

## Fatty state

## Appearance of fat deposition accumulation

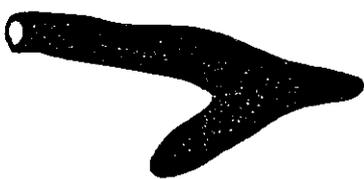
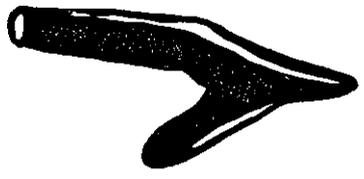
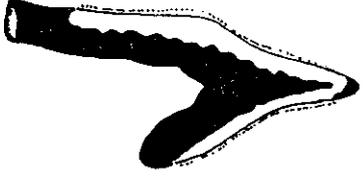
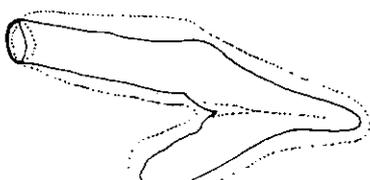
0		No fat deposition present on the stomach
I		Thread-like slight fat deposited on the cardiac and the pyloric parts of the stomach
II		Slightly thicker strips of fat deposited on the cardiac and pyloric parts to the blind sac of the stomach
III		Very thick strips of fat deposited over the cardiac to the pyloric portions
IV		Widely covered by fat over the stomach except small parts of the cardiac portion
V		Stomach completely covered by fat
VI		Stomach completely covered by more thicker fat deposition, and the wall of abdominal cavity also lined partially with fat

Fig.17. Seven different states in fat deposition on the stomach of Japanese sardine.

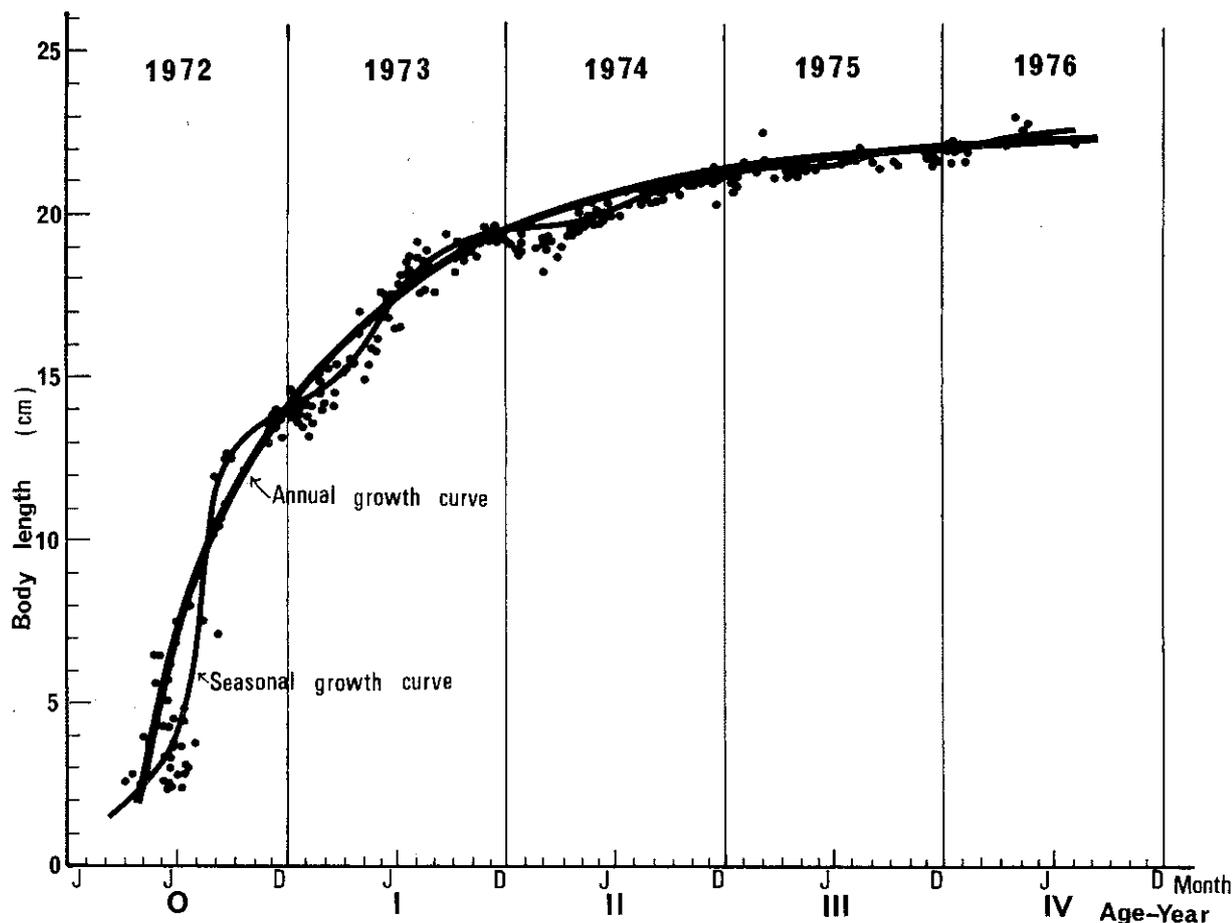


Fig.18. Growth curve for 1972-year class of the Japanese sardine for five successive years, 1972-1976.

(after KONDO, HORI and HIRAMOTO, 1976)

その年の4～6月には千葉県九十九里海域から鹿島灘へかけてマシラスとして現われはじめ、7～9月には体長6～8cmのヒラゴになり房総～常磐海域へ広く現われ、11月下旬から同海域へ中羽イワシ(体長12～15cm, 0年魚)として本格的に來遊し、まき網漁業によって大量に漁獲されるようになった。その後、この年級群は1973～1976年(昭和48～51年)に引続いて沿岸域で操業するまき網漁業によって多獲されている。1972年級群はこの期間に卓越して現われたので、その成長を追跡することができた。漁獲されたマイワシの体長組成を調査し、さらに、成魚については鱗による年令査定を行なって、1972年生まれのものの平均体長を算出して、グラフ上にその平均値をプロットし、0～VI年魚の成長曲線をあてはめると、(1)式ようになる(Fig. 18)(近藤・堀・平本 1976)。

$$L_t = 22.39 \{ 1 - e^{-0.96(t - 0.0355)} \} \dots\dots\dots (1)$$

L : 体長 (cm) , t : 年

この成長曲線は最近のマイワシの生涯の成長を示す1つの典型例とみなすことができる。これをNAKAI and HAYASHI (1962)が1949～1951年(昭和24～26年)の漁獲物で示した同一の理論式と比較すると(4-2-2b項参照)、他の常数はほぼ同一であるが、成長係数はNAKAI and HAYASHI (1962)では0.87であるのに比べ、(1)では0.96であり、年成長率だけが大きくなっている。

成長は種とその環境との統一性を保障しているところの種の適応性の1つの現われであり(ニコルスキー 1964)、その年どしのマイワシ個体群の大きさと生活諸条件によって変化する。したがって、マイワシの成長は資源量の大小、無機的・生物的諸環境がどのようになっているかを判断する重要な知見である。

また、マイワシの体長と体重の関係は、次式で示される(Fig. 19)、(近藤・堀・平本 1976)。

$$W = 0.01281L^3 \dots\dots\dots (2)$$

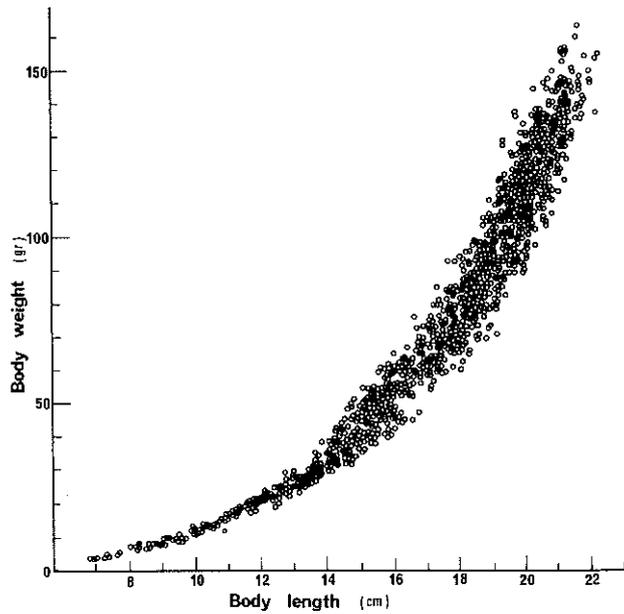


Fig. 19. Relationship between body weight and body length of the Japanese sardine caught in 1972—1976. (after KONDO, HORI and HIRAMOTO, 1976)

W : 体重 (g) , L : 体長 (cm)

(1)式と(2)式の関係から、体重の成長式は次のようになる。

$$W_t = 144 \{ 1 - e^{-0.96(t-0.0355)} \}^3 \dots \dots \dots (3)$$

W : 体重 (g) , t : 年

さらに、(1)式と(3)式とからマイワシの年令別の体長と体重を求めると、Table 6 のようになる。

1972~1977年における常磐~房総海域に來遊したマイワシの標本群別体長組成を図示すると、Fig. 20に示される。それによると、1973年級群を除くすべての年

級群 (1972年級、1974年級、1975年級、1976年級および1977年級) が0年魚末からⅠ、Ⅱ年魚時代にほぼ連続的に出現している。なお、同海域のまき網漁業の主な漁獲対象となっている期間はⅡ年魚までで、Ⅲ年魚以降の出現はまばらである (Fig. 20)。

5-5. 成熟

房総およびその周辺海域に來遊するマイワシ太平洋系群の成熟係数 (KG) は、普通2~4月に極大になる。したがって、産卵期は春季と考えられる (近藤・堀・平本 1976)。中井・宇佐美 (1962) は1950-51年におけ

Table 6. Growth of the Japanese sardine in 1972-year class.

Age	Mean body length (cm)	Mean body weight (gr)
End of 0-age	13.8	34
I-age	19.2	91
II-age	21.2	122
III-age	22.0	136
IV-age	22.2	140
V-age	22.3	142
VI-age	22.4	144
VII-age	22.4	144

$$L_t = 22.39 \{ 1 - e^{-0.96(t-0.0355)} \} \text{ cm}$$

L: Body length, t: Age (Year)

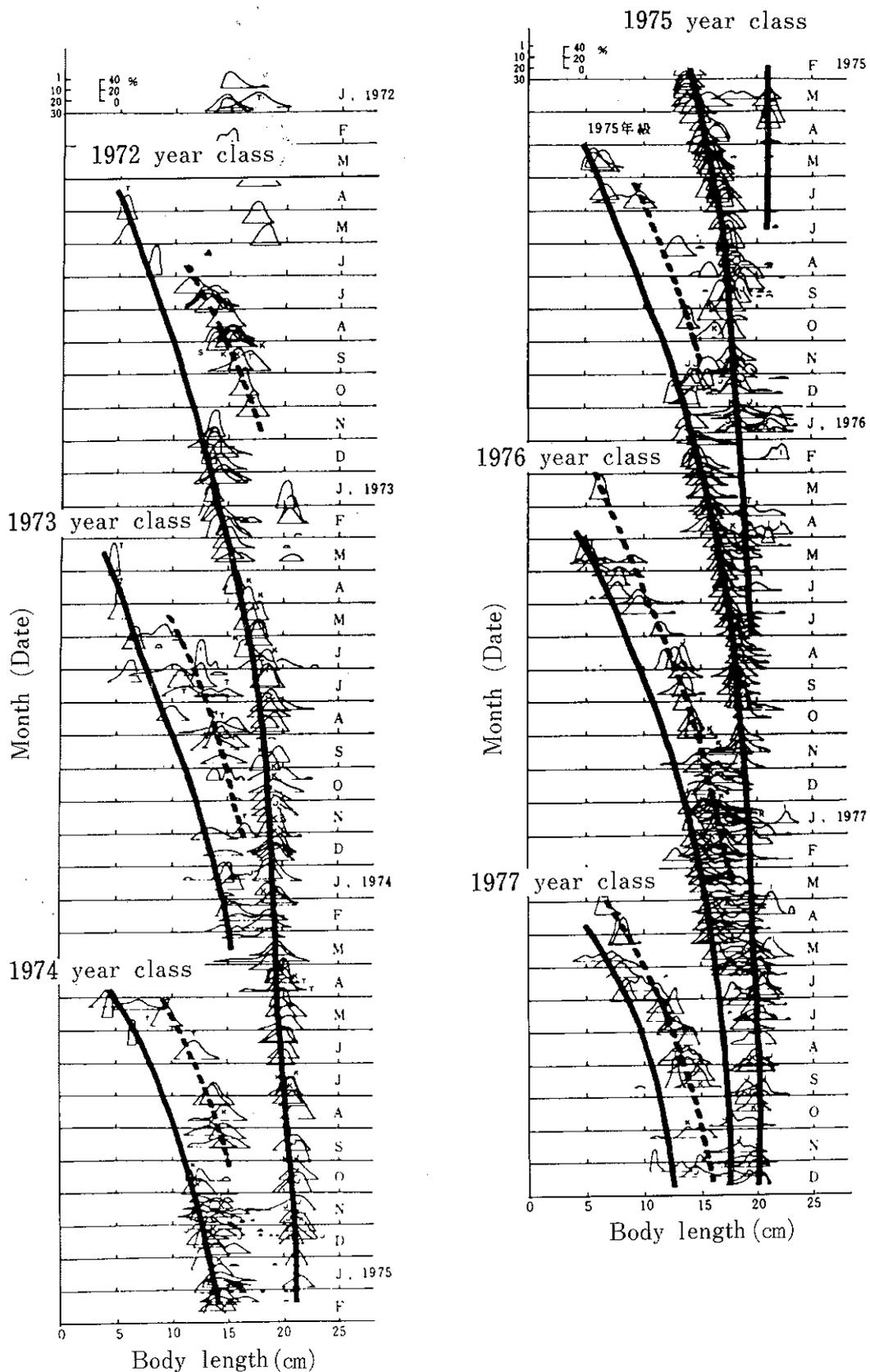


Fig. 20. Length composition of the Japanese sardine in the North-eastern waters of Japan, 1972-1977.

S : Sendai Bay, J : Off Jōban, K : Kashimanada, T : Tokyo Bay,  
 I : Ise Bay, No symbol : Off Bōsō Peninsula

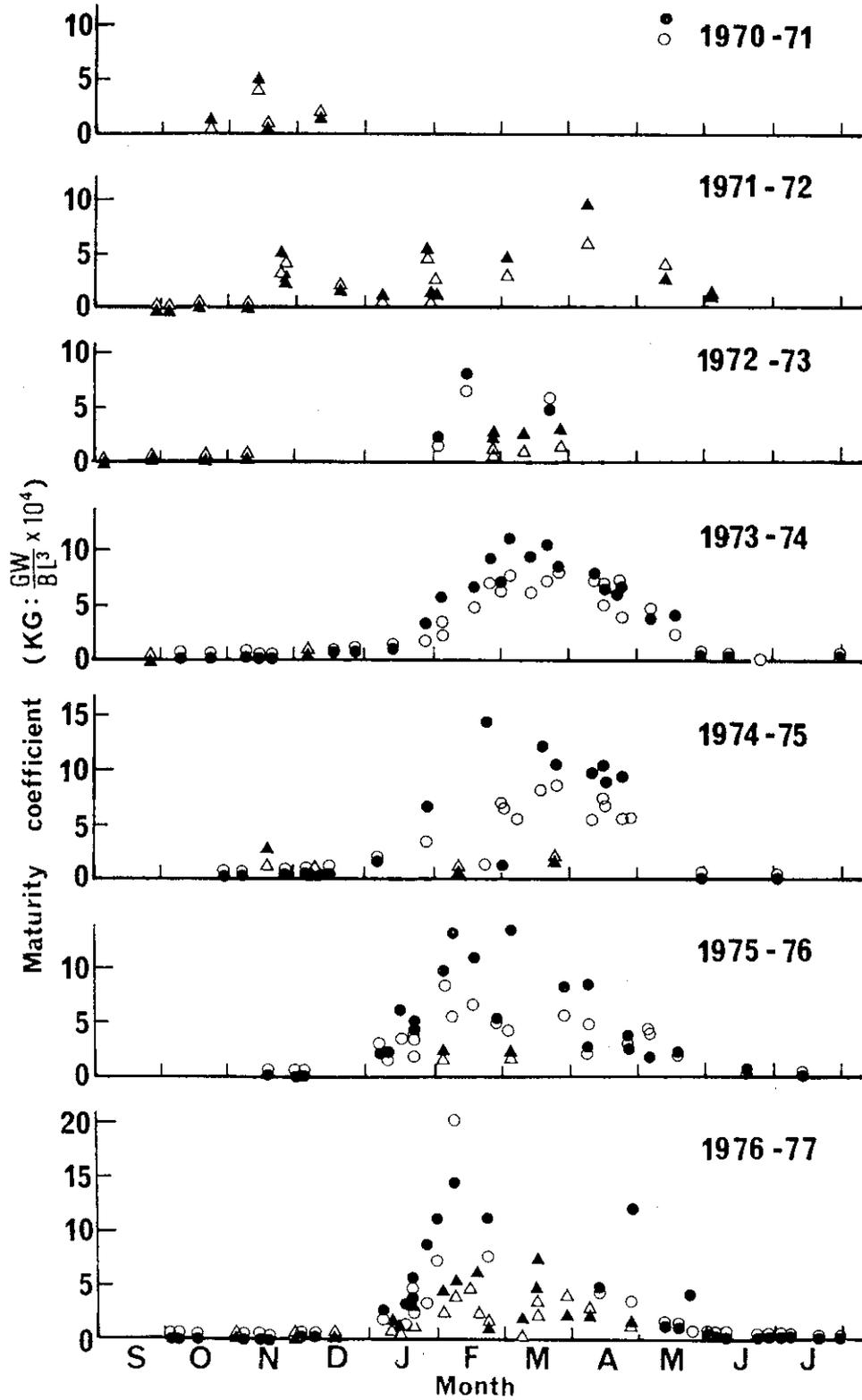


Fig.21. Seasonal changes in the mean maturity coefficient (KG) of the Japanese sardine in Jōban and Bōsō regions, 1970-1977.

Large-sized fish; over II-age      ○ : Female,      ● : Male  
 Medium-sized fish; I-age (year)      △ : Female,      ▲ : Male

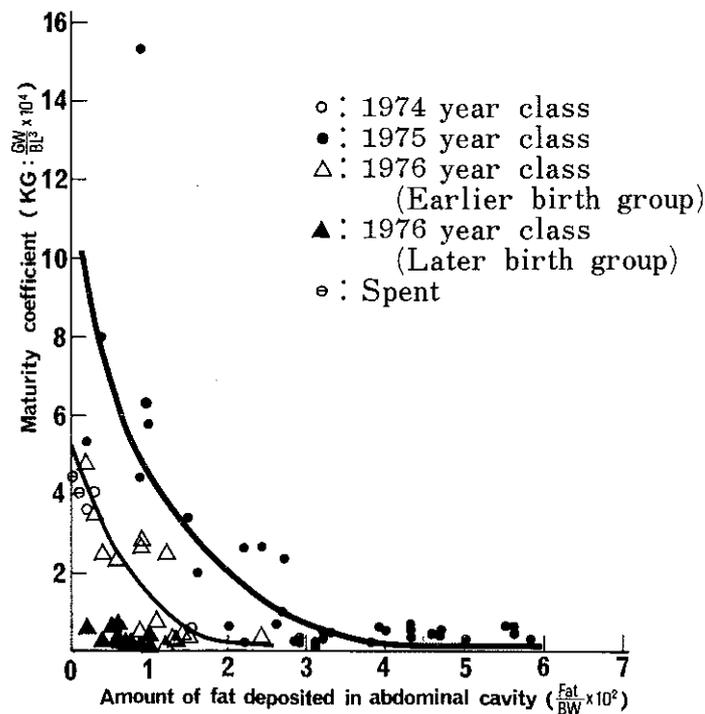


Fig. 22. Relationship between the maturity coefficient (KG) and amount of fat deposited in abdominal cavity (%) of the Japanese sardine, 1976-1977.

