

氏 名 (本籍)	お お 大	か た 方	あ き 昭	ひ ろ 弘 (福島県)
学位の種類	農	学	博	士
学位記番号	農	第	1 1 0	号
学位授与年月日	昭和 4 9 年 1 1 月 1 4 日			
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当			
最終学歴	昭和 3 1 年 3 月 東北大学農学部卒業			
学位論文題目	仙台湾ブリの生産に関する群集生態学的研究			

(主 査)

論文審査委員	教授 畑 中 正 吉	教授 佐 藤 隆 平
		教授 西 沢 敏

論文内容要旨

従来、海の資源生物を群集の中に明確に位置づけ生産生態学的に研究した例は極めてすくない。本研究は仙台湾における代表的な回游性浮魚であるブリ (*Seriola quinqueradiata* TEMMINCK et SCHLEGEL) を terminal species とする食物連鎖をとりあげ、この連鎖を構成する生物集団をブリ群集とよび、生産生態学的立場から群集の構造と機能を研究したものである。

1 方法

移動性の顕著なブリの生産過程を明らかにするために、仙台湾内のいくつかの定置網で漁獲される魚類のうち主な浮魚類について平均月2回の標本採集をして、水域別・魚種別・発育段階別に胃内食物種出現頻度を求め、これにもとづいて食物連鎖の縦と横の関係を調べた。この食物連鎖構造を魚獲物組成によって推定した魚類相 (Fish fauna) の時空間的な変化と比較した。

一方、ブリが仙台湾に來游するまでの稚幼魚期の流れ藻つきの広汎な生活と藻を離れた沿岸における生活との関連を明らかにするために沖合 ($34^{\circ}00' \sim 41^{\circ}31' N$, $141^{\circ}30' \sim 158^{\circ}30' E$) の流れ藻つきブリの採集調査を行なった。またブリ幼魚 (0年魚) とカタクチイワシ未成魚との関係を明らかにするために、定置網の昼夜連続観察のほかブリの行動と水中照度・水温との関係について飼育による実験観察を実施した。

次に、ブリ群集の生産過程を時空間的に限定して量的な解析をするために、下記のような一連の手続に従って研究を進めた。

まず、ブリ幼魚の仙台湾内南西部水域 (370 km^2) における定置網漁獲量の日日的変化から魚群の平均滞留時間 (\bar{t}) を求めた。そしてこの計算値を標識魚の再捕率の時間的な変化と比較した。平均滞留時間は、各単位時間毎に魚群が水域内に來游した時点 (T_i , $i = \alpha, \beta, \gamma, \dots$) から一時に大量の移出があった時点 (T_n) までの時間の平均値と定義し、 $\bar{t} = \Sigma (T_n - T_i) / m$ で求めた。但し、水域内残留群量 (L_{i-1}) と移出入群量 (N_i) との比 $N_i / L_{i-1} = E$ を移出入率とよび、 $E < 0$ で $|E| \geq 0.75$ の時に大量移出があったものとした。 m は移入回数を表わす。魚群の移出入量・残留群量は Table 1 の方法で求めた。

この一定水域内の滞留期間内という限定の下で、標識魚再捕率と定置網漁獲量とからブリ幼魚の來游資源量を推定し、標識魚の成長・漁獲物体長組成の時間的な変化・体長体重関係式とから群成長量を求めた。このブリ群の成長量に必要な食物量はブリの摂餌率と成長率に関してすでに得られている実

ブリの生産過程を求める手続き

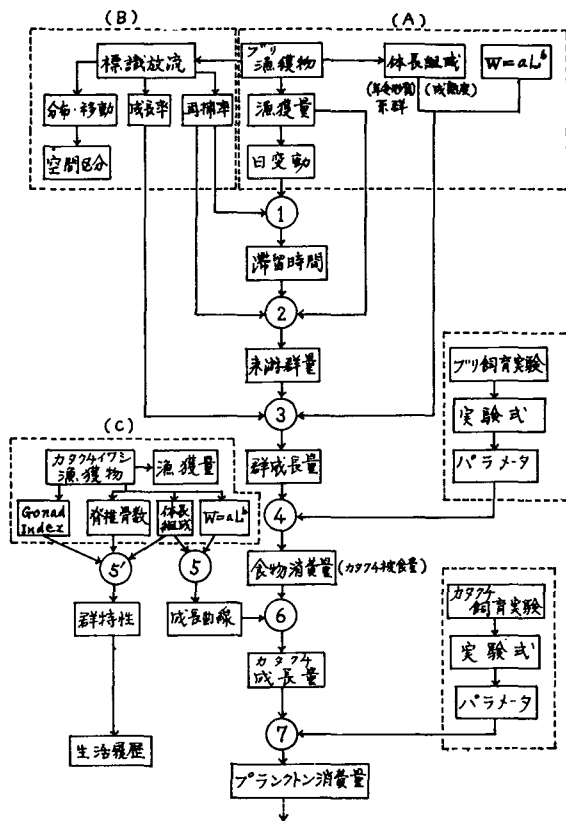


Table 1. Procedure of measuring the mean staying time of the schools of young amber-fish migrated in or out of the fishing area A (Yuriage), assuming the rate of catch during 3 days period as 0.01.

Notes: $N_t = F_t / c - L_{t-1}$, $F_t = c(L_{t+1} + N_t)$, $L_t = N_t(1-c)^i + N_{t-1}(1-c)^{i-1} + \dots + N_1(1-c)$ unit of time; $T_1 - T_{10} = 3$ days

Time	Number of fish caught (F_t)	Number of fish migrated in or out (N_t)	Number of fish survived (L_t)
$T_0 - T_1$	125	12,500	12,375
$T_1 - T_2$	2,675	255,125	264,825
$T_2 - T_3$	14,100	1,145,175	1,395,900
$T_3 - T_4$	17,500	354,100	1,732,500
$T_4 - T_5$	18,700	137,500	1,851,300
$T_5 - T_6$	2,625	-1,588,800	259,875
$T_6 - T_7$	100	-249,875	9,900
$T_7 - T_8$	1,275	117,600	126,225
$T_8 - T_9$	250	-101,225	24,750
$T_9 - T_{10}$	0	-24,750	0

