

資源減少期に瀬戸内海中央部燧灘でみられた マイワシ漁獲量の急増とその要因

渡辺昭生^{†1}, 橋本博明²

Sudden increase and the factor in Japanese sardine catch in Hiuchi-Nada, the Central Seto Inland Sea, observed during a period of declining stock size

Akio WATANABE^{†1} and Hiroaki HASHIMOTO²

The biological aspects of the Japanese sardine found in Hiuchi-Nada, the Central Seto Inland Sea, were studied in terms of catch fluctuation, egg production, maturation, and growth. Since the end of the 1980s, sardine population around Japan began to decline drastically. However, the sardine catch in Hiuchi-Nada has increased in the 1990s. The peak of catch in the center of the Seto Inland Sea was apparently later than the catch in the entrance of the Seto Inland Sea by tracing the pattern of sardine fishing in the Seto Inland Sea. The fishing of 0-year-old and adult sardines was started in Hiuchi-Nada, in 1995, and 1996. On the basis of egg production, it was noted that the number of adult sardines that migrated to Hiuchi-Nada had increased in 1993. The characteristic of length frequency distributions of adult sardine in Hiuchi-Nada was similar to that of the fishes in Tosa Bay, which is one of the main spawning grounds on the Pacific coast of Japan. Therefore, adult sardine in Hiuchi-Nada probably migrated from the Pacific coast. Though anchovy catch had been more dominant than the other pelagic catch in Hiuchi-Nada, former was poor when sardine migrated to Hiuchi-Nada. The sardine migrations to Hiuchi-Nada were not continued by the decline of the population along the Pacific coast.

key words: Hiuchi-Nada, sardine, catch fluctuation, egg production

はじめに

瀬戸内海のマイワシ漁獲量は1970年代後半から増加し、1982年の95,768トンピークを以て以後減少した。瀬戸内海における1970年代から1980年代のマイワシ漁獲量の増加は、太平洋岸のマイワシ資源量増大に伴う生息域の拡大の結果であると考えられている(小西, 1984; 高尾, 1985; 橋本ら, 1989)。1980年代後半以降に太平洋岸のマイワシ資源量の減少が顕著となり、瀬戸内海全体の漁獲量も急激に減少した。燧灘は瀬戸内海の中で最も奥部に位置し、閉鎖性が高いなどの特徴がある海域であるが、ここでは瀬戸内海全体のマイワシの漁獲量が増加した1980年代前半でもその漁獲量は少なかった。ところが太平洋岸および瀬戸

内海全体のマイワシ漁獲量の減少がより顕著となった1990年代に、燧灘において産卵量が急増し(渡辺ら, 1995; Zenitani *et al.*, 2001)、パッチ網による0歳魚の混獲率(Ishikawa *et al.*, 1995; 渡辺ら, 1995)や、刺網による成魚を主体にした漁獲量が増加した。全国的なマイワシ漁獲量減少に伴う単価の上昇により、特に刺網漁業ではマイワシ成魚が一時的に主要な漁獲対象になった。このような燧灘におけるマイワシ来遊量の急増は、全国的な資源減少期に始まり、資源量変動に伴う生態変化の一つの結果と考えられる。本研究では燧灘におけるマイワシの漁獲量と産卵量について、瀬戸内海の各海域と対比しその特徴について検討するとともに、当海域における典型的な多獲性魚類であるカタクチイワシの漁獲量との関連についても検討した。さらに、本研究で得られた燧灘におけるマイワシの生物特性を他の海域の知見と比較することにより、その特徴を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

瀬戸内海におけるマイワシとカタクチイワシの漁獲量は中

2004年7月26日受付, 2005年6月21日受理

¹ 愛媛県中予水産試験場東予分場

Toyo Branch Ehime Prefectural Chuyo Fisheries Experimental Station,
1188 Kawarazu, Saijo, Ehime 799-1303, Japan

² 広島大学大学院生物圏科学研究科

Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, 1-4-4
Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8528, Japan

[†] watanabe-akio@pref.ehime.jp

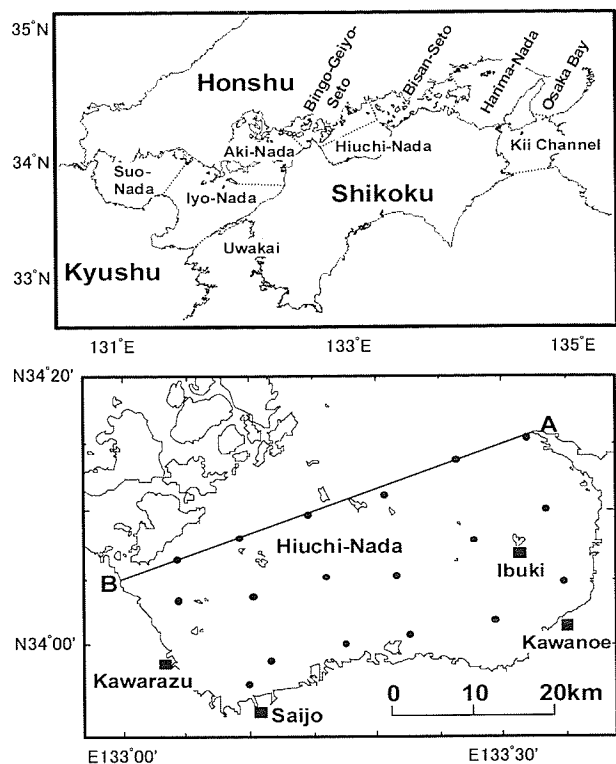


Figure 1. Map showing the 10 sea areas (top) in the Seto Inland Sea and sampling stations (bottom) in Hiuchi-Nada (southern area from A to B). Closed circles denote stations for spawning survey of Japanese sardine and closed squares denote fishermen's cooperative associations where the specimens of Japanese sardine were sampled.

