

魚種（海域）：マダラ（日本海海域）

担当：中央水産試験場（田中伸幸），稚内水産試験場（鈴木祐太郎）

要約

評価年度：2015年度（2015年4月～2016年3月）

2015年度の漁獲量：2,874トン（前年比1.20）

資源量の指標	資源水準	資源動向
漁獲量	低水準	横ばい

漁獲量は2011～2013年度に4.5～6.6千トンまで増加したが、2014年度には2.4千トン、2015年度は2.9千トンと低水準が続いている。CPUEや資源尾数も漁獲量とほぼ同様の変動傾向を示しており、2014、2015年度は1990年度以降で最低レベルとなった。2012年度に加入した高齢魚群もほぼ漁獲対象ではなくなり、2016年度に3～6歳となる2010～2013年級群も豊度は低いため、3歳以上では漁獲量が減少する可能性が高い。一方、2016年度に2歳で漁獲加入する2014年級群は近年の低水準年級群より豊度が高いと考えられ、3歳以上が低水準であるという判断と合わせて2016年度の資源動向を横ばい程度と判断した。資源状態の悪化が懸念される中で、できるだけ産卵親魚を残すため、やや豊度が高いことが予想される2014年級群を中心に過度な漁獲は避けることが望まれる。

1. 資源の分布・生態的特徴**(1) 分布・回遊**

北緯34度以北の北太平洋の水深550m以浅の大陸棚および陸棚斜面に広く分布するが、我が国周辺海域では北ほど分布密度が高く、分布の南限は日本海側では鳥取・島根沖である。標識放流結果によると、道西日本海海域のマダラと太平洋海域のマダラとの交流は少ない。武蔵堆以北のマダラには、産卵期の異なる複数の群が存在すると考えられる。

(2) 年齢・成長（加齢の基準日：4月1日）

(4月時点)

満年齢	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳
被鱗体長 (cm)		32	52	65	74	81	85

(服部ら¹⁾の武蔵堆海域の成長式に基づき推定した)**(3) 成熟年齢・成熟体長**

- ・雄：体長41cmから成熟個体がみられ、体長50cm以上で半分以上の個体が成熟する²⁾。
- ・雌：体長45cmから成熟個体がみられ、体長53cm以上で半分以上の個体が成熟する²⁾。

(4)産卵期・産卵場

- ・産卵期：道西日本海では12月～3月上旬で南ほど早い。武蔵堆では2月～3月上旬。
- ・産卵場：海底が硬い泥質あるいは砂場の所である。
- ・産卵生態：メスが海底近くで弱い粘着性の沈性卵を一回（200～500万粒）に放卵し、続いてオスが放精する。

2. 漁業の概要**(1)操業実勢**

漁業	主漁期	主漁場	主要な漁具	着業隻数（2015年度）
沖底漁業	11～3月	島周辺，武蔵堆，ノース場（小海区）	かけまわし	小樽：4隻 稚内：6隻（トロール1隻含む）
沿岸漁業	11～2月	礼文島沖，後志・留萌振興局管内沿岸	刺し網 はえ縄	不明 不明

沿岸漁業では、冬期間に体長500mm以上の産卵群を主対象としている。

沖合底びき網（以下沖底）漁業の操業の許可期間は、沖底小海区の稚内ノース場を除き9月16日～翌年6月15日となっている（マダラ以外も含めて）。漁獲は稚内ノース場を含むと周年みられ、沿岸漁業同様に、冬期間、主として体長500mm以上の産卵群を漁獲対象とするが、秋季の稚内ノース場などでは体長500mmに及ばない未成魚が主体となる傾向がある。近年は冬期間の漁獲が少なくなっており、相対的に春季の漁獲割合が高くなっている。

(2) 資源管理に関する取り組み

許可の制限条件、漁業権行使規則等で操業期間、漁具の制限等を定めている。

3. 漁獲量および漁獲努力量の推移**(1) 漁獲量**

1985年度以降の漁獲量は1989、1990年度に4千トン前後まで減少したが、1992年度には1万2千トンまで増加した（表1，図1）。しかし、その後は増減しつつも基本的に減少傾向が続いている。最近年では2011～2013年度に4.5～6.6千トンまで増加したが、2014年度には1985年度以降で最低の2.4千トンまで減少した。2015年度は2.9千トンと2014年度より若干増加したが、依然最低水準である。2003年度以前では沿岸漁業と沖底漁業の年間漁獲量はほぼ同じレベルで推移していたが、それ以降では沿岸漁業の漁獲量が沖底漁業を上回って推移している。

沿岸漁業の海域別・時期別漁獲量

宗谷・留萌管内では変動しつつも一方的な増減の傾向は認められない(図2)。後志管内では1996, 2000, 2012年度のようにやや漁獲が増加した年もあるが, その年数は少なく, 長期間緩やかな減少傾向が続いている。檜山管内では2006年度頃まで大きく増減を繰り返していたが, 2007年度以降では減少傾向が続いている。各管内とも2015年度の漁獲量は2014年度に比べて若干増加した。

海域別・時期別の漁獲量では周年を通して宗谷管内で最も漁獲が多いが, 主漁期となる10~3月では後志管内も多い(図3)。2015年度の漁獲量は, 4~6月では2014年度より減少, 7~9月では横ばい, 10~3月では増加した。

