

プの判別が可能とされてきた（田中 2004、三宅 2003）。しかし、オオイカナゴを含めた3種は漁獲統計上では区別されておらず、形態形質などによる簡便な種判別法も現段階では開発されていないため、本評価ではイカナゴ類として一括して扱った。

宗谷海峡のイカナゴ類は 2004 年に資源回復計画の対象魚種に指定され、操業期間の短縮（6～10月を6～9月に1ヶ月短縮）、底びき網漁業の休漁（7～9月に月1回連続3日間の休漁）、オッタートロール船の減船措置（2004年に2隻、2011年に1隻減船）が実施されてきた。2012年度以降は、現行の「我が国の海洋生物資源の資源管理指針」（水産庁 2018）の下、資源回復計画で実施した漁獲努力量削減の取り組みを継続している。

2. 生態

(1) 分布・回遊

イカナゴは日本各地の沿岸、オオイカナゴは宗谷海峡周辺海域や三陸沿岸、キタイカナゴはサハリンや千島列島などからベーリング海を経てカナダ西岸にかけての沿岸に分布する（Lindberg 1937、松原 1955、Mecklenburg et al. 2002、Orr et al. 2015）。宗谷海峡周辺に分布するイカナゴ類は、水深 40～80 m の砂礫地帯に生息している（稚内水産試験場 2015）。

(2) 年齢・成長

各年齢（6月1日を誕生日とした満年齢）におけるイカナゴの体長と体重を図2に示す（堀本ほか（2018）を改変）。寿命は7歳以上である。オオイカナゴの成長もほぼ同様である（堀本ほか 2018）。キタイカナゴの詳細は不明である。

(3) 成熟・産卵

イカナゴは2～3歳で成熟する（三宅 2003、稚内水産試験場 2015）。イカナゴの産卵場は稚内、枝幸および利尻島、礼文島周辺の沿岸域である（稚内水産試験場 2015）。キタイカナゴの産卵場はサハリン周辺の沿岸域と考えられているが、詳細は不明である（稚内水産試験場 2015）。産卵期は、イカナゴが春（3月下旬～5月上旬）で、キタイカナゴが初冬（11月下旬～12月）である（Okamoto et al. 1989）。オオイカナゴの詳細は不明である。なお、成熟・産卵時期等の生態に関する既存の知見は、複数種混在していた試料の分析結果に基づいている可能性があるため検討が必要である（稚内水産試験場 2018）。

(4) 被捕食関係

未成魚は、カイアシ類などの浮遊性甲殻類や珪藻類を捕食し、成魚は、カイアシ類、端脚類、オキアミ類、十脚類、ヤムシ類、魚類を捕食している（北口 1977、水産庁研究部 1989）。一方、捕食者としては、魚類、海獣類のトドが考えられている（三宅 2003）。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

宗谷海峡周辺のイカナゴ類の大部分は沖底によって漁獲され、日本水域の漁場は、沖底の漁期中におけるイカナゴ資源の分布域の南限に当たる。ロシア水域における着底トロー

ルの操業は 1988 年に禁止となり、さらに 2002 年には第 IV 水域（二丈岩・宗谷海峡）におけるイカナゴ類の漁獲割り当てもなくなった。現在のイカナゴ類を対象とした沖底漁業は、主に宗谷海峡東方海域（稚内イース場）において、1～6 歳魚の索餌群を漁獲対象として 6～9 月に実施されている。このうちオッタートロール船の主漁場は、サハリン島～北海道の中間ラインとオッタートロール禁止ラインに囲まれた水域である。一方、かけまわし船は、猿払～枝幸の沿岸海域を主漁場としている。同漁場では 6 月末頃までケガニかご漁業を行っているため、イカナゴ漁はそれ以降に開始している。

さらに沖底以外の小型定置網、すくい網および敷網などの沿岸漁業でも漁獲される（図 3、表 1）。沿岸漁業では、利尻島・礼文島周辺海域や稚内沿岸において、0～3 歳魚を 4～7 月に漁獲している。

(2) 漁獲量の推移

沖底の漁獲量は、1982 年以降減少傾向を示し、1987 年には 12 千トンに落ち込んだが、その後増加に転じ、1995 年には 52 千トンに回復した（図 3、表 1）。2000 年以降に再び漁獲量は減少し、2006 年に 31 千トンに増加したものの、2010 年までは 10 千～20 千トンの低い水準で推移した。2011 年以降の漁獲量は 10 千トンを下回り、2014 年に過去最低の 429 トンに減少したが、その後増加し、2017 年は 3,929 トンであった（前年比 119%）。2014 年の漁獲量が少なかったのは、操業可能な海域におけるイカナゴ類の分布量が少なかったためであると考えられる（稚内水産試験場 2016）。

