

日本太平洋岸のマイワシ産卵量の急減と土佐湾に継続する産卵場の特性

石田 実

Rapid decrease of egg production of Pacific stock of Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*, and characteristics of persistent spawning ground in Tosa Bay, southwestern Japan

Minoru ISHIDA

Biomass of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* decreased drastically in recent years. Annual egg productions of the species in Tosa Bay southwestern Japan were compared to the total egg production of the Pacific stock of Japan during 1978 and 2005, to consider the characteristics of the bay as a spawning ground. Data of total 7,895 plankton net tows by the Kochi Prefectural Fisheries Experimental Station and the National Research Institutes were analyzed. Annual egg production in the bay did not show long term drastic fluctuation which occurred in the total Pacific stock, but displayed two to four years of short interval moderate changes. Average egg production of the maximum five years (1986, 1998, 1982, 2001, 1989) was 134×10^{12} which was only 5.4 times of that of the minimum (2002, 1984, 2003, 1991, 1988) 25×10^{12} , contrasting strongly with that of total Pacific stock of 75 times. The proportion of the egg production in the bay in the total to the Pacific stock had been several percent during 1979 and 1995, but increased to several tens percent since 1996, and more than 60% in the recent three years. The reason why the spawning ground in the bay has been sustained is presumed to be preferable temperature and food conditions for early life stages of the species resulted from the oceanographically appropriate location and less fishing pressure conducted by the prohibition of purse seine.

Key words: egg production, Japanese sardine, spawning ground, Tosa Bay

はじめに

日本の太平洋岸に分布するマイワシ *Sardinops melanostictus* の資源量は近年大きく減少した。宮崎県以東の現存量は1980年代半ばには1000万トンを超えていたが、その後は急激に減少して近年は11万トン程度となり、また産卵量も年間数千兆粒から大きく減少して数十兆粒となった(西田ほか, 2006; 高須賀ほか, 2005)。しかし、太平洋沿岸でも四国南岸における本種の産卵量は比較的安定して推移しており、近年においては唯一のまとまった産卵場であることが示唆されている(高須賀ほか, 2005)。

日本の太平洋岸に分布するイワシ類の産卵量は「200カイリ水域内漁業資源総合調査」およびその後継の「我が国周辺漁業資源調査」の一環として経年的に計算され、森ほ

か(1988)、菊地・小西(1990)、石田・菊地(1992)、銭谷ほか(1995)、久保田ほか(1999)によって1978年1月から1996年9月までの毎月の産卵量を農林漁区大海区別に集計した値が公表された。また、渡邊ほか(1995a; 1995b)、大関ほか(1996, 1997, 1998)が1993年10月から1998年5月までの月毎に農林漁区大海区IおよびII (Fig. 1)の合計産卵量を公表している。1997年10月から2003年3月までの月毎の大海区IからIV (Fig. 1)までの合計産卵量は中央ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会(1999, 2000, 2001, 2002, 2003)、久保田ほか(2004)、高須賀ほか(2005)が公表している。これらの数値はいずれも各都道府県水産試験研究機関および水産研究所によるプランクトンネットの鉛直曳網採集結果に基づいて緯経度30分目毎に計算したものを集計して求めたものである。このうち森ほか(1988)、菊地・小西(1990)、石田・菊地(1992)は緯経度30分目毎の毎月の産卵量の数値を分布図の中に表示しており、銭谷ほか(1995)および渡邊ほか(1995)以降高須賀ほか(2004)までの報告では分布図の中で円の大きさとして図示している。いずれの図表も土佐湾などの特定の湾や灘ごと

2006年1月11日受付, 2006年7月5日受理
中央水産研究所高知黒潮研究拠点

Kochi Kuroshio Research Laboratory, National Research Institute of Fisheries Science, 6-1-21 Sanbashidori, Kochi-shi, Kochi 780-8010, Japan
ishidam@affrc.go.jp

