

## 令和 5（2023）年度ムロアジ類（東シナ海）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（榎本めぐみ・黒田啓行・向草世香・  
依田真里・平岡優子）

参画機関：長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

### 要 約

本資源をマルアジ以外のムロアジ類（ムロアジ、モロ、クサヤモロ、オアカムロ、アカアジ）として、資源量指標値に基づき資源状態を評価した。この資源は大中型まき網漁業および中・小型まき網漁業により主に漁獲されている。資源量指標値には、狙い操業を考慮して標準化した大中型まき網漁業および鹿児島県中・小型まき網漁業の単位努力量当たり漁獲量（CPUE、kg/網もしくは隻）の相乗平均値を用いた。漁獲量は1993～1997年にかけて17,184～24,555トンの範囲であったが、その後減少し1998～2013年には5,365～14,164トンで推移した。2014年以降は4千トン前後で推移していたが、2016年は例外的に7,403トンまで増加した。2022年の漁獲量は3,258トンであり、2018～2022年の平均漁獲量は3,834トンと計算された。資源量指標値は0.60～1.36の間で増減し、2022年は0.89となった。直近5年間（2018～2022年）は横ばい傾向にある。1993～2022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33.2%の資源量水準であると評価された。

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。

## 要 約 表

	資源量 水準	資源量 指標値	説 明
現状の値 (2022 年)	33.2%	0.89	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 (大中型まき網と中・小型まき網の 標準化 CPUE の相乗平均)*		漁獲量(トン)
	2018	1.17	
2019	0.98	4,563	
2020	1.09	3,863	
2021	1.22	3,862	
2022	0.89	3,258	
平均		3,834	

1～12 月での値。\*1993～2022 年の平均を 1 とした相対値を示す。

## 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	漁業・養殖業生産統計年報(農林水産省) 大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 主要港漁獲量(鹿児島県) 水産統計(韓国海洋水産部) ( <a href="http://www.fips.go.kr">http://www.fips.go.kr</a> 、2023年5月) FAO 統計資料(FAO) (FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2021、 <a href="https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj">https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj</a> 、2023年6月)
資源量指標値 ・標準化 CPUE	大中型まき網漁業漁獲成績報告書(水産庁) 主要港漁獲データ(鹿児島県)

本資源は主に大中型まき網漁業（以下、「大中型まき網」という）および中・小型まき網漁業（以下、「中・小型まき網」という）によって漁獲されている。漁獲量は大中型まき網および中・小型まき網の一部主要港においては、マルアジとその他のムロアジ類（ムロアジ、モロ、クサヤモロ、オアカムロ、アカアジ）が区別できる形で集計されているが、漁業・養殖業生産統計年報（以下、「農林統計」という）ではマルアジとその他のムロアジ類が区別されずに、むろあじ類として集計されている（補足資料2）。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

東シナ海における分布模式図を図 2-1 に示した。ムロアジ類の魚種別の分布については、岸田（1974）が次のように報告している。マルアジが沿岸水の影響の強い水域に分布するのに対して、その他の5種は沖合水域に生息する。モロの主要分布域は東シナ海の大陸棚縁部付近であるが、沿岸水の影響の強い水域でも漁獲されることがある。また、アカアジとオアカムロは、主に北緯 30 度以南の大陸棚縁部 200 m 等深線の内側沿いに分布し、沿岸水域には出現しない。ムロアジとクサヤモロは、暖流の影響を強く受ける島または礁の周辺に分布する。

日本海・東シナ海で操業する大中型まき網による解析から、九州南部沿岸と東シナ海の大陸棚縁部沿いを境界線として、マルアジが大陸棚上、それ以外のムロアジ類が大陸棚縁部よりも斜面および黒潮流軸沿いに多く分布していることが明らかになった（Hino et al. 2023）。

### (2) 年齢・成長

九州西岸域では、クサヤモロは1歳で尾叉長 20 cm、2歳で 25 cm、3歳で 30 cm 前後に（図 2-2）、モロは1歳で尾叉長 19 cm、2歳で 25 cm、3歳で 28 cm 前後に成長し（図 2-3）、観察された個体のうち最高齢のものはクサヤモロで8歳を超え、モロでは5歳と推定されている（Shiraishi et al. 2010）。九州西岸域では、オアカムロは1歳で尾叉長 22 cm、2歳で

29 cm、3 歳で 33 cm 前後に（図 2-4）、アカアジは 1 歳で尾叉長 19 cm、2 歳で 23 cm、3 歳で 26 cm 前後に成長し（図 2-5）、観察された個体のうち最高齢のものはオアカムロで 7 歳（Ohshimo et al. 2014）、アカアジで 10 歳と推定されている（白石ほか 2010）。なお、ムロアジの年齢・成長に関する詳細は明らかではない。

### (3) 成熟・産卵

九州西岸域では、モロの産卵期は 5～8 月であり、最小成熟個体は尾叉長 23 cm の 2 歳魚である（Shiraishi et al. 2010）。クサヤモロの産卵期は 4～7 月であり、最小成熟個体は尾叉長 25 cm の 2 歳魚である（Shiraishi et al. 2010）。その他のムロアジ類の産卵生態の情報は少ない。アカアジは東シナ海南部海域あるいはさらに南方の水域で、少なくとも 6 月と 7 月には産卵するものと推定されている（岸田 1978、白石ほか 2010）。オアカムロの産卵は、東シナ海の南部以南において夏季を中心に行われる（岸田 1978、Ohshimo et al. 2014）。ムロアジについては、夏期に産卵する可能性が高いと考えられているが、詳細は不明である。

### (4) 被捕食関係

ムロアジ類の食性に関する詳細は、いずれの種においても明らかでない。捕食者は大型魚類や哺乳類などと考えられる。

## 3. 漁業の状況

### (1) 漁業の概要

本資源は、主に大中型まき網および中・小型まき網によって漁獲される。漁獲量は大中型まき網および中・小型まき網の一部主要港において種別に集計されているが、農林統計ではマルアジとその他のムロアジ類が区別されずに、むろあじ類として集計されている。大中型まき網の漁場は主に九州西岸と東シナ海南部などの沖合域であり、中・小型まき網の漁場は沿岸域である。

### (2) 漁獲量の推移

大中型まき網によるムロアジ類の漁獲量は、1990 年には 46,128 トンを記録したが、長期的には減少傾向にあり、1999 年に 10,000 トンを下回り、2014 年には 1,286 トンにまで減少した（図 3-1、表 3-1）。その後、漁獲量は 1 千～3 千トン前後で推移し、2022 年は最低値である 1,223 トンであった。過去には東シナ海南部での漁獲量が多かったが、東シナ海南部は中国をはじめとする外国漁船の操業が多く、日本漁船が操業する機会が減っている。

鹿児島県主要港における中・小型まき網の漁獲量を図 3-2 と表 3-2 に示した。ムロアジ類全体でみると、2005 年以降の漁獲量は 2 千～4 千トン前後で横ばい傾向にあったが、2015 年以降は変動が激しい。漁獲量は 2015 年に 1,515 トンに減少し、2016 年に 4,600 トンに増加した後、2 千～3 千トン前後で推移して 2022 年は 1,886 トンとなった。

本資源の漁獲量として、大臣許可漁業（大中型まき網）による漁獲量と、長崎県、熊本県、鹿児島県における知事許可漁業（中・小型まき網主体）による 1993～2022 年の漁獲量を集計した（図 3-3、表 3-3）。漁獲量は 1993～1997 年にかけて 17 千～25 千トン前後であ