国農政統計情報部の「瀬戸内海及び太平洋南区における漁業動向」(1980~2001年)を使用した。また、統計上は太平洋南区に属する、宇和海における愛媛県籍漁船のマイワシ漁獲量は、中国農政統計情報事務所の「愛媛農林水産統計年報(水産編)」(1980~2001年)を使用した。また、月別のマイワシ漁獲量は、燧灘におけるマイワシの主要な水揚地であった愛媛県四国中央市川之江漁業協同組合市場のマイワシ水揚量の資料を使用した。

燧灘の産卵量は、1983~2001年において水産庁の委託により愛媛県が実施した「200カイリ水域内漁業資源総合調査 卵・稚仔」(1995年から「我が国周辺漁業資源調査」)により収集した資料のうち、Fig. 1に示した燧灘18定点の調査結果を用いた。卵の採集には丸特Bネット(口径45 cm, 網目幅0.33 mm)を使用し、海底付近からの鉛直曳網を行った。ネットの網口には無網試験を行った濾水計が装着され、その濾水量が計測された。採集されたプランクトン標本は船上で5%海水ホルマリンにより固定され、その後マイワシ卵の査定・計数が行われた。

産卵量は渡部(1983)およびZenitani *et al.* (2001)の方法に従って、採集された卵数をもとに、次式により求めた。

$$E_i = \frac{1}{S} \cdot \frac{D_i}{m} \cdot A \cdot \sum_j \frac{X_{ij}}{I_{ij}}$$

ここで、 E_i : i 月の燧灘の産卵量

D_i : i 月の日数

S : 生残率(0.571)

m : 採集点数(18定点)

A : 燧灘の面積(1,296 km²) (水産庁「漁場改良復旧基礎調査報告書(瀬戸内海全域調査)」, 1984)

X_{ij} : i 月, 定点 j の濾水率と網口面積により補正された1 m²当たりの採集卵数

I_{ij} : i 月, 定点 j の表面水温 t_{ij} (°C) から求めた卵の受精からふ化までに要する日数

なお、 I_{ij} は水温の関数として以下の式により計算した(渡部, 1983)。

$$I_{ij} = 9.86 \times 10^{-17} \exp \left\{ \frac{21915}{2} \cdot \frac{1}{(t_{ij} + 273.16)} \right\}$$

愛媛県四国中央市川之江漁業協同組合においてパッチ網で漁獲されたマイワシを1995~1998年の6~9月の間に毎月購入し、その被鱗体長(BL: 1 mm単位、以下「体長(body length)」と表記する)を測定した。また、愛媛県西条市の河原津漁業協同組合、同西条漁業協同組合、愛媛県四国中央市の川之江漁業協同組合および香川県観音寺市伊吹漁業協同組合において刺網(目合4.32 cm)で漁獲されたマイワシを、1994~2003年(1997年と2002年を除く)の1~4月の間に、各年1回~数回購入し試料とした。なお、河原津漁業協同組合の小型底びき網および、同漁業協同組合と伊吹漁業協同組合の定置網で漁獲されたマイワシも一部購入し試料とした。体長、体重(BW; 0.1 g単位)および生殖腺重量(GW; 0.01 g単位)を測定し、生殖腺指数(GSI = GW × 100 / BW)、肥満度(CF = ((BW - GW) × 10⁶) / (BL)³)を算出した。また、年齢査定のために1995年2月と2003年3~4月に購入したマイワシについて、胸部体側部の中央付近の鱗を採取した。採取した鱗は2%の水酸化カリウム溶液で洗浄後、2枚のスライドガラスにはさみ、実体顕微鏡により年輪を観察した。

結果

漁獲の動向

瀬戸内海全体のマイワシ漁獲量をFig. 2に示した。瀬戸内海におけるマイワシ漁獲量は、1982年の95,768トンと最高を記録した後急激に減少し、1993年には5,856トンと1万トン台を大きく下回った。その後、1995~1997年および1999年に一時的に1万トン台に回復したが、2000年以降再び減少に転じた。瀬戸内海全体の漁獲量に占める燧灘の割合は、1994年までは5%以下と小さかったが、1995年以降

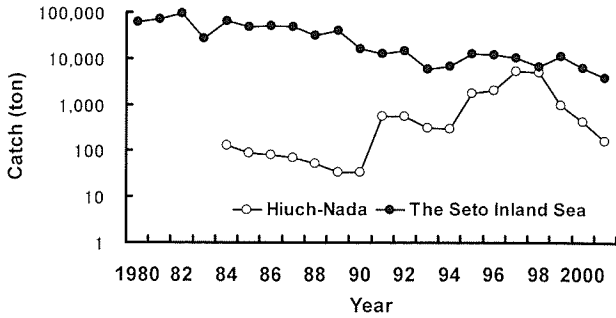


Figure 2. Inter-annual fluctuations in catch of the Japanese sardine in Hiuchi-Nada and the Seto Inland Sea.

