

紀伊水道海域のメイタガレイ2型(ホンメイタとバケメイタ)の成熟,産卵および性比

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者名	渡辺,健一 沼知,健一 城,泰彦 上田,幸男
発行元	日本水産學會
巻/号	62巻1号
掲載ページ	p. 17-22
発行年月	1996年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



紀伊水道海域のメイタガレイ 2 型 (ホンメイタと
バケメイタ) の成熟, 産卵および性比

渡辺 健一, 沼知 健一, 城 泰彦, 上田 幸男

(1994年 9 月27日受付)

Sexual Maturity, Spawning and Sex Ratio of the Two Forms of Flatfish,
Genus *Pleuronichthys*, in Kiisuido Channel Waters off the Pacific Coast of Central JapanKen-ichi Watanabe,*¹ Ken-ichi Numachi,*² Yasuhiko Jo,*¹ and Yukio Ueta*³

Sexual maturity, spawning season and sex ratio in the two sibling species of flatfish, genus *Pleuronichthys*, Honmeita and Bakemeita were surveyed. Spawning season in the Honmeita was estimated to be from the middle of November to the beginning of January, while the Bakemeita was estimated to be from the middle of January to the beginning of May. The Existence of seasonal isolation in the spawning season between the two forms was distinctive. However, there remained the possibility of reciprocal crossing between the two forms in January, because the period in which mature males with fully matured testis were observed was much longer than the spawning season. In this report, the existence of another reproductive isolation mechanism, such as geological isolation of spawning ground, is suggested, considering the absence of heterozygous variants of these two forms in isozyme analysis and the lack of common mtDNA haplotypes between the two forms.

Differences in the sex ratio were also demonstrated between the two species. The sex ratio of Honmeita and Bakemeita were 1.5 and 1.0 respectively.

キーワード: メイタガレイ 2 型, 成熟, 産卵, 産卵期, 性比

メイタガレイの産卵期についてはいくつか報告¹⁻⁹⁾がある。しかし、有明海産の報告⁹⁾以外はいずれもメイタガレイ 2 型の *Pleuronichthys* form A¹⁰⁾ (以下通称のホンメイタを用いる) と *P.* form B¹⁰⁾ (以下通称のバケメイタを用いる) を明確に区別していないままに産卵期を推定している。瀬戸内海には外海に面した水道口周辺を除きホンメイタだけが生息していると考えられ、¹¹⁾ 瀬戸内海各地での産卵期の報告はいずれもホンメイタのものと考えられる。しかし、他の海域の報告は、その産卵期がホンメイタのものかバケメイタのものか区別することが必要である。

本研究では、紀伊水道と水道外海域のホンメイタとバケメイタについてそれぞれの雌雄の成熟、産卵と性比を明らかにし、両型の繁殖生態を比較検討することを目的とした。

材料と方法

用いた標本は Fig. 1 に示した紀伊水道と水道外海域

で底曳網漁業と建網漁業で漁獲されたものである。1990年5月から1992年5月までに採集されたホンメイタ 1,654 個体 [雌 667 個体 (全長 6.9 cm-31.2 cm), 雄 987 個体 (同 7.6 cm-29.4 cm)] とバケメイタ 1,620 個体 [雌 812 個体 (同 9.1 cm-28.0 cm), 雄 808 個体 (同 11.2 cm-25.1 cm)] を材料にした。両型の識別は有眼側の斑紋と鱗の並び方でできることが明らかになった¹²⁾のでこの 2 形質で行った。これらの材料のうち生殖腺熟度指数 ($GSI=100\ GW/(BW-BW)$), ただし GW, BW は生殖腺重量と体重) の季節変化を見るためには全個体のデータを、雌の熟卵保有個体の出現率の季節変化を見るためにはホンメイタ 395 個体 (全長 12.1 cm-31.2 cm) とバケメイタ 496 個体 (同 11.1 cm-28.0 cm) を、また、精巢の顕微鏡的組織観察にはホンメイタ 62 個体 (全長 14.1 cm-23.1 cm) とバケメイタ 27 個体 (同 14.7 cm-24.7 cm) を使用した。2 型の雌の産卵期を GSI と熟卵保有個体出現率の変化から推定した。一方、雄は成熟しても精巢が小さいために GSI の

*¹ 徳島県水産試験場 (Tokushima Prefectural Fisheries Experimental Station, Hiwasa, Tokushima 779-23, Japan).*² 東海大学海洋学部 (The Faculty of Marine Science and Technology, Tokai University, Shimizu 424, Japan).*³ 徳島県水産課 (Fisheries Section, Tokushima Prefectural Office, Mandai, Tokushima 770, Japan).

