

粗放的育成池におけるマダイ仔稚魚の生態観測

三村 元*・吉本 悟・斉藤新一・林 知夫・高橋正雄

広島大学生物生産学部
動物生態学研究室
*東京久栄技術センター
1984年9月1日受理

On Ecological Observations of the Larval Red Sea Bream in the Extensive Farming Saline Pond.

Gen MIMURA *, Satoru YOSHIMOTO, Shin-ichi SAITO, Tomo'o HAYASHI
and Masao TAKAHASHI.

Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, Fukuyama
* *The Technical center of Tokyo Kyuei*

(Fig. 1~13; table 1~3)

はじめに

この研究の対象となったのは廃止塩田を改造して仔稚魚の粗放的な種苗生産を実験的に行なっている現場（日本栽培漁業協会百島実験地，尾道市百島）におけるマダイ仔稚魚である。

戦後における高度経済成長期を通じ，畜産物と中・高級水産物を中心に動物蛋白質に対する需要が増大し続けた。需要の強い魚貝藻類のうち，ノリ・ワカメ（海草）・カキ（固着性貝類）などでは，それぞれ自然水域の無機・有機環境に対応して種苗を効率的に配置し，自然環境を高度に有効利用する増・養殖方式による生産が従前より発展してきている。一方，採取漁業による強い漁獲圧力を受けて乱獲に陥りやすい中・高級魚類などでは，種苗を小割網といった施設内に確保し給餌養成する給餌養殖方式が近年盛んになったが，施設・餌飼料・環境汚染・病害などの制約要因をかかえている。そこで自然水域の生態系の中で，有用種の種苗放流による資源添加を行ない，成育したものを収穫する方式の増殖事業が“栽培漁業”として近年注目されている。

これら増養殖種苗の多くは人為的に水槽内で生産されているが，施設内での給餌養殖の場合と違って，広い自然水域に放流する種苗としては，量的には低コストではるかに大量に，質的には自然水域で健全に成育する種苗を生産する方式の開発が要請される。広い廃止塩田を活用し粗放的に種苗生産する方式は，人為的飼養による野性の喪失を極力さけた半野性的（semi-wild）種苗生産の試みとして注目に値する。

また，自然海域の中における魚類の初期生活史・仔稚魚期の生残り・成育は，観測の困難さもあり解明を要するところが多い。自然水域とは違った環境とはいえ，通常の水槽内実験に比べてはるかに自然に近い環境におけるマダイ仔稚魚の生態観察は，いわば一つの実験生態学的意義をもつものといえよう。

孵化直後の前期仔魚もしくは若干の期間別に養成した数mmまでの稚魚が池中に収容され，稚魚・若魚へと養成されるまでの間には，マダイの行動・生態にはかなり大巾な変化があり，同じ方法で現存量を連続的にとらえて生残りを明らかにすることは難かしいと考えられたので，池中におけるマダイの出現・分布を組織的に観測することを中心に調査を計画した。

同じ実験地内で多角的に長期間マダイの調査研究を実施中の東京水産大学大野淳先生には，貴重な資料の提供，原稿に対する有益な助言・意見をいただいた。また，日本栽培漁業協会には現地における調査の

便宜を，同福永辰広氏には現地における協力をいただいた。あわせて，こゝに謝意を表する。

1. 観測の対象・方法

観測の行なわれた池は廃止塩田を改造し，水門によって海水を導入・排出する2 mの深さの3面の池のうち1号池（9,000 m^2 ）である（Fig. 1, A）。自然海面と比べて狭く浅いが，種苗生産の場としては大

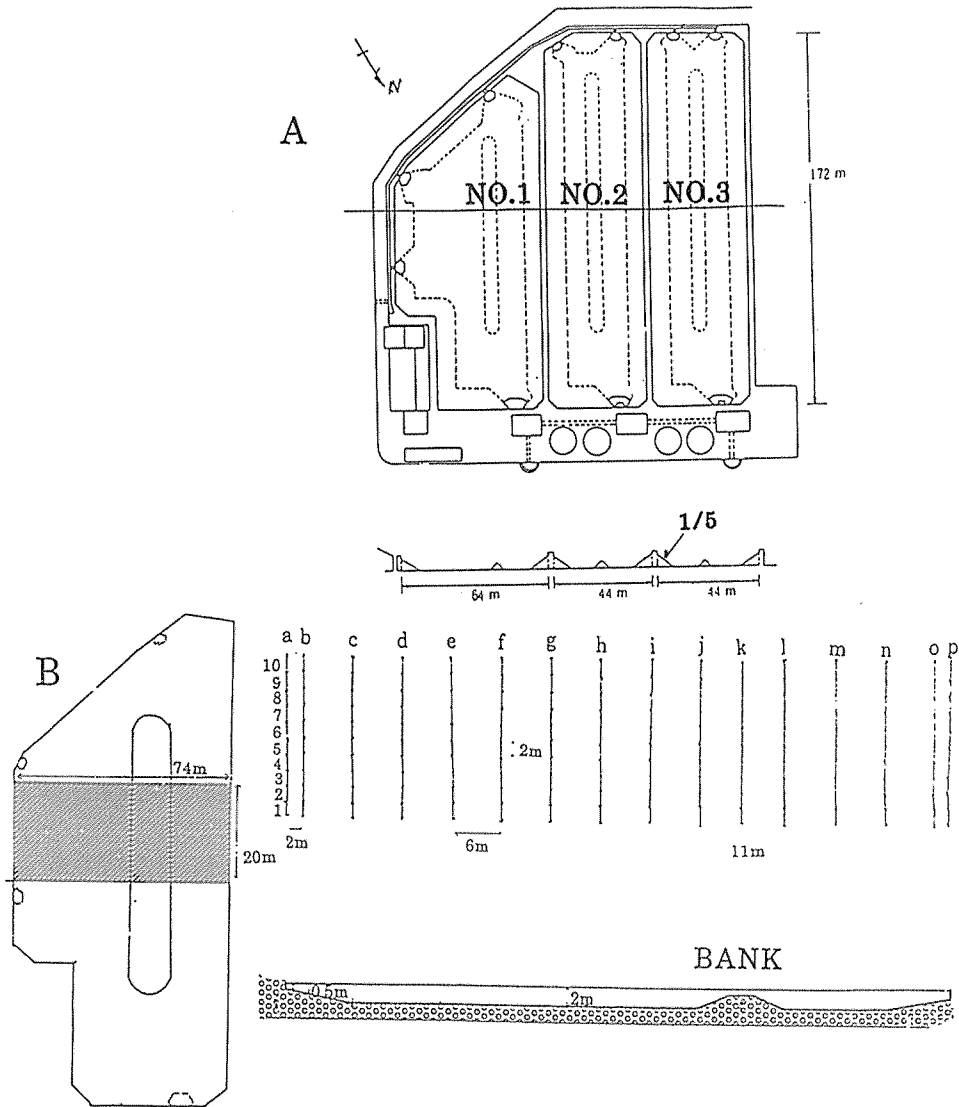


Fig. 1. The extensive farming ponds, located at Momoshima Is. in Onomichi City, in the one of which the present study was conducted.

A. Bird's eye view of the ponds. Pond No. 1 was a field of the present study.

B. Structure of the pond in relation to 160 stations for underwater observation. Each 10 stations were arranged at 2 m interval along 16 transect lines designated as "a" to "p". Pond bottom was almost flat except for in shallow littoral zones including the "a", "b", "o" and "p" transect lines, and also on a central longitudinal bank with the "k" transect line.

規模な野外の池である。この池の中では、浮遊性・底生性の餌生物の高密度の増殖が計られ、マダイ仔稚魚も直接その中に収容される。^{*} 濁った池の中のマダイは見にくく、組織的な観測には困難な対象である。

1980年に三村が潜水によるマダイの定点観測を行なった。これに先立って、1978年には吉本悟・斉藤新一が予備的観測を試み、この間に断片的ではあるが興味ある観測・測定結果もえられたので、補足的に加えた。後者の方法・対象については概当のところまで改めてのべる。

対象：1980年、1号池中のマダイが潜水観測の対象となった。Fig.2に、観測の行なわれた日と、マダイの育成状態とを示す。池中のマダイは大野ら（1983）²⁾が研究材料として3日間隔で小型地曳網によって採集した。このデータを用い体長の正規分布分解を試み、範囲・平均・分散を図示した。

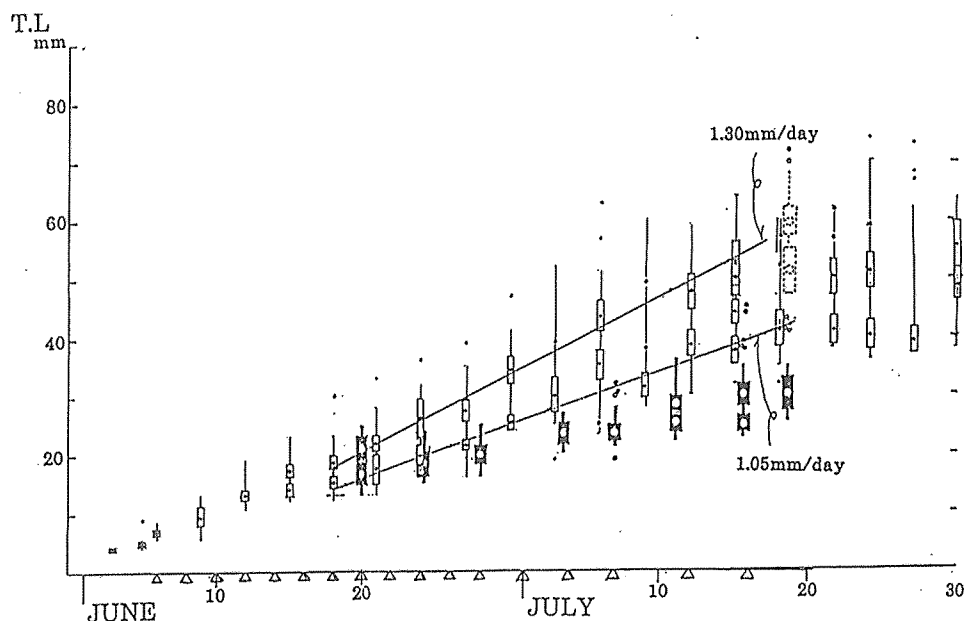


Fig. 2. Growth of the red sea breams in the pond, in 1980.

Fish were sampled either with a small beach seine (white bar) by Ohno et al.²⁾ or with a dip net under a underwater light (black bar) by the present authors.

Frequency distribution of fish size for each sample was splitted into normal components, and mean values of the fish size (circle) with standard deviations (bar) are illustrated in the figure. Solid lines indicate the ranges of fish size for each sample.

As shown in the figure, a few different size groups of fish grew in this pond where a fish density was estimated as 14.4 fish/m².

観測方法：Fig.1, Bに示すように、1号地の中央部の両岸にまたがって横断する74m×20mの範囲を観測の場とし、こゝに160定点を設け、1980年6月6日より7月6日まで17回の観測を行った。岸と中央の（池水の交流、種苗の取揚げを考慮した）堤の浅い部分を除いた水深2mの平坦な部分には、岸に平行に6m間隔にコースラインを底にひき、それに沿って2m間隔にレンガブロックを池底に埋めて目印とした。岸には2m間隔に2本、堤とその両側10mの間に3本を加えて計16本のラインは東端から順にa、

^{*} これらの池と、そこにおける餌生物の増殖、マダイ種苗の養成については福永ら（1983）¹⁾の報告がある。

b, c……pとし、各ラインの北端から2m間隔に、1, 2, ……10とし、定点をこの両者で表現した。

観測は、昼間スキューバ潜水により、まづ底層をライン沿いに移動し、つぎに表層を逆方向に移動しながら行ない1.5～2.0時間を要した。潜水観測における視野は濁りのため狭く、底層では底面からおおよそ30cm上まで、左右もそれぞれ30cmと限られている。表層においても視野は50cm以下である。このように結果として、底面においてはおよそ2m×0.6mほどのクワドラートを一定点当り設けたと同様の観測となっている。水深2mの池の表面から0.5mまでを表層の観測、池底から0.3m上までを底層の観測とする。

なお6月14日から28日までの間に目視によるマダイの大・小の識別記録を行なった。手網による捕獲個体から大と小の境界値(6月14日～20日全長13mm, 22日15mm, 24日17mm前後)を確認した。

以下、1クワドラート内で観測された個体数を「出現数」とする。

2. 結果

池中におけるマダイ仔稚魚の出現・分布を組織的に観測した結果(Tab. 1, 2)を、まづ、池中の空間分布、ついでクワドラート内出現数の集中度指数と頻度分布について検討した。

2-1 空間分布

孵化後、浮遊生活から底生生活に移るまでの間、池中の表層と底層の出現数の変化と水平分布とについて述べる。

2-1-1 表層と底層における出現数の変化

潜水観測による表層と底層におけるマダイの出現総数を日別にFig. 3に示す。観測をはじめた6月6

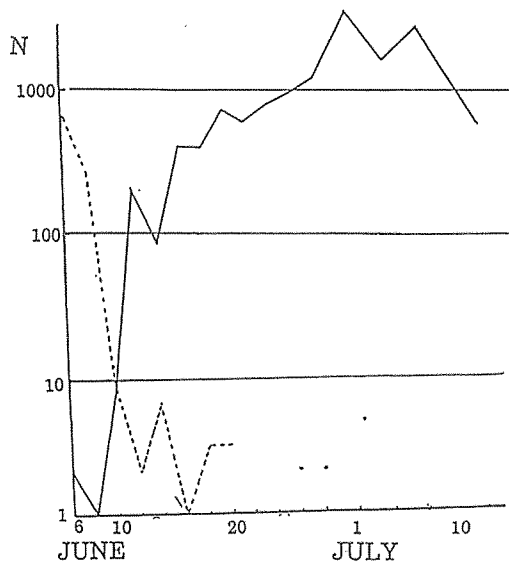


Fig. 3. Temporal change in total of "Occurrence", defined as number of fish found at each station, in the surface layer (0-50cm deep: dashed line) and in the bottom layer (bottom-30cm above: solid line).

