



Title	北太平洋東経155度線における夏季と秋季の海洋構造と表層性魚類・イカ類の分布
Author(s)	高木, 省吾; TAKAGI, Shogo; 桜井, 泰憲 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 48(1-2), 13-28
Issue Date	1997-08
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24159
Type	departmental bulletin paper
File Information	48(1_2)_P13-28.pdf



北太平洋東経 155 度線における夏季と秋季の
海洋構造と表層性魚類・イカ類の分布

高木 省吾¹⁾・桜井 泰憲²⁾・亀井 佳彦¹⁾
明井 崇子³⁾・坂岡桂一郎⁴⁾・志賀 直信⁵⁾

**Oceanographic Conditions and Distribution of Pelagic Nekton
in the Northwestern North Pacific Ocean
during the Summer and Fall in 1995 and 1996**

Shogo TAKAGI¹⁾, Yasunori SAKURAI²⁾, Yoshihiko KAMEI¹⁾,
Takako MIYORI³⁾, Keiichiro SAKAOKA⁴⁾ and Naonobu SHIGA⁵⁾

Abstract

Oceanographic conditions and distribution of pelagic nekton during the summer and fall in 1995 and 1996 in the northwestern North Pacific Ocean were examined. The gillnet survey and hydrographic observations were conducted along 155°E longitude from 32° to 44° N latitude. The Kuroshio Front located at the northern boundary of the Kuroshio Extension current was found near 38°N in the summer and fall. In the summer, warm water from the Kuroshio was found in the Subarctic Domain. The warm water was associated with an increase in chlorophyll-a and zooplankton. In the fall, Intermediate Cold Water occurred in the Subarctic Domain, and concentrations of nutrients and chlorophyll-a were high in fine structure. The distribution of pelagic nekton differed in the summer and fall. In the summer, the dominant species north side of the front were pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* and chum salmon *O. keta*. The dominant species around the front was flying squid *Ommastrephes bartramii*. In the fall, the dominant species in subtropical water were flying squid and dolphin *Coryphaena hippurus*. The distribution of flying squid was controlled by the Kuroshio Front. In the summer, the front corresponded to the boundary between LL-size group (north side) and the small-size group (south side). In the fall, the front corresponded to the boundary between immature (north side) and mature (south side) squid.

Key Words: North Pacific, Kuroshio Front, Distribution, Chlorophyll-a, Zooplankton, Pelagic nekton, *Oncorhynchus gorbuscha*, *Ommastrephes bartramii*

-
- ¹⁾ 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)
²⁾ 北海道大学水産学部資源生態学講座
(Laboratory of Marine Ecology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)
³⁾ 北海道大学水産学部物理海洋学講座
(Laboratory of Physical Oceanography, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)
⁴⁾ 北海道大学水産学部練習船北星丸
(Training Ship "Hokusei Maru", Faculty of Fisheries, Hokkaido University)
⁵⁾ 北海道大学水産学部生物海洋学講座
(Laboratory of Biological Oceanography, Faculty of Fisheries, Hokkaido University)

結 言

北太平洋亜寒帯域は、世界の海洋の中でも有数な生物生産力の高い海域として知られている。近年、この海域の重要性が再認識されるとともに、気候変化に伴う海洋生態系の長期変動の解明が重要課題となっている (杉本, 1992)。北海道大学水産学部においても、練習船おしよ丸と北星丸が、北太平洋亜寒帯域で 1970 年代後半に開始したモニタリング調査を現在まで継続している。これらの調査結果は、海洋調査漁業試験要報として毎年刊行され、国内外の研究者に広く利用されている (例えば, Ignell et al., 1995; Pearcy et al., 1996; Yatsu and Watanabe, 1996)。しかしながら、北太平洋亜寒帯域におけるこれまでの調査は夏季に集中して行われてきたため、秋季の表層性魚類の生態学的調査は極めて少なく (例えば, 三島, 1981), 1990 年代ではほとんど行われていない。

そこで、本報告では東経 155 度線における 1995 年 11 月のおしよ丸による調査結果と、同海域で北星丸が 1995 年および 1996 年 6 月に実施した調査の結果を用いて、北太平洋北西部における夏季と秋季の海洋構造および表層性魚類・イカ類の分布について比較検討した。

材料および方法

解析には、1995 年 11 月 1 日から 20 日までの期間、北海道大学水産学部附属練習船おしよ丸 (1383 ton) が行った調査航海から得られた資料と、1995 年と 1996 年の 6 月上旬 (4 日から

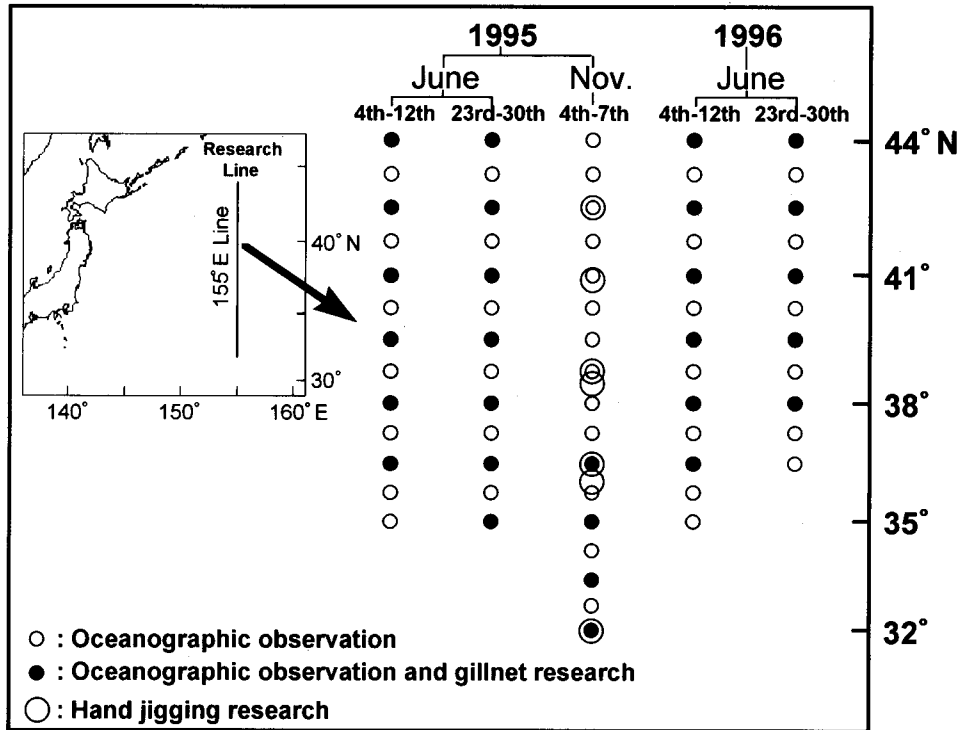


Fig. 1. Stations map of the oceanographic observations, drift gillnets and squid hand-jigging.

