

新潟県北部沿岸域における底生魚類の群集構造

I. ヒラメ若令魚の日間摂餌量の推定

梨田一也¹⁾・富永 修²⁾・宮島英雄³⁾・伊藤光郎⁴⁾

Studies of Groundfish Communities in the Coastal Waters of Northern Niigata Prefecture

I. Estimation of Daily Food Consumption of Young Flounder, *Paralichthys olivaceus*

KAZUYA NASHIDA¹⁾, OSAMU TOMINAGA²⁾, HIDEO MIYAJIMA³⁾
AND MITSUO ITO⁴⁾

Abstract

The diel change of feeding activity and daily consumption of flounder, *Paralichthys olivaceus*, were examined in the two series of investigations through 24-hours.

The food items sorted from the stomach of *P. olivaceus* were mainly Pisces such as small gobioid or *Engraulis japonica* and Crustacea such as *Metapenaeopsis dalei* or Mysidacea. Pisces and Crustacea occupied 85 to 100 per cent by weight of the total stomach content. Feeding varied. Pisces were briskly eaten in early morning after sunrise and afternoon before sunset, whereas Crustacea were briskly eaten at twilight before sunrise and after sunset.

With the method proposed by ELLIOTT and PERSSON (1978), the daily food consumption per body weight were estimated at 3.19 per cent in September, and 4.66 per cent in June.

新潟県北部沿岸域は北西に佐渡島を背した比較的平坦な海底地形を有する海域である。この海域には信濃川・阿賀野川などの大河川が流入し、ごく沿岸部の底質は砂質で沖合に向かって泥質が広がっている。当海域はヒラメ・カレイ類の好漁場となっており年間2,000トン前後の漁獲があるが、その大部分は機船底曳網漁船とりわけ“板曳船”と呼ばれる5トン未満のオッターボードを有する底曳網漁船によるものである。特にヒラメは板曳船にとって最も重要な漁獲対象種の一つであるにもかかわらず、当海域における資源生態学的知見は少ない。興石ら

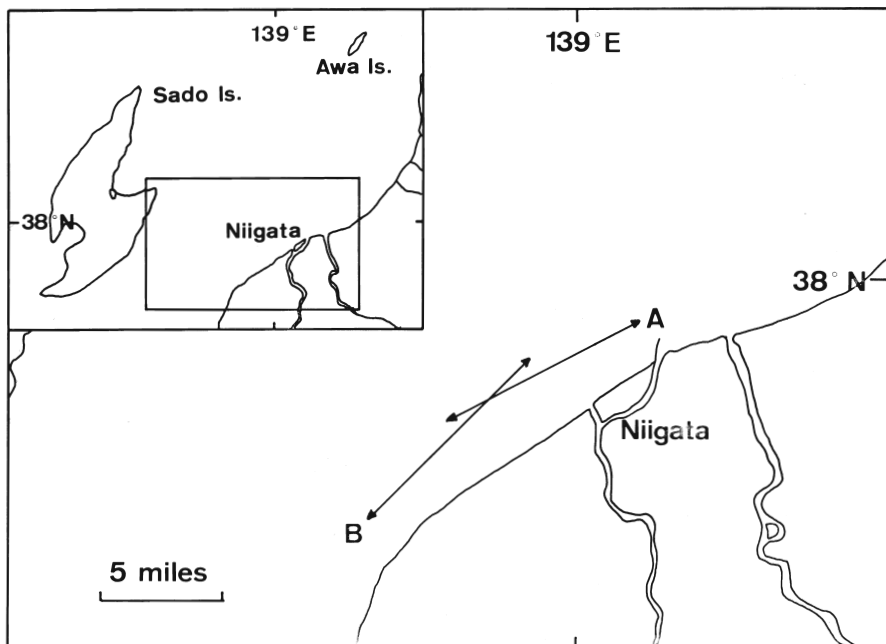
- 1) 〒951 新潟市水道町1丁目5939-22 日本海区水産研究所
(Japan Sea Regional Fisheries Laboratory, Suido-cho, Niigata 951, Japan)
- 2) 〒040 北海道函館市港町3-1-1 北海道大学水産学部
(Faculty of Fisheries, University of Hokkaido, Minato-cho, Hakodate 040, Japan)
- 3) 〒951 新潟市学校町通1-602 新潟県農林水産部
(Division of Agriculture and Fisheries, Niigata Prefecture, Gakkochodōri, Niigata 951, Japan)
- 4) 〒940 長岡市大川原町2650 新潟県内水面試験場
(Niigata Prefectural Inland Water Fisheries Experimental Station, Ohkawara, Nagaoka 940 Japan)

(1982)・梨田(1984)はヒラメの分布生態について、幼稚魚期は水深10m前後のごく沿岸域で生活するが、全長10cm程度に成長すると徐々に分布域を沖合へ広げ、満1才を過ぎる頃から水深50mから90mを主要な分布域とし夏浅く冬深いといった深浅移動をくり返すが、水深130m以深ではほとんど漁獲されないと報告している。また、摂餌生態について、興石ら(1982)はヒラメ0才魚の摂餌日周期性を、梨田(1984)は餌生物組成と摂餌指数の季節変化をそれぞれ報告している。

当海域の底生魚類群集におけるヒラメの生態的地位を明らかにするためには、底生魚類の群集構造および食物連鎖の解明が必要である。とりわけ後者を明らかにする上で、捕食・被捕食の関係だけでなく、ヒラメをKey speciesとしたエネルギーの流れを捉えることにより本種の生態的地位について一歩踏み込んだ考察を可能にすると思われる。本報告では、ヒラメの餌料要求量を推定するための基礎となる摂餌日周期性および日間摂餌量について検討した。

なお、この研究は「海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究」(科学技術庁振興調整費)の一環として行ったものである。

報告にあたり、標本採集に格別の御協力をいただいた新潟市漁業協同組合所属東新丸船長北沢英彦氏、資料解析に貴重な御助言をいただいた興石裕一技官、加藤史彦主任研究官に厚く御礼申しあげる。また原稿の校閲をいただいた北海道大学水産学部前田辰昭助教授、当所北野裕資源部長に深い感謝の意を表す。また、生物測定および資料の整理に労を願った南場京子嬢に心から謝意を表す。



第1図 採集地点の位置。(A) 1982年9月、(B) 1983年6月。小型オッタートロール漁船により採集。

Fig. 1. Location of feeding chronology studies conducted in September, 1982, (A) and in June, 1983, (B). Samples were obtained by small otter-trawlers.

I. 材料と方法

ヒラメの標本は、新潟市漁業協同組合所属のオッターボード式小型底曳網船東新丸（4.97トン、ディーゼル35馬力）を使用し、1982年9月7日未明から翌8日未明まで（以下9月と称す）と、1983年6月24日未明から翌25日未明まで（以下6月と称す）の計2期に採集された。9月の曳網は新潟西港西方の水深約50mの水域、6月のそれは五十嵐浜沖から角田山沖の水深40～50mの水域で行った（第1図）。曳網時間は曳網開始から揚網開始まで1時間、曳網中の船速は約3ノットとした。採集間隔および曳網回数は9月には2時間ないし4時間ごとに計8回、6月には2時間ごとに計12回行った。採集されたヒラメは直ちに船上で約10%海水ホルマリンで固定し研究室に持ち帰った上、全長・標準体長（SL、以下体長と称す）・体重・肝臓重量・生殖腺重量・口長（有限側の上顎前端から口裂後端までの長さ）を測定し、胃を食道直後から幽門部まで切り取り10%ホルマリン中に保存し後の測定に供した。また、年令形質として鱗・耳石および脊椎骨を採取した。胃内容物については、各個体ごとに魚類・甲殻類・頭足類およびその他（不明を含む）の4つに分類し、下表に示す消化度と湿重量を測定した。

