

Evolutional change of the masticating and spinal movement in Hydrodamalinae

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-07-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00061674

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



ヒドロダマリス亜科 Hydrodamalinae (海牛目: ジュゴン科) における
下顎と脊柱の運動機能に関する進化的変化*

小林昭二 **・田崎和江 ***

Evolutional change of the masticating and spinal movement in Hydrodamalinae*

KOBAYASHI Shoji ** and TAZAKI Kazue ***

Abstract Evolutional change in function of the jaw, mobility of the neck and the vertebral column in Hydrodamalinae is examined on the basis of the fossil skeleton, the myological and osteological knowledge of living sirenians. In *Dusisiren dewana*, *Dusisiren takasatensis* and *Hydrodamalis spissa*, the holding function of their rostra probably had been developed like *Hydrodamalis gigas*, because they had a mandibular masticating surface which is narrow and rectangular in outline, ventrally broadened pterygoid process that attached the pterygoid muscles. In *D. dewana* and *D. takasatensis*, the splenius muscles may have been developed like *Dusisiren jordani*, but in *H. spissa*, the semispinalis capitis muscle may have been more developed than the splenius muscle like *H. gigas*. *D. takasatensis* has some other features, longer sigmoid ridge of squamosal, larger occipital condyle and occipitosphenoidal eminence, and thicker lateral flange of exoccipital than those of *D. dewana*. Therefore, there is a possibility that in *D. takasatensis* the neck force for raising and depressing the head had been strengthened by the developed splenius, semispinalis capitis and longus capitis muscles. The low spinous process of the middle part of the thoracic vertebrae in Hydrodamalinae indicates that the epaxial muscles (longissimus dorsi and transversospinalis muscles) are less developed, and therefore that the mobilities of the vertebral column are gentle. They might have been swimming in the calm environment.

Key Words: epaxial muscles, function, Hydrodamalinae, masticating, osteology

はじめに

ヒドロダマリス亜科 Hydrodamalinae は、海牛目 Sirenia・ジュゴン科 Dugongidae の中で、北太平洋の寒冷な海に適應しながら体が大型化し、歯を失う傾向を示すグループである。その中の、歯を残すヨルダニカイギュウ *Dusisiren jordani* と歯を消失したステラーカイギュウ *Hydrodamalis gigas* について、Domning (1978) は骨学と筋学的な観点で、頭蓋の背屈・側屈、下顎（咀嚼）運動等の機能形態学的な比較を論じている。しかし、これまで年代的に前二者の間に産するヤマガタダイカイギュウ *Dusisiren dewana* (Takahashi et al. 1986)、アイヅタカサトカイギュウ *Dusisiren takasatensis* (Kobayashi et al. 1995)、タキカワカイギュウ *Hydrodamalis spissa* (Furusawa 1988) を含むヒドロダマリス亜科の咀嚼等に関する機能形態の系統的な検討はなされなかった。筆者らはこれらの化石標本と *D. jordani* と *H. gigas* および現生海牛（ジュゴン *Dugong dugon*、フロリダマナティー *Trichechus manatus*）の骨格観察に加え、現生する海牛（*D. dugon*、アマゾンマナティー *Trichechus inunguis*、フロリダマナティー *Trichechus manatus*

latirostris）の筋学的な知見（Domning 1977, 1978; Domning and Buffrénil 1991; Slijper 1946）をもとに、ヒドロダマリス亜科の下顎、頭蓋の背屈・側屈、脊柱運動の機能形態学的な考察を試みた結果、その特徴および進化的な変化がわかったので報告する。

標本を所蔵する施設の略記号は以下の通りである。SMAC: 札幌市博物館活動センター, TA: 福島県高郷村郷土資料館, TMNH: 滝川市美術自然史館, UCMP: カリフォルニア大学パークレイ校古生物博物館, YPM: 山形県立博物館。

材料

骨格比較に使用した標本は第 1 表に示す。特にヒドロダマリス亜科の標本の保存状況を述べる。

下顎（咀嚼）運動と頭部背屈・側屈に関する部位（頭蓋）では、*D. jordani* (UCMP77037), *H. gigas* ではほぼ完全な部位が残されている。しかし、*D. dewana* では左頬骨、翼状突起、*D. takasatensis* では右頬骨、頭頂骨、鱗状骨・上後頭骨の一部、下顎骨、*H. cuestae* では底後頭骨、右鱗状骨、右外後頭骨、*H. spissa* では前顎骨、上顎骨を含む頭骨前半部と左頬骨、右

2005 年 4 月 22 日受付。2005 年 11 月 1 日受理。

* 2004 年日本地質学会（千葉大会）、2005 年 IMC（国際哺乳類学会：札幌大会）で一部発表。

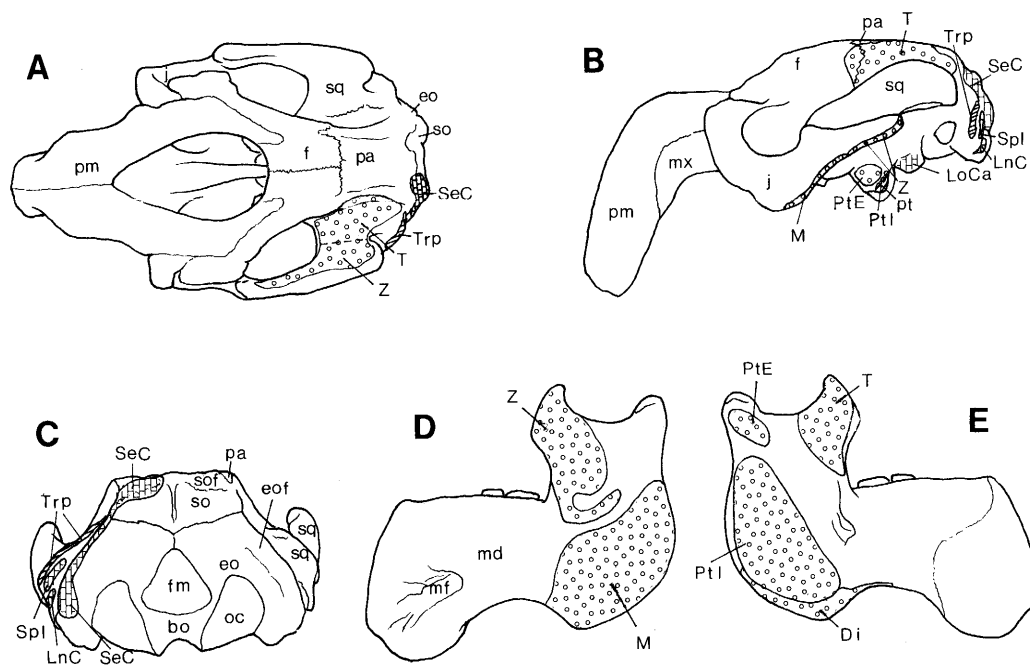
** 福島支部、金沢大学大学院自然科学研究科 〒920-1192 石川県金沢市角間町 Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-1192 Japan.

*** 北陸支部、金沢大学大学院自然科学研究科 石川県金沢市角間町

Species	Family	Subfamily	Time	Locality	Storage, sp. no. (age)	Remarks
<i>Dugong dugon</i>	Dugongidae	Dugonginae	Recent	Pacific Ocean	National Science Museum, Tokyo (adult)	Original
<i>Hydrodamalis gigas</i>	"	Hydrodamalinae	Recent	Bering Sea	Social Education Center Tokai University (adult)	Replica of Russian Science Academy Museum of Paleontology, Domning, 1978.
<i>H. spissa</i>	"	"	Pliocene	Takikawa, Hokkaido	TMNH0001, SMAC472 (adult)	Original, replica of SMAC. Furusawa, 1988.
<i>H. cuetae</i>	"	"	Pliocene	California, U. S. A.	UCMP86433 (immature)	Replica of YPM and Furusawa's possession, Domning 1978.
<i>Dusisiren takasatensis</i>	"	"	Miocene	Takasato, Fukushima	TA 1-5 (adult)	Original, Kobayashi et al., 1995
<i>D. dewana</i>	"	"	Miocene	Ohe, Yamagata	YPM662-749 (adult)	Original, Takahashi et al., 1986
<i>D. jordani</i>	"	"	Miocene	California, U. S. A.	UCMP77037, SMAC463 (adult)	Replica of SMAC, Domning 1978.
<i>Trichechus manatus</i>	Trichechidae	Trichechinae	Recent	Florida, U. S. A.	Yomiuri Land (adult)	Original

