

動物園水族館雑誌

Journal of Japanese Association of Zoos and Aquariums

Vol.52 No.2 March 2011



社団法人

日本動物園水族館協会

JAPANESE ASSOCIATION OF ZOOS AND AQUARIUMS

動 水 誌
J.J.A.Z.A.

[原著]

飼育下オウサマペンギンの性別
および繁殖ステージに関する血液化学値の変動

伊東隆臣, 三木真理子

大阪・海遊館

The Changes in Blood Chemistry Values due to Sex
and Reproductive Stage in King Penguins, *Aptenodytes patagonicus*

Takaomi Ito and Mariko Miki

Osaka Aquarium Kaiyukan

要 約

大阪・海遊館で飼育下の雌雄計13羽のオウサマペンギン *Aptenodytes patagonicus* に対して1年間を非繁殖期, 換羽期, 前産卵期および後産卵期の繁殖ステージに分けて採血を行い, 血液化学値の測定および分析を行った. 各繁殖ステージにおける雌雄間, および各性別における繁殖ステージにおいて, 様々な項目に有意差が認められた. 特に雌個体における中性脂肪 (TG), カルシウム (Ca), 無機リン (iP), マグネシウム (Mg) の4項目は前産卵期に, 乳酸脱水素酵素 (LDH) は換羽期から前産卵期まで, アルカリフォスファターゼ (ALP) は換羽期から後産卵期まで, 特徴的な測定値の上昇が認められた. また総蛋白 (TP) は雌雄共に換羽期に顕著に低値を示した. 一方, アミラーゼ (Amy) は雌雄共に換羽期において顕著に高値を示した. これら値の変化は繁殖生理と関連した変動と考えられた. また当館で過去に収集した血液データより, 雌の3歳齢以上でTG, Ca, iPの3項目に高値変動が認められ, 雌に関しては3歳齢で生殖器官が繁殖可能な状態になると推測された. これらの結果より, 3歳齢以上の雌個体では, 換羽後から産卵前までのTG (>256.1mg/dL), Ca (>10.76mg/dL), iP (>5.64mg/dL) を評価することで, オウサマペンギンの雌雄を推定することが可能であると思われる.

キーワード: オウサマペンギン, 血液化学値, 雌雄判別

はじめに

日本の動物園・水族館では多数のオウサマペンギン *Aptenodytes patagonicus* が飼育されており, 健康状態の指標として定期的に採血が行われている. しかしながら, これまでに, 飼育下個体の血液化学値に関する論文報告はなされていない.

一般的に鳥類の血液化学値は, 年齢, 性別, 換羽, 産卵, 渡り行動, 概日リズムなどの生理的条件下により変化することが知られている (Coles, 2002). そこで大阪・海遊館で飼育されているオウ

サマペンギンについて1年間にわたって定期的採血を行い、性別と繁殖ステージに関連した血液化学値の変動、過去に収集した血液データ分析に基づく年齢に伴う血液化学値の変化、および血液化学値の雌雄判別への応用検討に関する研究を行ったので報告する。

材料と方法

対象個体

大阪・海遊館で飼育されていたオウサマペンギン、雄6羽、雌7羽の計13羽(表1)を用い、血液化学値の年間変動を分析するために2004年12月～2005年11月(1年間)まで採血を行った。雄3羽(K-009, K-012, K-214)、雌3羽(K-200, K-202, K-213)の計6羽から最低1ヶ月に1回採血を行った。それ以外の雄3羽(K-001, K-014, K-116)と雌4羽(K-000, K-006, K-015, K-083)の計7羽は2005年の換羽終了後5月から6月ごろより11月まで採血を行った。ただし、換羽期と後産卵期は、異常な換羽および抱卵放棄を予防するために、個体の状態を見ながら判断した時期に採血を行った。

また年齢別の血液化学値の変動調査では、過去に採血を行った個体(1～4歳齢)のデータを用いた(表1)。

飼育環境

対象個体は大阪・海遊館の屋内ペンギン飼育施設(総床面積約70m²、プール水深5.38m、水量288m³)で海水飼育されていた。気温は2～3℃、水温は約11℃で、年間を通じて一定に保った。照明時間は、換羽および繁殖のために季節的な変化を人為的に調節した(表2)。海水は閉鎖式循環でろ過を行った。餌は、淡水解凍した冷凍シシャモと冷凍アジにVita-Zu Mammal Tablet Vitamin Supplement 5M26(Mazuri社製)を添加して、ハンドフィーディングによる飽食給餌(1日2回、10:30と15:00)を行った。

繁殖ステージの分類

繁殖ステージは、非繁殖期、換羽期、前産卵期、後産卵期の4期に分けて検討した。換羽期は換羽開始日から換羽終了日まで、前産卵期は換羽終了日から産卵日まで、後産卵期は実際に抱卵していたかを問わず産卵日より平均的な抱卵日数の54日(Williams *et al.*, 1991)後までとした。雄については、ペアとなった雌の産卵日から前産卵期と後産卵期を決定した。ただし、1個体の産卵が2個の場合、1卵目産卵後もTG, Ca, iP, Mgが高値を示したので、産卵間隔が54日以下の個体では2卵目の前産卵期を産卵間隔日数(<54日)とし、産卵間隔が54日以上個体では1卵目の後産卵期を同卵産卵日から54日、2卵目の前産卵期を1卵目産卵54日目から同卵産卵日までとした。

なお、K-083のみ換羽が認められなかったため、繁殖ステージに関して換羽期を設定せず、またTG, Ca, iP, Mgの顕著な高値より前産卵期を推定した。

採血

過去に採血した個体も含めて試験対象個体の採血は、摂餌による血液化学値への影響を考慮して、給餌前に行った。

採血は、1名が動物の体躯を横臥位にして膝の上で保定し、もう1名が採血を行う翼の保定を行った。保定後、ヘパリンで内筒をコートした3mLシリンジと24ゲージ注射針を用いて、尺骨静脈より採血を行った(図1)。

なお採血期間中、試験対象個体に健康上の異常は認められなかった。

血液検査

採取した血液は直ちに試験管(アークレイ社製)に移し、小型遠心分離器、スポットケムセントリフュージCF-9520(アークレイ社製)で102-229G、90秒間遠心分離して血漿を得た。その後臨床化学自動分析装置、スポットケムSP-4410(アークレイ社製)と電極式電解質分析装置、スポ

表1 個体情報

個体番号	K-001 ^a	K-009 ^a	K-012 ^a	K-014 ^a	K-116 ^a	K-214 ^a
性別	♂	♂	♂	♂	♂	♂
孵化年月日	1991.2月頃	1991.2月頃	不明	不明	1988.04.09	2001.10.11
出生地	野生	野生	野生	野生	不明	大阪・海遊館
育雛タイプ	人工	人工	自然	自然	不明	自然
年間血液化学値変動調査時の年齢	13-14歳	13-14歳	不明	不明	16-17歳	3-4歳

個体番号	K-000 ^{ab}	K-006 ^a	K-015 ^a	K-083 ^a	K-200 ^{ab}	K-202 ^a	K-211 ^b	K-213 ^{ab}	K-215 ^b
性別	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀
孵化年月日	1991.2月頃	1991.2月頃	不明	1988.04.02	1994.08.15	1995.08.16	2000.10.10	2001.10.10	2002.9.12
出生地	野生	野生	野生	不明	大阪・海遊館	大阪・海遊館	大阪・海遊館	大阪・海遊館	大阪・海遊館
育雛タイプ	人工	人工	自然	不明	人工	人工	人工	仮親	自然
年間血液化学値変動調査時の年齢	13-14歳	13-14歳	不明	16-17歳	10-11歳	9-10歳		3-4歳	
年齢別血液化学値変動調査時の年齢	4歳				1-2歳		2-4歳	1-4歳	1歳

a 年間血液化学値変動調査個体, b 年齢別血液化学値変動調査個体

表2 飼育水槽の照明スケジュール

	1月	2月	3月	4月	5月	6月
点灯	8:00	8:00	8:00	7:00	6:00	6:00
消灯	17:00	17:00	19:00	20:00	20:00	21:00
照明時間(時間)	9	9	11	13	14	15
	7月	8月	9月	10月	11月	12月
点灯	5:00	5:00	6:00	8:00	8:00	8:00
消灯	21:00	21:00	20:00	20:00	19:00	18:00
照明時間(時間)	16	16	14	12	11	10

ットケムSE-1510(アークレイ社製)で血液化学値の測定を行った。検査項目は、総蛋白(TP)、アルブミン(Alb)、グルコース(Glu)、アミラーゼ(Amy)、中性脂肪(TG)、総コレステロール(T-Cho)、血液尿素窒素(BUN)、尿酸(UA)、総ビリルビン(T-Bil)、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(AST)、アラニンアミノトランスフェラーゼ(ALT)、乳酸デヒドロゲナーゼ(LDH)、 γ -グルタミルトランスベプチダーゼ(GGT)、アルカリフォスファターゼ(ALP)、クレアチンフォスフォキナーゼ(CPK)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)、塩素(Cl)、



図1 採血の様子(尺骨静脈より採血)

カルシウム (Ca), 無機リン (iP), マグネシウム (Mg) の計21項目である。また遠心分離前の試験管よりヘマトクリット管に全血を採取し、約6,500Gで5分間遠心分離を行い、ヘマトクリット値 (HCT) を測定した。

なお、使用した分析機器の測定範囲外の結果を示した値に関しては、測定範囲の限界値とした (例: TG>500mg/dLと測定された場合、500mg/dLとした)。

統計学的分析

正規性の検定は χ^2 適合度検定 ($P<0.05$) を用いた。繁殖ステージに関する統計的有意性 ($P<0.05$) は、非繁殖期を対照としてSteelの多重比較検定により検討した。雌雄に関する統計的有意性 ($P<0.05$) は、Mann-WhitneyのU検定により検討した。

結 果

繁殖ステージごとに雌雄に分けて、各検査項目の中央値と四分位点、平均値と標準偏差を表3 (雄) および表4 (雌) に示した。雄の換羽期は1サンプルしか検体がなかったため、雄における非繁殖期と換羽期の検定、および換羽期における雌雄間の検定は行うことができなかった。

繁殖ステージごとの雌雄の検定 (表3, 4) では、非繁殖期においては、Amy, AST, ALT, LDH, ALP, CPK, K, Mg, HCTについて雌雄間に有意に差が認められた。前産卵期では、TP, TG, T-Cho, BUN, UA, AST, ALT, LDH, ALP, Na, K, Cl, Ca, iP, Mgについて有意に差が認められた。特にTG, ALP, Ca, iP, Mgについて雌雄で大きな差が認められた。後産卵期では、Glu, UA, T-Bil, LDH, ALP, Na, Ca, HCTについて有意に差が認められた。

それぞれの性別における非繁殖期を対照とした検定では、それぞれの繁殖ステージにおいて雌雄で違いが認められた。雌の繁殖ステージでの検定 (表4) では、換羽期でTP, Alb, T-Cho, UA, Na, Cl, HCTが有意に低い値を示し、Amy, LDHはそれぞれ2倍近い値を示し、有意に高い値であった。前産卵期では、Glu, T-Cho, UA, AST, ALT, HCTが有意に低い値を示したが、TG, LDH, ALP, Ca, iP, Mgの計6項目は逆に有意に高い値を示し、Caは約1.5倍、TGは約3倍、LDHは約2倍、ALPは約3倍、iPは約2倍、Mgは約1.2倍と増加していた。後産卵期では、T-Cho, T-Bilが有意に低い値を示し、Amy, ALPは有意に高い値を示した。特にALPは非繁殖期の約4倍近い高値を示した。一方、雄の繁殖ステージでの検定 (表3) において、前産卵期では、TP, Glu, T-Cho, ALT, Na, Caの計6項目が有意に低い値を示したが、ALPのみは逆に有意に高い値を示した。後産卵期では、Glu, T-Cho, ALT, Caが有意に低い値を示し、前産卵期と同様にALPのみが有意に高い値であった。

上記の結果より、雌全体ではTG, Ca, iP, Mgは前産卵期に、またLDHは換羽期から前産卵期において、そしてALPは前産卵期から後産卵期において非繁殖期より顕著に高値を示した (図2)。しかし、個体別に時系列に従って見ると、TG, Ca, iP, Mgは全個体が前産卵期のみに顕著に高値を示したのに対して、LDHは換羽期から前産卵期に高値と低値を繰り返すパターンが認められた。またALPは、前産卵期前後から後産卵期前後まで高値を示したが、個体により変動パターンが異なっていた (図3)。

また、雌雄共に特徴的な変動パターンが認められたTPとAmy値の結果を図4に示す。TPは雌雄共に換羽期に顕著に低値を示したのに対し、Amyは雌雄共に換羽期に顕著に高値を示した。

過去に、前産卵期と推定される時期に採血した1歳齢から4歳齢までのTG, Ca, iP, LDH, ALP, (Mgは過去に測定していなかったため含まず) のデータを図5に示した。Ca, TG, iPの3項目は1歳齢と2歳齢では低い値を示しているが、3歳齢以上になると高値を示した。一方、LDHは上記の3項目とは異なり、各年齢でほとんど変化を示さない傾向があった。ALPは年齢が若いほど高い値を示す傾向があった。

表3 雄の血液化学値

項目	繁殖ステージ							
	非繁殖期				換羽期			
	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN ± SD	vs ♀ ^a	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN ± SD	vs ♀ ^a vs非繁殖期 ^b
TP (g/dL)	27	4.6 (4.2-5.2)	4.73 ± 0.58		1	3.7 (n.d.)	n.d.	n.d.
Alb (g/dL)	27 ^c	1.2 (1.1-1.3)	1.22 ± 0.15		1 ^c	<1.0 (n.d.)	n.d.	n.d.
Glu (mg/dL)	27	204 (181-230)	211.3 ± 39.5 ^d		1	171 (n.d.)	n.d.	n.d.
Amy (IU/L)	27	463 (409-509)	467.9 ± 66.0 ^d	*	1 ^c	>800 (n.d.)	n.d.	n.d.
TG (mg/dL)	27	137 (96-203)	160.3 ± 91.9		1	261 (n.d.)	n.d.	n.d.
T-Chol (mg/dL)	27 ^c	321 (262-345)	314.4 ± 60.1 ^d		1	231 (n.d.)	n.d.	n.d.
BUN (mg/dL)	27 ^c	<5 (<5-5)	4.3 ± 0.5		1 ^c	<5 (n.d.)	n.d.	n.d.
UA (mg/dL)	27	9.2 (7.8-11.1)	9.81 ± 3.59 ^d		1	1.7 (n.d.)	n.d.	n.d.
T-Bil (mg/dL)	27	0.4 (0.3-0.5)	0.50 ± 0.40		1	0.2 (n.d.)	n.d.	n.d.
AST (IU/L)	27	158 (146-165)	158.5 ± 20.1 ^d	*	1	108 (n.d.)	n.d.	n.d.
ALT (IU/L)	27	92 (77-124)	101.2 ± 31.0 ^d	*	1	13 (n.d.)	n.d.	n.d.
LDH (IU/L)	27 ^c	137 (<113-168)	151.5 ± 45.9	*	1	262 (n.d.)	n.d.	n.d.
GGT (IU/L)	27 ^c	<10 (<10-<10)	15.7 ± 18.4		1 ^c	<10 (n.d.)	n.d.	n.d.
ALP (IU/L)	27	550 (477-675)	636.7 ± 252.0	*	1	725 (n.d.)	n.d.	n.d.
CPK (IU/L)	27	188 (136-304)	235.6 ± 152.6	*	1	94 (n.d.)	n.d.	n.d.
Na (mmol/L)	26	151 (149-153)	151.3 ± 3.2 ^d		1	147 (n.d.)	n.d.	n.d.
K (mmol/L)	26	4.8 (4.3-5.1)	4.78 ± 0.64 ^d	*	1	3.7 (n.d.)	n.d.	n.d.
Cl (mmol/L)	26	130 (116-140)	129.2 ± 14.3 ^d		1	118 (n.d.)	n.d.	n.d.
Ca (mg/dL)	27	9.8 (9.2-10.6)	9.80 ± 1.04 ^d		1	8.7 (n.d.)	n.d.	n.d.
iP (mg/dL)	27	3.9 (2.9-4.6)	3.84 ± 0.94 ^d		1	4 (n.d.)	n.d.	n.d.
Mg (mg/dL)	26	2.4 (2.4-2.5)	2.48 ± 0.27 ^d	*	1	2.3 (n.d.)	n.d.	n.d.
HCT (%)	14	52.0 (50.5-53.5)	51.39 ± 3.78	*	1	33.0 (n.d.)	n.d.	n.d.

項目	繁殖ステージ							
	前産卵期				後産卵期			
	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN ± SD	vs ♀ ^a vs非繁殖期 ^b	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN ± SD	vs ♀ ^a vs非繁殖期 ^b
TP (g/dL)	26	4.3 (4.0-4.7)	4.38 ± 0.43 ^d	* *	18	4.6 (4.4-4.8)	4.63 ± 0.33 ^d	
Alb (g/dL)	26 ^c	1.2 (1.0-1.3)	1.17 ± 0.16 ^d		18	1.2 (1.1-1.3)	1.22 ± 0.16	
Glu (mg/dL)	26	188 (170-207)	187.7 ± 28.7 ^d	*	18	193 (160-208)	188.4 ± 29.3 ^d	* *
Amy (IU/L)	26	429 (373-495)	419.4 ± 145.8 ^d		18	496 (178-535)	407.5 ± 183.4	
TG (mg/dL)	26	123 (98-177)	139.5 ± 50.2 ^d	*	18	115 (83-187)	137.0 ± 55.1 ^d	
T-Chol (mg/dL)	26 ^c	276 (254-297)	279.3 ± 30.8 ^d	* *	18	249 (233-300)	265.5 ± 41.1	*
BUN (mg/dL)	26 ^c	<5 (<5-<5)	4.3 ± 0.6	*	18 ^c	<5 (<5-<5)	4.3 ± 0.8	
UA (mg/dL)	26	10.2 (8.3-12.5)	10.58 ± 3.60 ^d	*	18	7.6 (3.5-9.3)	7.74 ± 4.13 ^d	*
T-Bil (mg/dL)	26 ^c	0.3 (0.3-0.4)	0.35 ± 0.16		18	0.3 (0.3-0.4)	0.36 ± 0.19	*
AST (IU/L)	26	148 (123-173)	153.1 ± 35.3 ^d	*	18	149 (93-192)	151.2 ± 50.4 ^d	
ALT (IU/L)	26	74 (65-98)	81.9 ± 27.4	* *	18	69 (35-85)	67.7 ± 33.2 ^d	*
LDH (IU/L)	26 ^c	149 (<113-197)	159.0 ± 46.4 ^d	*	18 ^c	172 (<113-194)	169.2 ± 56.5 ^d	*
GGT (IU/L)	26 ^c	<10 (<10-<10)	10.7 ± 7.1		18 ^c	<10 (<10-<10)	11.1 ± 9.0	
ALP (IU/L)	26	750 (547-902)	887.3 ± 457.7	* *	18	767 (539-1006)	827.1 ± 310.2 ^d	* *
CPK (IU/L)	26	182 (88-319)	261.8 ± 229.9		18	175 (73-478)	275.2 ± 225.3	
Na (mmol/L)	25	148 (144-149)	147.4 ± 3.8 ^d	* *	15	149 (145-153)	149.3 ± 4.0 ^d	*
K (mmol/L)	25	4.6 (4.2-5.3)	4.88 ± 0.84 ^d	*	15	4.4 (3.9-4.7)	4.50 ± 0.61 ^d	
Cl (mmol/L)	25	136 (129-143)	136.4 ± 10.5 ^d	*	15	131 (120-138)	129.7 ± 8.5 ^d	
Ca (mg/dL)	26	8.9 (8.6-9.5)	9.17 ± 0.68 ^d	* *	18	8.8 (8.4-9.0)	8.75 ± 0.41 ^d	*
iP (mg/dL)	26	4.3 (3.9-4.5)	4.15 ± 0.61 ^d	*	18	3.5 (3.1-3.9)	3.56 ± 0.60 ^d	
Mg (mg/dL)	26	2.4 (2.3-2.5)	2.45 ± 0.19	*	18	2.4 (2.2-2.5)	2.41 ± 0.21 ^d	
HCT (%)	7	51.0 (38.0-53.0)	48.29 ± 6.10		6	54.0 (49.0-55.0)	53.75 ± 2.96	*

a *の付いた項目には、各繁殖ステージの雌に対してP<0.05で有意差あり

b *の付いた項目には、非繁殖期に対してP<0.05で有意差あり

c 測定範囲外の値を含む

d 正規分布 (P<0.05)

表4 雌の血液化学値

項目	繁殖ステージ							
	非繁殖期				換羽期			
	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN±SD	vs ♂ ^a	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN±SD	vs ♂ ^a vs非繁殖期 ^b
TP (g/dL)	29	4.7 (4.4-4.9)	4.67±0.42 ^d		3	2.8 (n.d.)	3.03±0.49	n.d. *
Alb (g/dL)	29 ^c	1.2 (1.0-1.3)	1.18±0.16		3 ^c	<1.0 (n.d.)	0.90±0.00	n.d. *
Glu (mg/dL)	29	225 (196-249)	224.6±38.1 ^d		3	201 (n.d.)	202.3±16.0	n.d.
Amy (IU/L)	28	372 (355-406)	384.5±60.3 ^d	*	3	610 (n.d.)	613.7±121.5	n.d. *
TG (mg/dL)	29	144 (117-170)	153.3±59.2		3	183 (n.d.)	165.0±32.9	n.d.
T-Cho (mg/dL)	29 ^c	297 (275-333)	304.5±46.6 ^d		3	195 (n.d.)	199.3±16.0	n.d. *
BUN (mg/dL)	29 ^c	<5 (<5-<5)	4.1±0.3		3 ^c	<5 (n.d.)	4.0±0.0	n.d.
UA (mg/dL)	29	8.1 (6.6-10.1)	8.64±3.01 ^d		3	3.7 (n.d.)	3.90±0.62	n.d. *
T-Bil (mg/dL)	29	0.4 (0.3-0.5)	0.42±0.23		3	0.2 (n.d.)	0.23±0.06	n.d.
AST (IU/L)	29	136 (117-152)	135.5±23.2 ^d	*	3	121 (n.d.)	123.0±30.1	n.d.
ALT (IU/L)	29	81 (61-94)	80.4±25.5 ^d	*	3	32 (n.d.)	48.3±34.5	n.d.
LDH (IU/L)	29 ^c	<113 (<113-136)	139.7±68.5	*	3	215 (n.d.)	250.7±119.6	n.d. *
GGT (IU/L)	29 ^c	<10 (<10-<10)	11.7±8.7		3 ^c	<10 (n.d.)	9.7±1.2	n.d.
ALP (IU/L)	29	862 (712-1452)	1191.0±741.4	*	3	1246 (n.d.)	1302.0±626.9	n.d.
CPK (IU/L)	28	161 (119-220)	165.6±96.6 ^d	*	3	69 (n.d.)	137.0±135.5	n.d.
Na (mmol/L)	22	151 (148-154)	151.2±3.4 ^d		3	142 (n.d.)	143.7±3.8	n.d. *
K (mmol/L)	22	4.2 (3.7-4.7)	4.24±0.75 ^d	*	3	3.5 (n.d.)	4.10±1.13	n.d.
Cl (mmol/L)	22	128 (123-135)	128.3±6.9 ^d		3	108 (n.d.)	107.7±2.5	n.d. *
Ca (mg/dL)	29	10.1 (8.8-10.7)	9.97±1.16 ^d		3	8.6 (n.d.)	8.73±0.32	n.d.
iP (mg/dL)	29	3.4 (3.0-3.8)	3.48±0.68 ^d		3	4.3 (n.d.)	4.57±0.74	n.d.
Mg (mg/dL)	28	2.3 (2.1-2.5)	2.34±0.22 ^d	*	2	2.0 (n.d.)	2.00±0.00	n.d.
HCT (%)	11	49.0 (47.0-50.5)	48.68±3.44 ^d	*	3	37.0 (n.d.)	36.83±5.75	n.d. *

項目	繁殖ステージ							
	前産卵期				後産卵期			
	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN±SD	vs ♂ ^a vs非繁殖期 ^b	n	MEDIAN (25TH-75TH)	MEAN±SD	vs ♂ ^a vs非繁殖期 ^b
TP (g/dL)	46	4.7 (4.4-5.1)	4.76±0.55 ^d	*	29	4.7 (4.3-5.0)	4.76±0.54 ^d	
Alb (g/dL)	46 ^c	1.2 (1.0-1.3)	1.18±0.16 ^d		29 ^c	1.2 (1.1-1.4)	1.22±0.17	
Glu (mg/dL)	46	183 (171-196)	185.9±20.5 ^d	*	29	208 (190-225)	210.6±25.3 ^d	*
Amy (IU/L)	46	426 (349-487)	426.4±100.7 ^d		29	429 (378-489)	445.1±87.2	*
TG (mg/dL)	46 ^c	>500 (>500->500)	482.98±57.84	*	29 ^c	124 (99-151)	154.6±93.0	
T-Cho (mg/dL)	46 ^c	259 (233-281)	262.0±44.3 ^d	*	29	244 (222-260)	243.8±31.2 ^d	*
BUN (mg/dL)	46 ^c	<5 (<5-<5)	4.0±0.0	*	29 ^c	<5 (<5-5)	4.7±2.1	
UA (mg/dL)	46	6.4 (4.6-7.9)	6.45±2.63 ^d	*	29	10.8 (6.6-12.4)	9.79±3.52 ^d	*
T-Bil (mg/dL)	46 ^c	0.3 (0.3-0.4)	0.36±0.16	*	29 ^c	0.3 (0.2-0.3)	0.30±0.18	*
AST (IU/L)	46	82 (73-94)	86.5±20.8	*	29	137 (96-156)	129.9±31.3	*
ALT (IU/L)	46	46 (34-61)	51.4±23.0	*	29	76 (48-97)	75.4±34.7 ^d	
LDH (IU/L)	46 ^c	192 (146-276)	245.0±151.3	*	29 ^c	113 (<113-146)	143.1±69.9	*
GGT (IU/L)	46 ^c	<10 (<10-<10)	11.5±7.0		29 ^c	<10 (<10-<10)	10.6±6.1	
ALP (IU/L)	46 ^c	2602 (1960->4000)	2744.8±961.9	*	29 ^c	3654 (1918->4000)	3050.7±1125.3	*
CPK (IU/L)	46	132 (93-211)	170.8±111.7		29	130 (93-166)	149.7±86.6	
Na (mmol/L)	44	151 (148-153)	150.4±3.3 ^d	*	25	153 (150-154)	152.5±3.1 ^d	*
K (mmol/L)	44	4.4 (4.1-4.7)	4.42±0.45 ^d	*	25	4.2 (3.9-4.8)	4.30±0.50	
Cl (mmol/L)	44	125 (122-131)	127.1±7.5	*	25	126 (120-130)	125.0±7.5 ^d	
Ca (mg/dL)	46	14.7 (13.3-15.5)	14.28±1.78 ^d	*	29	9.2 (8.7-10.0)	9.57±1.26	*
iP (mg/dL)	46	6.5 (5.7-7.2)	6.56±1.45 ^d	*	29	3.6 (3.1-4.3)	3.77±0.82 ^d	
Mg (mg/dL)	42	2.8 (2.7-3.0)	2.81±0.29	*	29	2.4 (2.2-2.5)	2.35±0.24 ^d	
HCT (%)	16	44.3 (42.5-49.0)	44.66±4.38 ^d	*	12	48.0 (47.0-50.0)	48.71±2.54 ^d	*

a *の付いた項目には、各繁殖ステージの雌に対してP<0.05で有意差あり

b *の付いた項目には、非繁殖期に対してP<0.05で有意差あり

c 測定範囲外の値を含む

d 正規分布 (P<0.05)

考 察

雌雄間での血液化学値の違いは各繁殖ステージで認められたが、特に前産卵期においては15項目で認められた。また、雌では繁殖ステージ間の、特に前産卵期と非繁殖期においては12項目で違いが認められた。これらの結果は、産卵直前の雌のマガモ *Anas platyrhynchos* が、産卵のための内分泌や摂餌量などの変化によって、同時期の雄や、非繁殖期の雌の血液化学値とは、多くの項目が顕著に異なる結果になるという記述 (Fairbrother *et al.*, 1990) と一致する。特にオウサマペンギンの雌の血液化学値では、繁殖ステージ間の変動が顕著に認められた値はTG, LDH, ALP, Ca, iP, Mgであった。さらに、これらのうちTG, Ca, iP, Mgは前産卵期のみで顕著に高い値を示した。

