

Bone Histology of Thyreophoran Osteoderms

(装楯類における皮骨の骨組織)

学位論文内容の要旨

装楯類恐竜が持つ皮骨は脊椎動物の長い歴史の中で最も特異に進化したもので、その進化と機能について 100 年以上もの長い間議論されてきた。本研究では、装楯類における皮骨の骨組織に着目し、以下の 2 点に関する研究をおこなった：(1) *Stegosaurus* の皮骨の成長と機能 (2) 装楯類の皮骨の進化

(1) *Stegosaurus* の皮骨の成長と機能—現在の地球上において、*Stegosaurus* のように背中に大きな板状の皮骨や尾に棘状の皮骨を発達させた動物はいない。そのため、それらの機能については長い間議論されている。その皮骨の機能として、背中の板を放熱板として体温調節を行なった、ディスプレイとして用いた、尾の棘を武器として用いたとする仮説が提唱されているが、統一見解は未だ得られていない。もし体温調節で使われているのであれば体に対する皮骨の成長率の差は少ないはずである。逆に、その差が大きければ、体温調節以外の機能 (ディスプレイや防御) の可能性が考えられる。本研究では、異なる成長段階 8 個体のステゴサウルス標本の体骨格と皮骨の骨切片を作製し、その骨組織の特徴から、それぞれの骨の相対的な成長速度を推定した。その後、それらを比較することによって、体骨格に対して皮骨がどのように成長するかを明らかにし、その機能を考察した。

ステゴサウルスは成長を通じて、体骨格・皮骨は 4 段階の骨組織の変化を示した。しかしながら、皮骨における骨組織の変化のタイミングは、体骨格における骨組織の変化のタイミングよりも遅れた。さらにいくつかの大型の標本では、体骨格の成長が停止していることを示す骨組織を示すにも関わらず、皮骨はいまだ成長を続けている骨組織を示した。これは、体の成熟後、その皮骨の成長率が体に対して大きくなるということを示唆している。そのため、皮骨の機能としては、放熱板として体温調節を行なった可能性は低く、むしろディスプレイや武器として用いた可能性が高いと考えられる。

(2) 装楯類の皮骨の進化—装楯類は棍棒・棘・板状など、巨大で特殊な形態の皮骨を持つことで特徴づけられる恐竜である。装楯類恐竜が持つ皮骨は脊椎動物の長い歴史の中で最も特異に進化したもので、その進化過程について注目されている。先行研究では、いくつかの種の皮骨を観察し、その内部に多様性がみられると報告している。しかし、様々な形態の皮骨を含めた装楯類全体における皮骨の研究はこれまで行なわれていない。

そこで、本研究では、原始的な種から進化的な種が持つ様々な形態の皮骨の形態と内部構造の変化を、その進化段階に沿って観察することによって、装楯類がもつ皮骨の進化過程を考察した。

剣竜類は異なる形態の皮骨 (板 vs. 棘) で内部構造が異なった。板は薄い緻密骨をもつといった点で原始的な装楯類 (*Scelidosaurus*) の皮骨と類似した構造を持つ。一方、その棘は厚い緻密骨をもつといった点で特徴的であった。この構造は剣竜類の棘にしか観察されなかった。剣竜類の系統内で、原始的な種から進化的な種まで、その内部に多様性は観察されなかった。

鎧竜類は異なる形態の皮骨間 (小さな皮骨 vs. 棘 vs. 棍棒) の内部構造は類似した。鎧竜類の皮骨は豊富なコラーゲン線維を全ての形態の皮骨にもつ点で特徴的であった。これは、鎧竜類の皮骨は類似した内部構造を保ったまま、異なる形態の皮骨に進化させたことを示唆する。鎧竜類の系統内 (アンキロサウルス科・ノドサウルス科・ボラカントゥス科) での多様性はコラーゲン線維の配列において観察された。

剣竜類は、その板の構造は原始的であるが、その棘は緻密骨を厚くし、内部を強化するという進化が見られた。一方、鎧竜類は、全ての形態の皮骨がコラーゲン線維を獲得し、原始的な皮骨よりも内部構造を強化するといった進化がみられた。これは、剣竜類の棘と鎧竜類の皮骨は別々の進化プロセスを経て、それぞれ効果的な武器や鎧としての機能を進化させたことを示唆する。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 西 弘 嗣

副 査 教 授 鈴 木 徳 行

副 査 助 教 小 林 快 次

副 査 研究主幹 真 鍋 真 (国立科学博物館)

学 位 論 文 題 名

Bone Histology of Thyreophoran Osteoderms

(装楯類における皮骨の骨組織)

装楯類恐竜が持つ皮骨は脊椎動物の長い歴史の中で最も特異に進化したもので、本研究では、装楯類における皮骨の骨組織に着目し、以下の2点に関する研究をおこなった。

(1) *Stegosaurus* の皮骨の機能

現在の地球上において、*Stegosaurus* のように背中に大きな板状の皮骨や尾に棘状の皮骨を発達させた動物はいない。本研究では、異なる成長段階8個体のステゴサウルス標本の体骨格と皮骨の骨切片を作製し、その骨組織の特徴から、それぞれの骨の相対的な成長速度を推定した。また、それらを比較することによって、体骨格に対して皮骨がどのように成長するかを明らかにし、その機能を考察した。その結果、ステゴサウルスは、成長を通じて、体骨格・皮骨は4段階の骨組織の変化を示すことが明らかになった。しかし、皮骨における骨組織の変化のタイミングは、体骨格における骨組織の変化のタイミングよりも遅れる。さらにいくつかの大型の標本では、体骨格の成長が停止していることを示す骨組織を示すにも関わらず、皮骨はいまだ成長を続けている骨組織を示した。これは、体の成熟後、その皮骨の成長率が体に対して大きくなるということを示唆している。そのため、皮骨の機能としては、放熱板として体温調節を行なった可能性は低く、むしろディスプレイや武器として用いた可能性が高いと考えられる。

(2) 装楯類の皮骨の進化

装楯類は、棍棒・棘・板状など、巨大で特殊な形態の皮骨を持つことで特徴づけられる恐竜である。本研究では、原始的な種から進化的な種が持つ様々な形態の皮骨の形態と内部構造の変化を、その進化段階に沿って観察することによって、装楯類がもつ皮骨の進化過程を考察した。

剣竜類は、異なる形態の皮骨(板 vs. 棘)で内部構造が異なり、その板は薄い緻密骨をもつといった点で原始的な装楯類(*Scelidosaurus*)の皮骨と類似した構造を持つ。一方、その棘は厚い緻密骨をもつ。これに対して、鎧竜類は異なる形態の皮骨間(小さな皮骨 vs. 棘 vs. 棍棒)の内部構造は類似し、その皮骨は豊富なコラーゲン線維をもつ。すなわち、剣竜類には、その板の構造は原始的であるが、その棘は緻密骨を厚くし、内部を強化するという進化がみられ、鎧竜類には、全ての形態の皮骨がコラーゲン線維を獲得し、原始的な皮骨よりも内部構造を強化するといった進化がみられた。これは、剣竜類の棘と鎧竜類の皮骨は別々の進化プロセスを経て、それぞれ効果的な武器や鎧としての機能を進化させたことを示唆する。

これを要するに、著者は、恐竜類のうち装楯類の皮骨の骨組織についての新知見を得

たものであり、古生物学に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。