

氏 名(本籍) 蘇 偉 成

学位の種類 農 学 博 士

学位記番号 農 第 3 5 2 号

学位授与年月日 昭 和 6 3 年 1 0 月 1 3 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当

学位論文題目 台湾産ボラの資源生物学的研究

論文審査委員 (主 査)

教授 川崎 健 教授 谷口 旭

助教授 大森 迪夫

# 論文内容要旨

ボラ *Mugil cephalus* Linnaeus は、世界の熱帯から亜熱帯にかけて、およそ北緯42度～南緯42度におたる広い海域に分布棲息している。

台湾産ボラは、中国大陸の沿岸水域、あるいは河口に棲息し、産卵のため毎年、十一月下旬から翌年の一月上旬にかけて台湾西海岸へ来遊する。雌のボラの卵巣を加工した「カラスミ」は珍重品として広く好まれており、ボラは台湾の経済的に重要な魚類の一種である。

ボラについてのこれまでの研究は漁況、海況および生活史等についての断片的なものが多く、ボラの発育段階の区分及び形態的变化、分布回遊(とくに産卵群の回遊状態)、Walford 定差図に-2あるいは-1才が存在する不合理な現象や再生産機構(産卵が年に一回か二回かが争点である)など不明のところが多い。本研究ではこのようなボラ的生活史を全面的に解明することを第一の目的としている。再生産については、産卵様式を解明するため卵母細胞径の時間的変化の観察と卵巣の組織学的観察を行い、また生活様式を明らかにするために、海上調査などを通して、生活サイクルと環境条件との関係を追究した。これらの知見に基づいて資源状態を究明し、管理の方策を提案することが第二の目的である。ボラの漁期は非常に短く、漁獲の豊凶は来遊資源量の大小とも関係する。又、群形成及びその集散が気象及び海況条件にも大きく支配されることがこれまでに知られており、このことも漁獲の豊凶と関係するものと考えられる。これらのことを総合的に解析し、来遊資源量の予測と漁場形成と海洋構造との関係を究明し、さらに漁況予測の方法を提案した。

## 1、発育及び成長

### 1、発育段階区分

卵の発生実験と採集試料の検討から、渡部・服部(1971)の規準に従ってボラの発育段階区分を行った。即ち、卵期A、B、C、子魚前期、子魚後期、稚魚期、幼魚期、未成魚期、成魚期である(Fig. 1)。

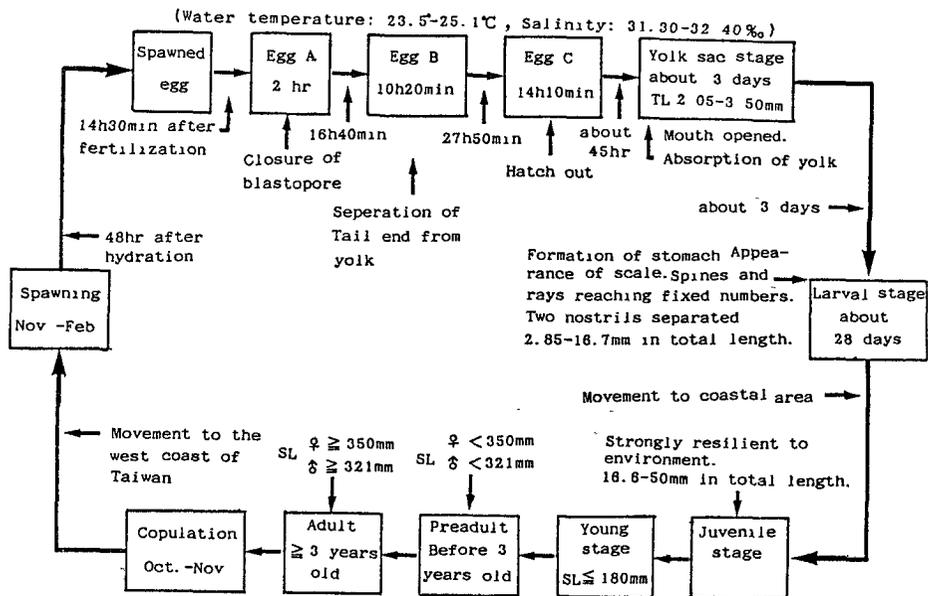


Fig.1 Schematic representation of developmental stages for grey mullet off Taiwan.