鳥類におけるCaは、炭酸カルシウムとして卵殻の主要成分を構成している (吉村, 2000)。一般的に鳥類において、卵殻形成のため排卵の数日から数週間前に認められる血中エストロゲン濃度の上昇が、カルシウム結合性蛋白の産生と共に高カルシウム血症を誘発し、排卵時までに血清Ca値は9-20mg/dLあるいは30mg/dL近くまで上昇する (Christal and Susan, 2002)。今回認められた前産卵期のCa値の有意な上昇はこの報告と一致しており、オウサマペンギンにおける前産卵期の高カルシウム血症は卵殻形成に起因しているものと推測される。

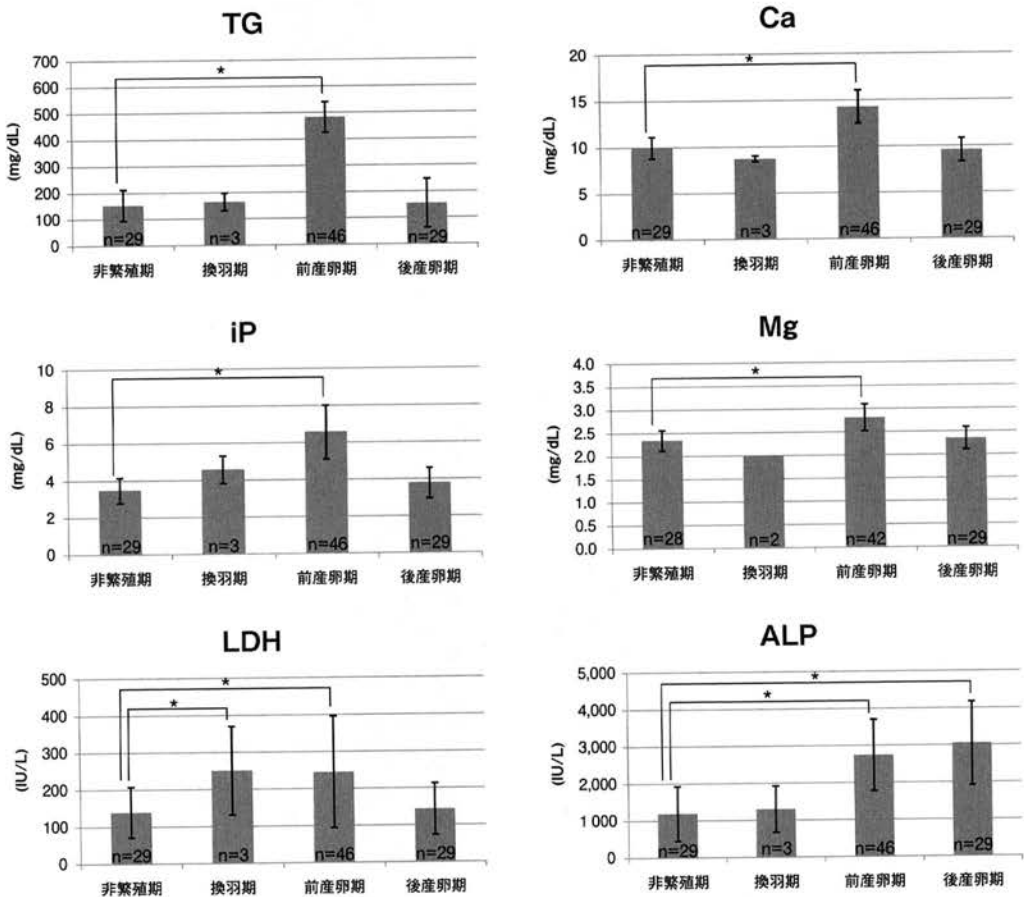


図2 雌の各繁殖ステージにおけるTG, Ca, iP, Mg, LDH, ALP値
*P<0.05で有意差あり

Caの変動と同様に、iP、Mgも前産卵期で有意に上昇している。卵殻形成のために骨中のCaが血中へ移行する際、同時にiPも移行し（Morgin and Sauveur, 1979）、また、CaやiPと同様にMgが血中から卵管卵殻腺部を介して卵殻に移行すると報告されている（Waddell *et al.*, 1991）ことから、前産卵期の雌におけるiPとMgの上昇も、Caと共に卵殻形成に関連していると考えられる。

TGもCa、iP、Mgとはほぼ同様の変動を示した。雌鶏 *Gallus gallus domesticus* の産卵時期では、卵黄前駆物質が血液を介して卵巣に運ばれるため、血液中の脂質含量は未成熟鶏や雄鶏より著しく高いという報告があり（三船ほか, 1999, 吉村, 2000）、飼育下オウサマペンギンにおいても、産卵直前の前産卵期には卵黄形成のために血中TGが著しく高値を示していると考えられる。

LDHとALPはTG、Ca、iP、Mgとは異なった変動を示した。雌のLDHは換羽期から前産卵期

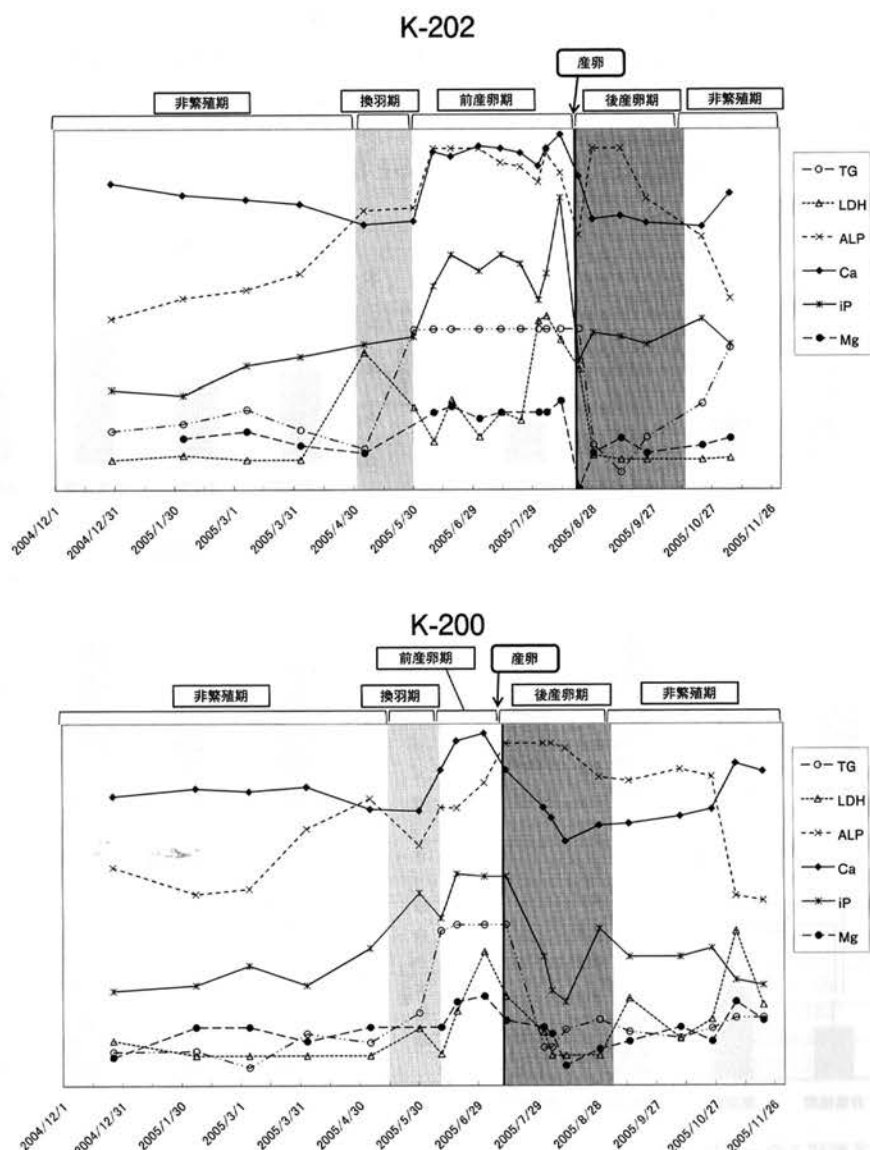


図3 雌におけるTG、LDH、ALP、Ca、iP、Mg値の変動例

の間で高値を示し、特に前産卵期で顕著に上昇している（図2，3）。一方、雄では、換羽期の1サンプルのみだが、雌と同様にLDHが262IU/Lと高値を示している。雌雄のオウサマペンギンは換羽期のLDHが上昇するが、一般的に鳥類のLDHは筋組織と表皮を含む様々な器官に存在しており、幼鳥の成長期、あるいは成鳥の換羽期に上昇するという報告（Lewandowski *et al.*, 1986；Fairbrother *et al.*, 1990）と一致する。雌の前産卵期のLDHの顕著な上昇は、TG、Ca、iP、Mgのように高い値を持続するのではなく、低値と高値を繰り返すという特徴が認められた。雄の前産卵期にLDHの上昇が認められていないことから、雌の前産卵期におけるLDHの上昇は、直前の換羽の影響によるものではなく、雌の生殖器官の発育と関連しているものと推測される。しかし、マガモでは産卵直前のLDHの上昇は認められておらず（Fairbrother *et al.*, 1990）、また産卵鶏におい

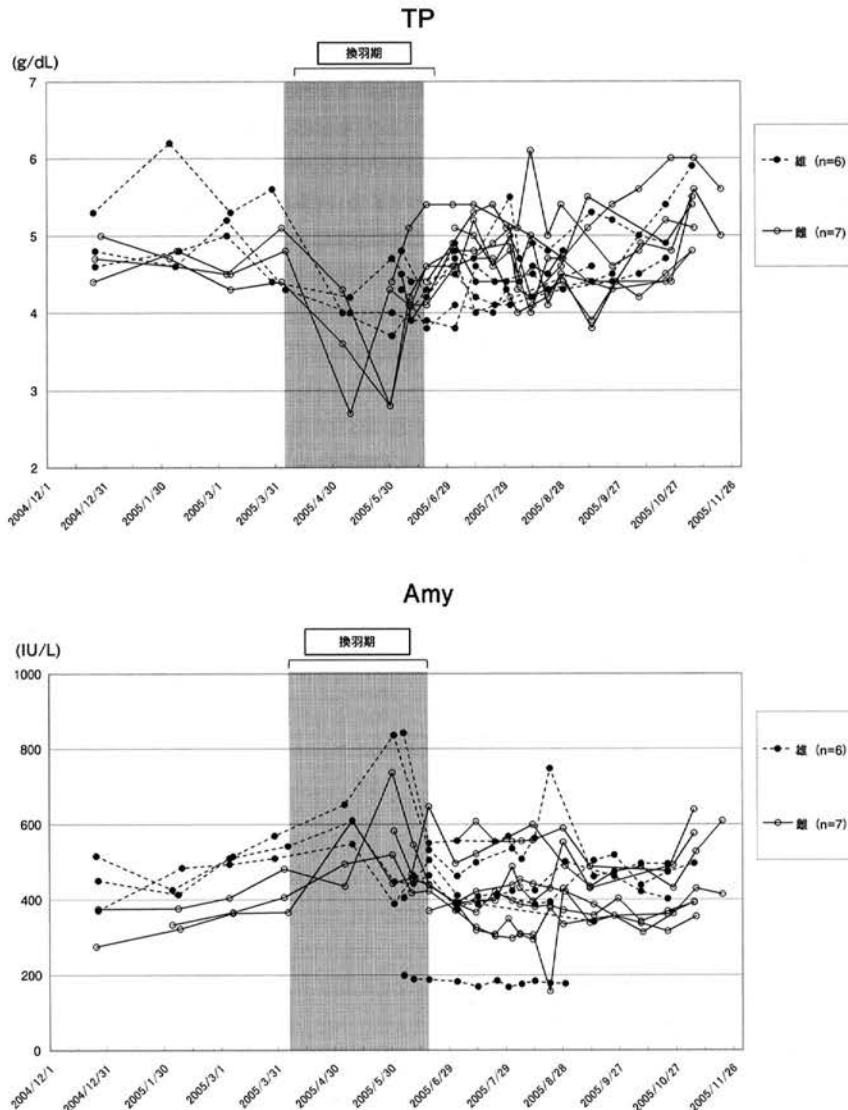


図4 雌雄におけるTPおよびAmy値の変動

でも同様に認められていない（三船ほか，1999）ことから，オウサマペンギンのLDHの変動については今後さらに調べる必要がある。

ALPに関しては，前産卵期から後産卵期まで高い値を示した．鳥類におけるALPの上昇は，骨の成長と修復，骨髄炎，栄養性二次性上皮小体機能亢進症，排卵活動によって起こる（Jones, 1999）．排卵活動でALPが上昇するのは，卵殻形成と関連した骨芽細胞の活性と骨変化によるものと報告されており（Harr, 2002），今回のオウサマペンギンにおけるALPの上昇も，同様の変化によるものと推測される．しかし今回の雌7羽で上昇したALPでは，TG, Ca, iP, Mgのように換羽直後から産卵直前まで継続的に上昇し，産卵直前に下降，産卵後に再び上昇するパターン（図3，個体番号K-202）と，換羽直後より緩やかに上昇し始め，産卵時にピークとなり，その後緩やかに下降していくパターン（図3，個体番号K-200）の2通りの変動が認められた．これらの変動の違いに産卵数，抱卵期間，換羽の有無，他の測定項目との関連性は認められず，なぜこのような違いがあるのかは不明である．

一方，雌雄ともに特徴的な変動が認められた項目として，TPとAmyが挙げられる（図4）．TPは雌雄共に換羽期に顕著に低い値を示した．鳥類での低タンパク血症は，肝障害，貧血，出血，栄養失調，飢餓，消化器疾患による吸収不良，消化管内寄生虫症，糸球体腎炎，重度の外傷，長期ストレス，急性鉛中毒，慢性感染症等で認められている（Coles, 2002）．同時期のGluに関して顕著な違いは認められなかったが，ハゴロモガラス *Agelaius phoeniceus* では冬季にGluの低下を伴わないTPの低下が認められ，このTPの低下は冬季のストレスか，飢餓によるものと報告されている（Hill and Murray, 1987）．オウサマペンギンでも同様に，換羽期に水中に入ることができないため不摂餌となり，また換羽のための代謝の亢進などが関与して低タンパク血症を呈したと推定された．

一方，TPの変動に反して，Amyは雌雄共に換羽期において高い値を示している．鳥類のAmy

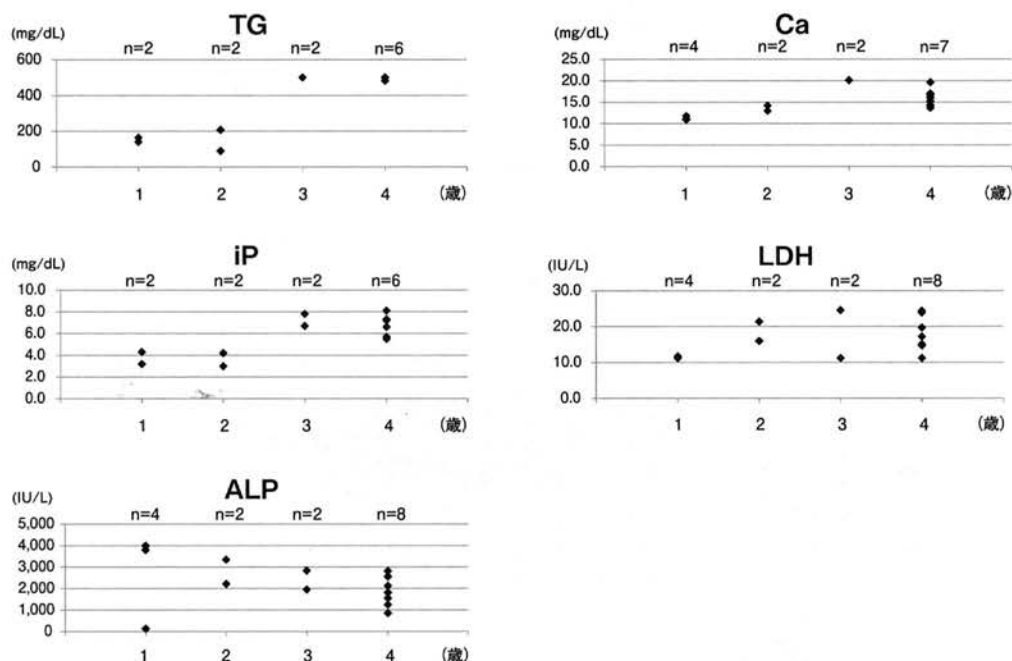


図5 1-4歳齢の雌個体における前産卵期のTG, LDH, ALP, Ca, iP値

は、脾臓、肝臓、小腸由来であり (Jones, 1999)、急性脾炎、重度の腸炎、神経性胃拡張において Amy の上昇が認められたという報告があるが、その他では Amy に関する情報は少ない (Hochleithner, 1994)。今回のオウサマペンギンに認められた換羽期の Amy の上昇は、換羽時の絶食に伴う脾臓あるいは小腸の生理的変化や、卵黄形成に伴う肝機能亢進などに関連性があると推測されるが詳細は不明であり、今後さらに調べる必要がある。

例数は少ないが、1 歳齢から 4 歳齢までの雌の前産卵期における TG, Ca, iP, ALP において、年齢による違いが認められた (図 5)。TG, Ca, iP については、1 歳齢と 2 歳齢では低値を示し、3 歳齢以上では高値を示していることより、3 歳齢より雌生殖器官が繁殖可能な状態になると推測される。これは、クロゼ諸島に生息するオウサマペンギンにおいて、2 歳齢では繁殖が認められず、3 歳齢から繁殖を開始するという報告 (Williams *et al.*, 1991) と合致する。また、過去に Mg の測定を行っていなかったので今後詳細を調べる必要があるが、雌の成鳥での TG, Ca, iP, Mg の連動から考えて、おそらく 1-2 歳齢の Mg も Ca, iP, TG と同様に低値を示すと推測される。一方、年齢が低いほど ALP が高値を示したのは、前述のように幼鳥時の骨の成長に伴うものと思われる。また 1-2 歳齢の LDH も、幼鳥の成長期に関連して高値を示していると推測される。

これらの結果より、3 歳齢以上の個体の前産卵期における TG, Ca, iP の顕著な高値を確認することで、オウサマペンギンの雌雄を推定することが可能と思われる。前産卵期の TG, Ca, iP の値が正規分布型であると仮定して、この時期の TG, Ca, iP の測定結果より雄個体を雌個体だと誤って判別する危険率を算出した結果、各項目における誤判断の危険率が 1 % 以下を満たす条件として、TG が 256.1 mg/dL 以上、Ca が 10.76 mg/dL 以上、iP が 5.64 mg/dL 以上となり、この 3 項目全てがこの条件を満たせば、99.9999 % の確率で雌個体であると判断できる。これまで、オウサマペンギンを含む鳥類の内、外見での雌雄判別が困難な種では、繁殖行動の観察、総排泄腔鏡や腹腔鏡を用いた性別判定 (Samour, 2003) や、性ホルモン測定 (Seutin *et al.*, 1991) などによる雌雄判別の他、今日では PCR 法が頻繁に用いられている。最終的にはこの PCR 法で雌雄の確定を行うべきであるが、しばしば技術的あるいは経済的な問題が発生する。そこで、健康管理のための採血の際に得られる血液化学値の中から、上述の血中 TG, Ca, iP 値の指標による雌雄判別も有効だと思われる。

謝 辞

本研究にあたり資料文献を提供して頂いた三重大学大学院魚類増殖学研究室吉岡基教授に深謝いたします。また、本研究にご協力いただいた大阪・海遊館飼育展示部職員の方々に謝意を申し上げます。

ABSTRACT

In Osaka Aquarium Kaiyukan, blood samples were collected from 13 king penguins, *Aptenodytes patagonicus* of both sexes for a year to measure and analyze blood chemistry by non-reproductive stage, molting stage, pre-egg laying stage, and post-egg laying stage. Various parameters differed significantly by sex in each reproductive stage and among the reproductive stages of each sex. Especially in females, a significant increase in values was found in four parameters, i.e., triglyceride (TG), calcium (Ca), phosphorus (iP), and magnesium (Mg) during the pre-egg laying stage, in the parameter of lactate dehydrogenase (LDH) from the molting stage to the pre-egg laying stage, and in the parameter of alkaline phosphatase (ALP) from the molting stage to the post-egg laying stage. The values of total protein (TP) in both sexes during the molting stage were extremely low; however, the values of amylase (Amy) in

both sexes during the molting stage were extremely high. Such differences are considered to be related to the reproductive physiology and molting physiology. According to the blood data collected in the past, changes were found in TG, Ca and iP of females which were three years old or more; therefore, reproductive organs of females above three years old seem to have reached sexual maturity. From these results, sex determination of king penguin aged three years or older could be estimated by analyzing TG ($>256.1\text{mg/dL}$), Ca ($>10.76\text{mg/dL}$), and iP ($>5.64\text{mg/dL}$) during the pre-egg laying stage.

引用文献

- Christal, G. P., and Susan, E. O. (2002) : Avian reproductive anatomy, physiology and endocrinology. *Vet. Clin. North. Am. Exot. Anim. Pract.*, 5(3) : 441-474.
- Coles, B. H. (2002) : 臨床技術の詳細. In パード・クリニック・プラクティス 鳥の治療と看護 : 57-58, インターズー, 東京.
- Fairbrother, A., Craig, M. A., Walker, K. and O'Loughlin, D. (1990) : Changes in mallard (*Anas Platyrhynchos*) serum chemistry due to age, sex, and reproductive condition. *Journal of Wildlife Diseases*, 26(1) : 67-77.
- Harr, K. E. (2002) : Clinical Chemistry of Companion Avian Species : A Review. *Vet. Clin. Pathol.*, 31(3) : 140-151.
- Hill, E. F. and Murray, H. C. (1987) : Seasonal Variation in Diagnostic Enzymes and Biochemical Constituents of Captive Northern Bobwhites and Passerines. *Comp. Biochem. Physiol. B.*, 87(4) : 933-940.
- Hochleithner, M. (1994) : Biochemistries In *Avian Medicine : Principles and Application* : 223-245, Ritchie, B. W., Harrison, G. J. and Harrison, L. R. (ed), Wingers Publishing INC., Lake Worth, Florida.
- Jones, M. P. (1999) : Avian Clinical Pathology. *Vet. Clin. North. Am. Exot. Anim. Pract.*, 2(3) : 663-687.
- Lewandowski, A. H., Campell, T. W. and Harrison, G. J. (1986) : Clinical Chemistry In *Clinical Avian Medicine and Surgery* : 192-200, Harrison, G. J. and Harrison, L. R. (ed), Saunders company, Philadelphia, Pennsylvania.
- 三船和恵, 笠原 猛, 篠原啓子, 先川香緒里 (1999) : 採卵鶏の血液生化学的性状の推移. 徳島畜産研究報告書, 40 : 1-17.
- Morgin, P. and Sauveur, B. (1979) : Plasma Inorganic Phosphorus Concentration during Egg-shell Formation. *British Poultry Science*, 20(4) : 401-412.
- Samour, J., (2003) : 臨床検査および診断手順. In エイビアン・メディスン 鳥類臨床のすべて : 69-71, インターズー, 東京.
- Seutin, G., White, B. N. and Boag, P. T (1991) : Preservation of Avian Blood and Tissue Samples for DNA Analysis. *Can. J. Zool.*, 69 : 82-90.
- Waddell, A. L., Board, R. G., Scott, V. D. and Tullett, S. G. (1991) : Role of Magnesium in Egg Shell Formation in the Domestic Hen. *British Poultry Science*, 32(4) : 853-864.
- Williams, T. D., Davies, J. N., Boersma, P. D., Busby, J., and Wilson, R. P. (1999) : キングペンギン. In *ペンギン大百科* : 252-266, 平凡社, 東京.
- 吉村幸則 (2000) : 家禽の一般生理. In *家禽学* : 19-29, 奥村純市・藤原 昇編, 朝倉書店, 東京.
- [2009年9月11日受付, 2010年8月21日受理]

[原著]

相模湾湯河原沖で捕獲された雌のメガマウスザメ
—内部形態および寄生虫—

金子和久¹, 中井 武¹, 倉持利明², 佐藤寅夫³, 藤田 清⁴, 樺澤 洋¹

¹京急油壺マリンパーク, ²国立科学博物館, ³元東京大学, ⁴元東京海洋大学

Female Megamouth Shark, *Megachasma pelagios* Captured off Yugawara,
Kanagawa Pref., Sagami Bay – Internal Characters and Parasites –

Kazuhisa Kaneko¹, Takeshi Nakai¹, Toshiaki Kuramochi², Torao Sato³, Kiyoshi Fujita⁴
and Hiroshi Kabasawa¹

¹Keikyu Aburatsubo Marine Park, ²National Museum of Nature and Science,

³Formerly the University of Tokyo,

⁴Formerly Tokyo University of Marine Science and Technology

要 約

2006年5月2日早朝、相模湾の湯河原沖の定置網(35°08'228N, 139°08'339E)で捕獲された雌のメガマウスザメ *Megachasma pelagios* (全長5,688mm, 体重1,105.3kg) は、同月4日から9月23日まで凍結保存された。本個体は9月25日に京急油壺マリンパークの海水プールに移して解凍しつつ外形計測を行った(中井ほか, 2010)。解剖は9月27日に行ったが、本報告では同個体の主な内臓と骨格および寄生虫について述べ、既往の報告と比較検討した。

胃はJ型で幅広い噴門部と細い幽門部からなる。胃内には暗赤色の液体と甲殻類の殻と思われる破片が認められた。腸は環状の螺旋腸で、螺旋弁の回転数は23であった。肝臓は非常に大きく、比肝重値は6.11%で、これまでの記録の中では最大の値である。卵巣の長さは290mm, 幅200mm, 重さ2,600gで、卵巣内には直径3~5mmの卵母細胞が多数認められた。卵殻腺および子宮の長さや幅は既往の報告(Castro *et al.*, 1997; Nakaya *et al.*, 2008)にある未成熟個体と成熟雌個体のほぼ中間の値であった。子宮内には卵殻や胎仔は見られなかった。本研究で初めて記載された心臓球内の弁は3列で、本種が属するネズミザメ目の他科のサメと同数であった。螺旋腸からは2種の条虫が得られ、*Corrugatocephalum ouei*と*Mixodigma leptaleum*であると同定された。脊椎骨数は148であった。下顎のメッケル軟骨の縫合部に、本種では未記載のしゃもじ形をした軟骨(長さ145mm, 最大の幅と厚さはそれぞれ76mm, 20mm)があり、この“しゃもじ形軟骨(仮称)”の前部は繊維性結合組織でメッケル軟骨の縫合部に密着し、この軟骨の卵形部の左右には斜め後方に向かう強靱な靱帯が付着していた。

キーワード: メガマウスザメ, 消化器官, 生殖器官, 骨格, 寄生虫

連絡責任者: 樺澤 洋(京急油壺マリンパーク) 〒238-0225 神奈川県三浦市三崎町小網代1082

Corresponding author: Hiroshi Kabasawa (Keikyu Aburatsubo Marine Park) 1082, Koajiro, Misaki-cho, Miura-shi, Kanagawa 238-0225, Japan

はじめに

本研究の対象であるメガマウスザメ *Megachasma pelagios* (ネズミザメ目：メガマウスザメ科) は、捕獲された時点(2006年5月2日)では世界で37番目の記録*となる。捕獲、収容、凍結保存、解凍、解剖、そして剥製資料の公開展示に至るまでの概要、および日本近海における出現記録については樺澤ほか(2009)で、外部形態については中井ほか(2010)で述べた。本研究では内部形態の計測を行い、既往の同種他個体計測値と比較すると共に、螺旋腸内に認めた寄生虫についても報告する。

材料と方法

外部・内部形態の観察、計測および解剖は、京急油壺マリンパークに設置した円形のコンクリートプール(直径7m、深さ1.5m)を使用した。2006年9月25日9時に木製角材と鉄パイプで補強したベニヤ板(厚さ25mm)の上に凍結した本個体を置き、海水プールにクレーンで垂下して海水内で解凍(9月25日)する一方、海水の浮力を利用して標本を移動、回転して体部外形を計測した(同月26日)。解剖および内部形態の観察はプールの海水を落水して行った(同月27日)。

本個体の腹部を上にし、総排泄腔の少し上部からメスを入れ、体腔部を切り開いた。解剖は消化器官、生殖器官、心臓の順に進めた。各器官ごとに分離・摘出し、計測可能なものは大きさや重量を記録した。消化器官は、後日詳細な調査を行うため、内腔に原液ホルマリンを注入した後、器官全体を10%ホルマリン液に保存した。骨格は剥製作成過程で部位ごとに取り出し、10%中性ホルマリン液で固定した。骨格標本に付着した筋・結合組織は有鉤ピンセットとハサミを用いて剥離した。骨格の名称および計測法はTaylor *et al.* (1983) およびCompagno (1988, 1990) に従った。咽頭突起標本は5%硝酸液にて脱灰後、組織切片を作成し、Bielschowskyの神経渡銀染色を施して検鏡した。寄生虫調査は標本個体の凍結前から解剖終了に至る全ての過程で実施した。体表、鰓、腹腔、心臓、生殖腺などにおいては肉眼的に探查し、消化管および胆嚢においては、ホルマリン固定後の詳細解剖を行う際に、内腔液および内容物をすべて採取し、肉眼および実体顕微鏡を用いて採集した。螺旋腸から得られた寄生虫は2枚のスライドグラスで圧平し、カルミン染色、脱水、クレオソートによる透徹を施した後、バルサム封入して検鏡した。

本種の体内諸器官に関する既報には、その出現記録地名から、ハワイ個体(雄, holotype, 全長4,460mm : Taylor *et al.*, 1983), 福岡県博多湾個体(雌, 全長4,710mm : Yano *et al.*, 1997a), および三重県三木崎沖個体(雌, 全長5,440mm : Yano *et al.*, 1999 ; Nakaya *et al.*, 2008) がある。本報告では上記3個体を、それぞれハワイ個体、博多湾個体および三木崎沖個体と呼び、各種計測値を比較しながら論議する。

結果および考察

それぞれの計測項目、およびその値をTable 1 およびTable 2 に記載した。

腹部中央付近では、外皮から皮下組織までの厚さが24.5mm、さらに深層の筋肉層は33.5mmあり、外皮から腹腔内面までの厚さは約60mmである。

消化系

口腔の奥の咽喉部は黒青色。咽喉部には盲嚢状の咽頭突起(pharyngeal process : Yano *et al.*, 1999) が多数散在した(Fig. 1 A-a, B-a)。その組織像を検鏡すると、よく発達した神経繊維が分布する(Fig. 1 C)。胃はJ形(Fig. 2 A-a, B-a)で、噴門部は柔軟で幅広く、長さは900mm、

*Florida Museum of Natural History. Distribution Table of Confirmed Megamouth Shark Sightings.
(<http://www.flmnh.ufl.edu/fish/sharks/megamouth/tablemega.htm>)

Table 1 Size and weight of selected viscera of the megamouth shark.

