

サメ類の歯の異常歯に関する一考察

金子正彦*・後藤仁敏**

A consideration on the abnormal teeth of sharks

KANEKO Masahiko and GOTO Masatoshi

Abstract

We observed on the abnormal teeth of fossil and extant sharks and considered on the factors which occur the abnormalities.

The abnormal teeth of fossil species of *Hexanchus* sp. from the Miocene in Chichibu Basin, Saitama Prefecture, *Otodus obliquus* from the Eocene in Kouribga, Morocco, *Carcharocles angustidens* from the Oligocene in Dorchester County, South Carolina, *Carcharhinus* sp. from the Miocene in Lee Creek, North Carolina, and *Carcharhinus* sp. from a bed of the Miocene in Venice Beach, Florida etc. were studied. The abnormal teeth of recent species of *Hexanchus griseus* and *Carcharhinus albimarginatus* which was caught at Choshi, Chiba Prefecture, or about the abnormal teeth of *Galeocerdo cuvieri*, *Carcharhinus limbatus*, *Carcharhinus* sp. and *Chlamydoselachus anguineus*, which were mentioned by Gudger (1937) and Nolf (1988), were examined.

Abnormal teeth of sharks are roughly classified into the congenital abnormal teeth and the acquired abnormal teeth by the formation stage.

The congenital abnormal teeth are divided into the genetic abnormal teeth and the pathological abnormal teeth. The genetic abnormal teeth are caused by the genetic defect and the pathological abnormal teeth are caused from the cartilaginous tumor on the upper jaw cartilage and the cancer of dentallamina etc. by accumulating the chemicals in high concentration.

Acquired abnormal teeth are also classified into the direct abnormal teeth and the indirect abnormal teeth. The direct abnormal teeth are formed by the only one external injury and the indirect abnormal teeth are formed by wounding the external injury on the organizations which are forming tooth germs in the jaw cartilage.

Further, the indirect abnormal teeth are divided into two types, that is the formation disturbance type and the formation disorder type. In the formation disturbance type, there is no problem in the mechanisms of tooth formation, but there are some disturbances in the tooth formation, so abnormal shape teeth are forming in the tooth row. In the formation disorder type, the mechanisms of tooth formation are destroyed by seriously injury, so abnormal teeth are formed temporary or permanently, or tooth does not form at all.

1. はじめに

ヒトの歯をはじめ動物の歯においても、その形態と数にさまざまな異常や個体変異が知られている。その歯が、異常歯であるか個体変異であるかは、大量の標本のなかで同類の他の歯と比較し、機能的に不都合が生じているか、あるいは形態や数に目立った特徴があ

るかどうかによって決定されるものである。

サメ類の異常歯に関する報告は、Hawkes (1907), Gudger (1937), Nolf (1988), Hubbell (1996) などがある。サメ類の異常歯に関する最初の報告はAndre (1784) で、歯族全体にわたる2つに分割されたイタチザメ *Galeocerdo cuvier* の左下顎歯が報告された。歯

2000年10月6日受付, 2001年6月16日受理

* 〒347-0066 埼玉県加須市本町15-29 5-29 Hon-cho, Kazo City, Saitama 347-0066

** 〒230-8501 横浜市鶴見区鶴見2-1-3 鶴見大学歯学部解剖学教室 Department of Anatomy, School of Dental Medicine, Tsurumi-University, 2-1-3 Tsurumi, Tsurumi-ku, Yokohama 230-8501

元列深部の異常歯の分割部にアカエイの尾棘片が刺さっていたことから、以後、正常な歯が異常歯に置き換わっていったものと考察している。後にGudger (1937)はこの異常歯はアカエイの尾棘片が歯の形成組織をほぼ2つに分割したと述べ、同様の異常を示すイタチザメ (原著では*G. tigrinus*) やカマストガリザメ *Carcharhinus limbatus* のなど3個体の顎歯標本を示した。

Gudger (1937) はまた、アメリカ合州国国立博物館内の大量の顎標本を調査し、ラブカ *Chlamydoselachus anguineus*, メジロザメ属 *Carcharhinus* sp., ツマグロ *Carcharhinus melanopterus* (原著では *C. commersonii*), イタチザメなどに歯列の異常を持つ顎標本を発見した。ラブカは、近遠心の歯と比較し約半分の大きさを持つもの、正常ではない場所に1列または2列の歯族を有するもの、近・遠心の歯と同様の大きさまたは半分の大きさの二重歯族を持つという異常であり、その要因は内的な攪乱であると述べている。

彼はまた、*Carcharhinus* sp. では二重歯族の存在や歯族の位置の異常があること、ツマグロでは左上顎第6, 第7歯の歯族全体に形態的な異常が見られたこと、第7歯の歯族の歯元列最深部に顎軟骨の奇形や軟骨腫が見られたことを記述している。イタチザメでは前述の異常歯のほかに咬頭が2分岐した歯があり、歯の硬組織が形成される前にアクシデントが起こったと推定している。

近年、金子ほか (1997) は、埼玉県秩父盆地中新統産出のカグラザメ属 *Hexanchus* sp. の歯化石の歯列解析を行い、顎上の歯の位置を決定し、その歯式を $D=P_L9A2A2L9P/P_L6MIL6P$ と決定した。その際、9本の下顎正中歯の歯冠は、きわめて個体変異に富むことを報告した。その変異には大別される2つの様式があり、そしてその様式から逸脱する1つの異常歯が見いだされた。さらに、側歯の異常歯も発見されている。

また、最近、国際ミネラルフェアなどで多くの異常歯が出品されたことや、インターネットを通じ直接海外から、サメの歯化石標本を入手やすくなったことなどから異常歯を見る機会が増加した。そこで著者らは、それら異常歯の異常部分を観察し、異常の発生する要因について考察した。

2. 板鰐類の歯の構造と形成過程

板鰐類の歯の構造と形成過程は、後藤・橋本 (1976, 1977), 後藤 (1977, 1978a,b,c, 1985a,b,c, 1987, 1988) により、ドチザメ *Triakis scyllium*, ラブカ *Chlamydoselachus anguineus*, メジロザメ属 *Carcharhinus* sp., ホホジロザメ *Carcharodon carcharias*,

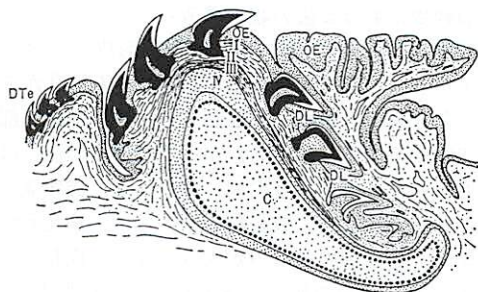


図1. サメ類の顎の唇舌的断面 (後藤, 1978b). C 顎軟骨, DL 歯堤, DTe 皮小歯, OE 口腔粘膜上皮, I~IV 線維性結合組織層

アオザメ *Isurus oxyrinchus* などの現生種, *Xenacanthus texensis*, シロワニ属 *Carcharias* sp., トビエイ属 *Myliobatis* sp. などの化石種について、唇舌的断面、近遠心的縦断面、水平的横断面を詳細に観察することにより明らかにされた。顎の唇舌的縦断面図 (図1) は、機能歯の舌側で口腔上皮が顎軟骨の凹みにむかって舌側深部に陥入し、板状の歯堤を形成し、通常2~3代の機能歯の舌側深部に、歯堤にそって4~5代の各発達段階の歯胚がならぶ。歯堤の先端に新しい歯胚が形成され、歯胚は発育にともなって唇側表層へ移動する (後藤, 1988)。

歯を構成する硬組織は、歯冠表面のエナメルロイド (間葉生エナメル質)、内側の象牙質、歯根をつくる骨様組織からなる。板鰐類のエナメルロイドは間葉領域すなわち歯乳頭に向心方向に形成され、爬虫類や哺乳類の上皮性の遠心方向に形成されるエナメル質とは異なるものである (後藤, 1985c)。

