

水産資源管理談話会報

第42号

(財)日本鯨類研究所 資源管理研究センター

2008年 8月

翻訳・公表希望者は以下の手続きとり、著者の許可を得た上で
翻訳・公表する。

1. 翻訳・公表希望者は文章（FAX、手紙）で著者、表題および
会報の号を明記し、資源管理談話会事務局を通じて要請し、
著者の許可を得て翻訳・公表する。
2. 翻訳公表物を資源管理談話会事務局に送付する。

目 次

お知らせ

南極海鯨類捕獲調査 (JARPA) の背景とその概要	西脇茂利	・・・	1
クロミンククジラの系群構造の解明	後藤睦夫	・・・	4
資源管理に有用な生物学的特性値の推定	坂東武治	・・・	11
南極海生態系の中で鯨類の果たす役割の解明 - オキアミを巡る争いを中心として -	田村力	・・・	17
南極海の環境変動が鯨類に与える影響の解明 - 環境汚染物質について -	安永玄太	・・・	25
Contribution of JARPA to the management and conservation of large baleen whale:	Luis A. Pastene	・・・	32
【投稿】 鯨資源の動態モデル	田中昌一	・・・	36

資源管理に有用な生物学的特性値の推定

坂東武治¹⁾、森光代¹⁾、田中栄次²⁾、銭谷亮子¹⁾、袴田高志¹⁾、藤瀬良弘¹⁾、加藤秀弘²⁾

¹⁾(財)日本鯨類研究所、²⁾東京海洋大学

1. はじめに

生物学的特性値は個体群の数量変動に関わる生物学的な意味を持つ数値であり、自然死亡係数、性成熟年齢、妊娠率などの様々な特性値をさす。性成熟年齢などの特性値は環境条件や個体群の生息密度に応じて変動することが知られており、これらの特性値を継続的にモニタリングすることにより、過去から現在に至る資源量の推定に寄与するだけでなく、将来予測にも利用することができる。IWC では現在鯨類資源の管理手法として RMP (Revised Management Procedure: 改訂管理方式)を採用しているが、この中でも MSYR (Maximum Sustainable Yield Rate) についての知見は RMP の性能向上に貢献し、性成熟年齢などの特性値についての知見は RMP における IST (Implementation Simulation Trial: シミュレーションによる適用試験) の妥当なシナリオを選ぶための有力な手がかりになっている。効果的な資源管理の実施に必要な生物学的特性値の推定は JARPA の主要な目的の一つであり、1987/88 年から 2004/05 年までの 18 年間の同調査で採集された 6,778 個体のクロミンククジラ (*Balaenoptera bonaerensis*) の標本を用いて、南極海に來遊する 2 つの系群 (Eastern Indian stock (I 系群) 及び Western South Pacific stock (P 系群); 系群構造についての詳細は前報「クロミンククジラの系群構造の解明」を参照) について推定が行われた。自然死亡係数、加入率、性成熟年齢/体長、肉体成熟年齢/体長、成熟雌中の妊娠雌の割合、一腹子数、胎児性比、MSYR などの推定結果は JARPA レビュー会合において、5 編の論文 (SC/D06/J13~J17) として提出された。本報ではこれらの論文について、その概要を報告する。

2. クロミンククジラの棲み分けと資源量による抽出率の補正

クロミンククジラは南極海において性状態により棲み分けており、成熟雌が氷縁際、特にロス海やプライズ湾で卓越するのに対し、成熟雄は調査海域に広く分布し、沖合海域には未成熟個体が卓越する (Fujise *et al.*, 1999)。また、群サイズも性状態により異なり、未成熟個体が単独でいることが多いのに対し、成熟雌は複数頭群を形成することが多い。商業捕鯨時代は氷縁際での操業が多く、より大型の個体を選択して捕獲していたためにバイアスが生じていたが、JARPA は層別 2 段ランダムサンプリング、すなわち調査海域を 4 から 5 つの層に層化し、それぞれの層で独立して調査を行い、1 つの群からは乱数表を用いて

