

四国四万十帯大山岬層中の変成岩礫の起源

馬 渕 映 美*

Protoliths of the metamorphic clasts from the Ohyamamisaki Formation within the Shimanto belt, Shikoku, Japan.

Emi Mabuchi*

Abstract

The conglomerates from the Ohyamamisaki Formation, located in the Shimanto belt, contain metamorphic clasts. On basis of their lithology and composition, these conglomerates can be divided into two different groups located in the northern and southern part of the Shimoyama area.

The main lithologies we can find in the clasts from the northern part are as follows: pelitic schists, including spotted schists, acidic tuff and basic schists. On the other hand, the clasts from the southern area can be identified as garnet-bearing siliceous pelitic schist fragments.

According to the chemistry of muscovite and garnet, these pelitic schists could be ascribed to the chlorite or garnet zone of the Sambagawa metamorphic belt. The garnets within the siliceous pelitic schists from the northern area are extremely rich in the spessartine component. The suggested route followed by these clasts is the following: Sambagawa metamorphic zone→(Mikabu greenstonebelt)→Kurosegawa tectonic zone→Shimanto belt. On the other hand, the clasts from the northern area are likely derived from the Kurosegawa tectonic zone.

はじめに

四国四万十帯南帯に位置している大山岬層には、変成岩礫を含む礫岩の存在が知られている(平ほか, 1980; 吉倉ほか, 1991; 山崎ほか, 1993). 大山岬層は礫岩・砂岩・泥岩・砂岩泥岩互層より構成される地層であり, 安芸市下山の海岸では径 50 cm を越える結晶片岩の巨礫を含む礫岩層が存在する. 結晶片岩礫として砂質片岩・泥質片岩・珪質片岩のほか, 塩基性片岩も報告されている. これらの変成岩礫の起源については, 岩相対比と放散虫や K-Ar 法を用いた地質年代学的手法から, 三波川帯起源という考えが多いが(吉倉ほか, 1991), 黒瀬川帯起源とする考えもある(平ほか, 1980). また, 吉倉ほか(1991)によると, 放散虫による堆積年代は白亜紀末の Campanian~Maastrichtian(83~65 Ma), K-Ar 法による白雲母の年代は約 70~80 Ma であり, 堆積と変成作用がほぼ同じ年代を示している.

今回の研究では下山海岸に露出する大山岬層中の礫岩の岩石学的性質の検討を行った. また, 変成岩礫中の白雲母の化学組成を EPMA を用いて分析し, 同時に調査

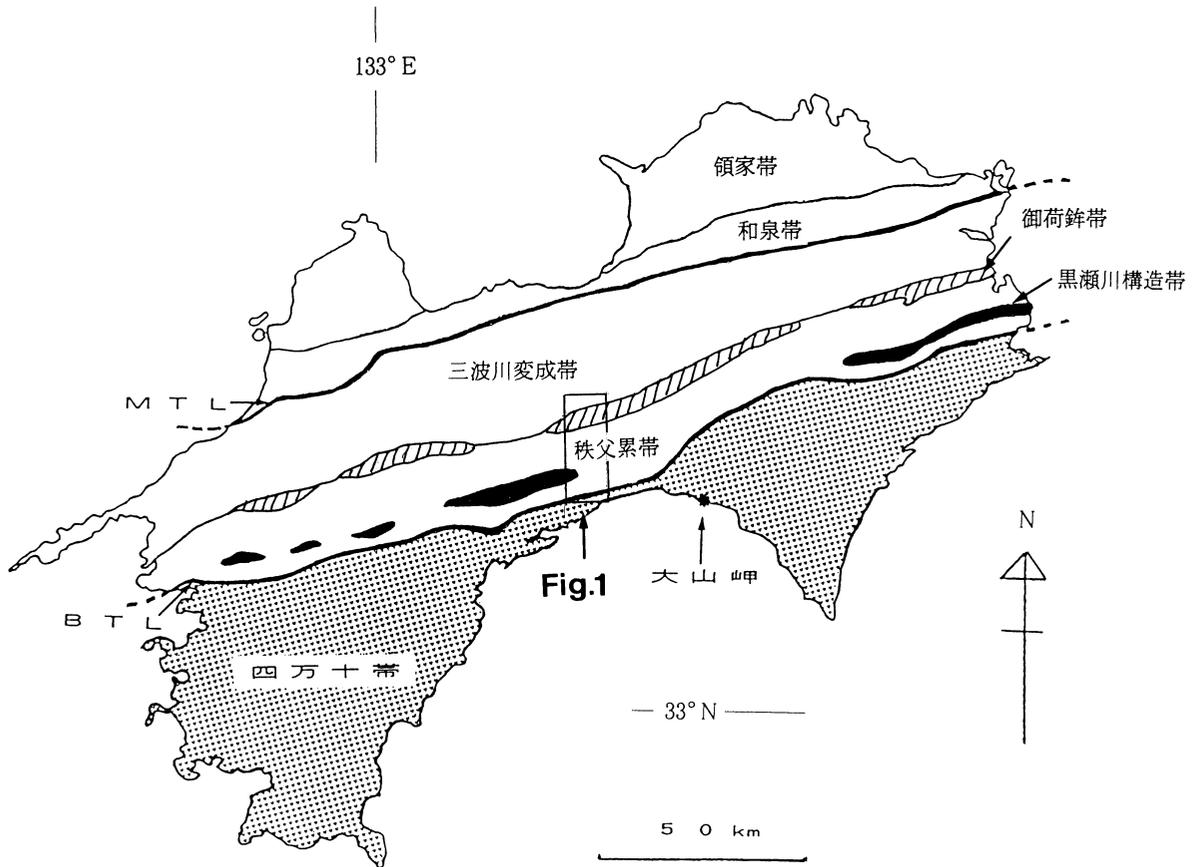
地域北部で見いだされた, 珪質の泥質片岩礫中のざくろ石の化学分析結果を他の地帯のざくろ石と比較・検討した. これらをもとに大山岬層中の変成岩礫の起源について考察する.

地質の概略と試料の採取

1. 地質の概略

四万十帯は, 仏像構造線の南側に分布し, 北側の秩父累帯と境されている(第 1 図). 四万十帯は北帯と南帯に区分される. 北帯は主にタービダイトからなり, チャート・石灰岩・緑色岩・凝灰岩のオリストリスを含むオリストストロームである. マトリックスのタービダイトの堆積年代は白亜紀新世である. 南帯は主に泥岩・砂岩・泥岩と砂岩のタービダイト性の互層などからなり, まれに礫岩を挟むこともある. 礫には砂岩・チャート・粘板岩などが含まれる. 南帯の堆積年代は放散虫や二枚貝化石から, 第三紀漸新世~中新世と考えられている(岡村・平, 1984). 四国東部室戸半島の四万十帯南帯については, 甲藤ほか(1960, 1961)によって漸新統の四十寺山層と始新統の室戸半島層群に分けられ, さらに室戸半島層群は下位より大山岬層・奈半利川層・室戸層に区分されている. 大山岬層は結晶片岩礫を含む礫岩層で特徴づけ

* 島根大学理学部地質学教室
Department of Geology, Shimane University, Matsue, 690 Japan



第1図 四万十帯分布略図

られ、奈半利川層は砂岩の卓越した互層である。室戸層は緑色岩類・スランプ構造を伴う泥岩がちの互層を主体としている。

大山岬層は結晶片岩礫を含む礫岩、砂岩、頁岩、ブロック状砂泥混合層などで特徴づけられる地層で、層相の変化が激しい。地質構造は北北東-南南西方向の走向が卓越し、走向に平行な軸を持つ1組の大きな背斜と向斜により支配されている。本層は全層厚2000m程度で、平ほか(1980)によって下位よりA・B・Cの3部層に区分されている。以下にこの3部層について平ほか(1980)に基づき説明する。A部層は300~400mの層厚を持ち、砂泥互層を主とする砂がちの地層である。砂岩の単層は中~粗粒砂岩からなり、最大3m程度の層厚を示す。層理面の底面には泥岩の偽礫が多く含まれる。

B部層は下位よりFacies 1~5の5つの堆積相が認められる。本層は海岸の露頭でよく観察され、今回調査したのはFacies 1である。Facies 1は礫岩、砂岩、偽礫質砂岩などで構成され、層相の変化は著しい。下位の礫岩層は層厚5m程で、下底は浸食構造を示す。Facies 2は層厚は80m程度である。ほとんどが0.5~2m程度の厚さの中~粗粒砂岩層の繰り返しからなる。砂岩単層は種々の堆積構造を示すが、タービダイトのBouma sequenceを示すものもある。泥質部はほとんど見られず、

上部に一部挟まれているのみである。Facies 3は層厚は20m程度で、塊状無層理の中粒厚砂岩層を伴う堆積相である。厚砂岩層は3枚認められており、一番厚いものは3.5m程度である。Facies 4は細偽礫質岩からなり、極めて特徴的な堆積相を示す。粗粒砂~細礫サイズの泥岩粒子を主とするラミナより構成され、トラフ斜交葉理、平行葉理が卓越した数10cm~1m程度の単層の繰り返しからなる。Facies 5は泥質部で頁岩中にリップル葉理のみられる中~粗粒砂岩の薄層を挟む。

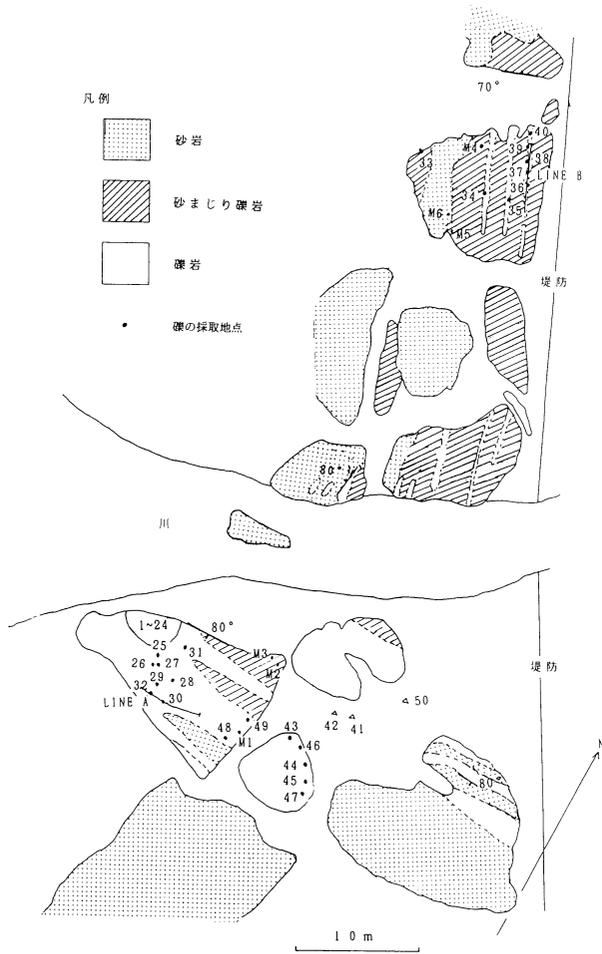
C部層は泥質層でブロック状砂泥互層が優勢である。北西の海岸線では砂岩の薄層を挟む頁岩層上部に径数m以上の大きな砂岩ブロックを含む砂泥混合層が露出している。この中には淡緑灰色頁岩~珪質シルト岩の小レンズ状ブロックを含む。これより白亜紀型の放射虫群集が報告されている(平ほか, 1980)。これはCampanian(83~73 Ma)~Maastrichian(73~65 Ma)を示す。また山崎ほか(1993)は、放射虫により、大山岬層の年代を、結晶片岩礫を含む地層も含めて始新世中期~後期であるとした。

