

平成 16 年ヒラメ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（栗田 豊、上原伸二、北川大二）

参画機関：宮古栽培漁業センター、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（青森～茨城県）では、2000年（2,542トン）以降漁獲量は減少傾向を示しており、2003年の漁獲量は1,500トン台（概算値）まで減少した。漁獲努力量に目立った変化がないことから、この原因は加入量の減少であると考えられる。漁獲状況の調査、着底稚魚密度の調査結果より、2003年秋から2005年夏まで漁獲の主体となる2002年級の資源量も低いと推察されることから、減少傾向は変化しないと思われる。このことから、資源量は中位で減少傾向にあると判断した。そこで5年後（2009年）の産卵親魚量（雌）が現状と同じになるようなFをF_{limit}、 $0.8 \times F_{\text{limit}}$ をF_{target}とし、そのそれぞれのFの下における推定漁獲量をABC_{limit}、ABC_{target}とした（ABC算定のための基本規則 1 - 3） - （3）。

	2005年 A B C	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	1.19千トン	$0.82 \times F_{\text{current}}$	0.67	47%
ABC _{target}	1.14千トン	$0.8 \times (0.82 \times F_{\text{current}})$	0.53	45%

10トン未満を四捨五入

年	資源量(千トン)	漁獲量(千トン)	F 値	漁獲割合
2002	4.13	2.03	0.84	46%
2003	2.94	1.55(概算値)	-	-
2004	-			

（解析に必要なデータが整備されている地域に限られており、上記表の解析には福島県のデータを用い、資源量およびABCの値は太平洋北部海域全域に引き延ばして推定した。）

（水準・動向）

水準：中位 動向：減少

1. まえがき

ヒラメは日本のほぼ全域に分布している。太平洋北部（青森～茨城県）において、毎年1,500トン以上漁獲されている重要な沿岸漁業資源の一つであり、刺し網、定置網、小型底びき網、沖合底びき網漁業などにより漁獲されている。1990年代後半より、30cm未満（一部地域では35cm未満）の漁獲物の再放流が実施されている。この取り組みによって1994、95年に発生した卓越年級群、およびそれに引き続く年級群を持続的に利用し、漁獲量は1997年から2002年の7年間にわたり2,000トンを超えていた。しかし近年の低調な加入により、漁獲量は減少傾向にあり、2003年は1,500トン程度にとどまった。

本年よりコホート解析等による資源解析を開始したが、解析に利用できるデータが得られている地域が限られていること、生活史特性値の情報が不足していることから、解析に当たっては多くの仮定をおいている。今後は生物学的な調査による生活史特性値およびその年変動の把握、漁獲物に関する情報の整備により、資源解析の精度を高める必要がある。その結果として、親子関係の解明、着底稚魚密度（0+歳）を用いた漁獲加入量（1+歳）の早期推定、加入量変動機構の解明が期待される。

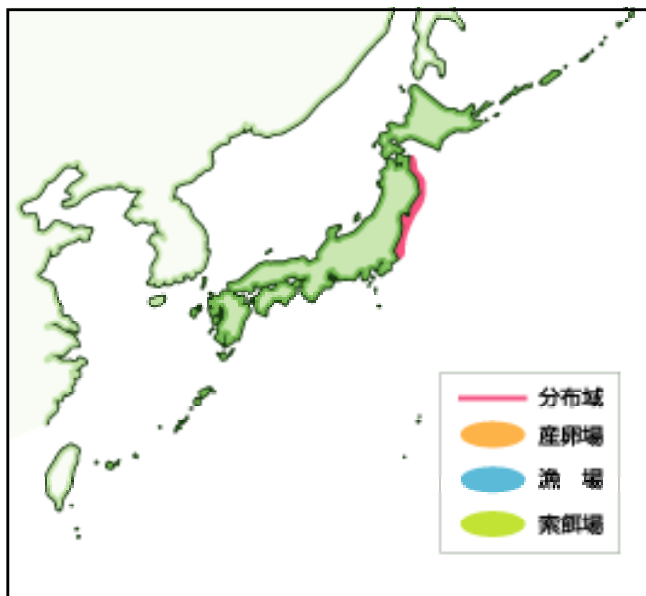
また、太平洋北部海域においてもヒラメの種苗放流が盛んに行われており、2002年は約500万尾の放流が行われた。近年、放流がヒラメの資源動態に及ぼす影響に関する生態学的な知見が蓄積されつつあるが、不明の点が多い。資源解析的な手法を併用して、放流効果ならびに影響を明らかにする必要がある。

2. 生態

(1) 分布・回遊

東北海域では、5～8月に水深30m付近の粗砂および砂礫地帯で産卵する。卵は分離浮遊卵で、水温15℃では約60時間、水温20℃では約35時間で孵化する（安永，1988）。孵化仔魚は水温16℃では約40日間、水温19度では約30日間の浮遊生活を送った後、変態・着底が完了する（Seikai，1986）。着底稚魚は水深10m以浅の砂または砂泥域で過ごし、全長7～10cmになると次第に深所に移動する。当歳魚は秋～冬には水深30m以深の砂または砂泥域で過ごし、春に再び水深10～30m付近に接岸する。2歳魚以上の未成魚および成魚は、主に水深40m以深の陸棚に生息し、その主分布域は100m以浅である（図1）。

岩手県沿岸は陸棚域が狭いためヒラメの分布量は相対的に少ない。また岩手県中～南部



沿岸は親潮第1分枝の影響を強く受けるため比較的低水温であり、ヒラメの南北交流の障壁になっている可能性がある。標識放流の結果では岩手県や青森県沿岸で放流されたものは北に移動する傾向が強く（石戸，1990）、宮城県や茨城県沿岸で放流されたものは逆に放流地点よりも南で再捕される傾向がある（二平ほか，1988）。これらのことから、太平洋北部系群は岩手～青森県と宮城県以南の2つの群に分かれている可能性がある。

