

瀬戸内海東部域におけるサワラの資源水準と成長の関係

竹森 弘 征 ・ 山 田 達 夫

Relationship between Resource and Growth of Spanish Mackerel *Scomberomorus niphonius* in the Eastern Seto Inland Sea

Hiroyuki TAKEMORI, Tatuo YAMADA

キーワード：サワラ，魚体の大型化，資源水準，成長，瀬戸内海東部

サワラ *Scomberomorus niphonius* は、本県漁業における重要な漁業対象種であるが、近年の漁獲の激減は大きな問題となっている。そこで本県では資源回復のため種苗放流や0歳漁を対象とした秋のさわら流しさし網の休漁等の資源管理に取り組んでいるところである¹⁾。

資源量の変動に伴う魚体の体長組成の変化についてはマイワシ²⁾ やトラフグ³⁾ で報告されている。また、サワラについても1987～1994年の調査結果から同様の現象が指摘されている⁴⁾。このため1994年より漁獲量が減少した近年のサワラの魚体は、さらに大型化している可能性がある。そこで1999～2001年に漁獲されたサワラの年級毎の成長および成熟状況を調査した。

なお、本報をまとめるにあたり有益な御助言を賜った瀬戸内海区水産研究所永井達樹研究室長に深謝する。

材料および方法

漁獲量が過去最高時の1割にも満たなかった1999～2001年は下記の材料および方法で行った調査資料を用いた。漁獲量が800トン以上であった1985～1987年（以下「多獲期」という。）および漁獲量が減少傾向にあった1987～1994年（以下「減少期」という。）の資料は本州四国連絡架橋漁業影響調査報告の資料を用いた。

1) 漁獲量動向調査

香川県のサワラ漁獲量を把握するため、香川県農林水産統計⁵⁾ から漁獲量の動向を調査した。また、秋の漁獲量を把握するため、1993～2001年の9～12月の間、東讃および引田漁協の大型定置網（各1統）における漁獲量を漁獲日誌から調べた。

2) 漁獲サワラの体長組成調査

播磨灘で春の流しさし網によって漁獲されたサワラのうち、高松市中央卸売市場（以下「高松市場」という。）および志度鴨庄漁協連合魚市場（以下「志度市場」という。）に出荷されたサワラについて、尾叉長および体重の測定を行った。

なお、年別、月別の市場調査回数および測定尾数は表1のとおりである。

表1 市場調査回数およびサワラ測定尾数

年 月	高松市場		志度市場		計	
	回数	尾数	回数	尾数	回数	尾数
1988	5	0		583		583
	6	0		455		455
	7	0		51		51
1992	4	0		0		0
	5	918		180		1,098
	6	0		127		127
2000	4	0	1	9	1	9
	5	137	7	72	15	209
	6	159	9	111	17	270
2001	4	2	2	13	4	32
	5	12	12	111	24	533
	6	4	7	39	11	173

