

原著論文

# 熊本県東部地域の下部白亜系砥用層から低角度断層の発見とその地質学的意義

\*1田中 均・\*2中田 卓・\*3高橋 努・\*2中川 廣

\*1熊本県博物館ネットワークセンターミュージアムパートナーズクラブ「地学研究会」

\*2八洲開発株式会社 \*3八千代エンジニアリング株式会社

キーワード：下部白亜系, 熊本県, 砥用層, 低角度断層

## Discovery of the Low Angle Faults from the Lower Cretaceous Tomochi Formation in the eastern part, Kumamoto Prefecture and their geological significance

Hitoshi TANAKA, Takuya NAKADA, Tsutomu TAKAHASHI, and Hiroshi and NAKAGAWA

Key words: Lower Cretaceous, Kumamoto Prefecture, Tomochi Formation, Low-angle Fault

### Abstract

The Cretaceous sediments on the south side of the Usuki-Yatsushiro tectonic line are composed of the Tomochi, Miyaji and Yatsushiro Formations. Among them, the Tomochi Formation is correlative with the Upper Hibihara Formation of the Monobegawa Group, which is distributed in Shikoku.

Basis on lithology and fossils, the formation is divided into three members, lower, middle and upper. The study area is mainly underlain by the upper member of the Tomochi Formation. The upper member consists mainly of sandstone and rhythmic alternation of sandstone and shale, the shale containing well-preserved marine bivalves and ammonites of Upper Aptian to Lower Albian.

Several low-angle faults are found in the upper member of the Tomochi Formation and the hanging wall shows a north-to south direction of movement based on the structural deformation of the sear zone. As a result, the low angle faults caused the mountainside collapse. In Central Kyushu, the Median Tectonic Line has probably thrust eastward across not only the Sanbagawa Belt, but also the Chichibu Belt. as early as the Middle Eocene. As a result, the Yatsushiro, Takahata, Sukubo Formations and Tano Group (Albian-Cenomanian age) are all found as thrust sheets on these two belts.

### 1. はじめに

熊本県東部の緑川上流部の調査地域(図1)には、秩父帯ジュラ紀堆積岩コンプレックス、白亜系の砥用層・花崗岩類および第四系の阿蘇溶結凝灰岩などが露出

している。大規模斜面崩壊が、下部白亜系砥用層上部層分布域内の崩谷川と西尾谷川に挟まれた甲馬隧道の東側抗口の法面で発生した(図2)。その崩壊地の法面には規模の大きな低角度断層が複数分布していることが確認できた。さらに、周辺の地質を詳細に調べると甲馬隧道東抗口から南に30~50m付近の西尾谷川左岸に連

2023年12月7日受付 2023年2月28日受理

\*1熊本県宇城市松橋町豊福1695

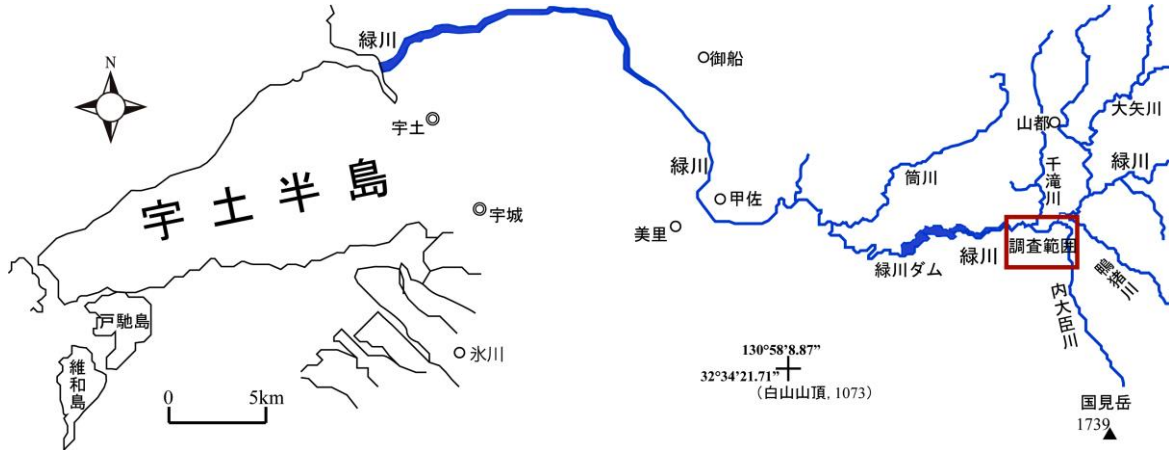


図1 位置図

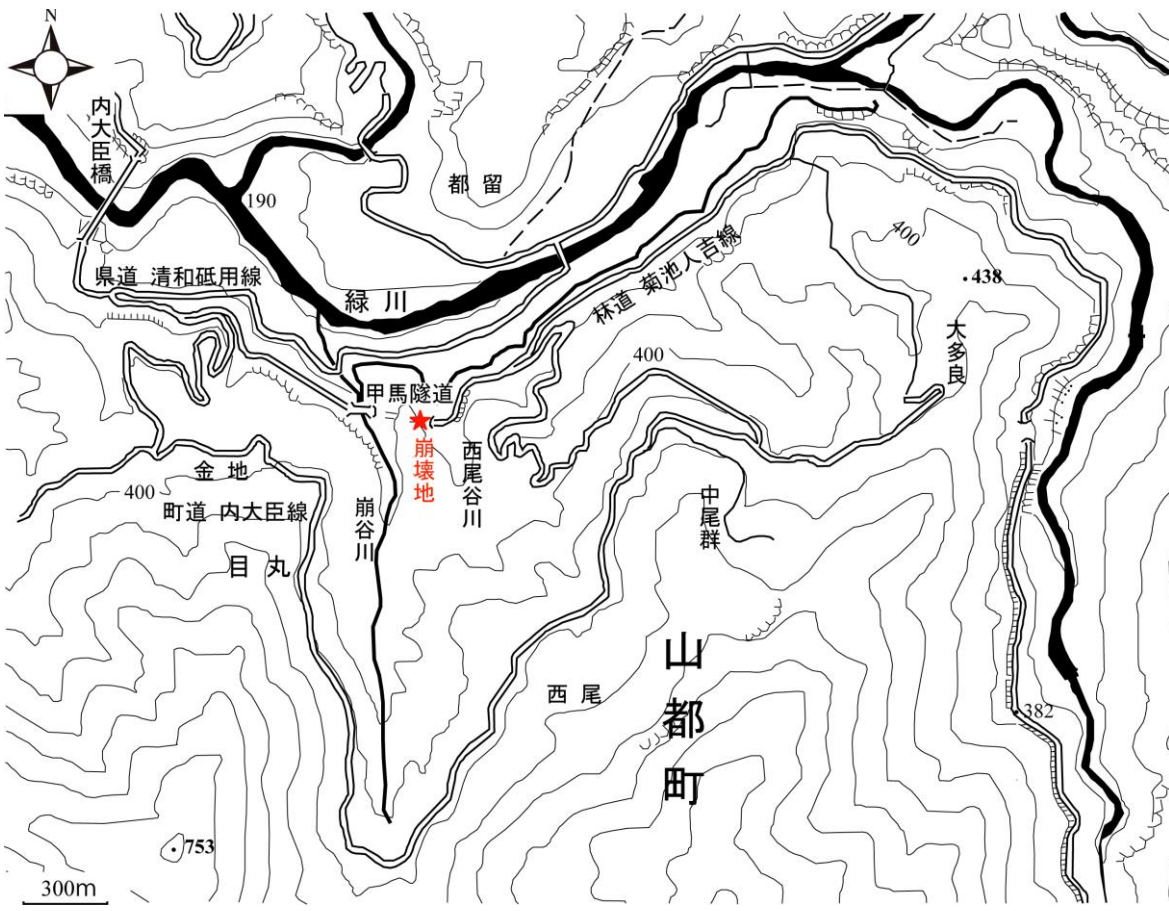


図2 調査地の地名および路線図

続性の良い低角度断層が分布しているのが確認できた。

今回は、この砥用層上部層に観察される低角度断層の露頭概要を記述するとともに地質学的意義について考察する。

**2. 調査地域の地質概説**

調査地域の北東側には、主に領家帯に帰属する肥後深成岩(花崗閃緑岩)が分布し、その南側に砥用層が広く分布している。それらの地質体の間に臼杵一八代構造線が位置している。砥用層分布域の南側には後期ペルム紀付加コンプレックス

