熊本県八代山地日奈久帯下部白亜系先外和泉層群の層序と構造

Stratigraphy and structure of the Lower Cretaceous Pre-Sotoizumi Group in the Central Yatsushiro Mountains, Hinagu Belt, Kumamoto Prefecture

Abstract

三宅由洋^{*1} 田中 均^{*2} 高橋 努^{*3}
赤星征典^{*4} 島田駿祐^{*5}

Yoshihiro Miyake^{*1}, Hitoshi Tanaka^{*2},
Tsutomu Takahashi^{*3},
Masanori Akahoshi^{*4} and
Shunsuke Shimada^{*5}

2014 年 12 月 4 日受付.

2015 年 9 月 1 日受理.

^{*1} 筑波大学大学院生命環境科学研究科地球進化科学専攻

Doctoral Program in Earth Evolution Sciences, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan

^{*2} 熊本大学教育学部(地学)

Department of Natural Science, Faculty of Education, Kumamoto University, 2-40-1 Kurokami, Kumamoto 860-8555, Japan

^{*3} 八千代エンジニアリング株式会社

Yachiyo Engineering Company, Ltd., 2-18-2 Nishiochiai, Shinjuku-ku, Tokyo 161-8575, Japan

^{*4} 熊本市立西山中学校

Seizan Junior-High School, 1-27-1 Shimasaki, Chuo-ku, Kumamoto 860-0073, Japan

^{*5} 熊本県立鹿本高等学校

Kumamoto Prefectural Kamoto High School, 3-5-1 Kakotori, Yamaga, Kumamoto 861-0532, Japan

Corresponding author: Y. Miyake,
miyake@geol.tsukuba.ac.jp

Until now, there has been no consensus over the stratigraphic correlation between the western and eastern parts of the Hinagu Belt in the Yatsushiro Mountains, Kyushu. Therefore, we examined the stratigraphy and structure of the Pre-Sotoizumi Group in the central part of the Hinagu Belt, with a particular emphasis on clarifying the stratigraphy and distribution of the Hachiryuzan, Kesado and Imaizumigawa formations. The Kawaguchi Formation was identified as the oldest formation in the study area, followed by the Hachiryuzan, Kesado and Imaizumigawa formations. The distribution of the Kesado and Imaizumigawa formations was confirmed in the eastern part of the study area, but the distribution of the former could not be recognized in the western part. The relationships between the Hachiryuzan and Kesado formations, and between the Hachiryuzan and Imaizumigawa formations were confirmed as being conformable and disconformable, respectively, as identified in previous reports. In contrast to previous reports, however, field evidence shows that the Kesado and Imaizumigawa formations are separated by a clino-unconformity. It is concluded that these two formations were folded during the Barremian–Aptian, prior to the deposition of the Imaizumigawa Formation.

Keywords: Lower Cretaceous, stratigraphy, structure, Pre-Sotoizumi Group, Kurosegawa Belt, Yatsushiro, Kumamoto Prefecture

はじめに

西南日本外帯の秩父累帯は、一般に北から南へ3つの帯に区分されるが、各帯の定義と名称は研究者により異なる(例えば、磯崎・板谷, 1990; 松岡ほか, 1998; 山下ほか, 1954)。磯崎・板谷(1990)は、“黒瀬川地帯”の構成岩類の認定基準をまとめ、西南日本における分布域を検討した。佐野(2010)は、磯崎・板谷(1990)、磯崎・丸山(1991)、松本・勘米良(1964)などを元にして、九州の秩父累帯を北から黒瀬川帯、秩父帯および三宝山帯と区分した。本稿では、研究対象である下部白亜系の分布域を、佐野(2010)に則って黒瀬川帯とする。また、四国については、磯崎・板谷(1990)の“黒瀬川地帯”を相当する地帯と認め、九州と併せ

て黒瀬川帯と表記する。

黒瀬川帯の下部白亜系は、岩相・化石相の違いから、主に物部川層群、南海層群および先外和泉層群に分けられる(田代, 1985; 田代・池田, 1987)。物部川層群は主に黒瀬川帯の北縁部に分布し、先白亜系と断層または不整合関係で接する(田代, 1985, 1991, 2000; 田中ほか, 1998b)。物部川層群の岩相は、一般に陸成層の赤紫色岩から始まり、砂岩は不等粒のワッケ質砂岩に富む(田代, 1985)。南海層群は主に黒瀬川帯の南縁部に点在しており、先白亜系とは主に断層、一部は非整合関係で接する(田代, 1985, 1991; 石田・香西, 2003)。南海層群の岩相は、陸成層の赤紫色岩を伴わず、砂岩は等粒のアレナイト質砂岩に富む。先外和泉層群は中九州山岳地帯の中央構造線沿いに分布し、先白亜系とは断層また

は整合関係で接する。(田代ほか, 1994; 田中ほか, 1998b). 先外和泉層群の砂岩はアレナイト質砂岩に富む(田中ほか, 1998b). また, これらの下部白亜系堆積物から産出する大型化石群集は, 北方系と南方系に分けられている(田代, 1994; Matsukawa and Obata, 1993). 特に, 二枚貝化石群集は, テチス北方型動物群(以下, テチス北方型とする)とこれより低緯度の生息環境を示すテチス型動物群(以下, テチス型とする)に大別され, テチス北方型は物部川層群から, テチス型は南海層群および先外和泉層群から産出するとされる(田代, 1994, 2000). テチス北方型とテチス型は, 属レベルでは, テチス型のみに含まれる *Eomiodon* およびテチス北方型のみに含まれる *Costocyrena* のようないくつかの属を除いてほぼ共通であるが, 種レベルでは汎世界的な種群を除く大部分が異なる種から構成される(田代, 1994, 2000). このような異なる特徴を持つ地層群が同一地帯に近接して分布する理由について, これまで数多くの議論がなされてきた(例えば, 田代, 1994; 松川・恒岡, 1993). しかし, このような議論はほとんどが四国の物部川層群と南海層群についてのもので, 九州の先外和泉層群を考慮したものは少ない. その理由のひとつに, 先外和泉層群の研究がまだ途中段階であることが挙げられる.

九州中軸部の黒瀬川帯はさらに細分されており, 調査地周辺では北縁を臼杵-八代構造線(中央構造線)とし, 南へ順に猫谷構造線, 深水構造線を境として, 宮地帯, 日奈久帯, 走水帯とされている(松本・勘米良, 1964) (Fig. 1). 先外和泉層群に関する先行研究は, これらの地域を部分的に調査・報告したものが多く, 本研究では, 八代山地における日奈久帯を, 球磨川およびNW-SE方向に伸びる断層を境界として, 西部・中部・東部に区分して記述する(Fig. 1). また, 本研究および八代山地の先外和泉層群に関する主な報告

Fig. 1. Geological zones and distribution of the Lower Cretaceous System in the Kurosegawa Belt, Kumamoto Prefecture. Squares indicate study areas of previous works, as well as this study (see Figs. 3 and 4).

の層序を Fig. 2 に示す.

松本・勘米良(1964)は, 八代山地黒瀬川帯に分布する下部白亜系を, 下位から海浦層, 川口層, 八竜山層, 日奈久層, 八代層および砥用層に区分し, すべて四国の物部川層群に相当すると考えた. また, 松本・勘米良(1964)が定義した八代層は, 1) 模式地の日奈久帯東部美生付近, 2) 日奈久帯中部の下深水付近および 3) 宮地帯の南部の 3 つの地域に分布するとされた.

Fig. 2. Stratigraphic correlations of Cretaceous strata in the Yatsushiro area. Abbreviations: Fm. = Formation; U. = Upper; M. = Middle; Mbr. = Member.

