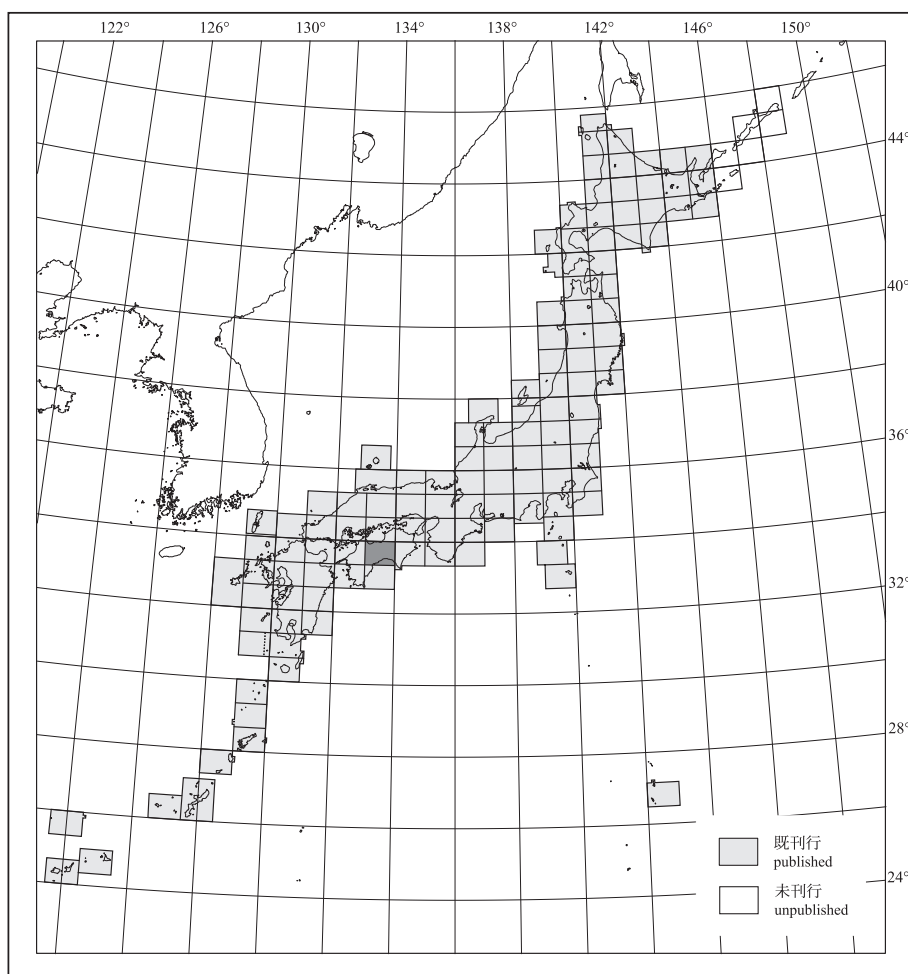


20万分の1地質図幅「高知」 (第2版)

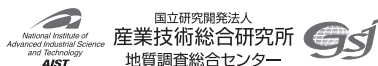
GEOLOGICAL MAP OF JAPAN 1:200,000, KOCHI (2nd EDITION)

原 英俊・青矢睦月・野田 篤・田辺 晋・山崎 徹・大野哲二・駒澤正夫

Hidetoshi HARA, Mutsuki AOYA, Atsushi NODA, Susumu TANABE, Toru YAMASAKI,
Tetsuji OHNO and Masao KOMAZAWA



平成30年
2018



GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN, AIST

1. はじめに

20万分の1地質図幅「高知」は、国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センターが作成する20万分の1地質図幅の1つである。初版の20万分の1地質図幅「高知」(蔵見, 1959)発行後、約60年ぶりの全面的な改訂作業を実施し、第2版として刊行するものである。

本地域に分布する各地質体について、黒瀬川帯の古生代深成岩類及び変成岩類、黒瀬川帯のシルル系～ジュラ系浅海成堆積物、黒瀬川帯・北部及び南部秩父帯・四万十帯のペルム系～古第三系付加コンプレックスを原が、白亜紀の領家深成変成コンプレックスを山崎が、白亜紀の三波川変成コンプレックスを青矢が、白亜系汽水成～浅海成堆積物を野田が、中新統陸成堆積物及び火砕流堆積物からなる久万層群及び石鏡層群を青矢と山崎が、第四系を田辺が、地下資源を大野が、重力調査・編集を駒澤が担当し、全体のとりまとめを原が行った。

地質図作成に当たって、地質調査総合センター及び地質調査所が発行した5万分の1地質図幅、及び国土交通省の5万分の1都道府県土地分類基本調査に基づき、高知県・徳島県・愛媛県が発行した5万分の1表層地質図、四国地方土木地質図編纂委員会編(1998)及び既存資料(引用文献参照)を参考にして編纂し、データが不足する地域や修正が必要な地域については野外調査を行った。また三波川変成コンプレックス及び北部秩父帯の付加コンプレックスに関して、鳥根大学の遠藤俊祐博士と徳島大学の村田明広教授から多くの助言を頂いた。

2. 地形

本地域は、四国中央部に位置し、高知県中央部、徳島県西部、愛媛県東部を含む範囲である。大部分を四国山地が占め、特に東部の剣山系、西部の石鏡山系では標高1,500 m以上の山々が連なる。山地を開析する主要な河川として、吉野川・物部川・仁淀川・四万十川(上流域)がある。南部では土佐湾に面して高知平野が発達し、北部では窪地を面して新居浜平野などが発達する。本地域の北西部を東北東～西南西方向に通る中央構造線が、四国山地と新居浜平野や周桑平野などの境界をなしている。その他、鳥形山周辺では、ペルム紀の石灰岩からなる四国カルストが発達し、石鏡山周辺では中新世に形成されたコールドロンが認められる。石鏡山系の東方延長に当たる赤石山系では、三波川変成コンプレックスのかんらん岩や苦鉄質片麻岩などが分布し、ひととき急峻な地形を形成している。また三波川変成コンプレックスの泥質片岩分布域などは、地すべり密集地として知られている。

(原 英俊)

3. 地質概説

本地域の古生界及び中生界は帯状配列が明瞭であり、領家帯・三波川帯・北部秩父帯・黒瀬川帯・南部秩父帯・四万十帯が北から南へ配列する。「帯」は、地層・岩体やそれらの集まりである地質体の地理的範囲を示し、各帯は中央構造線・池川衝上断層・上倉衝上断層・仁淀衝上断層・仏像構造線によって区別される。

領家帯と三波川帯に分布する白亜紀の深成岩類及び変成岩類については、領家深成変成コンプレックスと三波川変成コンプレックスとして記述する。領家深成変成コンプレックスは、後期白亜紀の高温型変成作用を受けた領家変成岩類と、これに調和あるいは非調和に貫入する後期白亜紀の領家深成岩類及び珪長質岩脈からなる。三波川変成コンプレックスは、後期白亜紀の高圧型変成作用によって生じた変成岩類からなる。黒瀬川帯は、オルドビス紀～シルル紀及び石炭紀～前期ペルム紀の深成岩類・変成岩類及びシルル系～ジュラ系浅海成堆積物を含み、これらの岩石が超苦鉄質岩類及びペルム系付加コンプレックス中に取り込まれている地帯であ

る(Hada *et al.*, 1992; 磯崎ほか, 1992; 山北, 1998など)。その要因には、横ずれ断層説、小大陸の衝突説、クリッペ説などがあるが(平ほか, 1981; Maruyama *et al.*, 1984; 磯崎・板谷, 1991; Hada *et al.*, 2001; Isozaki *et al.*, 2010; Charvet, 2013; Hara *et al.*, 2013)、未だその実態は解明されていない。北部及び南部秩父帯には、ペルム系及びジュラ系～最下部白亜系付加コンプレックスが、四万十帯には白亜系及び古第三系付加コンプレックス及び陸棚斜面堆積物が分布する。その他、白亜系汽水成～海成堆積物として、中央構造線より南側に外和泉層群・物部川層群・南海層群が、北側に和泉層群が分布する。北地域西部には、陸成層を主とする下部中新統久万層群、さらにこれを不整合に覆って、主に火砕岩類及び火成岩類からなる中部中新統石鏡層群が分布する。第四系は、浅海成堆積物(一部陸成堆積物を含む)・段丘堆積物・沖積層からなり、高知平野・周桑平野・西条平野・新居浜平野・宇摩平野とその周辺低地、吉野川・物部川・仁淀川・四万十川水系流域に分布する。

(原 英俊・青矢陸月・野田 篤・田辺 晋・山崎 徹)

4. 黒瀬川帯の古生界深成岩類及び変成岩類

4.1 超苦鉄質岩類

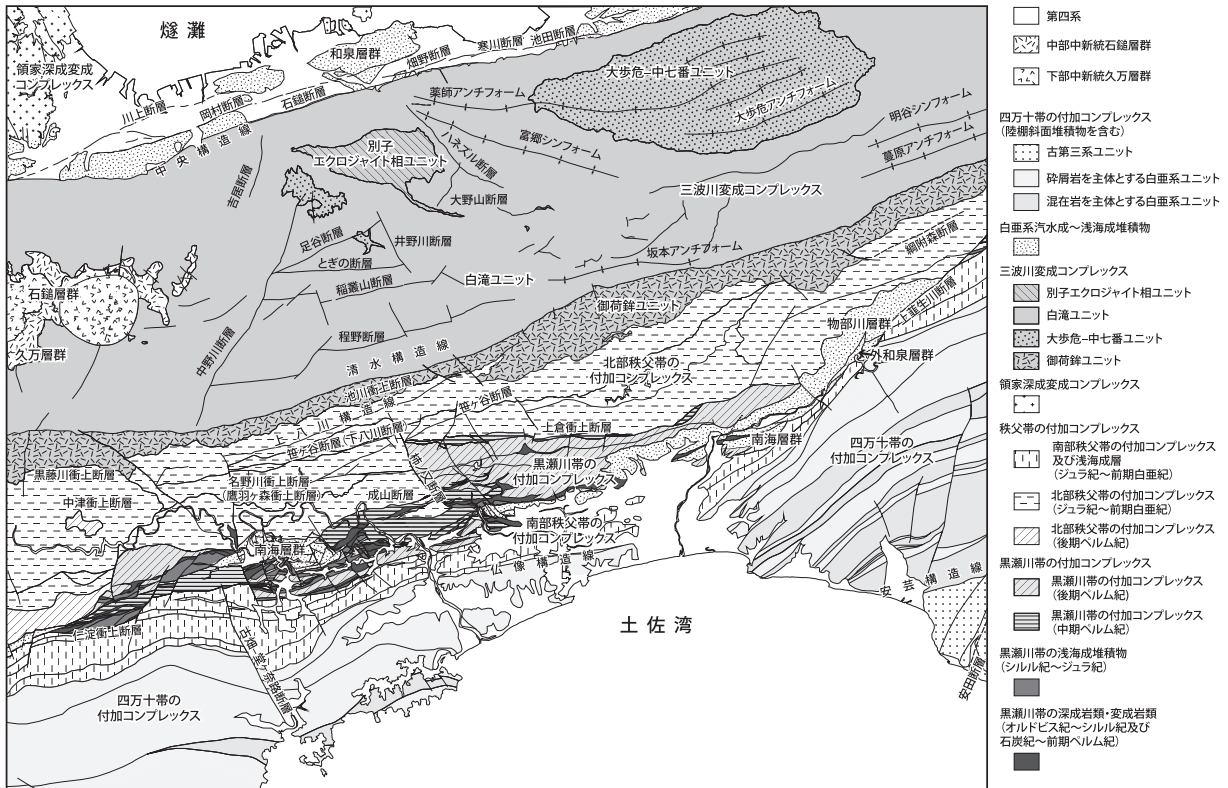
超苦鉄質岩類は片状ないし塊状の蛇紋岩からなる。寺野変成岩類及び三滝火成岩類、城川変成岩、横倉山層群と断層を介して密接に伴って分布する。また超苦鉄質岩類中にも、寺野変成岩類及び三滝火成岩類の岩体や、240～208 Maの白雲母年代を示すひすい輝石-藍閃石片岩の岩体(Maruyama *et al.*, 1978)を含むことがある。Hu *et al.* (2017)は、蛇紋岩に付随するロジン岩中のジルコンから、主要なU-Pbピーク年代として485 Maと469 Maを得て、これを原岩年代とした。その一方、ロジン岩・輝石岩・蛇紋岩から、カンブリアン紀～古第三紀にいたる有意に若く幅広い年代を示すジルコンも得られている。これらの年代は、複数のステージにおけるロジン岩化作用、またマントルウェッジ内での交代作用の年代、付加された堆積物からマントルウェッジに再供給されたジルコンの年代として解釈されている(Yang *et al.*, 2016; Hu *et al.*, 2017)。

4.2 オルドビス紀～シルル紀の寺野変成岩類及び三滝火成岩類

寺野変成岩類は、主に角閃岩、少量の黒雲母片麻岩・変斑れい岩からなる。角閃岩相高温高压部からグラニュライト相低温高压部、ないし藍閃石片岩相に相当する変成条件が見積もられている(Yoshikura, 1985など)。寺野変成岩類の放射年代は、多くはオルドビス紀～シルル紀の範囲を示す(Yoshikura *et al.*, 1990)。三滝火成岩類は、主に花崗岩・花崗閃緑岩・トーナル岩からなる。四国西部に分布する三滝火成岩類の花崗閃緑岩のジルコンU-Pb年代として、441.9±4.5 Ma, 441.5±4.4 Ma, 439.7±10 Ma (Hada *et al.*, 2000), 431.8±3.9 Ma (Aoki *et al.*, 2015)の前期シルル紀を示す年代が報告されている。

4.3 石炭紀～前期ペルム紀の城川変成岩

5万分の1地質図幅「伊野」地域にて、従来伊野層と一括されていた地質体が、古期及び新期伊野変成コンプレックス、及び下部ジュラ系付加コンプレックスの勝賀瀬ユニットに区分・再定義された(脇田ほか, 2007)。本報告では、古期伊野変成コンプレックスに相当する石炭紀～前期ペルム紀の高圧型変成岩を、西隣の20万分の1図幅「松山」(宮崎ほか, 2016)に従い、城川変成岩(磯崎ほか, 1992)と呼ぶ。城川変成岩は、苦鉄質片岩を主体とし、少量の泥質片岩を伴う。緑れん石藍閃石片岩並相ないしアルバイト緑れん石角閃岩並相の変成作用を受けている。断層に沿って小規模なレンズ状岩体として、また蛇紋岩中の構造岩塊として分布する(Nakajima and Maruyama, 1978)。フェンジャイトK-Ar年代として、主に石炭紀の349.9 Ma (脇田ほか, 2007)及び327～317 Ma (植田ほか, 1980)が得られている。なお「松山」地域では、271.3±5.6



第1図 地質概略図

Ma (磯崎ほか, 1992) のペルム紀の前半を示すフェンジャイトK-Ar年代も得られている。小山内ほか(2014)は、高知市北方の円行寺地域の藍閃石-ローソン石を含む変斑れい岩から、493.0±4.9 Ma のジルコンU-Pb年代を得て、高圧型変斑れい岩の原岩年代をカンブリア紀末とした。Yang *et al.* (2016)は、藍閃石片岩から 505±3~503±3 Ma のジルコンU-Pb年代を得て、これを原岩年代とした。

(原 英俊)

5. 黒瀬川帯のシルル系〜ジュラ系浅海成堆積物

5.1 シルル系〜デボン系横倉山層群

横倉山層群は、横倉山及び高知市湧ノ森周辺に分布し、寺野変成岩類及び三滝火成岩類を不整合で覆う浅海成堆積物である(安井, 1984)。梅田(1998)によると、下位より五味層・深田層・市山層・上流層・中畑層・越知層から構成される。五味層は、主にデイサイト質〜安山岩質溶結凝灰岩からなり、珪長質凝灰岩や砂岩を伴う。深田層は、泥岩・砂岩泥岩互層及び石灰質砂岩からなる下部層と、石灰岩・石灰岩礫岩が卓越する上部層に区分される。サンゴや三葉虫などの大型化石を多産し、堆積年代は前期シルル紀後半〜後期シルル紀前半とされる。市山層と中畑層は礫岩・凝灰質砂岩・珪長質凝灰岩からなり、珪長質凝灰岩より後期シルル紀前半及び後期シルル紀後半の放射虫化石が得られている。中畑層は礫岩・砂岩・珪長質凝灰岩からなり、前期デボン紀中頃〜中期デボン紀前半の放射虫化石を産する。越知層は、主に砂岩泥岩互層からなる。後期デボン紀のシダ植物化石や腕足類化石を産する(三本, 1994)。また五味層と上流層の珪長質凝灰岩からは、それぞれ堆積年代に調和する 427.2±7.6 Ma 及び 408.9±7.6 Ma のジルコンU-Pb年代が得られている(Aitchison *et al.*, 1996)。

5.2 ペルム系宮谷層及び市ノ瀬層

宮谷層は、砂岩及び砂岩泥岩互層からなり、珪質泥岩より前期ペルム紀の放射虫化石が報告されている(Hada *et al.*, 1992)。市ノ瀬層は、甲藤ほか(1956)で市ノ瀬層群とされた地層で、砂岩・泥岩・礫岩からなり、珪長質凝灰岩を伴う(甲藤ほか, 1956)。礫岩は、花崗岩や珪長質火成岩の円礫を含み、南部北上帯の中〜上部ペルム系に特徴的に含まれる薄衣礫岩(加納, 1971)に対比される。また石灰岩礫岩も認められ、その基質から後期ペルム紀の紡錘虫化石が産出する(山下, 1958)。後期ペルム紀を示す化石として、砂岩からは二枚貝や腕足類化石(田沢・廣田, 2012など)が、泥岩からは放射虫化石(Hada *et al.*, 1992)の報告がある。なお、市ノ瀬層は、5万分の1地質図幅「伊野」(脇田ほか, 2007)ではペルム系付加コンプレックスとなされたが、礫岩の特徴や大型化石を含む砂岩の存在から、本報告では従来の見解通り浅海成堆積物として扱う。

5.3 三疊系蔵法院層及び川内ヶ谷層群

中部三疊系の蔵法院層は、泥岩・砂質泥岩、及びこれらの互層からなる(小林, 1935)。佐川町南方から高知市南方にかけて、幅 10 m ないし 150 m ほどの断層に挟まれて狭長な分布を示す。上部三疊系の川内ヶ谷層群は、泥岩・砂岩・泥岩からなり、珪長質凝灰岩の薄層を伴う(甲藤ほか, 1956)。本地域の三疊系は、佐川町を中心に、断層で囲まれた地塊ないしレンズ状の分布を示す。また二枚貝・アンモナイトなどの大型化石を多産するため、古くから古生物学的研究が進められてきた(例えば、Kobayashi and Ichikawa, 1950)。