る日本産大羽イワシのKGの季節変化から海区別のマイワシの産卵期を推定している。それによると、産卵期は九州北西部では1~2月、日本海西部では2~3月、同北部では4~5月になっている。このことは、NAKAI and HATTORI (1962)の産卵調査結果からも裏付けられている。しかし、上記の知見は房総およびその周辺海域におけるⅡ年魚以上の大羽イワシでは一致するが、中羽イワシ (Ⅰ年魚) では必ずしも一致するとは限らない (平本 1973)。

1973~1977年に同海域に來遊した大羽イワシのKGは、すべての年で2~4月に極大となっている。しかも、KGの極大月は1974年、1975年では4月であったが、1976年では2~3月、1977年では2月となり、年ねん早くなっている。一方、1970~1977年における中羽イワシ (Ⅰ年魚) のKGは、11~12月と2~4月にそれぞれ極大値を示し、年による相異も大きい、大羽イワシとは逆に年ねん遅くなる傾向がある (Fig. 21)。

KGの増大は次項で述べるように、夏秋季の栄養状態と密接に関連している。すなわち、中羽イワシでは夏秋季の肥満度の極大期が早く、かつ、高い年ほどKGの増大も早く (たとえば、1974年では12月)、肥満度の極

大期が遅く、かつ低い年 (1973年、1975~1977年) にはKGの増大が遅く、産卵期は2~3月にみられている (5-2項参照)。

#### 5-6. 栄養と発育の関係

生殖腺の成熟にともなって体脂肪量が徐々に減少する現象は、5-2項で述べたようにマイワシを含むいくつかの魚種で知られている (LOVE 1970、関口 1977)。

マイワシの成熟係数 (KG) と内臓付着脂肪量 (以下、単に脂肪量という) との関係は Fig. 22 に示される。それによると、Ⅱ年魚で初めて産卵に加わった1975年級群では未熟期 (KG 1 以下) の脂肪量は体重の2~6%を占めているが、KGが増大するとともに徐々に減少し、中熟期以降 (KG 5~8) にはほぼ0.5%以下になっている。一方、Ⅰ年魚で成熟した1976年級群 (早期発生群) の脂肪量は未熟期には1~2.5%であったが、KGの増大とともに減少し、KG 3~5 ではⅡ年魚同様0.5%以下になっている。したがって、Ⅰ年魚とⅡ年魚では成熟にともなう脂肪量の減少傾向は一致するものの、その関係曲線は異なり、前者では後者よりいずれの成熟度でも脂肪量は少なめである。また、Ⅲ年魚以上の経産卵群のKGと脂肪量の関係はおおむねⅠ年魚の関係

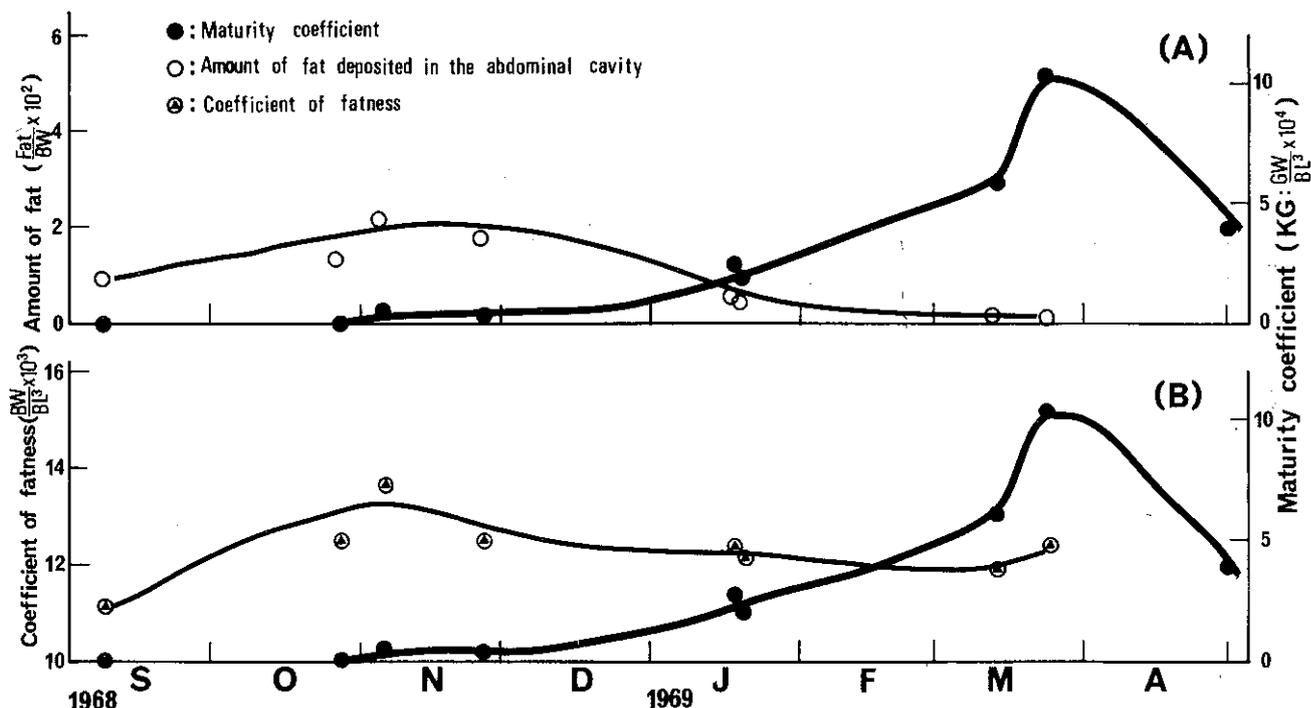


Fig. 23. Seasonal changes of (A) amount of fat deposited in the abdominal cavity and maturity coefficient (KG) and of (B) coefficient of fatness and maturity coefficient of the Japanese sardine, observed from September 1968 through April 1969.

曲線に乗っている (Fig. 22)。このような差異は産み出される卵質の良し悪しを示すものか、否かは今後解明すべき重要な問題を含んでいる。

体長15cmに達したマイワシが成熟し、産卵する可能性があることは以前から知られていた(平本 1973, 宇佐美 1972)。しかし、体長15cmに成長したマイワシが成熟するためには、次のような経過が必要である。前述のように、マイワシの脂肪量が減り始めるのと対照的にKGは急速に増大し始める。1968-69年漁期中羽イワシを例にとると、10~11月に脂肪量と肥満度は最高に達し、以後季節を追って減少し、3月には最低となっている。一方、KGは10~11月には未熟(1以下)であるが、1月以降急速に増大し、3月には10以上の最高に達している(Fig. 23)。このことから、マイワシが産卵するためには、生殖腺が成熟し始める前にまず栄養状態が最高に達する過程が必須であることが明らかである。

したがって、Ⅱ年魚以上ではすべての群が上記のような過程を経過し、総じて2~4月に産卵群となる。Ⅰ年魚(中羽イワシ)では、11~12月に生まれたマイワシは翌年の春から夏に体の成長とともに摂餌活動は未成魚期、成魚期を通じてもっとも活発で、栄養状態も夏秋季に最高になり(脂肪量、肥満度が最高になる

時期の遅速が産卵期の遅速に関連している。5-2項および5-5項参照)、体長も秋の終りには14~15cmに達する。このような群は冬から春にかけて生殖腺が成熟する。一方、3~5月に生まれたマイワシはその年の年末には体長13cm程度に成長するが、生まれた年の夏から秋には成長が主となり、摂餌量も前者よりやや劣っており、栄養状態は高くない。発生後満1年たった翌年の3~5月には体長が15cmに達するが、生活のサイクルは未熟のまますべてその年の索餌期にさしかかり、夏に栄養を蓄える。このような群は体長15cm以上に成長しても、その年には成熟しない(Fig. 24)。

以上、5-1項から5-6項にわたって、房総およびその周辺海域に來遊するマイワシ太平洋系群の發育を栄養および環境諸条件と関連付けて説明した。さらに、同一系群内部にも栄養と發育と成熟の関係において早熟な群と晩熟な群が存在し、生態的分岐が認められることを明らかにした。これは、HAMADA (1961) が北海道産のワカサギ *Hypomesus olidus* の種内分化が環境条件、主として水温と食物に支配されるとした見解と軌を一にしている(徳田 1970)。すなわち、5-6項に述べたマイワシ太平洋系群内の成熟年令の遅速という生態的分岐は、マイワシ個体群内の種内分化の開始と、筆者は考えている。

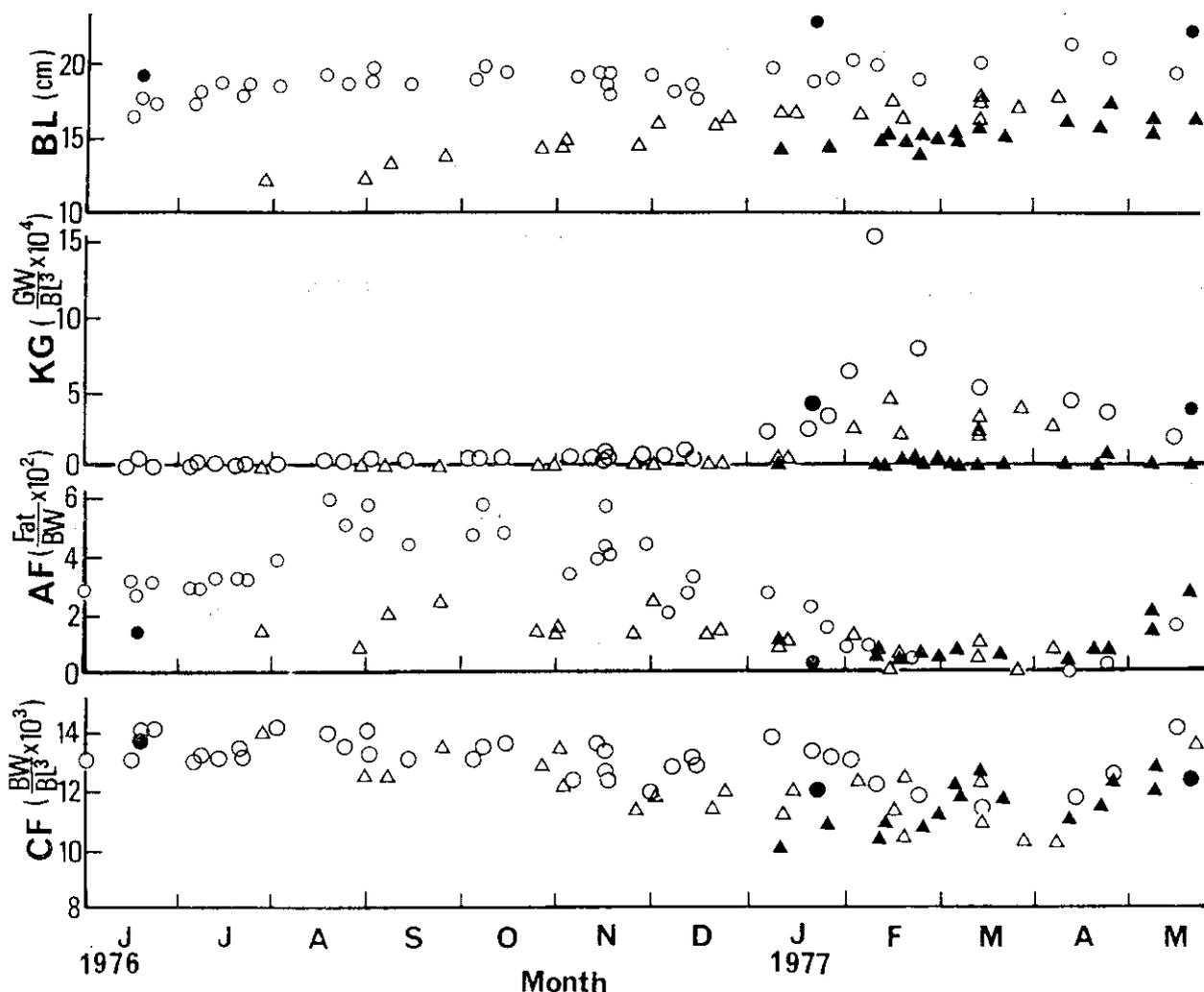


Fig. 24. Seasonal changes in body length (BL), maturity coefficient (KG), amount of fat deposited in the abdominal cavity (AF) and in coefficient of fatness (CF) of the Japanese sardine belonging four year classes, observed from June 1976 through May 1977.

- : 1974 year class      △ : 1976 year class (Earlier birth group)  
○ : 1975 year class      ▲ : 1976 year class (Later birth group)

#### 5-7. 要約

房総およびその周辺海域に來遊するマイワシ太平洋系群の發育について、次のような知見を得た。

1) 未成魚・成魚のマイワシの食性は主としてDiatom-Copepoda型で、未成魚・南下、越冬群と成魚・索餌北上群ではDiatom型である。水塊指標餌生物からみたマイワシの生活場所は未成魚・北上群、成魚・索餌北上群、越夏群、産卵準備群および産卵群では黒潮系水寄りの混合水帯に、一方、未成魚・南下群、越冬群および成魚・索餌南下群では親潮系水の影響を受けた混合水帯にある。

2) 摂餌量は未成魚期群では北上群の方が南下群・越冬群よりも多く、したがって、發育は前者で早く、後者で遅い。成魚期群のそれは産卵群でもっとも多く、次いで索餌北上群、産卵準備群が多い。一方、索餌南下群や越夏群では少ない。摂餌活動は未成魚、成魚ともにいずれの回遊群でも06~15時の日中に活発で、夜間には不活発である。

3) 肥満度は未成魚、成魚を問わず春から夏にかけて増大し、秋から冬にかけて減少する。成魚の肥満度は未成魚のそれを周年を通じて若干上まわっている。未成魚・北上群の肥満度は8月あるいは9月に極大と

なるが、その時期の遅速、および肥満状態のレベルが後述の成熟の季節的遅速と密接に関連している。

4) 成魚の脂肪含有量は成熟の過程で生殖素に吸収される。

5) 可食部粗脂肪量と内臓付着脂肪量との関係は正比例し、次式で表わされる。

$$Y = 3.4413X + 5.0237 \quad (r=0.936)$$

ただし、Y：可食部粗脂肪量 (%)

X：内臓付着脂肪量 (%)

また、内臓付着脂肪量を7階級に区分し、体内の脂肪含有量を推定する簡便法として用いられることを明らかにした (Fig. 17)。

6) 1972年級群の0～Ⅵ年魚時代の成長曲線は次式で示される。

$$Lt = 22.39 \{ 1 - e^{-0.96(t-0.0355)} \} \dots\dots\dots (1)$$

ただし L：体長 (cm)、t：年

また、体長と体重の関係は次式で表わされる。

$$W = 0.01281L^3 \dots\dots\dots (2)$$

ただし、W：体重 (g)、L：体長 (cm)

7) 1972～1977年に常磐～房総海域へ卓越して来遊した年級群は、1972年級、1974年級、1975年級、1976年級および1977年級であり、それぞれ0年魚末からⅠ、Ⅱ年魚時代に連続して出現していた。

8) 1973～1977年の大羽イワシ (Ⅱ年魚以上) の成熟係数 (KG) は毎年2～4月に極大となるが、年ねん早くなっている。一方、1970～1977年の中羽イワシ (Ⅰ年魚) のKGは11～12月あるいは2～4月に極大となり年による相異も大きい。大羽イワシのそれとは逆に年ねん遅くなる傾向がある。

9) Ⅱ年魚で初めて産卵に加わった1975年級群の未熟期の内臓付着脂肪量は全体重の2～6%を占めているが、KGが増大するにしたがい徐々に減少し、中熟期以降 (KG 5～8) では0.5%以下に減少する。一方、Ⅰ年魚で成熟した1976年級群 (早期発生群) のそれは未熟期には1～2.5%であったが、KG 3～5ではⅡ年魚同様0.5%以下に減少している。

10) マイワシが産卵するためには、生殖腺が成熟し始める前にまず栄養状態が最高に達する過程が必須であり、その相互の関連はFigs. 22～24に示される。

11) マイワシ太平洋系群内部には栄養と発育と成熟との関連において早熟群と晩熟群が存在し、それぞれ未成魚期の生活様式を異にし、成熟年令の遅速という明らかな生態的分岐が認められる。

## 6. 房総およびその周辺海域におけるマイワシの生活様式

### 6-1. マイワシ個体群の階層区分

海にはさまざまな生物群集が生活している。これらの群集はそれぞれの「種」のもつ生態的特性にしたがって一定の空間的秩序のもとに生活し、発展してきた姿を示している。また、「種」は進化の歴史過程で適応の所産として生態的地位を占め、個体維持と種族維持を両立させたそれぞれ独自の生活様式を成り立たせている。

#### 6-1-1. 系群

マイワシ (種個体群) はわが国周辺の各地に広く分布しているが、1つの単位として数量変動が行なわれているわけではなく、いくつかの地方集団 (系群) の存在が考えられる。

「系群」は単に地域的な区分ではなく、生物学的に同一の法則性のなかにある一定の空間的広がりをもった集団であり、卵から成魚に至る各発育段階のものが系統的に現われる集団 (race) である。系群構造は種個体群の具体的な存在様式であり、種個体群の数量変動と対応して、それぞれの存在形態があると考えられている (ニコルスキー 1964)。現在のように、年間漁獲量30～100万トンの水準では、次に示す4つの系群が認められている (Fig. 3 参照) (石垣・加賀・北野・佐野 1959, 伊東 1961)。

a) 太平洋系群……和歌山県潮ノ岬以東、北海道釧路沖、あるいは南千島沖合にいたる太平洋沿岸一帯を生活の場とする集団であり、種個体群に対する漁獲量の比率は59～79%に達している。現在、資源回復がもっとも顕著な系群である。

b) 足摺系群……九州太平洋岸 (日向灘、豊後水道) から四国沖 (土佐湾、紀伊水道) ならびに瀬戸内海を生活の場とする集団であり、1963年 (昭和38年) 以降のものは太平洋系群の一部が来遊して、資源回復につながっていたと推定されている。1972年には種個体群に対する漁獲量の比率は21%に達していたが、1973～1975年には6～7%に低下している。

c) 九州系群……九州西岸、五島列島周辺海域から山口県沖合を主な生活の場とする集団であり、種個体群に対する漁獲量の比率は現在のところ2～5%に過ぎない。

d) 日本海系群……本邦日本海沿岸一帯 (北海道日本海沿岸域を含む) を生活の場とし、資源量の大きい時

代には朝鮮半島一帯、ならびに沿海州から樺太（サハリン）沿岸にまで分布域を拡大していた系群であるが、現在、種個体群に対する漁獲量の比率は12～19%にとどまっている。

#### 6-1-2. 回遊群・魚群

生物は種固有の形態・生態をもって「個体」として具体的に存在し、日々の生活を送っている。マイワシのような表層性回遊魚は、個体が集まって「群れ」を形成し、発育にしたがって「生物と環境」とのかかわりあいの中で、「個体維持」（食物関係）と「種族維持」（再生産過程）を基本とした種固有の生物的諸関係を保ちながら、「種個体群」を維持している（渋谷 1960）。その数量変動は「種個体群」として一定の法則性を持ち、種としての普遍的な法則性は、その構成単位である「系群」ごとに特徴をもって現われる。

