

上越帯西縁部大源太花崗岩体中の平行岩脈群

はじめに

塩川 智*

新潟県南魚沼郡湯沢町東部地域は、仮想されるNNW方向の柏崎-銚子線(山下, 1970)とNE方向の新発田-小出線(山下, 1970)とが交叉する地点の南東側にあたり、上越帯の西縁に位置する。本地域に分布する大源太花崗岩体中には、茅原・小松(1979)により平行岩脈群が発見され、フォッサ・マグナ東翼の造構運動を解明する一つの手がかりを与えるものとして重要であることが指摘された。筆者は、この平行岩脈群の実態を岩石学的かつ構造地質学的に明らかにし、岩脈群の形成機構を解明するために、調査研究を行なっている。

本報告は、大源太花崗岩体南半部について、岩脈群の実態を記載し、その形成機構について作業仮説を述べるものである。

地質概説

本地域は、花崗岩を中心にこれを貫く岩脈類、第三紀石英閃緑岩類等すべて火成岩からなる(Fig. 2)。これらの火成活動を時代別にまとめたものが、Fig. 1である。


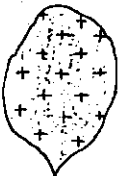
地質年代		火成活動	
新 生 代	中新世 第三紀	③ ?	 <p>[石英閃緑岩類] ・中規模貫入石英閃緑岩 ・深灰色中規模貫入花崗閃緑岩</p>
	白垩紀 第三紀	② ? ① ?	<p>岩脈類</p> <ul style="list-style-type: none"> ② 玄武岩質岩脈類 - 輝綠岩 (一部中山岩質岩) - 粗粒閃緑地層岩 ① 流紋岩質岩脈類 - クラノフタイプ <p>[土境珪性岩] ① 斑輝岩イロルニフェルス</p>
中生代	白垩紀後期		 <p>[花崗岩] ・粗粒斑状黒雲母花崗岩</p>