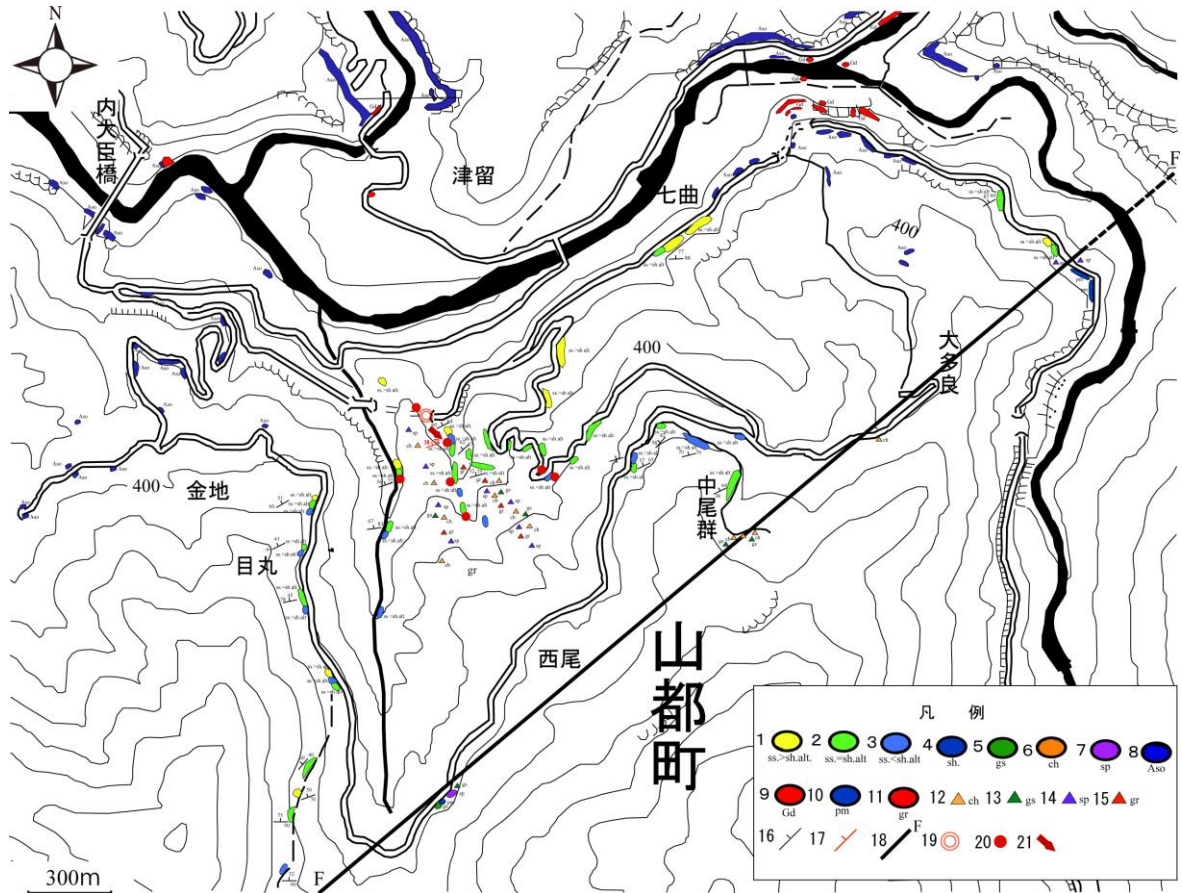


図3 調査地のルートマップ

- 1 砂岩優勢頁岩互層 2 砂岩・頁岩等量互層 3 頁岩優勢砂岩互層 4 頁岩 5 緑色岩 6 チャート 7 蛇紋岩  
 8 阿蘇溶結凝灰岩 9 花崗閃緑岩 10 岩礫泥岩 11 花崗岩 12 チャートの転石 13 緑色岩の転石  
 14 蛇紋岩の転石 15 花崗岩の転石 16 走向・傾斜 17 低角度破碎帯の走行・傾斜 18 断層 19 崩壊地  
 20 破碎帯の確認位置 21 低角度破碎帯の観察位置

(斎藤ほか, 2005)や蛇紋岩, 緑色岩などが北東 - 南西方向に伸びる断層を境にして分布している (図3)。砥用層は岩層の違いにより3部層に区分できる。すなわち, 巨礫礫岩主体の下部層, 砂質頁岩主体で所々にスランプ性の粗粒岩層を挟む中部層そして砂岩および砂岩頁岩互層主体の上部層である。これらの部層は一般には南側を下位にして整合に重なるが, 所により地層の逆転が確認できる。本層から産出する二枚貝化石群集は, *Portolandia* (*P?*) sp. cf. *P. sanchuensis* (Yabe and Nagao), *Neitheia* (*N.*) *ficahoi* (Choffat), *Myrtea* (?) *monobeana* (Tashiro and Kozai), *Astarte* (*Trautsholdia*) *kochiensis* (Tashiro and Kozai),

*Parvamussium* sp. cf. *P. hinagensis* (Tamura), *Parvamussium* sp. cf. *P. tosaense* (Tashiro and Kozai), *Myrtea* (?) *monobeana* (Tashiro and Kozai), などが産出し, 四国の物部川層群日比原層および土佐加茂層上部層に対比されている (河野ほか, 2002)。さらに, 砥用層の地質時代は, その中・上部層から産出するアンモナイト化石, *Acanthohoplites* sp., *Diadochoceras* sp. cf. *D. nodosocostatiforme* (Shimizu), *Marshallites* sp. cf. *M. miyakoensis* Obata and Futakami, *Dufrenoyia* sp. から地質時代はアプチアン後期~最前期アルビアンが示唆される。



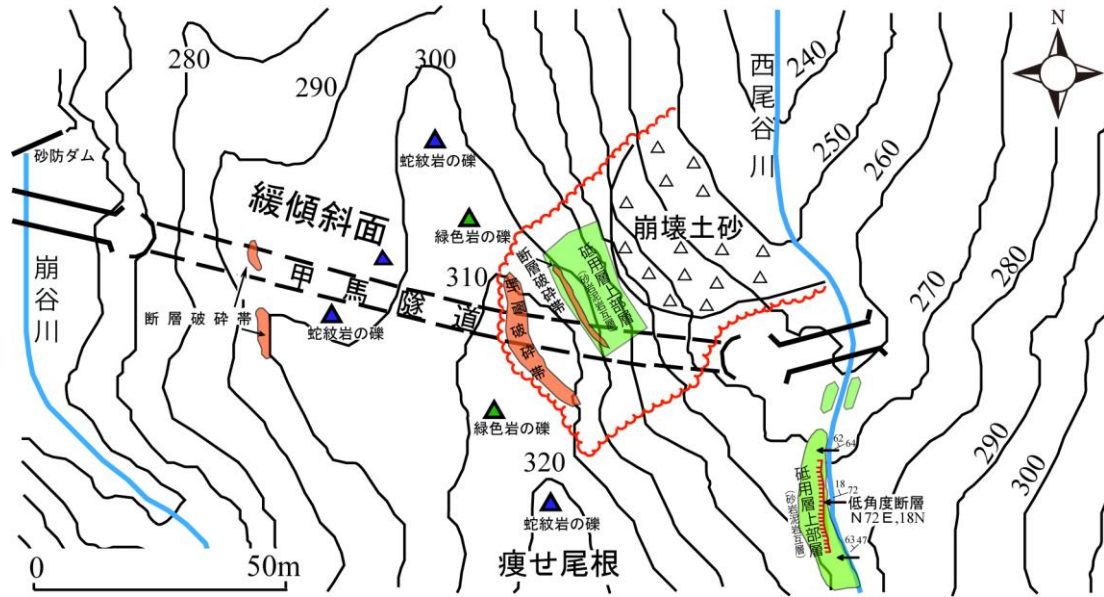


図4 崩壊地周辺の詳細図

### 3. 崩壊地周辺の地形・地質

#### 3.1 地形概要

大規模崩壊は崩谷川と西尾谷川に挟まれた甲馬隧道東側抗口の法面で発生した(図4)。崩壊箇所周辺の山腹斜面は傾斜角  $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$  の急傾斜面からなる。現地調査では崩壊地形や緩斜面、瘦せ尾根や鞍部が至るところで確認された。さらに、谷や沢も発達しており、多くの治山ダムが建設されていることから、それらの上流地域では崩壊や激しい侵食が繰り返して発生していることが窺える。また、崩壊部の背後には緩傾斜面が認められた。この緩傾斜面は一般的には岩盤変位(岩盤滑り)や地質構造的要因、風化侵食作用などにより形成されることがある。なお、緩傾斜面には杉や檜の植林が行われているが、長期間にわたる地盤の変位(すべり)に伴う樹幹の変位や根曲がりとは確認できず、この緩傾斜面はかなり古い時期に生じた岩盤滑り跡、あるいは地質構造的要因により形成されたものと考えられる。

崩壊は隧道東側抗口直上の標高 305~320m (320m 付近は瘦せ尾根) の稜線付近から幅約 50m、崩壊斜面長約 70m の規模で発生した(図5)。頭部滑落崖はほぼ垂直で高さは約 15m であり、その稜線を含



図5 甲馬隧道西尾谷川抗口の崩壊状況

む緩斜面には亀裂等は確認されていない。さらに、崩壊斜面からの湧水は確認されていない。なお、滑落崖の頭部付近に低角度断層が確認された(図6)。

#### 3.2 地質概要

崩壊地の地質は下部白亜系磁用層の砂岩頁岩互層からなり、斜面に対しては高角度の流れ盤をなす。この砂岩頁岩互層は西尾谷川沿において走向  $N45^{\circ}E \sim N75^{\circ}E$ 、傾斜  $50^{\circ} \sim 70^{\circ}N$  を示す。崩壊地法面には視認できる低角度断層が標高約 315m と約 290m 付近に2本認められる(図6)。滑落崖頂部付近の低角度断層