田代・池田(1987)は、上記1)を、高知県の領石層および物部層と共通する岩相および二枚貝化石相を有することから、当時領石層と物部層にそれぞれ対比されていた日奈久帯中部の川口層および八竜山層の東方延長であるとした。また、2)と3)は、日奈久帯および宮地帯の下部白亜系が急傾斜($60^{\circ}\sim 90^{\circ}$)であるのに対して傾斜が緩い(北側へ 30° 以下)こと、周囲の下部白亜系とは低角度の断層で接すること、および下位の日奈久層よりも古い地質年代の化石を産出することから、周囲の下部白亜系とは異質の堆積物であるとした。そして、2)と3)は帯区分が異なっていて直接関係するところがなく、化石から推定されるそれぞれの地質年代が、2)はバレミアン?~前期アプチアン期、3)はアプチアン~前期アルビアン期と若干異なることから、2)を袈裟堂層として定義し、3)を八代層として再定義した(Fig. 2)。さらに、袈裟堂層および八代層と同様に、物部川層群および南海層群とは分布・岩相・化石相が異なる下部白亜系が九州の鹿児島県、大分県および宮崎県などの広域に分布することから、これらの下部白亜系を先外和泉層群と定義した。この先外和泉層群は、九州の黒瀬川帯に分布する。また、その岩相および化石相は物部川層群のものとは異なり、南海層群のものと共通する点が多いとされる(田代, 2000; 田代・池田, 1987; 田中ほか, 1998b)。

田中ほか(1998b)は、日奈久帯東部(Fig. 1)において、それまで川口層および八竜山層とされていた堆積物が、赤紫色礫岩およびワッケ質砂岩で特徴づけられ化石相が物部川層群と共通するものと、赤紫色礫岩を含まずにアルコース質砂岩を特徴的に含み化石相が南海層群と共通するものとに分けられることを明らかにした。そして、前者の物部川層群に対比されるものを三峰山層群と定義し、下位から小原層(新称)、三峰山層(新称)および日奈久層(再定義)に区分した。後者は従来どおり川口層および八竜山層の名称を用いて再定義した。三峰山層群は、四国の物部川層群に相当する(田中ほか, 1998b)。また、田中ほか(1998b)は川口層の下位に整合関係で接する黒崎層(Tamura and Murakami, 1986; 田代ほか, 1994)、川口層および八竜山層の3つの地層を、黒瀬川帯の北部に分布し岩相および化石相が南海層群と共通することから、田代・池田(1987)の定義した先外和泉層群に所属させた(Fig. 2)。なお、田中ほか(1998b)は、再定義した先外和泉層群を“先外和泉層群”と表記し、田代・池田の定義したものとを区別した。Fig. 2ではこの表記に従った。なお、Fig. 2の“日奈久層”は、従来は日奈久帯の日奈久層であったが、田代(1994)によって宮地帯であるとされた地域に分布するもので、現地名を用いて再定義されたものである。この“日奈久層”は砥用層の同層異名であり、日奈久帯の日奈久層とは異なる。

田中ほか(1998a)は、日奈久帯東部の2地域に加え、日奈久帯中部の東部に位置する上深水の調査結果(当該論文の図-3; Fig. 1)を報告した。この図-3(田中ほか, 1998a)によると、八代層の一部は日奈久帯の袈裟堂層上に断層関係で重なる。

宮本ほか(2000)は、日奈久帯中部および東部の下部白亜

系の砂岩組成の分析と同時に、その地域の地質図(当該論文の第2図)を示した。この地質図は、日奈久帯中部において、日奈久層とされていた地層を袈裟堂層とし、田中ほか(1998a)と同様に八代層の一部が袈裟堂層の上に断層関係で重なることを示している。ただし、この報告では、地質調査結果など層序区分の明確な根拠は示されていない。

田中ほか(2002)は、日奈久帯西部(Fig. 1)において、八竜山層の上位に非整合で重なる地層として今泉川層を定義・命名した。また、今泉川層産二枚貝化石 *Pterotriconia* の形質が、地質系統的に下位および上位にあたり、近接して分布する八竜山層および袈裟堂層産と、八代層産のものとの中間的特徴を有することを報告した(田中ほか, 2002)。下位の八竜山層と断層ではなく非整合関係にあることおよび二枚貝化石の特徴から、田中ほか(2002)は今泉川層を新たに“先外和泉層群”に加えた(Fig. 2)。同時に、田中ほか(2002)は、“先外和泉層群”と外和泉層群には直接的な関連がないことから“先外和泉層群”の名称を改め、中九州層群(田中ほか, 1999)を用いている。田中ほか(2002)の今泉川層は、従来の日奈久帯西部に分布する日奈久層に相当する。さらに、この報告によって、日奈久帯西部には袈裟堂層が分布しないことが示された。層群名について、中九州層群の定義は田中ほか(1999)による口頭発表のみで述べられて詳細が報告されていないこと、および中九州という地名は存在せず地層命名規約に則っていないことから、本研究では既に広く用いられている先外和泉層群という表記を採用する。

最近、田中(2010)は、八代山地全体の地質概略をまとめた。田中(2010)は、産出するアンモナイトから地質年代の推定を行っており、八竜山層をバレミアン~前期アプチアン期、袈裟堂層を後期バレミアン~アプチアン期、今泉川層を後期アプチアン~前期または中期アプチアン期の地層とした。また、この報告は、日奈久帯西部において、今泉川層が八竜山層と袈裟堂層の上に整合に重なるとしているが、具体的な根拠は記載されていない。

熊本県南部の八代山地は、先外和泉層群が初めて定義された場所であり、模式的に分布する地域でもある。これまで報告されてきた数々の研究によって、八代山地における先外和泉層群の詳細は徐々に明らかになりつつあるが、報告の度に分布や地質年代の解釈が修正されており、先外和泉層群の正確な層序と構造は未だに報告されていない。特に、田中ほか(1998b)および田中ほか(2002)の調査地はそれぞれ日奈久帯東部および西部であり(Fig. 1)、日奈久帯中部の詳細については報告されていない。また、田中ほか(1998b)および田中ほか(2002)の日奈久帯東部および西部の層序は一部異なっている(Fig. 2)。日奈久帯西部では八竜山層の上位に今泉川層が分布し、日奈久帯東部では八竜山層の上位に袈裟堂層が分布する。さらに、田中ほか(2002)は、今泉川層が従来の日奈久帯の日奈久層に相当するとしているが、日奈久帯の日奈久層には二通りの定義(意味)がある。すなわち、日奈久帯には a) 田中ほか(2002)が今泉川層と定義した日奈久帯西部の日奈久層と b) 田中ほか(1998b)が三峰山層群(物部川層群相当)に含めた日奈久帯東部の日奈久層がある。a) と b)

Fig. 3. Map showing the location of the study area. Base map is taken from the 1:50,000 “Hinagu” map published by the Geographical Survey Institute of Japan. Squares indicate locations of Figs. 5, 6, 7, and 10.

の主な違いは下位層の所属であり、a)は先外和泉層群の地層と整合または不整合関係、b)は三峰山層群三峰山層と整合関係で重なる。そのため、日奈久帯中部の日奈久層がどちらに対比されるかは、野外調査による層序関係の把握により判断する必要がある。また、田中ほか(1998b)は、日奈久帯中部では袈裟堂層が日奈久帯東部よりもさらに上位まで続いていることを予想的に述べている。加えて、宮本ほか(2000)は地質図(当該論文の第2図)でc)日奈久帯中部の日奈久層の南部のみを袈裟堂層としている。すなわち、日奈久帯中部の日奈久層はa)先外和泉層群今泉川層、b)三峰山層群日奈久層、c)北部は三峰山層群日奈久層で南部は袈裟堂層であるという3つの可能性が示されており、本地域の先外和泉層群の全体像を明らかにするためには、最近の研究を考慮した日奈久帯中部の報告がなされる必要がある。そこで、本研究では、先外和泉層群の模式的な層序の解明を目的として、日奈久帯中部の詳細な調査を行った。特に、これまでの報告で解釈が異なる層序・構造については、別に章をたてて議論する。

調 査 結 果

調査の結果、日奈久帯中部の川口層および八竜山層は近年の研究報告(例えば、田中ほか, 1998a)と同様の分布、岩相、地質年代を示すことがわかった。また、日奈久帯東部に分布し、西部には分布しないとされていた袈裟堂層は、日奈久帯中部では東半部にのみ分布することが明らかになった。また、本研究によって新たに、八竜山層と袈裟堂層の地質年代が従来の報告と若干異なることが明らかになった。さらに、日奈久帯中部の日奈久層は今泉川層であることがわかった。すなわち、八代山地の日奈久帯中部に分布する地層は下位より川口層、八竜山層、袈裟堂層(東半部の下深水のみに分布)、今泉川層である(Fig. 2)。調査地の地形、地名および化石産地をFig. 3に、地質図をFig. 4に示す。調査結果は各論形式でまとめ、八竜山層、袈裟堂層および今泉川層の関係の詳細は、後半の先外和泉層群の層序・構造でまとめる。また、

本調査地の日奈久層を今泉川層と判断した根拠の詳細は、本章の今泉川層の項で述べる。今回の調査では各地層の地質年代を特定できる化石を新たに得ることはできなかった。そこで、地質年代については田代・池田(1987)および村上(1996)のアンモナイトと柏木ほか(2002)および田中ほか(2002)の放散虫化石の報告に基づいて報告する。

1. 川口層(Kawaguchi Formation)

1) 定義・命名 松本・勘米良(1952)が定義・命名し、田中ほか(1998b)によって再定義された。松本・勘米良(1952)や田代・池田(1987)は、本地域の東側の東陽町小原付近に赤色基質礫岩を伴う基底が露出し、これが四国の物部川層群領石層に相当するとした(Fig. 2)。しかし、田中ほか(1998b)は、小原付近以外の川口層は赤色基質礫岩を欠き、アルコース質砂岩を特徴とするという点で、岩相が物部川層群とは異なることから、小原付近の赤色基質礫岩を含む地層を新たに小原層と定義し、川口層と区別した(Fig. 2)。本研究では、田中ほか(1998b)の定義を踏襲し、粗粒堆積物が主体の砂岩泥岩互層からなり、粗～中粒の優白色アルコース質砂岩を挟在する岩相を川口層とした。

