

論文紹介

マグマが岩石をとかす

— 四ッ又山石英閃緑岩体と黒雲母片麻岩の関係 —

Rocks melting into the Magma

— Relationship between the Yotsumatayama quartz diorite mass and biotite gneiss —

保科 裕・力田正一・松岡喜久次・松井正和・市川 孝・関東山地研究グループ (2023)
「群馬県下仁田町, 跡倉ナツプを構成する四ッ又山石英閃
緑岩体の花崗閃緑岩と黒雲母片麻岩捕獲岩の相互関係」
地球科学, 77, 29-43.

保 科 裕^{*1}・関東山地研究グループ^{*2}
Hiroshi Hoshina and Kanto Mountains Research Group

はじめに

下仁田町には日本でも珍しいアジア大陸起源の岩石と大規模な押しかぶせ褶曲 (新井・高木 1998) を伴うクリッペがあり, 斜面の急な山々がいくつも並ぶ独特の景観を見せている. クリッペとは根なし山とも呼ばれ, 山本体とその土台の岩盤の岩石が異なり, ほぼ水平の断層で境された山体をいう. 下仁田で一番大きいクリッペが, 四ッ又山クリッペ (藤本ほか 1953) である (第1図). このクリッペの一部には花崗岩類が分布し, 四ッ又山石英閃緑岩体と呼ばれている (藤森・高木 1987; 高木ほか 1989; 小林・新井 2002). おもに石英閃緑岩からなり, 山頂の周囲には花崗閃緑岩が分布する (第2図). 花崗閃緑岩は岩体の面積比で8%を占めるにすぎないが, 黒雲母片麻岩や角閃岩を捕獲岩として含み, 不均質で多様な岩相を示す興味深い岩石である.

2023年8月に開催された地学団体研究会ちちぶ総



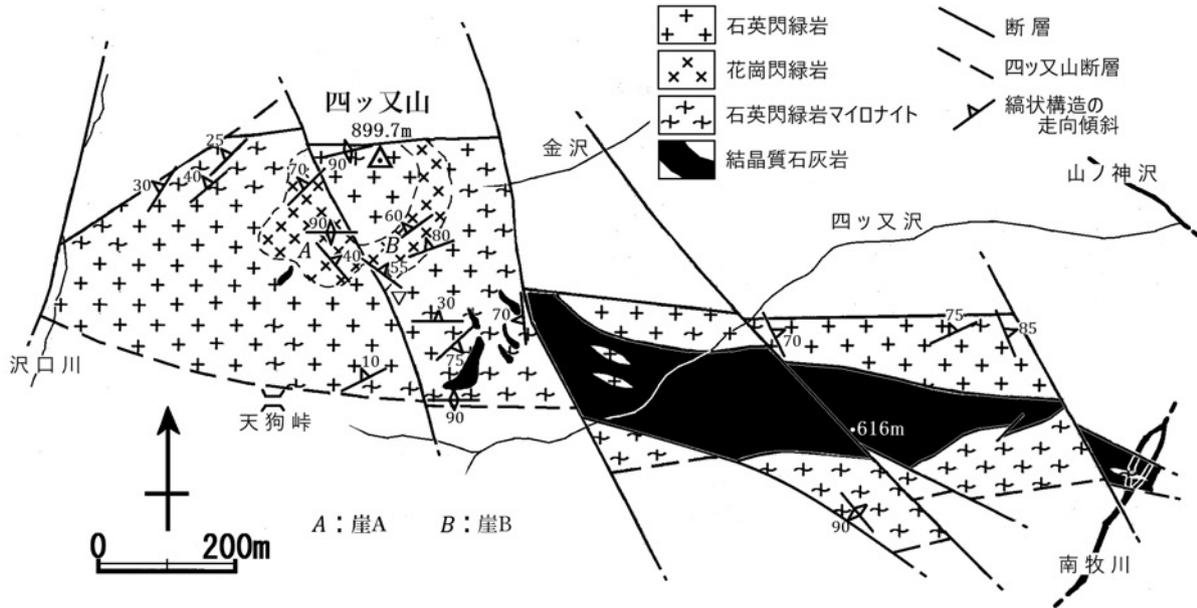
第1図 四ッ又山クリッペと四ッ又山石英閃緑岩体

2024年2月8日受付 2024年2月13日受理

*1 下仁田自然学校, Shimonita Natural School, mikabogreen@jcom.home.ne.jp.

