

ナンキョクオキアミ 南極海

(Antarctic Krill *Euphausia superba*)



管理・関係機関

南極の海洋生物資源の保存に関する委員会 (CCAMLR)

最近の動き

2019/20 年漁期 (12月1日から翌年11月末日まで) 及び 2020/21 漁期のナンキョクオキアミ総漁獲量は、世界全体でそれぞれ 450,781 トン及び 320,014 トン (暫定値) であった。スコシア海 (FAO 統計海区 48 海区、図1) での漁獲がほとんどであり、2019/20 漁期の漁獲量は同海区で過去最大であった (これまでの最大値は 1986 年の 425,871 トン)。なお、日本は 2011/12 漁期を最後に約 40 年間に及んだナンキョクオキアミ漁業から撤退している。詳しくみると、2019/20 漁期は、操業は主に 48.1 小海区と 48.2 小海区で行われ、前者の小海区では漁獲量が新たな管理措置への移行基準となる、小海区別に定められた漁獲量上限 (トリガーレベル: 48.1 小海区の場合は 155,000 トン) に達し、閉鎖された。48.1 小海区と 48.2 小海区の漁獲量は総漁獲量のそれぞれ 35% と 40% を占め (図2)、48.2 小海区では漁獲量が初めてトリガーレベル (279,000 トン) の 50% を超えた。2020/21 漁期は、2021 年 7 月 31 日時点で 48.1 小海区と 48.2 小海区のみの操業となっており、漁獲量は

総漁獲量のそれぞれ 51% と 49% を占めた (図2)。また、トリガーレベルとの関係でみると、48.1 小海区では 104%、48.2 小海区では 57% に達した。48.1 小海区では 9 年連続でトリガーレベルに達し、禁漁となった。なお、2018/19 漁期以降に 48.2 小海区の漁獲が増加した一因としては、責任あるオキアミ漁業連合 (ARK) が、例年主漁場となる 48.1 小海区の沿岸域での操業を、ペンギン保護を目的として、ペンギンの繁殖期にあたる 10~2 月の期間中自主禁漁としたことが挙げられる。この期間は主漁場が 48.2 小海区となり、48.2 小海区における漁獲量が増加するようになった。

利用・用途

冷凍品や乾燥粉末 (ミール) は釣餌や飼料とされる。むき身やボイルは加工食品の原料となるが、風味が強いため単独で食材として使われることは少ない。ミールや頭部から抽出されるオイルは、薬用もしくは機能性食品 (栄養補助食品) として期待されており、欧米では市場を拡大しつつある。

漁業の概要

世界のナンキョクオキアミ漁業は、1972/73 漁期に旧ソ連が 7,400 トンを漁獲したことに始まる。その後日本、ポーランド等が参入し、1976/77 漁期に漁獲量は 10 万トンを超え、1978/79 年には 30 万トン強、1981/82 漁期に 50 万トンを超えて最大漁獲量に達した。その一方で商品開発は進まず、南極海における漁業の主対象が魚類へ移行したことから、その後数年間で漁獲量は大幅に減少した。1986/87 漁期から 1990/91 漁

