

サンマ北西太平洋 2. 海洋環境と生態系への配慮

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2025-03-05 キーワード: 作成者: 竹茂, 愛吾, 岸田, 達, 清田, 雅史, 米崎, 史郎 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2013554

2. 海洋環境と生態系への配慮

概要

生態系情報・モニタリング (2.1)

評価対象水域である太平洋北区はマイワシ、マサバ等浮魚鍵種の生育場であるため、海洋環境、生態系などについて、農林水産省の大型越枠研究、委託プロジェクト研究、および水産機構の一般研究課題として長期にわたり調査・研究が行われている(2.1.1 5点)。当該海域における海洋環境及び低次生産などに関する調査は水産機構の調査船若鷹丸により毎年実施されているほか各県が毎月定線観測調査を実施している(2.1.2 4点)。さんま棒受網からの生態系モニタリングに関しては、漁獲成績報告書に主要混獲魚種の漁獲量を報告することとなっている(2.1.3 4点)。

同時漁獲種 (2.2)

棒受網漁業は混獲が発生しにくい漁法であるが、混獲利用種としてはマイワシ・サバ類が存在する。棒受網漁業がこれらの資源に与える影響は小さいと考えられた(2.2.1 5点)。混獲非利用種は存在しない(2.2.2 5点)。環境省が指定した絶滅危惧種のうち、評価対象水域と分布域が重複する種はアカウミガメ、ヒメウ、ヒメクロウミツバメ、コアジサシ、カンムリウミスズメ、コアホウドリ、セグロミズナギドリ、アホウドリ、オオアジサシである。これらの種についてPSAでリスク評価した結果、全体のリスクは低かった(2.2.3 3点)。

生態系・環境 (2.3)

サンマの捕食者であるミンククジラ、ビンナガについて資源状態は懸念される状態ではなかった。鳥類については情報は乏しかった(2.3.1.1 4点)。サンマの餌と考えられる動物プランクトン現存量とサンマ資源量の間には正の相関があり、トップダウン的にサンマが動物プランクトンの変動をもたらしているとは考えられなかった(2.3.1.2 4点)。サンマの競争者であるマイワシ、マサバはいずれも資源状態が中位・増加とされ、サンマの漁獲が栄養段階の近い他種に悪影響を与えている兆候はみられなかった(2.3.1.3 4点)。

【生態系全体】北海道太平洋北区、太平洋北区の漁獲物平均栄養段階(MTLc)は3.25～3.5付近を推移したが、2013年以降低下している。これはTL2.0に属するマイワシの漁獲量が増加したこととサンマを含むTL3.5の漁獲量が減少したことに起因している。近年のMTLcの低下要因としてさんま棒受網漁業の影響を排除できない(2.3.2 2点)。

【海底環境・大気・水質環境】さんま棒受網は着底漁具ではないため海底環境への影響はない(2.3.3 5点)。水質環境への影響は軽微と判断された(2.3.4 4点)。

さんま棒受網の漁獲量1トンあたりのCO2排出量は他の漁業種類と比べると低い、生産金額あたりのCO2排出量で見ると低いとは言えなかった(2.3.5 3点)。

評価範囲

① 評価対象漁業の特定

2016年の農林水産統計によれば、海区域別漁獲量は北海道太平洋北区48,947トン(全国の43%)、太平洋北区39,753トン(同35%)、日本海北区10,990トン(同10%)と、この3海区域で88%を占めるが、この3海区域とも漁業種類はさんま棒受網漁業が100%に近い。北海道には、知事許可のサンマ流し網漁業があり、特に棒受網漁期前の漁獲物が高値で取引されるが、その漁獲量は少ない。よって、評価対象漁業はさんま棒受網漁業とする。

② 評価対象海域の特定

上記の通り農林水産統計によれば、2016年の海区域別漁獲量は、北海道太平洋北区が48,947トン(全国の43%)、太平洋北区が39,753トン(同35%)で、この2海区域で78%を占める。

よって評価対象海域は北海道太平洋北区、太平洋北区とする。

③ 評価対象漁業と生態系に関する情報の集約と記述

1) 漁具, 漁法

漁灯を利用する敷網漁業の1種である。棒受網のサイズは大型船(199トン)の場合、全長約35m、幅約35m。小型船(19トン)の場合、全長約15m、幅約15m。

2) 船サイズ, 操業隻数, 総努力量

17~199トン145隻(2017年)、投網回数45,550回(2017年)である。

3) 主要魚種の年間漁獲量

2016年農林統計によると、両海区域の漁獲量上位6種の漁獲量、全漁獲量に占める比率は以下の通りである。

○北海道太平洋北区

1. スケトウダラ	91,865トン	24.0%
2. こんぶ類	51,730トン	13.0%
3. サンマ	48,947トン	13.0%

4. さけ類	36,549 トン	9.5%
5. ホタテガイ	33,247 トン	8.6%
6. マダラ	16,302 トン	4.2%

○太平洋北区

1. さば類	216,993 トン	35.0%
2. マイワシ	135,756 トン	22.0%
3. サンマ	39,753 トン	6.4%
4. スルメイカ	25,655 トン	4.1%
5. さめ類	19,586 トン	3.2%
6. カツオ	19,294 トン	3.1%

4) 操業範囲：大海区、水深範囲

千島沖～三陸沖沿岸 1,000 km 以内、面積にして凡そ 700,000 km²。操業は水深 250 m 以深の海域で行われている。

5) 操業の時空間分布

月別の操業海域は以下の通り。

- 8月：千島沖から道東沖
- 9月：千島沖から三陸沖
- 10月：道東沖から常磐沖
- 11月：道東沖から房総沖
- 12月：三陸沖から房総沖

6) 同時漁獲種

2016 年の農林水産統計によれば、北海道太平洋北区、太平洋北区におけるさんま棒受網漁業の魚種別漁獲量は、北海道太平洋北区ではサンマ 48,910 トン (99.6%)、マイワシ 204 トン (0.4%)、太平洋北区ではサンマ 39,732 トン (100%) であった。

一方で、棒受網漁業は日本各地で異なる魚種を対象に行われており、伊豆近海でマサバを対象とする棒受網漁業においても他魚種の混獲が認められている。(長谷川 2014, 吉田 2014)。同様に、さんま棒受網にマイワシ・さば類が混獲されることはよく知られており、東北水研ではさんま棒受網漁船を対象とした漁獲聞き取り調査等において混獲種の調査を継続して行うとともに、東日本大震災前まではさんま棒受網船によるマイワシ・さば類混獲状況を小型浮魚類の漁海況予報資料として、またサバ類混獲状況をマサバの資源評価指標として利用してきた(東北区水産研究所八戸支所資源生態研究室 2010)。これに対して、同時に漁獲され利用されない魚種はきわめてまれである。

これらのことから、混獲利用種として、マイワシ・マサバ・ゴマサバを対象とし、混獲非利用種についてはほとんど存在しないため評価対象としない。

7) 希少種

環境省による2017年レッドデータブック（環境省 2017）掲載種の中で、生息環境が北海道太平洋北区，太平洋北区，太平洋中区と重複する動物は以下の通りである。

爬虫類

アカウミガメ (EN)

鳥類

ヒメウ (EN)、ヒメクロウミツバメ (VU)、コアジサシ (VU)、カンムリウミスズメ (VU)、コアホウドリ (EN)、セグロミズナギドリ (EN)、アホウドリ (VU)、オオアジサシ (VU)

サンマを対象とする棒受網漁業は、海洋の表層で操業するため、淡水・汽水魚、貝類などは評価対象から除外した。

2.1 操業域の環境・生態系情報，科学調査，モニタリング

2.1.1 基盤情報の蓄積

評価対象水域である太平洋北区は、沿岸は親潮域、黒潮・親潮続流域からなる生産性の高い水域である。当該海域はマイワシ、マサバ等浮魚鍵種の生育場であるため、海洋環境、生態系などについて、農林水産省の大型越枠研究、委託プロジェクト研究、および水産機構の一般研究課題として長期にわたり調査が行われている。現在 Ecopath による食物網構造と物質循環の解明が進められている。よって5点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
利用できる情報はない		部分的だが利用できる情報がある	リスクベース評価を実施できる情報がある	現場観測による時系列データや生態系モデルに基づく評価を実施できるだけの情報が揃っている