硬組織形成はエナメルロイド基質の形成からはじまる。上皮細胞 (エナメル芽細胞) と間葉細胞 (象牙芽細胞) の相互作用により、エナメルロイド基質が全層にわたって形成されると、基質中に微結晶の形成が起こり、石灰化が進行すると、引き続き形成される象牙質でも石灰化がはじまり、象牙質に連続して歯根部の骨様組織が形成される (後藤・大泰司, 1986)。幼若なエナメルロイドの微結晶は、薄い板状であるが、成長にともなって横断面が正六角形の六角柱となる。微結晶の沈着は不揃いに、つぎつぎに形成され、やがては全体に石垣状に密に配列するようになる。歯根の骨様組織が形成されると歯は、粘膜固有層中に膠原線維束によって支えられるようになり、回転しつつ、歯胚は口腔に萌出して機能歯となる。機能歯は、順次唇側に移動し、顎の唇側端で歯根部と粘膜固有層の膠原線維による連結が失われて、脱落する。

3. 顎軟骨における歯の収納構造

硬組織形成はエナメロイド基質の形成からはじまる。エナメロイドに結晶形成が起こり、石灰化が進行すると象牙質でも石灰化がはじまり、続いて歯根部の骨様組織が形成される。したがって、サメの歯では歯冠の外形が初めに定まり内側に向かって、硬組織の形成が進む。ところが、成長期のサメでは、歯元列の唇側の歯よりも舌側の歯の方が大きくなり、成長にともない歯の高さ、歯の幅（近遠心径）ともに増大する。歯冠の形が初めに定まってしまうのだから歯元列の舌側深部の歯は顎軟骨上に収めきれなくなるという問題がおこる。

そこで現生板鰐類中で最大の歯をもつホホジロザメ *Carcharodon carcharias* の歯列標本をもとに、歯族間の歯元列の違いによる変化を調査し（表1、表2）、歯の収納構造について検討した。その結果、次の3点が明らかになった。

1) 口腔側に顎軟骨の面積が拡大することで、歯の収納面積を増大させ、放射状に歯族が形成されている（図版1a）。

2) 歯冠の最大幅、歯冠の最大高を計測した結果、歯元列3から4列までその幅、あるいは高さを増大させること、より内側深部の歯は歯冠の形成が未熟で逆にそれぞれ減少することが分かった。これらの結果は成長に伴い歯元列深部の歯冠ほどその大きさが増大していることを示している。

3) 歯牙最大幅、歯牙最大高を計測した結果、歯元列深部になるほど、幅、あるいは高さは減少することが分かった。この結果は歯元列深部になるほど歯冠の最大幅、歯冠の最大高が増大することと矛盾する。これは、歯根形成が未熟なためである。歯根部の骨様組織は歯の発生の最後、すなわち萌出直前に形成されることを示すものである。

4. 標本の記載および考察

サメ類の歯化石の学名および分類体系はCappetta (1987)、現生種はCompagno (1984)、用語については矢部・後藤 (1999)、後藤・大泰司 (1986)、金子ほか (1997) にしたがった。

1) 後天性異常歯—直接異常

①定義：歯の発生初期、正常に形成されてきた歯に何らかのアクシデントにより直接外部から力学的な作用を受け、歯冠の一部が損傷、破砕、切断などを起こしたことによって形成された異常歯。このタイプの異常歯はアクシデントの起こった歯のみの異常であり、歯族全体にわたる異常はない。

②事例1（図2A-C；図版1b-d）：カグラザメ属 *Hexanchus* sp. の下顎接合歯（秩父盆地中新統産）

歯牙最大高6.5mm、歯牙最大幅8.2mm。歯根は近遠心に対称で、根尖側から歯頸側へ徐々に厚さを増し、最大で歯根厚2.5mm。遠心から見てくさび形を呈する。歯根の歯頸側は近・遠心側とも直線をなす。歯冠には中央の中心咬頭と左右2つずつの側咬頭があったと推定されるが、中心咬頭はほとんど発達せず、半球状の基部のみが存在する。また、右側の第2咬頭は化石化の際に欠損し、その痕跡のみを残す。

カグラザメ属の下顎接合歯は中心咬頭の有無で大別されるが、鋸歯の有無、咬頭間小突起の有無、あるいは中心咬頭の傾斜方向の違いなど多彩である（金子ほか、1997）。標本1は本来中心咬頭を有するタイプの歯牙であったと推測されるが、中心咬頭は発達せず、その基部のみが半球状をなす点で異常である。

異常歯形成の過程は、以下1)～3)の順に起こったと考察する。1) 歯元列深部において内エナメル上皮がエナメル芽細胞に分化し、間葉細胞から象牙芽細胞が分化し、正常なエナメロイド形成や正常な象牙質形成をはじめていた。2) エナメロイドが形成されはじめ、象牙質が形成されつつあったこの時期に、何らかのアクシデントにより中心咬頭は切断され、その基部のみが残された。3) 切断された咬頭は再生せず、切断面に新たなエナメロイドの形成が起こった。

③事例2（図2D、E；図版1f-g）：メジロザメ属 *Carcharhinus* sp. の左下顎歯（ノースカロライナLee Creekの中新統産、田中猛氏所蔵）

歯牙最大高19.00mm、歯牙最大幅26.70mm。歯根厚6.65mm。歯根は栄養溝で二又に分かれ、近心根と遠心根が区別される。鋸歯は、近心踵と遠心踵で粗く、咬頭付近では微細である。両切縁の歯頸側は、強く湾入する。歯冠は左に傾く。歯冠の咬頭側は正中で二分し、歯軸に沿って、歯冠中央まで2つに分岐する。2つの分岐部は、右が左側に、左が右側に湾曲し、抱き合うように交差する。メジロザメ属の左下顎歯と同定できるが、2つに分岐した咬頭を有することで異常である。

歯冠舌側面には、尖頂から歯根の歯頸側 $1/3$ まで破砕の痕跡が強く残っている。歯冠唇側面では、歯頸まで破砕の痕跡を残すが、歯冠中央から歯頸にかけて癒着し、ほぼ修復されている。歯頸部は唇・舌両面とも癒着時に上下方向のズレを起こしている。

以上のことから歯冠の破砕による直接異常と考えられ、異常歯形成の過程は以下1)～3)の順に起こったと考察される。1) 正常な形成過程をたどって内・外エナメル上皮が分化しはじめた。2) つづいて内エナメル上皮細胞がエナメル芽細胞に分化をはじめ、間葉細胞は象牙芽細胞に分化し、歯乳頭中でエナメロイドと象牙質を形成している時期に、何らかのアクシデントによる歯冠の中央に歯軸方向に沿った破砕がおこ

表1. ホホジロザメの右顎歯の歯牙最大幅と歯冠最大幅

右上顎歯	歯元列	第1歯		第2歯		第3歯		第4歯	
		歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅
	0	36.05	35.10	35.00	35.00	30.20	29.10		
	1	35.75	35.25	34.95	34.75	29.75	29.20	36.50	34.30
	2	35.25	35.00	35.05	35.05	29.75	29.30	35.30	34.25
	3	35.55	35.00		35.85		29.75		35.25
	4		33.40		28.20		24.30		34.15
	5		22.90						20.40
	歯元列	第5歯		第6歯		第7歯		第8歯	
		歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅
	0	37.20	34.60	35.75	33.15	31.60	31.15	24.60	24.45
	1	36.70	35.10	35.20	34.60	31.40	31.10	24.90	24.45
	2	36.20	35.15	34.95	34.60	31.15	30.90		25.20
	3	36.00	35.35		35.55		32.00		24.70
	4		35.70		29.40		28.20		12.40
	5		25.65		11.20		19.55		
	歯元列	第9歯		第10歯		第11歯		第12歯	
		歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅
	0	20.50	20.50	14.75	14.75	11.70	11.70	7.15	7.15
	1	20.40	20.40	14.10	14.10	11.60	11.60	6.85	6.85
	2	21.05	21.05		14.15	11.55	11.55	7.10	
	3		19.00		12.35				
	4		12.10						
	歯元列	第13歯							
		歯牙最大幅	歯冠最大幅						
	0	5.95	5.95						
	1	5.80	5.80						
	2		5.90						