1988年：本州四国連絡架橋漁業影響調査報告(53)より抜粋
1992年：本州四国連絡架橋漁業影響調査報告(61)より抜粋

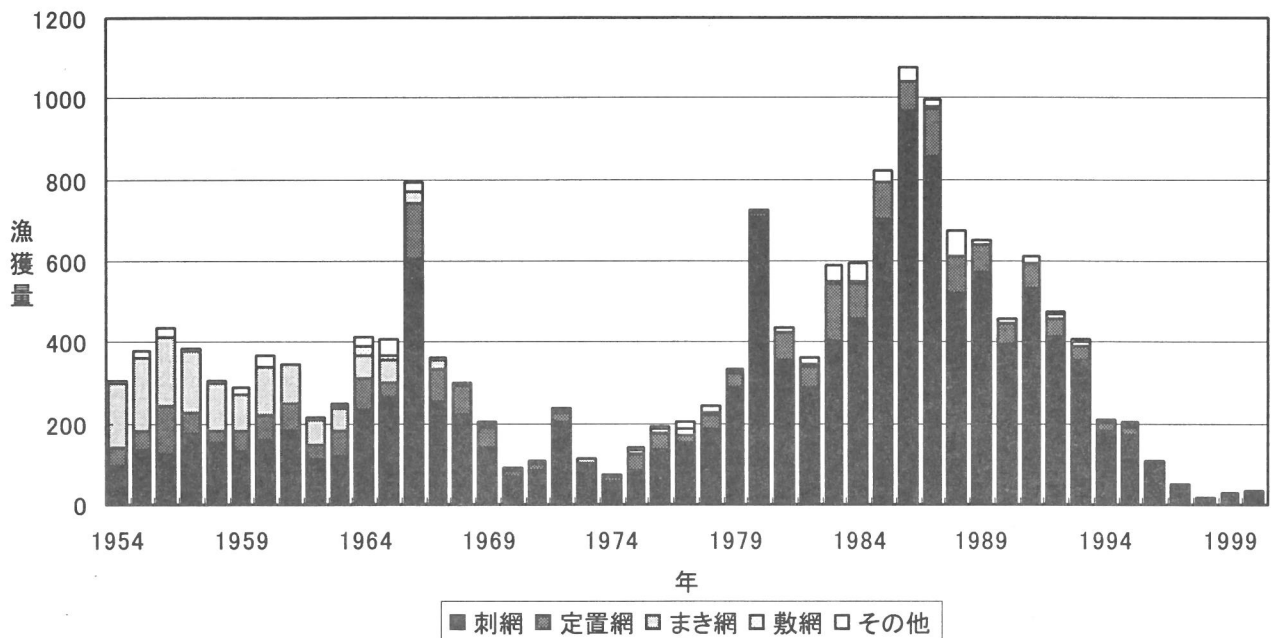


図1 香川県のサワラ漁獲量（香川農林水産統計）

3) 生物調査

年齢と尾叉長の関係および生殖腺の状況を把握するため、2000年および2001年の春に播磨灘で漁獲されたサワラ標本について、尾叉長、体重、生殖腺重量の測定および中村ら⁶⁾の方法に従い、耳石の輪紋による年齢査定を行った。

4) 0歳魚の成長調査

1999～2001年に瀬戸内海東部域の大型定置網等で漁獲された0歳魚の尾叉長および体重の測定を行い、横川⁴⁾にならい過去の年級群との比較を行うとともに瀬戸内海東部産の0歳サワラ資源量との関係を調べた。

結果と考察

1) 漁獲量動向調査

1954年以降の漁法別サワラ漁獲量の推移を図1に示した。1974年頃年間100トン程度に減少した後に増加し、1986年には1,075トンと最高に達した。しかし、その後漁獲量は激減し1998年には17トンと最高時の1/50にまで落ち込んだ。1999年以降は増加に転じているが、その増加量はわずかである。

大型定置網での9～12月におけるサワラ漁獲量を図2に示した。1993年以降、秋の漁獲も全体の漁獲動向と同じ傾向を示し、1998年を底として増加に転じている。

2) 漁獲サワラの体長組成調査

多獲期の1988年⁷⁾、減少期の1992年⁸⁾、漁獲が少ない2000年および2001年の高松市場と志度市場に出荷されたサワラの尾叉長組成を図3に示した。

1988年には尾叉長46～48cm、60～62cmにモードを持つ2つの群、1992年には尾叉長52～54cm、70～72cmに

モードを持つ2つの群がみられた。一方2000年には尾叉長60～62cm、88～92cm、98～100cmにモードを持つ3つの群が、2001年には尾叉長56～58cm、80～82cm、102～104cmにモードを持つ3つの群が認められた。

各年における小型群は1歳魚の群と判断されるが、サワラが多獲期である1988年、減少期である1992年、漁獲が非常に少ない2000年および2001年とでは明らかにモードが異なっており、漁獲量の多く中く少の順に1歳魚の魚体の大型化が認められる。さらに多獲年の2歳魚のモードと漁獲の少ない年の1歳魚のモードとほぼ一致しており、多獲年すなわち資源量の大きい年は群全体の成長が遅いと推察される。