の産卵量は示していない。

一方土佐湾におけるマイワシの産卵量は石田ほか (1997) が1978年から1995年までについて、年間 (前年10月~当年9月) 合計値を示している。この報告では「土佐湾」として計算した海域の範囲を足摺岬、室戸岬およびそれぞれから平均的な黒潮離岸距離である25海里 (46.3 km) 程度南に伸ばした点の北緯32°20' 東経132°0' および北緯32°50' 東経134°10' を結んだ線で囲まれる海域とした。この範囲は毎月の高知県水産試験場による産卵調査定点の範囲よりやや沖合までを含んでいる。したがって、マイワシの産卵場が沖合に拡大してこの範囲内に広く卵が分布していた年代には、定点ごとの卵の密度の平均値をこの面積に乗じた値に基づいて産卵量を計算することが適当であったが、産卵場が沿岸に縮小した近年においても同様の計算を行うと産卵量を過大評価する恐れが大きい。本研究では産卵量を計算する海域を、土佐湾に卓越する左遷還流域を包含し、か

つ上記の産卵調査定点の範囲とほぼ一致するように改めたので、土佐湾内の親魚に由来する産卵量をより正確に求めることが期待できる。このようにして、この海域のマイワシ産卵量を再計算して日本の太平洋岸全体の産卵量の推移と比較し、産卵場としての特性を考察するとともに本種資源の長期変動の解明に資することを目的とした。

材料と方法

土佐湾における産卵量は、1978年1月から2005年6月までに高知県水産試験場、南西海区水産研究所、および中央水産研究所が実施した「200カイリ水域内漁業資源総合調査卵・稚仔調査」および「我が国周辺漁業資源調査」による卵仔稚調査で収集した資料を用いて計算した。卵の採集は口径45 cmの丸特B型ネット (Nakai and Hattori, 1962)、改良型ノルバックネット (元田, 1974)、または口径60 cmの丸中ネット (Nakai and Hattori, 1962) の合計7,895回の鉛直曳

Table 1. Number of tows by plankton net, number of sampled eggs, and calculated egg production of Japanese sardine in Tosa Bay, and egg production of total Pacific stock of the species.

Year (last Nov.–Sep.)	Tosa Bay			Total Pacific	
	No. of net tows	No. of eggs collected	Egg production ($\times 10^{12}$)	Egg production ($\times 10^{12}$)	Source of data
1978	137	836	87.0	1,452	Mori <i>et al.</i> (1988)
1979	233	1,855	78.4	448	Mori <i>et al.</i> (1988)
1980	266	853	43.8	943	Mori <i>et al.</i> (1988)
1981	283	1,237	60.9	1,338	Mori <i>et al.</i> (1988)
1982	297	1,945	107.2	1,246	Mori <i>et al.</i> (1988)
1983	326	749	60.8	855	Mori <i>et al.</i> (1988)
1984	316	433	24.8	1,854	Mori <i>et al.</i> (1988)
1985	296	1,449	47.4	2,083	Mori <i>et al.</i> (1988)
1986	324	4,301	251.5	8,991	Mori <i>et al.</i> (1988)
1987	286	1,180	81.7	1,861	Kikuchi and Konishi (1990)
1988	220	664	31.8	3,789	Kikuchi and Konishi (1990)
1989	254	3,553	97.5	4,031	Ishida and Kikuchi (1992)
1990	228	1,706	66.5	6,659	Ishida and Kikuchi (1992)
1991	226	975	31.1	3,964	Zenitani <i>et al.</i> (1995)
1992	250	1,981	63.1	1,990	Zenitani <i>et al.</i> (1995)
1993	288	1,522	55.5	1,877	Zenitani <i>et al.</i> (1995)
1994	297	895	39.1	996	Kubota <i>et al.</i> (1999)
1995	309	1,691	81.2	234	Kubota <i>et al.</i> (1999)
1996	335	1,284	55.7	172	Kubota <i>et al.</i> (1999)
1997	280	2,480	85.9	218	Ozeki <i>et al.</i> (1998) and present study
1998	353	3,814	108.3	165	Meeting of Chuo Block (2000)
1999	314	1,054	41.4	133	Meeting of Chuo Block (2001)
2000	295	447	33.7	133	Meeting of Chuo Block (2003)
2001	343	1,782	103.5	198	Kubota <i>et al.</i> (2004)
2002	316	43	6.3	33	Takasuka <i>et al.</i> (2005)
2003	275	595	28.9	44	Takasuka <i>et al.</i> (2005)
2004	308	929	41.4	62	Takasuka <i>et al.</i> (2005)
2005	240	1,559	59.4	93	Takasuka <i>et al.</i> (2005)

