globular 等の形状で析出する。両者の出現は斑銅鉱中に固溶又は超顕微鏡的微粒子として存在していたものが集積析出したものと考えられる。試料の分析結果からも計算上 0.1vol% の四面銅鉱分子及び 4vol% の黄銅鉱分子の存在が認められ両者が分離する可能性を示している。一旦析出した両鉱物は温度の上昇により斑銅鉱との固溶体をなして吸収される。

(4) 斑銅鉱は 420°C 前後で約 1% の硫黄が逸出し、650°C までは変化が少いが再び急激に脱硫し、950°C では約 2% の硫黄を失う。第 1 段の脱硫は主として黄銅鉱の脱硫、第 2 段の脱硫は斑銅鉱の解離によると推定される。950°C 1hr で前記 [1] 式による斑銅鉱の解離は約 70% に達する。

(5) 650°C 以上の加熱体の徐冷により出現する組織は 740°C (23.6%S) 前後を境とし次の 2 種に大別される。

- (a) 低温部—輝銅鉱—斑銅鉱の oleander-leaf 組織。斑銅鉱が leaf をなし更にその中核をなして黄銅鉱が析出する。
- (b) 高温部—輝銅鉱の格子状組織、一部は oleander-leaf 状組織、格子の間隙は黄銅鉱成分に近い固溶体と斑銅鉱成分に近い固溶体と斑銅鉱成分に近い固溶体が graphic乃至 pseudoeutectic 組織をする。

(6) 500°C 以上で金属銅が析出し、950°C で磁硫鉄鉱が現出する。

本研究は文部省科学研究費の援助を受けて行つたもので深謝の意を表する。又種々の実験に熱心に協力した永野昭三、遠藤強の両君に感謝する。

四國吉野川流石の榴輝岩質岩

Eclogitic rock found as a block on the
River Yoshino, Shikoku

石川俊夫 (Toshio Ishikawa)

Abstract The author described the petrographical character of the eclogitic rock found as a block on the River Yoshino, and gave some consideration on its genesis.

本邦に於いて古く別子の榴輝岩と稱せられたものは柘榴石角閃岩で真の榴輝岩でない事は嘗て鈴木醇¹⁾によつて述べられたが、1930 年鈴木²⁾は初

岩石礦物礦床学会誌第 36 卷 第 2 号 昭和 27 年 5 月

1) 鈴木醇, 伊予別子鉾山附近の角閃岩の成因。地質, 33, 483-516, 1926

2) T. Suzuki; Petrological study of the crystalline schist system of Shikoku, Tapan. 北大紀要, 1, '52, 1930

めて愛媛県赤石附近（産地未詳）の榴輝岩を記載した。其後岡忍¹⁾は愛媛県宇摩郡別子山村東赤石山附近の榴輝岩の露出を確め、1937年堀越義一²⁾は其産状、岩質及び成因を詳細に調査研究して発表した。1939年筆者は徳島県三廻鉾山附近の流石中より榴輝岩質岩を採取し、其後其露出を確むるに至らず今日に至つたが、既報の榴輝岩とは稍岩質を異にするので茲に簡単に報告する。

外觀 本岩礫は長径約20種の円礫されたもので、灰白色と暗緑色の斑状を示し、紅褐色柘榴石は暗緑色部に多く散点する。

顯微鏡的性質 柘榴石最も多く、単斜輝石及び緑色角閃石は之に次ぎ略等量に存し、其他藍閃石、綠簾石、金紅石、白雲母、石英、斜長石、斜鋸輝石、チタン鉄鉾、綠泥石を含有する。之等鉾物成分の光學的性質及び比較の爲赤石附近及び東赤石山の榴輝岩の鉾物成分を別表に示す。

