

# ニュージーランドの地質

## ①

### 変成帯をめぐる話題

服部 仁

ニュージーランドは はるかかなた南太平洋上に浮ぶ島国である。その形態から一見して日本とよく似ていることは なんとなく親近感をいだかせるのである。

その島国にみられる自然のおもな特徴のいくつかをとりあげてみれば 火山あり 地震あり さらに活断層ありで 一層その感が深まろうというものだ。しかしながら 日本列島が島弧からできていると ほとんど誰も疑うことのないほどあたり前に思っているようには ニュージーランドの島々のなり立ちについては ニュージーランド人の考え方がまちまちなのである。

二度ほど日本を訪れたことのある若い地球物理学者のエルダー (John Elder) 氏は 顔を赤らめて ニュージーランドは大陸地塊の一部であって 島弧ではない またオーストラリアの先カンブリア時代の盾状地とは無関係であると力説する。では 地質家たちはどう反応するか これもまたたいへん興味深い。多くの地質家はオーストラリア大陸地塊からはり出した古い基盤 つまり先カンブリア時代の基盤の上に自分たちの島ができたのだと信じているようである。そして当然のことながら 古生物研究のなかにはオーストラリア東部地域へ対比を試みるという動向がうかがえる。

さて 今回は新しい地質時代のでき事の1つ 島弧の問題はしばらくお預けにして 変成帯を概観してみよう。

#### アイソトープ年代の投げかけた波紋

放射性アイソトープによる岩石および鉱物年代をどのように解釈したらよいか という点に関しては いくつかの疑問が未解決のままであるといっても差しつかえないであろう。とくに若い造山運動の地域でふちどられる環太平洋地域には 共通の根本問題ともいえよう。ニュージーランドにおいても 今まで考えられてきた地質学的年代がアイソトープ年代と一致しない場合が少なくない。それらの不一致の1つに たとえば 南島西海岸の片麻岩・片岩がニュージーランドの基盤であって しかも先カンブリア時代のものであるという説と アイソトープの鉱物年代からえた白亜紀説との間に大きな矛盾があり ニュージーランドの地質家たちは取り扱いに困っていた。

東京ではオリンピックがまもなく開幕されようというのどかな春先(9月末)のある日こんなことがあった。

ニュージーランド地質調査所の岩石学者ウォータス (W. A. Watters) 氏が隣室にいた私のところへ深刻な表情でやってきた。話の内容はすなわち 日本の深成・変成岩について行なわれたアイソトープ年代測定の結果と地質学的事実との間に不一致があるかどうか という点であった。ウォータス氏はオタゴ (Otago) 大学を1950年頃に卒業し しばらく母校で助手を勤めたのち 英国ケンブリッジ大学に留学し そこで学位を授った人である。地質調査所へ入ってからは もっぱら鉱床に関係の深い地域の岩石学を担当し また C. E. Tilley 教授の信任も厚く現在 Mineralogical Abstract の抄録者として活躍中でもある。彼のフィールドは おもにスチワート (Stewart) 島でその島には変成岩と花崗岩類が露出する。スチワート島のこれらの岩石は古生代に形成されたといわれ 彼もそう信じて疑わなかった。というよりはむしろ新第三紀以前としかいえなかったのが実情であろう。

しかるに アメリカ合衆国カリフォルニア工科大学の博士課程にいたアロンソン (James L. Aronson) 氏の ニュージーランド南島の広域にわたる岩石の採集と それら岩石についてのルビジウム・ストロンチウム法によるアイソトープ年代測定の結果が New Zealand Journal of Geology and Geophysics に投稿されてから事態は一変してしまった。その論文は大きな波紋を投げかけたのである。事件の重要性を認識してか その原稿は印刷にまわる前に原稿のままでもおどった地質家の間をアツという短期間のうちに一巡した。このアロンソンの論文はいわばエポック・メイキングといえるもので 彼はそれまで平穩無事に過ごしてきたニュージーランドの先カンブリア時代基盤説が浮草のごとく根拠薄弱ときめつけた。当然のことながら地質家たちの間には議論が沸とうし 一時はたいへんな混乱に陥るほどだった。その当時のことであるが 地質調査所の広域地質の責任者であり 所長について高額のサラリーをもらうサグト (R. P. Suggate) 氏は やはり日本の場合を気かけながらも 今度のようなアイソトープ年代の数字は全く信じていけない たとえ片麻岩が先カンブリア時代でないにしても そんなに若いわけがない たいへん自信ありげにいった。

ウォータス氏が私の部屋へ話し込みに来た背景には

こんな大事件があった。彼の問いに私がどのように答えたかは別として それ以来彼らが日本の深成・変成岩の記載と年代測定に深い関心をもって 文献あさりを始めたのである。

それから10ヵ月ほどたって アロンソンの論文が印刷されたが(1965年7月) その論文をどのように受けとめどのような批判を行なうか 彼らの反応にははなだ興味があった。少し年月が相前後して申訳ないが 彼らの気持を端的に物語るもう1つのエピソードを紹介してみたい。

ニュージーランドからの帰途 私はインドの第22回万国地質学会議に出席したあと もう少し足を延ばしてセイロンをたずねてみた(セイロンの地質などについてはすでに地質ニュース134号 1965年10月 に紹介)。

セイロンやインド南部の地質は真正の先カンブリア時代の変成岩および花崗岩からできていて なかでもチャーノカイト(charnockite) はとくに有名になっている。

1965年4月 ニュージーランド地質調査所岩石課長のリード(J. J. Reed)氏から1通の手紙がとどいた。その中で 彼は 南島の中央部のフランツ・ジョセフ氷河(Frantz Josef Glacier) からチャーノカイトらしい岩石を発見した。その岩石が真正のチャーノカイトと似てるかどうか比較したいから 君が採集したであろうインドかセイロンのチャーノカイトを少々送ってくれないかという内容であった。リード氏によると そのチャーノカイトに似る岩石は普通輝石および紫蘇輝石を含むマンゲル岩質花崗岩(mangeritic granite)であって どうも基盤の岩石らしく思えるというのである。その頃私の採集したセイロンのチャーノカイトはまだ手許に届いていなかったので 早速標本室の松原秀樹氏にお願いし