きによった (Table 1). 水深 150m 以深では鋼索長 150m, 以浅では海深に応じた鋼索長で曳網した. 曳網毎に鋼索の傾角を測定するとともに網口に取付けた濾水計回転数を記録した. これらの観測値と濾水計毎に行った無網試験結果, および網口面積から曳網毎に面積当たりの卵の分布密度を求めた. 産卵量は Nakai and Hattori (1962) および 銭谷 (1995) により次の式により計算した. これは前述の各報告書と同様で, 海域を緯経度 30 分升目ではなく「土佐湾」としたものである.

$$E_t = \frac{1}{S} \cdot \frac{D_t}{d} \cdot A \cdot \frac{1}{n} \sum X_n$$

ここで E_t : t 月の土佐湾内の産卵量
 D_t : t 月の日数
 d : 水温加重平均孵化日数

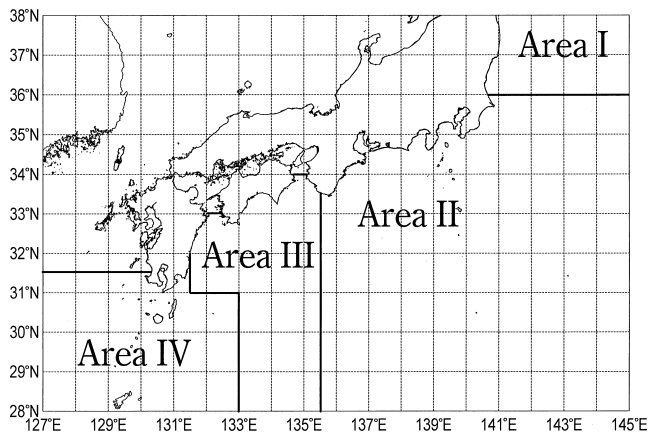


Figure 1. Map showing the distribution of the large areas (I, II, III, IV) for estimation of egg production of Pacific stock of Japanese sardine in Japan.

S : 卵期の生残率 (=0.571)
 A : 海域面積 (=7,002 km²)
 n : 曳網点数
 X_n : 曳網毎 1m² 当たりの卵の分布数

なお, 海域「土佐湾」の範囲は足摺岬, 北緯 32°30' 東経 132°0', 北緯 33°05' 東経 134°10', 足摺岬で囲まれる海域 (Fig. 2) とした. 調査した年代にわたってマイワシ卵は土佐湾広く分布している場合が多く (Fig. 3 に 1990 年 2 月と 2000 年 2 月の例を示す), 湾をひとつの範囲として扱うことが妥当であると考えられた. d : 水温加重平均孵化日数は次の式によった.

$$d = \frac{1}{24} \cdot 10^{\left(\frac{4746}{T+273} - 14.6 \right)}$$

ここで T : 卵数加重平均表面水温 (°C) である.

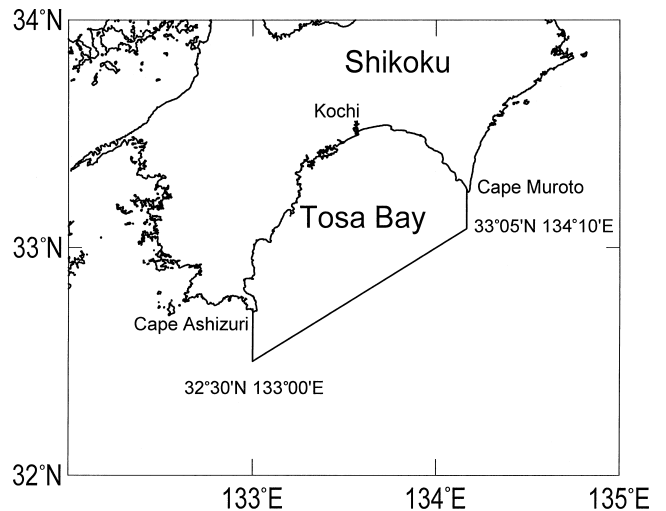


Figure 2. Map showing the area of Tosa Bay.