日と次回の6月8日は、表層(0～50cm)にかなりの出現数がみられるが、10日以後160定点で10個体以下に激減した。この池には孵化直後の仔魚と、若干の予備飼育¹⁾を経た全長4.3～6.6mm(平均5.6mm)の稚魚が収容されていたが、表層における出現数の急激な減少は、池中におけるマダイ(Fig. 2)が全長6～8mmから10mm以上に変わる間にみられたことになる。

一方、底層(底面より30cm上まで)における出現数は、逆に6月10日、12日と急激に増加し、その後7月上旬までやや緩やかな増加傾向が続く。この間にマダイは全長10mm前後から20～40mmに達するが、6月15日に平均全長14mmと17mm、6月27日に25mmと34mmと、2つの体長群が認められる。7月に入って出現数は頭打ちとなり、全長20mm以下のマダイはみられなくなる(Fig. 2)。

このように、日別出現総数から見る限り、表層からのマダイ個体の減少(6月6日～10日)と底層における増加傾向(6月10日～7月上旬)が接続し、底層への移行がこの間継続するようみえる。

2-2 水平分布

表層：この観測の開始された6月6日には池全体をみると、池の南岸一帯と北東隅に濃密な全長6～8mmのマダイのパッチ状分布が認められていたが、定点観測範囲内でも両岸(aとp)に多かった(Tab. 1)。

Table 1. "OCCURRENCE" in surface layer, 1980 No.1 pond.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	
6/JUNE	1:	45	2	0	0	0	0	1	1	2	2	0	1	0	0	4	
	2:	43	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	
	3:	57	1	0	1	0	1	0	1	2	3	3	1	0	0	0	9
	4:	19	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	16
	5:	17	0	0	4	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	28
	6:	17	0	0	1	2	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	42
	7:	24	0	0	2	1	1	1	1	2	0	0	0	0	1	0	29
	8:	14	0	0	1	0	0	1	1	0	3	0	0	0	1	1	60
	9:	9	0	1	2	1	1	2	1	1	0	0	1	0	1	0	74
	10:	4	1	3	2	0	0	3	3	0	2	0	4	0	0	0	63
8/	1:	1	0	0	0	2	0	1	7	1	1	9	0	3	4	0	0
	2:	1	0	0	0	1	0	2	5	2	2	6	0	4	0	1	2
	3:	1	0	1	2	1	3	4	3	1	4	3	0	3	3	0	0
	4:	0	1	0	0	0	2	4	2	4	0	8	1	5	1	1	2
	5:	0	1	0	1	0	0	1	2	0	7	11	1	2	0	1	4
	6:	2	0	0	0	1	0	3	1	2	1	7	2	4	4	1	3
	7:	0	0	2	1	2	0	2	4	3	2	4	2	1	3	0	0
	8:	0	0	0	0	2	0	0	2	1	2	6	3	0	1	0	2
	9:	0	0	3	0	1	1	2	1	4	2	1	4	2	1	0	4
	10:	0	2	0	1	0	0	0	2	3	1	1	1	1	0	0	1

Table 2. "OCCURRENCE" in bottom layer, 1980 No.1 pond.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	
12/June	1:	0	1	1	1	0	0	0	1	0	7	0	2	0	0	0	0
	2:	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	6	2	0	0	0
	3:	0	0	2	2	0	0	0	0	2	13	0	9	0	0	0	0
	4:	0	0	2	0	1	0	1	2	0	19	0	20	0	0	0	0
	5:	0	0	3	1	2	0	1	2	0	9	0	3	0	0	0	0
	6:	0	1	6	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
	7:	0	0	6	0	0	0	0	1	4	0	0	1	1	0	0	0
	8:	0	0	1	0	0	0	1	0	5	0	6	2	2	2	0	0
	9:	0	0	6	0	2	0	0	0	0	4	0	6	0	2	0	0
	10:	0	0	9	0	0	0	0	0	0	4	1	7	1	1	0	2
14/	1:	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	2	0	10	
	2:	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	0	0	
	3:	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	4:	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
	5:	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	6:	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7:	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	
	8:	1	0	2	0	1	0	0	0	0	1	1	2	1	0	4	
	9:	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10:	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	5	
16/	1:	0	3	4	9	13	8	8	10	2	2	0	0	3	6	2	5
	2:	3	0	8	5	7	2	7	4	0	3	0	1	2	6	0	2
	3:	0	1	2	4	5	4	5	4	2	0	0	1	0	1	0	1
	4:	4	0	1	0	2	0	5	5	3	12	0	0	1	0	0	4
	5:	3	0	2	1	4	5	1	3	3	6	0	0	2	1	0	3
	6:	0	0	2	2	1	7	5	4	3	3	0	1	2	1	0	0
	7:	3	0	2	7	1	7	6	3	0	2	0	4	1	2	0	3
	8:	1	0	3	0	4	3	6	2	2	0	0	2	2	2	0	4
	9:	0	0	4	0	0	1	3	1	3	2	0	4	1	0	0	0
	10:	2	1	8	4	4	3	4	3	2	0	0	3	2	3	0	2
18/	1:	2	0	5	4	4	2	8	1	2	5	0	1	3	2	0	4
	2:	2	0	12	3	2	1	2	4	6	4	0	7	2	4	0	4
	3:	4	0	11	8	4	2	3	6	0	0	0	7	1	1	3	4
	4:	3	0	4	2	4	3	4	3	1	1	0	5	4	0	0	0
	5:	7	0	6	6	2	2	3	4	2	0	0	2	0	1	2	0
	6:	0	1	11	9	3	4	0	0	0	3	0	5	2	1	0	2
	7:	2	0	5	1	1	2	2	1	1	4	3	1	3	1	0	2
	8:	0	0	4	1	2	0	0	0	2	4	1	3	0	5	0	1
	9:	0	1	5	4	0	4	2	2	0	4	0	5	0	1	0	2
	10:	0	2	8	5	5	4	1	1	2	2	2	5	3	4	0	1
20/	1:	3	2	10	5	5	5	7	10	9	7	1	6	7	2	0	4
	2:	3	0	6	0	10	1	5	2	8	6	0	1	4	3	0	5
	3:	4	1	5	4	5	8	8	6	10	2	0	1	0	2	3	0
	4:	3	2	11	2	10	19	25	7	5	4	0	5	1	1	9	3
	5:	3	0	4	4	9	14	7	23	1	8	1	2	2	1	3	2
	6:	5	1	4	8	5	8	6	10	7	5	0	0	1	1	7	3
	7:	3	4	0	10	5	6	7	4	9	0	0	2	2	0	1	3
	8:	4	1	4	6	5	5	7	10	6	1	0	2	4	2	3	3
	9:	5	0	2	7	2	6	2	10	5	3	2	1	0	1	1	0
	10:	5	1	4	3	1	7	2	14	11	2	0	2	2	1	0	2
22/	1:	3	1	3	4	7	0	5	7	2	6	0	8	15	0	2	4
	2:	5	2	4	7	3	1	6	6	0	4	5	3	12	1	0	5
	3:	7	1	2	4	1	1	7	5	7	8	0	6	8	3	0	2
	4:	7	0	4	3	1	2	2	4	1	8	2	8	4	2	0	3
	5:	9	0	5	6	1	4	7	1	0	2	0	7	2	0	1	2
	6:	7	0	2	10	6	5	0	1	1	7	0	3	2	2	0	2
	7:	15	0	4	12	1	2	7	2	1	2	0	14	4	1	0	0
	8:	6	2	11	0	2	3	6	1	3	3	0	3	5	0	2	1
	9:	4	0	3	3	2	8	2	3	3	3	0	11	4	4	4	1
	10:	4	4	13	1	1	3	3	4	4	1	0	10	0	5	2	2

		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
24/	1	1	0	4	15	15	12	12	5	0	3	0	5	4	8	0	1
	2	2	4	10	6	5	10	10	6	5	3	0	1	10	10	0	10
	3	6	1	5	3	8	5	8	7	5	7	0	9	14	3	1	6
	4	7	0	6	2	4	3	7	3	2	4	0	2	11	5	1	7
	5	7	0	9	2	8	5	12	6	4	5	0	3	4	5	5	2
	6	5	0	8	5	6	6	9	1	3	4	0	4	5	1	1	1
	7	4	3	4	6	8	7	9	2	1	2	0	11	2	4	0	1
	8	0	0	4	3	7	10	3	2	1	1	0	6	3	5	0	0
	9	1	0	12	9	5	9	8	2	1	1	1	14	2	7	3	4
	10	4	3	12	0	6	8	3	0	1	3	0	10	8	12	1	0
June 26/	1	2	2	14	8	2	8	11	15	7	5	0	3	5	4	2	4
	2	2	1	8	9	8	12	13	20	2	8	0	3	7	5	2	1
	3	9	0	10	11	8	23	6	21	9	4	0	5	6	0	2	3
	4	3	2	4	7	24	14	11	2	7	3	0	3	4	2	1	4
	5	9	1	7	7	17	6	14	8	2	5	0	0	8	2	0	1
	6	6	0	4	3	12	6	6	5	4	3	0	1	12	2	3	2
	7	3	1	18	5	12	3	2	2	5	5	0	5	23	2	0	1
	8	7	2	9	7	7	8	5	4	4	0	0	5	1	4	0	3
	9	2	1	8	12	4	6	10	5	11	1	0	8	5	3	0	0
	10	16	1	14	8	3	6	1	4	11	0	0	2	1	2	0	6
28/	1	6	2	4	16	9	5	8	16	10	15	0	7	9	7	3	6
	2	13	2	6	11	11	6	11	14	6	8	0	3	13	1	8	4
	3	12	0	10	7	10	9	21	12	3	7	0	5	2	7	4	4
	4	8	2	7	6	17	4	12	14	6	4	0	2	5	0	2	7
	5	11	1	27	12	11	5	12	7	7	5	3	3	2	2	1	6
	6	12	1	19	12	12	6	5	6	3	4	1	1	4	3	0	4
	7	16	2	3	9	6	2	8	2	3	3	4	0	12	0	3	18
	8	10	0	14	11	9	10	11	4	2	5	4	4	5	2	5	7
	9	21	3	11	18	9	12	9	10	2	1	3	6	5	1	3	5
	10	17	1	18	21	11	8	4	1	5	3	0	1	3	3	1	8
1/July	1	22	4	20	32	33	46	25	22	28	9	5	5	15	12	2	3
	2	4	1	22	13	46	23	35	16	14	2	4	6	19	14	2	6
	3	9	2	30	24	25	18	33	18	36	2	2	5	29	3	5	1
	4	12	1	15	32	45	26	40	21	25	4	3	10	25	5	10	8
	5	14	5	15	37	39	40	49	28	35	10	5	12	22	0	7	3
	6	18	1	27	50	51	36	22	27	34	11	3	15	31	2	3	3
	7	26	2	35	43	17	21	23	34	29	11	7	8	30	4	3	8
	8	14	1	27	30	25	40	35	22	19	18	2	15	35	12	8	21
	9	15	2	26	40	30	30	53	21	30	15	6	11	23	9	4	9
	10	33	3	40	40	52	40	50	33	27	15	1	13	23	10	3	7
4/	1	11	0	21	20	11	12	20	33	32	8	0	13	52	45	3	2
	2	12	1	12	7	16	8	10	5	46	4	0	3	31	48	10	1
	3	2	0	11	1	3	5	14	3	7	3	4	23	25	8	1	7
	4	7	0	5	12	8	4	6	3	4	10	1	2	47	9	8	8
	5	2	0	7	11	0	2	7	5	9	7	1	1	26	14	4	7
	6	4	0	1	11	2	4	5	2	4	5	2	13	16	11	5	0
	7	4	0	14	9	2	6	2	8	0	2	1	8	8	40	14	8
	8	1	0	18	3	4	4	8	6	3	6	0	6	15	12	5	9
	9	1	0	18	3	4	4	8	6	3	6	0	6	15	12	5	9
	10	7	0	44	6	0	4	7	9	3	5	2	19	6	10	5	1
7/	1	3	0	55	20	39	50	16	25	31	39	0	4	20	3	2	35
	2	3	0	31	30	36	16	40	23	41	7	0	2	11	39	0	16
	3	3	0	17	40	13	16	23	34	39	21	7	4	11	5	0	14
	4	10	0	10	29	13	25	40	4	39	11	0	4	6	1	10	10
	5	1	0	29	11	23	23	26	24	50	16	1	2	4	3	3	2
	6	3	0	26	21	15	26	26	18	56	13	0	2	13	1	0	20
	7	4	0	19	16	10	28	30	16	30	6	0	8	5	8	1	16
	8	24	0	4	7	21	12	29	18	36	3	0	1	13	5	1	0
	9	4	0	17	6	17	27	23	17	40	0	0	2	25	3	0	6
	10	11	0	20	30	50	20	50	56	50	12	0	5	12	7	1	4
12/	1	1	0	1	17	4	22	12	9	11	0	0	3	0	1	1	3
	2	1	0	1	5	2	6	4	8	3	2	0	0	0	1	0	10
	3	0	0	0	23	3	6	4	2	8	4	4	1	0	0	0	8
	4	1	4	1	1	9	4	7	5	2	2	0	0	0	0	0	3
	5	3	1	0	5	14	0	2	0	3	0	1	0	0	0	5	11
	6	2	0	2	4	9	3	0	2	7	0	1	2	1	0	2	4
	7	2	0	3	3	2	0	6	4	2	0	0	0	0	0	2	7
	8	10	0	3	4	5	3	2	3	4	0	3	1	0	0	3	0
	9	18	0	42	2	11	5	4	6	6	0	0	1	2	0	1	6
	10	7	2	5	3	10	0	1	4	2	0	0	0	0	0	2	1
16/	1	0	0	3	1	8	2	1	0	20	12	1	1	2	0	0	0
	2	0	1	3	0	1	5	1	0	2	61	1	1	1	1	0	2
	3	0	1	2	5	0	2	4	2	2	71	2	1	0	0	0	3
	4	0	0	0	4	0	0	0	0	3	30	0	0	0	1	0	10
	5	2	0	5	6	1	1	1	0	3	1	0	0	0	1	0	0
	6	0	1	0	8	1	0	3	63	1	2	0	1	0	0	1	5
	7	0	3	0	25	4	0	3	13	62	10	0	1	0	0	3	1
	7	0	3	0	25	4	0	3	13	62	10	0	1	0	0	3	1
	8	1	2	5	5	4	0	0	35	13	25	1	0	4	2	0	1
	9	1	0	10	11	3	1	13	1	43	12	1	0	4	2	0	1
	10	3	2	27	1	0	2	5	4	19	5	0	1	0	3	0	3