5.4 ジュラ系中ノ瀬層・毛田層・岩目地層

中ノ瀬層は、砂岩・泥岩を主体とし、花崗岩礫を含む礫岩や珪長質凝灰岩が挟在する。市ノ瀬層の岩相とよく類似するが、レーティアン期(三疊紀後半)〜シネムリアン期(前期ジュラ紀)の放射虫化石を産することから、Hada *et al.* (1992)によって市ノ瀬層から分離され定義された。毛田層は、砂岩・泥岩からなる。松岡(1985)によって、バトニアン期の放射虫化石産出により、市ノ瀬層とされたい地層から分離され定義された。岩目地層は、砂岩・泥岩・石灰岩からなる。後述の鳥島層群相当層ないし類似層とされたが、層相や分布の違いなどから、脇田ほか(2007)により提唱された。アンモナイトや放射虫化石により、堆積年代はカロビアン期〜チトニアン期とされる(甲藤・松本, 1982;脇田ほか, 2007)。中ノ瀬層は長者川上流域に毛田層・岩目地層は佐川町南方から高知市南方にかけて、いずれも断層に挟まれて狭長に分布する。

(原 英俊)

6. 黒瀬川帯及び北部秩父帯のペルム系付加コンプレックス

ペルム系付加コンプレックスは、伊野-上倉ユニット、新改-土佐山ユニット、吾川-沢谷ユニットの3つのユニットから構成されている。

伊野-上倉ユニットは、新期伊野変成コンプレックス(脇田ほか, 2007)に相当し、伊野層(中島ほか, 1978;Maruyama, 1981)や上倉層(磯崎・板谷, 1990)、また横倉山南方などに分布する島層や四万川層(磯崎ほか, 1992)からなる。本ユニットは、泥質千枚岩・変成玄武岩類・変成チャートからなり、変成砂岩や結晶質石灰岩を伴う。またパンペリー石アクチノ閃石亜相の變成作用を受けている。フェンジャイトK-Ar年代として、主に 230~160 Ma が得られている(磯崎・板谷, 1990, 磯崎ほか, 1992, 脇田ほか, 2007)。そして本ユニットは、後期ペルム紀〜三疊紀初頭の付加コンプレックスが、後期三疊紀〜前期ジュラ紀に変成したと解釈されていた(磯崎・板谷, 1991)。一方、Hara *et al.* (2018)は、碎屑性ジルコンU-Pb年代を測定し、265±5 Ma, 268 ±5 Ma の最若ピークの加重平均年代から、本ユニットの形成年代を中期ペルム紀とした。従って本報告では、伊野-上倉ユニットを、変成した中部ペルム系付加コンプレックスとして扱う。なお、中東地方の小規模に分布するアルカリ角閃石を含む変成玄武岩(脇田ほか, 2007)は、村田ほか(2008)に従い北部秩父帯の付加コンプレックス(本報告の上吉田ユニット)に含めた。

新改-土佐山ユニットは、脇田ほか(2007)の新改ユニット・長竹ユニット・土佐山ユニットからなり、磯崎(1985)の新改層や白木谷層群が含まれる。新改ユニット及び長竹ユニットは、泥質混在岩・砂岩・泥岩を主体とし、チャート・石灰岩・玄武岩類を岩体として伴う。また石灰岩礫岩(休場礫岩;磯崎, 1985)を伴うことを特徴とする。両ユニットの泥質ないし珪質泥岩からは、後期ペルム紀を示す放射虫化石が産出する(須輪ほか, 1983;磯崎, 1986;脇田ほか, 2007)。

土佐山ユニットは、泥質混在岩を主体とし、大規模な石灰岩・玄武岩類・チャート・砂岩の岩体を伴う。なお土佐山ユニットは、脇田ほか(2007)によって、下部〜中部ジュラ系付加コンプレックスとされたが、Hara *et al.* (2018)は、本ユニットの砂岩より、256±3 Ma と 257±3 Ma の後期ペルム紀を示す碎屑性ジルコン最若ピーク年代を得た。そこで本報告では、未変成の上部ペルム系付加コンプレックスに対して、脇田ほか(2007)の土佐山ユニットを含め、新改-土佐山ユニットとして扱う。

吾川-沢谷ユニットは、大規模な結晶質石灰岩及び変成玄武岩類の岩体を主体とし、泥質千枚岩を伴う地質体で、中津山南東や鳥形山-大野ヶ原に分布する。吾川ユニット(磯崎・板谷, 1991)及び「松山」地域の沢谷ユニット(宮崎ほか, 2016)に対比される。吾川ユニットは、パン

ペリー石アクチノ閃石亜相の變成作用を受けており、また 233 ~ 179 Ma のフェンジャイトK-Ar年代を示す(磯崎・板谷, 1991)。

磯崎・板谷(1991)は、吾川-沢谷ユニットと伊野-上倉ユニットを、高圧型變成作用の變成相とその時期が一致することから一括して取扱い、黒瀬川帯構成岩類のクリッペ説を提唱した。一方、松岡ほか(1998)は、吾川-沢谷ユニットについて、北部秩父帯を構成する構造的最上位の付加コンプレックスとして、黒瀬川帯のペルム系付加コンプレックスとは異なる地質体とした。なお、模式地である徳島県那賀町沢谷の沢谷ユニットにて、後期ペルム紀の放射虫化石の報告がある(Matsuda and Ogawa, 1993)。またHara *et al.* (2018)は、模式地の沢谷ユニットの碎屑性ジルコン年代を測定し、後期ペルム紀を示す 259±1 Ma の最若ピーク年代を得た。そのため、伊野-上倉ユニットと吾川-沢谷ユニットは、中期ペルム紀と後期ペルム紀と、それぞれ異なる形成年代を示す。そのため本報告では、松岡ほか(1998)に従い、吾川-沢谷ユニットを北部秩父帯の付加コンプレックスに帰属させた。

(原 英俊)

7. 北部秩父帯の付加コンプレックス

北部秩父帯の付加コンプレックスは、松岡ほか(1998)及び脇田ほか(2007)を参考にし本報告では、吾川-沢谷ユニット、遊子川-住居附ユニット、上吉田ユニット、柏木ユニット、思地ユニットに区分した。吾川-沢谷ユニットは、ペルム系付加コンプレックスとして前述した。

遊子川-住居附ユニットは、主に勝養瀬ユニット(脇田ほか, 2007)に相当し、砂岩・泥岩・チャート・石灰岩・玄武岩類、及びこれらの混在岩からなる。泥岩より産出する放射虫化石は、前期〜中期ジュラ紀を示す(須輪ほか, 1983;松岡ほか, 1998;脇田ほか, 2007)。なお遊子川-住居附ユニットの一部は、黒瀬川帯に含まれる。

上吉田ユニットは、仁淀川ユニット(Hada and Kurimoto, 1990)、高川ユニット(河戸ほか, 1991)や国見山ユニット・中迫ユニット(脇田ほか, 2007)に相当する。チャート・玄武岩類・砂岩を含む混在岩及び、砂質ないし砂岩泥岩互層からなる。後述する柏木ユニットとともに、北部秩父帯の北縁部に広く分布する。泥岩から産出する放射虫化石として、前期ジュラ紀後半〜中期ジュラ紀前半(脇田ほか, 2007)や中期ジュラ紀(Yamakita, 1988)の年代が報告されている。

柏木ユニットは、中津川ユニットの一部(Hada and Kurimoto, 1990;磯崎・板谷, 1991)や赤良木ユニット(河戸ほか, 1991)に相当する。泥質千枚岩・変成チャート・変成玄武岩類を主体とし、一部変成砂岩・結晶質石灰岩を伴う。なお東部の網寮森周辺には、柏木ユニットに相当する岩相(石田ほか, 2007のC帯)の他に、まとまった連続性の良い砂岩が認められる(村田, 2014)。本ユニットの年代は、ジュラ紀最末期〜白亜紀初頭とされている(松岡ほか, 1998)。Endo and Wallis (2017)は、碎屑性ジルコンの最若ピーク年代として前期白亜紀前半を示す 131.2±3.8 Ma を報告した。柏木ユニットは、一般に北部秩父帯の構造的低位を占め、三波川変成コンプレックスの御荷鉾ユニットに接して分布する。一方、本地域の東部及び西部では、柏木ユニットが、遊子川-住居附-上吉田ユニットへ衝上する分布を示す(Hada and Kurimoto, 1990; Endo and Wallis, 2017)。

思地ユニットは、泥質千枚岩・変成砂岩・変成チャート・変成玄武岩類からなる。三波川變成作用の影響を受けているため、その帰属は北部秩父帯の付加コンプレックスから三波川變成コンプレックスに変更された地質体である(脇田ほか, 2007)。一方、柏木ユニット及び上吉田ユニットも、三波川變成作用を受けていることが知られている(Suzuki and Ishizuka, 1998;村田ほか, 2009;Endo, 2015)。そこで本報告では、變成作用より原岩の特徴に基づいて地質体区分を行い、思地ユニットの帰属を、北部秩父帯の付加コンプレックスとした。

三波川變成作用の影響を受けた思地ユニット・柏木ユニット・上吉田ユニットは、一般にパンペリー石アクチノ閃石亜相の變成作用を受けており、低温高圧型の変成作用を特徴づけるアルカリ角閃石を産出する(脇田ほか, 2007;村田ほか, 2009;Endo, 2015)。アルカリ角閃石の産出は、上吉田ユニットにまで及ぶことが知られ、その南限である野々川衝上層以南の遊子川-住居附ユニットからは認められない(村田・前川, 2007;村田ほか, 2008;Endo, 2012)。またフェンジャイトK-Ar年代は、柏木ユニットで 134 ~ 117 Ma (磯崎・板谷, 1991)ないし 124 ~ 105 Ma (河戸ほか, 1991)、上吉田ユニットで 159 ~ 128 Ma (河戸ほか, 1991)が得られており、柏木ユニットの方が上吉田ユニットより若い年代を示す。

(原 英俊)

8. 南部秩父帯の付加コンプレックス及び浅海成堆積物

本地域の南部秩父帯の付加コンプレックスは、大平山ユニット・斗賀野ユニット・三宝山ユニットから構成される(松岡ほか, 1998)。また、南部秩父帯に属する浅海成堆積物として鳥島層群が分布する(木村, 1956)。

大平山ユニットは、混在岩及び砂岩泥岩互層を主体とし、チャートや石灰岩の岩体を伴う。本地域における分布は狭く、化石年代などの詳細は不明である。松岡ほか(1998)によれば、前期ジュラ紀後半の地質体とされる。

斗賀野ユニットは、砂質ないし砂岩泥岩互層、チャート・珪質泥岩からなる。チャート・砕屑岩シーケンスと呼ばれる。チャートから砕屑岩にいたる海洋プレート層序が、断層により繰り返し分布する特徴を示す。形成年代は、中期〜後期ジュラ紀中頃とされる(松岡, 1984;Matsuoka, 1992)。

三宝山ユニットは、砂岩・チャート・石灰岩・玄武岩類からなり、またこれらの混在岩からなる。特にメグロンやテチス型二枚貝化石を含む、三疊紀の海山を起源とする巨大な石灰岩岩体を伴うことで特徴づけられる。形成年代は、後期ジュラ紀〜前期白亜紀前半とされる(Matsuoka, 1992)。鳥島層群は、砂岩・泥岩・石灰岩からなり、しばしば層厚数 100 m 規模の石灰岩を伴う(木村, 1956)。石灰岩は、暗灰色な瀝青質で化石を多産する特徴的な確性の層相を示し、鳥巣式石灰岩と呼ばれる。堆積年代は、アンモナイトや放射虫化石により、後期ジュラ紀のチトニアン期〜白亜紀最前期のペリアシアン期とされる(例えば、Kano, 1988)。また本報告では、七良谷層及び美良布層も鳥島層群に含めた。七良谷層は、砂岩・泥岩を主体とし鳥巣石灰岩を伴う地層で、オックスフォーディアン期〜キーンメリッジアン期の放射虫化石(Matsuoka, 1992)、キーンメリッジアン期〜チトニアン期のアンモナイト化石(前田ほか, 2012)を産する。本地域東部に分布する美良布層は、砂岩・泥岩を主体とし、鳥巣式石灰岩を含む(森野ほか, 1989;森野, 1993;香西ほか, 2004, 2006)。汽水〜浅海生二枚貝化石や放射虫化石を産し、オックスフォーディアン期〜白亜紀最前期のパラંગニアン期を示す(香西ほか, 2006)。

(原 英俊)

9. 領家深成変成コンプレックス

高縄半島から新居浜市にかけ、後期白亜紀の高温型變成作用によって生じた領家變成岩類、これに調和及び非調和に貫入する後期白亜紀の領家深成岩類、領家深成岩類に貫入する珪長質脈

が分布する。本報告では、これらを領家深成変成コンプレックスとして一括した。西隣「松山」地域(宮崎ほか, 2016)の変成分帯を参考に、変成泥岩の鉱物組合せに基づいて、低変成度から高変成度へ黒雲母帯、カリ長石黒雲母帯に分類した。変成岩の組織は、片麻岩、片岩ないしグラノフェルである。

領家変成岩類は、高輝半島において変成泥岩を主体とし、少量の変成砂岩を伴う。「松山」地域内の変成凝灰岩より、後期三疊紀末～前期ジュラ紀初頭の放射虫化石が報告されている(鹿島・増井, 1985)。宮崎ほか(2016)は、産出化石の年代と原岩の岩相から、原岩は下部～中部ジュラ系付加コンプレックスである可能性を指摘し、山口県東部の玖珂層群ユニットⅡないしⅢ(Takami and Itaya, 1996)に対比した。高変成度部はカリ長石+黒雲母の出現で特徴づけられるカリ長石黒雲母帯に属し、低変成度部は黒雲母帯に属する。変成相は緑色片岩相から角閃岩相紅柱石亜相と推定される(宮崎ほか, 2016)。一方、新居浜市海岸域に小規模に分布する領家変成岩類は、変成苦鉄質岩及び変成泥岩を主とし、少量の変成砂岩からなる。変成苦鉄質岩類は、縞状構造の強く発達する片麻岩の岩相と、縞状構造の発達が弱い塊状の岩相とから構成される。苦鉄質片麻岩は厚さ数mm～数cmの灰緑色部と白色部及び暗緑褐色部が縞状構造を示す(青矢ほか, 2013)。塊状苦鉄質岩は主として角閃石と斜長石から構成され、縞状構造の発達が顕著な苦鉄質片麻岩は、それらに加えて単斜輝石を含む(青矢ほか, 2013)。変成泥岩はビナイト化した黒雲母を含む片麻岩で、黒島においては肉眼で識別可能な大きさのざくろ石を含み、変成相は角閃岩相紅柱石亜相に達している(青矢ほか, 2013)。

領家深成岩類は、黒雲母角閃石トータル岩、角閃石黒雲母花崗閃緑岩、黒雲母花崗岩から構成され、黒雲母角閃石石英閃緑岩及び閃緑岩を伴う。高輝半島では、越智(1982)のトータル岩が黒雲母角閃石トータル岩に、北条花崗閃緑岩及び黒雲母角閃石黒雲母花崗閃緑岩に相当する。新居浜市海岸域においては、青矢ほか(2013)の垣生花崗閃緑岩が角閃石黒雲母花崗閃緑岩に、大島トータル岩が黒雲母角閃石トータル岩に、和田井花崗岩が黒雲母花崗岩に相当する。高輝半島の領家深成岩類からは、93.1±2.9 MaのRb-Sr年代(早瀬・石坂, 1967)が得られている。新居浜市海岸域の領家深成岩類からは、93 Maの黒雲母Rb-Sr年代(早瀬・石坂, 1967)が得られている。

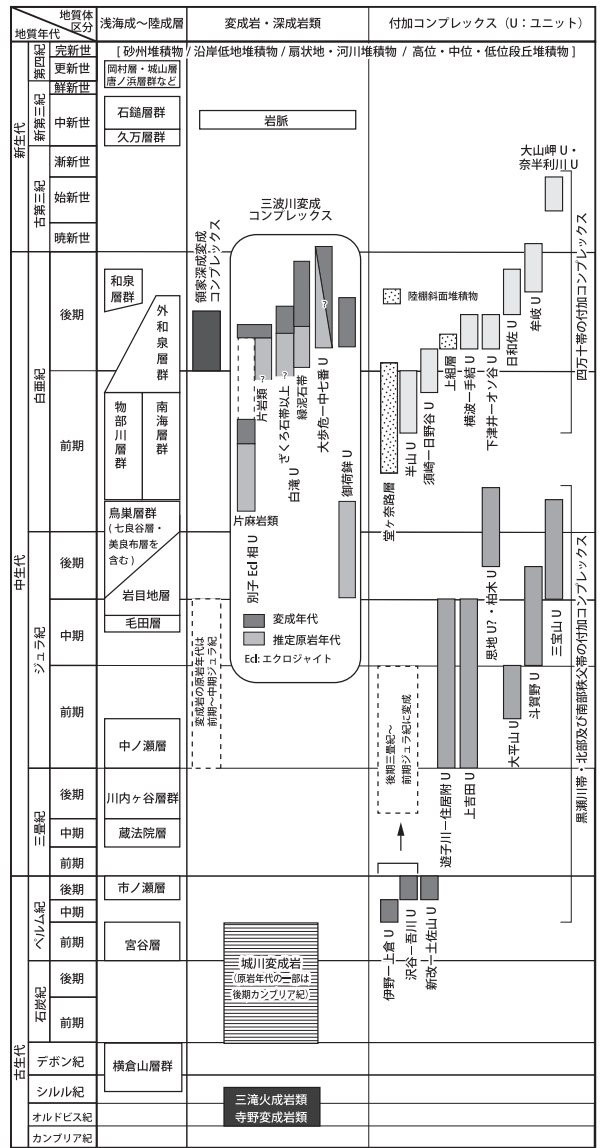
珪長質岩脈は、新居浜市海岸域において領家深成岩類に貫入する。主に、細粒斑状花崗岩からなり、細粒斑状花崗閃緑岩及び微文象花崗岩を伴う。地質図に表現できないものも含め、ほぼ南北方向の岩脈として多数認められる。同様の岩脈群は、「松山」地域内の高輝半島西部にも北北西～南南東走向の岩脈として多数認められる(宮崎ほか, 2016)。これらからは、82.7±1.8～81.2±1.8 Maの全岩K-Ar年代が得られる(田崎ほか, 1990a)。

(山崎 徹)

