

川崎市の上総層群飯室層（下部更新統）産 アシカ科動物化石について

小 泉 明 裕
(横浜国立大学教育学部)

Early Pleistocene Otariidae from Iimuro Formation
Kawasaki, Kanagawa Prefecture, Japan.

Akihiro KOIZUMI

Abstract

This paper describes postcranial bones of fossil *Eumetopias* and *Zalophus*. The former is called the Iimuro specimen and the latter are called Tamagawa A. B. C. specimens. All specimens have been collected from the Lower Pleistocene, Iimuro formation in Kawasaki city, Kanagawa Prefecture, Japan. The geological of fossil bearing horizon about 1.1~1.36 Ma, was obtained by coccolith biostratigraphy (Saito, 1987).

The length of the Iimuro specimens are comparable to, but width of each specimen is more slender than adult female of the recent *Eumetopias*. Humeri of Tamagawa B and C specimen are distinguished from those of recent species by lateral supracondylar ridge thinner and strongly extended to caudolateral. These character are similar to recent *Callorhinus*.

The present study suggests that *Zalophus* already arised in middle early Pleistocene western parts of the Pacific ocean.

1. はじめに

川崎市多摩区と東京都狛江市との間を流れる多摩川の河床及び、この約2km南西の川崎市多摩区生田緑地公園付近の丘陵地には、下部更新統上総層群飯室層（岡ほか, 1984）が広く分布し、哺乳類（アシカ・シカ・イルカ）・鳥類・硬骨魚類・軟骨魚類などの脊椎動物化石（小泉, 1985）、ウニ、カニ、貝類、メタセコイア・オオバタグルミなどの植物など多様な化石を産出する。最近、山形大学岡田尚武教授により飯室層を含む横浜―多摩地域に発達する上総層群の石灰質ナノ化石年代の一部が明らかになった（斉藤, 1988）。これに層序の資料を加味すると、飯室層の年代はおおよそ1.2Ma前後と考えられる。

化石産出層準の微化石年代（佐藤ほか, 1988など）を考慮した、日本の前期更新世におけるアシカ科化石は、飯室層の他には、新潟県魚沼層群最下部累層産 *Eumetopias ojiyaensis*

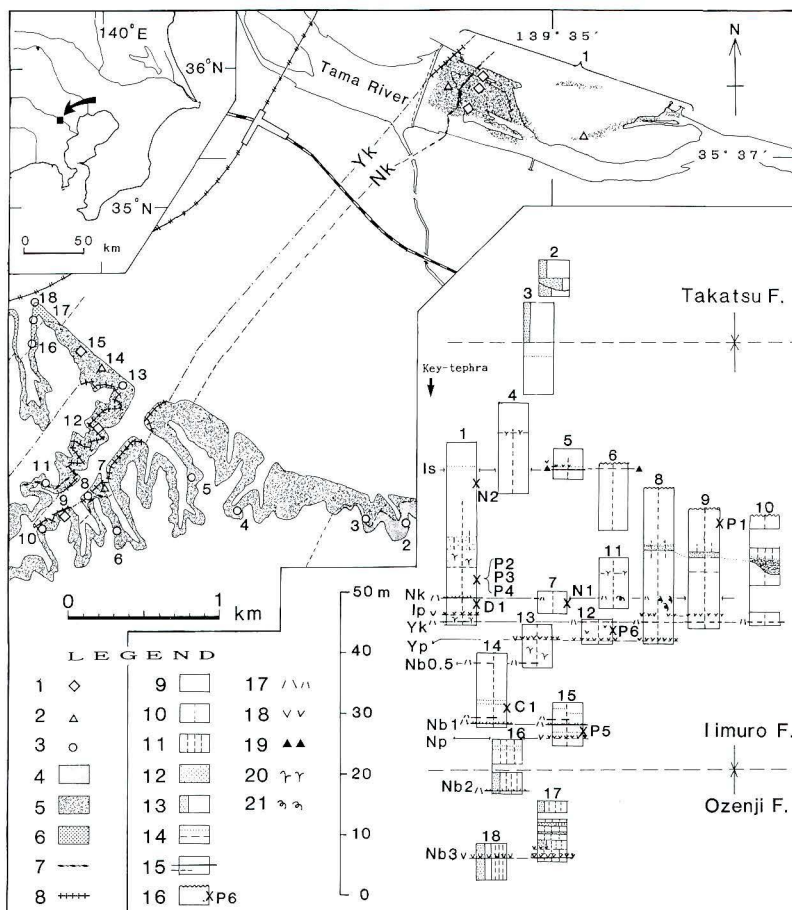


図1 多摩丘陵北縁部における飯室層の主な脊椎動物化石の産出地点および産出層準を示す柱状図。小泉(1985)の図1・3にもとづく。1~3:柱状図の位置(1:アシカ科化石産出地点, 2:その他の主な脊椎動物化石の産出地点), 4:高津層, 5:飯室層, 6:王禅寺層, 7・8・15:鍵テフラ, 9:泥岩, 10:砂質泥岩, 11:泥質砂岩, 12:砂岩, 13:泥岩勝ち砂泥互層, 14:砂およびシルトの薄層, 16:脊椎動物化石産出層準(上波線は上位層との傾斜不整合), 17:ガラス質火山灰, 18:軽石, 19:スコリア, 20:材木片, 21:生痕を充填するガラス質火山灰。

HORIKAWA の犬歯・頬歯や四肢骨(堀川, 1981), 石川県大桑層上部産 *Eumetopias* sp. の下顎骨 KASENO, 1951, MITCHELL, 1968)と、千葉県梅ヶ瀬層産 *Oriensarctos watasei* (MATSUMOTO) の上顎骨(松本, 1925, MITCHELL, 1968, REPENNING and TEDFORD, 1977)の報告がある。飯室層からは合計6標本(マリンマンマルグループ 鰭脚類班, 1985, 小泉, 1988)が知られているが、記載報告はなされていなかった。後期鮮新世~前期更新世はアシカ属・トド属などのアシカ科現生属が出現した時期にあたる(REPENNING and TEDFORD, 1977)。当時の北西太平洋における鰭脚類相やその進化過程を理解する上で、多数産出している飯室層産のものは重要であるため、1981~1983年にかけて飯室層から採集された標本(表1)について、断片的な資料ではあるが記載報告して今後の研究の手がかりとしたい。飯室層産の鰭脚類以外の脊椎動物化石の詳細については、別稿にゆずる。

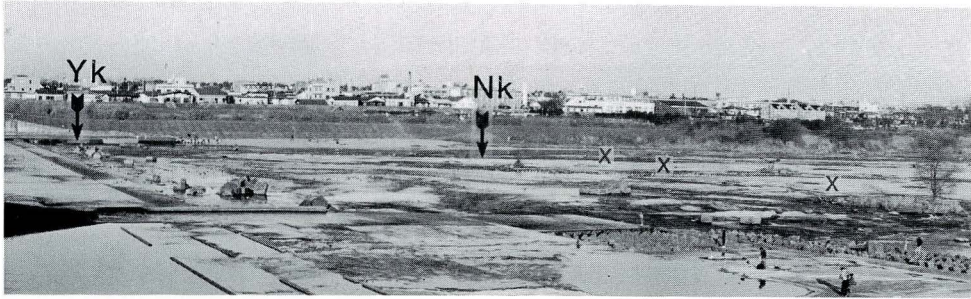


図2 多摩川標本産出地点を右岸側からみた遠景. 矢印に鍵テフラ Nk・Yk の位置, ×印にアスカ属化石の産出地点 (左手より P2, P3, P4).

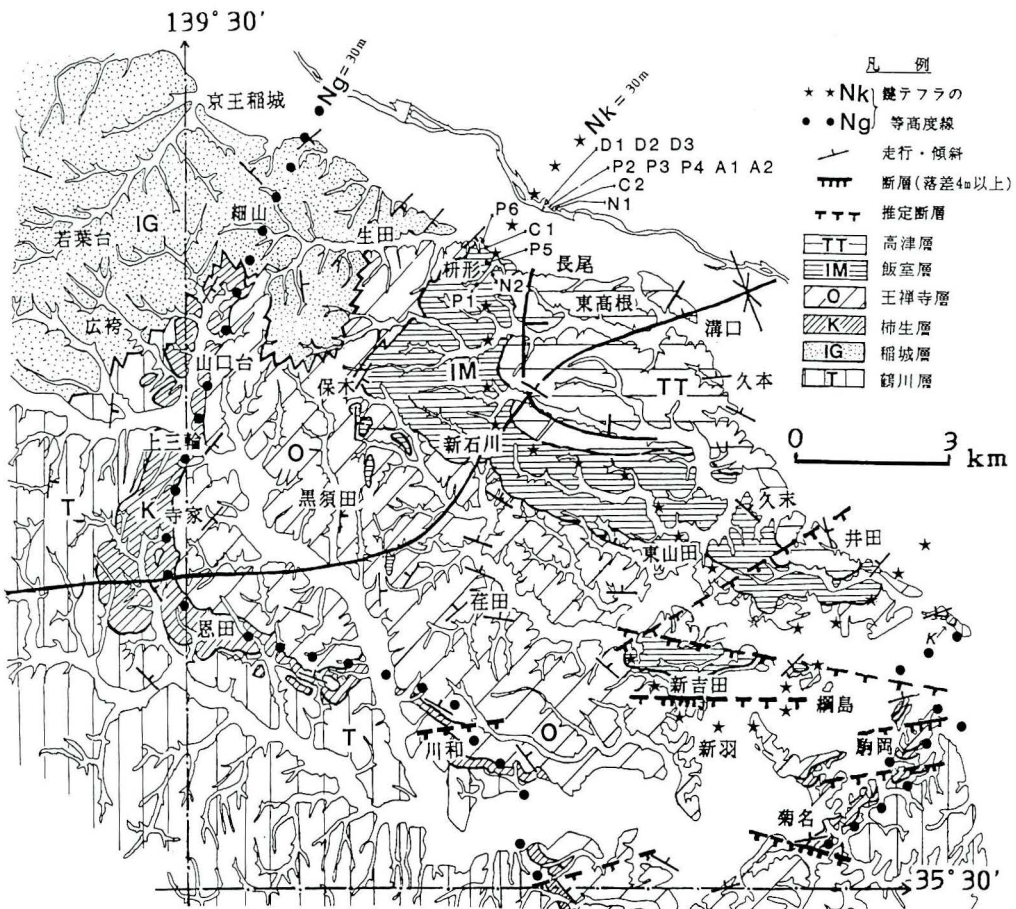


図3 多摩丘陵東部における上総層群の地質図および図1・表1に示した脊椎動物化石の産出地点. 小泉 (1985) の第2図を一部改変. P; PINNIPEDIA, C; CETACEA, D; Delphinidae, N; Cervinae, A; AVES.

