FRA-SA2024-AC027

令和５（2023）年度ニギス日本海系群の資源評価

水産研究・教育機構
水産資源研究所　水産資源研究センター（吉川　茜・佐藤信彦・白川北斗・佐久間啓）
参画機関：青森県産業技術センター水産総合研究所、秋田県水産振興センター、山形県水産研究所、新潟県水産海洋研究所、富山県農林水産総合技術センター水産研究所、石川県水産総合センター、福井県水産試験場、京都府農林水産技術センター海洋センター、兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター、鳥取県水産試験場、島根県水産技術センター

要　　約

本系群について、資源量指標値に基づき資源状態を評価した。資源量指標値には、主要漁業である 1 そうびき沖合底びき網の単位努力量当たり漁獲量（CPUE、kg/網）を標準化したものを用いた。本種は底層性の魚類であり、日本海では青森県から島根県に至る沿岸で主に底びき網によって漁獲されている。漁獲量は 1980 年前後に 10,000 トン前後であったが、1980 年代半ばから大きく減少し、1990 年には 4,604 トンとなった。その後増加に転じたものの、1990 年代半ばから再び緩やかに減少し、2022 年は 1,821 トンであった。直近 5 年間（2018～2022 年）の平均漁獲量は 1,949 トンであった。本系群の努力量は 1980 年代をピークに以後緩やかに減少している。資源量指標値は 1970 年代には統計開始以降の最高値となる 224.3 を含む高い水準で推移したが、1986 年には最低値となる 81.9 まで急減した。1996 年の 195.5 まで再び増加した後は、短期間での増減を繰り返しながら推移している。1975～2022 年の資源量指標値に累積正規分布をあてはめたところ、現状（2022 年）は 42.1%の資源量水準であると評価された。直近 5 年間（2018～2022 年）の動向は減少と判断された。

本資料では、管理基準値や漁獲管理規則など、資源管理方針に関する検討会（ステークホルダー会合）の議論をふまえて最終化される項目については、研究機関会議において提案された値を暫定的に示した。

FRA-SA2024-AC027

要　約　表

	資源量 水準	資源量 指標値	説　明
現状の値 (2022 年)	42.1%	141.7	資源量指標値に累積正規分布を当てはめて得た水準

年	資源量指標値 (1 そうびき沖合底びき網の標準化 CPUE)	漁獲量(トン)
2018	193.1	2,191
2019	117.4	2,016
2020	136.6	1,921
2021	146.7	1,794
2022	141.7	1,821
平均		1,949

1. データセット

資源評価に使用したデータセットは以下のとおり。

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 府県別漁獲量(青森～島根(11)県)
資源量指標値	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 小型底びき網漁業漁獲成績報告書(新潟県、石川県、島根県)
漁獲努力量	沖合底びき網漁業漁獲成績報告書(水産庁)
漁獲物体長組成	漁獲情報収集調査

漁業・養殖業生産統計年報の集計単位「にぎす類」には、ニギス以外にカゴシマニギス等の漁獲量も含まれるが、日本海沿岸（青森県から島根県）における漁獲の大部分はニギスが占めるため、以下ではニギスの漁獲量として取り扱った。

2. 生態

（1）分布・回遊

本種は底層性の魚類であり、日本海では青森県から島根県に至る沿岸の水深 60～200 m の砂泥底に分布する（図 2-1、石川県水産試験場 1973、兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000、波戸岡 2013)。0 歳魚は水深 60～80 m に分布し、成長に伴い分布水深が深くなる傾向がある。水深 150 m を中心とした水深 130～170 m の範囲では複数の年齢群が重複して分布する（兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000)。

（2）年齢・成長

日本海で採集されたニギスの年齢―体長関係に海域差はほとんどなく、満 1 歳で標準体長約 12 cm、満 2 歳で約 16 cm、満 3 歳で約 18 cm、満 4 歳で約 20 cm、満 5 歳で約 22 cm に成長する（兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000)。図 2-2 には石川県沖で採集された個体に基づく年齢別の体長・体重を示した（石川県水産総合センター 2000)。本系群は後述するように産卵の盛期が春と秋にあるが、いずれの季節発生群もほぼ同様の成長を示し、最大で 5～6 歳まで生存することが報告されている。ただし、5 歳以上の採集例は少ない(尾形・伊東 1979、兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000)。

（3）成熟・産卵

本種は年間を通じて産卵し、産卵の盛期は春と秋である（三尾 1969、Shinoda and Jayashinghe 1971、Jayashinghe and Kawakami 1974、尾形・伊東 1979、南ほか 1988、林 1990、兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000、原田ほか 2007)。産卵周期は親魚の発生群にかかわらず概ね半年に 1 回であり、同一個体が複数の産卵期に

産卵すると考えられている（兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000、廣瀬・南 2002）。このように、前項の成長も含めて 2 つの季節発生群に生態的な違いが認められないことから、本評価ではまとめて 1 系群として扱った。

石川県沖・山陰沖では一部の個体が満 1 歳から産卵を開始する。うち石川県沖では 1.5 歳までに多くの個体が成熟するとされ（石川県水産総合センター 2000）、山陰沖では満 3 歳までに全ての個体の成熟が完了することが知られている（兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000）。同様に、新潟県沖でも 1.5 歳（雄 13 cm 前後、雌 14 cm 前後）までに半数の個体が成熟する（廣瀬・南 2002）。

佐渡海峡および富山湾では水深 50 m を中心に卵稚仔が得られており、深層浮遊卵であると考えられている（沖山 1965、林 1990）。

（4）被捕食関係

ニギスはツノナシオキアミ、ニホンウミノミ、カイアシ類などの浮遊性小型甲殻類およびキュウリエソを主な餌料としている。特にツノナシオキアミは本種の全生活史を通じて依存度が高く、重要な餌生物となっている（渡辺 1956、兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000、原田ほか 2007）。ニギスを捕食する魚類としては、ヒラメ、ソウハチ、ムシガレイ、アカムツ、マダラ、アブラツノザメ等が報告されている（渡辺 1956、兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000）。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

日本海におけるニギスの漁獲は、我が国の本種の漁獲量の 7～8 割を占める。日本海では主に沖合底びき網（以下、沖底という）および小型底びき網（以下、小底という）によって漁獲される。日本海のニギス漁獲量の約 90%は石川県、島根県、新潟県、鳥取県、兵庫県による漁獲が占める（2020～2022 年平均値）。沖底と小底の漁獲比率は県によって異なり、石川県は沖底：小底が約 3：2、島根県は約 1：6、新潟県は小底主体、鳥取県・兵庫県では沖底のみとなっている。

日本海における本種の漁場は局所的に点在し、近年の主な漁場としては新潟県上越沖、石川県富来沖、福井県三国沖、島根県隠岐諸島周辺、島根県日御碕沖、山口県見島周辺などが挙げられる（補足資料 3）。

（2）漁獲量の推移

日本海におけるニギス漁獲量は、1975～1983 年は 10,000 トン前後で推移したが、1984 年から大きく減少して 1990 年には 4,604 トンとなった。1991 年以降は一度増加に転じたものの、1994 年に 6,647 トンに達したのち再び減少した。2002 年以降は緩やかな減少が続き、2021 年は 1975 年以降の最低となる 1,794 トンとなった。2022 年は前年より僅かに増加し、1,821 トンであった（図 3-1 上段、表 3-1）。また、直近 5 年間（2018～2022 年）の平均漁獲量は 1,949 トンであった。

本系群の漁獲量の約 50%を占める 1 そうびき沖底の漁獲量も、日本海全域の漁獲量とほぼ同様の変動を示している。1977～1983 年は 4,000～5,000 トンを維持していたが、1984 年

に急減し、1985 年には 2,542 トンまで減少した。その後は一時的に 3,000 トンを超えた年もあったが、全漁業の漁獲量と並行して緩やかな減少傾向が続いている。2022 年は 1975 年以降の最低値となる 911 トンであった（図 3-1 下段、表 3-2）。

（3）漁獲努力量

1 そうびき沖底の有漁網数は、1970 年代後半には 3 万網台で推移し、1982 年には過去最高の 4.9 万網に達した。その後は減少傾向が続き、2009 年には過去最低の 1.7 万網まで減少した。2010 年以降は概ね 1.9 万網前後で横ばいに推移しており、2022 年は 16,202 網であった（図 3-2、表 3-2）。長期的な有漁網数の減少傾向は、沖底における本種の狙い操業の減少が主な要因である。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

資源評価は「令和 5（2023）年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2023-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2023）での 2 系資源の管理規則で用いられる資源量水準の判定方法を参考に、過去の資源量指標値に累積正規分布をあてはめ、現状（2022 年）の資源量水準を評価した（補足資料 1）。資源量指標値は、本系群の主要漁業である 1 そうびき沖底の単位努力量当たり漁獲量（CPUE、kg/網）を標準化したものを使用した（補足資料 2）。

（2）資源量指標値の推移

資源量指標値は 1970 年代には統計開始以降の最高値となる 224.3 を含む高い水準で推移したが、1986 年には最低値となる 81.9 まで急減した。1996 年の 195.5 まで再び増加した後は、短期間での増減を繰り返しながら推移しており、2022 年は 141.7 であった（図 4-1、表 3-2）。直近 5 年間（2018～2022 年）の資源量指標値の動向は減少と判断された。

（3）資源量水準

本系群の資源量指標値（1975～2022 年）に累積正規分布をあてはめたところ、2022 年の資源量指標値は 42.1%水準であると評価された（図 4-1）。資源量指標値の年変動の大きさを示す指標 AAV（Average Annual Value）は 0.159 であり、資源量指標値が平均で毎年 16%程度上昇もしくは低下していることを示す。

