

長野県大鹿村高森山林道沿いの 異なる原岩から形成されたマイロナイトの特徴

河本 和朗*

Mylonites derived from various rock types along Takamoriyama Path in Oshika, Nagano, Japan
Kazurou Kawamoto *

*〒 399-3502 長野県下伊那郡大鹿村大河原 988 大鹿村中央構造線博物館

大鹿村鹿塩地籍の高森山林道は、中央構造線付近から中央構造線と直交方向に領家帯の伊那山地へ延びる林道である。今回、マイロナイト分布域の中央構造線から 290m ~ 1560m のほぼ全ての露頭から試料を採取し、薄片の偏光顕微鏡観察を行った。その結果、原岩が堆積岩起源の変成岩・トータル岩・花崗閃緑岩のそれぞれの場合について、それぞれどのような特徴をもつマイロナイトが形成されるか、系統的に整理することができた。また中央構造線沿いのマイロナイトはばくぜん「鹿塩マイロナイト」と呼ばれているが、原田豊吉が 1890 年に命名した「鹿塩片麻岩」は、角閃石を含むトータル岩を原岩とするポーフィロクラスティック・マイロナイトであったと考えられる。

キーワード 中央構造線、断層岩、鹿塩マイロナイト、動的再結晶、脆性-塑性遷移領域

Key Word Median Tectonic Line, fault rocks, Kashio mylonite, dynamic recrystallization, brittle-plastic transition zone

1. はじめに

広義の中央構造線は長期にわたり異なるステージ（時階）の活動をくりかえしてきた。ステージごとに断層面の姿勢や変位の向きが異なり、現在の地表面における断層トレースも同じ位置に露出しているとは限らない。狭義の中央構造線は、領家帯の花崗岩や高温低圧型変成岩およびその上位の堆積岩の南縁（赤石山脈地域では東縁）を限り、低温高圧型の三波川変成岩類および上位の堆積岩との地質境界断層として定義されている（伊藤・田中，1996）。

紀伊半島東部～諏訪湖付近の中央構造線沿いには、いろいろな深度で形成された断層岩が見られる。領家帯側には、かつて深部の塑性変形領域で形成されたマイロナイトが幅広く露出している。地質境界断層近傍の数 10m ~ 数 100m には、中深部の脆性変形領域で破碎され高封圧により固結したカタクレーサイトが露出している。また、赤石山脈地域では、カタクレーサイト帯を切って、浅部の断層内物質である断層ガウジを形成した断層が発達している。マイロナイトもカタクレーサイトも地表付近の深度では形成されない断層岩であり、かつてそれぞれの深度で形成され、その後

のような、さまざまな深度で形成された断層岩類の分布から、剪断帯の活動史や地質構造発達史の情報が得られることが期待される。また断層岩は地震発生メカニズムに関わる物質的な情報をもっている。

一方、等粒状で粗粒～中粒の花崗岩質岩と、もともと細粒で雲母類が層状に配列した堆積岩起源の変成岩とでは、形成された断層岩の見かけが大きく異なっていると考えられる。そこで、原岩のちがいがどのように断層岩の見かけに現れるかを把握する必要がある。深部断層岩の主要な変形プロセスは顕微鏡レベルの多結晶細粒化であり、検討には偏光顕微鏡観察が欠かせない。

2. マイロナイトの認定

(1) マイロナイトの定義

「マイロナイトという語は、最初にスコットランド北西部のモイン衝上断層東側上盤に分布する片状岩について Lapworth (1885) により提唱された。“mylonite”の語源は、ギリシア語の“mylon” (= ひき臼) に由来し、変形機構はカタクラスティック (破碎的) と考えられた。しかし 1970 年代に入り、特に石英の微小構

造が回復や再結晶を伴った塑性流動変形機構に基づいて形成されたという主張がされるようになった。また石英やコーツァイトを用いた変形実験から、天然のマイロナイトと同等の組織が再結晶で特徴づけられていることが明確になり、形成された組織と温度-歪速度との関係が明らかにされた (Carter, *et al.*, 1964; Tullis, *et al.*, 1973)。Bell & Etheridge (1973) は、“brittle” (脆性的) な変形は典型的なマイロナイトの形成に関与するものではなく、“ductile” (延性的) な過程こそ重要であるとし、マイロナイトを “a mylonite is foliated rock, commonly lined and containing megacrysts, which occurs in narrow, planar zones of intense deformation. It is often finer grained than the surrounding rocks, into which it grades.” と再定義した (高木, 1982)。

このようにマイロナイトは、Bell & Etheridge (1973) により「面構造を持ち、一般に線構造と斑状結晶を持つ岩石で、幅狭い剪断帯を形成し、しばしば周囲の母岩から漸移的に粒径が減少する」と再定義された。中央構造線沿いのマイロナイトについても、その変形メカニズムは塑性流動であると理解されるようになっていく (大友, 1996)。したがって「圧砕岩」「圧砕作用」という表現は現在では適当ではない。

(2) マイロナイトの変形機構

マイロナイトを形成するメカニズムは、動的再結晶による多結晶細粒化をとともなう、きわめて低速の延性変形である。

ここでいう「再結晶」とは、1種類の鉱物内における粒界移動による新結晶粒子の形成をいう。動的再結晶とは、剪断応力下で結晶格子の転位や空孔が集積し、転位のからみあいによる歪硬化が生じる現象と、「焼きなまし」による転位の再配列による回復 (サブグレイン化) や再結晶作用が同時に進行するプロセスである (高木, 1982; Passchier, C. & Trouw, R., 1996)。

再結晶粒子の内部では、転位の集積が回復され、強い波動消光は見られない。変形時の温度が高いほど、形成される結晶の外形は粒界エネルギーが最も低い正多角形 (ポリゴン) に近くなる。また、剪断応力が大きいほど再結晶鉱物の粒径は小さくなる。Masuda & Fujimura (1981) は、石英の変形実験から、高温-低歪速度で形成されたポリゴナルな再結晶石英を「Pタイプ」、低温-高歪速度で形成された伸長比が大きい再結晶石英を「Sタイプ」とした。本ルートのマイロナイト・ゾーンの再結晶石英はPタイプである。

動的再結晶による多結晶細粒化が顕著になる温度は

鉱物種により大きく異なる。一般には、石英→雲母類→カリ長石→斜長石→角閃石→かんらん石→輝石の順に、より高い温度が必要になる。

地震学では地殻内で地震が発生する領域を上部地殻、塑性変形が卓越し地震が発生しない領域を下部地殻に区分する。この地震学的脆性-塑性遷移領域は、物質的な区分では花崗岩質の上部地殻深部に相当する。その温度条件で形成されるマイロナイトでは、多結晶細粒化が顕著な鉱物は石英と雲母類である。

あるマイロナイトの原岩に、そのマイロナイトが形成された温度で多結晶細粒化しやすい鉱物種とともに、多結晶細粒化しにくい鉱物種で粒径が大きめの結晶粒が含まれているとき、その結晶粒子は形成されたマイロナイト中に斑晶状に残存する。このような原岩由来の斑晶状粒子を「ポーフロクラスト」といい、ポーフロクラストを多量に含むマイロナイトを「ポーフロクラスティック・マイロナイト」という。

花崗岩質岩はもともと等粒状で粒径が大きく、上部地殻深部の温度条件でマイロナイト化した場合、石英・黒雲母・長石からなる細粒基質に、長石や角閃石からなるポーフロクラストが点在するポーフロクラスティック・マイロナイトになる。長石は細粒基質に含まれるとともにポーフロクラストとしても残留する。石英はすべて細粒化する。一方、原岩が細粒で長石の量比が少ない堆積岩起源の変成岩が原岩の場合は、ポーフロクラストが肉眼ではほとんど見られないマイロナイトが形成され得る。

(3) マイロナイト化の認定と区分

マイロナイトの変形度を記載的に表現する方法として、再結晶鉱物の粒径によるもの (高木・小林, 1996) (表1) や、ポーフロクラストと細粒基質の量比によるもの (嶋本ほか, 1996) (表2) が提案されている。

嶋本ほか (1996) では、マイロナイトと認定される条件として、原岩を構成する主要構成鉱物の少なくとも1種以上に塑性変形が生じていることが必要であるとしている。ただし最浅部の未固結断層内物質である断層ガウジにも流動状組織が発達しているものがあるので、深部の高温条件での変形を浅部の変形と区別するためには、再結晶による多結晶細粒化が指標になると考えられる。

また嶋本ほか (1996) でマイロナイト化の程度の区分に用いているポーフロクラストと細粒基質の量比は、高木 (1982) が指摘したように、原岩の構成鉱物の量比や粒径にも左右される。花崗岩質の均一な原岩から形成されたマイロナイトの変形度の比較には有効

表1 高木・小林 (1996) による断層岩類の分類案 (原文は英語, 日本語の付記は筆者による)

Fusion 融解	Crushing 粉碎		Recrystallization 再結晶
Random fabric or foliated 無構造な, または面構造の発達した			Foliated 面構造の発達した
	Incohesive 固結してい ない	Cohesive 固結している	
Pseudotachylyte シュードタキライト	Fault breccia 断層角れき Fault gouge 断層ガウジ	Protocataclasite プロトカタクレーサイト Cataclasite カタクレーサイト Ultracataclasite ウルトラカタクレーサイト	Protomylonite プロトマイロナイト Mylonite マイロナイト Ultramylonite ウルトラマイロナイト

Boundary values for sub-classification (より細分化するときの分類基準)

Name 岩石名	Proportion of visible fragments 粒径が肉眼で認定できる程度以上 の大きさの破碎岩片の存在比	Grain size of fragment 破碎岩片の粒径
Fault breccia 断層角れき	> 30%	Megabreccia, > 256mm メガブレッチャ Mesobreccia, 10-256mm メソブレッチャ Microbreccia, < 10mm マイクロブレッチャ
Fault gouge 断層ガウジ	> 30%	< 10mm in general

Name 岩石名	Proportion of fragments 破碎岩片の存在比	Grain size of fragment 破碎岩片の粒径
Protocataclasite プロトカタクレーサイト	> 50%	> 100 μ m
Cataclasite カタクレーサイト	10-50%	20-100 μ m
Ultracataclasite ウルトラカタクレーサイト	< 10%	< 20 μ m

Name 岩石名	Proportion of porphyroclasts ポーフイロクラストの量比	Grain size of matrix mineral 基質構成鉱物の粒径
Protomylonite プロトマイロナイト	Variable depending on the lithology of protolith 原岩の岩質に依存し多様	> 100 μ m
Mylonite マイロナイト		20-100 μ m
Ultramylonite ウルトラマイロナイト		< 20 μ m

表2 嶋本ほか (1996) による断層岩類の分類案 (表内の原文は英語, 日本語の付記は筆者による)

マイロナイト系列とカタクレーサイト系列の区別には, 主要構成鉱物の少なくとも1種類が塑性変形 (圧力溶解による変形は除く) をしていることをマイロナイトに含める基準とする. 断層岩が変質していることを明記したい場合には, altered (変質した), hydrothermally altered (熱水変質した) などを断層岩の名称の前につける.

