

さび石, とくに鞍馬石について

石原舜三¹⁾

日本庭園とさび石

わび(侘), さび(寂)は日本人の心に宿っている言葉である。さび(錆)石も私達の心から離れないひびきを持つ。日本人は古来、庭を好み、庭には石を配して住居を豊かにした。石にはその場所の風化した岩石を用いた。ここ筑波の里では筑波山の斑縞岩のころびが、広島地方では白みかげの玉石が用いられた。庭にはやがて沓脱石、飛石が置かれ、更には石燈籠がたてられた。京の町屋には狭い敷地を生かした塀庭があるが、石燈籠をポ

イントとしており、そこに京風の洗練をみることが出来る。

京都では庭石利用の歴史は古く、そのため京都市内に流れ込む鴨川の上流域でいろんな石が集められ、用いられた。京都北方域は基本的には中-古生層域であり、そのため名石として残ったものは酸化鉄を含むレッドチャートである賀茂川の赤石、貴船川の輝緑凝灰岩の“ころび”である貴船石、さらにはここに紹介する鞍馬石などである。

赤石も“さび”を含むがそれは出来た時のジュラ紀の

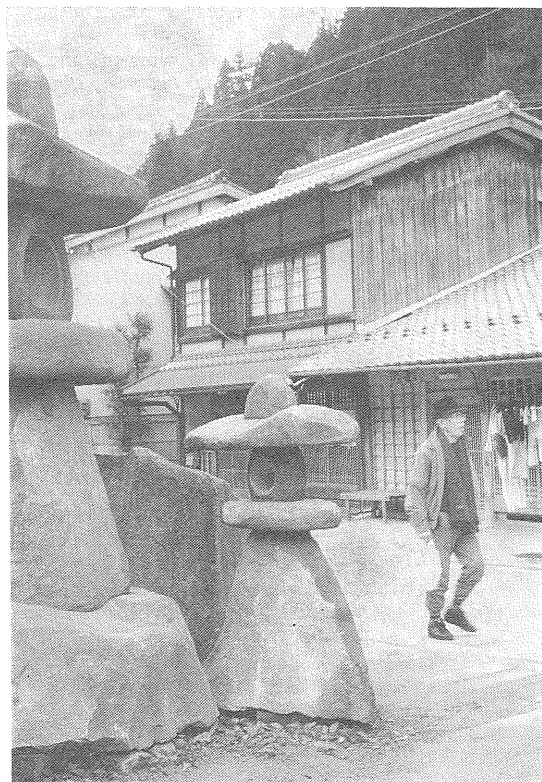


写真1 鞍馬石の燈籠とのどかな鞍馬の町並(山藤商店付近).



写真2 鞍馬石を原材とした見事な燈籠(増田庭石店).

1) 工業技術院

キーワード: 鞍馬石, 甲州鞍馬石, 磁硫鉄鉱, 蛭川みかげ, 錆石

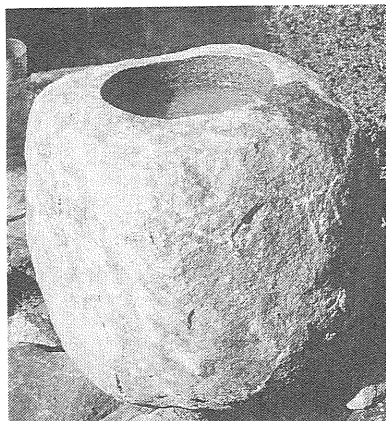


写真3 鞍馬石の蹲い（増田庭石店）。

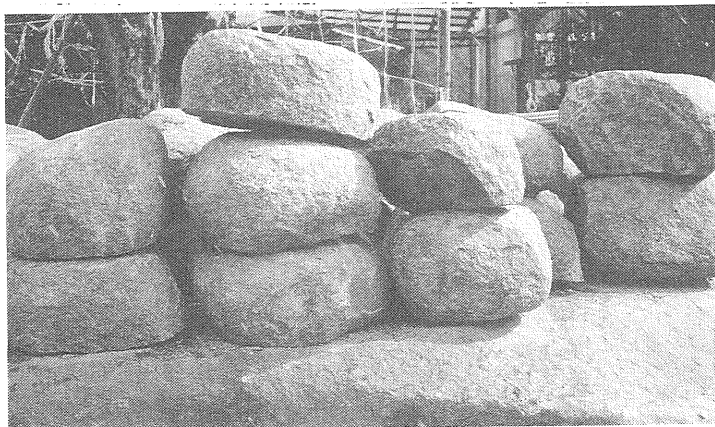


写真4 鞍馬石の飛石（山藤商店）。

大洋の水垢である。これに対して鞍馬石は、後述する特徴ある性質により今さびつつある石である。鞍馬石は鞍馬寺の下を流れる鞍馬川のころび石が利用されたものであるが、現在では山中に設けられた掘り場から採掘、利用されている。用途はいろいろであるが(写真1-4)、鞍馬石の蹲いは茶人の間で特に好まれている。