「系群」は、より具体的な在り方として「回遊群⇔魚群」によって構成され、最終的には個体の集まりである「群れ」を形づくって無機・生物的環境に適応し、種としての数量変動の基本的な単位を構成している。このように魚は同一種であっても、個体の集合の段階によって一定の法則性をもった集団を形成し、その法則性は発育段階・生活年周期によって規制される。

すなわち、ニコルスキー（1964）の定義にしたがえば、「回遊群」（要素個体群）はふつう同一発育年令の終生的な魚の集団で、その成員は生物学的状態、生物学的諸過程のリズムが相似している単位を示している。また、「魚群」は持続性をもつ集まりで、生物学的状態と年令が近似しており、行動も均一的であることによって結合している集団で、回遊群よりも一段階具体化したレベルにある。「群れ」は魚群のなかのもっとも小さい集まりで、ふつう一日のどんな時でも自分たちの感覚器官で相互に作用し合う範囲内にいる。

筆者が本研究で対象とした集団はマイワシ太平洋系群であり、その内容を具体化するために、上述の「回遊群⇔魚群」を問題としながら、その分布、移動の法則性を追究している。そこから得られた知見は、漁況予測の科学的根拠となり、年ごとの資源研究（生活研究）を通じて、その確かさが検討される。

##### a. 漁獲物の質的区分

マイワシ太平洋系群の主産卵期は2～5月であり、早い群ではI年魚（中羽イワシ）による前年末の11～12月のこともある（Fig. 21参照）。したがって、半年以上にわたって生まれた仔魚は、それぞれ発生の時空間の近い群どうしが1つの単位となって「群れ」をつくり、発育にしたがってそれぞれ固有の環境に反応して回遊

する。マイワシは進化の歴史性を通じて獲得された生活様式にしたがって、その後の生活を送る。すなわち、ある発育段階のものは一定の栄養・成熟段階に到達して、それぞれの地先海面へ現われる。そこで、もっとも多量に資料を得られた漁獲物の銘柄・体長（成長）・肥満度（栄養）・成熟度（発育）を調べ（Table 2）、その季節変化を追跡することによって、どの発育段階の、どのような栄養段階に達したマイワシが現われるかを知ることができる（Fig. 25）。筆者は、これをマイワシの基本的な生活暦と考えている。

以上のように、漁獲物の内容を質的に区分して、体長・肥満度・成熟度のほぼ同じものを「同一の生理状態にある魚の集まり」と考えて、これを「魚群」と呼んでいる（佐藤 1965, 平本 1973）。そして、この3つの属性のどれかが変化するとき、魚群の質的内容が変化したものと考えて、それぞれ第1, 2, 3, ……*n* 魚群と呼んで区別している。成魚では、生活の基本は再生産過程（産卵）を軸とした生活の年周期になるところから、成熟の季節変化を尺度として、産卵準備群、産卵群、産卵後索餌群などの「回遊群」に区別している。

魚の回遊は発育段階・生活年周期の相異においてもたらされるものであり、「種」固有のものである。その回遊の形態は、発育段階・生活年周期の同一のものとの分布様式を画くことによって、異なるものとの分布様式の相違が明らかにされる。

##### b. 回遊群の仮説

前項で示した考え方と手続きによって、毎年のマイワシ漁獲物の内容はFig. 25に示した形で明らかにされる。1960～1977年（昭和35～52年）のマイワシ太平洋系群の発育段階・生活年周期ごとの集合様式を検討した結果、筆者は次に示す回遊群の仮説をもつに至った。

##### 未成魚期

i. 北上群……卵からふ化して仔魚（マシラス）から稚魚（カエリ）を終え、幼魚（ヒラゴ、またはタツクチ）に発育したマイワシは東北・北海道に至る太平洋側の海域に広く分布する。未成魚の主な生活領域は沿岸域であり、東北各地の定置網などに入網する。年末には体長15cmぐらいまで成長し、栄養状態はきわめて良好である。摂餌活動も活発である。このうち、房総海域～鹿島灘のごく沿岸域に来遊し、漁期末の10～11月に体長15cm以上に達した群は、成魚へ転化する（Fig. 24参照）。11～12月の産卵は主としてこの群による。

ii. 南下群……秋季になり、親潮系水の影響が強くなり始めると、三陸～常磐海域沿いに南下回遊に入り、魚群の集合密度は高くなり始める。体長は10～13

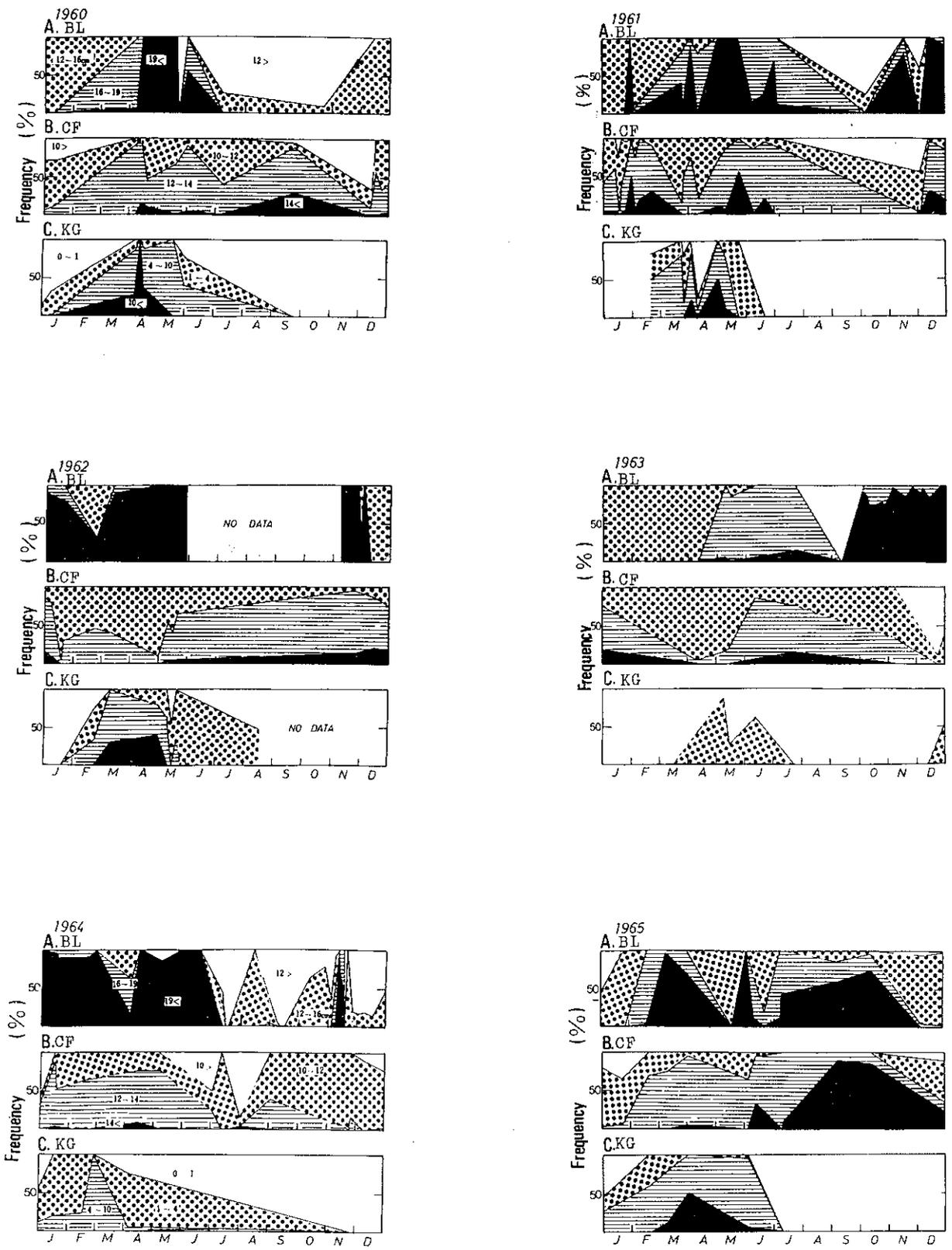


Fig.25. Seasonal changes in the composition of body length (BL), the coefficient of of fatness (CF) and the maturity coefficient (KG) of the Japanese sardine in Jōban and Bōsō regions, 1960—1977.

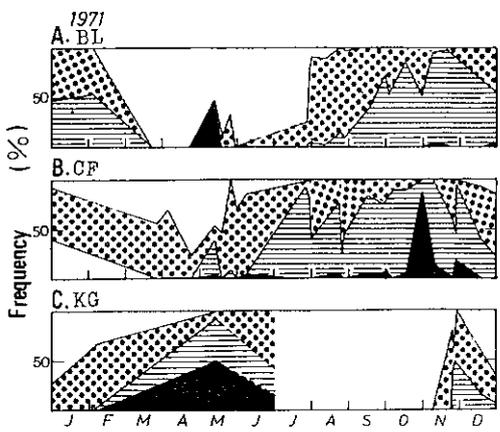
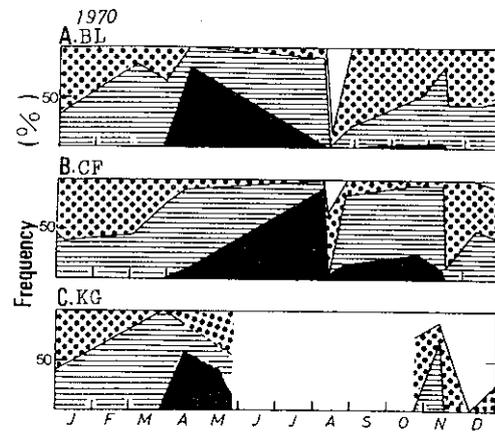
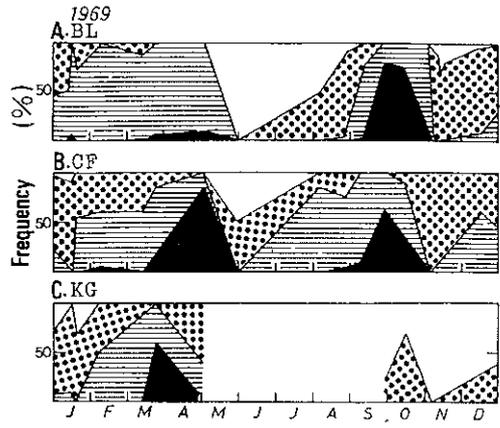
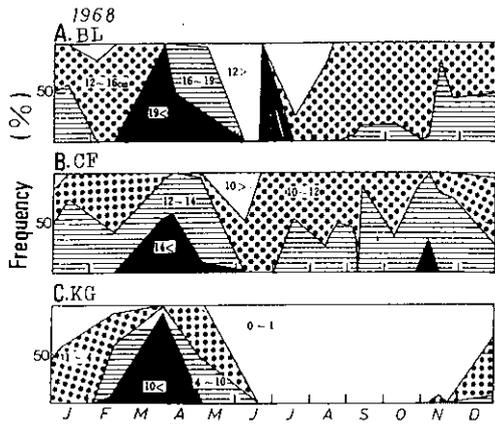
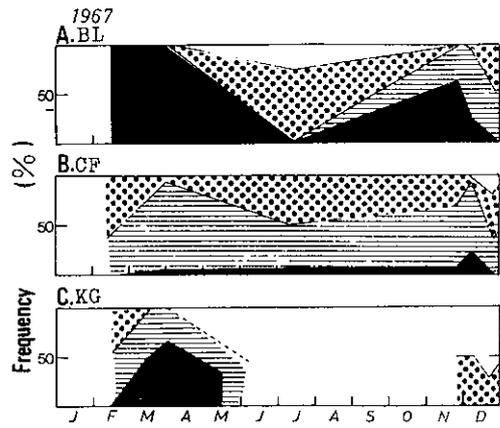
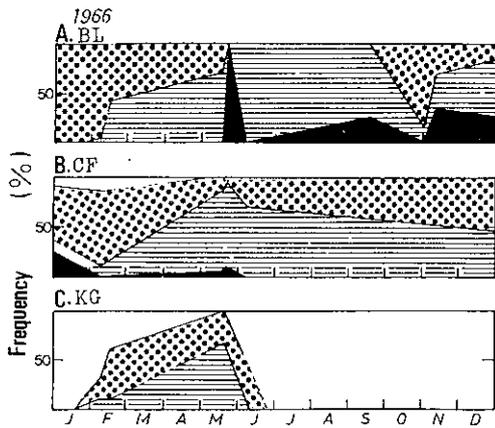


Fig. 25. Continued.

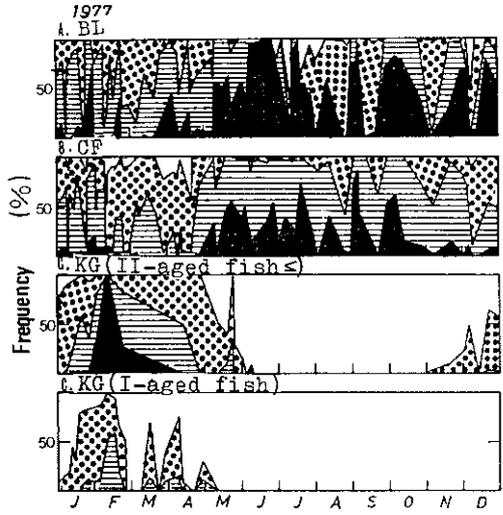
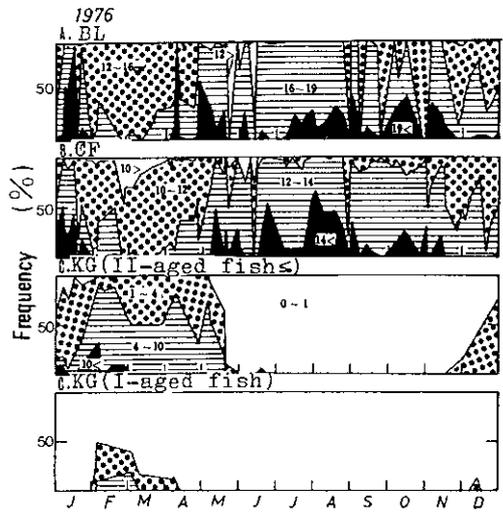
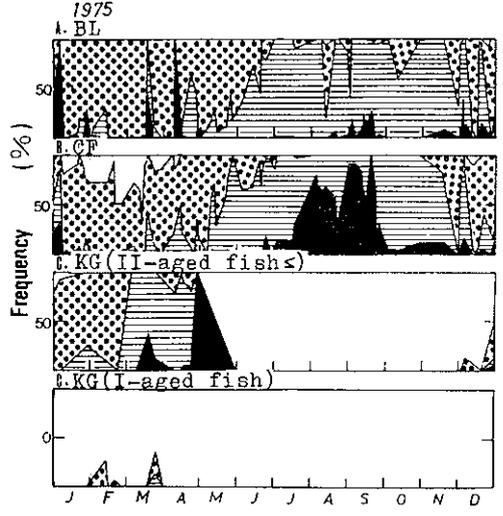
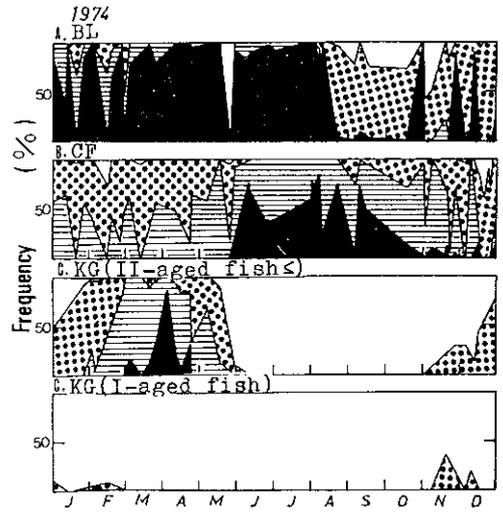
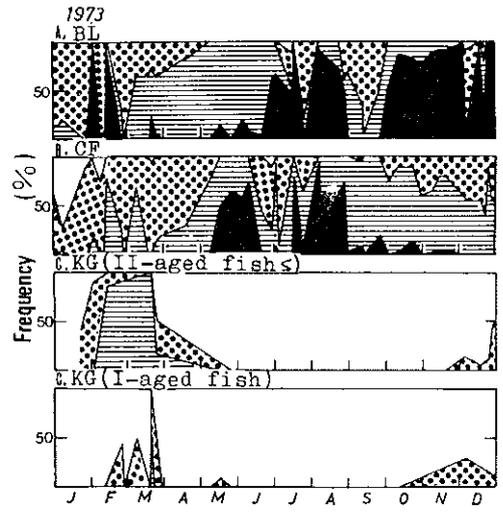
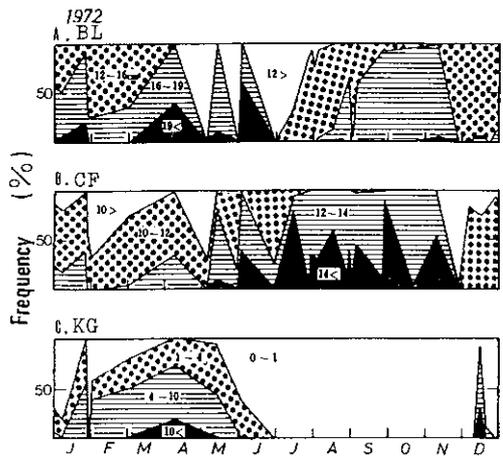


Fig. 25. Continued.