第1表 比較した骨格標本

Table 1 Specimens prepared for comparison



第1図 ジュゴンの咀嚼、頭の背屈と側屈に関わる筋とその周辺部のおもな筋の頭蓋付着部 (Domning, 1977 をもとに作成)。A, 背側面図; B, 左外側面図; C, 後面図; D, 左下顎骨外側面図; E, 左下顎骨内側面図。下記の記号は本図以後にも使用。

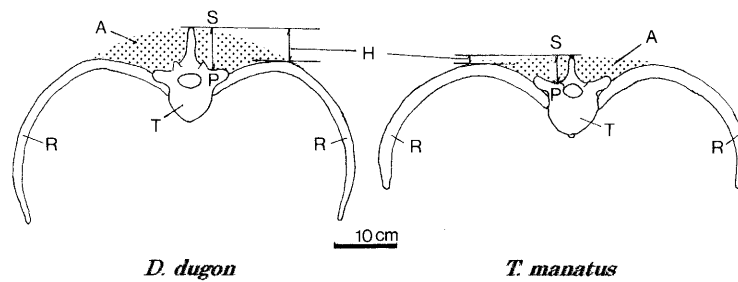
bo, 底後頭骨; Di, 顎二腹筋; eo, 外後頭骨; eof, 外後頭骨背外側縁; f, 前頭骨; fm, 大後頭孔; j, 頬骨; LnC, 頭最長筋; LoCa, 頭長筋; M, 咬筋; md, 下顎骨; mf, オトガイ孔; mx, 上顎骨; oc, 後頭顆; pa, 頭頂骨; pm, 前顎骨; pt, 翼状突起; PtE, 外側翼突筋; Ptl, 内側翼突筋; SeC, 頭半棘筋; so, 上後頭骨; sof, 上後頭骨背外側縁; Spl, 板状筋; sq, 鱗状骨; T, 側頭筋; Trp, 僧帽筋; Z, 頬骨下顎筋。

☐ 咀嚼筋の付着部, ☐ 頭の背屈・側屈・腹屈に関わる筋の付着部, ☐ 僧帽筋付着部。

Fig. 1 In the skull of *Dugong dugon*, attachment of main muscles concerned with masticating, raising and lateral bending of head (modified after Domning, 1977). A, dorsal view; B, left lateral view; C, caudal view; D, lateral view of left mandible; E, medial view of left mandible. Following letters are used also after this figure.

bo, basioccipital; Di, digastricus; eo, exoccipital; eof, dorsolateral flange of exoccipital; f, frontal; fm, foramen magnum; j, jugal; LnC, longissimus capitis; LoCa, longus capitis; M, masseter; md, mandible; mf, mental foramen; mx, maxilla; oc, occipital condyle; pa, parietal; pm, premaxilla; pt, pterygoid process; PtE, pterygoideus externus; Ptl, pterygoideus internus; SeC, semispinalis capitis; so, supraoccipital; sof, dorsolateral flange of supraoccipital; Spl, splenius; sq, squamosal; T, temporalis; Trp, trapezius; Z, zygomaticomandibularis.

☐ attachment areas of masticating muscles; ☐ attachment areas of the muscle moving head; ☐ attachment part of the trapezius.



第2図 胸郭断面形図 (前面観; ジュゴンとフロリダマナティーの各第12胸椎と肋骨をもとに作成)
A, 軸上筋の発達断面領域; H, 棘突起の相対的な高さ; P-S, 棘突起の深さ; R, 左右の肋骨; T, 第12胸椎。

Fig. 2 Thorax in cross section (anterior view; after the twelfth thoracic vertebrae and ribs in *Dugong dugon* and *Trichechus manatus*)

A, transversal area of the epaxial muscle; H, relative height from dorsalmost point of the rib to the level of the top of neural spine; P-S, depth of neural spine; R, left and right ribs; T, thoracic vertebrae

側の頬骨・鱗状骨・外後頭骨が欠損する。

脊柱運動に関する部位(椎骨と肋骨)では, *D. jordani*, *H. spissa* の椎骨, 肋骨はほぼ1個体が残されている。しかし *D. dewana* の肋骨は右第1~16肋骨, 左第1~12肋骨, 椎骨では第1~7頸椎, 第1~13胸椎と第16~21胸椎, 第1~3腰椎が残存するが, 関節部が残り関節可能な胸椎は第1~13胸椎までである。*H. gigas* は尾椎の一部を欠くが, 胸椎と肋骨はほぼ残されている。*D. takasatensis* は1点の胸椎片のみでほとんど残されていない。*H. cuestasae* では頸椎片と肋骨片が散点的に発見されている。

方法

各標本の下顎, 頭部の背屈・側屈, 脊柱の運動機能に関するおもな骨格の筋粗面, 突起部など筋停止部・起始部の観察と計測および肋椎関節の前面観の比較をそれぞれ実物について実施し, 比較には図版も利用した。

筋については, 調査対象の *D. takasatensis*, *D. dewana*, *H. spissa* など本亜科がジュゴン科であること, また Domning (1978) が *H. gigas* と *D. jordani* の比較において *D. dugon* の筋学 (Domning 1977) をもとに論述しているのを, 本論でもそれを参考にした。特に咀嚼, 頭部の背屈・側屈に関与するおもな筋とその頭骨付着部を第1図に示す。下顎運動に関与する側頭筋(第1図T, 以下同様), 咬筋(M), 頬骨下顎筋(Z), 内側および外側翼突筋(PtI, PtE)は, それぞれ頭頂骨(pa), 鱗状骨(sq), 頬骨(j), 翼状突起(pt; pterygoid process: 翼状骨, 翼蝶形骨, 口蓋骨からなる突起, Domning 1978)の腹側端から起始し, 下顎骨(md)に停止する。

頭部の背屈・側屈には板状筋(第1図Spl), 頭最長筋(LnC), 頭半棘筋(SeC), 腹屈には頭長筋(LoCa)が主力筋として関わる。それぞれは鱗状骨外側(S状稜)の後内側部, 上後頭骨(so)と外後頭骨(eo)の背外側縁(sof, eof), 底後頭骨の筋結節に停止する(Domning 1977)。

胸郭の断面図(第2図)は小林・長澤(1998), 小林(2002)の方法に基づいて, 各標本の順位に対応する肋骨と胸椎を肋

骨頭と胸椎前肋骨窩・前位胸椎後肋骨窩, 肋骨結節関節面と胸椎横突肋骨窩をそれぞれ関節させて得た平面投影の写真・図をもとに作成した。棘突起の計測は, 横突起の背側面の最低位面から棘突起背側端までの距離を棘突起の深さ(P-S)とした。しかし, 棘突起背側の一部が欠損する場合, 保存されている基部の左右側面を背側へ延長するか, 残存する前後位椎骨の棘突起の大きさおよび胸椎全高と横突起端間隔の比と照合して深さを推定した。その断面図において, 肋骨背側端から棘突起背側端のレベルまでを棘突起の相対的な高さ(H)とした。椎骨の棘突起の区分は, 相対的な高さ(H)が棘突起の深さ(P-S)の1/2より大きい場合「高い」棘突起, 小さい場合「低い」棘突起とした。したがって第2図の *D. dugon* では「高い」棘突起, *T. manatus* では「低い」棘突起となる。相対的な高さ(H)は, 棘突起の間および両側(第2図A)に分布する軸上筋(横突棘筋, 最長筋, 腸肋筋)の発達程度を知る目安となる。体幹, 特に軸上筋が走る脊柱部の動きに関わる部位として, 椎骨と肋骨の保存状況から肋椎関節の観察が可能な *D. jordani*, *D. dewana*, *H. spissa*, *H. gigas* の胸郭の断面形について比較する。

計測については Domning (1978), 古沢 (1983) を参考にした。用語については, Domning (1977, 1978), Slijper (1946), 加藤・山内 (1995) に準じた。

