

ラルビカイト

山田 哲雄¹⁾

石材としてのラルビカイト

地質ニュース 443号 (1991年7月号) の表紙の左端に美しい青色閃光が光るラルビカイト (Larvikite) の研磨面の写真が載った。すこし古いが、1984年10月の地質ニュース (362号) のグラビアと記事に、山田直利・下坂康哉氏の「外装用輸入石材」として2枚のきれいな写真がある。ラルビカイトは、世界中でもっとも有名な装飾石材の一つに挙げられ、ノルウェーの誇る石材である。ビルディングの外装に用いられるばかりでなく、室内装飾や、いろいろなモニュメントにも広く用いられている。本格的な石切場が稼行を始めたのは19世紀末 (1882年) で、それ以来ラルビック (Larvik) の町はノルウェー石材産業の中心となった。

ラルビックは、元々はノルウェー南海岸に開かれたヴァイキング時代からの港町であった。オスロフィヨルドの南西側の地域は Vestfold と呼ばれるが、現在のラルビックはこの地域最大の町で、人口38,000人をこえる。デンマークの北の町 Frederikshavn との間をラルビッ

クラインという片道約5時間のフェリーで結ばれているが、暖いおだやかな海に面しているのも、夏には大勢の人々が海水浴 (といっても日光浴が主であるが) のためにこの町の周辺に集ってくる。

私が日本で初めて手に入れたラルビカイトは、強い光彩を放つ長石が散らばった、やゝ緑色がかった暗黒色の石材のかけらであった。これは、商品名をエメラルドパール (Emerald Pearl) という変種で、大量に日本が輸入しはじめた頃はこれが多かったのかも知れない。1976年にオスロを訪れて、太田昌秀博士 (ノルウェー極地研究所) から前記の写真と同じブルーパール (Blue Pearl) の標本を頂いた。その時、いろんな方向に切ってみて、その中でもっとも美しい閃光のみえる切断面の板であること、即ち、閃光を放つ長石が定向配列していることを教えられた。ラルビカイトは、あとで述べるようにラルビックの町周辺だけに分布するわけではないが、ラルビックの町のまわりに産するものが、もっとも美しい閃光を放つので、石材の積出し港が近くにあったことは、ラルビカイトを世界中へ (特に日本のような遠いところへ、しか

