

瀬戸内海西部におけるサワラ資源の年齢組成の変化

河野 悌昌・花村 幸生・西山 雄峰・福田 雅明

Changes in the Age Composition of Japanese Spanish Mackerel, *Scomberomorus niphonius*, in the Western Seto Inland Sea, Japan

Naoaki Kono, Yukio Hanamura, Yuho Nishiyama and Masaaki Fukuda

Long term changes in the population structure of Japanese Spanish mackerel, *Scomberomorus niphonius* (Cuvier) in the western Seto Inland Sea are discussed based on fisheries statistics, together with CPUE (catch per vessel) analysis and age composition data from Kawarazu Fisheries Port in Hiuchi-Nada. The catch of Japanese Spanish mackerel in the western Seto Inland Sea showed a maxima in the 1980s, with the highest catch being 2,848 ton in 1980. Thereafter the total catch tends to decrease, and in 1994 it was only 14.7% of the 1980 level. The annual landings at Kawarazu varied between 6.5 and 92.7 ton from 1982-1995, and these values showed a positive correlation with catches for the entire western Seto Inland Sea ($r=0.838, p<0.001$). Analysis of CPUE showed a marked decrease from 1987 onward, and in 1995 it was at 17.4% of the 1987 level. Coinciding with this phenomenon, the catch and effort in 1995 (annual total vessels operated) also decreased to 7.3 and 42.1% of their 1987 level, respectively. Analysis of length frequency histograms revealed that the composition of fish of 2-years and older constituted 81.0-100% of the whole population before 1994, thereafter these fish constituted 59.5% in 1995, and subsequently to 26.1% in 1996. The age composition data from fish scale analysis also exhibited the same change in age composition structure, though only a slight difference is noted in the relative composition. Inversely, composition of 1-year old fish increased in recent years from a low level ranging 0-19.0% from 1986-1994, and comprised 40.5% in 1995 and 73.9% in 1996. There is a tendency of increasing total length of 1 and 2-years old fish with decreasing CPUE. All these facts suggest that the population level of Japanese Spanish mackerel in the western Seto Inland Sea has decreased significantly over the past ten years, and excessive fishing pressure is assumed to be the prime factor causing this reduction.

Key words: catch, age composition, Japanese Spanish mackerel, Seto Inland Sea

サワラ *Scomberomorus niphonius* (Cuvier) はサバ科に属し、体長で 1 m、体重は 8 kg に達する大型の魚種である。瀬戸内海（以下、内海と言う）のサワラには漁場の形成時期と移動様式から、東部（備讃瀬戸以東）と西部（燧灘および備後芸予瀬戸以西）の 2 系群の存在が推定されている（林ら 1919）。春（4~5 月）になると産卵親魚（2 歳魚以上）および索餌回遊魚（1 歳魚）が東は紀伊水道、西は豊後水道から内海に

来遊する。また漁獲物の成熟状態（林ら 1919）や卵の分布状態（林ら 1919, 水戸 1965, 岸田 1988, 岸田 1990）から、サワラは安芸灘から播磨灘に至る海域を中心に産卵し、この産卵回遊群が主たる漁獲対象とされてきた（岸田 1989）。

サワラは内海を代表する重要な漁業資源であることから、その漁獲量や資源量の動向が注目されてきたが（永井・岸田 1989）、最近では漁獲

が著しく低迷している（永井ら 1996, 武田 1996）。内海東部ではサワラ資源の開発が過度である（永井ら 1996）ことが指摘されたが、内海西部では資源状況について、現在まで十分な検討はなされていない。そこで、本研究では内海西部のサワラ資源について年々の漁獲量および漁獲物体長組成の資料を基に資源動向と年齢組成を検討した。

本研究のとりまとめを行うに際し、有益な助言をいただき、また校閲を賜った南西海区水産研究所資源管理部岸田周三部長および資源管理部内海資源管理研究室永井達樹室長に厚く御礼申し上げる。また、愛媛県河原津漁業協同組合長横 義幸氏ほか、関係者の方々には長年にわたり、調査に御協力頂いたことを記して、深謝する。

材料と方法

内海は紀伊水道から周防灘に至る 9 つの海域で構成される (Fig. 1)。本研究では既往の区分に従い、備讃瀬戸以東の海域を東部、燧灘および備後芸予瀬戸以西の海域を西部とする。内海西部のサワラ漁獲量の経年変化は「瀬戸内海漁業灘別漁獲統計累年表」（日本水産資源保護協会 1986）、「瀬戸内海地域の漁業」（中国四国農政局統計情報部 1983~1993）および「瀬戸内海地