験式(畑中・村川, 1958)に従って試算した。更に, カタクチイワシの成長曲線を求めてブリによって消費された群の成長量を得, この成長に必要なプランクトン量(*Euphausia pacifica* 換算)を試算した(計算式は註参照)。

II 結果と考察

1. ブリは本邦南方水域で冬に発生して流れ藻生活期(受動的な生活圏拡大期)に入るが, この時期には主として *Calanus* 類や *Euphausia* の larva など動物プランクトンを食っている。春に 15 cm(尾叉長)を越える大きさになると, 藻から離れて沿岸での自由な生活期に入り専らカタクチイワシ未成魚を食うようになる。このように発育段階に伴って食生活などの生態が変化し, これがひいてはブリを中心とする群集の生産構造の不連続的な変化として現われる。

2. 仙台湾におけるブリ(0年魚)群集の出現はおよそ7月上旬から10月下旬までの期間である。この期間内には幾つかの小集団が来遊して仙台湾と隣接水域間を移動し, 群間では群れ構成員の交替も起きている。このような魚群の動き方は標識魚の移動からも推察することができる(Fig.1)。

3. 一定の水域内(仙台湾南西部)に限定して来遊群の平均滞留時間を求めると約12日間であり, これは標識魚の再捕が激減するまでの時間(Fig.2)と大略一致する。

4. 標識魚が再捕されるまでの成長過程は湾内定置網漁獲魚の体長組成モードの時間的変化と大体一致する(Fig.3)。時間(t)の経過に伴う体重(W)の増加は $W = 0.0076 \times (19.14 + 0.1279t)^{3.1746}$ で表わされる。

5. 定置網で共に漁獲される各魚種の胃内食物種出現頻度の相互比較によって, ブリを Terminal species とする群集の生産構造を示した(Fig.4)。このブリ群集の骨格的構造は, ブリ→カタクチイワシ→Copepods で構成され, 他の群集構成種の季節的変遷に拘らず長期にわたって安定しており, またこの種間関係は水域間の魚種組成の相違(Fig.5)に拘らず大きな変化が見られない(群集の動的安定性)。

食物連鎖をつくる各種動物は各発育段階に応じた食地位(Food niche)を獲得しており, 1群集の中で1つの食地位を複数の種が占める確率は非常に小さい(同一食地位生物間の相互排他性)。

日々の漁獲物組成から求められる魚類相(Fish fauna)の季節的変遷(Fig.6)をみると, 一般に捕食者と被食者とは互いに population の重心が重ならぬように分布している。これは同じ食物種に依存して生活する種間の過度の競合を避けるための一定の秩序のあることを示している。

6. 発生水域, 発生時期など生活履歴の異なるカタクチイワシ(S.L. ≥ 6 cm) 5群が5月~11月の間に仙台湾に来遊する。ブリはこれらの群のうち10cm以下の小型群を主に食い(Fig.7), 5月~6月下旬に来遊するカタクチイワシ産卵群(S.L. ≥ 10 cm)と遭遇する機会は少ない。また, カタク

タイワシは日没後の低照度（10 lux以下）で活発に摂餌活動をし（Fig. 8）、ブリはカタクタイワシが摂餌行動を起す直前（夕方）又は行動の終了する時間帯（早朝）に主として摂餌する（同一水域における被食者側の時間的逃避）。ブリの游泳行動を調べた飼育実験結果（Fig. 9）は、ブリの摂餌活動が照度によって可成り制限されていることを示している。

7. 上の骨格的生産構造の機能としての物質の流れの一端を次のように推定した。すなわち仙台湾内の南西部水域（370 Km²）における一定期間内のブリ来游群量及びカタクタイワシに換算した食物消費量を求め、更にブリに食われたカタクタイワシの同期間内の成長量推定値から *Euphausia pacifica* に換算したカタクタイワシの動物プランクトン摂取量を試算した。

例1.[※] 1969年7月下旬から8月上旬に至る15日間に370トンのブリが来游し、315トンのカタクタイワシを食い70トンのブリの生産があったことになり、この期間のカタクタイワシ被食量は同期間内に水域内定置網で漁獲されたカタクタイワシ（約10トン）の大略30倍に相当した。

例2.^{※※} 1971年8月11日から10月10日までの60日間に400～1,000トンのブリが来游して37トンが漁獲され、カタクタイワシ4,700～11,300トンを食物として消費して753～1,813トンの生産（成長）をしたことになり、この時の食物消費量は例1と同じくカタクタイワシ漁獲量（170トン）の30～60倍に相当した。

以上の計算例におけるブリの食物消費量は時期・計算法の違いに拘らず定置網で漁獲されたカタクタイワシの量の30倍以上を示し、莫大な数量に達することがわかった。

次に、ブリに食われたカタクタイワシの生産量を例2の60日間について求めると、2,470～5,900トンと見積られ、この生産に要する食物は *Euphausia pacifica* に換算すると24,500～58,800トンと推定される。この場合の平均的な転化効率（成長量/摂食量）は動物プランクトン→カタクタイワシで約10%、カタクタイワシ→ブリで約16%となる（Fig. 10）。

また、ブリ・カタクタイワシ・動物プランクトンという食物連鎖の範囲内で計算された動物プランクトン消費量は乾重量で大略100～250トン/日であり、これは仙台湾沿岸部で測定された動物プランクトンの推定現存量400トン（小達ら，1973）の25～60%に相当する。

魚種資源量はその種個体群の所属する群集の生産構造により規定されるものであるから、漁獲量のみを基準にして量的な推測をするのは自然死亡の大きい場合には大きな誤りを犯すことになる。また、人為的な介入による生産増加又は価値の転換をはかる場合には、まず目的種について発育段階毎の生産構造におけるその種の役割を明らかにし、次いで食地位の排他性・群集の動的安定性など群集の秩序ある組織としての性質に対する介入の可能性と限界とを明らかにしなければならない。なお、この場合に食物連鎖をつくる諸生物の Trophic level への階層分け、種間競争の概念、摂餌選択、

生物の現存量の取扱いなど、従来陸水生態系の研究分野で用いられている手法や考え方をそのまま海の生態系研究に適用することは極めて慎重を要することがわかった。

本研究は特に海洋における回游性魚類の生産過程という複雑な問題を取扱う際の時空間的限定と種間の群集論的考え方と手法について、新しい研究を試みたのである。

(註)