沿岸漁業の漁獲量は、沖底と比較して少ない。1980 年代後半～1990 年代中頃は 1,400～5,600 トン程度の漁獲量であったが、2000 年以降は 50～1,200 トンと低い水準となった。2014 年に過去最低の 14 トンに減少したものの、2017 年には 889 トンに増加した（前年比 100%）。

沖底と沿岸漁業を合わせた総漁獲量は、2014 年に過去最低の 443 トンに減少したが、その後増加し、2017 年は 4,818 トンであった（前年比 115%）。

(3) 漁獲努力量

漁獲の主体を占めるオホーツク海域での沖底の漁獲努力量（有漁網数）は、1980 年代以降減少傾向を示した（図 4、表 1）。そのうちオッタートロールの漁獲努力量は、1986～2001 年は 900～1,800 網程度であったが、2002 年に減少し、2011 年まで概ね 200～700 網程度の低い水準で推移した（2006 年は紋別根拠の漁船が加入したことが影響して網数が増加した）。2013 年に過去最低の 56 網に減少して以降は僅かに増加し、2017 年は 193 網であった（前年比 81%）。かけまわしの漁獲努力量は、1982 年に 6,322 網に増加したが、1983 年以降減少し、1994 年には 0 網となった。その後、概ね 1,000 網前後で推移したものの、2012 年から減少傾向に転じた。2014 年以降はかけまわしの操業海域に漁場が形成されず（稚内水産試験場 2018）、2017 年には 2 網まで減少した（前年比 8%）。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源評価は補足資料 1 に示した手順に従い実施した。資源状態の判断には沖底の標準化

CPUE を利用した。標準化 CPUE の推定には日別船別漁区別統計値の有漁操業データを使用し、イカナゴ類の漁獲量が全体漁獲量の 10% 未満のデータは混獲データと見なして解析から除外した。標準化 CPUE の推定方法に関する詳細は補足資料 2 に記す。標準化には一般化線形混合モデルを適用し、年、月、漁法（オッタートロール、かけまわし）を説明変数とした下式のモデルを利用した。

$$\log(\text{CPUE}_{ijk}) = \alpha + \text{Year}_i + \text{Gear}_k + (\text{Year} \times \text{Gear})_{ik} + a_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

α は切片、 Year_i は年の効果、 Gear_k は漁法の効果、 $(\text{Year} \times \text{Gear})_{ik}$ は年と漁法の交互作用、 a_{ij} は年と月の交互作用、 ε_{ijk} は i 年、 j 月、漁法 k での残差を表す。年効果の LSmean (Least squares mean: 最小二乗平均) を計算することで、年以外の効果を除去した標準化 CPUE を推定し、資源量指標値とした。ただし、宗谷海峡周辺のイカナゴ類は日本水域とロシア水域に跨って分布しているため、CPUE に基づく資源状態の判断には不確実性が伴う。なお、北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書の日別船別漁区別統計値をデータとして使用したため、解析期間はデータが存在する 1996 年以降である。

(2) 資源量指標値の推移

資源量指標値として使用した標準化 CPUE の推移を図 5、表 1 に示した。1996 年に 13.9 トン/網であった標準化 CPUE は、2000 年にかけて 5.8 トン/網まで減少した。その後、増加傾向を示し、2006 年には 13.9 トン/網となった。それ以降再び減少傾向に転じ、2014 年には過去最低の 0.9 トン/網となった。2015 年に一時的に 6.2 トン/網まで増加したものの、2017 年は 2.1 トン/網であった。

(3) 漁獲物の体長組成

2011～2017 年に沖底で漁獲されたイカナゴ類の体長組成を図 6 に示した。2014 年まで、漁期前半の 6～7 月には体長 21～25 cm の大型魚が主体となる傾向があった。ただし、2013 年 7 月は体長 21 cm 未満の中小型魚の割合が大型魚に匹敵し、双峰性の組成であった。漁期後半の 8～9 月には中小型魚の漁獲割合が増し、幅広い体長範囲のイカナゴ類が漁獲対象となる傾向があった（2014 年漁期後半は、早期終漁のため標本なし）。2015 年および 2016 年は、漁期を通じて体長 21 cm 未満の中小型魚（主に 2 歳以下の若齢魚）が漁獲物の主体であった。2017 年の主体はそれより大きい体長 20～23 cm の個体であり、2015 年以降の主体を形成した個体群が成長して漁獲対象になったと考えられる（稚内水産試験場 2018）。

