

福井県大野市九頭竜地域の下部白亜系手取層群より 産出した化石カメ類

Fossil turtles from the Lower Cretaceous Tetori Group
in the Kuzuryu area, Ono City, Fukui Prefecture, central Japan

平山 廉*・藺田 哲平**・酒井 佑輔***
伊左治鎮司****・大倉 正敏

Ren HIRAYAMA*, Teppei SONODA**, Yusuke SAKAI***,
Shinji ISAJI**** and Masatoshi OKURA

Abstract

Fossil turtles, 62 specimens in total, including isolated shells and limb bones, are reported from the Lower Cretaceous Tetori Group of 7 localities of Ono City, Fukui Prefecture, central Japan. This chelonian assemblage includes *Manchurochelys* sp., an indetermined taxon of the Xinjiangchelyidae, and a basal Trionychia. The genus *Manchurochelys* was hitherto known only from the Lower Cretaceous Yixian Formation of China.

Key words: *Manchurochelys*, Xinjiangchelyidae, Trionychia, Early Cretaceous, Tetori Group, Fukui Prefecture

*早稲田大学国際教養学部, School of International Liberal Studies, Waseda University, 責任著者

**福井県立恐竜博物館, Fukui Prefectural Dinosaur Museum

***大野市教育委員会, Ono City Board of Education

****千葉県立中央博物館, Natural History Museum and Institute, Chiba

1. はじめに

中生代白亜紀は、動物相や植物相に地球規模の顕著な適応方散や大量絶滅が起きた地質時代である。カメ類も例外ではなく、白亜紀に著しい多様化が進んだことが判明している（平山, 2007）。福井県大野市九頭竜川上流域（九頭竜地域）に分布する手取層群（上部ジュラ系～下部白亜系）は、脊椎動物、貝類、植物などの大型化石を産出することが知られている。九頭竜地域の手取層群伊月層から産出する貝類および植物化石については詳細な研究がなされているが（例えば、大石, 1933；Kobayashi and Suzuki, 1937；Kimura, 1975；Matsukawa and Ido, 1993）、脊椎動物化石に関してはこれまでに恐竜以外の報告はほとんど行われていなかった（Manabe, 1999；酒井ほか, 2016）。本研究では、伊月層など大野市九頭竜地域に分布する手取層群から見つかった化石カメ類について予想的に報告し、他地域の手取層群より報告されているカメ類群集との比較を行う。なお、カメ類の解剖学用語については平山（2007）に従った。

2. 地質概説

従来の手取層群は、福井、石川、岐阜、富山、新潟県に分布する中部ジュラ系から下部白亜系とされ、本層群はさらに下位より、九頭竜亜層群、石徹白亜層群、赤岩亜層群に区分されてきた（前田, 1961）。九頭竜亜層群は海成層を主体とし、石徹白亜層群と赤岩亜層群は非海成層を主体とする。手取層群の層序は分布域ごとに異なり、各地域において独立した岩相層序が立てられている。近年では、手取層群から新たなアンモノイドの発見やジルコンU-Pb年代値の報告（例えば、Sato and Yamada, 2005；Kusuhashi et al., 2006；後藤, 2007；松川ほか, 2007；Kawagoe et al., 2012；佐野ほか, 2013；竹内ほか, 2015；Nagata et al., 2018；酒井ほか, 2019）により、本層群従来の地層区分あるいは時代論の大幅な見直しが必要な状況にある（Sano, 2015；山田, 2017；佐野, 2018）。

Yamada and Sano (2018) は、大石（1933）が手取層群を定義する際に標準セクションを指定していなかったことから、標準セクションとして九頭竜地域の石徹

白川沿いを指定し、手取層群を再定義している。本稿では、山田（2017）および Yamada and Sano (2018) の提案に従い、従来の九頭竜亜層群（前田, 1961）に相当するものを九頭竜層群、従来の石徹白亜層群・赤岩亜層群（前田, 1961）に相当するものを手取層群として扱う。なお、Yamada and Sano (2018) が提案した九頭竜層群の定義は、前田（1961）の九頭竜亜層群から九頭竜地域中・南列に分布する後期ジュラ紀 Oxfordian 海成層（佐野ほか, 2013；酒井ほか, 2018；酒井, 2019）および富山県の桐谷層と有峰層（前田, 1961）を除くなどの変更を含んでいる。

九頭竜地域には、中・上部ジュラ系九頭竜層群、後期ジュラ紀 Oxfordian 海成層（佐野ほか, 2013；酒井ほか, 2018；酒井, 2019）、および下部白亜系手取層群が分布している（図1）。前田（1952, 1957a）および Sakai et al. (2020) によれば、石徹白川地域の手取層群は、山原層、葦谷層、大淵層、伊月層、後野層より構

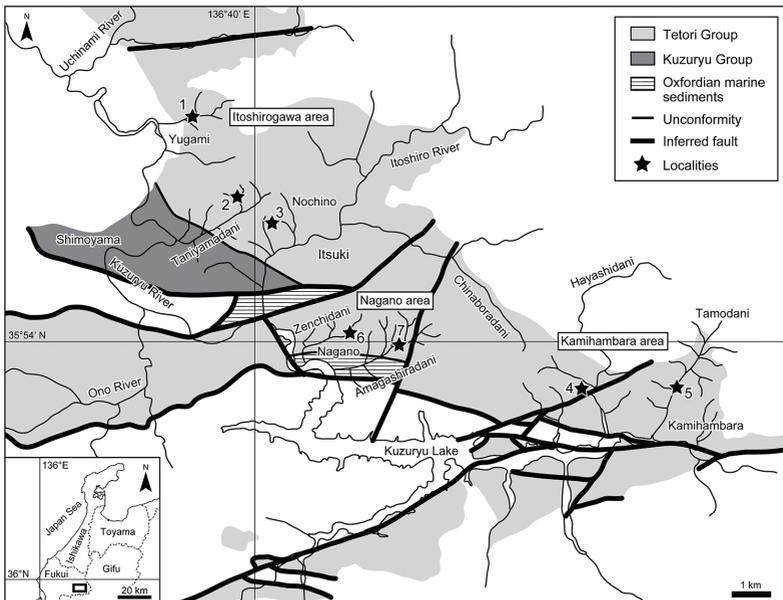


図1 カメ産地位置

九頭竜地域の九頭竜層群、Oxfordian 海成層および手取層群の分布（Yamada and Sano, 2018 を改変）。化石カメ類産地の位置（1：湯上, 2：谷山谷, 3：後野, 4：林谷, 5：田茂谷, 6：善知谷, 7：天頭谷）。

