

九州中部, 熊本県八代市泉町の“黒瀬川帯”蛇紋岩メランジュ中の 含むすい輝石変斑れい岩

齋藤 眞¹・宮崎一博¹

Makoto Saito and Kazuhiro Miyazaki (2006) Jadeite-bearing metagabbro in serpentinite melange of the “Kurosegawa Belt” in Izumi Town, Yatsushiro City, Kumamoto Prefecture, central Kyushu. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 57(5/6), p.169 - 176, 4 figs., 1 table.

Abstract: A jadeite-bearing metagabbro is found as a tectonic block in a serpentinite melange of the “Kurosegawa Belt” in the western Izumi Town, Yatsushiro City, Kumamoto Prefecture, central Kyushu, Japan. The metagabbro is fine-grained and massive, and composed of glaucophane, augeite, pumpellyite and jadeite. It has undergone high P/T metamorphism of the glaucophane schist facies. Jadeite occurs as not only fine-grained individual crystals (about 0.5 mm long) but also jadeite veins of several centimeters long in the metagabbro. Both types of jadeites do not coexist with quartz.

By the electron microprobe analyses, fine-grained jadeite in the metagabbro and jadeite in the vein are approximately pure jadeite, and there is no compositional difference between the jadeites of two occurrences.

Keywords: Kumamoto, Tomochi, Izumi, Yatsushiro, Kyushu, jadeite, metagabbro, metamorphic rock, serpentinite, ultramafic rock, Kurosegawa Belt, Chichibu Belt

要 旨

九州中央部, 八代市泉町西方の“黒瀬川帯”の蛇紋岩メランジュから, ひすい輝石を含む変斑れい岩が見いだされた。この変斑れい岩は細粒で塊状を呈し, 普通輝石, ひすい輝石, 藍閃石, パンペリー石からなる。変斑れい岩は高压型の藍閃石片岩相の変成作用を被っている。ひすい輝石は変斑れい岩を構成する細粒結晶(長さ約0.5 mm)として出現するだけでなく, 変斑れい岩中に形成された長さ数cm程度のひすい輝石脈としても出現する。これら2つのタイプのひすい輝石はともに石英と接触共存しない。

電子線マイクロプローブでの分析の結果, 変斑れい岩中の細粒ひすい輝石とひすい輝石脈のひすい輝石は, どちらもほぼ純粋なひすい輝石であり, 両者の組成の差はほとんど認められない。

1. はじめに

本邦産ひすい輝石はこれまで蛇紋岩メランジュや高压型変成岩類から報告されている。特に新潟県糸魚川市の小滝, 青海産のひすいが有名であり, 河野 (1939) が日本で初めて小滝地域から報告した。その後, 茅原 (1958) によって隣接する青海地域でも報告された。これらは蓮華帯 (Nishimura, 1998) の蛇紋岩メランジュに含まれるものである。同様に蓮華帯では, 中国山地

