

## 手取層群の堆積年代の解明のための予備調査

酒井佑輔（大野市教育委員会）

### はじめに

手取層群（Yamada and Sano, 2018）の化石記録はアジア東縁部の沿岸地域を代表するものであり、本層群の堆積年代の解明は前期白亜紀の陸域生態系の時代的変遷を理解する上で重要である。福井県勝山市滝波川地域の手取層群は時代決定に有効な示準化石に乏しく、その堆積年代については依然としてよくわかっていない（Sano, 2015; Sano and Yabe, 2017）。そこで、本研究では、滝波川地域において地層対比に有効な化石および地層の年代制約に有効な試料の探索を目的とする野外調査を実施し、栃神谷の手取層群桑島層より新たに産出した動植物化石について報告する。さらに、福井市自然史博物館に所蔵されている勝山市河合産植物化石の調査およびジルコン分離の結果を報告する。

### 地質概説

本研究の調査対象は、九頭竜川支流にあたる福井県勝山市滝波川地域に分布する下部白亜系手取層群である。滝波川地域には、下位より、飛騨変成岩類、手取層群、上部白亜系大道谷層、上部白亜系—古第三系濃飛流紋岩類、新第三系—第四系安山岩類が分布している（Fig. 1）。なお、酒井ほか（2018）が示した地質図には、栃神谷に濃飛流紋岩類の分布が塗色されていたが、本研究の再調査により飛騨変成岩類であると確認されたので訂正する。

滝波川地域の手取層群は、暗灰色泥岩優勢の砂岩泥岩互層を主体とする桑島層、粗粒堆積物を主体とする赤岩層、緑色泥岩優勢の砂岩泥岩互層を主体とする北谷層より構成されている（酒井ほか, 2018）。栃神谷に露出する桑島層より汽水生二枚貝 *Myrene tetoriensis* Kobayashi and Suzuki が報告されている（塚野, 1969）。北谷層については、北谷恐竜化石発掘現場より淡水生軟体動物や植物、多様な脊椎動物化石が多産する（Sano and Yabe, 2017）。

### 勝山市栃神谷の手取層群桑島層より新たに産出した動植物化石

野外調査の結果、栃神谷の手取層群桑島層内の複数層準より軟体動物および植物化石が産出した（Figs. 2, 3, 4, 5; Locs. 234, 235）。本研究で採取した化石のリストを Table 1 に示す。

#### 1. 軟体動物化石

軟体動物化石は 22 点を採取し、二枚貝は *Myrene tetoriensis* の他に、汽水生の *Tetoria*

yokoyamai Kobayashi and Suzuki (Fig. 6-2), 淡水生の *Sphaerium* sp. (Fig. 6-1), *Unio*? sp. (Fig. 6-3) およびイシガイ目 (科・属不明) (Fig. 6-4) を含み, 巻貝は *Melanoides* sp. (Fig. 6-5), *Pila* sp. (Fig. 6-6) および”*Viviparus*” sp. (Fig. 6-7) を含むことが初めて確認された。

桑島層は, 石川県白山市桑島の手取川右岸の大露頭である桑島化石壁付近を模式地とした砂岩泥岩互層を主体とする地層である。本層は主に *Myrene tetoriensis* などの汽水生二枚貝化石を産する汽水成層であり, 最近では一部にカブトガニ行跡や放散虫化石を含む海成層の存在が確認されている (松岡ほか, 2009; 柏木ほか, 2016; 酒井ほか, 2018)。桑島化石壁付近の桑島層については河川成の堆積物と解釈されており, 恐竜類をはじめとする多様な脊椎動物, 淡水生軟体動物および植物の化石が多数報告されている (例えば, 松岡 (編), 2000; Isaji et al., 2005; Sano and Yabe, 2017)。

本研究による新たな軟体動物化石の発見は, 栃神谷の桑島層において古環境の復元や産出層の対比を議論する上で重要なデータとなる。栃神谷における軟体動物化石の報告は, これまで *Myrene tetoriensis* のみに留まっていたが (塚野, 1969; 松川ほか, 2003; Sano et al., 2008; 酒井ほか, 2018), 本研究では新たに淡水環境を示す *Sphaerium*, *Unio* や”*Viviparus*” などの産出が初めて確認された。栃神谷における淡水生軟体動物化石の産出は汽水生軟体動物化石産出層より層位的上位で認められたため (Fig. 5), 栃神谷の桑島層内で上位に向かって汽水環境から淡水環境への変化が記録されていると考えられる (Fig. 7)。同様の環境変化は石川県白山市の桑島層上部に記録されており (酒井ほか, 2018), このことは栃神谷の桑島層と白山市の桑島層上部が互いに対比されることを示唆している。

## 2. 植物化石

植物化石は 10 点を採取し, シダ類の *Cladophlebis* sp. (Fig. 6-8), *Onychiopsis elongata* (Geyler) Yokoyama (Fig. 6-9) および *Sphenopteris* sp. (Fig. 6-10), 球果類の *Podozamites reinii* Geyler (Fig. 6-11) が確認された。いずれも断片的なものであり, *Po. reinii* は遊離した葉の状態で産出する。

### 福井市自然史博物館所蔵の勝山市産化石

福井市自然史博物館には勝山市産化石が所蔵されており, 本研究では 1950 年代に勝山市河合で採集された植物化石標本を調査した。調査結果の報告は, 福井市自然史博物館研究報告第 68 号に掲載される (酒井, 印刷中)。

確認した標本には, シダ類の *Onychiopsis elongata* (FCMNH-G1-52094), ベネチテス類の *Dictyozamites* sp. (FCMNH-G1-53126 : Fig. 8-1, 2), 球果類の *Elatocladus* sp. (FCMNH-G1-53119 : Fig. 8-3), *Podozamites reinii* (FCMNH-G1-53121 : Fig. 8-4a) および *Podozamites* sp. (FCMNH-G1-53121: Fig. 8-4b) が含まれ, いずれも手取層群より産出することが知られている (Yabe et al., 2003)。福井市自然史博物館所蔵の勝山市河合産植物化石の

採集地点は不明だが、河合の滝波川沿いには手取層群北谷層上部が露出していることから (Figs. 2, 3 ; ルート 3, 8, 10), これらの産出層準は同層と考えられる。

北谷層の植物化石は、主に杉山川の北谷恐竜化石発掘現場に露出する同層下部より報告されているが (矢部・柴田, 2011 ; Sano and Yabe, 2017), 発掘現場より上位層準からの報告は情報に乏しい状況にある (酒井ほか, 2018)。勝山市河合には北谷層上部が露出しているが、これまで植物化石の産出は報告されていなかった。そのため、福井市自然史博物館に所蔵されている河合産植物化石は、北谷層上部より産出したと考えられる数少ない貴重な資料だといえる。

