

第 234 回地質調査所研究発表会講演要旨*

特集 島弧と大陸における深成岩研究の諸問題

西ヒマラヤコーヒスタン帯, チラスはんれい岩体の地質と地球化学

高橋 浩

パキスタン北部に位置するコーヒスタン帯は島弧地殻の断面を示すと考えられており、その北側は Main Karakoram Thrust により、南側は Main Mantle Thrust により、それぞれアジアプレート、インドプレートに接している (Coward *et al.*, 1982)。

チラス岩体は、東西 300 km、南北最大 60 km におよぶ巨大なはんれい岩体であり、コーヒスタン島弧の下部地殻を構成すると考えられている (Khan *et al.*, 1989)。岩体を構成する岩石は主としてガプロノーライトであり、岩体東部のチラス周辺では、径数 km の超塩基性—塩基性複合岩体 (Ultramafic-mafic association, 以下 UMA) が複数分布している。この UMA は、かんらん岩 (かんらん石集積岩) 及びはんれい岩 (単斜輝石, 斜方輝石, 斜長石集積岩) からなり、主岩相のガプロノーライトに対して貫入関係にあるとされている (Jan *et al.*, 1984; Khan *et al.*, 1989)。しかし、野外調査の結果、UMA はガプロノーライトに貫入されており、ガプロノーライト中の捕獲岩体であることが明らかとなった。チラス岩体の南側にはカミーラ角閃岩帯が存在し、カミーラ角閃岩の一部はチラス岩体のガプロノーライトが角閃岩相で再平衡した岩石とみなす見解 (Treloar *et al.*, 1990) が近年有力である。しかし、チラス周辺では、チラス岩体はカミーラ角閃岩に貫入しており、径数 km の角閃岩ブロックを多数捕獲し熱変成を与えている。また、チラス岩体の北側には石英閃緑岩—トータル岩 (コーヒスタンパソリス) がチラス岩体および角閃岩中に貫入している。

チラス岩体の全岩主成分化学組成は、主岩相のガプロノーライトで島弧の非集積岩組成に、UMA で島弧の集積岩組成 (Beard, 1986) に類似する。MgO/(MgO+FeO) を横軸にとった組成変化図上では、初生マグマの組成を MgO/(MgO+FeO) が 0.5 前後と仮定すると、

UMA と主岩相のガプロノーライトとを結晶集積岩及び非集積岩として説明できる。すなわち、この初生マグマからかんらん石 (かんらん石集積岩) と単斜輝石, 斜方輝石及び斜長石 (単斜輝石, 斜方輝石, 斜長石集積岩) を分別すれば、残りのマグマの組成は主岩相のガプロノーライトの組成と一致する。微量成分組成をスパイダーダイアグラムで見ると、主岩相のガプロノーライトは島弧的なパターンを示し、UMA は主岩相よりも HFS 元素に乏しく、主岩相の結晶集積岩として説明できる。希土類元素では、主岩相のガプロノーライトは軽希土類元素に富む島弧的なパターンを示し、UMA は主岩相よりも相対的に含有量が低く、主岩相の結晶集積岩として説明できる。斜長石の組成は、主岩相のガプロノーライトで An 45-65% であるが UMA では An 85-95% を示す。輝石は、単斜輝石, 斜方輝石ともに UMA の方が主岩相のガプロノーライトよりも Mg/(Mg+Fe) が大きい。単斜輝石では主岩相のガプロノーライトで Mg/(Mg+Fe) が 0.65-0.75 であるのに対して、UMA では同比が 0.85-0.95 である。また、斜方輝石では主岩相のガプロノーライトで Mg/(Mg+Fe) が 0.6-0.7 であるのに対して UMA では同比が 0.75-0.85 である。全岩化学組成及び造岩鉱物の化学組成は、チラス岩体の UMA と主岩相のガプロノーライトとがもともと一つのマグマから分かれた結晶集積岩と非集積岩であるとするモデルと整合的である。

文 献

- Beard, J.S. (1986) Characteristic mineralogy of arc-related cumulate gabbros; implications for the tectonic setting of gabbroic plutons and for andesite genesis. *Geology*, 14, 848-851.
- Coward, M.P., Jan, M.Q., Rex, D., Tarney, J., Thirlwall, M. & Windley, B.F. (1982) Geo-tectonic framework of the Himalaya of N Pakistan. *Jour. Geol. Soc. London*, 139, 299-308.
- Jan, M.Q., Khattak, M.U.K., Parvez, M.K. & Windley, B.F. (1984) The Chilas stratiform complex: Field and mineralogical aspects. *Geol. Bull. Univ. Pesh-*

* 平成 7 年 2 月 17 日 本所において開催

awar, 17, 153-169.

