FRA-SA2024-AC075

令和５（2023）年度東シナ海底魚類の資源評価

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（酒井　猛・青沼佳方・五味伸太郎・増渕隆仁）

要　　約

主に以西底びき網漁業によって漁獲される底魚のうち、主な分布域が我が国水域（日中中間水域・日中暫定措置水域・日韓暫定水域を除く我が国 EEZ）外にあるエソ類、ハモ、マナガツオ類、カレイ類（ムシガレイ・メイタガレイ類）の漁獲量および VAST（Vector Autoregressive Spatio-Temporal）モデルにより推定した資源量指数の変動から資源水準を判断した。その結果、エソ類、ハモ、カレイ類の水準は低位、マナガツオ類の水準は中位と判断された。動向は、VAST モデルにより推定された資源量指数の近年の動向から、エソ類、カレイ類を横ばい、マナガツオ類、ハモを増加と判断した。いずれの魚種においても主分布域が我が国水域外にあり、近年の資源の動向には外国漁船の漁獲圧が大きく影響しているものと推測される。現在、日本漁船の漁獲努力量は著しく減少していることから、我が国水域内に分布する資源の状態に応じた漁獲を続けるのが適当である。

	年	資源量	親魚量	漁獲量（トン）	F 値	漁獲割合（%）
エソ類	2018	－	－	156	－	－
	2019	－	－	180	－	－
	2020	－	－	183	－	－
	2021	－	－	257	－	－
	2022	－	－	217	－	－
ハモ	2018	－	－	0	－	－
	2019	－	－	0	－	－
	2020	－	－	0	－	－
	2021	－	－	0	－	－
	2022	－	－	0	－	－
マナガツオ類	2018	－	－	3	－	－
	2019	－	－	2	－	－
	2020	－	－	1	－	－
	2021	－	－	0	－	－
	2022	－	－	1	－	－
カレイ類	2018	－	－	25	－	－
	2019	－	－	22	－	－
	2020	－	－	19	－	－
	2021	－	－	12	－	－
	2022	－	－	8	－	－

魚種	水準	動向
エソ類	低位	横ばい
ハモ	低位	増加
マナガツオ類	中位	増加
カレイ類	低位	横ばい

本件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	以西底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁） 水産統計（韓国海洋水産部、2023 年 5 月） FAO 統計資料（FAO）（FAO Fishery and Aquaculture statistics. Global capture production 1950–2021、http://www.fao.org/fishery/statistics/ software/fishstatj/en、2023 年 6 月） 中国漁業統計年鑑（中国農業農村部）
漁獲量・努力量・資源量指数	以西底びき網漁業漁獲成績報告書（水産庁）
資源量指数	資源量直接推定調査「底魚類現存量調査（東シナ海）」（水研） ・着底トロール 東シナ海底魚類分布生態調査（水研） ・着底トロール
現存量	資源量直接推定調査「底魚類現存量調査（東シナ海）」（水研） ・着底トロール

1. まえがき

東シナ海には多様な底魚類が分布し、同海域の大陸棚上では過去に以西底びき網漁業（以下、「以西」という）によって多種多様な資源が利用されていた。1960～1980 年代に東シナ海上で広く展開していた以西は、1990 年代以降様々な理由により漁場が縮小し、近年は九州西方海域が主漁場となっている。以西の主な対象魚種は、過去にはキグチ、シログチなどのグチ類やタチウオ、ハモなどであったが、近年ではキダイ、マダイ、カイワリなどである。本報告では主に東シナ海大陸棚上に分布するエソ類、ハモ、マナガツオ類、カレイ類について扱う（図 1）。

2. 生態

東シナ海は大部分が 200 m 以浅の大陸棚が占める海域で、極めて多様な漁獲対象種が存在する（山田ほか 2007）。

東シナ海大陸棚に分布する底魚類について、過去、以西や調査船調査などにより多くの情報が入手出来たが、近年では以西の操業海域が九州西方の海域に縮小したことや調査船

で調査可能な時期や海域が限られていることから、多くの魚種について限定的な情報しか入手出来ていない。

本報告で対象とするハモについては主分布域が東シナ海大陸棚上であり、現在、我が国ではこれらの資源の一部を利用しているに過ぎない。また、エソ類はマエソ、クロエソ、ワニエソ、トカゲエソ等を含むが、以西の開始当初に比率の高かったトカゲエソ類は近年ではほとんど漁獲されなくなった。マナガツオ類は、主にマナガツオとコウライマナガツオの 2 種からなり、現在はマナガツオが漁獲の主体と考えられる。カレイ類では、我が国漁船が東シナ海・黄海の全域に出漁していた時代にはヤナギムシガレイ、ムシガレイ、イヌノシタの漁獲が多かったが、現在は以西が九州西方の我が国水域（日中中間水域・日中暫定措置水域・日韓暫定水域を除く我が国 EEZ）内を中心に操業しているため、ヤナギムシガレイとイヌノシタが減少し、メイタガレイとナガレメイタガレイの漁獲が相対的に多くなっている。本報告ではメイタガレイ類（メイタガレイおよびナガレメイタガレイ）とムシガレイをカレイ類とする（各魚種の詳細については補足資料 2 を参照）。

3. 漁業の状況

（1）漁業の概要

東シナ海において本評価対象種は、主に以西によって漁獲される。本漁業はかつて黄海および東シナ海の広域で大規模な操業を展開していたが、1990 年代にかけ縮小し、1996 年以降は東シナ海大陸棚縁辺部、2004 年以降は九州西方の我が国水域（日中中間水域・日中暫定措置水域・日韓暫定水域を除く我が国 EEZ）内が中心となっている（図 2）。以西の主要漁獲対象種も大きく変化し、現在ではキダイやマダイ、カイワリが大きな割合を占め、グチ類やハモの占める割合は小さくなっている（図 3）。また、現在資源管理の一環として夏季休漁が実施されている。

（2）漁獲量の推移

以西の全漁獲量は、1960 年代には 30 万トン以上を維持していたが、1970 年前後に急減し、1970 年前半にはおよそ 20 万トンとなった。その後、1980 年頃までは漁獲量は 20 万トン程度で安定していたが、1980～1990 年代には漸減した。2000～2012 年は 6 千～9 千トン台で推移していたが、以降は 3 千トン台で推移しており、2022 年は 2.9 千トンを漁獲するのみとなっている（図 4、5）。本報告の対象魚種の漁獲量は減少が著しく、2022 年の漁獲量はエソ類が 217 トン、ハモが 0.0 トン、マナガツオ類が 1.0 トン、カレイ類が 7.8 トンであった（図 6、表 1）。

FAO の漁獲統計および中国漁業統計年鑑によると、中国は太平洋北西海域（主に東シナ海、黄海、南シナ海域）で底びき網漁業によりマナガツオ類とハモを漁獲しており、いずれの魚種についても 1990 年代に漁獲量が著しく増加したが、近年の漁獲量はほぼ横ばいとなっている（表 2）。2017～2021 年にはハモ類約 30 万～34 万トン、マナガツオ類約 33 万トンの漁獲が報告されている。その他の評価対象種であるエソ類、カレイ類については正確な漁獲統計は存在しないが、かなりの漁獲量があると考えられる。韓国の漁獲量も我が国に比べ大きく、2022 年にはハモ 14 百トン、マナガツオ類 78 百トン、カレイ類 142 百トンが漁獲された（表 2）。

（3）漁獲努力量

以西の総網数は 1965 年の 78 万網をピークに年々減少し、1995 年には 98 千網、2006 年には 9.4 千網、2021 年には 4.8 千網となった（図 7、8）。

本資源全体の漁獲量はほぼ中国によるものであるが、中国の漁獲努力量の評価を得ることは現時点では困難である。

4. 資源の状態

（1）資源評価の方法

資源評価の流れを補足資料 1 に示す。以西の漁獲成績報告書（エソ類とハモは 1959 年 1 月～2022 年 12 月、マナガツオ類は 1969 年 1 月～2022 年 12 月、カレイ類は 1982 年 1 月～2022 年 12 月）から計算された以西の月別・漁区別 CPUE データおよび 1986～2022 年の調査船（着底トロール）調査（資源量直接推定調査（補足資料 5）および東シナ海底魚資源分布生態調査）による曳網別漁獲量データを用い、VAST（Vector Autoregressive Spatio-Temporal）モデルにより、東シナ海底魚類の資源量指数を推定し、資源水準を検討した。VAST モデルによって得られた資源量指数の直近 5 年間（2018～2022 年）の推移を用いて資源動向を判断した（VAST モデルによる解析については補足資料 3、4 を参照）。

（2）資源の水準・動向

VAST モデルにより推定された資源量指数（各年の資源量指数を解析期間の資源量指数の平均で規格化した値）の最高値と最低値を 3 等分した結果、高位/中位、中位/低位の境界はそれぞれエソ類で 1.95 と 0.99、ハモで 1.47 と 0.80、マナガツオ類で 2.01 と 1.06、カレイ類で 1.95 と 1.05 であり、2022 年の値はエソ類（資源量指数 0.079）、ハモ（資源量指数 0.448）、カレイ類（資源量指数 0.157）で低位、マナガツオ類（資源量指数 1.088）で中位に位置した（図 9、10、11、12）。

動向については、東シナ海大陸棚上における近年の情報が著しく不足していることから東シナ海域全体の傾向を判断することは困難であるが、VAST モデルにより推定された直近 5 年間（2018～2022 年）の資源量指数の推移から、エソ類、カレイ類を横ばい、ハモ、マナガツオ類を増加と判断した（図 13）。

5. 資源管理の方策

本報告で対象とする種は産卵場を含む主分布域が我が国水域（日中中間水域・日中暫定措置水域・日韓暫定水域を除く我が国 EEZ）外に存在する。我が国の漁獲努力が著しく減少している一方、中国と韓国はこれら東シナ海（黄海域を含む）の底魚類を大量に漁獲しており、近年の資源状態への影響は外国漁船によるものが大きいと推察される。一方、我が国の以西の現状の漁獲努力は外国漁船に比べごくわずかであり、本資源評価の対象資源に与える影響は非常に小さいと考えられる。我が国においては実際の分布量に見合った漁獲を継続することを管理目標とすることが妥当である。

これらの資源を適切に管理して有効に利用するためには関係国の協力体制の構築が必要不可欠である。中国では 1990 年代に漁獲量が急増したが、2000 年以降は総漁獲量を削減する努力がなされており、また近年では東シナ海域の夏季休漁制度の制定、漁具規制、

漁獲体長規制などの施策が行われるようになった。また、2021 年より施行されている 5 カ年計画では、海洋漁船漁業の国内生産量を年間 1,000 万トン以内で維持するとしている。日本や韓国と比較して漁獲量の多い中国の漁獲動向が東シナ海底魚類の資源に与える影響は極めて大きいと考えられるため、これらの施策による管理効果が期待される。

6. 引用文献

山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次 (2007) 「東シナ海・黄海の魚類誌」. 東海大学出版会, 東京, 1262 pp.

