

ラルビカイト長石

中野 聰志¹⁾・加賀 喜子¹⁾

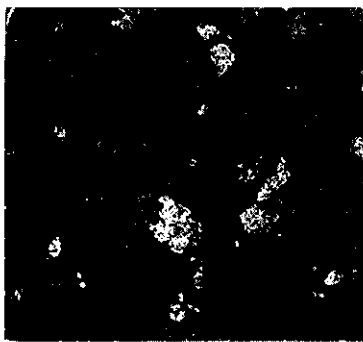
はじめに

ビルの外装に使われる石材は花崗岩が主体であるが、日本の花崗岩はほとんどが白色であり、色があってもせいぜいうすいピンク色に留まっている。そこで、色鮮やかな各種赤色の花崗岩が世界から輸入されて、日本のビルディングや他の建築物建造物に彩りを与えている(山田・下坂, 1984; 石原, 1991)。ラルビカイトは、一見黒く見えるが、目をこらすと鮮やかな青色の閃光が目に入る、花崗岩の中でも異色の岩石である(第1, 2図: 口絵参照)。ラルビカイトに含まれる長石が鮮やかな青い色の閃光を発するのであるが、磨くと非常に美しい。その理由で、これまで、ラルビカイトは世界的に石材として利用されてきた。日本でも、至るところで、ビルディングの外装材、内装材として使われている(山田・下坂, 1984; 下坂ほか, 1984)。

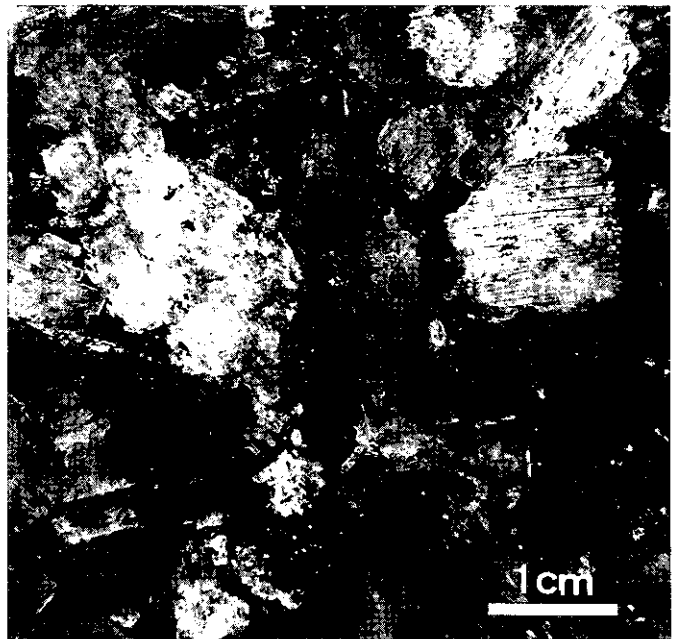
たとえば、石の博物館となっている京都駅ビルには、数多くの世界の花崗岩石材が使われているが、このラルビカイトも大量に

使われている。

筆者の一人(中野)は、かねてより隠岐アルカリ火山岩中の長石類の微細組織の研究を行ってきた。最近では、同じアルカリ岩の深成岩に注目して、隠岐に産する石英閃長岩を皮切りに各地の閃長岩中アルカリ長石の微細組織の解析を続けている。それにさきがけ、1980年代のことであるが、ノルウェーTveidalen産ラルビカイトのかげらについて少しだけ長石の化学組成を調べたことがあった。ラルビカイト及びその長石類は古くから良く研究されてきたのであるが、微細組織(ここでは、顕微鏡サイズの模様)と化学組成に従来の研究結果と異なるものを認めた。しかし、諸般の事情で、今日ま