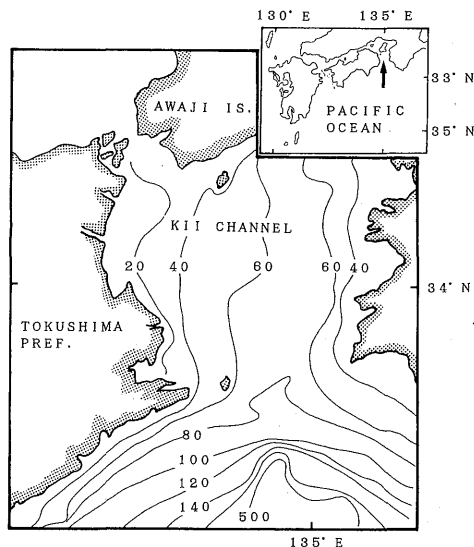


Fig. 1. Sampling localities.

Kii Channel and adjacent Pacific waters of central Japan with depth contours (m).

変化は不明瞭なので、GSIに加えて精巢の組織観察を行って成熟期を推定した。組織はブアン液で固定後、パラフィン切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシンで染色した。精巢成熟と生殖周期の区分は高橋¹³⁾によった。

また、性比を調べるため、全標本について生殖腺の肉眼的観察による雌雄の識別を行った。性比は雄/雌の値で示し、その差をみるため2項検定を行った。

結 果

成熟と産卵期 1 ホンメイタの雌の成熟と産卵期：ホンメイタの雌のGSIの季節的变化は調査年によって若干異なったが、Fig. 2に示すように11, 12月に急速に高い値を示すようになった。1月下旬から10月までGSIは1.0未満であるが、11月上旬以降1.0以上になり、中旬頃から5.0以上になった。11月下旬と12月上旬に最も高い値(6.2~16.0)を示し、以後急激に低くなり、1月中旬には2.0以下になった。

メイタガレイ2型の熟卵は、直径が1.2 mm前後の透明卵で、未熟卵との区別は容易である。Table 1から見ると熟卵を持つ雌が現れるのは11月中旬で、1月上旬まで出現している。その出現率は11.8%から100%、盛期は熟卵保有個体が最も多い11月下旬から12月下旬で、その出現率は50%から100%であった。

これらのことから、ホンメイタの産卵期は11月中旬から1月上旬まで、盛期は11月下旬から12月下旬と推定した。

2 バケメイタの雌の成熟と産卵期：バケメイタの雌

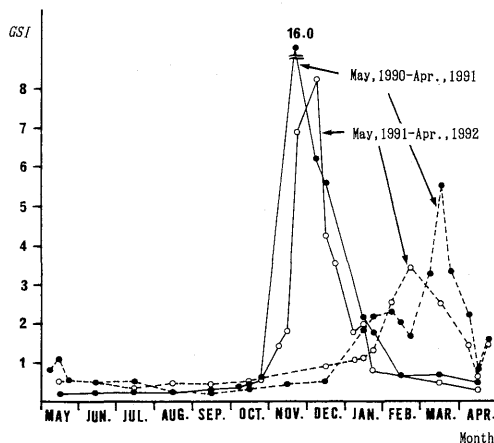


Fig. 2. Seasonal changes in female's gonad somatic index of the two forms of *Pleuronichthys*.

—, Honmeita; ···, Bakemeita; ●, May 1990–Apr. 1991; ○, May 1991–Apr. 1992.

Table 1. Seasonal change in the ratio of female with mature eggs in the Honmeita

Month	Total number of female	No. of female with mature eggs	Ratio
Aug., 1990	52	0	0
Sept.,	7	0	0
Oct.,	21	0	0
late Nov.,	1	1	100
early Dec.,	6	3	50
mid-Dec.,	2	1	50
late Dec.,	1	1	100
mid-Jan., 1991	3	1	33.3
late Jan.,	7	0	0
Feb.,	10	0	0
Mar.,	12	0	0
Apr.,	5	0	0
Aug.,	63	0	0
Sept.,	35	0	0
Oct.,	41	0	0
early Nov.,	11	0	0
mid-Nov.,	14	2	14.3
late Nov.,	11	8	72.7
early Dec.,	12	10	83.3
mid-Dec.,	8	5	62.5
late Dec.,	12	6	50
early Jan., 1992	17	2	11.8
mid-Jan.,	11	0	0
late Jan.,	11	0	0
Feb.,	12	0	0
Mar.,	10	0	0