図 1.　本報告で扱う東シナ海底魚類の分布域

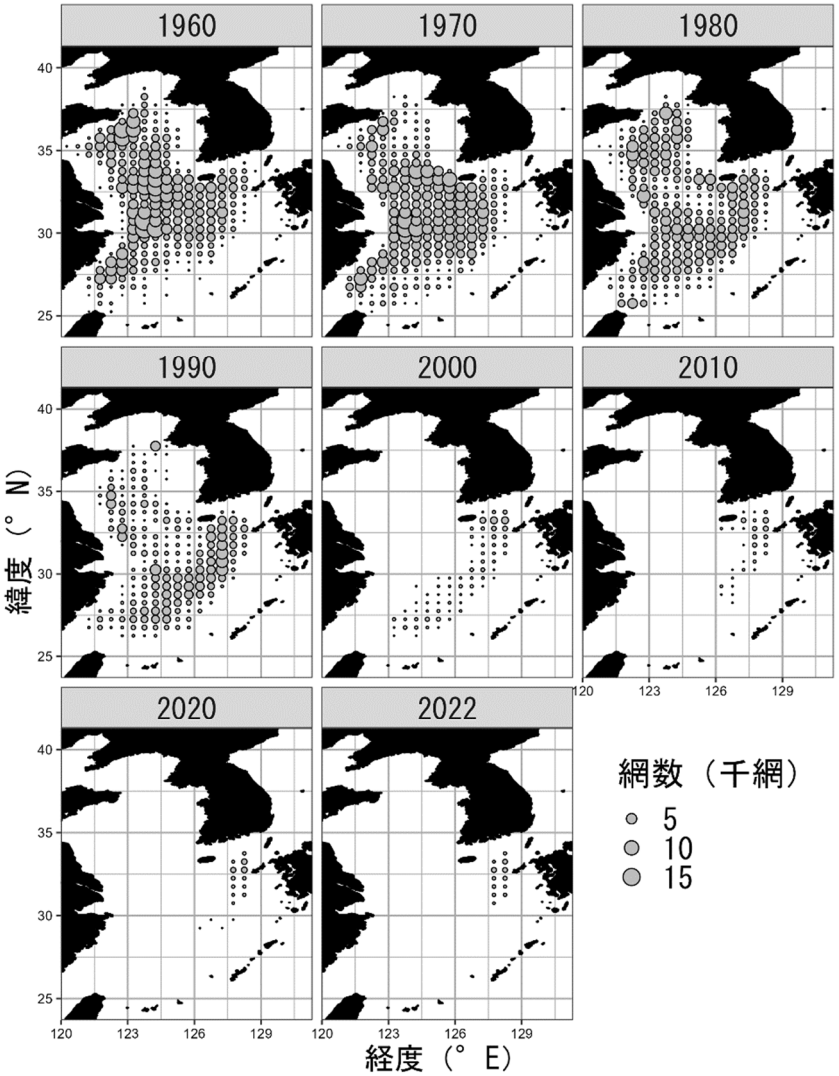


図 2.　以西（2 そうびき）における網数の分布

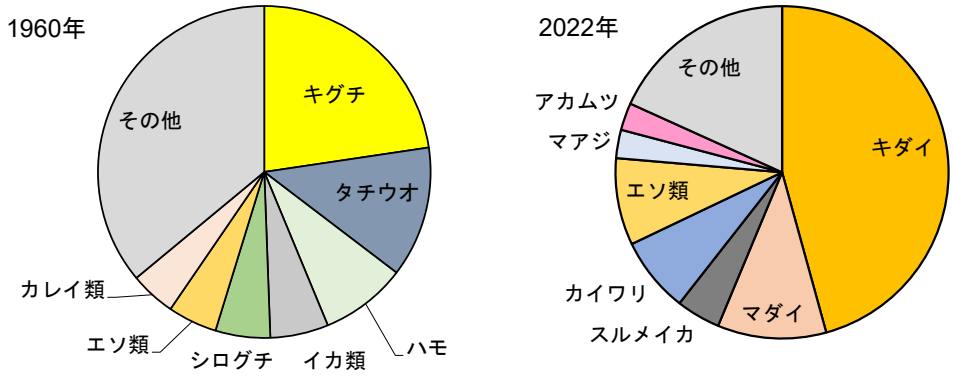


図 3.　以西（2 そうびき）の主要漁獲対象種の重量割合の年別比較

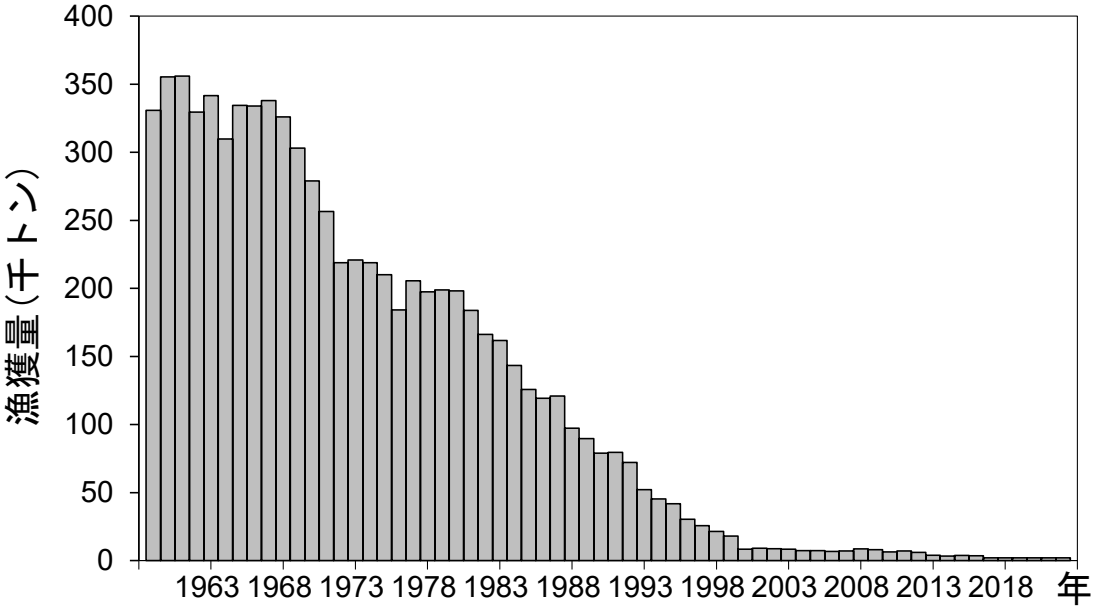


図 4.　以西（2 そうびき）の漁獲量（1959～2022 年）

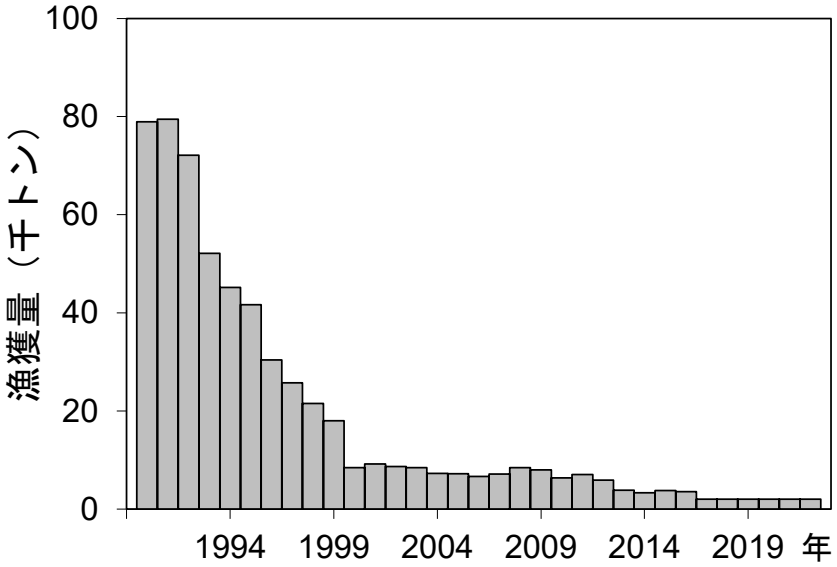


図 5.　以西（2 そうびき）の漁獲量（1990 年以降）

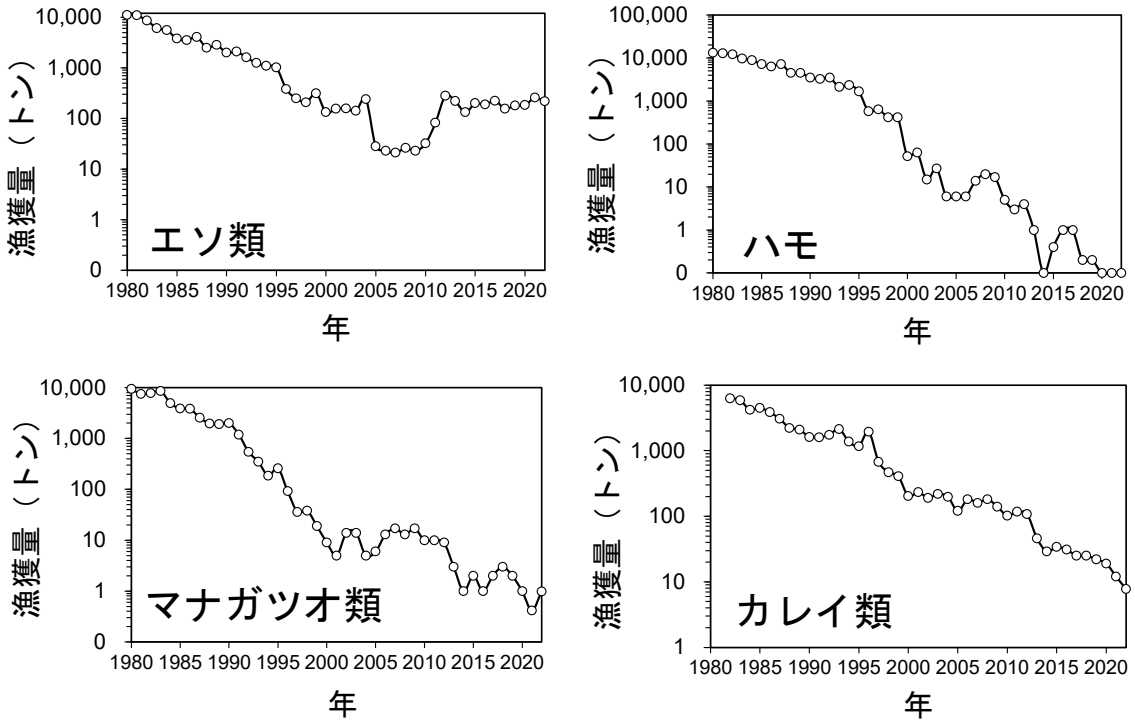


図 6.　以西（2 そうびき）によるエソ類、ハモ、マナガツオ類、カレイ類の漁獲量（対数軸）

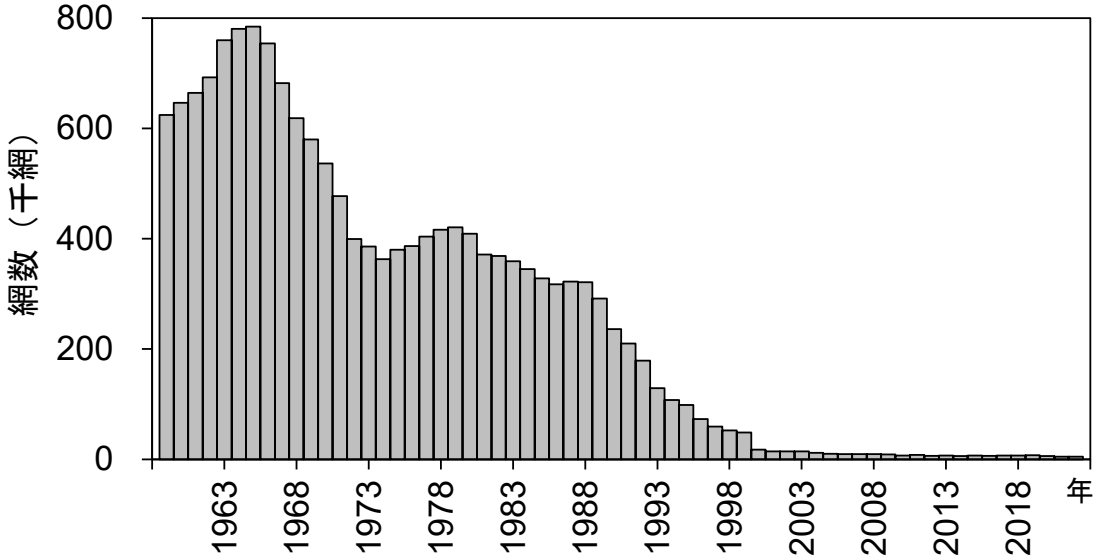


図 7.　以西の漁獲努力量（1959～2022 年）

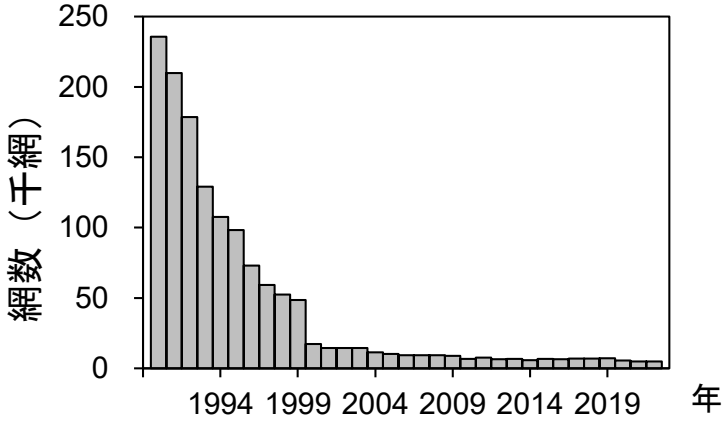


図 8.　以西の漁獲努力量（1990～2022 年）

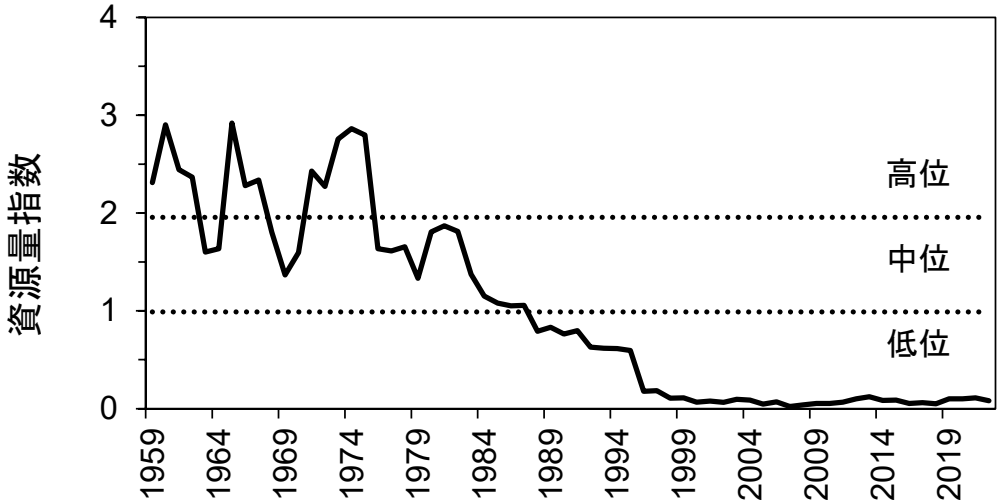


図 9.　エソ類の資源量指数の推移（解析に用いた期間の平均値で規格化した値）と水準区分

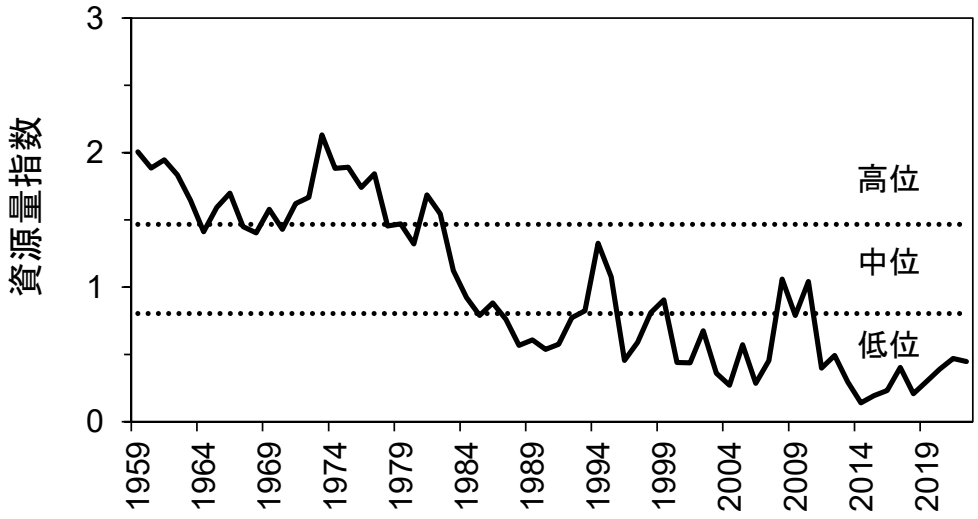


図 10.　ハモの資源量指数の推移（解析に用いた期間の平均値で規格化した値）と水準区分

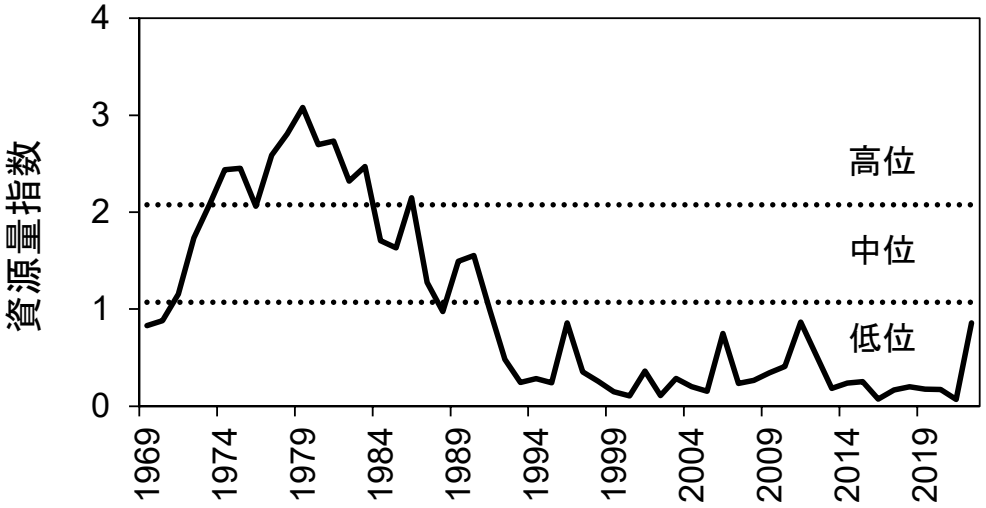


図 11.　マナガツオ類の資源量指数の推移（解析に用いた期間の平均値で規格化した値）と水準区分

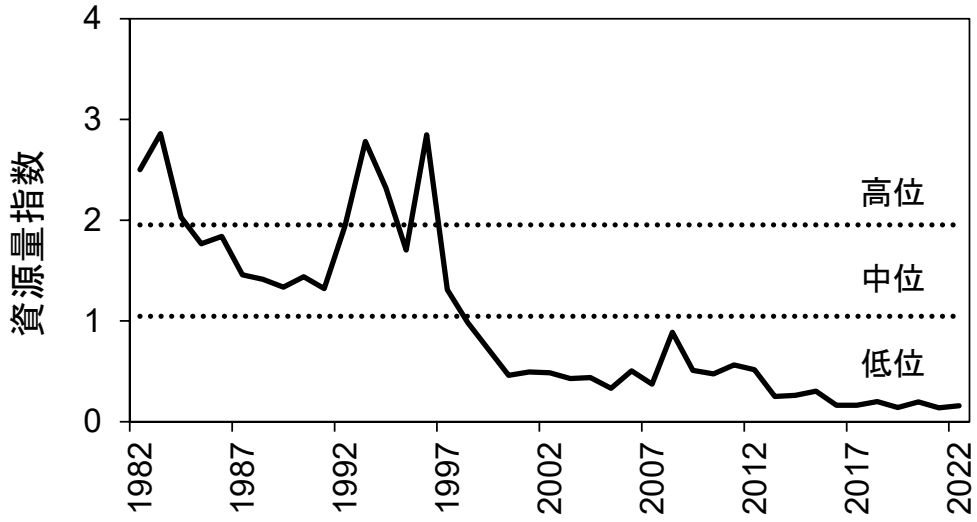


図 12.　カレイ類の資源量指数の推移（解析に用いた期間の平均値で規格化した値）と水準区分

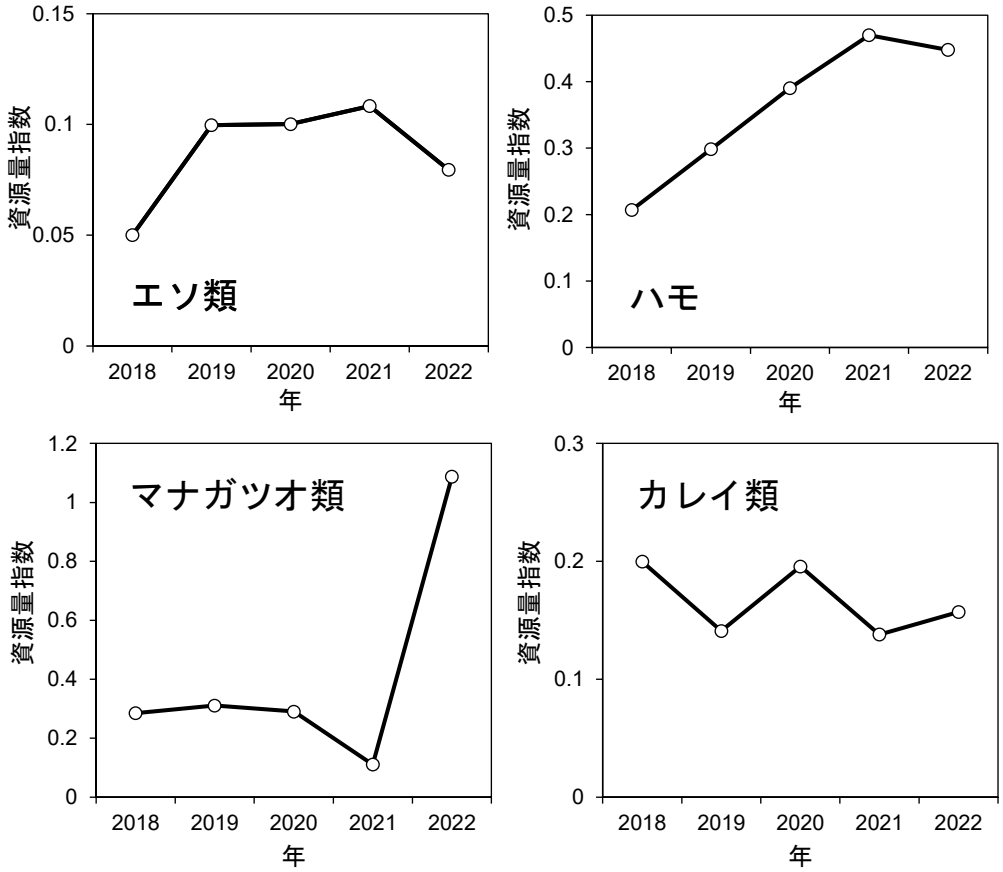


図 13.　直近 5 年間（2018～2022 年）の我が国 EEZ におけるエソ類、ハモ、マナガツオ類、カレイ類の資源量指数（それぞれの魚種の解析に用いた期間の平均値で規格化した値）

表 1.　以西（2 そうびき）による東シナ海底魚類の漁獲量（トン）

年	エソ類	ハモ	マナガツオ類	カレイ類
1980	11,082	13,393	9,493	―
1981	10,835	12,930	7,502	―
1982	8,585	12,183	7,825	6,253
1983	6,063	9,797	8,606	5,894
1984	5,529	8,960	4,932	4,190
1985	3,783	7,229	3,892	4,493
1986	3,499	6,370	3,824	3,847
1987	4,065	7,279	2,567	3,056
1988	2,488	4,551	1,968	2,215
1989	2,822	4,525	1,917	2,090
1990	1,982	3,526	2,005	1,617
1991	2,088	3,284	1,194	1,602
1992	1,601	3,498	547	1,739
1993	1,245	2,127	349	2,129
1994	1,090	2,363	186	1,373
1995	1,015	1,688	260	1,167
1996	379	582	92	1,933
1997	248	645	36	674
1998	208	421	38	467
1999	313	419	19	407
2000	132	52	9	202
2001	155	64	5	234
