

地向斜火成活動の時期について

松本, 達郎
九州大学理学部

<https://doi.org/10.15017/4738255>

出版情報：九州大学理学部研究報告。地質学之部。7 (1), pp.149-159, 1964-03-30. 九州大学理学部
バージョン：
権利関係：

地向斜火成活動の時期について

松 本 達 郎

On the age of the geosynclinal volcanism

Tatsuro MATSUMOTO

(Abstract)

On the basis of the up-to-date knowledge of the geological history in and around Japan and other areas in the circum-Pacific region and also the classical areas in Eurasia, the writer has reached the following conclusions about the age of the geosynclinal volcanism:

(1) A new geosynclinal belt appears, or is promoted to develop, when another, adjoining belt is subject to tectonic movements.

(2) The initial magmatism in the new geosyncline is usually coeval with the orogenesis and granitic intrusion in the adjoining mobile belt. Even in the case when the initial magmatism is somewhat delayed from the birth of geosyncline, the intense submarine volcanism is coeval with the tectonic movements within and/or outside the geosyncline.

(3) As a tectonic movement is intensified periodically, geosynclinal magmatism takes place periodically. The major period in a global scale is about 60-70 million years but may be shortened in the Cainozoic and expanded before the mid-Palaeozoic.

(4) A large scale plateau basalt is flooded over the intracontinental area which is somewhat separated from the orogenic belt. This occurs almost simultaneously with or just after an orogenic period. The flood on the continent seems to take place when the submarine basaltic flows are not so great as the normal case in the neighboured geosynclinal area. In other words the flood of the plateau basalt and the geosynclinal basaltic volcanism seem to be complementary.

Several problems are pointed out to be solved in the future.

I 緒 言

地向斜から造山帯が発達する一連の地史的経緯については、かなりよく研究されている。その結果の1つとして、火成活動史の上では、ステレ (STILLE, 1940, 1950) が要約したように、(a) 沈降堆積時代における基性海底火山活動を主体とする初期火成活動; (b) 造山主期と同時代の超基性・塩基性・酸性の深成岩貫入で代表される造山時火成活動; (c) 造山運動晩期あるいは直後の花崗岩類の底盤貫入とそれと前後する中性・酸性の火山活動, 約言して続造山時火成活動; (d) 造山運動終了後の大陸時代に玄武岩類を流出する終末火成活動の4階梯が一般的に認められている。

さて造山輪廻説では、1つの造山帯を、あたかも1生物系統のように取り扱い、その進化史を明らかにした。そしてステレとその後続者たちは、相隔たった造山帯の地史を比較して、造山運動の世界同時説を結論した。この説に従う時には、火成活動史の上でも地球上異なる造山帯間で同時平行的に類似の現象が進行することを期待するわけである。

ところが地史をよく研究していくと、必ずしもそううまくはいっていない事実遭遇する。とくに環太平洋地域やアジア東部や南半球の研究が進むにつれ、欧米を規準とした知識では十分説明しきれないこと

の多いのを経験する。これは必ずしも造山輪廻説が全面的にまちがっているということではなく、他により包括的な法則が支配しているのに気付かないでいたのではないかと直観される。

地殻変動や火成活動が地殻の深部や地殻下物質の動きや状態変化に関係するのであったならば、地質現象の行われる舞台は広く、1造山帯だけをとって考察していたのでは不十分であろう。1つの大きな動きが条件の差によって、場所により異なる表現をもつということが、当然期待される。この観点にたつて、今回の論題の初期火成活動、すなわちいわゆる地向斜火成活動の時期を検討してみよう。関連して他の火成活動の時期についてもふれるであろう。

本論にはいる前にことわっておかなければならないのは、いわゆる地向斜火成活動の時期を決定するための基礎的な層序学的研究に困難があることである。火山岩類を含む厚い層群に化石が比較的稀であること、変質して緑色岩や結晶片岩となっていることが多いことなどのため、個々の岩体のくわしい時代を結論することができないうで、層群全体としてのおよその時代が述べられているという状態が少なくない。しかし忍耐強い研究により、徐々にではあるが、この点も解明されてきている。もう1つ問題があるのは造山期の決定である。造山階梯の解析は、研究の精しく進んでいるところとそうでないところではちがうし、軽重の評価に個人差もある。よく研究されている場合には、以前には1つの造山期といわれていたものが、実はいくつもの階梯を重ねて造構造運動が進行したものであって、その間かなりの期間かかっているということがわかってきた。西南日本内帯の後期中生代の地殻変動の研究に手近なよい実例をみる(小沢, 1925; 小林, 1941; 松本, 1949; 長谷, 1958)。造山帯に特有な花崗岩類の貫入の時期についても同様なことがある。好例は北米西部コルデレラの中生代の花崗岩体の年代決定結果にみる(CURTIS et al., 1958)。以前にはネバダ変動に伴う底盤として1時期に大規模な花崗岩貫入があったとみなされていた。今日では $20\sim 30 \times 10^6$ 年くらいの期間にいくつもの岩体がつぎつぎに貫入固結したことが判明し、さらにこういう花崗岩貫入時代が周期的にいくつか認められている。このような事情は、世界のすべての造山帯でまだ必ずしも十分に究めつくされているわけではないが、精査が進めばわかってくるのであろう。

II 実例による問題の検討

まず日本あるいはその近接地の実例からはじめよう(第9図版参照)。

(1) 秩父地向斜の初期火成作用 湊ら(1959)や浜田(1958, 61)が明らかにしたように、日本各地のシルリア系上部からデボン系下部・中部にかけて、酸性～中性(少くも一部は角斑質質)の火山活動がいちじるしく、その溶岩・凝灰岩が海成層の堆積に伴われている。

つぎに鬼丸統より下位の下部石炭系には、湊ら(1959)により詳述されたように、全国的に塩基性凝灰岩類が多く、中性のいわゆる玢岩質凝灰岩類が最下部にいくらか伴われている。鬼丸・長岩・秋吉の3統には、その層序については若干問題が残っているが、石灰岩類の堆積がいちじるしい(そしてそのあるものは上記塩基性岩を土台として発達)に対し、溶岩・凝灰岩類は比較的少なく、次項で記す石炭紀末～ペルム紀初曉の海底火山活動とは時間的の距たりがあるとともに、活動地帯も後の時代のものの方が外側にずれている。