10. 三波川変成コンプレックス

主に後期白亜紀の高圧型変成作用によって生じた変成岩類を三波川変成コンプレックスとした。苦鉄質片岩、珪質片岩、及び砂泥質片岩が卓越することから、三波川変成コンプレックスの大部分は沈み込んだ海洋プレート表面物質由来のもと考えられる。本地域の三波川変成コンプレックスは、別子エクロジヤイト相ユニット、白滝ユニット、大歩危-中七番ユニット、及び御荷鉾ユニットの4つの構造ユニットに区分した。また三波川変成コンプレックス全域に及び主変成作用について、泥質片岩の鉱物共生に基づく変成分帯も示した。低変成度(低温)側から緑泥石帯、ざくろ石帯、アルバイト黒雲母帯、及びオリゴクレス黒雲母帯という4つの鉱物帯に区分される(東野, 1990; 青矢ほか, 2013など)。別子エクロジヤイト相ユニットは主変成作用に先立つ、より高圧条件下でのエクロジヤイト相変成作用(Takasu, 1989; Aoya, 2001; Ota *et al.*, 2004など)を被った岩石の分布域である。白滝ユニットが4つの鉱物帯すべてにまたがって分布するのに対し、別子エクロジヤイト相ユニットは緑泥石帯を除く高変成度部分にのみ分布する。また大歩危-中七番ユニットと御荷鉾ユニットとはその全域が最も変成度の低い緑泥石帯に含まれる。以下、変成相の名称は坂野ほか(2000)に従う。

別子エクロジヤイト相ユニットは、青矢ほか(2013)による広義の別子エクロジヤイト相ユニットに相当し、超高压変成作用の痕跡を残す東赤石かんらん岩体(Enami *et al.*, 2004; Mizukami *et al.*, 2004; Mizukami and Wallis, 2005)を含む。東赤石岩体を含め、本ユニット中に散在する超苦鉄質岩類(かんらん岩、蛇紋岩、トレモラ閃石岩、及び輝石岩)はマントルウェッジ起源の異地性岩塊と解釈されている(Aoya *et al.*, 2013)。本ユニットは変斑れい岩や苦鉄質片麻岩を主体とする粗粒の構成鉱物からなる岩体(東平岩体、五良津岩体)を含み、これらはエクロジヤイト相変成作用より前の角閃岩相高圧部における三波川初期変成作用の痕跡を残している(Endo *et al.*, 2012)。また五良津岩体東部のざくろ石含有変斑れい岩には、原岩形成に付随したグラニュイイト相変成作用の痕跡も一部認められる(Yokoyama, 1976, 1980)。五良津岩体西部のざくろ石含有苦鉄質片麻岩について、角閃岩相の変成鉱物を包有するざくろ石核部を用いたLu-Hf法によれば、初期変成作用の年代は115.9±0.5 Maである(Endo *et al.*, 2009)。また砂泥質片麻岩(権現岩体)について、U-Pb年代はジルコンの碎屑性核部及び碎屑性マントル部でそれぞれ1,900～134 Maと136～112 Ma、ジルコン外縁部で132～112 Maである(Okamoto *et al.*, 2004)。一方、エクロジヤイト相変成作用は、主に苦鉄質岩におけるオンファス輝石+ざくろ石+石英の共存によって認識される。ただし、(1)その後、主変成作用のオーバープリントを被っていること、及び(2)エクロジヤイト相に達してもオンファス輝石を生じない全岩化学組成を持つ苦鉄質岩も多いこと(Endo *et al.*, 2012)、という2つの理由により、オンファス輝石を含む苦鉄質岩(エクロジヤイト様岩)の産出は本ユニット中では希であり、苦鉄質岩の大部分は緑れん石角閃岩、ないし緑れん石角閃岩である。ざくろ石含有苦鉄質片岩中のエクロジヤイト様岩について、オンファス輝石を包有するざくろ石を用いたLu-Hf法によれば、エクロジヤイト相変成作用の年代は88.8±0.6 Maである(Wallis *et al.*, 2009)。また、ざくろ石含有苦鉄質片岩から抽出したフェンジャイトのAr-Ar年代は89.7～87.6 Maである(Dallmeyer and Takasu, 1991)。変成条件は、砂泥質片麻岩中に産する石英エクロジヤイトは藍晶石をしばしば含み、変成相は藍晶石エクロジヤイト亜相に相当する(Miyamoto *et al.*, 2007)。それ以外のエクロジヤイト様岩はバロア閃石ないし藍閃石を共存鉱物として含み、変成相は角閃石エクロジヤイト亜相に相当する。本ユニットの泥質片岩の基質鉱物は主変成作用のオーバープリントによって再結晶しており、オンファス輝石やパラゴナイト等、エクロジヤイト相の指標鉱物(Kouketsu and Enami, 2011)はざくろ石中の微細包有物としてのみ認識される(Mouri and Enami, 2008; Kouketsu *et al.*, 2014など)つまり、肉眼や鏡下での産状は白滝ユニットの泥質片岩とほぼ同様である。そのため、本ユニットと白滝ユニットの境界は青矢ほか(2013)による総括を元に、以後の泥質片岩についての微細領域分析の結果(Taguchi and Enami, 2014a, bなど)を加え、現時点で確実にエクロジヤイト相に達していたと判断される岩石の分布域として示した。本ユニットの泥質片岩のフェンジャイトAr-Ar年代としては84.2±0.4 Maが得られている(Takasu and Dallmeyer, 1990)。本ユニットの構成岩石から見積もられた変成圧力はおおむね15～25 kbarの範囲に及び(Ota *et al.*, 2004など)、白滝ユニットでの最高圧力である約12 kbar(Enami *et al.*, 1994)とは少なくとも



第2図 地質統括図

3 kbarのギャップがあるため、両ユニットの境界は構造境界と考えられる。東西方向の軸を持つ巨視的傾斜褶曲(Wallis *et al.*, 1992; Mori and Wallis, 2010など)の影響を取り除けば、本ユニットは白滝ユニットの上位をなすナップと捉えられる(Wallis and Aoya, 2000; 青矢ほか, 2013)。白滝ユニットは、青矢・横山(2009)と青矢ほか(2013)の区分に従う。三波川変成コンプレックスは一般に別子ユニットと大歩危ユニットという2つの構造ユニットに区分されてきたが(Takasu *et al.*, 1994; Wallis, 1998など)、青矢・横山(2009)と青矢ほか(2013)は旧来の別子ユニットから別子エクロジヤイト相ユニットを独立させ、残りの部分を白滝ユニットとした。西隣「松山」地域(宮崎ほか, 2016)の伊予ユニットに相当する。本ユニットは中央構造線を北限とし、南側は高角北傾斜の逆断層である清水構造線を介して御荷鉾ユニットと接する(青矢・横山, 2009)。また地質図上で本ユニットの内部に含まれる別子エクロジヤイト相ユニットは構造的上位、大歩危-中七番ユニットは構造的下位に位置し、本ユニットはこれら3ユニットからなるパイロナップ構造の中位を占める(青矢ほか, 2013)。白髪山岩体(Kawahara *et al.*, 2016)を始めとした本ユニット中の超苦鉄質岩類(蛇紋岩、トレモラ閃石岩、及びかんらん岩)はざくろ石帯以上の高変成度部にのみ散在することから、マントルウェッジ起源の異地性岩塊と解釈されている(Aoya *et al.*, 2013)。超苦鉄質岩類を除いた本ユニットの大部分は主に泥質片岩、苦鉄質片岩、珪質片岩からなり、少量の砂質片岩を伴う。緑泥石帯の砂質片岩が試料から抽出した碎屑性ジルコンについて、最も若いU-Pb年代はそれぞれ88.2±10.2 Ma, 71.0±9.2 Maであり(大藤ほか, 2010)、原岩の形成は少なくとも100 Ma以降と見られる。ただし、Nozaki *et al.* (2013)は別子銅山など本地域内6箇所の含銅硫化鉄鉱床に対するRe-Osアイソクロン年代として157～138 Maの年代を得ており、これを原岩年代と解釈している。またオリゴクレス黒雲母帯の泥質片岩から抽出したジルコン外縁部のU-Pb年代は85.6±3.0 Maであり、三波川主変成作用の年代と解釈されている(Aoki *et al.*, 2009)。泥質片岩中のフェンジャイトについては91～69 MaのK-Ar年代(Itaya and Takasugi, 1988; Itaya and Fukui, 1994)、及び94～76 MaのAr-Ar年代(Takasu and Dallmeyer, 1990)が得られている。緑泥石帯の泥質片岩は主にフェンジャイト、石英、アルバイト、緑泥石、炭質物からなり、変成度の上昇に伴ってこれらにざくろ石、黒雲母、オリゴクレスが加わってゆく。対応する変成相は低変成度側からパンベリ-石イ阿克チノ閃石亜相(緑泥石帯低温部)、緑れん石角閃岩相と緑色片岩相の境界部(緑泥石帯高温部～ざくろ石帯)、及び緑れん石角閃岩亜相(アルバイト黒雲母帯、オリゴクレス黒雲母帯)である。苦鉄質片岩は普遍的な構成鉱物である緑泥石+緑れん石+アルバイトに加え、変成度に対応してパンベリ-石+アークチノ閃石、Na角閃石-アークチノ閃石、及びバロア閃石を含む(Otsuki and Banno,

1990など)、オリゴクレス黒雲母帯では赤鉄鉱を含まない苦鉄質片岩中にオリゴクレスが含まれる(榎並, 1982)。

大歩危一中七番ユニットは、白滝ユニットの構造的位置を占める。Takasu *et al.* (1994)の大歩危ナップにはほぼ相当し、西の中七番ユニットに属する2つの地窓(青矢・横山, 2009; 青矢ほか, 2013)、及び東の大歩危ユニット(原ほか, 1977; Takasu and Dallmeyer, 1990; Wallis, 1998; 青矢, 2014など)として、白滝ユニット内部の3カ所で閉じた分布を示す。砂質片岩、砂質片岩・泥質片岩互層、泥質片岩を主とし、他に少量の苦鉄質片岩、礫質片岩を伴う。東の大歩危地域について、砂質片岩から得られた碎屑性ジルコンのU-Pb年代のうち最も若いものは82±11 Maである(Aoki *et al.*, 2007)。また大歩危地域では苦鉄質片岩中のフェンジャイトK-Ar年代として66~63 Ma、泥質片岩・砂質片岩中のフェンジャイトK-Ar年代として70~60 Ma (Itaya and Takasugi, 1988; Aoki *et al.*, 2008)。また泥質片岩の全岩Ar-Ar年代として約70 Ma (Takasu and Dallmeyer, 1990)が得られている。一方、西の中七番地域で得られている泥質片岩の全岩Ar-Ar年代は約77 Maと大歩危地域よりもやや古い(Takasu and Dallmeyer, 1990)。また大歩危地域ではジルコンフィッシュトラックの解析から、30 Ma以降の再加熱によるK-Ar系年代の若返りの可能性が指摘されている(Wallis *et al.*, 2004)。これも踏まえて上記の年代データを総合すると、本ユニットの原岩形成~変成作用はすべて93 Ma以降の後期白亜紀に起こったものと推測される。本ユニットの苦鉄質片岩は一般に緑泥石+緑れん石+アルバイトを含み、これに加えてパンベリ石+アクチノ閃石も広く認められることから、パンベリ石+アクチノ閃石互層の形成作用を被っている(Aoki *et al.*, 2008)。

御荷鉾ユニットは、いわゆる御荷鉾緑色岩類(武田ほか, 1977; 村田ほか, 2009)とその北部に付随する三波川南縁帯(小島ほか, 1956)の変成岩類を含み、脇田ほか(2007)及び青矢・横山(2009)の川又ユニットに相当する。清水構造線を介して白滝ユニットの南側に分布する。苦鉄質片岩、変成玄武岩類、変斑れい岩を主とし、北部では泥質片岩が卓越する。また少量の珪質片岩、石灰質片岩を伴うほか、本山町~大豊町に分布する御荷鉾緑色岩類は比較的大きな超苦鉄質岩体(蛇紋岩及び単斜輝石岩)を伴う。土佐町の石灰質片岩からは後期三疊紀のコンドラト化石が報告されている(須領ほか, 1980)。泥質片岩中のフェンジャイトK-Ar年代は93~79 Ma (Itaya and Fukui, 1994)。また泥質片岩の全岩Ar-Ar年代は98~88 Ma (Dallmeyer *et al.*, 1995)である。苦鉄質岩類からは変成アラゴナイトが報告されている(Suzuki and Ishizuka, 1998)。またアルカリ角閃石、アルカリ輝石、及びパンベリ石+アクチノ閃石の共生が広く認められることから、パンベリ石+アクチノ閃石互層の形成作用を被っている。Endo and Wallis (2017)は本山町~大豊町にて、岩石学的解析から本ユニット内部、すなわち御荷鉾緑色岩類の北縁部に構造境界が存在することを示した。ただし、現時点ではこの境界の東西延長の正確な位置が不明である。

(青矢陸月)

11. 白亜系汽水成~浅海成堆積物

11.1 物部川層群・南海層群

本地域の下部白亜系は、産出する二枚貝類や岩相によって、テチス北方型動物群または正木動物群を含む物部川層群と、テチス型動物群または坂川動物群を含む南海層群とに分けられ(田代, 1985b; Kozai and Ishida, 2003)、それぞれ異なる環境で堆積したと考えられている(例えば、田代, 1985b)。近年、両動物群の混合相が存在が知られるようになり(近藤ほか, 1999; 石田, 2003, 2006)、これら2つの動物群は同一の温暖な海流下で形成されたものの、より河川の影響を受ける環境(物部川層群)とサンゴ群落が生息する環境(南海層群)の違いを反映しているとの解釈が提案されている(香西, 2008)。

物部川層群は、高知県高岡郡津野町周辺(上ノ郷層・太田戸層・田野々層)及び物部川流域(領石層・物部層・柚ノ木層・白比原層)に分布し、基本的に北側の黒瀬川帯のベルム系付加コンプレックスに傾斜不整合または低角衝上断層で接し、東部では北部伏欠帯のジュラ系付加コンプレックスに低角衝上断層で接する部分がある(小林・井原, 1936; 甲藤・須領, 1957; 石崎, 1960; 田中ほか, 1984; 香西ほか, 1991; 香西・石田, 2000; 香西, 2008)。上ノ郷層と領石層は、チャート・砂岩などの堆積岩礫を含む赤紫色の礫岩及び砂岩からなり、領石層植物化石や汽水生二枚貝化石の産出からオーセリアン階に対比される。太田戸層・物部層・柚ノ木層は、汽水成~浅海成の砂岩・泥岩及び礫岩からなる。物部層は石灰質砂岩や石灰岩レンズを含み、南国市奥ミノ谷から自生を示す六射サンゴに富む石灰岩体の報告がある(小林・井原, 1936; 石崎, 1960)。柚ノ木層は礫岩・砂岩・泥岩からなるデルタ堆積物であり、物部層とは整合関係(田代ほか, 1980)。または物部層上部と同時異層とされる(香西・田代, 1991)。浅海生二枚貝・アンモナイト・大型植物などの化石から上部オーセリアン階~パレミアン階に対比される(田中ほか, 1984)が、柚ノ木層中部の碎屑性ジルコンはアプチアン期~アルビアン期のU-Pb年代を示す(Ikeda *et al.*, 2016)。白比原層は、その下部では礫岩及び砂岩、上部では泥岩及び砂岩を主体とする。二枚貝やアンモナイト化石から、アプチアン階~アルビアン階に対比される(田代ほか, 1980; 田中ほか, 1984)。田野々層は、礫岩、砂岩及び泥岩からなり(香西ほか, 1991)、本報告では日々原層下部に対比した。

南海層群は、その北縁を黒瀬川帯の蛇紋岩やベルム系付加コンプレックスと、南縁を主にジュ

ラ系浅海成堆積物ないしベルム系付加コンプレックスと断層関係で接し(田代, 1985a)、本地域では物部川流域・高知市湾ノ森周辺・佐川町周辺に分布する。分布域については、主に甲藤(1982)、脇田ほか(2007)、香西(2008)を参照し、一部に編集を加えて編纂した。物部川流域の南海層群は、香西(2008)及び石田・香西(2016)に従い、礫岩砂岩優勢の船倉層と砂岩泥岩優勢の萩野層とに区分した。船倉層は植物片や汽水生・海成二枚貝・アンモナイト化石を産し、オーセリアン階~上部アプチアン階に対比される(Ishida *et al.*, 2010)。萩野層は黒色泥岩を主体とし、礫岩・砂岩・珪質凝灰岩を含む。海成二枚貝類やアンモナイト化石から下部アプチアン階~アルビアン階に対比される(石田・香西, 2016)。佐川地域の南海層群は、下位より介石山層・土佐加茂層・黒原層・四ツ白層(沢村・甲藤, 1961; 田代, 1985a; 香西・石田, 2006; 脇田ほか, 2007)に区分され、横倉山層群を不整合に覆う。介石山層と土佐加茂層は礫岩・泥岩・チャート、花崗岩類、蛇紋岩などの礫岩を含む礫岩から泥岩へ上方細粒化する岩相を繰り返す。堆積年代はオーセリアン期~アプチアン期に及ぶ。礫岩・泥岩・石灰質砂岩からなる黒原層はアプチアン階に対比され、その産出化石種は物部層群日比原層下部と南海層群萩野層の両方への類似性を示す。四ツ白層は暗灰色泥岩を主体とし、アルビアン階に対比される。湧ノ森地域における赤色礫岩・蛇紋岩優勢砂岩(甲藤ほか, 1977; 土谷, 1982)を含む長泉層は介石山層に、和田層(平田, 1971)は土佐加茂層に対比した。分布域は小規模であるが、佐川町増生ノ川・斗賀野美都岐・大平山の南山麓に礫質砂岩及び粗粒アルコース質砂岩からなる山ノ神層が分布する。下位の鳥屋層群とは整合(蔵田, 1941; 木村, 1956)または断層関係(沢村・甲藤, 1961; 甲藤, 1982)と推定され、浅海生貝化石からパレミアン階に対比されている(石田・香西, 2016)。

11.2 外和泉層群

外和泉層群に含まれる上部白亜系には、津野町周辺の横貝層(甲藤ほか, 1984b; 香西ほか, 1991)・佐川町周辺の宮ノ原層(沢村・甲藤, 1961; 脇田ほか, 2007)・物部川流域の吹越層・永瀬層・楳佐古層(甲藤・須領, 1957; 田代ほか, 1982b; Hada and Tashiro, 1982)がある。横貝層は珪質凝灰岩が挟在する砂岩泥岩互層からなり、セノマニアン階~チュロニアン階に対比される。宮ノ原層は海底地すべり堆積物・泥岩・砂岩からなり、アンモナイトや二枚貝化石から上部アルビアン階~中部セノマニアン階に対比されている(Tashiro and Katto, 1995)。下位の四ツ白層との直接の関係は不明である(脇田ほか, 2007)。物部川流域の外和泉層群の分布はHada and Tashiro (1982)に従った。吹越層は泥岩主体の下部と砂岩泥岩互層の上部からなり、上部アルビアン階~下部セノマニアン階に対比されている(Tashiro and Matsuda, 1982)。永瀬層は礫岩を含む砂岩及び泥岩からなり、アンモナイトや浅海生二枚貝化石からセノマニアン階~下部チュロニアン階に対比されている(Matsumoto, 1982; Tashiro *et al.*, 1982)。楳佐古層は主に泥岩及び砂岩から構成され、珪質凝灰岩を含む。二枚貝・アンモナイト・有孔虫・放射虫などの化石を産し、下部チュロニアン階から下部カンパニアン階に対比されている(Matsumoto and Tashiro, 1982)。外和泉層群は沿岸性の砂質堆積物から沖合性の泥質堆積物であり、その堆積速度が非常に遅いことから、陸から隔離された外縁隆起帯上の堆積物と推測されている(Taira, 1982)。

