

節理系の解析による清津峡玢岩体の進入形態の検証

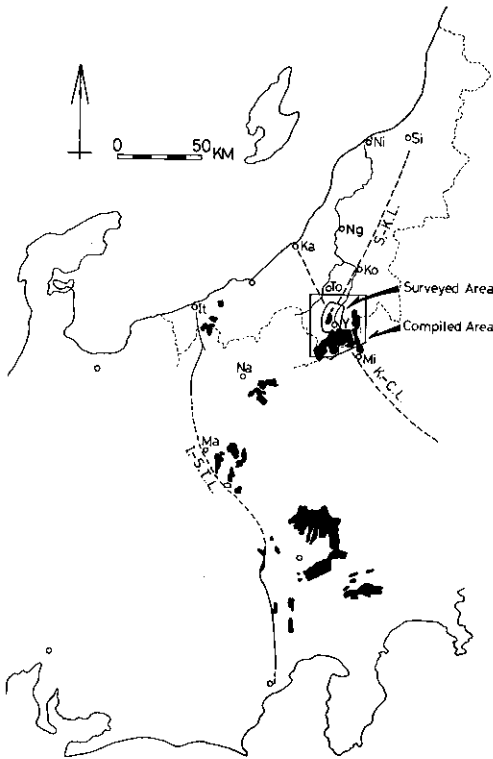
久保田 喜裕*
Yoshihiro KUBOTA

I. はじめに

新潟県南魚沼郡湯沢町周辺には、中新世玢岩類が分布している。従来、この岩体の研究は、きわめてわずかであり(米山, 1964; 茅原・西田, 1973), 形態については、“層状の貫入岩体”(茅原・西田, 1973)とだけ記されている。「層状進入型の進入現象は、火成現象のうちでも特殊な位置にある」(ペロウソフ, 1964)との指摘のように、火成貫入岩体の形態を明らかにすることは、岩体の進入のメカニズムを探るうえでも重要と考えられる。

筆者は、この岩体を地質学的・構造地質学的に検討し、その意義を論ずることを研究課題とした。本稿では、節理系の解析から、この岩体の進入形態を論ずる。

本研究を進めるにあたって、新潟大学理学部附属施設積雪地域災害研究センターの藤田至則教授には、終始御指導いただいた。また、同理学部、茅原一也教授、植村武教授、同センター、青木滋教授、高浜信行氏からは、日頃から多くの有益な助言をいただいた。さらに、同、学友諸氏にも、御批判と励ましを受けた。以上の方々に厚く感謝する次第である。