2. 地形地質概要及び化石産出地点の層序

アシカ科動物化石の産出地点（図1）は、川崎市多摩区と東京都狛江市との間を流れる多摩川の小田急小田原線鉄橋の下流0.5kmにある取水堰下の河床（図2）と、多摩川低地を隔ててこの南西2kmの川崎市多摩区榎形及び東生田、生田緑地公園のある通称飯室谷付近の丘陵地である。この付近の地質は、下部更新統の上総層群飯室層が丘陵下半部に基盤として露出する。これを不整合に覆い、上位に多摩IIローム層（岡ほか，1984）以上のローム層をのせ、多摩II面を構成する中部更新統の海成段丘堆積物、相模層群オン沼層が、標高約50～60mに分布する。

飯室層を中心とする上総層群の柱状図及び位置図を図1に、上総層群の地質図を図3に示す。

飯室層を含む多摩丘陵上総層群の層序については大塚（1932）以来、多くの研究がある（岡ほか，1984など）。図3は小泉（1985）にその後の資料を加えて修正したもので、ここでは、三角州成の堆積相を示す部分の生田層の一部（礫質砂層部）・出店層・連光寺層の一部を一括して、稲城層に含めた。残りの生田層（砂勝ち細互層部）は王禅寺層に含めた。

飯室谷の飯室層は、下位の砂勝ち砂泥互層からなる王禅寺層から整合漸移し、上位の泥勝ち砂泥互層からなる高津層へ整合漸移する、層厚約70mの生物攪乱の著しい塊状無層理の砂質泥岩層を主体とする。下位より、Np（登戸パミス：岡ほか，1984）からIs（飯室スコリア：小泉1985）まで10枚のテフラが認められる（図1）。その内、Yk（雪ヶ坂タフ：河井，1955）から求めた走行傾斜はN27°E3°S Eを示す。トド属化石（P1）は、Nk（西久保タフ：河井，1955）の約12m上位から産出した。なお小泉（1985）ではYk=Nkとしていたが、その後の調査により上記のように訂正した。

表1 飯室泥岩層産出の脊椎動物化石

no	分類	／文献	部位	発見年月	採集者	保管場所
C1	CETACEA	①	肋骨片	'74	小泉明裕	横国大
C2	CETACEA	①	肩甲骨片	'81	益田れいじ	益田れいじ
D1	Stenella sp.	⑤	頭骨	'75.8	小泉明裕	国科博
D2	Delphinidae	①	椎体骨端円盤	'75	小泉明裕	横国大
D3	Delphinidae	①	前位肋骨片	'81	益田れいじ	益田れいじ
P1	Eumetopias sp.	②	右前肢	'81.7	小泉明裕	横国大
P2	Zalophus sp.	②	腰、仙、尾椎・左右寛骨	'82.8.30	小泉明裕	横国大
P3	Zalophus sp.	②	左上腕・肩甲骨	'82.9.19	小泉明裕	横国大
P4	Zalophus sp.	②	左上腕・肩甲骨	'83.3.5	小泉明裕	横国大
P5	Eumetopias sp.	③	上腕・肩甲・大腿・脛骨ほか	'84.	川崎科学館ほか	川崎科学館
P6	Zalophus sp.	③④	頭骨片、歯、肋骨	'84.	川崎科学館ほか	川崎科学館
N1	Cervus sp.	①	腰椎		小泉明裕	横国大
N2	Cervus sp.	①	左大腿・脛、左右中足・基節・末節骨	'77	小泉明裕	横国大
A1	AVES	①	鳥口骨		小泉明裕	横国大
A2	AVES	①	足根中足骨		小泉明裕	横国大

文献 ①未報告、②本報告、③マシソンマルク・ルーフ* 鰐脚類班(1985)、④大沢(1987)、⑤小泉(1988)

多摩川河床に露出する飯室層は、生物攪乱の著しい塊状無層理の砂質泥岩層を主とし、ほぼ北東―南西走行で南東に2.5度ほど傾斜する層厚10cmのガラス質（粗粒ミガキズナ状）火山灰層をはさみ、この下位3mには粗粒軽石密集帯、さらに1m下位には層厚5cmの白色火山灰層を挟在する。これらのテフラは、岩相、鉱物組成とそれらの組合せからみて、上位よりNk, Ip（飯室パミス：小泉，1985），Ykに対比される。アシカ属化石（P2, P3, P4）は、このNk テフラの約3m上位から産出した。アシカ属化石層準の4m下位では、走行方向10m以内からイルカ類頭骨化石（D1）、椎体骨端（D2）と前位肋骨片（D3）が発見されている。アシカ化石と同じ

表2 多摩川河床飯室層産貝化石リスト

種名	層準 岩相	下 s/si	中 s/si	上 si/s	和名
GASTROPODA					
<i>Suchium costatum</i>		○			キゾ
<i>Suchium suchience subschience</i>		●			サブスチキゾ
<i>Homalopoma</i> sp.			◎		サンショウガイ属
<i>Turritella nipponica</i>			○		エゾキリガイタマシ
<i>Onustus exutus</i>			◎		キヌカガイ
<i>Polinices sagamiensis</i>			○		ウチヤマタツハキガイ
<i>Neverita</i> sp.		◎	◎	◎	ツメタガイ属
<i>Cryptonatica jansostomoides</i>		◎	◎		エゾタマガイ
<i>Tonna leteostoma</i>		◎	○	○	ヤツシロガイ
<i>Tonna</i> sp.			○		
<i>Rapana venosa</i>		○			アカニシ
<i>Reishia</i> sp.		○			レイシガイ属
<i>Phos senticosus</i>			○		トクサハイ
<i>Babylonia japonica</i>		○			ハイ
<i>Volutharpa perryi</i>		◎			モスリガイ
<i>Golikovia fukueae</i>		○	◎	○	ユウビエゾホラ
<i>Zeuxis squinjoreusis</i>		◎	●	◎	ハナムシロガイ
<i>Fusinus</i> sp.			○		ナガニシ属
<i>Merica asprella</i>			○		コンゴウホラ
<i>Sydaphera spengleriana</i>		○	○		コロモガイ
<i>Unedogemmula unedo</i>			○		ホソカリカネガイ
SCAPHOPODA					
<i>Fissidentalium verneidei</i>			◎		マルツノガイ
<i>Dentalium octangulatum</i>		○			ヤマトツノガイ
PELECYPODA					
<i>Acilla divaricata</i>			◎	◎	オオキラガイ
<i>Saccula confusa</i>			◎		ゲンロクシデガイ
<i>Scapharca subcrenata</i>		○			サルホウガイ
<i>Glycymeris albolineata</i>		○			ヘンケイガイ
<i>Solamen spectabilis</i>			◎		キサクイモトキ
<i>Modiolus</i> sp.		◎	○	○	ヒバシガイ属
<i>Aturina pectinata japonica</i>		○	◎		タイラキ
<i>Mithuhopecten</i> cf. <i>yessoensis</i>		○	○		ホタテガイ
<i>Mithuhopecten tokyoensis</i>		○	○		トウキョウホタテ
<i>Anomia chinensis</i>		○			ナミマガシロガイ
<i>Crassostrea gigas</i>		◎			マガキ
<i>Cyclicardia ferruginea</i>		○	◎		クロマルミガイ
<i>Cyclodica cumingii</i>		◎	◎		シロマガイ
<i>Venus foveolata</i>			○		ビノスカイモトキ
<i>Lucinoma acutilineata</i>		●			オオツカイモトキ
<i>Dosinorbis</i> cf. <i>trocheli</i>		○	◎	●	マルヒナガイ
<i>Paphia</i> cf. <i>schnrlliana</i>		○	◎	○	オオスタレガイ
<i>Clementia papyracea</i>		●	●	●	フスマガイ
<i>Mactorinula dolabrata</i>		◎	◎		ソリタママガイ
<i>Macoma</i> cf. <i>praetexta</i>			○	○	オオモノハナガイ
<i>Cultellus otsukai</i>		●	●	●	オオツカエキアシタ
<i>Panope japonica</i>			○	◎	ナミガイ
<i>Peliproma otohimeae</i>			◎		リュウクウハココロモガイ
<i>Cuspidaria</i> sp.			○	○	シヤクシガイ属

