

糞及び嘔吐物の分析に基づくキタオットセイ雄獣の餌料推定

清田雅史^{*1}・河合千尋^{*2}・馬場徳寿^{*1}Estimation of Diet of Male Northern Fur Seals (*Callorhinus ursinus*)
Based on Analysis of Fecal and Regurgitated MaterialsMasashi KIYOTA^{*1}, Chihiro KAWAI^{*2} and Norihisa BABA^{*1}

Hard part remains of foods in feces (scats) and regurgitated pellets (vomits) were analyzed to estimate species and size of prey consumed by male bachelor northern fur seals (*Callorhinus ursinus*). Of the 107 scats and six vomits sampled at Polovina Cliffs hauling ground on St. Paul Island, Alaska, in June-August 1996, 19 scats (17.8%) and six vomits (100%) contained undigested hard parts. Otoliths of walleye pollock *Theragra chalcogramma* (n=47), Pacific sandfish *Trichodon trichodon* (n=7), flatfish (n=1), beaks of gonatid squids (four upper beaks and five lower beaks), and bones of walleye pollock, Pacific sandfish and other unidentified fish were recovered from the scats. Vomits contained pollock otoliths (n=65) and bones of pollock and salmonids. Percentage of occurrence of the major prey items in the 19 scats were 89.5% for walleye pollock, 10.5% for Pacific sandfish, and 10.5% for gonatid squids. These results coincided with the past knowledge that northern fur seals primarily prey on walleye pollock in the Bering Sea with supplementary consumption of gonatid squids and small forage fish.

Vomits contained otoliths of adult walleye pollock (24-48 cm FL), contrary to scats which contained otoliths of both juvenile and adult pollock (7-43 cm FL). Number of pollock otoliths contained per one scat/vomit was larger in vomits (average 12.2) than in scats (average 3.1), and estimated number and weight of pollock consumed per one scat/vomit were also greater in vomits. No relation was found between scat weight and number of pollock otoliths contained. The difference in size and species composition of food remains between scats and vomits was supposed to result from size-selective accumulation of bulky hard parts in stomachs followed by occasional regurgitation as vomits. For accurate estimation of fur seal diet based on fecal and regurgitated materials, basic data should be collected on the excretion pattern of food particles into scats and vomits in relation to prey species and size.

Key words: food habit, fecal analysis, regurgitated pellet, northern fur seal

はじめに

野生動物が食べる餌の種類やサイズ、摂取量を明らかにすることは、捕食-被食関係を理解し、生態系を適正に管理する上で重要である。陸上で繁殖し海上で摂餌を行う鰭脚類や海鳥類では、繁殖場の周辺水域における餌条件が、再生産の成否を左右する重要な要因となる。魚食性動物の餌条件は、餌生物自体の個体群変動に加えて、海洋環境の変動や捕食者の種間・種内競争、及び漁業との競合などによって影響を受ける。餌をめぐる競合関係を理解し、漁業と海洋野生動物との共存をはかるためには、動物の摂餌生態や栄養要求を明かにしていく必要がある。

これまで野生動物の食性研究では、胃内容分析が一般的に用いられてきた。これは、動物を捕獲・解剖するこ

とによって胃内容物を収集する方法である。しかし、近年海産哺乳類に関しては、できる限り動物を捕殺しない調査研究手法が求められている。その一つ的手段として、鰭脚類は繁殖や休息のために上陸する習性をもつことから、陸上において排泄物を採取したり、捕獲して胃洗浄や直腸洗浄を行う方法が試みられている (Antonelis *et al.*, 1984, 1987; Olesiuk *et al.*, 1990)。

ベーリング海では繁殖期のキタオットセイ (*Callorhinus ursinus*) とトロール漁業との間でスケトウダラをめぐる競合関係が懸念されている (Swartzman and Haar, 1985)。また、プリピロフ諸島では1985年にキタオットセイ独身雄の商業捕獲が禁止されて以降、雄が増加する一方で雌数や出生仔数数は横ばい状態であり (Antonelis *et al.*, 1994)、独身雄と育児雌が餌をめぐる競合している可能性も考えられる。今後こうしたキタ

オットセイの餌環境をめぐる問題に取り組む上で、非捕殺的手法を利用した摂餌研究の重要性が増すものと思われる。Antonelis (1996) は成獣雌の糞をもとに食物を分析しているが、独身雄に関する情報はこれまで報告されていなかった。