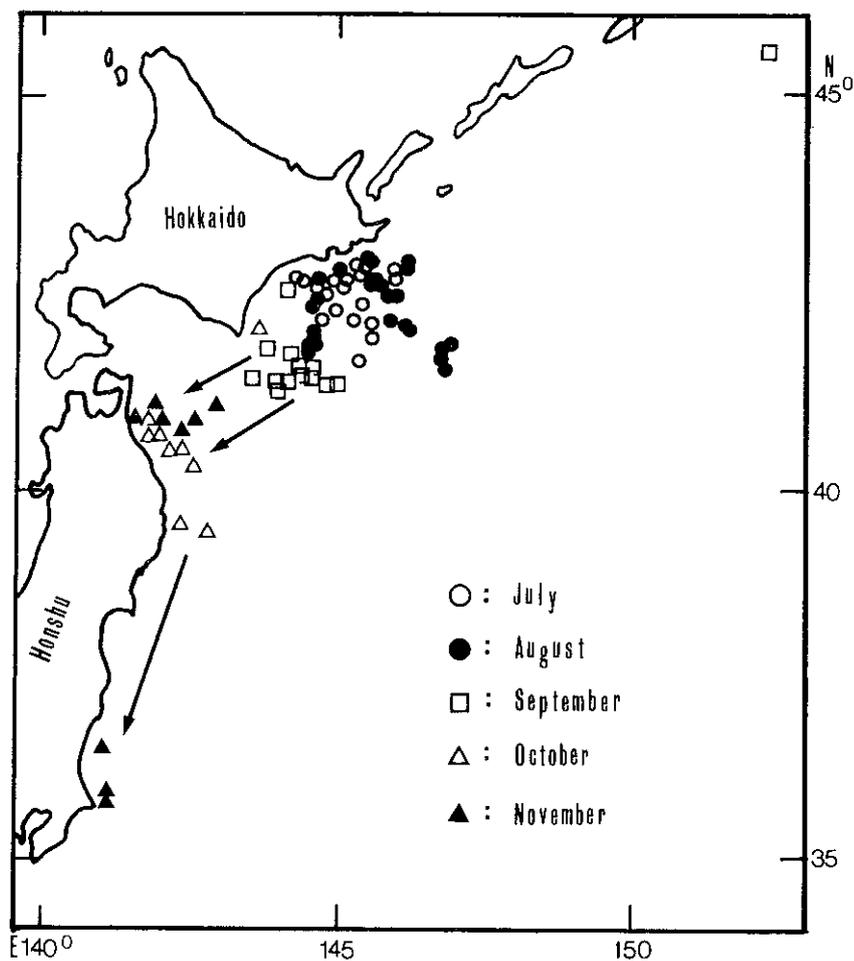


Fig. 26. Distribution and possible southward migration route (arrow) of the Pacific sub-population of adult Japanese sardine from in July to November 1973.

cmに成長し、栄養状態は前群よりも劣るが、やや良好である。このうち東京湾、常磐沖～仙台湾へ来遊し、漁期末に体長15cmに達する発育の良い群は成魚へ転化する。ただし、これらは北上群の一部とみなされよう。

iii. 越冬群……常磐南部～九十九里海域のやや沖合に集合し、停滞する。漁期末の3～4月には親潮系水の張り出しにもよるが、外房海域まで分布する。水温9℃以下になると、下層へ移動、分散する。栄養状態は不良であるが、摂餌活動はやや活発で、漁期末には次第に肥満度が高くなり、成魚・索餌北上群に転化する。

#### 成魚

i. 索餌北上群……春季に沿岸域へ黒潮系水の影響が現われるようになると、摂餌活動は引続き活発で、肥満度は月を追って高くなり、北上回遊を行なう。この回遊群には、未成魚・越冬群から移行してきたものと、成魚・産卵群から移行してきたものがある。未成魚よりも沖合を北上回遊して、北海道釧路沖から年によっては南千島沖へ達する(Fig. 26)。

ii. 越夏群……索餌北上回遊への移行が遅れたもので、犬吠埼～常磐南部沖、あるいは外房沖の深層(水深200m以深)で夏を越し、9～10月に索餌南下群と同

時期に常磐南部海域に出現するか、あるいは8月下旬～9月に外房沖から金華山南側海域まで日を追って北上回遊する群で、栄養状態は前群の末期同様きわめて良好であるが、摂餌活動は不活発である。

iii. 索餌南下群……親潮系水の影響が出はじめる頃、秋冷とともに北海道、三陸沖から南下回遊へ移行して(Fig. 26)、金華山周辺～塩屋埼沖合に高密度に集合し、しばらく滞泳する。摂餌活動は越夏群よりも活発になるが、肥満度は逆にやや低くなる。生殖腺は未熟である。上述のように、漁期初めには越夏群もこの海域へ北上して現われる。

iv. 産卵準備群……成熟が進み始め、急速に南下移動する。摂餌活動は索餌南下群よりも活発になるものの、栄養状態は劣ってくる。集合密度は低下する。

v. 産卵群……成熟度は最高に達し、集合密度はさらに低下し、分布海域は南偏し、鹿島灘～遠州灘海域になる。摂餌活動は成魚期群でもっとも活発になり、ほぼ未成魚・北上群に匹敵する。この回遊群は海流の早い黒潮縁辺部に集合するため、まき網では漁獲されにくく、主として底曳網やサバたも網抄い漁業で他の魚種と混獲される。

Fig. 25 に示されたマイワシ漁獲物の質的組成から年ねんの各回遊群の来遊時期が区別される。その結果はTable 7に示されるとおりである。

### c. 群れ

「群れ」は魚が集合する最初の単位であり(ニコルスキー 1964, 佐藤 1965), 漁業者は群れを探して操業する。漁業者は永い経験からいろいろの群れの状況を知り、漁獲方法を考案している。漁業にとって群れが漁獲の直接的な対象であり、同時に漁業資源研究上の1つの要件である(ニコルスキー 1964, 本城 1974)。

魚は群れを基本的な単位として無機・生物的環境に具体的に対応している。したがって、「群れ」研究は生物と環境の関係を具体的に明らかにする要めであり、資源研究と海洋研究の接点となる(近藤 1975)。しかし、上述のような見地からの魚の群性・群れ研究は未開発の分野であり、本研究で進められている「回遊群→魚群」段階での成果を基にして、いつ、どこに、どんな群れが、どのように生活しているかを、今後研究していかなければならない。

### 6-2. 発育段階別集合様式

前項で述べたように、各回遊群の漁獲期間はTable 7に示したように区切られる。漁業者からの毎日の操業ごとの「漁獲成績報告書」はTable 7の漁獲期間ごとに仕分けされて、緯度経度5分柵目ごとに1日1統1投網

あたり漁獲量が計算され、海図に記入される。また、操業位置を確認して漁獲物の生物調査を実施した結果は体長、肥満度、成熟係数などの頻度分布のモード値が海図に記入される。このようにして、マイワシの集合様式は発育段階・生活年周期ごとに、(i)漁獲分布密度、(ii)成長(体長)、(iii)栄養(肥満度、胃内容物重量)、(iv)性比(雌雄関係)、(v)成熟(成熟係数)の5つの側面から検討した。この生物の発育段階・生活年周期を基として画かれた漁獲分布密度、ならびに生物学的諸属性(成長・栄養・成熟など)を表わした海図は魚の集合様式の生物学的特徴を表わすと同時に、その法則性は漁業生産活動の指針となるので、これを「漁業海図」と呼んでいる。ピノグラードフ(1960)は、従来の漁獲分布図は必ずしも魚の集合・移動の法則性を示さず、一連の生活過程で質的に変化・発展する生物と生活諸条件の關係に基盤をおいて移動と他の基本的諸性質との総体的關係が捉えられていないことを指摘した。さらに佐藤(1965)は、トラバガニ成体ガニの一連の生活過程と生活年周期を区別して、各段階の移動・集合の特性を具体的に説明した。

「漁業海図」は毎年同じ時期・海域に同一のものが現われることを示すものではなく、年ねんの相対的な相異が重要であり、次の発育段階・生活年周期へ移行していく前提となる。したがって、このような「漁業海図」を用いることによって生物の移動・回遊・集合・分散の知識を、種の具体的な生活の実体としてその特性を捉えていくために、生物と生活諸条件の關係の質的变化に基づいて移動と他の基本的諸性質の総体的關係を捉える方向へ研究を進めることになる(佐藤 1965, 1971)。

以上のようにして作成された「漁業海図」から、発育段階ごとに得られた知見を述べることにする。

#### 6-2-1. 卵・稚子

##### a. 産卵場

マイワシがかつて日本周辺海域で年間160万トンも漁獲されていた1936年(昭和11年)頃の主産卵場は九州南端の薩南海域にあり、この海域での産卵量は全国の70%を占めていた(NAKAI 1962a)。また、房総海域をはじめ他海域には地方的な小規模な産卵場があると考えられていた。しかし、マイワシ漁獲量が減少した1951～1954年(昭和26～29年)の産卵場は、1章で述べたように、日本周辺4か所に分散しており、なかでも、日本海側の九州西岸～山陰沖と能登半島東岸沖が主産卵場であり、太平洋側では各地とも極端に少なかった。(日水研 1954)。その後、1960～1962年(昭和35～37年)

Table 7. Occurrence periods of the Pacific sub-population of Japanese sardine by migration clusters in Jōban and Bōsō regions, 1960–1977.

Developmental stage	Migration cluster	Fishing year	Occurrence period	Dominant year class
Immature	Northward migration	1960	Sep. 12—Nov. 1	1960
	Southward migration	1960	Nov. 22—Dec. 14	
	Wintering	1960-61	Dec. 15—Feb. 22	
Adult	Pre-spawning	1961	Jan. 26—Feb. 21	
	Spawning	1961	Feb. 22—May 13	
	Northward migration	1961	May 14—Jul. 20	
Immature	Northward migration	1961	Jul. 21—Nov. 2	
	Southward migration	1961	Nov. 25—Dec. 8	
	Wintering	1961-62	Dec. 9—Mar. 1	
Adult	Southward migration	1961-62	Nov. 3—Feb. 11	1960
	Pre-spawning	1962	Feb. 12—28	
	Spawning	1962	Mar. 1—May 11	
	Northward migration	1962	May 12—Jul. 24	
Immature	Wintering	1962-63	Dec. 6—Apr. 24	1962
Adult	Southward migration	1962-63	Oct. 20—Feb. 4	1960
	Pre-spawning	1963	Apr. 16—Jun. 18	
	Northward migration	1963	Jun. 19—Aug. 15	
Immature	Northward migration	1963	Aug. 16—Oct. 31	1962
	Southward migration	1963	Sep. 24—Dec. 29	
Adult	Pre-spawning	1963-64	Dec. 30—Feb. 20	
	Spawning	1964	Feb. 21—Mar. 18	
	Northward migration	1964	Mar. 19—Jun. 29	
Immature	Northward migration	1964	Jun. 30—Nov. 8	
	Southward migration	1964-65	Nov. 9—Jan. 2	

Table 7. Continued.

Developmental stage	Migration cluster	Fishing year	Occurrence period	Dominant year class
Immature	Wintering	1965	Jan. 3—Feb. 7	
Adult	Southward migration	1964-65	Nov. 9—Jan. 4	
	Pre-spawning	1965	Jan. 5—Feb. 4	
	Spawning	1965	Feb. 5—Jun. 19	
	Northward migration	1965	Jun. 20—Jul. 10	
Immature	Southward migration	1965	Nov. 10—Dec. 11	
	Wintering	1965-66	Dec. 12—Mar. 13	
Adult	Southward migration	1965-66	Nov. 10—Feb. 13	
	Pre-spawning	1966	Jan. 14—Apr. 23	
	Spawning	1966	Feb. 24—May 24	
	Northward migration	1966	Jun. 25—Aug. 20	
Immature	Northward migration	1966	Jun. 9—Nov. 15	
	Southward migration	1966-67	Nov. 16—Feb. 4	
Adult	Pre-spawning	1967	Feb. 5—Mar. 15	
	Spawning	1967	Mar. 16—Apr. 25	
Immature	Northward migration	1967	May 21—Oct. 23	
Adult	Southward migration	1967-68	Oct. 24—Feb. 15	
	Pre-spawning	1968	Feb. 16—Mar. 12	
	Spawning	1968	Mar. 13—Apr. 15	
	Northward migration	1968	Apr. 16—May 18	
Immature	Northward migration	1968	May 19—Dec. 13	
	Southward migration	1968-69	Dec. 14—Jan. 10	
Adult	Southward migration	1969	Jan. 1—Feb. 7	
	Pre-spawning	1969	Feb. 8—Mar. 21	
	Spawning	1969	Mar. 22—Apr. 10	

Table 7. Continued.

Developmental stage	Migration cluster	Fishing year	Occurrence period	Dominant year class
Adult	Northward migration	1969	Apr. 11—May 16	
Immature	Northward migration	1969	May 17—Oct. 23	
	Southward migration	1960-70	Oct. 24—Jan. 6	
Adult	Southward migration	1970	Jan. 7—Feb. 4	
	Pre-spawning	1970	Feb. 5—Apr. 12	
	Spawning	1970	Apr. 13—26	
	Northward migration	1970	Apr. 27—Jul. 13	
Immature	Northward migration	1970	Jul. 14—Nov. 15	
	Southward migration	1970-71	Nov. 16—Jan. 27	
Adult	Southward migration	1971	Jan. 28—Mar. 25	
	Pre-spawning	1971	Mar. 26—Jun. 22	
Immature	Northward migration	1971	Jun. 23—Dec. 15	
	Southward migration	1971-72	Dec. 16—Feb. 29	
Adult	Spawning	1972	Mar. 1—May 4	
	Northward migration	1972	May 5—Jun. 16	
Immature	Northward migration	1972	Jun. 17—Oct. 31	
	Southward migration	1972	Nov. 1—Dec. 4	
	Wintering	1972-73	Dec. 5—Apr. 19	1972
Adult	Northward migration	1973	Apr. 20—Sep. 1	"
	Southward migration	1973-74	Oct. 3—Jan. 9	"
	Pre-spawning	1974	Jan. 10—Feb. 15	"
	Spawning	1974	Feb. 16—May 12	"
	Northward migration	1974	May 13—Aug. 12	"

Table 7. Continued.

Developmental stage	Migration cluster	Fishing year	Occurrence period	Dominant year class
Immature	Northward migration	1974	Aug. 13—Nov. 21	1974 " "
	Southward migration	1974	Nov. 22—Dec. 26	
	Wintering	1974-75	Dec. 27—May 8	
Adult	Southward migration	1974	Sep. 22—Dec. 18	1972
	Pre-spawning	1974-75	Dec. 19—Feb. 28	"
	Spawning	1975	Mar. 1—May 8	1974 "
	Northward migration	1975	May 9—Aug. 24	
	Summering	1975	Aug. 25—Sep. 29	
Immature	Northward migration	1975	Aug. 11—Nov. 21	1975 " "
	Southward migration	1975-76	Nov. 22—Jan. 25	
	Wintering	1976	Jan. 26—May 3	
Adult	Southward migration	1975	Oct. 7—Dec. 27	1974
	Pre-spawning	1975-76	Dec. 28—Jan. 25	1972
	Spawning	1976	Jan. 26—May 8	1975 "
	Northward migration	1976	May 4—Aug. 26	
	Summering	1976	Aug. 27—Sep. 30	
Immature	Northward migration	1976	Jun. 29—Nov. 17	1976 " "
	Southward migration	1976-77	Nov. 18—Jan. 27	
	Wintering	1977	Jan. 28—Apr. 24	
Adult	Southward migration	1976	Oct. 1—Dec. 17	"
	Pre-spawning	1976-77	Dec. 18—Jan. 27	1975 and 1976 "
	Spawning	1977	Jan. 28—Apr. 24	
	Northward migration	1977	Apr. 25—Sep. 28	
	Summering	1977	Sep. 29—Oct. 7	
Immature	Northward migration	1977	Jul. 14—	

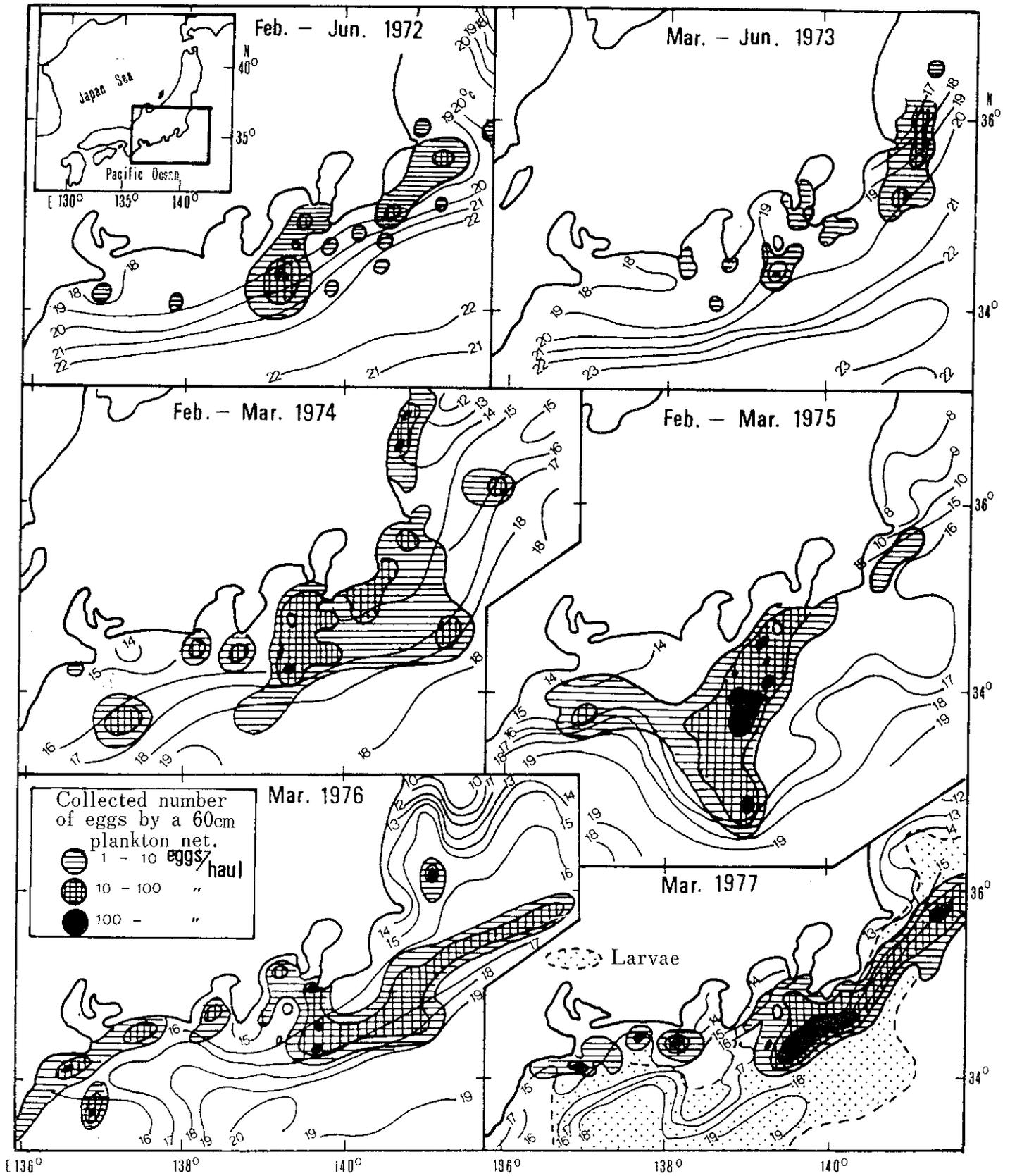


Fig.27. Distribution of sardine eggs of the Pacific sub-population in spring, 1972-1977. (after KONDO, 1978)

には房総海域に主産卵場が形成されたが(平本 1974, 渡部 1974), 1963年冬春季にこの海域を覆った異常冷水現象を境に, 産卵場は土佐湾周辺に移り, 1972年頃まで続いた(浅見・古藤 1974)。

そして, 1972年(昭和47年)以降, マイワシ太平洋系群が急増してきた現在, 主産卵場は伊豆列島域を中心に鹿島灘~大王埼沖に広く形成されている。なかでも常磐~房総海域のそれは, 黒潮内側域および黒潮から派生した暖水舌内に分布している(Fig.27)。房総海域におけるマイワシ卵の分布する環境はFig.28に示すように, 水温 $14.7\sim 20.3^{\circ}\text{C}$ , 塩分量 $34.1\sim 34.7\text{‰}$ で, マサバ(水温 $14.7\sim 24.2^{\circ}\text{C}$ , 塩分量 $34.1\sim 34.7\text{‰}$ )やカタクチイワシ(水温 $14.7\sim 23.3^{\circ}\text{C}$ , 塩分量 $32.8\sim 34.6\text{‰}$ )よりも狭い条件下にある。すなわち, マイワシ卵は他の2魚種よりも狭温・狭塩性といえる。

房総海域におけるマイワシ卵の出現数は, 経年的には1957年(昭和32年), 1960年(昭和35年), 1963~1964年(昭和38~39年)および1975~1977年(昭和50~52年)に比較的多い(Fig.29)。このうち, 卓越年級群となって未成魚期以降に現われたのは, 1960年級, 1962年級, 1972年級および1974~1977年級の各年級群であった(Fig.20参照)。

マイワシ太平洋系群の年間総産卵量は渡部(1974)の試算によると, 1960~1962年では $45\sim 220$ 兆粒(なかでも1961年が最高)であったが, 1972~1976年では再び,  $18\sim 150$ 兆粒(1974年および1976年には最高の150兆粒)に達している(平本 1976)。

マイワシの産卵親魚群はその生涯のうちで, もっとも黒潮沿いの黒潮縁辺部に分布している。

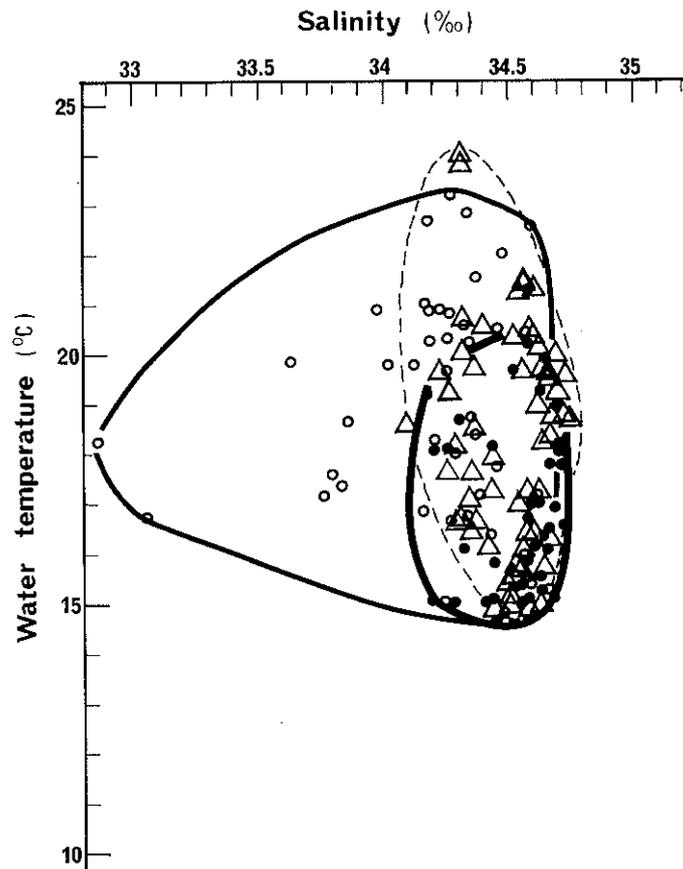


Fig.28. Surface T-S envelopes of positive stations for eggs of the Japanese sardine, anchovy and common mackerel.

