

福井県九頭竜川上流地域の手取層群から産出した前期白亜紀孢子・花粉化石*

Early Cretaceous fossil spores and pollen from the Tetori Group in the upper reaches of the Kuzuryu River, Fukui Prefecture, central Japan*

梅津慶太** 松岡 篤***

Keita Umetsu** and Atsushi Matsuoka***

2003年3月19日受付.

2003年5月29日受理.

** 新潟大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

*** 新潟大学理学部地質学教室

Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

Abstract: Fossil spores and pollen were obtained from the Tetori Group (Itoshiro Subgroup and Akaiwa Subgroup) for the first time. They are composed mainly of fern spores. Identified spores include *Appendicisporites* spp., *Cicatricosisporites* spp., *Cyathidites* spp., *Deltoidospora* sp., *Osmundacidites* sp. and *Schizaeosporites* spp. Gymnosperm pollen *Classopollis* sp. was rarely found in the Akaiwa Subgroup. The spore and pollen assemblage from the Akaiwa Subgroup can be correlated to Hauterivian to Aptian assemblage from the Songliao Basin, China.

Key words: Tetori Group, Itoshiro Subgroup, Akaiwa Subgroup, Early Cretaceous, fern spores, gymnosperm pollen, Fukui Prefecture

はじめに

手取層群は北陸地方に分布するジュラ紀中世から白亜紀古世にわたる陸源砕屑岩層で、下位から、九頭竜、石徹白、赤岩の3亜層群に分けられている(前田, 1961)。手取層群分布域の最南部に位置する福井県和泉村九頭竜川上流地域(Fig.1)は、九頭竜および石徹白亜層群の模式地であるとともに赤岩亜層群も広範囲に露出し、手取層群の層序学的研究において重要な地域である。本地域の九頭竜亜層群からは古くからアンモナイトの産出が報告され、ジュラ系のカロビア

ンおよびオクスフォーディアンに相当する地層を含むことが知られている(前田, 1952, 1961)。しかし、手取層群は大半が非海成層からなり、示準化石の産出に乏しいことから、地層の詳細な年代が不明確な層準が多い。

本研究では、九頭竜川上流地域の手取層群から有機質微化石の抽出を試み、石徹白亜層群および赤岩亜層群から孢子・花粉化石が得られたので報告する。孢子・花粉化石は中国などでは地層の堆積年代を決定するツールとして用いられている。今回、赤岩亜層群から得られた孢子・花粉化石群集を中国 Songliao 盆地の群集(Gao et al., 1994)と比較し、予察的に、赤岩亜層群産孢子・花粉化石群集の年代考察を行う。なお、手取層群から孢子・花粉化石の産出を報告するのは本研究が最初である。

研究に際し、新潟大学理学部の栗田裕司助教授には有機質微化石全般についてご指導をいただいた。同大学院自然科学研究科の二階堂 崇氏には孢子・花粉化石の抽出処理についてご教示いただいた。新潟大学地球史セミナーの各位からは本研究に対して有益なご意見をいただいた。査読者の齋木健一博士(千葉県立中央博物館)、編集委員の利光誠一博士(産業技術総合研究所)からは貴重なご指摘をいただき、原稿が改善された。また、福井県和泉村教育委員会の新井俊成氏には野外調査に際し便宜をはかっていただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げる。

地質概説

九頭竜川上流地域に分布する手取層群については、これまで、前田(1952, 1957a, b)、河合ほか(1957)、山田ほか(1989)、Fujita(2002)などにより層序学的研究が行われている。本論文では岩相層序区分については、山田ほか(1989)の取り扱いを踏襲する。

孢子・花粉化石の検討を行ったルートは、九頭竜川上流地域西部の石徹白川地域と同東部の半原地域に位置する(Fig.1)。石徹白川地域には、下位から九頭竜亜層群中部層、同上部層、石徹白亜層群下部層、同上部層および赤岩亜層群が分布する。九頭竜亜層群上部層と石徹白亜層群下部層とが不整合関係にあるほかは、上下に重なる地層は整合関係にある。半原地域には石徹白亜層群下部層、同上部層および赤岩亜層群が分布する。石徹白亜層群と赤岩亜層群は整合関係にあり、石徹白亜層群の下部層と上部層は一部指交関係にある。