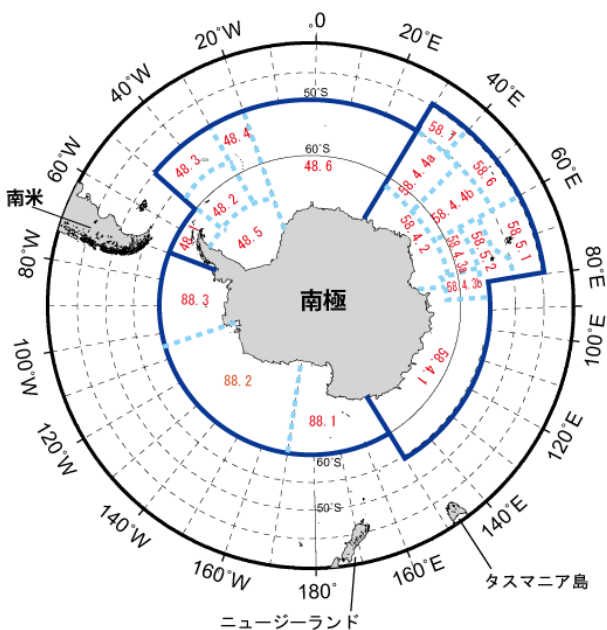


図1. CCAMLR の統計海区

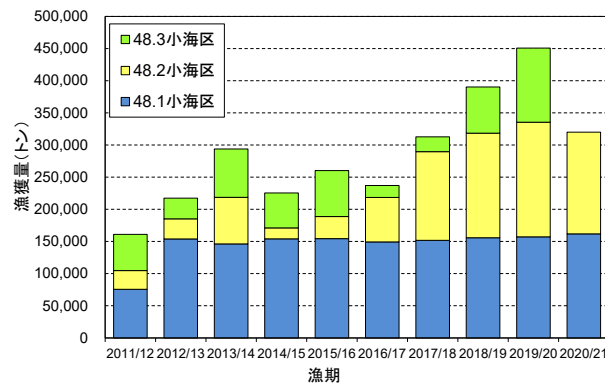


図2.48 海区における過去10年間の小海区別ナンキョクオキアミ漁獲量 (2011/12~2020/21 年漁期)
2020/21 漁期の漁獲量は 2021 年 7 月 31 日時点。

期までの年間総漁獲量は35万~40万トンで安定していたが、1992/93漁期には8万トン台へ急落した。これは、旧ソ連体制の崩壊によってロシア漁船の採算が取れなくなり、操業を中止したためである。1992/93漁期以降の年間漁獲量は13万トン前後で推移していたが、2009/10漁期には21.3万トンに若干増加した(図3)。その後増加し続け、2020/21漁期の年間漁獲量は上述したように48海区で過去最高の450,781トンであり、全海区でみると1982/83漁期以降で最も多かった。

開発当初の操業は、インド洋(58海区)や太平洋(88海区)の沿岸部でも行われていたが、近年は南極半島周辺(48海区)のサウスシェトランド水域、サウスオークニー水域及びサウスジョージア水域が主な漁場となっている(図4)。サウスシェトランド水域及びサウスオークニー水域での操業は、通常夏季(注:南半球の夏季、以下同様)に行われ、冬季には海水を避けて比較的低緯度のサウスジョージア水域で操業が行われていた。しかし、近年、サウスシェトランド水域及びサウスオークニー水域でも冬季に海水に覆われないため、冬季を中心とした操業に変わった。

このうち2005/06漁期に新規参入したノルウェーは、網の最後部にフィッシュポンプを取り付けた連続操業可能なトロール漁具を装備した大型船を導入する等して、急速に漁獲量を拡大している。また、中国は2009/10漁期に初めて1隻が操業し0.2万トンを漁獲したが、2010/11漁期には5隻が操業し1.6万トンを漁獲した。日本の漁獲量は2003/04漁期以降約2万~4万トンで安定していたが、2011/12漁期は1.6万トンとなり、同漁期終了後ナンキョクオキアミ漁業から撤退した。

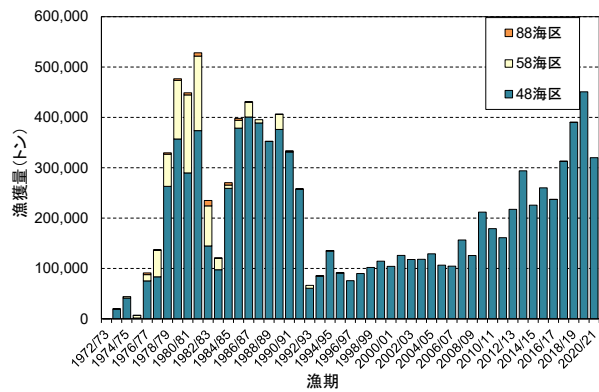


図3. ナンキョクオキアミの海区別漁獲量の経年変化(1972/73~2020/21年漁期)
2020/21漁期の漁獲量は2021年7月31日時点。

2020/21漁期の漁業国は、ノルウェー(20.0万トン)、中国(4.6万トン)、韓国(3.6万トン)、ウクライナ(2.2万トン)、チリ(1.5万トン)である(表1)。

