

中国山地中央部, 320Ma青色片岩を含む大佐山蛇紋岩 メランジュのメランジュ・マトリクスの初生かんらん岩

Primary peridotite in the melange-matrix of the 320Ma-blueschist-bearing Osayama serpentinite melange, central Chugoku Mountains

辻森 樹*

Tatsuki Tsujimori*

はじめに

中国山地に分布する低温高压型変成岩はかつて飛驒変成帯と対をなす先白亜系の一連の広域藍閃変成帯「三郡変成帯」を構成していると思われ、日本を代表する藍閃変成帯の一つとして多くの研究がなされてきた(例えば, Miyashiro, 1961; Hashimoto, 1968; 橋本, 1972; Nishimura, 1977). その後, 1980年代以降, 各地の「三郡変成岩」から放射年代が数多く報告されると同時に, 西南日本内帯において他の先白亜系の地質帯(オフィオライトや付加体)の研究が飛躍的に進んだこともあって, 現在では従来の「三郡変成帯」は古生代後期と中生代前期の全く別の藍閃変成帯に分けて認識されている(例えば, Watanabe, et al. 1987; 柴田・西村, 1989; 石渡, 1989; 磯崎・丸山, 1991; Isozaki, 1996). 柴田・西村(1989)は古生代後期の「三郡変成岩」にそれらの分布と隣接する超苦鉄質岩体を含めて三郡-蓮華帯(Sangun-Renge Belt)と呼んだが, 著者は古生代後期の「三郡変成岩」を柴田・西村(1989)の「三郡-蓮華帯」から超苦鉄質岩体を除いて三郡-蓮華変成帯と呼び, その構造的上位の超苦鉄質岩体群は石渡(1989)に従い大江山オフィオライトと呼ぶ。

これまで中国山地の三郡-蓮華変成岩の露出として, 鳥取県若桜(志谷層)地域, 山口県豊ヶ岳地域が知られていたが(例えば, 柴田・西村, 1989), 最近, Itaya and Tsujimori (1996)は岡山県大佐山地域の青色片岩中のフェンジャイトから約320MaのK-Ar年代を報告した。また, 兵庫県大屋地域の青色片岩

もその産状及び大佐山地域と同様の鉱物の組成共生関係が見られることから三郡-蓮華変成岩と考えられている(辻森, 1995b; 1996). いずれの地域も大江山オフィオライトのかんらん岩体や蛇紋岩が隣接し, 若桜地域や大屋地域では大江山オフィオライトのかんらん岩体が三郡-蓮華変成岩の上に衝上している(Fig. 1). 大佐山地域では大江山オフィオライトのかんらん岩体(大佐山かんらん岩体)の構造的下位の位置となる北東縁に320Maの青色片岩を構造的に含んだ蛇紋岩メランジュ(大佐山蛇紋岩メランジュと呼ぶ)が発達している。この蛇紋岩メランジュは西南日本におけるオルドビス紀の大江山オフィオライトと石炭紀の三郡-蓮華変成岩の両者のテクトニクな関係や古生代の沈み込みテクトニクスを解明する上で, また, 高压変成帯の上に衝上するオフィオライトのエンブレイスメントを議論する上で重要である。小論では, 大佐山蛇紋岩メランジュにおいてメランジュ・マトリクスの“蛇紋岩”の初生かんらん岩部分についてその岩石学的性格を検討した。

大佐山蛇紋岩メランジュの地質概要

岡山県北西部の先白亜系は構造的上位から下位へと大江山オフィオライトのかんらん岩体, 秋吉帯のペルム紀付加体, 三郡-智頭変成帯のジュラ紀低温高压型変成岩のナップがそれぞれ下位のナップに衝上断層で接し(杉本ほか, 1993; 早坂ほか, 1995), 全体として西に傾斜した背斜構造を示す。大佐山蛇紋岩メランジュも含めた大佐山かんらん岩体はその背斜軸部に位置し, 大佐山(標高988m)を中心に分布