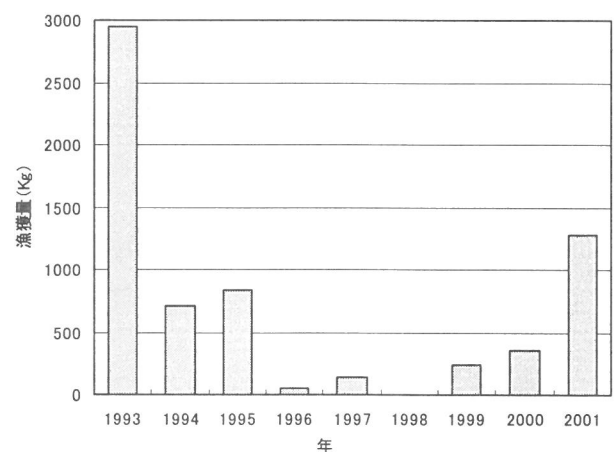


図2 9～12月の大型定置網でのサワラ漁獲量（引田・東讃）（漁獲日誌）

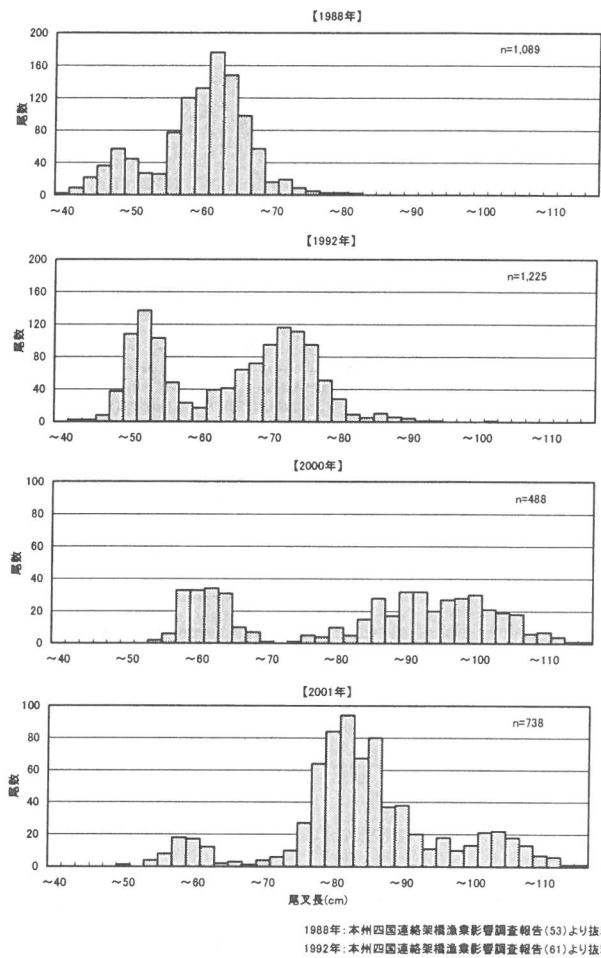


図3 流しさし網で漁獲されたサワラの尾叉長組成（春漁）
【高松市場十志度市場】

なお、尾叉長（FL：cm）と体重（W：kg）の関係を
図4に示したが、関係式は雌雄込みで次のようになった。

$$2000年：W = 2.177 \times 10^{-5} \cdot FL^{2.755} \quad (r = 0.98)$$

$$2001年：W = 2.038 \times 10^{-5} \cdot FL^{2.766} \quad (r = 0.96)$$

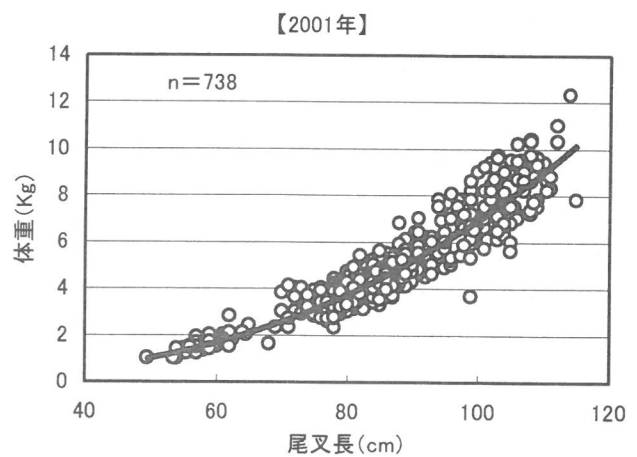
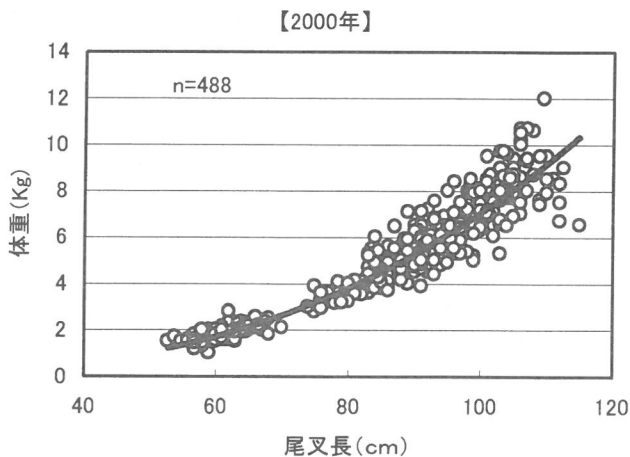


図4 サワラの尾叉長と体重の関係（高松市場十志度市場）

3) 生物調査

① 年齢別成長

播磨灘で2000年5月に流しさし網で漁獲されたサワラ40尾と2001年5～6月に流しさし網および大型定置網で漁獲されたサワラ75尾について、年齢別、性別標本数を表2に、年別に尾叉長と年齢の関係を図5に、年齢別尾叉長および体重を1987～1994年の結果³⁾とあわせて表3、表4に示した。表3、表4において2000年、2001年は、標本数が少なく図5に示したように年齢別に偏りがみられたため統計処理を行っていない。

2000年および2001年の標本の性比（雌：雄）は5：3および13：12であった（表2）。

表2 年齢別、性別標本数

年	年齢	標本数	
		雄	雌
2000	1	7	6
	2	7	5
	3	0	8
	4	1	6
2001	1	21	18
	2	14	14
	3	1	4
	4	0	3

一方、表3と表4より年齢別尾叉長および年齢別体重は1987年から1994年にかけて、両者とも大きくなっており、漁獲量の動向（図1）と照らし合わせると、漁獲量の減少とともに魚体が大型化している。さらに、2000年と2001年の結果を加えると、漁獲量が非常に少なかった両年は明らかに大型化している。

