

北海道中央北部における中新統蛇紋岩質堆積岩の堆積

金澤安蓮¹, 吉田孝紀²

¹信州大学大学院総合理工学研究科, ²信州大学理学部

Print Sample for Manuscript for the Annals of Environmental Science, Shinshu University

A. Kanazawa¹, K. Yoshida²

¹Division of Sciences, Graduate School of Science and technology, Shinshu University
and ²Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University.

Abstract

The occurrence of serpentinite-derived grains in the sedimentary rocks suggests the intrusion and exposure of the serpentinite body adjacent to the sedimentary basin and is important for understanding the tectonic history in the hinterland. In this paper, sedimentary rocks of the Chikubetsu Formation, including serpentinite-clast-rich sandstones and conglomerates in the Soeushinai area, Horokanai Town, Hokkaido, Japan, are examined to understand the depositional environment and provenance of the sedimentary rocks, using sedimentological and sedimentary-petrological methods based on geological survey, microscopic observation of thin sections and SEM-EDS analysis. Then paleo-topography and tectonics during the Early to Middle Miocene are discussed.

Sanjissenzawa Fossiliferous Sandstone Member (SjFSM) which consists of serpentinitic sandstone and conglomerate (detrital serpentinite) is distributed in Soeushinai area. The SjFSM is made from a complex of debris flow and high-density turbidite deposits, and is thought to have been deposited at the base of the slope.

The detritus of the sandstone and conglomerate of the SjFSM is almost entirely composed of the serpentinite derived grains. This serpentinite body is sheared, clayey serpentinite and is thought to have been uplifted and exposed by protrusions or diapirs, and to have made a steep slope adjacent to the sedimentary basins.

The occurrence of “clastic serpentinite” in the Early to early Middle Miocene sediments in the central axial zone of Hokkaido suggests the intrusion and exposure of serpentinite body were the widespread phenomenon in Hokkaido in the Miocene time.

キーワード：蛇紋岩，北海道中軸部，前～中期中新世

Keywords: Serpentinite, Central Hokkaido, Early to Middle Miocene

はじめに

蛇紋岩とそれ由来の鉱物の粒子からなる碎屑岩は碎屑性蛇紋岩と呼ばれ、Okada (1964) によって北海道振内で、世界で初めて記載された。蛇紋岩は脆弱で、特別な例を除いて堆積岩中に粒子としてみとめられることは少ない。碎屑性蛇紋岩は蛇紋岩体の貫入とともに速やかにその場で形成されるため、その年代はその源岩である蛇紋岩体が貫入した年代とほぼ等しく(荒井ほか, 1983;

荒井, 1992), 蛇紋岩体貫入の空間的・時間的指示者となりうる(荒井, 2018)。そのため碎屑性蛇紋岩の存在は地質時代のテクトニクスや古地形を復元する上で重要である。

北海道中軸部には新第三紀の堆積岩が帯状に分布する。この堆積体の基底部にあたる前～中期中新世の地層からは碎屑性蛇紋岩(Okada, 1964)や堆積岩に挟まる蛇紋岩体(加藤ほか, 2003)の存在が報告されている。これらは中新世における