- : Japanese sardine  
(*Sardinops melanosticta*)
- : Japanese anchovy  
(*Engraulis japonica*)
- △ : Japanese common mackerel  
(*Scomber japonicus*)

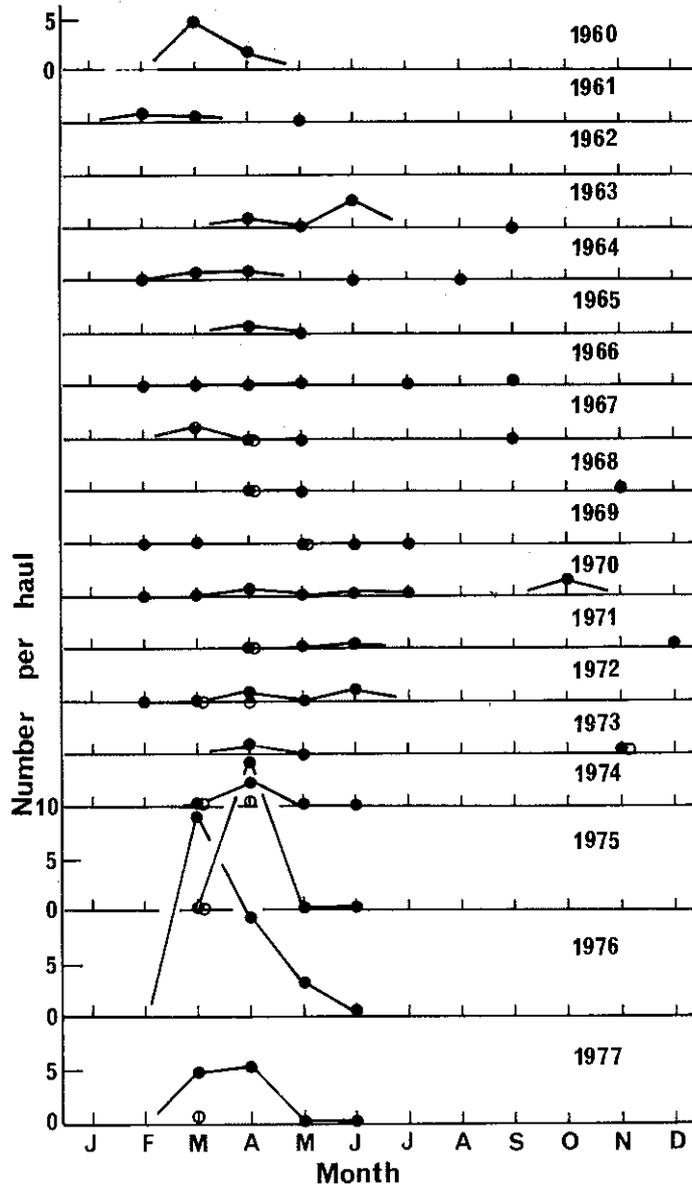


Fig.29. Monthly and yearly changes in number of eggs and larvae of the Japanese sardine in Jōban and Bōsō regions, 1960-1977.

○: Egg,      ● : Larva

#### b. 初期減耗

マイワシは卵からふ化して、卵黄を吸収し尽した直後に口が開き、外部から餌が摂れる頃に大量に死亡するので、これを「初期減耗」と呼んでいる (NAKAI and HATTORI 1962)。

NAKAI and HATTORI (1962)の推定によると、マイワシ卵はふ化するまでに70%が死亡し、全長5.3mm(受精後2週間、後期仔魚期の初め)までに96.5%、全長15mm(受精後54日)までに99.0%、全長17mm(受精後58日)までに99.93%が死亡する。なかでも、卵黄吸収直

後の死亡率はとくに高い(Fig.30)。

4-2-1b項で述べたように、マイワシ後期仔魚(マシラス)はCopepoda naupliusとCopepoditeを選択的に摂餌する(Fig.5参照)。Copepoda naupliusとCopepoditeは黒潮内側域の沿岸水帯との混合域に多く、親潮系水の影響する海域では少ないことが知られている(Fig.31)(農林水産技術会議 1962, 千葉水試 1978)。このように、初期減耗の大小は資源の増大、減少を支配するもっとも重要な分岐点である。マイワシの生涯のうちで、再生産過程がもっとも環境の影響を受動的に受

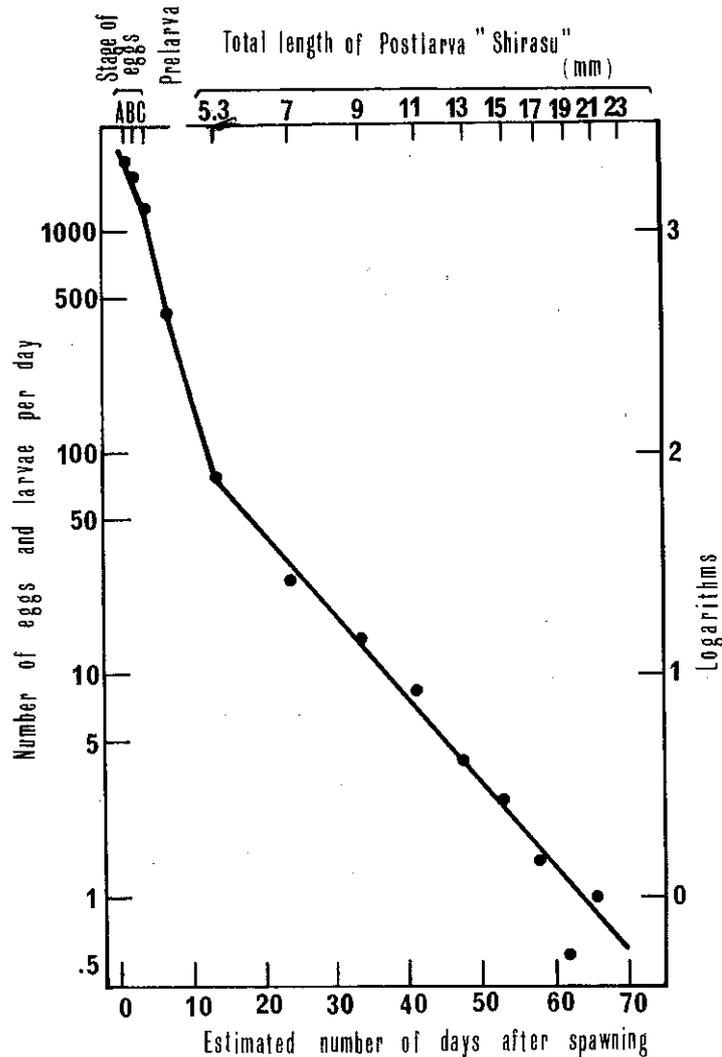


Fig. 30. Survival of the Japanese sardine at its early developmental stages estimated from the vertical plankton hauls, 1949-1951. (after NAKAI and HATTORI, 1962)

ける発育段階ともいえる。

「種」は進化の歴史性のなかで産卵に適した環境に適応しているが、資源増大の鍵はその種の生活様式の必然性と環境条件の必然性が合致した偶然性が出現したときに急激に現われてくると、筆者は考えている。

小金井(1976)は伊豆大島の定置水温の日別変化を経年的に長期間にわたって図示し、水温の寒暖に長期的な周期性があることを示し、堀(1975)はその水温の周期性とマイワシ太平洋系群の再生産の良否との関連性を示唆している。すなわち、伊豆大島の2~4月の定置水温が高目に経過した1960年(昭和35年)、1962年(昭和37年)、1972年(昭和47年)および1974~1975年(昭和49~50年)にマイワシ太平洋系群の再生産状況は良好であり、一方、同じ定置水温が低目に経過した1963~1971

年(昭和38~46年)の9年間のそれはきわめて不良であったとしている。

マシラスは、黒潮系水の影響を受けた沿岸漁場に分布する(農林水産技術会議 1962, 平本 1976)。常磐~房総海域の沿岸域に來遊するマシラスは、春シラス漁期前および初漁期(4~5月)に主として出現しているため、この海域の主な漁獲対象とはならないが、その出現量の水準は船曳網漁獲物への混獲割合(尾数比)によって推定できる(Fig. 32)。これによると、最近5か年では1972年(昭和47年)、1974年(昭和49年)および1976年(昭和51年)の各年級群がそれぞれ卓越して出現したが、1973年(昭和48年)および1975年(昭和50年)の各年級群は少ない(平本 1976)。

東北沖合域におけるマイワシ稚仔の分布は、黒潮と

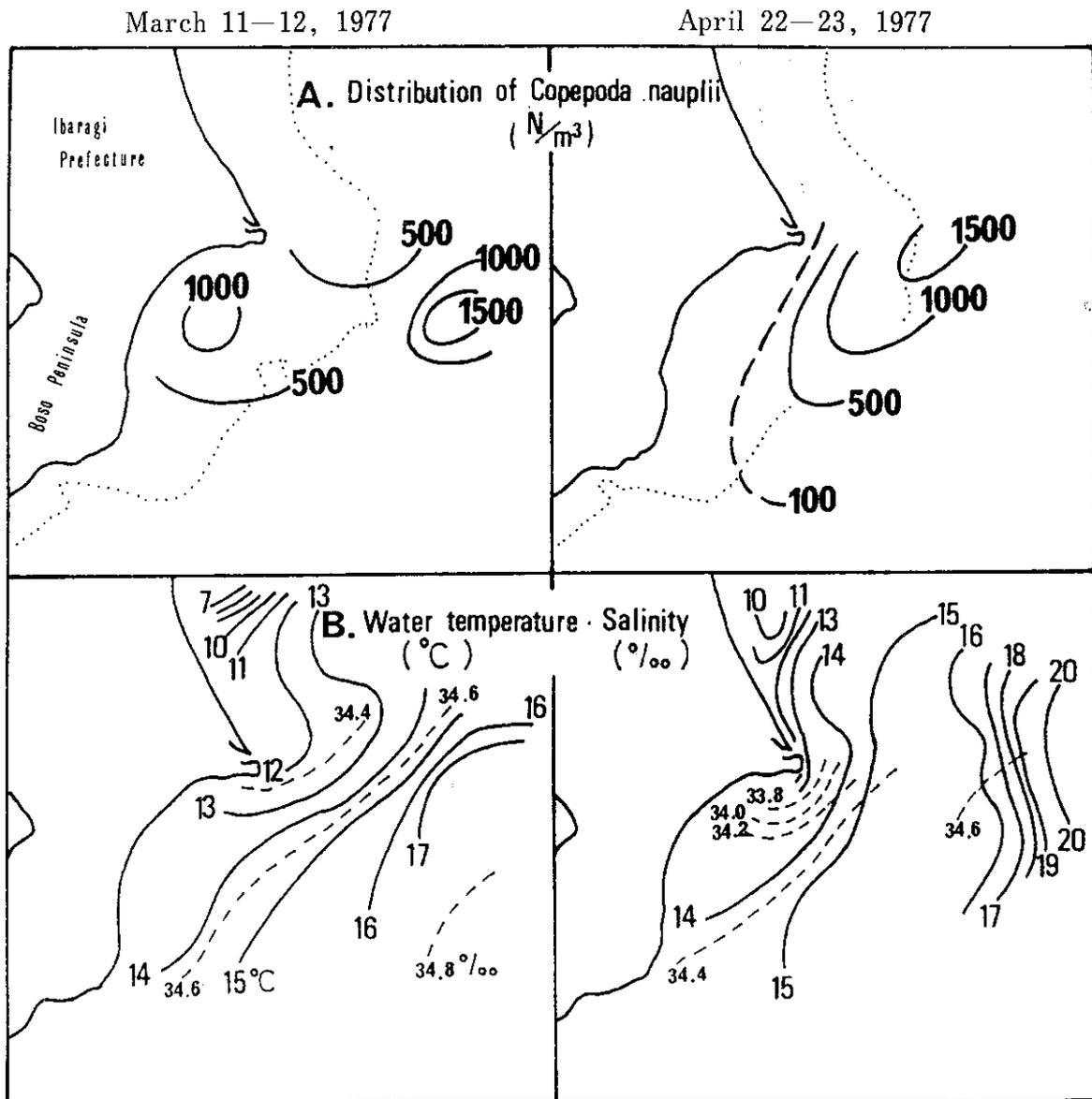


Fig.31. Distribution of Copepod nauplii and oceanographic condition in the surface waters in Bōsō region, March 11-12 and April 22-23, 1977.

親潮の間に形成される暖水舌・暖水塊の型によって決まる。渡部(1970)によれば、東北海域における水塊配置の型とマイワシ卵・稚子の分布・漂流の型は、次のように説明される(Fig.33)マイワシ卵・稚子が沿岸域に張り出した暖水舌や親潮第1分枝と第2分枝の間に形成される第1暖水塊( $W_1$ )に分布する型と(Fig.33-A, B), 親潮の勢力が強く、稚子が沖合域へ運び去られるような型(Fig.33-C, D)があり、前者では後者よりも卵・稚子の生残率が高いと推定される(渡部 1970)。

マイワシ稚子はマサバやカタクチイワシの稚子よりも、より沿岸域に適応した種である(平本 1976)。したがって、マイワシ稚子の生残量(率)は黒潮系水の影響

下にある沿岸漁場に留まり得るか否か、さらに Copepoda nauplius のような餌生物に巡り会えるか否かによって決定される。

筆者は上記の仮説を実証する目的で、かつて日本海区水研が実施した要領で(笠原 1957 a, b, 1960, 伊東・笠原 1958, 1960), 1976~1977年の春季に犬吠埼周辺沖合から海流葉書を放流し、常磐~鹿島灘の沿岸への漂着状況を調査した(Fig.34-1,2)。これによると、1976年4~5月には常磐南部~鹿島灘沿海ではごく沿岸域を除き、おおむね暖水舌に覆われており、放流6地点(1,000枚放流)のうち、4地点のものが回収された。その回収率は1~7%であった。漂着地点は放流後75

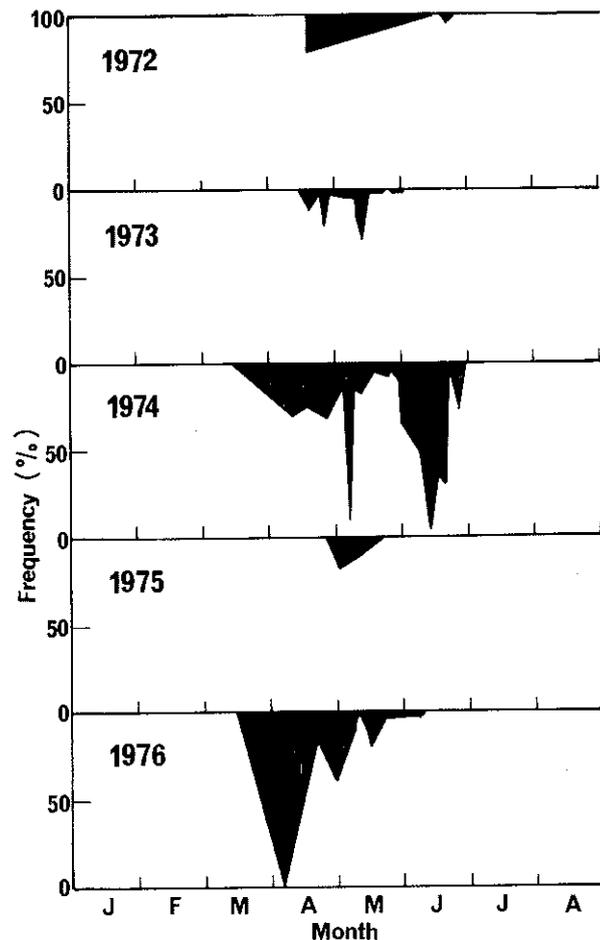


Fig. 32. Seasonal changes in the composition of *shirasu* fry in the catch of one-boat seine off the coasts of Kashimanada and Kujūkuri, 1972—1976.