*2 代表者: 保科 裕, 下仁田自然学校, 群馬県甘楽郡下仁田町青倉158-1, nenasi@juno.ocn.ne.jp.

執筆者以外のグループ員: 市川 孝 (埼玉県立けやき特別支援学校), 松井正和 (埼玉県立伊奈学園総合高校), 松岡喜久次 (埼玉県立川越女子高校), 力田正一 (下仁田自然学校), 鈴木禎一 (埼玉県立川越高校).



第2図 四ッ又山石英閃緑岩体の岩相図

会のフィールドシンポジウム A-1跡倉ナツプ（保科ほか 2023a）の内容も含めて、2023年1月に公表された関東山地研究グループの論文（保科ほか 2023b）について紹介する。第2～7図は、保科ほか（2023b）の各図版内の表記を日本語に直した。

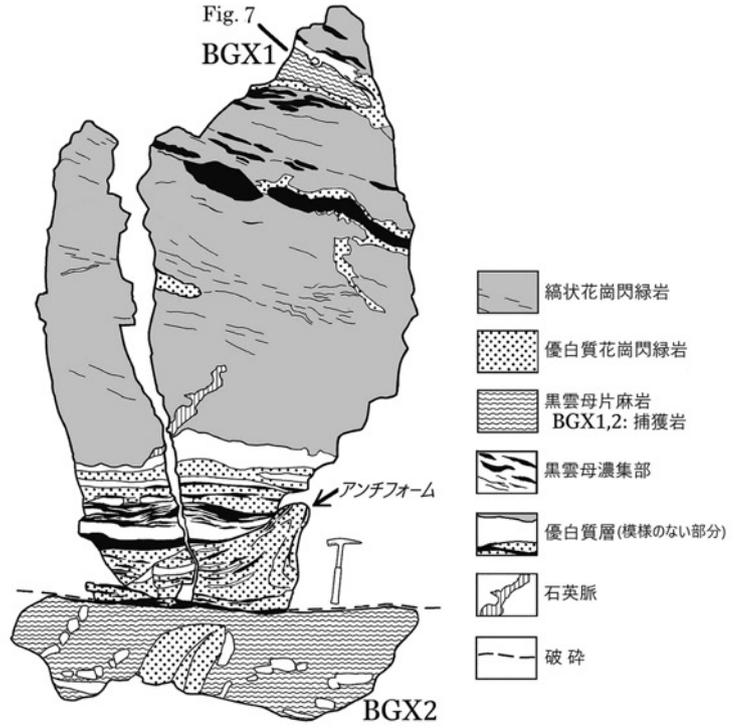
四ッ又山登山道わきの崖

片麻岩を含む崖 2014年の12月26日、私たちは四ッ又山南西の小沢を調査しながら稜線に向かって登っていたところ、急斜面にある崖の壁面に興味深い縞模様を発見した（第3図）。のちに崖 A と呼ぶこの露頭の発見から、四ッ又山山頂周辺の集中的な調査をおこなうなかで、もう一つの重要な崖 B も見つかった。この崖 A と崖 B（第4図）およびその周辺を詳しく調べた結果、花崗閃緑岩質マグマが黒雲母片麻岩を捕獲岩としてとり込み、しかも黒雲母片麻岩を融かしてマグマの組成を変化させたことが明らかとなった。崖 A と崖 B は、この同化作用という地質現象を露頭で観察できるたいへん貴重な崖である。同化作用とは、マグマが地殻の岩石を溶融し、その化学組成を変化させるこという。

