

自然科学研究 徳島大学総合科学部 (査読論文)  
第 23 卷 3 号 73-81 頁

## 四国中央部，西石原地域における御荷鉾緑色岩類の地質構造

村田 明広\*・前川寛和\*\*

\*徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部，〒770-8502 徳島市南常三島町 1-1

E-mail: murata@ias.tokushima-u.ac.jp

\*\*大阪府立大学大学院理学系研究科物理科学教室 〒599-8531 堺市学園町 1-1

---

### Geological structures of the Mikabu greenstones of the Nishi-ishihara Area, Central Shikoku

Akihiro MURATA\* and Hirokazu MAEKAWA\*\*

\* Institute of Socio-Arts and Sciences, University of Tokushima, Tokushima 770-8502, Japan.

\*\* Department of Physical Science, Graduate School of Science,  
Osaka Prefectural University, Sakai 599-8531, Japan.

#### Abstract

Geological structures of the Mikabu greenstones and northern margin of the Chichibu Terrain are studied in the Nishi-ishihara Area, Central Shikoku. The Mikabu greenstones are not considered to occur in the area between Nishi-ishihara and Kamiyakawa in Central Shikoku, because of the existence of the Nishi-ishihara thrust. This study, however, clarified that the Mikabu greenstones composed of tuff and tuff breccia occur in a narrow zone there. Therefore, the Mikabu greenstones are considered to expose continuously from Nishi-ishihara to west of Kamidoi.

The Mikabu greenstones are intercalated in the Jurassic accretionary complex, and form an antiform. The antiform of the Nishi-ishihara area can be traced to the Nanokawa area in Middle West Shikoku, and also affects the Mikabu greenstones near Mt. Zohshi-yama. Jurassic complex under the Mikabu greenstones lies in the axial part of the antiform. The complexes of the northern and southern limbs have the same lithologic characters with each other. The Kamiyakawa-Ikegawa Tectonic Line, which runs along the antiformal hinge, is not a fault separating the Sanbagawa Metamorphic Terrain from the Northern Chichibu Terrain.

**Key Words:** *Mikabu greenstones, Nishi-ishihara thrust, Kamiyakawa-Ikegawa Tectonic Line, Kamiyakawa-Ikegawa antiform, geological structures, Sanbagawa metamorphism, Shikoku, Northern Chichibu Terrain*

---

## はじめに

御荷鉾緑色岩類は，三波川帯と秩父帯の境界に沿って分布する緑色岩類で，南北幅最大 5 km，東西延長数十 km におよぶレンズ状岩体とされる（岩崎ほか，1991）．御荷鉾緑色岩類は，玄武岩質溶岩，凝灰角礫岩，凝灰岩，そしてハンレイ岩などからなり，石炭紀のものと三疊紀後期のものがあることが明らかにされている（須鎗ほか，1980 など）．御荷鉾緑色岩類は，四国西部から中西部では，八幡浜南方と，富士山（とみすやま）から雑誌山（ぞうしやま）北方にかけて分布し，四国中央部から東部では，西石原から剣山北方にかけてと，神山から佐那河内にかけて分布することが，四国地方土木地質図（四国地方土木地質図編纂委員会，1998），高知営林局管内表層地質図（甲藤ほか，1977），武田ほか（1977），岩崎ほか（1991）などに示されており（第 1 図），一部の緑色岩類の小岩体を除けば，その帰属について大きな見解の相違はない．

四国西端部，八幡浜南方の御荷鉾緑色岩類は，玄武岩質凝灰角礫岩を主とし，角閃石岩（hornblendite），ピクライト質玄武岩を伴っている（村田ほか，2006；村田，2006）．また四国西部の富士山から大久喜にかけての御荷鉾緑色岩類は，玄武岩質凝灰角礫岩，溶岩，凝灰岩を主とし，ハンレイ岩を伴っている（Suzuki et al., 1972）．八幡浜南方から富士山にかけての地域では，御荷鉾緑色岩類が分布していないとされていたが，玄武岩質凝灰角礫岩を主とし，凝灰岩を伴う緑色岩類が，幅 500 m 程度で連続して追跡され，八幡浜南方の御荷鉾緑色岩類と富士山の御荷鉾緑色岩類をつなぐように分布している（村田ほか，2006）．またこの分布幅の狭い部分は，一部で八幡浜南方で発見されたものと同様のピクライト質玄武岩が発見されたことから，御荷鉾緑色岩類に含められた（村田ほか，2006）．四国東部の剣山北