Author	Present		Yano <i>et al.</i> (1997a) ; Castro <i>et al.</i> (1997)		Yano <i>et al.</i> (1999)	
Locality sex	Off Yugawara, Kanagawa female		Hakata Bay, Fukuoka female		Off Mikizaki, Mie female	
	length (%)	weight (%)	length (%)	weight (%)	length (%)	weight (%)
Total length(mm):Body weight(kg)	5,688(100%)	1,105(100%)	4,710(100%)	790(100%)	5,440(100%)	1,040(100%)
Stomach : length of cardiac portion	900(15.8)		820(17.4)			
of pyloric portion	610(10.7)		600(12.7)			
: width at cardiac portion	310(5.5)					
at pyloric portion	61(1.1)					
total weight				3.7(0.47)		6.15(0.59)
Intestine : length; weight	965(17.0)		1,130(24.0)	9.0(1.14)		
: width at anterior part	168(3.0)		100(2.1)			8.750(0.841)
at middle part	175(3.1)		140(3.0)			
at posterior part	147(2.6)		85(1.8)			
Spleen : length ; weight	830(14.6)		915(19.4)	1.0(0.12)		
Liver : left lobe length	1,275(22.4)		980(20.8)			
maximum width	410(7.2)		370(7.9)			
: right lobe length	1,285(22.6)		980(20.8)			
maximum width	370(6.5)		370(7.9)			
: cystic lobe	95(1.7)		110(2.3)			
total weight		67.50(6.11)		33(4.17)		26.65(2.563)
Gall bladder : width ; weight	125(2.2)		100(2.1)			1.0(0.096)
Ovary : length ; weight	290(5.1)	2.6(0.235)	300(6.4)		410(7.5)	2.15(0.207)
width	200(3.5)		185(3.9)		220(4.0)	
Oocytes(diameter)	ca. 3~5		1.1~2.7		5~10	
Epigonal organ : length ; weight	220(3.9)	1.305(0.12)				1.35(0.130)
Shell gland : length(L, left ; R, right)	98(L) ; 75(R)				75(L) ; 85(R)	
width(L, left ; R, right)	344(L) ; 32(R)		22		32(L) ; 35(R)	
Uterus : length(left)	640(11.3)		500(10.6)		745(13.7)	
width(left)	117(2.1)		110(2.3)		260(4.8)	
weight(left)						7.95(0.764)
length(right)	700(12.3)		480(10.2)		790(14.5)	
width(right)	130(2.3)				260(4.8)	
weight(right)						8.15(0.784)
Rectal gland : length ; weight	344(6.0)		255(5.4)			0.15(0.014)
Heart : length ; weight	182.5	1.29(0.12)	ca. 200	1.4(0.18)		1.1(0.106)

幽門部は著しく細くてやや硬く、長さは610mm、最大幅は61mmであった。博多湾個体では、噴門部の長さは820mm、幽門部の長さは600mmである (Yano *et al.*, 1997a)。胃の噴門部入口の内面は黒青紫色、それよりやや後方の部分は淡灰褐色、それに続く幽門始部までの内面は褐色を呈する。胃は暗赤色の液体で満たされ、甲殻類 (未同定であるがオキアミ類と思われる) の破片が認められた (Fig. 2 C, D)。ハワイ個体の胃からは濃厚な赤味がかった液体とオキアミ類の1種 (*Thysanopoda pectinata*) が (Taylor *et al.*, 1983)、世界で2番目に記録されたカリフォルニア州、サンタカタリナ島の雄個体からはオキアミ類、橈脚類、および鉢クラゲの1種 (*Atolla vanhoffeni*) の破片が (Berra and Hutchins, 1990)、博多湾個体からは暗赤色の液状物とオキアミ類の1種、*Euphausia nana* のものと推定される背甲、眼および眼柄の破片が認められ (Yano *et al.*, 1997a)、本研究からも本種がプランクトン食性であることが追認された。

胃の下面に沿って黒褐色を呈する脾臓があり (Fig. 2 A-e, B-e)、その長さは830mm、最大幅は90mmであった。博多湾個体では長さが915mmと記録されている (Yano *et al.*, 1997a)。腸の前部の背面と腹面に乳白色の脾臓 (背面: 長さ134mm、幅49mm; 腹面: 長さ235mm、幅57mm) が見られる (Fig. 2 B-f)。腸は筒状で、長さは965mm、幅は幽門部に繋がる部分で168mm、ほぼ

Table 2 Measurements of the skeletons associated with jaw movement of *Megachasma pelagios*.

Author Locality sex	Present Off Yugawara, Kanagawa female	Nakaya <i>et al.</i> (2008) Off Mikizaki, Mie female	Taylor <i>et al.</i> (1983) Off Oahu, Hawaii male (holotype)
Total length (TL : mm)	5,688	5,440	4,460
Chondrocranium			
Length from anterior tip to posterior end	629 (100% ; 11.05% TL)	551 (100% ; 10.13% TL)	
Hight from cranial roof to ventral edges of suborbital shelves	213 (33.9% ; 3.7% TL)	220 (39.9%)	158.8 (40.0% NBL)
Nasobasal length (NBL)	458 (8.1% TL)		396.9 (8.9% TL)
Medial rostral cartilage length (MRC)	149 (32.5% NBL)		103.2 (26.0% NBL)
Width across outer bases of lateral rostral cartilage		473 (85.5%)	227.0 (MRC $\times 2.2$)
Supraorbital crests	405 (64.4%)	350 (63.5%)	
Width across preorbital processes	520 (82.7% ; 9.1% TL)	455 (82.5% ; 8.4% TL)	396.9 (8.9% TL)
Width across postorbital processes	527 (83.8%)	496 (90.0%)	
Width across nasal capsules	502 (79.8%)		
Width of anterior fontanelle	200 (43.7% NBL)		
Width of basal plate at orbital notches	516 (112.7% NBL)		269.9 (68.0% NBL)
Length of otic capsule	165 (36% NBL)		142.9 (36.0% NBL)
Orbit, horizontal diameters			170.7 (43.0% NBL)
Palatoquadrate cartilage			
Length from anterior tip to posterior end (L, left) to base of orbital process	764 (L : 121.5% ; 13.4% TL) 231 (36.7%)	765 (138.8% ; 14.1% TL) 247 (44.8%)	713.6 (16.0% TL)
Minimum depth before orbital process	72 (11.5%)	76 (13.8%)	
Maximum depth of quadrate process	170 (L : 27.3%), 172 (R : 27.3%)	178 (32.3%)	
Maximum depth at orbital process	108 (L : 17.2%), 111 (R : 17.6%)		
Meckel's cartilage			
Length : (L, left ; R, right)	889 (L : 141.3% ; 15.6% TL), 887 (R : 141.1% ; 15.6% TL)	918 (166.6% ; 16.9% TL)	820.64 (18.4% TL)
Maximum depth	224 (L : 35.6% ; 3.9% TL), 235 (R : 37.4% ; 4.1% TL)		
Rice-scoop-shaped cartilage			
Length from anterior tip to posterior end	145 (23.1%)		
Maximum width	76 (12.1%)		
Maximum depth	20 (3.2%)		
Hyomandibular cartilage			
Length	449 (L : 71.4%), 449 (R : 71.4%)	419 (76.0%)	
Width at proximal end	169 (L : 26.9%), 172 (R : 27.3%)	173 (31.4%)	
Width at distal end	58 (L : 9.2%), 53 (R : 8.4%)	110 (20.0%)	
Ceratohyal cartilage			
Length	573 (R : 91.1%)	546 (99.1%)	
Width at proximal end (L, left ; R, right)	53 (L : 8.4%), 53 (R : 8.4%)	61 (11.1%)	
Width at distal end	184 (L : 29.3%), 188 (R : 29.9%)	172 (31.2%)	
Basihyal cartilage			
Length from anterior tip to posterior concavity to left tip (L), right tip (R)	203 (32.3%) 352 (R : 60.0%)	197 (35.8%) 329 (L : 59.7%)	
Maximum width	310 (49.3%)	287 (52.1%)	
Maximum depth	73 (11.6%)	72 (13.0%)	

中央部で175mm, 直腸部で147mmであった (Fig. 2A-b). その内腔は White (1936) が定義した環状型 (ring type) の螺旋腸で, 螺旋弁の回転数は23であった (Fig. 3A-c). 博多湾個体は24回転 (Yano *et al.* 1997a), 三木崎沖個体は23回転 (Yano *et al.* 1999), ハワイ個体では24回転 (Compagno, 1990) であった. 螺旋弁には多数の粘液襞がある (Fig. 3C-c). 23回転する各螺旋弁の幅 (厚さ) は, 第1番目のそれは不均一で, 最狭部が18mm, 最広部が77.8mmであるが, 第2番目以後はほぼ均一で, 順次以下の通りであった (括弧内は腸管後方への螺旋弁順位, 単位は

mm) : (2) 26.9, (3) 26.0, (4) 24.3, (5) 25.6, (6) 27.5, (7) 24.8, (8) 25.8, (9) 24.2, (10) 20.5, (11) 19.2, (12) 17.3, (13) 19.2, (14) 19.7, (15) 18.7, (16) 18.0, (17) 15.8, (18) 14.2, (19) 13.5, (20) 10.8, (21) 8.3, (22) 4.1, (23) 2.7.

このように、螺旋弁の幅は、後方に向かうほど狭くなる。ハワイ個体でも螺旋弁幅の最大は胃の幽門近くにあり (23~25mm), 後方に行くに従い狭くなる (Taylor *et al.*, 1983). 博多湾個体では6.0~25.0mm (平均16.7mm), 幽門部近くが最も幅広く, 最後のものが最も狭い (Yano *et al.*, 1997a).

肝臓は褐色がかった乳白色で, 左葉, 右葉ともに大きく, 両葉の腹面上部の中央附近に左・右葉より小さな嚢葉 (cystic lobe) がある (Fig. 4 A-c). 左葉, 右葉, 嚢葉の最大長および最大幅はそれぞれ1,275mm×410mm, 1,285mm×370mm, 95mm×56mmであった。胆嚢を含む肝重量は67.5kgで体重の6.11% (比肝重値) であった。博多湾個体の肝重量は33kgで体重の4.17% (Yano *et al.*, 1997a), 三木崎沖個体では26.65kg, 体重の2.56% (Yano *et al.*, 1999) であり, 本個体のものはこれらの中で肝重量, 比肝重値において最大である (Table 1). 胆嚢 (最大長: 185mm, 最大幅: 125mm) は緑色で両葉の肝臓の基部にあり, 肝臓から明瞭に分離していて, 肝臓内に埋没することはない (Fig. 2 A-d, Fig. 4 A-d). 他種の胆嚢では肝臓組織に埋没するものが多く (白井, 1994), ニタリ *Alopias pelagicus* (オナガザメ科) の胆嚢を観察したところ, 右葉肝臓の背面基部近くの組織に曲がりくねって埋没していた (Fig. 4 B-d).

心臓 (循環系)

心臓は静脈洞, 心房, 心室, 心臓球, 腹大動脈から構成されている (Fig. 5 A, B). 心房は囲心腔の背面側にあり, 暗灰赤色で柔らかい皺の多い膨れた嚢状を呈する。心室は心房の腹側にあり, 卵円形で肥厚した筋肉質からなり, 長さ153.5mm, 幅137.6mmであった。心室の腹大動脈側に心室

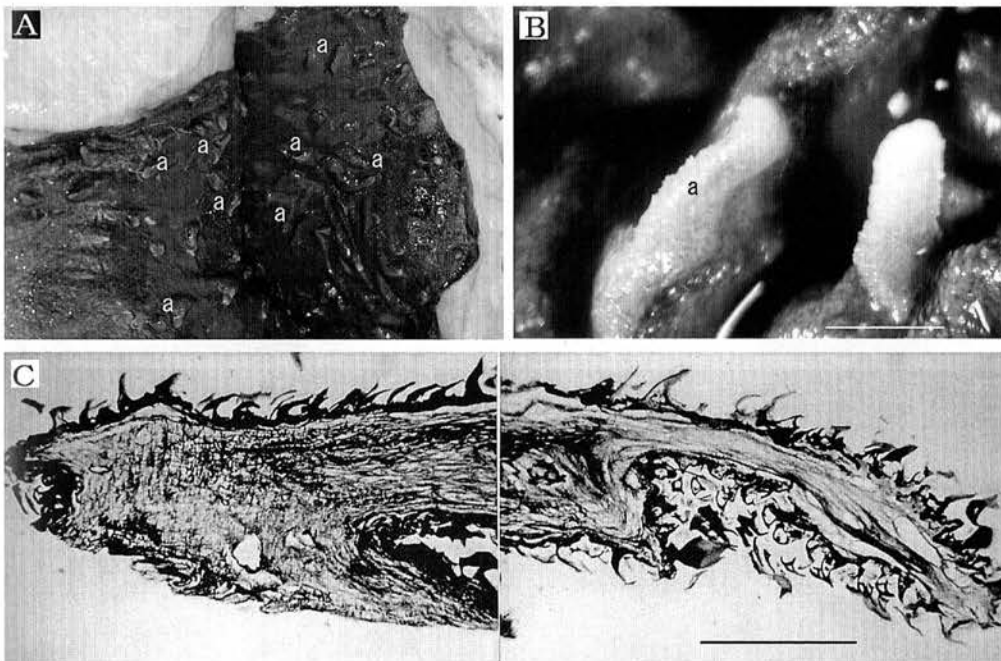


Fig.1 A : pharyngeal processes in the pharyngeal region. B : magnified pharyngeal processes (scale bar : 3 mm). C : microphotograph of longitudinal section of the pharyngeal process (Bielschowsky's stain, scale bar : 1 mm). a) pharyngeal process.

と連続するやや膨らんだ管状の心臓球がある。心臓の重量は1,290gで体重の0.12%、三木崎個体は1,100gで体重の0.106% (Yano *et al.*, 1999) でほぼ同じ値である。心臓球を心室の腹面から切り開くと、その内壁には3列の心臓球弁 (valves of conus arteriosus) が観察された (Fig. 5 C-e₁~

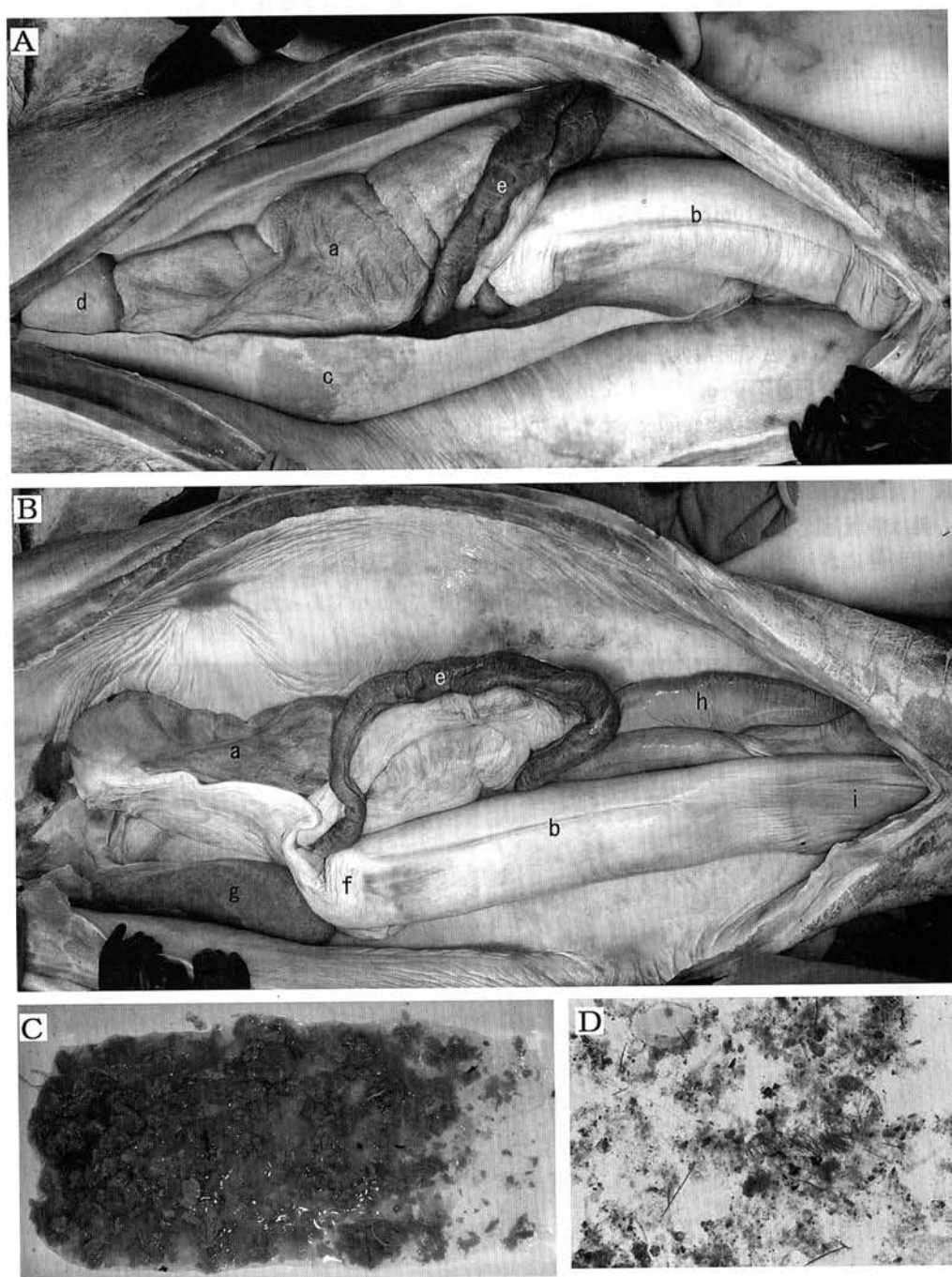


Fig.2 A : the inside of the body cavity of the megamouth shark. B : the viscera with the liver excised. C : stomach contents. D : microphotograph of stomach contents. a) stomach ; b) intestine ; c) liver ; d) gall bladder ; e) spleen ; f) pancreas ; g) ovary ; h) uterus ; i) rectum.

es, D). 心臓球は血液を腹大動脈に送り出すとともに、その弁は血液の逆流を防ぐ働きがあるとされている。White (1936) は既往の研究も含め、板鰐類58種の心臓球の内壁にある弁の配列を比較し、心臓球弁の列数は魚種によって異なることを報告している。原始的なラブカ *Chlamydoselachus anguineus* (ラブカ科) やカグラザメ *Hexanchus griseus* (カグラザメ科) では4~5列、メガマウスザメに食性が類似するテンジクザメ目のジンベエザメ *Rhincodon typus* (ジンベエザメ科) では2列、トビエイ目の魚種では5~7列と多い。ネズミザメ目メガマウスザメ科に属する本種では、これまでに報告例がなく、先に述べた通り3列で、ネズミザメ目の他科のサメ、すなわち、シロワニ *Eugomphodus taurus* (オオワニザメ科)、ミツクリザメ *Mitsukurina owstoni* (ミツクリザメ科)、バケアオザメ *Isurus paucus* およびホホジロザメ *Carcharodon carcharias* (ネズミザメ科)、マオナガ *Alopias vulpinus* (オナガザメ科) と同数列であることが明らかとなった。

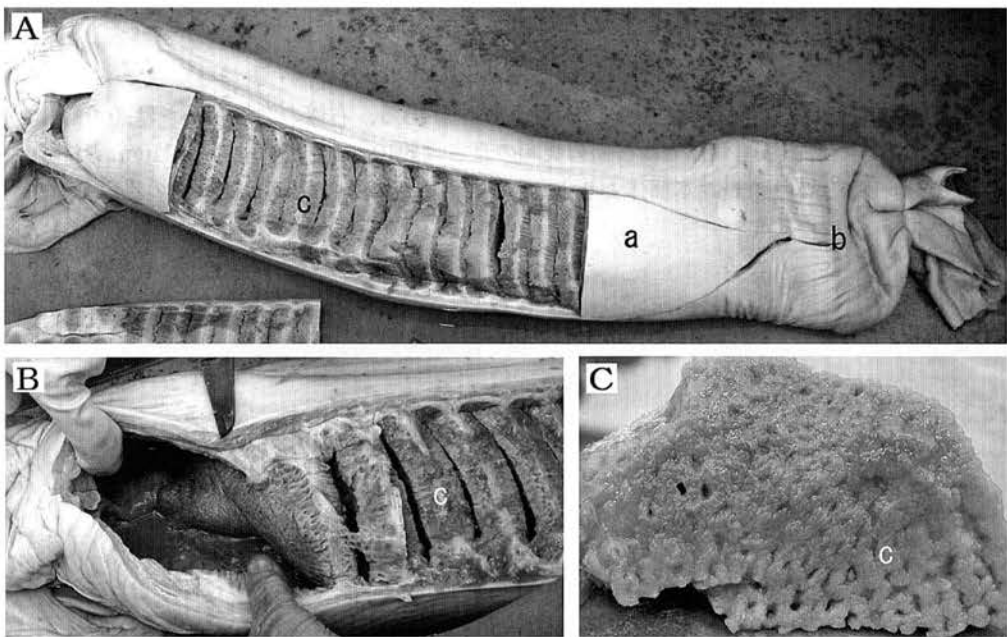


Fig.3 Intestine and spiral valves of the megamouth shark. A : whole view. B : anterior part of the spiral valves. C : mucosal folds of the spiral valves. a) intestine ; b) rectum ; c) spiral valve.

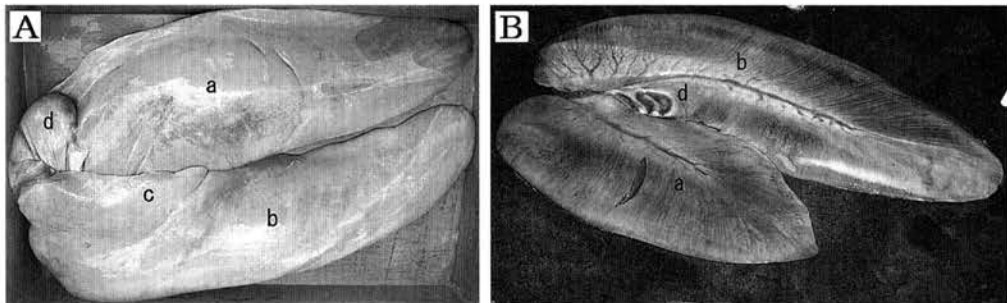


Fig.4 A : ventral view of the liver of the megamouth shark. B : dorsal view of the liver of a pelagic thresher *Alopias pelagicus*. Left (a) and right (b) lobes of the liver ; c) cystic lobe ; d) gall bladder.

生殖系

卵巣は体腔の右上部に位置し (Fig. 2 B-g), その長さは290mm, 幅は200mm, 重量は2,600gで体重の0.235%であった (Fig. 6 B, Table 1). 三木崎沖の成熟雌個体では2,150gで体重の0.207%である (Yano *et al.*, 1999). 背面には口径105mmのロート状の開口 (funnel-like fold) (Fig. 6 B-f) があり, この開口から約3cmの深さの卵巣中には直径3~5mmの卵母細胞が多数見られた (Fig. 6 C). 卵巣の左側に隣接するエピゴナル器官 (取り出すときに一部破損) の長さは220mm, 幅170mm, 重量は約1,305gで体重の0.118%であった. 三木崎沖の成熟雌個体では1,350gで体重の0.13%である. 左右の卵殻腺 (Fig. 6 A-s) の幅および長さは, それぞれ34.5mm×98mm, 32mm×75mmであり, 三木崎沖の成熟雌個体の卵殻腺 (左: 32mm×75mm, 右: 35mm×85mm) に近い. 左右の子宮 (Fig. 6 A-u) の幅および長さは, それぞれ117mm×640mm, 130mm×700mmであるのに対し, 三木崎沖個体では260mm×745mm, 260mm×790mmであり, 子宮幅は三木崎沖個体の約半分であった. 子宮内前半部の内腔背面には帯状で襞状の組織が観察されたが, 子宮内には卵殻や胎仔は観察されなかった. 右側のlymphomyeloid organ (Fig. 6 A-l) の長さは208mm, 左側のそれは267mm. 左右の同器官に挟まれた直腸腺 (Fig. 6 A-r) の長さは344mmであった.