鞍馬石と同じものは京都以外でも産出することがある。甲州鞍馬石は稼行されている一例であるが、採掘されていないものも岩石学的調査でわかっている。また、蛭川みかげの中「さび石」の様に全く異なる原因で錆びるものも存在する。外国産のカルメンレッドのような赤い花崗岩も「さび」の一種である。錆の発生はこの様に好かれるばかりではなく嫌われることもある。この小文では鞍馬石を中心に「さび石」について解説し、その産状や錆びる原因などについて私見を述べる。

京都市北方の花崗岩類

京都市北方あるいは北西方に分布する岩石は、主に丹波層群と呼称される二疊紀—ジュラ紀の堆積岩類であり、砂岩・頁岩互層に、チャートや玄武岩質火山岩類が夾在する。丹波層群は京都市東部を通る花折断層により切れ、その東側の琵琶湖側は著しく隆起しているようであり、花崗岩類の露出が広い。断層西方では花崗岩類の分布は僅かである(第1図)。

この地域の花崗岩類は大きく2分できる。すなわち、バソリス状の広い分布面積(100km²以上)を持つ黒雲母花崗岩を主とする比叡、比良などの珪長質岩体、およびストック状(100km²以下)の閃雲花崗閃緑岩～石英閃緑岩からなる苦鉄質岩体である。前者は花折断層以東に、後者は同じく以西で大森向斜付近に分布している。鞍馬

石は後者に含まれる。

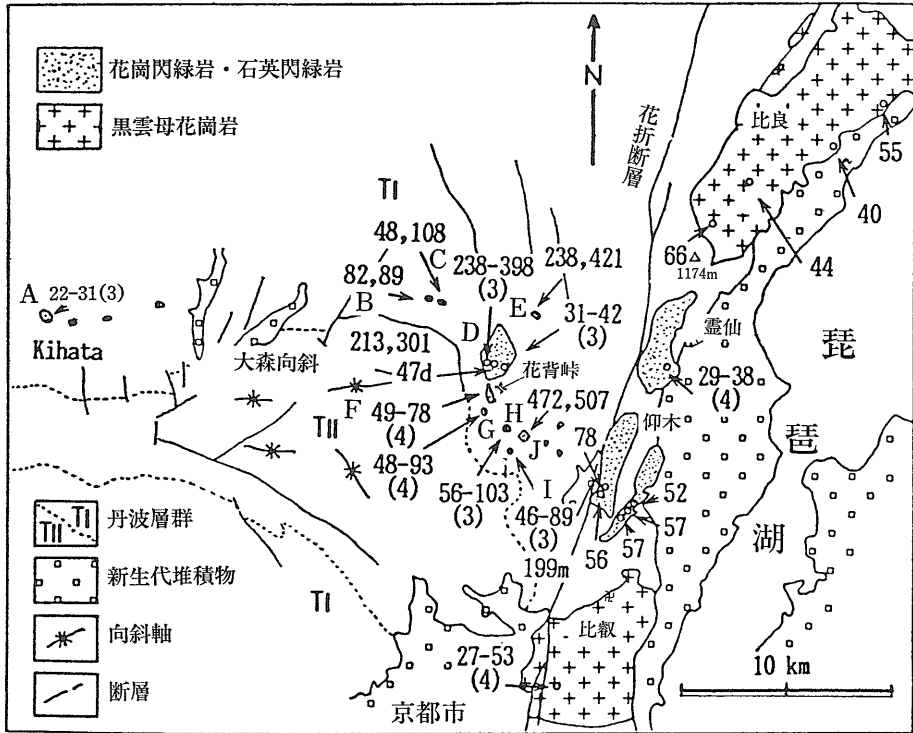
貴治(1987)は9岩体について調査し、これら苦鉄質岩体の多くは石英閃緑岩—トナル岩質(第2図)、色指数は17～44であるが、大規模なD(花背—別所)岩体は石英モンソ閃緑岩—花崗閃緑岩質である、全体的にみて小さい規模の岩体ほど苦鉄質である傾向を指摘している。

さらに帯磁率について測定した(貴治, 1989)。帯磁率は一般の岩石ではほとんど磁鉄鉱の量を表わし、磁硫鉄鉱も量が多い場合には若干反映する。花崗岩類は磁鉄鉱を含むもの(磁鉄鉱系)と含まないもの(チタン鉄鉱系)に分けられ、両者の境界は約 $100 \times 10^{-6} \text{emu/g}$ である。

