

神奈川県沿岸海域におけるマダイ, *Pagrus major*, の資源状況と加入量あたり漁獲量解析による資源管理方策

相澤 康

The Stock State and Fisheries Management by Yield per Recruit Analysis of the Red Sea Bream, *Pagrus major*, in Kanagawa Prefecture

Yasushi AIZAWA*

はしがき

マダイ, *Pagrus Major*, は神奈川県沿岸漁業の重要な対象魚種の一つである。その資源培養のため1979年から年間80~120万尾の種苗を放流している。漁獲量は1969年から1978年までは平均43.4tと低迷していたが、放流事業が軌道に乗り始めた1981年からは増加に転じている(高間,1986¹⁾,高間ら,1987²⁾)。1986年から毎年推定している遊漁釣獲量(以下,釣獲量)は漁獲量を上回っており(今井,1994³⁾),漁獲量と釣獲量を合わせた捕獲量は100t以上を推移しているが、近年は1995年の151tからは減少傾向にある(神奈川県,1999⁴⁾) (図1)。放流魚の混獲率は30~64%,回収率は8~12%と放流効果が認められ(今井,1996⁵⁾),放流事業は経済的にも成り立つことが報告されている(今井,1997⁶⁾,今井,1999⁷⁾)。

これまで本県における調査は混獲率や回収率把握による放流効果のモニタリングが主体であったが、資源管理方策やその効果を検討するためには天然資源も含めた資源評価は不可欠である。そこで、本報では本県における近年のマダイの漁獲実態とともに資源状況および資源管理方策について検討したので報告する。

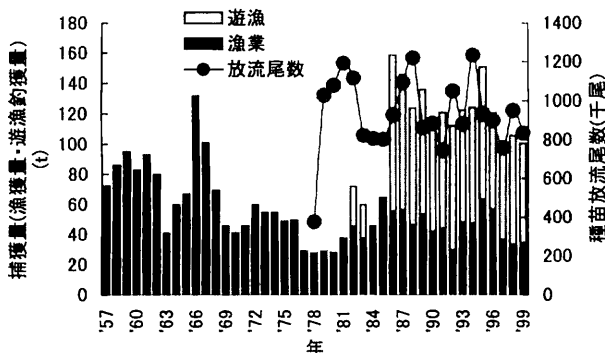


図1 神奈川県におけるマダイ捕獲量(漁業+遊漁)と種苗放流尾数

材料および方法

本報では資料の整っている1991年から1999年の年齢別漁獲尾数を用いた(神奈川県,1999⁴⁾)。調査方法,推定

方法については今井(1996⁵⁾)によった。即ち,

- ①市場調査で測定した尾叉長を,成長式を用いた切断法により年齢に換算し,海域別・漁法別に年齢組成を求める。
- ②尾叉長を平均体重に換算し,海域別・漁法別に平均体重を求める。
- ③農林水産統計の海域別,漁法別漁獲量を②の平均体重で除すことで,漁獲尾数を推定し,
- ④①の年齢組成に③の漁獲尾数を乗じて,年齢別漁獲尾数を求める。

遊漁釣獲尾数(以下,釣獲尾数)については(財)神奈川県栽培漁業協会が実施している標準船調査の資料をもとに今井(1994³⁾)と同様に推定した。同調査では階級別釣獲尾数が得られており,年齢組成は成長式による切断法を適用できないので,今井(1996⁵⁾),相澤・倉田(1998⁸⁾)を参考にし満年齢の平均尾叉長と標準偏差(表1)から体長組成法により推定した(相澤・滝口,1999⁹⁾)。

資源尾数と漁獲係数(F)の推定にはVPA(平松,1999¹⁰⁾)を用いた。1999年のFについては,1991年から1998年までの年齢別の平均値を用い,最高齢の6才以上のFは5才と同じと仮定した。自然死亡係数(M)は堀井(2000¹¹⁾)に従い0.2を用いた。推定値の精度を評価するため,レトロスペクティブ解析とMを変化させ感度解析を行った(田中・山田,1999¹²⁾)。加入資源を有効に利用するための資源管理方策として, W_{∞} (極限体重)=12.07kg, K (成長係数)=0.1313, t_0 (形式上体長0の年齢)=-1.084, t_{∞} (寿命)=20才として(今井,1996⁵⁾),加入量あたり漁獲量(YPR)を検討した(田中・山田,1999¹²⁾,松宮,1996¹³⁾)。