沖底漁業の海域別・時期別漁獲量

近年の2001年度以降における漁獲量は, 島周辺, 武蔵堆, 稚内ノース場など北側の海区で漁獲が多い(図4)。時期別に見ると, 4~6月では, 2014年度まで200トン前後で比較的安定して推移していたが, 2015年度の漁獲量は78トンで稚内ノース場や武蔵堆での漁獲が減少し, 2014年度(162トン)の半分以下に減少した。7~9月は2003年を除き, 概ね100~200トンの間で推移しており, 稚内ノース場での漁獲が大部分を占めていた。2015年度も2014年度(153トン)とほぼ横ばいの114トンであった。10~12月の漁獲は例年稚内ノース場で多かったが, 2014, 2015年度では稚内ノース場での漁獲がほとんど見られなかった。漁獲量は2004年度以前では400トン以上あったが, 2005年度以降では400トン以下に減少しており, 2015年度は146トンと2014年度(162トン)と並んで最低水準であった。1~3月の漁獲は10~12月の動向と似ており, 2005年度以前では550トン以上の漁獲があったが, それ以降では2010, 2012, 2013年度を除いて550トン以下であった。2015年度の漁獲量は221トンで, 2014年度(154トン)より若干増加したが, 2年連続で低水準であった。最近年の中で漁獲が1,000トン近くまで増加した2012年度では例年主漁場となる島周辺の漁獲割合は高くなく, 利礼周辺や, 例年漁獲が少ない余市沖の漁獲が増加した。

(2) 漁獲努力量

沖底漁業における漁獲の大半を占めるかけまわし船の隻数は, 1996年度以降段階的に減少しており, 2013年度以降では10隻で推移している(図5上)。かけまわし船のマダラ有漁網数は, 概ね隻数の動向と比例して減少している(図5中)。2008年度以降の網数は7,000網前後で推移していたが, 2015年度は4,277網に減少した。マダラ狙い網の参考値として, マダラの漁獲量が全漁獲物の50%以上であった場合の曳網数(マダラ50%以上有漁網数)を示した(図5中)。マダラ50%以上有漁網数も基本的に有漁網数と似た変動を示しているが, 2000年代では有漁網数に比べて低い水準で推移していた。この時期はホッケの資源状態が良く全漁獲量に占めるホッケの割合が高かったため, 相対的にマダラの漁獲が50%を超える網数は低下したと思われる。しかし, 2010年度以降では, ホッケ資源の減少に伴ってマダラの漁獲物中に占める割合が増えたため網数が増加したと思われる。

近年漁獲の半分以上を占める沿岸漁業の漁獲努力量を指標するデータは得られていない。

4. 資源状態

(1) 現在までの資源動向：

CPUE の推移

1996年度以降にかけまわし船の漁獲量を有漁網数で除して求めたCPUE(以下、有漁CPUE)の変化傾向は、概ね漁獲量の動向に合致していた(図5下)。最近年では、漁獲が増加した2012年度に226 kg/網と、1996年以降で最高レベルになったが、2014、2015年度は1996年度以降で最低レベルに低下した。2015年度は2014年度より若干増加し、128 kg/網であった。マダラ漁獲率50%以上の漁獲量をその網数で除して求めたCPUE(以下、50%CPUE)の変化傾向も概ね漁獲量の動向に合致しており、2014、2015年度では1996年度以降で最低レベルであった。2015年度の50%CPUEは956 kg/網で、2014年度の549 kg/網に比べて増加した。

漁獲物年齢組成

漁獲物は主に2~6歳で構成されている(図6)。総漁獲尾数は1992年度をピークにその後増減しつつも基本的には減少傾向にある。2010年度以前の年齢別の漁獲比率では2歳の比率が高く、総漁獲尾数の変化傾向とほぼ一致していたが、2011年度以降では2歳の比率は低下している。2012年度では5歳以上、とりわけ7歳以上(7歳主体)の高齢魚が多く漁獲されるという特異な状況となった。2013年度では7歳以上の比率は2012年度より減少したが依然として高く、5、6歳も多かった。2013年度以降は漁獲量の減少と共に総漁獲尾数も減少し7歳以上の比率はさらに低下したが、約5割が5歳以上で占められていた。2012年度のように突発的に7歳以上の高齢魚の漁獲が急増した例は1990年度以降では例がない。その背景に不明な点が多いが、通常は主漁場でない海域に分布していた高齢魚が、何らかの理由で主漁場である陸棚付近の海域に分布を移した可能性が考えられる。

産卵親魚量と加入尾数の関係

参考値としてVPAによって推定された資源尾数の推移を図7に示す。前述した様に、2012年度からそれまで漁獲が僅かであった7歳以上の漁獲が急増したために2005年級群以降の年別・年齢別漁獲尾数が著しく変化したことから、後述の「評価方法とデータ」で示した方法で2004年級群以前の推定値を補整した。1990年度以降の2歳以上資源尾数は、1994年度に約3.1千万尾でピークとなった後、減少傾向が続いた(図7)。2007年度には2005年級群が近年では比較的高いレベルで加入し、資源尾数は約1.5千万尾に増加したが、2008年度以降は再び減少傾向となり、2015年度では1990年度以降で最低の約4百万尾まで減少した。

1990~1992年級群における2歳加入尾数(資源尾数)は1千万尾を超えるレベルであったが、1993~2008年級群では1997、2000、2005年級群を除いて概ね5百万尾前後の加入尾数で推移し、2009年級群以降では2.5百万尾以下の低水準が続いている(図8上)。一方、各年級群を生み出した産卵親魚重量は1994年(年度では1993年度)をピークに減少傾向が続いた(図8下)。2000年以降は増減しつつもほぼ横ばい程度であったが、2011年以降

では再び減少傾向となった。

産卵親魚重量と加入尾数の関係を見ると、1991、1992年級群は親魚量に対して2歳加入尾数が高かったが、1993年級群では親魚量に対して加入尾数が大きく減少した(図9)。続く1994～1996年級群は親魚重量に対する加入尾数がさらに低くなった。1997年級群は1995年級群と同レベルまで回復したが、その後の年級群は加入尾数と産卵親魚量の減少傾向が続いており、2013年級群は2012年級群と並んで産卵親魚量、加入尾数とも最低レベルである。

