

論文

## 島根県西部泥質メランジ地帯からの巨大蛇紋岩塊の発見

清水 祐也\*・中村 一姫\*・赤井 理一\*・松本 一郎\*\*・石賀 裕明\*

### Discovery of a serpentinite mega-block from the melange zone in the Masuda area, Shimane prefecture, southwest Japan.

Yuya Shimizu\*, Ichihime Nakamura\*, Riichi Akaia\*, Ichiro Matsumoto\*\* and Hiroaki Ishiga\*

#### Abstract

Serpentinite fragments were in rock waste from the Nagasawa Ichigo tunnel under construction in the Masuda area, Shimane prefecture, southwest Japan. This finding indicates the existence of a relatively large serpentinite block (or small rock body) within the Jurassic mudstone mélangé. This finding is important for considering the mantle condition in the Masuda area, because serpentinite blocks of this scale have not been reported previously from the area. This serpentinite has primary geological features of the upper most mantle.

This serpentinite is distributed from 170m to 480m from the north western entrance of the tunnel. The tunnel rock waste samples represent sections about 10-20m in length. These serpentinites sometimes retain original minerals and structure. Based on results of preliminary observation under the microscope and analysis of chromian spinels, this serpentinite mega-block may originally have mainly consisted of deplete harzburgite (-Ierzolite).

**Key words:** Serpentinite, Harzburgite, chromian spinel, mélangé zone, Masuda area

#### はじめに

中国地方には、非～弱変成の古生界と三郡変成岩との境界付近に蛇紋岩がしばしば認められる。これらの蛇紋岩体のうち、地表分布が数 Km 四方程度の比較的大きな岩体は、特に中国地方北東部～中部にかけて存在している (Resourch Group of Peridotite Intrusion, 1967, Igi and Age, 1969, 松本ほか, 1995) (Fig. 1, A)。これら蛇紋岩は、起源的にはマントル上部を構成していた超苦鉄質 (大部分はかんらん岩) であり、マントルにおける物理・化学的プロセスを解明する上で重要であることから、岩石学的な研究が進められてきた (Arai and Yurimoto, 1994, 松本ほか 1995a, b; Matsumoto et al., 1997, Matsumoto and Arai, 2002)。また、超苦鉄質岩中には唯一クロム鉍床となり得る鉍物であるクロムスピネル (クロム鉄鉍) が含まれるため、クロム鉍床 (中国地方では日本最大の産出量を記録した鳥取県若松鉍山をはじめ多数の鉍山が存在する) の鉍物学的・鉍床学的な研究が進められてきた (平野ほか 1978, Arai, 1980, 松本ほか 1995, 2002)。

今回、これまで超苦鉄質岩の報告がなく、空白域となっていた島根県西部地域において、新たな巨大な蛇紋岩塊 (もし

くは小規模岩体) が発見された。場所は島根県西部益田市長沢町の匹見川沿いである (Fig. 1, A)。この地域において、鴻池組・大畑建設・原工務所特別共同企業体により国道 488 号長沢バイパス改築 (改良) 長沢 1 号トンネル工事が行われ、その際に生じた掘削土・碎石の中から蛇紋岩が発見された。また、これら掘削土・碎石が上記企業体によって約 10~20 m 間隔で保存されていたため、これら碎石の供与により今回の発見、研究公表に至った。

