TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

東アジア海域におけるスナメリNeophocaena asiaeorientalisの形態学的変異：特に日本周辺海域と韓半島沿岸海域間の比較

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2019-04-15
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 金, 瑜眞
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1704

修士学位論文

東アジア海域における
スナメリ *Neophocaena asiaeorientalis* の
形態学的変異
～特に日本周辺海域と韓半島沿岸海域間の比較～

平成 29 年度

(2017 年 9 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海洋環境保全学専攻

キム　ユジン（Kim Yujin，김유진）

修士学位論文

東アジア海域における
スナメリ *Neophocaena asiaeorientalis* の
形態学的変異
～特に日本周辺海域と韓半島沿岸海域間の比較～

平成 29 年度

(2017 年 9 月)

東京海洋大学大学院

海洋科学技術研究科

海洋環境保全学専攻

キムユジン（Kim Yujin，김유진）

主査　加藤秀弘教授

副査　河野博教授

副査　中村玄助教

目次

第 1 章 緒言 1
1.1 背景 1
1.2 目的 2
第 2 章 外部形態 3
2.1 材料および方法 3
2.2 結果 7
2.2.1 雌雄間比較 7
2.2.1.1 相対成長式の雌雄間比較 7
2.2.1.2 プロポーションの雌雄間比較 12
2.2.1.2.1 体長と吻部先端から各部位までの長さ 12
2.2.1.2.2 胸鰭 12
2.2.1.2.3 尾鰭 12
2.2.1.2.4 背側の隆起 13
2.2.2 海域間比較 18
2.2.2.1 相対成長式の海域間比較 18
2.2.2.2 プロポーションの海域間比較 25
2.2.2.2.1 体長 25
2.2.2.2.2 胸鰭 25
2.2.2.2.3 尾鰭 25
2.2.2.2.4 背側の隆起 25
2.2.3 海域間変異の検定 32
2.3 考察 33
2.3.1 雌雄間比較 33
2.3.1.1 体長 33
2.3.1.2 尾鰭 33
2.3.1.3 背側の隆起 34

2.3.2 海域間比較.....35
2.3.2.1 体長、胸鰭、尾鰭.....35
2.3.2.2 背側における隆起.....35
2.3.2.3 性成熟体長.....36
2.3.2.4 肉体的成熟体長.....37
第 3 章 頭骨形態.....38
3.1. 材料および方法.....38
3.2 結果.....42
3.2.1 雌雄間比較.....42
3.2.1.1 仙台湾· 東京湾.....42
3.2.1.2 伊勢湾· 三河湾.....43
3.2.1.3 瀬戸内海.....43
3.2.1.4 有明海· 橘湾.....43
3.2.1.5 大村湾.....43
3.2.1.6 韓国.....43
3.2.2 海域間比較.....61
3.2.2.1 頭骨形態.....61
3.2.2.2 上顎骨の形態.....63
3.2.2.3 鼻の形態.....63
3.2.3 海域間変異の検定.....76
3.3 考察.....77
3.3.1 雌雄間比較.....77
3.3.1.1 頭骨形態.....77
3.3.1.2 上顎骨の形態.....78
3.3.1.3 眼窩の形態.....80
3.3.1.4 鼻、側頭窩、下顎骨の形態.....80
3.3.2. 海域間の比較.....82
3.3.2.1 頭骨形態.....82
3.3.2.2 上顎骨の形態.....82
3.3.2.3 鼻、側頭窩の形態.....85

3.3.3 計測者間誤差 85
4. まとめ 86
5. 謝辞 87
6. 引用文献 88

第 1 章 緒言

1.1 背景

現在、2 種と区分されているスナメリ属（*Neophocaena*）はハクジラ亜目ネズミイルカ科に属している、平均体長 1.4m から 1.6m、平均体重 50kg から 60kg の小型鯨類である（加藤· 中村· 服部, 2016）。本種はペルシャ湾から日本周辺海域までアジア全海域に広く分布しており（Allen, 1923; Nishiwaki, 1967, 図 1）、主に底質が砂泥質である水深 50m 以浅の沿岸域に生息していると知られている（Reeves *et al*., 1997）。

スナメリは 19 世紀には最大 4 種という意見もあったが（Cuvier, 1829; Schlegel, 1841）、体系的な分析方法や不十分な根拠により、20 世紀には単一種として扱われた（Kasuya, 1999）。しかし、Fraser（1966）によりスナメリの地理的変異が認められ、再度、複数種の可能性が示唆された。

これまで 1 種（*Neophocaena phocaenoides*）として考えられたスナメリは、近年、研究の進展によりペルシャ湾から南シナ海域まで分布している *N. phocaenoides* と東アジア海域に分布している *N. asiaeorientalis* の 2 種に分類されている（Jefferson, 2002; Jefferson and Wang, 2011）。

一方、東アジア海域におけるスナメリの主要生息海域である韓半島沿岸海域と日本周辺海域間のスナメリについては、両国での比較研究は行われていない。また、日本のスナメリについては、外部形態、骨格形態、繁殖期ピーク、遺伝子（白木原, 1993; Shirakihara *et al*., 1993; Yoshida *et al*., 1995; Yoshida *et al*., 2001）から 5 つの生息海域間で差が見られ、少なくとも 5 つの系群に区分することが明らかになっているが（Yoshida, 2002）、韓国のスナメリに関しては系群構造の研究は行われてこなかった。

また、沿岸性が強い本種は人間と密接な関係を持ち、人間活動の影響を受けている。つまり、スナメリは船舶との衝突、砂利採集によるの生息域の破壊、混獲などの理由から個体数減少の恐れがある（Kasuya *et al*., 2002; Choi *et al*., 2010）。一方、人間にとっては商業的に価値が高い魚類や頭足類、甲殻類を餌とし、漁具を破壊するため（Park *et al*., 2002; Park *et al*., 2011）、水産業に直接的な影響を与える恐れがある。こういう理由から、スナメリは資源管理が必要となり、人間が水産資源を持続的に利用するため、適切な保全と資源管理が必要であり、そのためには管理等を系群ごとに行う必要がある。

1.2 目的

本研究では日本周辺海域と韓半島沿岸海域のスナメリの外部形態や頭骨形態の比較をおこなうことで、各海域間における系群関係を解明し、管理単位を明確化することで、東アジア海域におけるスナメリの資源管理や種の保全に貢献することに併せて、スナメリ属内の類縁関係の解明に貢献することを目的とした。

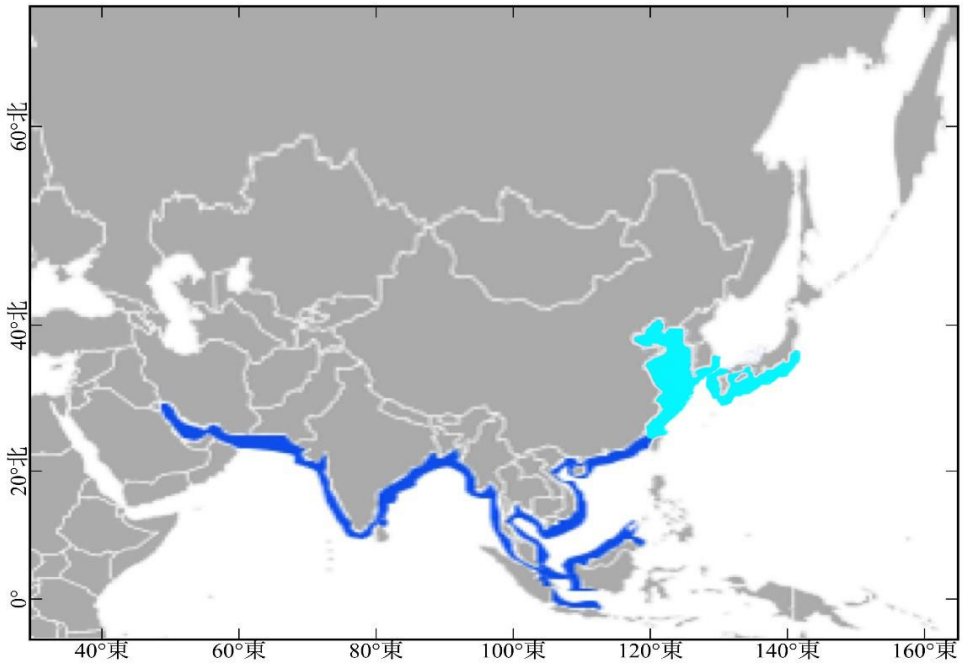


図 1. スナメリ属の分布海域（Jefferson and Wang, 2011 より改編）。ペルシャ湾から南シナ海域には *N. phocaenoides* が分布し、東アジア海域には *N. asiaeorientalis* が分布する。

第 2 章 外部形態

2.1 材料および方法

2014 年 4 月から 2017 年 5 月の間に日本周辺海域および韓半島沿岸海域で混獲、ストランディング等により採集された個体のうち、性別や採集場所が明らかな個体を選出し、外部形態の観察、計測を行った。

独立行政法人国立科学博物館（以下 NSMT と略記）や韓国国立水産科学院鯨類研究センター（以下 CRI と略記）のデータを借用し、神戸市立須磨海浜水族園（以下 SM と略記）に所蔵されている標本を計測した。なお、CRI データの計測には著者自身も参画している。

日本産個体は仙台湾·東京湾の 2 個体（メス：$n=1$、オス：$n=1$）、瀬戸内海の 3 個体（メス：$n = 2$、オス：$n = 1$）を、韓国産個体は西海（黄海）32 個体（オス：$n = 16$、メス：$n = 16$）、南海 1 個体（オス：$n = 1$）、東海（日本海）1 個体（メス：$n = 1$）を使用した（表 1）。計 5 海域、39 個体の外部形態の観察および計測を行った。

外部形態の計測については、白木原（1993）と CRI のスナメリ調査野帳をもとに決定した 30 箇所を、マルチン式人体計測器、KANON PITA 150mm フラットヘッドノギス、メジャーを用いて 1mm 単位で行った（図 2）。

年齢に関する情報が不十分であったため、本研究では白木原（1993）に倣い日本産スナメリが性成熟に達したと考えられる体長 1,400mm 以上の個体を性成熟に達したと仮定し、分析に使用した。

外部形態における雌雄差および海域差は、相対成長式の比較を行った上、各部位のプロポーションの平均値を比較した。また、階層クラスター分析を行い両国における本種の海域間変異を検定した。

成長に伴う比較分析は、相対成長式の $y=bx^a$ を用い、体長と各部位の計測値の関係を調べた。x は体長、y は各部位の計測値、a は相対成長係数、b は初期成長定数である。この式を対数変換し、得られた $\log y = \log b + a \log x$ をもとに雌雄間、海域間で比較を行った。また、体長に対する各部位のプロポーションの平均値において、スチューデントの t-test を使用し、雌雄間比較と海域間比較を行った。階層クラスター分析は、各部位のプロポーションの平均値比較で海域差が認められた部位を変数とし、群平均法で行い、両国におけるスナメリの海域間変異を検討した。

両国の海域におけるスナメリの標本数が十分ではなかったことから系群間での詳細な比較ができなかったため、日本産と韓国産での海域間比較を行った。

表 1. 本研究でスナメリ外部形態の比較分析に用いた標本リスト。

サンプル情報								
		体長（mm）						
海域	**性別**	**1400以下**	**1400-1499**	**1500-1599**	**1600-1699**	**1700-1799**	**1800-1899**	**1900-1999**
仙台湾· 東京湾	メス					NSMT 54845		
	オス							NSMT 52678
瀬戸内海	メス	SM 001			SM 002			
	オス	SM 004						
西海（黄海）	メス	CRI 6270, 6743, 6746, 6749, 6750, 6752, 6753, 6754, 6755, 6758, 6760, 6761	CRI 6271, 6269, 6787	CRI 6272				
	オス	CRI 6276, 6744, 6745, 6747, 6748, 6751, 6756, 6757, 6759	CRI 6274, 6742	CRI 6141	CRI 6273, 6275, 6770, 6778			
南海	オス						CRI 4082	
東海（日本海）	メス			CRI 6796				

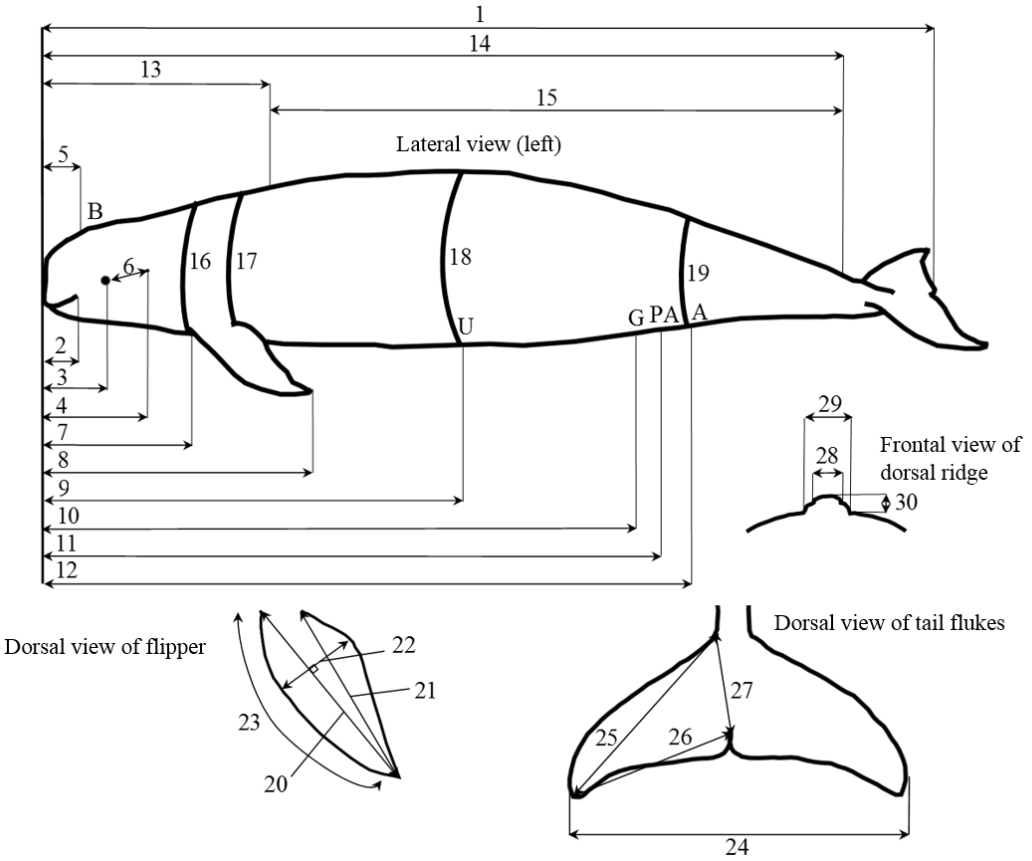


図 2. 本研究でのスナメリ外部形態の計測箇所（白木原, 1993; CRI のスナメリ調査野帳より改編）

1. Total length
2. Tip of snout to angle of mouth
3. Tip of snout to center of eye
4. Tip of snout to ear
5. Tip of snout to center of blowhole
6. Length between eye and ear
7. Tip of snout to anterior insertion of flipper
8. Tip of snout to tip of flipper
9. Tip of snout to umbilicus
10. Tip of to midpoint of genital slit
11. Tip of snout to anterior anus
12. Tip of snout to anus
13. Tip of snout to anterior point of denticulated epidermis
14. Tip of snout to posterior point of denticulated epidermis
15. Length between denticulated epidermis
16. Girth at anterior insertion of flipper
17. Girth at axilla
18. Girth at umbilicus
19. Girth at anus
20. Length of flipper, tip to anterior insertion
21. Length of flipper, tip to axilla
22. Maximum width of flipper
23. Circumference of flipper, tip to anterior insertion
24. Length of flukes
25. Anterior insertion of flukes to tip
26. Notch to tip of flukes
27. Anterior insertion of flukes to notch
28. Maximum width of narrow dorsal ridge
29. Maximum width of wide dorsal ridge
30. Height of dorsal ridge at maximum width of dorsal ridge

2.2 結果

2.2.1 雌雄間比較

スナメリの外部形態における雌雄間比較は標本数が十分であった韓国産スナメリ 13 個体（メス：$n = 5$、オス：$n = 8$）を用いて行った。雌雄差が認められた部位等の詳細は以下のとおりである。

2.2.1.1 相対成長式の雌雄間比較

相対成長式について雌雄間比較を行った結果、相対成長係数においては 24 箇所のうち、2 箇所で雌雄差が認められた（*t*-test, $P < 0.05$）。これらの部位は胸鰭最大幅（#22）、尾鰭奥行長（#27）であった（表 2）。初期成長定数においては 24 箇所のうち、1 箇所で有意に異なり（*t*-test, $P < 0.05$）、雌雄差が見られた部位は吻部先端から生殖孔までの長さ（#10）であった（表 2）。

韓国産スナメリの体長と各部位の成長において、メスは胸鰭最大幅を除いた全ての部位、オスは尾鰭奥行長を除いた全ての部位が等成長であった。相対成長係数が雌雄で有意に異なった胸鰭最大幅についてはメスは優成長を、尾鰭奥行長に対してオスが劣成長を示し、メスの方がオスに比べて体長の成長より胸鰭、尾鰭の成長が早いことが示唆された（*t*-test, $P < 0.05$; 図 3）。

初期成長定数に対しては、吻部先端から生殖孔までの長さにおいて雌雄間で有意に異なり、メスの方がオスに比べて吻部先端から後方に位置することが明らかになった（*t*-test, $P < 0.01$; 図 4）。

表 2. 韓国産スナメリの外部形態各部位の相対成長係数、初期成長定数と雌雄比較による有意差。

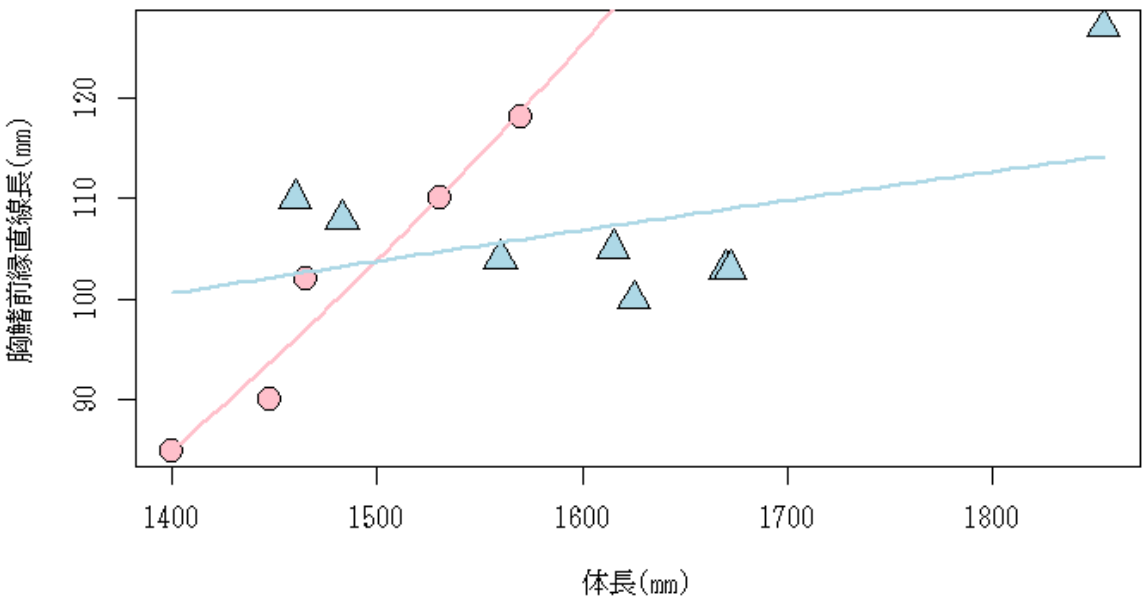
韓国産スナメリの雌雄差								
#	メス			オス			P値	
	n	相対成長係数	初期成長定数	n	相対成長係数	初期成長定数	相対成長係数	初期成長定数
2	5	0.380	3.536	8	0.811	0.157		
3	5	-1.117	355721.185	8	0.759	0.406		
4	5	0.292	18.649	8	1.769	0.000		
5	5	1.048	0.048	8	0.224	18.520		
6	5	1.127	0.017	8	2.171	0.000		
7	5	1.048	0.122	8	0.986	0.190		
8	5	0.037	386.991	5	0.564	7.986		
9	5	1.880	0.001	8	0.630	6.720		
10	5	0.875	1.647	8	0.996	0.575		**
12	5	0.718	5.470	8	1.017	0.608		
13	5	0.135	137.087	8	1.472	0.008		
14	5	1.744	0.003	8	1.127	0.304		
15	5	2.600	0.000	8	0.944	0.784		
20	5	1.113	0.084	8	0.564	4.471		
21	5	1.674	0.001	8	0.457	7.771		
22	5	2.907	0.000	8	0.451	3.840	**	
23	5	0.728	1.643	8	0.372	21.328		
24	5	1.340	0.022	8	0.930	0.413		

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

韓国産スナメリの雌雄差								
#	メス			オス			P値	
	n	相対成長係数	初期成長定数	**n**	相対成長係数	初期成長定数	相対成長係数	初期成長定数
25	5	2.010	0.000	8	1.040	0.113		
26	5	1.551	0.002	8	1.036	0.102		
27	5	2.471	0.000	8	0.150	36.808	*	
28	5	-4.259	180350882157581	8	2.787	0.000		
29	5	1.6	0.000	8	3.027	0.000		
30	5	6.042	0.000	8	0.638	0.149		

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)



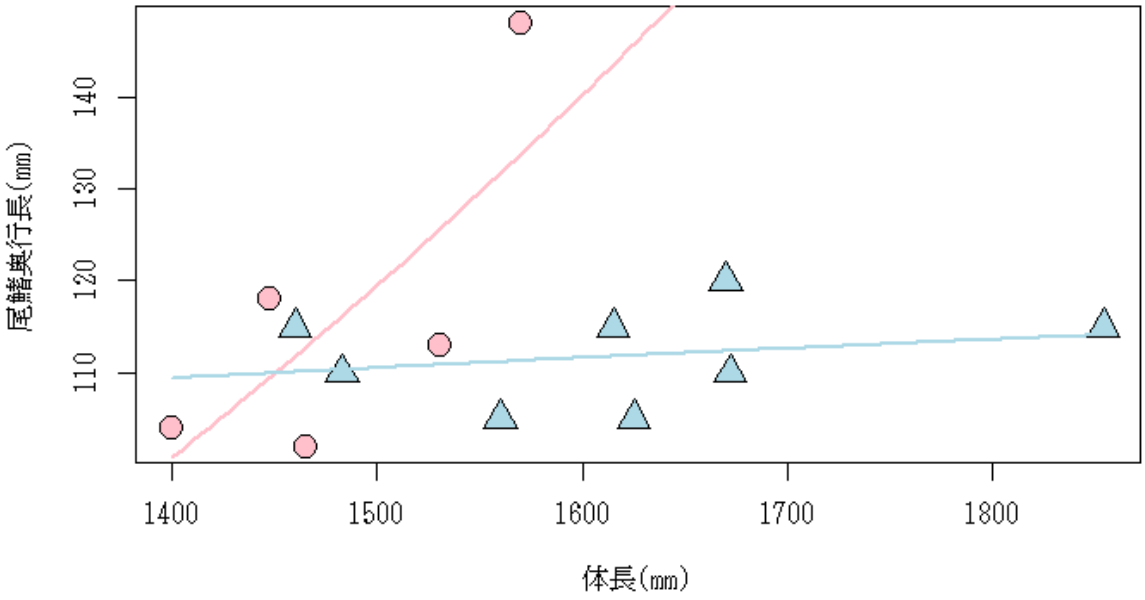


図 3. 韓国産スナメリの外部形態の相対成長係数における雌雄差。
（上）胸鰭前縁直線長（下）尾鰭奥行長。△はオスを、○はメスを示す。

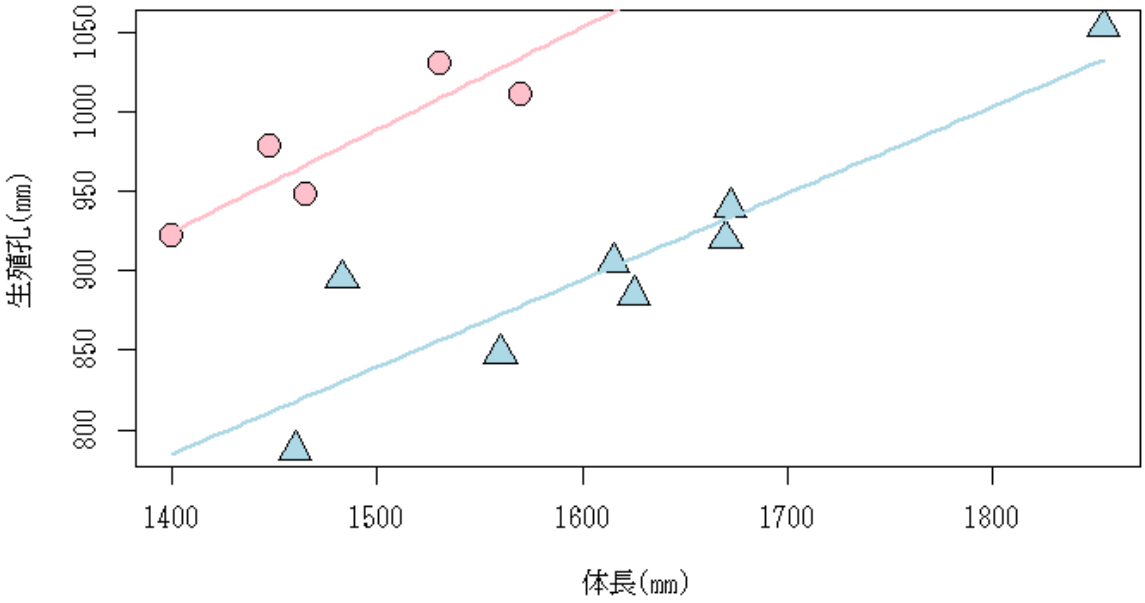


図 4. 韓国産スナメリの外部形態の初期成長定数における雌雄差。吻部先端から生殖孔までの長さ。△はオスを、○はメスを示す。

2.2.1.2 プロポーションの雌雄間比較

体長に対する各部位のプロポーションの平均値を用いて、雌雄間比較を行った結果、体長を含めた 4 箇所において雌雄差が認められた（*t*-test, $P < 0.05$）。これらの部位は体長（#1）、吻部先端から生殖孔までの長さ（#10）、尾鰭奥行長（#27）、背側における下層隆起の最大幅での隆起最大高さ（#30）であった（表 3）。

2.2.1.2.1 体長と吻部先端から各部位までの長さ

スナメリの平均体長および体長に対する吻部先端から各部位までのプロポーションの平均値において雌雄間比較を行った結果、平均体長と吻部先端から生殖孔までの長さのプロポーションで有意差が認められた。平均体長はオス（1617.375mm）がメス（1482.800mm）に比べて絶対的に大きかった（*t*-test, $P < 0.05$; 図 5）。

吻部先端から生殖孔までの長さにおいては、相対的にメス（65.943%）がオス（55.902%）より大きく、メスの生殖孔がオスに比べて吻部先端から後方に位置することが明らかになった（*t*-test, $P < 0.01$; 図 5）。

2.2.1.2.2 胸鰭

胸鰭の大きさを示す部位のうち、有意な雌雄差が見られた部位はなかったため、韓国産スナメリは胸鰭の平均大きさにおいては雌雄差がないことが示唆された（*t*-test, $P > 0.05$）。

2.2.1.2.3 尾鰭

尾鰭の大きさを示す部位で雌雄間比較を行った結果、尾鰭の奥行き長さにおいて有意差が認められ、オス（6.947%）に比べてメス（7.870%）の方が体長に対する尾鰭の相対的割合が大きかった（*t*-test, $P < 0.05$; 図 6）。

2.2.1.2.4 背側の隆起

背側における隆起の幅や高さについて比較した結果、背側における下層隆起の最大幅での隆起最大高さにおいて雌雄差が認められ、メス（1.555%）の方がオス（1.073%）に比べて有意に隆起高が高いことが認められた（*t*-test, $P < 0.05$; 図 6）。

上記の結果からオスはメスに比べて平均体長は大きいものの、体長に対する尾鰭と背側における隆起の高さにおいては相対的に小さいことが示唆された。また、韓国産スナメリの外部形態における雌雄間比較において、相対成長式およびプロポーションの平均値比較で共通的に有意差が認められた部位は生殖孔、尾鰭、背側における隆起に関する部位であった。

表 3. 韓国産スナメリの外部形態各部位のプロポーション平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と雌雄比較による有意差。

