

令和6(2024)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・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。2023年の漁獲量は3,802トンであり、2019~2023年の平均漁獲量は3,870トンと計算された。資源量指標値は0.60~1.33の間で増減し、2023年は1.04となった。直近5年間(2019~2023年)は横ばい傾向にある。1993~2023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(2023年)は63.6%の資源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、管理基準値等に関する研究機関会議資料において提案された値を暫定的に示した。

要 約 表

	資源 水準	資源量 指標値	説 明
現状の値 (2023 年)	63.6%	1.04	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)
	2019	0.97	
2020	1.07	3,863	
2021	1.20	3,862	
2022	0.92	3,258	
2023	1.04	3,802	
平均		3,870	

* 1～12 月での値。

**1993～2023 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) (http://www.fips.go.kr 、2024年6月) FAO 統計資料(FAO) (FAO Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950-2022、 https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj 、2024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の方法により、ムロアジ類の漁獲量を推定した。

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辺部付近であるが、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 度以南の大陸棚縁辺部 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辺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辺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 (補足資料 2)。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 トンであったが、2023年には増加して2,064 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。ムロアジ類全体で見ると、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2023年は1,558 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 1993～2023 年の漁獲量を集計した（図 3-3、表 3-3）（ただし、大中型まき網と鹿児島県以外の漁獲量は推定値である。詳細は補足資料 2 を参照）。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（2019～2023 年）の平均漁獲量は 3,870 トン、2023 年の漁獲量は 3,802 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（図 3-3、表 3-3）。大中型まき網の割合は 1990 年代には 80%を超えた一方で 2016 年以降は 50%を下回ったが、2023 年には再び増加し 54%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、2023 年は 38,681 トンであった（「水産統計」韓国海洋水産部、<http://www.fips.go.kr>、2024 年 6 月閲覧）。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 1950-2022、<https://www.fao.org/fishery/en/statistics/software/fishstatj>、2024 年 6 月閲覧）。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、2022 年は 395,862 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、2023 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、2023 年には 1980 年以降で最低値となる 732 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 6（2024）年度 漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針（FRA-SA2024-ABCWG02-01）」（水産研究・教育機構 2024）での 2 系資源の管理規則で用いられる資源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（2023 年）の資源水準を評価した（補足資料 1）。資源量指標値は、1993～2023 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 1999～2023 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、その相乗平均値を用いた（補足資料 1、3）。

(2) 資源量指標値の推移

大中型まき網の標準化 CPUE は、1993 年から 1995 年にかけて 1.29 にまで増加した後、2007 年まで減少し、2007 年に 0.39 を示した。2008、2009 年に 1.6 を超えて大きく増加したのち 2010 年で 0.60 まで減少し、以降は 0.69～1.48 の間で増減した。2023 年には 1.12 を示した（図 4-1、表 4-1）。中・小型まき網の標準化 CPUE は、0.61～1.42 の間で増減し、

2023年に0.98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がった。両CPUEの相乗平均をとった資源量指標値は0.60~1.33の間で増減し、2023年は1.04となった。直近5年間(2019~2023年)は横ばい傾向にある。

(3) 資源水準

本資源の資源量指標値(1993~2023年)に累積正規分布をあてはめたところ、2023年の資源量指標値は63.6%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0.181であり、資源量指標値が平均で毎年18%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、資源量指標値が漁獲量の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.
- 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 (2024) 令和6(2024)年度漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針. FRA-SA2024-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf



図 2-1. ムロアジ類 (東シナ海) の分布

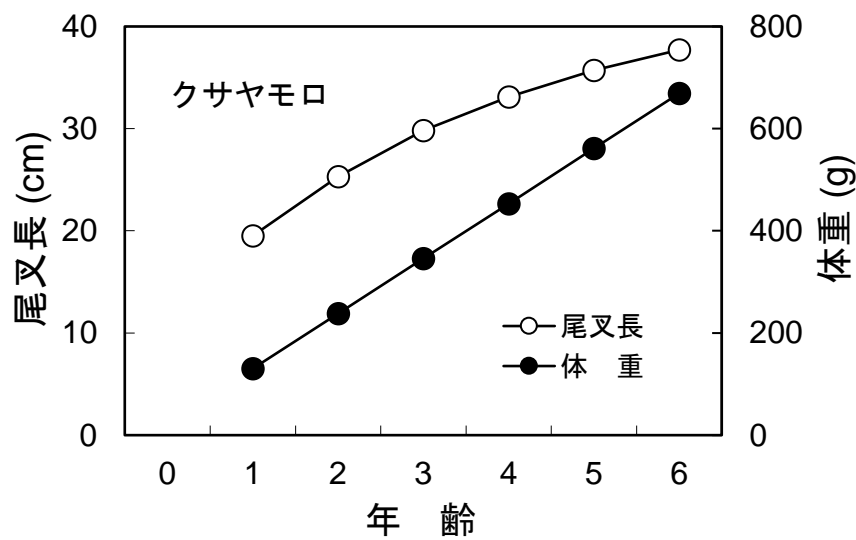


図 2-2. クサヤモロの年齢と成長の関係図

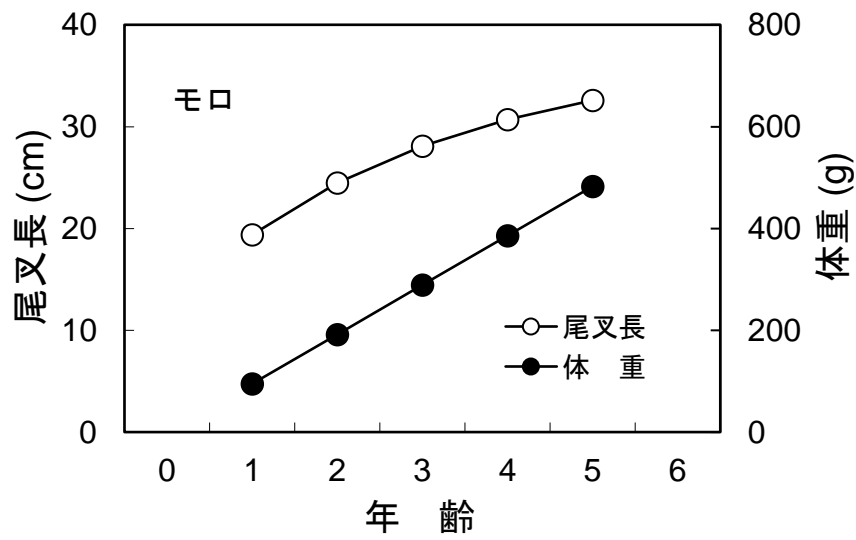


図 2-3. モロの年齢と成長の関係図

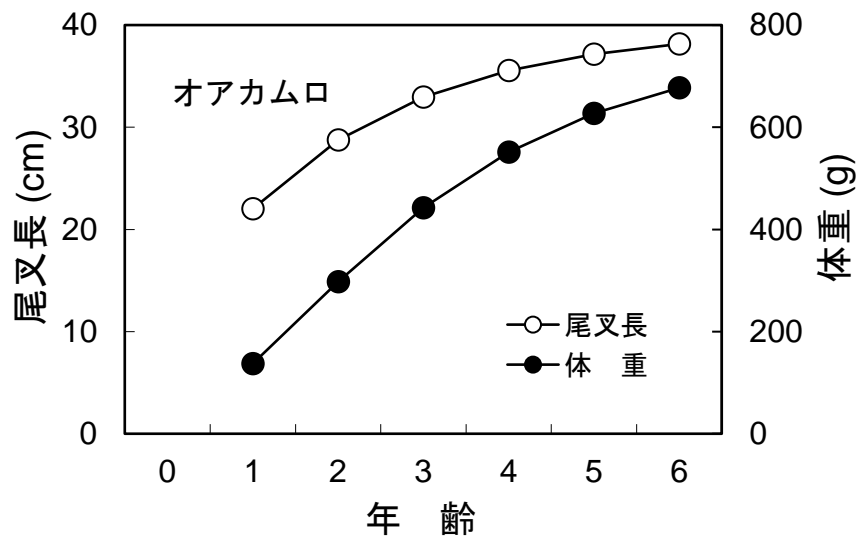


図 2-4. オアカムロの年齢と成長の関係図

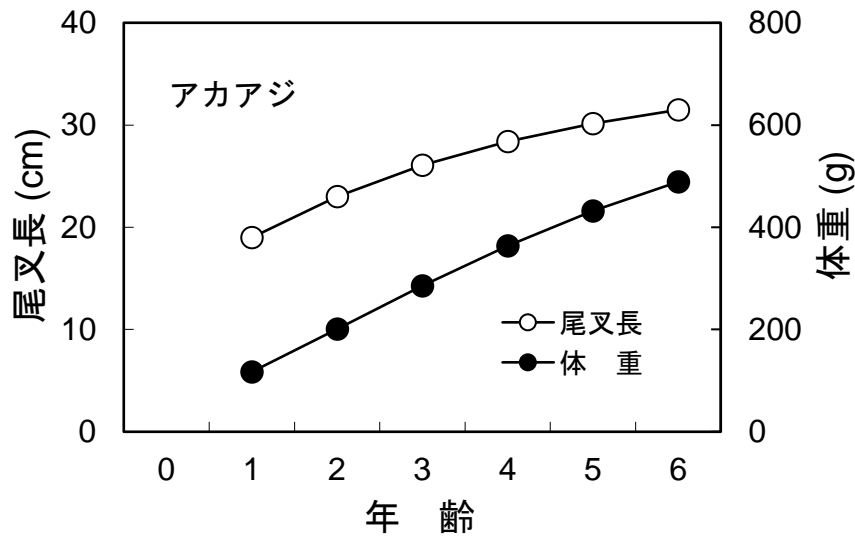


図 2-5. アカアジの年齢と成長の関係図