生物学的特性

ナンキョクオキアミは、南極海に生息するオキアミ目甲殻類であり、体長(額角先端から尾節末端)は50mm、体重1.0g以上に達し、性成熟年齢は、雌2歳、雄3歳(50%成熟年齢)、寿命は5~7歳と考えられている。夏季には、爆発的に増殖する植物プランクトンを摂食し、植物プランクトン量の少ない冬季には、動物プランクトンや海水中の植物プランクトン(アイスアルジー)等も摂食すると考えられている。ナンキョクオキアミの分布域は、南極前線以南の南極表層水全域に及ぶが、群れ(パッチ)の出現状況は季節や成熟段階によって大きく異なる。南極半島周辺では初夏(12月)から盛夏(2月)にかけて成熟個体が陸棚斜面域に分布するのに対し、未成熟個体は主に陸棚縁辺部に分布する(図5)。いずれも表層200m以浅に群れを形成するが、海域によって群れに濃淡がある。成熟した個体は、夏季に繁殖期を迎える。1シーズンに複数回産卵すると考えられており、1回の産卵数は雌1個体あたり2,000~10,000個程度で、1,000m以深まで沈降しながら卵内発生を行い、1週間ほどで孵化する。

その後、幼生期は脱皮と変態(ノープリウス→メタノープリ

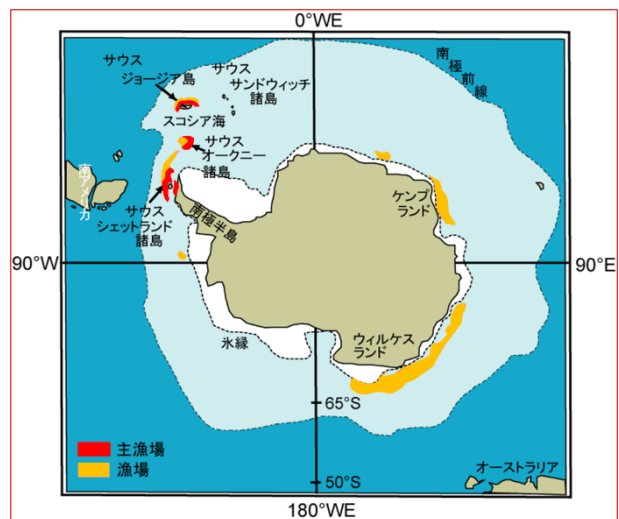


図4. 南極海全体におけるナンキョクオキアミ漁場の位置
現在の主漁場は南極半島周辺のサウスシェトランド、サウスオークニー、サウスジョージア水域に集中している。

表1.48海区における過去10年間の国別ナンキョクオキアミ漁獲量(トン、2011/12~2020/21年漁期)

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
チリ	10,662	7,259	9,278	7,279	3,708		14,060	21,131	21,670	14,848
中国	4,265	31,944	54,303	35,427	65,018	38,112	40,742	50,423	118,353	46,265
日本	16,258									
ノルウェー	102,800	129,647	165,899	147,075	160,941	156,884	207,103	253,259	245,421	200,890
ポーランド										
韓国	27,100	43,861	55,406	23,342	23,071	34,506	36,006	42,939	44,567	35,832
ロシア										
ウクライナ		4,646	8,928	12,523	7,412	7,948	15,080	22,427	20,770	22,179
合計	161,085	217,357	293,814	225,646	260,150	237,450	312,991	390,179	450,781	320,014

