

九州中央部に分布する上部ペルム系水越層の帰属について

Geotectonic setting of the Upper Permian Mizukoshi Formation, central Kyushu, southwest Japan

Abstract

田沢純一* 長谷川怜思**
長谷川美行***

Jun-ichi Tazawa, Satoshi Hasegawa**
and Yoshiyuki Hasegawa****

2007年7月14日受付.

2008年3月5日受理.

- * 新潟大学理学部地質科学科
Department of Geology, Faculty of Science,
Niigata University, Niigata 950-2181, Japan
- ** 八千代エンジニアリング九州支店
Kyushu Regional Office, Yachiyo Engineering
Co., Ltd., Arato 2-1-5, Chuo-ku, Fukuoka 810-
0062, Japan
- *** 新潟市西区五十嵐二の町 7492-128
Ikazashi Nino-cho 7492-128, Nishi-ku, Niigata
950-2102, Japan

Corresponding author; J. Tazawa,
tazawa@geo.sc.niigata-u.ac.jp

The Upper Permian (Lopingian) Mizukoshi Formation, distributed throughout the Mizukoshi area of central Kyushu, southwest Japan, is composed chiefly of black shale along with intercalated sandstone and conglomerate (Usuginu-type conglomerate), making a total thickness of 1,690 m. The Mizukoshi Formation is lithologically similar to the Toyoma Formation in the South Kitakami Belt, the upper Moribu Formation in the Hida Gaian Belt, and the Kuma Formation in the Kurosegawa Belt. The fusulinoidean fauna from limestone clasts within conglomerates in the upper part of the Mizukoshi Formation is characterized by the presence of *Lepidolina* species and the absence of *Neoschwagerina* and *Yabeina* species. In terms of generic composition, the fusulinoidean fauna of the Mizukoshi Formation shows a close affinity to those of the South Kitakami and Hida Gaian Belts, but differs from that of the Kurosegawa Belt. The brachiopod fauna from sandy shale and calcareous sandstone in the upper part of the Mizukoshi Formation, consisting of 22 species in 19 genera, is a Boreal-Tethyan mixed fauna, although the Boreal types are predominant. The Mizukoshi fauna is allied with the Middle to Late Permian brachiopod faunas of the Hida Gaian and South Kitakami Belts, the fauna of South Primorye, eastern Russia, and especially with the fauna of the Moribu area in the Hida Gaian Belt, central Japan. The above data strongly suggest that the Mizukoshi Formation represents the SW extension of the Permian rocks of the Hida Gaian Belt, thereby placing the formation within the South Kitakami Terrane. The dominantly Boreal-type assemblage within the Mizukoshi fauna indicates that during the Middle-Late Permian the Mizukoshi area was probably located between the Hida Gaian Belt to the north and the South Kitakami Belt to the south, bordering the eastern margin of North China. This conclusion supports the strike-slip model that describes large-scale sinistral strike-slip movement (approximately 1,500-2,000 km of displacement) along the Tanakura Tectonic Line (TTL) -Median Tectonic Line (MTL) from the Early Cretaceous to the Palaeogene.

Key words: Boreal-Tethyan mixed fauna, Hida Gaian Belt, Mizukoshi Formation, strike-slip model, Upper Permian.

はじめに

わが国における古生物地理学的研究は、1980年代後半以降プレートテクトニクスを基本原理として日本列島を構成する地体群の地理的復元を行うことで、構造地質学的に大きな役割を果たしてきた。ところでこのような研究を行う際に、適した時代と分類群とがある。ペルム紀は現在と同様、赤道を挟んで北半球と南半球とで対称的な、緯度と平行する気候帯が成立していた時代であり(増田, 1996; Ziegler et al., 1998), 比較的容易に動物区や植物区が認識できるので(Chaloner and Creber, 1988; Hallam, 1994), 古生物地理学的研究に適した時代であるといえる。古生物地理学的研究に適した分類群としては第一に陸上植物があげられるが、資料

がほぼ陸成層に限られるのが難点である。次いで、有殻海生大型無脊椎動物のうちの底生動物がある。腕足類はペルム紀のそれらのなかで最も繁栄した分類群で、生息範囲も赤道～両極地域に及び、古生物地理学的研究に適したものといえる。フズリナ類はペルム紀の標準化石として有用であるが、北半球および南半球の高緯度地域、すなわち寒冷地域であるボレアル区やゴンドワナ区の資料をほとんど欠くので、両極型(非熱帯型)フズリナ類 *Monodioxodina* など特殊な例(Ueno, 2006)を除いては、汎世界的な古生物地理の解析には不適當である。しかし、低～中緯度地域のなかの限られた範囲内での地理的分布傾向を読み取ることは可能である(例えば, Ueno, 2003; 田沢・長谷川, 2007)。本研究は、ペルム紀の腕足類とフズリナ類を用いて古生物地理学的解析を行

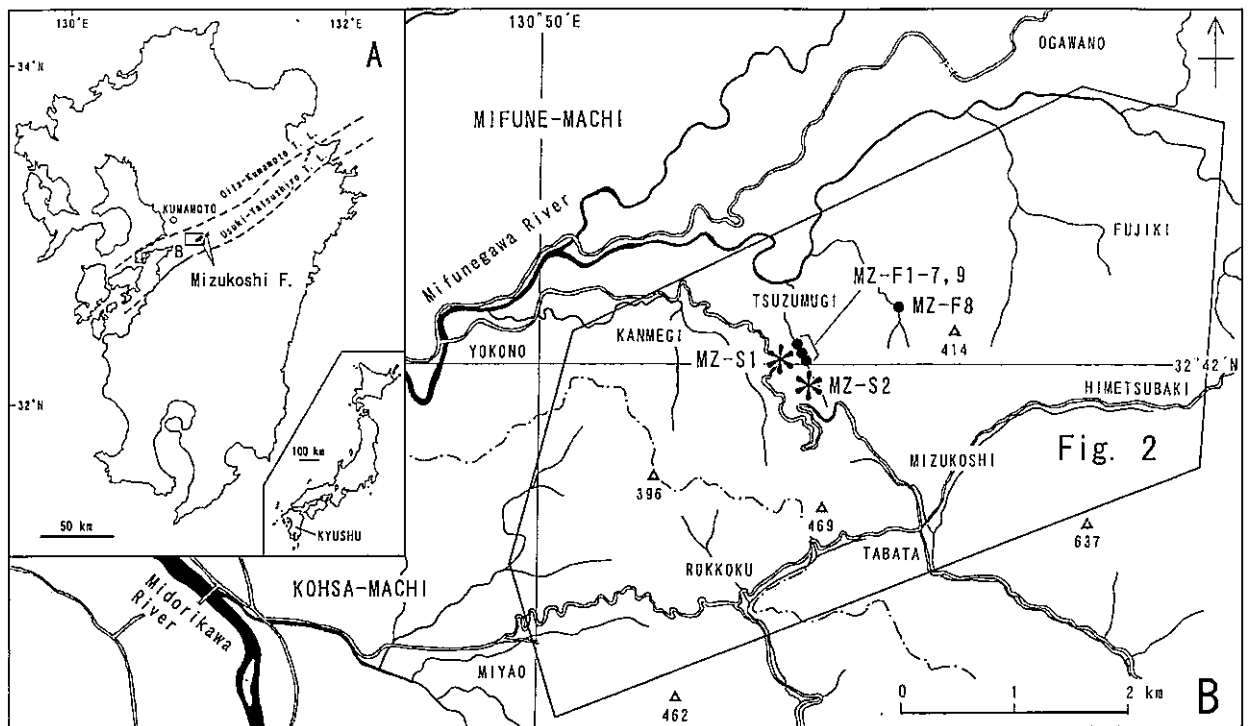


Fig. 1. Index map showing the study area (A, B) and the fossil localities, MZ-F1-9, MZ-S1, 2 (B).

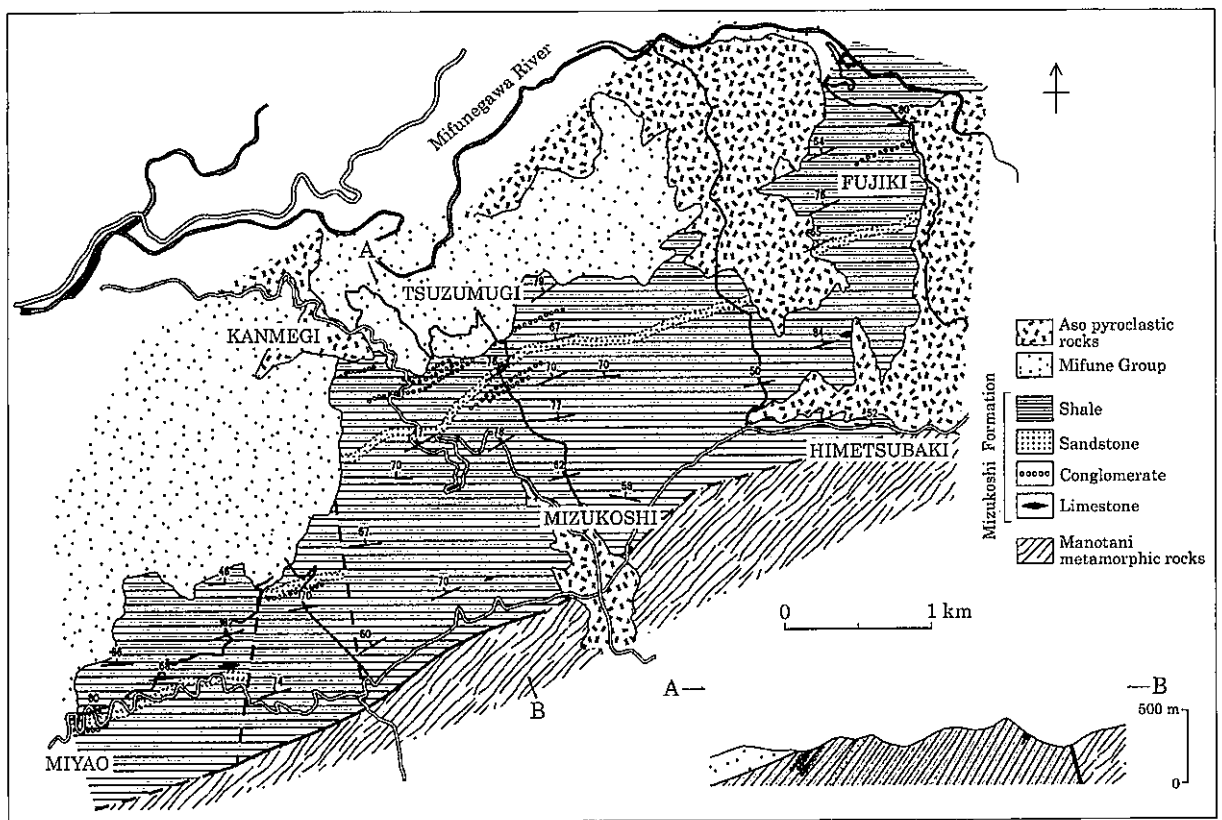


Fig. 2. Geological map of the Mizukoshi area.

い、さらにベルム系岩相層序を比較検討し、それらの資料に基づいて、上部ベルム系水越層の地体構造的な位置づけについて考察したものである。

水越層(松本・藤本, 1939 命名)は、周囲を白亜系御船層群や間の谷変成岩などに取り囲まれて、九州中央部に孤立して分布する“正常堆積層”ベルム系であることから (Fig. 1.A), 従来その帰属が問題とされてきた。水越層は一般的には肥後帯に属すると考えられているが(例えば、山本, 1992; 柳田, 1992; 戸邊ほか, 2000; 小山内ほか, 2001; 星住ほか, 2004), ほかに黒瀬川地帯または黒瀬川クリッペ(磯崎・板谷, 1990, 1991; 磯崎・丸山, 1991), 飛騨外縁帯(南部北上テレーン)(田沢, 1993, 2000a, 2004), 古領家帯(高木・柴田, 2000; Takagi and Arai, 2003)などの構成要素であるとする見解がある。さらに、水越層の帰属に関連して、中央構造線の九州への延長が白杵-八代構造線なのか(寺岡, 1970; Ichikawa, 1980; 山北・大藤, 2000)あるいは大分-熊本構造線なのか(高木・柴田, 1996, 2000)という問題、棚倉構造線-中央構造線に沿って起きたとされる大規模左横ずれ運動(田沢, 1993, 2004), 南部北上-黒瀬川マイクロコンチネント(勘米良, 1980; Saito and Hashimoto, 1982), および黒瀬川クリッペ(磯崎・板谷, 1991)の検証など、水越地域の地質には日本の先新第三紀テクトニクスに関する重大な問題が多く含まれている。

水越層については、最初に松本(1939)によって分布範囲と層序の概要が記された後、松本・藤本(1939)によりベルム系フリナ・サンゴ類の化石が報告され、本層がベルム系であることが確認された。その後、柳田(1958)は水越層の詳細な地質図を作成し、層序を明らかにした。また、Yanagida(1963)は水越層上部から産出した3種の腕足類化石を記載し、これらが南部北上帯、舞鶴帯、さらにシホテアリン(プリモリエ南部)、満州(中国東北部)の中・上部ベルム系から報告されている種に類似することを指摘した。Kano(1967)は水越層上部の礫岩の岩石学的検討から、これを薄衣式礫岩に組み入れた。その後、柳・浜本(1977)による礫岩中の花崗岩礫のRb-Sr年代、豊原ほか(1993)による水越層上部の頁岩から産出した後期ベルム系放射虫類、戸邊ほか(2000)による礫岩中の花崗岩礫のK-Ar年代に関する研究などが行われている。