*金沢大学理学部地球学教室, 920-11 金沢市角間町。

Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa, 920-11 Japan

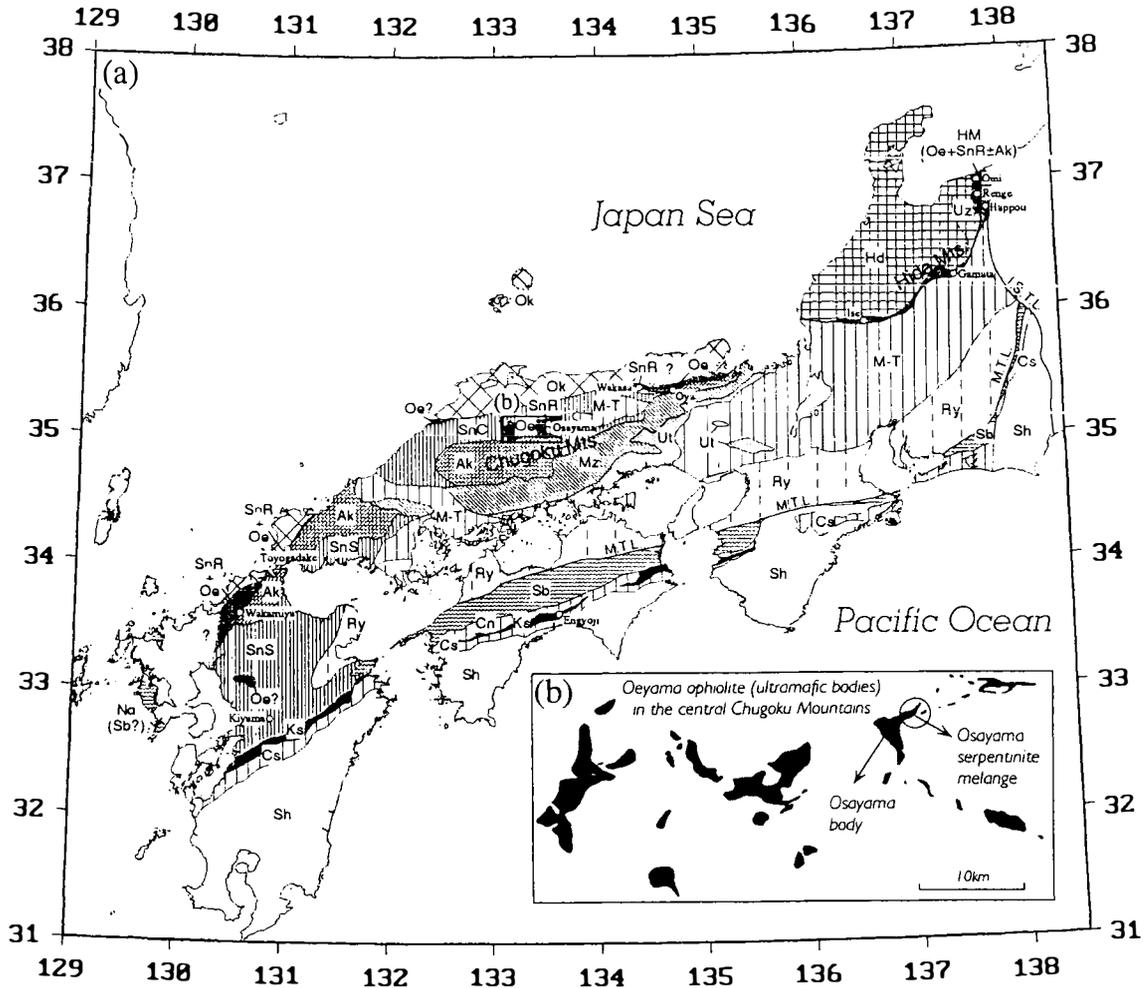


Fig. 1. (a) Geotectonic subdivision of southwestern Japan (modified from Isozaki and Itaya, 1991; Isozaki and Maruyama, 1991). [Hd: Hida low-P/T metamorphic belt; Ok: Oki low-P/T metamorphic belt; Oe: Oeyama ophiolite; HM: Hida marginal belt; SnR: Sangun-Renge high-P/T metamorphic belt; Ak: Akiyoshi accretionary complex; Mz: Mizuru belt (Yakuno ophiolite); Ut: Ultra-Tamba accretionary complex; SnS: Sangun-Suo high-P/T metamorphic belt; SnC: Sangun-Chizu high-P/T metamorphic belt; M-T: Mino-Tamba accretionary complex; Ry: Ryoke low-P/T metamorphic belt; Sb: Sambagawa high-P/T metamorphic belt; Cn: northern Chichibu accretionary complex; Ks: Kurosegawa belt; Cs: southern Chichibu accretionary complex; Sh: Shimanto accretionary complex; M.T.L.: Median Tectonic Line; I.S.T.L.: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line] (b) Distribution of the peridotite body of the Oeyama ophiolite in the central Chugoku Mountains. (compiled from Nozaka and Shibata, 1994). Soil black area represents ultramafic body.

