

# 花崗岩の組成とつくばの地質

青木正博<sup>1)</sup>

## 1. ねらい

つくば市は筑波山を見上げる平坦な常総台地の上にあります。筑波山は比高約850mでそれほどの高山ではありませんが、急峻な山頂部と山麓の緩斜面の絶妙な組み合わせが美しいシルエットを作ります。秀峰筑波を見ているうちに、筑波山の正体について知りたくなってくるでしょう。いつでも見える筑波山は、郷土のシンボルであり、格好の理科教材になります。

この講座では、筑波山の下半分を構成している花崗岩の正体を知ることと、花崗岩がなぜ平地よりせり上がっているのかを考えてもらうことをねらいにしました。考えるヒントを渡すことに徹し、「正解」は必ずしもクリアに示しませんでした。自分で不思議に気づく事が、興味を深める第一歩だと考えるからです。

## 2. 講座の内容

体験学習を中心とし、それに謎かけの語りを組み合わせました。講師は、プロジェクターも黒板も使わず、プリントや標本を手を持ち、生徒の中心に立って語りかけるスタイルをとりました。以下、時系列に沿って講座を再現してみます。

1. 岩石の重さは、含まれている鉱物の種類と、空隙の量で決まる。

実習：緻密なかんらん岩・斑れい岩・花崗岩・玄武岩と、気孔を多数持った玄武岩溶岩を手で持って見て、質感と比重の違いを実感する。黒くて重い石には磁石がつくことを確認する。

2. 地殻で量の多い岩石は、大陸をつくる花崗岩と海底を作る玄武岩である。玄武岩は花崗岩に比べて一割ほど重い。地球上では、なぜ花崗岩と玄武岩の分布域が違っているのだろうか。

実習：玄武岩と花崗岩の比重を測ってみる。正確に5cm立方に成形した玄武岩と花崗岩の重さを、電子天秤で測定し、比重を計算してみ

る。花崗岩の比重が2.65、玄武岩の比重が3.00になる事を確認する。

3. 中世ヨーロッパのバイキングが使用していた波止場の遺跡が、海面よりも数メートル高い場所にある。これは、最近の1,000年間に陸地が隆起した証拠である。スカンジナビア半島では、最終氷期(18,000年前)に地表を覆っていた830mの厚さの氷が溶け、最近の10,000年間に250mも陸地が上昇したと見積もられている。地殻をつくる岩石でも、地質学的な時間スケールで考えると軟らかく、荷重を除去するとそれに呼応するように地表面が上昇する。

資料：バイキングの航路の図、バイキングの波止場遺跡写真、スカンジナビア半島の隆起等高線図、アイソスタシーの概念の説明図

4. 氷河の融解のほかに、侵食によっても荷重が除去される。侵食は山を低くし、山が軽くなると浮力が働いて隆起が起こる。このようなプロセスが長年続くと、地下深部にあった軽い岩石は地表に現れる。このことが想像できるだろうか。

5. 筑波山を作っている花崗岩と斑れい岩を調べよう。入っている鉱物粒子の違い、粒子のかみ合い方を見て欲しい。どんな鉱物が入っているだろうか。

実習：まず肉眼でこれらの岩石標本を見る。花崗岩ペグマタイトから産出した、石英、カリ長石、黒雲母の自形結晶あるいは大型結晶を観察し、それぞれの鉱物の質感、割れ口の特徴、色などを確認する。実際に花崗岩を構成している粒子と、この大型結晶を比較することによって鉱物鑑定を試みる。

6. 次に花崗岩の薄片を偏光フィルムに挟み込みライトボックス上で透かして見る(表紙写真)。薄片を回転させて干渉色を変化させ、粒径や粒界を見やすくする。

実習：灰色ガラス状の鉱物、白色で平滑な割れ目を見せる鉱物、海苔のように黒く薄くはげる

1) 産総研 地質標本館

キーワード：SPP, 花崗岩, 筑波山, 玄武岩, 岩石の性質

鉱物の存在を確認する。また、結晶が不定形で互いにかみ合っている事を確認する。

7. 筑波山の花崗岩は、不規則な輪郭を持った石英、カリ長石、黒雲母の粗い粒子で出来ている。結晶粒子がお互いにかみ合っている事は、各鉱物が空間を奪い合い(あるいは譲りあって)同時に成長した事を表している。この花崗岩は地下十数キロメートルの深さで、マグマがゆっくり冷却してできた岩石-深成岩-だと考えられている。
9. 筑波山の花崗岩の生成年代を測定したところ6,000万年前という結果が得られている。筑波山は6,000万年もかかって地下深くから現在の場所まで浮上してきた事になる。