韓国産スナメリの雌雄差													
#	メス						オス						P値
	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	
1*	5	1482.800	67.659	1450.699	1400.000	1570.000	8	1617.375	124.168	1631.693	1460.000	1854.000	*
2	5	3.902	0.785	4.443	2.970	4.643	8	3.938	0.717	4.000	3.110	5.354	
3	5	7.028	1.463	6.209	5.318	8.929	8	6.904	0.919	6.325	5.822	8.185	
4	5	10.629	1.207	11.052	9.047	12.143	8	9.842	1.121	9.150	8.425	11.385	
5	5	6.892	0.447	6.718	6.348	7.511	8	6.053	0.902	5.587	5.000	7.508	
6	5	4.356	0.482	4.238	3.786	5.051	8	4.431	0.677	4.238	3.372	5.663	
7	5	17.344	0.511	17.483	16.575	17.952	8	17.159	0.781	17.606	15.705	18.071	
8	5	34.508	4.730	37.244	26.519	37.771	5	32.675	2.865	33.954	28.862	35.873	
9	5	48.051	7.033	43.732	42.321	58.981	8	43.927	4.542	43.241	40.371	54.619	
10	5	65.943	1.454	64.970	64.331	67.541	8	55.902	2.064	54.783	53.904	60.351	**
12	5	69.577	1.970	70.916	67.372	71.478	8	69.093	1.308	69.021	66.826	70.574	
13	5	24.817	2.735	23.422	22.526	29.286	8	25.530	2.719	25.427	21.352	30.060	
14	5	74.138	5.269	71.578	69.966	82.994	8	77.434	1.739	77.420	74.163	80.313	
15	5	49.322	6.013	45.983	43.929	58.790	8	51.903	2.083	52.814	47.305	53.846	
20	5	19.244	1.037	18.659	18.571	21.024	8	17.946	1.535	17.954	16.369	21.038	
21	5	14.835	0.876	14.904	13.571	15.973	8	14.182	1.546	14.576	12.246	16.925	
22	5	6.790	0.624	7.163	6.071	7.516	8	6.665	0.529	6.355	6.154	7.534	
23	5	22.536	0.984	22.030	21.783	24.232	8	20.754	2.086	21.501	17.969	24.005	
24	5	26.772	1.683	25.718	25.082	29.010	8	24.915	3.806	24.117	18.462	30.007	

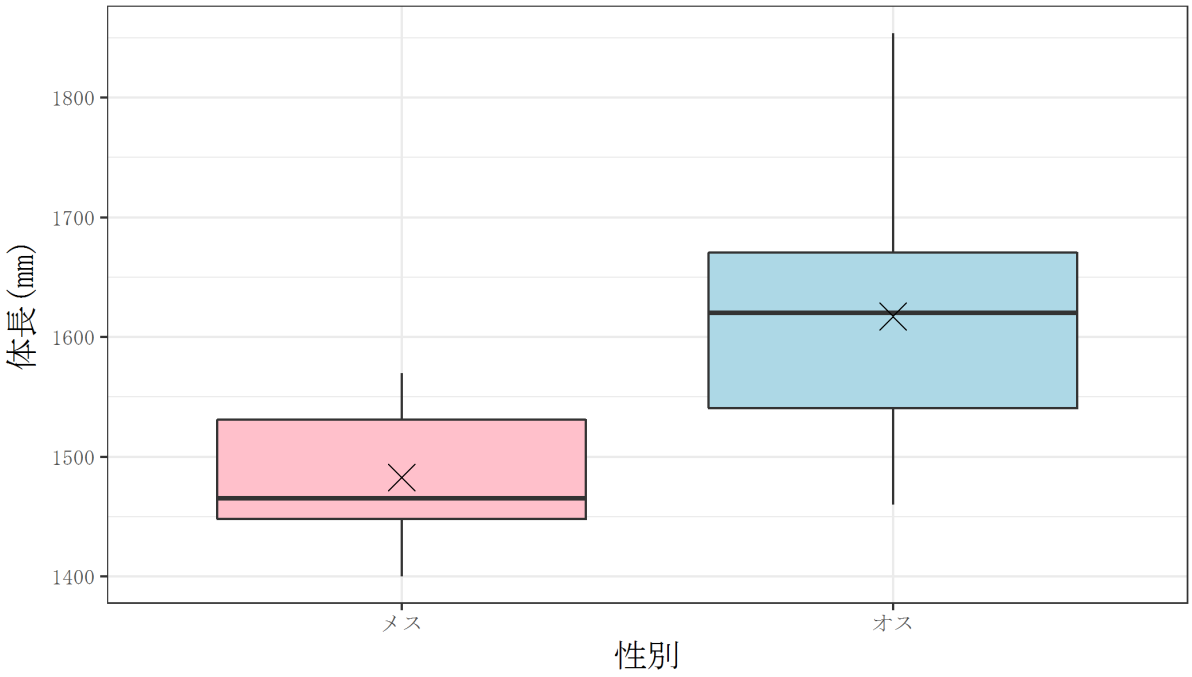
(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

韓国産スナメリの雌雄差													
#	メス						オス						P値
	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	
25	5	15.756	1.414	15.824	14.286	17.747	8	15.230	1.718	15.932	11.859	17.195	
26	5	13.597	1.024	12.946	12.714	15.017	8	13.380	1.511	13.513	11.154	15.374	
27	5	7.870	0.969	7.324	6.962	9.427	8	6.947	0.553	6.644	6.203	7.877	*
28	5	0.4	0.132	0.311	0.268	0.564	8	0.557	0.182	0.417	0.369	0.833	
29	5	1.241	0.184	1.253	0.969	1.471	8	1.103	0.426	0.843	0.586	1.625	
30	5	1.555	0.428	1.457	1.193	2.274	8	1.073	0.307	1.01	0.569	1.625	*

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

*は実測値である（mm）。



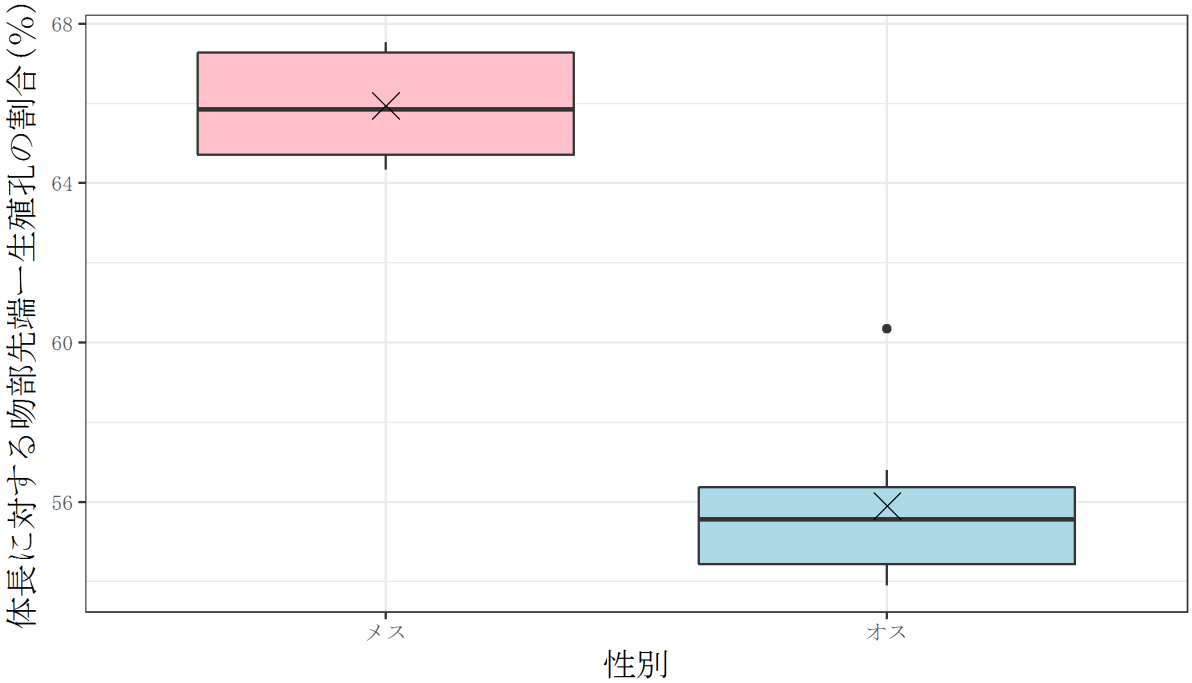
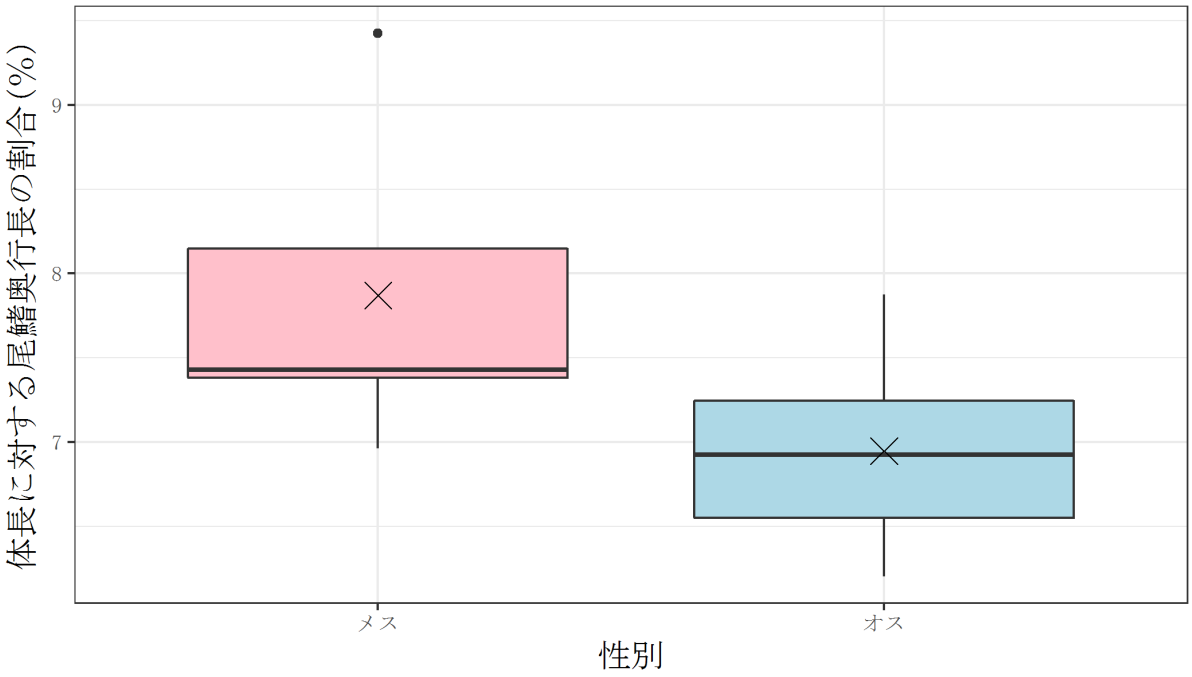


図 5. 韓国産スナメリの外部形態プロポーションにおける雌雄差。（上）体長（下）吻部先端から生殖孔までの長さ。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。



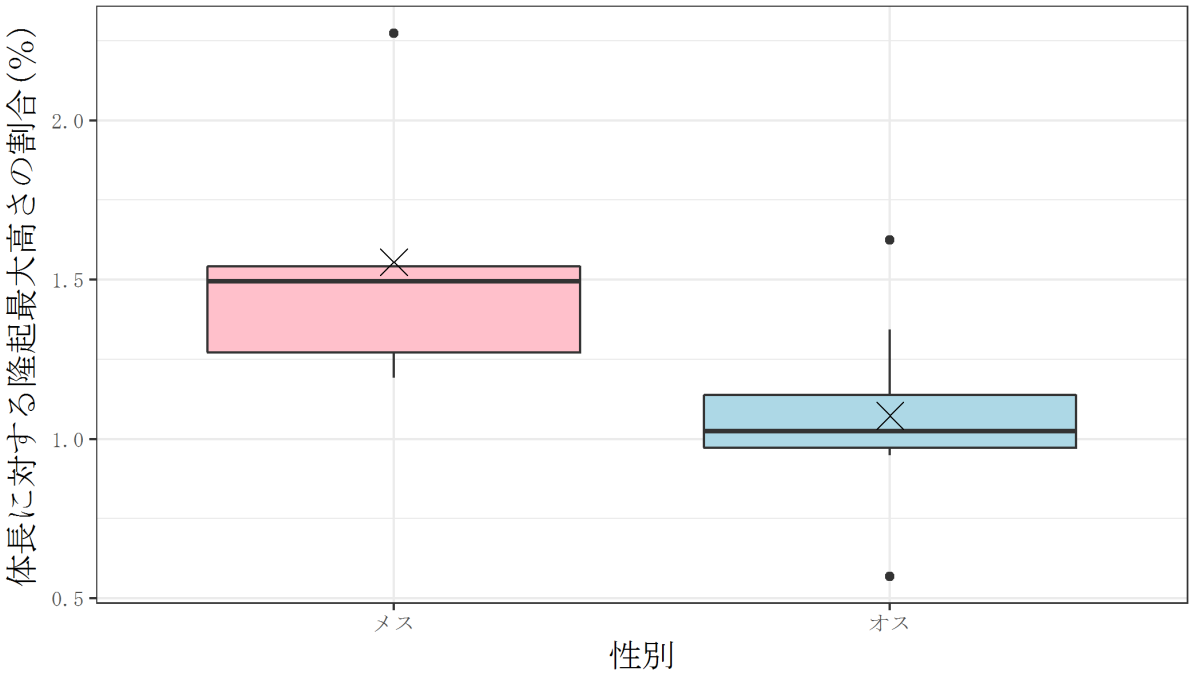


図 6. 韓国産スナメリの外部形態プロポーションにおける雌雄差。（上）尾鰭奥行長（下）背側における下層隆起の最大幅での隆起最大高さ。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。

2.2.2 海域間比較

スナメリの外部形態における海域間比較は日本産 3 個体（メス：$n = 2$、オス：$n = 1$）、韓国産 13 個体（メス：$n = 5$、オス：$n = 8$）を使用した。海域差が認められた部位等の詳細は以下のとおりである。

2.2.2.1 相対成長式の海域間比較

日本産と韓国産スナメリの体長と各部位の成長において、海域間比較を行った結果、相対成長係数においては有意差が認められなかった（*t*-test, $P > 0.05$）。初期成長定数においては、24 箇所のうち、7 箇所において海域間で有意に異なり（*t*-test, $P < 0.05$）、これらの部位は吻部先端から噴気孔までの長さ（#5）、生殖孔までの長さ（#10）、胸鰭前縁直線長（#20）、尾鰭前縁直線長（#25）、尾鰭奥行長（#27）、背側における上層隆起幅（#28）、下層隆起幅（#29）であった（表 4; 図 7, 図 8, 図 9, 図 10）。

表 4. スナメリの外部形態各部位の相対成長係数、初期成長定数と海域間比較による有意差。

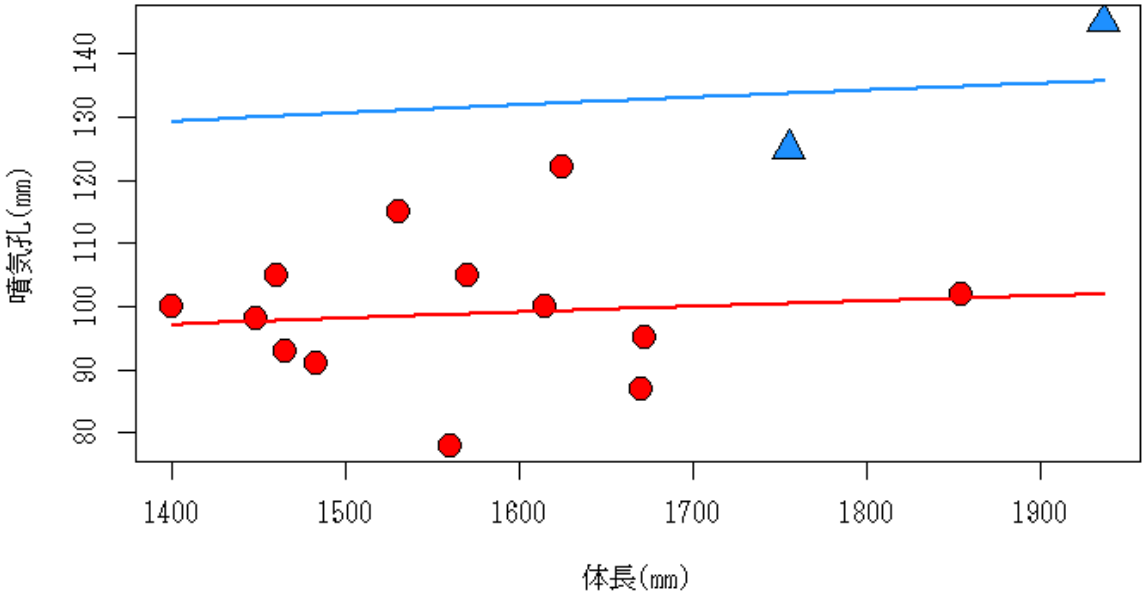
外部形態の海域差								
#	日本			韓国			P値	
	n	相対成長係数	初期成長定数	n	相対成長係数	初期成長定数	相対成長係数	初期成長定数
2	3	0.936	0.070	13	0.489	0.103		
3	3	1.985	0.000	13	-0.911	1.458		
4	3	1.048	0.077	13	-0.893	0.062		
5	2	1.512	0.002	13	-2.349	65.586		*
6	3	0.817	0.176	13	-1.444	0.000		
7	3	0.785	0.848	13	-1.272	0.238		
8	3	0.492	16.208	10	-1.542	98.860		
9	3	0.678	4.828	13	-1.644	10.271		
10	3	-0.150	3438.920	13	-1.125	61.627		*
12	3	0.928	1.194	13	-1.102	0.990		
13	3	-0.299	3728.761	13	0.467	0.035		
14	2	1.305	0.077	13	0.489	0.069		
15	2	1.520	0.011	13	0.333	0.035		
20	3	1.197	0.047	13	-0.364	7.271		*
21	3	1.087	0.078	13	-0.860	2.915		
22	3	0.586	1.434	13	-0.600	0.207		
23	3	1.011	0.196	13	-1.318	38.646		
24	2	1.004	0.245	13	-1.622	2.305		

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

外部形態の海域差								
#	日本			韓国			P値	
	n	相対成長係数	初期成長定数	**n**	相対成長係数	初期成長定数	相対成長係数	初期成長定数
25	3	0.847	0.586	13	-1.464	0.148		*
26	3	0.549	4.013	13	-0.999	0.122		
27	3	0.786	0.430	13	-1.546	19.429		**
28	3	0.695	0.129	13	0.379	0.000		**
29	3	-2.134	358920426.537	13	4.072	0.000		*
30	3	2.046	0.000	13	1.996	23.264		

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)



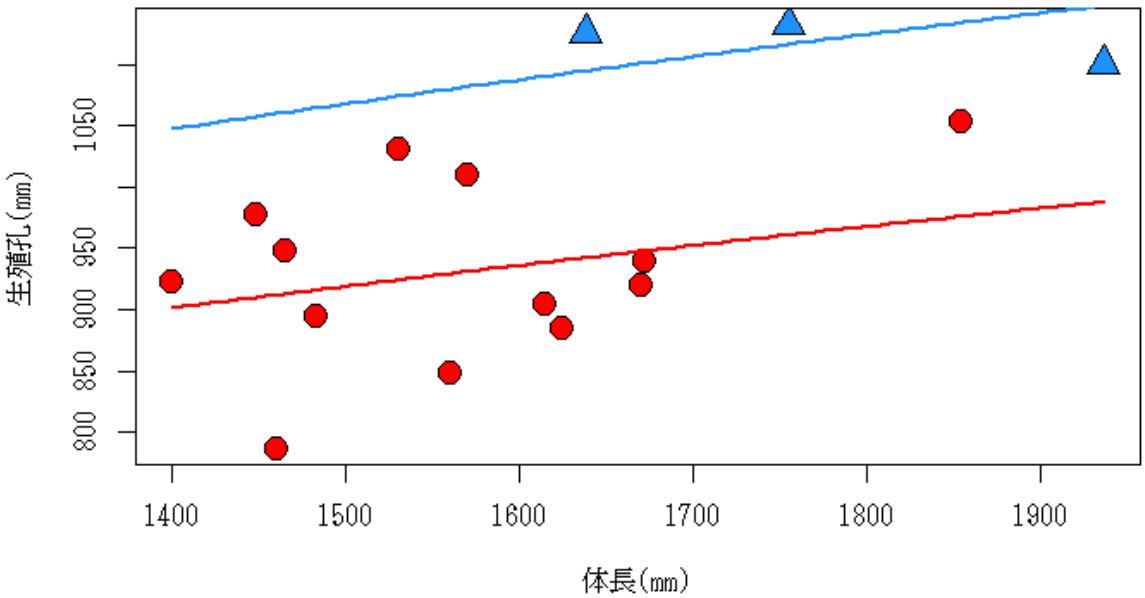
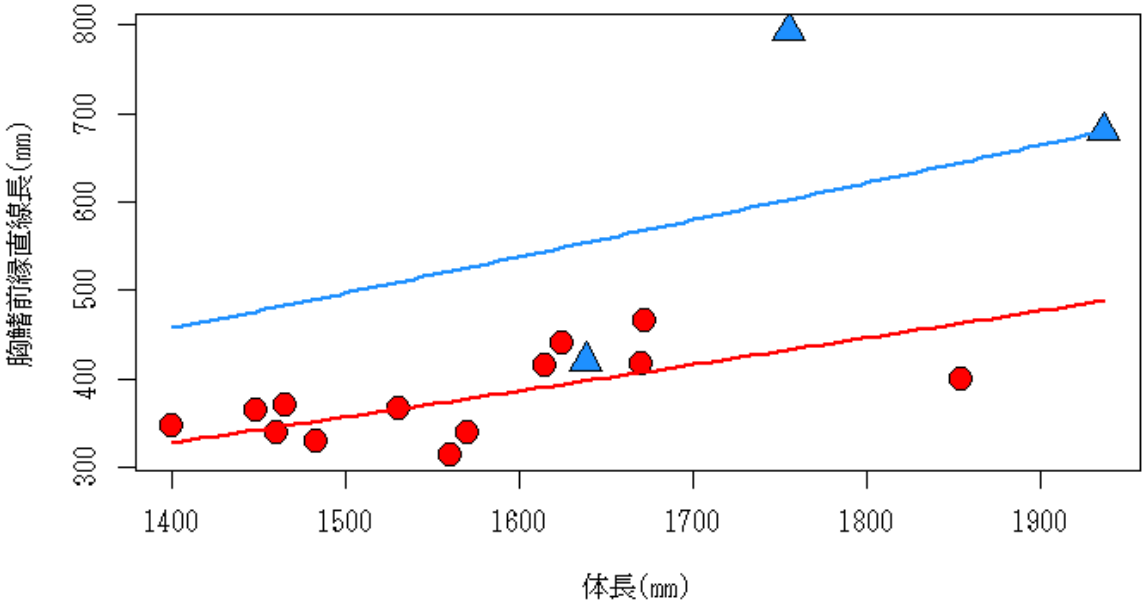


図 7. スナメリの外部形態の初期成長定数における海域差。（上）吻部先端から噴気孔までの長さ（下）吻部先端から生殖孔までの長さ。△は日本産スナメリを、○は韓国産スナメリを示す。



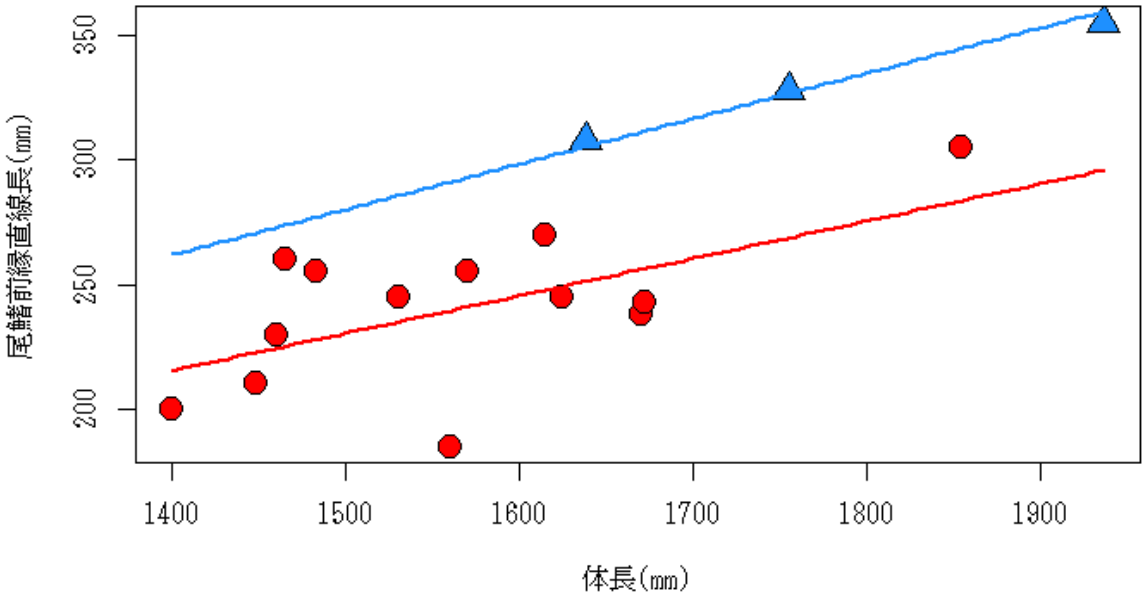
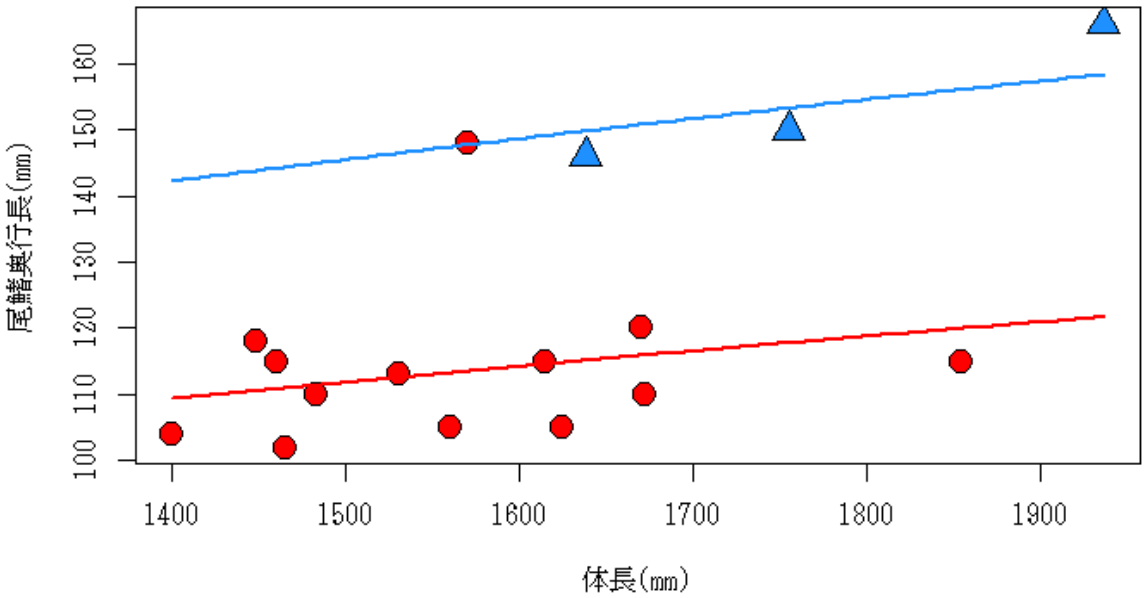