ったが、その後減少し 1998～2013 年には 5 千～14 千トン前後で推移した。2014 年以降は 4 千トン前後で推移したが、2016 年は例外的に 7,403 トンまで増加した。直近 5 年間 (2018～2022 年) の平均漁獲量は 3,834 トン、2022 年の漁獲量は 3,258 トンと推定された。

漁獲量に対する大中型まき網の割合は減少傾向にある。大中型まき網の割合は 1990 年代には 80%を超えたが、2016 年以降は 50%を下回り、2022 年には 38%となった。韓国のアジ類の漁獲量は 2000 年以降 15,072～49,660 トンで推移し、2022 年は 37,732 トンであった(「水産統計」韓国海洋水産部、<http://www.fips.go.kr>、2023 年 5 月)。これら漁獲量のほとんどはマアジであると考えられる。中国のムロアジ属魚類の漁獲量は 1980 年に 10 万トンを超え、1996 年には 60 万トンを超えた(「FAO 統計資料」FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2021、<https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj>、2023 年 6 月)。1997～2014 年には 50 万トン前後で推移したが、2015 年以降は減少傾向にあり、2021 年は 415,981 トンであった。

### (3) 漁獲努力量

大中型まき網における網数は、1973 年の 1.2 万網から 1989 年の 1.8 万網まで増加した後、2022 年には 0.4 万網まで減少した(図 3-1、表 3-1)。鹿児島県主要港への中・小型まき網の入港隻数は、1980 年代前半には 2 千～3 千隻前後と高い水準を維持していたが、1980 年代後半から 1990 年代にかけて減少し、2022 年には 1980 年以降で最低値となる 827 隻となった(図 3-2、表 3-2)。

## 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)。1993～2022 年の東シナ海における大中型まき網の漁獲成績報告書に加えて 1999～2022 年の鹿児島県における中・小型まき網の漁獲データを用いて、狙い操業を考慮した大中型まき網および中・小型まき網の規格化した標準化 CPUE (以下、「標準化 CPUE」という) を計算し、その相乗平均値を資源量指標値として用いた(補足資料 1、3)。

なお、本評価にあたり、平衡状態を仮定しない Pella-Tomlinson 型余剰生産モデル(プロダクションモデル)である SPiCT(連続時間における確率的な状態空間余剰生産モデル: Pedersen and Berg 2017) による資源評価も実施したが、現段階では信頼できる精度での資源量や漁獲圧、Bmsy などの推定に至らなかった。

### (2) 資源量指標値の推移

大中型まき網の標準化 CPUE は、1993～2007 年まで 0.39～1.30 の間で増減した。2008 年以降はそれ以前よりも増減の幅が広く、0.60～1.79 の間で増減して、2022 年に 0.75 を示した(図 4-1、表 4-1)。中・小型まき網の標準化 CPUE は、0.65～1.41 の間で増減し、2022 年に 1.05 を示した。大中型まき網と中・小型まき網の標準化 CPUE は両者とも横ばいで増減

したが、大中型まき網の方が増減の幅が広く、2009、2015、2020年に高い値を示した。両CPUEの相乗平均をとった資源量指標値は0.60～1.36の間で増減し、2022年は0.89となった。直近5年間（2018～2022年）は横ばい傾向にある。

### (3) 資源量水準

本資源の資源量指標値（1993～2022年）に累積正規分布を当てはめたところ、2022年の資源量指標値は33.2%水準であると評価された（図4-2）。資源量指標値の年変動の大きさを示す指標AAV（Average Annual Value）は0.187であり、資源量指標値が平均で毎年20%程度上昇もしくは低下していた。

## 5. その他

ムロアジ類は大中型まき網および中・小型まき網の一部主要港において種単位の漁獲量が報告されているが、農林統計ではマルアジとその他のムロアジ類が区別されずにむろあじ類として集計されており、漁獲量を正確に把握することが困難な状況にある。また、中国等の外国漁船による漁獲量が多いとみられることから、全体の資源状態を把握するためには外国漁船の情報も必要である。

また、本資源全体の漁獲量は1970～1980年代と比べて1990年代以降に急減したと考えられるが、資源量指標値の利用可能な期間は1993年以降に限られている。そのため、資源量指標値が低水準期の限られた変動だけを示している可能性に留意すべきである。

## 6. 引用文献

- Hino, H., H. KUROTA, S. Muko, S. Ohshimo (2023) Estimation of preferred habitats and total catch amount of the round scad *Decapterus maruadsi* and five other scad species in the East China Sea and Sea of Japan. JARQ, **57**, 153-163.
- 岸田周三（1974）東シナ海産ムロアジ属魚類の漁業生物学的研究－II. まき網漁獲物からみた魚種別分布と漁獲量. 西海水研報告, **45**, 1-14.
- 岸田周三（1978）東シナ海産ムロアジ属魚類の漁業生物学的研究－III. 東シナ海西部におけるマルアジの産卵期と稚仔の分布. 西海水研報告, **51**, 123-140.
- Ohshimo, S., T. Shiraishi, H. Tanaka, T. Yasuda, M. Yoda, H. Ishida and S. Tomiyasu (2014) Growth and reproductive characteristics of the roughear scad *Decapterus tabl* in the East China Sea. JARQ, **48**, 245-252.
- Pedersen, M. W. and C. W. Berg (2017) A stochastic surplus production model in continuous time. Fish and Fisheries, **18**, 226–243. <https://doi.org/10.1111/faf.12174>
- Shiraishi, T., H. Tanaka, S. Ohshimo, H. Ishida and N. Morinaga (2010) Age, growth and reproduction of two species of scad, *Decapterus macrosoma* and *D. macarellus* in the waters off southern Kyushu. JARQ, **44**, 197-206.
- 白石哲朗・由上龍嗣・田中寛繁・依田真里・大下誠二（2010）東シナ海におけるアジ科魚類の生物特性に関する最新知見. 西海ブロック漁海況研報, **18**, 33-48.
- 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](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-01.pdf)