(4) 資源の水準・動向

沖底の標準化 CPUE の推移から資源水準および動向を判断した。1996～2017 年の標準化 CPUE の平均値を 50 とし、各年の相対値を資源水準指数とした。水準指数 70 以上を高位水準、30 以上 70 未満を中位水準、30 未満を低位水準とした。2017 年の水準指数は 16 であったため、資源水準は低位と判断した（図 5）。また、過去 5 年間（2013～2017 年）における標準化 CPUE の推移から、資源動向は横ばいと判断した。

5. 資源管理の方策

資源量指標値の推移から、資源状態が良くなっているとは判断できないため、現行の「我が国の海洋生物資源の資源管理指針」（水産庁 2018）の下、引き続き今後の加入状況に注視しつつ、これまでの資源回復計画での取り組み（操業期間の短縮、休漁日の設定）を継続する必要がある。

6. 引用文献

- 堀本高矩・後藤陽子・甲斐嘉晃・鈴木祐太郎・美坂正 (2018) 北海道北部海域で採集されたイカナゴ属魚類の成長. 北水試研報, **94**, 47-51.
- 北口孝郎 (1977) 宗谷海峡周辺水域のイカナゴ漁業と若干の生物学的知見. 北水試月報, **34**(2), 1-12.
- Lindberg, G. U. (1937) On the classification and distribution of sand-lances genus *Ammodytes* (Pisces). Bull. Far. East. Branch Acad. Sci. USSR, **27**, 85-93.
- 松原喜代松 (1955) 魚類の形態と検索, 石崎書店, 東京, 1605 pp.
- Mecklenburg, C. W., T. A. Mecklenburg and L. K. Lyman (2002) Fishes of Alaska, 1037 pp.
- 三宅博哉 (2003) イカナゴ. 新北のさかなたち (水島敏博・鳥澤 雅 (監修)), 北海道新聞社, 北海道, 220-223.
- Okamoto, H., H. Sato and K. Shimazaki (1989) Comparison of reproductive cycle between two genetically distinctive groups of sand lance (genus *Ammodytes*) from northern Hokkaido. Nippon Suisan Gakkaishi, **55**(11), 1935-1940.
- Orr, J. W., S. Wildes, Y. Kai, N. Raring, T. Nakabo, O. Katugin and J. Guyon (2015) Systematics of North Pacific sand lances of the genus *Ammodytes* based on molecular and morphological evidence, with the description of a new species from Japan. Fishery Bulletin, **113**, 129-156.
- 水産庁 (2018) 我が国の海洋生物資源の資源管理指針.
<http://www.jfa.maff.go.jp/j/council/seisaku/kanri/attach/pdf/180227-14.pdf>.
- 水産庁研究部 (1989) 我が国漁獲対象魚種の資源特性 (I), 76 pp.
- 田中伸幸 (2004) 耳石を用いたイカナゴ属2種の種判別. 北水誌研報, **67**, 109-111.
- 稚内水産試験場 (2015) イカナゴ類 (宗谷海峡海域). 2015年度水産資源管理会議評価書, 北海道立総合研究機構水産研究本部,
<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>.
- 稚内水産試験場 (2016) イカナゴ類 (宗谷海峡海域). 2016年度水産資源管理会議評価書, 北海道立総合研究機構水産研究本部,
<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>.
- 稚内水産試験場 (2018) イカナゴ類 (宗谷海峡海域). 2018年度水産資源管理会議評価書, 北海道立総合研究機構水産研究本部,
<http://www.fishexp.hro.or.jp/exp/central/kanri/SigenHyoka/Kokai/>.