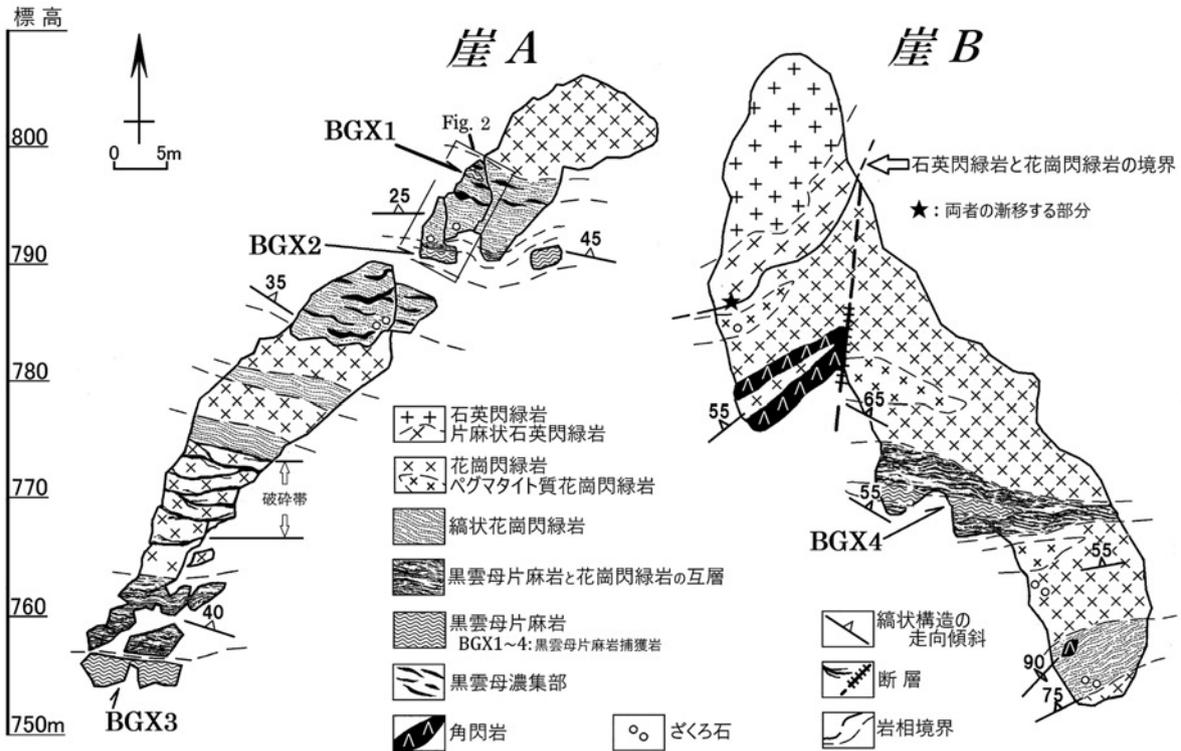
四ッ又山石英閃緑岩体 おもに石英閃緑岩からなり、四ッ又山山頂付近から天狗峠までおよびその東方延長に南牧川までの南北 400 m、東西 1500 m に分布する。東側には石灰岩があり、石英閃緑岩の貫入により結晶質石灰岩（大理石）となっている（第2図）。花崗閃緑岩は、四ッ又山山頂をとり巻くように小分布する。石英閃緑岩はおもにホルンブレンドと斜長石からなり、少量の石英を含む。花崗閃緑岩は黒雲母、石英、斜長石、アルカリ長石からなり、少量のザクロ石、堇青石、白雲母を含む。石英閃緑岩と花崗閃緑岩のジルコンによる U-Pb 年代は誤差範囲で一致し、113 Ma（1億1300万年前）を示す（昆ほか 2018）。変成岩類は黒雲母片麻岩と角閃岩で、花崗閃緑岩に捕獲岩として含まれる。四ッ又山石英閃緑岩体は、ペルム紀花崗岩と跡倉層とともに跡倉ナツプを構成している。