第1表 消化度の概要

Table 1. Stage of digestion

| 胃内容物の消化状態 | 消化度 | 復元体重との関係 % | 用いる百分率 % |
|------------------------|------|---------------|-------------|
| ほとんど原形 | I | 95～100 | 97.5 |
| 皮ふがやや分解しかけている | II | 85～95 | 90.0 |
| 頭部、腹部のいずれか一部消化 | III | 80～85 | 82.5 |
| 頭部、腹部、尾部が消化 | IV | 50～80 | 65.0 |
| 原形はくずれているが、大まかな種類の判別可能 | V | 40～50 | 45.0 |
| 椎体、筋肉の一部のみ残存 | VI | 20～40 | 30.0 |
| 魚類であると識別可能 | VII | 10～20 | 15.0 |
| 粘液状 | VIII | 0～10 | 5.0 |

松宮ら（1980）より引用

1981年11月から1983年9月にかけて、ヒラメの標本を用船による採集、あるいは新潟市漁協または岩船漁協において市場から購入し、上記と同様の測定に供した。

なお、本報告で用いた指数は次に示す式により算出したものである。

$$\text{胃内容物重量指数} = \frac{\sum_{i=1}^n SCW_i}{\sum_{i=1}^n BW_i} \times 10^2$$

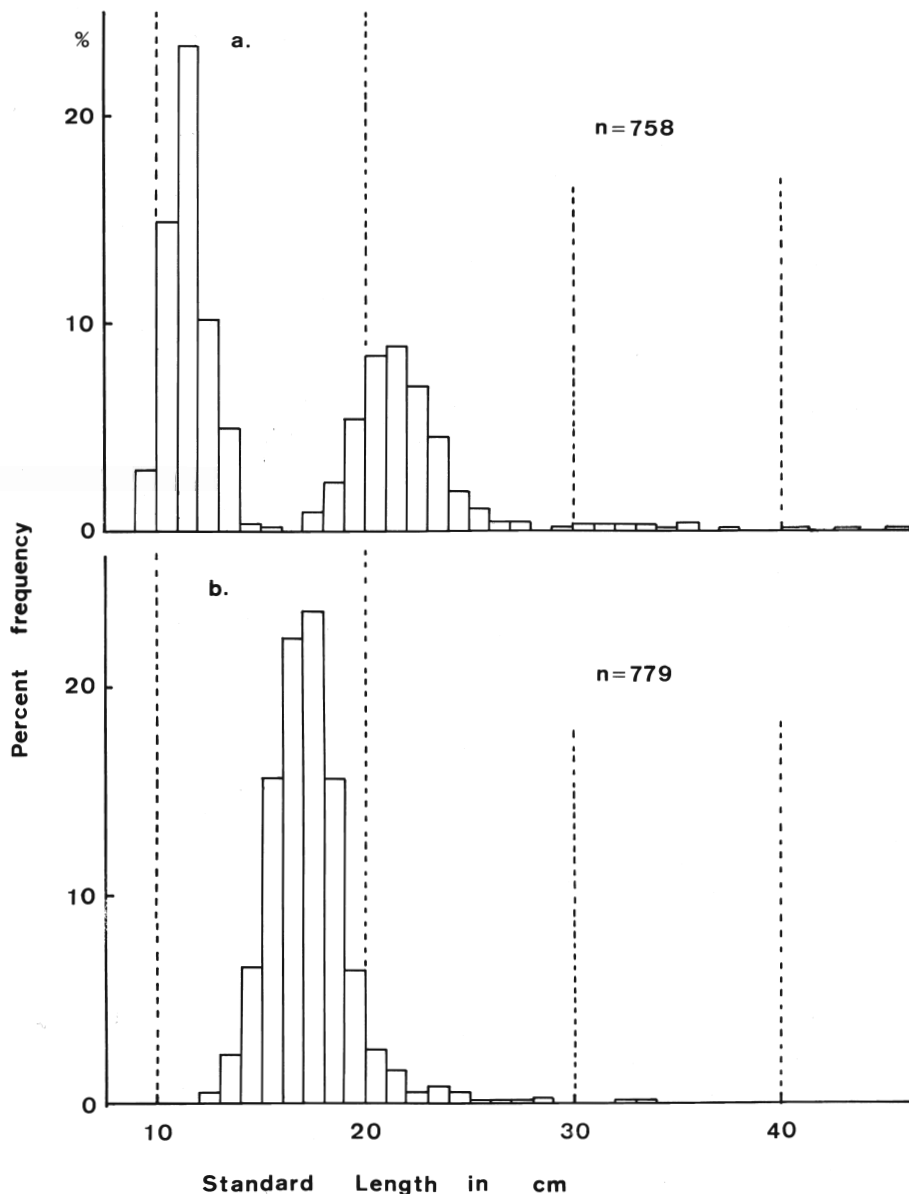
$$\text{肝臓重量指数} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (LW_i \times 10^2 / BW_i)$$

BW 体重
 SCW 胃内容物重量

LW 肝臓重量
 n 個体数

II. 結果

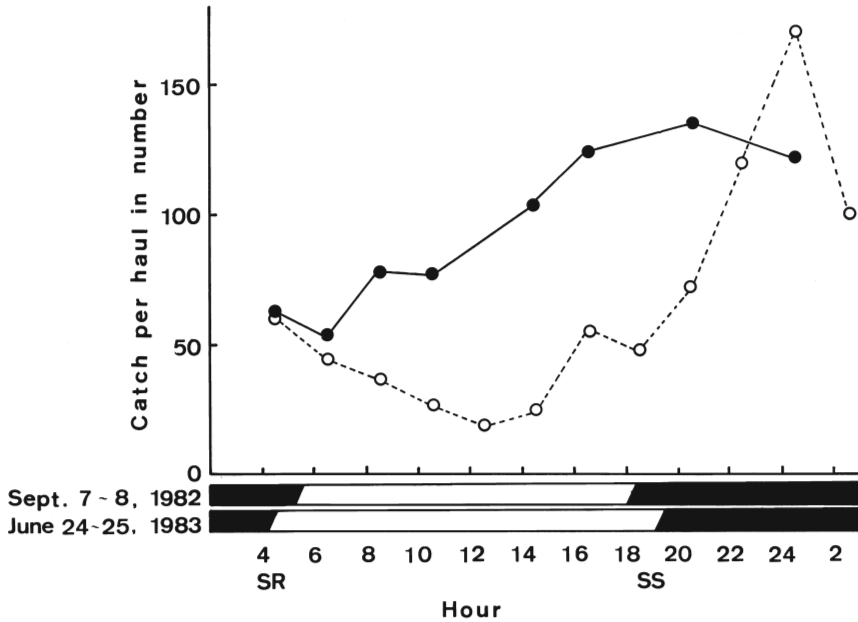
9月の調査時の日出は5時21分、日没は18時09分で、天候は曇時々晴であったのに対し、6月の日出は4時22分、日没は19時09分で、天候は曇時々雨で時折雷を伴う激しい雨が降った。採集されたヒラメの全個体数は、9月では758個体（SL: 9～46cm）で1曳網あたり94.8個体、6月では779個体（SL: 12～34cm）で1曳網あたり64.9個体であった。



第2図 採集されたヒラメの体長組成. a : 1982年9月7-8日, b : 1983年6月24-25日.