11.3 和泉層群

上部白亜系の和泉層群は、東西に細長く分布し、北側では領家深成変成コンプレックスを不整合に覆うか断層で接し、南側では三波川変成コンプレックスまたは久万層群と中央構造線を境にして接する。本層群は主に砂岩と泥岩の互層から構成され、礫岩や凝灰岩を挟む。本地域の和泉層群は、(1)東方ほど上位の層序が分布、(2)基底礫岩及び厚層理泥岩を主体とする北縁相と砂岩泥岩互層を主体とする主部相、(3)主部相における東から西への古流向、(4)北縁相と主部相との指交関係、などの特徴を持つ(須領, 1973など)。このようなことから、和泉層群の堆積物は堆積盆縁部の斜面堆積物(北縁相)と堆積盆軸部の海底扇状地堆積物(主部相)であり、その堆積盆は後期白亜紀の左横ずれテクトニクスに関連して形成されたと考えられている(平ほか, 1981; 市川ほか, 1981)。和泉層群の礫岩・砂岩は、花崗岩や珪質火山岩起源の粒子を多く含む(西村, 1984; Yokoyama and Goto, 2000)。古地磁気は西条市丹原町以西では逆磁極、西条市小松町以东は正磁極であり、カンパニアン期前半~中頃のC33rとC33nに対比されている(小玉, 1990)。

愛媛県松山市北部から愛媛県西条市丹原町にかけての和泉層群の層序区分は、ここでは高橋(1986)と山崎・辻井(1994)に従って、下位より本地層・川上層・大畑層とした。地層の走向はほぼ東西方向、傾斜は南傾斜で、上方細粒化を示す。西条市小松町付近には、複数列の向斜背斜帯によって南傾斜と北傾斜を繰り返す小松川層が分布する(東予地学会, 1979; 高橋, 1986)。小松川層は、その分布から川上層や新居浜層の同時異層と推定されるが、詳細は不明である。

西条市船屋~四国中央市土居地域には、北縁相に相当する楠崎層、それと指交関係にある砂岩泥岩互層主体の中部中央の磯浦層と新居浜層が分布する(野田ほか, 2010)。楠崎層は領家深成岩類を不整合に覆う礫岩と厚層理泥岩からなり、アンモナイトやイノセラムスなどの二枚貝類から下部~中部カンパニアン階に対比されている。磯浦層は南傾斜の同斜構造を示す砂岩優勢砂岩泥岩互層を主体とし、礫岩を含む。堆積年代はカンパニアン期前半の最後期~カンパニアン期中頃の最初期とされる(田代ほか, 1986)。新居浜層は磯浦層を整合に覆い、北部では南上位の同斜構造を示すが、南部では褶曲を繰り返している。放射虫化石群集から下部~中部カンパニアン階に対比される(Hashimoto *et al.*, 2015)。新居浜層に挟在する凝灰岩から、82.0±0.3 Ma (カンパニアン期前半)のジルコン-U-Pb年代が報告されている(Noda and Sato, 2018)。

四国中央市東部~徳島県三好市地域は、野田ほか(2017)に基づき、瀧久保層の田野々砂岩部層と海老沓泥岩部層に分けた。本層の放射虫化石群集(Hashimoto *et al.*, 2015; 野田・栗原, 2016)から、堆積年代はカンパニアン期中頃~カンパニアン期後半の前半とされる。北隣の「岡山及丸亀」地域の瀧久保層中に挟在する凝灰岩中のジルコン-U-Pb年代は78.3±0.5 Maと80.8±0.1 Ma (カンパニアン期)を示す(Noda *et al.*, 2017)。

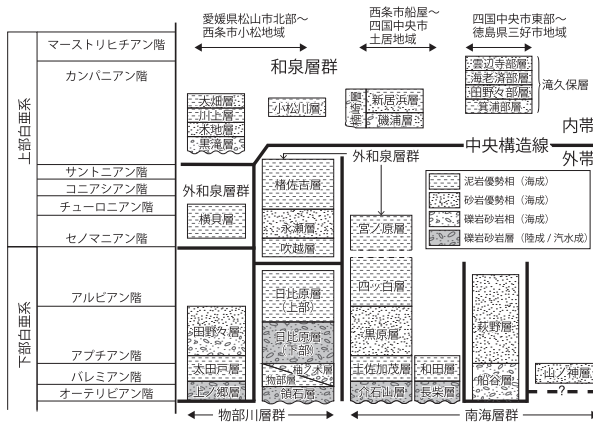
(野田 篤)

12. 四万十帯の付加コンプレックス及び陸棚斜面堆積物

12.1 白亜系新庄川層群及び大正層群

本地域の四万十帯の白亜系付加コンプレックス及び陸棚斜面堆積物は、平ほか(1980)より下部白亜系の上部~上部白亜系の下部の新庄川層群、上部白亜系の大正層群(安芸層群を含む)からなる。本報告では、平ほか(1980)の地層区分及び、5万分の1地質図幅「北川」(原ほか, 2014)で行った構造層区分に従い取りまとめを行った。なお従来の研究では、地質学的単元名として「層」及び「メランジ」が用いられていたが、陸棚斜面堆積物とされる堂ヶ奈路層及び上組層を除き、本報告では「ユニット」に統一した。

新庄川層群は、付加コンプレックスとして、半山ユニット及び須崎一日野谷ユニット、陸棚斜面堆積物として、堂ヶ奈路層及び上組層からなる。半山ユニットは、砂岩勝ちの砂岩泥岩互層からなり、砂岩及び泥岩を伴う。アンモナイト化石から、その年代はアプチアン期後半~アルビアン期とされる(松本, 1980)。須崎一日野谷ユニットは、須崎層及び日野谷ユニットから構成される。泥岩優勢な砂岩泥岩互層及び砂岩からなり、赤色ないし緑灰色をなす多色泥岩を伴う。アル



第3図 白亜系の層序区分及び対比表

ピアン期後半〜セノマニアン期のアンモナイト及び放散虫化石が産出する(松本, 1980; 平ほか, 1980)。堂ヶ奈路層と上組層は、浅海生の二枚貝やアンモナイトなどの大型化石が産出し、陸棚斜面堆積物として考えられている(平ほか, 1980)。堂ヶ奈路層は、泥岩・砂岩・砂岩泥岩互層・礫岩からなり、一部では鳥島式石灰岩を伴う。二枚貝・アンモナイト化石から、堆積年代はバレミアン期後半〜アプチアン期とされる(田代ほか, 1981)。また石田(1978)の棚谷層と出原層も本層に含めた。堆積年代の上限は、セノマニアン期前半まで達する。上組層は、泥岩に砂岩を伴う。二枚貝や浮遊性有孔虫化石から、チューロニアン期とされる(青木・田代, 1983)。

大正層群は、横波=手結ユニット、下津井-オソ谷ユニット、日和佐ユニット、牟岐ユニットからなる。横波=手結ユニットは、チャート・玄武岩類・多色泥岩・砂岩からなる混在岩からなり、破断した砂岩泥岩互層を伴う。一般に、バリアシアン期〜パランギニアン期(一部セノマニアン期を含む)のチャート、アプチアン期〜チューロニアン期の多色泥岩ないし珪質泥岩、主にコニアニアン期〜サントニアン期の黒色泥岩からなる(岡村, 1980)。また"久礼メランジュ"(サントニアン期:君波ほか, 2000)や谷山ユニット(チューロニアン期〜サントニアン期:原ほか, 2014)も横波=手結ユニットに含まれる。混在岩を主体とする横波=手結ユニットと、後述の下津井ユニット-オソ谷ユニットは構造的に繰り返し2帯に分布する。また、"横波メランジュ"の珪長質凝灰岩及び砂岩より、94.32〜84.53 Ma(チューロニアン期〜サントニアン期)のジルコニウム-Pb年代が得られている(Saito *et al.*, 2014)。下津井-オソ谷ユニットは、下津井層(君波ほか, 2000)及びオソ谷ユニット(原ほか, 2014)から構成される。砂岩・泥岩・砂岩泥岩互層からなり、砂岩泥岩互層は破断相を示すこともあり、まれに多色泥岩が挟在する。下津井層の堆積年代は、コニアニアン期〜サントニアン期(君波ほか, 2000)、オソ谷ユニットはチューロニアン期〜コニアニアン期前半(君波ほか, 1998;原ほか, 2014)である。一方、下津井層では、カンパニアン期を示す放散虫化石も報告されているため(平ほか, 1980; 山内, 1992)、本ユニットはより細分される可能性がある。日和佐ユニットは、砂岩・泥岩・砂岩泥岩互層からなり、まれに珪長質凝灰岩を挟有する。日和佐ユニットの堆積年代は、カンパニアン期とされる(君波ほか, 1998)。平ほか(1980)の野々川層に対比されるが、野々川層からは、「サントニアン期〜カンパニアン期中頃やや古い堆積年代が得られている(君波ほか, 2000)。牟岐ユニットは、チャート・玄武岩類・多色泥岩・砂岩からなる混在岩、及び破断した砂岩泥岩互層を伴う泥岩からなる。泥岩より、カンパニアン期後半(君波ほか, 1998)、カンパニアン期後半〜モストリヒアン期前半(石田・橋本, 1998; 山崎ほか, 1993)の放散虫化石年代が得られている。四国西部の犬伏及び興津メランジュ(カンパニアン期中頃〜後半:君波ほか, 2000)に相当する。また砂岩の碎屑性ジルコニウム年代や凝灰岩のジルコニウム年代として、64〜61 Maの年代が得られており(Shibata *et al.*, 2008; Hara *et al.*, 2017)、本ユニットの堆積年代は晩新世の前半まで含む。

12.2 古第三系室戸半島層群

四万十帯の古第三系付加コンプレックスとして、本地城南東部に室戸半島層群の大山岬ユニット及び奈半利川ユニットが分布する(平ほか, 1980)。これらのユニットは、粗粒な乱泥流堆積物や海底土石流堆積物から構成され、しばしば斜交葉理・コンポユート葉理や漣痕・底痕などの堆積構造が認められる。大山岬ユニットは、砂岩・泥岩・砂岩泥岩互層からなり、礫岩を伴うことで特徴づけられる(平ほか, 1980)。礫岩は、泥質片岩・砂質片岩・苔鉄質片岩・珪質片岩の變成岩礫を含み、またチャート・石灰岩・砂岩・泥岩の堆積岩、流紋岩・珪長質凝灰岩や石英安山岩・花崗閃緑岩などの珪長質な火成岩も多く含む(平ほか, 1980; 馬淵, 1995)。馬淵(1995)によれば變成岩類は、緑泥石帯〜ざくろ石帯の三波川變成コンプレックス起源や黒淵川帯に属する變成岩類起源が推定されている。一方、變成岩礫の年代は、78.2〜71.4 MaのフェンジャイトK-Ar年代(吉倉ほか, 1991)、68.4±8.2 Ma及び67.3±9.0 Maのジルコニウムフィッション・トラック年代(塚原ほか, 2014)が得られており、これらの年代を示す變成岩礫は三波川變成コンプレックス起源として考えられている。斑状花崗岩類から、89.2±1.5 Maのジルコニウム-Pb年代が得られ、この礫は内帯の後期白亜紀珪長質火成岩起源と解釈とされている(吉倉ほか, 1996)。また放散虫化石により、始新世の堆積年代が得られている(山崎ほか, 1995)。奈半利川ユニットは、主に砂岩礫に砂岩泥岩互層からなる(平ほか, 1980)。泥岩より、中期〜後期始新世の放散虫化石が産出する(平ほか, 1980; 須鎗・山崎, 1988; 原・原, 2016)。

(原 英俊)

13. 中新統堆積岩類、火砕岩類及び火成岩類

13.1 久万層群

西隣「松山」地域の中東部から本地域中西部にかけて分布する非火山性碎屑物の地層は、一括して広義の久万層群とされる(永井・堀越, 1953; 堀越, 1957; 木原, 1985; 楠橋・山路, 2001; 越智ほか, 2014; 宮崎ほか, 2016など)。本地域には古吉屋層と明神層が分布する。古吉屋層は三波川變成コンプレックスを不整合に覆い、三波川變成コンプレックス由来の角礫で構成された崖錐性不淘洗角礫岩、及び砂岩からなる。その上位に整合を重ねる明神層は花崗閃緑岩を含む礫岩、砂岩、及び植物化石を多産する泥岩からなる陸成層である。「松山」地域では、明神層に挟在する凝灰岩から18.4±1.5 Ma、16.8±1.1 Ma(成田ほか, 1999)、及び16.5±0.7 Ma(鹿島・武智, 1996)の前期中新世を示すフィッション・トラック年代が得られている。

(青矢睦月)

13.2 石鏡層群

中期中新世の火砕岩類及び火成岩類を主体とする石鏡層群は、下位より高野層と黒森峠層に二分された(永井, 1956)。Yoshida (1984)は、石鏡層群を再定義し、下位より順に高野累層、黒森峠累層、皿ヶ嶺累層及び天狗岳層に区分した。天狗岳層は石鏡コールドロン(石鏡カルデラ)を構成し(Takehara *et al.*, 2017)、高野累層及び黒森峠累層に対し、貫入ないし断層関係で挟在する(Yoshida, 1984)。本報告では20万年の1地質図幅「松山」(宮崎ほか, 2016)に従い、下位より高野層と黒森峠層に区分し、その上位に石鏡コールドロンを構成する天狗岳層を区分した。皿ヶ嶺累層は本地域には分布せず、「松山」地域内の皿ヶ嶺山頂部にわずかに分布するのみである。高野層(永井・堀越, 1953)はデイサイト及び安山岩火砕岩を主とし、とろろにより砂岩及び泥岩を伴う。下部は三波川變成コンプレックス由来の結晶片岩角礫を取り込む凝灰角礫岩からなるが、上部は黒雲母結晶を含む火砕流堆積物からなる(吉田, 1970; Yoshida, 1984)。石鏡コールドロン近くは、下位から上位にむけ軽石質凝灰岩から結晶質凝灰岩へと漸移し、最下部を除き大部分が溶結している(吉田, 1970)。黒森峠層は、安山岩〜デイサイト火砕岩及び溶岩からなる主部と、主部の安山岩溶岩に挟まり、シルト岩を伴う凝灰岩卓越部からなる(山本, 1984)。主部は、下位から順に輝石安山岩質火砕岩層、下部斜方輝石安山岩溶岩層、上部斜方輝石安山岩質溶岩類から構成される(吉田ほか, 1993)。天狗岳層は、夜明峠デイサイト-安山岩類、安山岩質結晶凝灰岩を主体とする天狗岳火砕流堆積物(溶結凝灰岩)、貫入性火砕岩とそれに続く流紋岩質〜安山岩質岩脈の環状割れ目貫入岩類、面河珪長質貫入岩類より構成される。このうち、面河珪長質貫入岩類は花崗閃緑岩及び黒雲母花崗岩を主体とし、斑状花崗岩や斑状花崗閃緑岩、流紋岩を伴

う。天狗岳火砕流堆積物からは14.80±0.11 Ma、面河珪長質貫入岩類からは14.56±0.10及び14.53±0.12 Ma、環状割れ目貫入岩類からは14.55±0.11 Ma及び14.21±0.19 Maのジルコニウム-Pb年代(Takehara *et al.*, 2017)が得られている。

(山崎 徹)

13.3 岩脈

石鏡コールドロンの西方の青流山南斜面〜面河ダム西方付近には、天狗岳層(石鏡コールドロン)夜明峠デイサイト-安山岩類に対比される安山岩〜細粒斑状花崗閃緑岩の岩脈が東西に小規模に貫入している(吉田, 1970)。本報告では、これらを細粒斑状花崗閃緑岩として一括した。さらに、久万層群、石鏡層群及び三波川變成コンプレックスに貫入する岩脈・岩類として火山岩類が分布する(堀越, 1964)。それらは斜方輝石単斜輝石安山岩及び普通角閃石安山岩貫入岩及び溶岩、粗面安山岩貫入岩、流紋岩及びデイサイト貫入岩からなる。これらのうち、西条市上の原南方及び丹原町湯谷口中山川河床の輝石安山岩の岩脈から、それぞれ15.1±0.4 Maと15.4±0.4 Maの全岩K-Ar年代が報告されている(田崎ほか, 1990b)。田崎ほか(1993)は、「松山」地域で石鏡層群分布域に産する流紋岩質岩体を明神山型酸性火山岩として一括し、14.3±0.3〜13.9±0.3 Maの斜長石K-Ar年代を報告している。これらの岩体に対比されると考えられる流紋岩質の岩体が、愛媛県上浮穴郡久万高原町の青流山頂部にも認められ、本報告ではこれを流紋岩及びデイサイトとして一括した。

また伊野地域には、上八川構造線に沿って流紋岩ないしデイサイトが貫入する(脇田ほか, 2007)。岩相の類似性及び15 Maの黒雲母K-Ar年代により、中央構造線周辺に分布する貫入岩類に対比されている。

(山崎 徹)

14. 第四系

14.1 鮮新統〜下部更新統堆積物

土佐湾北東岸には、唐ノ浜層群と呼ばれる鮮新統〜下部更新統堆積物が分布する(甲藤ほか, 1953; 溝塩・安田, 1989; 甲藤・増田, 1993; 岩井ほか, 2006)。唐ノ浜層群は、厚層が300 mに達し、下位より、泥層主体の登層、貝化石を含む砂層主体の穴内層、礫層主体の六本松層から構成される(甲藤・増田, 1993)。しかし各層の層位関係は、指交関係や不整合関係など研究者によって意見が分かれている(岩井ほか, 2006)。登層と穴内層は、貝化石のほか、様々な微化石を含む陸棚以浅の海成層とされるのに対し、六本松層は、薄片と花粉化石を含む陸成層とされる(岩井ほか, 2006)。また、穴内層に認められる地磁気逆転は、石灰質ナノ化石と珪藻化石の微化石層序に基づいて、ガウス-松山境界(2.58 Ma)とされている(岩井ほか, 2009)。また溝塩・安田(1989)は、六本松層に当たる砂礫層が登層を不整合に覆うとし、その砂礫層を芸西層群に含めた。芸西層群は、下位より、「芸西層」と食層、安芸層に細分される(溝塩・吉川, 1977; 溝塩ほか, 1988; 溝塩・安田, 1989)。「芸西層」は生痕や円礫を含む砂層、和食層は泥層を挟む海浜成の礫層、安芸層は扇状地から河川成の礫層からなる。本報告では、唐ノ浜層群と芸西層群について層位関係の見解が分かれているため、両者を一括し表現した。