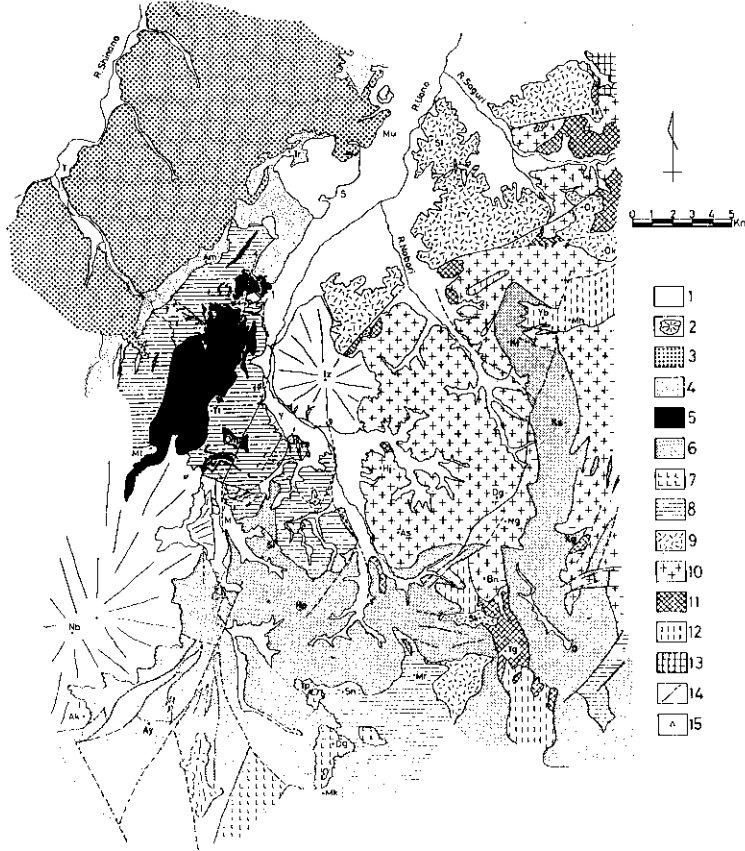
第1図 位置図

Y: 湯沢, Mi: 水上, To: 十日町, Ko: 小出,
Ka: 柏崎, Ng: 長岡, Si: 新発田, Ni: 新潟,
It: 糸魚川, Na: 長野, Ma: 松本: S. - K.
L: 新発田-小出線, K.-C.L.: 柏崎-銚子
線, I. - S. T. L.: 糸魚川-静岡構造線,
黒ベタは、“第三紀花崗岩類”の分布を
示す

*新潟大学理学部地質鉱物学教室

II. 地質概説

調査地域は、山下（1970）による新発田-小出線と柏崎-銚子線の会合部にあたる地域である。また、長野県内村地域から北東にのびる“中央隆起帯”の北東端にあたる（茅原・西田，1973）（第1図）。湯沢町周辺の地質は、魚野川を境として、その東西領域で、地質系統および地質構造に、きわめて顕著な差異がある（第2図）。



第2図 湯沢-谷川周辺コンパイルマップ

1：完新統，2：第四紀火山，3：更新統，4：鮮新統，5：玢岩類，
6：石英閃緑岩類，7：流紋岩類，8：中期中新統，9：前期中新統，
10：白亜紀型花崗岩，11：塩基性～超塩基性類，12：中生層，13：“古
生層”，14：断層，15：山名，TK：高倉山，Mh：巻機山，Bn：武
能岳，Tg：谷川岳，MK：三国山，Nb：苗場山，Om：大峰，Am：
当間山，Tr：樽山；地名，T：越後田沢，Mu：六日町，S：塩沢，I：
石打，Y：湯沢，M：三俣，D：土合

魚野川以東の地域には、新第三系の基盤をなす“いわゆる古生層”，中生層（奥利根層，上部三疊系），下部中新統の城内層，およびこれら貫くはんれい岩・白亜紀型花崗岩などが分布している。また，魚野川以西には，新第三系から第四系および，第四紀火山が広く分布する。調査地域の地質概略図および層序表を示す（第3図，第1表）。また 魚野川周辺には，新第三紀中新世に進入した玢岩類・石英閃緑岩類が分布する。