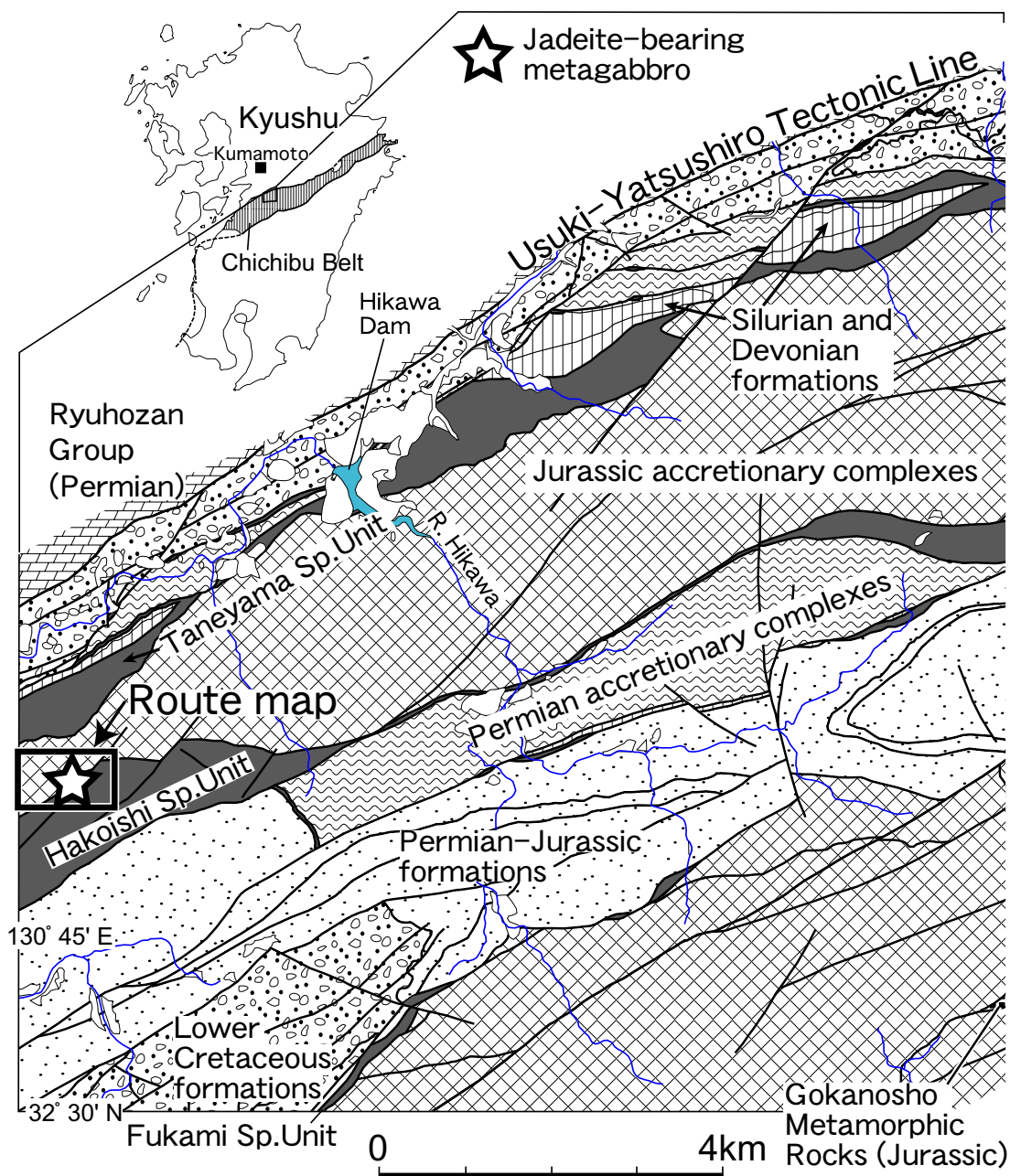
の岡山県新見市の大佐山周辺の蛇紋岩メランジュ (Kobayashi *et al.*, 1987; Kashiwabara and Takasu, 2001) や, 兵庫県大屋-関宮地域, 鳥取県若桜地域 (益富, 1966) でひすい輝石の産出が知られている。

いわゆる“黒瀬川帯”では, Hirajima (1983) がひすい輝石と石英からなる岩体を報告し, これが“黒瀬川帯”の構成要素であることを示した。四国では, 円行寺地域で Maruyama *et al.* (1978) が, 蛇紋岩中のブロックから 208~240 Ma の白雲母 K-Ar 年代を持つ含むすい輝石変成岩を報告した。九州では, 唐木田・植田 (1983) が, 本地域の南方の球磨郡五木村北西部に分布する“破木構造線”から, オンファス輝石 (一部ひすい輝石を伴う) を含む岩石を報告した。齋藤ほか (2005) は本岩石の産出を報告したが, ひすい輝石脈は見つかっていなかった。

三波川変成岩類に伴われるものとしては, 関東山地で Seki and Shido (1959), Seki (1960) がひすい輝石を含む変成岩を報告した。浜松北方の渋川では, Seki and Shido (1959), Seki *et al.* (1960) が蛇紋岩中にひすい輝石脈を含む含むすい輝石変斑れい岩を報告した。三波川変成岩類に対比される九州西部の長崎変成岩類では西山 (1978) が蛇紋岩メランジュに含まれるひすい輝石岩を報告し, Shigeno *et al.* (2005) が, 石英を含むひすい輝石岩を報告した。

これらの他, 北海道の神居古潭変成岩では, Seki and Shido (1959) によってひすい輝石を含む変成岩が報告

¹地質情報研究部門 (Institute of Geology and Geoinformation, GSJ).



第1図 含ひすい輝石変斑れい岩試料採集地点(☆印)と調査地域周辺の地質図(斎藤ほか, 2005)。ルートマップは第2図に示す。

Fig. 1 Geologic map of the southwestern part of the Tomochi district after Saito *et al.* (2005). Star represents the locality of the jadeite-bearing metagabbro.

された後, Imaizumi and Kanehira (1980) によってひすい輝石岩が報告された。

今回, 斎藤ほか (2005) で報告された含ひすい輝石変斑れい岩中に新たに肉眼で識別できる脈状のひすい輝石を見いだした。本報告では, この変斑れい岩を構成するひすい輝石と脈状のひすい輝石の産状と化学組成について報告する。

2. 地質

本地域は九州を東西に横断する構造線の臼杵-八代構造線の南側に位置し, 5万分の1地形図「砥用」の南西部にあたる (Fig. 1)。この地域では, 勘米良 (1952) によって地質図が公表され, 今日で言う蛇紋岩メランジュの岩相分布が明らかにされた。斎藤ほか (2005) は, 5万分の1地質図幅「砥用」で地質の全容を明らか