図1．ヒラメ太平洋北部系群の分布

(2) 年齢・成長

満1歳の体長は同程度であるが、2歳以降では雌の成長が雄を上回る（図2）。各群の成長式および全長－体重関係は下記のとおりである（太平洋北ブロック資源管理型漁業推

進協議会, 1994)。

①成長式

A. 青森-岩手

$$\text{雌 } L = 88.37(1 - e^{(-0.163(t+1.237))})$$

$$\text{雄 } L = 58.90(1 - e^{(-0.288(t+1.062))})$$

B. 宮城-茨城

$$\text{雌雄込み } L = 72.26(1 - e^{(-0.327(t+0.57))})$$

②全長-体重関係

A. 青森-岩手

$$\text{雌雄込み } W = 7.647 \times 10^{-3} \times L^{3.058}$$

B. 宮城-茨城

$$\text{雌 } W = 5.530 \times 10^{-3} \times L^{3.176}$$

$$\text{雄 } W = 7.661 \times 10^{-3} \times L^{3.090}$$

(L : 全長cm, W : 体重g, t : 年齢)

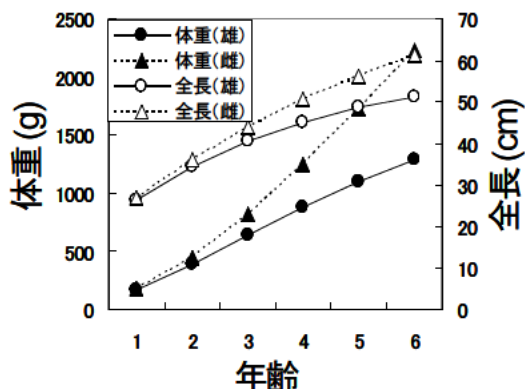


図2. ヒラメ太平洋北部系群の成長。

東北水研では2003年より、福島県相馬で水揚げされた漁獲物の性別age-length keyの作成を行っている。2003年6月および10月に作成した性別age-length keyを福島県の同年同月における漁獲物の体長組成に適用して求めた全長は、以下の通りであった。2003年6月1+歳(2001年級。ほぼ満2歳に相当する)雄、 36.7 ± 2.8 cm、雌、 37.9 ± 3.2 cm、10月2+歳(2001年級)雄、 40.0 ± 2.5 cm、雌、 45.5 ± 3.6 cm。また、これとは別に、高齢魚の耳石の輪紋径から各齢における体長の逆算も行っている。これらの手法を併用して、年級群ごとの成長を明らかにしていく予定である。

最高年齢については、雌では20歳以上、雄では10歳以上の高齢魚が確認されている。

(3) 成熟・産卵生態

産卵は数~数十回にわけて行われる多回産卵である(小澤ほか, 1996; 竹野ほか, 1999)。飼育下では2ヶ月以上にわたってほぼ毎日産卵を行う(平野・山本, 1992)。最小成熟サイズおよび成熟年齢は、雄では全長35cmで満2歳以上、雌では全長44cmで満3歳以上である(北川ほか, 1994)。東北水研が2003年に行った調査によると、仙台湾~常磐海域における産卵期は5~9月で、6月中旬から7月下旬が産卵盛期であった。

(4) 被捕食関係

着底後の稚魚は甲殻類のアミ類を主に食べるが、成長とともに次第に魚類、イカ類を捕食するようになる。一方、着底直後にヒラメ当歳魚やエビジャコによる被食、着底後1、2ヶ月間にヒラメ1、2歳魚や大型魚による被食が予想され(古田, 1998)、被食による減耗の強度が加入量に大きく影響する可能性がある。

(5) その他

ヒラメの漁獲量は1997年に最高になったが(図3)、これは1994年および1995年級群の加入量が卓越していたためである(渡邊・藤田, 2000)。太平洋北区ではこれ以前にも1971年、1978年および1984年の各年級群も卓越して発生しており(太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会, 1994)、数年ごとに卓越年級群が発生しているが、その要因は明らかではない。

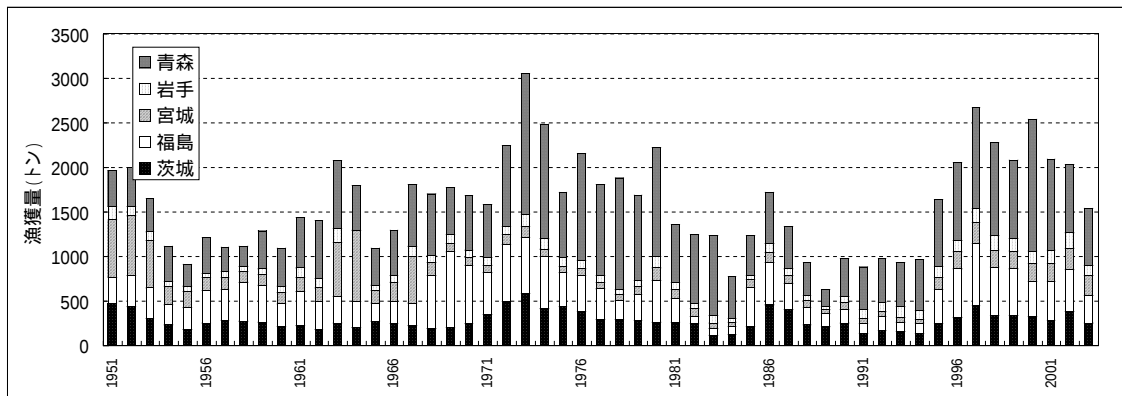


図3．県別ヒラメ漁獲量．「漁業・養殖業生産統計年報」より．2003年は概算値．

3．漁業の状況

(1) 漁業の概要

太平洋北区ではヒラメは沖合底曳網・小型底曳網・刺網・定置網等により漁獲されている。漁業は周年行われているが、1歳魚が漁業に加入する秋に漁獲量が増加する。近年、

資源の保護・管理を目的として、漁具漁法、目合制限、操業時期などのさまざまな規制処置が行われている。特に全長制限（30cm、一部地域では35cm）が各県で実施されており、小型魚の漁獲は少なくなっている(図4)。漁獲物は、尾数、重量ともに1+歳と2+歳が主体となっている（補足資料1参照）。

(2) 漁獲量の推移

青森県太平洋側～茨城県におけるヒラメの漁獲量は1986年には1,742トンであったが、その後減少して1989年には632トンに落ち込んだ。その後1994年までは1,000トン弱程度で推移していたが、1995年以降は増加傾向を示し、1997年には2,674トンに達した。1996～2002年は2,000～2,700トンの間を推移していたが、2000年以降は減少傾向が認められ、2003年は1,500トン台（概算値）に落ち込んだ（図3、表1）。これは2000年級（2001年に漁獲加入）以降の加入が低調