第1図 関ヶ原石材から提供されたラルビカイト研磨試料(石材名:ブルーパール)。



第2図 第1図写真のほぼ中央部分の拡大写真。

1) 滋賀大学教育学部理科教育講座地学研究室:
〒520-0862 大津市平津2-5-1

キーワード: ノルウェー, ラルビカイト, 長石, 微細組織, パーサイト, リブル, 融溶, 花崗岩分類

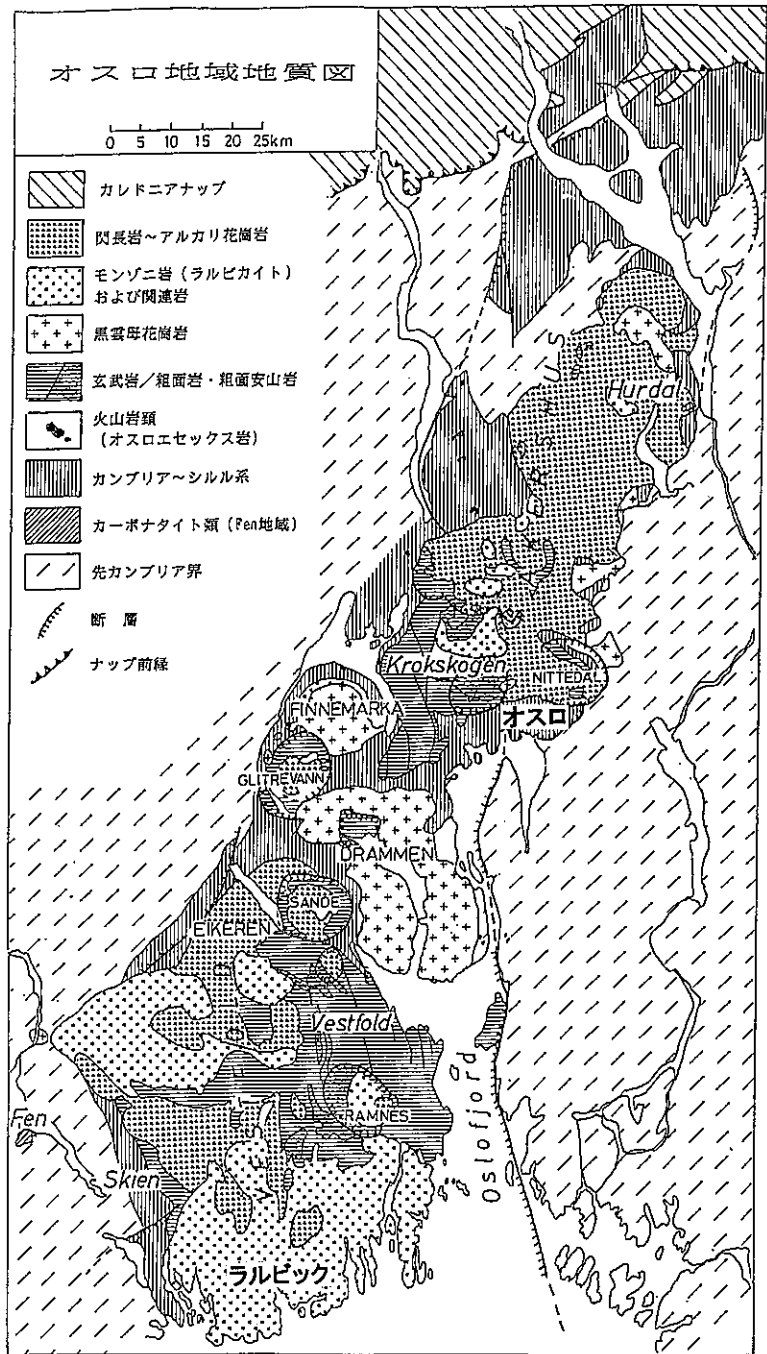
でそれ以上ラルピカイト長石を詳しく調べる機会がなかった。

少し前になるが、信州大学理学部地質科学教室の黒田吉益教授をリーダーとする国際学術調査(黒田, 1992)の際、ノルウェーのラルピカイト試料も採取されたことを知り、ラルピカイト長石を調べたいと考えはじめた。その旨、故・山田哲雄先生にお願いをしたところ、快く試料を御恵与いただいた。解析は進展中であるが、ここでは現在までに得られた知見をもとに、ラルピカイト長石の微細組織の概略を、ラルピカイトの岩石分類上の問題と関連させて紹介したい。すなわち、ラルピカイトは文献上これまでモンゾニ岩と記述されている場合と閃長岩と記述されている場合とがあるので、これについての問題を整理し、筆者達の現時点での見解を述べたい。

なお、地質ニュースでは、かつて世界の石材の特集(地質ニュース、第362号, 1984; 第441号, 1991; 第443号, 1991)がされたり、ラルピカイト関連記事の特集(地質ニュース、第448号, 1991)がされたりという経緯があり、また、現在でも花崗岩関連の記事は多いので、筆者達が本稿を公表させていただくには最も適切な雑誌と考えた次第である。

オスロ地域の地質

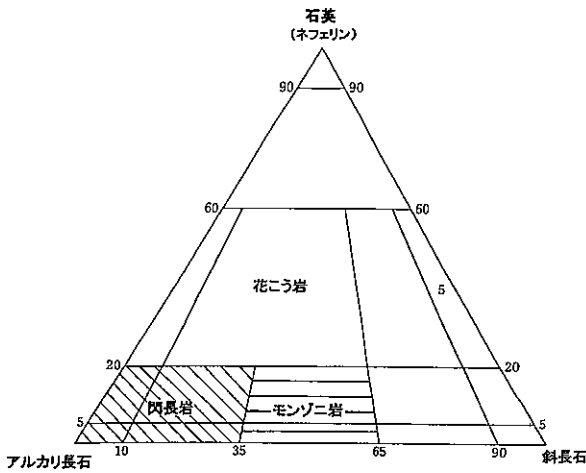
ラルピカイト岩体を含むオスロ地域の地質と岩石は、古くから良く研究されており、最近の文献にも事欠かない(Neumann, 1976, 1978, 1980; Andersen, 1984a, b; Sato et al., 1997; etc.)。その要約が、蟹澤(1991)・山田(1991)及び太田(1992)に紹介されており、日本におけるラルピカイトについての適切な解説となっている。そのうち、山田(1991)は、より具体的にラ



第3図 オスロ地域地質図(蟹澤(1991)の第1図(Ramberg and Larsen (1978)原図)を一部改変)。

ルピカイトについて解説している。ここでは、この三つの文献にしたがって、簡単にオスロ地域の地質とラルピカイトについて触れる(第3図)。

オスロ地域は、周囲をプレカンブリア界に囲ま



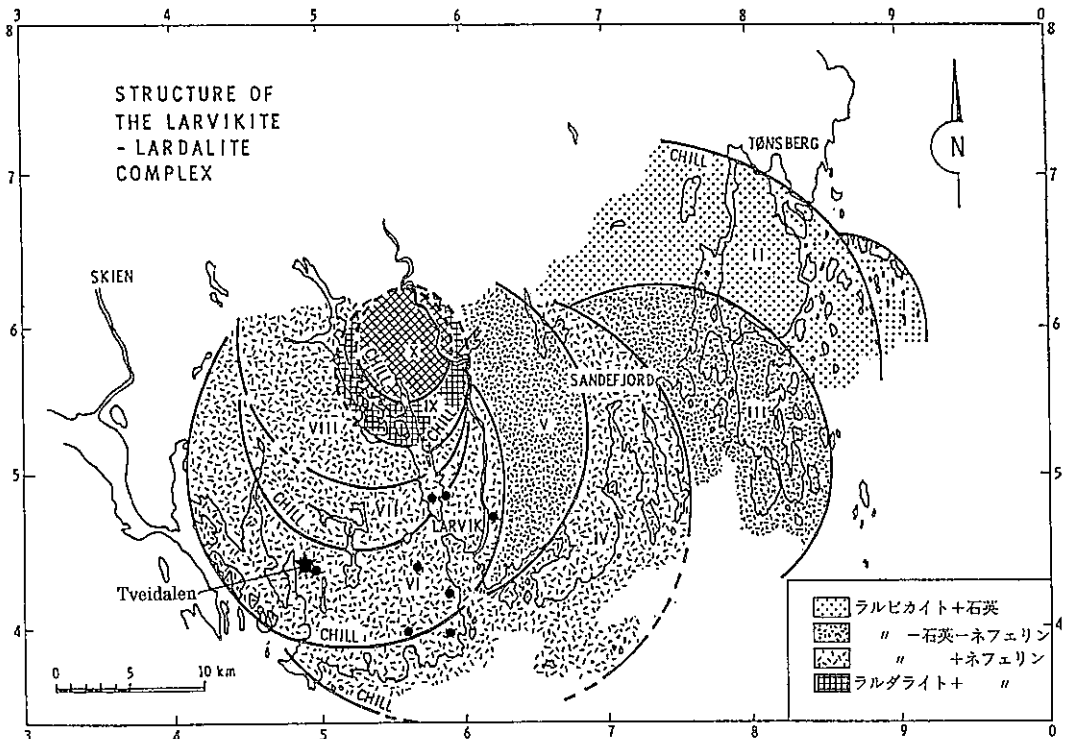
第4図 IUGSによる花崗岩区分図(ネフェリンを含む場合は、区分が一部異なるが省略)。

れ、それよりも新しい岩石からなる。当該地域は、オスロをその中央東端に含む、幅の広いところでは35～65km、延長約400kmの範囲である。地質学的には、石炭紀～ペルム紀(二疊紀)(約300～240Ma)のオスロ地溝帯とも呼ばれる。この地溝帯

