

# SH“U”N プロジェクト評価結果 マダラ北海道太平洋

Ver 1.0.0s

国立研究開発法人  
水産研究・教育機構

本評価報告書は、SH“U”N プロジェクト評価手順書(ver 2.0.4s)に基づいて作成された。

報告書案作成：2020年11月25日

Stakeholder consultation：2020年11月30日～2021年1月8日

パブリックコメント：2021年3月23日～2021年4月18日

報告書完成：2021年4月19日

執筆者：千村 昌之・境 磨・岸田 達

## 目次

<b>資源の状態</b> .....	<b>1</b>
目的.....	1
評価範囲.....	1
<b>1 対象種の資源生物研究・モニタリング・評価手法</b> .....	<b>3</b>
1.1 生物学的情報の把握.....	3
1.1.1 分布と回遊.....	3
1.1.2 年齢・成長・寿命.....	3
1.1.3 成熟と産卵.....	3
1.1.4 種苗放流に必要な基礎情報.....	4
1.2 モニタリングの実施体制.....	4
1.2.1 科学的調査.....	4
1.2.2 漁獲量の把握.....	5
1.2.3 漁獲実態調査.....	5
1.2.4 水揚物の生物調査.....	6
1.2.5 種苗放流実績の把握.....	6
1.2.6 天然魚と人工種苗の識別状況.....	6
1.3 資源評価の方法と評価の客観性.....	7
1.3.1 資源評価の方法.....	7
1.3.2 資源評価の客観性.....	7
1.4 種苗放流効果.....	8
1.4.1 漁業生産面での効果把握.....	8
1.4.2 資源造成面での効果把握.....	8
1.4.3 天然資源に対する影響.....	9
<b>2 対象種の資源水準と資源動向</b> .....	<b>9</b>
2.1 対象種の資源水準と資源動向.....	9
<b>3 対象種に対する漁業の影響評価</b> .....	<b>10</b>
3.1 現状の漁獲圧が対象資源の持続的生産に及ぼす影響.....	10
3.2 現状漁獲圧での資源枯渇リスク.....	10
3.3 資源評価結果の漁業管理への反映.....	11
3.3.1 漁業管理方策の有無.....	11
3.3.2 予防的措置の有無.....	11
3.3.3 環境変化が及ぼす影響の考慮.....	11
3.3.4 漁業管理方策の策定.....	12
3.3.5 漁業管理方策への遊漁、外国漁船、IUU 漁業などの考慮.....	12
<b>引用文献</b> .....	<b>12</b>

## 資源の状態

### 目的

1994年に発効した国連海洋法条約（United Nations Convention on the Law of the Sea）では、沿岸の水産資源は沿岸国が適切に管理することになっており、資源の状態を知り、資源管理を行いつつその持続的な利用を図っていくことは沿岸国の責務となっている。資源の評価は、生物の情報、漁業の情報などを総合的に分析することでできるが、水産庁からの委託により水産研究・教育機構が実施している資源評価は、これまで20年以上にわたり、国による漁獲可能量（TAC）の設定や国際機関によるルールづくりなどに活用されてきた。ここでは、評価対象となっている資源について、十分な調査研究がなされているか、海の中にどれくらい存在しているか、増えているのか減っているのか、持続的な利用のために透明で適正な評価システムが確立されているか、対象資源が栽培漁業の対象となっている場合には、その効果が検証可能な形で実施されているか、などを評価する。

### 評価範囲

#### ① 評価対象魚種の漁業と海域

北海道太平洋において、マダラは沖底に加えて刺網漁業(以下、刺網)、はえ縄等の沿岸漁業によって漁獲される。ほぼ周年漁獲されるが、冬季～春季に漁獲量が多い。北海道根拠の沖底船に加えて東北地方根拠の沖底船も操業している。沖底の大部分は100トン以上のかけまわし船である(千村ほか 2020)。