結果と比較



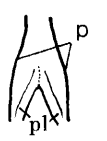

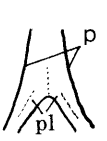


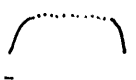

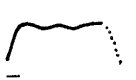

各標本の下顎運動と頭部の背屈・側屈等に関するおもな部位の形態的特徴とそれらの比較を第3図にまとめ, 以下ほぼそれに沿って述べる。

下顎運動(咀嚼)に関わる部位

ここでは歯とその周辺部位, 下顎運動に関わる咀嚼筋(側頭筋, 咬筋, 頬骨下顎筋, 翼突筋)が起始, 停止する部位について比較する。

歯と口蓋骨, 上顎骨, 前顎骨

第3図②に示したように, ヒドロダマリス亜科のうち *Du-*

taxa character	<i>Dusisiren</i>			<i>Hydrodamalis</i>		
	<i>D. j</i>	<i>D. d</i>	<i>D. t</i>	<i>H. c</i>	<i>H. s</i>	<i>H. g</i>
①AB;Condyl- obasal length	630	511e	517	730e	779e	653e
②Tooth size of M ³ (length x mesial width (② / AB)	large 28.7 x 24.0 (0.05 x 0.04)	small 21.4 x 18.0 (0.04 x 0.04)	smaller based on al- veolar proc- ess)	absent	absent	absent
③Alveolar process width (③ / AB)	53 (0.08)	39 (0.08)	23 (0.04)	22 (0.03)	—	16 (0.02)
④Shape of edge of pala- tal surface(ventral view, see p in Fig.4)	lyre 	lyre 	mandolin 	mandolin 	—	mandolin 
⑤Contact of palatines(pl)	absent	absent?	present	present	—	present
⑥Thickness (w-w') of ven- tral edge of ju- gal (w-w' / k-k' (see Fig. 4))	13± (0.04)	7± (0.03)	5± (0.02)	8± (0.02)	—	7± (0.02)
⑦Vault in cross section scale=1 cm	square 	square 	square 	square 	square 	round 

第3図 Hydrodamalinae の咀嚼, 頭の背屈・側屈に関するおもな部位の比較 (単位 mm)

D. j : *D. jordani*, *D. d* : *D. dewana*, *D. t* : *D. takasatensis*, *H. c* : *H. cuestae*, *H. s* : *H. spissa*, *H. g* : *H. gigas*, e : 推定, — : 欠損

Fig. 3 Comparison of cranial region concerned with masticating, raising and lateral bending of head in Hydrodamalinae (in mm). *D. j* : *D. jordani*, *D. d* : *D. dewana*, *D. t* : *D. takasatensis*, *H. c* : *H. cuestae*, *H. s* : *H. spissa*, *H. g* : *H. gigas*, e : estimate, — : missing.

	<i>D. j</i>	<i>D. d</i>	<i>D. t</i>	<i>H. c</i>	<i>H. s</i>	<i>H. g</i>
⑧Mandible, anterior margin of coronoid process	thick curve	thin curve	— —	moderate moderate	moderate —	thin straight
⑨Postglenoid fossa, postglenoid process of squamosal	deep tall	deep short	deep short	shallow short	shallow short	absent reduced
⑩Tip length of pterygoid process	narrow	—	broad	reduced at the base	broad (large at the base)	broad
⑪Shape of lateral ridge of squamosal (see Fig. 5)	S-shape prominent long	S-shape moderate short	S-shape more prominent, longer than that of <i>D. d</i>	L-shape low	L-shape low	L-shape low
⑫Dorsolateral margin, swelling of so and eo	narrow moderate	narrow moderate	narrow prominent	reduced low	wide moderate	wide swollen more prominent
⑬Right occipital condyle: length x width. (⑬ / AB)	98 x 47 (0.16 x 0.07)	88 x 36 (0.17 x 0.07)	104 x 48 (0.20 x 0.09)	— —	102e x 67e (0.13 x 0.09)	103 x 71 (0.16 x 0.11)
⑭Occipito-sphenoidal eminence: length x width (⑭ / AB)	53 x 43 (0.08 x 0.07)	39 x 37 (0.08 x 0.07)	52 x 38 (0.10 x 0.07)	— —	64 x 69 (0.08 x 0.09)	56 x 61 (0.09 x 0.09)

第3図 続き Fig.3 continued

*sisiren*は機能歯をもつが *Hydrodamalis* では欠如する。しかし、Takahashi et al. (1986), 小林 (1994), Kobayashi et al. (1995) が指摘するように、*D. dewana* では左右の上顎骨に左²M, ³M と右 M¹, M², M³ が残り、大きさは *D. jordani* より小さい。*D. takasatensis* の歯は未発見であるが、左右の歯槽突起と痕跡的に残る歯槽の大きさから *D. dewana* よりさらに小さいと判断できる (第3図③)。このように *Dusisiren* 内での歯の縮小傾向が認められる。

さらに、第3図④・⑤、第4A図に示すように *D. takasatensis* は左右の口蓋骨 (pl) が正中で接し、また、左右の口蓋部外縁の形 (p) が *D. jordani*, *D. dewana* のように歯列前端付近で急に狭まる堅琴型ではなく、むしろ *H. cuestas*, *H. gigas* に似て前方へ緩やかに狭まるマンドリン型を示し、明らかな派生形質を有する。

吻部の腹側に傾く角度 (吻部屈曲度、第4B図 RD の補角) は、*D. takasatensis* が約 25°, *H. cuestas* が 23 - 27° (Domning 1978) で、両者の値は *D. jordani* (約 35°), *D. dewana* (約 33°), *H. gigas* (35 - 45°: Domning 1978) より小さい。

頬骨、鱗状骨

頬骨腹側縁の内外幅 (第4A図 w-w') が *D. jordani* では *H. gigas* より厚い。一方、頬骨腹側縁の内外幅と左右の頬骨弓幅の比 (w-w' / k-k') が、*D. dewana* (0.03) では *D. jordani* (0.04) より小さく、*D. takasatensis* (0.02) は *H. gigas* (0.02) なみに薄い (第3図⑥)。第3図⑨に示すように鱗状骨頬骨弓基部の腹側面にある後関節窩 (第4A図 g) は、*D. takasatensis*, *D. dewana* では、*D. jordani* に似てやや深い。関節後突起 (pp) は低い。*H. cuestas*, *H. spissa* は後関節窩は浅く、関節後突起も低い。明瞭に認められる。しかし、*H. gigas* ではかすかに関節後突起が認められるが、後関節窩は不明瞭である。

頭頂骨と頭蓋冠横断面

頭蓋冠横断面は *H. gigas* を除くすべての *Hydrodamalinae* で角張る (第3図⑦)。しかし第4C図頭蓋背側面図に示すように側頭稜 (Tc) は、*D. jordani* の場合正中線に平行で側頭隆起も強いが、*D. dewana* では頭頂骨付近で内側にやや湾入し隆起も弱い。一方、*H. cuestas* の側頭稜は頭頂骨中央部付近の左側に化石化による変形があり隆起は弱い。一方、*H. spissa* では内側にやや湾入し隆起が強い。*D. takasatensis* の側頭稜は、頭頂骨の大部分が欠損するが、鱗状骨と残る頭頂骨から明らかに頭蓋冠横断面が角張る。

翼状突起

翼状突起は、*D. jordani* の場合、外側面観 (第4B図 pt) で腹側方向に狭まるが、*H. gigas* では逆に広がる。*D. takasatensis* の翼状突起は *D. jordani* のように腹側方向に狭まるのではなく、むしろ *H. gigas* のように広がる。また、*H. spissa* では腹側半部が欠損するが、残る基部は *H. gigas* より厚く、前後径もかなり大きい。*H. cuestas* の翼状突起は著しく縮小した基部だけが残るが、*D. dewana* ではほとんど保存されてい

ない (第3図⑩)。

下顎骨

D. jordani の下顎骨は、筋突起前縁が後方へ屈曲するが下顎枝後縁は後方に凸湾し、下顎角付近の内外径が厚い。これは *H. gigas* のように筋突起前縁と下顎枝後縁が直線的で薄いものとは対照的である (第5図)。一方、*D. dewana* の下顎骨は左右の下顎角、筋突起と関節突起の一部、翼状筋窩の大部分を欠損しているが、比較的細長い左右の下顎骨が保存されている。*D. dewana* のオトガイ孔は下顎骨が屈曲するところにあり、屈曲の傾きも急で、筋突起も比較的発達し前縁が後方へ屈曲する点、さらに第5図下顎体横断面に示したように、下顎骨は歯槽部が下顎体の内側に傾き、断面において歯軸と下顎体の中心軸の方向が一致せず、交差し、歯に加わる腹側方向の力に対して不安定な断面形態である点も、*D. jordani* (UCMP77037: Domning 1978) に似る。しかし、*D. dewana* の下顎骨は全体的に内外径が薄く、吻部咀嚼面の口蓋側面観の輪郭が狭い長方形を示す点、さらに下顎枝 (筋突起) の前内側面にやや鋭い稜が筋突起先端にむかって走る点は *H. gigas* に類似する。