表1 遊漁年齢組成推定に用いた満年齢別平均尾叉長と標準偏差

年齢	0*	1	2	3	4	5	6≤
平均体長(cm)	14.8	17.2	23.2	29.8	35.1	41.0	46.6
標準偏差	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	3.0

*: 満0才は漁獲加入時のサイズとした。

表 3 年別・年齢別漁獲尾数および遊漁釣獲尾数

年齢	91	92	93	94	95	96	97	98	99
0	528	594	206	2,739	1,817	1,057	1,776	2,251	542
1	12,891	14,783	27,945	12,436	24,564	7,434	13,410	5,646	6,877
2	33,009	10,129	19,700	26,842	31,188	19,897	18,880	12,540	12,121
3	17,204	9,939	11,436	12,415	21,188	15,940	8,427	6,435	7,868
4	7,753	5,842	8,357	4,194	7,290	7,414	4,500	3,498	3,895
5	4,014	2,731	3,973	2,464	2,740	2,742	1,769	2,787	2,037
6≦	5,666	4,025	5,223	3,300	3,730	3,715	2,904	3,857	3,217
合計	81,065	48,043	76,840	64,390	92,517	58,199	51,665	37,014	36,557
0	0	0	0	0	746	746	2,107	338	1,064
1	5,896	6,130	5,019	3,176	4,500	2,744	2,526	2,465	2,579
2	51,493	57,875	50,012	32,090	41,507	25,628	27,661	36,537	29,942
3	28,579	32,930	33,653	33,761	34,147	23,260	21,545	24,519	23,108
4	9,499	8,815	7,466	13,588	14,060	13,255	10,627	12,740	12,207
5	3,726	3,676	2,735	3,636	5,015	3,654	4,389	4,424	4,156
6≦	749	739	550	731	1,008	735	882	889	836
合計	99,943	110,164	99,435	86,981	100,984	70,023	69,738	81,913	73,891
0	528	594	206	2,739	2,563	1,803	3,883	2,589	1,606
1	18,787	20,913	32,964	15,612	29,064	10,178	15,937	8,111	9,456
2	84,502	68,004	69,712	58,932	72,695	45,525	46,541	49,077	42,063
3	45,783	42,868	45,089	46,176	55,335	39,199	29,972	30,954	30,976
4	17,252	14,657	15,823	17,782	21,350	20,670	15,126	16,238	16,102
5	7,741	6,407	6,708	6,100	7,755	6,396	6,157	7,211	6,192
6≦	6,415	4,764	5,773	4,031	4,738	4,450	3,786	4,746	4,053
合計	181,008	158,207	176,275	151,371	193,501	128,222	121,403	118,927	110,448
漁獲量(t)	44.1	29.8	48.1	47.3	63.5	56.7	36.7	33.6	34.5
遊漁釣獲量(t)	77.0	82.8	74.6	77.2	87.4	64.2	62.2	72.2	66.1
捕獲量(t)	121.1	112.6	122.7	124.5	150.9	120.9	98.9	105.8	100.7