2. 礫の採取

大山岬層のなかで典型的な礫岩が露出する下山の海岸を選んで調査と試料採集を行った。ここでは、平ほか(1980)によるB部層のFacies 1の岩相が分布し、海岸

第1表 LINE A (調査地域南部) と LINE B (調査地域北部性) の構成礫種

	石 英	砂 岩	泥 岩	礫 岩	曹 長 石	ホルンフェルス	泥質片岩	塩基性片岩	珪質片岩	砂質片岩	酸性凝灰岩
LINE A(個)	21	11	2	2	1	1	6	3	2	1	0
LINE B(個)	33	8	0	0	0	0	(珪質) 1	0	0	0	2



第2図 下山海岸付近露頭分布図

に面した約 100 m 四方の範囲に様々な礫岩が露出する (第2図)。ここでは、南部と北部でその岩相は異なる。南部で、走向 N 80°E 傾斜 80°W でほぼ一定している。また北部地域は、走向 N 10~15°W、傾斜は 80°W で一定しており、南部の走向傾斜とは不調和である。これらにより北部と南部のあいだに断層の存在が想定される。南部には礫径が 50 cm をこえる巨礫岩が分布している、変成岩礫は角礫が多い。また、これらの礫は南部の海側に集中し、さらに南には砂礫層、偽礫層、泥岩層が分布している。砂礫層は層厚が 1.5 m で径 1 cm~3 cm くらいの細かい礫を含む。また、泥岩または砂岩の偽礫を含んでいる。泥岩の偽礫は最大径 10~15 cm、砂岩の偽礫は最大径 25 cm 位である。また、チャンネル構造が見られる。

北部は細粒の礫層と砂岩層で構成され、細粒の礫層から砂岩へは漸移的に移り変わる。また、南部に比べて礫径は小さく、大きさは約 1 cm x 0.5 cm 位かそれ以下のものが多い。

この地域における採取地点は第2図に示した。主な礫岩を採集し、また定量的に礫種を調べるために一本の線上 (LINE A, LINE B: 第2図各々 554.5 cm, 614 cm) の径 1 cm 以上の礫をすべて記載した。同時に採取可能な礫の採取を行った。

3. 礫種構成

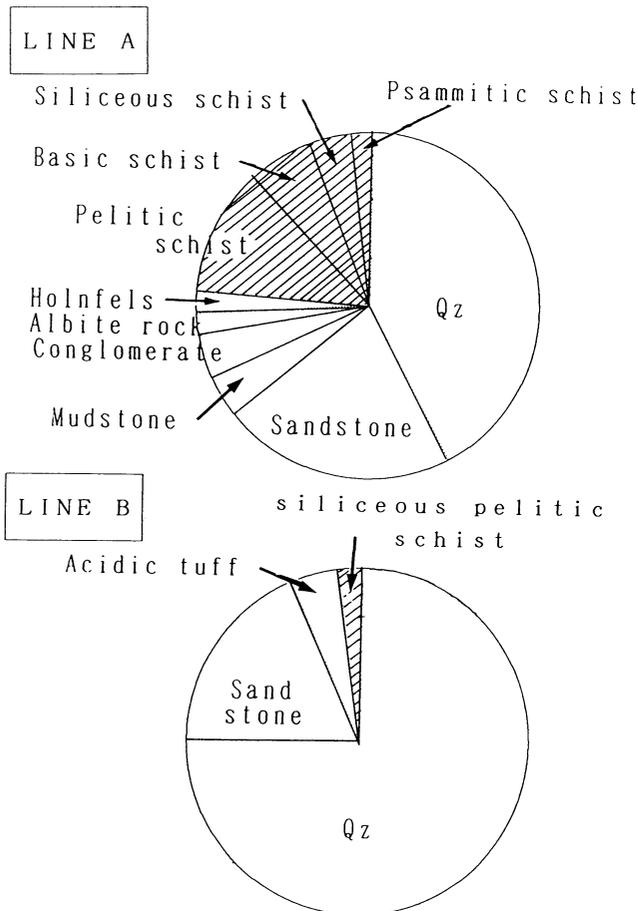
LINE A, LINE B (第2図) の礫種構成を第1表及び、第3図に示す。南部では礫の半数を泥質片岩、塩基性片岩、砂質片岩、珪質片岩などの結晶片岩礫が占める。大きさは最大径 50 cm に及ぶものもあり、多くが角礫である。そのほかに石英、砂岩、礫岩、ホルンフェルス、曹長岩がみられた。北部では、変成岩礫はほとんど含まれず、礫径は最大 1 cm と小さい。南部よりも酸性凝灰岩が多い割合で含まれ、円礫である。そのほか、石英や砂岩が含まれる。

礫の岩石記載

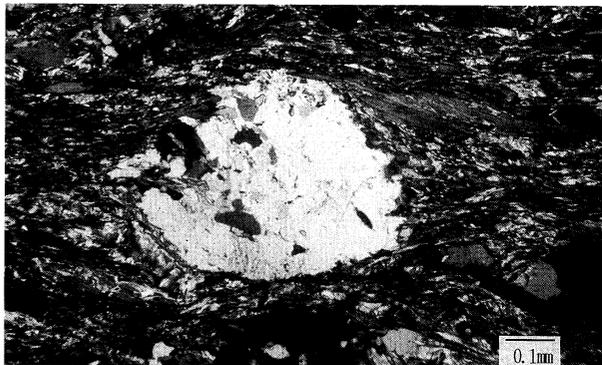
1. 調査地域南部

(1) 泥質片岩

白雲母が定向配列して片理を形成している。また緑泥石は片理に沿って白雲母とともに発達している。主要構成鉱物は石英、斜長石、白雲母、緑泥石で、他に少量のジルコン、りん灰石、ルチル、方解石、電気石、鉄鉱、炭質物が含まれる。石英は、径 0.5~0.1 mm 以下まで種々の大きさのものがあ、大きなものは碎屑性である。斜長石は径 0.5~0.1 mm 以下で、石英同様大きなものは碎屑性である。白雲母は大きなもので径 0.7 mm 以上あり、密集して緑泥石とともに層をなす。白雲母に富む層の幅は 0.5~0.1 mm ある。緑泥石は径 0.2~0.1 mm である。伸長は (-) を示す。ジルコンは短柱状の自形、大きさは長径 0.1 mm、淡褐色~無色の弱い多色性を持つ。りん灰石は無色透明で、丸みを帯びている。長径 0.1 mm 程度である。ルチルは短柱状で、褐色を呈す。大きさは長径 0.2 mm 程度で、白雲母と緑泥石の脈の中に産することが多い。方解石は片理と斜交する脈中に産し、脈の幅は 0.1 mm 程度である。電気石は褐色~淡褐色の多色



第3図 LINE A, LINE B の礫構成



第4図 調査地域南部に見られる点紋泥質片岩

性がある。大きさは長径 0.1~0.2 mm である。鉄鉱は径 0.4~0.5 mm で、形は不定形である。炭質物は白雲母と緑泥石の脈のなかに片理方向に平行に配列している。

(2) 点紋泥質片岩

点紋泥質片岩は曹長石斑状変晶を含む泥質片岩で(第4図), 白雲母は緑泥石とともに密集し, 定向配列して片理を形成している。主要構成鉱物は石英, 斜長石, 白雲母, 緑泥石のほかに, 少量のりん灰石, ジルコン, 鉄鉱, 炭質物が含まれる。石英は径 0.1~0.2 mm, 他形である。曹長石は最大径 1.5 mm あり, 斑状変晶(点紋)として含

まれる。点紋はそのまわりを白雲母や緑泥石によって囲まれている。白雲母は最大径 0.5 mm であり, 緑泥石とともに集合し, 定向配列して片理を形成している。緑泥石は径 0.4~0.5 mm 以下のものが白雲母とともに片理面方向に配列している。伸長は(-)。ジルコンは大きさが長径 0.1 mm, 無色で短柱状をしている。鉄鉱は大きさが径 0.1 mm, 他形の鉱物である。炭質物は片理にそって配列している。

(3) 塩基性片岩

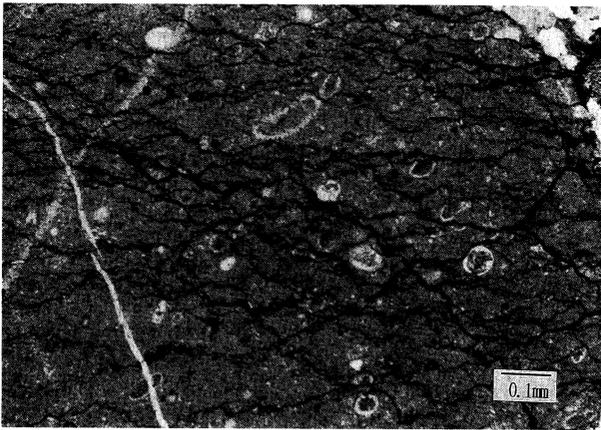
緑簾石は片理を形成し, また幅 1~3 mm の緑褐色の縞をつくる。この縞は緑泥石に富む縞と互層している。主要構成鉱物は緑簾石, 緑泥石, 石英のほか斜長石, 鉄鉱, 方解石が含まれる。緑簾石は, 径 0.1 mm 以下の細かい結晶が密集し, 幅 1~3 mm の緑褐色の層をつくり, 緑泥石の層と互層している。緑泥石は, 緑簾石の層のあいだに分布している。径 0.1 mm~0.2 mm の大きさのものが, 石英とともに層を形成する。緑色~淡緑色の弱い多色性がある。青紫色の異常干渉色を示す。伸長は(-)である。この緑泥石のなかには一部に青色の多色性を示すものがある。石英は径 0.1 mm 以下のものから 0.2 mm 位のものまであり, 緑泥石とともに緑簾石の層のあいだを埋める。斜長石は石英に富む脈に入っており, 大きさは径 0.5 mm 程度である。鉄鉱は他形, わずかに赤色を呈するものもある。方解石は幅 1 mm~0.5 mm の脈の中に存在する。