重要な岩場、崖 A と崖 B

花崗閃緑岩質マグマが黒雲母片麻岩捕獲岩（Biotite Gneiss Xenolith ; BGX）を融かして同化したことは、崖 A と崖 B での花崗閃緑岩と黒雲



第3図 崖 A テラス上の壁面写真と岩相スケッチ スケールハンマー：32.5 cm



第4図 崖 A および崖 B の岩相図

母片麻岩の産状（第4図）や特徴的な鉱物の出現が示している。

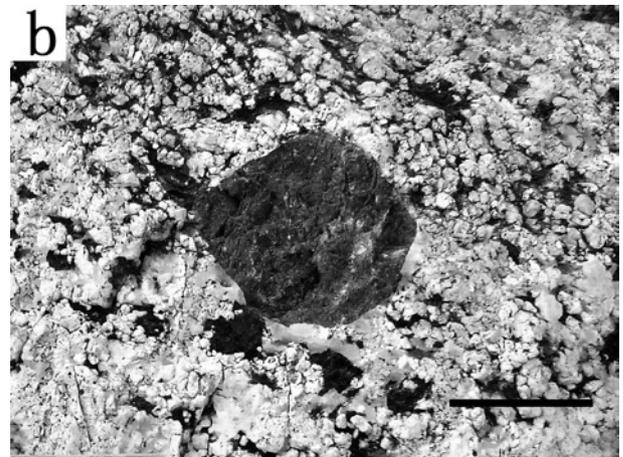
崖 A 四ッ又山山頂から南西約 200 m の四ッ又山登山道から急斜面を横切った斜面にある。崖 A は、花崗閃緑岩からなる。崖の最上部の花崗閃緑岩は均質であるが、そのほかは黒雲母が一定の方向に並んだ縞状構造をもつ。縞状構造に沿う帯状の黒雲母濃集部や黒雲母片麻岩捕獲岩 (BGX1, BGX2) はテラス近くの壁面で観察される。黒雲母片麻岩捕獲岩 (BGX3) が最下部に存在する。この BGX3 は、その上位で黒雲母片麻岩と縞状花崗閃緑岩との互層となる。

崖 B 登山道から遠く、四ッ又山山頂の南方約 150 m の山腹にある。石英閃緑岩と花崗閃緑岩からなり、両者の境界を観察することができる。標高 790 m 付近で両岩相は漸移するが、崖 B 全体が風化しており崩壊が著しい。崖の上位は石英閃緑岩で、花崗閃緑岩との境界付近では境界方向の片麻状構造をもつ。花崗閃緑岩にはペグマタイト質部や縞状構造部があり、崖 B の中ほどの縞状花崗閃緑岩は、黒雲母片麻岩捕獲岩 (BGX4) をはさむ。その周囲は花崗閃緑岩と黒雲母片麻岩が互層する。その他の捕獲岩として、崖中部の花崗閃緑岩に2層の角閃岩、最下部の縞状花崗閃緑岩に角閃岩の小岩塊を含む。