中央構造線活断層系に沿った丘陵地と燧灘沿岸部には、岡村層と呼ばれる砂礫層が点在する(高橋, 1958, 1963; 岡田, 1973; 水野ほか, 1993; 青矢ほか, 2013)。丘陵地では、厚層が70 m以上あり所々にシルト層を挟むのに対し、沿岸部では、厚層が30 m程度でシルト層を挟まないなど層相が異なる(青矢ほか, 2013)。本層からは、メタセコイアやオオバラロミなどの植物遺体と花粉化石が産出する(高橋, 1958, 1963; 稲見, 1982; 水野ほか, 1993)。また、本層に挟在する岡村火山灰層のフィッション・トラック年代として、1.4±0.2 Maが得られている(水野, 1992; 水野ほか, 1993)。

高知平野西部の丘陵地には、城山層と呼ばれる厚層が70〜120 mに及ぶ礫層が分布する(西村ほか, 1941; 甲藤・西, 1972; 加賀美ほか, 1991, 1992; 脇田ほか, 2007)。高知平野北部の丘陵地にも、厚層が10 m程度の万々層と呼ばれる城山層と類似した礫層が分布し(溝塩・甲藤, 1966)、メタセコイアの花粉化石が含まれることから、前期更新世以前の地層と推定されている(中村ほか, 1972; 脇田ほか, 2007)。なお本報告では、城山層と万々層は一括して表現した。

14.2 段丘堆積物

段丘堆積物は、中央構造線活断層系と越知盆地の仁淀川と柳瀬川、高知平野東部の物部川、土佐湾北東岸に沿って分布しており、侵食及び堆積性の段丘面とそれを覆う礫層からなる(吉川ほか, 1964; 岡田, 1973; 前走, 1988; 溝塩・野田, 1991; Mitusio, 1993; 溝塩・川口, 1993; 水野ほか, 1993; 脇田, 2007; 青矢ほか, 2013; 水野, 2016)。海成及び河成段丘堆積物は、分布標高と礫層の風化の度合い、化石、火山灰、各種年代値などに基づいて、高位、中位、低位段丘堆積物に区分される。なお本地域では、最終間氷期に形成されたと考えられる段丘構成層を中位段丘堆積物、それよりも古いものを高位段丘堆積物、新しいものを低位段丘1堆積物とした。さらに、低位段丘堆積物のうち、完新世の年代値が得られているものについては、低位段丘2堆積物として区別した。

高位・中位段丘堆積物は、中央構造線活断層系と物部川、土佐湾北東岸に沿って分布する。このうち、中央構造線活断層系と物部川沿いでは、扇状地もしくは河川成と考えられ、前者は砂礫層、後者は礫層を主体とする(岡田, 1973; Mitusio, 1993; 溝塩・川口, 1993; 水野ほか, 1993; 青矢ほか, 2013; 水野, 2016)。土佐湾北東岸では、海浜成の円礫層を主体とするが、扇状地成の淘汰の悪い角礫層も見られる(吉川ほか, 1964; 水野, 2016)。なお、高位・中位段丘堆積物は、それぞれ高知平野の太平洋沿岸部の琴平層と、高知平野西部の能茶山層の礫主体層も含む(溝塩・野田, 1991; 溝塩・川口, 1993; 水野, 2016)。高位・中位段丘堆積物からは、化石や火山灰などの地質年代が得られている。

低位段丘1堆積物は、中央構造線活断層系と仁淀川・柳瀬川、物部川、土佐湾北東岸に沿って分布する。そのうち、中央構造線活断層系沿いでは、扇状地成の砂礫層から構成され、完新世にかけて断続的に形成されている(岡田, 1973; 水野ほか, 1993; 水野, 2016)。この低位段丘1堆積物からは、始良Tnと鬼界アカホヤの火山灰が見いだされているほか、植物遺体と泥炭層から14,700〜28,000 BPの放射性炭素年代値が得られている(高橋, 1969, 1975, 1981; 岡田, 1973; 岡田・堤, 1990; 水野ほか, 1993)。仁淀川と柳瀬川沿いでは、河川成の礫層を主体とし、井関層と呼ばれる(溝塩・野田, 1991; 脇田ほか, 2007)。井関層からは、植物遺体と花粉化石のほか、薄片から37,800 BPよりも古い放射性炭素年代値が得られている(溝塩・野田, 1991)。物部川沿いでは、扇状地もしくは河川成の砂礫層から、土佐湾北東岸では、海浜成の砂礫層から構成される(吉川ほか, 1964; Mitusio, 1993; 溝塩・川口, 1993; 水野, 2016)。低位段丘2堆積物は、土佐湾北東岸に分布しており、石灰質遺骸や海浜成の礫層から構成され、石灰質遺骸からは6,900 BPよりも新しい放射性炭素年代値が得られている(前走, 1988)。

14.3 沖積層

沖積層は、燧灘と太平洋の沿岸部と河川に沿った山間部に分布しており、本地域では最終氷期

最盛期以降に形成された堆積物を指す。沿岸部の地表面を構成する沖積層は、内陸から、礫層及び砂層を主体とする扇状地・網状河川堆積物及び谷底低地堆積物、砂泥層を主体とする沿岸低地堆積物、砂礫層を主体とする砂状河川堆積物に区分される。そのうち、燧灘と太平洋の沿岸低地堆積物は、それぞれ標高4 mと3 m以下に分布しており、中期完新世の海水準高頂(縄文海進)の範囲とおおよそ一致する(Okuno et al., 2014)。なお、この沿岸低地堆積物の分布域では、大部分で地下にも砂泥層が分布しており、扇状地・網状河川堆積物の礫層と比べると相対的に軟弱な地盤を構成する。山間部の地表面を構成する沖積層は、砂礫層を主体とする河道堆積物となる。

燧灘沿いには、西から中山川(周桑平野)、加茂川(西条平野)、国領川(新居浜平野)、関川を主要な土砂供給源とする沖積層が分布する。そのうち、周桑平野と西条平野の沖積層は、層厚が20 mに達し、下部の始良Tn火山灰を挟む礫層と上部の鬼界アカホヤ火山灰を挟むデルタ成の砂泥層からなる(川村・塩田, 2005; Kawamura and Minakuchi, 2008)。新居浜平野の沖積層は層厚が15 mに達する(青矢ほか, 2013)。太平洋沿いには、西から須崎湾奥の桜川、仁淀川(仁淀川低地)、鏡川(高知平野)、物部川、和食川、安芸川、安田川の沖積低地が分布する。そのうち、仁淀川低地の沖積層は、層厚が50 mに達し、下部の鬼界アカホヤ火山灰を挟む海成泥層と上部の砂礫層に二分される(貞方, 1985; 貞方・白神, 1986)。高知平野の沖積層は、層厚が40 mに達し、礫層とその上位の内湾泥層から構成される(甲藤・西, 1972; 甲藤ほか, 1984a)。内湾泥層は、中部に砂層を挟んでおり、この砂層とその直上からは、それぞれ6,600 BPの放射性炭素年代値を示す貝化石とその鬼界アカホヤ火山灰が得られている(甲藤ほか, 1984a)。

(田辺 晋)

15. 活断層

中央構造線活断層系として、西から川上断層・岡村断層・石鎚断層・畑野断層・寒川断層・池田断層があり、それらは一部で雁行状に配列しながら、全体としては直線状に西南西-東北東方向に延びている。活断層の位置は水野ほか(1993)、後藤・中田(2000)、中田・今泉(2002)、愛媛県編(2003)、地震調査委員会(2011)などに基いて編纂した。活断層は一般に高角であり、その運動方向は右横ずれである。

川上断層: 愛媛県東温市から高縄半島基部を通り、愛媛県西条市街にかけて延びる。本報告では後藤・中田(1998)や堤ほか(2000)に従い、小松断層(岡田, 1973)を川上断層に含めた。小松では北落ち、西条では南落ちの右横ずれ断層である(後藤・中田, 2000)。西条市氷見及び土居地区でのトレンチ調査(堤ほか, 2000; 愛媛県編, 2003)から、4,500年前以降に4回の活動があると推定され、その最新活動時期は8世紀以後とされている。

岡村断層: 西条市小松の小松丘陵北縁から愛媛県新居浜市岸ノ下を通り、愛媛県四国中央市土居町北野へ抜ける。西部-中央部では北落ち、東部では南落ちを示す(後藤・中田, 1998)。最新活動時期は、新居浜市岸ノ下(後藤ほか, 2001)では9世紀以後、西条市飯岡(岡田ほか, 1998)では5世紀以後とされている(地震調査委員会, 2011)。飯岡における平均活動間隔は1,000~1,300年(地震調査委員会, 2011)、右横ずれの平均変位速度は5~6 m/千年程度、最新活動にもなる右横ずれ変位は5.7 mとされる(岡田ほか, 1998; Tsutsumi et al., 1991)。

石鎚断層: 新居浜市大生院付近から四国中央市土居町にかけての石鎚山脈北縁に沿う。最新活動時期は、四国中央市土居町本郷におけるトレンチ調査では14世紀以降、また6,200年前以降~9世紀以前の活動が推定されている(愛媛県編, 2003; 地震調査委員会, 2011)。平均変位速度は約4 m/千年(岡田, 1973)。

畑野断層: 四国中央市土居町畑野から同町野田にかけて、石鎚断層の北側を並走する。トレンチ調査の結果は、四国中央市土居町上野田では2,400年前以後と11世紀以後(愛媛県編, 2003)、同町上野では9~17世紀(長谷川ほか, 1999; 地震調査委員会, 2011)、同町津根では15~17世紀(後藤ほか, 2003)に最新活動があったことを示している。最新活動にもなる右横ずれ変位は2~3 m(後藤ほか, 2003)。この畑野断層の東端付近から四国中央市寒川町にかけて、寒川断層が延びており、低位段丘面を切断している。

池田断層: 四国中央市寒川町付近から同市川滝町・徳島県三好市池田町佐野を抜け、その東端は三好市三野町まで至る。四国中央市平山におけるトレンチ調査(愛媛県編, 2003)から8~14世紀または13世紀以後、四国中央市中庄町上石床から13~14世紀以後の最新活動時期が推定されている(後藤ほか, 2001; 愛媛県編, 2003)。

その他の推定活断層として、網附森断層及び安田断層が挙げられている。網附森断層は、三波川変成コンプレックスの御荷鉾ユニットと北部秩父帯の付加コンプレックスとの境界断層に相当すると考えられていたが(磯見, 1959; 活断層研究会編, 1991)、北部秩父帯の付加コンプレックスの内部をほぼ走向方向に沿って通る断層である。東隣刺山地域の鮎川断層系の延長にあたり、右ずれ及び南落ちの活断層とされる。安田断層は、安田川に沿う北西側隆起の断層である(前立, 1988; 活断層研究会編, 1991)。両断層とも、活断層としての変位速度・変位量・活動期間は得られていない。

(野田 篤・原 英俊)

16. 地下資源

16.1 金属資源

本地域の代表的な金属資源としては、別子鉱山に代表される層状含銅硫化鉄鉱床、市ノ川鉱山に代表される輝安鉱石英脈鉱床、マンガン鉱床などがある(皆川, 2016)。

愛媛県新居浜市から石鎚山にかけての三波川変成コンプレックス中には、別子鉱山、白滝鉱山、佐々連鉱床群等、多数の層状含銅硫化鉄鉱床があり、日本最大の鉱床群を成す。中でも最大のもの別子鉱山で、層状含銅硫化鉄鉱床(別子型鉱床)としては日本最大の鉱床である。別子鉱山は別子本山、後津、余慶、積善鉱床の鉱床から成る。別子本山が1690年に発見され、発見当初から大規模に採掘されていた。明治期に入り近代設備を導入することで、深部鉱体や低品位鉱体を利用できるようになり生産量が伸びたが、昭和期には資源の枯渇や、地表より約2,000 mもの深部での開削などから作業環境が悪化したこともあり、1973年に閉山した(青矢ほか, 2013)。最終的な鉱量は2,866万トン、銅量にして72万トンであり、これは栃木県の足尾銅山に次ぐ規模であった(四国地方土木地質図編纂委員会編, 1998)。なお、出鉱量のうち約8割は別子本山からである。別子鉱床は黄鉄鉱及び黄銅鉱を主とするが、鉱床下部には熱変成による、上部には低温熱水による二次富化が見られるなど複雑な形態をしている。白滝鉱山は高知県大川村に位置し、5鉱床からなる。三波川変成コンプレックスが複雑な褶曲を持つため、その富銅部も複雑な構造を持つことで知られる。1672年に発見されたが、本格的に採掘されたのは明治以降である。近代に315万トン、銅量にして6万トンを出鉱し、1972年に閉山した(青矢・横山, 2009)。佐々連鉱山は四国中央市南方にあり、金砂、金剛、金立など多くの鉱体を持つ。1689年の発見とされるが、開発が始まったのは明治以降である。閉山は1979年である。生産量は銅量にして9.5万トンである(日本鉱業協会探査部編, 1969)。

三波川変成コンプレックス中には、新第三紀の火成活動に伴う裂隙充填型の輝安鉱石英脈が広

く存在する。中でも最大のもの市ノ川鉱山である。市ノ川鉱山は1630年に発見された。1736年の開発から、江戸及び明治中期に盛んに採掘され、その後1957年に閉山した。輝安鉱の出鉱量は1.7万トンとされる。同鉱山は、日本で最大の輝安鉱鉱山であり、巨大かつ美しい結晶が出ることで世界的にも有名である(地質調査所編, 1955; 渡辺ほか, 1973)。

黒瀬川帯及び北部秩父帯の付加コンプレックスの玄武岩類、または赤色チャートに関係して、多数のマンガン鉱床が存在する。主なものとしては穴内鉱山及び垂生鉱山がある。両鉱床とも主にブラウン鉄やペメント石等を産出する。穴内鉱山の鉱床群は20万トンを、垂生鉱山は8万トンを出鉱した。また、黒瀬川帯及び北部秩父帯の付加コンプレックス中には鉄マンガン鉱床が分布しており、最大ものは国見山鉱山である。国見山鉱山は、磁鉄鉱、赤鉄鉱、ペメント石等を産出し、日本有数の鉄マンガン鉱山であり、約13万トンを出鉱した(須崎ほか, 1991)。

その他に、東赤石川付近の三波川変成コンプレックス中の超苦鉄質岩類に伴うクロム鉱床(赤石鉱山)、北部秩父帯の付加コンプレックスの水銀鉱床などがあるがいずれも規模は小さい。また、層状含銅硫化鉄鉱床中には金や銀を含むものがあり、鉱床によっては数トンの規模で回収されたとの記録がある。

16.2 非金属資源

本地域は石灰石に恵まれ、北部及び南部秩父帯と黒瀬川帯の付加コンプレックスにおいて大規模に採掘が行われている。中でも鳥形山は日本最大の石灰石鉱山のひとつで埋蔵量は15億トンと言われ、1941年以来既に4億トン以上(CaO:55.4%)を出鉱している。また、出鉱に際し他に類のない長距離ベルトコンベアを用いることでも知られる。高知市及び南国市北部には、石灰石及び少量のドロマイトの鉱床群が東西に延び分布する。鉱区は細かく別れており、白木谷、国見山など複数の鉱山が現在も操業している。鉱床群全体としての埋蔵量は3.6億トン、可採鉱量は1.4億トンと見積られる。また、高知市周辺では北部及び南部秩父帯と黒瀬川帯の付加コンプレックスに豊富に存在するチャートを採掘している。用途は耐火煉瓦用材、セメント混合用軟質珪石などで、複数の鉱山が稼働している(脇田ほか, 2007)。その他、別子付近の層状含銅硫化鉄鉱床に関連した蛇紋岩や、高知市付近の黒瀬川帯の蛇紋岩から滑石を採掘している。

16.3 工業原料

高知市周辺部には、黒瀬川帯の蛇紋岩及びかんらん岩が広く分布する。その埋蔵量としては4.3億トン、可採量としても2.6億トンと言われる。これら超苦鉄質岩類は、高知市逢坂山、円行寺、日高村船越で1968年から2011年まで盛んに採掘された。鉄鋼用(高炉用造滓剤、耐火材)及び肥料用として用いられ、一時は日本の供給量の8割を占めていた(中川, 2013)。東赤石山では、赤石鉱山としてクロムを採掘していたが1949年の閉山後に、鋳型用、耐火物原料としてダナイト(オリピン砂)を生産した(青矢ほか, 2013)。鉱量は1.5億トンと見られ、1951年から1986年まで操業していた。また、四国中央市の関川河口では、研磨剤としてざくろ石の採掘が行なわれた。

16.4 採石・石材

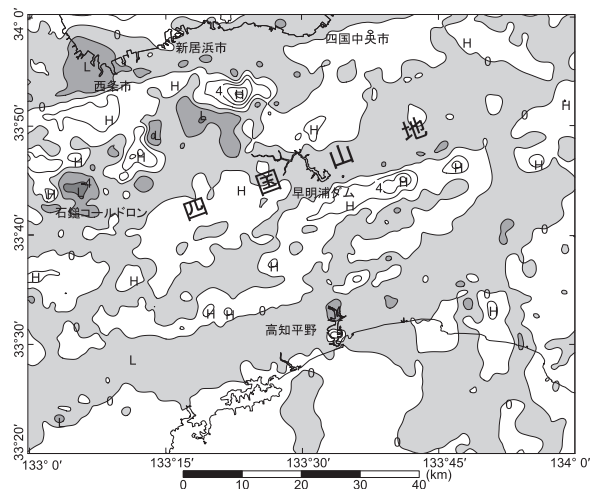
新居浜市周辺で和泉層群の砂岩が、高知市や南国市周辺で四万十帯の付加コンプレックスの砂岩が採石されている。これら採石場は変遷が激しく、地質図に記載のものは2015年当時のものである。高知県横倉山から切り出された大理石は美しい桜色をしていることから、土佐桜の名称で建材用として採掘された。

(大野哲二)

17. 重力異常

ブーゲー異常(重力異常)の仮定密度(補正密度)は、地形との相関の少ない2.67 g/cm³を採用した。深部構造を示すものとして北側に向かって40から10 mgalに緩やかに変化している構造がみられる。深部構造による長波長成分を上方接続値で除去した残差重力(第4図)は、浅部の地質構造が抽出されているものである。比較的平坦なパターンを示し基盤の密度変化が少ないことを示している。北西部の今治市には付近で、後期白亜紀の傾家深成岩類分布域で低残差重力を呈し、基盤岩でも密度が小さいことを示している。西条市から四国中央市にかけての沿岸部や高知平野には沖積層が基盤岩を覆っており、概ね負の残差重力域となっている。石鎚コールドロンに対応して円形の-4 mgal程度の負値領域になっており、基盤が破碎されていることを示している。5 mgalを超す正の残差重力域で、早明浦ダムの南東方に東西に伸びた形で見られるものは御荷鉾ユニットの苦鉄質片岩及び変成玄武岩類に対応し、新居浜市の南東約10 km域に見られるものは別子エクロジヤイト相ユニットの変質れい岩の分布域に対応する。

(駒澤正夫)



第4図 1,000 m の上方接続をトレンドとして除去した残差重力

ABSTRACT

The Kochi district is located in the central part of Shikoku Island. This district is one of the best-known areas, which has retained a protracted and complete geological record of the long-lived subduction zones along the eastern margin of Paleo-Asia during the Paleozoic through the present day. This district geologically comprises various rock types of the Paleozoic to Quaternary, and includes following geological units: 1) Paleozoic plutonic and metamorphic rocks in the Kurosegawa Belt, 2) Silurian to Jurassic shallow marine sediments in the Kurosegawa Belt, 3) Permian accretionary complex in the Kurosegawa Belt, 4) the Permian and Jurassic to Lower Cretaceous accretionary complex in the Northern and Southern Chichibu Belt, 5) the Cretaceous Ryoke Plutono-metamorphic Complex, 6) the Cretaceous Sanbagawa Metamorphic Complex, 7) the Monobegawa, Nankai, Sotoizumi, and Izumi groups of Cretaceous brackish to marine sediments, 8) the Cretaceous to Paleogene accretionary complex and its coeval continental slope sediment in the Shimanto Belt, 9) the Lower Miocene Kuma and Middle Miocene Ishizuchi groups of terrestrial sediments, pyroclastic and igneous rocks, 10) Pliocene to Lower Pleistocene shallow marine sediments with minor terrestrial sediments, and 11) Quaternary terrace deposits and alluvium. In addition, the active fault system of the Median Tectonic Line stretches along a WSW-ESE trend. Three types of mineralization are characteristic, such as bedded cupriferous iron sulfide deposits and antimony ore deposits in the Sanbagawa Metamorphic Complex, and bedded manganese ore deposit in the Permian and Jurassic accretionary complexes. High gravity anomalies areas mostly are coincident with the distributional area of the Mikabu and Besshi eclogite-facies units of the Sanbagawa Metamorphic Complex. In contrast, the Ishizuchi Cauldron presents a low gravity anomaly.