H. spissa の下顎骨 (古沢 1989) は筋突起、関節突起を欠損するが、前後に長い下顎骨に厚みがあり、中央部断面形は半円形に近い (第5図)。また、オトガイ孔は下顎体外側の中央にあり、下顎枝後縁が直線的である点で *H. gigas* に似る。*H. cuestas* の右下顎骨は下顎体の前半部が欠損するが、下顎体断面形は凸レンズ形である。下顎枝後縁はやや後方に湾曲するが内外径の厚さ、関節突起と筋突起の発達程度、下顎枝前縁の屈曲度は *D. jordani* と *H. gigas* の中間的形状を示す。

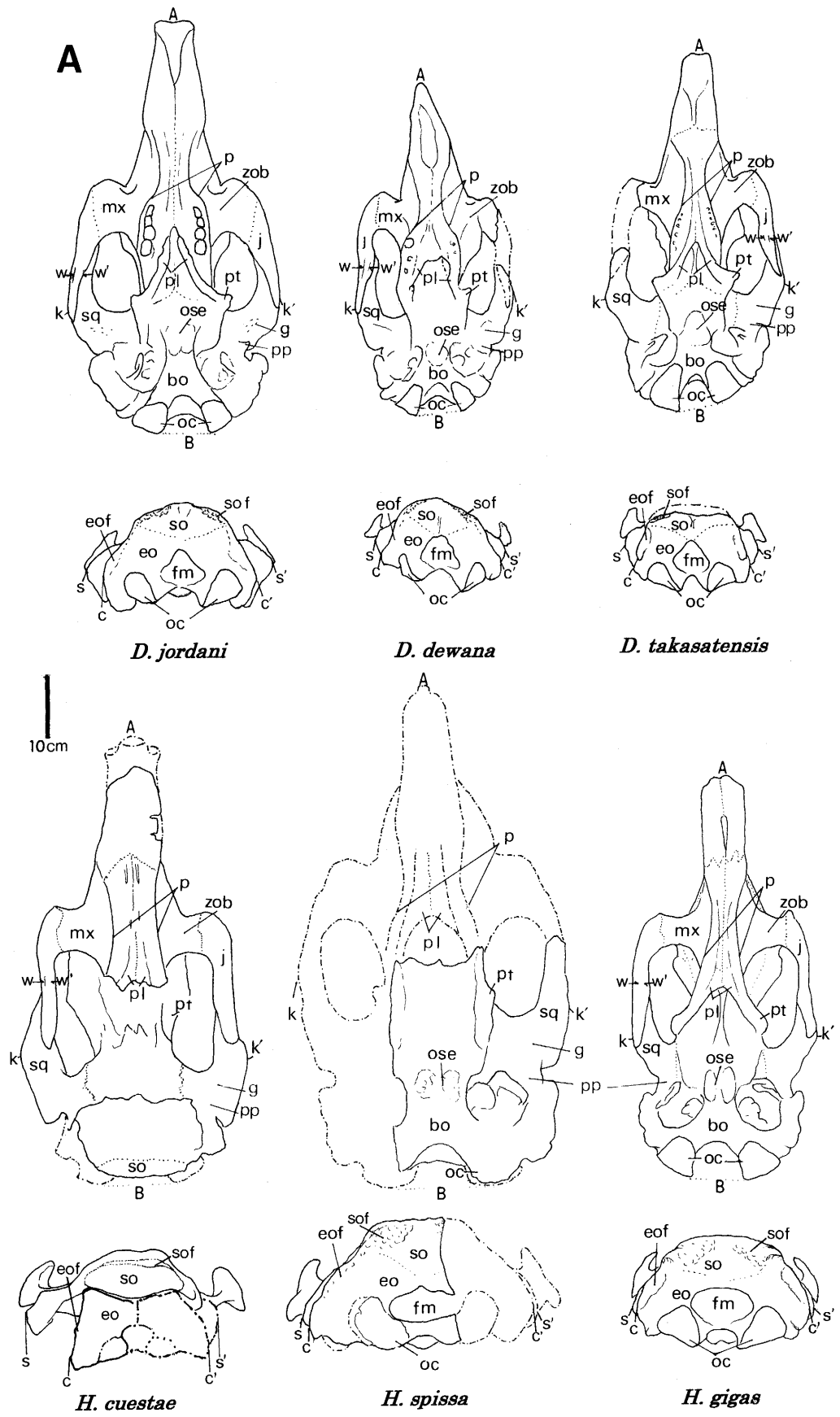
頭部の背曲・側曲に関わる部位

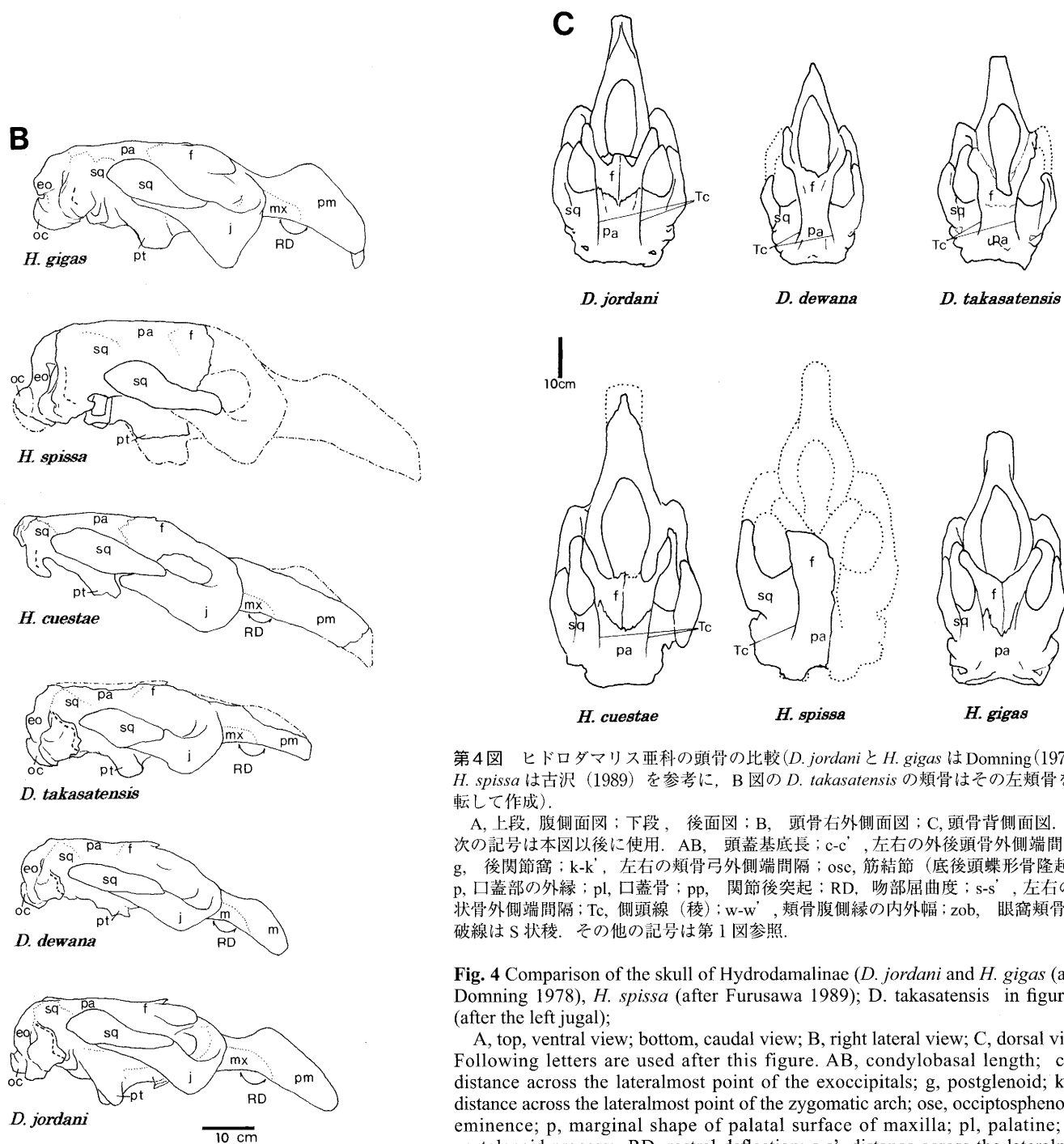
鱗状骨外側部

D. jordani, *D. dewana*, *D. takasatensis* の鱗状骨は外側へ張り出し明瞭な S 状稜をつくる (第4B, 6図破線)。さらに S 状稜の前位には圧痕部があり (第6図 h)、後位には後外側に向く陥凹部 (同 cc) がある。これらの圧痕 (h)、陥凹部 (cc)、S 状稜の発達は *D. jordani* が最も顕著である。

一方、*D. takasatensis* と *D. dewana* では、それぞれの頭蓋骨基底長 (第4A図 AB: 第3図①) がほぼ同じにもかかわらず、*D. takasatensis* の S 状稜が長く、陥凹部も大きい。さらに S 状稜の後位内側点 (s) から環椎後頭関節の後頭顆後端 (o) までの水平距離 (第6図 o-s: 水平面に投影した距離) が、*D. dewana* では 50 ~ 52mm に対して *D. takasatensis* は 70 ~ 72mm で長い。

H. cuestas, *H. spissa*, *H. gigas* の *Hydrodamalis* では鱗状骨の側方の張り出しが弱く、その隆起も *Dusisiren* のように S 状でなく、むしろ L 状で高さも低い (第6図 *H. spissa* の破線)。さらに S 状稜の前方の圧痕 (h) がなく、後位の陥凹部 (cc) も前記 *Dusisiren* のものより前後径が短く *D. dugon* に類似する。





第4図 ヒドロダマリス亜科の頭骨の比較 (*D. jordani* と *H. gigas* は Domning (1978), *H. spissa* は古沢 (1989) を参考に, B 図の *D. takasatensis* の頬骨はその左頬骨を反転して作成).