域における漁業動向」（中国四国農政局統計情報部 1994~1996）の各漁獲統計資料を用いて検討した。上述の漁獲統計資料ではサワラの漁獲量は「さわら類」として集計されているが、現地での聞き取りや観察から内海での漁獲量はすべてサワラとして差し支えない。なおサワラ流し網による漁獲量は「その他の刺網」として集計されている。

内海西部におけるサワラの漁獲量は燧灘が最も多いので（永井・岸田 1989）、燧灘の主要な水揚げ地である愛媛県河原津漁協 (Fig. 1) の漁獲量が内海西部全体の漁獲動向をあらわすかどうかをまず検討した。次に 1982~1995 年の河原津漁協の CPUE（単位努力当りの漁獲量）および 1986~1996 年の漁獲物体長組成の経年変化から内海西部におけるサワラの資源動向を検討した。具体的には 1982~1994 年の河原津漁協と内海西部における漁法別漁獲量の割合を比較し、また漁獲量の相関関係を調べた。これらの検討には上述した漁獲統計資料の他に、河原津漁協の水揚げ帳から集計した年別の漁獲量と操業隻数を用いた。なお河原津漁協では流し網のみが行われ、その許可隻数は 25 隻である。

内海西部のサワラの産卵期は主に 5~6 月であること（岸田・会田 1989）から 5 月の漁獲物体長組成は春漁期全体の漁獲物体長組成を代表していると考えられる。よって河原津漁協での漁

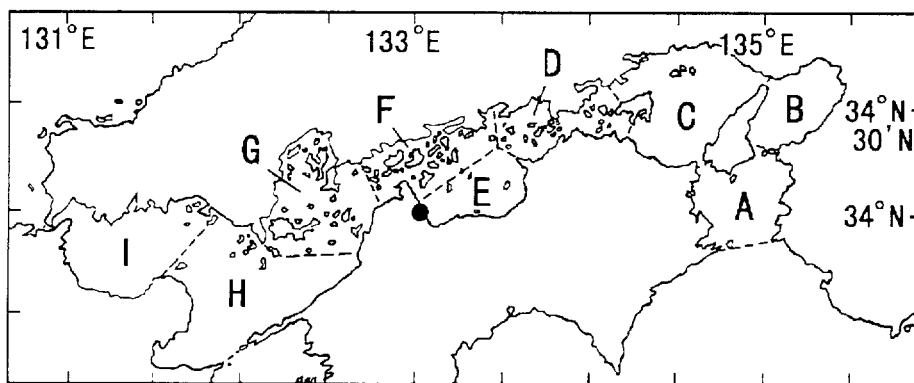


Fig. 1. Map of the Seto Inland Sea, indicating the sampling location.

A: Kii-Channel, B: Osaka-Bay, C: Harima-Nada, D: Bisan-Seto, E: Hiuchi-Nada, F: Bingo・Geiyo-Seto, G: Aki-Nada, H: Iyo-Nada, I: Suo-Nada, A-I: the Seto Inland Sea, A-D: the eastern Seto Inland Sea, E-I: the western Seto Inland Sea, ●: Kawarazu

Table 1. Sampling records of Japanese Spanish mackerel in Kawarazu.

Sampling day	No. of individuals measured fork length	No. of individuals from which some scales were taken for identification of age
May 15, 1986	250	-
May 13, 1987	257	-
May 13, 1988	23	-
May 19, 1989	421	-
May 18, 1990	231	-
May 25, 1991	235	-
May 20, 1992	278	66
May 26, 1993	167	-
May 26, 1994	51	-
May 18, 22, 23, 1995	173	28
May 9, 17, 28, 1996	155	-