なお、成長については、標本数が少ないため各年も雌雄を一緒にして年齢ごとの平均尾叉長を求め、この平均尾叉長を用いてWalfordの定差図を描くとほぼ

直線にのり，成長はvon Bertalanffyの成長式に適合すると判断された。2000年および2001年の尾叉長（Lt：cm）と年齢（t）の関係は，次のようになった。

$$2000年：Lt=102.27 \{1 - \text{EXP}(-1.075(t-0.131))\}$$

$$2001年：Lt=118.28 \{1 - \text{EXP}(-0.540(t+0.147))\}$$

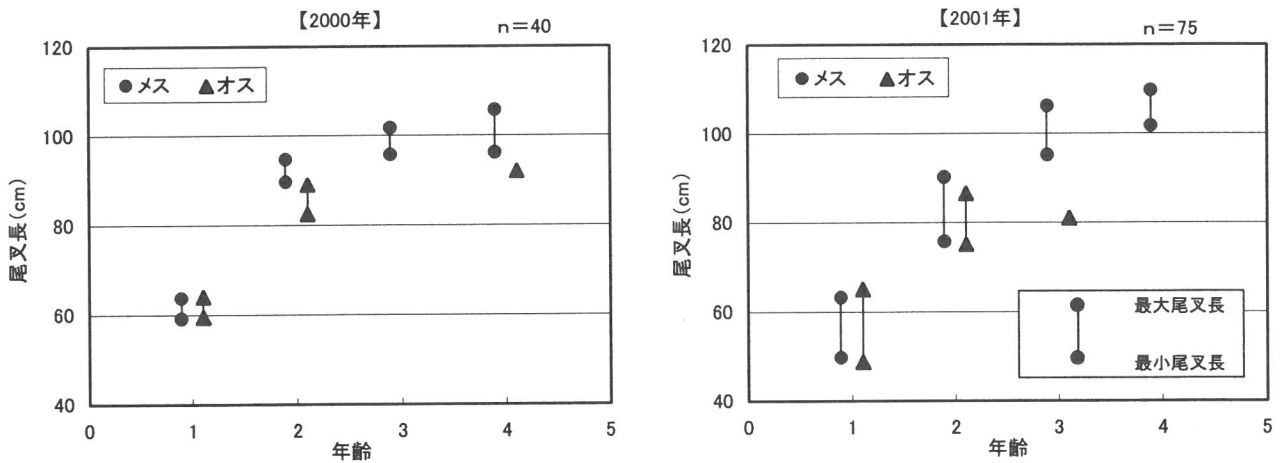


図5 サワラの年齢と尾叉長の関係

表3 年齢別尾叉長

(mm)

年	オス				メス			
	1歳	2歳	3歳	4歳	1歳	2歳	3歳	4歳
1987	434	555	627	670	426 (0.98)	592 (1.07)	710 (1.13)	795 (1.19)
1988					500	617	691	738
1989	499	582	643	688	519 (1.04)	627 (1.08)	715 (1.11)	786 (1.14)
1990	478	641	749	821				
1991					528	666	770	849
1992	505	600	669	720	510 (1.01)	643 (1.07)	752 (1.12)	841 (1.17)
1993	530	652	737	794	530 (1.00)	713 (1.09)	826 (1.12)	895 (1.13)
1994	536	681	780	847	557 (1.04)	736 (1.08)	837 (1.07)	893 (1.05)
2000	(595-640)	(825-890)		920	(590-635)	(895-945)	(955-1,015)	(960-1,055)
2001	(488-650)	(750-865)	810		(496-630)	(755-900)	(950-1,060)	(1,015-1,095)

1987-1994：Von Bertalanffyの成長式により計算された値（本四架橋漁業影響調査報告（67）より抜粋）
 2000-2001：統計処理を行っていない値（最小尾叉長-最大尾叉長）

（下段の値：メスの尾叉長/オスの尾叉長）

表4 年齢別体重

(g)

年	オス				メス			
	1歳	2歳	3歳	4歳	1歳	2歳	3歳	4歳
1987	637	1,273	1,793	2,157	593	1,528	2,584	3,574
1988					941	1,724	2,391	2,891
1989	944	1,455	1,924	2,323	1,049	1,809	2,636	3,462
1990	833	1,901	2,950	3,821				
1991					1,102	2,147	3,265	4,326
1992	973	1,579	2,149	2,640	996	1,939	3,044	4,210
1993	1,117	2,001	2,814	3,479	1,113	2,620	3,994	5,030
1994	1,152	2,253	3,300	4,171	1,285	2,866	4,145	5,004
2000	(1,600-2,110) (4,280-5,560)			5,380	(1,630-2,250) (5,690-6,570)	(6,340-8,300)	(7,580-10,160)	
2001	(790-2,080) (3,050-4,390)			4,290	(930-2,180) (3,600-5,660)	(5,860-8,880)	(8,300-10,630)	

1987-1994: Von Bertalanffyの成長式と尾又長と体重の関係により計算された値 (本四架橋漁業影響調査報告(67)より抜粋)

2000-2001: 統計処理を行っていない値 (最小体重-最大体重)

この関係式より求められた2000年および2001年の年齢別尾又長と1988年および1992年の雌の年齢別尾又長を図6に示した。

図6より1988年および1992年に比べ2000年および2001年は2歳までの成長速度が著しいことがわかる。このことから、漁獲量の減少とともに魚体が大型化するが、これは特に2歳までの若齢間の成長が速いことに影響しているものと推察される。