図 2-1. ムロアジ類（東シナ海）の分布

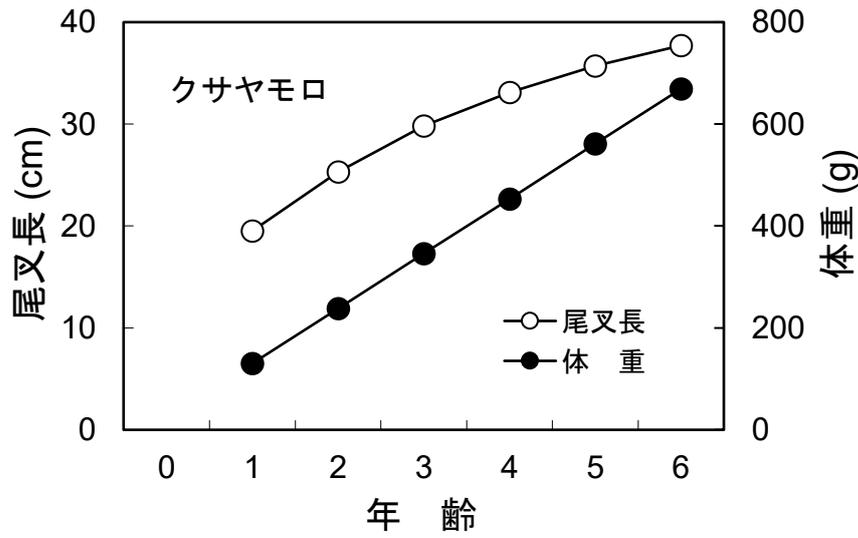


図 2-2. クサヤモロの年齢と成長の関係図

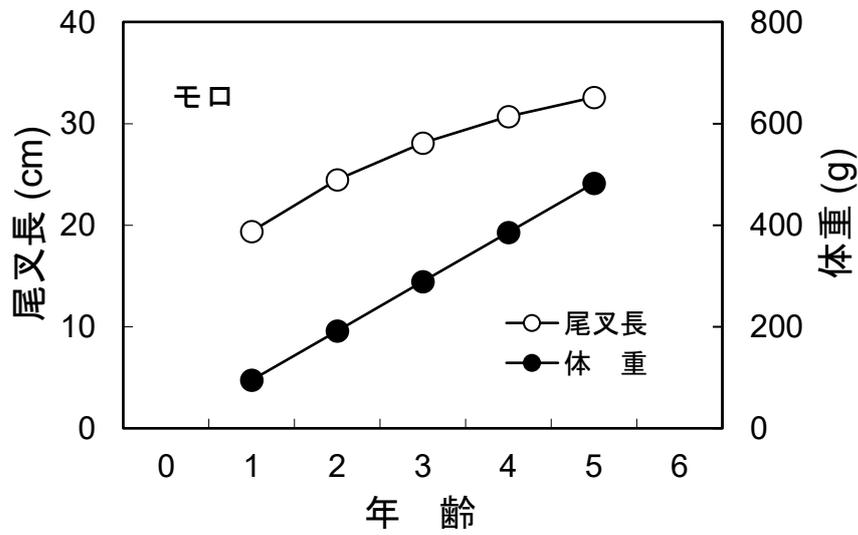


図 2-3. モロの年齢と成長の関係図

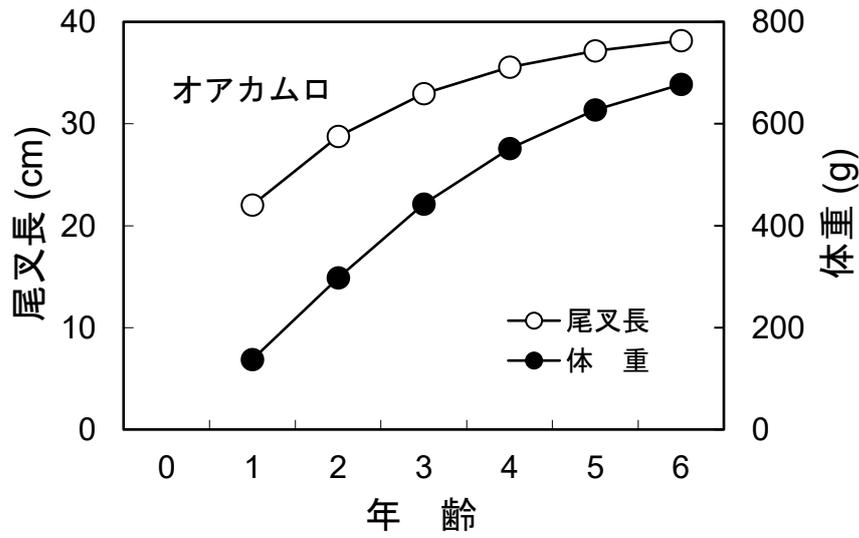


図 2-4. オアカムロの年齢と成長の関係図

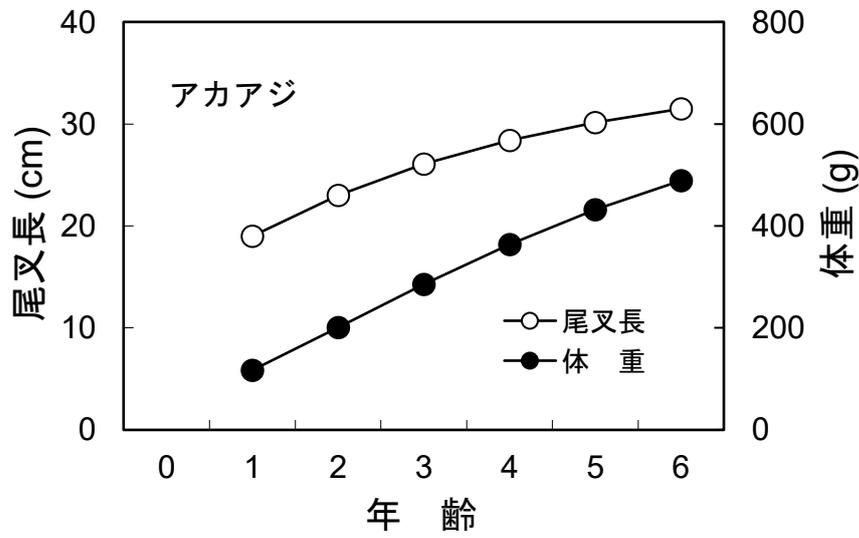


図 2-5. アカアジの年齢と成長の関係図