以下に各層の岩相についての概略を示す。九頭竜亜層群中

* 日本地質学会第109年学術大会(新潟)で講演

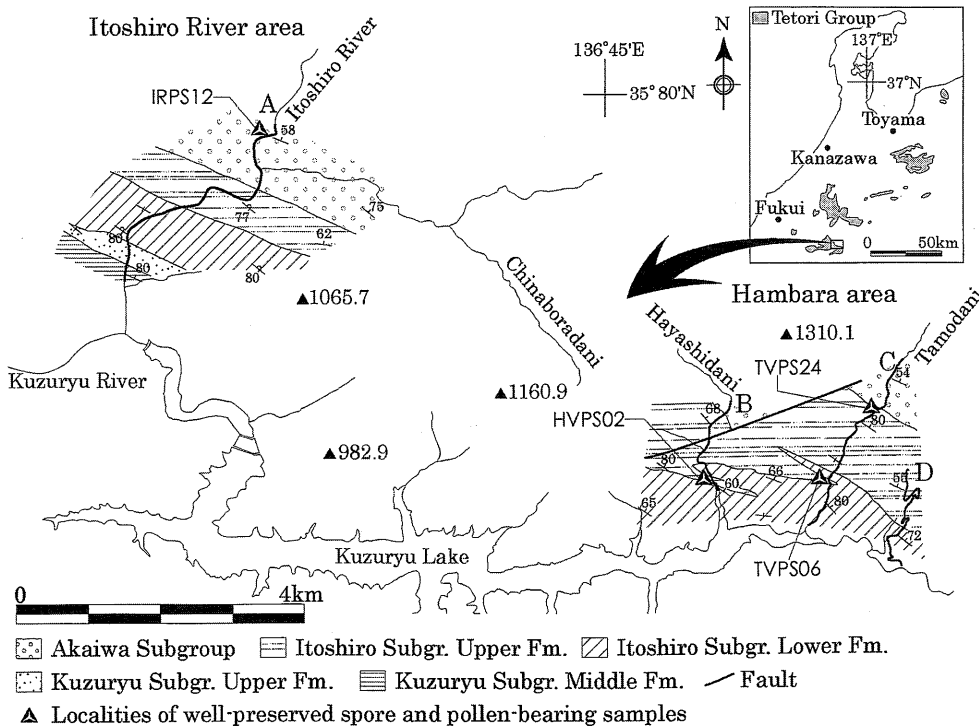


Fig.1. Geological map of the Tetori Group in the study area showing sampling routes. A: Itoshiro River route, B: Hayashidani route, C: Tamodani route, D: Kamihambara route.

部層は黒色泥岩が主体で、ところにより厚さ数 cm の砂岩の薄層を挟む。九頭竜亜層群上部層は砂岩が主体で、厚さ 1m 前後の泥岩を挟む。石徹白亜層群下部層は最下部に礫岩が発達するとともに、全体としても礫岩や砂岩といった粗粒な堆積岩で特徴づけられる。また、数層準に石炭層が挟まれる。石徹白亜層群上部層は砂岩泥岩互層が主体で、まれにチャート礫に富む礫岩が挟まれる。赤岩亜層群は砂岩が主体で、厚さ 1~3m の泥岩および礫岩を伴う。

石徹白川地域では、地層は西北西-東南東方向の走向をもち、北北東に 60~90° で傾斜する同斜構造をなす。一部では高角度で南南西に傾斜する逆転層が見られる。半原地域では、地層は西北西-東南東から北西-南東方向の走向をもち、北北東から北東へ 70~90° で傾斜する同斜構造をなす。半原地域においてもまれに高角度で南西に傾斜する逆転層が見られる。

試料採取地点および分析方法

孢子・花粉化石分析用の試料を採取したのは、石徹白川地域の A) 石徹白川ルート (IRPS)、半原地域の B) 林谷ルート (HVPS)、C) 田茂谷ルート (TVPS) および D) 上半原ルート (KHPS) の 4 ルートからで (Figs.1, 2)、それぞれ 12, 8, 25, 6 の合計 51 試料を採取した。検討対象としたのは、泥岩や砂質泥岩などの細粒碎屑岩と石炭であり、露頭の新鮮な部分を選んで採取した。化石の抽出処理は、1) 乾燥・粉碎・計量、2) 塩酸処理 (炭酸塩鉱物除去)、3) フッ酸処理 (珪酸塩鉱物除去)、4) 中和 (水洗)、5) 重液 (ZnBr₂: 比重 2.0) を用いた遠心分離 (鉱物除去)、6) 水洗・ろ過、7) 封入の順に行い、各試料につき 1 枚のプレバ