以前、筆者の一人田沢は飛騨外縁帯と南部北上帯の古生界が本来一連の地質体であった可能性について予察的見解を述べた(田沢, 1989), それは水越層が両帯のベルム系を結ぶ要となることをある程度予想してのことであった。1989年6月に初めて水越地域を訪れ、腕足類化石産地の確認を行ったが、その際に水越層の黒色頁岩が南部北上帯の上部ベルム系登米層の黒色頁岩に岩相が似ていることに強く印象づけられた。そして、日本列島の地体構造を論ずるなかで、水越層が飛騨外縁帯のベルム系の南西延長部に相当するという考えを述べた(田沢, 1993)。さらにその後、飛騨外縁帯および南部北上帯のベルム系腕足類について分類学的・古生物地理学的研究(Tazawa and Matsumoto, 1998; Tazawa et al., 2000; Tazawa and Ibaraki, 2001; Tazawa, 2001)を行う

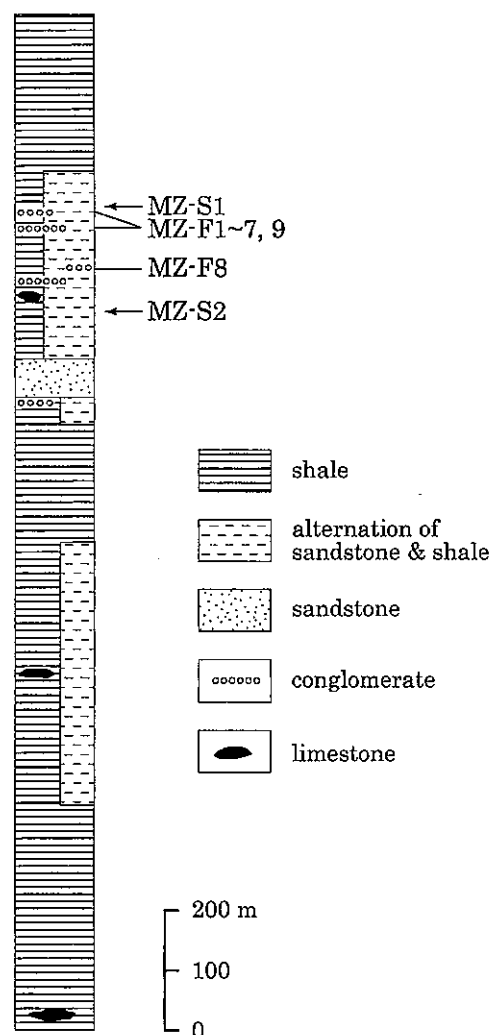
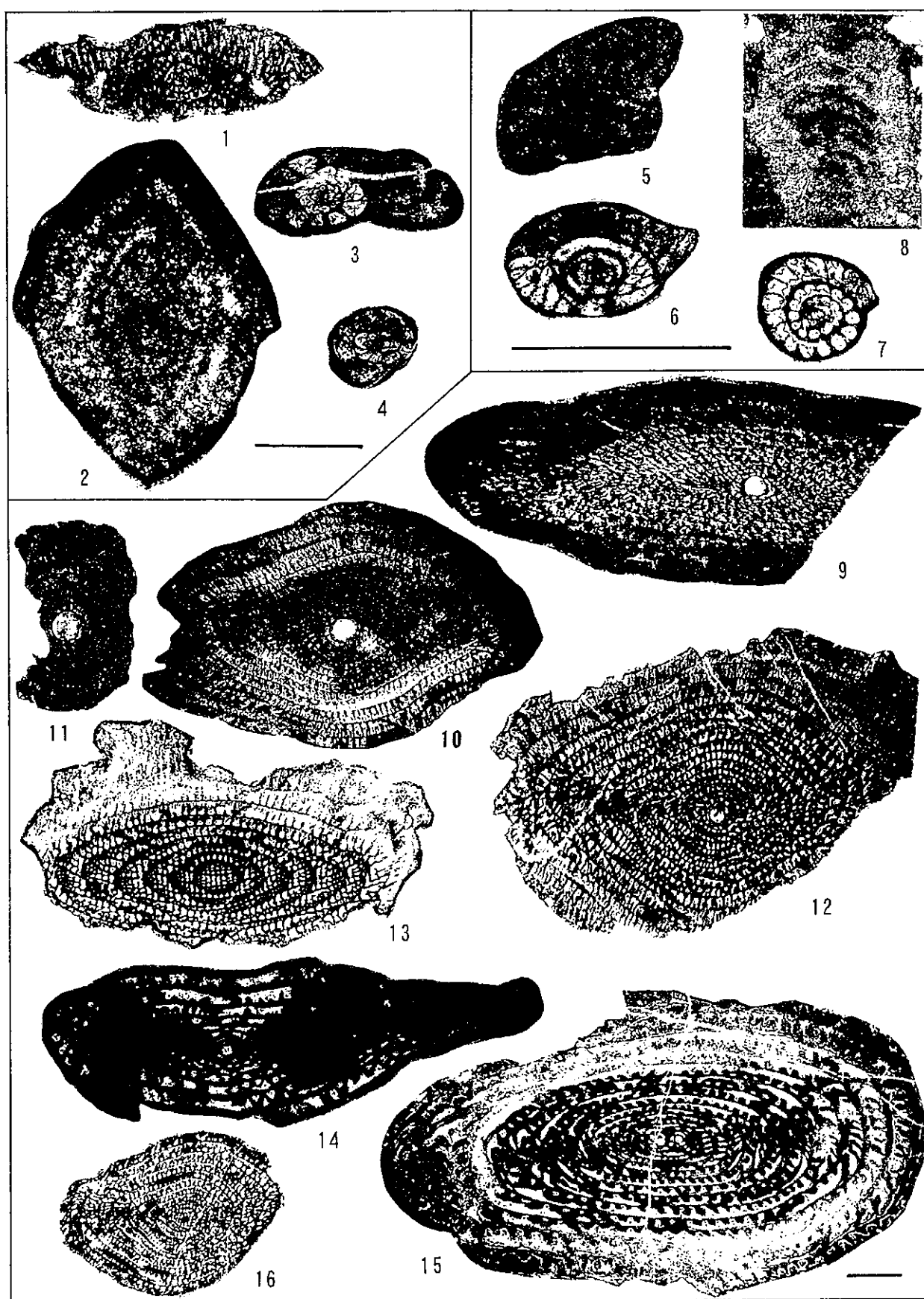


Fig. 3. Columnar section of the Mizukoshi Formation, showing the stratigraphical positions of the fossil localities (MZ-F1-9, MZ-S1, 2).

ことにより、水越層と飛騨外縁・南部北上両帯のベルム系の対比およびベルム系腕足類の古生物地理について考えを深めた(田沢, 2000a, b, 2004)。長谷川(伶)は2001~2002年に新潟大学大学院自然科学研究科における博士前期(修士)課程課題研究として水越地域の調査を行い、縮尺 1/10,000の地質図を作成すると共に水越層から産出するフリナ・腕足類化石を採集し、それらのおおよその同定を行った。また、長谷川(美)は上記調査の過程で採集されたフリナ類化石について、分類学的・古生物地理学的検討を行った。

このたび、水越層の層序とフリナ・腕足類フォーナの種属構成について検討した結果、飛騨外縁帯および南部北上帯の中・上部ベルム系のそれらに類似することが確認された。このことから、田沢(1993)が予想したように、水越層は飛騨外縁帯(狭義)と南部北上帯とに挟まれて、それらのほぼ中間にあたる場所で形成された上部ベルム系であり、地体構造的には飛騨外縁帯(狭義)から長門構造帯を経て九州中央部の水越付近に至る広義の飛騨外縁帯(田沢, 2000a, 2004)



に属すると考えられる。ペルム紀当時わが国の地体群は北中国東縁の海域に存在し、北から南へ飛騨外縁帯（狭義）－飛騨外縁帯（水越）－南部北上帯－黒瀬川帯と一列に連なっていたと考えられる。また、それら地体群が現在のような配置になるには、白亜紀～古第三紀における棚倉構造線－中央構造線沿いの大規模左横ずれ運動を想定するのが妥当である。水越層産腕足類については別誌（Tazawa and Hasegawa, 2007; Tazawa, 2008a）に記載したので、本論文では腕足類の系統分類学的記述を省略し、主に岩相層序とフズリナ・腕足類フォーナの古生物地理に基づく水越層の対比と帰属について述べる。さらに、中央構造線の九州への延長、白亜紀～古第三紀左横ずれ運動、南部北上－黒瀬川マイクロコンチネント、黒瀬川クリップなどについて考察する。

水越層の層序

水越層は九州中央部、熊本県上益城郡御船町水越を中心とした東西 8 km、南北 2 km の範囲に分布する上部ペルム系である（Figs. 1.B, 2）。御船町の宮尾～水越～藤木にかけて ENE－WSW 方向に分布し、南縁は間の谷変成岩と断層で接し、北および西側では白亜系御船層群に傾斜不整合で覆われる。また、東側では第四系阿蘇火砕岩類に覆われている。本層は黒色頁岩を主体とし、それに砂岩、礫岩の薄層を挟み、まれにレンズ状の石灰岩ブロックを含む。全層厚は 1,690 m と算定される。地層の一般走向は N60～80°E で、傾斜は 45～75°NW である。下部（層厚 1,050 m）は黒色頁岩が卓越し、上部（層厚 640 m）は頁岩・砂岩・礫岩などからなる。下部層と上部層との間（上部層の基底部）には連続性の良い凝灰質砂岩が発達する（Fig. 3）。

頁岩は黒色で剥離性が高く、ハンマーでたたくと簡単に大きな岩塊として割れる。しばしば黄鉄鉱の細粒結晶が含まれている。風化面は特徴的な赤褐色～オレンジ色を呈する。こうした岩相は南部北上帯の上部ペルム系登米層、飛騨外縁帯の森部層上部、あるいは九州黒瀬川帯の上部ペルム系球磨層の黒色頁岩にきわめてよく似ている。砂岩は頁岩と互層して多くの薄層が見られるが、とくに上部層基底部に発達する砂岩は厚く（層厚 50～60 m）、水越層の下部層と上部層を境界づけるものとなっている。この砂岩は中～粗粒の灰緑色凝灰質砂岩で、岩相が南部北上帯の中部ペルム系叶倉層あるいは飛騨外縁帯の中部ペルム系森部層の砂岩に類似し、水越地域を含む飛騨外縁帯～南部北上帯の後背地に酸性～中性火山活動があったことを示す（吉田ほか, 1994; 吉田・田沢, 2000）。本層上部に数枚の礫岩層として発達する礫岩は、と

くに粒麦集落^{つづみぎ}の南方約 300 m の沢において模式的に露出している。礫岩層は厚さ 10 m 以下のものが少なくとも 4 枚確認されるが、いずれも連続性が悪く、側方に急激に尖滅する。これらの礫岩は礫支持で、淘汰は不良である。ごくわずかに認められる基質は黒色～暗灰色の砂質頁岩ないし中粒砂岩からなる。構成礫は花崗岩類（花崗閃緑岩、石英閃緑岩、グラノファイアー）と流紋岩・安山岩など酸性～中性火山岩類が主体をなし、そのほかに頁岩・砂岩・石灰岩などがある。花崗岩類や火山岩類の礫は円～亜円礫で長径 5～20 cm のものが多く、まれに 40 cm 以上のものがある。なお、花崗岩礫については 260 ± 13 Ma という角閃石 K-Ar 年代が得られており（戸邊ほか, 2000）、中～後期ペルム紀に後背地で深成作用があったことが示される。頁岩の礫は長径 3 cm 以下の角礫が多い。石灰岩礫としては長径 3～10 cm の亜角礫と不規則な形をした偽礫の両者が認められる。石灰岩は層状のものを欠くが、下部および上部の黒色頁岩中にはまれに厚さ 3 m 以下のレンズ状石灰岩ブロックが含まれる。

