



Title	北西太平洋におけるサンマの南北分布
Author(s)	目黒, 敏美; 安間, 元; 梶原, 善之; 山口, 秀一; 山本, 昭一; 島崎, 健二
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 38(2), 126-138
Issue Date	1987-05
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/23946
Type	bulletin (article)
File Information	38(2)_P126-138.pdf



[Instructions for use](#)

北西太平洋におけるサンマの南北分布*

目黒 敏美**・安間 元**・梶原 善之***
山口 秀一***・山本 昭一***・島崎 健二****

On the Distribution of the Pacific Saury,
Cololabis saira BREVOORT, in the
Northwestern Pacific Ocean*

Toshimi MEGURO**, Gen ANMA**, Yoshiyuki KAJIWARA***
Hidekazu YAMAGUCHI***, Shoichi YAMAMOTO***
and Kenji SHIMAZAKI****

Abstract

During the periods from June to early August in 1982-1985, biological and oceanographic investigations were carried out in the northwestern Pacific Ocean to study the pelagic fish community by use of a research gill net. A large number of the Pacific saury (*Cololabis saira*) was collected. Results obtained are summarized as follows:

The research area was planned such that the Subarctic boundary was crossed meridionally. Pacific saury were captured at almost all stations. Density tended to be high in the northern area along the 155°E line. Along the 170°E and 175°E lines, density was low in northern and southern areas and high in middle areas. Average density for each research line decreased over the years studied, north of 48°N latitude the decrease was remarkable.

The range of observed body length was between 9 and 34 cm, and shows a multi-modal distribution. Modal distribution was different for each station. Over the years tested, a uniform tendency was noted for large sizes at southern stations, medium and large sizes at northern stations, and small and medium sizes at middle stations.

Condition factor calculated for each body length group at stations along the 170°E and 175°E lines resulted in low values for small sized fish and higher values for larger sized fish, but the difference between these average values was small in the south and large in the north. In the northern areas along 170°E and 175°E lines and the area north of 48°N, every body length group indicates a generally high condition factor. Along the 155°E line, this change is not clear.

Gonadosomatic Index (GSI) was calculated for each body length group as a measure of gonadal development. Females larger than 28 cm had higher values and a north-south trend was found for all samples larger than this size. Both males and females showed high GSI

* 北海道大学水産学部北洋水産研究施設業績 189 号
(Contribution No. 189 from the Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

** 北海道大学水産学部練習船おしよろ丸
(Training Ship "Oshoro Maru" Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

*** 北海道大学水産学部練習船北星丸
(Training Ship "Hokusei Maru" Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

**** 北海道大学水産学部北洋水産研究施設
(Research Institute of North Pacific Fisheries, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

values to the south and low to the north, the lowest value was found north of 48°N.

The oceanographic structure of the research area distinguished the southern area as the Subtropical region, the northern area as the Subarctic domain and the middle area as the Transitional domain.

Based on the biological characteristics of the Pacific saury, it seems that the group which has a body length larger than 28 cm and distributes in the Subtropical region, is the spawning stock and the group distributed in the north of the Transitional domain, is the feeding stock.

緒 言

サンマはマイワシ、マサバなどと同様に、日本近海における産業的重要種である。1976～1985年の年漁獲量は、9.8～36.9万トン（東北水産研究所，1977～1985）であり、北海道太平洋の近海域および三陸沖の漁獲量が多い。本種に対する漁場形成機構や生態学的研究は古くから行なわれてきたが、組織的には1952年頃から始められた。しかし、対象海域は漁業生産と関連して、155°E以西の日本近海に限られていた。その後、調査海域が拡大されるとともに、本種が北太平洋に広く分布することが明らかにされ（小達，1970；高橋，1970；1971；海洋水産資源開発センター，1972～1977），分布や群構造に関する知見が得られている。しかし、漁業の対象にならない海域については資料が断片的であり、それらの詳細については未詳の点が多い。

1982～1985年の春夏季に、北太平洋において表層性魚類群集の生態、海洋環境などの研究が行なわれ、その際、多数のサンマが採集された（北大水産 海調漁試要報，1983～1986）。本研究ではこのサンマ個体群の分布、体長組成、肥満度、成熟度指数および海洋環境について検討した結果を報告する。

本文に入るに先だち、船上における繁雑な作業に対し、幾多の御協力をいただいた北海道大学水産学部練習船北星丸航海士石井清彦講師および水島三郎甲板長以下乗組員ならびに各航海次の乗船研究者各位に深く感謝申しあげる。

材料および方法

1982～1985年6～8月の期間、北西太平洋亜寒帯海洋前線を横断するように設定された調査地点において、練習船北星丸（892.92トン）によって魚類の採集が行なわれた。使用漁具は網目の選択性を除去するように構成した20種類の網目（目合19～233mm，各3反）の調査用流網である

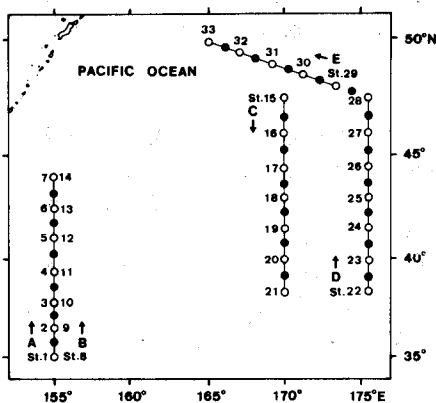


Fig. 1. Location of drift gill net research and oceanographic observations during June to early August, 1982-1985. A-E are research lines.
○ Oceanographic observation and gill net research
● Oceanographic observation

