805	6.15	78.6	42.6	15.0	114	592.6
♂	46	470	6.15	79.1	41.0	18.0	118	589.8
♂	58	1,050	6.17	79.5	41.5	17.0	119	629.0
♀	49	710	6.25	78.9	39.3	11.0	127	312.4
♀	57	910	6.40	78.6	38.6	7.0	130	592.8
♀	51	725	6.40	78.9	38.4	9.0	136	535.6
♂	46	520	6.40	79.2	35.3	6.0	131	357.6
♀	49	660	6.50	79.1	36.3	9.0	137	396.8
♀	48	660	6.65	79.7	33.2	5.0	137	405.2

Caught of Muroran-coast, Oct. 26, 1967.

Very fresh Nagazuka.

膨潤に使用した脱水後の肉を観察した結果では、pH の低い肉は色が不透明な白さを示し、膨潤程度の大きい肉はど水々しい感じがしたので、肉の色調を色差計を使用し、ハンター白度の値で試料の pH との関係と比較した結果を第 1 図に示した。ハンター白度の値が多いほど白さが強いことを表わすが、試料のうちで一番 pH 値の低い試料 5.98 ではハンター白度の値が 45.3 を示し、供試肉の中で一番白さが強く、pH が一番高い試料 6.65 ではハンター白度の値 33.2 が得られ、試料の pH 値が低い肉の方がハンター白度の値が多く、pH 値が高くなるに従ってハンター白度の値が小さくなる傾向が得られた。

肉眼的な観察では魚体を処理した時の肉の色調は、pH の低い肉ほど不透明な白さであり、pH の高い肉では透明な肉色であるが、正確には肉眼的に判定が困難であったが、ハンター白度の値ではほぼ正確に肉の色を比較することが出来ることを知った。

乳酸の含有量を比較した結果では、pH 値が 6.2 以下の低い試料では 629 mg% から 502.6 mg% の値が得られ一部に例外も見られたが、pH 値の高い pH 6.50 以上の試料より乳酸の含有量が多い傾向が見られた。

3) 釧路産ナガヅカについて

釧路近海で漁獲後、氷蔵して 2 日後に余市に入荷した試料をランダムにサンプリングして 10 月 12 日に測定した。試料は解凍後の状態であったが鮮度は良好であった。結果を第 3 表に示した。体長は 47 cm から 62 cm、体重は 555 g から 1,350 g の範囲であった。pH は 6.07 から 6.75 の個体差が見られ、pH の低い魚体の肉色は白濁した不透明な色を呈し、虻田や室蘭に水揚げされた魚体と非常に似ていた。

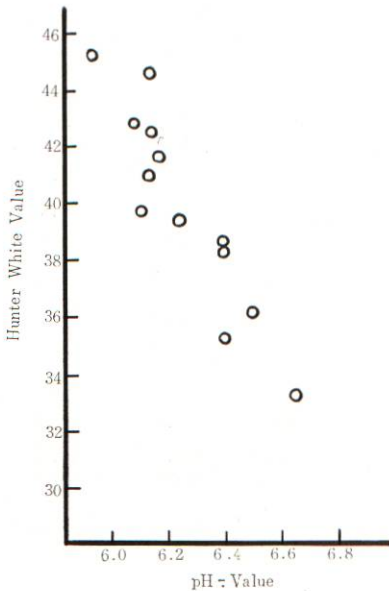


Fig. 1 Relation between colour and pH value of meat.

pH 値の低い 6.05 から 6.20 の試料の肉の色は白濁して不透明であったが、pH 6.5 以上の肉は透明感があり、粘着性も強かった。

水分は 77.8 % から 82.2 % の差が見られたが一定の傾向は認められなかった。

肉の保水性を遊離水の量で比較した結果では、pH の低い 6.07 の試料では 15 % の遊離水が分離したが、pH が高くなるに従って分離の量が少なくなり、前述の結果と同じ傾向が得られた。また肉の膨潤の程度も pH が低い試料ほど膨潤が少ない傾向が得られ、肉の保水性が悪いことを示していた。