②成熟度

年齢別成長調査で測定を行った2000年の40尾および2001年の75尾について、生殖腺重量 (GW: g) と尾又長 (FL: cm) から成熟度指数 (GI) を、 $GI = GW \cdot 10^7 / FL^3$ として求め、年齢と成熟度の関係を図7に、5月標本の雌の尾又長と成熟度指数の関係を図8に示した。また雌の成熟度指数4以上の年齢別出現状

況を表5に示した。

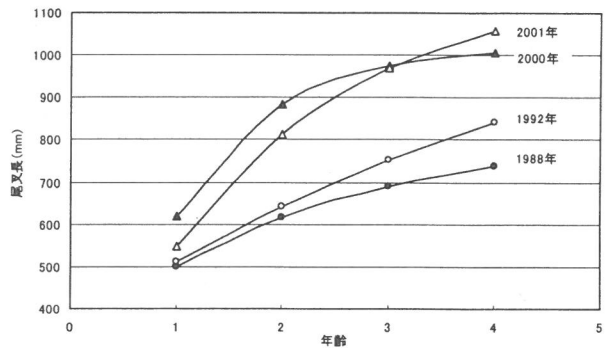


図6 Von Bertalanffyの成長式により計算された年齢別尾又長

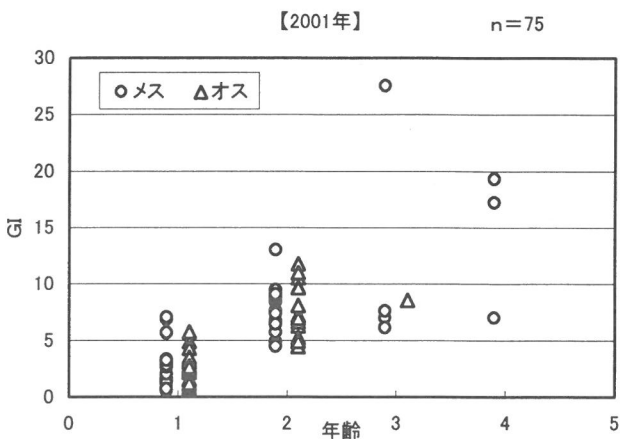
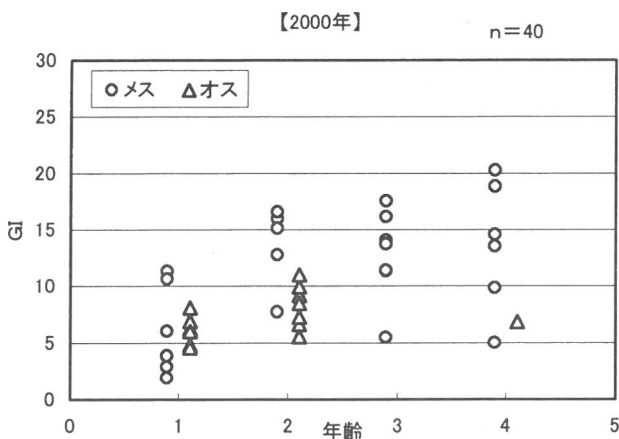


図7 年齢別、性別成熟度指数

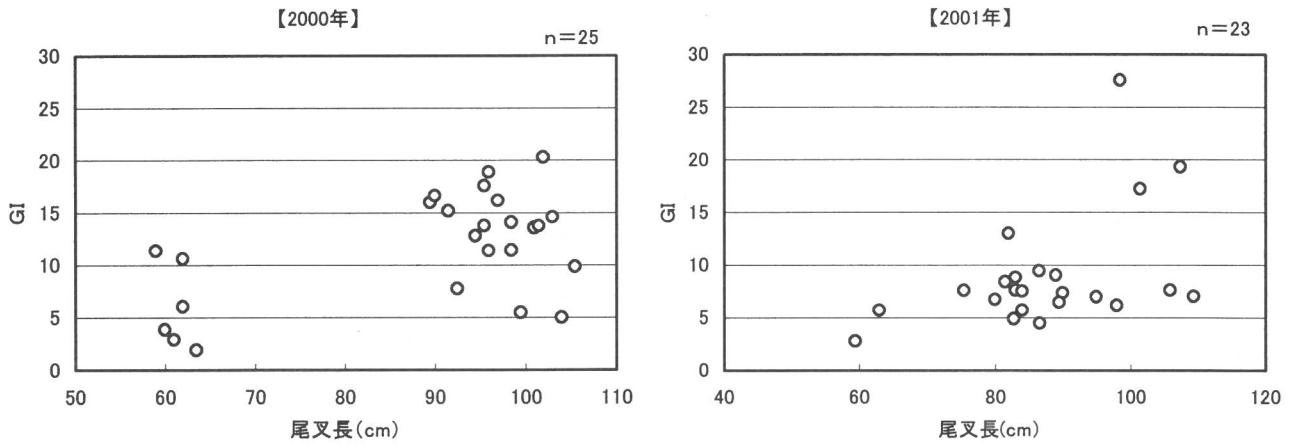


図8 5月標本の尾叉長と成熟度指数（メス）

表5 雌の生殖腺成熟度指数4以上の月別年齢別出現率

年	年齢	5月			6月		
		成熟度指数4以上の個体数(A)	標本数(B)	出現率(%)(A)/(B)	成熟度指数4以上の個体数(A)	標本数(B)	出現率(%)(A)/(B)
2000	1	3	6	50.0			
	2	5	5	100.0			
	3	8	8	100.0			
	4	6	6	100.0			
2001	1	1	2	50.0	3	16	18.8
	2	14	14	100.0			
	3	4	4	100.0			
	4	3	3	100.0			