この実験池において全長10mm以下のマダイは表層でパッチ状分布をするが、朝は東岸に、午後には西岸にそれぞれ岸近くに集中的にその分布が変ることは、このほかにもよくみられた（大野，私信）。6月8日は中央の堤周辺に比較的多く出現していた。この日は風があったので、漂流板による流れの追跡調査を行なったが、この日の分布には流れによる輸送が支配的とみられた。マダイの運動能力が乏しい間は物理的な水の動きにより輸送・拡散されるのは当然であるが、全長10mm以下の数mmのマダイの分布が、40mも隔った池の両岸に朝と午後で対照的に分布を変えるのは、この大きさのマダイが自律的に移動した結果とみられ興味ある現象といえよう。

底層：底層での出現・分布を出現数の多かった6月14日から7月16日までの出現数によって Tab. 2 に示す。

このように74m×20mの範囲内に16×10の定点を設けて組織的に観測した結果から、まず、a-pラインおよび1～10ごとに合計（rim total）を求めて Fig. 4 に図示した。

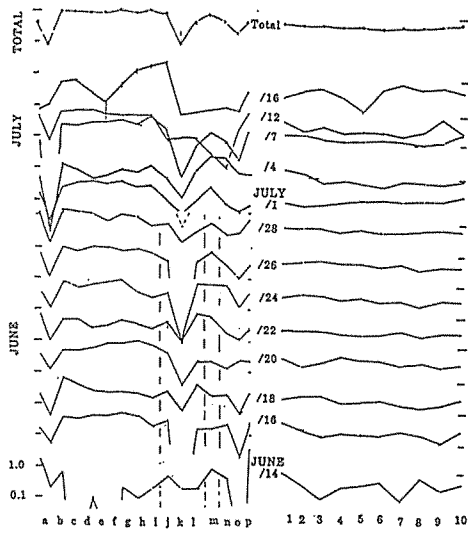


Fig. 4. Horizontal distribution of the occurrence of fish in terms of the rim totals in Table 2

これをみると、①浅部は深部よりやや高い値を示し、②観測をはじめた6月12日には、ともに全観測例中最も高い値を示すが、6月14日・16日と急速に低下し、③その後、7月はじめまで、深部で $I_{\delta} = 1.2 \sim 1.5$ の範囲で横ばい状態、浅部でもやや変動幅は $1.5 \sim 2.6$ と大きいものやはり横ばい状態が続き、④その後、また深部・浅部ともに値が増大する、

といった変化傾向を認めることができよう。

I_{δ} がはじめ高い値で急速に低下する6月12日・14日・16日は全長13～18mmとなったマダイ（Fig. 2）が底層に急激にふえてくる（Fig. 3）時期に対応している。

平坦な深部における I_{δ} の値が、その後、7月はじめまで1にかなり近い（ $1.2 \sim 1.5$ ）値の範囲内で

概観すると、ラインごとには、両岸に近いところ（b, o）と堤の上（k）で出現数が少なく、他のラインは相対的に多いというパターンを示している場合が多く、これに対して、1～10.では、ほとんど平坦なパターンが多い。ただ、いづれも、観測のはじめと、7月に入ってから、不規則な形が見られる。

a-pラインは、岸-底-堤-底-岸という池の横断方向になっており、出現数がこのような池の構造と関連があることを示す。

2-2 集中度指数 I_{δ}

出現数には池の構造が一義的に反映しているとみられるので、岸（a, b, o, p）と堤（k）とを“浅部”として、他の水深2mで平坦に広がる“深部”とをまづ区分した上で、池の中の底層におけるマダイの出現・分布の集中度を、森下の I_{δ} 指数（ I_{δ} -Index, a measure of dispersion of individuals. S. MORISHITA (1962)）³⁾ * によって求めた。その結果を Fig. 5 に示す。

$$* I_{\delta} = n \frac{\sum_{i=0}^n X_i (X_i - 1)}{N (N - 1)}$$

n = サンプル数, N = 総個体数, $X_i = i$ 番目のサンプル（クワドラート内出現）の個体数。

なお, $I_{\delta} > 1$: 集中分布 ; $I_{\delta} = 1$: Poisson 分布 ; $I_{\delta} < 1$: 一様分布

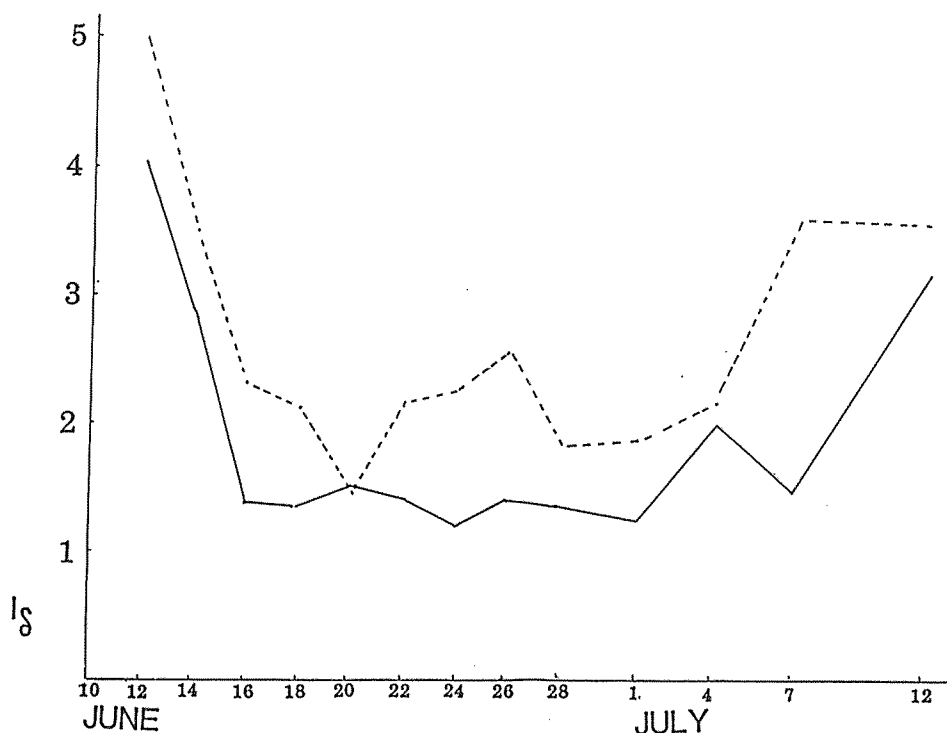


Fig. 5. Temporal change in Morisita's I_{δ} -index, as a measure of a dispersion of fish over the bottom of the pond. Solid line indicates the indices from the fish found in the deeper flat zones and dashed line does those from the fish found in the shallower zones.

横ばい傾向が続くが、池中のマダイはこの間に、主に平均全長14mmと17mm（6月15日）から25mmと34mm（6月30日）の体長群へと育成している。これから飛び離れて大きい数が少ないくトビ>個体は6月18日全長30mmから6月30日47mmに達している。

7月に入って I_{δ} が変動しながらも増大するが、この頃、池中のマダイの水平的空間分布も日によって大きく変わるし（Fig. 4）、（潜水観測定点P・10に近い曳網採集場所において）、採集される体長群も日によって目新しいものがみられたり（Fig. 2）、それらの出現も一定しない。これらのことから、マダイの分布にそれ以前までになかった変化が現われたことは確かである。

2-3 出現数頻度分布

潜水観測による160定点底層観測におけるマダイの出現頻度分布をFig. 6に示す。はじめ（6月14日）0～10の範囲にあるが、次第に0階級の頻度がへり、1～20をこえる分布となり、さらに7月1日には0階級はなくなり、最大階級54に及ぶ広がった分布となっている。さらに7月4日以後は、また0階級の頻度が出現し、分布型は一定しなくなる。

Poisson分布のあてはめを試みると（Fig. 6, 点線）これらの頻度分布は、いずれも $m \leq 1$ の成分“A”， $m \doteq 4$ の成分“B”， $m \doteq 10$ の成分“C”， $m = 30 \sim 40$ といったさらに大きな平均値の成分“D”の合成されたものとみることができる。

時系列的にこれら成分の構成をみると（Fig. 7）、6月14日～7月1日の間は、“A”がはじめ80%から7月1日0%になるまで減少し続け、代りに“B”，さらに“C”，“D”が加わる傾向がみられる。そして、その後、これらの組成が不安定になる。このように、観測の場の空間利用（2-1）や集中度指数

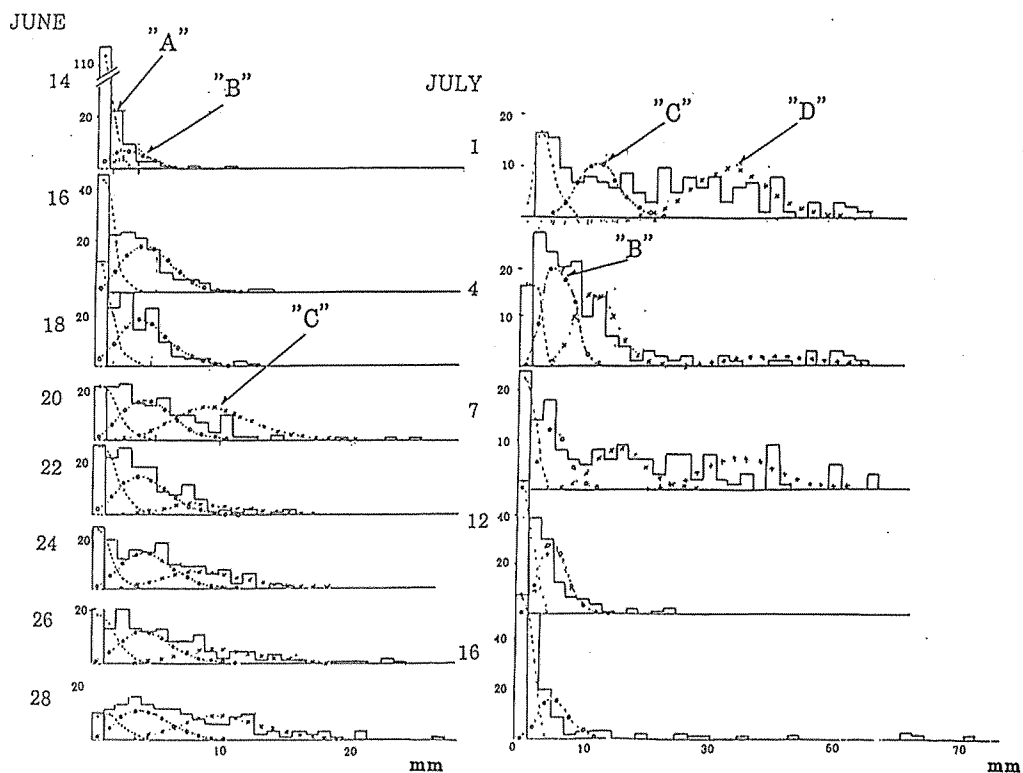


Fig. 6. Frequency distribution of the occurrence of the fish and its "Poisson" components. Four types of Poisson distribution were discernible, as follows;