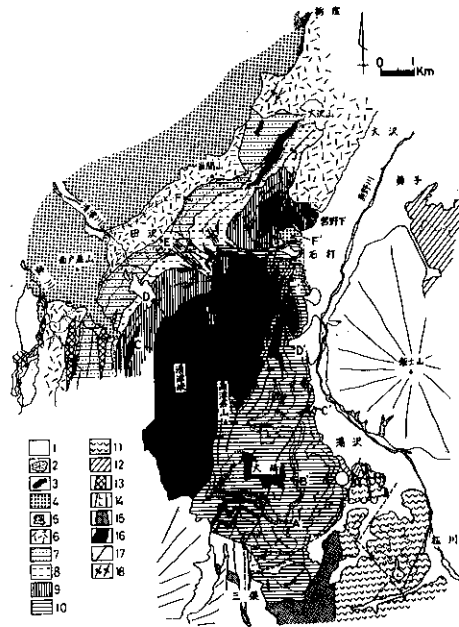
第1表 地質層序表

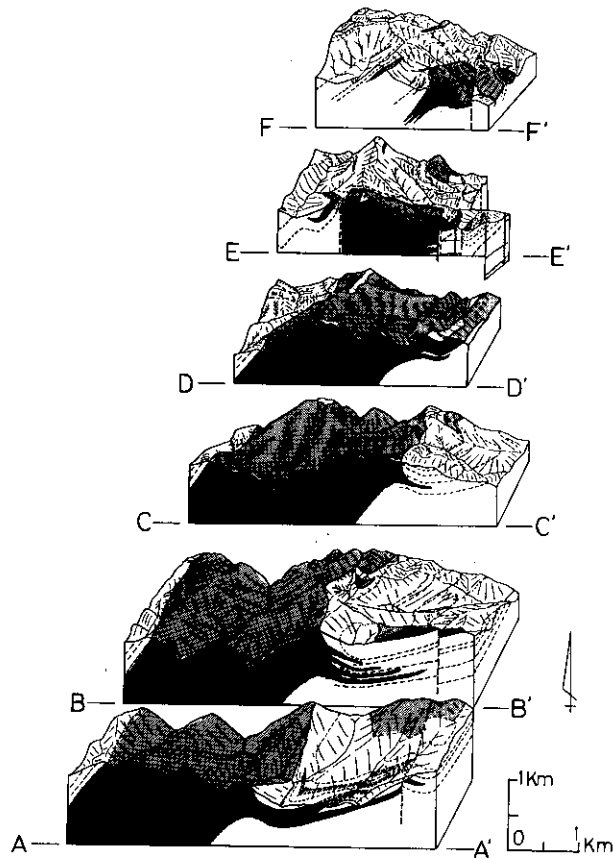
時代	地層名	厚さm	層相	火山活動	備考	
更新世	第四紀火山噴出物 振笠火山 湯島火山		石炭安山岩類 滑石・大沢流 不測汰礫・クワリ礫			
	振笠礫層	3+				
新世	当間層	580+	不測汰中 へ大礫 中～粗粒砂		材化石	
	西田尻層	0-790+	同層礫灰角礫生、砂岩、泥岩 安山岩質礫灰角礫岩		材化石	
中世	葎沢層	360-610	砂岩、泥岩 砂岩礫灰岩泥岩互層		湯川流域の石炭 同層礫層の混入	
	土屋礫灰岩部層		石炭安山岩質礫灰岩			
	小出砂岩質礫層	砂岩質礫層 礫岩、砂岩、泥岩				
古期	大沢層	100-700	砂岩質礫層 礫岩礫灰岩互層		炭酸・角礫化石 植物化石 E. Papanicolaou Bullin 埋骨跡の混入	
	上野層	410-960	石炭安山岩質礫石礫灰岩 硬質頁岩			
新世	清津川層	950-1360	礫灰質砂岩 砂岩質頁岩互層 安山岩質礫灰岩 流紋岩質礫灰岩 砂岩質頁岩 礫岩質頁岩 砂岩質頁岩 砂岩質頁岩 石炭安山岩質礫灰岩		炭酸化石 二二二層 (Kobayashi)	
	松川層		1050+			硬質頁岩 玄武岩流紋岩 黑色硬質頁岩 玄武岩流紋岩
	城内層		1400+			不測汰礫岩 玄武岩流紋岩
	?					硬質頁岩
	?					玄武岩流紋岩
	?					玄武岩流紋岩

松川層より析窪礫層までの地層名は、久保田（1978 MS, 1980 MS）により命名

第3図 湯沢町周辺地質概略図

- 1: 段丘, 崩壊および沖積層,
- 2: 第四紀火山, 3: 析窪礫層,
- 4: 当間層, 5: 辰ヶ平砂層, 6: 西田尻層, 7: 葎沢層,
- 8: 大沢層, 9: 上野層, 10: 清津層, 11: 松川層,
- 12: 城内層; 貫入岩類, 13: 安山岩, 14: 流紋岩, 15: 後期中新世石英閃緑岩類, 16:
- 17: 中期中新世珩岩類; 17: 断層,
- 18: 褶曲軸; A~Fはブロックダイアグラムの断面線