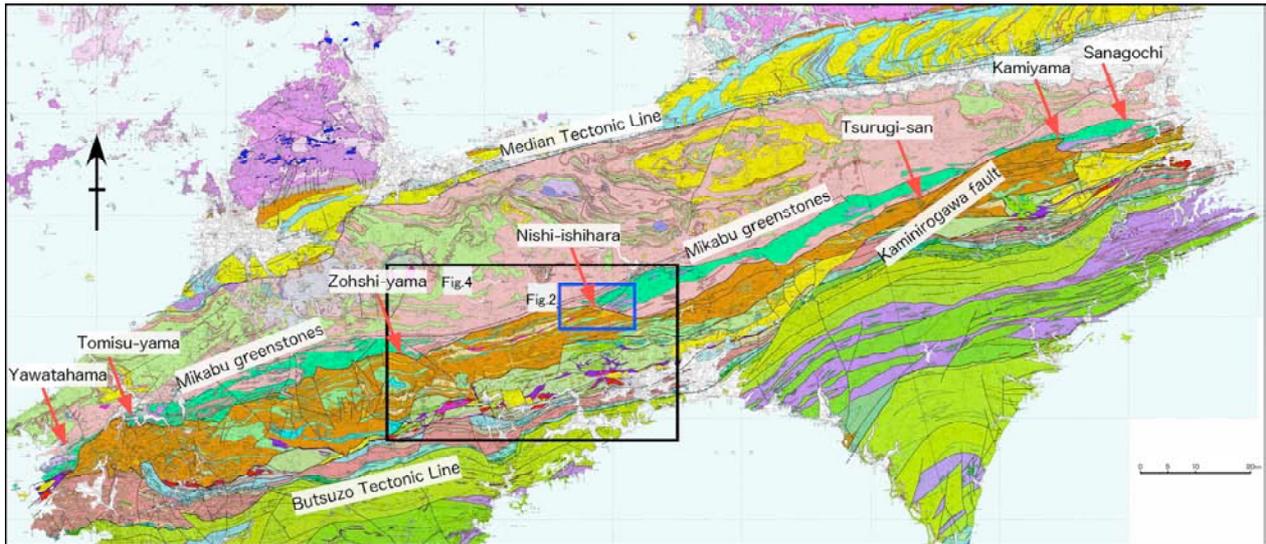
方から神山にかけて御荷鉾緑色岩類が分布しないとされた地域でも，御荷鉾緑色岩類が北東-南西性の上葦生川断層で，左横ずれに 7~8km 変位している影響で分布が途切れているが，それを除けば分布幅の狭い緑色岩類が連続して分布している（村田，1988）．

四国中央部の西石原から池川にかけての御荷鉾緑色岩類が分布していないとされる地域で，緑色岩類を追跡したところ，少なくとも西石原地域では，四国西部や東部と同様に，分布幅は狭いが，玄武岩質凝灰角礫岩・凝灰岩を主とする御荷鉾緑色岩類が分布していることが明らかになったので，地質構造を含めてここに報告する．

徳島大学ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部，西山賢一准教授には査読していただき，多くの貴重なご意見をいただいた．ここに記して感謝する．

## 地質概説

四国中央部，西石原地域の御荷鉾緑色岩類は，武田ほか（1977）によって岩質，地質構造が明らかにされている．それによると，御荷鉾緑色岩類は，玄武岩質塊状溶岩・凝灰岩，枕状溶岩，ピローブレッチャ，凝灰角礫岩（火砕岩）などからなり，ハンレイ岩を伴う．御荷鉾緑色岩類は，三辻山付近より東側では，東北東-西南西走向で 3.5 km の分布幅を持つが，西方へ向かうと北側・南側の二つに別れ，それらの西縁を西石原衝上断層で切られ，より西方へは続かないとされている（武田ほか，1977）．御荷鉾緑色岩類は，その上にチャート優勢層を載せて，西石原衝上断層に沿って秩父帯北帯の地層の上に衝上していると考えられた．この下盤に相当する地層は，伊野図幅の範囲では，思地（おもいじ）ユニット（脇田ほか，2007）とされたジュラ紀付加堆積物の延長にあたる．