A, 上段, 腹側面図; 下段, 後面図; B, 頭骨右側外面図; C, 頭骨背側面図. 次の記号は本図以後に使用. AB, 頭蓋基底長; c-c', 左右の外後頭骨外側端間隔; g, 後関節窩; k-k', 左右の頬骨弓外側端間隔; ose, 筋結節 (底後頭蝶形骨隆起); p, 口蓋部の外縁; pl, 口蓋骨; pp, 関節後突起; RD, 吻部屈曲度; s-s', 左右の鱗状骨外側端間隔; Tc, 側頭線 (稜); w-w', 頬骨腹側縁の内外幅; zob, 眼窩頬骨橋. 破線は S 状稜. その他の記号は第 1 図参照.

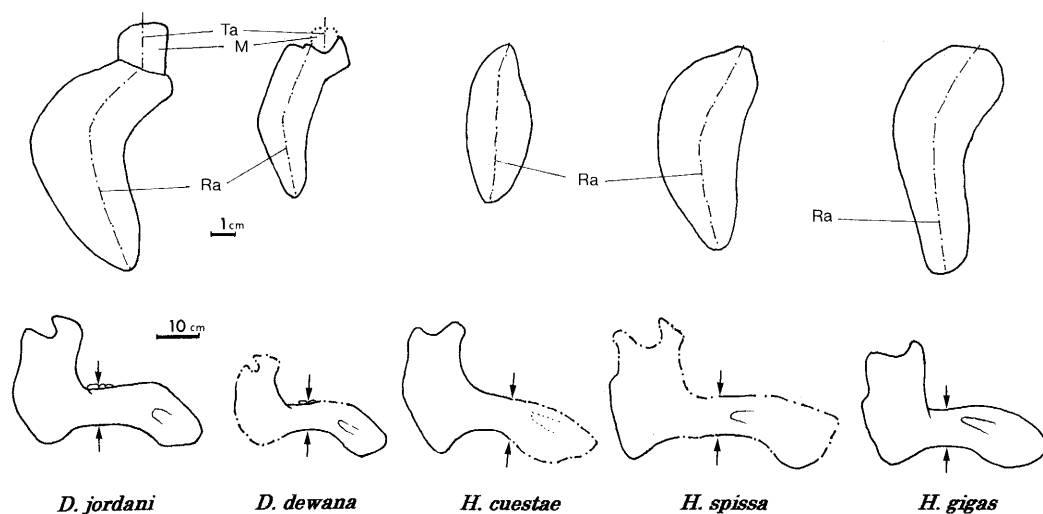
Fig. 4 Comparison of the skull of Hydrodamalinae (*D. jordani* and *H. gigas* (after Domning 1978), *H. spissa* (after Furusawa 1989); *D. takasatensis* in figure B (after the left jugal);

A, top, ventral view; bottom, caudal view; B, right lateral view; C, dorsal view. Following letters are used after this figure. AB, condylobasal length; c-c', distance across the lateralmost point of the exoccipitals; g, postglenoid; k-k', distance across the lateralmost point of the zygomatic arch; ose, occipitospheoidal eminence; p, marginal shape of palatal surface of maxilla; pl, palatine; pp, postglenoid process; RD, rostral deflection; s-s', distance across the lateralmost point of the squamosals; Tc, temporal crest; w-w', width of ventral edge of jugal; zob, zygomatic-orbital bridge; dashed line, sigmoid ridge. See Fig. 1 for other abbreviations.

後頭骨

上後頭骨 (第 4A 図 so): 後面観ではいずれも低く左右に広い. 外後頭隆起は, すべて上後頭骨後面の最背側にある. 上後頭骨背外側縁粗面部 (第 4A 図 sof) は, 第 3 図㊸に示したように *D. jordani*, *D. dewana* では外側縁に狭く平行に

伸び, 中程度に盛り上がる. *D. takasatensis* の粗面部は外側縁の大部分を欠くが, 左外側縁にわずかに残り庇状に後方突出し, *D. jordani*, *D. dewana* と同様外縁に平行に伸びている. 一方, *H. spissa*, *H. gigas* では背外側縁粗面部が腹側にも広がり, 前記 *Dusisiren* より幅広い. 粗面部の盛り上がりは *H.*



第5図 ヒドロダマリス亜科の下顎骨右外側面（下段：矢印は下顎体断面位置）と下顎体横断面（上段：前方観）の比較。

M, M₃; Ra, 下顎体の中心軸; Ta, 歯軸. *D. jordani*, *D. dewana* の下顎体は, 中心軸と歯軸が一致せず, 歯に下方へ加わる圧力に対し不安定である。

Fig. 5 Comparison of right lateral view of mandible (bottom; arrow show the level of the cross section) and cross section of the horizontal ramus (top; anterior view) in Hydrodamalinae. M, M₃; Ra, bone axis of the horizontal ramus; Ta, tooth axis. In *D. jordani*, *D. dewana*, the direction of bone axis of the horizontal ramus is not match with that of tooth, and the horizontal ramus is unstable for the ventrad force at the tooth.

spissa で中程度であるが, *H. gigan* では強く, 特に外後頭骨に近い部分では後背側に高まったあとと剪断されたような形で終わる. *H. cuestae* の上後頭骨背外側縁は, 縁取るような盛り上がりがなく, 後面も不規則な凹凸を示す。

外後頭骨 (第4A図 eo): *D. jordani*, *D. dewana*, *D. takasatensis* の外後頭骨の外側の張り出しは *H. spissa*, *H. gigan* より弱い. そのためこれらの *Dusisiren* は, 後面観で鱗状骨の乳様突起部やS状稜後内側部が見える. つまり左右の鱗状骨の外側端間隔に対する左右外後頭骨の外側端間隔の比 (第4A図 c-c' / s-s') は, *D. jordani* が 0.76, *D. dewana* が 0.75, *D. takasatensis* が 0.76 で, *H. spissa* の 0.93, *H. gigan* の 0.87 よりいずれも小さい. *H. cuestae* では左外後頭骨のみ残存するが, 後面は平面的で背外側縁の後方隆起も小さく, 外側への張り出しが弱い. 最外側端が欠損し c-c' / s-s' は 0.74 である。

頭半棘筋が付着する外後頭骨背外側縁粗面部 (第4A図・第6図 eof) はいずれも外側縁にそって伸びる. しかし, その盛り上がりは *D. jordani*, *D. dewana*, *H. spissa* では中程度であるが, *D. takasatensis* と *H. gigan* は後面から約 22mm 後方へ強く突出する (*D. dewana* の約 2 倍). *H. gigan* では内側に張り出すほど顕著である (第3図 12).