Khan, M.A., Jan, M.Q., Windley, B.F., Tarney, J. & Thirlwall, M.F. (1989) The Chilas Mafic-Ultramafic Complex; the root of Kohistan Island Arc in the Himalaya of northern Pakistan. *Geol. Soc. Am. Special Paper*, 232, 75-94.

Treloar, P.J., Brodie, K.H., Coward, M.P., Jan, M.Q., Khan, M.A., Knipe, R.J., Rex, D.C. & Williams, M.P. (1990) The evolution of the Kamila Shear Zone, Kohistan, Pakistan. In: Salisbury, M.H. & Fountain, D.M. (eds) *Exposed Cross-section of the Continental Crust*. Nato ASI Series C317, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 175-214.

(地質部)

Keywords: Pakistan, Himalaya, Kohistan, ultra-mafic association gabbro, norite

斜長石双晶の岩石学

高橋裕平

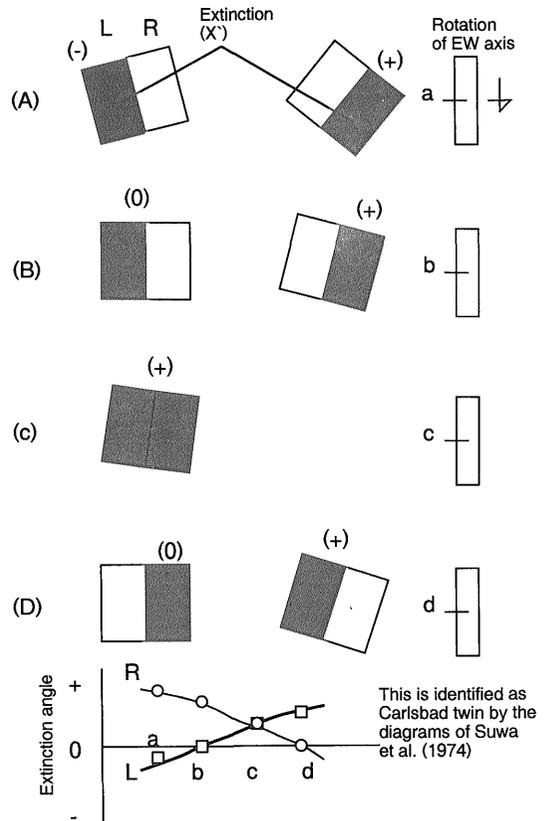
斜長石双晶様式と岩石学的性質との関係は、Gorai (1951)や Suwa (1956)などわが国の研究者を中心にして1950年代から1960年代にかけて多くの研究があった。現在では結晶光学的取扱いに関してはほぼ完成されているが、斜長石双晶と岩石の生成条件との関係については、双晶の成因が多岐にわたるために未解決の問題が多い。

最近では様々な地域でテクトニクスの解析が進み、地殻断面を岩石学的にとらえることができるようになった。そこで経験則というべき従来の指摘を系統的に検討し、新たな問題意識で斜長石双晶に着目する意義は深い。

そこで斜長石双晶の光学的同定法を整理するとともに、天然の深成岩や変成岩の斜長石について実際にそれを適用して双晶を同定した。それらをまとめると次のようになる。

(1) 光学的同定法として、接合面が(010)や菱形断面の場合、消光角の変化をみながら決定する方法が簡便かつ信頼度が高い。この手法は自在回転台を利用するもので、その南北回転で接合面を立てそれから東西軸を順に回転させながら両双晶片の消光角を計っていく。東西軸の回転を横軸に消光角を縦軸にとり、Suwa *et al.* (1974)や Suwa (1978)の図を参照して双晶様式を決定する。この決定法を模式的に第1図に示した。

