

せ 第4図)。すなわち 変成作用をうけている岩石に水や炭酸ガスが入りしうる場合には その系の固相がうけている圧力とは独立に水や炭酸ガスの圧力（化学ポテンシャル）は 外部条件によって決まることがわかり多くの問題が解決した。さらに Eugster が酸化還元状態を調節する技術を発明して鉄を含んでいる いろいろな鉱物の安定関係も容易に決定できるようになった。

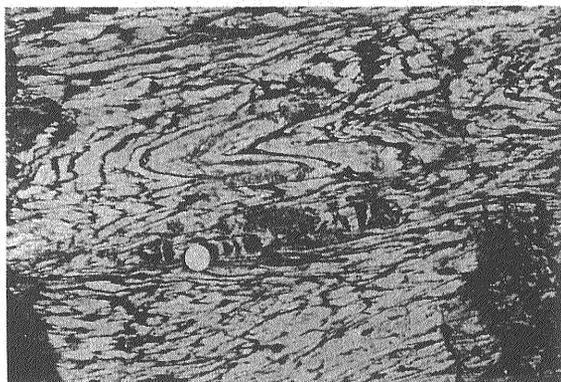
将来の問題

最近の変成岩の研究は 熱力学的な理論による化学平衡論および中一高压熱水合成実験による含水鉱物の合成でそれぞれの鉱物相における指示鉱物の安定領域の温度 圧力 化学ポテンシャルの関係を決定するという物理化学的な研究面の発展で急速に進歩した。しかし 熱水合成実験により決定されているものは ほんの一部に

過ぎず将来の問題として残されている。

しかし 上述の物理化学的な理論的 実験的な研究面とともに変成岩は地史的 岩石学的研究面はさらになお重要である。実際の鉱物相は これらの研究で経験的に変成岩の化学組成と鉱物組成の間の関係を明らかにすることにより見出されたものであり 相対的な温度 圧力などの関係も推定できる。合成実験による研究はこの相対的データに実際の値をあてはめる役割りを果たしているともいえる。それゆえ 一つ一つの変成帯における鉱物相の分帯 その化学組成と鉱物組成との関係 多くの個々の鉱物の単離 分析 またX線マイクロアナライザーなどを使っての鉱物の微細構造の検討など 実際面で多くの解決すべき問題を残している。

また 将来は変成作用の過程を明らかにする一手段として当然種々の安定同位体比も利用されてくるであろう。



埼玉県長瀬の「とらいわが」（スチルブノメレン岩）



足尾山地の千枚岩(泥質堆積岩がやや再結晶されて生成された)

地球の年令と地球化学

～とくに最古の岩石について～

地球化学の発展において質量分析計が果たした役割りは大きいが とくに同位体地球化学と年代測定学という新しい研究分野を地球化学に与えたことは きわめて意義深いことである。とくに後者は地質学・地球物理学などの関連分野とも密接な関係を保ちながら 地球科学にとってその重要性をますます高めつつある。

アイソトープを利用する地質年代測定の研究が進むにつれて 先カンブリア紀の岩石についても数多くの測定

がなされ これまで化石による対比ということができなかった先カンブリア紀の地史が明らかにされつつある。また世界各地で20億年をこす古い岩石がいくつか発見された。これらの岩石はほとんどが花崗岩・片麻岩・ペグマタイトで 楯状地と呼ばれる安定大陸地域に露出している。年代測定は K-Ar 法 Rb-Sr法 U-Th-Pb 法のいずれか一つ 又は二つ以上の方法によって行なわれ測定に用いられた鉱物は K-Ar 法では雲母・カリ長石 Rb-Sr 法では雲母・カリ長石のほか岩石全体として U-Th-Pb 法ではジルコン・モナザイト・アパタイト等の副成分鉱物である。

次にこれらの岩石のうちとくに古いものについて地域別に紹介してみよう。

北アメリカ

カナダ楯状地で多くの古い岩石が発見されている。モンタナ州 Beartooth Mountains のペグマタイト・片麻岩等7個の岩石から分離した雲母・微斜長石について

Rb-Sr法にて平均27.5億年 カナダのマニトバWinnipeg River 地方のペグマタイトの雲母等7個について平均26.5億年という年代が得られている(Gastなど・1958).

上記の地域では 同時に K-Ar 法も行なわれているが20~25億年と Rb-Sr 法よりも低い値を示している.

ワイオミング州 Wind River Mountains では 花崗岩・片麻岩中のペグマタイト・ダイクの白雲母にてRb-Sr法で27億年という年令が求められた(Bassett & Giletti・1963). 西ケベック Preissac-Lacorne 底盤中のペグマタイトの鱗雲母で27.4億年 白雲母で26.4億年 花崗閃緑岩の白雲母で26.3億年という K-Ar 年令が報告されている (Stockwell & Wanless 1961).