そこで著者らは、日米共同オットセイ繁殖島調査の一環として、アラスカ州セントポール島の独身雄上陸場で糞や嘔吐物を採取し、含まれる魚類の骨や耳石、頭足類の顎板などの未消化食物片を回収した。得られた食物片から餌の種類やサイズを推定し、過去の報告と比較検討した。

材料と方法

キタオットセイの糞と嘔吐物の採集は、1996年6月29日～8月9日に東部ベーリング海のセントポール島 (57°10'N, 170°15'W) Polovina Cliffsルッカリーの独身雄上陸場 (hauling ground) において実施した。この上陸場は繁殖場の背後の崖の上にある草地で、縄張りを持たない雄の成獣と亜成獣が休息のために利用する。サンプリングはオットセイを驚かさないうに低い姿勢でゆっくり移動しながら行い、糞や嘔吐物を発見したらビニール袋に入れて採取場所と採取日を記録した。採取した糞や嘔吐物は同島の実験施設に持ち帰って湿重量を計測した後、水と家庭用洗剤を加えて乳化させ、3種類のメッシュサイズのふるい (2.0mm, 1.0mm, 0.5mm) に通し水洗した。その後ふるいを綿密に調べ、魚の耳石や骨、イカ類の顎板などの硬組織片をピンセットで回収した。魚類

の耳石は左右別に分けて長軸長を計測し、骨と共に種の同定に利用した。魚種の同定は、Morrow (1979), Harvey *et al.* (1994) 及び米国National Marine Mammal Laboratoryのリファレンス標本を参考にして行った。イカ類の顎板は上顎と下顎に選別して下顎嘴刃長を測定し、Clarke (1986) 及び窪寺・古橋 (1987) に従って種を同定した。また、種の同定が可能な硬組織片を用いて餌種類別の出現頻度を求め、摂取尾数を推定した。1個の糞または嘔吐物に含まれる左右の耳石のうち、個数が多い方を摂取尾数とし、左右不明の耳石はその半数を摂取尾数とした。骨のみ出現した場合には、摂取尾数を1と見なした。

餌のサイズは耳石長と顎板下顎長から推定した (Table 1)。スケトウダラ *Theragra chalcogramma* は Frost and Lowry (1981) の耳石長-尾叉長式、エゾハタハタ *Trichodon trichodon* は Harvey *et al.* (1994) の耳石長-尾叉長式、イカ類は Clarke (1986) の下顎長-外套長式を用いた。スケトウダラ、エゾハタハタについては尾叉長から、イカ類は下顎長から体重を求めた。

結果

キタオットセイ独身雄の糞107個と嘔吐物6個を採集した。107個の糞のうち未消化硬組織片を含むものは19個 (17.8%) であり、糞中の食物硬組織片含有率は低かった。6個の嘔吐物は全て食物硬組織片を含んでいた。

糞や嘔吐物から回収された耳石、骨、顎板について種類を同定した (Table 2)。糞からはスケトウダラの耳石

Table 1. Equations used to estimate prey size from fish otolith lengths and lower rostral lengths of squid beaks.

species	equation	source
<i>Theragra chalcogramma</i> (walleye pollock)	FL = 3.175 OL - 9.770 (OL > 10mm) FL = 2.246 OL - 0.510 (OL ≤ 10mm) BW = 0.0077 FL ^{2.965}	Frost and Lowry (1981)
<i>Trichodon trichodon</i> (Pacific sandfish)	FL = 60.6 OL - 45.7 BW = 0.0170 FL ^{2.953}	Harvey <i>et al.</i> (1994)
<i>Beryteuthis magister</i> (schoolmaster gonate squid)	ML = 4.399 LRL - 0.541 BW = 5.043 LRL ^{2.605}	Clarke (1986)
<i>Gonatus onyx</i> (clawed armhook squid)	ML = 1.902 LRL - 1.282 BW = 1.090 LRL ^{2.130}	Clarke (1986)

FL = fork length (cm), OL = otolith length (mm), BW = body weight (g),
ML = mantle length (cm), LRL = lower rostral length (mm).

