

若狭湾産アカアマダイの生態研究——I

産卵と性比

清野 精次・林 文三・小味山太一

Ecological Studies on the Red Tilefish in Wakasa Bay—I

Distributions of Immatures and Adults

Seiji KIYONO, Bunzo HAYASHI,
and Taichi KOMIYAMA

は し が き

アカアマダイ *Branchiostegus japonicus japonicus* (Houttuyn) は若狭湾沿岸の延縄・刺網(こぎ刺網)等の漁業にとって最も重要な魚類の1つである。本種は大きな回遊をせず全生活を若狭湾内で過すと予測され、栽培漁業等の技術導入により資源管理を行うことも可能と思われる。そこで筆者らは資源管理を行う際に不可欠の資源生態の基礎的事項を解明し、資源増産の技術的方法について検討することを目的として、1976年5月から若狭湾産アカアマダイの資源生態研究を実施している。

特に1977年夏期には若狭湾全域にわたる生態調査を実施し、産卵生態に関しいくつかの知見を得ることができたので報告する。

資 料 及 び 方 法

用いた資料は表1と図1に示したとおりで、こぎ刺網漁船・底曳漁船・船曳漁船・延縄漁船

表1 本研究に用いられた標本魚

漁場名	水深	調査期間	魚体数
若狭湾北部漁場			
石川海区こぎ刺網漁場	90 m 前後	1977年6～8月	298
越前海区 "	80～90m	" 7月	38
若狭湾中部漁場			
若狭海区こぎ刺網漁場	80～115m	1977年7～8月	398
若狭湾西部漁場			
若狭西部海区延縄漁場	60～80 m*	1976年5月～1977年8月	829
" 船曳漁場	50～60 m	1977年7月	30
" 底曳漁場	105～120m	1976年9月	57

* 延縄漁場は60～80 mが中心であるが、秋期は120 mまで操業する船も多くなる。

によって漁獲されたものである。標本魚の収集は操業船1隻分の漁獲物を全数買い取る方法で行ったが、底曳船については漁獲量が多いのでランダム抽出できるよう努力した。収集した標本は実験室に持ち帰り鮮魚のまま魚体測定を行った。

測定項目は図2に示した外部形態と胃内容重量・生殖腺重量・卵巢の熟度である。

船田¹⁾は、アカアマダイの生殖腺は未成熟期では非常に細く紐状あるいは糸状であるので雌雄の判別は肉眼では比較的困難であると述

べている。筆者らが測定した標本も同様であり、全長15cm以下のものは雌雄の判別はほとんどの場合不可能であった。そこで性比の計算には全長15cm以下のものは除外した。

これまでの調査で筆者らが得た雌雄の生殖腺の最大重量のものは次のとおりであり、雄は雌の1/10以下であった。

雌	全長 34.0 cm	体重 556 g	生殖腺重量 37.2 g
雄	全長 40.0 cm	体重 925 g	生殖腺重量 3.2 g

このように雄の生殖腺は極端に小さいので、肉眼観察では成熟・未熟の判定をするのが困難であった。また全長23~24cmより小型の雄の生殖腺は糸状であり、肉眼的に雄と判定するのは疑問である。しかし、全長15cm以上のものでは生殖腺のふくらみから雌と誤りなく判定できるものが多く出現しているので、本報では糸状のものを雄とした。

一方雌の生殖腺は肉眼的に熟度を判定することが可能であり、次の3段階に分けた。

- 未熟：卵粒がみられないもの
- 半熟：卵粒がみられるが、完熟卵（透明卵）がみられないもの
- 完熟：完熟卵がみられるもの

図1に示した若狭湾西部海域における延縄漁船は水深60~80mで操業するものが多いが、

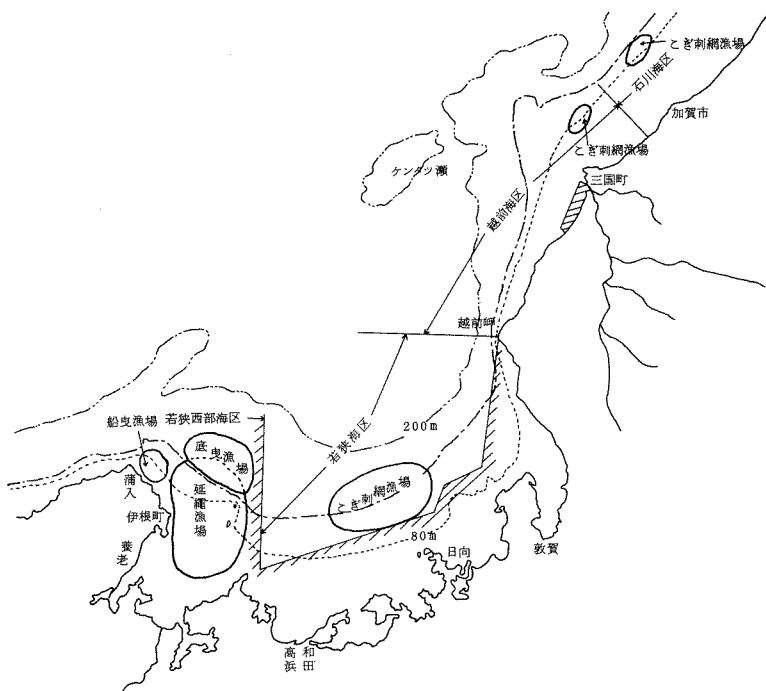


図1 標本魚の漁獲場所
斜線域はとぎ刺網操業禁止区域

12月頃には水深100m前後の深い海域で操業する船も多くなると言われている。熱度指数・性比の漁場間の比較における延縄漁場の水深は、その中心域は60~80mであるが、全体としては100m前後までの広範囲のものである。