#### ② 評価対象魚種の漁獲統計資料の収集

北海道沖合底曳網漁業漁場別漁獲統計、太平洋北区沖合底びき網漁業漁場別漁獲統計及び北海道水産現勢において漁獲統計が収集されている。

#### ③ 評価対象魚種の資源評価資料の収集

水産庁の水産資源調査・評価推進委託事業の一環として、水産機構が道県の水産試験研究機関等と共同して実施した調査結果をもとに資源評価が実施され、その結果の報告は「魚種別資源評価」として公表されている。

#### ④ 評価対象魚種を対象とする調査モニタリング活動に関する資料の収集

評価対象魚種について行われている、モニタリング調査に関する論文・報告書を収集する。

⑤ 評価対象魚種の生理生態に関する情報の集約

評価対象魚種について行われている、生理生態研究に関する論文・報告書を収集する。

# 1 対象種の資源生物研究・モニタリング・評価手法

## 1.1 生物学的情報の把握

資源の管理や調査を実行するためには生活史や生態など、対象魚種の生物に関する基本的情報が不可欠である(田中 1998)。対象魚種の資源状況を 2 以降で評価するために必要な、生理・生態情報が十分蓄積されているかどうかを、1.1.1～1.1.4 の 4 項目について評価する。評価対象となる情報は、①分布と回遊、②年齢・成長・寿命、③成熟と産卵の各項目とする。種苗放流を実施している魚種については、④種苗放流に必要な基礎情報も対象とする。個別に採点した結果を単純平均して総合得点を算出する。

### 1.1.1 分布と回遊

北海道太平洋、津軽海峡及び陸奥湾の沿岸及び陸棚斜面域に分布すると報告されているが(三島 1989)、詳細には不明な点も残っていることから 2 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報は無い	生活史の一部のステージにおいて、把握され、十分ではないが、いくつかの情報が利用できる	生活史のほぼ全てのステージにおいて把握され、資源評価に必要な最低限の情報がある	生活史の一部のステージにおいて、環境要因による変化なども含め詳細に把握され、精度の高い情報が利用できる	生活史のほぼ全てのステージにおいて、環境要因などによる変化も含め詳細に把握され、精度の高い十分な情報が利用できる

### 1.1.2 年齢・成長・寿命

寿命は 6 歳以上で、被鱗体長が 2 歳でおよそ 40cm、3 歳で 53cm、4 歳で 63cm、5 歳で 71cm、6 歳で 76cm に成長する(服部ほか 1992)。以上より 3 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報は無い	対象海域以外など十分ではないが、いくつかの情報が利用できる	対象海域においてある程度把握され、資源評価に必要な最低限の情報が利用できる	対象海域においてほぼ把握され、精度の高い情報が利用できる	対象海域において環境要因などの影響も含め詳細に把握され、精度の高い十分な情報が利用できる

### 1.1.3 成熟と産卵

産卵期は 12 月下旬～3 月で、成熟開始年齢は雄が 3 歳、雌が 4 歳である(Hattori et al. 1992、1993、濱津 1996)。沿岸域で産卵し、産卵場は分布域全体に散在する(水産庁研究部 1986、三島 1989)。以上より 3 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	対象海域以外など十分ではないが、いくつかの情報が利用できる	対象海域においてある程度把握され、資源評価に必要な最低限の情報が利用できる	対象海域においてほぼ把握され、精度の高い情報が利用できる	対象海域において環境要因などの影響も含め詳細に把握され、精度の高い十分な情報が利用できる

#### 1.1.4 種苗放流に必要な基礎情報

本種の種苗放流については、青森県で実施されているが(水産庁 2007, 菊谷 2012, 青森県 2015)、技術開発段階であり、資源全体への影響を考えた場合には大規模な種苗放流とまでは言えないとみなし、本項目は評価しない。

1点	2点	3点	4点	5点
把握されていない	データはあるが分析されていない	適正放流数、放流適地、放流サイズ等の利用できる情報があり分析が進められている	適正放流数、放流適地、放流サイズは経験的に把握されている	適正放流数、放流適地、放流サイズは調査・研究によって把握されている