		Random fabric 無構造な	Foliated 面構造の発達した	Fine matrix 細粒基質の量比
<i>INCOHESIVE</i> 固結していない		Fault breccia 断層角れき	Foliated fault breccia 面状断層角れき	< 70%
		Fault gouge 断層ガウジ	Foliated fault gouge 面状断層ガウジ	> 70%
<i>Fusion Textures</i> 融解組織		Pseudotachylyte シュードタキライト	Foliated pseudotachylyte 面状シュードタキライト	
<i>COHESIVE</i> 固結している	Cataclasite Serie カタクレー サイト系列	Cataclastic breccia カタクラスティック ブレッチャー	Foliated cataclastic breccia 面状カタクラスティック ブレッチャー	0-10%
		Protocataclasite プロトカタクレー サイト	Foliated protocataclasite 面状プロトカタクレーサイト	10-50%
		Cataclasite カタクレーサイト	Foliated cataclasite 面状カタクレーサイト	50-90%
		Ultracataclasite アルトラカタクレー サイト	Foliated ultracataclasite 面状アルトラカタクレー サイト	90-100%
	Mylonite Serie マイロ ナイト系列	?	Protomylonite プロトマイロナイト	10-50%
		?	Mylonite マイロナイト	50-90%
		?	Ultramylonite アルトラマイロナイト	90-100%
			Blastomylonite ブラストマイロナイト (Grain growth pronounced) 再結晶作用が進み, 鉱物粒子の成長が著しい	

であるとしても, 本ルートのように堆積岩起源の変成岩と花崗岩質岩が混在するうえに花崗岩質岩の岩型も目まぐるしく変化するような場合には, 一律には適用できないと考えられる.

したがって, 本報告では高木・小林 (1996) の再結晶石英の粒径による分類法に従った. なお再結晶石英の粒径は, 不純物による影響がない, 単結晶石英から細粒化した多結晶石英プールの部分で計測する.

本報告では, 測定が容易で測定者によるバラツキが少ない最大粒径をマイロナイト化の程度の見積りに用いた. 高木・小林 (1996) の平均粒径による区分とほぼ対応するように, 次のように区分した.

弱くマイロナイト化した原岩:

石英に動的再結晶による多結晶細粒化が見られ,
再結晶石英の最大粒径 > 0.50mm.

プロトマイロナイト:

石英の多結晶細粒化が試料全体に見られ,
再結晶石英の最大粒径 0.50mm ~ 0.25mm.

マイロナイト:

再結晶石英の最大粒径 0.25mm ~ 0.10mm.

ウルトラマイロナイト:

再結晶石英の最大粒径 0.10mm 以下.

3. 高森山林道

(1) ルートの概要

長野県大鹿村鹿塩地籍の高森山林道は、大鹿・長谷村境の分杭峠付近の、北緯35度41分56秒、東経138度3分55秒地点で国道152号線から分岐し、西進して伊那山地へ入る林道である。地質境界としての中央構造線から約150m領家帯側に入った地点から領家帯内へ延びる林道であり、領家帯の原岩や断層岩の、中央構造線に直交する方向での変化を観察するのに適している。その位置を図1に示す。林道北方の高遠～市野瀬地域のマイロナイトは高木(1984)により詳細に記

載されている。

地質境界としての中央構造線は分杭峠の鞍部と一致していることが、道路工事の際に確認されている。分杭峠南方2400m(図1の南方延長)の、北川地区の鹿塩川沿いに地質境界の自然露頭があり、北川露頭と名づけられている(松島, 1994)。分杭峠と北川露頭を直線で結んだ走向はN8°Eである。図1の範囲の中央構造線の位置は、分杭峠を除き露頭として確認されたものではなく、地形や転石および道路沿いの露岩から推定したものである。

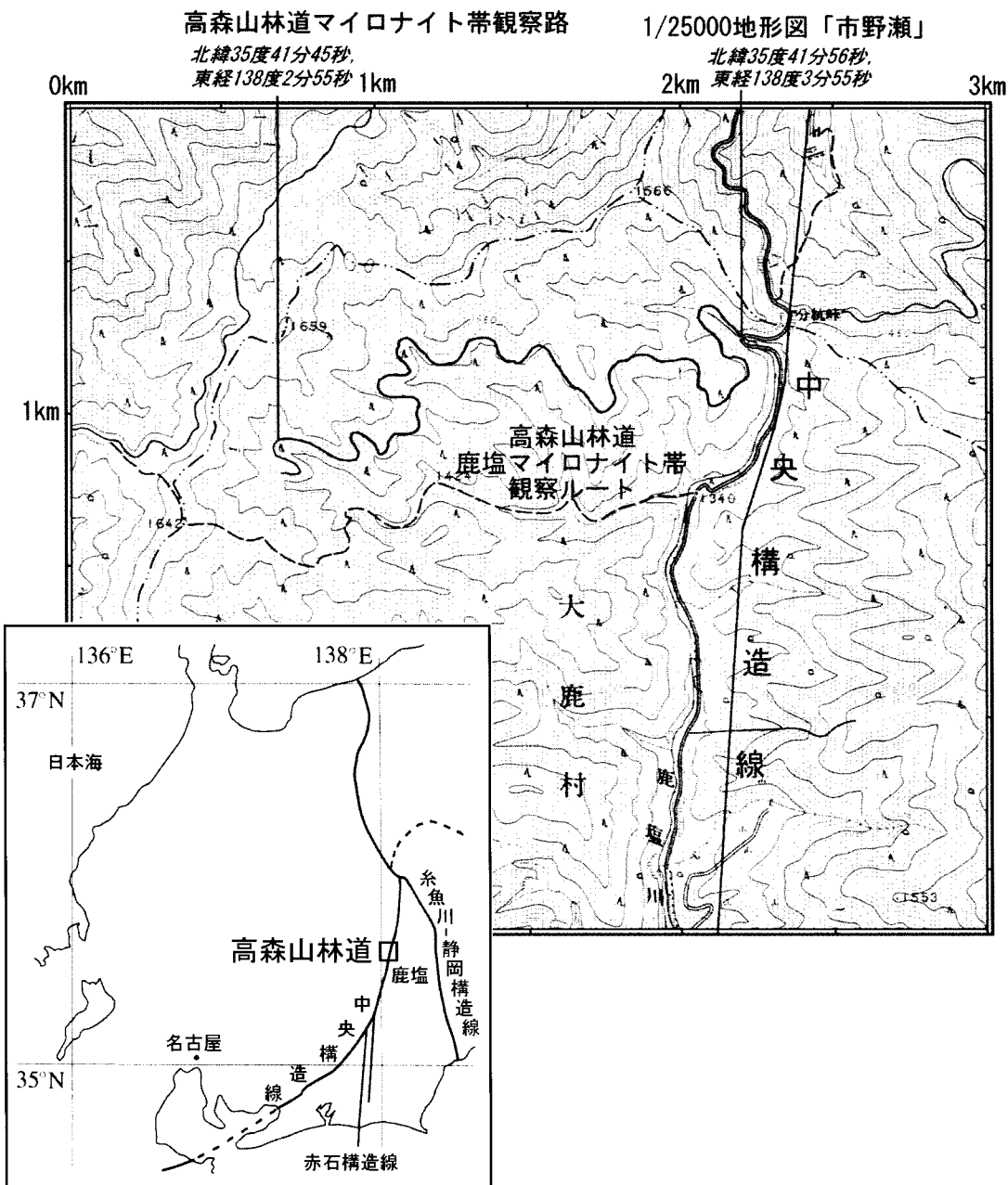


図1 高森山林道ルート的位置

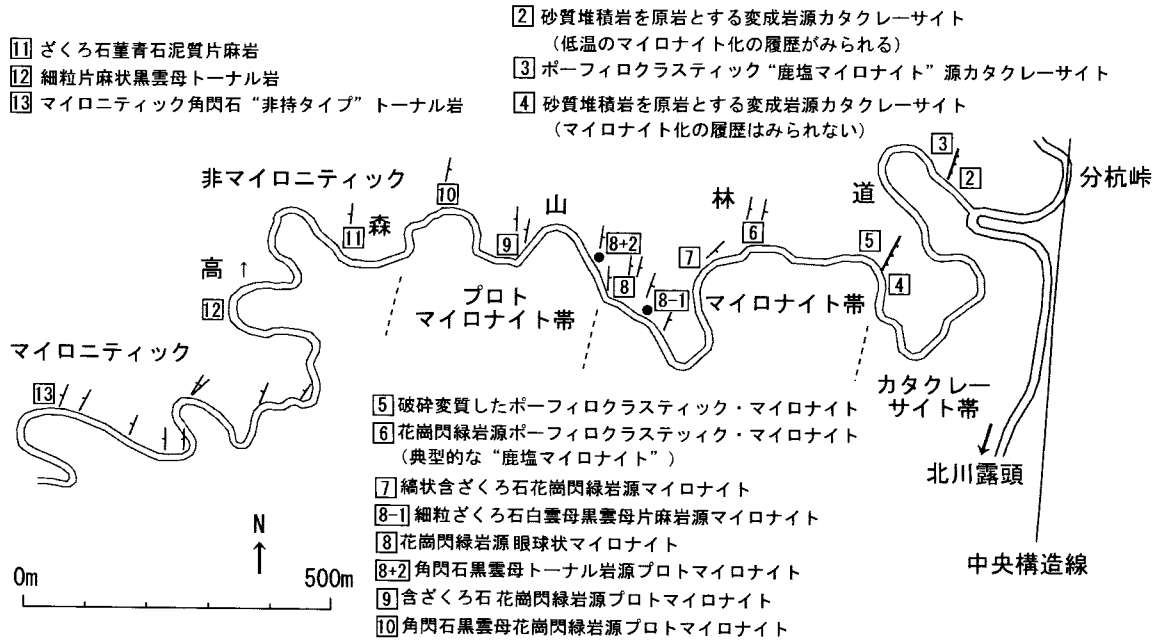


図2 高森山林道観察ルート

マイロナイト化の程度の区分は本文2(3)を参照。現地解説板の位置と露頭番号および解説板に記載されている岩石名を示す。岩石名は本報告の記載表と異なる表現のものがある。No.8+2とNo.8-1露頭には解説板を取り付けていないが、重要な意味を持つ露頭なのでとくに示した。

大鹿村中央構造線博物館は、林道沿いの主な岩相を示す露頭に、原岩の分類と断層岩としての分類を示す解説板を1994年から取り付けている。これは筆者がかつて行った部分的なサンプリングと薄片の偏光顕微鏡観察にもとづいたものである。

筆者は2003年冬および2004年春に再調査を行ない、林道沿いに露出するほぼすべての露頭からサンプリングし、薄片の顕微鏡観察を行った。露頭が連続する区間についてはルートマップも作成した。その結果をマイロナイトに着目して報告する。なお大鹿村中央構造線博物館は、この調査結果にもとづき、解説板の記述を全面的に修正した。