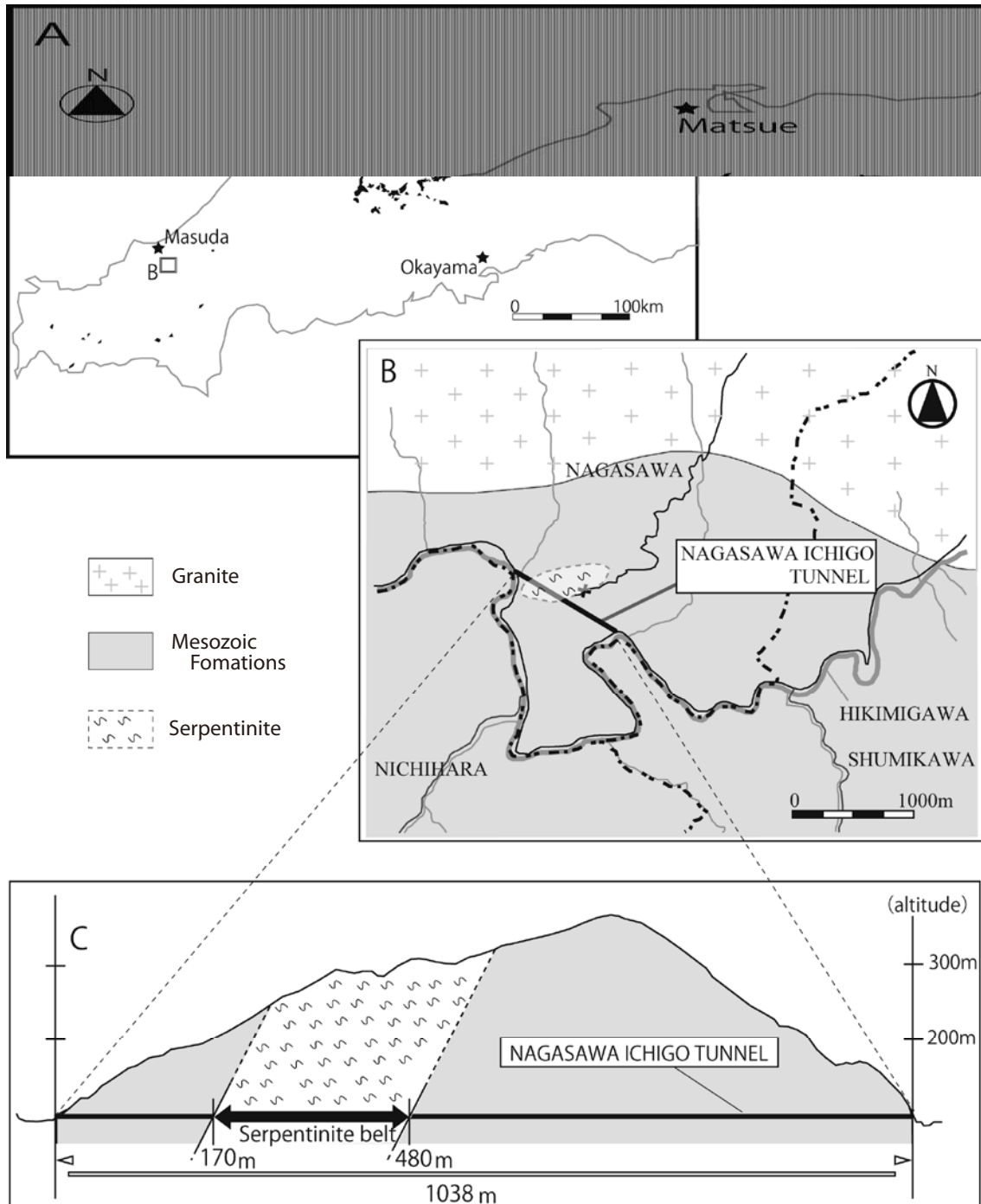
供与された岩石試料から岩石薄片の作製と記載を行ったのでここに報告する。加えて、予察的ではあるが、電子線マイクロアナライザー (EPMA) を用いて、初生鉍物であるクロムスピネルとかんらん石の化学組成分析を行ったので合わせて報告する。

#### 地 質

今回蛇紋岩が発見された地域はジュラ紀の付加体中に位置し、北東部で古期三郡変成岩類、南部で白亜紀火山岩類、北西部で更新統の堆積岩類とそれぞれ接している。なお、これらの付加体中に散在する蛇紋岩体および蛇紋岩塊は断片化されたオフィオライトの一部とする考えもある (例えば、石渡 1989, Ishiwatari, 1991, 辻森, 1998)。今回発見された蛇紋岩塊の延長にあたる中国地方中部地域の若松鉍山のクロムタイトからは  $322 \pm 12$  Ma の Re-Os 年代が報告されている (Matsumoto and Suzuki, 2002)。なお、これら、中国地方に点在分布する超苦鉄質岩体は初生鉍物の大部分が蛇紋岩化して

