

[原著]

上部白亜系久慈層群玉川層大沢田川産地（岩手県）の パリノフロラからみた古植生と古環境

ルグラン ジュリアン*・西田治文**・平山 廉***

Paleoenvironmental reconstruction from palynological analysis of
the Upper Cretaceous Tamagawa Formation, Kuji Group, at the Osawada River
locality (Kuji City, Iwate Prefecture, Japan)

Julien Legrand*, Harufumi Nishida** and Ren Hirayama***

Abstract

Samples for palynological analysis were taken from the upper part of the Tamagawa Formation (Late Cretaceous, Turonian) of the Kuji Group, at an outcrop rich in terrestrial vertebrate fossils located along the Osawada River, Kuji City, Iwate Prefecture. The palynoassemblage is composed of 81 morphospecies. It is dominated by spores of Filicophyta and Lycopphyta, and pollen of Coniferales, while angiosperm pollen is very scarce in comparison with other localities of the formation. Fungi, algae and foraminifers were also obtained. The assemblage has a composition coherent with previously described micro- and macro-floras. It confirms a fluvial deposition and suggests a warm climate with humid conditions.

キーワード：花粉化石，パリノフロラ，後期白亜紀，久慈層群，玉川層

1. はじめに

後期白亜紀は、現在繁栄している被子植物が多様化した時代であるが、当時ユーラシア大陸東縁の一部であった日本列島における植物相変遷はまだ未解明の部分が多い。岩手県北東部の久慈市周辺に分布する久慈層群は琥珀を産することでよく知られ、植物や動物化石も多く含まれる。久慈層群は、下位から玉川層、国丹層、沢山層からなり、上部白亜系チューロニアン～下部カンパニアンの、海進・海退に伴う河川から浅海に形成された前弧堆積盆埋積物とされている（三塚

2017）。植物化石としては、玉川層及び沢山層からはシダ植物、被子植物等の葉化石（佐々 1932; Ogura 1933; Oishi 1940; Tanai 1979）、玉川層の琥珀から *Muscites kujiensis* のコケ植物（Katagiri et al. 2013）が報告されている。また、玉川層から孢子・花粉化石（Miki 1972, 1977）及び大孢子化石（Takahashi et al. 2001）、国丹層及び沢山層からも花粉化石（徳永・高瀬 1968; Miki 1972, 1977; 梅津・栗田 2007）の報告がある。

久慈市小久慈では、早稲田大学と久慈琥珀博物館が

2018年10月23日受付，2019年1月19日受理

* Corresponding author

中央大学理工学部 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27

Faculty of Science and Engineering, Chuo University, 1-13-27 Kasuga, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8551 Japan

e-mail: legrand@bio.chuo-u.ac.jp

** 中央大学理工学部；東京大学大学院理学系研究科

Faculty of Science and Engineering, Chuo University; Graduate School of Science, The University of Tokyo

*** 早稲田大学国際教養学部

Faculty of International Research and Education, Waseda University

玉川層上部の共同調査を進め、久慈琥珀博物館の採掘体験場付近で陸生及び海生の脊椎動物化石が多産するボンベッドを発見した(平山ほか 2010, 平山 2017 など)。ルグランは2016年度の調査に参加し、同ボンベッドから花粉分析用の試料を採集した。花粉化石は大型植物化石に比べ広範囲に散布されるので、古植物の包括的理解及び古環境の復元に役立つ。

2. 材料・方法

分析した試料は、2016年8月に岩手県久慈市小久慈の、久慈琥珀博物館の採掘体験場付近の大沢田川産地(図1)に分布する久慈層群玉川層上部から採集した。下位から、泥岩(2016.08.08-01, 02の2層準)、凝灰岩(2016.08.08-03の1層準)、泥質砂岩(2016.08.08-

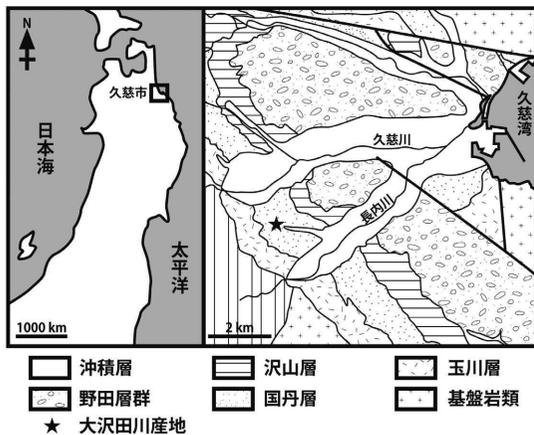


図1. 久慈市玉川層における大沢田川産地(産出地が地表より約5mほど掘り下げた地点にあるため、上位の国丹層の分布域に重なる)。地質図は照井・長浜(1986)による。