所蔵のチャーノカイトの小岩片2コを融通していただき それをかわりに郵送した。

岩石標本を送るにあたって 私は次のような批判めいた手紙を添付した。「遠く離れた国の ある種の岩石標本が真正のチャーノカイトであって 自分の手許にある岩石がそれによく似るからといって 形成時期を論ずるための決め手にはならないだろう。むしろ形成条件が似ていたらしいと結論できるかも知れないが.. また輝石類を含むというだけの理由でその花崗岩を特別視するならば 日本にも同じような問題がいくつもあり しかも領家変成帯付近には輝石含有花崗岩が見いだされている」と。3ヵ月ほどたった 1965年7月に チャーノカイト2コを受けとっての感想がリード氏から送られてきた。それにはごくアッサリといとも簡単に 自分の岩石はチャーノカイトとは全く性質の違う岩石であって 紫蘇輝石・普通輝石含有のしかも深成の花崗岩質岩石であると書かれていた。終りの方にチョッピリ 問題の岩石は先カンブリア時代というよりは どうも古生代であるらしいと述べていた。

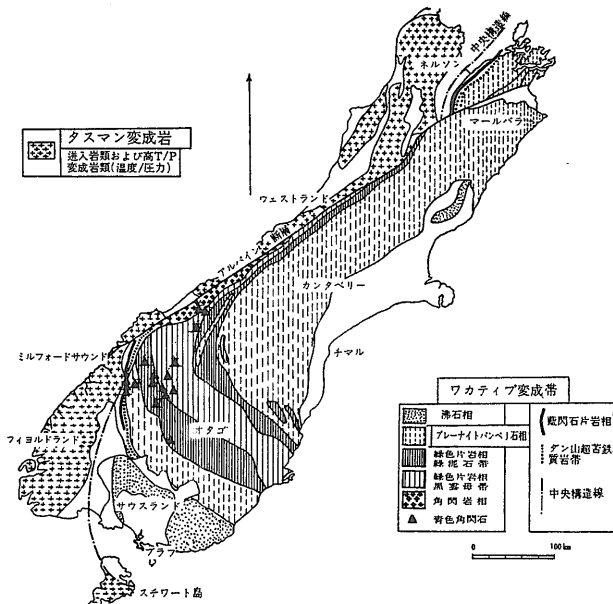
このようなやりとりから 彼らが先カンブリア時代の基盤の問題についてどんな考え方をしているのか その一側面をうかがうことができる。

その時以来 これらの問題を真っ向からとりあげ そして議論を深めた論文はほとんど公表されていない。だから 1966年8月 東京で開かれた第11回太平洋学会議に ニュージーランドからどのような論文が寄せられるかということに 私は大きな関心をもっていった。

幸いなことに これらの問題を論ずる3つの論文が 課題「環太平洋造山の時代と性質」(地質ニュース 147号1966年11月)に提出され 彼らの最新のアイデアに接することができてたいへん感激した。それら3つの論文のうちの1つ ランディス・クームス(C.A. Landis and D. S. Coombs) 両氏の提出論文の原稿のコピーがクームス教授のご好意により私の手許に届いたので それを紹介しよう。

### 南島の変成帯の区分とペア変成帯説

まず 第1図をみていただこう。これは彼らの第1図であって ニュージーランド南島の変成岩に関する最近のデータが盛り込まれている。従来の変成分帯の区分と大差ないようにみえるが(あとで詳しく比較検討する予定)そこには ニュージーランドの変成帯形成史を論ずる上において 今までにみることのできなかつた革新的な思想がうかがえるのである。すなわち MTL (Median Tectonic Line) 中央構造線の伏在する可能性



第1図 ニュージーランド南島の変成帯と鉱物相 Landis と Coombs (1967印刷中)より引用

を提唱し この MTL がかって南島の変成岩類を大きく 2 つに分割する時期があったというのである。

さて 彼らは MTL 西方に露出する変成岩の地域を Western Province と命名し 反対側の地帯を Eastern Province と区別した。 Western Province においては おもに比較的温度的が高く また低い圧力の条件下で生じた広域変成岩が分布し よく花崗岩類を伴っている。これをタスマン(Tasman)変成帯と名付けた。 タスマン変成帯の形成時期は 前一中期白亜紀とされている。 また この Western Province には タスマン変成帯をつくった変成作用より古い時期の変成岩が知られており ツファ (Tuhua) 造山作用とよんでいる。

Eastern Province の変成岩はおもに比較的低温・高圧の条件の下に生じた広域変成岩であり 埋没変成作用の名で知られるようになったより低変成度の岩石と漸移関係にある。 これをワカティブ (Wakatipu) 変成帯とよぶ。 ワカティブ変成帯形成のおもな時期は ほぼタスマン変成帯と同時である。 つまり MTL の提唱とその断層を挟む東西両側の変成帯 すなわち ワカティブ変成帯およびタスマン変成帯の認識は 日本においてはすでになじみの深い環太平洋地域によくみられるペア変成帯説を また Miyashiro (1961) Suwa (1961) 服部 (1966) および Hattori (1967) によるニュージーランド南島におけるペア変成帯説を肯定するものである。 というよりはむしろ それらの考え方を積極的にとりあげ 批判を加えながら さらに考察を深めていこうとする姿勢のあらわれなのである といっても差しつかえないであろう。