Table 2. Seasonal change in the ratio of female with mature eggs in the Bakemeita

Month	Total number of female	No. of female with mature eggs	Ratio
Nov., 1990	18	0	0
Dec.,	73	0	0
mid-Jan., 1991	12	1	8.3
late Jan.,	38	5	13.2
early Feb.,	21	2	9.5
mid-Feb.,	14	1	7.1
early Mar.,	13	6	46.2
mid-Mar.,	8	8	100
late Mar.,	15	9	60
early Apr.,	23	13	56.5
mid-Apr.,	22	5	22.7
late Apr.,	17	10	58.8
early May,	33	3	9.1
late May,	13	0	0
June,	44	0	0
Dec.,	3	0	0
early Jan., 1992	5	0	0
mid-Jan.,	12	0	0
late Jan.,	14	0	0
early Feb.,	17	5	29.4
late Feb.,	12	12	100
early Mar.,	11	9	81.8
mid-Mar.,	24	18	75
early Apr.,	15	5	33.3
late Apr.,	9	3	33.3
early May,	6	1	16.7
late May,	4	0	0

の GSI は, Fig. 2 に示すように 5 月から 12 月までは 1.0 未満で, 1 月以降 1.0 を上回り, 4 月下旬まで 1.0 以上であった。GSI が最も高いのは 2, 3 月で, 2.0 以上を示した。また, 熟卵保有個体が出現したのは, Table 2 に示すように 1991 年は 1 月中旬, 1992 年は 2 月上旬から, いずれも 5 月上旬までであった。その出現率が高かったのは 2 月下旬から 4 月下旬までで, 22.7% から 100% であった。

以上のことから, バケメイトの産卵期は早い年で 1 月中旬から始まって 5 月上旬までの間で, 盛期は 2 月下旬から 3 月までと推定した。

3 ホンメイタの雄の成熟: メイトガレイ 2 型の雄の精巣は小さく, 雌ほど成熟の度合いは明瞭ではないが (Fig. 3), GSI から成熟の季節的变化を追跡できた。

ホンメイタの雄は 1 月下旬から 10 月中旬までの GSI が 0.1 未満であった。10 月下旬以降 0.1 以上になり, 成熟

が始まったことを示した。GSI が 0.1 以上を示したのは, 10 月下旬から 1 月上旬であった。また, GSI が最も高かったのは, 11 月下旬と 12 月上旬でいずれも 0.2 以上を示した。ホンメイタの雄の精巣を組織学的に観察した結果, 精小嚢内に精小嚢内腔が形成され, そこに精子の集合が観察されたのは, 9 月上旬より後であった。しかし, 内腔はまだ小さく, 精子の集合も少なかった (Fig. 4 の A)。また, 内腔が形成されず精子の集合も見られない個体も少なくなかった。10 月下旬以降の個体では, どの精小嚢にも内腔が形成され, しかも大きくなり, そこに集合している精子の数も増加していた (Fig. 4 の B)。さらに精母細胞や精原細胞が少なくなるとともに内腔が大きくなり, その中に精子が多数集合している個体 (Fig. 4 の C) が観察されるようになるのは 11 月下旬以降であった。高橋¹³⁾は精巣の成熟状態を第 I 期から VI 期に区分し, 繁殖盛期の精巣は第 IV 期と第 V 期の状態にあるとしたが, Fig. 4 の C に示される状態は, 高橋¹³⁾の第 IV 期に相当すると考えた。さらに 1 月下旬以降になると精小嚢内で内腔の占める面積が大半となり, 精子は内腔に充満し, 他の生殖細胞が少なくなると高橋¹³⁾の第 V 期を示す個体が多くなった。こうした状態は 2 月下旬の個体の精巣でも観察された。しかし, 2 月上旬になると内腔内の精子が少なくなる個体が認められた (Fig. 4 の D)。