成される（図2）。九頭竜地域東部に位置する上半原地域の地質については、前田（1957b）、Fujita（2002）および佐野ほか（2013）の考えをもとに、本稿では山原層と葦谷層を“未区分上部ジュラ系”，大淵層を“未区分下部白亜系”に改変して扱う。即ち，上半原地域の手取層群は，“未区分上部ジュラ系”，上半原層，“未区分下部白亜系”，伊月層，後野層より構成される（図2）。一方，石徹白川地域と上半原地域の間に位置する長野地域では，後期ジュラ紀Oxfordianを示す多数のアンモノイドを含む“長野真岩層”（井尻，1936；佐野ほか，2013；酒井，2019），および手取層群が分布している。現時点では，長野地域の手取層群が石徹白川地域のどの層準に対比されるのか判断できないため，本稿では長野地域の手取層群を“未区分下部白亜系”と表記する（図2）。

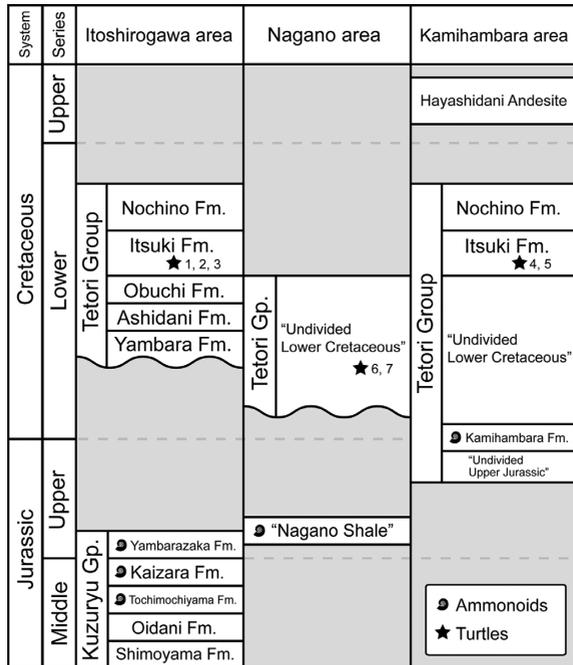


図2 カメ層序対比図

九頭竜地域の手取層群の層序対比図および化石カメ類産出層準（Fujita, 2002；佐野ほか，2013；酒井，2019を改変）。化石カメ類産出層位の層位関係（1：湯上，2：谷山谷，3：後野，4：林谷，5：田茂谷，6：善知谷，7：天頭谷）。番号1～7は，図1の化石カメ類産出地の番号と対応。

葦谷層では、カキ類二枚貝と植物化石の産出が知られている（前田, 1952 ; Sakai et al., 2020）. 伊月層は石徹白川および上半原地域に分布し、脊椎動物、貝類、植物などの化石を産する。伊月層の二枚貝化石相は、*Myrene tetoriensis* Kobayashi and Suzuki, *Tetoria yokoyamai* Kobayashi and Suzuki, *Myopholas tanakai* Tashiro, Ostreidae gen. et sp. indet., 淡水棲の*Megasphaeroides* sp., *Nippononaiia tetoriensis* Maeda, *Unio?* sp.を含む（Kobayashi and Suzuki, 1937 ; Matsukawa and Ido, 1993 ; Fujita, 2002 ; 松川ほか, 2003 ; Koarai and Matsukawa, 2016 ; 酒井ほか, 2016）. 植物化石相は、トクサ類の*Equisetites ushimarensis* (Yokoyama) Oishi, シダ類の*Onychiopsis elongata* (Geyler) Yokoyama, *Osmundopsis distans* (Heer) Kimura and Sekido, シダ種子類の*Sagenopteris* sp., ソテツ類の*Nilssonia nipponensis* Yokoyama, ベネチテス類の*Dictyozamites karwasakii* Tateiwa, *Neozamites elongatus* Kimura and Sekido, イチョウ類の*Ginkgoites digitata* Brongniart, *Baiera furcata* (Lindley and Hutton) Braun, 球果類の*Podozamites reinii* Geyler, *Pityophyllum* sp. など24属31種からなる（Sakai et al., 2020）. 脊椎動物化石相は、魚類、獣弓類（トリティロドン類）、カメ類、コリストデラ類、トカゲ類、恐竜類を含む（Manabe, 1999 ; 酒井ほか, 2016）. 一方、上半原地域の上半原層では、海棲二枚貝*Inoceramus* sp. cf. *I. maedae* Hayami, *Nuculopsis* sp., *Oxytoma tetoriense* Hayami, *Solemya suprajurensis* Hayami, アンモノイド*Parapallasiceras* cf. *pseudocontiguum* (Donze and Enay) の産出が報告されている（藤田ほか, 1998 ; Sato and Yamada, 2005）.

後藤（2007）は、九頭竜地域最北部に位置する打波川地域の伊月層から後期Hauterivianを示すアンモノイド*Pseudothurmannia* sp.の産出を報告している。上半原地域の伊月層では、汽水棲二枚貝の*Myopholas tanakai*が報告されおり（Fujita, 2002; 佐野ほか, 2013）, 本種は西南日本外帯のHauterivian階から産出する（Tashiro, 1994）. 石徹白川地域の伊月層砂岩中の最も若いジルコンU-Pb年代による堆積年代上限値として 127.2 ± 2.5 Maが得られており、この年代値はBarremianの年代範囲（130.8–126.3 Ma ; Ogg et al., 2016）に入る（Kawagoe et al., 2012）. 梅津・松岡（2003）は、後野層から産出した孢子・花粉化石群集が中国のSongliao盆地のHauterivianからAptianにかけての群集に比較されると報告した。後野層と対比される石川県白山市白峰地域の赤岩層下部に挟まれる凝灰岩中のジルコンU-Pb年代値として 121.2 ± 1.1 Maの年代値が得られており（酒井ほ