篠原⁹⁾は5月が産卵盛期で、雌の場合成熟度指数が4以上になると産卵される卵径群が形成されると指摘しており、1987～1990年の標本では、瀬戸内海東部域における5月の雌の成熟度指数が4以上の年齢別出現率は1歳魚32.5%、2歳魚96.1%、3歳魚以上100%となっており、3歳魚以上はすべて産卵親魚となると考えられた。

2000年および2001年における5月の雌の成熟度指数が4以上の出現率は、表5から1歳魚では50%、2歳魚以上は100%となっている。先に述べたように、漁獲量の減少に伴い魚体が大型化し、2000年および2001年の1歳魚の尾叉長モードが多獲期の2歳魚の尾叉長モードと一致していることも考え合わせて、2000年および2001年には1歳魚の雌で産卵に参加可能と判断される個体の割合が増加していると考えられた。

4) 0歳魚の成長調査

1999年、2000年および2001年の0歳魚の月別測定尾数を表6に、その尾叉長の推移を図9に示した。また9月から12月の標本について雌雄別に各月の平均尾叉長と平均体重を求め、1987～1994年の結果⁴⁾とあわせた年変化を表7と表8に示した。

サワラの年齢別成長については、先に述べたところであるが、0歳魚についてもその月別成長から、多獲期から減少期、さらに漁獲の少ない1999～2001年にかけて魚体の大型化が認められた。

次にサワラの大きさとサワラ資源量の関係を調べるため、0歳魚の11月の尾叉長と永井¹⁰⁾によって計算された瀬戸内海東部の0歳資源尾数（性比1：1とする）の関係を図10に示した。

図10より、雌雄ともに11月時の尾叉長（L：mm）と0歳資源尾数（N）の間には、雌雄とも横川⁴⁾と同様対数回帰に最も高い相関が認められ、雌雄別に次のような負の相関が認められた。