47個, エゾハタハタの耳石7個, カレイ類の耳石1個, ドスイカ *Berryteuthis magister* (ただし下顎形態の類似したタコイカ *Gonatopsis borealis* の可能性もあり) の下顎1個, テカギイカ *Gonatus onyx* 下顎3個, ササキテカギイカ *Gonatus madokai* 下顎1個, 及び種を同定できない上顎5個が回収された。5個の上顎は, テカギイカとササキテカギイカの下顎が含まれていた同一の糞から回収されたもので, これらテカギイカ類の上顎と思われる。嘔吐物からは, スケトウダラの耳石65個が回収された。またスケトウダラの骨が10個の糞と5個の嘔吐物から, エゾハタハタの骨が1個の糞から, サケ科魚類の骨が2個の嘔吐物から検出された。骨は脊椎骨 (vertebra) が多いが, それ以外に糞では歯骨 (dentary), 方形骨 (quadrate), 後擬鎖骨 (postcleithrum), 副蝶形骨 (parasphenoid) が, 嘔吐物では下鰓蓋骨 (subopercle), 歯骨, 後擬鎖骨などが認められた。

同定可能な耳石, 顎板, 骨に基づいて, 餌種類別の出現頻度と推定摂取尾数を求めた (Table 3)。スケトウダラは食物硬組織片を含んでいた糞の89.5%に出現し, 推定摂取尾数も全体の77.1% (37尾) を占めた。それに続くのはエゾハタハタとテカギイカ類で, 出現頻度はどち

らも10.5%, 推定摂取尾数は各々4尾 (8.3%) と5尾 (10.4%) であった。ただし, 1個の糞にエゾハタハタの耳石4個と骨及びテカギイカ類の顎板9個 (うち下顎5個) が含まれていた例があった。糞1個当りの餌種組成を見ると, スケトウダラ単独が14例 (74%) と圧倒的に多かったが, エゾハタハタとテカギイカ類, スケトウダラとテカギイカ類, スケトウダラとカレイ類, スケトウダラと種不明魚という複数種の組合せも各々1例あった。また嘔吐物ではスケトウダラ単独4例 (67%) の他に, サケ類単独及びスケトウダラとサケ類の組み合わせが各1例確認された (Fig. 1)。このように出現頻度から見ても摂取尾数から見ても, キタオットセイ独身雄の餌料としてはスケトウダラが卓越していた。

次に, 欠損がなく計測可能な耳石・顎板の測定値に基づいて餌サイズを推定した (Table 4)。推定サイズは, スケトウダラが糞中で6.8~43.4 cm FL (平均20.5 cm), 嘔吐物中で24.2~48.0 cm FL (平均39.2 mm), エゾハタハタが糞中で7.8~11.1 cm FL (平均9.8 cm), ドスイカが糞中で14.9 cm ML, テカギイカが糞中で3.4~3.9 cm ML (平均3.6 cm) であった。スケトウダラは大型の成魚と幼魚が利用されていたが, それ以外は小型の魚

Table 2. List of prey species identified from hard parts remained in northern fur seal scats and vomits with their occurrence and number.

Scat	prey species		occurrence	number
Scat	<i>Theragra chalcogramma</i> (walleye pollock)	otolith	15	47
		bone	10	+
	<i>Trichodon trichodon</i> (Pacific sandfish)	otolith	2	7
		bone	1	+
	flatfish	otolith	1	1
		bone	0	-
	unidentified fish	otolith	0	
		bone	1	
	<i>Berryteuthis magister</i> (schoolmaster gonate squid)	lower beak	1	1
<i>Gonatus onyx</i> (clawed armhook squid)	lower beak	1	3	
<i>Gonatus madokai</i> (madokai gonate squid)	lower beak	1	1	
unidentified squid	upper beak	1	5	
Vomit	<i>Theragra chalcogramma</i> (walleye pollock)	otolith	5	65
		bone	5	+
	salmonid	otolith	0	9
	bone	2	+	

Table 3. Frequency of occurrence of prey species in northern fur seal scat and vomit samples and estimated number of prey eaten.

prey species	scat		vomit	
	frequency	prey number	frequency	prey number
walleye pollock	17 (89.5%)	37 (77.1%)	5 (83.3%)	35 (94.6%)
Pacific sandfish	2 (10.5%)	4 (8.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
flatfish	1 (5.3%)	1 (2.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
salmonid	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2 (33.3%)	2 (5.4%)
unidentified fish	1 (5.3%)	1 (2.1%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
gonatid squid	2 (10.5%)	5 (10.4%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Total	19*	48	6*	37