## 2、分布回遊

各沿岸域の漁況及び標本船の資料を解析して、分布回遊のモデルを作成した。ボラは十一月の末に台湾の新竹 (Shinchu) と大安 (Taan) との沿岸に出現しはじめ、徐々に主産卵場に向かって南下する。南下の途中で産卵を開始し、産卵後の個体は南下をやめ、群からはなれて北に向かい、もとの棲息地へと戻る。一方、一部のボラは黒潮の退縮に伴って、十二月下旬に、大陸の沿岸から20℃等温線に沿って、澎湖島 (Penghu) の近海を通り台湾の西海岸へと加入する。この群は北から南下してきた群とともに南下する。主産卵場での産卵を終了したボラは台湾の西海岸に沿って北上し、ほぼ大安あたりの沿岸からもとの棲息地へと戻る。一部は産卵場からもとの棲息地へ直接に戻ることもあると考えられる (Fig.2)。

## 3、成長

年齢別平均標準体長を用いて、雌雄別に成長式を求めた。雌は3才雄は2.7才を境にして、別の成長曲線が得られた (Fig.3)。これは生活様式の変化に起因していると考えられる。

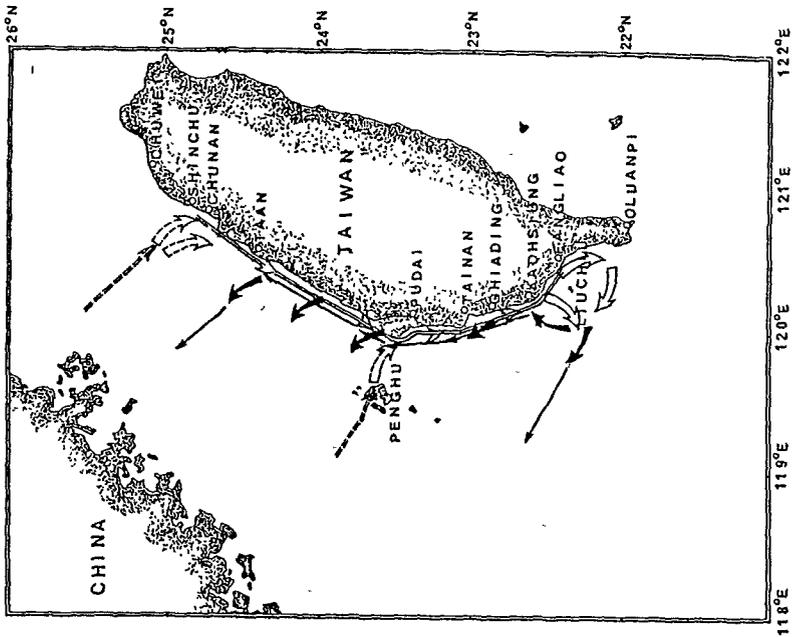


FIG. 2 Schemes of migratory pattern of adult grey mullet during spawning season (late Nov. ~ late Jan.) off Taiwan.

- Migratory route of spawning school.
- Supposed migratory route of spawning school.
- Supposed migratory route after spawning

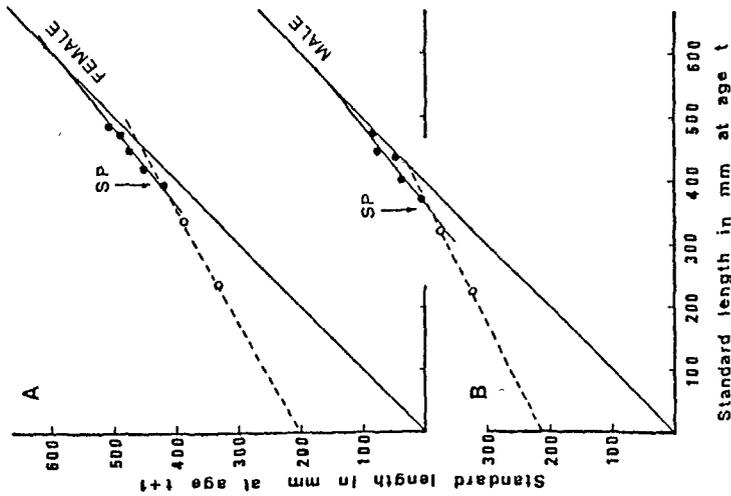


FIG. 3 Walford's plots for female (A) and male (B) grey mullet off Taiwan. Standard length of 1 and 2 years was estimated by extrapolating age-length curve based on the original data. SP: Shift point of growth pattern.