（4）漁獲物の体長組成

本系群の主要港における漁獲物体長組成を補足資料 4 に示した。本系群の漁獲の大半を占める日本海北部・中部海域では小型個体が経年的に安定して漁獲されており、加入量は安定していると考えられる。

5. その他

底びき網漁業はその漁法の性質上、混獲が少なくない。特にニギス狙いではない操業においては、鮮度低下の速さや商品価値の低さなどの理由により、ニギスが混獲されても水揚げ対象とならず投棄されている実態がある（兵庫県但馬水産事務所試験研究室 2000、石川県水産総合センター 2000、吉川・川畑 2020）。そのため、宮嶋・山﨑（2017）のようにニギスの混獲自体を軽減する漁具や、石原（2006）、濵上（2008）などのような予冷・シャーベット氷を利用した鮮度保持技術を推進・普及することが必要である。

また、ニギスを狙った操業においては小型魚の混獲回避も課題となっている。本種の小型魚は商品価値が低い上、漁獲物に混入することで選別作業が煩雑になり、一層の鮮度低下を招く要因になるとされている。一般的に小型魚の混獲回避には網目の拡大が有効であるが、本種は様々なサイズが同時に入網することが多いため、単純な網目拡大では商品サイズの「目刺し」（網目に刺さること）が避けられず、根本的な問題解決にならないことが指摘されている（若林ほか 1994、石川県水産総合センター 2000）。したがって、本種のサイズ別の獲り分けの可能性を検討するとともに、混獲による若齢資源への影響を定量的に把握することが小型魚保護にあたって重要である。

主漁場が局所的に点在する本系群では、漁場ごとに資源量指標値の動向が異なることも知られている（補足資料 3、7）。特に本系群の漁獲の大半を占める日本海中部海域では、近年 CPUE が増加傾向にある。本海域では漁獲物が他の海域よりも大型で、加入量も安定していることから、CPUE の増加は良好な資源状態を反映していると考えられる（補足資料 4）。これに対して、中部海域以外では CPUE は横ばいで推移しており、うち北部海域は漁獲物組成の情報から安定した加入が示唆されているものの、西部海域ではまだ十分な情報が得られていない。今後、各漁場の情報を蓄積し、年齢組成などの資源特性を明らかにするとともに、漁場ごとに適切な管理方策を検討することが望ましい。

6. 引用文献

濵上欣也 (2008) ニギスの鮮度保持試験. 水産総合センターだより, 石川県水産総合センター, **42**, 10-11.

原田和弘・海野徹也・大谷徹也 (2007) 日本海西部で漁獲されたニギスの体成分の季節変動. 日水誌, **73**, 891-896.

波戸岡清峰 (2013) 88. ニギス科. 「日本産魚類検索 全種の同定 第三版」中坊徹次編, 東海大出版会, 秦野, 343.

林　清志 (1990) 富山湾に出現する魚卵及び仔稚魚の季節変化と鉛直分布. 富山県水産試験場研究報告, **2**, 1-17.

廣瀬太郎・南　卓志 (2002) 新潟県沖合海域におけるニギス若齢魚の成長と成熟. 平成 14 年度日本水産学会大会講演要旨集, **26**.

兵庫県但馬水産事務所試験研究室 (2000) 日本海におけるニギスの生態と資源管理に関する研究. 平成 9～11 年度水産業関係地域重要新技術開発促進事業総合報告書, 1-48.

石原成嗣 (2006) 底びき網漁獲物の鮮度保持技術の向上試験. 島根県水産試験場研究報告, **13**, 45-48.

石川県水産試験場 (1973) ニギス. 昭和 47 年度加賀海域底魚資源生態調査報告書, 石川水

試資料 79 号, 9-10.

石川県水産総合センター (2000) 日本海におけるニギスの生態と資源管理に関する研究. 平成 9〜11 年度水産業関係地域重要新技術開発促進事業総合報告書, 49-85.

Jayashinghe, S. D. Don and T. Kawakami (1974) Race Separation of deep Sea Smelt of Japan Sea. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, **40**, 255-260.

南　卓志・橋田新一・五十嵐誠一・玉木哲也・大谷徹也 (1988) 日本海産ニギス資源の群構造の検討 (予報). 日本海ブロック試験研究集録, **12**, 53-61.

三尾真一 (1969) 日本海産ニギス (*Glossanodon semifasciatus* (Kishinoue)) の年齢・成長及び成熟. 日水研報, **21**, 1-16.

宮嶋俊明・山﨑　淳 (2017) 二層式底曳網によるニギスとカレイ類との分離漁獲. 京都府農林水産技術センター海洋センター研究報告, **39**, 1-7.

尾形哲男・伊東　弘 (1979) 日本海産ニギス *Glossanodon semifasciatus* (Kishinoue) 成長式の吟味. 日水研報, **30**, 165-16.

沖山宗雄 (1965) 佐渡海峡に出現する魚卵・稚仔に関する予察的研究. 日水研報, **15**, 13-37.

Shinoda, M. and S. D. Don Jayashinghe (1971) Possibility of Race Separation of "Nigisu" by Means of Otoliths. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, **37**, 1140-1149.

水産研究・教育機構 (2023) 令和 5 (2023) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2023-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-01.pdf

若林英人・藤川裕司・田中伸和・由木雄一・村山達朗 (1994) 資源管理型漁業実践モデル調査事業 (小型底曳網 1 種の網目拡大の実践試験). 島根県水産試験場平成 6 年度 (1994) 事業報告, 68-75.

渡辺　徹 (1956) 重要魚族の漁業生物学的研究，ニギス. 日水研報, **4**, 159-182.

吉川　茜・川畑　達 (2020) 資源をむだなく利用する〜ニギスの腹割れを例に〜. 日本海リサーチ&トピックス, **26**, 3-6.