か, 2019), この年代値は Aptian の年代範囲 (126.3–113.1 Ma; Ogg et al., 2016) に入る。手取層群は、林谷安山岩類もしくは上部白亜系面谷流紋岩類に不整合で覆われる。林谷安山岩類下部の K–Ar 年代値は、 99.7 ± 5.0 Ma を示している (棚瀬ほか, 1994)。このように、伊月層の年代は概ね Hauterivian – Barremian の範囲と考えられるが、地域によって適用された手法が異なることもあり、詳細な時代論について更なる検討が必要である。一方、上半原層は、アンモノイド *Parapallasiceras* cf. *pseudocontiguum* の産出により、上部 Tithonian 階を含むと判断される (Sato and Yamada, 2005; 山田, 2017)。

3. 化石カメ類の産出地点と層準

九頭竜地域における化石カメ類 (総計62点) の産地は以下の7ヶ所であり、いずれも手取層群に含まれる; 石徹白川地域 (1: 湯上, 2: 谷山谷, 3: 後野), 上半原地域 (4: 林谷, 5: 田茂谷), 長野地域 (6: 善知谷, 7: 天頭谷) (図1)。1~3は伊月層の範囲に含まれる。Fujita (2002) に従うと、4と5は伊月層の範囲に含まれる (なお、山田ほか (1989) の解釈では石徹白亜系群上部層になる)。林谷では、主要産地より下位層準においても2点の化石カメ類 (OMFJ V-79~80) を得ている。6と7は後述のように“未区分下部白亜系”の範囲に含まれる。

6と7は泥岩・砂岩・礫岩の互層からなる非海成層であり、海成層を主体とする九頭竜層群とは区別される。また、6と7から産出するカメ類は、いずれも下部白亜系から出現するタクサであることから、それらは“未区分下部白亜系”に含まれる。長野および上半原地域の“未区分下部白亜系”は、泥岩・砂岩・礫岩の互層からなる地層で、砂岩泥岩互層を主体とする伊月層とは明確に識別される。ゆえに、“未区分下部白亜系”は、山原層、葦谷層、大淵層のいずれかと対比可能と判断し、6と7は伊月層の範囲に含まれる1~5より層位的下位にあたるものとして扱う。本論で扱う標本は、いずれも和泉郷土資料館 (略号: OMFJ) および福井市自然史博物館 (略号: FCMNH) に所蔵されている。

4. 古生物学的記載

爬虫綱 Class Reptilia Linnaeus, 1758

カメ目 Order Testudines Linnaeus, 1766

潜頸亜目 Suborder Cryptodira Linnaeus, 1766

特徴：頭骨には前耳骨と方形骨からなる耳骨滑車突起が形成される。前耳骨と鋤骨が接合する。腹甲には下縁鱗板が発達する。腰帯は甲羅に癒合しない（平山, 2000, 2005）。

新潜頸類 Eucryptodira Gaffney, 1975

特徴：内頸動脈後孔は底蝶形骨と翼状骨によって形成される。エウスターキョ管は方形骨の耳小骨柱裂溝によって囲まれない。頭骨背面後方からの湾入は深く、耳骨滑車突起の背面が露出する。頸椎は高さよりも前後長が大きい。頸椎の横突起は椎体前半部に位置する。中腹甲が消失する（平山, 2000, 2005より改変）。

科不明

Manchurochelys sp.

特徴：推定甲長30cm以上に達する。肋板背面の中軸部が顕著に窪む。肋板の遠位部には側方に延びる線状の彫刻が発達する。下腹甲に第2～第4下縁鱗板が認められる。

産地：天頭谷

層準：手取層群“未区分下部白亜系”

標本：OMFJ V-51 (図3 A, B)

記述：同一地点の泥岩層から採集された甲板10点。甲板の厚みが同程度（数ミリ）であることや、部位の重複がないことから、同一個体のものと考えられる。肋板（図3 A）は、近位部を欠損、49mm幅が残存する。肋板背面の中軸部が顕著に凹む。肋板の遠位部には側方に延びる線状の彫刻が発達する。右下腹甲（図3 B）は、主に外側部の前後長66mmが残存する。腹甲柱基部に顕著な肥厚は見られない。鱗板溝は明瞭に発達する。腹鱗板と股鱗板の境界鱗板溝は、内側前方に向

かって伸びる。下腹甲の外側方には三つの下縁鱗板（第2～第4下縁鱗板）が認められる。下腹甲背面に腹甲柱の発達は認められない。

分類学的考察：OMFJ V-51の肋板に見られる背面中軸部が顕著に凹むという特徴は、カメ類の中でも遼寧省の下部白亜系義渠層（Barremian）産の *Manchurochelys manchouensis* Shikama and Endo, 1942にのみ認められる過去の文献では言及されていない特異な形質である（Endo and Shikama, 1942；Zhou et al., 2014；平山, 私見）。したがって、当該標本は少なくとも同属にすることができる。しかしながら、OMFJ V-51の推定甲長が中国産のもの2倍ほどあることや、肋板表面の線状彫刻、また下腹甲に通常の二つではなく、三つの下縁鱗板が存在するなどの特徴で明らかに異なることから、OMFJ V-51は別種であると考えられる。*M. manchouensis* は、これまでシネミス科、あるいはマクロバエナ科とされてきたが、Zhou et al. (2014) による系統解析は、本種が特定の科には分類できない基盤的な潜頸類であることを示唆している。

シンチャンケリス科 *Xinjiangchelyidae* Nessov, 1990

特徴：頸椎の椎体関節面は両凹型（amphicoelous）。第4～第6縁鱗板は肋板遠位部を覆う。咽喉鱗板は内腹甲に達しない。

属種未定（平山, 2010の属種未定A）

特徴：甲長は最大でも20cmに達しない。椎板は左右に狭く、後方では部分的に消失する。大型の個体では肋板や縁板の遠位部に年輪様の彫刻が発達する。椎鱗板は前後長が左右幅よりも大きい。左右の第12縁鱗板境界部の鱗板溝は第2上尾板に達しない。腹甲柱の発達は顕著であり、基部は顕著に肥厚し、第1肋板および第5肋板に接合する。下縁鱗板は上腹甲と下腹甲の中に限定して発達する。後腹甲内側部には後方からの湾入が発達する（平山, 2000より改変）。

林谷産標本：OMFJ V-24（肋板：図3 E）、OMFJ V-28（右第1肋板：図3 C, D）、OMFJ V-29（肋板）、OMFJ V-30（縁板）、OMFJ V-31（縁板）、OMFJ V-79（第2上尾板：3 図F）