Mean of "A" :	≤ 1	fish/st.
"B" :	≈ 4	
"C" :	≈ 10	
"D" :	$30 \sim 40$	

(2-2)とも関連した時系的な頻度分布の変化がみられ、あとで考察するが、平均値の違う "B", "C", "D" といった Poisson 分布は、マダイの何らか違った存在様式の反映である可能性があろう。

a-p ラインごとに、これら成分の構成をみると (Fig. 8), 岸近くの b, o と堤 k では, "A" が多く, それに "B" が加わっている。また平坦な底面 (c-i, m, n) では, 概ね "A" が少なく, "B" と "C" が主体で, "D" もみられる。岸や堤といった構造的に特徴ある部分と, 平坦部分とでは, マダイの違った存在様式による空間利用に違いがある。

さらに, 潜水中に識別した大・小別にみると (Fig. 9), 大は "A" と "B" が主体で, 6月下旬に "C" が加わるのに, 小は "A" がほとんどで, "B" が (28日は "C" も) 少し加わるといった違いがみられる。

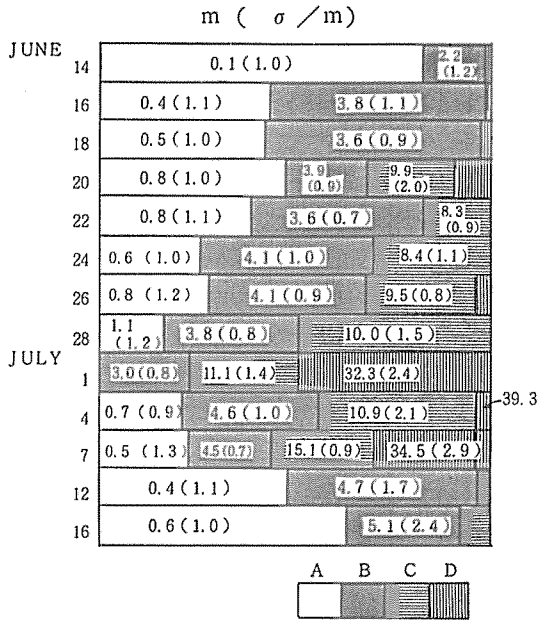


Fig. 7. Temporal change in the relative composition of the Poisson components in the frequency distribution of the occurrence of the fish.

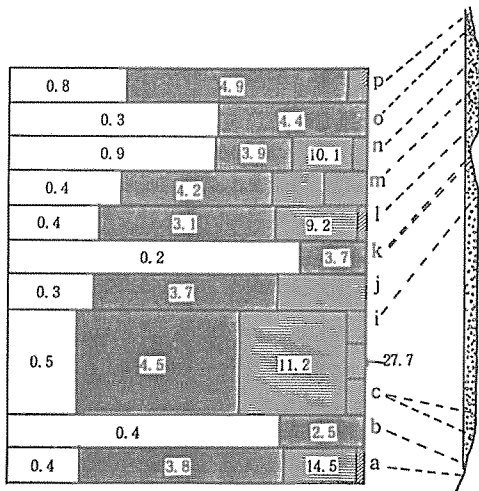


Fig. 8. Spatial variation in the relative composition of the Poisson components in the frequency distribution of the occurrence of the fish.

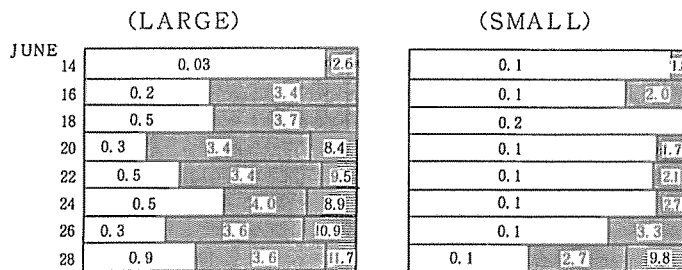


Fig. 9. Comparison of the relative composition of Poisson components in the frequency distribution of the occurrence of the fish, among fish groups of different size.

2-4 若干の補足的情報

現場における池中のマダイの観察は、3ヶ年(1978~'80)に及んだが、濁った池の中のマダイの生態をどのように観察するか? という問題にたえず直面していた。

1978年は、それまで廃止塩田を利用した池(愛媛県越智郡伯方島)において池畔に浅く広がった渚部に出現するマダイ稚魚が観察できた経験から、同様の状況にあるマダイの稚魚をなるべく組織的に観察することを試みた。また、このような状況下にあるマダイ稚魚の行動観察も行ない、あとでのべる“攻撃行動”と底面などへの定位に関連あると思われる腹鰭第1軟条の伸長についての予備的観測を行なった。

1979年は、観測する池の構造について改修が行われ、池の周辺に0.5mの垂直壁を巡らし、それに勾配1/5の傾斜が底面に達する形状に変わった(Fig. 1, A)。そこで、潜水による観測の予備調査の後に1980年にはさききのべた潜水定点観測を行なった。このほか夜間における組織的な調査として燈光に集まるマダイの観測や腹鰭軟条長の測定などを行なった。

2-4-1 1978年予備観測と出現数頻度分布

1978年6月7日より6月19日の間、1号池の周辺渚部に図示した12定点(Fig. 10, A)を設けて、9回の観測を行なった。たゞし最初の3回は目視範囲内に、その後6回は1m×1mのクワドラート(方形枠)内に見られたマダイ稚魚の出現個体数“Occurrence”を計数した(Tab. 3)。同時に、目視による全長推定も行ない記録した。

Table 3. Preliminary Obs. on “OCCURRENCE”, June 1978 No.1 pond.

Obs. Date	Time	Station											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	7 15:00-16:00	9	3	1	4	4	3	7	5	4	0	3	1
II	7 17:30-18:00	25	3	6	13	6	5	6	5	3	4	0	2
III	9 15:00-15:40	4	3	2	2	5	4	5	0	5	25	2	6
IV	12 11:00-12:00	4	10	2	4	2	2	40	4	30	10	3	4
V	12 16:00-16:40	1	5	2	2	12	2	7	3	4	5	1	3
VI	12 18:00-18:30	1	6	1	35	7	30	10	2	3	30	3	5
VII	14 10:00-11:30	6	6	2	6	7	9	17	4	3	25	4	8
VIII	15 7:30- 8:00	25	30	6	15	17	15	20	15	10	25	4	15
XX	19 13:00-14:00	20	17	7	1	9	4	20	2	3	45	10	25

この観測における対象についても、大野ら(1983)の研究材料の全長資料にもとづいて、Fig. 10, Cに池中のマダイの成育状況を示す。これに観測毎の目視範囲(点線ブロック)と平均値(×)を加えて図示した。

クワドラートを用いた後半6回の12定点における出現数の頻度分布をFig. 10, Bに示す。

1~数個体に1つの頻度分布型がみられるが、これよりも多い10~45個体という出現数の頻度も(29/72=)40%を占め、これと違った頻度分布の存在を示す。

Poisson分布のあてはめを試みると(Fig. 10, B)、前者は平均3.7、後者は平均20.9の分布となる。対象となったマダイは全長10~45mmであったが、クワドラート内に10~45個体も出現したマダイは概ね相対的に大型であった。

2-4-2 底への定着と攻撃行動

この池の中において成育するマダイ仔稚魚は、短期間の間に、その行動生態を著しく変えて、それが

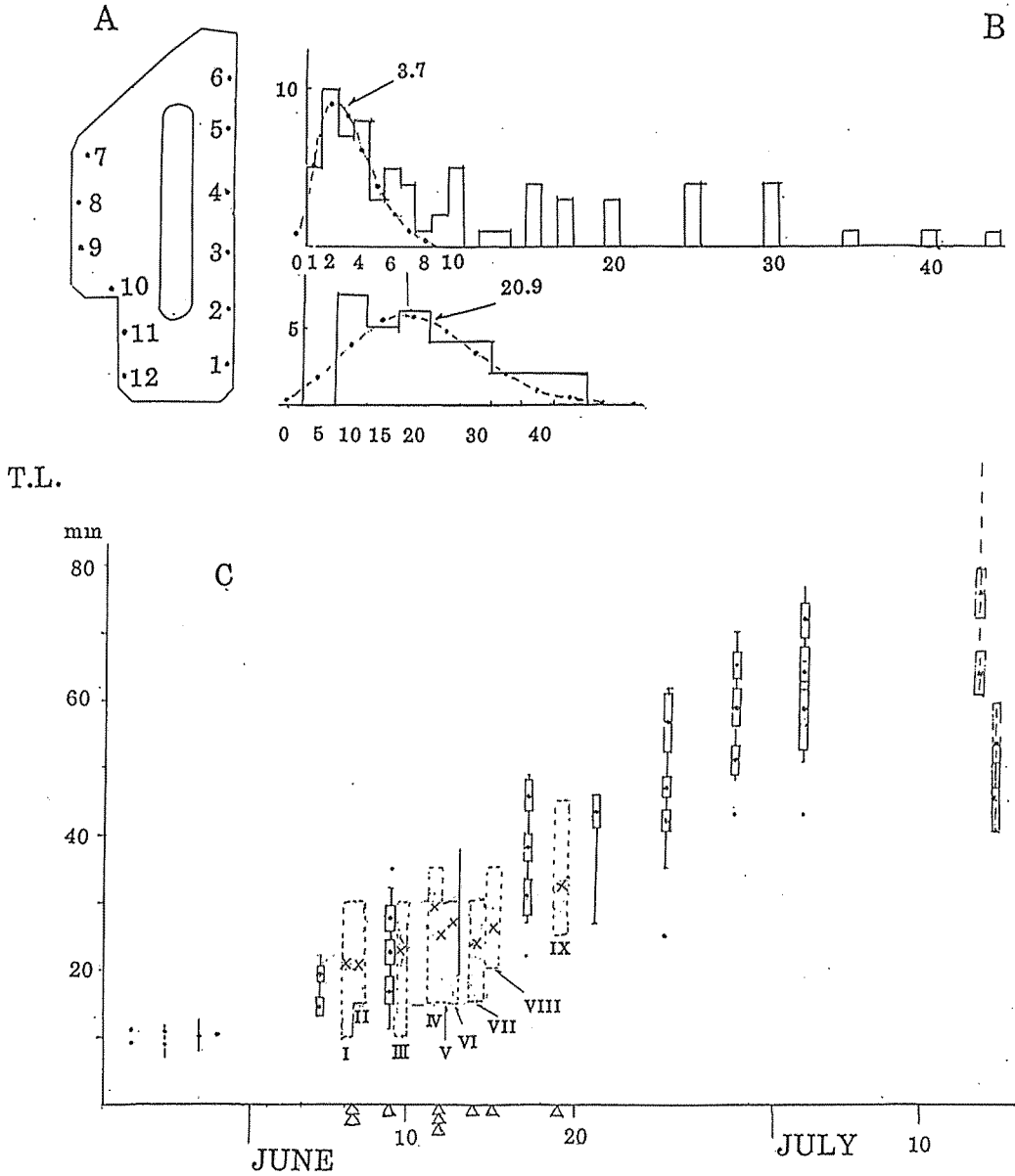


Fig. 10. Preliminary observations on the red sea bream from 12 stations on shore of the pond No. 1, in 1978.

A. Locations of the stations.

B. Frequency distribution of the occurrence of the fish with its Poisson components, means of which were 3.7 and 20.9 fish/station.

C. Growth of the fish. Frequency distribution of fish size for each sample was splitted into normal components whose mean (filled circle) and its standard deviation (plain bar) were illustrated in the figure. Range of the fish size for each sample was indicated by solid line.

Mean (cross) and its range (dashed rectangle) which were numbered as I to IX were based on the data in Tab. 3.

It can be seen that a few groups of fish grew faster than those observed in the same pond in 1980 (Fig. 1-2.) when the density of fish was lower; (7.1 fish/m²).