結果及び考察

1. 漁獲物の年齢と全長との関係

全長と体長の関係：魚体調査を行った資料から雄915尾の全長(TL cm)と体長(BL cm)の測定値を用い、両者の関係を求める(測定部位は図2に示した)。

まず、BL/TLの雌雄差並びに発育に伴う変化をみるため、BL/TLの全長に対する変化を雄と雌とに分け図3に示した。

このBL/TL値は全長の1cm間隔の平均土標準偏差の形で表わした。雄の場合全長43cm以上で、雌の場合33cm以上で高くなっているが、それより小型のものはほぼ一定である。このことはTLとBLは、ここに用いた資料の体長範囲では、直線的に成長しており途中で屈折していないことを示す。一方雌雄を比較した場合、BL/TLの平均値は雄より雌の方がやや高い値を示している。

このように雌雄でBL/TLの平均値に差がみられるので、雄と雌とに分けTL(cm)とBL(cm)の関係を求めた。その結果は次式のとおりである。

$$\text{雄は } TL = 1.237 BL + 0.098 \dots\dots(1)$$

$$\text{雌は } TL = 1.203 BL - 0.167 \dots\dots(2)$$

年齢と全長との関係：林^{2,3)}は東シナ海産アカアマダイについて、耳石により雌雄の年齢と成長の推定を行い、体長(Lt cm)と年齢(t)に次式の関係を報告している。

$$\text{雄は } Lt = 34.94 (1 - e^{-0.3044(t + 0.3768)}) \dots\dots(3)$$

$$\text{雌は } Lt = 31.08 (1 - e^{-0.2968(t + 0.5330)}) \dots\dots(4)$$

また林は雌雄による成長差を考慮しない場合、東シナ海産アカアマダイの成長は船田¹⁾が若狭湾のものについて求めた結果とほぼ一致すると述べている。そこで、(3)及び(4)式が若狭湾

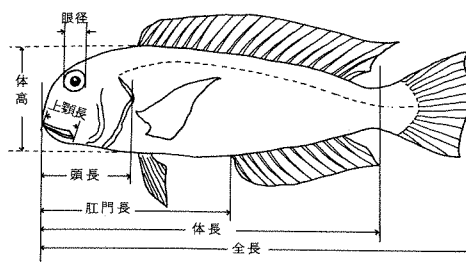


図2 魚体測定部位

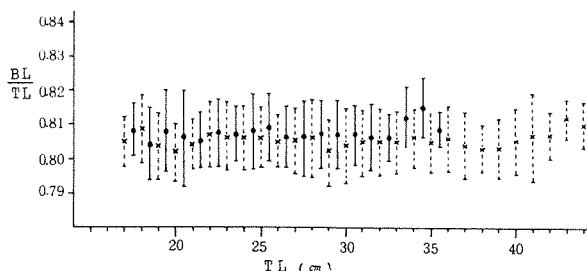


図3 BL/TLの全長に対する変化

●は雄 *は雌を示す

のものの成長を表わすと考え、(1)、(2)、(3)、(4) 式から全長と年齢の関係を求め表 2 に示した。

(3) 及び(4) 式は 8 月を満年齢の基準月として求めたものである³⁾ ので、表 2 の全長は 8 月時点のものである。

表 2 満年齢と全長との関係

満年齢	全 長 (cm)	
	雄	雌
1	14.89	13.81
2	21.07	20.04
3	27.86	24.67
4	31.91	28.11
5	34.91	30.66
6	37.11	32.56
7	38.74	33.98
8	39.94	35.02

次に表 2 の結果が若狭湾で漁獲されているものの全長組成とどの程度一致しているか検討する。図 4 は 1977 年 7～8 月にこぎ刺網及び延縄で漁獲されたものの全長組成を示したものである。雄の場合全長 19 cm、26 cm、32 cm、35 cm にそれぞれモードがみられる。最初の 19 cm 及び 26 cm は表 2 の 2 年魚及び 3 年魚の値に比べやや小さく、後の 32 cm

及び 35 cm は 4 年魚及び 5 年魚の値に比べやや大きい、近似的には等しいとみられる。一方雌の場合は全長 18 cm、24 cm

28 cm それぞれモードがみられる。最初の 18 cm は表 3 の 2 年魚の値よりやや小さいが、後の 24 cm 及び 28 cm は 3 年魚及び 4 年魚の値にほぼ等しく、雌の場合にも全長モードの出現のしかたは表 2 の満年齢の全長に近似的に対応しているとみられる。

これらのことから、表 2 の結果は若狭湾で漁獲されているものの全長組成に近似的に一致していると考えられ、以下の検討はこれにしたがって行い。

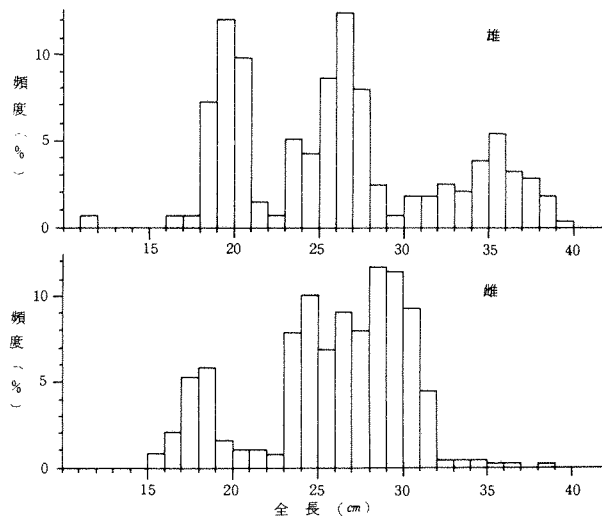


図 4 1977 年 7～8 月における全長組成

2. 成長に伴うプロポーシヨンの変化

図 3 で体長の全長に対する相対比の成長に伴う変化をみた。それと同じ方法で頭長 (HL) ・肛門長 (AL) ・眼径 (ED) ・上顎長 (ML) ・体高 (BD) の相対比 (プロポーシヨン) について検討する。

