

平成 17 年マダラ太平洋北部系群の資源評価

責任担当水研：東北区水産研究所（成松庸二、伊藤正木、服部 努、上田祐司）

参画機関：青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場

要 約

太平洋北部海域におけるマダラの漁獲量は 1998、1999 年に過去最高を記録した。これは 1996 年から 1998 年における加入が極めて良かったためと考えられる。その後の加入は、1999 年および 2000 年には低調だったが、2002 年には 90 年代後半の卓越年級に匹敵するほど多かった。2003 年には平均よりもやや少なかったが、2004 年には平均よりも多いことから資源は増加傾向にあると考えられる。また、漁獲量、CPUE は 1998 年、1999 年よりは低いレベルだが、それ以外の年代に比べると高いレベルにあることから、資源水準は中位と考えられる。

親魚量をある程度維持しつつ、資源を回復させることを資源管理目標とした。平成 17 年 ABC 算定のための基本規則 1-3) (2) に基づいて $F_{\text{limit}} = F_{20\%SPR}$ とし、この時の漁獲量を ABC limit とした。また、 $F_{\text{target}} = F_{\text{limit}} \times 0.8$ とし、この時の漁獲量を ABC target とした。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	138百トン	F20%	0.42	29%
ABC target	114百トン	0.8F20%	0.33	24%

注) F値は各年齢の平均で、ABCは100トン未満で四捨五入した。

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F値	漁獲割合
2003	333	106	0.36	32%
2004	316	175	0.80	55%
2005	522			

(水準・動向)

水準：中位 動向：増加

1. まえがき

マダラは、食味がよく、大型に成長することから各地で重要な漁獲対象種とされている。東北地方においても周年漁獲され、特に冬場の繁殖期を中心として重要な地先資源となっている。本種は東北太平洋岸を分布の南限にしていることもあり、太平洋北部系群の資源動向は主産地である北海道に比べ不安定である。近年の現存量および漁獲量は 1998、1999 年に過去最高を記録したがその後減少し、再び増加傾向にある。このように近年は資源変動の過渡期にあると考えられることから今後の資源動向に注意を払う必要がある。

2. 生態

(1) 分布・回遊

マダラは北部太平洋沿岸に広くみられ、本邦周辺では日本海から東シナ海北部、北日本太平

洋岸およびオホーツク海に分布する(Bakkala et al. 1984)。太平洋における分布の南限は茨城県沖とされている (Mishima 1984)。

マダラにはアジア周辺だけでも 10 以上の系群があると考えられている。個々の系群の移動範囲は限られており、これらの系群間の交流は少ない (Bakkala et al. 1984)。標識放流の結果、陸奥湾産卵群は、ほとんどの個体が産卵後に北海道太平洋岸に移動し、産卵期になると再び陸奥湾に戻ってくることが明らかになっている (福田ら 1985)。また、漁獲統計で見ても太平洋北部海域の漁獲量と陸奥湾周辺における漁獲量には関連が認められない。そのため、陸奥湾で産卵し、北海道太平洋側に回遊する群を太平洋北部系群とは別系群であると判断し、ここでは扱っていない。

また、産卵期以外の分布水深は 100～550m で (服部ら 2002)、季節的な浅深移動を行う (橋本 1974)。

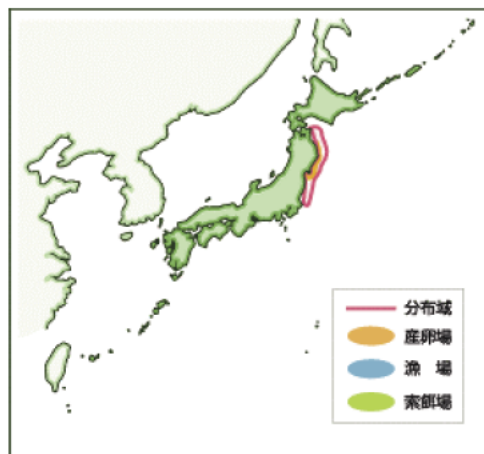


図 1. 太平洋北部におけるマダラ分布

(2) 年齢・成長

マダラの年齢査定は耳石の扁平石を用いて行われる。扁平石の薄片を作り、薄片中に見られる透明帯を数えることによって年齢査定が可能である (服部ら 1992)。マダラの成長は早く、8 歳になると体長 90cm、体重 10kg 程度に達する。成長は年によって変化し、マダラ自体の密度や春季の親潮第一分枝の流入強度が作用していると考えられている (成松ら 2003)。体長と年齢および体重の関係は下式の通りである。