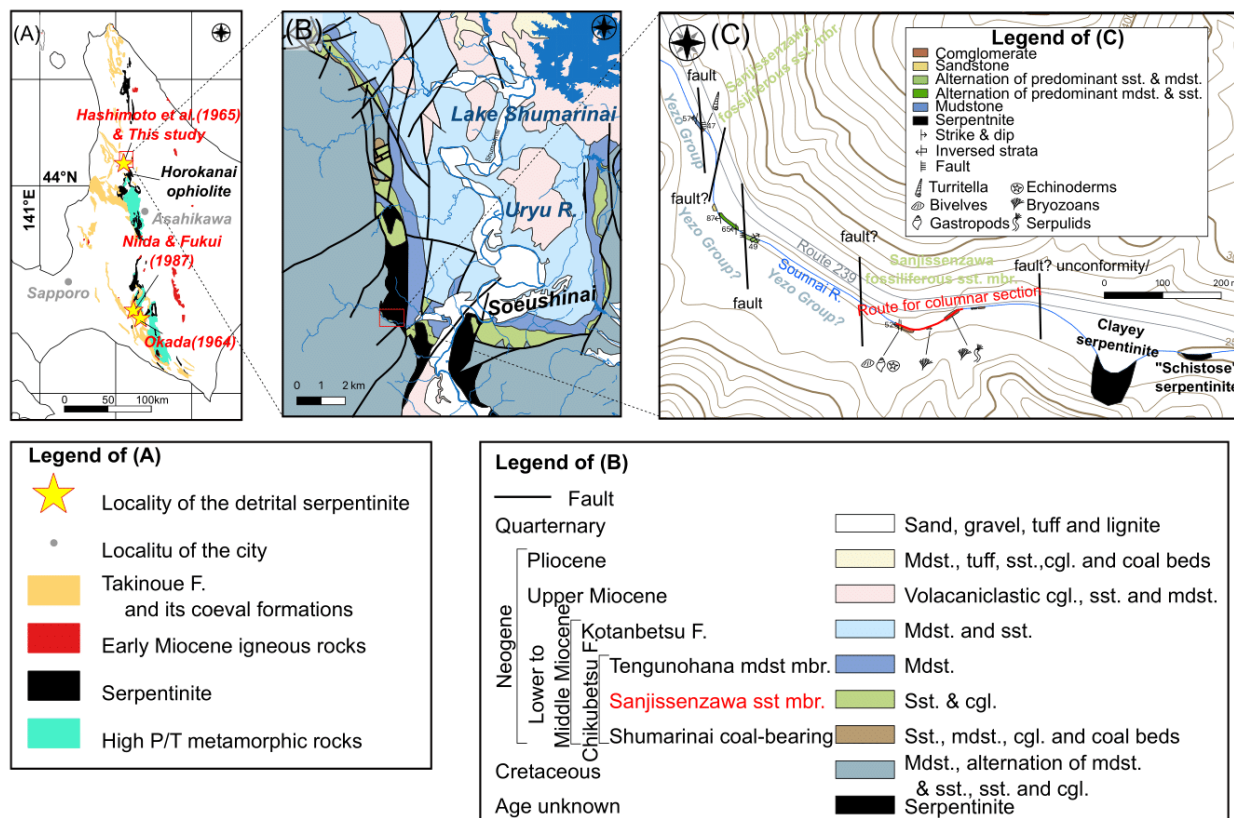


Fig.1. (A) A map showing the locality of the detrital serpentinite in the Miocene strata and the distribution of the Early to early Middle Miocene sediments, Early Miocene igneous rocks, serpentinite and high P/T metamorphic rocks. Modified after Okada (1964), Hashimoto et al. (1965), Niida & Fukui (1983) and the 1: 200,000 Seamless Digital Geological Map of Japan (2018). (B) Geological map of Soeushinai area in the northern part of Central Hokkaido. Simplified after Hashimoto et al. (1965). (C) Route map of Sounnai R. section. Topography is based on the Digital Topographic Map 25000 of Geospatial Information Authority of Japan.

蛇紋岩の貫入イベントの存在を示唆すると考えられているが、分布は北海道南部に限られ、その地理的広がりは不明瞭であった。そこで本研究は北海道中央北部、幌加内町添牛内に分布する碎屑性蛇紋岩の産状について記載し、堆積学的・堆積岩岩石学的検討から堆積当時の古地形やそれらを形成した構造運動について考察し、中新世の北海道における蛇紋岩の上昇・貫入・露出イベントについて論じる。

地質概説

橋本ほか (1965) によれば、添牛内地域には白亜系蝦夷層群や蛇紋岩が基盤岩として分布する。蛇紋岩は微閃緑岩および優白岩に貫かれる。これらは下～中部中新統以上の新第三系堆積岩に不

整合に覆われるか、これと断層で接する。新第三系のうち下～中部中新統は築別層、古丹別層からなる。築別層は下位より礫岩・砂岩・泥岩中に石炭層を挟在する朱鞠内夾炭部層、蛇紋岩質な砂岩・礫岩からなる三十線沢化石砂岩部層、泥岩からなる天狗の鼻泥岩部層に三分される。古丹別層は礫岩からなる羽幌岳礫岩部層、厚い砂岩からなる逆川砂岩部層、砂岩を挟む泥岩からなる石油沢泥岩部層に区分される。