する(Fig. 2a)。大佐山岩体の南縁及び東縁は、衝上断層を境に、構造的下位のジュラ紀の放射年代を示す三郡-智頭変成帯の結晶片岩の上に乗っており(Fig. 2b)、その北縁は下部ジュラ系山奥層(小西, 1954)の非海性～浅海性砂岩頁岩互層と高角度の断層で接する。また、白亜紀前期の関門層群相当相の京見山礫岩が先白亜系の岩相を部分的に被覆する。大佐山の東方約10kmの勝山地域や南西方約15kmの新見地域では大江山オフィオライトのかんらん岩体と三郡-智頭変成岩の間に秋吉帯の石灰岩や付加体がナップとして挟まれるが、大佐山地域では秋吉帯

相当のナップは確認されない。

大佐山岩体西部には白亜紀後期の花崗岩類が貫入しており、かんらん岩体とその下位の三郡-智頭変成岩に接触変成作用を与えている。Nozaka and Shibata (1995)は大佐山かんらん岩体を非変成のI帯(蛇紋石+緑泥石±ブルース石)から変成度が上がるにつれてII帯(かんらん石+タルク±トレモラ閃石±緑泥石)、III帯(かんらん石+斜方輝石±トレモラ閃石±緑色スピネル)の3帯に変成分帯した。しかし、花崗岩類からの熱の影響とは関係なく大佐山かんらん岩体は構造的上位の塊状かんらん岩と下位の蛇紋