(4) 珪質片岩

珪質片岩には白雲母の配列による弱い片理が存在する。主要構成鉱物は石英, 白雲母, 緑泥石で, まれにルチル, スフェン, 鉄鉱, 方解石が含まれる。石英は細粒で, 径 0.1 mm~0.2 mm。白雲母は径 0.3 mm 位の細粒のものが集まって 0.5 mm 程度の幅の層を形成する。緑泥石は白雲母と同様に径 0.1 mm~0.4 mm のものが, 片理方向に配列しており, 緑色~淡緑色の弱い多色性が見られる。また, 緑がかつた藍色の異常干渉色を示す。伸長は(-)。ルチルは褐色で, 大きさは長径 0.1 mm で半自形の丸味を帯びる。スフェンは無色透明。大きさは径 0.05 mm で, 緑泥石のなかに取り込まれる。鉄鉱は径 0.5 mm くらいで自形を示す。まれに赤色を呈するものがみられる。方解石は片理を切って脈状に入っており, 脈の幅は 0.2 mm 程度である。

(5) 砂質片岩

砂質片岩は変成鉱物と、碎屑性の鉱物がある。変成鉱物は石英, 曹長石, 白雲母, 緑泥石で, そのほかスティルプノメレン, 鉄鉱, 方解石が含まれる。碎屑性の鉱物は石英, 斜長石, ジルコン, スフェンである。石英は径 0.1 mm 以下のものから径 0.5 mm 位のものまで様々で



第5図 礫岩の基質に見られる泥岩岩片の放散虫

ある。変成を受けたものと、碎屑性のものの2種類ある。斜長石の場合、大きさは0.3 mm~0.5 mmで石英と同様に変成を受けたものと、碎屑性の大きなものがある。白雲母は径0.3 mm~0.5 mmであり、定向配列して片理を形成している。緑泥石は、白雲母とともに片理の方向に定向配列する。大きさは径0.3 mm前後で緑色~淡緑色の弱い多色性がある。伸長は(-)。干渉色は緑がかかった藍色の異常干渉色を示す。ジルコンは碎屑性で自形短柱状を示す。淡褐色で多色性はほとんどない。長径0.2 mm。スフェンは径0.1 mm。スティルプノメレンは、放射状で、径0.2 mm~0.3 mmで茶色を呈し、多色性が強い。鉄鉱は赤色を示すものがある。径0.2 mm。方解石は片理を切って脈状に入り、脈幅は0.2 mmである。

(6) 酸性凝灰岩

酸性凝灰岩は風化が進んでいるものが多い。斑晶は石英、斜長石、カリ長石、褐れん石、黒雲母で、ほかに鉄鉱、方解石がある。石英は大きなものは径2~3 mmの斑晶をなす。形は他形粒状から半自形を示す。斜長石は最大径3~4 mmの斑晶がある。形は他形粒状から半自形のものまでである。カリ長石は長径3 mmくらいでパーサイト構造が見られる。褐れん石は長径0.8 mm、柱状で、淡褐色~褐色の多色性をもつ。黒雲母は径1 mmで淡褐色~褐色の多色性がある。鉄鉱は赤色を示すものがある。方解石は脈として入っている。

(7) 礫岩の基質

礫岩の基質は淘汰のよい砂岩からなり、これは主に石英、斜長石、カリ長石からなる。そのほか泥岩や砂質片岩の岩片が含まれる。石英は径0.5 mm~1 mm。斜長石、カリ長石は径0.7 mmくらいのものである。砂質片岩の岩片には片理が見られ、この片理に沿って炭質物が定向配列している。泥岩の岩片には中生代の放散虫を含んでいるものがある(第5図)。岩片の大きさは径5 mmで放散虫は球状のものと三角錐形のものと2種類ありどち

も長径0.1 mmである。

2. 調査地域北部

(1) 泥質片岩

調査地域北部で見られた泥質片岩は、珪質な泥質片岩である。主要構成鉱物は石英、ざくろ石、鉄鉱、炭質物である。石英は径0.2~0.3 mm。ざくろ石は褐色で大きなもの、透明で大きなもの、透明で小さなものの3種類が見られる。大きさはそれぞれ、径0.2 mm、径0.2 mm、径0.1 mm以下である。ざくろ石に富む脈は0.5~1 mmの幅で片理方向に延びている。鉄鉱は不透明で他形である。炭質物は片理に沿って配列する。

(2) 酸性凝灰岩

酸性凝灰岩には流理構造の認められるものがある。斑晶の鉱物は石英、斜長石である。石英は径0.3 mm~0.4 mmの斑晶がある。形は半自形。斜長石は大きいもので径0.3 mm~0.4 mmの斑晶がある。形は半自形。

(3) 礫岩層の基質

礫岩層の基質の主要構成鉱物は石英、斜長石、カリ長石であり、南部より細粒である。石英は大きさが径0.5 mmである。珪質片岩の岩片は、径1 mmである。泥質片岩は、径1 mmである。泥岩岩片は径1 mm位である。このほかに方解石の脈が幅0.2 mmで入っている。

変成岩礫の鉱物共生

以下に大山岬層の変成岩礫の鉱物共生を示し、三波川変成帯、御荷鉾緑色岩類に特徴的に見られる鉱物共生と比較した。

調査地域南部

① 泥質片岩

緑泥石—白雲母—曹長石—石英—方解石—炭質物—白雲母—曹長石—石英—方解石—炭質物

② 砂質片岩

緑泥石—白雲母—曹長石—石英—炭質物—緑泥石—白雲母—曹長石—石英

③ 塩基性片岩

緑泥石—白雲母—曹長石—緑簾石—石英—緑泥石—曹長石—緑簾石—石英

④ 珪質片岩

緑泥石—白雲母—曹長石—石英—緑泥石—曹長石—石英

調査地域北部

① 泥質片岩

白雲母—曹長石—ざくろ石—石英—炭質物

これらの鉱物共生をこれまでに記載されている三波川変成岩の鉱物共生 (Otuki and Banno, 1990; Enami,

1983)と比較した。以下に示すのは、三波川変成帯における鉱物共生である。

① 泥質片岩

緑泥石帯：緑泥石—白雲母—緑簾石—方解石—炭質物

ざくろ石帯：緑泥石—ざくろ石—白雲母—緑簾石—曹長石—方解石—炭質物—曹長石

黒雲母帯：緑泥石—ざくろ石—黒雲母—ホルンブレンド—白雲母—緑簾石—曹長石—方解石—炭質物—オリゴクレーヌ

黒雲母帯：ざくろ石—黒雲母—緑泥石—パラゴナイト

ざくろ石—黒雲母—ホルンブレンド—緑泥石

ざくろ石—黒雲母—黒雲母

ざくろ石—黒雲母—ホルンブレンド

ざくろ石—ホルンブレンド—緑泥石

ざくろ石—黒雲母

② 赤鉄鉱を含む塩基性片岩

緑泥石帯：ウインチ閃石—青閃石—緑泥石—緑簾石—スティルプノメレン—スフェーン

ざくろ石帯：青閃石—ホルンブレンド—緑泥石—緑簾石—スフェーン—ルチル—チタン鉄鉱—磁鉄鉱

黒雲母帯：ホルンブレンド—緑泥石—緑簾石—ルチル—チタン鉄鉱—磁鉄鉱—オリゴクレーヌ

黒雲母帯：ホルンブレンド—緑泥石—緑簾石—黒雲母—ざくろ石—ルチル—チタン鉄鉱—磁鉄鉱

③ 赤鉄鉱を含まない塩基性片岩

緑泥石帯：アクチノ閃石—緑泥石—パンペリー石—緑簾石—スティルプノメレン—スフェーン

ざくろ石帯：アクチノ閃石—ホルンブレンド—緑泥石—パンペリー石—緑簾石—スティルプノメレン—スフェーン—ルチル—チタン鉄鉱

黒雲母帯：ホルンブレンド—緑泥石—緑簾石—パンペリー石—スティルプノメレン—黒雲母—ざくろ石—ルチル—チタン鉄鉱—オリゴクレーヌ

黒雲母帯：ホルンブレンド—緑泥石—緑簾石—スティルプノメレン—黒雲母—ざくろ石—ルチル—チタン鉄鉱

大山岬層中の変成岩礫の鉱物組み合わせを、三波川帯の鉱物組み合わせと比較すると、調査地域南部の泥質片岩には緑簾石が見られないが、その他の鉱物については緑泥石帯に類似する。また北部の泥質片岩にざくろ石帯との類似が見られる。また、塩基性片岩については、大

山岬層のサンプル中には角閃石が見られないという点で三波川帯のものとは異なる。

また御荷鈍緑色岩類の鉱物組み合わせは緑泥石—アクチノ閃石—パンペリー石—緑簾石—白雲母—石英—曹長石であり、大山岬の塩基性片岩中にはアクチノ閃石、パンペリー石は見られないので、類似性があるとは言い切れない。また、Iwasaki(1963)によれば、徳島県の高越—眉山地域において、檜平層以南の泥質片岩、砂質片岩の鉱物組み合わせは以下のとおりである。

- a. 方解石
- b. 方解石+白雲母+緑簾石
- c. 方解石+白雲母+緑泥石
- d. 方解石+白雲母+緑泥石+緑簾石
- e. 白雲母
- f. 白雲母+緑簾石
- g. 白雲母+緑泥石
- h. 白雲母+緑泥石+スティルプノメレン
- i. 白雲母+緑簾石+スティルプノメレン
- j. 白雲母+緑泥石+緑簾石
- k. 白雲母+緑簾石
- l. 緑泥石+方解石

+
石英、
曹長石
炭質物

檜平層は、徳島県の高越—眉山地域において点紋帯と無点紋帯の境界付近に分布し、変成帯では緑泥石帯とざくろ石帯の境界部分に当たる。この鉱物組み合わせのうち、gは大山岬層の泥質片岩の鉱物組み合わせと一致し、三波川帯の檜平層程度の変成作用を受けた地域も供給地の一つと考えられる。

礫を構成する変成鉱物の化学組成

大山岬層の泥質片岩、点紋泥質片岩中の白雲母とざくろ石について EPMA による化学分析を行った。EPMA 分析には、島根大学汽水域センター設置の日本電子社製、波長分散型 EPMA JEOL JXA-8800 M を用いた。白雲母の分析は加速電圧 15 kV、試料電流 2.0×10^{-8} A、ビーム径 10 μm で行った。ざくろ石の分析はビーム径 5 μm で行った。補正計算は、Bence and Albee(1968)の方法にしたがった。

(1) 白雲母

泥質片岩中の白雲母の FeO+MgO は 6.0~7.0 wt%, MgO は 2.3~2.9 wt.%, FeO は 3.7~4.1 wt.%, Na₂O は 0.1~0.2 wt.%, K₂O は 8.9~9.5 wt.% である。点紋泥質片岩の白雲母の FeO+MgO は 4.5~5.5 wt.%, MgO は 2.5 wt.%, FeO は 2.0~3.0 wt.%, Na₂O は 0.1~0.3 wt.%, K₂O は 9.5~11.0 wt.% である。また、縦軸に Na/(Na+K)、横軸に $X_{\text{Si}} = (\text{Si}/2) - 3$ を取ってグラフにプロットした(第 6 図)。泥質片岩中の白雲母の Na/(Na+K) は 0.025~0.030