注1) 産出頻度; ●: abundant ◎: common ○: rare

2) 層準; 下: Yk~Ip775間, 中: Nk775上位3~4m, 上: Nk775上位8~9m

3) 岩相; s/si: 砂質シルト岩, si/s: シルト質砂岩

表3 横浜-多摩地域上総層群産ナンノ化石群

SAMPLE NUMBER	5'	4	3	1	7
ABUNDANCE - PRESERVATION	CG	CC	FM	--	CM
Calcidiscus leptoporus	C	C	F	F	F
Coccolithus pelagicus				F	F
Distyococcites perplexa		F		C	C
D. productus		F	+	C	C
Gephyrocapsa spp. (small)	F			A	F
G. caribbeanica (M: 3-5 μm)	C	A	+	F	C
G. caribbeanica (L: >5 μm)	A	C	+	C	
G. oceanica (oblique M: 3-5 μm)		A	+	A	F
G. oceanica (vertical L: >5 μm)	C	C	+		
G. oceanica (oblique L: >5 μm)	A	C	+	C	F
Helicosphaera carteri/kamptneri	F		+	F	F
H. sellii					F
Pontosphaera japonica				F	F
Pseudoemiliania lacunosa	C	A	+	C	C
Reticulofenestra minuta				F	C
R. minutula	C	C	+	F	C
R. sp. A (S: 5-6.5 μm)					F
Umbilicosphaera sigogae fol.				F	
F. profunda (N/100)				C	
Assemblage	F	F	F	F	"G"

※齊藤(1988)にNo.1(本報告のアシカ産出地点)を追加し作成した。
産出地点の詳細は齊藤(1988)参照。 No.5':横浜市磯子区杉田、
4:磯子区東町、3:栄区小菅ヶ谷、7:東京都日野市の浅川平山橋左岸。

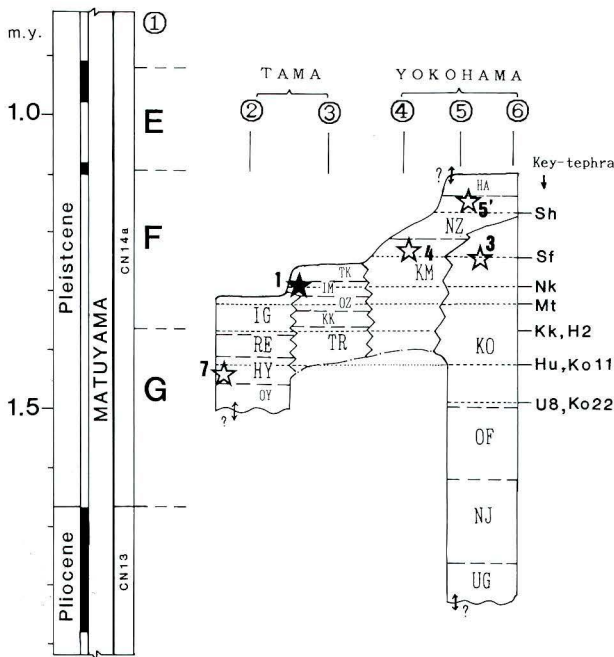


図4 多摩丘陵上総層群の層序と石灰質ナンノ化石からみた年代(試案). ☆印: 齊藤(1988)による石灰質ナンノ化石分析層準(番号は表3と対応する), ★印: アシカ科化石産出層準. ①: 岡田(1987)の石灰質ナンノ化石群集帯, ②: 矢野口〜八王子ルート, ③: 溝ノ口〜町田ルート, ④: 磯子〜西谷ルート, ⑤: 杉田〜岩瀬ルート, ⑥: 富岡〜金沢文庫ルート, HA: 浜層, NZ: 中里層, KO: 小柴層, OF: 大船層, NJ: 野島層, UG: 浦郷層, KM: 上星川層, TK: 高津層, IM: 飯室層, OZ: 王禅寺層, KK: 柿生層, TR: 鶴川層, IG: 稲城層, RE: 連光寺層, HY: 平山層, OY: 大矢部層.

層準からは他に鳥類の鳥口骨など(A1, A2)が, 上位層準からは大型鯨類の肩甲骨片(C1)が, 更に上位からは陸生であるシカ類の腰椎(N1)が産出した。これらの産出層準は大塚(1932)の飯室砂質泥岩層, または岡ほか(1984)の飯室層の中部に当たる。

3. 随伴化石と堆積環境

飯室層から産出した哺乳類化石及び鳥類化石(表1)の産出地点および産出層準を図1・3に示す。貝類化石からみた飯室層の堆積環境は, 外洋水の影響をある程度受けた内湾の上部浅海帯と推定されている(正岡, 1975)。産出地点は当時の三角州の前面沖合いにあった(たとえば菊池, 1984)と考えられている。多摩川河床に分布する飯室層の貝類化石群集について, 産出層準の確認のための調査にともない, 4層準に分けて調べた結果を表2に示す。岩相変化にともない, 優勢種は下位より, ①Yk-Ip層準の淘汰不良の砂質泥岩: *Cultellus-Lucinoma-Suschium*, ②Nk上位3-4mのアシカ化石を産した淘汰の良い砂質シルト岩: *Cultellus-Clementia*, ③Nk上位9-15mの泥質砂岩: *Cultellus-Dosinia*, ④Nk上位25-30mのシルト岩: *Periploma* となる。①ではマガキ片や多くの材化石を伴い, 陸水の影響が強い。①~③では *Cultellus* が圧倒的に多い。④では貝化石の産出はほとんど希になる。多摩川河床の飯室層は, 上位ほどより沖合いに位置するようになったと考えられる。

4. 飯室層の年代

飯室層自体からいまままでに年代測定された報告はなく, 火山灰鍵層により飯室層を含む多摩丘陵の上総層群全体が, 横浜南部の上総層群小柴層を介して, 古地磁気, 微化石層序の確立している房総半島の上総層群国本層~梅が瀬層に対比される(三梨・菊池, 1982)ことから, 飯室層の年代は0.8Ma前後に考えられてきた(例えば, 菊池1987)。しかし, '86-'87年度の海生哺