2002	157	15	14	190
2003	141	27	14	218
2004	240	6	5	198
2005	28	6	6	120
2006	23	6	13	182
2007	21	14	17	160
2008	26	20	13	182
2009	23	17	17	140
2010	32	5	10	102
2011	82	3	10	117
2012	281	4	9	108
2013	219	1	3	46
2014	132	0	1	29
2015	199	0	2	34
2016	189	1	1	31
2017	223	1	2	25
2018	156	0	3	25
2019	180	0	2	22
2020	183	0	1	19
2021	257	0	0	12
2022	217	0	1	8

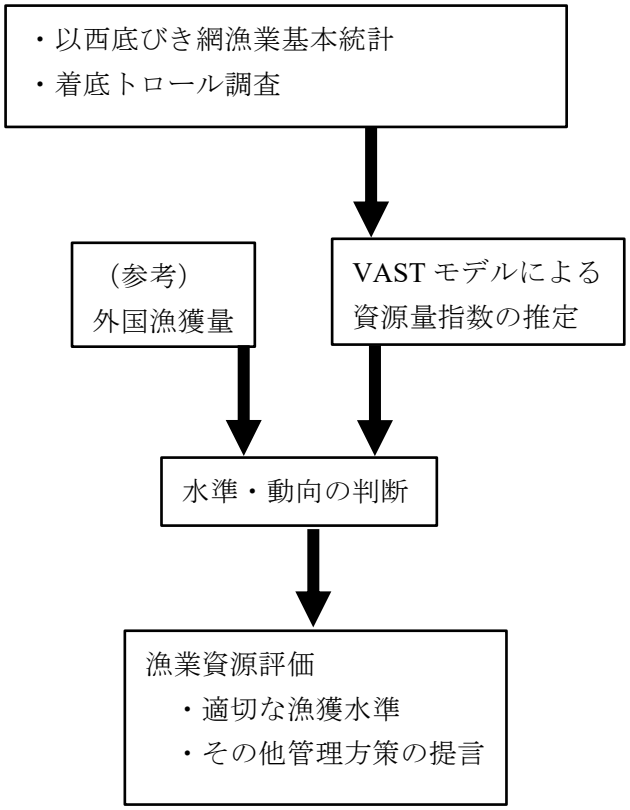
表 2.　中国・韓国における東シナ海底魚類の漁獲量

	中国（万トン）		韓国（百トン）			
年	ハモ	マナガツオ類	エソ類	ハモ	マナガツオ類	カレイ類
1989	5	7	1.1	31	85	159
1990	7	8	0.6	27	104	132
1991	8	9	1.0	31	102	131
1992	9	7	1.4	26	89	146
1993	11	12	1.3	38	81	135
1994	14	14	3.0	22	98	133
1995	15	21	2.1	16	109	137
1996	18	22	1.6	14	95	181
1997	17	22	2.1	25	108	181
1998	21	27	2.2	15	132	201
1999	20	29	0.4	19	152	196
2000	19	29	8.0	19	78	154
2001	21	30	7.6	11	68	145
2002	22	33	0.3	9	62	138
2003	25	32	6.4	8	75	131
2004	27	33	0.3	8	93	120
2005	25	35	0.8	8	114	153
2006	34	34	0.2	7	139	199
2007	30	34	3.5	11	95	243
2008	32	37	1.0	13	81	203
2009	34	37	2.8	17	59	197
2010	34	36	－	14	89	201
2011	36	36	－	12	66	200
2012	36	34	－	13	50	199
2013	37	32	－	9	54	182
2014	38	33	－	12	34	187
2015	39	35	－	14	33	149
2016	38	33	－	15	48	118
2017	34	33	－	11	59	116
2018	33	33	－	10	82	123
2019	31	33	－	10	87	147
2020	31	33	－	12	76	164
2021	30	33	－	12	82	177
2022	－	－	－	14	78	142

中国の漁獲量は、現時点では FAO、中国漁業統計年鑑ともに 2021 年までしか集計されていない。また、韓国のエソ類の漁獲量は 2010 年以降集計されていない。

補足資料１　資源評価の流れ

使用したデータと資源評価の関係を以下に示す。



補足資料２　東シナ海底魚類の生態について