2.1.2 科学調査の実施

当該海域における海洋環境及び低次生産などに関する調査は水産機構の調査船若鷹丸（692トン）により毎年実施されている。平成28年については、海洋環境、低次生産力関連の調査は5航海延べ56日に亘り調査が行われた（水産機構 東北区水産研究所 2017）。また各県が毎月定線観測調査を実施している。したがって4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
科学調査は実施されていない		海洋環境や生態系について部分的・不定期的に調査が実施されている	海洋環境や生態系に関する一通りの調査が定期的に実施されている	海洋環境モニタリングや生態系モデリングに応用可能な調査が継続されている

2.1.3 漁業活動を通じたモニタリング

10トン以上の漁船によるさんま棒受網漁業は指定漁業である。さんま棒受網漁業における混獲種については、漁獲成績報告書にいわし・さば・いか・その他について漁獲量を報告することとなっている（農林水産省 2017a, b）。広範囲で行われているさんま棒受網漁船への聞き取り調査では、漁獲位置やサイズ・灯付き・混獲種の状態等が報告されており、生態系のモニタリングの一助となっている（水産総合研究センター東北区水産研究所 2013）。したがって4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
漁業活動から情報は収集されていない		混獲や漁獲物組成等について部分的な情報を収集可能である	混獲や漁獲物組成等に関して代表性のある一通りの情報を収集可能である	漁業を通じて海洋環境や生態系の状態をモニタリングできる体制があり、順応的管理に応用可能である

2.2 同時漁獲種

2.2.1 混獲利用種

混獲利用種は上記評価範囲③6)に示した通りマイワシ・マサバ・ゴマサバであり、3魚種について資源状態などを評価軸1と同じ手法で評価した結果は以下の通りである。

表 2.2.1a マイワシ 太平洋系群

構成	測定基準	スコア	問題と摘要	データの出典
対象種に対する漁業の影響評価	資源水準と動向の評価	4	親魚量500万トン以上を高位水準、親魚量が B_{limit} (22.1万トン)以上を中位水準とした。2015年の親魚量が60.6万トンであることから資源水準は中位と判断した。動向は最近5年間の資源量と親魚量の推移から増加と判断した。	由上ほか (2017a)
	現状の漁獲圧が対象種資源の持続的生産に及ぼす影響	5	現状の漁獲圧 ($F_{current}=0.32$) は、資源を現状維持するとされる F_{med} ($=0.44$)、 F_{msy} の代替値とされる基準値の $F_{0.1}$ より低いことから、その水準は低いと判断される。2015年親魚量 ($B_{current}=60.6$ 万トン) は B_{limit} ($=22.1$ 万トン) を上回っている。	由上ほか (2017a)
	現状の漁獲圧と資源枯渇リスク	5	現状の漁獲圧を続けた場合、5年後に2015年親魚量を維持する確率、 B_{limit} を維持する確率は100%と予測された。	由上ほか (2017a)
	平均	4.7		

表 2.2.1b. マサバ 太平洋系群

構成	測定基準	スコア	問題と摘要	データの出典
対象種に対する漁業の影響評価	資源水準と動向の評価	4	親魚量45万トン (B_{limit}) 以上を中位水準、それ未満は低位水準とし、資源量の過去最高～最低値の上位3分の1程度に相当する資源量320万トン以上を高位水準とした。現状 (2015年) の資源量は135万トン、親魚量は49.0万トンであることから、資源水準は中位と判断した。動向は過去5年間の親魚量の推移から増加と判断した。	由上ほか (2017b)
	現状の漁獲圧が対象種資源の持続的生産に及ぼす影響	5	現状の漁獲圧 $F_{current}$ ($=0.34$) は生物学的な管理基準 $F_{30\%SPR}$ ($=0.36$) よりもやや低く、 F_{msy} の代替値に用いられる $F_{0.1}$ と同程度であり持続的生産に悪影響を及ぼすとは考えられない。親魚量 (49万トン) は B_{limit} (45万トン) を上回っている。	由上ほか (2017b)
	現状の漁獲圧と資源枯渇リスク	5	$F_{current}$ で漁獲を続けた場合、親魚量が5年後に B_{limit} を維持する確率は97%、2015年親魚量を維持する確率は95%と高く、枯渇リスクはほとんどないと判断された。	由上ほか (2017b)
	平均	4.7		

表 2.2.1c. ゴマサバ 太平洋系群

構成	測定基準	スコア	問題と摘要	データの出典
対象種に対する漁業の影響評価	資源水準と動向の評価	4	資源量30万トン以上を高位水準、親魚量3.8万トンを B_{limit} とし、これ以上を中位水準とする。2015年の資源量(44.3万トン)は30万トンを上回っていることから、現状の資源水準は高位、資源動向は2011~2015年の資源量の推移から減少と判断した。	由上ほか(2017c)
	現状の漁獲圧が対象種資源の持続的生産に及ぼす影響	5	現状の漁獲圧($F_{current}=0.43$)は、 F_{msy} の代替値と考えられる $F_{0.1}$ よりやや高いものの、 $F_{30\%SPR}(=0.48)$ をやや下回っていることから、現状の漁獲圧は高くないと考えられる。2015年親魚量 $B_{current}$ (21.1万トン)は B_{limit} (3.8万トン)を上回っている。	由上ほか(2017c)
	現状の漁獲圧と資源枯渇リスク	5	現状の漁獲圧を続けた場合、5年後に B_{limit} を維持する確率は100%と予測された。	由上ほか(2017c)
	平均	4.7		

個々のさんま棒受網漁業における混獲利用種の資源状態及び点数は以上のようにマイワシ中位・増加(4.7)、マサバ中位・増加(4.7)、ゴマサバ高位・減少(4.7)であった。4魚種とも資源の現状に懸念はないため5点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	混獲利用種の中に資源状態が悪い種もしくは混獲による悪影響のリスクが懸念される種が多く含まれる	混獲利用種の中に混獲による資源への悪影響が懸念される種が少数含まれる。CAやPSAにおいて悪影響のリスクは総合的に低い、悪影響が懸念される種が少数含まれる	混獲利用種の中に資源状態が悪い種もしくは混獲による悪影響のリスクが懸念される種が含まれない	個別資源評価に基づき、混獲利用種の資源状態は良好であり、混獲利用種は不可逆的な悪影響を受けていないと判断される

2.2.2 混獲非利用種

混獲非利用種については知られていない。したがって5点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	混獲非利用種の中に資源状態が悪い種が多数含まれる。PSAにおいて悪影響のリスクが総合的に高く、悪影響が懸念される種が含まれる	混獲非利用種の中に資源状態が悪い種が少数含まれる。PSAにおいて悪影響のリスクは総合的に低い、悪影響が懸念される種が少数含まれる	混獲非利用種の中に資源状態が悪い種は含まれない。PSAにおいて悪影響のリスクは低く、悪影響が懸念される種は含まれない	混獲非利用種の個別資源評価により、混獲種は資源に悪影響を及ぼさない持続可能レベルにあると判断できる

2.2.3 希少種

環境省が指定した絶滅危惧種のうち、評価対象水域と分布域が重複する種は、上記「評価範囲」③(7)の通り、アカウミガメ、ヒメウ、ヒメクロウミツバメ、コアジサシ、カンムリウミスズメ、コアホウドリ、セグロミズナギドリ、アホウドリ、オオアジサシである。これらの種についてPSAでリスク評価したものが表2.2.3.a、その根拠となる生物特性等をまとめたものが表2.2.3bである。

PSAスコアの採点基準は表2.2.3cとなっており、全体平均は2.47でリスクは低いことから、評価は4点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	希少種の中に資源状態が悪く、当該漁業による悪影響が懸念される種が含まれる。PSAやCAにおいて悪影響のリスクが総合的に高く、悪影響が懸念される種が含まれる	希少種の中に資源状態が悪い種が少数含まれる。PSAやCAにおいて悪影響のリスクは総合的に低いが、悪影響が懸念される種が少数含まれる	希少種の中に資源状態が悪い種は含まれない。PSAやCAにおいて悪影響のリスクは総合的に低く、悪影響が懸念される種は含まれない	希少種の個別評価に基づき、対象漁業は希少種の存続を脅かさないと判断できる