(2)2015年度の資源水準：低水準

VPAの結果は最近年の推定値が不安定であることや直近年の漁獲量に未集計部分を残していること、CPUEについては漁獲の半分以上を占める沿岸漁業の漁獲努力量を指標するデータは得られていないことなどを考慮して、資源水準の判断には漁獲量を用いた。1990～2009年度までの漁獲量の平均値を100として各年度を標準化し、水準の幅を標準の100±40として高水準、中水準、低水準に3区分した。その結果、2015年度の水準指数は48で「低水準」と判断された(図10)。

(3)今後の資源動向：横ばい

2012年度に加入した高齢魚群も2014、2015年度では漁獲に占める割合が非常に低くなった(図6)。また、2011年度以降、加入群の2歳漁獲尾数および資源尾数は1990年度以降で最低レベルにあり、2016年度に3～6歳となる2010～2013年級群も豊度は低いと考えられる(図8、図9)。一方、2016年度に本格的に漁獲加入する2014年級群については、2015年度に主に沖底漁業で、また2014～2015年度に道水試による調査船漁獲調査で比較的広い範囲や時期で漁獲された(図11)。2014年級群について量的な判断はまだできないが、これらの出現状況からみて2009年級群以降の低水準年級群より豊度が高いと考え、3歳以上が低水準であるという判断と合わせて2016年度の資源動向を横ばいとした

5. 資源の利用状況

漁獲量やかけまわしCPUE、推定資源尾数ともに2014、2015年度は最低レベルであった。また、近年加入尾数と産卵親魚量の減少傾向に歯止めがかからない状況が続いており、再生産関係も非常に悪い。さらに、近年ではスケトウダラやホッケの資源状態が悪化しており、沖底漁業、沿岸漁業ともに代替的にマダラに漁獲努力が増大することも懸念される。2016年に加入群となる2014年級群は、近年の低水準豊度年級群の中ではやや豊度が高いことが予想されるため、できるだけ産卵親魚を残すため、過度な漁獲は避けることが望まれる。また、マダラ資源の利用状況把握のためには、マダラのみならず他の主要漁獲対象種に対する漁獲圧や漁獲動向についても引き続き注視していく必要がある。

評価方法とデータ

(1) 資源評価に用いた漁獲統計

沿岸：漁獲量	漁業生産高報告の稚内市～檜山管内（ただし2014, 2015年度の値は暫定値） 「遠洋・沖合底びき網」, 「北洋はえなわ・刺し網」は除く
沖底： 漁獲量・努力量	北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計年報（北水研・水産庁）の中海区「日本海」

漁獲統計の集計

評価年の基準日を4月1日とし、4月1日から翌年3月31日までを漁獲統計の単年度範囲として集計した。

漁獲物の年齢組成

毎年の主要産地における漁獲物の年齢を耳石輪紋より決定し、上記の漁獲統計に基づき年別・年齢別漁獲尾数を推定した³⁾。なお、年別・年齢別漁獲尾数は、沖底漁業の操業期間にあわせ7月1日から翌年6月30日までを単年度範囲として推定している。直近の2015年度については、4月以降の漁獲実績の一部が反映されていない暫定値である。

VPAによる資源尾数の推定

項目	値または式	方法
自然死亡係数 M	雄, 雌ともに0.25	田内・田中の方法 ⁴⁾ , 寿命10歳とした
最高齢の $F(7+$ 歳)	6歳魚の F に等しいと仮定	平松 ⁵⁾
最近年の $F(2\sim6$ 歳)	(詳細は以下の説明文中)	平松 ⁵⁾
年齢別平均体重 (kg)	2歳:1.3, 3歳:2.6, 4歳:3.9, 5歳:5.8, 6歳:7.3, 7+歳:10.0	過去10年間の沖底漁業による盛漁期(12~2月)の漁獲物標本の平均値
雌の年齢別成熟割合	2~3歳:0.5, 4歳以上:1.0	成熟魚と未熟魚が出現する2~3歳について、任意の値0.5を与えた

年別・年齢別漁獲尾数に基づくVPAによって2~7+歳の資源尾数を推定した。ただし、2012年度からそれまで漁獲が僅かであった7歳以上の漁獲が急増したために2005年級群以降の年別・年齢別漁獲尾数が著しく変化したことから、次のとおりVPAを2段階で行うことにより、2004年級群以前の推定値を補整した。

第一段階:2007~2015年度の年齢別漁獲尾数に基づきVPAを行い、2005年級群以降の年別・年齢別資源尾数と漁獲係数を推定した。方法は平松⁵⁾によるPope近似式を用いた次式に基づく。 $N_{a,y}$, $C_{a,y}$, $F_{a,y}$ はそれぞれ、 a 歳, y 年における資源尾数, 漁獲尾数, 漁獲係数を表す。自然死亡係数は田内・田中の式⁴⁾により寿命10歳として0.25を用いた。ただし、2015年度5~7歳の漁獲係数は過去3年平均、2~4歳は5年平均と仮定した。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} e^M + C_{a,y} e^{\frac{M}{2}} \quad (1)$$

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - e^{-F_{a,y}}} \cdot e^{\frac{M}{2}} \quad (2)$$

$$F_{a,y} = -\log \left(1 - \frac{C_{a,y} e^{\frac{M}{2}}}{N_{a,y}} \right) \quad (3)$$

第二段階：1990～2011年度の年齢別漁獲尾数に基づき VPA を行い、2005年級群の6歳までの資源尾数と漁獲係数を推定した。

第一段階で推定された2007年度2歳（2005年級群2歳時）の漁獲係数に対する第二段階で推定された2007年度2歳の漁獲係数の比を求めた。これを、第二段階で推定された1990～2006年度の2歳の各漁獲係数に乗じることで、2004年級群以前の2歳の漁獲係数が、高齢魚の漁獲頻度が急増した近年の漁獲尾数組成より推定（第一段階）される2005年級群以降の2歳の漁獲係数の水準になるよう補整した。また、1990年度2歳の資源尾数に、第二段階で推定された1990年度2歳資源尾数に対する各年齢資源尾数の比を乗じて1990年度の3歳以上の資源尾数と漁獲係数を求めた。