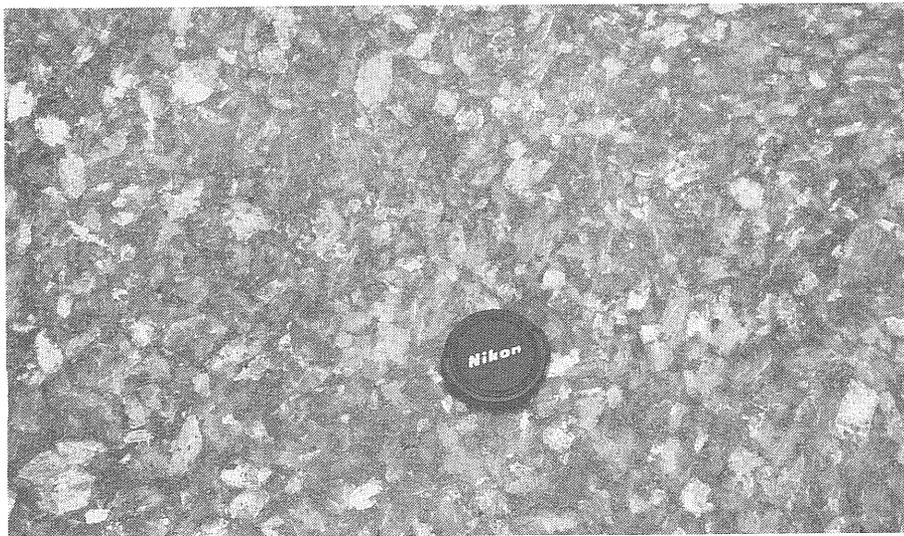
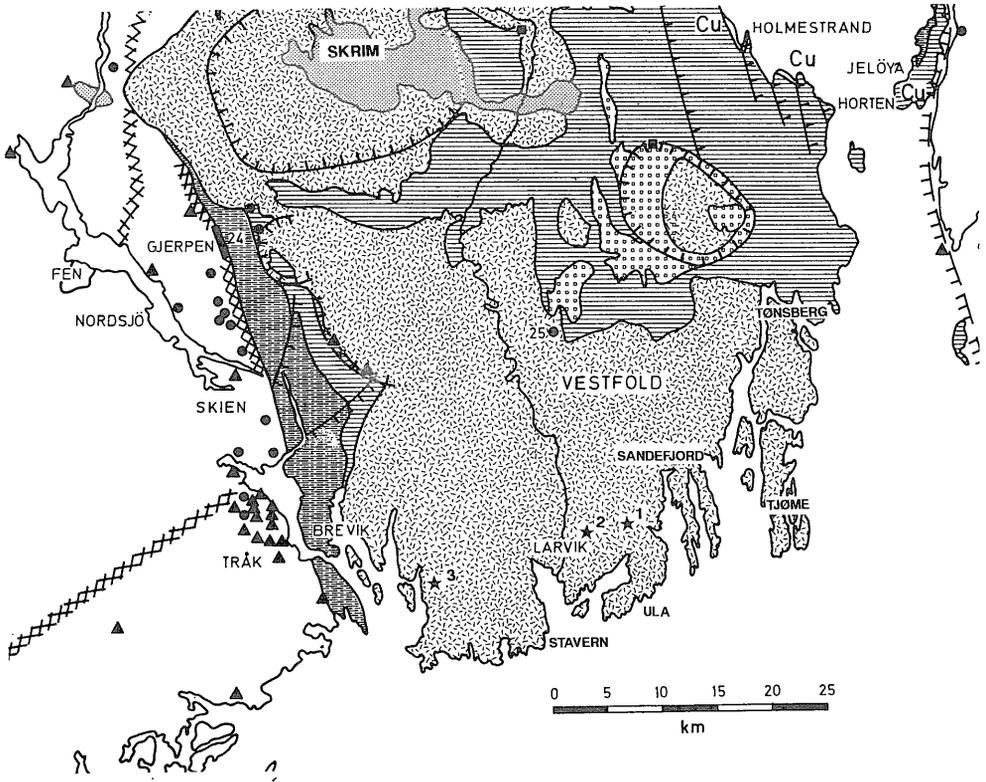


写真 1
マリナーパールの研磨面 (石切場で)。

1) 信州大学理学部地質学教室：〒390長野県松本市旭3丁目
1-1

キーワード：ラルビカイト, 石材, エメラルドパール, ブルーパール, ノルウェー, オスロ地域



第1図 ラルビカイトの石切場(星印). 1: エメラルドパール, 2: マリーナパール, 3: ブルーパール

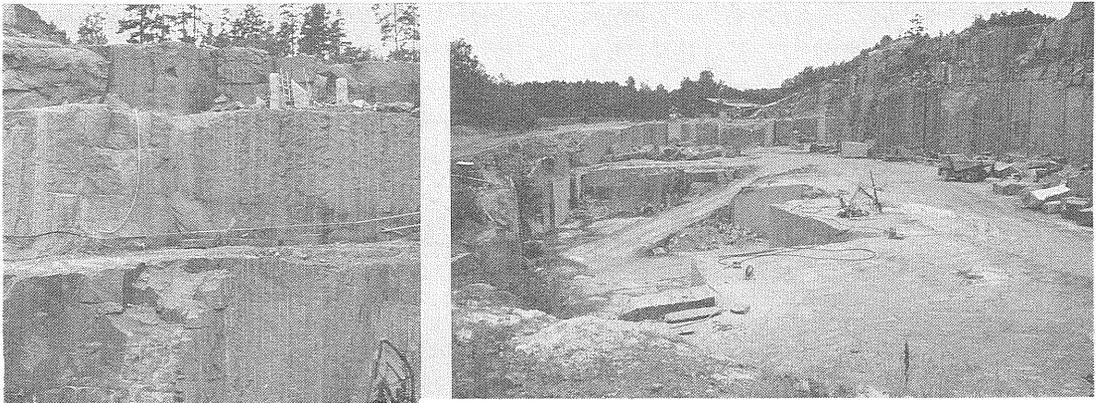


写真2 マリーナパールの石切場風景.