一方 U-Th-Pb 法ではミネソタ州南西部の Morton および Montevideo 片麻岩のジルコンで26~33億年という年令が得られた (Catanzaro・1963). この年令はいわゆる discordant なもので Pb が拡散により連続的に失われたとすると33億年 もしある時期に変成作用で Pb が逃げたとすれば35.5億年という最小値が得られる.

前記の Beartooth Mountains における花崗岩・片麻岩などのジルコン・モナザイトのPb²⁰⁷ - Pb²⁰⁶ 年令は31億年という最小値を示す (Catanzaro & Kulp・1964).

グリーンランドでは西部 Godthaab 産の花崗閃緑岩質片麻岩の黒雲母で27億年という K-Ar 年代が報告された (Armstrong・1963).

オーストラリア

西オーストラリア各地で27億年前後の岩石が発見されたが Perth 近くの Boya の花崗岩について Rb-Sr 法で求められた27億年という値が最も確からしい (Wilson など・1961).

アフリカ

南西部の古い岩石が古くから注目されていて. 測定値もかなりある. スワジランドの G1 と呼ばれる花崗岩で Rb-Sr 法により34.4億年 4個の G4 花崗岩で30.7億年という年令が報告されている (Allsopp 等・1962).

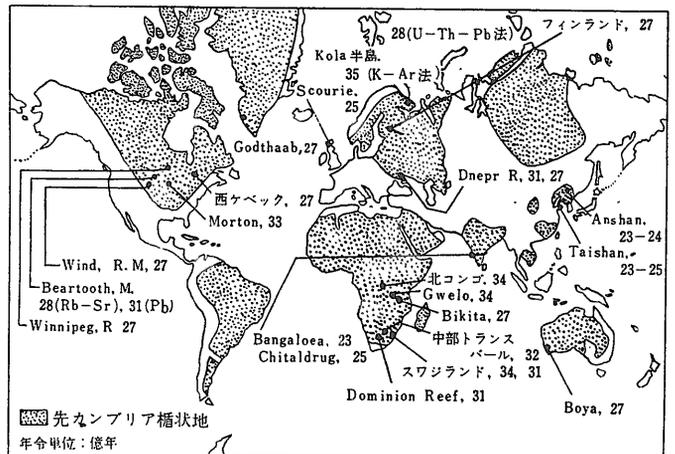
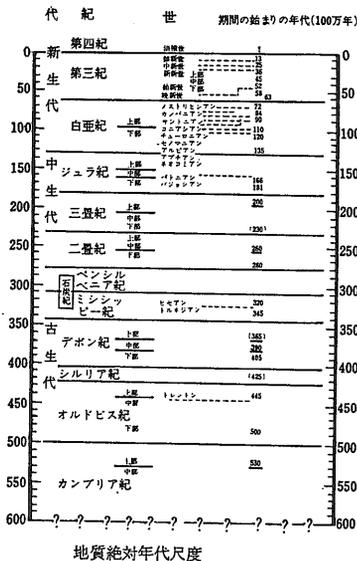
南アフリカ中部トランスバールの“古期花崗岩”5個で求められた Rb-Sr 年代は32億年を示す (Allsopp・1961). 一方西トランスバールの Dominion Reef 礫岩の U-Th-Pb 法による年令は31億年である (Nicolaysen 等・1962). 南ローデシアでは Bikita 地方のペグマタイトについて モナザイトの U-Th-Pb 年令が 26.8億年 (Holmes・1954). 鱗雲母のRb-Sr 年令も 26.8億年である (Aldrich 等・1958). 一方 Gwelo 付近の Sebakwian 系(アフリカ最古の岩石の一つで 白粒岩・超塩基性岩などからなる)を切るペグマタイトの雲母で34.4億年という K-Ar 年令が最近報告された (Kulp & Poldervaart 1965).

北コンゴでは Kokosho 鉱山の方鉛鉱で求められた34億年というPb年代がある (Holmes & Cahen・1957).

ヨーロッパ

バルトおよびウクライナ楕状地に古い岩石がある. ソ連邦はバルト海に面した Kola 半島 Voronya River 地方で Katarchean 系下部のミグマタイトの黒雲母について 34.4 34.8億年という K-Ar 年代が求められた (Polkanov & Gerling・1960). 一方これと同じ岩石のジルコン・モナザイト等について28億年という U-Th-Pb年代が最近報告された (Zykov 等・1964). ところでこの場合のように K-Ar 年令の方が U-Th-Pb 年令よりも古いという現象は一般的傾向とは逆であり 今後研究されるべき興味ある問題である.

ウクライナ楕状地では Dnepr River 地方に分布する Dnepr ミグマタイト中のゼノリス(変角閃岩)の黒雲母で30.5億年という K-Ar 年令が報告されている.



(Vinogradov & Tugarinov · 1961). なお上記 Dnepr ミグマタイトの U-Th-Pb 年令は 27 億年である (Vinogradov & Tugarinov · 1961).