※ ブリ来游群量(S)は

$$S = F / \{ 1 - (1 - c)^t \}$$

によって求めた。F；t日間漁獲量，c；1日の漁獲率(0.001~0.022)

次に各来游群毎の滞留日数に応じた群成長量を求め、日成長率(Y)=0.02，日摂餌率(X)=0.10としてブリの総食物消費量を求めた。

※※ ブリ来游群量から動物プランクトン被食量に至る数量的関係は下記の式に従って求めた。

$$1) \quad N = C \cdot R / r$$

$$\text{Var}(N) = R \cdot C (C - r) / r^3$$

$$2) \quad G = (N - C) \{ (1 + Y)^t - 1 \}$$

$$3) \quad P_E = \{ (1 + g)^t - 1 \} \cdot f / 2$$

$$4) \quad C_p = (f + P_E) e \cdot t / 2$$

但し、

N；ブリ来游尾数

R；ブリ標識放流尾数

C；ブリt日間漁獲尾数

r；ブリt日間再捕尾数

t；日数

Y；ブリ日成長率

G；ブリt日間成長量

P_E；カタクチイワシt日間成長量

g；" 日成長率

f；" ブリによる被食量

C_p；" 動物プランクトン摂食量

e；" 日摂餌率

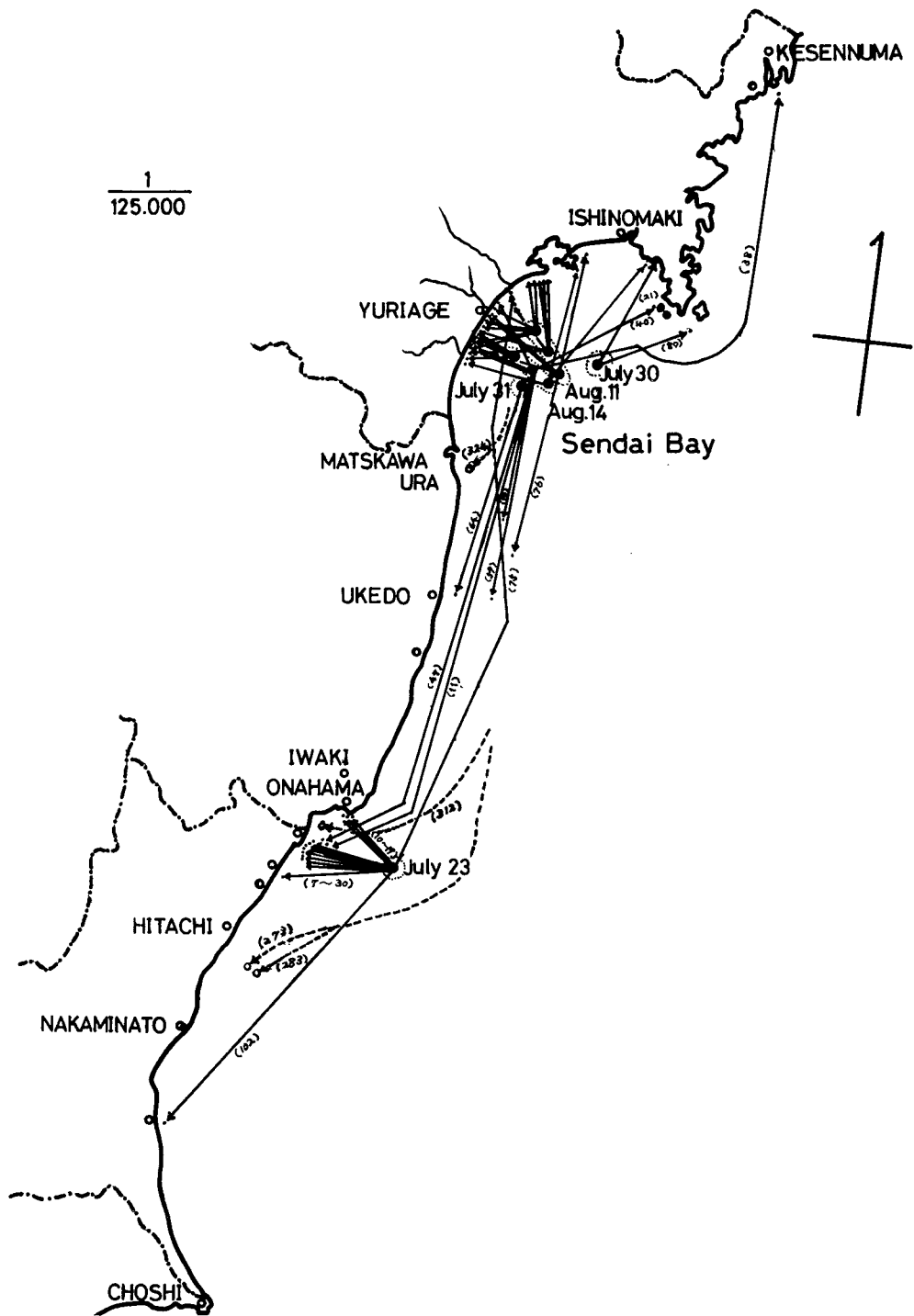


Fig. 1 Movement of the amber-fish tagged in the Bay of Sendai and the coast of Joban during the period from 1971 to 1972.