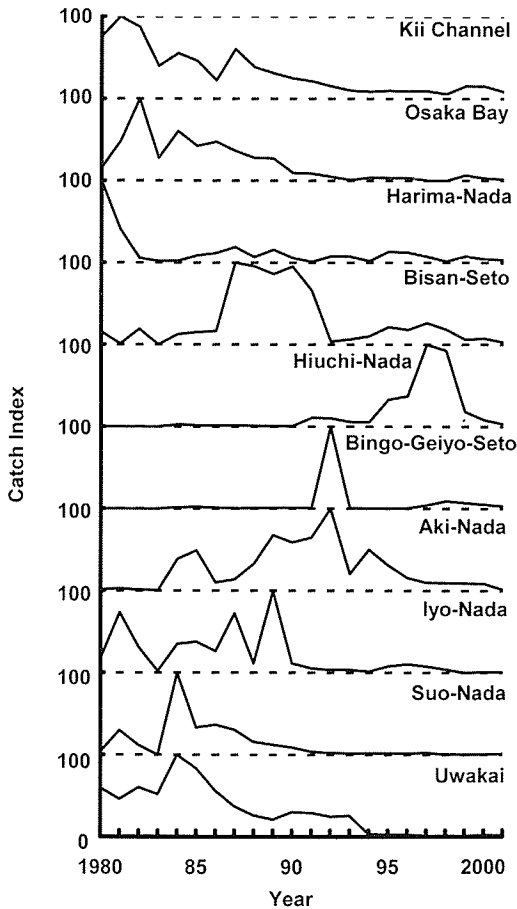


Figure 3. Catch index of Japanese sardine by 10 sea areas in the Seto Inland Sea. Catch index 100 means the maximum catch in each sea area during 1980 to 2001.

急増し、1998年には瀬戸内海全体の72%を占めたが、1999年以降に急減し2001年には4%にまで減少した。

瀬戸内海におけるマイワシの海域別漁獲量指数をFig. 3に示した。なお、ここで用いた漁獲量指数とは各海域で1980年から2001年までの間で、最も漁獲量が多かった年をそれぞれ100とした値である。瀬戸内海東部の紀伊水道では1981年に、大阪湾では1982年に、播磨灘では1980年

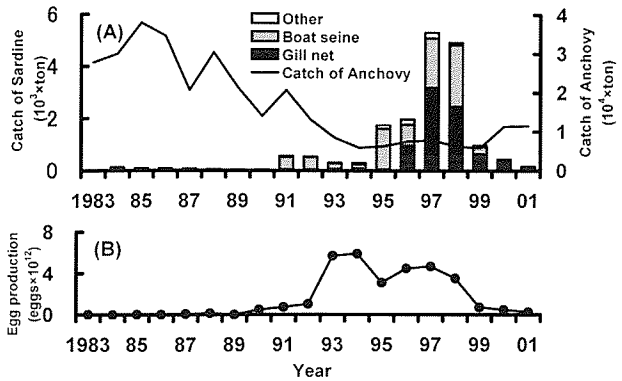


Figure 4. Annual catch of the Japanese sardine by types of fisheries, catch of anchovy (A) and sardine egg production (B) in Hiuchi-Nada from 1983 to 2001.

にそれぞれ漁獲量がピークに達した。一方、宇和海と瀬戸内海西部の周防灘では、東部海域より遅れ、1984年に漁獲量がピークに達した。その後瀬戸内海の中央部に向かうほどピークが遅れる傾向が認められ、備讃瀬戸では1987年に、伊予灘では1989年に、安芸灘と備後・芸予瀬戸では1992年に、燧灘では瀬戸内海の諸海域の中では最も遅く1997年に漁獲量がピークに達した。

燧灘におけるマイワシの漁業種類別漁獲量およびカタクチワシの漁獲量をFig. 4に示した。燧灘におけるマイワシの漁獲量は、1990年まで100トン以下であったが、1991年にやや増加した後、1995年にパッチ網（船びき網の一種、Boat seine）による0歳魚の漁獲量が急増した。1996年からは刺網（Gill net）による成魚の漁獲量も増加し、1997年には5,318トンと最高水準に達したが、1999年に急激に減少した後は低水準で推移した。1996年から開始されたマイワシを対象とした刺網漁業は燧灘沿岸全域で行われたが、そのうち燧灘東部に位置する川之江漁業協同組合所属船の漁獲量が多く、1997年には2,347トンで燧灘のマイワシ漁獲量全体の44%、刺網漁獲量の73%をそれぞれ占めた。マイワシと対照的にカタクチワシの漁獲量は1985年の37,864トンとピークに以後急激に減少し、1993~1999年まで10,000トン以下の低水準で推移したが、マイワシ漁獲量急減後の2000年から増加に転じた。

燧灘では1991年からカタクチワシを主に漁獲するパッチ網へのマイワシの混獲が増加したが（Fig. 4）、その単価が低かったためマイワシの積極的な漁獲は行われなかった。しかし、1995年からマイワシの煮干製品の販売が開始され、パッチ網による0歳魚の漁獲量が急増した。また、1995年までに燧灘における成魚の存在は漁業者の間でも確認されていたが（渡辺ら、1995）、販売ルートが整備されていなかったことと、地元での販売単価が低かったことから積極的な利用はされなかった。しかし、全国的なマイワシ漁獲量の減少に伴い（農林水産省統計情報部発