図2. 大沢田川産地で試料を採取した層準の位置。

04, 05の2層準)を試料にした(図2)。花粉分析の方法は、Legrand et al. (2013)と同様である。プレパラート上のパリーノモルフの位置はEngland Finderにより記録した。

3. 地質

久慈層群は、北西から南東方向にかけて長さ約15km、幅約2kmの範囲にわたって帯状に分布をする。河川により運搬・堆積した碎屑物、植物などが河川や海底のくぼみにたまった堆積物であり、前期白亜紀の花崗岩類を不整合に被覆する。久慈層群は下位から玉川層、国丹層、沢山層に区分され、古第三系の野田層群に不整合に覆われる(島津・寺岡 1962)。玉川層は、最下部は垂角礫～垂円礫岩、中部は斜交層理砂岩、上部は垂円礫岩と砂岩泥岩互層からなり、凝灰岩と炭質泥岩を挟在する(三塚 2017)。河川～浅海成環境で堆積したとされており(照井 1986; 照井・長浜 1995)、試料を採集したボンベッドは河川に堆積したとされている。玉川層からは時代指標種は知られていないが、挟在する凝灰岩のウラン-鉛(U-Pb)年代測定により、約9000万年前(チューロニアン)の年代とされる(鶴野ほか 2017; Uno et al. 2018)。

4. 結果

久慈層群玉川層大沢田川産地のボンベッドから得られたパリーノモルフとしては、コケ植物やシダ植物の胞子36属52種、裸子植物の花粉17属26種、被子植物の花粉3属3種、計56属81種を同定できた(表1)。加えて藻類2属2種、菌類2属2種、植物片、有孔虫も得られた(表1)。

胞子としてはシダ類が最も多く、ヘゴ目ヘゴ科またはタカラビ科(*Concavissimisporites punctatus*, *Cyathidites* spp., *Deltoidospora* spp., *Uvaesporites* sp.), ゼンマイ科(*Baculatisporites* spp., *Biretisporites psilatus*, *Osmundacidites* spp., *Todisporites minor*), ウラジロ科(*Gleicheniidites* spp.), アネミア科(*Cicatricosisporites* spp., *Ruffordiaspora australiensis*), フサシダ科(*Appendicisporites* spp., *Klukisporites* spp., *Plicatella* spp., *Trilobosporites* sp.), マトニア科(*Matonisporites* spp.), コバノイツカグマ科(*Biretisporites potoniaei*), イノモトソウ科(*Contignisporites cooksonii*)などの胞子が得られた。他に、小葉類ヒカゲノカズラ科(*Camarozonosporites* spp., *Foveosporites* sp., *Leptolepidites* spp., *Reticulatisporites* sp., *Retitriletes austroclavatidites*), イワヒバ科(*Echinatisporis* spp.), 蘚類(*Stereisporites* sp.), コケ植物ゼニゴケ綱(*Aequitriradites* spp.)も得られた。

小葉類と水生シダ類の中には、胞子に大小の二形

(異形胞子)を示すものがあり、それぞれ大胞子、小胞子と呼ばれている。今回の資料では、小葉類イワヒバ目に類縁がある *Erlansonisporites scanicus* と *Trileites persimilis*, 水生シダ類サンショウモ目とされる *Balmeisporites nipponicus* を得た。後者は同層準から産出した琥珀内にも見られた。

花粉としては裸子植物の花粉が多様であり、ソテツ科 (*Cycadopites* spp.), マオウ科 (*Ephedripites* sp.), 球果目 (ケイロレピディア科またはボルトジア科: *Classopollis* spp.; イチイ科またはヒノキ科: *Exesipollenites tumulus*, *Taxodiaceapollenites hiatus*; ナンヨウスギ科またはマキ科: *Araucariacidites* spp., *Balmeiopsis* spp., *Callialasporites* sp., *Podocarpidites* sp., *Rugubivesiculites* sp.; マツ科: *Cerebropollenites mesozoicus*, *Parvisaccites* sp., *Pinuspollenites* spp., *Pityosporites* spp., *Pristinuspollenites microsaccus*), シダ種子類 (*Alisporites* spp.) の花粉が含まれていた。被子植物の花粉は少なかったが、スズカケノキ科 (*Tricolpites* sp.) や類縁不明 (*Foveotricolpites* sp., *Retitricolpites* sp.) の三溝孔型の花粉が見られた。