12 日) および下旬 (23 日から 30 日) に同附属練習船北星丸 (893 ton) が実施した練習航海から得られた資料を用いた。

調査は、155°E 線に沿って 32°N から 44°N の範囲で、海洋観測、クロロフィル a および栄養塩の濃度測定、動物プランクトン採集、流網、アカイカの手釣りを行った (Fig. 1)。

海洋観測は、原則として調査線上を緯度 45 分毎に実施した。水温と塩分は、CTD (Neil Brown 社製) を用いて表面から水深 1,000 m まで観測した。さらに、CTD ロゼットサンプラーに取り付けたニスキンボトル (容量 1.7 L) により、10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200 m の各層採水を行い、表面海水はバケツにより舷側から採水し、クロロフィル a と栄養塩の濃度測定用の試水を得た。クロロフィル a 測定用試水 200-250 ml は、直ちに船上で Whatman GF/F フィルターを用いて約 0.2 気圧で吸引濾過した。濾過後、フィルターを DMF (N, N-Dimethylformamide) 10 ml 中に冷凍保存して研究室に持ち帰り、暗室内にて蛍光光度計 (Turner Designs 社製) を用いて、蛍光法 (Persons et al., 1984) によりクロロフィル a 濃度を測定した。蛍光光度計のキャリブレーションは、古谷 (私信) のシートルースデータベース構築のためのクロロフィル測定法の標準化に従った。また、栄養塩測定用試水 100 ml は、船上で直ちに -20°C で冷凍保存して持ち帰り、

Table 1. Arrangement of drift gillnet mesh sizes and the number of tans of each mesh size.

Mesh size (mm)	1995			1996	
	June		Nov.	June	
	Early	Late		Early	Late
19	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1
48	3	3	3	3	3
55	3	3	3	3	3
63	3	3	3	3	3
72	3	3	3	3	3
82	3	3	3	3	3
93	3	3	3	3	3
106	3	3	3	3	3
121	3	3	3	3	3
138	3	3	3	3	3
157	3	3	3	3	3
112	6	6	0	6	6
115	0	0	6	0	0
118	6	6	0	6	6
121	0	0	6	0	0
Total	49	49	49	49	49

オートアナライザー (テクニコン社製) で分析, 定量した。

流網調査は, 目合 19-157 mm の非選択的な調査網 (Takagi, 1975; 島崎ら, 1984) を含む合計 49 反の刺網を用いて行った (Table 1)。流網は 155°E 線上の緯度 1 度 30 分毎に調査点を設定し, 原則として日没時に投網し, 日出時に揚網した。1995 年 11 月にはアカイカ手釣り調査も適宜行った。流網およびアカイカ手釣り調査で採集した標本は, 船上でただちに目合別に種と個体数を記録し, 体長 (イカ類では外套背長), 体重, 性比, 成熟度, 生殖腺重量の測定を行った。

動物プランクトンは, 目合 0.33 mm, 口径 45 cm, 側長 180 cm の Norpac ネット (元田, 1957) を用いて, 水深 150 m から海面までの鉛直曳き (捲き上げ速度 $1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) によって採集し, 得られた標本は 10% 中性ホルマリン海水で固定した。ネット口部には濾水計 (離合社製) を取り付

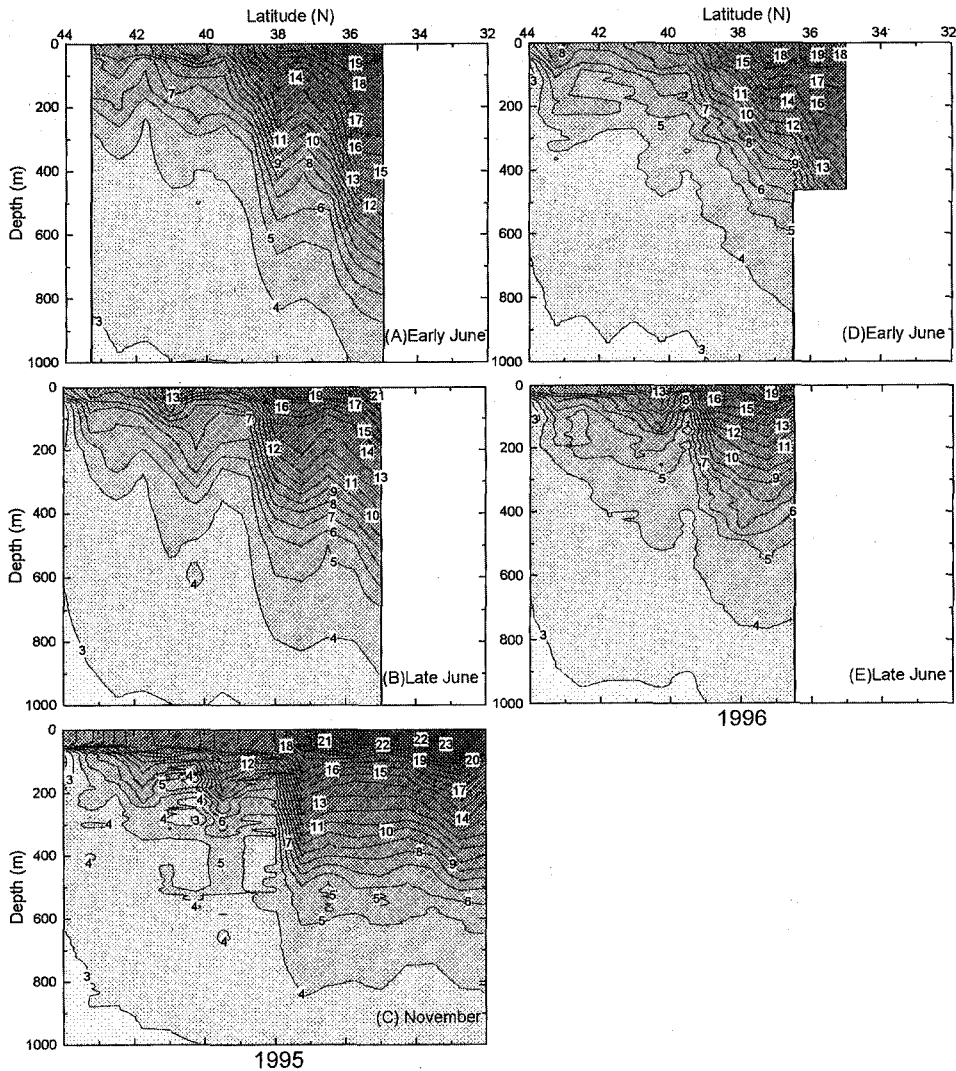


Fig. 2. Vertical profiles of temperature (°C) along 155°E longitude from 32°N to 44°N latitude from each survey.

