

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月15日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22540472

研究課題名（和文）九州四万十付加体の精密地質構造解析

研究課題名（英文）Precise structural analysis of the Shimanto accretionary complex in Kyushu, southwest Japan.

## 研究代表者

山本 啓司(YAMAMOTO HIROSHI)

鹿児島大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：60244224

## 研究成果の概要（和文）：

九州の四万十帯において地質構造に関する新知見を得た。北薩地域では玄武岩、チャート、泥岩からなる地層ユニットが覆瓦状構造を構成している。八瀬尾地域では蛇紋岩小岩体が砂岩・泥岩層の構造上位をほぼ水平に覆っている。長屋山周辺の四万十累層群は西傾斜で西側上位の同斜構造である。徳之島では低角傾斜のレンズ状蛇紋岩体が砂・泥質の変成岩の中に不連続に散在し、西海岸の秋利神川河口では泥質変成岩に厚さ10ないし20cmの粉碎岩脈が貫入している。

## 研究成果の概要（英文）：

Geological structures of the Shimanto Belt in southwestern Kyusyu and Tokunoshima Island have been investigated. In the Hokusatsu district, layers of basaltic lava, chert and mudstone form imbricate structure. The Yaseo area in the Satsuma Peninsula carries one of the serpentinite occurrences in the Shimanto Belt. Two major serpentinite bodies are exposed in the areas extending about 100 x 50 m and 200 x 70 m. These overlie west-dipping layers of sandstone and mudstone with subhorizontal boundaries. In the Choyasan area of the Nansatsu district, layers of mudstone and sandstone generally dip west with westerly younging. Geology of the central part of Tokunoshima Island is composed of pelitic-psammitic schists, granitic intrusive rocks and sporadic serpentinite. Lenticular bodies of serpentinite dipping northwest in low angles are distributed in the pelitic schist. Dark-shaded veins with up to 20 cm thick appear in the pelitic and psammitic schists at the mouth of Akirigami River in western Tokunoshima. Fragments of the country rocks in variable sizes and fine-grained particles fill the veins.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2011年度	400,000	120,000	520,000
2012年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：地質構造，テクトニクス，四万十帯

### 1. 研究開始当初の背景

四万十帯の地層は海洋プレートの沈み込みに伴って形成された付加体として解釈されている。四万十帯は日本の国土を構成する地質体のなかで最も長大なものであり、その分布域は関東の房総半島から中部地方の太平洋側、紀伊半島、四国、および九州南部を経て南西諸島に至る。それらの総延長は海面下にあると推測される部分を含めると1500kmを越える。四万十帯はおそらく世界で最も詳しく研究されている付加体であり、分布範囲のほぼ全域にわたって調査されている。しかし、層序学的研究が充実しているのに比べて構造地質学的研究は地域差が大きく、全体として不十分である。九州南部は西南日本弧と琉球弧(南西諸島)が接合する地域にあたる。特に薩摩地方は九州と南西諸島の間の構造上の対比を行なう上で鍵となる地域でもあるが、薩摩地方の四万十帯については付加体としての構造解析は行なわれていない。

### 2. 研究の目的

本研究課題の目的は、第一に地理的に隔離されている九州の四万十帯分布領域間の構造的・層序的連続性を確認・整理することであり、第二に九州四万十帯の変成温度構造を決定することである。そして、これらの成果を総合して九州の四万十帯付加体形成時におけるプレート収束のテクトニクスを解明する。

### 3. 研究の方法

野外調査を行なって露頭スケールでの地層・岩石の相互関係と変形構造を記載すること、砂岩試料の鉱物組成の測定により、地理的に隔離されている九州の四万十帯分布領域間の構造的・層序的連続性を確認・整理する。必要に応じて5000分の1から1000分の1相当の詳細なマッピングを行って、九州の四万十帯では従来の研究でなされていないレベルの精密さで地質構造を描き出す。