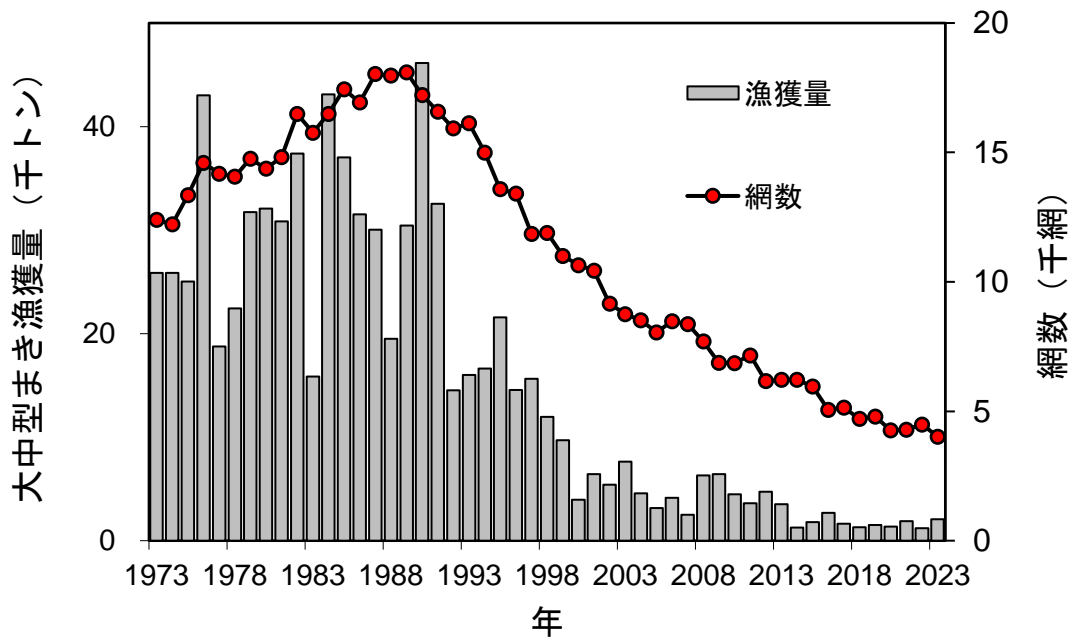


図 3-1. 大中小型まき網によるムロアジ類の漁獲量と網数

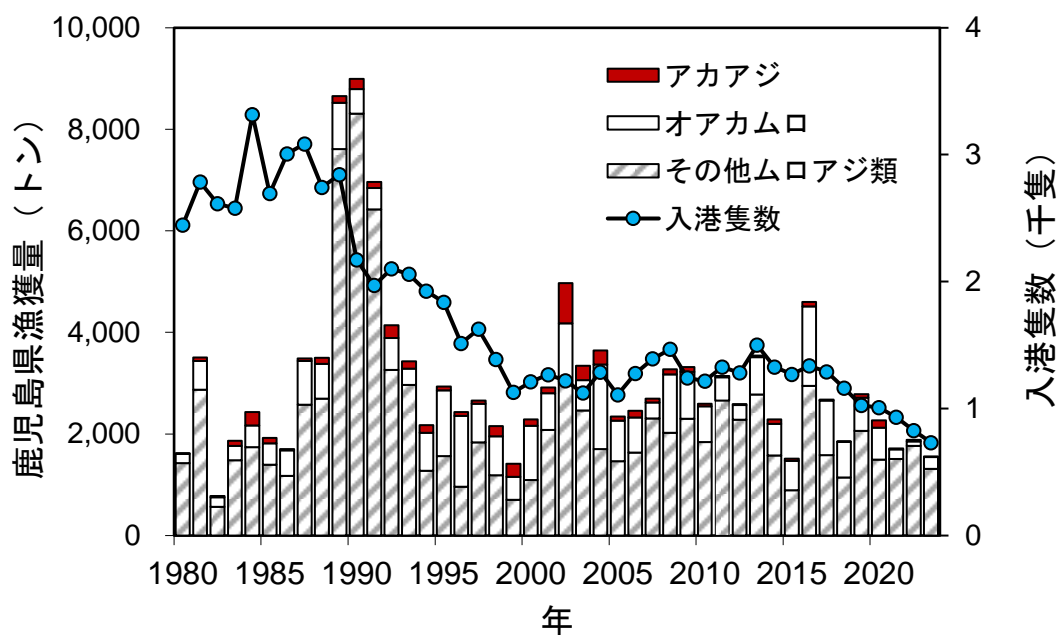


図 3-2. 鹿児島県主要港における中・小型まき網によるムロアジ類の漁獲量と入港隻数

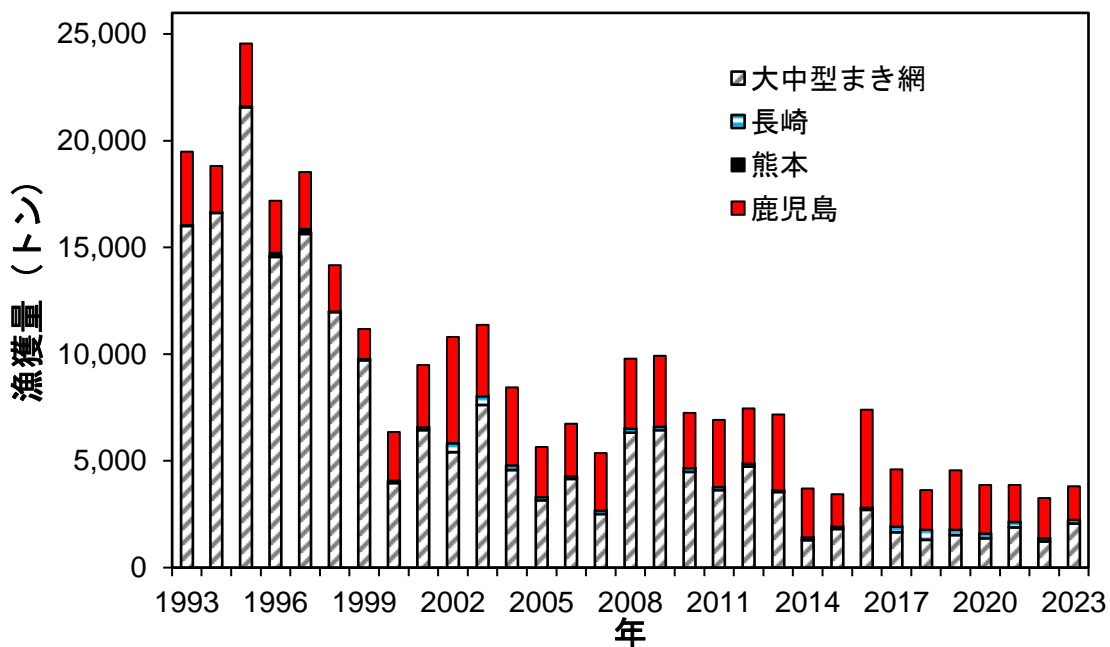


図 3-3. 大臣許可漁業（大中型まき網）、および知事許可漁業（中・小型まき網主体）による県別のムロアジ類漁獲量（ただし、大中型まき網および鹿児島県以外の漁獲量は推定値。詳細は補足資料 2 を参照）

