

氏 名 (本籍)	さ とう はじめ 佐 藤 一
学位の種類	農 学 博 士
学位記番号	農 博 第 336 号
学位授与年月日	昭和 60 年 3 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
研究科専攻	東北大学大学院農学研究科 (博士課程) 水産学専攻
学位論文題目	海産硬骨魚類における成熟・産卵様式 に関する研究

論文審査委員 (主 査)

教授 川崎 健	教授 西 沢 敏
	教授 野 村 正

# 論文内容要旨

## 序 論

海産硬骨魚類において、成熟・産卵様式、すなわち、卵巣内の卵全体の発達様式および1生殖期中の産卵回数によって表現される産卵様式は非常に多様であるといわれている。成熟・産卵様式は産卵数調節機構および卵の時間的、空間的な分布を調節する産卵リズムを規定する。これらは個体数調節機構の重要な一部分であることから、海産硬骨魚類の成熟・産卵様式の多様性の内容を明かにすることは水産資源解析のための生態学的基礎として重要である。

本研究は、成熟・産卵様式をそれぞれの種がその歴史の中で選択してきた生活史の基本的内容の1つとしてとらえ、硬骨魚類という系統進化上の1つのグループにおいて、これがどのように発達してきたのかを明かにするための糸口を与えようと試みたものである。すなわち、第I部では硬骨魚類の中で生態的に興味あるグループでありながら、成熟・産卵様式について詳しい検討がなされていなかった、ハゼ類とアイナメ類の4種について成熟・産卵様式を明かにし、また、カレイ類2種についての新知見を述べた。方法としては、卵巣の発達様式については組織学的手法および卵母細胞径頻度分布の解析をおこない、産卵様式については飼育によって実際の産卵数、産卵回数を直接観察した。第II部では第I部の結果および既往研究を整理統合して、卵生海産硬骨魚類全般の成熟・産卵様式の類型分類をおこなった。

## 第I部 海産硬骨魚類数種の成熟・産卵様式

### 第1章 ハゼ類

#### キヌバリ

〔産卵様式〕 実際の産卵回数、産卵数、およびそれらに対する食物条件の影響を観察するために飼育実験をおこなった。女川湾で採集したキヌバリ（雌14個体・雄21個体）を1981年7月から10月まで、農学部附属水産実験所内において、食物供給量の異なる2グループに分けて飼育した。

雌14個体すべてが産卵した。生殖期間は22～83日間、産卵回数は2～7回であった；これらは食物量および体長とは関係がみられなかった。産卵間隔は食物量の少ないグループでより長かった。

体長と1回の産卵数、産卵重量との間には有意な相関が認められたが、体長とそれぞれの産卵での卵1個あたりの平均重量との間には認められなかった。食物量の多いグループでは、少ないグループより産卵数、産卵重量がともに有意に高い値であった。しかし、平均卵重量には食物量の違いによる影響は認められなかった。

〔卵巣の発達様式〕 産卵直前の卵巣内の卵黄をもった卵母細胞径分布は2峯型で、しかもその2つの卵群の卵数はほぼ等しかった（図1）。これらの卵群の発達段階は完熟期と卵黄形成初期であった。完熟卵群が産みだされると、卵黄形成初期の卵群が急速な卵黄蓄積を再開し、さらに

次の卵群が卵黄形成期に移行すると推定された。1つの卵群の卵数は、飼育観察によって得られた1回の産卵数にほぼ等しいことから、キヌバリはこの卵母細胞の一連の発達過程を1生殖期に数回くりかえすと推定した。

### リュウグウハゼ

〔産卵様式〕 キヌバリと同様の飼育実験をおこなった。1983年と1984年に、水産実験所内で、4段階の食物量レベルにわけて、リュウグウハゼ（雌15個体・雄15個体）を飼育した。

雌15個体のうち10個体が産卵した。産卵回数は1回（6個体）～2回（4個体）であった。産卵の有無および産卵回数と体サイズ、食物量レベルとの間の関係は見出されなかった。

体長と1回の産卵数との間には有意な相関が認められたが、体長と産卵重量、体長と卵重量との間には有意な相関関係は認められなかった。食物量レベルの差異による再生産への影響はあらわれなかった。

〔卵巣の発達様式〕 卵母細胞径分布パターンは、キヌバリと同じ、同型2峯型であった。1つの卵群の卵数は1回の産卵数にほぼ等しいと推定された。産卵回数が、本観察では最高2回、塩垣（1981）の飼育観察では3回であるところから、キヌバリと同様、卵巣内卵の一連の発達過程は1生殖期に2・3回くりかえされると推定した。

### ハゼ類の成熟・産卵様式

キヌバリ、リュウグウハゼのような成熟・産卵様式はこれまでに海産魚では報告がなく、2峯・数回産卵型とよぶことにする。ハゼ科魚種のほとんどは、卵母細胞径分布等から、2峯・数回産卵型であると推定される。