図 2-1.　ニギス日本海系群の分布

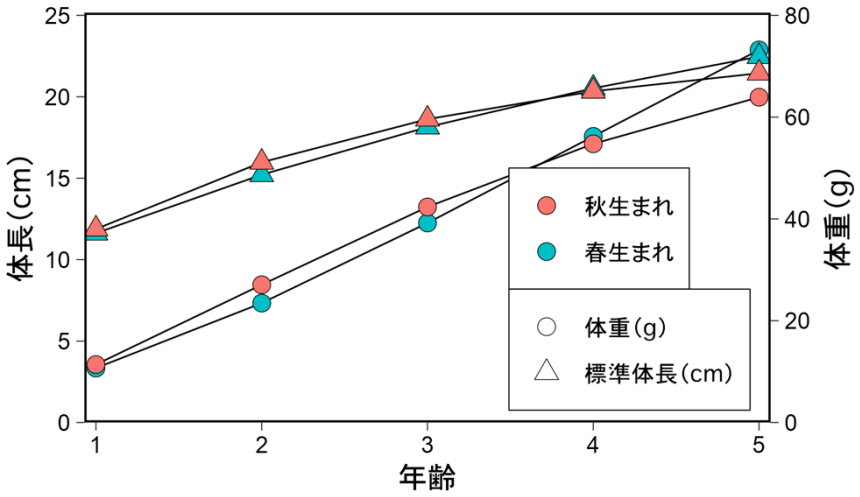


図 2-2.　年齢と成長の関係図

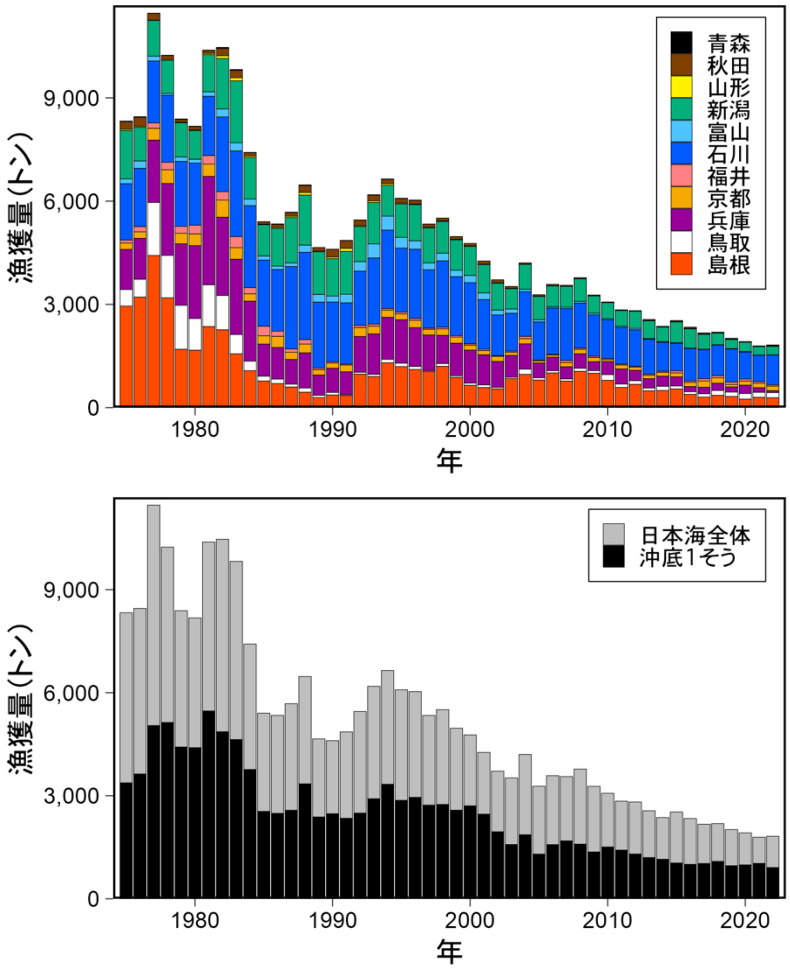


図 3-1.　漁獲量の推移

府県別漁獲量（上）、漁法別漁獲量（下）。

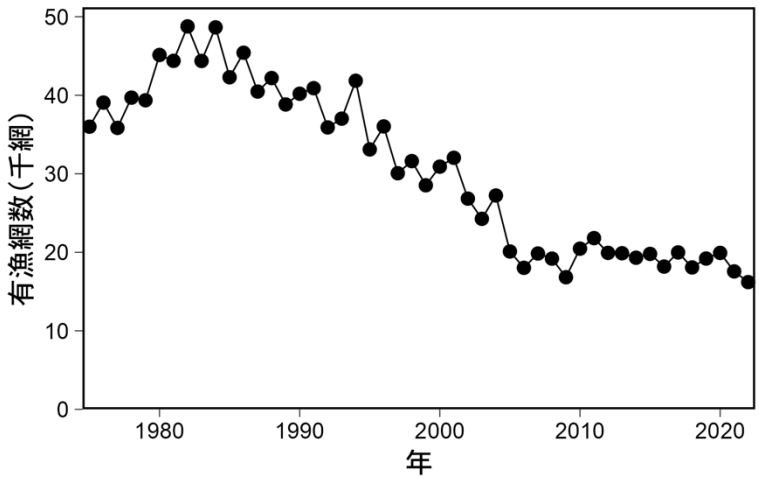


図 3-2.　1 そうびき沖底の漁獲努力量の推移

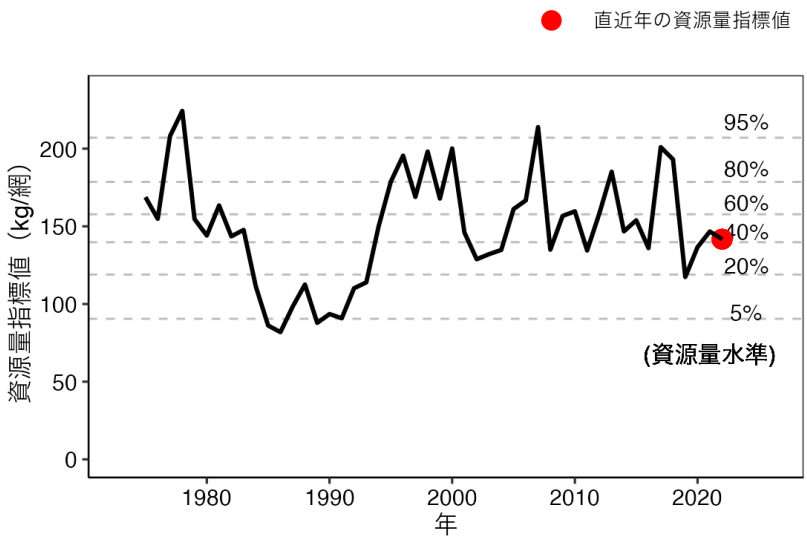


図 4-1.　資源量指標値の推移と累積正規分布を適用したときの資源量水準

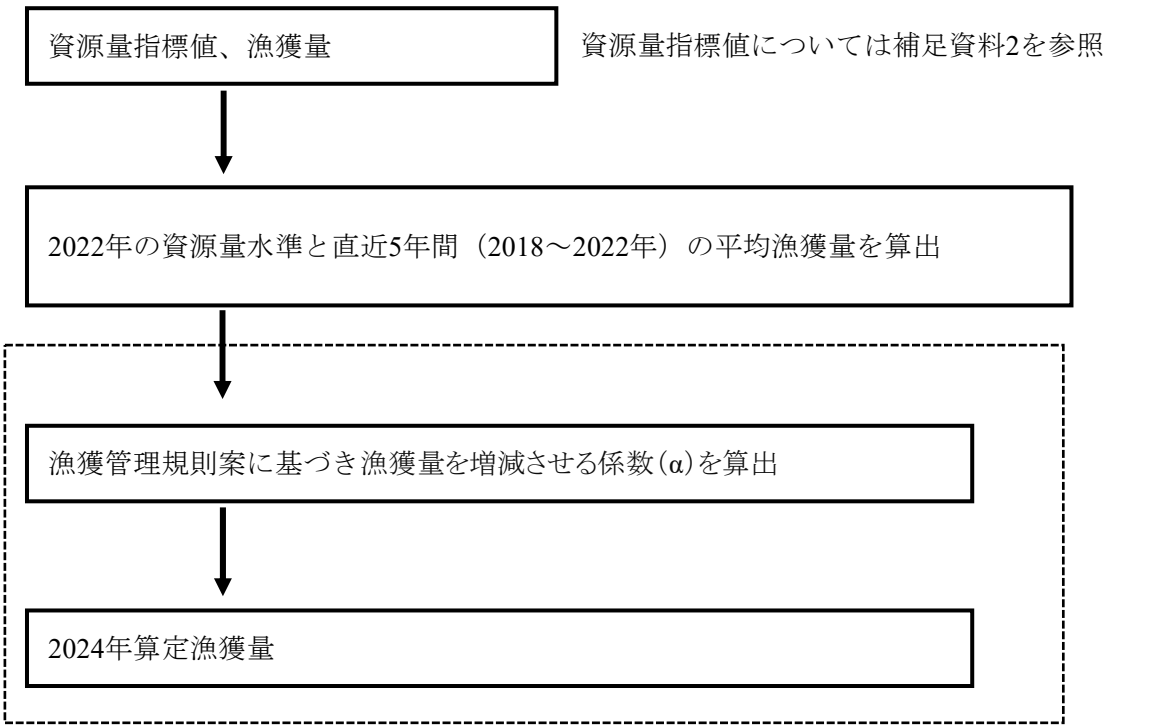
表 3-1.　府県別漁獲量（トン）の推移

年	青森県	秋田県	山形県	新潟県	富山県	石川県	福井県	京都府	兵庫県	鳥取県	島根県	日本海計
1975	18	219	39	1,406	142	1,635	87	184	1,168	480	2,951	8,329
1976	19	261	32	978	212	1,694	151	188	1,191	517	3,212	8,455
1977	8	200	5	1,037	142	1,798	157	346	1,809	1,540	4,421	11,463
1978	11	111	24	967	54	1,943	218	400	2,089	1,231	3,192	10,240
1979	17	77	16	996	129	1,886	200	307	1,787	1,278	1,695	8,388
1980	11	99	19	834	110	1,805	255	339	2,119	920	1,668	8,179
1981	12	84	35	1,080	130	1,722	247	360	3,150	1,213	2,355	10,388
1982	31	213	79	1,468	230	2,172	243	498	2,276	996	2,262	10,468
1983	25	216	89	1,799	238	2,489	320	335	2,189	563	1,562	9,825
1984	11	102	40	1,204	191	2,384	179	212	1,745	276	1,074	7,418
1985	8	65	16	912	114	1,923	279	240	936	137	775	5,405
1986	14	87	32	1,095	100	1,790	152	324	918	129	699	5,340
1987	14	108	37	1,317	106	2,395	95	211	716	84	598	5,681
1988	19	204	75	1,454	206	2,538	130	256	1,021	122	448	6,473
1989	4	101	21	1,241	224	1,912	49	156	590	63	294	4,655
1990	5	224	47	1,086	172	1,735	38	154	701	76	366	4,604
1991	12	223	87	1,243	251	1,776	32	194	660	28	355	4,861
1992	7	157	27	1,021	277	1,576	64	259	1,039	54	973	5,454
1993	15	168	48	1,199	411	1,919	62	221	1,178	64	903	6,188
1994	13	126	45	899	404	2,282	48	207	1,220	100	1,303	6,647
1995	9	133	28	968	310	1,863	53	170	1,260	98	1,194	6,086
1996	10	107	17	1,051	246	2,007	57	215	1,125	85	1,112	6,032
1997	4	93	17	1,019	197	1,699	34	165	1,035	28	1,047	5,338
1998	1	83	14	924	221	1,929	47	190	819	80	1,200	5,508
1999	1	75	16	883	190	1,710	41	180	947	48	876	4,967
2000	0	68	19	846	208	1,777	41	144	958	65	647	4,773
2001	1	95	10	824	194	1,439	43	122	874	78	583	4,263
2002	0	92	9	783	136	1,189	17	147	752	45	546	3,715
2003	0	55	8	593	124	1,099	35	89	635	38	844	3,520
2004	0	35	7	726	69	1,297	67	151	734	152	967	4,205
2005	0	43	5	678	63	1,113	13	65	431	65	802	3,278
2006	-	40	8	607	36	1,346	22	63	391	64	1,008	3,585
2007	-	30	6	602	44	1,506	62	121	353	64	770	3,558
2008	-	30	5	655	49	1,306	38	127	423	89	1,055	3,777
2009	-	25	5	501	47	1,202	39	122	258	78	997	3,274
2010	-	16	5	464	33	1,129	32	55	378	167	793	3,072
2011	-	17	4	460	31	1,062	31	112	441	96	589	2,843
2012	-	14	6	495	43	1,061	22	92	303	107	676	2,819
2013	5	28	5	521	16	1,013	34	101	271	81	488	2,563
2014	-	29	-	419	21	840	32	111	294	122	498	2,366
2015	0	29	10	603	20	797	63	110	269	86	542	2,529
2016	0	32	16	559	11	944	41	122	149	76	387	2,337
2017	0	23	22	430	10	846	66	184	188	95	308	2,172
2018	0	15	10	340	7	888	62	159	212	141	357	2,191
2019	-	17	19	267	10	960	72	69	150	128	324	2,016
2020	-	14	8	273	11	784	61	118	242	164	246	1,921
2021	2	10	9	247	5	764	48	130	133	147	299	1,794
2022	2	21	21	246	5	862	40	133	55	151	286	1,821