揮発酸の含有量を比較した結果では pH 値によって大きな差が見られず、肉の pH とは関係が認められないと考えられた。

乳酸量は pH が 6.07 の試料では 643mg % が測定され、pH が高くなるに従って乳酸量が減少し、pH 6.75 の試料では 280.4 mg % であった。

10 月 16 日に釧路から入荷した試料の結果を第 4 表 (a) (b) に示した。

試料 (a) は解硬後の状態であったが鮮度は良好であった。(b) の試料は鮮度がやや低下していた。魚体は全長 40 cm から 63 cm、体重は 320 g から 1,260 g の範囲で、肉の pH は 6.05 から 6.92 の個体差が見られた。水分は 79.5 % から 82.7 % の差があったが一定の傾向は認められなかった。

Table 3. Results of chemical analyses on test muscle of various pH.

Sex	Body length (cm)	Body weight (g)	pH	Moisture (%)	Free water (%)	Swelling of meat (%)	Volatile acid (mg.%)	Lactic acid (mg.%)
♀	62	1,350	6.07	79.1	15.0	121	36.1	643.0
♂	51	570	6.15	80.9	12.0	129	36.8	419.4
♀	52	800	6.20	77.8	14.0	128	27.6	414.6
♂	47	555	6.22	81.0	10.5	129	41.1	383.6
♂	53	880	6.40	79.8	5.0	145	29.5	360.0
♂	58	980	6.70	82.2	8.0	154	32.9	293.2
♀	54	770	6.75	81.8	5.0	157	38.9	288.8
♀	55	850	6.75	80.2	4.0	162	27.9	280.4

Caught of Kushiro-coast, Oct. 12, 1967.

Fresh.

遊離水は pH の低い試料では 10.5 % もの値が得られたが、一部例外も見られたほかは pH の高い肉は遊離水の量が少ない傾向が認められた。肉の膨潤の程度も pH の低い肉が膨潤度が少ない傾向が得られた。

乳酸の含有量は pH の低い肉はど多く含有されている傾向が認められた。

鮮度の低下した (b) の試料の pH 値 6.45 の乳酸量は 478.6 mg % で、(a) の試料の pH 値 6.45 の乳酸量 312.4 mg % より多い。また (b) の試料の pH 6.78 の乳酸量は 272.2 mg % で (a) の試料の pH 6.78 の乳酸量 336.2 mg % よりやや少なかった。

揮発酸は (a) の試料では pH 6.05 の試料以外は 19.3 mg % から 25.7 mg % であったが、鮮度のやや低下した試料 (b) では 77.2 mg % から 105.3 mg % の値が得られたが、pH には関連が認められないものと考えられた。

Table 4. Results of chemical analyses on test muscle of various pH.

(a)

Sex	Body length (cm)	Body weight (g)	pH	Moisture (%)	Free water (%)	Swelling of meat (%)	Lactic acid (mg.%)	Volatile acid (mg.%)
♂	63	1,260	6.05	82.7	10.5	110	675.8	70.9
♀	53	742	6.18	80.6	8.0	141	516.6	25.7
♂	52	945	6.20	79.5	7.0	135	644.4	23.1
♀	55	910	6.45	81.0	5.0	137	312.4	11.6
♂	48	495	6.55	81.1	7.0	131	340.0	26.6
♀	50	870	6.65	82.0	3.0	136	312.4	23.6
♀	45	477	6.70	81.9	7.0	142	250.8	29.6
♀	60	1,200	6.78	81.5	3.2	161	336.2	23.8
♀	57	820	6.92	82.0	4.0	150	204.6	19.3

(b)

♂	40	320	6.45	79.5	5.0	116	478.6	77.2
♀	47	510	6.78	81.3	4.0	133	272.2	105.3

Caught of Kushiro-coast, Oct. 16, 1967.