\* 島根大学総合理工学部地球資源環境学科  
Department of Geoscience, Shimane University, Nishikawatsu 1060,  
Matsue 690-8504, Japan

\*\* 島根大学教育学部  
Department of Education, Shimane University, Nishikawatsu 1060,  
Matsue 690-8504, Japan



**Fig. 1.** Distribution of serpentinite and Nagasawa Ichigo tunnel  
 A : Distribution of ultramafic complex in Chugoku area  
 B : Geological map, around Nagasawa-cho, Masuda city  
 C : Projection of Nagasawa Ichigo tunnel

いるが、初生鉱物の仮像やクロムスピネルの化学組成などから、大部分の岩体がハルツバージャイト～ダナイトを主要岩相とすることがわかっている (Arai, 1980, 松本ほか 1995)。また、中国地方に点在分布するこれらの超苦鉄質岩体および岩塊は白亜紀～古第三期にかけての花崗岩類の活動による接触変成作用の影響を受けている (Arai, 1975, 松本ほか 1995)。変成度は、変成鉱物の組み合わせから変成度の低い

順に、クリソタイル/リザーダイト帯 (熱的非変成帯: Ia 帯)、アンチグライト帯 (Ib 帯)、かんらん石-滑石帯 (II 帯)、直閃石帯 (III 帯)、および斜方輝石帯 (IV 帯) に分けられている。

今回、蛇紋岩が発見されたトンネル周辺は主に泥質ホルンフェルスと砂質ホルンフェルスからなり、走行は N40E 程度で、傾斜は 20～40° 北傾斜を示す。さらに、規模は様々であるが断層が数か所で認められる、また、匹見川沿いでは石英

斑岩の岩脈が多くみられ、トンネルより北側では広い範囲で花崗岩が分布している (Fig. 1, B)。

### 分析・解析方法

今回発見された蛇紋岩塊は、超苦鉄質岩の空白地帯にあたるため、発見された岩石が、マントル構成要素としてどのような特徴・性質を有しているかを明らかにすることが重要である。そこで、今回は、現地にて肉眼観察した試料のうち、岩石の状態が良く、トンネル内での蛇紋岩分布範囲で試料間隔がほぼ均等になるように12試料を選別して岩石薄片を作製した。また、予察的ではあるが、作成した薄片より初生鉱物が比較的良く残っていた4枚の薄片を選び、鳥根大学総合理工学部のJEOL JXA-8800M EPMAを用いてクロムスピネルの化組成分析を行った。加速電圧、ビーム径は、それぞれ15 kv, 10  $\mu\text{m}\phi$  である。

### 岩石記載

今回、供与された試料には、蛇紋岩の他に泥質岩や砂質岩、緑色岩、ロジン岩などが含まれていた。泥質岩と蛇紋岩は肉眼での識別が困難な場合があるが、本地域のものは蛇紋岩が泥質岩に比べて強い磁性を持っていることから、現地観察では磁石を用いて容易に両者を区別可能であった。調査の結果、トンネルの北西部入り口から170 m付近から480 m付近の約310 m間に蛇紋岩が分布することが判明した (Fig. 1, C)。加えて、トンネル直上付近にあたる地表踏査の結果、1カ所の露頭にて蛇紋岩を確認することができた。以下、採取した蛇紋岩の肉眼観察と顕微鏡観察の結果を示す。

#### 1) 肉眼観察

全ての蛇紋岩試料は黒色塊状を呈するが、状態の良い岩石表面では黒色部とやや灰色味を帯びた黒色部とが一部破碎状(角礫状)で混ざっている様子が観察される。なお、亀裂部や岩石表面の一部が緑色化して、蛇紋石特有の外観を呈する試料も認められる。同様に、一部の試料では岩石表面や亀裂部に沿って白色化(タルクやブルース石)しているものもある (Fig. 2, A)。肉眼観察では、蛇紋石化の程度は試料によって異なるが、トンネル内の分布における系統的な変化や特徴は認められなかった。なお、一部の試料では、若干ではあるが、黄銅色の金属光沢を呈する微細な硫化鉱物が肉眼でも認められるものも存在する。また、蛇紋石化の比較的弱い箇所では、バッチ状に灰色の斑点(輝石の仮像)が認められるものもあった (Fig. 2, B)。