三波川帯や三郡帯の変成岩層群の比較的下部に酸性火成碎屑岩類があり、中部に塩基性岩起源の緑色片岩が多いのは、化石は出ないが層序的の順序などから判断して、それぞれ上記のシルリア系上部～デボン系下半と下部石炭系のものとはほぼ対比されるのではないかと予測される(松本, 1958; 浜田, 1959, 61)。

以上は秩父地向斜の誕生期から比較的初期の生成発達期に起った火成活動である。種々の層序的事実から、この地向斜時代にも、静穏な堆積だけでなく、地殻の動揺がいくらかあったことが判断される。

日本に近接したアジア東部では、シベリアのアンガラ地向斜における造山運動、秦嶺以南の南シナ地域における広西運動などが、古生代中ごろのカレドニア変動と理解される。これに呼応して、北シナ陸塊の

上昇、日本における新たな変動地帯の前身としての秩父地帯の誕生（あるいは生成発達）と海底火山活動があった。このように地区によってちがった表現型式で地殻運動が行なわれながら、古生代中ごろが全体として大きい変革期をなすとみることができる。

石炭紀中に主要造山階梯があり、花崗岩類の貫入をも伴ったようなヴァリスカン造山に当るものが、日本の全般にあったかどうかについては、その可能性はなお検討すべきだが、現在のところ証拠が十分だとはいえない。大陸側では、中央アジア中部をへて秦嶺にわたる地帯に、たしかに石炭紀ころの造山運動があった。これに対し日本側は、むしろまだ地帯斜時代であって、その地帯斜中でのある種の動きと、塩基性火成活動とによって、この変動が表現されているとみることができるのではあるまいか。

(2) 飛石層群その他 アジア東部のいろいろな地域で、上部石炭系の上部が欠けていて、ペルム系との間に層序学的間隙があることはよく知られている。湊 (1942) は北上山地南部で、ペルム系下部の坂本沈統の基底に不整合を見出し、これが石炭紀末期の世田米褶曲を代表することを明らかにした。その後勘米良 (1952) は、西南日本外帯秩父帯の北部を代表する八代東方山地では上部石炭系とペルム系下部が1000 mほどの厚さの地層群で代表されており、それはおもに塩基性溶岩・凝灰岩・凝灰角礫岩とフズリナ・さんご・石灰藻などを含む石灰岩から成り、粘板岩・チャートを伴うこと、そしてその上に整合的に、しかし岩質の急変をもって、砂岩・粘板岩から成るペルム系下部統の上部が累重することを明らかにした。これらがそれぞれ飛石層群と下岳層である。飛石層群に対比される類似の地層群はその後九州以外の秩父帯中にも認められている (須鎗, 1961)。

このようにして、日本の石炭紀末期からペルム紀初暁にかけては、一方 (北上山地南部) では褶曲運動と上昇、他方 (西南日本外帯の北半部) では海底火山活動と海成層の堆積・地帯斜沈降が相呼応して行われていた。後者中にも、勘米良 (1952) が明らかにしたように、軽微な不整合や層序間隙が各統間に認められているから、単なる静穏な沈降だけではない。

日本のペルム系の各地の事実を総合的に判断すると、岩相の地区による差はかなりいちじるしい。秩父地帯斜はペルム紀には分化・動揺期にはいつてきたようである。上に記したペルム紀初期の基性火成活動はなおいくらか続いているが、他のある地区では、酸性～中性の凝灰岩類が堆積物中に挟在したり、酸性～中性火山岩・半深成岩が粗粒物質の供給源となっている (湊ら, 1959 のまとめをいくらか改変し、勘米良, 1961; 藤井, 1962; 藤井・勘米良・松本, 1962 などの近著により、総合判断)。

(3) 三宝山・神ノ瀬層群 西南日本外帯秩父地帯最南部の一带にペルム系から下部中生界にまたがるといわれる地層群が認められ、小林 (1941) により三宝山層群と呼ばれた。四国の同層群の正確な層序と時代については問題点もあり、目下九大でも検討中である。この地帯の九州における延長は、勘米良・古川 (博恭)・原田 (幹彦) がくわしく研究中で、遠からずその成果が公表されよう。古川・勘米良 (1962) の予報によっても明らかなように、*Yabeina* を産するペルム系上半の部分から、三疊系を暗示する層孔虫・さんごなどを産する部分にわたり、多量の玄武岩・凝灰岩・チャート・石灰岩から成る累層群があり、上部においては砕屑岩類が認められる。

内帯側ではこれとはほぼ同時期に秋吉造山運動 (小林, 1941) の名で呼ばれる地殻変動があった。外帯の北半では、どの程度の造山運動がこの時期にあったかは研究者により異説があるが、少くも小崎層 (中部ペルム系) や球磨層 (上部ペルム系) には、変動階梯が記録されており、小崎層と田ノ浦層 (上部三疊系) との間にも、確かに構造差を示す不整合がある (勘米良, 1952; 1961)。いずれにせよ、内帯と外帯秩父帯の北半には、ペルム系と三疊系に、地殻変動と同時にまたは直後の状態を反映した性状の砕屑性堆積物が多いのに対して、神瀬帯の構成岩には、これらと同時代なものにもかかわらず砕屑岩類が一般に少ないのは注目すべきである。そのことがただちに半深海性環境を意味するかどうかはさておき、神瀬・三宝山層群は秋吉造山運動に呼応して、造山帯に平行して新生した前縁地帯斜の海底火山地帯を代表するといつてよい。これは中生代後半にいちじるしく発展する四万十地帯斜に地史的におそらく連続し、その初期火

山活動をあらわすのであろう。

四国や九州だけでなく、神瀬・三宝山帯の東方延長は外帯秩父帯の南部に一般に求められる。さらに北上山地の北東部から北海道の渡島半島部にも、類似の地層群が分布している。もっともそれらの正確な対比は今後の研究にまつ。