谷山谷産標本：OMFJ V-84（縁板）

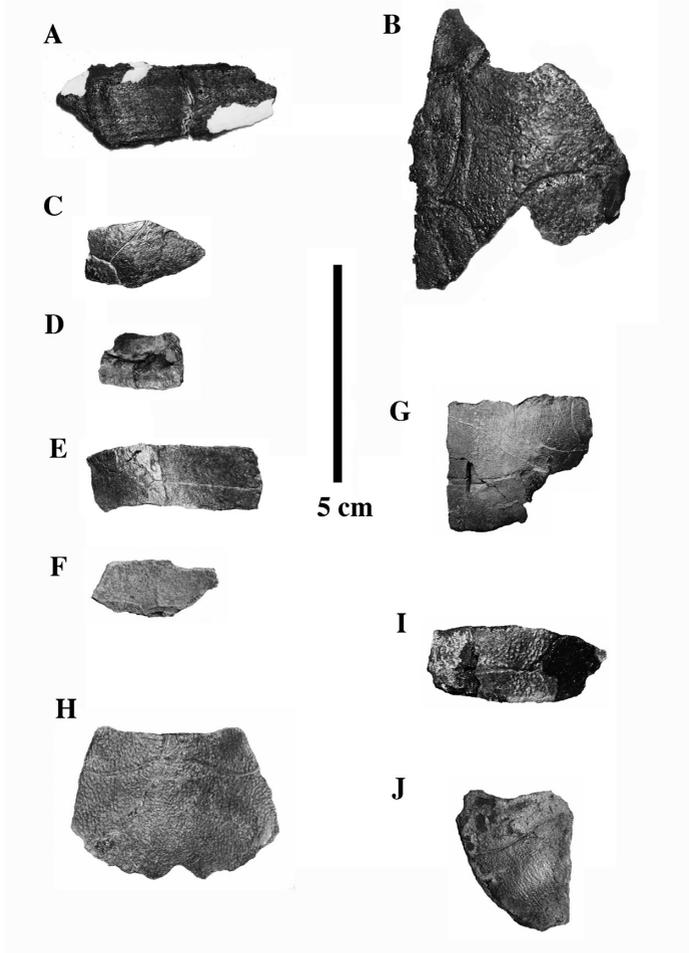


図3 大野市手取層群カメ化石

九頭竜地域の手取層群から産出した化石カメ類。A, B: *Manchurochelys* sp. (OMFJ V-51, 天頭谷産)。A: 肋板 (背面観): 中軸部が顕著に凹む, B: 右下腹甲 (腹面観): 外側方に三つの下縁鱗板 (第2～第4下縁鱗板) が認められる。C～G: シンチャンケリス科属種未定。C, D: 右第1肋板 (OMFJ V-28, 林谷産), C: 背面観, D: 腹面観: 左側の遠位端に腹甲柱との接合面が確認される。E: 肋板 (背面観: OMFJ V-24, 林谷産)。F: 第2上尾板の雌型 (背面観: OMFJ V-79, 林谷産): 下方で第12縁鱗板左右の接合部が後方の第11縁板内に留まっている。G: 左下腹甲 (腹面観: OMFJ V-73, 湯上産)。H～J: スッポン類属種未定 (いずれも林谷産): いずれも甲羅表面にピット状の細かい彫刻が発達する。H: 頸板 (背面観: OMFJ V-23), I: 肋板 (背面観: OMFJ V-25), J: 右後腹甲 (腹面観: OMFJ V-27)。

後野産標本：FCMNH-GF 8488 (緑板)

湯上産標本：OMFJ V-54 (右下腹甲), OMFJ V-62 (左下腹甲), OMFJ V-66 (緑板), OMFJ V-73 (左下腹甲：図 3 G), OMFJ V-74 (甲板), OMFJ V-76 (緑板)

層準：手取層群伊月層

記述：右第 1 肋板 (OMFJ V-28) は、左右幅 30mm, 前後長 15mm に達する。腹面には、第 1 の接合部と第 2 胴肋骨の肋頭、また遠位端に腹甲柱との接合面が確認される (図 3 D)。第 2 上尾板 (V-79：図 3 F) は、母岩に残された雌型であるが、第 12 縁鱗板の左右の接合部が後方の第 11 縁板内に留まっていることを示す。下腹甲 (図 3 G) は、下縁鱗板が腹甲内に限定されていることを示す。腹甲柱はスッポン上科のものより顕著に発達する。年輪様の彫刻以外の装飾が甲羅表面にないことで、後述するスッポン類の資料と明瞭に識別される。

分類学的考察：岐阜県荘川地域のコブ谷 KO-2 (手取層群大黒谷層) と石川県白峰地域の化石壁 (手取層群桑島層) からは、背甲に年輪様の彫刻を発達させた甲長 20cm 弱の小型潜頸類が多産する (平山, 2000, 2006; 平山・藪田, 2012)。平山 (2000, 2005) や Hirayama et al. (2000) では、このカメ類は腹甲柱の発達や後腹甲の湾入に基づいて基盤的なリクガメ上科とされたが、平山 (2010) や平山・藪田 (2012) では、縁鱗板の前方部が肋板を覆うことや、頸椎椎体関節面の形状が両凹型であるという形質を重視して、より基盤的な潜頸類であるシンチャンケリス科に含めており、本報告でもこの見解に従う。九頭竜地域の手取層群から見つかった OMFJ V-79 は、第 12 縁鱗板の左右の接合部が後方の第 11 縁板内に留まっており、荘川地域のコブ谷 KO-2 から確認される平山 (2010) の「シンチャンケリス科属種未定 A」であることを示す (図 3 F)。他方、白峰地域の化石壁から見つかるシンチャンケリス科は、第 12 椎鱗の左右の接合部が第 2 上尾板に達するなど、より派生的な特徴を持つ「シンチャンケリス科属種未定 B」として識別されている (平山, 2004, 2010)。

スッポン類 *Trionychia* Fitzinger, 1826

特徴：頭骨の前前頭骨と前頭骨の境界はほぼ左右に直線的に伸びる。頭頂骨は耳骨滑車突起の一部を形成する。歯骨の咀嚼面後方には凹部 (dentary pocket) が発

