

新宮地先海域におけるマダイ幼稚仔魚の分布

内田 秀和・中川 清・秋元 聡*
(筑前海研究所)

Distribution of Juveniles and Larvae of Red Sea
Bream *Pagrus major* in the Shingu Coastal Sea

Hidekazu UCHIDA, Kiyoshi NAKAGAWA and Satoshi AKIMOTO
(Chikuzenkai Laboratory)

筑前海域でのマダイ漁獲量は1975年～'84年の10年間は約1,300～1,700トンで推移したが、'85年以降に急減して'88年からは1,000トン以下に低迷している。こうした中で幼稚仔魚の成育適地である新宮地先海域において、卵あるいは幼稚仔魚の放流によるマダイ資源の増大方策を現在検討している。その基礎資料となる天然幼稚仔魚の分布及び生態については志々伎湾^{1, 2)}、油谷湾³⁾、唐津湾^{4, 5)}などで明らかにされている。新宮地先海域では、天然幼魚の分布状況は'74年以来実施しているマダイ幼魚漁業漁期前調査により明らかになっている。また稚仔魚の分布は'75年⁶⁾と'79年⁷⁾について報告されている。本報では新宮地先海域における'91、'92年のマダイ幼稚仔魚の分布密度を明らかにするとともに、資源量の多かった'79年の密度と成育段階別に比較した。さらに、採集した仔魚と幼魚の平均全長を比較し、成長の面から両者が同じ群であるかどうかを検討したので報告する。

方 法

調査を行った新宮地先海域は図1に示すように

福岡湾の東側に位置し、志賀島～新宮～津屋崎に及ぶ海岸線と相島で囲まれた水深30m以浅の海域である。この海域は底質がほとんど砂質で、等深線が海岸線に並行になっている遠浅な地形である。

'91、'92年の4月下旬～7月上旬に当海域で幼稚仔魚を成育段階別に定量的に採集した。浮遊期仔魚はボンゴネット(口径70cm, 側長3.5m, 目合い335 μ m及び口径70cm, 側長3.0m, 目合い500 μ mの2種)または稚魚ネット(口径1.3m, 側長4.4m, 目合い500 μ m)を用いて、4月下旬、5月上・下旬及び6月上旬の4回にわたって昼夜の表・底層各5～20定点で採集した。採集尾数はろ水計の値により1,000 m^3 当たりの尾数に標準化した。曳網速度は2ノット、曳網時間は5または10分の水平曳きとし、表層は海面から1～2メートル下を、底層は海底から1～2メートル上を曳網した。なお稚魚ネットはろ水計を用いていないが、曳網時間(10分)が短かくまた開口比が4.5と比較的高いので平均ろ水率を80%として標準化した。⁸⁾ 幼稚魚は小型底曳き網(6～8定線)と1そうごち網(34～42定点)

* 福岡県水産林務部水産振興課

で5月下旬, 6月上・中旬及び7月上旬に採集し, ともに1曳網当たりの尾数を用いて比較した。小型底曳き網の曳網は夜間に船速2ノット, 30または40分曳きで行った。調査に際しては魚取り部に, 小型底びき網ではもじ網, 1そうごち網には18節より細目の網を装着し, 小型魚の網からの洩れを防いだ。採集した幼稚仔魚は5~10%ホルマリンまたは99.5%エチルアルコールで固定した。

福岡県で5月下旬まで続く。九州北部では4~5月を盛期に産卵が行われ, ふ化した仔魚は30~40日の浮遊期を経て各地の浅海域に補給される。⁹⁾新宮地先海域に來遊する仔魚は, 長崎県壱岐沖の産卵場を中心に五島からも一部由來すると推定されている。¹⁰⁾