ラートを作成した。また、すべてのプレバアートについて予察的な観察を行った結果、IRPS12 については保存のよい化石の産出が期待されたので、シュルツ氏液 (HNO₃+KClO₃) 処理により酸化・脱色した残渣を用いて、さらにもう 1 枚プレバアートを作成した。プレバアートの封入剤としてはエンテランニューまたはポリビニルアルコールを使用した。検鏡は光学顕微鏡を用い、200~1000 倍で行った。写真撮影にはデジタルマイクロスコープ (Keyence: VH-7000) を使用した。

産出した孢子・花粉化石

孢子・花粉化石が産出したのは、石徹白川ルートの赤岩亜層群からの 1 試料、林谷ルートの石徹白亜層群からの 2 試料、田茂谷ルートの石徹白亜層群からの 10 試料の合計 13 試料からである (Fig.2, Table 1)。今回、九頭竜亜層群からは、孢子・花粉化石の産出を確認できなかった。属までの同定が可能な化石を含んでいたのは、HVPS02, TVPS06, TVPS24, IRPS12 の 4 試料である。以下に個々の試料について、産出層準と岩相および産出した孢子・花粉化石について述べる (Table 1, Fig.3)。

HVPS02: 石徹白亜層群上部層最下部。黒色から暗灰色の淘汰の良いシルト岩~ごく細粒砂岩。産出した化石は、シダ植物孢子の *Deltoidospora* sp.

TVPS06: 石徹白亜層群上部層最下部。暗灰色~灰色の淘汰の良いシルト岩。産出した化石は、シダ植物孢子の *Cicatricosisporites* spp. および *Cyathidites* spp.

TVPS24: 石徹白亜層群上部層最上部。灰色のシルト岩。産出した化石は、シダ植物孢子の *Appendicisporites* spp.

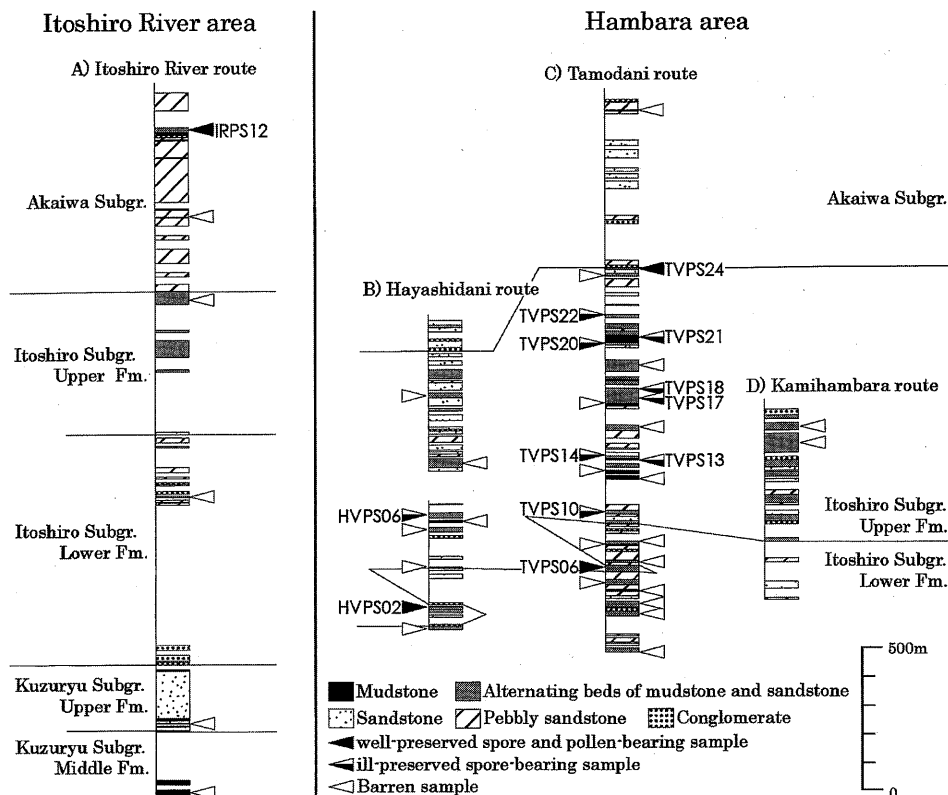


Fig. 2. Columnar sections for the study routes, showing sampling horizons.