け、その回転数より濾過水量を求めた。本報告では、各調査点における動物プランクトン現存量を湿重量 ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) で示した。

結 果

海洋構造

夏季の当海域の水温分布は、1995 年 6 月は 38°N から 39°N にかけて、表層から水深 400 m 付近に Kuroshio Extension の北縁に位置する Kuroshio Front (Kawai, 1972; Roden et al., 1982) が

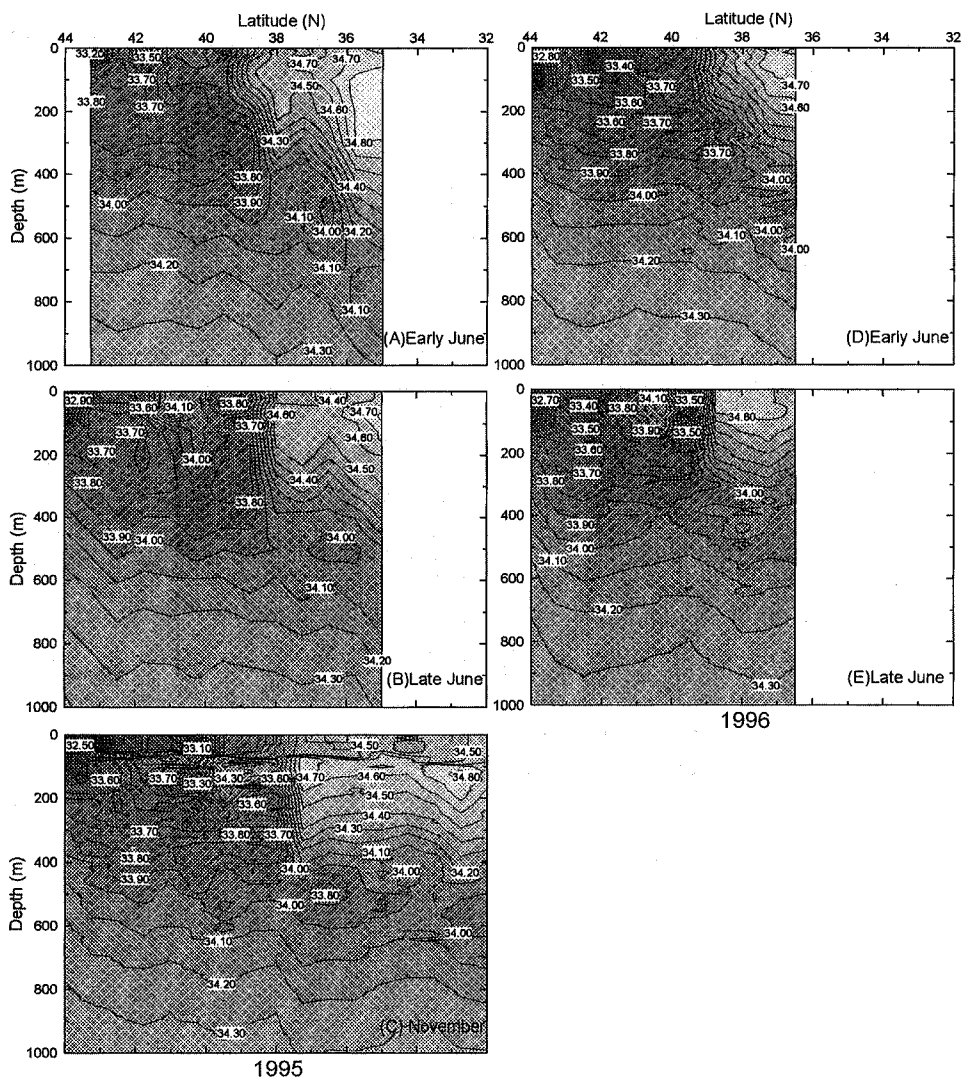


Fig. 3. Vertical profiles of salinity (psu) along the 155°E longitude from 32°N to 44°N latitude from each survey.

形成されていた (Fig. 2-A, B)。また、6月下旬の 41°N 付近には 13°C 以上の高温域が存在した (Fig. 2-B)。1996 年 6 月の Kuroshio Front は、下旬に 39°N 付近の水深 300 m から表層にかけて確認された (Fig. 2-E)。1995 年と同様、6 月下旬の 40°N 付近に 13°C 以上の高温域が認められた。1995 年 11 月の調査から、37°N から 38°N の水深 80-400 m に Kuroshio Front が確認された (Fig. 2-C)。Kuroshio Front の南側では、水深 80 m 以深で等温線がほぼ水平に形成されていたが、その北側では、40°20'N の水深 300 m に 6 月には存在しなかった 3°C の中冷水 (Kitani, 1973) が観測され、中冷水の上部に水温逆転を伴う微細構造 (Nagata, 1970) がみられた。