図 8. スナメリの外部形態の初期成長定数における海域差。（上）胸鰭前縁直線長（下）尾鰭前縁直線長。△は日本産スナメリを、○は韓国産スナメリを示す。



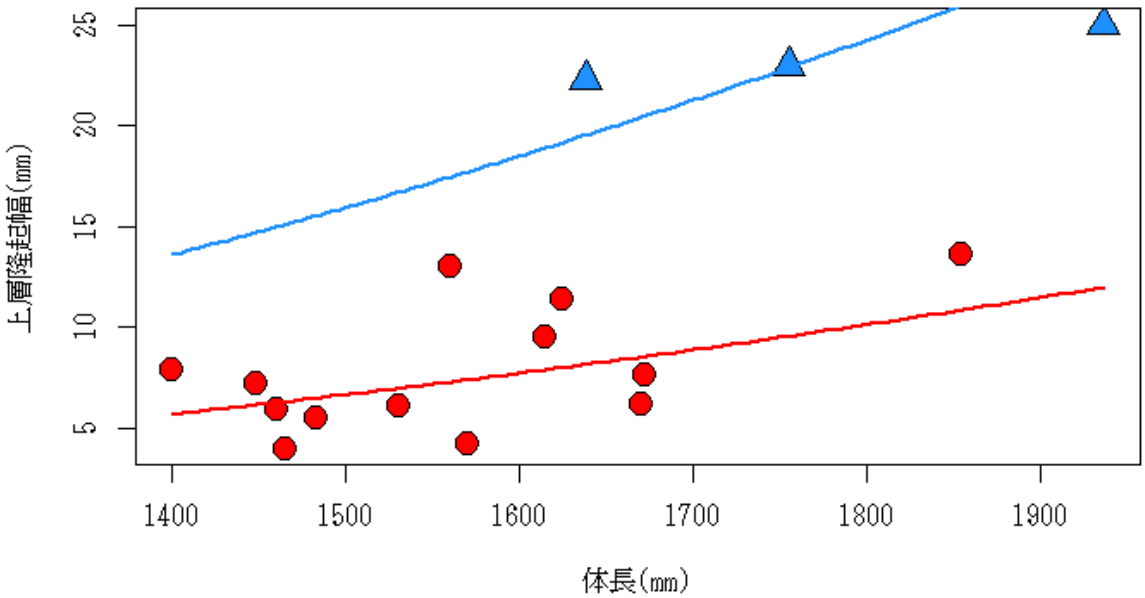


図 9. スナメリの外部形態の初期成長定数における海域差。（上）尾鰭奥行長（下）背側における上層隆起幅。△は日本産スナメリを、○は韓国産スナメリを示す。

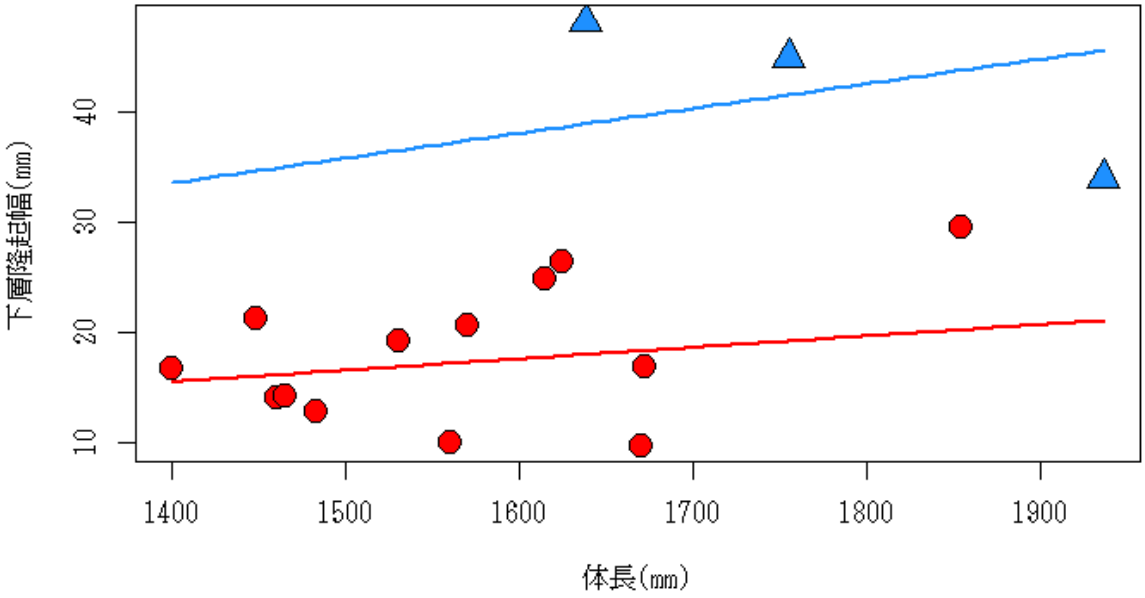


図 10. スナメリの外部形態の初期成長定数における海域差。（上）背側における下層隆起幅（下）背側における下層隆起の最大幅での隆起最大高さ。△は日本産スナメリを、○は韓国産スナメリを示す。

2.2.2.2 プロポーションの海域間比較

体長に対する各部位のプロポーションの平均値において、海域間比較を行った結果、24箇所のうち、6 箇所で有意差が認められた（*t*-test, $P < 0.05$）。これらの部位は体長（#1）、胸鰭前縁直線長（#20）、尾鰭前縁直線長（#25）、尾鰭奥行長（#27）、背側における上層隆起の最大幅（#28）、背側における下層隆起の最大幅（#29）であった（表 5）。

2.2.2.2.1 体長

スナメリの体の大きさを示す部位のうち、平均体長に海域差が認められ、日本産スナメリ（1776.333mm）が韓国産スナメリ（1565.615mm）に比べて大きいことが明らかになった（*t*-test, $P < 0.05$; 図 11）。

2.2.2.2.2 胸鰭

本種の胸鰭前縁直線長において有意な差が認められた。胸鰭前縁直線長は日本産スナメリ（20.379%）が韓国産スナメリ（18.445%）に比べて相対的割合が大きいことから、日本産スナメリの方が韓国産スナメリよりも胸鰭が大きいことが判明した（*t*-test, $P < 0.05$; 図 11）。

2.2.2.2.3 尾鰭

尾鰭の大きさを示す尾鰭前縁直線長、尾鰭奥行長において海域間で有意差が見られ、これらの部位では日本産スナメリ（18.610%, 8.678%）が韓国産スナメリ（15.432%, 7.302%）より相対的に大きいことが認められた（*t*-test, $P < 0.01$; 図 12）。この結果から、日本産スナメリが韓国産スナメリよりも尾鰭が大きいことが示唆された。

2.2.2.2.4 背側の隆起

スナメリの背側における隆起を比較した結果、上層、下層隆起の最大幅においては日本産スナメリの方（1.321%, 2.420%）が韓国産スナメリ（0.497%, 1.156%）に比べて相対的割合が大きい、つまり、隆起が幅広いことが明らかになった（*t*-test, $P < 0.01$; 図 13）。

上記の結果から日本産スナメリは韓国産スナメリに比べて平均体長や体長に対する胸鰭、尾鰭、背側における隆起において有意に大きいことが示唆された。また、日本産スナメリと

韓国産スナメリの外部形態における海域間比較において、相対成長式およびプロポーションの平均値比較で共通的に有意な海域差が認められた部位は胸鰭、尾鰭、背側における隆起に関する部位であった。

表 5. スナメリの外部形態各部位のプロポーション平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と海域間の比較による有意差。

外部形態の海域差													
#	日本						韓国						P値
	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	
1*	3	1776.333	150.141	1702.283	1638.000	1936.000	13	1565.615	123.139	1509.462	1400.000	1854.000	*
2	3	4.392	0.853	4.875	3.419	5.006	13	3.924	0.711	4.212	2.970	5.354	
3	3	6.405	0.629	6.048	5.983	7.128	13	6.952	1.100	6.317	5.318	8.929	
4	3	11.069	0.309	11.246	10.712	11.260	13	10.145	1.173	9.292	8.425	12.143	
5	2	7.306	0.260	7.125	7.123	7.490	13	6.375	0.850	6.734	5.000	7.511	
6	3	4.451	0.110	4.494	4.339	4.558	13	4.403	0.589	4.235	3.372	5.663	
7	3	16.944	0.364	17.152	16.529	17.208	13	17.230	0.672	17.560	15.705	18.071	
8	3	36.266	1.902	35.160	35.124	38.462	10	33.592	3.811	35.821	26.519	37.771	
9	3	43.451	1.871	42.420	41.937	45.543	13	45.513	5.735	43.442	40.371	58.981	
10	3	63.354	6.044	66.537	56.818	68.742	13	59.764	5.389	55.465	53.904	67.541	
12	3	69.623	1.253	70.202	68.319	70.818	13	69.279	1.533	70.497	66.826	71.478	
13	3	22.579	2.558	24.057	19.628	24.176	13	25.256	2.634	24.108	21.352	30.06	
14	2	74.656	1.111	75.431	73.871	75.442	13	76.166	3.715	77.433	69.966	82.994	
15	2	50.602	1.284	51.498	49.695	51.510	13	50.910	4.036	52.315	43.929	58.790	
20	3	20.379	0.368	20.586	19.963	20.661	13	18.445	1.471	18.543	16.369	21.038	*
21	3	14.988	0.279	14.905	14.713	15.271	13	14.433	1.327	14.740	12.246	16.925	
22	3	6.487	0.254	6.343	6.302	6.777	13	6.713	0.545	6.250	6.071	7.534	
23	3	21.221	0.962	21.775	20.114	21.856	13	21.439	1.917	22.015	17.969	24.232	
24	2	25.305	0.008	25.310	25.299	25.310	13	25.629	3.206	25.447	18.462	30.007	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

外部形態の海域差													
#	日本						韓国						P値
	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	
25	3	18.610	0.243	18.746	18.337	18.803	13	15.432	1.568	16.098	11.859	17.747	**
26	3	13.747	1.017	13.234	12.821	14.835	13	13.464	1.301	13.225	11.154	15.374	
27	3	8.678	0.204	8.560	8.547	8.913	13	7.302	0.843	7.234	6.203	9.427	**
28	2	1.321	0.036	1.301	1.291	1.361	13	0.497	0.178	0.402	0.268	0.833	**
29	2	2.420	0.605	2.745	1.756	2.940	13	1.156	0.349	1.073	0.586	1.625	**
30	2	0.777	0.282	0.938	0.456	0.981	13	1.258	0.419	1.105	0.569	2.274	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

*は実測値である（mm）。

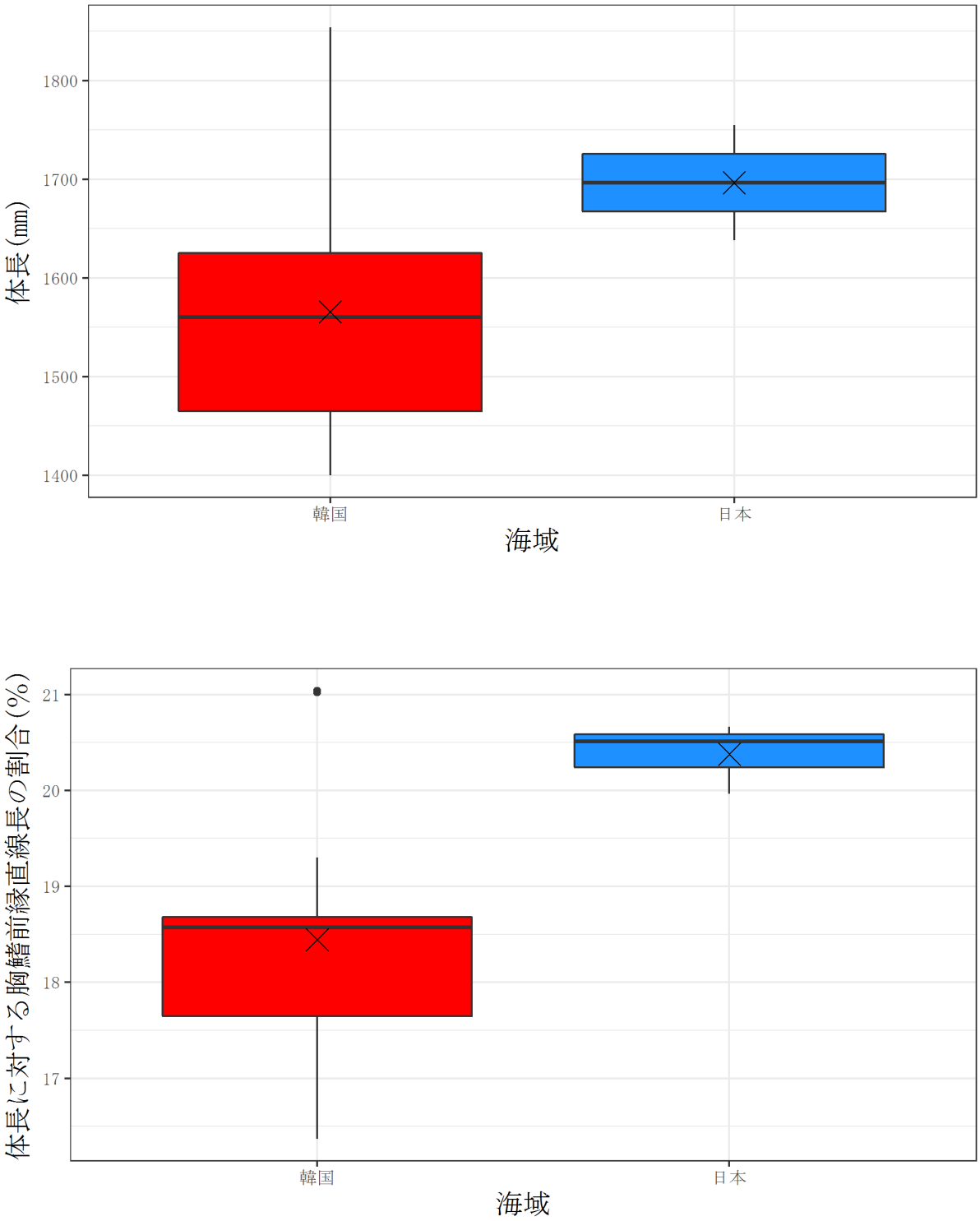
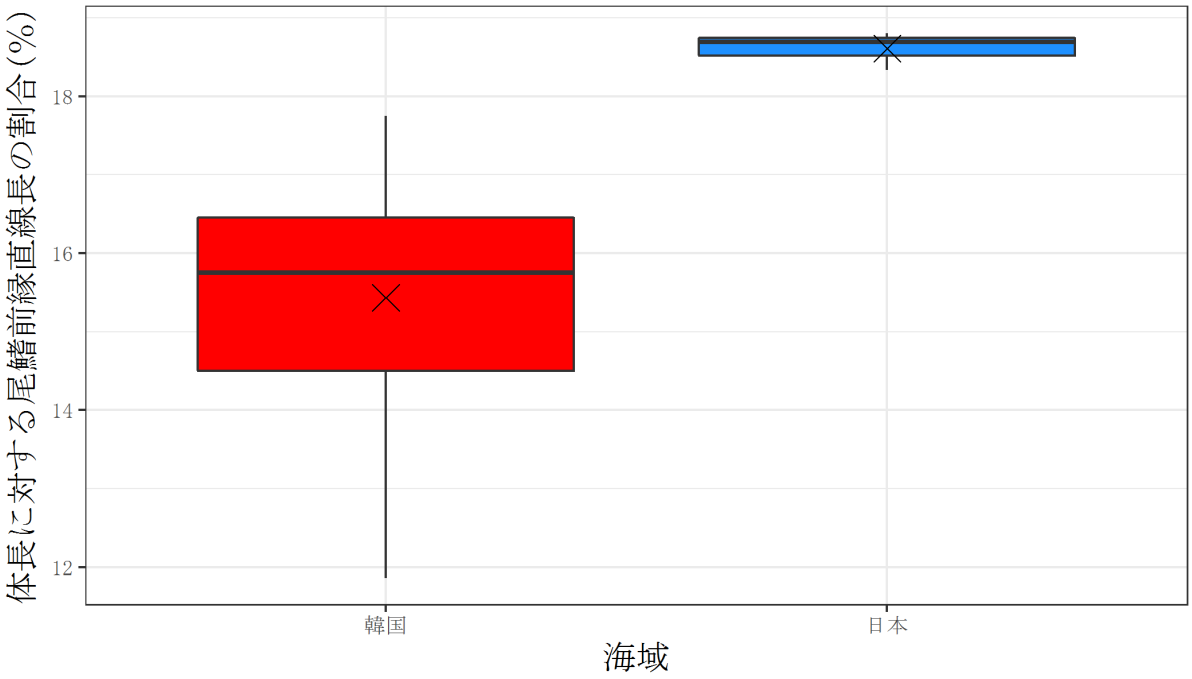


図 11. スナメリの外部形態プロポーションにおける海域差。（上）体長（下）胸鰭前縁直線長。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。



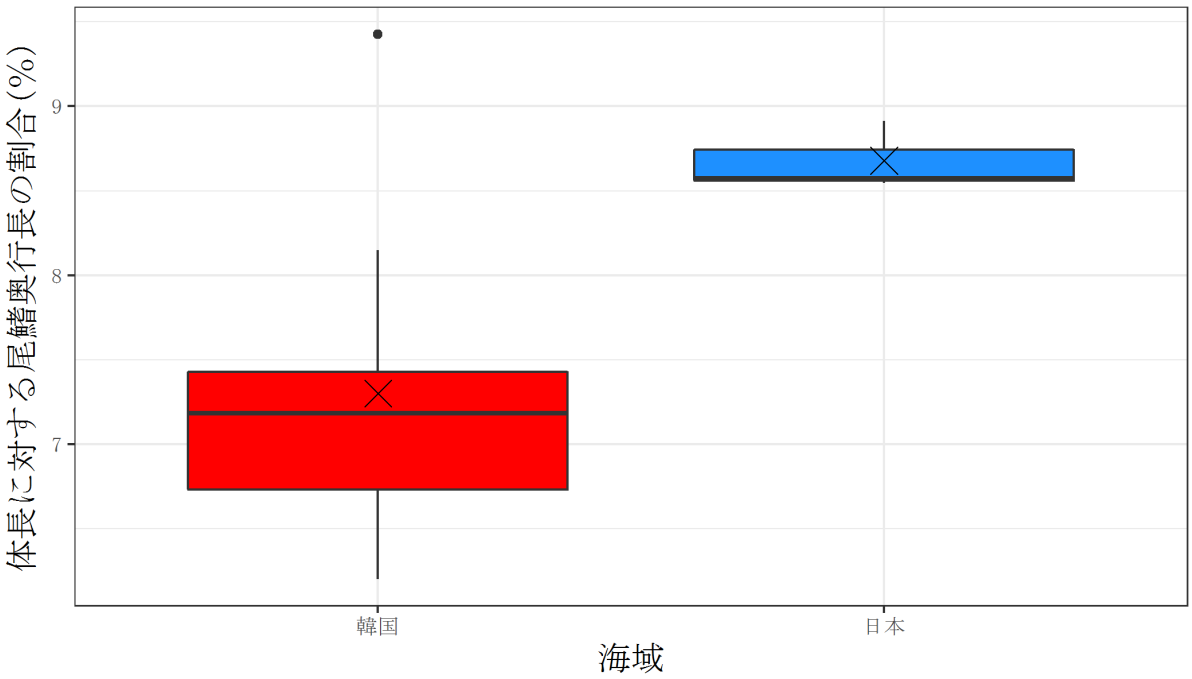


図 12. スナメリの外部形態プロポーションにおける海域差。（上）尾鰭前縁直線長（下）尾鰭奥行き長。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。

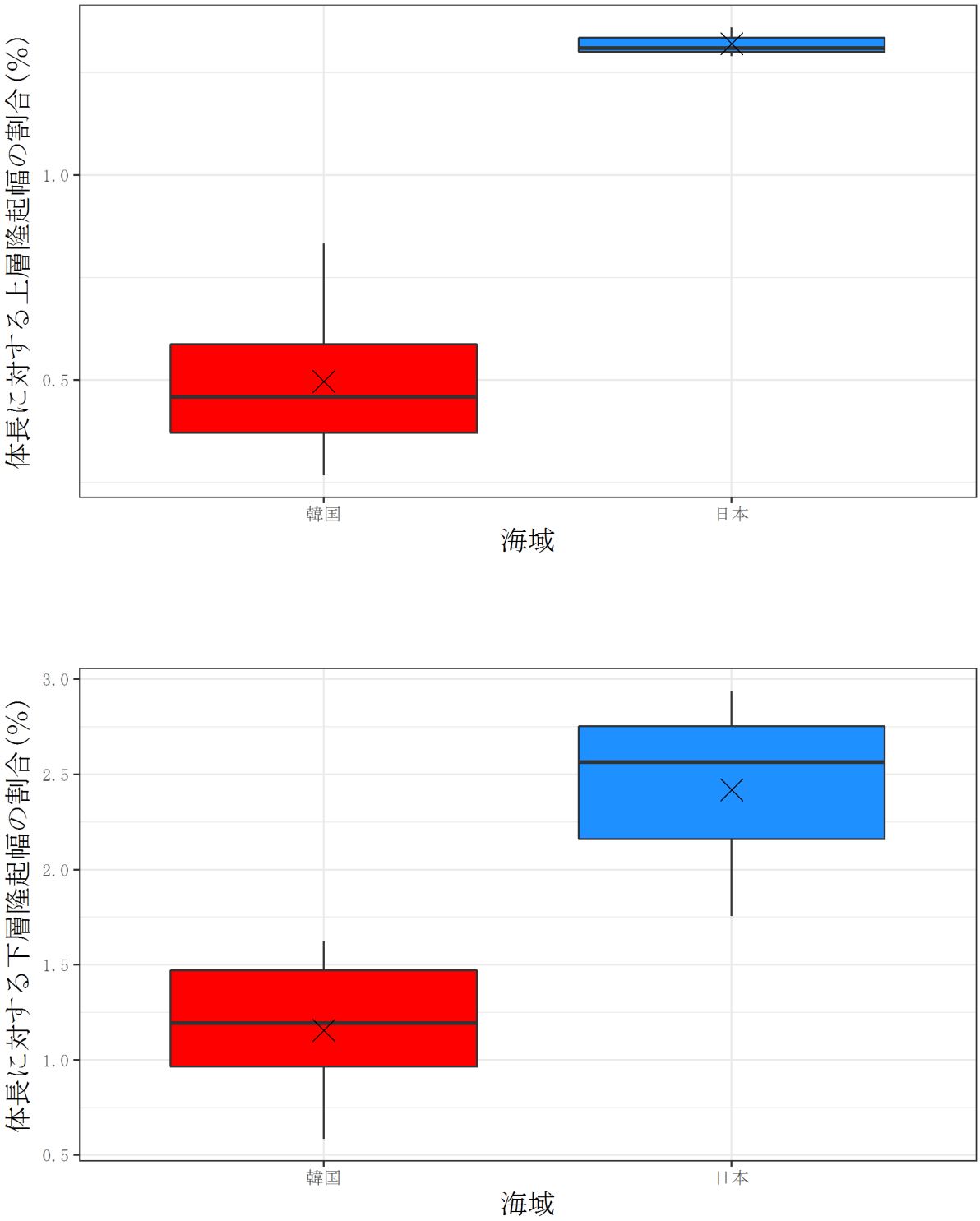


図 13. スナメリの外部形態プロポーションにおける海域差。（上）背側における下層隆起の最大幅（下）背側における上層隆起の最大幅。X は平均値を、太い実線は中央値を示す。

2.2.3 海域間変異の検定

各部位のプロポーションの平均値において海域差が現れた 6 箇所を変数として（表 5）、階層クラスター分析を行った結果を図 14 に示した。図の左下に現る 13, 16 番の個体が日本産スナメリを、他の個体は韓国産を示している。

階層クラスター分析結果から、外部形態における日本周辺海域と韓半島沿岸海域のスナメリの海域間変異は、日本産スナメリの系群間変異より大きいことが明らかになった。

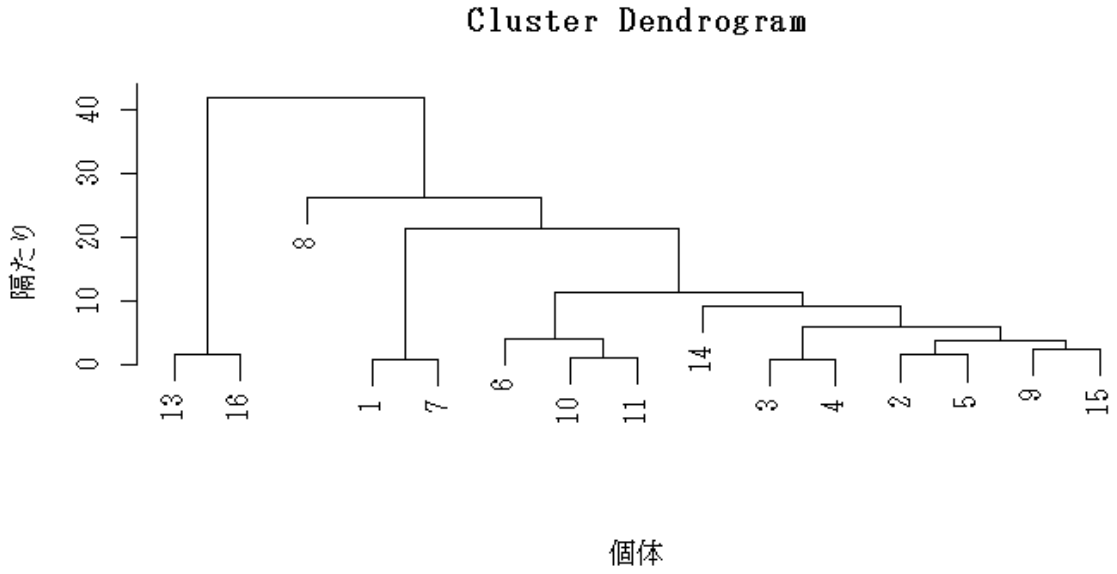


図 14. 外部形態における日本周辺海域と韓半島沿岸海域におけるスナメリの類縁関係。13 と 16 は日本産、その他は韓国産である。

2.3 考察

本研究により、韓半島沿岸海域に生息するスナメリの外部形態における雌雄差や、日本周辺海域、韓半島沿岸海域産スナメリの海域間差異が明らかになった。そこで有意な差が見られた部位について行動機能学的観点からの考察を行い、また、性成熟に達する体長や肉体的成熟体長についての考察も行った。

2.3.1 雌雄間比較

日本周辺海域産スナメリの外部形態における雌雄差を報告した白木原（1993）は、日本のスナメリは生殖孔までの長さ以外に胴部後方、胸鰭、尾鰭において雌雄間で有意に異なると報告した。本研究の比較で雌雄差が認められた部位は、白木原（1993）とほぼ同じ部位であったが、日本産スナメリでは隆起高において有意な差は認められなかった。

2.3.1.1 体長

韓国産スナメリの平均体長はオスがメスに比べて有意に大きかった。多くのオスがメスより大きくなることは、選択圧によるオス同士の競争のためであると報告されている（Darwin, 1859）。

本種は基本的に単独で生活を行う。繁殖のために群れを作ったり、競争したりことについては報告されていないが、他の動物と同じように繁殖のためオスがメスより体が大きくなる方向に適応した可能性が考えられる。本種の性的二型が繁殖と関連する競争から始まったことであるかを考察するためには、今後、本種がオスだけで群れを構成するのかどうか観察するが必要がある。

2.3.1.2 尾鰭

尾鰭は遊泳能力に関する部位であり、尾鰭奥行長が大きいほど尾鰭全体の面積が大きくなり、同じ回数の動きでもより早い速度で移動することが可能となる。尾鰭奥行長において雌雄差が認められたことから、スナメリは性別によって遊泳力が異なる可能性が考えられる。しかし、スナメリの遊泳速度に関する研究は行われていない。

鯨類のメスでは妊娠することによってそれまでの流線型の体形を保てなくなるため、遊泳力が相対的に低くなる。実際に、妊娠末期のハンドウイルカ（*Tursiops truncatus*）2 頭を分析した Shawn *et al.*（2011）は、下腹がふくらむことで遊泳するときの抵抗が非妊期に比べて 2 倍ほど増加し、最高遊泳速度は 13km/h になり、これは非妊期メスの 22km/h に比べて 59%に相当する速度であると報告した。また、抵抗の増加に加え、尾鰭の動きも鈍化され、尾鰭が運動する上下幅が 13%ほど減少し、尾鰭をより多く動かすことが確認された。鯨類の遊泳力は天敵や船舶からの逃避といった、生存に関れる重要な要素である。したがって、スナメリのメスの尾鰭奥行長が大きくなることに、妊娠しても生存率を高めるための適応であることが考えられた。

2.3.1.3 背側の隆起

日本産スナメリは背側における隆起に関する部位では統計的に有意な雌雄差が認められなかったが（白木原, 1993）、本研究で分析した韓国産スナメリには雌雄差が見られた。

背側における隆起の機能に関する研究は未だ報告されていない。鳥羽水族館で出産した新生仔が親から養育放棄された後、プールの壁に体の背側を擦る行動が頻繁に観察され、この行動は安心感を得るためであるとの考察が行われている（若林ら, 2014）。また、スナメリ個体間での行動観察（吉江, 1997）から、背側における隆起は触覚に関する器官の一つであり、コミュニケーションに使用することが示唆されている。

隆起高においてメスがオスに比べて有意に大きいことから、コミュニケーションの雌雄差が生ずる可能性が考えられる。野外のスナメリは主に単独で生活を行い、稀に小さい群れを作るときは、群れの構造はほぼ母親と親生仔であることが知られている（Kasuya and Kureha, 1979）。そこで、メスの隆起高が高いことは養育のためではないかと考えられる。

しかしながら、鳥羽水族館において飼育されているスナメリ 4 個体（メス：n = 2、オス：n = 2）の行動観察では、メスがオスに対して、または、メスが他のメスに対する行動よりオス同士での行動が多いと報告されている（若林, 私信）。そのため、今後、スナメリの背側における隆起の機能や形態の関連性を分析することから隆起の高さにおける雌雄間差の解明が期待される。

2.3.2 海域間比較

白木原（1993）は、日本周辺海域のスナメリ系群間で吻部先端から胸鰭根付（腹側）までの長さ（#7）、吻部先端から背側の隆起における突起の後端までの長さ（#14）、胸鰭前縁曲線長（#23）、背側の下層隆起の最大幅（#29）において統計的に有意な差が見られたと報告した。したがって、本研究と白木原（1993）の報告より、両国スナメリの海域間で差が現れる部位は、背側における下層隆起の最大幅であることが明らかである（#は本研究での計測箇所に相当する）。