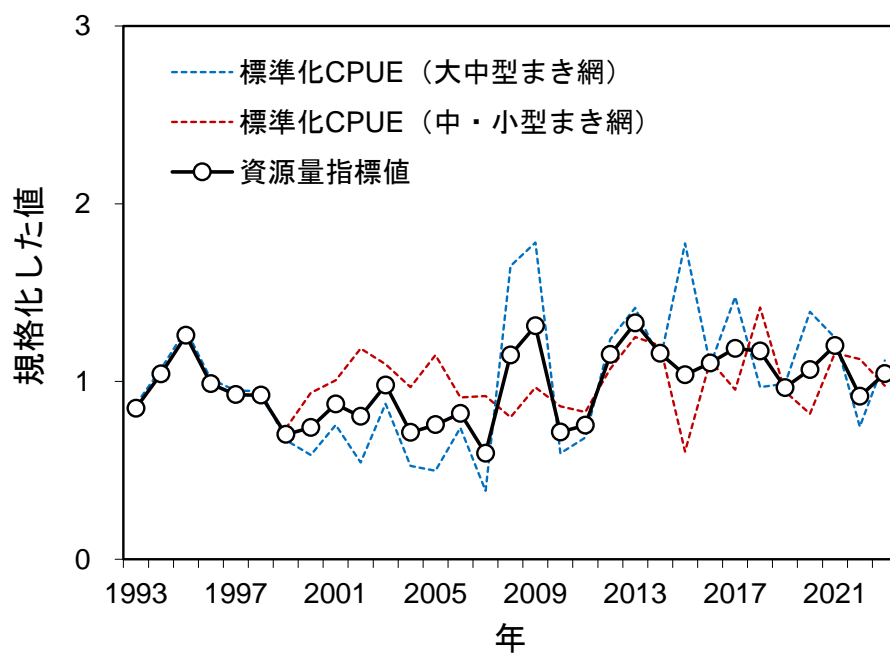


図 4-1. 平均値で規格化した大中小型まき網の標準化 CPUE、中・小型まき網の標準化 CPUE、および資源量指標値の推移

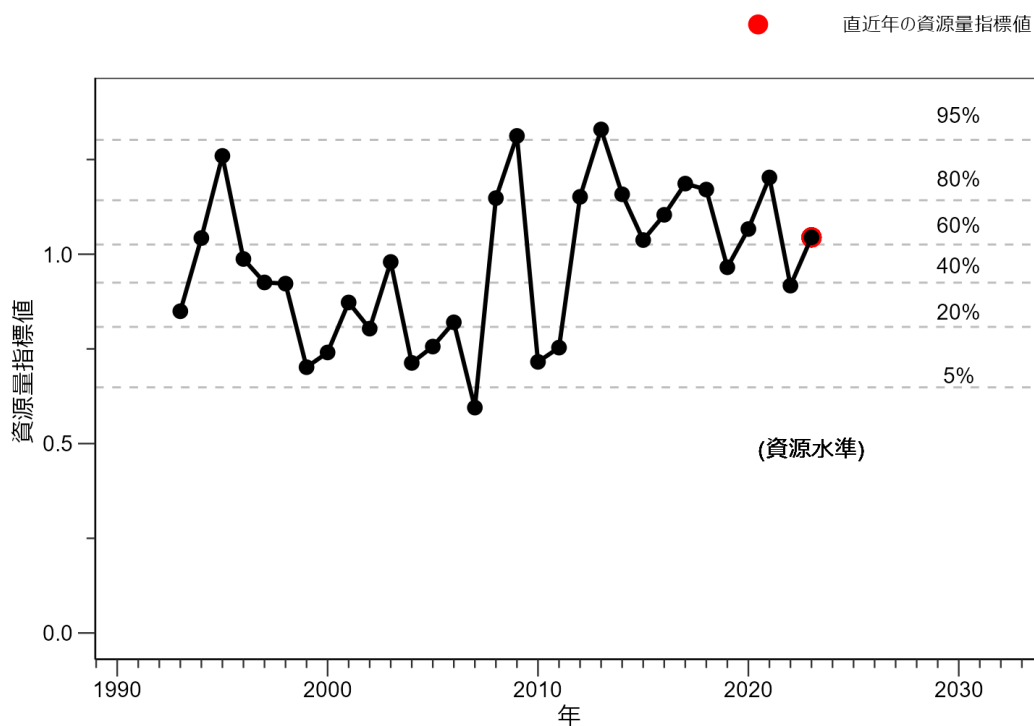


図 4-2. 資源量指標値と資源水準

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. (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
2023	2,064	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. (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	646	77	2,061	2,784	1,024
2020	628	142	1,495	2,264	1,008
2021	184	19	1,508	1,711	931
2022	88	33	1,764	1,886	827
2023	238	11	1,309	1,558	732

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)