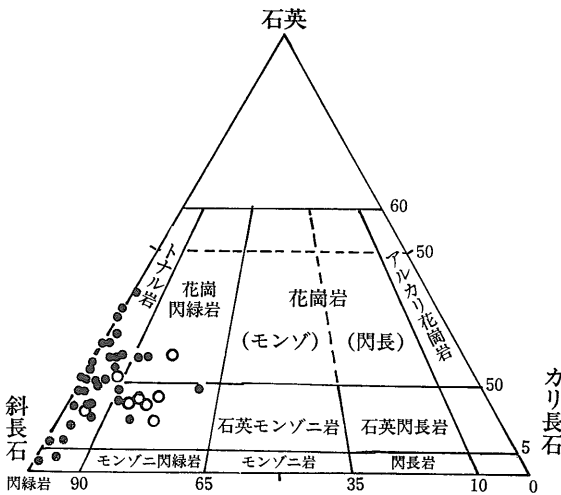
第1図に示したように、ほとんどの岩体は 100×10^{-6} 以下の値を示しチタン鉄鉱系に属するが、花背付近の岩体が $200 \times 10^{-6} \text{emu/g}$ の値を示し、磁鉄鉱系である。貴治(1989)はそれらの特徴として3岩体が地形的な凹地に露出しており(たとえば第3図のD, J)、ルーフペンダントを伴わないことをあげている。ただし母岩との境界付近の花崗岩類はチタン鉄鉱系の値を示すと述べている。これらの事実は花背・鞍馬付近の小岩体が基本的にはむしろ磁鉄鉱系であり、ルーフペンダントの丹波層群の粘板岩がマグマ溜りに落ち込むことによりマグマが還元されてチタン鉄鉱系になった可能性を示している。

鞍馬石が錆びる原因

鞍馬石は上記チタン鉄鉱系花崗岩類のうちF, H(第1図)両岩体から現在採石されている。G, I岩体もこれらと同様な性格を持ち、北西方のB岩体(第1図)にも2.9%に達する磁硫鉄鉱が報告されているので(貴治, 1987)、鞍馬石を含む石英閃緑岩質岩体は、この付近で最も大きいD岩体の西側にN30°Wに伸びて分布すること

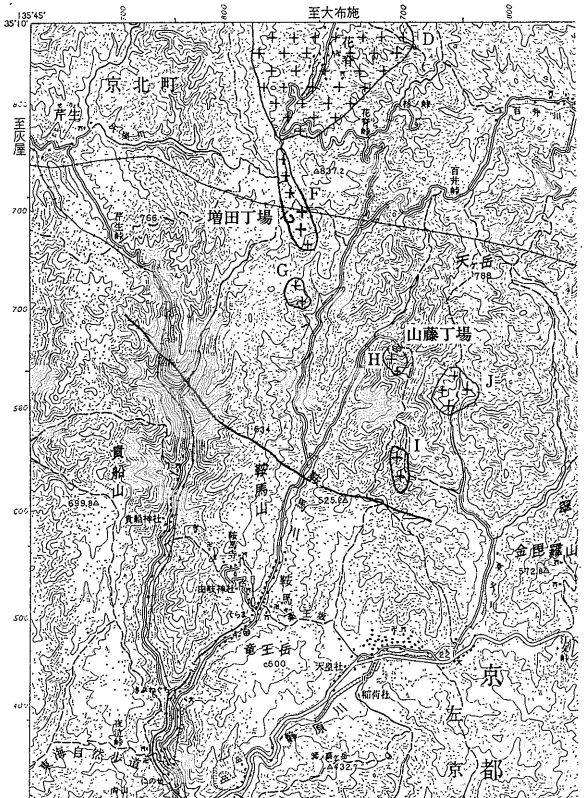


第1図 京都市北方の花崗岩類と帯磁率の分布 (貴治, 1989). 単位は $\text{emu/g}, \times 10^{-6}$ () 内は測定数



第2図 (上) 京都市北方花崗岩類のモード組成 (貴治, 1987).

第3図 (右) 鞍馬川付近の花崗岩類. 5万分の1地形図「京都東北部」と貴治 (1989) による. DとJは谷間に, F, G, H, Iは山稜, 山腹に露出する点に注目.