第1図 四国の御荷鉾緑色岩類の分布。

四国地方土木地質図編纂委員会（1998）に加筆。青枠は第2図の地質図，黒枠は第4図の構造図の範囲を示す。

西石原地域の南東にあたる笹ヶ谷地域では、三波川変成岩類の南限かつ上限として笹ヶ谷断層が報告されていたが、村田ほか(2009)は、笹ヶ谷断層の北側の緑色岩類だけでなく南側のものからも変成鉱物としてアルカリ角閃石・アクチノ閃石を報告し、断層の両側で変成度に差はないことを明らかにした。御荷鉾緑色岩類の北側には、三波川変成岩類の泥質片岩が広く分布しており、御荷鉾緑色岩類とその周辺の石灰岩・チャートなどは、清水構造帯（あるいは構造線）（小島ほか，1956）で接するとされている。

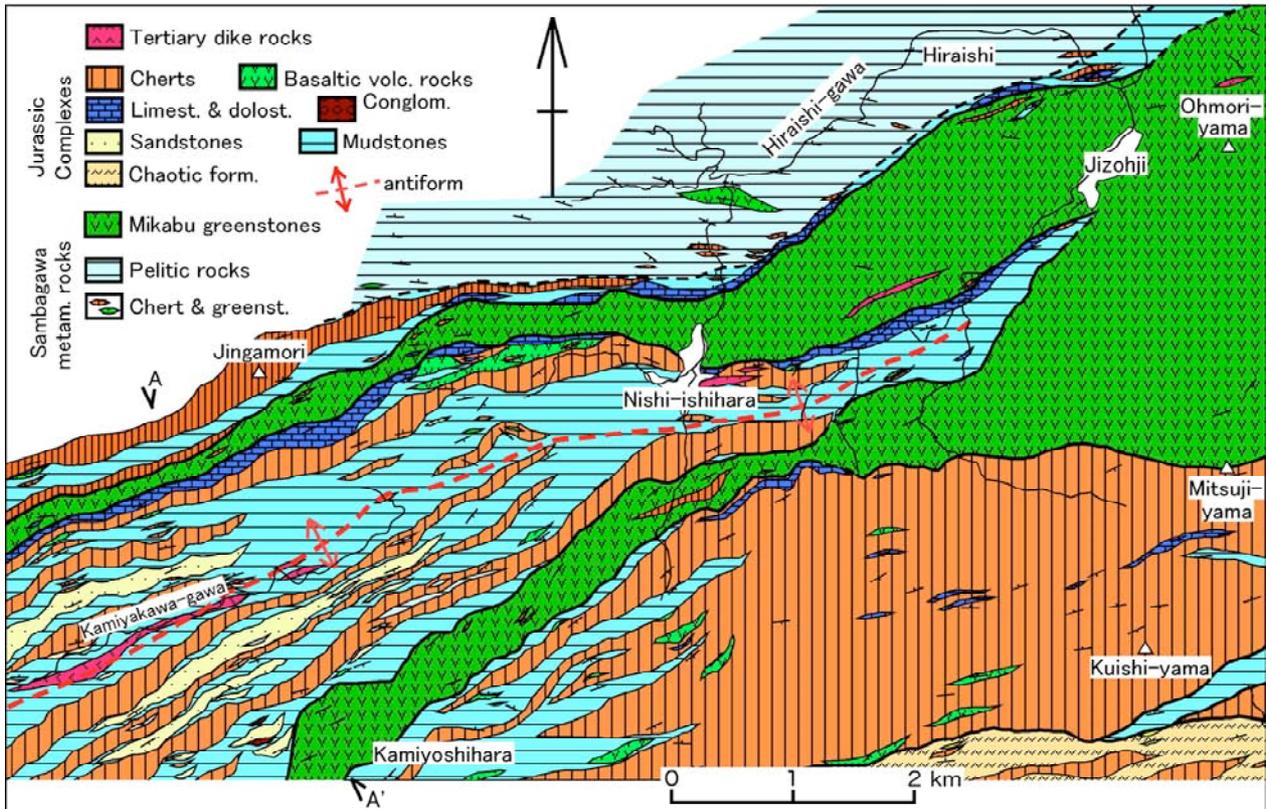
#### 西石原地域の御荷鉾緑色岩類周辺の地質構造

本章では、御荷鉾緑色岩類と秩父帯北帯のジュラ紀付加堆積物の構造的関係を中心に説明し、詳細な岩質については別稿にゆずる。なお、三波川変成岩類だけでなく、御荷鉾緑色岩類、秩父帯北帯のジュラ紀付加堆積物なども、千枚岩あるいは准片岩から片岩と呼べるものになっていて、露頭では区別し難いため、地質図の凡例等も含めてすべて原岩の名称を用いて記載し、適宜、変成・変形後の岩石名についても

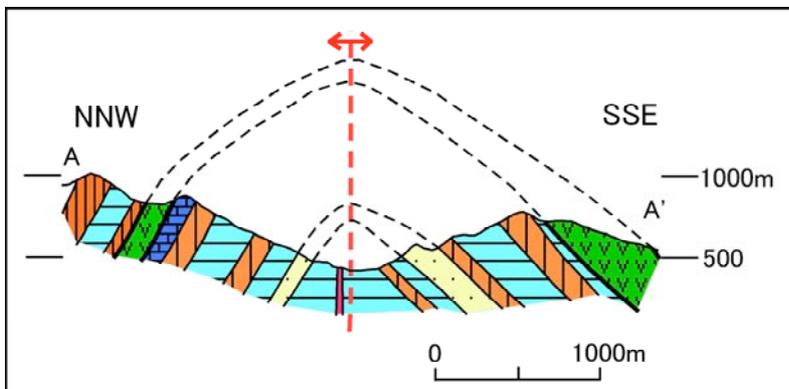
触れる。

**北列の御荷鉾緑色岩類の分布** 西石原地域東部の地蔵寺と三辻山（みつじやま）を結ぶ線より東側では、御荷鉾緑色岩類は分布幅が広く、幅3 km程度ある。一方、そこから西に向かうと、分布の中央部付近に泥質岩、石灰岩、チャートなど、緑色岩類以外の地層が出現し、御荷鉾緑色岩類が北列と南列に別れて分布する（武田ほか，1977）（第2図）。なお、本稿の地質図では御荷鉾緑色岩類は細かく岩質区分されていない。