■: Japanese sardine  
□: Japanese anchovy

日目に北海道八雲町黒岩海岸(噴火湾)で回収された1例を除き、すべて11~84日後までに犬吠埼周辺~鹿島灘の海岸に限られている(Fig.34-1)。また、1977年3~4月には上記海域では親潮系水に覆われており、6月になってようやく暖水舌の発達が見られた。1977年3~6月に3回にわたり延11地点4,200枚の海流葉書を前年と同じ地点から放流したが、回収されたのは4月放流の2例に過ぎなかった(Fig.34-2)。

このように、犬吠埼周辺沖合で放流された海流葉書が15~30マイル離れた鹿島灘の海岸へ漂着するまでの日数は、おおむね10~60日を要している(千葉水試1979)。したがって、マイワシ卵・稚仔は暖水舌内に1~2か月留まって成育し、その後沿岸域へ補給されるものと考えられる。

藤本・平野(1972)によれば、トカラ諸島~豆南海嶺付近の黒潮流域で投入された海流ビンが鹿島灘沿岸に到達するのに距離の遠近にかかわらず30~60日を要し、本研究とほぼ同様な結果を得ている。

以上述べてきたように、マイワシ再生産の良否を知る手掛りとして、1)産卵親魚群の量と質、2)産卵場の環境条件(主として水温、潮流)、3)沿岸・沖合漁場付近の水塊配置、4)シラス期の沿岸漁場における分布量、5)沿岸域におけるCopepoda naupliusおよびCopepoditeの分布量などを総合的に継続して調査する必要がある。なかでも、シラス期(仔魚後期)・カエリ期(稚魚期)における餌生物との種間関係が、マイワシの生残率および発育にとって重要な鍵を握っているといえよう。

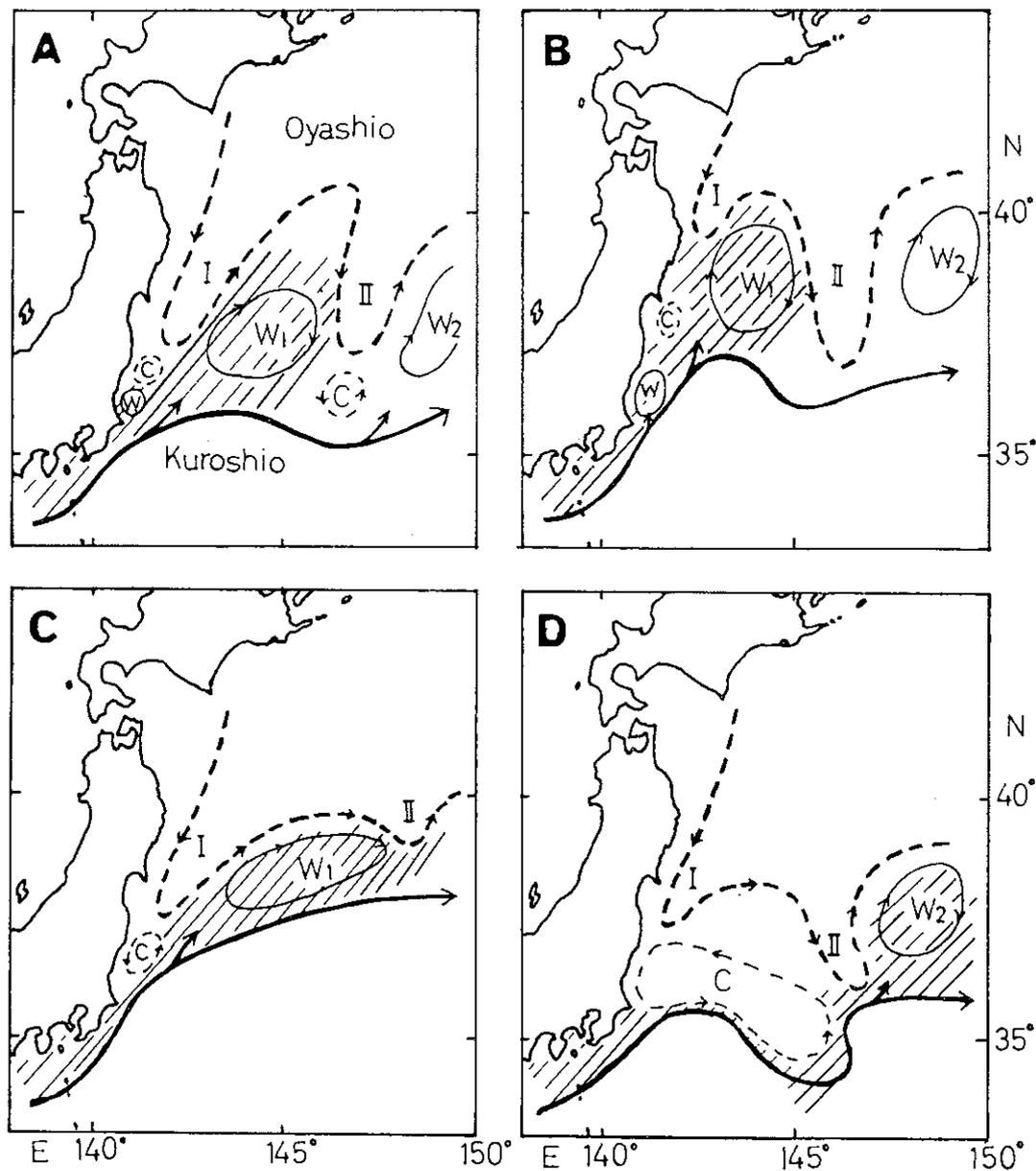


Fig.33. Characteristics of water masses in the Pacific region and possible patterns of translocation of eggs and larvae. The shaded area shows the dispersal of sardine eggs and larvae translocated from the spawning site.

$W_1, W_2, C$  The isolated warm and cold water masses in the transition area.

I 1<sup>st</sup> branch of the Oyashio

II 2<sup>nd</sup> branch of the Oyashio

W The warm water mass or tongue off Kashimanada.

(after WATANABE, 1970)

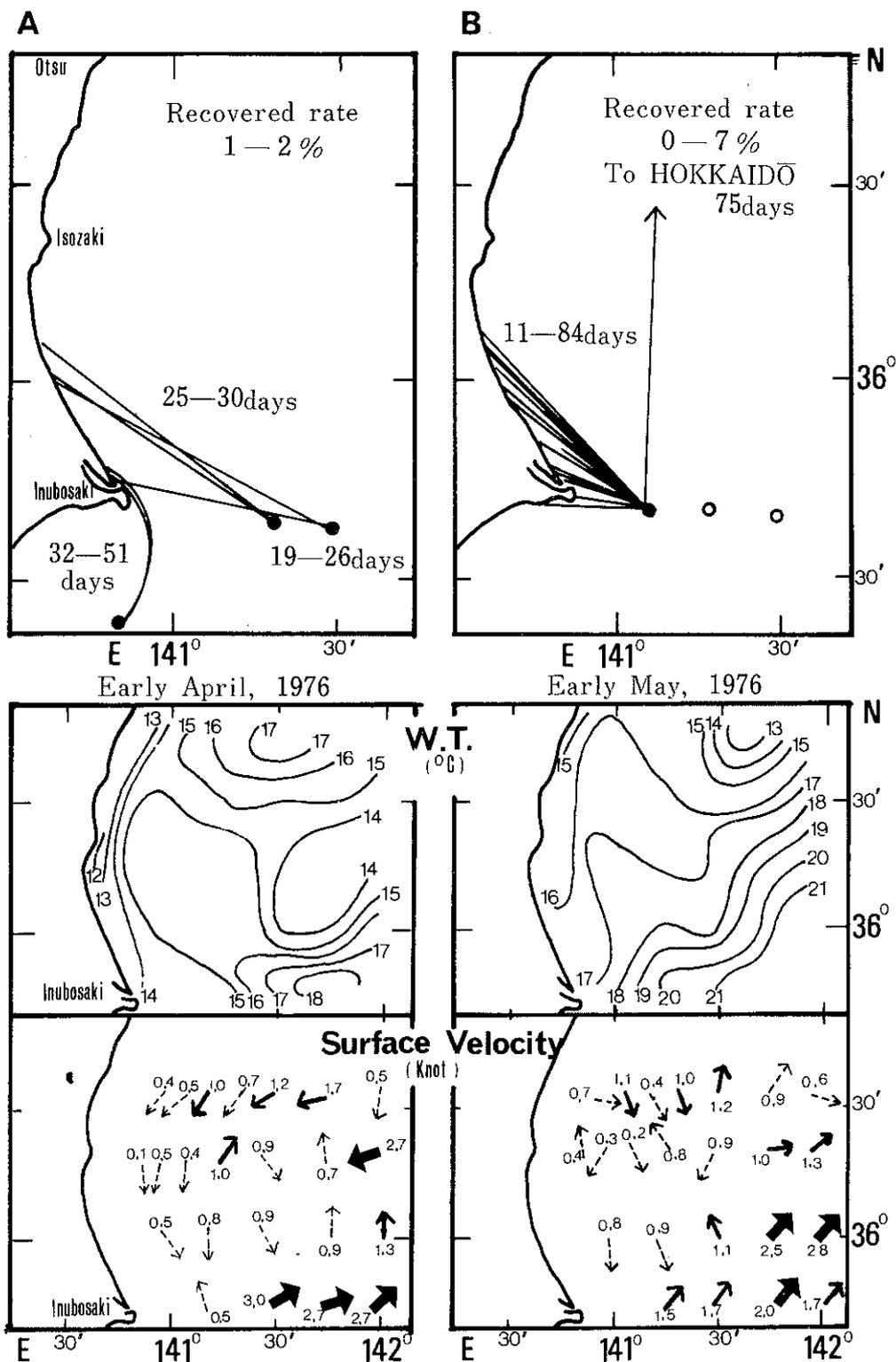
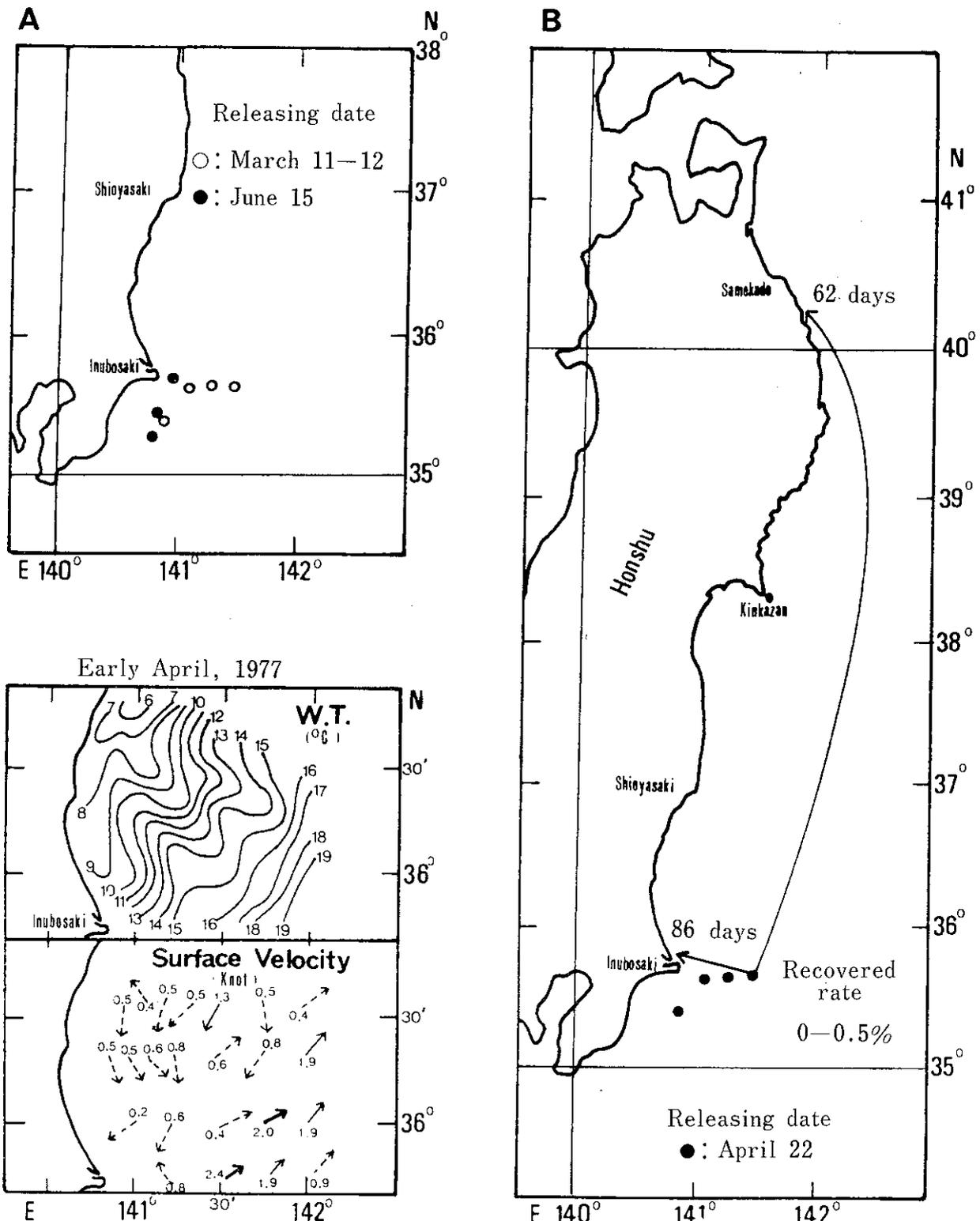


Fig.34-1. Releasing stations and inferred paths of drift cards along with the surface sea temperature and current velocities observed on the releasing days, (A) April 16, 1976 and (B) May 11.

Dots denote the releasing stations from which the cards were recovered, while the circles show the same but no recovery.



(after IBARAGI PREF. FISH. EXPR. STN., 1977)

Fig.34-2. Releasing stations and inferred paths of drift cards along with the surface sea temperature and current velocities observed on the releasing days, (A) March 11-12, 1977, June 15 and (B) April 22.

## 6-2-2. 未成魚

## a. 北上群

1960~1977年の間で、北上群が卓越して出現した年は1968~1972年(昭和43~47年)と、1976~1977年(昭和51~52年)であった。なかでも、1968~1972年には、同一年内に出現した各回遊群のうちで、もっとも重きを占めていた。

北上群の分布型は次の2つに区別される。すなわち、主漁場が仙台湾~常磐海域、あるいは東京湾内に分布する型と、鹿島灘~房総海域に分布する型がある(Fig. 35-1~4)。前者の典型例は1967~1969年(昭和42~44年)にみられ(Fig. 35-1, 2)、一方、後者は1970~1972年(昭和45~47年)(Fig. 35-3, 4)および1976~1977年(昭和51~52年)にみられる。来遊量水準は他の回遊群と較べて低く、前者では1日1統1投網あたり1~9トン(平均1~5トン)、後者では0\*~19トン(平均0\*~8トン)であった。

このような2つの分布型の存在は、基本的には発育の違いによるもので、前者では発育が遅く、栄養状態もやや不良である(肥満度11~12)。一方、後者では発育が早く、栄養状態も良好である(肥満度13~14)。全体的な傾向として、成長の良いものは南側の鹿島灘~房総海域に、成長の悪いものは北側の常磐沖~仙台湾に分布し、また、栄養状態の良いものは南側(鹿島灘~房総海域)に、悪いものは北側(常磐沖~仙台湾)に分布することを意味している(平本 1973, 近藤・堀・平本 1976)。

分布域は東京湾~仙台湾のごく沿岸域に広がっているが、体長・肥満度からみて南側に分布したものは北へほとんど移動していない。すなわち、北上群のうち栄養状態の良い群で、鹿島灘~房総海域に集合した群および仙台湾~常磐海域、あるいは東京湾内に集合した群の一部は年末から翌年春までに生後1年で成魚になって、産卵回遊に移行することを示唆している。

## b. 南下群

南下群は不漁時代の1965~1971年にはほとんど出現しなかったが、豊漁時代の1960~1962年および1972~1977年には次の越冬群へ移行する過程として、主として三陸南部~常磐沖に顕著に出現している(Fig. 36-1~3)。

卓越年級群であった1960年級群を例にとると、南下群は1960年11月22日~12月14日に塩屋埼周辺に集合している。その来遊量水準は1日1統1投網あたり0~16トンであった(Fig. 36-1)。また、1972年級群では、1972年11月1日~12月4日に塩屋埼沖周辺~外房北部海域

に集合していた。その来遊量水準は外房北部で1投網あたり40トン、犬吠埼周辺で0~16トン、塩屋埼周辺で0~4トン程度のうすい群れであった。体長は常磐南部海域のものでは12~13cmであり、肥満度も北上群よりも低く9~12になっている。ただし、東京湾のものは体長17cmに達し、肥満度も14と高く、北上群の一部とみなされる(Fig. 36-2)。

1975年級群では、1975年11月22日~1976年1月25日に三陸南部~塩屋埼沖に前の2例よりも濃密に集合し、南下傾向を示しながら次の越冬群に移行している(Fig. 36-3)。その来遊量水準は三陸南部~金華山沖周辺海域では1投網あたり15~170トン、常磐沖では15~130トンの濃群であった。体長は13~14cmで、肥満度も前例同様9~11になっている。

このように、南下群は主として三陸南部~常磐海域のやや沖合に分布し、体長は北上群よりも小さく、分布海域によっても異なっている。すなわち、北上群と同様に成長の良い群は南側に、成長の悪い群は北側にそれぞれ分布している。肥満度は北上群よりも低くなっている。体長(成長)から考えて南下群は常磐~房総海域に分布していた北上群が北上回遊して現われたものではなく、北上群の仙台湾に現われたものか、秋季にサンマ漁船が三陸沖で発見していた群れが南下して現われたものと推定される(近藤・堀・平本 1976)。

## c. 越冬群

越冬群は南下群と同様に、不漁時代にはほとんど出現しなかったが、豊漁時代には常磐南部~九十九里海域に広く、しかも濃密に分布している。

卓越年級群の1960年級群、1972年級群および1975年級群の分布様式をそれぞれ例にとると、次のようになる(Fig. 37-1~3)。

1960年級群は1960年12月15日~1961年3月4日に塩屋埼周辺~九十九里海域に広く、南下群と同様に北上群よりもやや沖合寄りに集合していた。来遊量水準は常磐南部海域では1投網あたり0~14トン、犬吠埼周辺~九十九里海域では0~1トンであった。体長は13~14cmの小中羽イワシであり、また、肥満度は10~13であり、それぞれ前群の南下群とほぼ同程度であった(Fig. 37-1)。

1972年級群は1972年12月5日~1973年4月19日に前例と同じ海域に著しく高い分布密度で集合していた。来遊量水準は1投網あたり7~65トンで、とくに鹿島灘海域では平均50トンを上まわる漁場が広く形成されていた。全般には北側に急勾配で、南側に低勾配で減少する分布様式を示し、北側から来遊して南側へ移動

\* 0は、0.5以下の有漁を示す。以下同じ。

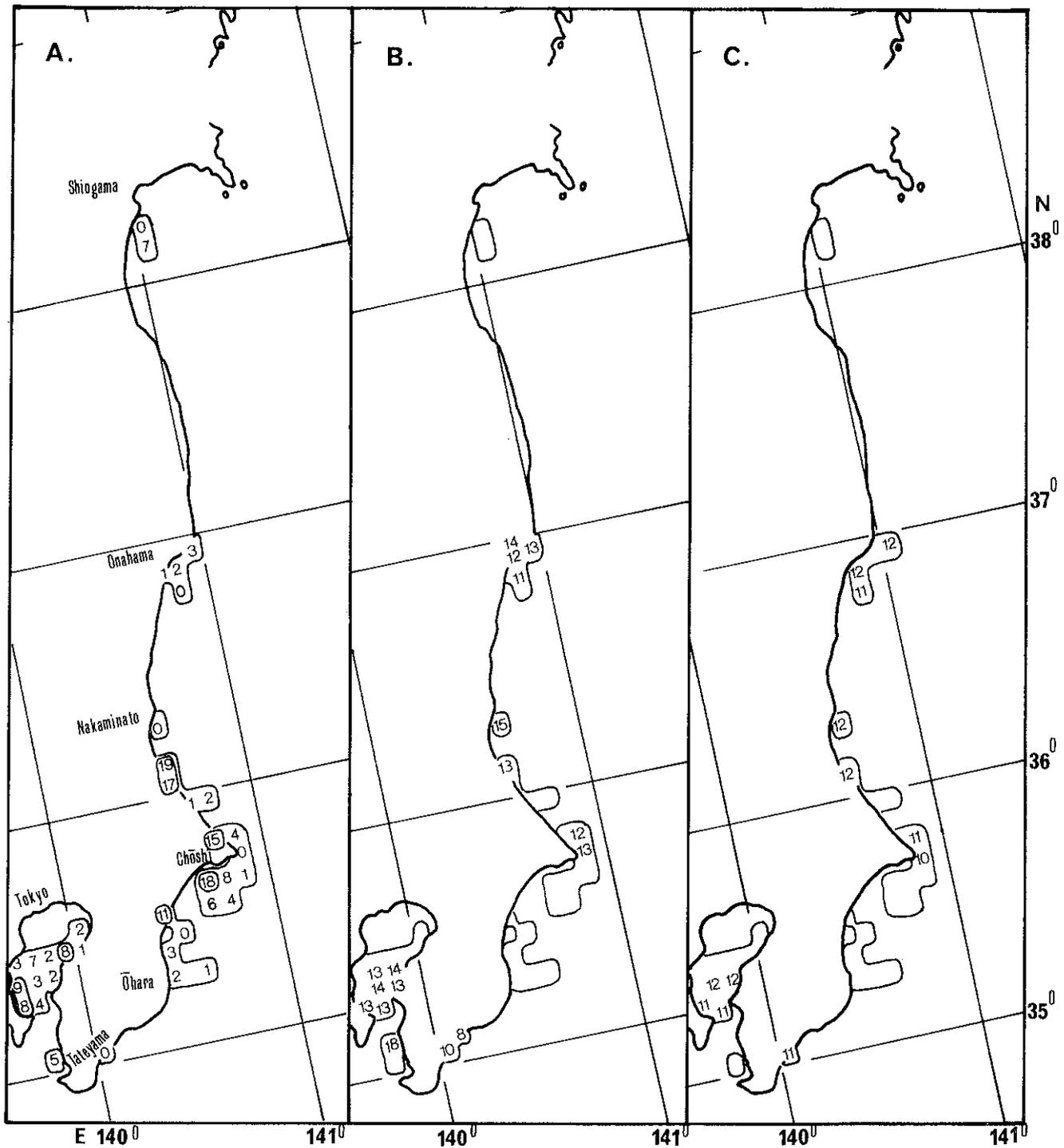


Fig. 35-1. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Nutrition, in northward migration cluster of immature Japanese sardine, 19 May through 13 December 1968.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL: cm,  
 C.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$