も大量に) 輸出するには恵まれた条件になった. もう1つ商品名をマリーナパール (Marina Pearl) と呼ばれる粗粒相 (写真1) がある.

私たちが訪れた石切場の位置を第1図に示した. これらの石切場 (写真2) では, ほぼ同じような大きさのブロック (写真3) として切り出されるが, それらのブロックの全てが輸出されるわけではない. ブロックの1つ1つをていねいに点検して, 割れ目やムラがないか, 薄

く切断された時, 研磨面で美しい閃光がそろうかなどがマークされたうえで, 良いものだけが売り出されるようである (写真4). 1990年夏に私たちが訪れたマリーナパールの石切場 (Tjølling) では暗青色の美しいラルビカイトのブロックを使って彫刻をしている渡辺 信氏に会った. たまたま月曜日であったが, 石を切り出す石材会社の人はいなくて, 渡辺氏のグループの他, 上の方の切羽では別のグループがカッターやノミを使って彫刻が

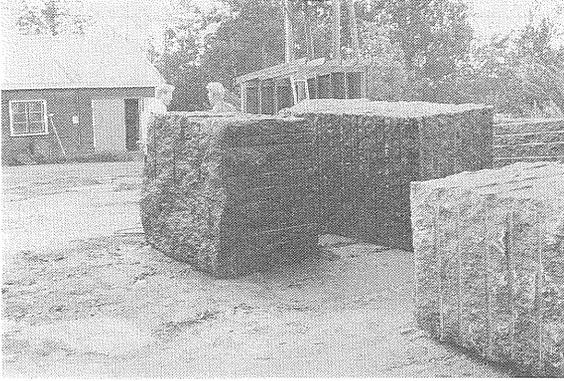


写真3 エメラルドパールの石切場の原石。



写真4 エメラルドパールの原石(表面)。

進められていた。このような彫刻家の集りをシンポジウムというらしい。ラルビックの町で、“Symposium Norge 1987”が開催されソビエトを含むヨーロッパ各国から彫刻家が集って野外で腕を競ったそうである。現在も、何人かが残って、この石切場で、互いに批判や助言をしながら、夜は酒を汲みかわしながらのシンポジウムが続いているらしかった。

渡辺 信氏から聞いたところでは、この石切場は1965年に採掘が開始され、大型機械を使った切り出しで、一度に切り出される量は、2,000~3,000 m^3 規模になるらしい。現在9人が働いており、年平均2,500 m^3 ぐらいの原石を運び出しているとのことであった。割れ目の入ったものや、規格外のブロックは、彫刻に使われたり、どんなに美しい破片でも碎石になったり、埋め立てに使われる。