北列の御荷鉾緑色岩類は、西石原北東付近では、枕状溶岩、ピローブレッチャ、火砕岩と、玄武岩質塊状溶岩、凝灰岩からなるとされている（武田ほか，1977のFig. 5参照）。武田ほか（1977）の地質図では、西石原西方約2 kmの地点で御荷鉾緑色岩類が薄くなってせん滅するように描かれているが、凝灰角礫岩（火砕岩とされているものに相当）や凝灰岩、塊状溶岩が、西方の陣ヶ森南方、そしてさらに西南西方へ追跡できることが明らかになった（第2図）。



第2図 西石原地域の御荷鉾緑色岩類周辺の地質図。



第3図 西石原地域の御荷鉾緑色岩類周辺の断面図。

凡例は地質図と同じ。

北列の御荷鉾緑色岩類のすぐ南側には、おそらく断層を介して石灰岩が分布している(武田ほか, 1977)(第2図)。この石灰岩は厚さ80mに達するもので、地蔵寺西方から西方に延び、西石原付近で一旦分布が途切れるものの、西石原西北西で再び分布し、陣ヶ森南方を通りさらに西方まで連続する(第2図)。特に陣ヶ森南

東方付近ではその石灰岩は、武田ほか(1977)の地質図には表現されていないが、150mにも達する厚さを持っている。また、この石灰岩に南側に分布するチャートも基本的に西石原から陣ヶ森南方まで連続して分布している(第2図)。

一方、この御荷鉾緑色岩類のすぐ北側にも石

灰岩とチャートが分布し、石灰岩は陣ヶ森東方、チャートは陣ヶ森西方まで分布する。つまり、北列の御荷銕緑色岩類は、南側の石灰岩・チャートと北側の石灰岩・チャートに挟み込まれるように西方へ連続していると判断され、西石原衝上断層で分布が切断されることはなさそうである。今回、北列の御荷銕緑色岩類の延長と判断した緑色岩類は、さらに西方の伊野図幅地域では、川又ユニット（脇田ほか、2007）とされた地層中の緑色岩類に延長する可能性がある。