にした。本報告では地質体の名称は5万分の1地質図幅「砥用」に従う。

本地域の地質は大局的には、構造的低位の秩父帯ジュラ紀付加コンプレックスを、いわゆる“黒瀬川帯”に属する地質体(ペルム紀付加コンプレックス、後期シルル紀-前期白亜紀の正常堆積物、蛇紋岩メランジュ)が構造的に覆う。一部、上下関係が逆の部分は、後期白亜紀以降の構造運動による。

なお、これまで“黒瀬川”の名称は、蛇紋岩メランジュを含む構造帯や、分布域など様々に使われてきたが、斎藤ほか(2005)は、地域としての秩父帯に分布するジュラ紀付加体以外の地質体はジュラ紀付加体とは明瞭に区分され、ジュラ紀付加体の構造的上位に重なること、またいくつかに区分されて内帯に対比できる可能性があることから、基本的に黒瀬川の名称は用いていない。本報告もこれに従い、歴史的に必要な場合にジュラ紀付加体以外の地質体の総称として“黒瀬川帯”と仮称している。

本地域の蛇紋岩メランジュは北から種山蛇紋岩ユニット、箱石蛇紋岩ユニット、深水蛇紋岩ユニットからなり、基本的に東北東方向に帯状に分布する。また、南東部の五家荘変成岩は、いわゆる“破木構造線”の北東延長に当たる。ひすい輝石産出地付近は、箱石蛇紋岩ユニットに属する。

蛇紋岩メランジュは、剪断された蛇紋岩を基質とし、ブロック及び岩体として花崗岩類、斑れい岩、片麻岩、単斜輝石岩、苦鉄質片岩、変斑れい岩、玄武岩類、花崗岩カタクレサイト、珪長質凝灰岩角礫岩、石灰岩、ロジン岩が含まれる。ブロックの岩相及び量比は場所により若干異なる。種山蛇紋岩ユニットの蛇紋岩メランジュには、透輝石の巨晶からなる単斜輝石岩(斎藤ほか, 2004)、斑れい岩などの超苦鉄質-苦鉄質岩体が含まれる。このうち単斜輝石岩の岩体が最も大きく、最大で長径2 kmほどの大きさがある(斎藤ほか, 2004)。箱石蛇紋岩ユニットの蛇紋岩メランジュでは、単斜輝石岩は乏しく、ローソン石片岩、藍閃石ひすい輝石変斑れい岩などの高圧型の変成岩がしばしば認められ、スチルプノメレン片岩、アクチノ閃石緑れん石片岩も含まれる。ブロックの角閃石斑れい岩と角閃石片麻岩の普通角閃石のK-Ar年代はそれぞれ371±19 Ma, 405±20 Ma(斎藤ほか, 2004)である。花崗閃緑岩の普通角閃石のK-Ar年代は408±20 Ma(斎藤ほか, 2005)の値が報告されている。苦鉄質片岩は、一般に濃緑色で、パンペリー石、アクチノ閃石を多量に含む。変斑れい岩は、藍閃石を多く含み、紫色を帯びるのが特徴で、一部に本報告で述べる含ひすい輝石変斑れい岩も含まれる。

Fig.2に示す地域では、北半部を前期ジュラ紀付加コンプレックスの小田尾ユニットが占め、南半部を箱石蛇紋岩ユニットが占める。小田尾ユニットは、メランジュ

からなる。このメランジュは大きな岩体は含まず構成岩種の異なる3種類の混在岩から構成される。すなわち、1)砂岩、泥岩からなるもの、2)チャート、珪質頁岩を含み玄武岩、石灰岩を含まないもの、3)玄武岩、石灰岩を含むものである。一方、箱石蛇紋岩ユニットは、蛇紋岩、変斑れい岩、石英片岩、玄武岩溶岩及び火山砕屑岩、赤色チャートからなる。ここでは、両者の直接の関係は認められないが、本地域の東側で箱石蛇紋岩ユニットの構成岩類が、小田尾ユニットの石灰岩を構造的に覆うことから、両者は南傾斜の断層で接していると考えられる。

箱石蛇紋岩ユニットでは、玄武岩溶岩及び火山砕屑岩が最も広く分布し、少量の赤色チャートを挟む。玄武岩溶岩には枕状構造を呈するものがあり(Fig.2, 地点C)、見かけは非変成・非変形で、小田尾ユニットの玄武岩類と同じに見える。しかし、鏡下では、小田尾ユニットの玄武岩が、骸晶状の斜長石に富む石基に単斜輝石の斑晶を含む玄武岩溶岩本来の構造を示すのに対し、蛇紋岩ユニット中の玄武岩は、杏仁状構造や樹枝状の単斜輝石(Fig.3E)は残存しているものの、微細なローソン石を多く含み、わずかに藍閃石を含むものもある。赤色チャートもジュラ紀付加コンプレックスの玄武岩に伴われるものと酷似するが、鏡下では再結晶しており、一部弱い片状構造があるものもある。