図2に、ルートの概要を示す。地質境界としての中央構造線と林道入口(国道と林道の分岐点)との直線距離を150mと仮定した。最も西側のNo.13露頭は、林道入口から道のりで3550m、中央構造線から直線距離で1560mに位置する。以後、地質境界としての中央構造線を単に「中央構造線」あるいは「MTL」と記す。また「中央構造線からの距離」とは直線距離のことである。

断層岩類としての分布は、中央構造線から290mに位置する走向N22°E、傾斜72°Eの断層を境に、西側で

は、剪断帯深部の高温領域で形成されたマイロナイトが、浅部上昇後に大規模な変形を受けることなく露出したマイロナイト・ゾーンになっている。

マイロナイト面構造はほぼ垂直で、非対称組織は左ずれのセンスを示す。ルート最西端のNo.13露頭(M-TLから1560m)のトーナル岩にもマイロナイト変形が認められる。変形は中央構造線に近づくにつれて強くなり、中央構造線から1030mのNo.10露頭と670mのNo.8露頭の間で、花崗岩質岩を原岩とするマイロナイトの変形度の指標となる再結晶石英の粒径が急激に減少している。

一方、断層の東側は中深部で脆性変形を受けたカタクレーサイト・ゾーンになっている。カタクレーサイトの原岩として、かつて花崗岩質岩を原岩とするマイロナイトであったことが明らかなものがある。このようなカタクレーサイトは、原岩が高温の剪断帯最深部で塑性変形を受けてマイロナイトになった後に、低温の脆性変形領域へ上昇し、その深度でより新しいステージの剪断を受けてカタクレーサイトになり、その後に現在の地表に上昇し削剥されて露出したものである(高木, 1983)。しかし、マイロナイトの履歴があったかどうか確認できていないカタクレーサイトもある。

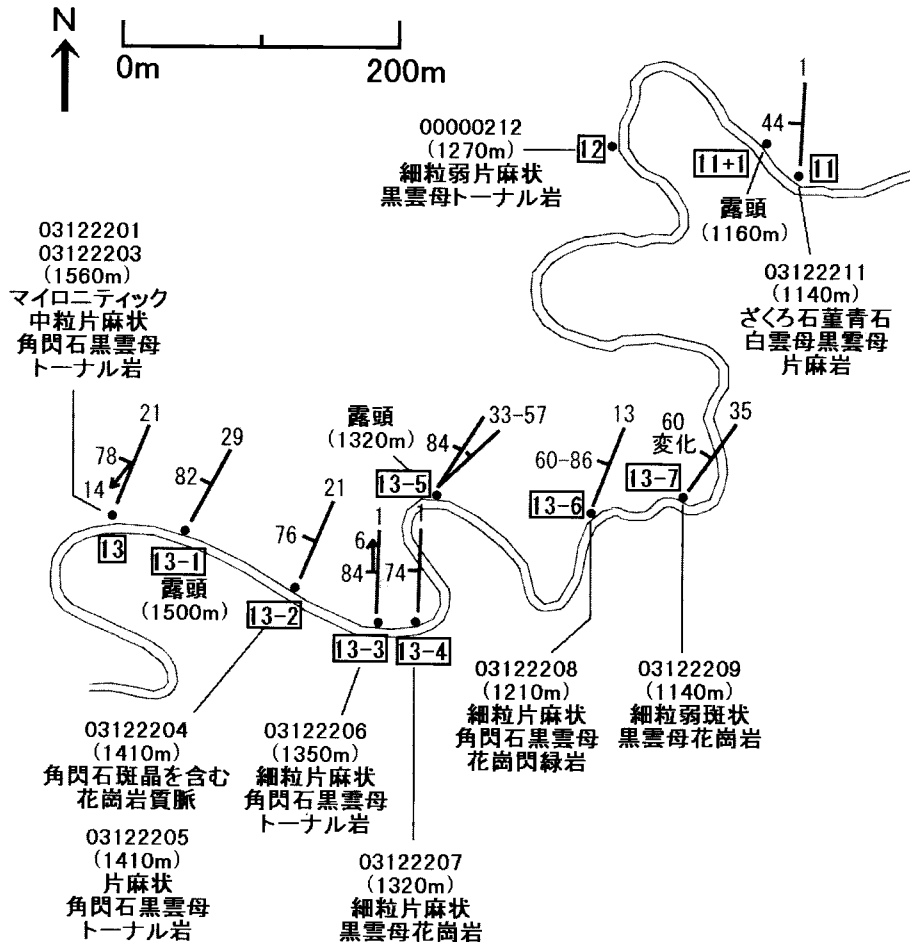


図3 弱マイロナイト化ゾーン, No.13露頭~No.11露頭 (MTLから1560m~1140m)

試料番号, 中央構造線 (地質境界) からの推定直線距離, 原岩名の順に記す。

中央構造線からの距離には±20m程度の誤差が見込まれる。

面構造の姿勢は定方位試料と露頭での測定による。

原岩の分布としては, マイロナイト・ゾーンの大部分は花崗岩質岩であるが, 中央構造線から1170mのNo.11露頭と640mのNo.8-1露頭に泥質片麻岩が挟在している。カタクレサイト・ゾーンの, マイロナイト化の履歴が明らかでないカタクレサイトは堆積岩起源であると考えているが, さらに検討が必要である。カタクレサイト・ゾーンについては, さらに調査して報告したい。

(2) 弱マイロナイト化した原岩

(MTLから1560m~1140m)

地質境界としての中央構造線 (以下「MTL」と記す) から1560mのNo.13露頭から, 1100m付近にかけて, 花崗岩質岩に弱いマイロナイト化が生じていることが確認される。ただしNo.11露頭は泥質片麻岩である (図3)。このゾーンは, 高木 (1984) の「マイロニティック片麻岩が分布する地帯 (MG帯)」に相当する。な

お高木 (1984) においては「マイロニティック片麻岩」は「弱マイロナイト変形した花崗岩」の意味に用いられている。

No.13露頭 (MTLから1560m) は弱くマイロナイト化した片麻状角閃石黒雲母トータル岩である (図版2a, b)。

No.13-1露頭~No.13-8露頭 (MTLから1400m~1200m) では, 優黒質な部分と優白質な部分が露頭スケールないし標本スケールでくりかえさえる。最大粒径20mm程度の角閃石斑晶を含む優白質な脈も見られる。

縞状の岩相の優黒部では, 黒雲母が長軸をそろえて層状に配列している場合がある (図版5a)。またNo.13-2露頭の試料からは, 幅約1mmの脆性剪断帯が認められた (図版5b)。

優白質の花崗岩~花崗閃緑岩や縞状花崗閃緑岩の優白部はカリ長石を含み, ミルメカイトが形成されてい

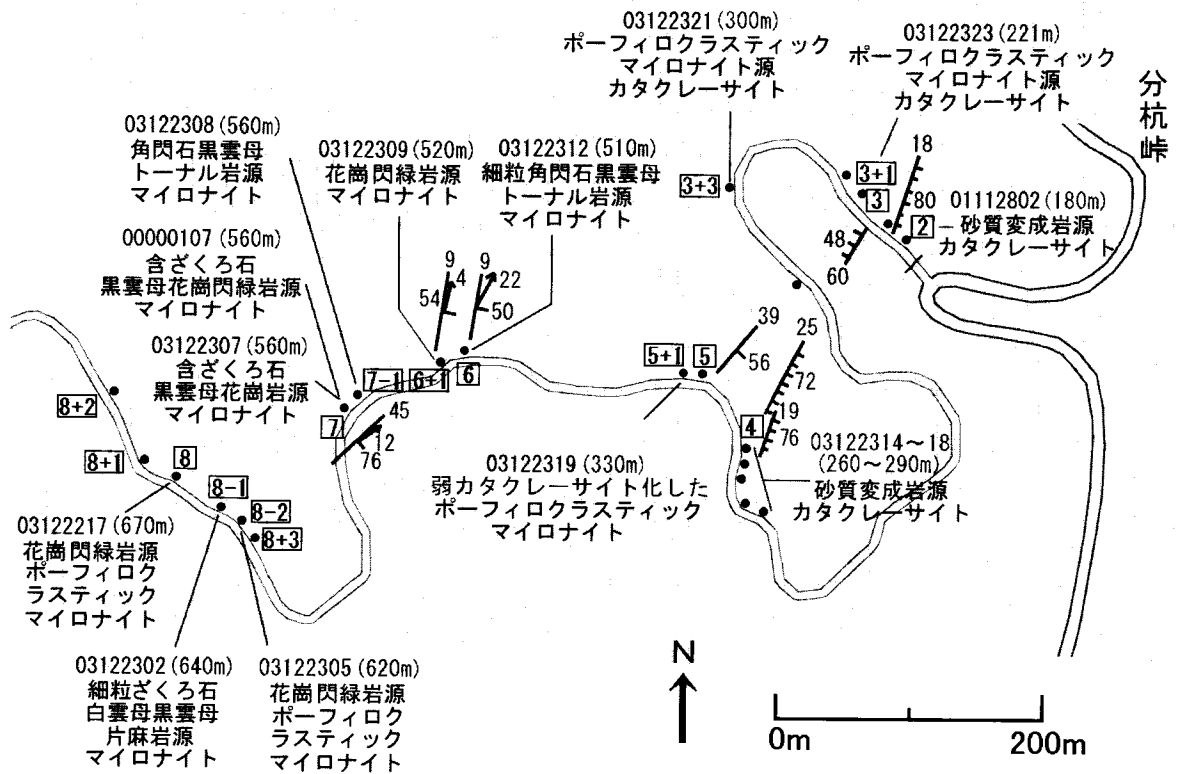


図4 マイロナイト・ゾーン、No.8露頭付近～No.5露頭付近の境界断層 (MTLから690m～290m) 試料番号、中央構造線 (地質境界) からの推定直線距離、岩石名の順に記す。中央構造線からの距離には±20m程度の誤差が見込まれる。面構造の姿勢は定方位試料と露頭での測定による。線構造の姿勢は沈下角を示す。No.8露頭付近の詳細は図4を参照。

る (図版 3a, b)

No.11露頭 (MTLから1140m) には、堆積岩起源の変成岩が露出している (図版 1a, b)。ざくろ石と堇青石を含むほか、一部の白雲母には珪線石から変質したとみられる形状が認められ、かつて珪線石帯レベルの変成を受けたと推定される。無色鉱物のほとんどは石英であるが、少量の斜長石を含む。石英の多結晶細粒化の識別は困難である。

(3) プロトマイロナイト (MTLから1030m～720m)

No.10露頭からNo.8+2露頭にかけて、プロトマイロナイトが分布している。

No.10露頭 (MTLから1030m) は優白質な岩相が大部分を占め、角閃石が点在している脈状部分も見られる。しかし比較的優黒質な部分もある。図版 2 cの薄片 (優黒部) と図版 3c, dの薄片 (優白部) は、露頭から採取した約15cm×15cm×30cmの試料の異なる部位から作成したものである。No.9露頭 (MTLから860m) は、優黒部と優白部がきわめて不均一に混在し、露頭規模の褶曲が見られる。図版 5c～eは同一薄片の異なる部位である。この試料は、ざくろ石を含むが