(4) 空知層群 蝦夷地向斜〔≡日高地向斜〕の比較的初期の堆積を代表する空知層群には、枕状構造を持つ玄武岩質溶岩が特徴的にかつ多量に発達し、上部には安山岩質凝灰岩・火山質グレーワッケも含まれている。チャート・珪質頁岩・石灰岩を伴うが、時代を明示する化石に乏しい。空知層群の上位には下部蝦夷層群が、少くも一部では明らかに不整合関係でのり、後者の下部に、天塩では *Parahoplites*, *Pseudohoplites*, *Kosmatella* などの化石を産し、夕張山地では中部にオービトリナ石灰岩が従前から知られている。従って空知層群は宮古統よりは古い。礼文島の空知層群相当層から大森保たちが採集したアンモナイトは、*Uhligia* と *Pulchellia (Caicedea)* とであって、パレミアン階を示す。またサロマ湖畔の空知層群類似の輝緑凝灰岩を含む地層群の比較的上部から、寺岡ら (1962) は上部ジュラ紀の種類に似た *Buchia* を見出した。これらの化石の証拠は、空知層群とその相当層が上部ジュラ系からネオコミアンにわたることを示している。北上・阿武隈においても先宮古の下部白亜系 (すなわちネオコミアン) が、鼎ヶ浦層・大島層・大船渡層群・陸中層群・山鳥層・小山田層などで代表されるように、火山岩・凝灰岩あるいは火山岩質グレーワッケが特徴的であることは、空知層群と比較して注目すべきである。

これに対し、西南日本内帯では、大賀造山運動の名で呼ばれているように、ジュラ紀末期から白亜紀初期にわたって逐次進行する地殻変動があり、すでに固結した基盤地塊の衝上運動と表層部中生界の褶曲がいちじるしかったことはよく知られている (小沢, 1952; 小林, 1941; 松本, 1949; 長谷, 1958; 前田, 1961)。

このように、西南日本内帯の造山運動と相前後して、北海道ではおもに海底火山活動と地向斜の発達があった。この地向斜は新生代にはいって褶曲山系として完成する若い変動帯である。

(5) 根室層群 北海道東部の釧路・根室地方から沖合の色丹島にかけて、千島弧に平行な前千島帯に分布する根室層群は、おもに白亜系のヘトナイ統に属する。ただしその上部にダニアン階や暁新統に対比される部分があるか否かについては問題がある (浅野, 1962; 松本・岡田, 1963)。同層群は大部分海成層で、根室半島部で厚さ約 3000m に達するが、その構成物には 泥岩・珪質頁岩のほか、安山岩質火成碎屑岩類がきわめて優勢で、安山岩流もあるほか、アルカリ岩質の玄武岩床 (多くは堆積時代中の進入岩床) と粗粒玄武岩進入岩床と一部に斑礫岩の貫入体を伴う。根室層群はきわめてゆるいドーム構造と断層構造を示すだけなので、造山帯の前身としての地向斜火成活動を代表しているかどうか疑問はある。しかしその分布位置から考え、未成熟の若い変動帯たる千島弧の地史の初期を代表するとみなしてよいのではあるまいか。

日本あるいは極東アジアで、北米コルデラで認められているようなララミド変動 (*Laramide revolution*) に当る、白亜紀末期から第三紀初期にかけての地殻変動があったかどうかについては、研究者により見解の相違がある。地史上の諸記録からは、北米とは同一の型式ではないとしても、極東全般としては、かなりいちじるしい地変がこの時期に認められると結論せざるを得ない。日本の内部では、西南日本中軸部における和泉層群後石鎚山の始新統前の変動 (永井, 1958) や、姫浦層群後赤崎層前の天草褶曲の 1 階梯 (植田, 1962; 高井・松本, 1961)、北西部九州の堆積盆地の新形成とその直前からの起伏の増大をもたらした地変、飛驒山地における裏日本衝上の完成 (河合, 1961; ただしこれには異論をとる人もいる) などは、そのあらわれである。白亜系と古第三系の堆積層群が相重っている地域では、かんまんな褶曲・上昇侵蝕・堆積盆地の沈降軸の移動が認められる場合が多いが、構造的運動の 1 階梯が表現されていることは否定できない。西南日本内帯の白亜紀後期 (一部は暁新世に及ぶ) における中性～酸性の火山活動と花崗岩類の貫入は、一連の後期中生代地殻変動の造山時後期から続造山時の火成活動を代表する

と理解される。最近の研究結果（日本地質学会第69年総会討論会記事，1962参照）では，同地帯の後期中生代火成活動に3輪廻が識別されるが，いずれも規模が大きい。始新統以上の第三系諸層は，この火成岩類に対して明確な不整合でのる。したがってこれも白亜紀中ごろから末期にかけての地変のいちじるしい表現である。

朝鮮半島南部で仏国寺統の名で呼ばれる酸性火成活動に関しては，立岩(1929)がすでにララマイド変動のあらわれであると指摘した。南鮮では，長鬚層群で代表されるように，古第三紀にはいってからも，火山活動が継起している。極東シベリアでは，オホーツク海沿岸からシホタ・アリンの沿海地域にかけて連続と続く帯状の地域に，白亜紀末期から第三紀初期にかけて火山活動といくらかの花崗岩貫入があり，ソ連の研究者（例 SHATZKI et al., 1957）により外側火山帯と呼ばれている。北海道・樺太中軸帯の上部白亜系ヘトナイ統，すなわち函淵・竜ヶ瀬層群には，凝灰岩が挟在するだけでなく，多量の安山岩・石英安山岩・流紋岩類が粗粒堆積物の原岩として供給されている（松本，1940，1942；藤井，1958；岡田，1963）。この傾向は浦河統に挟在する粗粒岩にも見出される。堆積構造や堆積相の変化から，この供給源は西方からであると結論できる。したがってこの火山性供給源は上記の外側火山帯（またはそれと並列する火山帯）にある可能性が強い。この火山帯は陸上あるいは大陸周辺に発達したものであって，正地向斜の海底火山帯とは意義を異にするが，とにかく白亜紀末～第三紀初期の地変の1表現である。極東シベリアの外側火山帯が，第三紀の緑色凝灰岩帯とほぼ平行して，オホーツク海や日本海などの海盆（当時は未発達）の内側に，緑色凝灰岩帯よりも一段と古い時期に生じたことは興味がある。いいかえれば，この場合にも環太平洋北西部における若い変動帯の一連の地史的経緯の初期の段階は，白亜紀末期にすでにはじまっており，この点根室層群の場合と似ている。しかも両者とも後期中生代の造山帯（上例では西南日本内帯）の造山後期や続造山期の地殻変動や火成活動とほぼ同時期に，新しい変動地帯が生成し，そのわれめ地帯において火成活動が起っていることをとくに注意したい。このころ(4)に記した日高～蝦夷地帯は，その一連の地史的経緯の中ごろの年齢にあり，地向斜内の分化，中核部の褶曲運動，造山時の深成岩貫入があり，おそらく深部では変成作用も行なわれていたと推定されている。（舟橋・橋本，1951；ただし，白亜系の堆積相の変化と堆積物質の研究を加え，その結論をいくぶん改変して，私は地史を解釈したい。）