### 年代測定用試料の探索

石川県白山市の手取層群からはジルコン U-Pb 年代値が報告され、桑島層、赤岩層および北谷層の堆積年代の制約に役立っている (長田ほか, 2019 ; 酒井ほか, 2019, 2021)。一方、滝波川地域の手取層群については、有効な年代学的データに乏しい状況である。筆者は、酒井ほか (2018) が報告した栃神谷の桑島層中の凝灰岩を年代測定用試料の候補として注目していたが、再調査により砂岩であることを確認した。そのため、本研究では、新たに採取した試料からジルコンの抽出を試みた。

#### 1. 岩石試料

本研究では、栃神谷に露出する手取層群桑島層の砂岩泥岩互層中に挟まれる層厚 80 cm の灰白色層 (泥岩サイズ) より試料 TG-1 (Figs. 3, 4, 9-1, 9-2 ; Loc. 234), 栃神谷に露出する赤岩層の砂岩泥岩互層中の暗灰色細粒砂岩より試料 TG-2 (Figs. 3, 4, 9-3 ; Loc. 220), 河合に露出する北谷層最上部の砂岩泥岩互層中の暗灰色細粒砂岩より試料 KG-1 (Figs. 3, 4, 9-5 ; Loc. 324), 河合に露出する北谷層上部の砂岩泥岩互層中の層厚 30 cm の白色層 (細粒砂岩サイズ) より KG-2 (Figs. 3, 4, 9-6 ; Loc. 180) を採取した。

#### 2. 顕微鏡観察

TG-1, KG-1 および KG-2 の薄片を作成し、偏光顕微鏡による観察を行った。TG-1 は変質した鉱物で構成され、火山ガラスを確認できないことから、変質した泥岩と判断した (Fig. 10-1, 2)。KG-1 および KG-2 は白雲母が多く、火山ガラスを含まないため、細粒砂岩と判断した (Fig. 10-3, 4)。KG-2 が白色を呈するのは、白雲母が変質しているためと考えられる。

#### 3. ジルコン分離

露頭観察および顕微鏡観察の結果を踏まえ、TG-1 からのジルコン分離を株式会社京都フイッション・トラックに依頼した。その結果、ジルコンはまったく検出されず、年代測定用試料として不適と判断された。

## まとめ

- (1) 本研究では、栃神谷の手取層群桑島層より産出した多様な動植物化石および河合の手取層群北谷層上部より産出したと考えられる植物化石について報告した。 *Unio* を含む淡水生二枚貝群集の産出は、栃神谷の桑島層と石川県白山市の桑島層上部が互いに対比されることを示唆している。白山市の桑島層からは保存状態の良い植物や脊椎動物などの化石が産出していることから、栃神谷においてもさらに多くの化石産地の発見が今後期待される。
- (2) 本研究では、滝波川地域の手取層群内の4層準より岩石試料を採取した。1試料からジルコンの抽出を試みたが、検出されなかった。今後もジルコン分離を実施するとともに、年代測定用試料の探索および採取を継続していく必要がある。

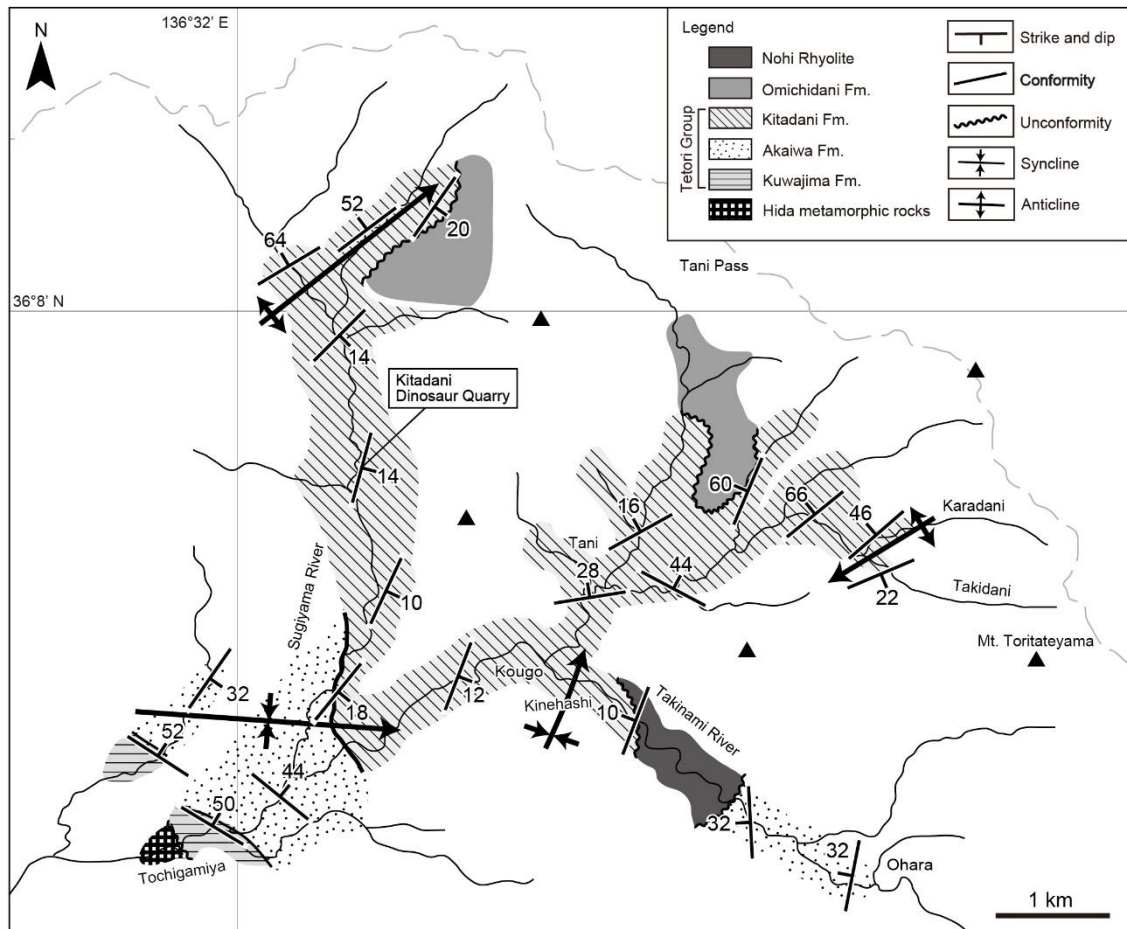
## 謝辞

本研究は、2014年度勝山市ジオパーク学術研究等奨励補助金の補助研究「福井県勝山市滝波川流域に露出する手取層群における白亜紀前期植物相の変遷」に続き、同地域の手取層群を対象に地質調査を行ったものである。本研究を進めるにあたり、新潟大学理学部理学科地質科学プログラムの松岡 篤教授には終始ご指導いただいた。福井県立恐竜博物館の中山健太郎博士には、軟体動物化石の同定についてご教示いただいた。日本原子力研究機構東濃地科学センターの長田充弘博士には、偏光顕微鏡写真の撮影においてご協力いただいた。福井市自然史博物館の有馬達也氏、白山市白峰化石調査センターの大塚健斗氏には、化石資料の調査に際して大変お世話になった。以上の方々に心よりお礼申し上げる。

