

(ノート)

Latimeria chalumnae (SMITH) の歯の
エナメル質について

— 論文の紹介と若干の考察 —

笹 川 一 郎 *

管椎類(シーラカンス類)の現生種、Latimeria chalumnae (Smith)の歯について、特にエナメル質に焦点をしぼり、最近の2編の論文を紹介し、いくらか考察を加えてみることにする。

Smith (1978)は走査電顕によって、Latimeria chalumnaeの口腔内の歯の構造を観察し、歯の表層には両生類以上の脊椎動物に見られるエナメル質と同じ、外胚葉型のエナメル質が存在するとしている。その根拠として、①エナメル質には、成長線と考えられる、エナメル-象牙境と平行で、等間隔の葉理構造が存在すること、(これを最も重要な点としている)。その他に、②エッチングに対する抵抗性より、エナメル質は高石灰化と考えられること、③エナメル質中では線維構造が見られず、表面に垂直な方向に並ぶ、結晶の束と考えられる構造(これをEnamel rodletsと称している)が見られること、④エナメル-象牙境は明瞭で、これを貫ぬく膠原線維は見られず、エナメル質はエナメル-象牙境で簡単に剥離すること、をあげている。さらに、このLatimeriaのエナメル質が、条鰭類の歯で従来報告されている、中胚葉側に形成されるエナメル質(SmithはEnameloidとしている)、または、Terminal membran enamel (Herold, 1975)やCuticular layer (Shellis & Berkovitz, 1976)とは異なるものであることを強調し、一方、Latimeriaの歯に外胚葉型のエナメル質の存在を記載している従来の光顕、偏光顕微鏡での組織学的観察と、この走査電顕による結果が良く符合するとしている。

Shellis & Poole (1978)は光顕、偏光顕微鏡、

マイクロラジオグラム、走査電顕、透過電顕によって、Latimeria chalumnaeの歯の組織構造と発生を観察している。エナメル質に関する結論は、Smith (1978)と同様で、彼等もまた、歯の表層の高石灰化層は外胚葉型のエナメル質と考えている。その根拠のうち、①エナメル質の基質中には膠原線維が認められないこと、②結晶は表面に垂直な方向にそって配列すると考えられること、③成長線と考えられる線状構造が見られること、についてはSmith (1978)と一致しており、それに、最も重要な点として、④エナメル質の深層に外套象牙質(Mantle layer)が認められること、を加えている。なお、蛇足ながら、彼等は象牙質と歯足骨についても知見を記しているので簡単に紹介すると、象牙質は外套象牙質と石灰小球(Calcospherite)をふくむ内層象牙質に分けられ、2つの型の成長線が見られるとしている。また、歯足骨は基底部象牙質より外側に形成され、その基質線維は織られた様な構造を呈す、としている。

私達にとって興味深いことは、Smith (1978)がLatimeriaの歯の構造は、偏光顕微鏡によって記載されている化石総鰭類の歯の構造と良く対応するとし、化石総鰭類にすでに外胚葉型のエナメル質が存在すると考え、Shellis & Poole (1978)もまた、デボン紀の総鰭類がLatimeriaと同様な外胚葉型のエナメル質を有していたと考え、共に外胚葉型のエナメル質の起源を総鰭類に求めていることである。

Latimeriaの歯に、両生類・爬虫類・哺乳類のエナメル質と同じ、外胚葉型のエナメル質が認められるということは、Smith (1939)以来、多くの学者によって主張されている。これに対して、少数意見ではあるが、否定する報告もある(Iso-kawa, et al., 1968)。このLatimeriaのエナメル質に関する問題で重要な点は、第一に、外胚葉型

Sasagawa, I.: Presentation of recent papers on the tooth enamel in Latimeria chalumnae (Smith).