(6) 緑色凝灰岩 いわゆるグリーンタフ地域ならびにフォッサ・マグナの地質学的研究は，最近いちじるしく進められた。その成果をいちいち紹介するのは省く（代表例として，湊，1952；湊ら，1956；藤岡，1956；地球科学50—52号，1960；松田，1961；北村，1963など参照）。

私の解釈では，緑色凝灰岩帯ならびにフォッサ・マグナ七島帯は，新生代中ごろの大変革（STILLE, 1955 のいう Regeneration に当る）の一端を示すもので，日本海・オホーツク海・東支那海・フィリッピン海などの太平洋北西部の海盆生成に関連をもつ破碎・変動帯として誕生し，新しい弧状列島構造発達史上の火山活動や地殻変動の一部を記録していると理解される。そして中生代以来の地向斜帯であった西南日本外側部（四万十帯）で顕著だった造山運動（高千穂変動）（首藤，1963 参照）やそれに伴う火成岩貫入や，中部日本太平洋側の同様な変動（大八洲変動）と相前後して，それらの褶曲帯とほぼ平行し，あるいはまったく直交して，海盆周辺に堆積沈降地帯と地背斜（列島弧）がいちじるしい火山活動を伴って新たに生成したことを，ここでは重要視したい。

なおこの地帯の地史は，他の多くの正地向斜～造山帯の地史に比べて，たしかにちがう点がある。いわゆる地向斜時代が短かく，造山時代との区別が明瞭でない点もその1つである。火成活動上も地向斜時代と造山時代の別がはっきりせず，地史的に何回かの小輪廻が識別され，その岩質も一部分は玄武岩質だが，もっと多量に安山岩・プロピライト・流紋岩・溶結凝灰岩の類があり，ある輪廻には花崗岩類も貫入している。私の解釈では，この地帯は，日本海溝を含む地帯で代表されるスケールの大きい太平洋側の沈降帯に対し，東北日本の地背斜隆起帯の背後にできた基盤の地塊運動地帯であって，地塊群の動きの総和

として、概括的に準地向斜～盆地状を呈して発達し、また地塊の動きに呼応して火山活動が継起し、表層部の褶曲運動も進行していったと概察される。

つぎに海外における実例の検討にはいるが、紙面の制限があるので、とくに環太平洋地域の実例の概要を記し、ヨーロッパその他のよく知られた地域については、かんたんに重要点だけを摘記する。

(7) 北米西部のブリティッシュ・コロンビア州の中央部、オレゴン州中部、ネバダ州などで、ペルム紀から三疊紀にかけて造山運動や深成岩の貫入があった。これは日本の秋吉造山運動に相当し、カシアー(Casiar) 変動と呼ばれているが、最近その重要性がますます認識されてきた(Dorr, 1961)。これとほぼ同じ時代に北米西部の他の地域では、海成層の堆積に伴って火山活動が顕著で、それは後のネバダ造山帯の前身の正地向斜帯における初期火成活動とみることができる。すなわちネバダ州西部のペルム系上半の Koipato 火山岩層群(角斑岩・粗面岩・流紋岩)、同州南西部～カリフォルニア州南東部の中部三疊系(Star Peak-Excelsor 層)、カ州クラマト山地のペルム系(一部三疊系?)の Dekkas 安山岩、オレゴン州ペルム系の Clover Creek 緑色岩、オ州やブリティッシュ・コロンビア北西部の Cache Creek 層群、アラスカ太平洋側の Nikolai 緑色岩類(上部ペルム～三疊系)はその例である。

(8) 北米西部のシェラ・ネバダ、クラマト山地、ブリティッシュ・コロンビアなどにわたるネバダ造山運動は、地域によりいくらかの時期的なずれがあるが、ジュラ紀中ごろから白亜紀初曉にわたっている。その造山帯中に貫入した花崗岩類の年代も $143\sim 130\times 10^6$ 年にまたがる(諸資料～松本, 1962 の紹介参照)。ところがこれとほぼ同じ時代に、西側の海岸山地ではフランスカン層群が堆積している。同層群中には正地向斜の初期火成活動を代表する緑色岩類やグレーワッケが特徴的で、日本の空知層群にほぼ対比され、変成した部分は神居古潭変成岩に類似している。ただし同層群の層序には未解決の点があり、模式地桑港付近で白亜系の中層(Albian と Cenomanian)を示す化石が発見されている。これと呼応するかのように、シェラネバダ山地の一部とそれの延長とみなされる地帯に $95\sim 77\times 10^6$ 年の花崗岩類の貫入があったことが見出されている。サンタ・ルシア変動、オレゴン変動、バハカリフォルニアの変動はいずれも白亜紀中ごろとみなされている。

(9) 白亜紀末期から第三紀初期(Turonian-Oligocene)にかけて、北米のロッキー山脈から中米の東シェラマドレ、南米の北部アンデス山地にかけて、ララマイド変動があったことはよく知られている。アンデス山地中部・南部では、これに近い時期であるが、後期白亜紀の中ごろにもっとも顕出した変動がある。アンデス変動には花崗岩類の貫入がいちじるしい。一方このころカリブ海域には若い変動帯の前身たる地向斜帯が新生し、キューバ(最北部を除く)・ヒスパノラ・ジャマイカなどの大アンチレス帯には、溶岩・凝灰角礫岩・凝灰岩・チャート・その他の堆積物から成る上部白亜系と古第三系が形成された。小アンチレス石灰岩の堆積の土台となっている火山岩類も始新統以下のものである。