以上の補整・仮定を行ったうえで、2007年度まで各年3歳以上の資源尾数と漁獲係数を上式（前進計算）に基づいて求めた。

文献

- 1) 服部努，桜井泰憲，島崎健二：マダラの耳石薄片法による年齢査定と成長様式．日水誌．58(7)，1203-1210(1992)
- 2) 三宅博哉，中山信之：日本海武蔵堆海域におけるマダラの成熟体長と産卵期．北水試月報．44，209-216(1987)
- 3) 星野 昇：北海道日本海におけるマダラの資源状態について．北水試研報．78，41-50(2011)
- 4) 田中昌一：水産生物の population dynamics と漁業資源管理．東海水研報．28，1-200(1960)
- 5) 平松一彦：VPA (Virtual Population Analysis)，平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書－資源解析手法教科書－．東京，日本水産資源保護協会，104-128 (2001)

表1 日本海海域におけるマダラの漁獲量

年度	沿岸漁業						沖合底びき	総計
	宗谷管内	留萌管内	石狩管内	後志管内	檜山管内	小計	網漁業	
1985	1,066	149	0	1,327	111	2,653	4,173	6,826
1986	1,186	325	0	1,523	158	3,192	3,320	6,512
1987	1,517	167	0	1,339	300	3,324	4,723	8,047
1988	1,171	155	0	1,279	425	3,029	2,748	5,777
1989	520	113	0	1,176	403	2,212	1,488	3,700
1990	462	113	0	1,196	345	2,116	2,040	4,156
1991	1,012	333	0	869	173	2,387	4,929	7,316
1992	2,203	549	0	1,504	61	4,317	7,768	12,085
1993	1,716	386	0	1,513	61	3,677	4,847	8,523
1994	1,234	290	2	1,637	152	3,315	4,835	8,150
1995	1,314	279	2	1,554	243	3,392	3,386	6,777
1996	2,173	382	1	1,921	349	4,827	4,247	9,074
1997	2,272	317	1	1,455	374	4,418	4,531	8,950
1998	1,272	223		1,295	110	2,900	1,925	4,825
1999	827	123	0	1,223	218	2,390	2,116	4,506
2000	1,729	363	1	2,180	258	4,531	2,507	7,038
2001	1,572	385	1	1,398	181	3,538	2,611	6,150
2002	838	363	1	947	121	2,270	1,564	3,834
2003	1,468	450	1	1,120	286	3,326	3,157	6,483
2004	1,207	229	0	833	242	2,512	1,454	3,966
2005	881	163	2	810	334	2,190	1,155	3,345
2006	1,252	185	0	628	400	2,465	1,045	3,510
2007	1,883	142	1	652	376	3,054	894	3,948
2008	1,420	226	1	655	291	2,592	1,002	3,595
2009	1,204	262	2	886	265	2,619	827	3,446
2010	950	220	1	733	297	2,201	1,102	3,303
2011	1,964	204	1	1,009	241	3,418	1,120	4,538
2012	2,714	438	0	1,697	198	5,047	1,581	6,628
2013	1,868	204	1	1,115	173	3,360	1,181	4,540
2014	921	152	0	459	184	1,716	686	2,402
2015	1,036	259	0	821	198	2,315	559	2,874