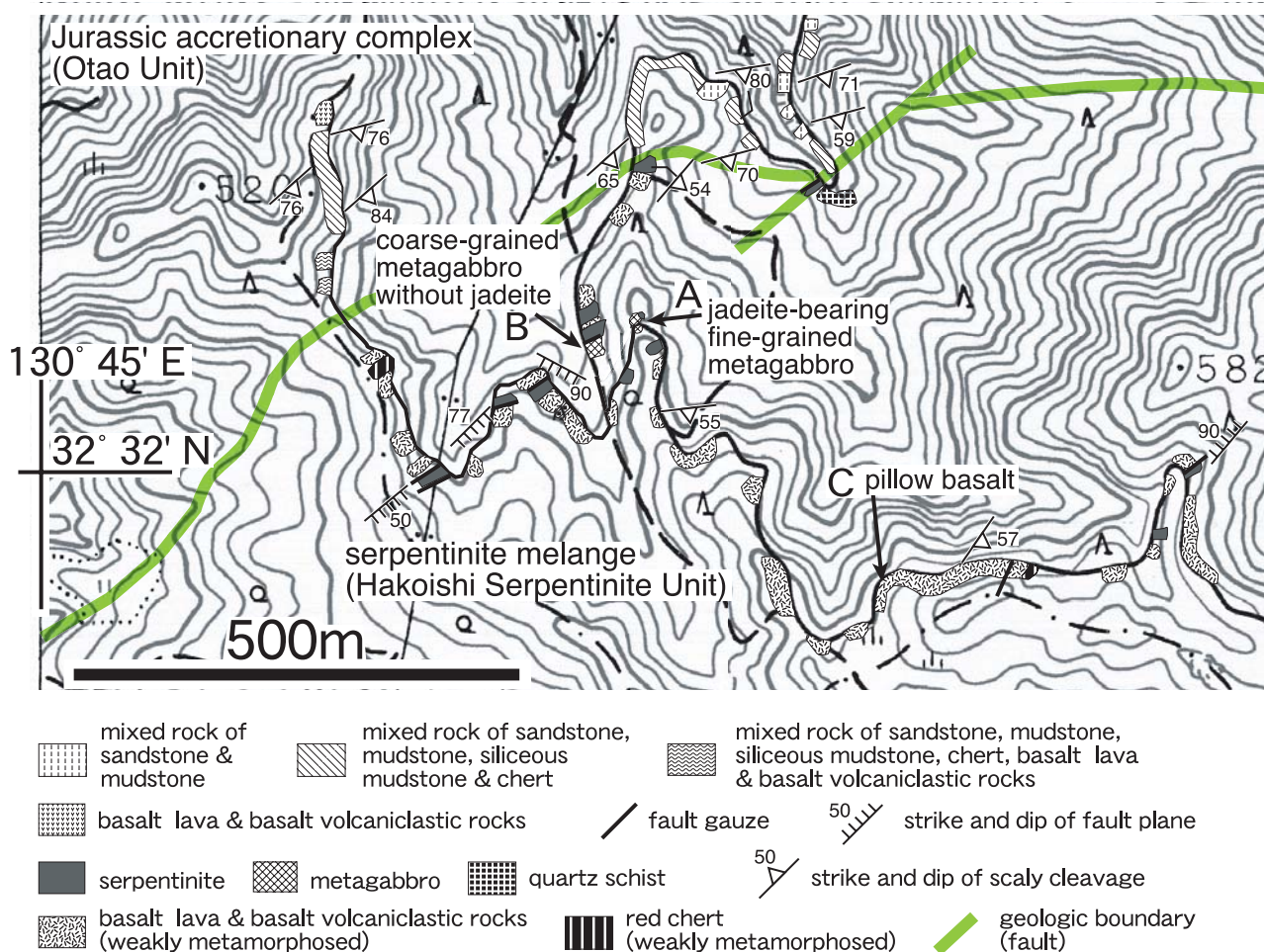
変斑れい岩は藍閃石による特徴的な紫色を示す。この地域では、ひすい輝石を含む細粒の変斑れい岩(Fig.2, 地点A)と、ひすい輝石を含まない粗粒の変斑れい岩(Fig.2, 地点B)が認められる。変斑れい岩は蛇紋岩と断層関係の他、蛇紋岩と直接接し、蛇紋岩メランジュのブロックとみなされる。塊状で片状構造は認められない。

3. 変斑れい岩

変斑れい岩には、剪断変形がなく、鏡下で火成岩起源の斜長石、単斜輝石を置き換えて変成鉱物ができているのが観察できる。新鮮なところでは一様に藍閃石のために紫色を帯びている。以下に示す鉱物共生関係から、低温高圧型の藍閃石片岩相を特徴づける変成岩であると言える。