表 3-2.　1 そうびき沖合底びき網の漁獲量、漁獲努力量、資源量指標値の推移

年	漁獲量(トン)	有漁網数	標準化CPUE(kg/網)
1975	3,375	35,997	168.8
1976	3,634	39,068	154.9
1977	5,043	35,843	208.0
1978	5,135	39,698	224.3
1979	4,417	39,361	154.7
1980	4,399	45,130	144.1
1981	5,467	44,384	163.4
1982	4,863	48,770	143.6
1983	4,636	44,369	147.7
1984	3,762	48,646	111.1
1985	2,542	42,291	86.1
1986	2,486	45,416	81.9
1987	2,577	40,471	98.3
1988	3,344	42,189	112.5
1989	2,380	38,828	87.9
1990	2,474	40,192	93.5
1991	2,345	40,902	90.8
1992	2,494	35,903	110.1
1993	2,911	37,020	113.9
1994	3,332	41,848	149.9
1995	2,868	33,099	178.8
1996	2,952	36,031	195.5
1997	2,725	30,070	168.9
1998	2,747	31,616	198.1
1999	2,578	28,530	167.8
2000	2,705	30,910	200.1
2001	2,462	32,034	146.0
2002	1,949	26,835	128.8
2003	1,580	24,264	132.1
2004	1,865	27,233	134.8
2005	1,301	20,106	161.0
2006	1,575	18,022	166.7
2007	1,686	19,845	213.9
2008	1,590	19,194	135.0
2009	1,361	16,825	156.7
2010	1,506	20,464	159.7
2011	1,417	21,808	134.4
2012	1,303	19,928	158.4
2013	1,199	19,880	185.1
2014	1,150	19,309	146.8
2015	1,041	19,796	153.9
2016	1,001	18,179	136.0
2017	1,025	19,984	201.0
2018	1,088	18,072	193.1
2019	962	19,206	117.4
2020	984	19,922	136.6
2021	1,030	17,569	146.7
2022	911	16,202	141.7

補足資料１　資源評価の流れ



※点線枠内は資源管理方針に関する検討会における管理基準値や漁獲管理規則等の議論をふまえて作成される。

補足資料２　資源量指標値の算出方法

資源量指標値として、本系群の主要漁業である 1 そうびき沖底の単位努力量当たり漁獲量（CPUE、kg/網）を標準化したものを使用した。

標準化に使用した沖底の漁獲成績報告書には、日別・船別に漁区、網数、ニギス漁獲量（kg）が記載されている。狙い操業を抽出するために、Explanation Level＝80%を満たすデータ(ニギスの漁獲割合が高い順に、年間累積漁獲量の 80%を占めるレコード;Biseau 1998)を年ごとに抽出して分析に用いた。

ニギス狙いの操業ではゼロキャッチがほとんどないと考えられるため、標準化には CPUE の対数を応答変数とする一般化線型混合モデルを適用した。誤差構造は正規分布に従うと仮定し、説明変数として漁績から利用可能な年、月、小海区とそれらの交互作用を固定効果として含めた。ただし、年×小海区と月×小海区では変数の特定の組み合わせにおいて欠測が生じるため、これらをランダム効果として扱った。Zuur et al.（2009）に基づき、制限付き最尤推定・最尤推定の 2 段階に分けた AIC（赤池情報量規準）総当たり法によってモデル選択を行った結果、フルモデルが選択された：

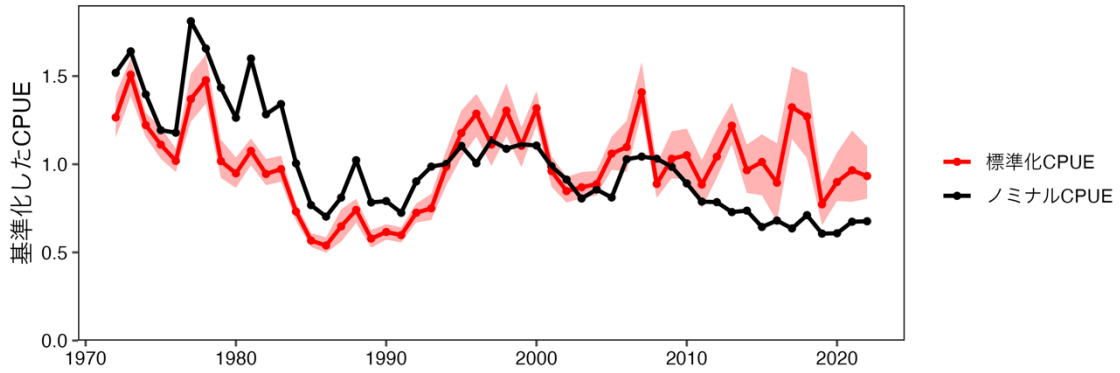
log(CPUE) ~ 年 ＋ 月 ＋ 小海区 ＋ 年×月 ＋（1|年×小海区）＋（1|月×小海区）

モデル診断において問題が認められなかったため、上式を標準化モデルとして採用し、年の最小二乗平均を標準化 CPUE とした（補足図 2-1）。95%信頼区間は非層別ブートストラップ（試行回数 100 回）によって計算した。本手法の詳細は標準化ドキュメント（FRA-SA2023-SC07-0601）に示した。

引用文献

Biseau, A (1998) Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. Aquat. Living Resour., **11**, 119-136.

Zuur, A. F., E. N. Ieno, N. Walker, A. A. Saveliev and G. M. Smith (2009) Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R, Statistics for Biology and Health. Springer, New York.



補足図 2-1.　標準化 CPUE とノミナル CPUE

比較のため、各指標値をそれぞれの平均値で除して規格化した。網掛けはブートストラップ法により推定された標準化 CPUE の 95%信頼区間を表す。

補足資料３　漁場別の CPUE

本系群の資源評価では、漁獲量の約 50%を占める 1 そうびき沖合底びき網漁業（以下沖底）の標準化 CPUE に基づいて評価を行っている。しかし、局所的な小漁場で漁獲されることが特徴の本系群では、沖底がほとんど操業していない漁場も少なくなく（補足図 3-1）、漁場ごとの資源状態がこれまで十分に把握されてこなかった。そこで、本項では吉川ほか（2019）に基づき漁場ごとの主要漁業の資源量指標値と漁獲量を補足図 3-2 に、それぞれ参考として掲載する。

沖底漁績については、標準化 CPUE（補足資料 2）のランダム効果の推定値を平均的な年トレンドに足し合わせることで、漁場ごとの CPUE を得た。一方、小底漁績については漁区や網数が記載されていないレコードが大部分を占めるため、努力量を年間の延べ出漁隻数（隻・日）とし、漁績の年間漁獲量をこれで除して各年の CPUE（kg/隻・日）を算出した。

日本海北部　新潟県小底（補足図 3-2、上段）は、データが得られている 2010 年以降の CPUE は 32～56 kg/隻・日で推移しており、漁獲量も 300 トン前後と小底としては比較的高い水準にあった。2016 年から 2019 年にかけては CPUE が急激に減少したが、その後 2022 年にかけては横ばいで推移している。漁獲量は 2014 年以降減少し続けているが、これはニギスの魚価が低くニギスを狙う漁船が減少しているためである。

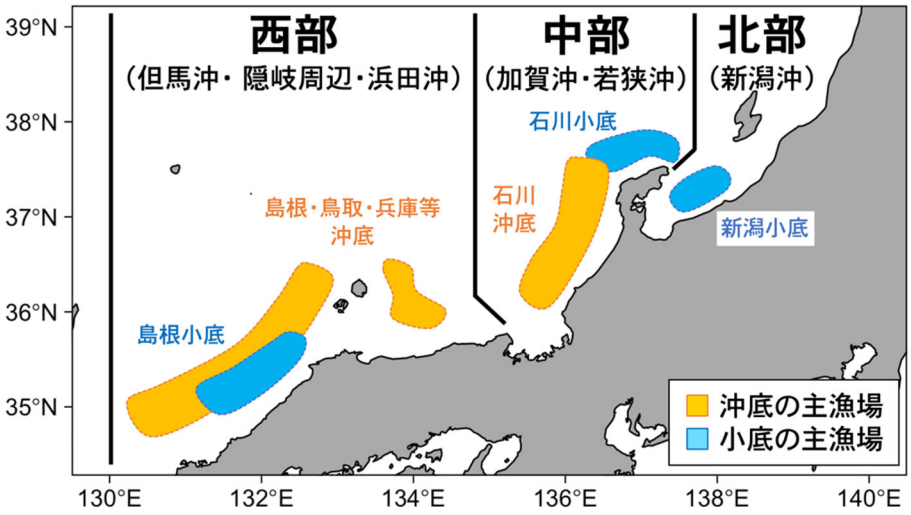
日本海中部　加賀沖～若狭沖で操業した沖底の標準化 CPUE（補足図 3-2、2 段目）は、加賀沖・若狭沖ともにやや大きな増減を繰り返しながらも長期的に増加している。直近 10 年の漁獲量は横ばいで推移しており、近年では加賀沖の漁獲比率が高い傾向にある。参考までに能登沖・加賀沖で操業している石川県小底漁績の CPUE を補足図 3-2 の 3 段目に示した。2010 年以前のデータが断片的にしか得られていないため長期的傾向は不明瞭であるが、近年は沖底と同じく増加傾向にある。