柘榴石は一般に長径1~2.5粒、半自形乃至粒状を示し、割目に富み、屢々平行な割目が著しい。（第1及び2図）又此割目に沿い屢々角閃石、

第1表 本邦産榴輝岩の構成鉾物表 （ ）内の鉾物は比較的小量の成分

赤 石 (鈴木)	東 赤 石 山 (堀越)	吉 野 川 流 石 (石川)
柘 榴 石	紅 榴 石 $ND=1.757$	柘榴石 $ND=1.778$, 淡桃
綠 輝 石	透 輝 石 $\begin{cases} \alpha=1.672 \\ \beta=1.680 \\ \gamma=1.699 \\ C \wedge Z=42^\circ \\ (+) 2v=62 \end{cases}$	單斜輝石 $\begin{cases} \text{淡青綠, 淡黃綠, 或は殆無色} \\ N_{10}=1.663, N_D \\ c \wedge Z=48^\circ, 50^\circ, 51^\circ, 52^\circ, 56^\circ, 58^\circ, 58^\circ, 58^\circ \\ (+) 2V=62^\circ, 68^\circ, 72^\circ, 73^\circ, 78^\circ, 83^\circ \end{cases}$
(藍閃石)	(頑火石) $\begin{cases} \gamma=1.672 \\ 2\alpha=80^\circ \end{cases}$	藍 閃 石 $\begin{cases} X=\text{淡黃}, Y=\text{淡青紫}, Z=\text{淡紫青} \\ c \wedge Z=6^\circ, 16^\circ \\ (-) 2V=39^\circ, 39^\circ, 40^\circ \end{cases}$
	(橄欖石) $\begin{cases} \alpha=1.650 \\ -1.655 \\ 2v=90^\circ \end{cases}$	綠色角閃石 $\begin{cases} X=\text{淡黃}, Y=\text{黃綠}, Z=\text{濃綠青} \\ N_D=1.657, N_D=1.671 \\ c \wedge Z=11^\circ, 18^\circ \\ (-) 2V=57^\circ, 76^\circ, 78^\circ \end{cases}$
	(角閃石)	綠 簾 石 $c \wedge X=1.5 \quad (-) 2V=86^\circ$
	(綠簾石)	(斜鋸輝石) $c \wedge X=9^\circ \quad (+) 2V=86^\circ$
	(斜鋸石)	(白雲母) $(-) 2V=44^\circ$
白雲母	(曹長石)	(斜長石)
(斜長石)		(石 英)
石 英		(金紅石) $X=\text{鈣}, Z=\text{橙}$
(金紅石)	(金紅石)	(綠泥石)
(綠泥石)	綠 泥 石 (チタン鉄鉾, 磁鉄鉾)	(チタン鉄鉾)
(楯石)	(楯石)	

1) 岡忍, 東大卒論 (手記), 1933

2) 堀越義一, 伊予東赤石山附近産の榴輝岩に就いて。地質, 44, 141-144, 1937

緑泥石、緑簾石或は藍閃石が生成し、時に柘榴石は0.3 耗以下の粒状体に分離する。柘榴石の割目に角閃石、緑簾石等の生成してる例は他の榴輝岩にも少くない。¹⁾²⁾³⁾ 柘榴石の包裹物には金紅石、チタン鉄鈹及び単斜輝石が存する。

単斜輝石は径1.5~2.5 耗の半自形を示し、淡青緑或淡黄緑。時に殆んど無色であるが、稀に弱い多色性を有する。何れも劈開著しく、時に裂開も発達し(第1 図)、又多量の塵状包裹物を含むものがある。緑輝石と透輝石質輝石は光学的性質のみでは類似せる場合もあるので⁴⁾、化学成分を確かめずに緑輝石か否か断定することは無理と思われる。単斜輝石の周縁は殆んど常に濃緑青色角閃石に漸移し、往々不規則纖維状をなす。即ちケリファイト縁を有し、榴輝岩相より角閃岩相への移化を示す。移化帯の緑色部には

第1 図 榴輝岩質岩の顕微鏡スケッチ
(鈴木淑夫学士による)

G....柘榴石 O....単斜輝石
A....緑色角閃石 R....金紅石

第2 図 榴輝岩質岩の顕微鏡スケッチ
(鈴木淑夫学士による)

左下半..角閃岩相 右上半..緑簾石角
閃石片岩相 G..柘榴石 A..緑色角閃石
R..金紅石 E..緑簾石 F..長石、石英

- 1) E. Kümmel; Zur kennzeichnung der Krystallinischen Fazies der Siegrabene Deckescholle in Rosaliengebirge. Anz. Akad. Wiss. Wien, 1934, Nr.3, 31-34, 1934
- 2) J. J. H. Teall; On a eclogite from Loch Duich. Min. Mag. Vol. 9, 217-218, 1891
- 3) A. R. Alderman; Eclogites from the neighbourhood of Glenelg, Inverness shire. Q. J. G. S. Vol. 45, 488-530, 1936
- 4) T. G. Bonney; On a glaucophane eclogite from the Vald' Aoste., Min. Mag. Vol. 7, 1-8, 1886

$c \wedge Z = 45^\circ$, $2V = 90^\circ$ を示し、単斜輝石の如く消光角大なるものが稀に存する。

藍閃石は一般に徑 1 耗以下で、Vald' Aoste の藍閃石榴輝岩中の藍閃石の如く¹⁾ 稍淡色であるが特徴的な多色性を示す。劈開は少く片縁は濃緑青色角閃石に漸変するが、移化帯の緑色部には $(-)2V = 40^\circ$ を示し、藍閃石の如く光軸角小なるものがある。

緑色角閃石は他形或は纖維狀を示し、単斜輝石或は藍閃石より変化せるもので、往々全く単斜輝石を置換する。一般に濃色で劈開が著しいが、緑簾石と共出する場合は稍淡色の小柱狀を示し、大晶でも劈開或は割目より分離して小晶の集合せる如き狀をなして居る。