右下顎歯	歯元列	第1歯		第2歯		第3歯		第4歯	
		歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅
	0	31.45	25.90	36.35	28.85	29.70	24.20	30.00	26.40
	1	30.35	24.85	33.25	27.50	28.35	23.75	28.90	25.20
	2	30.15	24.50	35.15	28.15	27.00	24.00	28.05	25.95
	3	28.35	24.35	28.55	28.95	25.15	24.80	26.85	25.30
	4	24.45	23.85		27.40		24.30		26.30
	5		25.75		25.90		19.20		21.95
	歯元列	第5歯		第6歯		第7歯		第8歯	
		歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅
	0	27.20	25.50	23.90	22.45	20.70	18.95	15.50	15.40
	1	26.70	25.25	23.40	22.30	20.90	19.90	16.25	15.90
	2	26.30	24.45	23.90	26.80	20.75	20.30	16.50	16.40
	3	25.90	24.70		23.00		20.30		16.70
	4		24.60		20.75				
	5		17.70						
	歯元列	第9歯		第10歯		第11歯		第12歯	
		歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅	歯牙最大幅	歯冠最大幅
	0	12.55	12.00	9.50	8.75	6.00	5.55	3.80	3.40
	1	12.65	12.65	8.85	8.80	6.25	6.05	3.50	3.50
	2	13.15	13.15	9.20	9.20				

表2. ホホジロザメの右顎歯の歯牙最大高と歯冠最大高

右上顎歯	歯元列	第1歯		第2歯		第3歯		第4歯	
		歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高
	0			52.50		35.20	24.15		
	1	53.30	37.95	53.65	36.50	36.60	25.45	46.00	32.95
	2	54.15	38.35		36.70	36.30	25.50	46.15	33.05
	3		38.00		36.80		25.60		32.95
	4		37.15						32.00
	歯元列	第5歯		第6歯		第7歯		第8歯	
		歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高
	0	44.80	32.45	44.85	32.65	36.10		26.85	17.85
	1	49.10	34.80	46.00	33.00	37.90	26.45	27.70	18.75
	2	48.70	34.55	43.70	32.35		26.75	24.10	18.25
	3	43.20	34.80		32.35		26.00		17.55
	4		34.60				25.20		
	歯元列	第9歯		第10歯		第11歯		第12歯	
		歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高
	0	18.00	11.30	11.15	6.50	9.25	4.85	5.95	3.30
	1	17.60		11.20	6.70	9.20	5.15	6.40	3.20
	2	17.15	11.30	9.00	6.80	9.00	5.20		3.00
	3		11.30		6.35				
	歯元列	第13歯							
		歯牙最大高	歯冠最大高						
	0	5.25	2.85						
	1	5.30	2.90						
	2		2.80						

右下顎歯	歯元列	第1歯		第2歯		第3歯		第4歯	
		歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高
	0				27.70			38.10	24.75
	1	45.60	25.85	49.70	30.35	39.20	25.05	38.15	24.80
	2				30.35	40.10	26.15	39.20	25.95
	3	44.75	27.40	50.00	31.80		26.60	35.20	26.40
	4		27.10		31.30		25.90		25.20
	5		26.95		30.10		24.40		24.40
	歯元列	第5歯		第6歯		第7歯		第8歯	
		歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高
	0	35.20	22.70			24.60	14.80		
	1	35.35	22.60	30.10	18.95	24.25	14.70	17.00	8.00
	2	36.25	23.80	29.80	19.45	23.15	14.40	16.65	8.80
	3	32.15	23.95		18.20		14.40		8.80
	4		22.95		17.50				
	歯元列	第9歯		第10歯		第11歯		第12歯	
		歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高	歯牙最大高	歯冠最大高
	0	12.75	7.00	7.20	3.50	5.25	2.35	3.80	1.65
	1	12.60	7.20	7.10	3.40	5.15	2.25	3.35	1.70
	2	11.45	6.80	6.95	3.50				
	3		6.80						

なわれた。3) 事例1と同様に、歯の修復が行われたが、すでに歯根の一部が形成されていた時期であったために、歯根の歯頸側に破砕の痕跡を残すことになった。この時期以後に歯冠が破砕されると、硬組織はほぼ完成しているために、修復不能となり、破砕されたままの歯として萌出することになる。

④事例3 (図2F, J; 図版2, a-d) *Otodus obliquus* (モロッコの始新統産, 清水勝氏所蔵)

歯牙最大高43.50mm, 歯牙最大幅30.55mm, 歯牙最大厚15.25mm。歯根は近心根と遠心根に分岐する。栄養溝は不明瞭だが歯根舌側隆起は高い。歯頸帯は最大4.6mmで幅広い。1対の副咬頭を備えるが近心副咬頭は欠如している。遠心副咬頭は最大高5.9mm, 最大幅4.6mmで幅広く大きい。主咬頭は尖頂から歯頸側に向かって5.05mmの長さで裂け、その尖頂部が2つに分岐する。この点が異常である。

咬頭の裂け目の近心側は、尖頂から唇舌両面に途切れがちな切縁を有する。また、裂け目の遠心側は尖頂から唇側面のみに途切れがちな切縁を有する。これは歯が裂けた時の裂け目の痕跡である。歯冠舌側面には裂け目の基部から歯頸側に4.15mmの長さで幅広く浅い溝が続き、その先に径0.2mmの丸い小窩がある。さらにその小窩から0.9mmの長さで非常に浅い溝が続く。歯冠唇側面は裂け目の基部からさらに0.5mmの長さで線状の深い溝が存在する。これらはすべて咬頭が2つに裂けた後、修復された結果、形成されたものである。

2) 後天的異常歯—間接異常歯

①定義：硬骨魚類の背鰭棘、エイ類の尾棘、釣り針などが顎軟骨の歯元列最深部に刺さったまま残り続けることや交尾時の咬みつき、寄生虫などが顎軟骨深部にくい込むことなどが原因で形成される異常歯である。この場合、歯に直接、力学的作用はなく、次代に発生する歯に影響を及ぼす。間接異常歯は、さらに下記の(1)と(2)に区別される。

(1)形成阻害型：歯の発生する機構自体に問題はない。阻害物質が顎骨の歯元列最深部に刺さったまま残り続けることで、正常な歯の形成が阻害され生じた異常歯である。阻害原因を除去することで正常な歯を形成できる可能性をもつ。

(2)発生機能障害型：歯の発生する機構自体に問題を抱え、一時的または永久に正常な歯の発生が阻害されて異常歯を形成するか、または歯の形成自体、行われない場合である。阻害原因が顎軟骨の歯元列最深部に残り続けることや顎軟骨自体に外傷を負うことなどが要因として考えられる。

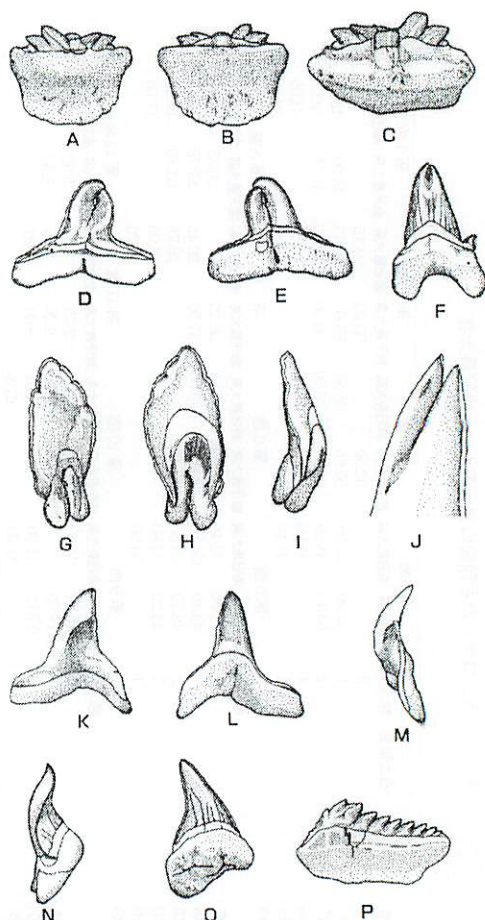


図2. サメ類の異常歯。A-C, カグラザメ属*Hexanchus* sp.の下顎接合歯(秩父盆地中新統産, A 舌側面, B 唇側面, C 咬合面); D, E, メジロザメ属*Carcharhinus* sp.の左下顎歯(ノースカロライナLee Creekの中新統産, D 唇側面, E 舌側面); F, J, *Otodus obliquus*の歯(モロッコの始新統産, F 舌側面, J 舌側尖頂付近); G-I, メジロザメ属*Carcharhinus* sp.の歯(フロリダ, ペニスビーチの中新統産, G 唇側面, H 舌側面, I 隣接観); K-M, ツマジロ*Carcharhinus albimarginatus*の左下顎歯(現生, 千葉県銚子沖産, K 唇側面, L 舌側面, M 遠心観); N, O, *Otodus obliquus*の歯(モロッコの始新統産, N 隣接観, O 舌側面); P, カグラザメ属*Hexanchus* sp.の左下顎側歯(秩父盆地中新統産, 舌側面)