Fig. 1 火成活動表

*新潟大学理学部地質鉱物学教室

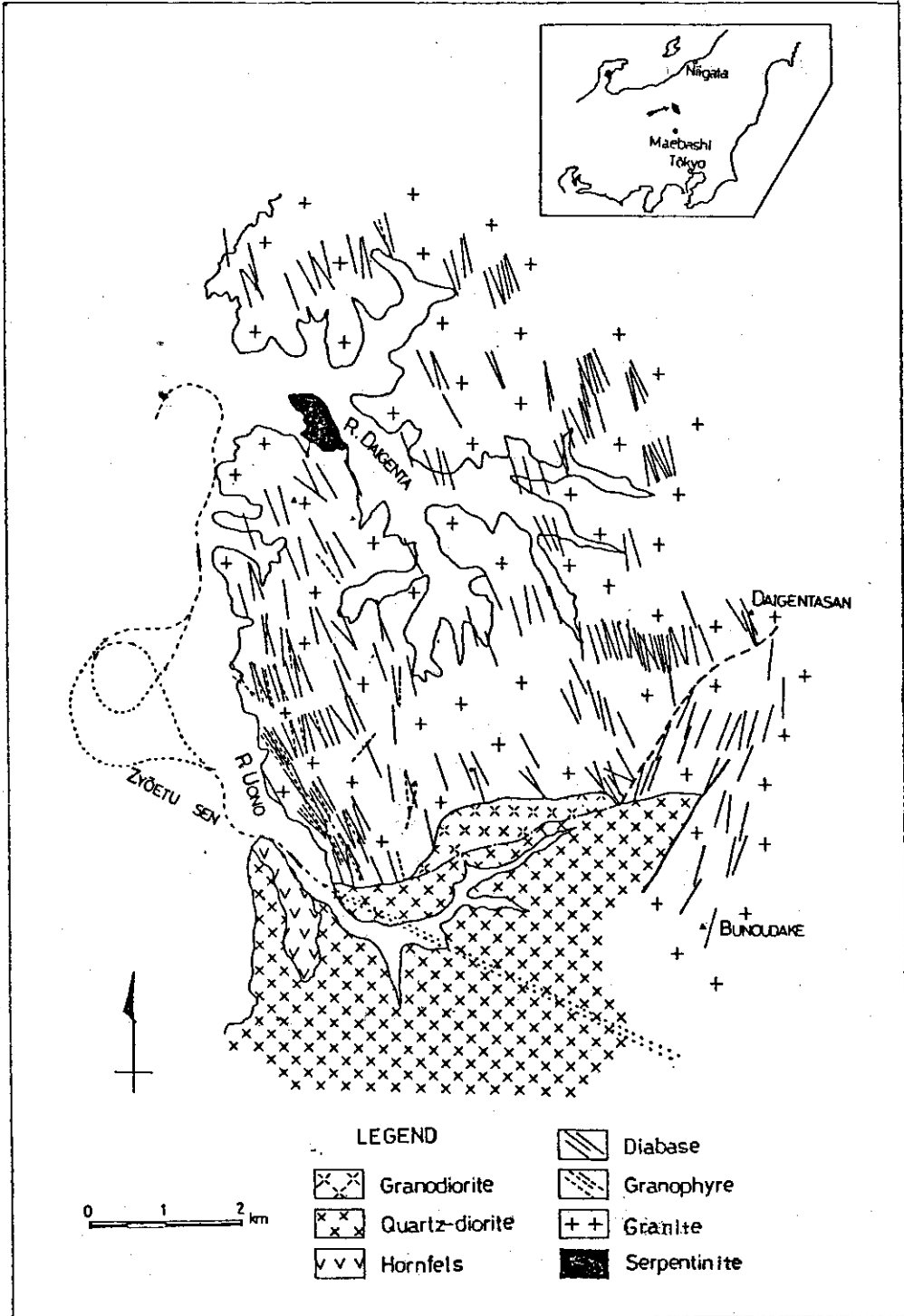


Fig.2 Map showing the geology and distribution of dykes, eastern area of Yuzawa-machi Niigata Prefecture.

古期岩類としては、超塩基性岩が、花崗岩の捕獲岩体として一部に分布する。大源太花崗岩体は、南北約14km、東西約9kmにわたって分布するが、Fig. 2はこの南半部を示す。この花崗岩体の南縁は、石英閃緑岩類に貫かれ、西縁には、魚野川左岸に第三系城内層群が分布するが、直接の関係は不明である。岩質は、淡紅色のカリ長石を特徴的に含む粗粒黒雲母花崗岩を主体とし、一部中粒等粒状黒雲母花崗岩や粗粒角閃石花崗岩が含まれる。一般に著しい破碎作用を受けており、節理が発達する。節理面の開離しているものは少なく、水平面に対して高角なものが主で、連続性は良いが、分枝も多く造構性の断裂で剪断節理と考えられ、 $N25^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ 、 $N20^{\circ}E \pm 10^{\circ}$ の2系統が卓越する。直接の年代測定値はないが、岩質から新潟県北部の小川型花崗岩に相当し白亜紀後期とされている（赤松他、1967）。

岩脈群は、この花崗岩を貫いて存在する。岩質等については次節に記す。

この花崗岩体の南縁には、不規則な形態（一部断層）で接して、中新世の石英閃緑岩類が広く分布する。岩質は、中粒均質石英閃緑岩を主とし、一部で淡紫灰色中粒花崗閃緑岩に岩相変化する。また、塩基性岩（ホルンフェルス）岩体を捕獲している。