### 4. 研究成果

九州の四万十帯累層群分布域の中で、相対的に研究が進んでいない薩摩地方と南西諸島の徳之島を調査し、以下のような新知見を得た。

北薩地域の四万十帯累層群大川層群(佐伯亜層群相当)池之段層の地質構造を明らかにした。池之段層は泥岩と玄武岩質枕状溶岩を主体とし、少量のチャート、珪質泥岩、砂岩を含む。それらは概ね北北東走向で西傾斜かつ西上位である。同層分布域北限の尾毛無から南方の池之段に至るまで、玄武岩、チャート、泥岩、および砂岩の組み合わせを基本セットとする地層ユニットが全体として南北方向

に雁行状に配列し、覆瓦状構造を構成している。玄武岩質枕状溶岩には、内部にパンペリー石を含む鉱物脈が生じていることがある。池之段層の東側の境界(構造上の下限)をなす野田断層は、南北走向で西に30°ないし60°傾斜する。野田断層の下盤は高尾野層群の砂岩と泥岩である。これに加えて、田代と鶴河内の間に衝上断層帯における「ポップアップ」に相当する構造を認識できた。田代付近に北西走向で右横ずれのback-thrust、鶴川内付近に北東走向で左横ずれのout-of-sequence thrustがあり、これらに挟まれた横向きV字型の領域がその北側と南側に比べて西に張り出している。覆瓦状構造とポップアップは、北向きに沈み込むプレート境界で成長した付加体の内部で形成され、それが西側を上位に横倒しになり、その断面が露出したものと解釈できる。野田断層は付加体形成時のデコルマンに相当するものと考えられる。池之段層を含む北薩地域の四万十帯累層群は日本海の拡大に伴う日本列島の変位によって40°ないし50°屈曲したという議論がある。池之段層の北方延長部は火砕流堆積物の下に伏在していて先行研究が報告しているような北東に延びるような分布は認められない。従って、この地域の四万十帯累層群には「屈曲」と呼べるような構造は認められない。

四万十帯北帯に区分される地域では、四国西部の本覚川上流部、薩摩半島の八瀬尾地域および徳之島の井之川岳周辺に蛇紋岩類が分布するが、それらが四万十帯付加体の形成・改変過程にどのように位置づけられるのかについてはあまり議論されていない。八瀬尾地域の既知の蛇紋岩分布域を含む南北約1750 m、東西約800 mについて、5000分の1から1000分の1相当のマッピングを行なった。この領域には蛇紋岩のほかに佐伯亜層群の砂岩層および砂岩泥岩互層が分布している。砂岩層は少量の泥岩薄層を挟み、概ね南北走向で西に傾斜する。級化層理は西上位を示す。砂岩泥岩互層は概ね北北東走向で西に傾斜し、級化層理は西上位を示す。砂岩泥岩互層と砂岩層の境界面は、両者の分布状況と地形面の起伏に基づいて推定すると走向は北北東で西に50°ないし60°傾斜している。八瀬尾地域には、南北約100 m、東西約50 mに渡るものと、南北約200 mで東西方向の最大幅が約70 mのもの二つの蛇紋岩分布域がある。これらは430から490 m程度の尾根状地形の最上部にあり、ほぼ水平な境界面を介して砂岩泥岩互層と砂岩層の上に乗っていると考えられる。堆積岩層との境界は露出していない。蛇紋岩は最も新鮮に見える岩体中央部から採取した試料においても著しく