は激しいアルカリ岩の活動を伴ったものであるが、若いリフト帯とは異なり、その大部分が深成岩として見られるのが特徴である。

オスロ地溝帯二疊紀の火成活動は、アルカリ岩・過アルカリ岩・亜アルカリ岩が共存する特徴をもち、幅広い岩相変化及び組成変化を示している。深成岩類は、南部ではラルビカイトやlardalite(ラルダライト)等のアルカリ岩が広く分布し、中部では黒雲母花崗岩、北部ではnordmarkiteやekerite等のアルカリ岩が多い。

オスロ地溝帯のアルカリ岩は、環状岩体として分布するのが特徴である(第3図参照)。そのうち、南部に位置し最も良く知られているのが、Larvik環状岩体である。その構成岩石は、モンゾニ岩～閃長岩質(第4図)とされている。太田(1992)は、次のように述べている「南部に分布するラルビカイトは、モンゾニ岩質で、この地溝帯最大の深成岩体であり、10個の円形侵入単位が急冷相を持ちながら、次々と古いものに入射した。侵入年代は東部で $277 \pm 3\text{Ma}$ 、西部では $269 \pm 5\text{Ma}$ である。東部



第5図 Larvik岩体試料の採取地点図(山田(1991)の第2図ラルビク岩体の構造図にプロットした図。星印は、Tveidalenのブルーパール採石場)。なお、一部、地点が不明な試料がある。I～Xは貫入順序を示し、凡例中の—は該当鉱物を含まないことを示す(山田(1991)による)。

の早期進入岩体は、石英を含んでいるが、西に次第に不飽和になり、最後期に進入したラルダライトはネフェリンを持つ。山田(1991)は、Larvik岩体のアルカリ岩を、石英を含むラルピカイト・石英もネフェリンも含まないラルピカイト・ネフェリンを含むラルピカイト・ラルダライトの4タイプに分けて紹介している(第5図参照)。すなわち、ラルピカイトには、石英に飽和したものから、石英に不飽和で準長石を含むものまである。

蟹澤(1991)には、次のような記述がある「一部の岩石にみられる微斜長石の変種は美しい暗青色の閃光を発し、わが国でも石材としてしばしば用いられる。ラルピカイトの名称は、Brögger(1890)の命名による。ラルピカイトは長石の性質がサブソルバス(subsolvus)^{注1)}のオリゴクレスとアルカリ長石の2長石の組み合わせか、単一のハイパーソルバス(hypersolvus)^{注2)}微ペルト長石かどうかによって、肉眼でも鏡下でも著しく異なった様相を呈する。量的には、SiO₂に富む系列が最も多く、ネフェリン閃長岩は全露出の1%以下である」。このhypersolvus長石がいかなるものであるのかが重要であることを指摘したいのが、本稿の目的である。

ラルピカイトの鉱物組成や化学組成は、山田(1991)により、より具体的に紹介されている。それによると、ラルピカイトの岩相は、既に述べたように、石英及びネフェリンの含有状態によって、大きく4タイプに分けられている。また、かんらん石・輝石・角閃石の鉱物学的特徴が、与えられている。副成分鉱物として、チタン鉄鉱・磁鉄鉱・リン灰石・ジルコン・黒雲母が存在している。

ラルピカイト

上述のことから、これまでラルピカイトは主としてモンゾニ岩であると受け取られていることがわかる。しかし、同時に、Larvik岩体には、閃長岩質岩石も存在することもわかる。以下に、少しこの問題についての筆者達による整理をしておきたい

もともとのラルピカイトの命名者であるBrögger(1890)は、ラルピカイトをソーダオルソクレスないしはソーダマイクロクリンを含む普通輝石閃長岩と定義している。

Barth(1945)は、ラルピカイトを再検討し、斜長

石とアルカリ長石がほぼ等量存在するアルカリモンゾニ岩として再定義した。Oftedahl(1948)は、含まれる長石類をさらに詳しく検討したが、基本的にはBarthの見解に同調した。これらの観察結果を受けて、Muir and Smith(1956)は、次のような見解に達している「化学組成の上では、ラルピカイトは、アルカリ閃長岩に大変近いが、主として、低いシリカ及びカリ含有量と、高いカルシウム及びアルミナ含有量の点で、それと異なる。このことは、鉱物学的には、正長石分が少なく灰長石分が多いことを意味している。この理由によれば、ラルピカイトは、Barthがそうしたように、アルカリモンゾニ岩の1タイプとみなされるであろう。相対的に高いチタンとリン含有量を考えても、ラルピカイトは、閃長岩の仲間というよりモンゾニ岩に近い」。

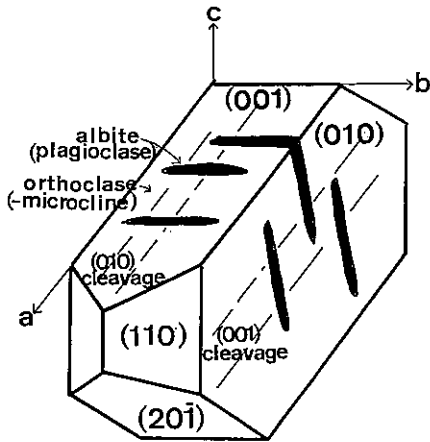
以上の経緯から、現在、一般的には、ラルピカイトはモンゾニ岩という理解がなされるようになったようである。なお、オスロ地域の他の岩体においても、モンゾニ岩質のものに対してこの名称が用いられている場合がある(Andersen, 1984a)。

一方、IUGS(International Union of Geological Sciences)による定義では、次のようになっている:「A variety of augite syenite or monzonite consisting of rhomb-shaped ternary feldspars (with a distinctive schiller), barkevikite, Ti-augite and lepidomelane. Minor nephline, iron-rich olivine or quartz may be present.」(Le Maitre, 1989)。この定義では、ラルピカイトとはLarvik岩体に含まれる閃長岩及びモンゾニ岩ということであるので、閃長岩かモンゾニ岩かという岩石区分の問題は生じていない(第4図参照)。

以下に述べる内容は、このIUGS定義の延長ではなくて、閃長岩とモンゾニ岩の区分に関係する長石組織についての問題である。この問題が、これまでラルピカイトが一般にモンゾニ岩とされている事情に介在しているのではないであろうかという、現在の筆者達の見解を述べる。