1 頭あるいは 2 頭を選択して採集を行っている。このため、資源量と抽出率による補正を行うことにより、調査海域を代表する組成に近づけることができる。この補正は、各年各層において群サイズ毎に求めた資源量推定値と採集標本数から採集率を求め、その逆数を補正係数として各個体の情報に重み付けすることにより行った。

$$\text{補正係数} = A_{yas} / n_{yas}$$

A_{yas} : y 年の層 a における群サイズ s の資源量推定値

n_{yas} : y 年の層 a における群サイズ s の群からの採集標本数

上記の補正は、以下の自然死亡係数や成熟雌中の妊娠雌の割合、50%性成熟年齢/体長等を算出する際に行った。

3 . 自然死亡係数と MSYR (SC/D06/J13, SC/D06/J14)

自然死亡係数は Tanaka(1990)改良式及びコホート解析 (Virtual Population Analysis: VPA) の 2 つの方法により求めた。I 系群及び P 系群それぞれについて推定された自然死亡係数は Tanaka(1990)改良式で 0.038/年及び 0.040/年、VPA で 0.056/年及び 0.069/年となり、2 つの手法で大きな差は見られなかった。また、VPA からは MSYR も推定され、両系群でそれぞれ 0.055/年、0.036/年となった。

表1. 推定された自然死亡係数とMSYR

	自然死亡係数(M)		MSYR	
	I-stock	P-stock	I-stock	P-stock
Tanaka (1990)改良方式	0.038	0.040	-	-
VPA	0.056	0.069	0.055	0.036

4 . 加入率 (SC/D06/J14)

VPA では自然死亡係数や MSYR の点推定だけではなく、資源量や加入量、加入率等について、過去から近年に至るまでの経年的な値を推定することも可能である。クロミンクジラの加入率 (1 才の個体数/成熟雌の個体数) は 1940 年代から 1960 年代にかけて高い値をとり、その後低下して 1970 年代以降はほぼ横ばいの状態で推移していると推定された。このことは、ナガスクジラなどの競合する大型ヒゲクジラ類が商業捕鯨により減少した結果、クロミンクジラの資源量が急激に増加した

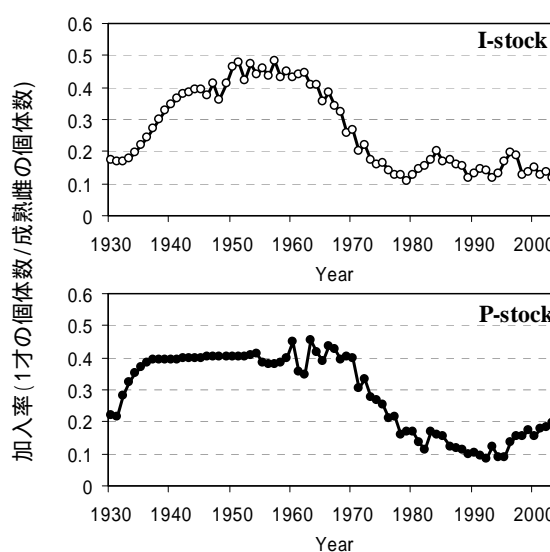


図1. 加入率の経年変化

ことを示唆している。

5 . 性成熟年齢 (SC/D06/J15, SC/D06/J16)

性成熟年齢の推定方法には耳垢栓変異相の形成年齢を用いた平均年齢、年齢と性成熟率の関係から求める 50%性成熟年齢、初排卵個体の平均年齢等がある。このうち耳垢栓を用いる手法では、耳垢栓中の成長層の間隔が急激に狭くなる部位（変異相：性成熟の指標とされる）が形成された年齢を査定することにより、その個体の性成熟年齢を求めている。年級群毎にこの変異相の形成年齢の平均を求めることにより、調査開始時以前に遡った長期間の性成熟年齢の経年変化を追跡することが可能となる。JARPA 標本からは 1940 年代から 1990 年代にかけての年級について性成熟年齢が推定され、その値は両系群ともに 1950 年代から 1970 年頃の年級にかけて低下し、その後は 1990 年代に至るまで停滞、あるいは緩やかな上昇傾向を示した。1950 年から 1970 年頃にかけての性成熟年齢の低下は、上述の加入率と同様にクロミンククジラの摂餌環境が向上したことを示唆している。一方で 1970 年代以降においては低位安定、あるいは逆に上昇するような傾向も見られる。このことは近年のクロミンククジラを取り巻く環境が次第に悪化しつつある可能性を示唆している。現在南氷洋ではザトウクジラやナガスクジラなど、クロミンククジラと競合関係にある大型ヒゲクジラ資源が急速に回復しており(Matsuoka, *et al.*, 2006)、クロミンククジラの資源動向には注意が必要である。