第4図 ブロックダイアグラム

断面線は、地質概略図（第3図）に従う。

Ⅲ. 湯沢町周辺の玢岩体について

調査地域には、いわゆる“第三紀花崗岩質岩類 (Tertiary granitoids)” (生出・折本, 1966) の一構成体としての玢岩類が進入している。これは、北部フォッサ・マグナの長野県内村地域から北東にのびる“玢岩帯” (茅原・西田, 1954) の北東端に位置する一岩体である。主要な岩体として、清津峡をなす“清津峡石英閃緑玢岩体” (以下、清津峡岩体と略す), 7×3 km と、宮野下西方の“宮野下石英玢岩体” (以下、宮野下岩体と略す), 1×0.5 km がある (久保田, 1978 MS.)。両岩体は、それぞれ NNE - SSW 方向に軸をもち、周囲の新第三系の構造方向と調和的である。また、岩体の周囲には、小規模の岩体が主に 床 (sheet) 状、一部岩脈 (dyke) 状の形態で数多く進入している。これらの小規模な進入岩の岩質は様々で、石英玢岩質、石英閃緑玢岩質、安山岩質をはじめ、一部、玄武岩質、粗粒玄武岩質などからなっている。

Ⅳ. 進入形態モデルの提起

結論として、「清津峡岩体は、周囲の地層に調和的 (concordant) 餅盤 (laccolith) 状の進入形態を示す岩体」である。その根拠として、以下のことがあげられる。

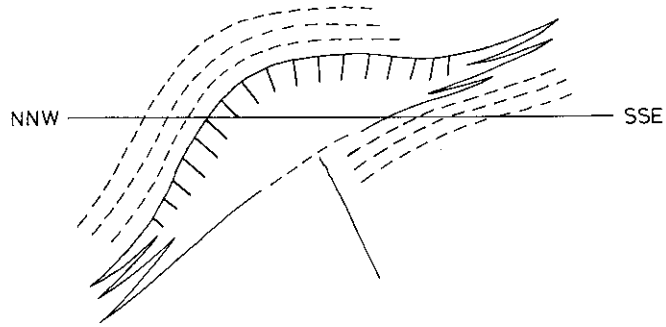
①. 露頭で確認されたこの岩体の進入面は、周囲の地層に concordant であること。②. 走向線図 (第5図) から、岩体東縁でやや層理面を切っはいるが、全体的には、concordantな岩

体であることがわかる。③. この岩体の東縁では、明らかに本体から派生した岩床状の岩枝 (tongue, apophysis) がみられるのに対し、西縁ではないこと (第3図) から、この岩体は現在、西方にもぐった状態にあると考えられる。④. この岩体の北方2ヶ所で、頂部に上野層が緩傾斜でのっていることを確認した。つまり、この岩体の上限が確認できたわけである。⑤. 周囲の地層は、岩体西縁付近で、 $50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ の急傾斜を示すのに対し、東縁付近では、 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$ の緩傾斜を示す。しかも、両者はともに西方に傾斜する。これは、進入後の造構運動の影響があるにしても、進入時に岩体の頂部の地層をおし上げた結果と考えられる。