パーサイト組織

ラルピカイト長石の理解には、パーサイトについての若干の用語の理解が必要になる。パーサイト組織については、既に、中野(1992)が詳しい解説



第6図 ラメラ状パーサイトの立体概念図(中野, 1992)。アルバイトラメラの方位は、多くの場合(001)である。

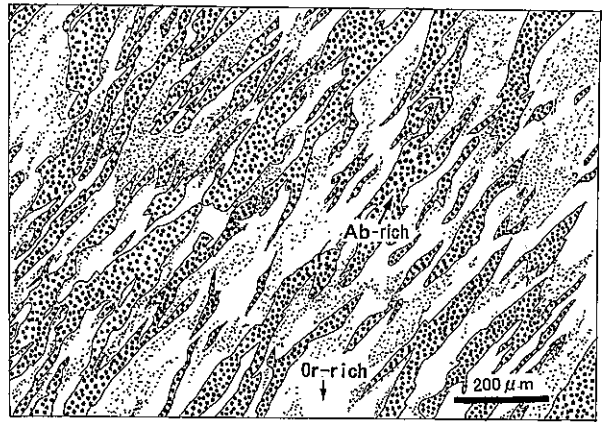
を与えているが、ここでは必要な用語の簡単な説明を行う。

三成分系アルカリ長石の微細組織のうち、Or成分に富む長石相とAb成分に富む長石からなる連晶組織を、最初に記載されたカナダ・オンタリオ・Perthの地名にちなんでパーサイト(perthite)と称している。

この連晶組織を構成するホスト相(量が多いもの)がOr成分に富むものを、パーサイト(第6図)という。逆に、ホスト相(量が多いもの)がAb成分に富むものを、アンチパーサイトという。両者の中間に当たる、2相の量比がほぼ等しいものをメソパーサイトという。

大きさ(周期あるいは幅)の観点では、既に述べたように、電子顕微鏡オーダーのものをクリプトパーサイトといい、顕微鏡オーダーのものをマイクロパーサイトといい、肉眼オーダーのものをマクロパーサイトという。顕微鏡観察における前2者の境界は、 $0.3\text{--}0.5\mu\text{m}$ 程度である。

パーサイトにおけるゲスト相の形状は、これまで色々なものが観察・記載されている(Smith and Brown, 1988)。ゲスト相が葉片状のものをラメラと呼び、不規則島状のものをパッチと呼ぶ。ここで対象としているラルビカイト長石はメソパーサイトであり、形状としてはブレイドパーサイトとリプルが重要である。ブレイドパーサイトの原記載は、Goldich and Kinser (1939)による。Ab相が、(001)面においてb軸と約30度で交差する、対称関係にある2方



第7図 原記載のWaldron and Parsons (1992)によって示された写真をもとに書き直した、カナダ・オンタリオ・コールドウェル閃長岩中アルカリ長石のリプル組織。小さく打点してある部分は、Ab-rich相とOr-rich相からなる2相領域である。

向のラメラとして出現している組み紐状パーサイトとして定義される(Smith and Brown, 1988; 中野, 1992)。リプル組織の原記載は、Waldron and Parsons (1992)による。カナダ・コールドウェル閃長岩アルカリ長石に見い出された、2相がリプル状(さざなみ状)に組み合わせられた組織である(第7図)。

ラルビカイト長石研究史

Brögger (1890)は、ラルビカイトは少量の普通輝石・黒雲母・角閃石・磁鉄鉱・チタン鉄鉱・リン灰石等を伴う主としてオリゴクレスとアルカリ長石からなるとした。

Barth (1945)は、ラルビカイトにはオリゴクレス(An_{17-25})とアルカリ長石($\text{Or}_{48}\text{Ab}_{48}\text{An}_4$ 程度)の2長石が共存しているとした。

Oftedahl (1948)は、ラルビカイトにおける長石組織の二つのタイプを区別した：一つは、粗いパッチ状ないしは脈状のパーサイトあるいはアンチパーサイトであり、もう一つは、斜長石のコアをアルカリ長石のリムが包んでいる半斑状組織である。また、Oftedahl (1948)は、ラルビカイト長石の閃光の要因はクリプトパーサイトの存在であると推定した。

Muir and Smith (1956)とSmith and Muir (1958)は、顕微鏡観察を基礎に、X線解析を行い、長石相の組み合わせを詳しく検討した。その結果、代

表的な二つのタイプのラルピカイト(試料1と8)について、次のようなことが明らかになった。試料1:大きな板状のゾーニングしていないアルカリ長石からなるが、部分的に離溶して低温型斜長石(An_{18})と正長石ないしは微斜長石($Or_{85}Ab_{15}$)の組み合わせになっている場合がある。試料8:コア部がゾーニングをしているCaに富む長石、中心部はモザイクな斜長石と脈状の正長石であり、リムのクリプトパーサイトであるアルカリ長石がそれらを囲んでいる。また、部分的にリソープ(再吸収:一度出来た鉱物がマグマの中で不安定になりマグマと反応すること)されている初生的な斜長石の小さな粒子が存在する。そのほか、わずかであるが、ネフェリンと、アルカリ長石とネフェリンのミルメカイト様組織が観察される。Smith and Muir (1958)は、ラルピカイトは以上の二タイプの長石が様々な程度に組み合わせられたものであるとした上で、マグマからの長石の晶出と離溶による微細組織形成モデルを提起した。

Rosenqvist (1965)は、レプリカ法でラルピカイト長石の電子顕微鏡観察を行い、青い閃光の原因と考えられる幅 $0.1\mu m$ 程度のラメラ状クリプトパーサイトを観察した。

Barth (1969)は、単行本「Feldspars」の中で、ラルピカイト中の見事なブレイドパーサイト(組み紐状パーサイト)(*braid perthite*)の写真を示した。同時に再録されているBrögger (1890)のスケッチの中にも、該当組織が存在する。

Ramberg (1972)は、ラルピカイト岩体の中のネフェリン閃長岩ペグマタイトの長石を詳しく観察した。その結果、数cmの柱状アルカリ長石結晶は、結晶の大部分を占めるコアのマイクロ(~クリプト)パーサイト部分から、マクロパーサイトの部分を通して、リムの斜長石に至るゾーニングを示していること、パーサイトはいずれも(110)($1\bar{1}0$)のラメラが組み合ったブレイドパーサイトであることを明らかにした。彼は、ブレイドパーサイトの成因として、冷却割れ目に支配された離溶を提起している。

Widenfalk (1972)は、アルカリ長石とネフェリンとの共生組織を解析し、ラルピカイト長石中でのネフェリンの産状を次の三つのタイプに分けた: *vermicular* ネフェリン (Tilley, 1957)とアルカリ長石からなるミルメカイト様組織、カリ長石ラメラの中の“真珠”