塩分分布についてみると、1995 年および 1996 年 6 月下旬の 40°N から 41°N に 34.10 psu の高

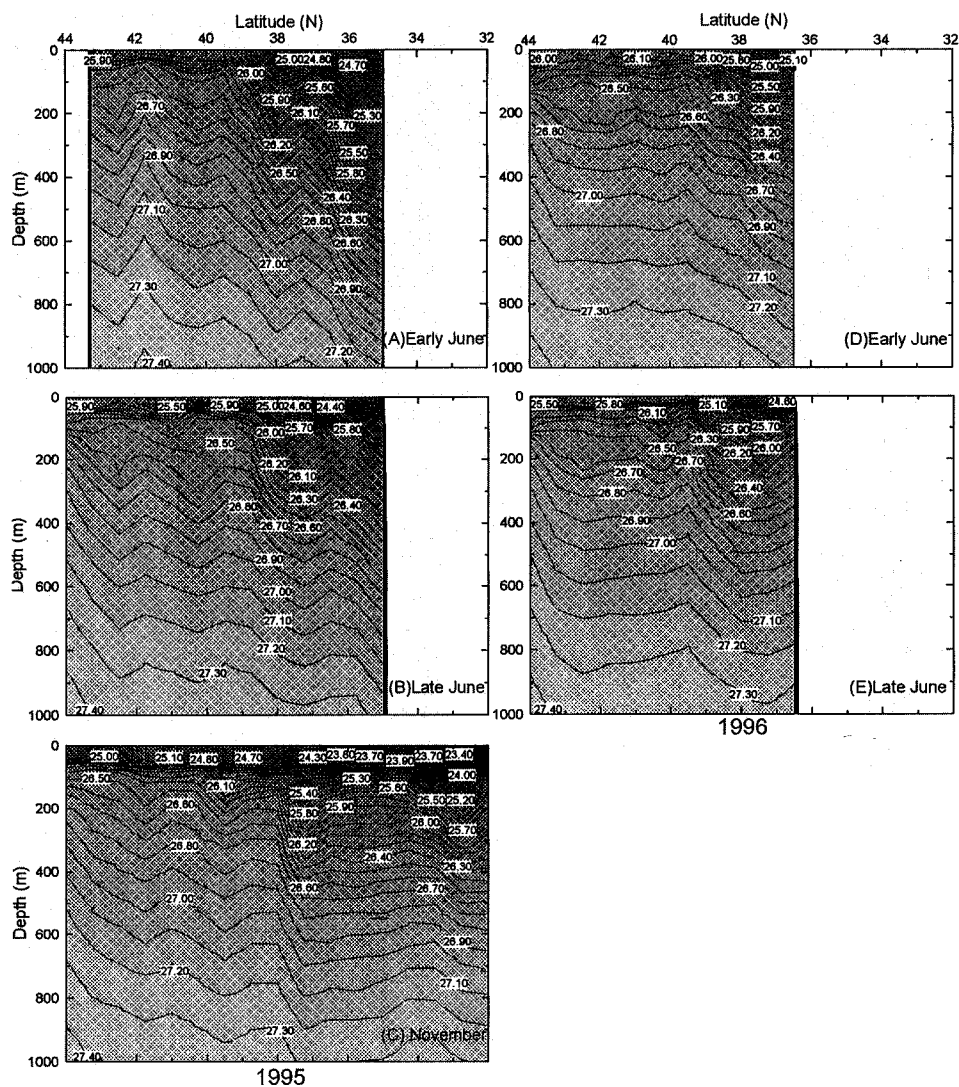


Fig. 4. Vertical profiles of sigma-T along 155°E longitude from 32°N to 44°N latitude from each survey.

塩分域が認められた (Fig. 3-B, E)。11月の Kuroshio Front 以北における 80 m 以浅の表層は、33.00 psu の低塩分水に覆われていた。また、40°N の水深 250-300 m には 33.50 psu の水塊が存在し、水温分布と同様にこの付近に微細構造が観測された。

次に、夏季と秋季の Sigma-T の鉛直断面図を描いた (Fig. 4)。密度躍層は 6 月に水深 30-50 m に分布していたが、11 月には水深 80 m 層にみられ、6 月に比べて深くなっていた。

クロロフィル a 濃度および動物プランクトン

1996 年 6 月の 155°E 線上のクロロフィル a 濃度と動物プランクトン (カイアシ類が主体であった) の現存量を示した (Fig. 5)。6 月上旬では、クロロフィル a の高濃度域が 37°N 以南と 44°N 付近に認められ (Fig. 5-A), 44°N では動物プランクトンも $600 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上の現存量を示した (Fig. 5-B)。しかし、36°30'N における動物プランクトンの現存量は低く、北方ほど高くなる傾向を示した。6 月下旬には 13°C 以上の高温域の存在する 41°N 付近の水深 20 m にクロロフィル a 濃度の極大層が確認されたが、上旬に高濃度域であった 44°N と 37°N 以南のクロロフィル a 濃度は低下していた (Fig. 5-C)。一方、動物プランクトンは、上旬にクロロフィル a 濃度が高かった 36°30'N での現存量が急激に増加し、44°N 付近では減少した (Fig. 5-D)。

11 月の同海域の調査では、栄養塩 (NO_3) 濃度を測定しており、これとクロロフィル a 濃度および動物プランクトン現存量を比較した (Fig. 6)。水深 75 m 以浅の NO_3 濃度は、Kuroshio Front

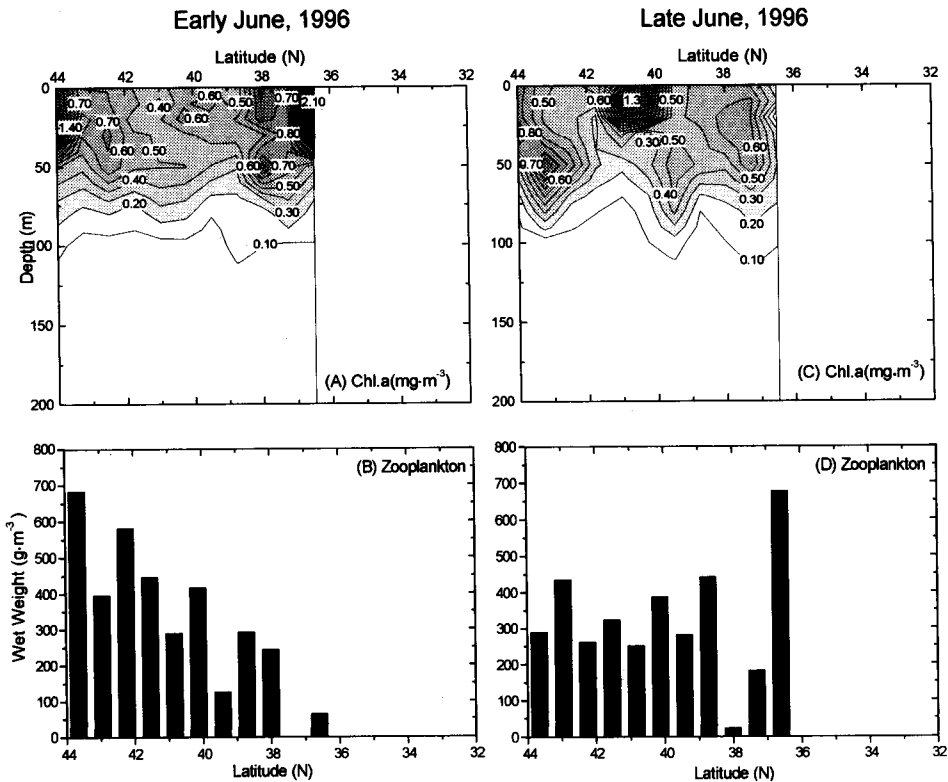


Fig. 5. Vertical profiles of chlorophyll a concentrations ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) and wet weight of zooplankton ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) in early (A, B) and late June (C, D), 1996.