2) 模式地・分布 本層は熊本県八代市坂本町川口を模式地とし(Fig. 3)、日奈久帯で見られる下部白亜系堆積物の南限に沿って、東北東から西南西方向に帯状に分布する(Fig. 4)。田中ほか(1998a)によれば、日奈久帯東部では、川口層はE-WからNE-SW方向の軸をもつ向斜構造をなしており、北翼部が見られることが報告されている。調査地では、北翼側は猫谷構造線によって断たれているため確認できない。本地域より西側では、本地域から南西に約20 kmほど離れた熊本県葦北郡芦北町付近まで分布する(田中ほか, 2005)。

3) 層厚 本地域での川口層の下限は断層で断たれているために正確に把握できない(Figs. 5～7)。確認できる限りでは約750 mである(Fig. 8)。

4) 岩相・層序 本地域では基底は前述の通り断層により不明だが、下部はルート8, 9で見られる(Figs. 7, 8)。下位より粗粒～中粒な珪質砂岩またはこれを含む砂岩頁岩互層

Fig. 4. Geological map of the Yatsushiro Mountains. See Fig. 1 for location. Squares indicate locations of Figs. 5, 6, 7, and 10. Abbreviations: Fm. = Formation; Mbr. = Member; T. L. = Tectonic Line.

Fig. 5. Route map showing measured sections along routes 1, 2, and 4. See Figs. 3 and 4 for location, and Fig. 8 for columnar sections. Abbreviations are as in Fig. 4.

より始まり (Fig. 8: ルート 12, 14), 頁岩優勢砂岩頁岩互層や稀に層厚数十 cm の頁岩へと変化する, 上方細粒化のシーケンスが 3~4 回程度繰り返していることが認められる (例えば, Fig. 8: ルート 4). この小堆積輪廻の基底部分や砂岩泥岩互層中には, 粗粒~中粒の優白色アルコース質砂岩が確認できる (Fig. 8: ルート 6, 12, 14). ルート 4, 6, 8, 14 では, スランプ褶曲によると考えられる狭い範囲での傾斜の著しい変化が見られる (Figs. 5~8).

5) 構造 Fig. 4 に示した断面線 A-B, C-D, E-F, および G-H の断面図を Fig. 9 に示す. 本調査地の川口層の走向方向は主に E-W から ENE-WSW 方向で, 南北性の断層の周辺では NW-SE 方向である場所も見られる (Fig. 7: ルート 9 周辺). また, 傾斜は全体として 90°~60°S 程度の南傾斜を示す地点が多いが, 一部ではスランプ構造によるものと考えられる低~中角度傾斜の部分が見られる (例えば, Fig. 6: ルート 13, 14, Fig. 7: ルート 5). 本地域では, 川口層は北側が上位であり, 南傾斜の場所では上下が逆転している.

6) 化石相 今回の調査では, Fig. 7 に示したルート 6 の KM02 および KM03 の暗灰色砂質泥岩より, 汽水生二枚貝化石 *Aguilerella* (*Yoshimopsis*) *nagatoensis*, *Crassostrea* sp., *Corbula* sp. および *Pulsidis* sp. が密集した薄層状態で産出した (Table 1).

この他に, 田代・池田 (1987) は, 本層の分布域から *Cos-tocyrena otsukai*, *Isodomella shiroiensis*, *Hayamina nau-manni*, *Tetoria* sp. の産出を報告している. また, 田中ほか (1998b) は, 本層から *Nipponitrigonia plicata*, *Pterotrigonia kawaguchiensis*, *Yabea* sp., *Eomiodon nipponicus*, *E.*

Fig. 7. Route map showing measured sections along routes 3 and 5–10. See Figs. 3 and 4 for location, and Fig. 8 for columnar sections. Abbreviations are as in Fig. 4.

4) 岩相・層序 本層は、川口層に整合に重なり、最下部はルート9 (Fig. 7) で見られるように比較的淘汰の良いチャートの中～細礫を含む厚さ数 m の礫岩層、またはルート5 (Fig. 7) のような砂岩泥岩互層より始まる。調査地の西部に位置するルート5, 6 (Fig. 7) では、基底部の上位に部分的に石灰質ノジュールを含んだ塊状の石灰質泥岩や暗灰色～黒色の泥岩・シルト岩が重なる。一方、東部では本層の下部と上部に砂岩頁岩互層が見られるようになる。

5) 構造 本調査地の八竜山層の走向は、ルート9～11 (Figs. 6, 7) ではおよそ $N60^{\circ}W$ を示すが、その他の地点では主に $N70^{\circ}E$ から $E-W$ 方向を示す。また、本層の傾斜は、ほとんどの地点で垂直かそれに近い高角度の南傾斜を呈する。八竜山層も川口層と同様に北方上位であり、南傾斜の場所では上下が逆転している。

6) 化石相 化石の産出は稀で、しかもそのほとんどが散在的に得られるにすぎない。今回の調査ではルート6のKM07 (Fig. 7) において、石灰質砂質泥岩中から少数の *Nipponitrigonia plicata* とウミユリの破片の化石が産出した (Table 1)。

この他、田代・池田 (1987) は、本層の分布域から *Cosmetodon* sp., *Nemodon* sp., *Glycymeris* sp., *Gervillaria* n. sp., *Entolium* sp., *Neithea* (*Neithea*) *atava*, *Neithea* (*Neithea*) sp. aff. *N. (N.) amanoi*, *Neithea matsumotoi*, *Chlamys shikokuensis*, *Aequipecten* sp., *Limatula* sp., *Rutitrigonia sanchensis*, *Pterotrigonia hokkaidoana*, *Pterotrigonia yokoyamai*, *Xenocardita amanoi*, *Ptycomya* sp. aff. *densicostata*, *Globocardium sphaeroideum* の産出を報告している。

村上 (1996) は、ルート9 付近の本層に相当する地点1251 (Fig. 7) からアンモナイト *Pulchellia* (*Heinzia*) sp. cf. *H. provincialis* の産出を報告している。

7) 地質年代 Bürgl (1956) は、*Heinzia* sp. cf. *H. provincialis* が示唆する地質年代を中期バレミアン期であるとしている。Fig. 8 に示すようにアンモナイトの産出する層準が本層の上部にあること、および下位の川口層の地質年代から、本研究では八竜山層の地質年代を前期～中期バレミアン期とする。

8) 下位層との関係 川口層の上位に整合に重なる。

Fig. 8. Individual columnar sections of the Lower Cretaceous System in the central part of the Hinagu Belt. Locations are shown as follows: routes 1, 2, and 4 in Fig. 5; routes 10–14 in Fig. 6; routes 3 and 5–9 in Fig. 7; and route 15 in Fig. 10. Abbreviations are as in Fig. 4.

3. 袈裟堂層 (Kesado Formation)

1) 定義・命名 田代・池田(1987)は、従来、日奈久帯と宮地帯に分布するとされていた八代層のうち、日奈久帯のものを袈裟堂層と定義・命名した。その後、田中ほか(1998b)は日奈久帯東部を調査し、岩相から袈裟堂層を下部層と上部層に区分した。本研究では、袈裟堂層は八竜山層の上位に重なり、チャート礫主体の礫岩、粗粒砂岩および砂岩泥岩互層を主体とする地層である。本研究の袈裟堂層は、後述するように、田中ほか(1998b)が報告した袈裟堂層の下部層に相当すると考えられる。

2) 模式地・分布 熊本県八代市坂本町下深水の北から東側へ、八竜山層の北側に帯状に分布する(Fig. 4)。また、これまでの研究より球磨川の左岸には分布しない(田代・池田, 1987; 田中ほか, 2002)。調査の結果、袈裟堂層の分布はFigs. 7, 8に示すように、ルート7の西側の断層を境として、それより西側では見られなくなることがわかった。

3) 層厚 本調査地での層厚は100~400 mである(Fig. 8)。田中ほか(1998b)は、日奈久帯東部の袈裟堂層の層厚を、下部層は約350 m、上部層は100 m以上と報告している。つまり、ほとんどの地点で袈裟堂層の層厚は日奈久帯東部に露出するものよりも薄い。

4) 岩相・層序 本層基底層は礫岩または礫質砂岩より始まり、その上位には砂岩、砂岩泥岩互層および泥岩が重なる(例えば、Fig. 8: ルート9, 12)。礫岩の多くは比較的淘汰がよく、チャート礫が大部分で(例えば、Fig. 7: Loc. A)、その他に石英斑岩、珪岩の中~細礫を含む。また、局所的に石灰岩を含み、石灰質な砂を基質とする不淘汰な礫岩も見られる(Fig. 7: Loc. B)。礫質砂岩は、アレナイト質粗粒砂岩中にチャートの細礫を含む(例えば、Figs. 7, 8: ルート8)。砂岩泥岩互層は、灰色の中~細粒砂岩、シルト岩、泥岩からなる厚さ50 cm以下の層が交互に重なる。ルート9, 12~14では、上部に泥岩の層準が見られ、その後再び砂岩泥岩互層となる様子が見られる(Figs. 6~8)。本調査地の袈裟堂層は、Fig. 8に示す全てのルートにおいて、袈裟堂層の礫岩から泥岩へと細粒化する1回の堆積サイクルを示した後、後述する今泉川層基底層の不淘汰な礫岩が重なる。

田中ほか(1998b)は、日奈久帯東部において、袈裟堂層が礫岩から始まる2回の上方細粒化の堆積サイクルを示すことから、袈裟堂層を上部層と下部層に区分した。本調査地では1回の上方細粒化サイクルしか確認できないことから、日奈久帯中部の袈裟堂層は田中ほか(1998b)の袈裟堂層の下部層に相当すると判断できる。

Fig. 9. Cross-sections across the central part of the Hinagu Belt. See Fig. 4 for locations. Abbreviations are as in Fig. 4.