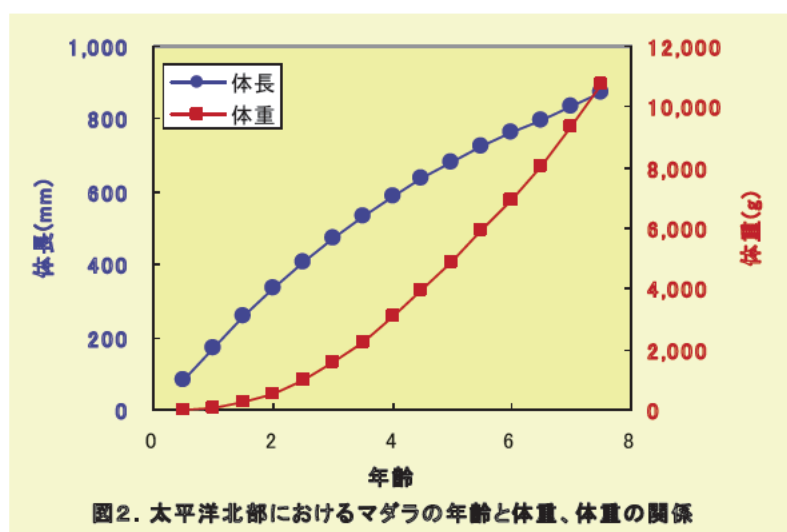


図 2. 太平洋北部におけるマダラの年齢と体重、体長の関係

$$BL=1255.2(1 - \exp(-0.16(t - 0.036)))$$

$$BW=7.07 \times 10^{-6} \times BL^{3.12}$$

ここで、BL は被鱗体長(mm)、t は満年齢 (年齢の起算日は 1 月 1 日)、BW は体重(g)である。

(3) 成熟・産卵

産卵親魚の来遊および幼魚の出現状況から、本系群の産卵場は宮城県仙台湾のほか、三陸沿岸各地に小規模なものがあると考えられている (児玉ら 1990; 服部ら 1999)。冬季になると産卵親魚は水深数十mの浅瀬に移動し、雌雄ペアあるいは一尾の雌に数尾の雄が群がり、砂泥帯に沈性卵を産む (Sakurai and Hattori 1996)。雌は単回産卵で、1 繁殖期の産卵数

は 50 万（体長 40cm 前後）～400 万粒（体長 80cm 前後）である（服部ら 1995）。また、近年の東北における 50%成熟体長は雄で 46.2cm、雌で 47.8cm である。初回成熟年齢は 3 歳もしくは 4 歳で、成熟後は毎年産卵する。

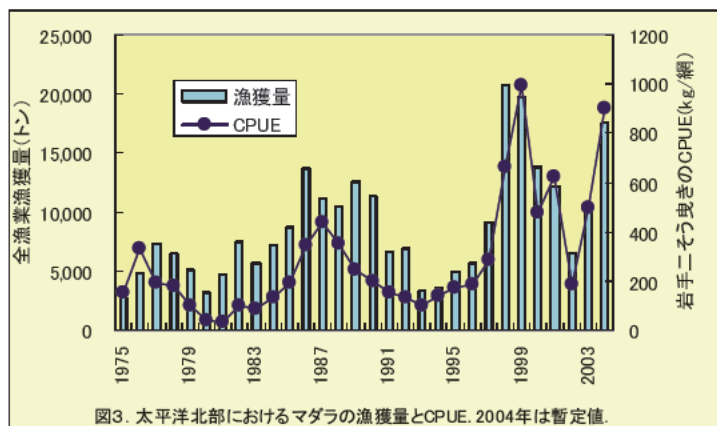
（４）被捕食関係

餌生物は浮遊生活期にはかいあし類幼生、魚卵、および十脚目幼生、若魚期にはオキアミ類、成魚期には魚類・頭足類である（Takatsu et al. 1995, 2002, 山村 1993）。また、小型の個体は大型のマダラに捕食されることが示されている（橋本 1974）。

3. 漁業の状況

（１）漁業の概要

太平洋北部においてマダラは沖合底びき網漁業（以下、沖底）、小型底びき網漁業（小底）、刺し網、延縄および定置網などで漁獲されている。



（２）漁獲量の推移

全漁法合計の漁獲量の経年変化をみると、1980 年代前半から漁獲量は徐々に増加し、1985～1990 年には 1 万トン以上を記録している。しかしその後、減少傾向を示し、1993 年および 1994 年には 3 千トン台と 1980 年代前半の水準にまで低下した。1994 年以降に再び増加に転じ、1998 年および 1999 年にはほぼ 2 万トンと過去最高の水準となった。その後、2002 年には 6 千トン台を記録したが、2003 年には 1 万トン台に回復し、2004 年には暫定値ながら 1 万 7 千トン台の漁獲があった（図 3、表 1）。

漁業種類別の漁獲量を見ると、ほとんどの年で沖底による漁獲が最も多く、次いで延縄、小底および定置網による漁獲が多い（表 1）。沖底および小底では禁漁期以外の周年にわたり漁獲されているが、定置網や刺し網では繁殖期に接岸する個体を狙った漁獲も行われる。

表 1. 漁業種類別マダラの漁獲量（単位トン）. 2004年は各県水試調べによる暫定値.