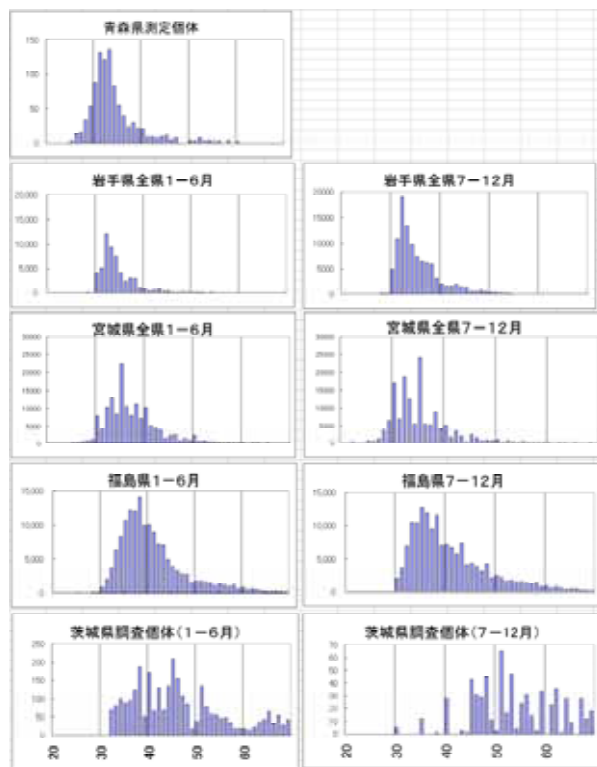


図4．岩手，宮城，福島県における漁獲物の全長組成と，青森県，茨城県における調査した全長組成．新たな漁獲加入がある前（1 - 6月）と後（7 - 12月）を区別して集計した．

であることが主な要因であると考えられる。

(3) その他

ヒラメは高級魚であり、東北海区における重要な漁業対象種であることから、各県において種苗の放流が行われている。2002年の放流数は約5,500千尾であった(表2)。

表1. ヒラメの漁業種類別漁獲量。資料は農林水産統計年報

漁業種類	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
青森県										
沖底	2	5	6	4	5	4	4	3	2	1
小底	83	96	100	157	177	66	146	163	88	61
刺網	208	329	336	567	413	424	792	409	325	351
定置網	238	269	352	330	361	322	481	389	303	198
その他	47	55	85	77	90	69	57	56	45	28
計	578	754	879	1,135	1,046	885	1,480	1,020	764	639
岩手県										
沖底	2	2	2	1	1	0	0	0	1	1
小底	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
刺網	62	66	76	87	88	70	73	81	99	66
定置網	30	43	39	53	55	62	60	60	60	46
その他	8	10	11	15	12	8	6	9	11	9
計	102	121	128	156	156	140	139	150	171	120
宮城県										
沖底	3	12	24	19	24	26	18	21	17	38
小底	12	54	52	60	51	34	61	50	60	35
刺網	20	64	101	125	99	119	104	106	117	111
定置網	7	12	14	22	17	22	16	15	16	21
その他	0	3	3	6	4	1	1	1	40	15
計	42	145	194	232	195	202	201	195	250	220
福島県										
沖底	30	164	183	183	114	145	111	136	117	85
小底	30	76	127	131	80	105	63	78	73	40
刺網	52	130	223	359	329	260	209	215	260	182
定置網	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
その他	4	5	3	26	20	14	13	11	8	8
計	117	375	536	700	544	525	396	439	458	315
茨城県										
沖底	4	16	14	13	13	15	6	6	6	6
小底	57	128	183	232	170	178	149	164	239	92
刺網	53	67	96	152	104	101	130	87	102	115
定置網	1	2	3	4	8	5	7	3	5	8
その他	19	35	27	50	41	40	32	26	36	30
計	134	248	323	451	336	339	326	287	388	251
合計										
沖底	41	199	229	220	157	190	139	169	143	131
小底	182	354	462	580	478	383	419	455	460	228
刺網	395	656	832	1,290	1,033	974	1,308	898	903	825
定置網	277	326	408	410	442	412	564	467	384	273
その他	78	108	129	174	167	132	109	103	140	90
計	973	1,643	2,060	2,674	2,277	2,091	2,542	2,092	2,031	1,545

2003年の漁獲量は統計情報部調べで、暫定値である

表2. ヒラメの種苗放流実績(千尾)。栽培漁業センター資料より抜粋。

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
青森県	2,193	2,591	2,341	1,885	1,909	1,772	1,896	1,528	1,677	1,502
岩手県	461	335	287	41	94	75	239	701	1,158	1,204
宮城県	328	787	839	551	487	709	924	1,155	1,119	1,028
福島県	327	774	436	1,015	1,104	1,150	1,015	1,050	1,034	1,054
茨城県	410	774	254	631	584	820	1,428	1,358	1,056	785
合計	3,719	5,261	4,157	4,123	4,178	4,526	5,502	5,792	6,044	5,573

4．資源の状態

(1) 資源評価の方法

(目標とする解析)

漁獲物の体長組成を性別の年齢組成に分解して、雌雄別にコホート解析を行う。その結果を基に、親子関係を調べ、Fmsyによる資源管理を行う。また、新規加入量調査(0歳着底稚魚調査)とコホート解析から推定される漁獲加入時(1歳)の資源量の関係を調べて、0歳時に翌年の漁獲加入資源量を推定することを検討する。

(本年度の解析)

漁獲物の体長組成を性別年齢組成に分解するためには、性別のage-length keyを用いるのが一般的である。現在利用できるのは、数年間の調査・解析結果をプールして作成した性別age-length key(プールA-L key)である。このkeyを用いると、資源量が高い年級群の豊度を過小に、低い年級群の豊度を過大に評価することになる。また、年級群による成長の違いや成長の年変動に対応できない。従って、性別age-length keyを異なる系群や時期の漁獲物に適用する場合は、適用するたびに随時作成することが理想的である。東北水研では当面の間、年2回、性別age-length keyを作成する計画である。2003年は6月と10月に福島県相馬で水揚げされた漁獲物を用いて性別age-length keyを作成し、1歳および2歳の漁獲尾数を推定した。それ以外の月は、6月および10月の雌雄別各齢における全長の平均値と標準偏差を参考にして、各月ごと雌雄別に、全長の平均値と標準偏差の推定値を与えて、各月ごとに1歳および2歳の漁獲尾数を推定した。