Table 1. List of molluscan fossils. Formation names are as in Fig. 6.

Locality	IM	KS	KS	KM	KM	KM
Formation	I (L)	I (L)	I (U)	Kw	Kw	Ha
<i>Gervillaria miyakoensis</i> (Nagao)	△					
<i>Aguilerella (Yoshimopsis) nagatoensis</i> (Ohta)				△	△	
<i>Plicatula kiiensis</i> Hayami		○				
<i>Catinula oshimensis</i> (Hayami)		△				
<i>Lopha (Actinostreon) nagaoi</i> Hayami			△			
<i>Crassostrea</i> sp.				○	○	
<i>Nipponitrigonia plicata</i> Kobayashi and Nakano	◎					○
<i>Pterotrigonia</i> n. sp. by Tanaka et al. (2002)	◎	◎				
<i>Eriphyla pulchella</i> Hayami			△			
<i>Eomiodon</i> sp.				△		
<i>Isodomella</i> sp.					△	
<i>Hayamina</i> sp.				△		
<i>Corbla</i> sp.				△		
<i>Pulsidis</i> sp.				△		
Gastropoda gen. et sp. indet.			△	△		
Belemnoida fam. et sp. indet.		△				
Crinoids gen. et sp. indet.		◎				◎
Echinoidea gen. et sp. indet.			△			△

◎ ≥10 ○ 6-9 △ 2-5

5) 構造 袈裟堂層の走向方向はN80°E~E-W, 傾斜はルート 11, 13, 14 (Fig. 6) では90°~80°S, ルート 9 (Fig. 7) では50°Sである。

6) 化石相 今回の調査で新たに化石を見つけることはできなかった。これまでの研究では, 浅海生二枚貝化石 *Yabea*

akatsui, *Cosmetodon nipponicus*, *Arca (Eonavicula) kesadoensis*, *Neithea* (s.s.) *syriaca*, *N. kochiensis*, *Nipponitrigonia plicata* などが報告されている (田中ほか, 1998b, 2011)。また, 村上 (1996) は Fig. 7 のルート 9 付近の本層に相当する地点 5245 からアンモナイト *Pulchellia (Heinzia)* sp. cf. *H. provincialis*, および *Pulchellia compressissima* を報告している。

7) 地質年代 田中ほか (1998b) は, 日奈久帯東部に分布する袈裟堂層からはアンモナイトが産出しなかったため, 田代・池田 (1987) および村上 (1996) の報告したアンモナイトを参考に地質年代をアプチアン期とした。しかし, 本研究および田中ほか (2002) の区分では, このアンモナイトの産出地点はいずれも今泉川層内であったため, 再検討が必要である。

村上 (1996) が報告した *Pulchellia (Heinzia)* sp. cf. *H. provincialis* は中期バレミアン期を示す (Bürl, 1956)。また, *Pulchellia compressissima* は, フランスでは初期バレミアン期を (Busnardo, 1965), コロンビアでは前期~中期バレミアン期を示す (Bürl, 1956)。下位の八竜山層が中期バレミアン期を示すこと, および Fig. 8 に示すようにアンモナイトの産出する層準が本層の上部にあることから, 本調査地の袈裟堂層の地質年代を中期バレミアン期とする。ただし, この地質年代は日奈久帯中部の袈裟堂層に限るものであり, 日奈久帯東部の袈裟堂層には, 日奈久帯中部では見られない上部層を有する (田中ほか, 1998b)。そのため, 田中ほ

Fig. 10. Route map showing the measured section along route 15. See Figs. 3 and 4 for location, and Fig. 8 for columnar section. Abbreviations are as in Fig. 4.

か(1998b)が報告した日奈久帯東部の袈裟堂層は上部バレミアン階まで含む可能性がある。

8) 下位層との関係 ルート7~14 (Fig. 8) では、八竜山層の最上部で岩相の上方粗粒化が見られ、八竜山層と袈裟堂層の間で岩相が漸移する様子が見られた。また、全体的な地層の走向方向に変化はあるものの、Figs. 5~7 に示したルートごとに見ると、袈裟堂層と八竜山層との境界部前後の走向傾斜はほぼ同じである。さらに、八竜山層と袈裟堂層から産出するアンモナイトは、それぞれ中期バレミアン期と前期~中期バレミアン期を示している。このように、岩相の漸移的な変化、境界部の走向傾斜の類似およびアンモナイトが示す地質年代は、袈裟堂層と八竜山層が整合関係であることを示している。

4. 今泉川層 (Imaizumigawa Formation)

はじめに述べたように、従来日奈久帯中部の日奈久層とされていたものは a) 先外和泉層群今泉川層、b) 三峰山層群日奈久層、および c) 北部は三峰山層群日奈久層で南部は袈裟堂層であるという3つの可能性が示されていた。調査の結果、この地層は a) の今泉川層と共通する点が多く、b) および c) とは異なることがわかった。b) との相違点は層厚および岩相、c) との違いは岩相および構造であり、それぞれの項でその詳細を述べる。

1) 定義・命名 今泉川層は日奈久帯西部において、田中ほか(2002)によって定義・命名された。本研究での本層の定義は田中ほか(2002)を踏襲する。

2) 模式地・分布 本層は、球磨川下流左岸の八代市坂本村今泉及び今泉川上流に向斜構造をなして模式的に分布する。

本調査地では、猫谷構造線の南側に沿って NE-SW の走向で分布する。後述する今泉川層基底部層の礫岩の分布は、Figs. 7, 8 に示すようにルート7の西側で一度途切れ、そこから南西方向に約1 km の場所から再び見られる。

3) 層厚 本層全体の層厚は、最上部が侵食されていて正確には把握できないが、少なくとも900 m と推定される (Fig. 10: ルート15)。ただし、後述のように、基底部層(40~100 m)、下部層(280~400 m)、上部層(220 m 以上)の3部層に区分される。

a) 日奈久帯西部の今泉川層の層厚は、基底部層が80~100 m、下部層が約520 m、上部層が200~250 m の、全体で約900 m であるとされている (田中ほか, 2002)。また、b) 三峰山層群日奈久層の層厚は、粗粒岩層からなる下部層が約250 m、細粒岩層からなる上部層が約200 m の全体で約450 m であると報告されている (田中ほか, 1998b)。

4) 岩相・層序 本層は、岩相・化石相に基づき、礫岩をともなう基底部層、砂岩泥岩互層主体の下部層、泥岩または砂質泥岩を主とする上部層の3部層に区分される。

(1) 基底部層 本部層は、礫岩または礫質砂岩に始まり、そのすぐ上位では中粒灰白色砂岩が重なる (Fig. 8: ルート8~11)。基底部の礫岩は淘汰が悪く、灰~淡灰色の粗粒~細粒砂からなる基質中に垂円形の小~中礫が見られる (例えば、Fig. 7: Loc. C)。礫組成は大部分がチャートからなり、少量の石英斑岩や砂岩を含む。

a) 日奈久帯西部の今泉川層基底部層の礫岩は、本調査地と同様に淘汰が悪く、その礫組成は一致する。また、b) 日奈久帯東部の日奈久層の礫岩は、チャート礫を主体とする点は

類似するが、花崗岩礫が含まれるという点で異なる。さらに、c)の場合は向斜構造の北翼と南翼とした部分で岩相が異なるはずだが、北部の基底部層とした礫岩は、淘汰が悪く花崗岩礫を含まないという点で南部の基底部層とした礫岩と共通する。