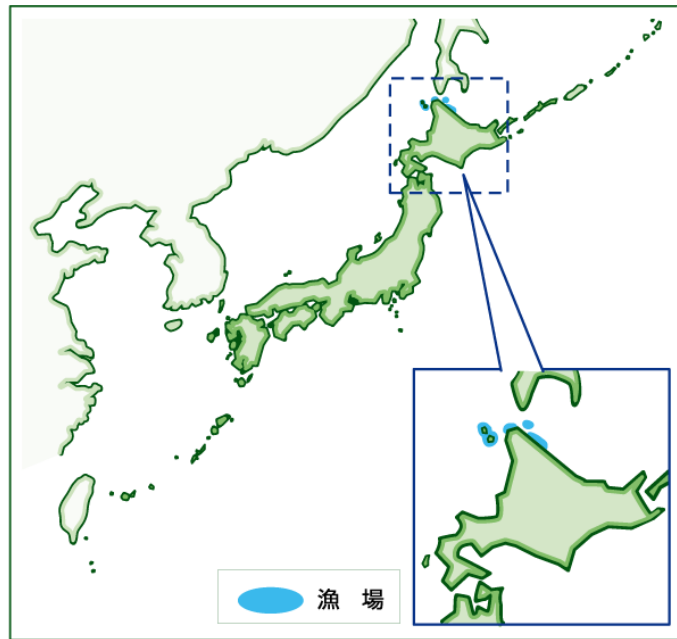


図1. イカナゴ類宗谷海峡の漁場図

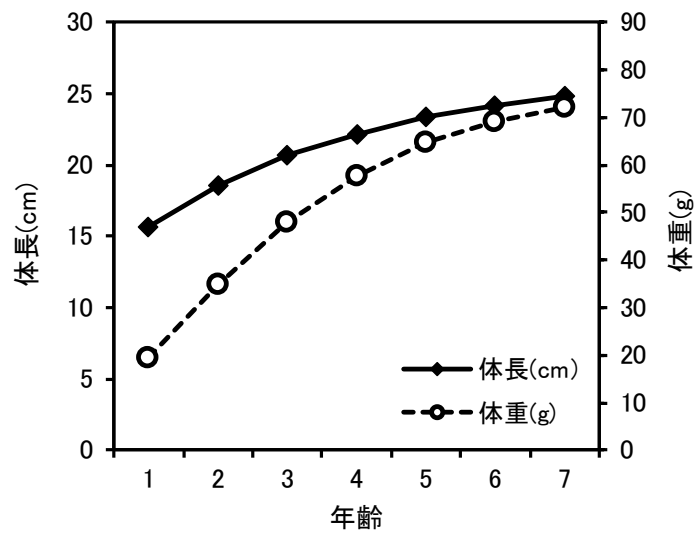


図2. イカナゴの成長（堀本ほか（2018）を改変）
オオイカナゴの成長もほぼ同様である。

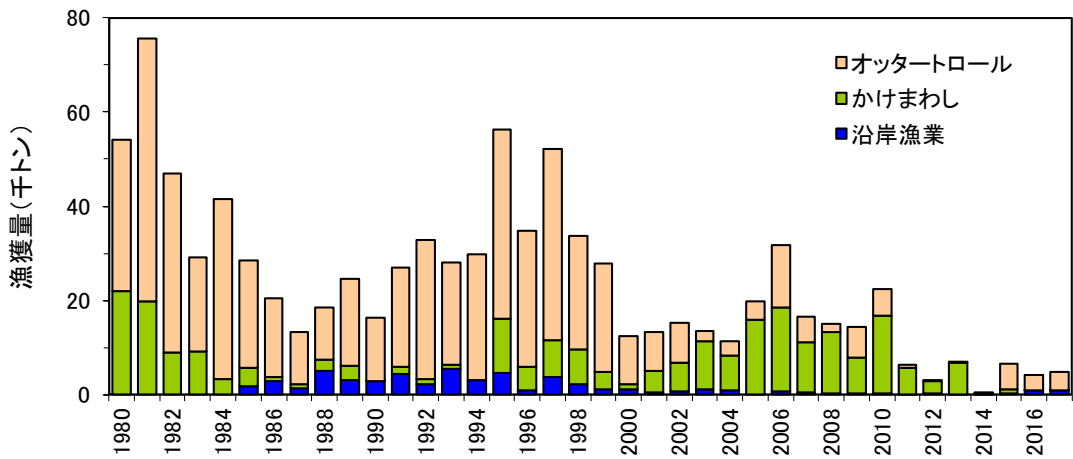


図3. イカナゴ類宗谷海峡の漁獲量 沿岸漁業の漁獲量は1985年以降の数値。

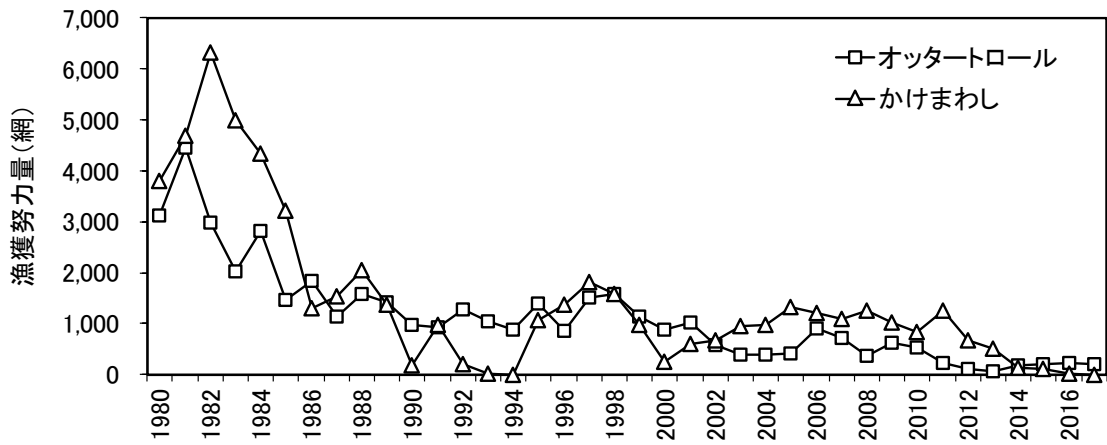


図4. イカナゴ類宗谷海峡に対する沖底の漁獲努力量 (有漁網数)