Table 4 (a) Fresh.

Table 4 (b) Freshness.

Ⅱ 春（４月）に水揚げされたナガヅカ肉の性状

虻田および羽幌産ナガヅカについて

虻田近海で４月１２日および４月２２日に水揚げされ余市に入荷したナガヅカよりランダムにサンプリングし、測定した結果を第５表(a), (b)に示した。いずれも水揚げ後３日経過していたが、試料(a)は硬直終了後、試料(b)は硬直終期のものと判定され、ともに良く氷蔵されていたため鮮度は良好であった。全長、体重とも秋の供試魚とほぼ同じであったが、とくに試料(b)の卵巣重量は100gから245gもあり、明らかに産卵期のものではないかと推定された。羽幌近海で４月２４日に水揚げされたナガヅカを４月２６日に測定した結果を第６表に示した。供試魚は硬直中で極めて鮮度は良好であった。全長、体重とも秋に他の海域で漁獲されたものとほぼ同じで、卵巣重量は3gから100gの範囲の個体差があった。

室蘭、釧路産の試料は入手できず測定できなかったが、虻田産、羽幌産の試料44尾の肉のpH値は、3尾を除いて、6.50から7.10の範囲であり、個体変動も少なく、ほとんどが6.70付近であり、秋の試料36尾のなかに見られたように極端に低いpH値を示したものはなかった。

乳酸量は118.0mg%から448.9mg%の範囲で測定され、肉のpH値と密接な関連が認められた。供試魚44尾の平均の乳酸量は298.6mg%で、秋の試料36尾の平均乳酸量440.0mg%より約140mg%も少なかった。

肉の色調は大部分の試料は水々しく透明感があり、肉に粘性があった。肉の保水性、膨潤度も良好で秋の供試魚に見られたような異常な性状を示したものは認められなかった。

これまでの測定結果から、試料によるpHの相違は魚体の大小、雌雄には関係はないようであり、また漁獲海域によっても、とくにpH値との関連は認められないものと考えられた。しかし、秋の供試魚36尾の平均pH値は6.37であり、春の供試魚44尾の平均pH値6.70に比べ、0.33も低く、したがってpH値の相違は漁獲時期によるものではないかと考えられた。

pHと肉の保水性（遊離水量）、膨潤との関係、pHと乳酸量、揮発酸の関係を明確にする目的で第１表から第６表の測定結果をまとめて第２図から第５図に示した。

Table 5. Results of chemical analyses on test of muscle.

(a)

pH	Free water (%)	Swelling of meat (%)	Hunter white value	Lactic acid (mg.%)
6.62	3.0	198	28.6	322.6
6.66	2.0	191	32.1	326.6
6.63	2.0	231	28.6	337.0
6.72	3.0	234	28.7	305.6
6.56	2.0	210	27.3	371.6
6.54	3.0	219	28.6	383.0
6.60	2.0	213	28.9	344.6
6.72	1.5	231	29.3	324.2
6.83	1.0	251	22.3	201.0
6.64	2.0	215	23.1	314.6
6.72	2.0	245	26.8	305.6
6.63	3.5	250	30.8	241.6
6.74	1.5	261	27.7	337.4
6.70	2.0	172	36.7	316.6
6.62	2.5	200	27.4	365.0
6.62	2.5	233	24.6	390.6

(b)

Sex	Body length (cm)	Body weight (g)	pH	Free water (%)	Swelling of meat (%)	Hunter white value	Lactic acid (mg. %)
♀	56.5	1,090	6.90	4.2	228	21.4	325.0
♀	53.0	895	7.10	1.0	250	21.8	187.0
♀	47.0	530	6.95	2.5	206	25.4	226.2
♀	52.0	900	6.62	4.5	177	30.0	306.6
♂	53.0	790	6.64	1.0	172	30.7	217.0
♂	49.0	890	6.47	5.95	157	29.0	398.6
♀	46.0	560	6.47	5.02	177	36.1	366.4
♂	55.0	875	6.75	2.0	200	26.0	304.4
♀	54.0	1,100	6.80	1.5	186	28.8	182.4
♂	46.0	640	6.78	1.5	187	29.2	318.2

Caught of Abuta-coast, April, 1968 Nagazuka (*Stichaeus grigorjewi*)

Table (a) April 12 Sample had already in resolution of rigor.