我々が観測しようとする池中空間分布に反映するので、マダイの行動生態について併せてできるだけの情報をとることに努めた。

池の中におけるマダイ仔稚魚は、浮遊期のパッチ状分布から底層へ分散するが、そこで単独 (solitary)、集まり (aggregation)、群れ (school)⁴⁾ という集団の3形態が部分的ではあるが観察された。すなわち、1978年渚部の定点観測で比較的容易に観察されたのが“単独”形態のものであるが、池の排水用水門の近くとか夜間燈光の下に集まったマダイ稚魚は無秩序で“集まり (群がり)”といえようし、魚肉ミンチに大部分が餌付いた頃に人影を追う群泳する秩序立ったマダイは“群れ”の集団形態に概当するといえよう。しかし、これらはマダイ仔稚魚が育成する池の時空間からみて極めて断片的な観察である。池の広さと濁りのため池中のマダイがこのような集団形態をいつ、どこでとっていたかは残念ながら組織的に観測することは一般的には不可能であった。たゞ、クワドラートを渚部においた観測 (1978) において例外的に単独形態、それも攻撃行動をとる定着性個体についてやや組織的な観測ができた。集まり・群れについては、あとの考察 3) において行なう間接的推論を待つほかはない。

そこで、定着と攻撃行動に焦点をあてて以下のような観測測定を行なった。1979年、潜水観測のための準備として潜水による池中観察を行なった際、2号池の岸近くに繁茂したシオグサの葉体の上に、マダイ稚魚が、あたかも腹鰭を体軸に直角に立てるように定位しており、近くに他個体が近付くとこれを追い払う行動をとるのが観察された。1978年予備観測においても、池の周辺にあった浅い渚部 (1979年には池岸の改修で消失) に出現したマダイ稚魚が、わづかな底面のくぼみや池床に横たわる小石や木片などの蔭に同様の体位をとっており、他の個体が近付くとこれを追い払う行動も観察された。このほか、池の水門のコンクリート垂直壁面に対しても同様の体位をとるマダイ稚魚はよく見受けられる。

福原 (1976)⁴⁾ はマダイ幼期における鰭の形成過程を分析するなかで、腹鰭は仔魚期にほぼ相称な楔形

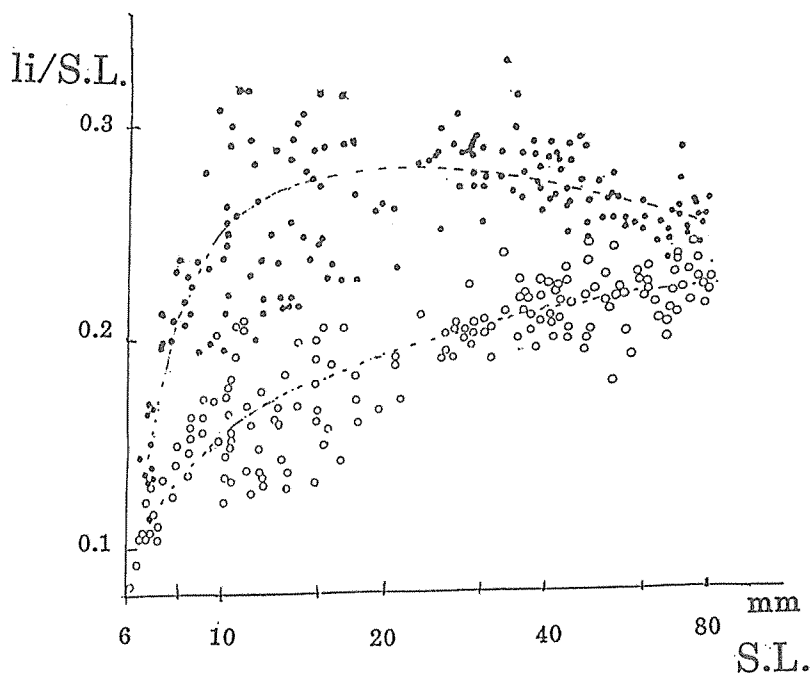


Fig. 11. Relative length of the 1st (filled circle) and the 2nd soft ray (open circle) of the ventral fin to fish length (S. L.) in the red sea breams, ranging from 6 to 80mm.

を呈し、体長 9.0 mm前後から最外軟条が著しく長くなると共に鱭の中央部がふくらみを増すとしている。

潜水観察の間に、標準体長 6~80mmにわたる個体の採集を行ない10%ホルマリン固定した材料について体長 (S. L) ・腹鰭第 1 軟条および第 2 軟条の計測を万能投影器の拡大投影によって行なった。

その計測結果を体長比としてマダイの体長と共に Fig. 11 に図示した。

腹鰭第 2 軟条長の体長比 $l_i/S. L$ は、体長 6 mmから80mmまで次第に大きな値になるのに比べて、同第 1 軟条長の体長比は、体長 6 mmから10mmの間で急激に増大し、20~30mm前後で最大となり、その後は、逆に減少し、明らかな違いをみせる。前者は背鰭・臀鰭・尾鰭などと同様、マダイ稚魚の運動能力の発達と一環をなすものと理解するが、後者の変化は、底生生活への移行期と対応した特徴的な伸長であり、発育が進むと消失するので、マダイの初期生活史のこの段階に特異的な意義をもつ形態の変化と思われる。

一方、池の周辺に幅 3 mほどに広がった渚部があって、そこに出現するマダイ稚魚を池畔から容易に観察できた 1978 年 1 号池の予備観測時に、攻撃行動の観測をあわせて行なうことができた。

底面のくぼみや小石などの蔭に、さきのような定位姿勢をとって定着するマダイ稚魚のほかに、やはり単独で断続的に泳ぎ移動するマダイ稚魚も観察される。ともに時々底面をつつくような摂餌行動をみせる。前者は、数10cmの範囲内に止まっており、後者のような他個体が近付くとこれに向かって行き、追い払う。2 個体間では、多くの場合、大型の稚魚が小型の稚魚を追い払うが、時としては逆の場合もみられた。このように、ある範囲内に単独で (solitary) 定着し、他個体が近づくと追い払う行動を攻撃行動とし、この行動をとる個体をクワドラート内に認めた場合、それらを記録した。

ここには攻撃行動を示した個体 B を、全長を 5 mm間隔で区分し、観測個体数 A に対する比率 (B/A%) として Fig. 12 に図示した。

これによると、全長15~25mmのマダイの 1/3 ほど、25~35mmの 1/4 ほどの個体が、そして10~15mm

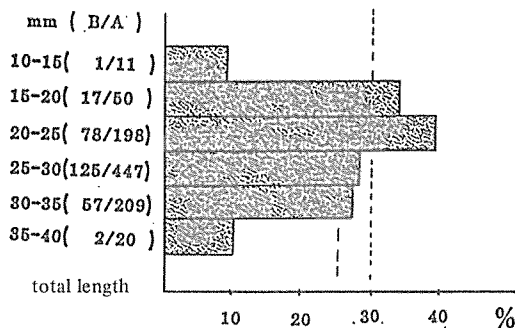


Fig. 12. Comparison of numbers of "Agressive" fish B, among the groups of different size of fish A, by size groups.

および35mm~40mmのマダイでは、1/10 ほどが、攻撃行動を示したことになる。

池中におけるマダイは (Fig. 10-C), 複数の体長群として、それぞれ 1.5 mm/日をこえる成長をとげており、6 月 7 日~19 日の間の 9 回の観測の対象は、途中観測 V・VI と VII・VIII・IX で、それぞれ以前より小型のマダイ体長群に入れ替ったものとみられる。また観測された全長の上限が最終回 (IX) を除けば 35mm までであったことも考え合わせると、渚部の環境に攻撃行動を示す 15~35mm のマダイが出現するが、時系列的にみてゆくと、池中にある 3 つくらい の体長群が、全長 15~25mm の大きさになった頃に定着し攻撃行動を示し、これが成長し、35mm 以上になると生活の場を池の沖

合*に移すという経過をつきつきに繰返しているものと思われる。

2-4-3 燈光に集まるマダイ

夜間、池中のマダイを昼間と同じ方法で組織的に観測することは困難であったが、潜水観測の機会に、夜間、池畔の 7 地点 (Fig. 13) で水中ライトを水面下約 50cm の所で 3 分間照射し、その明るみに集まるマダイの尾数を、6 月 11 日~7 月 30 日の間、35 回計数した。図には 7 地点での計数の合計を示しているが、1 地点での計数は 50 個体をこえた場合はその精度が確かでないので 50 個体として記録することとした。したがって 7 地点の合計は図上では 350 個体をこえることはない。

* 6 月 14 日には、渚部のクワドラート内に出現しているマダイより大きい (T. L 30~40 mm のマダイ) が池の沖合で群泳しているのが観察されている。

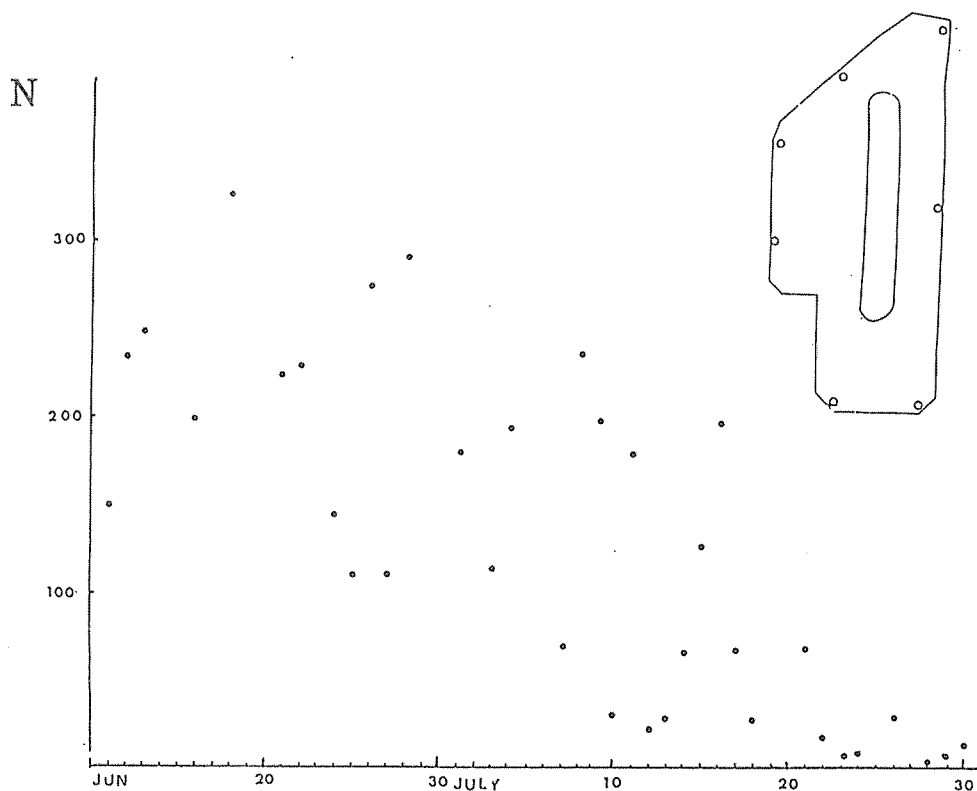


Fig. 13. Temporal change in the occurrence of the fish which were gathered under the underwater lamp at night, at the 7 stations in 1980.