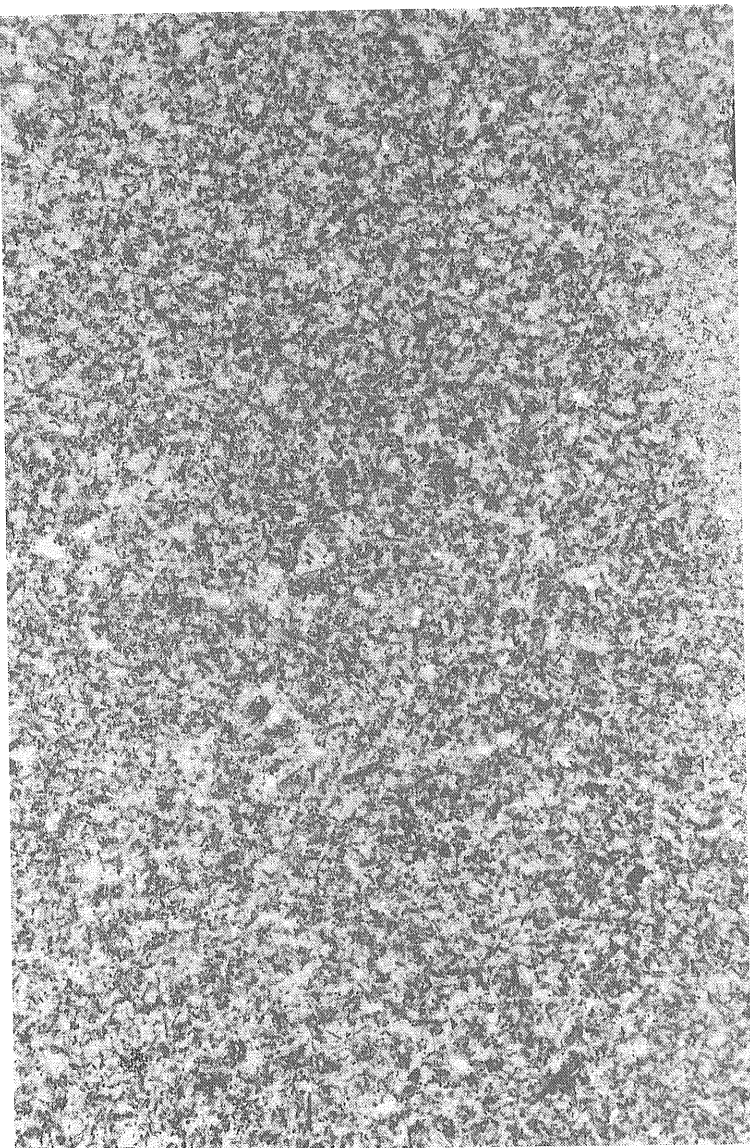


写真 5 F岩体, 増田丁場の鞍馬石 (等倍).

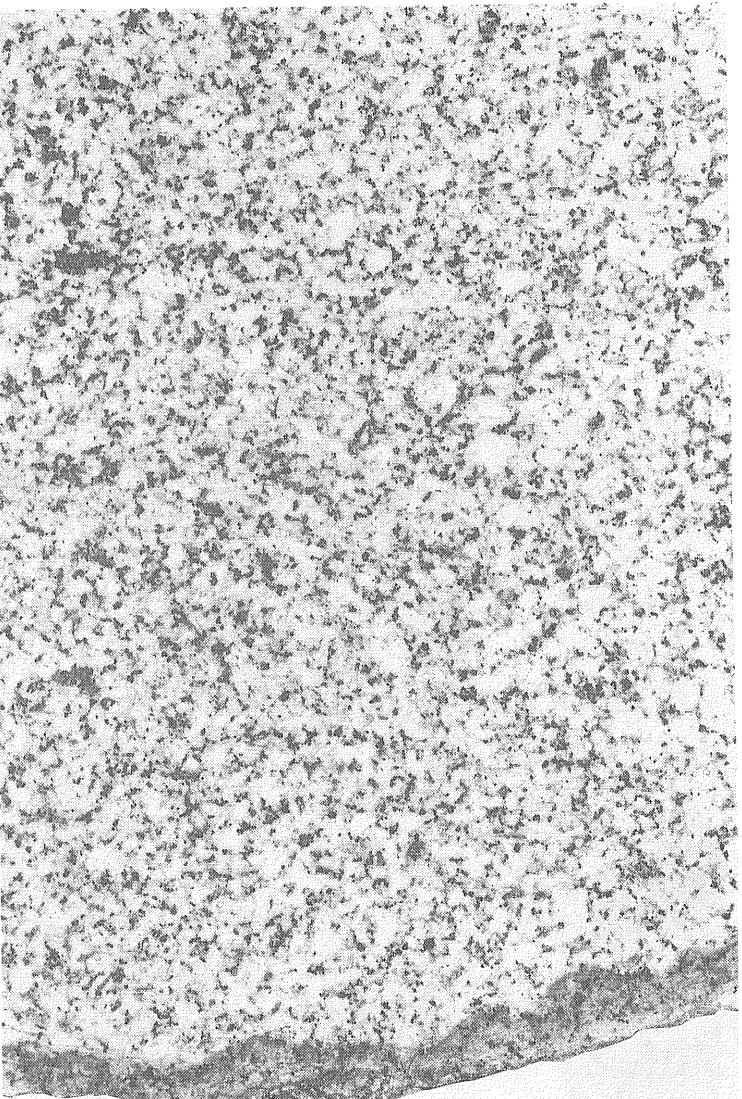


写真 6 H岩体, 山藤丁場の鞍馬石 (等倍).