獲物の測定は1986～1996年のいずれも5月に行い (Table 1), 標本は漁協市場に水揚げされた漁獲物から無作為に抽出し, 木製の大型ノギスを用いて1 cm単位で尾叉長を測定した。体長組成による年齢組成の推定は, 内海西部産サワラの成長式による年齢別体長 (岸田ら1985) を参考に, 多峰型の頻度分布を複数の正規分布に分解するための堤・田中 (1987) の世代解析プログラムを用いて行った。一方, 1992年と1995年には体長を測定した個体の一部から胸鳍裏側の鱗を採取し (Table 1), 岸田ら (1985) に準じて年齢を査定し, 体長組成から得た年齢組成の妥当性を検討した。この際, 年齢査定を行った個体の体長を50～100 cmまで, 10 cmごとの5階級に分け, 各階級ごとに年齢別の個体数割合を求め, 次に体長組成を同様の体長群に分けて, 先に求めた割合を体長組成の階級別個体数に乗じて, 各階級の年齢別個体数を求めた。これらの値を年齢別に合計し, 体長組成全体における年齢別個体数を求め, 年齢組成とした。

Kishida (1991) は内海西部産サワラの主産卵場である備後芸予瀬戸と燧灘において卓越年級群が発生しやすい水温分布の条件を示唆している。よって本研究においても水産庁による浅海定線調査資料を用い, 一部の年についてサワラの産卵期における水温分布を検討した。

結 果

内海および内海西部におけるサワラ漁獲量の経年変化

内海全体のサワラ漁獲量は1952～1975年まで909～1,912トンで比較的変動が少なかったが, 1970年代後半から漁獲量は増加し, 1986年には6,255トンで過去最高となった。しかし, 1980年代後半から漁獲量は減少傾向に転じ, 1994年には1,254トンにまで急減して, 1986年の漁獲量の20.0%になった (Fig. 2)。内海西部の漁獲量は1970年から徐々に増加し, 1980年に2,848トンに達したが, 1994年には418トンに減少し, 1980年の14.7%になった。

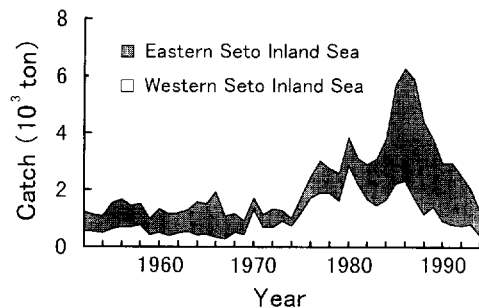


Fig. 2. Annual changes of catch (10^3 ton) of Japanese Spanish mackerel in the Seto Inland Sea from 1952 to 1994.

1982～1994年の内海西部におけるサワラ漁業では、流し網による漁獲量の割合が総漁獲量の68.7～87.5%（平均79.2%）と常に高い値を示した（Fig. 3）。流し網以外の漁具では揚繰網が多く、4.4～25.5%（同13.1%）、その他の漁法による漁獲量は2.8～13.6%（同7.7%）であった。内海西部と河原津漁協ではいずれも流し網が主要な漁法として共通していた。

河原津漁協の漁獲動向

1982～1994年における河原津漁協と内海西部のサワラ漁獲量の関係を Fig. 4 に示した。河原津漁協の漁獲量（ X , トン）、内海西部の漁獲量（ Y , 10^3 トン）の関係は次式であらわされた。

$$Y = 0.019 X + 0.436 \quad (r = 0.838)$$

河原津漁協の漁獲量が多い年ほど内海西部の

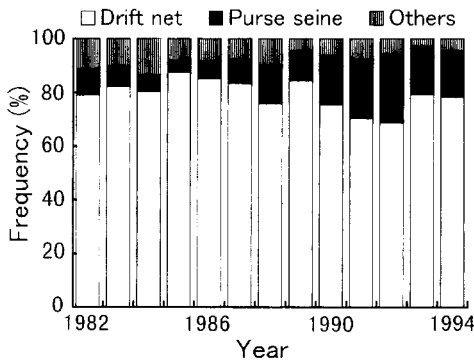


Fig. 3. Changes in percent frequency of catch of Japanese Spanish mackerel by types of gear in the western Seto Inland Sea from 1982 to 1994.

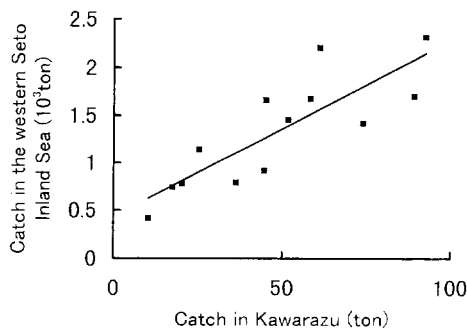


Fig. 4. Relationship between catch of Japanese Spanish mackerel in Kawarazu (ton) and that in the western Seto Inland Sea (10^3 ton).