**南列の御荷銕緑色岩類の分布** 南列の御荷銕緑色岩類は、三辻山から西方へ西石原南東まで、ハンレイ岩を伴いながら分布し、そこで西石原衝上断層によって分布が断たれているとされている（武田ほか、1977）（第1図参照）。しかしながら、西石原南東から南方にかけても、走向延長部に凝灰岩や凝灰角礫岩の分布が認められる（第2図）。また、西石原南方から南西の上吉原にかけても凝灰角礫岩・凝灰岩を主とする厚さ 250 m に達する緑色岩類が、北東-南西走向で分布する。西石原南東の緑色岩類のすぐ北側には比較的厚層のチャートが連続して分布している（第2図）。また、三辻山の御荷銕緑色岩類の南には赤色チャートを含み、石灰岩・ドロストーンを伴う厚層のチャートが分布し、南東方向へ上吉原東方まで連続して分布している（第2図）。これらに挟まれる形で緑色岩類が分布していることから、西石原南東から上吉原にかけての緑色岩類は、ハンレイ岩や塊状の溶岩を伴わないものの、陣ヶ森付近の御荷銕緑色岩類と同様、南列の御荷銕緑色岩類の延長部と考えてよいものと思われる。この南列の緑色岩類は、さらに西方の伊野図幅地域では、思地ユニットあるいは国見山ユニット（脇田ほか、2007）とされた地層の緑色岩類に延長する可能性がある。なお、村田ほか（2008）は、思地ユニットと国見山ユニット北半部の緑色岩類は連続するものがあり、変成度も同じため区別していない。

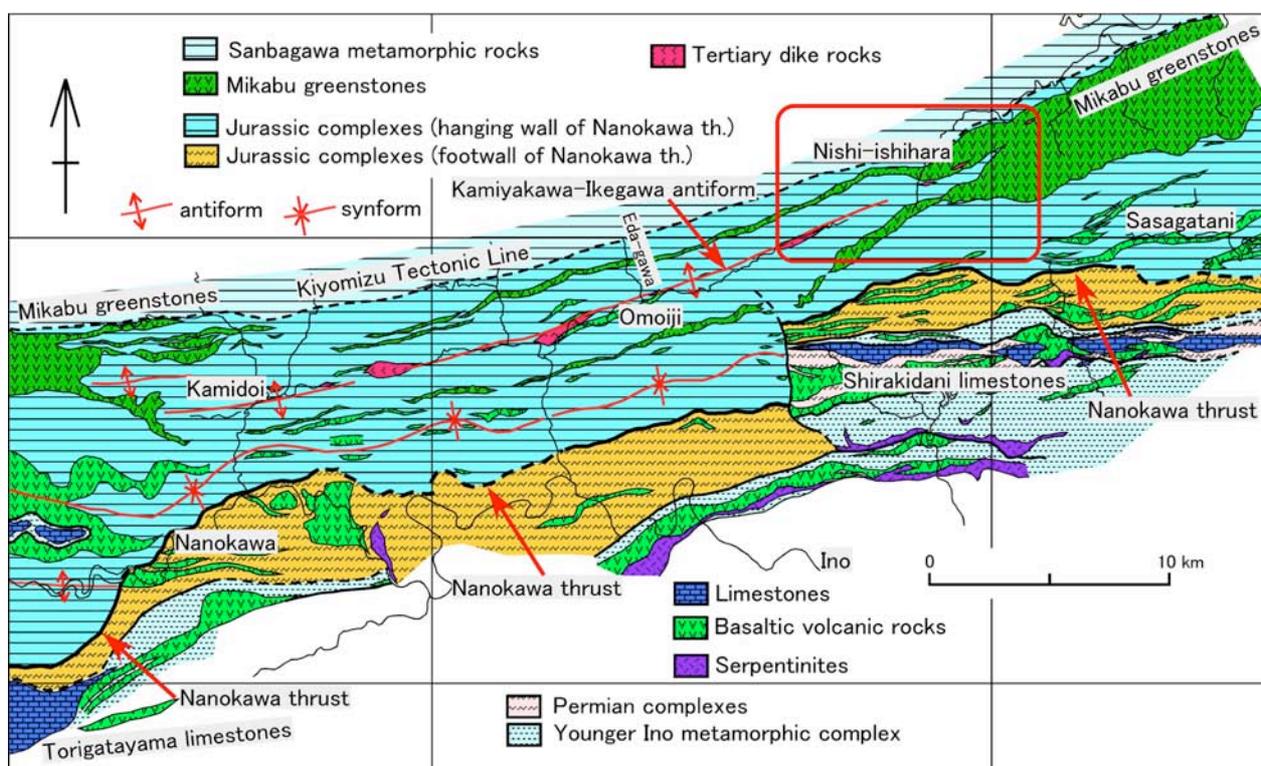
**アンチフォーム構造** 陣ヶ森付近の北列の御荷銕緑色岩類やその北側のチャート、南側の石灰岩・チャート、砂岩、泥岩などは、基本的に中角度で北に傾斜している（第2、3図）。一方、西石原南から上吉原にかけての南列の御荷銕緑色岩類とその北側のチャート、砂岩、泥岩、南側のチャート、泥岩などは、基本的に中角度で南に傾斜している（第2、3図）。両者の境界は、地層の走向にほぼ平行に流れている上八川川（かみやかわがわ）沿いにあり、従来から、上八川-池川背斜（佃ほか、1981）の東方延長にあたるアンチフォームが存在すると考えられる。なお、本稿では、この付近の地層が付加作用の時に衝上断層等の形成などで整合一連のものではなくなっていることを考慮し、単に「山型」の褶曲であるということでアンチフォームという用語を用いることにし、上八川-池川アンチフォームと呼ぶ。