### 1.2 モニタリングの実施体制

資源生物学的情報を収集するためのモニタリング調査によって、対象魚種の把握並びに資源管理の実施に必要な多数の有益な情報を得ることができる。モニタリング体制としての項目並びに期間について、1.2.1～1.2.6 の 6 項目において資源評価の実施に必要な情報が整備されているかを評価する。評価対象となる情報は、①科学的調査、②漁獲量の把握、③漁獲実態調査、④水揚物の生物調査、である。種苗放流を実施している魚種については、⑤種苗放流実績の把握、⑥天然魚と人工種苗の識別状況、についても対象とする。個別に採点した結果を単純平均して総合得点を算出する。ここでいう期間の長短とは、動向判断に必要な 5 年間または、3 世代時間(IUCN 2019)を目安とする。

#### 1.2.1 科学的調査

スケトウダラを対象とした現存量調査の着底トロールで混獲され、資源のいくつかの項目の経年変化が把握できる(境ほか 2020)。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	資源評価に必要な短期間のいくつかの情報が利用できる	資源評価に必要な短期間の十分な情報が利用できる	資源評価に必要な長期間のいくつかの情報が利用できる	資源評価に必要な長期間の十分な情報が利用できる

### 1.2.2 漁獲量の把握

漁獲量は経年的に把握されており、図 1.2.2 に示したように、1987 年漁期の 29.3 千トン を最高にその後減少して 2002～2004 年漁期は 9 千～10 千トンと少なかった。その後、2012 年漁期にかけて増加したのち、2017 年漁期までゆるやかに減少した。2018 年漁期は前年漁期より多い 18.1 千トンであった(千村ほか 2020)。以上より 5 点を配点する。

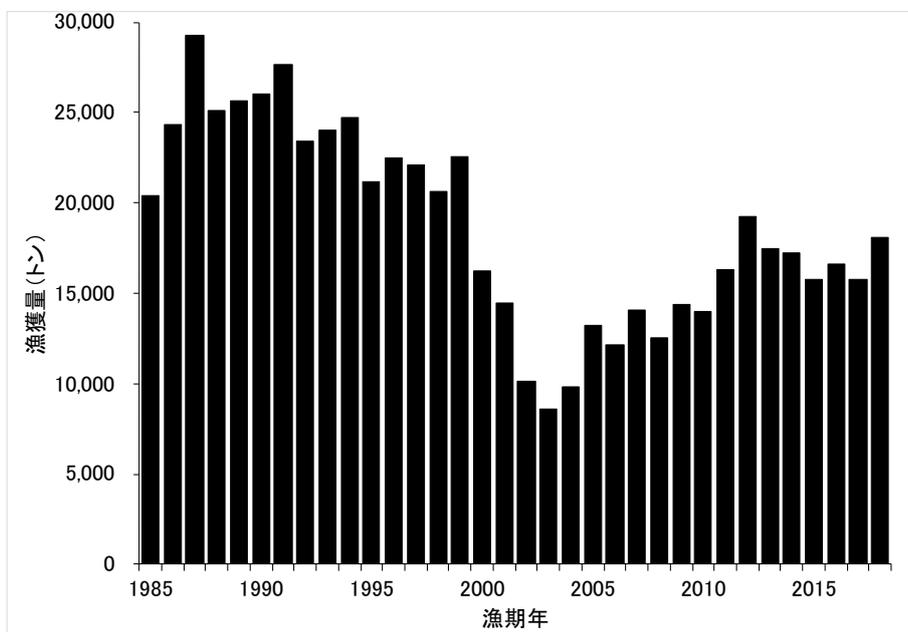


図1.2.2 北海道太平洋におけるマダラの漁獲量

1点	2点	3点	4点	5点
漁獲量は不明である	一部の漁獲量が短期間把握できている	一部の漁獲量が長期間把握できているが、総漁獲量については把握できていない	総漁獲量が短期間把握できている	総漁獲量が長期間把握できている