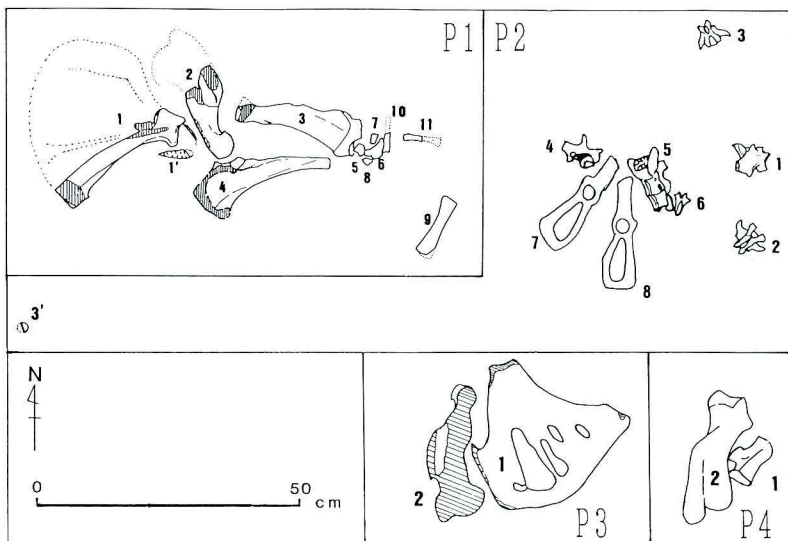


図5 アシカ科化石の産状。P1: 飯室標本, P2: 多摩川A標本, P3: 多摩川B標本, P4: 多摩川C標本, 縮尺・方位は共通。

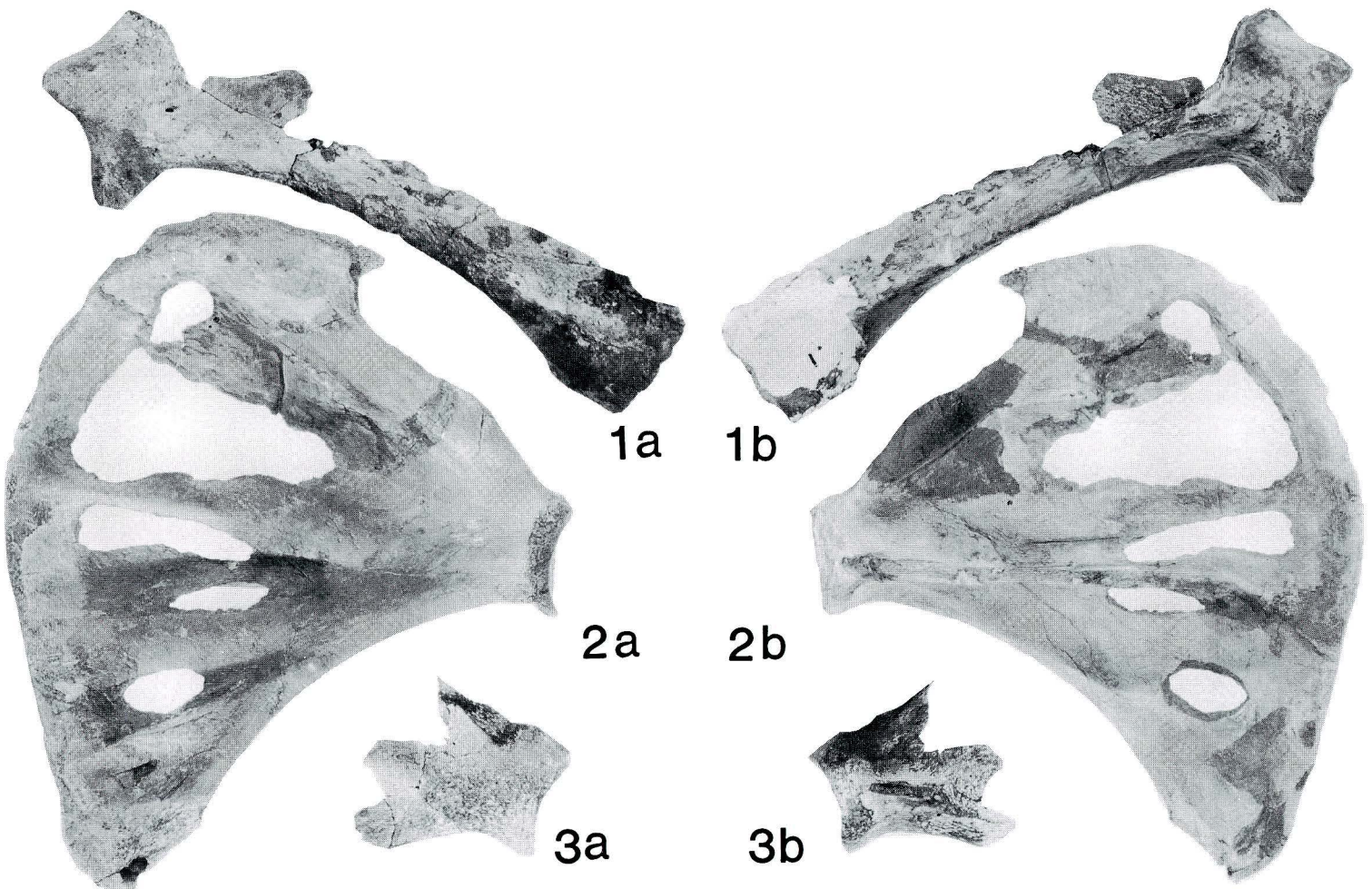


図6 肩甲骨. 1:飯室標本(右), 2:多摩川B標本(左), 3:多摩川C標本(左), (a:内側面, b:外側面)
X 0.35

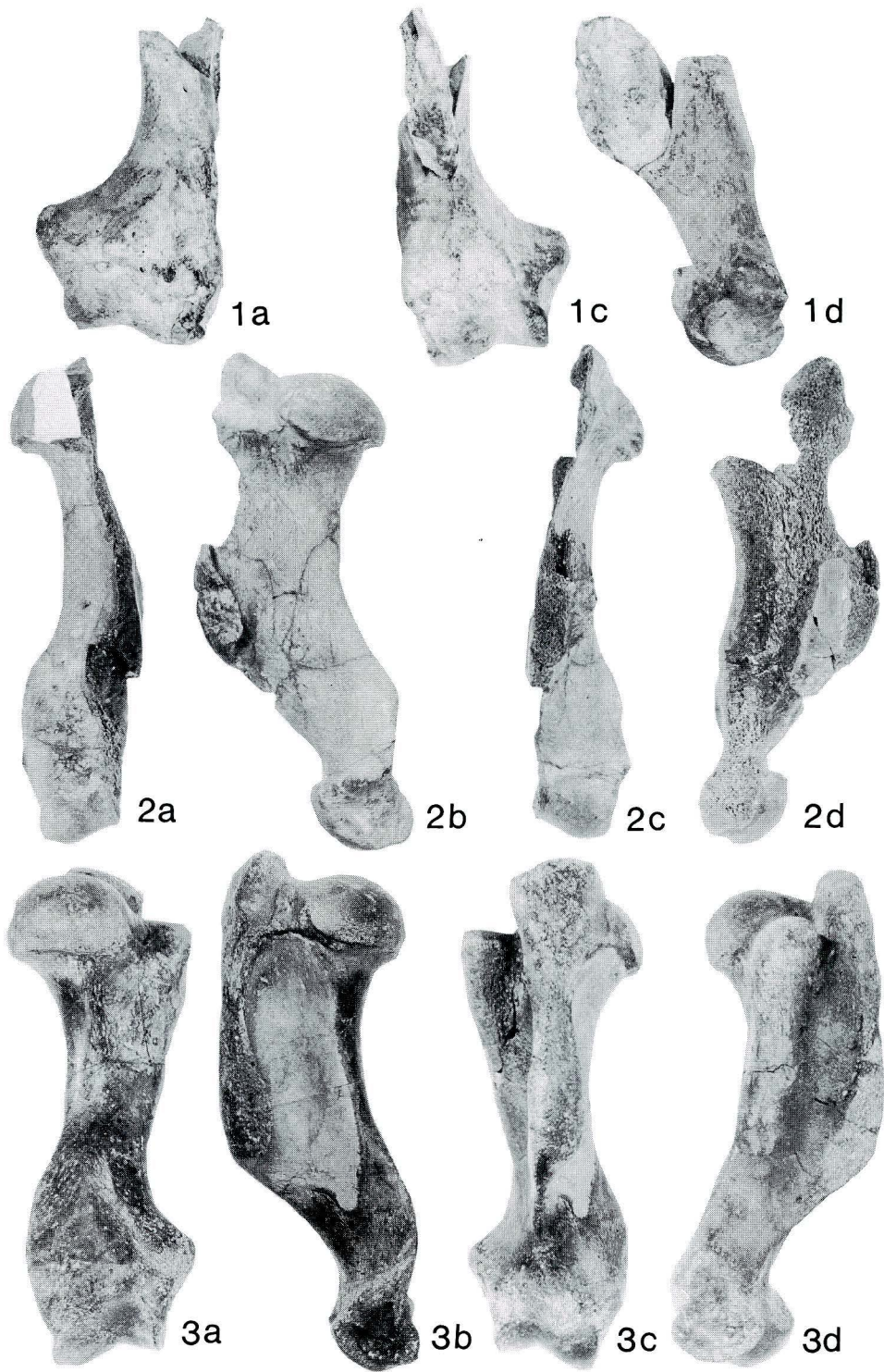


図7 上腕骨. 1: 飯室標本(右), 2: 多摩川B標本(左), 3: 多摩川C標本(左), (a: 後側面, b: 外側面, c: 前面, d: 内側面) X 0.43



図8 飯室標本（右）. 1: 橈骨, 2: 尺骨 (a: 前面, b: 内側面, c: 外側面, d: 後面)
× 0.4

乳類総合研究（文部省科研費）の際に、横浜―多摩地域の上総層群から筆者の採集した4層準の試料について、石灰質ナノ化石分析が行われた（斉藤，1988）。また、本報告の多摩川河床のアシカ科産出層準の1試料（no. 1）についても、山形大学岡田尚武教授による分析結果が得られ、飯室層は岡田（1987）による第四紀のナノ化石群集帯のF帯（1.1~1.36Ma）に入る（表3）。その中でも *Helicosphaera sellii* がみられないことからすれば1.1~1.2Maに相当するが、岡田教授によれば *H. sellii* は浅海域では含まれていないことがある（斉藤教授私信）ため、F帯全体とし、年代を限定しない方が無難であるという。つまり、F帯にはいるこれら5層準の位置の層序上の位置関係を考え合わせると、本報告のアシカ科化石産出層準は、1.2Maより古くなる可能性も残されている（図4）。なお房総半島の上総層群でこの年代に相当するのは、アシカ科化石産出が記録され始める梅が瀬層（約0.8-9Ma）より古い、黄和田層上部である（佐藤ほか，1988）。包含層の年代論の詳細については、従来の見解と異なるため重要な問題を含んでいるが、本論の目的とするところではないのでここでは省略する。

5. アシカ科動物化石の産状

今回報告する飯室（P1）標本，多摩川 A（P2）・B（P3）・C（P4）標本の産状を図5に示す。

P1は右前肢であり、発見時に肩甲骨と上腕骨の断面が露出していた。肩甲骨から手根骨までは現位置に近い状態で、計13点がおおよそ30×70cmの範囲に産出した。肩甲骨から橈・尺骨までは背面を上、月状―船状骨は掌側を上にし、その間に小菱形骨などがあつた。産出地点は上位のオン沼砂礫層との不整合面に近く、露頭全体の風化が進んでおり、化石骨自体はかなり脆く、豆腐程度の硬さであるのに対し、その表面の多くは褐鉄鉱に薄く覆われて固結していた。

P2は、渇水時には乾く河床の岩盤の水流で削られた表面に、腰部の計9点の化石骨が、一部顔を出した状態で発見された。このため、母岩は褐鉄鉱と方解石が晶出して脆くなっていたが、骨自体の脱灰は進んでおらず硬い。若年個体のため、脊椎の骨端はすべて遊離しており、遊離した骨端円盤は、化石骨のまとまって産した範囲の1m西から、1個だけ得られた。

P3は、P2の北東側（走行方向）へおおよそ110mのところから、1対の左肩甲・上腕骨がとなりあつて産出した。P3の上腕骨は内側半分を流水による浸食により欠くが、残された部分の表面にほとんど磨耗はみられない。

P4は、P2の北東へおおよそ80mのところから、1対の左肩甲・上腕骨が重なりあつて産出した。両者とも突出部は堆積以前の磨耗により、かなり海綿質が露出している。

6. 記 載

主要部位について記載する。なお今回報告する標本は、神奈川県立博物館に収蔵する。

Family Otariidae Gill, 1866
Genus *Eumetopias* Gill, 1866
Eumetopias sp.