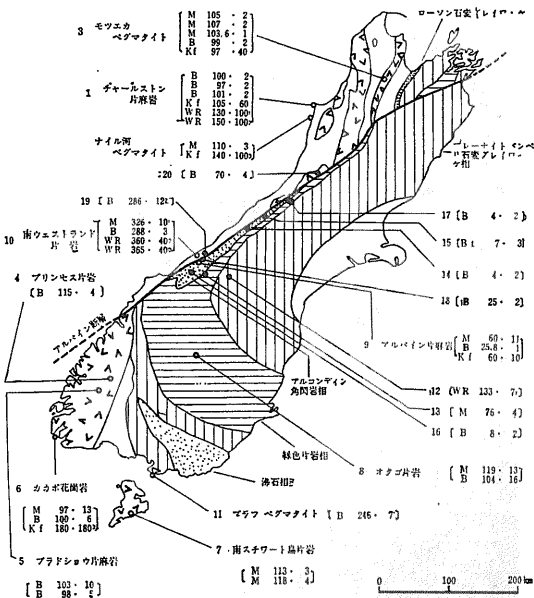
る変成帯形成史に基づいて描かれているわけである。ここで 本質的に異なるとか あるいは革新的な思想とか 大げさな表現をあえて用いたのは ニューージーランド人に特有の保守性 または頑固な一面というべきか あるいは今日よくいわれる「イギリスよりもイギリス的」さらに「南太平洋のイギリス」などの表現に代表されるような 英国固有の文化のみに傾く懐古趣味は相当根深く育っており この性格を指摘したためである。

地質学の問題にとり組む態度にもそのような気配がうかがえるのであって 容易に他国の科学・文化にふりむこうとしない。 たとえば 同じように若い国であるアメリカ合衆国がかつてはニュージーランド人の先祖と同じ血をひく同胞でありながら 祖国の英国に弓をひいて 独立し しかも世界一の大国に成長したことにいい知れぬ反発を感じ また軽べつ眼をおくるのである。 そして現在のアメリカ合衆国の繁栄を嘲笑し その国のなかに貧乏人の多いことをことさらに強調し そのかわりに自国の福祉国家を誇り さらに英国への忠誠に生甲斐を感じるのである。 だから文化・科学といえ 問答無用に英国に由来するものしかない というような感情をあらわにするのであろう。

少し私はニュージーランド人の精神面にこだわりすぎて 第1図の由来をゆがんで強調しすぎたかも知れない。 だが イギリス人気質を知る人 またニュージーランド人の人生観にふれた人ならば ハハンとうなずいてもらえるにちがいない。 しかし そうはいうものの ニューージーランドの地質学たちが ニューージーランドの変成帯および基盤の問題が環太平洋地域に特有の課題であると認めるようになったいきさつを もう少し地質学的データなどから説明せねばなるまい。

いくつかの原因のなかでまず第1にとりあげるとすれば ルビジウム-ストロンチウム法による鉱物年代など

以上に述べたように第1図は 従来とは本質的に異なる



第2図 ニューージーランド南島の岩石の年代測定のための

服部(1966)より引用  
データの記載の順序・番号 岩体名 [分析試料名 年代 m.y. 誤差]  
M: 白雲母 B: 黒雲母 Kf: カリウム長石 WR: 岩石全体  
白丸: Rb-Sr 法 黒丸: K-Ar 法



写真① 先カンブリア時代といわれていた Charleston gneiss の露頭 (南島北西部 Westport に近い Tauranga 湾において) 第2図のなかの1の片麻岩は このあたりから採集され白亜紀中頃の鉱物年代をもつ

の測定結果が あまりにもショッキングであった点が挙げられよう。今までに公表されたアイソトープ年代測定の結果は 服部 (1966) によりまとめられており これを第2図にかかしておいた。皮肉なことにこれらのデータはどれもニュージーランドにおいて測定されたものではなくて いずれもアメリカ合衆国において実験されている。

ニュージーランドには 核科学研究所 (Institute of Nuclear Sciences) という この国の 科学技術研究庁 (DSIR) のなかでは最大規模の研究施設が 数台の質量分析計とアルゴン抽出装置がととのっているが カリウム・アルゴン法の研究者・技術者がいなくて 1つの測定も行なわれていないのである (地質ニュース 135号1965年11月)

ことに 従来典型的な先カンブリア時代の片麻岩とされていたチャールストン片麻岩 (Charleston Gneiss) の 鉱物年代が ルビジウム・ストロンチウム法によると ほとんど白亜紀の中頃に集中し 先カンブリア時代の形成ではないとアロンソン氏は結論する。

ランディス・クームスによる論文と同じく 東京で開かれた第11回太平洋学術会議 造山運動のシンポジウムにアロンソン氏は論文を提出し 最新のデータを発表した。残念なことに彼は出席しなかったが コンビナー 松本達郎 九大教授あて送ってきたカラー・スライドと録音テープで講演者不在の珍しい講演がきかれたのである。

### 鉱物年代と変成作用の時期

ここで第2図すなわち ニュージーランド南島の変成岩および花崗岩の分布と年代測定のデータをみることにしよう。この図には 当時までに公表されていたルビ

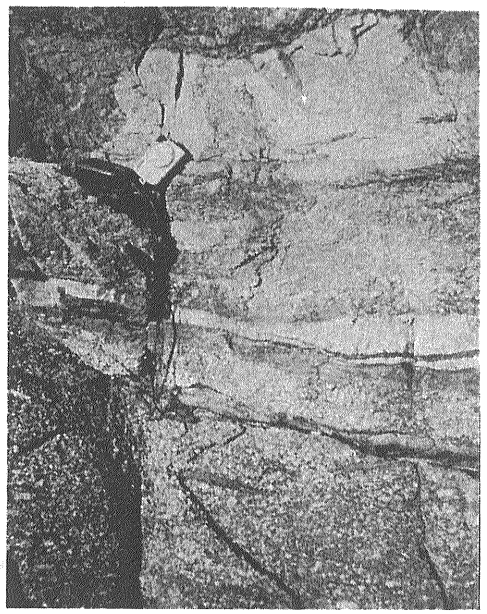
ジウム・ストロンチウム年代31コ およびカリウム・アルゴン年代 9コ の合計40コのアイソトープ年代がプロットしてある。服部 (1966) はこの南島の変成岩を東帯の変成岩および西帯の変成岩とに分けて両者を記載し また両帯の相互関係を詳しく論じた。これら2つの変成域は ちょうどランディス・クームスの Eastern Province と Western Province とほぼ一致する。