以上の根拠から、地下での形態を想定し、ブロックダイアグラム (第4図) に表わし、進入形態モデル (第6図) を設定した。

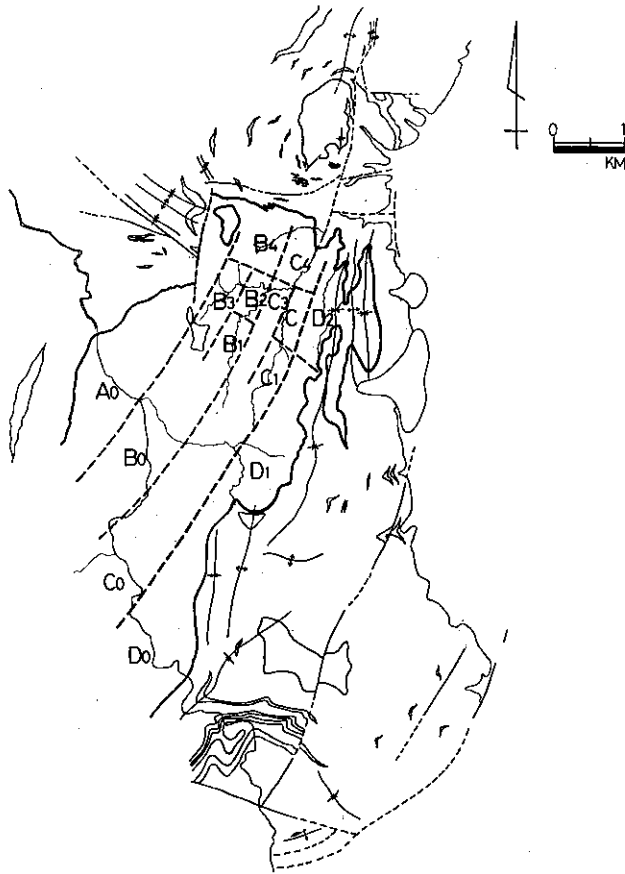


第5図 走向線図



第6図 进入形態モデル図

清津峡岩体の中央部を通るNNW-SSE方向の概念断面図（現在、地表に露出している部分は、NNE-SSWの基線より上方部と考えられる）。岩体内には、推定される冷却節理の傾きを示してある。破線は、推定した周囲の地層の傾斜。



第7図 領域（ルート）区分図

V. 節理系の解析によるモデルの検証

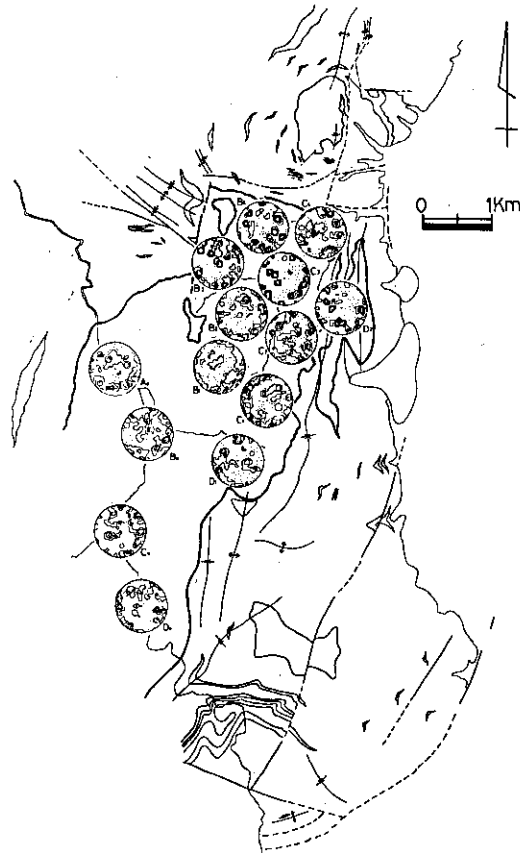
1. 節理系の形態の特徴

清津峡岩体には、ほぼ全域にわたって一様に、四～六角形の柱状塊を基本とする柱状節理(polar joint)が発達している。この柱状塊は、伸長方向の連続が極めて良く、節理面もあまりうねらず平面的である。また、各々の柱状塊は1～2本/mと大型であり、その密度は全域で安定している。主な節理面は、柱状塊をつくる面と、柱状塊をほぼ垂直に切る面である。柱状塊に斜交する面は発達が悪く、1本の柱状塊で消滅するものが、ほとんどである。

2. 節理系の解析

節理面の走向・傾斜の測定は、212ヶ所で行い、測定した節理面数は、総計913ポイントに及んだ。

調査データは、第7図のような領域(ルート)にまとめた。それは、次の理由による。進入面が確認された岩体中には、柱状節理が、進入面に対してほぼ垂直に生じていることから、冷却(cooling)による柱状節理と考えられる。岩体中に発達する柱状節理の形態は、ほぼ一様なものであるから、この岩体中の節理系は、冷却-柱状節理と仮定できる。すなわち、岩体中の柱状塊の傾きは、第6図(進入形態モデル図)の如く変化すると考えられる。この場合、柱状塊の傾き