(2)下部層 本部層は、灰白色砂岩と暗灰色砂質泥岩の50 cm前後の部分的にスランプ構造を含む互層から始まり、やや砂岩優勢な部分と泥岩優勢な部分が繰り返す岩相を呈している(Fig. 8: ルート1, 2, 8, 10, 11; Fig. 10: ルート15)。上部では石灰質ノジュールを含む泥岩の薄層がみられる(Fig. 8: ルート1, 7, 8)。また、調査地の西部では、砂岩泥岩互層中に側方への連続性の悪い凝灰岩の薄層を挟む部分が見られる(Fig. 8: ルート1, 2, 7, 15)。これに類似した凝灰岩層は、田中ほか(2002)が報告した日奈久帯西部の本部層でも確認されている。

(3)上部層 層状および塊状の泥岩からなる(Fig. 8: ルート3, 8~11; Fig. 10: ルート15)。袈裟堂川周辺に向斜軸部があると考えられるが、軸部周辺は塊状泥岩のために層理不明瞭であり、正確な軸部の特定は困難である。

5)構造 今泉川層は、全体としてNE-SW方向の軸をもった向斜構造を呈する(Figs. 4, 9)。また、袈裟堂川より北側の斜面では向斜の北翼部分が見られる(Fig. 4)。本層が向斜構造を呈するとした根拠は、北翼部と南翼部で全体的な層序が一致すること、それぞれの基底部層とした礫岩が一致すること、および下部層下半部としたIM-02とKS-04とともに、田中ほか(2002)が*Pterotrigonia* n. sp.としたものと同種と考えられる二枚貝化石が産出することである(Fig. 4; Table 1)。これは、従来日奈久帯の日奈久層とされていた本層が、c)の日奈久層および袈裟堂層ではないことを示している。

本層の傾斜の傾向は、分布の途切れるFig. 7のルート7の東側の断層を境として、東西で若干異なっている。ここでは、ルート7の東側の断層を境に、調査地西部を袈裟堂地域、東部を下深水地域とする(Fig. 4)。

袈裟堂地域の東部では、八竜山層と今泉川層下部層が断層を介して接している様子が確認できた。この断層は、林道の切り出された露頭(Fig. 7: ルート3, 6の境界部)では数m幅の破碎帯を伴って見られ、地層境界の連続から推定される断層面の姿勢は、N65°E・90°である(Fig. 9: B-B')。この地点の断層の変位方向は次章にて考察する。袈裟堂地域では、今泉川層の南翼部は、全体的として垂直に近い高角度な傾斜を示す傾向がある(Figs. 5, 10)。下深水地域では、南翼部は袈裟堂地域とは異なり、南へ40°~65°と比較的緩い傾斜を示し逆転している(Figs. 6, 7)。また、ルート11およびルート7では、下部層下部から下部層上部にかけて傾斜が大きくなる傾向が見られる(Figs. 6, 7, 9)。

6)化石相

(1)基底部層 今回の調査では、本部層からは化石は得られなかった。調査地の西側の今泉川流域では、本部層に挟まれる30 cm以下の炭質物・植物片に富む泥岩から、汽水生二枚貝化石*Costocyrena* sp. aff. *C. matsumotoi*の産出が報

告される(松本・勘米良, 1964; Ohta, 1982)。

(2)下部層 今回の調査では、KS02(Fig. 7)の厚さ20 cm程の砂岩泥岩互層中の泥質砂岩より、*Plicatula takahashii*や田中ほか(2002)が報告した*Pterotrigonia* n. sp.が得られた(Table 1)。*P.* n. sp.は、袈裟堂層から産出する*P. kesadoensis*と、本地域北側の宮地帯に分布する八代層(前期アルビアン期の後半)から産出する*P. hokkaidoana*との中間的特徴を有するとされる(田中ほか, 2002)。

本部層から産出するアンモナイトは次の通りである。田代・池田(1987)は、Loc. 11(Figs. 3, 7)から*Chelonicer*as(*Epichelonicer*as) sp.を報告した。また、村上(1996)は、地点9071(Figs. 4, 5)から*Diadochoceras* sp.を報告した。さらに、本地域西側の球磨川左岸において、田中ほか(2002)は地点5184, 6083から、*Gargasicer*as sp., *Chelonicer*as(*Epichelonicer*as) sp. aff. *C. (E.) sellindgense*, *Pseudohaploceras* sp., *Dufrenoyia* sp.の産出を報告している(Figs. 3, 8, 10)。

田中ほか(2002)およびNishi et al.(1989)は、本地域西側の球磨川左岸において、本部層上部の流紋岩質凝灰岩露頭から多数の放散虫化石を報告している。この凝灰岩を含む層準は、ルート1, 2(Fig. 8)の凝灰岩砂岩と泥岩の互層に相当すると考えられる。

(3)上部層 今回の調査では、KS04(Figs. 4, 7)の塊状の暗灰色石灰質泥岩より、*Lopha (Actinostreon) nagaoi*や*Astarte* sp.などがウニの化石とともに得られた。村上(1996)は、本部層に相当する地点5182, 5183, 6013, 10291から、*Eotetragonites* sp., *Anagaudrycer*as sp., *Pachydesmoceras* sp.を報告している。また、田中ほか(2002)は、K-06の塊状の泥灰岩から*Eotetragonites* sp. cf. *E. gainesei*の産出を報じている。

7)地質年代

(1)基底部層 本部層からは地質年代を特定できる化石はまだ報告されていない。粗粒岩層からなり、層厚が100 m以下であることから、本部層の地質年代は上位の下部層とほとんど変わらないと推定される。後述する下部層の地質年代から、本部層の地質年代は後期アプチアン期であると考えられる。

(2)下部層 本層からは、アンモナイトと放散虫化石が報告されている。アンモナイト*Chelonicer*as(*Epichelonicer*as) sp.は、日本では銚子層群西明浦層からも報告されており、後期アプチアン期を示す(Obata and Matsukawa, 2009)。*Diadochoceras* sp., *Gargasicer*as sp., および*Chelonicer*as(*Epichelonicer*as) sp. aff. *sellindgense*も同様に後期アプチアン期とされている(Wright et al., 1996)。また、*Pseudohaploceras* sp.は後期アプチアン期の前期を示す(Obata and Matsukawa, 2007)。放散虫化石が示唆する地質年代は、田中ほか(2002)およびNishi et al.(1989)では後期アプチアン~前期アルビアン期とされている。よって、下部層の地質年代は後期アプチアン期の前期である。

(3)上部層 村上(1996)は、Fig. 10に示した地点5184, 6183, および調査地より西側の本部層に相当する地点

6013, 10291 から、アルビアンを示唆する *Eotetragonites* sp., *Anagaudryceras* sp., *Pachydesmoceras* sp. を報告している。また、田中ほか(2002)は Fig. 10 に示した地点 K-06 から前期アルビアン期を示唆する *Eotetragonites* sp. cf. *E. gainesei* を報告している。

8) 下位層との関係 今泉川層は、日奈久帯西部および袈裟堂地域では八竜山層に重なり、下深水地域では袈裟堂層に重なる。田中ほか(2002)は、日奈久帯西部において、今泉川層が八竜山層に非整合的に重なるとした。今回の調査で今泉川層と八竜山層の境界が見られたのは Fig. 10 のルート 15 であり、そこでは両層の境界の前後で走向傾斜の大きな変化は見られない。そのため、田中ほか(2002)を踏襲して、本研究では今泉川層と八竜山層の関係を平行不整合とする。

本調査地で今泉川層と袈裟堂層の境界が見られるのはルート 7~10, 12, 13 (Figs. 6, 7) である。ただし、ひとつの露頭で明確に接触関係が見られる場所は見られなかった。ルート 11 上の Loc. D (Fig. 6) では、今泉川層基底部層の礫質砂岩と中粒砂岩との層理面で走向傾斜を計測でき、その走向は E-W で傾斜は 40°S であった。また、Loc. D の南側の袈裟堂層は傾斜が 80°S であった (Fig. 6)。このように境界に近接する地点の傾斜が異なることから、今泉川層基底部層と袈裟堂層の堆積面は斜交していると考えられる (Fig. 9)。今泉川層と袈裟堂層の関係についての考察は次章で行う。

先外和泉層群の層序・構造

1. 層序

袈裟堂層と今泉川層基底部層の礫岩の分布が途切れるという調査結果は、田代・池田(1987)が袈裟堂層を周囲の地層と断層で接しているとした根拠のひとつでもある。田代・池田(1987)は、1) 袈裟堂川南方の尾根(標高 500~600 m)付近に分布する粗粒岩層を、急角度に傾斜した構造を示す地層群の上に、水平に近い低角度の断層面を介して重なる異質なものと、袈裟堂層と命名した。田中ほか(1998a)および宮本ほか(2000)は、2) 本研究のルート 10 (Fig. 6) で見られる今泉川層基底部層を、低角度断層で袈裟堂層上に接する八代層の礫岩と考えた。1) および 2) のように、袈裟堂層および今泉川層の礫岩層については異なる解釈が存在する。そのため、ここではまず袈裟堂層と今泉川層の礫岩層の違いを説明する。その後、田中ほか(1998b)と田中ほか(2002)の報告の相違点であった、八竜山層・袈裟堂層・今泉川層の3つの地層の関係を明らかにし、本地域の全体的な構造について述べる。