蛇紋石化していて、顕微鏡下でかんらん石を確認できない。輝石は残晶としてのみ認められ、へき開であったと思われる面に沿って微細な不透明鉱物が平行に配列していることが多い。蛇紋岩体の構造上の下限の位置を追跡すると、局所的な地形が尾根状の場所では岩体中央から外に向かって凸になり、谷状の場所では内側に凹むとともに下限の高度が尾根状部より 2~3 m 低くなる傾向がある。従って蛇紋岩体の下底面は、縁辺部が岩体中央側に緩く傾斜した浅い皿のような形であると考えられる。蛇紋岩分布域の周辺には長径数 m 程度の巨礫を含む様々な大きさの蛇紋岩の岩片が少量の砂岩・泥岩の岩片と混在する崩壊堆積物が認められる。蛇紋岩からブロック状試料（長径 15 cm 以上、短径および厚さ 10 cm 以上）を定方位で採取して室内で変形構造を観察した。試料表面に認められる破断面のうち最も長く連続するものの走向傾斜は  $N15^{\circ} E, 34^{\circ} E$  であり、この破断面上の条線のトレンドとプランジは  $N88^{\circ} W, 33^{\circ} E$  であった。 $N15^{\circ} E, 34^{\circ} E$  の破断面に直交し条線に平行な面で試料を切断し、切口を合成樹脂で固定して研磨した。 $N15^{\circ} E, 34^{\circ} E$  の破断面は研磨面においても最も優勢な不連続面である。この面を脆性剪断帯に発達する破断面の「Y 面」に相当するものと見なすと、Y 面より傾斜が高角で Y 面と  $20^{\circ}$  ないし  $30^{\circ}$  斜交する破断面は R1 面 ( $N11^{\circ} E, 60^{\circ} E$ ) に相当し、Y 面よりも傾斜が低角で Y 面と  $15^{\circ}$  ないし  $20^{\circ}$  斜交する破断面は P 面 ( $N5^{\circ} E, 15^{\circ} E$ ) に相当する。R1 面および P 面と認定した面は、ともに Y 面によって切られているか Y 面に収れんしている。ほかに R2 面と X 面に相当する角度に発達する破断面も認められる。これらの面の配置は Y 面上盤側が西から東に変位したときの変形構造に対比できる。蛇紋岩体基底部の変形構造は上位側が相対的に東に変位したことを示唆する。これらの観察結果に基づき、蛇紋岩体は西側から移動してきて佐伯亜層群の上に定置したクリップであると解釈する。

薩摩半島南部の南薩地方には佐伯亜層群上部層に相当する地層が分布している。この地域は四万十帯北帯に属する地層の分布域としては日本本土の南限にあたる。長屋山 (513m) を中心に東西約 8km、南北約 5.5km の範囲を調査し、地質構造を明らかにした。四万十帯層群は岩質に基づいて 4 枚の地層に区分できる。構造的低位より上位に向かって鮎川砂岩泥岩互層、長屋山砂岩層、長屋山砂岩泥岩互層、堀切砂岩層である。これらはすべて北東走向、西傾斜 ( $50^{\circ}$  ないし  $60^{\circ}$ ) かつ西上位の同斜構造をなしている。長屋山砂岩層の下部には過去に記載されていない円礫岩層が含まれる。礫には石灰岩が含まれるが、薩摩半島南部の上部白亜系以前の地層には

石灰岩礫の供給源に該当しそうな石灰岩層は含まれていない。これらの堆積岩層に中新世の花崗斑岩が貫入し、堆積岩層と花崗斑岩の両者を第四紀の火砕流堆積物が不整合に覆っている。花崗斑岩と堆積岩層の境界部には従来の報告には記載されていない角礫岩が挟在している。角礫岩層は黒色で極細粒の基質と淘汰の悪い砂岩や泥岩の角礫からなる。顕微鏡下では礫は破断していることが多く、その内部に基質が脈状に入り込んでいる構造が確認できる。これは礫を破断させた剪断変形の際に基質は流動的状態であったことを示す。さらに、角礫岩層が花崗岩類の周辺にしか分布していないことから、角礫岩層は花崗岩類の貫入時に形成された火道角礫岩、あるいは花崗岩との境界面が剪断変形して生じた粉碎岩脈であると考えられる。

徳之島の北部から井之川岳 (645m)、剥岳 (382m) などの中央部の山々にかけては白亜系四万十帯層群の堆積岩とそれらに貫入する古第三紀深成岩類が分布する。剥岳の北および東側には超マフィック岩類が分布する。標高 200m 以下の地域および沿岸部では第四紀の琉球層群（主に石灰岩）や火山砕屑性堆積物などが前述の基盤岩類を覆っている。超マフィック岩類は四万十帯層群に「貫入」とされている。剥岳周辺の詳細なマッピングにより超マフィック岩体を構成する蛇紋岩とかんらん岩は、既存の地質図に描かれているように北北東—南南西に帯状に連続して分布するのではなく、レンズ状の小岩体が砂質および泥質の変成岩の中に不連続に散在していることが明らかになった。変成岩類の面構造はおおむね北西に低角で傾斜している。レンズ状の超マフィック岩体の姿勢は北西に緩く傾斜していて、変成岩類の面構造と調和的である。この構造は前述した八瀬尾地域の蛇紋岩体の構造と対比できる可能性がある。