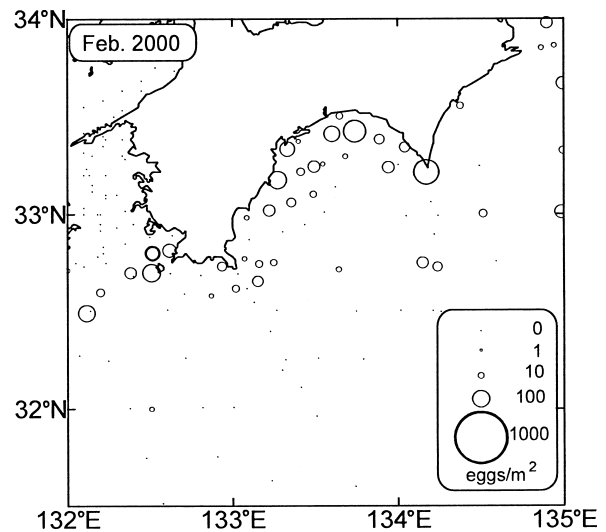
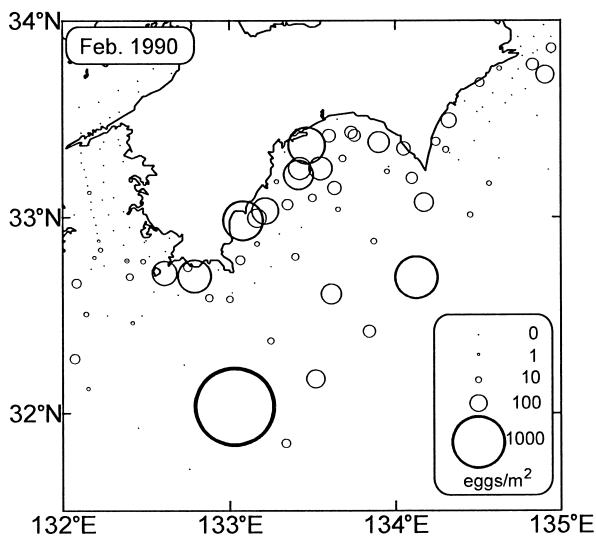


Figure 3. Distribution of Japanese sardine egg density near Tosa Bay in February 1990 and 2000.

太平洋岸全体の産卵量は前述の各報告書の値を用いた。ただし、1996年10月から1997年9月までの12か月の農林漁区大海区IIIおよびIV (Fig. 1) の産卵量の報告がないので、各報告書に準じて緯度経度30分升目毎に計算、集計した。

結果

太平洋岸全体の産卵量

マイワシの産卵期が11月から7月頃までであるので前年10月から当年9月までを1年の単位とした。これは次節の土佐湾についても同様である。太平洋岸全体の年ごとの産卵量は大きく変動した。1978年から1983年までは1,000兆粒前後で安定して推移し、1984年、1985年は約2,000兆粒、1986年には急増して約9,000兆粒の最多に達した。1987年に一旦急減して約2,000兆粒、1988年、1989年には約4,000兆粒、1990年に増加して約7,000兆粒となり2番目の頂点となった。その後は1991年に約4,000兆粒、1992年、1993年に約2,000兆粒と高い水準を保っていたが、1994年に約1,000兆粒と半減した。1995年には急減したものの2001年までは約150兆~200兆粒の低水準で比較的安定して推移した。2001年に激減して33兆粒と期間中最少となった後、2002年は44兆粒、2003年は62兆粒とわずかに増加した (Fig. 4, Table 1)。最多の1986年は最少の2002年の271倍、上位5年 (1986, 1990, 1989, 1988, 1991) の平均5,490兆粒は下位5年 (2002, 2003, 2004, 2005, 2000) の平均73兆粒の75倍であった。