3.1 含ひすい輝石細粒変斑れい岩

ひすい輝石を含む細粒変斑れい岩(Fig.3C, 位置Fig.2, Loc.A)は、0.3~0.8 mm程度の等粒状組織を示す。主な構成鉱物は、藍閃石、普通輝石、パンペリー石、ローソン石、ひすい輝石で、不透明鉱物をしばしば含む。パンペリー石は微細な結晶の集合体となっている。藍閃石は普通輝石の周囲を囲むようにできている。変斑れい岩の構成鉱物として産する細粒のひすい輝石は他形を示し、長さ約0.5 mmである。石英脈は存



第2図 含むすい輝石変斑れい岩試料採集地点周辺のルートマップ (上) と露頭写真 (右)。基図は国土地理院発行 1:25,000「柿迫」。
 A: 含むすい輝石細粒変斑れい岩 (地点 A)。矢印は小断層を示す。
 B: 粗粒変斑れい岩と蛇紋岩との境界 (地点 B)。
 C: 変成した枕状溶岩 (地点 C)。矢印は明瞭な球状部を示す。

Fig. 2 The route map around the sample locality (above) and photographs of outcrops (right). The base map is taken from Geographical Sheet map of 1:25,000 Kakizako by the Geographical Survey Institute.
 A: Jadeite-bearing fine-grained metagabbro at Loc. A. Arrows indicate small faults.
 B: Contact between coarse-grained metagabbro and serpentinite at Loc. B.
 C: Meta-pillow basalt at Loc. C. Arrows indicate distinct pillow lobes.

在するが、ひすい輝石と石英とが接触共存することはない。ひすい輝石の周囲には一部曹長石が生じている。

ひすい輝石は変斑れい岩の細粒な構成鉱物として出現するだけでなく、変斑れい岩中に形成された肉眼で識別できる脈 (Fig.3A,B) としても出現する。このひすい輝石脈は、脈状の白色 (半透明) で、数cmの長さがあり、枝分かれをする。石英脈などと比べてやや暗い色を呈する。ほぼすべてが0.1~0.3 mmのひすい輝石の半自形結晶からなるが、結晶の向きは一定でない。一部曹長石に変化している部分もある (Fig.3B)。

3.2 ひすい輝石を含まない粗粒変斑れい岩

一方、ひすい輝石の存在しない粗粒変斑れい岩 (Fig.2,Loc.B) は、藍閃石、普通輝石、パンペリー石、

曹長石、ローソン石からなる。ローソン石は曹長石の中に散在している。曹長石は双晶をなしている。藍閃石の一部に普通角閃石の残晶が認められる。粒度は数mmである。方解石脈、石英脈が存在する。この粗粒変斑れい岩は一部に変玄武岩脈があり、斑れい岩との間に急冷縁が認められる。またこれらの岩石は剪断変形を伴っていない (Fig.3D)。このことは、斑れい岩に玄武岩が貫入した後、変形を伴わない広域変成を受けたことを示している。