漁獲量も多く、両者の漁獲量には明らかな正の相関が認められた ($p < 0.001$)。

1982年の河原津漁協における漁獲量は58.4トンであり、1986年までには92.7トンに増加した。しかし、その後増減を繰り返しながら1995年には6.5トンに減少し、1995年の漁獲量はCPUE（1隻1日当りの漁獲量）が最大となった1987年の漁獲量の7.3%になった（Fig. 5）。同期間に努力量（年間の出漁延べ隻数）は1,141隻から400隻に減少し、1995年の努力量は1987年の42.1%になった。これに伴い、CPUEは51.2 kgから16.3 kgに減少し、1995年のCPUEは1987年の17.4%になった。

年齢組成の経年変化ほか

1986～1996年5月の河原津漁協の漁獲物体長組成を複数の体長群に分解し、これらを年級群と考えた（Fig. 6）。体長組成はいずれの年も多峰型を示した。1986～1994年の漁獲物の主要なモードは2歳魚と3歳魚で64～72 cmの間にあったが、1995年では58～60 cm、1996年では54～56 cmで1歳魚になった。また、1995年と1996年には64～72 cm前後に主要なモードがみられなかった。また2歳魚のモードは1991年まではほぼ65 cm前後にみられたが、1992年以降では大型化の傾向を示し、1995および1996年にはほぼ76 cmになった。

正規分布をあてはめて得た年齢組成の理論値を Table 2 に示した。1986～1994年までは、総計測個体に占める2歳魚以上の高齢魚の割合は81.0～100%を占めていたが、1995年と1996年に

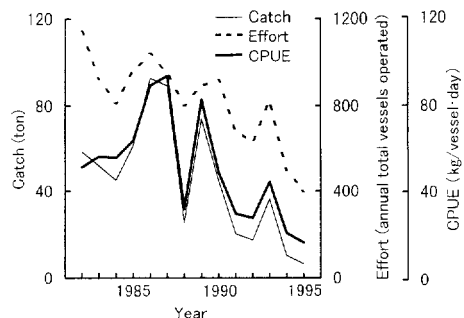


Fig. 5. Trends on the catch (ton), effort (annual total vessels operated), and CPUE (kg/vessel·day) of Japanese Spanish mackerel at Kawarazu from 1982 to 1995.