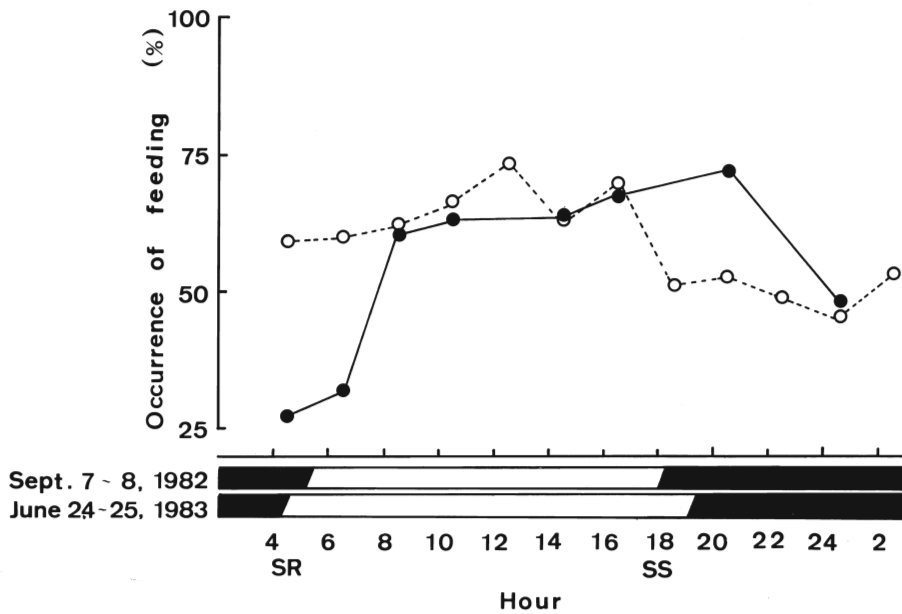
Fig. 2. Frequency distribution of body length of *Paralichthys olivaceus*. a: September 7-8, 1982, b: June 24-25, 1983.

採集されたヒラメの体長組成は第2図に示すように, 9月には11cmと21cmの2つの明瞭なモードを有するのに対し, 6月では17cmに1つのモードを示した. 梨田(1984)は新潟沖で採集したヒラメの生殖腺指数の季節変化から産卵盛期は6月と報告している. また, 佐藤(1975)は1才魚の体長範囲を10.0~24.0cm(平均17.2cm), 2才魚では17.5~35.0cm(平均26.3cm)としている. これらから, 9月の2つのモードは, 0才魚(満年齢4カ月)と1才魚(同1年4カ月), 6月の1つのモードは1才魚(同1年1カ月)とみなした. これより, 9月に採集



第3図 1 曳網あたりのヒラメの採集個体数の時間的変化。●——●：1982年9月7—8日，○-----○：1983年6月24—25日。SR：日出，SS：日没。

Fig. 3. Diel change in catch of *Paralichthys olivaceus* per haul. ●——●：September 7-8, 1982, ○-----○：June 24-25, 1983. SR: sunrise, SS: sunset.



第4図 摂餌個体の出現率の時間的変化。●——●：1982年9月7—8日，○-----○：1983年6月24—25日。SR：日出，SS：日没。

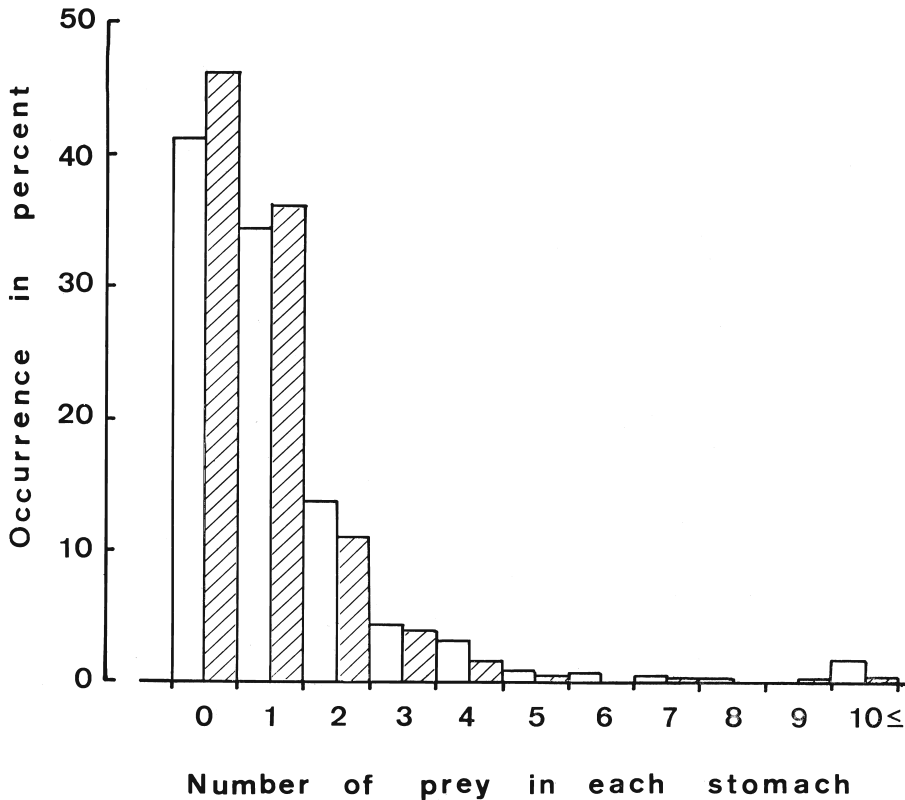
Fig. 4. Diel change in occurrence of feeding of *Paralichthys olivaceus*. ●——●：September 7-8, 1982, ○-----○：June 24-25, 1983. SR: sunrise, SS: sunset.

されたヒラメの年齢構成は個体数比で0才魚が約56%，1才魚が約41%を占め，6月には1才魚が約85%を占めていたと推定した。

1 曳網あたり採集個体数の時間的変化をみると（第3図），9月では日出以降増加傾向を示し夜間の20時に最大となったのに対し，6月では日出以降減少し昼の12時に最も少く，その後増加に転じ夜間の24時に最大となった。昼と夜の採集個体数の平均値の差について統計的検定を行ったところ，9月は有意な差があるとは言えなかったが，6月は5%の危険率で有意な差があり夜間の採集尾数が多いという結果が得られた。