以上の観察をもとに, 精子を放出できる個体が出現するのは 10 月下旬から, また, 精子の体外放出が最も盛んなのは高橋¹³⁾の区分のうち第 IV 期と第 V 期とすれば, この状態を示す個体が見られるのは 11 月の下旬以降であることが明らかになり, GSI から求めた成熟盛期の始まりと一致した。しかし, 成熟の終期については, 2 月下旬の個体の精巣も第 V 期を示すものがあり, 精子の放出がこの時期でも可能と考えられた。したがって, 組織学的に見て雄の成熟期は 10 月下旬から始まり, 終期

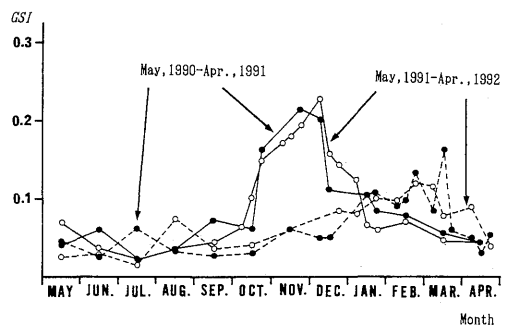


Fig. 3. Seasonal changes in male's gonad somatic index of the two forms of *Pleuronichthys*. —, Honmeita; ···, Bakemeita; ●, May 1990-Apr. 1991; ○, May 1991-Apr. 1992.

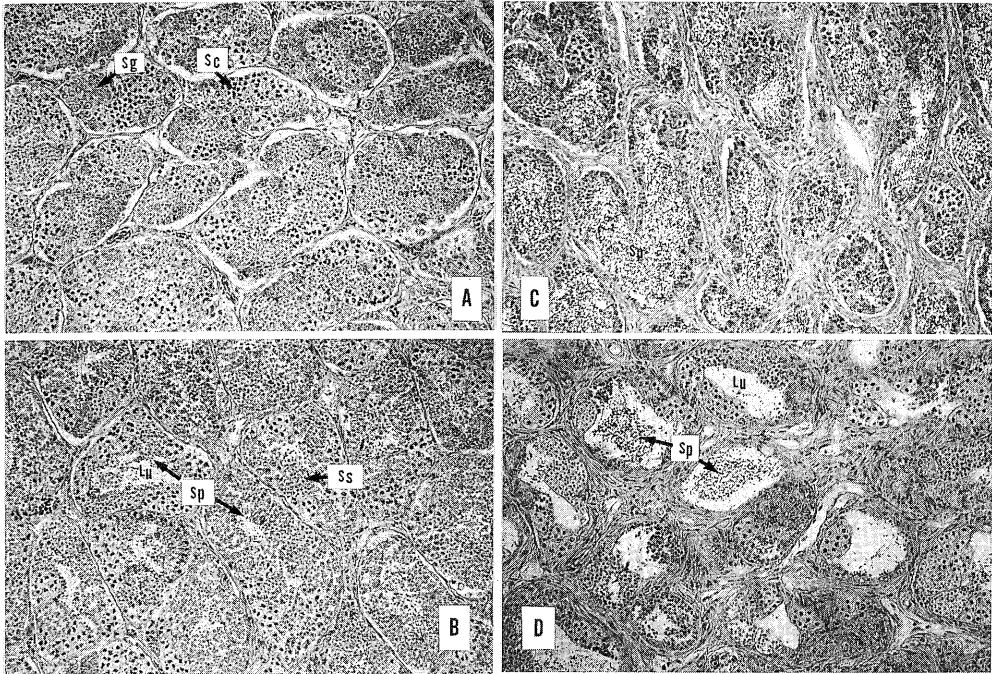


Fig. 4. Photomicrographs of the testis of Honmeita.

A, early maturation stage; B, full maturation stage; C, late maturation stage; D, functional maturation stage, Lu, lobule lumen; Sg, spermatogonium; Sc, spermatocytes; Ss, spermatid; Sp, sperm.

は2月下旬以降にまで続き、その盛期は11月下旬からGSIの高い1月上旬までと考えた。

4 バケメイタの雄の成熟：バケメイタの雄は、6月から10月までの間のGSIがFig. 3に示すように0.05以下であることが多かった。しかし、11月以降には0.05を上回り、1月中、下旬には0.1以上になる個体が多くなった。GSIが高い時期は4月上旬までで、中旬以後再び0.05を下回る個体が大部分になった。