岩脈群の岩石、構造

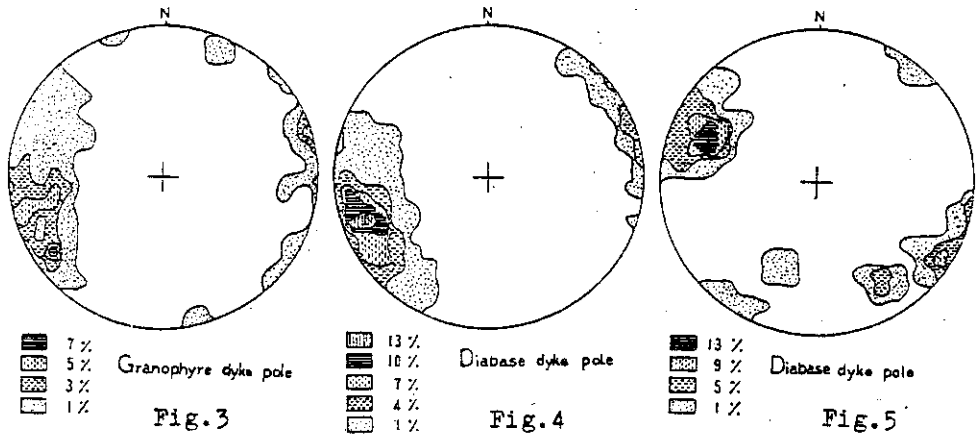
岩脈群を構成する岩石は、グラノファイヤー類と輝緑岩類の2種からなる。グラノファイヤー類は、文象組織で特徴づけられる流紋岩質岩～グラノファイヤーで、西部地域に集中して分布する。輝緑岩類は、初生的に石英を含み、オフィチック組織で特徴づけられる玄武岩質岩～輝緑岩である。これは、全域に分布する。また、東部地域には、粗粒なものも多く、安山岩質岩～細粒閃緑岩とすべきものも含む。一般に輝緑岩類は、石英閃緑岩に近い地域では、それによる接触変成作用を受けており、また、離れた地域でも自変質により岩相変化に富んでいる。これまでの調査で確認された岩脈数は、グラノファイヤー類が約100本であり、輝緑岩類が約700本である。

グラノファイヤー類、輝緑岩類共に単成岩脈を基本とするが、両者の共存する地域では、複合岩脈が非常に多い。グラノファイヤー類、輝緑岩類相互の貫入順序は、後者の急冷周縁相が前者の側にも存在すること、前者のブロック（岩片）が後者に捕獲されていること、後者の分枝脈が前者に入り込んでいることなどから、グラノファイヤー類貫入後に輝緑岩類が貫入したものと推定される。また、これらの岩脈類は、中新世の石英閃緑岩中には存在せず、石英閃緑岩の接触変成作用を受けていることから、白亜紀後期花崗岩進入後、中新世石英閃緑岩進入前の貫入と考えられる。しかしながら、古第三紀の火成活動と限定できるものではない（Fig. 1）。

岩脈の貫入頻度は、露出条件等から正確に定量化することは困難であるが、けっして一様ではなくバラツキがみられる。頻繁に貫入している部分では、貫入方向にほぼ直交する100m幅当りに20本以上の岩脈が貫入しており、面積的にも、被貫入岩体である花崗岩より多い。

岩脈の脈厚については、15m以上のものは稀であり、輝緑岩類は、5m以下のものが多い。10mまでは1m毎、10m以上は一括して全体に対する割合を求めると、脈厚中央値は、グラノファイヤー類が3.5mであり、輝緑岩類が1.7mである。

岩脈の貫入方向、貫入角度は、花崗岩体に著しい岩相変化や剪断帯、断層等野外で観察されないことから、全域を一括して、岩脈の貫入面の極を下半球等積投影し、コンターダイアグラムに描いた（Fig. 3, 4）。Fig. 3は、グラノファイヤー類のもので、 $N20^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ 方向に平行岩脈群を形成しているといえる。また、Fig. 4は、輝緑岩類のもので、 $N20^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ 方向に貫入しているといえる。しかし、武能岳から大源太山にかけての地域では、明らかにこの方向とは異なる（Fig. 2）ので、この地域のものを別にしてFig. 5に示した。これによれば、この地