また、この間8回にわたって燈光の近くに集まったマダイの大きさを知るためタモ網で捕獲した。その全長組成を正規分布に分解した結果をFig. 2に黒地ブロック*で示す。

Fig. 13をみると、6月中旬には最も多くの個体が燈光に集まったが、その後7月上旬にかけて次第にその数は減少し、7月下旬にはほとんど集まらなくなった。

一方、昼間曳網で採集されるマダイと比べると(Fig. 2)、①6月20日頃は、全長15~23mmの範囲内にある2つの体長群が昼間網でとれるとともに燈光に集まり、②6月末にかけて平均全長25mm以上になった体長群は昼間網でとれても燈光に集まらず、平均全長20mm前後のマダイは網でとれるとともに燈光にも集まり、③さらに、7月上・中旬において全長25mm・35mmをこえたマダイは昼間網でとれるが燈光に集まらない。一方、7月上旬・中旬にそれぞれ全長22~25mm・23~32mmのマダイは昼間網に入らない。

そこで、池中のマダイが、複数の体長群に分れてそれぞれ成長する間に、はじめ、昼間網でとれると共に夜間燈光に集まったものが、やがて昼間網でとれても夜間燈光に集まらなくなる。このような変化は、6月下旬と7月上旬に、それぞれ全長25mmを境に見られる。しかし一方では、7月中旬になっても、全長23~32mmの小さいマダイが、なお、夜間燈光に集まる存在として残っていることも注目される。

* 7月18日点線ブロックの全長組成は、燈光に集まる個体とは別に、周辺水深0.5mの底に居た個体を採集したものである。

3. 考 察

マダイ仔稚魚の池中における生残りと現在量を推定する基礎資料の一つとして、定点における出現・分布の観測を行ない、補足的情報の収集も行なったが、まづ、調査対象が単一でなく、またマダイの分布や行動に対する給餌の影響が観測の後半にみられることなどに注意を払っておこう。

観測の対象となった池中のマダイは、大野のマダイの摂餌に関する研究（1983）²⁾の標本（Fig. 2；Fig. 10, C）および燈光に集まる個体標本の全長分布の正規分解した結果を日を追ってみても（Fig. 2）複数の体長群が何時も出現している。^{*} しかも、池よりの収獲時点でも 7.1 個体/ m^2 （1978 年 1 号池）、14.4 個体/ m^2 （1980 年 1 号池）と自然海域に比べればかなり高密度で生き残っていたことになる。

また、これらの観測が行なわれていた 1978～1980 年には、池中のマダイを鱈カットまたは アンカータッグによる標識放流に使えるよう 40mm 以上まで育成する必要上、池中で生産される餌生物に加えて、冷凍したイサザアミ・イカナゴ・オキアミ・小エビ・雑魚などをマダイの大きさが 20mm 前後になると投与し始めた。本格的に投餌が行なわれ始めたのは 1980 年 1 号池では 6 月 17 日であった。大野ら（1983）²⁾によれば、一般的に本格的な投餌を開始して 1 週間で半数以上がミンチ魚肉に餌付き、10～15 日以後にはほぼ全個体が餌付き、魚が人影を追う行動が観察されるようになる。1978 年予備観測時には 6 月 14 日に、人影に 30mm 前後のマダイが集まるのが観測されており、下旬に入るとクワドラート内に 30～50mm のマダイの群れが現われ攻撃行動の観測ができなくなった（Fig. 10 C）。

自然海域におけるマダイの生残りに critical な生活史初期において浮遊期について着底生活への移行期が重視される（田中、1977）³⁾

この池におけるマダイについても、池中で増殖している浮遊性と底生性の餌生物に依存して生活している間の仔稚魚期の生態に力点を置きながら考察を加えることとする。

1) まづ、結果においてみられたところを現象的にふり返ってみよう。

潜水観測された表層（0～50cm）と底層（底面より 30cm 上まで）の総出現数（Fig. 3）において、表層における実質的な出現は、はじめの 2 回（6 月 6 日・8 日）だけであって、一見、底層における出現（6 月 10 日・12 日）とつながるように見える。しかし、表層にマダイがみられなくなったのちも底層での出現総数は 7 月 1 日の観測まで、増加傾向を示した。

一方、底層におけるクワドラート当り出現数の集中度指数（ I_{δ} ）（Fig. 5）をみると、表層でパッチ状をなして出現していた全長 6～8mm のマダイが全長 10mm 以上のマダイとして底層に出現数がふえはじめた頃（6 月 12 日・14 日）観測期間中最大値から急激に減少した。その後は、7 月に入って逆に上昇するまで、低い値が続いた。この間にマダイは、つきつきに成長する 2・3 の体長群に分れて地曳網で採集され（Fig. 2）、7 月はじめにはすべてが全長 20mm をこえた。

一方、この間の出現数頻度分布（Fig. 6）をみると、平均値の違う“A”，“B”，“C”，“D”といった Poisson 分布が、時系列的にその構成を変えて出現している（Fig. 7）。

これらの現象的な情報から取敢えず、表層から底層への出現数の変化を見掛けのうえでもとめてみると、①複数集団（体長群）がつきつきに底層に出現するが、②一方、池の空間は何らか違った存在様式のマダイによっていろいろに利用されている（Fig. 8）。

水深 2m という浅い、9,000 m^2 という狭い半野外的な環境におけるマダイの生態を、攻撃行動をみせたり、底面などへの定位姿勢をとったり、夜間燈光に集まったりといった行動とも関連させて考察を試みるが、それに入る前に今回の潜水観測法について検討を加えておく必要がある。

2) 餌生物の増殖によって濁った池の中のマダイの組織的な観測は、大野ら（1983）が研究材料を集

^{*} 全長組成が複数の体長組成に正規分解されるのは、この事例のほかの年やほかの池にも共通した現象であった。

めるために行なった小型地曳網による方法などの経験*も含めて、この調査では、1979年の準備観察をへて、1980年にスキューパを用い、池の構造(岸-底-堤-底-岸)を考慮した160定点の潜水観測を行なった。これによって、多くの知見をうることができたが、この方法自体の制約もないわけではない。

まず、160定点の表層と底層を毎回、順次、潜水しながら観測し完了するのに昼間、1.5～2.0時間を要した。いつも同じ順序でa・1～p・10の観測を時間をかけて行なったが、観測結果をみる限り、このため系統的なひずみが入り込んだとは考えられない(Fig. 4)。

また、夜間、底面におけるマダイ稚魚は、水中ライトの光を受けても動かないので、余力があれば観測可能であった。

表層と底層における出現数の変化(Fig. 3)における観測の問題を考えると、1つは観測層が、水の濁りから基準を池の表面と底面に求めるほかに、さらに表層は0～50cm、底層は底面からその上30cmに限られ、その中間層は観測されていない点である。しかし、反面、2mの長さに沿った観測が、底層で両側30cmという視野で限られたため、それを1つのクワドラート(2m×0.6m)の観測としてみなすことが可能であった。いずれにしても、“表層”・“底層”の出現数がすべてでないことを留意しておく必要がある。

また、池中におけるマダイの“見えにくさ(perceptivity)”の問題がある。プランクトンの増殖した水中で識別できる大きさ(孵化直後の後期仔魚は全長2mmで体は透明)には当然下限があるだろうが、この観測では、6月6日・8日に表層における全長6～8mmのマダイが観測されている(Tab. 2-1)。この段階のマダイは池の表層全面においてパッチ状の集中分布をしており、部分的な観測範囲内の出現数から総数を推定することはできない。一方、水中における観察中に、浮遊期マダイと底層で観測しうるマダイの間の大きさで正確に確認し難い素早い存在があることに気付いていた。

矢野・小川(1981)⁶⁾が、視運動反応装置を用いて全長6～37mmのマダイの遊泳速度の測定実験を行なった結果、体長比速度(T.L/sec)として、6mm前後0.5、7～8mm 4.4、9～11mm 8.8をへて、12～16mm 11～12の最高に達し、21～21mm 8.5、34～37mm 5.9と逆に低くなることを報告している。自然海面においても、浮遊生活から底生生活に移行する間に、沖合から沿岸・内湾への水塊の間の物理的障壁をこえ、表層から底層へとかなり、大きな移動を行なっている(田中1980⁵⁾)。

表層が表面からおよそ最大0.5mまでの層を、底層が池の底面からおよそ0.3m上までの層を、それぞれ観測した結果、水深2mのところでは、その中間に観測されていない層があるという事実に加えて、素早く観測し難い、そしてまた、地曳網でも捕獲し難い(全長10～15mm前後)段階があって、6月中・下旬、底層で観察できたマダイの出現数が、つきづきにこの段階をへて漸増したという推論ができよう。

また、表層と底層における出現数の観測は、対象と観測条件が違うので、同一視できない。しかし、表層と底層の出現数は以上のような点を考慮すればそれぞれ相対的な意味をもつ(Fig. 3)。

池の中のマダイの生残り・現在量をたえず観測・把握することは、生態学的にも、種苗生産管理の面からも重要であるが、浮遊期における集中分布、表層から底層への移行の間における観測・捕獲の両面における“とらえにくさ”があるといえよう。

このような観点に立って今回の観測値の中から現在量の推定を試みる。この潜水観測における全長20mm以上のマダイを対象とし、しかも集中度が低かった7月1日の出現数から、1クワドラート観測面積を $1.2m^2 (= 2m \times 0.6m)$ として $15.8 \text{ 個体}/m^2 \times 9,000m^2 = 142 \times 10^3$ という現在量推定値が求められる。なお、この池の1980年における取揚げ(7月31日～8月3日)個体数¹⁾は、 130×10^3 であった。

3) 潜水観測における量的な問題から質的な問題に話題を変えよう。まず、出現数の頻度分布は、“A”、

*大野(私信)によると、全長10～15mm前後のマダイは小型地曳網によって捕獲し難い対象であり、一方池中のマダイが20mmをこえる頃から魚肉ミンチ投与が始まり群泳するマダイが餌付くようになると定量的な採集が難かしくなる。また全長40mmの大きさになれば池内で“標識放流再捕法”による現在量の推定ができるようになる。

“B”, “C”, “D”といった平均値の違った Poisson 分布の合成されたものとみられるが (Fig. 6-9), これを手がかりに, マダイによる池の空間利用を考えてみよう。

Fig. 7 にみられるように, 平均値 $m \leq 1$ の Poisson 分布 “A” は, 6月14日から7月1日までの間に80%から0%にまで減少していき, これと対応して, “B” ($m \doteq 4$), ついで “C” ($m \doteq 10$) が, 最後には “D” ($m \doteq 30$) が加わっているが, マダイの成育 (Fig. 2) や底層への出現総数の変化 (Fig. 3) などとも考え合せると, これらは, 何らか違ったマダイの存在様式の存在とそれらの池の空間利用の変化の反映と考えられる。

予備観測 (1978) においても出現数頻度分布が, $m \doteq 4, \doteq 20$ の Poisson 分布の合成であった。この観測値は, $1m^2 (= 1m \times 1m)$ のクワドラートにおける出現数であり, 一方潜水観測においては目視限界から $1.2m^2 (= 2m \times 0.3m \times 2)$ 前後のクワドラートにおける出現数であるので, 観測法の違いもあるが, 一応, 前者の $1m^2$ 当り数個体 ($m \doteq 4$) と後者の “B” が対応するものと想定できよう。“C” “D” は, 前者の $m \doteq 20$ という集団的なマダイにほぼ対応するとして, “D” は “C” よりも個体数が多く群泳するマダイが想定される。ここで “A” は, Fig. 8 でみられるように, 水平空間でみると, 岸近い所や堤といった池の浅い構造部分で主要な構成要素となり, Fig. 9 にみられるように, 目視で識別できたマダイの大小別では, (おそらく数も少ない) 小の方で主要な構成要素となっており, さきの底面へはじめて出現がみられた6月14日で80%を占めることも考え合せると, 「マダイが利用していない空間であるが, たまたまクワドラート内にマダイがまぎれ込むこともある」といった状態の反映と考えられる。“B” が, およそ $1m^2$ 内に1~数個体, 点在する比較的独立したマダイの存在の反映かと思われる。

このような想定に立って, 池の底層空間をマダイが利用する状況の再現を試みよう。全長6~8mmのマダイは池の表層にパッチ状に分布し, 全長10mmをこえたマダイが底層に出現し始めた頃は, やはり集中した分布 ($I\delta \doteq 4$, Fig. 5) を示すものの, その後, さらに後続の成育群がつきつきと出現すると $I\delta$ は1.2~1.5と低い値になり, この間平均値の違う Poisson 分布 “B”, “C”, “D” がつきつきに加わってくる。Poisson 分布は, ランダム分布と同義であるが, 以上のことは, 池の底層へ, つきつきと違った存在様式*のマダイが加わってゆくが, これらが相互に独立にランダムに底層空間を利用している。言葉を変えれば池の平坦な “深部” に関する限り, 総じて, これらによってまんべんなく利用されている (Fig. 4) ことになる。

ところが7月に入ると $I\delta$ の値が増大するが, これと対応して, 空間的にも (Fig. 4), 出現総数においても (Fig. 3), Poisson 分布の構成においても (Fig. 7) 一定しなくなる。これらのことから, この頃74m \times 20mという観測範囲のスケールをこえて大きく動く存在が目立つといえよう。そして大野ら (1983)²⁾ が指摘するように, 6月17日に本格的な魚肉ミンチの投入が始まり, この頃, ほぼ全個体が餌付き, 魚が人影を追う行動が観察される状況に入った表われといえよう。

反面, 振り返って, それまでのマダイは, かなりの数の出現があっても, 観測範囲のスケール内に収まって動いていて, 総体としては, 比較的同じ所に定着していたといえよう。

こうしてみると, 底層で, いくつかの体長群が, ちがった存在様式をとって, 自然海域に比較してかなり高密度でありながら共存していることになる。観測の後段では, 魚肉ミンチに餌付いて群泳するマダイも加わるが, それぞれの存在様式がランダム分布して池の niche を何らかの方法で分ち合いながら利用しているといえよう。

4) 水槽内でくまわり行動をとるマダイ稚魚については, 山下 (1963)⁸⁾ 以来, かなりの観測例が報告されているが, これらの多くは, 水槽の隅などを占有する大型個体が他の個体が近づくと攻撃し追い払う現象をさしているようである。

* 強いていえば, “B” が単独 (solitary), “C” が集まり (aggregation), “D” が群れ (school) に対応している可能性が考えられるが, 今後さらに, 密度と集団形態の関係について YAMAGISHI, 1962⁷⁾ が論じた発育段階にともなう集団形態の変化の観点も加えて再検討を要しよう。