で、 X_{Si} は 0.40~0.49 である。

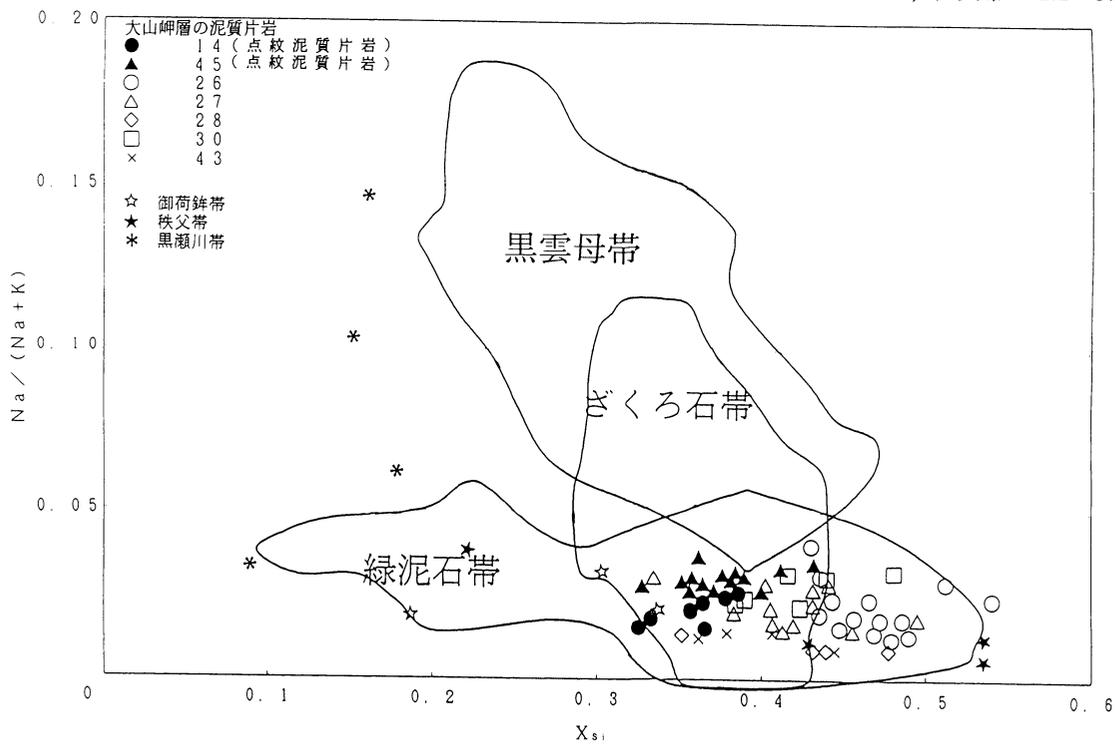
(2) ざくろ石

ざくろ石の MnO は、核部で 35.0~39.0 wt. % を示し、縁部では 9.0 wt. % から 39.0 wt. % までとばらつきがある (第 7 図)。FeO は核部で 1.3~2.7 wt. %, 縁部では 1.5 wt. % から 5.2 wt. %。MgO は核部で 0.13 wt. % から 0.3 wt. %, 縁部では 0.02 wt. % から 0.27 wt. % を示す。Ca については核部で 2.3~4.0 wt. %, 縁部では 1.6 wt. % から 8.7 wt. % である (第 8 図)。大山岬層のざくろ石は非常にスベサルテイン成分に富むざくろ石である。

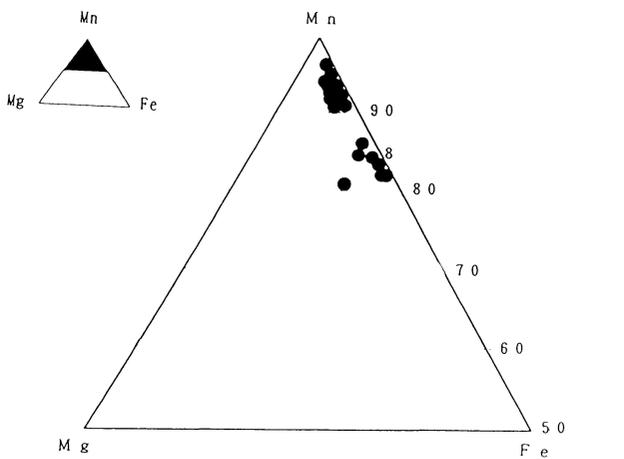
三波川帯、御荷鉾帯、秩父帯、黒瀬川帯の白雲母の化学組成

大山岬層の白雲母の化学組成と比較するために、その周辺の地質体の白雲母について、これまでに公表されている分析データをプロットし、さらに三波川帯、御荷鉾帯、秩父帯および黒瀬川構造帯から得られた試料について、EPMA で分析した。EPMA 分析は、大山岬層の白雲母と同様の条件で行った。

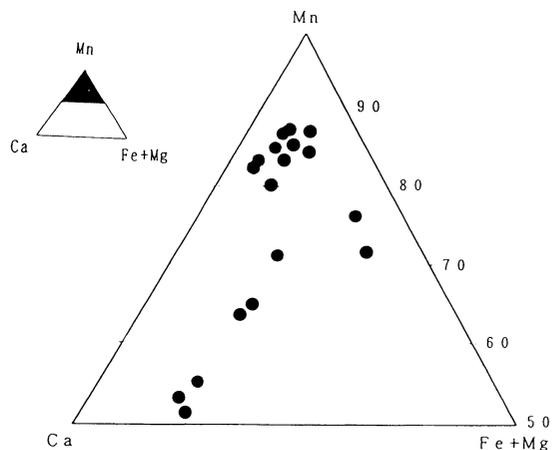
三波川帯、緑泥石帯の白雲母については、FeO は 3.0~6.0 wt. %, ざくろ石帯の白雲母は 3.0~3.5 wt. % である。また御荷鉾帯は 2.0 wt. %, 秩父帯は 2.2~5.5 wt. %,



第 6 図 大山岬層、三波川帯、御荷鉾帯、秩父帯、黒瀬川帯の泥質片岩中の白雲母。(○は三波川帯の緑泥石帯、ざくろ石帯、黒雲母帯の白雲母)



第 7 図 調査地域北部に見られるざくろ石の化学組成 (Mn, Fe, Mg)



第 8 図 調査地域北部に見られるざくろ石の化学組成 (Mn, Fe+Mg, Ca)

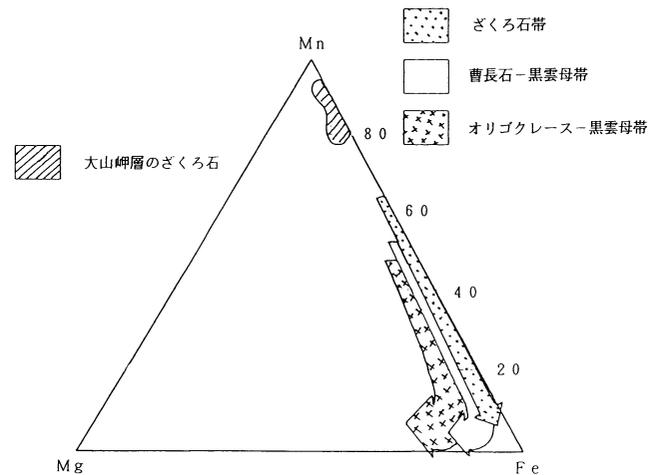
黒瀬川構造帯は 5.0~7.5 wt.% を示す。Na₂O については三波川帯の緑泥石帯とざくろ石帯の白雲母は、0.3~0.4 wt.% である。また御荷鉾帯は 0.2 wt.%、秩父帯は 0 wt.%、黒瀬川構造帯は 0.2~0.8 wt.% を示す。K₂O については、三波川帯、緑泥石帯の白雲母は 9.5~10.5 wt.% で、三波川帯、ざくろ石帯の白雲母については 10.0~11.0 wt.% である。また御荷鉾帯は 10.2 wt.%、秩父帯は 9.9~10.2 wt.%、黒瀬川構造帯は 7.5~8.5 wt.% を示す。これらについても大山岬同様にプロットした。この結果、三波川帯については、黒雲母帯は Na/(Na+K) が 0.03~0.17、X_{Si} が 0.2~0.5 の範囲である。ざくろ石帯は Na/(Na+K) が 0~0.1、X_{Si} が 0.3~0.4 の範囲を示す。緑泥石帯は Na/(Na+K) が約 0~0.07、X_{Si} が約 0.1~0.5 の範囲を取る。黒瀬川構造帯はこれらとは異なる値を示した。

大山岬層中の変成岩礫の起源

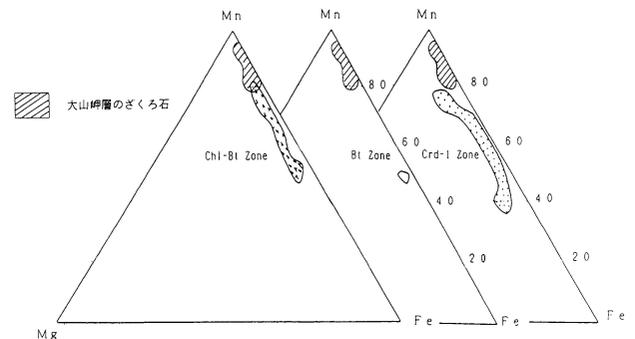
今回の調査の結果、大山岬層は調査地域の南部で走向 N 80°E、傾斜 80°W、北部で走向 N 10~15°E、傾斜 80°W が得られた。またその岩相は、南部は 20×30 cm を越える大きな礫が特徴的であったのに対して、北部は 1×0.5 cm の細粒の礫が分布している。礫の構成は、南部では変成岩礫が比較的多いのに対し、北部では変成岩礫はほとんどなく、酸性凝灰岩が多く含まれている。これらの特徴から、北部と南部のあいだに推定断層を考え、これを挟んで南部と北部を別々に考察する必要がある。

南部の変成岩礫は大きな角礫が多いことから、その供給地は近かったことが予想される。変成岩礫のなかでは泥質片岩中に点紋泥質片岩が見られることから、御荷鉾帯や秩父帯起源のものであるとは考えにくく、三波川帯から由来したと考えられる。この場合、泥質片岩の白雲母の化学組成から考えると、緑泥石帯からざくろ石帯に対応する(第 6 図)。次に、礫には酸性凝灰岩が含まれることから、これは黒瀬川構造帯のものであると予想される。また、緑色の塩基性片岩が含まれるが、これについては御荷鉾緑色岩類との類似性が予測されるが、鉍物組み合わせを見るかぎりでは、類似性があると言い切れない。以上のことをふまえて、調査地域南部の後背地については、三波川帯⇨(御荷鉾帯⇨)黒瀬川構造帯⇨四万十帯という供給経路があれば礫の構成の説明ができる。