## II、再生産及び生活サイクル

### 1、成熟産卵様式

卵母細胞径分布の時間的変化の観察と卵巣の組織学的調査を行った。卵径組成はほぼ0.7-0.75mmにモードを持つ単峯型になっている (Fig. 4)。産卵期が短期間であることを考えあわせると、本種の成熟、産卵様式は、川崎 (1982) の区分による単峯一回産卵型であるといえる。

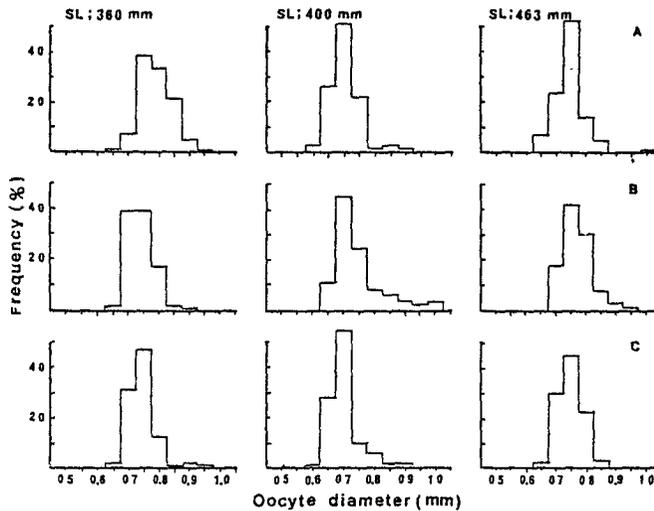


Fig. 4 Frequency distribution of mature eggs by parts of the ovary in different length. A: Near the oviduct. B: Middle part of the ovary. C: Upper part of the ovary.

### 2、繁殖努力

抱卵数と体長および年齢との関係を明らかにした。抱卵数は3才 (標準体長388mm) で約100万、8才 (標準体長498mm) で約270万に達する (Fig. 5)。地域的に多少の違いがあるが、全般的に見ると、体長が大きいほど抱卵数が多いことが確認された。また、熟度指数が増加しても、その割には卵径があまり大きくなることが本種の特徴である (Fig. 6)。

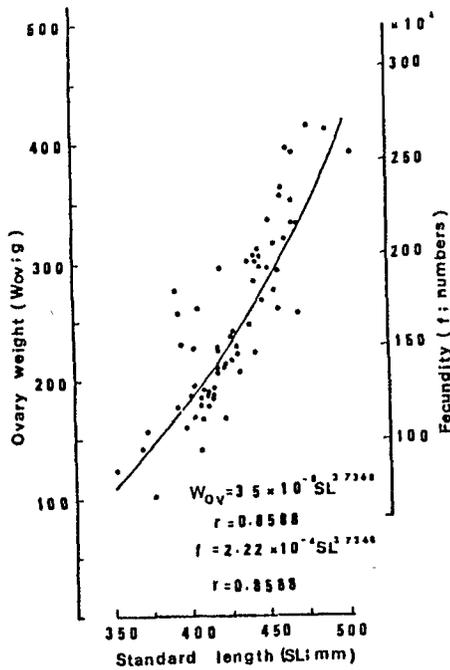


Fig. 5 Regression of ovary weight (Wov) and fecundity (f) on standard length (SL).