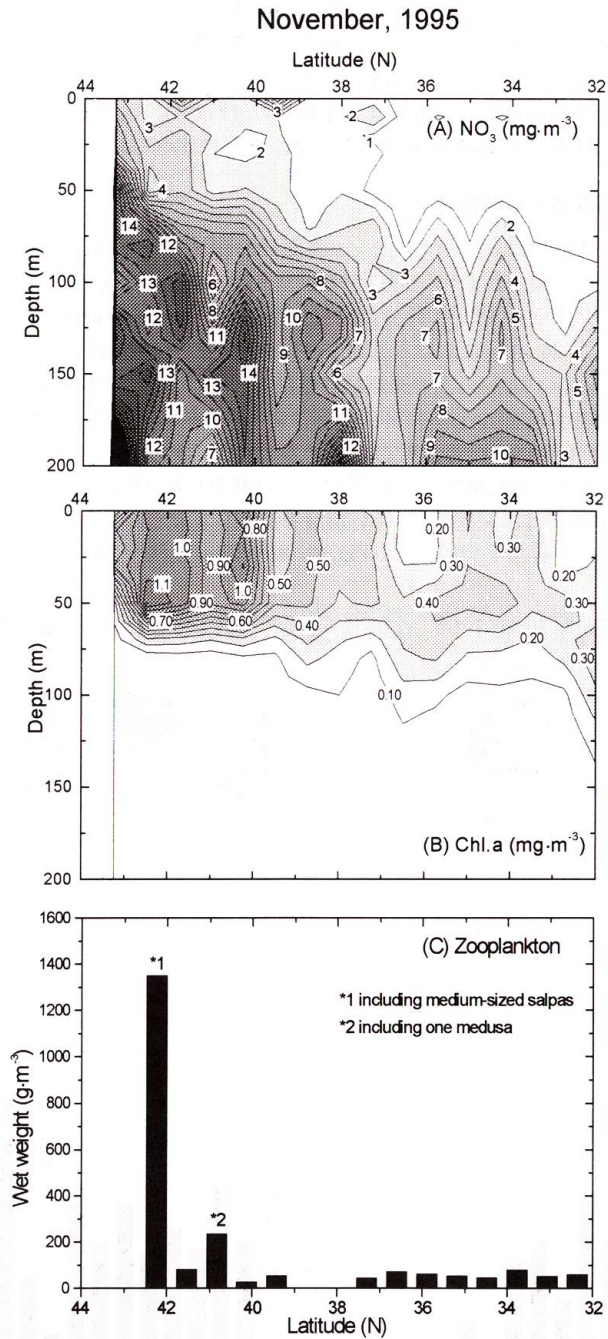


Fig. 6. Vertical profiles of NO_3 ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) (A), chlorophyll a concentration ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) (B) and wet weight of zooplankton ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) (C) along 155°E in November, 1995.

Table 2. The number of species caught by drift gillnets in each research period.

Common name	Scientific name	1995			1996	
		June		Nov.	June	
		Early	Late		Early	Late
Salmonid fishes						
Sockeye salmon	<i>Oncorhynchus nerka</i>	0	0	0	1	0
Chum salmon	<i>O. keta</i>	117	141	0	201	70
Pink salmon	<i>O. gorbuscha</i>	1,009	1,242	0	679	688
Coho salmon	<i>O. kisutch</i>	1	2	0	1	36
Chinook salmon	<i>O. tshawytscha</i>	0	1	0	1	0
Nonsalmonid fishes						
Blue shark	<i>Prionace glauca</i>	12	18	0	6	10
Salmon shark	<i>Lamna ditropis</i>	0	1	0	1	0
Blue pointer	<i>Isurus oxyrinchus</i>	3	1	0	0	0
Spiny dogfish	<i>Squalus acanthias</i>	0	3	0	1	3
Cigar shark	<i>Isistius brasiliensis</i>	0	3	0	0	0
Japanese anchovy	<i>Engraulis japonicus</i>	1,574	0	0	1	0
Paperbone fishes	Notosudidae	8	0	0	3	1
Lantern fishes	Myctophidae	18	94	1	98	13
Longnose lancetfish	<i>Alepisaurus ferox</i>	0	1	0	0	1
Daggertooth	<i>Anotopterus pharao</i>	0	1	0	0	0
Pacific saury	<i>Cololabis saira</i>	276	19	0	0	9
Flying fishes	Exocoetidae	17	20	22	0	0
Pilotfish	<i>Naucrates ductor</i>	5	5	7	0	2
Yellowtail	<i>Seriola lalandi</i>	3	0	0	1	0
Allied Kingfish	<i>Seriola dumerili</i>	0	0	4	0	0
White-tongued crevalle	<i>Uraspis helvola</i>	0	0	4	0	0
Dolphin	<i>Coryphaena hippurus</i>	4	11	103	0	0
Pacific pomfret	<i>Brama japonica</i>	26	51	3	3	19
Black grunt	<i>Lobotes surinamensis</i>	0	0	1	0	0
Ashen drummer	<i>Kyphosus cinerascens</i>	0	0	8	0	0
Japanese mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	0	1	0	0	0
Wahoo	<i>Acanthocybium salandri</i>	0	0	1	0	0
Skipjack tuna	<i>Katuwonus pelamis</i>	124	34	1	0	0
Albacore	<i>Thunnus alalunga</i>	0	4	0	0	0
Snake mackerels	Gemphylidae	1	0	6	0	0
Smalleye squaretail	<i>Tetragonurus cuvieri</i>	1	20	0	1	19
Medusafishes	Centrolophidae	0	0	0	0	0
Japanese butterfish	<i>Hyperoglyphe japonica</i>	0	11	0	0	15
Blackrag	<i>Psenes pellucidus</i>	1	0	0	0	1
Unicorn filefish	<i>Ahuterus monoceros</i>	0	0	15	0	0
Cephalopods						
Boreal clubhook squid	<i>Onychoteuthis borealijaponica</i>	57	95	2	18	48
Robust clubhook squid	<i>Moroteuthis robustus</i>	0	0	0	1	0
Eight-armed squid	<i>Gonatopsis borealis</i>	1	14	0	23	42
Japanese common squid	<i>Tadarodes pacificus</i>	1	4	0	5	106
Flying squid	<i>Ommastrephes bertamii</i>	378	816	19	1	798
Purpleback squid	<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	0	0	4	0	0

が存在する 38°N 付近を境に大きく異なり、北側では $10 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上の高濃度域も認められたが、南側では $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 以下と非常に低いことが示された (Fig. 6-A)。クロロフィル a 濃度は、微細構造の存在する 39°30'N 以北の表面から水深 60 m 付近まで高く (Fig. 6-B)、高濃度域は 6 月に比べて広範囲でかつ深かった (Fig. 5-A)。動物プランクトンの現存量は 6 月よりも少なく、Kuroshio Front (38°N) 以南の調査点では全点 $100 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 以下であった (Fig. 6-C)。しかし、Front 北側の 42°15'N ではサルバ類が多く出現し、 $1,300 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}$ 以上の現存量を示した。