*Total number of scats and vomits containing food remains

類・イカ類であった。

スケトウダラに関して、耳石から復元した体長組成を糞と嘔吐物で比較した (Fig. 2)。糞中耳石より推定したスケトウダラのサイズは、5~15 cmと30~45 cmに2つのモードがあり、0~1歳魚の幼魚と3歳以上の成魚を捕食したことを示している。一方嘔吐物では、20 cm未満のスケトウダラ耳石は認められず、30 cm以上の成魚を中心に利用したことを表している。

嘔吐物は、胃内の未消化物が吐き出されたもので、多数の硬組織片を含んでいた。スケトウダラの耳石を含む糞・嘔吐物1個当りの耳石出現数を比較すると、糞1個当りの耳石数が1~16 (平均3.1) であるのに対し、嘔吐物1個当り耳石数は2~25 (平均12.2) で、嘔吐物中の耳石数が有意に多かった ($p < 0.05$, Mann-Whitney U-test)。推定摂取尾数と推定魚体重の平均値から求めた糞・嘔吐物1個あたりのスケトウダラの摂取重量は、糞で10~1590 g (平均272 g)、嘔吐物で929~5919 g (平均2932 g) と推定され、これも嘔吐物の方が大きかった ($p < 0.05$, Mann-Whitney U-test)。一方、糞の湿重量と含有するス

ケトウダラ耳石数、推定摂取尾数、推定摂取重量との間には明瞭な関係は認められなかった (Fig. 3)。

以上のように糞と嘔吐物の分析結果から、セントポール島の独身雄獣はスケトウダラを主な餌とし、それ以外にテカギイカ類や小型魚類、サケ類などを摂食していることが示された。ただし、糞と嘔吐物とでは餌の種類やスケトウダラの体長組成が異なっていた。

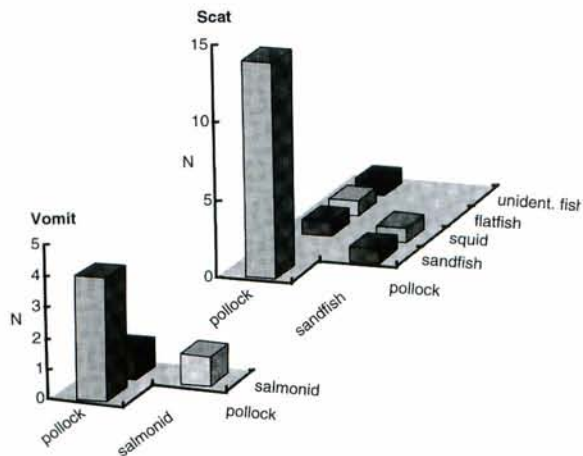


Fig. 1. Histograms showing the occurrence of combinations of prey items in scats and vomits.

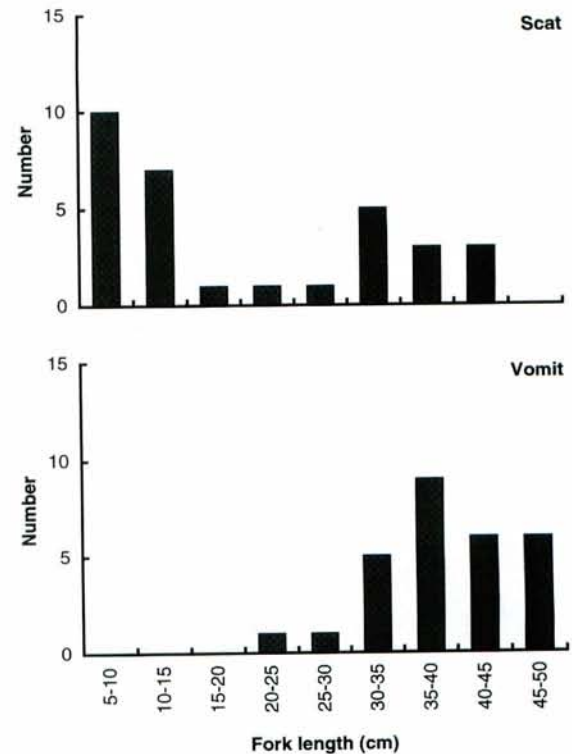


Fig. 2. Size composition of walleye pollock estimated from lengths of otoliths collected from fur seal scats (top) and vomits (bottom).

