

海中の大山脈

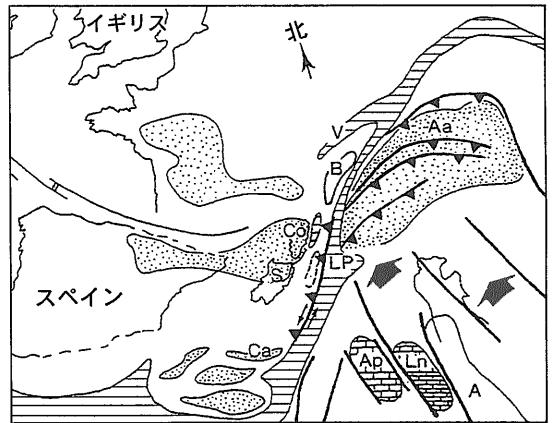
コルシカバソリスにおけるヘルシニア期花崗岩類

石原 舜 三¹⁾

1. まえがき

イタリアの西方の地中海に浮かぶ島、北側のフランス領コルシカ(仏語でコルス)島と南側のイタリア領サルディニアにはヘルシニア期の花崗岩類が広く分布し、その延長部を含めるとシエラ・ネバダバソリスに匹敵する規模を持つ(第3図参照)。その花崗岩類は海辺に全面的に露出するのみならず(1ページの口絵1), 2,500m級脊梁山脈へ向けて、見事な岩峰を諸処で形成している。その露出は素晴らしく、多くの興味深い現象が観察されている。

昨年、フランスのクラumont・フェランで開かれた第4回ハットン花崗岩討論会の会議後の巡検でここが選ばれた。筆者はヘルシニア期花崗岩類はエルツゲビルゲ(石原, 1975)や南西イングランドなどの鉍化地帯のものしか見たことが無く、そこでは分化が進んだチタン鉄鉍系の花崗岩が主体であった。コルシカでは巨大バソリスが見られると聞き、ヘルシニア期花崗岩類の真髄にふれることが出来るのではないかと思い早速参加を申込み、興味深



第1図 地中海西部における白亜紀後期の構造運動 (Bonin et al., 1999). A: アプリア, Aa: アウストロアルプス ドメイン, Ap: アペニン炭酸塩大陸棚, B: ブリアンソン地域, Ca: カラブリア, Co: コルシカ, Ln: ラゴネロ海溝, Lp: サルディニア島のリグローピーモンド オフィオライト堆積盆, S: サルディニア, V: ヴェライス海溝。

い7日間を過ごした。ここでは当地の花崗岩類について紹介してみたい。

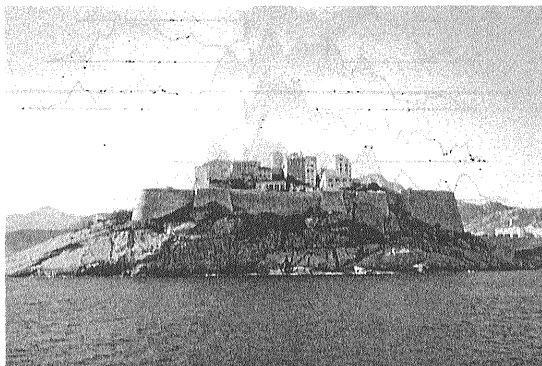


写真1 今回の巡検の拠点であったカルビの町(1): 花崗岩露頭上の古城。



写真2 カルビの町(2): 港に面するレストラン街。ヨットハーバーも広い。

1) 地質調査所 顧問

キーワード: コルシカ, ヘルシニア期, 花崗岩, Aタイプ, 磁鉄鉍系, チタン鉄鉍系, ハイパーソルバス花崗岩, マグマ混合



写真3 コルシカ島の山村の集落。海賊から身を守るため見通しが良い山麓に居を構え、緊急時には山に逃避することも考えた。

なおコルシカ島は南北2県に分かれ、南側の主要都市アジャクシオはナポレオン一世の出身地として著名であり、ナポレオン石(球状花崗岩の一種)なるものも販売されている。彼は1769年にこの古い港町に生まれ、大志を抱いてヨーロッパ本土に旅立った。町には記念館や生家がある。

2. コルシカ島の地史と地勢

コルシカ島の地質を理解する上で、ヘルシニア期とアルプス期の変動が最も重要である。ヘルシニア期の激しいマグマ活動は当時のコルシカ-サルディニア大陸周辺部で発生し、ジュラ紀の南大西洋の拡大と共に、リグリアン海盆が発達し、そこでは海洋底玄武岩に炭酸塩岩・チャートなどが堆積した。白亜紀初期には大西洋の拡大は中断し、リグロピーモント盆地にフリッシュ堆積物がたまり、その後白亜紀後期から古第三紀中期にかけてアフリカ大陸が北上し、この盆地の堆積物は北方へ沈み込み、かつ左横ずれ断層を生じた(第1図)。その後、新第三紀の地中海の拡大によって生成した西側のアルセロープロバンシャル盆地、東側にはティレニアン海の海洋盆地が生じた。

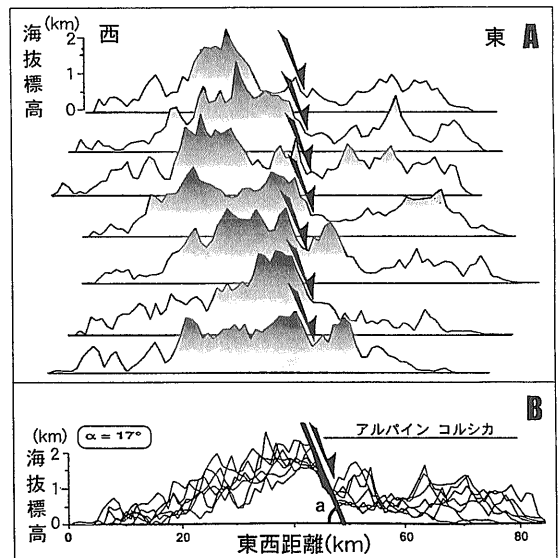
コルシカ島は南北に183km、東西に83km、その面積は8,700km²、広島県(8,474km²)よりやや小さい規模を持つ。その南方のサルディニア島(24,090km²)、シシリー島(25,460km²)は更に大きい。コルシカ島の特徴はその急峻な地形にあり、他の2島とは極立った違いを見せる。コルシカ島の最



写真4 コルシカ島に見られる海岸の素晴らしい露岩風景。U1期のMg-K花崗岩。

高峰はチント山(2,710m)であり、他に幾つもの2,000m級の山峰が連なり、“地中海に聳える島”とも呼ばれている。

コルシカ島の地形はこの急峻な西側と比較的穏やかな東側とに分けられる(第2図)。西側ではヘルシニア期の火成岩類が広く露出するのに対し、東側ではこれら古期岩類上に新第三紀堆積岩類の盆地が発達するためである。これは漸新世以降のアルプス期の東傾斜の正断層運動に起因している。そのため島の東側は、西側のヘルシニアンコ