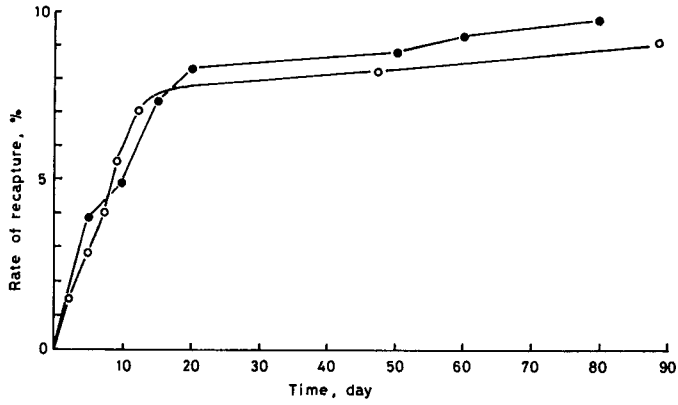
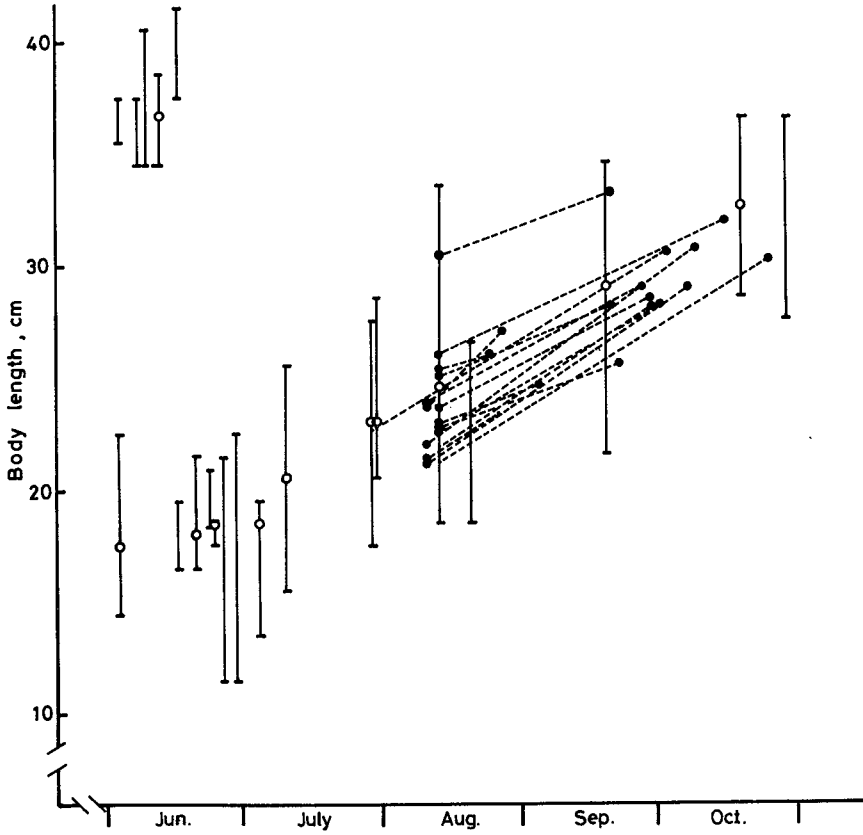
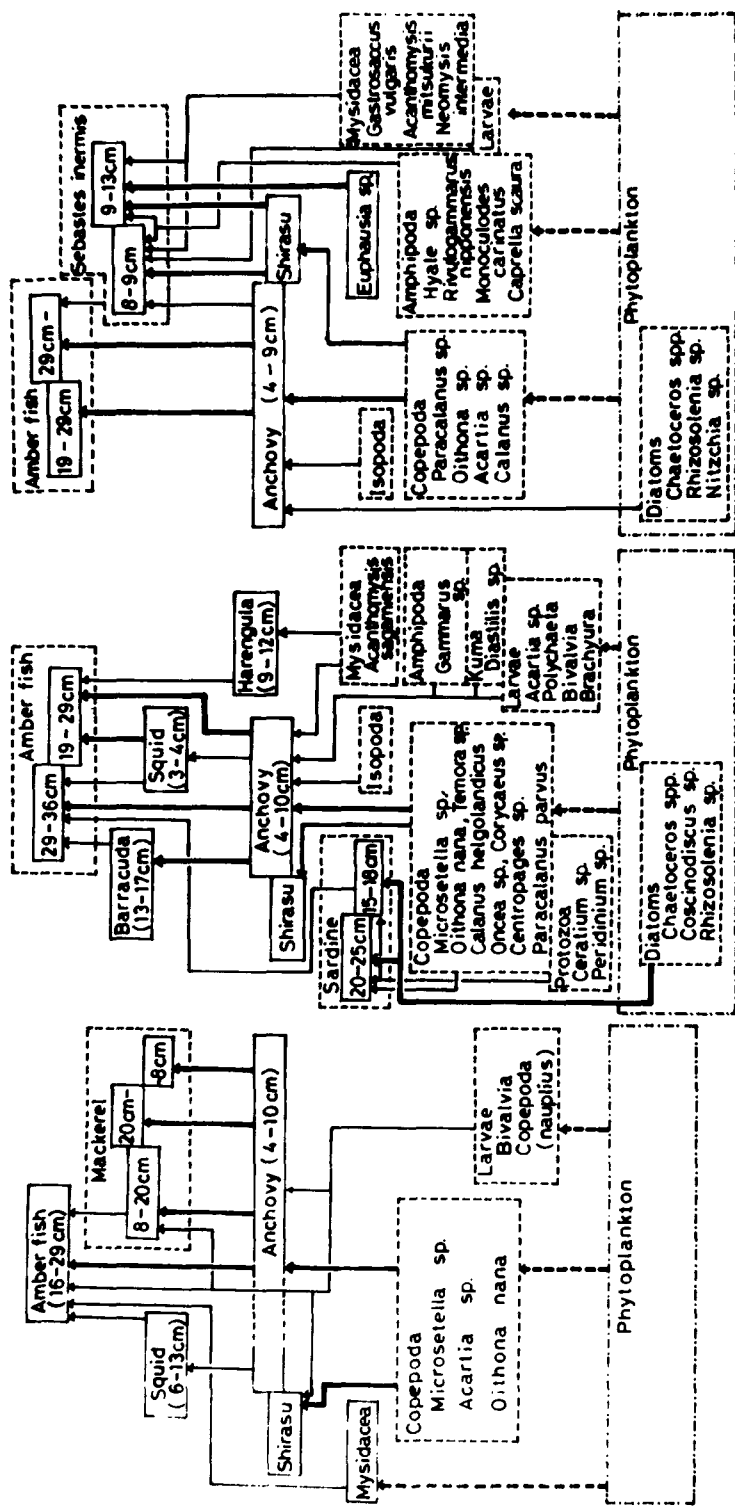


Fig. 2 Results of the release and recapture experiments of the young amber-fish, in the Bay of Sendai. Diagram represents the relationships between the period of freedom and the accumulative rate of recapture.
 Note; ○—○—1969, ●—●—1971





(1)
Jul. 5 - Aug. 20 '68

(2)
Aug. 28 - Oct. 29 '68

(3)
Nov. 2 - 26 '68

Fig. 4 Feeding relationships among the pelagic fishes in area A (Yuriage), July 5 - Nov. 26, 1968.