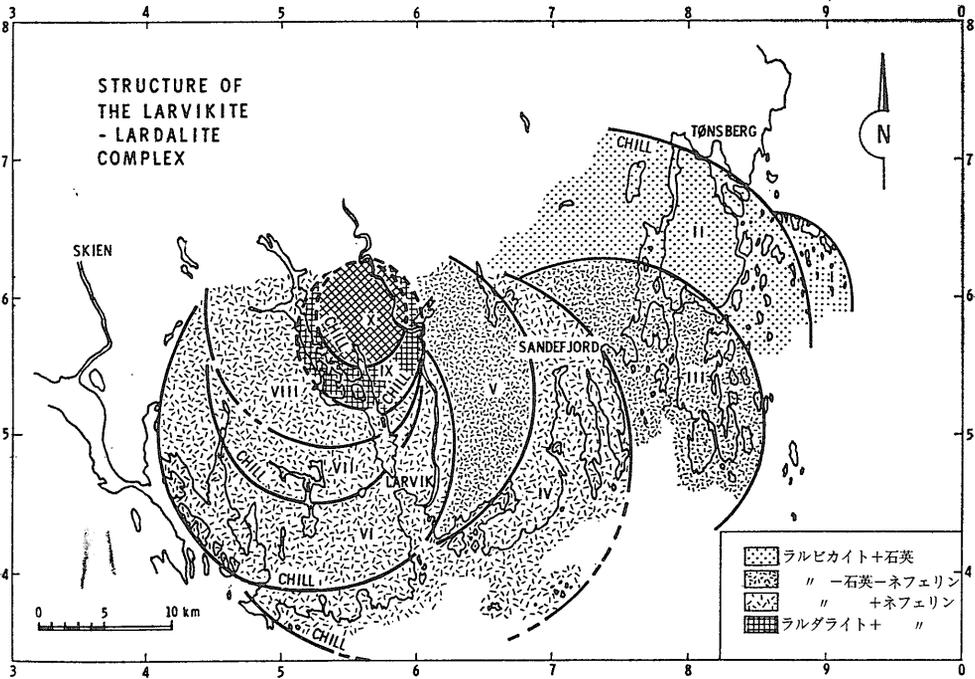
ラルビカイトを産するオスロ地域全体の地質は、本誌の蟹澤聰史氏の解説がくわしいので、この紹介はラルビカイトについての若干の補足にとどめる。

ラルビカイトの産状と岩石学的特徴

ラルビカイトを最初に研究したのは Brøgger (1890, 1898) で、彼はラルビック周辺に分布する普通輝石閃長岩に命名した。もちろん Brøgger (ノルウェーの切手に Kjerulf, Vogt と共にこの先生の肖像が印刷されたものがある) はラルビカイトだけではなく、オスロ地域全体の岩石学的研究を手がけて、Brøgger and Schetelig (1923) がまとめた25万分の1地質図は今でも大事にして使われている。そして、彼はまた、ラルビカイトの地球化学的データも整理した (Brøgger, 1933)。後に Barth (1945) は記載岩石学的に再検討を行い、ラルビカイトの斜長石/アルカリ長石比は40/60から60/40まで変化するので、基本的にはモンゾニ岩であると再定義した。

Barth (1945) の family tree (本誌蟹澤氏の頁、第5図) にも示されるようにラルビカイトはヒェルソサイト (Kjalsåsité) —ラルビカイトとして1つのグループで扱われることが多い。その場合、ヒェルソサイト (モンゾ閃緑岩) とラルビカイト (モンゾニ岩) の境は、便宜上長石の An パーセント30が用いられ、An 30> がラルビカイトとされる。オスロ地域全体の地質図 (たとえば本誌蟹澤氏の頁、第1図) では、ヒェルソサイト—ラルビカイト、あるいは、モンゾニ岩類として一括して示されることが多い。このうちラルビック周辺 (模式地) のラルビカイトは、オスロフィヨルドの出口 (Tønsberg の東) から Langesunds fjord まで、ほぼオスロリフトの東から西までまたがって分布する (50km×25km, 約1,000 km^2) オスロ地域最大の深成岩体である。この岩体は、北東側は rhomb porphyry (溶岩流) と、北西側はノルドマカイト—エケライトと接し、西側ではオスロリフトの外側の先カンブリア系片麻岩の上に堆積したカンブローシル系とベルム紀溶岩を貫く (Brøgger, 1893, Oftedahl, 1960)。東部の Tønsberg 付近では、暗灰色ラルビカイトから赤レンガ色をした Tønsbergite と呼ばれるラルビカイトの変種まで連続的に変化するし、中央部の Sandefjord 南西のエメラルドパールとよばれる黒色ラルビカイトなどがあるが、岩体全体はかなり均質である (Oftedahl, 1960)。ほんの局部的には Sandefjord 西の Hedrum では Hedrumite とよばれる含普通輝石雲母閃長岩がある。また全体としてみると、東部のより早期のものは石英を含む変種であり、西側のより晩期のものはネフェリンを含み、その中間 (分布も、時間的にも) のものは、石英もネフェリンも含まないという規則的変化がある。この定向変化を岩体の内部構造と併せてはっきりさせたのは Petersen (1978) である (第2図)。彼の解析法は、

①地形図と航空写真にみられるたくさんの曲線をえが



第2図 ラルビック岩体の構造図 I～Xは貫入順序を示す。(＋石英は石英を含む、－石英は石英を含まないことを意味する)



写真5 ラルビカイトの中の火成層理 マリーナバールの石切場.