域では、 $N25^{\circ}E \pm 10^{\circ}$ 方向に貫入しているといえる。以上、貫入方向についてまとめると、グラノファイヤー類と輝緑岩類の共存する地域では、 $N20^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ 方向に同一の平行岩脈群を形成しており、また、輝緑岩類は、 $N20^{\circ}W \pm 10^{\circ}$ と $N25^{\circ}E \pm 10^{\circ}$ の2系統の平行岩脈群を形成していることになる。貫入角度については、Fig. 3, 4, 5 からわかるように高角なものも多く、岩脈群を一括して扱い、 10° 毎に全体に対する割合を求めると、 $80^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 東に傾斜するものが最も多く、70%以上が東傾斜である。一般にほとんどの貫入面が開離しておらず、変位等は認められないことから、岩脈貫入後の花崗岩体の著しい変動はなかったものと推定され、この東傾斜の傾向は初生的なものと考えられる。

岩脈群の形成機構

これまでに記した岩脈群の実態は、一連の大源太花崗岩体の南半部についてであり、また、周辺の地質調査等十分な野外での歪像を得るには至っていないが、作業仮説として、岩脈群の形成機構についての考察を行なう。

岩脈の形成メカニズムは、ANDERSON (1951) によれば、最小主応力軸に垂直な面に沿う引張性の破壊にもとづくと考えられる。これは、中村 (1969) をはじめとした、岩脈の貫入方向から最大主応力軸方向を決定する、いわゆる“dyke method”の基本である。また、岩脈形成期の応力場は、マグマの液圧による局所的なもの、広域的なものと考えられ、一般に岩脈群を構成する岩脈形成期の応力場は、広域応力場を考えねばならないとされている。

本地域には、同時期に形成された2系統の輝緑岩類平行岩脈群が存在し、共役な関係にあると考えることができる。こうした仮定にもとづき、鋭角の2等分方向を最大主応力方向として、剪断破壊による岩脈群形成を考えたモデルが、Fig. 6である。この場合、差応力が岩石の強度をこえ、破壊が生じたとしても、岩脈形成に積極的に関与すべき破壊面に直角な方向への運動は生じない。従って、この場合、岩脈形成は、マグマの非常に高い液圧や応力方位の変化等によるものと考えねばならない。そこで、引張破壊を基本として考えると、一次の応力場で直接説明することはできないが、MEKINSTRY (1953) による二次的に生じる応力場を考えることにより可能となる。このモデルが、Fig. 7である。一次の圧縮応力場で共役な関係にある剪断帯が形成される。この剪断帯内部には、相反する2方向の運動によって、二次的応力場が生じる。これが引張破壊を生じる応力場であり、岩脈の形成を積極的にうながすものであろう。これまでに得た野外での歪像から正確に最大主応力軸方向や剪断帯の方位、幅等を決定することはで