#### 2) 顕微鏡観察

今回作成した薄片において、蛇紋石化の程度は異なるものの初生鉱物である新鮮なかんらん石とクロムスピネルを確認することができた (Fig. 3)。また、蛇紋石化の程度の違いはあるものの、輝石の仮像を随所で確認することができた。また、二次鉱物として蛇紋石(ほぼクリソタイル/リザーダイ

トで一部アンチゴライト)やタルク、ブルース石、炭酸塩鉱物が認められる。また、少量ではあるが、黄鉄鉱、黄銅鉱、磁鉄鉱等も認められる。特に、クロムスピネルの周囲はフェリットクロマイト化しているものもある。また、極細粒の磁鉄鉱や赤鉄鉱と接しているものも確認された。蛇紋石化の程度は試料によって異なるが、70~90%程度は蛇紋石化している。なお、全体に破碎組織を呈する部分が認められ、破碎部分は蛇紋石、滑石、ブルース石等の鉱物集合体を形成している。これらの観察、特に滑石を含んでいることなどから同岩石は、松本ほか(1995)によるクリソタイル/リザーダイト帯(Ia帯)およびアンチゴライト帯(IIa帯)に属していることがわかった。つまり、若干ではあるが熱的変性作用を被っている事が示唆される。

#### a) クロムスピネルの形態

クロムスピネルは、1.0~0.1 mm程度(稀に数mmに達するものが認められる)で、ほとんどが黒色不透明であるが、一部でやや光を透過し黒褐色を呈するものも認められた。自形性の比較的良いものは、周囲がフェリットクロマイト化しているものもある。また、自形性の低い、特にぜん虫状を呈するクロムスピネルも認められた。また、クロムスピネルの周囲に限り緑泥石が認められる。これら、クロムスピネルの外形の特徴(自形度の違い)とトンネルの中の蛇紋岩分布との間には関連性は認められなかった。なお、クロムスピネルの外形に関しては、Matsumoto and Arai (2001)により蛇紋岩の源岩であるかんらん岩の種類と関連があることが示されており (Fig. 4)、それによると今回の試料には、ダナイト的なものは存在せず、ハルツパージャイト~レールズライトで構成されていることがわかる。

#### b) かんらん石：輝石の仮像

かんらん石は、1.0~0.1 mm程度で粒状他形の無色透明で結晶によっては波動消光するものも認められる。初生輝石類は、ほぼ完全に変質し蛇紋石やブルース石に変化しているが、一部の薄片では輝石の仮像を確認することができる。

また、破碎組織から免れている源岩であるかんらん岩の組織を残している部分のかんらん石と輝石類の仮像の比率は源岩の推定に重要であるが、全ての薄片を観察した結果、かんらん石：輝石の仮像=ほぼ7.5：2.5程度であることがわかった。つまり、ハルツパージャイト~レールズライト質のかんらん岩が源岩であることが記載的に確認された。

### 鉱物化学組成

今回の蛇紋岩塊の発見は超苦鉄質岩の空白域にあたり、源岩のマントルかんらん岩の性質を明らかにするうえでも重要であることから、予察的ではあるがクロムスピネルとかんらん石の組成をEPMAにより調べた (Table 1)。その結果、これまで報告されている中国地方のCr# (Cr/(Cr+Al)) よりもかなり高い、0.9を上回る値を示した(中国地方中部の超苦鉄質岩体中のクロムスピネルのCr#は0.4~0.6を示す：