わずか40コの年代測定のデータであっても よく検討するとある傾向がみられよう。第2図のなかの5コの数字 (10の South Westland Schist に属する白雲母黒雲母片岩 および19の黒雲母花崗岩) を除くと 大部分の数字は 95—120m.y. の間に入ってしまう。また一般に黒雲母のほうが 白雲母やカリウム長石よりもやや小さい数字を示すこともわかるであろう。しかしながら 年代測定のデータを解釈する際に いつも念頭におかなくてはならないのはデータに含まれる誤差であってその果たす役割りを十分に認めなくてはならない。たとえば 1コの岩石から何種類もの鉱物を分離し それぞれの鉱物年代を測定した場合 ある1つの鉱物の鉱物年代が他の鉱物年代よりも小さい数字をもつといっても誤差の範囲内のことであればそれは無意味だからである。

第2図の場合では カリウム長石はいつも黒雲母および白雲母よりかなり大きい誤差をその測定値に含んでいることがわかる。従って 黒雲母および白雲母はカリウム長石に対して データの上では有意の差は認められない。つまり カリウム長石が黒雲母や白雲母よりも早期に晶出完了していた と必ずしも論ずることはできない。こうしたカリウム長石の鉱物年代の数字に大きな誤差を伴うことは 黒雲母や白雲母のように単純に扱うことができないといえよう。すなわち カリウム



← 写真②  
Tauranga 湾の片麻岩は桃色のザクロ石を含む黒雲母片麻岩で 海水のため表面はひどくざらざらしている。立っている人はニュージーランド地質調査所 Greymouth 支所の D. Young 氏



→ 写真③  
この Charleston gneiss はきわめて粗粒で なかに径 2 cm をこす斑状のカリウム長石がある。薄い層状をなす白っぽい部分はアブライト質の岩石で 黒い部分は泥岩質である。(Tauranga 湾)

長石の鉍物年代は その誤差を無視して数字をそのまま鵜のみに他の鉍物年代と比較しえないであろう。

さて今度は同じく鉍物年代に関連して やや観点をかえ次のような問題を取りあげてみよう。

1 コの岩石から分離したいろんな鉍物のそれぞれの鉍物年代のもつ意味についてである。先にもふれたように カリウム長石の場合とはくに注意を払わねばならないが 西帯の変成岩や花崗岩の鉍物年代について 同じ岩石内の黒雲母と白雲母の年代にはわずかに有意の差が認められ 黒雲母の鉍物年代が大体においてやや小さい数字を示すことが明かである。しかし両者の年代がごく狭い範囲内におさまってしまうことは すでに何度も述べた。

10の South Westland Schist の場合には白雲母 ( $326 \pm 10$ ) と黒雲母 ( $288 \pm 5$ ) の鉍物年代の間には 大きな有意の差が認められる。さらに 東帯のオリゴクレス帯のなかのペグマタイト9および18はお互いに数 km も離れていない地点から採集されたもので どちらも第三紀を示している。

データをよく眺めると この場合にも大きな有意の差がありそうである。すなわち 黒雲母の数字がルビジウム—ストロンチウム法では  $25.8 \pm 1$  カリウム—アルゴン法では  $25 \pm 2$  であって 両者ともによく一致する。他方 白雲母の場合 ルビジウム—ストロンチウム法によると  $60 \pm 11$  であって 黒雲母の鉍物年代とは明瞭に区別できるであろう。このような黒雲母と白雲母について測定された数字 つまり鉍物年代における有意の差をどのように考えたらよいであろうか。

ニュージーランド南島の場合アルパイン断層 (Alpine Fault) に沿う地域の変成岩 とくに東帯の結晶片岩類の鉍物年代はきわめて小さな数字を示している。そしてこれらの予想以上に若い数字は 変成岩形成の時期を示さないでより後期の変動により放射性娘元素 (ストロンチウム87やアルゴン40) が逸散したため 若い鉍物年代になるのだという

→  
写真④

Westport の南西約 20km に Charleston の町がある。100年ほどむかしゴールドラッシュの頃栄えた町である。その町はずれに Constant 湾があって 写真1, 2, 3にみられると同じような片麻岩が露出する最近この地名をとって Constant gneiss とよばれるようになった。黒い部分は黒雲母片麻岩 白っぽい見える部分はアブライト質であってなかに桃色のザクロ石と多量の白雲母が晶出している。片麻状構造は白っぽい脈状の岩石のなかでも変化しないで連続する。第2図のなかの2のペグマタイトはこの近くから採集された。

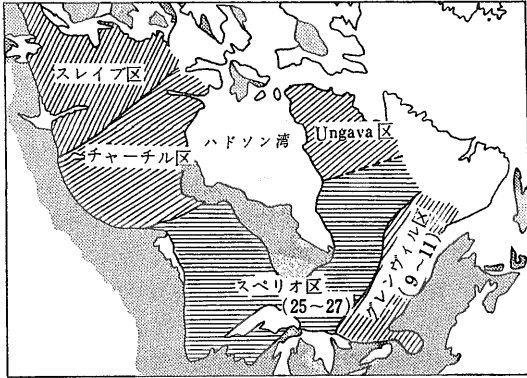
のが定説である。誰もそう信じているけれども 実際には娘元素が逸散したという証拠は何一つ提出されてはいない。ただ そうかも知れないという1つの可能性を強調しているにすぎないというのが実情である。確実に逸散したという場合 その岩石にあるいはその鉍物において どのような形態上の特徴 いや そういうよりは逸散したと考えなくてもよい場合の岩石や鉍物の場合と比べて どんな違いが見いだせるのか。あるいはまた 野外においてどんな現象が発見できるか。もし野外でも 室内における実験によっても 逸散を裏づけることができなければ さらに種々のアイソトープ年代測定を試みる必要があろう。