表 4 年別・年齢別の推定漁獲係数と資源尾数

漁獲係数 (M=0.2)										
年齢	91	92	93	94	95	96	97	98	99	平均
0	0.0018	0.0019	0.0008	0.0120	0.0124	0.0088	0.0225	0.0207	0.0101	0.0101
1	0.0841	0.0910	0.1395	0.0739	0.1706	0.0622	0.1008	0.0598	0.0977	0.0977
2	0.6190	0.4911	0.4907	0.3958	0.5730	0.4399	0.4437	0.5091	0.4953	0.4953
3	0.8214	0.7572	0.7207	0.7183	0.8140	0.7123	0.5876	0.6046	0.7170	0.7170
4	0.7086	0.6891	0.7144	0.7104	0.9003	0.8521	0.6724	0.7532	0.7501	0.7501
5	0.7597	0.6305	0.8086	0.6754	0.8012	0.7643	0.6718	0.8173	0.7411	0.7411
6≦	0.7597	0.6305	0.8086	0.6754	0.8012	0.7643	0.6718	0.8173	0.7411	0.7411
0~6≦	0.2387	0.2034	0.2349	0.2175	0.3137	0.2256	0.2307	0.2658	0.2618	0.2436
3~6≦	0.7817	0.7184	0.7328	0.7102	0.8311	0.7562	0.6232	0.6764	0.7303	0.7289

資源尾数									
年齢	91	92	93	94	95	96	97	98	99
0	359,413	378,409	327,234	279,781	254,959	250,101	213,059	154,651	195,040
1	284,369	293,735	309,221	267,711	226,326	206,180	202,963	170,555	124,029
2	223,640	214,035	219,577	220,204	203,571	156,236	158,628	150,235	131,527
3	99,828	98,599	107,233	110,062	121,357	93,975	82,389	83,332	73,925
4	41,510	35,949	37,858	42,707	43,936	44,023	37,741	37,483	37,273
5	17,765	16,733	14,775	15,172	17,183	14,621	15,373	15,773	14,450
6≦	14,723	12,443	12,715	10,026	10,499	10,172	9,453	10,383	9,457
0~6≦	1,041,247	1,049,902	1,028,614	945,663	877,832	775,308	719,606	622,412	585,702
3~6≦	173,825	163,723	172,582	177,967	192,975	162,791	144,957	146,971	135,106

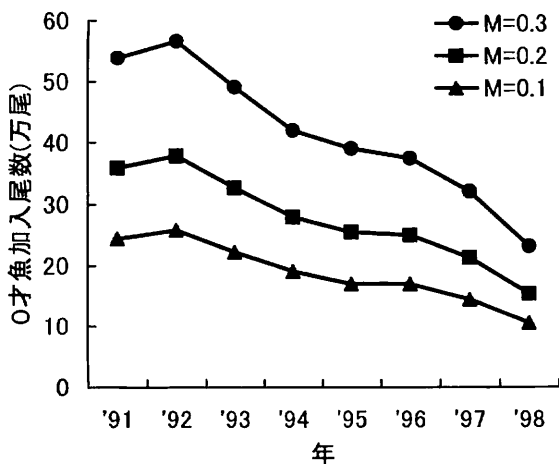


図 2 Mを変化させた場合の0才魚推定加入尾数の変化

結果

漁業種別年齢組成は、延縄は3, 4才, 釣は2, 3才, 刺網と定置網および小型底曳網は1, 2才, 遊漁は2才の占める割合が高かった(表2)。年別年齢別捕獲尾数を表3に示したが、釣獲尾数が漁獲尾数を上回っており、年齢別の推定捕獲尾数は2, 3才の占める割合が高い。総捕獲尾数は1995年には約194千尾と最も多く、近年は減少している。

VPAによる資源尾数, 漁獲係数の推定値を表4に示す。年齢別漁獲係数は2~3才以上で大きくなり、4才で最大となった。Mを0.1~0.3まで変化させた場合の0才資源尾数の変化を図2に示したが、全体のトレンドは変化しなかった。レトロスペクティブ解析は2才以上の推定資源尾数には一定の傾向は認められないものの、0, 1才ではバラツキの大きい結果となった。0才資源尾数