土佐湾の産卵量

土佐湾における年ごとの産卵量はこれとかなり異なり、急増した1986年と急減した2002年を除いて、2~4年周期で安定した増減を繰り返した。1980年は減少して44兆粒、1982年は増加して107兆粒、1984年は減少して25兆粒、1986年は太平洋岸全体と同時に急増して252兆粒となった。1988年は減少して32兆粒、1989年は増加して98兆粒、1991年は減少して31兆粒、1992年は増加して63兆粒となり、1994年は減少して39兆粒、1995年は増加して81兆粒、1996年は減少して56兆粒、1998年は増加して108兆粒に達した。2000年は減少して34兆粒、2001年は増加して103兆粒、太平洋岸全体で激減した2002年は急減して6兆粒となり、その後は増加して2005年は59兆粒となった (Fig. 4, Table 1)。最多の1986年は最少の2002年の40倍、上位5年 (1986, 1998, 1982, 2001, 1989) の平均134兆粒は下位5年 (2002, 1984, 2003, 1991, 1988) の平均25兆粒の5.4倍であった。

土佐湾の産卵量が太平洋岸全体に占める割合を見ると1980年から1994年までは数%であったが、1995年以降は数十%となり、2003~2005年は60%を超えた。

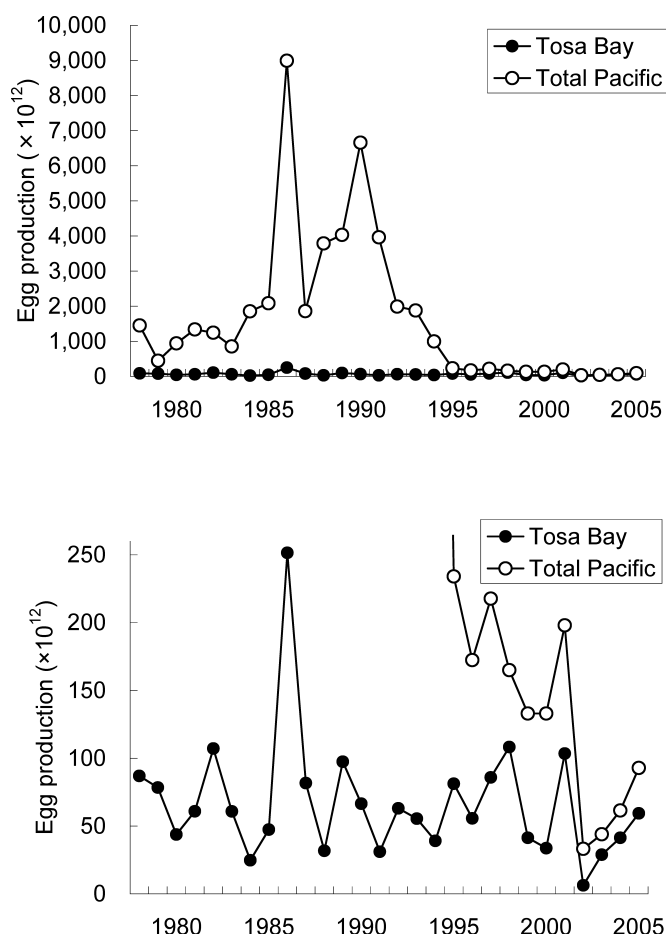


Figure 4. Egg production of Japanese sardine in Tosa Bay and total Pacific stock, from 1978 to 2005. Vertical scale is magnified in the bottom panel.