### 1.2.3 漁獲実態調査

沖底の大部分を占める 100 トン以上のかげまわし船の漁獲努力量(マダラの有漁網数)は経年的に把握されており、図 1.2.3 に示したように、1980 年代後半以降減少して、2002 年漁期以降は 10 千～14 千網でほぼ横ばいである。2018 年漁期の漁獲努力量は 12.7 千網であった(千村ほか 2020)。以上より 5 点を配点する。

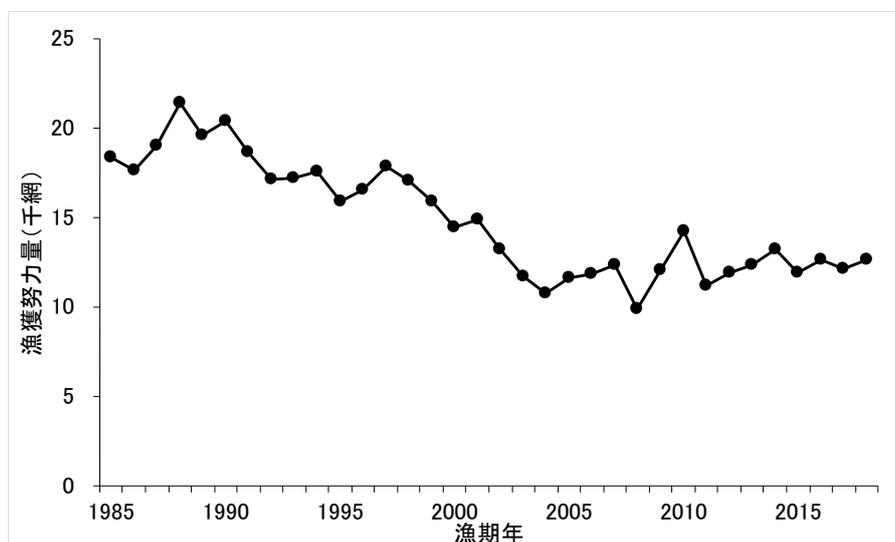


図1.2.3 北海道太平洋のマダラに対する沖底(かけまわし100トン以上)の漁獲努力量

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	分布域の一部について短期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる短期間の情報が利用できる	分布域の一部について長期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる長期間の情報が利用できる

#### 1.2.4 水揚物の生物調査

対象海域の主要な市場で、体長・体重・年齢・成熟データ収集のための調査が北海道や北水研等によって実施されている(千村ほか 2020)。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない	分布域の一部について短期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる短期間の情報が利用できる	分布域の一部について長期間の情報が利用できる	分布域の全体を把握できる長期間の情報が利用できる

#### 1.2.5 種苗放流実績の把握

本種の種苗放流については、青森県で実施されている(青森県 2015)。親魚数、放流数、放流サイズ、放流海域は継続的に記録されている(水産庁 2007)。以上より 4 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
放流実績等の記録はほとんどない	.	一部の項目、地域、時期については、放流実績等が記録されていない	親魚の由来、親魚数、放流数、放流サイズ、放流場所の大部分は継続的に記録されている	対象資源について、親魚の由来、親魚数、放流数、放流サイズ、放流場所が全て把握され継続的に記録されている

#### 1.2.6 天然魚と人工種苗の識別状況

放流種苗は右または左の腹鰭切除により放流年が識別可能である(菊谷ほか 2012)。よって 5 点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
天然魚と放流魚の識別が出来ない状態である	.	標識等により人工種苗と天然種苗の識別が可能である	.	標識等により人工種苗の放流履歴(年、場所等)まで把握可能である

### 1.3 資源評価の方法と評価の客観性

資源評価は、漁業が与える影響により漁獲生物資源がどのように変化したかを把握し、また、将来の動向を予測するため、漁獲統計資料や各種の調査情報を収集解析することであり、資源(漁業)管理のための情報として非常に重要である(松宮 1996)。資源評価方法、資源評価結果の客観性を 1.3.1、1.3.2 の 2 項目で評価する。