※表中の石狩管内の漁獲0は、0.5トン未満

2014～2015年度の沿岸漁業、2015年度の沖底は水試集計速報値

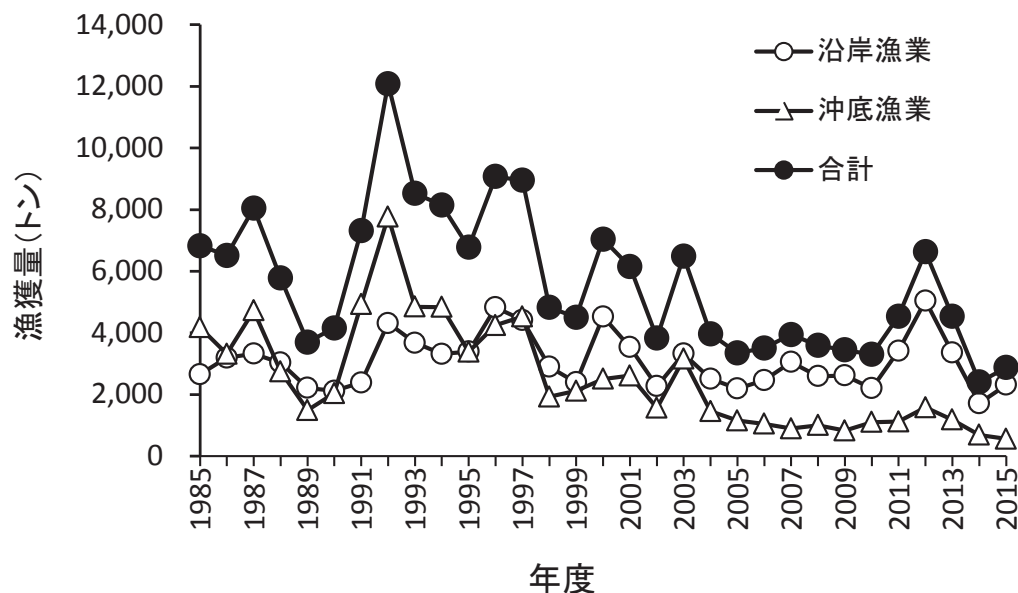


図1 日本海海域におけるマダラの漁獲量推移

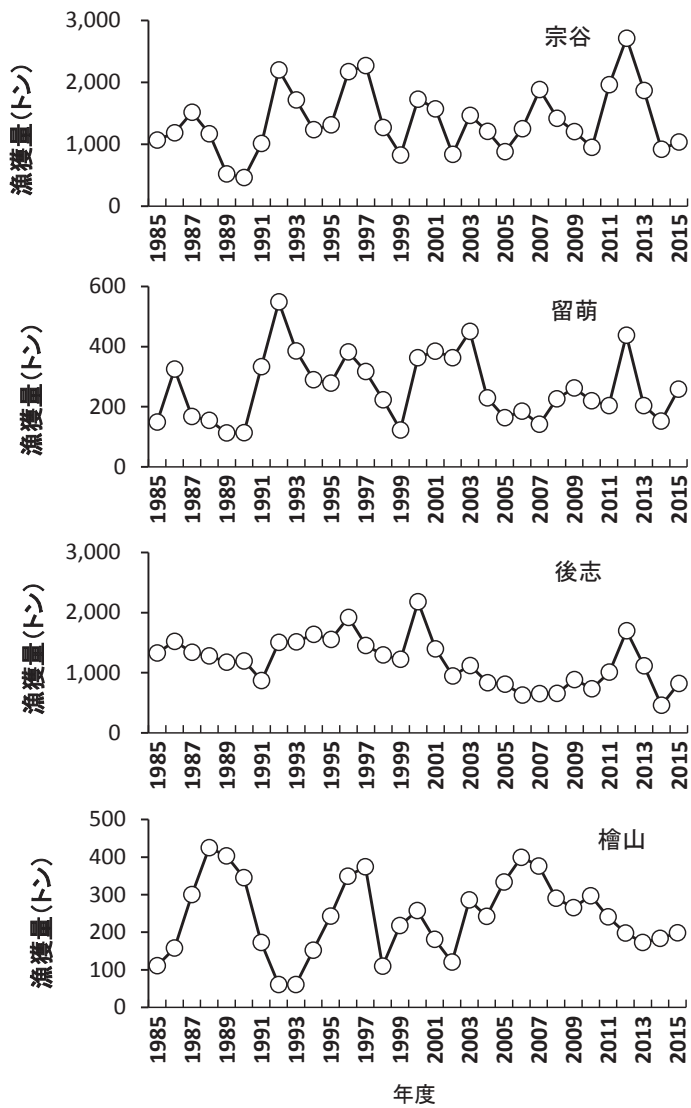


図2 沿岸漁業による海域別漁獲量の推移

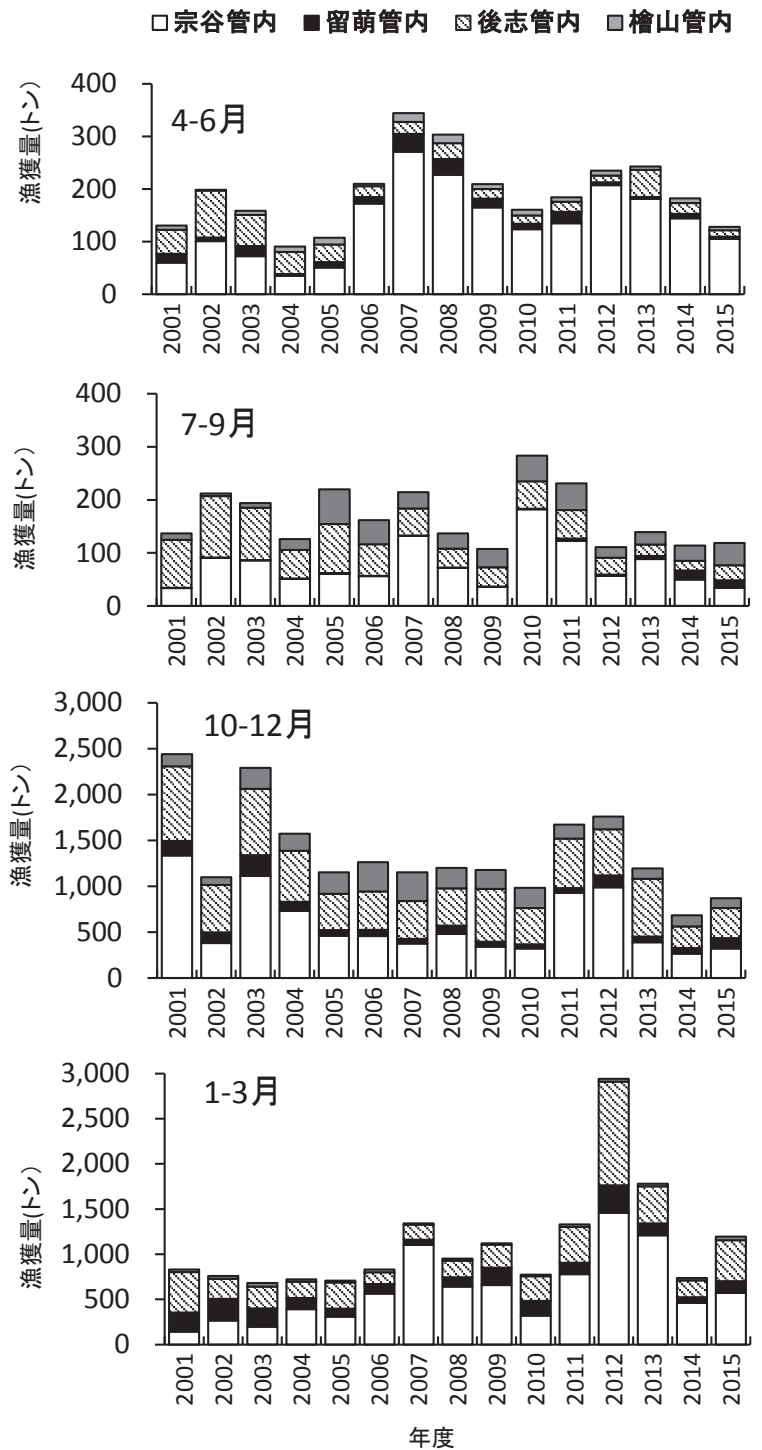