第2図 コルシカ島の東西断面図。A:南北に5.5km間隔の地形断面、および、B:それを重複させたもの(Bonin et al., 1999)。

ルシカに対して、アルパイン コルシカと呼ばれている(第2図)。

アルパイン コルシカでは緑色片岩相からエコロジャイト相に至る種々の変成岩類が古第三紀の高圧/低温型変成ナッペによって畳み込まれている。原岩は中生代の海洋地殻と付随する堆積物、その基盤岩類、当時のヨーロッパ大陸周辺堆積物、などである。

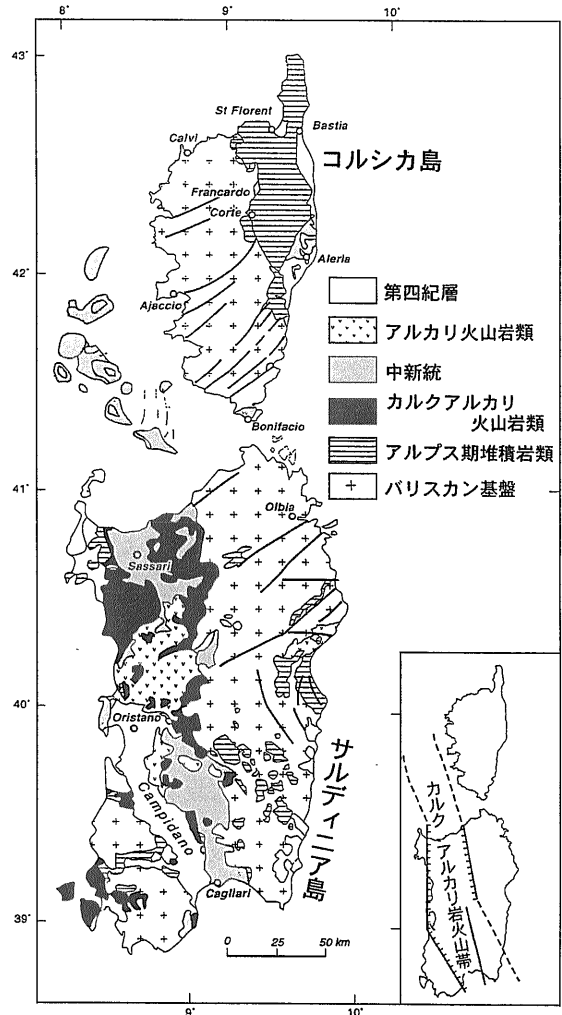
一方西側はクリスタリン コルシカとも呼ばれるヘルシニア期の火成岩、変成岩類からなる。ヘルシニア期花崗岩類はヨーロッパに広く分布するが、立体的に観察できる名所としてコルシカ島が著名である。西側のアルセロープロベンシャル海盆では海岸から20km以内で2,000mの水深に達する。大陸棚は幅が狭く、かつ海底キャニオンに切られており、西コルシカは巨大な水中山脈と見ることが出来る。

西部コルシカ島の花崗岩類はサルディニア島に続き、合わせてコルシカ-サルディニア バソリスと呼ばれている(第3図)。これはU1期とU2期に分けられる大量のカルクアルカリ岩系の花崗岩類、U3期のアルカリ花崗岩類から構成される。

3. コルシカ バソリスの基盤

コルシカ-サルディニア バソリスはヨーロッパのヘルシニア変動帯では最南端に位置する。基盤はバロビアン型の変成作用を受け、その変成度は北東へと上昇する。変成度と変形度によって次の3地帯に分けられる。

- (1) 外帯：サルディニア南東部に露出し、古生層が弱い変形と変成(緑色片岩相)を伴うもの。コルシカ島では北西部の先ヘルシニア期基盤でオルドビス紀-デボン紀の無-弱変成岩類に不整合に覆われるものがこれに相当する。
- (2) ナッペ帯：2つの断層線(後述)沿いに分布する、高変成度(黒雲母等温線)の堆積岩類。
- (3) 内帯：サルディニア北部とコルシカ島の主要部分。先石炭紀の基盤岩類が高変形-変成を受けるもの。基本的には角閃岩相の片麻岩類(珪線石±白雲母±長石)がエコロジャイト、グラニュライトの残塊を伴うもの。



第3図 コルシカ-サルディニア バソリスの分布図 (Bonin et al., 1999)。

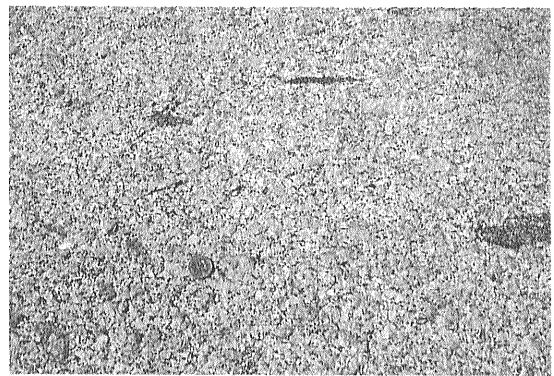


写真5 弱い流理構造をしめすMg-K花崗岩とそれと同時性の包有物。

ペルム紀以前のコルシカ島はヨーロッパ大陸の一部を構成しており、東側のオストロアルパイン地塊が西側のエブローパレアリック地塊に衝突し、前者の下部が溶融することでヘルシニア期のマグマ活動は発生した。それが漸新世-中新世の地中海の生成によって反時計廻りに30°回転して(第

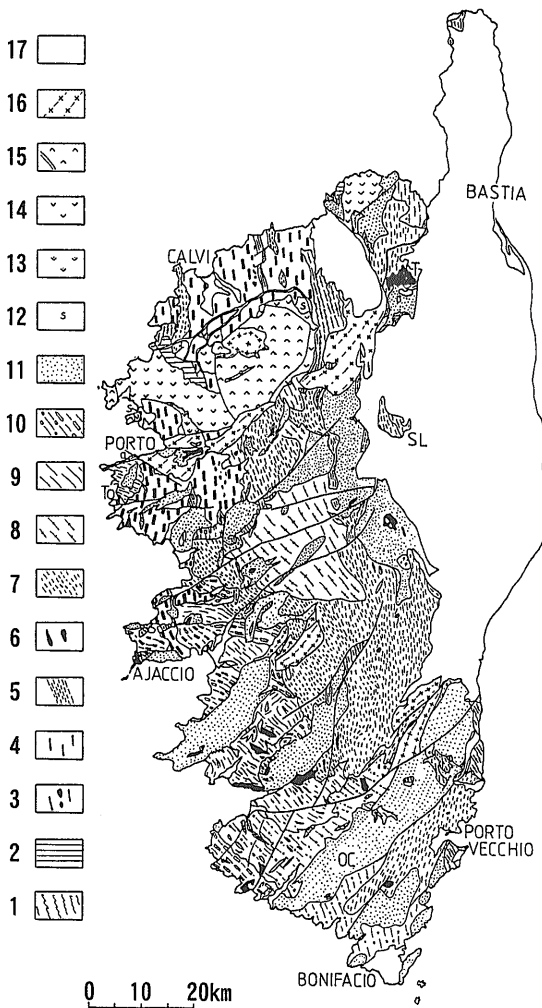
1図) 現在に至っているが、ヘルシニア変動帯に貫入する花崗岩体としては当地のものでは世界最大と言われている。その貫入場の基盤岩類は次のように2大別される。