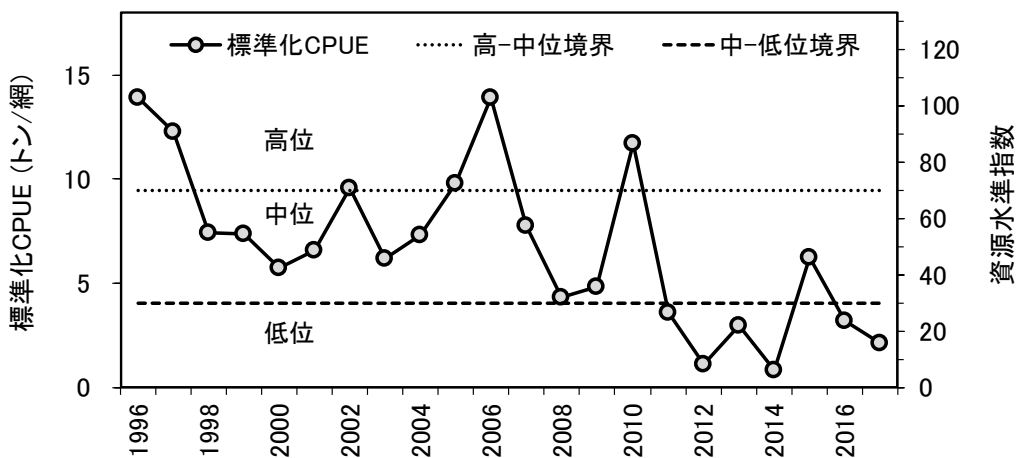


図5. イカナゴ類宗谷海峡の標準化CPUEの推移と資源水準

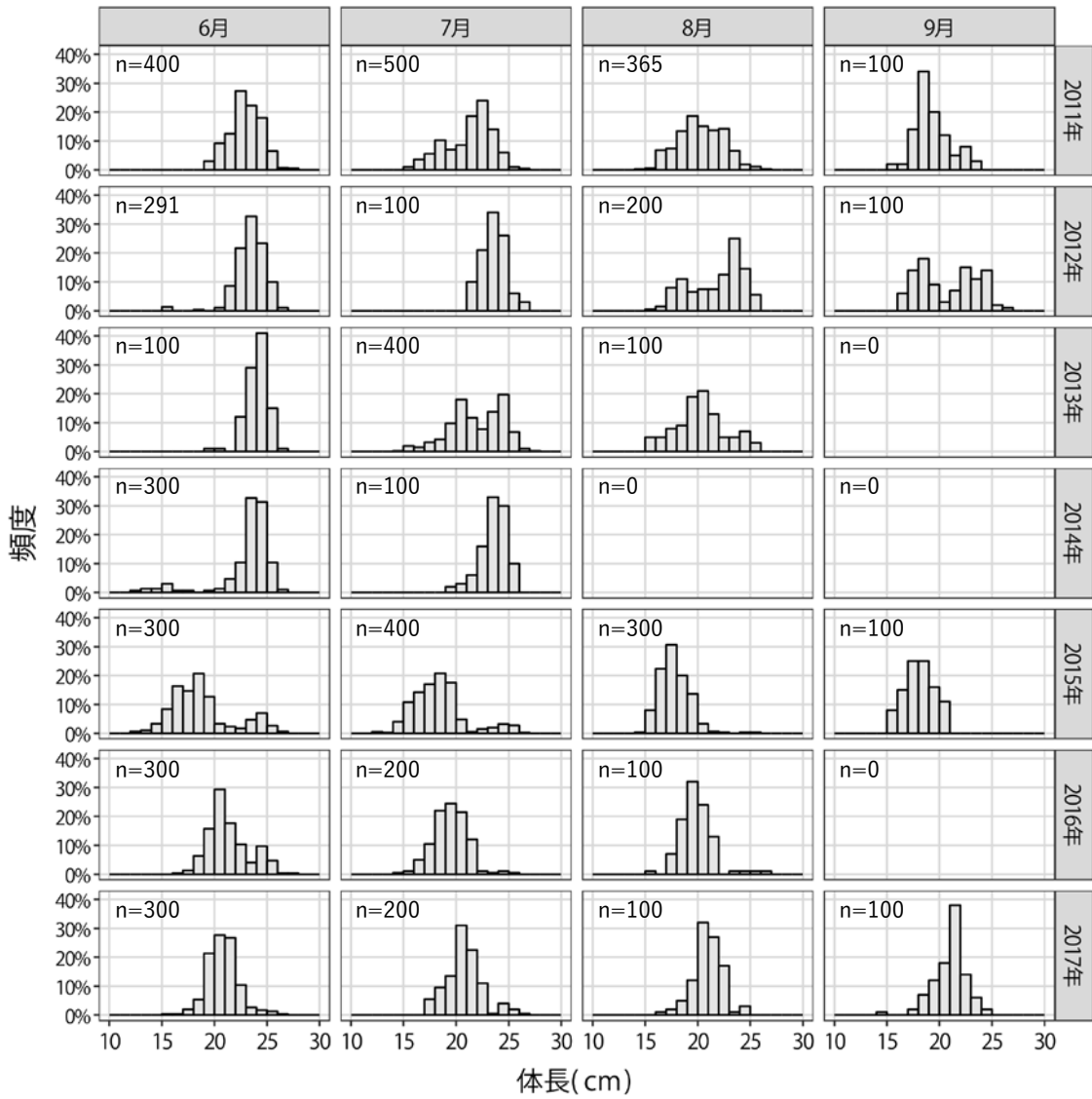


図6. 宗谷海峡周辺において沖底により漁獲されたイカナゴ類の6～9月の体長組成（稚内水産試験場 未発表資料）

表1. 宗谷海峡周辺海域におけるイカナゴ類の漁獲動向

年	漁獲量 (トン)					努力量 (網)			CPUE (トン/網)		
	沖底					沖底 (オホーツク)			沖底 (オホーツク)		
	オッター トロール		かけまわし		沿岸	合計	オッ ター ロール	かけ まわし	オッ ター ロール	かけ まわし	標準 化
	オホー ツク	日本海	オホー ツク	日本海							
1980	31,910	436	21,873	0	-	54,219	3,112	3,789	10.3	5.8	
1981	55,697	85	19,767	0	-	75,549	4,453	4,679	12.5	4.2	
1982	37,975	0	8,983	12	-	46,970	2,979	6,322	12.7	1.4	
1983	19,809	29	9,268	6	-	29,112	2,020	4,983	9.8	1.9	
1984	38,251	0	3,352	14	-	41,617	2,812	4,339	13.6	0.8	
1985	22,852	0	3,769	69	1,764	28,454	1,455	3,222	15.7	1.2	
1986	16,780	101	707	94	2,845	20,527	1,834	1,306	9.1	0.5	
1987	10,944	205	813	0	1,366	13,328	1,142	1,530	9.6	0.5	
1988	11,042	0	2,406	0	5,106	18,554	1,577	2,039	7.0	1.2	
1989	18,566	0	2,908	0	3,120	24,594	1,415	1,361	13.1	2.1	
1990	13,341	0	1	3	2,882	16,227	981	183	13.6	0.0	
1991	20,898	0	1,653	15	4,320	26,886	933	969	22.4	1.7	
1992	29,344	0	1,146	0	2,237	32,728	1,284	209	22.9	5.5	
1993	21,665	0	701	0	5,586	27,953	1,037	19	20.9	36.9	
1994	26,757	2	0	0	3,087	29,846	889	0	30.1	-	
1995	40,129	0	11,602	0	4,537	56,268	1,399	1,074	28.7	10.8	
