

花崗岩の街：アバディーン

石原舜三¹⁾

はじめに

アバディーン(Aberdeen)はスコットランドの東海岸にあって北海に面する。近年は北海の海底油田の基地として有名になり、暴風などによる石油ステーションの事故などがあると、しばしば新聞に登場するので、ご存知の方も多かろうと思う。

これより以前からアバディーンは Granite town として著名であった。すなわち街全体が花崗岩で作られているのだという。私がおの事を知ったのは1977年夏の第二回目の訪英時であったが、スコティッシュ ハイランドの著名な高温中圧型の変成岩類の存在からチタン鉄鉱系花崗岩が広く分布し、利用の初期には近くの花崗岩体から無作為に、近年はチタン鉄鉱花崗岩類が使われているのではなかろうかと推察し、何とか調べたいものだと考えていた。

1992年7月17日、工業技術院長在職時に研究協力に関するイギリス政府の招待によりこの街を訪ねる機会を得て、この街の石材利用について垣間見る事が出来た。その折の印象をここに記そう。その前にスコットランドの地質の概要についてロンドンの地質博物館で販売しているイギリスの地域地質解説書『The Grampian Highland』から、述べておきたい。

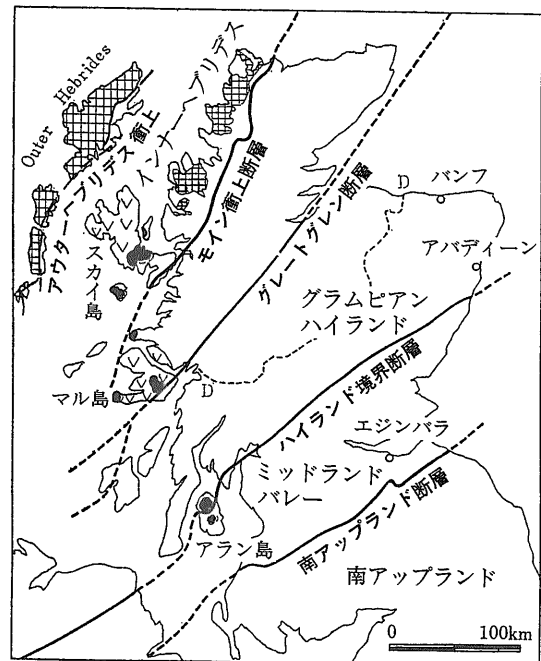
スコットランドはカナダの片割れ

イギリスの地質は北西部が最も古く、南南東方へ巨視的には若くなる。スコットランドでは西縁沿いや西方のヘブリデス島(第1図)に、先カンブリア紀に2回の変成期(25と20億年前後)を持つ片麻岩類が分布し、それが不整合関係で先カンブリア期最末期(10-7億年)の赤色砂岩層や、更に古生代初期の碎屑岩、ドロマイトなどに覆われる。この片麻岩

類はアイルランドにも分布し、共にカナダ楕状地の片割れであろうと思われる。

先カンブリア系分布域の南東側にはカレドニア造山帯に属する諸岩石が不整合関係で広く分布し、両者はモイン衝上断層で接する事もある。モイン衝上断層の南東側はモイン層と呼ばれる変成岩で、石英-長石グラニュライトを主体とし、一部に雲母片岩や泥質片岩が挟まれる(第2図)。原岩の時代は先カンブリア期最末期と思われる。