2020/21漁期の漁獲量は2021年7月31日時点。

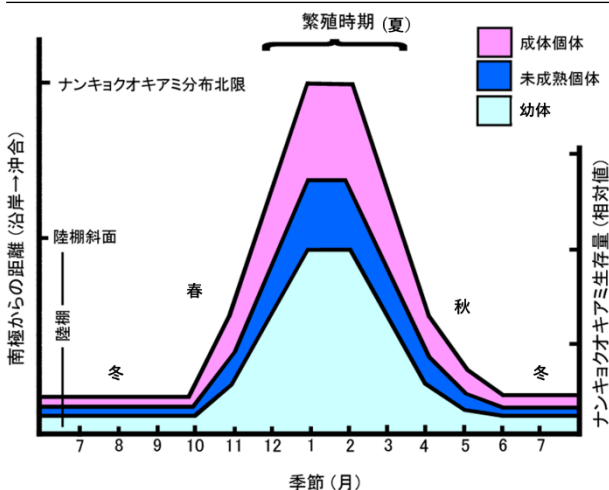


図 5. ナンキョクオキアミの季節及び成熟段階における地理分布と生存量 (目盛は相対値)

ウス→カリプトピス→ファーシリア)を繰り返し、徐々に表層近くに分布するようになり、春季には体長 10~20 mm の幼体 (外見は成体とほぼ同じだが外見からは雌雄を判別できない)になる。幼体・未成年・成体ともに秋季、冬季には沿岸域に移動し、海水直下や海底付近等に生息すると考えられている。孵化後 2 年目以降に成熟する。

ナンキョクオキアミは通常、幼生期には脱皮間隔(日数)が短く成長率が高いが、成体になるにつれて脱皮間隔が長くなり、成長率が低くなる。さらに、極寒の南極海に適應するために、餌環境の悪い冬季には、体長を脱皮により収縮させ、さらには性徴も退縮させることでエネルギー消費を低く抑えることが実験により確認されている。

本種は、海産哺乳類、海鳥類、魚類、イカ類等多くの捕食者の餌となっており、南極海生態系の鍵種(キーストーン種)である。

資源状態

1972 年に本格的に漁業が開始される以前には、南極海全体の資源量は莫大で 10 億~20 億トンと考えられていた。1981 年に国際共同バイオマス調査計画(FIBEX 計画、調査面積 396.1 × 10³ km²)が実施され、スコシア海(48 海区)のナンキョクオキアミ資源量は 1,510 万トンと推定された。この資源量は後に 3,540 万トンと修正された。

1982 年の南極海洋生物資源保存条約の発効以降、CCAMLR において、資源量の新たな調査を求める要望が強まり、2000 年 1~2 月に日本(開洋丸)、英国、米国及びロシアの 4 か国の調査船が、スコシア海で、同一規格の音響装置、採集器具及び海洋観測機器(CTD)を用いて、CCAMLR-2000 一斉調査(調査面積 2065.2 × 10³ km²)を実施した(Watkins *et al.* 2004) (図 6)。この調査の結果、調査面積の拡大に伴い資源量推定値は FIBEX 調査結果より増大し、48 海区のナンキョクオキアミ資源量は 4,429 万トン(変動係数 11.4%)と算定された。その後 CCAMLR 音響調査解析作業部会の専門家が再解析を重ね、2007 年には 3,729 万トン(変動係数 20.9%)、2010 年には 6,030 万トン(変動係数 12.8%)に修正された。これに伴い、