Table (b) April 21 Freshness.

ナガヅカ肉の pH と肉の保水性との関係

筋肉の pH と肉の保水性との関係を遊離水量について検討した結果を第2図に集約して示した。筋肉の pH 値が低い場合には遊離水量が多く、pH の値が高くなるに従って次第に遊離水量が少なくなる傾向が見られる。この実験試料で一番 pH の低かった肉では遊離水が 21 % にも及んでいるが、pH 値が若干高くな

って、6.4 付近の試料では遊離水量は 10 % 以下に減少し、pH が 6.8 以上の試料では遊離水量は著しく少なくなり 5 % 程度となっている。このように筋肉の pH と遊離水量の間には密接な関係が見られ、pH の低い肉は保水性が低く、水分を保持する力の弱いことが明らかとなった。

一般に肉の保水性の低いものは、カマボコ原料としては品質が劣ることが知られており、pH の低いナガヅカ肉の場合もカマボコ原料としては品質が劣る。豚肉の pH と筋肉の保水性の関係について、WISMER PEDERSEN⁶⁾の研究では、腰肉の筋肉を数個にわたり測定し、pH が 5.4 から 6.6 の範囲に及び、pH の低い試料ほど圧搾による遊離水が多く、筋肉の pH と肉の保水性には高度な相関のあることを見ており、pH の低い筋肉からは良質なハムが出来ないことが知られている。

ナガヅカ肉の pH と膨潤との関係

ナガヅカは大部分がねり製品原料として利用され、冷凍すり身やカマボコの製造工程では水晒しが行なわれているが、筆者は pH の低いナガヅカ肉の場合は水晒しによって肉の膨潤が少ないことを知¹⁾っていたので、肉の pH と膨潤の関係を第 3 図に集約して示した。

水晒し前の肉を 100% として水晒し後の肉の膨潤程度を収量で比較すると、pH の値が 6.0~6.1 の低い場合は肉の膨潤程度は 110~120% であるが、pH が 6.4 付近では 130~140% に増加し、pH が 6.7 以上では 150~160% にも増加し、肉の pH が高くなるに従って肉の膨潤が増大することは明らかで、昭和 39 年に調べ⁶⁾た時も今回とほぼ同じような傾向が見られている。サバ、サンマなどのように pH の値が 6.0 から 6.2 程度の低い魚肉の場合も水晒しによる肉の膨潤が、pH の高い白身の魚であるグチ、カレイ、タラなどより、はるかに少ないが、ナガヅカ肉の場合、pH と肉の膨潤は密接な関係が認められた。先回の試験¹⁾では pH の低いナガヅカ肉を重合リン酸塩溶液で処理し肉の pH を高め、膨潤度を増大することによって、正常な肉質に近づけることが出来たが、今回の場合も同様な処理によって pH の低い肉質を改善することが出来た。

乳酸含有量と pH の関係

筋肉の pH 値を左右する因子は多くあるが、BATE SMITH⁷⁾によれば、死直後の pH は筋肉中に生成される乳酸に密接な関係があるとされ、河端、藤巻、天野らはビンナガマグロ、ソウダカツオの鮮度と pH、乳酸の関係、野口は種々な魚種について pH と関連成分について研究している。一般に死後の pH の低下要因として乳酸が測定されているので、pH と乳酸の関係を第 4 図、第 5 図に集約して示した。

pH 値が 6.0 から 6.2 の範囲では乳酸量は 680 mg % から 500 mg % が測定され、pH 値が中性側に近づくに従って乳酸量が減少し、pH と乳酸量の間には密接な関係が見られ、秋と春の供試魚のうち、秋の試料 36 尾