Key words: areal geology, geological map, 1:200,000, Shikoku, Kochi, Ehime, Tokushima, Ryoke, Sanbagawa, Kurosegawa, Chichibu, Shimanto, Izumi, Sotoizumi, Monobe, Nankai, Kuma, Ishizuchi, Quaternary, accretionary complex, metamorphic complex, plutono-metamorphic complex, pyroclastic rocks, sedimentary rocks, active fault, mineral resource, gravity anomaly.

文 献

Aitchison, J.C., Hada, S., Ireland, T. and Yoshikura, S. (1996) Ages of Silurian radiolarians from the Kurosegawa terrane, southwest Japan constrained by U/Pb SHRIMP data. *Jour. SE Asia Earth Sci.*, vol.14, p.53-70.

青木隆夫・田代正之 (1983) 高知県香美郡香我美町上野付近の白亜系四万十帯 (堂ヶ谷路相当層 - 上組層) の層序学的研究. 地質学術研報 (自然科学), vol.31, p.1-24.

Aoki, K., Iizuka, T., Maruyama, S. and Terabayashi, M. (2007) Tectonic boundary between the Sanbagawa belt and the Shimanto belt in central Shikoku, Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.113, p.171-183.

Aoki, K., Itaya, T., Shibuya, T., Masago, H., Kon, Y., Terabayashi, M., Kaneko, Y., Kawai, T. and Maruyama, S. (2008) The youngest blueschist belt in SW Japan: implication for the exhumation of the Cretaceous Sanbagawa high-PT metamorphic belt. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.26, p.583-602.

Aoki, K., Kitajima, K., Masago, H., Nishizawa, M., Terabayashi, M., Omori, S., Yokoyama, T., Takahashi, N., Sano, Y. and Maruyama, S. (2009) Metamorphic P-T time history of the Sanbagawa belt in central Shikoku, Japan and implications for retrograde metamorphism during exhumation. *Lithos*, vol.113, p.393-407.

Aoki, K., Isozaki, Y., Yamamoto, A., Sakata, S. and Hirata, T. (2015) Mid-Paleozoic arc granitoids in SW Japan with Neoproterozoic xenocrysts from South China: new zircon U-Pb ages by LA-ICP-MS. *Jour. Asian Earth Sci.*, vol.97, p.125-135.

Aoya, M. (2001) P-T-D path of eclogite from the Sanbagawa belt deduced from combination of petrological and microstructural analyses. *Jour. Petrology*, vol.42, p.1225-1248.

青矢隆平 (2014) 四国三波川帯の大まな丸ユニット南部を横切る八丁山脈の非存在. 日本地質学会第121年学術大会講演要旨, p.67.

青矢隆平・横山俊浩 (2009) 日比原地域の地質. 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, 75p.

Aoya, M., Endo, S., Mizukami, T. and Wallis, S.R. (2013) Paleo-mantle wedge preserved in the Sanbagawa high-pressure metamorphic belt and the thickness of forearc continental crust. *Geology*, vol.41, p.451-454.

青矢隆平・野田 篤・水野清秀・水上知行・宮地良典・松浦清久・遠藤俊博・利光誠一・青木正博 (2013) 新居浜地域の地質. 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, 181p.

坂野昇平・島海光弘・小畑正明・西山忠男 (2000) 岩石形成のダイナミクス. 東京大学出版会, 東京, 304p.

Charvet, J. (2013) Late Paleozoic-Mesozoic tectonic evolution of SW Japan: a review-reappraisal of the accretionary orogeny and revaluation of the collisional model. *Jour. Asian Earth Sci.*, vol.72, p.88-101.

地質調査所編 (1955) 日本産産誌 B1a 主として金属原料となる鉱石. 金 銀 その他. 423p.

Dalmerger, R.D. and Takasu, A. (1991) Tectonometamorphic evolution of the Sebadian eclogite metagabbro and the Sanbagawa schists, central Shikoku, Japan: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral age constraints. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.9, p.605-618.

Dalmerger, R.D., Takasu, A. and Yamaguchi, K. (1995) Mesozoic tectonothermal development of the Sanbagawa, Mikabu and Chichibu belts, south-west Japan: evidence from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ whole-rock phyllite ages. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.13, p.271-286.

愛媛県編 (2003) 愛媛県活断層調査報告書 (概要版). 中央構造線断層帯 (愛媛県北西部, 石鎚山脈北縁, 讃岐山脈南縁) に関する調査. 愛媛県, 松山市, 47p.

榎並正樹 (1982) 四国中央部別子地域・三波川帯の灰青長石-黒雲母帯. 地質雑, vol.88, p.887-900.

Enami, M., Wallis, S.R. and Banno, Y. (1994) Paragenesis of sodic pyroxene-bearing quartz schist: implications for the P-T history of the Sanbagawa belt. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol.116, p.182-198.

Enami, M., Mizukami, T. and Yokoyama, K. (2004) Metamorphic evolution of garnet-bearing ultramafic rocks from the Gongen area, Sanbagawa belt, Japan. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.22, p.1-15.

Endo, S. (2015) Jadeite-bearing metagneiss rocks from the Northern Chichibu belt, SW Japan: implications for the lowest-grade Sanbagawa metamorphism. *Jour. Mineral. Petrol. Sci.*, vol.110, p.8-19.

Endo, S. and Wallis, S.R. (2017) Structural architecture and low-grade metamorphism of the Mikabu-Northern Chichibu accretionary wedge, SW Japan. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.35, p.695-716.

Endo, S., Wallis, S., Hirata, T., Anckiewicz, R., Platt, J., Thirlwall, M. and Asahara, Y. (2009) Age and early metamorphic history of the Sanbagawa belt: Lu-Hf and P-T constraints from the Western Iratsu eclogite. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.27, p.371-384.

Endo, S., Wallis, S.R., Tsuboi, M., Aoya, M. and Uehara, S. (2012) Slow subduction and buoyant exhumation of the Sanbagawa eclogite. *Lithos*, vol.146-147, p.183-201.

藤巻秀昭・中田 高 (1998) 中央構造線活断層系 (四国) の川上断層・岡村断層の再検討-横ずれ断層の断層認識論の新たな視点とその意義- 活断層研究, no.17, p.132-140.

藤巻秀昭・中田 高 (2000) 四国の中央構造線活断層系-詳細断層分布図と資料-. 総合地誌研究叢書, no.35, 広島大学総合地誌研究資料センター, 144p.

藤巻秀昭・中田 高・堤 浩之・奥村晃史・今泉俊文・中村俊夫・渡辺トキエ (2001) 中央構造線活断層系 (四国) の最新活動時期からみた活断層系の活動態中期. 地誌第2輯, vol.53, no.3, p.205-219.

藤巻秀昭・堤 浩之・遠田晋次 (2003) 中央構造線活断層系・畑野断層の最新活動態と変位量. 地学雑誌, vol.112, no.4, p.531-543.

Hada, S. and Tashiro, M. (1982) Geological structure of the Upper Cretaceous strata in the Monobe area, Shikoku. *Palaont. Soc. Japan, Special Paper*, no.25, p.9-13.

Hada, S. and Kurimoto, C. (1990) Northern Chichibu Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A. eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Publication of IGCP Project, no.224, Osaka, p.165-183.

Hada, S., Sato, E., Takeshima, H. and Kawakami, A. (1992) Age of the covering strata in the Kurosegawa Terrane: dismembered continental fragment in southwest Japan. *Palaogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, vol.96, p.59-69.

Hada, S., Yoshikura, S. and Gabites, J.E. (2000) U-Pb ages for the Mitaki igneous rocks, Siluro-Devonian tuff, and

granitic boulders in the Kurosegawa Terrane, Southwest Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no.56, p.183-198.

Hada, S., Ishii, K., Landis, C.A., Aitchison, J. and Yoshikura, S. (2001) Kurosegawa Terrane in Southwest Japan: Disrupted remnants of a Gondwana-derived terrane. *Gondwana Res.*, vol.4, p.27-38.

原 英後・榎木吉吾・辻野泰之 (2014) 北川地域の地質. 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, 72p.

Hara, H., Kurihara, T. and Mori, H. (2013) Tectono-stratigraphy and low-grade metamorphism of Late Permian and Early Jurassic accretionary complexes within the Kurosegawa belt, Southwest Japan. *Tectonophysics*, vol.592, p.80-93.

Hara, H., Nakamura, Y., Hara, K., Kurihara, T., Mori, H., Iwano, H., Danhara, T., Sakata, S. and Hirata, T. (2017) Detrital zircon multi-chronology, provenance, and low-grade metamorphism of the Cretaceous Shimanto accretionary complex, eastern Shikoku, Southwest Japan: tectonic evolution in response to igneous activity within a subduction zone. *Island Arc*, vol.26, e12218. doi:10.1111/iar.12218.

Hara, H., Hirano, M., Kurihara, T., Takahashi, T. and Ueda, H. (2018) Permian arc evolution associated with Panthalassa subduction along the eastern margin of the South China block, based on sandstone provenance and U-Pb detrital zircon ages of the Kurosegawa belt, Southwest Japan. *Jour. Asia Earth Sci.*, vol.151, p.112-130.

原 部夫・秀 敬・武田賢治・柳 栄吉・徳田 満・塩田次男 (1977) 三波川帯の造構運動. 秀 敬編, 三波川帯, 広島大学出版研究会, p.307-390.

原 康祐・原 英後 (2016) 高知県馬路-魚梁瀬地域の安芸構造線周辺から産する後期白亜紀及び始新世放射状化石. 日本地質学会第123年学術大会講演要旨, p.255.

長谷川修一・岡田篤正・田村栄治・川上裕吉・大野裕記・水峰貞則 (1999) 愛媛県土居町における中央構造線系畑野断層のトランsect調査. 四国総合研究所研究報告, no.73, p.50-67.

Hashimoto, H., Ishida, K., Yamasaki, T., Tsujino, Y. and Kozai, T. (2015) Revised radiolarian zonation of the Upper Cretaceous Izumi interarc basin (SW Japan). *Revue de Micropaléont.*, vol.58, p.29-50.

早瀬一・石坂恭一 (1967) Rb-Srによる地質年令 (I), 西南日本. 岩鉱, vol.58, p.201-212.

東野外志男 (1990) 四国中央部三波川帯の変成帯. 地質雑, vol.96, p.703-718.

平田茂樹 (1971) 高知市北部山麓地域の地質. 高知市およびその付近の地質: その2. 地学研究, vol.22, p.275-284.

堀越和南 (1957) 四国石鎚山付近の地質. 愛媛大学紀要, II部 (自然科学), vol.2, p.127-142.

堀越和南 (1964) 四国高部 (愛媛県) における中央構造線に沿う地帯に分布する火山岩類について. 愛媛大学紀要, II部 (自然科学), Dシリーズ (地学), vol.4, p.7-16.

Hu, C.N., Santosh, M., Yang, Q.Y., Kim, S.W., Nakagawa, M. and Maruyama, S. (2017) Magmatic and metasomatic imprints in a long-lasting subduction zone: evidence from zircon in rodingite and serpentinite of Kochi, SW Japan. *Lithos*, vol.274-275, p.349-362.

市川浩一郎・宮田隆夫・篠原正男 (1981) 和泉群堆積岩の段階的東進に関するモデルと中央構造線の運動様式. 地質学会関西支部報, no.89, p.11-12.

飯塚亮夫・高木秀雄・本田恵美・岩野英樹・石田章輔・佐野有司 (2014) 四国における始新統および中新統中の結晶片岩帯の統合的な尾谷年代測定. 地球惑星科学連合2016年大会予稿, SMP46-P08.

Ikeda, T., Harada, T., Kouchi, Y., Morita, S., Yokogawa, M., Yamamoto, K. and Otoh, S. (2016) Provenance analysis based on detrital zircon-age spectra of the Lower Cretaceous formations in the Ryoseki-Monobe area, Outer Zone of Southwest Japan. *Mem. Fukui Pref. Dinosaur Mus.*, no.15, p.83-84.

福見馬治郎 (1982) 新居浜市の鮮新-更新世間層. 地学研究, vol.33, p.181-185.

石田啓祐・橋本考夫 (1998) 四国東部, 四万十北帯の上部白亜系チャート砕屑岩シーケンスと放射状生虫層序. 大阪地質学研究所誌, 特別号, no.11, p.211-225.

石田啓祐・香西 武 (2016) 秩父帯のジュラ紀-初期白亜紀前海盆堆積相と白亜紀アルケル-浅海相. 日本地質学会 (編) 日本地方地誌誌7, 四国地方, 朝倉書店, 東京, p.165-201.

石田啓祐・西山賢一・中尾賢一・元山茂樹・高谷精二・香西 武・小澤大成 (2007) 徳島県祖谷川上流域の御荷鉾帯と秩父帯-地質・地形の総合的研究-. 徳島大総合科学部自然科学研究, vol.21, p.47-64.

Ishida, K., Nakazawa, Y., Kozai, T. and Tsujino, Y. (2010) Early Aptian radiolarian fauna from the Nankai group, SW Japan: biochronostratigraphy and paleobiogeography. *Proceedings of the IGCP 507 Symposium on Paleoclimates in Asia during the Cretaceous*, p.31-33.

石崎國照 (1960) 高知市北東部の地質: 特に上部古生界と下部白亜系の不整合関係について. 地質雑, vol.66, p.553-565.

磯見 博 (1959) 20万分の1地質図幅「高知」. 地質調査所.

磯崎行雄 (1985) 休床礫岩とその産状. 地質雑, vol.91, p.535-551.

磯崎行雄 (1986) 秩父帯東部北帯へ属する地質. 地質雑, vol.92, p.203-209.

磯崎行雄・板谷敏久 (1990) 四国中央部および紀伊半島西部黒潮川地帯北縁の弱変成帯のK-Ar年代-西南日本における黒潮川地帯の広がりについて-. 地質雑, vol.96, p.623-639.

磯崎行雄・板谷敏久 (1991) 四国中西部秩父帯北帯の先ジュラ系クワッパ-黒潮川内帯起源説の提唱-. 地質雑, vol.97, p.431-450.

磯崎行雄・橋口孝寿・板谷敏久 (1992) 黒潮川クワッパの検証. 地質雑, vol.98, p.917-941.

Isozaki, Y., Aoki, K., Nakama, T. and Yanai, S. (2010) New insight into a subduction-related orogen: a reappraisal of the tectonic framework and evolution of the Japanese Islands. *Gondwana Res.*, vol.18, p.82-105.

Itaya, T. and Fukui, S. (1994) Phengite K-Ar ages of schists from the Sanbagawa southern marginal belt, central Shikoku, southwest Japan: influence of detrital mica and deformation on age. *Island Arc*, vol.23, p.48-58.

Itaya, T. and Takasugi, H. (1988) Muscovite K-Ar ages of the Sanbagawa schists, Japan and argon depletion during cooling and deformation. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol.100, p.281-293.

岩井雅夫・近藤康生・菊池直樹・尾田太良 (2006) 新鮮断層の浜野群の層序と地質. 地質雑, vol.112, 補遺, p.27-40.

岩井雅夫・亀尾浩司・服部素保・近藤康生・北 重太・池原 実・小玉一入 (2009) 徳島の浜野群穴内層の微化石 (石灰質ナンバ・珪藻) 層序. 日本古生物学会第158回例会講演予稿集, p.48.

地震調査委員会 (2011) 中央構造線活断層帯 (金剛-伊予灘) の長期評価 (一部改訂). 地震調査研究推進本部, 東京, 86p.

Kagami, H., Honma, H. and Shirahase, T. (1988) Rb-Sr whole rock isochron ages of granites from northern Shikoku and Okayama, Southwest Japan: implications for the migration of the Late Cretaceous to Paleogene igneous activity in space and time. *Geochim. Jour.*, vol.22, p.69-79.

加賀美英雄・満田大流・武政広希 (1991) 四国山地から土佐湾にかけての更新統モラセ性堆積物の研究-特に城山層について-. 城西大学研究年報, vol.15, p.1-19.

加賀美英雄・満田大流・大相雄一 (1992) 四国山地の隆起と城山層・竜王層の堆積環境. 第四紀研究, vol.31, p.271-283.