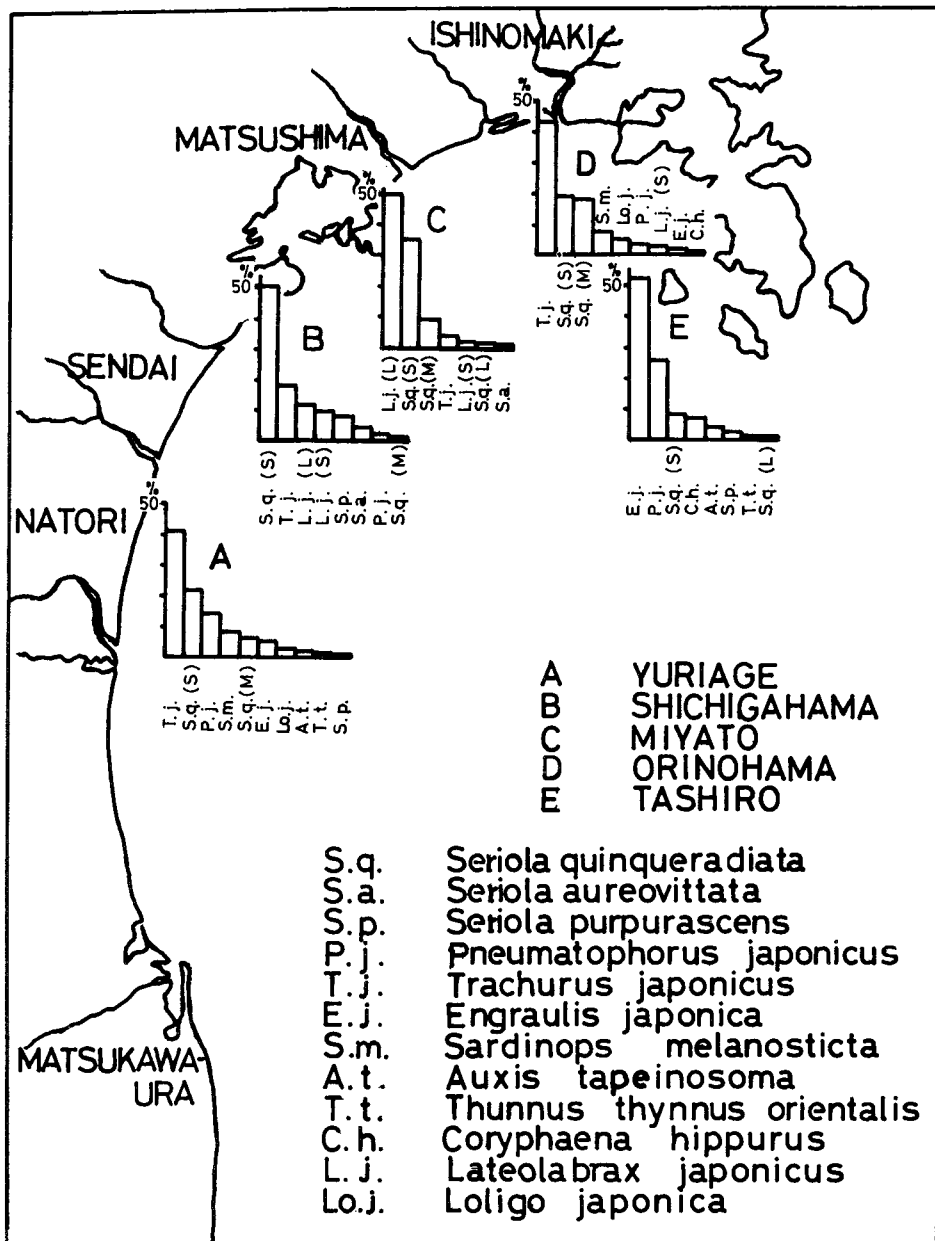


Fig. 5 Species compositions of the fish caught by set nets in the Bay of Sendai, from June to August, 1969.