(島崎ほか, 1984)。投網は夕刻に行なわれ、翌早朝に揚網された。設網時間はおよそ 10~12 時間である。

採集されたサンマは船上で網目別に個体数が数えられ、体長測定が行なわれた。採集数が極めて多い場合には、1 目合につき 300 個体を上限として測定された。また、各採集地点では約 100 個体が凍結標本として採取された。凍結標本は実験室で解凍され、魚体測定に供された。体長および体重を測定し、生殖腺の肉眼的観察により雌雄の判別を行ない、その重量を秤量した。

本研究では魚類の採集のほかに、環境条件を明らかにするために海洋観測を行ない、水温と塩分の鉛直分布を調べた。

設定された 33 地点の調査海域を図 1 に示した。155°E 線上では 6 月に 2 回 (A, B 調査線と称する)、いずれも南から実施し、170°E 線上は 7 月中旬に北から (C 調査線)、175°E 線上では 7 月下旬に南から実施した (D 調査線)。また、48°N 以北の斜航線 (E 調査線) は 8 月上旬が主な調査期間であった。

結 果

1) 採集個体数

本調査は 6 月 5~11 日から 8 月 5~6 日までの期間に行なわれたが、サンマはほぼ全域で採集された (図 2)。採集個体数は A-D 調査線の南側水域で少なく、C, D 調査線では中間の地点ほど多い傾向にあった。また、A, B 調査線では南北に隣接する地点との変動が大きい。

年別の全地点に対する平均採集個体数は 1982 年から 1985 年まで 2114, 1739, 641 および 398 個体と減少し、1982 年の個体数は 1986 年の約 5.3 倍であった。年別に各調査線の平均採集個体数をみると、A 調査線は 1983 年が最も多く、同じ経度線の B 調査線は 1985 年が多かった。C 調査線は 1982 年、D 調査線では 1983 年が多かったが、1985 年はいずれの調査線も減少した。また、E 調査線では 1982 年の平均個体数が最も多く、8557 個体であったが、1985 年は採集されない地点も多く、個体数が激減した。これらの個体数は採集努力数が等しいので、調査対象個体群の相対的豊度を示すものとみてよい。

2) 体長組成

採集されたサンマの大多数の個体は、目合 19, 22, 25, 29, 33, 37, 42 および 48 mm の 8 種類の目合で漁獲された。体長組成は網目選択性のため目合によって異なり、目合が大きい網で漁獲されたものほど平均体長が大きい。体長測定は目合別に行なったが、前述のように採集個体が極めて多数で、全数の測定が困難な場合には、測定個体数をその目合の採集個体数にひきのばして組成を求め、各目合の体長階級を合計して一地点の組成とした。

採集されたサンマの体長組成は 9~34 cm の範囲にあったが、どの年でも体長組成は多峰型を示している。例として 1982, 1984 年の体長組成を図 3 に示す。本種に対する魚体の大きさ別の名称については、堀田 (1960)、松宮・田中 (1974) および小達 (1977) などにより、4 または 5 群に区分されている。本報では図 3 の体長組成から、便宜上、19.9 cm 以下を極小型魚、20~24.9 cm を小型魚、25~27.9 cm を中型魚、また、28 cm 以上を大型魚と称する。

体長組成は地点間によって傾向的な差がみられ、A, C および D 線においては南北に中・大型魚が分布するのが、中間域では極小型および小型魚の分布する特徴がみられる。48°N 以北の E 調査線では地点によって体長組成が異なるが、体長幅は A-D 調査線ほど広くはなく、採集個体数の多い地点では中型魚が主群となっている。