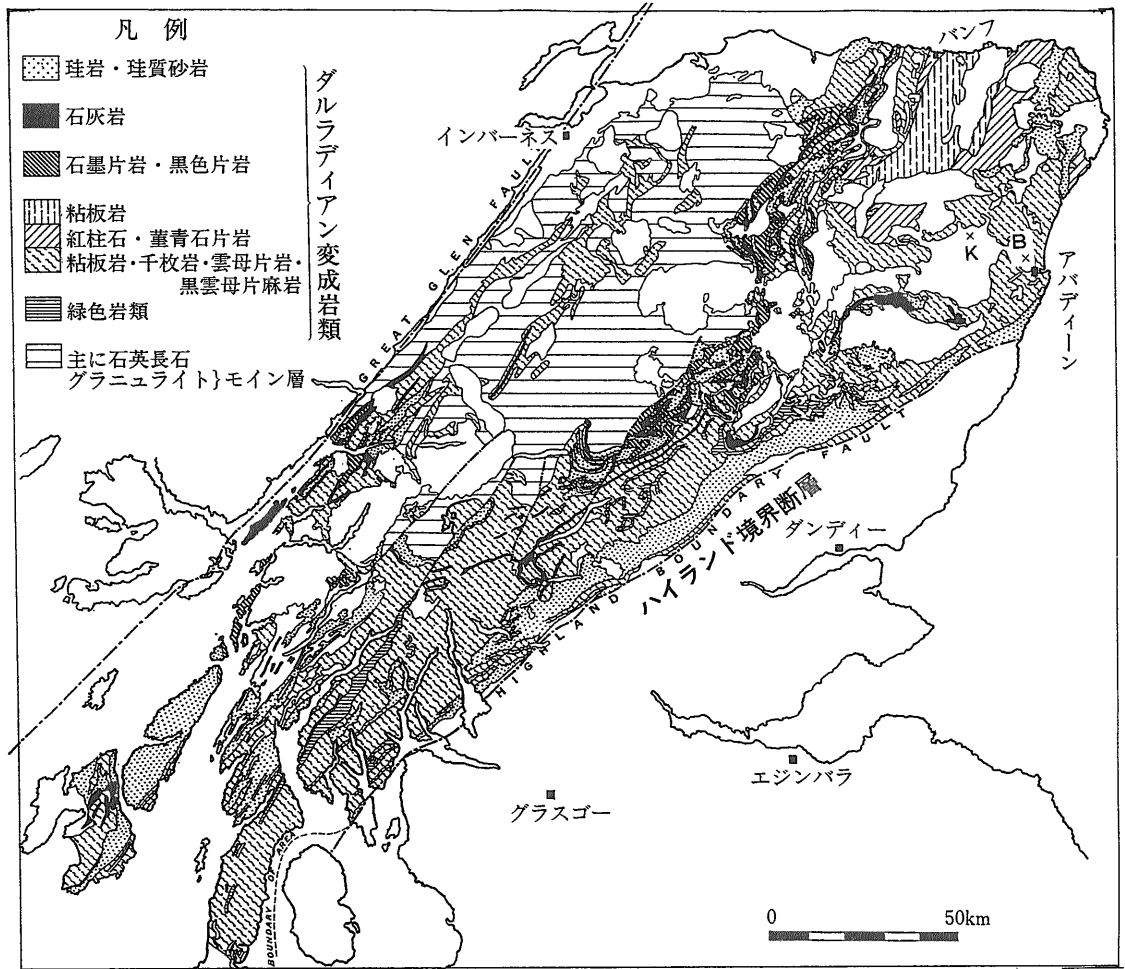
モイン変成岩類の南東側はダルラディアン変成岩類で、グラムピアン ハイランド(第1図)に広く分布し、これは主に石英-雲母片岩や千枚岩など泥質岩起源の変成岩類からなり、上部に向けてグラファイト片岩や黒色頁岩などの還元性物質に富む堆積岩



第1図 イギリス北部の地帯区分図。

1) 北海道大学理学部地球惑星物質科学教室：
〒060 札幌市北区北10条西8丁目

キーワード：花崗岩, 石材, カレドニア期, グラムピアン ハイランド, アバディーン



第2図 グラムピアンハイランドの地質図。Johnstone(1966)原図。

が多くなる。一部に石灰岩や苦鉄質火山岩類からなる“グリーンベルト”が認められる(第2図)。

原岩の時代は、含まれる三葉虫化石の判定からカンブリア紀であり、変成作用の時代はオルドビス紀初期(5億年前後)である。すなわち、ここがカレドニア造山運動の標式地であり、カレドニアはスコットランドの古名である。変成作用はグラムピアンハイランドの主部であるパロビアン地域で高温低圧型の珧線石帯、藍晶石-柘榴石帯、黒雲母-緑泥石帯に分帯され、アパディーンから北方バンフにかけてのパハン地域では藍晶石は出現せず、再結晶時にやや温度が低く、浅所にあったものと思われる。