- E1 雲母片岩基盤：これは先ヘルシニア期の変形を伴い、カレリア、テンダ地塊に見られる。著しい変形を受けた絹雲母-緑泥石雲母片岩と夾在するMORB型角閃岩からなる。テンダ地塊では600MaのNdモデル年代が得られており、先カンブリア紀最末期のパン・アフリカン変動(747±120Ma)の産物と思われる。
- E2 片麻岩基盤：ヘルシニア期の変形を伴うもの。これはベルゴデレ片麻岩としても知られ、正片麻岩および準片麻岩からなり、角閃岩相の変成度を持つ。先ヘルシニア紀のエコロジャイト岩塊を伴う(内帯変成岩に相当する)。

花崗岩活動はコルシカ島では340Maと305-260Maの間に間欠的に生じ、複合バソリスを形成するが、その構成岩類は次の3時期(U1-U3)に分けられる。

4. U1 期のMg-K花崗岩類

U1期花崗岩類はMg-K花崗岩類とも呼ばれ、コルシカ島の西-北西部に広く分布する(第4図)。E2ベルゴデーレ片麻岩との貫入部分ではアナテキシスを生じており、かつ西部のE1パン・アフリカン基盤に対しては非整合貫入し、急冷周縁相を持つ



第4図 コルシカ島の地質概略図 (Rossi and Cocherie, 1991). 1: 変成岩基盤, 2: 古生層, 3: U1期のMg-K苦鉄質岩類, 4: U1期のMg-K花崗岩類, 5: U1期のMg-K優白花崗岩類, 6: U2期の苦鉄質岩類, 7: U2期の細粒花崗閃緑岩類, 8: U2期の細粒モンゾ花崗岩類, 9: U2期の斑状花崗閃緑岩類, 10: U2期の中-粗粒モンゾ花崗岩類, 11: 優白モンゾ花崗岩類, 12: ステファン層, 13: 安山岩, 14: デイサイト-流紋岩類, 15: アルカリ火山岩類(U3期), 16: アルカリ深成岩類(U3期), 17: バソリス形成後の地層。

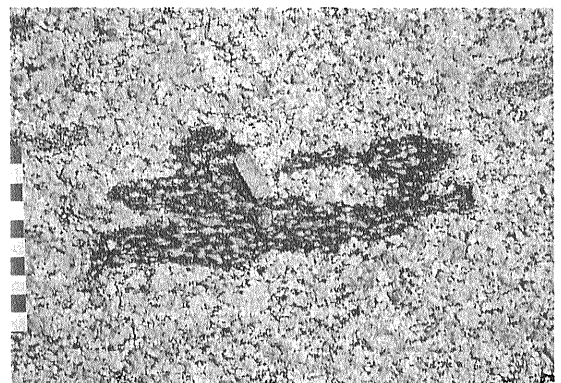
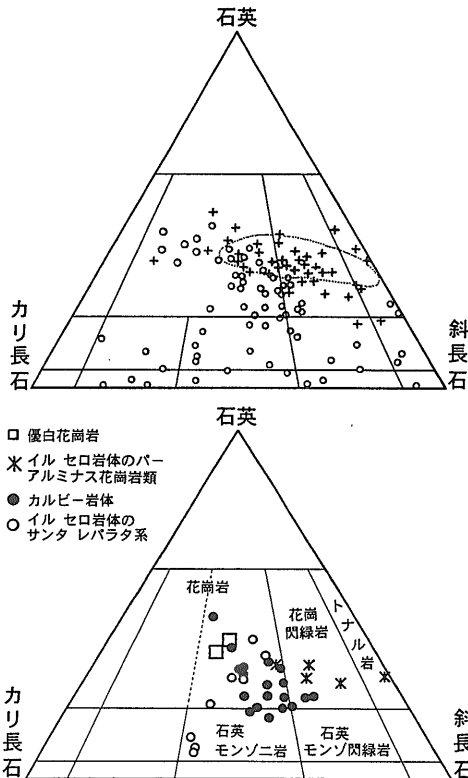
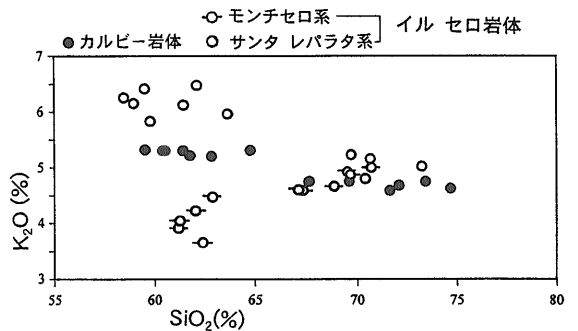


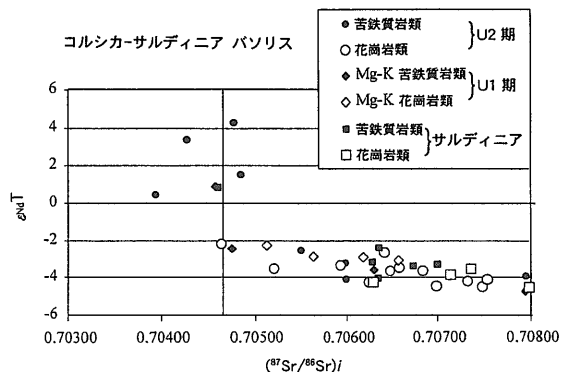
写真6 メルト混合と思われるMg-K花崗岩中の苦鉄質包有物。その形とカリ長石巨斑晶に注目。



第5図 (上)：U1期およびU2期花崗岩類のモード鉱物組成。白円はU1期，十字はU2期の花崗岩類。点線はサルディニアのU2期花崗岩類 (Rossi and Cocherie, 1991)。
(下)：U1期バラン岩体のMg-K花崗岩類の鉱物容量比 (Bonin et al., 1999)。



第6図 バラン Mg-K 花崗岩類のカリウム-シリカ図 (Bonin et al., 1999)。



第7図 コルシカ-サルディニアパソリスにおけるSr-Nd同位体比 (Bonin et al., 1999)。

と共に基盤に熱変成作用を及ぼしている。進入年代は340Maである。U1期花崗岩類は南北走向，急傾斜のシート状に進入し，その幅は数100m-数十kmである。壁岩との接触部ではアナテクシス(1ページ口絵2)のほか，花崗岩脈が可塑性変形を示すことがあり，また壁岩の片理面と平行な流理構造を示す。その固結深度は5-6kbと想定されている。

U1期花崗岩類は桃色のカリ長石の斑晶や粗粒チタン石を特徴的に含み，一般にカリ長石巨晶，黒雲母，斜長石の方向性，更には伸長アンクラヴ(enclave)の配列で示される弱い片理構造を持つ。その産状からこの方向性はマグマ期に生成したものであり，その原因はマグマ進入時に働いた東西方向の横圧力による地殻の短縮化である。そのアスペクト比は10/1を超える場合があり，75%を超える短縮化が予想されている。