2.3.2.1 体長、胸鰭、尾鰭

日本産スナメリは韓国産スナメリに比べ、統計的に有意な海域差が認められた平均体長を含む全部位のプロポーションが大きいことが明らかなり、日本産スナメリは韓国産スナメリより全体的に大きいことが判明した。

韓半島沿岸海域のスナメリは CRI の主催で 2001 年、2003 年に西海で行われた目視調査から個体数が 60,221 頭と推定された。混獲が多く 2005 年には 36,000 頭であったが、2011 年には 13,000 頭まで個体数が減少し、さらに 2015 年には 12,052 頭にまでと減少した（Park *et al*., 2015）。

一般的に生物は個体群の個体密度が高くなることにより繁殖率および成長率が低くなる（競争密度効果、competition density effect）。したがって、西海産スナメリは多分な個体数による海域内の競争のため、数世代にわたって体を小さくする方向に適応し、日本産スナメリに比べて相対的に小さくなった可能性がある。

2.3.2.2 背側における隆起

背側における隆起は、白木原（1993）においても日本周辺海域産スナメリで系群差が認められた部位である。また、近年、別種とされたスナメリの外部形態においても有意な種差が認められた部位でもある（Jefferson and Wang, 2011）。

このように、本種外部形態の特徴の一つである背側における隆起は、種あるいは系群の識別指標として使用可能なことが示唆されるが、上記の報告では隆起における差の解明は不十分である。

本研究で外部形態の観察を行った日本産スナメリでは背側の隆起が胸鰭付近から上がり始め、隆起の前方に少数の突起が現れ、隆起に続けて分布することが観察された。韓国産スナメリは日本産スナメリに比べ、突起が隆起の前方に相対的に広く分布し、多数現れる傾向が見られた。また、隆起幅は日本産スナメリが韓国産スナメリより有意に大きいことが明らかになった。

Jefferson and Wang（2011）は *N. phocaenoides* の隆起は体長の 75-90%から上がり、隆起の前方において溝（groove）と呼ばれる凹面に多数の突起が広く分布する一方、*N. asiaeorientalis* の隆起は胸鰭付近から上がり始め、溝はほぼ存在しないと報告した。しかし、一部の個体では溝が薄く現れたり、隆起が二途に分かれたり、その間に突起が分布することが確認されている（Jefferson and Wang, 2011）。

そこで、*N. asiaeorientalis* の同一種として扱われている日本周辺海域と韓半島沿岸海域産スナメリは、隆起の形態から、亜種または系群レベルで背側の隆起の形態が異なる可能性がある。しかし、本研究で用いた日本産スナメリのサンプル数は 5 個体と少なく、また、本研究では背側の隆起が上がり始める地点や突起が分布する面積について計測を行わなかった。これまでの報告に倣い、背側の隆起がコミュニケーションに使われることは明らかだが、なぜコミュニケーションの手段において海域間で差が現れるのか本研究では解明不可能であった。

スナメリの背側における隆起において海域差を解明を求めるため、今後、組織学的解析等を併せた本種の分化過程や隆起が持つ生態学的意味を確かめる必要がある。

2.3.2.3 性成熟体長

性別と海域間の比較を行うため、成長にともなうプロポーションの変化を排除し、スナメリが肉体的成熟に達したと思われる成熟個体のみを使用すべきであったが、本研究で用いた標本については、年齢情報が不十分でり、肉体的成熟が判断できなかった。したがって、日本産スナメリが性成熟に達すると思われる体長 1,400mm 以上の個体を性成熟に達した（白木原, 1993）と仮定し、雌雄差や海域差の分析を行った。ところが、韓国産スナメリが日本産スナメリより小さい傾向が見れた本研究の結果や韓国産個体のうち、体長 1,300mm のメスが妊娠していたことから本研究に使った日本産スナメリの性成熟判断の基準である体長 1,400mm は韓国産スナメリには適用することが難しいと考えられた。

両国のスナメリの海域間変異をより詳細にするため、今後、韓国産スナメリが性成熟に達する体長や年齢を確かめる必要がある。

2.3.2.4 肉体的成熟体長

白木原（1993）は長崎産スナメリがオスは体長 1,655mm、メスは 1,577mm で肉体的成熟に達すると報告した。韓国産スナメリは日本産スナメリに比べて小さいという傾向から、韓国産スナメリが肉体的成熟に達する体長は日本産スナメリより小さい可能性がある。

今後、韓国産スナメリの年齢や性成熟、肉体的成熟体長を明らかにすることにより、韓半島沿岸海域と日本周辺海域にお生息するスナメリのより詳細な海域間比較が可能になること、また、他海域のスナメリの比較により、外部形態を用いたスナメリ属内の類縁関係の解明が期待される。

第 3 章 頭骨形態

骨格のうち、頭骨は摂餌、呼吸、感覚など生存に関わる重要な器官が密集しているため、生息環境に従って種の特性を強く反映し、成長過程においては特性が定着せず、種として、あるいは亜種、系群としての形態を特定することは難い。そこで、本研究では頭骨の成長が停止したと思われる標本を用いて、海域間の比較を行った。

3.1. 材料および方法

日本周辺海域や韓半島沿岸海域で採集され独立行政法人国立科学博物館（以下 NSMT と略記）、東京海洋大学付属マリンサイエンスミュージアム（以下 MTUM と略記）および韓国国立水産科学院鯨類研究センター（以下 CRI と略記）に保管されていた骨格標本のうち、体長と性別、採集場所が明らかな 100 個体の頭骨形態を対象に観察および計測を行った。

サンプルとして用いた標本を海域別に見ると日本産は仙台湾· 東京湾 14 個体（メス：n = 7、オス：n = 7）、伊勢湾· 三河湾 17 個体（メス：n = 7、オス：n = 10）、瀬戸内海 26 個体（メス：n = 12、オス：n = 14）、有明海· 橘湾 3 個体（メス：n = 3）、大村湾 8 個体（メス：n = 1、オス：n = 7）であり、韓国産標本は西海（黄海）31 個体（メス：n = 15、オス：n = 16）、南海 1 個体（オス：n = 1）であった。計 7 海域の 100 個体に加え、Yoshida *et al*.（1995）に用いられた標本群（Y）の 122 個体のデータを借用し、併せて分析を行った（表 6）。韓国産スナメリについては南海産のサンプル数が 1 個体のみと不十分であったため、本研究では韓国産スナメリは西海と南海をあわせ 1 つの海域サンプルとして取り扱った。

頭骨形態の計測は Perrin（1975）、Yoshida *et al*.,（1995）をもとに決定した 27 箇所の計測ポイントをマルチン式人体計測器、KANON PITA 150mm フラットヘッドノギスを用いて、0.1mm 単位で行った（図 15）。また、記録のために一眼カメラ（NIKON D5500, AF-S DX NIKKOR 55-300mm f/4.5-5.6G ED VR）で撮影を行った。

本研究では先行研究に倣い、日本産スナメリの頭骨成長が停止すると考えられている頭骨長 230mm 以上の個体を頭骨の成長が停止したとみなし（Yoshida *et al*., 1994）、分析に使用した。頭骨長に対するプロポーションの平均値を用いて雌雄差や海域差の分析を行い、雌雄差はスチューデントの *t*-test で、海域差は Tukey-Kramer test を使用して有意差を検定した。

また、各部位のプロポーションの平均値比較で有意に海域間で異なった部位を変数とし、群平均法を用いて、階層クラスター分析を行い両国におけるスナメリの海域間変異を検討した。

表 6. 本研究でスナメリ頭骨形態の比較分析に用いた標本リスト。

サンプル情報								
海域	性別	頭骨長 (mm)						
		230以下	230-239	240-249	250-259	260-269	270-279	280-289
仙台湾・東京湾	メス	MTUM 0069	NSMT 34068	NSMT 29891, 30114, 34190, 38075	NSMT 34056, Y 5			
	オス	NSMT 34057		NSMT 32603	NSMT 32474, 33073, 34979, 37945, 42646			
伊勢湾・三河湾	メス		NSMT 28371	NSMT 24963	NSMT 38016, 38084, 38089, 41942, 41963			
	オス	Y 800524-1, 8606251		NSMT 38094, Y 880802-26	NSMT 34187, 38046, 41941, 41948, 41952, 41954, 41962, 41965, Y 23-1, 27, 51, 860912-3	NSMT 41974		
瀬戸内海	メス	NSMT 32547, 42573, Y 2, 3, 23, 38, 40, 1055, 24911	NSMT 33627, 36266, 42577, Y 20, 26, 29, 33, 850620	NSMT 24908, 24955, 33082, 35177, 36267, 42092, Y 19, 34, 1104, 870322	NSMT 24946			
	オス	NSMT 32997, 33630, 41994, 42088, Y 21, 90-0406, 1098, 24850, 24945, 24954, 850926, 860517	NSMT 27885, 32685, 42087, Y 22, 36	NSMT 24953, 24957, 32428, 33541, 36268, 41992, Y 39	NSMT 34543, Y 32			
有明海・橘湾	メス	NSMT 35167, Y 994, 1002, 1005, 1022, 1028, 1029, 1032, 1035, 1038, 1041, 1046, 1051, 1074, 1088, 1091, 1092, 1093, 1094, 1097, 1099, 1102, 1103, 1106, 1110, 1112, 1117	NSMT 35068, Y 1000, 1003, 1012, 1057, 1067, 1114	NSMT 35166, Y 1054, 1059	Y1040			
	オス	Y 996, 1004, 1007, 1008, 1010, 1015, 1018, 1021, 1024, 1027, 1037, 1042, 1047, 1053, 1056, 1063, 1065, 1072, 1075, 1076, 1105, 1107, 1108, 1111, 1113, 1115, 1116	Y 1006, 1013, 1050, 1058, 1062, 1064, 1071	Y 1009, 1061, 1073				
大村湾	メス	NSMT 34548, Y 1095	Y 997	Y 1014				
	オス	NSMT 34168, 35048, 35158, 35164, Y 1052, 1090, 1096, 1109	NSMT 34252, 35034, Y 1016		NSMT 35160			
西海(黄海)	メス	CRI 5859, 5861, 5868, 5871, 5873, 5888, 6269, 6270, 6271, 6272, 6743			CRI 5870, 5875, 5876			CRI 5866
	オス	CRI 5862, 5867, 5874, 5878, 5881, 6141, 6274, 6778, 6786, 6792	CRI 16, 5877		CRI 6742	CRI 5863, 6275	CRI 6273	
南海	オス		CRI 4082					

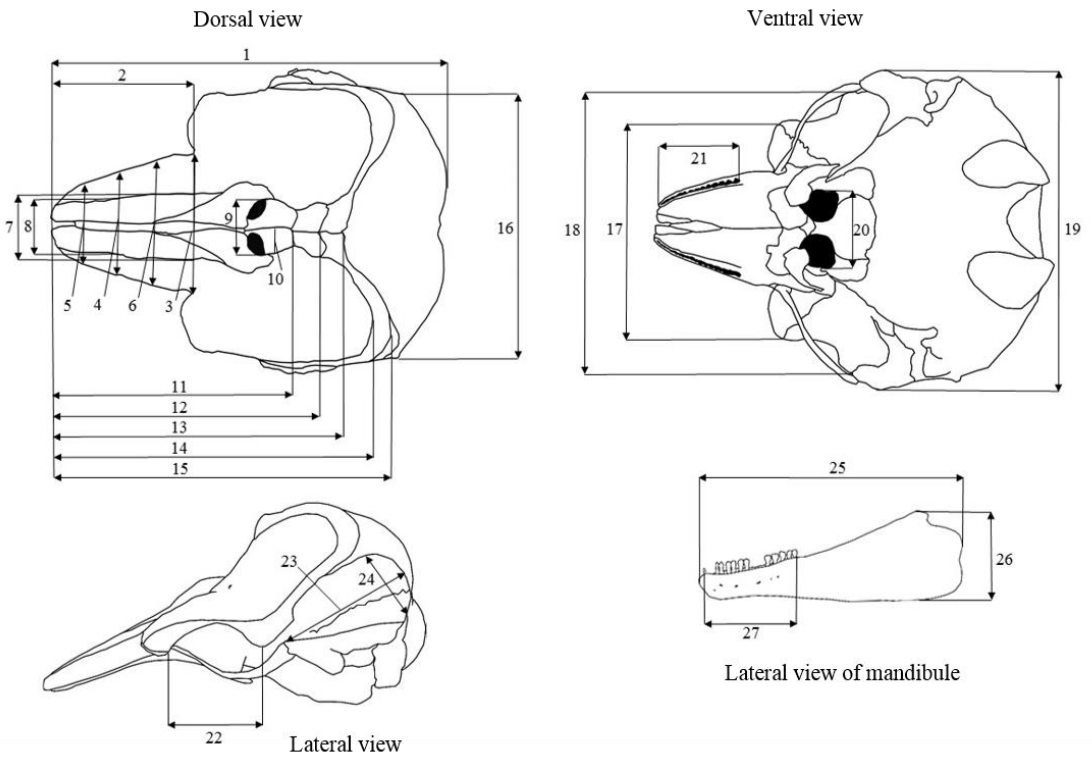


図 15. 本研究でのスナメリ頭骨形態の計測箇所（Perrin, 1975; Yoshida *et al*., 1995 より改編）。

1. Condylobasal length
2. Length of rostrum
3. Width of rostrum at base
4. Width of rostrum at midlength
5. Width of rostrum at one fourth
6. Width of rostrum at three fourth
7. Width of premaxilla at base
8. Width of premaxila at midlength
9. Greatest width of external nares
10. Greatest width of nasal bone
11. Length from tip of rostrum to ethmoid
12. Length from tip of rostrum to external nares
13. Length from tip of rostrum to maxilla
14. Length from tip of rostrum to anterior frontal
15. Length from tip of rostrum to posterior frontal
16. Greatest width between parietals
17. Greatest width between anterior orbital
18. Greatest width between posterior orbital
19. Greatest width between zygomatic processes of squamosal
20. Greatest width of internal nares
21. Length of upper left tooth row
22. Length of left orbit
23. Greatest length of left ramus
24. Greatest width of left ramus at right angles to greatest length
25. Greatest Length of mandibular
26. Greatest Height of mandibular at right angles to greatest length
27. Length of lower left tooth row

3.2 結果

スナメリの頭骨形態における雌雄間比較は、日本仙台湾· 東京湾産 14 個体（メス：$n = 7$、オス：$n = 6$）、伊勢湾· 三河湾産 22 個体（メス：$n = 7$、オス：$n = 15$）、瀬戸内海産 33 個体（メス：$n = 19$、オス：$n = 14$）、有明海· 橘湾産 21 個体（メス：$n = 11$、オス：$n = 10$）、大村湾産 6 個体（メス：$n = 2$、オス：$n = 4$）と、韓国産 11 個体（メス：$n = 4$、オス：$n = 7$）の、計 6 海域 107 個体を対象に、海域ごとに行った。

3.2.1 雌雄間比較

比較の結果、27 箇所のうち頭骨長を含めた 9 箇所から雌雄差が認められた（*t*-test, $P < 0.05$）。これらの部位は頭骨長（#1）、吻長 1/4 点の吻の幅（#5）、吻長中点の前上顎骨の幅（#8）、鼻骨幅（#10）、頭頂骨における頭骨幅（#16）、眼窩の長さ（#22）、側頭窩の最大幅に対して直角での最大長さ（#24）、下顎直線長に直角の最大高さ（#26）、下顎の歯列の長さ（#27）であった。

雌雄間で有意な差が認められた海域は日本の仙台湾· 東京湾、伊勢湾· 三河湾、有明海· 橘湾であり、韓国産スナメリにおいても雌雄差が見られた。部位等の詳細は以下のとおりである。

3.2.1.1 仙台湾· 東京湾

仙台湾· 東京湾産スナメリでは上記の 9 箇所のうち、6 箇所において差が見られた。平均頭骨長（#1）においては、オス（251.667mm）がメス（245.857mm）に比べて大きいことが認められた（*t*-test, $P < 0.05$）。吻長 1/4 点の吻の幅（#5）、吻長中点の前上顎骨の幅（#8）、側頭窩の最大幅での直角最大長さ（#24）や下顎直線長に直角の最大高さ（#26）においては、オス（19.503%, 13.884%, 17.703%, 22.925%）がメス（17.750%, 12.462%, 15.047%, 21.975%）に比べて相対的に大きいことが示唆されたものの、眼窩の長さ（#22）においてはメス（18.829%）がオス（17.128%）より大きいことが示唆された（*t*-test, $P < 0.05$; 表 7, 図 16, 図 17, 図 18）。

3.2.1.2 伊勢湾· 三河湾

伊勢湾· 三河湾のスナメリでは頭頂骨における頭骨幅において雌雄間で有意に異なることが認められ、メス（52.789%）がオス（51.342%）に比べて頭頂骨幅が大きいことが明らかになった（*t*-test, $P < 0.05$; 表 8, 図 19）。

3.2.1.3 瀬戸内海

瀬戸内海産スナメリの頭骨形態においては、いずれの部位においても雌雄間での有意な差が認められなかった（*t*-test, $P > 0.05$; 表 9）。

3.2.1.4 有明海· 橘湾

有明海· 橘湾のスナメリは下顎の歯列の長さに雌雄差が見られ、オス（30.101%）がメス（29.122%）に比べて下顎の歯列長が相対的に大きいことが示唆された（*t*-test, $P < 0.05$; 表 10, 図 20）。

3.2.1.5 大村湾

大村湾産スナメリの頭骨形態においては、統計的に有意差が認められなかった（*t*-test, $P > 0.05$; 表 11）。

3.2.1.6 韓国

韓国産スナメリは上記の雌雄差が認められた 9 箇所のうち 4 箇所において雌雄差が見られた。鼻骨幅（#10）、頭頂骨における頭骨幅（#16）、側頭窩の最大幅での直角最大長さ（#24）、下顎の歯列の長さ（#27）においては、オス（5.498%, 53.300%, 16.684%, 29.884%）がメス（4.649%, 50.217%, 13.510%, 29.024%）に比べて相対的割合が大きいことが判明した（*t*-test, $P < 0.05$; 表 12, 図 21, 図 22）。

表 7. 仙台湾· 東京湾産スナメリの頭骨形態各部位の平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と雌雄比較による有意差。

採集海域：	仙台湾･東京湾産スナメリの雌雄差												
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
1*	7	245.857	5.640	246.788	234.000	251.000	6	251.667	2.066	250.711	249.000	254.000	*
2	7	36.265	1.977	36.914	32.400	38.206	6	36.432	1.519	37.222	33.775	37.795	
3	7	30.646	1.915	29.782	29.122	34.800	6	31.318	0.519	31.048	30.683	31.980	
4	7	22.879	1.502	22.579	21.235	26.000	6	24.047	1.483	24.918	21.526	25.319	
5	6	17.750	0.864	18.135	16.472	18.675	6	19.503	1.150	20.151	18.032	20.717	*
6	6	26.889	1.161	27.199	24.696	28.048	6	28.676	1.666	28.982	26.104	31.056	
7	6	13.680	0.533	13.407	13.158	14.542	6	14.315	0.913	14.508	13.056	15.669	
8	6	12.462	0.662	12.910	11.457	13.145	6	13.884	0.933	13.434	12.791	15.236	*
9	7	12.883	0.542	12.916	12.143	13.629	6	12.699	0.946	12.248	11.620	14.193	
10	7	5.297	0.499	5.626	4.637	5.878	6	5.132	0.455	5.524	4.622	5.575	
11	6	64.919	1.017	64.966	63.745	66.667	6	64.500	0.795	64.749	63.052	65.354	
12	6	70.568	1.016	70.448	69.231	71.951	6	69.862	1.663	70.631	67.470	71.713	
13	6	84.973	1.180	84.969	82.857	86.290	6	84.761	1.252	85.547	83.133	85.827	
14	6	77.308	1.800	78.309	74.502	79.268	5	78.352	1.654	79.390	75.984	79.921	
15	6	88.510	1.041	88.564	87.347	90.323	6	87.285	1.180	87.356	85.944	89.243	
16	7	51.728	1.650	52.771	48.988	53.419	6	52.187	0.964	52.720	50.996	53.414	
17	7	53.522	2.126	54.597	48.988	55.128	6	56.298	2.910	55.396	52.362	60.558	
18	6	61.287	1.787	61.588	57.895	63.200	6	62.192	1.452	63.025	59.449	63.454	

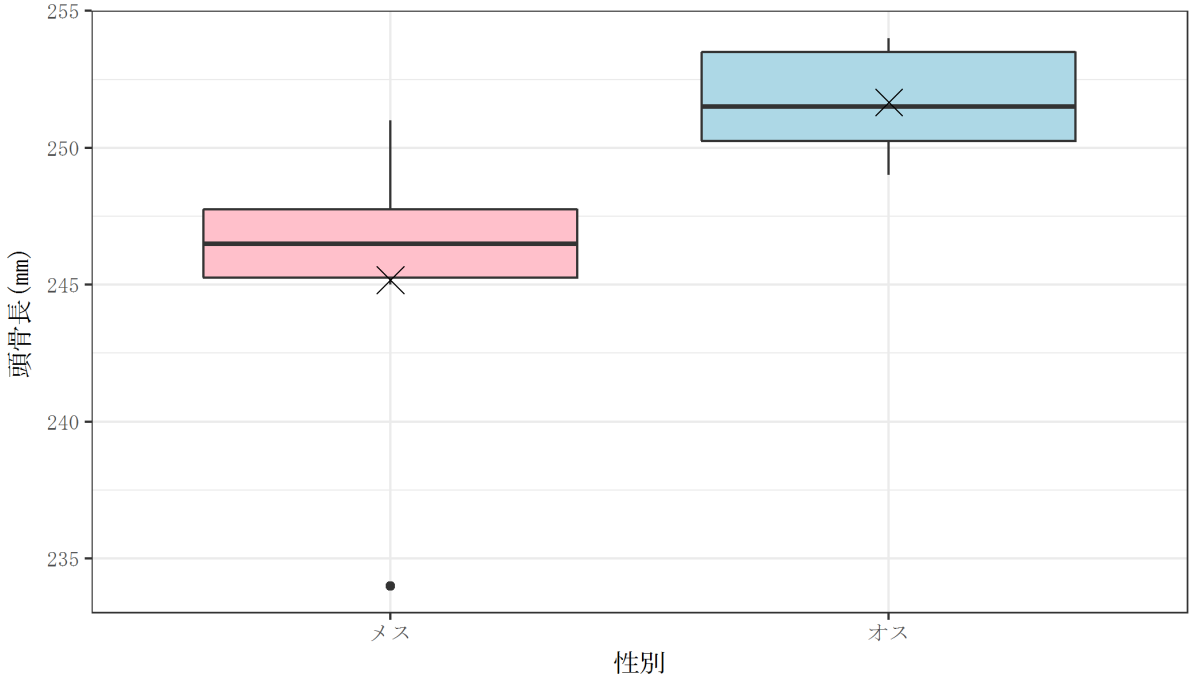
(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

採集海域：	仙台湾･東京湾産スナメリの雌雄差												
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
19	6	64.615	2.894	64.824	59.919	68.800	3	64.874	2.234	65.643	62.598	67.063	
20	7	19.490	0.996	19.758	18.219	20.800	6	18.959	0.991	19.081	17.520	20.218	
21	7	30.011	1.208	29.890	28.400	31.574	6	30.332	0.802	30.346	28.996	31.514	
22	7	18.829	0.654	18.975	18.000	19.797	6	17.128	0.387	16.947	16.600	17.618	**
23	7	27.875	1.678	28.969	25.600	30.040	5	28.498	0.935	28.996	26.968	29.311	
24	7	15.047	1.641	14.809	13.551	18.577	5	17.703	1.796	18.856	15.522	19.603	*
25	6	71.153	1.479	71.026	68.803	73.171	6	71.464	1.401	71.857	69.291	73.307	
26	6	21.975	0.654	22.158	21.174	22.843	6	22.925	0.617	22.591	22.480	24.100	*
27	6	29.793	0.889	30.485	28.659	30.847	6	28.726	2.320	27.710	25.677	31.984	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

*は実測値である（mm）。



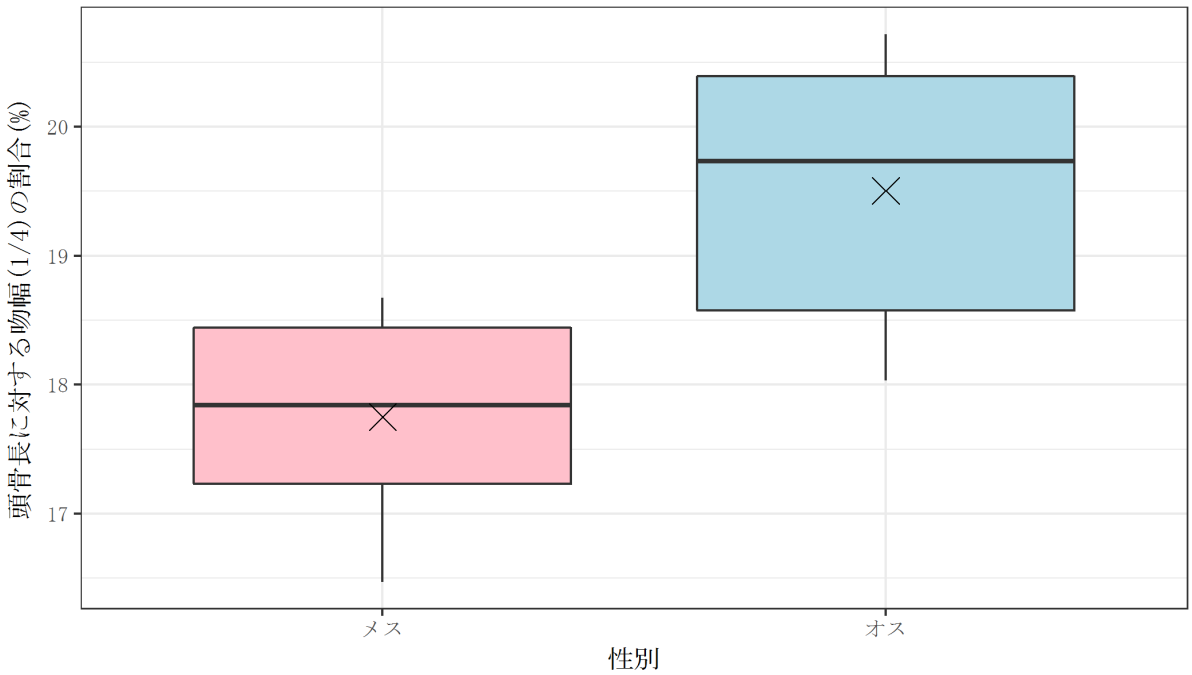
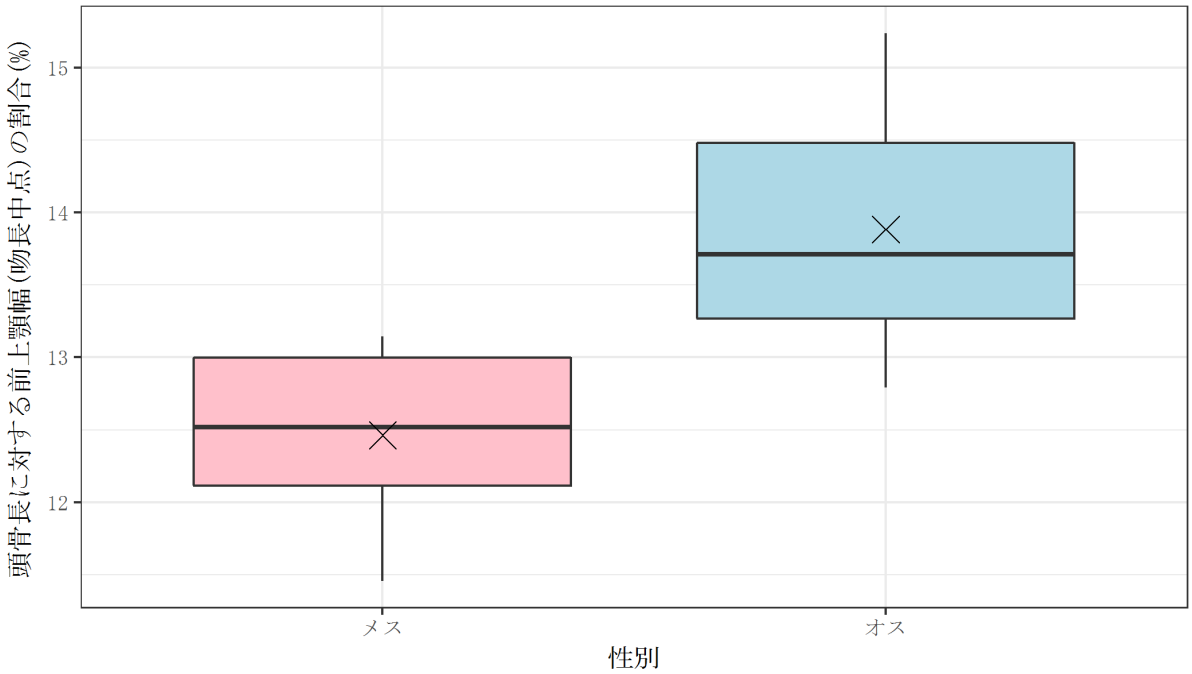