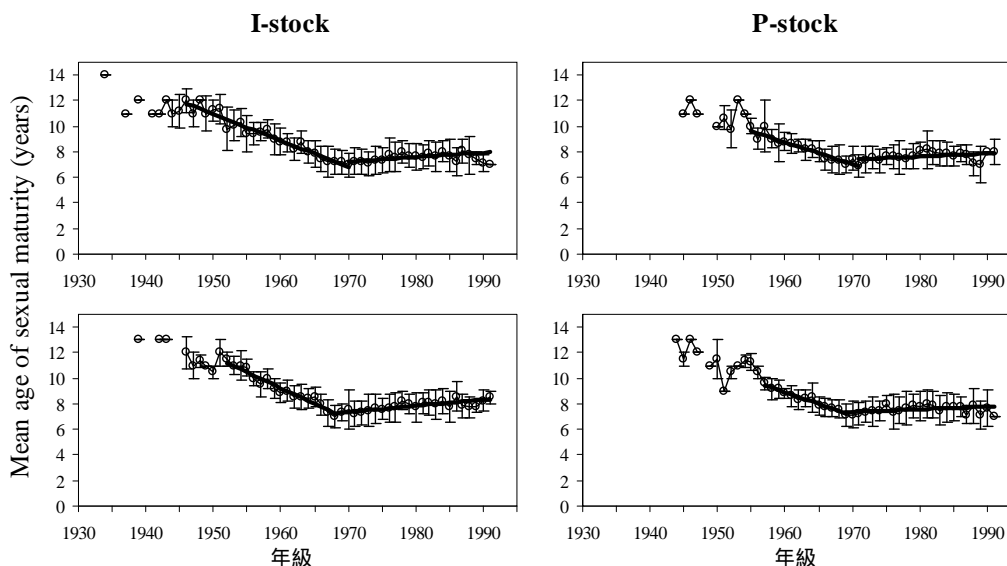


図2 . 耳垢栓変異相から推定した性成熟年齢の経年変化

6 . 成熟雌中の妊娠雌の割合(PPF) (SC/D06/J17)

JARPA 調査期間中における両系群の PPF は、80-90%と高い値を示し、若干の年変動は見られるものの、調査期間を通じて大きな変動は見られず、高い値を示した。クロミンククジラの成熟雌は冬季に低緯度海域で繁殖活動を行い、離乳後に摂餌場である南極海に来

遊するため、繁殖期間中の早期に受胎した個体は遅れて受胎した個体よりも早く調査海域に来遊すると考えられている (Kato and Miyashita, 1991)。このため南極海における成熟雌中の妊娠雌の割合が資源の真の妊娠率を反映するかどうかについては慎重な検討が必要である。

7. その他の生物学的特性値 (SC/D06/J17)

上述の生物学的特性値に加えて、初排卵個体及びロジスティック回帰から求めた 50%性成熟年齢や体長、肉体成熟年齢/体長、胎児性比、一腹子数など様々な特性値が JARPA 標本から推定された。

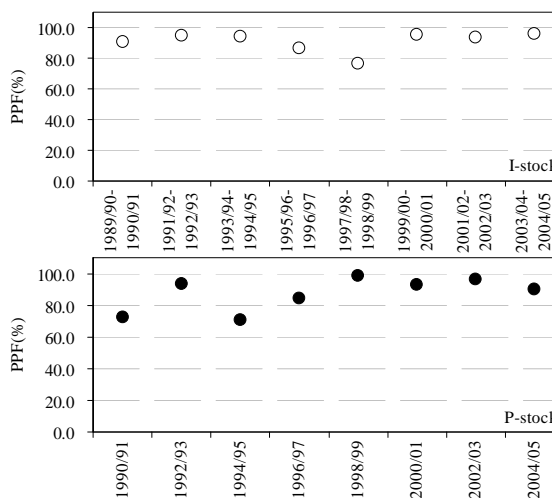


図3. 成熟雌中の妊娠雌の割合 (PPF)

表2. その他の生物学的特性値

		I-stock		P-stock	
		Male / Female	Male / Female	Male / Female	Male / Female
Body length at sexual maturity	First ovulation	8.40m		8.30m	
	50% mature	7.29m / 8.16m		7.17m / 7.97m	
Age at sexual maturity	First ovulation	7.9		8.4	
	50% mature	5.3 / 7.6		5.4 / 8.0	
Body length at physical maturity	50% mature	8.32m / 9.12m		8.22m / 8.73m	
Age at physical maturity	50% mature	16.0 / 21.2		17.0 / 20.6	
Foetal sex ratio	male%	51.8%		46.8%	
Litter size		1.007		1.013	