くリニアメント(地形的階段・幅せまい沈降帯, 河川, 湖, 伸長した丘など)の同心円状の模様を中心が, 次第に西へ向って移るように配列する。

②伸長した菱形長石の平行配列と, 10~20cm 間隔で鉄酸化物と苦鉄鉱物が底の方へ集積したリズム的な火成層理(写真5)が発達し, このようなファブリックは環状構造の中心に向かって50°~70°内側に傾斜する。

③岩体内にしばしば幅4~50mにわたって曲がった帯状に細粒相があって, 無斑晶部から斑状細粒相を経て粗粒相まで漸移するのが観察される。それらは岩体の縁の部分に沿うものと, 2つのラルビカイトサークルが接するところに発達する。これはラルビック岩体の中北部のラルビカイト-ラルダライト(lardalite, ネフェリン閃長岩)の境にも見られる。

④オスロ地域の空中磁気探査図では, みごとな同心円状のパターンがコールドロンなどでみとめられるが, このラルビック岩体の中にも環状の磁気異常がみとめられる。ラルビカイトの絶対磁界値は0.5~0.51 Gaussで磁気異常は数100 ガンマー(10⁻⁵ Gauss)であるが, 時に1,000 ガンマーに達することもあり, 少なくとも3つの円形の高い磁気異常がみつかった。

その結果, Petersen は第2図のような環状構造を画き出した。即ち, I~VIIIの8ステージのラルビカイトと2ステージのラルダライトからなる環状複合岩体は, 西お

よび途中から北へ向って一方的に若くなる順序があることを示した。

ラルビカイトの2番目に大きな岩体は、オスロリフトの南西の鼻と呼ばれるスクリム (Skrim) 地域のものである。ここではいろいろの変種があって、粒度は細粒から粗粒まで変化し、長石の形も長方形～ポート形 (伸長しまるみをおびた菱形)～菱形と多様だし、黒雲母にとむ淡青色のものから苦鉄鉱物の多い暗緑色のものまで、野外では両者が5 m ぐらいの範囲内で漸移するようにみえる。暗緑色のラルビカイトの中に淡青色の大きな長石がプールをつくって集るところもある。また、中には石英にとむものもある。とくに、スクリム山地では、母岩の破片をとりこんで、いろいろな程度の混成作用がみとめられる (Ofte Dahl, 1960)。

そのほか、Vestfold では、ラルビカイトは Ramnes コールドロンと Sande コールドロンの中央貫入岩体として小分布があり、またオスローの北にも Kjeldsås, Slottet など4つぐらいの小岩体の分布が知られる。

他の火成岩との関係は、rhomb porphyry を貫くところがあるが、Sandefjord の北の Kodal で Brøgger (1890) がラルビカイト本体から rhomb porphyry へ漸移することを発見し、彼は rhomb porphyry はラルビカイトマグマの噴出相であると考えた。ラルビカイトは、エケライトやドランメン花崗岩 (Dranmen—オスロ地域で最大の黒雲母花崗岩体) に貫かれるが、ノルドマカイトとは数100 m にわたって漸移する (Ofte Dahl, 1960)。後に、Sande コールドロンの中でのノルドマカイトとの漸移関係は、固結したラルビカイトに貫入したノルドマカイトマグマの混成作用の結果であるとされた (Andersen, 1984)。

鉱物の性質

ラルビカイトの鉱物組合せは、圧倒的に多いのが長方形～細長いポート形～菱形と形は多様なアノソクレスで、形には関係なく $An_7Ab_{61}Or_{38}$ から $An_{15}Ab_{76}Or_9$ の範囲の組成のものが多い (Neumann, 1978)。ネフェリンを含む岩相のアノソクレスほど An 成分に乏しく、Or