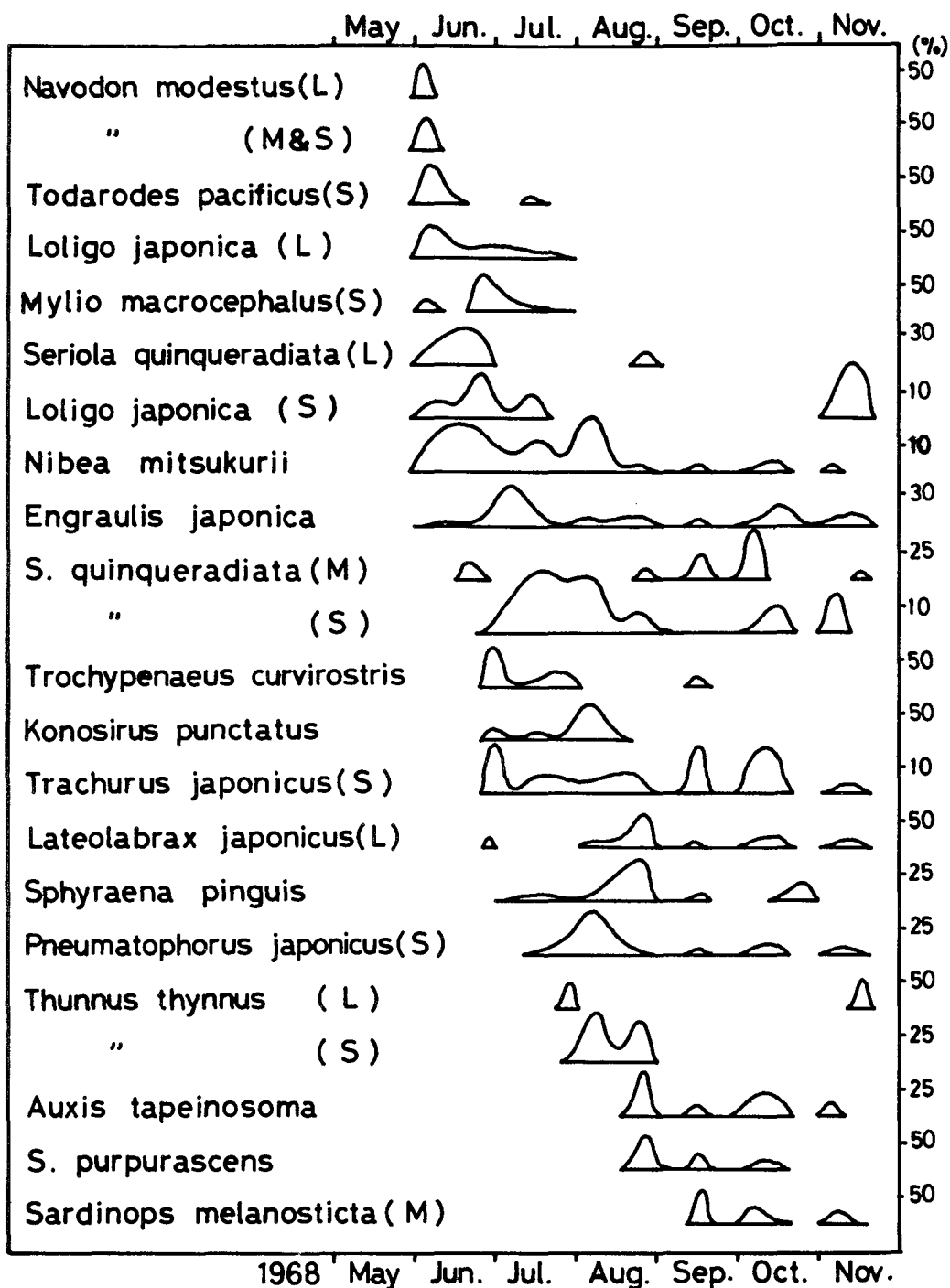


Fig. 6 The sequent fluctuations of amount of catch of the coastal fishes caught by the set-net in the fishing area A (Yuriage), 1968. Curves showing the ratio of catch in every 10 days to the total amount of catch of each species.

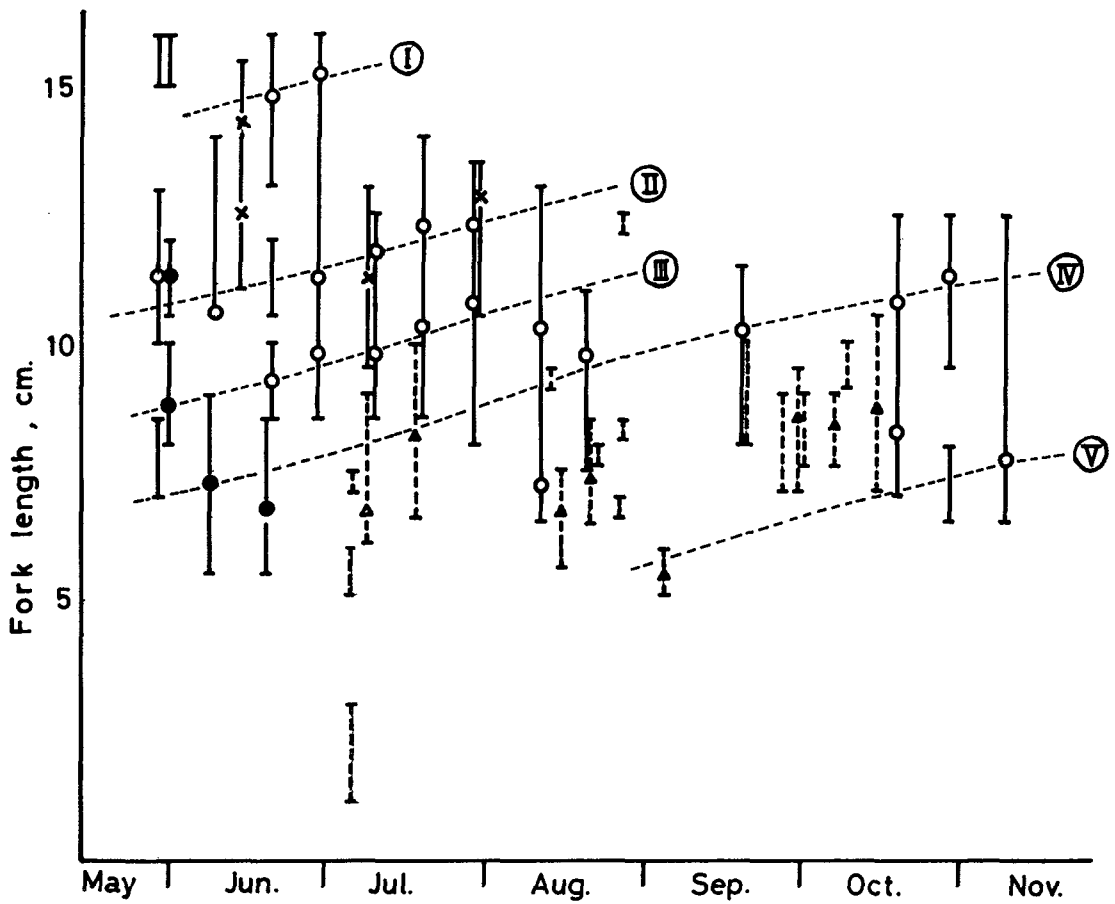


Fig. 7 Comparisons of the range in body length of the anchovy occurred in the stomach of the amber-fish (+---Δ---) and those of the samples caught by the set nets in the Bay of Sendai, from June to October in 1971.