1) 袈裟堂層と今泉川層基底部層の礫岩層 上で述べたような礫岩層の解釈の違いは、その礫組成が類似するために区別が曖昧であり、走向傾斜の計測も困難であること、およびその分布が本調査地の中部で一度途切れることに起因すると思われる。今回の調査で、今泉川層下部層および上部層は、調査地の西部から東部にかけて連続して分布していることが明らかになった。それにより、今泉川層下部層の下位に整合関係で接する礫岩主体の層を今泉川層基底部層と判断した。一方、袈裟堂層は、八竜山層に整合に重なる礫岩層から始ま

り、上方細粒化のシーケンスを示す。特に、ルート 9~14 では、泥岩までの顕著な上方細粒化傾向が見られる (Fig. 8)。さらに、ルート 10 の地点 5245 ではバレミアンを示すアンモナイトが報告されているため(村上, 1996)、この地点の周辺のルート 9~12 では、地点 5245 を含む地層が袈裟堂層であると判断できる (Fig. 8)。

このように決定された袈裟堂層および今泉川層の礫岩を比較した結果、袈裟堂層と今泉川層基底部層の礫岩の礫組成は主としてチャートが卓越する点で類似するが、各地層で特徴的に見られる礫岩の礫組成と組織の組み合わせは異なっていることがわかった。これらの特徴的な礫岩の礫組成は、A) チャート礫主体で石灰岩や石灰質物質を含まないものと B) チャート礫に加えて石灰岩または石灰質砂を含むものとに分けられる。また、その組織は a) 比較的淘汰のよい粒子支持と b) 不淘汰な礫および粗粒~細粒の砂粒子からなる基質支持に分けられる。ここでは、礫組成 A と組織 a の組み合わせを、便宜上 Aa 型と表現する。この分類を用いれば、袈裟堂層の礫岩は大きく 2 種類に分けられ、ひとつはチャート礫主体の比較的淘汰のよい粒子支持の礫岩 (Aa 型; 例えば、Fig. 7: Loc. A) で、もうひとつは石灰岩を含み、石灰質な砂を基質とする不淘汰な基質支持の礫岩 (Bb 型; 例えば、Fig. 7: Loc. B) である。対して、今泉川層基底部層の最下部の礫岩は、チャート礫主体で不淘汰な礫岩 (Ab 型; 例えば、Fig. 7: Loc. C) が特徴的に見られる。このように、袈裟堂層と今泉川層の礫岩は、その特徴を把握することである程度の区別が可能であることがわかった。

2) 今泉川層基底部層と八竜山層との層序関係 田中ほか(2002)は、八竜山層と今泉川層基底部層の関係を非整合であるとした。調査結果から、八竜山層の地質年代は前期~中期バレミアン期、今泉川層基底部層の地質年代は後期アプチアン期であるため、八竜山層と今泉川層基底部層の間には時間間隙が認められる。また、本調査地では八竜山層と今泉川層基底部層の関係はルート 15 (Fig. 10) で見られ、ここでは八竜山層と今泉川層基底部層の境界の周囲には断層に関係する構造や地形などは見られず、境界の前後で地層の走向傾斜はほとんど変化しない (Fig. 10)。以上のことから、今泉川層基底部層は八竜山層に非整合に重なると考えられる。

3) 今泉川層基底部層と袈裟堂層との層序関係 前述のように、今泉川層基底部層と袈裟堂層の礫岩層は、下位の地層と断層関係であると考えられていた経緯がある(田代・池田, 1987; 宮本ほか, 2000)。

本調査地に分布する袈裟堂層の地質年代は、調査結果で述べたように中期バレミアン期である。このため、本調査地の今泉川層基底部層と袈裟堂層の間には時間間隙が認められる。また、調査地東部下深水地域において、袈裟堂層と今泉川層の堆積面は斜交していると考えられる。このことから、両層の関係として断層もしくは傾斜不整合が考えられる。前述の(2)のように今泉川層と八竜山層の関係が断層ではなく非整合であり、また調査地では袈裟堂層と今泉川層基底部層との境界部に破碎帯や断層変位地形が見られないことから、袈裟堂層と今泉川層の関係は不整合であると推定される。田

中ほか(1998b)は、八代山地東部に分布する袈裟堂層を下部層と上部層に区分しており、全体として上方粗粒化傾向にあることを報告した。しかし、調査地では袈裟堂層上部層に相当する部分は見られない。今泉川層基底部層と袈裟堂層の関係が不整合であれば、本地域東部で袈裟堂層上部層が見られないこと、および西部で袈裟堂層の分布が途切れることの説明が可能である。

2. 先外和泉層群の構造

1) 断面 B-B' 中部の断層変位 ここでは、Fig. 4 に示した断面線 B-B' の中央付近にある ENE-WSW 性の断層の変位方向を検討する。ルート 3 とルート 6 の境界部にあるこの断層は、調査結果で述べたように走向約 65°E で傾斜はほぼ垂直である (Figs. 7, 9)。この断層付近の地層の傾斜は 40°N であるが (Fig. 7: ルート 3)、断層運動およびスランプ構造による走向傾斜の変化の可能性がある。ルート 3 の断層付近の今泉川層下部層の傾斜のうち、スランプ構造によると考えられる 40° 前後の傾斜を除いた、主要な傾斜は、90°~70°S である。そのため、断層北側の支配的な傾斜は約 80°S であると推定した。このとき、ルート 3 南方の断層付近の八竜山層と今泉川層下部層の関係として、Fig. 11 に示した a および b の 2 通りの変位が考えられる。調査結果では断層周辺で今泉川層基底部層が見られないことから、断層変位は Fig. 11 の a のように相対的に北側が隆起し、南側が沈降したと考えられる (Fig. 9: 断面図 B-B')。

2) 八竜山層・袈裟堂層・今泉川層の相互関係と構造 本調査地では、袈裟堂層が八竜山層を整合で覆い、今泉川層が八竜山層を非整合で覆い、今泉川層が袈裟堂層を傾斜不整合で覆うという関係が見られる。ここでは、この 3 つの地層の相互関係について考察する。3 つの地層の関係は、今泉川層とその下位に接する 2 つの地層の関係はいずれも不整合であり、離れた地点における今泉川層との接触面の傾斜が異なっていると言い換えることができる。

本研究では、3 つの地層の相互関係を説明するにあたって、今泉川層堆積前の八竜山層および袈裟堂層の構造モデルを考えた (Fig. 12)。この図は、本調査地域の先外和泉層群の ENE-WSW 方向の軸を持つ向斜構造形成前の状態を表している。Fig. 12 では、今泉川層と平行な八竜山層が見られる場所を A、斜交する袈裟堂層が見られる場所を B とした。A は袈裟堂地域、B は下深水地域にほぼ相当し、両地域の間に開いた背斜構造が存在する。この上部を侵食して今泉川層が堆積したとき、袈裟堂地域では八竜山層と今泉川層との非整合、下深水地域では袈裟堂層と今泉川層との傾斜不整合がそれぞれ形成される。

今泉川層堆積前の背斜軸が、堆積後の向斜軸と高角に斜交していたと仮定すると (Fig. 12)、本調査地の八竜山層、袈裟堂層および今泉川層の相互関係が成立する。さらに、袈裟堂層の分布が本調査地中部で途切れることの説明が可能となる。すなわち、Fig. 12 では今泉川層堆積前の袈裟堂地域が下深水地域より相対的に隆起していたため、袈裟堂層の上部の袈裟堂層は今泉川層堆積時に侵食され、分布が見られなくなる。

Fig. 11. Displacement model for the fault to the south of route 3. See Fig. 7 for location. Abbreviations are as in Fig. 4.

Fig. 12. Block diagram of the Hachiryuzan and Kesado formations for the period before the deposition of the Imaizumigawa Formation. Compass directions are based on the present day. Abbreviations are as in Fig. 4.