達する。鉤状骨突起の部分が上方に突出する。頸椎は後半においても前凸後凹型 (opisthocelous) となる。甲羅表面には穴状もしくは虫食い状の彫刻が発達する。内腹甲は左右幅が前後長よりも大きい (平山 2000, 2005)。腹甲柱は肋板に達しない。

基盤的な科属種未定のスッポン類

特徴：甲長は最大で30cm前後。頸鱗は前方に向かって狭まる台形。椎鱗は前後長より左右幅が大きく、特に第1椎鱗と第5椎鱗の幅が広い。

林谷産標本：OMFJ V-23 (頸板：図3 H)，OMFJ V-25 (肋板：図3 I)，OMFJ V-26 (縁板)，OMFJ V-27 (右後腹甲：図3 J)

谷山谷産標本：OMFJ V-86 (甲板)，OMFJ V-87 ~ 88 (縁板)，OMFJ V-91 (第2椎板)，OMFJ V-93 (左第8縁板)，OMFJ V-94 (甲板)，OMFJ V-95 (縁板)

後野産標本：FCMNH-GF 8487 (腹甲断片)

湯上産標本：OMFJ V-65 (左第1肋板：母岩に残された雌型)，OMFJ V-75 (甲板)

天頭谷産標本：OMFJ V-81 ~ 82 (甲板)

善知谷産標本：OMFJ V-53 (右第1肋板)

層準：手取層群伊月層，手取層群“未区分下部白亜系”

記述：頸板 (OMFJ V-23：図3 H) は、左右幅48mm，前後長34mmに達しており、甲長が少なくとも25cmの個体に相当する。頸鱗板は後方から前方に狭くなる台形を呈している。肋板は、椎鱗板の左右端が横に大きく突出していたこと、縁鱗板が肋板に達していなかったことを示す。後腹甲は、内側中央部の湾入がなかったことを示す。いずれも甲羅表面にピット状の彫刻が発達することが特徴的である。

分類学的考察：前述の荘川地域のコブ谷KO-2と白峰地域の化石壁からは、甲羅表面にピット状の細かい彫刻を発達させた最大甲長30cm弱の基盤的なスッポン類 (スッポン上科と表記されることもある) が多産し、シンチャンケリス科と共に石徹白亜層群 (前田, 1961) のカメ類の大半を占めている (平山, 2000, 2006；平山・藺田, 2012)。白峰地域の化石壁では、平山 (2010) で「スッポン上科属種未定A」とされたものがスッポン類の大半を占めている。なお、荘川地域のコブ谷KO-2から見つかるスッポン類では、上尾板とこれを覆う第12縁鱗の形状がより基盤的であることが示されている (平山, 2010)。九頭竜地域で見つかるスッ

ポン類では、上尾板が見つかっていないため、どちらのタイプに属するかは未確認である。

カメ類科属種不明

林谷産標本：OMFJ V-32 ~ 37 (甲板), OMFJ V-38 (烏口骨), OMFJ V-39 (中足骨), OMFJ V-50 (肩甲骨), OMFJ V-80 (縁板)

谷山産標本：OMFJ V-41 (甲板), OMFJ V-83 (縁板), OMFJ V-89 ~ 90 (甲板), OMFJ V-92 (甲板), OMFJ V-97 (肩甲骨), FCMNH-GF 8494 (甲板), FCMNH-GF 8689 ~ 8691 (甲板)

後野産標本：FCMNH-GF 8493 (腹甲)

田茂谷産標本：OMFJ V-52 (甲板)

湯上産標本：OMFJ V-55 (上腕骨遠位部), OMFJ V-59 ~ 61 (甲板), OMFJ V-63 ~ 64 (甲板), OMFJ V-67 (甲板), OMFJ V-71 (甲板)

層準：手取層群伊月層, 手取層群“未区分下部白亜系”

記述：断片的なカメ類の甲板が大半であるが、一部は四肢骨である。いずれも科や属種レベルの特定ができない資料である。

5. 議論と考察

手取層群の主要な脊椎動物化石産地の時代論については、Sano and Yabe (2017) は、Sano (2015) の層序の考え方に基づき、荘川地域のコブ谷KO-2 (手取層群大黒谷層) は後期Hauterivianもしくはより以前、白峰地域の化石壁 (手取層群桑島層) はBarremian、福井県滝波川地域の北谷恐竜化石発掘現場 (手取層群北谷層) はAptianに堆積したものと判断している。九頭竜地域の手取層群から見つかったカメ類の大半は、部分的で遊離した甲羅であるが、上述のように基盤的なスポン類とシンチャンケリス科の属種未定、および*Manchurochelys* sp.が確認された。荘川地域のコブ谷KO-2、白峰地域の化石壁、白峰地域の大嵐谷 (手取層群赤岩層) および滝波川地域の北谷恐竜化石発掘現場の化石相と比較すると、林谷の化石カメ類は、特に“シンチャンケリス科属種未定A”を含むことから、コ

ブ谷KO-2の群集と最も類似する（平山, 2004, 2010）。他方、北谷層や赤岩層に見られるアドクス科やスッポン科、ナンシユンケリス科などのより派生的なスッポン類はまったく見られない（平山, 2002；藪田ほか, 2015, 2016）。これら手取層群産カメ類の派生段階は、岩相層序とも調和的であることから、異なる地域の生層序学的指標として有効であることが期待される（Hirayama et al., 2012；Sano, 2017）。とりわけ手取層群の最上位である北谷層で初めて出現するアドクス科やスッポン科などにつながるスッポン類の初期進化は、手取層群内に記録されていることが確実と思われる（Sonoda et al., 2015；Nakajima et al., 2017）。荘川地域のコブ谷KO-2は、シンチャンケリス科とスッポン類の派生段階から白峰地域の化石壁よりやや地質時代が古い可能性が指摘されている（平山, 2010）。したがって、少なくとも林谷の化石カメ類産出層準も同様に白峰地域の化石壁より下位に位置することが想定できる。

天頭谷（や善知谷）の化石カメ類産出層準は伊月層基底よりさらに下位であるが、この層準（“未区分下部白亜系”）に他地域の手取層群では見られない *Manchurochelys* が産出したことは興味深い。前述したように、これは中国の熱河動物群と属レベルで共通した初めてのカメ類である。天頭谷（や善知谷）では断片的なスッポン類の甲羅も確認されているが、シンチャンケリス科は未確認である。いずれも前期白亜紀から出現が確認されるタクサであり、手取層群では未確認であったより早期（Neocomian）のカメ類群集を代表しているものと考えられる。