野外の広い池の中で観察された事例として、福原（1980）⁹ が、1979年同じ池の中に設置した模型魚礁周辺に出現するマダイの水中テレビによる観測があるが、マダイが全長15～25mmの時期に攻撃行動をみせ、その後成長にともないこの行動は漸減すると、著者らとほぼ同様の結果を報告している。

山岸（1980）¹⁰ が、群れ（school）となわばり（territory）は、個体間の誘引性と反発性から行動が発達したものとし、反発性が強まると接近する相手をおどかしたり、つついたり、追いかけてたりして自分の周辺から追いはらう「攻撃行動」が発達し、さらに「攻撃行動によって自分の周囲の一定の広さの空間を防衛するなわばり行動」に発達するとしているが、今回の観測法では同一個体が一定の広さの空間を防衛し続けたという確認はできない。

一方、1979年2号池と1980年1号池の池中を潜水観察した経験では、前者では前にのべたようなシオグサ葉体上に定着しているマダイが侵入者を追い払う行動を認めておるが、後者ではこのような行動は特にみられなかった。

そこで、福原（1980）⁹ の水中テレビ観測例も含めて池中のマダイの密度（取揚げ時の個体数/m²）との関係を見ると、「攻撃行動」が観察されたのは、いずれもこの育成池としては「不成功例」とされる7.1～9.7個体/m²の場合であり、1980年1号池では14.4個体/m²とこれより高密度であった。¹¹ 確かな推論とはいえないが、相対的に低密度で、「攻撃行動」がみられ、高密度ではこのような行動をとらない可能性があるとすれば興味ある現象で、さらに具体的な観察や研究による検討に値しよう。

なお、池中の全長7mmと10mmのマダイ仔魚（1981年1号池）で後者が前者を「共食い」によって減耗させたという記載¹²もあり、室内実験によっても、体長差が3～4mmの同一群の間で共食いは餌の有無に拘らず起こるとしているが、一方、ここでの観測例に限らず、育成終了時まで体長差が数mmから10mm以上ある数体長群が最後まで共存していた事実はかなり一般的であることも見逃せない。室内実験の結果は、半野外的環境に、さらには自然的環境に直ちにあてはめられない。

いずれにしても、マダイ仔稚魚の諸行動が発育と共に、生得的（innate）に「組み込まれた行動」として発現するのか、それとも、マダイ自体と環境の相互関係のなかで発現するものなのか、といった観点での研究を進める必要があろう。

5) 水槽内で飼育されるマダイ稚魚が、底面や垂直の壁面や水中にたれた紐などに、腹鰭を立てるような姿勢をとって静止し定位（orientation）するのは周知の現象であるが、同様な定位現象は予備観測の渚部のほかにも、池の周辺、とくに水門のコンクリート垂直面においても観察された。一方、腹鰭第1軟条は、全長6～10mmの間に体長比で2倍以上伸長し、20～30mm前後で最大値を示し、その後、再び小さい値をとり、腹鰭軟柔として目立たなくなる（Fig.11）。

ここで注目をひくのは、タイ科魚類のうちで、チダイの稚魚の形態的特徴として、マダイ・クロダイ・キダイと違って、伸長した腹鰭軟条がみられない（庄島、1958）¹¹ が、これとチダイの稚魚の生態的特徴との間の関連である。南西水研（1980）¹²によると、チダイの稚魚は全長10～20mmの大きさで浮遊生活から底生生活への移行過程にあるとみられるが、すでに群性を帯びる。体長10mm前後で攻撃的でなわばりの行動を示すクロダイ（福原1977）¹³ やマダイとは行動においても特徴的な相異をみせている。腹鰭第1軟条の稚魚期における伸長の有無という形態的相違が、これらの魚類の稚魚の着底機構、ひいては生活史初期の生残りにcriticalな時期における生残りとの具体的などう関わっているのか、このような池を用いた実験も含めて今後の研究が必要であろう。

6) 廃止塩田を改造した池中で育成されるマダイの観測で、浮遊期マダイが朝と午後で太陽に近い岸に集中分布の場を移し（2-2）、また、夜間燈光に集まるおよそ全長15～25mmのマダイの観測（2-4-3）が行なわれた。このほか、水深2mという浅い池であるので、昼間は池の底面も水が濁っているとはいっても、かなり明るく、この池のマダイの環境条件の一つともなっている。

矢野・小川（1982）¹⁴ が人為的に水中照度傾斜（垂直方向）を与えてマダイ稚仔魚の分布層を実験的に調べた結果によると、全長5～7mmの後期稚魚の多くは水面近くの最も明るい照度1,600～2,000ルクスの層に分布するが、13～15mmの稚魚になると大部分は200ルクス以下、19～21mmの稚魚期半ばでは70～

130ルクスの層に分布する。

まず、水槽飼養中のマダイ稚魚が、水槽内への光の投射に応じて集まる現象はよく知られているが、半野外的なこの池においては全長6~8mmのマダイが太陽の方位に関連し、朝は東岸近くに集まり、午後40m隔った西岸近くに集まるといった、表層において水平的に自律的と思われる移動現象がみられた。

つぎに、池中のマダイが夜間燈光に集まる現象は、観測をはじめた6月11日全長10mmに達したマダイがすでに燈光に集まり、6月20日頃には、池中のマダイのほとんどの大ききく全長15~23mmのものゝ燈光に集まり、その個体数はふえてもへることはなかった (Fig.13)。その後は、全長25mmをこえたマダイは燈光に集まらなくなり、この境をこえて成長したマダイの数がふえるに従って燈光に集まるマダイ個体数は少なくなり、やがて7月中旬になると、昼間地曳網ではとれない全長23~32mmの小型のマダイだけが燈光に集まるだけになる。

“底層” (底面から30cm上まで) 観測された“出現個数総数” (Fig. 3) は、6月12日以後7月1日まで増加傾向、その後は天床打ちとなるので、夜間燈光に集まるマダイは“底層”で出現したマダイに少なくとも、現象的にはほぼ一致する。

矢野ら (1982)¹⁴⁾によれば、自然海域で表層から沿岸の5~30mの海底へ移行する発育段階の全長13~15mmの稚魚になると大部分の個体は照度200ルクス以下の比較的暗い照度層に分布するようになり、この傾向は全長19~21mmの稚魚後期半ばになるとより顕著になる。池中で燈光に集まるマダイが、大きさではほぼこれに概当する大きさであるが、池中の水中ライトに照らされマダイが集まる水面の照度のデータがない。一方、矢野らの実験材料も全長21mmまでであるので確かなことはいえないが、体長25mm以上で明るさに対するマダイの行動生理学的応答が大きく変るとは予測し難い。

他方、夜間の燈光は天然餌料としての小型動物を集める手段として増養殖技術の一部となっているが、この池の中でも夜間、燈光の明るみに餌生物が集まり、同時にそこに出現するマダイ稚魚がこれを摂食する行動 (biting) が観察される。大野ら (1983)²⁾は4年間 (1978~1981) 3面の池におけるマダイ仔稚魚の摂餌について報告しているが、全長3~50mmのマダイ仔稚魚は成長に伴って主要な餌生物を、基本的には、橈脚類の nanplius → Calanoida (主に Acartia) → Harpacticoida → 端脚目 (ドロクダムシ科) と変えるが; (かなり量的・質的に変る) 餌環境によって、摂餌する餌生物を変え得る幅広い融通性があると考えられ; (1980年1号池観測のケースのように) 大型底生性餌生物が不足する場合には底生生活への移行 (全長15mm以上) が遅れ、全長20mm以上でも浮遊性餌生物が摂餌されたし; 生息密度も食性の変化に関係し; ミンチ魚肉の投与を開始すると、マダイによる池内餌生物の利用度は低下する; などを述べている。

潜水観測において全長12mm以上になって底層に出現するマダイは、1980年1号池における餌環境とマダイ集団構成と密度とによって、まづ6月20日頃は全長15~23mmの範囲内にあるマダイとなって、すべて昼夜に亘って Acartia や多毛類幼虫など小型餌生物を摂食する; つぎに全長25mm以上に成長したマダイは小型餌生物に依存しなくなり、これよりも小さいマダイが引き続き小型餌生物に依存し、夜間になっても燈光に集まる; さらに7月に入ると、全長23~32mmの一番成長の遅れたマダイが、おそらく小型餌生物に依存しつづけ、なおも夜間燈光に集まったものと推察される。とくに最後の成長の遅れたマダイ群は大野ら (1983) が「ミンチ魚肉に多くのマダイが餌付くが、最後まで餌付かなかった稚魚が (1979年 No.1 では10%程度) 少数ながら存在し池中の餌生物のみで生残っている」としている存在に概当するものと思われる。

8) 最後に、自然海面からみれば狭く浅いが半野生的状況にある水面において、nicheの利用で競合したり天敵となりうる他種を排除し、粗放的に育成されているマダイ仔稚魚の観測の結果と考察のなから、気づいたことを述べる。

まづ、人為的にかなり高密度に収容され粗放的に育成されたマダイ仔稚魚が放流用種苗として質的条件を具えているか、の問題があろう。つぎに、見方によっては人為的“実験”状況下においてマダイ仔稚魚の示す行動・生態と生残りの問題、とくにマダイ自体の生き残り戦略および池中の niche の分け合い利用の問題である。

放流用種苗は自然海面に放流後もよく生残るものでなければならぬが、すでに1978～1981、4年間における百島実験地の池で生産されたマダイ種苗は、百島周辺などに計79万個体放流され、その63%は胸鰭カット・スパゲティタグによって標識づけされ；その年の秋までは放流点を中心に10km範囲によく滞留し；比較的短期間に自然海域への馴化を終えるなど一定の成果が、溝上ら（1983）¹⁵⁾によって報告されている。これらは標識づけをして放流するために全長40mm以上になるまで池中で育成されてから放流された。そこで、池中で増殖する餌生物の不足を補うため、池中のマダイが全長20mm前後になると魚肉ミンチなどを投与し、マダイがこれに馴れて人影を追うまでに至っている。量的生産コストの面ばかりでなく、質的にも、底生生活移行期もしくは着底期マダイを自然海面に放流することは当然、放流技術の次の開発目標である。ランダムに分布する性質を具え、池中で増殖する餌生物で育った全長20mm前後のマダイを放流用種苗として用いる場合の放流方法の開発を行なうため、着底に至るまでのマダイの行動・生態の研究はさらに進められる必要がある。また、天敵を排除した池中育成種苗に、天敵からの逃避反応の条件づけをあらかじめ行なうなど野性を具えた種苗の生産の意義を考えた研究も必要であろう。¹⁶⁾

一方、自然海域における仔稚魚の調査研究には、調査方法の諸制約もあって、時空的に連続的な結果は得難いし、偶然性の入り込む余地が多く事例解析としても情報量が乏しいうらみが多い。目下、栽培漁業を含めて海面において一定の規模で実施される諸増殖事業は、十分な準備と計画があれば、他の方法では実行しえない“生態実験”を観測するという利点をもつ。今回の場合は、粗放的育成を行なっている池の中のマダイ仔稚魚の生残り実験といえよう。現状では、産卵期内で繰返し産卵するマダイ卵のうち、池の中の餌生物の増殖とタイミングの合う卵を用いる方式によっており、池中に収容された卵もしくは浮遊期仔魚は、降雨・風による影響も避けられず、この発育段階の生残りについては再現性のある情報は得難い。しかし、集中分布からランダム分布に移る全長10～20mmの育ちの違う複数集団のマダイは、この池の空間nicheをまんべんなく利用し、総体としてかなり高密度でともに生残った。大野ら（1983）²⁾が指摘する摂餌する餌生物を変えうる融通性は、この場合、食物nicheをこれらのマダイが分け合うような形で発揮されていたと推察される。もしこのような推察が許されるならば、一見高密度なマダイ稚魚は、底層において、体長群（集団）ごとに空間と食物の要求を変えて共存し得ることになる。自然海域においても、あちこちの沿岸・内湾において、いくつかの育ちの違うマダイ稚魚体長群がつきつきに沖合から現われ、内湾の空間を分けて利用する（小島1981¹⁷⁾、林1981¹⁸⁾）。より広い自由な自然海域においては、水平的に空間を使い分けることが可能でもあり、その海面の餌資源の効率的利用ともなっていると推察される。生活要求（空間・食物）が接近した違ったマダイ集団が、生活の場のnicheをどのように利用するかをさまざまな主体と環境の場で明らかにすることは、マダイの生き残り戦略の解明のために重要であろう。

実験生態学的な見地からみると、大野ら（1983）²⁾が指摘する魚肉ミンチに餌付かないで生残る池中のマダイばかりでなく、給餌養殖方式をとる小割網の中のマダイでも投与される飼料に餌付かず、網地に付いた天然餌料に依存して生残るマダイの存在（伏見 徹、私信）があって興味をひく。これらは概して餌付くマダイに比べて小さいが、体色も自然海域のそれと同様で、健全な存在である。人為的なnicheで自然環境に比べて高密度に収容されたマダイの中で、相対的には少数、しかし絶対数としてはかなりの数のマダイが、部分的な天然餌生物nicheに依存して生残る機構*は明らかにしたいところである。