一方、プールA-L keyを用いて漁獲物の体長組成を性別年齢組成に分解することも試みた。得られた性別年齢別の漁獲尾数を用いて、雌雄別々にコホート解析を行い、近年の資源変動の構造およびFの操作による適切な資源管理手法を検討した。本年は長期的なデータが得られた青森県(1998～2002年)および福島県(1990～2002年)の水揚げ物調査データを用いて解析を試みた。青森県についてはFの推定値が約1.4となり、福島県および他海域で推定されているF値よりも非常に高くなったので、本年の資源評価においては後の解析に使用しなかった。従って、福島県のデータのみを用いて解析した結果から太平洋北部系群の資源管理を検討した。

(今後の計画)

性別age-length keyを作成するための調査は数年継続して、精度の高い雌雄別年齢別漁獲尾数の推定値を求めるとともに、過去に遡って推定する手法を開発する計画である。また、漁獲物の全長組成のデータが得られる地域が限られているので、データの整備を行うとともに、必要なデータを得るための調査体制の構築を検討したい。

(2) 資源量指標値の推移

漁獲物の体長制限が実施された1990年代後半以降、漁獲努力量には大きな変化がないと判断できるので、1990年代後半以降の漁獲量は資源量指標値に相当する。漁獲量の推移は上述したとおりである。

(3) 漁獲物の年齢組成

青森、岩手、宮城県は、漁獲物は全長30 - 40cmが、福島県は30 - 50cmが主体であり(図4)、全ての県で1歳と2歳が漁獲の主体となっている。福島県では漁獲尾数は1歳と2歳が同程度、漁獲重量は2歳が1歳より多いと推定されている(補足資料1参照)。従っ

て、加入量の変動が翌年および翌々年の漁獲量に与える影響が大きい。

2003年6月および10月に作成した性別age-length keyならびに6、10月における雌雄各齢の全長の平均値と標準偏差を参考にして、福島県における各月ごと雌雄別各齢の漁獲尾数を推定したところ、2003年7 - 12月に採集された2+歳魚（2002年級）は105,468尾、1+歳魚（2003年級）は33,211尾であった（表3、補足資料1参照）。1+歳個体群全体が加入を完了したと思われる10 - 12月のみで比較しても、2+歳37,676尾、1+歳28,993尾で、1+歳の尾数が2+歳の尾数を下回った。2002年級は着底稚魚量も非常に少なかったことと考え合わせる（補足資料2参照）と、2002年級の豊度は非常に低いと推察される。

プールA-L keyを用いて求めた1+歳と2+歳の合計漁獲尾数は、調査の前年および前々年の加入量を反映していると考えられる。1990～2002年の福島県の1+歳と2+歳の合計漁獲尾数は、1995、96年にピークを示した後、漸減傾向が続いている（補足資料1参照）。このことは1994、95年の卓越年級のあと、2001年級まで加入量は継続して減少傾向にあることを示唆している。

表3 . 2003年福島県で漁獲されたヒラメ1+歳と2+歳の漁獲尾数 .
6月と10月に作成した性別age-length keyを用いて推定した .

	1 + 歳		2 + 歳	
	♂	♀	♂	♀
2003年1-6月	44,569	58,919		
2003年7-12月	15,245	17,966	57,907	47,561

（4）資源量の推移

1990年代後半以降の漁獲量の推移、プールA-L keyと福島県の漁獲物データを用いて得られた年齢別漁獲尾数の推移、およびコホート解析の結果から、太平洋北部における近年のヒラメ資源量の推移は以下のようにまとめられる。1994、95年に発生した卓越年級により、資源量は急増した。94、95年級に由来する産卵親魚量が大きかったこともあって、その後の加入量水準は比較的高く、2000年までの年級群豊度は比較的高い水準を維持していた。2000年以降の加入量は、減少または低水準となり、2003年の資源量水準は1990年代後半と比べると大幅に減少している。

（5）資源水準・動向

上述のことから、太平洋北部のヒラメ資源量は減少傾向にあると判断できる。2003年の漁獲量は過去20年間の漁獲量の中位に位置することから、資源水準も中位にあると考えられる。

資源水準：中位 資源動向：減少

5．資源管理の方策

（1）資源と漁獲の関係

1960年以降の漁獲量の推移（図3）から、10年に一度程度の頻度で発生する卓越年級によって漁獲量が急増し、その後数年でそれ以前の水準にもどることを繰り返しているように見てとれる。ただし、1960年代後半から70年代にかけてと、1990年代前半では、漁獲量が低位安定するレベルが異なっている。原因として卓越年級の発生頻度の変化、環境の変

化、漁業の変化などが予想されるが、詳細は不明である。94、95年の卓越年級群は産卵親魚量が少ない状態から発生したと予想されるので、産卵親魚量や繁殖成功度が高いと思われる高齢魚の資源量を一定レベル以上に維持すれば、長期的には資源を維持できると考えられる。また、1990年代後半から数年間続いた高水準の漁獲量は、漁獲物の全長規制によって成長乱獲を抑制した効果であると考えられる。以上のことから、卓越年級群の発生確率を少しでも高くすること、卓越年級群が発生しなくても漁獲量を長期にわたり中～高水準に保つことを実現するために、産卵親魚量を一定以上に維持することが重要である。

(2) 資源と海洋環境の関係

卓越年級群発生年における仙台湾～常磐沿岸の海洋環境を解析し、8月の高水温が卓越年級発生の必要条件であることが明らかになっている(高橋ほか2004)。適当な時期に産卵が行われていること、浮遊期の生残がよいこと、着底場所のアミの生産量が多いこと等が卓越年級発生の必要条件であると予想され、これらの全ての条件を満たしたときに卓越年級が発生すると考えられる。従って、資源と海洋環境の関係を調べるためには、産卵から漁獲加入までの長期にわたる様々な現象を、同時同所的に調査することが重要である。なお、8月の高水温は、浮遊期の生残と着底場所のアミの生産量に関係する可能性が考えられる。