エソ科魚類の多くはインド・太平洋の暖海域に広く分布しており、いずれの種も魚類を主要な餌料としている。東シナ海ではマエソ属のマエソ、トカゲエソ（コウカイトカゲエソ）、クロエソ、ワニエソ等が以西の対象魚種となっていたが、コウカイトカゲエソは東シナ海水域での分布域が北偏しているため､近年ではほとんど漁獲されない(補足図 2-1)。マエソとクロエソは過去同種として扱われており、その分布域は東シナ海水域では九州西岸から台湾北部に至る大陸棚上であるとされてきたが、マエソは 100 m 以浅、クロエソは 100 m 以深の砂泥底を主分布域とする別種であることが明らかとなった。マエソは特に東シナ海南部で多獲され、これらの群は中国大陸沿岸域で 5～6 月頃産卵すると考えられている。瀬戸内海の個体では雄は 1 年で 18 cm、2 年で 23 cm、3 年で 29 cm、雌は 1 年で 20 cm、2 年で 25 cm、3 年で 31 cm に成長する（多々良 1965）。クロエソは主として大陸棚縁辺部に分布し、雄は 1 年で 13 cm、2 年で 17 cm、3 年で 21 cm、4 年で 24 cm、5 年で 29 cm、雌は 1 年で 13 cm、2 年で 18 cm、3 年で 23 cm、4 年で 27 cm、5 年で 30 cm に成長する（Yoneda et al. 2002）。主産卵期は 6～9 月である（酒井ほか 2010）。ワニエソは東シナ海域では主に北緯 30～31 度以南の中部から南部および台湾海峡に分布する。雄は 1 年で 17 cm、2 年で 25 cm、3 年で 31 cm、4 年で 35 cm、5 年で 38 cm、6 年で 40 cm、雌は 1 年で 19 cm、2 年で 30 cm、3 年で 39 cm、4 年で 46 cm、5 年で 51 cm、6 年で 55 cm に成長する（濱田 1986）。主産卵期は 4～6 月である（山田 1968）。

ハモはインド洋から西部太平洋の暖海域に広く分布する（補足図 2-2）。東シナ海では大陸棚上の中国側に主に分布しており、秋から冬は揚子江河口付近のバーレン沖合水域、春は温州湾南岸域に南下し、その後中国大陸沿岸に沿って北上する季節回遊を行う。晩夏から秋には沖合域に移動し、バーレン東方沖合に移動するが、一部は大陸沿岸をさらに北上して、その後東シナ海中央部へ南下する（大滝 1964）。成長は雌雄で異なり、雌の頭胴長は 2 年で 11 cm、5 年で 29 cm、10 年で 47 cm、雄は 2 年で 11 cm、5 年で 25 cm、10 年で 35 cm に成長する。成熟年齢は資源の減少と共に若齢化が進み近年では 8 歳程度でほぼすべての個体が成熟している（山田ほか 2007）。主にエビ・カニ類、魚類、イカ・タコ類を捕食する（岡田 1970）。

マナガツオ、コウライマナガツオとも東シナ海全域に分布するが、前者は北緯 30 度以南に、後者は以北に多い。両種とも越冬のため沖合域に移動する（補足図 2-3）。両種ともアミ類、端脚類、橈脚類、多毛類、サルパ類を捕食する。コウライマナガツオは、1 年で尾叉長が雄 11.1 cm、雌 12.3 cm、2 年で雄 15.3 cm、雌 17 cm、3 年で雄 18.5 cm、雌 20.6 cm、4 年で雄 21 cm､雌 23.3 cm､5 年で雄 23 cm､雌 25.4 cm に成長する（西海区水産研究所 1986、Roitana ほか 2000、山田ほか 2007）。

ムシガレイは東シナ海およびその周辺海域では黄海から韓国沿岸を経て東シナ海中部、メイタガレイは済州島南部～東シナ海北部、ナガレメイタガレイは東シナ海陸棚縁辺部に分布する（補足図 2-4）。メイタガレイの成長は雄より雌の方がわずかによく、雄が全長 27 cm、雌が 29 cm 前後に達する。本種は 1 年で全長 10～11 cm、2 年で 17 cm、3 年で 21 cm、4 年で 24 cm となる（ムシガレイの成長についてはムシガレイ日本海南西部系群の資源評

価を参照）。ムシガレイはオキアミ類、アミ類を主体に、メイタガレイはベントス（多毛類、貝類）を主体に捕食する（西海区水産研究研 1986、中坊 1993、山田ほか 2007）。

引用文献

濱田律子 (1986) 東シナ海ワニエソの年齢と成長. 西海水研報告, **63**, 49-59.