4. ひすい輝石の化学組成

変斑れい岩 (GSJ R80100) の構成鉱物である細粒のひすい輝石と、変斑れい岩に含まれるひすい輝石脈

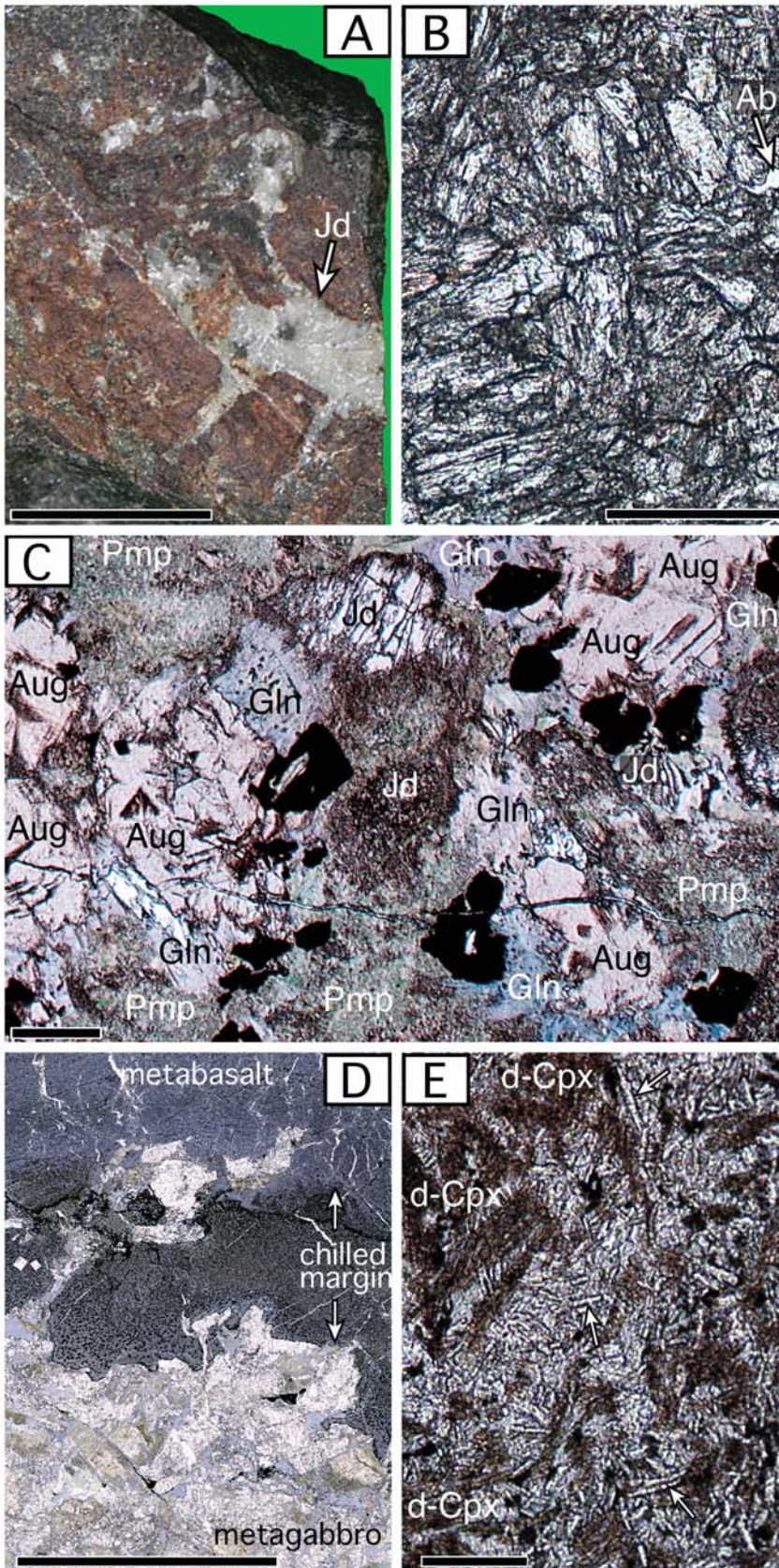


(GSJ R80958) 中のひすい輝石について、EPMAによる定量分析を行った。その代表的な分析値をTable 1に、全分析値のひすい輝石の成分比を第4図に示した。この結果、変斑れい岩中の細粒ひすい輝石及び脈のひすい輝石は共にひすい輝石成分が95%以上で、ほぼ純粋なひすい輝石であるといえる。また、両者の間の組成範囲の違いはほとんどない。

5. 考 察

含ひすい輝石変斑れい岩は、斑れい岩を原岩とする

ことから、ひすい輝石は曹長石を消費する反応によって生じたと考えられるが、ひすい輝石と石英の共存関係は認められない。また、変斑れい岩は周囲を蛇紋岩に囲まれている。この産状は、蛇紋岩に変斑れい岩が含まれ、変斑れい岩本体にひすい輝石が含まれるとともにひすい輝石脈が存在し、石英との共存関係がないとされる浜松北方の渋川の三波川変成岩類に伴われる産状 (Seki et al., 1960) と極めてよく似ている。Seki et al. (1960) は低温で水の関与がある場合、周囲の超苦鉄質岩に石英成分が拡散し、ひすい輝石の晶出に、石英と共存する場合ほど高い圧力条件を必要としないと考えている。西山 (1978) は、西彼杵のひすい輝石が石英と共存せず、周囲の結晶片岩には曹長石が安定であることから、ひすい輝石が単純な曹長石の分解によって生じたものでないと考え、交代反応の関与を示唆している。また、Shigeno et al. (2005) は、中心部が石英を含むひすい輝石の縁が、石英を含まないことから、曹長石からひすい輝石ができるときに、粒間の水に溶けて石英が失われたと考えている。本地域の変斑れい岩の藍閃石は普通輝石の周囲にできていることから、変成時に加水作用があり、水の関与した石英の拡散が起きたことが推察できる。しかし、本地域のひすい輝石脈が石英+ひすい輝石安定領域で生じたかどうかは



第3図 含むすい輝石変斑れい岩と蛇紋岩メランジュを構成する変成岩の薄片写真.

- A 変斑れい岩中のひすい輝石脈. 試料番号 GSJ R80958
- B Aの脈の右側の部分の薄片写真. オープンニコル.
- C 含むすい輝石変斑れい岩の薄片写真. 試料番号GSJ R80100(斎藤ほか, 2005より一部修正して使用). オープンニコル.
- D 変成した粗粒斑れい岩とそれを貫く玄武岩脈の薄片全体の写真. 試料番号 GSJ R80969. スキャナーで撮影.
- E 変成した枕状溶岩の薄片写真. 印の先の長柱状の結晶はローソン石オープンニコル. ひすい輝石(Jd), 通輝石(Aug), 藍閃石(Gln), パンペリー石(Pmp), 曹長石(Ab), 樹枝状単斜輝石(d-Cpx).
スケール = A: 10 mm, B, C, E: 0.25 mm, D: 1 cm

Fig. 3 Photographs and photomicrographs of jadeite samples and other metamorphic rocks in the serpentinite melange.