図6 崩壊現場の遠景写真

(断層)は、礫混じり砂質粘土部と角礫まじりの砂礫状部に区分できる(図7)。さらに、西尾谷川左岸露頭では標高約270~280m付近に明瞭な連続性が良い低角度



図7 崩壊現場の低角度破碎帯の近接写真

断層(図8)が確認でき、その走向、傾斜は約N72°E,18°Nである。なお、低角度断層は濃藍色~暗黒灰色を呈す断層ガウジを伴う(図9)。

### 3.3 低角度断層の概要

調査地域の低角度断層は下部白亜系砥用層の高角度の砂岩泥岩互層を完全に切っているため、砥用層形成後に地殻変動で地層全体が傾動し、その後に低角度断層が形成されたと考えられる。なお、一般的に低角度衝上断層は上盤側に大規模な破碎帯を伴う。この破碎帯を詳しく観察すると剪断変形に伴う非対称的な構造から、この低角度断層は衝上断層であり、その移動方向は北から南である(図10)。





図8 露頭での低角度破碎帯(走向傾斜は約 N72°E,18N)



図9 濃藍色～暗黒灰色の断層ガウジ

#### 4. 議論

九州の秩父帯下部白亜系には、四国の物部川層群に対比される累層が多く報告されている。一方、それらとは岩相や二枚貝化石相が異なる“先外和泉層群”が断層関係で分布する(田代・池田, 1987; 田中ほか, 1998)。白杵-八代構造線近傍に

分布する“先外和泉層群”には、領家帯上部白亜系(御所浦層群, 御船層群)から産出する二枚貝化石群といくつか共通する種が産出する。それらは、熊本県八代地域に分布する八代層(田中ほか, 2021)、宮崎県五ヶ瀬地域に分布する高畑層(Tashiro and Tanaka, 1992)、大分県佩楯山地域に分布する須久保層(Tashiro et al., 1985)である(図11)。これらの“先外和泉層群”に区分された累層から産出する二枚貝化石について議論する。さらに、大分県の白杵-八代構造線を挟んだ北側の領家帯に帰属する大野川層群と南側の秩父帯に属する田野層群が白杵川火成岩類を挟んで分布していることについても論じる。最後に、三波川変成帯と大野川層群が南傾斜の断層で接しているところが佐志生断層(山北ほか, 1995)であり、この断層についても議論する。





図10 剪断変形に伴う非対称な構造

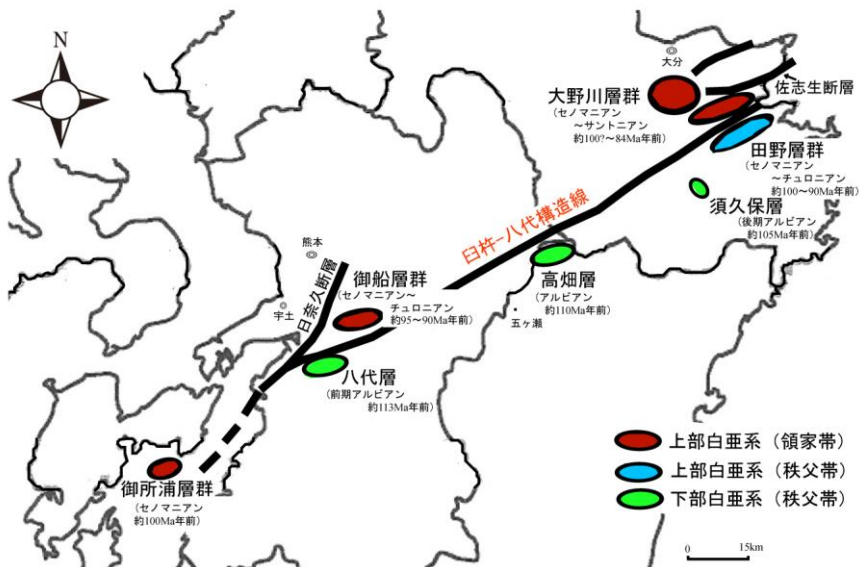


図11 白杵-八代構造線を挟んだ上部および下部白亜系との古生物学的関連性

## 4.1 臼杵-八代構造線を挟んだ南側の秩父帯下部白亜系と北側の領家帯上部白亜系の古生物学的関連性(図 11)

### 4.1.1 熊本県八代地域の“先外和泉層群”八代層

八代層は、地帯構造区分上、宮地帯に分布している。本地帯の地層群は物部川層群相当層の宮地層、砥用層と“先外和泉層群”の八代層に分けられる。宮地帯の北側に分布する宮地層とその南側に位置する八代層は断層関係で接している。八代層は八代市宮地東方の上宮山付近から球磨川左岸中山砂利採石場付近に分布し、砂岩と頁岩が数 m 毎に繰り返す岩相からなる。八代層は多くの汽水生および海生二枚貝やアルビアン初期（その比較的後期）を示すアンモナイト（Matsumoto et al., 1980; 松本ほか, 1982）を産する。八代層は岩相および産出化石に基づき、下部、中部、上部、最上部の4部層に区分される。下位の3部層から産出する二枚貝化石は38種が同定され、それらのうち上部から産出する3種が領家帯に分布する上部白亜系御所浦層群と共通する。それらの二枚貝化石は *Glycymeris goshonouraensis* Matsukuma, *Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) sp. cf. *P.*(*Ptilo.*) *ogawai* (Yehara), *Pholadomya* (s.l.) sp. である（田中ほか, 2021, 田代, 1993）。さらに、村上（2013）は球磨川左岸中山砂利採石場（村上, 1996 の図 2B, 4275 地点）と宮地の水無川（村上, 1996 の図 2B, 8031 地点）からそれぞれ *Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*) *dilapusa* Yehara, *Costocyrena mifunensis* Tamura を報告した。*P.*(*Ptilo.*) *dilapusa* Yehara は *P.*(*Ptilo.*) *ogawai* (Yehara) と御所浦層群から共に産出する代表的な種である。なお、村上(1996)では、これらの化石はいずれも宮地帯から産出したとされているが、筆者らの研究では、*P.*(*Ptilo.*) *dilapusa* の産出地点 4275 は八代層分布域にある。*C. mifunensis* Tamura の産出地点 8031 地点は筆者らの調査においても宮地帯分布域内

にあるが、*C. mifunensis* Tamura と同定できるのか判断できない。なぜなら、本種は殻表の同心円状肋は7~8本と少ないが強く、また細かい放射肋が現れるが、それらの特徴が図版に掲載されている一枚の化石写真からでは細部が判別できないためである。さらに、松本・勘米良(1964)では、八代層から *Acanthotrigonia ogawai* (現在の分類では *Pterotrigonia* (*Ptilo.*) *ogawai*) の産出が報告されていた。

八代層から産出する二枚貝化石群集は、汎世界的な種を除いて、物部川層群のアプチアン-アルビアン化石群集とは全く関係がなく、“先外和泉層群”八代層は、古生物学的関連性から上部白亜系御所浦層群の下位の累層と考えられる。なお、御所浦層群は基底礫岩が見られないが、八代層の最上部層の巨礫を含む厚い赤色礫岩層がそれに相当する可能性がある。

### 4.1.2 宮崎県五ヶ瀬地域の“先外和泉層群”高畑層

高畑層は五ヶ瀬町高畑に主に分布する。高畑層は岩相をもとに下部層の灰色中~粗粒砂岩優勢層と上部の赤色礫岩優勢層に区分できる。この下部層から三角貝をはじめ約20種の二枚貝を主とした化石が散点的に産する（Tashiro and Tanaka, 1992 ; 田中ほか, 1997）。これらのうち、*Cucullaea* (*Idonearca*) sp. cf. *C.*(*I.*) *amaxensis* Matsumoto, *Pleopteria* sp. aff. *P. electa* Tamura, *Anthonya* sp. aff. *A. mifunensis* Tamura は御所浦層群や御船層群から報告がある種と関連性がある。さらに、*Nanonavis takahataensis* Tashiro and Tanaka, *Modiolus tamurai* Tashiro and Tanaka, *Pterotrigonia* (*Pterotrigonia*) *takahataensis* Tashiro and Tanaka, *Resatrix* (*Vectorbis*) *miyazakiensis* Tashiro and Tanaka は本層の特有の種である（Tashiro and Tanaka, 1992）。なお、ここにあげた以外の多くの種は八代層産化石と共通する。