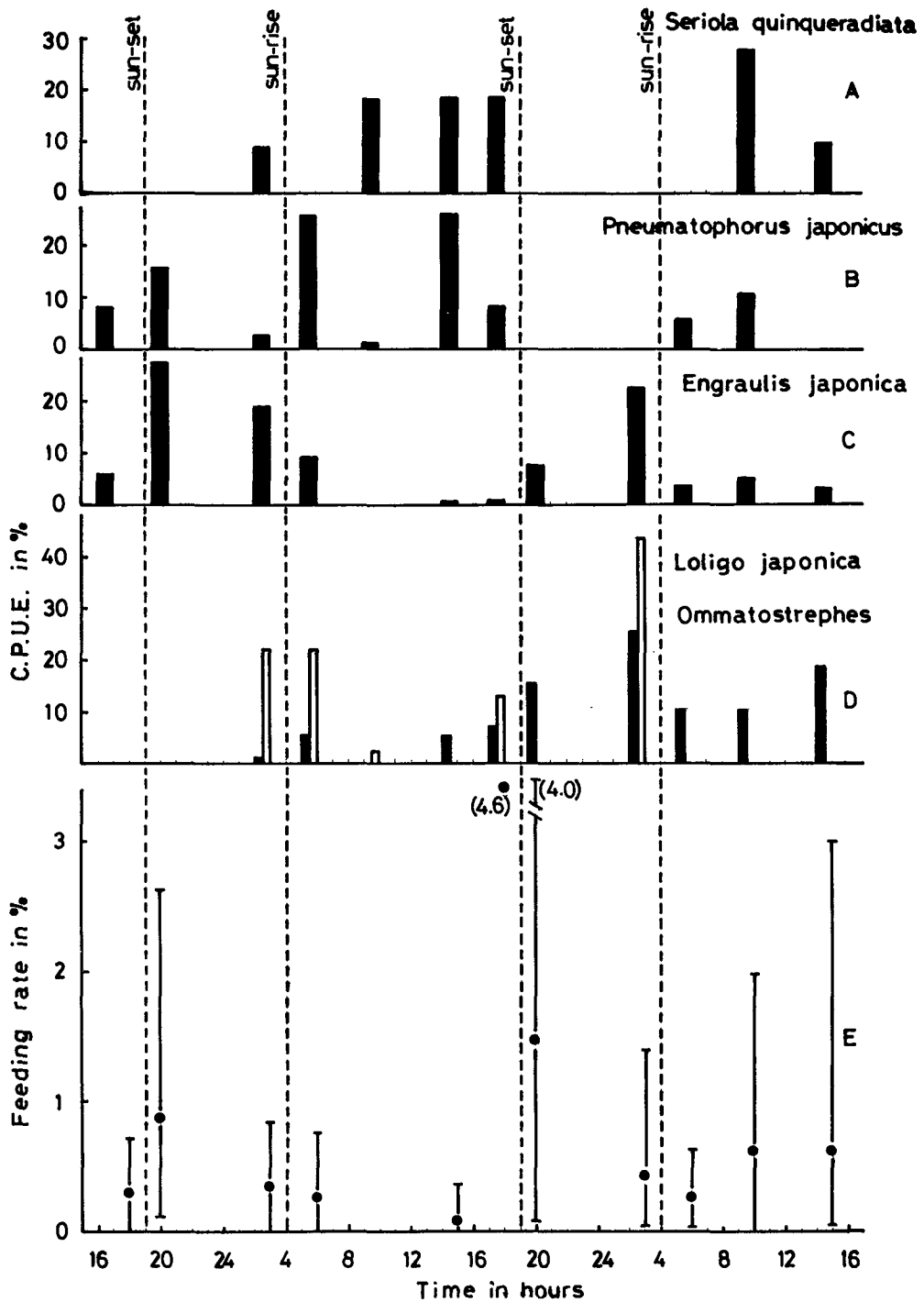


Fig. 8 Change in occurrence of each fish caught by the set-net (A, B, C, D,), and in amount of food found in the stomach of the anchovy caught by the net (E), during forty eight hours, June II - 13 in 1971.

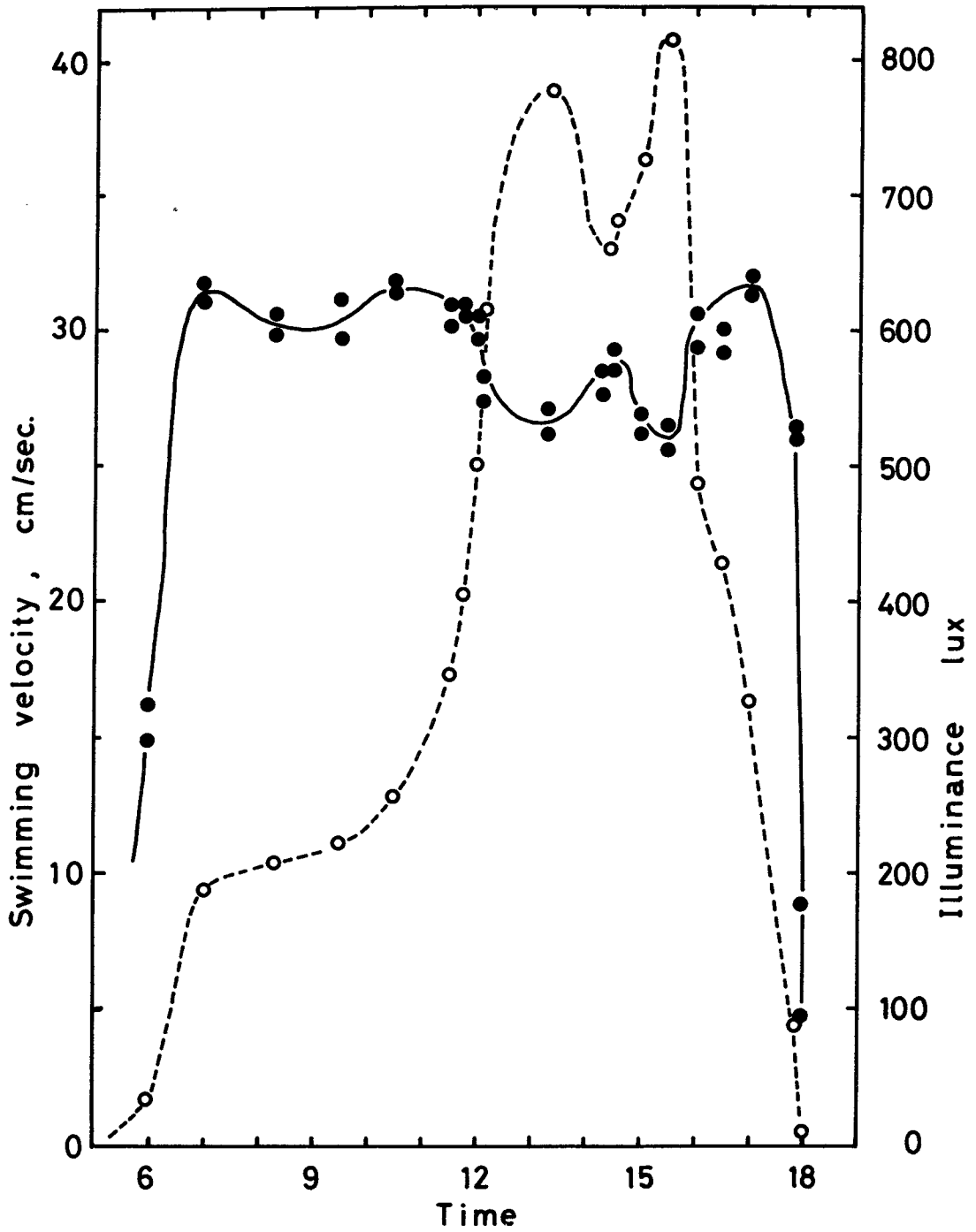


Fig. 9 Relationships between swimming velocity of the young amber-fish rearing in a tank and under water illuminance in a day time.