考察

土佐湾における産卵量の年変動が太平洋岸全体に比較してはるかに小さく、高水準期から低水準期へ変化した傾向が認められないことから、この海域には毎年安定して親魚群が存在して産卵が継続していると考えられる。銭谷 (2001) は、太平洋岸全体の産卵量が極めて高水準であった年代には産卵場面積が沖合にまで拡大し、産卵量も飛躍的に多くなったことを示し、また、資源量の増大にともなって産卵場が拡大することは世界中に分布するマイワシ属、カタクチワシ属共通の特性と指摘している。このことから資源水準の低下と産卵場の縮小が同時に起こることは容易に推定できる。マイワシが孵化後正常に発育する上限水温はかなり高めな21~23°Cであるので黒潮流軸附近などの沖合海域でも生残、発育は可能であるが (銭谷, 2001)、最適水温は14~19°Cと推定されるので (松岡・小西, 2001)、水温環境から見ると沿岸域の方が成育にはより適していると考えられる。また土佐湾では黒潮が足摺室戸両岬に接岸する時には左遷還流が卓越し (藤本, 1987; 岡村ほか,

2001), この左遷還流によって土佐湾におけるマイワシ卵仔稚が輸送され, 室戸岬西方から再び湾内に輸送される場合があると考えられる(小西, 1980). 本研究で取り扱った期間は黒潮小蛇行が通過した時を除いて左遷還流となる場合が比較的多かったと推測される. またこの左遷還流は湧昇構造を起こして下層からの栄養塩補給をもたらし高い基礎生産が維持されることが示されており(市川・広田, 2004), 餌環境からも土佐湾は仔稚魚の成育には好適と考えられる.

この海域では旋網漁業が禁止されており, マイワシ成魚は定置網などに入網するのみで, 本種に対する漁獲圧は低い. したがって遊泳能力が低い発育初期に黒潮によって流出せずに湾内に留まった未成魚以降の個体が好適な環境で成育を続ける可能性が他の海域に比較すると高い. これは, 近年において東日本を中心に漁獲される個体の年齢構成が0歳魚または1歳魚がほとんどを占めている(西田ほか, 2006)のと対照的に, 1999年から2001年までの土佐湾に分布する親魚の年齢が1歳魚から4歳魚までの各年齢から構成されている(Honda *et al.*, 2002)とよく符合する. また, 親魚群が経年的に安定して分布していることは冬春季に行われるマイワシシラス漁の影響が大きいことを示唆している.

1992年から1996年の太平洋岸全体の資源水準低下期に, 土佐湾に分布するマイワシの雌のバッチ産卵数が増大して産卵能力が向上したことが示唆された(森本, 1998). また初回成熟年齢が1994年以降1歳に低下したことが認められており(Morimoto, 2003; Honda *et al.*, 2002), 資源水準が低下した近年においても親魚群として十分な機能を果たしてきたと推定される. なお, マイワシをねらった漁業が行われていないこの海域における産卵親魚量を卵数法以外の方法で推定することは困難であると考えられる. このため, 親魚量の変動と産卵量の変動の関係については解析できなかった.

土佐湾における産卵量の変動傾向は1998年までは太平洋岸全体の産卵量の増減の大きな傾向とは独立しているように見える. 産卵量の最多年はともに1986年で一致しているが, この年の月別の産卵量をみると, 太平洋岸全体では2月と3月の合計が97%を占めているのに対して(森ほか, 1988), 土佐湾では本研究の計算結果では前年11月が63%を占めており, 産卵盛期に明らかな違いが認められる. このことから土佐湾のマイワシの産卵特性は太平洋岸全体とは異なっていたことが推察される. 1999年以降は太平洋岸全体の産卵場が縮小して, 土佐湾以外にまとまった産卵場が継続して形成されていないために, 土佐湾の産卵動向が太平洋岸全体の動向に直結し, このために変動傾向が一致していると考えられる. なお, 本論文で扱った期間における太平洋岸全体の産卵量と土佐湾の産卵量の相関係数は0.54であるが, 1986年の土佐湾の産卵量が他の年よ

り極端に多く(Smirnov-Grubbsの過誤確率1%で棄却), また上記の通り産卵月も異なることから, この年を除いて計算すると0.045とはなほ低い値となった.