(3) 種苗放流効果

種苗放流効果を数量的に評価する段階には至っていないが、近年の漁獲量の安定には種苗放流が寄与している可能性がある。

6. 2005年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

2000年前後までは、1994、95年に発生した卓越年級およびそれらの再生産によって資源量は高い水準に維持されていた。しかしここ数年は加入量水準が低く、資源量は中位水準にあり減少している。5年後(2009年)の産卵親魚量(雌のみ)が2002年と同レベルであることを目標として、 F_{limit} を設定した。

(2) ABCの算定

ヒラメは7月1日を年齢起算日としているため、解析では漁獲年度を7月1日から翌年6月31日として計算している。例えば2002年の1+歳は2002年7 - 12月の1+歳と2003年1 - 6月の1+歳の値の和である。従って2005年のABCは、2005年1 - 6月(2004年度の値として計算)と2005年7 - 12月(2005年度の値として計算)の和として算出される。

福島県の漁獲物の雌雄別年齢組成から、雌雄それぞれに対してコホート解析を行った(図5、補足資料1参照)。2003年12月までのデータを使用しているので、最新の漁獲年度は2002年度(2002年7月 - 2003年6月)である。2003年度および2004年度の雌の漁獲係数は、2002年度の雌のコホート解析により得られた値と同じ値を用いた。また、2003年度の1+歳の資源尾数は、2003年7 - 12月の1+歳の漁獲尾数に、その値から推定(後述)される2004年1 - 6月の1+歳の漁獲尾数を加えた値を基に死亡係数および漁獲係数を用いて算出し、2004年度以降の1+歳の資源尾数は2002年度の1+歳と同じ値であると仮定した。2005年度のFの値を変化させてシミュレーションを行った結果、2002年度のFの0.82倍にすると、2009年度の産卵親魚量が2002年度と同レベルになった。従って $0.82 \times F_{current}$ をF I

imitとして、雌雄それぞれについて2004年度（2004年7月～2005年6月）および2005年度（2005年7月～2006年6月）の漁獲量を推定した。過去12年間の7～12月と1～6月の漁獲量の比はほぼ5：3であったことから、この比で配分して求めた2005年（1～12月）の漁獲量は雌134トン、雄128トンであった。これに過去5年間の福島県の漁獲量に対する太平洋北部（茨城～青森）の漁獲量の割合（4.55倍）で引き延ばした太平洋北部の許容漁獲量の上限値（ABC limit）は1,191トンである。また、同様にして求めた許容漁獲量の目標値（F target、 $0.8 \times F_{limit}$ ）は1,141トン（ABC target）である（図6）。

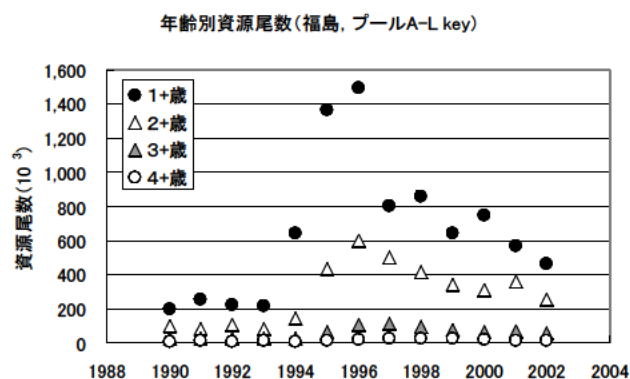


図5．年齢別資源尾数．福島県の漁獲データを用いてコホート解析を行って得られた。

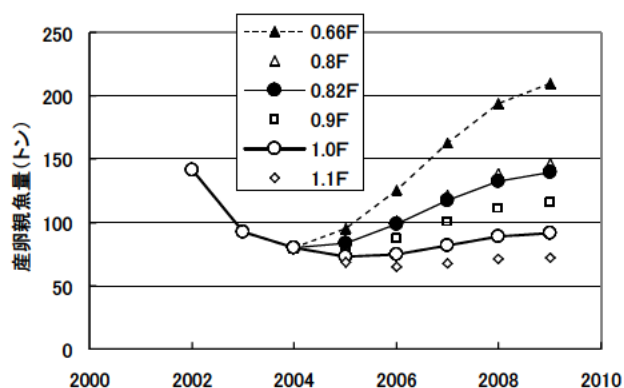


図6．漁獲係数を変化させた場合の雌の産卵親魚量の変化．変化させたFは、2002年から2004年のFに対する倍率で表示．福島県の漁獲データから計算した。

なお、本解析では多くの仮定をおいており、ABC limitおよびABC targetの数値の精度はかなり粗いと言わざるを得ない。しかし2002年級（2003年に漁獲加入）の豊度が低いこと、2003年級の豊度は不明だがこれまでのところ高い兆候がないことから、ABC limitおよびABC targetの値は、現実的な値であると思われる。

	2005年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC limit	1.19千トン	$0.82 \times F_{current}$	0.67	47%
ABC target	1.14千トン	$0.8 \times (0.82 \times F_{current})$	0.53	45%

10トン未満を四捨五入

(3) 漁獲圧と資源動向

2004年以降の漁獲加入年齢（1+）の資源量が一定である場合、産卵親魚量は2009年には

ほぼ収束値に達する（補足資料1参照）。2004年以降の加入資源量が2002年と同等であるという仮定の下では、Fが現状のままだと、2009年の産卵親魚量は現在の64%まで減少する。

7. A B C 以外の管理方策への提言

ヒラメの資源管理においては、小型魚の漁獲をしないことが有効であることが指摘されている（太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会，1994）。各県では1990年代後半に全長30cm（一部地域では35cm）未満のヒラメの再放流を義務づけており、この努力により1994、95年に発生した卓越年級および卓越年級の再生産を持続的に利用できたものと評価できる。全長規制サイズをさらに大きくすることが有効である可能性があるが、信頼できる規制サイズを解析により導き出すためには、精度の高い生活史特性値およびその年変動を調べる必要がある。