1) 飯室標本：右肩甲骨（P1-1, KPMG-7903, 図5-1, 図6-1, 図12-c）間接窩と後角を含む、後縁と平行に幅4cmが保存されている。外側からみた後縁の輪郭はその中央で緩く、背―腹端で強く頭方に対して凸湾する。後縁中央の平坦面は垂直に向く。棘下窩の後部の小円筋付着面は前後に幅狭い。



図9 多摩川B標本（左）の腰椎，仙椎および寛骨．（1：背面，2：右側面） $\times 0.5$

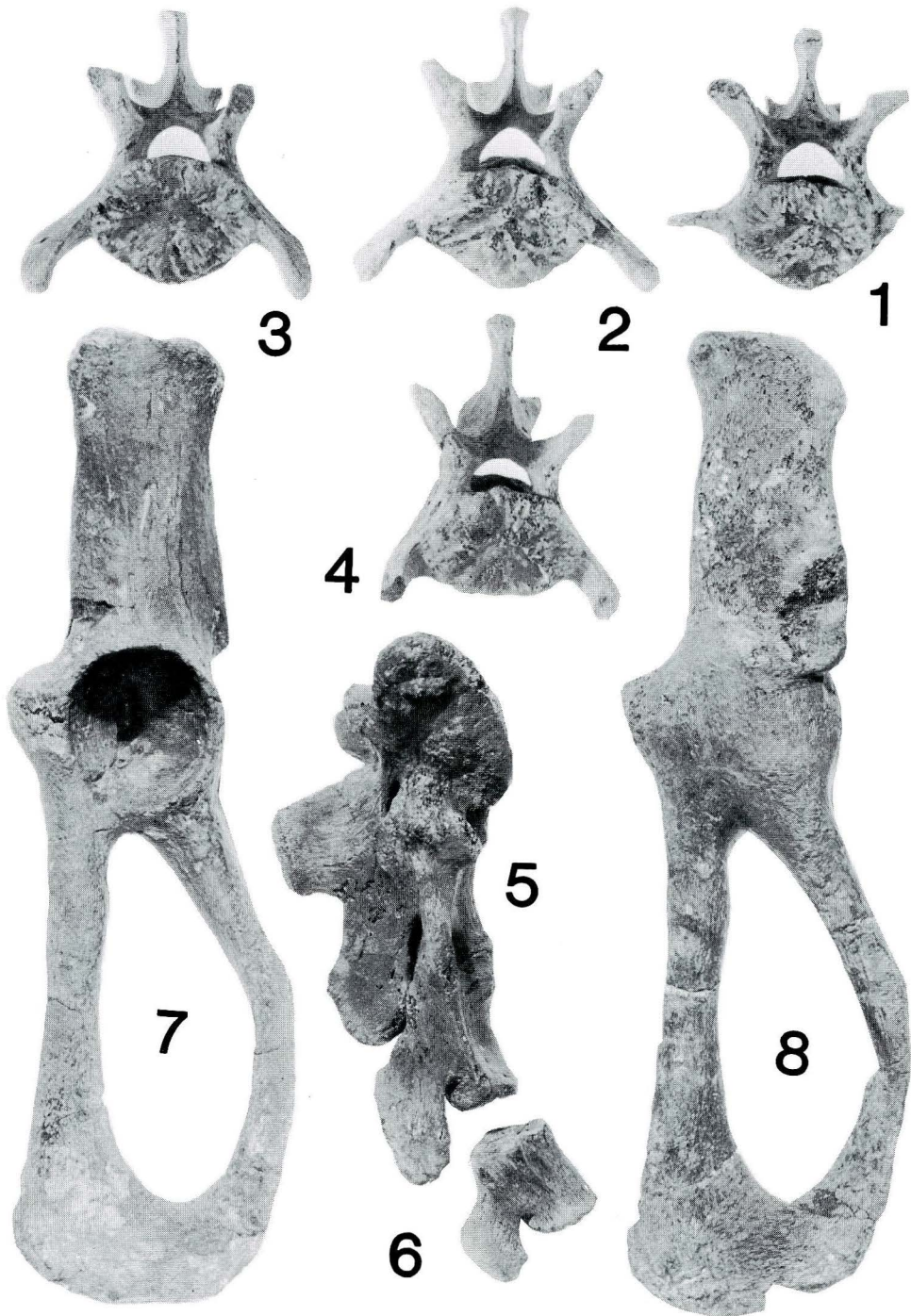


図10 多摩川B標本(左). 1:第1腰椎, 2:第3腰椎, 3:第4腰椎, 4:第5腰椎, 5:仙椎, 6:尾椎, 7:左寛骨, 8:右寛骨. (1~4:前面, 5~6:右側面, 7:外側面, 8:内側面) $\times 0.66$

右上腕骨（P1-2, KPMG-7904, 図5-2, 図7-1）遠位の半分が保存されている。大結節後は骨体から前方へまっすぐ突き出すが、その遠位端は骨軸より中間の高さでやや外側に偏る。三角筋粗面の外側縁は破損して海綿質が露出しているが、保存される部分からみて外側方向への突出は大きい。外側上顆～外側上顆稜にかけては外縁部の輪郭は破損によりやや後退している。その稜は前後に比較的薄い。肘頭窩は広い。滑車前内側上縁部の輪郭は下方に幅・長さとも10mmほど湾入する。計測値を表5-4に示す。

右橈骨（P1-3, KPMG-7905, 図5-3, 図8-1）橈骨頭と骨体中央の一部の前側半を欠くほかはほぼ完全である。遠位の骨端の癒合は不完全で、癒合面の後半は開いて、泥が詰まっている。骨体の後面の輪郭は凸に強く湾曲する。手根関節面の輪郭は厚さの割に前後にやや短い。計測値を表5-5に示す。

右尺骨（P1-4, KPMG-7906, 図5-4, 図8-2）遠位の骨端は遊離しており、未発見である。上腕骨との関節面より近位外側面の輪郭の一部を欠く以外はかなり完全である。全体的にほっそりしていて、肘頭頸部から骨体中央にかけての後半部は非常に薄くなっている。計測値を表5-6に示す。

このほか三角骨（P1-5, KPMG-7907）、月状―船状骨（P1-6 KPMG-7908）、小菱形骨（P1-7, KPMG-7909）、有頭骨（P1-8, KPMG-7910）、第1・3・4中手骨（P1-9・11・10・KPMG-7911・7912・7913）が産出した。

Genus *Zalophus* Gill, 1866

Zalophus sp.

2) 多摩川A標本；第1腰椎（P2-1, KPMG-7914, 図9, 図10-1）前後の骨端がはずれており、左側の肋骨突起を欠くほかは、ほぼ完全である。椎体は背側のやや平坦な横長の楕円形で、前後の縫合面にはは八の字形の溝がある。肋骨突起は椎体の上から約 $\frac{1}{3}$ の位置から水平方向に斜め前方に突出する。棘突起は後方に倒れ、その上縁前縁は椎体後端付近にくる。

第3腰椎（P2-2, KPMG-7915, 図9, 図10-2）前後の骨端がはずれており、左側の前関節突起を一部欠くほかは、ほぼ完全である。椎体は背側にやや平らな横長の5辺形で、前後の縫合面にはは八の字形の溝がある。肋骨突起は椎体の上から約 $\frac{1}{3}$ の位置から斜め前下方に突出する。棘突起は後方に倒れる。

第4腰椎（P2-3, KPMG-7916, 図9, 図10-3）前後の骨端がはずれており、左側の前関節突起を一部欠くほかは、ほぼ完全である。後部の骨端円盤は背側の $\frac{1}{3}$ を欠く。椎体は横長の丸みを帯びた5辺形で、前後の縫合面にはは八の字形の溝がある。肋骨突起は椎体の上から約 $\frac{1}{3}$ の位置から斜め前下方に突出する。棘突起は後方に倒れる。

第5腰椎（P2-4, KPMG-7917, 図9, 図10-4）前後の骨端がはずれており、右側の肋骨突起を一部欠くほかは、ほぼ完全である。椎体は横長の楕円形で、前後の縫合面にはは八の字の溝がある。肋骨突起は椎体の上から約 $\frac{1}{3}$ の位置から斜め前下方に突出する。棘突出は後方に倒れる。計測値を表4に示す。

仙骨（P2-5, KPMG-7918, 図9, 図10-5）前後の骨端がはずれているが、ほぼ完全である。3個の椎体から構成される。耳状面は一对である。側方からみて仙骨翼は背側に凸に湾曲する。第1と第2棘突起の間は、化骨が進んでおり、滑らかに連なる。計測値を表5-1に示す。

第1尾椎（P2-6, KPMG-7919, 図9, 図10-6）前後の骨端がはずれているが、ほぼ完全である。椎体部の前後長26.5mm, 最大幅30.2mm, 最大高32.7mm。

左寛骨 (P2-7, KPMG-7920, 図9, 図10-7)・右寛骨 (P2-8, KPMG-7921, 図9, 図10-8) 変形もなくほぼ完全だが、左腸骨は、右に比べて仙結節を含む前縁から7mmほどが欠損している。右坐骨の中央腹側と後縁の一部を欠く。内外方向からみた輪郭は前後に細長く、坐・恥骨側の最大幅は全長の約 $\frac{1}{4}$ である。腸骨が外方に、坐・恥骨の後半が内方に折れ曲がるため、背面からみて右寛骨はS字型を呈する。腸骨体は、後背側～前腹側に延ばされ偏平であり、その断面は長径が短径の3倍程度の長楕円形である。腸骨粗面の腸骨体中央から後背側にかけてなだらかに凹み、仙骨の耳状面と仙骨粗面との境界に対応する稜で2分される。坐骨枝は、内外方向からみて背側に凸に湾曲する。その断面は、閉鎖孔の前半は丸みを帯びた三角形で、左寛骨では時計回りに内側にねじれながら、後半では内外方向に偏平になり、坐骨板に連なる。恥骨枝は寛骨臼後縁から20mm後ろで7～8度内側に折れ曲がる。その断面は後ろ側ほど内側に偏平な楕円形になる。恥骨の後端はやや肥厚して粗面となっている。寛骨臼は前後にやや長いほぼ円形で、寛骨全長の前から $\frac{2}{3}$ のところに位置する。寛骨臼切痕は幅狭い。寛骨臼窩は後側が底辺の2等辺三角形を呈する。閉鎖孔は、前後に長く後半が拡大する雨滴型である。計測値を表5-2に示す。