こういった検討がなされないで 逸散を便宜的に使うのは正しくないのではなからうか。少し別のいい方をすれば 逸散についての客観的な事象が少しも究明されないで 逸散を理由にして意外に若い数字がでるものと結論することは 逸散とは全く関係のない別の原因によってそう解釈した方が都合がよるしい というきわめて消極的な理由しかないのではなからうか。

その種の消極的な理由の1つとして 地質学的資料からそうように解釈するのが好ましい 一種の願望みたいなものがあげられよう。こういう願望が事実報いられる場合も少なくない けれども裏切られる場合もないではない。すでに 私は裏切られた場合の1つの例を簡単に指摘しておいた (服部1966)。ここでは さらに議論を深めるために もう少し詳しくその例を紹介してみよう。

第4図は 北アメリカ大陸のなかでもっとも古いとされているカナダ盾状地において 1964年までに測定されたカリウム—アルゴン法による各種の年代の数字をプロットしたものである (C. H. Stockwell 1964)。このよ





第3図 カナダ盾状地の地質構造区分 都城(1965 p. 334 第121図)から引用 数字の単位は億年 次の第4図の区分と少し違う

うに広い面積にわたり 先カンブリア時代のしかも高度の変成岩が分布しており それらの形成時期は化石によっては推定することができないのである。また 地質構造区単位の細分はあるていど可能であっても ごく限られた地域における相対的な前後関係が判明するにすぎないので どうしてもアイソトープによる年代測定値 それもかなり多数のデータに頼らねば 地質時代を論ずることはむずかしい。

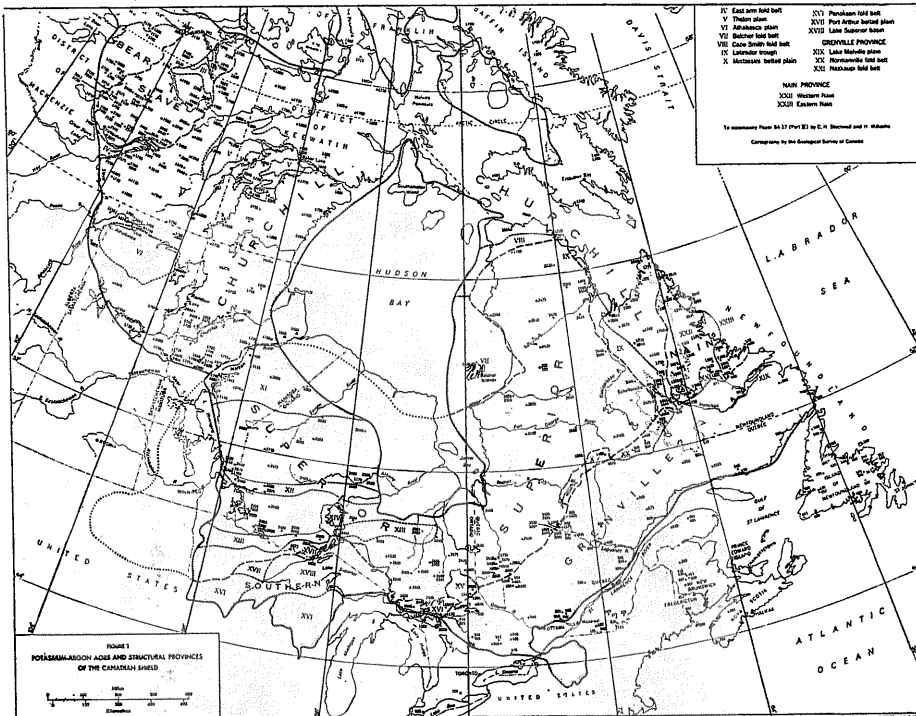
すでに 松本達郎(1962)はこの点について「化石をほとんど産しない陰生時代の地質系統の区分と対比したがってこの時代の地史解析には 年代測定がきわめて重要な役割りを持つということである」と述べておられるように 先カンブリア時代の盾状地などの形成時期

推定の問題は なにもここに紹介したカナダ盾状地に限ったことではない。たとえば 1964年12月ニューデリーで開かれた世界地質図委員会(地質ニュース 134号 1965年10月)でも アイソトープ年代により先カンブリア時代の細分が討議された。

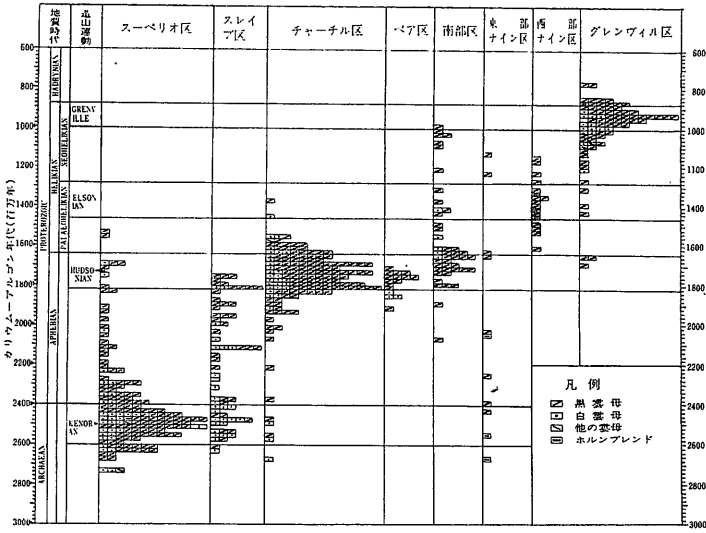
第5図をみていただこう。これは第4図にプロットされたデータを別の形に表現したもので 地質構造区別の鉱物年代の頻度分布図である。ここに用いた年代測定のデータは約900に達するが あの広いカナダ盾状地の面積を考えると決して多すぎる数ではない。しかしこの頻度分布図をじっくり眺めると 地質構造区別に1つの分布形態 つまりある年代付近に集中する傾向がよみとれよう。