2峯・数回産卵型は単峯・数回産卵型（川崎，1982）にきわめて近いタイプで、両者の違いは、現在のところ卵母細胞径分布パターンにあらわれた結果以外明かでない。

## 第2章 アイナメ類

### アイナメ

本種の産卵前の完熟卵をもった卵巣の卵母細胞径分布はモードが3つで、しかも各卵群が明瞭に分離した3峯型であった（図2）。各卵群の発達段階は、完熟期、成熟期、卵黄形成期にあった。完熟卵群と成熟卵群の卵数はほぼ等しく、卵黄形成期の卵群の卵数はその数倍であった。すでに何回か産卵したと推定された卵巣では、完熟卵群、成熟卵群の卵数は変わらないのに対し、卵黄形成期の卵群の卵数は減少していた。生殖期のおわりには、卵巣内に完熟卵と無卵黄期の卵母細胞しかみられない個体が採集された。

実際の産卵様式は確認されていないが、1卵巣中の完熟卵群が1回に産卵されると仮定すると、以上のことから、アイナメの成熟・産卵様式は次のように推定される。卵黄形成初期に抱卵数は

決定され、その後の加入はない；卵黄形成期の卵群は、いくつかの卵群に分割され、成熟し、産みだされる；成熟期、完熟期への移行は同時におこるため、卵母細胞径分布パターンとしては3峯型を呈する；残留卵はきわめて少なく、1生殖期の産卵数は抱卵数に等しい。

## クジメ

本種の卵母細胞径分布パターンは、アイナメとほぼ同じ3峯型であった。ただし、アイナメにくらべ、抱卵数に対する完熟卵数の割合が小さい。また、1982・83年に女川湾で採集したサンプルから推定すると、抱卵数の約3割が残留卵となる。

### アイナメ類の成熟・産卵様式

アイナメ、クジメの成熟・産卵様式は、多峯・連続産卵型（川崎, 1982）とは区別されるタイプであると認め、数峯・分割産卵型とよぶこととする。ホッケなどアイナメ科魚種のほとんどがこのタイプと推定される。ほかにクサウオなど、冷水域に分布するカサゴ目に多くみられた。

## 第3章 カレイ類

### マガレイ

本種の成熟・産卵様式は、卵母細胞径分布の解析から2峯・分割産卵型と推定されている（和田, 1970）。本研究では、マガレイの実際の産卵データを得るために、1982年、仙台湾産のマガレイについて飼育観察をおこなった。

その結果、体長21cm、年齢3才のマガレイは1.5ヶ月にわたって、61万の卵を約20回に分けて産みだした。1回の産卵数は1卵巢中の完熟卵数にほぼ等しく、1生殖期の産卵数は抱卵数に等しいと推定され、本種が分割産卵型であることが確められた。

### ヒラメ

本種は飼育観察から産卵数が抱卵数より著しく多いことが知られている（平本・小林, 1979）。本研究では卵母細胞径分布を調べた。

その結果、ヒラメの卵母細胞径分布パターンは多峯型であり、本種はマダイと同じ成熟・産卵型（松浦, 1972）であることが明かとなった（本論文では多峯・継続産卵型とよぶ）。

### カレイ類の成熟・産卵様式

分布の中心が冷・寒帯のカレイ亜科魚種は単峯・1回産卵型あるいは2峯・分割産卵型であり、熱帯域を中心に分布するヒラメ科・ダルマガレイ科魚種は多峯・多回（継続）産卵型であると推定された。2峯・分割産卵型はカレイ亜科に特異的にみられた。

## 第Ⅱ部 卵生海産硬骨魚類の成熟・産卵様式類型分類

成熟・産卵様式の比較研究は Fulton (1898) に始まり, Hickling and Rutenberg (1936), Qasim (1956, 1973) によってその生態的意義づけおよび方法の確立がなされた。産卵数調節機構を規定するとの観点からの類型分類は松浦 (1972), 川崎 (1982) によってなされている。

ここでは, 第Ⅰ部の結果および既往研究報告から14目68科 189種について調査し, 成熟・産卵様式の類型分類をおこなった。

分類基準は①初回産卵直前の卵黄卵母細胞径分布のモード数, ②卵母細胞径分布パターンの経時変化と産卵回数との2つで, これにより以下の9類型に区分した(付表, 参照)。

- 1) 単峯・1回産卵型
- 2) 2-単峯・1回産卵型
- 3) 2峯・分割産卵型
- 4) 数峯・分割産卵型
- 5) 多峯・連続産卵型
- 6) 多峯・1回産卵型
- 7) 単峯・数回産卵型
- 8) 2峯・数回産卵型
- 9) 多峯・継続産卵型