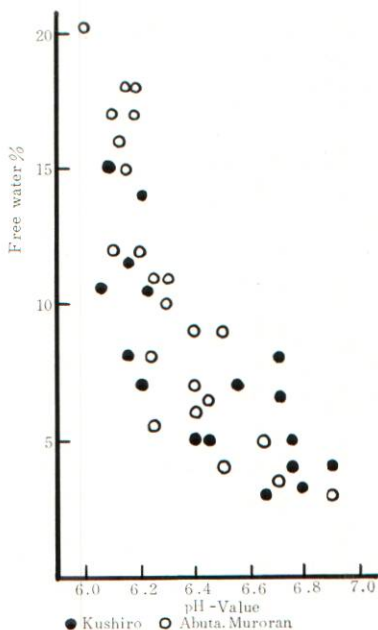


Fig. 2 Relation between free water and pH value of meat.

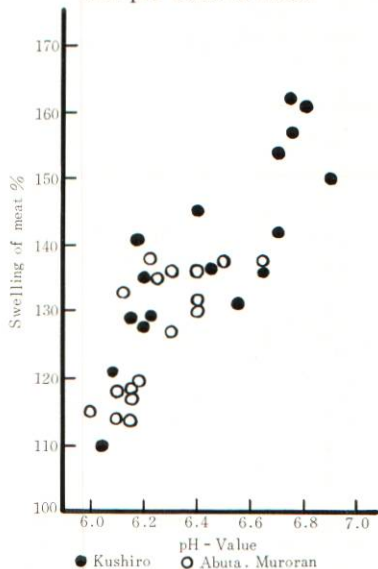


Fig. 3 Relation between swelling and pH value of meat.

Table 6. Results of chemical analyses on test muscle.

Sex	Body length (cm)	Body weight (g)	pH	Moisture (%)	Hunter white value	Free water (%)	Swelling of meat (%)	Lactic acid (mg. %)
♂	51.0	840	6.58	77.4	25.0	6.0	199	417.0
♀	50.0	800	6.64	78.8	27.2	3.0	195	394.8
♀	51.0	800	6.70	78.8	28.0	4.5	193	232.8
♀	45.0	630	6.80	76.7	25.3	3.0	196	175.6
♂	53.0	980	6.35	76.8	34.1	7.0	173	448.9
♀	50.0	730	6.68	77.7	23.2	5.0	239	328.0
♀	51.0	910	6.70	77.8	25.6	6.5	207	162.3
♂	49.0	860	6.82	77.8	—	4.0	223	175.6
♀	51.0	790	6.75	78.8	19.3	5.0	185	252.3
♂	52.0	840	6.78	77.8	24.0	8.0	197	189.4
♀	53.0	880	6.55	78.3	21.4	6.0	244	435.0
♀	58.0	750	6.72	78.0	25.6	7.0	202	359.6
♂	48.5	835	6.79	78.7	22.3	7.5	246	256.0
♂	55.5	850	6.80	78.3	20.3	6.2	241	205.4
♀	48.0	680	6.72	78.7	26.8	8.0	199	394.0
♀	50.0	730	6.87	78.2	20.0	4.5	260	118.0
♀	50.0	660	6.75	78.2	21.1	7.0	234	256.0
♀	45.0	560	6.60	78.7	26.4	9.0	203	394.0

Caught of Haboro-coast, April 24, 1968

Fresh

の肉の pH と乳酸量の間に -0.74 の相関係数が得られた。

河端らは死後硬直中のビンナガマグロの魚体各部の筋肉 pH 値と乳酸量との関係を調査し、筋肉 pH 値と乳酸量との間に負の相関があることを報告し、天野らはソーダカツオの断頭および苦悶死による筋肉中の乳酸の消長を調査し、死直後の乳酸量には苦悶死区に最も多く 3 時間程度で 1,000 mg % もの高い数値に達する