これらの産卵場から当海域に添加された仔魚の調査時期別の採集尾数を表1に示した。

ここで平均採集尾数とは各時期各採集層での全

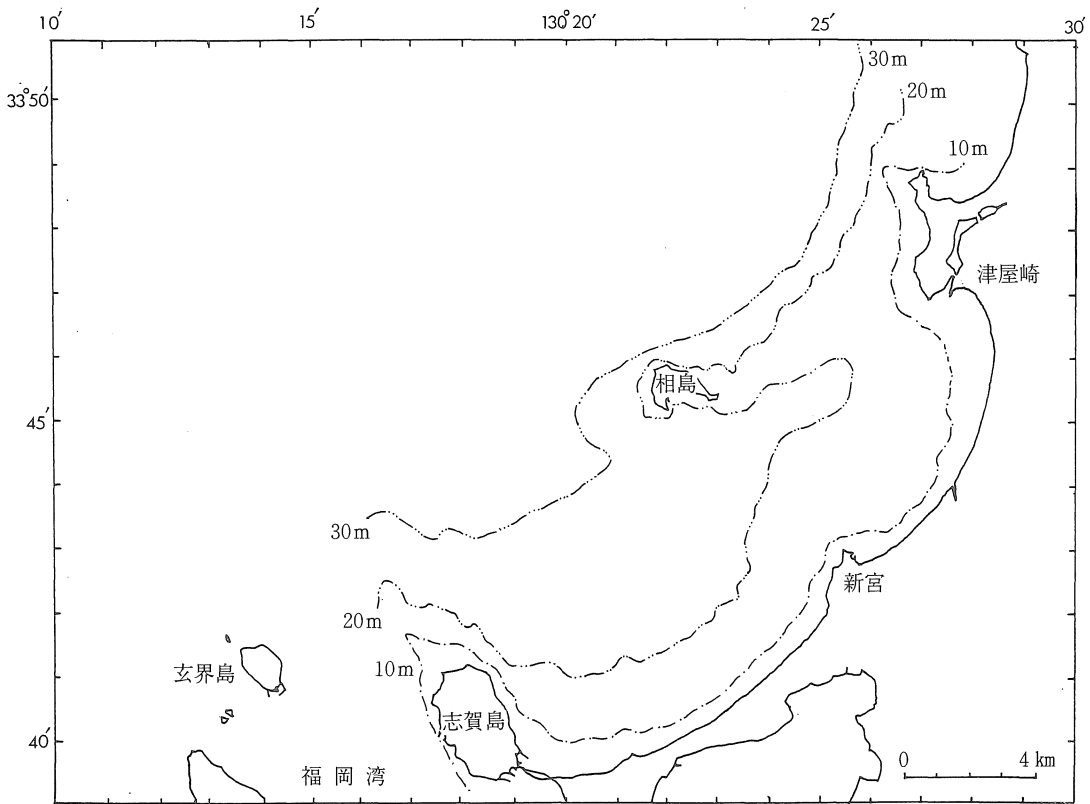


図1 調査海域

結果および考察

1. 成育段階別分布

幼稚仔魚の分布状況は'91年と'92年とで多少の差はあるが類似していたので, 密度が高かった'91年について成育段階別に述べる。

(1) 浮遊期仔魚

九州海域のマグイ産卵期は鹿児島で2月に始り

調査点における採集尾数の平均値 (1,000 m³当り) とした。採集尾数は調査点が5点と少なかった5月下旬の500 μm ネットの表層曳きを除くと時期別には5月上旬で最も高く次に5月下旬で, 4, 6月では少なかった。このような採集尾数の時期別の推移から, '79年⁷⁾あるいは'92年(後述)と同様に仔魚の來遊は4月に始まり, 5月上旬を盛期に5月下旬まで続き, 6月には終了すると推

定される。仔魚の来遊盛期は5月上旬であり、年による変化は2週間以下の範囲と考えられる。また昼間の採集尾数は表層より底層で常に高かった。その比率（底層／表層）は1.3から11.0で

表1 仔魚の1,000m³当りの採集尾数と全長（昼間）

時期	採集層	調査 定点	平均採集尾数 (平均全長)	
			目合500 μ m	目合335 μ m
4月 下旬 (4/24)	表層	16点	2.1尾 (3.3mm)	6.0尾 (4.1mm)
	底層	20	4.2 (5.0)	7.5 (4.4)
5月 月上旬 (5/7)	表層	16	23.6 (4.0)	30.5 (4.3)
	底層	20	92.1 (5.1)	101.0 (4.6)
5月 月下旬 (5/21)	表層	5	37.2 (4.3)	7.9 (3.9)
	底層	20	60.6 (5.1)	87.0 (5.3)
6月 月上旬 (6/4)	表層	5	0 (-)	1.1 (4.3)
	底層	20	4.0 (5.1)	5.3 (4.5)

あるが、底層の密度は表層の2～4倍程度である。夜間の分布密度は表2に示すとおり昼間と同様に5月上旬で高く、概ね表層より底層で高かった。その比率は0.7～3倍程度であり、昼間に比べ底層への分布の偏りが小さい。平均全長は各調査の採集個体ともに3.3～5.6mmの狭い範囲にあり、採集漁具による体長の選択性がかなり強いことを示している。

次に、目合いの異なるネットが仔魚の採集結果にどう影響するかを明らかにするために、採集尾数が100尾を越えた5月上・下旬の昼間の底層曳きについて、335 μ m及び500 μ mの目合いのネットで採集した仔魚のそれぞれの体長組成を図2に示した。尾数の実数値（5万m³当たり）を比較すると、500 μ mのネットで採集した仔魚の体長組成は335 μ mの仔魚の組成と比べると、3～6mmで少なく小型仔魚の一部がネットから洩れている

ことがわかる。

このことから、335 μ mのネットによる採集尾数は小型仔魚の洩れが少なく、分布密度としてはより適当と考えられる。しかし、両目合いによる

表2 仔魚の1,000m³当りの採集尾数と全長（夜間）

時期	採集層	調査 定点	平均採集尾数 (平均全長)	
			目合500 μ m	目合335 μ m
4月 下旬 (4/24)	表層	5	2.3 (4.7)	14.8 (4.8)
	底層	5	6.8 (5.0)	9.6 (4.9)
5月 月上旬 (5/9)	表層	5	78.8 (5.2)	120.4 (5.3)
	底層	5	165.4 (5.6)	222.4 (5.3)