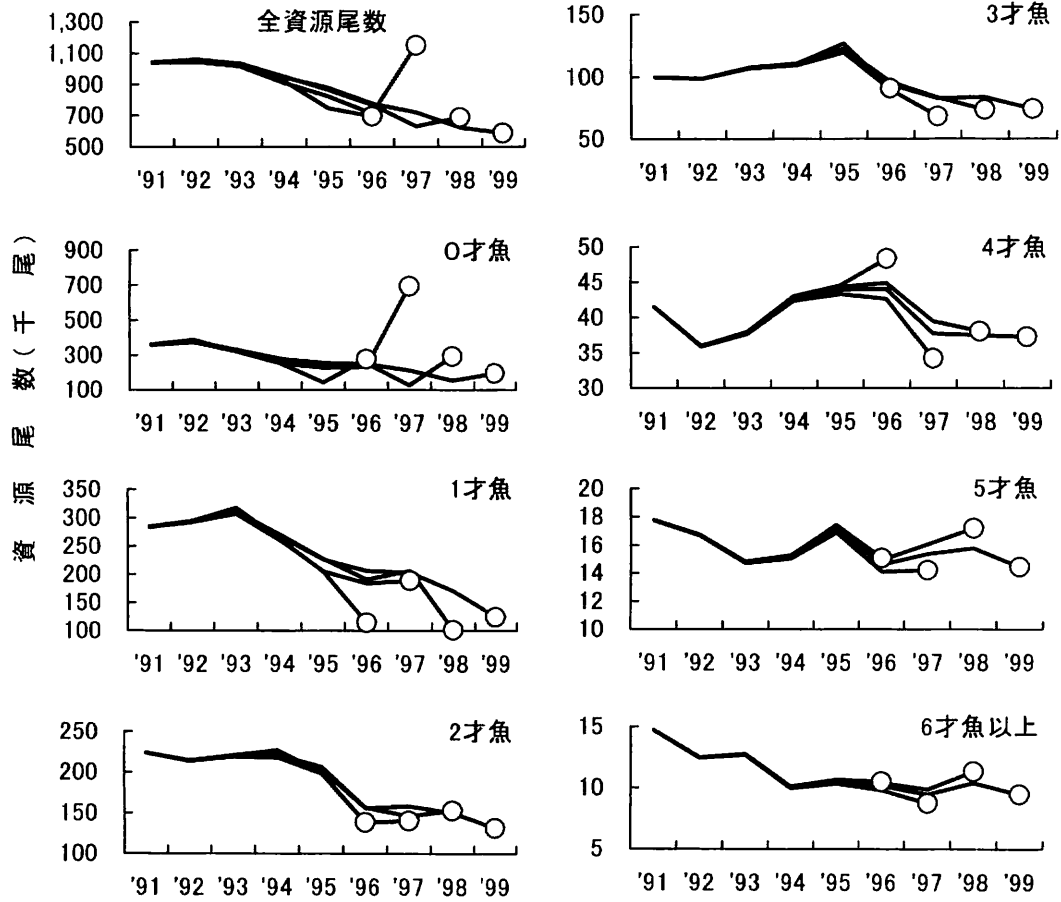


図 3 年齢別推定資源尾数とレトロスペクティブ分析の結果

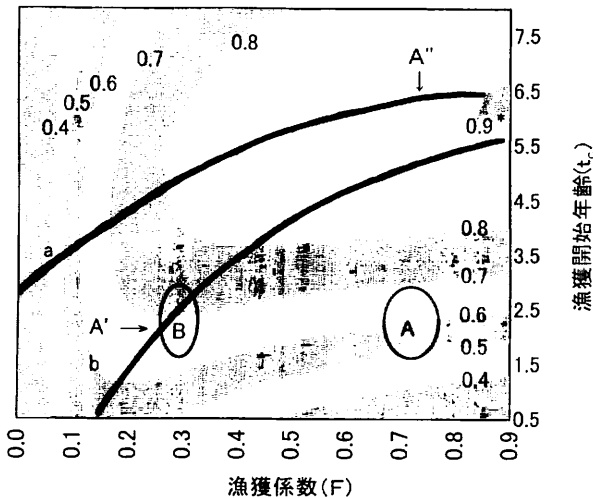


図 4 神奈川県におけるマダイの等漁獲量線図
 A : 1991~1999年
 B : 1978年
 * : $Y(\text{kg})/R$

は1992年には378千尾と多く近年は減少しており、主たる漁獲対象の3才以上の資源尾数は1995年の193千尾が最大で近年は減少している。3才以上のFについても同様の傾向が見られ、1995年は0.8311と最も高く近年は減