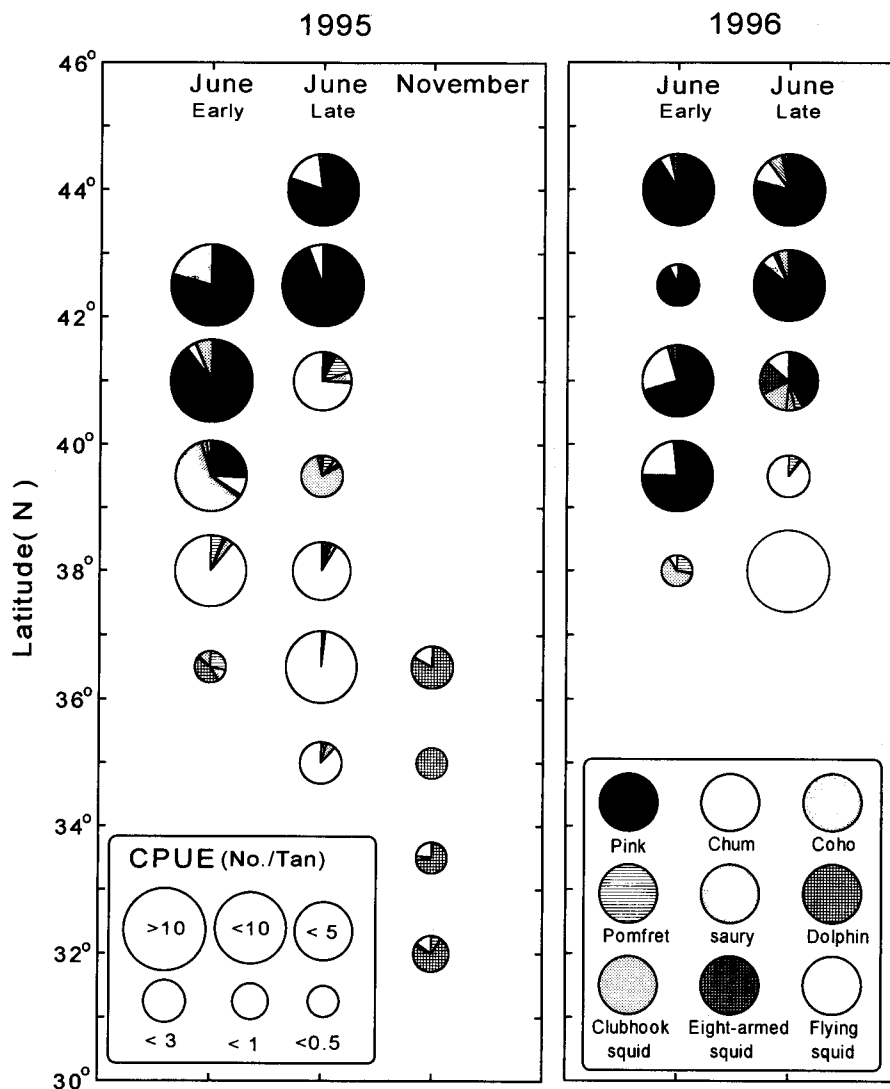


Fig. 7. Temporal and latitudinal variability of CPUE and species composition caught with non-selective drift gillnets in 1995 and 1996.

表層性魚類・イカ類

夏季と秋季の流網調査によって採集された表層性魚類およびイカ類は 41 種であった (Table 2)。このうち、採集個体数の多い上位 9 種について、調査網 1 反当たりの個体数 (CPUE) と魚種の割合を比較した (Fig. 7)。当海域における夏季の優占種は、Kuroshio Front 付近とその南方海域ではアカイカ *Ommastrephes bartramii* であり、Kuroshio Front の北方海域ではカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha* とシロザケ *O. keta* であった。1995 年 6 月の月上旬には、表面水温 11.3°C 以下の 40°N 以北でカラフトマスが採集されたが、下旬には 41°N 付近が 13°C 以上の高温域となり、カラフトマスの高密度域は表面水温 11.2°C 以下の 42°N 以北に移っていた。1996 年も 1995 年同様、6 月下旬にカラフトマスの高密度域が北偏していた。アカイカは 1995 年 6 月上旬には Kuroshio Front 付近の 38°N でのみ採集されたが、下旬の調査では表層が 13°C 以上の高温域と

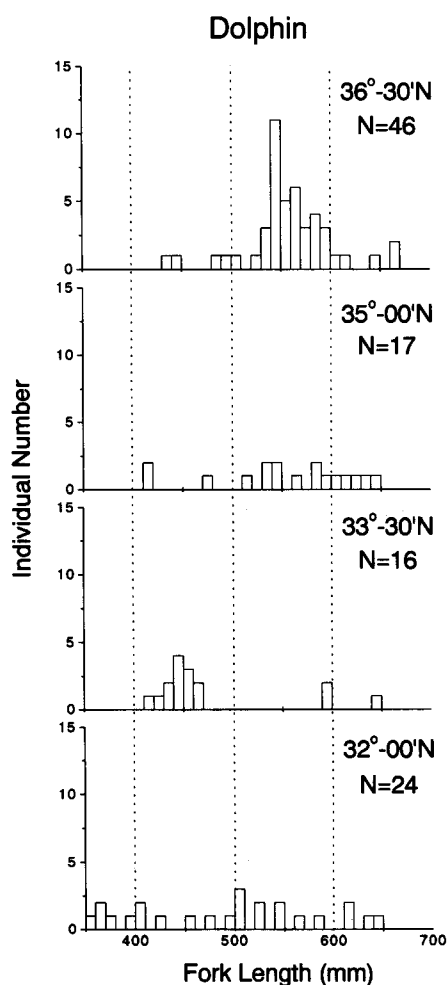


Fig. 8. Size frequencies (%) of dolphin caught with drift gillnets in each latitude along 155° E longitude in November, 1995.

なった 41°N でも採集された。

1995 年 11 月の流網調査点は、全点が Kuroshio Front (38°N) の南側に位置し、表面水温が 21°C 以上の亜熱帯域であった。この海域の優占種はシイラ *Coryphaena hippurus* であったが、CPUE は全点で 3 個体・tan⁻¹ 以下と 6 月に比べて低かった。また、シイラの体長組成は Fig. 8 に示すように、32°00'N では 400 mm 以下の小型個体もみられ、350-650 mm と幅広い体長分布が示された。33°30'N では 450 mm 付近にモードがみられたが、36°30'N では 550 mm にモードは移