になる。個々の岩体は幅数100mの小規模なものである。

写真5はF岩体にある増田庭石店丁場の代表的な石英閃緑岩である。写真6はH岩体にある山藤商店丁場のもので、前者より優白質な花崗閃緑岩である。色指数、粒度などの点で、鞍馬石はこの2者の範囲にあるものとみてよい。

顕微鏡下の鞍馬石は多い順に斜長石、黒雲母、アクチノ閃石を含み、少量の石英、カリ長石を含むことがある。著しい特徴は花崗岩としては大量の磁硫鉄鉱を含む(写真7)ことで、その量は場所によっては数パーセントに達する。黒雲母も特徴ある赤褐色(Z)を示し、これが鉄に富みマグネシウムに乏しい種類であり、上述の磁硫鉄鉱の存在と合せて鞍馬石が非常に還元的な雰囲気中で生成したことを物語っている。

磁硫鉄鉱は単硫鉄鉱(FeS, troilite)の仲間である。単硫鉄鉱は隕石の一種であるコンドライトに普通に含まれ(5-6%)、地球の物質には蛇紋岩など一部の岩石を除きほとんど産出しない。その名も最初にこれを含む隕石を記述した Dominico Troili に因んでつけられた。色は黄褐色、青銅状の光沢を示す。

一方磁硫鉄鉱は似た色を示すがやや赤味を帯びている。その名もギリシャ語の「赤味がかった(pyrros)」から名付けられた。磁硫鉄鉱は $Fe_{1-x}S$ の化学組成を持ち、単硫鉄鉱の Fe の一部が欠落し、空洞化している。そのために結晶構造が非常に不安定で、空気に触れて表面がすぐに変色(にじ色)し、雨にうたれて酸化鉄(褐鉄鉱)を発生する。