その他のパリノモルフとして、藻類のホシミドロ科 (*Chomotriletes minor*), プテロスベルマ科 (*Pterospermella* sp.), 菌類 (*Diporicellaesporites* sp., *Pluricellaesporites* sp.) が見られ、材片、クチクラ、有孔虫の室内膜も胞子・花粉と共に含まれていた。

5. 考察

パリノモルフの中で、大型植物化石としては残りにくいコケ類のゼニゴケ科、苔類のミズゴケ科、小葉類のヒカゲノカズラ科とイワヒバ科の胞子を得られた。

Erlansonisporites 及び *Trileites* は三畳紀から白亜紀までの堆積物に広く見られ、日本においては今回同定した *Erlansonisporites scanicus*, *Trileites persimilis* が玉川層から既に報告されている (Takahashi et al. 2001)。また、両属は千葉県銚子層群後期アプチアン期の西明浦層, *Trileites* は手取層群前期アプチアン期の北谷層からも発見されている (Legrand et al. 2012; Legrand unpublished)。 *Balmeisporites* は前期白亜紀アルビアン期から報告され、玉川層から得られた *Balmeisporites nipponicus* は、岩手県種市層群のチューロニアン期小子内層、長崎県の中中部カンパニアン期三ツ瀬層、石川県のマーストリヒチアン期血尾層から見つかっている (ルグランほか 2014; Legrand unpublished)。

5-1. 古環境

久慈層群玉川層のボーンベッド (層準 1) におけるパリノモルフを 9 グループに分け、それぞれの個数か

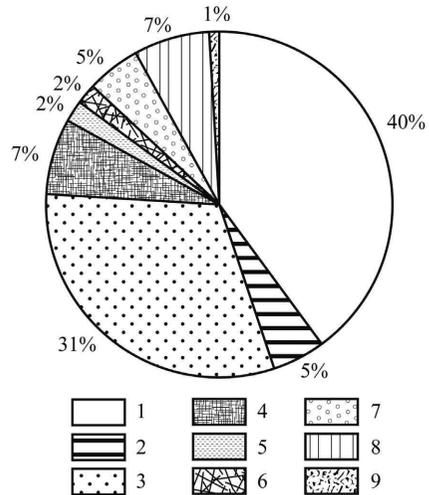


図3. 久慈層群玉川層のボーンベッド (層準 1) におけるパリノモルフの割合。1-3, 胞子 (1, 平滑型; 2, 縞模様型; 3, そのほか); 4-7, 裸子植物花粉 (4, 二翼型; 5, 単長口型; 6, *Classopollis* sp., *Exesipollenites tumulus*; 7, ナンヨウスギ科またはマキ科; 8, そのほか); 9, 被子植物花粉。

ら計算した量の割合を図3に示した。

花粉群集の中では *Cyathidites* や *Deltoidospora* などの平滑型の胞子が最も多い (40%)。木生シダ植物のヘゴ科は現在熱帯から亜熱帯地域に主に生育する。湿度の高い林中を好み、現在南日本ではヒカゲヘゴなどが分布している。また、フサシダ目の胞子 (*Klukisporites* や 縞模様型の *Appendicisporites*, *Cicatricosisporites*, *Plicatella* など) が多様であり、球果目の二翼型花粉が少ない (7%) ことから堆積環境周辺は湿度が高かったと考えられる。

Gleicheniidites (ウラジロ科) 及び *Matonisporites* (マトニア科) が見られる。琥珀の由来植物と推定されているナンヨウスギ科 (アラウカリア) に類縁する *Araucariacidites* と *Balmeiopsis* も得られた。温帯地域に分布していたアラウカリアは、病原菌や害虫から樹脂を利用して身を守っていたと推定されている。採集した層準からナンヨウスギ科の葉化石も見つかった。温暖な地域に自生するマキ科 (*Callialasporites*, *Podocarpidites*), マオウ科 (*Ephedripites*) が見られ、*Taxodiaceapollenites* (イチイ科) や、ソテツ類に特徴的な単長口型の花粉 *Cycadopites* も比較的に多く含まれていることから当時の植生は温暖な気候下に成立していたと推定できる。

Aequitriradites (ゼニゴケ綱), *Stereisporites* (ミズゴケ科) や小葉類イワヒバ科・水生シダ類サンショウモ科の大胞子の存在は、水辺環境を示す。 *Ruffordiaspora*

