

# 愛媛県四国中央市関川流域に見られる三波川変成岩類の分析

愛媛大学附属高等学校

Monyakova Parvez Masako

斎藤 遙香

## はじめに

愛媛県四国中央市を流れる関川流域では、上流に位置する東赤石山から運搬され堆積した三波川変成岩類が多く見られる。本研究では、同地域にて採取した岩石のうちエクロジャイトと透輝石角閃石岩の薄片を作成し、走査型電子顕微鏡による観察と化学分析を通して、先行研究で述べられている本地域での地殻変動の痕跡を探ることを目的としている。

## 地質概説及び試料採集地

採集地点は四国中央市土居町を流れる関川という河川の下流域である。関川は赤石山系に端を発しており、上流には三波川変成帯が分布している(図1)。そのため、関川下流には三波川変成岩類が多産している。三波川変成帯とは、日本の地帯構造区分の一つで、中央構造線の外帯側に、関東から九州まで続いている地質帯である。低温・高圧型の広域変成岩である結晶片岩類が多く出現するが、本地域では、ざくろ石角閃岩類やエクロジャイトなどのより高温・高圧で形成されたと考えられる変成岩類がかんらん岩や角閃岩類と共に出現する。また、それら高変成度の岩石は、9000万年前に白亜紀の沈み込み境界面に沿って深さ20~80 kmで形成されたエクロジャイトユニットや白滝ユニット(図2A)に由来するものである。その後、それらのユニットでは稠密な褶曲と地域的な延性変形が起こり、地表へと押し上げられ(図2B)、6000万年前になると、三波川帯の最も浅い層において、正断層と侵食による地殻変動が支配的になったことで、地表に露出することとなった(図2C)。

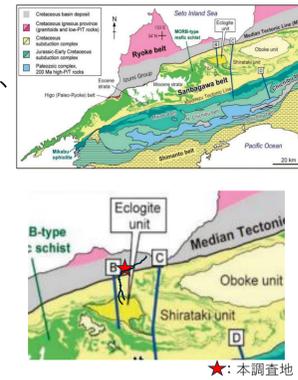


図1. 岩石試料採集地点 (Endo, Koketsu, Aoya 2020に加筆)

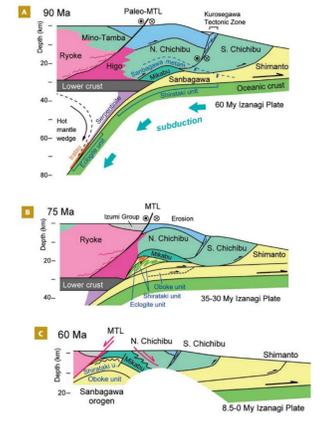


図2. 三波川変成岩の沈み込みと隆起 (Endo, Koketsu, Aoya 2020より引用)

## 研究方法

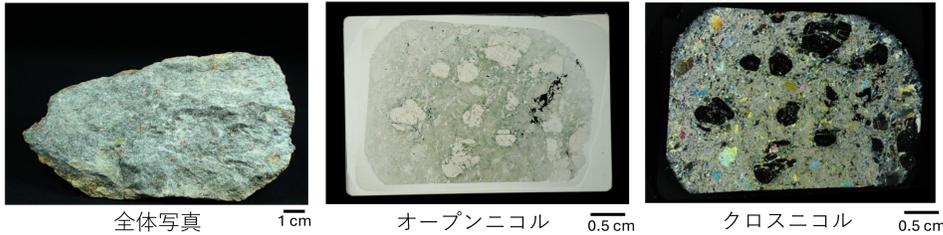
- ①採取した2種類の岩石について偏光顕微鏡での薄片の観察やXRD実験を行い構成鉱物や量比、組織を明らかにする。
- ②走査型電子顕微鏡を用いて観察、化学分析を行う。