北部は、酸性凝灰岩を含むことから、黒瀬川構造帯起源が考えられる。また、採集された礫中のざくろ石は、スペサルティン成分に富んでいるという特徴を持っている。他の地域と比較するため、Banno et al.(1986)による三波川帯のざくろ石との比較を行った。その結果、三波川帯のざくろ石の Mn は Mn-Fe-Mg 3 成分系でスペサルティン成分は約 65% 以下であり、大山岬層ざくろ



第9図 三波川帯のざくろ石の化学組成 (Banno et al., 1986 を改変)



第10図 領家帯低変成度地域のざくろ石の化学組成 (Ikeda, 1993 を改変)

石とはかなり性質が違っている。よって、三波川帯起源とは考えにくい(第9図)。また、スペサルティン成分に富んでいるざくろ石を代表して、Ikeda(1993)による領家帯のものとも比較してみたが、一部重なる組成があるものの、やはり大山岬層のざくろ石ほどスペサルティン成分の高いものは領家帯には見られない(第10図)。黒瀬川構造帯に見られるざくろ石は、非常にパイロープ成分の高いものであり、このような可能性も低い。そのほかの地域のスペサルティンで大山岬層のざくろ石に類似する性質を持つものは、スカルンやペグマタイト由来のものであるが、大山岬層のざくろ石が含まれている礫は泥質片岩であり、現在ではこのようなざくろ石を供給する地質体は見当たらない。以上の結果を踏まえ、北部の後背地については、黒瀬川構造帯から供給されると考えられる。

謝 辞

この論文の完成にあたり、島根大学岩石鉍物学講座の

高須晃先生，地史学講座の石賀裕明先生には，貴重な意見をいただいた。また変成岩ゼミの Pablo 氏には大変お世話になった。これらの人々に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- Banno, S. (1964) Petrology of Sanbagawa Crystalline Schists in the Bessi-Ino District, Jour. fac. sci. Univ. Tokyo., Sec., Vol. 7, Part 3, 203-319.
- Banno, S., Sakai, C. and Higashino, T. (1986) Pressure-temperature trajectory of the Sambagawa metamorphism deduced from garnet zoning. Lithos, 19, 51-63.
- 坂野靖行(1992) 紀伊半島御荷鉾緑色岩類に伴う蛇紋岩礫岩中の青色片岩. 岩紘. 87. 207-220.
- Bence, A. E & Albee, A. L. (1968) Empirical correction factors for the electron microanalysis of silicates and oxides. Journal of Geology, 76, 382-403.
- Enami, M., Simon R. Wallis. and Banno. Y. (1994) Paragonesis of sodic Pyroxene-bearing quartz schist : implication for the P-T history of the Sanbagawa belt. Contrib Mineral Petrol, 116, 182-198.
- Enami, M. (1983) Petrology of pelitic schists in the oligoclase-biotite zone of the Sanbagawa metamorphic terrain, Japan : phase equilibria in the highest grade zone of a high pressure intermediate type of metamorphic belt. J. metamorphic Geol. 1, 141-161.
- 原 郁夫(1985) 三波川変成場の温度構造. 吉田持直先生退官記念論文集. 135-150.
- Hara, I., Shiota, T., Hide, K., Nakai, K., Goto, M., Seki, S., Kaikiri, K., Takeda, K., Hayasaka, Y., Miyamoto, T., Sakurai, Y and Ohtomo, Y. (1992) Tectonic Evolution of the Sambagawa Schists and its Implications in Convergent Marg in Processes. Jour. sci. Hi roshima Univ., Ser. C, Vol 19, No.3, 495-595.
- Higashino, T., Banno. S. (1984) Electron Microprobe Analyses of Rock-forming Minerals from the Sanbagawa Metamorphic Rocks, Shikoku. Part, Sazare, Kotu and Bessi Areas. Preprinted from the Science Reports of Kanazawa Univ, Vol 29. 37-64.
- Hiramura, M. (1978) Notes on petrography and rock-forming mineralogy. Find of a paragonite-bearing quartz schist from the Kotu district, Eastern Shikoku. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol. 73, 152-154.
- 広渡文利(1964) マンガン鉱床産の2,3のマンガンざくろ石について. 九州大学地質学研究報告. 7. 113-119.
- Ikeda, T. (1933) Compositional zoning patterns of garnet during prograde metamorphism from the Yanai District, Ryoke metamorphic belt, southwest Japan. Lithos, 30, 109-121.
- 岩崎正夫・加治敦次・安田治男・笠井正也・小川棋文(1963) 徳島市周辺藍閃片岩地域の地質と岩石(徳島市眉山の藍閃片岩類-第2報), 21-35.
- Iwasaki, M. (1963) Metamorphic Rocks of the Kotu-Bessi Area, Eastern Shikoku. Jour. fac. sci. Univ. Tokyo., Sec., Vol. 15, 1-90.
- 甲藤二郎・小島丈児・沢村武男・須鎗和己(1960,1961) 高知県地質産図および同説明書 高知県
- 甲藤次郎・平朝彦(1978) 室戸半島層の岩相と堆積環境. 地質ニュース, 287, 21-31.
- Kurata, H. (1974) Low-grade metamorphism of pelitic schists of the Sazare Area. Jour. Petr. 15, Part 2. 361-382.
- 中山 勇(1983) 四国東部および紀伊半島西部の三波川帯の苦鉄質・超苦鉄質貫入岩について. 地球化学 37, 321-328.
- 岡村 真, 平 朝彦(1984) 室戸半島に分布する四万十帯南帯(第三系)の地質と古生物. 日本の古第三系の生層序と国際対比, 81-83.
- Otuki, M., Banno. S. (1990) Prograde and retrograde metamorphism of hematite-bearing basic schists in the sanbagawa belt in central Shikoku. J. Metamorphic Geol., 1990, 8, 425-439.
- 平朝彦・田代正之・岡村真・甲藤次郎(1980) 高知県四万十帯の地質とその起源. 四万十帯の地質と古生物学-甲藤次郎教授還暦記念論文集-. 319-389.
- 竹内誠(1988) 紀伊半島中央部の三波川帯中の含アルカリ角閃石片岩. 岩紘. 83. 69-76.
- 濡木輝一・唐木田芳文(1988) 徳島県阿南市金石の黒瀬川構造帯から藍晶石-十字石-ざくろ石-雲母片岩発見. 地学雑誌. 94 卷 4 号. 305-308.
- 王 革凡(1985) 京都府和東地域の領家変成岩から発見された Ca-Mn-Fe ザクロ石. 岩石鉱物鉱床学会誌. 80. 459-462.
- Watanabe, T. (1977) Metamorphism of the Sanbagawa and Chichibu Belts in the Oshika District, Nagano Prefecture, Central Japan. Jour. Fac. sci. Hokkaido Univ., Ser, Vol 17, No.4, 629-694.
- 山崎哲司・横山佳憲・奥村清(1993) 室戸半島北西部・安芸市大山岬周地域からの放散虫化石. 日本地質学会第100回学術大会講演要旨. 285.
- 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回学術大会講演要旨. 434.

Appendix

Table 1 Chemical compositions of muscovites in the metamorphic clasts from the Ohyamamisaki conglomerates.

Sample No. Analytical point (wt.%)	14 2-3	14 2-4	14 3-4	14 6-5	14 6-6	14 6-9	14 6-10	26 1-2
SiO ₂	49.25	50.24	49.87	47.36	48.55	48.64	47.86	50.34
TiO ₂	0.09	0.02	0.03	0.00	0.04	0.05	0.07	0.07
Al ₂ O ₃	27.67	28.27	27.56	27.42	26.69	27.07	27.29	25.84
FeO	2.94	3.14	2.03	2.73	2.90	3.00	3.22	2.49
MnO	0.03	0.05	0.06	0.08	0.05	0.08	0.03	0.03
MgO	2.56	2.72	2.54	2.58	2.61	2.65	2.59	2.94
Na ₂ O	0.17	0.15	0.19	0.12	0.18	0.10	0.13	0.08
K ₂ O	11.13	11.18	11.07	11.08	11.01	11.20	11.20	9.46
Total	93.84	95.77	93.35	91.37	92.03	92.79	92.39	91.25
(Structural formula)								
Si	6.725	6.719	6.771	6.654	6.763	6.731	6.665	6.960
Ti	0.009	0.002	0.003	0.000	0.004	0.000	0.008	0.007
Al	4.453	4.456	4.410	4.541	4.382	4.415	4.480	4.212
Fe	0.336	0.351	0.334	0.321	0.337	0.347	0.375	0.287
Mn	0.004	0.005	0.007	0.010	0.006	0.009	0.004	0.003
Mg	0.521	0.542	0.514	0.541	0.542	0.547	0.539	0.605
Na	0.044	0.040	0.049	0.032	0.047	0.027	0.036	0.020
K	1.939	1.907	1.918	1.986	1.956	1.978	1.990	1.669
Total	14.031	14.022	14.006	14.085	14.037	14.059	14.097	13.763
Sample No. Analytical point (wt.%)	26 2-1	26 2-2	26 2-3	26 2-4	26 3-5	26 3-6	26 3-8	27 1-10
SiO ₂	50.61	49.79	50.18	49.00	49.79	50.34	49.82	49.95
TiO ₂	0.06	0.04	0.03	0.06	0.05	0.06	0.08	0.07
Al ₂ O ₃	25.97	25.98	25.19	25.39	25.75	25.66	25.04	26.97
FeO	4.29	4.10	4.00	4.51	3.95	4.11	4.11	3.49
MnO	0.07	0.07	0.03	0.12	0.00	0.08	0.08	0.06
MgO	2.90	2.91	2.76	2.88	2.81	2.71	2.94	2.42
Na ₂ O	0.10	0.12	0.14	0.20	0.09	0.14	0.09	0.15
K ₂ O	9.33	9.36	9.25	9.02	9.27	9.33	9.30	8.90
Total	93.33	92.37	91.58	91.16	91.71	92.43	91.46	92.01
(Structural formula)								
Si	6.980	6.868	6.887	6.863	6.903	6.932	6.939	6.863
Ti	0.006	0.004	0.003	0.006	0.005	0.005	0.009	0.007
Al	4.059	4.224	4.238	4.192	4.208	4.165	4.110	4.368
Fe	0.495	0.473	0.459	0.528	0.457	0.473	0.478	0.402
Mn	0.008	0.008	0.004	0.014	0.000	0.010	0.010	0.007
Mg	0.596	0.599	0.564	0.601	0.582	0.557	0.610	0.496
Na	0.026	0.032	0.038	0.053	0.025	0.038	0.024	0.040
K	1.642	1.647	1.620	1.612	1.640	1.640	1.652	1.560
Total	13.812	13.855	13.813	13.869	13.820	13.820	13.832	13.743