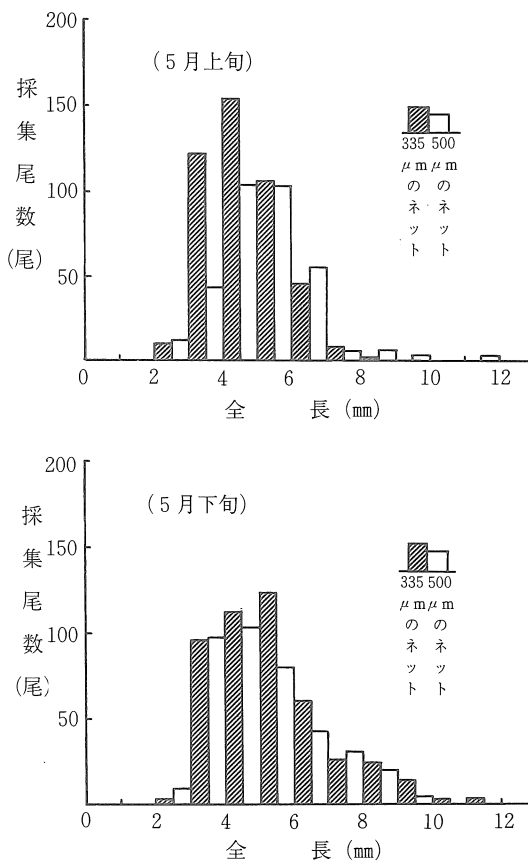


図2 5月上・下旬に採集した仔魚の体長組成

採集尾数は表1, 2から作成した図3に示すように、相関性が高く ($r=0.975$), 分布密度の相対

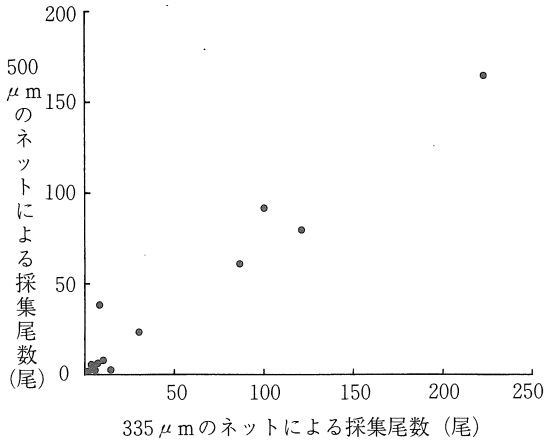


図3 2種類の目合いによる採集尾数の関係

的な指標としてはどちらを用いても良いであろう。

そこで時期別の仔魚の分布は、500 μm のネットのみを用いた '79 年の調査結果と比較するため、500 μm のネットを使った昼間の底層曳きの採集尾数で検討した。4 月下旬には仔魚はまだ少ないが図4に示すように西側の限られた水域に主として分布しており、新宮海域地先には北西方向から来遊すると推定される。5 月上旬には仔魚は図5のとおり西側水域を中心に海域全体にみられ、4 月下旬の約 20 倍の密度で分布する。1,000 m^3 当り 100 尾を越える高密度分布域は志賀島から北東方向に舌状に伸びている。大内⁷⁾は着底した稚魚の分布が西側(志賀島と相島の間)に偏っていることからこの水域(水深帯)を中心に着底すると推定したが、仔魚の分布もこの着底水域で多い。

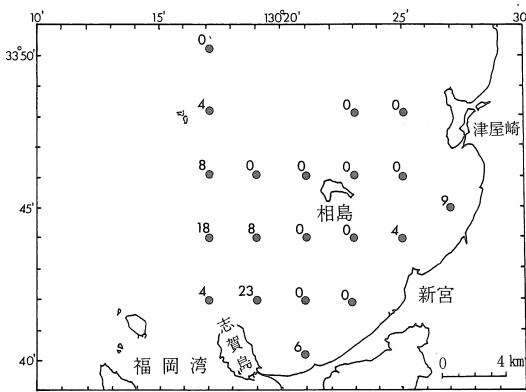


図4 4月下旬の浮遊期仔魚の分布 (1,000 m^3 当り尾数)

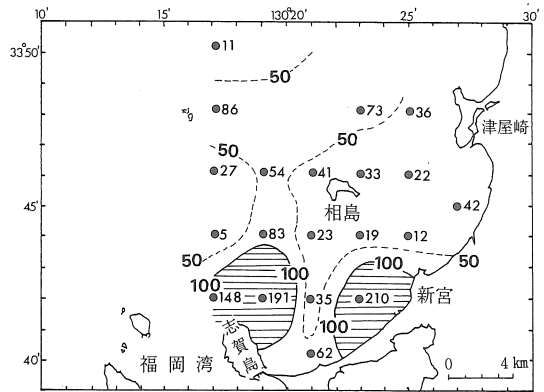


図6 5月下旬の浮遊期仔魚の分布 (1,000 m^3 当り尾数)

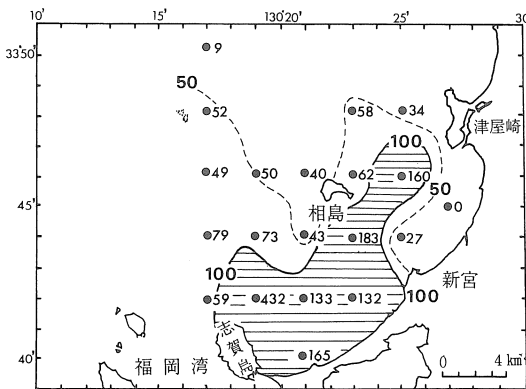


図5 5月上旬の浮遊期仔魚の分布 (1,000 m^3 当り尾数)