8. 参考文献

- 古田晋平（1998）鳥取県におけるヒラメ人工種苗放流技術の開発に関する行動・生態学的研究．鳥取水試報告，35，1-76．
- 平野ルミ・山本栄一（1992）個別飼育実験によるヒラメの産卵周期と産卵数の確認．鳥取水試報告33，18-28．
- 石戸芳男（1990）東北海区北部におけるヒラメ若齢魚の分布と移動．東北水研研報，52，33-43．
- 北川大二・石戸芳男・桜井泰憲・福永辰廣（1994）三陸北部沿岸におけるヒラメの年齢、成長、成熟．東北水研研報，56，69-76．
- 二平 章・高瀬英臣・別井一栄・石川弘毅（1988）茨城県沿岸海域におけるヒラメの標識放流．茨城水試研報，26，137-159．
- 小澤貴和・黒岩博文・鶴田和弘（1996）九州南西海域産ヒラメの成熟年齢と年間総産卵数．日水誌62，733 - 739．
- Seikai, T., J.B. Tanangonan and M. Tanaka (1986) Temperature influence on larval growth and metamorphosis of the Japanese flounder *Palulichthys olivaceus* in the laboratory. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 52, 977-982.
- 太平洋北ブロック資源管理型漁業推進協議会（1994）太平洋北ブロック資源管理推進指針．84p．
- 高橋一生・杉崎宏哉・栗田豊・神山孝史（2004）ヒラメ（仙台湾 - 常磐北部沿岸域）．漁場生産力変動評価・予測調査報告書（平成15年度），22-29．
- 竹野功璽・濱中雄一・木下泉・宮嶋俊明（1999）若狭湾西部海域におけるヒラメの成熟．日水誌65，1023-1029．
- 安永義暢（1988）ヒラメ仔稚魚の生理生態に関する研究．水工研研報，9，9 - 164．
- 渡邊昌人・藤田恒雄（2000）1994、1995年に発生したヒラメ卓越年級群．福島水試研報，9，59-63．

補足資料 1

福島県の漁獲データおよび複数年にわたって採集された標本により作成した age-length key を用いて行った資源解析の結果

福島県が市場調査結果を基に推定した1990年以降の月別の漁獲物体長組成（天然魚）に、複数年にわたって採集した個体を用いて作成した性別のage-length key（プールA-L key）を適用して、雌雄それぞれについて年齢分解した（補1 - 表1）。なお、本解析で用いたプールage-length keyの適用上の問題点、漁獲物の年齢分解に関する東北水研の今後の方針、解析結果の解釈の詳細については、本文を参照のこと。

補1 - 表1．福島県の漁獲物調査データについて年齢分解とコホート解析を行った結果．

年齢別漁獲尾数(×10 ³ 尾)(雌)													
年齢/漁期年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1	37.3	48.3	43.6	13.4	30.6	203.1	269.2	98.6	144.6	88.0	90.8	83.2	65.7
2	24.1	16.3	24.2	20.8	19.7	71.7	135.3	145.3	98.2	90.7	75.0	98.6	67.3
3	9.6	7.9	8.7	10.5	7.5	16.5	35.8	52.0	37.7	35.2	26.4	30.8	24.9
4	2.2	2.4	2.0	2.5	2.2	1.6	3.6	7.9	9.3	7.3	5.8	4.8	4.7
5+	1.9	1.9	2.2	2.6	2.3	1.7	3.0	4.1	6.1	5.4	6.3	4.5	3.7
合計	75.1	76.8	80.7	49.8	62.3	294.6	446.9	307.9	295.9	226.7	204.2	222.0	166.3

年齢別資源尾数(×10 ³ 尾)(雌)													
年齢/年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1	92.0	118.1	102.8	89.9	229.2	536.6	595.1	326.7	349.9	272.5	296.3	234.9	192.5
2	47.5	41.0	52.2	44.1	60.9	158.3	252.1	240.0	176.1	153.4	141.6	158.4	115.5
3	20.3	16.8	18.6	20.5	17.1	31.6	63.7	82.6	63.8	54.3	42.6	47.3	39.6
4	6.5	7.8	6.6	7.2	7.1	7.1	10.8	19.4	20.1	17.7	12.3	10.8	10.6
5+	5.8	6.3	7.5	7.6	7.4	7.7	9.1	10.1	13.1	13.1	13.5	10.0	8.5
合計	172.1	190.0	187.6	169.4	321.7	741.3	930.8	678.9	622.9	511.0	506.4	461.5	366.7

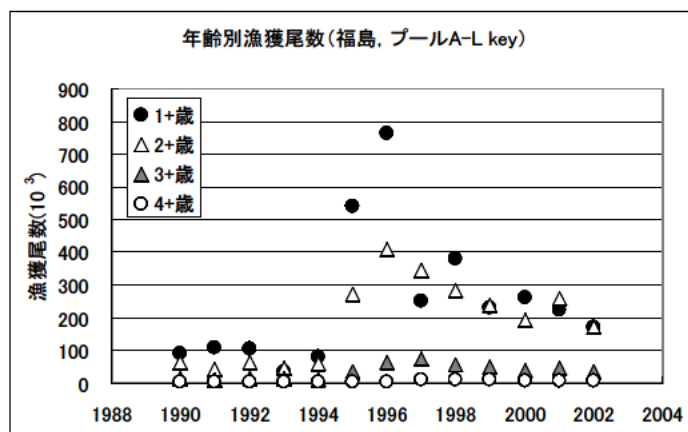
F-Matrix(雌)													
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1	0.60	0.61	0.64	0.18	0.16	0.55	0.70	0.41	0.61	0.44	0.42	0.50	0.48
2	0.83	0.58	0.72	0.74	0.45	0.70	0.91	1.12	0.97	1.07	0.89	1.18	1.04
3	0.74	0.73	0.73	0.85	0.67	0.87	0.98	1.20	1.07	1.27	1.16	1.28	1.20
4	0.46	0.42	0.40	0.48	0.42	0.28	0.46	0.60	0.72	0.62	0.74	0.69	0.67
5+	0.46	0.42	0.40	0.48	0.42	0.28	0.46	0.60	0.72	0.62	0.74	0.69	0.67
Weight.Aveg.	0.68	0.60	0.66	0.59	0.33	0.60	0.78	0.88	0.79	0.83	0.70	0.92	0.82
Fbar	0.62	0.55	0.58	0.55	0.43	0.53	0.70	0.79	0.82	0.80	0.79	0.87	0.81