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
沖底	1,337	2,443	3,779	3,423	3,131	1,723	1,884	1,815	2,439	1,821	4,249	5,620	5,223	6,007	5,613
小底	574	498	1,103	1,108	809	399	848	3,842	1,762	2,130	1,890	2,784	1,731	1,173	1,047
刺し網	546	508	495	502	315	414	307	378	410	784	504	1,269	573	428	460
延縄	107	64	88	255	216	92	59	165	234	514	631	1,031	1,415	1,344	1,206
定置	230	1,250	1,694	1,170	566	595	1,537	1,201	679	1,803	1,134	2,620	1,923	1,320	2,336
その他	7	64	166	42	26	13	14	35	71	150	276	320	339	285	1,927
計	2,801	4,827	7,325	6,500	5,063	3,236	4,649	7,436	5,595	7,202	8,684	13,644	11,204	10,557	12,589

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
沖底	4,864	3,016	2,320	1,858	2,013	3,176	3,346	5,333	15,074	13,520	8,946	8,214	3,377	6,903	10,990
小底	1,897	614	295	157	278	430	701	494	823	1,245	768	764	731	911	1,828
刺し網	704	372	238	438	166	322	426	897	799	828	786	817	1,004	648	257
延縄	1,698	886	3,181	395	546	633	806	1,976	2,267	2,981	2,977	1,803	1,298	1,901	1,980
定置	1,803	1,629	807	384	462	278	207	283	239	264	107	153	58	65	104
その他	333	82	103	88	106	104	201	111	1,552	982	165	393	84	182	2,318
計	11,299	6,599	6,944	3,320	3,571	4,943	5,688	9,094	20,753	19,819	13,749	12,143	6,551	10,610	17,476

4. 資源の状態

（１）資源評価の方法

1995 年以降、毎年 10 11 月に青森県沖～茨城県沖の水深 150 900m で着底トロール調査を行っている（計 57～145 調査点）。この調査点は本海域のマダラの分布範囲を網羅している。調査によって得られたマダラ全個体について年齢査定を行い、年齢別に面積 密度法を用いて現存量を推定した。この現存量結果から、漁獲係数を変化させた場合の現存量と漁獲量の変化をシミュレートし、ABC を算定した。

（２）資源量指標値の推移

先述のようにマダラは沖底で最も多く漁獲されており、長期的な資源変動を知るには沖底の CPUE が一つの有力な指標になると考えられる。小海区別に各漁法の CPUE の変化を見ると、岩手の 2 そうびきにおける CPUE 値が概して高い値を示しており、さらに最も変動が大きい（海区区分は図 4 参照）。また、岩手 2 そうびきの CPUE は金華山トロールや常磐トロールの CPUE と同調する傾向にあるが、98 99 年のように 1 年程度のずれが生じることもある。どの小海区のどの漁法においても 1990 年代後半の CPUE 値は高く、その後減少しているが、最近の 3 年は再び増加する傾向にある。

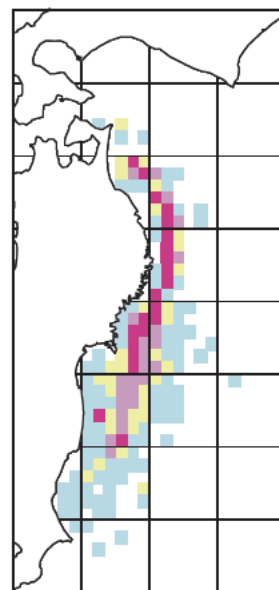


図4. 沖底による漁獲量(トン)

（３）漁獲物の体長組成

2004 年に石巻および小名浜港に水揚げされたマダラ体長組成を図 6 に示した。いずれも漁獲の中心は体長 50cm 以下の小型魚である。二峰型が認められるのは 2002 年級が多かったためで、通常漁獲の中心である 1 歳魚に加えて 2 歳魚も多く漁獲されていたためであると考えられる。

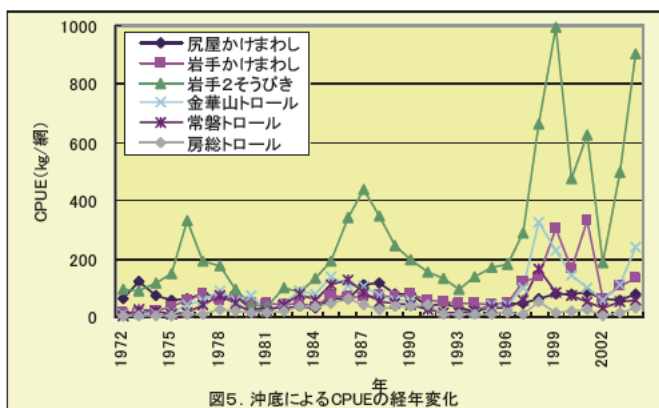


図5. 沖底によるCPUEの経年変化

（４）資源量の推移

1995～2004 年の秋季に着底トロール網による底魚類資源量調査を実施し（水深 150～1000m）、面積 密度法を用いて資源量の推定を行っている。体長組成と耳石の透明帯の読みとりから漁獲されたすべての個体について年齢を査定し、年齢別の現存尾数と重量を求めた。また、着底トロール調査の結果と漁獲物の年齢および体長組成をもとに求めた過去のコホート解析の結果から、着底トロールにおける年齢別の採集効率を求めた。その結果、年齢によって採