Kano, A. (1988) Facies and depositional conditions of a carbonate mound (Tithonian-Berriasian, SW-Japan). *Facies*, vol.18, p.27-48.

加納 博 (1971) 北上山地の薄衣式礫岩 (総括)-含花崗岩質礫岩の研究 (その22)-. 地質雑, vol.77, p.415-440.

鹿島愛彦・増井 芽 (1985) 四国高部北帯, 須家変成帯の地質時代. 地質雑, vol.91, p.233-234.

鹿島愛彦・武智賢博 (1990) 四国, 石鎚山第三系久万層群の凝灰岩のフィッショントラック年代. 岩鉱, vol.91, p.196-200.

活断層研究会編 (1991) 新編 日本の活断層: 分布と資料. 東京大学出版会, 東京, 437p.

甲藤次郎 (1982) 佐川町地質図 (その1-その2) 説明書. 内外地質株式会社, 高知, 37p.

甲藤次郎・増田孝一 (1993) "安芸の嶽はす貝"の伝説で名高い唐/浜野群の貝化石. 佐川地質館展示解説特集1, 佐川地質館, 佐川町, 51p.

甲藤次郎・松本壽郎 (1982) 高知県加茂中学校周辺の鳥居層群からの生痕化石とアンモナイトについて. 高知大学術研報 (自然科学), vol.30, p.43-50.

甲藤次郎・須 和彦 (1972) 高知平野の地形と沖積層. 地質学論集, no.7, p.137-143.

甲藤次郎・須 和彦 (1957) 物部川盆地の再検討 (四国秩父帯帯の研究-VII). 高知大学術研報 (自然科学), vol.5, p.1-11.

甲藤次郎・村 純・高柳洋吉 (1953) 唐/浜野群の層序と古生物学的考察. 高知大学術研報 (自然科学), vol.2, no.32, p.1-15.

甲藤次郎・須 和彦・石井健一・市川浩一郎 (1956) 佐川盆地北縁の地質の再検討 (四国秩父帯帯の研究VI). 地球科学, no.26-27, p.1-9.

甲藤次郎・小島節生・吉倉紳一・土谷信之・半田一幸・小川芳男・佐々木孝 (1977) 高知市, 鴻ノ森の地質. 高知大学術研報 (自然科学), vol.25, p.107-115.

甲藤次郎・西 和彦・平 朝彦・岡村 眞・野中孝正 (1984a) 高知平野地下の第四系ならびに地質災害について. 高知大学術研報 (自然科学), vol.32, p.1-40.

甲藤次郎・平 朝彦・岡村 眞・田代正之 (1984b) 高知県北西部の榑原町横貝付近における上部白亜系の発見とその意義. 高知大学術研報 (自然科学), vol.32, p.193-198.

(地質図面へ続く)

平成 30 年 7 月 20 日 発行 許可なく複製を禁ずる

著作権所有・発行者 地質研究開発法人 産業技術総合研究所

〒 305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7

https://www.gsj.jp/inquiries.html

AIST18-G06137

Geological Survey of Japan, AIST © 2018

- (解説面からの続き)
- 河戸克志・磯崎行雄・板谷徹丸 (1991) 四国中央部における三波川帯・秩父累帯間の地体構造境界. 地質雑報, vol.97, p.959-975.
- Kawamura, N. and Minakuchi, K. (2008) Lithostratigraphy of the late Quaternary under the Syuso and Saijyo Plains, Ehime Prefecture, southwest Japan. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, vol.51, p.35-46.
- Kawahara, H., Endo, S., Wallis, S.R., Nagaya, T., Mori, H. and Asahara, Y. (2016) Brucite as an important phase of the shallow mantle wedge: evidence from the Shiraga unit of the Sanbagawa subduction zone, SW Japan. *Lithos*, vol.254 -255, p.53-66.
- 川村敦一・堀田浩之 (2005) 愛媛県西条平野における完新世の貝類化石と古環境復元: 西条市港地区のボーリングコアを例として. 端浪市化石博物館研報, no.32, p.245-254.
- 木原茂樹 (1985) 愛媛県中央部, 久万町周辺の始新統久万層群の層序と堆積環境. 構造地質研究会・砕屑性堆積物研究会編, “スランプ相”の形成とテクトニクス, p.133-144.
- 君波和雄・松浦卓夫・岩田壽夫・三浦健一郎 (1998) 四国東部に分布する白亜系四万十累層群の砂岩組成と白亜紀火山活動との関連. 地質雑報, vol.104, p.314-326.
- 君波和雄・小柳津 篤・石濱茂崇・三浦健一郎 (2000) 四国西部の白亜系四万十累層群の砂岩化学組成と四万十帯北帯における岩石相ユニットの対比. 地質学論集, no.57, p.107-117.
- 木村敏雄 (1956) 鳥東層群の層序および鳥東石灰岩に関する研究. 地質雑報, vol.62, p.515-526.
- 小林貞一 (1935) 西南日本地帯構造と中生代古地理に関する一考察 (其の1). 地質雑報, vol.42, p.228-244.
- 小林貞一・井尻正二 (1936) 土佐国高知地方の中生層の層序と構造. 地質雑報, vol.48, p.413-427.
- Kobayashi, T. and Ichikawa, K. (1950) On the Upper Triassic Kochigatani Series in the Sakawa Basin, in the province of Tosa (Kochi Prefecture) , Shikoku island, Japan, and its pelecypod-fauna. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec.2*, vol.7, p.179-206.
- 小玉一人 (1990) 四国および淡路島の中央構造線沿いに分布する和泉層群の古地磁気層位. 地質雑報, vol.96, p.265-278.
- 小島丈児・吉田博直・甲藤次郎・市川浩一郎・石井健一 (1956) 四国西条-上八川路線に沿う三波川帯の地質(予路線に沿う地質 その1). 地質雑報, vol.62, p.317-326.
- 近藤康生・河野由紀子・菊池直樹・田代正之 (1999) 物部川動物群と南海動物群の混在型動物群の発見: 高知市須崎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, p.208.
- Kouketsu, Y. and Enami, M. (2011) Calculated stabilities of sodic phases in the Sambagawa metapelites and their implications. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.29, p.301-316.
- Kouketsu, Y., Enami, M., Mouri, T., Okamura, M. and Sakurai, T. (2014) Composite metamorphic history recorded in garnet porphyroblasts of Sambagawa metasediments in the Besshi region, central Shikoku, Southwest Japan. *Island Arc*, vol.23, p.263-280.
- 香西 武 (2008) アジア大陸東縁における白亜紀前期二枚貝化石群集の形成に関する研究. 博士論文, 早稲田大学, 東京, 151p.
- 香西 武・石田啓祐 (2000) 高知県中部, 土佐山田地域に分布する南海層群の層序及び物部川層群との対比. 鳴門教育大学研究紀要(自然科学編), vol.15, p.13-25.
- Kozai, T. and Ishida, K. (2003) Early Cretaceous non-marine bivalve faunal groups from central and East Shikoku, Japan. *Mem. Fukui Pref. Dinosaur Mus.*, no.2, p.133-148.
- 香西 武・石田啓祐 (2003) 四国中央部黒瀬川帯下部白亜系産の“テチス”-“テチス北方”混在型群集. 鳴門教育大学研究紀要(自然科学編), vol.18, p.19-28.
- 香西 武・石田啓祐 (2006) 高知県佐川-越知地域に分布する黒瀬川帯下部白亜系の層序と二枚貝フォーナ. 鳴門教育大学研究紀要(自然科学編), vol.21, p.283.
- 香西 武・田代正之 (1991) 高知県袖ノ木層の堆積相と古環境. 日本地質学会第98年学術大会講演要旨, p.160.
- 香西 武・田代正之・奥村 清 (1991) 高知県梶原-東津野地域の秩父帯白亜系. 高知大学研報(自然科学), vol.40, p.223-237.
- 香西 武・石田啓祐・近藤康生 (2004) 四国中央部黒瀬川帯美良布層の放射虫年代と二枚貝群集. 大阪微生物研究会誌特別号, no.13, p.149-165.
- 香西 武・石田啓祐・近藤康生 (2006) 高知県土佐山田・美良布地域の白亜系とジュラ系白亜系境界. 地質雑報, vol.112, 補遺, p.89-99.
- 蔵田延男 (1941) 斗賀野盆地近郊の地質学的研究: 鳥東統の層序学的考察を主題として: (其の2). 地質雑報, vol.48, p.1-16.
- 楠橋 直・山路 敦 (2001) 愛媛県河内地域の久万層群が示す西南日本の中新世テクトニクス. 地質雑報, vol.107, p.26-40.
- 馬淵映美 (1995) 四国四万十帯大山岬層中の變成岩礫の起源. 鳥根大学地質学研報, vol.14, p.21-35.
- 前田晴良・上田直人・西村智弘・田中源吾・野村貞一・松岡廣繁 (2012) 高知県佐川地域の七良谷層から最上部ジュラ系アンモノイドの産出. 地質雑報, vol.118, p.741-747.
- 前奈良明 (1988) 室戸半島の完新世地殻変動. 地理学評論, vol.61, p.747-769.
- Maryuama, S. (1981) The Kurosegawa mélange zone in the Ino district to the north of Kochi City, Central Shikoku. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.87, p.569-583.
- Maryuama, S., Ueda, Y. and Banno, S. (1978) 208-240 m.y. old jadeite-glaucophane schists in the Kurosegawa tectonic zone near Kochi City, Shikoku. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, vol.73, p.300-310.
- Maryuama, S., Banno, S., Matsuda, T. and Nakajima, T. (1984) Kurosegawa zone and its bearing on the development of the Japanese Islands. *Tectonophysics*, vol.110, p.47-60.
- Matsuda, S. and Ogawa, Y. (1993) Two-stage model of incorporation of seamount and oceanic blocks into sedimentary melange: Geochemical and biostratigraphic constraints in Jurassic Chichibu accretionary complex, Shikoku, Japan. *Island Arc*, vol.2, p.7-14.
- 松本達郎 (1980) 高知県四万十帯の頭足類化石. 平 朝彦・田代正之編, 四万十帯の地質学と古生物学(甲藤次郎教授還暦記念論文集), 林野弘済会高知支部, 高知, p.283-288.
- Matsumoto, T. (1982) Upper Cretaceous ammonites from the Monobe area, Shikoku. *Palaeont. Soc. Japan, Special Paper*, no.25, p.31-52.
- Matsumoto, T. and Tashiro, M. eds. (1982) *Multidisciplinary Research in the Upper Cretaceous of the Monobe Area, Shikoku*. Palaeont. Soc. Japan, Special Paper, no.25, 123p.
- 松岡 篤 (1984) 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群. 地質雑報, vol.90, p.455-477.
- 松岡 篤 (1985) 高知県佐川地域秩父累帯中帯南部の中部ジュラ系毛田層. 地質雑報, vol.91, p.411-422.
- Matsunoka, A. (1992) Jurassic-Early Cretaceous tectonic evolution of the Southern Chichibu terrane, Southwest Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, vol.96, p.71-88.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎 (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. 地質雑報, vol.104, p.634-653.
- 皆川鉄雄 (2016) 金属鉱床各論. 日本地質学会 (編) 日本地方地質誌7, 四国地方, 朝倉書店, 東京, p.515-524.
- 三本健二 (1994) 高知市におけるテコン紀植物 *Leptophloeum* の発見. 地学研究, vol.43, p.25-27.
- Mitsuo, T. (1993) Significance of the early Pleistocene Kubo-Nurui Formation along the Kami-Nirou River, upper-stream area of the Monobe River. *Mem. Fac. Sci., Kochi Univ., Series E, Geology*, vol.14, p.45-50.
- 満塩博美・甲藤次郎 (1966) 高知市北西部の第四系. 高知大学研報(自然科学), vol.15, no.7, p.53-57.
- 満塩大洗・川口敏生 (1993) 南四国物部川流域の第四系. 高知大学研報(自然科学), vol.42, p.65-85.
- 満塩大洗・野田耕一郎 (1991) 花粉層序学的研究, その2-高知県中央部・西南部の第四紀層-. 高知大学研報(自然科学), vol.40, p.71-83.
- 満塩大洗・安田尚登 (1989) 室戸半島羽根押付近の地質. 高知大学研報(自然科学), vol.38, p.217-224.
- 満塩博美・吉川 治 (1977) 高知・室戸間の第四系. 日本地質学会第84年学術大会地質巡検案内書9, p.1-26.
- 満塩大洗・加賀美英雄・久武精一 (1988) 室戸半島西海岸の叶木層(海中位段丘構成層). 高知大学研報(自然科学), vol.37, p.89-96.
- Miyamoto, A., Enami, M., Tsuboi, M. and Yokoyama, K. (2007) Peak conditions of kyanite-bearing quartz eclogites in the Sanbagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan. *Jour. Mineral. Petrol. Sci.*, vol.102, p.352-367.
- 宮崎一博・堀田浩二・宮下由香里・水野清秀・高橋雅紀・野田 篤・利光誠一・角井朝昭・大野哲二・名和成一・宮川歩夢 (2016) 20万分の地質図幅[松山] (第2版). 産経研 地質調査総合センター.
- Mizukami, T. and Wallis, S.R. (2005) Structural and petrological constraints on the tectonic evolution of the garnet-therzolite facies Higashi-akashi peridotite body, Sanbagawa belt, SW Japan. *Tectonics*, vol.24, TC6012, doi: 10.1029/2004TC001733.
- Mizukami, T., Wallis, S.R. and Yamamoto, J. (2004) Natural examples of olivine lattice preferred orientation patterns with a flow-normal a-axis maximum. *Nature*, vol.427, p.432-436.
- 水野清秀 (1992) 中央構造線に沿う第二瀬戸内期の堆積場: その時代と変遷. 地質学論集, no.40, p.1-14.
- 水野清秀 (2016) 第四系. 日本地質学会 (編), 日本地方地質誌7四国地方, 朝倉書店, 東京, p.288-310.
- 水野清秀・岡田篤正・寒川 旭・清水文雄 (1993) 2.5万分の1中央構造線活断層系(四国地域)ストリップマップ. 構造図, no.8, 地質調査所, 63p.
- Mori, H. and Wallis, S.R. (2010) Large-scale folding in the Asemi-gawa region of the Sanbagawa Belt, southwest Japan. *Island Arc*, vol.19, p.357-370.
- 森野善広 (1993) 高知県物部地域の下部白亜系鳥東式石灰岩の生成環境. 地質雑報, vol.99, p.173-183.
- 森野善広・香西 武・和田 貴・田代正之 (1989) 高知県物部地域の鳥東式石灰岩を含む下部白亜系美良布層について. 高知大学研報(自然科学), vol.38, p.73-83.
- Mouri, T. and Enami, M. (2008) Areal extent of eclogite facies metamorphism in the Sanbagawa belt, Japan: new