Table 1 .Continued

Sample No. Analytical point (wt.%)	30 3-31	30 3-33	45 1-3	45 2-6	45 2-7	45 2-8	45 2-9	45 2-10
SiO ₂	50.62	48.96	48.72	48.67	49.72	49.52	48.54	48.82
TiO ₂	0.04	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.09
Al ₂ O ₃	27.48	27.49	27.89	27.83	26.59	27.05	27.82	28.32
FeO	2.99	2.97	2.48	2.29	2.71	2.69	2.32	2.32
MnO	0.05	0.00	0.06	0.11	0.16	0.13	0.05	0.10
MgO	2.77	2.75	2.46	2.45	2.75	2.64	2.57	2.40
Na ₂ O	0.13	0.15	0.17	0.19	0.22	0.20	0.20	0.18
K ₂ O	9.21	9.07	9.70	9.48	9.51	9.33	9.44	9.33
Total	93.29	91.41	91.53	91.07	91.71	91.61	91.59	91.56
(Structural formula)								
Si	6.850	6.772	6.743	6.754	6.865	6.827	6.719	6.730
Ti	0.004	0.000	0.005	0.005	0.006	0.006	0.005	0.009
Al	4.383	4.482	4.550	4.553	4.327	4.396	4.540	4.602
Fe	0.339	0.337	0.287	0.265	0.313	0.310	0.338	0.268
Mn	0.006	0.000	0.007	0.013	0.018	0.015	0.006	0.011
Mg	0.560	0.567	0.507	0.506	0.586	0.543	0.530	0.493
Na	0.034	0.040	0.045	0.052	0.058	0.054	0.053	0.048
K	1.590	1.600	1.712	1.679	1.674	1.641	1.668	1.641
Total	13.766	13.798	13.856	13.827	13.827	13.792	13.859	13.802
Sample No. Analytical point (wt.%)	45 2-11	45 3-12	45 3-13	45 3-14	45 3-15			
SiO ₂	49.15	48.35	48.91	48.99	49.51			
TiO ₂	0.04	0.03	0.06	0.04	0.07			
Al ₂ O ₃	27.96	28.13	28.33	28.71	27.60			
FeO	2.52	2.22	2.48	2.29	2.56			
MnO	0.08	0.10	0.04	0.06	0.02			
MgO	2.40	2.41	2.34	2.36	2.63			
Na ₂ O	0.19	0.18	0.24	0.17	0.17			
K ₂ O	9.53	9.61	9.65	9.61	9.39			
Total	91.87	91.03	92.05	92.23	91.95			
(Structural formula)								
Si	6.766	6.718	6.726	6.711	6.802			
Ti	0.004	0.003	0.006	0.004	0.007			
Al	4.537	4.608	4.592	4.636	4.469			
Fe	0.291	0.258	0.285	0.263	0.294			
Mn	0.009	0.012	0.005	0.007	0.002			
Mg	0.493	0.498	0.480	0.482	0.538			
Na	0.050	0.050	0.063	0.044	0.044			
K	1.674	1.704	1.692	1.680	1.656			
Total	13.824	13.851	13.849	13.827	13.812			

Table 1 .Continued

Sample No. Analytical point (wt.%)	27 1-11	27 1-12	27 2-14	27 3-16	27 4-17	27 4-18	27 4-19	27 5-20
SiO ₂	50.25	49.59	50.26	50.46	48.61	49.08	47.97	49.45
TiO ₂	0.04	0.04	0.06	0.01	0.06	0.05	0.09	0.04
Al ₂ O ₃	26.30	27.38	25.10	27.01	26.72	26.74	27.25	26.59
FeO	3.95	3.37	4.32	3.63	4.78	3.84	5.13	4.45
MnO	0.05	0.03	0.02	0.10	0.06	0.03	0.04	0.04
MgO	2.45	2.38	2.57	2.41	2.61	2.58	2.76	2.50
Na ₂ O	0.10	0.10	0.10	0.17	0.11	0.13	0.17	0.09
K ₂ O	9.25	9.25	9.01	8.93	8.51	9.04	8.36	8.72
Total	92.39	92.14	91.44	92.72	91.46	91.49	91.77	91.88
(Structural formula)								
Si	6.907	6.816	6.985	6.883	6.767	6.812	6.671	6.838
Ti	0.004	0.004	0.006	0.001	0.006	0.005	0.009	0.004
Al	4.261	4.435	4.112	4.342	4.390	4.375	4.467	4.333
Fe	0.455	0.387	0.502	0.414	0.556	0.446	0.597	0.514
Mn	0.006	0.004	0.003	0.011	0.007	0.004	0.005	0.005
Mg	0.502	0.487	0.533	0.490	0.542	0.533	0.571	0.515
Na	0.025	0.027	0.028	0.044	0.030	0.034	0.046	0.025
K	1.623	1.622	1.597	1.554	1.510	1.602	1.483	1.539
Total	13.783	13.782	13.766	13.739	13.808	13.811	13.849	13.773
Sample No. Analytical point (wt.%)	27 5-21	27 5-22	28	28	30 2-27	30 2-28	30 2-29	30 3-30
SiO ₂	49.77	49.24	49.34	47.24	49.72	50.22	49.79	50.10
TiO ₂	0.02	0.08	0.04	0.11	0.02	0.11	0.06	0.09
Al ₂ O ₃	26.65	27.21	26.04	25.96	28.26	26.51	27.12	27.18
FeO	3.80	3.65	3.96	5.41	2.69	3.19	3.07	3.33
MnO	0.02	0.03	0.05	0.18	0.00	0.05	0.10	0.04
MgO	2.47	2.30	2.66	2.81	2.73	2.93	2.81	2.77
Na ₂ O	0.13	0.16	0.05	0.08	0.14	0.18	0.19	0.19
K ₂ O	9.08	9.07	9.19	9.61	8.96	9.14	8.80	9.12
Total	91.94	91.74	91.33	91.40	92.52	92.33	91.94	92.82
(Structural formula)								
Si	6.863	6.806	6.869	6.704	6.768	6.879	6.835	6.831
Ti	0.002	0.008	0.004	0.012	0.002	0.011	0.006	0.010
Al	4.332	4.432	4.273	4.342	4.535	4.280	4.388	4.368
Fe	0.438	0.422	0.461	0.642	0.307	0.366	0.352	0.380
Mn	0.003	0.004	0.006	0.021	0.000	0.006	0.011	0.005
Mg	0.507	0.472	0.551	0.594	0.555	0.597	0.575	0.564
Na	0.036	0.043	0.014	0.021	0.036	0.047	0.050	0.051
K	1.597	1.500	1.632	1.558	1.556	1.600	1.542	1.587
Total	13.778	13.687	13.810	13.894	13.759	13.786	13.759	13.796

Table 2 Chemical compositions of garnets in the metamorphic clasts from the Ohyamamisaki conglomerates.

Sample No. Analytical point (wt.%)	B32 1	B32 4	B32 8	B32 9	B32 10	B32 11	B32 13	B32 15
SiO ₂	35.91	36.63	37.08	36.29	36.34	36.88	35.60	36.24
TiO ₂	0.39	0.40	0.36	0.34	0.39	0.40	0.37	0.40
Al ₂ O ₃	20.39	20.80	20.80	20.89	20.24	20.13	21.02	20.21
FeO	1.27	5.02	4.67	5.22	5.06	5.22	1.94	3.03
MgO	0.13	0.10	0.08	0.07	0.07	0.13	0.13	0.25
MnO	38.13	25.01	24.19	23.81	28.84	29.13	37.07	35.83
CaO	4.53	12.5	13.46	13.28	8.77	8.21	4.70	4.33
Total	100.75	100.46	100.64	99.90	99.71	100.10	100.83	100.29
(Structural formula)								
Si	2.934	2.929	2.959	2.925	2.962	2.990	2.901	2.965
Ti	0.024	0.000	0.022	0.021	0.024	0.025	0.023	0.025
Al	1.963	1.961	1.956	1.984	1.944	1.924	2.020	1.948
Fe	0.087	0.336	0.312	0.352	0.345	0.354	0.132	0.207
Mg	0.015	0.012	0.010	0.009	0.009	0.016	0.016	0.030
Mn	2.636	1.735	1.635	1.625	1.992	2.001	2.559	2.482
Ca								

Table 3 Chemical compositions of chlorites in the metamorphic clasts from the Ohyamamisaki conglomerates.

Sample No. Analytical point (wt.%)	1 2-3	1 2-4	14 1-1	14 1-2	14 3-1	14 3-2	14 3-7	14 3-8
SiO ₂	26.94	27.07	25.12	24.87	24.26	24.77	24.19	24.44
TiO ₂	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
Al ₂ O ₃	18.69	19.20	20.28	20.23	19.75	19.68	19.29	19.46
FeO	21.30	20.29	30.41	29.79	29.74	30.28	30.07	30.31
MnO	0.52	0.59	0.70	0.70	0.66	0.76	0.76	0.75
MgO	18.08	18.92	11.36	11.45	11.46	11.52	11.77	11.39
Total	85.53	86.08	87.87	87.04	85.89	87.01	86.09	86.35
(Structural formula)								
Si	4.657	4.651	5.447	5.434	5.390	5.435	5.381	5.417
Ti	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003	0.001	0.001	0.000
Al	3.808	3.888	5.184	5.209	5.172	5.082	5.056	5.084
Fe	3.080	2.916	5.515	5.442	5.526	5.500	5.595	5.618
Mn	0.076	0.071	0.129	0.129	0.125	0.141	0.142	0.140
Mg	4.659	4.847	3.671	3.728	3.795	3.770	3.906	3.764
Total	16.280	16.374	19.946	19.943	20.011	19.929	20.081	20.023
Sample No. Analytical point (wt.%)								
	29 1-3	29 1-4	29 3-9	29 3-10	42 1	42 3	42 4	42 5
SiO ₂	27.49	27.38	27.54	30.44	26.78	25.90	32.52	26.89
TiO ₂	0.07	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.04
Al ₂ O ₃	18.77	18.77	19.00	19.63	17.52	16.60	16.35	17.28
FeO	19.44	19.74	20.74	17.13	24.61	24.60	21.62	24.43
MnO	1.58	1.62	1.50	1.46	0.85	0.88	0.71	0.76
MgO	18.60	18.70	17.48	16.39	16.15	15.80	13.84	16.13
Total	85.95	86.22	86.28	85.06	85.91	83.80	85.04	85.53
(Structural formula)								
Si	5.748	5.725	5.767	6.235	4.734	4.721	5.582	4.765
Ti	0.011	0.001	0.003	0.002	0.000	0.003	0.000	0.005
Al	4.627	4.626	4.688	4.739	3.651	3.309	3.611	3.069
Fe	3.400	3.452	3.632	2.935	3.640	3.750	3.104	3.620
Mn	0.279	0.286	0.226	0.254	0.127	0.135	0.103	0.115
Mg	5.798	5.827	5.457	5.003	4.255	4.293	3.541	4.261
Total	19.863	19.917	19.773	19.168	16.407	16.211	15.941	15.835

Table 3 .Continued

Sample No. Analytical point (wt.%)	42 6	42 8	42 9	42 12	42 13	42 14	42 15	42 16
SiO ₂	26.89	27.80	27.05	25.95	26.08	29.02	29.46	28.31
TiO ₂	0.05	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.03	1.34
Al ₂ O ₃	15.71	16.89	17.74	17.18	17.48	16.51	17.17	17.32
FeO	22.45	24.01	23.88	23.25	24.13	24.46	21.67	23.82
MnO	0.7	0.95	0.83	0.80	0.79	0.76	0.88	0.77
MgO	14.87	15.75	16.86	15.80	16.44	15.81	13.80	16.12
Total	80.67	85.40	86.37	82.98	84.94	86.57	83.01	87.68
(Structural formula)								
Si	5.733	4.918	4.735	4.737	4.664	5.054	5.219	4.815
Ti	0.006	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002	0.005	0.171
Al	3.615	3.522	3.661	3.697	3.685	3.389	3.586	3.473
Fe	3.112	3.552	3.496	3.549	3.609	3.563	3.210	3.388
Mn	0.098	0.142	0.123	0.123	0.120	0.113	0.133	0.111
Mg	3.674	4.152	4.400	4.298	4.383	4.105	3.644	4.087
Total	16.238	16.286	16.416	16.404	16.464	16.226	15.797	16.045

Table 4 Chemical compositions of plagioclases in the metamorphic clasts from the Ohyamamisaki conglomerates.