少している。

等漁獲量線図を図4に示したが、1991年から1999年の捕獲状況は点Aに位置する。漁獲開始年齢2.5才に固定しFを0.25まで引き下げた場合(点A')には捕獲量は現状より20%前後の増加し、漁獲係数を0.75に固定し漁獲開始年齢を6.5才まで引き上げた場合(点A'')には55%前後の増加が期待できる結果となった。

考 察

漁獲量は1995年の63.5 t から減少し、1997年からは30 t 台となっている。減少の要因は加入尾数が減少傾向にあり1993年までの加入が良好の年級を1994年から1996年に高い漁獲圧力で漁獲し対象資源が減少したこと、近年の漁獲努力量の減少によるものと考えられた。ただし、レトロスペクティブ解析から0、1才の推定精度に問題があったので加入尾数の減少については今後検討する必要がある。また、神奈川県のマダイ漁獲量の内約20%を占める横須賀市大楠漁業協同組合の水揚データから、漁獲盛期の4~6月において3才以上で選択性の高い釣漁業(マダイ一本釣とその他釣)の出船日数が1995年は368日、1996年は281日、1997年は117日、1998年欠測、1999年は125日と減少傾向にあり、近年の漁獲努力量の減少が窺われた。今後、推定精度を高めるため全県にわたる

漁法別の漁獲努力量のデータ収集体制の確立が必要である。

高間ら(1987²⁾)は標識放流調査から神奈川県沿岸海域のマダイ資源特性値を全減少係数(Z)=0.5, $F=0.1$, $M=0.4$ 前後と推定している。この場合、標識魚の逸散も含まれるため M が大きく推定されているので、本報と同じく $M=0.2$ とすると図4では点Bに位置し、加入量あたり最大漁獲(F_{max})の近傍であったと考えられる。この標識放流は1978年で、年間100万尾規模の放流が実施される以前であり、当時は近年ほど遊漁釣獲量が多くないと判断されることから(高間 1986³⁾)、種苗放流により資源やその利用に変化が生じる以前の状況であると考えられる。図4から判断する限り近年のマダイ資源は過度の捕獲により加入資源を有効に利用しておらず、最大の漁獲を得るためには、漁獲努力量の削減や漁獲開始年齢の引き上げが必要と考えられた。また、点A、Bともに F_{max} を超えた状況にあり、 $F_{MSY} \leq F_{max}$ とされているので、加入乱獲を引き起こす懸念がある(松宮 1996³⁾)。しかし、資源は維持されており、放流による資源添加の効果とも考えられるが、今後再生産関係を考慮し検討する必要がある。

神奈川県では1995年にマダイ資源管理計画が策定され、全長20cm未満の再放流、放流場所周辺において保護期間や保護区等を設定している。これらは小型魚の不合理漁獲を防止することが目的であるが、成長乱獲抑制を目的とした資源管理方策としては、 F を引き下げるか、漁獲開始年齢を引き上げることが望ましい。 F を0.25まで引き下げた場合には捕獲量は現状より20%前後の増加が、漁獲開始年齢を引き上げた場合には55%前後の増加が期待できることから、後者の方策が望ましいと考えられる。しかし、マダイはサイズ別に単価が変動するので漁獲開始年齢の引き上げによる漁獲量増が単純に漁獲収入の増加にはつながらないこと、また近年3ヶ年は漁獲努力量が減少している状況で2、3才を対象とした更なる努力量の削減は漁業者にとっては受け入れ難いこと等の問題がある。更に神奈川県では遊漁釣獲量が漁獲量を上回っているため、資源管理を推進するためには漁業の規制のみでは困難である。遊漁者の取り組みが不可欠で資源状況について普及・啓発を行い、小型魚保護をはじめとする資源管理意識の向上や大型魚を対象とする釣獲方法の推奨が必要と考えられる。種苗放流による資源添加を前提として漁業と遊漁が成立している現状を考慮した上で、努力量の削減や種苗放流の在り方の具体的な資源管理方策を検討・設定する必要がある。