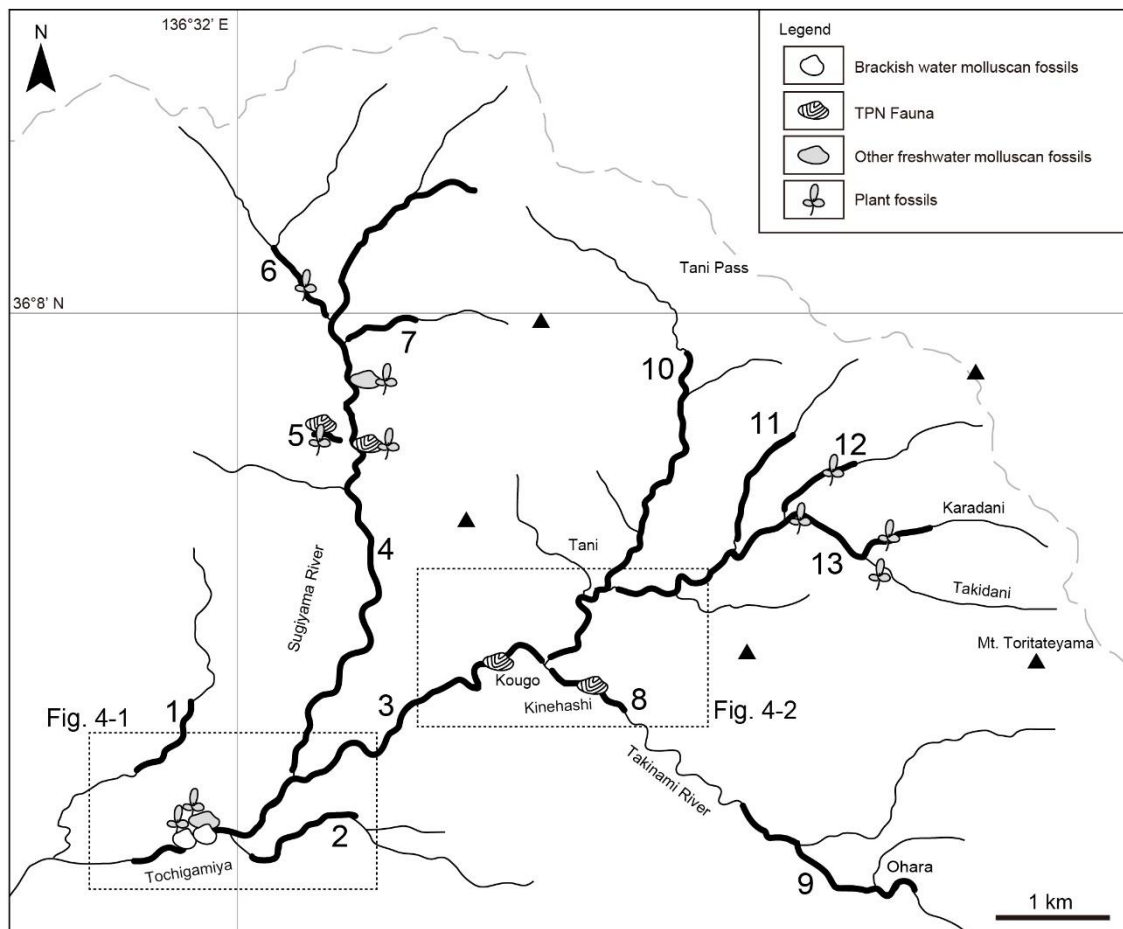
## 引用文献

- Isaji, S., Okazaki, H., Hirayama, R., Matsuoka, H., Barrett, P. M., Tsubamoto, T., Yamaguchi, M., Yamaguchi I. and Sakumoto, T., 2005, Depositional environments and taphonomy of the bone-bearing beds of the Lower Cretaceous Kuwajima Formation, Tetori Group, Japan. *Bulletin of Kitakyushu Museum of Natural History and Human History, Series A (Natural History)*, 3, 123–133.
- 柏木健司・伊左治鎮司・佐野晋一, 2016, 石川県白山市瀬戸野地域における手取層群の三番目の海進相の認定—石徹白亜層群上部における放散虫化石の初産出—. 福井県立恐竜博物館紀要, 15, 7–26.
- 松川正樹・小荒井千人・塩野谷奨・新海拓也・中田恒介・松井哲也・青野宏美・小林典夫・大久保敦・林 慶一・伊藤 慎, 2003, 手取層群の主要分布域全域の層序と堆積盆地