1990年代半ばまでは薩南から東海沖までの黒潮流軸附近の大産卵場から下流に輸送された仔稚魚が本州東岸から北西太平洋のはるか沖合にいたる広大な海域に高水準に加入し, 成熟のたびに膨大な群が産卵場に南下回遊していた. これらの大規模な回遊群が消滅した近年においても土佐湾には産卵場が継続して形成されているのは, 有利な自然環境条件と低い漁獲圧により保護された親魚群が, 太平洋岸全体とは独立性を保って残存していることを示す. 日本近海のマイワシの資源水準は現在極めて低いが, 本種は過去に長期変動を繰り返してきたことから将来増加に転じる可能性は大きいと考えられる. 土佐湾の残存群から大規模な群が再び派生するかは不明であるが, 資源変動の端緒をとらえる上で, 黒潮の上流に位置し, 20年以上にわたって安定して産卵場が形成されてきている土佐湾の親魚群, 卵仔稚, および海洋環境調査を継続することは是非とも必要である.

謝 辞

本研究の基礎資料を蓄積された高知県試験場の産卵調査担当者に深く感謝する. また, 長年にわたって土佐湾における産卵調査を継続された元南西海区水産研究所外海浮魚資源研究室長故古藤力氏, 元南西海区水産研究所黒潮調査研究官花岡藤雄氏, 元西海区水産研究所浮魚資源生態研究室長小西芳信博士に厚く御礼申し上げる.

引用文献

- 中央ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会 (1999) 1998年~1999年春季の我が国太平洋岸の主要魚種の卵仔稚の分布についての総括. 平成11年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **19**, 4-5.
- 中央ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会 (2000) 平成11(1999)年~12(2000)年春季の我が国太平洋岸の主要魚種の産卵状況の総括. 平成12年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **20**, 4-6.
- 中央ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会 (2001) 平成12(2000)年~13(2001)年春季の我が国太平洋岸の主要魚種の産卵状況の総括. 平成13年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **21**, 4-7.
- 中央ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会 (2002) 2001(平成13)年~2003(平成14)年春季の我が国太平洋岸におけるイワシ, サバ類の産卵状況の総括. 平成14年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **22**, 4-7.
- 中央ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会 (2003) 2002年~2003年春季の我が国太平洋岸におけるイワシ, サバ類の産卵状況の総括. 平成15年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **23**, 4-7.
- 藤本 實 (1987) 土佐湾に出現する海水流動の型と流れの安定度. 空と海, **62**, 127-140.
- Honda, H., M. Ishida, T. Mitani, S. Uehara, Y. Hirota, H. Sakaji, K.