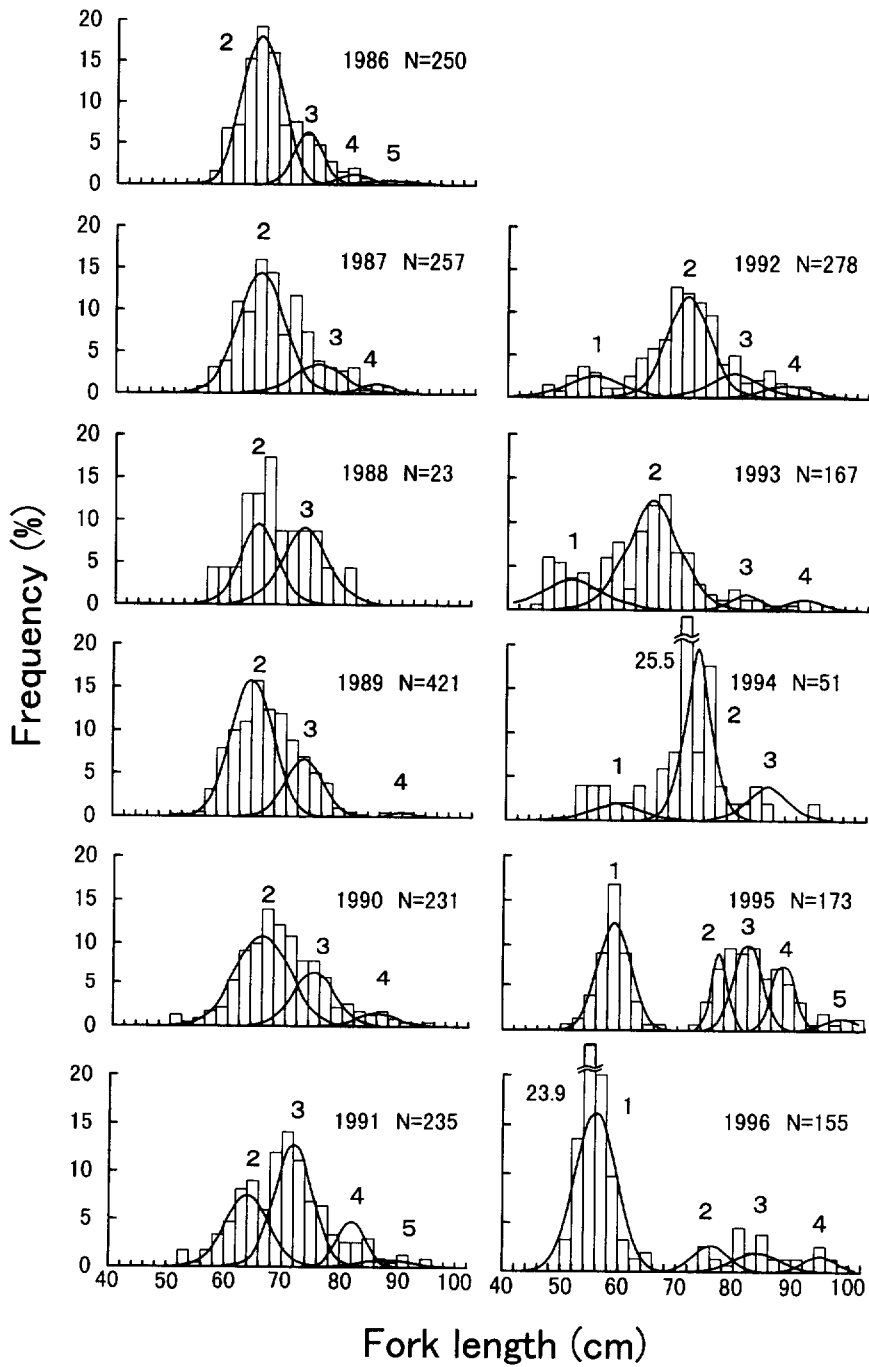


Fig. 6. Size frequency histograms of Japanese Spanish mackerel landed in May at Kawarazu, from 1986 to 1996. Curves and numerals in the figures show the theoretical length frequencies (normal distributions) and age in years, respectively.

Table 2. Age composition (%) estimated from the size frequency histogram analysis for Japanese Spanish mackerel in May at Kawarazu from 1986 to 1996.

Age	Year										
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	0	0	0	0	0	0	17.0	19.0	15.8	40.5	73.9
2	73.8	76.1	47.6	71.2	64.8	33.6	58.5	72.2	68.1	12.9	10.4
3	21.2	20.1	52.4	27.4	28.6	49.7	16.7	4.2	16.1	26.3	9.9
4	2.5	3.8	0	1.4	6.6	12.5	7.8	4.6	0	15.6	5.8
5	2.5	0	0	0	0	4.2	0	0	0	4.7	0
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

は2歳魚がそれぞれ12.9, 10.4%と大きく減少したので、この値は59.5, 26.1%に減少した。一方、1986~1994年の1歳魚の割合は0~19.0%であったが、1995年には40.5%, 1996年には73.9%と大きく増加した。また1995年から1996年にかけて3歳魚の割合は26.3%から9.9%に減少し、4歳魚の割合も15.6%から5.8%に減少した。このように1986~1991年は2~3歳魚を主体に2~5歳魚を漁獲し、1992~1994年には2歳魚を主体に1~4歳魚を漁獲したが、1995~1996年には1歳魚が主体となり、漁獲量が減少する中で漁獲物の低年齢化が認められた。

鱗による年齢査定から推定した年齢組成をTable 3に示した。体長40~50 cmと100~110 cmの個体からは鱗を採取できなかった。50~60 cmの個体はすべて1歳魚であったので前者を1歳魚とみなし、後者をその年の体長90~100 cmの年齢別割合を用いると、1992年の1歳魚、2歳

魚、3歳魚の割合はそれぞれ16.7, 57.4, 20.1%と推定され、2歳魚以上の割合は83.3%となった。一方、1995年では1~3歳魚はそれぞれ40.5, 14.8, 40.7%と推定され、2歳魚以上の割合は59.5%となった。1992年に比べて1995年には、漁獲物中に占める1歳魚と3歳魚の割合が相対的に増加し、2歳魚の割合が大きく減少した。

1991年と1993年の5~6月の水温分布 (Fig. 7) をみると、両年とも5月には備後芸予瀬戸で比較的均一に分布し、燧灘で成層しているのが認められた。また、6月には燧灘で成層がさらに顕著になり、その程度は1991年の方がより顕著であった。