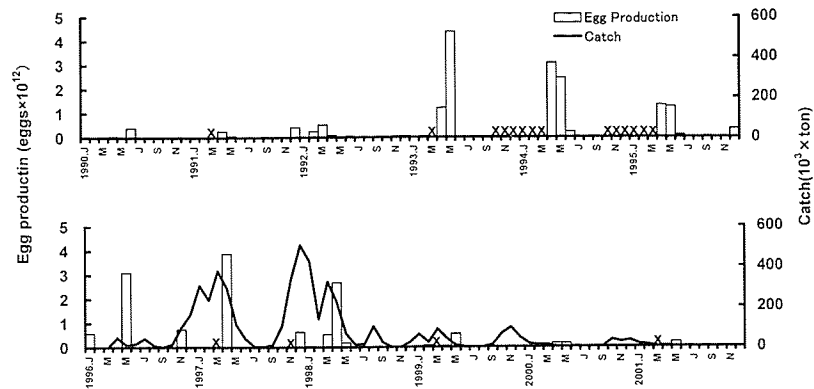


Figure 5. Monthly egg production and gill net catch of adult Japanese sardine by fishing boats which belong to Kawanoie Fishermen's Cooperative Association in Hiuchi-Nada from 1990 to 2001. (X; No data)

行「漁業・養殖業生産統計年報」) その単価が上昇したこと、関東方面の販売ルートが整備されたことにより、1996年から刺網によるマイワシ成魚を漁獲対象とした漁業が実施されるようになった。なお、川之江漁業協同組合における月平均単価は1996~1999年までは200~500円/kgで推移したが、漁獲量が急減後の2000年以降は1,000円/kg以上まで上昇した。

産卵量と漁獲量の関係

Fig. 4にはさらに燧灘におけるマイワシの年間産卵量も示し、月別の産卵量と刺網による漁獲量をFig. 5に示した。産卵量は1992年までは1兆粒以下と低水準であったが、1993年に急増し、1994年に5.89兆粒とピークとなった。その後、1998年まで高水準であったが、1999年に急減しそれ以降は低水準で推移した。一方刺網による成魚の漁獲は1996年より開始され、1998年までは高水準であったが、1999年には産卵量と同様に急減した。産卵量は4~5月の春季に多く、毎月調査が実施された1996年の産卵量はそれぞれ、1~3月は0.57兆粒(13%)、4~6月は3.13兆粒(70%)、10~12月は0.74兆粒(17%)であり、7~9月の産卵はなかった。成魚の漁獲は概ね10、11月から増加し、12~3月にピークとなった後、5~6月に減少し、夏季の7~8月の漁獲量は少なかった。なお、漁獲量の多かった1997~1999年には2月に明瞭な漁獲量の減少がみられた。また、漁獲量と産卵量の動向をみると、1997~1999年には春季における漁獲量のピークの1ヶ月後に、産卵量のピークが出現した。

次に、産卵量の多かった1993~2001年の主産卵期である4~6月における刺網の漁獲量と、同期間における産卵量の関係をFig. 6(A)に示した。マイワシ成魚が積極的に漁獲された1997~2001年に限定すると、刺網の漁獲量と産卵量の間には正の相関が認められた($r=0.999$, $P<0.001$)。次に、1993~2001年の4~6月における産卵量と、パッチ網による6~9月の0歳魚漁獲量の関係をFig. 6(B)に示した。同様に

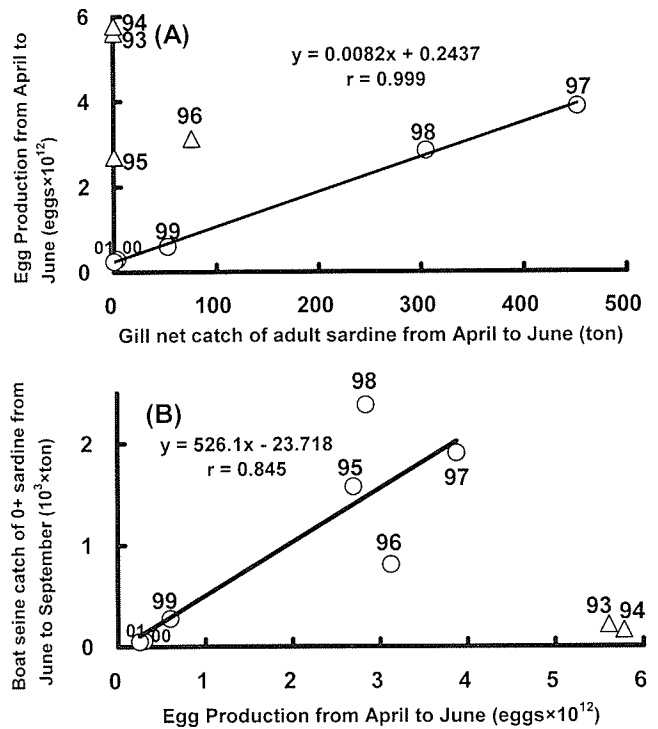


Figure 6. Correlations of gill net catch of Japanese sardine from 1997 to 2001 (A) and boat seine catch from 1995 to 2001 (B) with egg production, respectively. In both figure A and B regression equations and correlation coefficients were calculated by data of open circles. Because open triangle data were ones that the sardine fisheries did not fully operate under low commercial price of sardine. Gill nets belong to Kawanoie Fishermen's Cooperative Association, which operated to get adult sardine. Boat seines belong to coastal fishermen's cooperative associations in Hiuchi-Nada, which operated to get caught 0+ sardine.