ダurlラディアン統は南東縁をハイランド境界断層で切れ、その南東方のミッドランドバレーにはデボン紀の赤色砂岩や火山岩類が分布する。ミッドラ

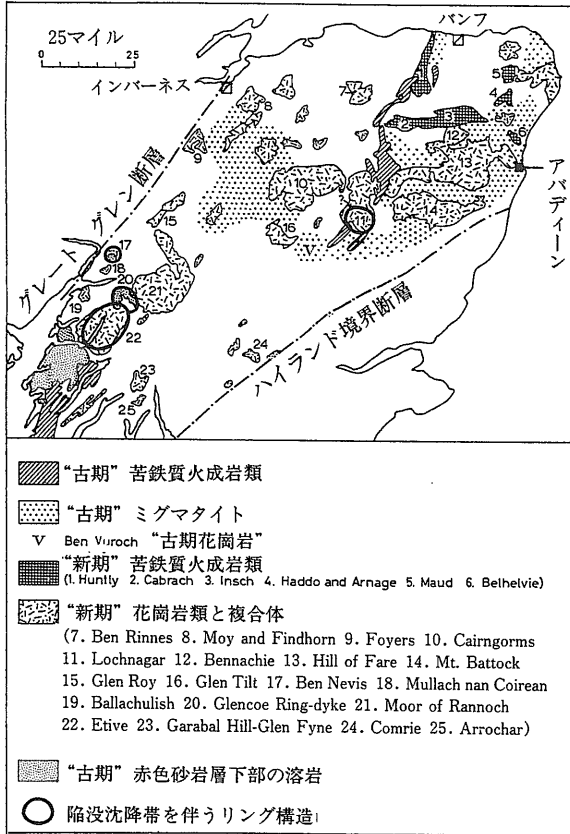
ンドバレーの南半分は更に若い石炭紀堆積岩類で覆われている。

カレドニア期の貫入岩類

カレドニア期の火成岩類は、変成作用以前の古期と変成作用以後で古期赤色砂岩層(デボン紀)以前の新时期に分けられる。古期火成岩類は苦鉄質貫入岩類と花崗岩質岩類から構成される。

古期苦鉄質貫入岩類はシル、岩床状で、ダurlラディアン変成岩類の走行方向に伸長して貫入する(第3図)。変成作用により現在では角閃岩、緑簾石岩、あるいは角閃石片岩に変わっている。岩体が厚いところでは、粗粒で斑れい岩状である。

古期花崗岩類はグラムピアン北東部に広く分布す

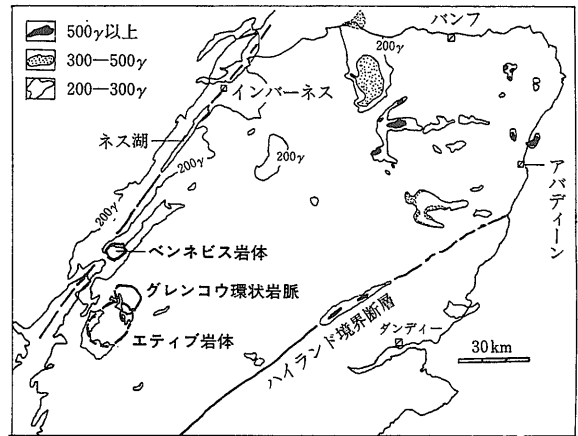


第3図 グラムピアン ハイランドの深成岩類。
Johnstone(1966)原図。

る(第3図)ミグマタイト(syntectonic migmatites)が主たるもので、Ben Vurochに見られる眼球片麻岩もこれに属する。ミグマタイトは眼球状片岩または眼球片麻岩に小レンズ状に花崗岩物質が見られるもの、花崗岩物質が縞状に入りリバリ片麻岩と呼ば



写真1 北部の観光ボート発着場から南方を見たネス湖。
ネス湖はグレートグレン断層谷の一部。



第4図 グラムピアン ハイランドの磁気異常図
(IGS, 1972).