#### 1.3.1 資源評価の方法

100 トン以上の沖底かけまわし船によるマダラの有漁操業の CPUE に基づいて、資源状態を判断している(千村ほか 2020)。以上より評価手法 2 により判定し、3 点を配点する。

評価手法	1点	2点	3点	4点	5点
①	.	.	.	単純な現存量推定の経年変化により評価	努力量情報を加えるなど詳細に解析した現存量推定の経年変化により評価
②	.	.	単純なCPUEの経年変化により評価	標準化を行うなど詳細に解析したCPUEの経年変化により評価	.
③	.	一部の水揚げ地の漁獲量経年変化のみから評価または、限定的な情報に基づく評価	漁獲量全体の経年変化から評価または、限定的な情報に基づく評価	.	.
④	.	.	.	分布域の一部での調査に基づき資源評価が実施されている	分布域全体での調査に基づき資源評価が実施されている
⑤	資源評価無	.	.	.	.

#### 1.3.2 資源評価の客観性

水産庁の水産資源調査・評価推進委託事業の参画機関である、水産機構及び都道府県の水産試験研究機関等は解析及びデータを資源評価検討の場であるブロック資源評価会議前に公開している。資源評価報告書は使用したデータを含めて年度末までにホームページで公開している。報告書作成過程では、複数の外部有識者による助言協力を仰ぎ、有識者及び参画機関の意見に基づく修正が資源評価会議でなされる。マダラ北海道太平洋は 9 月上旬に開催される北海道ブロック資源評価会議でその資源評価案が議論され

る。資源評価への関心が高まっていることを踏まえ、本会議は公開されており一般傍聴も受け付けている。データや検討の場が公開されており、資源評価手法並びに結果について外部査読が行われている。以上より 5 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
データや検討の場が非公開であり、報告書等の査読も行われていない	.	データや検討の場が条件付き公開であり、資源評価手法並びに結果については内部査読が行われている	.	データや検討の場が公開されており、資源評価手法並びに結果については外部査読が行われている

## 1.4 種苗放流効果

第7次栽培漁業基本方針(水産庁 2017a)によれば、放流種苗を成長後にすべて漁獲することを前提に放流を継続する従来の取り組みではなく、栽培漁業が沿岸資源の維持及び回復に確実に寄与するよう親魚を獲り残して再生産を確保する資源造成型栽培漁業を推進することが謳われている。ここでは従来の一代回収型としての栽培漁業(1.4.1)、及び資源造成型としての栽培漁業の効果(1.4.2)について評価を行う。併せて天然資源への影響(北田 2001)についても評価を行う(1.4.3)。

### 1.4.1 漁業生産面での効果把握

青森県での放流年別累積採捕率が調査されているが(菊谷ほか 2012)、技術開発段階であり大規模な種苗放流には当たらないと考え評価しない。

1点	2点	3点	4点	5点
混入率、回収率は調査されていない	.	一定期間混入率、または回収率が調査されているが、放流効果は顕著とはいえない	.	一定期間以上混入率または回収率が調査されており、放流効果が顕著に認められる

### 1.4.2 資源造成面での効果把握

青森県での放流年(1990～2009年)別累積採捕率は0.0～1.4%であり3歳以上での採捕記録がある(菊谷ほか 2012)。ただし、大規模な放流とは言えず資源全体への効果は限定的と考え評価しない。

1点	2点	3点	4点	5点
漁獲物中に人工種苗が成長し親魚になった個体は見られない	.	漁獲物中に人工種苗が成長し親魚になった個体が時々見られる	漁獲物中に人工種苗が成長し親魚になった個体が常に見られる	人工種苗が再生産に寄与していることが確認されている

### 1.4.3 天然資源に対する影響

放流魚による天然資源の置き換えについては調査されていないが、大規模な種苗放流ではないと考え評価しない。

1点	2点	3点	4点	5点
放流魚による天然資源の置き換えについて調査されていない	放流魚による天然資源の置き換えについて調査し、発生が疑われている	.	.	放流魚による天然資源の置き換えについて調査し、発生していないことが確認されている