3) 多摩川B標本; 左肩甲骨 (P3-1, KPMG-7922, 図6-2, 図12-a・b) 前縁腹側の一部、関節窩内側半を欠く以外は、ほぼ完全である。棘上窩・棘下窩を背腹方向に走る隆起の間の1mm以下の薄い部分は、堆積時には既に失われていた。全体の輪郭は扇形で、背縁の輪郭は外側からみて背側に凸で、背側からみて外側に凸に湾曲する。後角より約8mmまでは縫合結合で骨端が付着し、この前方の背縁は肩甲骨の付着する粗面をなす。前縁は全体的に頭方に対して凸湾する。後縁は内外方向からみて、大円筋付着面腹側端より腹側の輪郭は、尾方に対して凹湾する。後縁中央は幅18mm強の平面で、その内唇と外唇は稜をなす。関節窩腹縁から80mmの所で、外側唇の稜は腹縁内側に向けて、分岐する。この稜の腹側は深くえぐれる。背面では、棘上窩の中央やや前より棘上窩外側稜が発達する。棘下窩の後縁には棘下窩外側筋線が発達し、その後側に連続する小円筋付着面は幅広い。肋骨面では肩甲骨下窩は、背腹方向に走る隆起により4つの長楕円形の窪みに分かれ、背面の肩甲骨窩に対応する部分が最も窪んでいる。このやや前側には肩甲骨下窩中央稜が、背側縁から中央にむけて腹側縁から80mmの所まで次第に弱まりながら発達する。肩甲骨棘は、肩甲骨頸では前縁より $\frac{2}{3}$ の所に位置する。前後からみた棘の輪郭は直線的で、肩甲骨棘結節の所で緩やかに折れ曲がる。背腹方向からみて全体として尾方に緩く傾く。肩峰は腹側に突き出し、その後側唇は後内方に張り出す。なお、肩峰面上の腹側端から背側に向けて15, 55, 70, 105mmのところには、恐らくサメなどによる、堆積以前にできた前後方向に伸びた幅4～10mmの溝がある。計測値を表5-3に示す。

左上腕骨 (P3-2, KPMG-7923, 図7-2, 図14-4) 内側半分を流水による浸食により欠くが、残された部分の表面にほとんど磨耗はみられない。上腕骨頸は明瞭で、骨端線は消失している。大結節は骨軸の方向に伸び、骨体中央の三角筋粗面で最も幅広い。稜の前外縁は外～外後方に大きく張り出し、その表面は著しい粗面をなす。上腕骨滑車は前後にやや長い。外側上顆は外側上顆稜を底辺とする丸みを帯びた三角形をなし、滑車外側縁より7mmほど外方へ突き出す。外側上顆稜は滑車の2倍の高さ(遠位端より7cm)で角ばり、後外方に張り出す鋭い稜をなす。肘頭窩は広く、前方へ凸に湾曲する。鉤突窩は浅く、不明瞭である。計測値を表5-4に示す。

4) 多摩川C標本; 左肩甲骨 (P4-1, KPMG-7924, 図6-3) 関節窩を含む腹側の一部である。背側端は堆積以前の破断面で、関節窩の回りと共に、磨耗して広く海綿質が露出している。肩甲骨棘は腹縁から28mmまで保存されている。肋骨面では肩甲骨下窩中央稜に連なる隆起が後縁より約50mmからみられる。関節窩長50mm, 関節窩幅40mm。

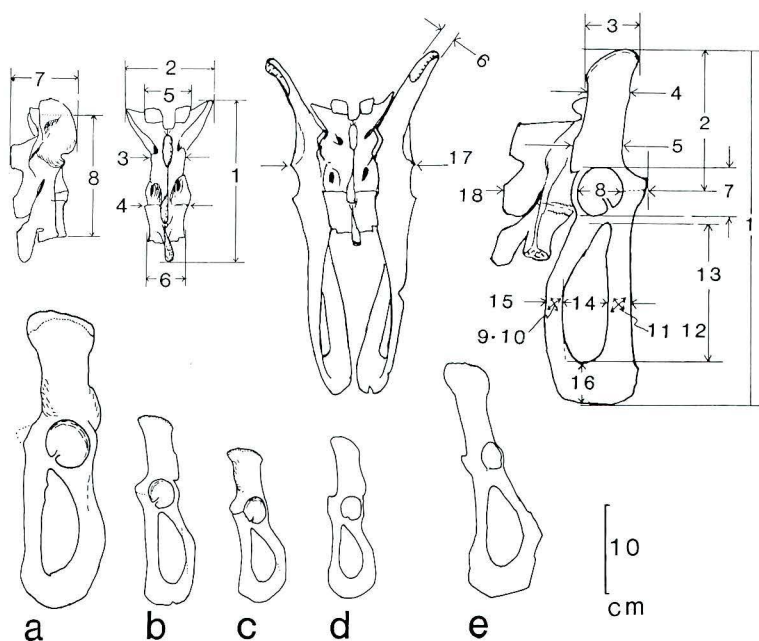


図11 仙椎・寛骨の計測位置と寛骨外側面の比較図 (a: *Eumetopias jubata*, b: 多摩川A標本, c: *Zalophus californianus*, d: *Callorhinus ursinus*, e: *Thalassoleon mexicanus*, 全て雄).

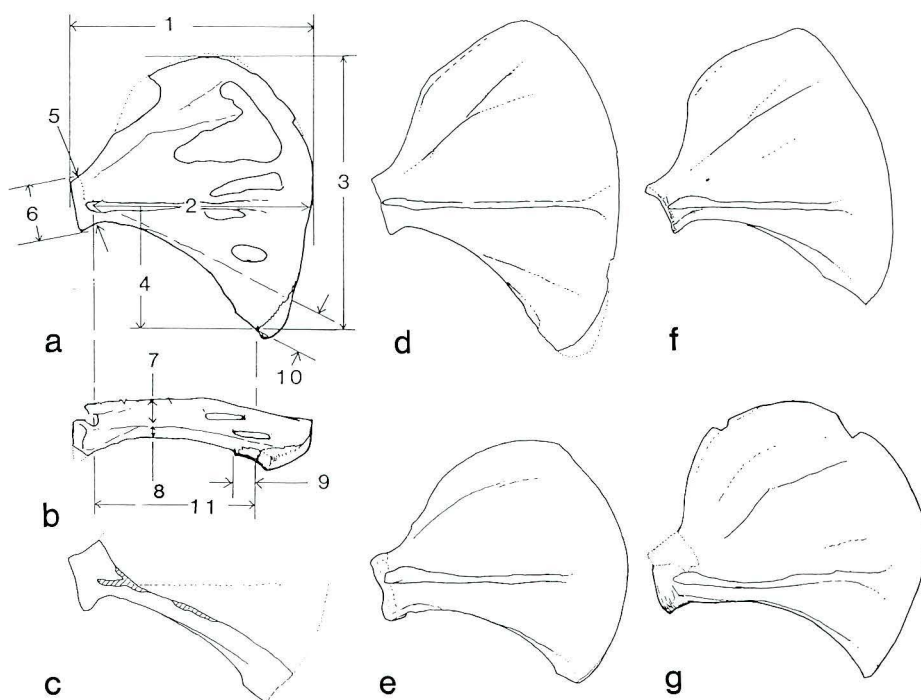


図12 肩甲骨の計測位置と比較図 (a・b: 多摩川B標本, c: 飯室標本, d: *Zalophus californianus* M 3880 (雄), e: *Eumetopias jubata* (雄成獣), f: *Callorhinus ursinus* (雄), g: *Thalassoleon mexicanus* UCR15254 (雄)).

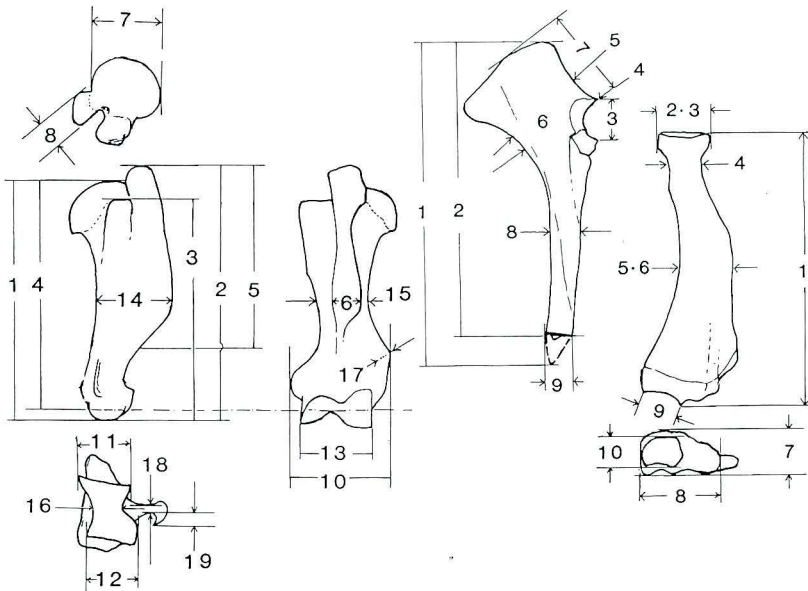


図13 上腕骨・橈骨・尺骨の計測位置.