れるもの、場所によっては更に花崗岩物質と密接で花崗岩片麻岩と言えるものからなる。

新期貫入岩類はグラムピアン高原の貫入岩類の大部分を占め、次の諸岩石から構成される。

斑れい岩類：北東部に分布し(第3図の新期苦鉄質火成岩類)、巨大なシル状岩体で露出面積は最高70平方マイル程度である。かんらん岩、トロクト

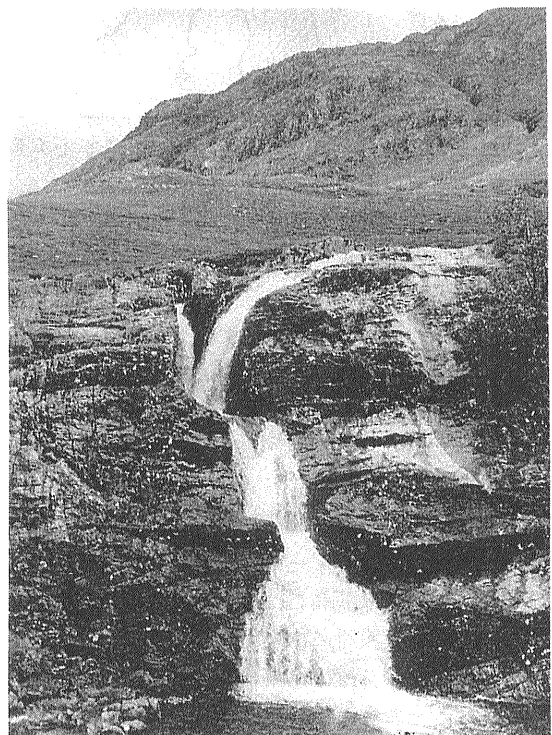


写真2 グレンコウの滝

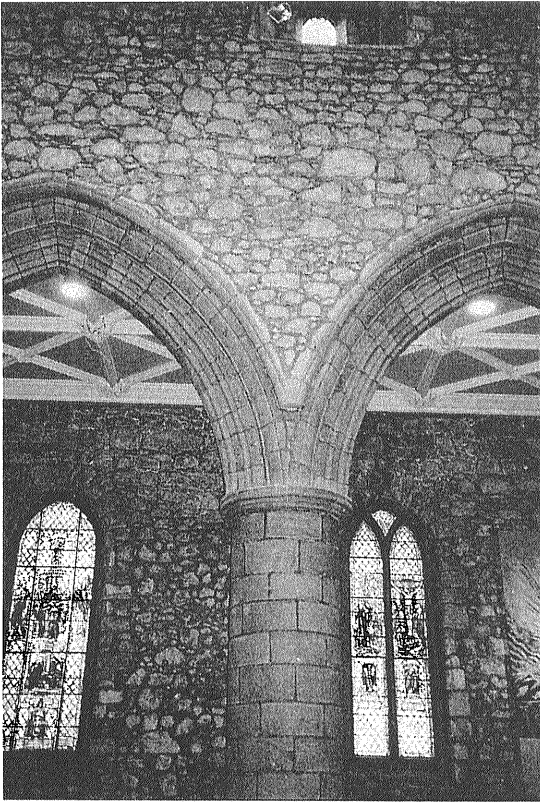


写真3 13世紀に作られた教会。転石を見事に壁に嵌め込んでいる点に注目。

ライト、ノーライト、かんらん石紫蘇輝石斑れい岩からなり、少量の石英閃緑岩、閃長岩、花崗岩を伴う。一般に酸性岩が後期に貫入する。

これらの岩石はイギリス空中磁気図(1972, スケール 1/625,000)によると、バンフ南西方の一部(例えば Huntly 岩体)を除き、500 γ 以上の強い磁気異常を示し、造岩鉱物としての磁鉄鉱を多量に含み、磁鉄鉱系であることを示している(第3, 4図を比較のこと)。同様に強い異常はハイランド境界断層上にも見られ、それに沿う地表下に、同様な強磁性岩体が潜在する可能性を示している。一方、ネス湖を通るグレートグレン断層沿いにも磁気異常がある(第4図)。斑れい岩類はしばしば母岩の頁岩類の混入と同化作用によって堇青石、柘榴石を含むノーライトに変わっている。この部分では堆積岩からの炭素の混入が原マグマを還元し、磁鉄鉱を欠いている可能性が高い。