白雲母は見られない。

No.8+2露頭 (MTLから720m) は、No.8露頭の解説板から西方70mに位置し、角閃石黒雲母トータル岩を原岩とするプロトマイロナイトが露出している (図版 2d)。

(4) マイロナイト (MTLから690m～290m)

No.8露頭付近からNo.5露頭にかけて、マイロナイトが露出している (図4)。

No.8露頭付近には、花崗閃緑岩を原岩とするマイロナイト中に、泥質片麻岩を原岩とするマイロナイトが挟在している。 (図5)

No.8+1露頭 (MTLから690m)～No.8露頭 (MTLから670m) には花崗閃緑岩を原岩とするポーフロクラスティック・マイロナイトが露出し、粒径が10mmを超えるカリ長石の大型斑晶も見られる (図版 3e～4a)。とくに大型のカリ長石ポーフロクラストをもつマイロナイトは、「眼球状マイロナイト」と呼ばれる。

No.8-1露頭 (MTLから640m) は、No.8露頭解説板の南東50mに位置し、泥質変成岩を原岩とするマイロ

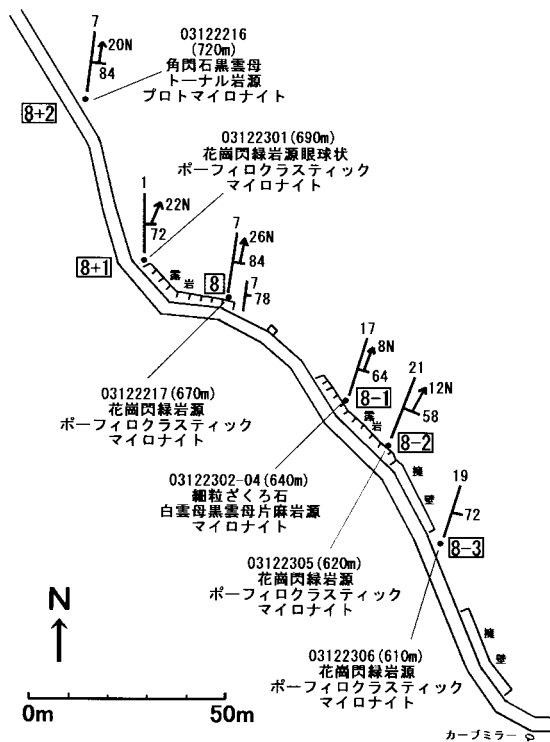


図5 No.8 露頭付近 (MTLから730m～610m)
試料番号, 中央構造線 (地質境界) からの推定直線距離, 岩石名の順に記す。
中央構造線からの距離には±20m 程度の誤差が見込まれる。
面構造の姿勢は定方位試料と露頭での測定による。
線構造の姿勢は沈下角を示す。

ナイトが露出している (図版 1c～e)。露頭では暗色細粒片状の見かけを呈す。高木 (1984) は, このようなマイロナイトを「フィロナイト」と呼んでいる。泥質変成岩源マイロナイトは, 約8mの幅で挟在するだけで, 再び花崗閃緑岩を原岩とするマイロナイトに移行する。

花崗閃緑岩源マイロナイトは No.8-3 露頭 (MTL から610m) まで確認できる (図版 4b～d)。

No.7 露頭 (MTLから560m) 付近は, 旧解説板では片麻岩を原岩とするマイロナイトとしていた, しかし再検討の結果, 縞状の花崗閃緑岩を原岩とするマイロナイトに訂正する (図版 5f, 図版 6a, b)。優白部は全体に細粒で流動的な見かけを呈し, 角閃石と斜長石ポーフィロクラストに富む優黒部はポーフィロクラストが密集して見える (図版 5f)。

No.6 露頭 (MTLから520m) 付近には, 花崗閃緑岩を原岩とするマイロナイトと, トーナール岩を原岩とするマイロナイトが分布している。なお露頭解説板には,

露頭近傍に目立つ「花崗閃緑岩を原岩とするポーフィロクラスティック・マイロナイト」名を記している。

花崗閃緑岩を原岩とするマイロナイトは, 細粒基質に無色鉱物からなる帯状部分が発達し, 暗色に見える部分と縞状構造をなしたフラクション・バンディングが発達している (図版 4e, f)。

一方, トーナール岩を原岩とするマイロナイトでは, ポーフィロクラストの量比が高く, フラクション・バンディングが発達していない (図版 2e, f)。

No.5 露頭 (MTLから330m) 付近のポーフィロクラスティック・マイロナイトは, カタクラスティックな変形を受けている (図版 6c, d)。

(5) カタクレーサイト

No.5 露頭と No.4 露頭の間の, MTLから290mに位置する走向 N22°E, 傾斜 72°E の断層を境に, 中深部以浅の脆性変形を受けたカタクレーサイト・ゾーンになる。

中央構造線から216mの No.3 露頭付近から, その西方のヘアピンカーブ付近の No.3+3 露頭にかけて露出している塊状のカタクレーサイトは, 機械的な破碎により小岩片に破碎されているが, それぞれの岩片にはポーフィロクラストが肉眼でも確認でき, 原岩がポーフィロクラスティック・マイロナイトであったことが明らかである。

一方, 中央構造線から320mの No.4 露頭付近や, 180mの No.2 露頭から林道入口にかけての面状 (葉片状) カタクレーサイトは, 高木 (1984) により「片状マイクロブレッチャー」と呼ばれたもので, 黒色～緑色を呈し, 白雲母やざくろ石を含む点で, おもに堆積岩起源の変成岩が原岩であると考えられる。しかし, 変形・変質が強く, No.4 露頭付近の試料からはマイロナイト履歴が確認できず, No.2 露頭付近の試料では浅部でのマイロナイト化の履歴がわずかに認められるのみで, 原岩の帰属についても確かではない。

4. 原岩によるマイロナイト組織の変化

(1) 堆積岩起源の変成岩系列 (図版 1a～e)

細粒の堆積岩起源の変成岩からは, ポーフィロクラストをわずかしき含まないマイロナイトが形成される。

No.11 露頭の試料 No.03122211 (泥質片麻岩) と, No.8-1 露頭の試料 No.03122302 (マイロナイト) は, ほぼ同じ鉱物組成であったと考えられる。

泥質片麻岩 (図版 1a, b) は, ざくろ石と堇青石を含む。無色鉱物の大部分は石英であり, 少量の斜長石を含む。白雲母と黒雲母が面構造と平行に配列してい

る。本報告のXZ薄片の偏光顕微鏡写真は、試料の面構造を写真の長辺と平行にして撮影しているが、図版1a, b, dに限り雲母類の消光位を避けるために面構造を写真の長片と斜交させている。

マイロナイト(図版1c~e)は、肉眼では暗色細粒片状に見えるが、研磨片(図版1c)では、暗色の基質中にまばらに点在する長石ポーフィロクラストが認識できる。鏡下(図版1d)では、斜長石、カリ長石、ざくろ石のポーフィロクラストが認められる。堇青石は見られない。原岩に堇青石が含まれていたかどうかは分からないが、もし含まれていたとしても変質して失われた可能性が高い。白雲母と黒雲母がまんべんなく散在し、石英の粒径は小さい。

基質の雲母類は、2方向に再配列している(図版1e、倍率が他の偏光顕微鏡写真より大きいので注意)。雲母類の長軸の配列による面醸造(Sb)は全体的な面構造(S)から時計回りに低角で斜交している。この面構造(Sb)は、(S)から反時計回りに低角で斜交する剪断面(Ss)に切られ、結晶の先端は左回りに曲げられつつせん滅し、結晶全体としては紡錘形を呈している。剪断面(Ss)沿いにも雲母類が長軸を(Ss)方向にそろえて配列している。この白雲母および黒雲母の長軸の配列により規定される面構造(Sb)と、小剪断面(Ss)の斜交関係から左ずれのセンスが読み取れる。大型で紡錘形の白雲母ポーフィロクラストは「マイカ・フィッシュ」と呼ばれ、その形態からも剪断のセンスが判定できる。

この試料では、再結晶石英集合体のプールが見当たらないため、その粒径による変形度の評価は困難である。しかし、この露頭は花崗閃緑岩を原岩とするポーフィロクラスティック・マイロナイトの露頭に挟まれており(図5)、両側の花崗閃緑岩源マイロナイトの変形度にちがいがいことから、これらと同じ温度圧力および広域剪断応力のもとで変形したと考えられる。

(2) トーナル岩系列(図版2a~f)

トーナル岩を原岩とするマイロナイトは、ポーフィロクラストの量比が多く、面構造の発達が悪い。No.13露頭の試料No.03122201(図版2a)と試料No.03122203(図版2b)は、角閃石を含み、長石は斜長石のみからなる角閃石黒雲母トーナル岩である。角閃石や斜長石には変形が見られない。黒雲母もほとんど変形していない。しかし石英には多結晶化が認められる。図版2aの粒径が大きい石英には端部に多結晶化が見られる。図版2bの自形斜長石下側のQzの記号を付した石英は、再結晶石英集合体になっている。上

部に褐簾石が見えるが、褐簾石もポーフィロクラストとして残りやすい鉱物種である。

No.10露頭の試料No.03122214(図版2c)は、プロトマイロナイト・ゾーンの不均質な試料の優黒部である。褐簾石、角閃石、斜長石のポーフィロクラストの粒間を縫うように石英が配列している。図版2cの下部中央やや右の角閃石の左から右下にかけて連なる石英群にQzの記号を付して示す。

No.8+2露頭の試料No.03122216(図版2d)は、角閃石黒雲母トーナル岩を原岩とするプロトマイロナイトである。角閃石と斜長石がポーフィロクラストとして多量に残存している。ポーフィロクラストに取囲まれた領域の石英は細粒化しているが、再結晶石英集合体のプール全体の外形は原形を比較的保っているものもある(図版2dにQzの記号を付して示す)。再結晶石英の最大粒径は0.4mmである。

この試料では薄片の部位により変形にばらつきが残り、機械的な破碎に弱いはずの黒雲母も原形に近い形で保たれているものがある。再結晶石英の最大粒径が0.25mmを超えるものが残存していることと、ほぼ原型をとどめる黒雲母が存在していることから、この露頭まで「プロトマイロナイト」に区分した。

No.6露頭の試料No.03122312(図版2e, f)は、トーナル岩を原岩とするマイロナイトである。研磨片(図版2e)のように、斜長石ポーフィロクラストに富み、面構造が顕著ではない。薄片(図版2f)では、細粒基質がポーフィロクラストの間を縫うように形成されている。中央右寄りの、角閃石ポーフィロクラストには脆性破断が生じ、周囲には緑簾石が生じている。右下部の再結晶石英集合体のプールにQzの記号を付した。