図3 沿岸漁業による海域別・時期別漁獲量の推移

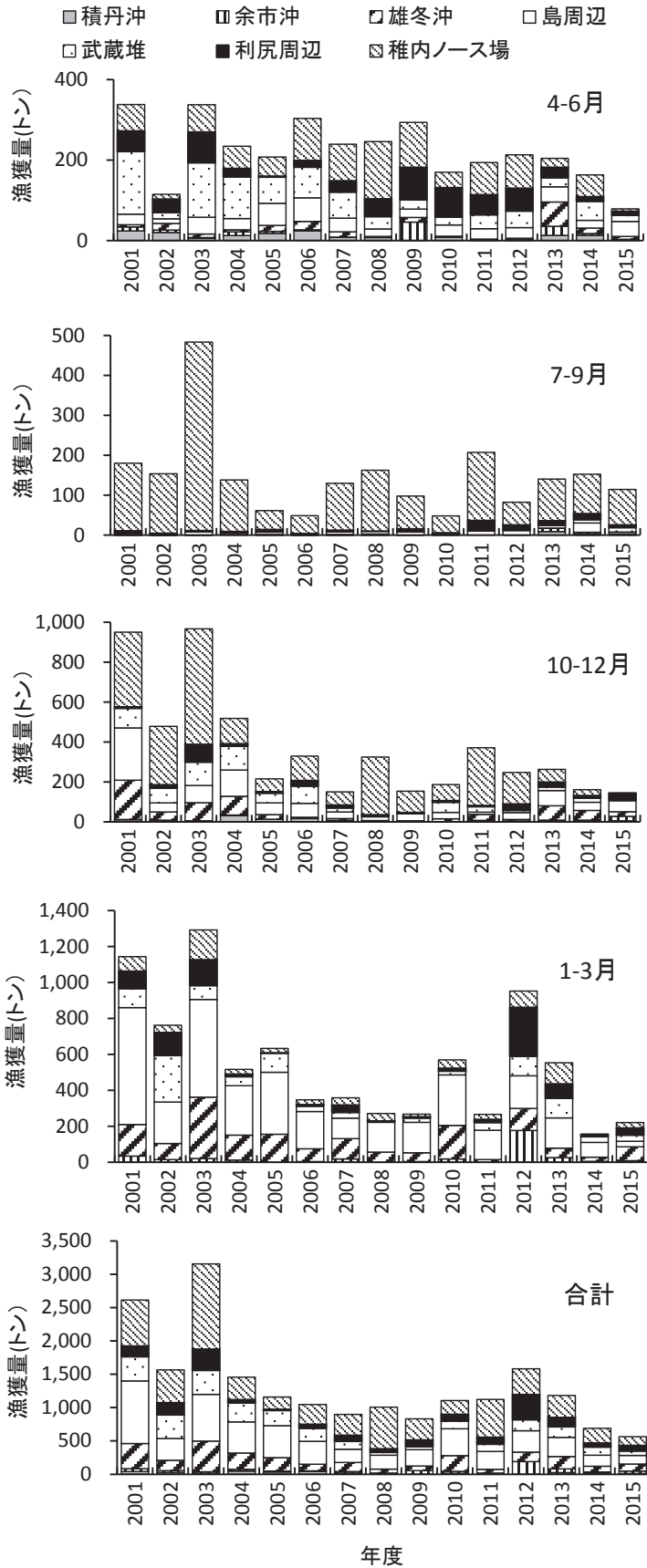


図4 沖合底びき網漁業による時期別・海区別漁獲量の推移

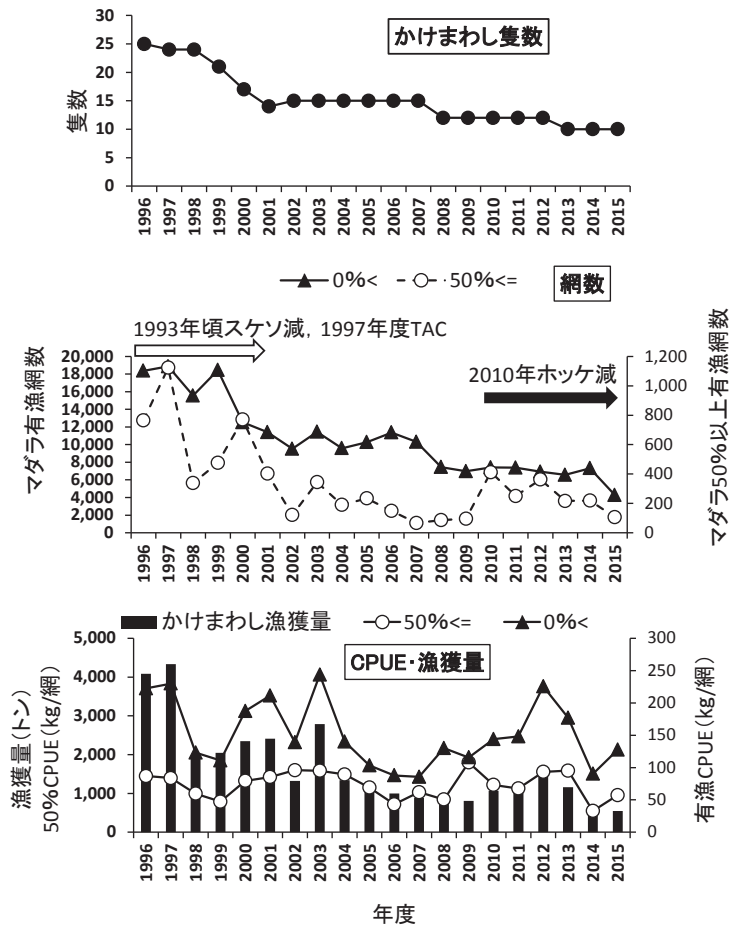


図5 沖合かけまわし船の操業隻数（上），マダラ有漁網数・マダラ50%以上有漁網数（中），および漁獲量・CPUE（下）の推移

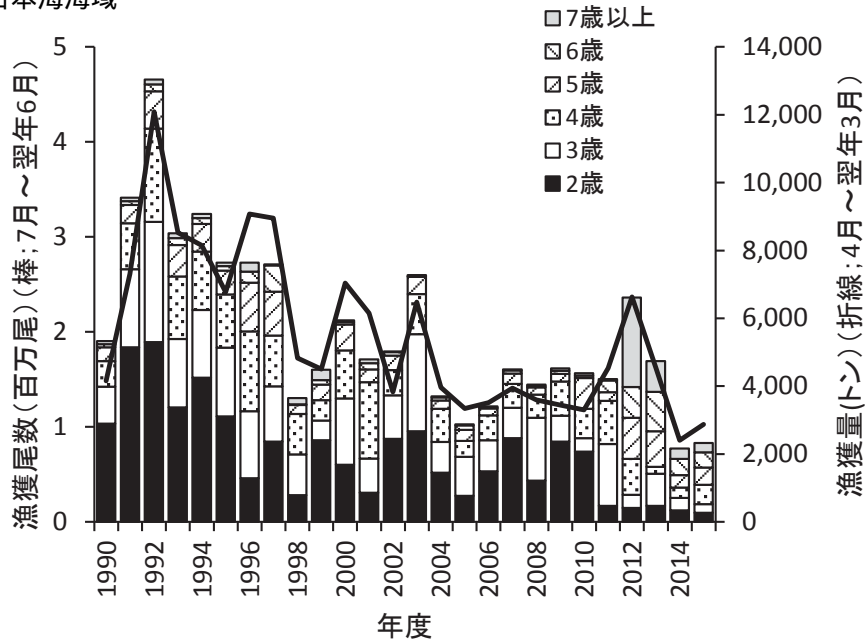