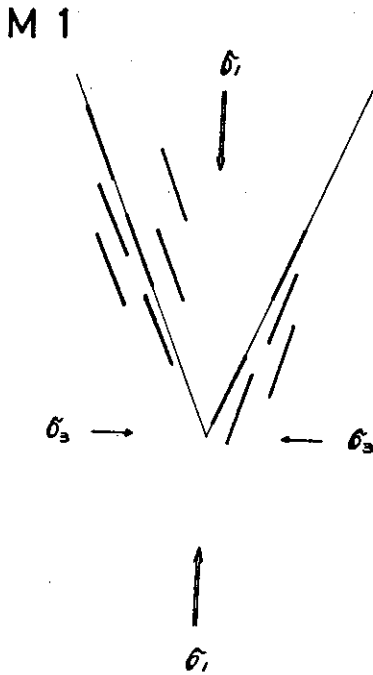


Fig.6

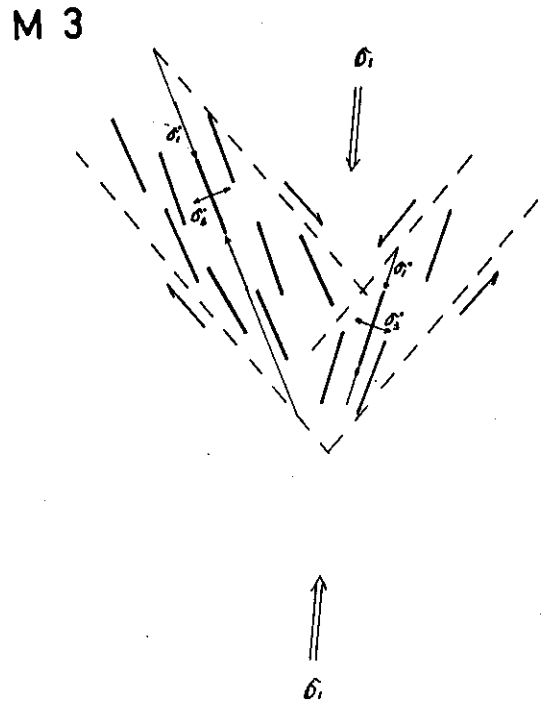


Fig.7

きないが、こうした剪断帯の設定や右横ずれの運動は、茅原・小松 (1980) , 小松 (1980) が考える柏崎 - 銚子線の性格と矛盾するものではない。今後、岩脈群の実態を一層明確なものとし、同時に周辺地質構造との関連を充分検討することにより、岩脈群の形成機構が解明できるものと思われる。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、終始御指導いただいている、新潟大学理学部地質鉱物学教室の植村武教授、小松正幸助教授に深く感謝します。とくに、植村武教授には、この原稿の検討をしていただいた。また、同教室の茅原一也教授、卯田強博士にも有益な御助言をいただいた。さらに同大学院諸兄、新潟基盤研究会の方々には、日頃から御討論、御批判を得ている。尚、構造地質研究会でこの小論を発表する機会を得、同会諸氏に御討論をいただいた。以上の方々にも厚く御礼申し上げます。

文 献

- 赤松陽・河内洋佑・村松敏雄・島津光夫・田村貢, 1967: 谷川連峰周辺の地質 (概報). 地球科学, 21, no.2, 1-6.
- ANDERSON, E. M., 1951: *Dynamics of Faulting and Dyke Formation*. 2nd ed. 206p., Oliver & Boyd, Edinburgh.
- BILLINGS, M. P., 1972: *Structural Geology*, 3rd ed., 606p., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- 茅原一也・小松正幸, 1979: 上越帯および青海 - 蓮華帯(6), 上越帯における輝緑岩岩脈群. 日本地質学会第86

- 年学術大会講演要旨, 255.
- 茅原一也・小松正幸, 1980: 上越帯および青海-蓮華帯(7), 青海-蓮華帯と上越帯との関係について. 日本地質学会第87年学術大会講演要旨, 252.
- 小松正幸, 1980: 飛騨外縁帯の基本構造及びそのフォッサマグナ東翼への延長. 総研 飛騨外縁帯 研究報告 No.1. 117-121.
- McKINSTRY, H. E., 1953: Shears of the second order. *Amer. Jour. Sci.*, 251. 404-414.
- 中村一明, 1969: 広域応力場を反映した火山体の構造-側火山の配列方向-. 火山. 2. 14. 8-20.
- TAKEUCHI, A., 1980: Tertiary Stress Field and Tectonic Development of the Southern Part of the Northeast Honshu Arc, Japan. *Journal of Geosciences, OSAKA CITY UNIV.*, 23. Art. 1.
- 植村武・高橋明, 1974: 基盤の運動像と被覆第三系の褶曲-新潟県北部楡形山脈の例. 地調報告, no. 250-2.
- 植村武・岩松暉, 1979: 節理, 断層と応力場. 岩波講座, 地球科学9, 第3章, 137-160.
- 山下昇, 1970: 朽崎-銚子線の提唱. 島弧と海洋, 東海大学出版会, 179-191.
- 横山俊治, 1979: 瀬戸内海地域の岩脈群の分布様式. 地質学論集, 17, 295-302.