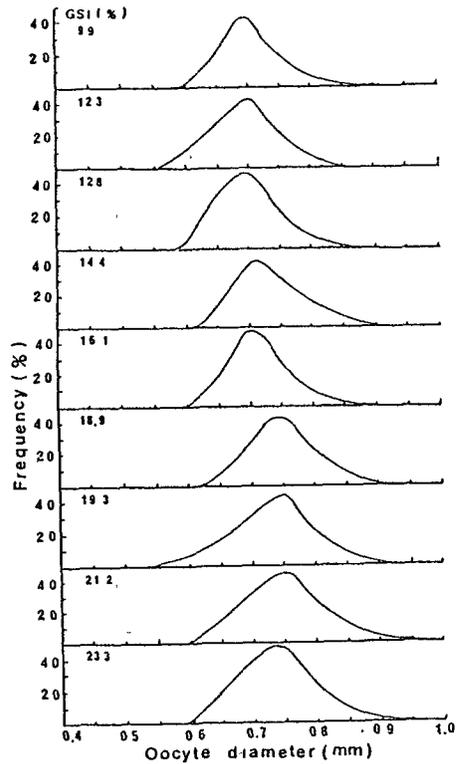


Fig. 6 Frequency distribution of mature eggs by GSI.

### 3、生活サイクルの特徴

本種は降温期産卵の型である。冬の十一月末から一月末にかけて低温低滲透圧の海域から高温高滲透圧の海域へ向かう生殖回遊が見られる。活動は休止期に入り、生活機能は全般的低下期に入る。生殖終了後低温低滲透圧域に戻る。二月から十月の期間は、外界から積極的に生活資料を摂取する生活機能高進期である (Fig. 7)。生殖サイクルと摂餌サイクルが同調しない生活サイクルが、本種の基本的特性であると思われる。

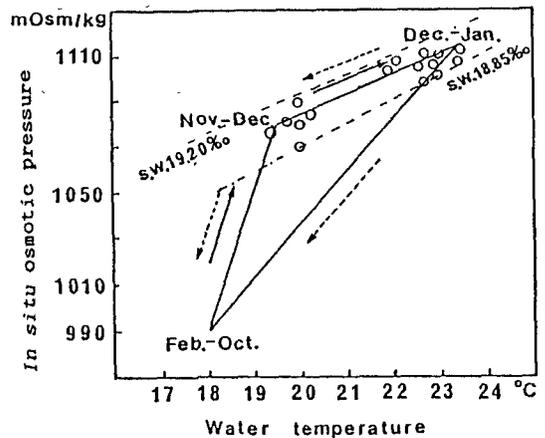


Fig. 7 Schemes of migratory triangle of adult grey mullet during season off Taiwan. S.W. · Chlorinity.  
 —→ Migratory direction of grey mullet to the spawning ground.  
 —→ Migratory direction of grey mullet after spawned.

### III、資源変動と管理

#### 1、年級変動

漁獲物の年別の年齢組成、加入量を推定し、年級変動を検討した。本資源は3-5才の若齢群を主体とした構造になっており、また一つの年級群の加入後の漁獲期間が短いために年齢幅は狭く資源を構成する年級群の交代が早いという特徴を持っている。一つの年級群の漁獲対象となる期間が短いのは、漁獲の圧力が大きいために、加入後の減少率が高いためであり、全体の資源状態は、主として4才群と3才群の資源状態によって質、量ともに大きく左右されるというのが本資源の変動の特徴である。また、ボラは生活史の三角形(川崎、1980、1983)においてサブタイプIAからタイプIIに向かう辺上でIIに近いところに位置し(Fig. 8)、資源管理は有効であろうと思われる。