(2) 領家変成岩では、花崗岩体の周辺でペリクリン双晶の頻度が高くなることがある(高橋・西岡, 1994)。これは別

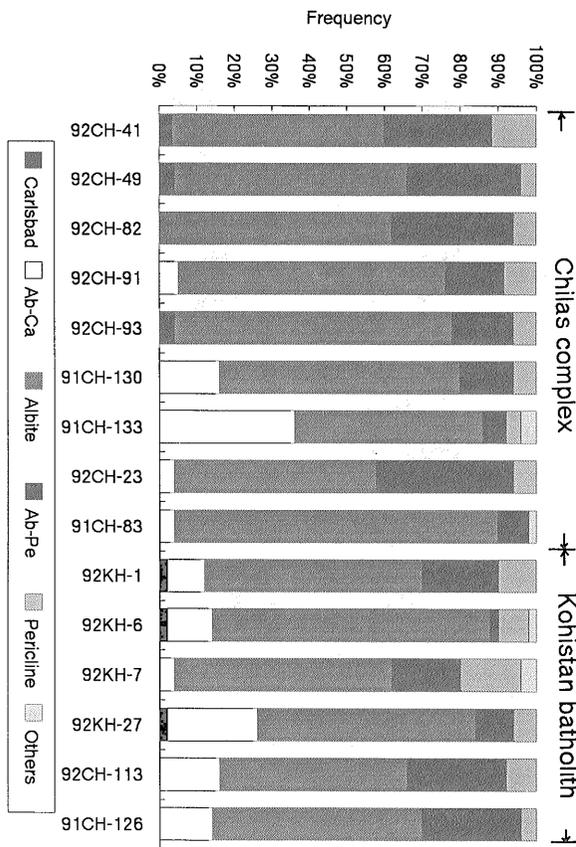


第1図 消光角の変化を利用して双晶を決定する方法 (本文参照)

に構造地質学的に解析された結果(桜井・原, 1979)や室内実験で双晶を形成した際の条件(Wenk, 1969)などを考慮すると、高温下で剪断応力が働いたためと解釈できる。

(3) 南極の花崗岩類では変成岩に密接な産状を示す花崗岩体から非調和的に貫入する岩体へとカールスバド双晶やアルバイト-カールスバド双晶で代表されるC双晶(Gorai, 1951)の頻度が大きくなる(Takahashi *et al.*, 1994)。これはかつてGorai (1951)や Suwa (1956)により国内の例から指摘されていたことが他の地域でも適用できることを示す。

(4) これらを踏まえてパキスタン北部の深成岩類の斜長石双晶を検討した。その結果を第2図及び第3図に示した。コヒスタンバソリスのトータル岩及び花崗閃緑岩ではC双晶が多い。比較的浅所に貫入し、その後ほとんど変成作用を受けていないと考えられる。一方相接するクラス岩体の主体をなすガブロン-ライトではC双晶の頻度に幅があり、岩体の浸食レベルの違いで変成岩的な性