目黒ら：北西太平洋におけるサンマの南北分布

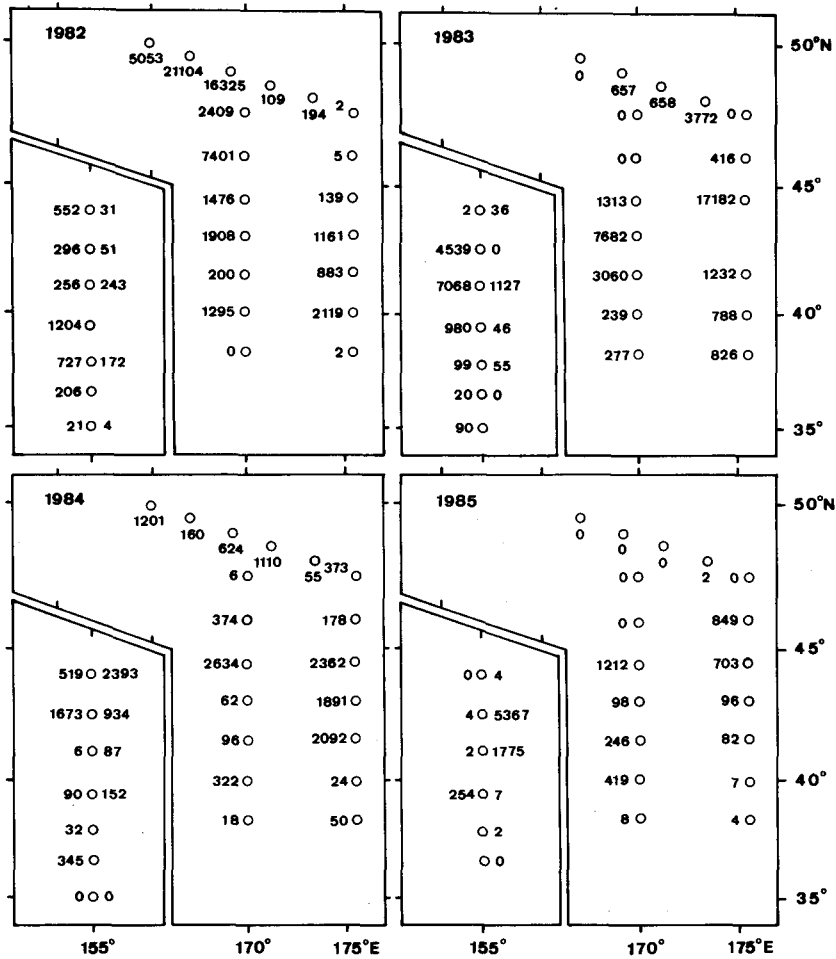


Fig. 2. Map showing sampling stations of gill net research in the northwestern Pacific Ocean and numbers of Pacific saury collected, 1982-1985.

3) 肥満度

1982~1985年の資料のうち、大型魚の個体数20以上の46標本について、雌雄間で肥満度(C.F.: 体重(g)×10³/体長³(cm))を比較した。1982年は10標本のうち分散(St. 23, F₀=3.525, df=22,8, 0.05>P>0.01)と平均(St. 3, t=2.59, df=47, 0.025>P>0.01)で各1標本, 1983年は15標本のいずれも分散に有意差はみられないが、平均の場合に1標本に有意差が認められ(St. 21, t=2.08, df=43, 0.05>P>0.025), 雌の平均4.31が雄の4.13より有意に大きい。以下の検定値は省略するが、1984年は16標本のうち分散に3標本, 平均に2標本, また、1985年では5標本のうち分散に2標本, 平均では1標本に有意差がみられた。以上、46標本のうち分散で6標本, 平均では5標本に有意差がみられたが、有意であった調査地点や雌雄による傾向的な特徴がみられなかった。したがって、雌雄の資料をまとめて調査地点の肥満度を求めた(図4)。

大型魚の肥満度の平均値は1983年St. 3の3.78から1984年St. 26の5.41までの範囲にあっ

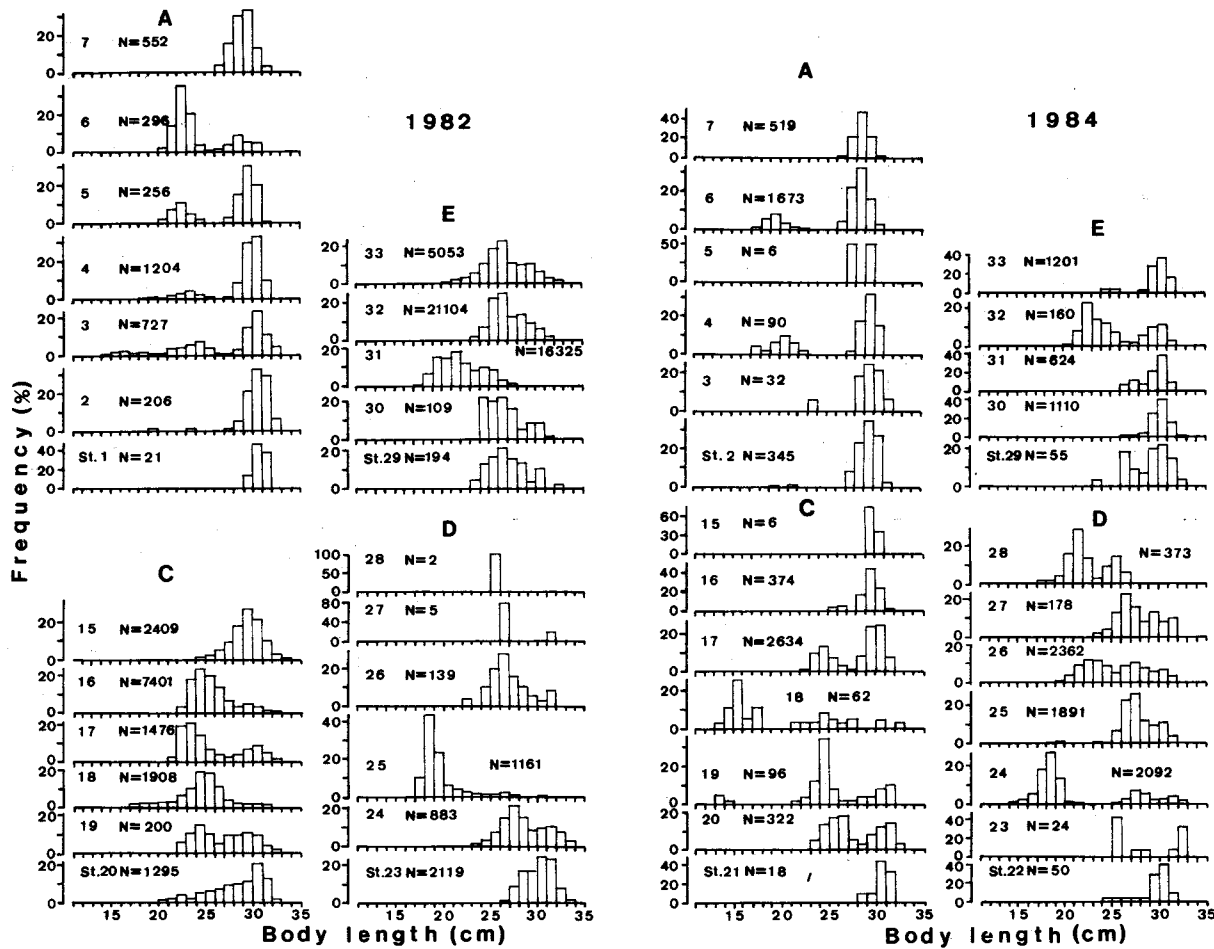


Fig. 3. Body length-frequency histograms for Pacific saury caught on research lines A, C, D and E.