* 日本歯科大学新潟歯学部口腔解剖学教室

のエナメル質の基本的特徴は何か、であり、また、最も原始的な段階でそれがどのような形態を示すか、であると考えられる。さらに、第二には、外胚葉型のエナメル質の起源であり、外胚葉型のエナメル質が両生類以上の陸上生活をする脊椎動物に特有な硬組織なのか、それとも、それ以前の段階、この場合では総鰭類の段階、からすでに存在していたものかどうか、という点であると思われる。

まず、第一の点では、Latimeria のエナメル質を外胚葉型とする根拠について、各報告をまとめてみると次の様になる。

1) 象牙質の形成開始よりややおくれて、その外側に、象牙質の基質とは染色性の異なる（塩基好性で、膠原線維と細網線維の染色に染まらない）、均質な基質が認められる。この基質は上皮由来と考えられる（Peyer, 1968; Miller, 1969; Grady, 1970）。

2) 基質中に膠原線維が認められない（Smith, 1978; Shellis & Poole, 1978）。

3) 象牙質にくらべ、石灰化が良いと考えられる。

4) 歯の表面と平行な葉理構造が見られ、成長線と考えられる（Miller & Hobdell, 1968; Hobdell & Miller, 1969; Smith, 1978; Shellis & Poole, 1978）。

5) 歯の表面と垂直な方向に対して負の複屈折を示す（Grady, 1970; Shellis & Poole, 1978）。

6) 結晶は主に歯の表面と垂直な方向に配列する（Smith, 1978; Shellis & Poole, 1978）。

7) エナメル-象牙境が明瞭である（Miller, 1969; Smith, 1978; Shellis & Poole, 1978）。

8) エナメル質の深層に外套象牙質が存在する、（Shellis & Poole, 1978）。

エナメル質を、上皮が関与して形成される「脊椎動物の歯の表面を被う、…高度に石灰化した硬組織」（後藤, 1976）とするならば、軟骨魚類や条鰭類の歯の表層の高石灰化層と、両生類以上の脊椎動物のエナメル質を同様に「エナメル質」として理解できる。しかし、両生類以上の脊椎動物に見られる外胚葉型のエナメル質となった場合、軟骨魚類や条鰭類に見られる中胚葉側に形成されるエナメル質とは明らかに区別されなければならない（後藤（1976）では、「上皮性エナメル質」と「間葉性エナメル質」に区別している）。このうち、外胚葉型のエナメル質における最も基本的な特徴は次の3点と考えられる。

① 基質の大部分が外胚葉（内エナメル上皮）に由来する。

② エナメル-象牙境より遠心方向に成長する。

③ 大型の結晶が、主に歯の表面と垂直な方向に長軸を向け、密に配列する（この結果として、歯の表面と垂直な方向に対して負の複屈折を示すことになる）。（Peyer, 1968より改編）

ただし、以上のうち、③の結晶形態は、むしろ重要な特徴ではあるが、他の特徴にくらべると、二義的なものと考えられる。なぜなら、たとえば軟骨魚類のエナメル質の結晶の形態と大きさは、哺乳類に匹敵することが知られているからである（後藤, 1977）。

この観点より見ると、Latimeria のエナメル質を外胚葉型と考える根拠のうちでも、有機基質に関する1)と2)が、最も重要となるわけである。しかしながら、この場合、単に象牙質の外層に塩基好性で、均質な有機基質が存在するというのみであるならば、Shellis & Poole (1978)によれば、中胚葉側に形成されるエナメル質でも、その有機基質は同様な染色性を示すことがあるので、根拠としては不十分である。有機基質については、その微細構造と生化学的特徴、さらには、基質を分泌したであろう内エナメル上皮細胞をはじめとした上皮性のエナメル器に関する組織学・細胞学的検討がのぞまれる。

また、根拠の4)については、条鰭類（たとえばサケなど）でも歯の外層が葉理状構造を示すことがあるので、Latimeria の成長線と考えられる葉理構造がどのような組織構造を反映したものか、さらに明らかにすることと、発生学的な検討が必要と思われる。

他方、エナメル質の結晶に関しては、根拠の3), 5), 6), によって、主に表面に垂直な方向に長軸をむけて、大型の結晶が密にならんでいるという実体が明らかになってきたが、今後は、結晶の形態、結晶の成長過程などについて、知見を深めることがのぞまれる。