表 2.2.3a. 希少種の PSA 評価結果

採点項目	評価対象生物 標準名	脊椎動物or 無脊椎動物	P(生産性, Productivity)スコア								S(感受性, Susceptibility)スコア					PSA評価結果	
			成熟開始年齢	産卵年齢	抱卵数	最大体長	成熟体長	繁殖距離	栄養段階	密度依存性	PSAスコア 採点 (算術平均)	水平分布 重複度	鉛直分布 重複度	漁具の選択 性	漁獲後死亡 率	PSAスコア 採点 (算術平均)	PSA スコア
2.2.3	アカウミガメ	脊椎動物	3	3	2	2	2	2	2	2.29	1	3	1	1	1.32	2.64	低い
2.2.3	ヒメウ	脊椎動物	1	2	3	1	2	3	3	2.14	1	3	1	1	1.32	2.51	低い
2.2.3	ヒメクロウミツバメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3	1.86	1	3	1	1	1.32	2.28	低い
2.2.3	コアジサシ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3	1.86	1	3	1	1	1.32	2.28	低い
2.2.3	カンムリウミスズメ	脊椎動物	1	1	3	1	1	3	3	1.86	1	3	1	1	1.32	2.28	低い
2.2.3	コアホウドリ	脊椎動物	2	3	3	1	2	3	3	2.43	1	3	1	1	1.32	2.76	中程度
2.2.3	セグロミズナギドリ	脊椎動物	1	2	3	1	2	3	3	2.14	1	3	1	1	1.32	2.51	低い
2.2.3	アホウドリ	脊椎動物	2	3	3	1	2	3	3	2.43	1	3	1	1	1.32	2.76	中程度
2.2.3	オオアジサシ	脊椎動物	1	1	3	1	2	3	3	2.00	1	3	1	1	1.32	2.39	低い
対象漁業	棒受け網	対象海域	北海道太平洋北区、太平洋北区												PSAスコア全体平均	2.47	低い

表 2.2.3b. 希少種の生産性に関する生物特性値

評価対象生物	成熟開始年齢 (年)	最大年齢 (年)	抱卵数	最大体長 (cm)	成熟体長 (cm)	栄養段階 TL	出典
アカウミガメ	35	70~80	400	110	80	2-3	南・菅沼(2016), 石原(2012), IUCN(2017a)
ヒメウ	3	18	3	73	63	4.2	浜口ほか(1985), Hobson et al. (1994), Clapp et al (1982)
ヒメクロウミツバメ	2	6	1	20	19	3.6	浜口ほか(1985), Klimkiewicz et al. (1983)

コアジサシ	3	21	2.5	28	22	3.8	Clapp et al. (1982)
カンムリウミスズメ	2	7	2	26	24	3.8	近縁種 <i>S. antiquus</i> で一部代用, HAGR *(2017)
コアホウドリ	8	55	1	81	79	4+	浜口ほか(1985), Gales (1993)
セグロミズナギドリ	3	22	5	74	64	3.6+	浜口ほか(1985), Schreiber and Berger (2003), IUCN (2017b)
アホウドリ	6	25	1	94	84	4+	長谷川(1998)
オオアジサシ	3	21	1.5	53	43	3.8	浜口ほか(1985), Milessi et al. (2010)

*Human Aging Genomic Resources

表 2.2.3c PSA 評価採点

	P (生産性スコア)	1 (高生産性)	2 (中生産性)	3 (低生産性)
P1	成熟開始年齢	< 5 年	5-15 年	> 15 年
P2	最高年齢 (平均)	< 10 歳	10-25 歳	> 25 歳
P3	抱卵数	> 20,000 卵/年	100-20,000 卵/年	< 100 卵/年
P4	最大体長 (平均)	< 100 cm	100-300 cm	> 300 cm
P5	成熟体長 (平均)	< 40 cm	40-200 cm	> 200 cm
P6	繁殖戦略	浮性卵放卵型	沈性卵産み付け型	胎生・卵胎生
P7	栄養段階	< 2.75	2.75-3.25	> 3.25
P8	密度依存性 (無脊椎動物のみ適用)	低密度における補償作用が認められる	密度補償作用は認められない	低密度における逆補償作用(アリー効果)が認められる
P	P スコア総合点	算術平均により計算する		$= (P1+P2+\dots+Pn)/n$
	S (感受性スコア)	1 (低感受性)	2 (中感受性)	3 (高感受性)
S1	水平分布重複度	< 10 %	10-30 %	> 30%
S2	鉛直分布重複度	漁具との遭遇確率低い	漁具との遭遇確率は中程度	漁具との遭遇確率高い
S3	漁具の選択性	成熟年齢以下の個体は漁獲されにくい	成熟年齢以下の個体が一般的に漁獲される	成熟年齢以下の個体が頻繁に漁獲される
S4	遭遇後死亡率	漁獲後放流された個体の多くが生存することを示す証拠がある	漁獲後放流された個体の一部が生存することを示す証拠がある	漁獲後保持される,もしくは漁獲後放流されても大半が死亡する
S	S スコア総合点	幾何平均により計算する		$' = (S1*S2*\dots*Sn)^{(1/n)}$
	PSA スコア	< 2.64 低い	2.64-3.18 中程度	> 3.18 高い
	PSA スコア総合点	P と S のユークリッド距離として計算する		$' = \text{SQRT}(P^2 + S^2)$
	全体評価	PSA スコア全体平均値および高リスク種の有無に基づき評価する		

2.3 生態系・環境

2.3.1 食物網を通じた間接作用

2.3.1.1 捕食者

サンマの捕食者として、ミンククジラなどの鯨類 (Tamura and Fujise 2002)、ハイイロミズナギドリ (Ogi 1984, Gould et al. 2000, Shiomi and Ogi 1992)、ウトウ (Vermeer 1980)、ギンザケ (佐藤・平川 1976)、ビンナガ (二平 1988)、アカイカ (有元・河村 1998) などが記録されている。CA 評価の結果は下表の通りであることから、4 点とする。

表 2.3.1.1a サンマ捕食者についての CA 評価

評価対象漁業	棒受網漁業	
評価対象海域	北海道太平洋北区, 太平洋北区	
評価対象魚種	サンマ	
評価項目番号	2.3.1.1	
評価項目	捕食者への影響	
評価対象要素	資源量	4
	再生産能力	
	年齢・サイズ組成	
	分布域	
	その他:	
評価根拠概要	サンマの捕食者として記載があるミンククジラ、ビンナガについては資源状態は懸念される状態ではなかった。鳥類については情報は乏しかった。以上のことから 4 点とした。	
評価根拠詳細	<p>サンマの捕食者のうち、資源状態について情報が得られたものは以下である。</p> <p>ミンククジラ 高位・増加 ビンナガ 中位・横ばい アカイカ 秋生まれ群：中位・減少 アカイカ 冬春生まれ西部系群：低位・減少</p> <p>ビンナガ (北太平洋) は WCPFC において資源評価されており、清藤 (2017) によれば資源の水準・動向は中位・横ばい。SSB/SSB0=0.358 (2012 年) で、限界管理基準とされる SSB/SSB0=0.2 を上回っている。</p> <p>IWC が開発した Hitter・Fitter 法と呼ばれるプログラムを用いて北西太平洋ミンククジラの資源評価を行った結果、現実的なパラメータの仮定の下では資源は増加傾向を示した。また、1999 年の成熟雌は初期資源量に比べて 70% 以上の大きさを持つと考えられており、資源は比較的高位にある (南川・宮下 2017)。</p> <p>魚類捕食者のうちビンナガの餌料は年によりマイワシが優先したりサンマが優先したりしており (二平 1988)、魚食性が強いが、対象種については日和見的な摂餌をしているとされる (清藤 2017)。ギンザケの評価は以下の理由で行わなかった。第一に北太平洋のさけ類漁獲量はカラフトマス、サケ、ベニザケで全体の 9 割以上を占めギンザケ漁獲量は僅かである (齋藤ほか 2017) ことからギンザケ資源量はこれらさけ類に比して大きくなくサンマ資</p>	