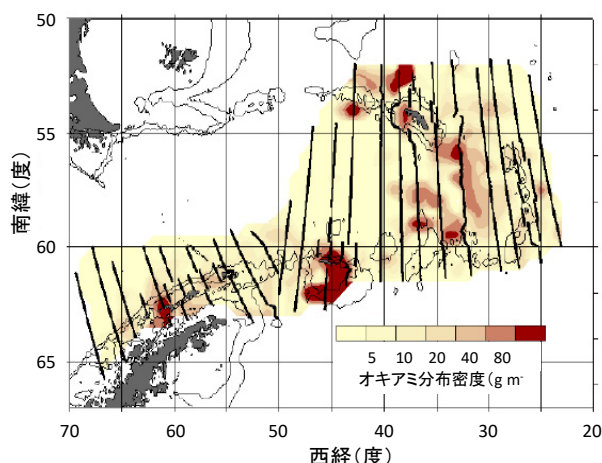


図 6. CCAMLR-2000 一斉音響調査から推定されたナンキョクオキアミ分布密度

黒線は調査実施の航跡で、図 1 の 48.1~48.4 海区(南極半島周辺のサウスシェトランドからスコシア海のサウスジョージアの海域)をカバーしている。

予防的漁獲制限量は 347 万トンから 561 万トンに上方修正された。このナンキョクオキアミ資源量を、音響調査データを更新し再度評価するため、2018 年 12 月~2019 年 3 月にノルウェー、ARK、韓国、中国、英国、ウクライナが再びスコシア海で、2019 Area 48 Survey 一斉調査を実施した。オキアミ資源量推定値は 6,260 万トン(変動係数 12.8%)と 2000 年に実施された CCAMLR-2000 一斉調査とほぼ同じ推定値が得られ、CCAMLR 科学委員会で承認された。予防的漁獲制限量(海区別に定める、オキアミ資源量に利用可能率を乗じた値)は 2022 年以降に見直される予定である。本調査は、調査船と漁船が連携して実施したもので、漁船も資源量調査に貢献できることが実証された。また、2018 年 12 月~2019 年 2 月に日本(開洋丸)は 58.4.1 海区で資源量調査を実施、資源量推定値 433 万トン(変動係数 17%)と算出し、1996 年に豪州により実施された 1996 BROKE survey とほぼ同じ推定値(483 万トン、変動係数 17%)を得た。この資源量推定値は、CCAMLR 科学委員会によって利用可能な最良の推定値であると確定されたため、本海区の予防的漁獲制限量が見直しに用いられることになる。

現在のナンキョクオキアミ漁獲量は、資源量に比べ極めて小さいため(総資源量の 0.3%、予防的漁獲制限量の 3.6%)、音響調査に基づく推定総資源量は初期資源量(B₀)と同等と見なされている。したがって、最大持続生産量(MSY)資源管理基準に従うと資源水準は高位、資源動向は横ばいと判断される。このように、現在の漁業がナンキョクオキアミ資源自体に及ぼす影響は小さく、資源枯渇の心配は少ない。ナンキョクオキアミ資源は環境変動に応じて増減している可能性が高い。調査資料が存在する 1920 年代以降の資源の長期傾向は、大気・海水等の環境変動と関連して 1970 年代~1980 年代頃に減少傾向を示し、1990 年代に入るとやや横ばいとなる(Siegel and Loeb 1995、Loeb *et al.* 1997、Naganobu *et al.* 1999、Atkinson *et al.* 2004)。近年、地球温暖化が進む中で、ナンキョクオキアミの分布パターンや資源量が従来とは異なる変動を示す可能性も考えられる。ナンキョクオキアミは顕著なパッチ状の分布を示すため、濃いパッチのみを漁獲対象とする漁船の曳網時間あた

り漁獲量等の情報からナンキョクオキアミの資源状態を把握することは困難である。そこで新たなモニタリング手法として、資源状態を把握するための調査ラインを設定し、漁船により定期的に調査ラインの音響データを収集し活用することが検討されている。