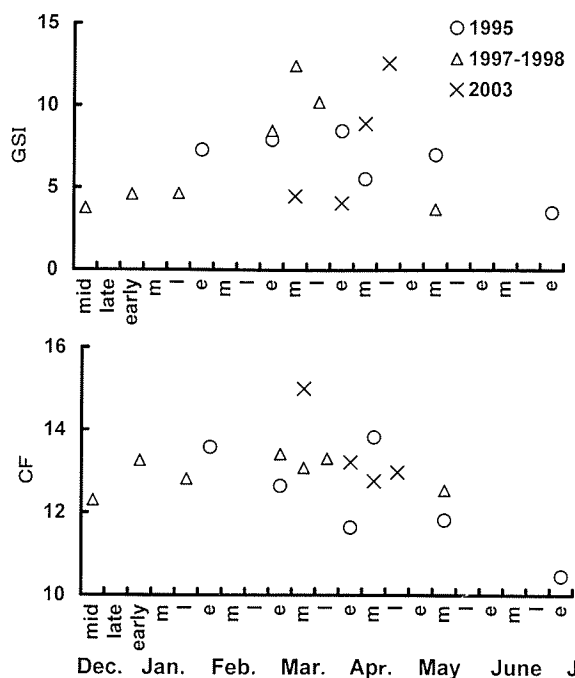


Figure 7. Temporally change of average gonadosomatic index (GSI) and condition factor (CF) values for adult female Japanese sardine (over 180 mm body length) sampled from Hiuchi-Nada in January–July 1995, December 1997–May 1998 and March–April 2003.

GSI, $100 \times (\text{weight of ovary (g)} / \text{total body weight (g)})$. CF, $((\text{total body weight (g)} - \text{weight of ovary (g)}) \times 10^6) / (\text{body length (mm)})^3$

マイワシ0歳魚が積極的に漁獲された1995~2001年に限定すると、産卵量と0歳魚漁獲量との間にも正の相関が認められた($r=0.845$, $P<0.05$).

成魚の成熟と肥満度

入手した標本のうちマイワシの産卵期について検討することができた1995年1~7月、1997年12月~1998年4月、および2003年3、4月の雌の成魚(体長180 mm以上)の平均生殖腺指数(GSI)と肥満度(CF)をFig. 7に示した。成熟状態の基準として、松浦(1993)の成熟度判定基準を参考に、平均のGSIが5以上を成熟期の産卵群とした。GSIは調査した3ヵ年で年による違いがみられるものの、GSIが5以上の成熟期の群は3~4月に漁獲された。CFは3~4月においてGSIの高い群で低下する傾向が認められ、5月以降の経産期以降にはCFが低下する傾向が認められた。

体長組成と年齢

1995~1998年における盛漁期の6~9月にパッチ網で漁獲されたマイワシについて、漁獲された年を考慮せず、月別の体長組成をFig. 8に示した。これは全体として0歳魚の経月的な成長を示しており、6月には40~44 mm階級と105~109 mm階級(これは秋季発生群と考えられる)の分離したモードを持つマイワシが漁獲され、7月には

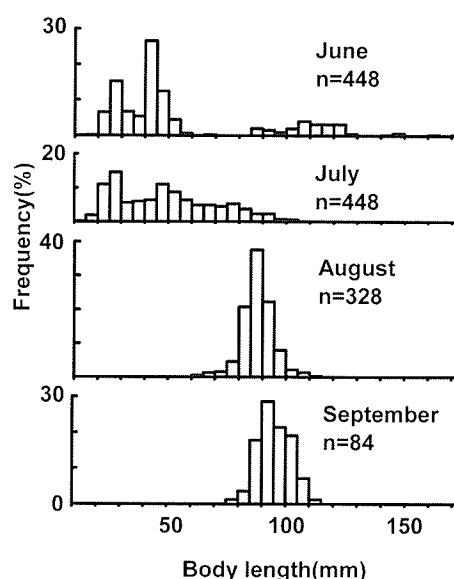


Figure 8. Monthly change in frequency distribution of body length of 0+ Japanese sardine sampled from Hiuchi-Nada, which was drawn without considering sampled year. These specimens were caught by boat seine from 1995 to 1998.

15~104 mmまでの幅広い体長のマイワシが漁獲された。8月は85~89 mm階級、9月は90~94 mm階級にそれぞれモードを持つ群が漁獲された。

1994~2003年(1997年と2002年はデータなし)の1~4月に刺網を主体に漁獲されたマイワシの体長組成をFig. 9に示した。1995年および1998~2001年には185~204 mmにモードを持つマイワシが漁獲された。一方、1994年と2003年は明瞭なモードが出現せず、体長範囲の広いマイワシが漁獲された。また、1996年と2000年のように、それぞれ145~149 mm階級、155~159 mm階級にモードを持つマイワシが漁獲される年もあった。

1995年と2003年に刺網および定置網で漁獲されたマイワシの年齢組成をFig. 10に示した。両年ともに3歳魚(1995年55%、2003年41%)と4歳魚(1995年27%、2003年22%)が高い割合を占めた。次に1995年と2003年の年齢別平均体長をTable 1に示した。2003年の各年齢における平均体長は、1995年と比較し一貫して大きく、3歳魚と4歳魚では有意に大きかった(t -検定、それぞれ $P<0.001$, $P<0.01$)

考察

外海域に近接する紀伊水道~播磨灘および宇和海~伊予灘では、1980年代に漁獲量がピークとなった後減少し、1990年代以降は低水準で推移した(Fig. 2)。この増減のパターンは太平洋岸におけるマイワシ漁獲量(Wada and Jacobson, 1998)の増減パターンと類似しており、太平洋岸のマイワシ資源量の増減に伴う、生息域の拡大および縮小の