	<p>源へのインパクトも小さいと推測できる。ちなみにさけ類の中で漁獲量の大きいサケの食性は海洋ではクラゲ類、翼足類、オキアミ類、端脚類（渡邊ほか 2017）、カラフトマスは動物プランクトン（オキアミ類、端脚類、カイアシ類、翼足類、十脚類幼生等）とマイクロネクトン（ホッケ等の幼稚仔魚、イカ類等）とされ（森田ほか 2017）、サンマは主要な餌料ではない。第二にギンザケの主要な餌料はドスイカなどのイカ類、次いでオキアミ類である（佐藤・平川 1976）ことからギンザケは強い魚食性を示す種ではないことが窺えるためである。</p> <p>アカイカについては冬春生まれ西部系群の資源状態が懸念される状態であるが、アカイカの餌料としてはハダカイワシ科魚類がいずれの海域でも優占しており（有元・河村 1998）、サンマへの依存度は高くないと考えられる。</p> <p>鳥類の食性は「イワシ類」などとまとめられていることが多く、サンマを捕食している可能性はあるものの、具体的な情報は得られなかった。以上のことから、4点とする。</p>
--	--

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	多数の捕食者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される	一部の捕食者に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって捕食者が受ける悪影響は検出されない	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた捕食者への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる

2.3.1.2 餌生物

サンマ成魚の餌料としては *Calanus plumchrus* をはじめとするカラヌス属コペポダ、及びオキアミ (*Euphausia pacifica*) などが卓越していた（小達 1977）。ここでは、動物プランクトンについては東北区水産研究所によりモニタリングされている混合域における毎月のメソ動物プランクトン現存量（田所 私信）の合計値を豊度の指標として評価に用いた。サンマの餌生物に対する影響の CA による評価結果は、表 2.3.1.2 の通りとなり、評価結果を 4 点とする。

表 2.3.1.2 サンマの餌生物に対する影響の CA による評価結果

評価対象 漁業	棒受網漁業	
評価対象 海域	北海道太平洋北区，太平洋北区	
評価対象 魚種	サンマ	
評価項目 番号	2.3.1.2	
評価項目	餌生物への影響	
評価対象 要素	資源量（湿重量）	
	再生産能力	

	年齢・サイズ組成	
	分布域	
	その他：動物プランクトン現存量	4
評価根拠概要	サンマの餌と考えられる動物プランクトン現存量とサンマ資源量の間には正の相関があることから、トップダウン的にサンマが動物プランクトンの変動をもたらしているデータは得られなかった。このためサンマに対する漁獲が動物プランクトンに影響を与えるとは言いがたいことから4点とする。	
評価根拠	<p>動物プランクトン現存量、サンマ資源量 (2003～2015 年)、標準化 CPUE (1980～2015 年) (巢山ほか 2016、木所ほか 2017) を図 2.3.1.2a に示す。図には同時に同じ海域において動物プランクトンを捕食していると思われるマイワシ太平洋系群 (由上ほか 2017a)、マサバ太平洋系群 (由上ほか 2017b) の資源量も示した。</p> <p>図 2.3.1.2a サンマ餌料生物指標値とサンマ資源量 サンマ標準化 CPUE は比較のため巢山ほか (2016)、木所ほか (2017) の数値 (トン/操業) を 20 倍にして示した。 メソ動物プランクトン現存量は 1993 年に急増し 1998 年に急減したものの増加・減少しつつも相対的に高位を保つが 2010 年に再び急減し、その後低い水準が続いている。サンマ資源量は 2003 年以降暫減している。より長期のデータがあるサンマ標準化 CPUE をみると、1988～1997 年にピークがあり、2004～2009 年頃にもピークがみられた。1980～2015 年の動物プランクトンとサンマ CPUE の間には有意な相関はみられないが、2003～2015 年の動物プランクトンとサンマ資源量の間には、年代により分離がみられるが全体として有意な正の相関がみられた ($p < 0.01$; 図 2.3.1.2b)。 田所 (2007) によればメソ動物プランクトンの 1993 年の増加は 88/89 年のレジームシフトから数年遅れで現れたもので、98/99 のレジームシフト以降再び増加したとされ、メソ動物プランクトンの変動はレジームシフト (海洋環境の変化) による生態系のボトムアップ制御によるものと考えられている。動物プランクトンの変動はサンマ CPUE と正の相関を示すことからサンマの資源変動も餌生物を通じたボトムアップ制御によるものである可能性がある。一方、マイワシについては動物プランクトンが少なかった 1980 年代に資源が増大しているが、これはマイワシの捕食による動物プランクトンの減少の可能性と、マイワシが植物プランクトンを捕食し</p>	

動物プランクトンへの栄養の流れを小さくした可能性の両方が考えられる。ただし2009年の動物プランクトンの減少についてはまだ資源が小さかったマイワシの捕食の可能性は低いのではないかと考えられる。マサバは餌として植物プランクトンに依存していないが、資源の変動はマイワシと近いことから動物プランクトンに対してトップダウン制御が働いている可能性はあるが資源量ならびにその変動幅はマイワシに比べて小さいためその影響は顕著ではない。以上動物プランクトンとその捕食者の関係は一様ではないと考えられるが、サンマとその餌である動物プランクトンの関係についてはボトムアップ制御の可能性が示され、トップダウン制御を示すデータはないことから、サンマの漁獲が動物プランクトンに影響を与えることは考えにくい。したがって4点とする。

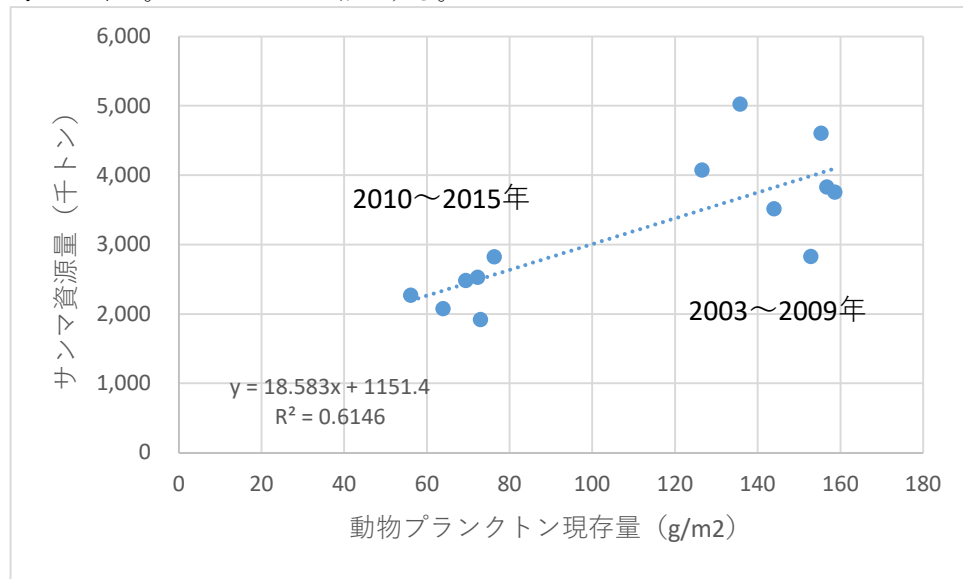


図 2.3.1.2b 動物プランクトン現存量とサンマ資源量の関係

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない。	多数の餌生物に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	一部の餌生物に定向的变化や変化幅の増大などの影響が懸念される。	CAにより対象漁業の漁獲・混獲によって餌生物が受ける悪影響は検出されない。	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた餌生物への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる。

2.3.1.3 競争者

サンマの競争種として、当該海域で漁獲量が多い魚種のうち動物プランクトン食性の魚種としてさば類（このうち分布域がより北方に偏っているマサバを取り上げる）、マイワシが考えられる。ただしマサバの栄養段階(TL)は3.6とされ(Yonezaki et al. 2015)動物プランクトン食性とされるサンマ(TL=3)より高い。一方マイワシは植物プランクトン食性でもあるためTLは3より小さい。このため、この3種は餌を巡る完全な競争者ではないと考えられる。資源量を評価要素として以下の通りCAによる評価を行った。

サンマ、マイワシ太平洋系群、マサバ太平洋系群の資源量は図 2.3.1.3 の通りで、サンマの資源状態は中位・減少（木所ほか 2017）、マイワシ、マサバはいずれも中位・増加とされ（由上ほか 2017a、2017b）、サンマの漁獲が栄養段階の近い他種に悪影響を与えている兆候はみられない。また同一漁業の混獲種でもない。このことから 4 点とする。