総排泄腔の左右には小さな腹孔突起 (Fig. 7 A-a) がある. 右側の突起の長さは20.4mm, 左側は23.8mmであった. 博多湾個体では右側の突起の長さは約10mm, 左側は扁平で10mmと報告されており (Castro *et al.*, 1997), 本個体より小さい. 総排泄腔のやや奥にある一対の生殖孔は開口し

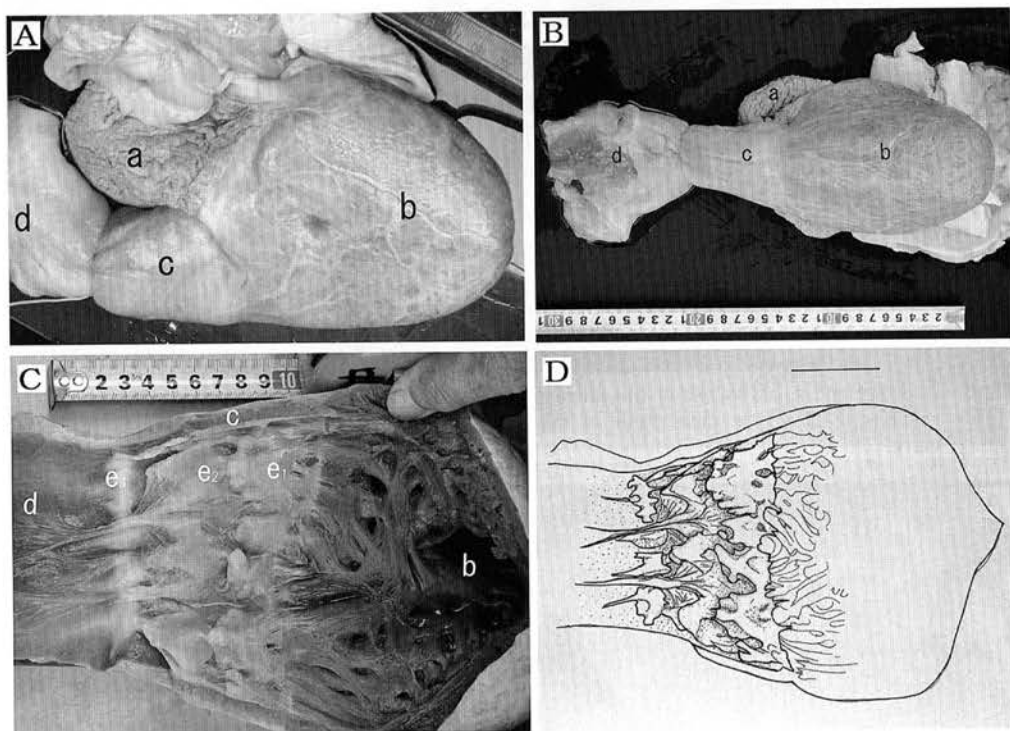


Fig.5 Heart of the megamouth shark.

A : lateral view. B : ventral view. C : the inside of the conus arteriosus with three rows of valves. D : drawing of the valves of the conus arteriosus (scale bar : 50mm). a) atrium ; b) ventricle ; c) conus arteriosus ; d) ventral aorta ; e₁) ~ e₃) : first to third row of the valves.

ており (Fig. 7 B-c), すでに交尾の経験を持つと考えられた。

先述したように、本個体は博多湾の未成熟雌個体および三木崎沖の成熟雌個体と比較して肝臓が大きく、比肝重値は博多湾の未成熟雌個体の1.5倍、三木崎沖の成熟雌個体の2.4倍もあるのが大きな特徴である (Table 1)。肝臓は産卵期になると、卵巣から分泌されるエストラジオール 17β の刺激を受け、肝臓内で卵黄の前駆物質であるビテロゲニンの合成が進み、このビテロゲニンが肝臓から卵巣に運ばれて卵黄球の形成が進み、成熟に向かうと考えられている (岩井, 2005)。本個体の全長は三木崎沖個体より大きいこと、雄による交尾傷が体表に認められたこと (中井ほか, 2010)、肝臓が大きく、比肝重値も大きいこと、卵巣の発達がやや進んでいること、卵殻腺、子宮の大きさが未成熟個体と成熟個体のほぼ中間であり、発達途上にあることなどの状況から判断して、ほぼ成熟期に達しているものと推察された。

寄生虫

螺旋腸から2種類の条虫 *Corrugatocephalum ouei* (Lecanicephalidea : Lecanicephalidae) および *Mixodigma leptaleum* (Trypanorhyncha : Mixodigmatidae) が得られた (Fig. 8)。今回得られた *C. ouei* [18個体, 体長2.99~10.5mm (平均5.94mm), 片節数8~46 (平均25.2)] は、博多湾個体に由来する原記載個体 (Caira *et al.*, 1997) に次ぐ2例目の記録であり、*M. leptaleum* (1個体, 体長68.4mm, 片節数114) は、ハワイ個体 (Dailey and Vogelbein 1982)、博多湾個体 (Caira

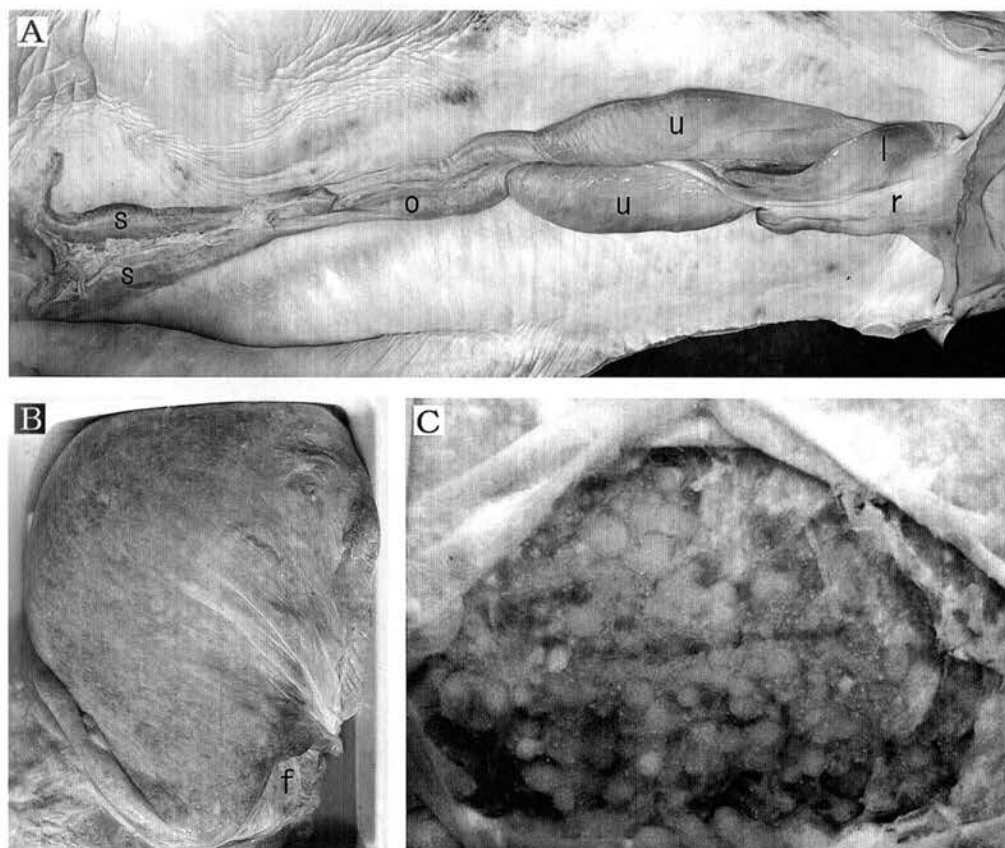


Fig.6 Reproductive organs of the megamouth shark.

A : reproductive organs. B : ovary (dorsal view). C : oocytes in the ovary. f) funnel-like fold of the ovary ; s) shell gland ; o) oviduct ; u) uterus ; r) rectal gland ; l) lymphomyeloid organ.

et al., 1997) に次ぐ 3 例目の記録である。

骨格系

軟骨性神経頭蓋は幅広く、平たい。軟骨性神経頭蓋の各部の名称は Fig. 9 に、大きさは既往の報告とあわせて Table 2 に示した。神経頭蓋長は 629mm。鼻殻-基板長は 458mm で、神経頭蓋長に対する前眼窩突起間幅は 82.7%，後眼窩突起間幅は 83.8%，鼻殻外側間幅は 79.8%，上眼窩隆起縁間幅は 70.4% であった。吻部の吻軟骨は背面中央にある中央吻軟骨 (medial rostral cartilage, Fig. 9 A-b) と、その左右のやや幅広い側吻軟骨 (lateral rostral cartilage, Fig. 9 A-c) からなり、それらは先端部で癒合する。中央吻軟骨は鼻殻-基板長の 32.5% の長さで、左右の側吻軟骨側面には鼻殻に覆われた鼻孔がある (Fig. 9 A-k)。中央吻軟骨のすぐ後方にやや窪んだ部分があり、繊維性膜で覆われている。その膜を剥離すると前方泉門 (anterior fontanelle, Fig. 9 A-f) の大孔が現われる。この内部は脳が納まる頭蓋腔である。前方泉門の最大幅は鼻殻-基板長の 43.7% であった。左右の前眼窩突起 (preorbital process, Fig. 9 A-d) からやや内側に直径約 22mm の上眼窩窓 (supraorbital fenestra, Fig. 9 A-i) がある。脳函天蓋 (cranial roof, Fig. 9 A-h) の中央は丸味を

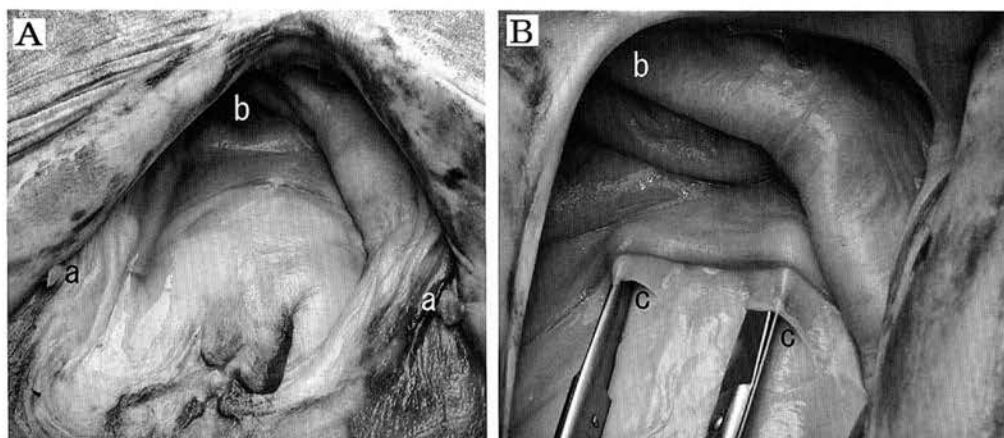


Fig. 7 A and B : cloaca of the megamouth shark.
a) abdominal papilla : b) end of rectum : c) openings of right and left genital pores.
Note that two pairs of scissors are inserted in the pores.

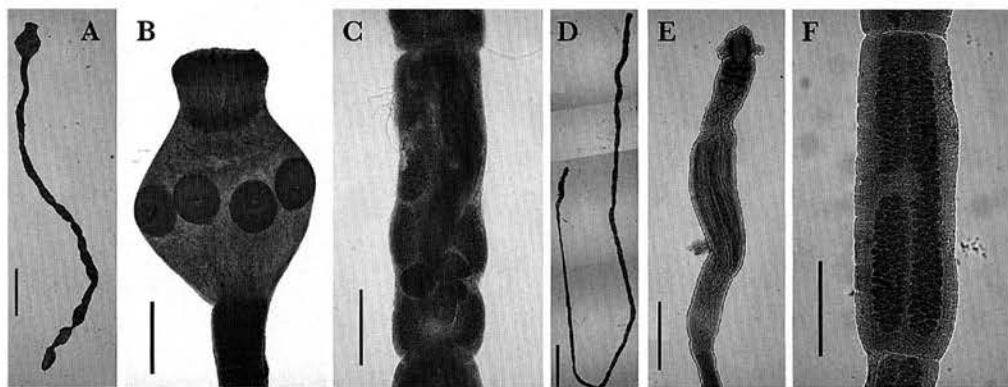


Fig. 8 Two cestode species collected from the spiral intestine of the megamouth shark. A-C : *Corrugatocephalum ouei*. A : whole mount. B : scolex. C : a mature proglottid. D-F : *Mixodigma leptaleum*. D : whole mount. E : scolex. F : a mature proglottid. Scale bars : 1 mm for A and E ; 0.2mm for B ; 0.1mm for C ; 5mm for D and F.

帯びて若干隆起する。左右の後眼窩突起 (postorbital process, Fig. 9 A-e) から後方にやや膨らむ部分が耳殻 (otic capsule, Fig. 9 A-g) である。軟骨性神経頭蓋の腹面の基板は幅広く、眼窩床幅は鼻殻-基板長の112.7%であった。左右の眼窩床縁の内側は口蓋方形軟骨の眼窩突起が納まる大きな浅い窪み (depression for orbital process of palatoquadrate, Fig. 9 B-m) となっている。それらの窪みのやや後方に鐙骨窓 (stapedial fenestra, Fig. 9 B-n) が、さらに鐙骨窓間の中央附近に一对の内頸動脈孔 (internal carotid foramen, Fig. 9 B-o) がある。耳殻の腹面は窪んでおり、舌顎軟骨の関節面 (hyomandibular facet, Fig. 9 B-p) となっている。

脊椎骨数は148であった。三木崎沖個体 (Yano *et al.*, 1999) では151 (腹椎骨が64, 尾椎骨数は87) で、本個体より若干多い。博多湾個体においては、X線による観察が行われているが、第1背鰭起部より前方は数えることができず、第1背鰭起部から尾鰭上葉の後端までが125、このうち尾鰭上葉の起部から尾鰭上葉の後端まで (尾鰭脊椎骨数) が82であった (Yano *et al.*, 1997b)。本個体の尾鰭部の脊椎骨は全体として緩やかに上屈しており、その角度は約20度である。腹椎骨 (abdominal vertebrae)、尾鰭前尾椎骨 (caudal vertebrae before caudal fin) および尾鰭脊椎骨 (caudal vertebrae) の一部と脊椎骨の横断面をFig.10に示した。腹椎骨には肋骨 (Fig. 10 A-i, D-i) が存在し、椎体間には幅広い脊索鞘がある。

口の開閉運動に関係する主な骨格はFig. 11に、それらの骨格の測定値はTable 2に示した。口は頭部の前面に開き、上顎の口蓋方形軟骨 (palatoquadrate cartilage, Fig. 11A-a, B-a) と下顎のメッケル軟骨 (Meckel's cartilage, Fig. 11A-c, B-c) で縁取られる。口蓋方形軟骨は長く、神経頭蓋長の約1.2倍、先端から後方約1/3の所に上方に突出する眼窩突起 (orbital process, Fig. 11A-b, B-b) があり、眼窩突起は神経頭蓋の腹面にある窪み (depression, Fig. 9B-m) に納まる。メッケル軟骨は口蓋方形軟骨よりやや長く、口蓋方形軟骨の約1.2倍で、その最大幅は長さの約1/4、後端背面には口蓋方形軟骨との関節面がある。舌顎軟骨 (hyomandibular cartilage, Fig. 11A-d, B-d) は太くて短く、その長さはメッケル軟骨の約半分で、端部はやや丸みを帯びて幅広く、一端は神経頭蓋の関節面 (hyomandibular facet, Fig. 9 B-p) に納まり、もう一端は角舌軟骨 (ceratohyal cartilage, Fig. 11A-e, B-e) と関節する。角舌軟骨は太くて長く、舌顎軟骨の長さの約1.3倍である。角舌軟骨が舌顎軟骨と関節する部分は幅が狭く、もう一端の基舌軟骨

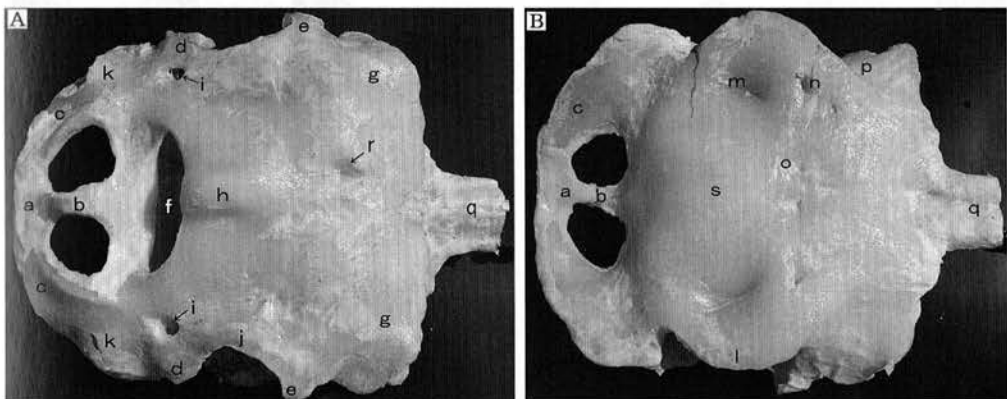


Fig.9 Chondrocranium of the megamouth shark.

A : dorsal view. B : ventral view. a) rostral node : b) medial rostral cartilage : c) lateral rostral cartilage : d) preorbital process : e) postorbital process : f) anterior fontanelle : g) otic capsule : h) cranial roof : i) supraorbital fenestra : j) supraorbital crest : k) nasal capsule : l) suborbital shelf : m) depression for the orbital process of the palatoquadrate : n) stapedial fenestra : o) internal carotid foramen : p) hyomandibular facet : q) vertebra : r) parietal fossa : s) basal plate.

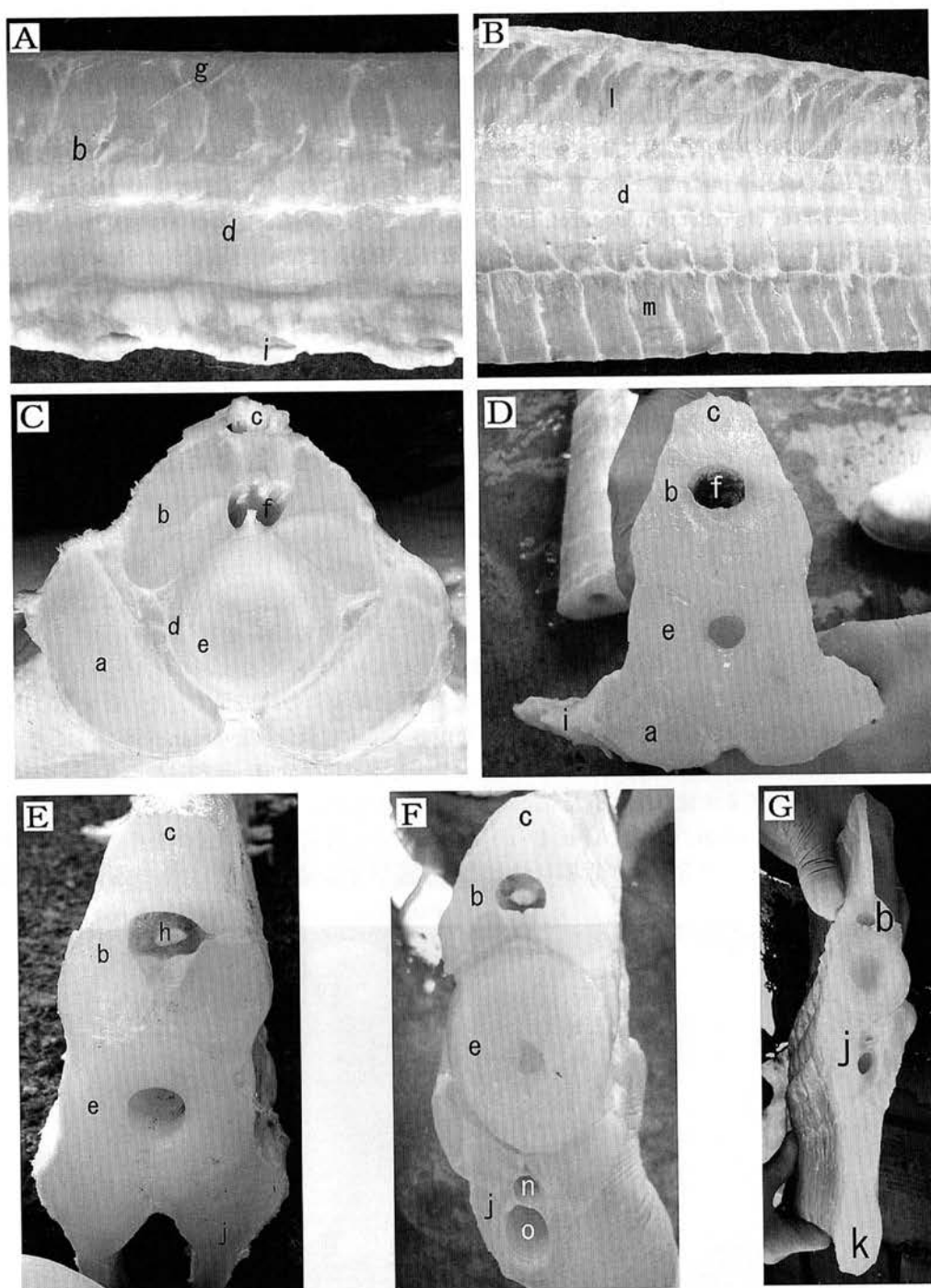


Fig.10 Vertebrae of the megamouth shark.

Left lateral view of some abdominal (A) and caudal (B) vertebrae. Transverse sections of anterior (C), middle (D), and posterior (E) parts of abdominal vertebrae, caudal vertebra (F) before caudal fin, and caudal vertebra (G). a) parapophysis ; b) neural arch ; c) neuropophysis ; d) centrum ; e) notochordal sheath ; f) neural canal ; g) dorsal intercalary plate ; h) spinal cord ; i) rib ; j) hemal arch ; k) hemapophysis ; l) basidorsal process ; m) basiventral process ; n) caudal artery ; o) caudal vein.

(basihyal cartilage, Fig. 11D, E) に関節する部分は幅広く、舌顎軟骨側の約3.5倍 (Table 2)。基舌軟骨はその前部が丸みを帯び、後部は半月形に湾入し、その両端は尖る舌状の軟骨である。基舌軟骨の前端から後縁湾曲部までの最短の長さは神経頭蓋長の約32%、右側の尖端までの長さは60%、最大幅は約49%であった。基舌軟骨の背面は平板で、腹面は後部に向かうに伴い次第に厚くなり、後端近くで急激に薄くなって窪んだ関節面を形成して、角舌軟骨と関節する (Fig. 11E-g)。太くて長い角舌軟骨は基舌軟骨に関節して口部を下方に押し下げ、口を大きく膨らませると考えられる。

下顎を構成する左右のメッケル軟骨の縫合部に、“しゃもじ形軟骨 (仮称)” があり、これは下顎の縫合部に接した口内に膨らみとして外部からも認められるが (Fig. 12A)、本種の骨格に関するこれまでの研究報告には記載がない。この軟骨は長さ145mm、しゃもじ形の柄の先端部の狭い部分 (幅は約7mm) はメッケル軟骨の縫合部の表面にあり、左右のメッケル軟骨に挟まれ、結合組織で密着している。この軟骨の最大幅は76mm、最大の厚さは20mmで、卵形に膨らむ部分の左右には、斜め後方に向かう強い靱帯が付着している (Fig. 12C-a)。

Miyake *et al.*, (1992) はシビレエイ目に属するタイワンシビレエイ科 (Narcinidae) の4属 (*Diplobatis*, *Discopyge*, *Narcine*, *Typhlonarke*) には、烏口下顎筋が下顎縫合部に連結する直前の部分に一つの軟骨があることを指摘し、“cartilaginous plug” と名づけた。この軟骨は烏口下顎筋およびこれに付随する腱または靱帯とともに下顎を押し下げ、口を開ける時に関与すると考えられている (Miyake *et al.*, 1992; Dean and Motta, 2004)。本研究で見出された、この“しゃもじ形軟骨”は、存在する位置から判断して“cartilaginous plug”に相当するものと考えられる。

軟骨魚類の烏口下顎筋は、肩帯下部 (烏口軟骨) から下顎縫合部に繋がる筋肉で、下顎を押し下

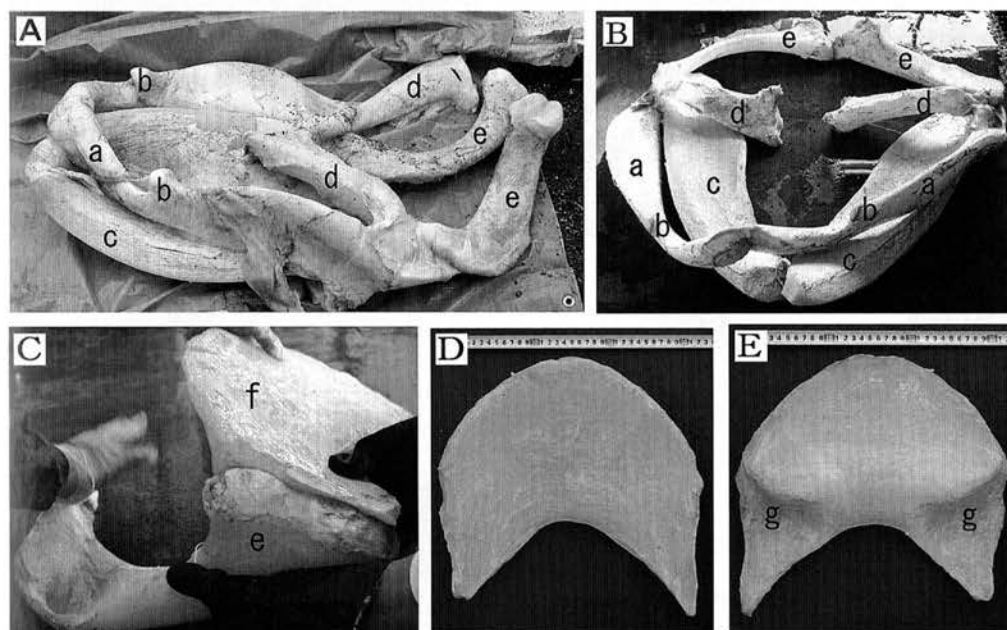


Fig. 11 Skeletons concerned with jaw movement.

A : lateral view. B : antero-dorsal view. C : ceratohyal cartilage joints to facet for ceratohyal cartilage of basihyal. D : dorsal view of basihyal cartilage. E : ventral view of basihyal cartilage. a) palatoquadrate cartilage; b) orbital process; c) Meckel's cartilage; d) hyomandibular cartilage; e) ceratohyal cartilage; f) basihyal cartilage; g) facet for ceratohyal cartilage.

げる機能がある (Wilga *et al.*, 2000). しかし, Nakaya *et al.*, (2008) はメガマウスザメの摂餌に関する論文の中で, 烏口下顎筋は烏口舌筋の腹側にある薄い短い筋肉で, 烏口弓筋の前端より 90mm 前のところから生じ, 基舌軟骨の後方 176mm の地点まで達するが, メッケル軟骨には到達しないと述べている. メガマウスザメの烏口下顎筋は, メッケル軟骨縫合部にある“しゃもじ形軟骨”および靱帯を介して下顎に繋がるのか, “しゃもじ形軟骨”から斜め後方に走る靱帯が角舌軟骨, あるいはその他の軟骨に繋がるのか, 本研究では明らかにできなかった. Nakaya *et al.*, (2008) はメガマウスザメの摂餌戦略について, 摂餌に関連する骨格とそれに付随する筋肉や靱帯の働き, および伸縮性のある咽喉部の表皮などの特徴から, 餌を摂り込むまでの口部の動きを 5 相に分けて解析し, ザトウクジラなどのナガスクジラ科に典型的に見られる摂餌方法と同様であると述べている. この“しゃもじ形軟骨”は, 摂餌・開口運動時にメッケル軟骨に生じる歪み応力に対し, 下顎領域の筋肉や靱帯と共役しつつ, 生体力学的にその緩和または解消に奏功するものと考えられる.

