



Title	北部日本海中層に生息するスケトウダラの春季と秋季における食性
Author(s)	小岡, 孝治; 高津, 哲也; 亀井, 佳彦 他
Citation	日本水産学会誌, 63(4), 537-541 https://doi.org/10.2331/suisan.63.537
Issue Date	1997
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38819
Rights	© 1997 公益社団法人日本水産学会
Type	journal article
File Information	takahashi1-32.pdf



北部日本海中層に生息するスケトウダラの春季と秋季における食性

小岡孝治, 高津哲也, 亀井佳彦, 中谷敏邦, 高橋豊美

(1996年5月21日受付)

Food Habits of Walleye Pollock Inhabiting the Mesopelagic Zone
in the Northern Japan Sea in Spring and AutumnKouji Kooka,* Tetsuya Takatsu,* Yoshihiko Kamei,*
Toshikuni Nakatani,* and Toyomi Takahashi*

The diet and feeding intensity of walleye pollock *Theragra chalcogramma* were investigated in April and October 1993, and in April 1994. Specimens ranging from 262 to 456 mm in standard length were sampled with a mid-water trawl off Hiyama Subprefecture and Aomori Prefecture in the northern Japan Sea. The main food items were large-sized zooplankton. In April, pollock fed chiefly on euphausiids (*Thysanoessa longipes*), chaetognaths, and hyperiid amphipods (*Themisto japonica*). In October, the main food organisms were hyperiid amphipods (*T. japonica*). Stomach-content weight indices indicated that the feeding intensity of pollock was stronger in April (after spawning) than in October (before spawning). The numerical compositions of food categories in April differed among sampling stations. Such differences were not observed in October. It seems likely that the distinct variation of diets in April is ascribed to geographic differences in zooplankton composition in the mesopelagic zone.

キーワード: スケトウダラ, 食性, 摂餌強度, 日本海, オキアミ類, 毛顎類, 端脚類

青森県鱸作崎から北海道松山沖に至る北部日本海において、スケトウダラ *Theragra chalcogramma* は産卵後の4月には水深150-250 mに生息しているが、¹⁾ 産卵前の10月には分布水深が400-500 mと深くなる。²⁾ このような生息水深の違いはスケトウダラの生活年周期に基づく生理的状態の変化や、物理的環境および餌生物環境の季節変化を反映している可能性がある。餌生物は種によって分布水深が著しく異なっていることが予想されるが、当海域における鉛直的な餌生物環境を詳細に検討するためには種レベルで主要餌生物を明らかにする必要がある。

本種の食性に関する研究は数多く行われており、主として大型の動物プランクトンを捕食し、³⁻⁵⁾ 共食いが行われていること、^{6,7)} スケトウダラ自身の体長の約半分までの体長の餌を捕食できること⁸⁾などの知見が得られている。日本海に生息するスケトウダラの食性に関してもいくつかの報告があり、^{9,10)} 松山沖では産卵期に当たる1-2月に空胃個体が多く、主に端脚類やオキアミ類を捕食することが知られている。¹¹⁾ しかしながら、餌生物種の同定は行われておらず、産卵期以外の食性も不明であ

る。そこで、本研究では当海域に生息するスケトウダラの4月(産卵後)および10月(産卵前)における胃内容物を同定し、主要餌生物を比較した。

材料および方法

スケトウダラ標本は、1993年4月、10月と1994年4月に青森県鱸作崎沖から北海道松山沖までの海域で、北海道大学練習船おしよ丸および北星丸を用いて中層トロール網によって得られた(Fig. 1, Table 1)。採集時刻は日出から日没までであり、魚群探知機(24 kHz)の観察により、分布の中心と考えられる層を速度3.0-3.5 ktで原則として1時間曳網した。スケトウダラの採集個体数を計数したのち、各採集地点において無作為に100-120個体を抽出・凍結し、研究室に持ち帰った。トロール網曳網層の水温はCTD(Niel Brown CTD System)によって測定した。

スケトウダラ標本を解凍した後、標準体長(1 mm単位、以下体長とする)と体重(0.1 g単位)を測定し、摘出した胃を10%中性ホルマリン溶液で固定した。1993年4月では1地点当たり20個体を上限に、1993

* 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Minato, Hakodate; Hokkaido 041, Japan).