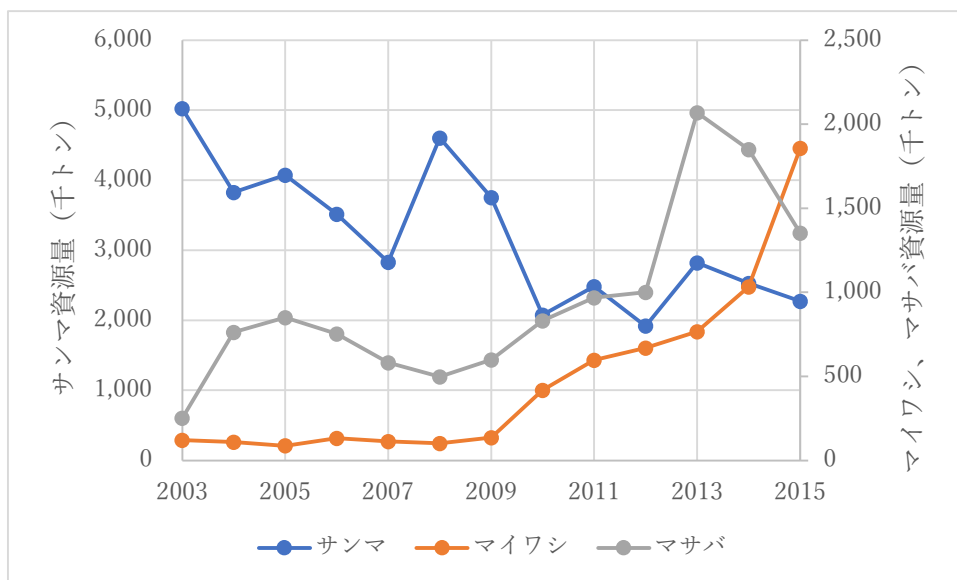


図 2.3.1.3 サンマ、マイワシ、マサバ資源量

1 点	2 点	3 点	4 点	5 点
評価を実施できない	多数の競争者に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	一部の競争者に定量的変化や変化幅の増大などの影響が懸念される	CA により対象漁業の漁獲・混獲によって競争者が受ける悪影響は検出されない	生態系モデルベースの評価により、食物網を通じた競争者への間接影響は持続可能なレベルにあると判断できる

2.3.2 生態系全体

ここではまず、北海道太平洋北区、太平洋北区の漁業と資源と生態系の全体像について概観的に評価する。2016 年の海面漁業生産統計調査によれば、北海道太平洋北区における主要魚種の漁獲量は図 2.3.2a の通りである。このうち表中層性の魚類とその栄養段階 (TL) を見ると、TL3.5 のさけ類 (36,549 トン) が全漁獲量の 9.5% (以下同じ) を占め、底魚類のスケトウダラが 24% を占める。太平洋北区では、表中層性の魚類であるさば類 (216,993 トン) とマイワシ (135,756 トン) がそれぞれ 35%、22% を占める。

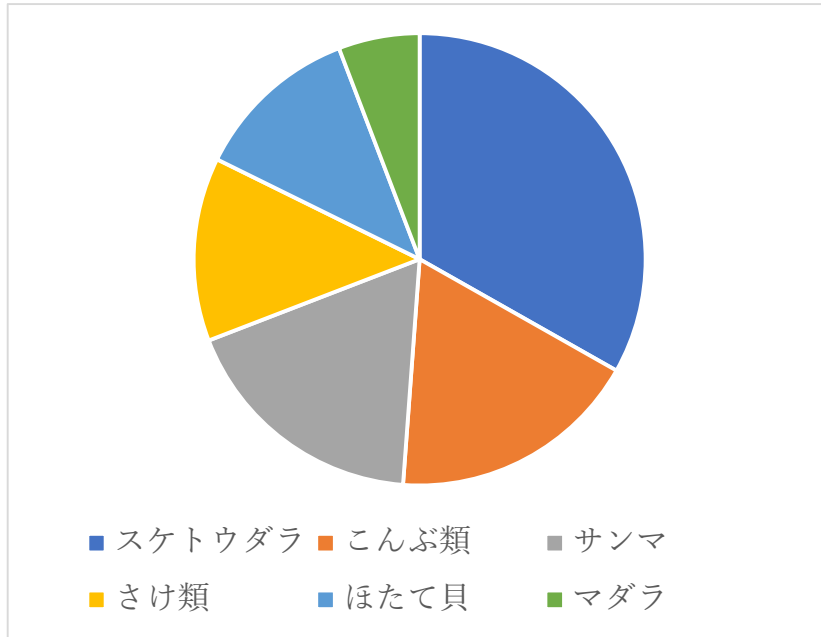


図 2. 3. 2a. 2016 年の海面漁業生産統計に基づく北海道太平洋北区の漁獲物の種組成

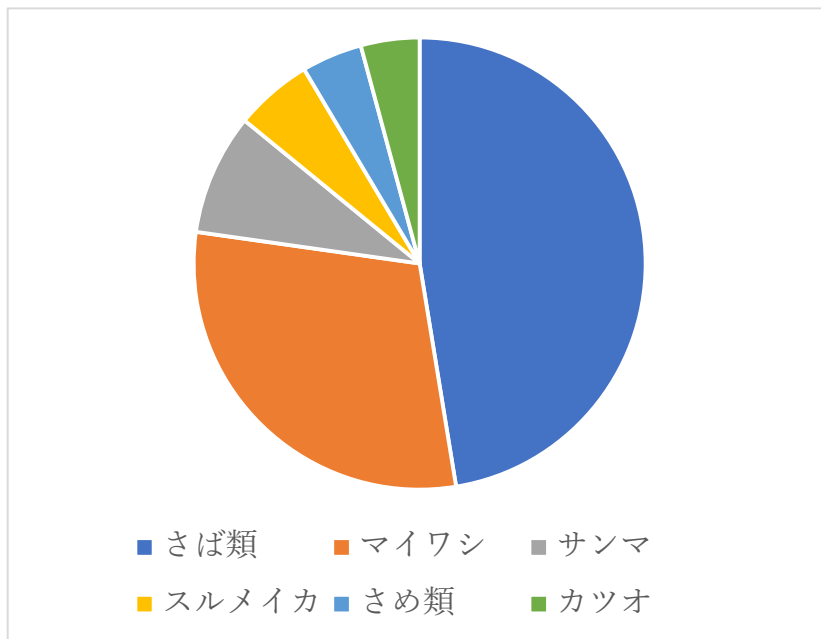


図 2. 3. 2b. 2016 年の海面漁業生産統計に基づく太平洋北区の漁獲物の種組成

海区ごとの栄養段階別漁獲量を示すと図 2. 3. 2c の通りである。北海道太平洋北区、太平洋北区ともに TL3.5 と TL2 に 2 分される傾向が認められた。TL2 のピークは、近年増加傾向にあるマイワシの漁獲量増を反映するもので、それ以外にアサリなどの底生動物も含まれる。