図6 年齢別漁獲尾数の推移

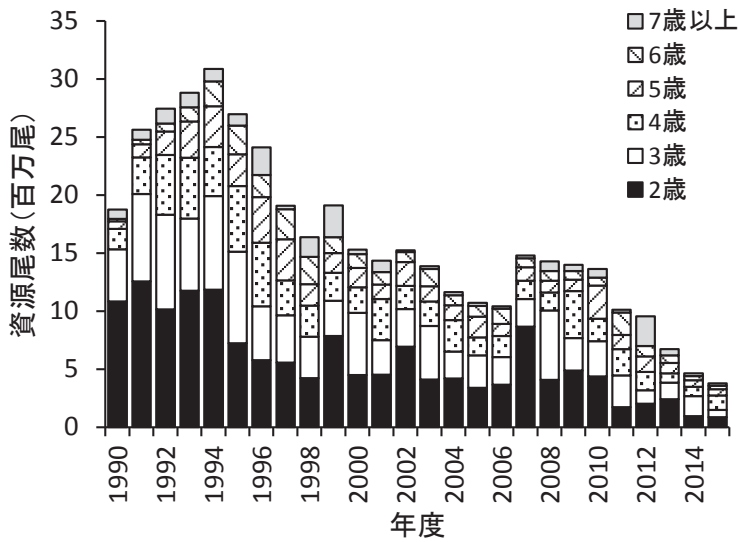


図7 VPAによる資源尾数推定値の推移

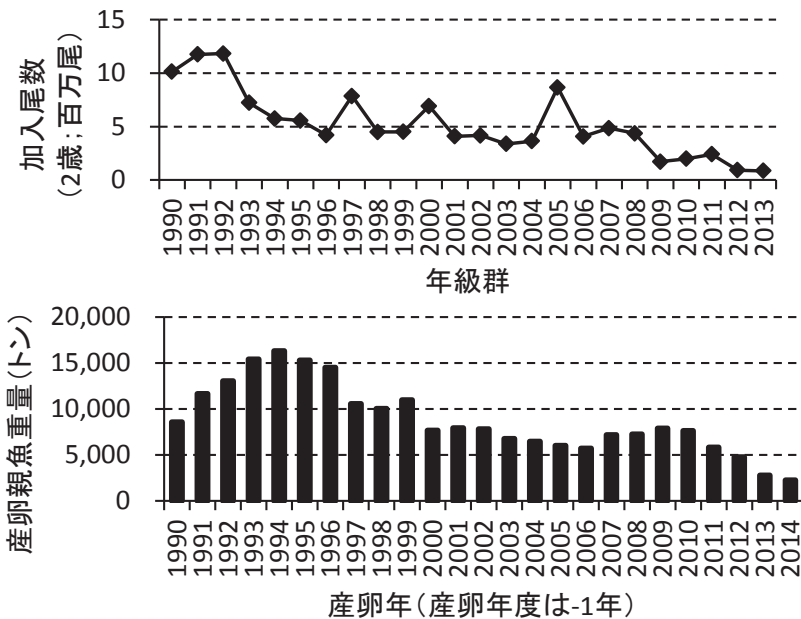


図8 加入尾数(上図)と産卵親魚重量(下図)の推移

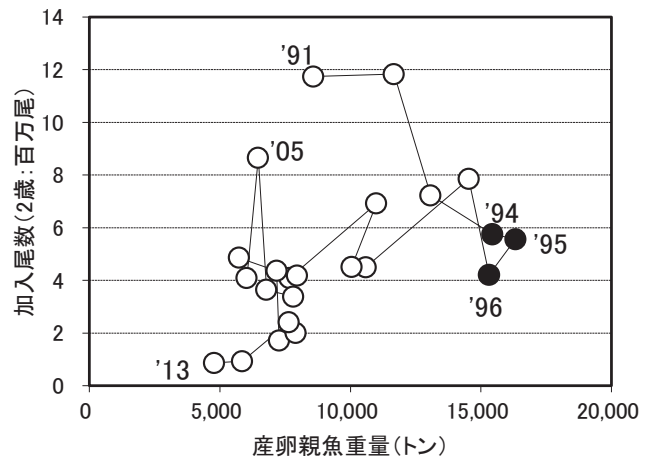


図9 産卵親魚重量と加入尾数の関係
(図中の数字は年級群の発生年度を示す)