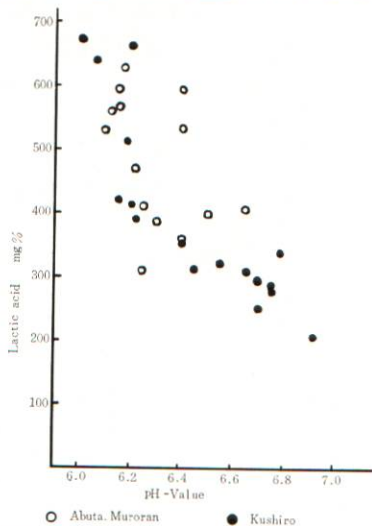


Fig. 4 Relation between lactic acid and pH value of meat.

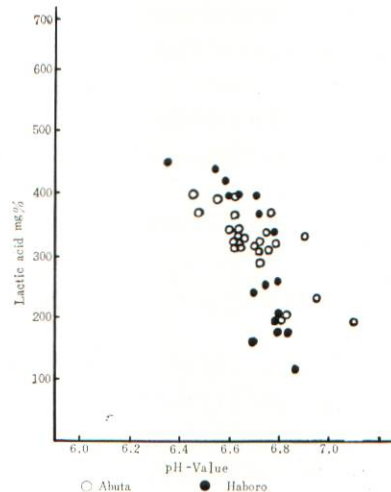


Fig. 5 Relation between lactic acid and pH value of meat.

ことを報告している。野口はマサバ、コイを用いて、断頭死、苦悶死による筋肉の pH 値、Glycogen 量、 $\Delta 7\text{P-P}$ 量の消長を研究し、サバ肉の断頭死では pH 値が 6.8 から 20°C に 9 時間放置で 5.7、28 時間後に 6.2 に変化し、苦悶後に断頭死させた場合は、pH 値が 5.9 から 6 時間後には 5.55 に、20 時間後には 5.7 に変化し、死亡時に苦悶した魚の筋肉 pH 値は低く、Glycogen 量、 $\Delta 7\text{P-P}$ 量はいずれも少なく、苦悶によって多量のエネルギーが消費されるからであると報告している。山本は種々の魚について魚肉の pH の幅を調べて、シログチでは 6.36 から 6.64、アカガレイでは 6.41 から 6.80、スケトウダラでは 6.73 から 7.13、ブリでは 5.60 から 5.98 の値を得ているが、これらの値では、pH 値が 0.3 から 0.4 程度の差より認められないが、われわれの調査したナガヅカの場合は、最低と最高では pH 値が 5.98 から 6.92 の範囲が測定され、その変動値は山本やその他のデータより 2 倍以上の 0.94 もの差があることは、注目に値すると考えられる。

魚体の死亡条件によって筋肉の pH に差異が見られることは前述の如くであるが、同一魚種でも季節的に pH 値に差異が認められることは、山本がイワシ、浅井がベーリング海域のスケトウダラで見ている。ベーリング海スケトウダラの pH 値は 5 月下旬～7 月は pH 6.7～6.9、4 月～5 月中旬は 7.1～7.3 で、その原因は魚体の生態と関連があり産卵期と索餌期によると報告している。索餌期は栄養状態もよく、魚体は Glycogen 量が多く、生活時の解糖作用も極めて盛んであると予想される。また、N. TOMLINSON¹³⁾らは Halibut (ヒラメ類) の pH および蛋白変性と肉の色調に関する論文の中で、肉の pH 値が 6.0 またはそれ以下の肉色は白濁不透明で、粘着性がなく、かつ塩溶性の窒素量も正常肉に比べ著しく劣ること、肉の pH と乳酸量は、漁獲時の Glycogen 量と魚の索餌状態に関係があり、十分に索餌した魚はそうでない魚より肉の色が白濁不透明になりやすいのではないかと報告している。