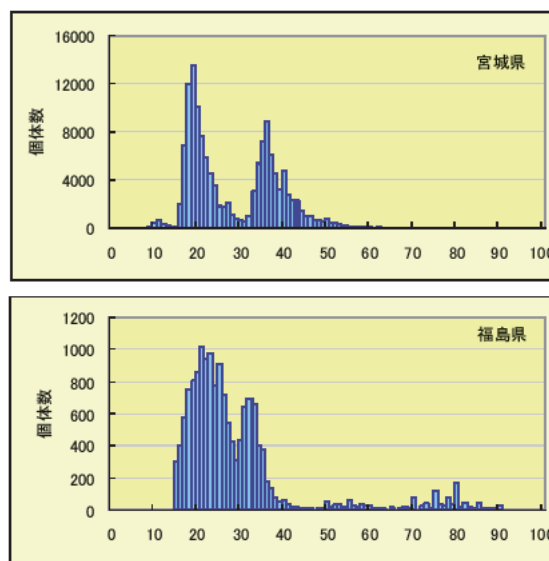


図6. 2004年に宮城県(石巻)および福島県(小名浜)に水揚げされた個体の体長組成。宮城は被鱗体長(cm)、福島は全長(cm)で示している

集効率は異なり、2歳魚では0.54であるのに対し3歳魚では0.12であった（上田未発表データ）。前述のようにマダラは成長とともに食性、生息場所が変わる。若齢期には遊泳力が弱く砂泥底付近を群泳し、オキアミを専食する。一方、高齢化とともに岩礁域に生息場所を移し、魚類や頭足類を主食とするようになる。また、着底トロール網は岩礁域での曳網が困難で、根の周辺を生息域とする高齢魚との遭遇率は低くなると考えられるため、ここでは遭遇率も加味したものを採集効率とした。なお、1歳魚については2歳魚よりもさらに漁獲されやすいと考えられるため、その採集効率は0.64とした。

調査を10月中心に行っているため、10月における各年齢の資源尾数(CV: 0歳魚0.58, 1歳魚0.14, 2歳魚0.16, 3歳魚0.22)に年齢別生残率を乗じ、翌年1月における年齢別尾数を算出した（表2）。近年では漁獲の中心は16月にあり、上半期に約2/3程度漁獲されているため、この値に4月における体重を乗じたものを各年の初期現存量とした（表3）。成長には年変化があり、体長や体重は年によって異なるがここでは平均値を用いた。

2005年と1996年から2004年までの結果を比較すると、2005年の1歳魚の尾数、つまり新規加入尾数は、過去10年の中で5番目に多い。2005年よりも多かった1997・1999年および2003年の1歳は卓越年級と考えられるので、2005年の発生量は順位的には中位であるものの、平均よりはかなり多い。また、2002年生まれの3歳魚は非常に多く、過去最高の資源量を示している。その一方で2歳魚は比較的少ない。したがって、2004年生まれの1歳魚と2002年生まれの3歳魚が多く、2003年生まれの2歳魚が少ないというのが現在の資源構造の特色である。

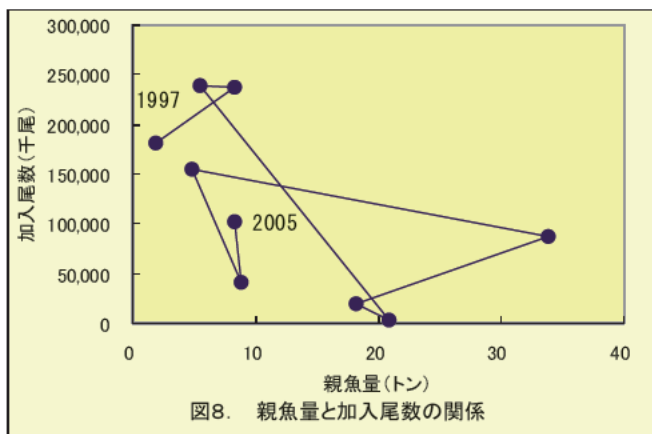


図8. 親魚量と加入尾数の関係

表2 トロール調査による年齢別資源尾数(千尾)

年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	30,588	155,535	203,361	206,056	3,512	17,551	74,524	133,642	35,646	87,622
2	4,771	1,254	28,585	19,050	36,459	2,016	2,624	3,029	20,414	5,080
3	1,779	2,401	766	7,201	3,997	11,277	278	2,412	1,198	12,251
4	101	408	899	148	1,883	525	1,114	535	1,337	2,072
5以上	0	357	404	0	41	201	185	276	233	163
合計	37,239	159,955	234,015	232,455	45,892	31,570	78,725	139,893	58,828	107,188

注)10 11月時点の値に年齢別の生残率を乗じ、翌年1月の値を推定したもの。

トロ ル調査による面積 密度法で求め、採集効率(Q)は1才魚0.64, 2才魚0.54, 3才魚以上0.12とした。

表3 太平洋北部海域のマダラの推定資源量(トン)

年齢	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	5,131	26,092	34,116	34,568	589	2,944	12,502	22,420	5,980	14,699
2	3,928	1,032	23,534	15,684	30,017	1,660	2,160	2,494	16,807	4,182
3	3,597	4,855	1,549	14,558	8,079	22,798	561	4,876	2,421	24,766
4	368	1,491	3,285	542	6,882	1,920	4,072	1,955	4,887	7,571
5以上	0	2,100	2,563	0	227	1,117	1,074	1,534	1,505	991
合計	13,025	35,570	65,048	65,351	45,794	30,438	20,370	33,279	31,600	52,210