本層から産出する化石群集は、物部川層群アプチアン-アルビアン化石群集



とは全く関係無く、むしろ領家帯に分布する御所浦層群や御船層群、および臼杵-八代構造線の南に分布する“先外和泉層群”八代層と密接な関係が見られる。本層の地質時代はアンモナイトなどの化石を産しないため正確な年代は判らないが、おおよそ八代層(アルビアン初期)より新しく、御所浦層群(アルビアン後期~セノマニアン)より古いと考えられるので、アルビアン中期と推定している。高畑層上部層は、五ヶ瀬町三ヶ所北方 1~2km、鏡山南方約 600m 付近にそれぞれ分布し、淘汰不良の中~巨礫(最大径 50cm 以上)からなる赤色礫岩層から構成されている。鏡山の南方約 600m 付近の本層は、先白亜系鏡山層(上部二畳系オリストストローム)を覆って分布し、それらの関係は不整合ではなく、高畑層上部層が北から南への衝上運動を示していると考えられている(田代, 1986; Sogabe, 1996)。なお、高畑層上部層は八代層最上部層の巨礫を含む赤色礫岩層と極めて岩相が類似している。

#### 4.1.3 大分県佩楯山地域の“先外和泉層群”須久保層

須久保層は標高 621.8m の石峠山から西に 750m 付近に分布し、東西を断層に挟まれた狭い範囲に露出している。岩相によって下部層と上部層に区分され、前者は砂岩頁岩互層から成り、後者は緑灰色のシルト層から構成されている(Tanaka, 1989)。二枚貝化石は全部で 24 種が同定され、そのうち *Pachythaerus nagaio* (Matsumoto) は御所浦層群をはじめ日本の多くのセノマニアンの地層群から報告されている。*Leptosolen* sp. は御船層群から報告されている *Leptosolen japonica* Ichikawa and Maedani に似ているが、採集個体数が少なく詳細に検討できなかったので *Leptosolen* sp. とした (Tashiro et al. 1985; Tanaka, 1989)。*Nucula* (*Leionucula*) *haidatensis* Tashiro and Matsuda, *Modiolus sukuboensis* Tashiro and Matsuda, *Pterotrigonia* (*Ptilotrigonia*)

*tanakai* Tashiro and Matsuda, *Astarte* (*Nicaniella*) *sukuboensis* Tashiro and Matsuda, *Bungoella yabeaformis* Tashiro and Matsuda, *Plectomya amabeana* Tashiro and Matsuda, *Platymyoidea nipponica* Tashiro and Matsuda は本層の特有種である (Tashiro et al., 1985)。須久保層の地質年代は、*Inoceramus anglicus* Wood と複数のアンモナイト, *Idiohamites* sp. cf. *I. farrenus* (Pictet), *Idiohamites* sp. cf. *I. subspiniger* Spath, *Hamites* sp. cf. *H. tenuicostatus* Spath の産出によって後期アルビアンとされた(松本ほか, 1982)。

上記化石以外の種のなかで、汎世界的な種, 例えば *Gervillaria* sp. cf. *G. alaeiformis* Sowerby, *Gervillia* sp. cf. *G. forbesiana* d'Orbigny, *Pinna* (*Pinna*) sp. aff. *P. (P.) robinaldina* d'Orbigny, et al. の 3 種を除いた須久保層産化石種は、そのほとんどが八代層産化石種と共通する。

本層から産出する化石群集についても、領家帯に分布する御所浦・御船層群や臼杵-八代構造線の南に分布する“先外和泉層群”と密接な関係が認められる。

本章で議論してきたように、秩父帯の“先外和泉層群”の八代層、高畑層および須久保層と領家帯の上部白亜系御所浦層群や御船層群との間に古生物学的関連性が認められるということは、本来“先外和泉層群”が領家帯に帰属していたと考えられる。すなわち、“先外和泉層群”は領家帯の上部白亜系の下位層準に相当すると考えられる。領家帯白亜系が秩父帯上への衝上運動の時期については最後に議論する。

## 4.2 大分県の上部白亜系大野川層群,白杵川火成岩類(白杵-八代構造線),上部白亜系田野層群の構造関係(図12)

### 4.2.1 大野川層群

大野川層群は白杵湾岸から大野川流域の竹田地域に分布する上部白亜系である。本層群は堆積サイクルによって最下部亜層群,下部亜層群,中部亜層群,上部亜層群に分けられ,前3者をそれぞれ3累層,上部亜層群を2累層に細分して層序をまとめている(寺岡,1970)。最下部亜層群は下位より,蘇陽層(寺岡,1970),宇曾層(寺岡,1970),霊山層(Yabe,1927)からなる。御岳山付近の蘇陽層は田村・沢村(1964)の御岳山層に相当する地層で,岩相により下部,中部,上部に区分される。下部は礫岩・砂岩および頁岩からなり,これらはそれぞれ2m以下の厚さを持って交互する。中部は頁岩砂岩厚~薄互層からなり,時折チャート礫に富む細礫礫岩を挟む。上部は層理のよく発達した中~細粒砂岩を主とし,少量の頁岩や礫質砂岩を伴う。中部および上部には貝化石の密集層が何層もあり,多数の二枚貝化石や腕足貝が報告されている(田村・沢村1(1964),田村・田代(1966))。宇曾層は赤色砂岩・礫岩からなり,化石は未発見である。霊山層は礫岩卓越部層と泥岩優勢部層からなる。本層群は御船層群下部層とよく似た汽水・浅海性二枚貝類などを産する。下部亜層群は下位から奥河原内層(松本,1936),中河原内層(松本,1936),柴北層(松本,1936)からなる。奥河原内層は礫岩に富む下部と砂岩優勢の上部からなる。中河原内層は主に粗粒砂岩からなる下部と頁岩の薄層・細礫礫岩の互層からなる上部に分けられる。柴北層は砂岩が優勢な下部と砂岩頁岩互層と頁岩からなる上部に区分される。中部亜層群は下位より犬飼層(松本,1936),烏岳層(寺岡,1970),武山層(寺岡,1964)からなる。犬飼層は礫岩優勢の下部と砂岩優勢頁岩

互層主体の上部からなる。烏岳層は,下部の砂岩卓越部と上部の頁岩卓越部からなる。武山層は砂岩主体の下部と頁岩砂岩互層優勢の上部に区分される。上部亜層群は下部の水ヶ城層(寺岡,1970)と上部の海部層(松本,1936)からなる。海部層下部は長径が数mに及ぶ結晶片岩巨礫を含む礫岩が特徴的である。宇曾層を除く全ての地層からアンモナイト,イノセラムス,ウニなどの浅海生動物を産する。特にイノセラムスが多産する。霊山層,奥川原内層,中河原内層,柴北層,犬飼層,烏岳層,海部層はそれぞれ *Inoceramus hobetsensis* 帯, *I. teshioensis* 帯, *I. Uwajimensis* 帯, *I. mihoensis* 帯, *I. amakusensis* 帯に対比され(野田,1969,1994),地質年代はチューロニアン~サントニアンである。堆積の中心が時代とともに西から東に移動し,積算層厚は約26000m以上に達する。なお,本層群に隣接して三波川変成岩が存在するが,両者は断層関係である。本層群の中の結晶片岩巨礫の白雲母K-Ar年代が199~182Maに集中することから(Isozaki and Itaya,1989),本層群の基盤は三波川変成岩ではなく,三郡変成岩と考えられている。

### 4.2.2 田野層群

田野層群は秩父帯中帯(黒瀬川帯)の北縁部に分布する。本層群は大野川層群最下部亜層群霊山層と同じ一連の堆積盆地で堆積した同時異相と考えられている。本層群は神戸・寺岡(1968)により下位よりそれぞれ椎原層,山頭層,野津市層に区分される。椎原層は野津町椎原から三重川間で分布し,主に砂岩・頁岩からなり厚い赤色礫岩を伴う。礫岩は巨礫を含み,下位の下部白亜系を覆っている。本層から筆者の一人田中は保存の良い *Pterotrigonia* (*Pterotrigonia*) *yeharai* Nakano and Numano を採取するとともに頁岩から多くの炭質物や植物化石片を得た。藤井(1954)は *Inoseramus concentricus* var *nipponicus* Nagao and Matsumoto (その



後, Matsumoto and Asai, 1989 によって *Biostrina nipponicus* と属名が変更された) を報告し, 地質年代をセノマニアンとした. 山頭層は白杵市弘川から野津町山頭