- ・XRD実験  
RIGAKU製粉末X線回折装置 Ultima IV (管電圧 40 V, 管電40 mA) 設置場所: 愛媛大学理学部

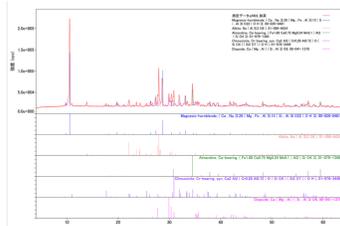
- ・化学分析  
EDSを装着した走査型電子顕微鏡 (SEM-EDS) JEOL製JSM-6510LV 加速電圧15 kv, 照射電流0.8 nA 設置場所: 愛媛大学理学部

## 試料観察・分析結果

### エクロジャイト



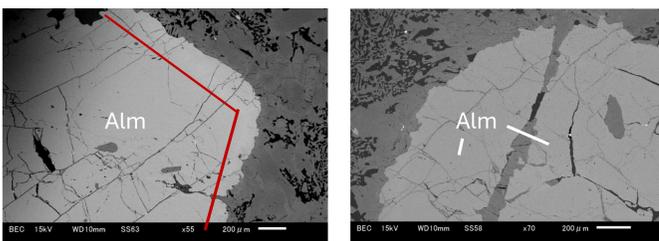
特徴: 非常に硬く、ざくろ石の粒が多く見受けられ、岩石は、全体的に緑がかった。



### 構成鉱物

左図の測定データより、角閃石 (Magnesio-hornblende) が最も多く含まれていることが分かる。次点で曹長石 (Albite) が多い。その他には、ざくろ石 (Almandine)、単斜灰簾石 (Clinzoisite)、透輝石 (Diopside) などが含まれていた。

### ざくろ石の累帯構造



Alm → Almandine  
Di → Diopside  
Ab → Albite

左の画像の赤線の外側にあたるAlmの外縁部と内側の核部において、正累帯構造が観察できたが、右の画像のように他のAlmの斑晶では観察できなかった。

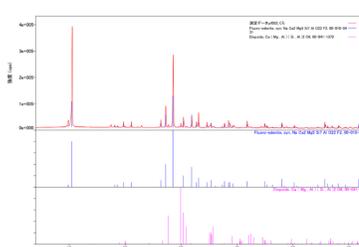
元素	核部	外縁部
Mn	0.06	0.04
Mg	0.44	0.38
Fe	1.66	1.78

元素	平均
Mn	0.07
Mg	0.44
Fe	1.66

### 透輝石角閃石岩



特徴: 緑色の部分が多いが、黒色の部分も存在している。



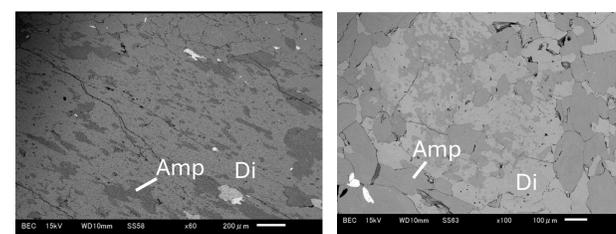
黒色部分のデータ

緑色部分のデータ

### 構成鉱物

左図の測定データより、緑色部分には透輝石が黒色部分には角閃石が多く含まれている。

### 輝石の角閃石への変質



Di → Diopside Amp → Amphibole

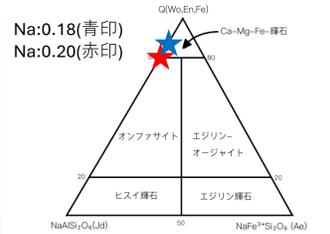
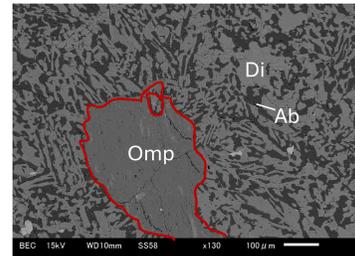