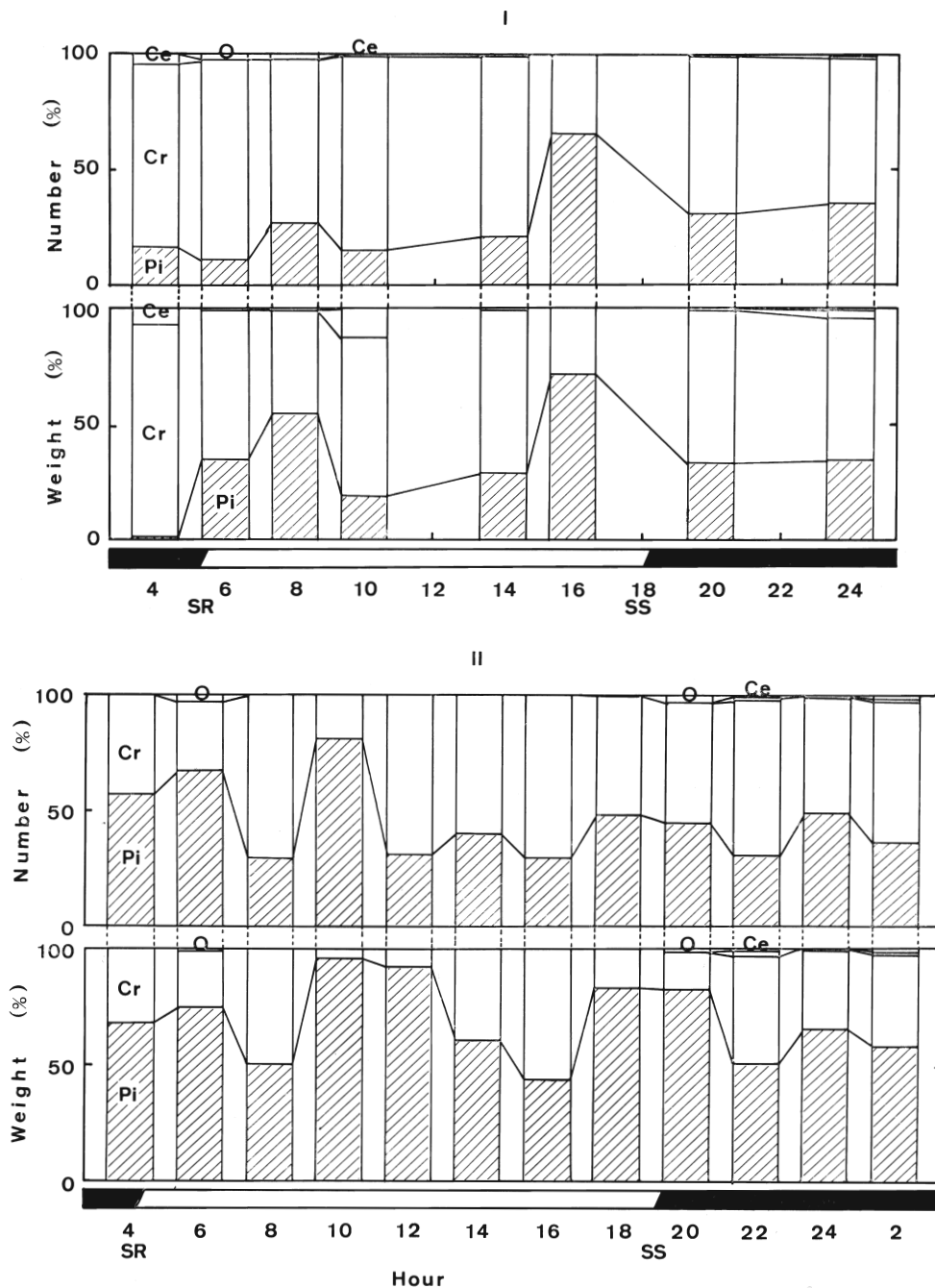
摂餌個体の出現率の時間的変化を第4図に示した。ここで摂餌個体とは胃中に餌生物と識別できるものを有する個体と定義した。この値は，9月では日出以降増加したが特に6時から8時の間の増加が著しく，その後しばらく大きな変化を示さなかったが，16時以降再び増加し20時に最大となった。一方，6月では日出直前の4時にはすでに約60%の個体が摂餌しており，日出とともにさらに増加し昼の12時に最大となった後一旦減少し，16時に再びピークを形成した。それ以降減少し24時には最小となったが，その後やや増大する傾向を示した。9月と6月の24時間を通しての摂餌個体の出現率の平均値は，それぞれ54.5%および54.4%で，両者の間には統計的に有意な差は認められなかった。

胃中に出現した餌生物の個体数の頻度分布を第5図に示した。9月と6月の間には大きな差



第5図 ヒラメの胃中に出現した餌生物個体数の頻度分布。白色：1982年9月7—8日，斜線：1983年6月24—25日

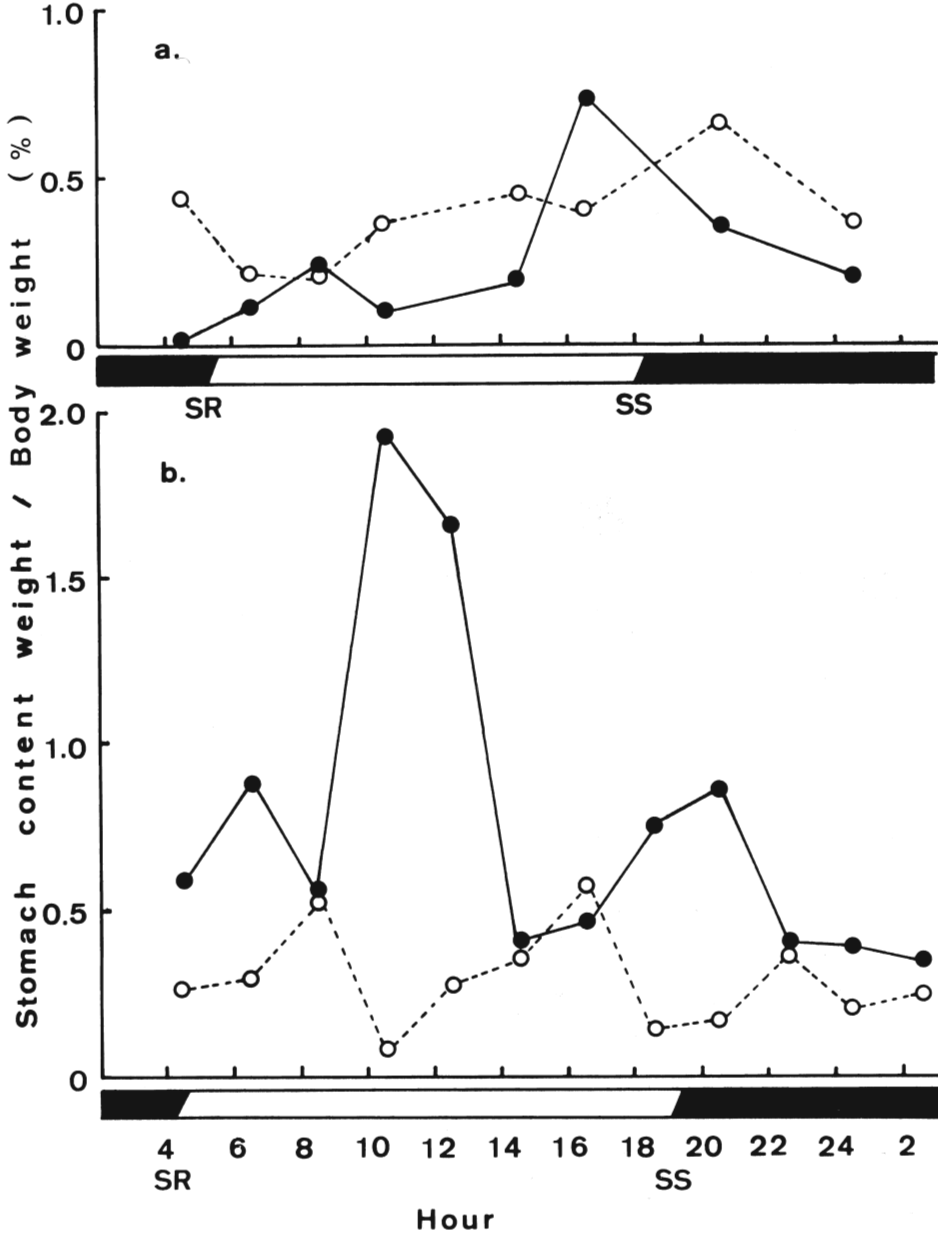
Fig. 5. Frequency of number of prey in each stomach of *Paralichthys olivaceus*. Blank: September 7-8, 1982, Shaded: June 24-25, 1983.



第6図 ヒラメの餌生物組成の時間的变化。Pi：魚類，Cr：甲殻類，Ce：頭足類，O：その他。
I：1982年9月7—8日，II：1983年6月24—25日，SR：日出，SS：日没。

Fig. 6. Diel change in food composition of *Paralichthys olivaceus*. Pi: Pisces, Cr: Crustacea, Ce: Cephalopoda, O: Others. I: September 7-8, 1982, II: June 24-25, 1983. SR: sunrise, SS: sunset.