これらの試料を比較すると、再結晶石英集合体の結晶粒径がMTLに近づくにつれ、系統的に減少している。

(3) 花崗閃緑岩系列(図版3a~f, 図版4a~f)

カリ長石を含む原岩から形成されたマイロナイトは、フラクション・バンディングが形成され、面構造が顕著で流動的な見かけを呈する。

No.13-4露頭の試料No.03122207(図版3a, b)は、No.13露頭東方からNo.12露頭にかけてところどころに見られる黒雲母花崗閃緑岩~黒雲母花崗岩の露頭のひとつから採取したものである。図版3aは、屈折率が低いカリ長石の周縁に見えるベッケ線を強調するために、わざと焦点をずらして撮影している。カリ長石の縁辺には細粒石英と斜長石からなるミルメカイトが形成されている(図版3b、この写真の倍率は他の偏光顕微鏡写真より大きい)No.10露頭の試料

No.03122214 (図版 3c, d) は、プロトマイロナイト・ゾーンの不均質な試料の優白部である。図版 2c の薄片は同一試料の優黒質な部分である。図版 3c, d も図版 3b と同じく、他の偏光顕微鏡写真よりも大きな倍率で撮影している。この試料でも、カリ長石の周囲にはミルメカイトが形成されている。基質を構成する細粒石英・長石集合体の形成には、ミルメカイト化が関わっていると考えられている (高木, 1984)。生成された細粒石英と斜長石および残存するカリ長石片が帯状に配列している。

No.8 露頭の試料 No.03122217 (図版 3e, f, 図版 4a) と No.8-2 露頭の試料 No.03122305 (図版 4b ~ d) は、花崗閃緑岩を原岩とするマイロナイトである。No.8 露頭から道沿いにわずかに 50m 北に位置する No.8+2 露頭の角閃石黒雲母トータル岩源プロトマイロナイト (図版 2d) では、石英の粒径が不均一で、原形に近い黒雲母も残存していることを前節で述べた。しかし、こちらの花崗閃緑岩起源のマイロナイトは変形が均一で、再結晶石英の最大粒径は 0.25mm を超えるものはなく、平均粒径も 0.02 ~ 0.1mm の範囲に収まっている。黒雲母も細粒化している。

ポーフィロクラストの両翼にはプレッシャー・シャドウがみられる (図版 3e, f, 図版 4a, c, d の PS)。剪断応力の向きに対しポーフィロクラストの反対側には応力が相対的に弱い領域ができる。その領域に形成される再結晶鉱物は、細粒基質の平均的な粒径と比較して粒径が大きく不純物も少ないため、細粒基質の他の部分から区別できる。プレッシャー・シャドウは肉眼でも白く見え、細粒黒雲母のため暗色に見える細粒基質中にポーフィロクラストから尾を引いたように見える (図版 4b)。プレッシャー・シャドウの形態からポーフィロクラストの回転が推定できるものもある。

面構造に垂直で線構造に並行な薄片 (XZ 薄片) における、プレッシャー・シャドウの非対称な形態から、剪断のセンスが決定できる。また XZ 薄片における再結晶石英の形態定向配列からも剪断のセンスが決定できる (図版 3f, 図版 4a の Qz)。左へ将棋倒しになったような形態は左横ずれを示す。マイロナイト面構造と線構造の認定や、非対称組織による剪断センスの決定法については、大鹿村中央構造線博物館ホームページ <http://www.osk.janis.or.jp/~mtl-muse/> の「Web 展示室 “断層岩類”」を参照されたい。

これらの花崗閃緑岩を原岩とするマイロナイトでは、ミルメカイト化にともなって形成された無色鉱物からなる帯状部分とプレッシャー・シャドウが連結して、

暗色に見える部分と縞状構造をなす (図版 4b, e)。この細粒基質の縞状組織はフラクシオン・バンディングと呼ばれ、マイロナイト面構造を規定する変形組織のひとつである。

No.6+1 露頭の試料 No.03122309 (図版 4e, f) は、フラクシオン・バンディングがよく発達した花崗閃緑岩源マイロナイトである。やや風化したポーフィロクラスティック・マイロナイトでは、斜長石ポーフィロクラストは変質して白く濁って見えるのに対し、カリ長石ポーフィロクラストは透明感がある (図版 4e の Kf と Pl)。斜長石、カリ長石のほか、褐簾石のポーフィロクラストも存在する (図版 4f の All)。

おそらく変形条件は同一と思われる近傍のトータル岩を原岩とするマイロナイト (図版 2e, f) と比べると、花崗閃緑岩を原岩とするこの試料は、ポーフィロクラストの量比が少なく、フラクシオン・バンディングが発達し、面構造が顕著で、ずっと流動的な見かけを呈している。

(4) 不均質な岩相

No.13-3 露頭からの試料 No.03122206 (図版 5a) では、黒雲母が長軸をそろえて層状に配列している。層間の石英には顕著な多結晶細粒化が見られる。このような黒雲母の配列と細粒石英のリボン、縞状の岩相の優黒部にはしばしば見られ、それが面構造を規定しているものがある。

No.13-2 露頭からの試料 No.03122205-01 (図版 5b) には、幅約 1mm の脆性剪断帯が認められた。粉碎された基質中に原岩の黒雲母、長石、石英の破碎岩片が散在したカタクレーサイトが形成されている。原岩のマイロニティック・トータル岩との境界は明瞭であるが、原岩の黒雲母の配列を利用して脆性剪断帯の境界が形成されたように見える。

No.9 露頭からの試料 No.03122215 (図版 5c ~ e) は、ざくろ石を含むが白雲母は見られない。図版 5 c, d の上半部には細粒の黒雲母が多量に含まれている。細粒黒雲母と混在する領域では無色鉱物の粒径も小さい。黒雲母の長軸が連なってうねるように配列している。下半部には、中央の斜長石ポーフィロクラストの左下の周縁部のように、うねるような石英のバンドが見られる。この試料には、黒雲母の配列に沿って弱いカタクラスティックな破断が見られる。一方、ほぼ石英のみからなり黒雲母を含まない部位 (図版 5e) では、変形は一見あまり強くないように見える。

No.7 露頭からの試料 No.00000107 (図版 5f) は縞状の岩相である。試料 No.03122230 (図版 6a) は露頭の

優白質な部分からの薄片である。これらの試料はごくろ石を含む。試料 No.03122308 (図版 6b) は、ごく近傍の No.7-1 露頭から採取した優黒質な部分で、角閃石を含む。優白部は全体に細粒で流動的な見かけを呈し (図版 5f, 図版 6a), 斜長石に富む優黒部はポーフィロクラストが密集して見える (図版 5f, 図版 6b)。

No.7 露頭の縞状の試料 (図版 5f) からは、同一変形条件における、原岩の組成のちがいによる変形組織のちがいが明瞭である。また No.9 露頭 (MTL から 860m) からの優白質試料 (図版 5e) と No.7 露頭 (MTL から 560m) からの優白質試料 (図版 6a) を比較すると、不均質な試料でも MTL に向かう石英の細粒化が明らかである。

(5) カタクラスティックな重複変形

No.5+1 露頭からの試料 No.03122319 (図版 6c, d) は、後生的なカタクレサイト変形を受けている。マイロナイト面構造は保たれているが、脆性変形にともなう緑泥石脈や方解石脈が形成されている。細粒基質の黒雲母が変質して緑泥石化し、岩石全体が灰緑色を呈している。マイロナイトの基質が無色鉱物の量比が多いにもかかわらず暗色を呈するのは、基質中の細粒黒雲母によるものである。細粒黒雲母の多くが緑泥石化すると、基質は淡色になるとともに緑泥石のために緑色を帯びようになる。

No.3+1 露頭からの試料 No.03122319 (図版 6e, f) は、ポーフィロクラスティック・マイロナイトを原岩とするカタクレサイトである。鏡下では、破碎岩片内部に、プレッシャー・シャドウをもつポーフィロクラストと細粒基質からなるマイロナイト組織が確認される。

5. 鹿塩片麻岩の模式タイプ

大鹿地域を中央構造線に関して有名にしたのは、原田豊吉による「鹿塩片麻岩」の命名である。高森山林道は、その鹿塩地籍にある。一方では、「鹿塩マイロナイト」はばくぜんと中央構造線沿いに分布するマイロナイトと捉えられているように思える。

では、1890年に原田豊吉により命名された「鹿塩片麻岩」は、どのような岩石だったのだろうか。杉 (1935) の引用によれば「鹿塩片麻岩」とは「かつて原田博士により天竜川上流地方に分布する片麻状岩石の東縁部を占める灰緑色の「ポーフィロイド状角閃片麻岩」に与えられた名称であって、当時該地方に於ける始原代片麻岩系の最下位を占めるもので、閃緑岩に相当する成分を持った凝灰岩からの変成産物であろうと考えられていた (T.Harada: Die Japanischen Inseln, 1890)」。

この記述から、火山碎屑物のような、基質に斑晶様鉱物を多量に含んでいる岩石であり、それらの斑晶様鉱物の多くは斜長石であったため閃緑岩質とされ、角閃石も含んでいたことが想像される。また、面構造が発達しているため片麻岩とみなされた。また基質の黒雲母が緑泥石化していたため灰緑色を帯びていた岩石であったと考えられる。このような特徴から、原田の「鹿塩片麻岩」は角閃石黒雲母トータル岩を原岩とするポーフィロクラスティック・マイロナイトに相当すると考えられ、黒雲母の一部が変質して灰緑色を帯びていたのであろう。トータル岩組成の部分と花崗岩組成の部分の縞状をなす岩相であった可能性もある。

謝辞

早稲田大学の高木秀雄教授には、それぞれ個別に全部の薄片を見ていただき、ご指導をいただきました。高遠町の原文宏さんにも、全部の薄片を見ていただき議論していただきました。飯田市美術館の村松武学芸員には、記述について有用なアドバイスをいただきました。深く感謝いたします。

引用文献

- 伊藤谷男・田中秀実, 1996, 中央構造線. 地学団体研究会編「新版地学事典」, 826, 平凡社.
- Masuda, T. and Fujimura, A., 1981, Microstructural development of fine-grained quartz aggregates by syntectonic recrystallization. *Tectonophysics*, 72, 105-128.
- 松島信幸, 1994, 赤石山地の中央構造線に対する新しい見方. 飯田市美術館研究紀要, 4, 113-124.
- 大友幸子, 1996, 初生中央構造線の研究史. テクトニクスと変成作用 (原 郁夫先生退官記念論文集), 創文, 191-201.
- Passchier, C. and Trouw, R., 1996 (鳥海光弘・金川久一 訳, 1999), マイクロテクトニクス, 227p.
- 嶋本利彦・堤 昭人・川本英子・高橋美紀・青柳良輔・大友幸子, 1996, 断層岩と断層のレオロジー: 研究の歩みと進展. テクトニクスと変成作用 (原郁夫先生退官記念論文集), 創文, 314-332.
- 杉 健一, 1935, 信州高遠付近の「鹿塩片麻岩」に就いて, 博物学雑誌, 33 卷 54 号, 1-5.
- 高木秀雄, 1982, マイロナイトの定義及び圧碎岩類の分類に関する問題点. 早稲田大学教育学部学術研究 (生物学・地学編), 31, 49-57.