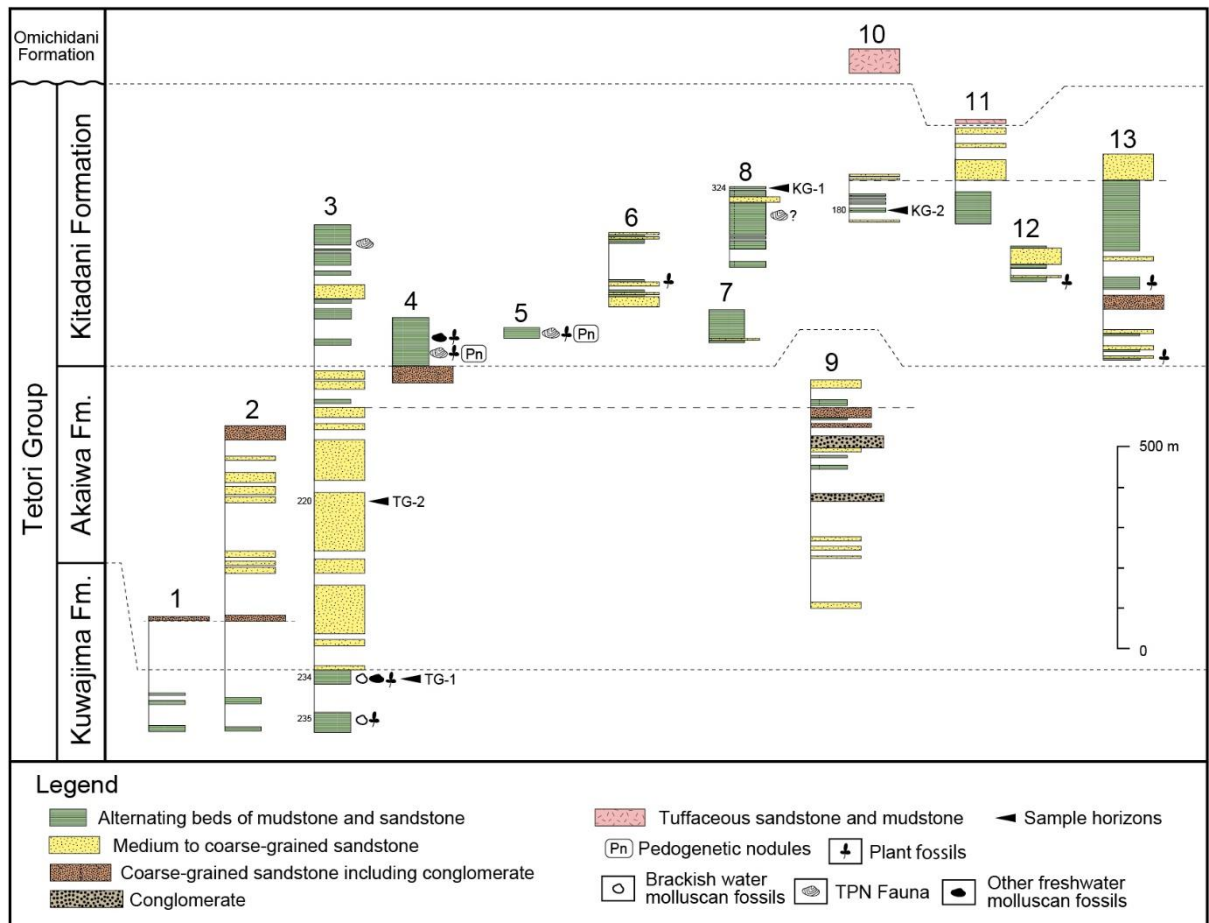
- の変遷. 地質学雑誌, 109, 383–398.
- 松岡廣繁 (編), 2000, 石川県白峰村桑島化石壁の古生物: 下部白亜系手取層群桑島層の化石群. 白峰村教育委員会, 石川県, 277p.
- 松岡廣繁・平澤 聡・イングリスマッシュ・寺島容子・楠橋 直・長谷川善和, 2009, 前期白亜紀における“カプトガニのポンペイ遺跡”: 石川県白山市瀬戸野 (下部白亜系手取層群) の *Kouphichnium* 生痕化石群の概要. 化石研究会会誌, 41, 62–75.
- 長田充弘・上村真優子・服部健太郎・仁木創太・宮嶋佑典・平田岳史・岩野英樹・檀原 徹, 2019, 岐阜県荘川地域の手取層群の年代論再考. 日本地質学会第 126 年学術大会講演要旨, 273.
- 酒井佑輔, 印刷中, 福井市自然史博物館所蔵の福井県勝山市河合産植物化石. 福井市自然史博物館研究報告, 68.
- 酒井佑輔・関戸信次・松岡 篤, 2018, 石川ー福井県境地域における下部白亜系手取層群の層序と植物化石群の層位学的意義. 地質学雑誌, 124, 171–189.
- 酒井佑輔・堤 之恭・楠橋 直・菌田哲平, 2021, 石川県白山市白峰地域の手取層群北谷層の凝灰岩から得られたAlbianジルコンU–Pb年代. 日本古生物学会第170回例会講演要旨集, 32.
- 酒井佑輔・堤 之恭・楠橋 直・菌田哲平・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. 地質学雑誌, 125, 255–260.
- Sano, S., 2015, New view of the stratigraphy of the Tetori Group in central Japan. *Mem. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, 14, 25–61.
- Sano, S., Kubota, K. and Yabe, A., 2008, “The Cretaceous Tetori biota in Japan and its evolutionary significance for terrestrial ecosystems in Asia” [Cretaceous research 27 (2006) 199–255]–Discussion. *Cretaceous Research*, 29, 168–173.
- 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.
- 塚野善蔵, 1969, 福井県地質図幅説明書. 福井県, 117p.
- 矢部 淳・柴田正輝, 2011, 手取層群北谷層 (下部白亜系) から産出した針葉樹枝条化石 *Brachyphyllum* の産状と古生態. 福井県立恐竜博物館紀要, 10, 77–88.
- Yabe, A., Terada, K. and Sekido, S., 2003, The Tetori-type flora, revisited: a review. *Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum*, 2, 23–42.
- 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.



