

簡便な画像処理による砂岩岩脈の粒子配列解析法

藪田 桜子*・安邊 啓明*・竹内 誠**

A Method for Analyzing the Grain Arrangement of Sandstone Dikes Using Simple Image Processing

Sakurako YABUTA*, Noriaki ABE* and Makoto TAKEUCHI **

* 国立研究開発法人産業技術総合研究所 National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567 JAPAN.

E-mail: sakurako.yabuta@aist.go.jp

** 名古屋大学大学院環境学研究科地球環境科学専攻 Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa, Nagoya, Aichi 464-8601 JAPAN.

キーワード：粒子配列, 画像処理, ImageJ, 砂岩岩脈

Key words: grain arrangement, image processing, ImageJ, sandstone dike

1. はじめに

砂岩岩脈などの碎屑性岩脈は、形成メカニズムに基づき、大きく二つのタイプに区分される。一つは、海底面などに生じた割れ目に碎屑物が受動的に充填されることで形成される neptunian dike である (Smart et al., 1988 ; Hurst et al., 2021)。もう一つは、未固結な堆積物が流動化し、周囲の母岩 (上方・下方・側方など) に注入することで形成される injected dike である (Hurst et al., 2003 ; Jolly and Lonergan, 2002)。よって、碎屑性岩脈の形成メカニズムを知るためには、岩脈の注入方向を明らかにすることが重要である。しかし、露頭観察のみから注入方向を一意に判断することは困難な場合が多い。そのため、碎屑性岩脈内部の粒子配列から注入方向を推定する試みが行われている (安邊・佐藤, 2021)。安邊・佐藤 (2021) と同様の粒子配列解析を行うには、研究対象岩石の薄片写真を用意し、画像中から個々の粒子外形を抽出する必要がある。しかし、一般に岩石では、二次的な続成作用や変質作用によって粒子境界が不明瞭となることに加え、多様な種類の粒子が含まれるため、画像処理による粒子外形の抽出は容易ではない。そのため先行研究では、粒子外形の抽出を手作業で行っており、多大な時間を要している。そこで本研究では、画像解析ソフトウェア ImageJ (Rasband, 2018) を用いて、できるだけ単純な手法による粒子外形抽出を行い、手作業による結果との比較から、粒子配列解析における画像解析法の有効性を検討した。

2. 手法

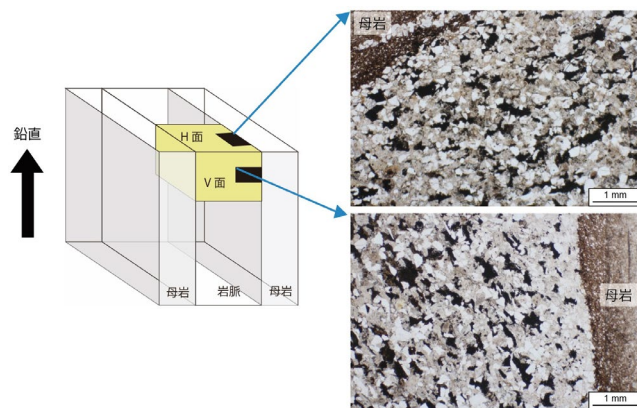
本研究では、愛知県北設楽郡東栄町に発達する砂岩岩脈群 (Yabuta et al. 2025) のうち、一枚の砂岩岩脈について、第 1 図に示した V, H 面の 2 面で岩石薄片を作成した。次に、これらの薄片の偏光顕微鏡画像を用いて、二種類の方法 (手法 1, 2) で粒子の外形を抽出した。手法 1 は、手作業で粒子の外形をトレースする方法である。手法 2 は、ImageJ を用いて、岩石薄片画像を 8-bit グレースケールに設定した後、輝度値に基づいて二値化し、粒子外形を抽出する方法で

ある。偏光顕微鏡クロスニコル下で撮影した画像は粒子を構成する結晶の方位によって同一鉱物であっても大きく輝度に変化する。よって、本研究では、方位によって輝度がほとんど変化しないオープンニコル下で撮影した画像を使用した。なお、低輝度領域の粒子 (斜長石, カリ長石など) は変質しており、基質部との輝度差が明瞭でないため、本研究では、比較的外形の認識が容易な高輝度 (210 以上) 粒子 (主に石英) を抽出対象とした。