図 16. 仙台湾· 東京湾産スナメリの頭骨形態における雌雄差。（上）頭骨長（下）吻長 1/4 点の吻の幅。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。



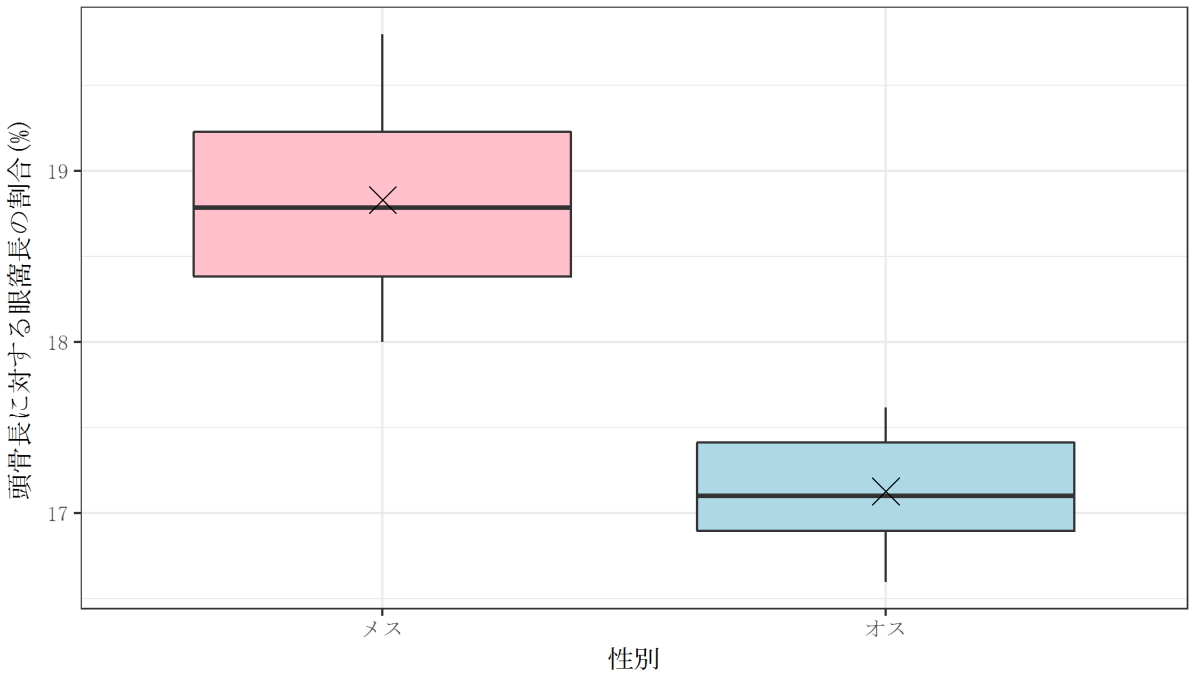


図 17. 仙台湾· 東京湾産スナメリの頭骨形態における雌雄差。（上）吻長中点の前上顎骨の幅（下）眼窩の長さ。X は平均値を、太い実線は中央値を示す。

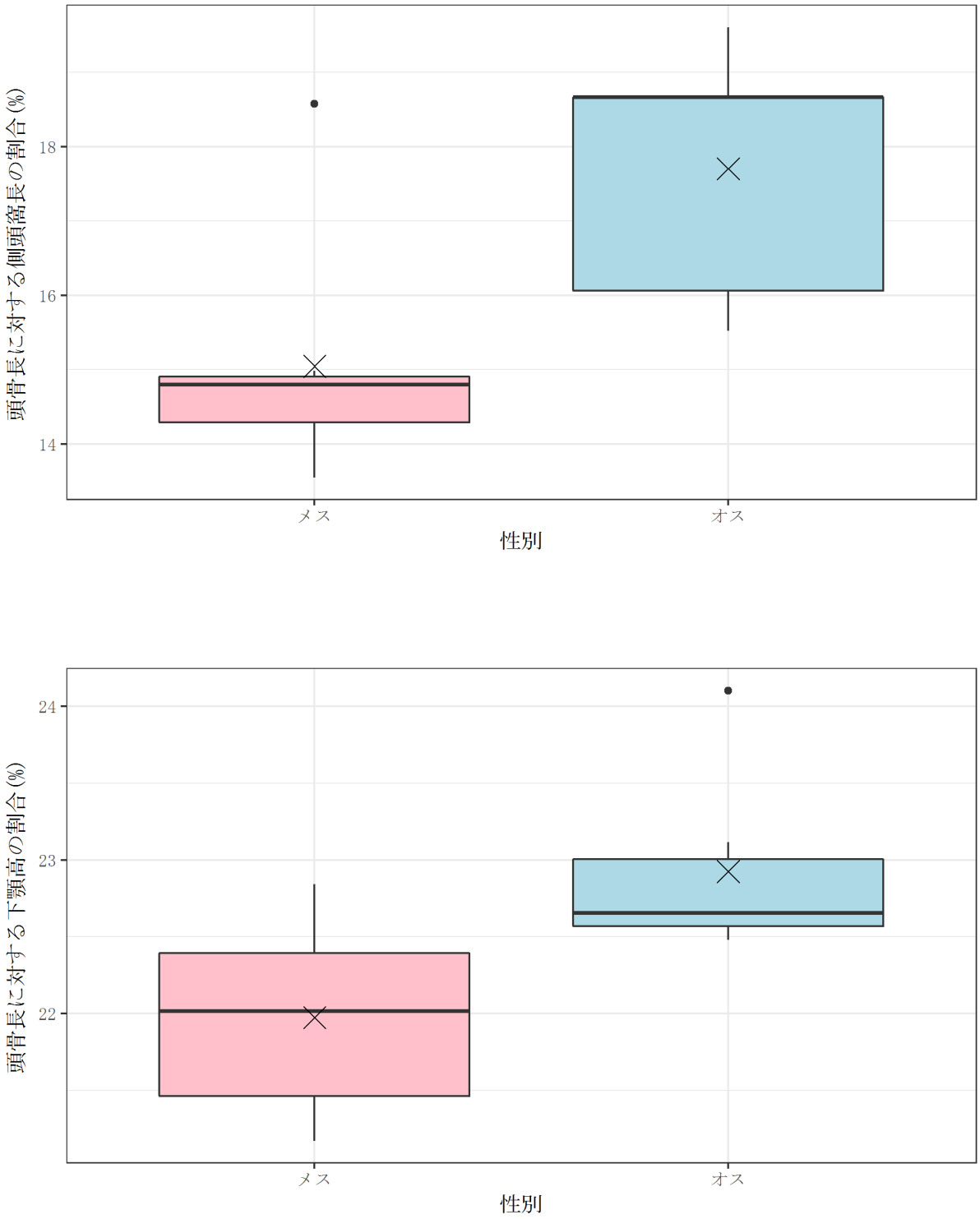


図 18. 仙台湾· 東京湾産スナメリの頭骨形態における雌雄差。（上）側頭窩の最大幅に直角の最大長さ（下）下顎の直線長さに直角の最大高さ。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。

表 8. 伊勢湾· 三河湾産スナメリの頭骨形態各部位の平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と雌雄比較による有意差。

採集海域：	伊勢湾･三河湾産スナメリの雌雄差												
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
1*	7	248.714	8.807	252.336	231.000	257.000	15	254.133	5.718	257.394	241.000	262.000	
2	7	38.649	1.504	37.836	37.029	40.992	15	38.224	0.985	38.134	35.918	39.595	
3	7	30.978	1.345	31.368	28.355	32.451	15	30.611	0.927	31.174	29.112	31.907	
4	7	21.693	1.261	20.917	19.957	23.294	15	21.929	0.889	21.559	20.400	23.636	
5	7	17.353	0.972	16.609	16.494	18.529	9	18.055	0.546	17.638	17.394	18.848	
6	7	26.695	1.521	26.324	24.351	28.506	9	26.602	1.208	26.312	24.847	29.032	
7	7	14.560	0.746	14.699	13.036	15.525	9	13.932	0.730	13.805	13.050	15.415	
8	7	11.999	1.159	12.463	10.152	13.607	9	11.842	1.287	12.000	9.865	14.229	
9	7	12.654	0.938	12.071	11.474	13.865	15	12.431	0.871	12.734	10.465	13.913	
10	6	5.730	0.489	6.137	5.137	6.215	14	5.458	0.581	5.472	4.151	6.615	
11	7	64.878	1.618	66.030	62.705	66.667	9	65.531	1.175	66.232	63.672	66.795	
12	7	70.687	1.787	71.942	68.033	72.510	9	70.481	1.321	71.443	68.340	71.815	
13	7	81.451	1.655	82.432	78.599	83.267	9	81.939	1.624	80.572	80.078	84.462	
14	7	76.368	2.557	75.213	73.152	80.556	9	76.391	1.651	76.365	73.828	78.884	
15	7	85.764	1.241	86.423	83.268	86.905	9	85.813	1.282	86.090	83.203	87.259	
16	7	52.789	1.204	53.066	50.980	54.582	15	51.342	1.442	51.461	48.638	53.469	*
17	7	51.336	1.382	50.674	49.805	53.725	15	50.589	2.401	49.465	47.600	54.980	
18	7	59.779	1.407	60.693	57.937	61.355	15	58.891	1.573	58.407	56.917	62.151	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

採集海域：	伊勢湾･三河湾産スナメリの雌雄差												
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
19	7	62.417	2.000	61.327	60.173	65.339	15	62.184	1.508	62.219	58.921	64.122	
20	7	18.534	0.975	19.201	17.291	19.622	14	18.288	0.760	17.810	17.222	19.767	
21	7	32.057	1.103	31.353	31.189	34.048	15	31.959	0.962	31.725	30.612	34.131	
22	7	18.034	0.576	17.680	17.568	18.904	15	18.000	0.909	18.176	16.732	20.400	
23	7	25.171	1.806	25.624	21.965	27.590	15	24.788	1.382	24.944	22.179	27.332	
24	7	15.042	2.604	13.793	11.790	19.143	14	13.668	1.898	12.646	11.680	18.373	
25	6	71.915	1.514	72.579	69.697	73.810	14	71.113	1.213	71.449	69.141	73.307	
26	6	21.722	0.777	21.562	20.675	23.012	14	21.456	0.830	20.912	20.270	22.747	
27	6	30.137	1.308	30.972	28.176	31.567	14	30.326	1.490	30.688	27.051	32.780	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

*は実測値である（mm）。

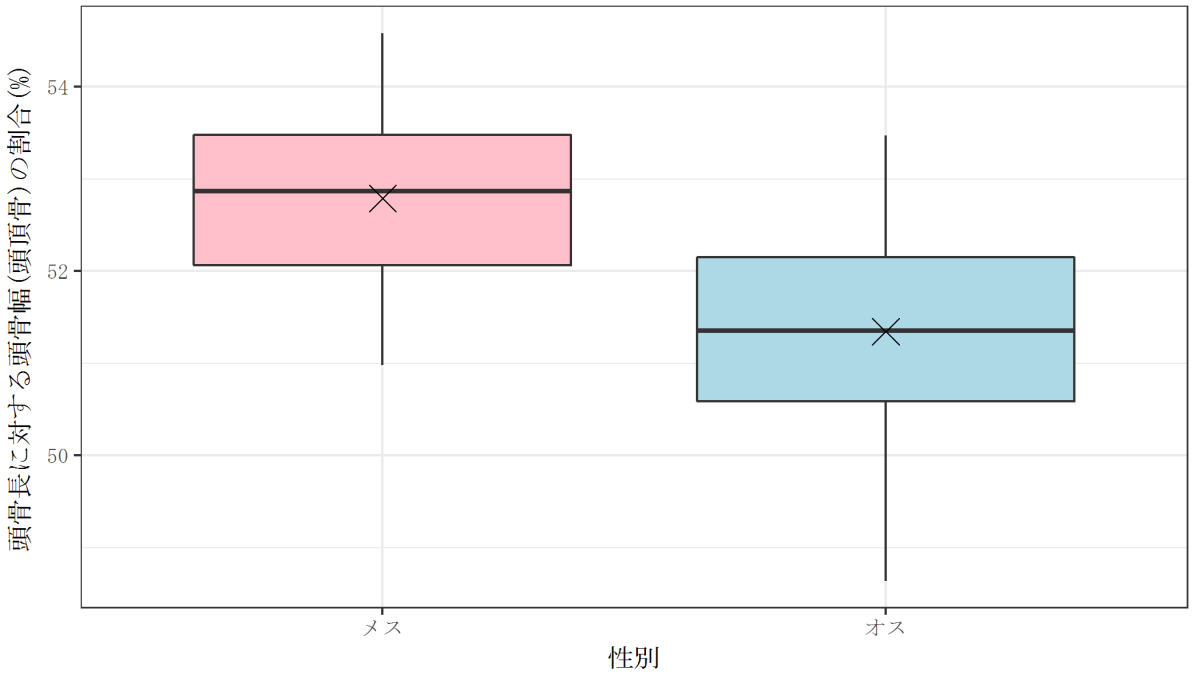


図 19. 伊勢湾·三河湾産スナメリの頭骨形態における雌雄差。頭頂骨における頭骨幅。X は平均値を、太い実線は中央値を示す。

表 9. 瀬戸内海産スナメリの頭骨形態各部位の平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と雌雄比較による有意差。

採集海域：							瀬戸内海産スナメリの雌雄差						
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
1*	19	241.053	5.482	239.606	230.000	252.000	14	241.929	6.855	242.610	232.000	256.000	
2	19	37.219	1.312	37.176	34.728	39.516	14	37.203	1.138	36.888	35.458	39.102	
3	19	31.471	1.303	31.294	29.274	34.283	14	31.159	1.465	31.905	28.340	33.333	
4	19	23.028	1.306	23.543	19.569	24.583	14	23.266	0.783	23.651	21.702	24.303	
5	7	18.648	1.239	18.874	16.913	20.768	8	18.637	0.915	19.036	17.402	19.894	
6	7	28.058	1.393	28.298	25.761	29.896	8	27.924	0.936	27.598	26.552	29.469	
7	7	14.791	0.874	15.098	13.415	16.013	8	13.740	1.043	13.199	12.285	15.157	
8	7	12.232	1.500	13.014	9.152	13.305	8	12.850	1.224	12.924	11.094	15.306	
9	19	12.528	0.946	11.889	11.290	14.661	14	12.564	0.910	12.575	11.352	14.113	
10	19	5.412	0.715	5.180	4.569	7.500	14	5.508	0.474	5.400	4.816	6.509	
11	7	66.138	1.215	66.097	64.043	68.220	8	65.594	1.252	65.452	63.740	67.339	
12	6	70.891	0.949	71.031	69.130	71.784	8	70.436	1.135	69.708	69.388	72.845	
13	7	82.424	1.648	81.989	80.000	84.647	8	82.183	2.015	82.893	78.776	84.711	
14	7	77.505	2.155	76.764	76.210	82.328	8	77.339	1.422	77.243	75.000	79.184	
15	7	86.325	0.942	85.848	84.959	87.552	8	86.518	1.541	85.835	84.426	89.362	
16	19	51.970	1.874	51.100	48.963	56.504	14	52.916	1.481	52.256	51.055	55.745	
17	19	50.915	2.069	50.488	48.117	55.085	14	52.183	1.639	52.490	49.174	54.894	
18	17	60.996	1.408	60.877	58.871	63.136	13	61.305	1.227	61.915	59.091	63.404	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

採集海域：	瀬戸内海産スナメリの雌雄差												
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
19	17	64.262	1.168	63.822	62.343	66.667	14	64.323	1.773	64.056	61.328	67.234	
20	19	18.142	0.797	18.456	15.913	19.328	13	17.934	0.815	17.785	16.529	19.112	
21	18	31.071	1.245	31.214	28.891	33.613	14	30.938	0.879	31.058	29.289	32.163	
22	19	18.646	0.987	19.120	17.155	20.084	14	18.369	0.707	18.303	17.083	19.831	
23	18	25.149	1.672	24.295	21.371	28.071	14	25.003	2.010	25.473	22.128	28.642	
24	18	15.407	1.720	14.107	12.917	18.305	14	15.304	2.202	14.123	12.851	20.531	
25	18	71.808	1.130	72.370	70.000	74.274	12	71.554	0.595	71.450	70.833	72.656	
26	18	22.135	0.794	22.549	20.502	23.444	12	22.057	1.017	21.393	20.426	23.629	
27	19	30.465	1.152	29.714	29.289	33.193	13	30.387	1.169	30.670	28.621	32.766	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

*は実測値である（mm）。

表 10. 有明海· 橘湾産スナメリの頭骨形態各部位の平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と雌雄比較による有意差。

採集海域：	有明海·橘湾産スナメリの雌雄差												
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
1*	11	236.545	6.593	232.390	230.000	250.000	10	236.200	4.709	231.814	231.000	243.000	
2	11	36.131	1.172	35.820	34.348	37.705	10	36.196	1.393	36.432	33.333	38.095	
3	11	32.141	1.529	31.525	29.628	34.199	10	32.725	1.394	32.918	30.303	34.914	
4	11	23.490	1.624	23.381	21.304	27.273	10	23.368	0.950	22.820	22.078	25.000	
9	11	12.733	0.673	13.099	11.739	13.750	10	12.283	0.733	12.214	11.157	13.750	
10	11	5.631	0.789	6.044	4.237	6.522	10	5.546	0.665	5.079	4.762	6.612	
16	11	51.354	0.878	50.757	50.400	53.219	10	51.822	1.389	51.563	49.580	53.879	
17	11	53.676	2.918	55.631	49.200	57.391	10	52.997	2.156	53.123	48.052	55.833	
18	11	62.839	1.938	63.960	59.565	65.164	10	62.109	1.673	61.182	59.740	64.583	
19	10	64.210	1.483	64.342	62.069	66.524	10	64.676	1.905	64.426	61.905	68.750	
20	11	18.417	1.179	18.600	16.674	20.779	10	19.056	0.776	18.452	18.107	20.168	
21	11	30.718	1.268	30.488	28.390	32.377	10	30.950	1.454	31.008	28.512	32.773	
22	11	18.648	0.619	18.673	17.521	19.583	10	18.759	1.081	19.390	16.529	19.913	
23	11	26.115	1.805	25.653	23.932	29.871	10	25.481	1.442	25.446	23.529	27.311	
24	11	14.543	1.129	13.734	13.136	16.379	10	14.865	1.638	14.552	12.346	17.355	
25	10	72.019	1.321	72.676	69.130	73.361	10	71.672	1.080	71.228	69.915	73.333	
26	10	21.970	0.803	22.408	20.435	22.881	10	22.186	0.690	22.525	21.074	23.109	
27	10	29.122	0.859	29.152	27.778	30.932	10	30.101	0.925	29.866	28.807	31.667	*

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

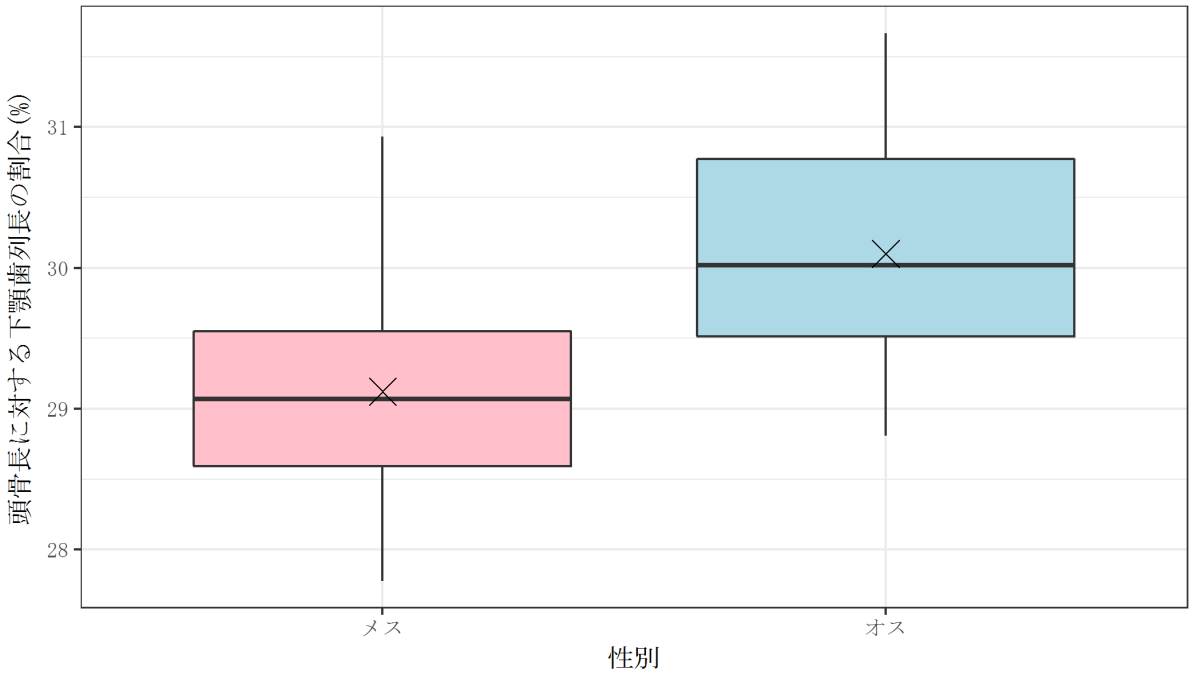


図 20. 有明海· 橘湾産スナメリの頭骨形態における雌雄差。下顎の歯列の長さ。X は平均値を、太い実線は中央値を示す。

表 11. 大村湾産スナメリの頭骨形態各部位の平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と雌雄比較による有意差。

採集海域：							大村湾産スナメリの雌雄差						
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
1*	2	237.000	5.657	233.055	233.000	241.000	4	239.000	10.614	233.252	231.000	254.000	
2	2	36.905	1.208	37.748	36.052	37.759	4	36.809	1.260	36.161	35.974	38.640	
3	2	32.084	1.363	33.034	31.120	33.047	3	31.099	1.685	31.601	29.390	32.759	
4	2	22.162	0.827	22.739	21.577	22.747	4	22.865	1.712	22.638	20.906	24.978	
9	2	12.876	0.606	12.454	12.448	13.305	4	12.737	0.493	12.927	12.047	13.201	
10	2	5.694	0.162	5.808	5.579	5.809	4	6.155	0.744	6.645	5.315	6.897	
16	2	52.758	1.259	53.636	51.867	53.648	4	53.522	3.142	52.125	50.787	58.009	
17	2	53.616	2.473	51.891	51.867	55.365	4	53.187	1.867	53.926	50.787	55.172	
18	2	62.916	3.889	65.628	60.166	65.665	4	62.751	2.876	64.406	59.055	65.368	
19	2	67.329	2.502	69.074	65.560	69.099	3	67.250	1.413	66.473	66.109	68.831	
20	2	17.526	1.313	18.442	16.598	18.455	4	17.892	1.004	17.171	16.987	18.961	
21	2	32.263	1.318	33.182	31.330	33.195	4	30.955	1.631	31.625	28.976	32.759	
22	2	19.207	0.757	18.680	18.672	19.742	4	18.918	1.692	19.818	16.949	20.736	
23	2	23.220	1.151	24.023	22.407	24.034	4	25.319	1.398	24.657	24.138	27.322	
24	2	13.907	1.458	14.924	12.876	14.938	4	14.541	1.270	14.255	13.268	16.299	
25	2	72.587	1.136	71.795	71.784	73.391	4	70.373	2.624	71.603	66.535	72.414	
26	1	21.577	NA	NA	21.577	21.577	4	21.018	0.399	21.114	20.460	21.407	
27	2	30.589	0.165	30.704	30.472	30.705	4	30.349	3.003	31.835	25.886	32.328	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

*は実測値である（mm）。

表 12. 韓国産スナメリの頭骨形態各部位の平均値、標準偏差、最頻値、最小値、最大値と雌雄比較による有意差。

採集海域：							韓国産スナメリの雌雄差						
#	メス						オス						P値
	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	平均値(%)	標準偏差	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	
1*	4	261.000	13.687	255.189	250.000	281.000	7	251.857	17.121	265.126	232.000	271.000	
2	4	38.486	1.865	39.734	36.479	40.391	7	37.677	1.232	37.135	35.996	39.535	
3	4	29.963	1.574	29.395	28.540	32.206	7	29.556	0.876	29.520	28.485	31.013	
4	4	22.600	0.982	22.035	21.673	23.828	7	22.863	1.377	22.197	21.432	25.474	
5	4	18.084	0.932	18.029	16.993	19.199	7	18.413	1.671	18.044	16.474	21.121	
6	4	27.065	1.071	26.970	25.820	28.345	7	27.504	1.532	27.711	25.646	30.237	
7	4	14.541	0.350	14.343	14.240	15.000	7	13.561	1.066	13.558	12.278	15.703	
8	4	12.655	0.329	12.842	12.220	12.949	6	12.653	0.864	12.715	11.534	14.121	
9	4	12.289	0.469	12.560	11.720	12.754	7	12.497	0.508	12.375	11.902	13.233	
10	4	4.649	0.269	4.521	4.397	5.020	7	5.498	0.674	4.956	4.740	6.367	*
11	4	64.693	1.732	65.067	62.400	66.548	7	65.244	2.344	64.825	62.109	69.658	
12	4	72.381	1.532	73.243	70.400	73.828	7	71.916	1.735	71.968	68.776	74.359	
13	4	82.852	1.659	82.500	81.200	85.156	7	83.298	1.669	82.301	81.013	85.470	
14	4	77.751	2.247	76.464	75.486	80.469	7	77.644	3.134	76.313	75.781	84.615	
15	4	87.176	2.327	86.021	85.603	90.625	7	87.030	1.934	88.450	84.388	89.224	
16	4	50.217	1.288	51.025	48.828	51.600	7	53.300	1.952	53.058	50.554	55.682	*
17	4	49.310	3.095	48.538	46.000	53.381	7	50.461	3.074	49.707	46.863	55.603	
18	4	58.492	0.869	58.055	57.977	59.786	6	59.520	2.955	59.538	55.720	64.655	

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

採集海域：							韓国産スナメリの雌雄差						
#	メス						オス						P値
	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	n	平均値（%）	標準偏差	最頻値	最小値（%）	最大値（%）	
19	4	60.402	1.085	60.012	59.375	61.922	7	62.435	3.117	60.906	59.041	67.672	
20	4	18.237	0.464	18.120	17.715	18.808	7	17.567	0.810	17.528	16.328	18.996	
21	4	31.692	0.749	31.648	30.817	32.633	7	31.680	2.407	30.533	29.655	36.729	
22	4	18.786	1.683	19.629	16.317	19.980	7	18.641	0.920	18.648	17.329	19.844	
23	4	26.247	1.061	26.819	24.800	27.189	7	26.472	2.273	25.314	23.309	29.375	
24	4	13.510	1.776	12.505	11.680	15.658	7	16.684	2.078	16.320	13.358	20.214	*
25	4	70.990	2.095	70.195	69.200	74.021	6	71.774	1.618	72.882	69.318	73.276	
26	4	21.023	0.834	20.880	20.080	22.064	6	21.528	1.955	20.386	19.594	24.332	
27	4	29.024	0.597	28.712	28.580	29.880	6	29.884	0.490	29.632	29.428	30.781	*