徳之島の西海岸において特異な貫入岩脈（ここでは暗色脈と呼ぶ）を発見した。徳之島西岸の秋利神川河口域には砂質片岩および泥質片岩が分布していて、それらの片理の走向は北東~東北東、傾斜は  $15\sim 30$  度北西である。砂質片岩と泥質片岩の分布域は、北側、東側、および南側を古第三紀花崗岩類に囲まれていて、島内の類似する地層の分布域から孤立している。暗色脈は河口の砂浜の汀線付近にある周囲長約 30 m、地上高約 3 m の岩塊に含まれている。岩塊は泥質片岩層を主体とし、少なくとも 3 枚の砂質片岩層を含む。泥質片岩層の面構造の走向傾斜は  $N27^{\circ} E, 20^{\circ} N$ 、線構造のトレンドは  $N36^{\circ} W$  である。泥質片岩は細粒の黒雲母、白雲母、石英、斜長石、および不透明鉱物から成り、黒雲母および再結晶石英集合体の定向配列が顕著である。砂質片岩層の厚さは最

大約 50 cm で、面構造の走向傾斜は N68° W, 28° N である。砂質片岩は石英、斜長石、白雲母、黒雲母、緑泥石、および不透明鉱物から成り、長石を多く含むので長石質アレナイト起源であると思われる。暗色脈はこの岩塊を取り巻くように北東面から東面にまたがって約 12m に渡って露出している。暗色脈は厚さが 10~20cm であり、極細粒の基質と母岩由来の岩片からなる。全体としては泥質片岩層と砂質片岩層の境界面にほぼ平行に貫入しているが、砂質片岩層を分断して階段状になっている部分や、枝分かかれして末端が尖滅している部分がある。黒色基質は光学顕微鏡では構成粒子を識別できないほど細粒である。岩片の長径は脈の延長方向と平行に配列しているものが多い。これらの観察から暗色脈は母岩が粉砕されて流動化して形成されたものであると考えられる。溶融したことを示す組織は確認できていないが、シュードタキライトである可能性も排除できない。粉砕岩脈（またはシュードタキライト）は、四万十付加体形成時またはその後の地震に伴って形成されたと考えられる。

以上のように、九州南西部および徳之島の四万十累層群分布地域において従来の解釈と異なる、あるいは知られていなかった地質構造と岩石の存在が明らかになった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

1. 山本啓司・下次圭太・土居真輔・ハフィーズ ウル レーマン、薩摩半島八瀬尾地域の蛇紋岩体と四万十帯堆積岩層との低角境界。地質学雑誌, 117, 468-471, 2011. 査読有  
<http://dx.doi.org/10.5575/geosoc.117.468>

〔学会発表〕(計 9 件)

1. 上田脩郎・山本啓司・寺林優。徳之島西部秋利神地域の泥質・砂質変成岩中のシュードタキライト様貫入岩。日本地質学会第 119 年学術大会講演要旨, 267. 2012. 9. 15~17, 大阪市。

2. 上田脩郎・山本啓司。九州南部南薩地方の四万十帯の地質構造。日本地質学会西日本支部第 162 回例会, 2012. 2. 11, 鹿児島市。

3. 土居真輔・富永隆志・山本啓司。九州南部北薩地方の四万十帯池之段層の地質構造。日本地質学会西日本支部第 162 回例会, 2012. 2. 11, 鹿児島市。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山本 啓司 (YAMAMOTO HIROSHI)  
鹿児島大学・理工学研究科・准教授  
研究者番号: 60244224

### (2) 研究分担者

寺林 優 (TERABAYASHI MASARU)  
香川大学・工学部・教授  
研究者番号: 40243745

ハフィーズ ウル レーマン (HAFIZ UR REHMAN)

鹿児島大学・理工学研究科・助教  
研究者番号: 60505410