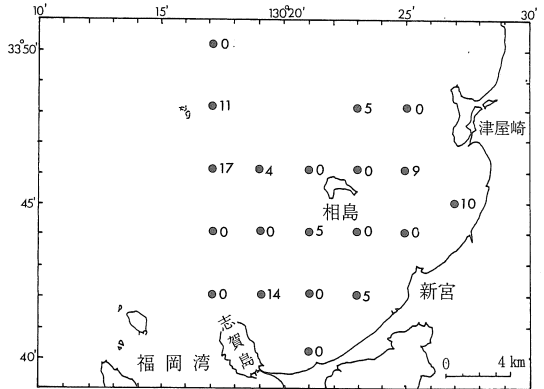


図7 6月上旬の浮遊期仔魚の分布 (1,000 m^3 当り尾数)

5月下旬には仔魚は依然として多く分布し、図6に示すように100尾以上の高密度域が海域の西と東に分れて形成される。6月上旬の分布はかなり減少しほぼ4月下旬の水準となるが、図7に示すように4月のような西側への偏りがなく散らばっている。

以上の結果から仔魚は4月下旬には新宮地先海域の主として西側水域に来遊し始め、日を追って増加するとともに分布域を広げ、5月上旬には全域に広がり西部に濃密な分布域(1000 m²当り100尾以上)を形成し、その後5月下旬まで比較的高い密度で分布するが、6月上旬には4月下旬の水準まで減少すると推察された。

(2) 稚魚

仔魚は30～40日間の浮遊期を経て全長12～15 mmで着底する。¹²⁾ 稚魚の分布を明らかにするため、5月下旬、6月上旬及び中旬に調査を行った。稚魚は5月下旬には全く採れず、6月上旬には図8に示すとおり主に西側水域を中心に、27尾(1曳網当たり3.4尾)採集された。これらの稚魚は全長が20 mm以上(平均33 mm)であることから推定して、着底してから25～30日程度経過している。6月中旬の調査では40分曳きで行ったので30分曳きに採集尾数を標準化した。稚魚は図9に示すように主として東側水域で116尾(1曳網当たり16.6尾)採れた。稚魚の全長は平均44 mmに達していた。本海域での稚魚の採集結果はその生息域である10 m以浅の水域を含まないが、各

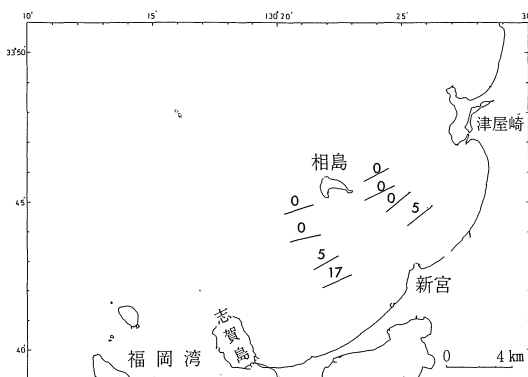


図8 6月上旬の稚魚の分布(1網当たり尾数)

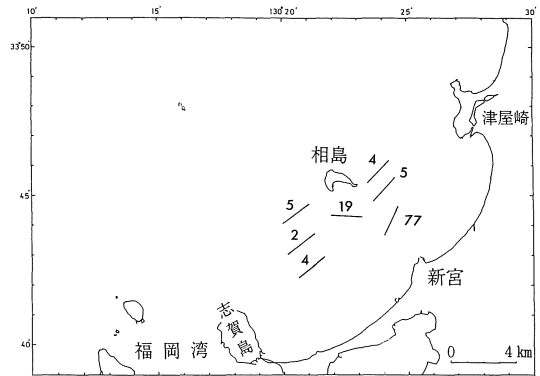


図9 6月中旬の稚魚の分布(1網当たり尾数)

時期の生息状況を概ね示していると考えられる。

(3) 幼魚

幼魚は7月上旬に調査し図10に示す調査点(42点)で1曳網当たり平均38尾が採捕された。例年に比べて採集尾数が少なく、1曳網当たり200尾を越える調査点が東と西に各1カ所ある。100尾を越す幼魚の濃密分布域は稚仔魚とは異なり、東側の水域にある。仔魚の濃密分布域である西側水域にも、1曳網当たり30尾を越える水域が広がっており、比較的分布が多い。採集した幼魚の平均全長は52 mmであった。

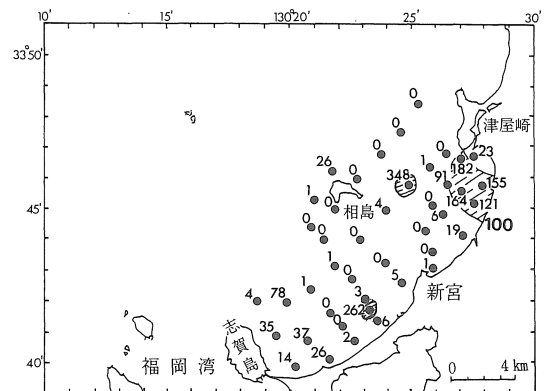


図10 7月上旬の幼魚の分布(1網当たり尾数)