IRPS12: 赤岩亜層群上部。黒色で淘汰が悪くごく粗粒砂を含むシルト岩。産出した化石は、シダ植物胞子の *Appendicisporites* spp., *Cicatricosisporites* spp., *Cyathidites* spp., *Osmundacidites* sp., *Schizaeoisporites* spp. および裸子植物花粉の *Classopollis* sp. で、中でも *Cicatricosisporites* spp. が比較的多く産出した。

この他、属までの同定はできないが、trilete型胞子が HVPS02 以外の試料から産出している (Table 1)。石徹白亜層群からは少なくとも4属のシダ植物胞子が、赤岩亜層群からは5属のシダ植物胞子と1属の裸子植物花粉が確認されている。

石徹白亜層群と赤岩亜層群からの胞子・花粉化石群集の共通点としては、ほとんどが胞子化石からなり、花粉化石が少ないことがあげられる。相違点としては、石徹白亜層群から産出した胞子化石は小型 (10~30 μ m) で、表面模様があまり複雑でないものが多いのに対し、赤岩亜層群からの胞子化石は、比較的大型 (20~60 μ m) で、表面模様の複雑なものが多いことがあげられる。

中国においては、胞子・花粉化石の層序学的研究が数多く行われている (Gao et al., 1994 など)。Gao et al. (1994) は手取層群と同時代で同じ植物地理区に属する中国 Songliao 盆地の下部白亜系において、*Piceites-Piceapollenites-Cyathidites*, *Classopollis-Piceites-Osmundacidites*, *Granulatisporites-Lophotriletes-Cicatricosisporites*, *Palaeoconiferus-Lygodiumsporites-Cyathidites*, *Cyathidites-Leiotriletes-Clavatipollenites*, *Cicatricosi-*

sporites-Leiotriletes-Polyporites, *Leiotriletes-Schizaeoisporites-Classopollis* によって特徴づけられる年代的に異なる7つの群集を識別し、それぞれ、チトニアンもしくはペリアシアン、バラングニアン、オーテリビアン、パレミアン、パレミアン~前期アプチアン、アプチアン、アルビアンに位置づけている。赤岩亜層群から得られた群集の特徴、すなわち胞子の割合が非常に高く、*Cicatricosisporites*, *Schizaeoisporites*, *Cyathidites* などを比較的多く含むことで特徴づけられる群集は、Songliao 盆地のオーテリビアン~アプチアンにかけての群集と比較される。なお、石徹白亜層群産の胞子化石については同定可能なタクサの数が少なかったため、年代を推定するには至らなかった。

これまでの本地域における石徹白亜層群および赤岩亜層群の年代について、大型植物化石からは、ネオコミアン~アプチアンであると考えられている (Kimura, 1975 など)。したがって、胞子・花粉化石が示す年代と大型植物化石が示す年代とは一致しているといえる。さらに、本地域の赤岩亜層群の上位に不整合で重なる林谷安山岩についての K-Ar 年代としては 99.4 \pm 5.0Ma という値が報告されており (棚瀬ほか, 1994)、本研究から示唆される赤岩亜層群の年代的位置づけと矛盾はない。