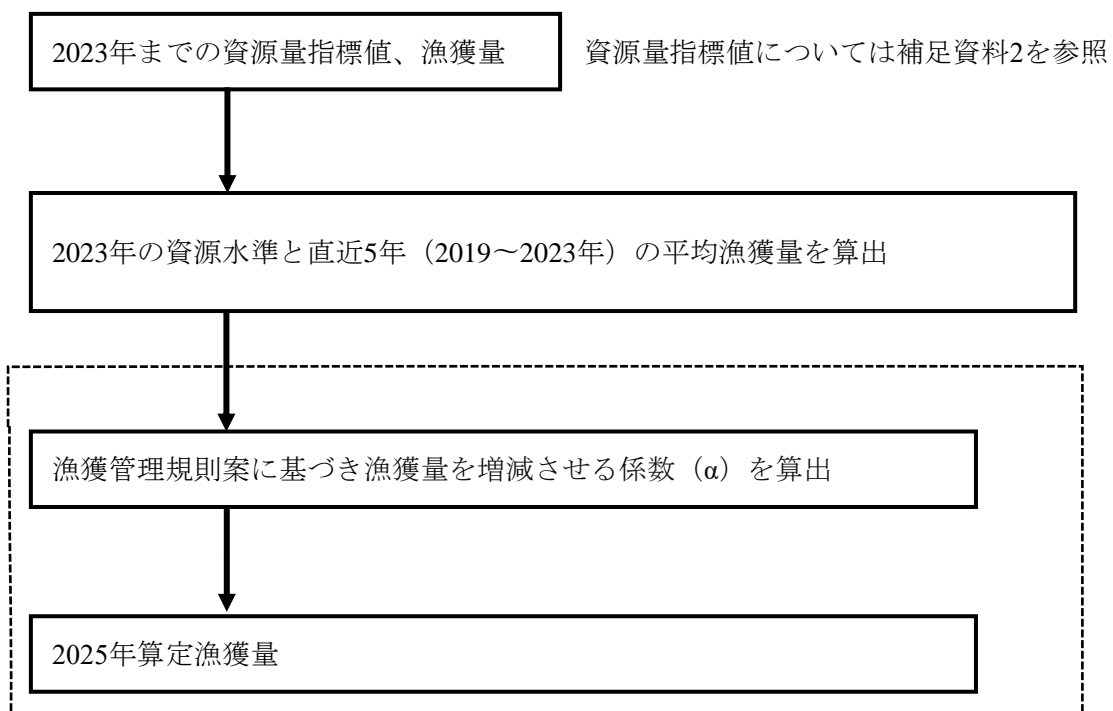
年	大中型 まき網	大中型まき網以外の漁法			合計
		長崎	熊本	鹿児島	
1993	16,007	45	4	3,427	19,483
1994	16,626	18	2	2,171	18,818
1995	21,569	46	6	2,934	24,555
1996	14,563	57	131	2,433	17,184
1997	15,637	81	149	2,659	18,526
1998	11,968	32	7	2,157	14,164
1999	9,707	61	1	1,415	11,184
2000	3,960	110	3	2,283	6,356
2001	6,436	131	4	2,913	9,483
2002	5,403	424	8	4,972	10,807
2003	7,624	407	3	3,345	11,378
2004	4,565	233	3	3,645	8,445
2005	3,145	154	2	2,344	5,644
2006	4,148	132	3	2,458	6,742
2007	2,505	165	3	2,692	5,365
2008	6,324	187	2	3,272	9,786
2009	6,443	161	3	3,317	9,923
2010	4,476	183	3	2,592	7,253
2011	3,628	144	3	3,140	6,914
2012	4,735	130	1	2,590	7,457
2013	3,536	96	1	3,544	7,176
2014	1,286	132	1	2,286	3,705
2015	1,808	114	1	1,515	3,438
2016	2,695	105	2	4,600	7,403
2017	1,658	264	1	2,676	4,599
2018	1,302	468	0.3	1,854	3,625
2019	1,514	263	1	2,784	4,563
2020	1,367	225	6	2,264	3,863
2021	1,882	257	12	1,711	3,862
2022	1,223	141	8	1,886	3,258
2023	2,064	169	12	1,558	3,802

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		1.04
1995	1.29		1.26
1996	1.01		0.99
1997	0.95		0.93
1998	0.95		0.92
1999	0.67	0.74	0.70
2000	0.59	0.94	0.74
2001	0.76	1.01	0.87
2002	0.54	1.19	0.80
2003	0.87	1.10	0.98
2004	0.53	0.97	0.71
2005	0.50	1.15	0.76
2006	0.74	0.91	0.82
2007	0.39	0.92	0.60
2008	1.65	0.80	1.15
2009	1.78	0.97	1.31
2010	0.60	0.86	0.72
2011	0.69	0.83	0.75
2012	1.24	1.07	1.15
2013	1.41	1.25	1.33
2014	1.12	1.20	1.16
2015	1.78	0.61	1.04
2016	1.09	1.12	1.10
2017	1.48	0.95	1.19
2018	0.97	1.42	1.17
2019	0.99	0.94	0.97
2020	1.39	0.82	1.07
2021	1.25	1.16	1.20
2022	0.75	1.13	0.92
2023	1.12	0.98	1.04

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 漁獲量の算出方法

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、1993～2023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6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6年度マルアジ日本海西・東シナ海系群の資源評価（FRA-SA2024-SC12-02）に示した。

補足資料 3 資源量指標値の算出方法

資源量指標値は、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 の相乗平均値とした。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、50 m 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：Ln(CPUE)~ Intercept + 年 + 月 + 海域 + s(50m 深水温)+ error term

中・小型まき網：Ln(CPUE)~ Intercept + 年 + 月 + 水揚港 + s(50m 深水温)+ s(漁船 ID, bs = "re")+ error term

モデル式の s() は平滑化パラメータを、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-SA2024-SC12-302）に示した。