また太平洋側の海岸山脈の一部でも、ワシントン州オリンピック半島の好例に見るように、保存のよい枕状構造をもった玄武岩流やその集塊岩にとむ始新統の厚い層群が形成された。

(10) カリフォルニア州・オレゴン州・ワシントン州の海岸山脈やカスケード山地における新生代後期の地殻変動は、最新の時代の変動として注意されている。これと呼応して新しく生成している地向斜(将来の造山帯)が近接するどこかにあるであろうか。海底下のどこかに仮にあったとして、そこに地向斜火成活動が行なわれているであろうか。海洋地質学の1つの宿題である。(グアダルベ島沖のモホ・ボーリングの玄武岩はこのいみでも興味がある。)陸地側では中新世以来シェラネバダ山地・カスケード山地・西シェラマドレ山地に火山活動がさかんだが、これはむしろ続造山時火成活動に属するであろう。同じ時期に広大なコロンビア河台地性玄武岩・スネークリバー台地性玄武岩が、すぐ内側の地域に噴出しているのは興味がある。

(11) 南半球大陸地域内には先カンブリア紀末期からカンブリア紀初期にわたり、造山運動と深成岩貫入

の行なわれた地帯がある。この変動期に濠州東部の古生代地向斜が新たに生成しており、その中には、例えばヴィクトリア州の下部～中部カンブリア系 (Heathcote 緑色岩系) のように、基性火成活動が行なわれた。ニュージーランドでもこのころに海底火山活動が記録されている。

(12) ニュージーランド地向斜の上部古生界 TeAnau 層群で代表される塩基性火成活動は、東濠造山帯の石炭紀中の造山運動に呼応するのではあるまいか。

(13) 南半球では三疊紀末期～ジュラ紀初期が1つの重要な変革期である。南アフリカでは、古生代以来のケープ (Cape) 地向斜に、三疊紀末ころケープ褶曲と呼ばれる造山運動がおこった。これに相当する造山運動は南米南部・タスマニア・南極にも認められるといわれる。これに引き続くジュラ紀初期には、内陸盆地内に、南アフリカのカール・ドラッケンスベルグ、南米のパラナで代表されるように、台地性玄武岩流や粗粒玄武岩侵入岩床が大規模に噴出した。相当するものはタスマニアにもインド (Rajmahal) にも知られる。このころ南半球内の地向斜地帯では、塩基性海底火成活動は必ずしもよく知られていない。アンデス地帯の西部帯には、ジュラ系下部～中部にいちじるしい火山岩系が発達するが、これは酸性～中性のものである。ニュージーランドの地向斜中には、上部三疊系から下部白亜系にわたる中生界のところで枕状溶岩や凝灰岩が挟在し、いくらかの海底火成活動の記録があるが、大規模なものではないようである。

(14) ヨオロッパ北西部のカレドニア地向斜の生成は先カンブリア紀末期にある。先カンブリア紀末期には、造山運動や花崗岩貫入はなかったと一般に考えられていたが、最近の年代測定結果では6.5～7.5億年前ころに、花崗岩の貫入や変成作用があったことが、判明しかけてきた。それはともかく、カレドニア地向斜の初期の堆積物はむしろ陸源砕屑性であって、火成源物質はあまり知られていない。ややおくれてオールドヴィス紀に地向斜中の塩基性火成活動がいちじるしいが、これは同紀中のトロニエム階梯やタコニック階梯の地向斜中の一部の地殻変動、ならびに変成作用 (Dalradian の変成) と相前後している。中欧のある地区では、カンブリア系上部中に、すでに緑色岩類や玢岩系凝灰岩の形成が認められる。

(15) カレドニア造山運動はシルリア紀末期からデボン紀中ごろにかけていちじるしかった。中欧では古生代地向斜はそれ以前からも存在していたが、ヴァリスカン地向斜としてその形態をはっきりととのえてきたのは、カレドニア変動以降、すなわちデボン紀以降である。とくにデボン系中部には輝緑岩・いわゆる輝緑凝灰岩・角斑岩で代表される地向斜性初期火成活動がいちじるしい。カレドニア造山晩期に伴う花崗岩類は、層序的証拠からも年代測定値 ($365\sim 385 \times 10^6$) からも、デボン紀中期である。したがって、このカレドニア晩期花崗岩貫入とヴァリスカン地向斜中の初期火成活動とが同時代とみなされるのは、興味深い。

(16) 中欧のヴァリスカン造山運動の主要階梯は石炭紀中にあるが、ペルム紀 Rotliegend 時代にはいっても、なお断層運動・褶曲断層と晩期火成活動がいくらか認められる。南欧のテチス海は古生代の初期以来あるが、その古地理的形態をととのえてくるのは、ヴァリスカン運動期 (石炭紀) 以降である。石炭紀にはテチス海域に塩基性火成活動を認めない。代りにすでに固結した陸塊側にあたるスコットランドに Clyde 玄武岩 (台地性玄武岩・粗粒玄武岩) の噴出がある。南欧が連続的になかなり厚い海成層を堆積し、深海成の部分をも含むようになってアルプス地向斜と称することができるようになってくるのは、むしろ三疊紀以降である。カーニック・アルプスはペルム系下部に酸性噴出岩があるが、地向斜性火山岩相の発達には、ドロミテンやロンバルド・アルプス地帯の三疊系中部にいちじるしい。このころ、すなわちカーニック前に、コーカサスに褶曲運動があり、この時期がほぼ日本の秋吉造山の重要階梯に当たっているのは、必ずしも偶然の一致ではあるまい。

(17) アルプス造山の主要階梯がどこにあるかは、地帯により異なるし、研究者により軽重のとりかたがちがう。白亜紀中ごろと Gosau 層前に重要な2階梯があったことは確かである。このころ同じテチス地向斜では、たとえば西南アジア (イランのザグロス山系からバルチスタンにかけて) にいちじるしい塩基