はみられず、いずれの月も空胃の個体が40%以上を占め最も多かった。これに続いて1個体のみが9月・6月それぞれ34.4%および36.1%を占めた。また、2個体の割合は9月・6月それぞれ13.6%および10.9%であった。摂餌個体中1ないし2個体の餌を捕食していた個体の割合は81.4% (9月) および87.5% (6月) であった。小型魚類を数個体捕食していた個体もみられたが、10個体以上の餌を捕食していた場合その餌はほとんどが小型エビ類またはアミ類であ

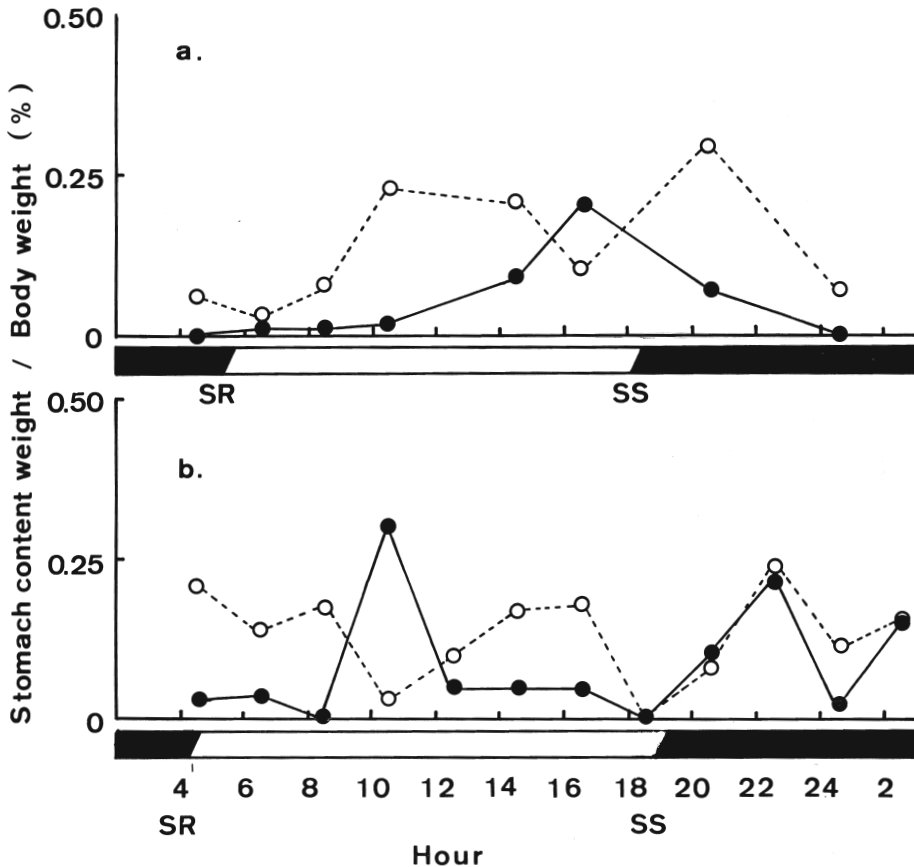


第7図 ヒラメの胃内容物重量指数の時間的变化。●——●：魚類，○-----○：甲殻類。
a：1982年9月7—8日，b：1983年6月24—25日。SR：日出，SS：日没。

Fig. 7. Diel change in stomach content weight index of *Paralichthys olivaceus*. ●——●: Pisces, ○-----○: Crustacea. a: September 7-8, 1982, b: June 24-25, 1983. SR: sunrise, SS: sunset.

った。

胃中に出現した餌生物組成の時間的変化を第6図に示した。9月・6月の標本とも魚類と甲殻類をあわせると、個体数比で95~100%、湿重量比で85~100%を占め、頭足類やその他の餌生物は極めてわずかであった。主な餌生物をあげると、魚類ではコモチジャコ *Chaeturichthys sciistius*、ニクハゼ *Chaenogobius heptacanthus* などのハゼ科、マアジ *Trachurus japonicus* およびカタクチイワシ *Engraulis japonica* など、甲殻類ではキシエビ *Metapenaeopsis dalei*、トラエビ *Metapenaeopsis acclivis*、エビジャコ *Crangon affinis* およびアミ類であった。松宮・高橋 (1983) は、食性を調べる際、個体数法は餌生物の個体あたりの体重差が大きい場合には餌料としての重要度を正しく表現しないこともあるが、重量法は餌生物ごとの実際の栄養源としての重要度を最も適確に表現すると述べている。そこで重量比の時間的変化をみると、9月では日出前の4時には甲殻類が90%以上を占めていたが、日出後の6時以降魚類が急激に増大して8時と16時に明瞭なピークがみられた。一方、6月の場合、9月に比べて魚類の占める割合が1日を通して高く、日出前後の4時には既に約70%を占めていたが、魚類の割合は10時か



第8図 消化度IおよびIIの餌生物の胃内容物重量指数の時間的変化(第1表参照)。●——●: 魚類, ○-----○: 甲殻類, SR: 日出, SS: 日没。

Fig. 8. Diel change in stomach content weight index in I and II stages of digestion (see Table 1) of *Paralichthys olivaceus*. ●——●: Pisces, ○-----○: Crustacea. SR: sunrise, SS: sunset.

ら12時にかけてと、18時から20時にかけて他の時間帯に比べ一層高くなった。

ヒラメの胃中に出現した魚類と甲殻類の胃内容物重量指数の時間的变化を第7図に示した。9月には魚類が日出前の4時にはほとんど0に近かったが、日出以降増大し8時と16時にピークがみられた。一方、甲殻類は4時以降8時まで減少したが、それ以降漸増傾向を示し20時に最大となった。6月には魚類の場合、6時、10時から12時および18時から20時にかけてピークがみられたが、これらのピークの中でも10時から12時にかけてのものが最も大きかった。甲殻類は日出以降増加し、8時、16時および22時にピークがみられた。

胃中に出現した魚類と甲殻類のうち消化度ⅠおよびⅡの個体の胃内容物重量指数の時間的变化を第8図に示した。この指数が高いことは、捕食直後の餌生物の重量が多いことを意味している。すなわち、この指数の時間的变化を追うことによってヒラメが活発に摂餌を行っていた時刻を推定することが可能である。9月には、魚類の場合16時にピークがみられる1峰型であったのに対し、甲殻類は10時から14時にかけてやや高い値が続き、20時に再びピークが見られる2峰型であった。一方、6月には魚類の場合10時と22時にピークがみられる2峰型であったのに対し、甲殻類は4時から8時、14時から16時および22時にピークがみられる3峰型であった。

ELLIOTT and PERSSON (1978) は、魚類の摂餌量を推定するために次のような方程式を提案している。

$$C_t = \frac{(S_t - S_0 e^{-Rt})Rt}{1 - e^{-Rt}} \dots\dots\dots(1)$$

C_t : 時刻0とtの間の摂餌量

S_0, S_t : 時刻0およびtにおける平均胃内容物重量

R : 胃外排出速度

ELLIOTT らはこの方程式を適用する際の前提条件として、2つの採集時刻の間に魚類が一定の速度で摂餌することをあげているが、この条件は採集間隔を3時間以内にするにより多くの魚類で満たされるとしている。9月には、採集間隔が4時間の場合もあるが、あえてこの手法を適用することにした。この方程式を今回の2例について適用するためには、平均胃内容物重量と胃外排出速度Rの値が必要である。前者はヒラメの胃内容物重量指数で示すことが可能であるが、後者は飼育実験あるいは野外調査の実測値から推定しなければならない。しかし、ヒラメについての実験値の報告例がないため、野外調査の実測値を用いることにした。ヒラメの主要な餌となっている魚類と甲殻類ではR値が異なり (DWYER et al 1983)。甲殻類のほうが魚類より早く排出される傾向がある (興石, 私信)。そこで魚類と甲殻類のそれぞれについてR値を推定した。Rは次式で与えられる。

$$S_t = S_0 e^{-Rt} \dots\dots\dots(2)$$

これは時刻0からtまでの間に餌を捕食しない場合、胃内容物重量指数は指数関数的に減少することを示している。興石ら (1982) は、ヒラメ0才魚の摂餌日周期性を調べ、日出から約3時間に1回、正午から日没にかけて1回ないし2回摂餌活動のピークが存在するとし、ヒラメは昼型の摂餌活動を行うと報告している。そこでRを求めるために、活発な摂餌活動を行っている昼間のデータではなく夜間のデータを用いることにした。ところが、第8図に示したように甲殻類の場合、9月には20時、6月には22時に摂餌直後と考えられる餌生物が胃中に相対的に高い割合で出現したことから、これらのデータはRの推定には用いることができないと判断した。その代わりに、摂餌直後の餌生物の重量比が相対的に低かった時間帯、すなわち9月