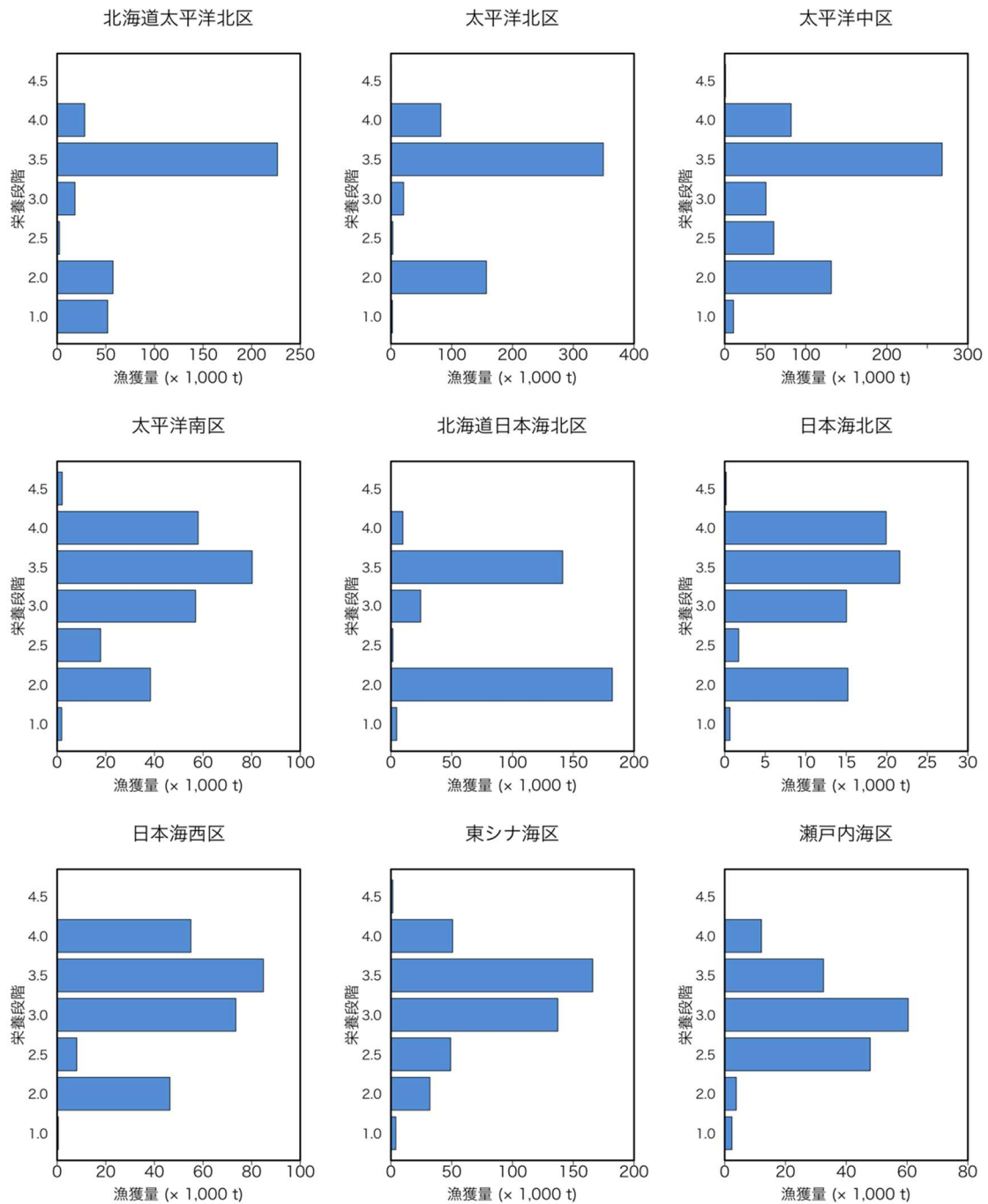


図 2.3.2c 2016 年の海面漁業生産統計調査（暫定値）から求めた、日本周辺大海区別の漁獲物栄養段階組成

2003 年から 2016 年の海面漁業生産統計調査から計算した、北海道太平洋北区、太平洋北区の総漁獲量と漁獲物平均栄養段階（MTLc）は図 2.3.2d、2.3.2e の通りである。

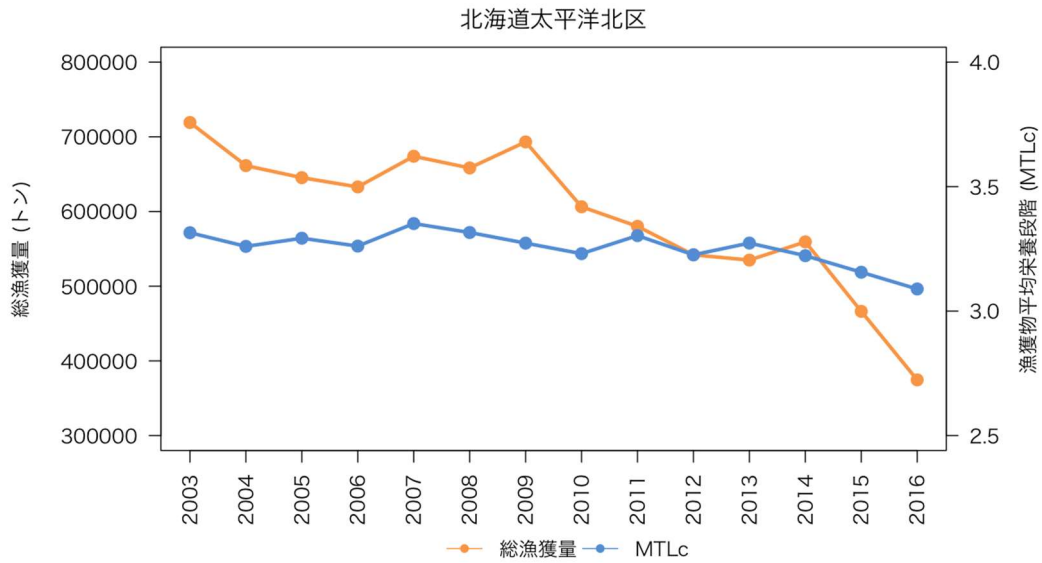


図 2. 3. 2d. 2003 年から 2016 年の海面漁業生産統計調査から計算した、北海道太平洋北区の総漁獲量と漁獲物平均栄養段階 (MTLc)

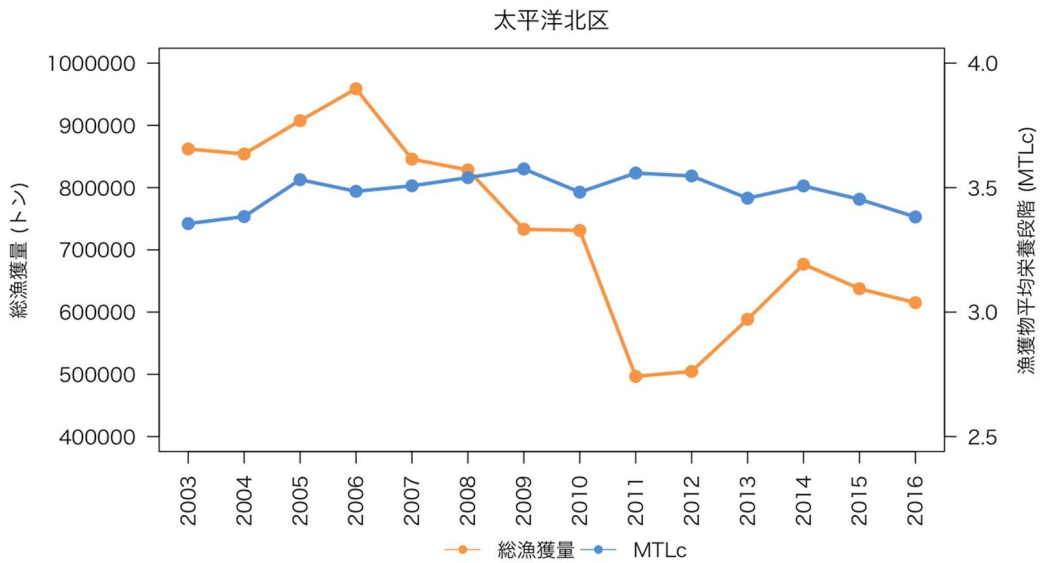


図 2. 3. 2e. 2003 年から 2016 年の海面漁業生産統計調査から計算した、太平洋北区の総漁獲量と漁獲物平均栄養段階 (MTLc)

北海道太平洋北区の MTLc は 3.25 付近を推移し、2014 年以降低下しているが、これは TL2.0 に属するマイワシの漁獲量が増加したとサンマを含む TL3.5 の漁獲量が減少

したことに起因している。太平洋北区の MTLc は 3.5 付近で推移したのち、2013 年以降低下しているが、これもマイワシの漁獲量が増加したこととサンマを含む TL3.5 の漁獲量が減少したためである。このように両海区における近年の MTLc の低下要因としては、海洋環境の変化に伴うサンマ漁獲量減少も要因として考えられ、さんま棒受け網漁業の影響とは言い切れないことから、評価を 3 点とした。