年 10 月および 1994 年 4 月では 30 個体を上限とし、合計 392 個体の胃内容物を解析した。ただし、胃の反転した個体は解析から除いた。胃内容物は実体顕微鏡下で可能な限り種まで同定し、個体数と湿重量 (0.001 g 単位) を計測した。出現頻度 (観察した胃数に対して、その餌生物が出現した胃数の百分率; $F\%$)、個体数組成 (観察した餌生物の全個体数に対するその餌生物の個体数の百分率; $N\%$)、および湿重量組成 (観察した餌生

物の全湿重量に対するその餌生物の湿重量の百分率; $W\%$) を求め、主要餌生物を検討した。また、胃内容物重量指数 (SCI)¹²⁾ を次式により算出した。

$$SCI = \frac{SCW}{BW} \times 100$$

ここで SCW は胃内容物重量 (g) を、 BW は体重 (g) を示す (体重には胃内容物の湿重量が含まれている)。各月の SCI を雌雄間で比較するために Mann-Whitney の U 検定を行った。 U 検定を用いた理由は、得られた SCI の分布が正規分布しているとは仮定できなかったためである (Kolmogorov-Smirnov 検定, $p < 0.05$)。各地点におけるスケトウダラの分布密度は、対水ドップラーログの値から曳網距離 1 海里 (1 N.M.) 当たりの個体数で表した。

結 果

胃内容物組成 Table 2 に出現頻度 ($F\%$)、個体数組成 ($N\%$)、湿重量組成 ($W\%$) を示した。ただし、これらの値はそれぞれの調査ごとに採集地点の分布密度 (Table 1) によって重み付けを行った。1993 年 4 月には毛鰯類 ($F\% = 79.0$, $N\% = 41.9$, $W\% = 49.2$) および端脚類の *Themisto japonica* ($F\% = 94.2$, $N\% = 34.6$, $W\% = 18.9$) が大きな割合を占めていた。胃内容物中の

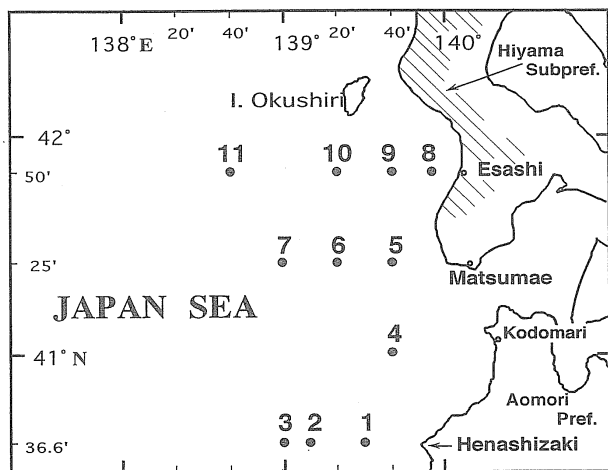


Fig. 1. Sampling stations (1-11) in the northern Japan Sea.