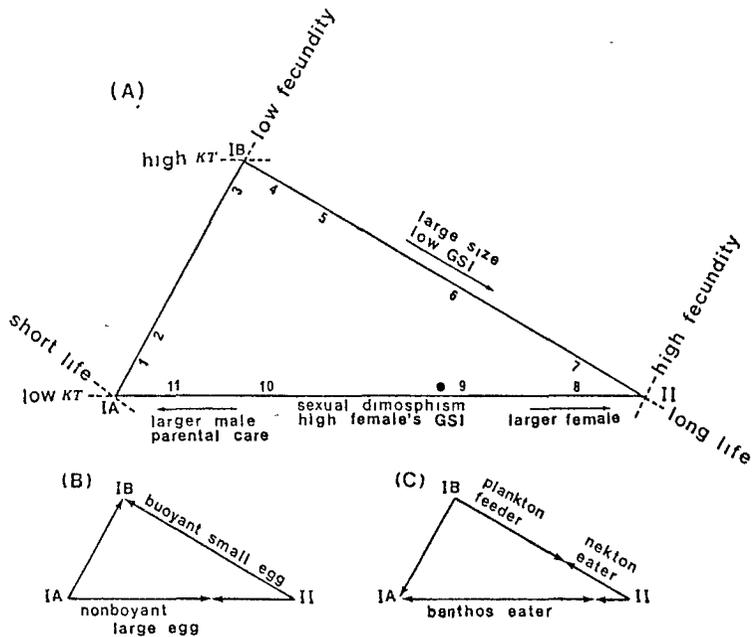


Fig 8 Life historical triangle of the teleosts, from the viewpoint of three dimensions (A), nature of eggs (B) and food habit (C). Number inside the figure (A) denotes locus of each taxon show below, In (A)  $k$  is the Bertalanffy's growth parameter and  $T$  is the generation time.  
 1 saury, 2: sandeel, 3: herring, 4: sardine, 5: jack mackerel, 6. mackerel, 7: tunas, 8: heterosomes, 9: gandoids, 10: gobies, 11: snailfish, ● mullet.  
 Souce: Kawasaki, 1983.

## 2. 資源解析

全減少係数、自然死亡係数、漁獲係数を推定した。資源解析の結果、漁獲努力は過剰であると考えられる (Table 1; Fig. 9)。漁獲努力の制限などの資源保護措置を講ずることが望ましい。

Table 1 Estimation of population characteristics, present and unfished, of grey mullet off Taiwan.  
(Average total catch per year =  $1.66 \times 10^8$ ,  $E = 0.4681$ )

Age	Present population, $S=0.327, M=0.3567$					Unfished population, $S=0.7$				
	$N_i$ ( $\times 10^8$ )	Q	$N_c$ ( $\times 10^8$ )	$A_i$ ( $\times 10^8$ )	h ( $\times 10^{11}$ )	$H_i$ ( $\times 10^{11}$ )	$N_i$ ( $\times 10^8$ )	$A_i$ ( $\times 10^8$ )	$H_i$ ( $\times 10^{11}$ )	
3	2.849	0.4752	1.354	1.354	1.05	4.77	2.849	1.354	4.77	
4	1.450	1.0000	1.450	1.450	1.40	7.00	1.894	1.894	8.36	
5	0.487	1.0000	0.487	0.487	1.76	2.88	1.396	1.396	8.24	
6	0.159	1.0000	0.159	0.159	2.09	1.12	0.877	0.877	6.85	
7	0.052	1.0000	0.052	0.052	2.34	0.41	0.686	0.686	5.37	
8	0.017	1.0000	0.017	0.017	2.66	0.18	0.479	0.479	4.27	
Total	5.014			3.502		16.18	8.378	6.884	38.86	
P/V	60%			51%		42%				

$N_i$ : Total population.  $N_c$ : Fishable population. Q: Availability.  
 $A_i$ : Adult population. h: Individual fertility.  $H_i$ : Amount of eggs spawned.  
 P/V: Present population / Unfished population; (Rate of decrease).

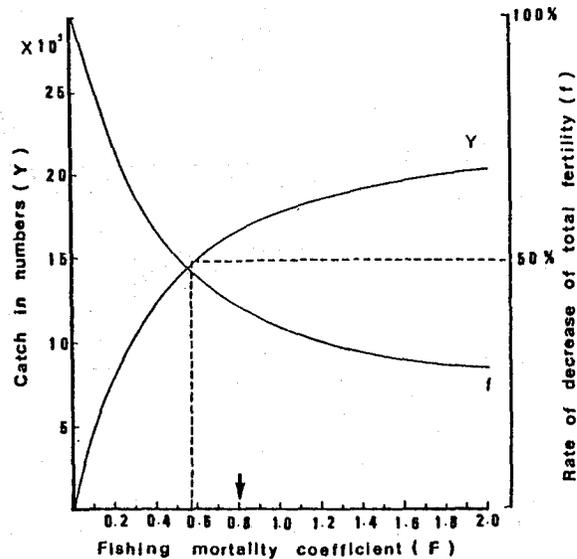


Fig. 9 Relationship between the catch, rate of decrease of total fertility and fishing mortality coefficient of grey mullet off Taiwan, 1978-1987. The arrow shows the present state.