中坊徹次 (1993) 「日本産魚類検索」. 東海大学出版会, 東京, 1474 pp.

岡田啓介 (1970) 東シナ海に生息するハモの摂餌生態について 2・3 の考察. 西海水研報告, **32**, 59-123.

大滝英夫 (1964) 東シナ海・黄海産ハモの漁業生物学的研究. 西海水研報告, **38**, 131-146.

Roitana, B.・原　高志・赤木武之・多部田修 (2000) 東シナ海・黄海産コウライマナガツオの生物特性. 平成 11 年度日本近海シェアドストック管理調査委託事業報告書, 水産庁, 96-120.

酒井　猛, 米田道夫, 時村宗春, 堀川博史, 松山倫也 (2010) 東シナ海クロエソ *Saurida umeyoshii* の成熟と産卵. 日水誌, **76**, 1-9.

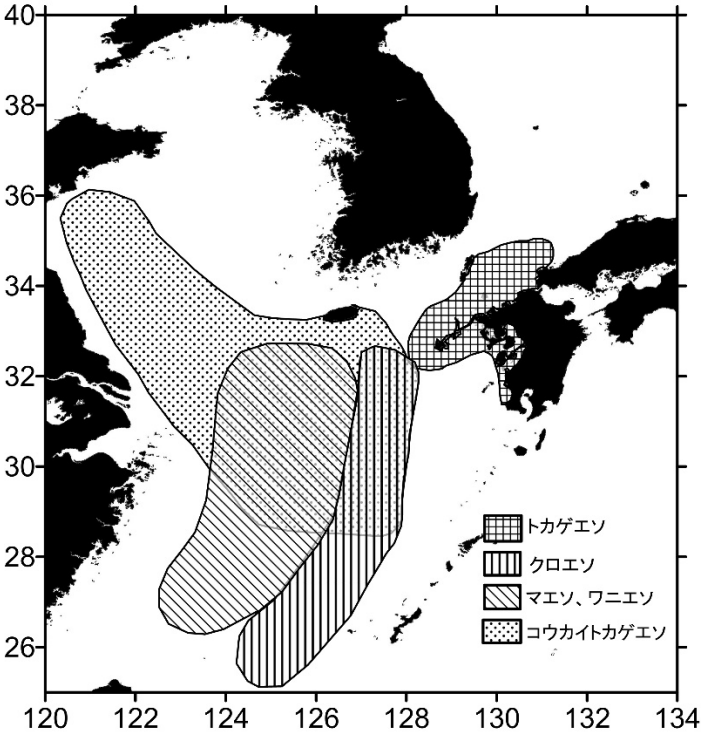
西海区水産研究所 (1986) 「東シナ海・黄海のさかな」. 水産庁西海区水産研究所, 長崎, 501 pp.

多々良薫 (1965) 瀬戸内海におけるマエソの資源生物学的研究. 内海水研報告, **22**, 1-6.

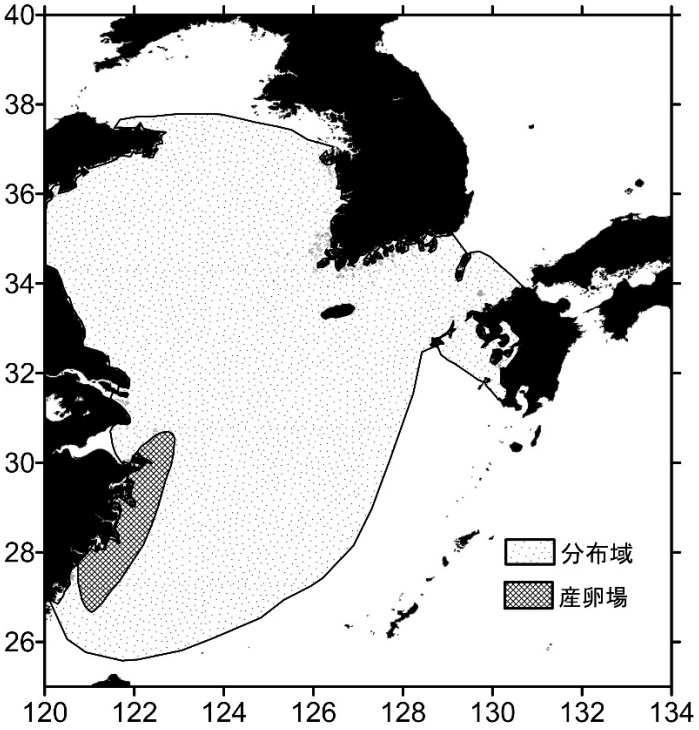
山田梅芳 (1968) 東シナ海に生息するワニエソの生殖生態について. 西海水研報告, **36**, 21-37.

山田梅芳・時村宗春・堀川博史・中坊徹次 (2007) 「東シナ海・黄海の魚類誌」. 東海大学出版会, 東京, 1262 pp.

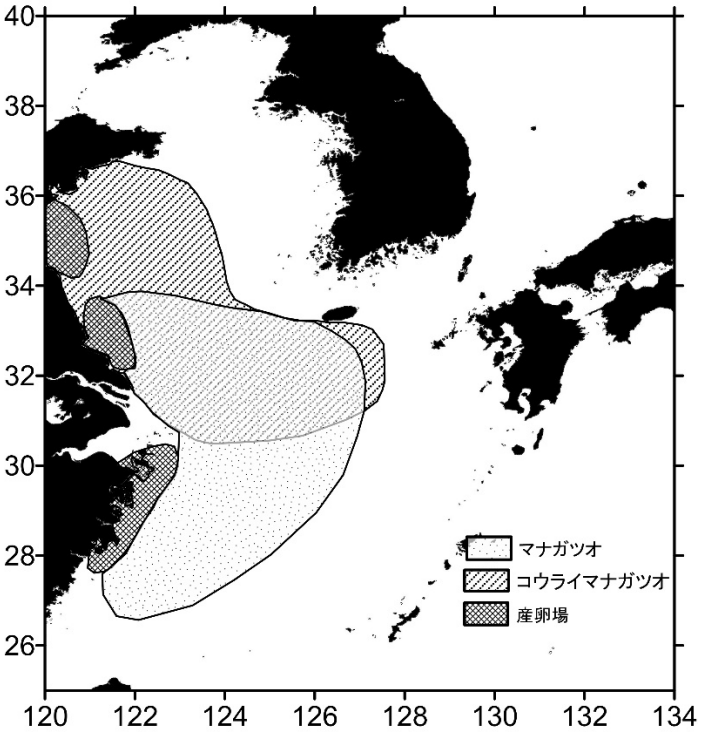
Yoneda, M, T. Sakai, M. Tokimura, H. Horikawa and M. Matsuyama (2002) Age and growth of the lizardfish *Saurida* sp. 1 in the East China Sea using otolith ring marks. Fish. Res, **55**, 231-238.



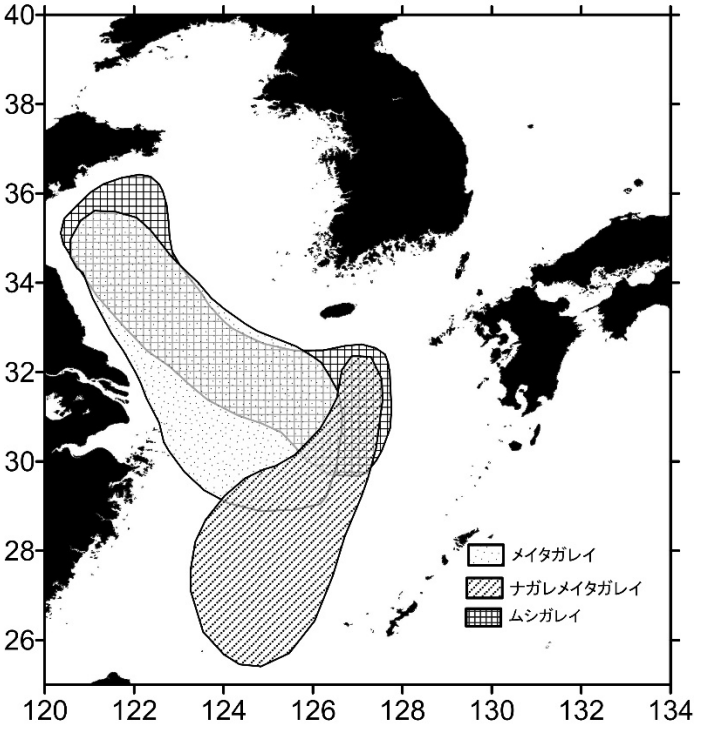
補足図 2-1.　エソ類の分布域・産卵場



補足図 2-2.　ハモの分布域・産卵場



補足図 2-3.　マナガツオ類の分布域・産卵場



補足図 2-4.　カレイ類の分布域・産卵場

補足図 2-1、2-2、2-3、2-4 の分布域・産卵場については主に東シナ海大陸棚上について示した。

補足資料３　VAST（Vector Autoregressive Spatio-Temporal）モデルを用いた資源量指数の推定

以西は周辺国との競合や資源状態の悪化のため、漁場の縮小が著しい漁業であり（図 2）、漁業データの空間的欠損を補うような CPUE 標準化手法が求められる。このため、本資源評価単位については多変量自己回帰状態空間モデル（Multivariate Auto-Regressive State-Space（MARSS）モデル）を用いて資源量指数を算出し、資源水準・動向の判断に用いてきた。ただし MARSS は基本的にゼロキャッチを扱えないなどの欠点もあり、本年度評価では VAST（Vector Autoregressive Spatio-Temporal）モデル（Thorson and Barnett 2017）を用いた時空間統計モデルにより資源量指数を推定した。

魚種ごとの標準化 CPUE（資源量指数）の推定には、漁獲成績報告書から計算された以西の月別・漁区（30 分枡目）別 CPUE データ（エソ類とハモは 1959 年 1 月～2022 年 12 月、マナガツオ類は 1969 年 1 月～2022 年 12 月、カレイ類は 1982 年 1 月～2022 年 12 月）および 1986～2022 年の調査船（着底トロール）調査（資源量直接推定調査および東シナ海底魚資源分布生態調査）による曳網別漁獲量データを用いた。VAST モデルによる資源量指数の推定の詳細、モデル診断結果などはドキュメント（FRA-SA2023 RC02-114）参照。