日本海西部　但馬沖～浜田沖における沖底の標準化 CPUE（補足図 3-2、4 段目）は、各海域とも近年は横ばいで推移している。近年では船内冷凍設備を有する漁船によるニギス狙いの操業が増加しつつあり、それに応じて直近数年の漁獲量は微増傾向にあったが、2021 年から 2022 年にかけては再び減少に転じている。浜田沖海域の沿岸で操業を行う島根県小底（補足図 3-2、最下段）では、1994 年以降 CPUE の減少傾向が続いていたが、直近 7 年間はほぼ横ばいで推移している。漁獲量は 2020 年に過去最低水準となったが、以後横ばいで推移している（表 3-1、島根県）。

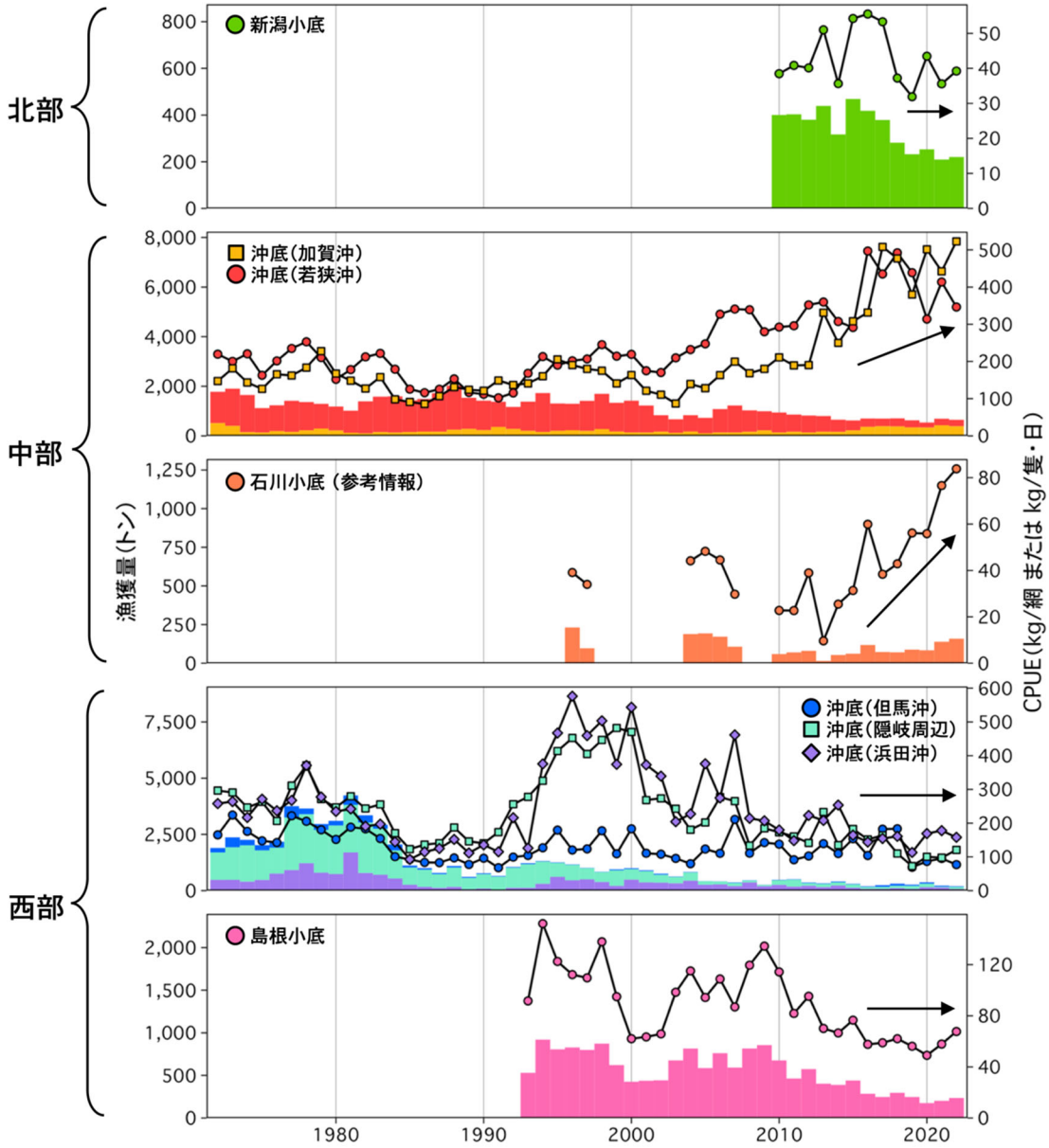
本系群の漁場は各地先に局所的に点在し、さらに漁場ごとの資源量指標値の動向が異なることが特徴である。本系群の資源評価では 1 そうびき沖底の標準化 CPUE を用いているが、標準化 CPUE があくまでも沖底操業海域における平均的な指標値であり、他の漁場では異なる傾向になりうる点に留意するべきである。また、漁場ごとの CPUE は短期的に大きく変動する特徴がある（補足図 3-2）。各漁場の形成状況・資源状態は急激に変化する可能性があるため、それぞれの地先の直近の漁獲状況をモニタリングすることも重要である。今後もデータの蓄積と資源構造の把握を進め、海域ごとに異なる管理方策が適用可能か検討することが本系群の課題である。

引用文献

吉川　茜・藤原邦浩・佐久間啓・上田祐司 (2019) 令和元 (2019) 年度 ニギス日本海系群の資源評価. https://abchan.fra.go.jp/wpt/wp-content/uploads/2023/07/details_2019_027.pdf, 2023 年 8 月 31 日.



補足図 3-1.　日本海の主要なニギス漁場と操業海域の模式図



補足図 3-2.　ニギス日本海系群の各漁場における漁獲量（棒グラフ）と資源量指標値（マーカー付き折れ線）の経年変化

資源量指標値は、沖底では標準化 CPUE（kg/網）、小底は CPUE（kg/隻・日）である。漁獲量は漁績における報告値のため、府県別漁獲量とは一致しない。図中の黒矢印は本文中で示した直近の資源量指標値の動向と対応する。

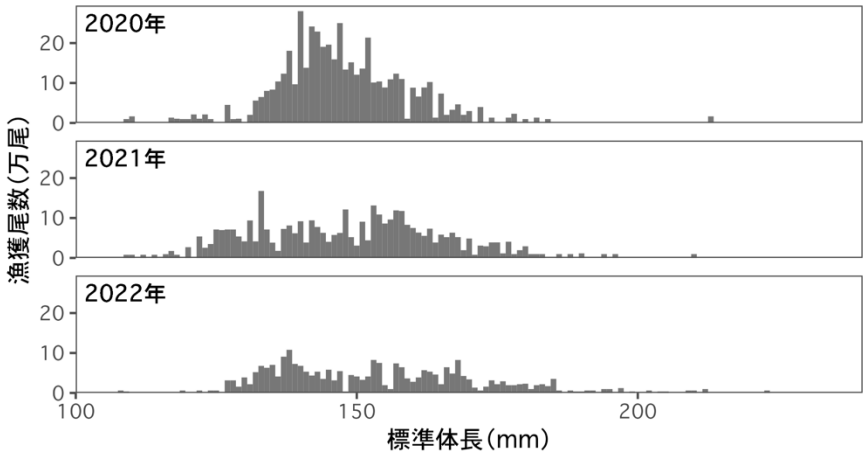
補足資料４　漁場別の漁獲物体長組成

本年度から漁獲情報収集調査により主要港の漁獲物体長組成が得られているので、断片的な情報ではあるものの、参考として掲載する。日本海の北部、中部、西部の主要な水揚げ地である新潟県筒石港、石川県金沢港、鳥取県における漁獲物体長組成をそれぞれ補足図4-1、4-2、4-3 に示した。

日本海北部　新潟県筒石港の漁獲物は体長150 mm程度の個体が中心である（補足図4-1）。卓越年級のような顕著なモードは認められないが、体長 150 mm 以下の小型個体が毎年見られることから、本海域の加入は安定していると考えられる。