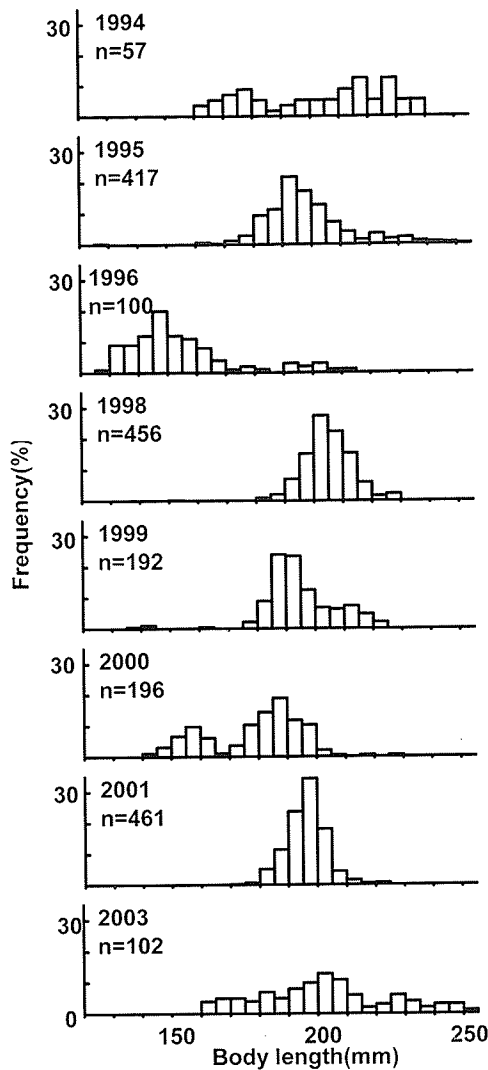


Figure 9. Annual change in the frequency distribution of body length of adult Japanese sardine sampled mainly by gill net from Hiuchi-Nada from January to April every year except 1997 and 2002.

結果であると考えられる (高尾, 1985). 1980年以降の瀬戸内海におけるマイワシの年間産卵量は, 1983年の一時的な増加を除けば, 1990年までは低水準で推移した (Zenitani *et al.*, 2001). また薩南海域から土佐湾におけるマイワシ産卵場の変遷と, 瀬戸内海におけるマイワシの漁獲量の推移がよく対応していることなどから (小西, 1984), 外海域に近接する瀬戸内海では, 太平洋岸で産卵されふ化後に瀬戸内海に輸送され成長したマイワシが漁獲の主体であると考えられる. 一方瀬戸内海中央部の燧灘, 備後・芸予瀬戸および安芸灘の各海域では, 太平洋岸および外海域に近接する瀬戸内海における漁獲量の推移と異なり, 1990年代に漁獲量が増加した. 1990年以降の瀬戸内海におけるマイワシの年間産卵量は, 1993年に急増後1995年以降

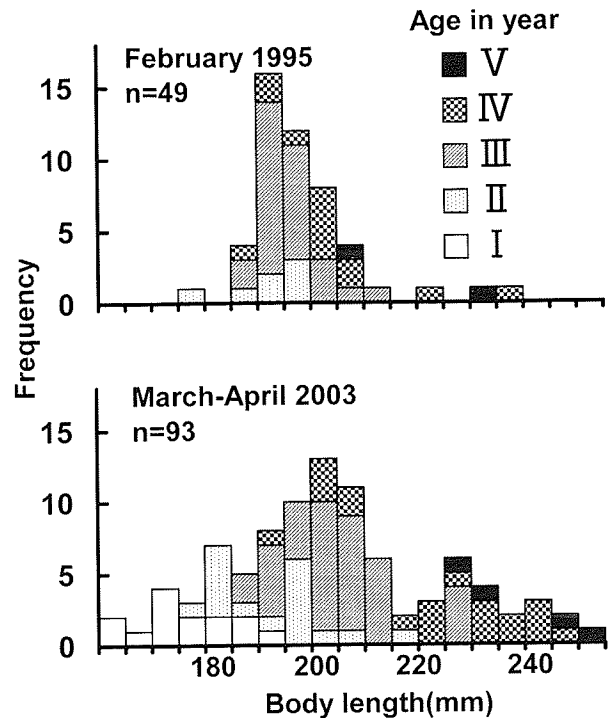


Figure 10. Body length distribution and age composition by length class of adult Japanese sardine sampled from Hiuchi-Nada in 1995 and 2003. These specimens were mainly caught by gill net except 37 specimens by set net in 2003.

Table 1. Mean body length in mm of Japanese sardine by age group in 1995 and 2003.

Year	Age group				
	I	II	III	IV	V
1995		190.6	194.8	203.9	218.0
2003	176.1	192.3	207.6	223.4	238.8

漸減したが, その増加は瀬戸内海の中央に位置する燧灘と安芸灘, および伊予灘の急増を反映したものであった (Zenitani *et al.*, 2001), つまり, 1990年代における燧灘などの瀬戸内海中央部における漁獲量の増加は, 瀬戸内海中央部まで入り込んだ成魚群 (Fig. 9) および内海の発生群 (Fig. 8)の資源量の増加の結果であると考えられる. このように瀬戸内海におけるマイワシは, 1980年代に太平洋に近接する海域に生息域を拡大し, その後1990年代に瀬戸内海の奥部まで生息域を拡大したといえる.