状ネフェリン、カリ長石ドメインにおける大きなネフェリン粒子。彼は、調べたアルカリ長石の組織は基本的にMuir and Smith (1956)とSmith and Muir (1958)によって提起された離溶パターンと合致するとした上で、ネフェリンも離溶の産物であると推定した。彼は、アルカリ長石のEPMAによる化学組成を示したが、それによるとラルピカイト長石の組成は概略 $Or_{75}Ab_{20}An_5 \cdot Or_{30}Ab_{60}An_{10} \cdot Or_3Ab_{82}An_{15}$ のあたりにそれぞれ集中しているように見える。

Neumann (1978)は、ラルピカイトの記載において、その鉱物は部分的にリソープされた斜長石のコア部($An_{35}Ab_{60}Or_5$)をとところどころで有している三成分系アルカリ長石($An_7Ab_{61}Or_{32}An_{15}Ab_{76}Or_8$)が圧倒的であると述べている。

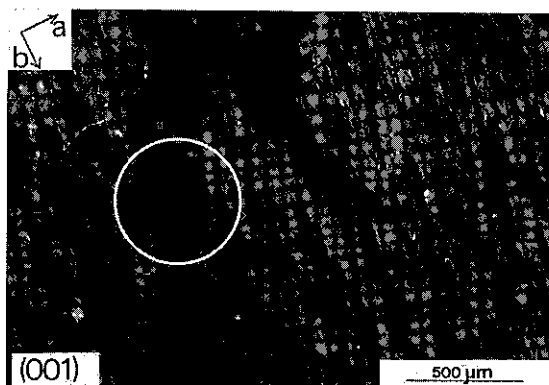
その後、Neumann (1980)は、さらにEPMAによる長石の化学組成をもとめ、ラルピカイトは、Ca含有アルカリ長石を持ち、斜長石のコア部は多くの場合部分的にリソープされているとした。そのアルカリ長石は、離溶してクリプト(電子顕微鏡サイズ)・マイクロ(顕微鏡サイズ)・マクロ(肉眼サイズ)の各パーサイトになっていると考えられている。なお、EPMAによる斜長石の組成は、オリゴクラス相当である。

ラルピカイト長石の微細組織

これまで筆者達が観察した岩石試料は、信州大学国際学術調査団により、Larvik岩体から採取された11試料に加えて、ブルーパール(第1, 2図)と呼ばれている石材1試料の合計12試料である。

これまでの肉眼及び顕微鏡観察の結果からは、今回の解析試料は、ブルーパールを代表としてほとんどが閃長岩(9試料)であるが、一部が花崗岩(2試料)とモンゾニ岩(1試料)である。問題は、閃長岩とモンゾニ岩の区別である。広く知られているIUGSの分類(Le Maitre, 1989)によれば、その区分はアルカリ長石と斜長石の量比にもとづいている(第4図)。本稿での問題は、どの部分をアルカリ長石とし、どの部分を斜長石とするかという点での具体的な長石組織のありかたになる。

これまで、ラルピカイト・アルカリ長石の微細組織として、ブレイドパーサイトが詳しく報告されている(Barth, 1969; Ramberg, 1972)以外、詳しい記



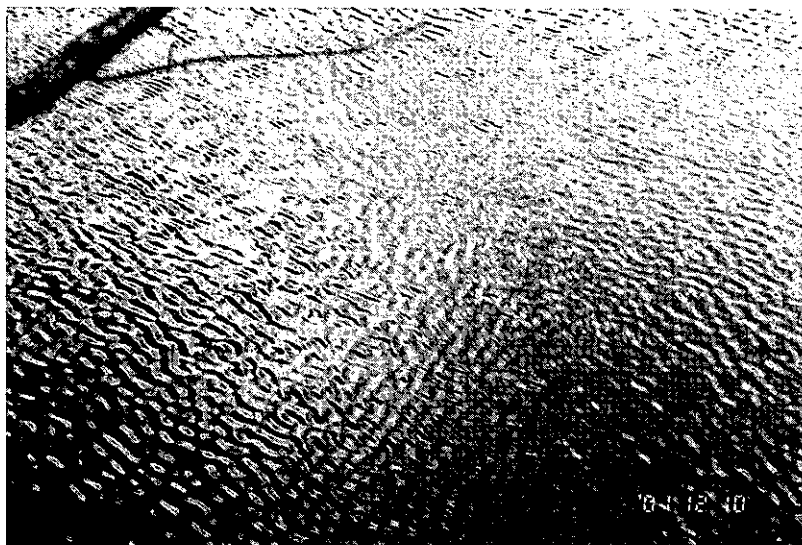
第8図 Larvik岩体花崗岩中アルカリ長石のブレイドパーサイトの顕微鏡写真(複ニコル)。円で囲んである部分に、典型的なブレイドパーサイトが見られる。

載がない。その意味で、文献上は、ラルピカイト長石と言えば、閃光の要因となるクリプトパーサイト (Oftedahl, 1948 ; Rosenqvist, 1965) の他には、ブレイドパーサイトが代表的な微細組織となる。ところが、このブレイドパーサイトは、筆者達の観察した限り、花崗岩試料にのみ観察された(第8図)。このことに象徴されるように、Larvik岩体の花崗岩及びモンゾニ岩中のアルカリ長石の微細組織は、きわめてアルカリ岩的、言い換えれば、最近報告されている閃長岩中アルカリ長石の組織に類似している (Parsons, 1978 ; Parsons and Brown, 1984 ; Brown and Parsons, 1994 ; Nakano *et al.*, 1997 ; Nakano, 1998 ; Nakano *et al.*, 2001)。すなわち、

ブレイドパーサイトの存在の他に、ラメラ状マイクロパーサイトはいずれもメソパーサイトであり、それがブレイドパーサイトと連結している。なお、花崗岩及びモンゾニ岩試料には、パーサイト組織を示すアルカリ長石とは異なる、明らかに独立した斜長石が多く存在する。

一方、これまでの観察の結果、Larvik岩体閃長岩におけるアルカリ長石の代表的な組織は、リプル (ripple) (第8図) であることが明らかになった。これらの閃長岩においては、独立していると認められる斜長石は非常に少ない。リプル(さざなみ)組織とは、カナダ・オンタリオのColdwell閃長岩で見い出されたものであり、 $Or_{80}Ab_{20}$ 程度と $Or_5Ab_{90}An_5$ 程度の2相がお互いに幅数 $10 \mu m$ のさざなみ状の形をした共生組織と定義されており、それぞれの部分で離溶が起こりクリプトパーサイトになっていることも明らかにされている (Waldron and Parsons, 1992)。

今回の閃長岩には、既にWidenfalk (1972) が報告したように、少量ではあるがいくつかの形状でネフェリンがアルカリ長石中に認められる。しかし、ここではこれ以上触れない。また、これまで観察した限りでは、今回の閃長岩試料には、石英が含まれていない。したがって、Neumann (1980) の研究結果を要約した山田 (1991) のラルピカイトの4タイプのうち、今回の試料は、「ネフェリンを含む」ものに該当する。