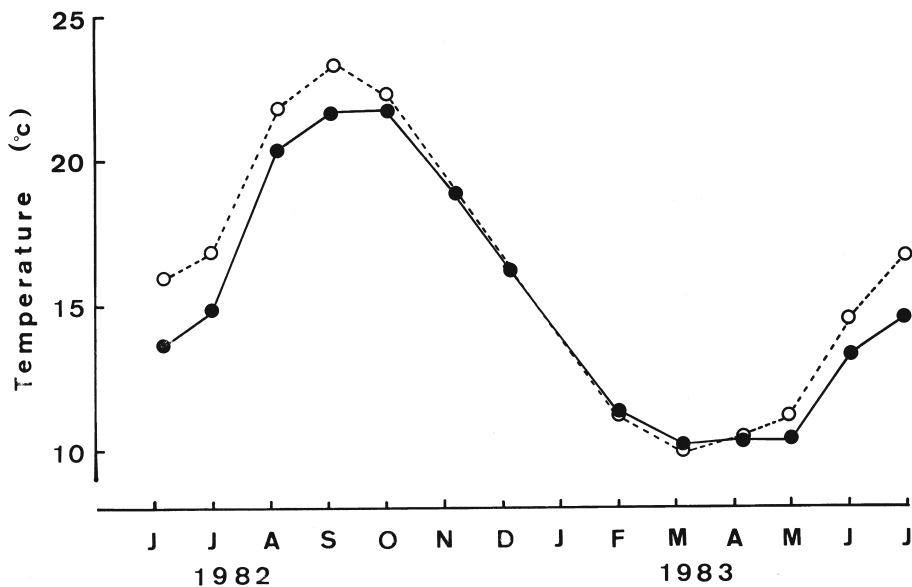
では4時から8時，6月では16時から20時までのデータを用いた．一方，魚類について採用したデータは9月の場合16時から24時，6月では20時から2時までであった．これらのデータを用いて最小二乗法により求めたR値を第2表に示した．相関係数は全体に低く，とりわけ6月

第2表 50m層の水温およびヒラメの胃外排出速度の推定値. r : 相関係数

Table 2. Water temperature at 50 m depth and estimated value of gastric evacuation rate of *Paralichthys olivaceus*. r: correlation coefficient

| Date | September 7-8, 1982 | June 24-25, 1983 |
|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| Temperature (°C) (Depth 50 m) | 21.61 | 14.63 |
| Pisces | 0.1635 (r = 0.99) | 0.1379 (r = 0.72) |
| Crustacea | 0.1914 (r = 0.80) | 0.3111 (r = 0.64) |

では魚類・甲殻類ともに低く，それぞれ0.72および0.64であった．以下に得られたR値の妥当性について検討を加える．昭和57年度新潟県水産試験場沿岸漁場海洋観測結果報告書に基づいて，調査海域付近の水深30mおよび50m層の水温の季節変化をみると（第9図），年間を通して9月が最も水温が高く30m層で23.38℃，50m層で21.61℃となっているのに対し，6月は水温の昇温期にあたり30m層で16.61℃，50m層で14.63℃であった．ELLIOTT (1972) は brown trout を用いた飼育実験から，Rと水温T（℃）の間には次式の関係があると報告している．



第9図 調査海域付近の水温の季節変化. ○——○: 30m層, ●——●: 50m層 (新潟県水産試験場沿岸漁場海洋観測結果報告書の資料に基づく).

Fig. 9. Seasonal change of temperature in adjacent waters. ○——○: 30m, ●——●: 50 m (data from Niigata prefectural fisheries experimental station).

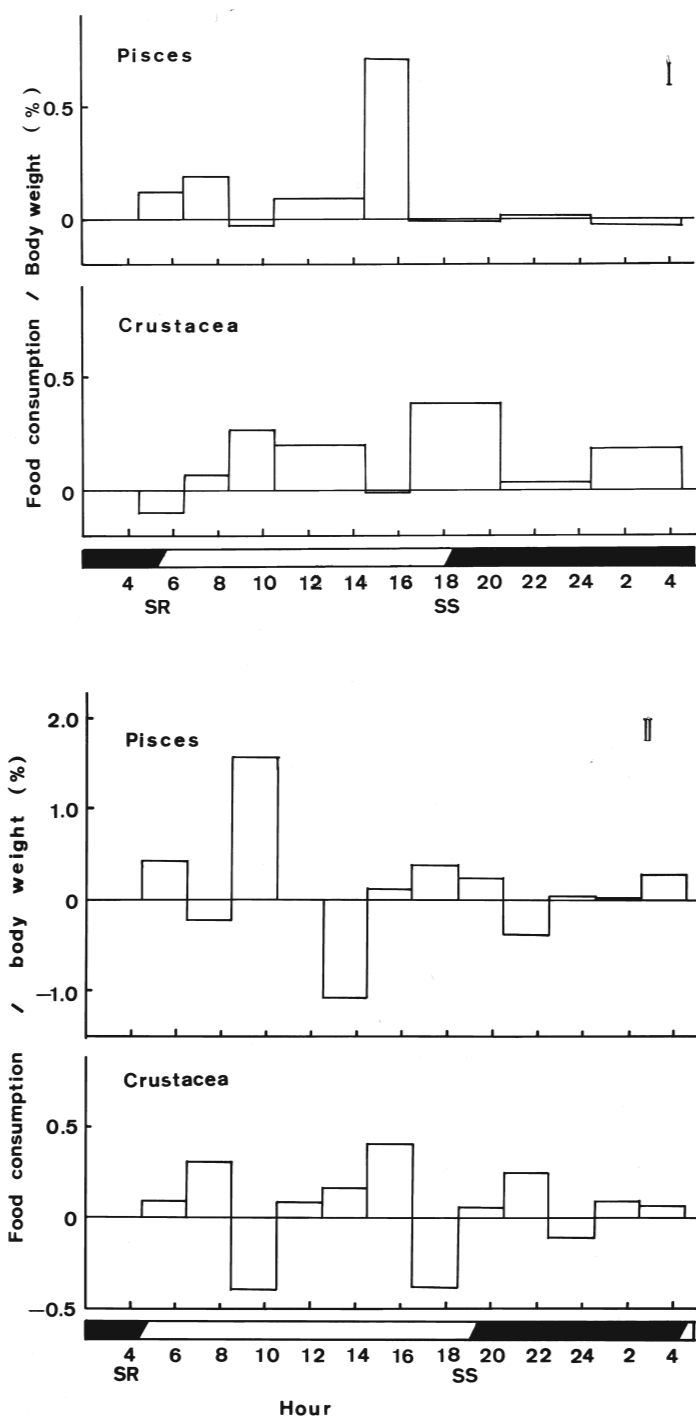
$$R = a e^{bT} \quad (a, b \text{ は定数, } a > 0, b > 0) \dots\dots\dots(3)$$

この式によればR値は水温が高くなるにつれて大きくなるが、第2表に示した甲殻類のR値をみると9月よりも6月のほうが逆に高くなり矛盾した結果となった。DURBIN and DURBIN (1980)は、魚類が生息する通常の水温範囲において(3)式のaの値は餌生物の種類によって異なるが、bの値は淡水産、海産いずれの魚種の場合も0.105で近似できるとしている。このbの値を(3)式に代入して、6月のR値0.3111が正しいと仮定して9月のR値を求めると、6月と9月の採集地点付近の水温がそれぞれ15℃、22℃であったことから0.6488となった。この値はDwyer et al (1983) がベーリング海のスケトウダラについてオキアミ類のR値 (0.013, 水温2.5℃) から22℃の時の値を計算した結果の0.1103に比べても極めて高い。これらの結果より、第2表のR値のうち6月の甲殻類の値は不適と判断した。また、魚類のR値について6月の値は相関係数が低いため棄却した。そこで、(3)式に9月の結果を用いて、6月の魚類・甲殻類のR値を推定すると、現場付近の水温が6月・9月それぞれ15℃および22℃であったことから、魚類で0.0784、甲殻類で0.0918となった。