Table 1. Data on walleye pollock sampling in the northern Japan Sea

	Station number	Sampling time*3	Towing depth range (m)	Pollock density (ind/N.M.)	Mean Body length (±SD; mm, N)	Temperature range at towing depth (°C)
Apr. 2-6, 1993 (Oshoro Maru*1)	3	14 : 30	240-256	0.7	375 and 387, N=2	1.80-2.16
	4	11 : 04	220-236	45.9	361.6±25.94, N=100	3.41-4.36
	5	14 : 40	170-186	78.0	367.2±26.05, N=100	2.54-2.95
	8	12 : 35	150-166	24.4	364.2±21.18, N=79	2.88-3.14
	9	09 : 46	170-186	148.5	362.2±23.34, N=100	1.79-2.04
Oct. 13-23, 1993 (Hokusei Maru*2)	10	07 : 29	190-206	9.5	363.6±25.30, N=35	1.83-2.08
	1	16 : 10	400-475	7.4	392.3±25.58, N=29	0.53-0.67
	5	09 : 00	350-422	123.5	376.7±23.80, N=112	0.52-0.65
	8	15 : 51	375-478	28.6	369.1±24.98, N=97	0.56-0.85
	9	12 : 38	378-453	110.6	366.3±22.89, N=120	0.57-0.76
	10	09 : 20	425-503	54.9	365.9±30.79, N=97	0.49-0.63
Apr. 2-5, 1994 (Oshoro Maru)	11	16 : 10	385-465	3.7	377.0±23.83, N=9	0.47-0.60
	2	15 : 05	200-231	0.0	N=0	1.41-1.75
	6	07 : 30	180-209	8.3	358.7±19.89, N=43	4.74-5.90
	7	10 : 19	210-261	7.0	365.2±18.75, N=23	1.13-1.58
	8	13 : 25	230-262	98.4	367.6±19.38, N=100	1.80-2.14
	9	09 : 19	230-259	5.7	355.7±15.73, N=17	1.52-1.85
	10	07 : 07	180-208	16.4	364.0±20.42, N=61	4.81-6.10

*1 Vertical net opening: 16 m, headrope length: 31.2 m, mesh size of cod-end: 60 mm,

*2 Vertical net opening: 40 m, headrope length: 38.2 m, mesh size of cod-end: 70 mm,

*3 Mid time of trawling.

Table 2. Overall diet of walleye pollock caught in the northern Japan Sea

Prey categories	April, 1993			October, 1993			April, 1994		
	F(%)	N(%)	W(%)	F(%)	N(%)	W(%)	F(%)	N(%)	W(%)
CRUSTACEA									
Amphipoda									
<i>Themisto japonica</i>	94.2	34.6	18.9	93.3	80.6	46.4	99.3	43.8	12.3
<i>Primno macropa</i>	25.1	0.9	1.2	56.0	3.7	14.6	11.6	0.3	0.4
Euphausiacea									
<i>Euphausia pacifica</i>	56.0	4.0	8.3	43.3	1.4	3.9	10.6	0.3	0.2
<i>Thysanoessa longipes</i>	41.4	2.2	7.2	23.9	0.9	9.2	88.1	32.4	69.7
<i>Thysanoessa inermis</i>	0.0	0.0	0.0	<0.1	<0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
Unidentified Euphausiacea	27.3	1.0	2.0	15.3	0.4	0.7	4.7	0.2	0.1
Mysidacea									
<i>Meterythrops microphthalma</i>	15.0	0.5	1.3	44.0	2.0	3.2	23.2	1.3	2.2
Calanoida									
<i>Neocalanus cristatus</i>	73.7	9.3	6.9	10.9	0.3	0.4	68.4	15.7	5.3
<i>Pareuchaeta japonica</i>	48.2	2.1	1.3	75.6	9.0	6.7	42.7	1.7	0.5
<i>Metridia pacifica</i>	56.6	3.4	0.1	17.1	0.6	0.1	11.8	0.4	<0.1
Unidentified Calanoida	0.0	0.0	0.0	6.8	0.1	<0.1	0.0	0.0	0.0
GHAETOGNATHA									
Sagittoidea	79.0	41.9	49.2	17.8	0.4	0.5	45.5	3.7	2.0
CEPHALOPODA									
Decapoda	6.2	0.1	3.5	11.0	0.4	7.5	7.4	0.2	2.3
PISCES									
Stomiformes									
<i>Maurolicus muelleri</i>	1.3	<0.1	0.2	7.2	0.3	6.4	0.2	<0.1	<0.1
Clupeiformes									
<i>Engraulis japonicus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.1	4.9
Number of stomachs examined	102			159			131		