後頭骨関節面 (第3図 13, 第4A図 oc) は *D. takasatensis* のものが, *D. dewana*, *D. jordani* より大きい. 特に長径およびその頭蓋骨基底長に対する比 (13/AB) は *H. gigan*, *H. spissa* (右側欠損し, 左基部と関節面の一部のみ) とほぼ同じかやや大きい。

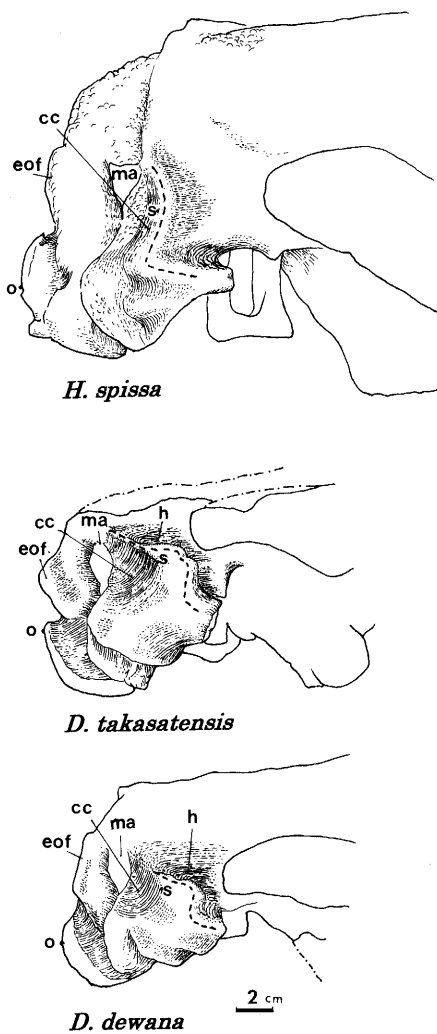
底後頭骨 (第4A図 bo): いずれも底後頭骨は外後頭骨と

底蝶形骨に癒合し, 頭長筋の付着する筋結節 (後頭蝶形骨隆起; 同図 ose) が明瞭に残る. それぞれ筋結節の表面は粗面であるが, *D. dewana*, *D. jordani*, *D. takasatensis* のものは *H. spissa*, *H. gigan* に比べ小さい (第3図 14).

脊柱運動に関わる部位

胸椎: *D. jordani*, *D. dewana*, *H. gigan* の棘突起は後方へ傾き, 前縁が薄く後縁で厚い傾向があるが, *H. spissa* では全体的に高さが低い上に, 前位の一部と中位以後では全体的に薄い (古沢 1989). 前面観の横突起の傾きは, *D. jordani* では第1胸椎で外腹側に傾くが第2と第3胸椎でほぼ水平になり, 以後は外背側方向に上がり椎弓背側面とともに凹面をつくる. *D. dewana* では第5胸椎以後, *H. spissa* では第3胸椎以後, *H. gigan* では第4胸椎以後は外背側方向に上がり椎弓背側面とともに凹面をつくる。

胸郭: 上記海牛の胸椎と肋骨のうち, 順位が判明しているものは肋骨関節させて胸郭断面形を得ることができる (第7図). 図にはそれぞれ第1, 第6, 第12胸椎の胸郭前面観を示した. この図から *D. jordani*, *D. dewana*, *H. gigan* の第1, 第6胸椎の棘突起の高さが, 第2図 *D. dugon* のように棘突起の深さの半分より長い, つまり「高い」ことがわかる. しかし第12胸椎の棘突起の相対的な高さは, *H. gigan* では比較的高いものの, いずれも棘突起の深さの半分の距離より短く, 第2図の *T. manatus* のように「低い」. 特に *H. spissa* では第6胸椎, 第12胸椎ともに「低い」.



第6図 *D. dewana*, *D. takasatensis*, *H. spissa*(左外側面を参考に作成)の右鱗状骨外側部の比較。
cc, 陥凹部; h, 圧痕部; ma, 乳突起; o, 後頭顆の後端; s, 陥凹部前端(板状筋附着部前端); 破線, S状稜。

Fig. 6 Comparison of right lateral region of the squamosal in *D. dewana*, *D. takasatensis* and *H. spissa* (after the left lateral side).
o, posterior point of occipital condyle; s, anterior point of the concavity (attachment of splenius m.); cc, concavity; ma, mastoid foramen; h, hole; dashed lines, sigmoid ridge.

考察

系統的に *D. jordani* と *H. gigas* の間に相当する *D. dewana* と *D. takasatensis* の下顎(咀嚼)運動に関する部位の比較では、いずれも歯を有すること、眼窩頬骨橋(第4A図 zob)が前後に長く、背腹に薄いこと、後関節窩がやや深いことに加えて *D. dewana* では下顎骨筋突起の前縁が屈曲する(第5図)ことから、それぞれは *Dusisiren* の特徴を有するといえる。

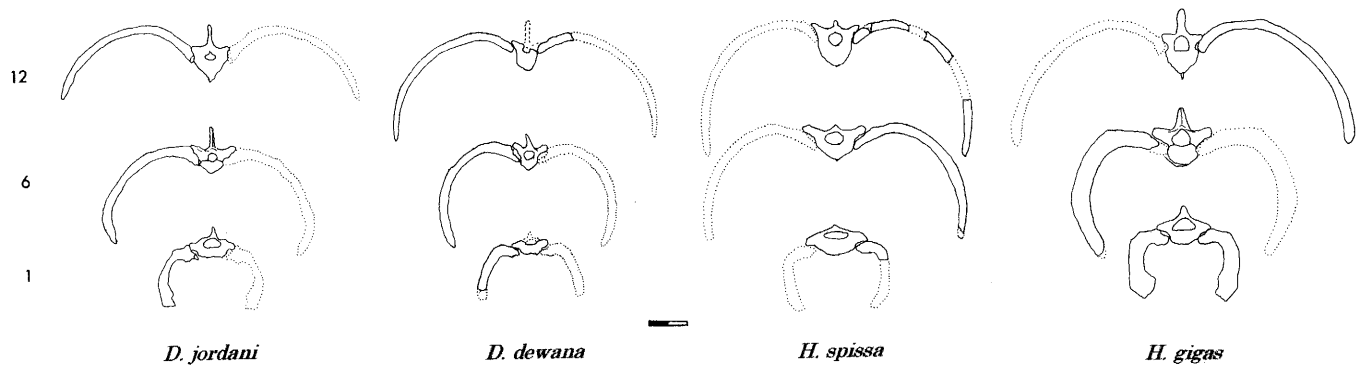
しかし、*D. dewana* は *D. jordani* より歯、指骨が退化縮小している。さらに *D. takasatensis* は歯槽が痕跡的で歯槽突起幅も縮小していること、口蓋部がマンダリン型を有し、左右

の口蓋骨が正中線で接していることは、*D. dewana* と *D. takasatensis* が *H. gigas* に至る中間的な骨学的特徴を示している。しかも、*D. dewana* では側頭筋が起始する側頭隆起がやや弱いこと、*D. dewana*, *D. takasatensis* のいずれも関節後突起が低いこと、咬筋が付着する頬骨と下顎骨が薄いことが認められる。Domning (1978) は、*D. jordani* と *H. gigas* の比較の中で、歯をもたない *H. gigas* は、頭蓋冠背側部横断面に丸みがあり、側頭稜が弱いあるいは失われたこと、頬骨と下顎骨が薄いこと、眼窩頬骨橋が前後に短く、背腹に厚いこと、下顎骨筋突起の前縁がまっすぐであることから、それらに起始・停止する側頭筋と咬筋が弱いとしている。したがって *D. dewana*, *D. takasatensis* も歯の縮小とともに頬骨が薄いことなど前述の特徴から咬筋、側頭筋が *D. jordani* より弱く、咬む力が小さくなったと考えられる(第8図)。また *D. dewana* では歯の退化に伴い、下顎体主部が歯軸延長の外側にあり、歯に加わる力に対し不安定な形態である(第5図)。これは下顎体から歯と歯槽部が消失する直前の形態変化とも考えられる。

さらに、*D. takasatensis* は外側翼突筋の付着する翼状突起が腹側に広がり、*D. dewana* は下顎骨の吻部咀嚼面が長方形で狭い特徴がある。Domning (1977, 1978) は、下顎骨の突き出しは外側翼突筋と咬筋(表層部)で強められるが、顎二腹筋(第1図 Di が付着部)で弱められ、さらに咬筋(表層部)と内側翼突筋で下顎骨が閉じられて吻部に圧力が保たれ、その力を集中させるため吻部咀嚼面を狭い長方形にしたと述べている。また、翼状突起の広がり外側翼突筋の大きいことを示すとしていることから、*D. takasatensis*, *D. dewana* の場合も外側翼突筋が発達し、狭い吻部に力を集中させて餌をはさむ働きを強くしたと考えられる。

一方、*H. cuestae*, *H. spissa* ではいずれも機能歯を欠如するが、側頭稜が発達していることから歯による咀嚼力の消失にもかかわらず側頭筋が依然として発達していた可能性がある。また、*H. spissa* の大きな翼状突起からみて、内・外側翼突筋の発達が考えられ、*D. dewana*, *D. takasatensis* 以上に下顎骨の前後の動きを活発にさせ、*H. gigas* のように吻部で餌をはさむ力を強めた可能性もある。以上のように、吻部で餌を抑える働きが強まるのは、歯が小さくなり始める *D. dewana* と *D. takasatensis* の段階ですでに認められ、*H. spissa* ではかなり強められたと考えられる(第8図)。

頭の背屈・側屈・腹屈に関する *D. jordani* と *H. gigas* の部位の比較について、Domning (1978) は、初期のヒドロダマリス亜科(*Dusisiren reinharti*)では原始的な海牛と同様、外後頭骨背外側縁を持たないが、*D. jordani* ではすでに現れる。また、*H. gigas* の外後頭骨背外側縁は後方に突き出し、上後頭骨背外側縁も大きく膨らむ粗面となり、それに付着する頭半棘筋が発達し、頭の背屈・側屈を強くした。一方、鱗状骨のS状稜は初期のヒドロダマリス亜科では大きかったが、*D. jordani* のいくつかのものは縮小し、*H. gigas* ではほとんどな



第7図 海牛の胸郭横断面(前面観)比較

数字は前方からの順位;点線は推定した胸椎,肋骨の輪郭. スケールバーは20cm.