おわりに

本研究では、赤岩亜層群の1層準についてのみ、胞子・花粉化石に基づく予察的な年代考察を行うことができた。今後さらに多くの層準から胞子・花粉化石が検出され、手取層群

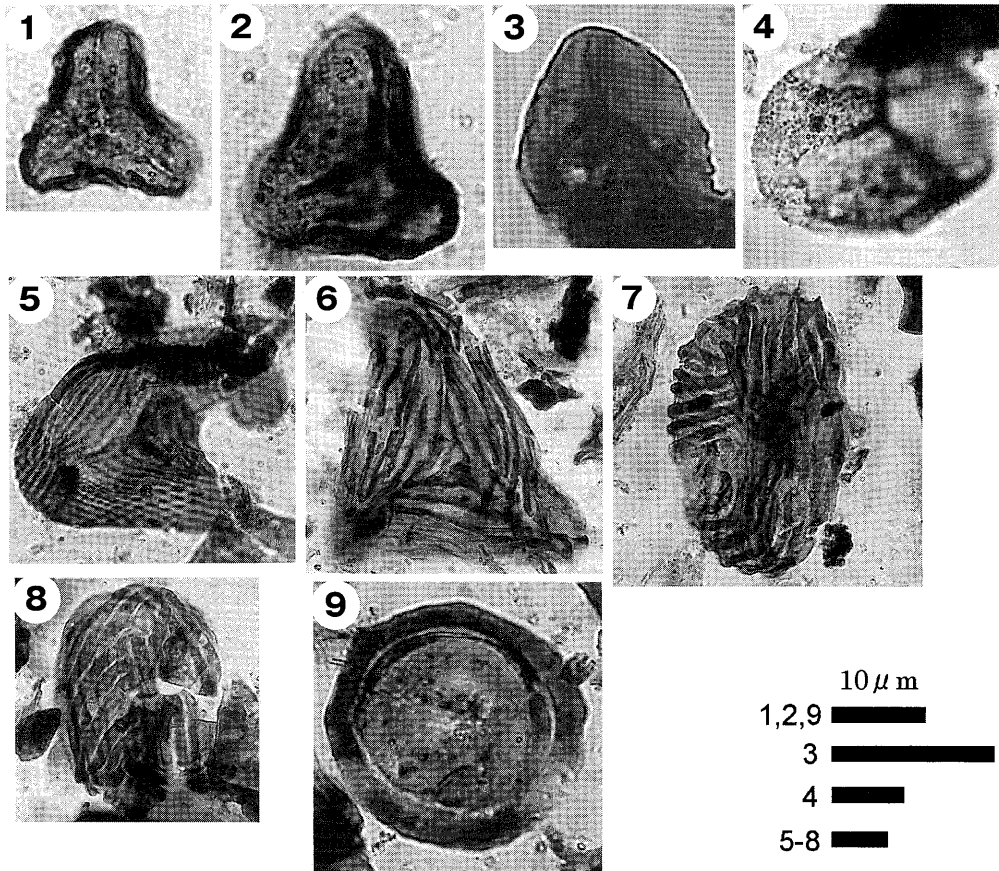


Fig.3. Fossil spores and pollen from the Tetori Group. 1-8: Fern spores (1, 2: *Cyathidites* sp., 3: *Deltoidospora* sp., 4: *Osmundacidites* sp., 5: *Cicatricosisporites* sp., 6: *Appendicisporites* sp., 7, 8: *Schizaeoisporites* spp.), 9: Gymnosperm pollen *Classopollis* sp. 1, 2: TVPS06, 3, HVPS02, 4-9, IRPS12.

Table 1. List of fossil spores and pollen from the Tetori Group. Ak: Akaiwa Subgroup

	Itoshiro Subgroup											Ak
	HVPS02	HVPS06	TVPS06	TVPS10	TVPS13	TVPS14	TVPS17	TVPS18	TVPS20	TVPS21	TVPS22	
Fern spores (trilete)												
<i>Appendicisporites</i> spp.												++
<i>Cicatricosisporites</i> spp.		+										++
<i>Cyathidites</i> spp.			++									++
<i>Deltoidospora</i> sp.	+											
<i>Osmundacidites</i> sp.												+
gen. et sp. indet.		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Fern spores (monolete)												
<i>Schizaeoisporites</i> spp.												+
Gymnosperm pollen												
<i>Classopollis</i> sp.												+

の年代決定が可能になれば、手取堆積盆の変遷や恐竜を含む脊椎動物の起源や進化などについてもより詳細な年代尺度に基づいて議論を展開することが可能となる。また、孢子・花粉化石と大型植物化石 (Kimura, 1975 など) のデータを統合することによって、手取層群堆積時の植生や古環境をより総合的に検討することができる。このように孢子・花粉化石は、手取層群の研究の発展に対し大きな寄与が期待される。

文 献

Fujita, M., 2002, A new contribution to the stratigraphy of the Tetori Group, adjacent to Lake Kuzuryu, Fukui Prefecture, central Japan. *Mem. Fukui Pref. Dinosaur Mus.*, no. 1, 41-53.

Gao, R., Zhao, C., Zheng, Y., Song, Z., Huang, P. and Wang, X., 1994, Palynological study of deepbeds (Lower Cretaceous) in Songliao basin, China. *Acta Palaeont. Sinica*, **33**, 659-975.*

河合正虎・平山 健・山田直利, 1957, 5 万分の 1 地質図幅「荒島岳」および同説明書, 地質調査所, 110 p.

Kimura, T., 1975, Middle-late Early Cretaceous plants newly found from the upper course of Kuzuryu River area, Fukui Prefecture, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, no. 98, 55-93.

前田四郎, 1952, 福井県九頭竜川地域の手取層群の層位的研究. 地質雑, **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. 地質雑, **63**, 357-365.

前田四郎, 1957b, 福井県九頭竜川上流半原地域の手取層群の層序と構造. 千葉大文理紀要, **2**, 143-147.

前田四郎, 1961, 手取層群の地史的な研究. 千葉大文理紀要, **3**, 369-422.

棚瀬充史・山田直利・脇田浩二, 1994, 林谷安山岩-九頭竜川上流域に見出された 100Ma のカルクアルカリ安山岩. 地質雑, **100**, 635-638.

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. 地質雑, **95**, 391-403.

* in Chinese with English abstract