1996	27,907	900	5,044	85	815	34,751	864	1,365	32.3	3.7	13.9
1997	40,391	38	7,825	45	3,781	52,081	1,510	1,807	26.7	4.3	12.3
1998	24,002	0	7,436	7	2,215	33,659	1,584	1,583	15.2	4.7	7.4
1999	23,037	0	3,628	86	1,063	27,814	1,135	979	20.3	3.7	7.4
2000	10,134	0	1,046	0	1,232	12,412	878	256	11.5	4.1	5.8
2001	8,276	0	4,613	0	483	13,373	1,019	610	8.1	7.6	6.6
2002	8,518	0	6,003	0	739	15,260	578	672	14.7	8.9	9.5
2003	2,210	0	10,089	0	1,181	13,481	383	958	5.8	10.5	6.2
2004	3,079	0	7,417	0	820	11,316	385	978	8.0	7.6	7.3
2005	3,820	0	15,426	383	148	19,777	423	1,332	9.0	11.6	9.8
2006	13,424	0	17,339	345	746	31,854	915	1,204	14.7	14.4	13.9
2007	5,461	0	10,353	234	450	16,499	709	1,087	7.7	9.5	7.8
2008	1,651	0	12,829	238	233	14,951	367	1,251	4.5	10.3	4.3
2009	6,434	1	7,763	0	211	14,409	625	1,015	10.3	7.6	4.8
2010	5,634	0	16,297	39	341	22,310	525	835	10.7	19.5	11.7
2011	778	0	5,575	37	50	6,440	225	1,264	3.5	4.4	3.6
2012	215	0	2,767	0	168	3,151	109	664	2.0	4.2	1.1
2013	148	0	6,647	74	150	7,020	56	500	2.6	13.3	3.0
2014	398	0	31	0	14	443	172	143	2.3	0.2	0.9
2015	5,399	0	817	0	290	6,506	213	115	25.3	7.1	6.2
2016	3,307	0	3	0	886	4,196	237	26	14.0	0.1	3.2
2017	3,926	0	3	0	889	4,818	193	2	20.3	1.6	2.1