U1期花崗岩類はモード容量比で石英に乏しい閃緑岩-閃長岩と石英モンゾ閃緑岩-石英閃長岩から一般の花崗閃緑岩，モンゾ花崗岩(1ページの口絵3, 4)に亘る非常に広い領域を占める(第5図)。平均的な岩石として花崗閃緑岩-石英モンゾニ岩をとれば，苦鉄鉱物総量は20%以下，鉱物種は多い順に黒雲母，角閃石，単斜輝石である。数cmから1kmに及ぶ超K苦鉄質岩のアンクラヴを保有することがある。

肉眼的にチタン石(1cm以下)が認められ，苦鉄質部分では1-2容量%に達する。その他，燐灰石・ジルコン・褐簾石・トール石が含まれる。ジルコンの形態からその生成温度は850°C前後と推定されている。不透明鉱物は多く，主にチタン鉄鉱・黄鉄鉱と黄銅鉱・含Ti磁鉄鉱であり，磁鉄鉱は少ない(Bonin et al., 1999)。

U1期花崗岩類は一般にSiO₂ 58-65%，優白花崗岩類でSiO₂ 76%に達する。一般のカルクアルカリ岩系花崗岩に較べてK₂Oに大きく(4.0-6.5%)，

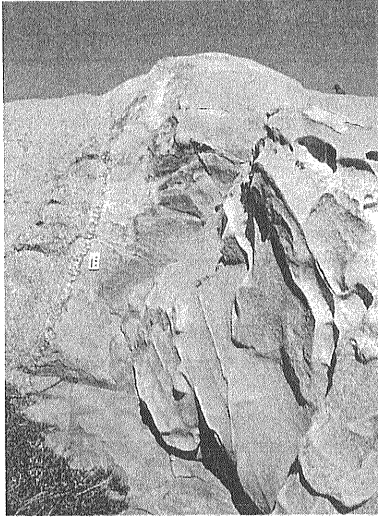


写真7 粗粒Mg-K花崗岩(左端)に貫入する細粒花崗岩の岩脈(右)。

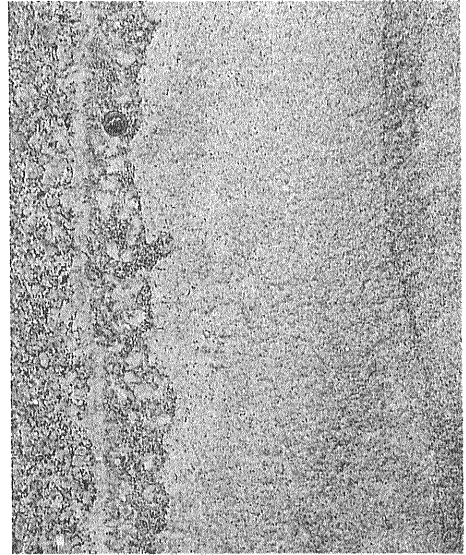


写真8 写真7のクローズアップ。その境界は不規則波打ち状で、貫入時には斑状相も未固結であったと想定される。

MgOに少し富み、FeOとCaOに乏しい。更に特徴的にはSiO₂の増加と共にK₂Oが減少する特異な傾向(第6図)を示すことが多い。微量成分ではU1期花崗岩類は遷移元素(Sc, Cr, Co, Ni), 大きい親石元素(Li: Rb, Cs, Sr, Ba), 高原子価元素(U, Th, Ta, Hf, Zr)等に富む傾向がある。SiO₂の増加と共にSe, Cr, Co, V, Sr, Ba, Hf, Zrが著しく減少し、Rb, Th等が増加する。従ってCo-Th, Sr-Rb図で、特徴的な領域を占める。

U1期花崗岩類のSr_r初生値は0.7060, εNd(t)は-2.8~-3.5(第7図), δ¹⁸Oは+8%であり、大陸地殻起源が推察される。原岩としては、アルミナ

過剰度・酸化的性質からは頁岩は不適切で、グレイワック砂岩などが一つの候補である。苦鉄質U1期岩石はSr₀=0.7046, εNd(t)=+0.7, δ¹⁸O=+6%であり、より深部の起源物質が想定される。

U1期の花崗岩類は同源と思われる高Mg-K苦鉄質アングラーヴを少量包有している。そのK₂O/Na₂O比は高-超高カリウムと言えるものであり、大きいものは直径1kmに達する。そのアングラーヴは石英モンゾニ岩に多く、優白花崗岩では非常に少量である。構成鉱物は苦鉄鉱物が増加するものの、鉱物の組合せは花崗岩のものと同様である。全岩の微量成分や造岩鉱物の化学組成も共通する傾向を示す。U1期花崗岩類との境界観察から、両者は同源と思われる。中間組成の岩石は2者の混合(mixing)で形成された可能性が大きい。



写真9 粗粒Mg-K花崗岩のモノリス。石碑用にここまで加工したが、重くて動かすことが出来ず、放置された。

5. U2期のカルクアルカリ火成岩類

U2期のカルクアルカリ岩類はコルシカ島中南部に広く分布し(第4図), 主に火山岩と深成岩から成り、また両者を繋ぐ岩脈類も存在する。深成岩類はコルシカ-サルディニア パソリスの主要部を構成するもので、主に304-300Maの年代を持つ花崗閃緑岩と花崗岩からなる。これらは優白モンゾ花

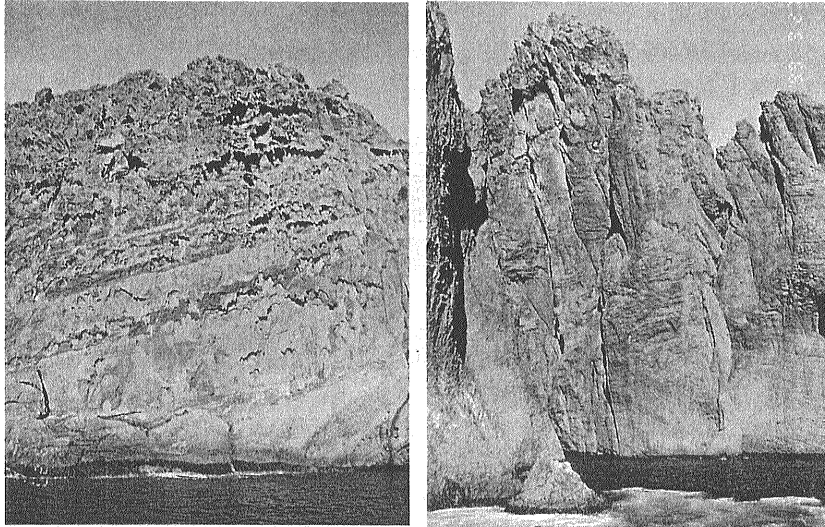
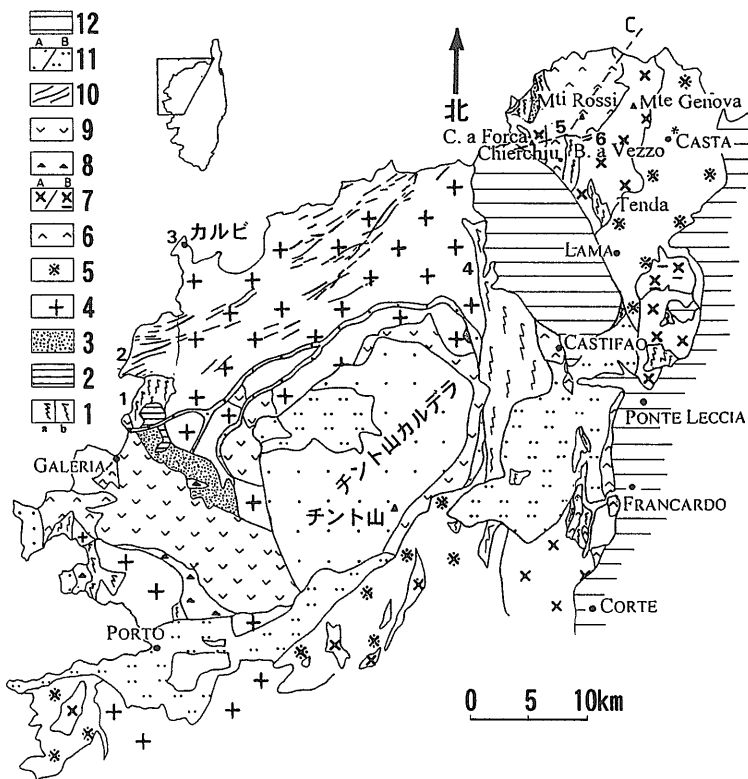