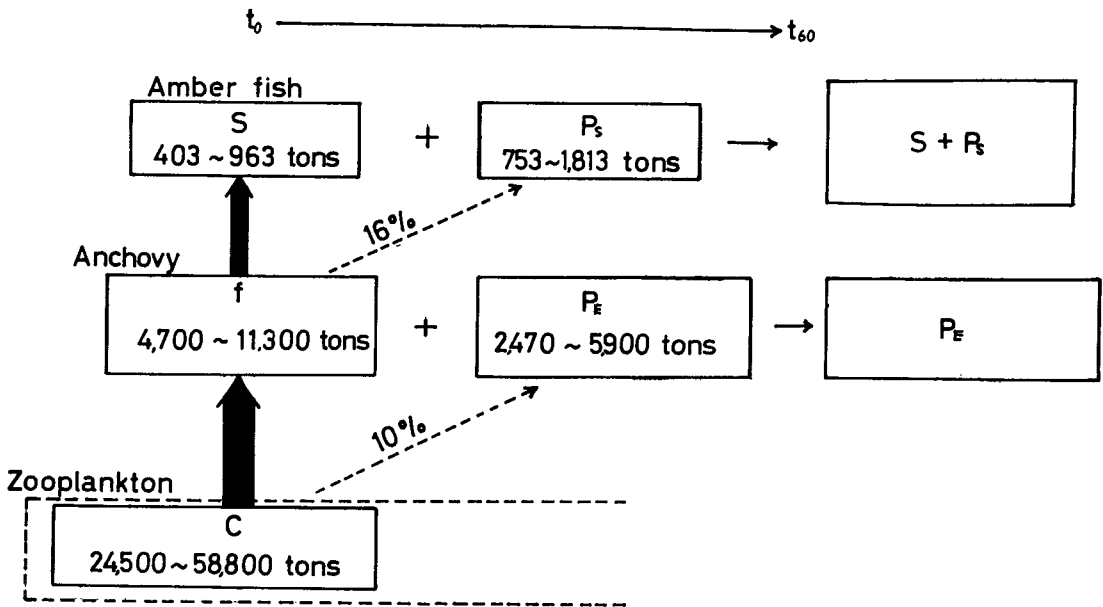


Fig. 10 Quantitative relationships between production of biomass (net production) and food intake, estimated in a main part of the grazing food chain (amber-fish, anchovy and zooplankton) in the Bay of Sendai, during 60 days in warm season.

審査結果の要旨

この論文は仙台湾における代表的な回遊性浮魚であるブリ (*Seriola quinqueradiata*) を末端とする食物連鎖をとりあげて、この生物集団の動き、構成種、その数量を求め、単位期間内に集団に流れる物質転化の動態を測定したものである。

仙台湾内の代表的定置網で漁獲される魚類を採集して、魚種別、発育段階別に胃内食物種の出現頻度を調べ、その相互関係から小型ブリを中心とする食物網の縦と横の関係を求め、これを群集の生産構造と考えた。その構造は季節・水域にかかわらず動的安定性を示し、根幹としてブリーカタクチイワシ-橈脚類で構成されている。

次に、仙台湾南西部水域 (凡そ 37.0 Km²) における定置網、漁獲量の日日変化から魚群のこの水域内の平均滞留時間を求めた。この値は標識魚の再捕率の時間的変化から推定した滞留時間と略々一致し、12-15日間と考えた。標識魚の再捕率と定置網漁獲量とからこの間の小型ブリの来遊資源量を求め、また、標識魚の成長、漁獲物体長組成の時間的変化などから群成長重を求めた。

かくして、仙台湾を時空間的に限定し、来遊ブリ群量、群成長量、生産構造を明らかにし、すでに実験的にえられた一定条件下のブリの食物消費量と成長量との関係式、カタクチイワシの食物消費量と成長量との関係式を利用して、自然状態の魚の生産に要する食物消費量を計算により求めた。実験条件と自然状態では魚の運動量が違うので、得られた値は自然の魚の食物消費量の最低値を推定することになる。

測定例の1つを述べると、1971年8月11日から10月10日までの60日間に、400~1,000トンの小型ブリが仙台湾南西部水域に來遊し、これらブリ群は、4,700~11,300トンのカタクチイワシに相当する食物を消費し、その間ブリは成長により753~1,813トンの体物質を生産した。この期間の定置網によるブリ漁獲量は僅かに37トンであった。次に、ブリに食われたカタクチイワシの数量4,700~11,300トンは、この60日間に、24,500~58,800トンのオキアミに相当する食物を消費し、その間の成長により2,470~5,900トンのカタクチイワシ体物質が生産された。この間のカタクチイワシ漁獲量は170トンにすぎない。これらの場合の平均の食物転化の効率(ブリ成長量)/(カタクチイワシ消費量) = 16%、(カタクチイワシ成長量)/(オキアミ消費量) = 10%となる。

以上、本論文は海洋の一定水域を移動通過する魚群が、その水域で生活する時、欠くことのできない他種との関係である食物連鎖構造、すなわち生産構造を明らかにし、その構造を流れる物質転化の動態を解明し、自然における魚類の生産生態学の発展に寄与するところ極めて多く、また、今後人為的関与の下に、漁業生産を図る際の多くの有益な指針をふくみ、審査員一同、著者は農学博士の学位を授与される十分な資格があるものと判定した。