注)10 11月時点の値から推定した翌年1月の現存尾数に各年齢の平均体重(4月)を乗じたもの。

トロ ル調査による面積 密度法で求め、採集効率(Q)は1才魚0.64, 2才魚0.54, 3才魚以上0.12とした。

過去9年の調査結果では、明瞭な再生産関係は認められていない(図8)。1990年代後半に卓越年級が連続して発生したが、その世代が親になっても次世代の大きな加入がないため、このような結果になったと考えられる。再生産関係が認められない要因には後述のような環境の影響が大きいことが考えられるが、再生産関係、環境と加入量の関係ともに短期間の調査結果であること、高齢の親魚量の推定精度が低いことなどの問題点もあり、今後さらなるデータの蓄積が必要である。

採集効率 Q を変化させたときの資源量の変化を図9に示した。直接法による資源量推定のため、年齢別の Q の値によって資源量は大きく変わる。ここでは先に述べた理由に基づき Q を設定した。

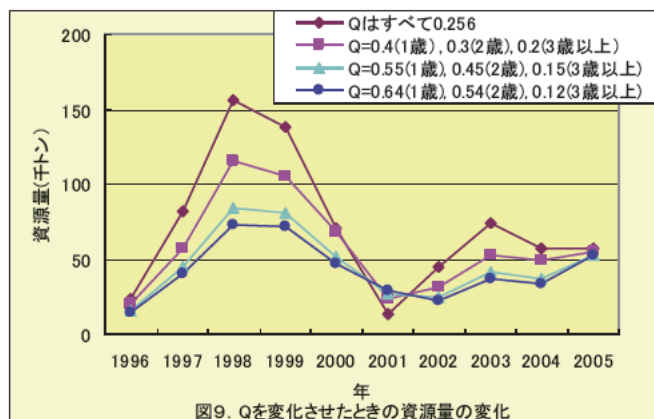


図9. Q を変化させたときの資源量の変化

(5) 資源の水準・動向

現存量は1998、1999年には極めて多かったが、加入量の減少により2000年以降には減少した。その後、2002年級が多く2004年級もやや多かったため、資源は持ち直す傾向にある。同様に漁獲量やCPUEも2002年を底として少しずつであるが増加している(表1、図5)。現存量推定値を2005年と2004年以前と比較すると、2005年は2000年以降では最も多く、1990年代後半と比べると低いため(表3)、現在の資源水準は中程度であると考えられる。また、2004年級の加入は比較的多く、2002年級も多く残っていること、参考値ながら2005年の0歳魚の着底量は主要産卵場の一つである八戸沖では多かったことも併せて考えると、資源動向は若干の増加傾向にあると判断される。

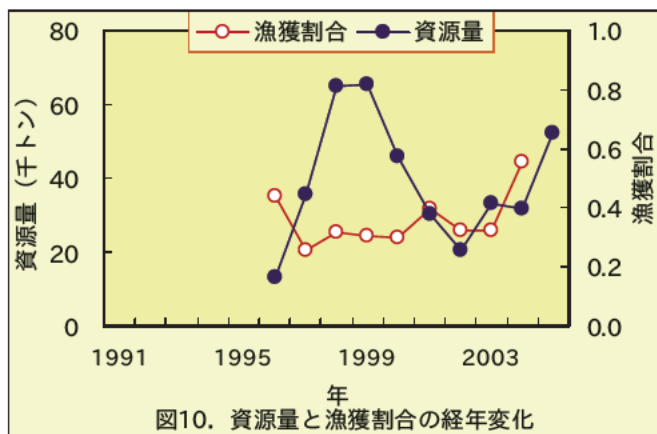


図10. 資源量と漁獲割合の経年変化

水準：中位 動向：増加

5. 資源管理の方策

(1) 資源と漁獲の関係

漁獲割合は資源量と反比例の関係にあり、資源状態がよいと低く、悪いと高い(図10)。近年の生物情報に基づくYPR曲線とSPR曲線を図11に示した。年齢別現存量から年齢別の生残率を求め、後述のように自然死亡係数を一定

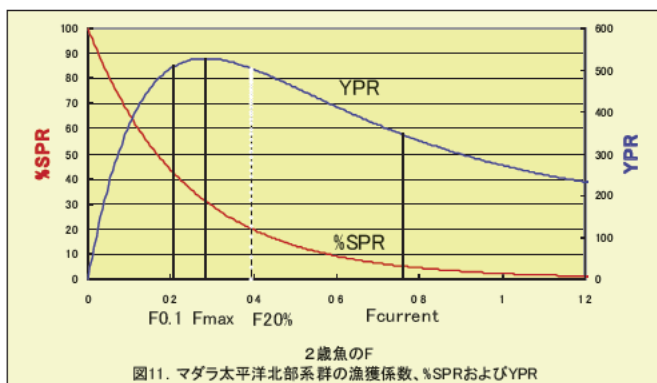


図11. マダラ太平洋北部系群の漁獲係数、%SPRおよびYPR

とし、漁獲方程式を用いて F を求めた。その結果、過去 5 年間の 2 歳魚の F は 0.76 で、一般にいわれる管理基準値に比べて高いことが明らかになった。これは 4.5%SPR に相当する。また、若齢魚に対する漁獲圧が高いのも特徴で、1 歳魚の漁獲係数は 2 歳魚よりもさらに高い (1.06)。