**Fig. 1.** 勝山市滝波川地域の地質図（酒井ほか，2018 を改変）.

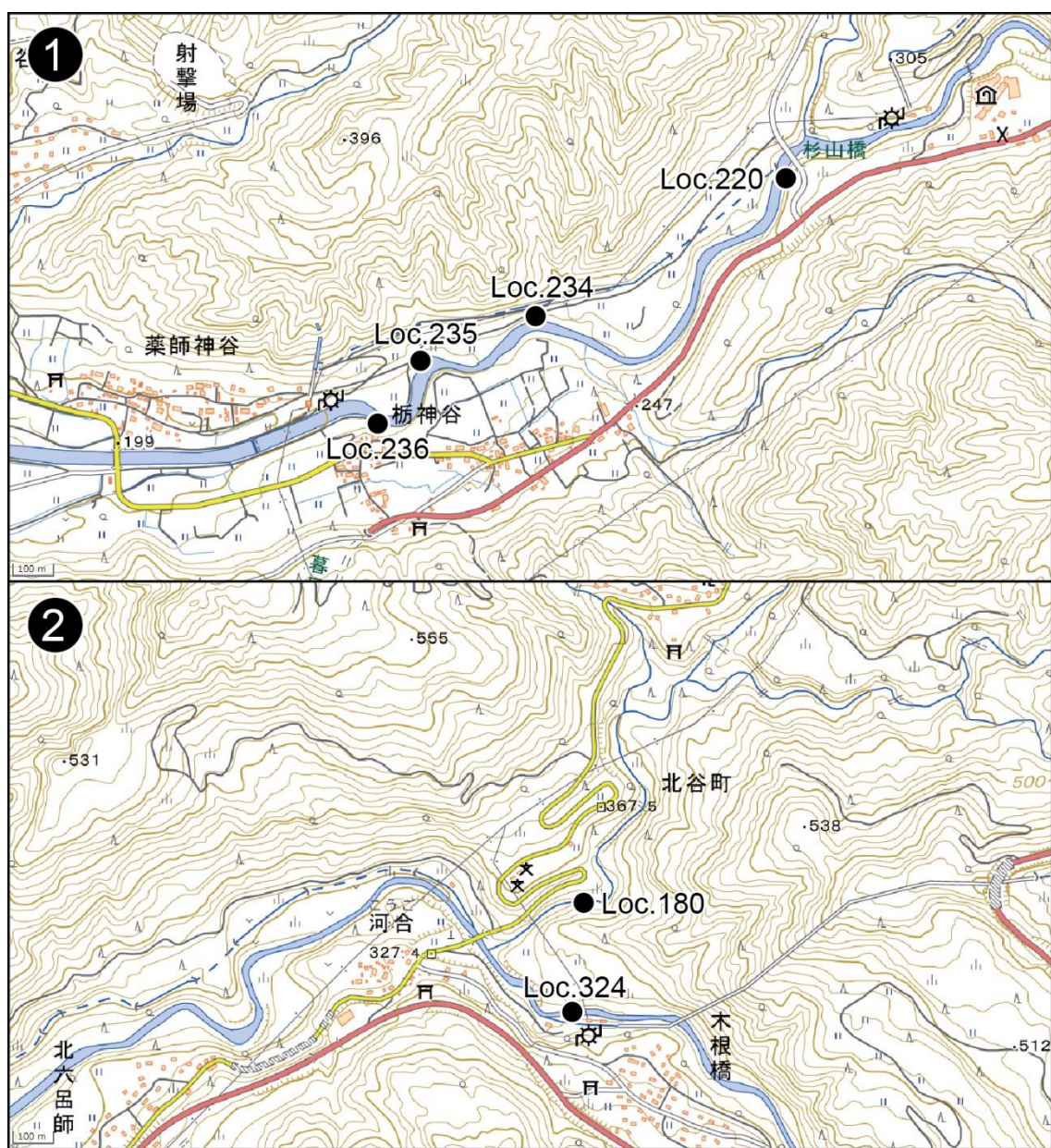


**Fig. 2.** 勝山市滝波川地域における調査ルート（酒井ほか，2018）と化石産出地点.

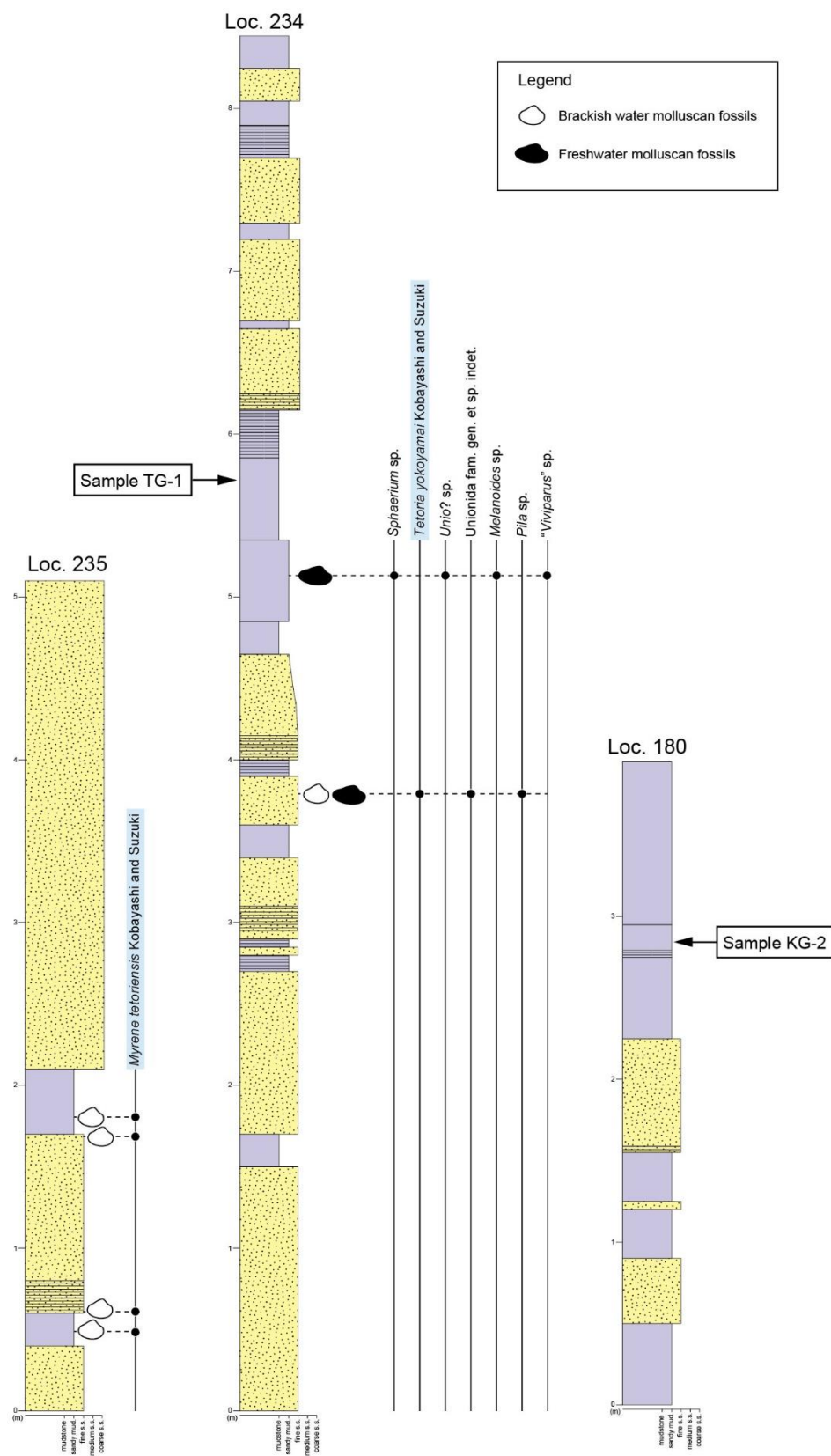


**Fig. 3.** 勝山市滝波川地域の各個柱状図（酒井ほか，2018 を改変）．柱状図番号は Fig. 2 に対応．



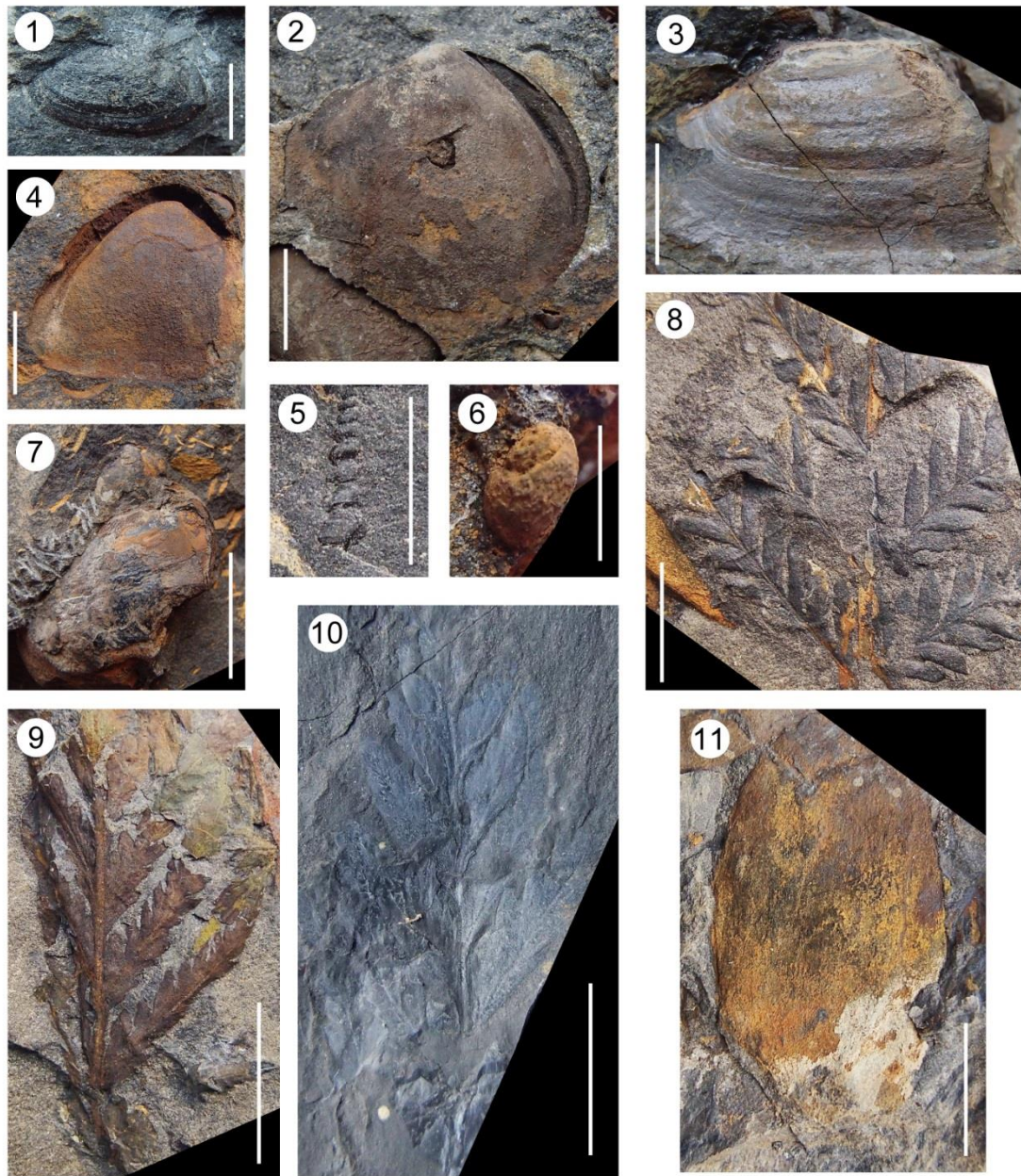


**Fig. 4.** 勝山市滝波川地域における化石および岩石試料の採取地点. 1：栃神谷周辺, 2：河合周辺.



**Fig. 5.** 勝山市滝波川地域における化石および岩石試料の採取地点の岩相柱状図.





**Fig. 6.** 栃神谷の手取層群桑島層より産出した軟体動物および植物化石. 1: *Sphaerium* sp., 2: *Tetoria yokoyamai* Kobayashi and Suzuki, 3: *Unio*? sp., 4: Unionida fam. gen. et sp. indet., 5: *Melanoides* sp., 6: *Pila* sp., 7: "*Viviparus*" sp., 8: *Cladophlebis* sp., 9: *Onychiopsis elongata* (Geyler) Yokoyama, 10: *Sphenopteris* sp., 11: *Podozamites reinii* Geyler. スケールバーは 1 cm (2–4, 7–11), 5 mm (1, 5, 6).