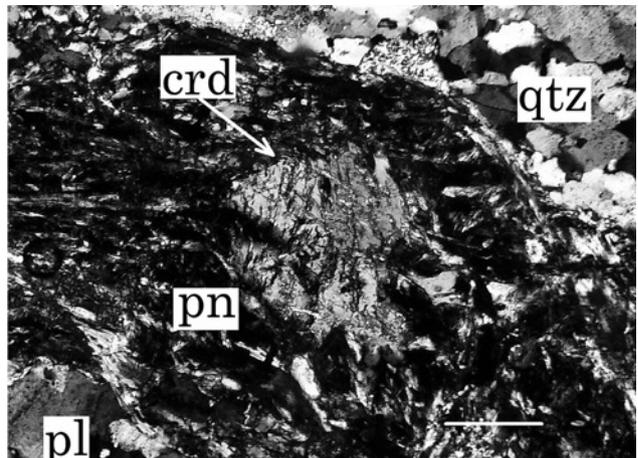
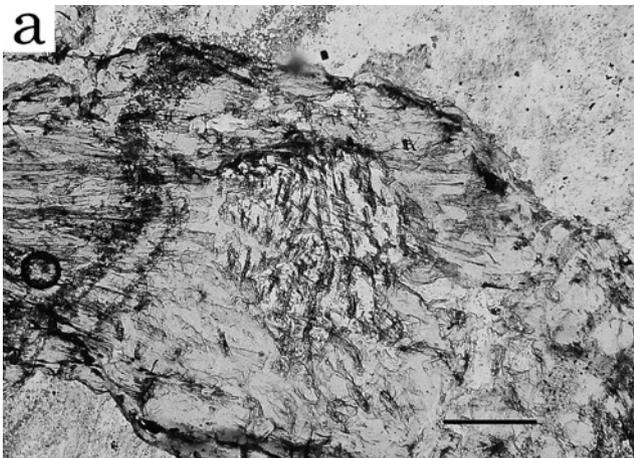
特徴的な鉱物 黒雲母片麻岩捕獲岩周囲の花崗閃緑

岩には、特徴的にザクロ石や堇青石が含まれる。両崖の縞状花崗閃緑岩やペグマタイト質花崗閃緑岩には、粒径 0.5~1.0 mm ほどの小型ザクロ石が含まれる。また、崖 A のテラス下の縞状花崗閃緑岩には、粒径 1.5 cm ほどの大型ザクロ石がみられる（第5図）。堇青石は、崖 A 最上部の花崗閃緑岩に顕微鏡で観察される（第6図、口絵2-⑥）。

ザクロ石や堇青石は、アルミニウム成分に富むマグマから結晶する。花崗閃緑岩に含まれるアルカリ長石や白雲母も同様である。黒雲母片麻岩は変成前の岩石が泥岩であり、アルミニウム成分を多く含む。



第5図 大型ザクロ石 花崗閃緑岩に含まれる
崖 A テラス下 スケールバー：1.0 cm



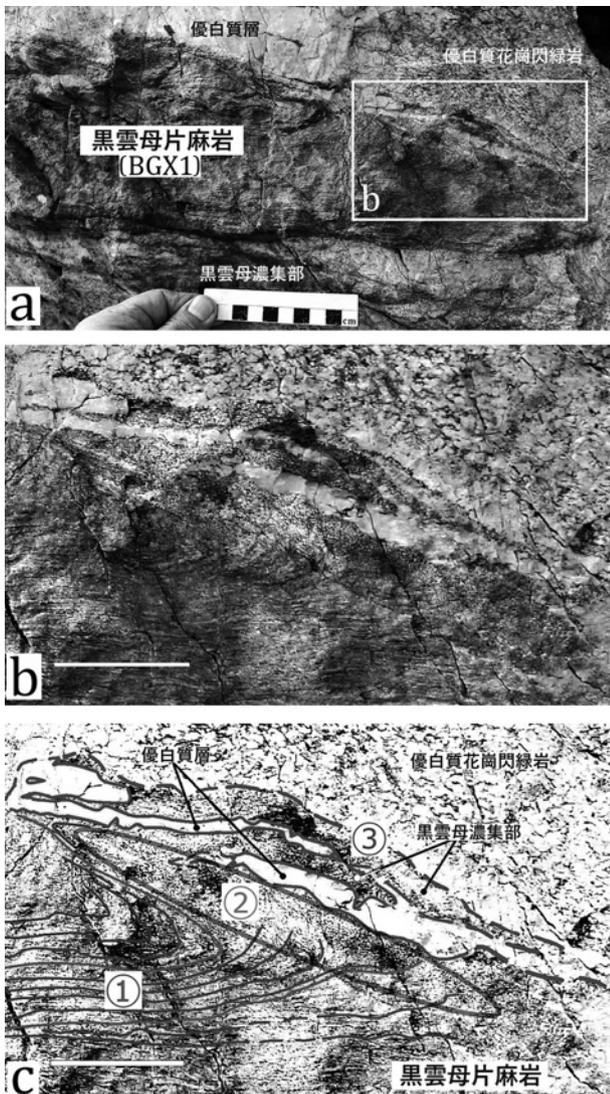
第6図 堇青石 崖 A 上部の花崗閃緑岩に含まれる 左：オープンニコル 右：クロスニコル
crd：堇青石（花弁状の三連双晶を示す） pn：ピナイト（変質した堇青石でおもに緑泥石や白雲母からなる）
pl：斜長石 qtz：石英 スケールバー：0.2 mm