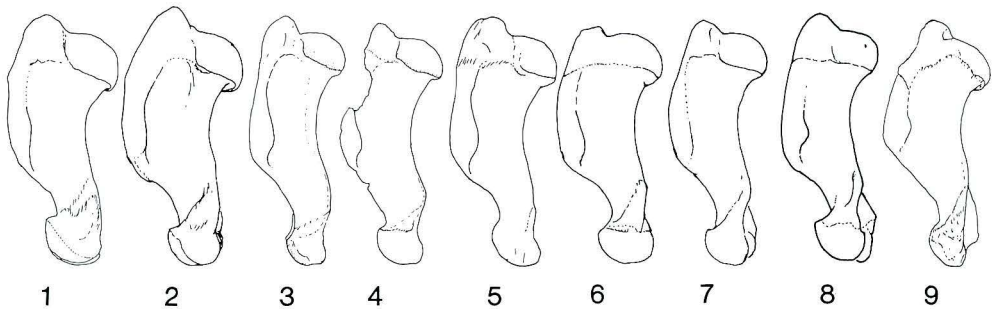


図14 上腕骨の比較図(左外側面, ただし No. 8は左右反転して示す). 1: *Eumetopias jubata* (雄成獣), 2: *E. jubata* (雌成獣), 3: 多摩川C標本, 4: 多摩川B標本, 5: *Zalophus californianus* (雄成獣, Matsumoto, 1926), 6: *Z. californianus* M3880(雄), 7: *Callorhinus ursinus* (雌成獣) 8: *C. ursinus* (雄成獣), 9: *Thalassoleon mexicanus* UCR15254 (雄)

左上腕骨 (P4-2, KPMG-7925, 図7-3, 図14-3) はほぼ完全であるが, 骨頭の上腕骨頸の上位の幅15mmや滑車の周囲, 大結節上端など突出する部分の大半は磨耗して海綿質が露出している。肩甲骨と折り重なって産出したため, 肩甲骨の関節窩の前外側縁の一部が, 上腕骨後内側に内方向に伸びたレンズ状に癒着して, 圧密により骨体に亀裂を生じていた。全体の輪郭は前からみて藁型で, 最大幅は近位にある。骨頭は最大近位幅の7割強あり, 上腕骨頸には骨端線が溝状に残っている。骨頭の上外側面には堆積以前にできた, 前後方向に幅0-1mm, 長さ6-13mmのひっかき傷がある。後ろからみて, 上腕骨頸は骨軸に対してほぼ垂直である。内外方向からみて, 骨頭は後

やや上方へ突き出し、近位からみると左右にやや偏平で、大結節との間はいくびれて骨頭の上限よりやや下がる。大結節の最高点は骨頭よりも13mmほど高い。後外―前内方向に伸びる。大結節稜は骨体中央より縁位側まで伸びる。内外からみた稜線は直線をなし、三角筋粗面の下部で後方に折れ、鈎突窩に漸移する。前からみて稜幅は、上部でくびれる。骨体中央部の三角筋粗面で稜の前外縁は外後方に大きく張り出して稜幅も最大になる。大結節稜の前内側縁の突出は弱い。小結節は骨頭よりも低く、近位からみて大結節とほぼ平行に後内方にのびる。小結節稜は骨体中央部で骨体に漸移する。上腕骨滑車は上下にやや偏平である。内側からみて、内側上顆の輪郭は前後にやや偏平な楕円で、滑車縁より最大15mm程突出する。外側上顆の輪郭は上方に

表 4 多摩川 A 標本の腰椎の計測値

		第 1 腰椎	第 3 腰椎	第 4 腰椎	第 5 腰椎
1	全長	61.5	60.7	59.2	48+
2	全高	59.5	61.2	62+	62.2
3	棘突起長	17.5	20.0	19+	16.5+

表 5 計測値の比較

5-1 仙椎		TA ♂	Eu ♂	Za ♂	Ca ♂
1	全長	120	210	109	101
2	近位端最大幅	57+	95	52.7	46
3	耳状面後縁幅	31.5	55	28.5	28.5
4	第 2・第 3 椎体間幅	35.7	65.5	31	29
5	前関節突起幅	31.3	60	30	32
6	遠位端幅	29.5	35	-	28
7	全高	49.7	97	55	47
8	仙骨長(前後の骨端を除く長さ)	(95)	(180)	(82.5)	82

5-2 寛骨		TA♂, R	TA♂, L	Eu♂, L	Za♂, L	Ca♂, L
1	寛骨長	213	206+7	324+	183	183
2	腸骨長	84.5	80+7	145	66	80
3	腸骨最大幅	36.7	32.6+	77	39.4	33
4	腸骨体最小幅	29.0	28.4	52	27	26.5
5	腸骨下部幅	34.5	34.5	67	29.7	33
6	仙結節の厚さ	7.5	7.6	18.5	8.2	7
7	寛骨臼前後径	33.0	34.6	50	29.6	29
8	寛骨臼背腹径	31.8	31.8	51	27.4	26.5
9	座骨最小高	10	9	30	15	6
10	座骨幅	11	12.5	11	6	12.5
11	恥骨最小高	13	12.5	19	11	7.5
12	恥骨幅	8	7.9	11	7	10.5
13	閉鎖孔最大前後径	79	79	102.5	65	63
14	閉鎖孔背腹径	32	32	113	27	26.7
15	恥―座骨間背腹径	54	53.7	91	52	51
16	座骨板長	23.5	22.8	49	29	21.5
17	寛骨臼前縁間幅	69		125	65	61
18	仙骨第 2 棘～寛骨腹側突起	81		130±	76	75
19	1 5 / 1	0.25	0.25	0.28	0.28	0.28
20	2 / 1	0.40	0.39	0.44	0.36	0.44

5-3 肩甲骨	IM,R	TB,L	Eu♂,L	Eu♀,L	Za♂,L	Ca♂,L
1 全長	-	258+	356±	292	178	192
2 肩甲棘最大長	-	238	314	255	155	166
3 背縁長(肩甲棘に垂直に)	-	302+	342	313	233	214
4 棘下窩最大幅(肩甲棘に垂直に)	-	128	135	136	108	69
5 肩甲頸最小幅	56	56	86	72	43	41
6 関節窩長	63	57±	-	64	43	43
7 肩峰高	-	34.5	57±	29	21.5	22.5
8 後端厚	15	18	23	22	14	10
9 大円筋付着面後内縁長	32	34	51	41	37	44
10 小円筋付着面前後幅	26	48	26.5	22	50	15
11 後側長(棘基部腹側端～背縁縫合)	226	221	278	238	156	165
12 10/11	0.12	0.22	0.10	0.09	0.32	0.09

5-4 上腕骨	IM,R	TB,L	TC,L	Eu♂,L	Eu♀,L	Za♂,L	Ca♂,L
1 骨頭～滑車長	-	213+	219	277	222	159	170
2 大結節～滑車長	-	227+	223	292	246	165	184
3 小結節～滑車長	-	-	197	260±	209	138	160
4 骨頭～滑車鞍部長	-	206	210	261	212	152	164
5 三角筋粗面長	-	147+	154±	197	171	105	120
6 三角筋粗面最大内外径	-	28+	24+	42	35	29	22
7 骨頭内外径	-	-	61+	100	72	49	52
8 小結節最大直径	-	-	30	41	28	23	21
10 外側上顆～内側上顆最大径	82+	-	76	124	96	70	72
11 滑車内側最大前後径	43	-	41+	65	51	33	37
12 滑車外側最大前後径	42	42	40+	64	50	37	36
13 滑車遠位端内外径	57	-	48+	87	66	51	43
14 骨体中央最大前後径	74+	67	67	91	82	(54)	52
15 骨体中央最小横径	-	-	40	52	44	29.3	32
16 滑車鞍部最小前後径	34	30±	27.5	45	33	-	22
17 外側上顆稜厚	8.8+	6.8	5.6+	26	(16)	9.5	7.0
18 三角筋稜頸部最小厚	12	7	7	20	9	13	12
19 三角筋稜外側面突出高	10+	16	13	20	15	12	6
20 17/16	0.27	0.22	0.20	0.58	0.48	-	0.32

5-5 橈骨	IM,R	Eu♂,L	Eu♀,R	Za♂,L	Ca♂,R
1 全長	227	271	230	165	182.4
2 近位最大幅	37+	80	56	41	42.8
3 近位最大前後径	38+	60	47	33	33
4 頸前後径	28±	40	32	21	21.8
5 体中央最小幅	18.2	29	22	19	16.5
6 体中央前後径	42.3	69	57	37	31.7
7 遠位最大幅	41.0	60	44.4	51	49.8
8 遠位最大前後径	66.5	88	69±	29	32.4
9 手根関節面前後幅	37.4	64	49.5	33	34.3
10 手根関節面厚	31.5	51	35.7	23	26.6

5-6 尺骨	IM,R	Eu♂,L	Eu♀,R	Za♂,L	Ca♂,R
1 全長	-	325	257	(200)	219
2 全長(遠位端除く)	259	296	222	180	197.4
3 滑車切痕部長	42.0	67	47.5	17	35.3
4 肘突起部最小前後長	75.0	94	76.0	54	55
5 肘頭頸部最小前後長	64.5	80	66.0	45	47
6 肘頭頸部最小厚	2.0	10	7.9	3	3
7 肘頭長	78.0	120	78.0	48	50
8 体中央前後径	32.0	(42)	37.0	(21)	26.3
9 遠位最大前後径	31.5	48.5	35.5	23.5	27.2

注)IM:飯室標本, T:多摩川A・B・C標本, Eu:現生トド, 雄は国科博標本no.779, 雌は北大標本no.13358, Za:現生カワオビナギサ, 国科博標本M3880, Ca:現生キタキリ, 和田標本no.15307.