Fig. 7 Comparison of cross sectional thoraxes (anterior view) of sirenia. Numbers are order of the thoracic vertebrae; dotted lines show estimated outlines of thoracics or ribs. Scale bar=20cm.

くなることから, S状稜の後内側位に付着する板状筋が弱くなり, 頭を側屈させる役割を頭半棘筋に交代したと述べている. また, *H. gigas*の筋結節が*D. jordani*のものより大きいことから, 頭長筋を発達させ頭を下げる働きを強め, 後頭顆の関節面がより広く, 頭の可動範囲が広がったと指摘している(Domning 1978).

産出年代が上記2種の間にある*D. dewana*, *D. takasatensis*, *H. cuestae*, *H. spissa*の比較では, *D. dewana*, *D. takasatensis*の鱗状骨が*D. jordani*と同様明瞭なS状稜をつくりながら外側に発達することから板状筋の発達が予側される. それに対して, *H. cuestae*, *H. spissa*では低いL状であることから板状筋の発達が弱いものと考えられる(第8図). しかし*H. spissa*の上後頭骨背外側粗面部が*H. gigas*のように幅広いことは, *D. dewana*, *D. takasatensis*, *D. jordani*以上に頭半棘筋が発達したことを示している. したがって頭の側屈作用が板状筋から頭半棘筋に交代したのは*H. gigas*より前, 少なくとも*H. spissa*からである(第8図). Domning (1978)は, 頭半棘筋の外側にある板状筋は頸部背側中央部から起こるが, 脊椎に接していない, 一方頭半棘筋は頸椎と前位胸椎の背外側から起こり上後頭骨背側部に停止し, 個々の頸椎の椎間関節について環椎後頭骨関節を伸ばしながら直接曲げることができるとし, *H. gigas*は頸部側屈の可動性が増加したと述べているが, 発達した頭半棘筋をもつ*H. spissa*も同様の傾向があったと考えられる. また*H. spissa*の筋結節が*H. gigas*のように大きいことから, 頭長筋の発達も推測できる. 以上のように体長が大型化した*Hydrodamalis*では歯の消失にともない咬む力が弱くなるが, 吻部に強い力で挟まれた餌は強化された頸部の背屈によってちぎられて, 下顎骨の前後運動で口内に送られて摂食されたと考えられる.

頭蓋基底長がほぼ同じサイズの*D. dewana*と*D. takasatensis*の比較では, *D. takasatensis*の外後頭骨背外側縁は*D. dewana*よりやや幅広く, しかも*H. gigas*のように後方突出が強い(第6図 eof). このことから*D. takasatensis*では頭半棘

筋が*D. dewana*より発達していたと考えられる. *D. takasatensis*のS状稜とその周辺部も大きく, 後頭顆も広い. 特にS状稜後内側点から後頭顆後端までの水平距離(第6図 o-s)が大きいことは, 板状筋の作用点と支点の距離が長いことを示し, *D. takasatensis*の板状筋が*D. dewana*より大きく長く発達し, 頭の側屈のさいに長いテコとして働き, 可動範囲も大きいことを示している. 後頭顆が広いことはそれに対応したものであろう. したがって*D. takasatensis*は, 頭の側屈が*D. dewana*より強かったと考えられる. *D. takasatensis*の筋結節がやや大きいことから, 頭長筋(第1図)も発達していたと推定できる.

ローマー・パーソンズ(1983)は, 棘突起が短い場合, 軸上筋の分布空間も狭いことを指摘している. つまり棘突起の相対的な高さの差は, その両側を通る軸上筋の分布空間の違いを示す. 前述のようにヒドロダマリス亜科の中位胸椎棘突起の相対的な高さは, 棘突起の短小化, 肋骨湾曲, 横突起の外背側方向へ上がる度合いの結果いずれも*D. dugon*の場合より低い. したがって軸上筋の分布域が狭く, 発達も弱いことを示す. 特に*H. spissa*の場合第6胸椎付近も同様の傾向である. Slijper (1946)は, 現生のマナティーの棘突起がジュゴンに比べて短い, その両側に分布する軸上筋のうち最長筋が横突棘筋系より弱いことを指摘している. したがって前記ヒドロダマリス亜科の場合も中位胸椎棘突起に付着部をもつ最長筋の発達が弱いことが考えられ, 脊柱の背屈する働きが小さく(第8図), ジュゴンのように浅海と外洋性の強い流れを活発に泳ぐよりも, むしろ浅海や入り江, 川に棲むマナティーのように, 流れのエネルギーが比較的小さい環境で穏やかな脊柱の動きで生息していた可能性がある.

海牛類の吻部屈曲度は, 餌とする植物の水中での生育深度の反映である(Domning 1978; Berta and Sumich 2003). 前述のようにヒドロダマリス亜科の吻部屈曲度は $23^{\circ} \sim 45^{\circ}$ で, 底生植物食を主とするジュゴン(約 70°)よりかなり小さい. したがってヒドロダマリス亜科は水中のどの高さでも食べる

Taxa Function	<i>Dusisiren</i>			<i>Hydrodamalis</i>		
	<i>D. j</i>	<i>D. d</i>	<i>D. t</i>	<i>H. c</i>	<i>H. s</i>	<i>H. g</i>
Mastication by temporalis and masseter (based on ⑥~⑨, others)	————	— ■ —	— ■ —	— ■ —	— ■ —	— ■ —
Holding of rostra, by pterygoid and masseter (based on ⑨, ⑩, others)	— ■ —	— ■ —	— ■ —	— ■ —	— ■ —
Elevation of head, by splenius (based on ⑪, others)	————	— ■ —	————
Elevation of head, by semispinalis capitis (based on ⑫, others)	— ■ —	?	————	————
Depression head, by longus capitis (based on ⑭)	— ■ —	?	————	————
Spinal undulation	?	?

第8図 Hydrodamalinae の下顎、頭の背屈・側屈、脊柱運動に関与する筋の発達の比較（属種名、②~⑭は第3図に同じ）
 発達の段階：————強い、— ■ —中間、.....弱い、.....さらに弱い。

Fig. 8 Comparison of the degree of development of muscle concerned with the masticating, raising and lateral bending of head and the undulation of the vertebral column in Hydrodamalinae. (sirenian name and numbers (②-⑭) are the same as those in Fig. 3) degree of development; ————— strong, — ■ — moderate, weak, weaker.