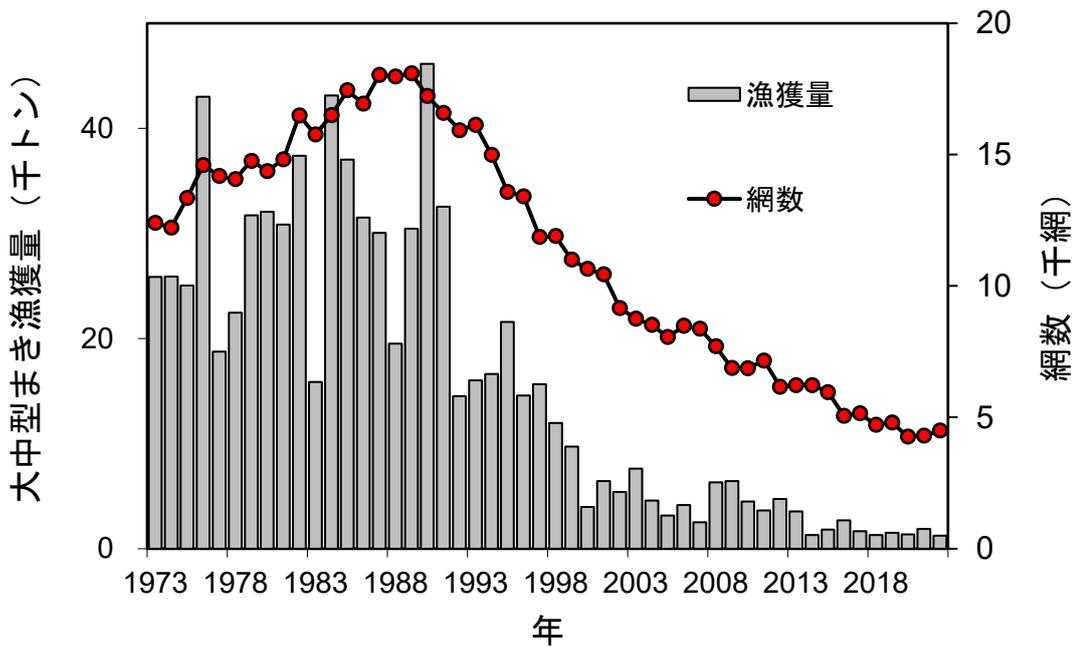


図 3-1. 大中型まき網によるムロアジ類の漁獲量と網数

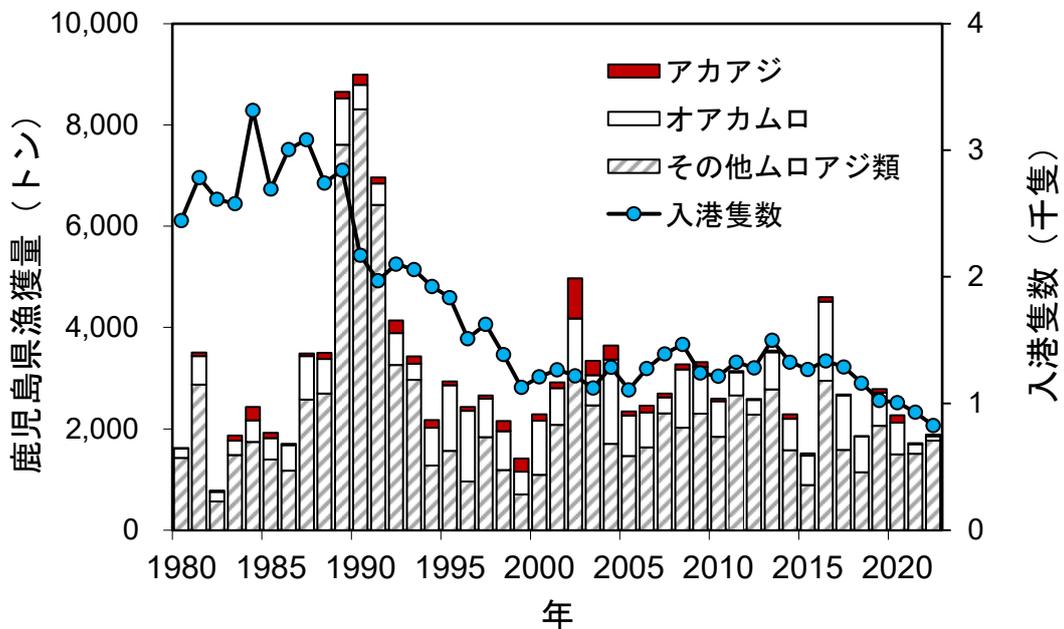


図 3-2. 鹿児島県主要港における中・小型まき網によるムロアジ類の漁獲量と入港隻数

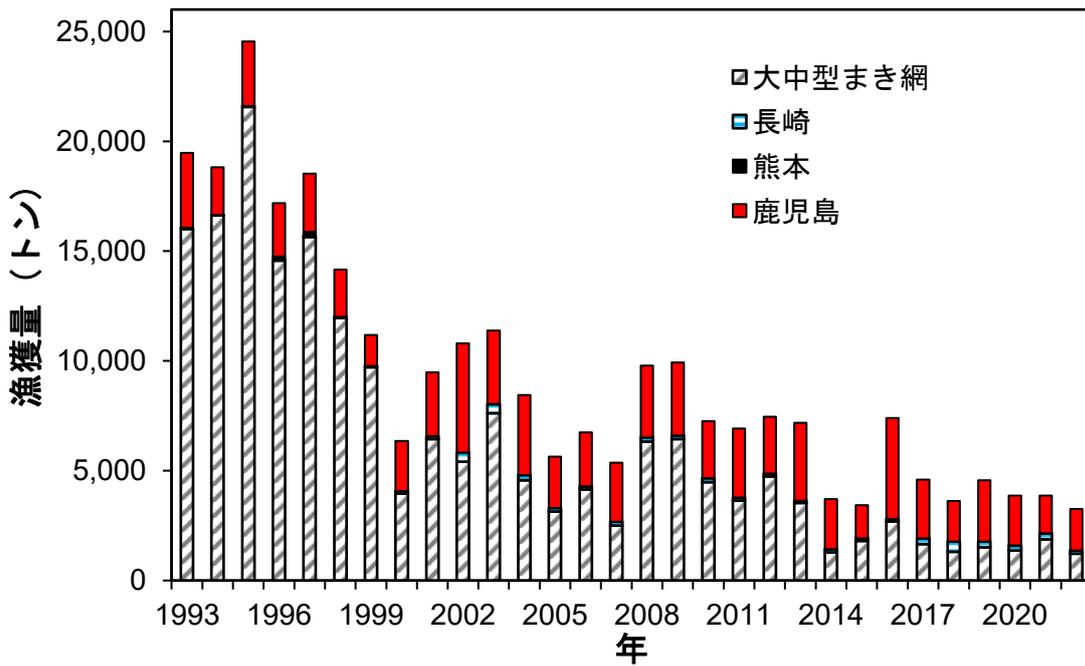


図 3-3. 大臣許可漁業（大中型まき網）、および知事許可漁業（中・小型まき網主体）による県別のムロアジ類漁獲量（ただし、大中型まき網および鹿児島県以外の漁獲量は推定値。詳細は補足資料 2 を参照。）