推定されたエソ類の資源量指数は、1976～1996 年に大幅な低下が見られた後、2022 年まで低い値で推移している（補足図 3-1、補足表 3-1）。ハモについては、年による変動が著しいが、1980 年代から 2000 年代にかけて低下し、2008～2010 年にやや高い値を示したものの、2011 年以降は低い値で推移している（補足図 3-2、補足表 3-1）。マナガツオ類の資源量指数は、1979 年に高い値を示した後低下し、1992 年以降は概ね低い値で推移しているが、1996、2006、2011、2022 年にはやや高い値が見られた（補足図 3-3、補足表 3-2）。カレイ類は、1980 年代終わりに急低下したが、その後いったん上昇が見られた。1997 年以後は低い値で推移している（補足図 3-4、補足表 3-2）。

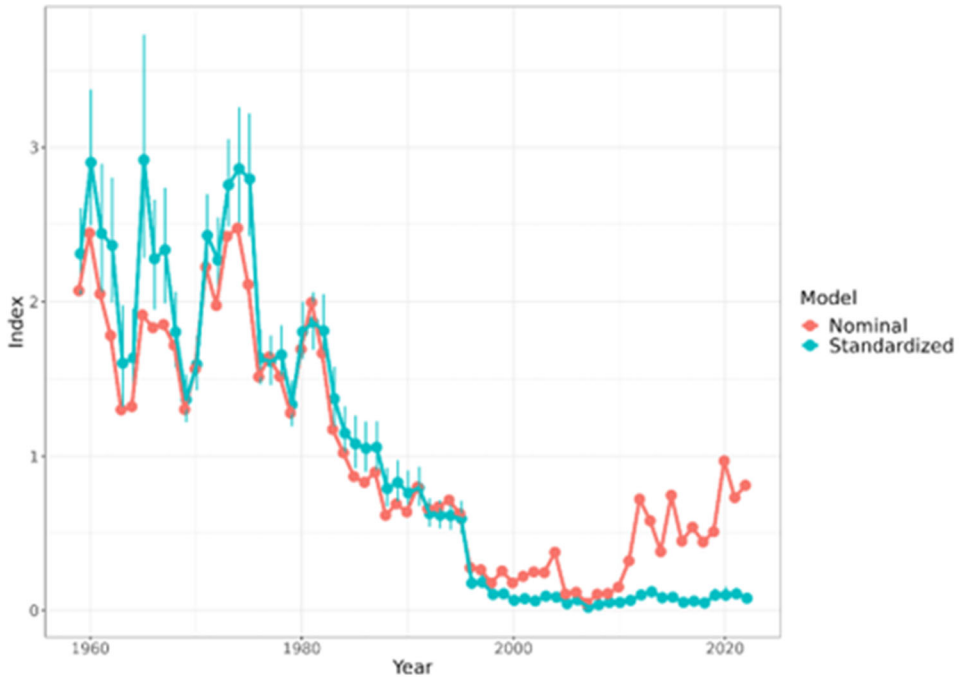
引用文献

Thorson, J. T. (2017) Three problems with the conventional delta-model for biomass sampling data, and a computationally efficient alternative. Can. J. Fish. Aquat. Sci., **75**, 1369-1382.

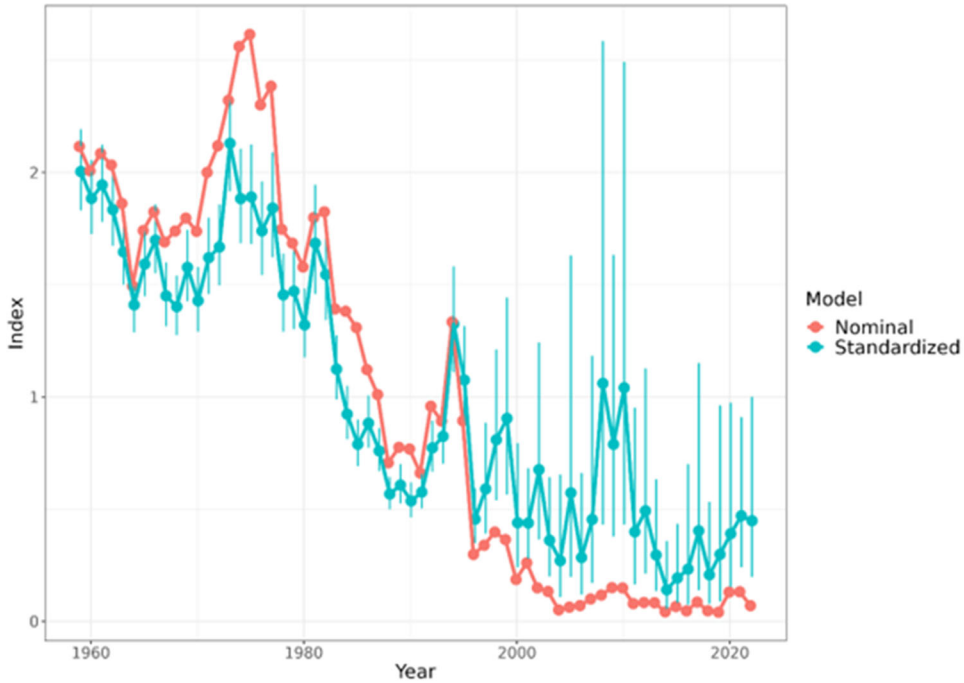
Thorson, J. T. and L. A. K. Barnett (2017) Comparing estimates of abundance trends and distribution shifts using single- multispecies models of fishes and biogenic habitat. ICES J. Mar. Sci. **74**, 1311-1321.

Thorson, J. T. (2019) Guidance for decisions using the Vector Autoregressive Spatio - Temporal (VAST) package in stock, ecosystem, habitat and climate assessments. Fish. Res., **210**, 143-161.

Thorson, J. T. and K. Kristensen (2016) Implementing a generic method for bias correction in statistical models using random effects, with spatial and population dynamics examples. Fish. Res., **175**, 66-74.

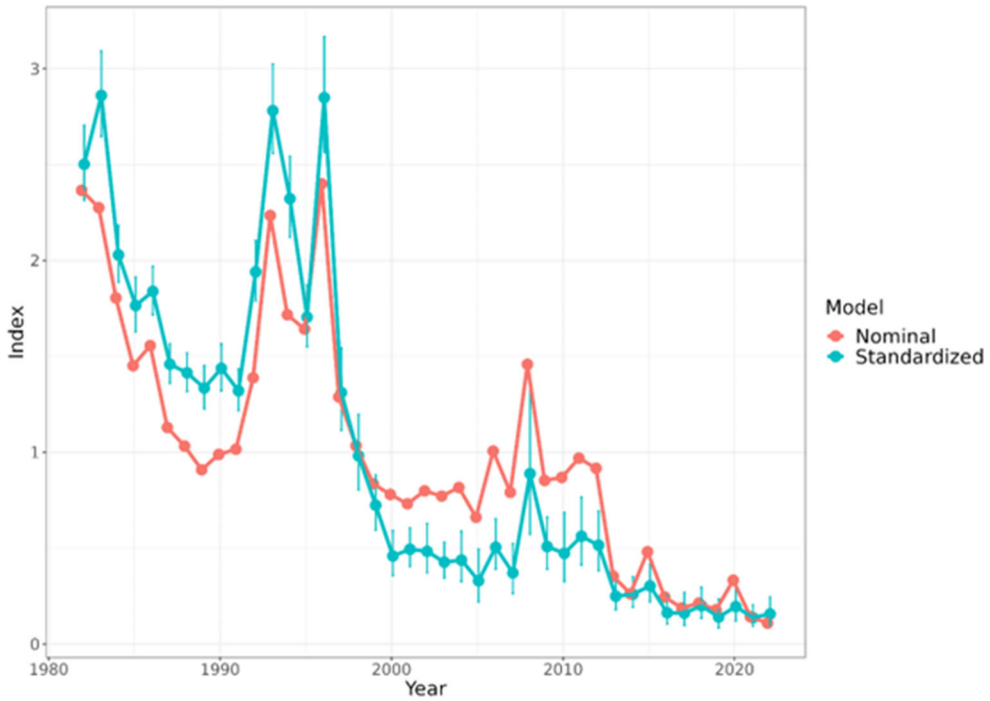


補足図 3-1.　エソ類のノミナル CPUE（Nominal）と資源量指数（Standardized）の推移。
バーは 95%信頼区間。



補足図 3-2.　ハモのノミナル CPUE（Nominal）と資源量指数（Standardized）の推移。
バーは 95%信頼区間。

補足図 3-3.　マナガツオ類のノミナル CPUE（Nominal）と資源量指数（Standardized）の推移　バーは 95%信頼区間。



補足図 3-4.　カレイ類のノミナル CPUE（Nominal）と資源量指数（Standardized）の推移　バーは 95%信頼区間。

補足表 3-1.　エソ類およびハモの資源量指数

年	エソ類					ハモ				
	資源量指数	95%信頼区間				資源量指数	95%信頼区間			
1959	2.311	2.054	-	2.601		2.004	1.835	-	2.189	
1960	2.903	2.501	-	3.370		1.885	1.730	-	2.053	
1961	2.443	2.066	-	2.889		1.945	1.784	-	2.121	
1962	2.366	1.998	-	2.800		1.835	1.677	-	2.007	
1963	1.602	1.302	-	1.972		1.646	1.505	-	1.801	
1964	1.636	1.371	-	1.953		1.410	1.291	-	1.541	
1965	2.920	2.288	-	3.725		1.592	1.452	-	1.746	
1966	2.279	1.955	-	2.658		1.698	1.556	-	1.854	
1967	2.337	1.997	-	2.735		1.451	1.319	-	1.596	
1968	1.805	1.579	-	2.062		1.402	1.280	-	1.537	
1969	1.367	1.226	-	1.523		1.578	1.430	-	1.741	
1970	1.595	1.434	-	1.775		1.429	1.295	-	1.577	
1971	2.430	2.193	-	2.692		1.620	1.462	-	1.796	
1972	2.271	2.029	-	2.542		1.668	1.501	-	1.854	
1973	2.757	2.495	-	3.048		2.130	1.921	-	2.362	
1974	2.863	2.518	-	3.255		1.884	1.689	-	2.101	
1975	2.796	2.431	-	3.216		1.891	1.686	-	2.121	
1976	1.635	1.470	-	1.818		1.740	1.547	-	1.957	
1977	1.613	1.466	-	1.776		1.842	1.626	-	2.087	
1978	1.657	1.490	-	1.842		1.455	1.294	-	1.635	
1979	1.334	1.198	-	1.485		1.471	1.306	-	1.657	
1980	1.806	1.634	-	1.996		1.321	1.179	-	1.480	
1981	1.868	1.697	-	2.058		1.685	1.462	-	1.942	
1982	1.812	1.607	-	2.043		1.545	1.346	-	1.773	
1983	1.372	1.196	-	1.574		1.123	0.992	-	1.272	
1984	1.149	1.002	-	1.319		0.923	0.815	-	1.046	
1985	1.080	0.927	-	1.259		0.789	0.695	-	0.895	
1986	1.051	0.905	-	1.220		0.883	0.778	-	1.003	
1987	1.058	0.915	-	1.222		0.760	0.673	-	0.857	
1988	0.790	0.678	-	0.920		0.567	0.503	-	0.640	
1989	0.830	0.711	-	0.969		0.607	0.529	-	0.697	
1990	0.761	0.643	-	0.901		0.536	0.467	-	0.615	
1991	0.795	0.683	-	0.927		0.576	0.507	-	0.654	
1992	0.629	0.547	-	0.723		0.773	0.671	-	0.890	
1993	0.618	0.538	-	0.709		0.824	0.706	-	0.962	