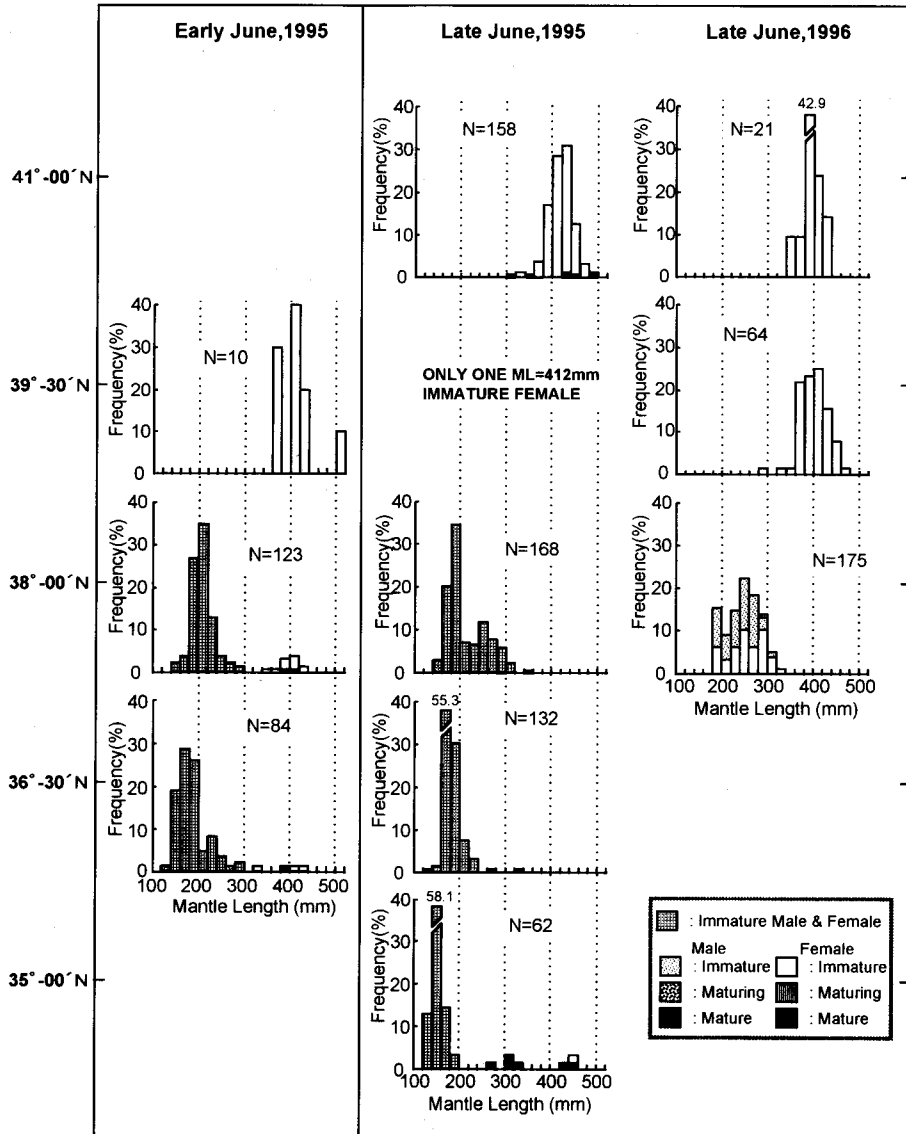


Fig. 9. Latitudinal changes of mantle length frequency, sex and maturity of flying squid caught with each drift gillnet along 155°E longitude in early and late June, 1995 and 1996.

動していた。

1995 年および 1996 年 6 月に流網および手釣り調査で採集されたアカイカは、Fig. 9 に示されるように、両年とも Kuroshio Front (38°N) 北側で、外套背長モード 40 cm 前後で示される LL 群 (村田ら, 1985) の雌の未成熟個体が卓越していた。しかし、Front の南方海域では外套背長

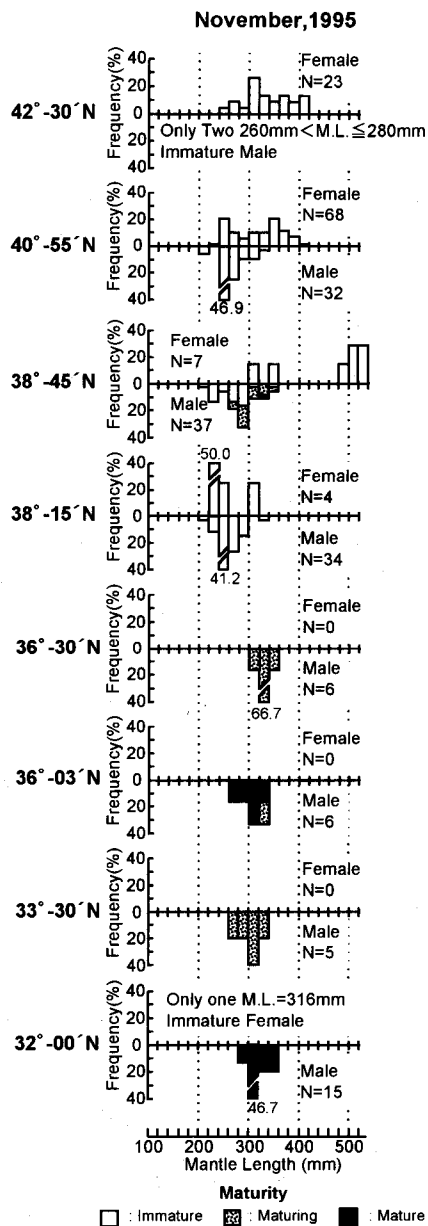


Fig. 10. Latitudinal changes of mantle length frequency, sex and maturity of flying squid caught by drift gillnet or hand-jigging along 155°E longitude in November, 1995.

モード 16-22 cm で示される小型群 (Murata and Hayase, 1993) の未成熟個体が卓越していた。この小型群は、北方ほど外套背長が大型化する傾向が示された。また、少数ではあるが、雌雄の成熟個体が 36°30'N 以南の海域に出現していた (例えば、1995 年 6 月下旬の 35°N)。1995 年 11 月には、42°30'N でもアカイカが採集されており、夏季とは異なり亜寒帯水域にも多く分布していた (Fig. 10)。Kuroshio Front の北側には、外套背長 20-54 cm の雌雄が混在した個体群が来遊しており、雄の一部に成熟個体が見られたが、多くは未成熟個体であった。また、Front よりも南方で採集されたアカイカは、全て成熟もしくは成熟途上の雄であった。

考 察

本調査結果から、東経 155 度線には夏季、秋季ともに 38°N 付近に顕著な Kuroshio Front が形成されることが示された。また、冬季から春季にかけても 38°N 付近に Front の存在が報告されていることから (Nakamura, 1996)、Kuroshio Front の位置の季節変動は少ないものと推察される。1995 年 6 月下旬の 41°N 付近、1996 年 6 月下旬の 40°30'N 付近に存在した高温・高塩分水は、黒潮起源の水が渦もしくは舌状に流入したことによって形成された暖水塊であると推定される。近年の研究により、黒潮起源の暖水渦中の植物色素量はその起源水に比べて高いことが指摘されている (例えば、Evans et al., 1985; Wiebe et al., 1985)。1996 年 6 月の調査においても、上旬にクロロフィル a が最も低濃度であった 41°N 付近が、下旬には高濃度域となっており、これは 40°30'N 付近へ暖水が流入した結果によるものと考えられる。

1996 年 6 月上旬の 44°N では、植物プランクトンの高密度域を動物プランクトンが有効に利用し、下旬にはこの動物プランクトンの高密度域をプランクトンフィーダーであるカラフトマスとシロザケ (Tadokoro et al., 1996) が、好索餌場として利用したものと推察される。一方、37°N 付近では、動物プランクトンバイオマスの少ない 6 月上旬にクロロフィル a が高濃度に存在したが、下旬には動物プランクトン現存量が増加し、クロロフィル a 濃度は急激に低下した。このクロロフィル a 量の低下は、短期間に動物プランクトンが急激に増加して成長したことによる摂食活動の結果とも考えられる。同一観測線で短期間 (1 ヶ月間) に二度の調査を実施したことにより興味深い結果が得られたが、この結果を解釈するには試料が不十分である。今後は、動物プランクトンの種組成の解析と魚類の胃内容物調査を行い、当海域の食物連鎖機構を明らかにする必要がある。