コケ植物	ゼニゴケ綱 苔類	不明		泥岩					
		ミズゴケ目	ミズゴケ科	ボーンベッド 1	2	3	4	5	
シダ植物	ヒカゲノカズラ綱 ヒカゲノカズラ目 イワヒバ亜綱 イワヒバ目 サンショウモ目 ウラボシ目 ヘゴ目	ヒカゲノカズラ目 ヒカゲノカズラ科 イワヒバ科 サンショウモ科 コバノイソカゲマ科 イノモトソウ科 ヘゴ科 又はタカワラビ科 不明 ゼンマイ目 ゼンマイ科 アネミア科 フオシダ目 フオシダ科	<i>Aequitriradites verrucosus</i>						
			<i>Aequitriradites</i> sp.						
			<i>Stereisporites</i> sp.						
			<i>Camaronosporites insignis</i> (Pl. I -13)						
			<i>Camaronosporites</i> sp.						
			<i>Foveosporites</i> sp.						
			<i>Leptolepidites verrucatus</i>						
			<i>Leptolepidites</i> sp.						
			<i>Reticularisporites</i> sp. (Pl. I -14)						
			<i>Retiriletes austro-lavaliidites</i>						
			<i>Echinatisporis longechinus</i> (Pl. I -4)						
			<i>Echinatisporis varispinosus</i>						
			<i>Erlansonisporites scanicus</i>						
			<i>Trileites persinis</i>						
			<i>Balmisporites nipponicus</i>						
<i>Biretisporites potoniaei</i>									
<i>Contignisporites cooksonii</i> (Pl. I -15)									
<i>Concavissimisporites punctatus</i> (Pl. I -6)									
<i>Cyathidites australis</i> (Pl. I -1)									
<i>Cyathidites minor</i> (Pl. I -2)									
<i>Deltoispora hallii</i>									
<i>Deltoispora</i> sp.									
<i>Uvaeisporites</i> sp.									
<i>Verrucosiporites densus</i> (Pl. I -7)									
<i>Verrucosiporites</i> sp. (Pl. I -8)									
<i>Baculatisporites</i> sp.1									
<i>Baculatisporites</i> sp.2									
<i>Biretisporites psilatus</i>									
<i>Osmundacidites wellmanii</i>									
<i>Osmundacidites</i> sp.									
<i>Todisporites minor</i> (Pl. I -3)									
<i>Cicatricosporites hallei</i> (Pl. I -11)									
<i>Cicatricosporites</i> sp.1									
<i>Cicatricosporites</i> sp.2									
<i>Ruffordiaspora australiensis</i>									
<i>Appendicisporites patomacensis</i> (Pl. I -10)									
<i>Appendicisporites cristatus</i>									
<i>Klukisporites variegatus</i>									
<i>Klukisporites</i> sp.									
<i>Plicatella</i> sp.1									
<i>Plicatella</i> sp.2									
<i>Trilobosporites</i> sp. (Pl. I -9)									