(2) 資源と海洋環境の関係

図 11 に太平洋北部海域におけるマダラの加入量と水温との関係を示した。ここでの北部および南部海域はそれぞれ青森沖～金華山沖および金華山沖～日立沖を示している。マダラの卵が孵化する 2 月から幼魚が着底する 6 月までの水温を月毎に水深 0m、50m および 100m で調べた結果、着底直前の 6 月における表面水温が加入量決定に大きな影響を及ぼす可能性が示唆された。本海域は太平洋岸におけるマダラの分布の南限に位置することから、この結果は興味深い。ただし、ここでは水温以外の要因について考慮しておらず、水温が作用するメカニズムも明らかになっていないことから今後この要因の解明が求められる。

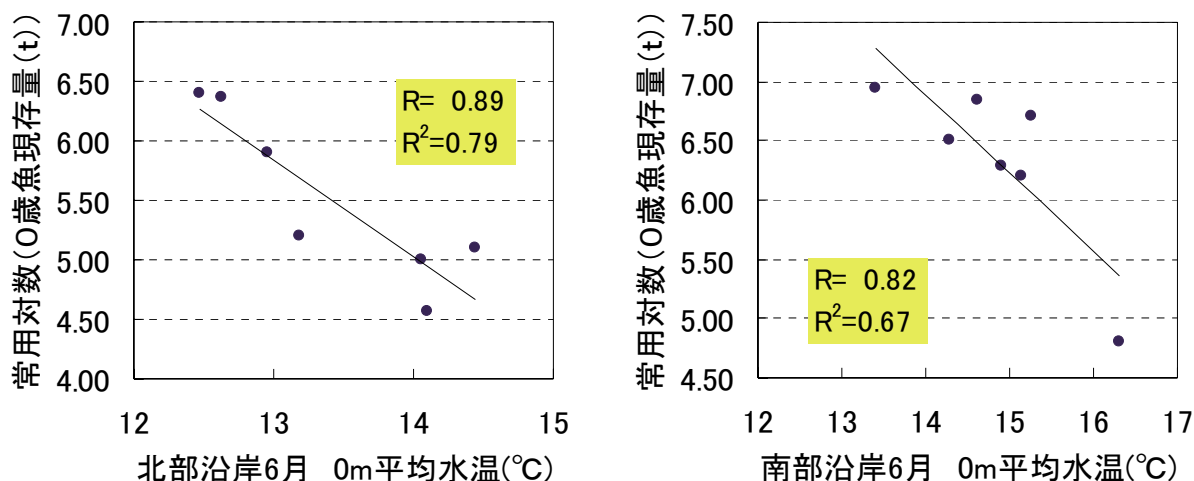


図 11. 太平洋北部海域における表面水温と 0 歳魚の現存量の関係

6. 2006 年 ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

マダラ資源は 1990 年代後半に大幅に増大したがその後減少傾向にあった。2002 年級の発生量は非常に多く、2003 年級ではやや少ないものの 2004 年級は再び多かったため、資源は中位水準で増加傾向にあると考えられる。マダラの成長は非常に早いので、適切な漁獲管理を行うことによって 1990 年代後半レベルに資源を回復させることが可能である。これらのことからある程度親魚量を維持しつつ、資源水準を向上させることを管理目標とした。平成 17 年 ABC 算定のための基本規則 1 3) (2) に基づいて $F_{\text{limit}} = F_{20\% \text{SPR}}$ とし、この時の漁獲量を ABC limit とした。また $F_{\text{target}} = F_{\text{limit}} \times 0.8$ とし、この時の漁獲量を ABC target とした。

(2) ABC の算定

2006 年の ABC 算定は以下の条件の下で行った。

- ・ 自然死亡係数 M は田内・田中の式（田中 1960）およびこれまでの年齢査定で得られた最高齢の個体（8歳）から、0.313 とした。
- ・ 2000～2004 年に行った現存量調査の結果からもとめた各年齢の生残率の平均値を年齢別生残率 S とし、 S と M との関係から得られた年齢別 F 値を現状の F とした。
- ・ 2005 年以降の年齢別の F の比率（選択率）は 2000～2004 年の平均値と同じと仮定する。2歳を 1 とすると、1歳 1.40, 3歳以上=0.996 となる。
- ・ 年齢別の体重は図 1 のとおり。なお、雌の 50%成熟体長は 478mm で、1995 2004 年では 3歳魚の 20 85%が成熟していたため、3歳魚の成熟割合を 0.4 とした。また、2歳魚はすべて未熟で、4歳以上の個体はほぼすべて成熟していたため、それぞれ 0 および 1 とした。
- ・ 1996～1998 年および 2002 年の 0 歳魚の発生は高水準で卓越年級と考えられるため、1996～1998 年および 2002 年を除く 1996～2005 年における平均値を「平均的な加入」として、2006 年以降の加入量とする（32,364 千尾, 5,429 トン）。
- ・ 年齢別選択率と漁獲物の体長組成から漁獲開始年齢は満 1 歳とする。

この条件のもとで現在の漁獲が 2005 年まで続くとなると、2006 年の初期資源量は 47,007 トンになる。 $F_{30\%}$ 、 $F_{20\%}$ 、 $F_{0.1}$ 、 $F=M$ 、 $F_{current}$ および資源量を 2005 年レベルに保つ F (F_{sus}) について検討した。その結果、現状の漁獲圧が続くと資源は減少する。 $F_{30\%}$ および $F_{0.1}$ まで漁獲圧を下げると当面の漁獲量は減少するが、2010 年の資源量はそれぞれ 8 万トン以上および 10 万トン以上となり、卓越年級が発生した 1998 1999 年を超えるレベルに達すると思われる（図 12、表 4）。 $F_{20\%}$ とすると、漁獲量を大きく減らすことなく、親魚量を維持し、卓越年級が発生したときに準じる資源水準に増加するため、 $F_{20\%}$ を F_{limit} 、安全を見