## 2 対象種の資源水準と資源動向

### 2.1 対象種の資源水準と資源動向

資源水準は、過去34年間(1985～2018年漁期)の沖底CPUEの平均値を50として各年のCPUEを指標値(資源水準値)化し、65以上を高位、35以上65未満を中位、35未満を低位とした。図2.1に示したように、2018年漁期の資源水準値は81であり、資源水準は高位と判断した。資源動向は、直近5年間(2014～2018年漁期)の沖底CPUEの推移に基づいて横ばいと判断した(千村ほか2020)。以上より5点を配点する。

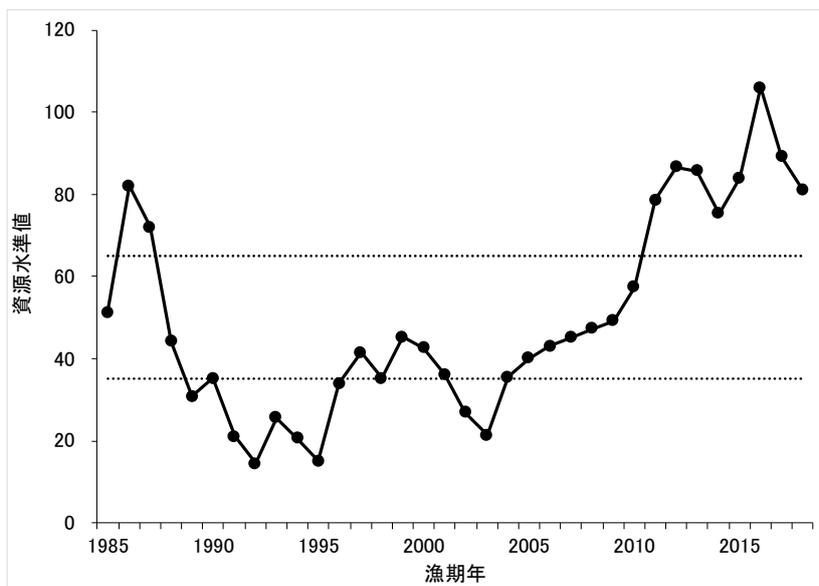


図2.1 北海道太平洋のマダラの資源水準値

評価手法	1点	2点	3点	4点	5点
①	限界管理基準値以下	目標管理基準値～限界管理基準値・減少	目標管理基準値～限界管理基準値・横ばい	目標管理基準値～限界管理基準値・増加	目標管理基準値以上
②	低位・減少 低位・横ばい 判定不能、不明	低位・増加 中位・減少	中位・横ばい	高位・減少 中位・増加	高位・増加 高位・横ばい

### 3 対象種に対する漁業の影響評価

#### 3.1 現状の漁獲圧が対象資源の持続的生産に及ぼす影響

図 1.2.2 に示したように、漁獲量は 1987 年漁期の 29.3 千トンを最高にその後減少して、2002～2004 年漁期は 9 千～10 千トンと少なかった。その後、2012 年漁期にかけて増加したのち 2017 年漁期までゆるやかに減少した。2018 年漁期は前年漁期より多い 18.1 千トンであった。資源量指標値である沖底 CPUE は 2004 年漁期以降増加傾向にあり、2011 年漁期以降は 1985 年漁期以降では高い水準で推移している(千村ほか 2020)。現状の漁獲量(2018 年漁期漁獲量)は ABC を下回っている。以上より評価手法 3 により判定し、4 点を配点する。

評価手法	1点	2点	3点	4点	5点
①	$SB_{cur} \leq SB_{target}$ $F_{cur} > F_{msy}$	.	$SB_{cur} > SB_{target}$ $F_{cur} > F_{msy}$ または $SB_{cur} \leq SB_{target}$ $F_{cur} \leq F_{msy}$	.	$SB_{cur} > SB_{target}$ $F_{cur} \leq F_{msy}$
②	$B_{cur} \leq B_{limit}$ $F_{cur} > F_{limit}$	.	$B_{cur} > B_{limit}$ $F_{cur} > F_{limit}$ または $B_{cur} \leq B_{limit}$ $F_{cur} \leq F_{limit}$	.	$B_{cur} > B_{limit}$ $F_{cur} \leq F_{limit}$
③	$C_{cur} > ABC$	.	.	$C_{cur} \leq ABC$	.
④	漁業の影響が大きい	.	漁業の影響が小さい	.	.
⑤	不明、判定不能	.	.	.	.