8. 今後の課題

JARPA レビュー会合では上述の結果について議論が行われ、大量のデータを用いて系群毎に生物学的特性値を推定したことに対し、一定の評価を受けた。しかしながら一方で系群構造について結論が出なかったために、今後系群構造研究の進捗に応じて特性値の再推定が必要とされた。また、特性値の経年変化については、複数の特性値を用いてさらなる検討が必要とされた。このような JARPA レビューでの議論を受けて、今後進めるべき課題としては、詳細な系群構造の把握とその結果に基づいた特性値の推定、クロミンククジラの資源動向把握を目的とした、生物学的特性値モニタリングに加えて、クロミンククジラと競合関係にあるザトウクジラやナガスクジラについても、性成熟年齢等の特性値を推定することによりその資源動向を把握し、クロミンククジラ資源との関わりについて明らかにしていく必要がある。このようなモニタリング研究を継続的に行うことにより、南極海における鯨類資源の適切で持続的な管理へと貢献できるものと期待している。

JARPA レビューに提出された生物学的特性値に関連する論文

Tanaka, E., Zenitani, R. and Fujise, Y. 2006. An estimate of natural mortality coefficient in Antarctic minke whales using JARPA data. Paper SC/D06/J13 presented to the Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December 2006 (unpublished). 12pp.

Mori, M., Kitakado, T. and Butterworth, D.S. 2006. Progress on application of ADAPT-VPA to minke whales in Areas IV and V given updated information from IDCR/SOWER and JARPA surveys. Paper SC/D06/J14 presented to the Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December 2006 (unpublished). 17pp.

Zenitani, R. and Kato, H. 2006. Temporal trend of age at sexual maturity of Antarctic minke whales based on transition phase in earplugs obtained under JARPA surveys from 1987/88 to 2004/05. Paper SC/D06/J15 presented to the Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December 2006 (unpublished). 9pp.

Mori, M., Butterworth, D.S., Zenitani, R. and Kato, H. 2006. Model-based transition phase analyses for the Antarctic minke whales in the JARPA research area. Paper SC/D06/J16 presented to the Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December 2006 (unpublished). 16pp.

Bando, T., Zenitani, R., Fujise, Y. and Kato, H. 2006. Biological parameters of Antarctic minke whale based on materials collected by the JARPA survey in 1987/88 to 2004/05. Paper SC/D06/J17 presented to the Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December 2006 (unpublished). 28pp.

参考文献

Bando, T., Zenitani, R. and Fujise, Y. 2006. A study on stock structure in the Antarctic minke whale from the JARPA research area based on analysis of body length of physically matured whales. Paper SC/D06/J11 presented to the Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December 2006 (unpublished). 7pp.

- Fujise, Y., Tamura, T., Ichihashi, H. and Kishino, H. 1999. Further examinations of the segregation pattern of minke whales in the Antarctic Area IV using a logistic regression model, with considerations on the pack ice distribution. Paper SC/51/CAWS18 presented to the IWC Scientific Committee, May 1999 (unpublished). 18pp.
- 加藤秀弘 1991. ヒゲクジラ類の生活史、特に南半球産ミンククジラについて。「海の哺乳類 その過去・現在・未来」. 宮崎信之・粕谷俊雄編. サイエンティスト社, 東京, 128-150.
- Kato, H. and Miyashita, T. 1991. Migration strategy of southern minke whales in relation to reproductive cycle estimated from foetal lengths. *Rep. Int. Whal. Commn* 41: 363-369.
- Matsuoka, K., Hakamada, T., Kiwada, H., Murase, H. And Nishiwaki, S. 2006. Distribution and standardized abundance estimates for humpback, Fin and blue whales in the Antarctic Areas IIIE, IV, V and VIW (30E-145W), south of 60S. Paper SC/D06/J7 presented to the Workshop to Review Data and Results from Special Permit Research on Minke Whales in the Antarctic, Tokyo 4-8 December 2006 (unpublished). 33pp.
- Tanaka, S. 1990. Estimation of natural mortality coefficient of whales from the estimates of abundance and age composition data obtained from research catches. *Rep. Int. Whal. Commn* 40: 531-536.