をへて小坂北方付近まで分布する. 主に砂岩頁岩互層からなり最上部に凝灰岩層を挟む. 野津市層は弘川から野津をへて小坂北方付近まで分布する. 下部・上部は

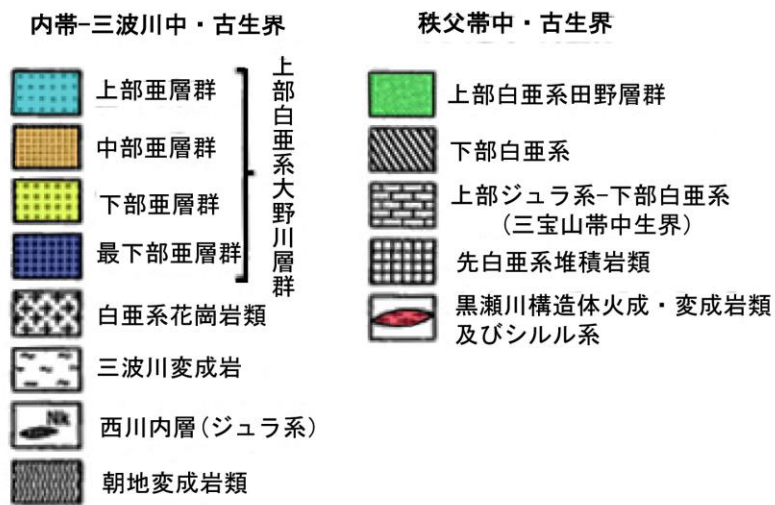
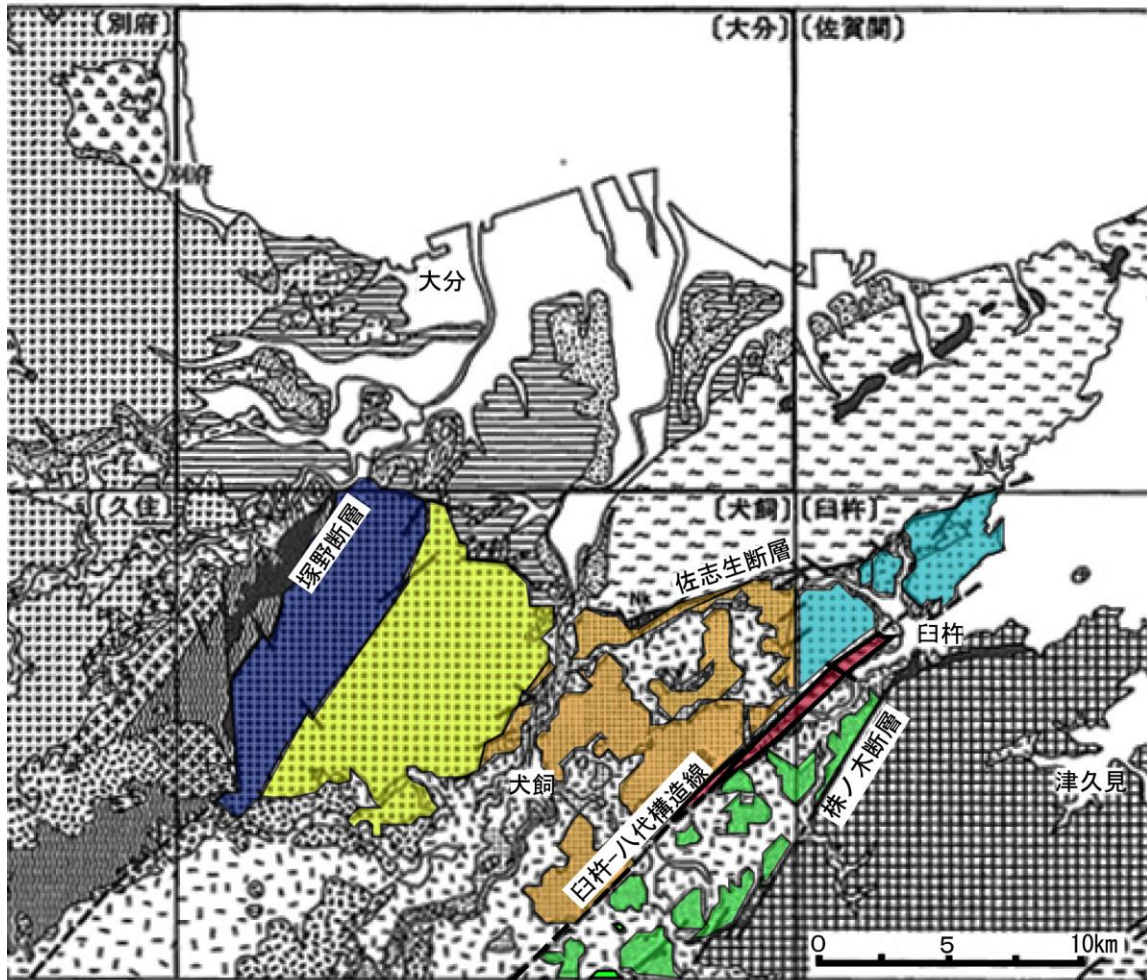


図 12 白杵-八代構造線を挟んだ領家帯の大野川層群と秩父帯の田野層群との地質学的関係 (寺岡ほか, 1992 より引用, 加筆)

砂岩、礫質の砂岩からなり、中部は頁岩からなる。下半部の頁岩は *Inoceramus hobetsuensis* Nagao and Matsumoto などの多くの化石を含み、チュロニアンとした。

#### 4.2.3 臼杵川火成岩類

臼杵湾から野津町都原付近にかけて、約 10km にわたって臼杵川火成岩類が露出し、その幅は最大 600m 前後の北東-南西に伸びた狭長な岩体である。北縁は上部白亜系大野川層群と北傾斜の断層（北縁断層）で接し、南縁は秩父帯に分布する田野層群と断層（南縁断層）で接する。北縁断層と南縁断層は臼杵川火成岩類分布域の南西端で合体し、臼杵-八代構造線として延びると考えられている。また、臼杵川火成岩類は黒瀬川構造帯を構成する古期岩類のメンバーとして扱われており（神戸・寺岡, 1968 ; 寺岡, 1970 ; 唐木田ほか, 1977, 山本, 1976), その北縁断層が秩父帯の北縁をなす臼杵-八代構造線と見なされてきた（寺岡ほか, 1992）。しかしながら、高木ほか（1997）は臼杵川石英閃緑岩を岩石学的、地質年代値および Sr 同位体比組成からみて三波川変成岩帯の構造的上位に位置する「古領家帯」のメンバーと考え、南縁断層を臼杵-八代構造線とみなすとともに臼杵川火成岩類を臼杵川石英閃緑岩と改称した。なお、石英閃緑岩の角閃石の K-Ar 年代としては  $247 \pm 8$  Ma の値が報告されている（柴田ほか, 1979）。

#### 4.3 佐志生断層について

佐志生断層については、熊本地学会（鶴田孝三会長）の巡検会においても約 15 名で大分市梅ヶ丘ニュータウン北方の榎峠付近の地質調査を行なったが露頭状況が悪く、三波川変成岩類と大野川層群の構造関係を確認できなかった。そのため、本論では山北ほか（1995）の要旨をそのまま掲載する。

『九州東部佐賀関半島において上部白亜系大野川層群と三波川変成岩を境する

佐志生断層について、断層破碎帯の観察および構造解析から、上盤の大野川層群は三波川変成岩類に対して、南西方向に衝上したことが明らかになった。また、断層ガウジの K-Ar 年代測定を行ったところ 33~35Ma（前期漸新世）の年代が得られた。これらの結果および周辺の地質状況からみて、佐志生断層は本来、西南日本内帯を外帯の上に衝上させた、左横すべり成分の卓越した低角北傾斜の斜め衝上断層であり、砥部時階における古期中央構造線の一部であったと考えられる。九州東部において、古期中央構造線はその後、三波川変成岩類上昇に伴う東西性の背斜構造によって湾曲し、南傾斜となった部分が現在の佐志生断層である。』

この山北ほか（1995）の論文は九州の中央構造線の活動を考える上でも白亜系の構造発達史を考察する上でも重要な資料である（図 13）。

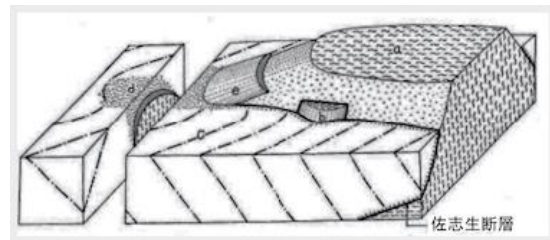


図 13 大野川層群と三波川帯基盤岩類の構造関係（寺岡, 1970）

### 5. 砥用層の低角度断層

#### 5.1 砥用層に分布する低角度断層が見つかる前の地質学的状況

状況証拠として、(1)秩父帯の“先外和泉層群”アルビアン層、熊本県の八代層、宮崎県の高畑層、大分県の須久保層から、内帯の上部白亜系（例えば熊本県の御所浦層群や御船層群）から産出する二枚貝化石群と共通する種が複数見つかったことから、外帯の複数のアルビアン層が内帯の上部白亜系の下位の累層群ではないかと考えられていた（田代・池田, 1987 ; 田代, 1995, 1996 ; 田中ほか, 2021）。(2)大



分県の上部白亜系大野川層群や田野層群については、それらが、本来三波川変成帯の北の領家帯に分布していたものが、なぜ臼杵-八代構造線を超えて外帯の秩父帯の下部白亜系を覆うように定置しているのか、さらに、なぜ田野層群が秩父帯の下部白亜系を不整合に(神戸・寺岡, 1968)覆っているのかなど疑問視されていた。(3)山北ほか(1995)によって佐志生断層が西南日本内帯を外帯の上に衝上させた、左横すべり成分の卓越した低角北傾斜の斜め衝上断層であることが明らかになり、田野層群と下位の秩父帯下部白亜系との関係が低角度断層関係であることは推測されていたが、露頭で確認できなかった。換言すれば、内帯の上部白亜系(御所浦層群や御船層群)の下位に位置すると考えられる“先外和泉層群”(八代層, 高畑層および須久保層)が秩父帯の基盤岩類やそれらと不整合関係にある四国の物部川層群相当層に対して低角度衝上断層が覆っている直接的な露頭は見いだせずいた。