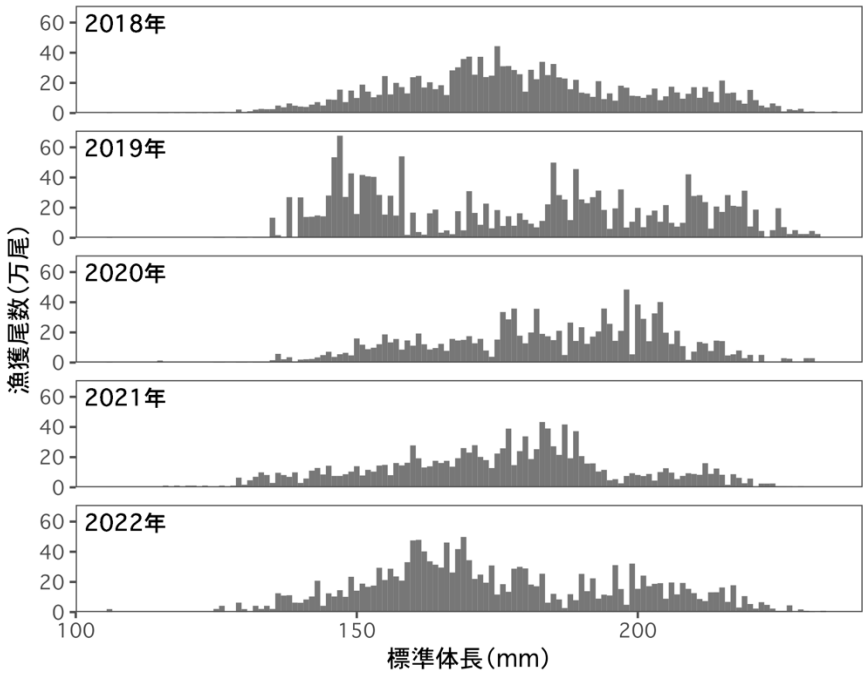
日本海中部　石川県金沢港の漁獲物の組成は、年によって変動するが、総じて体長200 mm以上の大型個体（5+歳に相当）がまとまって漁獲されていることが特徴である（補足図4-2）。筒石港と同様に小型個体が毎年認められ、加入量が安定していると考えられる。

日本海西部　鳥取県では体長150～200 mmの個体が漁獲の主体である（補足図4-3）。本海域での資源状態の判断には、今後の情報の蓄積が必要である。

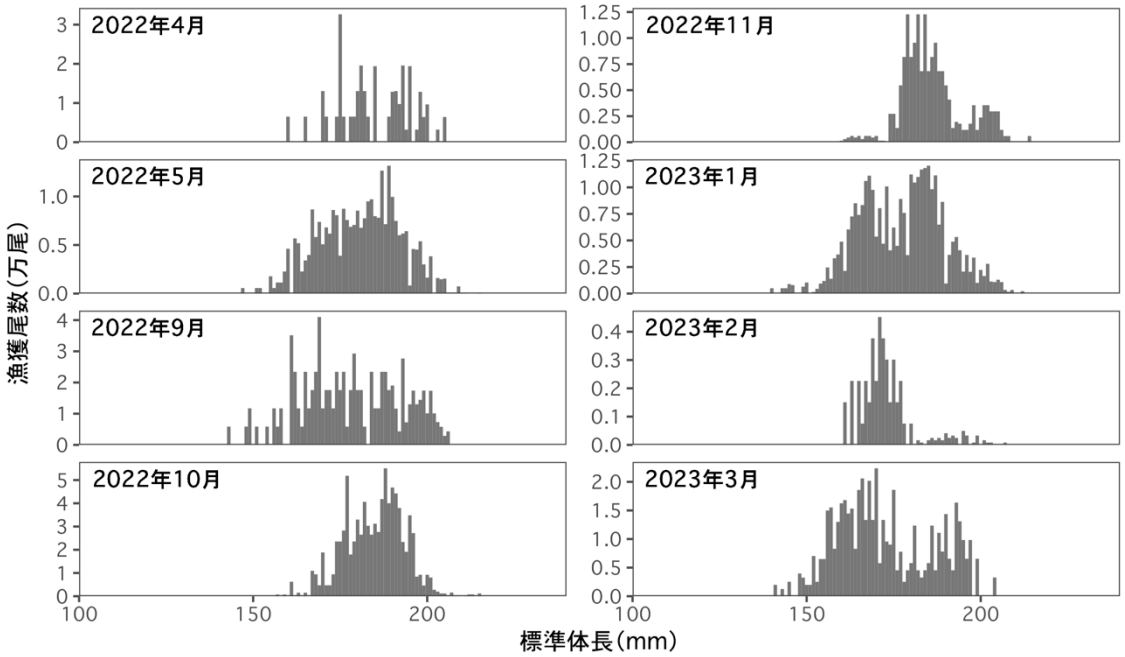


補足図 4-1.　日本海北部におけるニギスの年別漁獲物体長組成

新潟県筒石港における選別前漁獲物の体長組成と漁獲量を用いて算出した。



補足図 4-2.　日本海中部におけるニギスの年別漁獲物体長組成
石川県かなざわ市場における銘柄別漁獲量と体長組成を用いて算出した。



補足図 4-3.　日本海西部におけるニギスの月別漁獲物体長組成
鳥取県の主要港における漁獲物組成を鳥取県全体の漁獲量で引き伸ばした。

補足資料５　２系の漁獲管理規則について

２系資源の管理規則における漁獲管理規則（HCR）は、資源を目標水準（B_T）の周辺に推移させるように、直近年（t 年）の資源量指標値の水準（D_t）が目標水準を上回る場合は漁獲量を増加させ、下回る場合は漁獲量を削減させる。次漁期に推奨される漁獲量（すなわち ABC）は、直近の資源量指標値の水準に対応する係数（漁獲量を増減させる係数 α）を漁獲管理規則により設定し、これを現状の漁獲量（近年の漁獲量平均値）に乗じることで求める（下式 1）。限界水準（B_L）を下回った場合には、資源量指標値を目標水準により早く近づけるように α を大きく引き下げる。禁漁水準（B_B）を下回った場合には、漁獲量を 0 とする。係数 β はこの漁獲管理規則で算出される漁獲量全体を調整する係数であり通常は β=1 とする。

$$\mathrm{ABC} = \alpha_t \cdot \beta \cdot \overline{C}_t = \exp\left[k_t \left(D_t - B_T\right)\right] \cdot \beta \cdot \overline{C}_t \tag{1}$$

ここで、k_t は、以下の通りとなる。

$$k_t = \begin{cases} \delta_1 & \cdots \quad D_t > B_L \\ \delta_1 + \delta_2 \exp\left[\delta_3 \log\left(AAV_t^2 + 1\right)\right] \frac{B_L - D_t}{D_t - B_B} & \cdots \quad B_B < D_t \leq B_L \\ \infty & \cdots \quad D_t \leq B_B \end{cases} \tag{2}$$

漁獲量の増減速度は、調整係数 δ_1、δ_2、δ_3 による。ここで δ_2 は資源が少ない場合（$B_B < D_t \leq B_L$）に漁獲量を削減する速度に関する係数、δ_3 は下式 3 の資源量指標値 I の年変動（AAV）が大きい場合に漁獲量を抑える係数である。

$$AAV_t = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^{t} \frac{2\left|I_u - I_{u\text{-}1}\right|}{I_u + I_{u\text{-}1}} \tag{3}$$

直近 t 年の資源量指標値 I の水準 D_t は資源量指標値に累積正規分布を適用することにより 0～1 の値として計算される（下式 4）。

$$D_t = \int_{-\infty}^{I_t} \varphi\left[\frac{x - E(I)}{SD(I)}\right] \mathrm{d}x \tag{4}$$

ここで φ は標準正規分布、E(I)は資源量指標値の平均値、SD (I)は資源量指標値の標準偏差である。

「令和 5（2023）年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2023-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2023）では 2 系資源の基本の漁獲管理規則として、B_T は 80%、B_L はその 7 割の 56%、B_B は 0%とし、調整係数（δ_1、δ_2、δ_3）にはそれぞれ 0.5、0.4、0.4 を用いるとされている。これらのパラメータを用いた漁獲管理規則は、改正漁業法の施行前に用いられていた ABC 算定規則 2-1）（水産庁, 水産研究・教育機構 2023）での漁獲管理規則よりも資源保護の効果が高く、かつ安定した漁獲量が得られることが、様々な資源状態を考慮した一般的なシミュレーション（MSE）で確認されている。本資源の漁獲シナリオでも、上記の基本の漁獲管理規則を用いることが研究機関会議から提案されている。

引用文献

水産研究・教育機構 (2023) 令和 5 (2023) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針．FRA-SA2023-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-01.pdf

水産庁, 水産研究・教育機構 (2023) 令和 5 (2023) 年度 ABC 算定のための基本規則. FRA-SA2023-ABCWG02-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 11pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-02.pdf

補足資料 6　2024 年の算定漁獲量

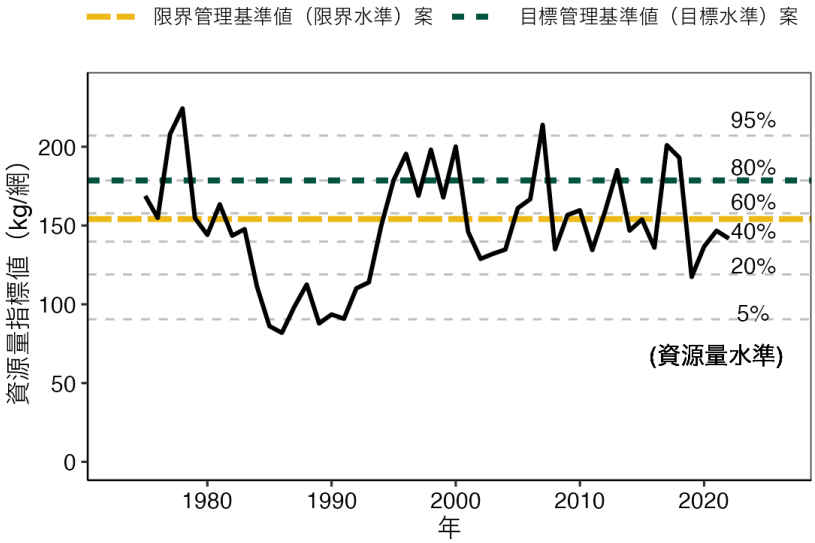
（1）漁獲管理規則案への当てはめ

「管理基準値等に関する研究機関会議」（令和 3 年 10 月開催）から「第 5 回資源管理手法検討部会」（令和 4 年 2 月開催）へは、本資源に 2 系資源の漁獲管理規則を適用することが提案されている。2 系資源の漁獲管理規則は、基準となる水準に対する資源量指標値の大小関係に基づき、近年の平均漁獲量から次漁期の漁獲量を計算するための係数を求める仕組みである（補足資料 5)。資源量指標値が目標水準を上回る場合は、次漁期の漁獲量を平均漁獲量よりも増加させるが、目標水準を下回る場合は、次漁期の漁獲量を平均漁獲量よりも削減する。限界水準よりも下回る場合は、より大きく漁獲量を削減して資源の回復を促す。