八代山地の先外和泉層群の意義

1. 先外和泉層群の模式地として

先外和泉層群に対比される下部白亜系は、八代山地の他には鹿児島県西部北薩地域、宮崎県五ヶ瀬川上流域、大分県はくだてやま 梶山地域、津久見内湾の無垢島地域で見られる (田中ほか, 2011)。しかし、これらの露出は断片的であり、八代山地は先外和泉層群が最も好条件で露出する重要な地域である。これまでの報告では、日奈久帯の西部と東部で先外和泉層群の層序が異なっていたが (田中ほか, 1998b; 田中ほか, 2002)、本研究では今泉川層の存在を考慮した日奈久帯中部の分布・

層序を明らかにした。また、分布が途切れることは報告されていたが詳細な報告がなされていなかった袈裟堂層の、日奈久帯中部での分布を明らかにした。さらに、本研究は日奈久帯中部における八竜山層、袈裟堂層および今泉川層の相互関係およびその構造を明らかにした。今後は、他地域の断片的に露出する先外和泉層群を八代山地のものと対比することで、九州に分布する先外和泉層群の全体像をより正確に把握することが可能である。

2. 先外和泉層群の帰属

田代・池田(1987)は、黒瀬川帯に分布する先外和泉層群(袈裟堂層、八代層)の構造・岩相・化石相が領家帯の上部白亜系御所浦層群と類似することを示し、先外和泉層群が領家帯からのスラストシートであると解釈した。本研究の結果、八代山地中部の構造は田代・池田(1987)の解釈とは異なることがわかり、スラスト構造についての根拠が弱くなった。ただし、先外和泉層群と御所浦層群の岩相および化石相の類似性は、この他にも報告されている(例えば、Tashiro and Tanaka, 1992; 田中ほか, 2011)。これらの報告は、特に化石相についての議論を中心とするため、今後は岩相についての詳細な報告が求められる。

3. 黒瀬川帯下部白亜系の比較議論

黒瀬川帯に分布する物部川層群と南海層群の動物相が異なる理由については、これまでに議論されており、その解釈は現在大きく2つに分かれている。ひとつは、それらの二枚貝化石群集をテチス北方型とテチス型に大別し、現在2つの動物群を有する地層の分布が近接しているのは、ジュラ紀末期から前期白亜紀に黒瀬川構造帯の左横ずれ運動が起こったことに起因するという解釈である(例えば、田代, 1994)。もうひとつは、それらの下部白亜系から高緯度地域と低緯度地域のアンモナイト化石が産出することから、アンモナイト化石の地理分布は低緯度および高緯度からの異なる海流の影響を受けたものであり、下部白亜系堆積盆の緯度は現在とほぼ同様であったとする解釈である(Matsukawa and Obata, 1993; 松川・恒岡, 1993)。最近では、テチス型とテチス北方型の混在型群集や、物部川層群の一連の地層中でテチス北方型からテチス型へと動物群が変遷するものがあることが報告されている(近藤ほか, 1999; 香西・石田, 2003; 香西・石田, 2007; 寺部・松岡, 2009)。特に、香西・石田(2007)および寺部・松岡(2009)が報告した、層序的に一連の地層の中での二枚貝動物群の変遷は、横ずれ運動による白亜系の再配列のみでは説明できず、Matsukawa and Obata(1993)らの主張する赤道からの海流の影響を受けた可能性は否定できないとされている(寺部・松岡, 2009)。このように、黒瀬川帯下部白亜系の実態が徐々に明らかになっているが、これらの報告のほとんどは物部川層群および南海層群を対象としており、先外和泉層群との関係については詳しく述べられていない。今後は、物部川層群と南海層群に加え、先外和泉層群を考慮した黒瀬川帯下部白亜系の議論が求められる。

ま と め

九州熊本県八代山地の日奈久帯に分布する先外和泉層群に

属する地層およびその層序は、これまでに幾度も改訂され、日奈久帯の西部と東部では異なる層序が報告されていた。特に、日奈久帯の先外和泉層群上部の八竜山層、袈裟堂層および今泉川層の分布・層序は報告によって異なっており、東西間でのこれら3つの地層の実態把握が必要であった。そのため、本研究では、日奈久帯中部に分布する先外和泉層群の分布、層序および構造を明らかにした。調査の結果、従来報告されていたように、八竜山層と袈裟堂層は整合、八竜山層と今泉川層は非整合関係であることが確認された。また、本研究によって明らかになったことは次の通りである。

1. 袈裟堂層と今泉川層基底部層の分布は、調査地東部では連続して見られるが、中部では南北性の断層によって途切れ、西部では今泉川層基底部層の分布のみ再開する。
2. 袈裟堂層と今泉川層の関係は傾斜不整合である。
3. 八竜山層・袈裟堂層・今泉川層の3つの地層の相互関係について、構造モデルを用いた考察の結果、八竜山層と袈裟堂層は、今泉川層の堆積以前に褶曲していたと考えられる。

この結果は、九州各地に分布する先外和泉層群の理解、および黒瀬川帯の下部白亜系の比較議論に有用である。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、筑波大学生命環境系久田健一郎教授には、黒瀬川帯の地質および岩相・二枚貝化石相について議論していただくとともに、粗稿のご校閲をいただいた。熊本大学教育学研究科の方々には、野外調査に協力していただいた。筑波大学生命環境科学研究科の鎌田祥仁准教授、藤野滋弘助教をはじめとした筑波大学地層研セミナーの方々からは、セミナーを通して種々のご意見をいただいた。これらの方々に心より感謝する。

文 献

- Bürgel, H., 1956, *Catálogo de las amonitas de Colombia, Parte I, Pulchelliidae*. Boletín geológico, Colombia, 4, 1, 119p.
- Busnardo, R., 1965, Le stratotype du Barrémien. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 34, 101–116.
- 石田啓祐・香西 武(Ishida, K. and Kozai, T.), 2003, 四国東部秩父累帯の地帯区分と層序。徳島大学総合科学部自然科学研究(Nat. Sci. Res. Fac. Integr. Arts Sci. Univ. Tokushima), 16, 11–41.
- 磯崎行雄・板谷徹丸(Isozaki, Y. and Itaya, T.), 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(Jour. Geol. Soc. Japan), 96, 623–639.
- 磯崎行雄・丸山茂徳(Isozaki, Y. and Maruyama, S.), 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(Jour. Tokyo Geogr. Soc.), 100, 697–761.
- 柏木健司・田中 均・坂本大輔・高橋 努・一瀬めぐみ(Kashiwagi, K., Tanaka, H., Sakamoto, D., Takahashi, T. and Ichise, M.), 2002, 九州西部八代地域の川口層から産した白亜紀古世放射化石。地球科学(Earth Sci. (Chikyu Kagaku)), 56, 203–208.
- 近藤康生・河野由紀子・菊地直樹・田代正之(Kondo, Y., Kono, Y., Kikuchi, N. and Tashiro, M.), 1999, 物部川動物群と南海動物群の混在型動物群の発見：高知市鴻ノ森地域の黒瀬川構造帯下部白亜系から。日本地質学会第106年学術大会講演要旨(106th Ann. Meet. Geol. Soc. Japan, Abstr.), 208.