成分にとむ。強い閃光効果は (801) に平行なクリプトパーサイトへ離溶した結果生ずる (Rosenqvist, 1965)。また、オリゴクレスとアルカリ長石が粗いパーサイトをつくって連晶することもあるし、部分的に溶けた斜長石 ($\sim An_{35}Ab_{60}Or_5$) の核をアルカリ長石がとりまくこともある (Neumann, 1978)。閃光は最も多いのは青色であるが、そのほかにも紫色、黄色、その他の色がめだつことがある。長石は1 cm あるいはそれ以上で、中～粗粒の岩石が普通であるが、それらの間を埋める苦鉄鉱物と副成分鉱物は細粒である。先述の通り、石英を含むもの、ネフェリンを含むもの、それらの両方を含まない岩石が、ラルビック岩体の中では規則的分布をする。

かんらん石あるいはその仮像が含まれるのは、全岩組成でノルムでもモードでもネフェリンが含まれる岩相に限られるようで、それらの組成は $Fa_{46}-Fa_{83}$ である (Neumann, 1976)。輝石は Ti に乏しい普通輝石で、アルカリ花崗岩～アルカリ閃長岩に含まれるエゼリン輝石とは違う。斜方輝石を含むものは Sande コールドロンの中のラルビカイトだけである。

角閃石は、赤褐色～緑褐色の多色性の強い Al に富む (Al_2O_3 : 8.0～10.4 wt%, TiO_2 : 3.1～5.2 wt%) パーサイト質ホルンブレンドで、ラルビック岩体の中での角閃石の組成変化の幅はせまいが、Skrim と Sande のラルビカイト中の角閃石は Al と Ti が少ない (Neumann, 1980)。これらの他に副成分としてイルメナイト・磁鉄鉱・アパタイト・ジルコンと黒雲母が含まれる。

ラルビック岩体の南東端の Tjøme と Ula の岩脈は、クリプトパーサイトがとくに強い。そして美しい濃青色の閃光を放つ月長石が多く、有色鉱物はパーケビ閃石とレピドメレーン、ジルコンである (Ofte Dahl, 1960)。

一方、西南端の Langesundfjord の岩体縁辺部にはネフェリン閃長岩ベグマタイトの岩脈があり、Brøgger (1890) は40種以上の稀産鉱物を記載した。それらの中で20種は、初めて此処でみつかったものである。

第1表 ラルビック岩体の全岩組成の変化 (重量パーセント)

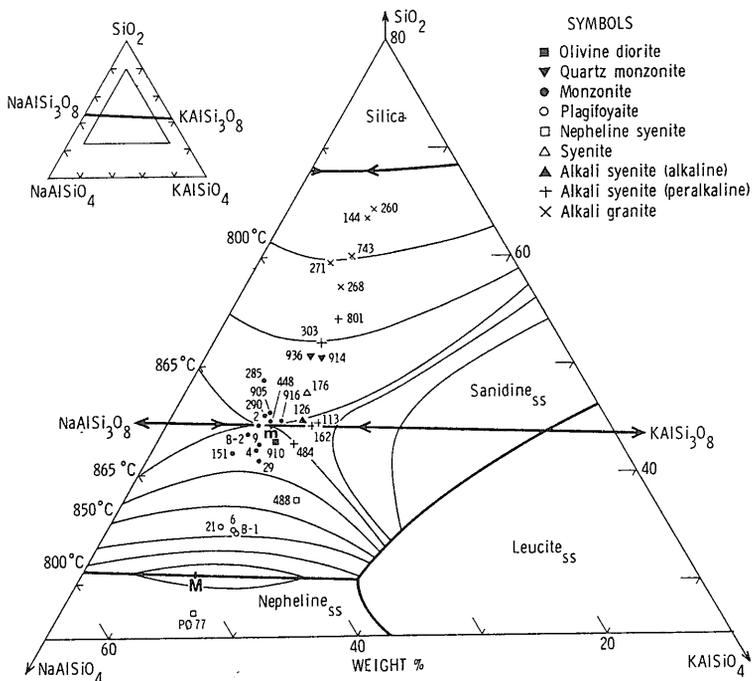
	石英を含むラルビカイト	石英もネフェリンも含まないラルビカイト	ネフェリンを含むラルビカイト	ラルダライト
SiO ₂	57.6～60.3	58.2～59.8	55.5～60.0	52.3～56.4
Al ₂ O ₃	15.8～18.7	16.6～20.5	16.8～19.7	18.8～20.4
Na ₂ O+K ₂ O	8.8～10.4	9.6～11.3	8.4～12.2	10.9～13.2