北列の御荷銕緑色岩類と南列の緑色岩類は、上八川-池川アンチフォームによって、それぞれ北翼と南翼に位置していると考えられる。しかしながら、北翼・南翼に分布する全ての地層が対応しているわけではなく、北翼の御荷銕緑色岩類のすぐ南側の石灰岩は、南翼では分布していない。このアンチフォームは、武田ほか（1977）でも御荷銕緑色岩類分布域で記載されており（武田ほか、1977のFig. 5, 同地質図には表現されていないものの、西石原衝上断層を越えて西南西方の秩父帯側へ延びることが示されている。上八川-池川アンチフォームは、東方へは少なくとも西石原東方まで追跡可能である。アンチフォームの軸部付近には、第三紀の珪長質岩脈（鈴木、1964；脇田ほか、2007）が貫入している。

**清水構造線** 北翼の御荷銕緑色岩類の北側には、石灰岩、チャートが分布するが、それから北側には泥質岩（泥質片岩）が幅広く分布している。南翼の御荷銕緑色岩類の南側には、チャート優勢のジュラ紀付加堆積物が南傾斜で分布しているのに対し、北翼の御荷銕緑色岩類

の北側はほとんど泥質岩が広く分布しているため，両者がアンチフォームで繰り返しているとは考えにくい．地域北部の平石から西石原北方さらにその西方にかけての泥質岩は，西北西-東南東走向・北傾斜で安定しており，御荷鉾緑色岩類およびその下位の地層の東北東-西南西走向～北東-南西走向と斜交している．岩相の違いと，一般走向の違いから判断して，北翼の御荷鉾緑色岩類およびそのすぐ北側の石灰岩，チャートと，さらにその北側の泥質岩（泥

質片岩）との間には，断層が存在するものと考えられる．現在までのところ，この断層を露頭で確認することはできていないが，岩相の記載から判断すると，伊野図幅で，泥質片岩を主とする堂ヶ内ユニットと，石灰岩，緑色岩類を伴う川又ユニットの境界断層である清水構造線（脇田ほか，2007）の東方延長である可能性がある．なお，清水構造帯（小島ほか，1956）とされたものは，第2図の地質図で示した推定断層の位置よりは北側に考えられている．



第4図 四国の秩父帯構造図．

赤枠は第2図の地質図の範囲を示す．図には示されていないが，新期伊野変成コンプレックスの分布域の南側に黒瀬川古期岩類が分布する．

### 地質構造の再検討

**西石原衝上断層について** すでに述べたように，西石原地域の御荷鉾緑色岩類は，上八川-池川アンチフォームの北翼と南翼の二つの岩体に別れて西方に延びる（第2図）．そのため，御荷鉾緑色岩類の南西縁としての西石原衝上断層は存在しないし，御荷鉾緑色岩類を中心と