1976 年及び 1977 年の 7 月及び 8 月に漁獲された標本魚の資料を使い魚体各部のプロポーシヨンの成長に伴う変化を図 5-1～5 に示した。その変化の傾向は図 5 ではいくつかの直線で表わされている。この直線を各プロポーシヨンの値とし、次に全体のプロポーシヨンの変化傾向をみる。

プロポーションを全長 ℓ_0 cm の時 R_0 , ℓ_1 cm の時 R_1 とすると、プロポーションの変化率は $(R_1 - R_0) / R_0$ となる。この変化率の絶対値を魚体各部について全長 1 cm 間隔ごとに求め、さらにそれらを各全長ごとに総計しそれぞれの平均値を求める。その平均値を全長 1 cm ごとに積算し曲線を描き図 6-1~2 に示した。

図 6 は全体としてのプロポーションの成長に伴う変化傾向を示している。雌の場合は、成長に伴う変化は全長 22 cm まで緩やかであり、23 cm から 26 cm までは急となる。

27~29 cm ではほとんど変化せず、29 cm から 30 cm の間で再び変化している。31 cm 以上ではほぼ一定となっている。これを表 2 から年齢との関係でみると成長に伴う変化は 2 年魚の終り頃までは緩やかであるが、2 年魚の終りから急となる。3 年魚の終り頃から 4 年魚の終り頃まではほとんど変化せず、4 年魚の終りから再び変化して、5 年魚以上はほぼ一定となっている。すなわち 5 年魚以上のプロポーションを成魚型とすると 2 年魚の終りから急に成魚型へ移行していると言える。

一方雄の場合は、比較的急な変化は全長 28 cm からみられ、これは 3 年魚のはじめの全長に該当している。全長 32 cm (4 年魚はじめ) からプロポーションの変化は緩や

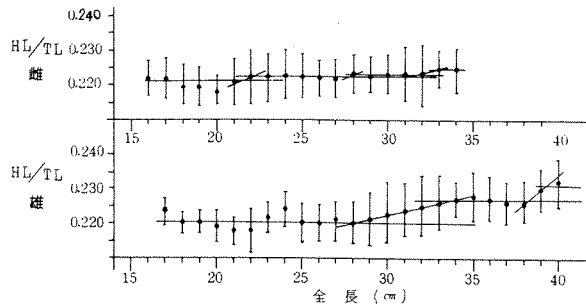


図 5-1 HL/TL の全長に対する変化

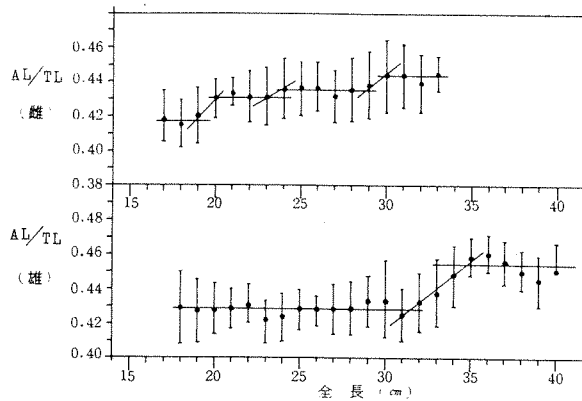


図 5-2 AL/TL の全長に対する変化

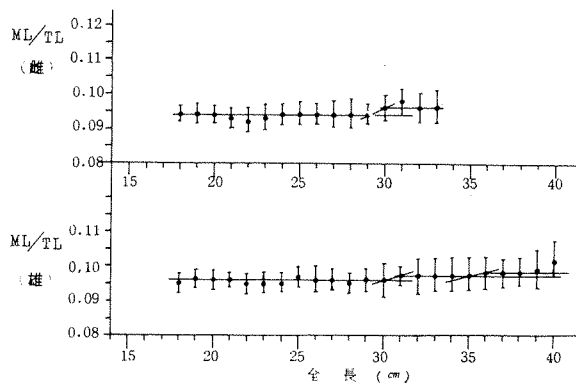


図 5-3 ML/TL の全長に対する変化

かとなり、35 cm (5年魚はじめ) 以上ではほぼ一定となる。

3. 生殖腺

全長及び年齢と熟度指数の関係：若狭湾西部延縄漁場について雌の熟度指数の季節変化(図7)をみると、熟度指数は2～5月の時期は余り変化なく低いが、6月から増大して7～10月の期間に高く、11月には再び低くなっている。これを同図から全長及び年齢との関係でみると、熟度指数は6～8月には全長23 cm (2年魚終り) 以上のもので増大傾向がみられ、特に27 cm (3年魚終り) 以上のもので顕著である。8月には全長が大きいもの程高いが、9月には27 cm 以下のものも増大し大きさによる差は少なくなる。これらのことは、熟度指数が大型のものは早期に、小型のものは遅れて増大することを示している。