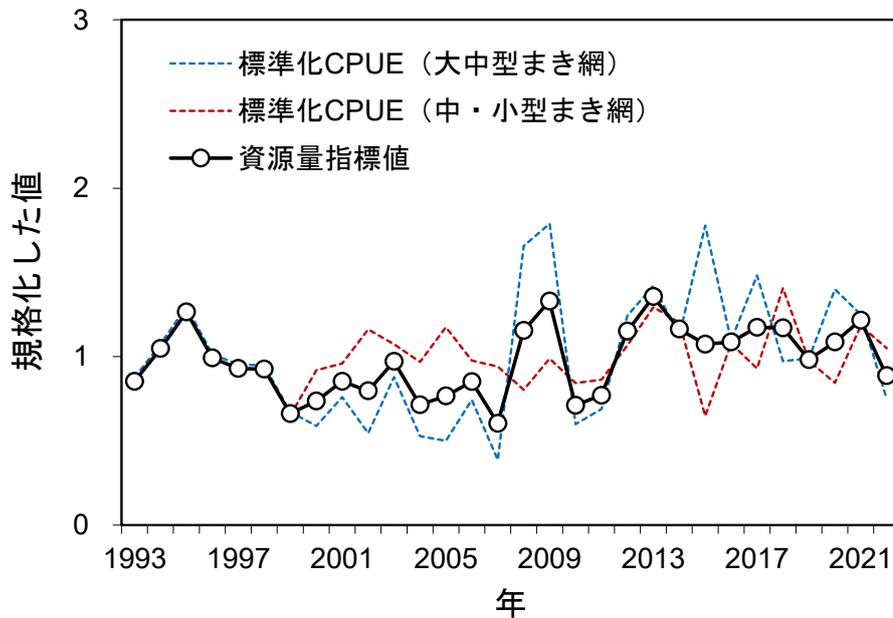


図 4-1. 平均値で規格化した大中型まき網の標準化 CPUE、中・小型まき網の標準化 CPUE、資源量指標値

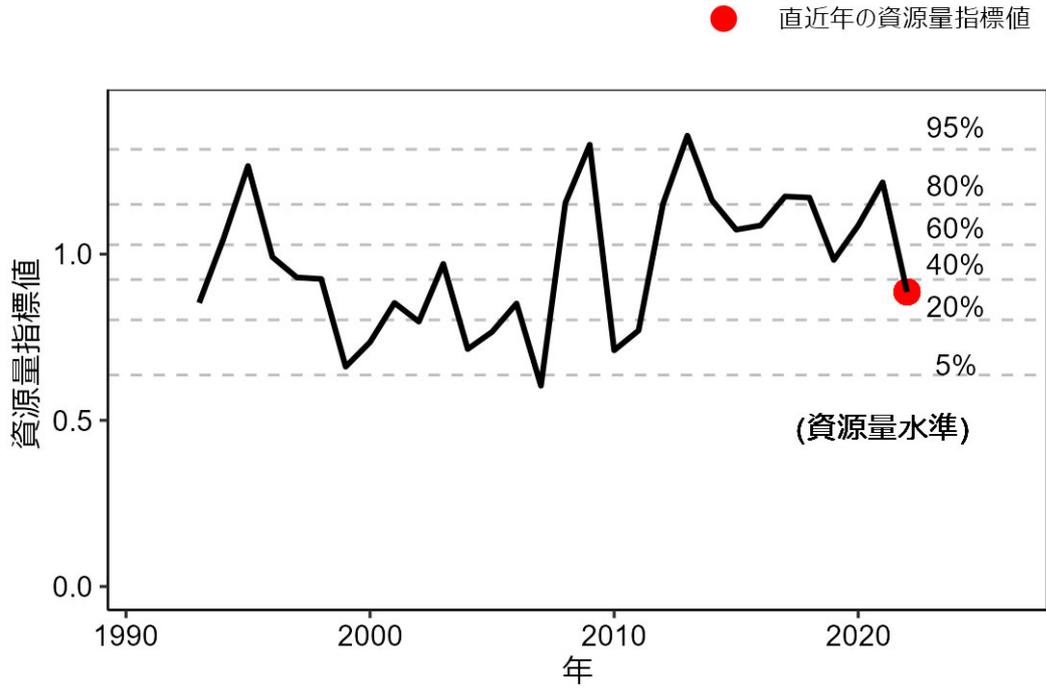


図 4-2. 資源量指標値と資源量水準

表 3-1. 大中型まき網によるムロアジ類の漁獲量、網数

年	漁獲量(トン)	網数(千網)
1973	25,866	12
1974	25,879	12
1975	25,022	13
1976	43,017	15
1977	18,756	14
1978	22,443	14
1979	31,721	15
1980	32,069	14
1981	30,834	15
1982	37,384	16
1983	15,865	16
1984	43,119	16
1985	37,024	17
1986	31,519	17
1987	30,050	18
1988	19,515	18
1989	30,433	18
1990	46,128	17
1991	32,549	17
1992	14,514	16
1993	16,007	16
1994	16,626	15
1995	21,569	14
1996	14,563	13
1997	15,637	12
1998	11,968	12
1999	9,707	11
2000	3,960	11
2001	6,436	10
2002	5,403	9
2003	7,624	9
2004	4,565	9
2005	3,145	8
2006	4,148	8
2007	2,505	8
2008	6,324	8
2009	6,443	7

表 3-1. 大中型まき網によるムロアジ類の漁獲量、網数 (続き)

年	漁獲量(トン)	網数(千網)
2010	4,476	7
2011	3,628	7
2012	4,735	6
2013	3,536	6
2014	1,286	6
2015	1,808	6
2016	2,695	5
2017	1,658	5
2018	1,302	5
2019	1,514	5
2020	1,367	4
2021	1,882	4
2022	1,223	4

表 3-2. 鹿児島県主要港における中・小型まき網によるムロアジ類の漁獲量と入港隻数

年	漁獲量(トン)			合計	入港隻数 (隻)
	オアカムロ	アカアジ	その他ムロアジ類		
1980	185	10	1,425	1,620	2,446
1981	564	70	2,869	3,504	2,784
1982	193	21	561	775	2,613
1983	284	96	1,483	1,863	2,578
1984	426	267	1,739	2,432	3,316
1985	425	108	1,392	1,924	2,694
1986	502	26	1,173	1,701	3,007
1987	859	49	2,576	3,484	3,085
1988	682	118	2,697	3,496	2,743
1989	909	136	7,610	8,655	2,842
1990	482	201	8,308	8,990	2,171
1991	420	121	6,422	6,962	1,970
1992	624	251	3,263	4,138	2,102
1993	322	143	2,962	3,427	2,057
1994	751	148	1,272	2,171	1,924
1995	1,297	76	1,560	2,934	1,837
1996	1,397	78	958	2,433	1,513
1997	760	65	1,833	2,659	1,625
1998	768	203	1,186	2,157	1,388
1999	454	260	701	1,415	1,128
2000	1,067	125	1,092	2,283	1,210
2001	721	114	2,078	2,913	1,267
2002	1,193	797	2,982	4,972	1,219
2003	596	286	2,463	3,345	1,122
2004	1,666	280	1,699	3,645	1,287
2005	801	81	1,461	2,344	1,109
2006	687	136	1,635	2,458	1,276
2007	316	71	2,305	2,692	1,391
2008	1,152	101	2,019	3,272	1,467
2009	920	96	2,301	3,317	1,241
2010	702	48	1,841	2,592	1,217
2011	460	23	2,656	3,140	1,327
2012	292	21	2,277	2,590	1,281
2013	735	30	2,778	3,544	1,499
2014	627	85	1,574	2,286	1,327

表 3-2. 鹿児島県主要港における中・小型まき網によるムロアジ類の漁獲量と入港隻数  
(続き)

年	漁獲量(トン)			合計	入港隻数(隻)
	オアカムロ	アカアジ	その他ムロアジ類		
2015	575	47	892	1,515	1,270
2016	1,568	88	2,944	4,600	1,336
2017	1,075	21	1,580	2,676	1,290
2018	706	5	1,143	1,854	1,161
2019	653	70	2,061	2,784	1,024
2020	628	141	1,495	2,264	1,008
2021	185	18	1,508	1,711	931
2022	88	33	1,764	1,886	827

表 3-3. 大中型まき網、および大中型まき網以外の漁法による各県におけるムロアジ類漁獲量（トン）

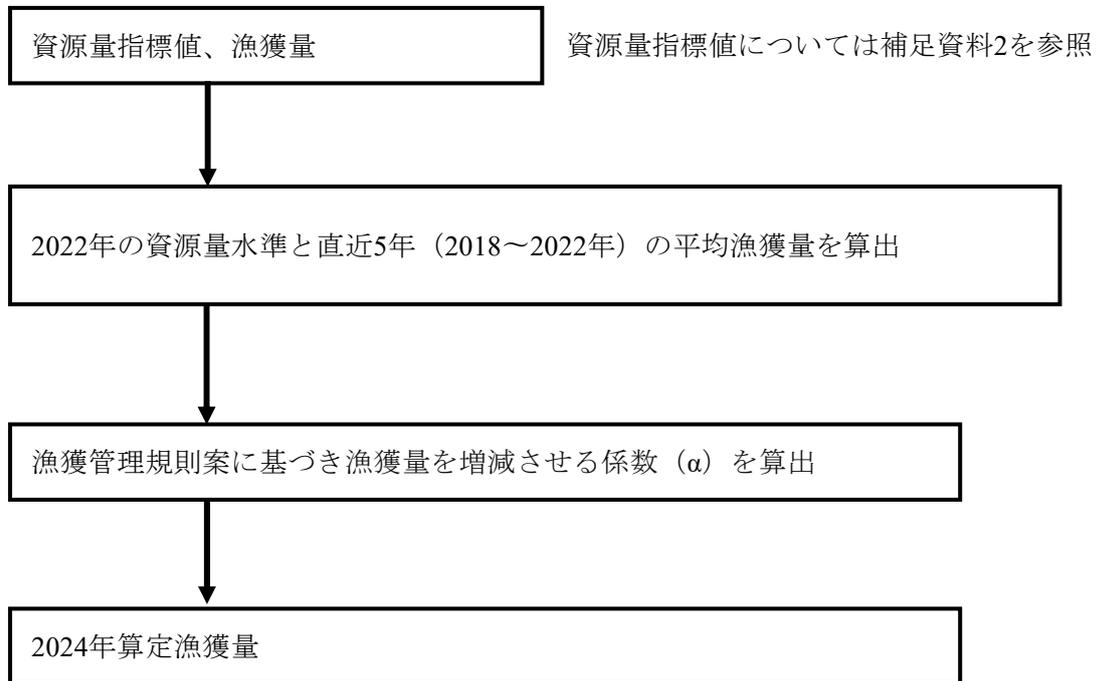
年	大中型まき網	大中型まき網以外の漁法			合計
		鹿児島	長崎	熊本	
1993	16,007	3,427	45	4	19,483
1994	16,626	2,171	18	2	18,818
1995	21,569	2,934	46	6	24,555
1996	14,563	2,433	57	131	17,184
1997	15,637	2,659	81	149	18,526
1998	11,968	2,157	32	7	14,164
1999	9,707	1,415	61	1	11,184
2000	3,960	2,283	110	3	6,356
2001	6,436	2,913	131	4	9,483
2002	5,403	4,972	424	8	10,807
2003	7,624	3,345	407	3	11,378
2004	4,565	3,645	233	3	8,445
2005	3,145	2,344	154	2	5,644
2006	4,148	2,458	132	3	6,742
2007	2,505	2,692	165	3	5,365
2008	6,324	3,272	187	2	9,786
2009	6,443	3,317	161	3	9,923
2010	4,476	2,592	183	3	7,253
2011	3,628	3,140	144	3	6,914
2012	4,735	2,590	130	1	7,457
2013	3,536	3,544	96	1	7,176
2014	1,286	2,286	132	1	3,705
2015	1,808	1,515	114	1	3,438
2016	2,695	4,600	105	2	7,403
2017	1,658	2,676	264	1	4,599
2018	1,302	1,854	468	0.3	3,625
2019	1,514	2,784	263	1	4,563
2020	1,367	2,264	225	6	3,863
2021	1,882	1,711	257	12	3,862
2022	1,223	1,886	141	8	3,258