可能性があるが、体の大型化と前述の脊柱の動きを考えるとあまり長距離を移動することなく比較的流れの穏やかな環境にあって、*H. gigas* (Steller 1751; Anderson 1995) のように水面付近の植物をおもに食べていたであろう。特に *D. dewana* 以降、吻部で餌を強く抑えて、頭を背屈させる強い力でちぎって食べる動作が目立つようになったことも考えられる。

まとめ

系統的に *Dusisiren jordani* と *Hydrodamalis gigas* の間にある *D. dewana*, *D. takasatensis*, *H. cuestae*, *H. spissa* を含めてヒドロダマリス亜科の下顎（咀嚼）運動、頭の背屈・側屈、脊柱の動きに関する機能形態の系統的な変化を考察した。その結果は次の通りである。

1) 歯が小さくなり咀嚼力が弱くなった *D. takasatensis* と *D. dewana* では、翼状突起腹側部の前後径が広がり、下顎骨吻

部咀嚼面が狭い長方形となることから、下顎骨を動かし吻部で餌をはさむ働きが増したと考えられる。歯を欠如した *H. spissa* ではそれがさらに強くなった可能性がある。また側頭稜の発達から *H. cuestae*, *H. spissa* では側頭筋の力が *H. gigas* よりも強いことが考えられる。

2) 鱗状骨外側部のS状稜、上後頭骨・外後頭骨背外側縁の形状比較から *D. jordani* のように板状筋が発達する傾向は、*D. takasatensis*, *D. dewana* にも認められる。しかし板状筋より頭半棘筋が発達する傾向は *H. gigas* より先に *H. spissa* にすでに認められ、頭の背屈・側屈の主力筋が板状筋から頭半棘筋に交代したと考えられる。

3) *D. takasatensis* と *D. dewana* はほぼ同じ大きさの頭蓋であるが、鱗状骨外側部や外後頭骨背外側縁の形状に差異があり、*D. takasatensis* は *D. dewana* より比較的発達した板状筋・頭半棘筋・頭長筋の存在が考えられる。したがって強力な頭の

背屈・側屈が可能となり、頭の可動範囲が広いと推定できる。
4) ヒドロダマリス亜科では中位胸椎の棘突起が低いことから最長筋などの軸上筋の発達が悪く、脊柱を背屈に動かす力も *Dugong dugon* の場合より弱いことが考えられ、水流エネルギーのあまり強くない環境に生息していた可能性がある。

謝辞：この調査研究を進めるにあたり終始助言指導をいただき、さらに粗稿を読んでいただいた東京大学大学院の犬塚則久博士に感謝申し上げます。また、札幌市博物館活動センターの古沢 仁博士には資料の活用と標本観察の便宜をはかっていただき助言もいただいた。Howard 大学の Domning 博士には用語等の解説および意見をいただいた。国立科学博物館、山形県立博物館、滝川市美術自然史館、札幌市博物館活動センター、東海大学社会教育センター・博物館、よみうりランド、神奈川県立生命の星・地球博物館、福島県高郷村郷土資料館の方々に標本観察の機会を与えていただいた。また山形県立博物館の神保 功、伊藤 修、神奈川県立生命の星・地球博物館の樽 創、東海大学社会教育センター・博物館の西源二郎館長、佐藤 猛、柴 正博、伊藤芳英、石橋忠信、望月身和子、国立科学博物館の山田 格、角田恒雄、よみうりランドの諏訪龍二、滝川市美術自然史館の半井 仁、福島県立博物館の竹谷陽二郎、相田 優、さらに札幌市在住の木村方一、マリンマンマルグループの堀川秀夫、宮崎重雄、野村正純、石丸一男、長澤一雄の各氏には標本観察の協力、助言、資料の提供をいただいた。金沢大学理学部地球学科田崎研究室の皆様には討論の機会を与えていただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。東京大学総合研究博物館終身学芸員の故神谷敏郎博士には生前文献紹介や研究上の助言をいただいた。御礼とともに心から哀悼の意を申し上げます。なお、本研究の一部に文部科学省科学研究補助費（代表、田崎和江）を使用した。

文 献

- Anderson P K (1995) Competition, predation, and the evolution and extinction of Steller's sea cow, *Hydrodamalis gigas*. *Mar Mamm Sci*, 11: 391-394.
- Berta A and Sumich J L (2003) *Marine Mammals: Evolutionary Biology*. Academic Press, London, 494p.
- Domning D P (1977) Observation on the Myology of *Dugong dugon* (Müller). *Smithson Contrib Zool*, 226, 57p.
- Domning D P (1978) Sirenian evolution in the North Pacific Ocean. *Univ Calif Publ Geol Sci*, 118: 176p.
- Domning D P and Buffrénil V (1991) Hydrostasis in the Sirenia; quantitative data and functional interpretations. *Mar Mamm Sci*, 7: 331-368.
- 古沢 仁 (1983) ステラー海牛 (*Hydrodamalis gigas*) の骨格計測法。滝川市郷土館研究年報, 1: 31-47.
- Furusawa H (1988) A new Species of Hydrodamaline Sirenia from Hokkaido, Japan. *Takikawa Museum of Art and Natural History*, 1: 1-73.
- 古沢 仁 (1989) タキカワカイギュウの研究—500万年前のメッセージ—。滝川市美術自然史館, 81p.
- 加藤嘉太郎・山内昭二 (1995) 家畜比較解剖図説上巻。養賢堂, 東京, 315p.
- 小林昭二 (1994) 福島県高郷・塩坪層 (上部中新統) 産の海牛目化石と *Dusisiren jordani* および *Dusisiren dewana* の頭蓋骨の比較について。地団研専報, 43: 91-97.
- 小林昭二 (2002) 群馬県安中市の板鼻層 (中期中新世後期～後期中新世前期) 産のハリテリウム亜科の海牛目化石。地球科学, 53: 179-190.
- Kobayashi S, Horikawa H and Miyazaki S (1995) A new species of Sirenia (Mammalia; Hydrodamalinae) from the Shiotsubo Formation Takasato, Aizu, Fukushima Prefecture, Japan. *Jour Vert Paleo*, 15: 815-829.
- 小林昭二・長澤一雄 (1998) ヤマガタダイカイギュウ (*Dusisiren dewana*) の肋骨、胸椎、胸郭形態について。山形県戸沢村産海牛化石調査報告書, 山形県立博物館, 116p.
- ローマー, A S・パーソンズ, T S (1983) 脊椎動物のからだ<その比較解剖学>。平光厲司訳, 法政大学出版, 617p.
- Slijper E J (1946) Comparative Biologic-anatomical Investigation on the Vertebral Column and Spinal Musculature of Mammals. *Verh Kon Ned Akad Wet Nat Sec 2*, 42, 5: 1-128.
- Steller G W (1751) The beasts of the sea. (Translated by W. Miller and J. E. Miller.) In: D S Jordan, (ed), 1899. The fur seals and fur seal islands of the North Pacific Ocean. U S Govt Printing Off Washington, Part 3, 179-201.
- Takahashi S, Domning D P and Saito T (1986) *Dusisiren dewana*, n. sp. (Mammalia; Sirenia), a new ancestor of Steller's sea-cow from the Upper Miocene of Yamagata Prefecture, northeastern Japan. *Trans Proc Palaeont Soc Japan N S*, 141: 296-321.

小林昭二・田崎和江, 2006. ヒドロダマリス亜科 Hydrodamalinae (海牛目: ジュゴン科) における下顎と脊柱の運動機能に関する進化的変化. 地球科学, 60, 49-62.

KOBAYASHI Shoji and TAZAKI Kazue, 2006, Evolutional change of the masticating and spinal movement in Hydrodamalinae. Earth Science (Chikyu Kagaku) 60, 49-62.

要 旨

系統的に *Dusisiren jordani* と *Hydrodamalis gigas* の間にあるヤマガタダイカイギュウ *D. dewana*, アイヅタカサトカイギュウ *D. takasatensis*, タキカワカイギュウ *H. spissa* 等をふくむヒドロダマリス亜科の下顎 (咀嚼), 頭の背屈・側屈, 脊柱運動機能の変化について, 骨格の観察と現生の海牛 (ジュゴンとマナティー) の筋学的な知見をもとに考察を試み, 次の結果を得た.

- 1) 後期中新世の *D. takasatensis* と *D. dewana* では歯が小さくなった後, 翼状突起腹側部が広がり, 下顎骨の吻部咀嚼面が狭い長方形となることから下顎骨を動かし吻部で餌をはさむ力が増したと考えられる. 歯を欠如した鮮新世の *H. spissa* ではそれがさらに強くなったと推測される. また側頭稜の発達から鮮新世の *H. cuestasae*, *H. spissa* では側頭筋の力が現世の *H. gigas* 以上に強いと考えられる.
- 2) 鱗状骨外側部, 上後頭骨・外後頭骨背外側縁の形状比較から, 後期中新世の *D. jordani* のように板状筋が発達する傾向は *D. takasatensis*, *D. dewana* にも認められる. しかし, *H. gigas* のように板状筋より頭半棘筋の発達が目立つのはすでに *H. spissa* から認められる.
- 3) *D. dewana* と *D. takasatensis* はほぼ同じ大きさの頭蓋をもつが, 鱗状骨外側部, 上後頭骨・外後頭骨背外側縁の形状の差異から, *D. takasatensis* が頭の背屈・側屈がより強く, 頭の可動範囲も広いと考えられる.
- 4) ヒドロダマリス亜科は中位胸椎の棘突起が低いことから, 最長筋などの軸上筋の発達が弱く, 脊柱を背屈させる力もジュゴンの場合より弱い, 特に *H. spissa* で顕著であると考えられる. ヒドロダマリス亜科は水流エネルギーのあまり強くない環境に穏やかな脊柱の動きで生息していたと推測できる.