

マダラ（日本海系群）における初期減耗について —RPS の推定—

石向修一

(山形県水産試験場)

キーワード：マダラ・卓越年級・初期減耗・再生産率 RPS

1 目的

マダラ日本海系群は、漁獲量の時系列から資源は周期的に変動していて、少なくとも 1980 年代以降の著しい増減は 1984 年、1992 年、2001 年に発生した卓越年級に依拠していたものと考えられている（後藤 2008）。卓越年級の発生要因として「3 月の気温と連動して仔魚～稚魚期の生息域の水温がはなはだ低い状態が続いて、生残条件が良くなる」という仮説を提唱した（石向ら 2002）が、条件に当てはまらない場合でも卓越年級の発生がみられている。また、資源解析の基礎となる再生産関係については解っていない。

今回、既往の生物特性値を利用し、生残・漁獲・再生産方程式を組み合わせることで初期減耗・加入・漁獲・産卵を再現し、再生産率 RPS を推定することを目的とする。

2 方法

既往の年齢・成長（柴田 1994）、成熟（中田ら 1995）、孕卵数（服部ら 1995）、寿命（水産庁 1989）を参考に、モデルに使用する生物特性値を決定する。

寿命 α を 95% が死亡する年齢と定義し、 $M \doteq 3/\alpha$ から自然死亡係数 M を求める（赤嶺 2001）。生残・漁獲方程式と加入条件（後藤 2008）から定常状態の漁獲係数 F を求める。再生産方程式により総産卵数 S と定常状態の 0 才加入量 $R=N_0$ と RPS を求める。

山形県漁獲量（1991～2007 年）を用い、実際の漁獲量とシミュレーション結果が合うようにチューニングして、RPS を推定する。

3 結果及び考察

既往知見を参考に年齢・成長、成熟、産卵数、寿命の生物特性値を定義した（表 1）。

M は、 $M \doteq 3/\alpha = 3/10 = 0.30$ とした。 F は、 a 才における資源尾数 N_a 、漁獲尾数 C_a 、漁獲量 W_a 及び 1 尾当たり重量 w_a の関係式

$$\text{生残方程式 } N_{a+1} = N_a \exp(-(F_a + M))$$

$$\text{漁獲方程式 } C_a = F_a / (F_a + M) N_a \{1 - \exp(-(F_a + M))\}$$

$$W_a = C_a \times w_a$$

を用い、 N 、 C 及び W が定常状態となる $F=0.61$ とした。

RPS は、総産卵量 S 及び a 才における 1 尾当たり産卵数 s_a 、成熟度 p_a 、雌比率 $f_a\%$ の関係式

$$S = \sum \{s_a \times p_a \times (N_a - C_a) \times f_a\%$$

及び

$$\text{再生産方程式 } RPS = N_0 / S$$

を用い、定常状態においては 10^{-6} の単位の値となる

と推定した。

得られた関係式及び値を用い、漁獲量の計算値が実際の数値に収束するようにチューニングして、RPS 値を推定した（表 2）。なお 1984 年、1992 年、2001 年に卓越年級が発生したことを考慮し、卓越年級発生年を最初に、次いでその前後の年という順序でチューニングした。得られた漁獲量（図 1）、推定総産卵量（図 2）、推定 RPS 値（図 3）、推定加入量（0 才の資源尾数）（図 4）の時系列を示す。漁獲量の実測と推定値とを比較すると 2006 年、2007 年を除いて良く一致した。2006 年、2007 年が一貫しない原因として、2006 年は時化の増加と大型クラゲの来遊により F が平年より減少し逆に 2007 年は風の増加により F が平年より増加したことにより卓越年級の獲られ方が通常とは異なっていたことが推察される。また、総産卵数は漁獲量と連動した推移を示した。一方、RPS は漁獲量と連動した推移を示さず、卓越年級発生年の 10^{-5} から通常年の 10^{-6} の単位の値となり、卓越年級発生年の RPS は通常年の 10^1 倍の単位の値を示した。なお、資源量が多く総産卵数が多い年であった 2006 年に卓越年級が発生した可能性があるとの複数の情報がある（後藤 2008）ことから、今後の漁獲量等の推移により RPS に密度効果があるかどうかを検証することが可能であると推察される。