ただし、大中型まき網および鹿児島県以外の漁獲量は推定値。詳細は補足資料 2 を参照。

表 4-1. 大中型まき網、中・小型まき網の標準化 CPUE、および資源量指標値の推移

年	大中型まき網 標準化 CPUE	中・小型まき網 標準化 CPUE	資源量指標値
1993	0.87		0.85
1994	1.07		1.05
1995	1.30		1.27
1996	1.02		0.99
1997	0.95		0.93
1998	0.95		0.93
1999	0.67	0.65	0.66
2000	0.59	0.92	0.74
2001	0.76	0.96	0.85
2002	0.55	1.16	0.80
2003	0.88	1.07	0.97
2004	0.53	0.97	0.71
2005	0.50	1.18	0.77
2006	0.74	0.98	0.85
2007	0.39	0.94	0.60
2008	1.66	0.80	1.15
2009	1.79	0.99	1.33
2010	0.60	0.84	0.71
2011	0.69	0.86	0.77
2012	1.24	1.07	1.15
2013	1.42	1.29	1.36
2014	1.12	1.20	1.16
2015	1.78	0.65	1.07
2016	1.09	1.08	1.09
2017	1.48	0.93	1.17
2018	0.97	1.41	1.17
2019	0.99	0.97	0.98
2020	1.40	0.84	1.09
2021	1.25	1.18	1.22
2022	0.75	1.05	0.89

補足資料 1 資源評価の流れ



## 補足資料 2 漁獲量の推定方法

本資源の漁獲量として、大中型まき網による漁獲量と、長崎県、熊本県、鹿児島県における大中型まき網以外の漁法（主に中・小型まき網）による漁獲量を集計した。ムロアジ類の漁獲量は、大中型まき網および鹿児島県の中・小型まき網の一部主要港において整理されているが、農林統計ではマルアジを含むむろあじ類として集計されている。漁獲量が長期間整理されていない長崎県および熊本県については、1993～2022年の農林統計によるマルアジを含むむろあじ類の漁獲量から、大中型まき網のマルアジを含めたむろあじ類の漁獲量を差引き、大中型まき網以外の漁法によるマルアジを含めたむろあじ類の漁獲量を求めた。さらにその値から、令和5年度のマルアジ日本海西・東シナ海系群の資源評価で推定したマルアジの漁獲量を減じて、ムロアジ類の漁獲量を推定した。マルアジの漁獲量の推定方法については、令和5年度マルアジ日本海西・東シナ海系群の資源評価（FRA-SA2023-SC10-03）に示した。

### 補足資料 3 資源量指標値の算出方法

大中型まき網および鹿児島県の中・小型まき網の標準化 CPUE の相乗平均値を資源量指標値として利用した。大中型まき網および中・小型まき網ではマアジやサバ類、イワシ類を中心に漁獲しており、マルアジやムロアジ類はそれら主対象魚種の代替的資源として、主対象魚の漁獲が少ない時に狙って漁獲される種に該当すると考えられる。狙い操業を抽出するために、Explanation Level= 90%を満たすデータ(ムロアジ類の漁獲割合が高い順に、年間累積漁獲量の 90%を占めるデータ)を年ごとに抽出し (Biseau 1998)、CPUE を標準化した。

大中型まき網では対数変換した 1 網当たりの CPUE を、中・小型まき網では対数変換した 1 日 1 隻当たりの CPUE を応答変数とした。モデルの誤差が正規分布に従うと仮定し、説明変数を年、月、海域、50m 深水温、年と月の交互作用、月と海域の交互作用、年と海域の交互作用、漁船 ID (中・小型まき網のみ) を含めた一般化加法混合モデルをフルモデルとした。漁船 ID、および交互作用項が一部欠測した場合はランダム効果として扱った。Zuur et al. (2009)に基づき、ランダム効果の組み合わせの異なるモデルについてベイズ情報量基準 (BIC) を算出し、最も BIC が低かったモデルについてランダム効果を固定した上で BIC 総当たり法を用いて下記のようにベストモデルを選択した。

大中型まき網 :  $\text{Ln}(\text{CPUE}) \sim \text{Intercept} + \text{年} + \text{月} + \text{海域} + \text{s}(50\text{m 深水温}) + \text{error term}$

中・小型まき網 :  $\text{Ln}(\text{CPUE}) \sim \text{Intercept} + \text{年} + \text{月} + \text{海域} + \text{s}(50\text{m 深水温}) + \text{s}(\text{漁船 ID, bs="re"}) + \text{error term}$

モデル式の  $\text{s}()$  は平滑化パラメータを、 $\text{bs="re"}$  はランダム効果を示す。

上記のように選択されたモデルで大中型まき網の標準化 CPUE ( $CPUE_{LMPS}$ )、中・小型まき網の標準化 CPUE ( $CPUE_{SMPS}$ ) をそれぞれ計算した (補足図 3-1、3-2)。資源量指標値 ( $I$ ) は、大中型まき網および中・小型まき網の両データがある 1999 年以降は標準化 CPUE の相乗平均値を用いた (式 1)。大中型まき網のデータのみがある 1993~1998 年は、1999 年以降の  $CPUE_{LMPS}$  の平均値と  $I$  の平均値の比を用いて、 $CPUE_{LMPS}$  を補正した数値を使用した (式 2)。