(1)形成阻害型

①事例4: イタチザメ*Galeocерdo cuvier*の左下顎歯(Andre, 1784のpl. X III Gudger, 1937のFig. 18, 現生)

この事例に対しAndre (1784)は、アカエイの尾棘が下顎の1つの歯族のなかに唇舌方向に顎を突き抜けて固定されている。顎深部に食い込んだアカエイの尾棘が歯の発生組織をほぼ二分割し、その歯族の歯および歯胚は近心部と遠心部の2つに完全に2分されている。

②事例5：カマストガリザメ *Carcharhinus limbatus*, の左下顎第5歯 (Gudger, 1937のFig.13, 現生, エデン湾産)

分割された歯族。顎に刺さっているアカエイの尾棘によって、歯と歯根が分割されている。

③事例6：カマストガリザメ *Carcharhinus limbatus* の右下顎第5歯 (Gudger, 1937のFig.14)

歯冠および歯根の遠心側の切断。第5歯と第6歯の歯族の間に刺さっているアカエイの尾棘によって引き起こされた。

④事例7 (図2 G-I; 図版2 g-i) : メジロザメ属 *Carcharhinus* sp.の上顎歯 (フロリダ, ペニスビーチの中新統産, 田中猛氏所蔵)

歯牙最大高15.25mm, 歯牙最大幅6.6mm。歯根は歯の中央に存在する深い切痕により、近心根と遠心根が接近する点で異常である。メジロザメ属の上顎歯の歯冠は一般に幅広い三角形をなすが、この歯は近・遠心縁とも外側に突出した湾曲を示す。切縁は近・遠心縁とも平均32個/1cmの細かい鋸歯縁をなす。右の切縁は3カ所に、左の切縁は2カ所にわずかな切痕が見られ、これらの点も異常である。

歯根の形態が深い切痕で二分することや、歯冠にも近・遠心あわせて5カ所にわずかな切痕が見られることから、近・遠心両方向から外部からの力が加わった可能性が高い。また、歯根の舌側隆起部に歯頸-歯根底方向に直線状の皺が数多く走り、このことも近・遠心から力が加わった可能性を示している。後天性異常歯-直接異常と間接異常-形成阻害型が重なったとする下記1)~3)の過程で形成されたと考察する。

1) 歯は正常に発生、発育していた。2) 歯の硬組織形成が進んでいる時期に近・遠心両方向から外力が加わり、外力が唇舌方向からでなかったため、歯冠は二分岐されず、近・遠心あわせて5カ所に裂け目を生じた。3) 外力をかけた要因はそのまま残存したまま歯冠の修復、象牙質の石灰化、歯根の形成が行われた。歯根は残存する要因のため、近・遠心根を広げることができず2根が深い切痕で接近する形態をなした。

(2)発生機能障害型

①事例8 (図2 K-M; 図版3 b-g) : ツマジロ *Carcharhinus albimarginatus* の左下顎歯, (現生, 沖縄県石垣沖産, 全長258cm)

左下顎第9歯は歯元列1番の歯のみ存在し、他の歯は失われている。この歯は、歯牙最大幅3.65mm, 歯牙最大高2.90mmと非常に小さく、歯牙最大幅は第7歯 (10.75mm) の34%, 第10歯 (7.95mm) の36%, 歯牙最大高は第7歯 (7.70mm) の38%, 第10歯 (5.15mm) の56%でしかない。また、歯冠は舌側に強く湾曲する。これらの点で異常である。

左下顎第8歯は、歯族すべての歯が全体に捻れたような歪みをもつ。歯冠は舌側に湾曲し、唇舌に薄く、外力で押しつぶされたような長さ3mmのうねるような溝がはしる。歯牙最大幅は歯元列0番から6.15mm, 6.10mm, 5.75mm, 歯牙最大高は歯元列0番から5.75mm, 6.00mm, 5.90mm。歯牙最大幅は第7歯の53-57%, 第10歯の72-77%でしかない。これらの点で異常である。また、歯元列0番, 2番の歯冠は遠心につよく傾く。

第10歯の歯族には、際だった異常はないが、歯元列1番の歯は歯根の近心端が基底側に曲がる点で異常である。個体差の範囲とともとれるが第9歯が異常なため、その影響が考えられる。

顎軟骨は現在、失われているが左下顎第8, 9, 10歯の歯提の幅は、右下顎第8, 9, 10歯の歯提の幅とはほぼ等しく顎上に歯のない空間が存在した。また、顎軟骨には折れた後、修復された傷跡と推測される長さ約3cmの唇舌に走る膨らみが存在した。突き刺さった骨片はなく、サメ釣りの針の跡、寄生虫の食い込みで生じる穴も存在しない。

交尾時のかみつきなどの激しいアクシデントがこの個体に起こり、顎軟骨の骨折と同時に歯の発生組織に破壊的な影響が生じ、以後、骨折部において正常な歯を形成することができなくなったのではないかと考察する。

②事例9：オオメジロザメ *Carcharhinus leucas* の左上顎歯 (原記載は *C. commersonii*, Gudger, 1937のFig.12, 現生, エデン湾産)

左上顎第6歯の遠心縁の肩がほとんどない。左上顎第7歯は近心縁が遠心縁よりいくらか発達し第6歯に比較し、正常に近い。第6, 第7歯は離れていて割れた歯ではない。歯元列最深部において第6, 第7歯の境界の遠心位に溝があり、第7歯の正中から近心よりに軟骨腫がみられた (Gudger, 1937)。歯元列最深部にあった溝はサメ釣りの針、エイ尾棘、寄生虫の食い込みなどが考えられる。顎軟骨や歯堤に溝をつくり、その傷の回復によって軟骨の上部表面に隆起した瘤をつくり異常な歯を形成させたと考察する。

③事例10 (図2 N; 図版3 h-i) : *Otodus obliquus* (モロッコの始新統産, 清水勝氏所蔵)

歯牙最大幅16.75mm, 歯牙最大高25.60mm, 歯牙最大厚15.25mm。歯根は、近心根と遠心根に分岐する。栄養溝は不明瞭だが歯根舌側隆起は高い。1対の副咬頭は近・遠心とも欠如している。咬頭の尖頂をわずかに欠く。遠心縁は逆S字を描く。歯冠は激しく萎縮し歪む。先天性異常歯の可能性もあるが、発生機能障害型の間接異常と考察する。

④事例11 (図2 O; 図版2 e-f) : *Otodus obliquus* (モロッコの始新統産, 清水勝氏所蔵)

歯牙最大幅38.80mm, 歯牙最大高27.15mm, 歯牙最大厚15.10mm. 歯根は四角形をなし, 近・遠心根の分岐は明瞭でない. 栄養溝は不明瞭だが歯根舌側隆起は高い. 舌側面から見て左の副咬頭は欠如しており, 右の副咬頭ははじめから存在しない. 歯根の舌側は大きく波打ち, 激しく歪む点で異常である. 事例10と同様, 発生機能障害型の先天性異常歯であると考察する.

⑤事例12: イコクエイラクブカ *Galeorhinus galeus* の右下顎歯 (原記載は *Galeus galeus*, Hilgendorf, 1891; Gudger, 1937)

この右下顎には枝状突起物を横切って斜めに走る治った傷があり, この傷の結果として顎の端に向かって11の歯が変形していた. それらは普通より小さく, ゆがんで捻れていた (Hilgendorf, 1891). 傷が何であろうとも歯族すべてにわたって影響を及ぼしている.