また、10月下旬の個体の精巣の精小嚢は、精母細胞と精原細胞で埋められ、精小嚢内腔はまだ形成されていなかった。11月中旬になると精小嚢の中心部付近に精子が少数認められるが、内腔は明瞭ではなかった。12月中旬には、内腔ができ、精子の集合を観察できる個体が出現した。高橋¹³⁾の第Ⅳ、Ⅴ期の状態は、2月上旬の個体の精巣で観察され、以後今回観察した5月上旬までの個体で観察された。

12月中旬には精子の放出が可能な個体が出現し、成熟期は5月上旬以降まで続くと考えられる。また、成熟盛期は2月上旬から始まり、GSIの高い4月上旬までと推定した。

性比 1,630個体のホンメイタを調べたが、Table 3に示したように性比は1.5で、明らかに雄が多かった。また、産卵期とそれ以外の時期に分けて性比を見たが、

産卵期もそれ以外の時期もいずれも性比はほぼ1.5で、変化は認められなかった。次に、年変化を見るため年次毎に性比を集計したが、性比は1.4~1.6で大きな差は認められず、雄が一定の割合で多いことを示していた。年齢等に伴う性比の変化を見るため、体長組成の頻度分布から当歳魚と1才以上魚とが明瞭に区別できる月を選び、当歳魚と1才以上魚との性比を調べた。ホンメイタでは6~8月を選んだ。その結果、Table 4に示すように当歳魚の性比は1.28~1.64、1才以上魚は1.57~3.25で、いずれも雄が多いが、当歳魚に比べて1才魚以上の雄が明らかに多くなっていった。また、性比がかなり変動しているのも特徴的であった。

次に1,612個体のバケメイタを調べたが、Table 3に示したように性比は1で、雌雄ほぼ同数であった。産卵期とそれ以外の時期に分けてみても性比は1で変化は認められなかった。年変化は0.9~1ではほぼ変わらなかった。次に、ホンメイタと同じく性比を当歳魚と1才以上魚とに分けてみた。調査月は10~12月とした。Table 4に示すように性比はいずれも0.8から1.1とほぼ1で、年齢による変化も認められなかった。

考 察

この海域のホンメイタの産卵期は11月中旬から1月

Table 3. Sex ratio in spawning season and non-spawning season of two forms of *Pleuronichthys*

Form type	Season	Sex ratio	Numbers of males	Numbers of females	The biomal test
Honmeita	Spawning season	1.51	286	190	$p < 0.001$
	non-spawning season	1.49	691	463	$p < 0.001$
	Total	1.50	977	653	$p < 0.001$
Bakemeita	Spawning season	0.97	315	326	$p > 0.05$
	non-spawning season	1.02	490	481	$p > 0.05$
	Total	1.00	805	807	$p > 0.05$

Table 4. Sex ratio and Total length class of two forms of *Pleuronichthys*

Form type	Month	TL (cm)	Numbers of male	Numbers of female	Sex ratio (δ/η)	The biomal test	
Honmeita	June, 1990	<20	41	32	1.28		
		≥ 20	36	15	2.40	$p < 0.01$	
	July,	<20	24	19	1.26		
		≥ 20	13	4	3.25	$p < 0.05$	
	Aug.,	<20	56	45	1.24		
		≥ 20	13	7	1.86		
	June, 1991	<16	18	11	1.64		
		≥ 16	19	10	1.90		
	July,	<19	21	13	1.62		
		≥ 19	12	7	1.71		
	Aug.,	<20	44	31	1.42		
		≥ 20	11	7	1.57		
Total	less than 1-year-old fish		204	151	1.35	$p < 0.01$	
	more than 1-year-old		104	50	2.08	$p < 0.001$	
Bakemeifish	Oct., 1990	<17	19	19	1.00		
		≥ 17	26	28	0.93		
	Nov.,	<17	10	9	1.11		
		≥ 17	13	10	1.30		
	Dec.,	<17	38	35	1.09		
		≥ 17	24	30	0.80		
	Total	less than 1-year-old fish		67	64	1.05	
		more than 1-year-old fish		63	68	0.93	

上旬で、盛期が11月下旬から12月下旬であるのに対してバケメイタの産卵期は1月中旬から5月上旬、盛期は2月下旬から3月までであり、両型の産卵期は隔離していることが明らかになった。しかし、両型とも雄の成熟期は雌に比べて長く、ホンメイタの雄の成熟期は10月下旬から2月の下旬以降まで続き、またバケメイタの雄の成熟盛期は2月上旬から4月上旬までであるが12月中旬には繁殖に加わることのできる個体が出現し、終期は5月上旬以降になると考えられた。したがってそれぞれの型の雌の成熟期は他型の雌の産卵期に一部重複していることになる。次に本海域の両型の分布域は、ホンメイタが主として内海側でバケメイタが外海側、また、それぞれの生息水深はホンメイタが80 m以