本標準化手法の詳細は別紙ドキュメント (FRA-SA2023-SC10-202) に示した。

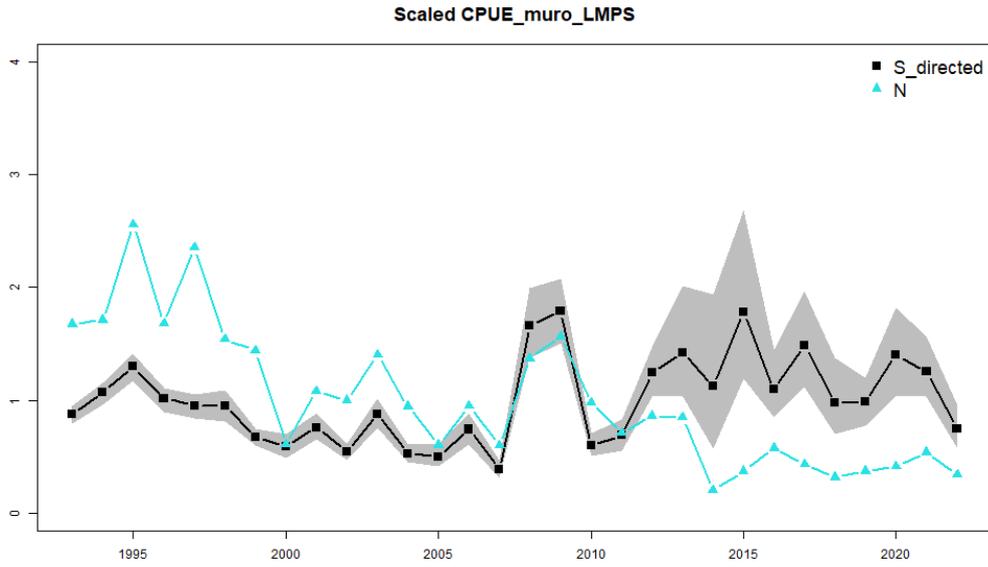
$$I_y = \sqrt{CPUE_{LMPS,y} \times CPUE_{SMPS,y}} \quad (1999 \leq y \leq 2022) \quad (1)$$

$$I_y = CPUE_{LMPS,y} \times \frac{\sum_{k=1999}^{2022} I_k}{\sum_{k=1999}^{2022} CPUE_{LMPS,k}} \quad (1993 \leq y \leq 1998) \quad (2)$$

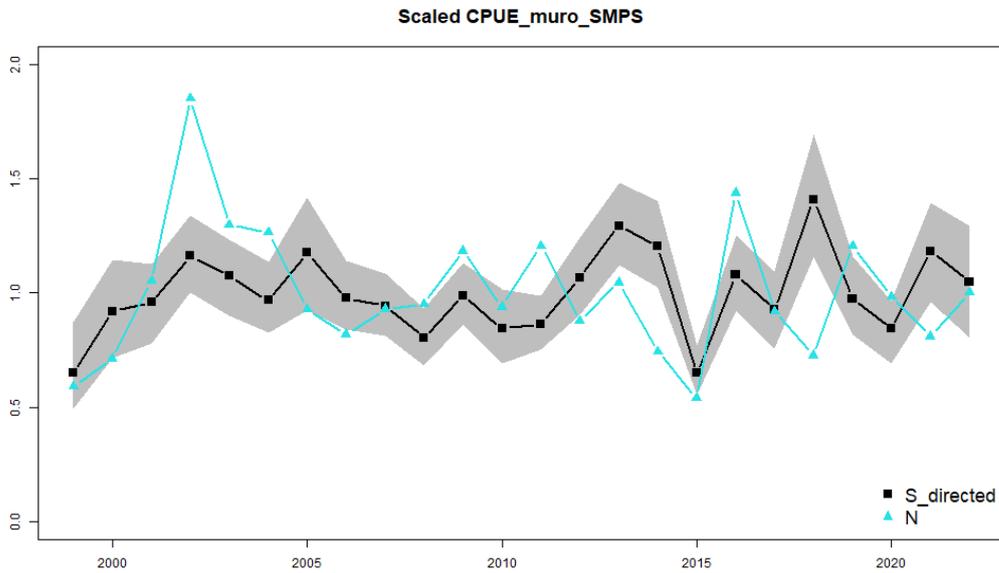
引用文献

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, G. M. Smith (2009) *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*, Statistics for Biology and Health. Springer, New York.



補足図 3-1. 大中型まき網における標準化 CPUE(S\_directed)とノミナル CPUE (N) の年トレンドの図。灰色の幅が標準化 CPUE の 95%信頼区間を示す。



補足図 3-2. 中・小型まき網における標準化 CPUE(S\_directed)とノミナル CPUE (N) の年トレンドの図。灰色の幅が標準化 CPUE の 95%信頼区間を示す。