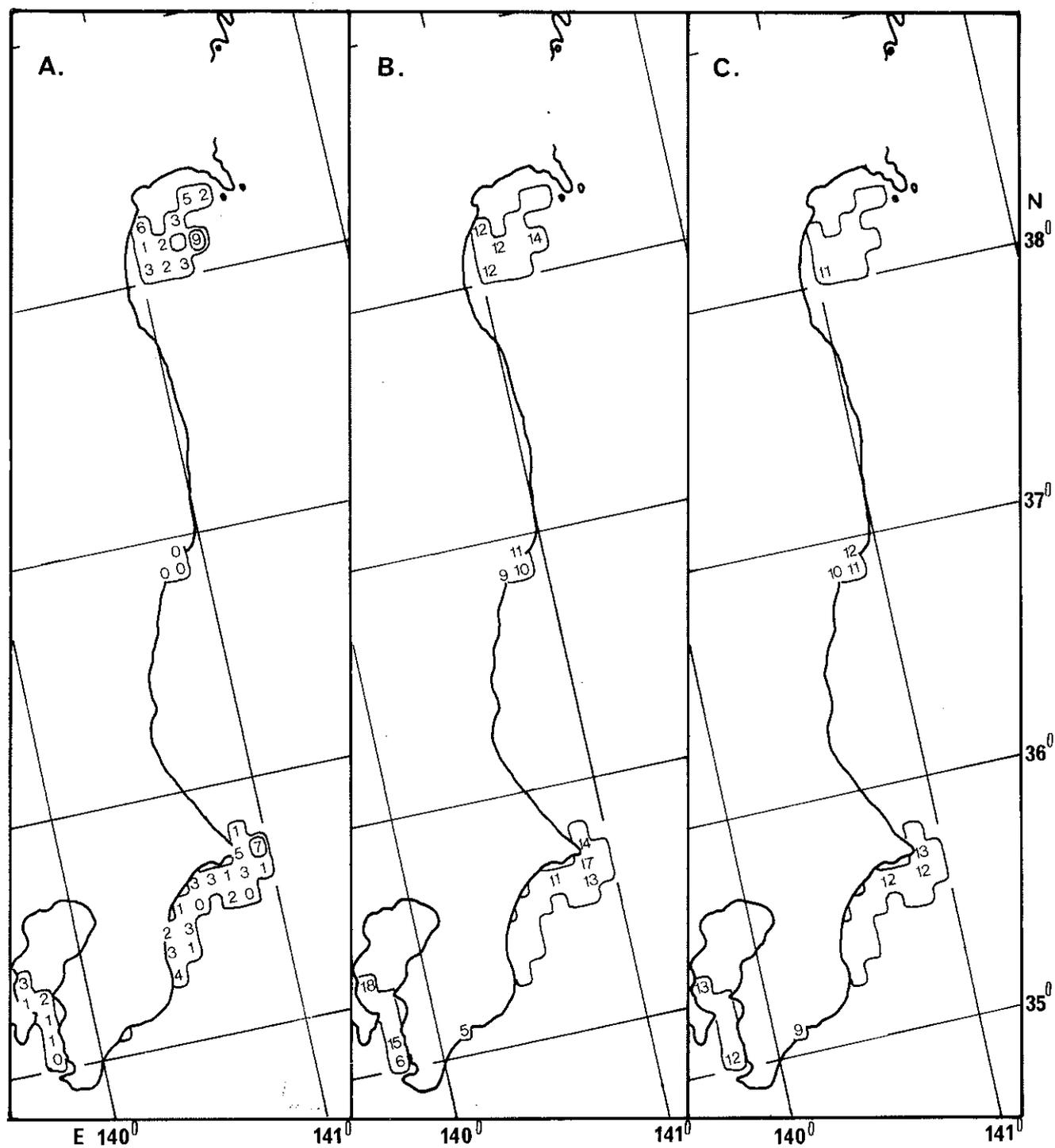


Fig.35-2. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Nutrition, in northward migration cluster of immature Japanese sardine, 17 May through 19 November 1969.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL: cm,  
C.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$

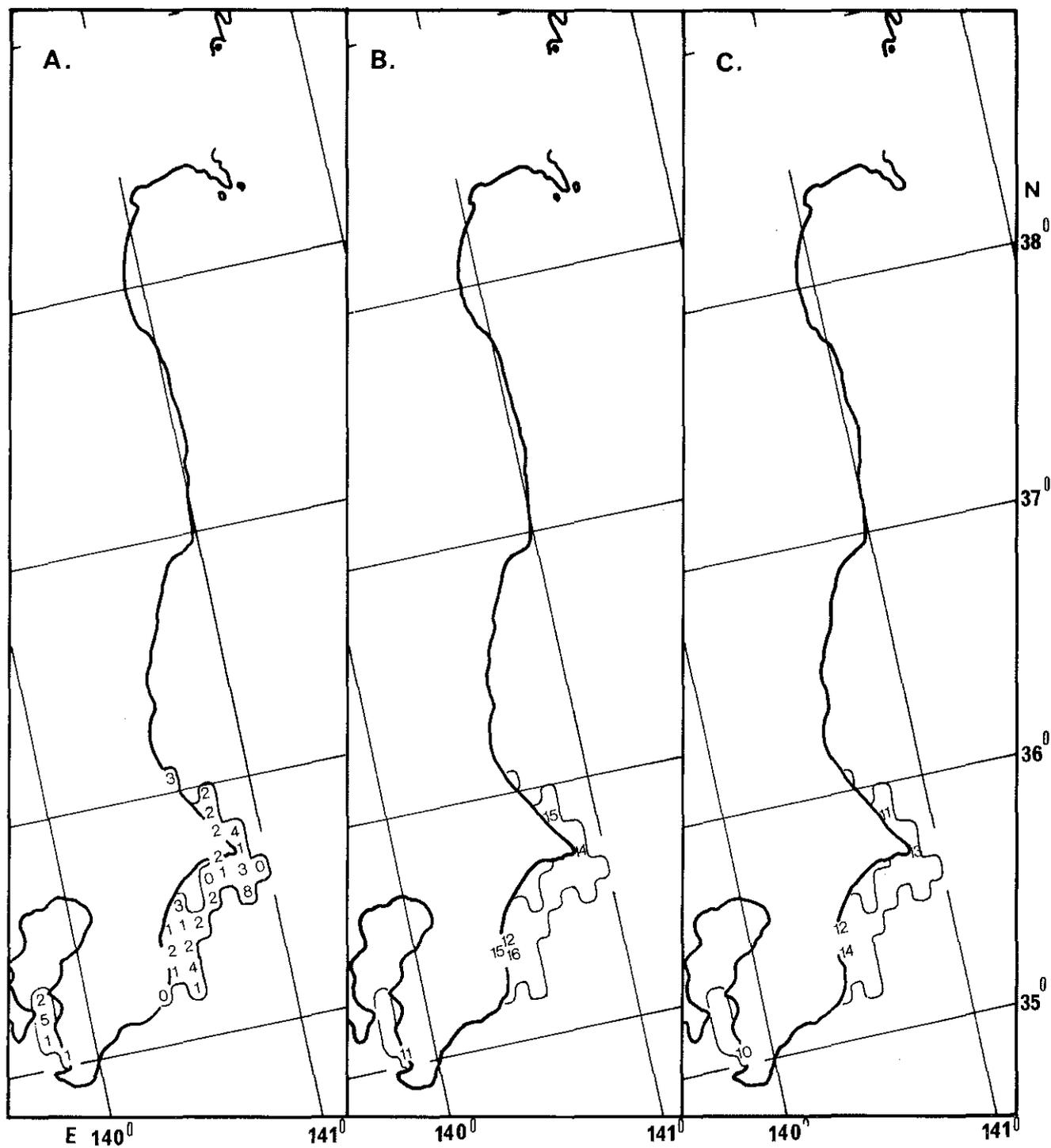


Fig. 35-3. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Nutrition, in northward migration cluster of immature Japanese sardine, 14 July through 15 November 1970.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL : cm,  
 C.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$

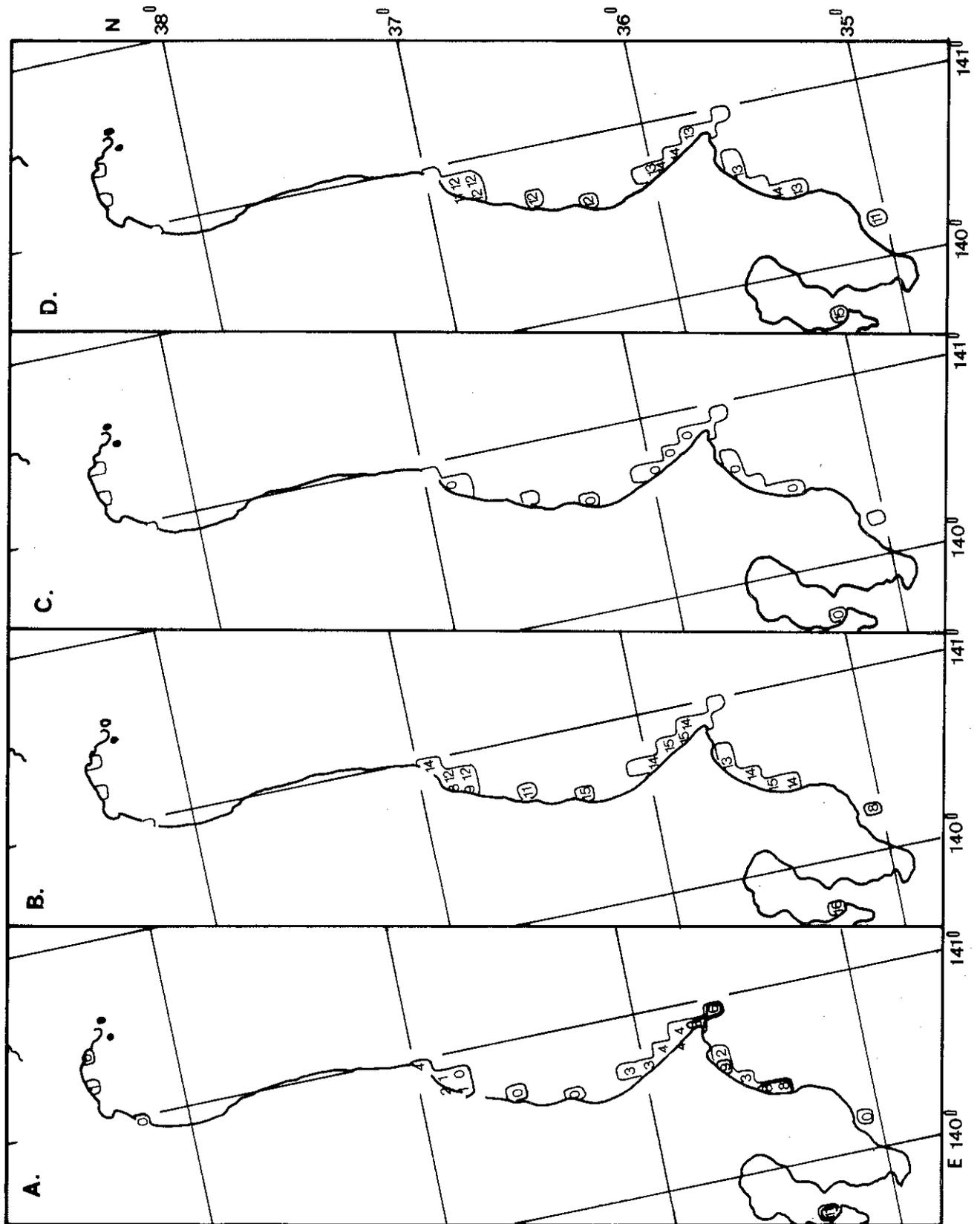


Fig. 35-4. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Maturity, (D) Nutrition, in northward migration cluster of immature Japanese sardine, 6 June through 31 October 1972.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL : cm,  
 C.  $KG = GW / (BL)^3 \times 10^4$ , D.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$



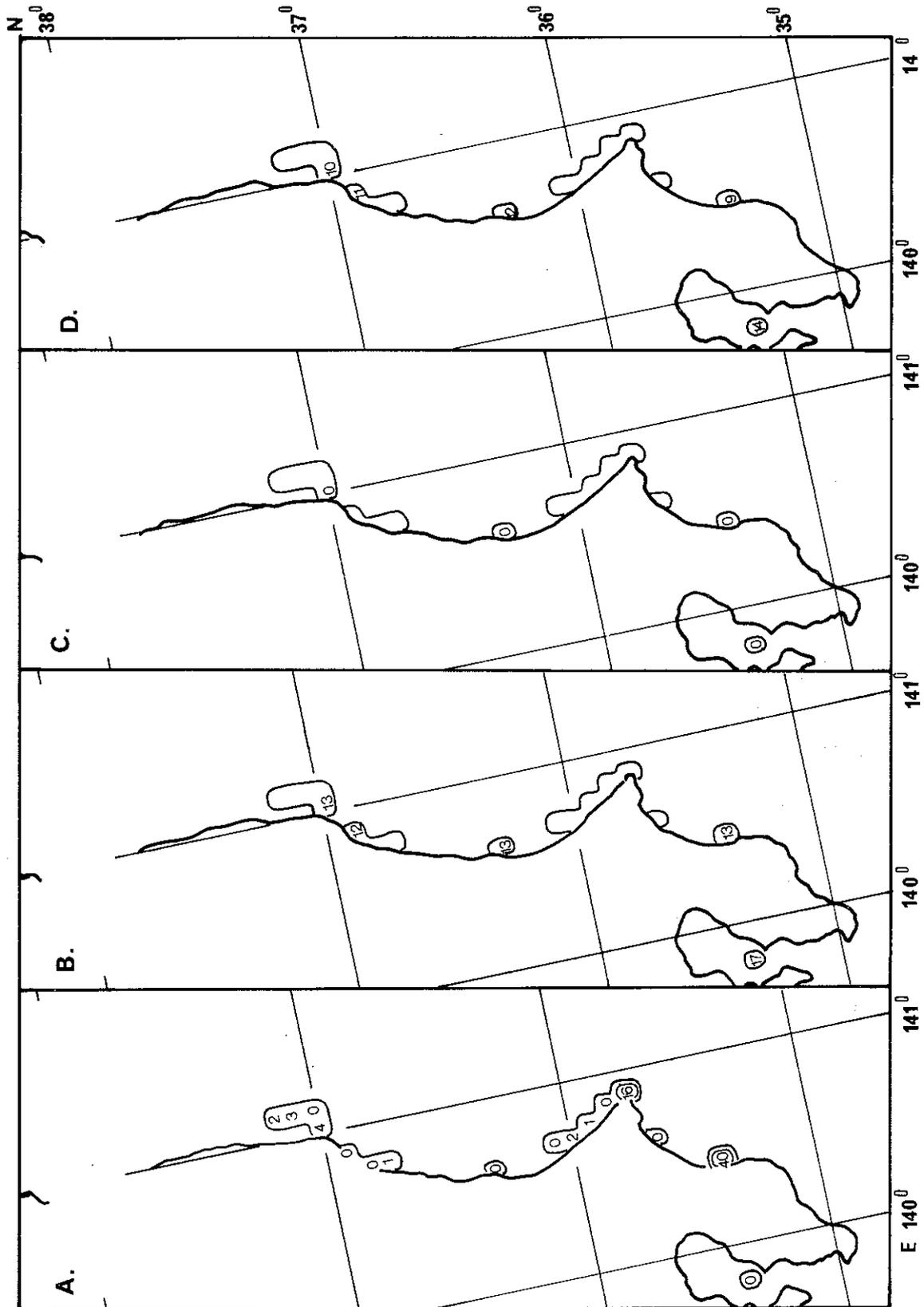


Fig. 36-2. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Maturity, (D) Nutrition, in southward migration cluster of immature Japanese sardine, 1 November through 4 December 1972.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL : cm,  
 C.  $KG = GW / (BL)^3 \times 10^4$ , D.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$