これをまとめたストックウェル氏はカナダ地質調査所の構造地質学者の1人である。Grenville Provinceが Superior Province に接するフロント(front)に沿ってそれぞれの地質構造区の数字の分布形態から離れた異常な数字が発見された。たとえば 黒雲母は 3,300 m.y. を与えるのに 白雲母および岩石全体はそれぞれ 1,630 m.y. および 1,673m.y. になる。そしてこの地点あるいはフロントに沿う広い地域において 黒雲母は異常に高い数字を示すことがわかった。従来そうした場所では構造運動のため カリウム-アルゴン年代は実際よりも若い数字になるというのが定説であった。つまりより後の構造運動により アルゴン40が逸散し減少する

ためだといわれているのに このカナダの Grenville front においては 逆の結果しか考えられない。ストックウェル氏はそこで黒雲母 白雲母 岩石全体の3つの数字を比較し アルゴン40が黒雲母に異常に集積したと推定したのである。いいかえればフロント近傍においては一般的な数字よりも大きい つまり古い年代が得られると解釈した。そして念のためにこのような現象は実験室においても確認されたことであるといつて



第4図 カナダ盾状地のカリウム-アルゴン年代と地質構造区分 Stock well (1964)より引用



第5図 カナダ楯状地の各地質構造区におけるカリウム-アルゴン年代の頻度分布図 Stockwell (1964) より引用

で数こそ少ないけれど ある傾向を示すようにみえる。このデータにはルビジウム-ストロンチウム法による年代測定の数がカリウム-アルゴン法の数を上まわっている。ランディス・クームス両氏が Eastern Province と Western Province において頻度分布図を作製しているのは ほかならぬベア変成帯説に結びつけようとする意図があったのであろう。

Eastern Province では 三疊紀の地尚斜時代に貫入した超苦鉄質岩石を伴うはんれい岩や閃緑岩の鉱物年代がとくに高い数字を示す。また白亜紀より新しい鉱物年代は ワカティプ (Wakatipu) 変成帯の時期をいみする。また きわめて小さい数字 10m.y.以下は カリウム-アルゴン法による黒雲母の数字であって 一般に 変成作用終止ののち 第三紀末期以降の急激な上昇により

このような若い数字となるので 変成作用の時期そのものを意味しないと説明されている。しかし前に論じたように ペグマタイト中の黒雲母 白雲母 およびカリウム長石のカリウム-アルゴン法およびルビジウム法による鉱物年代をみると たんに変成作用終了以降の地質現象として解釈するよりも それらの鉱物年代の示す時期に鉱物晶出が終了した と考える方が自然に思えるのだが。

Western Province では 100 m.y. 付近に頻度のピークがあり また 300-400m.y. にも若干の鉱物年代が知られている。両者はそれぞれ タスマン (Tasman) 変成帯およびツファ (Tuhua) 変成帯にあたる。後者の変成岩は 最近のアロンソンの行なったルビジウム-ス

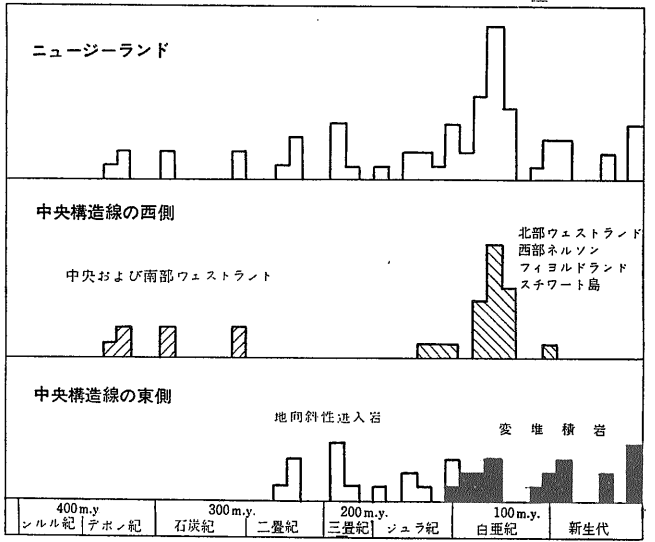
Karpinskaya ら (1961) の論文を引用している。

ここに紹介した1つの例は 逸散の現象をあまり確かな根拠もないのに我田引水式に利用しようとする側にとって 全く皮肉な集積という逆の解釈であった。もちろんカナダの場合 問題の黒雲母にアルゴンが集積したという詳しい観察があつて客観的に確認されたのでないから 決定的とはいえないかも知れない。それでもそのような解釈を可能にするには その基礎にある程度十分多くのデータがあり 統計的判斷へ導くことができたという点を大きく評価せねばなるまい。もし この種の解釈が今後の一層の検討により さらにポジティブになれば まさしく自然界には私たちの全く予期しない思いもかけない現象が営まれているといえよう。

ともかく 地史解析の上で アイソトープ年代の数字をすなおに受け入れることのできない場合 たとえ逸散あるいは集積 さらに別の原因を考えるにしても その解釈を支持し裏付けることのできるより客観的な判定基準を与えないことには いつまでたっても解釈の上での悪循環をたち切ることはできない と私は考えるのだが。