Table 4. Lengths of otoliths and squid beaks collected from northern fur seal scat and vomit samples and estimation of prey size.

prey species	source	number	otolith/beak length (mm)		body length (cm)		body weight (g)	
			range	(average)	range	(average)	range	(average)
Fish								
<i>Theragra chalcogramma</i> (walleye pollock)	scat	31	3.25-16.75	(8.65)	6.8-43.4	(20.5) ^{*1}	2.0-441.9	(109.4)
	vomit	28	10.70-18.20	(15.43)	24.4-48.0	(39.2) ^{*1}	80.9-592.0	(349.1)
<i>Trichodon trichodon</i> (Pacific sandfish)	scat	7	2.04-2.58	(2.36)	7.9-11.1		7.3-20.6	(14.7)
quid								
<i>Beryteuthis magister</i> (schoolmaster gonate squid)	scat	1	3.45		14.6 ^{*2}		127	
<i>Gonatus onyx</i> (clawed armhook squid)	scat	3	1.18-1.65	(1.20)	3.4-3.9	(3.6) ^{*2}	1.3-2.3	(1.7)

^{*1}fork length, ^{*2}mantel length.

考察

海上調査における胃内容分析によって、キタオットセイはその時その海域に豊富に存在する餌を選び好みしないで食べる“opportunistic feeder”であると言われている (Kajimura, 1985)。スケトウダラはベーリング海における主要魚種であり、夏～秋季のキタオットセイの雌と幼獣雄の胃腸内容物分析によれば、スケトウダラは出現頻度82%、出現尾数79%、次いでテカギイカ類が出現

頻度36%、出現尾数11%を占め、この他キタノホッケ *Pleurogrammus monopterygius* やハダカイチモンジイワシ *Leuroglossus schmidti* などが利用されていた (Sinclair *et al.* 1994)。また、セントポール島のキタオットセイ雌成獣の糞中における餌の出現頻度は、スケトウダラが68%、テカギイカ類が19%であった (Antonelis, 1996)。スケトウダラとテカギイカ類がベーリング海におけるキタオットセイの主要餌種になっているという点では、今回の糞分析結果は過去の報告と一致していた。しかし、スケトウダラのサイズについて見てみると、Antonelis (1996) の雌の糞分析では、20 cm未満の幼魚が94%を占めていたが、本報の独身雄では20 cm以上のスケトウダラが糞では42%、嘔吐物では100%を占めていた。Sinclair *et al.* (1994) によれば、1981, 82, 85年にキタオットセイが食べたスケトウダラのうち20 cm未満の魚が占める割合は各々90%、2%、3%であり、餌の体長組成はその年のベーリング海中層における魚体長組成を反映していた。過去の報告と本報における餌サイズの相違は、このようなスケトウダラの体長組成の年変動が影響していると思われるが、それ以外にオットセイの性や年齢によって利用する餌の種類やサイズが異なる可能性も十分考えられる。餌をめぐるオットセイの種内競争や漁業との競合の実態を把握するためには、オットセイの餌料の季節変化や年変動、及び年齢・性による食性の相違を明かにしなければならない。このような比較を行うためには、胃内容分析や糞・嘔吐物分析という調査手法の違いによる情報の偏りを事前に検討しておく必要がある。

今回採取した107個の糞のうち未消化食物片を含むものは17.8%であり、Antonelis (1996) が報告した雌の糞の食物片含有率67.4%に比べ非常に低かった。繁殖期の独身雄オットセイは索餌から戻ると何日間か hauling ground と呼ばれる上陸場で過ごす。大型の独身雄の中

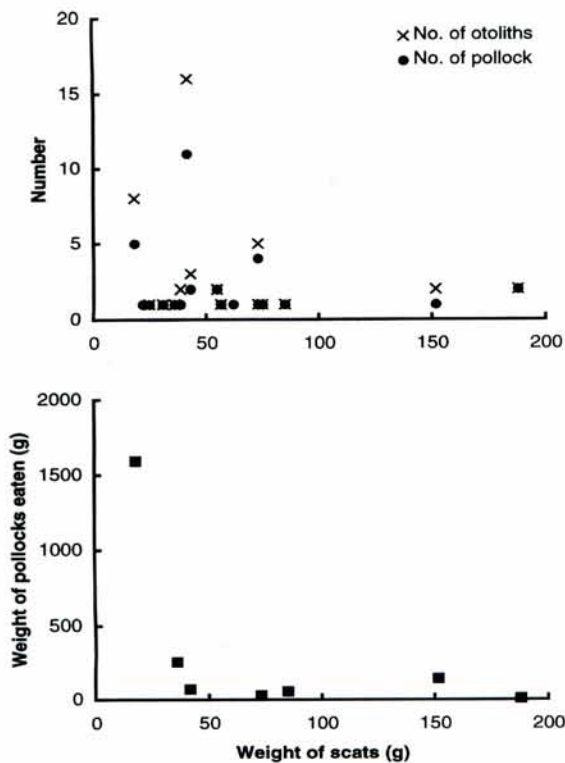


Fig. 3. Relation of scat weight to number of walleye pollock otoliths contained and estimated number of pollock eaten (top) and to estimated weight of pollock eaten (bottom). Only scats containing pollock otoliths are shown.