毛類類は同定に必要な形態が破損しやすい部位であるため確認できなかった。1994年4月にはオキアミ類の *Thysanoessa longipes* ($F\%=88.1$, $N\%=32.4$, $W\%=69.7$) と端脚類の *T. japonica* ($F\%=99.3$, $N\%=43.8$, $W\%=12.3$) が多くみられた。1993年10月には端脚類の *T. japonica* ($F\%=93.3$, $N\%=80.6$, $W\%=46.4$) が大きな割合を占めていた。また、全調査を通して共食い現象は認められなかった。

橈脚類の *Neocalanus cristatus* の出現頻度は4月に高く10月には低かった (Table 2)。逆にアミ類の *Meterythrops microphthalma* は4月にはほとんど出現しないが (1993年4月; 15.0%, 1994年4月; 23.2%), 10月は出現頻度が高かった (44.0%)。Fig. 2 に示したように両年とも4月の個体数組成は採集地点によって大きく変化していた。その中で鱈作崎沖から松前沖に至る Sta. 3-7 では端脚類が64%以上を占めていたが、江差沖の Sta. 8-10 では43%以下であった。これに対し

て10月は全ての採集地点で端脚類が60%以上を占めており、個体数組成の採集地点による変化は小さかった。

1993年10月の Sta. 11 で捕食されていたイカ類は1個体で14.2 g, 1994年4月の Sta. 6 で捕食されていたカタクチイワシは1個体で22.3 gであった。これらはかなり消化が進んでいたが原形をとどめており、それぞれ餌種の湿重量の最も大きな個体であった。

胃内容物重量指数 (SCI) すべての地点において SCI の中央値に有意な性差はみられなかった ($p>0.05$)、雌雄を一緒にして扱った。Fig. 3 は胃標本数が10以下の地点を除いて、採集時刻 (曳網中間時刻) に対する SCI を示している。10月において16:10 (日没17:00) の SCI (中央値: 0.52) は他の時刻よりも高かった。この値を除けば、いずれの時刻においても4月の方が10月よりも SCI が高かった。

