

豪州南東部NSW州南東部沿岸Bingi Bingi Pointの複合深成岩体のマグマ分化末期の環境

—角閃石の波状累帯構造に基づいて—

兵庫県立姫路東高等学校 科学部オーストラリア班

稲本晴香 陰山麻愉 永野千世 藤田詩桜 松田理沙 村尾倭生 横山桃子 石井漸 岡本莉空 永井翔 中田天晴 中村賢矢 富士佳蓮
前川司 辻本ゆき乃 西川大貴 藤本知真 山口歩珠

キーワード 熱水残液 波状累帯構造 組合せ置換 サブソリダス

研究の動機と背景 異なるマグマの不完全な混入を残しマグマ分化過程を知る重要な地域だが、詳細な岩石鉱物学的研究はなされていないNSW州の露頭調査を行い、マグマ分化末期の環境を推定する。

角閃石の波状累帯構造とは 結晶の成長方向(c軸)に幅数 μm の微細な帯状構造が何重にも繰り返して発達する構造で、マグマ分化末期の流体相(熱水残液)の循環によって、既に結晶化している角閃石のリム部が二次的に再平衡し、イオン置換によって形成される1)。

調査地域の概要

- 19名で5日間にわたって豪州NSW州南東部沿岸地帯の露頭調査を行い、21個の岩石試料を採取した。
- 調査地域は、Bingi Bingi Point海岸線沿い、周囲約1.5km(図1/南緯 $36^{\circ} 0' 50''$ 、東経 $150^{\circ} 9' 22''$ 付近)。
- Lachlan Fold Beltに位置するMoruya Batholithの一部をなす2)3)。
- Bingi Bingi Point海岸線沿いには古生代デボン紀4)の2種類の異なるマグマが地表10kmにわたって現れている。
- これらの深成岩の割れ目に、幅4mのアプライト脈が貫入する。
- 3000万年前5)に玄武岩マグマが割れ目に沿って貫入。
- 作成した岩石分布図を図2に示す。



図1 露頭調査地点 (Google Earth)