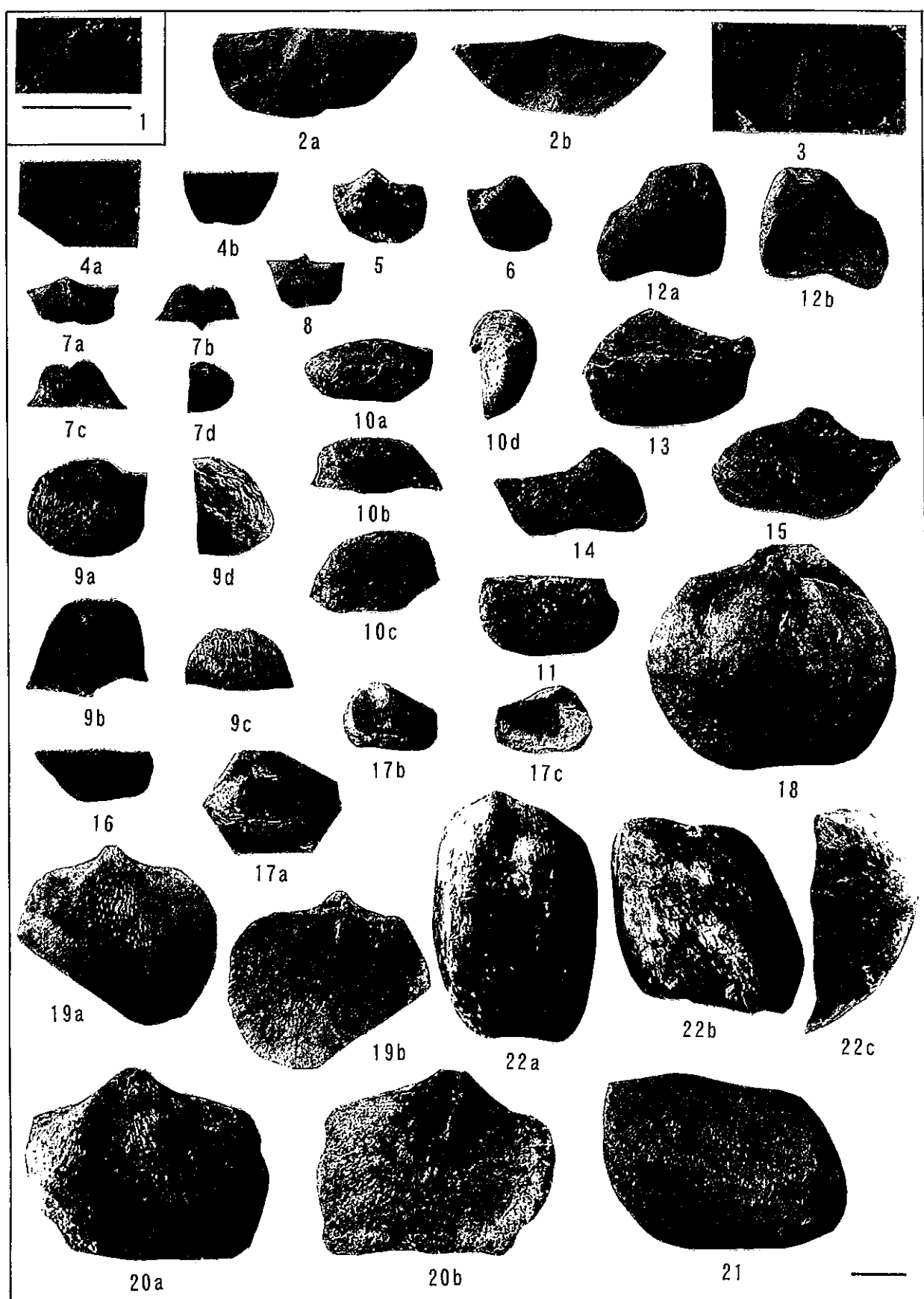
化石としては、上部の礫岩中の石灰岩礫および偽礫に小型有孔虫・フズリナ類が含まれる。また、上部の砂質頁岩と石灰質砂岩から大量の腕足類、その他サンゴ・二枚貝・頭足類・三葉虫・ウミユリ類などが産出する。そのほかに下部のレンズ状石灰岩ブロックからはウミユリと石灰藻類、上部のレンズ状石灰岩ブロックからはウミユリが産出する。詳しい層準は不明であるが、松本・藤本（1939）は石灰岩ブロックからフズリナ類を採集している。以上、石灰岩の礫・偽礫・ブロックなどに含まれる小型有孔虫・フズリナ類の化石が二次化石であることは明らかである。腕足類・二枚貝・頭足類などの化石を含む砂質頁岩・石灰質砂岩などについても、化石が密集し、変形していること、化石層が連続性に乏しく、薄衣式礫岩に近い層準に限られるなどの点から、柳田（1958, 1992）が指摘しているように、黒色頁岩中に挟在する混濁流堆積物であると考えられる。したがって、それらに含まれる腕足類などの化石も二次化石であると判断される。

水越層の化石フォーナ

1. フズリナ類フォーナ

フズリナ類の化石は、粒麦付近に分布する水越層上部の礫岩中の石灰岩礫から採集された。化石産地 MZ-F1～9 の位置を Fig. 1.B に、層準を Fig. 3 に示す。MZ-F8 は粒麦集落の東方約 500 m の沢の、東からの支流との合流点付近（北緯 32°42'04", 東経 130°52'08"）、それ以外の MZ-F1～7, MZ-F9 はいずれも粒麦集落西方の沢が林道と交わる地点

(←) Fig. 4. Permian fusulinoideans and a smaller foraminifer from the upper part of the Mizukoshi Formation in the Mizukoshi area. 1: *Lantischichites curvicolata* (Kammerer), tangential section, NU-F186A, 2: *Nankinella* sp., axial section, NU-F187, 3: *Rausserella* sp., 3: oblique section, NU-F188, 4: sagittal section, NU-F189, 5: *Codonofusiella* sp., slightly oblique sagittal section, NU-F190, 6, 7: *Dunbarula cascadiensis* (Thompson, Wheeler and Danner), 6: slightly oblique axial section, NU-F191, 7: sagittal section, NU-F192, 8: *Colaniella* sp., axial section, NU-F186B, 9: *Lepidolina kumaensis* Kammerer, slightly oblique axial section, NU-F196, 10, 11: *Lepidolina multiseptata* (Deprat), 10: slightly oblique axial section, NU-F193, 11: sagittal section, NU-F194, 12: *Lepidolina shiraiwensis* (Ozawa), slightly oblique axial section, NU-F195A, 13: *Lepidolina* cf. *maizurensis* Nogami, tangential section, NU-F195B, 14: *Chusenella choshienensis* Chisaka, slightly oblique axial section, NU-F197, 15: *Metadolololita gravitesta* (Kammerer), slightly oblique axial section, NU-F199, 16: *Lepidolina* cf. *takagamiensis* (Chisaka), oblique tangential section, NU-F198. Scale bars represent 10 mm.



(北緯 32°42′04″, 東経 130°51′28″) からさらに上流約 200 m の地点 (北緯 32°42′0″, 東経 130°51′30″) までの間における沢の中で、すべて礫岩転石中の石灰岩礫から採集された。

このたび、上記 9 ヶ所から採集した石灰岩礫から 168 枚の薄片を作成し、以下の 8 属 12 種のフズリナ類を同定した: *Rauserella* sp., *Codonofusiella* sp., *Dunbarula cascadiensis* (Thompson, Wheeler and Danner), *Lantschichites cuniculata* (Kanmera), *Nankinella* sp., *Chusenella choshiensis* Chisaka, *Metadolololima gravitesta* (Kanmera), *Lepidolina multiseptata* (Deprat), *Lepidolina shiraiwensis* (Ozawa), *Lepidolina kumaensis* Kanmera, *Lepidolina* cf. *maizurensis* Nogami, *Lepidolina* cf. *takagamiensis* (Chisaka). このなかで、*Nankinella* sp. とした種は Nogami (1958) が舞鶴帯の舞鶴層群から記載した *Nankinella* sp. A に同定できる。そのほかに、小型有孔虫の *Colaniella* sp. が確認された。これらのフズリナ・小型有孔虫類の薄片標本を Fig. 4 に示す。このたび同定されたフズリナ類のなかに *Neoschwagerina* と *Yabeina* が含まれていないことが注目される。

従来、水越層からは松本・藤本 (1939) により 7 種のフズリナ類が報告されている (原文リストのまま): *Schwagerina bicornis* (Chen), *Schwagerina* sp., *Pseudodololima ozawai* Yabe and Hanzawa, *Neoschwagerina douvillei* Ozawa, *Neoschwagerina megasphaerica* Deprat, *Neoschwagerina margaritae* Deprat, *Yabeina* sp. また、柳田 (1958) により次の 6 種が報告されている (原文リストのまま): *Yabeina* cf. *gubleri* Kanmera, *Yabeina* cf. *yasubaensis* Toriyama, *Lepidolina* cf. *toriyamai* Kanmera, *Pseudodololima* cf. *pseudolepida* (Deprat), *Schwagerina* sp., *Parafusulina* sp. そして、それらのうち *Lepidolina* cf. *toriyamai* のみが図示されている。しかし、上記の種のいくつかについては属名変更をすべきである。例えば、柳田 (1958) が報告した *Yabeina* cf. *gubleri* と *Yabeina* cf. *yasubaensis* の 2 種については、これらに類似する *gubleri* と *yasubaensis* のいずれもが *Lepidolina* に属する種である (Hasegawa, 1965; Ozawa,

1970). 松本・藤本 (1939) が報告した *Yabeina* sp. については図示されていないので判断が難しいが、彼らは *gubleri* や *yasubaensis* など現在一般に *Lepidolina* に組み入れられている種についても *Yabeina* に属する種であるとしていることから、*Lepidolina* の 1 種である可能性がある。さらに、柳田 (1958, p. 227-228) によれば、松本・藤本 (1939) が報告した 3 種の *Neoschwagerina* はいずれも *Neoschwagerina* ではなく、*Yabeina* または *Lepidolina* に属する種であるとのことである。

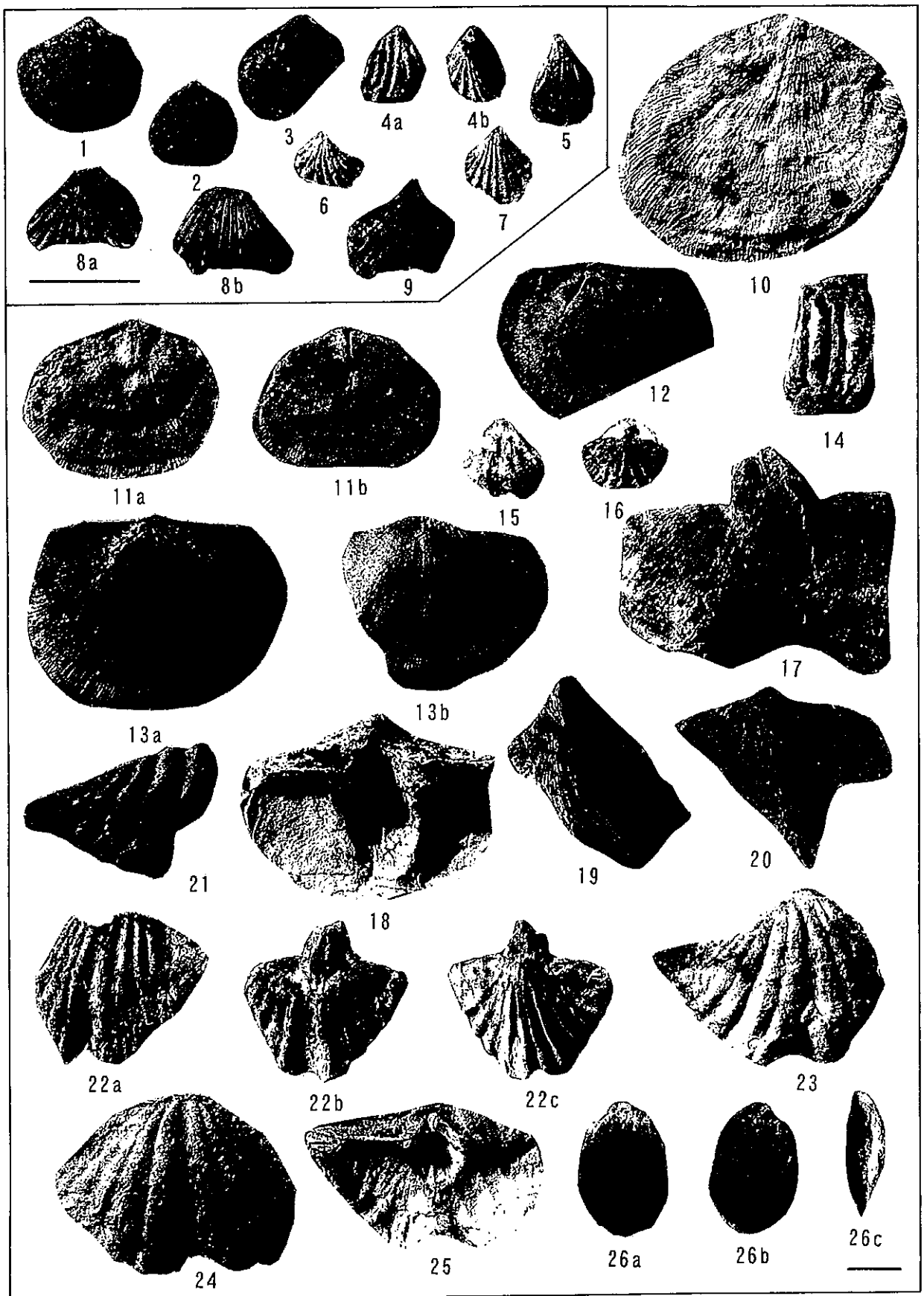
以上をまとめると、水越層のフズリナ類フォーナは *Neoschwagerina* と *Yabeina* を欠いている可能性が高いといえる。

2. 腕足類フォーナ

腕足類化石は水越地域の 2 ヶ所、MZ-S1, MZ-S2 から産出する (Figs. 1.B, 3). MZ-S1 は柳田 (1958), Yanagida (1963) が腕足類化石の産出を報告した場所で、粒麦集落の南西約 500 m, 県道 219 号線沿いの標高 235 m 付近 (北緯 32°41′59″, 東経 130°51′22″) における道路の切割りである。この化石産地 MZ-S1 における水越層上部の砂質頁岩からは Yanagida (1963) により 3 属 3 種の腕足類が記載され、最近それらは Tazawa and Hasegawa (2007) により再記載された (改訂後の種名を [] 内に示す): *Linoproductus* cf. *lineatus* (Waagen) [= *Anidanthus ussuriensis* (Fredericks)], *Neospirifer fasciger* Keyserling [= *Gypospirifer volatilis* Duan and Li], *Spiriferella keilhavii* (von Buch) [= *Alispiriferella lita* (Fredericks)].