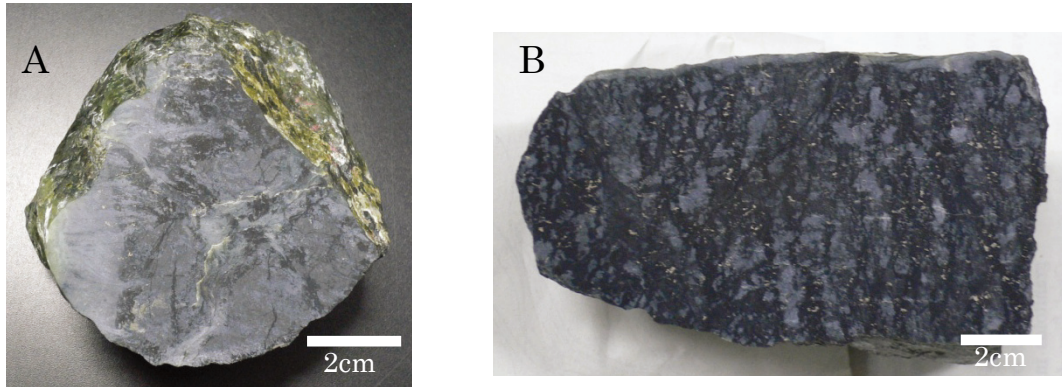


Fig. 2. Photographs of hand specimen of Serpentinite

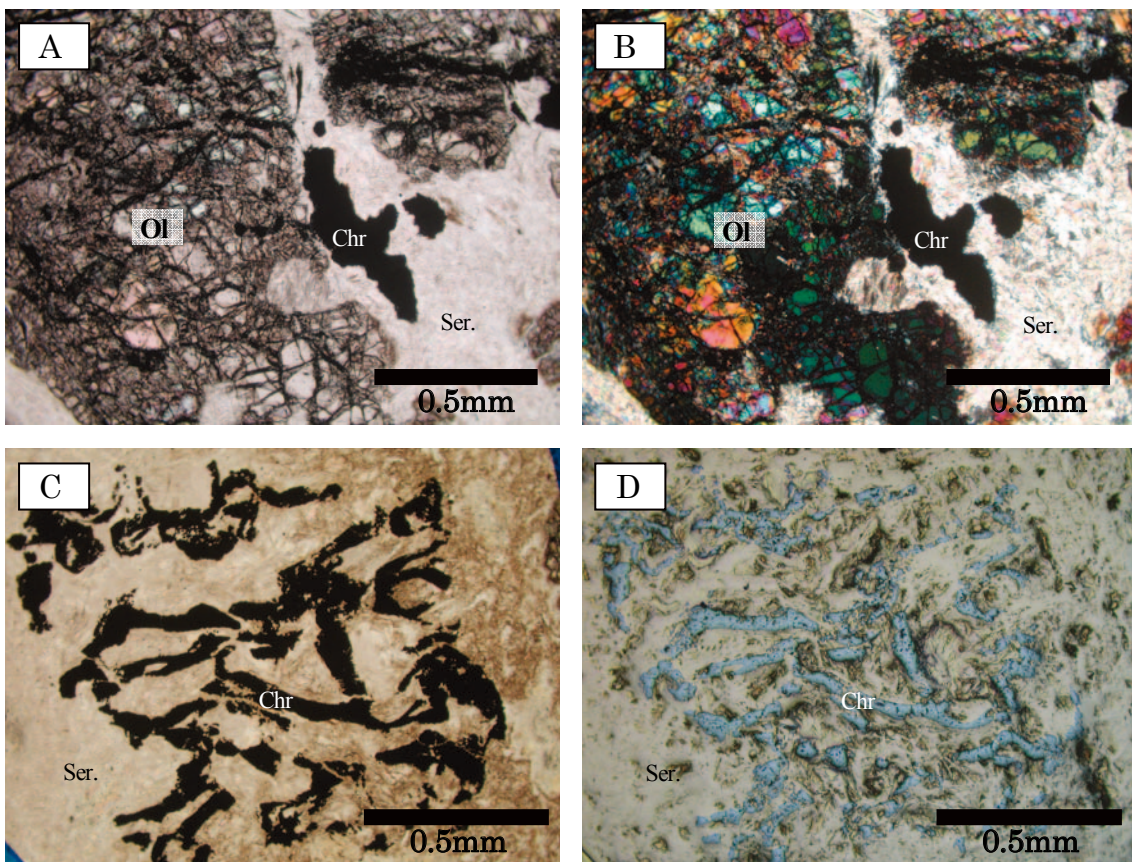


Fig. 3. Photomicrographs of serpentinite (Ol : Olivine Chr : Chromian Spinel Ser : chrysotile and lizardite serpentinite, scale bar is 0.5 mm)