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

*は実測値である（mm）。

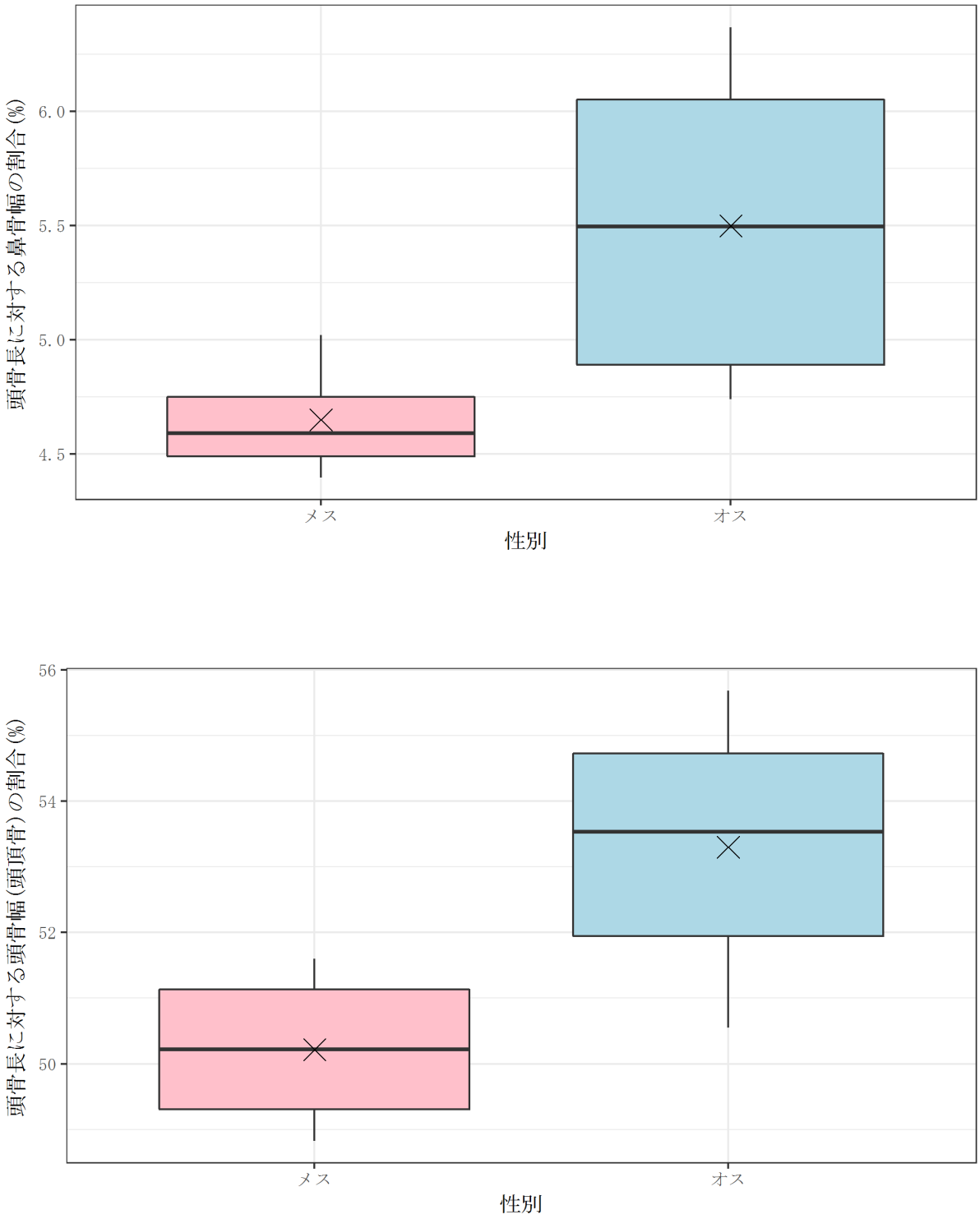
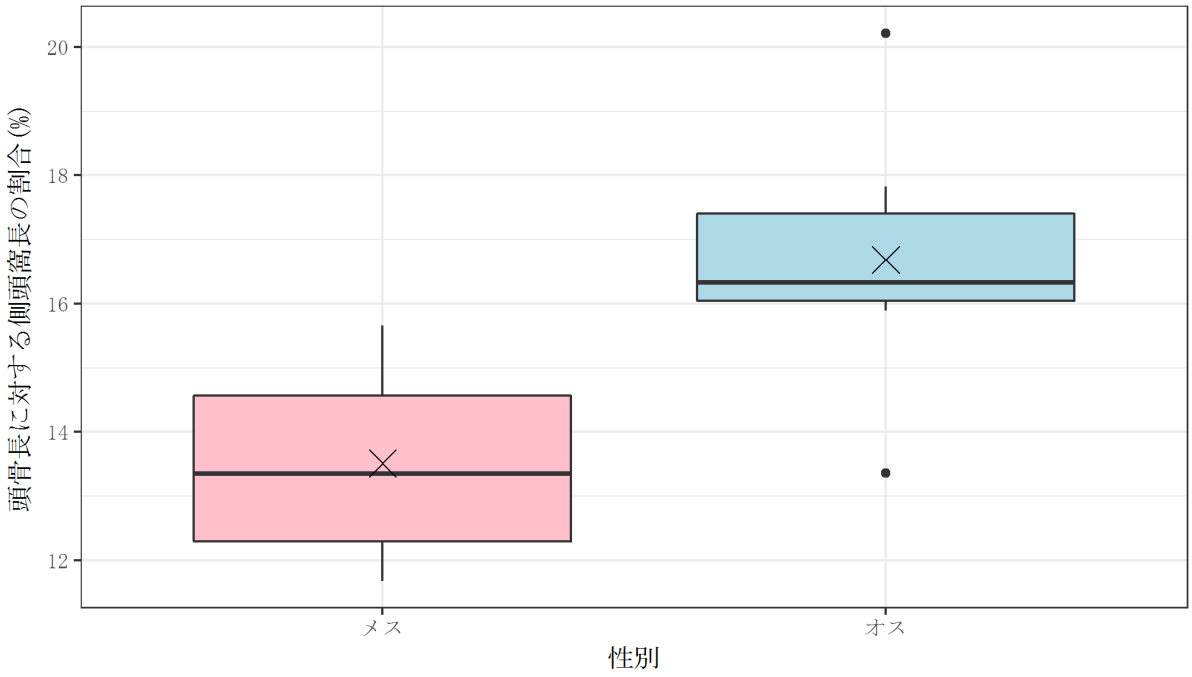


図 21. 韓国産スナメリの頭骨形態における雌雄差。（上）鼻骨の幅（下）頭頂骨における頭骨幅。X は平均値を、太い実線は中央値を示す。



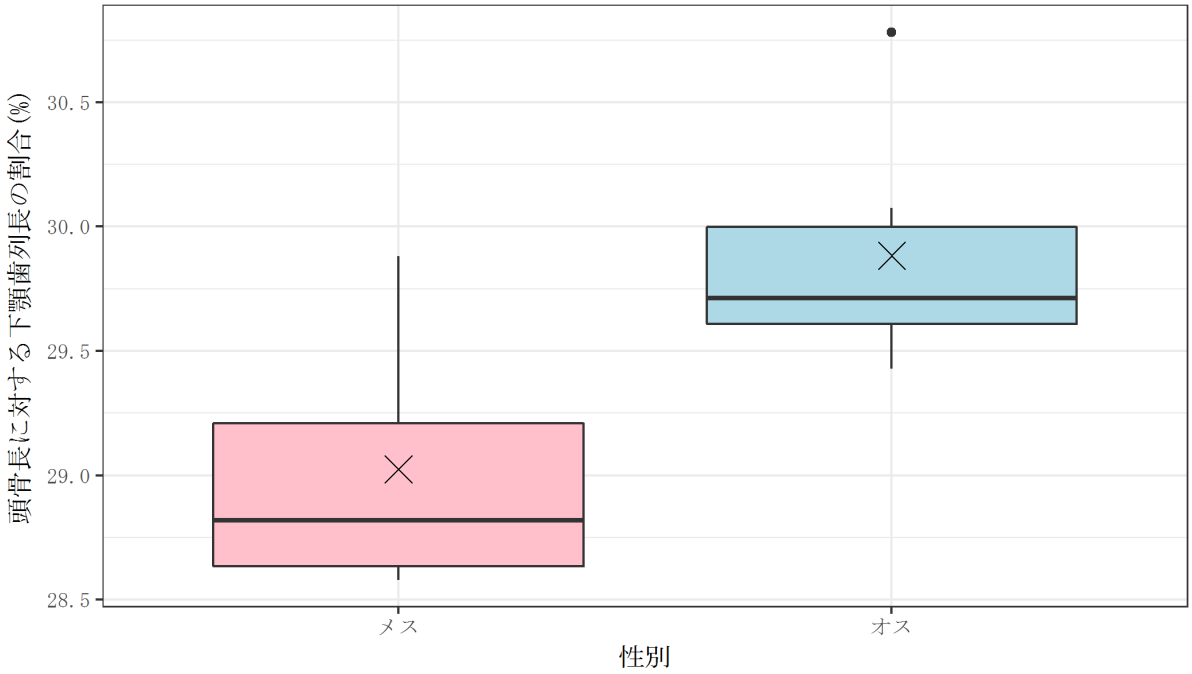


図 22. 韓国産スナメリの頭骨形態における雌雄差。（上）側頭窩の最大幅に直角の最大長さ（下）下顎の歯列の長さ。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。

3.2.2 海域間比較

スナメリの頭骨形態における海域間の比較は、仙台湾· 東京湾 13 個体（メス：n = 7、オス：n = 6）、伊勢湾· 三河湾 22 個体（メス：n = 7、オス：n = 15）、瀬戸内海 33 個体（メス：n = 19、オス：n = 14）、有明海· 橘湾 21 個体（メス：n = 11、オス：n = 10）、大村湾 6 個体（メス：n = 2、オス：n = 4）と、韓国産スナメリ 11 個体（メス：n = 4、オス：n = 7）の、計 6 海域 106 個体を用いて行った。

比較の結果、27 箇所のうち、12 箇所において海域差が認められた（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$）。これらの部位は頭骨長（#1）や吻部の大きさを示す吻の長さ（#2）、吻基部の幅（#3）、吻長中点の吻の幅（#4）、上顎の歯列の長さ（#21）であり、頭骨の相対的大きさを示す吻部先端から上顎骨までの長さ（#13）、吻部先端から前頭骨前端までの長さ（#15）、眼窩前端における頭骨幅（#17）、眼窩後端における頭骨幅（#18）、鱗状骨における頭骨幅（#19）が海域間で有意に異なる部位であった。また、内部鼻孔の幅（#20）、側頭窩の最大幅（#23）でも海域差が見られた（表 15）。部位等の詳細は以下のとおりである。

3.2.2.1 頭骨形態

スナメリの頭骨の大きさを示す部位のうち、頭骨長（#1）、吻部先端から上顎骨までの長さ（#13）、吻部先端から前頭骨前端までの長さ（#15）、眼窩前端における頭骨幅（#17）、眼窩後端における頭骨幅（#18）、鱗状骨における頭骨幅（#19）、側頭窩の最大幅（#23）において海域差が認められた。

頭骨長においては、仙台湾· 東京湾（248.538mm）と有明海· 橘湾（236.381mm）、伊勢湾· 三河湾（252.409mm）と瀬戸内海（241.424mm）、伊勢湾· 三河湾（252.409mm）と有明海· 橘湾（236.381mm）、伊勢湾· 三河湾（252.409mm）と大村湾（238.333mm）、韓国（255.182mm）と瀬戸内海（241.424mm）、韓国（255.182mm）と有明海· 橘湾（236.381mm）、韓国（255.182mm）と大村湾（238.333mm）で有意差が見られ、韓国産スナメリが最も大きく、有明海· 橘湾産スナメリが最も小さいことが示唆された（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 23）。

吻部先端から上顎骨までの長さにおいては、仙台湾· 東京湾（84.867%）と伊勢湾· 三河湾（81.725%）、仙台湾· 東京湾（84.867%）と瀬戸内海（82.296%）で有意差が認められ、仙台湾· 東京湾産スナメリが有意に大きかった（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 25）。

吻部先端から前頭骨前端までの長さは仙台湾· 東京湾（87.897%）と伊勢湾· 三河湾（85.791%）において差が見られ、仙台湾· 東京湾産スナメリが伊勢湾· 三河湾産スナメリに比べて有意に大きかった（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 25）。

眼窩前端における頭骨幅においては仙台湾· 東京湾（54.803%）と伊勢湾· 三河湾（50.827%）、仙台湾· 東京湾（54.803%）と瀬戸内海（51.453%）、仙台湾· 東京湾（54.803%）と韓国（50.042%）、有明海· 橘湾（53.353%）と伊勢湾· 三河湾（50.827%）、有明海· 橘湾（53.353%）と韓国（50.042%）で有意な差が認められ、仙台湾· 東京湾産スナメリが最も大きく、韓国産スナメリが最も小さかった（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 26）。

眼窩後端における頭骨幅は、伊勢湾· 三河湾（59.173%）と仙台湾· 東京湾（61.739%）、伊勢湾· 三河湾（59.173%）と瀬戸内海（61.130%）、伊勢湾· 三河湾（59.173%）と有明海· 橘湾（62.491%）、伊勢湾· 三河湾（59.173%）と大村湾（62.806%）、韓国（59.108%）と仙台湾· 東京湾（61.739%）、韓国（59.108%）と瀬戸内海（61.130%）、韓国（59.108%）と有明海· 橘湾（62.491%）、韓国（59.108%）と大村湾（62.806%）で有意差が見られ、大村湾産スナメリが最も大きく、韓国産スナメリが最も小さいことが認められた（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 26）。

鱗状骨における頭骨幅においては、伊勢湾· 三河湾（62.259%）と仙台湾· 東京湾（64.701%）、伊勢湾· 三河湾（62.259%）と瀬戸内海（64.290%）、伊勢湾· 三河湾（62.259%）と有明海· 橘湾（64.443%）、伊勢湾· 三河湾（62.259%）と大村湾（67.282%）、瀬戸内海（64.290%）と大村湾（67.282%）、有明海· 橘湾（64.443%）と大村湾（67.282%）、有明海· 橘湾（64.443%）と韓国（61.696%）、韓国（61.696%）と仙台湾· 東京湾（64.701%）、韓国（61.696%）と瀬戸内海（64.290%）、韓国（61.696%）と大村湾（67.282%）で有意な海域間での差が認められ、大村湾産スナメリが有意に大きく、韓国産スナメリが有意に小さかった（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 27）。

側頭窩の最大幅は、仙台湾· 東京湾（28.135%）と伊勢湾· 三河湾（24.910%）、仙台湾· 東京湾（28.135%）と瀬戸内海（25.085%）、仙台湾· 東京湾（28.135%）と有明海· 橘湾（25.813%）、仙台湾· 東京湾（28.135%）と大村湾（24.620%）で海域差が見られ、仙台湾· 東京湾スナメリが最も大きく、大村湾産スナメリが最も小さいことが示唆された（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 28）。

3.2.2.2 上顎骨の形態

本種の吻の大きさを比較した結果、吻の長さ（#2）、吻基部の幅（#3）、吻長中点の吻の幅（#4）、上顎の歯列の長さ（#21）において有意な海域差が認められた。

吻長においては仙台湾· 東京湾（36.342%）と伊勢湾· 三河湾（38.359%）、仙台湾· 東京湾（36.342%）と韓国（37.971%）、伊勢湾· 三河湾（38.359%）と瀬戸内海（37.212%）、伊勢湾· 三河湾（38.359%）と有明海· 橘湾（36.162%）、韓国（37.971%）と有明海· 橘湾（36.162%）で海域間での差が認められ、伊勢湾· 三河湾産スナメリが有意に大きく、有明海· 橘湾産スナメリが有意に小さかった（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 23）。

吻基部の幅は、瀬戸内海（31.339%）と韓国（29.704%）、有明海· 橘湾（32.419%）と仙台湾· 東京湾（30.956%）、有明海· 橘湾（32.419%）と伊勢湾· 三河湾（30.728%）、有明海· 橘湾（32.419%）と瀬戸内海（31.339%）、有明海· 橘湾（32.419%）と韓国（29.704%）で有意な差が見られた。吻基部の幅は有明海· 橘湾産スナメリが最も大きく、韓国産スナメリが最も小さいことが認められた（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 24）。

吻長中点の吻の幅は伊勢湾· 三河湾（21.854%）と仙台湾· 東京湾（23.418%）、伊勢湾· 三河湾（21.854%）と瀬戸内海（23.129%）、伊勢湾· 三河湾（21.854%）と有明海· 橘湾（23.432%）において差が認められ、有明海· 橘湾産スナメリが大きく、伊勢湾· 三河湾産スナメが小さいことが示唆された（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 24）。

上顎の歯列長さにおいては、仙台湾· 東京湾（30.160%）と伊勢湾· 三河湾（31.990%）、仙台湾· 東京湾（30.160%）と韓国（31.685%）、伊勢湾· 三河湾（31.990%）と有明海· 橘湾（30.828%）で海域による有意な差が見られ、伊勢湾· 三河湾産スナメリが有意に大きく、有明海· 橘湾産スナメリが小さかった（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 28）。

3.2.2.3 鼻の形態

スナメリの鼻の大きさを示す部位のうち、内部鼻孔の幅（#20）において海域差が見られ、仙台湾· 東京湾（19.245%）と瀬戸内海（18.057%）、仙台湾· 東京湾（19.245%）と大村湾（17.770%）、仙台湾· 東京湾（19.245%）と韓国（17.811%）で有意差が認められた。内部鼻孔の幅は仙台湾·東京湾産が有意に大きく、大村湾産スナメリが小さかった（Tukey-Kramer test, $P < 0.05$; 図 27）。

表 13. スナメリの頭骨形態各部位の平均値、標準偏差。

採集海域	頭骨形態の海域差																	
#	仙台湾·東京湾			伊勢湾·三河湾			瀬戸内海			有明海·橘湾			大村湾			韓国		
	n	平均値(%)	標準偏差	n	平均値(%)	標準偏差	n	平均値(%)	標準偏差	n	平均値(%)	標準偏差	n	平均値(%)	標準偏差	n	平均値(%)	標準偏差
1*	13	248.538	5.174	22	252.409	7.116	33	241.424	6.016	21	236.381	5.635	6	238.333	8.664	11	255.182	15.917
2	13	36.342	1.710	22	38.359	1.155	33	37.212	1.222	21	36.162	1.250	6	36.841	1.116	11	37.971	1.457
3	13	30.956	1.438	22	30.728	1.058	33	31.339	1.361	21	32.419	1.460	5	31.493	1.475	11	29.704	1.116
4	13	23.418	1.553	22	21.854	0.997	33	23.129	1.106	21	23.432	1.315	6	22.631	1.424	11	22.767	1.202
5	12	18.626	1.334	16	17.748	0.816	15	18.642	1.037	2	18.001	0.066	3	17.377	1.695	11	18.294	1.401
6	12	27.783	1.657	16	26.642	1.306	15	27.986	1.129	2	28.774	0.399	3	28.246	1.857	11	27.345	1.342
7	12	13.997	0.787	16	14.207	0.781	15	14.231	1.080	2	14.309	0.279	3	14.185	0.884	11	13.917	0.981
8	12	13.173	1.071	16	11.911	1.194	15	12.562	1.347	2	12.295	0.787	3	12.501	0.859	10	12.654	0.672
9	13	12.798	0.727	22	12.502	0.877	33	12.543	0.917	21	12.519	0.722	6	12.784	0.474	11	12.421	0.481
10	13	5.221	0.467	20	5.539	0.557	33	5.453	0.617	21	5.590	0.715	6	6.002	0.628	11	5.189	0.691
11	12	64.709	0.897	16	65.246	1.377	15	65.848	1.223	2	66.121	1.176	3	64.971	2.201	11	65.044	2.067
12	12	70.215	1.365	16	70.571	1.489	14	70.631	1.046	2	71.835	3.414	3	71.506	3.290	11	72.085	1.601
13	12	84.867	1.165	16	81.725	1.601	15	82.296	1.792	2	83.176	1.336	3	81.876	3.770	11	83.136	1.596
14	11	77.783	1.735	16	76.381	2.017	15	77.416	1.734	2	77.486	0.885	3	77.128	6.037	11	77.683	2.722
15	12	87.897	1.239	16	85.791	1.222	15	86.428	1.256	2	87.189	2.336	3	85.717	2.641	11	87.083	1.968
16	13	51.940	1.344	22	51.803	1.509	33	52.371	1.759	21	51.577	1.145	6	53.267	2.529	11	52.179	2.281
17	13	54.803	2.804	22	50.827	2.125	33	51.453	1.976	21	53.353	2.543	6	53.330	1.834	11	50.042	2.980
18	12	61.739	1.623	22	59.173	1.547	30	61.130	1.320	21	62.491	1.810	6	62.806	2.828	10	59.108	2.320

(cont.)

採集海域	頭骨形態の海域差																	
#	仙台湾･東京湾			伊勢湾･三河湾			瀬戸内海			有明海･橘湾			大村湾			韓国		
	n	平均値（%）	標準偏差	n	平均値（%）	標準偏差	n	平均値（%）	標準偏差	n	平均値（%）	標準偏差	n	平均値（%）	標準偏差	n	平均値（%）	標準偏差
19	9	64.701	2.549	22	62.259	1.635	31	64.290	1.446	20	64.443	1.679	5	67.282	1.602	11	61.696	2.690
20	13	19.245	0.990	21	18.370	0.822	32	18.057	0.798	21	18.721	1.036	6	17.770	0.993	11	17.811	0.757
21	13	30.160	1.013	22	31.990	0.983	32	31.013	1.086	21	30.828	1.330	6	31.391	1.549	11	31.685	1.909
22	13	18.044	1.027	22	18.011	0.804	33	18.528	0.877	21	18.701	0.849	6	19.014	1.362	11	18.694	1.167
23	12	28.135	1.399	22	24.910	1.496	32	25.085	1.798	21	25.813	1.634	6	24.620	1.616	11	26.390	1.858
24	12	16.154	2.124	21	14.126	2.195	32	15.362	1.913	21	14.696	1.368	6	14.329	1.225	11	15.530	2.470
25	12	71.308	1.383	20	71.353	1.324	30	71.706	0.948	20	71.846	1.188	6	71.111	2.387	10	71.461	1.755
26	12	22.450	0.783	20	21.536	0.804	30	22.104	0.874	20	22.078	0.737	5	21.129	0.426	10	21.326	1.557
27	12	29.260	1.765	20	30.269	1.406	32	30.433	1.141	20	29.611	1.003	6	30.429	2.330	10	29.540	0.670

*は実測値（mm）である。

表 14. スナメリの頭骨形態における各部位の最頻値、最小値、最大値。

採集海域	頭骨形態の海域差																							
#	仙台湾･東京湾				伊勢湾･三河湾				瀬戸内海				有明海･橘湾				大村湾				韓国			
	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)
1	13	250.285	234.000	254.000	22	257.203	231.000	262.000	33	240.020	230.000	256.000	21	232.027	230.000	250.000	6	233.045	231.000	254.000	11	258.179	232.000	281.000
2	13	37.129	32.400	38.206	22	38.072	35.918	40.992	33	37.029	34.728	39.516	21	36.392	33.333	38.095	6	36.178	35.974	38.640	11	37.097	35.996	40.391
3	13	30.826	29.122	34.800	22	31.292	28.355	32.451	33	31.250	28.340	34.283	21	32.767	29.628	34.914	5	31.293	29.390	33.047	11	29.531	28.485	32.206
4	13	22.497	21.235	26.000	22	21.494	19.957	23.636	33	23.491	19.569	24.583	21	23.027	21.304	27.273	6	22.513	20.906	24.978	11	22.097	21.432	25.474
5	12	18.147	16.472	20.717	16	18.306	16.494	18.848	15	18.903	16.913	20.768	2	18.047	17.955	18.047	3	16.440	15.984	19.264	11	18.181	16.474	21.121
6	12	27.479	24.696	31.056	16	26.257	24.351	29.032	15	27.707	25.761	29.896	2	29.052	28.492	29.056	3	27.231	26.693	30.303	11	27.652	25.646	30.237
7	12	13.513	13.056	15.669	16	14.583	13.036	15.525	15	15.006	12.285	16.013	2	14.114	14.112	14.506	3	13.955	13.312	15.079	11	13.669	12.278	15.703
8	12	13.055	11.457	15.236	16	12.102	9.865	14.229	15	12.970	9.152	15.306	2	12.844	11.738	12.851	3	12.043	11.757	13.442	10	12.747	11.534	14.121
9	13	12.728	11.620	14.193	22	12.635	10.465	13.913	33	11.772	11.290	14.661	21	12.200	11.157	13.750	6	13.009	12.047	13.305	11	12.455	11.720	13.233
10	13	5.572	4.622	5.878	20	5.439	4.151	6.615	33	5.375	4.569	7.500	21	6.007	4.237	6.612	6	5.646	5.315	6.897	11	4.758	4.397	6.367
11	12	64.897	63.052	66.667	16	66.166	62.705	66.795	15	66.101	63.740	68.220	2	66.941	65.289	66.953	3	66.097	62.598	66.946	11	64.905	62.109	69.658
12	12	70.474	67.470	71.951	16	71.669	68.033	72.510	14	70.858	69.130	72.845	2	69.455	69.421	74.249	3	73.394	67.717	73.640	11	72.217	68.776	74.359
13	12	85.434	82.857	86.290	16	80.694	78.599	84.462	15	82.755	78.776	84.711	2	84.107	82.231	84.120	3	84.016	77.559	84.519	11	82.254	81.013	85.470
14	11	78.869	74.502	79.921	16	76.626	73.152	80.556	15	76.824	75.000	82.328	2	78.103	76.860	78.112	3	80.374	70.472	82.251	11	76.275	75.486	84.615
15	12	87.574	85.944	90.323	16	86.268	83.203	87.259	15	85.830	84.426	89.362	2	85.560	85.537	88.841	3	87.223	82.677	87.446	11	85.763	84.388	90.625
16	13	52.809	48.988	53.419	22	51.620	48.638	54.582	33	51.442	48.963	56.504	21	51.564	49.580	53.879	6	52.308	50.787	58.009	11	51.383	48.828	55.682
17	13	54.818	48.988	60.558	22	50.588	47.600	54.980	33	50.741	48.117	55.085	21	52.860	48.052	57.391	6	54.438	50.787	55.365	11	48.715	46.000	55.603
18	12	62.000	57.895	63.454	22	58.286	56.917	62.151	30	61.114	58.871	63.404	21	63.849	59.565	65.164	6	64.913	59.055	65.665	10	58.350	55.720	64.655

(cont.)

採集海域	頭骨形態の海域差																							
#	仙台湾･東京湾				伊勢湾･三河湾				瀬戸内海				有明海･橘湾				大村湾				韓国			
	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)	n	最頻値	最小値(%)	最大値(%)
19	9	64.874	59.919	68.800	22	62.119	58.921	65.339	31	63.908	61.328	67.234	20	64.366	61.905	68.750	5	66.245	65.560	69.099	11	60.442	59.041	67.672
20	13	19.623	17.520	20.800	21	17.752	17.222	19.767	32	18.422	15.913	19.328	21	18.561	16.674	20.779	6	16.960	16.598	18.961	11	17.658	16.328	18.996
21	13	30.343	28.400	31.574	22	31.379	30.612	34.131	32	31.202	28.891	33.613	21	31.011	28.390	32.773	6	31.740	28.976	33.195	11	31.098	29.655	36.729
22	13	17.414	16.600	19.797	22	18.025	16.732	20.400	33	18.453	17.083	20.084	21	18.676	16.529	19.913	6	19.718	16.949	20.736	11	19.325	16.317	19.980
23	12	28.961	25.600	30.040	22	24.990	21.965	27.590	32	25.539	21.371	28.642	21	25.513	23.529	29.871	6	24.333	22.407	27.322	11	25.733	23.309	29.375
24	12	14.805	13.551	19.603	21	12.788	11.680	19.143	32	14.115	12.851	20.531	21	14.241	12.346	17.355	6	14.332	12.876	16.299	11	16.177	11.680	20.214
25	12	71.257	68.803	73.307	20	71.685	69.141	73.810	30	71.136	70.000	74.274	20	71.375	69.130	73.361	6	71.659	66.535	73.391	10	70.311	69.200	74.021
26	12	22.597	21.174	24.100	20	21.436	20.270	23.012	30	22.602	20.426	23.629	20	22.479	20.435	23.109	5	21.142	20.460	21.577	10	20.694	19.594	24.332
27	12	29.872	25.677	31.984	20	30.874	27.051	32.780	32	29.706	28.621	33.193	20	29.324	27.778	31.667	6	31.088	25.886	32.328	10	29.701	28.580	30.781

*は実測値（mm）である。

表 15. スナメリの頭骨形態各部位の海域比較による有意差。比較海域 A と比較海域 B の比較を行った。

頭骨形態の海域差																
#	比較海域A	仙台湾・東京湾					伊勢湾・三河湾				瀬戸内海			有明海・橘湾		大村湾
	比較海域B	伊勢湾・三河湾	瀬戸内海	有明海・橘湾	大村湾	韓国	瀬戸内海	有明海・橘湾	大村湾	韓国	有明海・橘湾	大村湾	韓国	大村湾	韓国	韓国
1				**			**	**	**				**		**	**
2		**				*	*	**								**
3				*					**		*		**		**	
4		**					**		**							
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13		**	**													
14																

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

(cont.)