MZ-S2 はこのたび長谷川 (伶) が新たに見つけた化石産地で、粒麦集落西方の沢と県道 219 号線が交わる地点から約 300 m 下流、西側斜面の標高 320 m の地点 (北緯 32°41′55″, 東経 130°51′30″) における水越層上部の砂質頁岩および石灰質砂岩の露頭である。ここからは、多くの腕足類化石が採集され、Tazawa (2008a) により次の 18 属 20 種が記載された: *Neochonetes* (*Zhongyingia*) *zhongyingensis* Liao, *Kitakamichonetes multicapillatus* Afanasjeva and Tazawa, *Capillomesolobus* sp., *Transennatia gratiosa* (Waagen), *Waagenoconcha permocarbonica* Ustritsky, *Waagenoconcha krystofovichii* (Fredericks), *Anidanthus*

(←) Fig. 5. Permian brachiopods from the upper part of the Mizukoshi Formation in the Mizukoshi area. 1: *Capillomesolobus* sp., internal mould of ventral valve, NU-B1030, 2, 3: *Kitakamichonetes multicapillatus* Afanasjeva and Tazawa, 2a, 2b: external latex cast and mould of ventral valve, NU-B1031, 3: external mould of ventral valve, NU-B1033, 4: *Neochonetes* (*Zhongyingia*) *zhongyingensis* Liao, 4a, 4b: external mould and latex cast of ventral valve, NU-B1007, 5, 6: *Urushtenoidea crenulata* (Ting), 5: external cast of ventral valve, NU-B773, 6: internal mould of ventral valve, NU-B772, 7, 8: *Transennatia gratiosa* (Waagen), 7a, 7b, 7c, 7d: ventral, posterior, anterior and lateral views of internal mould of ventral valve, NU-B767, 8: internal mould of ventral valve, NU-B769, 9-11: *Terrakea yanagidai* Tazawa, 9a, 9b, 9c, 9d: ventral, posterior, anterior and lateral views of internal mould of ventral valve, NU-B787, 10a, 10b, 10c, 10d: ventral, posterior, anterior and lateral views of internal mould of ventral valve, NU-B778, 11: external mould of dorsal valve, NU-B852, 12-15: *Anidanthus ussuriensis* (Fredericks), 12a, 12b: anterior and posterior views of internal mould of conjoined valve, NU-B732, 13: posterior view of external mould of dorsal valve, NU-B738, 14: external mould of dorsal valve, NU-B737, 15: external mould of dorsal valve, NU-B736, 16, 17: *Anidanthus mizukoshiensis* Tazawa, 16: external latex cast of dorsal valve, NU-B776, 17a, 17b, 17c: external mould of dorsal valve, internal mould of ventral valve and internal mould of dorsal valve, NU-B775, 18: *Yakovlevia kahuzinensis* Fredericks, internal mould of ventral valve, NU-B774, 19-21: *Waagenoconcha permocarbonica* Ustritsky, 19a, 19b: ventral and dorsal views of internal mould of conjoined valve, NU-B866, 20a, 20b: ventral and dorsal views of internal mould of conjoined valve, NU-B870, 21: external mould of dorsal valve, NU-B880, 22: *Waagenoconcha krystofovichii* (Fredericks), 22a, 22b, 22c: ventral, anterior and lateral views of internal mould of ventral valve, NU-B898. Scale bars represent 1 cm.



mizukoshiensis Tazawa, *Terrakea yanagidai* Tazawa, *Yakovlevia kaluzinensis* Fredericks, *Urushtenoidea crenulata* (Ting), *Permianella typica* He and Zhu, *Derbyia nipponica* Nakamura, *Acosarina* cf. *circular* Xu, *Orthotichia* sp., *Hustedia ratburiensis* Waterhouse and Piyasin, *Rhynchopora matsumotoi* Tazawa, *Rhynchopora* sp., *Alispiriferella lita* (Fredericks), *Eliivina* sp., *Dielasma* sp.

以上、2ヶ所の化石産地から得られた腕足類は合計19属22種である (Figs. 5, 6; Table 1).

水越層の時代と対比

1. 水越層の時代

従来、水越層の時代については、黒色頁岩中の石灰岩ブロックに含まれるフズリナ類をもとに前期～中期ペルム紀 (Artinskian-Saxonian) (松本・藤本, 1939) あるいは中期ペルム紀後期 (Capitanian) (勘米良, 1953; 柳田, 1958, 1992; Yanagida, 1963) とされてきた。しかしながら、これらのフズリナ類は石灰岩ブロックから得られた二次化石であるので、水越層の時代は中期ペルム紀後期 (Capitanian) 以降とみるべきである。なお、豊原ほか (1993) は水越層から放散虫 *Follicucullus ventricosus* Ormiston and Babcock を見出し、上部ペルム系 (Wuchapingian) が存在する可能性が高いことを述べている。また、本層上部の礫岩中の花崗岩礫の 260 ± 13 Ma という年代値 (戸邊ほか, 2000) は中期ペルム紀 (Guadalupian) / 後期ペルム紀 (Wuchiapingian) 境界付近に相当し、礫岩がそれ以降、つまり後期ペルム紀に形成されたことを示す。

このたび水越層上部の礫岩中の石灰岩礫から、中期ペルム紀後期のフズリナ類 *Lepidolina multiseptata*, *L. shiraiwensis*, *L. kumaensis*, *Metadolololita gravitesta*, *Lantschichites cuniculata*, *Dunbarula cascadenensis*, *Codonofusiella* sp. などのほかに後期ペルム紀の小型有孔虫 *Colaniella* sp. (Fig. 4.8; 殻のサイズが小さく, *Colaniella minima* Wang に類似する) の産出が確認された。以上のフズリナ・小型有孔虫類がすべて二次化石として産出することから、水越層の時代は後期ペルム紀 (Lopingian) であると考えられる。水越層が Wuchiapingian 相当層を含むことは

ほぼ確実であるが、Changhsingian 相当層を含むかどうかは不明である。

腕足類については、中期ペルム紀の種属が多いが、なかには *Neochonetes* (*Zhongyingia*) *zhongyingensis* (Figs. 5.4a, 5.4b) のように上部ペルム系 (Lopingian) から記載されている種もある。また、類縁種が上部ペルム系 (Wuchiapingian) から産出する *Acosarina* cf. *circular* (Figs. 6.1, 6.2) を含む。これら腕足類化石も柳田 (1958, 1992) が述べているように再堆積した二次化石であると見なされるので、水越層の時代は後期ペルム紀 (Lopingian) であると結論される。

2. 水越層の対比

水越層は前述の通り、黒色頁岩を主体とし、それに砂岩・礫岩などが挟在する上部ペルム系 (Lopingian) である。礫岩は花崗岩や酸性～中性火山岩、石灰岩などの礫および頁岩、石灰岩の偽礫を含むもので、構成礫種 (Kano, 1967) や花崗岩礫の 260 ± 13 Ma という角閃石 K-Ar 年代 (戸邊ほか, 2000) からも薄衣式礫岩 (加納, 1971) の1つであることは疑いない。

このような黒色頁岩と薄衣式礫岩との組み合わせは、日本各地の上部ペルム系 (Lopingian) から知られている。南から北へ、九州の球磨層 (勘米良, 1953)、小崎層 (勘米良, 1961; 有田ほか, 2001)、四国の市ノ瀬層群 (波田, 1991)、坪宮層群 (平山ほか, 1956; 須鎗, 1991)、千葉県銚子の愛宕山層 (千坂ほか, 1972; 田沢・長谷川, 2007)、阿武隈山地高倉山付近の高倉山層 (小貫, 1966; Tazawa et al., 2005; Tazawa, 2008b)、南部北上山地の登米層 (広義) (田沢, 1988)、舞鶴帯の舞鶴層群中～上部 (清水ほか, 1962; 田沢, 2006) などがある。さらに、飛騨外縁帯には薄衣式礫岩に比較される大谷層 (Yamada, 1967)、上広瀬層 (Konishi and Omura, 1967; 河尻, 1996)、登米層に比較される森部層上部 (Tazawa, 2001) などがある。国外では、同様の黒色頁岩と薄衣式礫岩などからなる上部ペルム系としてロシア極東地域プリモリエ南部のリュジャンザ層 (Zakharov and Pavlov, 1986; Kotlyar et al., 2006)、中国東北部吉林省東部の豆満層上部 (開山屯層) (Noda, 1956; Shen et al., 2006) などがある。以上の上部ペルム系はすべて水越層に対比されるが、とくに岩相および化石相の類似することでは、南部北上帯の高倉山

(←) **Fig. 6.** Permian brachiopods from the upper part of the Mizukoshi Formation in the Mizukoshi area. 1, 2: *Acosarina* cf. *circular* Xu, 1: internal mould of ventral valve, NU-B861, 2: internal mould of ventral valve, NU-B863, 3: *Orthotichia* sp., internal mould of ventral valve, NU-B864, 4-7: *Hustedia ratburiensis* Waterhouse and Piyasin, 4a, 4b: ventral and dorsal views of internal mould of conjoined valve, NU-B1037, 5: internal mould of ventral valve, NU-B1045, 6: external latex cast of dorsal valve, NU-B1047, 7: external latex cast of ventral valve, NU-B1040, 8: *Rhynchopora matsumotoi* Tazawa, 8a, 8b: internal mould of ventral valve and external latex cast of ventral valve, NU-B286, 9: *Rhynchopora* sp., internal mould of ventral valve, NU-B1053, 10-13: *Derbyia nipponica* Nakamura, 10: external latex cast of ventral valve, NU-B904, 11a, 11b: external latex cast and internal mould of ventral valve, NU-B906, 12: internal mould of dorsal valve, NU-B912, 13a, 13b: internal mould and external latex cast of dorsal valve, NU-B911, 14: *Permianella typica* He and Zhu, internal mould of dorsal valve, NU-B895, 15, 16: *Eliivina* sp., 15: internal mould of ventral valve, NU-B915, 16: internal mould of dorsal valve, NU-B919, 17-20: *Gypospirifer volatilis* Duan and Li, 17: internal mould of ventral valve, NU-B726, 18: internal latex cast of ventral valve, NU-B724, 19: external latex cast of ventral valve, GK-D 31003, 20: external latex cast of dorsal valve, GK-D31005, 21-25: *Alispiriferella lita* (Fredericks), 21: external latex cast of ventral valve, GK-D 31017, 22a, 22b, 22c: external latex cast of ventral valve, ventral and dorsal views of internal mould of conjoined valve, NU-B924, 23: external latex cast of ventral valve, NU-B934, 24: external latex cast of ventral valve, NU-B935, 25: internal latex cast of ventral valve, NU-B 945, 26: *Dielasma* sp., 26a, 26b, 26c: ventral, dorsal and lateral views of internal mould of conjoined valve, NU-B1055. Scale bars represent 1 cm.

層、登米層それに飛騨外縁帯の森部層上部の3層があげられる。

これら上部ペルム系の堆積場に関して、例えば南部北上帯については、大陸斜面にあり、陸側からしばしば混濁流堆積物が供給される場所であったことが薄衣式礫岩の研究に基づいて指摘されている(吉田・町山, 1997, 1998)。水越地域も、水越層の層相が登米層(広義; 薄衣式礫岩を含む)と似ていることから、後期ペルム紀に同様の堆積環境下に置かれていたと考えられる。さらに凝灰質砂岩や薄衣式礫岩中のペルム紀花崗岩礫などの存在から、飛騨外縁帯~南部北上帯、水越地域の後背地に火成活動があったことがうかがえる。このことに関連して、内蒙古~中国東北部~ブリモリエ南部にかけてペルム紀火成作用が確認されており(Bersenev, 1969; Zhang, 2000)、砕屑岩・火山砕屑岩が卓越するペルム系がある(Kotlyar et al., 2006; Shen et al., 2006)ことは重要に思われる。後詳するように、飛騨外縁帯、南部北上帯、水越地域のペルム紀腕足類フォナは内蒙古~中国東北部~ブリモリエ南部のフォナと種属構成が似ており、北中国北~東縁海域の同一の動物地理区に含まれるフォナであると考えられる。以上を整理すると、水越層は後期ペルム紀の頃、北半球中緯度地域に位置した北中国東縁の堆積盆において形成された混濁流堆積物を主体とするもので、後背地で火成活動が認められる。そして、この堆積盆は北から南へ中国東北部~ブリモリエ南部~飛騨外縁帯~南部北上帯~黒瀬川帯と連なる広大なものであったと考えられる。