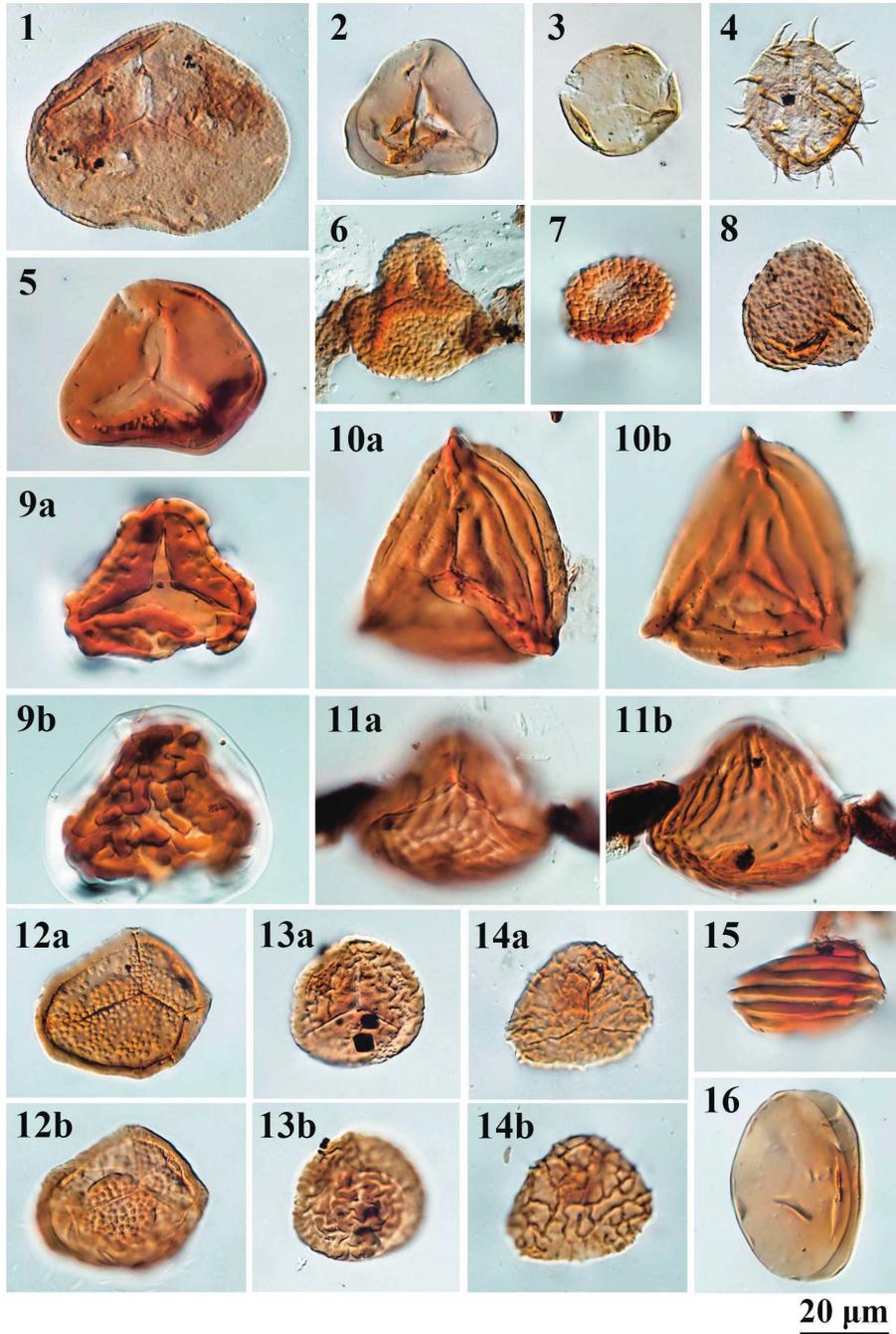


PLATE I

玉川層大沢田川産地の孢子化石画像（光学顕微鏡）。括弧内に産出層準と England Finder を示す。

1, *Cyathidites australis* (2016.08.08-05b, K23- 4) ; 2, *Cyathidites minor* (2016.08.08-05b, O33- 1) ; 3, *Todisporites minor* (2016.08.08-01Bd, J37) ; 4, *Echinatisporis longechinus* (2016.08.08-01d K59- 2) ; 5, *Cardioangulina* sp. (2016.08.08-05b, D58- 2) ; 6, *Concavissimisporites punctatus* (2016.08.08-05c, E38- 3) ; 7, *Verrucosisporites densus* (2016.08.08-04a, V65- 1) ; 8, *Verrucosisporites* sp. (2016.08.08-05b, L52- 2) ; 9, *Trilobosporites* sp. (a: 向心面, b: 遠心面 ; 2016.08.08-01c, P52- 1) ; 10, *Appendicisporites potomacensis* (a: 向心面, b: 遠心面 ; 2016.08.08-01d, S38- 3) ; 11, *Cicatricosisporites hallei* (a: 向心面, b: 遠心面 ; 2016.08.08-05b, Y62- 4) ; 12, *Jimboisporites senonicus* (a: 向心面, b: 遠心面 ; 2016.08.08-05b W50- 3) ; 13, *Camarozonosporites insignis* (a: 向心面, b: 遠心面 ; 2016.08.08-01d, H53- 3) ; 14, *Reticulatisporites* sp. (a: 向心面, b: 遠心面 ; 2016.08.08-02b, E63- 3) ; 15, *Contignisporites cooksonii* (2016.08.08-05b, L63- 3) ; 16, *Laevigatosporites gracilis* (2016.08.08-05b, K29- 1) .