した地層が，秩父帯北帯の地層の上に衝上することもないと考えられる．ただし，御荷鉾緑色岩類は全体としてジュラ紀付加堆積物中に層状に挟み込まれているため，御荷鉾緑色岩類の下限の衝上断層は存在する（第3図）．

上八川-池川アンチフォームは，四国中西部名野川地域でも御荷鉾緑色岩類を褶曲させていると考えられる．そこでは，上土居付近をア

ンチフォームが通り、西方に向かってアンチフォームが北にシフトし、御荷銻緑色岩類とその直下の石灰岩を褶曲させていると考えられる(村田・前川, 2007 の第2図). 名野川地域の上土居付近から西石原までの地域でも、予察的な調査ではアンチフォームが基本的に連続することが確かめられている.

**名野川衝上断層について** 名野川地域の名野川衝上断層 (Kimura & Horikoshi, 1959 ; Murata, 1982) の上盤には、ゆるやかなシンフォーム・アンチフォームが存在し、基本的に北に急傾斜する下盤と地質構造が異なっている(村田・前川, 2007) (第4図). 西石原地域の東南東側にあたる笹ヶ谷地域でも、名野川衝上断層が存在することが明らかにされており(村田ほか, 2009), 西石原地域の御荷銻緑色岩類やその南側のジュラ紀付加堆積物も、同衝上断層の上盤であると考えられる. また、御荷銻緑色岩類の下位に存在するジュラ紀付加堆積物は、西石原地域西方の思地でアンチフォームの軸部付近に分布する緑色岩類は変成鉱物としてアルカリ角閃石やアクチノ閃石を含むことから、これらも三波川変成作用を受けており、名野川衝上断層の上盤と考えられる(第4図).

**変成年代について** 四国中央部思地から北の枝川沿いで、三波川南縁帯の泥質片岩のフェンジャイト年代が明らかにされている (Itaya and Fukui, 1994). それによると、上八川-池川アンチフォームの北翼で、御荷銻緑色岩類付近(川又ユニット)が89~90Ma, 御荷銻緑色岩類より下位の地層は79~96 Maということになり、笹ヶ谷地域で河戸ほか(1991)により明らかにされた御荷銻緑色岩類よりも南側の105~159 Maという年代よりも若い. 一方、清水構造線(構造帯)よりも北側の泥質岩は、77~91 Maとされている (Itaya and Fukui, 1994).

**地体構造区分について** Suzuki (1965) は、上八川-池川背斜の北翼にあたる地層を三波川帯、南翼にあたる地層を秩父帯として、軸部付近に上八川-池川構造線を考えた. しかしなが

ら、武田ほか(1977)は、同構造線の北側と南側はともに秩父帯に特徴的な岩相が分布するとして、この構造線は重要ではないと考えた. アンチフォームの軸部付近に第三紀の珪長質岩脈が貫入しているが、ここを境として北側と南側で地層に違いはないので、構造線という用語はしないほうがよいと思われる.

西石原地域の上八川-池川アンチフォームの内側に分布するチャート、石灰岩、緑色岩類、砂岩、泥岩などからなる地層は、断層を介して層状の御荷銻緑色岩類の下位に位置している. これらの地層は、西方の上土居付近まで、チャート、砂岩、泥岩、緑色岩類、石灰岩などからなり、伊野図幅地域では、ジュラ紀付加堆積物の思地ユニットあるいは国見山ユニットとされている(脇田ほか, 2007). 松岡ほか(1998)では、御荷銻緑色岩類の下位は上吉田ユニット、上位は柏木ユニットまたは上吉田ユニットとされている. なお、本稿で南翼の御荷銻緑色岩類に含めた上吉原付近の緑色岩類は、伊野図幅地域でも追跡され、名野川地域の上土居南西方へ連続する可能性がある(村田ほか, 2008 の第2図参照, 第4図). つまり、御荷銻緑色岩類分布域だけを、例えば御荷銻帯として秩父帯から分離して表現することは、地体構造区分としては適切ではないと考えられる.