には上陸場に縄張を形成し、1週間以上同じ場所に留まるものもある。食物片を含まない糞の多くは、このような長期上陸中の雄が排泄したものであろう。採取した糞の中で褐色のものは食物片を含まないことが多かったが、飼育下でオットセイを絶食させたときにも、同様の褐色糞が排泄されることが認められている（伊豆三津シーパラダイスにおける観察による）。また、カリフォルニアアシカ *Zalophus californianus* を用いた飼育実験によれば、摂取した耳石は1~2日で排泄される（Dellinger and Trillmich, 1988）。キタオットセイ独身雄の繁殖期における索餌回遊は11~34日の長期に及ぶため（Baba *et al.*, 1979）、耳石の排出速度がカリフォルニアアシカと同等であると仮定すれば、糞中硬組織片からは索餌回遊の末尾の1~2日間に関する摂取情報しか得られない可能性がある。

耳石長から推定したスケトウダラの体長組成によれば、糞は幼魚から成魚までの耳石を含んでいたのに対し、嘔吐物は大型魚の耳石だけを含んでいた。摂取された餌は胃で消化され、小さい耳石はそのまま幽門から腸を通り糞へ排出されるが、大きい耳石や骨は胃の中に蓄積し、後にまとめて吐き出される可能性が指摘されている（Jobling, 1987）。本報において嘔吐物当りの耳石数が多かったのはこの蓄積作用によるものであろう。今回採取した嘔吐物中からは発見されなかったが、イカの顎板でも胃への蓄積と嘔吐が起こることがアザラシでは知られている（Pitcher, 1980; Harvey and Antonelis, 1994）。従って、嘔吐物は摂取した餌のうち胃の中に硬組織片が蓄積しやすい大型の魚やイカだけを代表し、逆に糞ではこれら大型硬組織片を過小評価する可能性がある。糞や嘔吐物の分析によって餌の種類やサイズ組成を適切に推定するためには、硬組織片の種類や大きさによって嘔吐や糞への排出がどのような割合で起こるのか確認する必要がある。

糞中から回収された耳石は、消化作用によって表面の凹凸が摩滅していた。このような消化作用によって耳石が縮小し、餌の推定サイズに誤差が生じることも指摘されている（Da Silva and Neilson, 1985; Jobling, 1987; Harvey, 1989）。また、糞重量と糞中の耳石数には相関関係が認められなかった。これは嘔吐や消化による耳石の消失や、絶食中の食物片を含まない糞の排泄が関与したものであると思われる。胃内容から摂取量を推定することは可能と言われているが（Murie and Lavigne, 1986）、糞の量や含有食物硬物片の数から摂取量に関する情報を引き出すのは困難であろう。

本研究によって、糞や嘔吐物の分析からキタオットセイの餌料に関する定性的な情報が得られることが確認さ

れた。しかし、餌の組成やサイズをより正確に推定するためには、食物片の排泄メカニズムに関する情報が不可欠である。今後飼育実験などを通じて、このような基礎情報を整備する必要がある。

謝 辞

本研究は日米共同オットセイ繁殖島調査の一環として実施されたものである。東海大学海洋学部の小林あや子女士にはフィールドにおける糞標本の採集を手伝って頂いた。米国 Southwest Fisheries Science Center の George Antonelis 博士には鯨脚類の糞分析方法について、北海道区水産研究所の西村 明・八吹圭三両博士にはスケトウダラの耳石について御指導を仰いだ。耳石・骨・顎板の同定に際しては米国 National Marine Mammal Laboratory の Bruce Robson 氏と遠洋水産研究所の森 純太氏に大変お世話になった。これらの方々には厚くお礼申し上げる。