摘 要

VPAにより神奈川県沿岸におけるマダイの資源尾数、漁獲係数を推定し、併せてYPR型に基づく資源管理方策について検討した。近年の捕獲量減少の要因は、加入尾数が減少傾向にあり、1994年から1996年から高い漁獲圧力で漁獲し対象資源が減少したことと、近年の漁獲努力量の減少によるものと考えられた。

YPR型に基づく資源管理方策を検討すると、漁獲開始年齢2.5才に固定し F を0.25まで引き下げた場合には

捕獲量は現状より20%前後の増加し、漁獲係数を0.75に固定し漁獲開始年齢を6.5才まで引き上げた場合には55%前後の増加が期待できる結果となった。

謝 辞

本研究を進めるにあたり有益なご助言を賜った中央水産研究所数理生態研究室赤嶺達郎博士、沿岸資源研究室堀井豊充博士に対し深謝の意を表します。

(財)神奈川県栽培漁業協会の皆様には遊漁釣獲量に関する貴重な資料についてご提供いただいた。また、漁業協同組合の皆様には水揚データ、市場調査にご配慮をいただいた。神奈川県水産総合研究所 栽培技術部の中村良成主任研究員、滝口直之主任研究員にはご議論を、また栽培技術部の金子栄一技能技師、中尾満技能員、池田武男さん、西元裕子さん、杉浦紀久衣さん、青木朱美さん、八田美華さん、高梨育代さんにはご協力を頂いた。厚くお礼を申し上げますとともに、これまで本県のマダイ調査に携われた高間浩企画経営部長と横須賀農政事務所今井利為水産課長に敬意を表します。

文 献

- 1) 高間 浩(1986)：神奈川県における放流の成果と問題点、マダイの資源培養技術(田中 克・松宮 義晴編)、水産学シリーズ(日本水産学会監修)、59、127-143。
- 2) 高間 浩・清水 利厚・幡谷 雅之(1987)：太平洋中區海域のマダイ資源の培養(太平洋中區栽培漁業推進協議会技術部会編)、栽培叢書2、社団法人 日本栽培漁業協会、pp146。
- 3) 今井 利為(1994)：神奈川県における遊漁船のマダイ釣獲量の推定、栽培技術研究、23(1)、77-83。
- 4) 神奈川県(2000)：平成11年複合的資源管理型漁業促進対策事業報告書、pp35。
- 5) 今井 利為(1996)：神奈川県におけるマダイ種苗放流効果の推定、栽培技術研究、25(1)、59-74。
- 6) 今井 利為(1997)：神奈川県におけるマダイ種苗放流の経済的評価について、栽培技術研究、26(1)、29-42。
- 7) 今井 利為(1999)：神奈川県におけるマダイ種苗放流と遊漁の関係、水産増殖、47(4)、607-618。
- 8) 相澤 康・倉田 健太郎(1999)：神奈川県横須賀市大楠漁業協同組合で水揚されたマダイの年齢組成の推定方法について、神水総研報、4、19-25。
- 9) 相澤 康・滝口 直之(1999)：Ms-Excelを用いたサイズ度数分布から年齢組成を推定する方法の検討、水産海洋研究、63(4)、205-214。
- 10) 平松 一彦(1999)：VPAの入門と実際、水産資源管理談話会報、20、9-28。
- 11) 堀井 豊充(2000)：平成12年マダイ太平洋中系群の資源評価、平成12年度 中央ブロック海区水産業研究会 資料。
- 12) 山田 作太郎・田中 栄次(1999)：水産資源解析学、pp151、成山堂出版、東京。
- 13) 松宮 義晴(1996)：水産資源管理概論、水産研究叢書、46、社団法人 日本水産資源保護協会、pp77。