その理由の一つとして、低角度衝上運動で形成される断層ガウジは地表付近では柔らかくなり、風化・侵食作用によって取り除かれるため露頭で確認されることは一般的に困難である。ただし、上盤の地質体の下盤の地質体と異なる場合は、それらの分布から低角度衝上断層の位置は容易に推定できる。

## 5.2 砥用層に分布する低角度断層が見つかった地質学的意義

崩谷川と西尾谷川に挟まれた甲馬隧道東側抗口の法面で比較的規模の大きい崩壊が発生し、標高約300m以下の崩壊法面には2本の低角度断層が確認された。また、西尾谷川左岸標高約270m付近には、明瞭な連続性の良い低角度断層(N72°E, 18N)を確認した。標高差約30mの間で少なくとも3本の断層ガウジを伴うことから1回の衝上断層運動でこれらの断層ガウジが形

成されたとは考え難く、複数回の低角度断層運動をへて徐々に衝上したことが窺える。調査地域の砥用層の西方には“先外和泉層群”八代層(アルビアン)が山の斜面と概略調和的な傾斜で北に傾いており、北から砥用層で観察されるような複数の低角度衝上断層を介して移動してきたことを示しているようにみえる。一方、宮地帯の南側には日奈久帯が北東-南西方向に伸びており、そこに分布する“先外和泉層群”(ベリアシアン~アプチアン)では南に傾いた背斜軸面をもつ転倒褶曲構造がみられたり、南に傾斜した向斜軸面をもつ非対称褶曲構造がみられたりと複雑な地質構造を示し、宮地帯のそれとは構造的に大きなギャップがある。すなわち、宮地帯の“先外和泉層群”八代層は、日奈久帯に分布する“先外和泉層群”の構造変形を受けておらず、ここに大規模な衝上断層運動が2回発生していたと考えている。砥用層に現れた複数の低角度衝上断層は“先外和泉層群”八代層が内帯から外帯へ移動してきたときの地質事変を反映していると推察している。なお、低角度衝上断層は基盤岩類に不整合関係にある物部川層群相当層の砥用層および基盤岩類上を北から南へ移動し、その移動岩体は領家帯に属する地質体(“先外和泉層群”)であると考えている。

## 5.3 低角度衝上断層の形成時期

砥用層は地層の逆転構造を伴う褶曲構造がみられる(河野ほか, 2002; 斎藤ほか, 2005)。

西尾谷川で観察される低角度衝上断層は砥用層(N62°E, 63°N)の構造を切っていることから砥用層が堆積し、その後の地層を傾動させる構造運動の後に形成されたと思われる。

低角度衝上断層の活動時期の一つは、佐志生断層が形成された33~35Ma(前期漸新世)である。この時期の低角度衝上断

層は、本来三波川帯の北に位置していた領家帯の上部白亜系（大野川層群）が三波川変成岩の上に低角度断層を介して衝上し、その一部は田野層群（大野川層群最下部亜層群に対比）のように秩父帯にまで移動域を広げていたと推測される。なお、領家帯に分布する上部白亜系（大野川層群、御船層群、および御所浦層群など）の下位に分布していたと考えられる“先外和泉層群”もこの低角度断層運動によって秩父帯に衝上してきたと考えている。熊本県の宮地帯に分布する“先外和泉層群”八代層がこの時代に領家帯から衝上してきた下部白亜系と考えている。さらに、宮崎県の“先外和泉層群”高畑層、大分県の“先外和泉層群”須久保層の定置も33~35Ma（前期漸新世）の時期と考えている。

一方、熊本県の日奈久帯に分布する“先外和泉層群”は地層の逆転構造を伴う背斜・向斜構造を示し、宮地帯の八代層（北傾斜の単斜構造）の地質構造と大きな構造的ギャップを呈している（図14）。この地質構造の違いは、日奈久帯の“先外和泉層群”が33~35Ma（前期漸新世）より時代を遡って衝上してきたことを窺わせる。その時代を推定するには、天草の地質から読み解くことができる（図15）。すなわち、姫浦層群下部亜層群および上部亜層群の堆積サイクルと古第三系（弥勒層群、本渡層群、坂瀬川層群）のリズミカルな浅海成、深海成相の変化が極めて類似していることは、古期中央構造線の活動によってそれらの地層群が影響を受けていたことが示唆される（田代，2004）。すなわち、古期中央構造線の活動期は堆積盆地が沈降することによって深海成層が堆積するとともに静穏期には徐々にそこが埋積され浅海成層が形成されたと考えている。換言すれば、リズミカルな深、浅海成層交互の堆積相の繰り返しは、断続的な古期中央構造線の活動が繰り返されていたことを反映している（田代，

1986, 1997a, 1997b, 2004）。しかしながら、中期暁新世~前期始新世の間には全く堆積物の痕跡がないことから古期中央構造線の活動の性格が大きく変化したことが窺えると同時に、この変化によって天草諸島が陸化したと考えている。さらに、天草上島に分布する姫浦層群と古第三系の地質図（大塚，2011，図1）から、それらの地層群の構造（背斜・向斜軸）が明らかに斜交していることが読み取れる。この地質学的事象から、サントニアン中期から古第三紀暁新世初期の姫浦層群堆積後に古期中央構造線の左横ずれ断層運動から大規模衝上断層を伴う反時計周りの回転運動があったと推察している。したがって、日奈久帯の“先外和泉層群”は八代層の衝上に先駆けて暁新世~前期始新世の時期に領家帯から秩父帯へ衝上したのではないかと考えている。なお、この低角度衝上断層を生じさせた地殻変動や天草の回転運動は新生代中期（中新世）にピークを迎えたと考えられている日本海および東シナ海の拡大が考えられ、九州では日本海の拡大は暁新世にはすでに始まっていた可能性が高いと考えている。

本論では、低角度衝上断層の形成時期は概略中期暁新世~前期始新世と漸新世の間に2回あったと推察している。さらに、新第三紀~第四紀に生じた地殻変動によって高角度断層運動などを伴う新・旧地質体の再配列が生じたと考えている。