- Nashida, and H. Morimoto (2002) Recent trends in age structures and maturity conditions of the Japanese sardine, *Sardinops melanostictus*, spawning in Tosa Bay. Fish. Sci., **68**, Supplement I, 210–213.
- 市川忠史・広田祐一 (2004) 土佐湾における基礎生産の季節変動。海の研究, **13**, 259–269.
- 石田 実・菊地 弘 (編) (1992) 日本の太平洋岸 (常磐～薩南海域) におけるマイワシ, カタクチイワシ, サバ類の月別, 海域別産卵状況: 1989年1月～1990年12月。水産庁南西海区水産研究所・中央水産研究所, 高知・東京, 86 pp.
- 石田 実・武田保幸・井本栄治・平田益良雄・田中七穂・森由基彦・黒木敏行・野島通忠・三谷卓美・上原伸二 (1997) 1978年から1995年までの南日本太平洋沿岸の浮魚類卵仔稚の分布。南西海区水産研究所, 高知, 206 pp.
- 菊地 弘・小西芳信 (編) (1990) 日本の太平洋岸 (常磐～薩南海域) におけるマイワシ, カタクチイワシ, サバ類の月別, 海域別産卵状況: 1987年1月～1988年12月。水産庁中央水産研究所 (旧東海区水産研究所)・南西海区水産研究所, 東京・高知, 72 pp.
- 小西芳信 (1980) 土佐湾におけるマイワシ卵・仔稚魚の補給経路。水産海洋研究会報, **36**, 47–50.
- 久保田洋・大関芳沖・石田 実・小西芳信・後藤常夫・銭谷弘・木村 量 (編) (1999) 日本周辺水域におけるマイワシ, カタクチイワシ, サバ属魚類, ウルメイワシの卵仔魚およびマアジ仔魚, スルメイカ幼生の月別分布状況: 1994年1月～1996年12月。水産庁中央水産研究所, 横浜, 352 pp.
- 久保田洋・高須賀明典・大関芳沖・清水弘文・石田 実 (2004) 2003年～2004年春季の我が国太平洋岸におけるマイワシの卵・仔魚の分布状況。平成16年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **24**, 73–97.
- 松岡正信・小西芳信 (2001) 1979～1995年の九州周辺海域におけるマイワシの産卵量と分布。水産海洋研究, **65**, 67–73.
- 森慶一郎・黒田一紀・小西芳信 (編) (1988) 日本の太平洋岸 (常磐～薩南海域) におけるマイワシ, カタクチイワシ, サバ類の月別, 海域別産卵状況: 1978年1月～1986年12月。水産庁東海区水産研究所, 東京, 321 pp.
- 森本晴之 (1998) 成熟, マイワシの資源変動と生態変化, 渡邊良朗・和田時夫編, 恒星社厚生閣, 東京, 45–53 pp.
- Morimoto, H. (2003) Age and growth of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* in Tosa Bay, south-western Japan during a period of declining stock size. Fish. Sci., **69**, 745–754.
- 元田 茂 (1974) プランクトンの採集。海洋プランクトン, 海洋学講座10, 丸茂隆三編, 東京大学出版会, 東京, 191–225 pp.
- Nakai, Z. and S. Hattori (1962) Quantitative distribution of eggs and larvae of the Japanese sardine by year, 1949 through 1951. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., **9**, 23–60.
- 西田 宏・谷津明彦・石田 実・能登正幸・勝川木綿 (2006) 平成17年マイワシ太平洋系群の資源評価。平成17年度我が国周辺水域の漁業資源評価 (魚種別系群別資源評価・TAC種) 第1分冊, 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター・北海道区水産研究所・東北区水産研究所・中央水産研究所・日本海区水産研究所・遠洋水産研究所・瀬戸内海区水産研究所・西海区水産研究所・水産工学研究所, 東京, 11–45.
- 岡村雄吾・秋山秀樹・齊藤 勉 (2001) 土佐湾における流動環境特性。水産工学, **38**, 93.
- 大関芳沖・銭谷 弘・木村 量 (1996) 潮岬以東海域におけるマイワシの産卵量および卵仔魚の分布状況 1995年6月～1996年5月。平成8年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **16**, 59–69.
- 大関芳沖・久保田洋・木村 量・塚本洋一・石井裕二・小野田勝 (1997) 潮岬以東海域におけるマイワシの産卵量および卵仔魚の分布状況 1996年6月～1997年5月。平成9年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **17**, 79–90.
- 大関芳沖・久保田洋・木村 量・塚本洋一・河内淳二・宮崎孝之 (1998) 潮岬以東海域におけるマイワシの産卵量および卵仔魚の分布状況 1996年10月～1998年5月。平成10年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **18**, 82–94.
- 高須賀明典・久保田洋・大関芳沖 (2005) 2004年～2005年春季の我が国太平洋岸におけるマイワシの卵・仔魚の分布状況。平成17年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **25**, 74–92.
- 渡邊良朗・銭谷 弘・木村 量 (1995a) 潮岬以東海域におけるマイワシの産卵量および卵仔魚の分布状況 1993年10月～1994年9月。平成7年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **15**, 47–50.
- 渡邊良朗・銭谷 弘・木村 量 (1995b) 潮岬以東海域におけるマイワシの産卵量および卵仔魚の分布状況 1994年10月～1995年9月。平成7年度中央ブロック卵・稚仔, プランクトン調査研究担当者協議会研究報告, **15**, 51–63.
- 銭谷 弘 (2001) 太平洋岸域におけるマイワシの資源変動に関連した初期生態に関する研究。瀬戸内海区水研報, **3**, 1–45.
- 銭谷 弘・石田 実・小西芳信・後藤常夫・渡邊良朗・木村 量 (編) (1995) 日本周辺水域におけるマイワシ, カタクチイワシ, サバ類, ウルメイワシ, およびマアジの卵仔魚とスルメイカ幼生の月別分布状況: 1991年1月～1993年12月。水産庁中央水産研究所, 横浜, 368 pp.