浅に生息するのに対してバケメイタはより深い海域に多いなどの相違があるものの、紀伊水道口周辺のように両型が混在して生息している海域がある¹¹⁾したがって、2型の雌は産卵期に隔離があるもののそれぞれの雄の一部が他型の雌と交雑する可能性は否定できない。東シナ海では2型が混在する海域がある¹⁴⁾のに加えて2型の産卵期は一部重複するという(松岡私信)。しかし、アイソザイムに関与している遺伝子座の分析によれば、相同の遺伝子座上の遺伝子が置換している2遺伝子座、Mdh-BとIcd-Bについて異型接合体が全く検出されなかった¹⁰⁾こと、両型の間ではミトコンドリアDNAのゲノム型が全く異なり、共通の型が無かった¹⁵⁾ことを考えると紀伊水道海域では両型の間の交雑種は生息してい

ないと考えられる。こう考えると両型は産卵盛期が異なるだけでなく、産卵場所の相違、繁殖行動の差や交雑第1代が生存しないなどのかなり大きな隔離機構があるものと考えられる。

全ての大きさの標本を合計した性比はホメイタが1.49~1.51で雄が多く、バケメイタが0.97~1.02で雌雄半々であることが示された。魚類で雌雄の性比が異なる例とその要因は、アマダイ¹⁶⁾、タチウオ¹⁷⁾の雌雄の成長差、イサキ¹⁸⁾、ソウハチ¹⁹⁾では雌雄の生残率の差、イネゴチ、サクラダイ、キンギョハナダイでは性転換²⁰⁻²²⁾などが知られ、どの種も成長、年齢に伴って性比が変化する。この他、アユの様に雌雄で産卵行動に差があり産卵期に性比に差がでる例もある。²³⁾ また、クロカワのように回遊行動に雌雄差がある場合、²⁴⁾ タチウオのように産卵期に成魚の雌雄の群形成が異なる場合^{17,25)}も差がでる。しかし、メイタガレイの場合、両型とも雌雄の生殖腺の相違ははっきりしており、成熟、産卵の項で示したように多くの個体で生殖腺を調べたが、性転換を示唆する個体はまったく認められず、両型とも性転換がないものと考えて良い。次に、カレイ類のムシガレイ²⁶⁾とソウハチ¹⁹⁾およびアカガレイ²⁷⁾では、雌の成長が優れている上に高齢魚ほど雌の割合が高く、雌の寿命が長いことを示す結果が得られている。しかし、今回の調査では、ホンメイタの当歳魚と1才以上魚の性比は、1才以上魚の方が高く、高齢魚の方が雄の割合が高く、これらのカレイ類とは異なっている。ホンメイタは雌雄による成長差は少なく、²⁸⁾ 寿命の差も明らかではなく、ホンメイタの性比上の雄の割合の高さや成長、年齢に伴う性比の変化の要因は不明である。これは、バケメイタの性比が1に近く、成長や年齢で性比が変わらないのとは対照的である。ホンメイタの性比のかたよりの要因は、産卵や回遊行動の雌雄差、漁獲による選択の可能性なども含めて今後追求していくことが必要である。

謝 辞

本論文をまとめるのに際し、数々の貴重な助言をいただいた西海区水産研究所主任研究官松岡正信博士と組織標本作成に協力をいただいた三重大学教授宮崎照雄博士に感謝します。

文 献

- 1) 渡辺泰輔：東京湾におけるメイタガレイ卵の分布生態について。日本誌, **31**, 591-596 (1965).
- 2) 田北 徹, 藤田矢郎：メイタガレイの卵発生と仔魚前期。日本誌, **30**, 613-618 (1964).
- 3) 辻野耕實：大阪湾におけるカレイ類3種(メイタガレイ, マコガレイ, イシガレイ)の卵稚仔の出現時期およびその分布について。第18回南海区ブロック内海漁業研究会報, 49-58 (1986).