謝 辞

メガマウスザメの捕獲から輸送まで迅速に対応していただいた宍福浦定置網, および標本の冷凍保管にご協力いただいた, みうら漁業協同組合三崎沿岸販売所冷凍工業の方々, 剥製の製作工程で

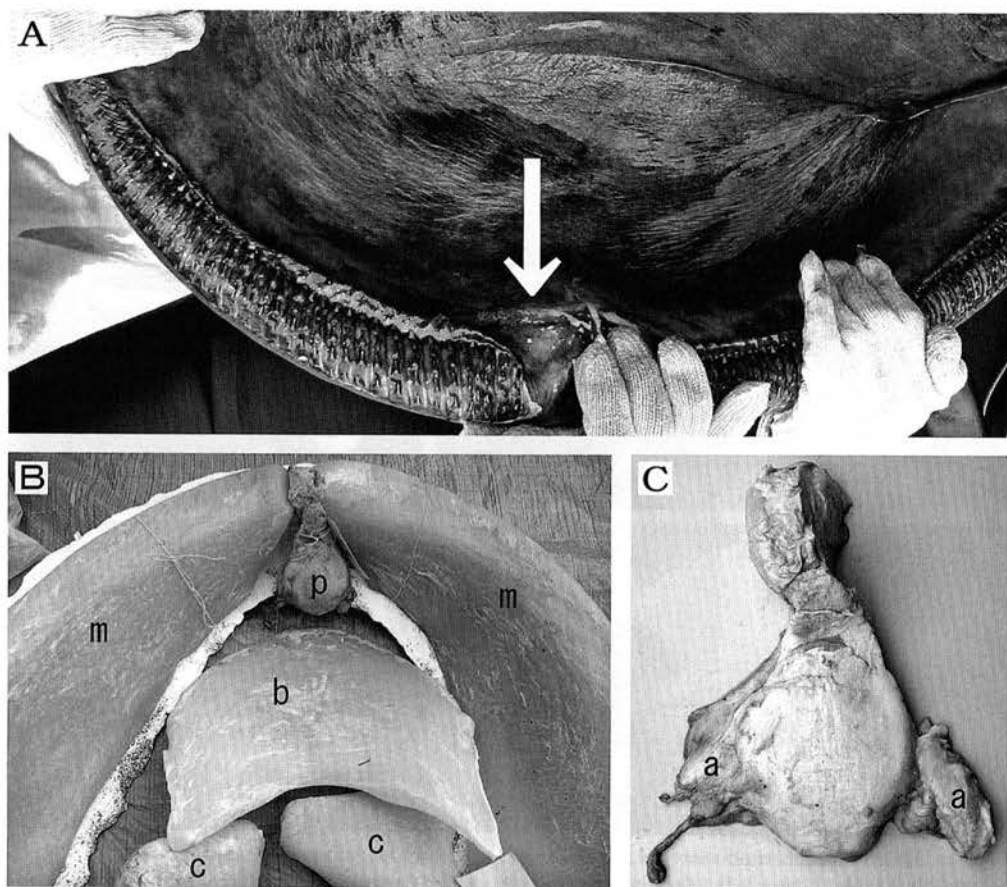


Fig.12 A rice-scoop-shaped cartilage in the lower jaw. A : location of the rice-scoop-shaped cartilage indicated by arrow. B : upper view of the mandibular symphysis (Meckel's cartilage). C : rice-scoop-shaped cartilage with ligaments directed obliquely posteriorly. m) Meckel's cartilage ; c) ceratohyal cartilage ; b) basihyal cartilage ; p) rice-scoop-shaped cartilage ; a) ligament.

骨格, その他の臓器の摘出にご理解をいただいた小林石水氏, また, 本個体の計測, 解剖の全行程で機動的に対応, 協力いただいた京急油壺マリンパークの職員諸氏, 骨格の名称等で貴重な文献のご教示をいただいた東京慈恵会医科大学解剖学講座の三宅 力博士に感謝いたします。

ABSTRACT

A female megamouth shark, *Megachasma pelagios* (total length, 5,688mm ; body weight, 1,105.3kg), was captured alive in a set-net (35°08'228N, 139°08'339E) located 1 km off Fukuura, Yugawara, Kanagawa Pref., Sagami Bay in the morning of May 2, 2006. The dead specimen was stored at -30°C in a freezing warehouse from May 4 to September 25.

It was immersed in a pool (7 m in diameter, 1.5m deep, filled with sea water) of Keikyu Aburatsubo Marine Park to thaw out gradually. After measuring the outer characters of the specimen, gross anatomy of the viscera was studied in the pool on September 27, 2006. The morphology of selected viscera and skeleton of the shark is described here.

The stomach is J-shaped and consists of the wide cardiac and narrow pyloric portions. The stomach contents of dark reddish fluid contained some fragments of crustaceous carapaces. The intestine has a ring-type spiral valve with 23 turns. The liver is very large, and its hematomatic index value (% of body weight) is 6.11% which is the largest hitherto recorded. The ovary is 290mm long, 200mm wide, and 2,600g in weight. It contained many oocytes of 3 ~ 5 mm in diameter. The shell gland and the uterus are developed to a certain extent ; their lengths and widths are nearly middling between the Off-Mikizaki and Hakata-Bay female specimens. There were neither egg capsules nor embryos in the uteri. These findings suggest that the specimen is close to maturity. The specimen has three rows of valves in the conus arteriosus like the other shark families of the order Lamniformes. Parasitological surveys resulted in finding two species of Cestodes *Corrugatocephalum ouei* and *Mixodigma leptaleum* from the spiral intestine. The number of vertebrae is 148 in total. A rice-scoop-shaped cartilage, which is the first description for this species, is present close to the mandibular symphysis (Meckel's cartilage). The cartilage is 145mm long, and its maximum width and depth are 76mm and 20mm, respectively. The narrow anterior part of the cartilage is firmly attached to the mandibular symphysis with fibrous connective tissue. A strong ligament directed oblique-posteriorly is attached to each side of the oval rice-scoop part of the cartilage.

引用文献

- Berra, T. M. and Hutchins, J. B. (1990) : A specimen of megamouth shark, *Megachasma pelagios* (Megachasmidae) from Western Australia. Rec. Western Aust. Mus., 14 : 651-656.
- Caira J. N., Jensen K., Yamane Y., Isobe A. and Nagasawa K. (1997) : On the tapeworm of *Megachasma pelagios* : Description of a new genus and species of lecanicephalian and additional information on the trypanorhynch *Mixodigma leptaleum*. In Biology of the Megamouth Shark : 181-191, K. Yano et al., (ed.), 1997, xvi+203pp., Tokai University Press, Tokyo.
- Castro, J. I., Clark, E., Yano, K., and Nakaya, K. (1997) : The gross anatomy of the female reproductive tract and associated organs of the Fukuoka megamouth shark (*Megachasma pelagios*). In Biology of the Megamouth Shark : 115-119, K. Yano et al., (ed.), 1997, xvi+203pp., Tokai University Press, Tokyo, Japan.
- Compagno, L. J. V. (1988) : Sharks of the order Carcharhiniformes. Princeton University Press,

580pp.

- Compagno, L. J. V. (1990) : Relationships of the megamouth shark, *Megachasma pelagios* (Lamniformes : Megachasmidae), with comments on its feeding habits. In *Elasmobranch a Living Resources : Advances on Biology, Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries* : 357-379, Pratt, H. L. Jr. Gruber, S. H. & Taniuchi, T. (ed.), NOAA, NMFS 90.
- Dailey M. D. and Vogelbein W. (1982) : Mixodigmatidae, a new family of cetode (Trypanorhyncha) from a deep sea planktivorous shark. *J. Parasitol.*, 68 : 145-149.
- Dean, M. N. and Motta, P. J. (2004) : Anatomy and functional morphology of the feeding apparatus of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea). *J. Morphol.*, 264 : 462-489.
- 岩井 保 (2005) : 魚学入門. 219pp. 恒星社厚生閣, 東京.
- 樺澤 洋・中井 武・金子和久・藤田 清 (2009) : 相模湾湯河原沖で捕獲された雌のメガマウスザメ [捕獲から標本展示, および日本近海の出現記録] : 動水誌, 51(1・2) : 13-19.
- Miyake, T., McEachran, J. D. and Hall, B. K. (1992) : Edgeworth's Legacy of cranial muscle development with an analysis of muscles in the ventral gill arch region of batoid fishes (Chondrichthyes : Batoidea). *J. Morphol.*, 212 : 213-256.
- Nakaya, K., Matsumoto, R. and Suda, K. (2008) : Feeding strategy of the megamouth shark *Megachasma pelagios* (Lamniformes : Megachasmidae). *J. Fish Biol.*, 73 : 17-34.
- 中井 武・金子和久・倉持利明・佐藤寅夫・藤田 清・樺澤 洋 (2010) : 相模湾の湯河原沖の定置網で捕獲された雌のメガマウスザメ—外形形態一. 動水誌, 51(3) : 50-61.
- 白井 滋 (1994) : ネコザメ, トラザメ, ホシザメ. In 魚類解剖大図鑑 : 36-41, 落合 明編, 緑書房, 東京.
- Taylor, L. R., Compagno L. J. V. and Struhsaker P. J. (1983) : Megamouth - a new species, genus, and family of lamnoid shark (*Megachasma pelagios*, family Megachasmidae) from the Hawaiian Islands. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, 43(8) : 87-110.
- White, E. G. (1936) : The heart valves of the elasmobranch fishes. *Amer. Mus. Novitates*, (838) : 1-21, 12 figs.
- Wilga, C.D., Wainwright, P.C. and Motta, P.J. (2000) : Evolution of jaw depression mechanics in aquatic vertebrates : insights from Chondrichthyes. *Boil. J. Linn. Soc.*, 71 : 165-185.
- Yano, K., Toda, M., Uchida, S. and Yasuzumi, F. (1997a) : Gross anatomy of the viscera and stomach contents of a megamouth shark, *Megachasma pelagios* from Hakata Bay, Japan, with a comparison of the intestinal structure of other planktivorous elasmobranchs. In *Biology of the Megamouth Shark* : 105-113, K. Yano *et al.*, (ed.) 1997, xvi+203pp., Tokai University Press, Tokyo, Japan.
- Yano, K., Yabumoto, Y., Ogawa, H., Hasegawa, T., Naganobu, K., Matsumura, S., Misuna, Y. and Matsumura, K. (1997b) : X-ray observations on vertebrae and dentition of a megamouth shark, *Megachasma pelagios*, from Hakata Bay, Japan. In *Biology of the Megamouth Shark* : 21-29, K. Yano *et al.*, (ed.), 1997, xvi+203pp., Tokai University Press, Tokyo, Japan.
- Yano, K., Yabumoto Y., Tanaka S., Tsukada O. and Furuta M. (1999) : Capture of a mature female megamouth shark, *Megachasma pelagios* from Mie, Japan. In *Proc. 5th Indo-Pacific Fish Conf., Noumea, 1997* : 335-349, B.Seret and J.-Y. Sire (ed.) 1999, Paris. Soc. Fr. Ichtyol.
- [2010年5月29日受付, 2010年9月7日受理]

[短報]

水族館で斃死したオーストラリア産
ノコギリエイに認められた単生類

角川雅俊¹, 桑山未来², 吉中敦史², 下山由美子³, 谷山弘行³, 浅川満彦³

¹小樽水族館, ²登別マリンパークニクス
³酪農学園大学獣医学部感染・病理教育群

A monogenean species obtained from a dead largemouth sawfish, *Pristis microdon*

Masatoshi Tsunokawa¹, Miki Kuwayama², Atsushi Yoshinaka², Yumiko Shimoyama³,
Hiroyuki Taniyama³ and Mitsuhiro Asakawa³

¹Otaru Aquarium, ²Noboribetsu Marine Park Nixe

³Department of Pathobiology, School of Veterinary Medicine, Rakuno Gakuen University

要 約

水族館に搬入後、衰弱、斃死したオーストラリア原産ノコギリエイ *Pristis microdon* の体表から得られた、一部構造を欠損した単生類を観察したところカブサルス科 *Bebedeniella* 属と考えられるハダムシ類の一種であることが判った。この属は軟骨魚類に特異的に寄生するが、病原性については記録が見あたらず、今回の症例からも死因との関連性を論議することはできなかった。

キーワード：ノコギリエイ、水族館、単生類

2003年10月28日、オーストラリアから登別マリンパークニクスに搬入されたノコギリエイ *Pristis microdon* 3 個体のうち 1 個体（雄、推定 1～2 才、体重 2624g、体長 1080mm）には、搬入直後から全身の体表部、特に頭部、胸部および胸鰭起部の背面にかけ多数の単生類が認められた（同居 2

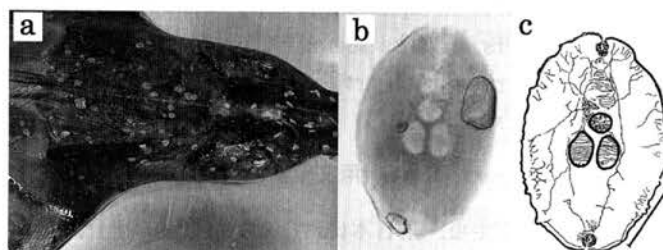


図1 ノコギリエイ *Pristis microdon* に認められた単生類。
a：寄生状態。bおよびc：虫体全体像（スケール=2 mm）

連絡責任者：浅川満彦（酪農学園大学獣医学部感染・病理教育群）〒069-8501 北海道江別市文京台緑町582
Corresponding author: Mitsuhiro Asakawa (Department of Pathobiology, School of Veterinary Medicine, Rakuno Gakuen University) 582 Bunkyo-dai-Midorimachi, Ebetsu-shi, Hokkaido 069-8501, Japan

個体でもほぼ同様の部位に僅かに寄生が認められた)。そこで、ブラジカンテル50mg/kgを餌に混ぜて経口投与を試みたが、同雄個体は食欲廃絶のため、投与による駆虫は失敗し、同年12月12日に死亡した(同居個体は駆虫に成功し、2009年5月現在生存中)。主な剖検所見では、腹面表皮の著しい発赤と充血、肝臓の黄橙色化が認められた。同日の剖検時に単生類2個体を採集し(図1a)、10%ホルマリン液で固定・保存した。また、剖検により腸管の一部も採集し、これも10%ホルマリン液で固定後、パラフィン切片を作製し、HE染色を施したスライド標本について病理組織学的検討を行った(酪農学園大学病理学教室プロトコル番号Pr 19459)。

得られた虫体をシャーレで圧平し、実体顕微鏡下で観察したところ、体前後に発達する特徴的な吸盤や鉤盤は欠損するが、ハダムシ類(単後吸盤目:カプサルスコ)と総称されるものの1種であることが判明した(図1b, c)。実体顕微鏡に描画装置を装着して作画、測定を行なったのでデータを記した:体長6.4~8.1mm, 体幅4.3×7.0mm, 精巣は体部中央に並列配置, 楕円あるいは類円形で0.7~1.3mm×1.1~1.6mm, 卵巣は両精巣の中央上部に位置し, 楕円あるいは類円形で0.7~1.4mm×0.6~0.7mm, 子宮と生殖口は卵巣の上部に位置し, 体部全域に卵黄腺が存在する。本標本は証憑標本として酪農学園大学野生動物医学センターWAMC登録番号As. 4915-1として保存された。

カプサルスコの11属が記載されているSchell (1970)によると、*Bebedeniella*属に最も近似する。*Benedenia*属および*Neobenedenia*属が硬骨魚類に寄生するグループである一方、この*Bebedeniella*属は軟骨魚類に高い宿主特異性を示すことから(Schell, 1970)、今回のものはこの属に所属する可能性が高い。

今回のような単生類が体表寄生する外貌所見は、魚病領域で重要かつ典型的なベネデニア症を想起させるものであり(内田ほか, 2008)、我が国ではブリ属養殖魚(ブリ、カンパチ、ヒラマサ)に寄生する*Benedenia seriolae*がとりわけよく知られている(小川, 1999)。しかし、今回得られた*Bebedeniella*属単生類虫の病原性については既往の知見が得られず、今回の死因との関連性は論議できなかった。なお、腸管の病理組織学的検討により寄生線虫類の第4期幼虫の被囊結節が認められたが、これも当該組織での被囊が完全であり、死因とは結びつけられなかった。

本研究は文科省戦略的研究拠点事業(酪農学園大学大学院獣医学研究科)および同・科研費基盤研究(18510205, 20380163)の研究費助成を受けた。

ABSTRACT

A monogenean species obtained from a dead largemouth sawfish (*Pristis microdon*) originally imported from Australia and kept in an aquarium in Japan were examined morphologically.

The specimens without suckers or disks seemed to be *Bebedeniella* sp., which are typical parasites of elasmobranchs. The present observation is important because of lack of proceeding pathological records about the genus.

引用文献

- 小川和夫 (1999): 養殖魚の有害寄生虫. In 日本における寄生虫学の研究, 6巻: 103-119, 大鶴正満, 亀谷 了, 林 滋生(監), (財)黒寄生虫館, 東京.
- Schell, S. C. (1970): How to know the Trematoda. 355pp. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa.
- 内田明彦, 野上貞雄, 黄 鴻堅 (2008): 魚類の寄生虫. In 図説獣医寄生虫学, 2版: 253-266, メディカグローブ, 弘前.

[2009年5月29日受付, 2010年9月10日受理]

第58回動物園技術者研究会

- I. 開催日時：平成22年10月21日(木)～23日(土)
II. 開催場所：神戸市立王子動物園・神戸ポートピアホテル
III. 参加者：秋篠宮総裁殿下，61園館114名，協会員1団体3名，副会長1名，研究会事務局2名
IV. 発表：研究発表(口頭)29題，話題提供(口頭)3題，研究発表(ポスター)8題
V. 宿題調査：実施せず
VI. 懇談事項：
1) 次期宿題調査について 2) 研究会事務局からの連絡 3) その他
VII. 次期開催地：
平成23年度 札幌市円山動物園
平成24年度 宮崎市フェニックス自然動物園
VIII. 施設見学：神戸市立王子動物園

第58回動物園技術者研究会発表演題および要旨

○は演者

[研究発表・口頭]

1. 群れ飼育のニホンザルにおける結核検査：○植田美弥¹⁾，松本令以²⁾，横田 綾¹⁾，近江谷知子³⁾，松谷美絵¹⁾，壁谷英則⁴⁾，丸山総一⁴⁾ ¹⁾ 横浜市立よこはま動物園，²⁾ 横浜市立野毛山動物園，³⁾ 横浜市立金沢動物園，⁴⁾ 日本大学

横浜市立よこはま動物園では，ニホンザルの健康診断として，ツベルクリン検査と血液検査を実施している。2009年の健康診断時，直腸拭い液及び咽頭拭い液を採取し，PCR法および培養法により抗酸菌の検出を行ったところ，PCR法によりヒト型結核菌DNAが検出された。そこで，再検査を行うと共にマウスを用いたツベルクリン液の投与実験により，ニホンザルにおける結核検査の問題点について検討した。

2009年10月～11月の間に6回に分けて，ニホンザル24頭に上眼瞼皮内へのツベルクリン液接種と採血，直腸及び咽頭スワブの採取を同時に行った。ツベルクリン液は動化学及血清療法研究所の「ツベルクリン」を使用した。10月15日に検査した2頭，11月10日に検査した3頭から，PCR法によりヒト型結核菌DNAが検出された。これら5頭の一般状態は良好で，血液検査でも特に異常は認められず，ツベルクリン反応は陰性であった。また，これらの個体について，2～4週間後に再検査を行ったところ，PCR法，分離培養ともに陰性であった。これより，PCR法で陽性となったニホンザルでは，健康診断時に

使用したツベルクリン液中の結核菌DNAを検出した可能性が考えられた。そこで，マウスを用いたツベルクリン液の各種投与試験を実施したところ，経口投与群のマウスの糞便から結核菌DNAが検出された。

これらの成績より，今回ニホンザルから検出されたヒト型結核菌DNAは，サル同士のグルーミング等により経口的に取り込まれたツベルクリン液中の結核菌DNAであると推察された。以上から，ツベルクリン検査の後にPCR法で結核感染の検査をする場合，ツベルクリン液中の結核菌DNAを検出する可能性を考慮する必要があると思われる。

2. 検疫中のフサオマキザルに認められた非定型抗酸菌感染とその対応：○佐野祐介¹⁾，西岡 真¹⁾，高見一利¹⁾，竹田正人¹⁾，柳井徳磨²⁾ ¹⁾ 大阪市天王寺動植物公園事務所，²⁾ 岐阜大学

国内の施設より入園したフサオマキザル(8歳，オス)の検疫において，*Mycobacterium avium*を検出し，それに関連し各種検査をするともに，安楽殺および剖検を行ったので概要を報告する。

*M. avium*は環境中の常在菌であるが，鳥の結核や哺乳類の非定型抗酸菌症の原因であり，ヒトでも日和見感染が認められる広義の人と動物の共通感染症として知られている。大阪市天王寺動植物公園事務所では通常サル類に対する検疫時に，糞便の細菌および寄生虫，各種肝炎抗体の検査とともに，ツベルクリン反応(以下ツ反)や糞と咽頭ぬぐい液の培養等の抗酸菌関連検査を行っている。

本症例では，特に臨床症状は認められなかったものの，検疫検査においてツ反の48時間後と72時間後で陽性を示した。そこで結核菌の感染を疑い，再度の糞中抗酸菌培養およびツ反，咽頭ぬぐい液の抗酸菌PCR，レントゲン，クオンティフェロン[®]の各種検査を行った。ツ反は再度陽性を示した。ツ反以外では咽頭ぬぐい液培養検査中間報告で抗酸菌陽性であったが，その他はいずれも陰性あるいは判定不可であった。これらの結果をもとに，コンタミネーションの可能性を残しつつも安楽殺を決定した。

安楽殺後の剖検では肉眼的に顕著な病変は認められなかったが，組織検査では間質性肺炎と脾臓および十二指腸に肉芽腫形成が認められた。しかしこの肉芽腫病変は抗酸菌染色陰性であった。

本症例では，*M. avium*の感染を確定できなかったが，

病原体の伝播防止という検疫の主旨からすると適切な対応だったと考えている。動物輸送時の汚染や施設間での感染拡大のリスクの軽減の為、輸送前にスクリーニングを実施することが有用であると考え、出園検疫は搬出側の負担を増加することになるが、感染症対策が重視される中で今後一定の方針を共有することが必要と思われる。

3. エーラス・ダンロス症候群の発生とその背景について：○生駒 忍¹⁾、飯間裕子¹⁾、志村良治¹⁾、清水 篤²⁾、永田雅彦³⁾、石河 晃⁴⁾ (1) 釧路市動物園、(2) 慶應義塾大学皮膚科、(3) ASC皮膚科、(4) 東邦大学医学部皮膚科)

エーラス・ダンロス症候群 (EDS) は、皮膚過伸展、関節の過可動、組織の脆弱性を特徴とする遺伝性結合組織疾患である。2007年7月18日、釧路市動物園で飼育中のニホンザルNo.82 (2006生、♂) で、顔の皮膚の伸展と全身の皮膚の脆弱性が確認された。これらの症状からEDSを疑い、ヒトにおける臨床検査および皮膚生検の電子顕微鏡検査結果により本症をEDSと診断した。

これまでにNo.82の血縁個体において発症例がないことから今回の症例は新生突然変異の可能性はある。しかし、No.82の母親No.139では臨床症状は見られないが健康個体と比べて電子顕微鏡検査で膠原線維径が有意に細くなっていることからEDS発症遺伝子をヘテロ保因している可能性があり、ニホンザルにおいてEDSは劣性遺伝であるかもしれない。

EDSの症状の一つに早産があるので、EDS保因者が群れに潜在する可能性を考え、No.82の血縁個体における1979~2009年までの出産仔数および死亡率と群の平均値を比較した。血縁関係のあるNo.139 (母親)、No.12 (祖母、野生個体)、No.31 (伯母)、No.89 (伯母) で出産仔数はそれぞれ8、10、13、4頭、群平均が4.5頭であり、死亡率はそれぞれ0、10.0、69.2、25.0%、群れ平均が15.4%であった。死亡率の顕著なNo.31は1997年から7回連続して死産している。また、No.82は癰疽形成による脱毛が顕著であり、No.31は皮膚や関節の異常などのEDSの症状は見られないが脱毛が見られた。No.31は出産仔数に示されるように群内での順位は高く、脱毛が栄養障害に起因するとは考えにくい。仔の剖検所見でもその多くが早産であることから、No.31もEDSである可能性がある。いずれも父親は不明であるが、当該家系の雄は繁殖適期前に搬出していることから兄弟間での近親交配はなく、EDS因子は野生由来のNo.12および別系統の雄の由来であると考えられる。

4. ヨーネ病の発生について：○高江洲昇¹⁾、伊藤真輝¹⁾、石橋佑規¹⁾、落合謙爾²⁾、小山 満³⁾、永井章子³⁾ (1) 札幌市円山動物園、(2) 北海道大学、(3) 北海道石狩家畜保健衛生所)

札幌市円山動物園で飼育するヤギ (トカラヤギ、雄、2006年生) が慢性的な下痢症状を示し、2009年11月9日に死亡し、組織検査によりヨーネ病の感染が判明した。当時本園では死亡した個体以外にヤギ4頭とヒツジ (コリデール種) 9頭を飼育していたため、北海道石狩家畜保健衛生所 (以下、家保) へ依頼し、同年11月から翌年4月まで継続的に検査を行った。その結果、死亡個体以外に患畜が確認されたため、2010年3月から5月にかけてヤギおよびヒツジ全頭の安楽殺処分を行った。上記のヨーネ病発生に係る一連の状況について報告する。

最初にヨーネ病を発症したヤギは、2009年5月より断続的に下痢を繰り返していた。11月3日、健康個体からのルーメンジュース移植を試みた後、肺炎様症状を示し、11月9日死亡した。翌日、北海道大学獣医学部比較病理学教室へ依頼し剖検を実施、肉眼病変から化膿性気管支肺炎による死亡と診断された。その他に結腸の肥厚等の病変が認められたため、組織検査を実施し、ヨーネ病の診断が下された。ヨーネ病発生を受け、家保への報告を行い、飼育施設の消毒、関係者以外の立ち入り制限、他の偶蹄目飼育施設への消毒槽設置等の対策を講じた。また、同一施設で飼育していたヤギおよびヒツジへの感染を確認するため、家保へ依頼し、ヨーニン反応、糞便による細菌培養およびPCR法、血液によるCF反応およびELISA法により継続的に検査を実施した。検査の結果、2010年3月4日ヒツジ2頭、4月22日別のヒツジ4頭が患畜と診断されたため、順次安楽殺処分とした。また、それまでの検査結果を受け、5月11日までにヤギおよびヒツジ全頭の安楽殺処分を実施した。

今回のヨーネ病発生を受け、本園では偶蹄目家畜の飼養を当分の間見合わせることにし、再発防止に努めることとしている。

5. ギンギツネにおけるT細胞性リンパ腫発症例について：池谷優子¹⁾、○滝沢浩司²⁾、毛利 靖²⁾、佐々木善基²⁾、大松 徹²⁾ (1) 愛媛県南予家畜保健衛生所、(2) 愛媛県立とべ動物園)

愛媛県立とべ動物園において飼育していたギンギツネ *Vulpes vulpes* (雄10歳) が皮膚原発性と思われるリンパ腫により死亡したので報告する。

当該個体は2009年8月27日に触診により背部中央に脱毛及び軽度外傷が確認されたため、消毒及び抗生剤投与

(アモキシシリン7mg/kg)を実施したが、第17病日に新たに左背側に脱毛及び外傷がみられたため、第18病日に麻酔下にて検査したところ、ほぼ全身性に皮下腫瘍が確認された。

皮下腫瘍の病理学的検査を行ったところ、真皮以下にリンパ球様細胞がび慢性に浸潤し、細胞分裂像が散見され核の多様性が見られた。また、免疫染色の結果、CD3 (T細胞)に対して細胞特異性に反応し、陽性であったことからT細胞性リンパ腫であると判断した。

このことから抗生剤(アモキシシリン7mg/kg)及びステロイド剤(プレドニゾロン3mg/kg)投与を実施していたが、病態は改善されることなく、第41病日に食欲廃絶し、第43病日に死亡した。

病理解剖の結果、頭頂から咽頭、胸部、両前肢、左右肩甲骨、左右腹側部、左右後肢、尾部全体、肛門周囲とほぼ全域にわたり皮下腫瘍が形成されていた。また、ほぼ全身性に各リンパ節の腫脹が確認された。今回当該個体に発症したリンパ腫は肉眼所見及び病理所見から皮膚型のT細胞性リンパ腫と考えられ、イヌでは中高齢での発症が多く、早期発見であっても予後不良が多いとされている。その発症原因として遺伝や農薬などの要因が報告されているが、当該個体については年齢(10歳)以外の要因は確認できなかった。

今後の対策としては、特に高齢個体では年1回ないし2回程度の定期健康診断を実施し、健康状態の定期的なチェック体制を確立したいと考えている。

6. 海獣類・ペンギン・水鳥に認められた低ナトリウム血症：勝俣悦子、荒井一利、○上野菜穂、野村美佳(鴨川シーワールド)

アザラシの低ナトリウム(以下Na)血症は、塩分欠乏症や副腎機能低下が要因で、ストレスと関りがある症候群とされている。アザラシのうち、海水適応種を淡水で飼育した際に発症するとされているが、他の鰭脚類やペンギン類でも認められ、海水飼育環境でも確認されている。

鴨川シーワールドでは、過去20年間に7種9例に低Na血症が確認された。血漿Na濃度(mEq/l)の変化(平常値→最低値)及び転帰は、鯨類のハナゴンドウ(152→130・生存)、鰭脚類のアゴヒゲアザラシ(153→132・発症3日目死亡)、カスピカイアザラシ(152→127・生存)、バイカルアザラシ2例(152→131・生存、112・発症4日目死亡)、セイウチ(146→126・生存)、鳥類のオウサマペンギン2例(150→125・生存、108・発症翌日死亡)、モモイロペリカン(145→119・生存)