性岩類の貫入や流出が放散虫岩の堆積相地帯に起っていたことは注意すべきである。

アルプス造山の他の重要な階梯は、始新世末か漸新世初めに顕出するピレネー変動であろう。これに呼応するかのよう、南アルプスの前縁沈降帯 (Voreddeep) では、始新・漸新統の海成層に玄武岩質層灰岩 (Spilecco その他) を伴い、海底基性火成活動が記録されている。しかしながら、このころのもっともいちじるしい火成活動としては、大陸側すなわち今の北海地域やさらに遠くグリーンランドに、台地性玄武岩が、われめを通じて大溢流をした事実を挙げるべきであろう。

(18) ヒマラヤ山系における時相解析は必ずしも十分ではないが、いわゆるヒマラヤ変動は白亜紀中ごろ以降第三紀にわたるいくつかの造山階梯の総和であるとされている。この変動期中に、ヒマラヤ地向斜内のある地帯では、白亜紀後期～始新世初期にかけて、超基性岩・基性岩の貫入と噴出が記録されている。また白亜紀直後、第三紀初頭に、南側の大陸塊上にデカン台地性玄武岩が流出したことも、ヒマラヤ変動と無関係とは思われない。

(19) インドネシアにも van BEMMELLEN (1949, 1954) の総括から知られるように、本題に対する好例がある。すなわち、ジュラ紀におけるマレイおよび西部ボルネオの造山運動に呼応して、外側のスマトラ・ジャバおよび東部ボルネオ (メラタン山地地域) に後期中生地向斜が生成し、塩基性火成活動を特徴的に伴っている。さらに後者地向斜帯は白亜紀中ごろから末期にかけて造山運動 (スマトラ造山) (同じころフィリピン造山) を受ける。このころこれに呼応して、さらに外側にスダ地向斜とルソン地向斜が生成発達し、これにもいちじるしい塩基性火成活動を伴っている。これらは中新世以降に造山運動を受け若い造山帯である。

III 結 論

上に記した地史上の事実に基づき、次の結論が導かれる。

(1) ある1つの地向斜—造山帯の変動時代 (いくつかの造山階梯を含む) とほとんど同じ時代に、新らしい他の地向斜帯が誕生し、あるいはその生成発達が促進されることが多い。旧造山輪廻が完全に終わってから新造山輪廻が始まるのではなく、両者は時代的にいくらかオーバーラップする。

(2) これと同様なことは、同一地向斜—造山帯内の構造発達史上で生成・分化する地帯間にも認められる。

(3) 新たに生じた地向斜における初期火成活動は、隣接する造山帯における構造的運動や花崗岩類貫入とほとんど同時に行なわれることが多い。また地向斜の誕生よりもいくらかおくれで初期火成活動がある場合にも、その活動期には、同じ地向斜帯内のどこかで、あるいは同帯外の造山帯中で、かなりの構造的運動や深成岩貫入・変成作用の行なわれていることが認められる。大局的にみれば、構造的の変動期に地向斜性火成活動のいちじるしいものが起っているといえる。

(4) 世界的な規模でみた場合、造山運動が周期的に緩急あるのと同様に、地向斜火成活動のいちじるしかった時期も、多くの場合には場所をずらせながら、周期的に認められる。その周期はおよそ $60\sim 70 \times 10^6$ 年くらいであるが、古生代中ごろ以前では、もっと間延びしているようである。

1つの地向斜火成活動期は、1地域内では $20\sim 30 \times 10^6$ 年 (2・3の世にまたがる) くらいのことが多いように予察される。これより短い小規模のものはもちろんあり、もっとながく続くものもいくらかある。

(5) 台地性玄武岩の噴出時期は、近接する造山帯の主要造山期とほぼ同時か、あるいはそのすぐ後である。この場合、その造山帯の構造的運動と呼応して行われるべき地向斜帯内の海底基性火成活動が、正常の場合に比しあまりいちじるしくないときに、陸上に大規模な台地性玄武岩が流出している傾向がある。大量の玄武岩質マグマの流出という点で、両者は相補的であるらしい。

次に今後の問題点を記す。

(6) (1)～(5)の原則が先カンブリア系の実例に適用されるかどうかは、今後検討しなければならない。

もしも1つの造山帯の造山期・花崗岩貫入期に、他の近接地域に地向斜が新生し、あるいは基性火成活動を伴って地向斜の発達が進められるとすると、今までの先カンブリア系層序論で、輪廻を分け、異地区の輪廻同志を対比し合うという方法は、大いに反省を要することとなる。放射性同位元素法による年代測定が組織的に進めば、この点も正しく解決されていくであろう。最近の測定データにおいて、北米のKeeweenawan 玄武岩がノールウェーの変成作用とほぼ同年数であるのは、上記の原則存在を裏書きしているようである。

(7) 地向斜火成活動による噴出岩・貫入岩についての岩石学的研究は必ずしも十分でない。緑色岩・輝緑岩・玄武岩質枕状溶岩・スピライト・オフィオライト・シャルシュタイン・ケラトファイヤーなどの用語は記述中にひんぱんに出てくるが、その岩石成因論的研究は少ない。一般には塩基性岩が多いが、中性～酸性の岩石が伴ったり、時には後者の方が多いこともある。超塩基性～塩基性岩が、同じ地帯中に、火山岩類とほとんど同時期か、あるいはいくらかおくれで貫入していることが多いが、それらが露出していない場合もある。どのような場合にどういう岩石が生成すのかの説明が必要である。

(8) これらの火成岩に伴う堆積岩類については、チャート・放散虫岩・石灰岩が多く、粗粒の碎屑岩類が稀であるという一般的傾向がよく記されている。石灰岩やチャートにも、いろいろの種類があるので、それらの堆積環境については、まだ必ずしも十分に研究されてはいない。どの場合にはどういう環境という、一般に通ずる原則を見出していかなければならない。

(9) さきに、いちじるしい地向斜性火成活動は大局的にみて構造的の変動期に起っていると述べたが、地向斜帯内でのマグマ物質の上昇通路たるわれめの性質如何はよくわかっていない。ある研究者は胚芽的褶曲やスラストにそうと解釈し、他の研究者は展張性断裂を推定している。そして造山期にはいつてからは、地向斜火成活動のあった地帯は、過褶曲やスラストが発達し、あるいは変成帯となっている。