成熟・産卵型と系統分類との対応関係はほとんどみられず, 分化の著しい分類群に限って, やや特異性が認められた(表1)。科, 亜科レベルの分類群の地理的分布とは対応関係があった。成熟・産卵様式は, 系統分化とともに発達したのではなく, 主に生活環境の地理的差異に応じて変化し, 内分泌機構のわずかな違いがその多様性をうんだと推論した。

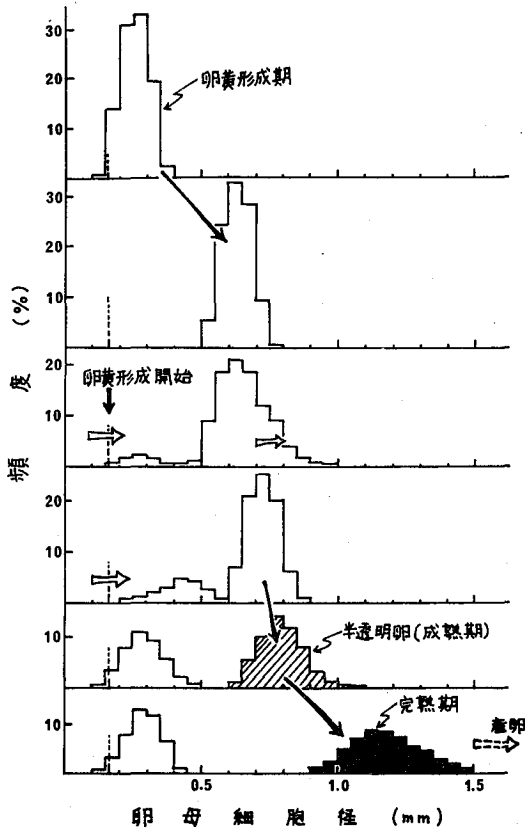


図1. キヌバリの卵母細胞径分布。2峰・数回産卵型：卵母細胞径分布のモードが2峰で，1生殖期中に，上図に示された発達過程がくりかえされ数回産卵する。

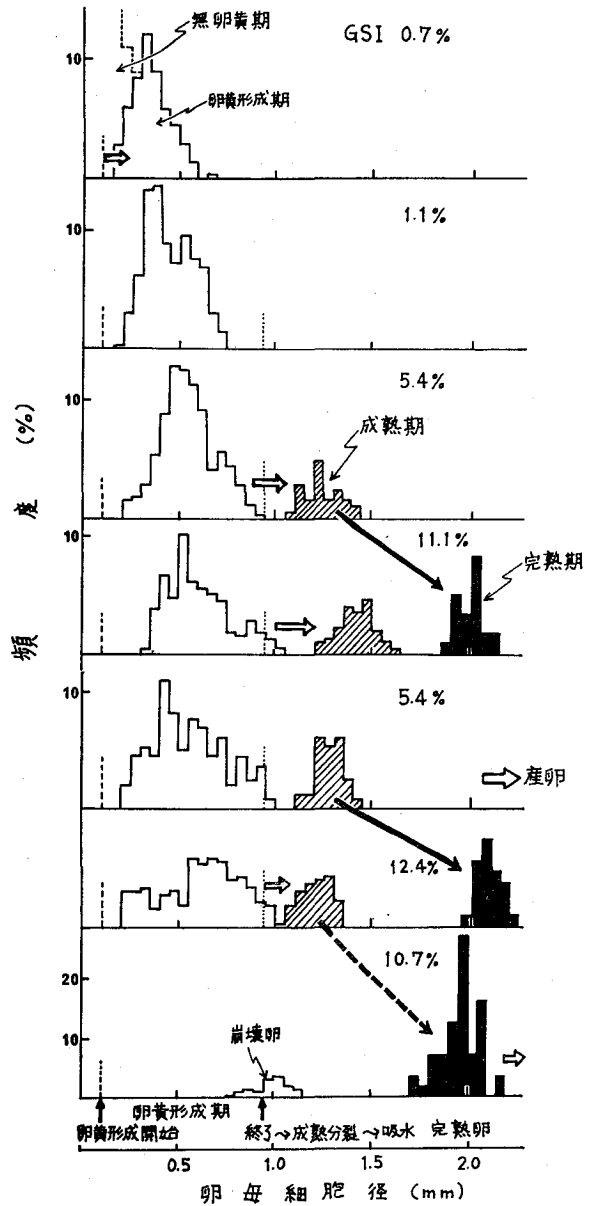


図2. アイナメの卵母細胞径分布。数峰・分割産卵型：卵母細胞径分布のモードが数峰で，卵黄形成期にある卵団が分割して産卵される。

表1. 文献調査した海産硬骨魚類の目別の種数と成熟・産卵型の分布。

目	種数	産卵回数		卵径分布			
		1回	多回	単峯	多峯	2峯	数峯
ニシン	26	5	21	2	21		
ウナギ	3	1	2	1	2		
サケ	4	1	3	1	1	2	
ナマズ	2	1	1	1	1		
ハダカイワシ	2	1	1	0	2		
ダツ	4	2	2	1	3		
トゲウオ	2	0	2	1		1	
タラ	6	2	4	1	4	1	
キンメダイ	1	0	1	0	1		
スズキ	98	21	67	16	59	13	
カサゴ	10	2	6	2	2		6
ウバウオ	5	0	5	0	1	2	
カレイ	21	7	14	6	8	7	
フグ	5	3	2	2	1		
合計	189	43	130	33	106	26	6

付表 海産硬骨魚類における成熟・産卵様式の体系的類型分類とその特徴。

TYPE	A $FT=FC$		AB $FT \leq FC$			B $FT < FC$	C $FT > FC$		
	a $FT=PAF$	b $FT < PAF$	ab $FT \leq PAF$			b	ab	b	
成熟・産卵型	単峯・1回	2単峯・1回	2峯・分割	数峯・分割	多峯・連続	多峯・1回	単峯・数回	2峯・数回	多峯・連続
放卵期間	短い		やや長い		長い	短い	やや長い~長い		長い
生殖・摂餌 <sup>サカ</sup>	分離	—	ほぼ分離		部分的に重なる	—	全面的に重なる		
産卵後の生殖 <sup>上</sup> 食物環境の影響 <sup>以外</sup>	—		△		◎	—	◎		○
再生産へのエネルギー蓄積	体部に蓄積				体部・直接	体部	外界から直接		体部・直接
卵の特性	沈性・サイズ多様	—	分離・浮性・小型	沈性・大型・保護	分離・浮性・あるいは沈性	—	付着・小型・保護		分離・浮性・小型