表 2.3.2a. 生態系全般への影響に対する SICA 評価結果

評価対象漁業	棒受網漁業	
評価対象海域	北海道太平洋北区, 太平洋北区	
評価項目番号	2.3.2	
評価項目	生態系全体	
空間規模スコア	0.5	
空間規模評価根拠概要	大型船棒受網の面積 $35\text{ m} \times 35\text{ m} = 1,225\text{ m}^2$, 小型船棒受網の面積 $15\text{ m} \times 15\text{ m} = 225\text{ m}^2$, 平均すると 725 m^2 の棒受網が 2017 年のデータで年間 45,550 回投網すると, 操業面積は $725\text{ m}^2 \times 45,550 = \text{約 } 33\text{ km}^2$ となる。 北海道太平洋北区と太平洋北区を合わせた面積はおよそ $374,000\text{ km}^2$ であり, 対象海域に対する年間を通した総操業面積の割合は 0.008% であり, スコアは 0.5 である。	
時間規模スコア	1.5	
時間規模評価根拠概要	漁期は 8-12 月であり, 1 回の出漁に 5-15 日要し, 月に最大で 2 回出漁したとすると年間 150 日となり, $150/365 \times 100 = 41\%$ となるため, スコアは 1.5 である。	
影響強度スコア	0.87	
影響強度評価根拠概要	影響度スコアは $\text{SQRT}(0.5 \times 1.5) = 0.87$ である。	
Consequence (結果) スコア	種構成	2
	機能群構成	
	群集分布	
	栄養段階組成	
	サイズ組成	
Consequence (結果) 評価根拠概要	北海道太平洋北区の MTLc は 3.25 付近を推移し, 2014 年以降低下しているが, これは TL2.0 に属するマイワシの漁獲量が増加したこととサンマを含む TL3.5 の漁獲量が減少したことに起因している。太平洋北区の MTLc は 3.5 付近で推移したのち、2013 年以降低下しているが、これもマイワシの漁獲量が増加したこととサンマを含む TL3.5 の漁獲量が減少したためである。このように両海区における近年の MTLc の低下要因としてさんま棒受け網漁業の影響を排除できないため、3 点とした。	
総合評価	3	
総合評価根拠概要	影響強度は 0.87 と低いが、近年の MTLc の低下要因として考えられるサンマを含む TL3.5 の減少が認められることから、生態系構造の変化を否定できないため、3 点とした。	

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	対象漁業による影響の強さが重篤である、もしくは生態系特性の定向的变化や変化幅拡大が起きていることが懸念される	対象漁業による影響の強さは重篤ではないが、生態系特性の変化や変化幅拡大などが一部起きている懸念がある	SICAにより対象漁業による影響の強さは重篤ではなく、生態系特性に不可逆的な変化は起こっていないと判断できる	生態系の時系列情報に基づく評価により、生態系に不可逆的な変化が起こっていないと判断できる

2.3.3 海底環境（着底漁具を用いる漁業）

棒受網は着底漁具ではなく、海底環境に悪影響を及ぼすことはないため、5点とする。

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	当該漁業による海底環境への影響のインパクトが重篤であり、漁場の広い範囲で海底環境の変化が懸念される	当該漁業による海底環境への影響のインパクトは重篤ではないと判断されるが、漁場の一部で海底環境の変化が懸念される	SICAにより当該漁業が海底環境に及ぼすインパクトおよび海底環境の変化が重篤ではないと判断できる	時空間情報に基づく海底環境影響評価により、対象漁業は重篤な悪影響を及ぼしていないと判断できる

2.3.4 水質環境

船舶からの海洋への汚染や廃棄物の投棄については、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律及びその施行令によって規制されている。これにより総トン数100トン以上の船舶には油水分離機の設置義務(型式承認物件)があり、排出可能な水域(該当漁船の操業海域とは合致しない)と濃度並びに排出方法が限定されている。食物くずを距岸12海里以内で排出する場合は、すべての船に食物くず粉碎装置の設置が義務付けられている。船上で廃棄物を焼却する場合には、すべての船にIMO認定品の焼却炉の設置が義務付けられている(廃棄物の海洋投棄は食物くず以外認められていないので、焼却しない場合は廃棄物持ち帰りとなる)。焼却炉等の設備は、5年に一回の定期検査と2~3年に一回の中間検査における検査の対象であり、検査に合格しなければ船舶検査証書の交付が受けられず、航行が出来ない。棒受け網漁船は、いずれも許可を受けて建造され、建造後も5年ごとの定期検査と2~3年ごとの中間検査を受けて運航されている。

バラスト水については現時点では国際条約が未発効であり、現時点では規制されていないが、棒受け網漁船は通常積載しないこととなっており、条約の規制対象には当たらない。

対象漁業が操業する第一管区海上保安本部(太平洋岸)、第二管区海上保安本部(太平洋岸)と第三管区海上保安本部(銚子以北)による最近の海上環境関係法令違反送致内容を見ると、平成28年度は47件であったが、評価対象となる棒受け網漁船の検挙例は見当たらなかった(海上保安庁 2017a、2017b、第二管区海上保安本部 2016、第三管区海

上保安本部 2017)。以上の結果から、対象漁業からの排出物は適切に管理されており、水質環境への負荷は軽微であると判断されるため、4点と評価する。

1点	2点	3点	4点	5点
取り組み状況について情報不足により評価できない	多くの物質に関して対象漁業からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される	一部物質に関して対象漁業からの排出が水質環境へ及ぼす悪影響が懸念される	対象漁業からの排出物は適切に管理されており、水質環境への負荷は軽微であると判断される	対象漁業による水質環境への負荷を低減する取り組みが実施されており、対象水域における濃度や蓄積量が低いことが確認されている

2.3.5 大気環境

長谷川（2010）によれば、我が国の漁業種類ごとの単位漁獲量・水揚げ金額あたり二酸化炭素排出量の推定値は下表の通りである。

さんま棒受網の漁獲量1トンあたりのCO₂排出量は他の漁業種類と比べると低い、生産金額あたりのCO₂排出量でみると低いとは言えない。よって3点とする。ただし、2011年の東日本大震災で被災したサンマ漁船の代船建造において漁灯のLED化が進んでいる（稲田・高山 2013）ため近年のCO₂排出量は表 2.3.5a の数値より小さくなっている可能性がある。

表 2.3.5a. 漁業種類別の漁獲量・生産金額あたり CO₂ 排出量試算値（長谷川 2010）

漁業種類	t-CO ₂ /t	t-CO ₂ /百万円
小型底びき網縦びきその他	1.407	4.98
沖合底曳き網1 そうびき	0.924	6.36
船びき網	2.130	8.29
中小型1 そうまき巾着網	0.553	4.34
大中型その他の1 そうまき網	0.648	7.57
大中型かつおまぐろ1 そうまき網	1.632	9.2
さんま棒うけ網	0.714	11.65
沿岸まぐろはえ縄	4.835	7.95
近海まぐろはえ縄	3.872	8.08
遠洋まぐろはえ縄	8.744	12.77
沿岸かつお一本釣り	1.448	3.47
近海かつお一本釣り	1.541	6.31
遠洋かつお一本釣り	1.686	9.01
沿岸いか釣り	7.144	18.86
近海いか釣り	2.676	10.36
遠洋いか釣り	1.510	10.31

1点	2点	3点	4点	5点
評価を実施できない	多くの物質に関して対象漁業からの排出ガスに	一部物質に関して対象漁業からの排出ガスによ	対象漁業からの排出ガスは適切に管理されており、大	対象漁業による大気環境への負荷を軽減するための取り組みが実施されて

	よる大気環境への悪影響が懸念される	る大気環境への悪影響が懸念される	気環境への負荷は軽微であると判断される	おり、大気環境に悪影響が及んでいないことが確認されている
--	-------------------	------------------	---------------------	------------------------------