(Neumann, 1980 から要約)

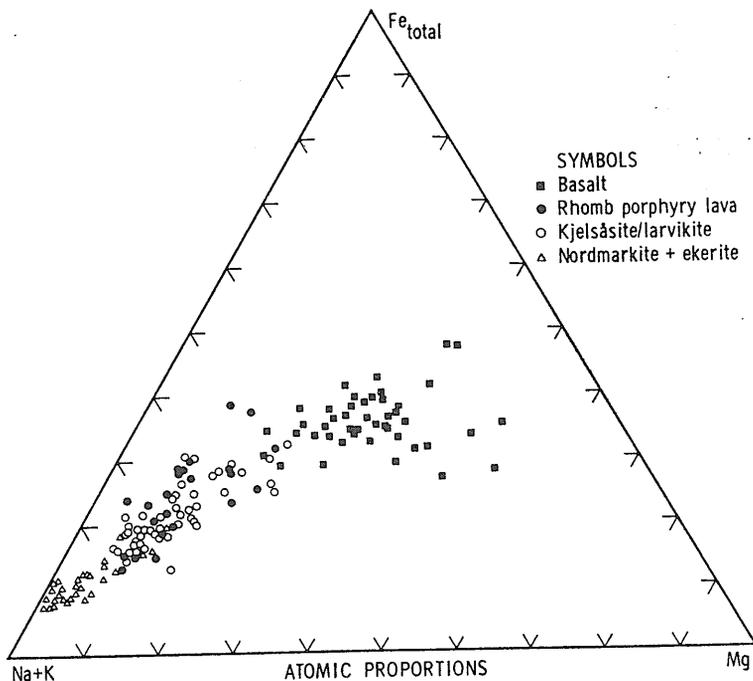
化学組成

先にラルビカイトにいろいろな岩相変化があることを書きながら、一方で均質であるとも書いたので不思議に思われたかも知れない。ちなみにラルビック岩体の全岩組成の分析値 (Neumann, 1980 など) から若干の成分を拾って変化範囲で示してみよう (第1表)。この表からわかるように記載岩石学的に区別されるラルビカイトの3つのグループとラルダライトを含めて、相互に変化範囲が重なっており、石英を含むラルビカイトでは少量のノルム石英が計算され、ネフェリンを含むラルビカイトとラルダライトがすこし SiO_2 が少く、 Al_2O_3 とアルカリに富む程度の違いである。ヒュルソサイトーラルビカイトの全岩組成を、たとえば石英—アルカリ長石ダイアグラムに投影してみると (第3図)、m点のまわりのせまい範囲に集っており、この図ではラルダライトが石英の少ない方に偏ってはっきり区別できる (Neumann, 1976)。同じ図に Brøgger (1933) のデータを投影すると (Neumann, 1978), ラルビカイトの分布領域がやや広がるが、これは古い分析値でアルカリの定量に問題があったことが影響しているのかも知れない。そして、ヒュルソサイトーラルビカイトの全岩組成は、オスロ地域の rhomb porphyry の組成とよく似ている (Neumann, 1978, 一第4図)。

ラルビカイトの Rb-Sr アイソクロンは、きれいな直線に載って、それぞれの年令と ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) 初生値が求められる (Rasmussen et al., 1988, Sundvoll et al., 1990)。その結果を第2表に示す。この表でわかる通り、オスロ地域のラルビカイトは、南端のものからオスロ