われわれが調査したナガヅカのうち、虻田産のものが明らかに春が産卵期ではないかと思われたが、その他の海域のものは明らかでなかったため、今後はナガヅカの生態、とくに産卵期および索餌期における Glycogen 量、乳酸量、および pH 値の関係について検討したいと考えている。

要 約

虻田、室蘭、釧路沿岸で 9 月から 10 月に漁獲されたナガヅカ肉および虻田、羽幌沿岸で 4 月に漁獲されたナガヅカ肉の pH 値の個体変動と肉の保水性、膨潤および乳酸、揮発酸の含有量と pH の関係を明らかにするため実験を行なった。得られた結果は次のとおりである。

- 1) 死後硬直終了後のナガヅカ肉の pH 値は、春 4 月に漁獲されたものは pH 値が 6.50～7.10 で、秋 9 月～10 月のものは 5.98～6.92 の範囲で測定され、とくに秋のものが pH 値に著しい差異が見られ、かつ pH 値の異常に低いナガヅカ肉が多かった。これはナガヅカの生理状態、とくに索餌期と関連があるのではないかと考えられた。
- 2) 肉の pH 値の減少で肉の保水性も減少することが認められた。
- 3) 新鮮肉の pH 値の変動は、乳酸量に関係があり、pH 値の低い肉が表われる原因は乳酸含有量が高いためによることを知った。
- 4) 魚体の大小、雌雄別および漁獲海域によっても、とくに pH 値との関連は認められないようである。

文 献

- 1) 福見 徹・田元 馨・秀里 尊寿 (1964) : 北水試月報, 21(12)
- 2) E. WIERBICKI (1957) : *Food Technol.*, 11, 69
- 3) 藤巻 正生・津田 (1958) : 農加技誌, 5(2)
- 4) T. E. FRIEDEMANN et al (1927) : *J. Biol. Chem.*, 73
- 5) J. WISMER-PEDERSEN et al (1959) : *Food Research*, 24(6)
- 6) 田元 馨 (1965) : 本誌 (3)

- 7) F.C.BATE-SMITH (1937) : *Proc. Roy. Soc. London*, B 124
- 8) 河端 俊治・藤巻 正生・天野 慶之・富谷 章子 (1952) : 東海区水研報告, 18(3)
- 9) 野口 栄三郎 (1957) : 日本海区水研報告, (5)
- 10) 天野 慶之・尾藤 方通・河端 俊治 (1954) : 東海区水研報告, (7)
- 11) 山本 常治 (1962) : 日本海区水研報告, (10)
- 12) 浅井 徹 (1967) : 食品と化学, 9(12)
- 13) N.TOMLINSON et al (1965) : *Jour. Fish. Res. Bd. Canada*, 22(3)

北海道立水産試験場

北海道立中央水産試験場
(Hokkaido Central Fisheries Experimental Station)

余市町
(Yoichi, Hokkaido, Japan)

北海道立函館水産試験場
(Hokkaido Hakodate Fisheries Experimental Station)

函館市湯川町1の2
(Yunokawa, Hakodate,
Hokkaido, Japan)

北海道立釧路水産試験場
(Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station)

釧路市浜町16
(Hamacho, Kushiro,
Hokkaido, Japan)

北海道立網走水産試験場
(Hokkaido Abashiri Fisheries Experimental Station)

網走市字鱒浦31
(Masuura, Abashiri,
Hokkaido, Japan)

北海道立稚内水産試験場
(Hokkaido Wakkanai Fisheries Experimental Station)

稚内市宝来通り5
(Hōrai-Dori, Wakkanai,
Hokkaido, Japan)

昭和44年9月25日印刷

昭和44年9月30日発行

北海道余市町
編集兼
発行 北海道立中央水産試験場

札幌市手稲東3北2丁目3番地
印刷者 石 川 正

札幌市手稲東3北2丁目3番地
印刷所 三陽印刷株式会社