$$\text{雄：} L = -26.65 \times \ln(N) + 845.00$$

$$(r=0.95)$$

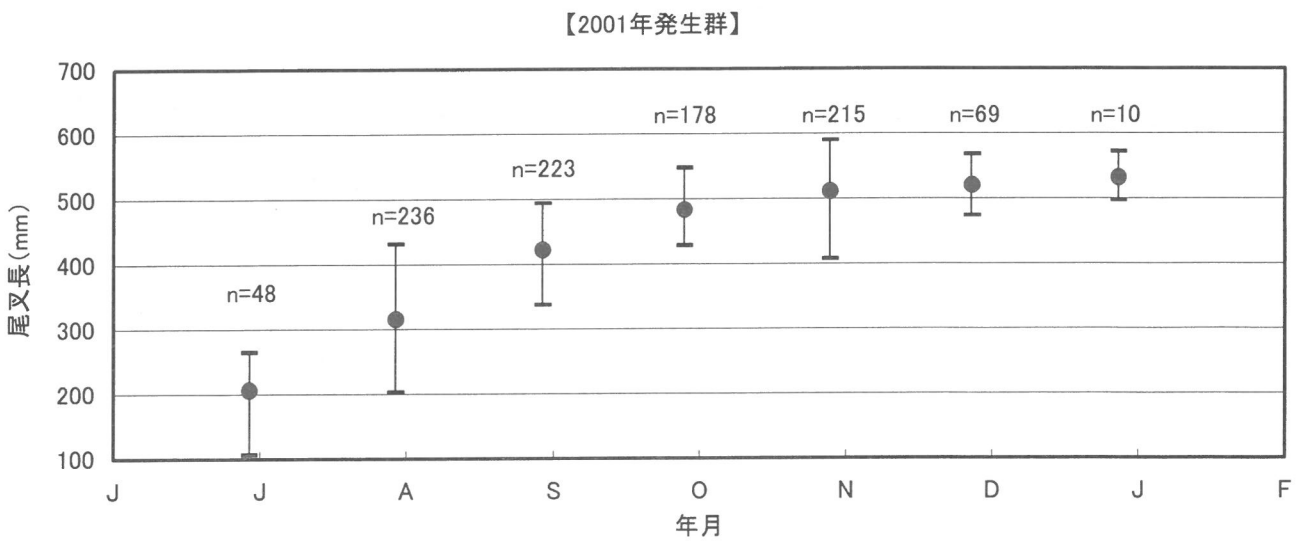
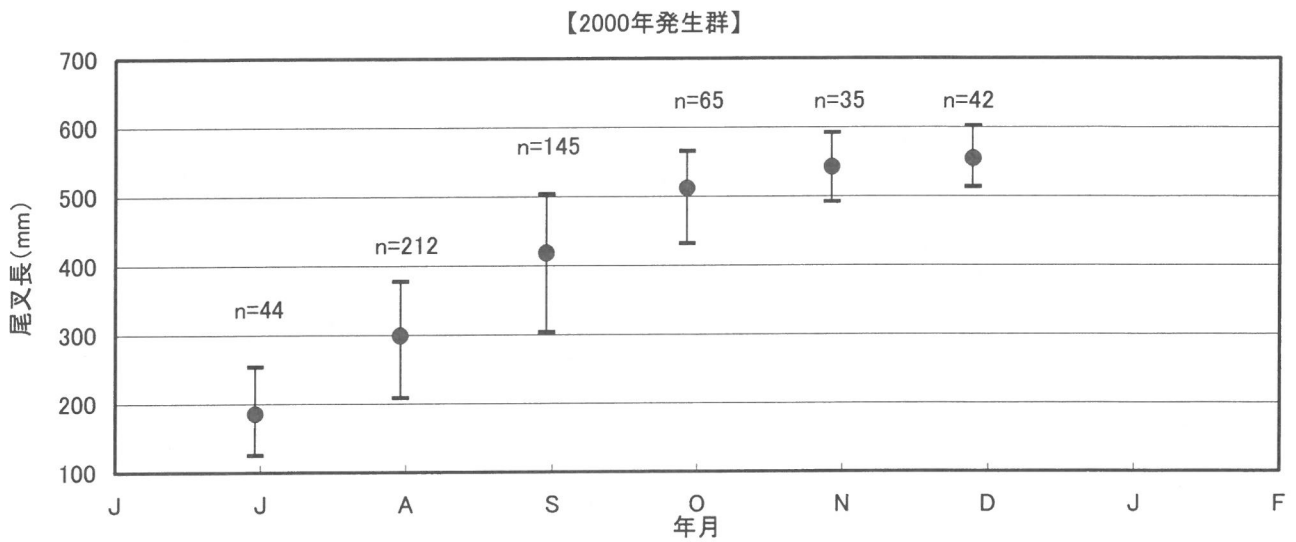
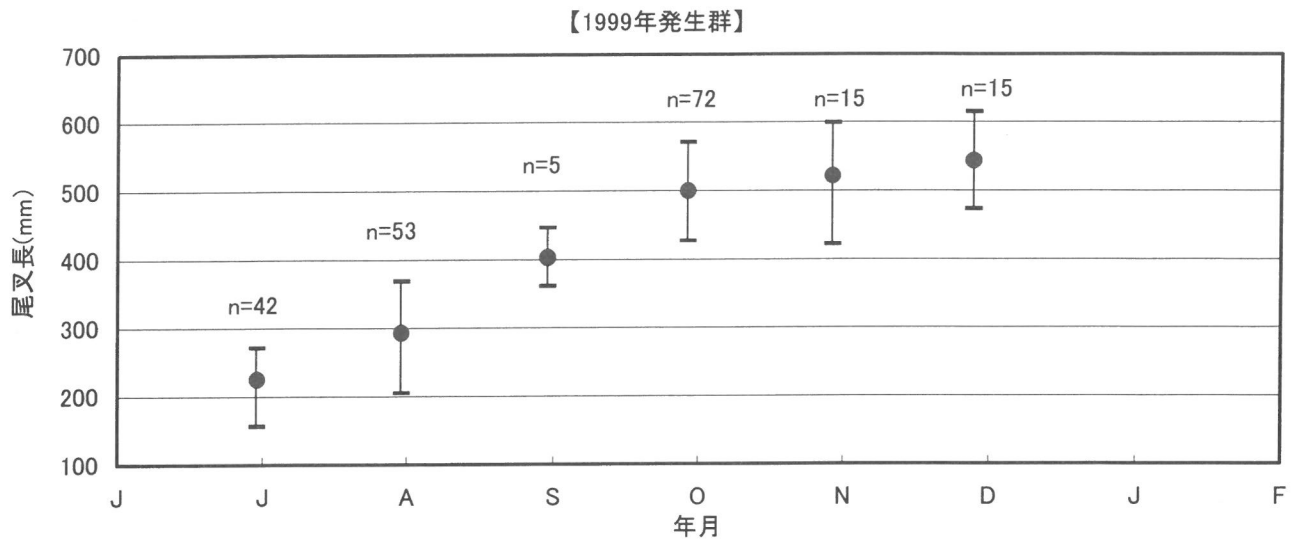
$$\text{雌：} L = -31.38 \times \ln(N) + 908.19$$

$$(r=0.93)$$

岸田¹¹⁾の報告によると、魚類の成長と個体群密度との間には、海産魚を含む多くの魚種で負の相関がみられ特に未成熟期にその傾向がみられるとされており、瀬戸内海中西部域におけるサワラについても同様の結果が得られている。

表6 0歳魚の月別測定尾数

月	1999年	2000年	2001年
7	42	44	48
8	53	212	236
9	5	145	223
10	72	65	178
11	15	35	215
12	15	42	69
1	13	1	10
2	0	2	0
計	215	546	979



最大値
 平均値
 最小値

図9 0歳魚の尾叉長の推移

表7 0歳魚の尾叉長の経月・経年変化

(単位：mm)