これらのR値と、魚類・甲殻類の胃内容物重量指数の値から、(1)式を用いて各採集時刻間の摂餌量を計算した結果を第3表および第10図に示した、ただし、1日の摂餌量を推定するためには、9月・6月とも翌日の4時の値が必要であるが、このデータがないためそれぞれ前日の

第3表 ヒラメの摂餌量の推定値。R：胃外排出速度
Table 3. Estimated food consumption of *Paralichthys olivaceus* in a day.
 R: gastric evacuation rate.

| Time | Number of fish examined | Stomach content weight/ Body weight (wet/wet, %) | | Food consumption/ Body weight (wet/wet, %) | |
|---------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|------------|
| | | Pisces | Crustacea | Pisces | Crustacea |
| September 7-8, 1982 | | | | (R=0.1635) | (R=0.1914) |
| 04:00 | 61 | 0.01 | 0.43 | 0.12 | -0.10 |
| 06:00 | 53 | 0.11 | 0.21 | 0.19 | 0.07 |
| 08:00 | 78 | 0.24 | 0.20 | -0.09 | 0.27 |
| 10:00 | 76 | 0.10 | 0.36 | 0.19 | 0.40 |
| 14:00 | 104 | 0.19 | 0.45 | 0.71 | -0.02 |
| 16:00 | 124 | 0.74 | 0.29 | -0.05 | 0.77 |
| 20:00 | 135 | 0.35 | 0.67 | 0.02 | 0.07 |
| 24:00 | 121 | 0.20 | 0.36 | -0.13 | 0.38 |
| June 24-25, 1983 | | | | (R=0.0784) | (R=0.0918) |
| 04:00 | 61 | 0.59 | 0.27 | 0.43 | 0.08 |
| 06:00 | 45 | 0.89 | 0.30 | -0.23 | 0.31 |
| 08:00 | 37 | 0.55 | 0.53 | 1.58 | -0.40 |
| 10:00 | 27 | 1.93 | 0.08 | 0.00 | 0.08 |
| 12:00 | 19 | 1.65 | 0.14 | -1.09 | 0.16 |
| 14:00 | 24 | 0.40 | 0.26 | 0.13 | 0.41 |
| 16:00 | 56 | 0.46 | 0.59 | 0.39 | -0.38 |
| 18:00 | 47 | 0.75 | 0.14 | 0.25 | 0.06 |
| 20:00 | 72 | 0.87 | 0.17 | -0.37 | 0.25 |
| 22:00 | 121 | 0.40 | 0.37 | 0.05 | -0.12 |
| 24:00 | 170 | 0.39 | 0.20 | 0.02 | 0.09 |
| 02:00 | 100 | 0.35 | 0.25 | 0.30 | 0.07 |



第10図 採集時刻間の推定摂餌量の時間的变化。 I : 1982年9月7—8日, II : 1983年6月24—25日。 SR : 日出, SS : 日没

Fig. 10. Diel change in estimated food consumption value of *Paralichthys olivaceus* during each successive sampling time. I: September 7-8, 1982, II: June 24-25, 1983. SR: sunrise, SS: sunset.

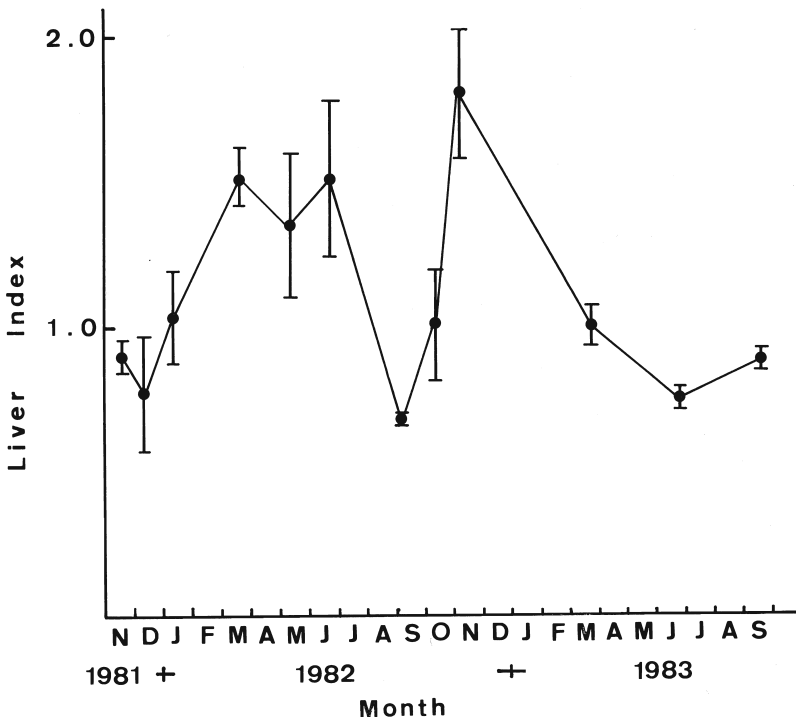
4時の値、すなわち第1回目の採集値を用いた。第10図に示した棒グラフのうち、正の部分の面積が採集時刻間の摂餌量に相当する。9月についてみると、魚類の場合4時から8時にかけて摂餌のピークがみられた後、14時から16時にかけて再び活発な摂餌活動がみられた。一方、甲殻類では魚類よりやや遅れて8時から14時、16時から20時、さらには24時から4時にかけて摂餌のピークがみられた。6月には魚類の場合、日出直後の4時から6時にかけて小さなピークが出現したが、8時から10時にかけて最大のピークを示した後摂餌活動は停滞し、14時から16時にかけて再びピークがみられた。また、甲殻類については6時から8時、14時から16時さらに20時から22時にかけての3つの時間帯にピークがみられた。

ヒラメの日間摂餌量は、上記で求めた摂餌量のうち正の値の部分の24時間通して積算することによって得られる。これにより体重比で求めた日間摂餌量は、9月では魚類1.23%、甲殻類1.96%の計3.19%、6月では魚類3.15%、甲殻類1.51%の計4.66%と推定された。

富永・前田(1984)は、肝臓重量指数は魚体の栄養状態を反映すると報告している。そこで、ヒラメの栄養状態の年周期を明らかにするために、新潟沖で採集された標本の肝臓重量指数の月別変化を調べた(第11図)。1981年12月から急激に増大し、1982年3-6月にピークを示した後減少して夏には最も低くなった。その後、再び増大して11月に最も高いピークを示したが、それ以後減少して1983年には1982年春にみられたピークは出現しなかった。

III. 考 察

魚類を摂餌行動にかりたてる主な要因を考えると、その種に特有な活動の日周期性、餌の



第11図 ヒラメの肝臓重量指数の月別変化。平均および95%信頼区間を示す。

Fig. 11. Seasonal change of liver weight index of *Paralichthys olivaceus*. Points are means, bars are 2 times standard error of mean.