であった。汽水域に生息するカスピカイアザラシ、淡水域に生息するバイカルアザラシ、モモイロペリカンは淡水環境、他は海水環境で飼育された。

症状は、鯨類では食欲不振、遊泳不良、浮き、傾き、鰭脚類では食欲不定、活発性・反応不良、痙攣、鳥類では歩行嫌い、衰弱などであった。対応は食塩3～12g/餌1kgの経口投与、0.9%食塩水の胃内投与、飼育水の塩分濃度変更、副腎皮質ホルモン投与(商品名デカロン0.02～0.5mg/kg、商品名フロリネフ0.002～0.003mg/kg)を状態に応じて行い、回復例では数日のうちにNa濃度が好転した。

回復例の血漿Na濃度低下は平常値の85%までが多く、70%台まで低下した症例での救命は困難であった。このように著しい低ナトリウム血症は致命的となることから、迅速な対応が必要と考えられた。

7. 極東地域の野生シジュウカラガンの羽数回復事業その2(2001～2010年)：○石井里恵、曾地千尋、安達文明、今野 仁、牛水 徹、阿部敏計、三塚尚義(仙台市八木山動物公園)

カナダガンの一亜種であるシジュウカラガンは、アリューシャン列島と千島列島で繁殖しアメリカ西海岸や日本で越冬するものがある。しかし、20世紀初め、繁殖地である島々で行われたキツネの放養事業の影響で生息数が激減した。アメリカへ渡るシジュウカラガンは現在絶滅の危機から脱しているが、日本へ渡る個体は依然として回復していない。そこで、仙台市八木山動物公園は、1983年にアメリカから当該種9羽を譲り受け、羽数回復と渡りの復活を目的として飼育を開始した。

さらに、1994年からロシア科学アカデミーと共同で事業を開始し、カムチャツカにある繁殖施設において、当園から贈ったシジュウカラガンを中心に繁殖させた。増えた個体のかつての繁殖地である千島列島のエカルマ島で放鳥し、2000年までの結果を動物園水族館雑誌第43巻第2号で報告した。今回はその後の2001年から2010年までの10年間の成果について報告する。

2001年には、翌年以降の放鳥に備え繁殖施設を拡充して羽数を増やし、2002年から2006年までの5年間は毎年50羽～70羽の放鳥を行った。その結果、2002年に放鳥した個体のうちの2羽の渡来が国内で確認されたのをはじめとし、2005年に放鳥した個体では、11羽の渡来が確認された。その後渡来数は漸増し、2009年度には放鳥個体16羽に加え、繁殖した次世代と思われる個体を含む73羽の合計89羽が宮城県を中心に渡来した。

アメリカで越冬するシジュウカラガンの例を見ても、

自律的回復の安全域に達するには、1000羽単位まで羽数を増やさなければならないが、放鳥個体が複数年にわたって渡来していることや、繁殖次世代個体が渡り群に加わったことは、大きな前進であり、今後も日本への渡りが、自律的回復域に達する様注視していくこととしている。

8. シロビタイムジオウムの自然繁殖について：○寺西とも、西方則男、伊東友基（埼玉県こども動物自然公園管理事務所）

埼玉県こども動物自然公園では1993年4月よりシロビタイムジオウムの飼育を開始した。繁殖を試みるため、今までバックヤードでケージの大きさ、巣箱の大きさ・形など試行錯誤を行ってきた。2009年と2010年の2例の自然繁殖について報告する。

初繁殖に至ったペアは1995年に形成を行った。2005年9月にケージ（縦180cm×横100cm×高さ100cm）から新しいケージ（内寸 縦184cm×横184cm×高さ184cm）に移動し、2007年10月にラワン材の巣箱A（幅32cm×奥行42cm×高さ53cm）と巣箱B（幅30cm×奥行30cm×高さ75cm）を南向きに設置した。2008年6月に抱卵と思われる行動がみられたが、雌や卵は確認できなかった。その後10月の巣箱整備時に、巣材の中に1卵を発見したが、無精卵だった。

2009年2月、ペアで巣箱Aに入りはじめ、5月15日に初めて雌の鳴き声を確認、確認後66日目に1羽が巣立った。巣立ち日に雌が雄による咬傷をうけた為、雌と雄をそれぞれ別ケージに隔離した。雌には隔離後17日間差し餌（インコ用人工育雛飼料のエグザクト）を行った。

2010年3月に同じ雌と新たな雄とでペア形成を行い、昨年と同じケージで、繁殖に成功した巣箱Aを2つ用意した。4月9日から巣箱に入りはじめ、5月22日に初めて雌の鳴き声を確認、67日目に1羽が巣立った。前回のような雄による攻撃はみられなかった。飼料内容は2例とも雌の声が聞こえた翌日から変更し、通常与えているフルーツを倍増し、ネコ用ミルクにひたした1cm角の食パン（約65g）を追加した。

今回の繁殖成功の要因としては、体積が約3.5倍のケージへ移動した事、できる限り刺激をさける為、巣箱内の観察はほとんど行わなかった事、ケージの3面にはついていたヨシズを全面にはり、目隠しを強化した事、タイプの違う巣箱を選ばせた事が考えられる。

9. スパールバルライチョウの種卵輸送及び人工孵化：○高橋幸裕、石井淳子、堀 秀正、櫻井 博、小宮輝之

（東京都恩賜上野動物園）

ライチョウ *Lagopus muta* の亜種ニホンライチョウ *L. m. japonica* は本州中部の高山のハイマツ帯に生息し、国の特別天然記念物及びレッドデータブックの絶滅危惧種Ⅱ類に指定されている。上野動物園ではニホンライチョウの生息域外保全を視野に入れ、別亜種スパールバルライチョウ *L. m. hyperboreus* を対象に飼育繁殖技術を確立することを目指し、ノルウェーのトロムソ大学から2008年23卵、2009年に87卵の種卵を輸送し、人工孵化を行なった。

種卵の輸送は、破損を防ぐための梱包を施し、職員が旅客手荷物として機内持込することによって実施した。人工孵化は立体型孵卵器を使用し、孵化条件は温度37.6℃、相対湿度47～49.5%を保持した。転卵は1時間に1回の自動転卵に設定した。2008年に搬入した23卵の孵卵結果は、有精卵が7卵で16個が無精卵、有精卵のうち中止卵が2個で5個が孵化した（有精率30.43%、孵化率71.43%）。孵化日数は全て22日で、卵重減少率は平均15.3%、初生雛の体重は平均14.4gであった。2009年に搬入した87卵（1卵破卵）の孵化結果は、86個の卵のうち61個が有精、25個が無精、有精卵のうち11個が中止卵で、50個が孵化した（有精率70.93%、孵化率81.97%）。孵化日数は平均22.64日、初生雛の体重は平均15.3gであった。

2008年と2009年の結果を比較すると有精率において大きな差が認められた。2008年に搬入した卵は6月26日～7月11日に産卵されたものであり、2009年に搬入した卵は6月9日～6月22日に産卵されたものであったことから、有精率の差は産卵の時期と関連していると思われる。したがって、ニホンライチョウの生息域外保全を実施するに当たり、野外からの種卵採取によって創始個体の確保を行う場合、採卵に最適な時期を慎重に見極めて実施する必要があると考えられる。

10. ヒロハシサギの人工孵化・育雛について：○石井信一（千葉市動物公園）

千葉市動物公園では2001年3月13日より、ヒロハシサギを鳥類・水係ゾーンのトキ舎でショウジョウトキ、アフリカヘラサギ等と同居飼育を開始した。飼育開始後、自然繁殖もみられたが短期間で死亡し、また人工孵化後、親に戻す試みも行ったが育成しなかった。今回、2008年7月29・31日に2個体ふ化した。最初の個体は、ふ化時から左足に障害を抱えていたため、途中で淘汰した。2010年は、3月2・3・5日にふ化した計3個体の人工育雛を行ったので報告する。

人工孵化は、温度37.5℃、湿度53.3～58%に設定した立体孵卵器を使用した。孵化時のヒナの体重は、21.9～25.1gであった。孵化1日齢より、孵卵器より哺育器に移動させ、餌を与え始めた。初期飼料には、コイをミンチに加工したものに乳酸カルシウムを振りかけたものと軽口補水液（OS-1 オーエスワン）を注射器で与えた。成長に伴って、給餌量が増加するにつれ、コイの切り身を追加し、さらにワカサギのミンチやぶつ切りなどを加えて与え、最後には、給餌内容を親鳥と同じようにワカサギをそのまま与えるように切り替えていった。1～5日齢までは、手乗りインコ用の給餌器を用いて与え、その後は、ピンセットや手で与えた。2008年の給餌回数は1日当たり、1日齢で3回、4日齢まで4回、18日齢まで3回、23日齢まで2回としそれ以降はバットで1日2回給餌した。2010年の給餌回数の平均は、7日齢まで4回、21日齢まで3回、30日齢まで2回、35日齢まで1回とした。給餌の際は、その前後で体重測定を行った。バットでの給餌は、28日齢より1日1回で与え始めた。35～40日齢は、バットのみで1日2回与え、41日齢以降は、1日1回与えるようにした。

2008年孵化の個体は残念ながら10カ月齢で死亡したが、2010年の個体は生育中である。今後、自然繁殖や人工孵化・育雛の技術を更なる向上に努めたい。

11. オオミカドバトの人工育雛：○白石利郎、石井裕之（横浜市立よこはま動物園）

ニューカレドニアの固有種であるオオミカドバト *Ducula goliath* は、飼育下での繁殖例も少なく、これまで人工育雛による成育例は報告されていない。横浜市立よこはま動物園・繁殖センターでは、親鳥が抱卵放棄するなどして得られた卵を人工孵化させ、2009年3月から2010年9月までの間に9例の人工育雛を行い、この内の3羽を成育させた。

人工孵卵時の孵卵器の設定温度は37.2～37.4℃で、卵は28日～32日で孵化した。育雛初期の餌として、1例目の雛にはエスピーラック犬用粉末を25%の濃度で与えたが5日齢で死亡、2例目の雛にはワンラックベットのミルクを20%の濃度で与えたが8日齢で死亡した。死因はいずれも消化不良による発育不全であった。3例目の雛には生卵と無調整豆乳を等量ずつ混ぜ合わせたものを与え、成育に合わせて6日齢以降徐々に市販の鳥育雛用フォーミュラや果物類などを加えていった。この結果この雛は成育したが、ほぼ同様の餌を用いたその後の3例については、食滞による誤嚥や発育不良によって、何れも3日～13日齢で死亡した。7例目の育雛の際には、より

消化吸収を向上させる目的で、育雛初期の餌を生卵と水を等量ずつ混ぜ合わせたものに変更した。この雛は成育させることが出来たが、同様の餌を用いて飼育した次の雛は、食滞による発育不良で13日目に死亡した。そこで、食滞を防ぐために給与量を抑制したところ、9例目の雛は、成長はやや遅くなったものの成育させることが出来た。一方、自然育雛で育った雛の巣立ち直前（28日齢）の体重は平均386.5g（n=2）であったが、同じ日齢の人工育雛個体の体重は平均159.9g（n=3）で、50%にも満たなかった。

このような低い成育率や成長率を向上させるためには、より消化の良い餌の開発や適正な給与量など育雛方法を改善する必要性があると思われる。

12. ニシゴリラの繁殖：○今西 亮、北田祐二（東京都恩賜上野動物園）

ニシゴリラ *Gorilla gorilla*（以下、ゴリラとする）の飼育下繁殖を行うためには、ゴリラ本来の群れで成育したオスの存在が重要とされている。そこで当園では2007年6月27日に豪・タロンガ動物園から群れ育ちのオス1頭（名称：ハオコ）を借り受け、2008年7月30日から、以前より飼育していたメス2頭（名称：トト、ナナ）と同居させた。さらに12月2日には過去に1回の出産経験があるメス1頭（名称：モモコ）を千葉市動物公園から借り受け、オス1頭メス3頭の群れ飼育を行った。

2009年2月にハオコとモモコの間で交尾が確認され、2009年2月2日以降月経が停止した。そこで臨床検査機関に依頼し、モモコの尿中hCGの定量精密測定検査を実施したところ、3月19日には864mIU/mlと高値を示したことから妊娠と確定診断し、その後11月14日にメスの子（名称：コモコ）を出産した。生後4ヶ月余りは母子を他個体から隔離し、屋外放飼せずに室内で飼育した。2010年4月から温暖な日を選んで母子のみを屋外放飼し、徐々に子を外気に慣らし、次いで他のメスとも同居させ、4月10日からはハオコも同居させ、現在に至っている。

トト、ナナはハオコと同居開始後2年以上を経過しており、その間に交尾も見られたが妊娠しなかったのに対し、モモコは導入後1年以内で出産した。メスの年齢はトトが31歳、ナナが27歳、モモコが26歳（2009年12月31日現在）で、トトはやや高齢だが、ナナとモモコは大差ない。しかし、モモコは2000年（当時17歳）に出産経験があるという点で他のメスと異なっている。このことから、未経産のまま一定以上の年齢に達したメスは妊娠しにくくなるのではないかと推察される。

13. チンパンジー双生児の自然哺育による成育例：○福守 朗, 山田信宏, 木村夏子 (高知県立のいち動物公園)

2008年6月に繁殖を目的として、新たな個体の導入等により群の再編成を行い、計8頭(雄2雌6)の複雄複雌群を形成した。まもなく雄のロビン(1995年生まれ)と雌のサンゴ(推定1976年生まれ)の間で交尾が観察されるようになり、ヒト絨毛性性腺刺激ホルモン簡易検査では、妊娠第3週(推定)に陽性反応を示した。妊娠から出産に至る母体の産科学的異常は見られなかった。出産は夜間から早朝にかけて行われ、2009年4月18日の朝、双生児(雄と雌)の出生を確認した。子は2頭とも標準的な大きさと推定され、サンゴの腹部につかまり、その日のうちに授乳が確認された。胎盤食は観察されず、臍帯は生後3日で脱落した。生後4日からサンゴ親子と他個体との同居を徐々に開始し、生後9日で群に復帰した。

その後の双生児の身体的および行動的発達、81日齢に下顎門歯の萌出が見られ固形物を摂餌するようになり、166日齢に母親から離れての遊びが観察されるようになるなど、単胎児の場合と比較しても特に差異は認められなかった。サンゴと非血縁のコユキ(雌、1993年生まれ)が双生児に対して強い関心を示し、生後8ヵ月からは双生児のどちらか1頭を抱くなどの養育行動が観察された。

今回、国内で初めてチンパンジー双生児の自然哺育に成功した要因としては、サンゴは心身共に健康で大柄な体格であるために、群の中では優位で子の保護や授乳が十分にできたこと、前飼育施設で3回の出産を経験し、育児能力が十分であったこと、双生児が2頭ともほぼ標準的な体格で出生したこと、同居個体が育児に協力的な行動を示したこと、生後3ヵ月から補助的に離乳食を与えたこと、などが考えられた。

14. ホッキョクグマの人工哺育：○三木那央子, 大出幸生, 荻谷 実, 中尾建子 (アドベンチャーワールド)

アドベンチャーワールドで、2009年10月13日午前10時04分にホッキョクグマ *Ursus maritimus* の出産があった。出生時の体重は724g、雌であった。出産した個体は1993年より飼育を開始し、これまでに4回計8頭を出産しているが子は育成していない(1例は101日齢、他は1週間以内に死亡)。2000年~2002年までの3回の出産では、出産直後からの育児放棄及び食害が見られた。そのため、2002年以降は自然哺育を断念し、安全に子を取り上げるため、母獣を鉄製スノコで吊り上げ床面にクッション材を敷き、産み落とされた出生個体を取り上げ

人工哺育を行っている。

過去の人工哺育時の死亡原因は、誤嚥性肺炎や貧血、母獣による外傷が主なものであった。今回は、免疫力の向上及び貧血の予防を重視した。免疫力向上のため10月14日と16日に母獣に麻酔をかけ初乳及び血清の採取を行い、それぞれ経口(21g/3回)及び注射(4.5ml/2回)した。また母乳に多く含まれているオリゴ糖を初期から投与(固形物の1%)した。貧血予防のため3日齢に鉄剤の注射(10mg/kg)を行い、210日齢まで2週間毎に注射した。取り上げた子は、温度30℃、湿度60~65%に保った保育器の中に収容した。出産から1時間30分後にエスビラック®パウダー犬用(ペットアグ社)を1:4(ミルク:水)の割合で26日齢までは1日6回、4時間おきに与えた。哺乳及び刺激排便の際は体温の低下を防ぐため保育器内で行い、成長に伴い温度を下げていった。89日齢から離乳食として幼犬用缶詰(Hill's®)を与え始め、218日齢からは骨ごとミンチにした鳥肉も与え、89日齢、218日齢、300日齢で体重はそれぞれ12kg、28kg、53kgと順調に成長している。

本種の人工哺育はきわめて難しいと言われているが、子の安全な取り上げ方法、免疫力の向上、貧血の予防、幼獣の体温管理等が今回成功した要因と考えられる。

15. インドサイの2回目の繁殖における出産、哺育環境の改善：○笠原明子¹⁾, 庄子泰之¹⁾, 小山秀男¹⁾, 石和田研二¹⁾, 栗原幹尚¹⁾, 飯野雄治²⁾, 先崎 優¹⁾, 半澤紗由里¹⁾ (¹⁾横浜市立金沢動物園, ²⁾横浜市立野毛山動物園)

横浜市立金沢動物園で飼育中のインドサイ雄No.1(27歳)と雌No.3(10歳)との間に2007年2月1日と2009年8月15日の2回出産がみられた。2007年の出産では、子は足が滑って起立が出来なかったため、翌日、母親と別けて治療を行い、人工哺乳を実施した。子の体力回復後には母親と同居しながらの人工哺乳に切り替えた。体重の増加など成長はみられていたが、過去のデータと比較すると成長は遅く、生後50日齢で死亡した。解剖の結果、心筋症が疑われたが、具体的な死因の解明には至らなかった。しかしながら、成長率の低下は子が起立出来なかった状態が続いたことも一因と考えられた。2009年の出産においては前回の反省をふまえ、雌雄同居時よりいくつかの改善を行い、自然哺育となるよう環境を整えた。

まず、出産が冬季に起こらないように同居時期を調整した。さらに、コンクリートだった滑りやすい寝室の床材をウレタン素材へと変更し、出産前後は子の起立を助

けるために寝室の敷きワラの量を増やした。また、子が母親の乳首を探し出すことに苦戦していたため、あらかじめ準備しておいた牛の初乳を母親の乳首周辺に噴霧したり、母親から搾乳した乳の臭いを嗅がせたり、舐めさせたりした。子は人の動きや乳の臭い、味に反応しながら、母親の乳首を探しまわっていた。そして、出産前後は監視体制の強化にも努め、子が母親から乳を飲む行動が確認出来るまで監視を続けた。

その結果、今回の子は出産後約1時間で順調に起立し、母親の乳首を探し出すためのいくつかの工夫も効果があらわれ、母親の乳首への吸いつきは約16時間後に確認できた。母子を観察し続けたことで、2頭の状態をきちんと把握できたため、人工哺乳に踏み切らずに済んだことも良い結果に結びついた。子は生後51日齢で体重が187kg、生後163日齢には403kgに成長した。

16. カバの出産経過報告：○下田康晴、藤井頼久、中筋功二、小川高志、坂本健輔、横田定之、森 誠（神戸市立王子動物園）

神戸市立王子動物園では、オスの「出目男」（1981年生、28才）とメスのナミコ（1992年生、18才）を飼育している。2006年から計画的な繁殖に取り組み、翌2007年7月に初産で無事40kgのメスを出産したが、2日後に死亡した。2度目の出産は2008年4月に、予定日の2ヵ月前に死産した。これら2回の出産経験から以下の施設及び飼育管理を改善した。

モニターにて観察できるようにカメラを設置し、室内（寝室大を産室として使用）の柵の間から仔が脱出しないように鉄板で養生した。交尾からの日数計算や、「ナミコ」の体の変化を見ながら出産際には室内飼育にし、同時に「出目男」は運動場で終日飼育とした。室内飼育中はカバ舎付近での騒音の出る工事は一切行わず、室内観覧通路も閉鎖し、一般公開を中止した。「ナミコ」は神経質なため出産初日は飼育員も室内には入らないようにし、もし授乳が確認できないときのため、人工哺育の準備をした。

今回の最終交尾は2008年12月11日で、2009年8月11日午前6時頃に無事出産した。妊娠期間は244日であった。出産後3日間は24時間モニター監視した。室内プールの水は入れ替えができないので、常時補給水を追加し汚濁を少なくした。授乳についてはプールの水が濁っているため目視での観察はできなかったが、ほぼ2時間おきに母親が水中で授乳姿勢を取ること、仔カバが乳房付近で1分以上潜水すること、且つ仔カバに元気があることから授乳できていると判断した。

繁殖成功に至った大きな要因としては、カメラを設置したことにより飼育員が室内に入ることなく出産・授乳などを確認することができたこと、それに伴い外部と視覚的に遮断することができたことによって比較的落ち着いた状態で育児できたことが挙げられる。

17. ハミルトンガメの繁殖：○桐生大輔、子林子史（横浜市立野毛山動物園）

横浜市立野毛山動物園では1994年よりハミルトンガメ *Geoclemys hamiltonii* の飼育を始め、2009年8月に日本の動物園で初めて1頭が人工孵化により誕生した。同様の方法で2010年度は5頭が孵化している。この2年で得られた知見を報告する。飼育環境は生息地の気象条件に合わせて気温や水温、餌の内容や量に時期的な変化をつけ、繁殖行動への刺激とした。普段は雄と雌を分けて飼育し、交尾をさせる4月にタイミングを計って同居させた。同居させるとすぐに交尾を行い、交尾後約2ヶ月で産卵した。

2010年の産卵期には雌個体No.8により1クラッチ目4個、2クラッチ目12個で計16個の産卵があり、いずれも人工孵卵を行った。1クラッチ目の4個の卵は全て小型の無精卵であった。2クラッチ目の3個の小型の変形卵を除いた9個の卵の大きさの平均は長径約41.2mm、短径約18.6mmであり、そのうち有精卵は6個、無精卵は3個であった。孵卵中の平均温度は約29.5℃、平均湿度は約81.5%であり、卵は孵化日数52～55日で孵化した。孵化時の5頭の平均甲長は33.2mm、平均体重は7.7gであった。孵化後は約5cmに水を張った水槽（60cm×30cm×34cm）で飼育を行い、徐々に水深を深くしていった。餌は1日1～2回、カメ用ペレット（商品名：レプトミン）を4～8粒と5mm程の巻き貝（インドヒラマキガイ）を1頭当たり1匹ずつ与えた。

1年中飼育環境に大きな変化を付けていなかった時は産卵が見られなかったので、飼育環境に時期的な変化をつけ、刺激を与えたことが今回の成功の理由と考える。今後は小型卵、変形卵を産まないような飼育管理の確立と、温度依存性決定のデータ収集を行っていきたい。

18. 動物園動物への経口投薬における苦味マスキング剤の応用：○佐藤伸高、福井大祐、中村亮平、丸一喜、大内章広、坂東 元（旭川市旭山動物園）

動物への経口投薬の欠点として苦味が嗜好性を低下させることによる投薬の不確実性がある。旭川市旭山動物園では苦味抑制のために甘味を有する食物を添加し与えているが、個体によって投薬が困難な場合がある。食品

の苦味を抑制する目的で使用されている苦味マスキング剤のベネコートBMI-40（以下ベネコート）は粉末で、投与の際舌上の苦味受容サイトに吸着することによって苦味抑制効果を発揮する。本研究では動物への経口投薬におけるベネコートの臨床応用を検討した。

苦味の強い薬物として抗原虫薬のメトロニダゾール（MTZ）250mgをハチミツ、バナナまたは乳酸菌飲料に溶解した。ベネコート添加群には溶媒の5%の重量のベネコートを溶解した。対象動物はオランウータン3頭およびチンパンジーの2群（A群は成獣4頭、B群は成獣3頭）とした。添加群、無添加群およびベネコートのみのコントロール群について投与時の反応を観察し、4段階でスコア化した。スコア1は投与後すぐに完食、2は口に含んだのち徐々に食べる、3は口に含んだ後、柱などに出し徐々に食べる、4は口に含んだ直後に吐き出す、とした。

オランウータンではいずれの溶媒においてもスコアに差は認められず、3群ともに低スコアを示した。チンパンジーにおいてはコントロール群ではいずれの溶媒もスコア1だったが、観察により乳酸菌飲料のみ警戒しながら飲んでいった。添加群、無添加群では個体差が大きかったものの全体的に3、4のスコアを示すものが多かったが、無添加群のハチミツにおいて低スコアを示した。オランウータン、チンパンジーともに単回投与による苦味抑制効果は認められなかった。これはMTZの苦味の強さがベネコートの抑制を上回っているためと考えられた。結果よりチンパンジーではMTZなどの苦い薬剤投与にハチミツ単体の添加が有用であることが示唆された。

19. ミナミコアリクイとニホンアナグマに見られた皮膚真菌感染症例：○平野雄三、杉森 理、田島日出男、原樹子（東京都恩賜上野動物園）

東京都恩賜上野動物園で飼育中のミナミコアリクイとニホンアナグマにおいて皮膚真菌症を認め、飼育環境の改善と治療により症状が良性化したので報告する。

ミナミコアリクイ（雌）。2010年4月より鼠径部の発赤、掻痒を認め、被毛からマラセチアを検出した。巣箱の週1回交換、消毒を開始し、治療として抗真菌剤シャンプー（マラセブ）で2週間おきの洗浄、抗真菌剤軟膏（ドルバロン、ラミシールクリーム）塗布、抗真菌剤内服薬（トラコナ錠、1回/日）投与を行った。しかし症状は徐々に悪化し、治療開始後43日目には内股全体が糜爛した。この時の検査でマラセチアは陰性だったことから、原因として外用薬やシャンプーが患部を刺激し、炎症を

悪化させていることが推測された。そこで治療法を約50倍希釈イソジンでの1週間おきの温浴のみに変更したところ、糜爛、掻痒は見られなくなった。

ニホンアナグマ（雄1雌1）。2010年6月より全身の脱毛、掻痒を認める。飼育室の気密性が高く、常時95%以上という高湿度環境だったこと等から皮膚真菌症を疑った。床材のウッドチップが常に濡れていたため除去し、換気扇を設置することで湿度低下を図ると共に、抗真菌剤シャンプーでの全身洗浄を計2回（7/12、8/5）実施した。その結果掻痒は消失し、脱毛部には発毛を認めた。7/12の検査時には両個体の皮膚からカンジダが検出されたが、8/5の検査では陰性だった。

皮膚真菌症には環境要因、特に高温多湿が関与しており、今回の症例が治療に向かった要因として環境改善が果たした役割は大きいと考えられる。シャンプーや外用薬も治療を補助するものとして有効であった。しかしミナミコアリクイの例のように、漫然と外用薬を使用することで症状を悪化させる場合があり、患部の状態にあった治療法を適宜選択することが重要と思われる。

20. ニホンコウノトリにおける骨プレートを用いた創外固定による嘴骨折治療例：○田坂 清¹⁾、野瀬修央¹⁾、平野雄三²⁾、平松 廣¹⁾（¹⁾ 東京都多摩動物公園、²⁾ 東京都恩賜上野動物園）

2009年12月14日、東京都多摩動物公園で多数羽飼育中のニホンコウノトリ（2歳雌）が放飼場の金網に突っ込んで上下の嘴を骨折した。肉眼的には上嘴は右側の先端から約100mmの部位、下嘴は右側の基部から約30mmの部位で骨折していた。左側は離断していない状態であったため、右側のみを治療の対象とした。離断している部分のみを強固に固定することにより採食の可能性が高くなると判断し、骨プレートとステンレスワイヤーを用いて治療した。

患部をイソジンにて消毒後、骨折部を正常位に戻した状態で、骨プレート（長さ38mm巾7mm厚さ2mm重さ3g 4穴）を当てて、14G留置針内筒を外側より刺して0.6mmステンレスワイヤーを通し、骨プレートを固定し、固定後ワイヤー部を自由変形創外固定副子にて保護した。テラマイシン・LA注射液0.5ml投与後隔離飼育し、安静にさせたところ、1週間で採食を認めた。治療後1ヶ月ではまだ化骨が完全でなかったため治療後2ヶ月まで待ち、化骨状態良好であったため、骨プレートを除去し、エポキシパテ金属用（10分硬化型）を患部にあてた状態で群れに戻した。以後エポキシパテは治療後約4ヶ月（プレート除去後2ヶ月）で自然脱落し、現