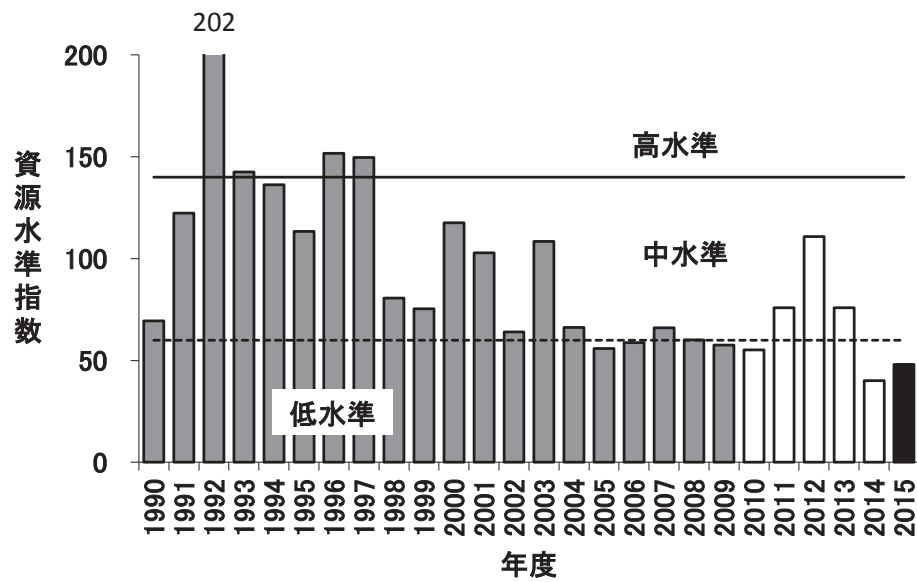


図10 資源水準の推移 (資源状態を示す指標: 漁獲量)

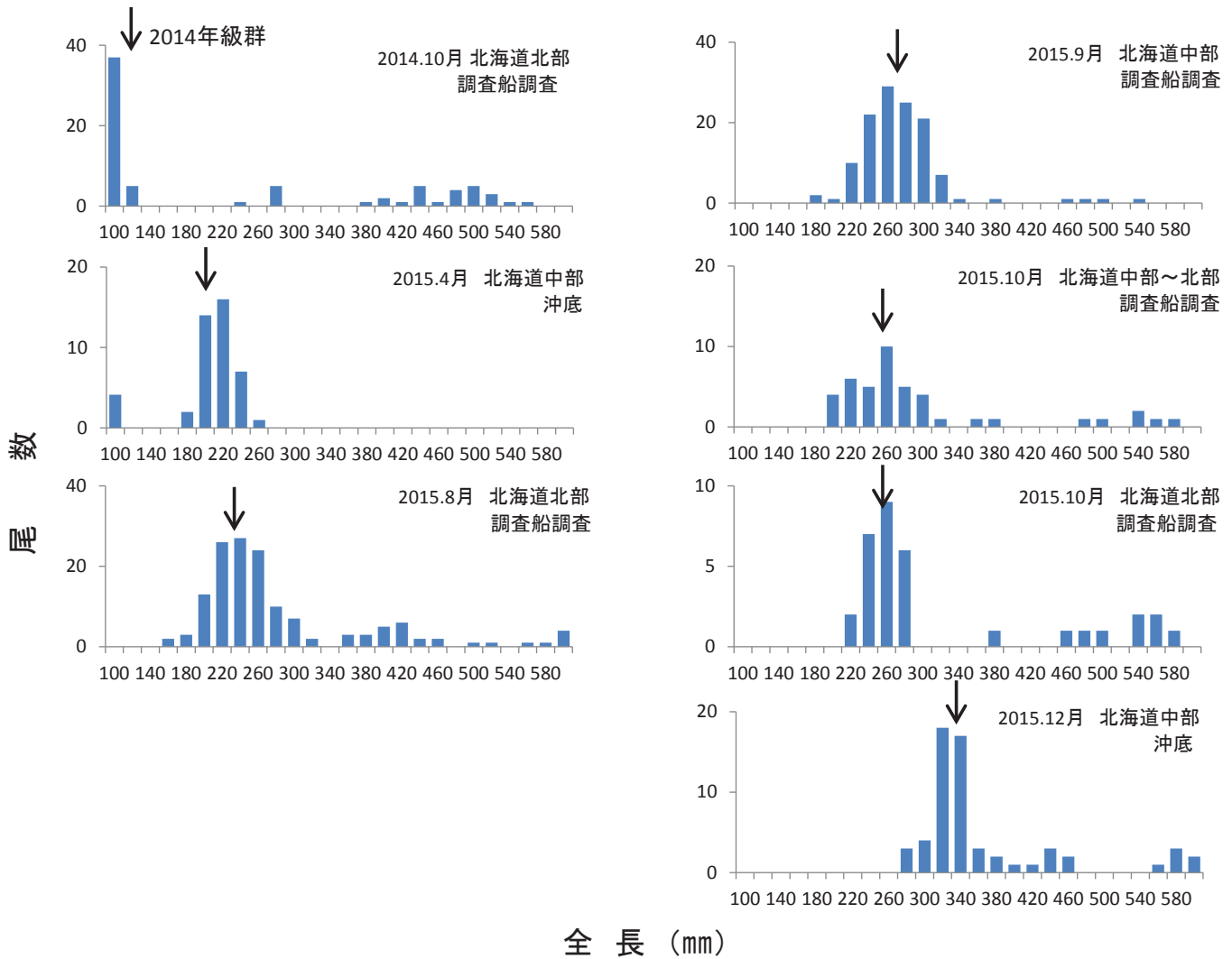


図11 2014～2015年度に調査船調査や沖底漁業で採集されたマダラの全長組成