九頭竜地域は、手取層群の標準セクションで主要なユニットがすべて分布しており、露頭条件も比較的良好である。今後も新たな層準のカメ類を含むような追加資料の発見が期待される。

6. まとめ

福井県大野市九頭竜地域の手取層群から見つかった化石カメ類（総計62点）には、基盤的なスッポン類とシンチャンケリス科の属種未定、および *Manchurochelys* sp. が確認された。林谷の化石カメ類は、“シンチャンケリス科属種未定A”を含むことから、荘川地域のコブ谷KO-2の群集に対比され、白峰地域の化石壁のものよ

平山 廉・藪田 哲平・酒井 佑輔・伊左治 鎮司・大倉 正敏：福井県大野市九頭竜地域の下部白亜系手取層群より産出した化石カメ類

りやや古い地質時代である可能性が考えられる。天頭谷の“未区分下部白亜系”から産出した *Manchurochelys* は、中国の熱河動物群と属レベルで初めて共通したカメ類であり、手取層群では最初期 (Neocomian) のカメ類を代表するものと考えられる。

表 1 九頭竜地域の手取層群から産出した化石カメ類リスト

	登録番号	種類	部位	産出場所
1	OMFJ V-23	基盤的スッポン類 属種未定	頸板	林谷
2	OMFJ V-24	シンチャンケリス科 属種未定	肋板	林谷
3	OMFJ V-25	基盤的スッポン類 属種未定	肋板	林谷
4	OMFJ V-26	基盤的スッポン類 属種未定	縁板	林谷
5	OMFJ V-27	基盤的スッポン類 属種未定	右後腹甲	林谷
6	OMFJ V-28	シンチャンケリス科 属種未定	右第1肋板	林谷
7	OMFJ V-29	シンチャンケリス科 属種未定	肋板	林谷
8	OMFJ V-30	シンチャンケリス科 属種未定	縁板	林谷
9	OMFJ V-31	シンチャンケリス科 属種未定	縁板	林谷
10	OMFJ V-32	科属種不明	甲板	林谷
11	OMFJ V-33	科属種不明	甲板	林谷
12	OMFJ V-34	科属種不明	甲板	林谷
13	OMFJ V-35	科属種不明	甲板	林谷
14	OMFJ V-36	科属種不明	甲板	林谷
15	OMFJ V-37	科属種不明	甲板?	林谷
16	OMFJ V-38	科属種不明	鳥口骨	林谷
17	OMFJ V-39	科属種不明	中足骨	林谷
18	OMFJ V-41	科属種不明	甲板	谷山谷
19	OMFJ V-50	科属種不明	肩甲骨	林谷
20	OMFJ V-51	<i>Manchurochelys</i> sp.	右上腹甲/肋板	天頭谷
21	OMFJ V-52	科属種不明	甲板	田茂谷
22	OMFJ V-53	基盤的スッポン類 属種未定	右第1肋板	善知谷
23	OMFJ V-54	シンチャンケリス科 属種未定	右下腹甲	湯上
24	OMFJ V-55	科属種不明	上腕骨遠位部	湯上
25	OMFJ V-59	科属種不明	甲板	湯上
26	OMFJ V-60	科属種不明	甲板?	湯上
27	OMFJ V-61	科属種不明	甲板	湯上
28	OMFJ V-62	シンチャンケリス科 属種未定	左下腹甲	湯上
29	OMFJ V-63	科属種不明	甲板	湯上
30	OMFJ V-64	科属種不明	甲板	湯上
31	OMFJ V-65	基盤的スッポン類 属種未定	左第1肋板	湯上
32	OMFJ V-66	シンチャンケリス科 属種未定	縁板	湯上
33	OMFJ V-67	科属種不明	甲板	湯上
34	OMFJ V-71	科属種不明	甲板	湯上
35	OMFJ V-73	シンチャンケリス科 属種未定	左下腹甲	湯上
36	OMFJ V-74	シンチャンケリス科 属種未定	甲板	湯上
37	OMFJ V-75	基盤的スッポン類 属種未定	甲板	湯上

38	OMFJ V-76	シンチャンケリス科 属種未定	縁板	湯上
39	OMFJ V-79	シンチャンケリス科 属種未定 A	第 2 上尾板	林谷 (下位層準)
40	OMFJ V-80	科属種不明	縁板	林谷 (下位層準)
41	OMFJ V-81	基盤的スッポン類 属種未定	甲板	天頭谷
42	OMFJ V-82	基盤的スッポン類 属種未定	甲板	天頭谷
43	OMFJ V-83	科属種不明	縁板	谷山谷
44	OMFJ V-84	シンチャンケリス科 属種未定	縁板	谷山谷
45	OMFJ V-86	基盤的スッポン類 属種未定	甲板	谷山谷
46	OMFJ V-87	基盤的スッポン類 属種未定	縁板	谷山谷
47	OMFJ V-88	基盤的スッポン類 属種未定	縁板	谷山谷
48	OMFJ V-89	科属種不明	甲板	谷山谷
49	OMFJ V-90	科属種不明	甲板	谷山谷
50	OMFJ V-91	基盤的スッポン類 属種未定	第 2 椎板	谷山谷
51	OMFJ V-92	科属種不明	甲板?	谷山谷
52	OMFJ V-93	基盤的スッポン類 属種未定	第 8 縁板	谷山谷
53	OMFJ V-94	基盤的スッポン類 属種未定	甲板	谷山谷
54	OMFJ V-95	基盤的スッポン類 属種未定	縁板	谷山谷
55	OMFJ V-97	科属種不明	肩甲骨	谷山谷
56	FCMNH-GF 8487	基盤的スッポン類 属種未定	腹甲断片	後野
57	FCMNH-GF 8488	シンチャンケリス科 属種未定	縁板	後野
58	FCMNH-GF 8689	科属種不明	甲板	谷山谷
59	FCMNH-GF 8690	科属種不明	甲板	谷山谷
60	FCMNH-GF 8691	科属種不明	甲板	谷山谷
61	FCMNH-GF 8493	科属種不明	腹甲	後野
62	FCMNH-GF 8494	科属種不明	甲板	谷山谷