A : unihedral spinel in lherzolite (Plane-polarized transmitted light), (B:Cross- polarized transmitted light)

C : vermicular spinel in lherzolite (Plane-polarized transmitted light), (D : Reflected light)

Matsumoto and Arai, 1997 など). かんらん石も高い Mg 量を示した。これら、クロムスピネルとかんらん石の化学的な特徴からは、高枯渇度のハルツバージャイトの存在が示唆される。これら、クロムスピネルとかんらん石の化学的な特徴については、再度研磨薄片を作製し、EPMA 分析をさらに実施し、分析数を増やすと共に分析値を吟味して、その詳細について明らかにする必要がある(投稿準備中)。

## ま と め

これまで超苦鉄質岩の報告がなく、空白域となっていた島根県西部地域において、新たな巨大な蛇紋岩塊(もしくは小規模岩体)が発見された。岩塊の規模は、トンネルの断面延長で約 310 m におよび、トンネル地表延長部にも露頭が確認された。これは、蛇紋岩の源岩であるかんらん岩の性質の解明を行ううえで大変重要な発見となった。

発見された蛇紋岩塊は、蛇紋岩化を被っているものの岩石

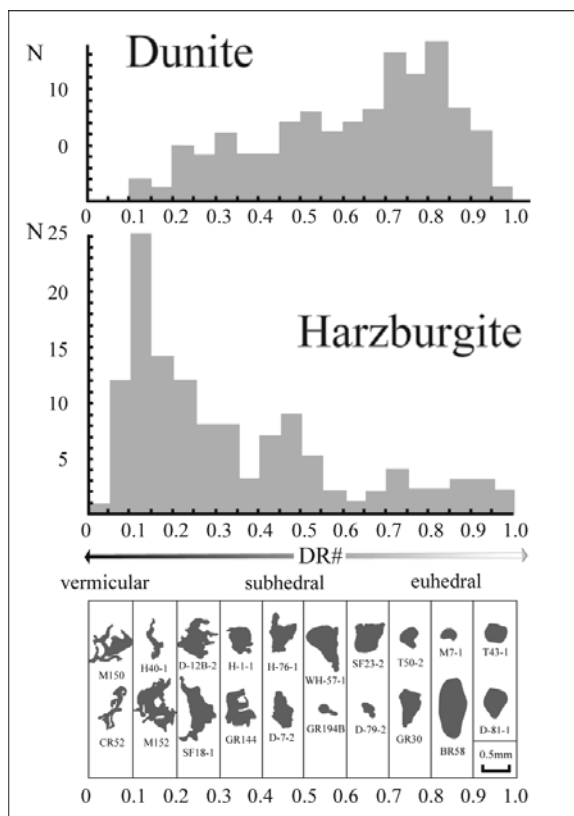


Fig. 4. Frequency histograms of degree of roundness (DR#) of chromian spinel in ultramafic rocks of the Sangun zone and sketches of chromian spinels from Matsumoto and Arai (2001)

の20%程度は初生的な鉱物や組織を残しており、特にかんらん石とクロムスピネルは新鮮な状態のものが認められた。また、熱的変成作用についてはクリソタイル/リザーダイト帯 (I a 帯) およびアンチゴライト帯 (II a 帯) に属していることがわかった。これは、北方に位置する小規模花崗岩体の影響が考えられる。

クロムスピネルの形態は、半自形～(一部ぜん虫状)を呈し、またクロムスピネルのCr# (Cr/(Cr+Al))は0.9を越える高い値を示すことから高枯渇度のかんらん岩(ハルツバージャイト)が源岩であると示唆される。

以上の蛇紋岩塊の発見は、メランジ地帯形成前の最上部マントルの性質を解明する上で大変貴重であり、今後さらに鉱物化学的な詳細を明らかにしていく必要がある。

謝 辞

本報告(発見)は、鴻池組・大畑建設・原工務所特別共同企業体の方々の理解と協力があり、はじめて成し得たものである。また、同企業体からは快く研究試料を提供していただいた。特に、株式会社大建コンサルタントの加藤芳郎氏、城市彰島氏には、本研究を進める上で、現地での試料採取をはじめ大変お世話になった。厚く御礼申し上げる。

Table 1 Preliminary microprobe analyses of chromian spinel and olivine in the serpentinite from the Nagasawa Ichigo tunnel, Masuda area, southwest Japan.