RPS の変動要因については、陸奥湾においてマダラ仔稚魚の死亡率の変動が浮遊仔魚期以降に生じたことと推定されている（高津ら 2001 他）ことから、今後本州北部日本海における浮遊仔魚から着底稚魚段階の海洋環境を含めた要因の収集解析を進め、変動要因を特定していきたい。

表 1 マダラ生物特性値

年齢	体長(cm)	体重(kg)	成熟率	漁獲加入率	雌1尾当たり産卵数
1	18		0	0	0
2	34	0.6	0	0	0
3	47	1.6	0	0.125	0
4	59	3.0	0.5	0.5	1,700,000
5	69	5.0	1.0	1.0	2,600,000
6	77	7.2	1.0	1.0	3,700,000
7	84	9.5	1.0	1.0	4,700,000
8	90	11.8	1.0	1.0	5,700,000
9	95	14.0	1.0	1.0	6,600,000
10	100	16.2	1.0	1.0	7,500,000

表2 推定したRPS、N、C及び総産卵数の推移

N

year	egg	tuning RPS	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	total
1991	196,384,735,470	0.0000003	58,915	80,499	97,575	32,446	9,024	4,933	1,326	48,147	1,402	565	228	335,060
1992	55,882,713,451	0.0000180	1,005,889	43,646	59,635	72,285	22,278	4,933	1,990	535	19,419	565	228	1,231,402
1993	56,312,971,753	0.0000010	56,313	745,181	32,333	44,179	49,631	12,177	1,990	802	216	7,832	228	950,882
1994	56,645,445,238	0.0000010	56,645	41,718	552,044	23,953	30,333	27,129	4,911	802	324	87	3,159	741,106
1995	56,863,569,839	0.0000025	142,159	41,964	30,905	408,964	16,446	16,581	10,942	1,981	324	131	35	670,431
1996	283,461,662,263	0.0000010	283,462	105,314	31,088	22,895	280,796	8,990	6,688	4,413	799	131	53	744,627
1997	213,401,513,589	0.0000010	213,402	209,994	78,018	23,030	15,720	153,489	3,626	2,697	1,780	322	53	702,130
1998	127,469,232,560	0.0000010	127,469	158,092	155,567	57,798	15,813	8,593	61,907	1,462	1,088	718	130	588,636
1999	93,812,640,089	0.0000040	375,251	94,432	117,117	115,247	39,684	8,644	3,466	24,969	590	439	290	780,126
2000	135,200,314,574	0.0000010	135,200	277,992	69,957	86,763	79,129	21,692	3,486	1,398	10,071	238	177	686,102
2001	145,911,750,028	0.0000220	3,210,059	100,159	205,942	51,825	59,571	43,253	8,749	1,406	564	4,062	96	3,685,686
2002	138,684,165,792	0.0000020	277,368	2,378,070	74,200	152,565	35,583	32,563	17,445	3,529	567	227	1,638	2,973,756
2003	118,136,585,092	0.0000010	118,137	205,480	1,761,717	54,968	104,752	19,451	13,134	7,036	1,423	229	92	2,286,418
2004	125,555,796,191	0.0000010	125,556	87,518	152,223	1,305,112	37,741	57,260	7,845	5,297	2,838	574	92	1,782,056
2005	728,968,967,666	0.0000010	728,969	93,014	64,835	112,770	896,093	20,630	23,094	3,164	2,137	1,145	232	1,946,082
2006	548,231,895,148	0.0000060	3,289,391	540,033	68,906	48,031	77,428	489,823	8,321	9,315	1,276	862	462	4,533,848
2007	314,103,405,894	0.0000010	314,103	2,436,841	400,067	51,047	32,978	42,324	197,560	3,356	3,757	515	348	3,482,896