次に雄の熟度指数の季節変化(図8)をみると、雌の場合と同様に2～5月の期間は低く、6月から高くなり始める。7～10月は高い期間となるが、9月には一時的に多少低くなっている。11～12月には低くなり、2～5月の値とほぼ同じになる。これを全長及び年齢との関係でみると、7～10月に熟度指

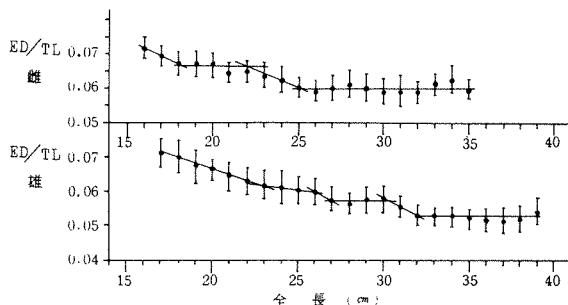


図5-4 ED/TLの全長に対する変化

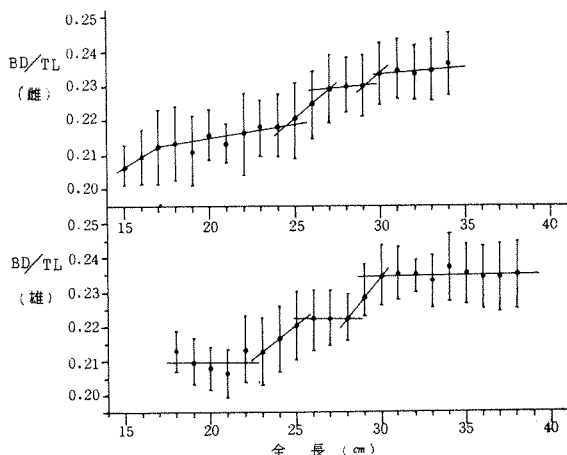


図5-5 BD/TLの全長に対する変化

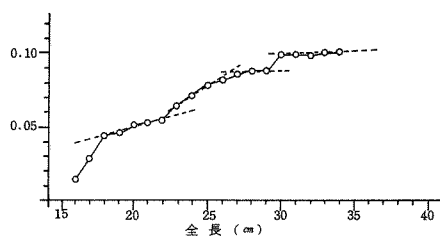


図6-1 プロポーションの変化率の積算曲線(雌)

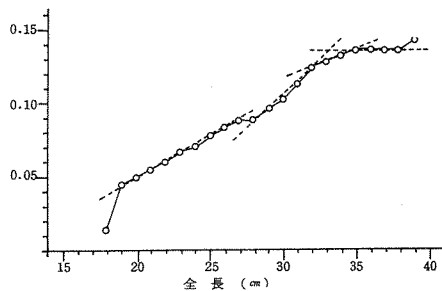


図6-2 プロポーションの変化率の積算曲線(雄)

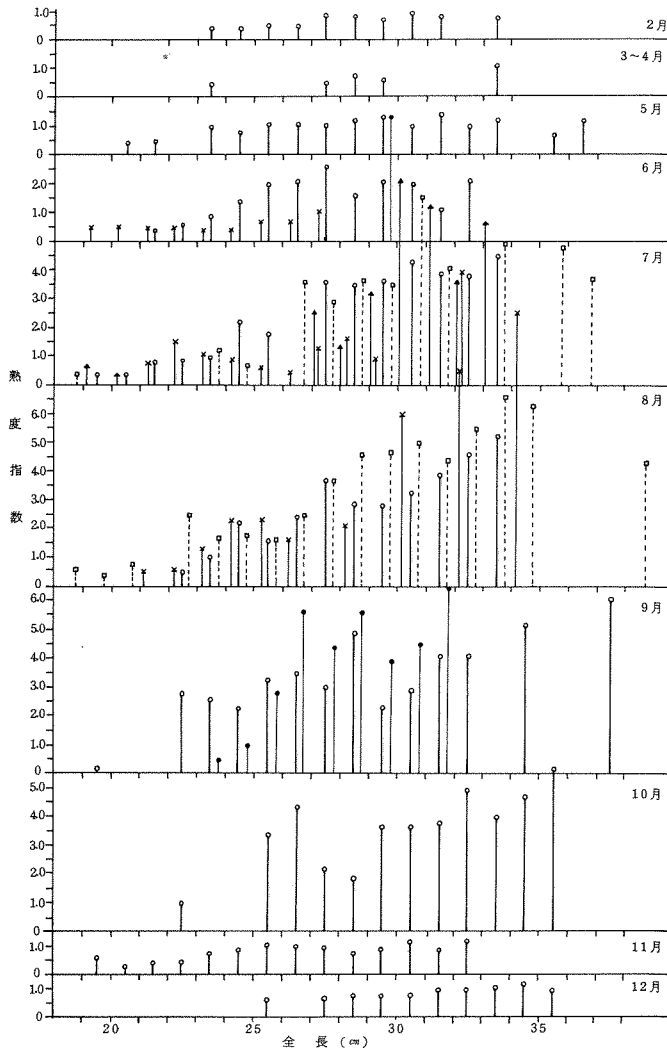


図7 雌の熟度指数の季節変化

- 西部延縄漁場
- 西部底曳漁場
- ▲— 西部船曳漁場
- ×— 北部とぎ刺網漁場
- 中部とぎ刺網漁場

熟度指数と形態変化の関係：一般に生物は発育の過程のなかで、形態的、生理的および生態的に区別されるいくつかの発育段階を経ながら変化することが知られている⁴⁾。そこで、アカアマダイの発育段階を形態的要因として魚体各部のプローションを用い、生理的要因として生殖腺の熟度指数を用いて検討する。