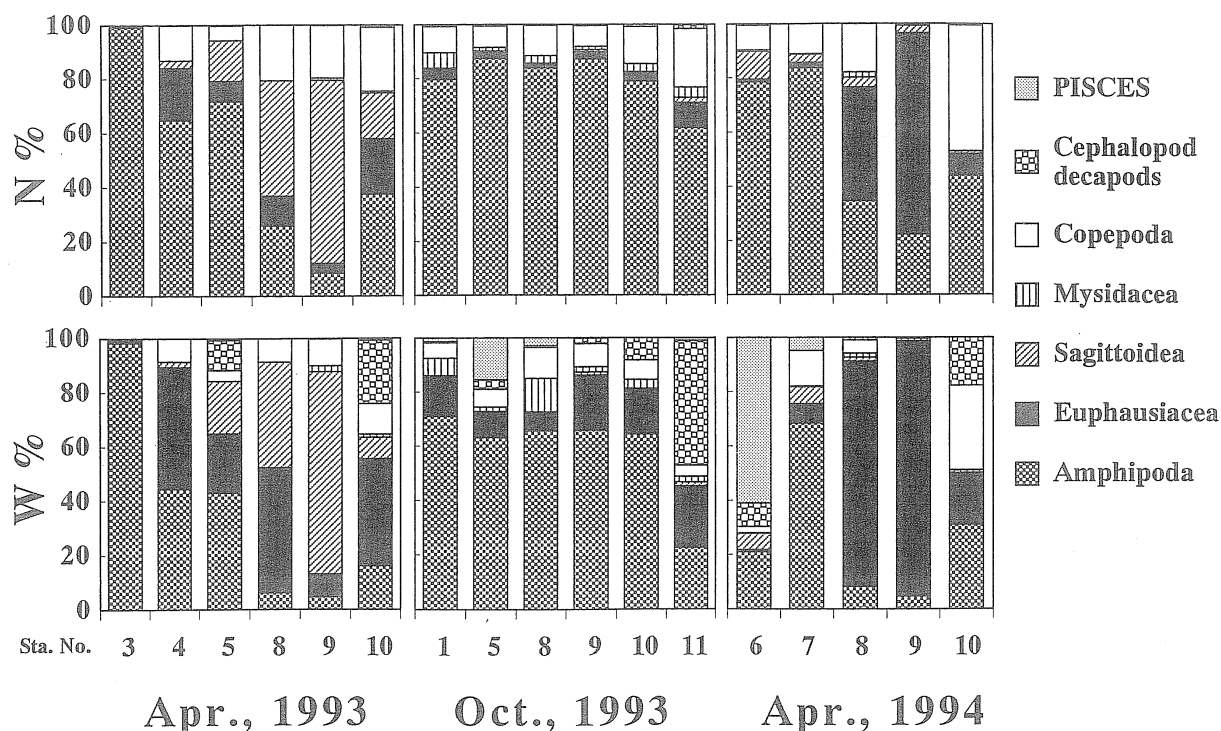


Fig. 2. Percentage of total number ($N\%$) and weight ($W\%$) for prey categories in the diet of walleye pollock sampled with a mid-water trawl net.

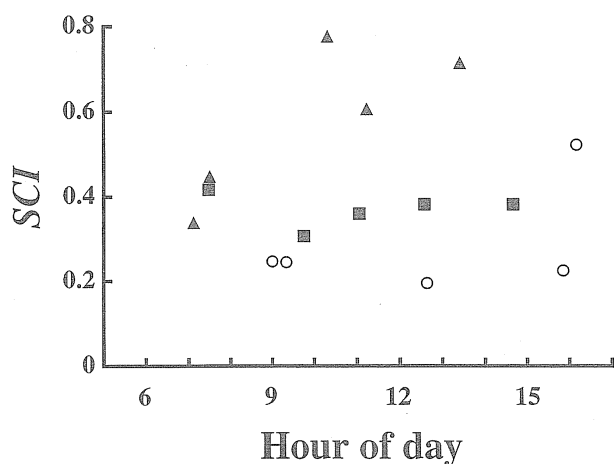


Fig. 3. Median SCI of walleye pollock at different times in the day.

Specimens were sampled with a mid-water trawl net in April (■) and October (○) 1993, and in April (▲) 1994.

考 察

主要餌生物を判定するにあたり、湿重量百分率($W\%$)の値を重視し、出現頻度($F\%$)と個体数百分率($N\%$)の値を加味して検討した。 $F\%$ 、 $N\%$ 、 $W\%$ の全てにおいて高い値を示したのは、1993年4月では毛顎類と端脚類の *T. japonica* であり、1994年4月ではオキアミ類の *T. longipes* と端脚類の *T. japonica* であった。

Terazaki¹³⁾ は日本海の水深0-1000 mの範囲で採集した毛顎類の中で、*Sagitta elegans* が個体数の93.1%以上を占めると述べている。このことから判断して、スケトウダラの胃内容物中における毛顎類の大部分は *S. elegans* であろうと推察される。他の餌生物種は湿重量百分率の値が8.3%以下であり、スケトウダラにとって重要な餌であるとは考えにくい。以上の結果から春季の主要餌生物はオキアミ類の *T. longipes*、毛顎類、および端脚類の *T. japonica* であると考えられる。

1993年10月には端脚類の *T. japonica* が $F\%$ 、 $N\%$ 、 $W\%$ の全てにおいて高い値を示した。*P. macrocha* は湿重量百分率で高い値(14.6%)を示したが、個体数百分率の値が低かった(3.7%)。それ以外の餌生物種の湿重量百分率は低かった(9.2%以下)。以上の結果から10月の主要餌生物は端脚類の *T. japonica* であると考えられる。