図3. 輝石の組成範囲を示す三角図

輝石の一部が変質し角閃石を形成しており、電子顕微鏡下で方向性のある組織とない組織を見ることが出来る。これらは、方位が異なるため見え方が異なっていると考えられる。また、左図の輝石には図3(赤印)のようにNa値が高く、オンファス輝石に近いものが見られたため、Na値とこれらの組織との関連を考えたが、他の部分で見られた同様の組織では、Na値が高いとは言えず、組織と輝石のNa値との関連は確認できなかった。

### 曹長石と透輝石からなるシンプレクタイト



Omp → omphacite Di → Diopside Ab → Albite

コントラストでの量比

Di : Ab = 71991 : 39510 ≒ 3 : 2

$4(\text{Ca}_{0.6}\text{Na}_{0.4}\text{Al}_{0.4}\text{Mg}_{0.45}\text{Fe}_{0.15})\text{SiO}_2 + \text{SiO}_2 \rightarrow 3(\text{Ca}_{0.8}\text{Na}_{0.2}\text{Al}_{6.2}\text{Mg}_{0.6}\text{Fe}_{0.2})\text{SiO}_2 + \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$   
数値のずれは多少生じているものの、コントラストの量比とおおよそ一致していることが分かる。

## 謝辞

本研究においてご指導、ご助言をいただいた愛媛大学大学院理工学研究科の白勢洋平先生、研究を進めるにあたって様々な面で協力して下さった根岸漂先生、ありがとうございました。

## 引用文献

- ・富田克敏・山口佳昭(1980) 輝石と角閃石の連晶と構造的関連. 岩石鉱物鉱床学会誌, 特別号, 2号, 31-43,
- ・N.Morimoto (1989) "Nomenclature of pyroxenes" Mineralogical Journal, vol.14, no.5, pp.198-221
- ・Endo, Koketsu, Aoya(2024) "Elements", Vol. 20, 77-82
- ・高須晃・上阪佳史(1987) 別子地域三波川変成帯, 五良津緑れん石角閃岩体中のエクロジャイト. 地質学雑誌第93巻, 第7号, 517-520
- ・猶原亮介(1995) 四国中央部三波川帯瀬湯谷地域に新しく見出されたエクロジャイト. 島根大学地質学研究報告 14, 117-125
- ・櫻井剛・高須晃(2009) 四国中央部三波川変成帯別子地域峨嵋岩体の地質とエクロジャイトの変成作用. 地質学雑誌第115巻, 第3号, 101-121
- ・三河内岳・紋川亮・杉山和正(2011) 地球外試料中角閃石の結晶化学と形成過程について. 日本結晶学会誌 53, 64-69

## まとめ

ざくろ石の累帯構造では、核部から外縁部に向かって MnとMgが単調減少し、Feは増加していることから、核部の形成時のほうが外縁部の形成時より高温であったと考えられる。また、曹長石、透輝石の量比がおおむね等しかったことから、オンファス輝石は、曹長石と透輝石に置換されシンプレクタイトを形成していると考えられる。曹長石は、緑簾石角閃岩相の鉱物であることから、先行研究の通り、エクロジャイトが後退変成作用を受けたと考えられる。また、透輝石角閃石岩の観察では、輝石の一部が角閃石に変質している部分を確認できたことで、水の介在による変成作用により、次式  $[\text{CaMgSi}_2\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$  のような反応も起こっていたと考えられる。

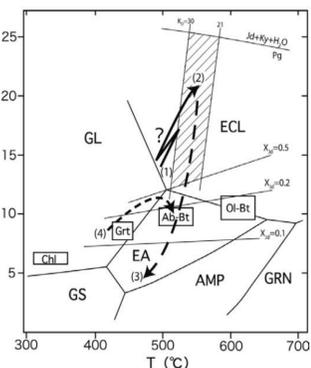


図4. 峨嵋岩体エクロジャイトの変成経路 (櫻井・高須 2009より引用)