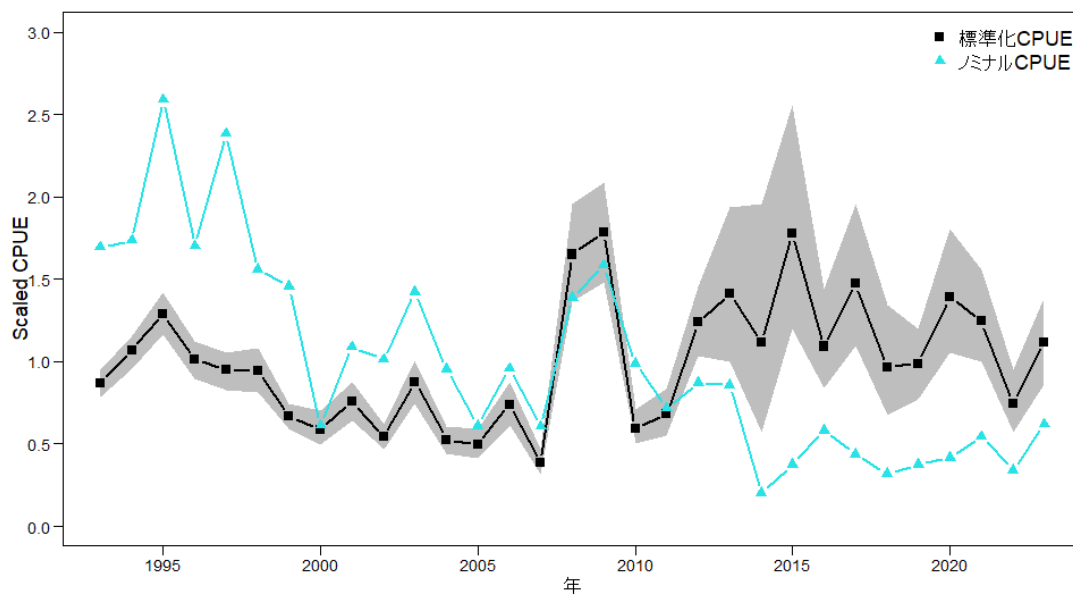
$$I_y = \sqrt{CPUE_{LMPS,y} \times CPUE_{SMPS,y}} \quad (1999 \leq y \leq 2023) \quad (1)$$

$$I_y = CPUE_{LMPS,y} \times \frac{\sum_{k=1999}^{2023} I_k}{\sum_{k=1999}^{2023} CPUE_{LMPS,k}} \quad (1993 \leq y \leq 1998) \quad (2)$$

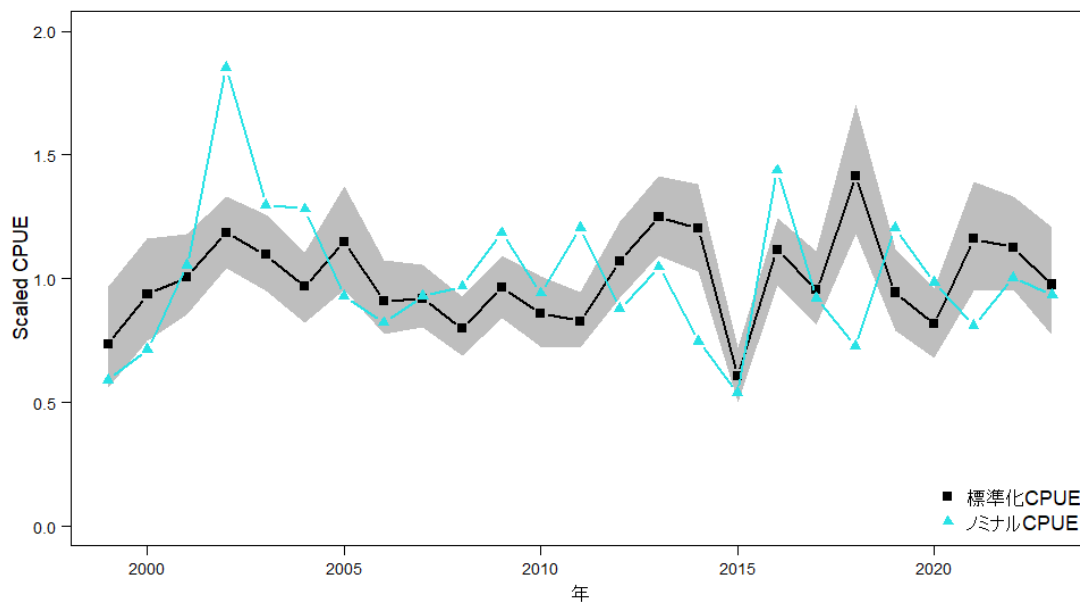
引用文献

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 とノミナル CPUE 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。ノミナル CPUE は狙い操業抽出前のデータによる。



補足図 3-2. 中・小型まき網における標準化 CPUE とノミナル CPUE 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。ノミナル CPUE は狙い操業抽出前のデータによる。