昭和30年代の日本は黒煙をもうもうと上げて鉄をとかし、硫化物を燃やして第二次大戦の傷から立直ろうとし

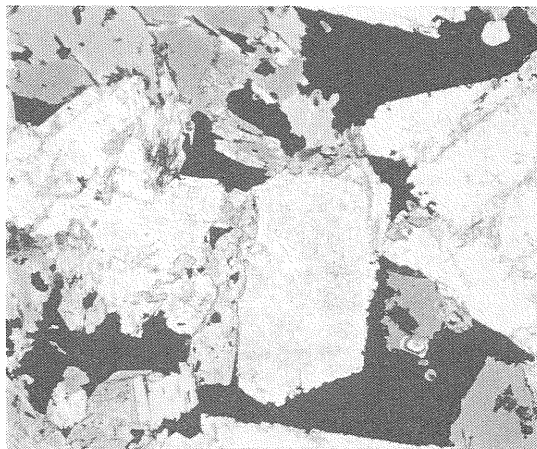


写真7 F岩体鞍馬石の顕微鏡写真、黒色他形結晶が磁硫鉄鉱。左右2.2mm

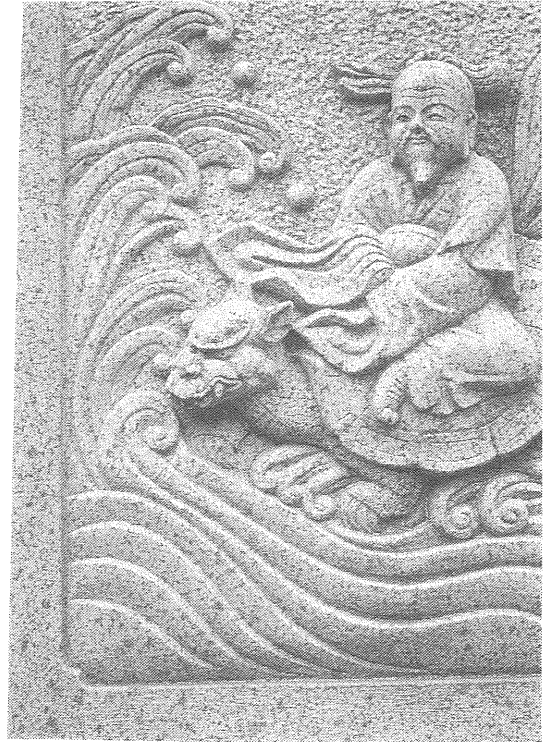


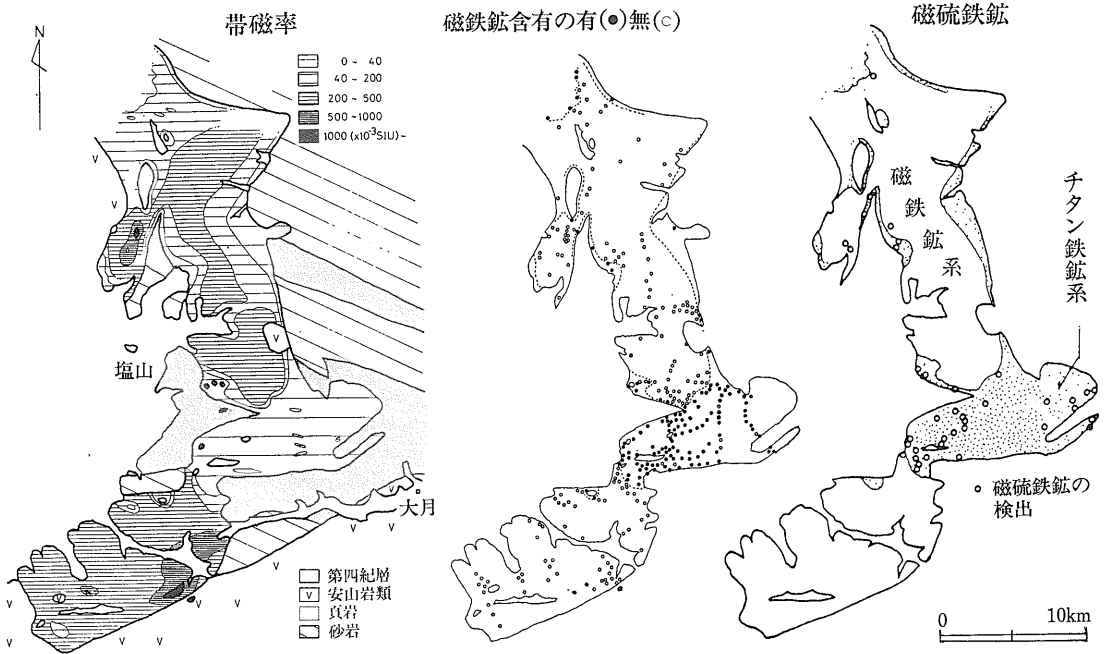
写真8 鞍馬石燈籠のクローズアップ。既に褐鉄鉱斑点が生じている。

ていた。その頃、山口県の岩国の奥に日本鉱業(株)の河山鉱山があって銅を含む磁硫鉄鉱を採掘し、^{くにまき} 国東半島は佐賀製錬所までトラックと船で浮選精鉱を運搬していたが、ほとんど磁硫鉄鉱からなる精鉱は油でまぶして出荷されていた。輸送中の振動による摩擦で鉱物が空気と反応し、火事となるのを防ぐためである。磁硫鉄鉱はそれほどまでに地上では不安定である。

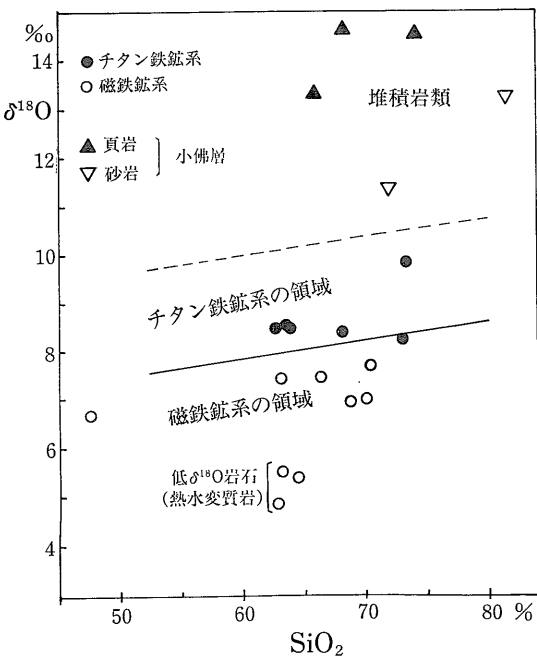
さて磁硫鉄鉱には2つの形、六方晶系と単斜晶系とがある。六方磁硫鉄鉱は $Fe_9S_{10} \sim Fe_{11}S_{12}$ の化学組成を持ち、単斜磁硫鉄鉱は Fe_7S_8 程度、鉄が欠落する割合が高い。鞍馬石に含まれるものは月村勝宏氏によるX線解析によると六方晶系に属するものであり、微量の黄銅鉱と共生して産出する。この磁硫鉄鉱が風化作用で酸化し、主に針鉄鉱 [$\alpha\text{-FeO(OH)}$] からなる酸化鉄、“褐鉄鉱”に変わって“錆”となるのである。写真6の右側の皮殻部はこのようなして生じた錆の部分である。また作って間もない写真8の燈籠もよくみると茶色の斑点がすでに生じている。

甲州鞍馬石

山梨県の甲府盆地には、京都地方と異なり花崗岩類
地質ニュース 443号



第4図 甲府東方の徳和花崗閃緑岩体の帯磁率, Fe-Ti 酸化鉱物, 磁鉄鉄鉱の分布 (Shimizu, 1986).



第5図 徳和花崗閃緑岩体の酸素同位体比の変化 (Shimizu, 1986).