目黒ら：北西太平洋におけるサンマの南北分布

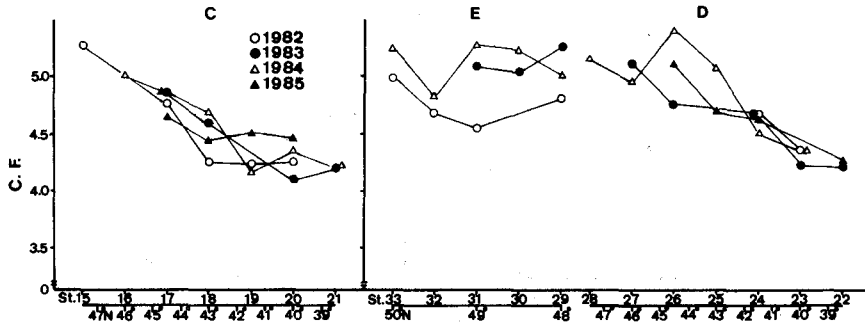


Fig. 4. Changes of the mean condition factor of large Pacific saury along the research lines C, D and E.

た。標本数の多いC, DおよびE調査線についてみると、肥満度は各年とも南から北に高くなっていく。1982年のC調査線ではSt. 18以南の平均値が4.24であったが、北端のSt. 15では5.39にまで達していた。また、1983年のD調査線ではSt. 22, 23の平均値がそれぞれ4.22であったが、中間域のSt. 24~26で4.70に増加し、St. 27では5.10を示した。E調査線は最も北側に位置するが、肥満度はC, D調査線のそれより高くはないが、地点により若干の変化が認められる。図示はしていないが、A, B両調査線の大型魚では、緯度による肥満度の増加傾向は明らかでなく、1985年を除いていずれの年も低かった。

同一調査地点における体長群別の肥満度は小型魚が低く、大型魚ほど高いが、平均の差は南側で小さく、北側ほど大きい(図5)。また、小・中型魚の肥満度も大型魚と同様に北側ほど高くなるが、48°N以北では各体長群ではほぼ同じ値を示す。

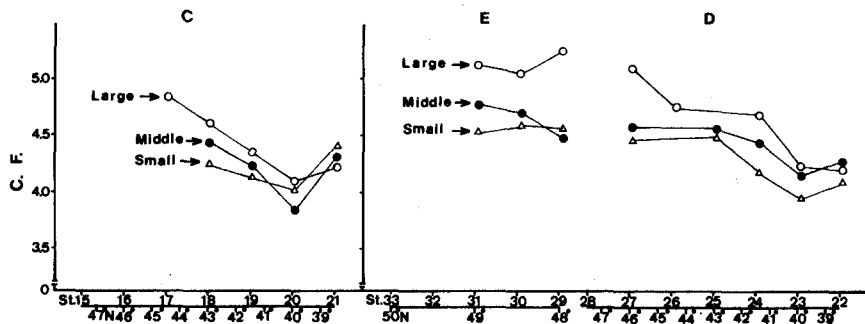


Fig. 5. Changes of the mean condition factor of each body length group along the research lines C, D and E, 1983.

4) 成熟度指数

4ヶ年の生殖腺重量測定資料に基づいて、各調査地点の成熟度指数(GSI: 生殖腺重量(g) × 10²/体重(g))を求めた。GSIは各調査線の南側で高かったが、小・中型魚で低く、雌では主に28 cm以上、雄では約26 cm以上の体長群で高かった(図6)。この結果に基づいて体長28 cm以上の大型群を一括して、雌雄別、調査地点別にGSIを求めた。

4ヶ年のGSIは雌で0.05~8.82、雄で0.01~4.30の範囲にあった。年別、調査地点別の平均値は、1982年では雌は0.18~5.30、雄は0.05~1.73であり、いずれの年でも雌が高い。資料の少ないB