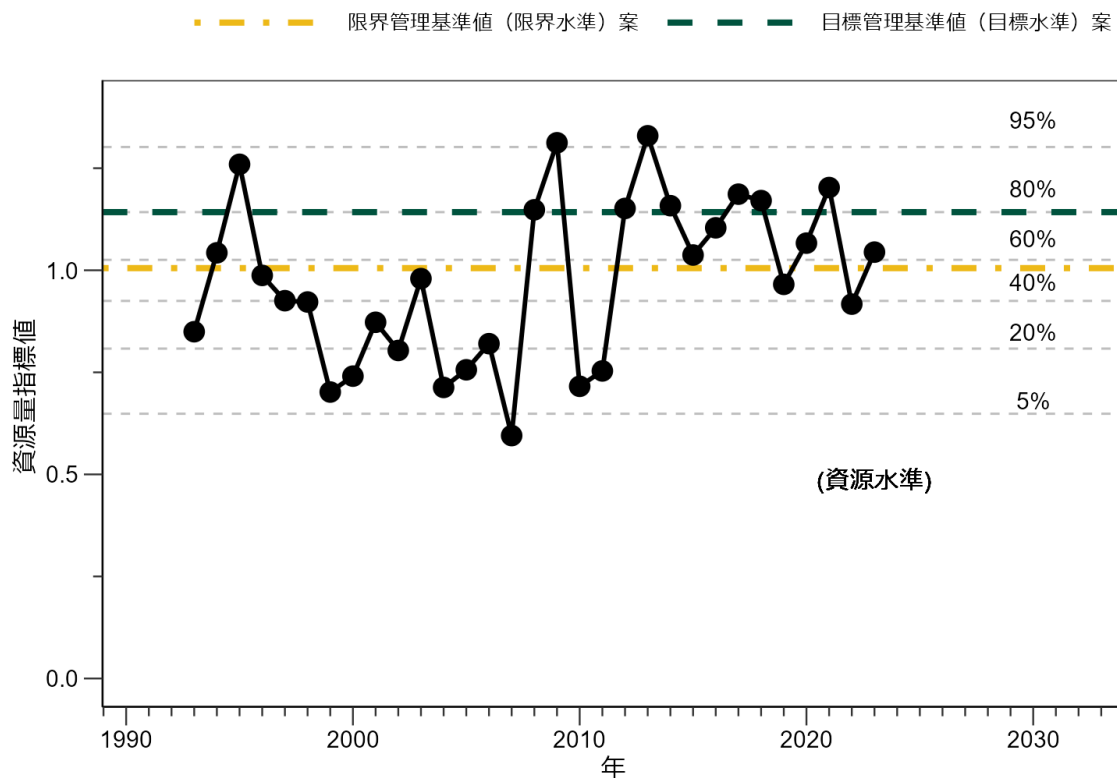
補足資料 4 2025 年の算定漁獲量

(1) 漁獲管理規則案

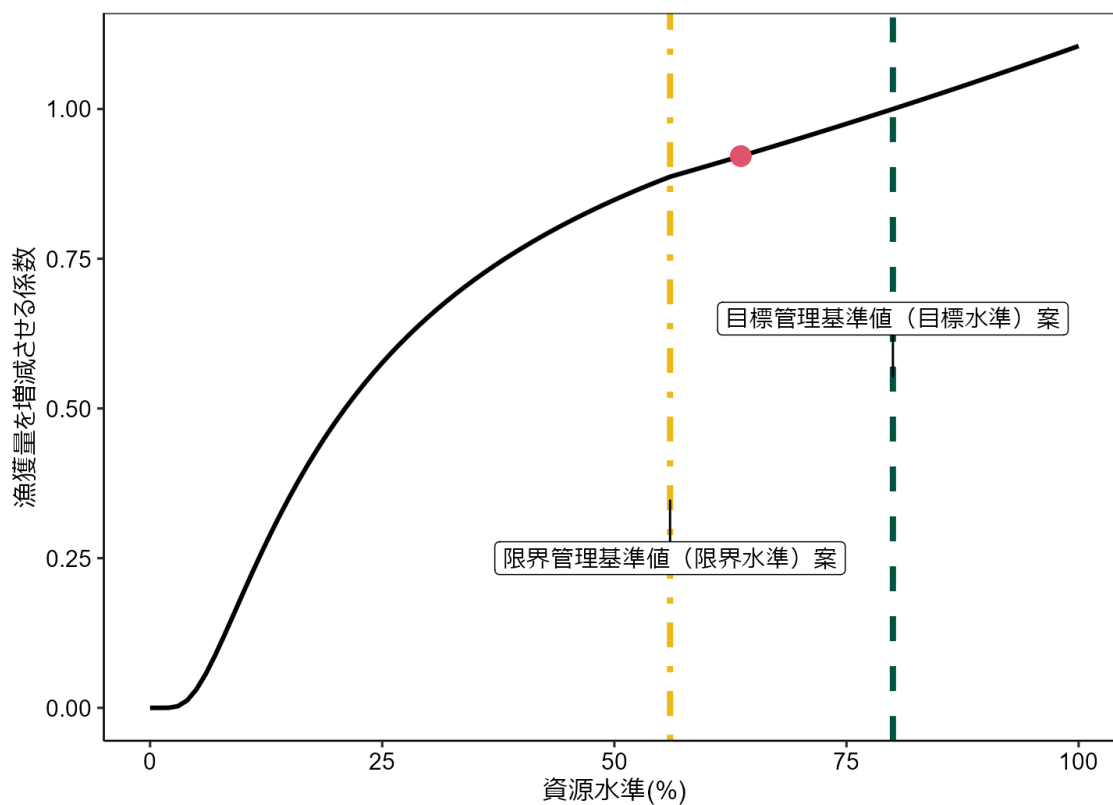
「管理基準値等に関する研究機関会議」(令和 4 年 9 月開催) から「第 10 回資源管理手法検討部会」(令和 4 年 12 月開催) へ、本資源に 2 系資源の漁獲管理規則を適用することが提案されている。2 系資源の漁獲管理規則は、基準となる水準に対する資源量指標値の大小関係に基づき、近年の平均漁獲量から次年の漁獲量を計算するための係数を求める仕組みである(補足資料 5)。資源量指標値に基づく直近年の資源水準が目標水準を上回る場合は、次年の漁獲量を直近 5 年の平均漁獲量よりも増加させるが、目標水準を下回る場合は、次年の漁獲量を平均漁獲量よりも削減する。限界水準よりも下回る場合は、より大き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)は資源水準 80%、限界管理基準値(限界水準)は資源水準 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 1.14 および 1.01 であった。直近年(2023 年)の資源量指標値は 1.04 であり、その資源水準は目標管理基準値(目標水準)案を下回り、限界管理基準値(限界水準)案を上回った。この資源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 0.92 と算出された(補足図 4-1、4-2、補足表 4-1)。

(2) 算定漁獲量

漁獲管理規則案にて漁獲量を増減させる係数(α)は 0.92 である。また、本年度の資源評価結果によると直近 5 年(2019~2023 年)の平均漁獲量(C)は 3,870 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 2025 年の漁獲量は 3,565 トンとなった(補足図 4-3、補足表 4-2)。