⑥事例13: ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* の右上顎歯 (Gudger, 1937のFig.3) 上顎の接合部の正中部にあるはずのない小さな(通常の半分位)の歯族があった. 右第1歯の咬頭はすべてなく小さな歯根のみがあった. 右第2歯は右の副咬頭だけが残存していたが, 石灰化が不完全で, 柔らかい (Gudger, 1937). 間接異常歯-発生機能障害型の一例である.

アクシデントは右上顎第1歯を中心に起こった. 右第1歯は歯冠形成ができず小さな歯根のみを形成し, 右第2歯は左半分のみアクシデントに遭遇または強く影響され, 歯冠の形成が不完全となった. しかし, 接合部上の小さな歯族の存在は外因性の要因では説明がつかない. 後天性異常歯-間接異常歯-発生機能障害型に, 次に述べる先天性異常歯-遺伝学的異常歯が重なったものと考察する.

3) 先天性異常歯-遺伝学的異常歯

①定義: 遺伝学的な欠陥や異常によって顎軟骨の奇形による歯堤への影響により, 歯の発生組織自体に異常起こり正常な歯を形成できないケースである.

②事例14 (図版3a): カグラザメ *Hexanchus griseus* の右上顎歯 (現生, 千葉県銚子沖産, 全長約3m, ♀, 高山義孝氏所蔵)

歯牙最大幅は20.25mm (第6側歯), 18.95mm (第7側歯), 14.80mm (第8側歯). 歯牙最大高は13.20mm (第6側歯), 8.55mm (第7側歯), 6.25mm (第8側歯). 咬頭数は6 (第6側歯), 6 (第7側歯), 4 (第8側歯).

エイやネコザメなどを除いて, 属や種に関係なく咬頭の傾斜方向は, 一般に遠心に傾く. しかし, 標本の第8側歯は咬頭が近心に傾いている. この点で異常である. この異常は上顎左第8側歯の歯族すべてにわたる異常であり, 顎軟骨上に傷や溝などの外的要因を示すなものも見いだされない. 内因的な異常であり遺

伝学的異常歯と考察する.

捕獲記録の中には地中海で捕獲された下顎接合歯の存在しないカグラザメ (Bigelow and Schroeder, 1948, 82p, 脚注) ほかがある. これらの場合も過去に歯の発生を阻害するほどの大きな傷を負っていたか, 遺伝的な異常であろうと推察する.

③事例15 (図版3j): *Carcharocles angustidens* の上顎歯 (サウスカロライナの漸新統産, 清水 勝氏所蔵)

歯牙最大高44.05mm, 歯牙最大幅44.60mm, 歯牙最大厚10.95mm, 歯頸帯の最大幅は3.55mm. 歯根は近心根と遠心根に分岐する. 栄養溝は不明瞭だが歯根舌側隆起は高い. 尖頂から歯冠側 $\frac{1}{3}$ が唇側に強く湾曲している点が異常である.

尖頂以外, 歯冠, 切縁, 副咬頭, 歯根などに異常はなく, 後天的な異常歯とは考えにくい. 先天的な異常歯で, 遺伝的な異常であろうと推察する.

個体変異の範囲を広げることで, この歯は異常歯でなくなる可能性がある. *Carcharocles* 属やホホジロザメ *Carcharodon carcharias* の上顎歯には, 咬頭が唇側に大きく湾曲するものがあるが本標本ほど極端ではない. ホホジロザメでは上顎第3~第6歯, とくに第3歯が強く湾曲するが, *C. angustidens* にも湾曲しやすい特定の歯族が存在した可能性がある.

④事例16 (図2P; 図版1e): カグラザメ属 *Hexanchus* sp. の下顎歯 (秩父盆地中新統産)

歯牙最大幅21.05mm, 歯牙最大高11.10mm, 歯根厚2.75mm. 歯冠の近心縁は非常に長く, 歯根の近心縁が歯冠の近心縁より短いことから左下顎第1側歯に同定する. 咬頭数は10まで数えられるが, もっとも近心の3咬頭は近接していて, 3つの咬頭が1つの咬頭であるかのように融合している点で異常である. 歯根は遠心基底部が欠如しているが, 同一産地の第1, 第2側歯と比較し, 異常は認められない. 鋸歯は第1咬頭の尖頂まで続く. 第1, 第2, 第3咬頭は, それぞれ舌側表面の尖頂付近に削いだ様な皺があり, なめらかではない. これは, 採取時にエナメロイドが剥離した可能性もあり, 異常の外的要因と考えることはできない. 第2咬頭と第3咬頭尖頭の境界には咬頭間小突起が存在し, 第3咬頭はさらに2咬頭に分離するかのようになわずかな切痕を近心縁に有する. また, 一般に, 秩父盆地中新統産カグラザメ属歯化石の下顎側歯の歯冠は, 第1咬頭が最大で遠心ほど小さくなるが, 本標本は第3咬頭が最大で, その近遠心両側で順次小さくなる.

咬頭同士が分離しようとしているのか, 融合しているのか判断できない. しかし, 2咬頭分の幅に3咬頭があり, 第2咬頭と第3咬頭は境界にある咬頭間小突起のため融合し, 第1咬頭と第2咬頭は, 大きさから

考えて本来の第1咬頭が分離して2つの咬頭になったものと考察する。

カグラザメ属の接合歯は変異に富み、本標本が顎軟骨接合部に最も近い第1側歯の可能性が高いことから少なからず影響を受けた可能性もある。接合部の歯に異常歯が多いことと、関係をもつ可能性が高い。

⑤事例17-21: ラブカ *Chlamydoselachus anguineus* (Gudger, 1937のFig. 2-5, 現生, 日本産)

歯の発生組織が切断された後、分離された場合、同位置に残存した場合、またその一部が失われた場合などに対して、どのようなことが起こるかは不明である。したがって、事例17-21に外部要因がないとはいえないが、現段階では遺伝学的異常とするのが妥当と考察する。

事例17 (Gudger, 1937のFig. 2) では、上顎の接合部のすぐ右側に小さな咬頭の歯(中心咬頭の高さが他の歯の約0.4倍)、右上顎第2歯と第3歯の間に小さな咬頭の歯が存在する。これらの過剰歯の原因として主張できる外部要因はない。

事例18 (Gudger, 1937のFig. 3) では、上顎の接合部のすぐ右側に小さな咬頭の歯(中心咬頭の高さが他の歯の約0.5倍)が存在する。歯堤に生じた異常により、通常の半分の大きさの過剰歯を生じさせた。

事例19 (Gudger, 1937のFig. 4) では、上顎の接合部のわずかに右よりに二重歯族がある。歯は小さくそれぞれの歯族が、中心咬頭の高さが他の歯の約0.4倍にすぎない。

事例20 (Gudger, 1937) では、左下顎第5歯の位置に二重歯列がある。歯の中心咬頭の高さは第4歯が約4mm、第7歯が3mm。二重歯列の第5歯、第6歯はそれぞれ3.5mmの十分に成長した歯である。

事例21 (Gudger, 1937のFig. 5) では、左下顎第5歯の位置に二重歯列がある。事例20と同様である。

⑥事例22: ネズミザメ目 *Lamniformes* の融合歯 (Nolf, 1988, pl. 56)

同じ歯族の歯元列前後の顎歯が融合した歯である。この歯を紹介したNolf (1988) に詳細な記述はなく、異常歯と記載するととどまる。歯のスケッチのスケールから歯牙最大高は約18mm。発生のメカニズムは不明だが遺伝学的異常歯の一例と考察する。

4) 先天性異常歯-病理学的異常歯

主に食物連鎖などによる化学薬品の高濃度蓄積が要因となり歯堤の癌化、顎軟骨の変形や軟骨腫などの異常を起こし、その結果として歯の発生機構または歯堤に影響をおよぼし起こる異常である。