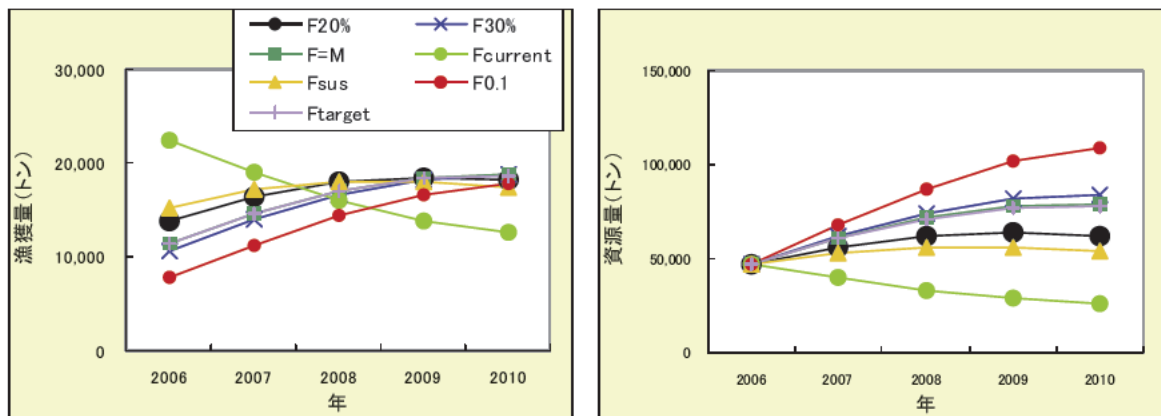


図 12. さまざまな管理方策に基づく漁獲量（左）と資源量（右）の変動

表4 F値の変化による資源量および漁獲量の推移

F	基準値	漁獲量(トン)					資源量(トン)				
		2006	2007	2008	2009	2010	2006	2007	2008	2009	2010
0.00		0	0	0	0	0	47,007	68,071	116,894	172,533	231,192
0.06	0.1 F_{sus}	1,976	3,291	4,823	6,287	7,312	47,007	79,753	117,907	154,362	179,891
0.19	0.3 F_{sus}	5,654	8,571	11,551	14,026	15,432	47,007	72,332	98,200	119,677	131,877
0.31	0.65 F_{sus}	11,424	14,664	17,098	18,472	18,697	47,007	60,878	71,283	77,158	78,121
	ほぼ F_{target} に相当										
0.42	0.88 F_{sus}	13,762	16,382	17,919	18,442	18,101	47,007	56,310	61,752	63,608	62,400
	ほぼ F_{limit} に相当										
0.48	F_{sus}	15,286	17,272	18,090	18,040	17,382	47,007	53,359	55,964	55,804	53,709
0.80	1.67 F_{sus}	22,455	19,086	16,001	13,877	12,596	47,007	39,779	33,133	28,557	25,797
	ほぼ $F_{current}$ に相当										

越して Flimit に 0.8 を乗じたものを Ftarget とした。その結果、ABClimit 13,762 トン、ABCtarget=11,424 トンと推定された。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	138百トン	F20%	0.42	29%
ABC target	114百トン	0.8F20%	0.33	24%

注)F値は各年齢の平均で、ABCは100トン未満で四捨五入した。

(3) ABC の再評価

2005 年の ABClimit は当初 99 百トンであったが、その後、2002 年級の生き残りが良かったことに加えて 2004 年級の発生量が想定値よりも倍以上多かったため、160 百トンに上方修正された (表 5)。

表5. ABCの再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理 ¹ 基準	資源量 (百トン)	ABClimit (百トン)	ABCtarget (百トン)	漁獲量 (百トン)
2004年(当初)	F20%SPR(0.43)	515	156	130	175
2004年(再評価)	F20%SPR(0.43)	375	118	98	175
2004年(再々評価)	F20%SPR(0.42)	316	95	79	175
2005年(当初)	F20%SPR(0.39)	331	99	83	
2005年(再評価)	F20%SPR(0.42)	522	160	133	

1:ABClimitに対する資源管理基準(略号)とそれに相当するF値(年あたり)