補足表 3-1.　エソ類およびハモの資源量指数（つづき）

年	エソ類					ハモ				
	資源量指数	95%信頼区間				資源量指数	95%信頼区間			
1994	0.615	0.528	-	0.716		1.325	1.113	-	0.716	
1995	0.595	0.502	-	0.706		1.075	0.881	-	0.706	
1996	0.177	0.143	-	0.220		0.455	0.352	-	0.220	
1997	0.184	0.147	-	0.230		0.590	0.395	-	0.230	
1998	0.105	0.085	-	0.129		0.809	0.542	-	0.129	
1999	0.109	0.089	-	0.133		0.904	0.568	-	0.133	
2000	0.066	0.053	-	0.084		0.439	0.244	-	0.084	
2001	0.077	0.064	-	0.093		0.438	0.283	-	0.093	
2002	0.063	0.049	-	0.080		0.676	0.369	-	0.080	
2003	0.093	0.072	-	0.121		0.361	0.204	-	0.121	
2004	0.087	0.068	-	0.111		0.270	0.112	-	0.111	
2005	0.045	0.031	-	0.067		0.572	0.201	-	0.067	
2006	0.069	0.051	-	0.092		0.284	0.123	-	0.092	
2007	0.022	0.014	-	0.033		0.454	0.175	-	0.033	
2008	0.038	0.024	-	0.060		1.060	0.435	-	0.060	
2009	0.052	0.041	-	0.067		0.789	0.382	-	0.067	
2010	0.053	0.038	-	0.073		1.041	0.435	-	0.073	
2011	0.066	0.053	-	0.082		0.399	0.168	-	0.082	
2012	0.101	0.081	-	0.126		0.492	0.216	-	0.126	
2013	0.121	0.099	-	0.148		0.295	0.138	-	0.148	
2014	0.083	0.069	-	0.101		0.140	0.056	-	0.101	
2015	0.086	0.069	-	0.108		0.193	0.086	-	0.108	
2016	0.053	0.040	-	0.071		0.233	0.078	-	0.071	
2017	0.061	0.047	-	0.080		0.403	0.142	-	0.080	
2018	0.050	0.039	-	0.064		0.207	0.081	-	0.064	
2019	0.100	0.072	-	0.139		0.298	0.093	-	0.139	
2020	0.100	0.066	-	0.151		0.390	0.157	-	0.151	
2021	0.108	0.083	-	0.141		0.470	0.244	-	0.141	
2022	0.079	0.061	-	0.103		0.448	0.201	-	0.103	

補足表 3-2.　マナガツオ類およびカレイ類の資源量指数

	マナガツオ類		カレイ類	
年	資源量指数	95%信頼区間	資源量指数	95%信頼区間
1969	0.793	0.708 - 0.889	―	
1970	0.842	0.753 - 0.942	―	
1971	1.089	0.969 - 1.225	―	
1972	1.645	1.455 - 1.859	―	
1973	1.985	1.757 - 2.243	―	
1974	2.312	2.016 - 2.651	―	
1975	2.315	2.000 - 2.681	―	
1976	1.965	1.722 - 2.243	―	
1977	2.475	2.151 - 2.847	―	
1978	2.703	2.352 - 3.106	―	
1979	2.954	2.594 - 3.365	―	
1980	2.622	2.232 - 3.079	―	
1981	2.647	2.280 - 3.074	―	
1982	2.242	1.911 - 2.631	2.502	2.314 - 2.705
1983	2.379	1.960 - 2.888	2.861	2.646 - 3.092
1984	1.642	1.416 - 1.904	2.029	1.886 - 2.183
1985	1.568	1.343 - 1.831	1.765	1.628 - 1.913
1986	2.014	1.709 - 2.373	1.839	1.717 - 1.969
1987	1.210	1.044 - 1.403	1.459	1.360 - 1.565
1988	0.930	0.792 - 1.092	1.414	1.317 - 1.518
1989	1.392	1.149 - 1.686	1.335	1.226 - 1.453
1990	1.412	1.149 - 1.735	1.437	1.321 - 1.564
1991	0.940	0.783 - 1.129	1.320	1.216 - 1.433
1992	0.457	0.384 - 0.544	1.940	1.790 - 2.103
1993	0.236	0.190 - 0.293	2.781	2.558 - 3.024
1994	0.276	0.218 - 0.348	2.322	2.120 - 2.543
1995	0.241	0.192 - 0.303	1.704	1.551 - 1.873
1996	0.849	0.556 - 1.297	2.849	2.563 - 3.167
1997	0.347	0.204 - 0.588	1.311	1.114 - 1.543
1998	0.251	0.154 - 0.408	0.981	0.804 - 1.198
1999	0.177	0.086 - 0.367	0.724	0.594 - 0.882
2000	0.137	0.060 - 0.311	0.459	0.357 - 0.591
2001	0.366	0.223 - 0.601	0.494	0.403 - 0.606
2002	0.157	0.060 - 0.411	0.483	0.371 - 0.630
2003	0.328	0.190 - 0.569	0.427	0.344 - 0.531

補足表 3-2.　マナガツオ類およびカレイ類の資源量指数（つづき）

	マナガツオ類				カレイ類			
年	資源量指数	95%信頼区間			資源量指数	95%信頼区間		
2004	0.230	0.106	-	0.498	0.438	0.326	-	0.588
2005	0.245	0.070	-	0.854	0.330	0.220	-	0.495
2006	0.819	0.392	-	1.707	0.505	0.390	-	0.653
2007	0.318	0.133	-	0.756	0.371	0.264	-	0.523
2008	0.424	0.130	-	1.378	0.889	0.573	-	1.379
2009	0.413	0.186	-	0.918	0.508	0.391	-	0.661
2010	0.579	0.225	-	1.490	0.473	0.326	-	0.686
2011	1.144	0.487	-	2.689	0.562	0.413	-	0.766
2012	0.548	0.270	-	1.116	0.515	0.382	-	0.695
2013	0.217	0.099	-	0.476	0.250	0.180	-	0.347
2014	0.334	0.159	-	0.701	0.260	0.193	-	0.351
2015	0.344	0.155	-	0.766	0.303	0.220	-	0.418
2016	0.127	0.045	-	0.358	0.163	0.106	-	0.252
2017	0.277	0.111	-	0.692	0.162	0.097	-	0.269
2018	0.285	0.123	-	0.658	0.200	0.135	-	0.296
2019	0.311	0.114	-	0.850	0.141	0.084	-	0.235
2020	0.290	0.103	-	0.816	0.196	0.121	-	0.316
2021	0.111	0.043	-	0.288	0.138	0.094	-	0.203
2022	1.088	0.527	-	2.245	0.157	0.101	-	0.245

補足資料４　推定に用いたモデル（VAST、MARSS）による資源量指数の比較

東シナ海底魚類評価対象種（エソ類、ハモ、マナガツオ類、カレイ類）の資源量指数の算出について、2022 年度評価まで用いられていた Multivariate Auto-Regressive State-Space（MARSS）モデル（Zhu et al. 2017、Zhu et al. 2018）（令和 4（2022）年度東シナ海底魚類の資源評価を参照）によって推定された資源量指数（補足図 4-1）と、今年度評価に使用した VAST モデルによって推定された資源量指数を比較した（補足図 4-2）。全ての魚種で推定期間の当初付近は高い値が見られるが､その後時期の違いはあるものの著しく低下し、顕著な回復は見られていないという点では傾向は一致していると言える。また、いずれの魚種についても、概ね直近の 10 年間（2013～2022 年）前後は MARSS モデルを用いて推定された資源量指数が VAST モデルを用いて推定された資源量指数に比べ高い値を示した。

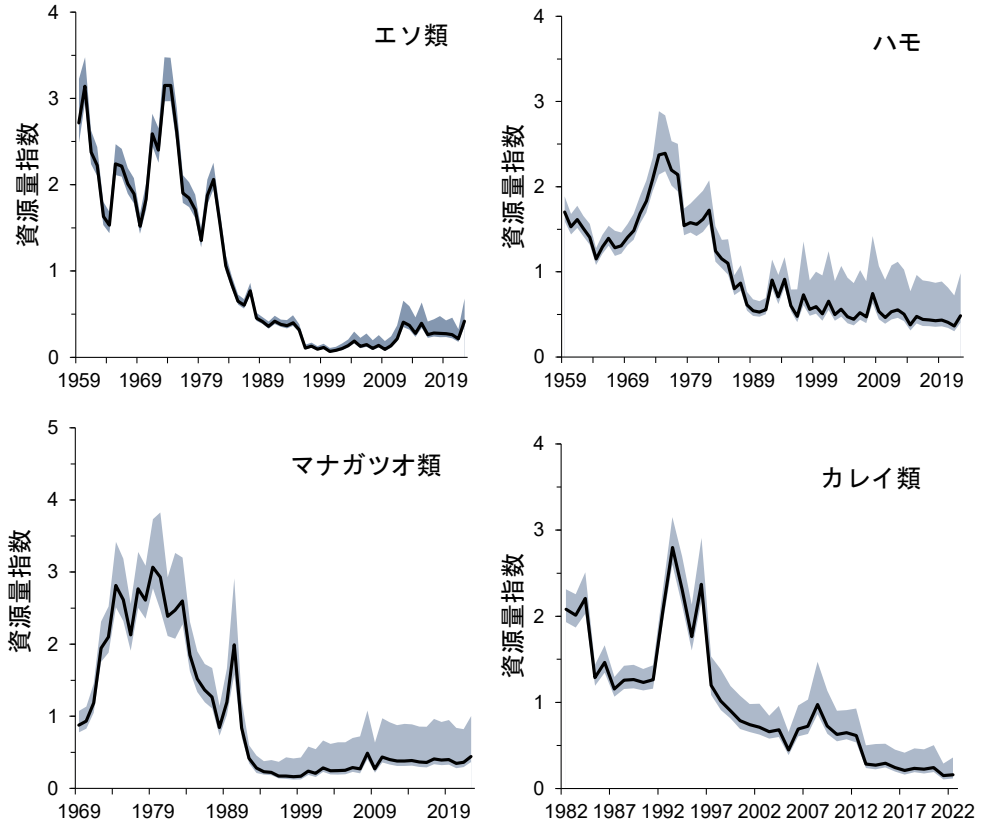
今年度評価では VAST モデルを用いて推定された資源量指数がマナガツオ類で中位水準、それ以外の魚種では低い水準に位置した（図 9、10、11、12）が、MARSS モデルにより推定された資源量指数は全ての魚種で 2022 年は低い水準にあった（補足図 4-1）。VAST モデルを用いて推定されたマナガツオ類の資源量指数については、1993 年に低い水準となったが、それ以降も時折やや高い数値を示す傾向が見られた。