年齢別漁獲尾数(x10 ³ 尾)(雄)													
年齢/漁期	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1	52.3	60.2	62.2	20.4	50.9	336.6	495.3	153.3	233.9	140.6	170.6	138.5	106.9
2	37.0	23.9	40.1	24.9	37.9	200.3	271.6	201.5	185.6	145.2	118.5	157.8	104.9
3	3.7	2.2	4.2	2.7	3.8	19.8	25.4	21.9	18.4	15.0	11.9	16.1	10.8
4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3	1.4	2.4	1.5	1.6	1.2	1.1	1.3
5+	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.5	0.9	1.9	2.2	1.9	1.9	1.0	1.4
合計	93.7	87.2	107.5	49.0	93.2	557.6	794.6	381.0	441.5	304.2	304.1	314.4	225.4

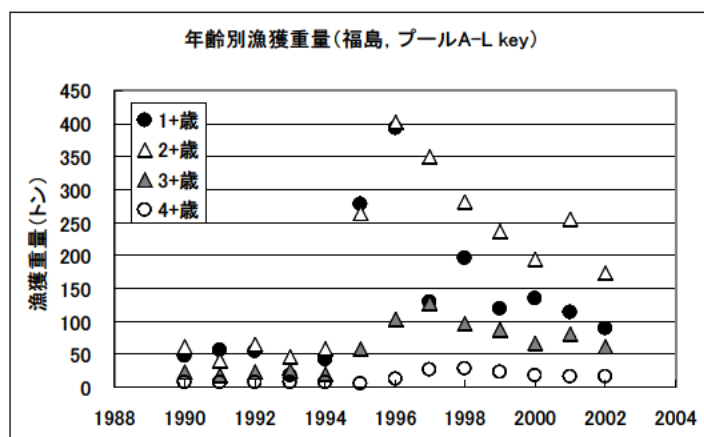
年齢別資源尾数(×10 ³ 尾)(雄)													
年齢/年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1	107.3	135.6	118.5	128.8	413.1	827.7	899.3	478.9	507.4	370.6	449.1	332.4	271.6
2	48.7	37.4	52.5	37.4	82.3	276.9	347.6	263.3	237.7	188.8	164.6	199.2	136.7
3	6.7	5.3	8.0	5.5	7.2	30.7	38.8	31.0	27.2	21.4	18.9	23.6	15.9
4	2.4	1.9	2.1	2.6	1.9	2.2	6.4	7.8	4.8	5.0	3.4	4.2	4.2
5+	2.8	3.5	3.5	3.5	3.8	3.9	4.0	6.1	7.0	5.9	5.5	4.2	4.7
合計	167.9	183.7	184.7	177.8	508.3	1,141.3	1,296.1	787.1	784.2	591.7	641.5	563.7	433.1

F-Matrix(雄)													
Age/Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1	0.80	0.70	0.90	0.20	0.15	0.62	0.98	0.45	0.74	0.56	0.56	0.64	0.59
2	1.97	1.29	2.01	1.40	0.74	1.71	2.17	2.02	2.16	2.05	1.69	2.28	2.04
3	1.00	0.65	0.89	0.81	0.92	1.32	1.36	1.61	1.44	1.58	1.25	1.48	1.47
4	0.15	0.18	0.23	0.21	0.14	0.17	0.28	0.43	0.44	0.44	0.51	0.33	0.43
5+	0.15	0.18	0.23	0.21	0.14	0.17	0.28	0.43	0.44	0.44	0.51	0.33	0.43
Weight.Av	1.27	0.86	1.31	0.84	0.42	1.04	1.40	1.35	1.36	1.32	1.03	1.50	1.31
Fbar	0.82	0.60	0.85	0.57	0.42	0.80	1.01	0.99	1.04	1.01	0.90	1.01	0.99

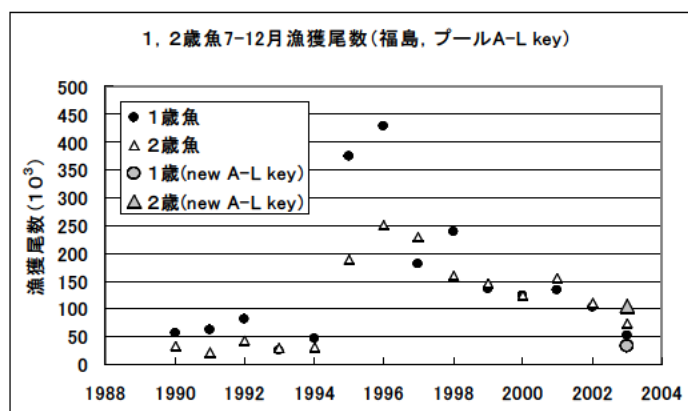
年齢分解した結果から、漁獲物の年齢組成は1+歳と2+歳が主体であること（補1－図1、2）、また、卓越年級である1994年および95年級（それぞれ95年、96年に漁獲加入）以降の1+歳漁獲量が減少傾向にあること（補1－図1）が明らかになった。また、7－12月の漁獲物の年齢組成から、2003年に漁獲加入した2002年級の豊度が低いことが予想される（補1－図3）。



補1－図1. 1990～2002年
福島県の漁獲物の年齢組成.
複数年のデータをプールして
作成した性別age-length
keyを使用.

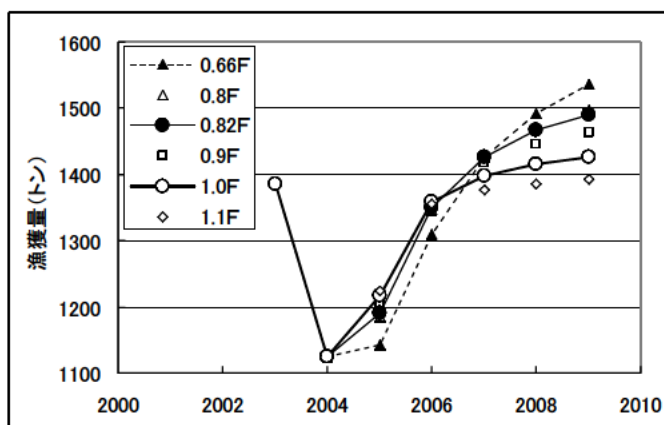


補1－図2. 1990～2002年
福島県の漁獲物の年齢別
重量組成.
複数年のデータをプールし
て作成した性別age-length
keyを使用.