## まとめ

- (1) 四国中央部、地蔵寺付近で広い分布幅を持っていた御荷銻緑色岩類は、南西方に向かうと2列に分かれて分布し、玄武岩質凝灰角礫岩・凝灰岩からなる分布幅の狭い緑色岩類として、梶ヶ森南方やそれより南西方まで連続する. 御荷銻緑色岩類が連続して分布するため、その南西縁としての西石原衝上断層は存在しない.
- (2) 御荷銻緑色岩類は、全体として層状でジュラ紀付加堆積物中に断層で挟み込まれていると考えられ、上八川-池川アンチフ

フォームの影響を受けて，その北翼および南翼の2列に別れて分布する．アンチフォーム軸部に設定された上八川-池川構造線は，三波川変成岩類と秩父帯北帯の境界とはできず，御荷鉾帯と秩父帯北帯と区分するのも適当ではない．

(3) 御荷鉾緑色岩類とその周辺の地層は，北側の三波川変成岩類の泥質片岩と，おそらく清水構造線で接する．

## 文 献

- 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 age. *Island Arc*, **3**, 48-58.
- 岩崎正夫・鈴木堯士・須鎗和巳, 1991, 2.6 御荷鉾緑色岩類. 「四国地方」(須鎗和巳・岩崎正夫・鈴木堯士編), 50-63, 共立出版.
- 甲藤次郎・須鎗和巳・鹿島愛彦・橋本 勇・波田重熙・三井 忍・阿子島 功, 1977, 高知営林局管内表層地質図. 高知営林局.
- 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, **97**, 959-975.
- Kimura, T. & Horikoshi, E., 1959, On the geologic structure of the Chichibu Terrain in Western Central Shikoku. *Sci. Pap., Coll. Gen. Educ., Univ. Tokyo*, **9**, 329-342.
- 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. 地質雑, **62**, 317-326.
- 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, **104**, 634-653.
- Murata, A., 1982, Large Decke structures and their formative process in the Sambagawa-Chichibu, Kurosegawa and Sambosan Terrains, Southwest Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II*, **20**, 383-424.
- 村田明広, 1988, 上葦生川-鮎喰川断層に沿う水平変位量の側方変化. 地質雑, **94**, 689-695.
- 村田明広, 2006, 四国西部における御荷鉾緑色岩類と秩父帯北縁部の地質構造. 徳島大学総合科学部自然科学研究, **20**, 35-41.
- 村田明広・浅田舞紀・前川寛和, 2006, 四国西部におけるピクライトを伴う御荷鉾緑色岩類南縁の衝上断層. 構造地質, No. 49, 99-103.
- 村田 明広・犬房陽一・橋本陽介・前川寛和, 2008, 四国中央部伊野地域における秩父帯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, **22**, 13-27.
- 村田明広・前川寛和, 2007, 四国中西部, 秩父帯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, **21**, 65-75.
- 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帯北帯の地質構造. 徳島大学総合科学部自然科学研究, **23**, 61-72.
- 四国地方土木地質図編纂委員会, 1998, 四国地方土木地質図および解説書. 国土開発技術研究センター, 859p.
- 須鎗和巳・桑野幸夫・石田啓祐, 1983, 御荷鉾緑色岩類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), **13**, 63-82.
- Suzuki, T., 1965, On the Kamiyakawa-Ikegawa Tectonic Line. *Geol. Rep. Hiroshima Univ.*, no. 14, 293-306.
- Suzuki, T., Kashima, N., Hada, S. and Umemura, H., 1972, Geosyncline volcanism of the Mikabu greenrock in the Okuki area,

- western Shikoku. *Jour. Japan. Assoc. Mineral. Petrol. Econ. Geol.*, **67**, 177-192.
- 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 敬編, 「三波川帯」, 広島大学出版会, 107-151.
- 佃 栄吉・原 郁夫・富永良三・徳田 満・宮本隆実, 1981, 四国中西部の秩父帯の地質構造. 中生代造構作用の研究, No. 3, 49-59.
- 梅木美妙・榊原正幸, 1998, 四国西部肱川地域の北部秩父帯の地体構造区分と広域変成作用. *地質雑*, **104**, 590-603.
- 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地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 140p.

論文受付 : 2009年9月18日

改訂論文受付 : 2009年9月28日

論文受理 : 2009年9月30日