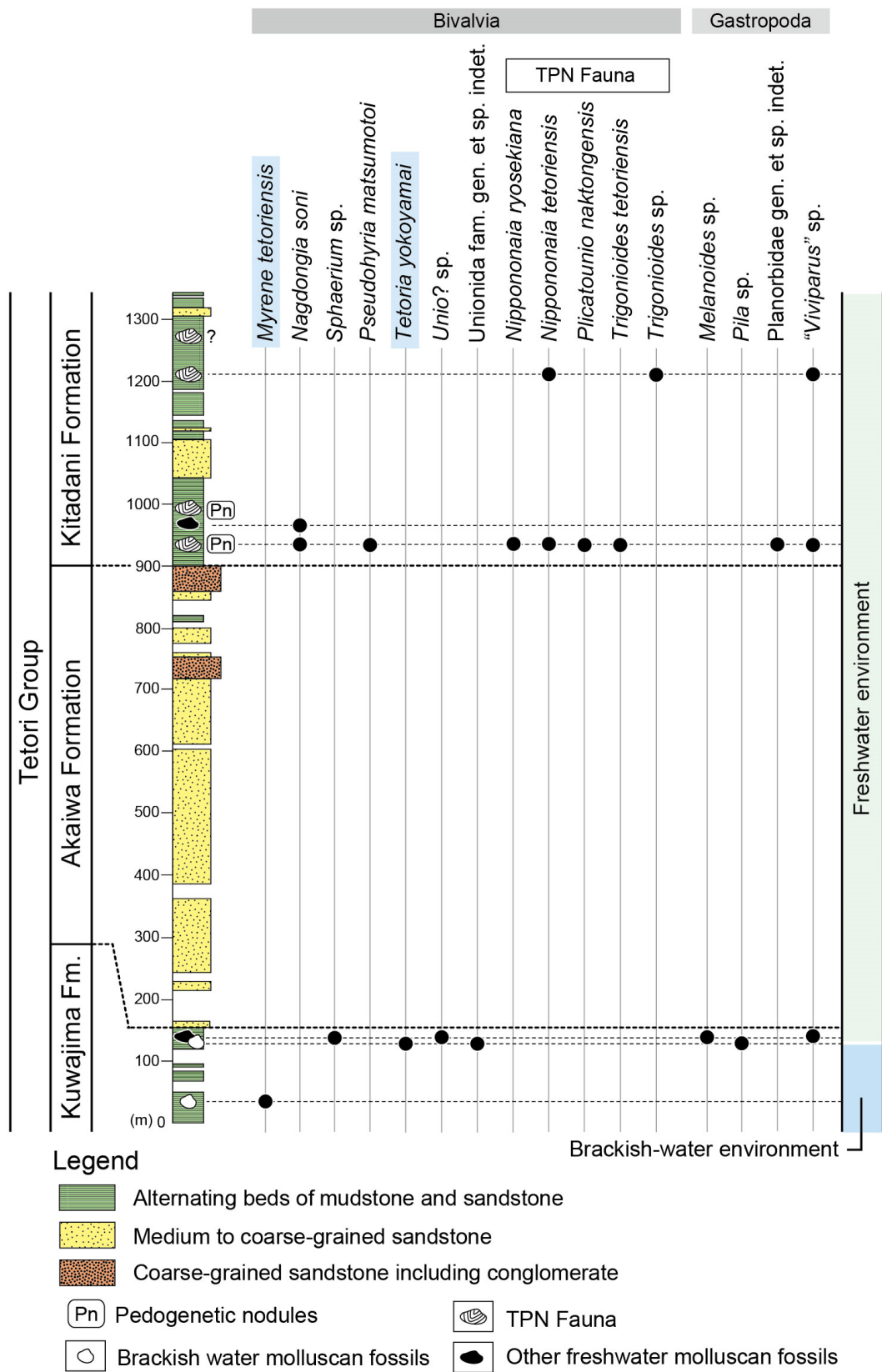
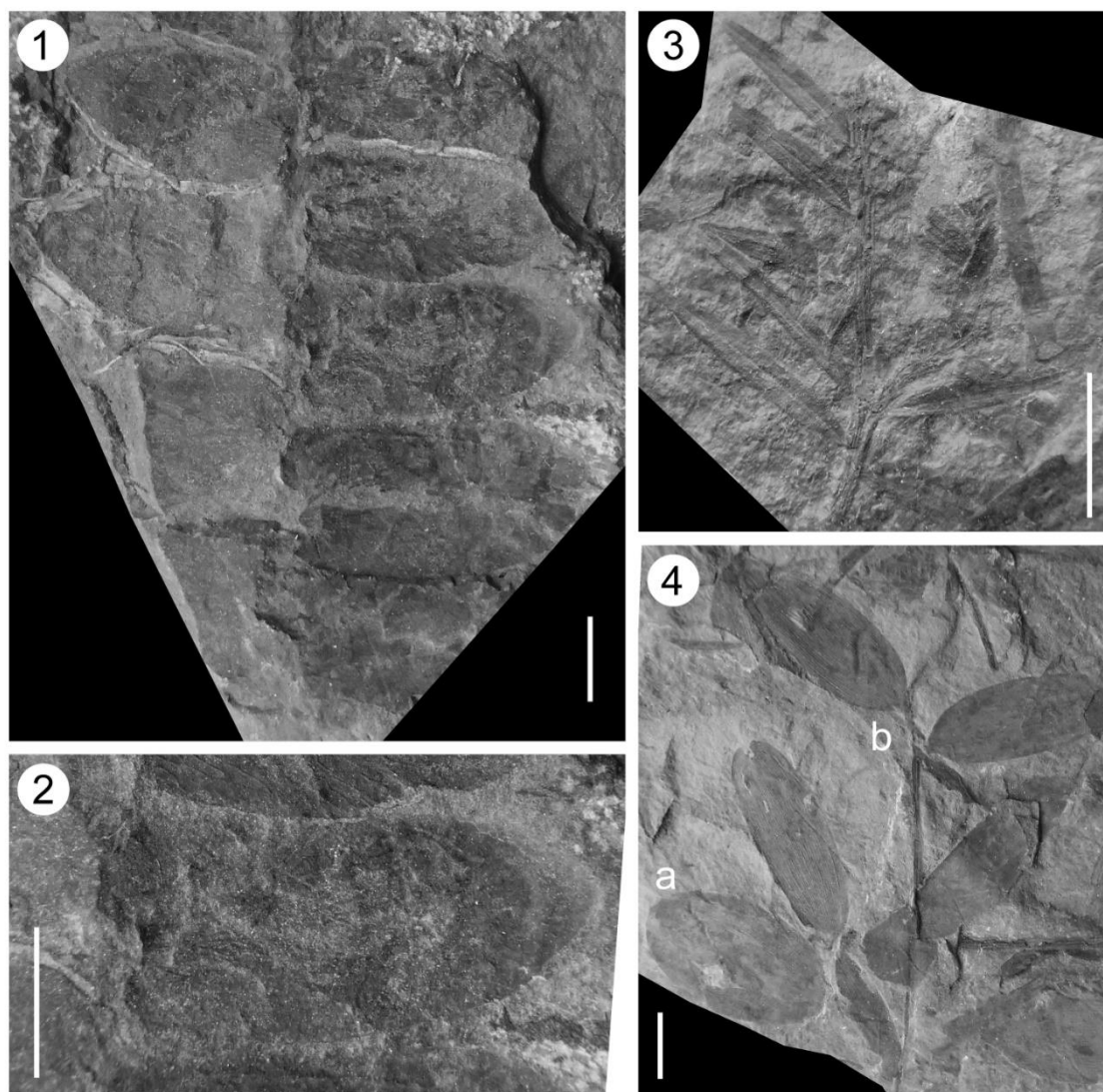
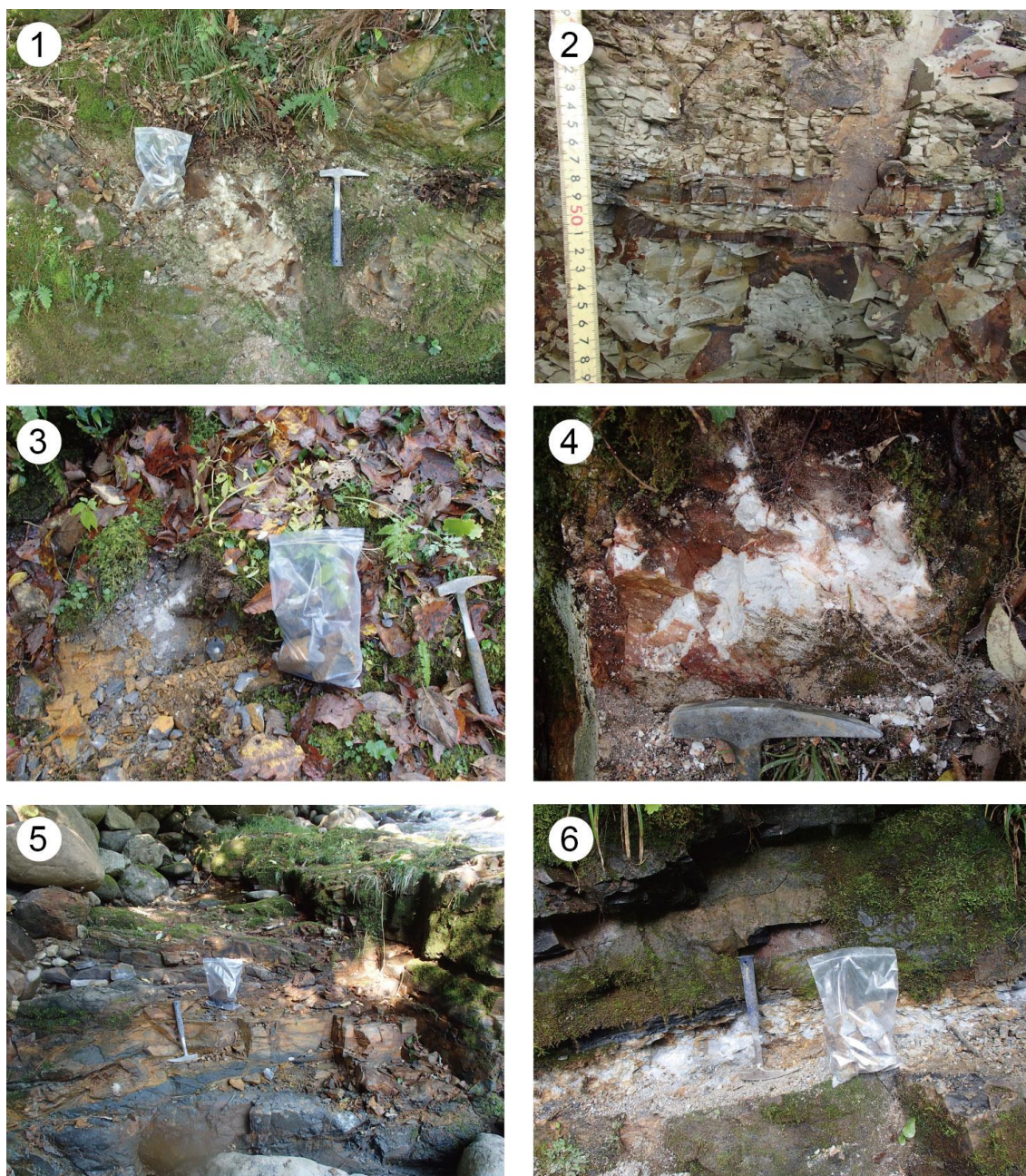


Fig. 7. 勝山市滝波川地域の総合模式柱状図 (酒井ほか, 2018 を改変).