- A Jadeite vein in fine-grained metagabbro at Loc. A GSJR80958.
 - B Photomicrograph of jadeite vein of A. Plane-polarized light (PPL).
 - C Photomicrograph of jadeite-bearing metagabbro at Loc. A modified from Saito *et al.* (2005). PPL. GSJR80100.
 - D Photograph of metamorphosed gabbro intruded by basalt dike at Loc. B. GSJ R80969. Taken by a scanner. Metabasalt is composed of glaucophane matrix and fine-grained sphene.
 - E Photomicrograph of pillow basalt at Loc.C. Prismatic minerals as indicated by arrows are lawsonites. GSJ R80962. PPL.
- Jd: jadeite, Au: augite, Gln: glaucophane, Pmp: pumpellyite, Ab: albite, d-Cpx: dendritic clinopyroxene.
scale bar = A: 10 mm, B,C and E: 0.25 mm, D:1 cm.
GSJ Rxxxx represents the registered number of the rock deposited in the Geological Museum, Geological Survey of Japan, AIST.

第1表 変斑れい岩を構成する細粒ひすい輝石と脈のひすい輝石の代表的化学組成.

Table 1 Representative chemical composition of fine-grained jadeite in the metagabbro and jadeite in the vein.

	(1)	(2)
point no.	6	91
SiO ₂	59.32	59.38
TiO ₂	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	24.78	25.24
Cr ₂ O ₃	0.01	0.00
FeO*	0.50	0.09
MnO	0.12	0.00
MgO	0.02	0.00
CaO	0.24	0.13
Na ₂ O	15.17	15.03
K ₂ O	0.01	0.01
Total	100.17	99.90

*Total Fe as FeO.

	O=6	
Si	1.998	1.999
Al	0.984	1.001
Ti	0.000	0.001
Cr	0.000	0.000
Fe ³⁺	0.012	0.001
Fe ²⁺	0.002	0.001
Mn	0.004	0.000
Mg	0.001	0.000
Ca	0.009	0.005
Na	0.991	0.981
K	0.000	0.000
Total	4.000	3.990

XJd	0.99	1.00
XAc	0.01	0.00
XDi	0.00	0.00
XHd	0.00	0.00

(1) fine-grained jadeite in the metagabbro

(2) jadeite in the vein

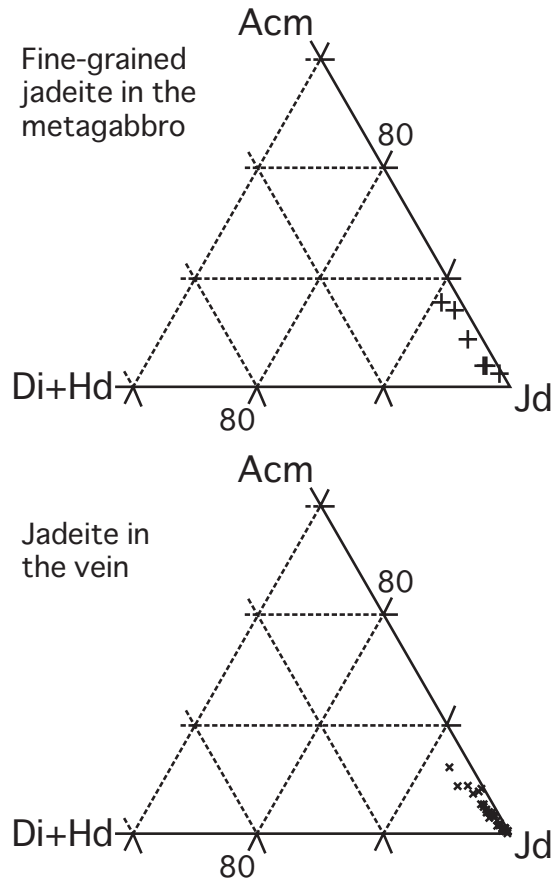
The ferric iron contents were calculated

on the basis of Na+Ca=Al+Fe³⁺+Fe²⁺+Mg.

Abbreviations are the same as in Fig.4.

不明である.

Fig.2の地点Aの細粒変斑れい岩にはひすい輝石が含まれるのに対し、その延長である地点Bの、粗粒変斑れい岩にはひすい輝石が全く認められず、曹長石が安定で多量のローソン石が生じている。地点A,Bとも藍閃石+パンペリー石の鉱物共生が認められる点は共通している。両者でのひすい輝石の有無が石英成分の拡散



第4図 地点Aから採取したひすい輝石の組成範囲. Jd: ひすい輝石, Ac: エジル輝石, Di: 透輝石, Hd: ヘデン輝石.

Fig. 4 Compositional ranges of the jadeites from Loc.A. Jd: Jadeite, Ac: acmite, Di: diopside, Hd: hedenbergite.