第3図 オスロ地域の深成岩類の全岩組成を Q-Ab-Or ダイアグラムに投影したもの (Neumann, 1976)。



第4図 オスロ地域火成岩類の全岩組成の (Na+K)-Fe-Mg ダイアグラム (Neumann, 1978)。

第2表 ラルピカイトおよび関連する深成岩類の Rb-Sr 年令と Sr- 初生値

	Rb-Sr アイソクロン年令	(⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr) 初生値
ラルピック岩体		
Bolærne (ステージ I)	281±4 Ma (m.)	0.70401±5
主岩相 (ステージ III~V)	277±3	0.70391±1
ラルダライト (ステージ X)	269±5	
Kvelde ネフェリン閃長岩 (ステージ X を貫く)	276±6	0.70464±18
Skrim ラルピカイト	278±5	0.70392±8
Kjeldsås ラルピカイト	273±4 (m.)	0.70400±10
Øyangen 閃長岩	266±8	0.70399±14
Siljan ノルドマーカイト	270±4	0.70420±30
Eikeren アルカリ花崗岩	271±2	0.70530±60
Dranmen 花崗岩	267±4 (m.)	0.70539±90
Finnemarka 花崗岩	268±3	0.70466±12

(m.)は鉱物アイソクロン年令 他は全岩.

の北のものまで含めて、年令はともかく (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) 初生値が低いところにそろっている。この低い値は、ラルピカイトマグマのマントル起源説のよりどころの1つである。年令に関しては、オスロ地域南半分の Vestfold 地域の大きな複合深成岩体はラルピカイトからドランメン花崗岩まで含めて全体が 15Ma という短い時間内に活動したことを示している (Sundvoll et al., 1990)。

ラルピカイトの REE パターンは急傾斜で右下りの直線の変化で、Eu 異常がないものや、負の異常が小さい、あるいは正の異常を示すものもある。末期のネフェリン閃長岩や閃長岩ベグマタイトでは En の負の異常が大きくなる (Neumann et al., 1977; Neumann, 1980)。

成因論と結晶作用の温度圧力条件は蟹澤聰史氏の“オスロ地域”に要領よくのべられているので重複をさける。また、文献も“オスロ地域”にあげられたものは省略して、そこにあげられなかったもので本文に引用したものだけを列挙する。

なお、この紹介と、本誌 443 号 (1991年7月) の“ラバキピ花崗岩”の紹介は、1986年から1991年度の文部省科学研究費補助金・海外学術調査 (国際学術研究)「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」(代表者 信州大学 黒田吉益教授)の一環として進められた研究の一部である。黒田吉益教授をはじめ、協同研究者の丸山孝彦・森清寿郎・蟹澤聰史・山口佳昭・石川賢一

および太田昌秀氏の各位に感謝する。

- 文献 (本号の「オスロ地域」に引用されていないもの)
- Andersen, T. (1984): Hybridization between larvikite and nordmarkite in the Oslo region, SE Norway: A case study from the Sande Cauldron central pluton. *Norsk Geol. Tidsskr.*, **64**, 221-233.
- Brogger, W. C. (1898): Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes: III Das gangefolge des Laurdalites. *Skr. Norske Videnskabselskabet, I. Mat-Naturv. Kl* No. 6, 337pp.
- Brogger, W. C. (1933): Die Eruptivgesteine des Oslogebietes: VII. Die chemische Zusammensetzung der eruptivgesteine des Oslogebietes. *Skr. Norske Vid.-Akad. Oslo, I. Mat. Naturv. Kl*, **1**, No. 1, 147pp.
- Brogger, W. C. and Schetelig, J. (1923): *Geologisk Oversigtskart over Kristianiafeltet*. 1: 250,000. Norge Geol. Unders. Kristiania (Oslo).
- Petersen, J. S. (1978): Structure of the larvikite-lardalite complex, Oslo-region, Norway, and its evolution. *Geol. Runds.*, **67**, 330-342.
- Widenfalk, L. and Gorbatshev, R. (1971): Contributions to the mineralogy of Norway, No. 43, A Note on a new occurrence of baddeleyite in larvikite from Larvik, Norway. *Norsk Geol. Tidsskr.* **51**, 193-194.

YAMADA Tetsuo (1991): Larvikite.

<受付: 1991年10月7日>