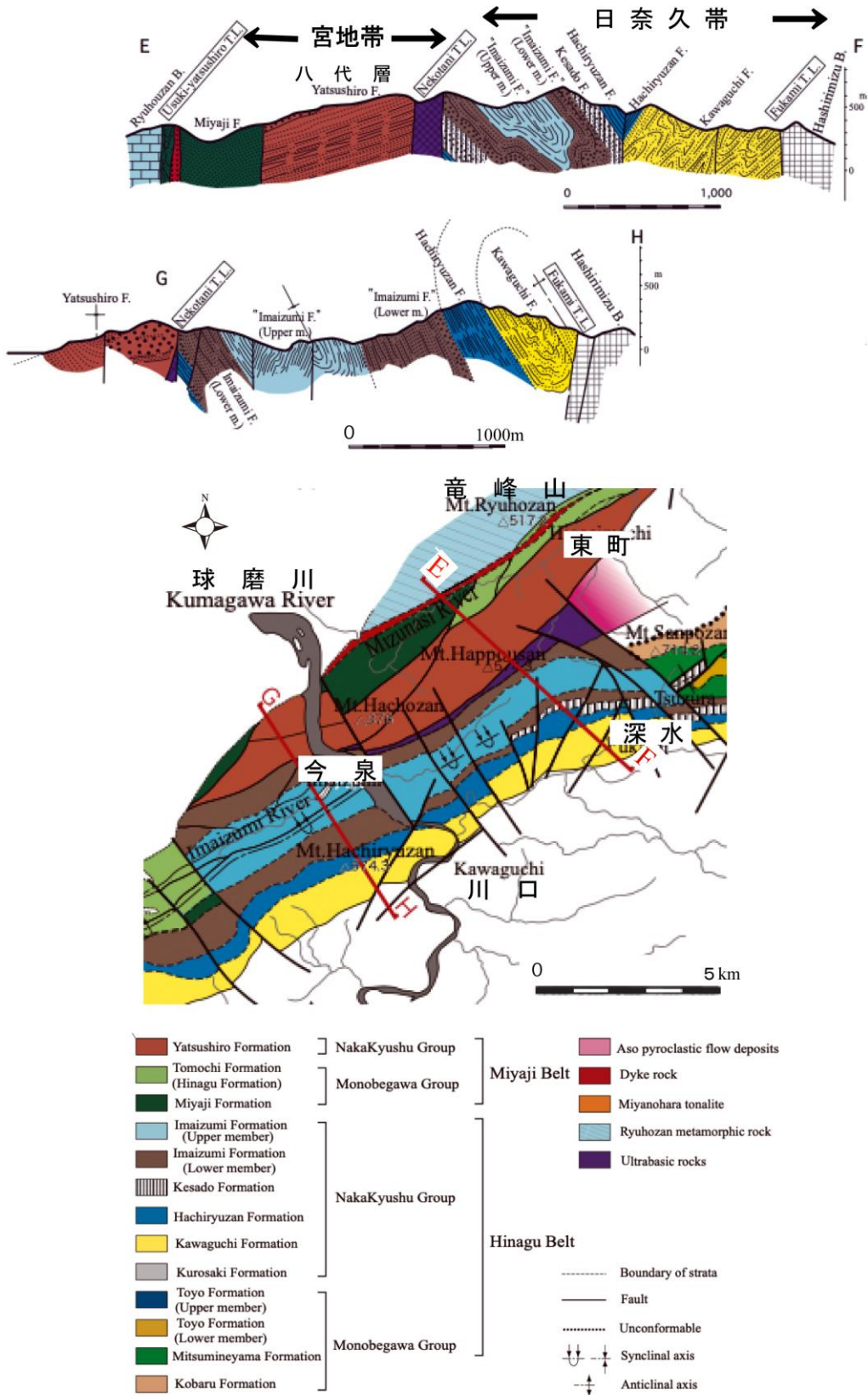


図14 宮地帯と日奈久帯の下部白亜系“先外和泉層群”の地質構造の違い (田中・高橋, 原図作成)  
 宮地帯の“先外和泉層群”八代層は北に傾斜した単斜構造を示し、日奈久帯のそれらは下位より川口層、八竜山層、袈裟堂層および今泉川層が南から北に向かって分布し、地質構造は転倒した背斜・向斜構造を示す。

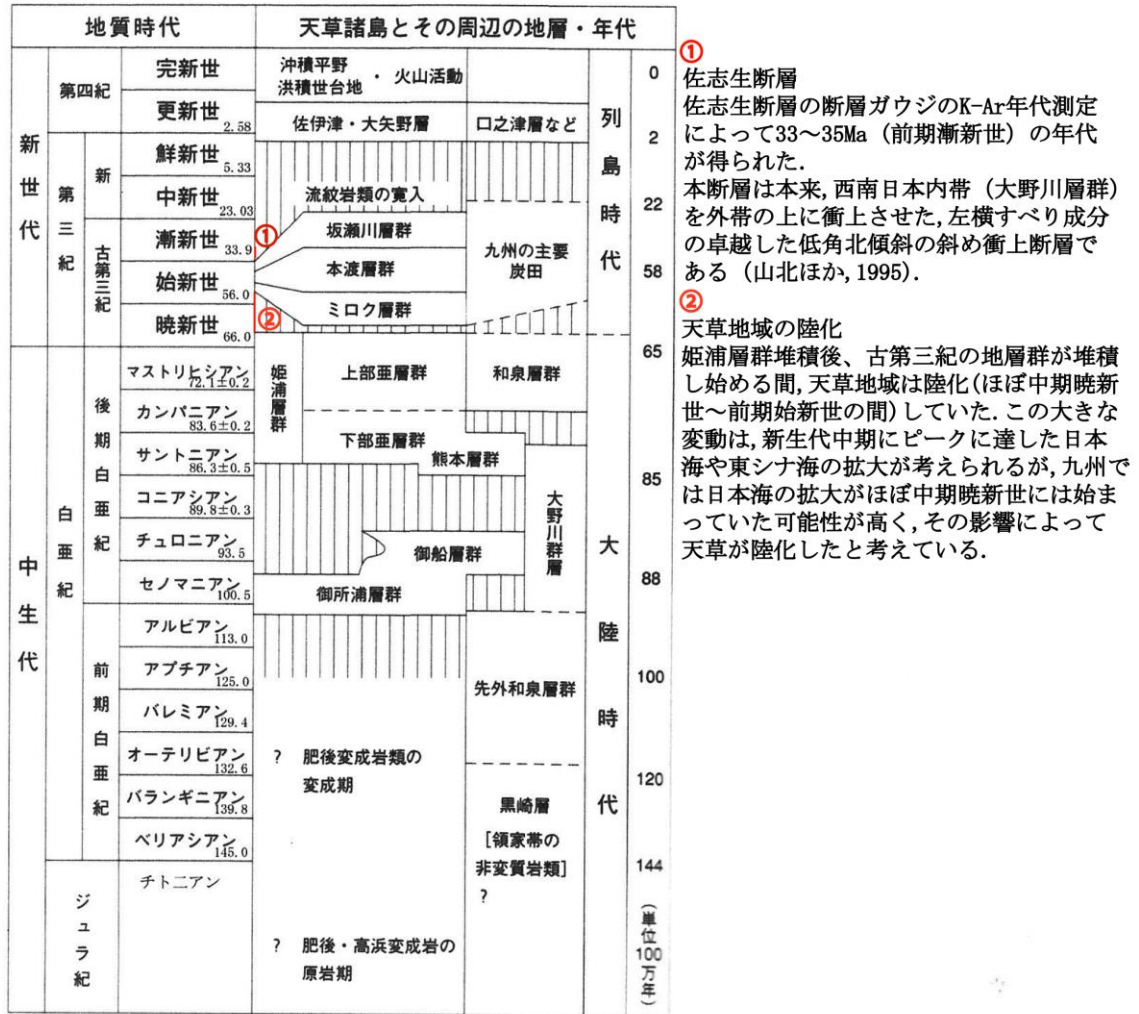


図15 天草諸島とその周辺の地層と年代(田代,1997aより引用,加筆)

## 6. まとめ

1. 緑川に掛かる内大臣橋より上流左岸の甲馬隧道の東側の法面で大規模崩壊が発生し、その法面に複数の低角度断層が確認された。その法面や西尾谷川を構成する地質体は秩父帯に分布する下部白亜系砥用層（アプチアン後期～最前期アルビアン）である。
2. 崩壊地の地質は下部白亜系砥用層の砂岩頁岩層からなり、斜面に対しては高角度の流れ盤をなす。崩壊地には視認できる低角度断層が2カ所認められる。さらに、西尾谷川左岸露頭では明瞭な連続性が良い低角度断層が確認でき、その走向、傾斜は約 N72°E, 18N であり、断層には濃藍色～暗黒灰色を呈す断層ガウジが認め

られる。

3. 調査地域の低角度衝上断層は下部白亜系砥用層の砂岩泥岩互層を完全に切っている。低角度衝上断層は上盤側に大規模な破碎帯を伴い、この破碎帯を詳しく観察すると剪断変形に伴う非対称的な構造から低角度衝上断層の移動方向が読みよれ、それは北から南である。
4. 九州の秩父帯下部白亜系には、四国の物部川層群に対比される累層が多く報告されている。一方、それらとは岩相や二枚貝化石相が異なる“先外和泉層群”が断層関係で分布する。白杵-八代構造線近傍に分布する“先外和泉層群”（アルビアン層）は、領家帯上部白亜系から産出する

二枚貝化石群といくつか共通する種が産出する。それらは、熊本県八代地域に分布する八代層、宮崎県五ヶ瀬地域の高畑層および大分県佩楯山地域の須久保層である。

5. 大分県の上部白亜系大野川層群、白杵-八代構造線、上部白亜系田野層群の構造関係については、大野川層群最下部亜層群は秩父帯に分布する田野層群と同じ一連の堆積盆地で堆積した同時異相と考えられている。白杵川火成岩類の北縁は、上部白亜系大野川層群と北傾斜の断層（北縁断層）で接し、南縁は秩父帯に分布する田野層群と断層（南縁断層）で接する。北縁断層と南縁断層は白杵川火成岩類分布域の南西端で合体し、白杵-八代構造線として延びると考えられている。このように、白杵川火成岩類は黒瀬川構造帯を構成する古期岩類のメンバーとして扱われており（神戸・寺岡, 1968; 寺岡, 1970; 唐木田ほか, 1977, 山本, 1976）, その北縁断層が秩父帯の北縁をなす白杵-八代構造線と見なされてきた（寺岡ほか, 1992）。しかしながら、高木ほか(1997)は岩石学的、地質年代学的検討を加え、南縁断層を白杵-八代構造線とみなす新たな考えを示した。

6. 九州東部佐賀関半島において上部白亜系大野川層群と三波川変成岩を境する佐志生断層について、断層破碎帯の観察および構造解析から、上盤の大野川層群は三波川変成岩類に対して、南西方向に衝上したことが明らかになった。また、断層ガウジの K-Ar 年代測定を行ったところ 33~35Ma（前期漸新世）の年代が得られた（山北ほか, 1995）。

7. 宮地帯と日奈久帯に分布する“先外和泉層群”の地質構造に大きなギャップがある。すなわち、宮地帯の八代層は、日奈久帯に分布する“先外和泉層群”の構造変形を受けておらず、ここに大規模な衝上断層運動が2回発生したと考えている。砥用層に現れた複数の低角度衝上断

層は、これらの地質事変の一つを反映していると推察している。なお、低角度衝上断層は基盤岩類に不整合関係にある物部川層群相当層の砥用層および秩父累帯の基盤岩類上を北から南へ移動し、その移動岩体は領家帯に属する地質体（“先外和泉層群”）であったと考えている。