写真10
ペルム紀の火山岩類が見事に露出するコルシカ島西海岸。火砕岩類の層理面は緩い。

崗岩 (295-284Ma) に貫入される。また、苦鉄質-超苦鉄質岩もそれらに付随して産出する。

U1期の深成岩類との関係は高度差が大きい岩壁で見ることが出来るが、幅数kmにスライス化したU1期の花崗岩類がU2期の深成岩類のルーフとして見られ、また明らかに後者が前者に貫入する。

火山岩類は主にチント・マッシーフのカルデラ(第8図)を中心に500km²に亘って分布する。組成的には安山岩、デイサイト、流紋岩から成り、時に堆積岩類を夾み、それは上部石炭紀-ペルム紀の植物化石を含む。火山岩類は一般に花崗閃緑岩や優白モンゾ花崗岩の貫入を受ける。



第8図
コルシカ島北西部の地質図 (Bonin et al., 1999).

- 1a: E1 基盤 (雲母片岩類),
- 1b: E2 基盤 (片麻岩類),
- 2: オルドビス-シルル紀層,
- 3: デボン-上部石炭紀層,
- 4: U1期のMg-K花崗岩類,
- 5-10: U2期のカルクアルカリ岩系深成岩類
- 5: 花崗閃緑岩・モンゾ花崗岩,
- 6: デイサイト,
- 7A: 優白モンゾ花崗岩,
- 7B: 苦鉄質岩複合体,
- 8: 安山岩,
- 9: 流紋岩,
- 10: カルクアルカリ岩系岩脈群,
- 11: U3期のアルカリ岩系
- A: 珪長質火山岩類,
- B: 花崗岩類,
- 12: アルプス期の堆積岩類.

U2期の花崗岩類はアルカリ-シリカ図上でカルクアルカリ岩の特性を示し、ノルムコランダムを生じ、パーアルミナスの性格を持つ。しかし苦鉄質岩類にはソレイト系列のものも存在する。深成岩類の構成比は、斑れい岩-閃緑岩：トナル石-花崗閃緑岩：花崗岩比が3：15：82であり、例えば環太平洋地域のペルー海岸バソリスのカルクアルカリ花崗岩類の15：50：35と著しく異なり、苦鉄質岩が少なく、花崗岩組成の岩石が多く含まれる。

斜長石は著しいゾーニングを示し、そのAn含有量(%)は花崗閃緑岩で55-20、モンゾ花崗岩で30-10、優白モンゾ花崗岩で20-2、これは揮発性成分に飽和したメルトが晶出したためと思われる。カリ長石はU1期の花崗岩と異なり、Baに富む核を持たない。花崗閃緑岩は初生の緑色角閃石を含み、それは核に輝石を伴わない。この事実もそのマグマが水に飽和していた事を示す。角閃石圧力計によると、この花崗閃緑岩は3~4±1 kbで晶出しており、この結果は壁岩が緑色片岩-低温角閃岩相の変成度を持つことと調和的である。

花崗岩類のストロンチウム初生値は0.7050から0.7076に至るが、苦鉄質岩類はやや低い値(0.704-0.706)を示し、ここでもU1期花崗岩類と同様な起源物質が考えられる(第7図)。



写真13 花崗岩パイプ。マグマ混合が玄武岩質マグマと行われる場合、軽い花崗岩マグマが写真のように上方に貫入する。その尖端に揮発性成分が濃集し、空隙を伴うこともある。

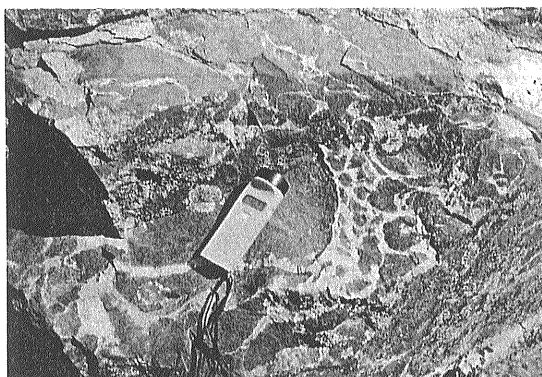


写真11 マグマ混合を示すU2期の細粒斑れい岩と花崗岩。帯磁率計の長と約19cm.

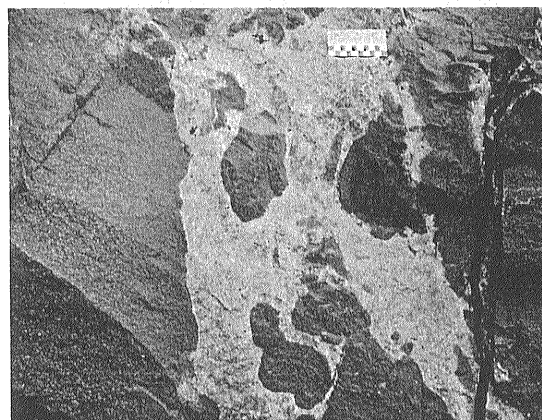


写真12 写真11の近撮影。斑れい岩が急冷周縁相を持つことに注目。

6. U3期のアルカリ岩類

コルシカ島のヘルシニア期火成活動の最後は、ペルム-三畳紀の“非造山型”のパーアルカリ岩系マグマ活動である。この時期の花崗岩類はコルシカ島の中南部に広く露出し(第4図)、その年代は270 ± 10 Ma (ペルム紀下部)ないし245 ± 10 Ma (ペルム-三畳紀境界)である。火山岩類は、色指数が低い玄武岩であるハワイアイト、粗面岩・流紋岩、アルカリ流紋岩の一種であるコメンダイトからなる。

深成岩類はアンクラウヴ状の斑れい岩と閃緑岩、バソリスおよびストック状規模のモンゾニ岩・閃緑岩・2種類の長石を含むサブソリダス花崗岩・1種類の長石(アルカリ長石)を持つハイパーソルバス花崗岩などからなる。構成鉱物はカリ長石・斜長

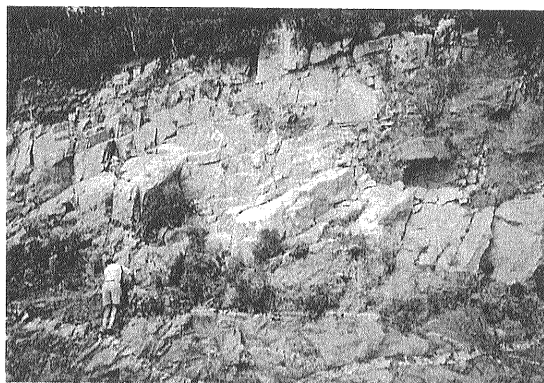


写真14 写真13の全体像. 暗色部が斑れい岩類, 白色部が花崗岩類.