### 3. 資源管理

土井(1977)の資源診断手法による解析の結果は、適正漁獲係数は0.57(Fig. 9)、適正漁獲努力量は6278日・隻となる。漁獲努力を現在の8390から6278に減らす漁業規制を行なえば、148万尾まで漁獲量が減少するが、漁業の経済効率は向上することがわかる(Table 2)。

Table 2 Comparison between the present and optimum levels of population of grey mullet off Taiwan.

Item	Present	Optimum
State	Overfishing	Sustained
Rate of decrease of spawned egg	42%	50%
Fishing coefficient	0.8044	0.57
Yield (Y, in numbers x 10 <sup>4</sup> )	166	148
Fishing effort (X, boat·day)	8390	6278
Y/x	177	236

### V. 漁況予測

1. 投影法(土井, 1966)を用いて、ボラの長期変動、周期変動および確率変動の予測値を求め、漁獲量を予測することができた(Fig. 10)。

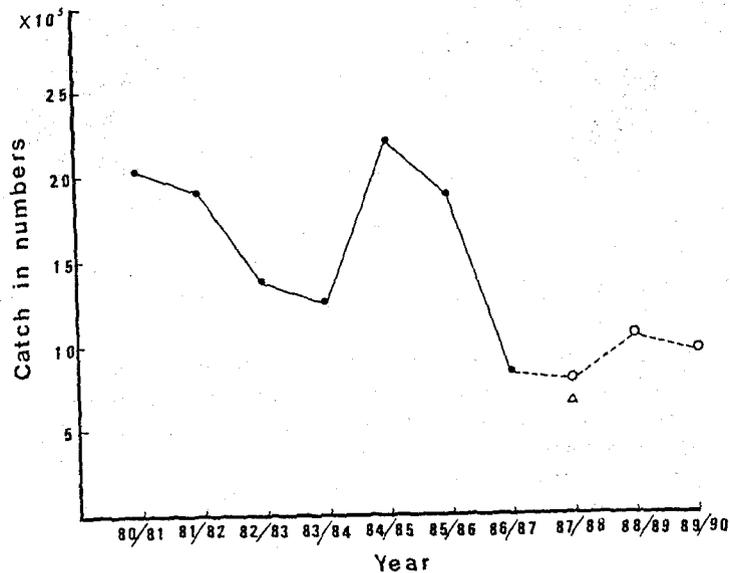


Fig. 10 Predicted yields of grey mullet off Taiwan, 87/88 ~ 89/90. Solid and broken lines show actual and predicted yields, respectively. Δ shows actual yield in 1987/88.

2、中国大陸沿岸水の接岸度とボラの漁場形成との間には密接な関係があり、表面適水温帯(21~23℃)の水平分布が漁獲の良否を直接に支配していることなど、水塊変動と漁期変動の関係を明らかにした(Fig.11)。また、定地水温と漁獲量との関係を見ると、十月初旬の水温が低いとボラの来遊量が多く、その後も低温が続くと豊漁年になる。一方、十月初旬に水温が高いと来遊量が比較的少ないが、その後十二月の初、中旬になり水温が顕著に下がる(異常低温)と豊漁年になる。十月初旬に低温で、ボラの来遊量が多くても、十一月から一月までの期間が高温だと不漁年になる。また、漁期中に水温が低いと魚群も集結して接岸し、大量に漁獲することが出来、豊漁年になると思われる。