8. 低角度衝上断層の活動時期の一つは、佐志生断層が形成された 33~35Ma（前期漸新世）である。領家帯に分布する上部白亜系（大野川層群、御船層群、および御所浦層群など）の下位に分布していたと考えられる“アルビアン先外和泉層群”も、この低角度断層運動によって秩父帯に衝上してきたと考えている。熊本県の宮地帯に分布する“先外和泉層群”八代層がこの時代に領家帯から衝上してきた下部白亜系と考えている。一方、日奈久帯の“先外和泉層群”は八代層の衝上に先駆けて暁新世~前期始新世の時期に領家帯から秩父帯へ衝上したのではないかと考えている。なお、この低角度衝上断層を生じさせた地殻変動や天草の回転運動は新生代中期（中新世）にピークを迎えたと考えられている日本海および東シナ海の拡大との関連が考えられる。なお、九州では日本海の拡大は暁新世にはすでに始まっていたと思われる。

本論では、大規模低角度衝上断層の形成時期はほぼ中期暁新世~前期始新世と漸新世の期間に2回あったと推察している。さらに、新第三紀~第四紀に生じた地殻変動によって高角度断層運動などを伴う新・旧地質体の再配列が生じたと考えている。

## 謝辞

本論文を投稿する機会を与えて頂いた熊本県博物館ネットワークセンター長をはじめ職員の方々に感謝申し上げます。また、紀要編集委員会および地質担当職員の方々の校正によって本論文が読みやすくなったことを心より感謝申し上げます。



さらに、崩落現場の写真などの使用を許可して頂いた山都町役場農林振興課林政係の泉 剛氏をはじめ職員の方々に感謝申し上げます。さらに、高知大学名誉教授田代正之博士には九州中軸部のテクトニクスについて貴重なご指摘やご意見を賜った。さらに、元産業総合研究所の利光誠一博士の現地調査資料の一部、元熊本大学教育学部大学院生河野知治氏の修士論文を参照させて頂いた。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

## 引用文献

- 藤井浩二. 1954. 大分県臼杵地域の層序と構造(1). 地質学雑誌, 60: 413-427.
- Isozaki, Y. and Itaya, T. 1989. Origin of schist clasts of upper Cretaceous Onogawa Group, southwest Japan. Jour. Geol. Soc. Japan, 95: 361-368.
- 唐木田芳文・大島恒彦・宮地貞憲. 1977. 九州における黒瀬川構造帯と秩父累帯. 秀 敬編, 三波川帯. 広島大学出版会, 165-177.
- 河野知治・田中 均・高橋 努・利光誠一・森 大輔. 2002. 熊本県秩父帯下部白亜系砥用層の層序と構造. 御所浦白亜紀資料館報, 3: 11-22
- 神戸信和・寺岡易司. 1968. 臼杵地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)地質調査所, 1-63.
- 松本達郎. 1936. 九州大野川盆地の地史学的研究(其の一/其の二). 地質学雑誌, 43: 758-786/815-852.
- 松本達郎・勘米良亀齡. 1964. 5万分の1地質図幅「日奈久」および同解説書. 地質調査所. 1-147.
- Matsumoto, T., Kanmera, K. and Ohta, Y. 1980. Cephalopod from the Cretaceous Yatsushiro Formation (Kyushu) and its implication. Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan. [n.s.], 118: 325-338. pl. 37.
- Matsumoto, T. and Asai, A. 1989. Cenomanian (Cretaceous) Inoceramus (Bivalvia) from Hokkaido and Sahalin-II Birostrina nipponica (Nagao et Matsumoto). Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, [n.s.], 155: 178-196.
- 松本達郎・小島郁生・田代正之・太田喜久・田村 実・松川正樹・田中 均. 1982. 本邦白亜系における海成・非海成層の対比. 化石, 31: 1-26.
- 村上浩二. 1996. 八代～日奈久地域の下部白亜系(八竜山・日奈久)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, 113: 2-9.
- 村上浩二. 2013. 球磨川河口宮地層からの *Pterotrigonia dilapsa* (Yehara), *Costocyrena mifunensis* Tamura の産出とその意義. 熊本地学会誌, 164: 1-2.
- 野田雅之. 1969. 九州大野川層群の化石層序学的研究. 九州大学理学部研究報告(地質学), 10: 1-10.
- 野田雅之. 1994. 九州田野層群ならびに大野川層群より産出する白亜系イノセラムス. 大分県地質同好会誌別冊. 1: 1-49.
- 大塚雅勇. 2011. 天草地域の上部白亜系および始新統の層序と二枚貝化石群集. 御所浦白亜紀資料館報, 12: 1-44. pls. 1-3.
- 斎藤 眞・宮崎一博・利光誠一・星住英夫. 2005. 砥用地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 218.
- 柴田 賢・内藤 茂・中川忠夫. 1979. K-Ar年代測定結果(1). 地質調査所月報, 30: 675-686.
- Sogabe, A. 1996. Stratigraphy and Geological development of the Chichibu terrane in the Kuraoka district, Miyazaki Prefecture, Kyushu. Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C, 10, 607-681.
- 高木秀雄・柴田 賢・鈴木和博・田中 剛・上田 博. 1997. 九州東部, 臼杵-八代構造線沿の臼杵川石英閃緑岩の同位体年代とその地質学的意義. 地質雑, 103: 368-376.
- 田村 実・沢村昌俊. 1964. 上部白亜系見

- 岳山層. 熊本大学教育学部紀要(自然科学), 12, 15-22.
- 田村 実・田代正之. 1966. 熊本市南方の上部白亜系. 熊本大学教育学部紀要(自然科学), 14, 24-35.
- Tanaka, H. 1989. Mesozoic Formations and their Molluscan Faunas in the Haidateyama Area, Oita Prefecture, Southwest Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser.C*, 9: 1.1-45. pls.5.
- 田中 均・高橋 努・本多栄喜. 2021. 熊本県秩父帯下部白亜系八代層の層序と二枚貝化石相. 熊本県博物館ネットワークセンター紀要, 1: 1-15.
- 田中 均・高橋 努・曾我部 淳・宮本隆実・田代正之. 1997. 宮崎県五ヶ瀬地域の中生界と二枚貝化石相. 熊本大学教育学部紀要(自然科学), 46: 9-44.
- 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. 1998. 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), 47: 11-40.
- 田代正之. 1986. 西南日本白亜系の古地理と古環境. *化石*, 41: 1-16.
- 田代正之. 1993. 日本の白亜紀二枚貝相 Part1: 秩父帯・“領家帯”の白亜紀二枚貝相について. *高知大学学術研究報告*, 42: 105-155.
- 田代正之. 1995. 中九州白亜紀層の層序とその対比. *高知大学学術研究報告(自然科学)*. 44: 1-10.
- 田代正之. 1996. 本邦白亜紀二枚貝化石群集の地理的分布とそのテクトニズム. *月刊地球*, 18: 11. 748-754.
- 田代正之. 1997a. 天草の地質と化石 - 人類以前の天草諸島 1-. 南の風社, 1-265.
- 田代正之. 1997b. 天草諸島の形成と日本列島 - 人類以前の天草諸島 2-. 南の風社, 1-225.
- 田代正之. 2004. 天草の構造運動とそれに伴う化石群集と環境の変遷. 御所浦周辺の岩相と化石群集を中心として(日本古生物学会普及講演資料). 日本古生物学会, 1-23.
- 田代正之・池田昌久. 1987. 熊本県八代山地の下部白亜系. *高知大学学術研究報告* 36: 71-91.
- Tashiro, M. and Tanaka, H. 1992. Bivalve fossils from the Cretaceous Takahata Formation of central Kyushu, Japan. *Res. Rep. Kochi Univ. (Nat. Sci.)*, 36: 139-156. pls.3.
- Tashiro, M. Matsuda, T. and Tanaka, H. 1985. Upper Albian bivalve fauna of the Haidareyama Group in Kuishu. *Mem. Fac. Sci, Kochi Univ, Ser, E, Geol.*, 5-6: 1-23. pls.8.
- 寺岡易司. 1964. 大野川盆地の白亜系. *地質雑*, 70: 826, 391.
- 寺岡易司. 1970. 九州大野川盆地付近の白亜紀層. *地質調査所報告*, 237, 1-87.
- 寺岡易司・宮崎一博・星住英夫・吉岡敏和・酒井 彰・小野晃司. 1992. 犬飼地域の地質. *地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)*. 地質調査所, 1-129.
- Yabe, H. 1927. Cretaceous Stratigraphy of the Japanese Island. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., 2nd Ser. (Geology)*, 11: 22-100.
- 山北 聡・伊藤谷生・田中秀実・渡辺弘樹. 1995. 古期中央構造線としての佐志生断層の前期漸新世における Top to the-west 斜め衝上運動. *地質学雑誌*, 101: 12. 978-988.
- 山本博達. 1976. 大分県臼杵の深成変成岩類. *総合研究 A「島弧基盤の地質学のおよび岩石学的研究」研究連絡誌 島弧基盤*. 3: 63-64.