秋季のクロロフィル a 濃度の分布から、亜熱帯域と比較して Kuroshio Front 以北の亜寒帯域に高い基礎生産力の場合が存在することが明らかとなった。特に、42°N 付近では表面から水深 60 m までクロロフィル a が高濃度に存在しており、これは栄養塩の高濃度域と一致する。この現象は、板木・高橋 (1995) も指摘しているように、秋季において北太平洋亜寒帯域で小規模なブルームが起きていることを示している。11 月の 44°N で採集された動物プランクトンは、夏季のカイアシ類に代わって典型的なる過摂餌者であるサルパ類 (Alldredge and Madin, 1982) が主体であったことから、サルパ類がこれらの植物プランクトンの高密度域を有効に利用しているものと考えられる。

夏季のこの海域の優占種は、Kuroshio Front 付近およびその南方の亜熱帯域ではアカイカ、北側の亜寒帯域ではプランクトン食のサケ属であったように、表層性魚類およびイカ類の分布は Kuroshio Front を境に異なっていた。夏季の亜寒帯前線付近のサケ属が、表層水温の上昇に伴って北上することが指摘されている (例えば、高木・大西, 1997)。1995 年 6 月の調査では、カラフトマスの高密度分布域は、上旬から下旬にかけて 39°45'N から 42°15'N にまで北上したが、これは暖水による高温域を回避した結果であると推察される。また、アカイカについても、1995 年と

1996 年 6 月下旬に Kuroshio Front 北側の 41°N 付近にまで分布が広がっており、上旬の分布域よりも北偏していた。これは暖水の分布位置と一致しており、暖水の流入に伴って大型の雌の未成熟個体が北上してきたものと考えられる。

1995 年 11 月の流網調査点の表層は 21°C 以上の高温水で覆われており、採集された魚種はすべて亜熱帯性種であり、優占種はシイラであった。この海域のシイラに関する知見は無いが、6 月の調査でシイラがほとんど採集されていないことから、この時期のシイラは北方海域へ索餌回遊をしているものと考えられる。このことは、北方海域ほど大型個体が出現していることから推察でき、夏季におけるシマガツオの分布と類似している (菊池・辻田, 1977)。アカイカは手釣り調査で多く採集され、夏季と同様この海域に高密度に分布していることが示唆された。また、Kuroshio Front を境に、夏季においては LL 群と小型群に棲息域が分かれており、秋季には雄の成熟個体 (もしくは成熟途中) と雌の未成熟個体に分かれていた。このことから、アカイカの分布と Kuroshio Front には何らかの関係があると推察されるが、アカイカの各群毎の回遊に関しては不明な点も多く、今後はこれらの発生時期を調べ、各群の生活年周期を明らかにする必要がある。

文 献

- Alldrege, A.E. and Madin, L.P. (1982). Pelagic tunicates: unique herbivores in the marine plankton. *BioScience*, **32**, 655-663.
- Evans, R.H., Baker, K.S., Brown, O.B. and Smith, R.C. (1985). Chronology of warm-core ring 82B. *J. Geophys. Res.*, **90**, 8803-8811.
- Ignell, S.E., Carlson, S.R. and Rumbaugh, R.A. (1995). Variability in the ocean boundaries, temperature, and geographic range of species and pelagic marine communities along 175°30'E, 1978-91. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, **121**, 667-674.
- 板木拓也・高橋孝三 (1995). 北部北太平洋およびベーリング海におけるレディオラリア・フラックスの季節変化 (予報). 北海道東海大学紀要理工学系, **7**, 37-47.
- Kawai, H. (1972). Hydrography of the Kuroshio Extension. p. 235-352, Stommel, H. and Yoshida, K. (eds.). *KUROSHIO*, University of Tokyo Press, Tokyo.
- 菊池 亨・辻田時美 (1977). 北西太平洋における主要浮魚類の鉛直分布と海洋構造の比較研究. 北大水産北洋研業績集 特別号, 397-438.
- Kitani, K. (1973). An oceanographic study of the Okhotsk Sea — Particularly in regard to cold water —. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.*, **9**, 45-77.
- 三島清吉 (1981). 夏期亜熱帯性生物の亜寒帯海洋前線の乗り越えについて. 北大水産北洋研業績集 特別号, 61-71.
- 元田 茂 (1957). 北太平洋標準プランクトンネットについて. 日本プランクトン研連報, **4**, 13-15.
- 村田 守・石井 正・久保田清吾 (1985). 北部太平洋におけるアカイカの資源構造に関する若干の考察, 昭和 58 年度イカ類資源・漁海況検討会議研究報告, 36-49.
- Murata, M. and Hayase, S. (1993). Life history and biological information on flying squid (*Ommastrephes bartrami*) in the North Pacific Ocean. *Bull. North Pacific Comm.*, **53**, 147-182.
- Nagata, Y. (1970). Detailed temperature cross section of the cold-water belt along the northern edge of the Kuroshio. *J. Mar. Res.*, **28**, 1-14.
- Nakamura, H. (1996). A pycnostad on the bottom of the ventilated portion in the central subtropical North Pacific: its distribution and formation. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **52**, 171-188.
- Pearcy, W.L., Fisher, J.P., Anma, G. and Meguro, T. (1996). Species associations of epipelagic nekton of the North Pacific Ocean, 1978-1993. *Fish. Oceanogr.*, **5**, 1-20.
- Persons, T.R., Maita, Y. and Lalli, C.M. (1984). *A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis*, Pergamon Press, Oxford.
- Roden, G.I., Taft, B.A. and Ebbesmeyer, C.C. (1982). Oceanographic aspects of the Emperor Seamounts region. *J. Geophys. Res.*, **87**, 9537-9552.
- 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刺網. 北大水産集報,

35, 17-27.

- 杉本隆成 (1992). GLOBEC (Global Ocean Ecosystem Dynamics) とは何か? (1) これまでの経緯。海の研究, 1, 297-300.
- Tadokoro, K., Ishida, Y., Davis, N.D., Ueyanagi, S. and Sugimoto, T. (1996). Change in chum salmon (*Oncorhynchus keta*) stomach contents associated with fluctuation of pink salmon (*O. gorbuscha*) abundance in the central subarctic Pacific and Bering sea. *Fish. Oceanogr.*, 5, 89-99.
- Takagi, K. (1975). A non-selective salmon gillnet for research operation. *Int. North Pacific Fish. Comm. Bull.*, 32, 13-41.
- 高木省吾・大西広二 (1997). 北太平洋亜寒帯移行領域における初夏の表層性魚類・イカ類群集の分布と海況の経年変化 (1979-1995). 平成8年度さけ・ます資源部会報告, 10-26.
- Wiebe, P.H., Flierl, G.R., Davis, C.S., Barber, V. and Boyd, S.H. (1985). Macrozooplankton biomass in Gulf Stream warm-core rings: spatial distribution and temporal changes, *J. Geophys. Res.*, 90, 8885-8901.
- Yatsu, A. and Watanabe, T. (1996). Interannual variability in neon flying squid abundance and oceanographic conditions in the central North Pacific, 1982-1992. *Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.*, 33, 123-138.