だいたい 話が横道にそれてしまったので ここで再びニュージーランドのアイソトープ年代の問題にもどらう。

カナダの盾状地におけるカリウム-アルゴン法による測定年代をまとめた構造区別の頻度分布図と同じようにニュージーランドの場合も頻度分布図が作られている(第6図)。全体で60コあまり



第6図 ニュージーランド南島の岩石のアイソトープ年代の頻度分布図 横軸は年代 (m.y.) 縦軸は頻度を意味する。上段はデータ全体のプロット 中段は中央構造線の西側 下段は東側の岩石の年代を示す。下段の暗色部は変成鉱物の数字である。 Landis と Coombs (1967印刷中より引用)



鉱物相	沸石相			緑色片岩相			黒雲母片麻岩相		
	Stage1	Stage2	Stage3	Chlorite 1	Chlorite 2	Chlorite 3	Bi 1	Bi 2	Bi 3
ヒューランド沸石									
方沸石									
ローモングイト									
セクドナイト									
モンモロノイト									
ブドウ石									
パンペリ石									
緑泥石									
輝麻石									
スナプノレン									
緑泥石									
アクチノ閃石									
ホルンブレン									
白雲母									
黒雲母									
アルマンディン									

第7図 ニュージーランド南島のワカティブ変成分帯の鉱物相と構成鉱物 都城(1965 p.409 第145図)より引用

研究者	Turner 1933	Hutton, Turner (1936) ほか	Reed (1958) ほか	Mason (1962)	N.Z 地質調査所 25万分の1地質図	Coombs 1960
地域	南ウエストランド	オタゴおよび南ウエストランド	南東ネルソン	フランツジョセフ 南アルプス	南島	南島
分帯	緑泥石	緑泥石 2重帯	緑泥石 2重帯	緑泥石 2重帯	緑泥石 2重帯	アタクノレンを含む (プレーナイトパンペリ石変グレイワッケ相)
		緑泥石 3重帯		緑泥石 3重帯	緑泥石 3重帯	
		緑泥石 4重帯	緑泥石 3重帯	緑泥石 4重帯	緑泥石 4重帯	緑泥石
	黒雲母	黒雲母	黒雲母	黒雲母	黒雲母	黒雲母
オリゴクレス	オリゴクレス	ザクロ石	アルマンディン オリゴクレス	ザクロ石 あるいは ザクロ石-オリゴクレス	ザクロ石 オリゴクレス	

第8図 Haast Schist Group の変成分帯 研究者や地域の違いにより多少変っている Reed (1965 p.1054 表29)より引用

トロンチウム法の鉱物年代測定から 中部ウエストランド (Westland) のみならず ネルソン (Nelson) 地方からも発見されており タスマン変成分帯のなかにかなり広い地域にわたって白亜紀以前の変成作用があったらしい。つまりツファ変成分帯がニュージーランド南島の西半部に沿って南北に長くのびていたようである。しかしながら いままでのアイソトープ年代測定の結果では どれも先カンブリア時代を示す鉱物年代を記録していない。典型的な先カンブリア時代の変成岩とされている チャールストン片麻岩 (Charleston Gneiss) のザクロ石含有の黒雲母片麻岩すらも 100m.y. 程度のルビジウム-ストロンチウム法によるいくつかの鉱物年代をもつのである。

この場合 いろんな鉱物および岩石全体のストロンチウムの生長図において 岩石全体の Sr 87/Sr 86 比および Rb 87/Sr 86 比の示す点と初期 Sr 87/Br 86 比をマントル物質に近い 0.702および 0.706の値と仮定して 岩石全体の同時曲線を引くと 100m.y. よりも1つ古い地質事象の時期を推定できる。そうしてえられた年代が 480±100 ないし 320±60 m.y. である。おおざっぱにみて この数字は 300ないし 500m.y. の間の事件に結びつけられる。そして 多分ツファ変成作用に相当すると推定できよう。

### 変成分帯

これまでの話は アイソトープ年代に基づいて 変成岩などの形成時期の問題に主力を注いだ。これからは初めの方に紹介した 革新的なアイデアによってなされた変成分帯の区分の話にもどり その区分の内容をもう少し詳しく述べ 本稿のまとめとしたい。

MTL の東側はワカティブ変成分帯とよばれる Eastern Province の変成分帯があり かつては Otago Schists Alpine Schists および Marlborough Schists とよばれた変成岩が分布する。これらの変成岩はまた最近のニュージーランド地質調査所の出版物のなかでは Haast

schist group として一括されている結晶片岩に一致する。これらの変成岩に加えて さらに低変成度の岩石 つまりクームスら (1959) クームス (1960 1961) の定義に基づく埋没変成作用による新しい鉱物相 沸石相およびブドウ石・パンペリ石変グレイワッケ相の岩石が分布する。これらの変成岩の地理的分布および相互関係は第1図から明白であろう。

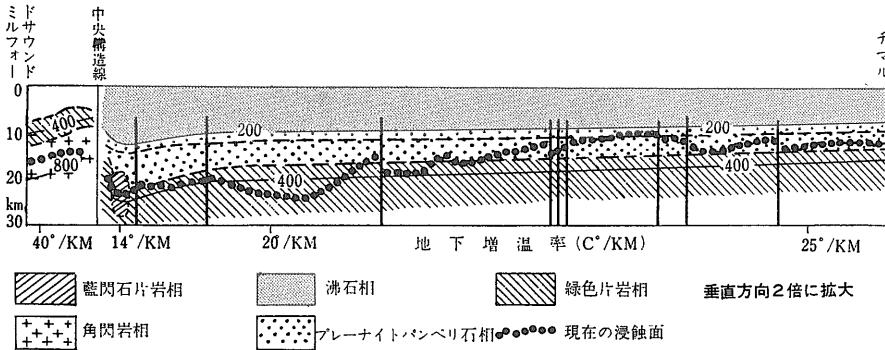
各鉱物相における変成鉱物の組み合わせは 都城 (1965, p.409 第145図) の総括による第7図から容易に読みとることができる。もっとも原岩の化学組成のちがいはあるいは 地域の特性により 物理化学的条件に多少の違いはあるので かならずしもこの第7図のように規則的な連続変化がみられるわけではない(第8図)。