第9図 滋賀大学教育学部構内の小池で見られたさざなみ模様。一部、ブレイド状に見える部分があるのが興味深い。

今回観察したリプルは、原記載のものに匹敵する美しいリプル模様のもが存在する一方、色々な程度に変形したものも多い。その幅は、一般的に言って約100 μ m前後である。Coldwellのものより、リプルのサイズ(幅)が大きい上、その組織もより複雑なものである。ラルピカイト中のリプルは、組織上次の三種類が区別される:顕微鏡的に均質に見えるOr-richリプル(Or₇₀₋₈₀Ab₂₇₋₁₇An₃程度)・Ab-richリプル(Or₃Ab₈₂₋₈₀An₁₅₋₁₇程度)・顕微鏡的にラメラー波(疑似ブレイド)状の2相が組み合ったマイクロパーサイト・リプル(組成的には前二者の間)。以上の三種類に区分されるリプルは、顕微鏡サイズの相構成という観点から言うと、基本的にはOr-rich相とAb-rich相の2相からなっているようである。即ち、ラメラの化学組成の定量が難しいので、EPMA元素マップから評価すると、基本的にはマイクロパーサイト・リプルを構成する2相のラメラは、Or-richリプルとAb-richリプルにそれぞれ連続している。したがって、組織的・組成的にOr-rich相とAb-rich相の2相の化学組成は、Or-richリプル(Or₇₀₋₈₀Ab₂₇₋₁₇An₃程度)とAb-richリプル(Or₃Ab₈₂₋₈₀An₁₅₋₁₇程度)の組成で近似できる。このリプルの1相がオリゴクレスであることは、実は「終わりに」で触れる問題に関係してくると思われるが、本稿ではこれ以上触れない。

リプル組織

普通の花崗岩は、斜長石とアルカリ長石がそれぞれ独立した粒子(結晶)として共存するので、Tuttle and Bowen (1958)の定義にしたがえば、sub-solvusなものである。一方、閃長岩には、sub-solvusなものとhypersolvusなものとが区別される。IUGS花崗岩分類における斜長石とはAn₅以上のものとして定義されているので、An₅以下の端成分に近い曹長石はアルカリ長石としてカウントされる(Le Maitre, 1989)。したがって、斜長石がカリ長石とは異なる粒子として存在していても、それがAn₅以下の曹長石であれば、全体としてアルカリ長石しか存在しないことになり、sub-solvusな(アルカリ長石)閃長岩になる(たとえば、村上, 1976; 中野ほか, 2001; 西村・中野, 2002)。一方、hypersolvusな閃長岩は、これまでの報告では基本的に

第1表 母岩の違い(ハイパーソルバス閃長岩と花崗岩)によるアルカリ長石の特徴。

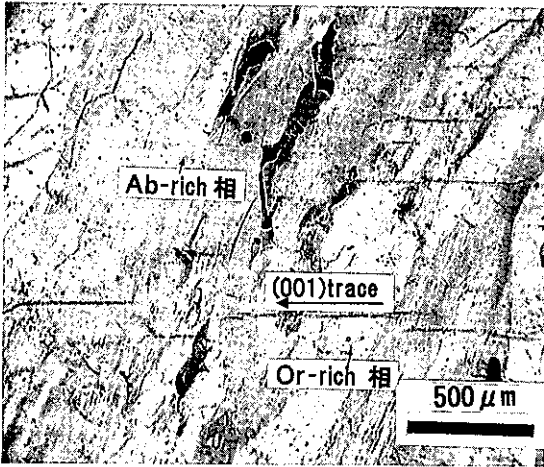
母岩	閃長岩	花崗岩
肉眼的特徴	透明部分あり (~半透明)	不透明 (白~桃色)
顕微鏡的特徴	消澄部分多い (均質部分)	汚濁している (パーサイト)
組成的特徴	Or ₃₀₋₄₀ 程度 An成分に富む	Or ₈₀ 前後 An成分に乏しい

メソパーサイトから構成されている場合が多い(たとえば、Nakano *et al.*, 1997; Nakano, 1998等)。

Hypersolvus閃長岩中アルカリ長石は、花崗岩中アルカリ長石とは、組織と組成とが基本的に異なる(第1表)。Hypersolvus閃長岩中アルカリ長石は、鏡下で均質に見えるクリプトパーサイトな部分を大なり小なり持っており、これは熱水の触媒作用を受けずクリプトパーサイトが粗大化しなかった部分であると考えられている(Parsons, 1978; Parsons and Brown, 1984)。花崗岩中アルカリ長石には、特に日本の花崗岩中のものには、例外的な場合(Nakano *et al.*, 2001)を除いて、そのような部分はほとんど認められない(中野ほか, 1991)。このようなhypersolvus閃長岩は、一般に花崗岩よりもドライ(水に乏しい)なマグマが固結したものであると考えられている(Tuttle and Bowen, 1958; Brown and Parsons, 1994)。そのうちラルピカイトは、Brown and Parsons (1994)において、各種閃長岩の中でも最もドライなものであると指摘されている。

既に述べたように、ラルピカイト・アルカリ長石の組織的特徴は、これまで報告されているようなブレイドパーサイトにあるのではなく、リプル(さざなみ状)組織(第10図)である。以下に、このリプル組織を対象にラルピカイト長石の形成過程を考察し、さらにそこからラルピカイトについての花崗岩分類上の問題を考えてみたい。

これまでのラルピカイト長石の微細組織形成モデルとしては、Muir and Smith (1956)とSmith and Muir (1958)によって提起されたモデルが、受け入れられている。すなわち、斜長石(オリゴクレス)の晶出の後、それがリソープされてアルカリ長石が晶出し、その後のサブソリダスの条件で、アルカリ長石が離溶し、クリプトからマクロに至る一連のパーサイト組織が形成されたというものである。



第10図 Larvik岩体閃長岩中(三成分系)アルカリ長石に見られるリプル組織。

しかし、最近の研究成果に照らし合わせてみると、このモデルは概略的である上に、パーサイト粗大化における熱水の役割が考慮されていない。したがって、最近のパーサイト研究の到達点から見ると、ラルピカイト中の個々のパーサイト組織の組織的・組成的特徴がより詳しく解析される必要がある。