燧灘におけるマイワシ成魚の積極的な漁獲は1996年の秋季より始まったため (Fig. 5), それ以前における成魚の来遊量の変化を漁獲量だけでは評価することができない. 成魚を対象とした漁業が行われた期間では, 漁獲量と産卵

量の間には正の相関が認められたことから (Fig. 6)、当海域では産卵量は成魚の資源量を概ね代表すると考えられる。このことより、1996年の刺網の漁獲量急増に先立ち、1993年から成魚の来遊量は急増し、6年後の1999年に来遊量は急減したと考えられる。

燧灘におけるマイワシの産卵量は4~5月に多く (Fig. 5)、生殖腺熟度指数から判断した成熟期は3~4月であったことなどから (Fig. 7)、当海域の主産卵期は4~5月といえる。マイワシ仔魚の耳石日周輪の観察や仔稚魚の採集結果から、燧灘における5~6月および11~翌年1月の2回の産卵期が存在することが確認されている (Shoji *et al.*, 1999; 小路ら, 2002)。本研究においても主産卵期以外の11月~翌年1月における産卵がみられたが (Fig. 5)、春季以外の産卵量は少なく資源に与える影響は小さかったと考えられる。土佐湾ではその産卵期が10月~翌年4月と長期に及び (小西, 1980)、その中でも10~11月と2~3月を産卵期とする生活周期の異なる2つの群で構成される可能性が示唆されている (森本, 1998)。本研究の1990年代の燧灘における成魚の漁期および産卵期は11月~翌年5月と長期間におよぶことと (Fig. 5, 7)、2月に漁獲量の顕著な減少がみられたことは (Fig. 7)、土佐湾と同様に2群で構成される可能性を示唆している。

土佐湾では資源減少に伴って肥満度 (CF) が上昇し、その栄養状態の回復に伴い、バッチ産卵数が増大したことが示唆された (森本, 1998)。燧灘における3月のCFは平均12.7から15.0で推移し (Fig. 7)、土佐湾における1990~1996年までの結果 (森本, 1998; Morimoto, 2003) と比較すると同等またはそれ以上のCFであった。このことより、燧灘に来遊したマイワシは、資源の減少期に土佐湾に分布したマイワシと同等またはそれ以上の再生産能力を持っていたと考えられる。また、2003年の3歳魚および4歳魚の平均体長は、1995年の同年齢の平均体長と比較し有意に大きかった (Table 1)。土佐湾における資源減少期のマイワシの成長は周辺海域の資源量の影響を受けることや (Morimoto, 2003)、マイワシの体長は資源量と明瞭な負の相関がみられること (Hiyama *et al.*, 1995) が知られている。燧灘に来遊したマイワシの成長も同様に、太平洋岸の資源量の減少により向上したと考えられる。

1~4月に刺網の漁獲対象となった成魚のマイワシは、体長185~204 mmにモードを持ち、3歳魚および4歳魚主体で構成されていた (Fig. 9, 10)。資源が低水準期における土佐湾のマイワシの年齢構成は、太平洋岸の年齢構成に一致することが知られている (Honda *et al.*, 2002)。本研究では年齢組成を継続的に調査していないため、年齢組成として対比させることはできない。そこで、燧灘 (1~4月) (Fig. 9) と土佐湾 (2~3月) の体長組成 (Honda *et al.*, 2002; Morimoto, 2003) を1994~1996年 (1995年はFig. 10により年齢組成で比較) および2000~2001年について対比した。1994

年は両海域とも1歳魚、2歳魚 (燧灘は不明瞭) および高齢魚の3つのモードが出現した。1995年は両海域とも1歳魚の割合が低下し、2歳魚と3歳魚の割合が高まったが、4歳魚の割合は異なり燧灘で高かった。1996年は両海域とも大型の高齢魚の割合が減少するとともに、160~164 mm階級 (燧灘145~149 mm階級) にモードを持つ小型魚の割合が高まった。2000年は両海域とも2歳魚主体の175~179 mm階級 (燧灘185~189 mm階級) にモードが出現し、高齢魚の割合が小さかった。2001年は両海域とも3歳魚主体の185~189 mm階級 (燧灘195~199 mm階級) にモードが出現した。このように土佐湾と燧灘両海域の体長組成の特長には多くの類似点がみられた。また、両海域とも2回の産卵期がみられたことや、2つの産卵群で構成される可能性が示唆されるなど繁殖生態においても類似点がみられた (Fig. 5, 森本, 1998; Shoji *et al.*, 1996; 小路ら, 2002)。このことから、燧灘に来遊したマイワシ成魚は燧灘で独立して存在した群ではなく、外海資源の一部により構成されていたと考えられる。

燧灘はマイワシの来遊以前からカタクチイワシを主体とした浮魚の漁獲割合が高いことが特徴であったが (永井, 1996)、カタクチイワシ漁獲量の急減前の1979~80年と急減後の1993~94年では植物プランクトンおよびカイアシ類現存量には大差がなかった (Uye *et al.*, 1987; Uye *et al.*, 1996)。マイワシとカタクチイワシの食性は類似しており、食物をめぐる密接な相互関係により、両者の資源量は逆相関すると考えられている (川崎, 1992)。燧灘におけるカタクチイワシ漁獲量は、マイワシの来遊以前より減少に転じており、その原因として発生量の減少に加え、シラスを中心とした漁獲率が高いことなどが指摘されている (高場, 1999)。つまり、燧灘のカタクチイワシ資源の減少により、他の浮魚類にとって利用可能な低次生産の部分、つまり動・植物プランクトンといった餌料に余剰が生じ、従来カタクチイワシが占めていた生態学的地位 (niche) をマイワシが利用できたことが来遊と滞留の一因である可能性が示唆される。