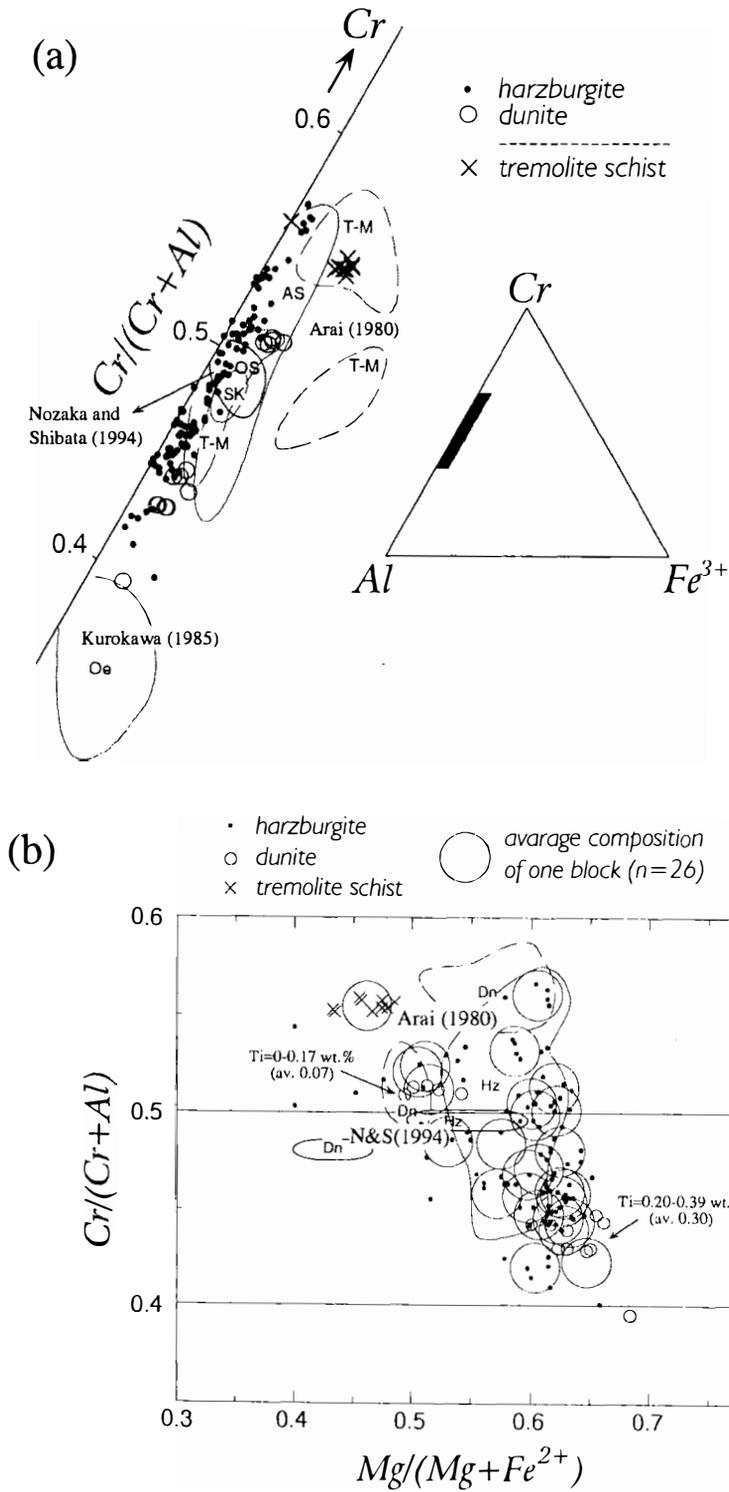


Fig. 3. (a) Cr-A-Fe³⁺ ternary diagram of chromian spinel in primary peridotites and tremolite schist in the Osayama serpentinite melange. (b) Relation of the Mg/(Mg+Fe²⁺) ratio to the Cr/(Cr+Al) ratio in chromian spinel of primary peridotite and tremolite schist in the Osayama serpentinite melange. (c) Relationships between the Fo content of olivine and the Cr/(Cr+Al) ratios of coexisting chromian spinel. OSMA: olivine-spinel mantle array after Arai (1994). (d) Relationships between the Al₂O₃ content of orthopyroxene and the Cr/(Cr+Al) ratios of coexisting chromian spinel. T-M: Tari-Misaka body, As: Ashidachi body, OS Osayama body, SK: Sekinomiya body, Oe: Oeyama body.

岩メランジュに区分できる。Tsumjori(1996MS)は蛇紋岩メランジュ部分を「大佐山蛇紋岩メランジュ」と呼んだ。大佐山蛇紋岩メランジュは大佐山かんらん岩体の北東部分(東西4km・南北2km)に発達し、その上位の塊状かんらん岩とは剪断帯で境される。メランジュ部分はNozaka and Shibata (1995)のI帯とII帯のに属する。

大佐山蛇紋岩メランジュには結晶片岩、単斜輝石ガブロ、ドレライト、曹長岩、ひすい輝石岩、オンファス輝石岩(辻森, 1996a)、トレモラ閃石片岩、塊状かんらん岩などが、剪断された“蛇紋岩”中に大小のブロックとして産する。結晶片岩の走行や線構造の方向はブロックごとに異なり、メランジュの構造的下位の三郡-智頭変成岩のそれとも調和しな

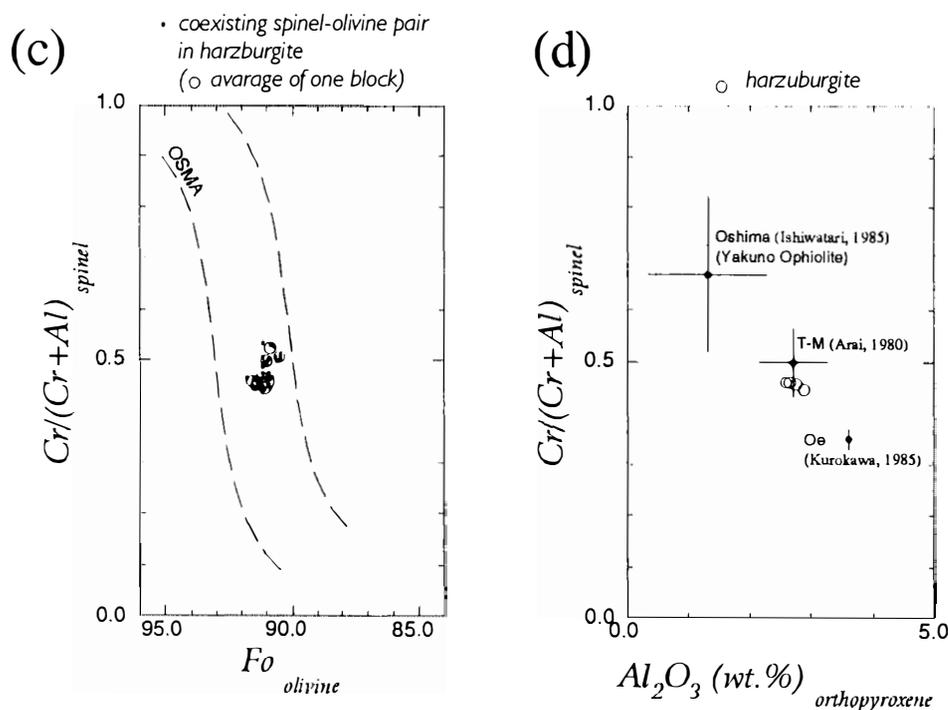


Fig. 3. (continued)