- 4) 松田泰嗣：淡路島周辺海域におけるメイタガレイ卵の分布について。第17回南海区ブロック内海漁業研究会報, 1-12 (1985).
- 5) 渡辺健一, 秋月友治, 谷本尚則：メイタガレイの成長, 成熟, 産卵について。昭和59年度徳島水試報告, 19-22 (1985).
- 6) 正木康昭, 伊東 弘, 上城義信, 横松芳治, 小川 浩, 山口義昭, 東海 正：周防灘産メイタガレイの成熟と産卵期。日本誌, **53**, 1191-1198 (1987).
- 7) 陳 哲聡, 大滝英夫：東シナ海・黄海産メイタガレイの資源生物学的研究。西水研報, **46**, 1-20 (1974).
- 8) 南 卓志：メイタガレイの初期生活史。日本誌, **48**, 369-374 (1982).
- 9) 北島 力, 林田豪介, 安元 進：メイタガレイ仔稚魚の飼育と形態の変化。魚類学雑誌, **35**, 69-77 (1988).
- 10) 渡辺健一, 沼知健一：瀬戸内海東部海域のメイタガレイ同胞種の遺伝生化学的検出と形態学的検討。日本誌, **54**, 765-772 (1988).
- 11) 渡辺健一, 玉井恭一, 沼知健一：紀伊水道および水道外海域におけるメイタガレイ属2型(ホンメイタとバケメイタ)の食性と分布。日本誌, **58**, 2253-2260 (1992).
- 12) 渡辺健一：日本産メイタガレイ2同胞種の遺伝学的, 生態学的, 形態学的分化に関する研究。博士学位論文, 東京大学, 東京, 1993, pp. 7-21.
- 13) 高橋裕哉：I魚類の成熟, 発生, 成長とその制御2. 精巢の構造と配偶子形成, 「水族繁殖学」(隆島史夫, 羽生 功共編), 緑書房, 東京, 1989, pp. 35-59.
- 14) 松岡正信, 谷口順彦, 藤田 轟, 北島忠広：東シナ海・黄海産メイタガレイの比較研究-I. 分布, 形態及び遺伝的差異。西水研報, **67**, 23-36 (1989).
- 15) 渡辺健一, 沼知健一, 後藤睦夫, 和田志郎, 小林敬典, 釜石 隆：紀伊水道海域のメイタガレイ2型(ホンメイタとバケメイタ)のmtDNA切断型における遺伝的分化。日本誌, **60**, 515-520 (1994).
- 16) 林 泰行：東シナ海産アカアマダイの成長に関する研究-II 耳石による年齢と成長の推定。日本誌, **42**, 1234-1249 (1976).
- 17) 宗清正廣, 桑原昭彦：若狭湾西部海域におけるタチウオの産卵期と性比。日本誌, **50**, 1279-1284 (1984).
- 18) 木村清志, 鈴木 清：熊野灘におけるイサキの性比と生残率。魚類学雑誌, **27**, 165-169 (1980).
- 19) 渡辺 徹：重要魚族の漁業生物学的研究-ソウハチ。日本水研報, **4**, 249-269 (1956).
- 20) 青山恒雄, 北島忠弘, 水江一弘：イネゴチ *Cociella crocodile* (TULESIUS)の性転換。西水研報, **29**, 11-31 (1963).
- 21) 鈴木克美, 小林弘治, 日置勝三, 坂本隆志：駿河湾におけるキンギョハナダイ *Franzia squamipinnis*の生態。魚類学雑誌, **25**, 124-140 (1978).
- 22) 鈴木克美, 小林弘治, 日置勝三, 坂本隆志：駿河湾におけるサクラダイ *Sacura margaritacea*の生態。魚類学雑誌, **21**, 21-33 (1974).
- 23) 石田力三：アユの産卵生態-I. 産卵群の構造と産卵行動。日本誌, **25**, 259-268 (1959).
- 24) 中込 淳：クロカワの西部太平洋に於ける釣獲率と平均体長の季節変化及び性, 回遊との関係。日本誌, **23**, 525-528 (1958).
- 25) 三栖 寛：東シナ海・黄海産タチウオの漁業生物学的研究。西水研報, **32**, 15-16 (1964).
- 26) 大内 明：重要魚族の漁業生物学的研究-ムシガレイ。日本水研報, **4**, 225-248 (1956).
- 27) 落合 明：71・5 アカガレイ, 「新版魚類学(下)」(落合明, 田中 克共著), 恒星社厚生閣, 東京, 1986, pp. 1082-1083.
- 28) 渡辺健一, 上田幸男：播磨灘産メイタガレイの成長。水産増殖, **38**, 191-197 (1990).