漁獲量は暫定値

7. ABC 以外の管理方策への提言

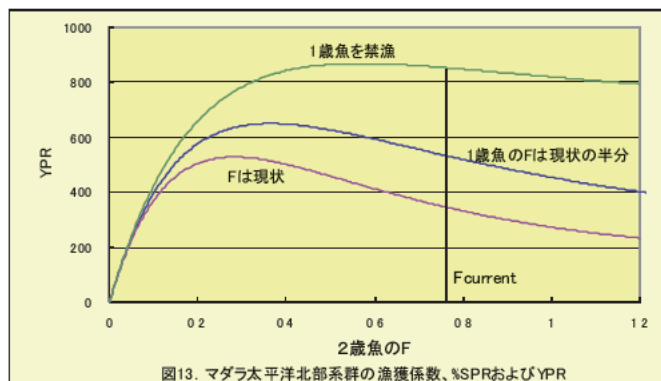
図 8 に示したようにマダラの再生産関係は不明瞭であるため、秋季における調査の親魚量から翌年以降の加入量を推定するのは困難である。そこで、2002 年から毎年 5～6 月に仙台湾沖および八戸沖で着底トロール調査を行い、育成場における着底直後の幼魚の現存量推定を試みている。仙台湾における 2005 年 6 月のマダラ 0 歳魚の分布密度は、3,800 尾/km²であった (表 6)。この値は 2002 年級に比べるとかなり低く、結果的に加入が少なかった 2003 年級および 2004 年級と近い値であった。また、2005 年の八戸沖の分布密度は 59,000 尾/km²で、加入が極めて多かった 2004 年に近い値を示していた。結果として、2005 年級は仙台湾沖を中心とした南部海域で少なく、八戸沖を中心とした北部海域で多いと考えられた。この傾向は 2004 年とほぼ同様であり、着底期から陸棚斜面域へ移動する夏季の生残も昨年と同様であるならば、2005 年級の加入量は昨年よりやや少なく平均よりは多いと考えられる。現在は 6 月の着底量と 10 月の陸棚斜面域の現存量との対応関係が不明瞭なため、6 月の結果を参考値として扱っているが、データが蓄積する数年後には翌年度の加入量を高精度で推定できると考えられる。

また、マダラは非常に成長が早く、満 1 歳では 80g 程度の個体が満 2 歳では 550g、満 3 歳では 1,600g に成長する。そのため、加入が多くない状況でも小型魚の漁獲規制することによっ

表6. 5-6月における主分布水深帯のマダラ0歳魚の尾数密度(尾/km²)

年	仙台湾沖			八戸沖		
	水深帯(m)	調査点数	密度	水深帯(m)	調査点数	密度
2002	40-80	13	40,419	75-150	8	190
2003	40-80	9	2,809	80-150	5	0
2004	40-80	10	6,139	60-110	9	67,325
2005	40-120	13	3,752	60-160	14	59,207

て資源量を回復させることができると考えられる。例えば、1歳魚の漁獲圧を半分にすると F_{max} となる F 値は 0.365 になり、現状の値 (0.285) に比べて高くなる。また、1歳を完全に禁漁にすると F_{max} となる F 値は 0.575 となり、現在の漁獲圧でも資源は増加し、2010 年の資源量は 6 万 4 千トン、漁獲量は 2 万 7 千トンとなり、過去最高の漁獲量になる。



8. 引用文献

- Bakkala, R. S. Westrheim, S. Mishima, C. Zhang and E. Brown (1984) Distribution of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in the North Pacific Ocean. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull., 42: 111 115.
- 福田慎作、横山勝幸、早川 豊 (1985) 青森県陸奥湾湾口部におけるマダラ成魚の標識放流について. 栽培技研, 14, 71 77.
- 橋本良平(1974) 東北海区漁場におけるマダラの食性と生息水深の変動に関する研究. 東北水研報, 33, 51 67.
- 服部 努、桜井泰憲、島崎健二(1992) マダラの耳石薄片法による年齢査定と成長様式. 日本水産学会誌, 58: 1203 1210.
- 服部 努、桜井泰憲、島崎健二(1995) 陸奥湾に來遊するマダラの孕卵数. 東北水研報 57: 1 5.
- 服部 努、北川大二、今村 央、野別貴博 (1999) 1998 年の底魚類資源量調査結果. 東北底魚研究, 19: 77 91.
- 服部 努、北川大二、成松庸二、佐伯光広、片山知史、藤原邦浩、小谷健二、本田学志(2002) 2001 年の底魚類現存量調査結果. 東北底魚研究, 22: 82 98.
- 児玉純一、永島宏、和泉祐司 (1990) 金華山海域に生息するマダラについて. 東北海区底魚研究チーム会議報告, 11: 43 46.
- Mishima, S. (1984) Stock assessment and biological aspects of Pacific cod (*Gadus macrocephalus* Tilesius) in Japanese waters. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull. 42, 180 199.
- 成松庸二、北川大二、服部努 (2003) 東北海域におけるマダラの成長の年変化. 平成 15 年度日本水産学会大会講演要旨集, 83p.
- Sakurai, Y. and T. Hattori (1996) Reproductive behavior of Pacific cod in captivity. Fish. Sci., 62: 222 228.
- Takatsu, T., T. Nakatani, T. Mutoh, and T. Takahashi (1995) Feeding habits of Pacific cod larvae and juveniles in Mutsu bay, Japan. Fish. Sci. 61, 415 422.
- Takatsu, T., T. Nakatani, T. Miyamoto, K. Kouka and T. Takahashi(2002) Spatial distribution and feeding habits of Pacific cod (*Gadus Macrocephalus*) larvae in Mutsu Bay, Japan. Fish. Oceanog., 11, 90 101.

- 田中昌一(1960) 水産生物の **Population Dynamics** と漁業資源管理. 東海水研報, 28, 1 200.
- 山村織生(1993) 仙台湾沖底生魚類群集における資源分割. 漁業資源研究会議 底魚部会報, 26, 61 70.