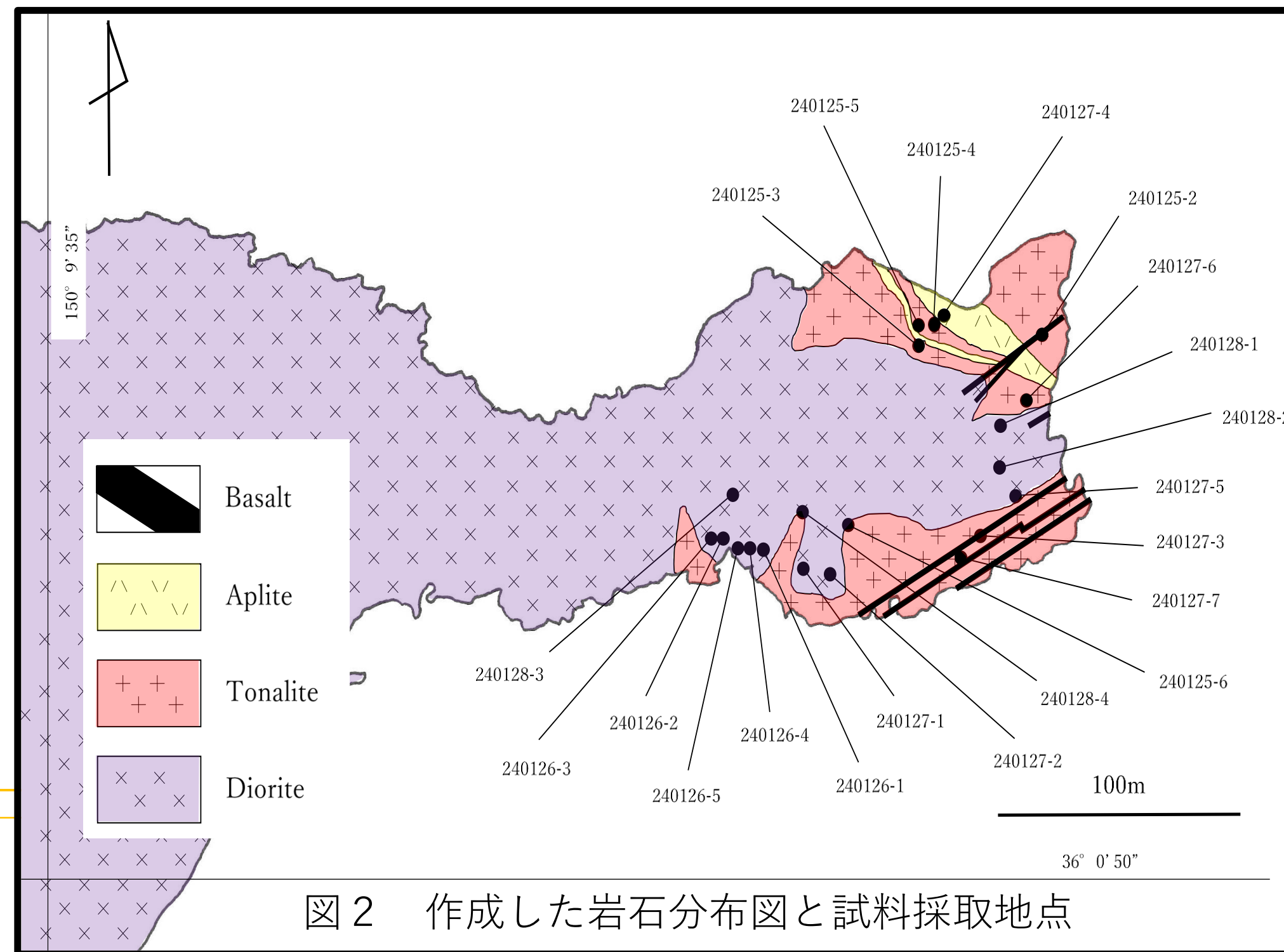


図2 作成した岩石分布図と試料採取地点

岩石の概要

(1) 閃緑岩

- 岩体の周縁部には、二次的に熱水支脈が入り込み、熱の影響で自形角閃石の巨晶が晶出している。



図3 閃緑岩捕獲岩

(2) トーナル岩

- 閃緑岩の岩片を捕獲岩として包有。
- 閃緑岩との接触部付近の捕獲岩は角ばっているが離れるにつれて引き伸ばされている(図3)。
- トーナル岩と紡錘形の閃緑岩の捕獲岩との接触部には細粒の有色鉱物が見られ、トーナル岩マグマから熱の影響を受けたことを示す(図4)。
- 捕獲岩の走向は閃緑岩とトーナル岩の接触面にほぼ平行(図5)。