燧灘におけるマイワシの漁獲量は1999年に急減後、2001年まで低水準で推移した。太平洋岸のマイワシは1988~1991年にかけての連続した加入の失敗により、その資源量が高水準期から低水準期へと移行したことが知られている (Watanabe *et al.*, 1995)。燧灘に来遊した成魚も外海資源の一部であることから、その後の太平洋岸の資源量減少に伴い、1990年代に一時的に増加した燧灘への成魚の来遊量も減少したと考えられる。

謝 辞

本研究は、香川県水産試験場、愛媛県中予水産試験場東予分場および愛媛県水産試験場調査船よしゅうの調査結果に基づくものであり、香川県水産試験場の阿部享利氏、愛

媛県中予水産試験場の塩田浩二氏（現愛媛県今治地方局水産課）、西山雄峰氏（現愛媛県中予栽培漁業センター）、谷川貴之氏（現愛媛県水産試験場）、村田憲之氏（現愛媛県水産局漁政課）および調査船よしゅうの歴代船長と乗組員の方々に深く感謝いたします。また、修士論文のデータの使用にご承諾いただいた広島大学大学院生物圏科学研究科元大学院生原口英哲氏に深謝いたします。研究の過程において有益なご助言とご指導をいただいた瀬戸内海水産研究所の銭谷弘博士に深謝いたします。調査実施に当たりご協力をいただいた川之江漁業協同組合の篠原剛参事ほか職員の方に感謝の意を表します。

引用文献

- 橋本博明・岡島静香・角田俊平 (1989) イワシパッチ網の漁獲物とカタクチイワシをめぐる魚類の漁獲量の動向。広島大学生物生産学部紀要, **28**, 79-92.
- Hiyama, Y., H. Nishida and T. Goto (1995) Interannual fluctuations in recruitment and growth of the sardine, *Sardinops melanostictus*, in the Sea of Japan and adjacent waters. Res. Popul. Ecol., **37**, 177-183.
- Honda, H., M. Ishida, T. Mitani, S. Uehara, Y. Hirota, H. Sakaji, K. Nishida 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.
- Ishikawa, S., H. Hashimoto and K. Gushima (1995) Incidental catch of sardines by the seine fishery in Hiroshima Bay. Fish. Sci., **61**, 523-524.
- 川崎 健 (1992) SHサイクルとそれを引き起こすメカニズム。水産海洋研究, **56**, 491-500.
- 小西芳信 (1980) 上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, **36**, 47-50.
- 小西芳信 (1984) 南西外海域における黒潮と卵・稚仔の分布。南西ブロック海洋研究会報告, **1**, 11-18.
- 松浦修平 (1993) マイワシ産卵親魚の成熟状況からみた資源動態モニタリング。水産海洋研究, **57**, 35-42.
- 森本晴之 (1998) 成熟。マイワシの資源変動と生態変化。渡辺良朗・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.
- 永井達樹 (1996) 望ましい漁業・持続的な開発に向けて。瀬戸内海の生物資源と環境。岡市友利・小西星児・中西 弘編, 恒星社厚生閣, 東京, 83-95.
- Shoji, J., T. Machara and M. Tanaka (1999) Two spawning seasons of the Japanese sardine in Hiuchi-Nada, the central Seto Inland Sea. Fish. Sci., **65**, 784-785.
- 小路 淳・前原 務・武智昭彦・谷川貴之・村田憲之・田中 克 (2002) 瀬戸内海中央部の燧灘において採集された仔稚魚。日本誌, **68**, 835-842.
- 高場 稔 (1999) 広島県東部海域におけるカタクチイワシ資源尾数の推定。広水試研報, **20**, 15-19.
- 高尾亀次 (1985) 近年の瀬戸内海におけるマイワシ漁況。水産海洋研究, **49**, 68-69.
- Uye, S., H. Kuwata and T. Endo (1987) Standing Stocks and Production Rates of Phytoplankton and Planktonic Copepods in the Inland Sea of Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, **42**, 421-434.
- Uye, S., N. Nagano and H. Tamaki (1996) Geographical and seasonal variations in abundance, biomass and estimated production rates of microzooplankton in the Inland Sea of Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, **52**, 689-703.
- Wada, T. and L. D. Jacobson (1998) Regimes and stock-recruitment relationship in Japanese sardine (*Sardinops melanostictus*), 1951-1995. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **55**, 2455-2463.
- 渡辺昭生・塩田浩二・西山雄峰 (1995) 愛媛県内海域におけるマイワシの漁獲動向。南西外海の資源・海洋研究, **11**, 59-64.
- 渡部泰輔 (1983) 卵数法。水産資源の解析と評価。石井丈夫編, 恒星社厚生閣, 東京, 9-29 pp.
- Watanabe, Y., H. Zenitani and R. Kimura (1995) Population decline of Japanese sardine *Sardinops melanostictus* owing to recruitment failures. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **52**, 1609-1616.
- Zenitani, H., K. Tsujino, K. Saiura and T. Kato (2001) Interannual fluctuation in recruitment and egg production of Japanese Sardine in the Seto Inland Sea. Bull. Jpn. Soc. Fish. Oceanogr., **65**, 145-153.