頭骨形態の海域差																
#	比較海域A	仙台湾・東京湾					伊勢湾・三河湾				瀬戸内海			有明海・橘湾		大村湾
	比較海域B	伊勢湾・三河湾	瀬戸内海	有明海・橘湾	大村湾	韓国	瀬戸内海	有明海・橘湾	大村湾	韓国	有明海・橘湾	大村湾	韓国	大村湾	韓国	韓国
15		**														
16																
17		**	**			**		**							**	
18		**				**	**	**	**				*		**	**
19			*			**	**	**	**			*	**	*	**	**
20			**		*	**										
21		**				*		*								
22																
23		**	**	**	**											
24																
25																
26																
27																

(* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$)

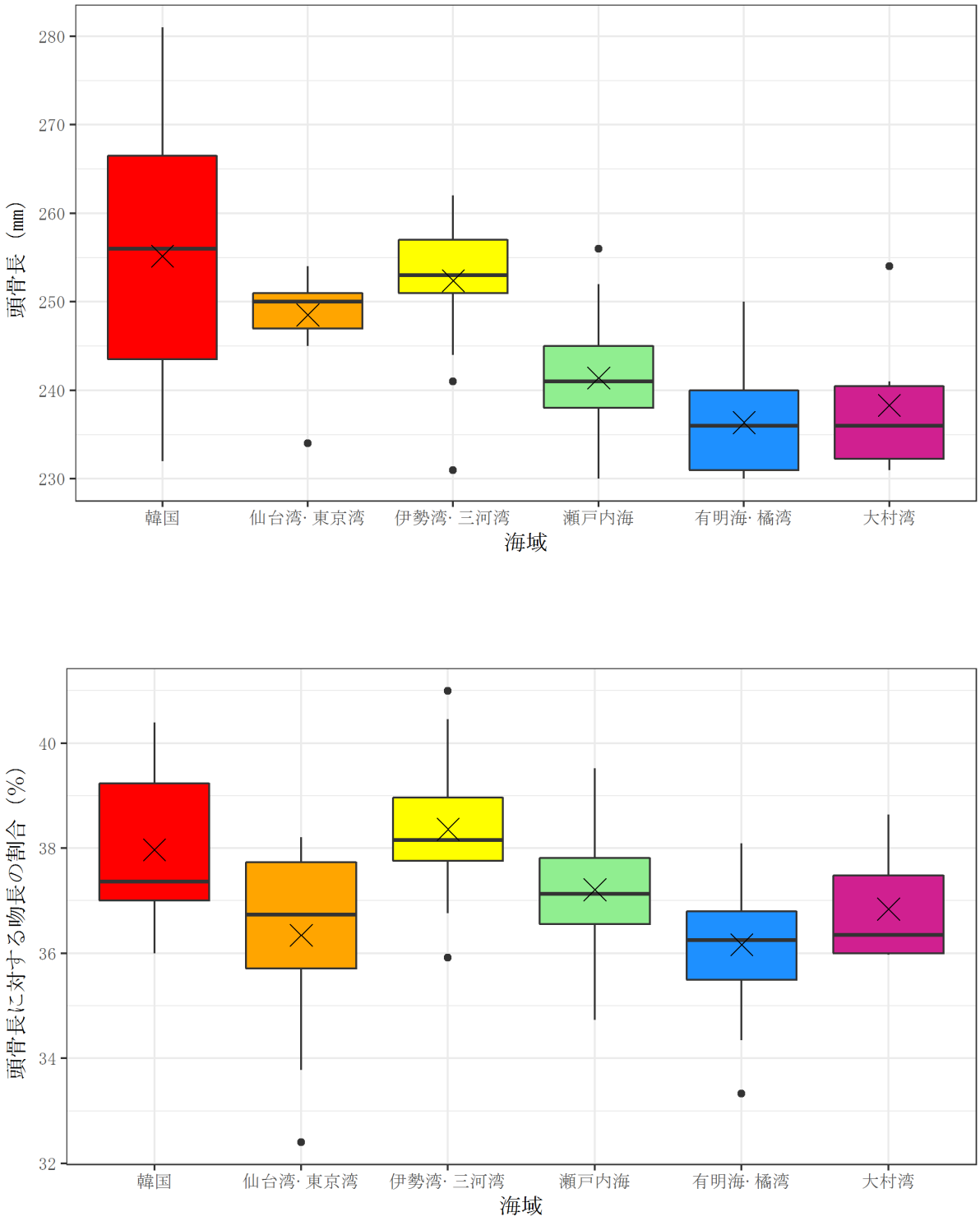


図 23. スナメリの頭骨形態における海域差。（上）頭骨長（下）吻の長さ。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。

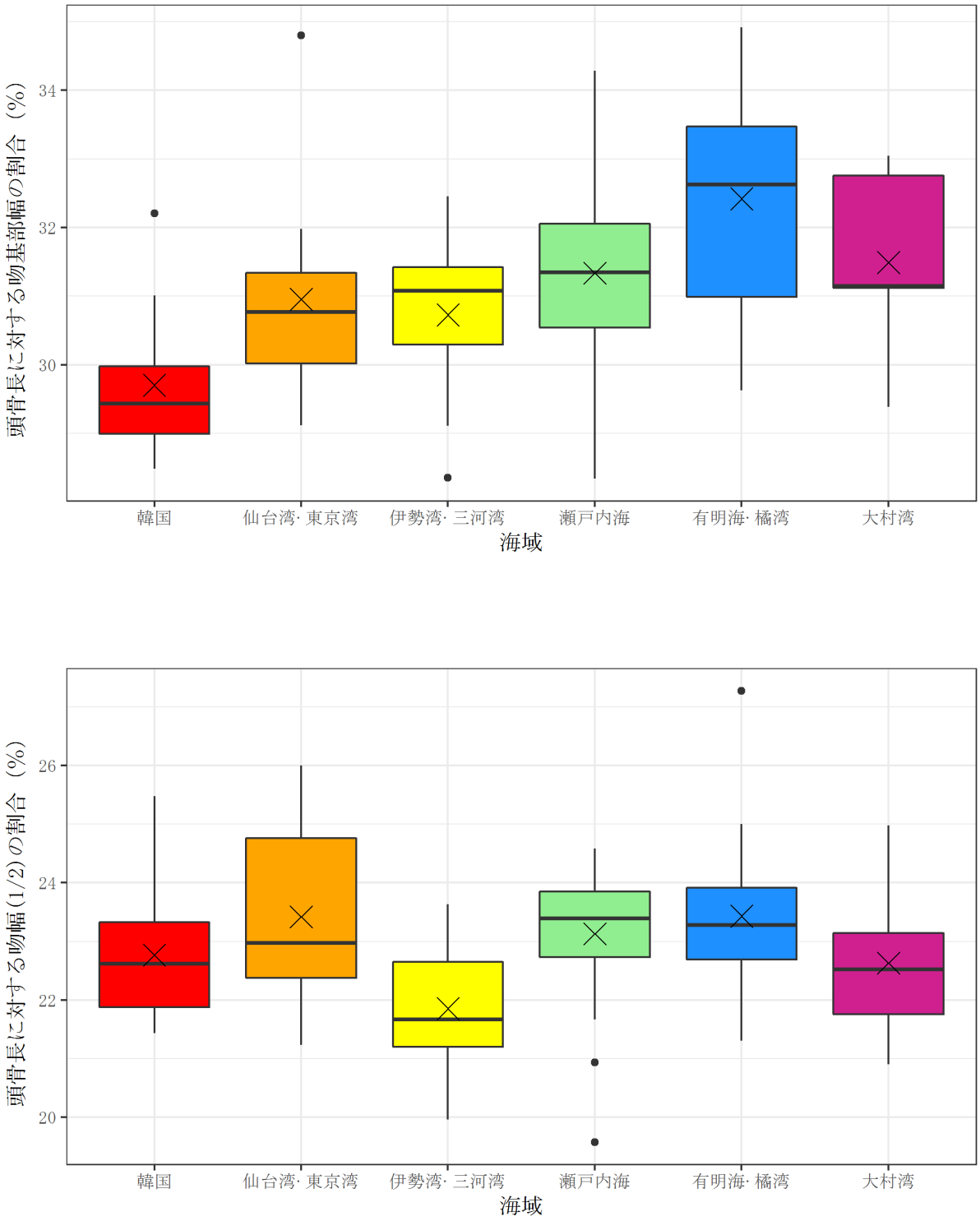
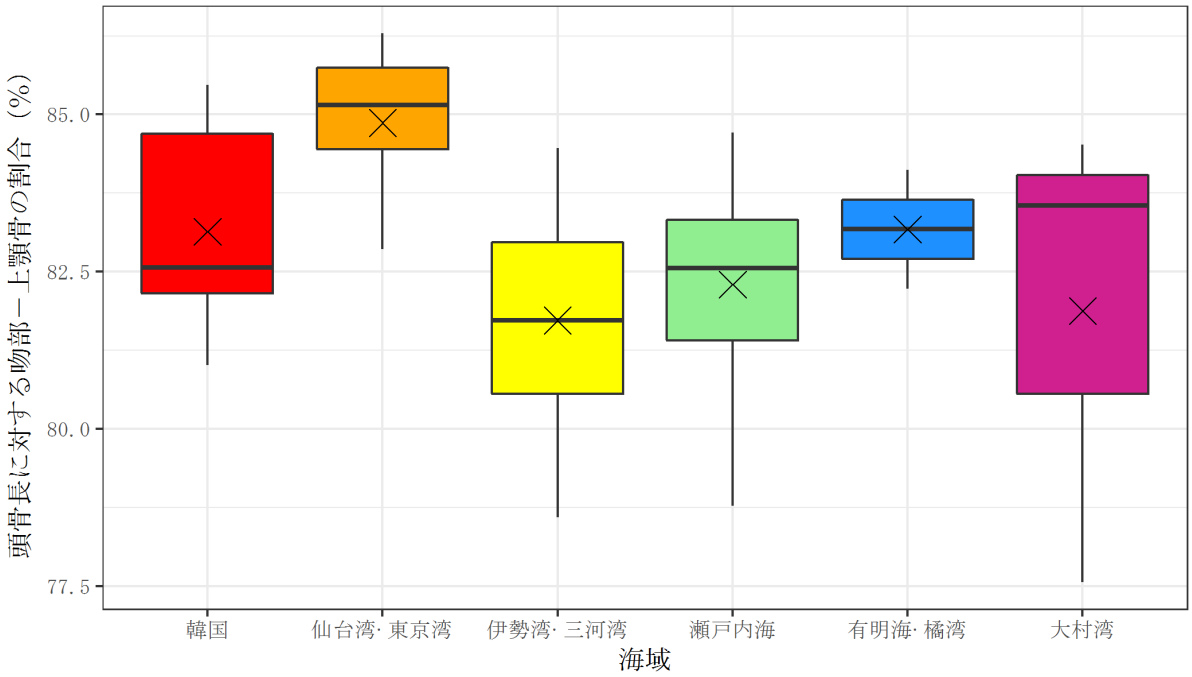


図 24. スナメリの頭骨形態における海域差。（上）吻基部の幅（下）吻長中点の吻の幅。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。



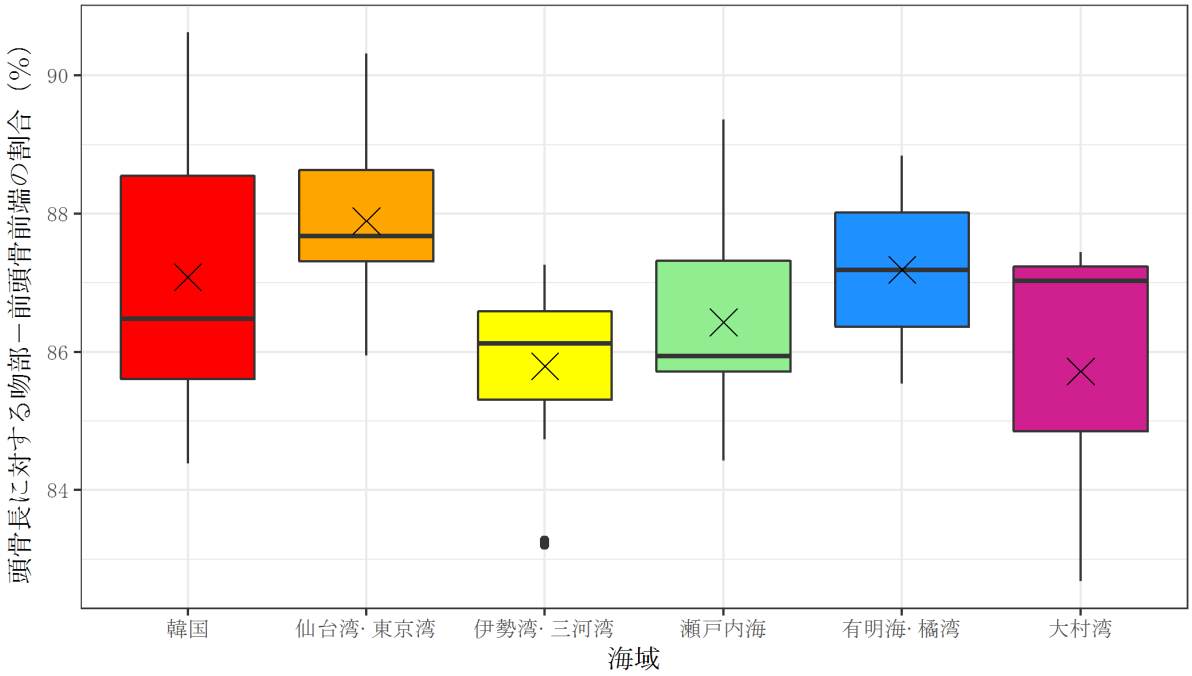
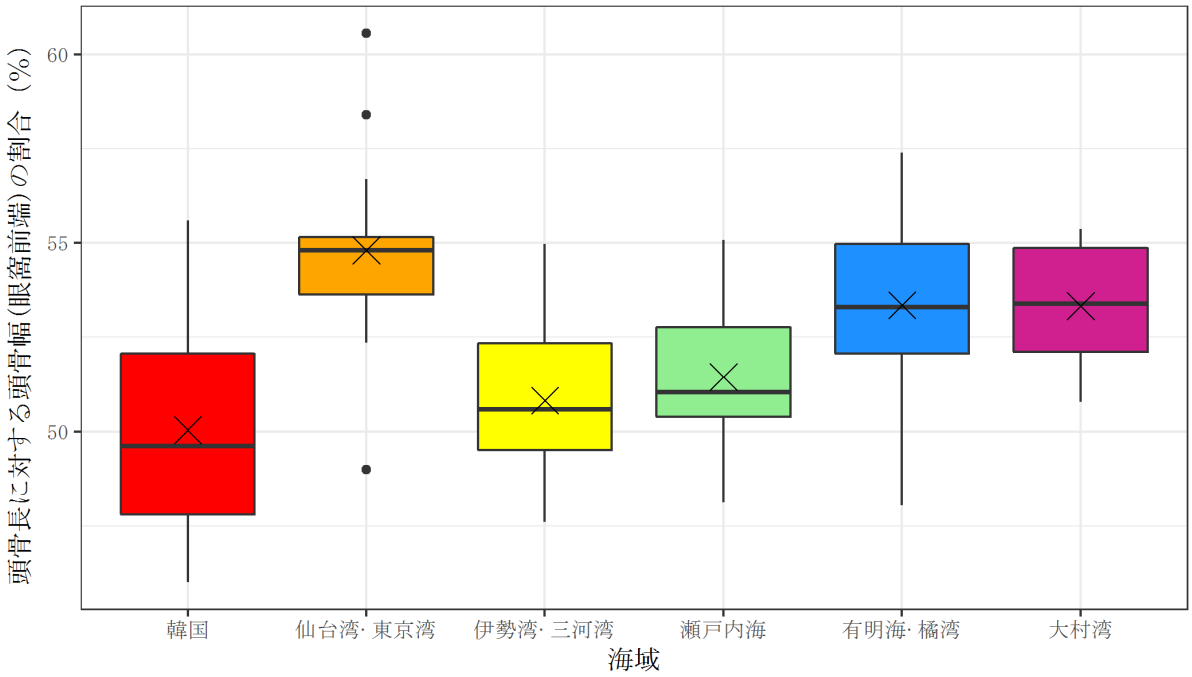


図 25. スナメリの頭骨形態における海域差。（上）吻部先端から上顎骨までの長さ（下）吻部先端から前頭骨前端までの長さ。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。



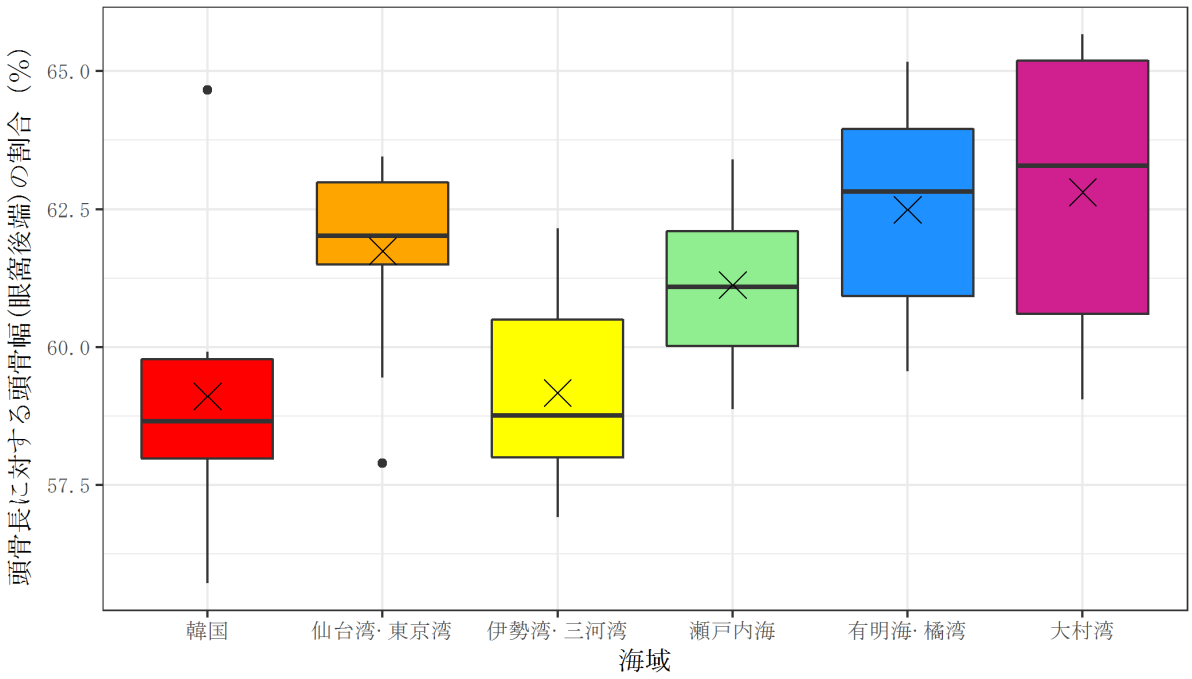
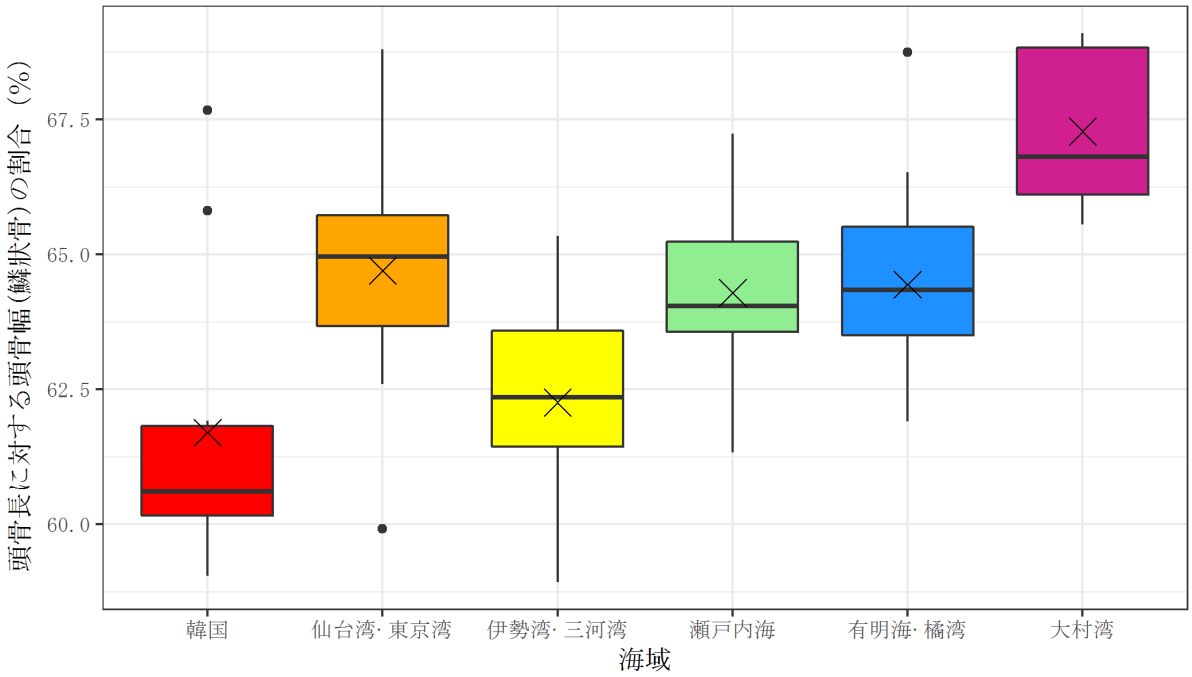


図 26. スナメリの頭骨形態における海域差。（上）眼窩前端における頭骨幅（下）眼窩後端における頭骨幅。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。



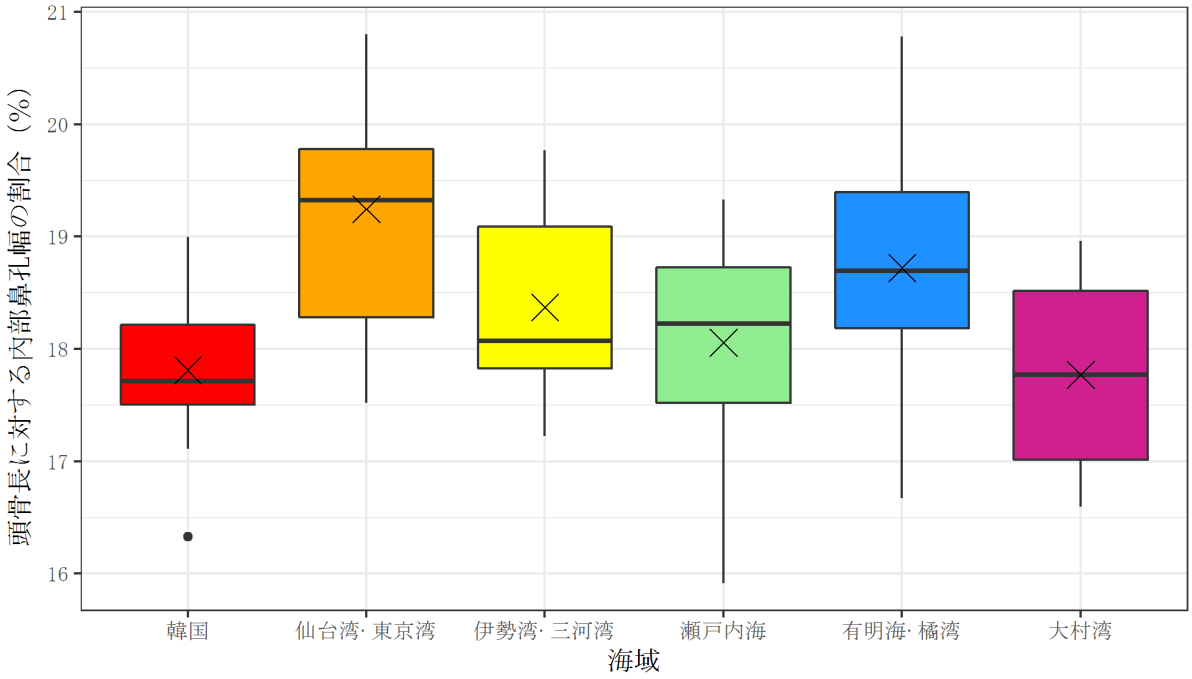
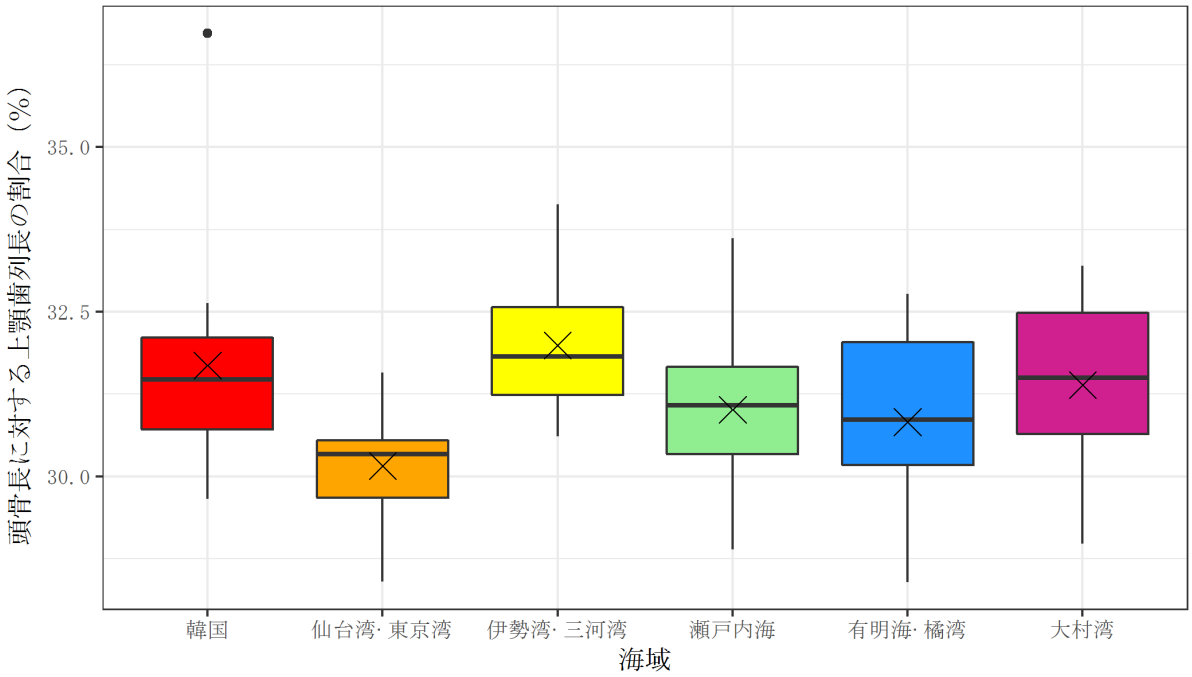


図 27. スナメリの頭骨形態における海域差。（上）鱗状骨における頭骨幅（下）内部鼻孔の幅。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。



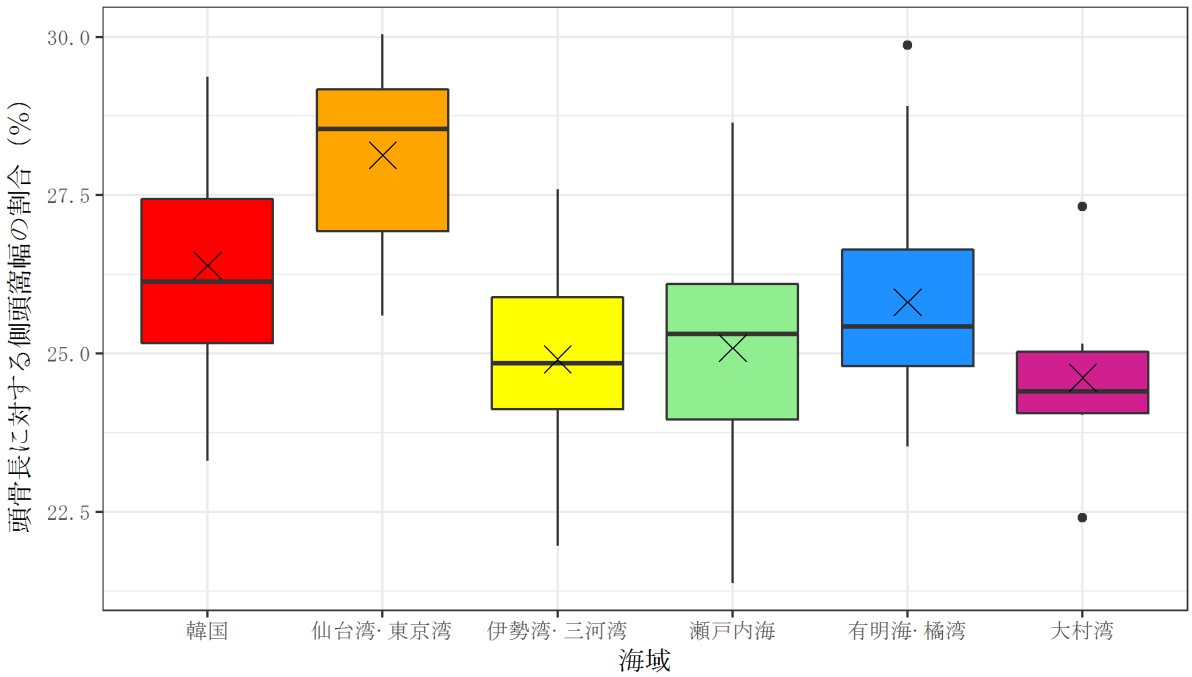


図 28. スナメリの頭骨形態における海域差。（上）上顎の歯列の長さ（下）側頭窩の最大幅。X は平均値を、太い実線は中央値を、黒い点はデータの一部を示す。

3.2.3 海域間変異の検定

頭骨長に対する各部位のプロポーションの平均値用いて海域間比較を行って結果、日本周辺海域のスナメリ系群と韓半島沿岸海域のスナメリは、24 箇所のうち 8 箇所において海域間で有意に異なった（表 15）。両海域間のスナメリにおいて海域差が認められた 8 箇所を変数として、階層クラスター分析を行った結果を図 29 に示した。