マグマが岩石を融かす

四ツ又山石英閃緑岩体は、花崗閃緑岩質マグマが黒雲母片麻岩を捕獲岩としてとり込みながら溶融させ、そのマグマの化学組成を変化させたと考えられる。崖 A に捕獲岩として含まれる BGX1 は、同化作用の過程をもっともよく示している。

黒雲母片麻岩捕獲岩の同化を示す産状 崖 A の上部に捕獲されている BGX1 の産状を第7図 a, b に示し、第7図 c の①～③の順にその産状を説明する。

- ① BGX1 の内部で水平に連続する細互層は、上方へ向きをかえて優白質層が扇状にひろがる。



第7図 崖 A における花崗閃緑岩と黒雲母片麻岩 (BGX1) の関係 スケールバー：3.0 cm

- ② BGX1 最上部では、ひろがった優白質層と優黒質層の区別が不明瞭となり、不均質で細粒な花崗閃緑岩の岩相にかわる。

- ③ 細粒の花崗閃緑岩の一部では黒雲母が濃集し、厚さ 3～7 mm の優白質層と並行しながら、その黒雲母濃集部が帯状～フィルム状になって優白質花崗閃緑岩に挟在する。

BGX1 の溶融 上記のような産状を示す黒雲母片麻岩捕獲岩と花崗閃緑岩の関係は、花崗閃緑岩質マグマが BGX1 をとり込み、溶融させながら片麻状構造に沿ってマグマが侵入して同化する過程を示していると考えられる。また、崖 A の BGX2 と BGX3、崖 B の BGX4 が、黒雲母片麻岩と花崗閃緑岩の互層をへて縞状花崗閃緑岩に移りかわる産状も同化作用の結果と考えられる。

同化作用による花崗閃緑岩の組成変化 黒雲母片麻岩捕獲岩周囲の花崗閃緑岩には、ざくろ石、堇青石をはじめ、アルカリ長石、白雲母などのアルミニウム成分を多く含む鉱物が含まれている。このことは、花崗閃緑岩質マグマが泥岩起源の黒雲母片麻岩捕獲岩を同化したことによって、アルミニウム成分に富む組成に変化したことを物語っている。

九州から阿武隈におよぶ 火成岩・変成岩複合岩体

下仁田町の四ツ又山にある黒雲母片麻岩などの変成岩類は、約1億年前の四ツ又山石英閃緑岩体に捕獲岩として存在する。高木 (1991) は、秩父市皆野町および四ツ又山の変成岩類を寄居変成岩と呼び、密接にともなう前期白亜紀の花崗岩類を含めて異地性花崗岩・変成岩複合岩体とした。同様な花崗岩類にともなう変成岩は、九州の肥後変成岩、四国の大島変成岩、阿武隈・日立の竹貫変成岩・西堂平変成岩がある。

小野 (2002a, 2002b) は、跡倉ナップの変成岩類に類似した岩石が肥後帯から阿武隈帯にあることから、肥後—阿武隈帯を提唱した。小山内ほか (2021) は同じ帯の大島変成岩と花崗岩類の U-Pb 年代から、アジア大陸東縁の 120 Ma (1億2000万