図7で雌の熟度指数の季節変化と全長との関係についてみたが、さらにプローションの変

数が高くなるのは全長 31~32 cm (4年魚はじめ)以上のものであり、それより小型のものでは殆ど季節変化がみられない。

熟度と熟度指数：熟度指数は雌雄とも7~10月に高いので、この期間内に産卵期があると考えられる。そこでこの期間内の雌の生殖腺の肉眼観察による熟度と熟度指数との関係(図9)をみる。熟度指数1.0以下では未熟段階が約80%、1.0~4.0では半熟段階が60%前後、4.0~6.0では完熟段階のものが80~90%近く占め、6.0以上では全てが完熟段階のものとなる。この結果から、熟度指数を図の右欄の3段階に分け、Iを未熟魚、IIを半熟魚、IIIを完熟魚とし以下の検討を行う。

化と発育段階との関係を明らかにするため、図10に8~10月の熟度段階Ⅲの出現頻度と全長との関係を示した。熟度段階Ⅲのものは全長24cmから出現している。その頻度は27cmで一度増加し、31cm以上でさらに増加している。この全長24cm、27cm、31cmはそれぞれ2年魚終り、3年魚終り、5年魚はじめの全長に該当している。前述したようにプロポーションの変化において、成魚型への移行は2年魚終り頃から急になり、3年魚終りにはほぼ成魚型に近づき、5年魚はじめには成魚型となった。これは熟度段階Ⅲの出現頻度が不連続的に増加する年齢とよく一致している。

このように形態的要因と生理的要因がそれぞれ変化する年齢はほぼ一致することから、

2年魚終り、3年魚終り、5年魚はじめは発育段階の区分点と考えられる。

性的に未熟なものを未成魚、性的に成熟するものを成魚、成魚期の初期に当るものを生物学的最小形とすると、生物学的最小形は2年魚終りであり、それを境に未成魚期と成魚期に分けることができる。2年魚終りより大型のもの成魚期は上述したように、3年魚終りと5年魚はじめを境に熟度段階Ⅲのものが少ない2年魚終り~3年魚終りとⅢ段階のものが極めて多い

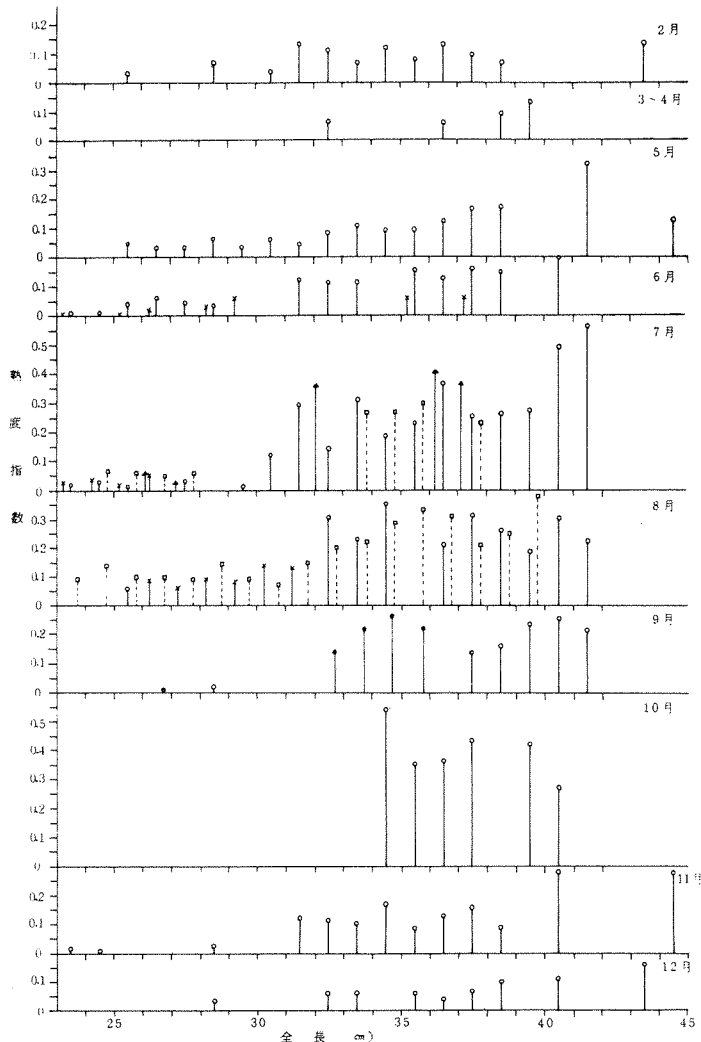


図8 雄の熟度指数の季節変化

- 西部延縄漁場
- 西部底曳漁場
- ◆—— 西部船曳漁場
- ×—— 北部こぎ刺網漁場
- 中部こぎ刺網漁場

5年魚以上とそれらの中間の3年魚終り～4年魚終りの3段階に分けられる。本報ではこの3段階を8年魚群、4年魚群及び5年魚以上群と呼ぶこととする。

一方雄については肉眼観察による熟度の判定ができなかった。しかし、雄の熟度指数(図8)は4年魚はじめから増加しており、また形態もその付近からほぼ成魚型(全長35cm以上)に近づいていること(図6-2)から、4年魚はじめは雄の发育段階の区分点と考えられる。したがって雄の生物学的最小形は4年魚のはじめであり、それを境に未成魚期と成魚期に分けられる。