最近のパーサイト形成モデルから考えると、リプル組織はそのサイズが非常に大きいので、単純な離溶のプロセスでは形成されない(Parsons, 1978; Parsons and Brown, 1984; Smith and Brown, 1988; Brown and Parsons, 1994; etc.)。カナダ・オンタリオのColdwell閃長岩体のリプル組織における長石2相の組成ギャップはかなり大きいので、熱水(solution)の触媒作用によって拡散あるいは溶解-再沈澱が加速された粗大化反応の結果であると推定することも出来る。しかし、この低温熱水反応(～380℃)では、溶解-再沈澱の過程によると考えられるマイクロポアの存在が決定的であり、そのため該当部分は顕微鏡下では濁って見える(turbid)。ところが、リプル組織部分は、turbidではなく、電子顕微鏡観察においてもマイクロポアはほとんど存在しない。このことから、リプル組織の形成は、高温でのfluid-feldspar反応(～530℃)の結果であろうと推定されている(Waldron and Parsons, 1992)。

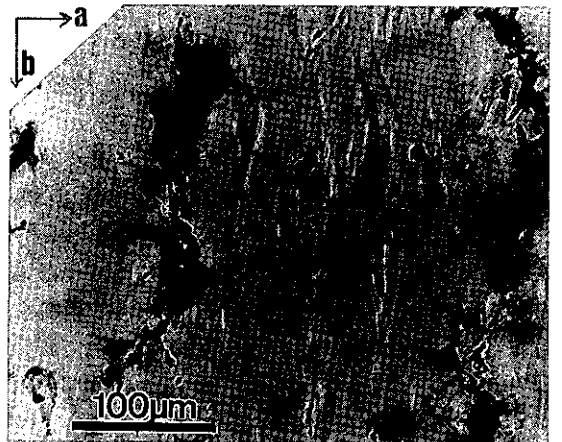
ラルピカイトのリプル組織(第10図)は、その組織的特徴がColdwellのものに対比されるうえ、鏡下においてturbidではなくclear(清澄)である。しか

も、組織サイズ(幅)はColdwellのものよりはるかに大きい。逆に組成ギャップはかなり小さい。したがって、ラルピカイト長石のリプルは、Coldwellのもの以上に、高温でのfluid-feldspar反応の結果であると推定することが出来る。なお、リプル組織の発達からは、相対的に最もドライであるはずのラルピカイトにも相応のfluidが存在したと推定出来るが、もちろん他の要因が介在した可能性もある。

現時点での解釈では、リプル組織は、fluidの助けによりもとの1長石相が2相分離を起こした組織とみなし得るので、いわゆるTuttle and Bowen(1958)の定義したhypersolvus長石と分類される。即ち、リプル組織を示す長石は、全体として1種類のAn含有アルカリ長石(三成分系アルカリ長石)としてカウントされる。この結果(モード組成)、筆者達が観察したLarvik岩体からの試料の多くが、一部融食されたオリゴクレスが存在するがほとんどは上記三成分系アルカリ長石のみからなる閃長岩であることになり、Brøgger(1890)の現記載に帰属する結果となる。この見解は、最近のNeumann(1978, 1980)の岩石記載における長石記述の内容と整合的である。

終わりに

筆者の一人(中野)は、これまで隠岐島後アルカリ火山岩中の長石類の顕微鏡オーダーの微細組織(マントル組織とパッチ～ラメラ状組織)の形成が、



第11図 隠岐・島後・平産の粗面岩中斑晶アルカリ長石に見られるリプル模様。黒く見えるのは、融食されて石基が入り込んでいる部分である。

マグマからの晶出プロセスにより説明出来ることを明らかにしてきた(Nakano, 1992; Nakano and Suwa, 1995; Nakano, 1997). ところが, 一部の隠岐島後アルカリ火山岩には, リプル組織に対比できる微細組織が存在することを, 最近見出した(第11図). この組織は, これまでの隠岐長石の微細組織と同じように, マグマからの晶出時の産物なのであろうか. それとも, Coldwellのものと同じく, 長石とfluidの反応産物なのであろうか. 一方, ラルピカイト・リプル組織については, マグマからの晶出過程での反応組織である可能性はないのであろうか. これらの検討が, 今後の筆者達の研究課題である.

以上, ラルピカイトとその長石類を例にして, 限られた知見ではあるが, 許される範囲で, 長石の微細組織の問題を記載岩石学における花崗岩分類の問題と関連させて紹介した. 即ち, ラルピカイトという言葉ってみれば混乱した岩石名について, 閃長岩もありモンゾニ岩もあるという認識ではなく, それらに含まれる長石組織の具体的な記述が必要であることを指摘した. 山田(1991)の紹介にあるように, Larvik岩体の範囲は広くまたその岩相変化は大きい. 石材として珍重される長石の閃光の色一つ見ても, 青色に留まらない. したがって, 今回の試料はLarvik岩体の代表的なものとしていただいたものではあるが, 以上の事実認識や見解には, 筆者たちの限られた知見による制約が含まれていることを最後に断わっておきたい.

なお, 本稿は日本鉱物学会2002年度50周年記念年會において発表した内容(2002年10月1日大阪大学)にもとづいている.

謝辞: 採取試料をこころよく御恵与いただいた故・信州大学山田哲雄先生, 筆者達の研究に励ましをいただいた黒田吉益先生, ラルピカイト等について色々御教示いただき原稿にも目を通していただいた太田昌秀先生, 原稿を読みいくつかの御指摘をいただいた蟹沢聰史先生及び匿名の査読者, 研磨薄片を作成していただいた京都大学理学部・堤久雄氏, 石材ブルーパールをご恵与いただいた関ヶ原石材(株), 特に石材についての説明をいただいた竹内清雄氏に, それぞれ感謝を申し上げたい.

注1) Tuttle and Bowen (1958)の定義によると, hypersolvus花崗岩は斜長石がパーサイトの構成相としてしか存在しないもの, subsolvus花崗岩とはカリ長石と斜長石が独立して共存しているものである.