Sample No. Analytical point (wt.%)	14 1-1	14 1-2	14 1-3	14 1-4	14 1-7	14 2-2	14 2-3	14 3-3
SiO ₂	68.11	69.26	68.84	69.91	68.04	68.58	69.61	68.30
Al ₂ O ₃	18.77	19.04	19.18	17.95	19.15	19.30	19.35	18.17
FeO	0.00	0.04	0.00	0.00	0.16	0.02	0.00	0.00
CaO	0.05	0.06	0.03	0.06	0.16	0.13	0.03	0.04
Na ₂ O	11.96	11.84	12.09	11.52	11.92	11.90	12.26	12.13
K ₂ O	0.05	0.03	0.04	0.05	0.08	0.07	0.04	0.06
Total	98.94	100.27	100.18	99.49	99.51	100.00	101.29	98.70
(Structural formula)								
Si	3.007	3.014	3.004	3.059	2.993	2.998	3.004	3.007
Al	0.977	0.977	0.986	0.926	0.993	0.995	0.984	0.980
Fe	0.000	0.003	0.000	0.000	0.006	0.001	0.000	0.000
Ca	0.002	0.003	0.001	0.003	0.007	0.006	0.001	0.002
Na	1.024	0.999	1.023	0.997	1.017	1.001	1.026	1.020
K	0.003	0.002	0.002	0.003	0.005	0.004	0.002	0.003
Total	5.013	4.996	5.016	4.988	5.021	5.005	5.017	5.012
An%	0.2	0.3	0.1	0.3	0.7	0.6	0.1	0.2
Sample No. Analytical point (wt.%)								
	14 3-4	45 5	45 6					
SiO ₂	67.18	66.95	67.25					
Al ₂ O ₃	18.81	19.43	19.32					
FeO	0.06	0.05	0.00					
CaO	0.04	0.01	0.02					
Na ₂ O	12.34	11.76	11.79					
K ₂ O	0.06	0.05	0.05					
Total	98.49	98.25	98.43					
(Structural formula)								
Si	2.980	2.980	2.987					
Al	0.991	1.019	1.011					
Fe	0.003	0.002	0.000					
Ca	0.002	0.000	0.001					
Na	1.063	1.015	1.016					
K	0.003	0.003	0.003					
Total	5.042	5.019	5.018					
An%	0.2	0.0	0.1					

Table 5 Chemical compositions of muscovites in the pelitic schists from the chlorite zone in the Sambagawa metamorphic belt Sample localities are shown in Fig. 1.

Sample No. Analytical point (wt.%)	22 1	22 2	22 10	22 11	23 3	23 10	33 5	36 2
SiO ₂	45.88	44.79	46.11	47.37	46.87	47.43	46.07	50.63
TiO ₂	0.43	1.29	0.19	1.45	0.25	0.35	0.05	0.05
Al ₂ O ₃	30.04	29.24	30.69	30.24	29.90	29.88	28.08	28.31
FeO	4.61	5.45	3.69	1.42	3.99	2.99	6.31	2.53
MnO	0.17	0.24	0.19	0.07	0.17	0.17	0.24	0.09
MgO	2.56	2.89	2.54	1.87	2.66	2.55	3.11	2.50
Na ₂ O	0.25	0.23	0.24	0.40	0.25	0.22	0.15	0.35
K ₂ O	9.73	9.23	9.91	10.50	9.64	9.64	9.59	10.47
Total	93.67	93.36	93.56	93.32	93.73	93.23	93.60	94.93
(Structural formula)								
Si	6.311	6.218	6.321	6.450	6.407	6.478	6.405	6.777
Ti	0.045	0.135	0.019	0.148	0.026	0.036	0.005	0.005
Al	4.869	4.785	4.959	4.853	4.821	4.810	4.602	4.468
Fe	0.530	0.633	0.423	0.162	0.456	0.341	0.734	0.287
Mn	0.020	0.028	0.022	0.008	0.020	0.019	0.028	0.010
Mg	0.526	0.597	0.519	0.380	0.543	0.519	0.645	0.499
Na	0.067	0.063	0.063	0.104	0.066	0.059	0.039	0.092
K	1.707	1.635	1.734	1.824	1.683	1.679	1.701	1.787
Total	14.075	14.094	14.060	13.929	14.022	13.941	14.159	13.925
Sample No. Analytical point (wt.%)								
	36 4	36 9	36 10	36 11				
SiO ₂	49.56	48.49	49.80	49.66				
TiO ₂	0.01	0.08	0.12	0.04				
Al ₂ O ₃	29.25	28.91	29.9	29.28				
FeO	2.66	2.37	2.31	2.57				
MnO	0.06	0.00	0.05	0.00				
MgO	2.21	2.14	2.08	2.27				
Na ₂ O	0.29	0.22	0.16	0.20				
K ₂ O	10.49	10.99	10.93	10.44				
Total	94.53	93.20	95.35	94.46				
(Structural formula)								
Si	6.671	6.569	6.660	6.678				
Ti	0.001	0.008	0.012	0.004				
Al	4.641	4.775	4.680	4.640				
Fe	0.300	0.268	0.259	0.289				
Mn	0.006	0.000	0.005	0.000				
Mg	0.443	0.433	0.415	0.454				
Na	0.077	0.059	0.040	0.051				
K	1.801	1.899	1.866	1.792				
Total	13.940	14.011	13.937	13.908				

Table 6 Chemical compositions of muscovites in the pelitic schists from the garnets zone in the Sambagawa metamorphic belt. Sample localities are shown in Fig. 1.

Sample No. Analytical point	37 1	37 3	37 5	37 7	37 10	37 11	38 1	38 2
(wt.%)								
SiO ₂	50.01	49.13	48.22	46.54	47.37	46.87	50.27	47.95
TiO ₂	0.13	0.06	0.09	0.14	0.08	0.09	0.10	0.06
Al ₂ O ₃	26.72	27.5	26.91	27.26	27.19	27.52	28.38	27.83
FeO	3.64	3.36	3.41	3.30	3.40	4.79	3.13	2.91
MnO	0.00	0.03	0.00	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02
MgO	2.75	2.71	2.67	2.67	2.74	3.21	2.56	2.37
Na ₂ O	0.10	0.29	0.25	0.18	0.30	0.22	0.34	0.34
K ₂ O	11.21	10.99	11.04	10.87	10.97	10.15	10.64	10.48
Total	94.56	94.07	92.59	91.05	92.10	92.89	95.45	91.96
(Structural formula)								
Si	6.828	6.775	6.780	6.717	6.721	6.632	6.723	6.661
Ti	0.013	0.006	0.009	0.000	0.008	0.009	0.010	0.007
Al	4.249	4.353	4.327	4.412	4.388	4.405	4.474	4.562
Fe	0.411	0.378	0.389	0.379	0.389	0.544	0.350	0.332
Mn	0.000	0.003	0.000	0.010	0.005	0.005	0.003	0.003
Mg	0.554	0.542	0.542	0.547	0.005	0.649	0.509	0.492
Na	0.026	0.076	0.067	0.048	0.080	0.057	0.087	0.066
K	1.930	1.883	1.921	1.905	1.917	1.759	1.815	1.921
Total	14.011	14.016	14.035	14.032	13.513	14.060	13.971	14.044
Sample No. Analytical point	38 3	38 4	38 5	38 6	38 7			
(wt.%)								
SiO ₂	48.28	49.05	49.92	48.74	48.59			
TiO ₂	0.11	0.08	0.17	0.08	0.06			
Al ₂ O ₃	27.83	28.48	27.89	28.17	28.41			
FeO	2.91	3.29	3.06	2.82	3.02			
MnO	0.02	0.08	0.04	0.05	0.03			
MgO	2.37	2.49	2.57	2.29	2.36			
Na ₂ O	0.34	0.26	0.54	0.22	0.34			
K ₂ O	10.48	10.89	10.01	10.53	10.63			
Total	92.34	94.62	94.20	92.90	93.44			
(Structural formula)								
Si	6.681	6.647	6.747	6.693	6.649			
Ti	0.011	0.008	0.017	0.008	0.006			
Al	4.538	4.549	4.443	4.559	4.583			
Fe	0.337	0.373	0.346	0.324	0.346			
Mn	0.003	0.009	0.005	0.006	0.002			
Mg	0.489	0.503	0.517	0.469	0.482			
Na	0.090	0.069	0.142	0.060	0.089			
K	1.849	1.882	1.726	1.845	1.855			
Total	13.998	14.040	13.943	13.964	14.012			

Table 7 Chemical compositions of muscovites in the pelitic schists and phyllites from the Mikabu greenstone belt, the Chichibu belt and the Kurosegawa tectonic zone. Sample localities are shown in Fig. 1.