水越フォナの古生物地理

1. フズリナ類フォナ

水越層と九州黒瀬川帯の球磨層(Kanmera, 1954; Kobayashi, 2001)および小崎層(勘米良, 1961; Kanmera, 1963)のフズリナ類フォナを比較すると、水越フォナは球磨フォナに含まれる*Yabeina higoensis*、小崎フォナに含まれる*Neoschwagerina simplex*, *N. craticulifera*, *N. margaritae*, *N. minoensis* および*Yabeina globosa*など、*Neoschwagerina*と*Yabeina*を欠くことで、両者は異なる。一方、水越フォナが*Lepidolina multiseptata*, *L. shiraiwensis*, *L. kumaensis*などの*Lepidolina*を含むが、*Neoschwagerina*と*Yabeina*を欠くことで、南部北上帯の叶倉層上部(Kanomata and Chisaka, 1967; Kanomata and Miyawaki, 1967; Choi, 1970a, b, 1973)および飛騨外縁帯の大谷礫岩(大谷層)(Hasegawa, 1965)のフズリナ類フォナに類似する。千葉県銚子の愛宕山層のフズリナ類フォナもほぼ同時代のものであるが、これは黒瀬川帯(九州)と南部北上帯のフォナの中間的な種構成を示し、両者を結ぶものとなっている(田沢・長谷川, 2007)。

ところで、ネオシュワゲリナ科(*Neoschwagerinidae*)の進化系列については、*Colania-Lepidolina*系列と*Neoschwagerina-Yabeina*系列のそれぞれ異なる系列が存在することが知られている(Hasegawa, 1965; Ozawa, 1970)。従来これらの系列の地理的分布については明確には論じられていない。しかし、日本国内では、*Colania-Lepidolina*系

列の種が飛騨外縁帯、南部北上帯、黒瀬川帯など比較的広い範囲に分布するのに対して、*Neoschwagerina-Yabeina*系列の種は黒瀬川帯と美濃帯(ペルム紀石灰岩)とに分布が限られる(長谷川, 1972)。おそらく古生物地理学的には、*Colania-Lepidolina*系列よりも*Neoschwagerina-Yabeina*系列のフォナが、より南方の暖かな海域に生息したフォナであると考えられる。このことは、ペルム紀当時の原日本(Proto Japan)最南端に位置した黒瀬川帯(田沢, 2000a, 2004)、およびパンサラッサ赤道付近に存在した礁-海山複合体を起源とする美濃帯の石灰岩ブロック(Hattori and Hirooka, 1979; Ozawa, 1987; Sano, 1988; Tazawa, 1998)に含まれるペルム紀フズリナ類フォナが、*Neoschwagerina-Yabeina*系列の種で構成されることから立証される。

水越フォナは*Colania-Lepidolina*系列の種を含み、一方、球磨・小崎フォナはそれにさらに*Neoschwagerina-Yabeina*系列の種が加わったフォナであると考えられる。つまり、水越フォナは*Colania-Lepidolina*系列の種で特徴づけられ、飛騨外縁帯~南部北上帯の範囲を含むフズリナ動物区に属するものであるといえる。一方、九州黒瀬川帯のフォナは*Colania-Lepidolina*系列と*Neoschwagerina-Yabeina*系列の種が混在する、より南方のフズリナ動物区のフォナであると考えられる。そして両者の中間に銚子フォナが存在する。このように復元される中期ペルム紀フズリナ類の分布は、先白亜紀に各地帯が北から南へ飛騨外縁帯~南部北上帯~黒瀬川帯と一列に並んでいたとする“横ずれ説”(田沢, 1993, 2004)の考えと調和的である。

2. 腕足類フォナ

水越層から産出する19属22種の腕足類のうち、*Kitakamichonetes multicapillatus*, *Waagenoconcha krystofovichii*, *W. permocarbonica*, *Anidanthus ussuriensis*, *A. mizukoshiensis*, *Terrakea yanagidai*, *Yakovlevia kaluzinensis*, *Rhynchopora matsumotoi*, *Rhynchopora* sp., *Gypospirifer volatilis*, *Alispiriferella lita*, *Elivina* sp. は北半球の高緯度地域に生息したボレアル型あるいは北半球と南半球の中~高緯度地域に生息した両極型(非熱帯型)、*Neochonetes (Zhongyingia) zhongyingensis*, *Transennatia gratiosa*, *Urushienoidea crenulata*, *Permianella typica*, *Acosarina* cf. *circular* は低緯度地域の主にテチス海に生息したテチス型の種である(Table 1)。水越フォナはボレアル型(両極型を含む)が優勢なボレアル型-テチス型混合フォナであるといえる。

水越フォナを構成する22種のうち、飛騨外縁帯(森部、小嶺谷)から8種(Tazawa and Matsumoto, 1998; Tazawa, 2001)、南部北上帯(世田米、上八瀬-飯森、高倉山)から8種(Yanagisawa, 1967; Nakamura, 1972a, b, 1979; Shen and Tazawa, 1997; Tazawa, 2008b; Tazawa and Ibaraki, 2001; Afanasjeva and Tazawa, 2007)が記載されており、それらのうちで両帯に共通するものは5種を数える(Table 1)。水越フォナは、飛騨外縁帯と南部北上帯の両方いずれの腕足類フォナにも似ているが、ボレアル型の占める割合

Table 1. Brachiopod species of the Mizukoshi fauna, and their provincial types and occurrences in the South Kitakami, Hida Gaian, South Primorye, Northeast China and Inner Mongolia. Open circle is the Boreal (bipolar) species, and solid circle is the Tethyan species (after Tazawa, 2008a)

Species	Region, Type					
	Provincial type	South Kitakami	Hida Gaian	South Primorye	Northeast China	Inner Mongolia
<i>Neochonetes (Zhongyingia) zhongyingensis</i> Liao	●					
<i>Kitakamichonetes multicapillatus</i> Afanasjeva and Tazawa	○	+				
<i>Capillomesolobus</i> sp.						
<i>Transennatia gratiosa</i> (Waagen)	●	+	+	+	+	
<i>Waagenoconcha krystofovichii</i> (Fredericks)	○			+		
<i>Waagenoconcha permocarbonica</i> Ustritsky	○		+			+
<i>Anidanthus ussuricus</i> (Fredericks)	○	+		+	+	+
<i>Anidanthus mizukoshiensis</i> Tazawa	○					
<i>Terrakea yanagidai</i> Tazawa	○					
<i>Yakovlevia kaluzinensis</i> Fredericks	○		+	+		
<i>Urushtenoidea crenulata</i> (Ting)	●	+	+			
<i>Permianella typica</i> He and Zhu	●	+				
<i>Derbyia nipponica</i> Nakamura		+	+			
<i>Acosarina</i> cf. <i>circular</i> Xu	●					
<i>Orthotichia</i> sp.						
<i>Hustedia ratburiensis</i> Waterhouse and Piyasin			+			
<i>Rhynchopora matsumotoi</i> Tazawa	○					
<i>Rhynchopora</i> sp.	○					
<i>Gyospirifer volatilis</i> Duan and Li	○	+	+		+	+
<i>Alispiriferella lita</i> (Fredericks)	○	+	+	+	+	+
<i>Elivina</i> sp.	○					
<i>Dielasma</i> sp.						

が高いという点では飛騨外縁帯のフォーナにより近いといえる。このことから、ペルム紀には北から南へ飛騨外縁帯—南部北上帯と配列し、水越はその中間に位置したと考えられる。黒瀬川帯の球磨層および小崎層からの資料はないが、四国佐川の山姥フォーナ (Yanagida, 1973) は *Spinomarginifera*, *Enteletes*, *Meekella*, *Phricodothyris* などのテチス型がほとんどを占め、ボレアル型を完全に欠くテチス型フォーナであり、南部北上帯よりさらに南方のフォーナであると考えられる。

国外では、田沢 (1987, 1993), Nakamura and Tazawa (1990), Tazawa (1991, 1998, 1999) によりペルム紀ボレアル型—テチス型混合腕足類フォーナの分布域と見なされているプリモリエ南部から5種、中国東北部 (吉林省, 黒竜江省) から4種、内蒙古から4種の共通種が産出する (Table 1)。とくに種属構成において、水越フォーナはプリモリエ南部のチャンダラズ層から報告されている腕足類フォーナ (Fredericks, 1924, 1925; Licharew and Kotlyar, 1978) に類似する。なお、南中国 (江蘇省, 安徽省, 浙江省, 江西省, 湖南省, 貴州省, 広東省, 四川省などを一括) からは *Neochonetes (Zhongyingia) zhongyingensis*, *Transennatia gratiosa*, *Urushtenoidea crenulata*, *Permianella typica* の4種が共通種として産出するが、ここではボレアル型を完全に欠いており (Nakamura et al., 1985; Xu and Yang, 1994), 古生

物地理学的には水越フォーナとはまったく異なるテチス区のフォーナであることが明白である。

以上をまとめると、水越フォーナはボレアル型が優勢なボレアル型—テチス型混合フォーナであり、飛騨外縁帯と南部北上帯、さらにプリモリエ南部のフォーナに近縁である。水越フォーナは古生物地理学的に、中～後期ペルム紀に北中国北～東縁に存在したボレアル区—テチス区漸移帯である“内蒙古—日本漸移帯 (Inner Mongolia-Japan Transitional Zone)” (Tazawa, 1991) に属し、中～後期ペルム紀には、北中国東縁の海域に北から南へ飛騨外縁帯 (森部, 小椋谷)—水越—南部北上帯 (世田米, 上八瀬—飯森, 雄勝, 高倉山)—黒瀬川帯 (山姥) の順序で並んでいたと推定される (Figs. 7, 8)。後期ペルム紀腕足類の資料は少ないが、南部北上帯と舞鶴帯の上部ペルム系 (Lopingian) から *Chonetinella*, *Dyoros* (s.s.), *Lamnimargus*, *Megousia*, *Elivina* といった両極型腕足類が産出することから (Tazawa, 1975, 2006, 2008b; 田沢, 2006), 中～後期ペルム紀の期間内に、上記腕足類フォーナの配列順序と北中国東縁という位置について大きな変化は無かったと考えられる。

Yanagida (1963) は水越層から *Neospirifer* cf. *fasciger*, *Spiriferella* sp., *Linoproductus* sp. の3種を記載し、それらがプリモリエ南部のチャンダラズ層あるいは中国東北部の豆満層から記載された種に似ていることを述べた。ただし、

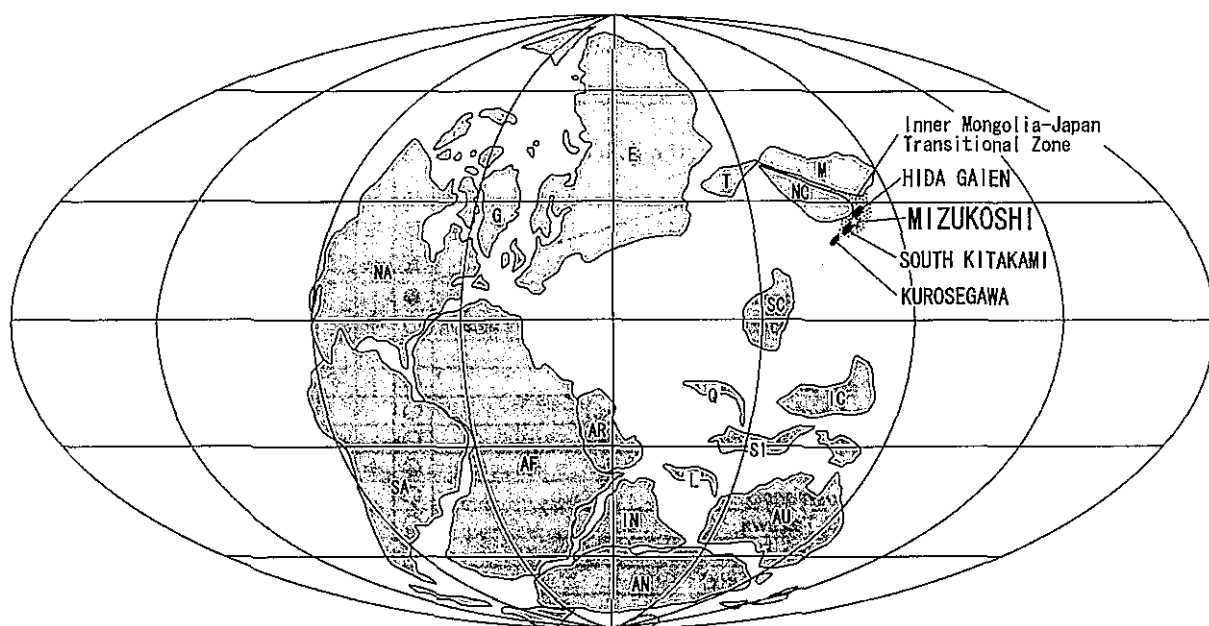


Fig. 7. Middle-Late Permian reconstruction map of the world (adapted from Ziegler et al., 1997), showing the Hida Gaien, Mizukoshi, South Kitakami and Kurosegawa areas bordering the eastern margin of the North China block. AF: Africa, AN: Antarctica, AR: Arabia, AU: Australia, E: Eurasia, G: Greenland, IC: Indochina, IN: India, L: Lhasa, M: Mongolia, NA: North America, NC: North China, Q: Qiangtang, SA: South America, SC: South China, SI: Sibumasu, T: Tarim.