2. 分布密度の年変動

(1) 浮遊期仔魚

先に述べたように仔魚の分布密度は5月上・下旬で高い。この時期について'79年と'91, '92年

で500 μ mのネットを使った昼間の底層水平曳きによる採集尾数で仔魚の分布密度を比較し、その年変動について検討した。なお、'79年と'91、'92年では調査点が多少違うが、各年の採集尾数はいずれも当海域の分布密度を示すと考えてよい。

表3 浮遊期仔魚の分布密度の年変動

年	月日	調査点	採集方法	平均全長	平均採集尾数
5	1979	5/10	16点 稚魚ネット10分2ノット曳	6.9mm	16.6尾

上	1991	5/8	20 ホンゴネット	5.1	92.1
旬	1992	5/12	10 稚魚ネット	5.4	62.3

5	1979	5/22	16 稚魚ネット	5.6	0.6

下	1991	5/21	20 ホンゴネット5分2ノット曳	5.1	60.6
旬	1992	5/18	20	4.9	22.0

※採集尾数は1,000 m^3 当たり標準化した。

仔魚の分布密度は表3に示すとおり'79年よりも'91、'92年で高い。'91、'92年の密度は5月上旬にはそれぞれ92.1、62.3尾(1,000 m^3)で'79年の4~6倍であり、5月下旬では60.6、22.0尾で40~100倍に達し、非常に高くなっている。次に体長組成を比較すると、図11に示すように5月上旬の全長のモードは'79年で4~7mm、'91、'92年には4~6mmとかなり近い。しかし、8mm以上の比較的大型の仔魚は'79年には27%の割合で採捕されているのに対し、'91、'92年は各4、6%で非常に少ない。'79年と'92年はともに同じ稚魚ネットを使って同様な方法で採集したので、採集した仔魚の体長組成の違いは、来遊群の組成を反映していると考えられる。'91、'92年の来遊群における8mm以上の仔魚の割合低下は、近年における仔魚の加入状況の変化を示唆している。

(2) 稚魚

着底期稚魚の分布は表4に示すように小型底曳

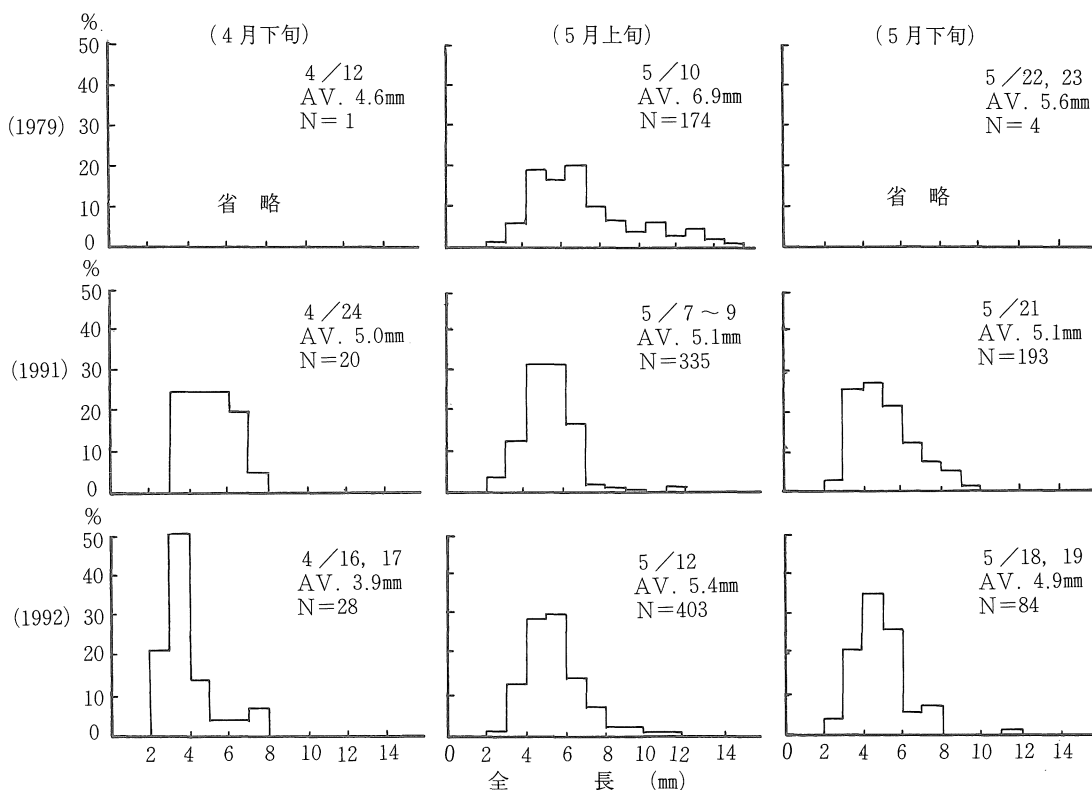


図11 浮遊期仔魚の体長組成

き網30分曳きの1曳網当たりの採集尾数で表すと、1979年においては5月下旬で平均34.8尾、6月上旬で313.7尾、さらに'80年においては6月中旬では264.8尾であった。これに対し'91年の分布は5月下旬では全くなく、6月上旬には3.5尾で'79年の1/90に減少している。また、6月中旬の分布は'92年には16.6尾で'80年の1/16とこの時期も非常に少なくなっている。本海域での稚魚の採集結果はその生息域である10m以浅の水域を含まないが、各年の生息状況をほぼ示していると考えられる。