Zone Sample No. Analytical point	Mikabu 51B 3	51B 5	Chichibu 51B 8	Chichibu 13 1	Chichibu 13 2	Chichibu 16 6	16 8	16 9
(wt.%)								
SiO ₂	49.53	49.00	47.95	47.82	50.63	51.26	46.55	49.76
TiO ₂	0.03	0.07	0.13	0.09	0.15	0.01	0.54	0.05
Al ₂ O ₃	28.74	28.90	29.52	31.97	27.02	23.57	32.36	22.13
FeO	1.94	2.15	1.77	2.22	3.33	5.63	1.27	5.79
MnO	0.00	0.03	0.06	0.06	0.00	0.10	0.02	0.16
MgO	2.39	2.35	2.06	1.51	2.35	2.59	0.81	2.66
Na ₂ O	0.14	0.15	0.11	0.28	0.07	0.08	0.75	0.05
K ₂ O	10.28	10.50	10.20	10.10	10.30	9.91	10.23	10.97
Total	93.05	93.15	91.74	94.05	93.85	93.15	92.53	91.57
(Structural formula)								
Si	6.374	6.676	6.606	6.442	6.862	7.076	6.370	7.075
Ti	0.004	0.007	0.014	0.009	0.000	0.001	0.056	0.005
Al	4.605	4.641	4.794	5.077	4.317	3.836	5.220	3.709
Fe	0.220	0.245	0.204	0.250	0.377	0.651	0.145	0.689
Mn	0.000	0.003	0.000	0.007	0.000	0.011	0.002	0.020
Mg	0.484	0.478	0.424	0.304	0.475	0.533	0.165	0.564
Na	0.037	0.039	0.062	0.073	0.019	0.022	0.200	0.012
K	1.783	1.824	1.793	1.736	1.781	1.746	1.785	1.989
Total	13.507	13.913	13.897	13.898	13.846	13.876	13.943	14.063
Zone Sample No. Analytical point	Kurosegawa							
	62A 8	62A 9	62B 4	62B 15				
(wt.%)								
SiO ₂	45.88	46.30	44.04	46.71				
TiO ₂	0.67	0.52	0.25	2.02				
Al ₂ O ₃	27.88	29.07	28.93	29.48				
FeO	7.28	4.89	7.86	4.21				
MnO	0.14	0.05	0.14	0.08				
MgO	3.88	3.24	3.62	2.01				
Na ₂ O	0.86	0.38	0.17	0.63				
K ₂ O	7.58	8.74	7.53	8.45				
Total	94.17	93.19	92.54	93.59				
(Structural formula)								
Si	6.323	6.357	6.181	6.305				
Ti	0.070	0.054	0.026	0.205				
Al	4.447	4.705	4.786	4.690				
Fe	0.836	0.561	0.923	0.475				
Mn	0.016	0.006	0.016	0.009				
Mg	0.798	0.663	0.758	0.404				
Na	0.230	0.100	0.047	0.165				
K	1.332	1.531	1.348	1.455				
Total	14.052	13.977	14.085	13.708				

Table 8 Mineral assemblages of the metamorphic clasta from the Ohyamamisaki conglomerates. Qz: Quartz; Mus: Muscovite; Ep: Epidote; Plag: Plagioclase; K-F: K-felsper; Chl: Chlorite; Cc: Calcite; Glaap: Glaphite; Opacit: Opacity minerals; S: Spotted schist; ab: albite; *: metamorphic minerals; \$: excepting the metamorphic minerals.

	Sample	Size (cm)	Qz	Mus	Ep	Plag	k-F	Chl	Cc	Grap	Opacit	その他
Pelitic	8	29.0×26.0	***	**		ab** S		**	*	*	*	Apatite Sphene
Pelitic	14	25.0×11.0	***	**		ab** S				*	*	
Pelitic 1	14	25.0×11.0	***	**		ab** S		**		*	*	
Pelitic 2	14	25.0×11.0	***	**		ab** S				*	*	Zircon
Pelitic 3	14	25.0×11.0	***	**		ab** S				*	*	Apatite
Pelitic	16	23.0×34.0	***	**		ab**		**	*	*		Iron-oxide Apatite Zircon Tourmaline
Pelitic	18	20.0×50.0	***	**		ab**		**	*	*		Apatite Tourmaline Sphene
Pelitic	26	18.0×20.0	***	***		**		**		*	*	Zircon Rutile
Pelitic	27	12.0×32.0	***	***		*		*		*	*	Sphene
Pelitic	28	25.0×70.0	***	***		ab**					*	
Pelitic	29	33.0×28.0	***	**		ab**		**		*	*	Pyrite
Pelitic	30	35.0× 8.0	***	***		ab**		*		*	*	
Pelitic	31	35.0×17.0	***	***		**		**		*	*	
Pelitic	43	27.5×12.0	***	***		**		**		*	*	Apatite Tourmaline Iron-oxide
Pelitic	44	11.5× 6.5	***	***		**		**	*	*	*	Tourmaline
Pelitic	45	20.5×14.0	***	***		* S				*	*	
Pelitic	46	22.0×15.0	***	***		**				*	*	
Psammitic	2	17.0×55.0	\$***	**		\$ **		**	*	*		Iron-oxide Zircon Sphene
Psammitic	4	110 ×25.0	\$***	**		\$ **		**	*	*	*	Zircon Sphene Allanite Stilpnomelane
Psammitic	10	8.0×18.0	\$***	**		\$ **		**				Iron-oxide Zircon Sphene
Basic	1	45.0×12.0	**		***	ab *		**	**			
Basic	23	18.0×18.0	***		*	*		*	**			
Basic	42	8.5× 4.3	***		**	ab *		***				
Basic	47	22.5×20.5	**	***	***	ab *		**				
Basic	50	13.5× 7.0	***		***	ab *		***	*			
Siliceous	7	31.0×11.0	***	**		ab *		**				Rutile
Siliceous	17	10.0×15.0	***	**		ab**		**	*			Iron-oxide
Siliceous	22	16.0×10.0	***	*		ab**		*	**			Iron-oxide Sphene
Siliceous Pelitic	B32	1.0× 0.7	***	*		ab *		*		*	*	Iron-oxide Garnet

Table 9 Mineral assemblages of the clasts excepting the metamorphic rocks and their matrix of the Ohyamamisaki conglomerates. Qz: Quartz; Mus: Muscovite; Ep: Epidote; Plag: Plagioclase; K-F: K-feldspar; Chl: Chlorite; Cc: Calcite; Glaap: Graphite; Opacit: Opacity minerals; S: Spotted schist; ab: albite; *: metamorphic minerals; \$: excepting the metamorphic minerals.

	Sample	Size(cm)	Qz	Mus	Ep	Plag	K-F	Chl	Cc	Grap	Opacit	
Chert	12	5.0×5.0	\$\$\$						\$\$			
Chert	13	5.0×7.0	\$\$\$						\$\$	\$		
Acidic tuff	11	18.0×16.0	\$\$\$			\$\$	\$\$		\$			
Acidic tuff	15	10.0×5.0	\$\$\$			\$\$						
Acidic tuff	33	23.0×11.5	\$\$\$			\$\$	\$\$					Biotite,Hematite,Allanite
Acidic tuff	35	9.0×4.5	\$\$\$			\$\$	\$\$					Biotite,Hematite
Acidic tuff	36	3.5×2.5	\$\$\$			\$\$	\$\$					
Acidic tuff	38	3.3×2.6	\$\$\$			\$\$	\$\$					
Acidic tuff	B 8	1.4×0.5	\$\$\$			\$\$\$		\$\$				Hematite
Acidic tuff	B48	4.1×1.5	\$\$\$			\$\$			\$			
Rhyolite	37	6.5×3.5	\$\$			\$\$	\$\$					Biotite(chl)
Rhyolite	40	4.5×3.2	\$\$			\$\$	\$\$					Biotite
Matrix	M1		\$\$\$			\$\$	\$		\$			Zircon,Fragment:Mudstone(radiolaria)
Matrix	M2		\$\$\$			\$\$\$			\$			Fragment:siliceous & Pelitic schist
Matrix	M3		\$\$\$				\$		\$			Fragment:siliceous & Pelitic schist
Matrix	M4		\$\$\$			\$\$			\$\$\$			Fragment:siliceous & Pelitic schist
Matrix	M5		\$\$\$			\$\$	\$\$		\$			Fragment:siliceous & Pelitic schist
Matrix	M6		\$\$\$			\$\$\$	\$\$		\$\$			Fragment:siliceous & Pelitic schist

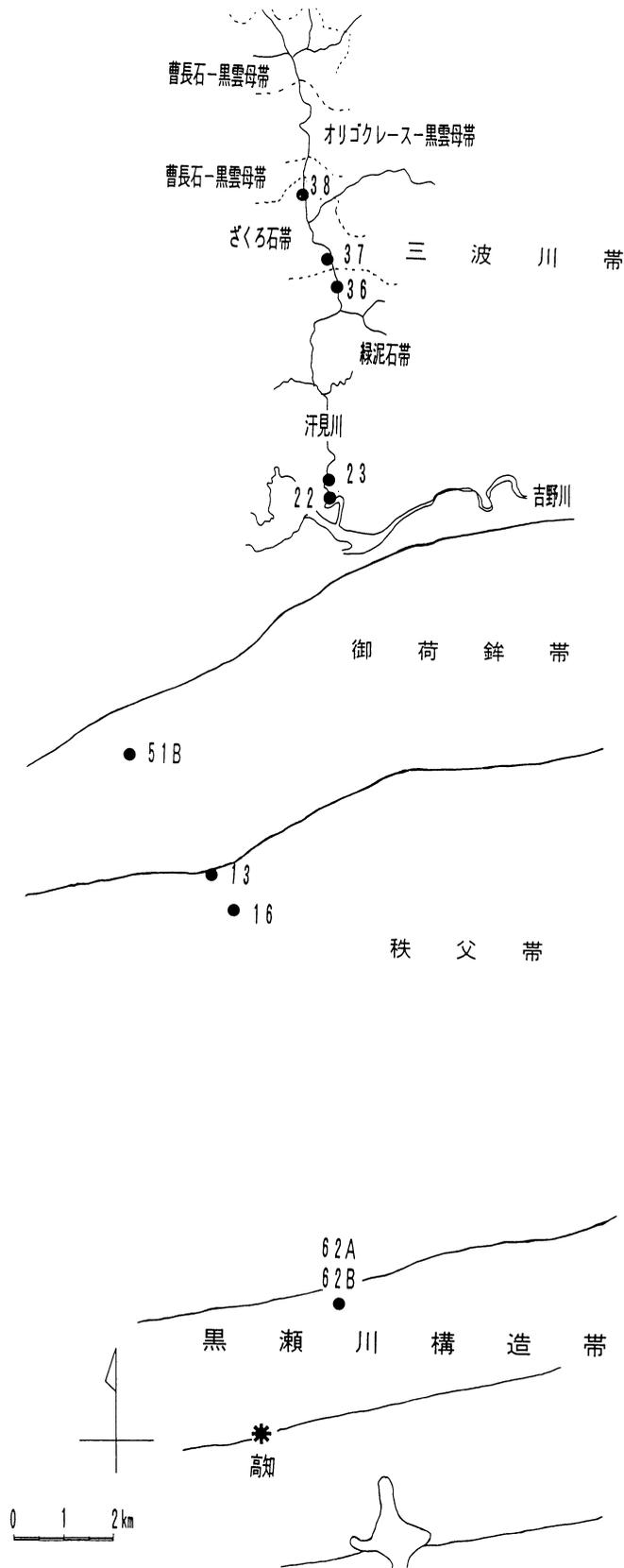


Fig. 1 三波川帯汗見川地域，御荷鉾帯，秩父帯，黒瀬川帯の試料採取地点。(大島ほか，1993；須鎗ほか，1980を改変)