(10) 現世は世界的規模の周期からいうと、必ずしも地向斜性火成活動のさかんな時期に該当しないかもしれない。しかし北太平洋周辺やインドネシアには、最近の地質時代に活動している造構造運動が知られているから、これに呼応してその近傍の海底のどこかに地向斜帯に相当するものが発達しつつあり、そこに地向斜性火成活動が行なわれているはずである。どこのどれがそれに当るかをつきとめ、これを岩石学的ならびに地質学的に研究することも肝要である。

(11) 地向斜火成活動は地向斜～造山帯の構造発達史上の初期ではあるが基本的に重要な第一段階を代表する。それはおそらく地殻の各部はもちろん地殻下の部分をも含めての、物質の動きや状態の変化、それに伴う物理化学的変化などに起因するのであろう。これに関する地殻変動論的仮説は、日本やインドネシアあたりの研究者から提出されてよいと思うが、いずれにせよ、(1)～(10)のすべてをよく説明できるものでなければならぬ。

謝 辞

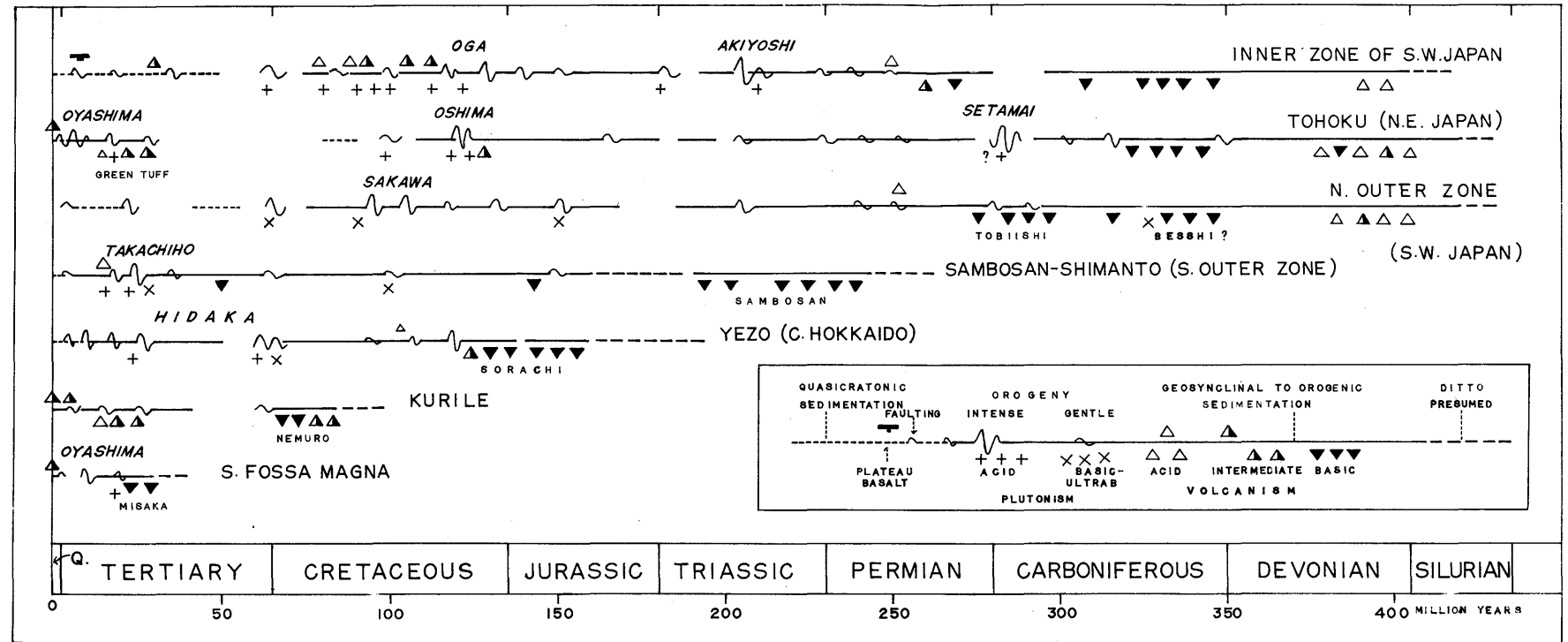
火成作用をも含めての地史学に対する私の関心を、正しい方向にと希念して激励して下さっている富田達先生にこの小篇を献げます。資料の検討には引用文献にあげたほか、世界各地の地史・地域地質についてすぐれた貢献をした海外の研究者の知見に負う所が大きい。折にふれ討論の相手をして下さった方々、中でも湊正雄・勸米良亀齡の両博士にも御礼申し上げます。

引 用 文 献

- 浅野清(1962): 有孔虫化石群からみた日本の古第三系。東北大学理学部地質学古生物学教室研究報告, 57号, 1~32, 1図版。
 BEMMELN, R. W. van(1949): *The Geology of Indonesia*, 1, 2, Hague.
 ———(1954): *Mountain Building—A Study primarily based on Indonesia Region of the World's Most Active Crustal Deformations*, Martinus Nijhoff.
 地学団体研究会(1960): 日本列島の構造発達史—とくにグリーン・タフ時代を中心として。(その1)(その2), 地球科学, 50~51, 52号。
 CURTIS, G. H., J. F. EVERDEN and J. LIPSON (1958): Age determination of some granitic rocks in Cali-