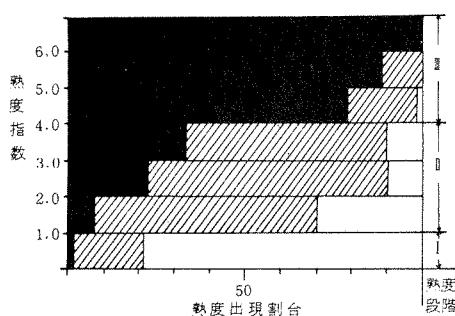


図9 熟度と熟度指数との関係

■ 完熟 ▨ 半熟 □ 未熟

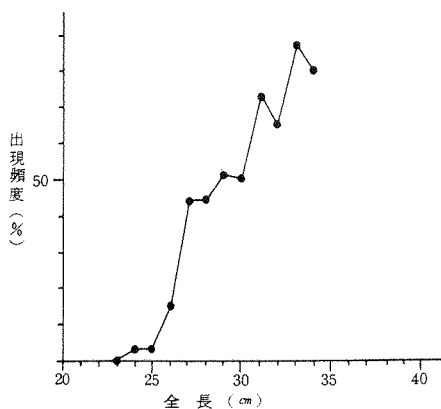


図10 8月・9月における熟度段階Ⅲの出現頻度と全長との関係

このようにアカアマダイの发育段階は形態的にも生理的にも年齢に対応した変化をしている。魚類について、发育に伴う形態的变化は生理的变化や生態的变化とよく対応していると言われている⁴⁾。上記のように、年齢ごとに形態面、生理面に変化がみられることは、分布・移動・食性等の生態面も年齢ごとに変化している可能性を示唆している。

なお、船田¹⁾は雌の生物学的最小形は体長16～18cmと述べている。これは全長19.1～21.5cmで1年魚の終りから2年魚のはじめに該当している。しかし今回の調査ではそのような小型のものの熟度指数が高くなる傾向はみられなかった。この相違は生物学的最小形の推定の方法論上の相違によるものと考えられ、今後さらに多くの個体数の検討と卵巣の組織学的研究により明らかにする必要がある。

産卵期：雌の成魚期を3年魚群、4年魚群、5年魚以上群に分け、熟度段階Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの出現比率の季節変化を図11に示した。

3年魚群のものでは、Ⅲ段階のものは8～10月に出現し11月に少なくなる。逆にⅠ段階のものは月を追うごとに減少し、9月に最低となり、再び10月以降増加する。このことは未熟→半熟→完熟→放卵の過程がこの期間に存在することを示す。実際の産卵過程である完熟→放卵の段階は、Ⅲ段階の減少とⅠ段階またはⅡ段階の増加が重なる9月から10月が中心と考えられる。

4年魚群のものでは、Ⅲ段階のものは月を追うごとに増加し、8月に最大となり、その後減少している。一方Ⅰ段階のものは6月から8月に減少、9～10月にやや増加し、11月に急増している。このことから産卵は8月から10月を中心に行われていると考えられる。

5年魚以上群のものでは、Ⅲ段階のものは6月にはみられず、7月から急増し、その増加傾向は9月までみられる。10月には減少し、11月にはみられなくなる。この5年魚以上群の

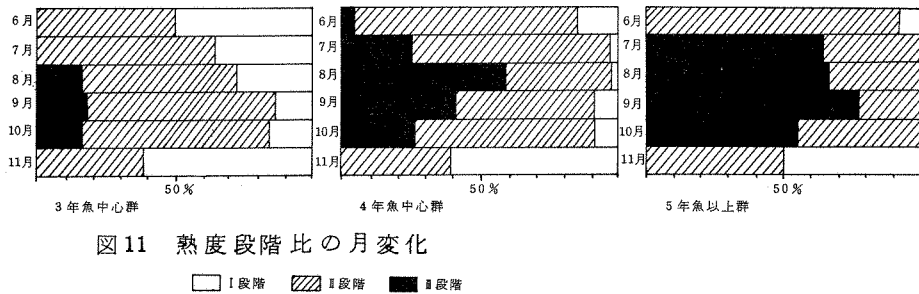


図 11 熟度段階比の月変化

ものの産卵は7月からⅢ段階のものが多いことから、その産卵が7月からかなり行なわれてい
る可能性をもつが、その盛期はⅢ段階の減少する9～10月と考えられる。

雄の熟度指数(図8)は7～10月の期間に高いが、9月には一時的に低くなる傾向がみら
れた。船田¹⁾が若狭湾で調べた結果においても9月に一時的に減少している。この9月に減少
する傾向が一般的なものとするならば、雄は8月から9月に放精、9月から10月に成熟、10
月から11月に放精していること示唆している。このことは雌の産卵盛期が3年魚群、4年魚
群のものは8月から始まると考えたことと一致している。またこのことは雌の成魚の発育段階
によって産卵期に遅速がみられたことと関係し、産卵盛期が2つに分かれる可能性をも示唆し
ている。

船田¹⁾は、若狭湾産アカアマダイの産卵期は6～10月と推定している。さらに卵径分布の
パターンを5段階に分け、7～8月に卵径分布が未熟段階で経過していた小型群のもの多
くが、9～10月には成熟段階に移行し未熟段階のものが減少することから、産卵盛期は9～
10月と推定している。

前述したように産卵期は3年魚群のものは9～10月、4年魚群のものは8～10月、5年魚
以上のものは7～10月であり、それぞれの産卵期の重なる9～10月が産卵盛期と推定される。
この推定は船田¹⁾の結果と一致するが、発育段階(年齢)によって産卵期に遅速がみられるこ
とはその年の卓越年級群の多寡によって産卵期に遅速が生ずる可能性も予測される。この点に
ついてはさらに長年月の資料に基き検討する必要があると考えられる。