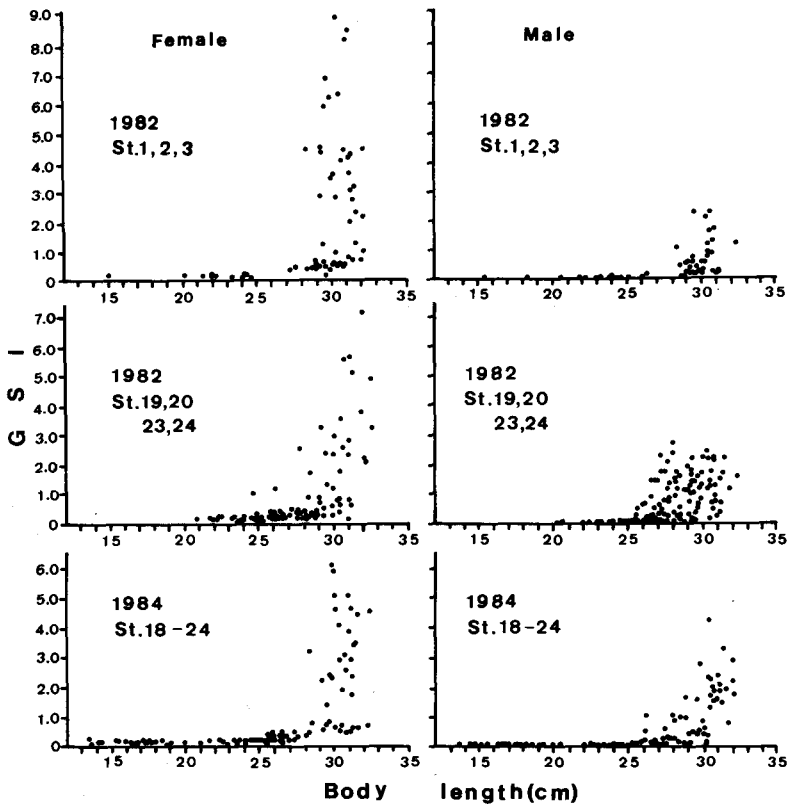


Fig. 6. Relation between Gonadosomatic Index (GSI) and each body length group.

調査線を除いた経度線上の変化を A, C および D 調査線についてみると (図 7), A 調査線では, 1982 年の St. 1 が最も高く, 北方ほど低かった。1983 年は南側の平均値が高い傾向はみられなかった。1984 年は St. 3 が St. 2 よりも高かったが, これは St. 2 では GSI 2.0 以下の個体が多かったことによるとみられる。C, D 調査線はいずれも南で高く, C 調査線では St. 17 (44.5°N) で, また, D 調査線では St. 25 (43°N) で低くなり, それ以北では雌で 0.5 以下, 雄では極めて低い値を示している。両調査線においても, 1983 年の南方水域の GSI は A 調査線と同様に低かった。北側に位置する E 調査線の GSI は C, D 調査線の低い GSI と同じ値を示した。GSI の緯度による変化は前述の肥満度の変化とは逆の関係が伺える。

5) 海洋環境

海洋条件として水温および塩分の分布を検討した。例として 1982 年の A, C および D 調査線の南北にわたる鉛直分布を示した (図 8)。この断面について Dodimead ほか (1963), Favorite ほか (1976) に従って海域区分を行なった。

A 調査線: 亜寒帯境界の指標値である 34‰ の等塩分線は, 40°~41°N 付近の表層域から鉛直的に 300 m 以深に達している。100 m 以深で 4°C 以下, または塩分 33.4‰ 以下で示される亜寒帯領域は 43°N 以北にあって, 中間域は移行領域とみなされる。