い。結晶片岩はその鉱物の組成共生関係から本来、1つの高压変成帯を構成していたものと考えられ、塩基性片岩中の安定なCa-Al含水珪酸塩鉱物の鉱物共生から、ローソン石あるいはパンペリー石が安定なローソン石-パンペリー石帯(lowsonite-pumpellyite zone)とローソン石やパンペリー石を欠き緑れん石が安定な緑れん石帯(epidote zone)の2帯に分けることができる。さらに、緑れん石帯はさらにアルマンディン・ザクロ石の有無により緑れん石帯低温部(lower epidote zone)と緑れん石帯高温部(upper epidote zone)に分けられる。ただし、緑れん石帯高温部のブロックはメランジュ中で最高変成度のザクロ石-藍閃石片岩のみである。結晶片岩ブロックには泥質片岩が卓越し、緑れん石帯低温部の泥質片岩にはごくまれにザクロ石が出現する。各帯の変成条件は鉱物の組成共生関係からローソン石-パンペリー石帯では260~270℃・6~8kbar、緑れん石帯低温部では300~350℃以上・6~8kbar、緑れん石帯高温部では400~530℃、11~13kbarの圧力が推定される(Tsujimori, 1996MS)。

ローソン石-パンペリー石帯のブロックと緑れん石帯のブロックは直接接することはなく、必ずその境界は蛇紋岩で境される。また、メランジュ中央部ではローソン石-パンペリー石帯の塩基性片岩が剪断された単斜輝石ガブロのブロックに漸移する。

橋本・猪木(1972)は大佐山地域から初めてローソン石-藍閃石とパンペリー石-藍閃石の鉱物組み合わせについて報告した。最近、辻森(1995a)はザクロ石-藍閃石片岩中の緑れん石斑状変晶中の包有物としてザクロ石(KDGrt-Cpx=8.7~10.9)+オンファス輝石(Jd42)+ルチルのエクロジャイト相(約15kbar, 約620℃)の鉱物組み合わせを発見した。変成組織及び鉱物の組成共生関係は緑れん石-角閃岩相からエクロジャイト相を経て青色片岩相に至る反時計回りの圧力温度経路を示す。

蛇紋岩メランジュ中の初生かんらん岩の岩石学

大佐山蛇紋岩メランジュのメランジュマトリクスに見られる初生かんらん岩は剪断された蛇紋岩中にブロック状に残っている。火成組織が残っている初生かんらん岩25試料中、単斜輝石を含むハルツバージャイトが21試料、ダナイトが4試料である。ハルツバージャイトは最高で33%の初生鉱物が残っているのに対し、ダナイトではクロムスピネル以外は完全に蛇紋岩化している。ハルツバージャイトは大江山オフィオライトに特徴的な虫食い状のクロムスピネル(踊るスピネル)を含み、単斜輝石と複雑な連晶をなす。斜方輝石との連晶は確認されなかった。

初生かんらん岩中のクロムスピネルの化学組成と

共存するクロムスピネルとかんらん石及び斜方輝石の組成関係をFig. 3(a)(b)(c)(d)に示す。なお、鉱物の化学組成の分析には金沢大学理学部所有のEDS(明石走査型電子顕微鏡 α -30A+フリップス社EDAX-9100)を用いた。

ハルツバージャイト中のかんらん石はFo値=90.5~91.5, クロムスピネルはCr/(Cr+Al)比=Cr#=0.40~0.57, Mg/(Mg+Fe)比=Mg#=0.40~0.66, $TiO_2 \leq 0.1$ wt.%, 斜方輝石は $Al_2O_3=2.42\sim 3.00$ wt.%, $Cr_2O_3=0.70\sim 1.01$ wt.%, Wo値=1.30~1.23, 単斜輝石は $Al_2O_3=1.01\sim 3.18$ wt.%, $Cr_2O_3=0.54\sim 1.44$ wt.%の化学組成であり, 中程度の枯渇度のスピネルかんらん岩である。ダナイトはかんらん石仮像が2cmに達する粗粒のダナイトと細粒なダナイトの2種があり, クロムスピネルはいずれも自形である。粗粒ダナイトはクロムスピネルの化学組成が $TiO_2=0.20\sim 0.39$ wt.%(平均0.30wt.%), Cr#=0.40~0.45, Mg#=0.60-0.68とTi含有量が高く沈積岩であるが, 細粒ダナイトは $TiO_2=0\sim 0.17$ wt.%(平均0.07wt.%), Cr#=0.51, Mg#=0.49~0.54とTi含有量は低い。