端脚類の *N. cristatus* は200-300 mに¹⁴⁾ アミ類の *M. microphthalma* は水深400-450 mに¹⁵⁾ それぞれ昼間分布することから、前者が4月に後者が10月にそれぞれ出現頻度が高いのは、スケトウダラとこれらの餌生物の分布層が一致したためであろうと推察される。胃内容物組成の採集地点間での差異は4月において顕著に認められたが、これはより浅い層における動物プランクトンの種組成が地理的に変化しているために生じ、1993年4月と1994年4月における主要餌生物の差異

の原因になったのではないかと推察される。今後は餌生物の水平・鉛直分布を検討する必要がある。

主要餌生物の中で体サイズの大きな種類の1つであるオキアミ類の *T. longipes* は、全長 28.8 mm のほとんど破損していない個体でもその湿重量は 0.23 g であり(ビームトロールで採集, 未発表), スケトウダラに捕食されていたイカ類や魚類に比べてはるかに小型である。それゆえ, イカ類や魚類の捕食に成功すればスケトウダラにとって非常に有利であるが, その出現頻度は大型動物プランクトンに比べて低い値となっている。このことはこれらの餌生物の分布密度が低いか, あるいはこれらの餌生物が高い遊泳能力によりスケトウダラに捕食されていないものと推察される。

Fig. 3 に示したように 10 月の 1 地点を除けば 4 月の *SCI* が 10 月より高い値を示した。よって摂餌強度は 4 月の方が高いものと考えられる。これは産卵後の消耗したエネルギーを回復させるためにスケトウダラの摂餌要求が強くなった結果であろうと思われる。Bowman¹⁶⁾ はタラ科魚類は異体類より吐き戻しを起こしやすく, 異なる 2 つの水深から採集し, もし吐き戻しが認められたならば深い水深から採集した標本の胃内容物の量が少なくなることを指摘している。本研究でも 4 月と 10 月では分布水深の異なることが確認され (Table 1), 両月とも胃が反転した個体と口腔内に餌がみられた個体が観察された。しかし, 今回の調査では胃が反転した個体は解析から除いてあり, 1995-1996 年の調査では, 吐き戻しの認められた個体の割合は 4 月と 10 月とでそれぞれ 11.8%, 15.3% とその差は小さかった (未発表)。分類群が異なる胃内容物や餌生物の体サイズが極端に異なる胃内容物を比較した場合, 消化速度に違いが生じて胃内容物量に差があらわれる可能性もある。しかし, 4 月と 10 月の両方で胃内容物のほとんどが毛顎類と甲殻類であり, 体サイズも極端に異なることはないため消化速度の差は小さいものと思われる。従って, 本研究で得られた *SCI* の値は摂餌強度を評価する上で有効であると判断した。また, 一般に魚類は適温範囲内では水温が上昇すると消化速度も増大することが知られている。¹⁷⁾ スケトウダラの主分布層の水温は 10 月よりも 4 月の方が高いことから (Table 1), 生息場所の水温差に起因する消化速度の差を考慮に入ると春秋季節間の日間摂餌量の相違は本研究の結果以上に大きい可能性がある。本種は視覚が発達しており¹⁸⁾ 昼間に摂餌を行っているものと考えられるが, 薄暮時や薄明時に活発な摂餌を行っていることも予想されるので (Fig. 3), 今後はこれらの時間帯も含めて摂餌強度を比較する必要があるだろう。