- evidence from a Raman microprobe study of quartz residual pressure. *Geology*, vol.36, p.503-506.
- 村田明広 (2014) 四国中東部、三嶺-剣山地域の御高鉾緑色岩類-秩父北帯の地質構造. 徳島大学総合科学部自然科学研究, vol.28, p.55-63.
- 村田明広・前川寛和 (2007) 四国中西部、秩父北帯の名野川衝上断層. 徳島大学総合科学部自然科学研究, vol.21, p.65-75.
- 村田明広・大房陽一・橋本隆介・前川寛和 (2008) 四国中央部伊野地域における秩父北帯の名野川衝上断層周辺の地質構造. 徳島大学総合科学部自然科学研究, vol.22, p.13-27.
- 村田明広・山崎亮輔・前川寛和 (2009) 四国中央部、笹ヶ谷地域における秩父北帯の地質構造. 徳島大学総合科学部自然科学研究, vol.23, p.61-72.
- 永井浩三 (1956) 石鏡山第三紀層の地質時代と西部日本古第三紀の古地理. 愛媛大学紀要, 自然科学, Dシリーズ (地学), vol.2, p.145-154.
- 永井浩三・堀越和衛 (1953) 愛媛県伊予郡砥部町附近の第三紀層. 愛媛大学紀要, 自然科学, Dシリーズ (地学), vol.1, p.119-132.
- 中川昌治 (2013) 高知県中央部における付加体の地質資源. 第57回粘土科学討論会講演要旨集, p.150-151.
- Nakajima, T. and Maruyama, S. (1978) Barroisite-bearing schist blocks in serpentinite of the Kurosegawa tectonic zone, west of Kochi City, central Shikoku. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.84, p.231-242.
- 中島 隆・丸山茂徳・松岡喜久次 (1978) 四国中央部伊野層緑色岩の变成作用. 地質雑. vol.84, p.729-737.
- 中村 純・満塩博美・黒田登美雄・吉川 治 (1972) 花粉層序学の研究, その1-高知県の第四系-. 高知大学新聞報 (自然科学), vol.21, p.87-113.
- 中田 高・今泉俊文 (編) (2002) 活断層詳細デジタルマップ. 東京大学出版会, 東京, 60p.
- 成田耕一郎・山路 教・田上高広・栗田裕司・小布施明子・松岡敷充 (1999) 四国の第三系久万層群の堆積年代とその意義. 地質雑. vol.105, p.305-308.
- 日本鉱業協会探査部会編 (1969) 日本の鉱床総覧 (上). 日本鉱業協会, 東京, 581p.
- 西村年晴 (1984) 四国西部の上部白亜系和泉層群の堆積盆解析. 地質雑. vol.90, p.157-174.
- 西村嘉助・奥村和夫・山本荘毅 (1941) 高知市西方の城山層層について. 地質雑. vol.48, p.363-364.
- 野田 篤・栗原敏之 (2016) 四国東部観音寺地域の和泉層群から産出した後期白亜紀放射状化石群集. 地調研報, vol.67, p.119-131.
- Noda, A. and Sato, D. (2018) Submarine slope-fan sedimentation in an ancient foveate related to contemporaneous magmatism: The Upper Cretaceous Izumi Group, southwest Japan. *Island Arc*, vol.27, e12240. doi: 10.1111/iar.12240.
- 野田 篤・利光誠一・栗原敏之・岩野英樹 (2010) 愛媛県新居浜地域における和泉層群の層序と堆積年代. 地質雑. vol.116, p.99-113.
- Noda, A., Danhara, T., Iwano, H. and Hirata, T. (2017) LA-ICP-MS U-Pb and fission-track ages of felsic tuff beds of the Takikubo Formation, Izumi Group in the Kan-onji district, eastern Shikoku, southwestern Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.68, p.119-130.
- 野田 篤・植木岳雪・川畑 博・松浦浩久・青矢聡月 (2017) 観音寺地域の地質. 地質地質研究報告 (5万分の1地質図幅). 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 96p.
- Nozaki, T., Kato, Y. and Suzuki, K. (2013) Late Jurassic ocean anoxic event: evidence from voluminous sulphide deposition and preservation in the Panthalassa. *Sci. Rep.* vol.3, 1889. doi: 10.1038/srep01889.
- 越智秀二 (1982) 四国高縄半島の嶺家花崗岩類. 地質雑. vol.88, p.511-522.
- 越智真人・関宮隆裕・楠橋 直 (2014) 四国の中新統久万層群層序の再検討: “下坂場時層”と“高重層”. 地質雑. vol.120, p.165-179.
- 岡田篤正 (1973) 四国中央北縁部における中央構造線の第四紀断層運動. 地理学評論, vol.46, p.295-322.
- 岡田篤正・堤 浩之 (1990) 四国中・東部における中央構造線の断層露頭と地形面の編年に関する資料. 活断層研究, no.8, p.31-47.
- 岡田篤正・堤 浩之・中田 高・安藤雅孝 (1998) 中央構造線活断層系岡村断層の完新世断層活動-愛媛県西条市坂岡地区のトレンチ調査のまとめ-. 活断層研究, no.17, p.106-131.
- Okamoto, K., Shiino, H., Katayama, I., Terada, K., Sano, Y. and Johnson, S. (2004) SHRIMP U-Pb zircon dating of quartz-bearing eclogite from the Sanbagawa Belt, south-west Japan: implications for metamorphic evolution of subducted protholith. *Terra Nova*, vol.16, p.81-89.
- 岡村 真 (1980) 高知県四万十帯 (白亜系) の放射状化石. 平 朝彦・田代正之編, 四万十帯の地質学と古生物学 (甲斐次郎教授選歴記念論文集). 林野弘済会高知支部, 高知, p.153-178.
- Okuno, J., Nakada, M., Ishii, M. and Miura, H. (2014) Vertical tectonic crustal movements along the Japanese coastlines inferred from late Quaternary and recent relative sea-level changes. *Quaternary Sci. Rev.*, vol.91, p.42-61
- 大藤 茂・下條将徳・青木一勝・中間隆晃・丸山茂徳・柳井修一 (2010) 砂質片岩中のジルコンの年代分布に基づく三波川流域区
- 分の試み. 地学雑誌, vol.119, p.333-346.
- 小山内康人・吉本 毅・中野伸彦・足立達明・北野一平・米村和雄・佐々木惇・土谷信高・石塚英男 (2014) 九州・黒瀬川構造帯における古生代花崗岩類および関連火成岩類のLA-ICP-MS/U-Pb年代. 岩石鉱物科学, vol.43, p.71-99.
- Ota, T., Terabayashi, M. and Katayama, I. (2004) Thermobaric structure and metamorphic evolution of the Iratsu eclogite body in the Sanbagawa belt, central Shikoku, Japan. *Lithos*, vol.73, p.95-126.
- Otsuki, M. and Banno, S. (1990) Prograde and retrograde metamorphism of hematite-bearing basic schists in the Sanbagawa belt in central Shikoku. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.8, p.425-439.
- 貞方 昇 (1985) 仁淀川下流沖積低地の地形形成. 昭和59年度文部省科学研究費総合研究 (A) 研究成果報告書「西南日本外帯・多雨地帯における平野地形の特性に関する研究」, p.76-83.
- 貞方 昇・白神 宏 (1986) 仁淀川下流沖積低地の堆積過程-アカホヤ (K-Ah) 火山灰層を手かりとして. 昭和60年度文部省科学研究費総合研究 (A) 研究成果報告書「西南日本外帯・多雨地帯における平野地形の特性に関する研究」, p.70-79.
- Saito, T., Okada, Y., Fujisaki, W., Sawaki, Y., Sakata, S., Dohm, J., Maruyama, S. and Hirata, T. (2014) Accreted Kula plate fragment at 94 Ma in the Yokonami-melange, Shimanto-belt, Shikoku, Japan. *Tectonophysics*, vol.623, p.136-146.
- 沢村武雄・甲斐次郎 (1961) 高知県地質鉱産図説. 高知県水産商工部工課, 129p.
- Shibata, T., Orihashi, Y., Kimura, G. and Hashimoto, Y. (2008) Underplating of mélange evidenced by the depositional ages: U-Pb dating of zircons from the Shimanto accretionary complex, southwest Japan. *Island Arc*, vol.17, p.376-393.
- 四国地方土木地質図編纂委員会編 (1998) 四国地方土木地質図及び解説書. (財) 国土開発技術研究センター, 859p.
- 須鉦和巳 (1973) 阿讃山脈の和泉層群の岩相区分と対比. 東北大学理科報告 (地質学) 特別号, vol.6, p.489-495.
- 須鉦和巳・山崎哲司 (1988) 四国の四万十帯南帯北縁部の微化石年代. 徳島大学教養部紀要 (自然科学), vol.21, p.107-133.
- 須鉦和巳・桑野幸夫・石田啓祐 (1980) 御高鉾緑色岩およびその周辺の層序と構造-その1 高知県中央部土佐町・本山町地域-. 徳島大学教養部紀要 (自然科学), vol.13, p.63-82.
- 須鉦和巳・桑野幸夫・石田啓祐 (1983) 四国中央部秩父北帯の生層序学的研究. 徳島大学教養部紀要 (自然科学), vol.16, p.143-167.
- 須鉦和巳・岩崎正夫・鈴木亮士 (1991) 日本地質8 四国地方. 共立出版, 東京, 284p.
- Suzuki, S. and Ishizuka, H. (1998) Low-grade metamorphism of the Mikabu and northern Chichibu belts in central Shikoku, SW Japan: implications for the areal extent of the Sanbagawa low-grade metamorphism. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.16, p.107-116.
- Taguchi, T. and Enami, M. (2014a) Compositional zoning and inclusions of garnet in Sanbagawa metapelites from the Asemi-gawa route, central Shikoku, Japan. *Jour. Mineral. Petrol. Sci.*, vol.109, p.1-12.
- Taguchi, T. and Enami, M. (2014b) Coexistence of jadeite and quartz in garnet of the Sanbagawa metapelite from the Asemi-gawa region, central Shikoku, Japan. *Jour. Mineral. Petrol. Sci.*, vol.109, p.169-176.
- Taira, A. (1982) Paleotectonic setting of the Nagase and Kajisako formations (Upper Cretaceous). Shikoku. *Palaeont. Soc. Japan, Special Paper*, no.25, p.15-25.
- 平 朝彦・田代正之・岡村 真・甲斐次郎 (1980) 高知県四万十帯の地質とその起源. 平 朝彦・田代正之編, 四万十帯の地質学と古生物学 (甲斐次郎教授選歴記念論文集). 林野弘済会高知支部, 高知, p.249-264.
- 平 朝彦・斎藤靖二・橋本光男 (1981) 日本列島形成の基本的プロセス-プレートななめ沈み込みと横ずれ運動-. 科学, vol.51, p.508-515.
- 高橋治郎 (1986) 愛媛県松山市周辺地域の“中央構造線”. 愛媛大学教育学部紀要, 第III部, 自然科学, vol.6, p.1-44.
- 高橋 和 (1958) 愛媛県小松町附近の第三紀層についての考察. 地学研究, vol.10, p.156-159.
- 高橋 和 (1963) 愛媛県岡村付近の鮮新世岡村層の花崗化石. 地質雑, vol.69, p.395-396.
- 高橋 和 (1969) 西条市上の川の植物遺体と花粉 (東予新生代層の研究). 地学研究, vol.20, p.19-22.
- 高橋 和 (1975) 愛媛県新生代層の花崗化石の研究 (VI)-伊予三島市平田の花崗分析-. 地学研究, vol.26, p.65-72.
- 高橋 和 (1981) 愛媛県新生代層の花崗学的研究-西条市湯久保の花崗分析-. 地学研究, vol.32, p.49-57.
- Takami, M. and Itaya, T. (1996) Episodic accretion and metamorphism of Jurassic accretionary complex based on biostratigraphy and K-Ar geochronology in the western part of the Mino-Tanba Belt, Southwest Japan. *Island Arc*, vol.5, p.321-336.
- Takasu, A. (1989) P-T histories of peridotite and amphibolite tectonic blocks in the Sambagawa metamorphic belt, Japan. *In* Daly, J.S., Cliff, R.A. and Yardley, B.W.D. eds., *Evolution of Metamorphic Belts*, Geol. Soc. Special Pub., vol.43, p.533-538.
- Takasu, A. and Dallmeyer, R.D. (1990) ⁴⁰Ar/³⁹Ar mineral age constraints for the tectonothermal evolution of the Sanbagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan: a Cretaceous accretionary prism. *Tectonophysics*, vol.185,

p.111-139.

Takasu, A., Wallis, S.R., Banno, S. and Dallmeyer, R.D. (1994) Evolution of the Sanbagawa metamorphic belt. *Lithos*, vol.33, p.119-134.

Takehara, M., Horie, K., Tani, K., Yoshida, T., Hokada, T. and Kiyokawa, S. (2017) Timescale of magma chamber processes revealed by U-Pb ages, trace element contents and morphology of zircons from the Ishizuchi caldera, Southwest Japan Arc. *Island Arc*, doi: 10.1111/iar12182.

武田賢治・佃 栄吉・徳田 満・原 郁夫 (1977) 三波川帯と秩父帯の構造的関係. 秀敏編, 三波川帯, 広島大学出版会, p.107-151.

田中 均・香西 武・田代正之 (1984) 高知県物部村日比原川流域の下部白亜系の層序. 高知大学術研報 (自然科学), vol.32, p.215-223.

田崎耕市・板谷徹丸・グレースR.H. (1990a) 松山市北部の頌家花こう岩類に貫入する酸性岩岩脈のK-Ar年代. 岩鉱, vol.85, p.455-458.

田崎耕市・高橋治郎・板谷徹丸・グレースR.H.・鹿島愛彦 (1990b) 四国北西部の中央構造線に貫入した安山岩のK-Ar年代. 岩鉱, vol.85, p.155-160.

田崎耕市・加々美寛雄・板谷徹丸・永尾隆志 (1993) 四国北西部の中央構造線に沿う酸性火山岩の起源とK-Ar年代. 地質学論集, no.42, p.267-278.

田沢純一・廣田隆吉 (2012) 高知県佐川の桂砂岩産ベルム紀腕足類エオリトニア. 地球科学, vol.66, p.225-228.

田代正之 (1985a) 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, no.38, p.23-35.

田代正之 (1985b) 白亜紀海生二枚貝フナーと層序. 地質学論集, vol.26, p.43-75.

Tashiro, M. and Katto, J. (1995) Description of several selected bivalve fossils from the Cretaceous Miyanohara Formation of the Sakawa area in Shikoku. *Mem. Fac. Sci., Kochi Univ. Ser. E. Geology*, vol.16, p.1-13.

Tashiro, M. and Matsuda, T. (1982) The bivalve fossils from the Cretaceous Fukigoshi Formation of the Monobe area. *Shikoku Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, New Ser.*, no.127, p.393-418.

田代正之・香西 武・岡村 真・甲藤次郎 (1980) 高知県物部村地域の下部白亜系の生層序学的研究. 平 朝彦・田代正之編, 四万十帯の地質学と古生物学 (甲藤次郎教授還暦記念論文集), 林野弘清会高知支部, 高知, p.71-82.

田代正之・高橋啓史・甲藤次郎 (1981) 高知県四万十帯の室ヶ奈路層の地質時代について. 地質雑, vol.88, p.203-205.

Tashiro, M., Kozai, T., Nakano, K. and Katto, J. (1982) Stratigraphy of the Upper Cretaceous in the Monobe area, Shikoku. *Palaeont. Soc. Japan, Special Paper*, no.25, p.1-8.

田代正之・松田智子・香西 武・甲藤次郎 (1982) 高知県物部地域の白亜系吹越層 (新称) について. 高知大学術研報 (自然科学), vol.30, p.31-42.

田代正之・佐光本徳・中村彰男 (1986) 愛媛県西条市周辺の和泉層群二枚貝化石. 高知大学術研報 (自然科学), vol.35, p.55-61.

東予地学会 (1979) 西条・新居浜付近の地質図. トモエヤ商事, 松山.

土谷信之 (1982) 高知市北方黒瀬川構造帯付近における白亜紀の蛇紋岩源砂礫岩. 地調月報, vol.33, p.381-387.

Tsutsumi, H., Okada, A., Nakata, T., Ando, M. and Tsukuda, T. (1991) Timing and displacement of Holocene faulting on the Median Tectonic Line in central Shikoku, southwest Japan. *Jour. Struct. Geol.*, vol.13, p.227-233.

堤 浩之・岡田篤正・後藤秀昭・松本宏彰 (2000) 中央構造線活断層帯川上断層の完新世後期における活動履歴. 活断層研究, no.19, p.77-86.

植田良夫・中島 隆・松岡喜久次・丸山茂徳 (1980) 高知市北方の黒瀬川構造帯に伴う準片岩-伊野野の結晶片岩ブロックの白雲母K-Ar年代. 岩鉱, vol.75, p.230-233.

梅田真樹 (1988) 高知県横倉山地域のシルーアゲン系横倉山層群. 地質雑, vol.104, p.365-376.

梅田浩司・小松 亮・棚瀬充史・湯佐泰久 (2001) 西南日本領家帯 (四国), 高浜花崗岩群の冷却史. 特に新第三紀貫入岩類による熱的影響. 岩石鉱物科学, vol.30, p.17-27.

脇田浩二・宮崎一博・利光誠一・横山俊治・中川昌治 (2007) 伊野地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図編). 産総研 地質調査総合センター, 140p.

Wallis, S. (1998) Exhuming the Sanbagawa metamorphic belt: the importance of tectonic discontinuities. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.16, p.83-95.

Wallis, S. and Aoya, M. (2000) A re-evaluation of eclogite facies metamorphism in SW Japan: Proposal for an eclogite nappe. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.18, p.653-664.

Wallis, S.R., Banno, S. and Radvanec, M. (1992) Kinematics, structure and relationship to metamorphism of the east-west flow in the Sanbagawa belt, southwest Japan. *Island Arc*, vol.1, p.176-185.

Wallis, S., Moriyama, Y. and Tagami, T. (2004) Exhumation rates and age of metamorphism in the Sanbagawa belt: new constraints from zircon fission track analysis. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.22, p.17-24.

Wallis, S.R., Anczkiewicz, R., Endo, S., Aoya, M., Platt, J.P. and Thirwall, M. (2009) Lu-Hf dating of eclogite, ridge subduction and preservation of the Sanbagawa Belt, SW Japan. *Jour. Metamorphic Geol.*, vol.27, p.93-105.

渡辺武男・沢村武雄・宮久三千年 (1973) 日本地方鉱床誌 四国地方. 朝倉書店, 東京, 426p.

Yamakita, S. (1988) Jurassic-Earliest Cretaceous allochthonous complexes related to gravitational slidings in the Chichibu Terrane in eastern and central Shikoku, Southwest Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec 2*, vol.21, p.467-514.

山本 浩 (1984) 石籠コールドロン西方の火砕流堆積物. 地質雑, vol.90, p.597-599.

山下 昇 (1958) 佐川盆地地下山で発見した化石群とその意義. 地質雑, vol.64, p.92-94.

山崎哲司・辻井 修 (1994) 四国の和泉層群北縁部地域の放散虫化石II. 愛媛大学教育学部紀要, 第三部, 自然科学, vol.15, p.41-54.

山崎哲司・横田佳憲・奥村 清 (1993) 高知県安芸市東部から産する白亜紀放散虫化石-四万十帯北帯と南帯の境界に関して-. 大阪微化石研究会誌, 特別号, no.9, p.215-223.

山崎哲司・横田佳憲・奥村 清 (1995) 高知県安芸市下山の海岸部から得られた放散虫化石. 愛媛大学教育学部紀要, 自然科学, vol.15, p.31-36.

山内守明 (1992) 高知県四万十川上流域の四万十帯北帯上部白亜系放散虫. 大阪微化石研究会誌, no.5, p.383-397.

Yang, Q.Y., Santosh, M., Maruyama, S. and Nakagawa, M. (2016) Proto-Japan and tectonic erosion: evidence from zircon geochronology of blueschist and serpentinite. *Lithosphere*, vol.8, p.386-395.

安井敏夫 (1984) 黒瀬川構造帯横倉山レンズ状部におけるシルル系の基盤について. 地球科学, vol.38, p.89-101.

Yokoyama, K. (1976) Finding of plagioclase-bearing granulite from the Iratsu epidote amphibolite mass in central Shikoku. *Jour. Geol. Soc. Japan*, vol.82, p.549-551.

Yokoyama, K. (1980) Nikubuchi peridotite body in the Sanbagwa metamorphic belt: thermal history of the Al pyroxene-rich suite peridotite body in high pressure metamorphic terrain. *Contrib. Mineral. Petrol.*, vol.73, p.1-13.

Yokoyama, K. and Goto, A. (2000) Petrological study of the Upper Cretaceous sandstones in the Izumi Group, Southwest Japan. *Mem. Natl. Sci. Mus., Tokyo*, vol.32, p.7-17.

吉川虎雄・貝塚典平・太田陽子 (1964) 土佐湾北東岸の海岸段丘と地殻変動. 地理学評論, vol.37, p.627-648.

Yoshikura, S. (1985) Igneous and high-grade metamorphic rocks in the Kurosegawa Tectonic Zone and its tectonic significance. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, vol.28, p.45-83.

Yoshikura, S., Hada, S. and Isozaki, Y. (1990) Kurosegawa Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*. Pub. IGC Project no.224, p.185-201.

吉倉紳一・板谷徹丸・岡村 真 (1991) 四国四万十帯大山岬層産結晶片岩礫のK-Ar年代. 日本地質学会第98年学術大会講演要旨, p.434.

吉倉紳一・鈴木堯士・真部由華・Gabites, J. (1996) 四万十帯大山岬層産珪長貫火成岩礫のジルコニウム-Pb年代. 日本地質学会西日本支部会報, no.109, p.5.

吉田武義 (1970) 四国・石籠陥没カルデラと天狗岳火砕流. 岩鉱, vol.64, p.1-12.

Yoshida, T. (1984) Tertiary Ishizuchi caudron, southwestern Japan arc formation by ring fracture subsidence. *Jour. Geophys. Res.*, vol.89, p.8502-8510.

吉田武義・村田 守・山路 敦 (1993) 石籠コールドロンの形成と中新世テクトニクス. 地質学論集, no.42, p.297-349.

文献引用例

原 英俊・青矢陸月・野田 篤・田辺 晋・山崎 徹・大野哲二・駒澤正夫 (2018) 20万分の1地質図幅「高知」(第2版). 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

HARA, H., AOYA, M., NODA, A., TANABE, S., YAMASAKI, T., OHNO, T. and KOMAZAWA, M (2018) *Geological Map of Japan 1:200,000, Kochi (2nd Edition)*. Geological Survey of Japan, AIST