資源動向については、VAST モデルによる資源量指数を用いてハモ、マナガツオ類は増加、エソ類、カレイ類は横ばいと判断されたが、MARSS モデルにより推定された資源量指数から判断した場合、エソ類で増加、ハモとマナガツオ類で横ばい、カレイ類で減少と判断される。両モデルにおいて使用するデータに若干の差異はあるものの、採用する資源量指数の算出方法により資源水準・動向の判断にはやや差が生じる結果となった。

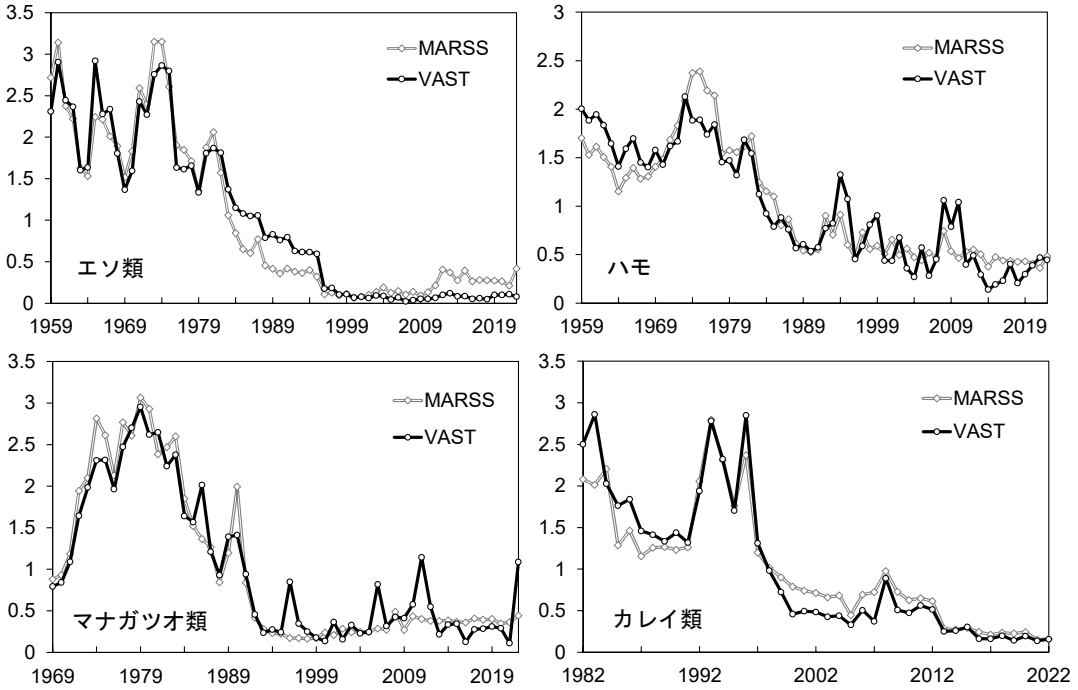
引用文献

Zhu M., T. Yamakawa, M. Yoda, T. Yasuda, H. Kurota, S. Oshimo and M. Fukuwaka (2017) Using a multivariate auto-regressive state-space (MARSS) to evaluate fishery resources abundance in the East China Sea, based on spatial distributional information. Fish. Sci., **83**, 499-513.

Zhu M., T. Yamakawa and T. Sakai (2018) Combined use of trawl fishery and research vessel survey data in a multivariate autoregressive state-space (MARSS) model to improve the accuracy of abundance index estimates. Fish. Sci., **84**, 437-451.



補足図 4-1.　MARSS モデルを用いて推定されたエソ類、ハモ、マナガツオ類、カレイ類の資源量指数（それぞれの魚種の解析期間の平均で規格化した値、影は 95%信頼区間）



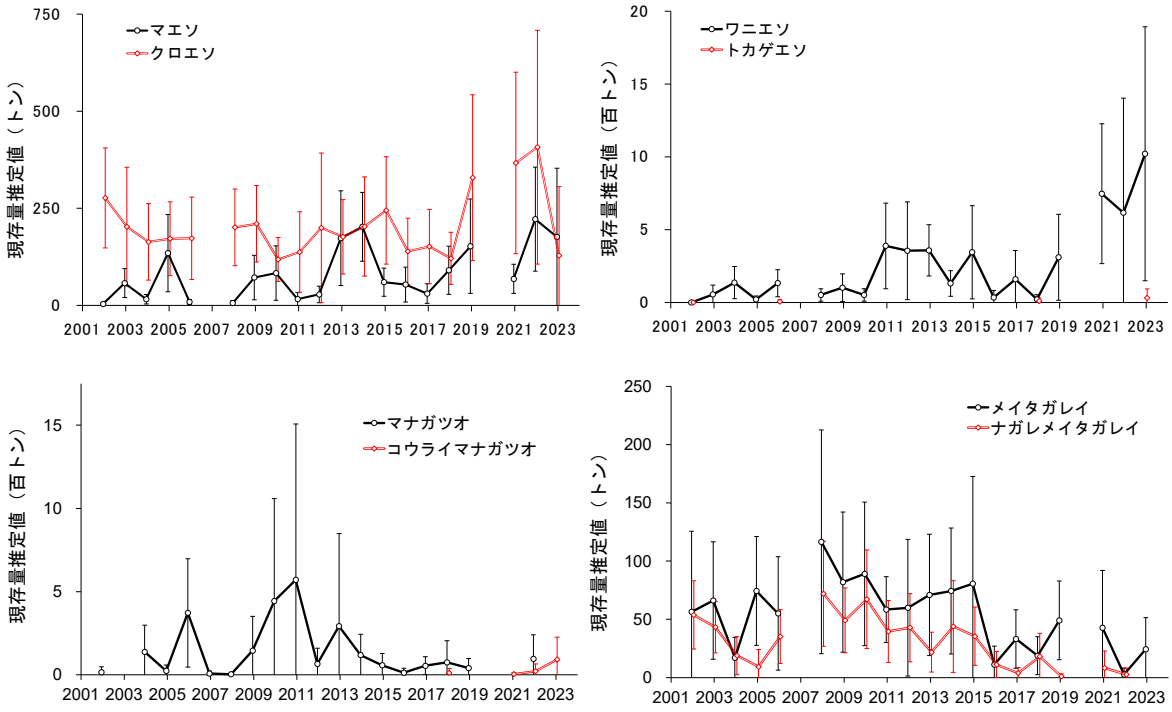
補足図 4-2.　VAST および MARSS モデルを用いて推定されたエソ類、ハモ、マナガツオ類、カレイ類の資源量指数（それぞれの魚種の解析期間の平均で規格化した値）

補足資料５　資源量直接推定調査により求められた現存量推定値

外見的特徴による種同定が容易でない生物種については、漁業データから種別の数値が得られない場合が多く、本報告でもエソ類（マエソ、クロエソ、ワニエソ、トカゲエソ）、マナガツオ類（マナガツオ、コウライマナガツオ）についてそれぞれ複数種をまとめて評価している。カレイ類については、本報告ではメイタガレイ、ナガレメイタガレイ、ムシガレイの 3 種をまとめて評価しているが、このうちメイタガレイ類（メイタガレイ、ナガレメイタガレイ）は以西においてはまとめて集計されており、種別の内訳は不明である。

一方、水産資源研究所では調査船により東シナ海において着底トロール調査（資源量直接推定調査）を実施しており、調査で得られた魚類については種レベルで同定が行われている。そこで、調査による漁獲量をもとに面積密度法によって求められた現存量推定値を補足資料として示し、種別の変動傾向の理解の一助とするものである。

エソ類のうち、トロール調査ではほとんど漁獲されないトカゲエソを除く 3 種（マエソ、クロエソ、ワニエソ）は、年変動はあるものの長期的にみると増加傾向にある（補足図 5-1、補足表 5-1）。マナガツオ類については、コウライマナガツオは長年調査では出現しなかったが、2018 年以降わずかに調査で得られるようになった（補足図 5-1、補足表 5-2）。マナガツオは 2011 年前後に資源量推定値が高い年があったが、2015 年以降は低い値で推移している。メイタガレイとナガレメイタガレイは類似した傾向を示し、年変動はあるものの、いずれも 2008 年以降、長期的にみると減少傾向にあると言える（補足図 5-1、補足表 5-2）。



補足図 5-1.　エソ類 4 種、マナガツオ類 2 種、メイタガレイ類 2 種の資源量指数の推移
東シナ海陸棚縁辺域における春季（5～6 月）の着底トロール調査による現存量推定値（調査海域 138 千 km^2、漁獲効率を 1 として計算）。バーは 95%信頼区間。2020 年は欠測。2023 年は調査測点数が少ないため参考値扱い。

補足表 5-1.　エソ類 4 種の種別現存量推定値（トン）

年	マエソ	クロエソ	ワニエソ	トカゲエソ
2002	3.6	276.7	－	－
2003	57.4	202.7	54.8	－
2004	16.0	163.7	136.2	－
2005	134.6	171.7	20.3	－
2006	8.9	172.7	132.1	5.8
2007	－	－	－	－
2008	6.2	201.0	51.5	－
2009	71.8	210.2	101.7	－
2010	83.3	118.3	51.2	－
2011	16.1	137.5	388.2	－
2012	28.3	199.8	355.2	－
2013	173.0	176.7	357.7	－
2014	202.6	203.2	131.1	－
2015	59.8	244.8	344.3	－
2016	53.7	139.0	34.6	－
2017	30.4	151.7	159.0	－
2018	90.4	121.0	21.4	10.1
2019	152.3	329.0	310.1	－
2020	－	－	－	－
2021	68.2	367.0	746.5	－
2022	222.1	407.5	616.0	－
2023	176.4	128.5	1,021.0	30.3

東シナ海陸棚縁辺域における春季（5～6 月）の着底トロール調査による現存量推定値（調査海域 138 千 km^2、漁獲効率を 1 として計算）。2020 年は欠測。2023 年は調査測点数が少ないため参考値扱い。

補足表 5-2.　マナガツオ類 2 種、メイタガレイ類 2 種の種別現存量推定値（トン）

年	マナガツオ	コウライマナガツオ	メイタガレイ	ナガレメイタガレイ
2002	16.2	―	56.5	53.8
2003	―	―	66.2	43.3
2004	138.6	―	17.0	18.9
2005	24.1	―	74.4	9.3
2006	373.0	―	55.1	35.3
2007	7.9	―	―	―
2008	3.8	―	116.6	72.0
2009	145.9	―	81.9	49.2
2010	443.8	―	89.1	67.2
2011	571.2	―	58.5	39.6
2012	66.2	―	59.9	42.9
2013	292.7	―	71.0	21.8
2014	119.1	―	74.3	43.9
2015	57.3	―	80.6	35.5
2016	13.2	―	11.1	11.1
2017	54.8	―	33.2	3.9
2018	75.1	12.5	18.8	18.1
2019	40.8	―	49.1	1.1
2020	―	―	―	―
2021	―	4.6	42.8	8.3
2022	95.8	22.0	2.7	2.7
2023	―	92.8	24.4	―

東シナ海陸棚縁辺域における春季（5～6 月）の着底トロール調査による現存量推定値（調査海域 138 千 km^2、漁獲効率を 1 として計算）。2020 年は欠測。2023 年は調査測点数が少ないため参考値扱い。