年前)の変成作用と110 Ma (1億1000万年前)の深成火成活動の可能性を示し,大規模火成・変成コンプレックスの存在を指摘した。

これらのことから,跡倉ナップを構成する前期白亜紀深成岩類とそれにとまなう変成岩類は,当時のアジア大陸東縁と日本列島形成の関連を考えるうえで重要な地質体のひとつと考えられる。

文 献

新井宏嘉・高木秀雄 (1998) 関東山地, 跡倉ナップの構造発達: 押被せ褶曲の復元. 地質雑, 104, 861-876.
 藤本治義・渡部景隆・沢 秀生 (1953) 関東山地北部の押し被せ構造. 秩父自然科学博物館研究報告, 3, 1-44.
 藤森秀彦・高木秀雄 (1987) 下仁田地域の花崗岩類-岩体区分とマイロナイト化作用. 日本地質学会第94年学術大会講演要旨, 466.
 保科 裕・力田正一・松岡喜久次・松井正和・市川 孝・鈴木禎一・関東山地研究グループ (2023a) 群馬県下仁田町, 跡倉ナップを構成する四ツ又山石英閃緑岩体の花崗閃緑岩と黒雲母片麻岩捕獲岩. 地団研第77回総会(ちちぶ)講演要旨集, 12-14.

保科 裕・力田正一・松岡喜久次・松井正和・市川 孝・関東山地研究グループ (2023b) 群馬県下仁田町, 跡倉ナップを構成する四ツ又山石英閃緑岩体の花崗閃緑岩と黒雲母片麻岩捕獲岩の相互関係. 地球科学, 77, 29-43.
 小林健太・新井宏嘉 (2002) 関東山地の跡倉・金勝山ナップと中央構造線. 日本地質学会第109年学術大会, 見学案内書, 第5班(関東), 87-108.
 昆 慶明・保科 裕・関東山地研究グループ (2018) 群馬県下仁田町, 四ツ又山石英閃緑岩のジルコン U-Pb 年代. 地球科学, 72, 219-224.
 小野 晃 (2002a) 古領家帯の研究についての若干の考察. 構造地質, 46, 1-7.
 小野 晃 (2002b) 日本の白亜紀中期のテクトニクスについての考察. 地質雑, 108, 336-346.
 小山内康人・北野一平・中野伸彦・足立達朗・米村和紘・吉本 紋・宮下由香里・米虫 聡・小松正幸 (2021) 八幡浜大島に分布する大島変成岩体のジルコン U-Pb 年代と地体構造上の意義. 地質雑, 127, 1-24.
 高木秀雄 (1991) 寄居変成岩-関東山地北縁部の異地性変成岩体その1. 泥質片麻岩中のざくろ石の化学組成について. 早稲田大学教育学部学術研究-生物・地学編-, 40, 9-25.
 高木秀雄・柴田 賢・内海 茂・藤森秀彦 (1989) 関東山地北縁部の花崗岩類の K-Ar 年代. 地質雑, 95, 369-380.

(要 旨)

保科 裕・関東山地研究グループ (2024) マグマが岩石をとかず-四ツ又山石英閃緑岩体と黒雲母片麻岩の関係-. 下仁田町自然史館研究報告, 9, 37-42.

四ツ又山石英閃緑岩体はおもに石英閃緑岩からなるが, 山頂をとり巻くように花崗閃緑岩が小分布をなす. この花崗閃緑岩は黒雲母片麻岩を捕獲岩として含み, その周辺は黒雲母や黒雲母濃集部の帯が縞状構造をもち不均質な岩相である. また, 特徴的にざくろ石や堇青石を含む. 黒雲母片麻岩捕獲岩の周囲では, 黒雲母片麻岩と花崗閃緑岩が互層する. これらのことから花崗閃緑岩マグマは, 黒雲母片麻岩を捕獲して溶かし, アルミニウム成分の多い組成に変化したという同化作用が進行したと考えられる.