花崗岩類：グラムピアン北東部に多くの岩体が分布し、ラコリス状やストック状の貫入形態を持つも

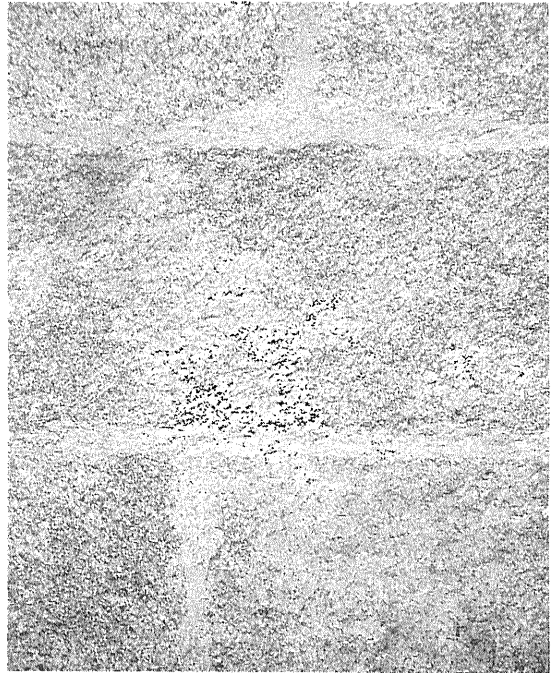


写真4 風化花崗岩を加工した壁。一枚の岩の上下は約30 cm。写真3と共に St. Machar 教会。

のと考えられている。主体は黒雲母花崗岩で、周辺に閃緑岩、トナル岩、花崗閃緑岩などの岩相変化が著しい小岩体を伴うことが多い。

黒雲母花崗岩はインパーネスに近い Nairnshire 岩体、バンフに近い Banffshire 岩体、およびアバディーンに近い Kemnay 岩体であり、Coull 花崗岩では白雲母や微斜長石を伴う(岩体の位置は第3図参照)。白雲母-黒雲母花崗岩は一般にチタン鉄鉱系であり、前述の空中磁気図においても Mt. Battock 岩体(第3図14)を除き異常は認められない。グラムピアン北東部の花崗岩類は一般にチタン鉄鉱系花崗岩に属する可能性が大きい。

一方、南西部では、ミグマタイトの分布が減り、環状構造が多く見られるなど浅成の様相を呈する。最も大きい Moor of Rannoch 岩体(第3図21)は花崗閃緑岩であり、それがやや後期のカルデラを伴う貫入岩類により切られている。Etive 岩体(第3図22)ではカルデラ縁沿いにリング状の磁気異常が認められ、磁鉄鉱系の貫入岩体がカルデラ形成後に生成したことを示している。

ハイランド境界断層に近い Comrie 岩体(第3図24)も、空中磁気図によると磁鉄鉱系に属するらし

い。北西側のグレートグレン断層沿いの Foyers, Glen Roy, Ben Nevis 岩体も磁鉄鉱系に属すると思われる(第3図9, 15, 17)。この様にグラムピアンハイランドの花崗岩類は主にチタン鉄鉱系であり、南西方の一部に磁鉄鉱系が現れるようである。アバディーン市街で使われている花崗岩は市街地の西方から得られたが、市街地の建物に磁石を当てる簡易判定法でほとんど反応が得られず、当地の花崗岩もチタン鉄鉱系に属するものと考えられる。