表4 稚魚の分布密度の年変動

時期	年	月日	調査線	採集方法	平均全長	平均採集尾数
5月下旬	1979	5/22	6	定線小型底曳き網30分曳	20.6mm	34.8尾
	1991	5/22	8	〃	—	0
6月上旬	1979	6/4	6	〃	31.6	313.7
	1991	6/5	8	〃	33.1	3.5
6月中旬	1980	6/11	6	〃	34.0	264.8
	1992	6/19	7	小型底曳き網40分曳	44.0	16.5

※採集尾数は1曳網(30分)当たりとした。

(3) 幼魚

1991, '92年の幼魚の分布は、表5に示すように1そうごち網1曳網当たりの採集尾数で表すと7月上旬ではそれぞれ38尾と60尾で、'79年の

表5 幼魚の分布密度の年変動

時期	年	月/日	調査点	採集方法	平均全長	平均採集尾数
67月	1979	7/3, 4	34点	1そうごち網	6.4cm	297尾
下月上旬	1991	7/1, 2	42	〃	5.2	38
	1992	6/29	42	〃	5.6	60

※採集尾数は1曳網当たりとした。

297尾の1/5~1/8に減少している。幼魚も稚魚と同様に資源水準が非常に低くなっている。7月上旬の幼魚の採集結果は幼魚の晩期来遊群の一部が網から洩れて採集されず、現存量を正確に反映していない可能性がある。¹¹⁾しかし、'91, '92年の7月中~下旬の養殖用種苗採捕尾数あるいは単位努力量当たり漁獲尾数(尾/隻日)は、'79年と比較して大幅に減少しているの、このことから幼魚の減少は明らかである。これら成育段階別分布量の比較から'91, '92年には、浮遊期仔魚はマダイの資源水準が高かった'79年を上回って大量に本海域に来遊しているが、逆に幼稚魚は'79年よりも大幅に減少していることが明らかになった。志々伎湾では来遊した仔魚量と稚魚量には高い正の相関関係が認められる。¹²⁾本海域では、仔魚量と幼稚魚量には正の相関関係が認められない。仔魚量は4月中下旬、5月上旬と下旬の3時期の採集尾数(1,000m²当り)とし、それぞれと7月初め(1992年は6月末)の幼魚量(1曳網当たり採集尾数)との関係を図12に示した。

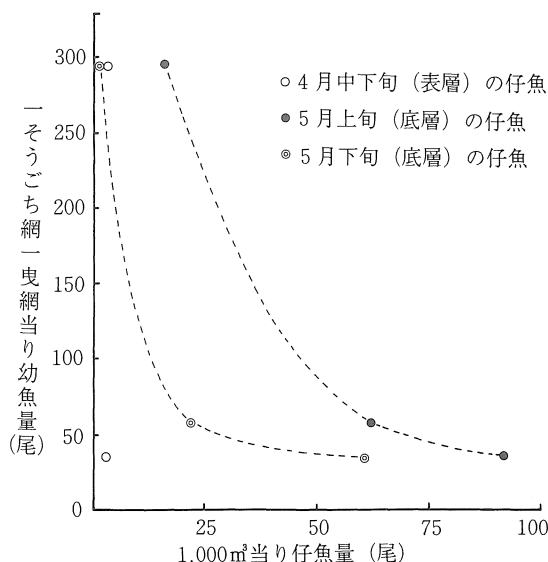


図12 仔魚量と幼魚量の関係

このような仔魚量と幼魚量の関係を説明するために、次の2つの仮説を設けて検討した。その一つは、来遊盛期の5月上・下旬の仔魚と7月上旬

に漁獲された幼魚が同一群であることを前提として、幼魚量は仔魚の来遊量よりもある種の環境要因による減耗の大きさに決まり、しかもその減耗の程度は近年非常に高くなっているというものである。その検証は容易でないが、当海域は福岡湾系水の影響が強く、近年には湾内の開発や富栄養化に伴い浮泥の増加など水質が悪化しており、生残率が低下した可能性もある。もう一つが、5月上・下旬の仔魚は、7月上旬に漁獲された幼魚とは別の群であるというものである。そこで、仔魚と幼魚が同一群であるかどうかを成長から検討した。

3. 仔魚と幼魚が同一群であるかどうかの検討

当海域における幼稚魚の日間成長量は幼魚漁獲物の平均全長の推移から0.6～0.8 mm、平均0.7 mmと推定されている。¹³⁾ また、志々伎湾でも0.7 mmと推定されているが、¹⁴⁾ 油谷湾では0.71～1.0 mm ('75～'78年)、¹⁵⁾ 瀬戸内海中部では0.76～1.09 mm ('75～'77年)¹⁶⁾ という報告もあり、成長量は西日本では海域や年により変動し0.6～1.1 mmの範囲にある。これらの値はいずれも幼稚魚期のものなので仔魚期を含めば小さく考えられるが、ここではまず1日当たり0.7 mm成長するとして、7月初めに分布していた幼魚群について、その平均全長から逆算して成長を求め、さらに全長5 mmの仔魚であった時期を推定した。幼魚群は