「水越層の化石フォーナ，2. 腕足類フォーナ」の章で述べたように，これらの種は Tazawa and Hasegawa (2007) の再検討によりすべて別の種に変更されたので，この議論をそのまま受け入れることは難しい。

水越層の帰属

これまでの記述および議論は，次のようにまとめられる。水越層は黒色頁岩と薄衣式礫岩で特徴づけられる上部ベルム系 (Lopingian) で，飛騨外縁帯の森部層上部，南部北上帯の登米層，黒瀬川帯の球磨層などに対比される。フズリナ類フォーナは *Lepidolina* に属する種を多く含むが *Neoschwagerina* と *Yabeina* を欠き，九州黒瀬川帯の球磨層・小崎層のフズリナ類フォーナとは種構成が異なる。腕足類フォーナはボレアル型優勢のボレアル型-テチス型混合フォーナで，プリモリエ南部，飛騨外縁帯，南部北上帯の中～後期ベルム紀フォーナと類似する。九州黒瀬川帯からはこれまでベルム紀腕足類が未報告であるが，四国黒瀬川帯の山姥フォーナはボレアル型を欠き，テチス型のみからなるテチス型フォーナである。腕足類フォーナの古生物地理学的検討から，田沢 (2000a, 2004)，Tazawa (2007) が述べているように，ベルム紀に，北から南へ飛騨外縁帯 (森部) - 水越 - 南部北上帯 - 黒瀬川帯と連なる原日本が存在したと推定される。すなわち，水越層は飛騨外縁帯と南部北上帯のベルム系を結ぶ要となっている。

以上のことから，地体構造的に水越地域は飛騨外縁帯 (狭義) の南西延長部にあたり，三郡-蓮華帯 (柴田・西村, 1989; Nishimura, 1990) や長門構造帯 (Matsumoto, 1949;

磯崎・田村, 1989) の一部を含めた飛騨外縁帯 (広義) (田沢, 2000a) に属し，南部北上テレーン (田沢, 2004) の一員をなすものであると結論づけられる。そして磯崎・板谷 (1991) が述べているように，水越層は間の谷変成岩，竜峰山変成岩などと共に根無しのナップ (クリッペ) として存在するものと考えられる (Fig. 8, 左の図)。この結論は，日本の先新第三系地体構造および古生代～中生代のテクトニクスに関する“横ずれ説” (田沢, 1993, 2004) を支持し，とりわけ白亜紀～古第三紀における大規模左横ずれ運動を裏づける1つの有力な証拠となる。

肥後帯 (寺岡, 1970; 山本, 1992) は九州の大分-熊本構造線と臼杵-八代構造線に挟まれた地帯で，構成要素として間の谷変成岩・肥後変成岩・肥後深成岩・竜峰山変成岩・水越層などを含むとされている。しかしながらこれらは複数の異なる帯あるいはテレーンに属するもので，すべてを肥後帯という1つの帯の構成要素としてまとめることはできない。肥後帯は例えば飛騨帯，飛騨外縁帯，南部北上帯などいくつかの帯に細分されるべきものである。したがって水越層をこのような肥後帯に含めることには同意できない。古領家帯 (高木・柴田, 1996, 2000) についても同様に，この帯がいくつかの帯あるいはテレーンの要素を含むことから，地体区分の単位としては不適切な用語であるように思われる。

考 察

この章では，本研究で得られた水越層の層序，時代・対比，帰属，水越フォーナの古生物地理などについての見解をもとに，日本の先新第三系テクトニクスに関するいくつかの問題

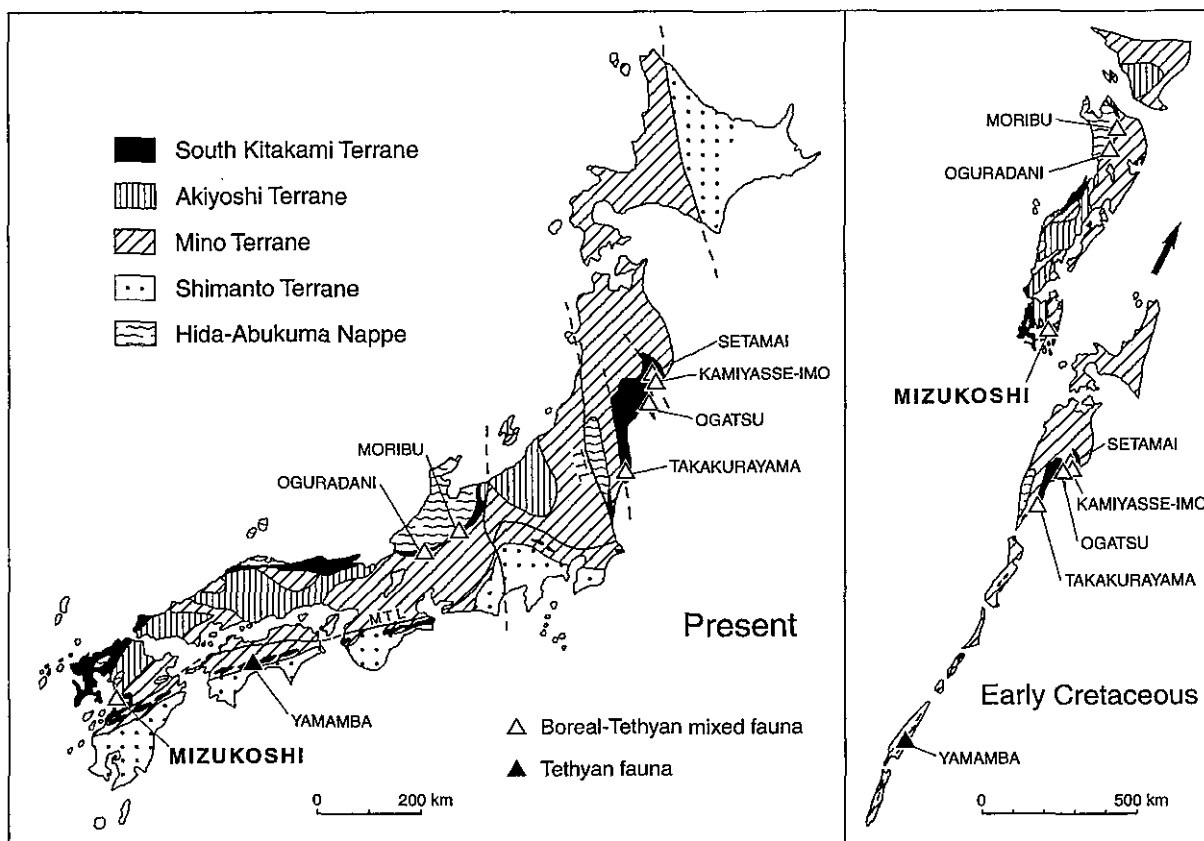


Fig. 8. Simplified tectonic map of Japan in the present and the Early Cretaceous, showing the Permian brachiopod fossil localities and their provincial characters in the South Kitakami Terrane. Solid black arrow shows the direction of strike-slip motion. MTL: Median Tectonic Line, TTL: Tanakura Tectonic Line (made from Tazawa, 2007).

について考察する。

1. 中央構造線の九州への延長問題

高木・柴田 (1996, 2000) は九州における中央構造線の延長を大分-熊本構造線 (Fig. 1.A) であるとしたが、そうすると水越層と黒瀬川帯に属する球磨層と小崎層のいずれもが中央構造線の南側に位置することになり、これらは同じ構造区 (黒瀬川帯) に属する可能性が高くなる。しかしながら、前述のように水越層のフズリナ類フォナ属構成は球磨層や小崎層のものと異なっており、この考えを支持しない。また、腕足類についても水越フォナはボレアル型が優勢なボレアル型-テチス型混合フォナであり、飛騨外縁帯、すなわち中央構造線よりも北側のペルム紀腕足類フォナに類似する。以上のことから、水越層と球磨・小崎層とは白杵-八代構造線によって分けられ、前者は飛騨外縁帯 (広義) に、後者は黒瀬川帯に属するものであると考えられる。

私達は中央構造線の九州への延長が白杵-八代構造線 (Fig. 1.A) であるとする寺岡 (1970), Ichikawa (1980), 山北・大藤 (2000) らの見解を支持する。水越層周辺の竜峰山変成岩類が南部北上帯の上部古生界に岩相層序的・年代的に対比されるという坂島ほか (1999), Sakashima et al. (2003) の見解は、中央構造線の位置およびその左横ずれ変

位量などにおいて、田沢 (1993, 2004) の見解とほぼ一致する。

2. 南部北上-黒瀬川マイクロコンチネントについて

南部北上-黒瀬川帯の中・古生界がパシフィカまたは Gondwana 起源のマイクロコンチネントであるとする“マイクロコンチネント説”は勘米良 (1980), Saito and Hashimoto (1982) が提唱し, Taira (1985), Ichikawa (1990), Ehira and Kanisawa (1999) らにより支持されている説である。この説によれば、南部北上帯と黒瀬川帯の中・古生界はジュラ紀に衝突、付加し、ジュラ紀付加体中に巨大なブロックとして取り込まれたマイクロコンチネントであるとされている。しかしながら、南部北上帯のペルム紀腕足類フォナがボレアル型-テチス型混合フォナである一方、ジュラ紀付加体中のペルム紀石灰岩ブロック、例えば赤坂、日面などの石灰岩から産出する腕足類フォナはボレアル型の種を完全に欠くテチス型ないしパンサラッサ型 (北米型) のフォナである (Tazawa and Shen, 1997; Tazawa et al., 1998; Shen et al., 1999)。

マイクロコンチネント説では飛騨外縁帯と南部北上-黒瀬川帯とはまったく異なる起源と形成史をたどった地質体としてとらえている。例えば、勘米良 (1980) は、南部北上-黒

瀬川帯の中・古生界をバシフィカの分裂片とし、飛騨外縁帯の中・古生界とは異なる場所で形成されたと考えている。また、Ichikawa (1990) は、飛騨外縁帯の中・古生界をAテレーン群に、そして南部北上帯と黒瀬川帯をBテレーン群に組み入れ、両者をまったく異なる地質体であるとしている。しかしながら、このたびの水越層の岩相層序とフズリナ・腕足類フォーナの古生物地理学的検討からは、水越層を間に挟んで飛騨外縁帯と南部北上帯の古生界が連続する1つの地質体であるとする田沢 (1993, 2000a, 2004) の考えを支持する結果が得られた。

3. 黒瀬川クリッペについて

磯崎・丸山 (1991) は、南部北上帯の中・古生界が揚子地塊 (南中国) に由来するナップ、また、黒瀬川帯の中・古生界が西南日本内帯の先ジュラ系を起源とするナップ (クリッペ) であるとする“ナップ説”を提唱した。とくに黒瀬川帯の中・古生界の起源については磯崎・板谷 (1991) で詳しく例をあげて、西南日本内帯の先ジュラ系との岩相、時代、古生物相が類似することを述べている。そして、水越層についても球磨層と岩相・化石相が互いに類似するとの理由で黒瀬川クリッペの要素の1つとしてあげている。しかしながらこのたびのペルム紀フズリナ類フォーナの比較により、両者は異なるものであることが明らかになった。すなわち水越層のフズリナ類フォーナは *Neoschwagerina* と *Yabeina* を欠くことで球磨層とは異なる。したがって、九州黒瀬川帯のペルム系の起源を水越層に求めることはできないし、両者が同じ地質体に由来するナップであるという考えも成り立たない。黒瀬川帯の中・古生界がナップとして存在するという見解 (磯崎・板谷, 1991; 磯崎・丸山, 1991) については同意できる。ただし、その起源は西南日本内帯の先ジュラ系ではなく、田沢 (2000a, p. 47) が述べているように、前期白亜紀の左横ずれ運動が起きる以前まで北から南へ飛騨外縁帯—南部北上帯—黒瀬川帯と連続していた地質体の、最も南側に位置した黒瀬川帯の中・古生界がそれに該当するものである。

結 論

1. 水越層は黒色頁岩を主体とし、砂岩・礫岩層を挟むもので、全層厚は1,690 mである。黒色頁岩は飛騨外縁帯の森部層上部、南部北上帯の登米層、黒瀬川帯の球磨層のものに似ており、礫岩は薄衣式礫岩に組み入れられる。本層上部の礫岩中の石灰岩礫からはフズリナ・小型有孔虫類。また、砂質頁岩および石灰質砂岩からは腕足類が二次化石として産出し、それらにより水越層の時代は後期ペルム紀 (Lopingian) であると考えられる。
2. 水越層産フズリナ類フォーナは、*Lepidolina* の多くの種を含み、南部北上帯の叶倉層上部あるいは飛騨外縁帯の大谷層のフズリナ類フォーナに類似する。また、*Neoschwagerina* と *Yabeina* を欠き、九州黒瀬川帯の球磨層・小崎層のフズリナ類フォーナとは種属構成が異なる。
3. 水越層産腕足類フォーナは、*Kitakamichonetes*,

Capillomesolobus, *Waagenoconcha*, *Terrakea*, *Yakovlevia*, *Rhynchopora*, *Alispiriferella*, *Elivina* などのボレアル型 (両極型) と *Neochonetes* (*Zhongyingia*), *Transennatia*, *Urushtenoidea*, *Permianella*, *Acosarina* などのテチス型が混在するボレアル型が優勢なボレアル型—テチス型混合フォーナである。飛騨外縁帯の森部層、南部北上帯の叶倉層下部および高倉山層の腕足類フォーナに類似するが、ボレアル型が優勢なことで飛騨外縁帯のフォーナに近似する。