緑簾石は 0.1~0.2 耗大の粒狀を示し、略等粒の白雲母、石英、斜長石、角閃石、斜黝簾石緑泥石と共に集合し、前記岩質の間に填布狀に存する(第 2 図)金紅石は 0.4 耗以下の粒狀をなして多量に散点し、屢柘榴石の包裹物として認められ、時に柘榴石の割目を充す角閃石中に小粒狀のものが密集する。又金紅石は時に暗鋼色チタン鉄鈹に変化する。

上述鈹物成分より見れば本岩は榴輝角閃岩 (eclogite amphibolite) と稱すべきものであろう¹⁾。

成因的考察 Eskola²⁾³⁾ によれば橄欖岩中の榴輝岩は紅榴石と透輝石を主とし、更に橄欖石、頑火石を含有し、アルカリ乏しく、酸化第 2 クロームに富む。之に反し、片麻岩或は其他の母岩中のものはアルカリに富み、酸化第 2 クローム少く、曹達及び礬土は硬玉成分として単斜輝石に入り緑輝石を成生する。東赤石山橄欖岩中のものは其産狀、岩質⁴⁾ 共に前者に屬する。本岩は岩質上後者に屬する如く、低下變成作用を受けた場合単斜輝石中の曹達により藍閃石を生じ易く、榴輝岩相は藍閃石片岩相に移化する⁵⁾⁶⁾。鈴木の記載せるものも或は此種のものかも知れない。多量の角閃石の生成は榴輝岩相より、或は藍閃石片岩相を経て角閃岩相に変つた部分である。柘榴石と輝石の相互作用により成生した角閃石は濃色を呈し⁷⁾。或は柘榴石に伴う角閃石の濃青色は鉄分によると述べられて居るが、本岩中

1) H. Wieseneder; Beiträge zur Kenntnis der Ost alpinen Eklogite. Min. Petr. Mitt. Abt. B, Bd. 46, 174-211, 1935

2) P. Eskola; On the eclogites of Norway. Vidensk. Skrift. I. 8, 1~117, 1921

3) P. Eskola; Metamorphe Gesteine (Barth, Correns u. Eskola; Entstehung der Gesteine, 363, 367), 1939

4) 前 掲

5) 前 掲

6) 前 掲

7) 前 掲

の角閃石の濃青緑色は、単斜輝石の角閃石化の際之に伴うべき斜長石の成生が本岩では少く、従つて斜長石を構成すべき曹達の角閃石に入り影響を与えて居るためではなからうか。又角閃石が小粒に分離し、或は小柱状をなして緑簾石、斜黝簾石、白雲母、斜長石、石英等の小粒と集合せる部分は角閃岩相より緑簾石-角閃石片岩相に変化せるものであろう。又榴輝岩中のチタンは輝石成分に入らず金紅石或はチタン鉄鈦を生成する事が普通で、金紅石の成生は容量の縮少とも関係がある¹⁾

榴輝岩が低下変成作用により本岩と同様種々の岩相を示す例は Allabin (Zermatt)²⁾ や Glenelg (Invernessshire) の榴輝岩にも見られ、Eskola³⁾ は柘榴石角閃岩にも榴輝岩より変成せるものがあることを述べて居る。

榴輝岩の産状並に成因に関し Eskola³⁾ は次の如く分類して居る。即ち (1) 岩漿の初生分結物としてキンバリー岩や玄武岩中に包裹せらるゝもの。(2) グン橄欖岩や蛇紋岩中に墨流状或は縞状に含まれ、母岩と同時成生の岩漿源のもの。(3) ミグマタイト質片麻岩又は花崗岩中にレンズ状包裹物として産するもの。(成因には Eskola, Fiedler, Backlund 等の種々の説がある。)(4) 角閃岩や雲母片岩と共に層状或は縞状に産し、余り深くない場所で構造運動に関係して生成せるもの。

東赤石山のものは橄欖岩中にレンズ状に互層をなして含まれ、母岩成生後進入せるペグマタイト質脈と考えられている⁴⁾。本岩は原産状不明のものであるが、外観は寧ろ柘榴石角閃岩の或者と類似し、吉野川上流の三波川系角閃岩或は角閃石片岩等の間に成生せるものではなからうか。即ち地殻の極深所で高压により成生したものではなく、東部アルプスの榴輝岩の如く⁵⁾ 構造運動に関係し、余り深くない場所で偏圧の増大により基性乃至超塩基性火成岩⁶⁾ が局部的に異常に反応を促進された結果成生せるものゝ如く考えられる。

本岩は鈴木醇教授に支給された學術振興会補助金による四国東部の別子式銅鉄床調査の際に採取せるもので、此好機会を与えられ、且本岩の榴輝岩として興味あるものであることを御教示下された鈴木醇教授に対し深甚の謝意を表する。又本岩の顕微鏡図を描写下さつた鈴木淑夫学士に厚く感謝するものである。

1) 前 掲

2) A. Harker; Metamorphism 307-311, 1932

3) 前 掲

4) 前 掲

5) 前 掲

6) 前 掲