が広く分布している。その時代も鞍馬石が白亜紀後期(8500万年前)と予想されるのに対し、中新世(1200万年前)と非常に若い。この花崗岩類のうち最大の岩体は徳和花崗閃緑岩体であり、Shimizu (1986)によりくわしく研究された。この岩体の一部から甲州鞍馬石は得られている。

徳和岩体は主に SiO_2 64-68%, 中粒の角閃石-黒雲母花崗閃緑岩から構成されるが、微量鉱物できわだった相違を示す(第4図)。まず磁鉄鉱量を示す帯磁率は0-1000以上 $\times 10^{-4}$ SI unitの幅広い値を持ち、造岩鉱物としての磁鉄鉱が0~数パーセントに変化することを示している。磁鉄鉱を含まない岩相(チタン鉄鉱系)は第4図中で示すように、岩体東部屈曲部と北部の岩体周縁部で認められる。一方磁鉄鉄鉱もチタン鉄鉱系花崗閃緑岩の分布と一致するが、屈曲部と北部の一部に限られて、より小規模に分布する。

徳和花崗閃緑岩類の酸素同位体化は低い方から、熱水変質岩、磁鉄鉄鉱系岩石、チタン鉄鉱系岩石、小仏層の砂岩、小仏層の頁岩の順である(第5図)。酸素は ^{16}O のほか、 ^{18}O 、 ^{17}O の同位体を持ち、そのうち ^{18}O は現在の技術で測定可能な量が天然物に含まれている。 $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ 比($\delta^{18}\text{O}$)が低い代表は雪や高緯度地方の水である。このような水と反応した熱水変質岩は一般の岩石より低い値を持

つ. 一方, 高い $\delta^{18}\text{O}$ を持つ代表は低温でゆっくりと生成した海底の粘土鉱物などである. そのため粘土を多く含む頁岩が最も大きな, 砂岩がこれに次ぐ値を持つのである.

花崗閃緑岩は, チタン鉄鉱系が $\delta^{18}\text{O}+8.3\sim 9.9\%$ の値を持ち, 平均値は $+8.7\%$ ($n=6$) である. 磁鉄鉱系は $+7.0\sim +7.8\%$ の値を持ち, 平均値は $+7.4\%$ である. 両者の境界は Matsuhisa ら (1982) が日本全体の花崗岩類に対して画いた境界線 (第5図の実斜線) と一致する. 上部マントル起源のマグマは $+5.7\%$ 前後の値を持つものと予想され, 第5図の小仏層の砂岩, 頁岩の平均値は $+13.3\%$ ($n=5$) であるから, チタン鉄鉱系の $+8.7\%$ は両者が $60:40$ で混合することにより作ることができる.

以上のようにチタン鉄鉱系花崗閃緑岩の成因には周囲の堆積岩類の混入が不可欠であった. すなわち強力な還元剤である C (炭素) が上部マントルからのマグマを還元することによりチタン鉄鉱系マグマが生れたのである. 一方, その中含磁硫鉄鉱花崗閃緑岩の分布をみるとある部分に限られている. その部分は第4図左でわかるように, 周囲の堆積岩が主として頁岩である所である. 頁岩は砂岩よりも C, S の双方に富んでおり, このより還元的で硫黄に富む物質が混入することにより, チタン鉄鉱系のなかでも特殊な磁硫鉄鉱含有岩が生成したものと思われる.

甲州鞍馬石はチタン鉄鉱系花崗岩類のなかで, すぐ近傍の堆積岩類が多量に混入した部分で得られる点で, 京都の鞍馬石と同じ成因的背景を持っている. 同様な含磁硫鉄鉱岩は, 中新世の石英閃緑岩体である埼玉県秩父鉱山岩株 (Ishihara ら 1986) や岐阜県の八百津花崗岩体などで知られている.

蛭川みかげの鑄石

岐阜県恵那郡苗木町から蛭川村にかけて中粒黒雲母花崗岩が広く分布しており, 地質家の間では苗木花崗岩として親しまれている. 石材としての採掘は蛭川村で盛んであり, そのため石材業界では蛭川みかげと呼ばれている. 蛭川みかげの一部に, 酸化鉄がしみ込み, きれいな褐色を呈する硬い花崗岩が産出する.

酸化鉄鉱染帯は幅 $0.2\sim 1\text{m}$, 主に節理に沿って分布し (写真9), 流理構造のような縞状構造を持っている. 岩石の硬さ, 新鮮さは着色部と白色部に変らない. 顕微鏡下では, 微細な褐色物質 (多分褐鉄鉱) が鉱物間隙や石英中のクラックを埋めている (写真10).

以上からこの鑄石は含鉄地下水が割目沿いに循環する



写真9 蛭川村, 柘植丁場における鑄石の産状. 風化面直下に岩盤があり, 鑄石は水平節理に沿って発達している.



写真10 柘植鑄石の顕微鏡写真. 割目に褐鉄鉱が付着している. 左右 2mm (単=コル).