岩相記載

早雲内川中流域のルートマップを Fig.2 に示す。早雲内川中流域には白亜系堆積岩類、蛇紋岩、新第三系が断層に区切られて分布する。

新第三紀堆積岩類は岩相から、橋本ほか (1965)

の築別層の三十線沢含化石砂岩部層にあたる。早雲内川では上流側と下流側の2箇所に露出が見られる。

上流側では本部層は露出状況が悪く露頭が小さいため姿勢や層厚は不明である。主に中～極粗粒砂の基質中に細～巨礫を含む基質支持礫岩からなり塊状を呈する。礫はよく円磨され円礫である。基質中にキリガイダマシ化石を多産する。露頭の西部で白亜系シューパロ川層の砂岩優勢砂岩泥岩互層と断層で接する。

下流側では露出状況が良いため露頭柱状図を作成した (Fig.2)。南北走向を示し、30～40°で西に傾斜する。層厚は45m以上である。礫岩、砂岩から構成される。礫岩は中～極粗粒砂を含む炭酸塩鉱物からなる基質中に細～巨礫を含む基質支持礫岩であり、塊状、級化または逆級化を示す。チャンネル構造が認められる場合がある。礫はよく円磨されているが、礫径が大きいほど円磨度は低い。礫種は蛇紋岩が卓越し、微閃緑岩を含む。基質中あるいは礫表面の付着物としてカンザシゴカイやコケムシの化石を産する。砂岩は塊状砂岩と層状砂岩からなる。塊状砂岩は淘汰が悪く中粒砂～中礫を含む。スコアアンドフィル構造を持ち、侵食面に沿って二枚貝の破片や礫が配列する。層状砂岩は中粒砂～細礫からなり、層理面の不明瞭な層状を呈する。塊状砂岩・層状砂岩いずれも層理面に沿って二枚貝やウニ、巻貝の化石や礫が配列する。炭質物を含むことがある。炭酸塩コンクリーションが随所にみられる。

岩石薄片の鏡下観察

1. 砂岩と礫岩の基質

砂岩や礫岩の基質をなす碎屑粒子はいずれも主に蛇紋岩片や生物片からなり、クロムスピネルや緑泥石化した岩片、白雲母、磁鉄鉱などを伴い、ごくまれに青色角閃石や緑簾石、火山ガラスなどを含む (Fig. 3)。碎屑粒子間は豊富な炭酸塩鉱物によって埋められているが基質とセメントの区別は判然としない。碎屑粒子間の一部に粘土状の蛇紋石からなる部分が存在する。

2. 礫岩中の礫 (大礫以上)

礫として蛇紋岩・閃緑岩が含まれる。

蛇紋岩礫は主に蛇紋石からなり、クロムスピネルや炭酸塩鉱物、磁鉄鉱を伴う。炭酸塩鉱物はカンラン石を置換し仮像をつくる。バスタイト化し

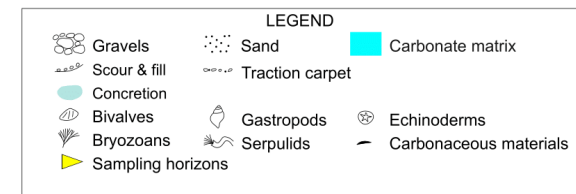
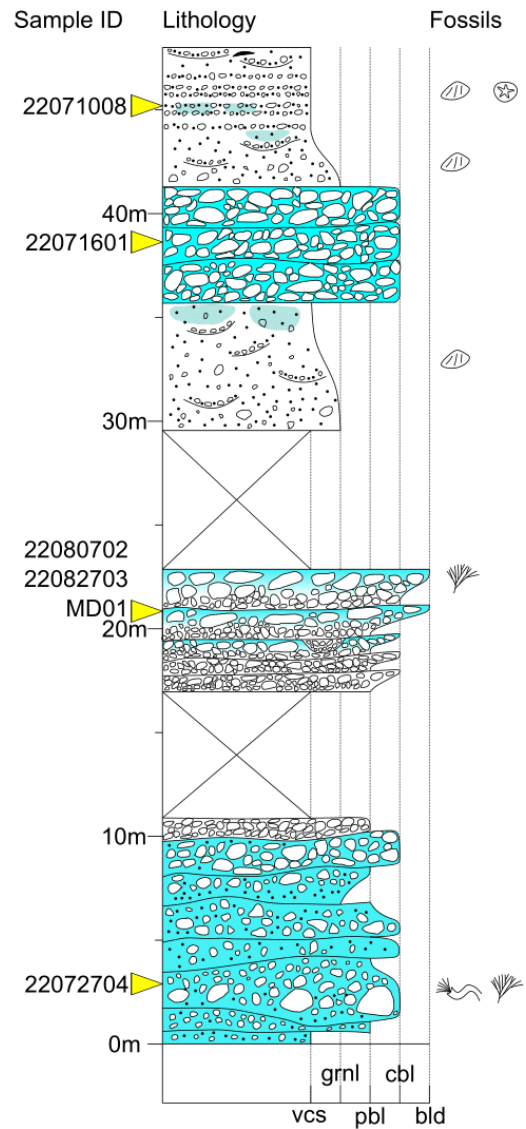