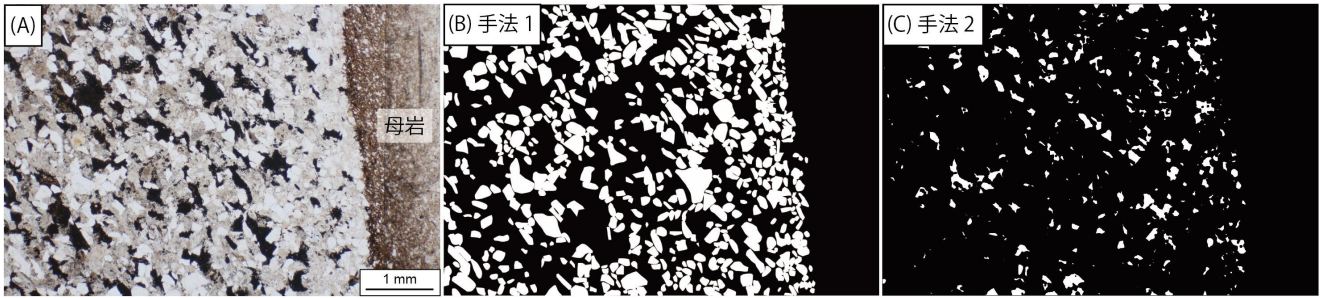
各手法で粒子を抽出した後は、ImageJ を用いて楕円近似を行った。粒子配列の分析には、安邊・佐藤 (2021) と同じく、楕円の長軸/短軸比が 1.5 より大きい粒子を用いた。また、長軸の配列がランダムでないかを検証するレイリー検定を行い、ランダムでない場合には、長軸の平均方向を算出した。

3. 結果および考察

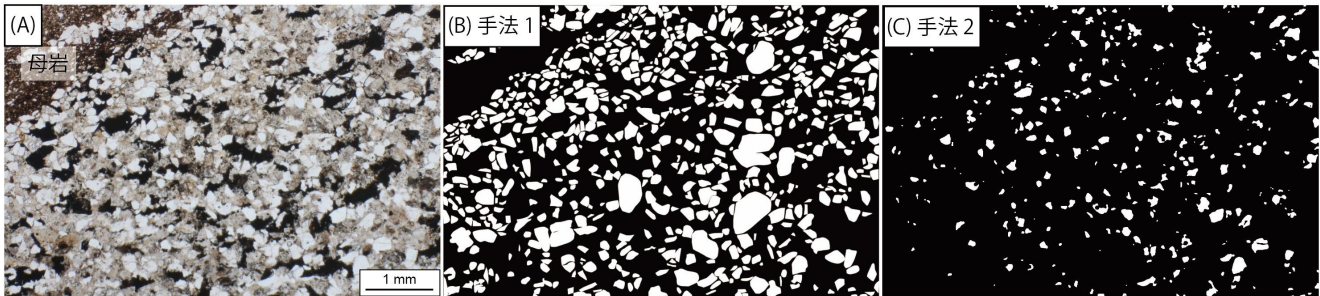
V 面について、手法 1 では 500 粒子を抽出したのに対し、手法 2 では 385 粒子を抽出した (第 2 図)。H 面については、手法 1 で 566 粒子、手法 2 で 340 粒子を抽出した (第



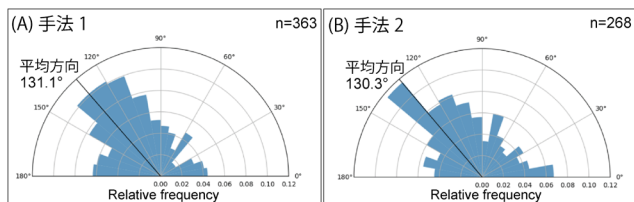
第 1 図 岩石薄片の作成位置と画像処理に使用した岩石薄片の偏光顕微鏡 (オープンニコル) 写真。