石材利用の歴史

アバディーンにおける石材利用の歴史は12世紀に遡り、Monymusk 教会の建設に始まる。この教会はこの街で最も古い建物であり、現在でも日々の礼拝に用いられている。この頃用いられた花崗岩は、氷河が運んできた谷間や平地などの転石を整形し、漆喰などで固めたものである(口絵1, 2; 写真3, 4)。同様な使い方はその後も行われ、特に18世紀中頃の現市街地における農地造成時には、大量の転石が使い切れないくらい掘り起こされたという。

最初の石切場は1603年に開設され、手作業で小規模に花崗岩が採掘・加工された。1611年、P. Gordon によって設計された都市計画図によると、街は花崗岩と漆喰で固め、屋根はスレート吹き3-4階建ての中世風の家で埋められているが、石利用の多くは城壁造りであった。この事は18世紀初期に大火に見舞われた事でも明らかであり、当時の住宅の主流は依然として木材建築であった事を物語っている。

1730年にはJ. エムスリーが多くの採石場を開き、花崗岩はゴードンカレッジの校舎など大規模に使われ始めた。またルビスローによる最初の花崗岩調査もこの頃であった。彼はその後 Rubislaw Granite Co. を興して、アバディーンのすぐ西方に後に最大となる採石場を定めたのである。またこの世紀中頃にはロンドンの道路舗装用の需要が高まり、主に海岸の氷河転石、農業用地整備後の捨石など、直径15-30 cm の石材を400トン程度ロンドンに輸出した。需要は大きく、1764年にはグレーホープ海岸にロンドン向けの採石場が建設される程であった。

一方、道路舗装はアバディーンにおいても始まり(写真5)、1768年にはマリシャルストリート、つい



写真5 昼食を取ったイタリアンレストランの前。歩道・車道のみならず、花壇までが花崗岩で造られている。

でクィーンズストリートが、また建物用の石材も生産されるようになり、その年間生産量は数万トンに達したと思われる。18世紀の後半は『花崗岩の街』アバディーンが隆盛期に向かった時代であった。

19世紀に入ると運河、橋、港のドックの建設の時代であった。アバディーンのみでなく、近傍の港建設に当地の花崗岩が用いられ、本世紀の中頃には少なくとも30の主要採石場が存在しており、その半数は街から見える距離、すなわち Hill of Fare 岩体(第3図13)の東端にあった。当時、この枝岩体は石材開発に熱心であった Rubislaw の名を取ってルビスロー岩体と呼ばれていた。

1830年代に入ると、A. マクドナルドが大英博物館のエジプト遺跡の作品にヒントを得て、花崗岩研磨をまず人力、後に蒸気機関を導入して試み、モニュメントなどへの新しい需要を開拓した。現在ゴードンスクエアにあるデュークゴードン碑は1843年の作である。

19世紀は動力を使った輸送方法が進歩した時代でもあった。また1870年代には電氣的な起爆方法が考案され、一度に5,000トンのブロックがはずせるようになったと言う(Smith, 1982)。アバディーンの花崗岩産業はビクトリア時代(1837-1901年)の花崗岩産業を事実上独占しており、その製品はイギリス全土のみならず、アメリカ、オーストラリア、インド、シンガポールほか多数の国に輸出され、パリの