C

year	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	total
1991	0	0	0	2,055	2,059	1,971	530	19,236	560	226	91	26,729
1992	0	0	0	4,579	5,084	1,971	795	214	7,759	226	91	20,717
1993	0	0	0	2,799	11,325	4,865	795	321	86	3,129	91	23,411
1994	0	0	0	1,517	6,922	10,839	1,962	321	129	35	1,262	22,987
1995	0	0	0	25,906	3,753	6,625	4,372	791	129	52	14	41,642
1996	0	0	0	1,450	64,075	3,592	2,672	1,763	319	52	21	73,945
1997	0	0	0	1,459	3,587	61,324	1,449	1,078	711	129	21	69,757
1998	0	0	0	3,661	3,608	3,433	24,734	584	435	287	52	36,794
1999	0	0	0	7,300	9,056	3,453	1,385	9,976	236	175	116	31,697
2000	0	0	0	5,496	18,056	8,667	1,393	558	4,024	95	71	38,360
2001	0	0	0	3,283	13,594	17,281	3,496	562	225	1,623	38	40,101
2002	0	0	0	9,664	8,120	13,010	6,970	1,410	227	91	655	40,146
2003	0	0	0	3,482	23,903	7,771	5,247	2,811	569	91	37	43,912
2004	0	0	0	82,674	8,612	22,877	3,134	2,116	1,134	229	37	120,814
2005	0	0	0	7,144	204,480	8,242	9,227	1,264	854	457	93	231,761
2006	0	0	0	3,043	17,668	195,700	3,324	3,722	510	344	184	224,496
2007	0	0	0	3,234	7,525	16,910	78,932	1,341	1,501	206	139	109,787

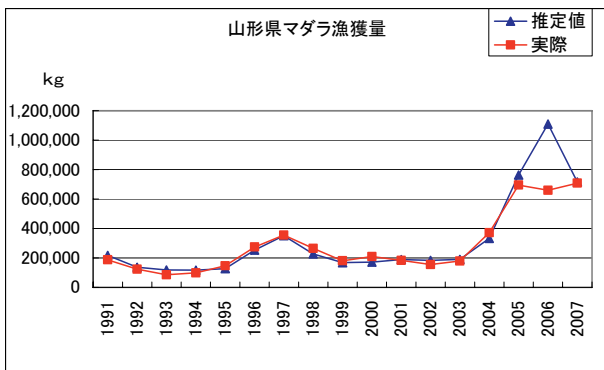


図1 マダラ漁獲量 (推定値と実際の比較)

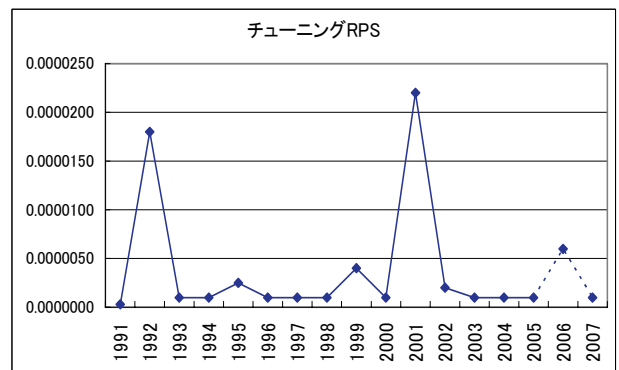


図3 RPS 推定値

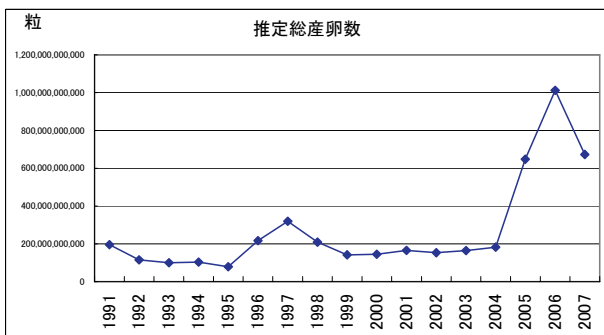


図2 推定総産卵量

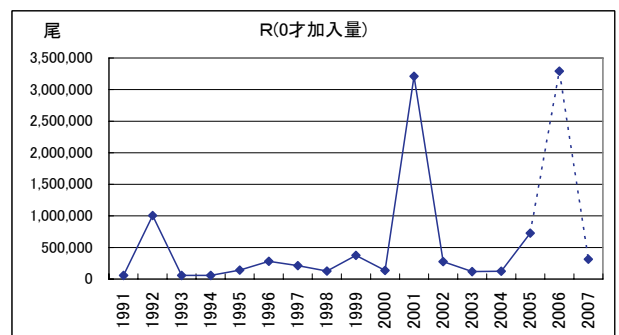


図4 加入量R (=0才の資源尾数)