写真15 流理構造が発達するU2期の閃緑岩類.

石・石英のほか, 鉄かんらん石・ヘデン輝石-エジリン輝石質普通輝石・ヘスティング角閃石・黒雲母である. 微量鉱物としてジルコン・磁鉄鉱・チタン鉄鉱・褐麻石・チェフキナイト $\{(Ce, Ca, Th)_4 (Fe, Mg) (Ti, Mg, Fe)_4 (Si_2O_7)_2 O_3\}$ ・アパタイト・蛍石・トパズ(カリ長石中の包有物), 更にパーアルカリ花崗岩にはエニゲマ石($Na_2Fe^{2+}_2TiO_2/Si_6O_{18}$)・エルピダイト($Na_2ZrSi_6O_{15}/3H_2O$)・パイロクロア・トール石・フェルグソン石, ごく希にゼノタイム・ミメタイトなども含まれる.



写真16 リンデノサ国立公園の花崗岩露頭の景観.

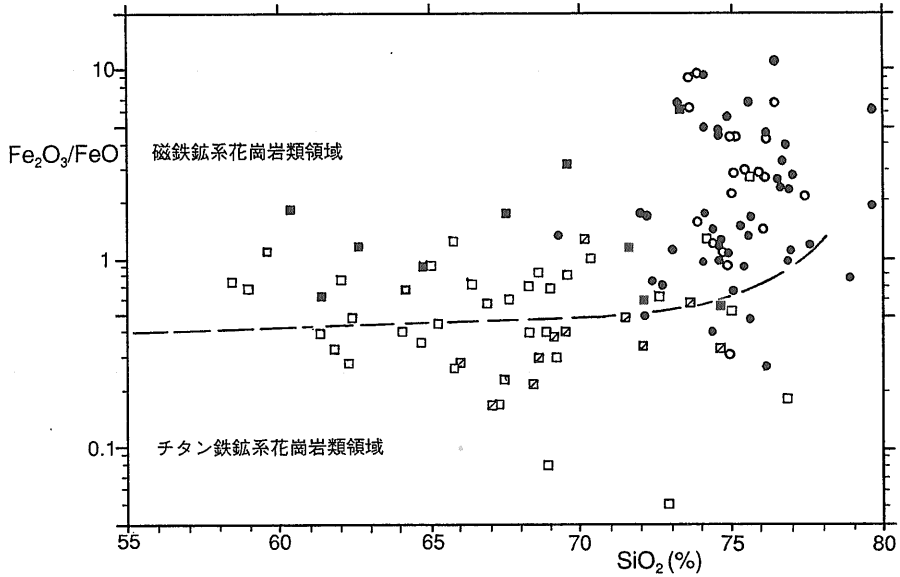
SiO_2 は一般に60-79%, CaO 0.1-2.4%, アルミナ飽和指数(ASI)はメタアルミナスからパーアルカリ, Rb 70-550ppm, Th 19-87ppm, Zr 80-2,500ppm, Y 35-240ppm, Nb 13-84ppm, Sr 初生値は0.703-0.722, $\epsilon Nd+0.5$ ~-5.8であり, その起源物質には上部マントルから大陸地殻物質に至る幅広い組成のものが考えられる.

コルシカ北西部のポニファト岩体では3世代のジルコン, すなわち(1)最早期のHfを含みU・Thに欠けるプリズム結晶, (2)Hf・U・Thに富みメタミクト化した中粒結晶, (3)最末期のHf・U・Thに富みメタミクト化した低温の複錐結晶が知られている. この岩体では $Zr+U+Th+Nb+Y$ と高度との間には相関性が認められており, これら微量元素はF化合物として揮発性成分に含まれ, それが岩体上部に移動することによって濃集したものと考えられている(Egeberg *et al.*, 1993).

7. 花崗岩系列

コルシカ島の花崗岩類の酸化・還元状態については研究例が少ない. またフランス圏としては珍しく帯磁率の測定が行われていない. Orsini (1980)の未公表博士論文に総括されている化学分析値から Fe_2O_3/FeO 比によって分類すると(第9図), U1・U2期花崗岩類では磁鉄鉱系とチタン鉄鉱系が相半ばし(分析数30/32個), U3期花崗岩類はほとんど磁鉄鉱系からなる.

U1・U2期花崗岩類では地域的な特色がある. コルバラのミグマタイト帯に発達する花崗岩類は全

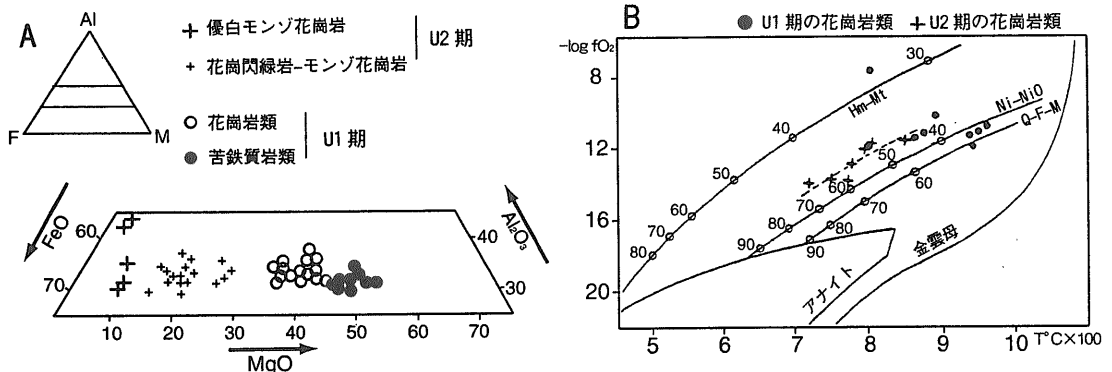


第9図 コルシカ島花崗岩類の Fe_2O_3/FeO 比による分類。
 四角：U1とU2期花崗岩類；
 黒は磁鉄鉱系に富むカルピ岩体，斜線入りはコルシカ南部のGII花崗岩，
 白はその他。
 円：U3期花崗岩類；
 白はサブソルバストランスソルバス花崗岩類，黒はハイパーソルバス花崗岩。
 Orsini (1980) 未公表資料より作成。

てチタン鉄鉱系であり，カポ・カパロの亜アルカリ岩も低い Fe_2O_3/FeO 比を持つが，カルピMg-K花崗岩類は9/1の割合で磁鉄鉱系の Fe_2O_3/FeO 比を示す。またコルシカ島南部のGII花崗岩類は9/2の割合でチタン鉄鉱系が卓越する(第9図)。