Fig.2. Columnar section of the Sanjissenzawa Fossiliferous Sandstone Member in Sounnai R.

た斜方輝石の仮像がまれにみられる。クロムスピネルは赤褐色ないし不透明で、長径0.3mm程度のものが多い。自形～半自形をなし、蛇紋石中に点在する。

閃緑岩礫は主に斜長石、単斜輝石、角閃石からなり、緑泥石や蛇紋石を伴う。斜長石は自形～半

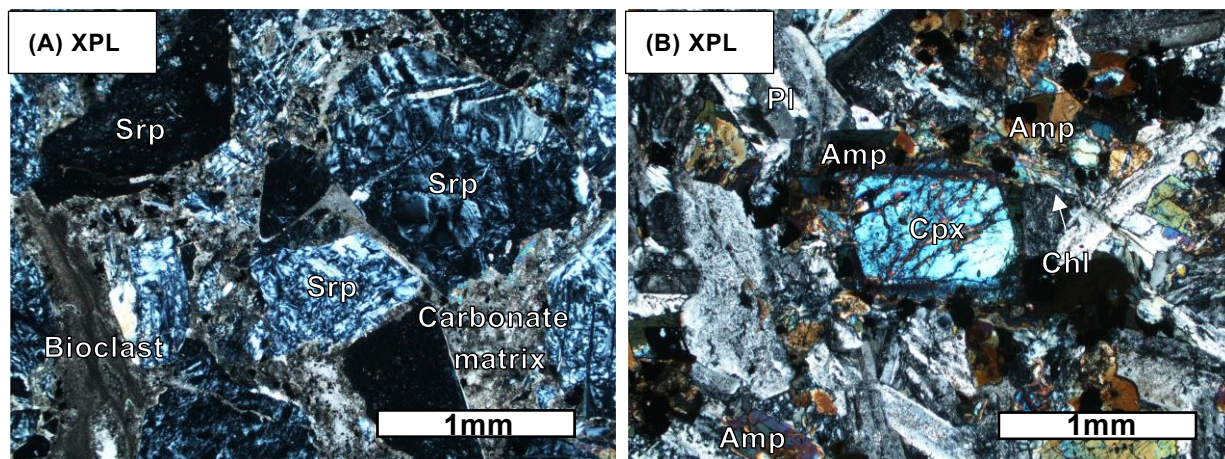


Fig.3. Photos of the thin sections. (A) Sandstone (22071008) of the Sanjissenzawa Fossiliferous Sandstone Member. (B) Diorite gravel in the conglomerate (MD01) of the Sanjissenzawa Fossiliferous Sandstone Member. Amp: amphibole, Bs: bastite, Chl: chlorite, Cpx: clinopyroxene, Pl: plagioclase, Srp: serpentinite.