C 調査線: 亜寒帯境界は 42.5°N 付近にあるが, これより南側の表層域にも 33.6‰ の低塩分域

目黒ら：北西太平洋におけるサンマの南北分布

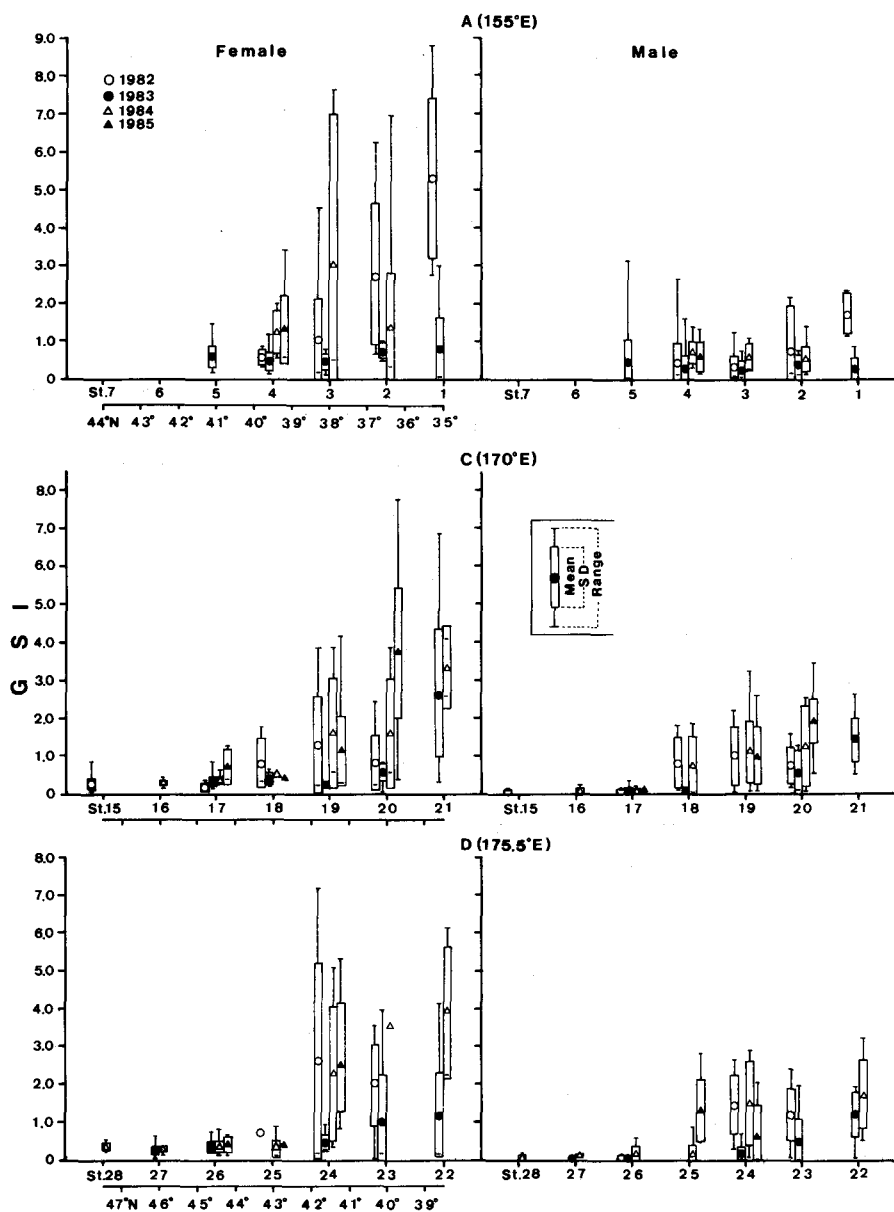


Fig. 7. Changes of Gonadosomatic Index (GSI) of large Pacific saury along the research lines A, C and D.

があって、複雑な構造になっている。43°N 以北の亜寒帯海域では、水深 100 m 以浅に水温躍層が認められる。また、100 m 以深では 4°C 等温線が鉛直的にみられ、33.4% の等塩分線も同じ緯度にあることから、43°N 以北が亜寒帯領域とみなされ、移行領域の幅は非常に狭い。

D 調査線：34‰ の等塩分線は 40.5°N 付近の表面にあるが、50~250 m 層で鉛直的に分布している 42.5°N 付近が亜寒帯境界と判断される。亜寒帯領域は 45°N 付近より以北で、この中間域が移

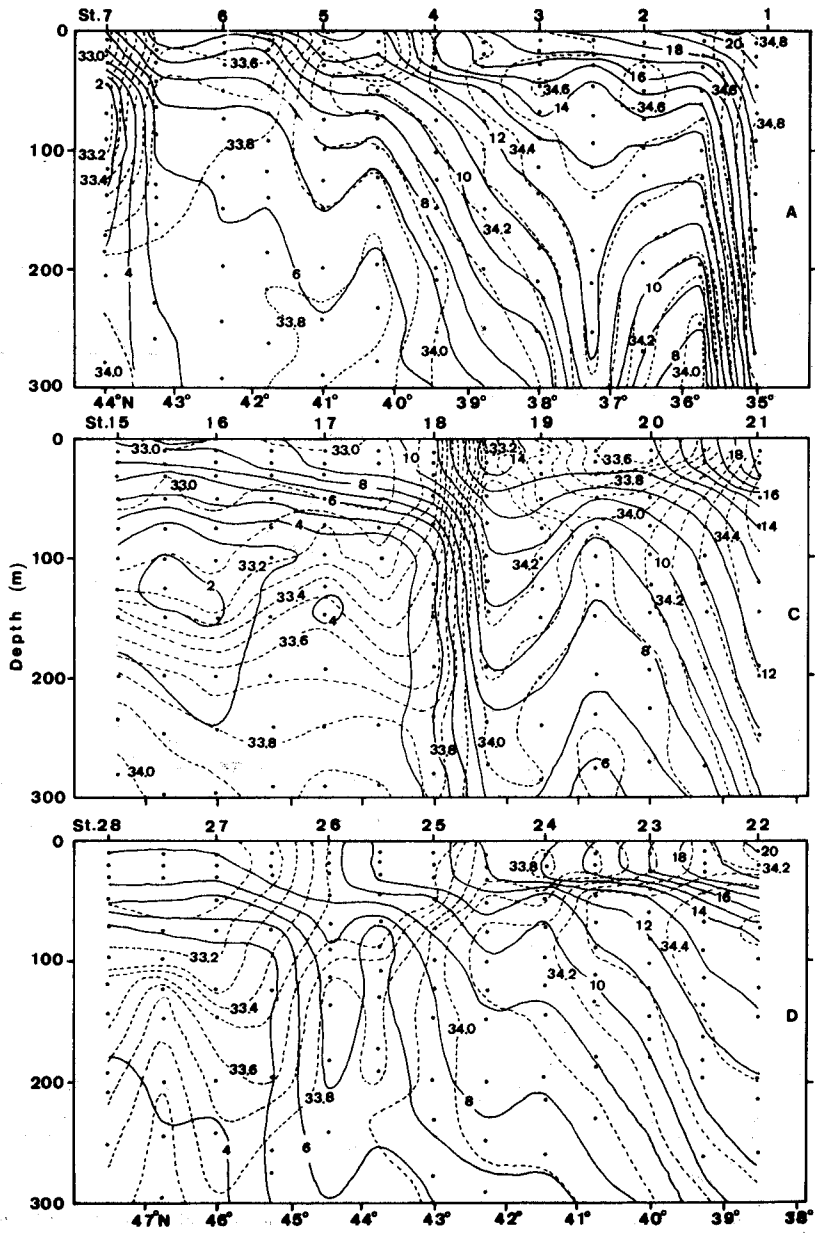


Fig. 8. Vertical distribution of temperature (°C, solid line) and salinity (‰, dotted line) along longitude 155°E (A line, upper), 170°E (C line, middle) and 175°E (D line, lower) of the northwestern Pacific Ocean, 1982.

Table 1. The sampling stations and domains classified according to the oceanographic structure.