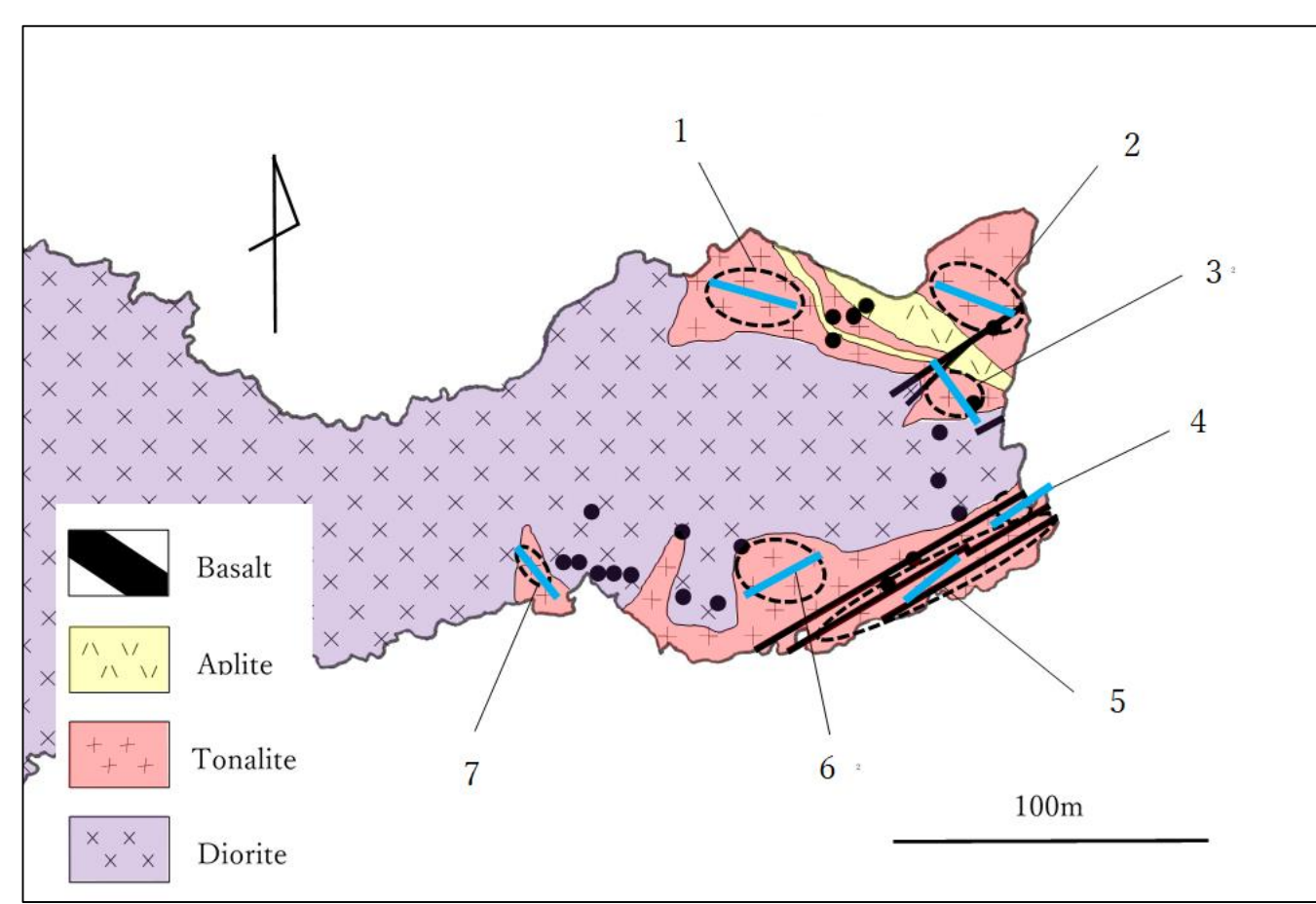


図4 接触部

(3) アプライト脈

- トーナル岩を貫く。
- 閃緑岩やトーナル岩の捕獲岩をもつ(図6)。



図6 接触部

(4) 玄武岩

- 黒色脈2本と赤く酸化した脈1本が平行に伸びる。
- 黒色玄武岩脈は、いずれも閃緑岩やトーナル岩、アプライト脈を切って直線的に伸びる(図7)。
- 玄武岩との接触部のアプライトには、黒色玄武岩による熱の影響がみられる。
- 赤色および黒色玄武岩は、いずれもアプライトの岩片を捕獲岩として包有する。