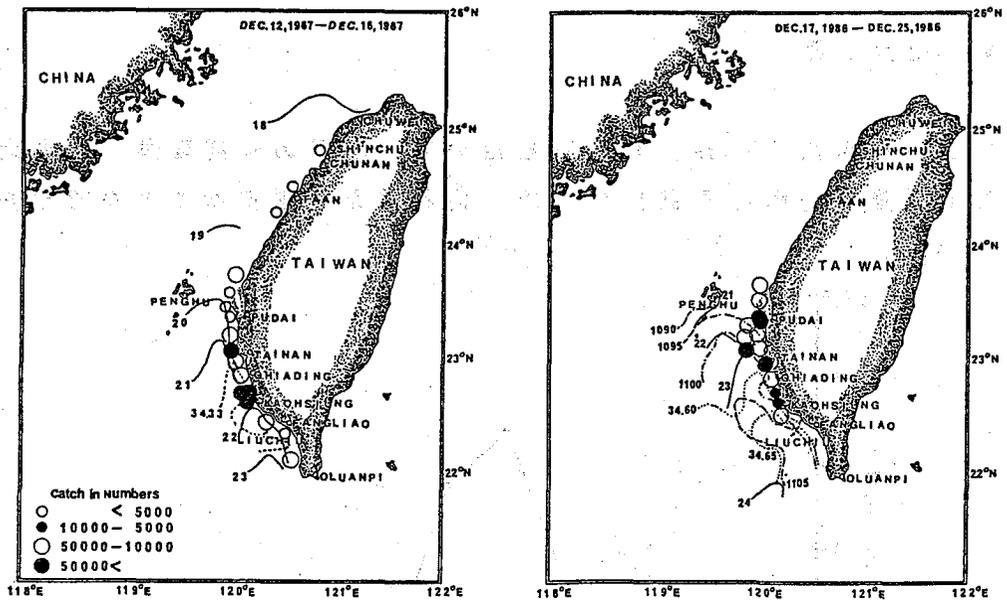


Fig. 11 Horizontal distribution of temperature (°C), salinity(‰) and *in situ* osmotic pressure (mOsm/kg) at sea surface, and the catch of grey mullet off Taiwan.  
 — Temperature, - - - Salinity,  
 - · - · In situ osmotic pressure.

3、海況変動に基づく漁況予測の手法を提案した。

## 審査結果の要旨

ボラは世界の熱帯から温帯にかけて広く分布し、我国においても一般によく知られた漁種である。また、台湾においては、雌ボラの卵巣は珍重品「カラスミ」の原料として経済的な価値が高く、重要な漁獲対象種である。しかし、漁獲が産卵期に集中することもあり、その資源生態学的研究は世界的にみて少なく、漁況及び生活史に関する断片的なものがあるにすぎない。この論文では、第一の目的を生活史の諸側面を全般的に明らかにすることにおいており、第二の目的を、それらの知見に基づいた資源診断と新しい漁況予測手法の提起においている。

生活史の解明については、まず、主に卵の発生実験に基づいて、受精から幼魚期までの形態の変化をあきらかにし、これまでに確立されていなかった本種の発育段階区分を確立している。次に、鱗による年齢査定結果に基づき、年齢と成長の関係を解析している。その結果、雌は3歳、雄は2.7歳を境として成長様式が変化することを見出し、計算上3歳まで存在することになるというこれまでの説の矛盾を解消している。さらに、本種が部分同時発生型の卵巣形成を行う単峯1回型の産卵様式をとり、雌が雄より体長、GSIとも大きく、成長係数 $k$ が小さいこと等を明らかにし、漁獲圧力の調節による資源管理が有効な漁種であることを示した。

資源変動と管理方策については、まず、台湾西岸における本種に対する漁獲圧力が強く、加入後の減少率が高いために資源の年齢幅が3～5歳と極めて狭いという特徴を明らかにした上で、種々の解析法を用いて漁獲圧力削減の目標を具体的に提起している。

最後に、台湾西岸に産卵のため来遊する回遊経路を長年に亘る漁獲統計資料と先に述べた生活史に関する新しい知見に基づいて推定し、漁場形成と漁況の良否が冬期に台湾西岸に接岸する大陸沿岸水と黒潮水との間に形成される前線との関係で説明しようという新しい知見を示している。これらの成果に基づいて提起された漁期前の定地水温の動向による漁況予測手法と漁獲量の周期変動解析を応用した漁況予測手法は十分に実用に耐えうるものと考えられる。

このように、これまで断片的にしか知られていなかったボラ的生活史を解明し、それに基づいて資源管理方策の目標を示し、新しい実用的な漁況予測手法を提起したことは学位を授与するに十分に値するものと考えられる。