の程度の違いによるものか、形成温度圧力条件の違いによるものかは判断材料が乏しいが、近接した蛇紋岩メランジュ中のブロックで温度圧力条件が大きく変わることは考えにくいことから、蛇紋岩メランジュ中の位置の違いによる水による石英成分の拡散程度の違いに起因している可能性が高いと考えられる。

本地域の蛇紋岩メランジュ中の変斑れい岩には剪断変形が乏しい。同様に、変成した玄武岩類もローソン石を含んでいるにもかかわらず、剪断変形が乏しい。蛇紋岩メランジュ中のブロックでは、剪断応力はブロックの周囲のメランジュの基質をなす蛇紋岩の変形によって緩和されたと推察することができる。

6. まとめ

- (1)九州中央部、八代市泉町西方の“黒瀬川帯”の蛇紋岩メランジュには、含ひすい輝石変斑れい岩が含まれる。
- (2)ひすい輝石は変斑れい岩を構成する細粒の変成鈹

物のほか，変斑れい岩中のひすい輝石脈として存在する。

(3)ひすい輝石と石英の接触共存関係はない。

(4)EPMA分析では，変斑れい岩を構成する細粒ひすい輝石とひすい輝石脈のひすい輝石は，ともにほぼ純粋なひすい輝石で，両者の組成範囲の差はほとんど無い。

謝辞：本報告に用いた岩石薄片は，地質標本館の大和田朗氏，福田和幸氏によって製作された。地質情報研究部門の坂野靖行博士には粗稿を読んでいただいた。ここに記して深く感謝する。

文 献

- 茅原一也 (1958) 新潟県青海地方のJadeite rockについて。藤本治義教授還暦記念論文集，459-466。
- Hirajima, T. (1983) Jadeite + quartz rock from the Kanto Mountains. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, **78**, 77-83.
- Imaizumi, M. and Kanehira, K. M. (1980) Jadeitite from the Kamuikotan tectonic belt. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **86**, 629-633.
- 勘米良亀齡, 1952, 熊本縣氷川流域における上部石炭系および下部二疊系。地質雑，**58**, 17-32.
- 唐木田芳文・植田和男 (1983) 熊本県五木地域の黒瀬川構造帯の岩石，特にアルバイト-ソーダ輝石岩。日本岩石鉱物鉱床学会・日本鉱物学会・日本鉱山地質学会昭和58年秋期連合講演会講演要旨集，p.21.
- Kashiwabara, Y. and Takasu, A. (2001) Petrography and chemical composition of the constituent minerals of jadeites from the Osayama ultramafic body in the Renge metamorphic belt, southwest Japan. *Geosci. Rept. Shimane Univ.*, **20**, 133-142.
- Kobayashi, S., Miyake, H. and Shoji, T. (1987) A jadeite rock from Oosa-cho, Okayama Prefecture, Southwest Japan. *Mineral. Jour.*, **13**, 314-327.
- 河野義礼 (1939) 本邦における翡翠の新産出及びその化学的性質。岩礦，**22**, 219-225.
- Maruyama, S., Ueda, Y. and Banno, S. (1978) 208-240 m.y. old jadeite-graucophane schist in the Kurosegawa tectonic zone near Kochi City, Shikoku. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, **73**, 300-310.
- 益富寿之助 (1966) 鳥取県下の三郡変成帯より硬玉Jadeiteの発見。地学研究，**17**, 83.
- Nishimura, Y. (1998) Geotectonic subdivision and areal extent of the Sangun Belt, Inner Zone of Southwest Japan. *J. Metamorphic Geol.*, **16**, 129-140.
- 西山忠男 (1978) 西彼杵変成岩類中のヒスイ輝石岩。地質雑，**84**, 155-156.
- 斎藤 眞・宮崎一博・塚本 斉 (2004) 九州中部，熊本県泉村-砥用町地域の"黒瀬川帯"蛇紋岩メランジュ中の単斜輝石岩。地調研報，**55**, 171-179.
- 斎藤 眞・宮崎一博・利光誠一・星住英夫 (2005) 砥用地域の地質。地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)，産総研地質調査総合センター，218p.
- Seki, Y. (1960) Jadeite in Sanbagawa crystalline schists of central Japan. *Amer. Jour. Sci.*, **258**, 705-715.
- Seki, Y. and Shido, F. (1959) Finding of jadeite from the Sanbagawa and Kamuikotan belts. *Japan. Proc. Japan Acad.*, **35**, 137-138.
- Seki, Y., Aiba, M. and Kato, C. (1960) Jadeite and associated minerals of metagabbroic rocks in the Shibukawa district, Central Japan. *Amer. Miner.* **45**, 668-679.
- Shigeno, M., Mori, Y. and Nishiyama, T. (2005) Reaction microtextures in jadeitites from the Nishisonogi metamorphic rocks, Kyushu, Japan. *Jour. Mineralogical and Petrological Sci.*, **100**, 237-246.

(受付：2006年7月26日；受理：2006年9月21日)