巡検中の筆者の帯磁率測定によると，U1期の花崗岩類については斑状モンゾ花崗岩がカルピ市街地西端で $6.3-7.2 \times 10^{-3}$ SI，黒雲母に富む相で

9.9×10^{-3} であり，カルピ中心の教会下の斑状モンゾ花崗岩は $5.3-11.6 \times 10^{-3}$ SI，モノリス(写真6)における同様岩で $6.3-7.2 \times 10^{-3}$ SI，これらはいずれも磁鉄鉱系の値($> 3.0 \times 10^{-3}$ SI)を示した。一方，基盤の堆積岩源変成岩類と接する部分では(1ページの口絵2)帯磁率が 0.2×10^{-3} SI以下に低下し，堆積岩類からの炭質物を同化することによって花崗岩類が部分的にチタン鉄鉱系に変化した可能



第10図 U1期およびU2期花崗岩類の黒雲母の Fe/Mg 比 (Rossi and Cocherie, 1991)。

性が考えられる。

U2期の深成岩類については一カ所ずつの測定結果であるが、斑れい岩類が $14.9-19.3 \times 10^{-3}$ SI、花崗岩類が $2.6-3.6 \times 10^{-3}$ SIであった。すなわち斑れい岩類は磁鉄鉱系、花崗岩類は中間型の値を示した。

Rossi and Corcherie (1991)は代表的なU1期とU2期の花崗岩類について、黒雲母のF/M(Fe/Mg)比を求めた(第10図左)。U1期の苦鉄質岩の黒雲母が最もMgに富んでおり、ついで同期の花崗岩類、U2期の花崗閃緑岩・モンゾ花崗岩、そして同期の優白モンゾ花崗岩の順にFeに富む。花崗岩類どうしを比較するとU1期の方が酸化的である。一方第10図右について著者らは両者ともNNOバッファー付近で固結したものと考えているが、データはばらつくもののU1期のものがU2期の花崗岩よりも酸素フガシティが低かったようにも見える(第10図右)。花崗岩類の酸化還元状態については、今後の詳細な検討が必要である。

U3期の花崗岩類については、ハイパーソルバス花崗岩について43個のうち38個(88%)が磁鉄鉱系であり、サブソルバス花崗岩類+トランスソルバス花崗岩類では19個のうち18個(95%)が磁鉄鉱系である。Poitrasson *et al.* (1995)は $Fe_2O_3/FeO = 3.3-3.4$ を報告しており、その値はこの花崗岩が著しく酸化的であることを示している。一般にアルカリ花崗岩は磁鉄鉱系に属する点からもU3期

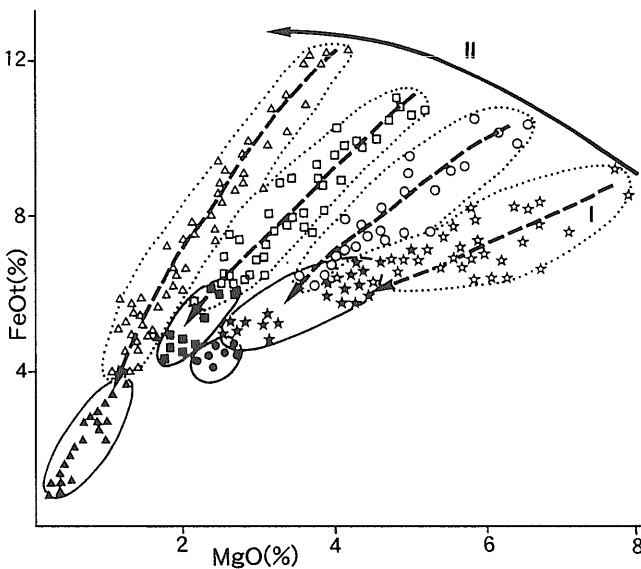
の花崗岩類は磁鉄鉱系に属するものと思われる。

筆者の巡検中の帯磁率測定では、リング岩脈を構成する花崗斑岩は $5.3-18.4 \times 10^{-3}$ SIの磁鉄鉱系の値を示した。ハイパーソルバス花崗岩は $0.2-1.0 \times 10^{-3}$ SIの一般に低い値を示したが、この岩石は赤褐色の露頭状況から磁鉄鉱の赤鉄鉱化によって帯磁率が低下した可能性があり、今後の不透明鉱物の研究が必要である。

8. マグマ混合現象

コルシカ島の花崗岩類には苦鉄質マグマと花崗岩質マグマの混じりあう現象(2ページの口絵8参照)が見られる点でも著名である。この現象はU1期からU3期の全体に亘って見られるが、最末期貫入岩体で特に顕著である。吉倉・熱田(2000)は2つの異なるマグマが混じりあう場合に、それぞれの単成分マグマの性質を残しているものを混交(mingled magma)、残さずに均質化したものを混合(mixed magma / hybrid magma)と呼び区別した。一般の花崗岩類では少量の包有物が伴われ、両現象は共存しつつも混合現象に富むものと思われるので、一般的記載に関しては単にマグマ混合とここでは呼ぶことにする。

Platevoet and Bonin (1991)はU3期の花崗岩類に見られるアンクラーフを研究した。アンクラーフのうち基盤の変成岩類、早期の花崗岩類からなる



第11図

ゾーニングを示す岩体の全鉄(FeOt)-MgO図(Zorpi *et al.*, 1989)。

白記号が包有物、黒記号がホスト花崗岩。

星印はブルゴス岩体、白円はポティダ岩体、四角はエコウル岩体、三角はブドース岩体。

点線域は個々の岩体の分布域。

曲線Iは包有物の混成方向、曲線IIはソレアイトの進化曲線。

ものはゼノリス、苦鉄質で成因的に密接と思われるものはcogenetic microgranular enclaveと分類された。後者は一般にMafic Microgranular Enclave, 略してMMEと呼ばれるものである。MMEは更に(1)集積構造を持たず分化の程度が低いもの:これは苦鉄質マグマの急冷相と考えられる, および(2)単斜輝石の層状の集積構造を持つブロックがモンゾニ岩中にシャープ境界で産するもの:これは玄武岩質マグマの深部固結相がマグマ溜まりに取り込まれたもの, に分けられた。

彼らはU3期の花崗岩類は苦鉄質マグマと密接に関係して生成し, マントルからの苦鉄質マグマの注入にすることによって大陸地殻内で花崗岩質マグマが発生し, かつ貫入・噴火活動も生じたものと考えた。

サルディニアではゾーニングを示すストック状岩体がマグマ混合モデルで説明された。Zorpi *et al.* (1989)は苦鉄質包有物とホストの花崗岩類を分析し, 全鉄(FeO_t)とMgOがその起源と進化過程をよく表していると考えた。すなわちFeO_t/MgO比は苦鉄質マグマの基本的性質を表し(第11図の曲線II), その変化トレンドをソレアイト進化曲線と名付けた。