謝辞

湯上国有林における調査にあたっては、福井森林管理署、福井県奥越土木事務所および福井県奥越農林総合事務所より岩石採取の許可をいただいた。東洋一博士 (福井県立大学/福井県立恐竜博物館)、山口一男氏 (石川県立白山ろく民俗資料館)、日比野剛氏 (白山市ジオパーク推進室)、大塚健斗氏 (白山市白峰化石調査センター)、および下島志津夫氏 (高山市)には、比較標本を閲覧する際に便宜を図っていただいた。島田正樹氏 (若狭町立三方小学校)と小林快次博士 (北海道大学)には、採集された化石を研究に使用させていただいた。佐野晋一博士 (富山大学)には、手取層群の対比について貴重なコメントをいただいた。安曾潤子氏 (日本大学)には、野外調査に協力していただいた。有馬達也氏 (福井市自然史博物館)には、本研究に際して便宜を図っていただいた。以上の方々に此処に記してお礼を申し上げる次第である。

引用文献

- Endo, R., and Shikama, T. (1942) Mesozoic reptilian fauna in the Jehol mountainland, Manchoukuo. Bulletin of Central National Museum of Manchoukuo (3), 1-20.
- Fujita, M. (2002) A new contribution of the stratigraphy of the Tetori Group, adjacent to Lake Kuzuryu, Fukui Prefecture, Central Japan. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 1, 41-53.
- 藤田将人・宮本隆実・田中 均 (1998) 福井県和泉村東部地域に分布する手取層群石徹白亜層群から産出したイノセラムス化石とその意義. 地質学雑誌 104 : 52-55.
- 後藤道治 (2007) 福井県大野市打波川地域の手取層群石徹白亜層群から産出した白亜紀前期アンモノイド化石. 福井県立恐竜博物館紀要, 6 , 27-34.
- 平山 廉 (2000) 白峰村桑島化石壁の手取層群桑島層 (白亜紀前期) より産出したカメ化石. 松岡廣繁 (編), 石川県白峰村桑島化石壁の古生物—下部白亜系手取層群桑島層の化石群, 75-92. 石川県白峰村教育委員会.
- 平山 廉 (2002) 福井県勝山市の手取層群北谷層産出のカメ化石 (予報). 福井県立恐竜博物館紀要, 1 , 29-40頁.
- 平山 廉 (2004) カメ類化石. 荘川村教育委員会 (編), 白亜紀の荘川村—その研究と復元 Part 3, 31-37.
- 平山 廉 (2005) 石川県白山市旧白峰村の白亜紀前期手取層群産陸生カメ類に関する新発見. 桑島化石壁の動物化石調査報告書, 12-20. 白山市教育委員会.
- 平山 廉 (2006) 日本産化石カメ類研究の概要. 化石, 80, 47-59.
- 平山 廉 (2007) カメのきた道. NHK出版, 1-205.
- 平山 廉 (2010) 白山市桑島化石壁の手取層群桑島層から産出したカメ類化石. 桑島化石壁産出化石調査報告書, 19-24. 白山市教育委員会.
- Hirayama, R., Brinkman, D.B. and Danilov, I.G. (2000) Distribution and biogeography of non-marine Cretaceous turtles. *Rus. Jour. Herp.*, 7, 181-198.
- Hirayama, R., Isaji, S. and Hibino, T. (2012) *Kappachelys okurai* gen. et sp. nov., a new stem soft-shelled turtle from the Early Cretaceous of Japan. In: Brinkman, D.B., P. A. Holroyd, and J. D. Gardner (eds.), "Morphology and Evolution of Turtles: Origin and Early Diversification.", 179-185. Springer, Dordrecht.
- 平山 廉・藺田哲平 (2012) 桑島化石壁のカメ類化石. はくさん, 40 (2), 2-7.
- Kawagoe, Y., S. Sano, Y. Orihashi, H. Obara, Y. Kouchi and S. Otoh. (2012) New detrital zircon age data from the Tetori Group in the Mana and Itoshiro areas of Fukui Prefecture, Central Japan. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum 11, 1-18.
- Kimura, T. (1975) Middle-Late Early Cretaceous plants newly found from the upper course of the Kuzuryu River Area, Fukui Prefecture, Japan. Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan. New Series, no. 98, 55-93, pls. 5-8.
- Koarai, K., Matsukawa, M. (2016) Late Mesozoic bivalves of the Tetori Group, Japan. Bulletin of Tokyo Gakugei University, Division of Natural Sciences, 68, 91-190.
- Kobayashi T, Suzuki K (1937) Non-marine shells of the Jurassic Tetori series in Japan. Japanese Journal of Geology and Geography 14, 33-51.
- Kusuhashi, N., Matsumoto, A., Murakami, M., Tagami, T., Hirata, T., Iizuka, T., Handa, T.,