Year	Line	Subarctic region		Subtropic region
		Subarctic domain	Transitional domain	
1982	A	St. 7	5, 6	1, 2, 3, 4
	B	14	12, 13	8, 10, 11
	C	15, 16, 17, 18		19, 20, 21
	D, E	27, 28, 29-33	25, 26	22, 23, 24
1983	A	6, 7		1, 2, 3, 4, 5
	B	13, 14		9, 10, 11, 12
	C	15, 16, 17	18, 19	20, 21
	D, E	27, 28, 29-33	24, 26	22, 23
1984	A	7	5, 6	1, 2, 3, 4
	B	14	13	8, 11, 12
	C	15, 16, 17	18	19, 20, 21
	D, E	27, 28, 29-33	24, 25, 26	22, 23
1985	A	7	6	4, 5
	B	14	12, 13	9, 10, 11
	C	15, 16, 17, 18	19	20, 21
	D, E	27, 28, 29-33	24, 25, 26	22, 23

行領域とみなされ、その幅は 170°E より広い。表面水温はいずれの地点でも下層より高く、水温躍層は水深 30~70 m に形成されている。

以上、1982 年を例として水温と塩分の鉛直分布から、亜熱帯海域、亜寒帯海域（亜寒帯領域と移行領域）に海洋区分を行なった。他の調査年における海洋構造についても同様に検討した結果、各年の調査地点はそれぞれ表 1 の海域や領域で実施されていた。なお、E 調査線は亜寒帯領域とみなした。

考 察

調査対象海域において、サンマは広範囲から採集された。北太平洋に広く分布する本種の魚体の大きさ別の名称については堀田 (1960)、松宮・田中 (1974) および小達 (1977) などにより、4~5 群に区別されているが、本報では調査地点別の体長組成の特徴から、4 群に分けて取扱った。いずれの年でも、対象海域の南方域と北方域には中・大型魚が出現し、中間域には 20 cm 以下の極小群を含む小・中型魚が出現する傾向がみられた。

小達 (1977) は北太平洋の広域に生息する本種について、分布域を便宜的に 3 水域に分けた。これに従うと本調査海域は略々 160°E で分けられる北西太平洋と中央太平洋の両海域にわたっている。中央太平洋海域のサンマに関する研究は、漁業生産の対象となっている日本近海に比べて非常に少ない (小達, 1970; 高橋, 1970, 1971; 海洋水産資源開発センター, 1972~1977; 小達, 1977)。小達 (1977) は中央太平洋群について表面水温別に体長組成を示し、10°C 以下の低水温域には大型魚が分布し、高水温域ほど小型魚が多いこと、北上回遊末期には大型群が先行し、未成魚は暖水帯に分布すると述べている。本調査結果では、いずれの経度線においても同様な結果が

得られたが、さらにこの南部の亜熱帯水域で成熟度指数の非常に高い大型魚が採集された。小林ほか(1969)は未熟期の雌の生殖腺重量は0.5g以下であり、和田(1981)によれば、中・南部千島水域と北海道太平洋の近海域に分布する体長29cm以上の雌は、8月下旬～9月上旬頃で1g以下である。本調査において、北方水域で採集された大型魚は雌雄ともに1g以下で未成熟であった。しかし、南方水域の大型雌は揚網時に圧迫されて産卵された完熟卵がしばしば発見されることから、北側に分布する大型魚とは明らかに異なり、成熟魚であるとみなされる。

肥満度は体長群によって異なり、大型魚で高く小型魚ほど低い。緯度的にはいずれの体長群も北側ほど高くなるが、体長群による肥満度の平均の差は大きくなった。和田(1981)は北西太平洋における南下回遊期の肥満度が、中・南部千島で5.0を中心に、また、北海道近海では4.0～5.0の範囲にあること、原(1986)は大型魚の肥満度の頻度分布および分布範囲は年により大きく変化するが、漁獲量と肥満度の変異係数には有意な正の相関があると述べている。本研究の結果、肥満度は同一体長群でも緯度的に大きく異なっていることから、上述の結果と直接比較はできないが、48°N付近以北の肥満度が上限であろうとみなされる。48°N以北の肥満度の平均値は4.5～5.4の範囲にあるが、年間、地点間で異なっている。サンマの季節的な南北回遊は、夏季の北方への索餌回遊、冬季の南方への産卵回遊に大きく分けられるが、本調査は時期的に索餌回遊期とみなされる。肥満度に直接影響するであろう餌料環境は明らかに北方海域が有利と考えられる(小達, 1969; 谷口, 1981)。索餌域の亜寒帯海域においても、隣接する地点間で肥満度が異なる理由として、高い餌料環境内における滞泳時間を考慮する必要がある。すなわち、北上回遊を制限する物理的要因や資源量の多少による分布範囲の拡大縮小などと関連させて、北上回遊の時期を調査する必要がある。海洋構造からみて、亜熱帯海域では肥満度が低く、移行領域から高くなるが、亜寒帯海域に達してもさらに高くなる傾向がある。北方水域の地点間または年による肥満度の差は亜寒帯海域への北上過程における時空間的な履歴を反映していると考えられるが、限定された本調査からは明らかにできない。

本調査の結果、大型魚の肥満度と成熟度指数は、南北によって逆の関係がみられた。北西太平洋の西側水域では、これら二次的特徴には上述の変化が明確でなく(和田, 1981; 原, 1986)、生殖腺重量の非常に小さいのが特徴的である。福島(1979)は本種の南下開始は低水温と日長短縮により始まると述べており、成熟の程度には関係ないとみられる。したがって、亜寒帯海域での南下回遊時は生殖腺が未発達であり、肥満度との関係が認められないのであろう。