- 香西 武・石田啓祐 (Kozai, T. and Ishida, K.), 2003, 四国中央部黒瀬川構造帯下部白亜系産の“テチス”-“テチス北方”の混在型群集. 鳴門教育大学研究紀要 (*Res. Bull. Naruto Univ. Educ.*), **18**, 19-28.
- 香西 武・石田啓祐 (Kozai, T. and Ishida, K.), 2007, 物部川層群下部羽ノ浦層の“テチス型”, “テチス北方型動物群”. 日本古生物学会 2007 年年会予稿集 (2007 *Ann. Meet. Palaeont. Soc. Japan*, *Abstr.*), 44.
- Matsukawa, M. and Obata, I., 1993, The ammonites *Crioceratites* (*Paracrioceratites*) and *Shastrioceratites* from the Barremian of Southwest Japan. *Palaeontology*, **36**, 249-266.
- 松川正樹・恒岡利治 (Matsukawa, M. and Tsuneoka, T.), 1993, 西南日本外帯の下部白亜系の堆積環境と古地理: アンモナイトなど軟体動物化石と恐竜に基づく古生物地理からのアプローチ. 地質学論集 (*Mem. Geol. Soc. Japan*), no. 42, 151-165.
- 松本達郎・勘米良亀齡 (Matsumoto, T. and Kanmera, K.), 1952, 球磨川下流々域. 地質巡検旅行案内書 (*Excursion Guidebook along the Lower Reaches of the Kuma-gawa River*). 九州大学理学部地質学教室 (Dept. Geol., Fac. Sci., Kyushu Univ.), 71p.
- 松本達郎・勘米良亀齡 (Matsumoto, T. and Kanmera, K.), 1964, 5 万分の 1 地質図幅「日奈久」および同説明書 (*Geological Map of Hinagu, Scale 1: 50,000 and its Explanatory Text*). 地質調査所 (*Geol. Surv. Japan*), 147p.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎 (Matsuoka, A., Yamakita, S., Sakakibara, M. and Hisada, K.), 1998, 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **104**, 634-653.
- 宮本隆実・安藤秀一・田中 均・高橋 努 (Miyamoto, T., Ando, S., Tanaka, H. and Takahashi, T.), 2000, 西九州, 黒瀬川地帯の下部白亜系砂岩の組成. 地質学論集 (*Mem. Geol. Soc. Japan*), no. 57, 211-222.
- 村上浩二 (Murakami, K.), 1996, 八代一日奈久地域の下部白亜系 (八竜山・日奈久層) の再検討: 特にアンモナイトに基づく化石層序. 熊本地学会誌 (*Jour. Kumamoto Geosci. Assoc.*), **113**, 2-9.
- Nishi, H., Yokota, S. and Saito, T., 1989, An Early Cretaceous (early middle Albian) planktonic foraminiferal fauna from the Hinagu Formation of Northern Kyushu, Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, **153**, 1-11.
- Obata, I. and Matsukawa, M., 2007, Barremian-Aptian (Early Cretaceous) ammonoids from the Choshi Group, Honshu (Japan). *Cret. Res.*, **28**, 363-391.
- Obata, I. and Matsukawa, M., 2009, Supplementary description of the ammonoids from the Barremian to the Albian of the Choshi Peninsula, Japan. *Cret. Res.*, **30**, 253-269.
- Ohta, Y., 1982, Some Lower Cretaceous Corbiculidae and Neomiodontidae (Bivalvia) from Japan. *Bull. Fukuoka Univ. Educ.*, **31**, part III, 103-134.
- 佐野弘好 (Sano, H.), 2010, 中・古生界. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 8: 九州・沖縄地方 (*Monograph on Geology of Japan, Vol. 8: Kyushu and Okinawa*), 朝倉書店 (Asakura Publ.), 175-178.
- Tamura, M. and Murakami, K., 1986, Upper Jurassic Kurosaki Formation discovered at Kurosaki, Tanoura Town, Kumamoto Prefecture, Japan. *Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ.*, **35**, 47-55.
- 田中 均 (Tanaka, H.), 2010, 黒瀬川帯のシルル系~白亜系正常堆積物, 白亜系. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 8: 九州・沖縄地方 (*Monograph on Geology of Japan, Vol. 8: Kyushu and Okinawa*), 朝倉書店 (Asakura Publ.), 251-255.
- 田中 均・本多栄喜・高橋 努・内田暁男・三宅由洋・藤澤聖史 (Tanaka, H., Honda, E., Takahashi, T., Uchida, A., Miyake, Y. and Fujisawa, S.), 2011, 熊本県八代山地九折地域の下部白亜系の層序と構造. 熊本大学教育学部紀要, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ., Nat. Sci.*), **60**, 59-67.
- 田中 均・坂本大輔・高橋 努・柏木健司 (Tanaka, H., Sakamoto, D., Takahashi, T. and Kashiwagi, K.), 2002, 熊本県八代山地の下部白亜系今泉川層 (新称) について. 御所浦白亜紀資料館報 (*Goshoura Cretaceous Mus.*), **3**, 1-10.
- 田中 均・高橋 努・河野知治・加登住誠・一瀬めぐみ・田口清行 (Tanaka, H., Takahashi, T., Kawano, T., Katozumi, M., Ichise, M., Taguchi, K.), 2005, 熊本県田浦地域の下部白亜系: 地域地質教材開発 (その 2). 熊本大学教育学部紀要, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ., Nat. Sci.*), **54**, 123-133.
- 田中 均・高橋 努・宮本隆実・一瀬めぐみ・桑水流淳二・安藤秀一 (Tanaka, H., Takahashi, T., Miyamoto, S., Ichise, M., Kuwazuru, J. and Ando, S.), 1998a, 八代山地東域の下部白亜系の層序と二枚貝化石群集. 九州から発する東アジア・日本のテクトニクス; 九州のテクトニクスワーキンググループ研究連絡誌 (*Tectonics of the Eastern Asia and Japan transmitted from Kyushu; Research Communications in Tectonics working group of Kyushu*), **3**, 27-45.
- 田中 均・高橋 努・宮本隆実・利光誠一・一瀬めぐみ (Tanaka, H., Takahashi, T., Miyamoto, T., Toshimitsu, S. and Ichise, M.), 1999, 九州中軸部に分布する白亜系中九州層群 (新称) について. 日本地質学会第 106 年学術大会講演要旨 (106th *Ann. Meet. Geol. Soc. Japan, Abstr.*), 23.
- 田中 均・高橋 努・宮本隆実・利光誠一・一瀬めぐみ・桑水流淳二・安藤秀一 (Tanaka, H., Takahashi, T., Miyamoto, T., Toshimitsu, S., Ichise, M., Kuwazuru, J. and Ando, S.), 1998b, 熊本県八代山地東域の下部白亜系と二枚貝化石相. 熊本大学教育学部紀要, 自然科学 (*Mem. Fac. Educ. Kumamoto Univ., Nat. Sci.*), **47**, 11-40.
- 田代正之 (Tashiro, M.), 1985, 四国秩父帯の白亜系-下部白亜系の横ずれ断層について. 化石 (*Fossils*), **38**, 23-35.
- 田代正之 (Tashiro, M.), 1991, 秩父累帯の汽水~浅海成の白亜系. 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] (*Regional Geology of Japan, Part 8: Shikoku*). 共立出版 (Kyoritsu Shuppan), 72-79.
- 田代正之 (Tashiro, M.), 1994, 二枚貝群集から見た西南日本の白亜系のテクトニクス. 高知大学学術研究報告 (*Res. Rep. Kochi Univ.*), **43**, 43-54.
- 田代正之 (Tashiro, M.), 2000, 本邦白亜紀動物群の特性とその分布からみた内帯と外帯の構造. 地函研専報 (*Monogr. Assoc. Geol. Collab. Japan*), **49**, 23-36.
- 田代正之・池田昌久 (Tashiro, M. and Ikeda, M.), 1987, 熊本県八代山地の下部白亜系. 高知大学学術研究報告 (*Res. Rep. Kochi Univ.*), **36**, 71-91.
- Tashiro, M. and Tanaka, H., 1992, Bivalve fossils from the Cretaceous Takahata Formation of Central Kyushu, Japan. *Res. Rep. Kochi Univ.*, **40**, 139-156.
- 田代正之・田中 均・坂本伝良・高橋 努 (Tashiro, M., Tanaka, H., Sakamoto, T. and Takahashi, T.), 1994, 九州南西部田浦・日奈久地域の白亜系. 高知大学学術研究報告 (*Res. Rep. Kochi Univ.*), **43**, 69-78.
- 寺部和伸・松岡 篤 (Terabe, K., Matsuoka, A.), 2009, 関東山地秩父累帯の山中白亜系瀬林層より産出したバレミアン期テチス型二枚貝群集. 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **155**, 130-140.
- Wright, C. W. with Callomon J. H. and Howarth, M. K., 1996, *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L, Revised, Mollusca 4 Ammonoidea*. Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas, 4, 362p.
- 山下 昇・志井田功・田中啓策・山際延夫・吉田省三・中川衷三・須鎗和巳・石井健一・甲藤次郎・市川浩一郎 (Yamashita, N., Shida I., Tanaka, K., Yamagiwa, N., Yoshida, S., Nakagawa, C., Suyari, K., Ishii, K., Katto, J. and Ichikawa, K.), 1954, 四国・畿南の外帯中生界, 地質雑 (*Jour. Geol. Soc. Japan*), **60**, 282.

*English translation from the original written in Japanese

(要 旨)

三宅由洋・田中 均・高橋 努・赤星征典・島田駿祐, 2015, 熊本県八代山地日奈久帯下部白亜系先外和泉層群の層序と構造. 地質雑, **121**, 447–462. (Miyake, Y., Tanaka, H., Takahashi, T., Akahoshi, M. and Shimada, S., 2015, Stratigraphy and structure of the Lower Cretaceous Pre-Sotoizumi Group in the Central Yatsushiro Mountains, Hinagu Belt, Kumamoto Prefecture. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **121**, 447–462.)

九州の熊本県八代山地の先外和泉層群の層序はこれまでもいくつか提案されているが, 最近の報告間には八竜山層, 袈裟堂層および今泉川層の分布・層序に相違がある. そこで, 本研究では日奈久帯中部の先外和泉層群の層序および地質構造の全体像を調査した. 調査の結果, 層序は下位から川口層, 八竜山層, 袈裟堂層および今泉川層であることがわかった. また, 調査地東部では袈裟堂層と今泉川層は分布が確認できるが, 西部では袈裟堂層の分布のみが見られなくなることがわかった. 地層群間の関係は, 従来報告されていたように, 八竜山層と袈裟堂層は整合, 八竜山層と今泉川層は非整合関係であることが確認できた. 一方で, 従来の報告とは異なり, 調査結果は袈裟堂層と今泉川層の関係が傾斜不整合であることが明らかになった. これは, 今泉川層の堆積以前のバレミアン〜アプチアン期に, 八竜山層と袈裟堂層が褶曲したことを示している.

科学論文では, 学説の検証可能性を保証することが重要です. そのため, 地質学雑誌掲載論文には, 重要な証拠となった試料がどこで得られたかを示しているものがあります. 言うまでもないことですが, 見学や採取を行う場合, 各自の責任において地権者や関係官庁への連絡と許可の取得の必要があることにご注意下さい. 詳しくは, 以下のサイトをご覧ください.

<http://www.geosociety.jp/publication/content0073.html>

一般社団法人日本地質学会