蛇紋岩メランジュ中の蛇紋岩の岩石学

メランジュ・マトリクス中の蛇紋岩及び初生かんらん岩の蛇紋岩化した部分は主としてリザーダイト/クリソタイト(稀にアンチゴライト)からなり少量のブルーサイト, 緑泥石, マグネタイトを含む。変成蛇紋岩において高压変成作用の指標となるクリノヒーマイトは確認されない。かんらん岩の組織を残していない蛇紋岩はしばしばクロムアンドラダイト($Cr_2O_3=3.1\sim 8.4$ wt.%)を含む。蛇紋岩化したハルツバージャイトの初生単斜輝石はしばしば二次的な単斜輝石に置換されており, 2つの試料から初生単斜輝石を置換するソーダトレモラ閃石($Na_2O=3.1\sim 4.3$ wt.%)を発見した。このソーダトレモラ閃石はIshizuka (1980)が幌加内オフィオライトのダナイト中から報告したクロムスピネルに随伴する産状とは異なる。大佐山蛇紋岩メランジュのソーダトレモラ閃石はメランジュ中のひすい輝石岩やオンファス輝石岩と同様に比較的低温高压条件下でのNaの交代作用により形成されたと考えられる。

蛇紋岩化の条件はO'Hanly and Wicks (1995)の計算した蛇紋石鉱物の共生関係から約250~350℃の温度が推定されるが, その圧力条件は推定できない。

メランジュ中のトレモラ閃石片岩ブロックには大江山オフィオライトのかんらん岩に一般的な化学組

成のクロムスピネル(Cr#=0.55~0.56, Mg#=0.43~0.48, $TiO_2=0.05$ wt.%)をレリックとして含み, クロムオンファス輝石やクロムパンペリー石などの高压鉱物が生じているものが存在する(Tsujimori, 投稿中)。このかんらん岩を起源とするトレモラ閃石片岩ブロックとハルツバージャイト中の単斜輝石を置換するソーダトレモラ閃石の存在が, メランジュ・マトリクスのなかで, かんらん岩(大江山オフィオライトの一部)が青色片岩相に相当するような低温高压条件下で交代作用を受けたことを示す証拠となり得る。中国山地中央部に分布する大江山オフィオライトのかんらん岩体は白亜紀後期の花崗岩類による接触変成作用以外に広域変成作用は被っておらず, 一般に低温で蛇紋岩化したみで, これまでかんらん岩体が低温高压変成作用を被った岩石学的証拠はなかった。

飛驒山地の飛驒外縁帯の高压変成岩は約320Maの年代を示し(例えば, 青海結晶片岩: 梶座ほか, 1994), 中国山地の三郡-蓮華変成岩の東方延長と考えられている(例えば, 柴田・西村, 1989; 磯崎・丸山, 1991)。飛驒山地の約320Maの高压変成岩を含んだ蛇紋岩メランジュの蛇紋岩は広域変成作用を被っており, 中水ほか(1989)は八方尾根蛇紋岩メランジュの蛇紋岩を変成度が高くなる順にI帯(かんらん石+透輝石+アンチゴライト+緑泥石, かんらん石+アンチゴライト+ブルース石)からII帯(かんらん石+トレモラ閃石+透輝石+アンチゴライト+緑泥石, かんらん石+トレモラ閃石+アンチゴライト+緑泥石)に変成分帯した。このように飛驒山地の蛇紋岩メランジュの蛇紋岩は中国山地の大佐山蛇紋岩メランジュのような低温の蛇紋岩とは明らかに異なる。

初生かんらん岩から見た蛇紋岩メランジュの性格

中国山地中央部に分布する大江山オフィオライトのかんらん岩体は蛇紋岩化してはいるが初生的な鉱物や構造を残す塊状のマントルかんらん岩体である(例えば, Arai, 1980; Arai and Yurimoto, 1994; 松本ほか, 1995)。大佐山蛇紋岩メランジュと他の塊状かんらん岩との大きな相違点は, ?メランジュは320Maの青色片岩相の高压変成岩を含むが塊状かんらん岩にはそれらは含まれない; 塊状かんらん岩体には(100)面のパーティングが発達した粗粒(5~15mm)の単斜輝石(ダイヤレイジ)を特徴的に含んだ単斜輝石ガブロやドレイライトが岩脈として貫入しているが, メランジュではそれらはブロックとして産