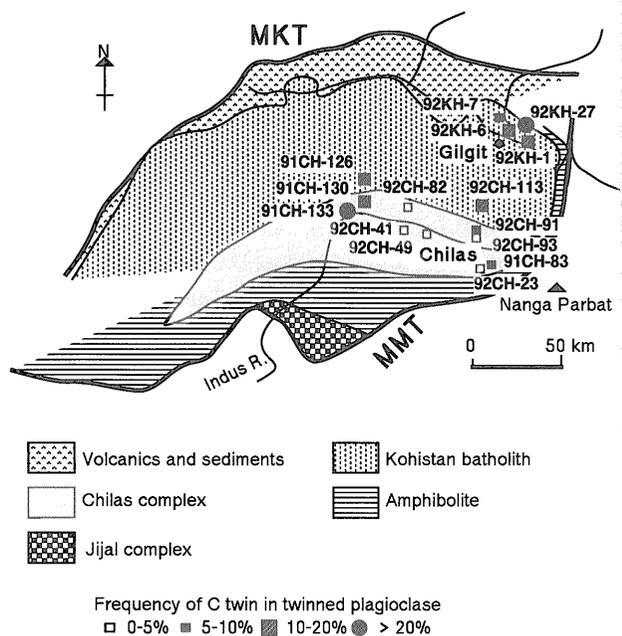


第2図 コヒスタンバソリスとチラス岩体における斜長石双晶様式
Ab-Ca: Albite-Carlsbad, Ab-Pe: Albite-Pericline

格と火成岩的な性格を示す地域に別れると説明できる。ペリクリン双晶の頻度は両者とも同程度であり、両岩体定置後の同一の変形作用によるものと解釈できる。

文献

- Gorai, M.(1951) Petrological studies on plagioclase twins. *Amer. Mineral.*, vol.36, p.884-901.
- 桜井康博・原 郁夫(1979) 花崗岩組織の研究—特に石英について。地質学論集, no.17, p.287-294.
- Suwa, K. (1956) Plagioclase twinning in Ryoke metamorphic rocks from the Mitsue-mura area, Kii peninsula, central Japan. *J. Earth Sci., Nagoya Univ.*, vol.4, p.91-122.
- Suwa, K. (1978) Plagioclase twinning in Precambrian anorthosites. *The National Geographical Journal of India*, vol.24, p.107-120.
- Suwa, K., Mizutani, S. and Tsuzuki, Y. (1974)



第3図 コヒスタンバソリスとチラス岩体のC双晶の頻度

Proposed optical method of determining the twinning laws of plagioclase. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no.11, p.167-250.

- 高橋裕平・西岡芳晴(1994) 三重県津西部地域、領家変成岩の斜長石双晶様式。岩鉱, vol.89, p.261-268.
- Takahashi, Y., Tainosho, Y., Osanai, Y. and Tsuchiya, N. (1994) Mode of plagioclase twin laws in the granitic rocks in the Sor Rondane Mountains. *Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci.*, vol.7, p.180-182.

Wenk, H.R.(1969) Annealing of oligoclase at high pressure. *Amer. Mineral.*, vol., p.95-100.

(北海道支所)

Keywords: plagioclase twinning, C twins, pericline twin, Ryoke metamorphic rocks, Antarctica, Kohistan Batholith, Chilas Complex

西南北海道花崗岩類の年代と関連鉍化作用

高木哲一

西南北海道、島牧-上ノ国地域には、花崗岩活動に伴われる金属鉍床が多数分布する。これらの鉍床のうち、泊川鉍山・今金鉍山の関連岩体および突符山岩体のK

-Ar年代を新たに測定した。その結果、泊川鉾山の関連岩体の年代は前期中新世(19 Ma)、突狩山岩体・今金鉾山の関連岩体の年代はそれぞれ後期中新世~鮮新世(4.4 Ma, 6.1 Ma)であることが明らかになった。西南北海道では、桂岡鉾山の関連岩体が泊川鉾山に類似(18 Ma)の年代を示す。このことから、西南北海道では黒鉾鉾床形成時期の前後にベースメタル鉾化作用を伴う広範囲な花崗岩活動があったことが示唆される。

これら新第三紀岩体は全て磁鉄鉾系列の花崗岩~石英閃緑岩質ストックであり、岩相変化が激しいことを特徴とする。一方、白亜紀花崗岩類(今金、久遠、遊楽部岳岩体)はいずれもチタン鉄鉾系の花崗岩~花崗閃緑岩質パソリスで、岩相変化に乏しく、ベースメタルに関しては不毛花崗岩である。

西南北海道の新第三紀鉾化時期は、大きく次の3つの時期に分類される。

- 1) 前期中新世(20~17 Ma)のベースメタル鉾化作用、スカレン鉾床が卓越。
- 2) 黒鉾鉾化作用(約14 Ma)。
- 3) 後期中新世以降の鉾脈型鉾化作用。

長万部鉾山の形成年代も、その産状から、今金鉾山、八雲鉾山などと同様、後期中新世以降の可能性が高い。前期中新世から後期中新世にかけて、鉾床のタイプがスカレン型から鉾脈型に大きく変化する。これは、鉾床の母岩(地表から2~3 km付近の地質)が前期中新世では石灰岩ブロックを含む付加帯物質(松前層群、泊川層群)であったものが、中期中新世~鮮新世に火山岩類に変化したことに起因すると考えられる。(北海道支所)