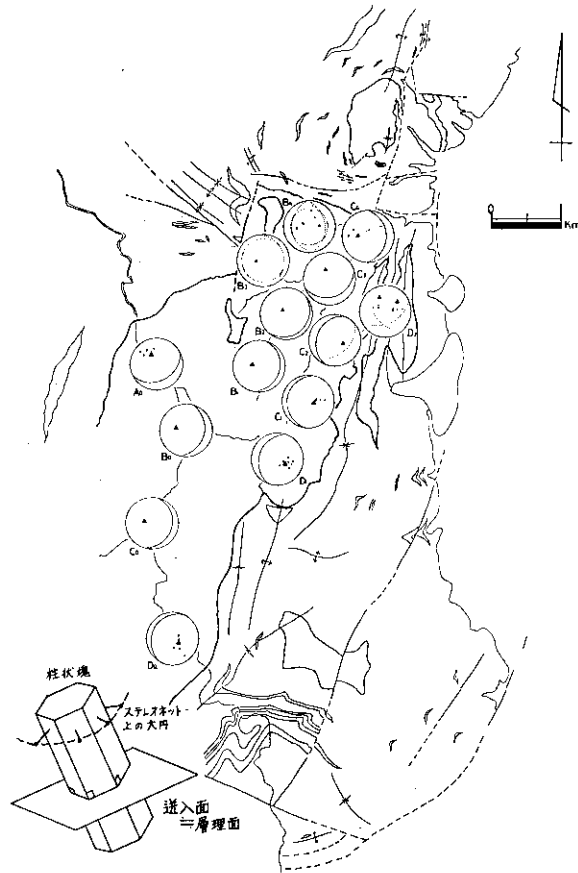


第8図 コンターダイアグラム

各ルート内の節理面方位の極をシュミット網上に上半球投影。等密度線間隔は1-3-5-7-9%。

の変化をみるのが有効である。

第8図は、節理面の走向・傾斜（方位）の極（pole）を投影して作成した、コンターダイアグラムである。これから、集中の良い部分がひとつの大円状にのるものが多いことに気づく。その典型的な例が、A₀ルートである。この場合、ほぼN60E55Nの大円が画かれる。この大円は、A₀ルートにおける柱状塊の傾斜がほぼ一定しており、節理面の走向がある方位での集中を示しながら変化することを示している。同様に、他のダイアグラムの大円をとりだして画いたのが、第9図（大円図）である。



第9図 大円図

コンターダイアグラムで、大円上にのる集中の良い部分を取りだしたもの。▲：大円から推定される進入面（＝付近の地層の層理面）の方位、●：周囲の地層の層理面方位、白めきおよび破線は判読が難しいもの。

ここで、この岩体の節理系が冷却-柱状節理ならば、進入面にはほぼ垂直に、柱状塊が生じていることになる。ところで、この大円の極の位置は、柱状塊に垂直な面（＝進入面）の方位を表わす。いま、この岩体は、concordantな進入面をもつため、周囲の地層の層理面＝進入面である。すなわち、各ルートにおいて、付近の地層の層理面の方位と、大円の極の方位が一致すればいい

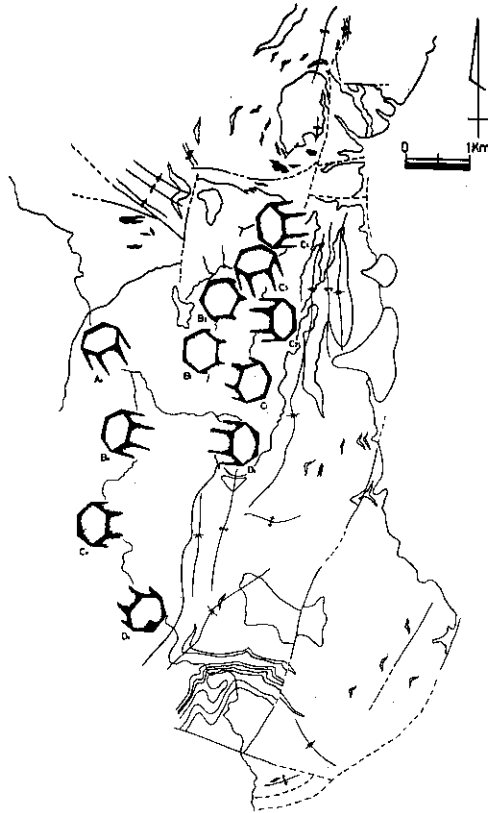
ことになる。実際、周囲の地層の層理面方位のわかるルートA₀・C₁・C₄・D₀・D₁では、良い対応を示す。また、B₀・B₁・B₂・C₀についても、推定される層理面方位と調和的と考えられる。