No.	170-7	170-7	250-3	250-3
	spinel	olivine	spinel	olivine
SiO <sub>2</sub>	0.901	38.66	0.066	39.653
TiO <sub>2</sub>	0.241	0.039	0.783	0
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53.699	1.544	59.024	0.044
FeO	30.173	9.001	27.495	8.613
MnO	1.134	0.353	1.07	0.347
MgO	4.213	46.317	3.149	46.81
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.35	0	0.385	0.007
<b>TOTAL</b>	<b>90.711</b>	<b>95.914</b>	<b>91.972</b>	<b>95.474</b>

引用文献

Arai, S., 1980, Dunite-harzburgite-chromitite complexes as refractory residue in the Sangun-Yamaguchi zone, western Japan, *Jour. Petrol.*, **21**, 141-165  
 Arai, S. and Yurimoto, H., 1994, Podiform chromitites of the Tari-Misaka ultramafic complex, southwestern Japan, as mantle-melt interaction products, *Econ. Geol.*, **89**, 1279-1288  
 平野英雄, 東元定雄, 新谷雅晴, 1978, 鳥取県多里地域の地質とクロム鉄鉱床, *地質調査所月報*, **29**, 61-71  
 Igi, S. and Age, K., 1969, Ultrabasic rocks in the eastern part of the Chugoku Zone, Japan, *Bull. Geol. Surv. Japan*, **20**, 39-50  
 石渡 明 (1989) 日本のオフィオライト, *地学雑誌*, **98**, 290-303  
 Ishiwatari A., 1991, Time-space distribution and petrological diversity of Japanese ophiolites. In *Ophiolite Genesis and Evolution of the Oceanic Lithosphere* (Tj. Peters, A. Nicolas, and R. G. Coleman, Eds.), Kluwer, Dordrecht, 723-743  
 久田健一郎・久保輝利子・荒井章司・小笠原憲四郎, 2000, サハリン島第三系産出の破砕性クロムスピネルとそのテクトニックな意義, *地学雑誌*, **109** (2), 281-293  
 Matsumoto, I., Arai, S., 1997, Characterization of chromian spinel as a tool of petrological exploration for podiform chromitite, *Resource Geol.*, **47**, 189-199  
 Matsumoto, I., Arai, S. (2001), Morphological and chemical variations of chromian spinel in dunite-harzburgite complexes for mantle/melt reaction and chromitite formation processes, *Mineralogy and Petrology* **73**, 305-323  
 松本一郎, 荒井庄司, 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-クロミタイト複合眼帯の記載岩石学的特徴, *岩鉱*, **90**, 13-26  
 松本一郎, 荒井庄司, 山根俊夫, 2002, クロミタイトの規模からみたマグマ/かんらん岩反応の重要性—若松クロム鉱山の例—, *資源地質*, **52** (2), 135-146  
 Matsumoto, I., Suzuki, K., 2002, Re-Os Age and Isotopic Constraints on Genesis of Tari-Misaka Ultramafic Complex, of the Sangun zone, Southwest Japan. 4th International Workshop on orogenic Lherzolite and Mantle Processes (Samani, Hokkaido, JAPAN).  
 Research Group of Peridotite Intrusion, 1967, *Ultrabasic rocks in Japan*, **73**, 543-553  
 辻森 樹, 1998, 中国山地中央部, 大佐山蛇紋岩メランジの地質: 大江山オフィオライトの下に発達した320 Ma 青色片岩を含む蛇紋岩メランジ, *地質雑*, **104**, 213-231