高木秀雄, 1983, 中央構造線沿いの圧砕岩類に認められるカタクラスティックな重複変形—長野県上伊那地域の例—, 早稲田大学教育学部学術研究 (生物学・地学編), 32, 47-60.

高木秀雄, 1984, 長野県高遠～市野瀬地域における中央構造線ぞいの圧砕岩類, 地質学雑誌, 90, 81-100.

高木秀雄・小林健太, 1996, 断層ガウジとマイロナイトの複合面構造—その比較組織学, 地質学雑誌, 102, 170-179.

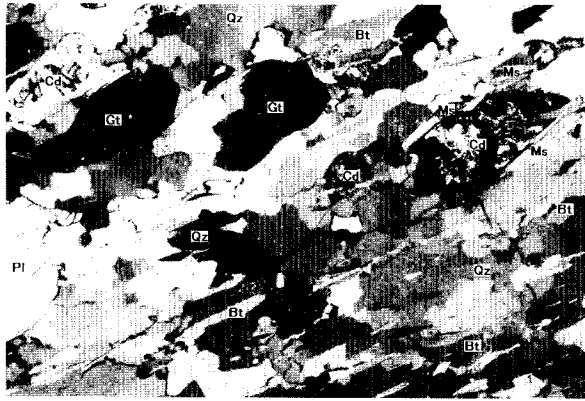
試料の保管場所

大鹿村中央構造線博物館

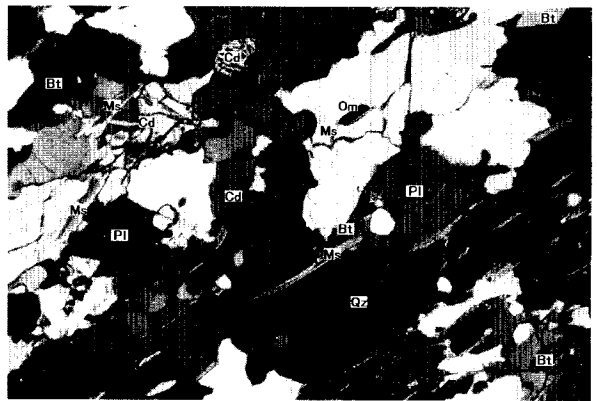
Summary

Takamoriyama path is located in Kashio, Oshika-Village, Nagano Prefecture. It runs from near the Median Tectonic Line (MTL) to the inside of the Ryoke metamorphic belt westward. Granitoids and metamorphic rocks are observable and they are deformed in the ductile manner of mylonite or in the brittle manner of cataclasite. These fault rocks show different appearances according to original rock types such as tonalite, granodiorite and meta-sedimentary rocks. The location name "Kashio" is widely known from "Kashio mylonite" after "Kashio gneiss", which was named by Harada, T. in 1890. "Kashio gneiss" was a mylonite derived from hornblende tonalite along the MTL.

図版1 堆積岩起源の変成岩系列



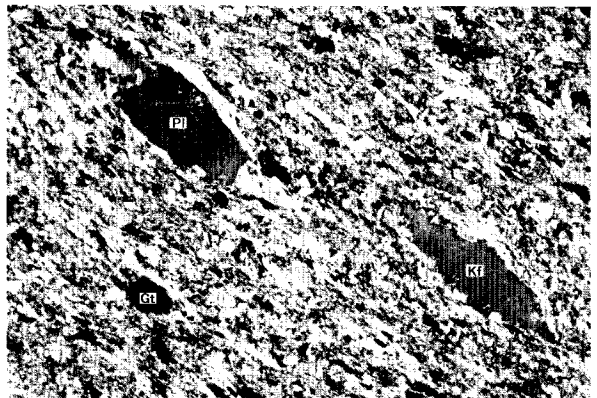
a: No.03122211-02, No.11 露頭 (MTLから 1140m)
 ざくろ石堇青石白雲母黒雲母片麻岩
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Gt ざくろ石, Cd 堇青石, Ms 白雲母, Bt 黒雲母,
 Pl 斜長石, Qz 石英



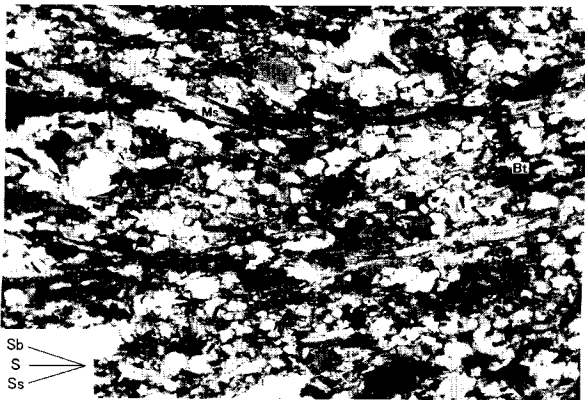
b: No.03122211-01, 同左
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Om 不透明鉱物, Gt ざくろ石, Cd 堇青石, Ms 白雲母,
 Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英



c: No.03122302, No.8-1 露頭 (MTLから 640m)
 細粒ざくろ石白雲母黒雲母片麻岩源マイロナイト
 XZ 研磨面, 実体顕微鏡, 横幅 12.6mm

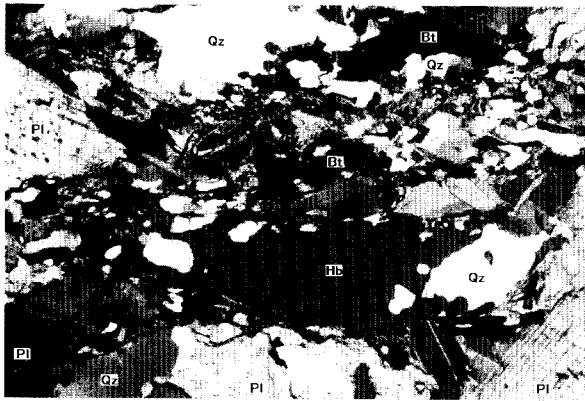


d: 同左
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Gt ざくろ石, Kf カリ長石, Pl 斜長石

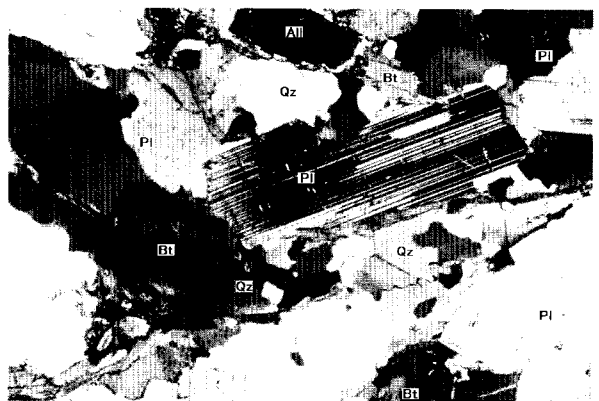


e: 同上
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 1.26mm
 S(Sb)-C'(Ss) 剪断組織, Ms 白雲母, Bt 黒雲母

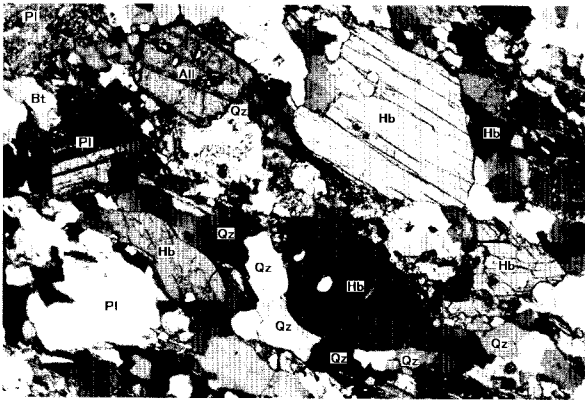
図版2 トーナル岩系列



a : No.03122201, No.13 露頭 (MTLから 1560m)
 マイロニティック中粒片麻状角閃石黒雲母トーナル岩
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Hb 角閃石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英



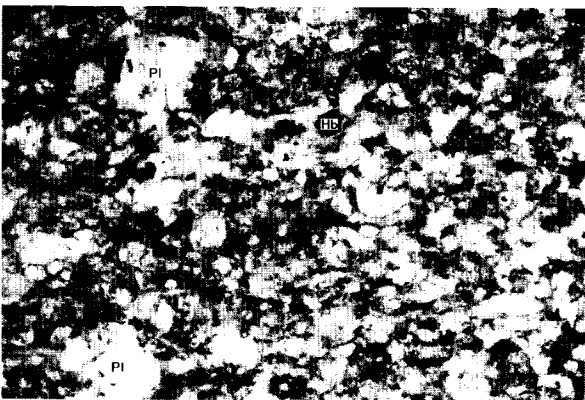
b : No.03122203, 同左
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 All 褐簾石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英



c : No.03122214, No.10 露頭 (MTLから 1030m)
 角閃石黒雲母花崗閃緑岩源プロトマイロナイト (優黒部)
 XZ, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 All 褐簾石, Hb 角閃石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英



d : No.03122216, No.8+2 露頭 (MTLから 720m)
 角閃石黒雲母トーナル岩源プロトマイロナイト
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Hb 角閃石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英

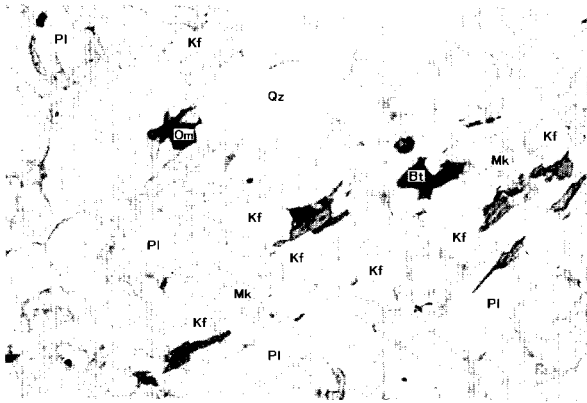


e : No.03122312, No.6 露頭 (MTLから 510m)
 細粒角閃石黒雲母トーナル岩源マイロナイト
 XZ 研磨面, 実体顕微鏡, 横幅 12.6mm
 Hb 角閃石, Pl 斜長石



f : 同左
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Hb 角閃石, Pl 斜長石, Bt 黒雲母, Qz 石英, Ep 緑緑石