自形でソーシュライト化し新鮮な部分は少ない。単斜輝石は長径 1.3mm 程度のものが多い。角閃石は褐色～淡緑色で、半自形をなし、単斜輝石のリムに反応縁として生じる。角閃石の一部はさらに緑泥石に置換される。閃緑岩礫は蛇紋石の脈に貫かれることがある。

砂岩・礫岩のモード組成

砂岩 1 試料 (22071008), 礫岩の基質 3 試料 (22071601, 22080702, 22072704) について、岩石サンプルから薄片を作成した後に、鏡下観察をおこなった。試料採取層準を Fig. 2 に示す。ポイントカウントは Gazzi-Dickinson 法に基づいて、

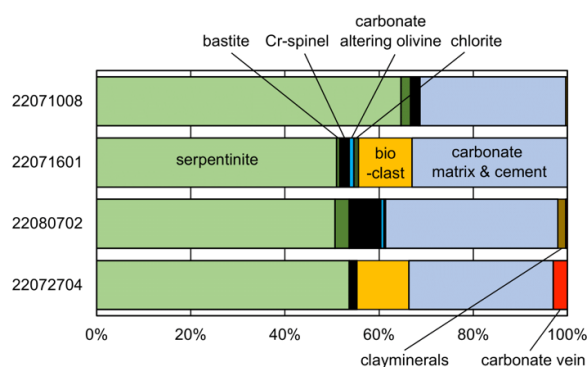


Fig.4. Modal compositions of the sandstone (22071008) and the matrix of the conglomerate (22071601, 22080702, 22072704) of the Sanjissenzawa fossiliferous sandstone member in Sounnai R.

0.5mm 間隔で 400 カウント測定した。その結果を Fig.4 に示す。砂岩、礫岩の基質は蛇紋岩片が 51～64%, バスタイトが 0～3%, クロムスピネルが 2～7%, 炭酸塩によって置換されたカンラン石が 0～1%, 緑泥石が 0～2%, 生物片が 0～12%, 炭酸塩の基質またはセメントが 32～37%, 粘土鉱物が 0～3%, 炭酸塩の脈が 0～4% であり、蛇紋岩片と炭酸塩の基質またはセメントに非常に富み、バスタイト、クロムスピネルなどの蛇紋岩起源の粒子と生物片を伴う。

考察

1. 堆積岩の堆積環境

礫岩の基質支持で塊状または逆級化を呈するという特徴はデブリフロウからの堆積を示す。また砂岩の岩相は Lowe (1982) の S1, S2 に類似し、高密度タービダイトからの堆積を示す。早雲内川では、これらのデブリフロウや高密度タービダイトからの堆積を示す礫岩・砂岩が、上方細粒化や粗粒化などの特定の累重パターンを持たずに累重するため、堆積岩はチャンネルやローブとして堆積したものではなく、斜面上で不規則に生じた小規模な重力流堆積物の集積であると考えられる。そのため、碎屑物の供給系として、たとえば海底斜面上に生じたスローエプロン系が考えられ、堆積場の後背地に断層崖などの不安定な急斜面が存在したことが推測される。

また礫の高い円磨度は、礫が波浪によって円磨

されたことを示し、礫を運搬した重力流の発生以前に、海岸付近に碎屑物の一次集積地が存在したことを示唆する。コケムシやカンザシゴカイはこの一次集積地で付着した可能性がある。波浪の影響を示す堆積構造は見つかっていないが、泥岩が全く挟まれないことは、堆積場の水塊が常に振動していたことを示す。そのため碎屑物供給量が非常に多かったか、あるいは堆積場の水深が静音時波浪限界より浅かったと考えられる。

2. 堆積岩の供給源

堆積岩のモード組成は碎屑粒子のほとんどが蛇紋岩片やクロムスピネルなどの蛇紋岩起源の物質からなることを示す。そのため供給源地には蛇紋岩のみが露出していたと推測される。

礫岩中の礫として、蛇紋岩のほかに閃緑岩が確認されているが、これは蛇紋石の脈によって貫かれる。そのためこの閃緑岩は、蛇紋岩の原岩の超苦鉄質岩が蛇紋岩化を被る際にはすでに超苦鉄質岩と共存しており、蛇紋岩化の後はテクトニックブロックとして挙動したと考えられる。閃緑岩中の単斜輝石に生じる角閃石の反応縁は、閃緑岩が角閃岩相に至る変成作用を被っていることを示す。角閃岩相の変成作用を被った閃緑岩と蛇紋岩の共存は、幌加内オフィオライトの下部層（石塚，1980）と共通している。そのため蛇紋岩の起源として幌加内オフィオライト下部が考えられる。三十線沢含化石砂岩部層の砂岩・礫岩が低温高压型の変成岩あるいは、幌加内オフィオライト上部を構成する塩基性岩類（石塚，1980）やその上位の堆積岩類（Takashima et al., 2002）起源の物質に乏しいことは、蛇紋岩はマントルダイアピルやナップ形成によって貫入したものではなく、すでに地表近くに定置していた幌加内オフィオライト下部を構成する蛇紋岩体が二次的に移動し、上位の地層に貫入し露出した可能性を示唆する。