#### 3.2 現状漁獲圧での資源枯渇リスク

本種については、現状漁獲圧での資源枯渇リスクを評価していないが、日本海系群と太平洋北部系群に関する希少性評価結果から、本海域の 3 世代時間(18.4 年)以内の絶滅確率は  $4.73 \times 10^{-243}$  である(水産庁 2017b)。現状の漁獲圧において資源が枯渇するリスクは極めて低いと考えられる。評価手法 3 により判定し、4 点を配点する。

評価手法	1点	2点	3点	4点	5点
①	資源枯渇リスクが高いと判断される	.	資源枯渇リスクが中程度と判断される	.	資源枯渇リスクがほとんど無いと判断される
②③	資源枯渇リスクが高いと判断される	資源枯渇リスクが中程度と判断される	.	資源枯渇リスクが低いと判断される	.
④	判定していない	.	.	.	.

### 3.3 資源評価結果の漁業管理への反映

資源評価は、それ自体が最終的な目的ではなく、資源管理、漁業管理のための情報を増大させる一環として位置づけられる(松宮 1996)。漁業管理方策策定における資源評価結果の反映状況を、規則と手続きの視点から評価する。

#### 3.3.1 漁業管理方策の有無

資源評価の結果を受けて ABC は設定されているが、その値は漁業管理方策に反映されていない。以上より 2 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
漁獲制御規則はない	漁獲制御規則があるが、漁業管理には反映されていない	.	漁獲制御規則があり、その一部は漁業管理に反映されている	漁獲制御規則があり、漁業管理に十分反映されている。若しくは資源状態が良好なため管理方策は管理に反映されていない

#### 3.3.2 予防的措置の有無

我が国の資源管理のための漁獲管理規則(harvest control rule)では、管理基準設定に際し不確実性を考慮した管理基準が設定されているが、現状の管理には反映されていない。以上より 2 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
予防的措置が考慮されていない	予防的措置は考慮されているが、漁業管理には反映されていない	.	予防的措置は考慮されており、その一部は漁業管理に十分反映されている	予防的措置が考慮されており、漁業管理に十分反映されている

#### 3.3.3 環境変化が及ぼす影響の考慮

資源変動は生活史初期に経験する水温や餌密度など、様々な環境の影響を受けていると考えられるが詳細は不明である。以上より 2 点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
環境変化の影響については、調べられていない	環境変化の影響が存在すると思われるが、情報は得られていない	環境変化の影響が把握されているが、現在は考慮されていない	環境変化の影響が把握され、一応考慮されている	環境変化の影響が把握され、十分に考慮されている

### 3.3.4 漁業管理方策の策定

資源評価結果は、水産庁、道・県の定める資源管理指針に反映されている。管理指針は内部関係者の検討により策定されていると判断されることから、3点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
外部専門家や利害関係者の意見は全く取り入れられていない、または、資源評価結果は漁業管理へ反映されていない		内部関係者の検討により、策定されている	外部専門家を含めた検討の場がある	外部専門家や利害関係者を含めた検討の場が機能している

### 3.3.5 漁業管理方策への遊漁、外国漁船、IUU 漁業などの考慮

北方四島水域でロシア漁船による漁獲があるが、詳細な漁獲情報がないため、ロシアの漁獲を加味した資源解析は行われていない。遊漁による漁獲は無視できる程度に少なく、IUU 漁業による漁獲もほとんど存在しないと考えられる。以上より1点を配点する。