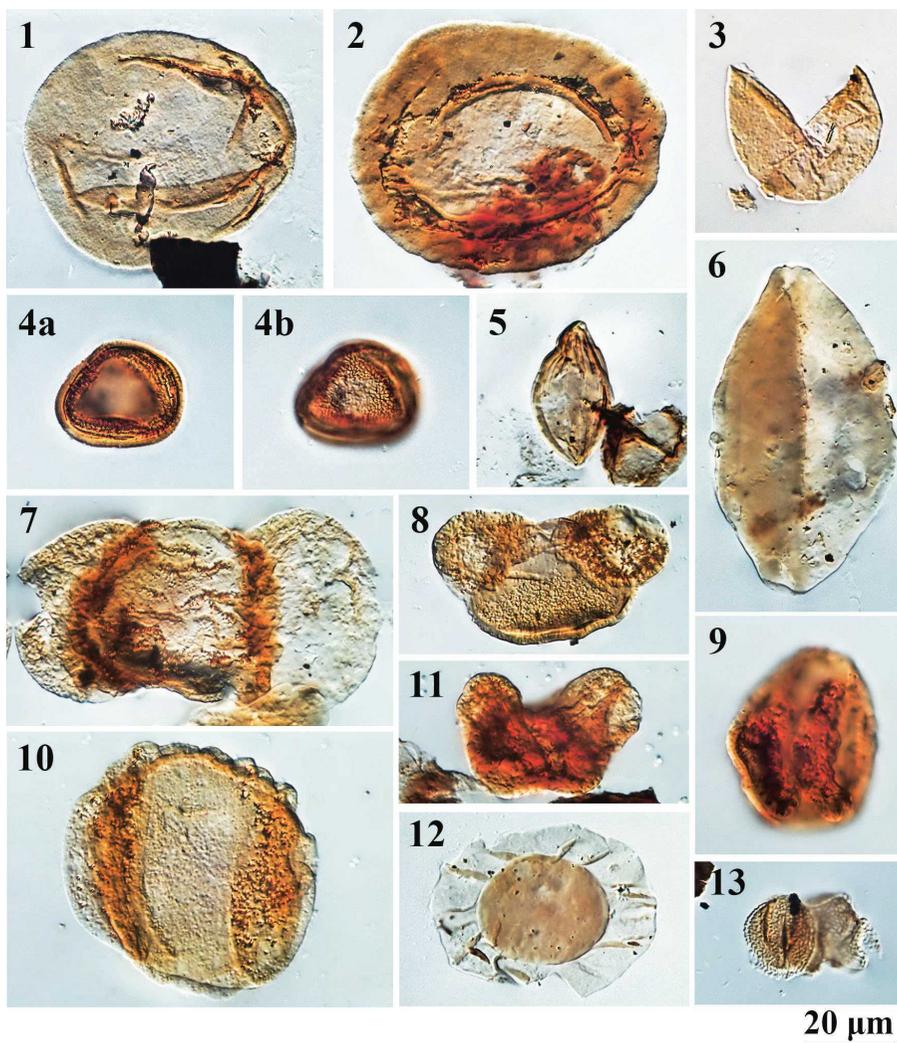


PLATE II

玉川層大沢田川産地の花粉及び緑藻化石画像（光学顕微鏡）。括弧内に産出層準と England Finder を示す。
 1, *Araucariacidites australis* (2016.08.08-05b, P61-3); 2, *Balmeiopsis limbatus* (2016.08.08-01c, X23-3); 3, *Taxodiaceapollenites hiatus* (2016.08.08-01Bc, M29-1); 4, *Classopollis classoides* (a: 向心面, b: 遠心面; 2016.08.08-01d, V45-1); 5, *Ephedripites* sp. (2016.08.08-02b, Q33-4); 6, *Cycadopites* sp. (2016.08.08-01d, N28-3); 7, *Pinuspollenites* sp.1 (2016.08.08-01d, J39-3); 8, *Pinuspollenites* sp.2 (2016.08.08-01d, S66); 9, *Pristinuspollenites microsaccus* (2016.08.08-01d, M24-4); 10, *Pityosponites tohokuensis* (2016.08.08-04a, J32-3); 11, *Pityosporites constrictus* (2016.08.08-05b, Y30-3); 12, *Pterospermella* sp. (2016.08.08-01c, S50-1); 13, *Tricolpites* sp. (2016.08.08-01a, Y58-4).

australiensis (アネミア科) は湖のような環境でできた白亜紀の堆積物からよく報告される *Ruffordia goepperti* (Dunker) Seward の孢子だったとされている。産出数が少ないが、現在南日本に見られるようなマングローブの存在を示唆する *Classopollis* (ケイロレピディア科) や裸子植物の *Exesipollenites* (イチイ科) が含まれているのも特徴的である。 *Jimboisporites*

(シダ植物) が同定された久慈地域の中新統門ノ沢層 (Sohma 1969) にもマングローブ植生が分布していたとされている (山野井ほか 2010)。また、孢子・花粉化石と共に有孔虫、淡水性 (*Chomotriletes minor*) と海洋性 (*Pterospermella* sp.) の緑藻類も含まれていた。大沢田川産地から明らかになった花粉群集は異種の環境由来の要素を含むが、その組成や割合から、河

表2. 玉川層上部の Miki (1972), 梅津・栗田 (2007) と本報告の組成比較 (種数の割合を百分率で示す).