熟度段階の漁場間の比較：漁場別の雌の熟度指数を図7からみると、若狭湾北部漁場のもの
は西部の延縄漁場で指数が高くなり始める6～7月にはまだ低く、8月になってから高くな
っている。他の漁場のものは西部の延縄漁場のものに比べ遅速の傾向はみられない。このこと
は北部漁場では南部の若狭湾中西部の漁場に比べ産卵期が遅れる可能性を示唆している。

同図から産卵期である8～10月(10月は比較資料がない)の熟度指数をみると、8月には
若狭湾北部、中部の両漁場の指数は西部の延縄漁場のものに比べ高くなっている。また9月に
おける西部の底曳漁場についても延縄漁場の指数より高くなっている。

各漁場の凡その水深は表1に示したとおりであり、西部延縄漁場、北部・中部こぎ刺網漁場底曳漁場の順に水深が深くなっている。上述の延縄漁場における熟度指数が他の漁場より低かったが、言い替えば漁場の中心水深が浅い延縄漁場では低く、それより深い漁場では高いということになる。

このように漁場により熟度指数に相違がみられることから、産卵親魚（熟度段階Ⅲに該当する個体）の割合も漁場により相違する可能性が考えられる。そこで雌を3年魚群、4年魚群、5年魚以上群に分けて、7～10月の期間における産卵親魚の出現割合を漁場別に図12に示した。3年魚群のものでは漁場間に大きな差はないが、北部のこぎ刺網漁場では出現せず、西

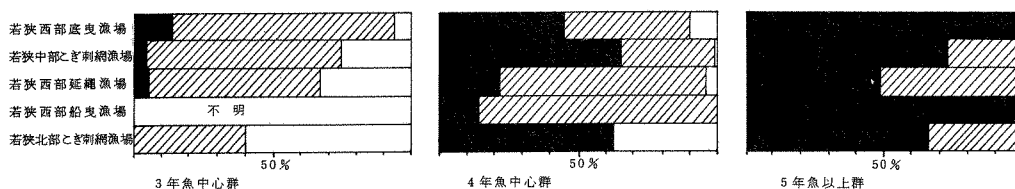


図12 熟度段階Ⅲの漁場別出現割合

部の底曳漁場で僅かに出現割合が高いのが特徴的である。4年魚群のものでは、北部及び中部のこぎ刺網漁場で産卵親魚の出現割合が高く、西部の延縄漁場及び船曳漁場では低く、西部の底曳漁場ではそれらの中間的な割合を示す。5年魚以上群のものでは、西部の底曳漁場と船曳漁場で高く、延縄漁場では低く、北部及び中部のこぎ刺網漁場でそれらの中間的な割合を示す。

これらの結果から、産卵親魚の割合が特に多い海域を中心的産卵場とし、さらに各漁場を水深（表1）に置き換えてみると、3年魚群のものは明らかではないが、4年魚群の中心的産卵場は80～115mとなり、5年魚以上群のものは105～120mと50～60mと推察される。すなわち水深60～80mの延縄漁場を除く水深帯では4年魚群あるいは5年魚以上群の中心的産卵場となっており、5年魚以上群のものは分布範囲の浅海域と深海域が中心的産卵場となり、4年魚群のものではその中間の水深帯が産卵場となっていると推察される。上述したように水深60～80mの延縄漁場は中心的産卵場とは考えられなかったが、索餌生態との関係で産卵群が延縄で漁獲されにくいことも考えられ、今後他の漁具により採集し明らかにする必要がある。

熟度指数と形態変化の項で、年齢ごとに形態面、生理面に変化がみられることから、生態面も年齢ごとに変化している可能性を示唆した。上述のように中心的産卵場が年齢ごとに異なることは、そのことを示している。

4. 性比：全長と年齢の関係（表2）から、機械的に全長を年齢ごとに区切り、各齢期に該当する全長の雌雄の個体数を計数し、性比について検討する（表3・表4）。

年齢と性比：7～9月における雌雄全体に対する雄の比率（♂/♂+♀）を表3からみると、標本魚全個体の雄の比率は0.35であり、雄は雌の約半分である。これを年齢ごとにみると、

表3 漁場別性比 (♂/♂+♀)

漁場	年齢別の雄の比率									産卵群の雄の比率		
	1	2	3	4	5	6	7	8年以上	総計	I	II	III
若狭湾北部こぎ刺網漁場 (1977年7~8月)	0.50	0.54	0.30	0.00	—	0.00	—	—	0.48	0.00	0.00	0.00
若狭湾中部こぎ刺網漁場 (1977年7~8月)	0.62	0.61	0.16	0.17	0.65	0.73	0.75	—	0.37	0.21	0.32	0.73
若狭湾西部底曳漁場 (1977年9月)	—	0.40	0.05	0.14	0.33	—	1.00	1.00	0.16	0.10	0.15	0.55
若狭湾西部延縄漁場 (1976年7~8月,1977年7~8月)	0.40	0.06	0.11	0.35	0.24	0.91	1.00	1.00	0.31	0.33	0.57	0.70
若狭湾西部船曳漁場 (1977年7月)	0.04	1.00	0.33	0.25	0.14	0.67	—	—	0.32	0.25	0.28	0.30
総計	0.56	0.42	0.15	0.18	0.50	0.77	0.86	0.83	0.35	0.24	0.36	0.56