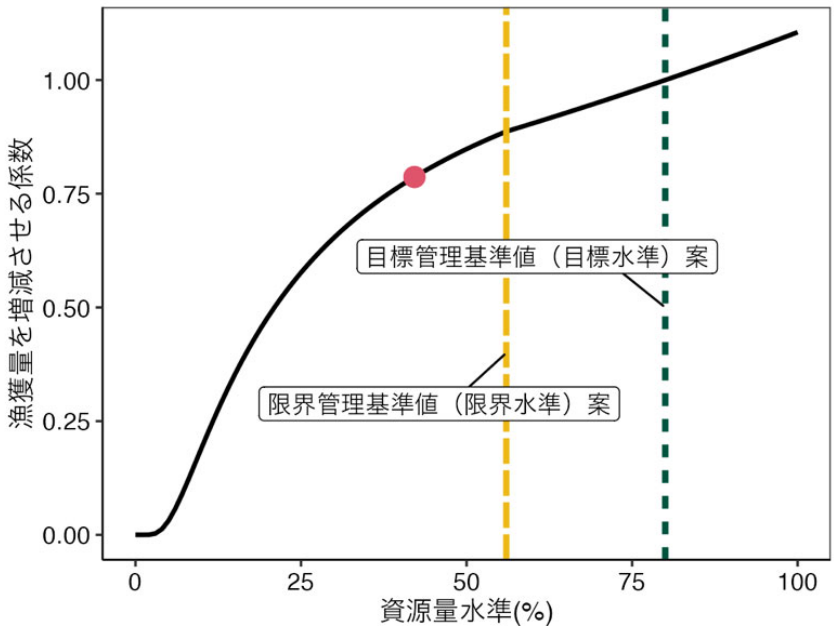
提案された本資源の目標管理基準値（目標水準）は資源量水準 80%、限界管理基準値（限界水準）は資源量水準 56%である。それぞれ令和 5 年度の資源量指標値の 178.6 および 154.1 に相当する。現状（2022 年）の資源量指標値は 141.7 であり、その資源量水準（42.1%）は目標管理基準値（目標水準）案および限界管理基準値（限界水準）案を下回った。この資源量水準に対応する漁獲量を増減させる係数（α）は、漁獲管理規則案に基づき 0.79 と算出された（補足図 6-1、6-2、補足表 6-1)。

（2）2024 年漁獲量の算定

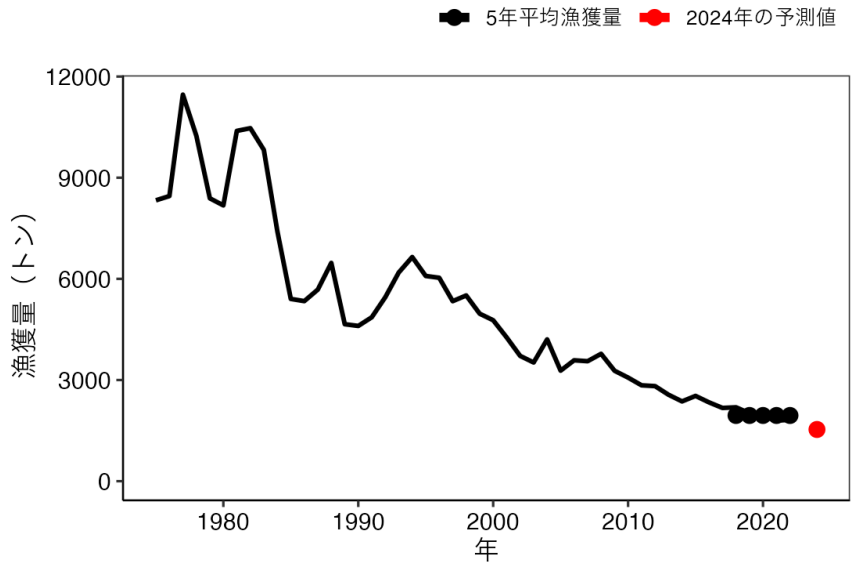
漁獲管理規則案にて漁獲量を増減させる係数（α）は 0.79 である。また、本年度の資源評価結果によると直近 5 年間（2018～2022 年）の平均漁獲量（C）は 1,949 トンである。したがって、2 系資源の管理規則に基づき α×C より算出されるニギス日本海系群の 2024 年の漁獲量は 1,533 トンとなった（補足図 6-3、補足表 6-2)。



補足図 6-1.　資源量指標値の水準



補足図 6-2.　漁獲管理規則案
　　赤丸は現状の値を示す。



補足図 6-3.　漁獲量の推移と試算された算定漁獲量

補足表 6-1.　管理基準値案および現状の値

	資源量水準	漁獲量を増減させる係数(α)	資源量指標値（令和 5 年度評価）	説　明
目標管理基準値（目標水準）案*	80.0%	1.00	178.6	資源量指標値の時系列を累積正規分布に当てはめた場合に80%水準に相当する値
限界管理基準値（限界水準）案*	56.0%	0.89	154.1	資源量指標値の時系列を累積正規分布に当てはめた場合に56%水準に相当する値
現状の値（2022 年）	42.1%	0.79	141.7	直近 5 年間の漁獲量に掛ける係数は、目標水準案と限界水準案に対する現状の値の水準によって規定される

*「令和 3（2021）年度ニギス日本海系群の管理基準値等に関する研究機関会議」で提案した値。

補足表 6-2.　近年の漁獲量および算定漁獲量

	年	漁獲量(トン)
漁獲量の年変化	2018	2,191
	2019	2,016
	2020	1,921
	2021	1,794
	2022	1,821
	平均	1,949
算定漁獲量	2024	1,533

補足資料７　海域別標準化 CPUE 算出の試み

本系群は補足資料 3、4 に示したように各漁場で資源動向が異なっており、今後海域別の資源方策の適用可能性について検討することが望ましい。一方で、本系群では資源量指標値として海域別の指標値ではなく、主要漁業である 1 そうびき沖底の単位努力量当たり漁獲量（CPUE、kg/網）を標準化した指標値を日本海全体の資源量指標値として用いている。これは、補足資料 3 で示したように日本海中〜北部海域の主要漁業である小型底びき網のデータセットが十分に得られていないこと、沖底のデータセットにおいて海域別指標値の推定に必要な情報が欠測していることが主な理由である。

本項では後者の問題点に着目し、欠測が生じないような変数を新たに定義することにより海域別標準化 CPUE の算出を試みたので、その結果について紹介する。

（1）海域別の標準化 CPUE の算出

データは資源評価と同じデータセットを用いた（補足資料 2）。変数には、資源評価で用いた年と月のほかに、新たな変数「海域」を設定した。これは資源評価における「小海区」より大きな範囲を定義したものであり、年ごと・海域ごとにデータセットを分けた際に欠測が生じないような分割となっている（補足図 7-1）。この変更により、資源評価では月×小海区、年×小海区の交互作用をランダム効果で推定していたが、本モデルではそれらを固定効果として推定する一般化線形モデル（GLM）の適用が可能となった。最尤推定を行った初期モデルに対し、AIC 総当たり法によってモデル選択を行った結果、フルモデルが選択された：

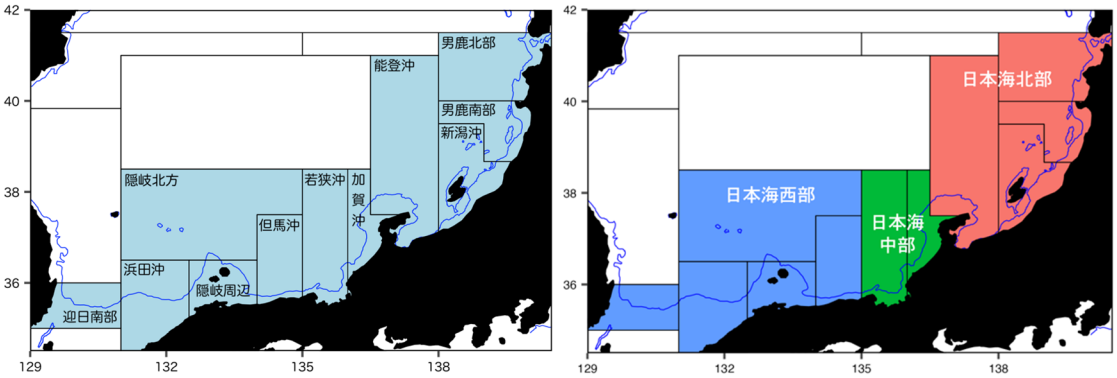
log(CPUE) ~ 年 ＋ 月 ＋ 海域 ＋ 年×月 ＋ 年×海域 ＋ 月×海域　（全てカテゴリ変数）