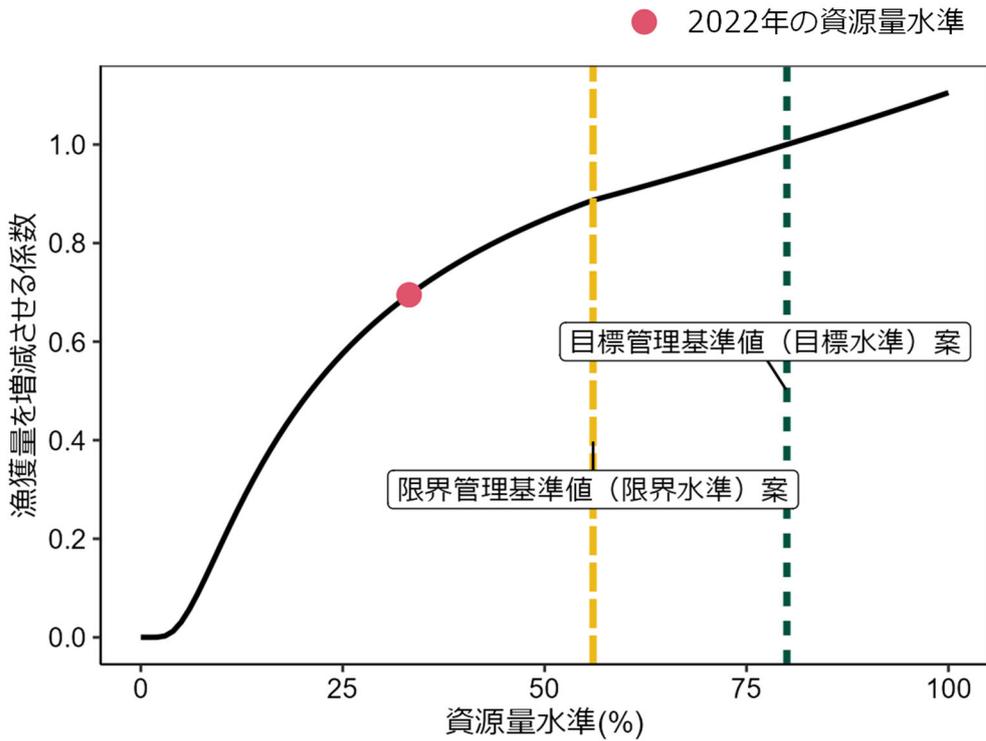
#### 補足資料 4 2024 年の算定漁獲量

##### (1) 漁獲管理規則案への当てはめ

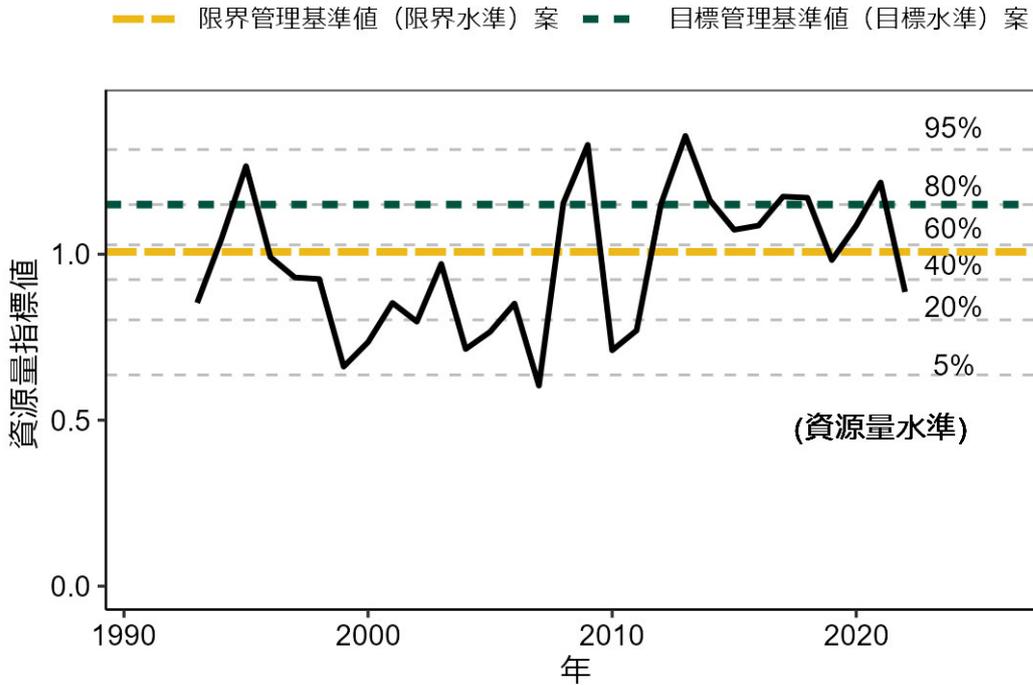
「管理基準値等に関する研究機関会議」(令和 4 年 9 月開催) から「第 10 回資源管理手法検討部会」(令和 4 年 12 月開催) へは、本資源に 2 系資源の漁獲管理規則を適用することが提案されている。2 系資源の漁獲管理規則は、基準となる水準に対する資源量指標値の大小関係に基づき、近年の平均漁獲量から次年の漁獲量を計算するための係数を求める仕組みである(補足資料 5)。資源量指標値が目標水準を上回る場合は、次年の漁獲量を平均漁獲量よりも増加させるが、目標水準を下回る場合は、次年の漁獲量を平均漁獲量よりも削減する。限界水準よりも下回る場合は、より大きく漁獲量を削減して資源の回復を促す。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。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)案は、資源量指標値でそれぞれ 1.15 および 1.01 であった。現状(2022 年)の資源量指標値は 0.89 であり、その資源量水準は目標管理基準値(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( $\alpha$ )は、漁獲管理規則案に基づき 0.70 と算出された(補足図 4-1、4-2、補足表 4-1)。

##### (2) 2024 年漁獲量の算定

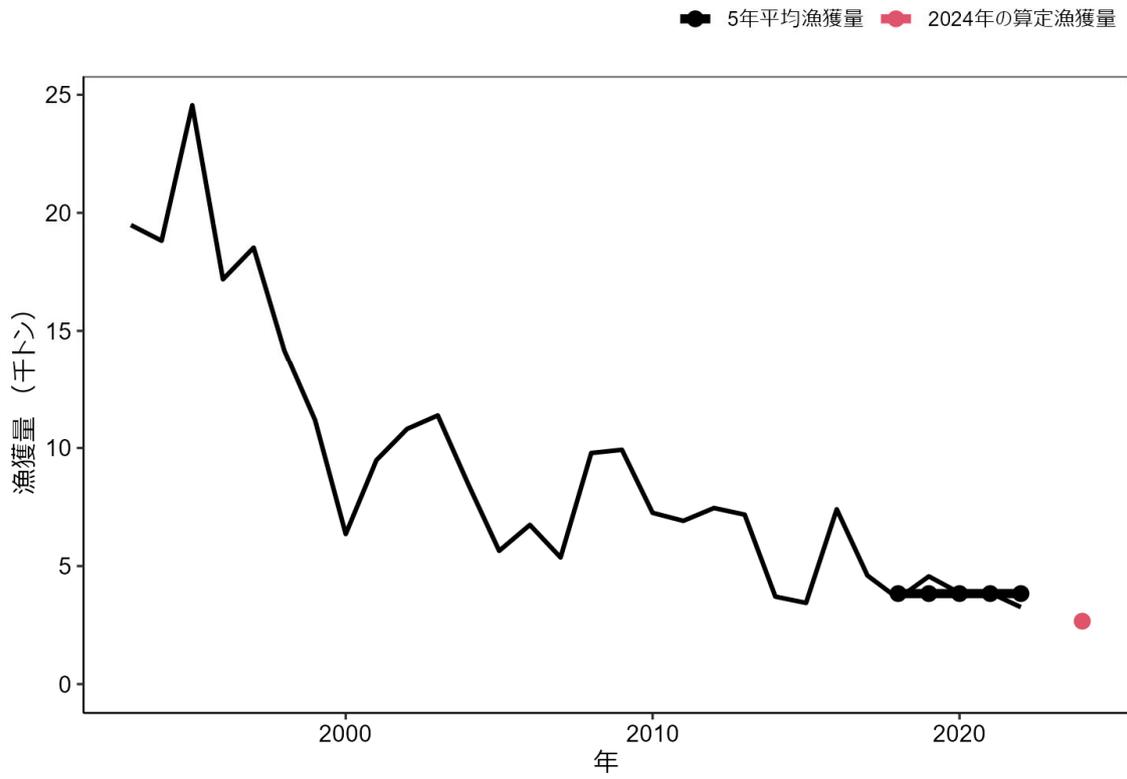
漁獲管理規則案にて漁獲量を増減させる係数( $\alpha$ )は 0.70 である。また、本年度の資源評価結果によると直近 5 年(2018~2022 年)の平均漁獲量(C)は 3,834 トンである。したがって、2 系資源の管理規則に基づき  $\alpha \times C$  より算出されるムロアジ類(東シナ海)の 2024 年の漁獲量は 2,664 トンとなった(補足図 4-3、補足表 4-2)。



補足図 4-1. 漁獲管理規則案



補足図 4-2. 資源量指標値の水準



補足図 4-3. 漁獲量の推移と試算された算定漁獲量

補足表 4-1. 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( $\alpha$ )	資源量 指標値	説 明
目標管理基準値 (目標水準)案*	80.0%	1.00	1.15	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	1.01	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)	33.2%	0.70	0.89	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 4 (2022) 年度ムロアジ類 (東シナ海) 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 4-2. 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	3,625
	2019	4,563
	2020	3,863
	2021	3,862
	2022	3,258
	平均	3,834
算定漁獲量	2024	2,664

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<sub>T</sub>)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<sub>t</sub>)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。次年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<sub>L</sub>)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<sub>B</sub>)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。

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

ここで、k<sub>t</sub>は、以下の通りとなる。

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

漁獲量の増減速度は、調整係数δ<sub>1</sub>、δ<sub>2</sub>、δ<sub>3</sub>による。ここでδ<sub>2</sub>は資源が少ない場合(B<sub>B</sub><D<sub>t</sub> ≤ B<sub>L</sub>)に漁獲量を削減する速度に関する係数、δ<sub>3</sub>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。

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

直近t年の資源量指標値Iの水準D<sub>t</sub>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)。

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

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<sub>T</sub>は80%、B<sub>L</sub>はその7割の56%、B<sub>B</sub>は0%とし、調整係数(δ<sub>1</sub>、δ<sub>2</sub>、δ<sub>3</sub>)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](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](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2023-ABCWG02-02.pdf)