4. 後期ペルム紀には北中国 (中期地塊) の東縁に、中国東北部—プリモリエ南部—飛騨外縁帯 (森部)—飛騨外縁帯 (水越)—南部北上帯—黒瀬川帯と連なる広大な堆積盆が存在し、そこでは黒色頁岩と薄衣式礫岩を特徴とする混濁流堆積層が形成されたと推定される。
5. 水越層は、森部層上部、登米層 (広義) などに対比される上部ペルム系 (Lopingian) で、孤立したナップ (クリッペ) として存在する可能性が高い。地体構造的には飛騨外縁帯 (広義) に属する南部北上テレーンの構成要素であると見なされる。また、中央構造線の九州への延長は大分—熊本構造線ではなく、臼杵—八代構造線であると考えられる。

謝 辞

田村 実 (元熊本大学教育学部教授)・田中 均 (熊本大学教育学部教授) 両博士には水越層の腕足類化石産地を教えていただいた。池上直樹博士 (御船町恐竜博物館学芸員) には野外調査における宿舎等の便宜をおおかりいただいた。栗原敏之博士 (新潟大学理学部博士研究員) には図面の一部を作成していただいた。以上の方々に深く感謝する。また、大藤 茂 (富山大学大学院理工学研究部教授)・上野勝美 (福岡大学理学部准教授) 両博士には本論文原稿について丁寧な査読をしていただいた。厚く御礼申し上げる。

文 献

- Afanasjeva, G.A. and Tazawa, J., 2007, Novye krupnye khonetidy (brakhiopody) iz sredney permii yuzhnoy chasti gor Kitakami severo-vostochnoy Yaponii. *Paleont. Zhurnal* (2007), no. 4, 71-74. (in Russian).
- 有田啓二・竹村静夫・竹村厚司・西村年晴, 2001, 熊本県八代地域黒瀬川帯小崎層から産出したペルム紀放射状化石。地質雑, 107, 749-754.
- Bersenev, I. I., 1969, *Geologiya SSSR, vol. 32. Primorskiy kray*. Nedra, Moskva, 695 p. (in Russian).
- Chaloner, W.G. and Creber, G.T., 1988, Fossil plants as indicators of late Palaeozoic plate positions. In Audley-Charles, M.G. and Hallam, A., eds., *Gondwana and Tethys*, Geol. Soc. Spec. Pub., no. 37, Oxford Univ. Press, New York, 201-210.
- 千坂武志・加瀬靖之・山根良雄, 1972, 千葉県銚子半島の地質。日本地質学会第79年学術大会巡検資料, 21p.
- Choi, D.R., 1970a, On the Permian fusulinids from Iwaizaki, N. E. Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. 4*, 14, 313-325.
- Choi, D.R., 1970b, Permian fusulinids from Imo, southern Kitakami Mountains, N. E. Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. 4*, 14, 327-354.
- Choi, D.R., 1973, Permian fusulinids from the Setamai-Yahagi district, southern Kitakami Mountains, N. E. Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. 4*, 16, 1-132.

- Ehiro, M. and Kanisawa, S., 1999, Origin and evolution of the South Kitakami Microcontinent during the Early-Middle Palaeozoic. In Metcalfe, I., ed., *Gondwana dispersion and Asian accretion*, A. A. Balkema, Rotterdam, 283-295.
- Fredericks, G., 1924, Ussuriyskiy verkhniy paleozoy, 1. Brachiopoda. *Mater. Geol. Polezn. Iskopaem. Dalnego Vostoka*, no. 28, 1-52. (in Russian).
- Fredericks, G., 1925, Verkhniy paleozoy, 2. Permskie brachiopody s mysy Kaluzina. *Mater. Geol. Polezn. Iskopaem. Dalnego Vostoka*, no. 40, 1-28. (in Russian).
- 波田重熙, 1991, 第2章 2.7 秩父累帯, (5) 2. 佐川盆地の秩父累帯中帯. 日本の地質「四国地方」編集委員会編, 日本の地質 8 四国地方, 共立出版, 89-91.
- Hallam, A., 1994, *An outline of Phanerozoic biogeography*. Oxford Univ. Press, New York, 246 p.
- Hasegawa, Y., 1965, 'Lepidolite' from the Ohtani conglomerate, central Japan. *Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*, no. 76, 25-33.
- 長谷川美行, 1972, 日本列島における紡錘虫化石群集の地史学的・地理学的変化. 新潟大教養研究紀要, 3, 51-59.
- Hattori, I. and Hirooka, K., 1979, Paleomagnetic results from Permian greenstones in central Japan and their geologic significance. *Tectonophysics*, 57, 211-235.
- 平山 健・山下 昇・須館和巳・中川衷三, 1966, 7 万 5 千分の 1 剣山図幅および同説明書. 徳島県, 51p.
- 星住英夫・尾崎正紀・宮崎一博・松浦浩久・利光誠一・宇都浩三・内海 茂・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久, 2004, 20 万分の 1 地質図幅「熊本」. 産総研地質調査総合センター.
- Ichikawa, K., 1980, Geohistory of the Median Tectonic Line of Southwest Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 18, 187-212.
- Ichikawa, K., 1990, Pre-Cretaceous terranes of Japan. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*, Publication of IGCP 224, Nippon Insatsu Shuppan, Osaka, 1-12.
- 磯崎行雄・板谷徹丸, 1990, 四国中央部および紀伊半島西部黒瀬川地帯北縁の弱変成岩類の K-Ar 年代—西南日本における黒瀬川地帯の広がりについて—. 地質雑, 96, 623-639.
- 磯崎行雄・板谷徹丸, 1991, 四国中西部秩父累帯北帯の先ジュラ系クリッペー黒瀬川内帯起源説の提唱—. 地質雑, 97, 431-450.
- 磯崎行雄・丸山茂徳, 1991, 日本におけるプレート造山論の歴史と日本列島の新しい地体構造区分. 地学雑, 100, 697-761.
- 磯崎行雄・田村浩行, 1989, 長門構造帯産石炭紀新世・ペルム紀古世放散虫とその地質学的意義. 地質学論集, no. 33, 167-176.
- 勘米良亀齡, 1953, 球磨層—特に日本の二疊系上部統に関して (九州南部における古生界の地質学的研究—その 3). 地質雑, 59, 449-468.
- Kanmera, K., 1954, Fusulinids from the Upper Permian Kuma Formation, southern Kyushu, Japan, with special reference to the fusulinid zone in the Upper Permian of Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, Ser. D, 4, 1-38.
- 勘米良亀齡, 1961, 中部ペルム系小崎層. 九大理研報 (地質), 5, 196-214.
- Kanmera, K., 1963, Fusulinids of the Middle Permian Kozaki Formation of southern Kyushu. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, Ser. D, 14, 79-141.
- 勘米良亀齡, 1980, §10.1. 中期古生代の造山史—§10.7. 古第三紀の造山史. 勘米良亀齡・橋本光男・松田時彦編, 岩波講座地球科学 15, 日本の地質. 岩波書店, 325-350.
- Kano, H., 1967, On the Ussugu granitic rocks in Kyushu, Japan—Studies on the granite-bearing conglomerates in Japan, no. 17—*Jour. Min. Coll., Akita Univ.*, Ser. A, 4, 1-37.
- 加納 博, 1971, 北上山地の薄衣式礫岩 (総括)—含花崗質岩礫岩の研究 (その 22)—. 地質雑, 77, 415-440.
- Kanomata, N. and Chisaka, T., 1967, Studies on the Upper Permian fusulinids from Kiritoshi near Obayashi Village, Kesennuma City, south-eastern part of the Kitakami Mountainland. *Prof. H. Shibata Mem. Vol.*, 407-415.
- Kanomata, N. and Miyawaki, A., 1967, On the fusulinids at Kamiyatsuse district in Kesennuma City, Miyagi Prefecture, north-east Japan. *Jour. Coll. Arts and Sci., Chiba Univ.*, 5, 159-165.
- 河尻清和, 1996, 飛騨外縁帯上広瀬層の花崗岩質岩礫の後背地. 地質雑, 102, 501-515.
- Kobayashi, F., 2001, Faunal analysis of Permian foraminifers of the Kuma Formation in the Kurosegawa Belt of west Kyushu, Southwest Japan. *News of Osaka Micropaleontologists, Spec. Vol.*, no. 12, 61-84.
- Korishi, K. and Omura, A., 1967, *Collenia* (algal stromatolites) from the Hida Mountainland, Central Japan. *Sci. Rep., Kanazawa Univ.*, pl. 2, 12, 173-184.
- Kotlyar, G.V., Belyansky, G.C., Burago, V.I., Nikitina, A.P., Zakharov, Yu.D. and Zhuravlev, A.V., 2006, South Primorye, Far East Russia—A key section for global Permian correlation. *Jour. Asian Earth Sci.*, 26, 280-293.
- Licharew, B.K. and Kotlyar, G.V., 1978, Permskie brachiopody Yuzhnogo Primorya. In Popeko, L.I., ed., *Verkhniy Paleozoy Severo-Vostochnoy Azii*, DVNTS AN SSSR, Vladivostok, 63-75. (in Russian).
- 増田富士雄, 1996, 5 地質時代の気候変動. 住 明正・平 朝彦・島海光弘・松井孝典編, 岩波講座 地球惑星科学 11, 気候変動論, 岩波書店, 157-219.
- 松本達郎, 1939, 熊本県御船地方の地質学的研究 (特に白亜系を中心として). 地質雑, 46, 1-11.
- Matsumoto, T., 1949, The Late Mesozoic geological history in the Nagato Province, Southwest Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 21, 235-243.
- 松本達郎・藤本治義, 1939, 熊本県上益城郡の秩父系 1 累層に就いて. 地質雑, 46, 189-192.
- Nakamura, K., 1972a, Permian Davidsoniacea from the southern Kitakami Mountains, Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, Ser. 4, 15, 361-426.
- Nakamura, K., 1972b, *Anidanthus* and *Megousia* (Brachiopoda) from the Permian of Japan and Cambodia. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, Ser. 4, 15, 427-445.
- Nakamura, K., 1979, Additional occurrences of *Urushlenoidea* (Brachiopoda) from the Permian of Asia. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, Ser. 4, 19, 221-233.
- Nakamura, K., Shimizu, D. and Liao, Z., 1985, Permian palaeobiogeography of brachiopods based on the faunal provinces. In Nakazawa, K. and Dickins, J.M., eds., *The Tethys: Her paleogeography and paleobiogeography from Paleozoic to Mesozoic*, Tokai Univ. Press, Tokyo, 185-198.
- Nakamura, K. and Tazawa, J., 1990, Faunal provinciality of the Permian brachiopods in Japan. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*, Publication of IGCP Project No. 224, Nippon Insatsu Shuppan, Osaka, 313-320.
- Nishimura, Y., 1990, "Sangun metamorphic rocks": Terrane problem. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*, Publication of IGCP Project No. 224, Nippon Insatsu Shuppan, Osaka, 63-79.
- Noda, M., 1956, Stratigraphical and palaeontological studies of the Toman Formation in the Kaishantun and Kamisando districts. *Rep. Earth Sci., Dept. Gen. Educ., Kyushu Univ.*, 2, 1-22.
- Nogami, Y., 1958, Fusulinids from the Maizuru Zone, Southwest Japan, pt. 1. Ozawainellinae, Schbertellinae and Neoschwagerininae. *Mem. Coll. Sci., Kyoto Univ.*, Ser. B, 25, 97-109.
- 小貫義男, 1966, 阿武隈山地, 八茎・高倉山地方の古生層の層位および構造. 松下 進教授記念論文集, 41-52.
- 小山内康人・亀井淳志・大和田正明・濱本拓志, 2001, 肥後変成帯の岩石構成と変成・火成作用 (解説と巡検案内). 九州のテクトニクスワーキンググループ研究連絡誌, no. 5, 1-62.
- Ozawa, T., 1970, Notes on the phylogeny and classification of the Superfamily Verveekinoidea. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, Ser. D, 20, 17-58.
- Ozawa, T., 1987, Permian fusulinacean biogeographic provinces in Asia and their tectonic implications. In Taira, A. and Tashiro, M., eds., *Historical biogeography and plate tectonic evolution of Japan and eastern Asia*, Terra Sci. Pub., Tokyo, 45-63.
- Saito, Y. and Hashimoto, M., 1982, South Kitakami region: An allochthonous terrane in Japan. *Jour. Geophys. Res.*, 87, 3691-3696.
- 坂島俊彦・竹下 徹・板谷徹丸・早坂康隆, 1999, 九州西部竜峰山変成帯の層序, 構造および K-Ar 年代. 地質雑, 105, 161-180.
- Sakashima, T., Terada, K., Takeshita, T. and Sano, Y., 2003, Large-scale displacement along the Median Tectonic Line, Japan: evidence from SHRIMP zircon U-Pb dating of granites and gneisses from the South