資料：沖底 北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書。

沿岸漁業 2016年までの漁業生産高報告、および2017年の水試集計速報値。

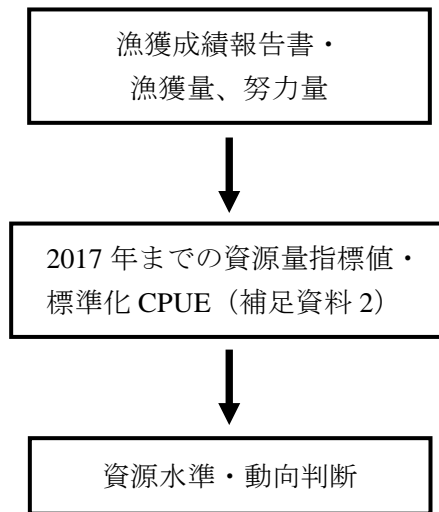
集計範囲：沖底 小海区北海道日本海およびオホーツク沿岸（ロシア水域も含む）。

沿岸漁業 宗谷総合振興局（沖底漁獲を除く）。1984年以前は漁業種類別に集計できないため、未集計。

標準化CPUE 日別データを使用しているため、1996年以降に限定。

2017年の数値は暫定値。

補足資料1 資源評価の流れ



補足資料2 標準化CPUEについて

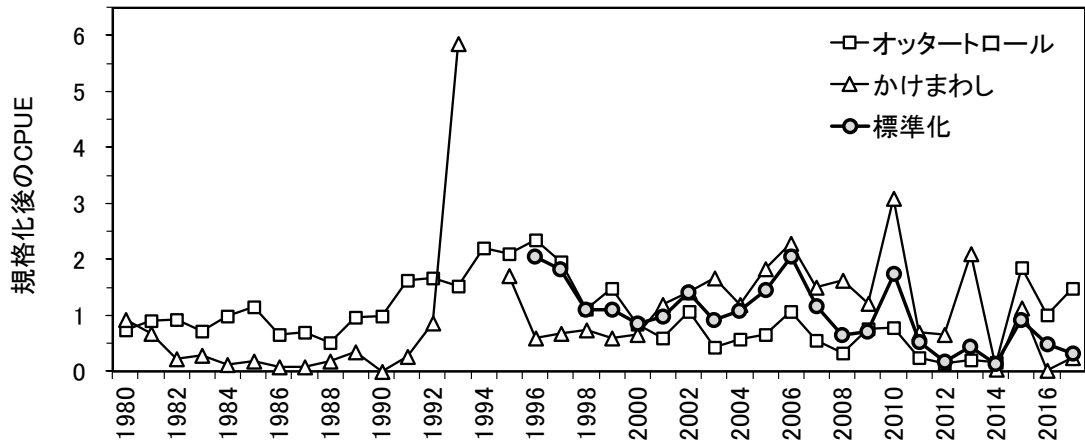
本評価では、以下の方法で標準化 CPUE を推定し、資源量指標値として使用した。初めに、1996 年以降の北海道沖合底びき網漁業漁獲成績報告書の日別船別漁区別統計値を用いて、宗谷海峡周辺海域におけるイカナゴ類の有漁操業データを抽出した。ただし、沖底漁業者へのアンケート結果を参考に、イカナゴ類の漁獲量が全体漁獲量の 10%未満のデータを混獲データと見なし、除外した。最終的に抽出された 8,636 データを使用して、CPUE の対数値を応答変数とした一般化線形混合モデルを適用し、年、月、漁法（オッタートロール、かけまわし）、およびそれらの交互作用を説明変数（カテゴリカル変数）とした候補モデルを作成した。年と月の交互作用にはデータの無い組合せが生じ、固定効果として扱うとその組合せのパラメータ、および標準化 CPUE を推定できないため、変量効果として扱うことで対処した。誤差分布は正規分布に従うと仮定した。ベイズ情報量規準を用いてモデル選択した結果、下式が標準化モデルとして選択された。