Keywords: mineralization, granitoid, K-Ar age, Hokkaido

干渉測位 GPS による湖・内湾でのジオイド計測

杉原光彦*・駒澤正夫**・宮崎純一***

GPSのキネマティック法によって連続的に3次元位置を数cmの精度で計測できる。GPSでは地球楕円体座標を計測するが、湖面や海面は第一近似として等重量ポテンシャル面であるので、湖や内湾でGPSアンテナを設置した船を走らせることで、その面の起伏を計測できる。等ポテンシャル面の一つがジオイドであるが、ジオイド高起伏と重力異常の間にはストウクス積分で表現できる関係があるので、湖面や海面の計測によって重力データが不足する湖・内湾地域の重力異常の推定も行える可能性もでてくる。ここでは鹿児島湾北部での調査結果について報告した。

1994年7月に鹿児島湾北部でGPS調査を行った。調査の目的は鹿児島湾北部でのジオイド面の起伏を検出することであるが、周辺での重力データとも併せて始良カルデラの地下構造解析を行うことも狙いとする。測定方法は連続キネマティック法で、港近くにGPSの固定観測点を1点おき、もう1台のGPS受信器を船着場に設けた基準点からボートに移し、数十分航行した後、再び基準点に戻る。

海では湖に比べて水位の時間変化が圧倒的に大きいので、この影響の除かなければジオイド起伏に相当する水面高は得られない。そこで、(1)水位計を設置して潮位変化の連続記録を行った、(2)航跡は往復同じ経路をとることにして、往復での比較から時間変化を評価できるようにした。この結果、鹿児島湾北部での時間に依存しない水面高分布を評価できた。水準点での水準/GPS比較から推定した陸上でのジオイド起伏ともなめらかに接続できた。また広域(長波長)ジオイド起伏とも調和的なことから得られた海面高分布はジオイド起伏を表すものと期待できる。

(*地殻熱部 **地殻物理部 ***地質情報センター)

Keywords: Aira caldera, geoid, GPS

有機地球化学的手法による東北日本新第三系珪藻質岩の古海洋環境の復元

山本正伸・渡部芳夫・渡辺真人

有機化合物の層位学的変化に基づいて、秋田県矢島地域における中期中新世から鮮新世(およそ12 Maから3 Ma)にかけての古海洋環境の変化を復元した。

およそ10.5 Maにおけるジノステラン/ステラン比の減少は表層水中ヘシリカが継続的に供給され、珪藻が第一次生産者として重要になったことを反映しているものと解釈される。12 Maから10.5 Maまでの間、渦鞭毛藻と珪藻の両者が第一次生産者として重要であったことは、表層水の溶存シリカ濃度が珪藻の繁茂に適した高い濃度と渦鞭毛藻の繁茂に適した低い濃度の間を頻繁に揺れ動いたことを示唆する。

矢島地域では、およそ9-5 Maにおいて藻類の生産性が高かったことが、 C_{27}/C_{29} ステラン比の層位学的変化から示される。この時期に、起伏に富む海底地形における表層水-底層水循環の活発化という条件が成立することによって、局所的な生産性の増大をもたらす局所的湧昇流が強化されたと想像される。

矢島地域では、底層水の酸化還元環境がおよそ10-6

Maにおいて還元的なものから酸化的なものへと変化したことが、葉理構造の層位学的変化から示される。この原因に関しては、後期中新世の海水準低下に起因する太平洋酸素極小帯水(OMZ水)の流入の減少が、古日本海全体の生物生産の総量を抑制し、還元的底層水が相対的に減少したとする可能性と、溶存酸素に富む表層水の底層への沈み込みが底層水の酸化に寄与した可能性とが考えられる。

以上のことを総合すると、およそ9 Maを境に、矢島地域は、貧酸素底層水と成層化した半閉鎖型海盆により特徴づけられる環境から、酸化的な底層水と活発な表層水-底層水循環、局所的に高い生物生産により特徴づけられる環境へと大きく変化したことが推測される。

(燃料資源部)

Keywords: biomarker, paleoenvironment, diatom