年	オ ス				メ ス			
	9月	10月	11月	12月	9月	10月	11月	12月
1987		414	460	470	406	420	441	470
1988	387	419	457		399	419	461	470
1989	406	442	471	482	413	445	492	473
1990	414	464	503	497	412	461	487	502
1991	363	448	476	460	390	493	481	448
1992	430	461	504	510		474	509	511
1993		457	490	502		461	495	515
1994	425	487	511	527	436	498	506	530
1999	412	493	523	530	385	504	509	547
2000	421	514	535	554	413	506	548	556
2001	421	479	507	512	420	484	512	524

1987年～1994年：本州四国連絡架橋漁業影響調査報告（67）より抜粋

表8 0歳魚の体重の経月・経年変化

(単位：g)

年	オ ス				メ ス			
	9月	10月	11月	12月	9月	10月	11月	12月
1987		558	750	797	515	571	657	787
1988	461	575	734		492	566	745	787
1989	527	672	802	855	544	673	897	800
1990	559	770	966	930	537	745	872	952
1991	387	697	827	750	460	905	841	686
1992	621	753	969	1,002		807	991	1,004
1993		736	896	960		747	912	1,025
1994	602	879	1,010	1,097	633	930	971	1,113
1999	688	1,118	1,238	1,312	464	1,165	1,042	1,429
2000	727	1,155	1,259	1,453	684	1,105	1,359	1,440
2001	635	912	1,032	1,093	629	906	1,056	1,151

1987年～1994年：本州四国連絡架橋漁業影響調査報告（67）より抜粋

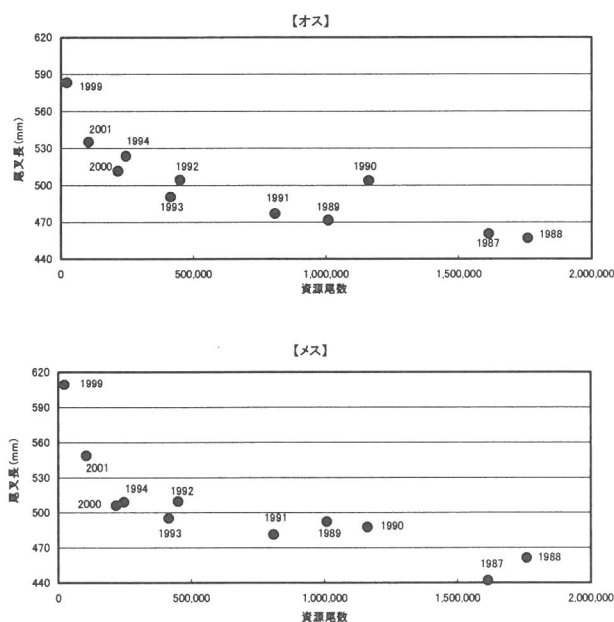


図10 0歳魚資源尾数（瀬戸内海東部）と0歳魚の11月の尾叉長との関係

瀬戸内海東部海域のサワラについても、成長と資源量との間には負の相関があり、特に若齢魚（2歳まで）の成長が著しいことが認められた。

このサワラの成長速度の相違については、個体あたりの摂餌可能な餌料生物量の変化として、例えば瀬戸内海東部海域における餌料密度が一定であると仮定するならば、サワラの資源水準の減少に伴い1個体あたりの餌料密度が高くなり成長が良好となったと考えられている⁴⁾が、餌料環境も変動しており、サワラの成長の変化が摂餌量によるものか、またはそれ以外の環境要因によるものかは今後の検討課題であろう。

引用文献

- 1) 竹森弘征：2002，放流サワラが帰ってきた。さいばい(100)，12-17.
- 2) 和田時夫・柏井 誠：1991，資源変動にともなうマイワシの索餌域選択について。北水研報告，(55)，197-204.

- 3) 永井達樹：2002, トラフグ瀬戸内海系群の資源評価票. 平成14年度瀬戸内海ブロック資源評価会議資料.
- 4) 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.
- 5) 中四国農政局香川統計情報事務所：1954-2000, 香川水産統計年報.
- 6) 中村行延・篠原基之・武田保幸・岸田達：1989, 昭和62年度における瀬戸内海東部サワラ体長一年齢変換キーについて. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, (53), 514-533.
- 7) 真鍋寛定・横川浩治・大川輝久・小野知足：1989, 瀬戸内海東部におけるサワラ資源生態調査. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, (53), 444-487.
- 8) 横川浩治・安部享利・真鍋寛定：1993, 瀬戸内海東部域における回遊性魚類の資源生態調査. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告(A), (61), 121-154.
- 9) 篠原基之：1993, 熟度指数の季節変化と年変化, 成熟率およびよう卵数. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告(B), (61), 124-141.
- 10) 永井達樹：2001, 瀬戸内海産サワラの資源状況と資源予測. 第1回瀬戸内海広域漁業調整委員会提出文書, 付表2-1.
- 11) 岸田 達：1990, 瀬戸内海中西部域におけるサワラの成長と個体群密度の関係. 南西水研研報(23), 35-41.