在は発症前と変わらない状態となっている。

今回良好な結果が得られた要因として、受傷間もなかったこと、プレートを用いたことにより骨折面の可動がない状態を維持できたこと、うまく血行を阻害しなかったこと、採食に支障がない固定法であったこと、隔離飼育した環境が落ち着く場所であったことなどが考えられる。

21. ケヅメリクガメでみられた膀胱内結石の摘出及び予後について：○乙部有加¹⁾、伊藤寛将¹⁾、坂井真紀²⁾、坂井暢²⁾、狩野弘生¹⁾（¹⁾ 岡崎市東公園動物園、²⁾ きらら動物病院）

平成20年9月、導入したケヅメリクガメ *Geochelone sulcata*（導入時推定5歳）の腹部X線検査にて、65mm大の結石を認めた。経過観察としたが、排便時強いいきむようになったため、平成21年7月に検査を実施。前回検査時から9ヶ月で直径が15mmほど増大し、多量のガスの貯留を認めた。結石が骨盤部分より大きくなっていったため、外科手術による摘出を選択した。体重8.9kg、甲長36.5cmで、メドミジン0.05mg/kg・ケタミン5mg/kgによる麻酔ののち、イソフルランによるマスク麻酔下にて、田向氏考案のPE法（腹甲切片に大胸筋を温存しパッチエポキシで固定する方法）を用いた膀胱内結石摘出手術を行い、80mm大200gの尿酸塩結石を摘出した。また、術後管理には坂井氏考案のPP法（挙上パッチと保護プレートを用いて術後管理を容易にする方法）を用いて、保護プレートを当該個体に装着した。術後は摂餌良好であり、透明尿及び良便を確認した。26日後切開部からの滲出液は無くなり、31日後、保護プレートをはずした。パッチエポキシは77日後に除去し、術前どおりの飼育を行った。現在、経過観察のため定期的なレントゲン撮影を実施しているが、膀胱内に結石は認められず、術後より400日（平成22年8月20日）現在、当該個体は生存している。

膀胱内結石摘出にあたり、当該個体に適用したPE法及びPP法により術後管理が容易となり、術後1年を経過した段階でも、腹甲の成長に大きな影響は認められなかった。

今後、膀胱内結石の再発を防止するため定期的な検査を行うとともに、当園にて飼育する同サイズの腹腔内結石を有するケヅメリクガメへの治療法についても腹甲切開器具の調達も含め、パッチエポキシの設置個数や形状など検討していきたい。

22. キリンの常同行動と飼育環境：○田中ちぐさ¹⁾、瀬

尾哲也²⁾（¹⁾ おびひろ動物園、²⁾ 帯広畜産大学）

動物園動物の常同行動は、飼育施設や飼育管理方法による影響を受けていると報告されている。そこで、17ヶ所の動物園にご協力いただき、飼育されているキリンの常同行動を引き起こす飼育環境の要因を、施設の面積や飼槽等の施設面、飼料の種類や混合飼育の有無等の管理面、および性別や飼育期間等の個体面の3つの側面から検討した。

17園34頭を対象とし、2006年9月～12月にかけて調査を行なった。各動物園で実測および図面から施設を計測し、管理方法と個体情報を聞き取り、キリンの放飼から収容までの行動を2日間にわたり観察した。

常同行動を舐め行動、かじり行動、舌遊び行動、常同歩行に分類した。各常同行動の発現割合を目的変数、飼育環境の要因を説明変数として、ステップワイズ回帰分析により解析した。

飼育期間が長く、総給餌量中の乾草給与量が少ないほど、常同行動の高い発現割合を示した。またこの他に、発現割合を高める要因は放飼場と観覧通路が遠いこと、肉食獣との距離が近いこと、寝室の高さが低いことなど、常同行動の種類によって異なった。

この結果を活用し、飼育環境を変更することで常同行動の減少につながり、キリンのよりよい飼育環境を得られるであろう。例えば、給餌から2、3時間後に常同行動の発現割合が高くなるケースが多いため、その時間に合わせて給餌を行うなどの対策をとることで発現を抑制できる可能性がある。施設や個体の変更には難しい面が多い一方で、飼育管理では飼料の種類や給与量など、栄養学的・生理学的な考慮を加える必要があるが、前者に比べ簡単に変更することができる点がある。

23. 群れ飼育のチンパンジーの人工哺育と群れに入れる試み：○木岡真一¹⁾、清水美香¹⁾、永田裕基¹⁾、東川上純¹⁾、島原直樹¹⁾、高原由妃¹⁾、黒島英俊²⁾（¹⁾ 東京都多摩動物公園、²⁾ 東京都恩賜上野動物園）

東京都多摩動物公園では今までに11例の人工哺育を行ってきた。同種の他個体と隔離状態で人工哺育された個体は、繁殖行動や子育て、他個体とのコミュニケーションがうまく行えないといった事例が多く見られる。そのため、人工哺育になった個体は、早期に群れに戻すことが大切である。しかし、こどもを単独で群れに入れることは多くのリスクを伴うため、当園では、こどもを養母に預ける方法で、養母に仲介してもらい、群れに入れる試みを2例行った。このうち1例は、群れ入れの途中で急性肺炎による心不全によって死亡したが、2008年から

試みているもう1例（ジン、雄、2008年7月2日生）において、群れに入れることに成功したのでその経過を報告する。

20日齢から毎日群れの個体との見合いを継続し、常に同種の姿を見せ、声を聞ける状況にした。343日齢から養母の選択をするため、候補個体との見合い時間を増やし、夜間は監視カメラを用いて記録し、関係を評価した。488日齢、養母候補との短時間同居を開始した結果、サザエ（推定28歳）という個体をこどもの養母に適任と判断した。社会経験の豊かな個体と一緒に過ごすことで、精神的な安定が見られ、あいさつやグルーミングなどの社会行動のレパトリーが増えるのが観察された。養母と養子の関係が安定したため、658日齢から、群れのアルファオスとの同居を行った。その後、徐々に放飼時間、同居個体を増やしていき、728日齢（1歳11カ月）で、群れのすべての個体との同居を終え、群れ入れに成功した。

今回の成功は、早くから他個体との接触機会を増やしたこと、寝室の見合い窓を拡張し、放飼場を整備したことで、段階を踏んだ見合い、同居が実施できたこと、養母候補が複数おり適任個体を選択できたことなどが要因として考えられる。

24. アヌビスヒビの遺伝的多様性を維持した飼育群管理：○奥村文彦、小池 純、山田耕平、堀込了意、木村直人、加藤 章（財団法人日本モンキーセンター）

1959年野生由来のアヌビスヒビ15頭が移入され、築見島での放飼が開始された。現在は日本モンキーセンターの「ヒビの城」で75頭を飼育している。他施設への搬出や飼育施設の変更の結果、1959年に7系統あった母系の血統は1987年までに5系統となった。しかし、2003年以降は他施設への搬出を行っていない。現在、飼育頭数が過度に増加し飼育群管理上問題となってきた。そのため、頭数調整を行う必要が生じているが遺伝的多様性を保つ方法を導入する必要があった。

日本モンキーセンターでは、現在飼育されている個体が識別されているだけでなく、1959年当初からの個体表（総数488頭）から母系の血統がはっきりしている。遺伝的多様性を維持した頭数調整をおこなうため、「ジースインプラント」（犬用発情抑制剤、アスカ製薬）を用いた可逆的な避妊手術を2005年から2010年にかけて計17頭のメスに施した。避妊手術は特定の血統に偏ることのないように配慮し、育児放棄や死産が多くみられる個体を中心に実施した。

その結果、現在の施設に移動してから頭数調整を開始

するまでの平均出産率が80%であったが、2005年以降徐々に減少し2010年では14%となっている。また、2009年以前は平均15%あった死産が現在は0%になった。また、自然繁殖で期待される最大の頭数（2010年時点）が124頭に対して、5年間で60%の出産制限をおこなうことができた。母系の血統は出産調整開始当初の5系統を維持している。

今後も遺伝的多様性を維持していくが、近親交配も懸念される。今後は他の施設から別の血統を移入したり、メスを一時的に他の施設に移し交配させることも考えなければならない。さらには別の血統との人工授精も視野に入れ今後も継続していきたい。

25. ホッキョクグマにおけるエンリッチメントの評価：

○上野将志、松下俊之、下村幸治、松下達夫（大阪市天王寺動物公園事務所）

飼育下のホッキョクグマでは常同行動の発生率が高く、それをいかに抑えて行動を活発化させるかが課題である。5歳のオス（愛称ゴーゴ）にエンリッチメントを目的として丸太やガス管などの遊具を用いても、時間経過とともに常同行動の発生率が高くなった。そのためバケツで水とともにシュロ縄で巻いた肉を凍らせて、展示場プール上の鉄柵から吊るした「肉氷」を考案し試行した。肉を獲得するまでにかかった時間により効果的であると判断したが、獲得時に遊具を利用する行動が見られた。そこでエンリッチメントの効果を判断するべく1日の行動調査を実施した。本発表では、行動調査をもとに肉氷のエンリッチメント効果について考察する。

1日の行動調査は1分ごとの瞬間サンプリング法を用いた。肉氷の効果判定は主に肉を獲得するまでの時間を基準にし、2010年1月27日から3月22日の間に計14回実施した。展示場内で使用可能な遊具はガス管、棒、枕木、丸太であった。

初回は前日から高率に見られた常同行動が肉氷設置後には見られず、獲得までの約2時間に渡り肉氷への活発な行動が観察された。実施2回目の獲得時間は約40分であったが、3回目から14回目はガス管等を投げて取るコツをつかみ、平均獲得時間は約6分であった。

肉氷においては、道具の利用と習熟によりエンリッチメントの効果は著しく減少したため、今後は個体の能力をみながら、肉氷の難易度を上げるか別の方法を考える必要がある。また同時に、効果を客観的に評価できる基準を設け、その行動を調査することでホッキョクグマの知能レベルを推測し、より常同行動抑制に効果的なエンリッチメント方法を確立したい。

26. 生体移動したフンボルトペンギンの繁殖参加と死亡率について：和田政士，立川利幸，杵山由貴子，○久志本鉄平，上原正太郎，森本大介，石橋敏章（下関市立しものせき水族館）

下関市立しものせき水族館では2010年3月のペンギン新展示施設オープンに向け，全国各地の動物園，水族館よりフンボルトペンギンの生体移動を行った．その移動個体の繁殖参加と死亡率について報告する．

当館への繁殖参加を目的とした生体移動は，2008年11月26日～2009年3月27日の期間に計6園より24羽で，1度の移動個体数は2～5羽であった．搬入個体は，飼育エリア（面積約425m²，水量3m³）内に設けたトリカルネット区画内に収容し，6～17日間見合い飼育後，群れに放鳥した．その後，2009年9月14日，18日の2回に分けて移動個体24羽と従来からいた個体20羽を新しい飼育エリア（面積約742m²，水量76m³）に移動した．

2010年7月末までに移動個体24羽（♂：10，♀：14）のうち，15羽（♂：9，♀：6）についてはペア形成が認められ，ペア形成成功率は62.5%であった．ペア形成が認められた15羽のうち全てのペア間で産卵が確認された．また，各年齢間でのペア形成成功率を比較するため，移動時の年齢から幼鳥期の24ヶ月以内，性成熟期の25～48ヶ月齢，性成熟後の49ヶ月齢以上に分け比較した．幼鳥期42.8%〔成功3羽（♂：3），失敗4羽（♂：1，♀：3）〕，性成熟期100%（成功3羽（♂：3）），性成熟期後64.2%〔成功9羽（♂：3，♀：6），失敗5羽（♀：5）〕となった．

フンボルトペンギンの生体移動は，生体への負担が高く移動後の死亡率も高いとの報告があるが，今回の生体移動については1年を経過した2010年7月末時点での死亡率は0%である．これは，移動方法および搬入方法について十分に考慮した結果と考えられる．

27. 河川型繁殖水槽におけるオオサンショウウオ繁殖群の巣穴利用状況と産卵巣穴の占有期間：○足利和英，野々上範之，鎌田 博，嶋田浩明，南方延宣，南 心司，桑原一司（広島市安佐動物公園）

オオサンショウウオは繁殖期になると1頭の雄が産卵巣穴を占有することが知られているが，飼育下における産卵巣穴の占有に関する情報は知られていない．今回，安佐動物公園の河川型繁殖水槽における生息巣穴の利用状況および産卵巣穴の占有期間について，1998年6月26日から2007年3月31日の期間調査したところ新たな知見が得られたので報告する．

調査には，1998年度から9年間連続して繁殖した河川

型繁殖水槽（種々の条件が違う複数の巣穴を配置した水槽）を使用し，調査期間中に飼育したのべ雄5頭，雌6頭を調査の対象とした．巣穴利用状況の確認方法は，日中に巣穴上部の蓋を開けて中にいる個体を確認することで行なった．

占有個体による産卵前の平均占有期間は35日間と過去の野外調査の報告と近似していたが，産卵後の平均占有期間は149日間と報告に比べ約30日間短かった．観察した結果，占有の終了は幼生の離散後であった．河川型繁殖水槽の平均月別水温は野外の記録に比べて年間で2～8℃高く，この事が幼生の成長を速めたため占有期間の短縮が起こったと考えられた．

生息巣穴として一番利用の多かった巣穴は，一つの入口を持ち，入口が川に対して直角に接し，注水口の近くに位置して，巣穴の奥から湧水が出ている構造であった．産卵巣穴として使用された巣穴はこの巣穴と構造はほぼ同様であるが，入口が川に対して30度下流向きになっており，注水口から離れた位置にある．生息巣穴としての好条件は常に新鮮な水が流入し，酸素濃度・水温・水量等が安定した環境であることが考えられた．また産卵巣穴は生息巣穴より条件は劣るが，卵塊や幼生を守る上で川の水が直接的に流入しない等の条件が必要であると考えられた．

28. その魅力を示し，野生動物との共存を考えるエゾシカの展示と教育活動について：○奥山英登¹⁾，佐賀真一¹⁾，大越 晃¹⁾，脇坂文貴²⁾，坂東 元¹⁾（¹⁾旭川市旭山動物園，²⁾旭川市立向陵小学校）

旭川市旭山動物園では，2009年に「エゾシカの森」という新施設をオープンした．これは，シンリンオオカミを飼育展示する「オオカミの森」に隣接し，絶滅させたエゾオオカミと害獣であるエゾシカの問題を考え直してほしいというコンセプトがある．しかしながら，その姿形の供覧だけでは，このコンセプトを来園者は捉えにくく，なじみ深い動物であるエゾシカは来園者に強い知的好奇心を抱かせることが難しい．これらの問題を解消するため，様々な展示と教育活動を試みた．

エゾシカの森は，約700m²の敷地の中に高さ6mの岩山と放飼場を見下ろす橋がある．来園者は彼らを様々な角度から観察し，ジャンプの様子や崖を登っていく様子を観察できる．また，「樹皮食い」などエゾシカの野生下での採餌行動を再現する3つのフィーダーを製作した．これらの行動展示に加え，来園者の興味関心をさらに喚起するため，解説看板は自然科学的内容に拘らず「シカト」の語源など雑学的知識も盛り込み，ハンズオ

ンも多く取り入れた。このような来園者の興味関心の喚起からエゾシカとの共存が考えられるよう、看板には農業被害や森林破壊など害獣としてのエゾシカやその防除活動についても併せて紹介している。また、フィーディングタイムなどの時間を用いて、これらのことをより詳しく紹介する教育活動を積極的に行なった。「エゾシカの森農園」という教育活動では、参加者が継続的に集合し、放飼場内で野菜作りを行っている。これは単なる農業体験ではなく、農作業を通してエゾシカと人との関わりを考えてもらう役割を果たしている。

以上のような展示と教育活動から、来園者がエゾシカに驚きや感心の声を上げたり、熱心に看板を読む姿や各教育活動では彼らとの共存に関して共感する姿も見受けられた。来園者がエゾシカに対して知的好奇心を抱き、彼らとの共存を考えるきっかけになったと考察する。

29. 学術標本を活用した学習プログラムの開発と実践：

○高野 智、赤見理恵（財団法人日本モンキーセンター）

日本モンキーセンターでは、園内で死亡したサル類の遺体を原則すべて標本化している。2009年度末現在、骨格標本、剥製標本、臓器液浸標本などの総数は1万点を優に超え、世界有数のサル類標本コレクションとなっている。学術標本という性格から、一般の目に触れる機会は少なかったが、後世に残す上でその意義を広く伝える必要があると考え、標本を活用した教育プログラムの開発と実践に着手した。

教育プログラムの主対象は中学校、高等学校とした。開発は学校教員有志の協力を得て行い、中学校理科第2分野「動物の生活と種類」や、高校生物の進化に関する単元との連携に配慮した。できる限り来園しての利用を促し、不可能な場合に出席授業を行うこととした。標本の損傷を防ぐため、標本のみの貸出は行わない。使用する標本は、利便性と安全性から主に骨格標本となった。代表的なプログラムには、ヒトとチンパンジーの骨格の比較から進化を学ぶ「骨パズル」や、骨格の各種特徴から系統関係を推定するものがある。園内利用ではバックヤード見学を推奨し、博物館活動を周知する機会を設けた。

開発を始めた2005年度から2009年度までの5年間に、来園利用は2、4、5、9、5件、出席授業は1、1、4、7、8件と、実践例を重ねている。それに伴い、2004年度に5件だった中学・高校の団体利用が2009年度には15件に増加している。プログラムの効果について、ある高校では、参加した30名のうち25名（83.3%）が「面白かった」と回答した。別の中学校では、標本を使

った授業を受け、標本庫を見学した生徒90名のうち43名（47.8%）が、後日の感想文でバックヤードの印象を記述した。

プログラムの稼働実績は、開発したプログラムが学校から一定の評価を得、団体の増加にもつながっていることを示している。また、生徒の感想から、標本の意義を伝えることにもある程度成功しているといえるだろう。今後もプログラムを改善して実践例を増やし、感動を広げていけるように努めたい。

〔話題提供・口頭〕

1. 宮崎市フェニックス自然動物園における口蹄疫防疫対策の事例報告：○甲斐のぞみ、越野慶太、出口智久（宮崎市フェニックス自然動物園）

2010年4月20日に宮崎県内で口蹄疫の疑似患畜が発見されて以来、同年7月28日に宮崎県全域の制限の解除に到るまでの間、ウシ、ブタ、ヤギ、ヒツジ、イノシシ28万8千頭余りが処分の対象となった。宮崎市フェニックス自然動物園は、5月18日に搬出制限区域内に、6月10日には移動制限区域内に入った。この間に様々な防疫対策を講じた。動物園の防疫を考える参考に事例報告する。

疑似患畜発生の一報と同時に、来園者と車両に対しての踏み込み消毒剤をベルオキソー硫酸水素カリウム（商品名アンティックビルコンS）に変更した。ゴールデンウィークを前に、動物とのふれあいを中止し、偶蹄目動物と来客との距離的な隔たりを設け、消毒踏み込み槽を設置した。傷病鳥獣等の動物の持込みは中止した。拡大傾向が納まらず、5月17日から臨時休園とし、防疫体制の強化を目的に、飼育エリアを設定し課員以外の立入りを禁止し消石灰消毒も開始した。隣接の市道を埃侵入防止のため園側道幅半分を通行止めとした。飼育員には、宮崎県が発令した非常事態宣言を徹底した。また、偶蹄目動物ごとに長靴等の履き替え、飼育の重複を避けるように工夫し、作業着を頻繁に着替えた。発生地区よりの出勤者は園近隣に居を移した。飼料等の導入は業者に協力をいただき、産地や移動ルート等を明らかにし、納入時は可能なものは100倍に希釈した食酢を用いて消毒した。水洗や煮沸等も実施しリスクを減らすことに努めた。青草、木の葉、竹等の園外からの持込みは中止した。制限解除を受けて8月8日より再開園したが踏み込み消毒とふれあいの中止などゴールデンウィーク前同様の対策を継続した。8月27日に宮崎県が発令した終息宣言を受けて、9月2日より、ふれあいの実施、偶蹄目動物との隔たりを解除したものの、車両ならびに来園者の踏み込み等の消毒は継続している。

2. 竹竿を使ったピューマの給餌ガイドについて：○北本圭一、佐々木善基（愛媛県立とべ動物園）

愛媛県立とべ動物園では、2006年より複数の獣舎を改修し、行動展示によって動物の行動や能力を引き出すことを試みてきた。こうした行動展示は魅力的ではあるが、反面、獣舎の新築・改修・遊具の製作などに多額の投資が必要となる。そこで、2008年12月末頃よりピューマ *Felis concolor* を対象として、その脚力を引き出し、生態展示効果を上げる給餌ガイドを試みた。

ピューマの屋外展示場は、高さ約5mで、側面は金網である。この展示場では、金網にとまる小鳥に対して時折ピューマが駆け上がっていく行動が確認された。そこで、全長約3mの竹竿の先に馬肉を付け、展示場側面上部の金網越しに給餌するトレーニングを開始した。離れ人工哺育個体「マリー」はトレーニング2回目で金網を勢いよく駆け上がり馬肉を採り、その高さから飛び降りる行動を見せるようになったため、平日を中心にピューマの給餌ガイドを開始した。竹竿給餌を見せながら、ピューマの生態や身体能力について説明するもので、実施時間は約10分ほどである。雄個体「ユウマ」は慣れるまでに1年近くかかったが、展示場の構造物を経由して金網に飛び移るという方法で馬肉を採るようになった。「ユウマ」が竹竿給餌をするようになってからは実施時間が長くなり、また一方が不調でも残る個体で実施が可能となった。その結果、ピューマが駆け上がったり飛び降りたりする度に観客からは歓声があがり、来園者と対話的な説明がより可能となった。給餌ガイド目当ての来園者も見られるようになり、平日のイベントとして定着したといえる。

今回の試みでは、日常の観察による発見と工夫をもとに動物の迫力ある行動を引き出し、展示及び教育効果を上げ、かつピューマに対する環境エンリッチメントにも効果があった。しかし、夏場になるとピューマの動きが著しく鈍化するため、その対策が今後の課題になると考えられる。

3. 動物ふれあい広場・タッチ愛ランドの取り組みについて：○大川菜穂美、田中博史、松本充史、井手眞司、村上英明（熊本市動植物園）

熊本市動植物園の動物ふれあい広場・タッチ愛ランドは、2005年の開設時から、「命の大切さ」を伝える教育プログラムを行っている。このたび、教育プログラムの現状把握および今後の拡充のため、参加者と同広場スタッフを対象にアンケート調査を実施したところ、プログラムに対する評価と同広場の飼育管理方法に関連性がみ

られた。

各プログラム参加者に、動物と触れ合った感想、及び記述式のアンケートを実施した。スタッフへは、全個体に名前をつけて個体識別しながら終生飼育するという同広場の飼育管理方法、および各プログラム参加者に伝えたい事について、を設問した。

その結果、「動物とのふれあい」では、対象動物に触って怖いと答えたのは233名中0.8%で低割合であった。このプログラムは、初年度と比較すると参加者が40%増加している。心音を聴診し、病気や高齢のテンジクネズミと向き合う、「命を感じよう」では、調査対象者（小学3年生）から、「動物が好きになった」「命は大切」「最後まで育てる」などの意見が80%を占めた。テンジクネズミの担当者となり、健康観察等を行う「一日飼育担当者になろう」では、小学校低学年に調査した結果、「○○ちゃんのお世話をした」「○○ちゃんに会いに来るよ」等、それぞれ愛着を持って接していることがわかった。同広場スタッフの調査結果（9名）では、全員が個体識別や終生飼育の必要性を感じていた。飼育管理方法を通して、スタッフ自身が「命」の大切さを実感し、それを、多くの参加者に伝えたことで得られた結果であると評価できた。このことから、同広場で行っている飼育管理の方法は教育プログラムに有効な影響を与えていることがわかった。今後も参加者の声を聞きながら継続的なプログラムを行うことで更に命の大切さを伝えていきたいと考えている。

〔研究発表・ポスター〕

1. ニホンイヌワシ繁殖未経験ペア（仮親）での孵化・育雛の試み等について：○佐々木祐紀、佐藤由香利、安永千秋、高橋 拓、三浦匡哉、小松 守（秋田市大森山動物園）

秋田市大森山動物園では開園当初（1973年）からニホンイヌワシを飼育している。2003年には初めて自然繁殖に成功し、その後は毎年順調に雛が誕生している。これまで順調に繁殖してきたペアは展示用の猛禽舎で飼育しているが、今回、バックヤードで飼育している繁殖未経験ペアで産卵、仮親として孵化・育雛の一連の行動を観察したので報告する。

ペアがいるバックヤードの部屋は、幅5m×奥行き5m×高さ2mで、オス（鳥海40歳）とメス（西目6歳）を飼育している。オスは1970年に秋田県内で保護された個体で、これまで、別のメスとペアリングの経験はあるが、繁殖行動や有精卵は確認されていない。また、メスは2004年に県内で（オスとは異なる場所）保護され、

2006年から現在のオスとのペアリングを開始した。

2010年シーズンは2月22日、26日に2卵の産卵を確認した。3月24日には2卵目がなくなっていたが、残った1卵を孵卵器に入れ、替わりに展示ペアの卵（2月19日産卵）を巣に入れた。その後、4月1日に展示ペアの雌（3月29日孵化個体）を巣に入れ、同5日には入れ替えた卵の孵化が確認された。第2雌は死亡したが、第1雌は順調に成長している。また、3月24日に孵卵器に入れた当該ペアの卵は、4月8日まで嘴打ち等の行動が観察されたが、結局は卵殻の割れを確認できるところまでには至らなかった。

孵化には至らなかったものの、40歳にして初めて繁殖能力が確認されたオス個体のペアは、貴重なファウンダーとして今後の繁殖に期待がかかる。

本事例は、ニホンイヌワシの飼育園館を増やす上でも意味のあることだと考える。今後は、仮親孵化について、さらに詳しくデータを収集、分析し、域外保全に役立てていきたい。

2. 3歳のアジアゾウが描く絵について：○国立路加、佐々木麻衣（市原ぞうの国）

市原ぞうの国では、アジアゾウ8頭、アフリカゾウ1頭の計9頭のゾウを飼育している。一般的にゾウは知能の高い動物といわれているが、ゾウが絵を描くことにより入園者にゾウの知能の高さを理解してもらう事を目的としたショーを実施している。今回は、3歳になるアジアゾウのゆめ花（ユメカ）が絵を描けるようになるまでの経過について報告する。

ゆめ花は、テリー（雄）とブーリー（雌）の間の子として2007年5月3日に誕生し順調に成長している。アジアゾウとしては国内で初めて自然哺育に成功した個体である。2009年5月12日（生後739日）から絵を描かせる訓練を開始し、まず、市販の筆を持たせる事から始めた。2008年5月20日（生後382日目）に人の手で鼻を支えて点を描く事を覚えさせた。それからおよそ2ヵ月後の7月18日（生後441日目）には父ゾウ、母ゾウの描いた絵に点を描くようになり、2009年7月17日（生後805日目）には、1頭で「花」を描くことができるようになった。そして、2010年の現時点では「秋の里山」をイメージした絵を描いている。

ゆめ花以外に4頭のゾウが絵を描く事ができるが、描き始めたのがいずれの個体も8歳～10歳と幼獣期を過ぎてからであった。また、描いているものは今日まで「点」「棒線」「楕円」等で単純な絵から脱していない。これに対して、ゆめ花は生後441日目で「点」を描くことを覚

え、その後の上達も早かった。この事は幼獣期から訓練を開始し、覚えさせた事が一因と思われる。

今後は、更なる絵の向上を図ることにより、ゾウという動物に対する興味を広げていきたい。

3. 屋内飼育下のホッキョクグマの繁殖行動と糞中の性ステロイドホルモン動態：○中尾建子¹⁾、三木那央子¹⁾、大出幸生¹⁾、楠田哲士²⁾（¹⁾アドベンチャーワールド、²⁾岐阜大学応用生物科学部）

アドベンチャーワールドでは、ホッキョクグマ *Ursus maritimus* の繁殖生理を解明する目的として、糞中の性ステロイドホルモン代謝物の測定を継続的に実施している。今回、約7年間のデータを集積し、妊娠診断の有用性及び妊娠の可能性を高めるための指標になりうるか検討した。