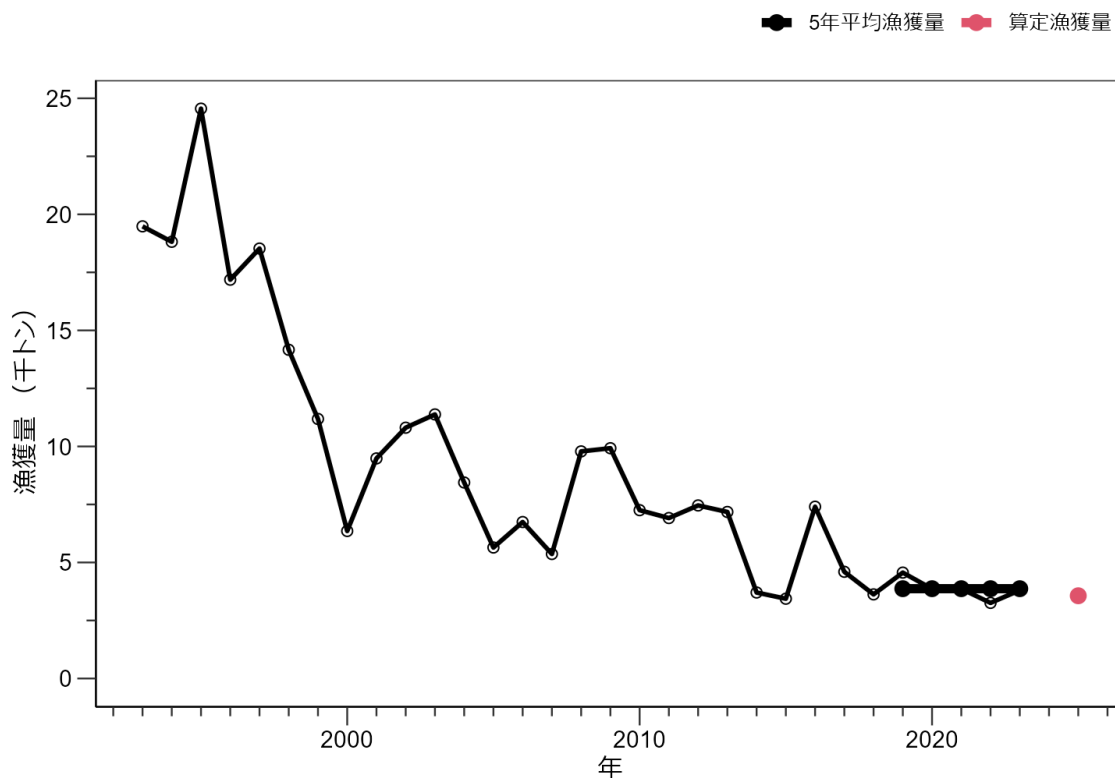


補足図 4-1. 資源量指標値の推移と目標管理基準値（目標水準）案、限界管理基準値（限界水準）案
 灰点線は、資源量指標値（黒線）に累積正規分布を適用したときの資源水準を示す。
 緑破線と黄一点鎖線はそれぞれ目標管理基準値（目標水準）案と限界管理基準値（限界水準）案を示す。



補足図 4-2. 漁獲管理規則案

黒線は前年の漁獲量に対する翌年の漁獲量の増減率 (α) であり、算定漁獲量を算出する際に基準となる直近の漁獲量の 5 年平均値に乗じて漁獲量を増減させる係数を示す。緑破線と黄一点鎖線によりそれぞれ示される目標管理基準値 (目標水準) 案および限界管理基準値 (限界水準) 案に対する現状の資源水準の位置関係から、翌年の漁獲量の算出に用いるべき α が決まる。赤丸は 2023 年の資源水準から定められる α を示す。



補足図 4-3. 漁獲量の推移と直近 5 年平均の漁獲量および算定漁獲量

黒実線は過去の漁獲量を、黒丸と黒太線は直近 5 年 (2019~2023 年) の平均漁獲量を示す。現状の資源量指標値から次期 ABC を算出するとした場合、赤丸が直近 5 年の平均漁獲量と漁獲量に乘じる係数から計算される 2025 年に予測される算定漁獲量 (ABC 試算値) となる。

補足表 4-1. 管理基準値案および現状の値

	資源水準	漁獲量を増減させる係数(α)	資源量指標値	説明
目標管理基準値 (目標水準)案*	80.0%	1.00	1.14	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 (2023 年)	63.6%	0.92	1.04	直近5年間の漁獲量に掛ける係数は、目標管理基準値(目標水準)案と限界管理基準値(限界水準)案に対する現状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	2019	4,563
	2020	3,863
	2021	3,862
	2022	3,258
	2023	3,802
	平均	3,870
算定漁獲量	2025	3,565

補足資料 5 2系資源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_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 $\beta=1$ とする。

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

ここで、 k_t は、以下の通りとなる。

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

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。

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

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)。

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

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6(2024)年度漁獲管理規則およびABC算定のための基本指針(FRA-SA2024-ABCWG02-01)」(水産研究・教育機構2024)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2024)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管理基準値等に関する研究機関会議資料にて提案されている。

引用文献

水産庁, 水産研究・教育機構 (2024) 令和 6 (2024) 年度 ABC 算定のための基本規則. FRA-SA2024-ABCWG02-02, 水産研究・教育機構, 横浜, 11pp. https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-02.pdf

水産研究・教育機構 (2024) 令和 6 (2024) 年度漁獲管理規則および ABC 算定のための基本指針. FRA-SA2024-ABCWG02-01, 水産研究・教育機構, 横浜, 23pp. [https:// abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf](https://abchan.fra.go.jp/references_list/FRA-SA2024-ABCWG02-01.pdf)