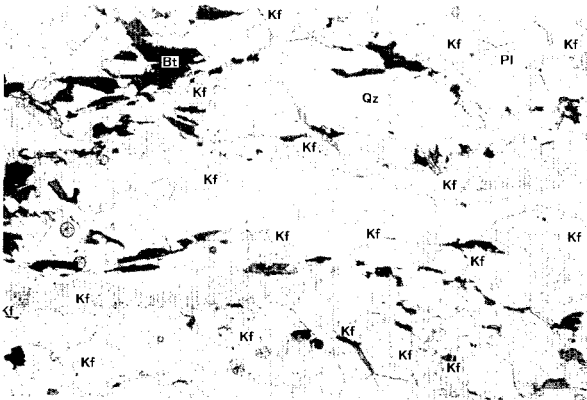
図版3 花崗閃緑岩系列 (1)



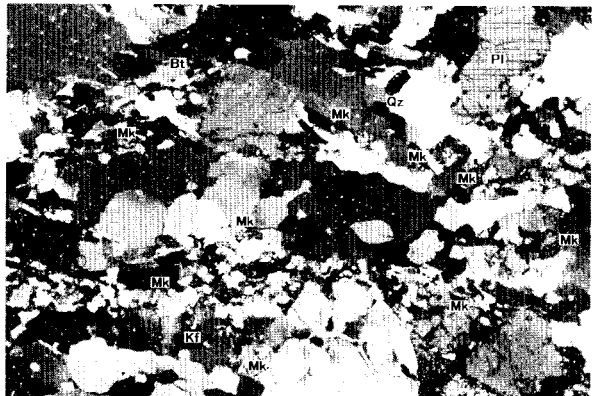
a: No.03122207, No.13-4 露頭 (MTLから 1320m)
 マイロニティック細粒片麻状黒雲母花崗岩, XZ面,
 偏光顕微鏡下方ポーラー (ベッケ線強調), 横幅 3.15mm
 Om 不透明鉱物, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Kf カリ長石,
 Qz 石英, Mk ミルメカイト



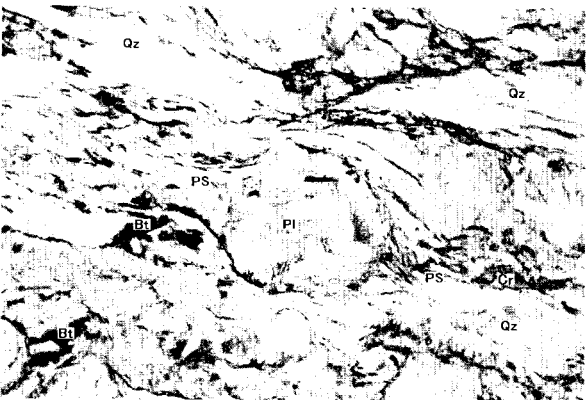
b: 同左 (ミルメカイト形成部分)
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 1.26mm
 Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Kf カリ長石, Qz 石英,
 Mk ミルメカイト



c: No.03122214, No.10 露頭 (MTLから 1030m)
 角閃石黒雲母花崗閃緑岩源プロトマイロナイト (優白部)
 XZ面, 偏光顕微鏡下方ポーラー, 横幅 1.26mm
 Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Kf カリ長石, Qz 石英



d: 同左
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 1.26mm
 Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Kf カリ長石, Qz 石英,
 Mk ミルメカイト

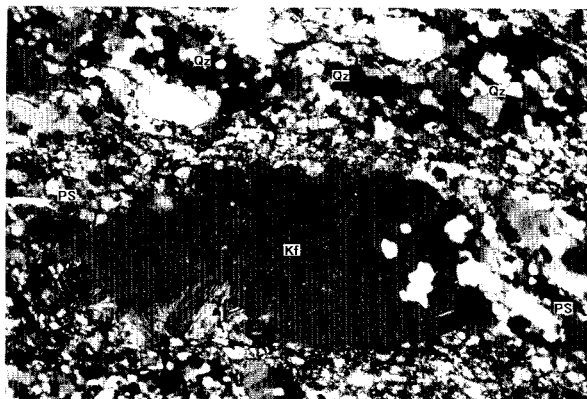


e: No.03122317, No.8 露頭 (MTLから 670m)
 花崗閃緑岩源ポーフィロクラスティック・マイロナイト
 XZ面, 偏光顕微鏡下方ポーラー, 横幅 3.15mm
 Bt 黒雲母, Cr 緑泥石, Pl 斜長石, Qz 石英,
 PS プレッシュャー・シャドウ



f: 同左
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Bt 黒雲母, Cr 緑泥石, Pl 斜長石, Qz 石英,
 PS プレッシュャー・シャドウ

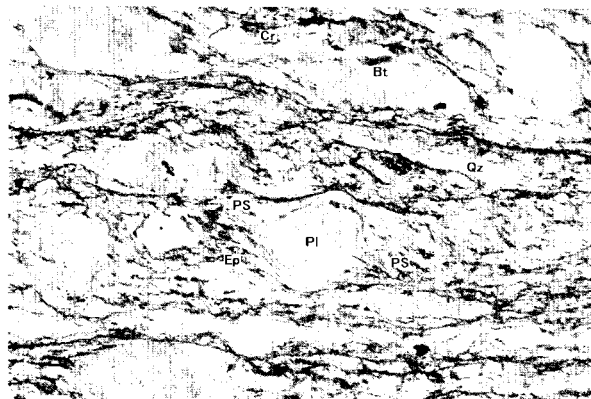
図版 4 花崗閃緑岩系列 (2)



a: 同前ページ最下段 (No.03122317, No.8 露頭)
XZ 面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
Kf カリ長石, Qz 石英, PS プレッシャー・シャドウ



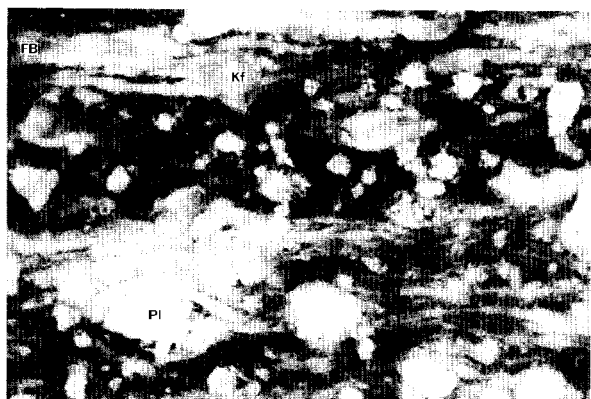
b: No.03122305, No.8-2 露頭 (MTL から 620m)
花崗閃緑岩源ポーフロクラスティック・マイロナイト
XZ 研磨面, 実体顕微鏡, 横幅 12.6mm



c: 同右上
XZ 面, 偏光顕微鏡下方ポーラー, 横幅 3.15mm
Bt 黒雲母, Cr 緑泥石, Ep 緑簾石, Pl 斜長石, Qz 石英,
PS プレッシャー・シャドウ



d: 同上
XZ 面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
Bt 黒雲母, Cr 緑泥石, Ep 緑簾石, Pl 斜長石, Qz 石英,
PS プレッシャー・シャドウ



e: No.03122309, No.6+1 露頭 (MTL から 520m)
花崗閃緑岩源ポーフロクラスティック・マイロナイト
XZ 研磨面, 実体顕微鏡, 横幅 12.6mm
Kf カリ長石, Pl 斜長石, FB フラクション・バンディング



f: 同左
XZ 面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
All 褐簾石, Kf カリ長石, Pl 斜長石

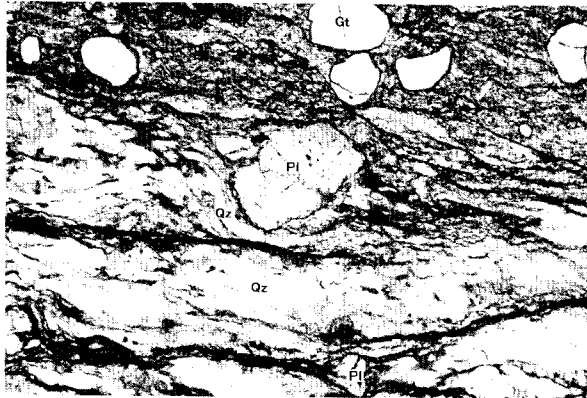
図版5 不均質な岩相 (1)



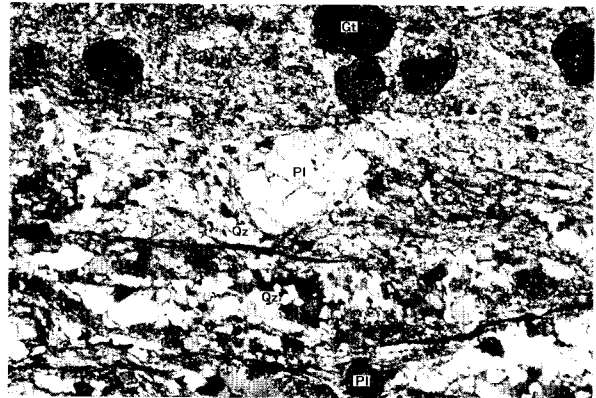
a: No.0312206, No.13-3 露頭 (MTLから 1350m)
 マイロニティック細粒片麻状角閃黒雲母トータル岩
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英



b: No.03122205-01, No.13-2 露頭 (MTLから 1410m)
 マイロニティック・トータル岩中の後生的脆性小剪断帯
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 CA 脆性剪断帯, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英



c: No.03122215, No.9 露頭 (MTLから 860m)
 含ざくろ石黒雲母花崗閃緑岩源プロトマイロナイト
 XZ面, 偏光顕微鏡下方ポーラー, 横幅 3.15mm
 Gt ざくろ石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英,



d: 同左
 XZ面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Gt ざくろ石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英

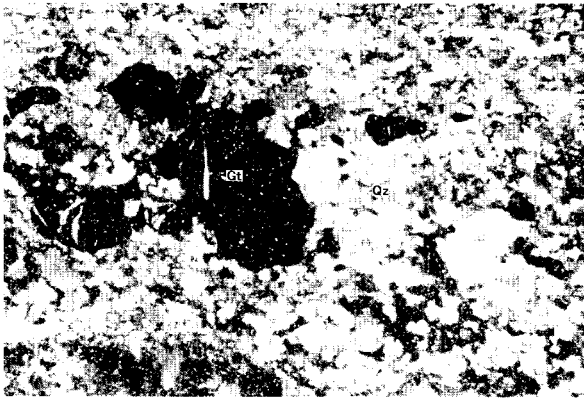


e: 同上
 XZ 研磨面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
 Gt ざくろ石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石, Qz 石英



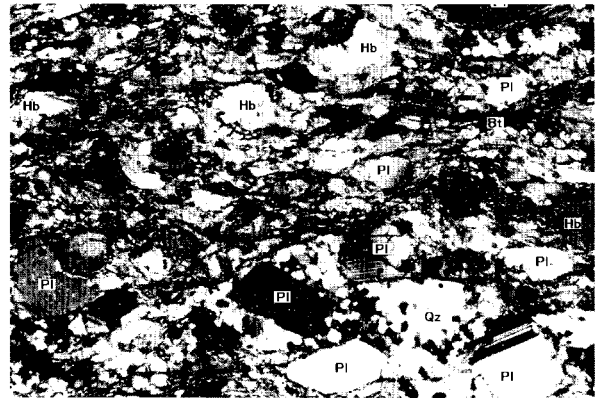
f: No.00000107 (MTLから 560m)
 含ざくろ石縞状花崗閃緑岩源プロトマイロナイト
 XZ 研磨面, 実体顕微鏡, 横幅 12.6mm
 Gt ざくろ石, MZ 優黒部, LZ 優白部