補1－図3. 福島県における
7－12月の年齢別漁獲尾数.
2003年については、新しく作
成したage-length key (new
A-L key) を用いて推定した
値を併せて図示した.

雌雄別の漁獲物の年齢組成を常法を用いてコホート解析を行った。寿命を雌雄それぞれ12歳、10歳として、田中(1960)より M は0.21、0.25を与えた(補1-表1)。このコホート解析を基に2005年度の漁獲係数(F)の値を変化させてシミュレーションを行った。2003年度および2004年度の雌の F は、2002年度の雌のコホート解析により得られた F 値と同じ値とした。また、2003年度の1+歳の資源尾数は、2003年7-12月の1+歳の漁獲尾数に、その値から推定される2004年1-6月の1+歳の漁獲尾数を加えた値を基に死亡係数および漁獲係数を用いて算出し、2004年度以降は2002年度の1+歳と同じ値であると仮定した。シミュレーションの結果、2002年度の F の0.82倍にすると、2009年度の産卵親魚量が2002年度と同レベルになった(本文、図6)。従って $0.82 \times F_{\text{current}}$ を F_{limit} として、雌雄それぞれについて2004年度(2004年7月~2005年6月)から2009年度(2009年7月~2010年6月)の漁獲量を推定した(補1-図4)。過去12年間の7-12月と1-6月の漁獲量の比(5:3)で配分して求めた2005年(1-12月)の福島県の漁獲量を、過去5年間の福島県の漁獲量に対する太平洋北部(茨城~青森)の漁獲量の割合(4.55倍)で引き延ばした太平洋北部の許容漁獲量の上限値(ABC_{limit})は1,191トンとなった。また、同様に求めた許容漁獲量の目標値(F_{target} 、 $0.8 \times F_{\text{limit}}$)は1,141トン(ABC_{target})であった。



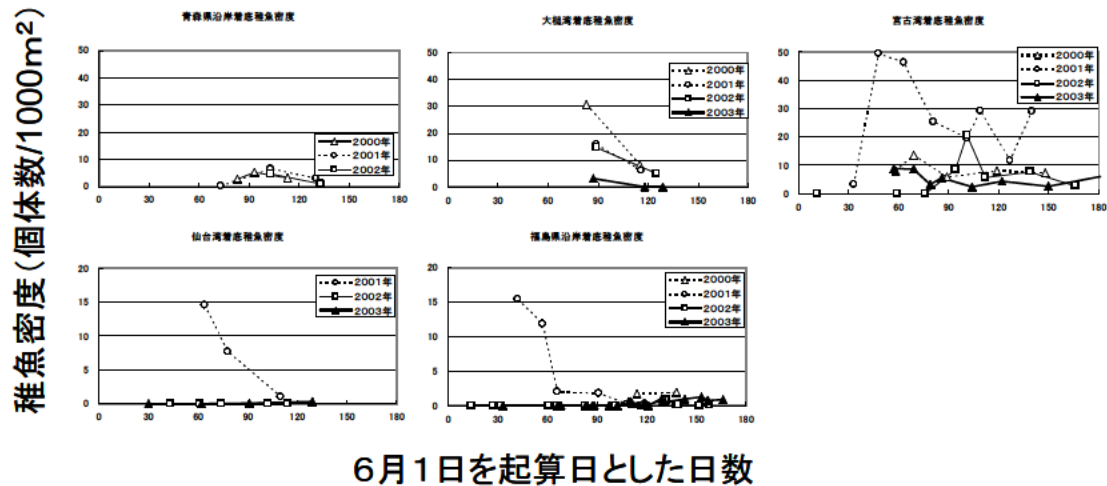
補1-図4. 漁獲係数を変化させた場合の東北海区における漁獲量の変化。変化させた F は、2002年から2004年の F に対する倍率で表示。福島県の漁獲データから計算し、東北海区全域の値に引きのばした。

新規加入量調査の結果

東北海区では、2000年より新規加入量調査を行っている。この調査は0+歳の着底稚魚密度を調査し、翌年に漁獲加入する年級群豊度を早期に推定することを目的の一つとしている。本年の資源評価に主に関係する年級は、2004年夏に満2歳となる2002年級と、2004年夏に満1歳となる2003年級である。

調査は青森～福島各県および宮古栽培漁業センター、東北水研がソリネットを用いて行っており、2002年は170曳網、2003年は260曳網を行った。2002年級は北部の水域（青森県、岩手県、栽培漁業センター）では過去4年間の平均的な水準、南部の水域（宮城県、福島県、東北水研）では非常に低い水準であった（補2－図1）。一方2003年級は北部の水域で2000年以降最低の水準、南部の水域では2002年よりは高い水準であった。また、2003年級の南部水域への着底が非常に遅かった（補2－表1）。このことが漁獲加入する1歳までの生残に影響を及ぼす可能性があるため、2003年級の豊度については、2004年夏以降の漁獲加入状況の推移を慎重に見守る必要がある。

なお、新規加入量調査の詳細は、栗田ほか（2003、2004）（東北底魚研究23、24号）を参照のこと。



補2－図1. 2000～2003年のヒラメ着底密度.

補2－表1. 2000～2003年各調査値におけるヒラメ着底時期.

	青森県沿岸			大槌湾			宮古湾			仙台湾				福島県沿岸								
	6	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7	8	9	6	7	8	9	10				
2000年	△	→	◎	→	△									×	→	△	→	◎	→	×	→	×
2001年	△	→	◎	→	×			○	→	◎	→	○		○	→	◎	→	×	→	×		
2002年	×	→	◎	→	○			△	→	○	→	◎		×	→	◎	→	○	→	×	→	×
2003年								×	→	◎	→	×		×	→	×	→	×	→	◎	→	○

◎非常に多い、○多い、△少ない、×なし。ただし多寡は同一年内の相対的なものである。