Iは雌 3年以上に対する4年魚以上の雄の割合
 IIは雌 4年 " "
 IIIは雌 5年 " "

雄の比率は1~2年魚で高く3年魚で急減している(表3下欄の総計)。この傾向はどの漁場でもみられ、一般的傾向と考えられる。同様に3年魚以上のものでは、雄の比率は3~4年魚で低く、5年魚以上で増加の傾向がみられる。

雌の場合、前述したように生物学的最小形は3年魚であった。したがって生物学的最小形以下の1~2年魚の性別は、雌の卵巣が未熟でふくらみが現われていない段階のものは肉眼的に雄と判定されることもありうる。表4は若狭湾西部の延縄漁場における性比の季節変化を示したものである。この延縄漁場の2年魚の比率は他の漁場に比べ低い(表3)ので、季節変化は明瞭ではない。しかし、熟度指数が低い11~5月の期間は、指数が高くなる6~10月の

表4 若狭湾西部の延縄漁場における性比

月	年齢別の雄の比率 (♂/♂+♀)									産卵群の雄の比率		
	1	2	3	4	5	6	7	8年以上	総計	I	II	III
5	—	0.33	0.45	0.31	0.72	1.00	1.00	0.67	0.47	0.40	0.50	0.51
6	—	0.25	0.11	0.45	0.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.31	0.63	0.90
7	0.33	0.09	0.16	0.31	0.36	0.96	1.00	1.00	0.41	0.54	0.66	0.83
8	0.50	0.00	0.00	0.39	0.13	0.71	1.00	1.00	0.29	0.36	0.43	0.60
9	0.50	0.33	0.07	0.64	0.47	0.00	0.00	—	0.33	0.30	0.48	0.60
10	—	—	0.00	0.11	0.54	0.50	0.00	1.00	0.24	0.24	0.37	0.66
11	0.64	0.28	0.08	0.34	0.21	0.64	0.00	—	0.26	0.19	0.32	0.65
12	—	1.00	0.05	0.21	0.28	0.22	0.00	1.00	0.21	0.20	0.26	0.47
2	—	0.81	0.23	0.44	0.63	0.63	1.00	1.00	0.39	0.32	0.51	0.84
4	—	0.00	0.00	0.34	1.00	0.41	1.00	1.00	0.50	0.56	0.63	0.83
5	—	0.84	0.19	0.24	0.59	0.63	1.00	0.67	0.31	0.26	0.38	0.74
総計	0.55	0.22	0.14	0.32	0.40	0.69	0.74	0.89	0.32	0.23	0.30	0.69

期間に比べ、雄の比率が高い傾向がみられる。このことは、卵巣が未熟な11~5月には、2年魚以下の未成魚では性別判定が困難な個体が含まれることにより、雄の比率が高くなってい

る可能性を示唆している。

前述したように雄の比率は5年魚から急増している。この原因として性転換と雌の短命が考えられる。前述の場合は、雌が6～7年魚から次の段階に移行する時（この場合全長では雄の5年魚に該当する）に性転換が行われると予測される。後者の場合は5年魚以上では雌の死亡率が高くなると考えられる。この原因については、今後高齢魚の生殖腺の組織学的研究で明らかにする必要がある。

漁場間の性比の比較：表3の漁場別の性比をみると、雄の比率は西部の底曳漁場では他の漁場の半分以下である。表5は若狭湾中部漁場のこぎ刺網漁獲魚の水深帯別の性比である。

表5 こぎ刺網漁場における水深別性比（♂/♂+♀）

水深 (m)	年齢別の雄の比率								総計
	1	2	3	4	5	6	7	8年以上	
30-95	0.61	0.63	0.18	0.33	0.50	-	-	-	0.50
95-105	0.20	0.48	0.11	0.16	0.84	1.00	1.00	-	0.28
105-115	-	0.00	0.08	0.06	0.69	0.50	0.75	0.00	0.25

雄の比率は、水深帯80～90mで最も高く、それより深い水深帯では低くなっている。上述の底曳漁場で雄

の比率が低かったのは、この漁場は他の漁場より深い方に位置しているためと考えられる。

西部の延縄漁場における産卵群の性比の季節変化を表4の右欄でみると、10月から12月にかけて雄の比率が減少し12月に最低となる傾向がみられる。2月から9月の間には変動がみられるが、平均して雄の比率が高い。延縄漁業は秋期には沖合の深い方で操業する船が多くなると言われており、前述したように水深帯の深い方で雄の比率が低かったことと関係して秋期の延縄漁場の雄の比率が減少していると推察される。

む す び

1976年5月から1977年8月までの魚体調査資料に基づき、魚体各部のプロポーションを形態的要因とし、生殖腺の熟度指数等を生理的要因とし、さらに産卵親魚の分布を生態的要因とし検討してきた。その結果一般に魚類で言われているように形態、生理、生態の間に相互関係がみられた。すなわち、形態及び生理的要因から分けられた雌の8年魚群、4年魚群、5年魚以上群の発育段階は、それぞれ異なった産卵生態を示した。3年魚群のものは群としては未成魚期に近いもので中心的産卵場はみられないが、4年魚群のものは中間的な水深帯が中心的な産卵場であり、5年魚以上群のものはその外縁部の浅い方と深い方が中心的な産卵場であった。また、産卵期にも発育段階により遅速がみられ、5年魚以上群のものはその期間が長く、4年魚群、3年魚群のものは短かった。このように成魚期になってからいくつかの発育段階に分けられるのがアカアマダイの大きな特徴としてみられた。