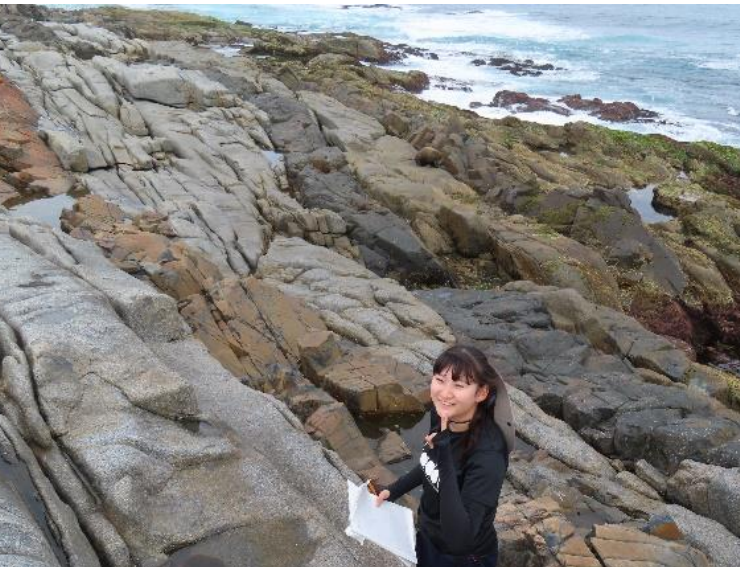


図7 2種類の玄武岩

引用文献

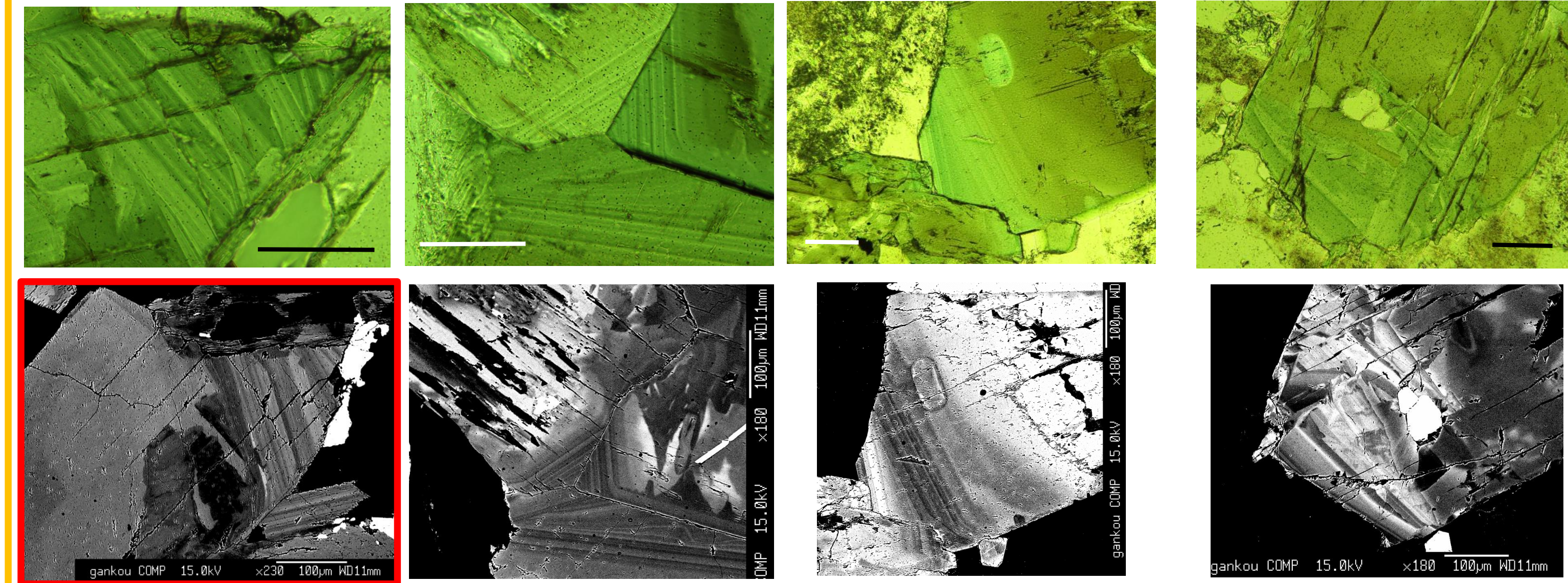
- 1) Kawakatsu, K. and Yamaguchi, Y. (1987) Geochim. Cosmochim. Acta, 51, 535-540.
- 2) Prendergast, E.I. (2007) Australian J. Earth Sciences, 481-501.
- 3) Prendergast, E.I., Offler, R. and Zwingmann, H. (2012) Australian J. Earth Sciences, 1-18.
- 4) Whalen, J.B. and Chappell, B.W. (1988) Amer. Mineral., 73, 281-296.
- 5) Branagan, D.F. and Packham, G.H. (2000) Published by New South Wales department of Mineral Resources, Sydney, 317-319.
- 6) Wiebe, R.A. and Collins, W.J. (1998) J. Struct. Geol., vol. 20, 1273-1289.
- 7) Smith, J.V. (2004) J. Struct. Geol., 26, 1317-1339.
- 8) 兵庫県立姫路東高等学校科学部 (2023) 日本地質学会第128年学術大会要旨/第20回神奈川大学全国高校生理科・科学論文大賞努力賞受賞論文.