$$\log(\text{CPUE}_{ijk}) = \alpha + \text{Year}_i + \text{Gear}_k + (\text{Year} \times \text{Gear})_{ik} + a_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

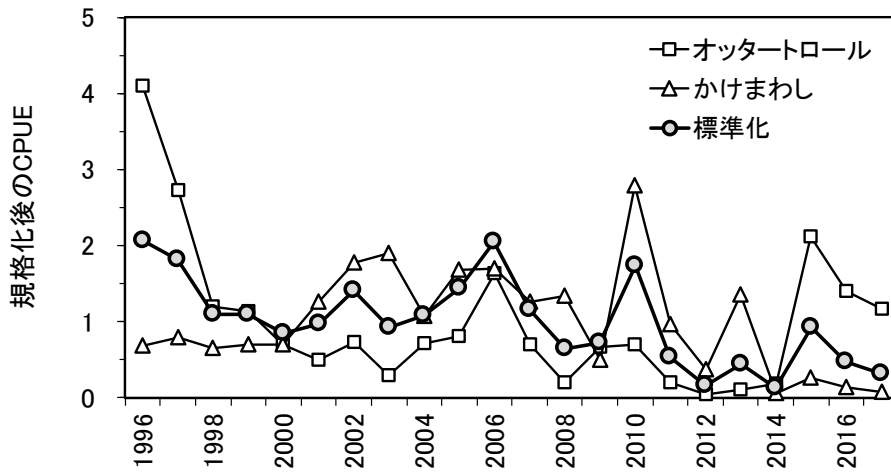
α は切片、 Year_i は年の効果、 Gear_k は漁法の効果、 $(\text{Year} \times \text{Gear})_{ik}$ は年と漁法の交互作用、 a_{ij} は年と月の交互作用、 ε_{ijk} は i 年、 j 月、漁法 k での残差を表す。

選択されたモデルの妥当性を確認するため、残差分布の分散が応答変数の適合値に対して均一かどうかについて、および残差の頻度分布が正規分布から逸脱していないかどうかについて定性的に調べた。残差分布の分散に大きく偏った傾向は見られず、残差の頻度分布は正規分布から逸脱していなかったことから、CPUE 標準化モデルとして妥当であると判断した。

上記モデルから年効果の LSmean (Least squares mean: 最小二乗平均) を計算することで、年以外の効果を除去した標準化 CPUE を推定し、オッタートロールおよびかけまわしのノミナル CPUE と比較した（補足図 2-1）。標準化 CPUE は増減を繰り返しながら 1996 年以降近年にかけて減少しており、全体的にはかけまわし CPUE よりもオッタートロール CPUE と似た傾向を示した。標準化 CPUE では操業月や漁法の効果、および漁法毎の CPUE の年効果（補足図 2-2）が異なることの影響を統計学的に除去しているため、ノミナル CPUE（総漁獲量／総漁獲努力量）よりも妥当な資源量指標値である。



補足図2-1. オッタートロールおよびかけまわしのノミナルCPUEと標準化CPUEの推移それぞれ、平均値で除すことで規格化した。



補足図2-2. 年と漁法の交互作用効果のLSmeanを計算することで推定した漁法別CPUE、および資源量指標値として利用した標準化CPUEの推移それぞれ、平均値で除すことで規格化した。