し、他の結晶片岩と同様に藍閃石やアルカリ輝石を含み低温高压型変成作用を被っている、といった2点があげられる。

大佐山蛇紋岩メランジュ中の初生かんらん岩のクロムスピネルのCr#は試料(ブロック)ごとに異なる。また、Nozaka & Shibata (1994, 1995)の報告した大佐山かんらん岩体の初生かんらん岩中のスピネル(Cr#=0.47~0.48)よりもかなり広範囲の組成変化を示す。その組成領域はほぼArai (1980)の示した大佐山岩体の西隣の足立岩体や多里-三坂岩体のような大きな岩体に見られる組成領域とはほぼ等しい。メランジュ内ではその狭い範囲内においても、大きな岩体に相当するようなバリエーションが見られることが分かった。つまり、メランジュ・マトリクスには大佐山かんらん岩体本体だけでなく、もっと広範囲のマントルかんらん岩部分が含まれている可能性がある。

大佐山蛇紋岩メランジュにブロックとして産する単斜輝石ガブロ及びドレライトブロックはメランジュ形成以前はかんらん岩を貫く岩脈であったと考えられる。また、それが他の結晶片岩ブロックと同様の低温高压型変成作用を被っていることから、現在の大江山オフィオライトの一部は古生代後期の沈み込み帯で三郡-蓮華変成作用を被ったといえる。

大佐山蛇紋岩メランジュは構造的に塊状かんらん岩体に覆われること、及び中国山地の他の三郡-蓮華変成岩のナップが大江山オフィオライトの塊状かんらん岩体に衝上断層を境に覆われるといった産状を考えると、大佐山蛇紋岩メランジュはMaekawa et al. (1993)がマリアナ前弧で報告したような蛇紋岩ダイアピルによって形成されたと言うよりむしろ、中米バハカリホルニアの青色片岩を含むPuerto Nuevo蛇紋岩メランジュ(Moore, 1986)のようにオフィオライトのエンプレイスメントに伴うような構造的な蛇紋岩メランジュであると思われる。

境界

本研究の一部には総合研究(A)「付加体形成における緑色岩の意義」の研究費を使用させていただいた。代表者の宮下純夫氏に感謝する。また、野外調査においては石渡明氏および齊藤大地氏には現地でも討論していただいた。

文 献

- Arai, S. (1980) Dunite-harzburgit-chromitite complexes as re-factory residue in the Sangun-Yamaguchi Zone, western Japan. *Jour. Petrology*, 21, 141-165.
- Arai, S. (1994) Characterization of spinel peridotites by olivine-spinel compositional relationships: Review and interpretations. *Chem. Geol.*, 113, 191-204.
- Arai, S. and Yurimoto, H. (1994) Podiform chromitites of the Tari-Misaka ultramafic complex, southwestern Japan, as mantle-melt interaction products. *Economic Geology*, 89, 1279-1288.
- 小西健二 (1954) 山奥層(岡山県北部のジュラ紀層). 地質学雑誌, 60, 325-332.
- 橋本光男 (1972) 中国地方の三郡変成岩の鉱物相概観. 国立科博研報, 15, 767-775.
- Hashimoto, M. (1968) Glaucophanitic metamorphism of the Katsuyama district, Okayama Prefecture, Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, [II], 27, 119-204.
- 橋本光男・猪木幸男 (1970) 中国地方東部の三郡帯よりローソン石藍閃片岩の発見. 地質学雑誌, 76, 159-160.
- 早坂康隆・杉本 孝・吋 利明 (1995) 岡山県新見-勝山地域のオフィオライトと変成岩類. 日本地質学会第102年学術大会見学旅行案内書, 71-87.
- Ishizuka, H. (1980) Soda-tremolite-bearing dunite from the Horokanai ophiolite in the Kamuikotan Tectonic Belt, Hokkaido, Japan. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, 75, 372-376.
- Ishiwatari, A. (1985) Granulite-facies metacumulates of the Yakuno ophiolite, Japan: Evidence for unusually thick oceanic crust. *Jour. Petrology*, 26, 1-30.
- 石渡 明 (1989) 日本のオフィオライト. 地学雑誌, 98, 290-303.
- Isozaki, Y. (1996) Anatomy and genesis of a subduction-related orogen: A new view of geotectonic subdivision and evolution of the Japanese Island. *Island Arc*, 5, 289-320.
- 磯崎行雄・丸山茂徳 (1991) 日本におけるプレート造山論の歴史と日本列島の新しい地体構造区分. 地学雑誌, 100, 697-761.
- 梶座圭太郎・南光隆弘・相馬恒雄・板谷徹丸 (1994) 飛騨外縁帯青海結晶片岩のK-Ar年代. 岩鉱学会講演要旨集.
- Kurokawa, K. (1985) Petrology of the Oeyama ophiolitic complex in the Inner Zone of Southwest Japan. *Sci. Rept. Series E, Niigata Univ.*, 6, 37-113.
- Maekawa, H., Shozui, M., Ishii, T., Fryer, P. and Pearce, J. A. (1993) Blueschist metamorphism in the active subduction. *Nature*, 364, 520-523.