自然海域におけるマダイの生残りの点からみると、岩場など餌環境としてはやや貧弱なnicheに、藻場周辺のマダイに比べれば相対的にやせて成長の良くないマダイがそれなりに生残っている意義は見逃すことはできない*（林1981）¹⁸⁾。

志々伎湾はマダイのnursery groundとして多角的で綿密な調査研究が1975年以来継続されており、浮遊仔魚として湾口に出現したマダイが着底過期期・底生生活期をへて逸散するまでの春～秋の生態がそ

* YAMAGISHI (1962)⁷⁾は同日産出卵集団のマダイ仔稚魚の成長とその変異のなかで、孵化後20日に成長差が大きくなった個体間の共食い行動、30日に“トビ”のような存在を水槽実験で認めている。白島の池でもその後同一産出卵団からやはり複数の体長群がみられたという（大野・私信）。

の環境との関連を含めて明らかにされているが、これらの諸研究のうちで見られる湾内当才マダイの挙動に興味あるものがある。調査開始以来、1977年は最も湾内出現個体数が多く、他の年（1975・1976年）にくらべて8倍であったが、マダイ稚・若魚の成長は遅れ、肥満度も低かった**という相対的に高密度な生活条件に応じた変化がみられたが、湾内からの逸散は遅かったという（畔田ほか 1980¹⁹⁾ 首藤ほか 1983²⁰⁾）。

餌環境・生息密度・共存魚種との関連におけるマダイの食地位（food niche）の柔軟性・優位性（東ほか 1983²⁰⁾）から考えると、この興味ある現象は、湾内個体群が相対的に乏しい餌環境下においても、その場から離れ（shift from）ずに、逆に長く滞留（persist with）したといえる。

マダイに限らず、スズキ・マイワシ・マアジ・カツオなどいろいろの遊泳性の魚でも、状況によっては特定の niche に定着して生活する存在が認められている。底生生活に移行直後のマダイにおいて、定着する生活様式が一般であろうとの予測はあるが、放流したマダイ種苗が、放流現場周辺に定着したり、あるいは移動・分散したり、いろいろの事例がある（須田 明、私信）。自然海域におけるマダイ当才魚も、成長し生活要求量が増大すると、群を形成して移動することもよく認められている。林（1983）²²⁾ は、“待ち伏せ”摂食タイプとされるマエソ属が、定着（persist with）したり、移動（shift from）したりする論理を、餌を探索する行動と摂餌する行動とを合せて魚の摂食戦略を理解する方法によって解明することを試みた。研究の現状では、マダイ稚魚の定着・移動・分散を明らかにするところに至っていないが、この池の中のマダイ稚魚の行動や生態は、（小割網の中のマダイも含めて）生活要求の接近した同種の集団間で、餌環境から相対的に充分な“収獲”が期待できなくても、餌の探索を必要としないといったことから摂餌に対する努力が少なくすむ場合、摂食努力の総投入当りの“収獲”の効率がそれなりに確保されて、生残するという論理によってみることはできないか？ 攻撃行動の発現の有無も関係すると思うが、今後の調査研究を待ちたい。このような見方²³⁾は、古くは人工魚礁を設ける増殖事業から資源培養型漁業の育成に至るまで、自然海域における魚類資源を何らかの形で管理しようとする場合にも、存在理由があると思われる。

要 約

自然海域における資源添加のため放流するマダイ種苗を半野外的条件にある廃止塩田改造池（2 m深、9,000 m²）で粗放的に育成している現場において、これらが浮遊生活から底層へ定着する過程の生態を潜水観察を中心に調べた。

- (1) 池には2・3の体長群に分れて成長するマダイ仔稚魚が、種苗として放流されるまで池中でかなり高密度（10～30個体/m²）で共存して生残り育成する。
- (2) 孵化直後仔魚の浮遊生活は全長10mmを境に終るが、水深2 mの池底の生活に直ちに移るのではなく、素早い全長10～15mmの段階をへて、成育のよいものから逐次、底層生活に移る。
- (3) 全長6 mmより腹鰭第1軟条（ ℓ_i ）が相対的に（ $\ell_i/S, L$ ）特異的に伸長し、この伸長した腹鰭を体軸に直角に立てて底面などに定位する。全長15～35mmの段階で底面に単独 solitary に定着するマダイが観察された。
- (4) 定着しているマダイに近づく個体があるとこれを追い払う攻撃行動が、全長15～25mm個体のほぼ1/3、25～35mmのほぼ1/4で示された（1978年の渚部観測）。しかし、より高密度（15個体/m²以上）ではこの行動はみられなかった。
- (5) 夜間、水中ライトの近くに集まるマダイ稚魚の観測（1980）によると、おそらく池中の大型餌生物の不足により、全長20mmをこえても、なお小型餌生物であるプランクトンに依存し続けるマダイが、

**マダイは、漁業によって選択的に漁獲圧力を受けており、おそらく自然個体群より低密度となり、相対的に成長がよく成熟が早くなっている（三尾、1975²⁴⁾）と思われる。個体数密度が低いと思われる現状の成長などを基準に軽々にその良否を判断するわけにはゆかない。

夜間も燈光に集まる小型動物を摂食するものと考えられる。そしてまた、相対的に成育のおくれたマダイが追加的に投与される魚肉ミンチに餌付くことなく、最後まで池の中で増殖する餌生物に依存し、かなりの数健全に生残る。

- (6) マダイ稚魚による池底空間の利用の観点からみると、単独 (solitary)、集まり (aggregation)、群れ (school) といった集団形態の違った存在が、狭い空間を高度に分け合って共存している。

自然水域において柔軟性と優位性を発揮するマダイが、単一種・高密度という“実験”条件においても、柔軟性を発揮しているものとして注目に値しよう。

- (7) 粗放的に育成されるマダイ仔稚魚は、池の空間・食物 niche を分け合って利用する複数の存在によって生残っているが、放流後も含めて、これらが、定着 “persist with” したり、移動 “shift from” したりする現象も、生き残りのための摂食戦略の観点から解析する可能性について論じた。

引用文献

- 1) 福永辰広, 丸山敬悟, 小金隆之, 勝山明里, 河原省吾: 百島実験地におけるマダイの種苗生産, 日本栽培漁業協会, 協会資料 24, 1~37 (1983).
- 2) 大野 淳, 日高俊次, 武智昭彦: 粗放的育成池におけるマダイ仔稚魚の摂餌, 同誌 24, 38~65 (1983).
- 3) Seimei, MORISHITA: I_c index, a measure of dispersion of individuals. *Res. Popul. Ecol.*, 4, 1-7. (1962).
- 4) 福原 修: マダイ稚魚の形態学的研究-I, 鱸の形成について, 南西水研報 9, 1~11 (1976).
- 5) 田中 克: 志々伎湾におけるマダイ仔稚魚の生態に関する研究-I, 浮遊生活期仔稚魚の水平分布, 西水研報, 54, 231~258 (1980).
- 6) 矢野 勲, 小川良徳: マダイ稚魚の遊泳速度, 養殖研報 2, 49~54 (1981).
- 7) Hiroshi, YAMAGISHI: Postembryonal growth and its variability of the three marine fishes with special reference to the mechanism of growth variation in fishes. *Res. Pop. Ecol.*, 11, 11-33 (1969).
- 8) 山下金義: マダイ養殖の基礎的研究 I, 稚仔の行動について, 水産増殖, 11(4), 189~203 (1963).
- 9) 福原 修: 昭和 54 年度百島におけるマダイ種苗行動追跡調査, 南西水研 (資料), (1980).
- 10) 山岸 宏: 行動の生態学, 講談社, 148-156 (1980).
- 11) 庄島洋一: 日本産魚類の稚魚期の研究第 1 集 (内田恵太郎ほか) 68, 九大・農・水産第 2 教室, (1958).
- 12) 南西水研: 土佐湾におけるチダイ資源の補給機構, 農林水産技術会議研究成果, 129, 144~183 (1980).
- 13) 福原 修: 実験室内飼育クロダイ稚魚の形態学的観察, 南西水研報, 10, 1~16 (1977).
- 14) 矢野 勲, 小川良徳: マダイ稚魚の鉛直移動に与える水中照度の影響, 養殖研報, 3, 45~49 (1982).
- 15) 溝上昭男, 高場 稔, 猪子嘉生: 放流マダイの追跡調査 (昭和 53~56 年度), 日本栽培漁業協会, 資料 24, 66~104 (1983).
- 16) 山岸 宏: 魚類の条件反射と水産増殖への応用, ミチューリン生物学研究 8, 15~28 (1972).
- 17) 小島喜久雄: 油谷湾における若令期マダイの成長, 西水研報, 56, 55~70 (1981).
- 18) 林 知夫: 魚類の食性調査から摂食戦略論まで-III, 当オマダイの食生活と生残り, 海洋と生物, 3(5), 322~328 (1981).
- 19) 畔田正格, 池本麗子, 東 幹夫: 志々伎湾における底生生活期マダイ当オ魚の分布と成長, 同誌, 54 259~278 (1980).

- 20) 東 幹夫, 畔田正格, 三丸和明: 志々伎湾におけるマダイ若魚と共存魚種との食物をめぐる種間関係
同誌, **59**, 101~118 (1983).
- 21) 首藤宏幸, 池本麗子, 畔田正格: 志々伎湾における若魚期マダイの生息場所の評価, 同誌, **59**,
71~84 (1983).
- 22) 林 知夫: 胃内容情報を用いたマエソ属の摂食戦略についての2・3の試論, 広大生物生産紀要,
22 (2), 271~302 (1983).
- 23) 林 知夫: 食物連鎖のなかにおける魚類の摂食戦略, 月刊海洋科学, **16** (6), 318~326 (1983).
- 24) 三尾真一: 東シナ海・黄海における主要底魚類の成長および成熟の経年変化に関する研究 I, 西水研
報, **47**, 51~72 (1975).

SUMMARY

The systematic underwater observations on the larval red sea bream *Pagrus major*, cultured for liberation in the semi-wild extensive farming saline pond (Fig. 1)^{1),2)} were carried out at 160 stations by using scuba during a period from 6th of June to 16th of July in 1980. The fish grew in the No.1 pond as shown in Fig. 2 during the observation. In turbid water, where prey organisms, pelagic and demersal, were propagated, the observable range were limited to 0-50 cm in surface layer, and to bottom-30 cm above in bottom layer, beside to horizontal 30 cm on both side of diving course. The OCCURRENCE, numbers of the fish observed along 2 m line of each station, was recorded (Tab. 1: surface layer; Tab. 2: bottom layer).

Results: 1) The total of OCCURRENCE (Fig. 3) was larger in surface layer than in bottom layer when the larvae were 6-8 mm long in their total length, and then it gradually increased in bottom layer during middle and late June when they grew to 15-35 mm, and finally leveled off in July. Horizontal distribution of fish, expressed by rim total of OCCURRENCE for each observation (Fig. 4), was shown to be uniform over the bottom, except the structural shallower portions of the pond (b, o: near shore and k; upper bank). Frequency distributions of the OCCURRENCE could be splitted into 4 components of Poisson distribution (Fig. 6): means of each component ("A" to "D") were <1, 4, 10, and 30-40, respectively, implying an existence of different types of grouping of the fishes with different density. Temporal change in compositions of those Poisson components (Fig. 6), might show the change of appearance of "groups" over the bottom, as following: at first sparsely ("A") then gradually densely inhabited by "B", "C" and "D" in turn, presumably each corresponding to "solitary", "aggregated" and "school"¹⁰⁾.

Values of MORISITA's I_{δ} -Index³⁾, as a measure of dispersion of individuals of the fish in flat portion of the pond (Fig. 5), drop at the first step of appearance in bottom, then level off about $I_{\delta}=1.2-1.5$, and finally go upward. Those informations tell us the 2-3 size groups growing in the pond (Fig. 2) might inhabit efficiently the bottom space niche.

changing their types of grouping.

2) The morphological characteristic feature on elongation of 1st soft ray of ventral fin (Fig. 11) between S.L. 6 –20 has presumably certain behavioral significance relating to the opening of sedentary life of the fish^{4),5)}. At the similar phase, the aggressive behavior of solitary individual, observed on the beach portion of the pond in 1978 (Tab. 3, Fig. 10 and Fig. 12), was shown by about 1/3 of individuals which were 15 –25 mm long and by about 1/4 of those being 25–35 mm long in total length. In the night observation in 1980, the OCCURRENCE of the fish crowded in the light of underwater lamp, was counted (Fig. 13). The OCCURRENCE decrease gradually by time, and size of those fish (Fig. 2, black bar) were also differing gradually from the previously grown ones. Those fish crowded in the light would appear as the feeder of light attracted plankton from necessity, sharing food niche of the pond with other size groups.

3) Those size groups in the pond utilize their niche, adjusted each other, space and food. And “persist with” or “shift from” their habitat after liberation is discussed from viewpoint of feeding strategy of fish for survival^{22)–23)}