北海道中軸部の下～中部中新統からは、添牛内（本研究）や振内（Okada, 1964）の碎屑性蛇紋岩や堆積岩に挟まる蛇紋岩体（加藤ほか，2003；加藤・合地，2008）の存在が報告されている。そのため前～中期中新世には、北海道の南部から少なくとも中央北部まで、地表（海底）への蛇紋岩の突出イベントがあったと考えられる。しかしそのメカニズムは、ナップ形成に伴うもの（Arai & Okada, 1991）やダイアピル（加藤・合地，2008）、地表近くに定置していた蛇紋岩の二次的移動（本

研究）など様々であったと考えられる。

結論

- 1) 早雲内川の築別層は蛇紋岩質な砂岩・礫岩（碎屑性蛇紋岩）からなる三十線沢含化石砂岩部層からなる。三十線沢含化石砂岩部層は海底斜面の基部で堆積した。
- 2) 三十線沢含化石砂岩部層の砂岩・礫岩は蛇紋岩・閃緑岩ブロックを含む蛇紋岩体を起源としている。この蛇紋岩体は固体貫入またはダイアピルによって上昇・露出し、急斜面を作っていた。
- 3) 蛇紋岩質な堆積岩が北海道中軸部において少なくとも南部から中央部まで連続して認められることは、蛇紋岩の上昇・貫入・露出イベントが北海道中軸部の広い地域で生じた大規模な現象であったことを示唆するが、その定置メカニズムは一様ではなかったと捉えられる。

引用文献

- 1) 荒井章司，1992. 碎屑性クロムスピネルおよび碎屑性蛇紋岩の重要性. 地質学論集，38，329-344.
- 2) 荒井章司，2018. マントル岩起源碎屑物の解析. 地質雑，124，153-169.
- 3) 荒井章司・伊藤谷生・小澤一仁，1983. 嶺岡帯に産する超塩基性・塩基性碎屑岩について. 地質学雑誌，89，287-297.
- 4) Arai, S. and Okada, H., 1991, Petrology of serpentinite sandstone as a key to tectonic development of serpentinite belts. Tectonophysics., 195, 65-81.
- 5) 橋本 亘・長尾捨一・菅野三郎，1965. 5万分の1地質図幅「添牛内」および同説明書. 北海道開発庁（現 国土交通省北海道局）.
- 6) 石塚英男，1980. 北海道，神居古潭構造帯に分布する幌加内オフィオライトの地質. 地質学雑誌，86，119-134.
- 7) 加藤孝幸・合地信生，2008. 中央北海道における古第三紀～中新世初期の「特異地質体」と北東向き沈み込み. 日本地質学会第115年学術大会要旨，229.
- 8) 加藤孝幸・新井田清信・高橋功二，2003. 下部中新統，滝の上層中の“蛇紋岩”. 日本地質学会

第 110 年学術大会講演演旨, 66.

- 9) 国土地理院, 2024. 基盤地図情報,
<https://www.gsi.go.jp/kiban/> (閲覧日: 2024 年 1 月 30 日).
- 10) Lowe, D.R. (1982) Sediment-gravity flows, II: Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journal of Sedimentary Petrology*, 52, 279-297.
- 11) 新井田清信・福井敏之, 1987. 北海道富内北方地域の堆積性蛇紋岩. *穂別博研報*, 4, 33-47.
- 12) Okada, H., 1964, Serpentine sandstone from Hokkaido. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.*, 15, 23-38.
- 13) 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 2018. 20 万分の 1 日本シームレス地質図 v2, <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2024 年 1 月 20 日).
- 14) Takashima, R., Nishi, H. & Yoshida, T., 2002. Geology, Petrology and tectonic setting of the Late Jurassic ophiolite in Hokkaido, Japan. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21, 197-215.

(原稿受付 2024.3.8)