各調査線の平均密度および年平均の密度はいずれも急激に減少し、1985年は非常に低かったが、この理由は特定できない。漁業が活発に行なわれている日本近海域のサンマ資源と、本調査海域に分布するサンマの系統的分離は不鮮明である(小達, 1977)。原ほか(1982a, 1982b)は140°～170°Eで採集した本種に対して、アイソザイム遺伝子を指標として解析し、いくつかの小集団に分けたが、夏季に沖合で採集した群と秋季に近海で採集した群は、遺伝的組成においてつながりがあることを明らかにしている。したがって、沖合域に分布する群も近海域の漁業資源と関連する可能性がある。この観点からも両海域に分布するサンマに対して、さらに調査を拡大する必要がある。

要 約

1982～1985年の6～8月に、北西太平洋において流網調査地点を定め、表層性魚類群集の生態調査が行なわれた。魚類の採集は網目選択性を除去するよう構成された20種の目合(19～233mm)の調査用流網でなされ、その際多数のサンマが採集された。本研究はこのサンマ群の分布、体長組成、肥満度などの生物学的特徴と海洋環境を検討したもので、得られた結果は次のように要約

される。

1. 調査は亜寒帯海洋前線を南北に横断するよう設定された海域で行なわれたが、サンマはほぼ全域で採集された。密度は、155°E線では北側水域で高く、170°、175°Eでは両調査線の南北で低く、中間域で高い傾向にある。各調査線の密度の平均は年とともに減少したが、48°N以北で顕著であった。

2. 体長組成は9~34 cmの範囲にあったが、多峰型を示す。地点によりモードは異なり、いずれの年も南側の調査地点で大型、北側では中・大型、また、この中間域では小・中型が主群をなす傾向にある。

3. 170°、175°E線上における体長群別にみた肥満度は小型魚が低く、大型魚ほど高いが、平均の差は南側で小さく、北側で大きい。また、いずれの体長群も北側ほど肥満度が高くなるが、両程度線の北側と48°N以北ではほぼ同じ値を示す。155°E線ではこの変化は明らかでない。

4. 生殖腺の発達状態を調べるために、各体長群について成熟度指数を求めたが、体長28 cm以上の雌雄で指数が高かった。この体長以上をまとめて南北による傾向をみると、いずれの調査線においても雌雄ともに南側で高く、北側で低くなり、48°N以北では最も低い値を示した。

5. 海洋構造からみて、南側は亜熱帯海域、北側は亜寒帯領域、この中間は移行領域に区別される。サンマの生物学的特徴からみて、亜熱帯海域に分布する体長28 cm以上の雌は産卵群、移行領域以北に分布する各体長群は索餌群とみなされる。

文 献

- Dodimead, A.J., F. Favorite and T. Hirano (1963). Salmon of the North Pacific Ocean-Part II. Review of oceanography of the Subarctic Pacific region. *Bull. Int. North Pac. Comm.*, **13**, 1-195.
- Favorite, F., A.J. Dodimead and K. Nasu (1976). Oceanography of the Subarctic Pacific region. 1960-71. *Bull. Int. North Pac. Comm.*, **33**, 1-187.
- 福島信一 (1979). 北西太平洋系サンマの回遊機構の綜観的解析. 東北水研研報 **41**, 1-70.
- 原 素之・木島明博・藤尾芳之 (1982a). サンマ群のアイソザイムによる集団遺伝学的研究. 東北水研研報 **45**, 1-17.
- 原 素之・木島明博・藤尾芳之 (1982b). 日本近海および沖合に分布するサンマ群の集団構造に関する遺伝学的研究. 東北水研研報 **45**, 19-32.
- 原 素之 (1986). 南下期サンマにおける肥満度の経年変化と漁獲魚の関係. 東北水研研報 **48**, 1-12.
- 北海道大学水産学部 (1983~1986). 海洋調査漁業試験要報. 1982~1985.
- 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. 東北水研研報 **16**, 41-64.
- 海洋水産資源開発センター (1972~1977). さんま新漁場企業調査報告書. 海洋水産資源開発センター (JAMARC). 1971~1975.
- 小林 喬・若生 允・内藤政治 (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. 北水試報告 **11**, 1-29.
- 松宮義晴・田中昌一 (1974). 体長組成解析によるサンマのいわゆる大型・中型の検討. 東北水研研報 **33**, 1-18.
- 小達和子 (1962). 東北海区における動物プランクトンの性状. 東北水研研報 **45**, 19-32.
- 小達 繁 (1970). 北太平洋におけるサンマ資源の分布と系統群. 水産海洋研究会報 **17**, 1-6.
- 小達 繁 (1977). 北太平洋におけるサンマの分布. 北大水産 北洋研業績集: 特別号 **353-381**.
- 島崎健二・山本昭一・目黒敏美 (1984). 表層性魚類に対する非選択的調査用流網. 北大水産集報 **35** (1), 17-27.
- 高橋章策 (1970). 北太平洋に於けるサンマの群系統について. サンマ研究討論会議事録 (昭和44年度) 東北水研 **56-58**.
- 高橋章策 (1971). 中央太平洋および北東太平洋のサンマ資源. サンマ研究討論会議事録 (昭和45年

度) 東北水研 150-160.

谷口 旭 (1981). 太平洋亜寒帯前線海域における低次生物生産の特性と漁場環境. 北大水産 北洋
研業績集: 特別号 23-35.

東北区水産研究所 (1977~1985). サンマ研究討論会議事録 (昭和51年度~昭和59年度) 東北水
研.

和田時夫 (1981). 南下回遊初期におけるサンマ大型魚群の生殖腺重量と肥満度. 北水研報告 46,
85-95.