探索あるいは捕獲能力（遊泳速度）および食欲（消化速度と餌料要求量）といった能動的要因と、餌料生物の活動日周期あるいは光・温度等の物理環境という受動的要因をあげることができる。ここでは前者を中心に考察する。

興石ら（1982）はヒラメ 0 才魚の入網率が昼間低く夜間高いことについて、視覚による採集用具からの逃避が主要な原因と推論している。一方、柿元ら（1979）はヒラメ成魚にバイオテレメトリーを装着して海中に放流し、その行動を 1 昼夜から 1 昼夜半にわたって追跡した結果から、ヒラメは日没から日出までは移動のために離底するが、昼間はほとんど着底していて時々索餌のためと思われる 5 m 程度で短時間の離底運動を行うと報告している。しかし、0・1 才魚も夜間に離底するならば本調査で確認された夜間の入網率が高くなるという事実を説明できない。柿元らの結果は、成魚が産卵のために移動回遊を活発に行う時期の調査に基づくものであり、本報告の主な対象となっている 0・1 才魚の行動様式とは異なる可能性もあると考えられる。

ヒラメの摂餌個体の割合は 9 月・6 月とも低かったが、梨田（1984）は、ヒラメの摂餌個体の出現率が年間を通して低いことを報告している。また、1 日を通して空胃個体が高い割合で出現することから、24 時間という短いスケールではまったく餌を捕食しない個体も存在すると考えられる。

本報告で得た胃外排出速度をもとに、餌生物の捕食重量の 90% が胃から排出されるのに要する時間を計算すると、9 月には魚類が約 14 時間、甲殻類が約 12 時間となるのに対し、6 月には魚類が約 29 時間、甲殻類が約 25 時間となる。このように、9 月には約半日で餌生物の体重の 90% が胃から排出され、前日の夕刻に捕食された餌生物は翌日の早朝には大部分排出されるのに対し、6 月には 1 昼夜以上かかるために、前日の昼間に捕食された餌生物は翌日の日出時においても大部分胃中に残存していることになる。9 月と 6 月の摂餌個体の出現率をみると、9 月には日出以降急速に増加したのに対し、6 月には日出直前から直後にかけて顕著な増加がみられなかったのは、6 月は 9 月に比べ前日以前に捕食された餌生物が胃中に残存する割合が高かったためと推察される。

興石ら（1982）は、ヒラメは視覚によって索餌する昼型の摂餌活動を行うが、薄明時にも活発な摂餌を行うと報告している。今回の調査でも 2 時間という短い間隔で採集を行った 6 月の結果をみると、餌が魚類の場合には早朝と日没までの午後に各 1 回の摂餌活動のピークがみられたのに対し、甲殻類では早朝、午後および日没直後の薄明時の計 3 回ピークがみられた。興石らは、この原因について環境中の餌料生物の活動周期、分布量の日周変化の可能性を示唆している。MAUCHLINE（1980）は、沿岸の小型アミ類の鉛直移動の日周変化について、一般に昼間は海底近くにいるが夜間は表層近くまで浮上するとしている。また首藤（1984）は、マダイ若令魚とヨコエビとの捕食・被捕食の日周期性を調べ、ヨコエビを生活型ごとに分類した被食状況から、Epifauna および Shallow burrower は昼間に、Infaunal tube dweller は日出・日没時に多食され、Deep burrower はほとんど食べられていないと報告している。ヒラメがエビ・アミ類を早朝と薄明時に活発に捕食するのは、食欲・照度等の要因のほかエビ・アミ類の availability がこれらの時間帯に高くなることも重要な要因になっていると推察される。

魚類と甲殻類を摂餌するピークの時刻には 2 時間から 4 時間程度のずれがあり、魚類を活発に捕食していた時間帯には甲殻類をあまり捕食していなかった。調査海域の餌料環境が不明なため推測の域を出ないが、この原因としてヒラメの餌の選択性と、時間による餌の availability の変化という要因が考えられる。

ここでは、ELLIOTT and PERSSON (1978) の手法を用いてヒラメの日間摂餌量の推定を行ったが、この手法を適用できるのは、採集間隔中一定の速度で餌を捕食する魚種に限ると指摘されている。ところが、ヒラメ胃中に出現した餌生物の個体数の頻度分布をみると1ないし2個体が主体で、一度餌をとったらしばらく次の摂餌行動を起こさないものと考えられる。しかし、ヒラメを個体群としてみた場合には、一定の速度で捕食すると仮定しても ELLIOTT らの前提条件から大きく逸脱することはないと思われるが、このためにはかなり多数の標本を調べることが必要である。野外調査の結果から得た胃外排出速度をもとに摂餌量の推定を行ったが、いくつかの時間帯では摂餌量が負になるという矛盾した結果が出た。これは、胃外排出速度の過小評価またはサンプル誤差によるものと思われるが、この検証には飼育実験が不可欠と考えられる。

計算された日間摂餌量は、魚類・甲殻類あわせて9月には体重の3.19%、6月には4.66%であった。これらの値は、遠山・庄司(1977)がマイワシ肉を使って1日1回十分な餌を与えることによって得た摂餌量の平均値4.63%のそれぞれ69%および101%に相当することから、6月では自然環境中においても飽食に近い状態まで摂餌を行っているものと推察された。

IV. 要 約

ヒラメの摂餌日周期性と日間摂餌量を明らかにするために24時間連続調査を2期実施した。また、得られた結果を用いて ELLIOTT and PERSSON (1978) の手法を使い、日間摂餌量の推定を試みた。結果は以下のとおりである。

1. 餌料生物は小型ハゼ類やカタクチイワシなどの魚類と、キシエビなどのエビ類およびアミ類などの甲殻類が主体で、両者を合わせると重量比で85~100%を占めた。
2. 魚類は日出後の早朝および日没までの午後に活発に摂餌されたが、甲殻類は日出前あるいは日没後の薄明時でも活発に摂餌されていた。
3. ヒラメの日間摂餌量は、9月では魚類1.23%、甲殻類1.96%の計3.19%、6月では魚類3.15%、甲殻類1.51%の計4.66%と推定された。

文 献

- DURBIN, E.G. and A. G. DURBIN (1980). Some factors affecting gastric evacuation rates in fishes. ICES C. M. L: 59.
- DWYER, D. A., K. BAILEY, P. LIVINGSTON and M. YANG (1983). Some preliminary observations on the feeding habits of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) in the eastern Bering Sea, based on field and laboratory studies. INPFC Groundfish Symposium, 21 pp.
- ELLIOTT, J. M. (1972). Rates of gastric evacuation in brown trout, *Salmo trutta* L.. *Freshwat. Biol.* 2: 1-18.
- and PERSSON (1978). The estimation of daily rates of food consumption for fish. *J. Anim. Ecol.* 47: 977-991.
- 柿元 皓・大久保久直・板野英彬 (1979). ヒラメ成魚の移動生態 (テレメトリーによる測定). 新水試研報, (8): 13-46.
- 興石裕一・中西 孝・赤嶺達郎・田中邦三・長沼典子 (1982). ヒラメ増殖上の諸問題に関する基礎的研究—III, ヒラメ0才魚の摂餌日周期性. 日水研報告, (33): 67-80.
- 松宮義晴・木下 泉・岡 正雄 (1980). 志々伎湾における魚食性底魚類の胃内容物調査. 西水研研報, (54): 333-342.
- MAUCHLINE, J. (1980). The biology of misids and euphausiids. Blaxter, J. H. S., F. S. Russell and M. Yonge ed. *Advances in Marine Biology* vol. 18 677 pp. Academic Press, London.

- ・高橋勝宏(1983). 平戸島志々伎湾におけるイサキの食性. 同誌, (59): 23-32.
- 梨田一也(1984). ヒラメの生態と食性. 海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究. 北陸沿岸地域調査研究成果報告. (印刷中).
- 新潟県水産試験場(1983). 昭和57年度沿岸漁場海洋観測結果報告書. 新水試資料83-6.
- 佐藤祐二(1975). 仙台湾を中心としたヒラメ *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL) の生活史について. 東北水研研報, (35): 15-30.
- 首藤宏幸(1984). マダイとヨコエビとの連鎖関係に取り組む. 海洋と生物. 6. 生物研究社: p. 45.
- 富永 修・前田辰昭(1984). マガレイの生活年周期と摂餌生態. 海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究. 北陸沿岸地域調査研究成果報告. (印刷中).
- 遠山忠次・庄司泰雅(1977). 飼育水槽におけるヒラメの摂餌について. 千葉水試研報, (36): 47-54.