仙台湾での生殖期	初冬	—	冬~春	晩秋~冬	春	—	春~夏		
例 (下線を引いた種は、本研究で直接観察した種)	マコガレイ イカナゴ ニシン マダラ	ハモ	マコガレイ イミガレイ ミギガレイ スケトウダラ	アイナメ クジメ ホッケ クサウオ	ウマヅラハギ Whiting haddock	メルルサ	イトヨ	キヌバリ リュウグウハゼ アバハゼ	ヒラメ マダイ キス カリフォルニア・カサゴ

FT 産卵数、FC 抱卵数、PAF 可能年間産卵数

## 審 査 結 果 の 要 旨

海産硬骨魚類の成熟・産卵様式は多様であり、各魚種はそれぞれの成熟・産卵様式に依據して産卵数を調節している。産卵数はひとつの年級の出発点であり、これがどのような過程を経て決まるのかということは、水産資源研究上の重要問題である。

個々の魚種の成熟・産卵様式については従来からかなりの研究があるが、まだ見出されていない成熟・産卵様式もかなりあると思われる。佐藤一君はハゼ類（キヌバリ、リュウグウハゼ）、アイナメ類（アイナメ、クジメ）、カレイ類（マガレイ、ヒラメ）について研究を行った。そうして、ハゼ類について2峯・数回産卵型を、またアイナメ類について数峯・分割産卵型を初めて見出した。

成熟・産卵様式のもうひとつの問題点は、抱卵数と産卵数との関係である。ここで抱卵数とは、1生殖期中における初回産卵直前の卵黄を持った卵母細胞数を、産卵数とは1生殖期中に産出される卵数をいう。従来は抱卵数を調べてこれを産卵数の代用とすることが多かったがこれは正しくない。産卵数が抱卵数よりも少ないことも、多いことも、また両者が等しいこともあるからである。この関係を明らかにするためには、飼育して実際に産ませてみるしかないのである。佐藤君は、キヌバリとマガレイを飼育して産出卵を採集計数し、2峯・数回産卵型と2峯・分割産卵型では、抱卵数が産卵数と等しいことを見出した。

以上のような実験的研究に加えて、本論文のもうひとつの柱は、佐藤君の研究も加えた、既往の成熟・産卵様式の体系的整理である。佐藤君は広く文献を渉猟して、海産硬骨魚類（卵胎生種を除く）の成熟・産卵様式の類型分類を行った。すなわち、14目189種について調査し、9類型に整理した。そうして、成熟・産卵様式は系統分化とともに発達したのではなく、主に生活環境の地理的差異に応じて変化し、内分泌機構のわずかな違いが、その多様性をうんだと推論した。

以上のように本論文は、海産硬骨魚類の成熟・産卵様式に新しい知見を加えただけでなく、成熟・産卵様式全体を体系的に整理したものであって、魚類生態学および水産資源学への寄与は大きく、農学博士の学位を授与するのに、十分な内容を有すると判断される。