近年、外因性内分泌攪乱化学物質(環境ホルモン)の生物体および人体への影響が注目されている。とく

に猛毒で残留性の高いダイオキシン類(コプラナPCB, ポリ塩化ジベンゾフラン, 75種の異性体を持つダイオキシン)などは人体をはじめとする生物の成長に強く悪影響を及ぼすことが解明され、報告されている(田辺, 1998)。海水を生息圏とする生物も例外ではなく、イボニシ、バイガイ、ホラガイなど38種、世界的には140種を超す巻き貝で、生殖器官あるいは生殖機能に異常が確認されている。ダイオキシン類は脂溶性化合物でクジラやイルカの皮下脂肪に高濃度に蓄積されていることが知られている。また、軟組織肉腫、骨腫瘍、染色体異常のほか催奇形性が強く、ベトナム戦争のおり、散布された枯葉剤に含有された2,3,7,8四塩化ダイオキシンによって、内臓奇形のほか無脳症、手足の骨の奇形、二重胎児、口蓋裂や眼などの感覚器の奇形が生じている(宮田, 1998)。

サメ類の歯に関しては外因性内分泌化学物質が原因と見られる異常歯の報告はまだない。しかし、海水域においてサメ類は食物連鎖の頂点に立つ。顎軟骨に事例9以上の大きな軟骨腫や顎の変形、癌を生じるなどの可能性は否定できない。

後藤ほか(1981)および後藤(1984)はヨシキリザメの二頭体4例および二顔体1例の奇形標本を調査し、二頭体の一標本で左の下顎軟骨と下顎歯列が欠如し、二顔体では上顎軟骨と上顎歯列は左右2組存在するのに対し、下顎歯列は1組しか存在していないことを報告した。これらの異常の原因が、外因性内分泌攪乱化学物質である可能性は大きい。

5. 考察

秩父盆地中新統産出のカグラザメ属 *Hexanchus* sp., モロッコの始新統産出の *Otodus obliquus*, サウスカロライナの漸新統産出の *Carcharocles angustidens*, ノースカロライナ・リーククリークの中新統産出のメジロザメ属 *Carcharhinus* sp., フロリダ・ベニスビーチの中新統産出のメジロザメ属 *Carcharhinus* sp.などの化石種、千葉県銚子沖で捕獲されたカグラザメ *Hexanchus griseus*, ツマジロ *Carcharhinus albimarginatus* などの現生種、あるいはGudger (1937), Nolf (1988) ほかに記載された異常歯について、歯の異常部分を検討し、異常の発生する要因について考察した。その結果、異常歯は形成される時期によって、先天性異常歯と後天性異常歯に大別される。

後天性異常歯はその歯1本のみの外傷によって形成される直接異常歯と、顎中の歯を形成する組織自体が外傷を負うことによって形成される間接異常歯に分けられる。このうち、間接異常歯は歯を発生させる機構自体に問題を起こす発生機能障害型と、機構自体に問題はないが、歯族すべてにわたって形成を阻害させて

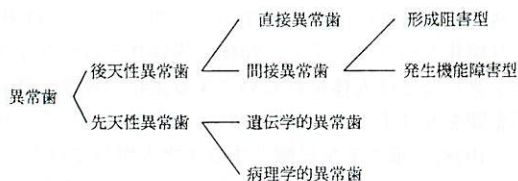


図3. 異常歯の分類

しまうような問題を抱え込んでしまった形成阻害型の2つのタイプに分けられる。

先天性異常歯は遺伝学的な欠陥によって生じる遺伝学的異常歯と、化学物質などが高濃度に蓄積されることで、顎軟骨上層部の軟骨腫や歯堤の癌化などから引き起こされる病理学的異常歯に分けられる(図3)。

直接異常歯には、歯根にアクシデントの痕跡を残さない場合と残す場合とがあるなど、さまざまな形成障害の程度がある。歯胚のエナメル器は、口腔粘膜上皮由来の歯堤の重層上皮から形成され、その内部に間葉細胞が集まって歯乳頭が形成される。エナメル器基底層の内エナメル上皮の細胞が背丈を増して、高円柱で、核が基底側に位置するエナメル芽細胞に分化し、その外側には立法形の外エナメル上皮が分化し、歯乳頭の内エナメル上皮に面する細胞が象牙芽細胞に分化する。歯の硬組織形成は、エナメロイド基質の形成から始まり、つづいて象牙質の形成とエナメロイドの石灰化、歯根の骨様組織の形成へと進む。傷、破砕、切断などを起こすようなアクシデントが、歯の形成におけるどの時期に発生したか、また、そのアクシデントの及ぼす範囲が歯冠のみであったか、歯根まで及んだかによって、形成された歯に見られる異常の範囲と程度が決定される。すなわち、エナメロイド形成時ならエナメロイドに損傷が生じ、象牙質形成時なら象牙質まで形成異常が起こり、歯根の骨様組織の形成時なら歯根にも障害が生じると考えられる。また、アクシデントが軽微ならば、障害が生じた後、一定の修復が可能であるし、重度ならば、広い範囲に異常が生じるであろう。

今回取りあげた事例は、著者らの観察することのできたわずかな異常歯の例に過ぎない。今後数多くの異常歯についてさらに観察と成因の考察をする必要がある。近年、日本海海域における放射能汚染物質の不法投棄の報道もあり、放射性物質による高濃度汚染が要因となり歯堤の癌化、顎軟骨の変形や軟骨腫などの異常が原因で形成される異常歯に遭遇する可能性も予想される。

また、歯列全体、あるいは歯族すべてにわたる異常のなかには、新しい種の出現の過程に起こる変異が含まれる可能性もある。

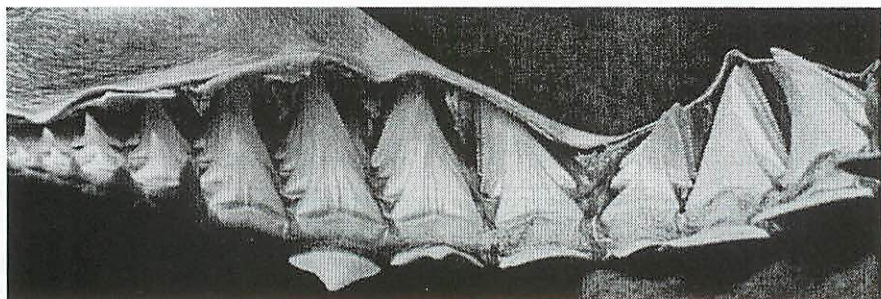
後天性異常歯にはさまざまなアクシデントから、いろいろな形態の異常歯が形成される可能性があり、現生種を対象に異常歯の発生実験が考えられる。また、遺伝情報の操作や形成障害を引き起こすさまざまな要因を与えることによって、先天的異常歯を人為的に発生させることも可能である。従来、サメ類の飼育には大型水槽を必要とし、作成技術の問題から長期の飼育は困難であった。近年、大型水槽の作成技術の向上にともない、サメ類においても年単位での飼育が記録されつづけている。今後、異常歯の発生実験は重要な研究テーマとなろう。

謝 辞：東海大学海洋学部の田中彰教授にはサメ類の現生種について環境ホルモンの影響について御教授いただいた。田中猛・高山義孝・清水勝の3氏には、貴重な標本を提供していただいた。また、スケッチは高山義孝氏に描いていただき、写真は木下了彦氏に撮影していただいた。ここに記して、以上の方々に深謝の意を表する。

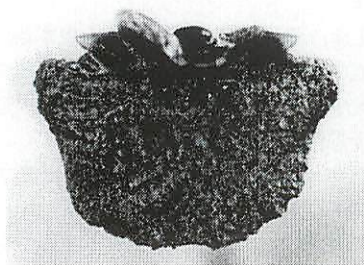
文 献

- Andre, W.(1784) A description of the teeth of Anarrhichas lupus...to which is added an attempt to prove that the teeth of cartilaginous fishes are perpetually renewed. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, 74, 279-281.
- Bigelow, H. B. and Schroeder, W. C. (1948) *Fishes of the Western North Atlantic, Part 1*, 576p., Yale University, New Haven, Connecticut.
- Cappetta, H.(1987) Chondrichyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii, in Schultze, H.-P.(ed.), *Handbook of Paleichthyology*, V.3B, 193p., Gustav Fischer, Stuttgart.
- Compagno, L.J.V.(1984) *FAO Species Catalogue, Vol.4, Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 1. Hexanchiformes to Lamniformes. FAO Fish. Synop.*, No.125, 4(1); 1-249.
- 後藤仁敏(1977) サメの歯のエナメル質の結晶に関する電子顕微鏡的観察。地球科学, 31(3), i, 図版I.
- 後藤仁敏(1978a) サメの歯のエナメル質の結晶形成に関する電子顕微鏡的観察。総研B：生体における石灰化の機構に関する研究連絡誌, 3, 33-36.
- 後藤仁敏(1978b) ドチザメの歯に関する組織発生学的研究。口病誌, 45, 527-584.
- 後藤仁敏(1978c) 歯および皮膚からみた板鰐類の進化と系統。海洋科学, 10, 26-33.
- 後藤仁敏(1984) 2つの顔をもつ鮫-ヨシキリザメの二顔体胎児。The Dental, 3(3), 227.