図版 6 不均質な岩相 (2)



a: No.03122230, No.7 露頭 (MTLから 560m)

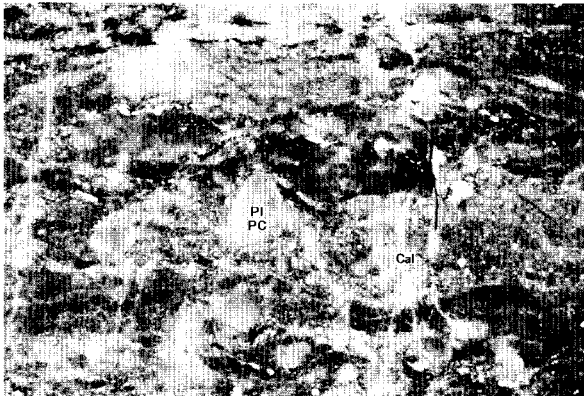
含ざくろ石黒雲母花崗岩源マイロナイト
(縞状花崗閃緑岩の優白部), XZ 面,
偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
Gt ざくろ石, Qz 石英



b: No.03122308, No.7-1 露頭 (MTLから 560m)

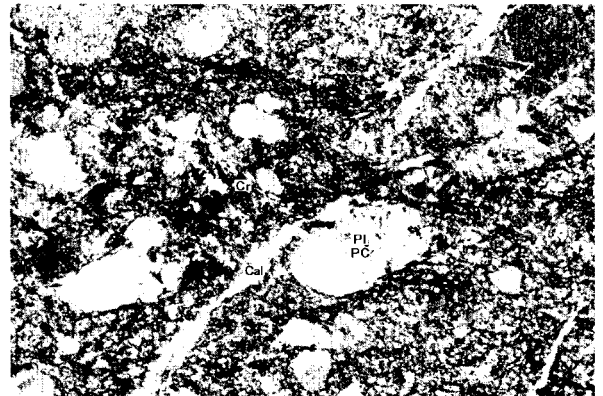
角閃石黒雲母トーナル岩源マイロナイト
(縞状花崗閃緑岩の優黒部), XZ 面,
偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
Hb 角閃石, Bt 黒雲母, Pl 斜長石

後生的脆性重複変形を受けたマイロナイト



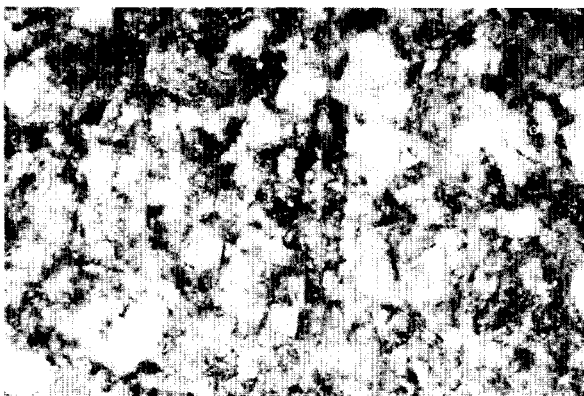
c: No.03122319, No.5+1 露頭 (MTLから 330m)

弱カタクレサイト化したポーフィロクラスティック・
マイロナイト, XZ 研磨面, 実体顕微鏡, 横幅 12.6mm
Pl 斜長石, PC ポーフィロクラスト, Cal 方解石脈



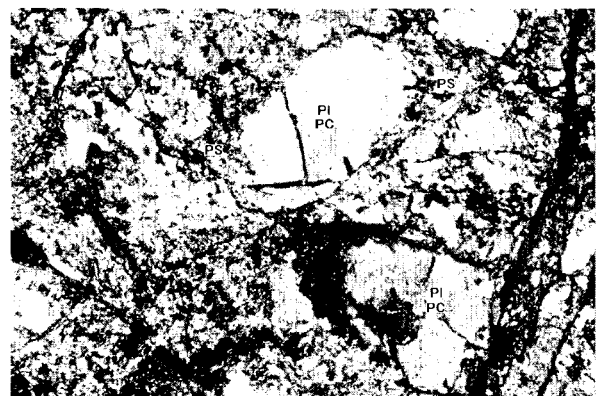
d: 同上

XZ 面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
Pl 斜長石, PC ポーフィロクラスト,
Cr 緑泥石脈, Cal 方解石脈



e: No.03122323, No.3+1 露頭 (MTLから 221m)

ポーフィロクラスティック・マイロナイト源
カタクレサイト,
XZ 研磨面, 実体顕微鏡, 横幅 12.6mm



f: 同左

XZ 面, 偏光顕微鏡クロスポーラー, 横幅 3.15mm
Pl 斜長石, PC ポーフィロクラスト,
PS プレッシュャー・シャドウ

付表1 高森山林道薄片試料記載表 (その1)

試料 番号 (薄片)	露頭 番号	MTL から の 直線 距離 (m)	面構造 の 姿勢	線構造 の 姿勢	主要造岩鉱物と副成分鉱物												再結晶石 英粒径		岩石名			
					角 閃 石	黒 雲 母	斜 長 石	カ リ 長 石	ミ ル メ カ イ ト	石 英	褐 簾 石	ざ く ろ 石	堇 青 石	白 雲 母	緑 泥 石	緑 簾 石	最大			平均		
																	500	250		250	μm	μm
																	μm	μm		μm		
hayashi 13	13				○	○	○			○	○							マイロニティック中粒片麻状角 閃石黒雲母トータル岩				
031222 01	13	1560	N21E 78W	N27E 14S	△	○	○			○	○							マイロニティック中粒片麻状角 閃石黒雲母トータル岩				
031222 02	13	1560																				
031222 03	13	1560	N1E 88E	N9E 36N	△	○	○	△		○	○							マイロニティック中粒片麻状角 閃石黒雲母トータル岩				
露頭	13-1	1500	N29E 82W																			
031222 04	13-2	1410			○	○	○	○		○								角閃石斑晶を含む花崗岩質脈				
031222 05-01	13-2	1410	N21E 76W		△	○	○	△		○	○							片麻状角閃石黒雲母トータル岩 (カタクラスティックな小剪断 帯がみられる)				
031222 05-02	13-2	1410	N21E 76W			○	○	△		○	○							片麻状角閃石黒雲母トータル岩				
031222 06	13-3	1350	N1E 84W	N1W 6N			○			○								細粒片麻状角閃石黒雲母 トータル岩				
031222 07	13-4	1320	N1E 74W	N1E 水平		○	○	◎	○	○	○							細粒片麻状黒雲母花崗岩 (アダメロ岩)				
露頭	13-5	1320	N33																			
031222 08	13-6	1210	N13E 60-86W		◎	◎	○	△		○	○							細粒片麻状角閃石黒雲母花崗閃 緑岩				
031222 09	13-7	1140				○	○	◎	○	○	○							細粒弱斑状黒雲母花崗岩				
hayashi 12	12	1270				○	○	△		○	○							細粒弱片麻状黒雲母トータル岩				
000001 12	12	1270				○	○	○		○	○							細粒弱片麻状黒雲母トータル岩				
031222 10	12	1270																				
露頭	11+1	1160																				
031222 11-01	11	1140	N1E 44W	N1E 水平		○	○	○	○	○		◎	◎	○				ざくろ石堇青石白雲母黒雲母片 麻岩 (縮状部)				
031222 11-02	11	1140	N1E 44W	N1E 水平		○	○	△		○		◎	◎	○				ざくろ石堇青石黒雲母片麻岩 (優黒部)				
031222 12	10+1	1060																				
031222 13	10+1	1060																				
031222 14	10	1030	N9E 76E	N11E 8N	○	○	○	○	○	○	○							角閃石黒雲母花崗閃緑岩源 プロトマイロナイト				
hayashi 09	9	860					○	○	○	○								黒雲母花崗閃緑岩源 プロトマイロナイト				
031222 15	9	860	N1W 46W	N1E 10S			○	○	○	○								含ざくろ石黒雲母花崗閃緑岩源 プロトマイロナイト				

付表3 高森山林道薄片試料記載表 (その3)

試料 番号 (薄片)	露頭 番号	MTL から の 直線 距離 (m)	面構造 の姿勢	線構造 の姿勢	主要造岩鉱物と副成分鉱物												再結晶石 英粒径		岩相	
					角閃石	黒雲母	斜長石	カリ長石	ミルメカイト	石英	褐簾石	ざくろ石	堇青石	白雲母	緑泥石	緑簾石	最大	平均		
																	500,250 μm	<250 μm		100,20 μm
境界 断層	4+1	290	N25E 72E													ポーフィロクラスティック・マイロナイト源プロトカタクレーサイトと堆積岩起源変成岩源カタクレーサイトの境界断層				
露頭	4	290	N19E 76E													カタクラスティック剪断面				
031223 18	4-1	290														砂質変成岩源カタクレーサイト(石英が多量、ざくろ石(破片化しているものも多い)が多い、電気石を含む)				
031223 17	4-2	290	N59E 34S	N77W 28E												砂質変成岩源カタクレーサイト(石英が多量)				
011128 04	4-3	280														砂質変成岩源カタクレーサイト(石英が多量)				
031223 16-01	4-3	280	N67E 14S	N51E 8S																
031223 16-02	4-3	280	N67E 14S	N51E 8S												砂質変成岩源カタクレーサイト(石英が多量)				
031223 15	4-4	280	N55E 68S	N43E 38S												砂質変成岩源カタクレーサイト(石英が多量) ぶどう石脈				
031223 14	4-5	260	N43E 62S	N33E 26S												砂質変成岩源カタクレーサイト(石英が多量) ぶどう石脈				
031223 20-01	3+4	240														ポーフィロクラスティック・マイロナイト源カタクレーサイト				
031223 20-02	3+4	240														ポーフィロクラスティック・マイロナイト源カタクレーサイト				
031223 21	3+3	300	N67W 66N	N57W 24W												ポーフィロクラスティック・マイロナイト源カタクレーサイト				
031223 22-01	3+2	233	N9W 40N													ポーフィロクラスティック・マイロナイト源カタクレーサイト				
031223 22-02	3+2	233	N9W 40N																	
031223 23	3+1	221	N20E 10S													ポーフィロクラスティック・マイロナイト源カタクレーサイト				
	3	216																		
断層	3-2	208	N66E 62E													ポーフィロクラスティック・マイロナイト源カタクレーサイトと堆積岩起源変成岩源カタクレーサイトの境界断層				
断層	2+4	197	N32E 80E																	
	2	180																		
ゲート	1+5	170																		
国道入口看板	1	150																		