フィンランド東部先カレリア基盤の花崗岩質片麻岩のジルコンで 26.8 億年という U-Th-Pb 年令 白雲母で 26.3 億年という Rb-Sr 年令が測定された (Wetherill 等 · 1962). スコットランド北西部では Scourie 産の Lewisian Complex のカリ長石について 25 億年という Rb-Sr 年令が得られた (Giletti 等 · 1961).

アジア

中国東北部 Taishan (泰山) · Anshan (鞍山) 付近で 23~25 億年の K-Ar 年代が最近多数報告されている (中国東北部の地質年代分布図参照. 43 頁下段掲載).

インドでは Mysore 州の Dharwar 帯で 古い年代の岩石が発見されている. Bangalore のペグマタイト中のモナザイトで 23 億年という U-Th 年代が また Chitaldrug の方鉛鉱で 24.5 億年という Pb 年代が報告されている (Aswathanarayana · 1965).

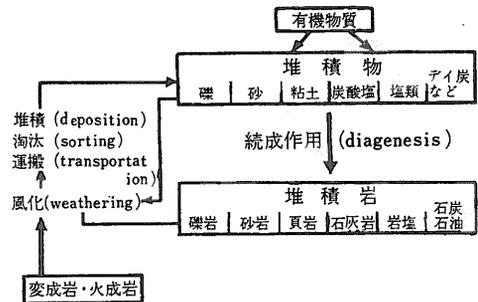
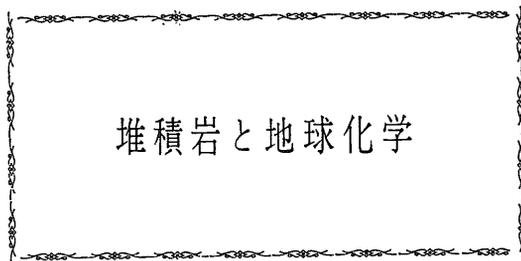
以上紹介した古い岩石の産地と年令を世界地図上に示した. これらの岩石をまとめてながめてみると とくに次の 2 点に気がつく. 第 1 は地球上で現在発見されている最も古い岩石は カナダ · パルト両楯状地およびアフリカ東南部にあり その年令は 34 億年前後であるこ

と 第 2 は 27 億年前後の岩石が各大陸にかなり多く発見されていることであろう. ところで Donn ら (1965) は約 35 億年の最古の岩石が花崗岩 · ペグマタイト · 片麻岩などの酸性岩石であり これらの岩石が生成したのは地質学的事実から判断して地向斜輪廻の終りの時期であること その次に起こった大きな変動時期は 今から 27 億年ほど前であることなどから 地球上に最初に起こった地向斜輪廻の始まりの時期は少なくとも今から 40 億年前であろうと推定した. すなわち侵食 · 堆積などの地質現象がすでにそのころ地球上に起こっていたということである.

地球の年令は鉛の同位体組成の変化 隕石の年令による推定などから 45 億年程度と考えられているが 地球生成の初期の段階における進化過程に関しては 従来は天文学あるいは宇宙科学的な研究による推論がほとんどであった. しかし 30 億年をこす古い岩石が世界各地に発見されるにしたがい 地質学が地球の生成および初期の進化という大問題と具体的に結びつきつつあるのは興味深いことである.

文献

- 1) Gast et al. (1958), Trans. Am. Geophys. Union, 39, 322.
 - 2) Bassett & Giletti (1963), Geol. Soc. Am. Bull., 74, 209.
 - 3) Stockwell & Wanless (1961), Ann. N. Y. Acad. Sci. 91, A. 2, 433.
 - 4) Catanzaro (1963), Jour. Geophys. Res., 68, 2045.
- (文献のつづきは 43 頁へ)



第 1 図 堆積岩の形成

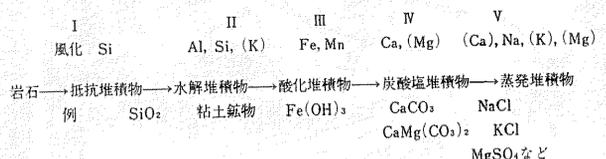
はじめに

地質時代のはじめから 気圏 水圏と岩石圏とはその接触面でたえず激しく反応を続け その結果として堆積作用はたえまなく行なわれ 堆積岩は堆積作用の記録として残されている (第 1 図 堆積岩の形式). それゆえ堆積岩を種々の方法で観察研究することによって 堆積作用における環境条件の移り変りを知ることができる.

堆積岩の地球化学の主要な問題点は 地殻の岩石の化学的分解と他の鉱物 · 岩石の生成

であり またその生成環境の解明にある. 堆積作用においては 非常に化学的要素が強く支配し 常温 · 常圧に近い状態で行なわれるために 地球化学的研究により多くの問題点が解決されている.

堆積岩の地球化学的分類としては 第 2 図で示されるように Goldschmidt は風化作用による岩石の化学的分



第 2 図 Goldschmidt による堆積物の地球化学的分類