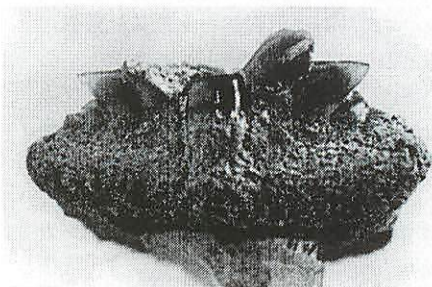
- 後藤仁敏 (1985a) 骨か? 歯 (象牙質) か? —ア
オザメの骨様象牙質. *The Dental*, 5 (4), 333-334.
- 後藤仁敏 (1985b) サメの歯の古生物学的研究
(1970-1985). 化石研究会会誌, 18, 25-32.
- 後藤仁敏 (1985c) 板鰐類における歯の進化と適応.
地団研専報30号, 19-35.
- 後藤仁敏 (1987) エナメル質の起源と進化. エナメル
質, その形成, 構造, 組成と進化, 222-233, クイ
ンテッセンス, 東京.
- 後藤仁敏 (1988) サメの皮歯および歯の発生と脊椎動
物における硬組織の系統発生. 『海洋生物の石灰化
と系統進化』 (大森昌衛・須賀昭一・後藤仁敏編),
東海大学出版, 219-246.
- 後藤仁敏・橋本巖 (1976) 生きている古代魚ラブカ
*Chlamydoselachus anguineus*の歯に関する研究. I 歯
の形態・構造・組成について. 歯科基礎医学会雑誌,
18, 362-377.
- 後藤仁敏・橋本巖 (1977) 生きている古代魚ラブカ
*Chlamydoselachus anguineus*の歯に関する研究. II 歯
と皮歯の発生について. 歯科基礎医学会雑誌, 19,
159-175.
- 後藤仁敏・谷内透・久家直之・岩田宗彦 (1981) 日本
近海で捕獲されたヨシキリザメの二頭体奇形標本4
例. 魚類学雑誌, 28, 157-165.
- 後藤仁敏・大森司紀之編 (1986) 歯の比較解剖学. 医
歯薬出版, 東京.
- Gudger, E. W. (1937) Abnormal dentitions in sharks,
Selachii. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 73, 249-280.
- Hawkes (1907) On the abdominal viscera and a vestigial
seventh brachial arch in *Chlamydoselachus*. *Proc. Zool.
Soc. London*, 2, 471-478.
- Hilgendorf, F. M. (1891) *Ein Krankhart verändertes Gebiss
eines Haifisches* (Galeus galeus). S. B. Ges. Naturf.
Freunde Berlin, 64-67.
- Hubbell, G. (1996) Using tooth structure to determine the
evolutionary history of the white shark, in Klimley, A. P.
and Ainley, D. G. (eds.), *Great White Sharks, the Biology
of Carcharodon carcharias*, 9-18, Academic Press, New
York.
- 金子正彦, 藤井孝二, 高山義孝, 坂本治 (1997) 秩父
盆地中新統産の315個の歯化石にもとづくカクラザ
メ属 *Hexanchus* sp. の歯列解析. 埼玉県立自然史博物
館研究報告, No.15, 17-32.
- 田辺信介 (1998) 環境ホルモン. 岩波ブックレット
No.456., 岩波書店, 東京.
- 宮田秀明 (1998) よくわかるダイオキシン汚染. 合同
出版, 東京.
- Nolf (1988) Haaie-en Roggetanden uit het Tertiair van
Belgie. Fossielen van Belgie. *Uitgave van het Koninklijk
Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen
Vautierstraat*, 29, 1-170, pl.59.
- 矢部英生・後藤仁敏 (1999) 板鰐類の歯に関する用語.
化石研究会会誌, 32, 14-20.