- fornia by the potassium-argon method. *State of Calif., Division of Mines, Special Report* 54, 1~16.
- DOTT, R. H. (1961): Permo-Triassic diastrophism in Western Cordilleran region. *Amer. Jour. Sci.*, 259, (8), 561~582.
- FUJII, Koji (1958): Petrography of the Cretaceous sandstone of Hokkaido, Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, 6, (3), 129~152, pl. 23.
- (1962): Petrography of the Upper Palaeozoic sandstones from the Yatsushiro area, Kyushu; with Notes on the Chichibu geosyncline by K. FUJII, K. KANMERA and T. MATSUMOTO. *Ibid.*, 12, (3), 179~218, pls. 28~33.
- 藤岡一男(1956): Green Tuff (緑色凝灰岩)の研究. 科学, 26, (9), 440~446.
- 舟橋三男・橋本誠二(1951): 日高帯の地質. 地団研専報, 6, 1~38, 1地質図.
- 古川博恭・勘米良龜齡(1962): 球磨川中流の神瀬層群(要旨). 地質学雑誌, 68, 405.
- GILETTI, B. J., S. MOORBATH and R. St. J. LAMBERT (1961): A geochronological study of the metamorphic complexes of the Scottish Highlands. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, 117, (3), 233~272, pl. 9.
- 長谷晃(1958): 西中国・北九州の後期中生界の層序と構造. 広島大学地学研究報告, 6号, 1~50, 1~14図版.
- 浜田隆士(1959): 西南日本外帯ゴトランド系の層序と分帯. 地質学雑誌, 65, (770), 688~700.
- (1961): The Middle Palaeozoic group of Japan and its bearing on her geological history. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. 2*, 13, (1), 1~79.
- 勘米良龜齡(1952): 熊本県水川流域における上部石炭系および下部二疊系. 地質学雑誌, 58, (676), 17~32.
- (1961): 中部ペルム系小崎層. 九大理研報, 地質, 5, (4), 196~215, 1図版.
- 河合正虎(1961): Late Mesozoic crustal movements in the Hida plateau, central Honshu, Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, 11, (3), 347~380.
- 北村信(1936): グリーン・タフ地域における第三紀造構運動. 化石, 5号, 123~137.
- 小林貞一(1941): The Sakawa orogenic cycle and its bearing on the origin of the Japanese Islands. *Jour. Fac. Sci., Imp. Univ. Tokyo, Sec. 2*, 5, (7), 219~578, pls. 1~4.
- 前田四郎(1951): 手取層群の地史学的研究. 千葉大文理紀要, 3, (3), 369~426.
- 松田時彦(1961): 富士川谷新第三系の地質. 地質学雑誌, 67, (785), 79~96.
- 松本達郎(1940): 樺太白亜系最上部龍ヶ瀬層群の構成物質について. 地質学雑誌, 47, (564), 383~385.
- (1942): Fundamentals in the Cretaceous stratigraphy of Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, 1, (3), 129~280, pls. 5~20.
- (1949): The late Mesozoic geological history in the Nagato Province, Southwest Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, 21, (1~4), 253~243.
- (1958): 筑紫山地変成岩地域の地質. 鈴木醇教授還暦記念論文集, 141~161.
- (1962): 地質系統と地質年代. 科学, 32, (1), 20~28.
- 松本達郎・岡田博有(1963): 北海道東部の白亜系(要旨). 地質学雑誌, 69, (814), 335.
- 湊 正雄(1942): 北上山地における先坂本沢階(Pre-Sakmarian)不整合とその意義. 地質学雑誌, 49, (581), 47~72.
- (1952): グリーン・タフ地域の問題. 新生代の研究, 14, 239~248.
- 湊正雄・武田裕幸・橋本徹・加藤誠(1959): 本邦古生層中の火山岩類について. 第1報 ゴトランド・デヴオン系. 地質学雑誌, 65, (761), 71~79.
- 湊正雄・武田裕幸・加藤誠(1959): 本邦古生層中の火山岩類について. 第2報 石炭系. 地質学雑誌, 65, (762), 165~170.
- 湊正雄・武田裕幸・末富宏・加藤誠(1959): 本邦古生層中の火山岩類について. 第3報 二疊系. 地質学雑誌, 65, (763), 222~226.
- MINATO, Masao, Kenzo YAGI and Mitsuo HUNAHASHI (1956): Geotectonic synthesis of the Green Tuff regions in Japan. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 34, (3), 237~265.
- NAGAI, Kozo (1958): Some geological problems of the Ishizuchi Range, Shikoku. *Mem. Ehime Univ., Sec. II, Sci.*, 3, (1), 95~108.
- 岡田博有(1963): 北海道富内付近の白亜系砂岩(要旨). 地質学雑誌, 69, (814), 336.
- SHATZKI, N. S. and A. A. BOGDANOFF (1957): Explanatory notes on the tectonic map of the USSR and adjoining countries, Moscow (translated in *Intern. Geol. Rev.*, 1, (1), 1~49, 1959).
- 首藤次男(1963): 日南層群の地史学的研究—とくに高千穂変動について—. 九州大学理学部研究報告地質学之部, 6, (2), 135~166, 図版, 14~16.
- STILLE, Hans (1940): Zur Frage der Herkunft der Magmen. *Abh. Preuss. Akad. Wiss., Jahrg. 1939, Math-naturw., Kl.*, Nr. 19.
- (1950): Der "subsequente" Magmatismus. *Abh. z. Geotektonik*, 3, 1~25.
- (1955): Recent deformations of the Earth's crust in the light of those of earlier epochs. *In A.*

- POLDERVAART [Ed.]: Crust of the Earth. *Geol. Soc. Amer. Special Paper.* 62, 171~191.
- SUYARI, Kazumi (1961): Geological and palentological studies in central and eastern Shikoku, Japan. Part I. Geology. *Jour. Gakugei, Tokushima Univ., Nat. Sci.* 11, 11~76, 1 chart, 1 map.
- TAKAI, Yasuaki and Tatsuro MATSUMOTO (1961): Cretaceous-Tertiary unconformity in Nagashima, Southwest Kyushu. *Mem Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, 11, (2), 257~273, pls. 11~12.
- 立岩巖(1929): 朝鮮地質図第10輯. 慶州, 永川, 大邱及倭館図幅. 朝鮮総督府地質調査所.
- 寺岡易司・黒田和男・平山健(1962): 北海道サロマ湖南方の“時代未詳中生層”について(要旨). 地質学雑誌, 68, (802), 416.
- UEDA, Yoshiro (1962): The type Himenoura group. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, 12, (2), 129~178, pls. 22~27.
- 八木健三(1950): 北海道根室地方のアルカリ岩. 地質学雑誌, 55, (648~649), 147.



松本：地内斜火成活動の時期について

第9図版. 日本の各地帯における地史概要図.

(Diagram showing salient events of geologic history in selected tectonic belts in Japan.)