文 献

- Antonelis, G. A. 1996: Comparison of phocid and otariid feeding habits and life history traits in temperate and boreal regions of the North Pacific Ocean. Ph.D. thesis, Nagasaki University. 139 p.
- Antonelis, G. A., A. E. York and C. W. Fowler. 1994: Population assessment, Pribilof Islands, Alaska. In: Fur Seal Investigations, 1992 (Sinclair, E. H. ed.). NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-45. p.29-47.
- Antonelis, G. A., C. H. Fiscus and R. L. DeLong. 1984: Spring and summer prey of California sea lions, *Zalophus californianus*, at San Miguel Island, California, 1978-79. *Fish. Bull.*, **82**: 67-76.
- Antonelis, G. A., M. S. Lowry, D. P. DeMaster and C. H. Fiscus. 1987: Assessing northern elephant seal feeding habits by stomach lavage. *Mar. Mam. Sci.*, **3**: 308-322.
- Baba, N., K. Yoshida and T. Ichihara. 1979: An application of radio wave telemetry to the study of fur seals' (*Callorhinus ursinus*) behavior on the breeding islands. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.*, **17**: 177-195.
- Clarke, M. R. 1986: A Handbook for the Identification of Cephalopod Beaks. Clarendon Press, Oxford. 273 p.

- Da Silva, J. and J. D. Neilson. 1985: Limitations of using otoliths recovered in scats to estimate prey consumption in seals. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **42**: 1439-1442.
- Dellinger, T. and F. Trillmich. 1988: Estimating diet composition from scat analysis in otariid seals (Otariidae): is it reliable? *Can. J. Zool.*, **66**: 1865-1870.
- Frost, K. J. and L. F. Lowry. 1981: Trophic importance of some marine gadids in northern Alaska and their body-otolith size relationships. *Fish. Bull.*, **79**: 187-192.
- Harvey, J. T. 1989: Assessment of errors associated with harbour seal (*Phoca vitulina*) faecal sampling. *J. Zool., Lond.*, **219**: 101-111.
- Harvey, J. T. and G. A. Antonelis. 1994: Biases associated with non-lethal methods of determining the diet of northern elephant seals. *Mar. Mam. Sci.*, **10**: 178-187.
- Harvey, J. T., T. R. Loughlin, M. A. Perez and D. S. Oxman. 1994: Relationship between fish size and otolith length for 62 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. *NOAA Technical Report NMFS Circular*, 51 p.
- Jobling, M. 1987: Marine mammal faeces samples as indicators of prey importance - a source of error in bioenergetics studies. *Sarsia*, **72**: 255-260.
- Kajimura, H. 1985: Opportunistic feeding by the northern fur seal, *Callorhinus ursinus*. In: Marine Mammals and Fisheries (Beddington, J. R., R. J. H. Beverton and D. M. Lavigne, eds.). George Allen & Unwin, London. p. 300-318.
- 窪寺恒己・古橋正祐. 1987: 胃内容物中のイカ類及びハダカイワシ科魚類の種査定に関するマニュアル. 昭和61年度北洋海域生態系モデル開発事業報告書別冊資料, 水産庁. 65 p.
- Morrow, J. E. 1979: Preliminary keys to otoliths of some adult fishes of the Gulf of Alaska, Bering Sea, and Beaufort Sea. *NOAA Technical Report, NMFS Circular*, 420: 32 p.
- Murie, D. J. and D. M. Lavigne. 1986: Interpretation of otoliths in stomach content analyses of phocid seals: quantifying fish consumption. *Can. J. Zool.*, **64**: 1152-1157.
- Olesiuk, P. F., M. A. Bigg, G. M. Ellis, S. J. Crocford and R. J. Wigen. 1990: An assessment of the feeding habits of harbour seals (*Phoca vitulina*) in the Strait of Georgia, British Columbia, based on scat analysis. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, **1730**: 135 p.
- Pitcher, K. W. 1980: Stomach contents and feces as indicators of harbor seal, *Phoca vitulina*, foods in the Gulf of Alaska. *Fish. Bull.*, **78**: 797-798.
- Sinclair, E., T. Loughlin and W. Percy. 1994: Prey selection by northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) in the eastern Bering Sea. *Fish. Bull.*, **92**: 144-156.
- Swartman, G. L. and R. T. Haar. 1985: Interactions between fur seal populations and fisheries in the Bering Sea. In: Marine Mammals and Fisheries (Beddington, J. R., R. J. H. Beverton and D. M. Lavigne, eds.). George Allen & Unwin, London. p. 62-93.