	Miki (1972)	梅津・栗田 (2007)	本報告
コケ植物胞子	2%	3%	4%
小葉類胞子	4%	6%	13%
シダ類胞子	49%	40%	47%
裸子植物花粉	25%	25%	32%
被子植物花粉	20%	26%	4%

口近辺に集約的に堆積したと推定できる。

5-2. 既知の玉川層上部花粉群集との比較

大沢田川産地から得られた久慈層群玉川層上部の花
粉群集を Miki (1972) (胞子16属27種, 裸子植物花粉
11属12種, 被子植物花粉5属10種) と梅津・栗田
(2007) (胞子38属, 裸子即物花粉19属, 被子植物花
粉20属) が報告した同層準の花
粉群集と比較した。本
報告と共通する要素が多く, Miki (1972) のパリノフ
フロラの殆どは大沢田川産地に含まれているが, 裸子植
物花粉では *Vitreisporites pallidus* (シダ種子類カイト
ニア目) が見られなかった。

Miki (1972) では, 被子植物花粉は単溝型 (1属3
種), 三溝型 (3属6種), 三孔型 (*Accuratipollis*
evanidus) が報告され, 花粉群集の22%を占めている
ので, 大沢田川産地の花粉群集より多様である。しかし,
下部に比して上部における被子植物花粉が少ないと指
摘されている。

梅津・栗田 (2007) が報告したパリノフロラの組成
も大沢田川産地のパリノフロラとよく類似するが, 被
子植物花粉はさらに多様であり, 単溝型 (属種), 三
溝型 (属種) のほかにも合流口型 (*Asteropollis*), 三
孔型 (*Gothanipollis*, *Triporopollenites*), 三突出型花粉
(*Aquilapollenites*, *Fibulapollis*) の花粉も報告した。な
お, 今回の花粉分析で見つかった *Foveotricolpites* は,
梅津・栗田 (2007) に, *Retitricolpites* と *Tricolpites* は
Miki (1972) 及び梅津・栗田 (2007) の報告にも含ま
れている。

大沢田川産地で見られた被子植物の花
粉は小型 (径
約15 μ m) であることから, 当時の植生にあった被子
植物の花
粉の多くは河川に流され, 少数しか堆積物に
含まれな
かった可能性
がある。ある
いは, 堆積の
時期が被子
植物の開花
時期と異な
っていたか
もしれない。

組成の種数は類似するが, 大沢田川産地では被子植
物が少ない一方, 小葉類が多く含まれている (表2)。

Tanai (1979) に報告された葉化石には, シダ植物
ではトクサ科, ゼンマイ科, ウラジロ科, チャセンシ
ダ科など (計11種), 裸子植物ではヒノキ科, ナンヨ
ウスギ科など (計6種), 被子植物ではモクレン科,
スズカケノキ科, ブナ科, ヤナギ科, ムクロジ科, ブ

ドウ科など (計10種) が含まれている。今回のパリノ
フロラの組成から推定した古植生ではゼンマイ科, ウ
ラジロ科, ヒノキ科, ナンヨウスギ科, スズカケノキ
科が含まれており, 大型植物化石の組成と矛盾しない。

6. まとめ

岩手県久慈市の大沢田川産地から得られた久慈層群
玉川層のパリノフロラは, コケ・シダ植物の胞子36属
52種, 裸子植物の花
粉17属26種, 被子植物の花
粉3属
3種を含み, 温暖な気候下で生育していた古植生を示
唆する。分類群の組成は, 異なる環境で生育する要素
を含むが, そのような混在は河川堆積の結果と考えた。
組成全般は, チューロニアンの年代と矛盾せず,
以前玉川層から報告された大型化石フロラとパリノフ
フロラの組成とも一致する。大沢田川産地においては小
葉類が多様に見られる一方, 被子植物が少ないが, 堆
積環境の影響であると推定できる。

謝辞

本稿の研究成果は, 藤原ナチュラルヒストリー振興
財団 第24回学術研究助成 (植物学) によるものである。
早稲田大学・久慈琥珀博物館による玉川層共同調
査の関係者には, 調査中の協力を感謝申し上げる。査
読者である大阪市立自然史博物館の塚腰実氏, 平岡環
境科学研究所の楡井尊氏からは, 原稿に関する丁寧な
御指摘を戴き, 本稿を改善することができた。久慈化
石研究会の大倉正敏氏からは, 大胞子試料を提供して
いただいた。中央大学柴田真之介氏には, 試料準備の
協力を戴いた。