図13に示すように5月上旬には既に全長14～26 mmに達しており、この時期に分布する仔魚(5～7 mm)と比べて平均全長で9～19 mm大きく、日数で13～27日早く成長している。また、幼魚群が全長5 mmに達する時期は、成長の早かった'79年で4月10日、遅かった'91年でも4月25日ですでに4月中と推定され、日間成長量が0.7 mmより小さくなるとこれよりさらに早くなる。このことから、幼魚群は5月上旬以降に来遊する仔魚の主群とは別の群であり、4月の早期群と同一群である可能性がでてくる。先に新宮地先海域では幼魚の分布量が減少しているにもかかわらず、仔魚の来遊量が近年増大していることを述べた。幼魚群が5月の仔魚群と同一群でないとするれば、幼魚量と5月の仔魚を主とする仔魚量とは当然相関関係がないことになり、この事実とうまく符合する。一方5月上旬に分布していた仔魚群は7月上旬には全長40 mmに達すると推定されるが、この時期に採集された幼魚(平均全長52～64 mm)と比べて10～20 mm小さく、成長が14～29日遅れている。幼魚の早期来遊群と晩期来遊群が'86年には明瞭に認められ、両群の全長差は18 mmであった。¹¹⁾ 7月上旬に採集した幼魚は早期群であり、晩期群は小型のため網から洩れて採集されなかった可能性がある。しかし'81年の8、9月に採集した幼魚(平均全長が80 mm以上)は晩期群の網洩れを考える必要はないが、全長組成が単峰型であり、¹³⁾ この年には晩期来遊群はおそらく存在しなかったであろう。従って、年によれば幼魚の晩期来遊群が存在し、5月上旬の仔魚と同一群の可能性もあるが、ここでは早期群を幼魚の主群とみなして検討を行った。幼魚の晩期来遊群は今後の検討課題である。

次に、日間成長量が他海域の報告の中で最大の1.1 mmとして同様に検討した。この場合には'91年については稚魚群と仔魚群の成長は一致するが幼魚群は成長が約1 cm遅れている。しかし、'79年及び'92年の幼魚群は5月上旬の仔魚群だけでなく、稚魚群とも成長が一致し、これらの3つの群の平均全長が図13に示すようにほぼ直線上に

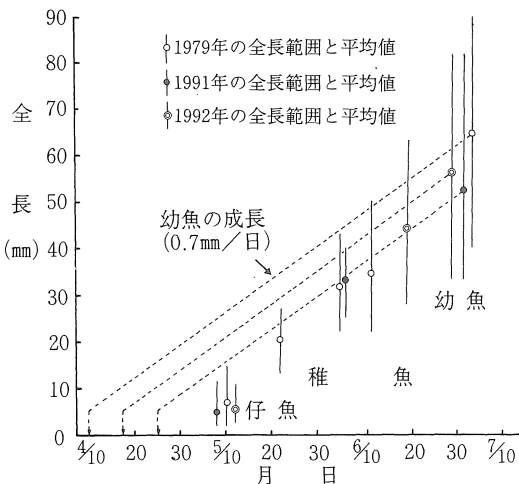


図13 マダイ幼稚仔魚の全長と成長

乗ってしまう。この場合、5月上旬の仔魚と幼稚魚が同一群ということになる。当海域が幼稚仔魚の生育適地であることからすると、日間成長量が他海域と比べて大きな1.1mmである可能性もある。さらにこの値を1.3mmとすれば幼魚群は5月下旬の仔魚群の成長と一致する。日間成長量が1.1及び1.3mmの場合には幼魚は5月の仔魚と同一群であり、近年には何らかの原因で稚仔魚の生残率が低下し、仔魚量と幼魚量に相関関係がなくなっていることが予想される。

当海域の幼稚仔魚期の日間成長量を0.7, 1.1, 1.3mmとして成長の面から幼魚群と仔魚群の対応を検討した。幼稚仔魚期の日間成長量はどの値が正しいかは今回断定できないが、当海域の幼魚の日間成長量が0.7mm¹³⁾であることからこの値以下と考えるのが適当であろう。そうした場合には幼魚群は5月上旬の仔魚の主群とは別の群ということになり、近年における仔魚の増加と幼稚魚の減少を説明できる。なお、幼稚仔魚は志々伎湾や油谷湾でも本地先海域とほぼ同じ時期に出現する^{14, 15)}ため、仔魚群と幼魚群の対応についての議論はこれらの海域にも関連しており更に検討を要する。

今回は幼魚の主群とみなした早期来遊群と仔魚の主群の対応を中心に検討し、幼魚の晩期群を考慮していない。また、日間成長量という仔魚から幼魚の段階で大きく変化すると思われる値を一定として大まかに推定を行った。今後は幼魚については晩期群まで含めて来遊群全体を把握するとともに、幼稚仔魚の日齢を明らかにして日間成長量や、浮遊期の仔魚と着底期以後の幼稚魚との量的関係について検討する必要がある。

要 約

新宮地先海域における'91, '92年のマダイ幼稚仔魚の分布を明らかにするとともに、成育段階別に'79年の分布密度と比較した。さらに、採集された仔魚と幼魚の平均全長を比較し、日間成長量を用いて両者が同じ群であるかどうかを検討した。