対象個体は、アークティク（Stud. No.259、雄、1991年12月9日生）とオホト（Stud. No.262、雌、1991年11月15日生）で1993年より飼育を開始し、これまでに5回の出産歴を持つ。屋内施設の人工照明下で飼育しており、通常の照明時間は8～9時間、GW期間及び8月は12時間前後である。2002年9月～2010年6月を調査期間とした。発情行動として雄が雌の尿や陰部の臭いを嗅ぐ、雄が雌に対し鳴く、マウントもしくは交尾の3項目を観察した。糞は週2回採取し冷凍保存後、アンドロステンジオン（以下AD）及びプレグナジオール-グルクロニド（以下PdG）を測定した。調査期間中6回発情し交尾を確認したが、発情した月は11～3、5、8月と季節性は認められなかった。2004年8月及び2009年3月に交尾した2例で出産が認められた。出産例において、雌のADが発情中と出産前に上昇（>100ng/g）し、PdGは交尾後緩やかに出産2ヶ月前より大きく変動しながら上昇し（最大値>2000ng/g）、出産後に低下した。また、雄のADは繁殖活動期に17～30日間持続的な上昇傾向が認められた（>600ng/g）。未出産例では繁殖期の雄のADの持続的な上昇は認められなかった。

今回の結果よりAD及びPdG動態は妊娠の予測において有用であると考えられた。特に繁殖期の雄のADの持続的な上昇は、妊娠の有無に影響していると思われる。本種は長日性季節繁殖動物であるが、当園のペアの発情時期に季節性は認められなかった。人工照明下での飼育が繁殖行動に影響を及ぼしていると考えられ、妊娠の可能性を高めるために日照時間の調節も検討していきたい。

4. 中学一年生を対象とした体験学習の受け入れ：○富

上柳子、高澤敬一、山下真未、中尾建子（アドベンチャーワールド）

アドベンチャーワールドでは近郊の中学校から依頼を受け、体験学習を2006年から2009年まで計4回実施している。実際に動物に触れ観察することで、理科に興味・関心と知的探究心等を育成することを目的としている。

体験学習は、講演・現場実習・学習発表会を3日間に分け実施した。「食べ物の違いによる動物の体のつくりの違い」をテーマとし、「観察・仮説・調べる」の過程より「考察」を行う形式とした。現場実習では頭骨標本や動物の観察を行い、草食・肉食・雑食動物の体のつくりについて学習し、なぜ共通点や違いがあるのかを生徒自身に導き出させた。学習発表会までに約1ヶ月の期間を設け、班ごとに話し合い、なぜこのように形態に違いがあるのか体の一部に注目させ発表させた。過去の現場実習で、午前に実習、午後に学習を行ったところ集中力が欠けたため、実習を午後からに変更した。またインターネットやカメラの使用等機械に頼る姿も見受けられたため、機械類の使用を禁止し、2009年からはスケッチでの記録に変更した。これにより、より細部に目を向け興味深い発見が増え有意義な学習ができた。

受け入れを行った中学校は理数系に進む生徒が多く、学習にも大変興味を持ち、活発な意見が飛び交った。また、動物について履修していない1年生を対象にすることで、先入観に囚われることなく様々な視点から物事を考えることが出来たと考えられる。学習を終えアンケートを取った結果、2年時で動物について授業を受ける際、体験学習で学んだことが役立ったという意見が多く得られた。また、課題解決学習の契機になるほか、共同学習によって共に学ぶ喜びを体得出来ると学校側からも高い評価を得ている。

5. 高知県内4園館合同夏休み企画「まるごと土佐いきもの展」の開催について：○早川大輔¹⁾、京谷直喜²⁾、下田敬勇³⁾、堀内基希³⁾、檀真梨子³⁾、大町寿史³⁾、本田祐介⁴⁾、小西克弥⁴⁾、仲田忠信⁴⁾、大谷忠義⁴⁾、隅田小桐⁴⁾、谷口雄一⁴⁾、斉藤 隼⁴⁾、山田信宏⁴⁾、木村夏子⁴⁾、坂本美々⁴⁾、一岡昌代⁴⁾、澤田直子⁴⁾、清水さやか⁴⁾、大地博史⁴⁾、吉川貴臣⁴⁾、山崎博継⁴⁾（¹⁾ わんぱくこうちアニマルランド、²⁾ 高知県立足摺海洋館、³⁾ 桂浜水族館、⁴⁾ 高知県立のいち動物公園）

2010年の高知県はNHK大河ドラマ「龍馬伝」の放映にあわせて「土佐・龍馬であい博」（以下「であい博」）を開催して観光ならびに産業のPRに力を入れている。そこで本年の高知県の盛り上げに寄与し、同時に本県内

の水族館・動物園にも注目してもらうことを目的に、本県に生息する生き物を紹介する、県内の水族館と動物園4園館合同として初めての企画展を開催したので報告する。

本企画は「高知県内水族館・動物園4園館合同夏休み企画『まるごと土佐いきもの展』」と題して、2010年7月22日～9月12日までの期間で開催した。各園館の企画は4園館全て回することで「まるごと土佐のいきもの」が実感できる展示内容として、わんぱくこうちアニマルランド「土佐の天然記念物」、高知県立足摺海洋館「土佐の海の幸」、桂浜水族館「土佐の稀少な魚達」、高知県立のいち動物公園「土佐の里山」のテーマで展示を行った。展示パネル、ポスターなどに「であい博」のキャラクターを使用することで本県全体での統一感を出し、県内の観光への寄与を期待した。また期間中スタンプラリーや交流イベントも併せて開催した。スタンプラリーは4園館達成で、各園館それぞれにおいて動物との記念撮影、餌やり体験、オリジナルグッズなどの特典が受けられる「特別優待パス」をプレゼントした。交流イベントは水族館と動物園での組み合わせとし、水族館での「ミニ動物園」および動物園での「ミニ水族館」を、ふれあい体験を主とした内容で実施した。

各園館間の距離は最大150km以上離れているにもかかわらずスタンプラリー4園館達成者は41人にのぼり、交流イベントも好評であったが、4園館全体での来園館者数の大幅な増加はみられなかった。マスコミでの告知の増加、参加者の良好な反応などメリットも多かったため、来園館者数増加へ繋げるためには、今回のみの試みで終わらず、継続的な企画の取り組みを検討する必要がある。

6. 海の中道海浜公園動物の森の口蹄疫防疫対策について：○高橋研司、谷 啓之（海の中道海浜公園動物の森）

2010年4月20日宮崎県内において、口蹄疫の発生が報告された。海の中道海浜公園動物の森では、日常より来園者出入口の消毒マットと各動物エリアの管理用口蹄に踏み槽を設置し、毎週動物エリアに消毒薬を散布して衛生管理に努めていたが、4月30日より動物ふれあい広場の出入り口に塩素系消毒剤（商品名：クレンテ）2000倍液を浸漬した消毒マットとアルコールスプレーを設置した。

口蹄疫の拡大により、5月19日から公園に入る全車両の消毒、公園各出入口における消毒マットの設置、動物の森では餌自販機の中止と偶蹄類の展示の制限などの

防疫措置を行った。

さらに、5月21日から、偶蹄類のエリア内外に柵を設置し、柵内には消石灰の散布を行った。また、消毒マットの液補充や消石灰の散布などの為に清掃員の配置を強化した。同時に、福岡県中央家畜保健衛生所から週1回の家畜防疫員による立入り検査も行われた。

7月23日付けで、「観光牧場等の家畜のふれあい施設に対する家畜伝染病予防のための周知・指導について」の県からの通知があり、消毒終了とふれあい体験の自粛解除となった。その中で飼養衛生管理を徹底し、飼養家畜の健康観察を毎日実施する事、観光客等を畜舎内へ立ち入らせる場合は、靴底消毒・手指消毒を徹底する事、畜舎外で家畜にさわらせる場合は、前後の手洗い消毒を周知する事、定められた餌以外のものを絶対に与えないように周知する事、家畜（偶蹄類動物）に異常が認められた時は速やかに獣医師または家畜保健衛生所に連絡する事とあり、それに準じ動物との接触前後に手洗い消毒の徹底を呼びかけるポスターの掲示、アルコールスプレーの設置を行った。今回の経験を生かして発生時の想定を行うなどマニュアルの再構築も検討し、今後も感染症の防疫対策を行い、安心して働ける、そして安全を提供できる空間づくりに努めたい。

7. 動物園でのPCR法の応用：○伊藤英之^{1, 2)}、岡橋要¹⁾、山本裕己¹⁾、塩田幸弘¹⁾（¹⁾京都市動物園、²⁾前京都市衛生公害研究所）

近年、分子生物学的手法は精度・簡便性の向上により様々な分野で用いられている。動物園においても鳥マラリア症や抗酸菌症などの疾病診断、性別判別、親子判定や亜種判定などに応用されている。特にポリメラーゼ連鎖反応（polymerase chain reaction：以下PCRと表記）は手技が簡易で、迅速な判定が可能で応用性が高い。今回、より簡易で迅速な判定を行うため疾病診断及び亜種判定についてポリメラーゼの選択及びPCRの迅速化の検討を行ったのでその概要を報告する。

PCR阻害因子抑制効果の高いMightyAmp DNA polymerase（Takara）を用い、アカゲザルの全血および抽出したDNAを鋳型としてミトコンドリアDNAのD-loop領域（約830bp）をPCRにより増幅し、増幅状況を比較した。またPCRの迅速化においては非定型抗酸菌、豚丹毒菌、牛白血病プロウイルスより分離したDNAを用い、それぞれの検出用プロトコールについて、Sullivanら（2006）の方法に従いアニーリング・伸長反応の統合、反応間移行温度の最小化を行い、反応時間の短縮を試みた。

アカゲザルの全血を鋳型としたPCRでは、抽出DNAを用いた時と同様に増幅され、その後実施したシーケンス及び亜種の判定についても良好な結果が得られ、DNA抽出工程の省略が可能であった。PCRサイクルにおいては、従来のプロトコールと比較し非定型抗酸菌、豚丹毒菌、牛白血病において、それぞれ72分35秒、20分47秒、2時間32分短縮された。

PCR阻害因子抑制効果の高いポリメラーゼの使用により全血を鋳型DNAとしたPCRが可能であり、迅速化が可能であった。動物園では血液を利用できない種も多くいることから、今後は組織、唾液、毛根などの検体を鋳型DNAとしたPCRを検討したい。PCRサイクルの時間短縮は、サイクル数が多く必要な微量検体の場合に利点が大きく、検体が限定される動物園では有用であると考えられた。

8. 野生オランウータン保護活動（吊り橋プロジェクト）に参加して：○木村幸一（名古屋市東山動物園）

ボルネオ島では森林伐採やアブラヤシのプランテーション化により森林破壊が急速に進んでいる。これによりオランウータンの生息域は小さく分断され、餌不足や繁殖活動への支障が生じ、絶滅の危機に直面している。そこで河川で分断され孤立した生息地を吊り橋でつなげることで、オランウータンの活動範囲を広げ生息数の保全を図る「吊り橋プロジェクト」が、マレーシアのサバ州野生生物局と現地NGOのボルネオ保全トラストと日本のNPOボルネオ保全トラストジャパンによる共同プロジェクトとして行われている。

動物園による域内保全への貢献の一つとして本プロジェクトに参加したが、動物園で15年以上かけて培ってきた消防ホースを使ったエンリッチメント道具作製技術を生かすことができた。

消防ホース吊り橋第1号は2008年4月に設置された。その後の第2号橋架橋プロジェクトにあたって、4つの目標（安定性、軽量化、環境への配慮、作業の効率化）をたて、国内4ヶ所でボルネオ保全トラストジャパンと動物園関係者で実験を行った。こうして2009年4月、第2号橋がキナバタンガン川の支流ルサン川の野生生物局管理保護区内に総勢15名のメンバーによって設置された。

消防ホースは耐水性、耐久性、軽量化に優れており、ハサミやナイフで簡単に加工できるといった利点がある反面、半永久的な素材であるため生態系に与える影響を調査することが課題である。

2010年7月、吊り橋第1号をオランウータンが渡った

のを確認した。このため、飼育下オランウータンが頻繁に使用する消防ホース製の吊り橋が、野生のオランウータンの分断化された生息地をつなぐという目的に有効な

手段であることが証明された。しかし現時点での報告は1例のみであるため、さらに有用性について評価・検討していかなければならない。

編集後記

先般、著者として本誌に一連の論文を投稿する機会を得た。投稿に先立ち、共著者とも充分議論をつくり、原稿を読み合わせ、推敲を重ねた“自信作”を編集委員会事務局へ発送した。ところが、待望の審査結果の返信を開封して愕然とした。句読点を含む大小の修正要求や質問事項が“花盛り”である。指摘事項に目をやりながら冷静に原稿を再読すると・・・、いずれも“脱帽”すべき評価なのである。

印刷物は、ひとたび発刊されると掲載内容は既成の情報として固化されるから、後刻になって気づいた事項を訂正しても読者には伝わりにくいことを思うと、冷や汗をかくと同時に、審査員が指摘する懇切丁寧なコメントに感謝した次第である。

成文化とは、自己の意思を文字に託して表現し、自己以外の他者に正確に伝える作業である。それが科学論文である場合、得られた成果の新規性や客観的妥当性、現象の再現性、読者層に配慮した用語や表現法などについて厳しく吟味され、さらに投稿規程により“原稿の書き方”まで規制される。それらの評価が一定の基準に達しなければ、原稿は受理されない。

さて、本誌も学術雑誌を指向してはいるが、投稿者の多くは研究専従者ではなく、また文筆家でもない。したがって、それが動物園や水族館で動物の飼育・展示業務に従事しながら得られた貴重な成果ではあるものの、研究材料の扱いや研究方法の不備、収集記録の一部欠落、関連する既往文献の把握不足などの諸問題が、不本意ながら論文を構築する段階になって浮上する。

以上は自省を込めた体験記であり、研究課題に対する事前の計画や準備の重要性を痛感し、そして論文化することの奥深さを再認識した。

ついでながら、投稿原稿を拝読して気がかりなのは、昨今の世相を反映してか、文章の口語化や、語句の過度な省略化が散見される。また、パソコンによる図表の作成はよいとしても、刷り上がり構図への配慮不足（図表全体の縦横比、文字や記号の太さや大きさ、目盛り幅や単位的位置など）や、複数の変動因子を同一グラフに描画する際の、比較すべき相互間の識別不良などが目につく。図の割り付けは、投稿図を縮小してそのまま印刷されるので、特にご注意を。

かくして投稿者、論文審査員、編集委員の間で原稿校正のやりとりが辛抱強く続く・・・、しかし、この舞台裏での過程こそが、創刊以来50巻の歴史を刻む本誌の個性となっている。

(樺澤)

動物園水族館雑誌編集委員会

編集顧問：正 田 陽 一（東京大学名誉教授）

鈴 木 克 美（東海大学名誉教授）

林 良 博（東京農業大学教授）

編集長：山 本 茂 行（富山市ファミリーパーク）

編集委員：福 井 大 祐（旭川市旭山動物園）

原 久 美 子（横浜市立金沢動物園）

樺 澤 洋（京急油壺マリンパーク）

勝 俣 悦 子（鴨川シーワールド）

西 田 清 徳（大阪・海遊館）

野田重矢子（広島市安佐動物公園）

(ABC順)

動物園水族館雑誌 第52巻2号 2011年3月

©禁無断転載

Journal of Japanese Association of Zoos and Aquariums

Vol.52 No.2 March 2011

2011年3月25日 印刷 発行所 社団法人 日本動物園水族館協会

2011年3月31日 発行 〒110-8567 東京都台東区台東4-23-10 ヴェラハイツ御徒町402

編集発行人 山本茂行 Tel. 03-3837-0211 Fax. 03-3837-1231

印刷所 小竹印刷株式会社

水族館・動植物園等の企画/デザイン・設計・施工・管理

ONY KOBO CO., LTD.

株式会社 鬼工房

東京本社：東京都千代田区神田神保町2-48
〒101-0051 TEL: 03(3221)1102(代) FAX: 03(3221)1185

川原鳥獣貿易株式会社

本社 東京都港区三田4丁目1番37号 〒108-0073

電話 03-3224-0511(代)

FAX 03-3588-0513

worldwide zoo animal distributors

SN
trading

南北貿易

〒650-0033

神戸市中央区江戸町98-1 東町・江戸町ビル907

phone 078-322-0660 fax 078-322-0662

〒143-0021

東京都大田区北馬込2-13-8 サンパーク北馬込402

phone 03-3773-6043 fax 03-3772-1964



伊豆中央水産株式会社

IZU CHUO AQUA TRADING CO., LTD.

本社/〒410-2211 静岡県伊豆の国市長岡240-1 TEL.055-947-0012 FAX.055-947-0400

観賞魚類・サンゴ類輸入・海獣類・展示用マグロ類、飼育員派遣、各種飼料卸売、黒潮海水・活魚陸上/海上輸送、大水槽潜水清掃・アクリル・FRP製品受注製作・人工海水・ポンプ・水槽機器卸売

URL <http://www.izuchuo.co.jp> E-mail wsale@izuchuo.co.jp



学校法人川原学園

東京動物専門学校

〒276-0046 千葉県八千代市大和田新田 1093 番 8 号

TEL 047-459-0511 FAX 047-459-3501

「広く活躍の場を求めています」

多様な施設の方針に柔軟に対応できるように、飼育の基本を重点に2年間の一貫教育を行っています。

求人募集要項をご請求ください。

カララータは商品を通じて生物・自然生態系の

素晴らしい姿を正しく伝えております。



立体図鑑・リアルフィギュアボックス種類発売中

ボックスの中に生き物達のリアルなフィギュアが入っています。

<http://www.colorata.com>

詳しくはホームページをご覧ください。

COLORATA カララータ株式会社

〒112-0002 東京都文京区小石川5-37-6 MONEビル TEL 03-5842-4622(代表) FAX 03-5842-4880

安価！安全！安心！なコオロギ・マウス・ラット

活食餌

ヨーロッパイエコオロギ・フタホシコオロギ
サイズはごま粒～羽 冷凍コオロギもあり

冷凍食餌

冷凍マウス・ラット 各種サイズあり
細菌を徹底排除した安全な国産品 (SPFマウス)

ミネラル豊富で栄養満点・丈夫なコオロギ

(有) 月夜野ファーム

〒379-1303 群馬県利根郡みなかみ町上牧2250

TEL 0278-72-3708 FAX 0278-72-1883

<http://tsukiyonofarm.jp/>



常に新しい展示技術の可能性を求めて！

ART ECOLOGICAL DERECTED PLAN

有限会社 エーデ プラン

〒353-0001 埼玉県志木市上宗岡4-9-11

E-mail info@aedplan.com

<http://www.aedplan.com>

TEL.048-485-4321 FAX.048-485-4322



Specialist of Animal
Transportation

Nankai Express World Wide Just in Time

〒556-0011 大阪市浪速区難波中1-10-4 南海野村ビル12F

TEL 06-6632-6531 FAX 06-6632-6535

<http://www.nankai-express.co.jp/index.html>

大阪営業部/06-6632-6532 動物チーム/06-6544-6564
東京営業部/03-5149-8551 名古屋営業部/0599-38-1577

地図に残る仕事。



事業性を考慮し、ランニングコストを低減できる施設を計画いたします。

見る前には「わくわく感」が募り、見た後には「感動」が残る、
来館者をリピーターにする展示計画をいたします。

大成建設株式会社 本社 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1
エンジニアリング本部 TEL (03)-5381-5208



ボルネオは
あなたが
守る！

ヤシノミ洗剤の売上の^{*}1%が
ボルネオ保全トラストに使われます。

※メーカー出荷額



ボルネオ保全トラストとは・・・

「ボルネオ保全トラスト=Borneo Conservation Trust」とは、マレーシア・サバ州政府から認められたトラストで、失われた熱帯雨林だった土地を買い戻し、野生生物が生き永らえる「緑の回廊」を回復させる計画です。

自然派の **サヤ**

ヤシノミ 検索

プラスチックバルブのバイオンア 豊富な実績で水族館設備をバックアップ

アサヒAVバルブ 配管材料

旭有機材工業株式会社

管財システム事業部：TEL 03-3254-7221 大阪営業所：TEL 06-4707-1080

仙台営業所：TEL 022-213-3911 名古屋営業所：TEL 052-222-8533

東京営業所：TEL 03-3254-7221 福岡営業所：TEL 092-413-8700

旭有機材ホームページ <http://www.asahi-yukizai.co.jp>

エポキシ樹脂系F・R・P工法

★エポマッドD工法

★エポマッドDX工法 (弾性型)

無溶剤型エポキシ樹脂で臭いが
ほとんど無く環境に優しい工法

エポキシ工業株式会社

本社事務所 〒388-8006 長野県長野市篠井御影11799-1

TEL 026-292-3022 FAX 026-293-5800

動・植物園の企画・設計は

- 東山動植物園 ■サムスンエバーランド(韓国)
■トキ野生順化施設 ■横浜動物の森公園 ズーラシア ほか。



株式会社

プレック研究所

本社/〒102-0083 東京都千代田区麹町3-7-6 TEL 03(5226)1101 <http://www.prec.co.jp>

動物輸送・一般輸送

株式会社 新興運送

〒343-0003 埼玉県越谷市船渡1381-1
TEL 048-976-0001
FAX 048-976-0003
URL <http://www3.ocn.ne.jp/~shinkoh1/>

- 建築設計・監理 ■都市・地域計画 ■調査・コンサルティング業務
■水族館 企画・計画・設計・監理 ■海外業務(前記の各種業務)



株式会社

大建設計

本社 東京都品川区東五反田5丁目10番8号 大建設計東京ビル
〒141-0022 電話 03-5424-8610(代表)
事務所 東京・大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・広島

ぬいぐるみ・雑貨等の製造・販売

株式会社 サン・アロー



〒111-0042 東京都台東区寿3-15-14
Tel. 03-3841-3715
Fax. 03-3841-3820
URL <http://www.sun-arrow.com/>

ヒトと自然と動物の未来をつなぐ



学校法人 神戸学園

神戸動植物環境専門学校
Kobe Animals-&Plants environmental college

〒658-0032 神戸市東灘区向洋町中1-16
FREEDIAL 0120-651-814 FAX 078-857-4321
URL <http://www.kap.ac.jp/>

動物園の檻・バードケージ

小岩金網株式会社

〒111-0035 東京都台東区西浅草3-20-14
TEL 03-5828-8828
FAX 03-5828-7693
URL <http://www.koiwa.co.jp/>



動物園・水族館の
企画・設計・監理

実績と信頼の

サンキ コンサルタンツ株式会社

〒171-0051 東京都豊島区長崎5-1-34
TEL 03-5966-7211 FAX 03-5966-7255
URL <http://www.sanki-con.co.jp>

鳥獣貿易商

株式会社 有竹鳥獣店

〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4-3-4
(ホワイトボックスビル4F)
電話 03-3270-1686 (代)
FAX 03-3241-1613
E-mail arichoju@js4.so-net.ne.jp



1958年創業、実績と信頼の

株式会社 フナバシファーム
FUNABASHI FARM CO., LTD.

飼料 実験動物 動物
受託 動物実験 器材・他

〒273-0046 千葉県船橋市上山町2-465
TEL: 047-438-4161
FAX: 047-430-3541
e-mail: f1farm@nancy.ocn.ne.jp

空気調和/給排水衛生/
水族館水処理施設の設計施工

新菱冷熱工業株式会社

〒160-8510 東京都新宿区四谷2-4
TEL 03-3357-2151(代表)
FAX 03-5269-6893
URL <http://www.shinryo.com/>

日建設計

〒102-8117
東京都千代田区飯田橋2-18-3
TEL/ 03-5226-3030
<http://www.nikken.co.jp>

ろ過装置設計・製作・施工・メンテナンス

ホクセイ機装株式会社

〒950-3304
新潟県新潟市北区本崎字尾山前876番地の3
TEL 025-386-9595 FAX 025-386-1446



水事業のトータルソリューションを提供する一
種原エンジニアリングサービス株式会社
産業水処理営業室

〒144-0610 東京都大田区羽田旭町11-1 TEL 03-6275-9111

動物園・水族館向け動物・飼料

株式会社 アイ・アイ

〒231-0823
横浜市中区本牧大里町33-8-423
電話 045-628-0747
FAX 045-628-0748
E-mail aye-aye@d4.dion.ne.jp

アクリライト 水槽パネル

株式会社 **菱 晃**

アクリテック部

<http://www.kkryoko.co.jp>

〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町14-1
TEL 03-5651-0660 / FAX 03-5651-0671

オゾン処理システム



住友精密工業株式会社

〒104-6108
東京都中央区晴海1丁目8番11号
オフィスタワーY8階

TEL 03-6220-0725 (東京本社)

TEL 06-6489-5943 (尼崎本社)

URL <http://www.spp.co.jp/category/ozone.html>

高品質再現力

文化施設/商業施設/彫刻/ディスプレイ/デザイン/施工

株式会社 ココロ

〒205-8556 東京都羽村市神明台4-9-1

TEL 042-530-3911

FAX 042-530-4050

URL <http://www.kokoro-dreams.co.jp/>

海水ポンプ：製造メーカー

高研株式会社

〒542-0081 大阪市中央区南船場2-10-21

TEL 06-6251-4071 FAX 06-6251-4070

<http://www.kouken.info>

ヒトと動物をつなぐ人材育成

動物看護学科 校内の病院で行う外科実習が実力の差になる

●3年制コース ●2年制コース

トリミング学科 カットのモデル犬が約2000頭60種。毎日さまざまな犬にチャレンジできる

ドッグトレーニング学科 校内で飼育する犬が20頭以上。しつけと飼育の知識と技術を身につける

アクアリウム学科 観賞魚の飼育・繁殖の技術を身につける

建築学科(昼・夜) 建築士ダントツの実績を誇る学科

岡山理科大学専門学校

〒700-0003 岡山市北区半田町8-3 TEL (086) 228-0383

海獣や水棲動物用 短期間でスッキリ

展示水槽の藻とぬめりの解消

アクアジェントリイ

共和通商(株)

TEL 03-5282-2788

FAX 03-3293-3301

E-mail kyouwa@rapid.ocn.ne.jp

海水に最適な

チタン製熱交換器・加工製品

株式会社 山一製作所

〒800-0064 北九州市門司区松原3-4-2

TEL : 093-381-2234 (代)

FAX : 093-381-2265

URL : <http://www.yamaichi-net.co.jp>

E-mail : info@yamaichi-net.co.jp

倉敷芸術科学大学

生命科学科

マリンバイオサイエンスコース

ライフサイエンスの研究を

海洋資源に活かす。

お問い合わせは

■フリーダイヤル 0120-001163

■ホームページ <http://www.kusa.ac.jp>

海水電解装置

SELFRESHER
セルフリッシャー

ホクト環境システム株式会社

TEL 087-847-3565

FAX 087-847-3343

動物園水族館雑誌

第52巻 第2号 2011年3月

原 著

- 伊東隆臣, 三木真理子:
飼育下オウサマペンギンの性別
および繁殖ステージに関する血液化学値の変動 35
- 金子和久, 中井 武, 倉持利明, 佐藤寅夫, 藤田 清, 樺澤 洋:
相模湾湯河原沖で捕獲された雌のメガマウスザメ
— 内部形態および寄生虫 — 47

短 報

- 角川雅俊, 桑山未来, 吉中敦史, 下山由美子, 谷山弘行, 浅川満彦:
水族館で斃死したオーストラリア産ノコギリエイに認められた単生類 63

その他報告

- 第58回動物園技術者研究会 65

Journal of Japanese Association of
Zoos and Aquariums

Vol.52 No.2 March 2011

ORIGINAL REPORT

- Takaomi Ito and Mariko Miki:
The Changes in Blood Chemistry Values due to Sex
and Reproductive Stage in King Penguins, *Aptenodytes patagonicus* 35
- Kazuhisa Kaneko, Takeshi Nakai, Toshiaki Kuramochi, Torao Sato,
Kiyoshi Fujita and Hiroshi Kabasawa:
Female Megamouth Shark, *Megachasma pelagios* Captured off Yugawara,
Kanagawa Pref., Sagami Bay — Internal Characters and Parasites — 47

SHORT REPORT

- Masatoshi Tsunokawa, Miki Kuwayama, Atsushi Yoshinaka, Yumiko Shimoyama,
Hiroyuki Taniyama and Mitsuhiko Asakawa:
A monogenean species obtained from a dead largetooth sawfish, *Pristis
microdon* 63

MISCELLANEA

- The 58th Meeting of Veterinarians and Zoo Keepers of JAZA 65