以上の議論から、清津峡岩体に発達している節理系は、冷却によって進入面に垂直に生じた冷却-柱状節理と結論できる。

3. 進入形態モデルの検証

ここでは、清津峡岩体における冷却節理の性質-進入面(≡層理面)に対して、ほぼ垂直に柱状塊が生ずる-を利用して、岩体の進入面の復元、つまり、進入形態の復元を試みる。

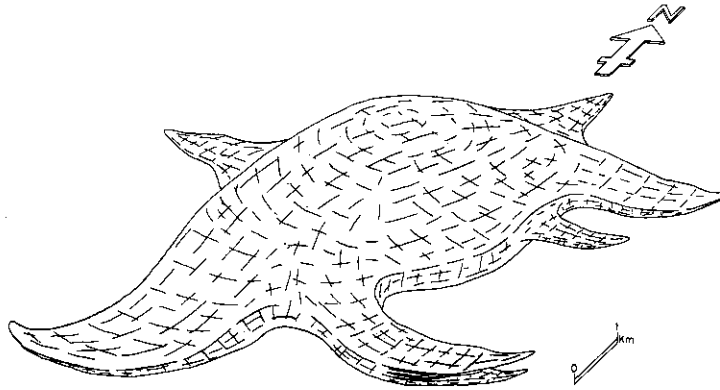
第9図(大円図)をもとに、各ルートにおける柱状塊の方位を模式的に示したのが、第10図である。これから、岩体西縁(ルートA₀・B₀・C₀など)では、柱状塊はE~SSE方向に60°前後でプランジし、新第三系がのっている付近(ルートB₁・B₂)では、ほぼ垂直からE方向に75°前後で、さらに東縁付近(ルートC₁・C₂・D₀・D₁など)では、W~WNW方向に60°~70°前後にプランジしている。このことは、第6図におけるモデルと矛盾しない。



第10図 各ルートにおける柱状塊の方位
モデル図

B₃・B₄ ルートは大円の判読が不明瞭なため削除した。柱状塊の長さは、傾斜が急なほど短く表現した(B₁・B₂; 75~80°, その他は60~70°), 柱状塊は、便宜上、六角形とした。

以上のことから、清津峡岩体の進入形態を3次元的に復元すると、第11図のようになる。



第11図 清津峡岩体の形態の立体復元図

岩体内の実線は推定される節理の方向，現在は岩体全体が西方に傾いているため東半分が露出していると考えられる。

VI. 結論

1. 清津峡岩体は、周囲の地層に対して concordant な餅盤 (laccolith) 状の形態を示す。
2. この岩体に発達する節理系は、冷却によって生成した柱状節理である。
3. 進入形態の検証には、冷却節理の性質を応用した解析が有効であった。

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**，1-6。
- BILLINGS, M. P., 1954: *Structural Geology*, 2nd ed., 285-335, Prentice-Hall, New York.
- 茅原一也・西田彰一，1973：清津川流域の地質調査報告・清津川ダム計画に関する学術調査報告（日本自然保護協会調査報告 第43号），7-28。
- ・———・島津光夫，1977：新潟県南魚沼地域の地形および地質。新潟県文化財調査年報15，南魚沼（文化財総合調査），84-137。
- ・杉山隆二，1954：グリーン・タフ地域における中酸性深成岩ないしは半深成岩。地質雑，**60**，315。
- 平野昌繁，1971：花崗岩の節理を中心とした深成岩体の brittle な変形・破壊を考えるうえでの問題点。地質雑，**77**，257-263。
- 久保田喜裕，1978：新潟県越後湯沢周辺の地質。新潟大・理・地鉱・卒論（手記）。
- ，1980：新潟県南魚沼郡湯町周辺の中新世玢岩類の進入形態とその意義。新潟大・理・地鉱・修論（手記）。
- 久野 久，1976：火山及び火山岩。第2版。98-117.，岩波全書。
- 生出慶司・折本左千夫，1966：Volcano-Plutonic Complex としての Tertiary Granitoids。地団研専報12，127-137。
- ペロウソフ，V. V.，1954：構造地質学，第3巻，118-157.，築地書館。
- 横田修一郎，1974：滋賀県“湖南アルプス”における花崗岩中の節理系。地質雑，**80**，205-214。
- 米山正次，1964：清津川流域の岩石類について。新潟県地学教育会誌，**2**，40-47。