以上、概観してみると、たしかにLatimeria のエナメル質は外胚葉型である可能性が強い。だが、結論を下す前に、さらに発生学的、組織学・細胞学的、生化学的、結晶学的につきつめる必要があると思われる。このことは、外胚葉型のエナメル質の特徴を深く掘り下げることになるとも考えられる。また、その結果は、Latimeria のエナメル

質は、完全な外胚葉型ではなく、中胚葉側に形成されるエナメル質と区別に不明瞭な点を残した移行形ではないか、という疑問に対する答ともなる。ともかく、*Latimeria*のエナメル質は(二次的に退化したものでなければ)、エナメル質の発達段階のひとつを示している、貴重な例であることに変わりはない。

次に、第2の問題、すなわち、外胚葉型のエナメル質の起源について、Peyer(1968)は、内鼻孔魚類(総鰭類と肺魚類)はTrue enamel(外胚葉型のエナメル質)を有するとしているが、それに対し、Poole(1967)は、化石総鰭類の歯の表層はEnameloid(中胚葉側に形成されるエナメル質様の硬組織)としているし、Schmidt & Kell(1971)も*Laccognathus*(デボン紀の総鰭類)の歯の表層をDurodentine(硬象牙質)としていて、総鰭類における外胚葉型エナメル質の存在は一般に認められているわけではない。もし、Smith(1978)やShellis & Poole(1978)の言うように、*Latimeria*のエナメル質が外胚葉型で、それに相当する構造がデボン紀の化石総鰭類にも存在するとすれば、外胚葉型のエナメル質の起源は、少なくともデボン紀の総鰭類にまでさか登ることになるわけである。今後は、*Latimeria*の歯を検討した目で、化石総鰭類の歯を再度調らねばおすことが必要となるだろう。

文 献

- 後藤仁敏(1976).サメの歯の発生と脊椎動物における歯の系統発生に関する一考察.地球科学. 30, 206-221.
- (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.
- Grady, J.E.(1970):Tooth development in *Latimeria chalumnae* (Smith), J.Morph., 132, 377-388.
- Herold, R.C.B.(1975):Scanning electron microscopy of enameloid and dentine in fish teeth, Archs oral Biol., 20, 635-640.
- Hobdell, M.H. and Miller, W.A.(1969):Radiographic anatomy of the teeth and tooth supporting tissues of *Latimeria chalumnae*, Archs oral Biol., 14, 855-858.
- Isokawa, S. et al.(1968):A histological observation of a Coelacanth, (*Latimeria chalumnae*), J. Nihon Univ. Sch.Dent., 10, 102-114.
- Miller, W.A. and Hobdell, M.H.(1968):Preliminary report on the histology of the dental and paradental tissues of *Latimeria chalumnae* (Smith) with a note on tooth replacement, Archs oral Biol., 13, 1289-1291.
- Miller, W.A.(1969):Tooth enamel of *Latimeria chalumnae* (Smith). Nature, 221, 1244.
- Peyer, B.(1968):Comparative odontology, (trans. and ed. by Zangerl, R.), Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Pool, D.E.G.(1967):Phylogeny of tooth tissues; Enameloid and enamel in recent vertebrates, with a note on the history of cementum, in: Structural and chemical organization of teeth, (ed. by Miles, A.E.W.), 3, 111-147, Academic Press, New York.
- Schmidt, W.J. and Kell, A.(1971):Polarizing microscopy of dental tissues, (Trans. by Poole, D.F.G. and Darling, A.I.), Pergamon Press, Oxford.
- Shellis, R.P. and Berkovitz, B.K.B.(1976):Observation on the dental anatomy of Piranhas (Characidae) with special reference to tooth structure, J.Zool., Lond., 180, 69-84.
- and Poole, D.F.G.(1978):The structure of the dental hard tissues of the Coelacanthid fish *Latimeria chalumnae* Smith, Archs oral Biol., 23, 1105-1113.
- Smith, M.M.(1978):Enamel in the oral teeth of *Latimeria chalumnae* (Pisces: Actinistian): A scanning electron microscope study, J.Zool., Lond., 185, 355-369.

(1980年4月10日受理)