苦鉄質マグマは珪長質マグマと混合することによりFeO_tとMgOは減少する(第11図の曲線I)。これは苦鉄質マグマが珪長質マグマの混成作用(hybridization)を受けるため, そのトレンドを混成曲線と呼んでいる。Zorpi *et al.* (1989)は貫入岩の岩質に対するマグマ混合の役割を重視し, 珪長質マグマの混成度が低いものが苦鉄質, 高いものが花崗岩質となると考えた。混成作用の程度は, 苦鉄質マグマの上昇力やマグマ溜りのバルーン化に伴う機械的混合, 揮発性成分による物質の移動, 元素の拡散などにより決定される。

9. まとめ

コルシカ-サルディニア パソリスは古生代末期の衝突型の構造場で3回の深成活動で形成された。U1期のMg-Kカルクアルカリ花崗岩類は衝突期, U2期の苦鉄質-珪長質カルクアルカリ岩類は後造山期, U3期のアルカリ花崗岩類は非造山期の生成と見なしうる。貫入・固結の場は時代と共に

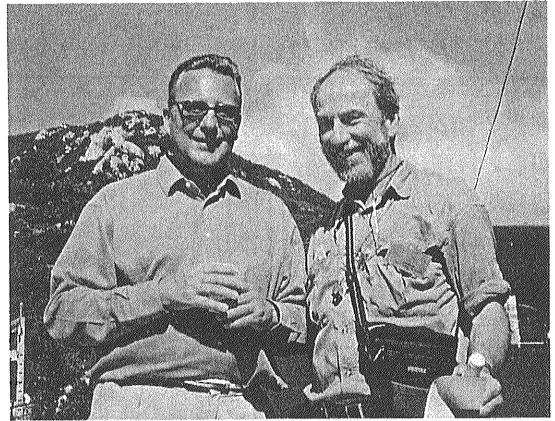


写真17 今回の巡検リーダーであるボナン教授(左)とマグマ混合説の推進者の一人であるウィーブ教授(米)。コルシカの山岳地帯はボナン教授にとって青春の想い出の地である。

浅くなり, U1期の5-6kbからU3期には1kbと推定されている。

U1期花崗岩類は幅広いモード組成を持つ。ごく一部には高Mg-K苦鉄質アングラーヴも産出するが, 一般に珪長質であり, Sr同位体比や酸素同位体比は低く, Nd同位体比は負の値を持つ。その起源はコルシカ島の前身であるオストローアルパイン地塊のグレイワッケが溶けたものと考えられている。花崗岩類は一部に磁鉄鉱系に属するものもあるが, 全体的には中間型~チタン鉄鉱系と推察される。衝突型の磁鉄鉱系花崗岩は珍しく, 当地では原岩のグレイワッケに炭質物が少なかったであろう。

U2期にはソレアイト質苦鉄質マグマの注入が生じており, 展張的な構造場が想定され, 後衝突型の環境でマグマ活動が生じた。花崗岩質マグマはその熱により大陸地殻のグレイワッケが溶けることにより生成したものと考えられている。

U3期は非造山型の展張場に発生したバイモーダルなマグマ活動である。アルカリ角閃石や1種類の長石からなるハイパーソルバス花崗岩で特徴づけられ, Zr, Nb+Y, U+Thなどに富んでおり, 極めてAタイプ的な性格を持つ。しかしこのAタイプはラクラン褶曲帯(石原, 1998)やラパキビ花崗岩と異なり非常に酸化的であり, その意味では中国福建省海岸のAタイプ花崗岩類(石原, 1988)に似ており, そのマグマ発生・上昇の構造場は非造山型の展張

場よりも造山型の展張場であった可能性が考えられる。

謝辞：未公表博士論文分析値を提供されたProf. B. Bonin に記してお礼申し上げる。

文 献

- Bonin, B., Cocheme, J.-J., Cocherie, A., Laporte, D., Orsini, J.-B., Platevoet, B., Rossi, P. and Vellutini, P.-J. (1999) : Permian and Carboniferous magmatism of Corsica Post-Conf. Excursion Guidebook, 4th Hutton Sym., C.F., France, 86p.
- Cocherie, A., Rossi, Ph. and Le Bel, L. (1989) : The Variscan calc-alkaline plutonism of western Corsica: mineralogy and major and trace element geochemistry. *Physics Earth Planet. Interiors*, 35, p.145-178.
- Egeberg, A.T., Bonin, B. and Sorensen, H. (1993) : The Bonifatto per-alkaline granites (NW Corsica) : a possible case of evolution through volatile transfer. *Bull. Soc. Geol. France*, 164, p.739-758.
- 石原舜三 (1975) : エルツゲビルゲの旅. 地質ニュース, no.249, p.18-35.
- 石原舜三 (1988) : A タイプ花崗岩とREE 鉱床. 地質ニュース, no.409, p.6-24.

- 石原舜三 (1998) : オーストラリア, ラクラン褶曲帯の磁鉄鉱系・チタン鉄鉱系花崗岩類と鉱化作用. 地質ニュース, no.522, p.43-65.
- Platevoet, B. and Bonin, B. (1991) : Enclaves and mafic-felsic associations in the Permian alkaline province of Corsica, France: Physical and chemical interactions between coeval magmas. *In Enclaves and Granite Petrology* (J. Didier and B. Barbarin eds.), Elsevier, p.191-204.
- Poitrasson, F., Duthou, J.-L. and Pin, C. (1995) : The relationship between petrology and Nd isotopes as evidence for contrasting anorogenic granite genesis: Example of the Corsican Province (SE France). *Jour. Petrol.*, v. 36, p.1251-1274.
- Rossi, Ph. and Cocherie, A. (1991) : Genesis of a Variscan batholith: Field, petrological and mineralogical evidence from the Corsica-Sardinia batholith. *Tectonophysics*, 195, p.319-346.
- 吉倉紳一・熱田真一 (2000) : 花崗岩体に記録されたマグマ混交・混合現象. 花崗岩研究の最前線. 月刊地球 号外30, p.140-145.
- Zorpi, M.J., Coulon, J.B., Orsini, J.B. and Corcirra, C. (1989) : Magma mingling, zoning and emplacement in calc-alkaline granitoid plutons. *Tectonophysics*, 157, p.315-329.

ISHIHARA, Shunso (2000) : Hercynian granitoids of the Corsica Batholith.

< 受付 : 2000年8月11日 >

「第42回科学技術映像祭参加作品募集」

科学技術に関する優れた映像を選奨する、科学技術映像祭の参加作品を募集します。

分野は「科学教育」「基礎研究」「科学技術」「医学」「ポピュラーサイエンス」の5部門です。

参加資格は、日本所在の製作者・企画者(スポンサー)・テレビ局・学術研究機関・及び個人によって製作され、2000年2月1日～2001年1月31日に完成または放映した映像作品となります。

近年DVカメラで撮影した研究発表映像など個人制作作品の出品がふえています。学術研究機関、大学の研究者、高校教諭等も受賞しています。

昨年の内閣総理大臣賞は、生物生態写真家の栗林慧氏が、自作の「虫の目レンズ」を用いアリの目線で昆虫たちの活動の様子を撮影した、『草間の宇宙』が受賞し話題となりました。

応募締切は2001年1月31日です。

● 問合せ先：日本科学技術振興財団 よむら 西村

〒102-0091 東京都千代田区北の丸公園2-1

TEL03(3212)8487

FAX03(3212)0014

URL : <http://ppd.jsf.or.jp/shinko/pro/s-m/index.htm>