階層クラスター分析結果から韓国産スナメリ頭骨形態は伊勢湾· 三河湾産スナメリに類似していることが明らかになった。また、頭骨形態における日本周辺海域と韓半島沿岸海域のスナメリの海域間変異は、日本産スナメリの系群間変異より大きいことが明らかになった。

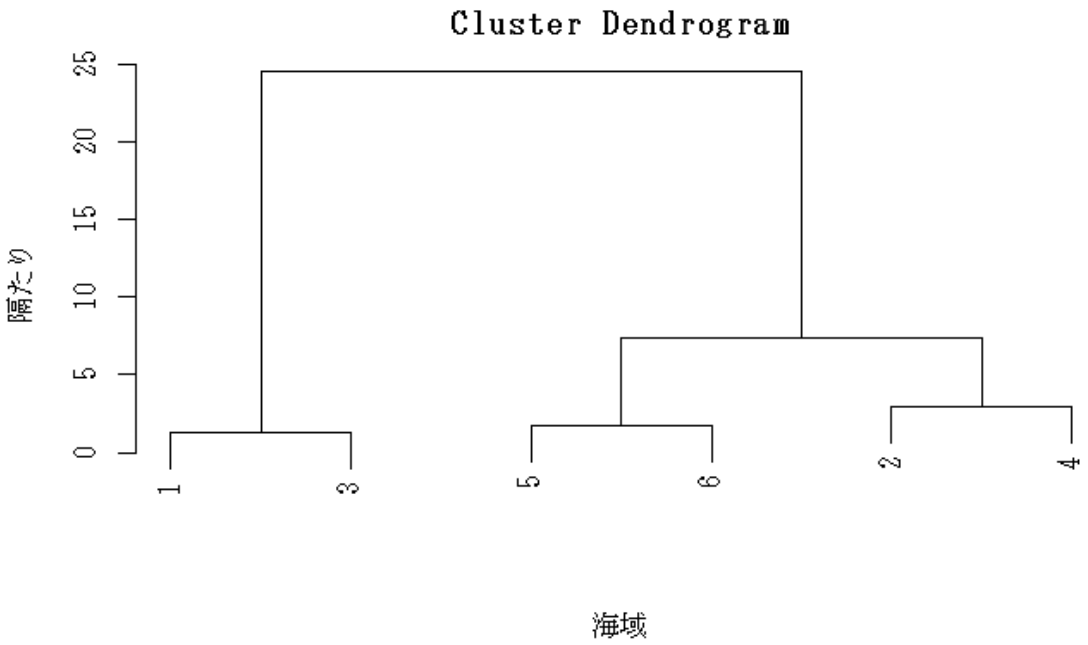


図 29. 頭骨形態における日本周辺海域と韓半島沿岸海域におけるスナメリの類縁関係。1 は韓国産、2 は仙台湾· 東京湾産、3 は伊勢湾· 三河湾産、4 は瀬戸内海産、5 は有明海· 橘湾産、6 は大村湾産である。

3.3 考察

スナメリの頭骨形態におけるプロポーションの平均値を用いた分析から、性別および生息海域による違いが明らかになった。そこで、違いが認められた部位に対して生態学的観点から考察した。また、Yoshida *et al.*（1995）と同じ個体のデータを用いて計測者間での有意差を検定した。

3.3.1 雌雄間比較

Yoshida *et al.*（1995）は日本周辺海域産スナメリのうち、サンプル数が十分であった瀬戸内海、有明海·橘湾産スナメリの頭骨形態における雌雄間比較を行い、瀬戸内海産スナメリは頭骨、下顎骨において有意な差はなく、有明海·橘湾産スナメリでは鼻骨の幅（#10）において差が認められたと報告した。しかし、本研究の分析結果では、有明海·橘湾産スナメリにて雌雄差が認められた部位は鼻骨幅ではなく、下顎の歯列長（#27）であり、Yoshida *et al.*（1995）とは異なる結果となった（#は本研究での計測箇所に相当する）。

3.3.1.1 頭骨形態

仙台湾· 東京湾産スナメリの平均頭骨長はオスがメスよりも有意に大きかった。本種のオスはメスに比べて体が大きくなると考えられることから、オスは体とともに頭骨も大きくなると考えられ、メスに比べて頭骨の相対的割合が小さいことが示唆された。

頭頂骨幅では伊勢湾·三河湾産、韓国産スナメリにおいて雌雄差が認められた。伊勢湾· 三河湾産スナメリは頭頂骨幅はメスがオスよりも有意に大きく、韓国産スナメリはオスがメスよりも有意に大きかった。

本研究の結果で、本種ではオスがメスよりも全体的に体が大きく、性的二型が認められることから、本種は体の大きさとともに頭骨の大きさでも性的二型が現れるのではないか考えられたが、海域によって本種の体の大きさと頭骨の大きさの結果が一致してない傾向がみられた海域があったため、今後、本種の体の大きさと頭骨の大きさの相関関係について今後、検討を行う必要がある。

3.3.1.2 上顎骨の形態

吻部は摂餌活動と密接な関係を持つこと、また本研究で、雌雄差が見られたことから、食性における雌雄間差の存在が示唆された。スナメリの食性に関する雌雄間比較は、韓国西海（黄海）と東シナ海のスナメリにおいて行われている（Park *et al*., 2011; Chen *et al*., 2017; 表16）。韓国西海産スナメリの食性研究の結果では、特定の性別に限って現れる餌生物が見られたものの、餌生物の多様度指数を使用して比較したところ、有意な差は認められなかった（Park *et al*., 2011）。これは本研究の韓国産スナメリの頭骨形態における雌雄間比較で、吻の大きさに関する部位において、有意な差が認められなかったことを裏付けることから、食性と吻部形態の関連性を再び現れる。

一方、東シナ海のスナメリの主餌生物においては、雌雄間での有意な差が見られてあり、メスは魚類を、オスは頭足類を捕食することが報告されている（Chen *et al*., 2017）。

本研究で吻の大きさの雌雄差が認められた、仙台湾·東京湾産スナメリの食性に関する研究はいまだ行われていないが、東シナ海産スナメリの食性研究から、仙台湾·東京湾産スナメリの食性が雌雄間で異なることが考えられる。

今後、仙台湾·東京湾産スナメリの食性の研究を行うことで、当海域産スナメリの吻の形態において現れる雌雄差を解明することが期待される。

表 16. 韓国産スナメリと東シナ海産スナメリにおける性特異的な餌生物（Park *et al*., 2011; Chen *et al*., 2017 より引用）。

	韓国		東シナ海	
	メス	オス	メス	オス
餌生物	エツ（*Coilia nasus*）	カタクチイワシ（*Engraulis japonicus*）	コイチ（*Nibea albiflora*）	ツマリエツ（*Setipinna tenuifilis*）
	ママリエツ（*Setipinna taty*）	キグチ（*Larimichthys polyactis*）	テナガダコ（*Octopus minor*）	コノシロ（*Konosirus puntatus*）
	マハゼ（*Acanthogobius flavimanus*）	オキタナゴ（*Neoditrema ransonneti*）		
	ヒラメ（*Paralichthys olivaceus*）	スルメイカ（*Todarodes pacificus*）		
	コウライエビ（*Fenneropenaeus chinensis*）			
	シャコ（*Oratosquilla oratoria*）			

3.3.1.3 眼窩の形態

眼窩は眼球が存在するスペースであり、視覚に関する神経、血管、筋肉が位置する。仙台湾·東京湾スナメリの眼窩長において有意な雌雄間での差が認められたことから、眼球の大きさが雌雄で異なることが示唆される。

Chen *et al*.（2010）はホワイトレグホン（*Gallus gallus domesticus*）の眼球の大きさおよび成長における有意な雌雄差において報告した。雌雄差に対してホワイトレグホンの顕著な性的二型や性ホルモンと他成長ホルモンとの相互作用により雌雄間で成長速度に違いが現る可能性について推察した。

また、動物のうち、最も大きい眼球を持っているダイオウイカ（*Architeuthis dux*）とダイオウホウズキイカ（*Mesonychoteuthis hamiltonia*）は被食関係であるマッコウクジラ（*Physeter macrocephalus*）の接近をより早く発見し逃避するため、眼球を大きくする方向で進化したと推察されている（Nilsson *et al*., 2012）。

したがって、スナメリのメスがオスに比べて眼窩が有意に大きいことからメスの方が眼球を大きくする方向に適応した可能性について考えられるが、本研究ではなぜ眼窩において雌雄間で差が現れるのか解明不可能であった。今後、本種の目が持つ生態学的意味を確かめる必要があると思う。

3.3.1.4 鼻、側頭窩、下顎骨の形態

スナメリを含むハクジラ亜目はエコロケーション（echolocation、反響定位）と呼ばれる生物ソナーを用いて、餌生物などの探索をし、識別、認識することが知られている。噴気孔周辺の空気袋（sac）を使用して音波を作り、作った音波はメロン（melon）で増幅させ、目標物に発し、反射してくる音波を下顎から受信することでエコロケーションを行う（Brill *et al*., 1988）。

頭骨において、エコロケーションと関する部位は、音波を作る噴気孔の周辺にある鼻骨および鼻孔、音波を受信する下顎骨、そして、下顎骨と繋がる側頭窩である。本種において上記の部位のうち、有意な雌雄間での差が認められた部位は鼻骨の幅、側頭窩の最大幅、下顎直線長に直角の最大高さであった。

鼻骨幅はメスがオスに比べて有意に大きく、側頭窩幅と下顎高はオスがメスに比べて大きかったことから、エコロケーションに関係した音波の送波と受波における雌雄差の存在が示唆された。

鼻骨の幅と音波の関係について Hirose（2014）が、鼻骨の幅が大きいほど高い音を出す可能性を示唆した。また、Barroso *et al*.（2012）は、鯨類は種によって異なる下顎の面積を持つことから、種ごとに聞きやすい音波や聞きにくい音波があるのではないかと考察した。

これらの報告から、スナメリでは雌雄が主に使用する音波の周波数が異なることが示唆される。しかし、本種の音波に関する雌雄差については報告されていないため、今後、音波の雌雄間比較を行い、有意な差を確かめることが可能であれば、鼻骨、側頭窩、下顎において現れる性別間の差の解明が期待される。

3.3.2. 海域間の比較

スナメリの頭骨形態における海域間比較を行った結果、主に頭骨の大きさや吻部の大きさ、鼻および側頭窩の大きさを示す部位で有意な差が認められた。Amano *et al*.（1992）は、日本周辺海域産スナメリと揚子江、インド洋産スナメリの頭骨形態の比較を行い、吻長（#2）、吻基部の幅（#3）、吻長中点の吻の幅（#4）、吻部先端から鼻骨までの長さ（#10）、鱗状骨における頭骨幅（#19）において海域間で差が認められたと報告した。

Yoshida *et al*.（1995）は、日本周辺海域産スナメリの頭骨形態における海域差は吻長中点の吻の幅（#4）、頭頂骨における頭骨幅（#16）、眼窩前端における頭骨幅（#17）、鱗状骨における頭骨幅（#19）、側頭窩の最大幅（#23）、下顎の歯列の長さ（#27）の 6 箇所で現れたと報告した。

本研究で海域差が認められた部位は Amano *et al*.（1992）、Yoshida *et al*.（1995）とほぼ同じ部位であった。

3.3.2.1 頭骨形態

韓国産スナメリは頭骨長は最も大きかったものの、頭骨幅においては最も小さかった。この結果から、韓国産スナメリは日本産スナメリに比べて相対的に頭骨が細長いと判明した。

頭骨は摂餌器官と間する部位であり、頭骨において海域間で差が認められたことから、海域ごとに摂餌戦略が異なることが示唆される。したがって、各海域のスナメリが捕食する餌生物にあわせ、最も適応した形を追い求めることにより、頭骨の大きさの変異が現れたのではないかと思われる。

3.3.2.2 上顎骨の形態

スナメリは回遊せず、一つの海域に留まる定着性であり、季節変化に応じて海域内で移動する。季節による移動は海域内の餌生物の分布変動にともなうと考えられる。本種は雑食性の機会性捕食者であり（Park *et al*., 2011）、一般的には生息海域に分布する餌生物を摂取するが、海域によって餌生物の嗜好性が存在すると知られている（Chen *et al*., 2017）。

日本周辺海域および韓半島沿岸海域におけるスナメリの食性について報告されている生息海域は、伊勢湾·三河湾、有明海·橘湾、大村湾、韓国の西海（黄海）のみであり（片岡ほか,

1976; Shirakihara *et al*., 2008; Park *et al*., 2011; 表 17）、これらの海域のスナメリは共通して魚類および頭足類、甲殻類を捕食する。

それらのうち、有明海· 橘湾産スナメリは主餌生物として魚類と底棲性の頭足類を捕食するものの（Shirakihara *et al*., 2008）、韓国産スナメリはエビジャコなどの甲殻類が最も重要な餌生物であった（Park *et al*., 2011）。

スナメリは餌生物を吸い込んで摂食する。そのため、海域によって捕食する餌生物の種類が異なると吸い込みに必要な力も異なってくることが示唆される。

本研究の結果から、有明海· 橘湾産スナメリは吻が太くて短い傾向がある一方、韓国産スナメリは吻が細長い傾向が見られた。この傾向は、魚類や軟体動物である頭足類を捕食する有明海· 橘湾産スナメリより、甲殻類を主餌生物として捕食する韓国産スナメリの方がより大きい吸入力を必要し、吻を伸長させ、口腔内の圧力を高める方向に適応したと考えられる。

したがって、生息海域によって捕食する餌生物が異なることから、スナメリでは頭骨、特に吻の形態に差が現われ、また、摂餌器官は海域ごとの生態にあわせた変異が起きやすい部分であると判明した。今後、仙台湾·東京湾、瀬戸内海産スナメリの餌生物種を解明し、改めて各海域の餌生物の多様性指数を用いて比較を行い、餌生物の海域差を検討することで、吻の形態における海域間変異の解明が期待される。

表 17. 日本産スナメリと韓国産スナメリにおける餌生物（片岡ほか, 1976; Shirakihara *et al*., 2008; Park *et al*., 2011 より引用）。

	仙台湾･東京湾	伊勢湾･三河湾	瀬戸内海	有明海･橘湾	大村湾	韓国
餌生物	*NA*	イカナゴ（*Ammodytes personatus*） コノシロ（*Konosirus punctatus*）	*NA*	テンジクダイ科（*Apogonidae*） ニベ科（*Sciaenidae*） コノシロ（*Konosirus punctatus*） ジンドウイカ（*Loliolus japonica*）	トウゴロウイワシ（*Hypoatherina valenciennei*）	White grunnel*（*Pholis fangi*） Kammal thryssa*（*Thryssa kammalensis*） エビジャコ（*Crangon affinis*） スベスベエビ（*Parapenaeopsis tenella*） イイダコ（*Octopus ocellatus*） ミミイカ属（*Euprymna spp*） マダコ属（*Octopus spp*）

*は和名未定

3.3.2.3 鼻、側頭窩の形態

ハクジラ亜目は主にエコロケーションを餌生物の探索に用い、また、餌生物が分布する海域にあわせて使用すると思われる。本研究により、仙台湾· 東京湾産スナメリの鼻孔と側頭窩の大きさが他海域産スナメリと有意な差を示したことから、仙台湾· 東京湾産スナメリは他海域のスナメリと異なる餌生物を捕食することが示唆された。

しかし、当海域産スナメリの食性に関する報告はなされていないため、海域から比較を行ったところ、仙台湾· 東京湾の底質においては他海域とほぼ同一であったが、平均水温が13.50-19.02℃（日本海洋データセンタホームページ）で、最底水温と最高水温の偏差が他海域よりも大きいことが確認された。そこで、当海域に分布する餌生物は他の海域と異なり、エコロケーションにも差が現われ、頭骨の形態にまで差が認められた可能性がある。

今後、当海域産スナメリの餌生物の種類や餌生物の生態の分析を行うことで、エコロケーションと餌生物との関連性が頭骨形態の変異に与える影響を解明することが期待される。

3.3.3 計測者間誤差

本研究では、データを借用した Yoshida *et al.*（1995）と本研究の計測者との計測誤差の検討を行った。両計測者がともに使用した 5 個体（仙台湾· 東京湾 1 個体、伊勢湾· 三河湾 1 個体、瀬戸内海 3 個体）の計測データを用いてスチューデントの *t*-test を行った結果、全ての部位において *P* 値が 0.7 より大きく、計測者間での有意な誤差は認められなかった。

4. まとめ

現在、*N. asiaeorientalis* の同一種として取り扱われている日本周辺海域と韓半島沿岸海域におけるスナメリは、本研究により外部形態は 6 箇所、頭骨形態は 8 箇所において、海域間での顕著な違いが認められた。

外部形態の背側における隆起の幅、頭骨の相対的大きさおよび吻の形態は日本産スナメリと韓国産スナメリを識別する指標になる可能性が示唆された。また、これらの部位を変数とし行った階層クラスター分析から、両国での海域間変異が日本周辺海域における系群間変異より大きいことが明らかになった。

なお、韓国産スナメリは地理的に近い有明海· 橘湾産スナメリ、大村湾産スナメリよりも、隔離された伊勢湾· 三河湾産スナメリに類似していることから、韓国産スナメリと伊勢湾· 三河湾産スナメリの生息環境が似ていることから同じ方向に適用しているのか、今後調べたいと思う。

これらの結果をまとめると、日本周辺海域と韓半島沿岸海域におけるスナメリは、形態学的に、系群レベル以上の隔たりがあり、東アジア海域のスナメリにおける資源管理において、両国の海域産スナメリは別途に管理する必要があると考えられた。

今後、本研究で結果と各海域におけるスナメリの生息環境や遺伝学的な解析等を併せて実施することにより、両海域産のスナメリが亜種レベルまで隔てられているのか、または系群レベルに留まるのかを検討する必要がある。

5. 謝辞

本研究を行うにあたり、終始ご指導、ご鞭撻いただいた東京海洋大学学術研究院海洋環境科学部門の加藤秀弘教授に心より感謝の意を表します。

また、本研究の副指導教員をご快諾くださいました東京海洋大学学術研究院海洋環境科学部門の河野博教授ならびに同中村玄助教に心より御礼を申し上げます。

鯨類における研究のきっかけを与えてくださいました韓国国立釜慶大学校環境海洋大学海洋学科パク ミオック（박미옥）教授、韓国国立海洋生物資源館海洋生物基盤研究本部分類研究室アン ヨンラク（안용락）室長に心より感謝の意を表します。

日韓共同鯨類研究で、データやサンプルを提供してください、また、様々な面においてご支援ご指導くださいました国立研究開発法人 水産研究· 教育機構 国際水産資源研究所外洋資源部の吉田英可グループ長ならに韓国 国立水産科学院 鯨類研究センターのチェ ヨンミン（최영민）センター長、ソン ホソン（손호선）研究官、パク ギョムジュン（박겸준）研究士、キム ヒョンウ（김현우）研究士、リ ギョンリ（이경리）研究士に心より御礼を申し上げます。

日本産スナメリのデータやサンプルを提供してくださいました独立行政法人国立科学博物館動物研究部脊椎動物研究グループ田島木綿子研究員ならびに神戸市立須磨海浜水族園飼育教育部研究教育課中村清美学芸員に心より御礼を申し上げます。

本調査に同行しご協力いただいた同研究室の博士後期課程廣瀬亜由美氏、博士前期課程西村双葉氏に感謝申し上げます。

また、多大なるご助言をくださった一般財団法人日本鯨類研究所井上聡子博士、千葉県立中央博物館 宮川尚子博士、石田梢氏をはじめ鯨類学研究室の皆様、同期の赤城稔氏、勝俣太貴氏、林凌太朗氏、吉井孝平氏に心より感謝いたします。

最後に、2014 年度から外国で留学している私を韓国からいつも支え、その選択を信じ、多くの励ましと助言を与えてくれた両親、弟、祖母、そして癒しを与えてくれたハルに心から深く感謝申し上げます。

6. 引用文献

Allen Glover Morrill. 1923. The black finless porpoise, Meomeris, Bulletin of the Museum of Comparative Zoology, 65(7): 233-256.

Amano Masao, Nobuyuki Miyazaki, and Kazuo Kureha. 1992. A morphological comparison of skulls of the finless porpoise *Neophocaena phocaenoides* from the Indian Ocean, Yangtze River and Japanese waters. Journal of the Mammalogical Society of Japan 17(2): 59-69.

Aroyan, James L., Cranford, T. W., Kent, J., & Norris, K. S. 1992. Computer modeling of acoustic beam formation in *Delphinusdelphis*. The Journal of the Acoustical Society of America 92(5): 2539-2545.

Barroso Celia, Ted W. Cranford, and Annalisa Berta. 2012. Shape analysis of odontocete mandibles: functional and evolutionary implications. Journal of morphology 273(9): 1021-1030.

Brill, R. L., Sevenich, M. L., Sullivan, T. J., Sustman, J. D. and Witt, R. E. 1988. Behavioral evidence for hearing through the lower jaw by an echolocatmg dolphin. *Tursiops truncatus*. Mar. Mamm. Sci., 4: 223–230.

Chen Bingyao, Wang, L., Wang, H., Li, S., Jefferson, T. A., Wang, L., & Yang, G. 2017. Finless porpoises (*Neophocaena asiaeorientalis*) in the East China Sea: Insights into feeding habits using morphological, molecular, and stable isotopic techniques. Can. J. Fish. Aquat. Sci.ja 00: 1–18.

Chen Yen-Po, Prashar Ankush, Hocking M Paul, Erichsen T Jonathan, To Chi Ho, Schaeffel Frank, Guggenheim A Jeremy. 2010. Sex, eye size, and the rate of myopic eye growth due to form deprivation in outbred white leghorn chickens. Investigative ophthalmology & visual science 51(2): 651-657.

Choi Seok Gwan, Kyum Joon Park, Hyun Woo Kim, Young Ran Lee, Ji Eun Park, Dae Yeon Moon, and Yong Rock An. 2010. Finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides*, Distribution in the South Sea of Korea. Kor J Fish Aquat Sci 43(6): 665-669.

Cuvier Georges, and Pierre André. 1829. Latreille. Le règne animal distribué d'après son organisation: Les reptiles et les poissons. Vol. 2. Deterville.

Darwin, C. 1859. On the origin of species by means of natural selection. John Murray, London, UK

Fraser, F. C. 1966. Comments on the Delphinoidea. Whales, dolphins and porpoises (KS Norris, ed.). University of California Press, Berkeley, 7-31.

Hirose Ayumi. 2014. Comparison of Asymmetry in the bones and blowholes between Mysticeti and Odontoceti. Graduate School of Marine Science and Technology Tokyo University of Marine Science and Technology. Master’s Thesis. 44pp.

Jefferson, Thomas A. 2002. Preliminary analysis of geographic variation in cranial morphometrics of the finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*). Raffles Bull. Zool., 50: 3-14.

Jefferson, Thomas A. and John Y. Wang. 2011. Revision of the taxonomy of finless porpoises (genus *Neophocaena*): the existence of two species. Journal of Marine Animals and Their Ecology 4(1): 3-16.

Kasuya, T. 1999. Finless porpoise *Neophocaena phocaenoides* (G. Cuvier, 1829). Handbook of marine mammals 6: 411-442.

Kasuya, T and K. Kureha. 1979. The population of finless porpoise in the Inland Sea of Japan. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 31: 1-44.

Kasuya T., Y. Yamamoto, and T. Iwatsuki. 2002. Abundance decline in the finless porpoise population in the Inland Sea of Japan. Raffles Bull. Zool., Supplement 10: 57-65.

片岡照男 ・ 北村秀策 ・ 関戸勝 ・ 山本清. 1976. スナメリの食性について. 動水誌. 18:49-56.

加藤秀弘 ・ 中村玄 ・ 服部薫. 2016. 鯨類海産哺乳類学(第三版). 生物研究社.

Kim Doo Nam, Haw Sun Sohn, Young Rock An, Kyum Jonn Park, Hyun Woo Kim, So Eon Ahn and Du Hae An. 2013. Status of the Cetacean Bycatch near Korean Waters. Kor J Fish Aqua Sci 46(6): 892-900.

日本海洋データセンタホームページ(URL: http://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/index_j.html)

Nilsson, D. E., E. J. Warrant, Johnsen, S. Hanlon, R., & Shashar, N. 2012. A unique advantage for giant eyes in giant squid. Current Biology, 22(8): 683-688.

Nishiwaki Masaharu. 1967. Distribution and migration of marine mammals in the North Pacific area. Bull. Ocean. Res. Inst.

Noren, Shawn R., Jessica V. Redfern, and Elizabeth F. Edwards. 2011. Pregnancy is a drag: hydrodynamics, kinematics and performance in pre-and post-parturition bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Journal of Experimental Biology 214(24): 4151-4159.

小川奈津子. 2017. 日本沿岸域におけるスナメリ *Neophocaena asiaeorientalis* の分布と個体数. 東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究科 学位論文. 122pp.

Park, K. J., Y. R. An, Y. R. Lee, J. E. Park, D. Y. Moon & S. G. Choi. 2011. Feeding habits and consumption by finless porpoises (*Neophocaena asiaeorientalis*) in the Yellow Sea. Kor J Fish Aqua Sci 44(1): 78-84.

Park Kyum Joon, Chang Ik Zhang, Zang Geun Kim and Hawsun Sohn. 2002. Feeding habits and trophic level of finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides* in the Yellow Sea. J. Korean Soc. Fish. Res., 5: 52-63.

Park, K. J., H.W. Sohn, Y. R. An, H. W. Kim & D. H. An. 2015. A New Abundance Estimate for the Finless Porpoise *Neophocaena asiaeorientalis* on the West Coast of Korea: An Indication of Population Decline. Fish Aquat Sci 18(4): 411-416.

Perrin William F. 1975. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern Pacific and Hawaii. Scripps Institution of Oceanography.

Reeves, Randall R., John Y. Wang, and Stephen Leatherwood. 1997. The finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides* (G. Cuvier, 1829): a summary of current knowledge and recommendations for conservation action. Asian Marine Biology 14: 111-143.

Sohn Hawsun, Kyum Joon Park, Yong Rock An, Seok Gwan Choi, Zang Geun Kim, Hyun woo Kim, Du Hae An, Young Ran Lee and Tae-Geon Park. 2012. Distribution of Whales and Dolphins in Korean Waters Based on a Sighting Survey from 2002 to 2010. Kor J Fish Aquat Sci 45(5): 486-492.

Schlegel Hermann. 1841. Abhandlungen aus dem Gebiete der Zoologie und vergleichenden Anatomie. Vol. 3. A. Arnz & comp.

白木原美紀. 1993. 長崎沿岸海域におけるスナメリの生活史に関する研究. 長崎大学大学院海洋生産科学研究科 学位論文.137pp.

Shirakihara Miki, Akira Takemura, and Kunio Shirakihara. 1993. Age, growth, and reproduction of the finless porpoise, *Neophocaena phocaenoides*, in the coastal waters of western Kyushu, Japan. Marine Mammal Science 9(4): 392-406.

Shirakihara, M., K. seki, A. Takemura, K. Shirakihara, H. Yoshida and T. Yamazaki. 2008. Food habits of finless propoises *Neophocaena phocaenoides* in western Kyushu, Japan. J. Mamm., 89: 1248-1256.

若林郁夫 ・ 世古篤史 ・ 半田由佳里 ・ 笠松雅彦. 2014. スナメリの繁殖と人工哺育.海洋と生物, 36(1)：36-43.

Yoshida, H. 2002. Population structure of finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) in coastal waters of Japan. Raffles Bull Zool, 10: 35-42.

Yoshida Hideyoshi, Miki Shirakihara, Akira Takemura, Kunio Shirakihara. 1994. Development, sexual dimorphism, and individual variation in the skeleton of the finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in the waters of western Kyushu, Japan. Marine Mammal Science 10(3): 266-282.

Yoshida Hideyoshi, Kunio Shirakihara, Miki Shirakihara and Akira Takemura. 1995. Geographic Variation in the Skull Morphology of the Finless Porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in Japanese Waters, Fisheries Science 61(4): 555-558.

Yoshida, H., M. Yoshioka, M. Shirakihara & S. Chow. 2001. Population structure of finless porpoises (*Neophocaena phocaenoides*) in coastal waters of Japan based on mitochondrial DNA sequences. Journal of Mammalogy, 82(1): 123-130.

吉江香織. 1997. 飼育下におけるスナメリの社会行動. 動物園水族館雑誌, 39(1): 1-10.

Zhang C.I., K.J. Park, Z.G. Kim, and H.W. Sohn. 2004.Distribution and Abundance of Finless Porpoise (*Neophocaena phocaenoides*) in the West Coast of Korea. J Kor Fish Soc 37: 129-136.