過程で鉄が酸化鉄として沈澱し生成したことは明らかである。岩石は風化していないことから判断して、急激な地殻変動などで地下水面の下降が急激におこり、かつそれは現在に近い時期に生じたものであろう。この仮説は錆石の産地を現在の地形と合せて考察することにより立証できるであろう。

ところで蛭川みかげには1%前後の鉄が含まれている。硫黄分は10ppm以下(寺島ら, 1984)と非常に少なく、またチタン鉄鉱系に属するため、磁鉄鉱は含まれずごく微量のチタン鉄鉱が含まれるにすぎない。したがって鉄はほとんど黒雲母に含まれる。この錆石の鉄は母岩の上部の風化部分から流出した黒雲母の鉄が新鮮な岩石に再移動することにより生じたものと思われる。また蛭川みかげの錆石工場には、黒雲母の周囲に褐鉄鉱が赤斑点状にみられる花崗岩も産出する。褐鉄鉱には普通多くの不純物が含まれ、異なる色調が得られる。この珪酸塩起源と言う異なる背景が、硫化物起源とは異なる褐鉄鉱組成を生み、その美しい色合いを持つに至ったものかも知れない。

まとめ

花崗岩類には鉄は次の3つの形で含まれる。

- (i) 硫化物: 多量に含まれるのは磁硫鉄鉱のみ、但しその産出は場所的に限られる。黄鉄鉱 (FeS_2)、黄銅鉱 (CuFeS_2) もあらわれるがごく微量。
- (ii) 酸化物: 磁鉄鉱 ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)、チタン鉄鉱 ($\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$)、但し、磁鉄鉱は磁鉄鉱系花崗岩しかあらわれない。日本の石材になぜ磁鉄鉱系が少ないかに関して意味を持つ。チタン鉄鉱は一部の斑岩を除きごく微量。
- (iii) 珪酸塩鉱物: 一般には黒雲母と角閃石、まれには輝石も花崗岩には産出する。風化による鉄の溶脱から考えれば、シート構造を持ち水が通り易い黒雲母が圧倒的に錆の原因として重要。

以上のうち現在錆石として用いられているものは、(i)と(iii)の原因による鞍馬石と蛭川みかげである。磁硫鉄鉱が起因する鞍馬石は磨くと錆が消え、またふき出すが、蛭川みかげでは変化することはない。酸化鉄部分をみれば蛭川みかげの方が赤味が強い。これは鉄の起源に関係しているものと思われるが、今後の詳細な研究が必要である。

鞍馬石はチタン鉄鉱系花崗岩類に属し、堆積岩源のCによる還元作用を受けている。領家帯の庵治石や岡崎石、山陽帯の北木石、大島みかげ、稲田石なども同様にチタン鉄鉱系で、非常に深所、すなわちマグマ発生場で堆積岩源のCの影響を受けている(Sasakiら, 1979)。これらはむしろ錆が出ないことで商品の価値を保っている。

鞍馬石は既述のように、堆積岩地帯で花崗岩体の縁、ルーフ直下など、すぐ近傍の堆積岩、とくに頁岩がマグマ溜りに落ち込んだ部分で得られている。すなわち鞍馬石の生成には花崗岩質マグマが上昇した浅所で近傍からSに富む頁岩などがマグマ溜りに落ち込み均質化されることが重要であった。本来の岩系はどちらでもよいものと思われ、京都鞍馬石は甲州鞍馬石と同様に、本来的には磁鉄鉱系であった可能性がある。

文 献

- Ishihara, S., Terashima, S. and Tsukimura, K. (1987): Spatial distribution of magnetic susceptibility and ore elements, and cause of local reduction on magnetite-series granitoids and related ore deposits at Chichibu, central Japan. *Mining Geol.*, **37**, 15-28.
- 貴治康夫 (1987): 丹波帯中央部にみられる閃緑岩質岩体の岩石の特徴。MAGMA, no. 81, 1-6.
- 貴治康夫 (1989): 丹波帯中央部周辺の花崗岩質岩類の帯磁率。日本地質学会第96年学術大会(水戸)講演要旨, p.549.
- Matsuhisa, Y., Sasaki, A., Shibata, K. and Ishihara, S. (1982): Source diversity of the Japanese granitoids: An O, S and Sr isotopic approach (abst.) 5th Intern. Conf. Geochron. Cosmochron. *Isotope Geol.*, 239-240.
- Sasaki, A. and Ishihara, S. (1979): Sulfur isotopic composition of the magnetite-series and ilmenite-series granitoids in Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **68**, 107-115.
- Shimizu, M. (1986): The Tokuwaba batholith, Central Japan—An example of occurrence of ilmenite-series and magnetite-series granitoids in a batholith—. *Univ. Museum, Univ. Tokyo, Bull.* **28**, 146p.
- 寺島 滋・石原舜三 (1984): 日本の花崗岩類中の銅、鉛、亜鉛、ヒ素と硫黄(2) 西南日本内帯。地質調月報, **35**, 127-145.

ISHIHARA Shunso (1991): Sabi stone—Especially of pyrrhotite-bearing Kurama stone in Kyoto.

<受付: 1991年3月28日>