引用文献

- 平山 廉・小林快次・菌田哲平・佐々木和久 (2010)
岩手県久慈市の上部白亜系久慈層群玉川層より発見
された 陸生脊椎動物群 (予報). 化石研究会会誌
42 (2), 74-82
- 平山 廉 (2017) 久慈層群玉川層のボーンベッド発掘
調査と化石脊椎動物の概要. 化石研究会会誌 51,
36-37
- Katagiri T, Mukai M, Yamaguchi T (2013) A new

- fossil moss *Muscites Kujiensis* (Bryopsida) preserved in the Late Cretaceous amber from Japan. *The Byologist* 116 (3), 296-301
- Legrand J, Pons D, Nishida H (2012) Palynostratigraphy and paleoenvironments of the Lower Cretaceous Choshi Group, Outer Zone of south-west Japan. *日本花粉学会誌* 58, 268
- Legrand J, Pons D, Terada K, Yabe A, Nishida H (2013) Lower Cretaceous (upper Barremian-lower Aptian?) palynoflora from the Kitadani Formation (Tetori Group, Inner Zone of central Japan). *Paleontological Research* 17, 201-229
- ルグラン ジュリアン・矢部 淳・宮田和周・西田治文 (2014) 長崎県白亜系三ツ瀬層の恐竜化石産地のパリーノフロラと古環境. *日本古生物学会2014年年会講演予稿集*, 23
- Miki A (1972) Palynological Study of the Kuji Group in northeastern Honshu, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4, Geology and Mineralogy* 15 (3-4), 513-604
- Miki A (1977) Late Cretaceous pollen and spore floras of Northern Japan: Composition and interpretation. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4, Geology and mineralogy* 17 (3), 399-436
- 三塚俊輔 (2017) 上部白亜系久慈層群のシーケンス層序と堆積史. *化石研究会久慈例会シンポジウム講演要旨集*, 1
- Ogura Y (1933) On the structure of a fossil stem of *Cibotium*-type from the Upper Cretaceous of Iwate. *The botanical magazine, Tokyo* 47, 748-755
- Oishi S (1940) The Mesozoic floras of Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Series 4, Geology and Mineralogy* 5, 125-480
- 佐々保雄 (1932) 岩手懸久慈地方の地質に就いて. *地質雑* 39, 401-430
- 島津光夫・寺岡易司 (1962) 5万分の1地質図幅「陸中野田」および同説明書. *地質調査所*, 1-63
- Sohma K (1969) *Jimbosporiles kujiensis* gen. et sp. nov. from the Kadonosawa formation (Upper Cretaceous), Iwate Prefecture, Japan. *The Science reports of the Tohoku University, Series 4, Biology* 35, 39-41
- Takahashi M, Crane PR, Ando H (2001) Fossil megaspores of Marsileales and Selaginellales from the Upper Coniacian to Lower Santonian (Upper Cretaceous) of the Tamagawa Formation (Kuji Group) in northeastern Japan. *International Journal of Plant Sciences* 162 (2), 431-439
- Tanai T (1979) Late Cretaceous floras from the Kuji district, Northeastern Honshu, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4, Geology and mineralogy* 19 (1-2), 75-136
- 照井一明 (1986) 岩手県久慈地方の上部白亜系および古第三系の堆積学的研究. *野田村地質報告書* 1, 1-152
- 照井一明・長浜春夫 (1986) 北上山地北部, 久慈地方の上部白亜系・古第三系の碎屑物の供給源と堆積. *北村信教授退官記念地質学論文集*, 545-570
- 照井一明・長浜春夫 (1995) 上部白亜系久慈層群の堆積相とシーケンス. *地質学論集* 45, 238-249
- 徳永重元・高瀬一成 (1968) 岩手県久慈炭田産孢子・花粉化石の研究. *地調月報* 19, 495-505
- 梅津慶太・栗田裕司 (2007) 岩手県北東部, 上部白亜系久慈層群の花粉化石層序と年代. *油技術協会誌* 72 (2), 215-223
- Uno H, Mitsuzuka S, Horie K, Tsutsumi Y, Hirayama R (2018) U-Pb dating of turtle fossils from the Upper Cretaceous Tamagawa Formation in Kuji, Iwate, Japan. *Turtle Evolution Symposium, Program & Abstracts*, 87
- 鶴野 光・堤之 恭・三塚俊輔・平山 廉 (2017) 久慈層群玉川層のボーンベッドのU-Pb年代分析. *化石研究会久慈例会シンポジウム講演要旨集*, 3
- 山野井徹・齋藤喜和子・松原尚志・小守一男 (2010) 岩手県二戸地域の門ノ沢層(中部中新統)からマングループ(メヒルギ属)花粉化石の発見. *地質学雑誌* 116 (2), 114-117