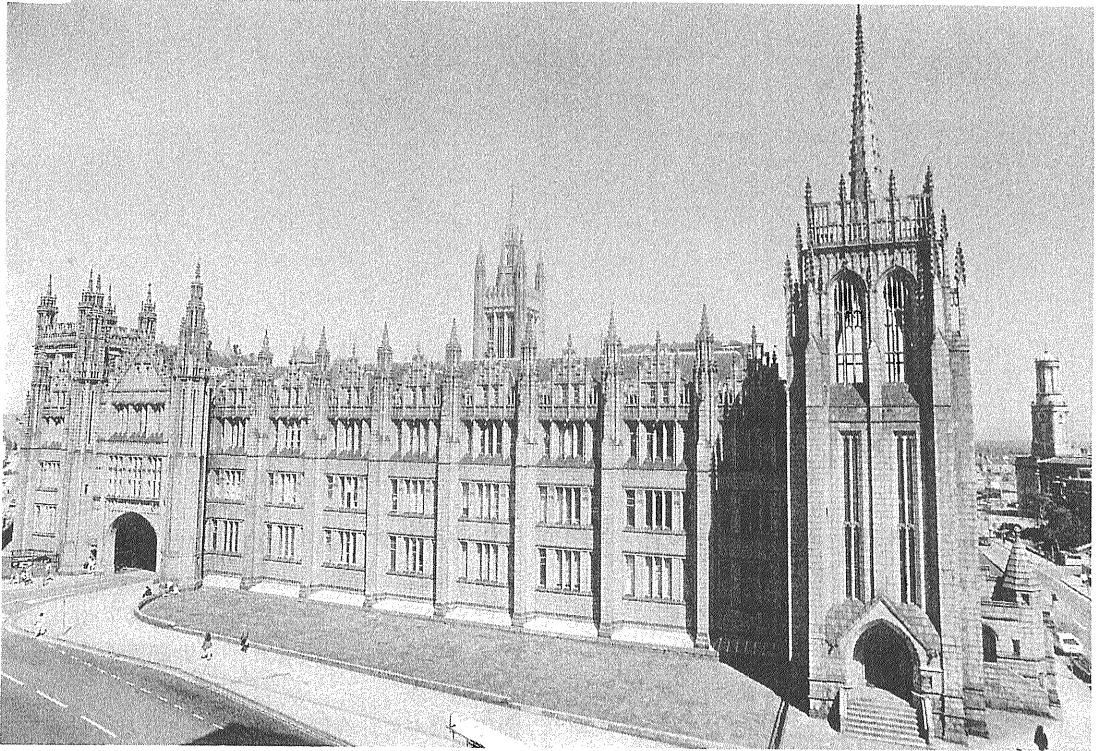


写真6 側方から見たマリシャル カレッジ。アバディーン大学提供。

オペラ座，ブリスベーンの市役所なども当地の花崗岩で造られている。

19世紀後半から20世紀にかけてアバディーンの採石量は最大となり，1902年には年間生産量30万トンに達した。この時期(1906年)に500年の歴史を誇るアバディーン大学のマリシャルカレッジがゴシック風で大改造され(口絵3，写真6)，世界で二番目に大きい花崗岩建造物となった。しかし第二次世界大戦へ向けて当地からの生産量は急速に減少し，1911年には13.7万トンに低下した。

一方輸入は，1880年頃には色つき花崗岩の需要が生じ，主にスカンジナビア諸国からの違った種類の花崗岩を購入したことに始まった。またその方がコストが低かった。輸入量は1880年に8,000トン，1911年には3万トンに急増し，アバディーンの花崗石産業界はむしろ加工技術を外材に生かす方向に変化した。この傾向はアバディーン花崗岩供給会社を設立してから特に加速され，大戦中に多くの鉱山が閉山し，80%の原材は輸入に依存するようになった。

第一次世界大戦後，ケムネイ，ルーブリーなどの

1994年9月号

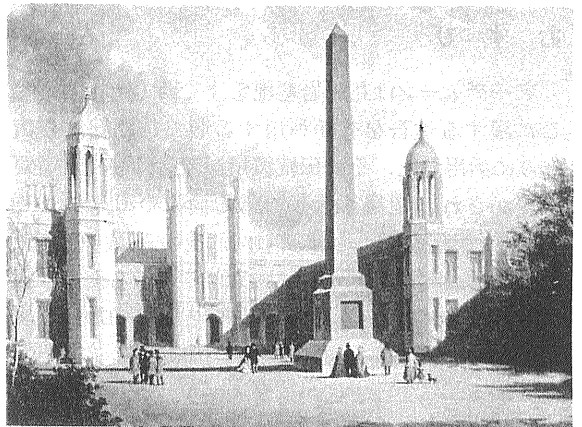


写真7 古い時代のマリシャル カレッジ。アバディーン大学提供。

大手採石会社は，ブロックやレンガ製造に主力をおいた。特にケムネイの所有者 Fyffe は自社採石場の捨石を粉碎してコンクリートに固め，人造石を生産した。これは Fyffestone と呼ばれた。原石生産も継続して行われ，ケムネイピットの深さは1890年から1950年の間に約2倍，143 mに達した。現在では一部埋没しているが(写真8)，年間10万トンの