連続する稜を底辺とする三角形状で、外方に滑車縁より6mm程突出する。外側上顆から骨体の外側縁に沿って鋭い外側上顆稜が突出し、三角筋粗面の後ろ側、近位より $\frac{2}{3}$ のところで鈍い後外縁に移行する。肘頭窩は底辺と高さが50mmで後側縁より深さ17mmの丸みを帯びた三角形の凹湾部をなす。鉤突窩は滑車前面の上部に幅10mm以下の浅く不明瞭な窪みとしてみられる。計測値を表5-4に示す。

7. 比較・考察

主要な部位について以下の標本と比較し、飯室層産アシカ科化石の形態的特徴について考える。トド属；雌成獣（北海道大学所蔵，全身骨格，013358），雄成獣（国立科学博物館所蔵，全身骨格，ゴンタ）。アシカ属；カリフォルニアアシカの雄未成獣（国立科学博物館所蔵，全身骨格，M3880），宮城県縄文遺跡産ニホンアシカの雄成獣（上腕骨，文献のみ，MATSUMOTO, 1926）。キタオットセイ属；雄亜成獣・雌成獣ほか（京都大学霊長類研究所和田一雄氏所蔵，全身骨格，15703，15528ほか）、雌亜成獣（国立科学博物館所蔵，全身骨格，M24725）。タラソレオン属；*Thalassoleon mexicanus* (UCR15254，雄成獣，文献のみ，REPENNING and TEDFORD, 1977)。図11～13に計測位置，表5-1～6に計測値の比較を示す。

1) 仙骨；多摩川A標本（P2-5）は，共産した寛骨と同一個体とみられるので雄のアシカ属に同定される。3仙椎から構成され耳状面は第1仙椎に一对ある点から，4個の椎体から構成され耳状面が2対あることの多いトド属とは区別できるが，大きさ以外にキタオットセイ属とは区別できていない。

2) 寛骨；多摩川A標本（P2-7,8）は，恥骨の後腹縁が後腹側に伸長しない点や仙骨と関節させると両恥骨の後腹縁が接近することから，雄と判断される。腸・恥骨の腹縁の延長線はほぼ平行で，全長に対して腸骨が短く，腸骨粗面が単一であることから，キタオットセイ属・トド属とは異なり，アシカ属に同定される。本標本の特徴は，現生アシカに比べて，坐骨が恥骨よりも細く，背腹方向につぶれて幅狭く，棒状である点である。

3) 肩甲骨；飯室標本（P1）は，棘下窩後縁部の小円筋付着面が前後に幅狭く，大円筋付着面が背腹方向に短く，下角がより腹側に位置することから，トド属に最も類似する。大きさは現生トド属雌成獣に近い。現生トド属に比べて，後縁は内外方向に薄く，全体的にきゃしゃである。多摩川B標本（P3）は，棘下窩後縁部の小円筋付着面が広く発達することから，アシカ属に同定される。大きさは現生トド属雌成獣に匹敵する。カリフォルニアアシカと比べて，P3の特徴は，①背腹方向により長く，②関節窩の背側の彫りが深く，③肋骨面において背面の棘下窩外側筋線に対応する位置の稜の発達が強く，④小円筋付着面の発達がやや悪い点にある。アシカ科現生種の祖先とされる中新世後期～鮮新世前期のタラソレオン属（Repenning and Tedford, 1977）の肩甲骨（図12-g）は，現生種に比べると背腹方向に長く，棘下窩および小円筋付着面の発達は最も悪い。すなわちP3の肩甲骨の特徴①と④は，現生アシカ属よりも原始的な形質と言えるかも知れない。

4) 上腕骨；飯室標本（P1）は共産した肩甲骨と同一個体に属することから，トド属とみなされる。P1の滑車の前内側上縁部の輪郭が下方に湾入する点は現生トド属と共通する。遠位側滑車鞍部の切れ込みは現生トド属よりも浅く，遠位からみて三角筋稜はキタオットセイ属程ではないが内側にやや偏るのが本標本の特徴である。多摩川C標本（P4）は全長に対する大結節の大きさの比率，側方からみた大結節稜の輪郭が直線的である点や三角筋結節が外側方に大き

く突出することから、トド属・キタオットセイ属とは異なり、アシカ属に同定される。なお P3, P4 に共通してみられる特徴は、①外側上窩稜が前後に薄く鋭い稜をなし後外側に大きく張り出す。②三角筋粗面の遠位端がタラソレオン属程でないが、アシカ属やトド属の現生種よりも高い位置にある。③長さの割にはほっそりしている。以上の点はアシカ属やトド属の現生種とは異なり、キタオットセイ属現生種やタラソレオン属に類似する。ちなみに①の滑車鞍部前後径に対する比率をみると、トド属、アシカ属、キタオットセイ属、飯室標本、多摩川標本の順に小さくなる。つまり、P3, P4 の上腕骨に共通するこれらの特徴は、現生アシカ属よりも原始的な形質である可能性がある。

5) 橈骨・尺骨；飯室標本 (P1) の大きさは現生トド属雌成獣に匹敵するが、橈骨手根関節面が厚さの割に前後に短い点では現生トド属雌成獣やアシカ属よりもトド属雄成獣やキタオットセイ属に類似する。両者とも骨体は現生トド属よりも内外方向に薄く、全体的にきゃしゃである

8. おわりに

川崎市内に分布する下部更新統、飯室層から産出したアシカ属 3 標本、トド属 1 標本を記載した。産出層準の年代は、石灰質ナンノ化石からみておよそ 1.2Ma 前後と考えられる。この時期にはすでにアシカ属が出現していた。なお、トド属は鮮新統からの報告がある (廣田・久家, 1985)。

日本における前期更新世のアシカ科四肢骨化石のうち肩甲骨、上腕骨、寛骨、仙椎などの特徴を初めて明らかにした。トド属の飯室標本は、現生トド属雌成獣の大きさに近いが、全体的にきゃしゃである点で現生種と異なる。アシカ属の多摩川 B・C 標本の肩甲骨と上腕骨について、キタオットセイ属現生種やタラソレオン属にみられ、現生カリフォルニアアシカに比べて原始的と考えられる形質を区別した。今後、ニホンアシカも含めてアシカ属やトド属における種内変異をよく調べた上でこれらについて検証し、飯室層産アシカ属化石の系統分類上の位置を考える材料としたい。

謝辞 本研究を進めるにあたり、横浜国立大学教育学部地学教室の長谷川善和教授からは終始ご指導していただいた。また、有馬 真助教授には、英文要旨を読んでいただいた。神奈川県立博物館専門学芸員の松島義章博士には本報告を発表する機会を与えてくださり、数々のご指導をいただいた。山形大学理学部地球科学教室の斎藤常正教授、岡田尚武教授は、産出層準の微化石資料の分析をし、結果の公表を許していただいた。京都大学霊長類研究所和田一雄博士、国立科学博物館動物研究部主任研究官の宮崎信之博士には現生標本と比較する便宜を計っていただいた。神奈川県立博物館の井上久美子主任技師には標本の写真撮影をしていただいた。千葉県立中央博物館の甲能直樹氏には横浜国立大学在学当時より色々と討論していただき、文献入手に便宜を計っていただいた。東京大学大学院生の益田れいじ氏には中学生当時に多摩川河床で採集された標本の公表を許可された。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

文 献

廣田清治・久家直之, 1985: 鮮新統・“多賀層群” から産出したアシカ科動物化石. 地団研専報(30)海生脊椎動物の進化と適応, 67-73.

- 堀川秀夫, 1981: 新潟県小千谷市魚沼層群（鮮新—更新統）より発見された新種の化石トドについて, 地球科学, 35, 159-178.
- KASENO, Y., 1951: Pliocene Pinniped remains from Kanazawa, Ishikawa Prefecture, Japan. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan. N. S.*, 86, 340-349.
- 河井興三, 1955: 川崎—多摩地区. 神奈川県下の天然ガス地下資源, 神奈川県, p. 12-21.
- 菊池隆男, 1984: 多摩丘陵—上総層群とその堆積環境. アーバンクボタ, 23, 40-43.
- 菊池隆男編, 1984: 関東地方の第四系対比表. 日本の地質3, 関東地方. p. 140. 共立出版.
- 小泉明裕, 1985: 多摩丘陵東部における上総層群のテフラ層序と古生物群について, 日本第四紀学会講演要旨集, 15, p. 144-145.
- 小泉明裕, 1988: 川崎市多摩川河床よりスジイルカ属化石産出. 新生代海生哺乳類の生層序と古生物学的研究. 総合研究 (A) 文部省科学研究補助金報告書, p. 54-55.
- マリノンマルグループ鰐脚類班, 1985: 日本産鰐脚類化石について. 地団研専報(30), 海生脊椎動物の進化と適応, 91-96.
- 正岡栄治, 1975: 生田緑地公園付近の地形・地質について. 川崎市文化財調査収録, 11, 11-20.
- MATSUMOTO, H., 1926: Evidences of the post-glacial cycle of climatic change in north-eastern Japan, based upon a study of the marine Molluscs and mammals from the sites at Daigi, Miyagi District, athibiku, Mono district, and at Miyato ishland, ditto, all province of Rikuzen., *Sci. Rep. Tohoku. Imp. Univ. 2 ser.*, 10, 45-53.
- MITCHILL, E. D., 1968: The Mio-Pliocene Pinniped *Imagotaria*. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 25, 1843-1900.
- 三梨 昂・菊池隆男, 1984: 横浜地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 82p.
- 大塚弥之助, 1932: 多摩丘陵の地質 (其の 1). 地質雑, 39, p. 641-655.
- 岡 重文・菊池隆男・桂島 茂, 1984: 東京西南部の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 148p.
- 岡田尚武, 1987: 南部フォッサマグナの海成層に関する石灰質ナンノ化石の生層序と古環境. 化石, (43), p. 5-8.
- REPENNING, C. A. and TEDFORD, R. H., 1977. Otarioid Seals of the Neogene. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 992, 1-93.
- 佐藤時幸・高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗・亀尾浩司, 1988: 日本海側に発達する上部新生界の石灰質微化石層序. その 4: 総括—太平洋側および鮮新統/更新統協会の模式地との対比, 石油技術協会誌, 53, (6), p. 475-491.
- 斉藤常正, 1988: 関東地方における幾つかのは乳類化石包含層の微化石年代. 新生代海生哺乳類の生層序と古生物学的研究. 総合研究 (A) 文部省科学研究補助金報告書, p. 140-148.