最後に標本採集に当たって御協力を頂いた北海道大学水産学部練習船おしよ丸安間 元船長, 北星丸目黒敏

美船長はじめ両船の乗組員の方々ならびに大学院生の筒井浩之氏, 伊勢諭至氏, 佐々木美枝子氏, 松本明男氏, 杉本晃一氏に対して謝意を表します。

文 献

- 1) 高木省吾, 前田辰昭, 亀井佳彦, 中谷敏邦, 高津哲也, 高橋豊美: 北海道南西部沖合における春季のスケトウダラの分布. 日本水誌, **62**, 205-212 (1996).
- 2) 前田辰昭, 中谷敏邦, 高橋豊美, 高木省吾, 梶原善之, 目黒敏美: 北海道南西部の日本海岸におけるスケトウダラの回遊について. 水産海洋研究, **53**, 38-43 (1989).
- 3) K. Bailey and J. Dunn: Spring and Summer foods of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, in the Eastern Bering Sea. *Fish. Bull., U.S.*, **77**, 304-308 (1979).
- 4) D. M. Clausen: Food of walleye pollock, *Theragra chalcogramma*, in the embayment of Southeastern Alaska. *Fish. Bull., U.S.*, **81**, 637-642 (1983).
- 5) H. Yoshida: Food and feeding habits of pelagic walleye pollock in the central Bering Sea in summer, 1976-1980. *Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn.*, **45**, 1-35 (1994).
- 6) D. A. Dwyer, K. M. Bailey, and P. A. Livingston: Feeding habits and daily ration of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the Bering Sea, with special reference to cannibalism. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**, 1972-1984 (1987).
- 7) 水戸啓一: 東部ベーリング海におけるスケトウダラの食性及びともぐいについて. 漁業資源研究会議 北日本底魚部会報, **21**, 109-137 (1988).
- 8) 水戸啓一: 東部ベーリング海のスケトウダラの共食いにおける捕食者と被食者の体長関係. 北洋底魚資源調査研究報告集, 遠洋水産研究所, 1991, pp. 207-216.
- 9) 飯塚 篤, 黒萩 尚, 生田浩三, 今井辰一朗: 北海道近海産スケトウダラの天然餌料とその海域別特性について. 北水研研報, **11**, 7-20 (1954).
- 10) 下村敏正: 第 2 編日本海沖合スケトウダラの生態と試験操業について (序報). 日本海極前線漁場の研究. 日本海区水産研究所, 1961, pp. 208-244.
- 11) 前田辰昭, 高橋豊美, 中谷敏邦: 北海道松山沖合におけるスケトウダラ成魚群の分布回遊と産卵場について. 北大水産彙報, **39**, 216-229 (1988).
- 12) 高橋豊美, 富永武治, 前田辰昭, 上野元一: マガレイおよびマコガレイの摂餌日周期について. 日本水誌, **48**, 1257-1264 (1982).
- 13) M. Terazaki: Deep-sea adaptation of the epipelagic chaetognath *Sagitta elegans* in the Japan Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **98**, 79-88 (1993).
- 14) T. Ikeda, K. Hirakawa, and N. Kajihara: Some characteristics of a cold water copepod *Calanus cristatus* from region of the Japan Sea covered by the Tsushima warm current. *Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst.*, **40**, 51-65 (1990).
- 15) T. Ikeda: Ecological and physiological features of the mesopelagic mysid, *Meterythrope microphthalmus*, in the Japan Sea. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **47**, 94-103 (1991).
- 16) R. E. Bowman: Effect of regurgitation on stomach data of marine fishes, in "Contemporary Studies on Fish Feeding" (ed. by C. A. Simenstad and G. M. Cailliet), Dr W. Junk Publishers, Dordrecht, 1986, pp. 171-181.
- 17) 尾崎久雄: 消化と吸収, 「魚類生理学講座 第 3 巻 iv 消化の生理 [上]」, 緑書房, 東京, 1971, pp. 307-329.
- 18) 張 秀梅, 秋山清二, 有元貴文, 井上喜洋, 松下吉樹: 北転船で漁獲されたスケトウダラ網膜の明暗順応状態. 日本水誌, **59**, 481-485 (1993).