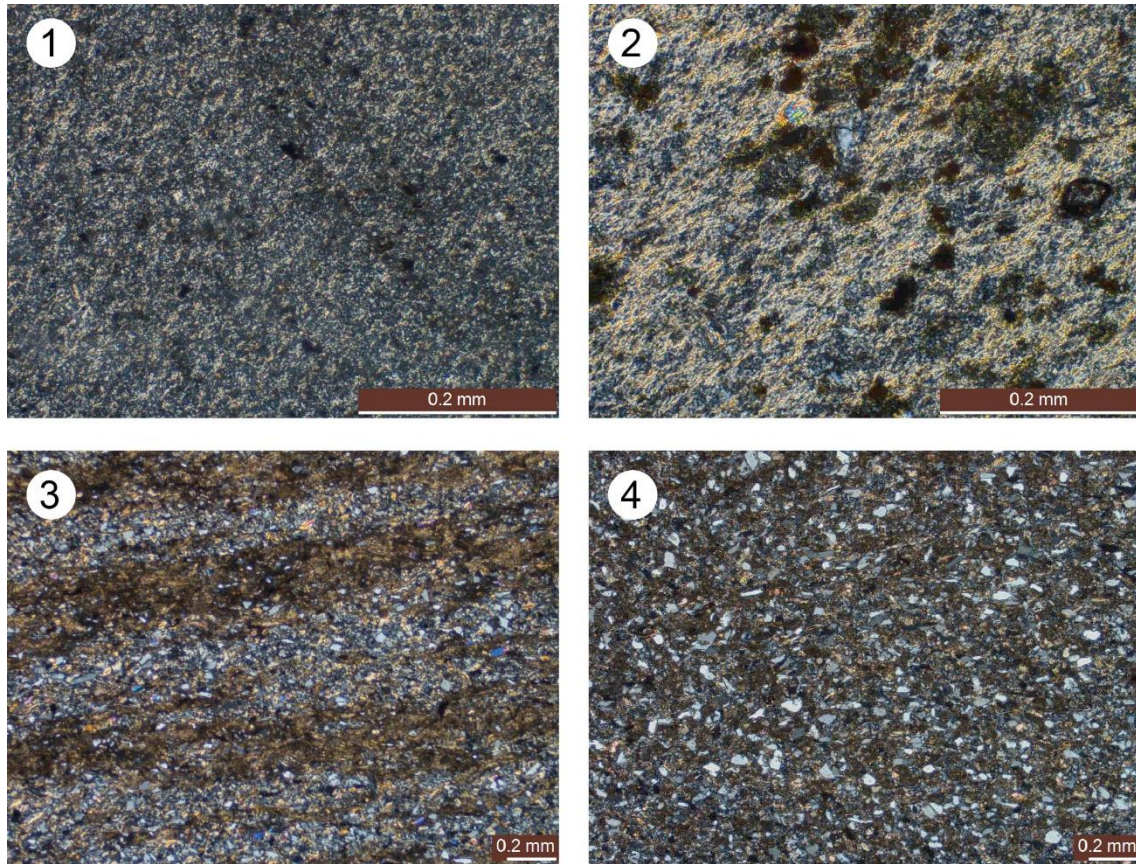
**Fig. 8.** 勝山市河合に露出する手取層群北谷層上部より産出したと考えられる植物化石（福井市自然史博物館所蔵）。1: *Dictyozamites* sp., FCMNH-G1-53126. 2: FCMNH-G1-53126 の拡大. 3: *Elatocladus* sp., FCMNH-G1-53119. 4: *Podozamites reinii* Geyler (a) and *Podozamites* sp. (b), FCMNH-G1-53121. スケールバーは 1 cm.





**Fig. 9.** 勝山市滝波川地域の露頭写真. 1: 栃神谷の手取層群桑島層の試料 TG-1 採取露頭, Loc. 234. 2: 試料 TG-1 採取露頭の拡大. 3: 栃神谷の手取層群赤岩層の試料 TG-2 採取露頭, Loc. 220. 4: 栃神谷の飛騨変成岩類, Loc. 236. 5: 河合の手取層群北谷層最上部の試料 KG-1 採取露頭, Loc. 324. 6: 河合の手取層群北谷層上部の試料 KG-2 採取露頭, Loc. 180.





**Fig. 10.** 薄片の偏光顕微鏡写真. 1, 2: 栃神谷の手取層群桑島層の試料 TG-1 (変質した泥岩), Loc. 234. 3 : 河合の手取層群北谷層最上部の試料 KG-1 (細粒砂岩), Loc. 324. 4 : 河合の手取層群北谷層上部の試料 KG-2 (細粒砂岩), Loc. 180.

**Table 1.** 栃神谷の手取層群桑島層の産出化石リスト.

| Species                                        | References                         |
|------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Bivalvia</b>                                |                                    |
| <i>Myrene tetoriensis</i> Kobayashi and Suzuki | Tsukano (1969), Sakai (This study) |
| <i>Sphaerium</i> sp.                           | Sakai (This study)                 |
| <i>Tetoria yokoyamai</i> Kobayashi and Suzuki  | Sakai (This study)                 |
| <i>Unio</i> ? sp.                              | Sakai (This study)                 |
| Unionida fam. gen. et sp. indet.               | Sakai (This study)                 |
| <b>Gastropoda</b>                              |                                    |
| <i>Melanoides</i> sp.                          | Sakai (This study)                 |
| <i>Pila</i> sp.                                | Sakai (This study)                 |
| " <i>Viviparus</i> " sp.                       | Sakai (This study)                 |
| <b>Plant</b>                                   |                                    |
| <i>Cladophlebis</i> sp.                        | Sakai (This study)                 |
| <i>Onychiopsis elongata</i> (Geyler) Yokoyama  | Sakai (This study)                 |
| <i>Sphenopteris</i> sp.                        | Sakai (This study)                 |
| <i>Podozamites reinii</i> Geyler               | Sakai (This study)                 |