考 察

河原津漁協において調べた1986~1994年の内海西部の春漁期における漁獲物の主体は2歳魚と3歳魚であったが、これは1987年以前について調べた岸田(1989)と一致している。しかし1995年以降、漁獲物の主体が1歳魚となり、1994~1995年にかけて年齢組成が著しく変化した。また河原津漁協の流し網船のCPUEが顕著に低下した1994年以降、1~2歳魚の体長に大型化の傾向が認められるのは、内海西部のサワラ資源の個体群密度が内海東部(武田1996, 横川1996)と同様に低下していることを反映しているのかもしれない。

1995年に漁獲物中の2歳魚の割合が大きく減少したことから、この年齢群の来遊量が少な

Table 3. Age composition (%) estimated from fish scale analysis for Japanese Spanish mackerel in May at Kawarazu, in 1992 and 1995.

Age	Year	
	1992	1995
1	16.7	40.5
2	57.4	14.8
3	20.1	40.7
4	5.8	4.0
5	0	0
Total (%)	100	100

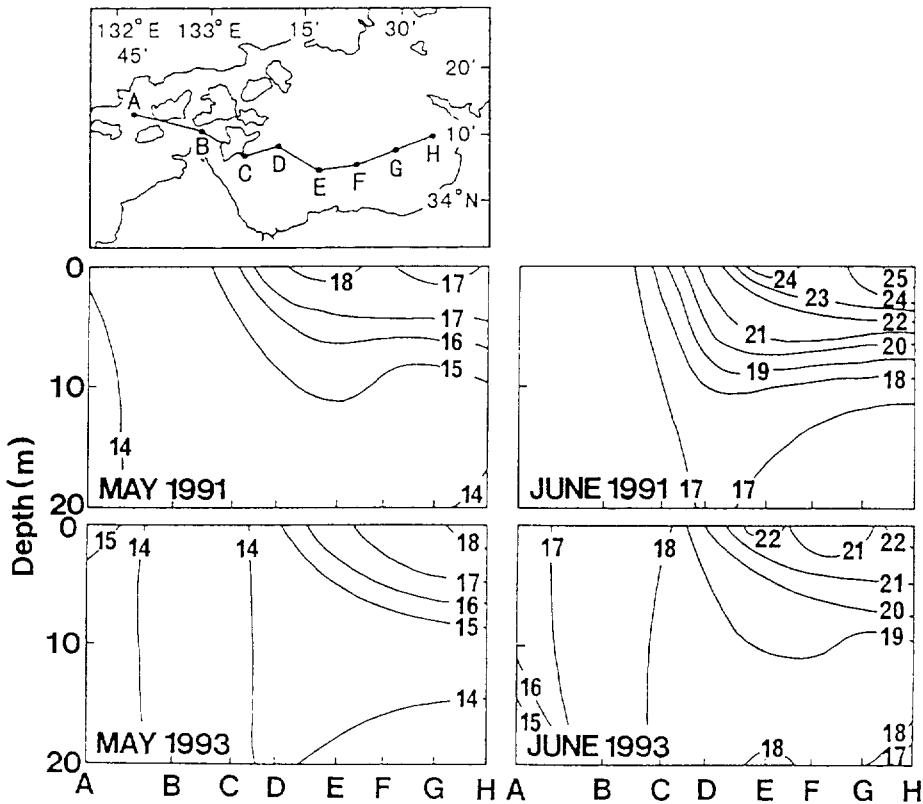


Fig. 7. Vertical profiles of water temperature ($^{\circ}\text{C}$) along a line joining from stn. A to H across Bingo-Geiyo-Seto and Hiuchi-Nada in May and June (1991 and 1993).

かったことが推察され、従って1993年には加入量が少なかった可能性がある。ところでKishida (1991)は燧灘においてサワラの前期仔魚、後期仔魚、稚魚の量およびその年齢群の1歳魚のCPUEの関係から、サワラは仔魚期の死亡率が高いことを示したほか、水温分布とサワラの仔魚期の生残について考察を加え、5月に成層構造を示す燧灘（産卵場）と鉛直混合が盛んな備後芸予瀬戸の水温が、6月に比較的均一になり、両海域において潮境が不明瞭になった年に仔魚の生残が高くなり、卓越年級群が発生する可能性を示唆した。1991年と1993年の水温分布を検討すると両年の6月の水温を比較すると、1993年の燧灘は1991年よりも2~3 $^{\circ}\text{C}$ 低く、ま