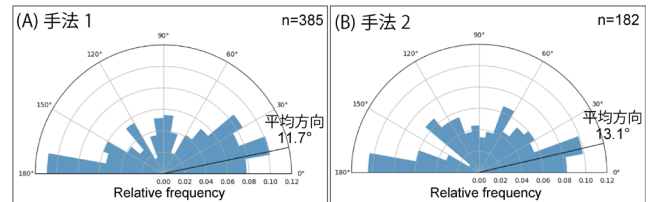
第2図 V面の薄片画像と粒子外形抽出結果。(A)薄片写真, (B)手法1の抽出結果, (C)手法2の抽出結果。



第3図 H面の薄片画像と粒子外形抽出結果。(A)薄片写真, (B)手法1の抽出結果, (C)手法2の抽出結果。



第4図 V面の粒子の長軸方向の相対頻度を示すローズダイアグラム。(A)手法1(手作業), (B)手法2(二値化)による結果。



第5図 H面の粒子の長軸方向の相対頻度を示すローズダイアグラム。(A)手法1(手作業), (B)手法2(二値化)による結果。

3図)。粒子抽出に要した作業時間は、手法1では各画像につきおよそ4時間であったのに対し、手法2ではおよそ5分であった。手法2では、手法1と比較して抽出粒子数は減少したものの、短時間で粒子抽出を行うことができた。

レイリー検定の結果、V面およびH面の両方で、いずれの手法でも粒子配列には有意な方向性があることが示された。また、平均方向はV面で手法1が131.1°、手法2が130.3°(第4図)、H面で手法1が11.7°、手法2が13.1°であり(第5図)、各面において両手法で概ね一致した。一方で、手法2による抽出では平均方向の95%信頼区間が大きくなる傾向がみられた。これは、二値化条件の影響によって手法1よりも抽出粒子数が減少したことに加え、画像処理によって抽出された粒子外形が実際のものとは一致していないためと考えられる。しかしながら、砂岩岩脈の形成メカニズムを検討する上では、粒子配列の卓越方向を把握できれば十分な場合も多い。卓越方向そのものは両手法で大きく変化しなかったことから、ImageJを用いた画像解析は、粒子配列の卓越方向を効率的に把握する手法として有効である可能性が示された。

4. まとめ

砕屑性岩脈の形成メカニズムの解明に必要な粒子配列の卓越方向を把握するため、画像処理による効率的な手法の検討を行った。偏光顕微鏡のオープンニコル下で撮影した岩石薄片画像から、ImageJを利用して粒子外形を抽出する手法は、粒子配列の卓越方向を効率的に把握する上で有効であることが示された。

文 献

- 安邊啓明・佐藤活志(2021)泥ダイアピル周辺の碎屑岩脈の方位解析による広域応力と局所応力の検出：中新統田辺層群の例。地質学雑誌, vol.127, no.12, pp.709-725.
- Hurst, A., Cartwright, J., Duranti, D. (2003) Fluidization structures produced by upward injection of sand through a sealing lithology. Geological Society, London, Special Publications, vol.216, pp.123-138.
- Hurst, A., Grippa, A., Silcocks, S., Huuse, M., Bowman, M. and Cobain, S. (2021) Introduction: subsurface sand remobilisation and injection. Geological Society, London, Special Publications, vol.493, pp.1-10.
- Jolly, R. J. H., Lonergan, L. (2002) Mechanisms and controls on the formation of sand intrusions. Journal of the Geological Society, London, vol.159, pp.605-617.
- Rasband, W. S. (2018) ImageJ. U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.net/ij/>
- Smart, P. L., Palmer, R. J., Whitaker, F., Wright, V. P. (1988) Neptunian dikes and fissure fills: an overview and account of some modern examples. In: James, N. P. and Choquette, P. W. (eds.) Paleokarst. Springer, pp.149-316.
- Yabuta, S., Takeuchi, M., Asahara, Y., Li, Q. (2025) Origin of the Sandstone Dikes Intruding Into the Miocene Shidara Group, Southwest Japan Based on Sandstone Composition and Detrital Zircon U-Pb Ages. Island Arc. <https://doi.org/10.1111/iar.70017>.