資料：南東北から関東南部までをカバーした地質図上で、古第三紀～白亜紀花崗岩の分布域を確認する。あわせて、花崗岩に代表されるマグマ活動の地表表現としての活火山の分布を見る。

### 3. 生徒の反応

黒曜石がつるつるで、玄武岩や花崗岩がざらざらしている、玄武岩が花崗岩よりも明瞭に重いなど、身体感覚で岩石の物性を表現することが出来たのは、標本を手にとって見たことの成果です。

岩石の薄片を見たとき、岩石が光を通すことにまず驚き、偏光フィルムで挟んでみたときに、美しい干涉色が現れた事に感動した生徒が多かったです。「万華鏡のようだ」との声もあがりました。また、水晶の透明感に喜び、黒雲母をはいでエキサイトした生徒(ほぼ全員)もありました。標本の扱い方に大きな自由度を与えることで、自発的な観察が始まり、理解が深まるという印象です。

### 4. つぶやきシートに書かれた質問と回答

質問1：世界にはどれほどの種類の石が存在するのか？(3人) 生徒たちは、第1回と今回の講座を合わせて岩石8種類、鉱物3種類を体験しました。岩石と鉱物の奥深い世界の入り口に立ったという実感が、この質問となったのでしょう。岩石と鉱物の命名基準の違いにより、岩石種数は4,000を超えます。

質問2：石はどのように採取するのか。今回彫刻する石はどこから採取したのか？どんな方法で硬い石を採取することができるのか、どこにゆけば自分は石を採取できるのか、どのようにして四角いブロックを切り出すのか・・・等の興味から出た質問と思われま

す。標本を採る程度ならば岩石ハンマーで割りとります。大規模な石材採取ならジェットバーナーで大きく焼き切り、その後くさびを打ち込んで目的の形まで小さくしてゆきます。

質問3：石はどのようにして薄く切り、どのように接着し、どのように磨くのか？岩石薄片の観察によって誘発された質問です。ダイヤモンドを埋め込んだ円盤刃を高速回転させて、岩石を薄く切断します。次に、サファイヤやダイヤモンドなみに硬い研磨剤をこすりつけて薄くします。岩石薄片の場合は、接着剤でガラスに貼り付けた状態で最終研磨を行います。

質問4：陸上に花崗岩が多く海底に玄武岩が多いのはどうしてか？この生徒は、海底に吹き出すマグマが玄武岩質になるのはなぜか、大陸地殻に吹き出すマグマが酸性になるのはなぜか、という本質的な問いに行き当たりました。マグマ発生メカニズム、マグマの上昇メカニズム、マグマミキシング、分別結晶作用まで視野に入れて考えなければなりません。今は理解が難しいかもしれませんが、これからも考え続けて下さい。

質問5：マグマはなくなってしまうのか？講座ではマグマ発生メカニズムまで踏み込まなかったため、この問いがわき出てきたのでしょう。陸地の下に海のプレートが沈み込み、地下に水分をもたらすことが、日本のような島弧で、マグマが発生し火山ができる理由です。プレート運動が継続し、また海が地球上に存在する限りは、マグマは再生産されるでしょう。

### 5. 講座を終えて

講座が放課後の学校で行われたため、吹奏楽部の楽器の音に講師の声がかき消されるという問題がありました。それにもかかわらず生徒たちは体験学習を楽しんだように見えます。講座の最初に「標本や実験道具を自由に使い、自分の才覚で花崗岩を“感じ”、そして理解するように」と宣言したことが、奏功したのでしょう。講座に参加した生徒たちが、今後学校や家庭で、筑波山のでき方や花崗岩の性質についてうんちくを傾けるかもしれません。その場面を想像すると楽しくなります。新しい体験を楽しむ柔軟さを持ちつつ、論理を追うことの楽しさを覚え始めた中学生たちの姿に接し、頼もしさを覚えました。

AOKI Masahiro (2008) : Granite in Tsukuba area and its mineral composition.

<受付：2008年1月15日>