- Kitakami and paleo-Ryoke belts. *Jour. Asian Earth Sci.*, **21**, 1019-1039.
- Sano, H., 1988, Permian oceanic-rocks of Mino Terrane, central Japan, part 2. Limestone facies. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **94**, 963-976.
- Shen, S.Z. and Tazawa, J., 1997, Two permianellids (Brachiopoda) from the Middle Permian of the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Paleont. Res.*, **1**, 285-290.
- Shen, S.Z., Tazawa, J. and Shi, G.R., 1999, *Peltichia* Jin and Liao, 1981 (Enteletidae, Brachiopoda) from Asia: Taxonomy, biostratigraphy and paleobiogeography. *Jour. Paleont.*, **73**, 49-62.
- Shen, S.Z., Zhang, H., Shang, Q.H. and Li, W.Z., 2006, Permian stratigraphy and correlation of Northeast China: A review. *Jour. Asian Earth Sci.*, **26**, 304-326.
- 柴田 賢・西村祐二郎, 1989, 三郡結晶片岩の同位体年代. 地質学論集, no. 33, 317-341.
- 清水大吉郎・中沢圭二・志岐常正・野上裕生, 1962, 舞鶴層群の層序—舞鶴地帯の層序と構造 (その 10) —. 地質雑誌, **68**, 237-247.
- 須鎭和巳, 1991, 第 2 章 中・古生界, 2.7 秩父累帯, (5) 1. 那賀川流域の秩父累帯中帯. 日本の地質「四国地方」編集委員会編, 日本の地質 8 四国地方, 共立出版, 88-89.
- Taira, A., 1985, Pre-Neogene accretion tectonics in Japan: A synthesis. *Recent Progr. Nat. Sci. Japan*, **10**, 51-64.
- Takagi, H. and Arai, H., 2003, Restoration of exotic terranes along the Median Tectonic Line, Japanese Islands: Overview. *Gondwana Research*, **6**, 657-668.
- 高木秀雄・柴田 賢, 1996, 古領家帯の復元. 嶋本利彦・早坂康隆・塩田次男・小田匡寛・竹下 徹・横山俊治・大友幸子編, テクトニクスと変成作用 (原 郁夫先生記念論文集), 創文, 211-219.
- 高木秀雄・柴田 賢, 2000, 古領家帯の構成要素と古領家—黒瀬川地帯の復元. 地質学論集, no. 56, 1-12.
- Tazawa, J., 1975, Uppermost Permian fossils from the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **81**, 629-640.
- 田沢純一, 1987, 日本のペルム紀腕足類フォーナの古生物地理学的考察. 月刊地球, **9**, 252-255.
- 田沢純一, 1988, 北上山地中・古生層の層序と構造. 地球科学, **42**, 165-178.
- 田沢純一, 1989, 南部北上山地と飛騨外縁帯の古生界の比較 (予察). 地球科学, **43**, 224-230.
- Tazawa, J., 1991, Middle Permian brachiopod biogeography of Japan and adjacent regions in East Asia. In Ishii, K., Liu, X., Ichikawa, K. and Huang, B., eds., *Pre-Jurassic geology of Inner Mongolia, China: Report of China-Japan Cooperative Research Group, 1987-1989*. Matsuya Insatsu, Osaka, 213-230.
- 田沢純一, 1993, 古生物地理からみた日本列島の先新第三紀テクトニクス. 地質雑誌, **99**, 525-543.
- Tazawa, J., 1993, Pre-Neogene tectonic divisions and Middle Permian brachiopod faunal provinces of Japan. *Proceed. Roy. Soc. Victoria*, **110**, 281-288.
- Tazawa, J., 1999, Boreal-type brachiopod *Yakovlevia* from the Middle Permian of Japan. *Paleont. Res.*, **3**, 88-94.
- 田沢純一, 2000a, 飛騨外縁帯・南部北上帯・黒瀬川帯の古生界: 対比と造構史. 地質学論集, no. 56, 39-52.
- 田沢純一, 2000b, 西南日本内帯のペルム紀腕足類フォーナと先新第三紀テクトニクス. 地団研専報, no. 49, 5-22.
- Tazawa, J., 2001, Middle Permian brachiopods from the Moribu area, Hida Gaian Belt, central Japan. *Paleont. Res.*, **5**, 283-310.
- 田沢純一, 2004, 横ずれ説: 日本列島の起源と形成についての考察. 地質雑誌, **110**, 503-517.
- 田沢純一, 2006, 舞鶴帯の後期ペルム紀ボレア型—テチス型混合腕足類フォーナ: 舞鶴層群の堆積場に関する 1 つの化石証拠. 地質雑誌, **112**, 510-518.
- Tazawa, J., 2006, *Lammimargus*, *Megousia* and *Eolytonia* (Productida, Brachiopoda) from the Upper Permian (Changhsingian) of the Kawahigashi area, Maizuru Belt, southwest Japan, and their palaeobiogeographical significance. *Sci. Rep., Niigata Univ. (Geol.)*, no. 21, 1-18.
- Tazawa, J., 2007, Middle Permian brachiopod faunas of Japan and their significance for understanding the Paleozoic-Mesozoic tectonics of the Japanese Islands. In Wong, Th.E., ed., *Proceedings of the XVIIth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy, Utrecht, the Netherlands, 10-16 August 2003*, Roy. Neth. Acad. Arts Sci., Amsterdam, 565-573.
- Tazawa, J., 2008a, Permian brachiopods from the Mizukoshi Formation, central Kyushu, SW Japan: systematics, paleobiogeography and tectonic implications. *Paleont. Res.*, **12**, 37-61.
- Tazawa, J., 2008b, Brachiopods from the Upper Permian Takakurayama Formation, Abukuma Mountains, northeast Japan. *Sci. Rep., Niigata Univ. (Geol.)*, no. 23, 13-53.
- Tazawa, J., Fujikawa, M., Zakharov, Yu.D. and Hasegawa, S., 2005, Middle Permian ammonoids from the Takakurayama area, Abukuma Mountains, northeast Japan, and their stratigraphical significance. *Sci. Rep., Niigata Univ. (Geol.)*, no. 20, 15-27.
- Tazawa, J. and Hasegawa, S., 2007, *Anidanthus*, *Gypospirifer* and *Alispiriferella* (Brachiopoda) from the Upper Permian Mizukoshi Formation, central Kyushu, SW Japan. *Sci. Rep., Niigata Univ. (Geol.)*, no. 22, 1-14.
- 田沢純一・長谷川美行, 2007, 千葉県銚子の愛宕山層産ペルム紀フズリナ類とその構造地質学的重要性. 地質雑誌, **113**, 406-416.
- Tazawa, J. and Ibaraki, Y., 2001, Middle Permian brachiopods from Setamai, the type locality of the Kanokura Formation, southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Sci. Rep., Niigata Univ., Ser. E*, no. 16, 1-33.
- Tazawa, J. and Matsumoto, T., 1998, Middle Permian brachiopods from the Oguradani Formation, Ise district, Hida Gaian Belt, central Japan. *Sci. Rep., Niigata Univ., Ser. E*, no. 13, 1-19.
- Tazawa, J. and Shen, S.Z., 1997, Middle Permian brachiopods from Hiyomo, Mino Belt, central Japan: Their provincial relationships with North America. *Sci. Rep., Niigata Univ., Ser. E*, no. 12, 1-17.
- Tazawa, J., Ono, T. and Hori, M., 1998, Two Permian lytoniid brachiopods from Akasaka, central Japan. *Paleont. Res.*, **2**, 239-245.
- Tazawa, J., Takizawa, F. and Kamada, K., 2000, A Middle Permian Boreal-Tethyan mixed brachiopod fauna from Yakejima, southern Kitakami Mountains, NE Japan. *Sci. Rep., Niigata Univ., Ser. E*, no. 15, 1-21.
- 寺岡易司, 1970, 九州大野川盆地付近の白亜紀層. 地調報告, no. 237, 1-87.
- 戸邊恵里・高木秀雄・柴田 賢, 2000, 九州肥後帯水越層中の花崗岩礫の K-Ar 年代. 地質学論集, no. 56, 221-228.
- 豊原富士夫・村田正文・永川勝久, 1993, 水越層からの二疊紀放射虫化石の発見とその提起する問題. 日本地質学会西日本支部報, no. 102, 11-12.
- Ueno, K., 2003, The Permian fusulinoid faunas of the Sibumasu and Baoshan blocks: their implications for the paleogeographic and paleoclimatologic reconstruction of the Cimmerian Continent. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **193**, 1-24.
- Ueno, K., 2006, The Permian antitropical fusulinoid genus *Monodioxodina*: Distribution, taxonomy, paleobiogeography and paleoecology. *Jour. Asian Earth Sci.*, **26**, 380-404.
- Xu, G. and Yang, W., 1994, 8. Permian. In Yin, H., ed., *The palaeobiogeography of China*, Clarendon Press, Oxford, 163-188.
- Yamada, K., 1967, Stratigraphy and geologic structure of the Paleozoic formations in the Upper Kuzuryu River district, Fukui Prefecture, central Japan. *Sci. Rep., Kanazawa Univ.*, **12**, 185-207.
- 山北 聡・大藤 茂, 2000, 中央構造線の後期白亜紀左横すべり変位量の推定とその西南日本の地帯配列における意味. 地団研専報, no. 49, 93-104.
- 山本博達, 1992, 第 2 章 中・古生界, 2.3 肥後帯 (1) 概説. 日本の地質「九州地方」編集委員会編, 日本の地質 9 九州地方, 共立出版, 22-23.
- 柳 哮・浜本礼子, 1977, 小崎層, 球磨層, 水越層中の花崗岩礫の Rb, Sr および Sr 同位体組成. 九大理研報 (地質), **12**, 249-253.
- 柳田寿一, 1958, 上部二疊系水越層. 地質雑誌, **64**, 222-231.
- Yanagida, J., 1963, Brachiopods from the Upper Permian Mizukoshi Formation, central Kyushu. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D*, **14**, 69-78.
- Yanagida, J., 1973, Late Permian brachiopods from the Yamamba Limestone in the Sakawa Basin, Shikoku, Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser., Spec. Vol.*, no. 6, 353-369.
- 柳田寿一, 1992, 第 2 章 中・古生界, 2.3 肥後帯 (5) 水越層. 日本の

- 地質「九州地方」編集委員会編, 日本の地質 9 九州地方, 共立出版, 26.
- Yanagisawa, I., 1987, Geology and paleontology of the Takakurayama-Yaguki area, Yotsukura-cho, Fukushima Prefecture. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser.*, 39, 63-112.
- 吉田孝紀・川村信人・町山栄章, 1994, 南部北上帯ペルム系砕屑岩組成の変化. 地質雑, 100, 744-761.
- 吉田孝紀・町山栄章, 1997, 南部北上帯ペルム系大洞層の形成環境. 川村信人・岡孝雄・近藤務編, 加藤誠教授退官記念論文集, 中西印刷, 札幌, 261-273.
- 吉田孝紀・町山栄章, 1998, 南部北上帯西縁部における中部ペルム系粗粒砕屑岩相. 地質雑, 104, 71-89.
- 吉田孝紀・田沢純一, 2000, 飛騨外縁帯ペルム系森部層の砂岩組成とその後背地. 地質学論集, no. 57, 53-62.
- Zakharov, Yu.D. and Pavlov, A.M., 1986, Permskie tsefalopody Primorya i problema zonalnogo paschleneniya permi teticheskoy oblasti. In Zakharov, Yu.D. and Onoprienko, Yu.I., eds., *Korrelyatsiya permotriassovykh otlozheniy Vostoka SSSR*, DVNTS AN SSSR, Vladivostok, 5-32. (in Russian).
- Zhang, L., 2000, Chapter 1. Regional geology of the Tianshan-Hinggan Domain. In Cheng, Y., ed., *Concise regional geology of China*, Geol. Pub. House, Beijing, 15-51.
- Ziegler, A.M., Gibbs, M.T. and Hulver, M.L., 1998, A mini-atlas of oceanic water masses in the Permian period. In Shi, G.R., Archbold, N.W. and Grover, M., eds., *The Permian System: Stratigraphy, palaeogeography and resources*, Proceedings of the Strzelecki International Symposium on the Permian of Eastern Tethys: Biostratigraphy, palaeogeography and resources, Deakin University, Rusden Campus, Clayton, Victoria 3168, Australia, 30 November-3 December 1997, Roy. Soc. Victoria, Melbourne, 323-343.
- Ziegler, A.M., Hulver, M.L. and Rowley, D.B., 1997, Permian world topography and climate. In Martini, I.P., ed., *Late glacial and postglacial environmental changes-Quaternary, Carboniferous-Permian and Proterozoic*, Oxford University Press, New York, 111-146.

(要 旨)

田沢純一・長谷川怜思・長谷川美行, 2008, 九州中央部に分布する上部ペルム系水越層の帰属について. 地質雑, 114, 269-285. (Tazawa, J., Hasegawa, S. and Hasegawa, Y., 2008, Geotectonic setting of the Upper Permian Mizukoshi Formation, central Kyushu, southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 114, 269-285.)

水越層は九州中央部の水越地域に分布し, 黒色頁岩と薄衣式礫岩で特徴づけられる上部ペルム系 (Lopingian) で, 全層厚は 1,690 m に及ぶ. 南部北上帯の登米層, 飛騨外縁帯の森部層上部, 黒瀬川帯の球磨層と層相が似ている. 水越層のフズリナ類フォーナは *Lepidolina* を含み, *Neoschwagerina* と *Yabeina* を欠くことで, 南部北上帯・飛騨外縁帯のものに類似するが, 黒瀬川帯のものとは異なる. 腕足類フォーナはボレアル型-テチス型混合フォーナであり, 飛騨外縁帯, 南部北上帯, プリモリエ南部の中~後期ペルム紀腕足類フォーナに種属構成が似ている. 以上のことから, 水越層は飛騨外縁帯のペルム系の南西延長部に相当し, 南部北上テレーンの構成要素であると考えられる. また, ペルム紀中~後期に水越地域はより北方の飛騨外縁帯と南方の南部北上帯にはさまれてその中間に位置し, これら全体は北中国東縁に存在したと考えられる.