管理方策

【CCAMLRによる資源管理】

CCAMLRは南極の海洋生物資源の保存を目的としており、この「保存」には合理的利用も含まれる。この目的を達成するための原則として、条約の第2条には、(a)対象資源の安定した加入を確保し、資源量を、最大年間純加入量を確保する水準以下に減少させないこと、(b)対象資源、これに依存する資源及び対象資源と関係ある資源との間の生態的関係を維持し、枯渇した資源についてはその資源量を安定した加入水準まで回復させること、(c)海洋生態系の復元が20年または30年にわたり不可能になる恐れのある生態系の変化が生じることを防ぎ、その変化が生じる危険性を最小限にすること等が掲げられている。このようにCCAMLRは漁業資源だけでなく生態系の保存を条約理念として掲げていることが特徴である。この原則に基づき、CCAMLRは条約水域の海区ごと(図1)、種ごとに保存管理措置を定めている。ナンキョクオキアミ資源に関する保存管理措置は、48海区と58海区の2海区のみに設定されている。それ以外の海区でナンキョクオキアミ漁業を新規に行うには、新規漁業→開発漁業→商業漁業という段階を踏む必要があり、収集した情報に基づいて資源評価を進展させ、地域生態系に悪影響を及ぼさないことを担保しなくてはならない。

総資源量に対する漁獲のレベルは低いが、ナンキョクオキアミは南極海生態系全体を支える鍵種であることから、漁業が生態系へ及ぼす悪影響を回避するための管理の枠組みが検討されている。具体的には、ナンキョクオキアミを主要な餌生物とするペンギンやオットセイ等の高次捕食者の摂餌水域に操業が集中することによって、資源が局所的に枯渇し、高次捕食者の摂餌成功率や再生産率が低下する可能性が懸念されている。そのような事態を避けるために、48海区の予防的漁獲制限(561万トン)よりさらに保守的な措置として、48海区全体の漁獲量が移行基準(トリガーレベル)である62万トンを超えた場合には、生態系を考慮した新たな管理措置へ移行することが合意されている。62万トンというトリガーレベルは、小海区ごとの過去最大漁獲量に基づき算定されたものである。2009年のCCAMLR年次会合では、48海区全体で62万トンに設定されていたトリガーレベルを、小海区ごとに分割した。

48海区の小海区別トリガーレベルは、48.1小海区15.5万トン、48.2及び48.3小海区27.9万トン、48.4小海区9.3万トンである。トリガーレベルを分割した初年度である2009/10漁期に、48.1小海区の漁獲量がトリガーレベルに達し、その小海区は閉鎖された。48.3小海区に好漁場が形成されず、48.2小海区に海水が卓越したのに対し、48.1小海区は冬季も海水に閉ざされることなく操業可能であったことが原因である。2009/10漁期の漁場形成パターンは平年の平均的状況とは異なっていたが、その中で分割されたトリガーレベルが有効に機

能したことになる。そこで、2011年のCCAMLR年次会合においてトリガーレベル分割を2013/14漁期まで継続することが合意された。その後も、2012/13漁期以降は、48.1小海区に操業が集中し、その結果、同小海区の漁獲量は漁期半ばに早々とトリガーレベルに達し、閉鎖されている。さらに、2018/19～2019/20漁期は48.2小海区での漁獲量が48.1小海区でのそれを上回っている。一方、58海区は30年以上漁業がほぼ行われておらず、漁獲が局地的に行われる恐れが少ないため、予防的漁獲制限量のみの管理で、トリガーレベルは設定されていない。

漁獲量がトリガーレベルを超えた後の管理措置としては、2009年までは小海区をさらに小規模管理ユニット(SSMU)に分割し、SSMUごとに許容漁獲量を設定する方法が提案され、数理モデルを用いた検討が進められてきた。しかし、SSMUごとの許容漁獲量は2000年の一斉音響調査結果を根拠としており、ナンキョクオキアミの分布や漁業のパターンが毎年一定の平均的傾向を示すことを前提としている。2008/09～2010/11漁期は、資源の分布や操業のパターンが平年とは異なった変動を示した。このような状況下では十数年に1回の大規模調査を根拠とした管理方策よりも、定期的な小規模調査、捕食者のモニタリングや、漁業を通じた情報収集によって毎年の状況を把握しながら漁業を順応的に管理する方策が有効である。こうした背景から、CCAMLRの科学委員会では漁船を通じた科学データ収集や対照区や実験区の導入を含むフィードバック管理方策の検討が進められた。当初は2016年を目途に、現行のトリガーレベルを用いた小海区別の管理から、ナンキョクオキアミ捕食者モニタリングデータ等の解析に基づき、予防的漁獲制限量をSSMUに分割する管理への移行を検討する予定になっていたが、2016年に現行のトリガーレベルをさらに延長して、まずは2021年にトリガーレベルを改定することになっていた。改定作業は、①オキアミ資源量更新、②開発率を推定するためのモデル、③予防的漁獲制限量をSSMUに分割するためのリスク評価からなり、2021年に大きな進捗はあったが、作業が終わらず、よって現行のトリガーレベルを更に1年延長して、2022年の改定を目指すこととなっている。