引用文献

- 有元康司・河村章人（1998）中部北太平洋アカイカ釣り好漁場における餌魚類特性、平成8年度イカ類資源研究会議報告、日本海区水産研究所、70-80
http://jsnfri.fra.affrc.go.jp/shigen/ika_kaigi/contents/H8/H8-17.pdf
- Clapp, R.B., M.K. Klimkiewicz, and J.H. Kennard (1982) Longevity records of northe American birds: Gaviidae through alcididae. *J. Field Ornithol*, 53, 81-124.
- 第二管区海上保安本部（2016）平成27年の海洋汚染の現状(平成27年1月~12月).
www.kaiho.mlit.go.jp/02kanku/press_top/160217_honbu_heisei27nennokaijyouosennojoyoukyou.pdf
- 第三管区海上保安本部（2017）第三管区海上保安本部管内における平成28年の海洋汚染確認の状況について. <http://www.kaiho.mlit.go.jp/03kanku/kouhou/29-02/02-2.pdf>
- Gales, Rosemary (1993) Co-operative mechanisms for the conservation of albatross, Australian Nature Conservation Agency and Australian Antarctic Foundation, 132pp.
- Gould, P., P. Ostrom, W. Walker (2000) Foods, trophic relationships, and migration of Sooty and Short-tailed Shearwaters associated with squid and large-mesh driftnet fisheries in the North Pacific Ocean. *Waterbirds*, 23, 165-186.
- 浜口哲一・森岡照明・叶内拓哉・蒲谷鶴彦（1985）「山溪カラー名鑑日本の野鳥」. 山と溪谷社, 591pp.
- 長谷川博（1998）アホウドリ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料（V）, 69-74.
- 長谷川勝男（2010）わが国における漁船の燃油使用量とCO₂排出量の試算. *水産技術*, 2, 111-121.
- 長谷川雅俊（2014）棒受網漁船標本船日報からみた伊豆諸島海域におけるマイワシの漁獲実態. *静岡県水産技術研究所研究報告* 46, 1-9.
- Hobson, K.A., J.F. Piatt, J. Pitocchelli (1994) Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *J. Anim. Ecol.*, 63, 786-798.
- Human Ageing Genomic Resources (2017) AnAge entry for *Synthliboramphus antiquus* Classification (HAGRID: 01187) *In:* The animal ageing and longevity database.
[http://genomics.senescence.info/species/entry.php?species=Synthliboramphus an](http://genomics.senescence.info/species/entry.php?species=Synthliboramphus_antiquus)

[tiguus](#), 閲覧日 2017/9/30.

稲田博史・高山 剛 (2013) II-2. 光源の発光特性と漁獲対象種の対光行動制御、日水誌、79、883

石原 孝 (2012) 第3章 生活史 成長と生活場所. 「ウミガメの自然史」, 講談社, 東京, 57-83.

IUCN (2017a) Red List of Threatened Species

<http://www.iucnredlist.org/details/3897/0>, 2018年2月9日.

IUCN (2017b) Red List of Threatened Species

<http://www.iucnredlist.org/details/45959182/0>, 2018年2月9日.

海上保安庁 (2017a) 平成28年版 海上保安統計年報(PDF形式)

<http://www.kaiho.mlit.go.jp/doc/tokei/h28tokei/h28tokei.pdf>

海上保安庁 (2017b) 平成28年の海洋汚染の現状について

<http://www.kaiho.mlit.go.jp/doc/tokei/h28tokei/h28tokei.pdf>

環境省(2017)環境省レッドデータブック 2017 別添資料5, pp. 131

木所英昭・巢山 哲・宮本洋臣・酒井光夫 (2017) サンマ北太平洋(Pacific Saury, *Cololabis saira*). 平成28年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産研究・教育機構, 74-1~74-8.

清藤秀理 (2017) ビンナガ北太平洋(Albacore, *Thunnus alalunga*). 平成28年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産機構, 7-1~7-7.

Klimkiewicz, M.K., R.B. Clapp, A.G. Fitcher (1983) Longevity records of north American birds: Remizidae through Praulinae. J. Field Ornithol., 54, 287-294.

Milessi, A.C., C. Danilo, R.G. Laura, C. Daniel, and S. Javier (2010) Trophic mass-balance model of a subtropical coastal lagoon, including a comparison with a stable isotope analysis of the food-web. Ecol. Model. 221: 2859-2869.
doi:10.1016/j.ecolmodel, 2010年8月03日.

南川真吾・宮下富夫 (2017) ミンククジラ: オホーツク海・北西太平洋(Common Minke Whale, *Balaenoptera acutorostrata*). 平成27年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産総合研究センター, 50-1-5.

南 浩史・菅沼弘行 (2016) 海亀類(総説), 平成27年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産総合研究センター, 44-1~44-6.

森田健太郎・大熊一正・鈴木健吾 (2017) カラフトマス日本系(Pink Salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*). 平成28年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産機構, 59-1~59-9.

二平 章 (1988) 北太平洋・天皇海山周辺海域に分布するビンナガ *Tunnus alalunga* (*Bonna Terre*) とサンマ *Cololabis saira* の捕食者・被食者関係. 茨城県水産試験場研究報告 26. 125-136.

- 日本ウミガメ協議会(2017)
http://www.umigame.org/J1/umigame_sanranchi_kaisuu.html, 2018年2月9日
- 農林水産省(2017a) 指定漁業の許可及び取締り等に関する省令. http://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=338M5001000005&openerCode=1#189, 2018年5月3日.
- 農林水産省(2017b) 北太平洋さんま漁業に係る漁獲成績報告書
http://www.maff.go.jp/j/kokuji_tuti/kokuji/pdf/k0000649_y0000020.pdf, 2018年5月3日
- 小達和子(1977) サンマの食性について. 東北水研研究報告, **38**, 75-88.
- Ogi, H. (1984) Feeding ecology of the Sooty Shearwater in the western subarctic North Pacific Ocean. *Marine Birds: Their Feeding Ecology and Commercial Fisheries Relationships*, ed. D. N. Nettleship et al. Canadian Wildlife Service Special Publication, Ottawa, 78-84.
- 斎藤寿彦・本多健太郎・渡邊久爾・鈴木健吾(2017) さけ・ます類の漁業と資源調査(総説). 平成28年度国際漁業資源の現況, 水産庁・水産機構, 58-1~58-6.
- 佐藤忠勝・平川英人(1976) 北西太平洋におけるギンザケの食性に関する研究. 福島県水産試験場研究報告, **4**, 25-31.
- Schreiber, E.A. and J. Burger (2003) *Biology of Marine Birds*, CRC Press, 740pp.
- Shiomi, K. and H. Ogi (1992) Feeding ecology and body size dependence on diet of the sooty shearwater, *Puffinus griseus*, in the North Pacific. In *Proceeding of National Institute of Polar Research Symposium, Polar Biology 5*, 105-113.
- 水産機構 東北区水産研究所(2017) 調査船調査一覧(平成28年度).
<http://tnfri.fra.affrc.go.jp/seika/vessel/2016/index.html>
- 水産総合研究センター 東北区水産研究所(2013) 平成25年度サンマ太平洋北西部系群資源調査実施要領. 176-189.
- 巢山 哲・中神正康・納谷美也子・加藤慶樹・柴田泰宙・酒井光夫・竹内幸夫(2016) 平成27(2015)年度サンマ太平洋北西部系群の資源評価. 平成27年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 283-336.
- 田所和明(2007) 北太平洋におけるレジーム・シフトとメソ動物プランクトン. 「レジーム・シフトー気候変動と生物資源管理ー」川崎 健, 花輪公雄, 谷口 旭, 二平章編, 成山堂書店, 東京, 69-78.
- Tamura, T. and Y. Fujise (2002) Geographical and seasonal changes of the prey species of minke whale in the Northwestern Pacific. *ICES Journal of Marine Science*, **59**, 516-528.
- 東北区水産研究所八戸支所資源生態研究室(2010) 「サンマ棒受網船によるサバ類、マイワシ混獲状況」平成22年度第2回太平洋イワシ、アジ、サバ等長期漁海況予報会議資料.

- Vermeer, K. (1980) The importance of timing and type of prey to reproductive success of Rhinoceros Auklets *Cerorhinca monocerata*. *Ibis*, **122**, 343-350.
- Yonezaki S., M. Kiyota and H. Okamura (2015) Long-term ecosystem change in the western North Pacific inferred from commercial fishes and top predator diet. *Deep-Sea Research II*, **113**, 91-101.
- 吉田彰 (2014) ゴマサバ太平洋系群の加入量指標としての棒受網ゴマサバ資源密度指数—ゴマサバ未成魚資源量指数の改善—. 静岡県水産技術研究所研究報告 46, 59-65.
- 由上龍嗣・渡邊千夏子・上村泰洋・古市 生・赤嶺達郎・岸田 達 (2017a) 平成28(2016)年度マイワシ太平洋系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価第1分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 15-52.
- 由上龍嗣・渡邊千夏子・上村泰洋・岸田 達 (2017b) 平成28(2016)年度マサバ太平洋系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 154-200.
- 由上龍嗣・渡邊千夏子・上村泰洋・梨田一也・岸田 達 (2017c) 平成28(2016)年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価. 平成28年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 水産庁・水産研究・教育機構, 236-266.