1) 幼稚仔魚の分布は密度の高かった'91年につ

いて検討した。仔魚の分布(昼間の底層)は、4月下旬から当海域の西部水域にみられ、5月上旬にはこの水域で1,000m²当たり100尾以上の濃密分布域が形成され、5月下旬まで比較的高い密度であるが、6月になると4月下旬の水準に低下する。幼稚魚は6月上旬から当海域の東部を中心に分布し、仔魚の分布とは必ずしも一致しない。

2) '91, '92年の仔魚の分布密度は'79年と比較すると、5月上旬には4~6倍、5月下旬には40~100倍に達する。これに対して、'91, '92年の幼稚魚の分布密度は'79, '80年と比較して6月上旬で1/90、6月中旬で1/16、7月上旬で1/5~1/8とかなり減少している。幼稚魚量と仔魚量の間には、志々伎湾にみられるような正の相関関係が認められない。

3) 日間成長量を既往の知見により0.7mmとすると7月上旬の幼魚群は5月上旬の仔魚の主群よりも成長がかなり早い(5月上旬で9~19mm)ため、この仔魚群とは別の群であり、4月の早期来遊仔魚群と同一群と考えられる。この場合、幼魚量は5月上旬の仔魚を主群とする仔魚量とは当然相関関係がないことになる。

4) 日間成長量を他海域の報告で最大の1.1mmとした場合は幼魚群は5月上旬の仔魚群だけでなく、稚魚群とも成長が一致するため、これらの群と同一群であると考えられる。近年には何らかの原因で稚仔魚の生残率が低下し、仔魚量と幼魚量に相関関係がなくなっていることが予想される。

5) 当海域の幼稚仔魚の日間成長量は、幼魚の値が0.7mmであることからこの値以下と考えるのが適当であろう。そうした場合には幼魚群は5月上旬の仔魚の主群とは別の群ということになり、近年における仔魚の増加と幼魚の減少を説明できる。ただし、5月上旬の仔魚の主群は幼魚の晩期来遊群と同一群である可能性があり、今後検討を要する。

文 献

- 1) 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 浮遊生活期仔稚の水平分

- 布, 西水研報, 54, 231 - 258 (1980).
- 2) 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-II, 浮遊生活期仔稚の垂直分布の1例 西水研報, 59, 33 - 46 (1983).
 - 3) 森慶一郎: 油谷湾における浮遊期, 底生生活初期のマダイの生態, 西水研報, 54, 59 - 78 (1980).
 - 4) 野口弘三: 唐津湾における浮遊生活期マダイ仔稚魚の生態および底生生活への移行, 着底過程について, 西水研魚類研究会報, 1, 23 - 35 (1983).
 - 5) 大内康敬・角健造・三井田恒博・古田久典・光安健司: 引津湾における卵稚仔の分布生態, 資源培養方式開発のための沿岸域における若齡期タイ類補給機構に関する研究, 農林水産技術会議事務局特別研究成果シリーズ, 129, 199 - 210 (1980).
 - 6) 角健造: マダイ幼魚の漁況変動におよぼす卵稚仔の補給機構について, 第19回西水研漁海況予報事業シンポジウム報告書, 23 - 31 (1975).
 - 7) 大内康敬: マダイ幼魚の生態及び漁獲変動に関する研究, 福岡県福岡水試特別研究報告, 1 - 29 (1985).
 - 8) 中央水産研究所: 浮魚類卵・稚仔採集調査マニュアル, 1 - 50 (1992).
 - 9) 西日本海域栽培漁業事業化推進協議会: 東シナ海・有明海栽培漁業漁場資源生態調査とりまとめ報告書 (47 - 49年度総合版, 九州西海域編), 26 (1975).
 - 10) 小林克一・角健造・大内康敬・河辺克巳: 東シナ海栽培漁業漁場資源生態調査報告書 昭和48年度, 1 - 35 (1974).
 - 11) 福岡県福岡水産試験場: 沿岸域漁業管理適正化方式開発調査 筑前海域調査事業成果報告書 昭和61年度, 4 - 6 (1987).
 - 12) 田中克: 稚仔魚の生態, マダイの資源培養技術, 恒星社厚生閣, 1986, 59 - 74.
 - 13) 大内康敬: 幼魚の生態とその漁業, マダイの資源培養技術, 恒星社厚生閣, 1986, 75 - 90.
 - 14) 畔田正格: 志々伎湾におけるマダイ資源の補給機構, 着底生活期の生態, 資源培養方式開発のための沿岸域における若齡期タイ類補給機構に関する研究, 農林水産技術会議事務局特別研究成果シリーズ, 129, 125 - 129 (1980).
 - 15) 小嶋喜久雄・花淵信夫: 油谷湾における幼稚仔期マダイの生態, 成長, 資源培養方式開発のための沿岸域における若齡期タイ類補給機構に関する研究, 農林水産技術会議事務局特別研究成果シリーズ, 129, 89 - 96 (1980).
 - 16) 矢野実・国行一正: マダイ人工生産種苗の放流添加実験, 着底期, 資源培養方式開発のための沿岸域における若齡期タイ類補給機構に関する研究, 農林水産技術会議事務局特別研究成果シリーズ, 129, 236 - 246 (1980).