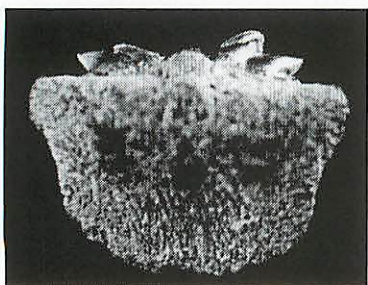
a



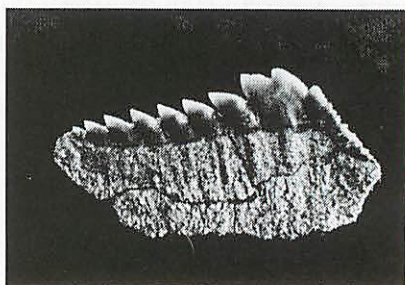
b



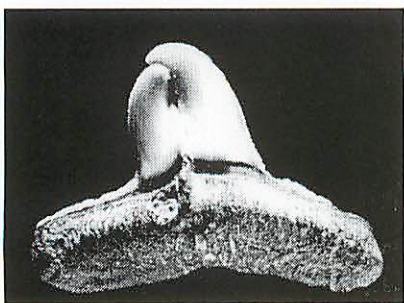
d



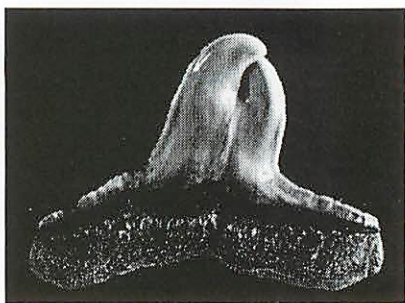
c



e

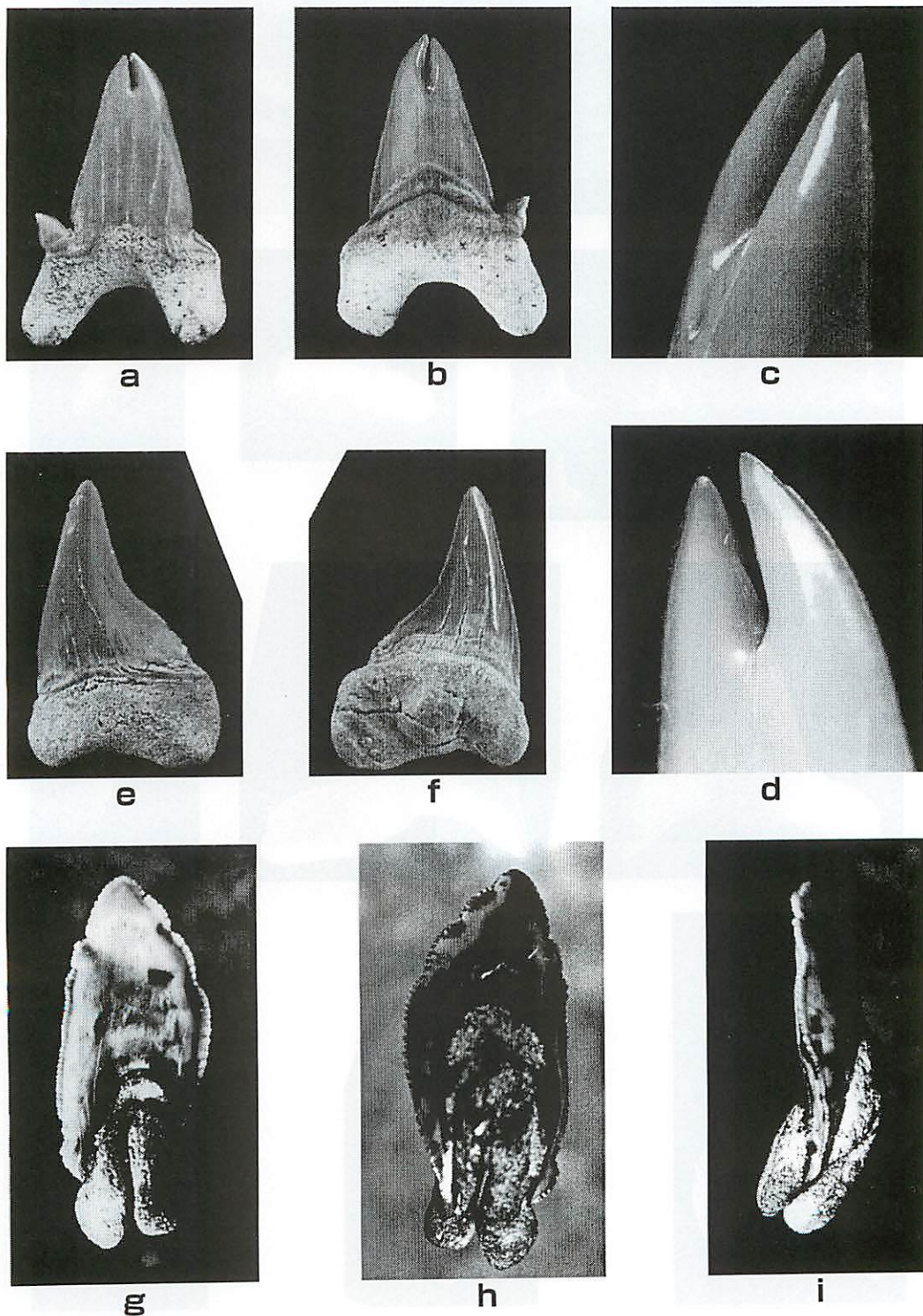


f

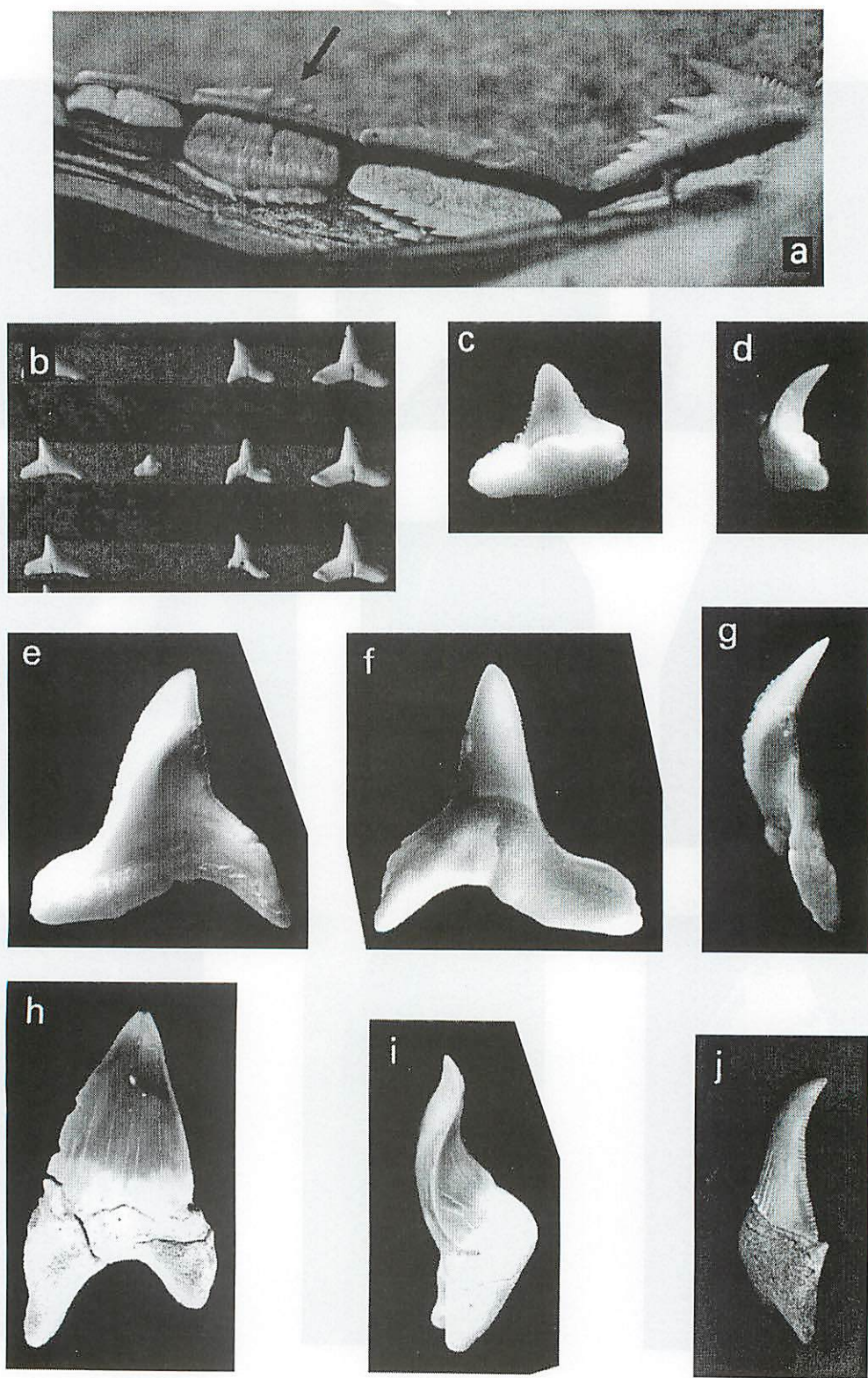


g

図版1. a, ホホジロザメ *Carcharodon carcharias* の左上顎の下面 ($\times 0.4$) ; b-d, カグラザメ属 *Hexanchus* sp. の下顎接合歯 [秩父盆地中新統産, b 唇側面 ($\times 5$), c 舌側面 ($\times 5.2$), d 咬合観 ($\times 6.5$)] ; e, カグラザメ属 *Hexanchus* sp. の左下顎側歯 ($\times 2$) [秩父盆地中新統産, 唇側面] ; f-g, メジロザメ属 *Carcharhinus* sp. の左下顎歯 ($\times 1.7$) [ノースカロライナ Lee Creek の中新統産, f 舌側面, g 唇側面]



図版 2. a-d, e-f, *Otodus obliquus* の歯[モロッコの始新統産, a 唇側面 ($\times 0.9$), b 舌側面 ($\times 0.9$), c 尖頂付近の舌側面 ($\times 6$), d 尖頂付近の唇側面 ($\times 6$), e 唇側面 ($\times 1$), f 舌側面 ($\times 1$)] ; g-i, メジロザメ属 *Carcharhinus* sp. の上顎歯 ($\times 3.6$) (フロリダ, ペニスビーチの中新統産, g 唇側面, f 舌側面, i 隣接観]



図版3. a, カグラザメ *Hexanchus griseus* の右上顎の下面 (現生, 千葉県銚子沖産; 全長約 3 m, ♀, 第 8 側歯); b-g, ツマジロ *Carcharhinus albimarginatus* の左下顎歯 [現生, 千葉県銚子沖産, b 右から第 7, 8, 9, 10 歯の舌側面, 上から歯元列 0, 1, 2 番 ($\times 1$), cd 第 9 歯の舌側面 (c) と遠心観 (d), e-g 第 8 歯の唇側面 (e) と舌側面 (f) と遠心観 (g) ($\times 7$)]; h-i, *Otodus obliquus* の歯 ($\times 1.7$) [モロッコの始新統産, h 唇側面, i 隣接観]; j, *Carcharocles angustidens* の歯 ($\times 0.9$) [サウスカロライナの漸新統産, 隣接観]