謝辞

京都大学大学院理学研究科の河上哲生教授と修士の中野美玖氏にはEPMA分析を行う便宜を図っていただいた。ここに謝意を表す。

角閃石の波状累帯構造

- トーナル岩と接する閃緑岩から多くの明瞭な波状累帯構造を発見した(図8)。淡緑色のリム部にのみ発達し淡褐色のコア部にはない。
- c軸方向だけでなく角閃石の結晶の横からも熱水が侵入した跡がみられるが、波状累帯構造はc軸方向にのみ発達している(図8)。
- 外側の累帯構造が内側の構造を切るように発達している。異なる角閃石の結晶でも、リム部を寄せ合う結晶粒の外側から平行に細かい帯が対応して形成されている(図8)。
- 閃緑岩体中央部の角閃石にはパッチー状にコア部が残存し、その間隙を波状累帯構造が埋める激しい再平衡がみられる(図9)。



試料240125-6①

試料240127-5①

試料240127-5②

試料240128-2

図8 トーナル岩と接する閃緑岩の角閃石の波状累帯構造の例(上段: オープンニコル200倍/スケールバーは10 μm 、下段: 反射電子線像)

図9 トーナル岩から離れた閃緑岩の角閃石

波状累帯構造のEPMA分析 (試料240125-6①の例)



考察

- (1) 先に固結していた閃緑岩を分化したトーナル岩マグマが包み込み、熱対流で閃緑岩片をはがしとって引延ばし6)7)、既に固結していた花崗岩類の壁に沿って配列した。
- (2) その際トーナル岩マグマの脱水・発泡による数度の熱水残液の作用1)の影響を閃緑岩が記録して角閃石に波状累帯構造を発達させた。
- (3) 淡緑色リム部とそこに発達した波状累帯構造は自形磁鉄鉱やスフェーンと共存しており、酸化的环境下で形成されたことを示す。
- (4) 波状累帯構造の成分は、I型Edenite型を中心とした組合せ置換を示す。マグマの飽和・脱水による熱水残液によって置換された角閃石の特徴とされる Al^{VI} が0.6以下である。M1-M3サイトの Fe^{3+} はこのサイトの $\text{Na} + \text{Ti} + \text{Fe}^{3+}$ の半分以上を占める。 $\text{Fe}^{2+}/(\text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$ の値は0.18~0.50と低い。 $\text{Mg}/(\text{Mg} + \text{Fetotal})$ はコア部からリム部に向けて、magnesian hornblende~actinolitic hornblende~actinoliteと減少する。波状累帯構造のCIは微量である。これらの特徴は、酸化的环境下における二次再平衡を経験した深成岩類と共通である。

露頭調査によって熱水残液の影響を受けたことが明らかになった角閃石から、時代や地域を越えて同じ微細構造が発見された1)8)ことは、角閃石の波状累帯構造が熱水残液の循環の指標となることを示す。

今後の課題

- (1) 本調査地域の花崗岩類のバソリスには、火成作用起源のIタイプ花崗岩類と堆積岩起源のSタイプが混在している4)。本地域は磁鉄鉱を含むIタイプで、酸素分圧が高かったとされる。豪州のI、Sタイプの分類は、日本の磁鉄鉱、チタン鉄鉱系列の分類とは一致しないとされ、対比が必要である。
- (2) 角閃石の波状累帯構造と共存する酸化鉄鉱物や長石から熱水残液の温度や圧力を推定する。