- 松本一郎・荒井章司・村岡弘康・山内英生 (1995) 三郡帯のダナイト-ハルツバージャイト-クロミタイト複合岩体の記載岩石学的特徴. 岩鉱, 90, 13-26.
- O'Hanly, D. S. and Wicks, F. J. (1995) Conditions of formation of Lizardite, chrysotile and antigorite, Cassiar, British Columbia. *Canadian Mineralogist*, 33, 753-773.
- Miyashiro, A. (1961) Evolution of metamorphic belts. *Jour. Petrology*, 2, 277-311.
- 中水 勝・岡田昌治・山崎哲夫・小松正幸 (1989) 飛騨外縁帯, 青海-蓮華メランジの変成岩類. 地質学論集, 33, 21-35.
- Nishimura, Y. (1971) Regional metamorphism of the Nishiki-cho district, Southwest Japan. *Jour. Sci. Hiroshima Univ.*, [C], 6, 203-268.
- Nozaka, T. and Shibata, T. (1994) Petrography of primary peridotites from the Ohsa-yama area, Okayama Prefecture. *Okayama Univ. Earth Science Report*, 1, 1-8.
- Nozaka, T. and Shibata, T. (1994) Mineral paragenesis in thermally metamorphosed serpentinites, Ohsa-yama, Okayama Prefecture. *Okayama Univ. Earth Science Report*, 2, 1-12.
- 杉本 孝・早坂康隆・原 郁夫 (1990) 中国地方先白亜紀付加体の地質構造. 月刊「地球」, 12, 403-435.
- 柴田 賢・西村裕二郎 (1989) 三郡結晶片岩の同位体年代. 地質学論集, 33, 317-341.
- 辻森 樹 (1995a) 中国地方三郡-蓮華変成帯からエクロジャイトの発見. 岩石鉱物鉱床学会講演要旨集, p. 50.
- 辻森 樹 (1995b) 中国地方三郡-蓮華帯大屋地域のアルカリ輝石を含む低変成度塩基性岩. 日本地質学会第102年学術大会地質学会講演要旨集, p. 281.
- Tsujimori, T. (1996) Metamorphic petrology of the Late Paleozoic Sangun-Renge blueschists in the Inner Zone of southwestern Japan. *Unpublished Master thesis, Kanazawa University*.
- 辻森 樹 (1996a) 中国山地三郡-蓮華帯, 大佐山蛇紋岩メランジュ中のオンファス輝石岩を貫くオンファス輝石-Na普通輝石脈. 地球惑星科学関連学会講演要旨集.
- 辻森 樹 (1996b) 中国山地の三郡-蓮華帯: 古生代後期のフランシスカン型高圧変成帯. 日本地質学会第103年学術大会地質学会講演要旨集, p. 306.
- Tsujimori, T. and Itaya, T. (1996) Phengite K-Ar ages of the tectonic blocks within the Osayama serpentinite melange: 320 Ma blueschist metamorphism of the Sangun-Renge metamorphic belt. *Abstracts of 1996 Joint Annual Meeting of Soc. Resource Geol., Japan Min. Petr. Econ. Geol., and Min. Soc. Japan*.
- Watanabe, T., Tokuoka, T. and Naka, T. (1987) Complex Fragmentation of Permo-Triassic and Jurassic Accreted Terranes In the Chugoku Region, Southwest Japan and The Formation of The Sangun Metamorphic Rocks. In: Leitch, E. C. and Scheibner, E. (eds.) "Terrane Accretion and Orogenic Belts (Geodynamics Series Vol. 18)", 275-289, American Geophysical Union.
- 諭 剛民 (1980) 岡山県阿哲郡大佐町のジュラ系山奥層について. 日本地質学会第87年学術大会地質学会講演要旨集, p. 110.