鉱物相区分の仕方についてランディス・クームスと都城の間に一つだけ違いがみられる。それはアルマンディン帯を緑れん石角閃岩相とする都城と その鉱物相を緑色片岩相の最高部におくランディス クームスとの違いである。ニュージーランドにおける従来の変成分帯にはなかった 3つの新知見がやはり第1図にみられる。

第1は 青色角閃石の多量の発見であり 図中小さな三角形で示される。これらの青色角閃石はオタゴの西方地域にとくにたくさん見つかった。

第2は ダニディン (Dunedin) から北西にかけての黒雲母帯の確立である。この黒雲母帯については おもしろいエピソードがある。だいたい この地域から若干の緑色の黒雲母の産出が知られていたもの かなり普遍的に褐色黒雲母の産出を期待できそうだと意見をのべたのは たまたまクームス教授のもとに留学したブラウンというアメリカの留学生であった。その彼のフィールド ダニディン近くの Mt. Stoker における褐色黒雲母の発見 (E. H. Brown 1963) が端緒となり この黒雲母帯の確立へ導いたという。





第9図 ニューゼaland南島の変成帯の地質断面図 東海岸 Timaru—西海岸 Milford Sound の間垂直方向は2倍に拡大してある Landis と Coombs (1967印刷中)より引用

第3は ダン山超苦鉄質岩帯に沿う藍閃石片岩相である。この鉱物相は 第9図の地質断面図にみられるように 特殊な位置を占めると推定されている。その位置は格別地下増温率が低く かつ圧力の高い部分と解釈されている。しかしその高い圧力をうるには その位置の深さのみの岩石の加重圧では十分でないので tectonic thickening (いづれも Clark (1961) が始めて用いたことばである) ということばで表現する要因を考えている。私にはよく使われる tectonic overpressure と区別して用いるそのことばの真意が理解できない。ただ分かるのはおそらく後者の tectonic over pressure がストレスにより説明しようとするのに対して 前者の場合ストレスを使わないで表現したいらしいという程度の理解である。

次に MTL の西側の変成帯であるがこの問題については資料がきわめて乏しいので 詳しく論ずることはたいへんむずかしい。それでもランディス・クームスはタスマン変成帯とツファ変成帯とに別けたことは前にも述べたとおりであり またアイソトープ年代を中心に紹介もした。しかし変成帯の観点からみると この方面の研究は全くないといっても過言ではないだろう。ただ現時点でいえるようなことは この変成帯には片麻状岩石が多くこれに伴う花崗岩が広く分布し そのうちの一部は真正の堆積岩原の片麻岩であるらしい。そしていくらかの片麻岩は Mg にとむザクロ石を含み かつ珪線石を晶出せしめるほどの高変成度に達している。このような高い変成度の岩石がアルパイン断層の西側に細長い地帯に知られている。しかも これがニューゼaland南島でもっとも高く その変成度はカリウム長石—珪線石アイソグラッドに近いらしい (Hattori, 1967)。

いずれ近い将来に 珪線石帯が確立されるであろう。

エ ピ ロ ー グ

変成岩および変成帯の研究が 高い精度のしかも広域に

わたるマッピングによりさらに岩石学的・鉱物学的にも詳しく進んでいる国は日本をおいてほかにはないだろう。しかしアイソトープ年代のデータを解釈する上で 多数は矛盾なく説明できるものの 反面いくつかの不確定要素を残す場合もあるので このような未解決の問題を打破するため

にも より多くのカリウム—アルゴン法による またルビジウム—ストロンチウム法によるデータの発表が待たれるわけである。

ニューゼalandの場合 日本の変成帯と類似する点相違する点などあげればいくらでも数えられる。がしかし そこには太平洋のまわりを縁どる mobile belt に共通する根本問題がひそんでいることは明らかなことである。このような課題にとり組むには 大たんないデアによるモデルの設定を行ない またときには地質家達の想像を絶するような現象を見つけ出し ついには従来の固定観念をひっくり返すようになるかも知れない。アイソトープ年代のところで述べたように どんな場合でも地質学的にみて好ましくない数字が生まれたときには絶対に無視したり いい加減な解釈を与えたりしないで かならず徹底的に原因の追求を行なうことが大切であろう。

(筆者は 地質部)

おもな文献

ARONSON, J.L., 1965: Reconnaissance rubidium-strontium geochronology of New Zealand plutonic and metamorphic rocks, N. Z. J. Geol. Geophys., vol. 8, p. 401—423  
 ARONSON, J. L., 1967: Absolute ages of the plutonic and metamorphic rocks of New Zealand, Tectonophysics, 印刷中  
 BROWN, E.H. 1963: The Geology of the Mt. Stoker area, Eastern Otago. Part I Metamorphic geology. N. Z. J. Geol. Geophys., vol. 6, p. 847—871  
 CLARK, S. P. 1961: A redetermination of equilibrium relations between kyanite and sillimanite. A. J. Sci. vol. 259, p. 641—650  
 COOMBS, D. S. ほか 1959: The zeolite facies, with comments on the interpretation of hydrothermal synthesis. Geochim. Cosmochim. Acta, vol. 17, p. 53—107  
 COOMBS, D. S. 1960: Lower grade mineral facies in New Zealand. Rep. Internat. Geol. Congress, 21 Session, Norden, Part 13, p. 339—351  
 COOMBS, D. S. 1961: Some recent work on the lower (以下63頁下へつづく)