- Matsuoka, H., (2006) Zircon U-Pb ages from tuff beds of the upper Mesozoic Tetori Group in the Shokawa district, Gifu Prefecture, central Japan. *Island Arc*, 15, 378-390.
- 前田四郎 (1952) 福井縣九頭龍川上流地域の手取統の層位學的研究. *地質學雜誌* 58, 401-410.
- 前田四郎 (1957a) 福井県打波川および石徹白川流域の手取層群の層序と構造. *地質學雜誌* 63, 357-365.
- 前田四郎 (1957b) 福井県九頭竜川上流上半原地域の手取層群の層序と構造. *千葉大学文理学部紀要* 2, 143-147.
- Manabe, M. (1999) The early evolution of the Tyrannosauridae in Asia. *Journal of Paleontology*, 73, 1176-1178.
- 松川正樹・福井真木子・小荒井千人・浅倉 努・青野宏美 (2007) 手取層群で確認された三番目の海進相: 岐阜県飛騨市古川町周辺に分布する手取層群について. *地質學雜誌*, 113, 417-437.
- Matsukawa, M., Ido, K. (1993) Nonmarine molluscan communities and paleoecology in the Jurassic-Cretaceous Tetori Group, Japan. *Cretaceous Research*, 14, 365-381.
- 松川正樹・西田尚央・小荒井千人・林 慶一・青野宏美・伊藤 慎 (2003) 福井県の九頭竜川上流地域東部の手取層群の層序と白山周辺地域の手取層群との比較. *東京学芸大学紀要 第4部門 数学・自然科学*, 55, 191-200.
- Nakajima, Y., Danilov, I. G., Hirayama, R., Sonoda, T. and Scheyer, T. M. (2017) Origin of softshell turtles, and their dispersal during the mid-Cretaceous supergreenhouse. *Journal of Vertebrate Paleontology* 37 (2) e1278606.
- Nagata M, Hayashi Y, Sakashita T, Kawagoe Y, Kouchi Y, Hirasawa S, Fujita M, Yamamoto K, Otoh S (2018) When did the deposition of the Tetori Group terminate?. *Memoir of Fukui Prefectural Dinosaur Museum* 17, 9-26.
- Ogg, J. G., Ogg, G. M. and Gradstein, F. M. (2016) *The Geologic Time Scale 2016*. Elsevier, Amsterdam, 240pp.
- 大石三郎 (1933) 手取統, 特にその化石帯に就いて (1). *地質學雜誌*, 40, 617-644.
- 酒井佑輔 (2019) 長野地域の地質. 大野市教育委員会編, 福井県大野市長野産後期ジュラ紀アンモナイト, 大野, 31-37.
- 酒井佑輔・真鍋 真・伊左治鎮司・平山 廉・松本涼子・藪本美孝・松岡 篤 (2016) 福井県大野市九頭竜地域の手取層群伊月層より産出する前期白亜紀生物群. *日本古生物学会2016年年会講演予稿集*, 28.
- 酒井佑輔・後藤道治・中田健太郎・佐野晋一 (2018) 福井県大野市九頭竜地域の手取層群産アンモナイトと海成上部ジュラ系の分布の再検討. *日本古生物学会2018年年会講演予稿集*. 48.
- 酒井佑輔・堤 之恭・楠橋 直・藪田哲平・堀江憲路・松岡 篤 (2019) 石川県白峰地域における手取層群赤岩層の凝灰岩から得られたジルコン LA-ICP-MS U-Pb 年代. *地質學雜誌* 125, 255-260.
- Sakai, Y., Wang, Y., Matsuoka, A. (2020) Early Cretaceous plants from the Itsuki and Nochino formations of the Tetori Group in the Kuzuryu area, central Japan and their paleoclimatic implications. *Cretaceous Research* 105, (in press).

平山 廉・藪田 哲平・酒井 佑輔・伊左治 鎮司・大倉 正敏：福井県大野市九頭竜地域の下部白亜系手取層群より産出した化石カメ類

- Sano, S. (2015) New view of the stratigraphy of the Tetori Group in Central Japan. Memoir of Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 14, 25-61.
- Sano, S. (2017) Vertebrate diversity of the Early Cretaceous Tetori Biota from Japan, a state of the art. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum 16, 1-15.
- 佐野晋一 (2018) 手取層群の層序学研究的最近の進展. 化石研究会会誌, 51, 5-14.
- 佐野晋一・後藤道治・成田貴人・脇本晃美・大藤 茂 (2013) 福井県大野市大納地域からの後期ジュラ紀アンモノイドの産出と九頭竜地域手取層群の対比再検討. 福井県立恐竜博物館紀要 12, 1-16.
- Sano S. and Yabe, A. (2017) Fauna and flora of Early Cretaceous Tetori Group in Central Japan: The clues to revealing the evolution of Cretaceous terrestrial ecosystem in East Asia. Palaeoworld 26: 253-267.
- Sato, T., and Westermann, G. E. G. (1991) Japan and South - East Asia; pp. 81-108 in G. E. G. Westermann and A. C. Riccardi (eds.), Jurassic Taxa Ranges and Correlation Charts for the Circum Pacific 4, Newsletters on Stratigraphy 24. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart.
- Sato, T., and Yamada, T. (2005) Early Tithonian (Late Jurassic) ammonite *Parapallasiceras* newly discovered from the Itoshiro Subgroup (Tetori Group) in the Hida Belt, northern Central Japan. Proceedings of the Japan Academy, Series B, 81, 267-272.
- 下野谷豊一・高橋芳夫 (1990) 図録福井県産アンモナイト. 福井市立郷土自然科学博物館, 福井, 74 pp.
- 藪田哲平・東 洋一・平山 廉・安藤寿男 (2015) 福井県勝山市の下部白亜系手取層群北谷層より産出したスッポン科カメ類についての新知見. 日本古生物学会第164回例会, 講演演予稿集, 20.
- 藪田哲平・東 洋一・平山 廉・安藤寿男 (2016) 福井県勝山市の下部白亜系手取層群北谷層より産出したアドクス属 (スッポン上科アドクス科) の分類学的検討. 日本古生物学会2016年年会, 講演演予稿集, 27.
- Sonoda, T., Hirayama, R., Okazaki, Y. and Ando, H. (2015) A new species of the genus *Adocus* (Order Testudines; Family Adocidae) from the Lower Cretaceous of Southwest Japan. Paleontological Research 19: 26-32.
- 竹内 誠・大川真弘・川原健太郎・富田 覚・横田秀晴・常盤哲也・古川竜太 (2015) ジルコンU-Pb年代からみた富山県北東部白亜系陸成層の再定義. 地質学雑誌 121, 1-17.
- 棚瀬充史・山田直利・脇田浩二 (1994) 林谷安山岩—九頭竜川最上流域に見いだされた100Maのカルクアルカリ安山岩. 地質学雑誌, 100, 635-638.
- Tashiro, M. (1994) Bivalve faunas from Cretaceous of Japan Part 2: On the bivalve faunas from the Shimanto, Hida, Sangun Belts, and the areas of Tohoku and Hokkaido. Research Reports of the Kochi University, Natural Science, 43, 1-42.
- 山田一雄・丹羽 茂・鎌田雅道 (1989) 福井県九頭竜川上流地方の手取層群の層序と岩相変化. 地質学雑誌 95, 391-403.
- 山田敏弘 (2017) 手取層群の定義についての研究史と提言. 福井県立恐竜博物館紀要, 16, 55-70.
- Yamada, T. and Sano, S. (2018) Designation of the type section of the Tetori Group and redefinition

of the Kuzuryu Group, distributed in Central Japan. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum (17) : 89-94.

Zhou, C.-F., Rabi, M. and Joyce, W. (2014) A new specimen of *Manchurochelys manchoukuoensis* from the Early Cretaceous Jehol Biota of Chifeng, Inner Mongolia, China and the phylogeny of Cretaceous basal eucryptodiran turtles. BMC Evolutionary Biology 14 (77) : 1-16.