モデル診断では、北部海域と中部海域の近年のデータおいて若干の残差の逸脱が見られた（補足図 7-3、2 段目）。これは、北部海域では沖底船の減少によりデータも減少していること、中部海域における極端なニギス狙い船の影響によるものと考えられた。これら以外の残差には顕著な逸脱は認められなかったため（補足図 7-2）、上式を標準化モデルとして採用した。月ごとの努力量が等しいという仮定の上、年別・海域別の最小二乗平均を算出し、これらを海域別標準化 CPUE とした。95%信頼区間は非層別ブートストラップ（試行回数 100 回）によって計算した。

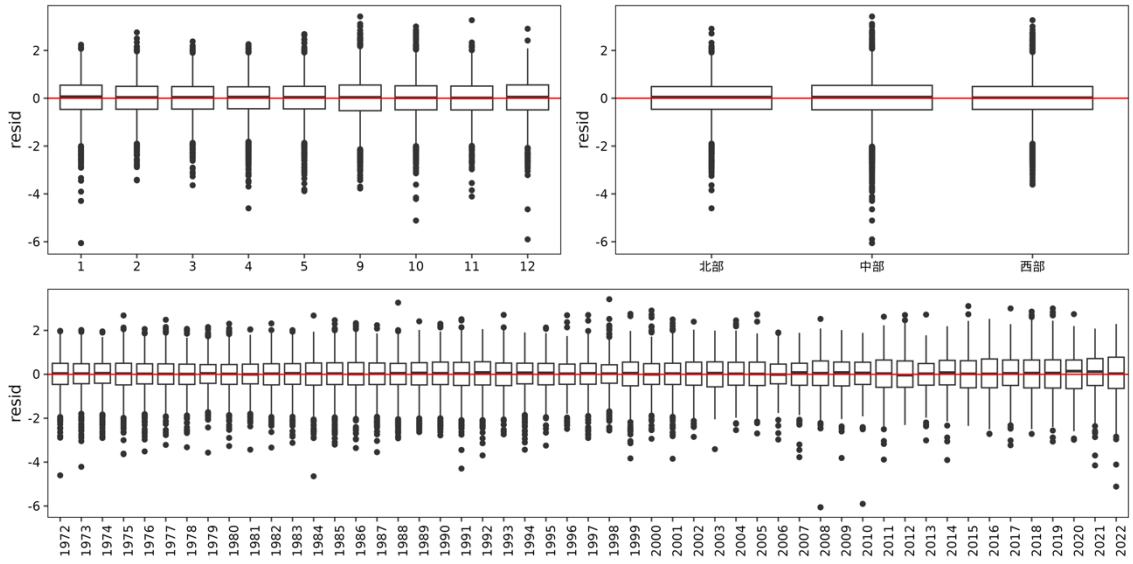
（2）海域別ごとの動向

海域別標準化 CPUE を補足図 7-4 に示す。北部海域では、1970 年代に高い水準にあったが一度減少し、その後は大きな増減を繰り返しながら推移している。特に 2000 年代後半以降は信頼区間が広く、資源状態の判断が難しくなっている。これは北部海域で操業する沖底船の減少に伴って、標準化 CPUE の推定に必要なデータ量が減少していることが原因と考えられる。次に、中部海域では北部とは対照的に 2000 年以前は低水準で推移していたが、2000 年代以降は急増しており、信頼区間がやや広いものの近年は過去最高値付近で推移している。最後に、西部海域の標準化 CPUE は 1970 年代から 1990 年にかけて一度減少したのち、1990 年代後半に過去最高値となったが、その後は増減を繰り返しながら減少傾向にある。

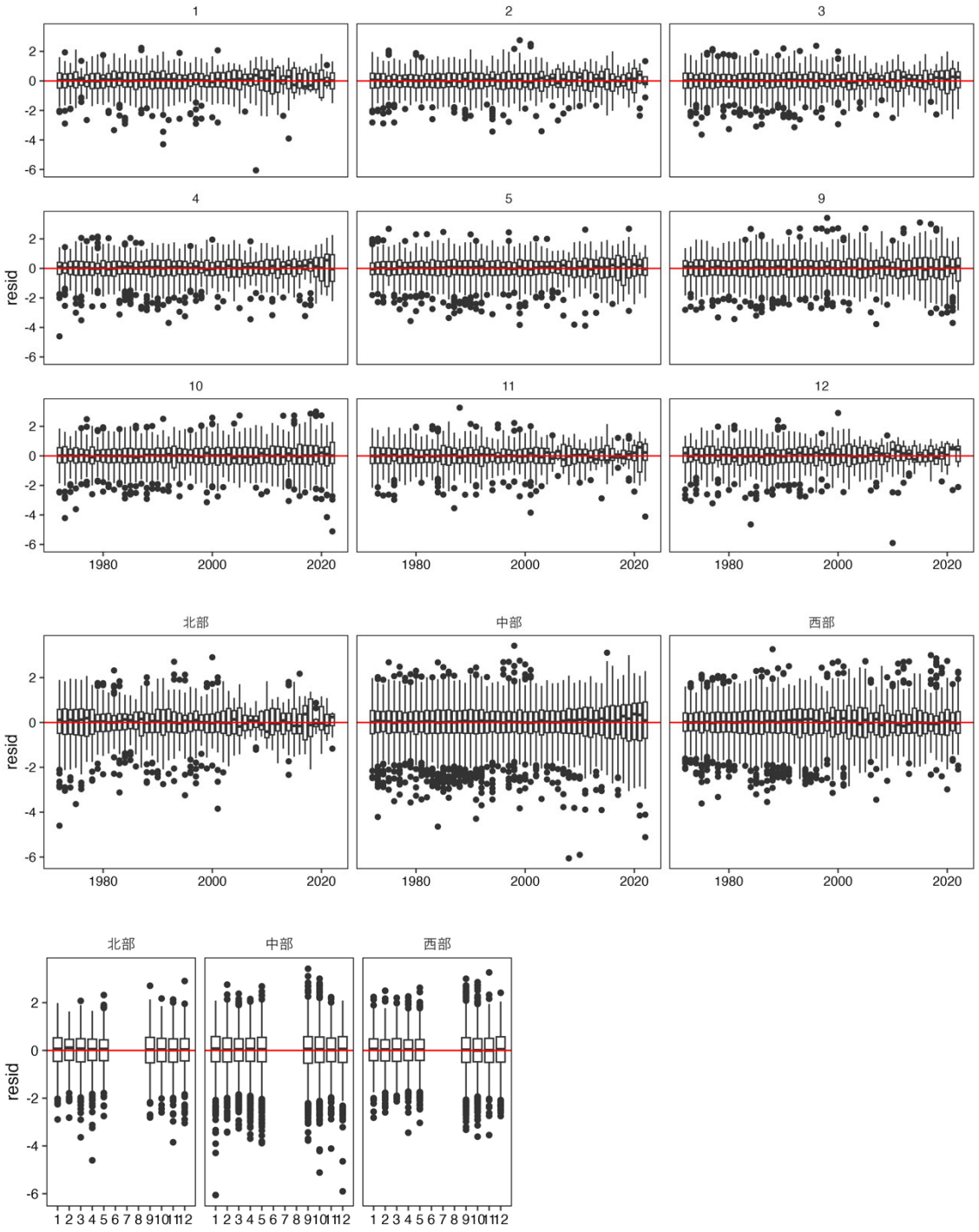
以上の結果は補足資料 3 で示した漁場別の CPUE と矛盾せず、妥当な推定結果が得られていると考えられる。一方、本指標値を資源評価に供する場合には、北部海域の残差に逸脱が認められたように、今後も同程度のボリュームのデータが維持できるかどうかが課題である。



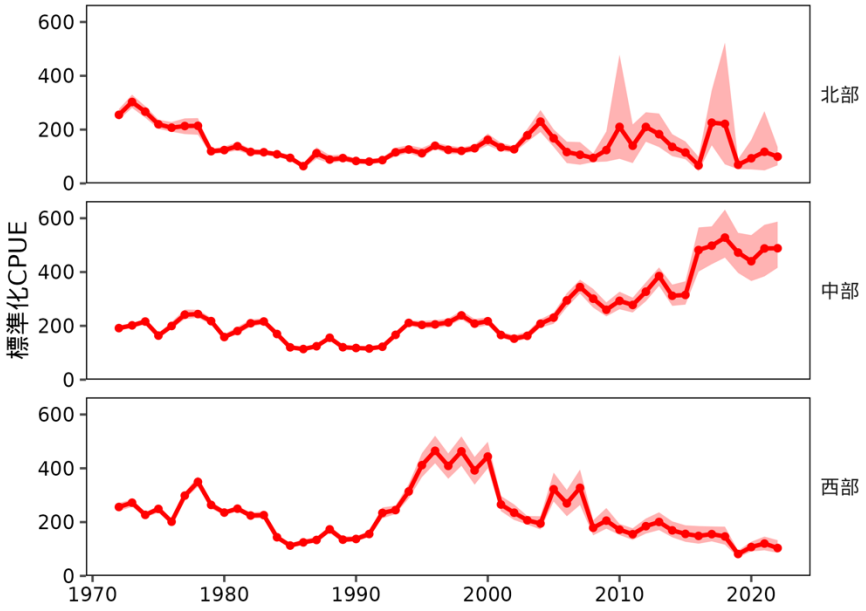
補足図 7-1.　資源評価で用いた小海区（左）と本項で用いた海域（右）



補足図 7-2.　固定効果（単効果）の水準ごとの残差



補足図 7-3.　固定効果（交互作用）の水準ごとの残差



補足図 7-4.　海域別標準化 CPUE