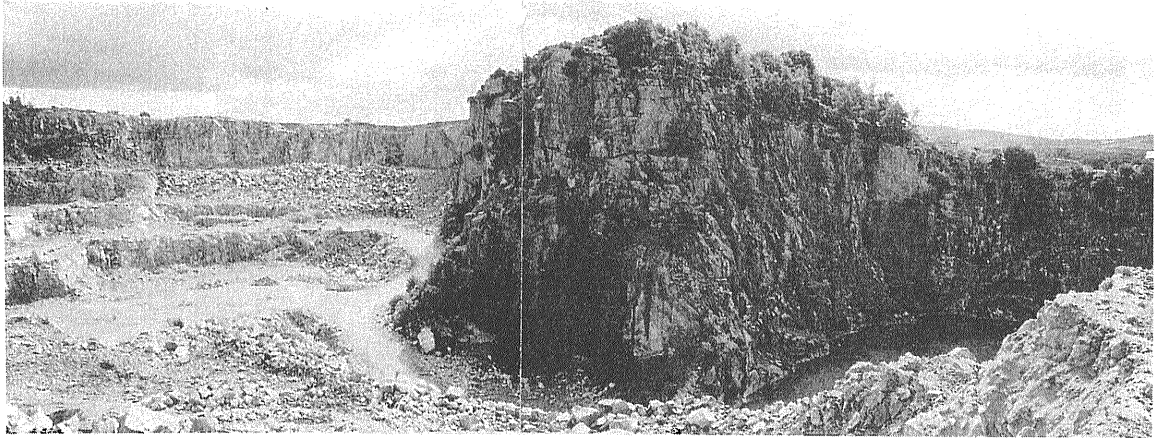


写真8 ケムネイ採石場の全景。市街地の北西直25 kmにある。右手前が古い切羽，左後方が現在の切羽。

生産を続けており，彩り豊かなファイフストーンを生産している(口絵9, 10参照)。

ケムネイピットはアバディーン市の西北西方，直線距離25 kmの所に位置する。割れ目が多い中粒の花崗岩で，それに沿って赤いカリ長石化(口絵8)や熱水変質，玄武岩岩脈の貫入が見られ，ファイフストーンの材料に合ったものが多い。

む す び

アバディーンは花崗岩産地をすぐ西方に持ち，そこに産する玉石を有効利用する形で12世紀から街作りに活用した。その伝統技術が道路舗装の新需要に生かされ，産業革命後の動力機械の導入により18-19世紀隆盛期へと発展した。その過程で道路舗装の需要が石材産業の発展に大きく貢献した点は興味深く，わが国の東京の市電舗装と筑波山地の花崗岩開発との関連性を想起させる。

ヨーロッパでは古代から大理石，石灰岩，柔らかい砂岩などの利用が一般的であったが，アバディーンでは地元産品を活用すべく硬い花崗岩の加工にいとみ，永久的な道路，マリシャル カレッジを頂

点とする堅固で美しい建造物などを造上げる事によって，強固で個性ある街造りを完成させた。現在では人造石ファイフストーンの需要がのびているとのことであったが，これが今世紀風なのであろうか。

謝辞：終りに，今回の旅を用意されたイギリス通商産業省および現地を案内されたアバディーン大学ほかの関係各位に心からお礼申し上げます。

文 献

- IGS, Institute of Geological Science (1972) : Aeromagnetic map of Great Britain. Sheet 1: England, Scotland and Northern Ireland, Scale 1/625,000.
- IGS, Institute of Geological Science (1979) : Geological map of the United Kingdom: North (3rd edition), Scale 1/625,000.
- Johnstone, G. S. (1966) : British regional geology: The Grampian Highlands (3rd edition.), 103 p., Geological Survey and Museum.
- Smith, J. S. (1982) : The rise and fall of Aberdeens granite industry. Aberdeen Univ. Review, no.167, 163-167.

ISHIHARA Shunso (1994): Aberdeen; A granite town.

〈受付：1994年1月4日〉