た燧灘漁海況速報*によると1993年の夏期は低水温で推移したことから、これらが稚魚の生残に何らかの影響を与えた可能性もある。一方、1996年に2歳魚の漁獲物割合が低かったのは、1995年に漁獲物の主体となった1歳魚が先取りされた結果、翌年の2歳魚の資源量が減少したためかも知れない。

いずれにしても本研究で述べたように、内海西部のサワラ資源について、近年CPUEが減少するなかで主産卵群である2歳魚と3歳魚の割合が減少していることから、産卵親魚数が著しく減少し、憂慮すべき状況となっていることが明らかとなった。そのような状況下で1歳魚への漁獲圧力を増すことは更なる資源状況の悪化を招くことになる予測される。

研究サイドとしては内海西部産サワラの資源

* 愛媛県中予水産試験場・愛媛県水産試験場、1993: 燧灘漁海況速報（第3号）~（第6号）。

研究をより詳細に進める必要があるが、現状は努力量の削減を早急に行うなど迅速な措置が必要であることを指摘したい。

文 献

- 林 満作・重田瑞穂・藍澤虎馬雄, 1919: 鯖漁業調査第壹報. 香川県水産試験場, 50 pp.
- 岸田 達, 1988: 瀬戸内海中部海域におけるサワラ卵・仔魚の鉛直・水平分布. 日水誌, **54**(1), 1-8.
- 岸田 達, 1989: 漁場の移動からみた瀬戸内海中西部域におけるサワラの分布と回遊. 南西水研研報, **22**, 13-27.
- 岸田 達, 1990: 卵採集結果からみた瀬戸内海におけるサワラの産卵時刻. 南西水研研報, **23**, 43-51.
- Kishida, T., 1991: Fluctuations in year-class strength of Japanese Spanish mackerel in the central Seto Inland Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57** (6), 1103-1109.
- 岸田 達・会田勝美, 1989: 瀬戸内海中西部域におけるサワラの成熟と産卵. 日水誌, **55**(12), 2065-2074.
- 岸田 達・上田和夫・高尾亀次, 1985: 瀬戸内海中西部域におけるサワラの年令と成長. 日水誌, **51**(4), 529-537.
- 水戸 敏, 1965: 瀬戸内海に出現する魚卵および稚仔魚の研究Ⅱ 出現する種類. 内海区水研刊行物C輯, **4**, 1-17.
- 永井達樹・岸田 達, 1989: 瀬戸内海産サワラの漁獲動向. 漁業資源研究会議 西日本底魚部会報, (17), 29-42.
- 永井達樹・武田保幸・中村行延・篠原基之・上田幸男・安部亨利・安部恒之, 1996: 瀬戸内海東部産サワラの資源動向. 南西水研研報, **29**, 19-26.
- 武田保幸, 1996: 紀伊水道産サワラの近年における漁獲低迷. 水産海洋研究, **60**(1), 18-25.
- 堤 裕昭・田中雅生, 1987: 多毛類の個体群動態の調査解析法(マイクロ・コンピューターを使用した体長の計測から世代解析まで). 日本ベントス研究会誌, **31**, 18-28.
- 横川浩治, 1996: 瀬戸内海東部域におけるサワラの成長および肥満度. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, (67), 179-198.

1997年1月13日受理 (Accepted on January 13, 1997)

南西海区水産研究所業績 A 第49号 (Contribution No. A49 from the Nansei National Fisheries Research Institute)

河野悌昌・花村幸生: 南西海区水産研究所 〒739-04 広島県佐伯郡大野町丸石 2-17-5 (N. Kono, Y. Hanamura: Nansei National Fisheries Research Institute, 2-17-5 Maruishi, Ohno, Saeki, Hiroshima 739-04, Japan)

西山雄峰: 愛媛県中予水産試験場東予分場 〒799-13 愛媛県東予市河原津甲 1188 (Y. Nishiyama: Toyo-Branch, Ehime Prefectural Chuyo Fisheries Experimental Station, Kawarazu, Toyo, Ehime 799-13, Japan)

福田雅明: 北海道水産研究所 〒085 北海道釧路市桂恋 116 (M. Fukuda: Hokkaido National Fisheries Research Institute, 116 Katsurakoi, Kushiro, Hokkaido 085, Japan)