1点	2点	3点	4点	5点
遊漁、外国漁船、IUUなどの漁獲の影響は考慮されていない	遊漁、外国漁船、IUU漁業による漁獲を考慮した漁業管理方策の提案がなされている	遊漁、外国漁船、IUU漁業による漁獲を考慮する必要があり、一部に考慮した漁業管理方策の提案がなされている	遊漁、外国漁船、IUU漁業による漁獲を殆ど考慮する必要がないか、もしくは十分に考慮した漁業管理方策の提案がなされている	遊漁、外国漁船、IUU漁業による漁獲を考慮する必要がないか、もしくは完全に考慮した漁業管理方策の提案がなされている

## 引用文献

青森県 (2015) 青森県資源管理指針

[https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s\\_keikaku2/attach/pdf/todoufukenshishin-25.pdf](https://www.jfa.maff.go.jp/j/suisin/s_keikaku2/attach/pdf/todoufukenshishin-25.pdf)

千村昌之・境磨・石野光弘・濱津友紀 (2020) 令和元(2019)年度マダラ北海道太平洋の資源評価、水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201930.pdf>

濱津友紀 (1996) 北海道東部太平洋沿岸におけるマダラの成熟度と孕卵数. 漁業資源研究会議西日本底魚部会報, 23, 3-9.

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. 日水誌, 58, 1203-1210.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan1932/58/7/58\\_7\\_1203/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/suisan1932/58/7/58_7_1203/_article/-char/ja/)

Hattori, T., Y. Sakurai and K. Shimazaki (1992) Maturation and reproductive cycle of female Pacific cod in waters adjacent to the southern coast of Hokkaido, Japan. Nippon Suisan

Gakkaishi, 58, 2245-2252.

Hattori, T., Y. Sakurai and K. Shimazaki (1993) Maturity and reproductive cycle based on the spermatogenesis of male Pacific cod, *Gadus macrocephalus*, in waters adjacent to the southern coast of Hokkaido, Japan. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exp. Stn., 42, 265-272.

IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2019) Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 14. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee. [https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment\\_files/RedListGuidelines.pdf](https://nc.iucnredlist.org/redlist/content/attachment_files/RedListGuidelines.pdf)

菊谷尚久・鈴木 亮・高橋宏和・尾鷲政幸・川崎啓助 (2012) 栽培漁業技術開発事業（マダラ）, 平成 23 年度青森県産業技術センター水産総合研究所事業報告, 575-580, [https://www.aomori-itc.or.jp/\\_files/00052849/h23houkoku-575.pdf](https://www.aomori-itc.or.jp/_files/00052849/h23houkoku-575.pdf)

北田修一 (2001) 栽培漁業と統計モデル分析、共立出版、pp335.

松宮義晴 (1996) 水産資源管理概論. 日本水産資源保護協会, 東京, 77pp.

三島清吉 (1989) 日本周辺におけるマダラ (*Gadus macrocephalus* TILESIIUS) の資源とその生物学的特性. 北太平洋漁業国際委員会研究報告, 42, 172-179.

境 磨、山下夕帆・千村昌之・石野光弘、成松庸二・貞安一廣 (2020) 令和元(2019)年度スケトウダラ太平洋系群の資源評価、水産庁・水産機構 <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201912.pdf>

水産庁 (2007) マダラ陸奥湾産卵群資源回復計画 <https://www.jfa.maff.go.jp/sendai/plan/madara/pdf/madarakai Fukukeikaku20101217.pdf>

水産庁 (2017a) 第 7 次栽培漁業基本方針 [http://www.jfa.maff.go.jp/j/koho/bunyabetsu/pdf/saibai\\_kihon\\_housin\\_7.pdf](http://www.jfa.maff.go.jp/j/koho/bunyabetsu/pdf/saibai_kihon_housin_7.pdf)

水産庁 (2017b) 海洋生物の希少性評価(マダラ) <https://www.jfa.maff.go.jp/j/sigen/attach/pdf/20170321redlist-34.pdf>

水産庁研究部 (1986) 底びき網漁業資源, 234 pp.

田中昌一 (1998) 増補改訂版 水産資源学総論. 恒星社厚生閣, 東京, 406pp