引用文献

- Andersen, T. (1984a): Crystallization history of a Permian composite monzonite-alkali syenite pluton in the Sande cauldron, Oslo rift, southern Norway. *Lithos*, 17, 153-170.
- Andersen, T. (1984b): Hybridization between larvikites and nordmarkite in the Oslo region, S. E. Norway; A case study from the Sande Caudron central pluton. *Norsk Geologisk Tidsskr.*, 64, 221-233.
- Barth, T.F.W. (1945): Studies on the igneous rock complex of the Oslo Region, II. Systematic petrography of the plutonic rocks, *Skr. Nor. Vidensk.-Akad. Oslo; Mat. Natv. Kl.*, 1944, no.9, 104.
- Barth, T. F. W. (1969): *Feldspars*. John Wiley & Sons Inc, 261p.
- Brögger (1890): Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der sudnordvegischen Augit und Nephlin-syenite. *Z. Krist. Mineral.*, 16, 663.
- Brown, W.L. and Parsons, I. (1994): *Feldspars in igneous rocks. Feldspars and their reactions* (ed.: Parsons, I.), NATO ASI Ser. C421, 449-499.
- Gaut, A. (1981): Field relations and petrography of the Biotite granite of the Oslo Region. *Norges. geol. Unders.* 367, 39-64.
- Goldich, S.S. and Kinsler, J.H. (1939): Perthite from Tory Hill, Ontario. *Amer. Mineral.* 24, 407-427.
- 石原舜三 (1991): 世界の紅みかげ. *地質ニュース*, no.443, 1.
- 蟹沢聰史 (1991): オスロ地域-近代岩石学発祥の地と古リフト. *地質ニュース*, no.448, 6-16.
- 黒田吉益 (1992): バルチック盾状地先カンブリア界の地質学的同位体的研究. 平成3年度科学研究補助金国際学術研究成果報告書, 146p.
- 村上允英 (1976): 本邦産交代性閃長岩質岩石の鉱物共生. *岩石鉱物鉱床学会誌*, 特別号1号, 261-281.
- Muir, I.D. and Smith, J.V. (1956): Crystallization of feldspars in larvikites. *Zeit. Krist.* 107, 182-195.
- Le Maitre (1989): *A classification of igneous rocks and glossary of terms Recommendation of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the systematics of igneous rocks*. Blackwell Scientific Publ. Ltd., Oxford, p.193.
- 中野聰志 (1992): アルカリ長石: パーサイト研究の現状と課題. *鉱物学雑誌*, 21, 161-173.
- Nakano, S. (1992): Internal textures and chemical compositions of anti-rapakivi mantled feldspars from Oki-Dogo island, Japan. *Mineral. Petrol.*, 46, 123-135.
- Nakano, S. (1997): Mantled and micropertthitic feldspars in a olivine-hedenbergite trachyte from Oki-Dogo island, Japan. *Mem. Fac. Educ., Shiga Univ., Ser. Nat. Sci.*, 46, 14-26.
- Nakano, S. (1998): Calcium distribution patterns in alkali feldspar in a quartz syenite from Oki-Dozen, southwest Japan. *Mineral. Petrol.*, 63, 35-48.
- Nakano, S. and Suwa, K. (1995): Mantled feldspars in alkali

- rhyolite from Oki-Dogo island. *Japan. Mineral. Petrol.*, 54, 277-289.
- Nakano, S., Hosokawa, E. and Akai, J. (1997) : Calcium distribution in alkali feldspar of a quartz syenite from Cape Ashizuri, southwest Japan. *Mineral. Jour.*, 19, 75-86.
- Nakano, S., Makino, K. and Eriguchi, T. (2001) : Microtextures and water content of alkali feldspar by Fourier-transform infrared microspectroscopy. *Mineral. Mag.*, 65, 675-683.
- 中野聰志・西村貞浩・竹下真弓・秋田里香 (1991) : 田上・信楽地域の鉱物学—長石類—. 滋賀県自然誌 (滋賀県自然保護財団), 451-473.
- 中野聰志・沢田順弘・牧野州明・細川栄子・谷村友紀 (2001) : 琵琶湖西岸比良山地花崗岩変質脈の産状と特徴. 日本岩石鉱物鉱床学会講演要旨.
- 西村貞浩・中野聰志 (2002) : 滋賀県野洲かこう岩体中の熱水変質岩. 滋賀大学教育学部紀要 (自然), 52, 21-35.
- Neumann, E.-R. (1976) : Compositional relations among pyroxenes, amphiboles and other mafic minerals in the Oslo Region plutonic rocks. *Lithos*, 9, 85-109.
- Neumann, E.-R. (1978) : Petrology of the plutonic rocks. *Norges Geol. Under.*, 337, 25-34.
- Neumann, E.-R. (1980) : Petrogenesis of the Oslo Region larvikites and associated rocks. *Jour. Petrol.*, 21, 499-531.
- Oftedahl (1948) : Studies on the igneous rock complex of the Oslo region. IX. The feldspars. *Skr. Norske Vindensk.-Akad. Oslo I. Mat.-Naturv. Kl.*, No.3.
- 太田昌秀 (1992) : ノルウェーの花崗岩類. 平成3年度科学研究補助金国際学術研究成果報告「バルチック植状地先カンブリア界の地質学的同位体的研究」(代表: 黒田吉益), 96-133.
- Parsons, I. (1978) : Feldspars and fluids in cooling plutons. *Mineral. Mag.*, 42, 1-17.
- Parsons, I. and Brown, W.L. (1984) : Feldspars and the thermal history of igneous rocks. *Feldspars and feldspsthoids* (ed.: Brown, W.L.), NATO ASI Ser.137, 317-371.
- Ramberg, I.B. (1972) : Braid perthite in nepheline syenite pegmatite, Langesundsforden, Oslo region (Norway). *Lithos*, 5, 281-306.
- Ramberg, I.B. and Larsen, B.T. (1978) : Tectonomagmatic evolution. The Oslo paleorift. A review and guide to excursions (ed.: Dons, J.A. and Larsen, B.T.). *Norg. Geol. Unders.*, 337, 55-73.
- Rosenqvist, I.T. (1965) : Electron-microscopic investigations of larvikites and tonsbergite feldspars. *Norsk Geol. Tdsskrift*, 45, 69-79.
- Sato, H., Yamaguchi, Y. and Makino, K. (1997) : Cl incorporation into successively zoned amphiboles from the Ramnes cauldron, Norway. *Amer. Mineral.*, 82, 316-324.
- 下坂康哉・山田直利・谷津良太郎 (1984) : 都会は世界の岩石博物館. 地質ニュース, no.362, 6-11.
- Smith, J.V. and Muir, I.D. (1958) : The reaction sequence in larvikite feldspars. *Zeit. Krist.* 110, 11-20.
- Smith, J.V. and Brown, W.L. (1988) : *Feldspar mineralogy*. I. Springer-Verlag, Berlin, 871p.
- Tilley, C.E. (1957) : Problems of alkali rock genesis. *Quart. Jour. Geol. Soc.*, 113, 323-360.
- Tuttle, O.F. and Bowen, N.L. (1958) : Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 74, 153p.
- Waldron, K.A. and Parsons, I. (1992) : Feldspar microtextures and multistage thermal history of syenites from the Coldwell Complex, Ontario. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 111, 222-234.
- Widenfalk, L. (1972) : Myrmekite-like intergrowths in larvikite feldspars. *Lithos*, 5, 255-267.
- 山田直利・下坂康哉 (1984) : 外装用輸入石材. 地質ニュース, no.362, 1-4.
- 山田哲雄 (1991) : ラルピカイト. 地質ニュース, no.448, 17-23.

NAKANO Satoshi and KAGA Yukiko (2003) : Larvikite feldspars.

< 受付: 2002年11月5日 >