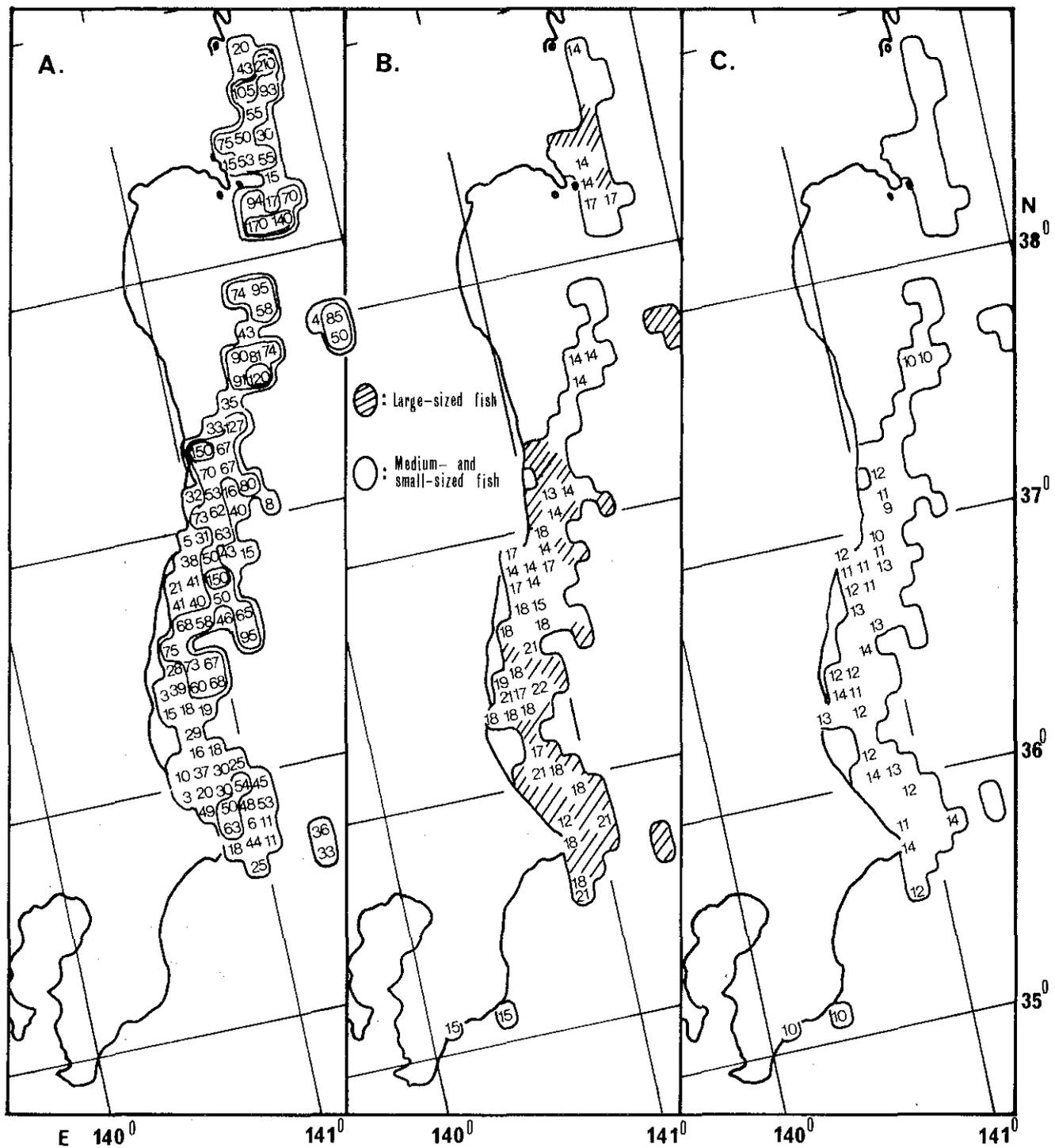


Fig. 36-3. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Nutrition, in southward migration cluster of immature Japanese sardine, 22 November 1975 through 25 January 1976.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL: cm,

C.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$

する形態を示している。体長は13~15cmで南下群よりも1~2cm大きくなり、ここでも南下群と同様に南側の犬吠埼周辺~九十九里海域に成長の良い群が分布し、北側の常磐南部海域に成長の悪い群が分布している。肥満度は南下群よりもさらに低下し、9~11になり、南北には傾向的な差は認められない。胃内容重量比は常磐南部海域のものではごく沿岸域のもので2~4、沖合側のもので6~9であり、房総海域のものでは犬吠埼沖周辺海域のもので1~9、九十九里~外房海域のごく沿岸域のもので7~9になっている。性比は雌の占める割合が30~70%に変動しているが、傾向的な特徴は認められない(Fig. 37-2)。

1975年級群は1976年1月26日~5月8日に前例と同様に、常磐南部~九十九里海域に広く集合していた。来遊量水準は1投網あたり7~130トンで、鹿島灘に集合の中心域があり(1投網あたり50~110トンの漁場が広い海域に分布している)、分布密度は北高南低の傾斜を示し、前掲の1972年級群と同様な傾向にある。体長は13~16cmで、常磐南部海域に分布するものでは13~15cmの成長の悪い群が、一方、鹿島灘~九十九里海域に分布するものでは14~16cmの成長の良い群が、それぞれ主体となっている。肥満度は9~11で、南下群(Fig. 36-3)よりもさらに低下しているが、南北による傾向的な差は認められない(Fig. 37-3)。

したがって、越冬群は南下群よりも移動傾向を弱め、常磐南部~九十九里海域に広く、長期間停滞して現われ、分布密度も著しく高い。体長の南北による傾向的な偏差からみて、南側の房総海域に集合した成長の良い群は、北側に分布している群よりも、次の越冬後の索餌北上群へ移行する過渡的な状態を示しつつあると考えられる。

### 6-2-3. 成魚

#### a. 索餌北上群・越冬群

索餌北上群には越冬後、成魚としての質を備えたもの(I年魚)と、産卵後のもの(主としてII年魚以上)とからなり、越冬群と同じ房総~常磐南部海域に広く分布している。前者は1961年、1973年および1975年漁期などに(Fig. 38-1, 2)、後者は1974年漁期に出現していた(Fig. 38-3)。

1961年漁期の索餌北上群は、1960年級群主体に1961年5月14日~7月20日に犬吠埼周辺~九十九里海域、塩屋埼沖周辺および石巻沖に集合していた。来遊量水準は南側の房総海域で1投網あたり0~29トン、北側の常磐沖~仙台湾で3~21トンで、前群(未成魚・越冬群)よりも分布密度は高くなっている。体長は17~

21cmで、主に17~18cmのI年魚が主群となっている。肥満度は高い(12~14)、成熟係数は犬吠埼沖の中熟(KG3)の1群を除き、低い(Fig. 38-1)。

1973年漁期のそれは、1972年級群主体に1973年4月20日~9月1日に常磐~九十九里海域に広く集合していた。来遊量水準は1投網あたり2~109トンで、鹿島灘~犬吠埼沖では1投網あたり20~50トンの漁場が広い海域に広がり、九十九里海域では5~20トン、常磐海域では2~30トンであった。その分布様式は前群(未成魚・越冬群)と異なり、中央部の鹿島灘~犬吠埼沖周辺海域を主漁場とし、南北に分布のやや低い漁場が形成されている。主群の体長は16~18cmの中羽後期群、(ニタリイワシ)であり、分布の南北のごく沿岸域には体長9~12cmの小羽イワシ(未成魚・北上群)が分布している。犬吠埼周辺の沖合域には体長19cm台の大羽イワシが分布し、全般に沿岸域よりも沖合域に大型魚が分布している。肥満度は体長17~19cmの大きい群が分布するところでは高く(肥満度12~14)、体長9~16cmの小さい群が分布するところでは低い(肥満度10~12)。成熟係数はいずれも低い。胃内容重量比はいずれも1~4で前群よりも低い。性比は前群と同様に雌の占める割合が30~70%であり、特徴は認められない。鹿島灘南部~九十九里海域に分布した群は肥満度の高いものから沖合域を北上するため、肥満度は北低南高の傾向を示している(Fig. 38-2)。

1974年漁期の索餌北上群は、1972年級群(産卵後のII年魚)主体に1974年5月11日~8月20日に九十九里~常磐南部海域の前年よりもやや沖合域に集合していた。来遊量水準は九十九里~犬吠埼周辺海域では1投網あたり8~40トン、鹿島灘海域では5~70トン、および常磐南部海域でわずかに出現していた。主群の体長は19~20cm台の大羽イワシであり、明らかにII年魚と考えられる(Figs. 18, 20参照)。この外に、東京湾口~九十九里海域のごく沿岸域に体長6~13cmの小・中羽、ヒラゴが分布している。肥満度はいずれも高い(12~15)。成熟係数は九十九里~犬吠埼周辺沖に産卵末期の群(KG1~2)が一部存在するが、おおむね低い。胃内容重量比は1~5で前群(産卵群)よりも低く、前年と同様な傾向を示している。性比は雌の占める割合が20~60%で、前年と同様に傾向的な特徴は認められない(Fig. 38-3)。

1975年漁期の索餌北上群は、1974年級群主体に1975年5月9日~8月24日に九十九里~鹿島灘海域の沿岸域から沖合域に広く集合していた。来遊量水準は1投網あたり3~80トンで、全域にわたり40トン以上の中

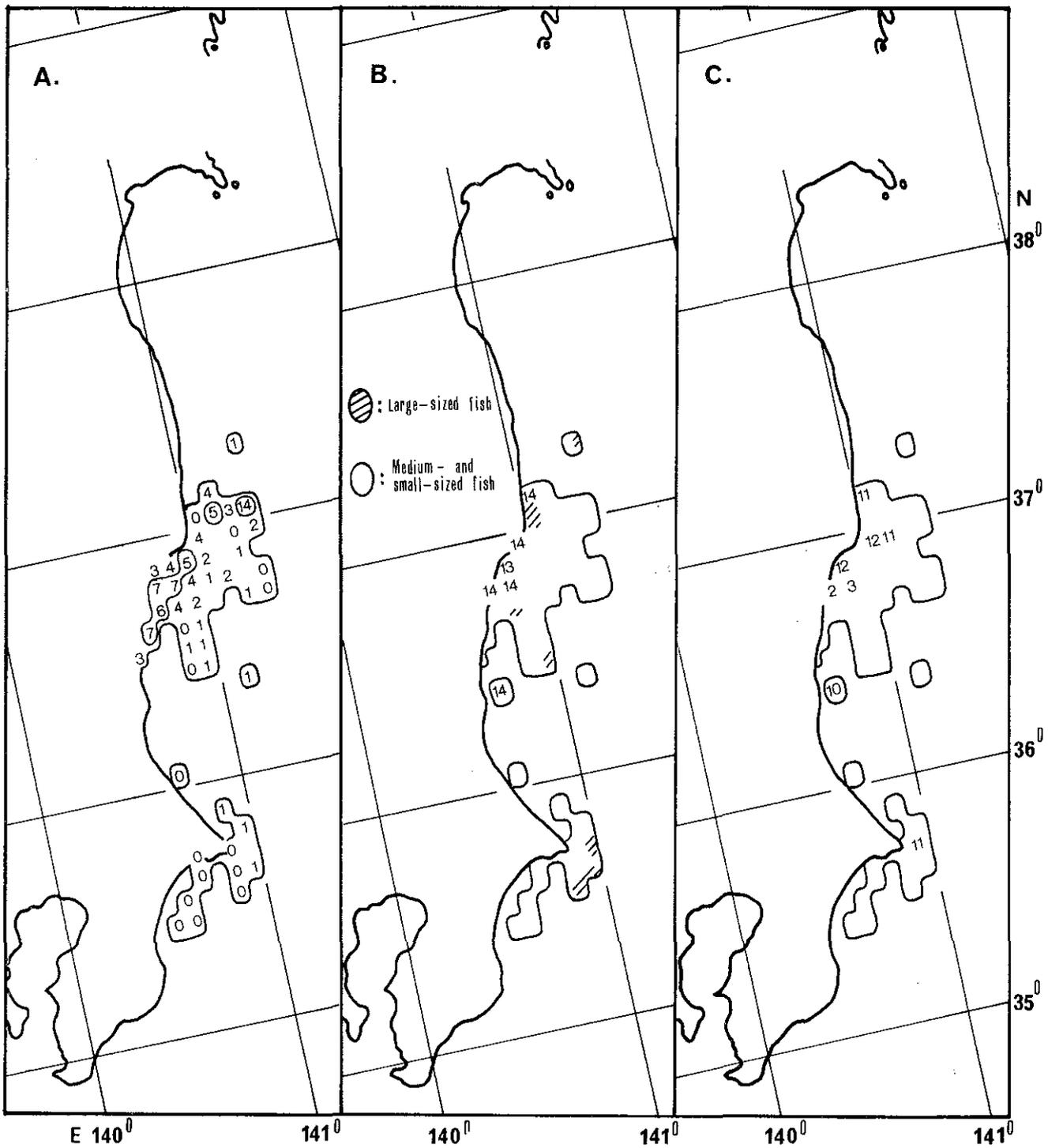


Fig. 37-1. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Nutrition, in wintering cluster of immature Japanese sardine, 15 December 1960 through 4 March 1961.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL: cm.  
 C.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$

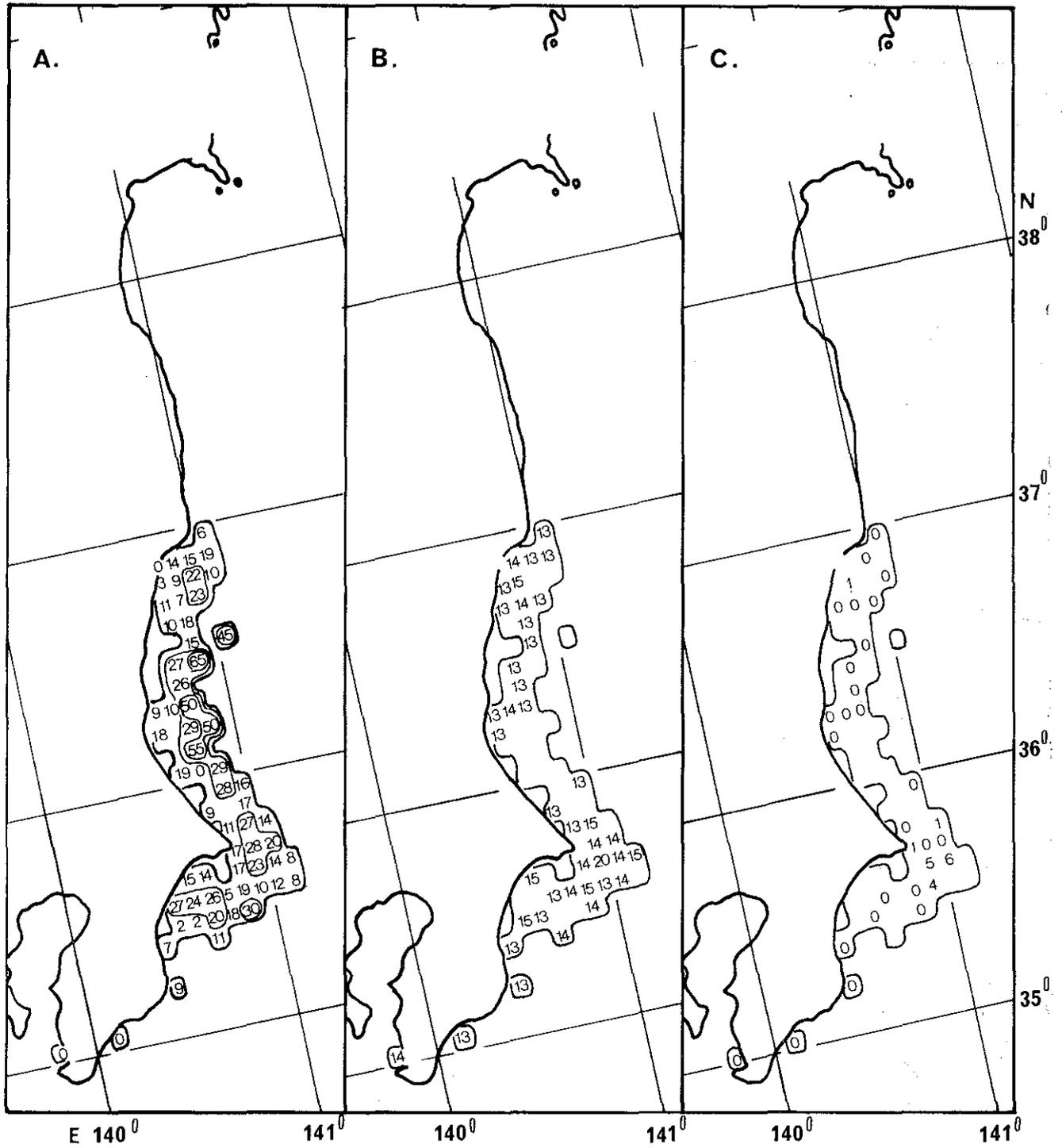


Fig. 37-2. Horizontal distribution of some biological characteristics, (A) Population density, (B) Body length, (C) Maturity, (D) Nutrition, (E) Feeding rate, (F) Sex ratio, in wintering cluster of immature Japanese sardine, 5 December 1972 through 19 April 1973.

A. Catch (ton) per haul per boat-day's work, B. BL: cm,  
C.  $KG = GW / (BL)^3 \times 10^4$

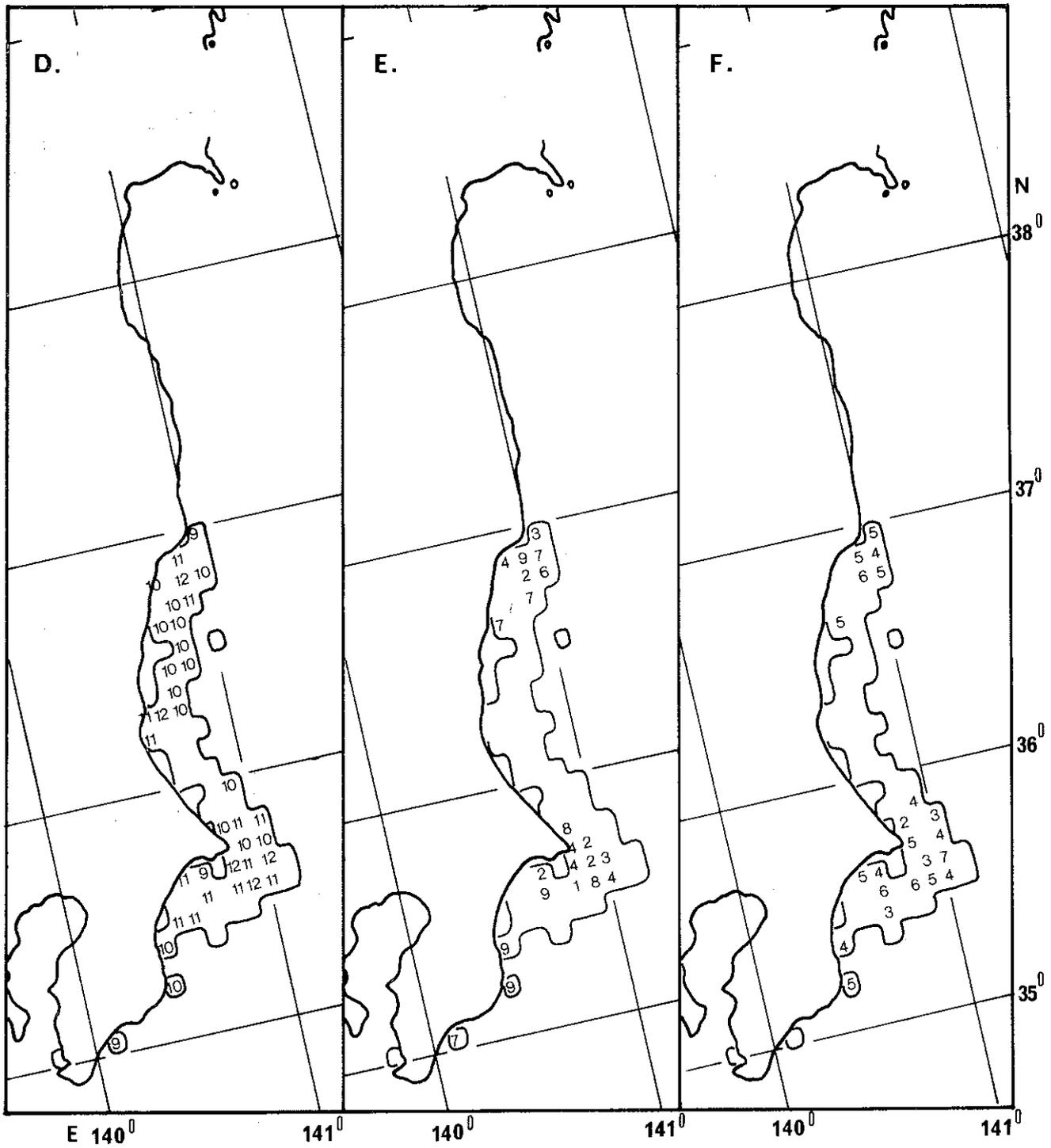


Fig. 37-2. Continued.

D.  $CF = BW / (BL)^3 \times 10^3$ ,    E.  $SCW / BW \times 10^3$

F.  $\frac{\text{♀}}{\text{♀} + \text{♂}} \times 10$