執筆者

外洋資源ユニット
外洋底魚サブユニット
水産資源研究所 水産資源研究センター
広域性資源部 外洋資源グループ
一井 太郎・奥田 武弘

参考文献

- Atkinson, A., Siegel, V., Pakhomov, E., and Rothery, P. 2004. Long-term decline in krill stock and increase in salps within the Southern Ocean. *Nature*, 432: 100-103.
- Loeb, V., Siegel, V., Holm-Hansen, O., Hewitt, R., Fraser, W., Trivelpiece, W., and Trivelpiece, S. 1997. Effects of sea-ice extent and krill or salp dominance on the Antarctic food web. *Nature*, 387: 897-900.
- Naganobu, M., Kutsuwada, K., Sasai, Y., Taguchi, S., and Siegel, V. 1999. Relationships between Antarctic krill (*Euphausia*

superba) variability and westerly fluctuations and ozone depletion in the Antarctic Peninsula area. J. Geo. Res., 104(C9): 20651-20665.

Siegel, V., and Loeb, V. 1995. Recruitment of Antarctic krill (*Euphausia superba*) and possible causes for its variability. Mar. Ecol. Prog. Ser., 123: 45-56.

Watkins, J.L., Hewitt, R., Naganobu, M., and Sushin, V. (Guest Eds.) 2004. The CCAMLR 2000 Survey: a multinational, multi-ship biological oceanography survey of the Atlantic sector of the Southern Ocean. Deep-Sea Res. Part II, 51(12-13): 1205-1456.

ナンキョクオキアミ（南極海）の資源の現況（要約表）

資源水準	高位
資源動向	横ばい
世界の漁獲量 (最近5年間)	23.7万～45.1万トン 最近(2021)年: 32.0万トン 平均: 34.2万トン(2017～2021年)
我が国の漁獲量 (最近5年間)	2012年(2012/13漁期)より操業なし
管理目標	予防的漁獲制限による資源の維持・捕食者と生態系の保存 目標値: 以下のうち、達成の要件が厳しい(許容される漁獲量が少ない)方: 20年間漁獲を続けた場合の産卵親魚量(推定値)が、 ①いずれの年も、漁獲を行わない場合の産卵親魚量(推定値)の20%以下とならないこと ②20年後に、漁獲を行わない場合の産卵親魚量(推定値)の75%以上となること
資源評価の方法	オキアミ捕食者モニタリングデータの解析に基づき、オキアミ漁業のオキアミ捕食者への影響を評価する手法を検討中
資源の状態	48海区の推定総資源量は6,260万トン ただし、局所的な資源枯渇の生態系影響、気候変動による分布量変動が懸念されている。
管理措置	CCAMLR 海区毎に予防的漁獲制限量: ・48海区: 561万トン ・58.4.1小海区: 44万トン ・58.4.2小海区: 264万トン 小海区別トリガーレベルが当面の許容漁獲枠となる: ・48.1小海区: 15.5万トン ・48.2及び48.3小海区: 27.9万トン ・48.4小海区: 9.3万トン (48海区全体のトリガーレベル合計は62万トン以下)
管理機関・関係機関	CCAMLR
最近の資源評価年	2019年
次回の資源評価年	未定

2021年の漁獲量は2021年7月31日時点。