

地質分野2008年春の話題「建材としての砂岩, 人類世など」 —英文ニュース誌から拾う—

高橋裕平¹⁾

1. まえがき

地質学で今どんなことが話題となっているのか, あるいは社会が何を地質学に求めているかの情報源となるよう, 諸外国の英文ニュース誌の話題を2006年春から定期的に紹介している. 今回は主に2008年春に入手した英文ニュース誌や連絡誌の解説(論説)について紹介する.

今回紹介した文献は, 全てウェブ上から得ることができるので, 詳細を知りたい方のため, ウェブアドレスを記した.

2. Earthwise

(<http://www.bgs.ac.uk/magazine/download.html>)

アースワイズ(Earthwise)は, 英国地質調査所の普及誌で年2回発行される. 本誌「地質ニュース」のプロジェクト特集号と性格が似ている. 個々の記事は2ページに統一しており, 簡潔で読みやすくなっている. 英語も平易で, 非英語圏の者への配慮がなされているようである. なお, 誌名表記は, 表紙では小文字始まり(earthwise)であるが, 記事中の欄外では大文字始まり(Earthwise)である. 小論では大文字始まりで引用する.

Earthwise 25号が2007年下期号として発行された. 今回は生活に必要なもの(Essentials of life)の特集である. 項目として, 水, エネルギー, 安全な環境, 国土, 鉱物資源, 経済, 余暇をあげて, それに関する英国地質調査所(BGS)の貢献を紹介している.

生活に必要なもの(Mick Lee; The essentials of life. Earthwise, 25, p.5-7, 2007)

われわれが生活できるのは地球があつてのことだが, しばしばわれわれは地球の大切さや存在さえ忘れてしまう. そこで地球がもたらす恩恵を再認識するとともに, われわれの生活を支えるBGSの貢献を紹介する.

多くの人々にとって建物(シェルター), 水, 食物の3つが生きる上で必須である. 冬場には外に数時間放置されれば生命の危険にさらされる. 水なしでは数日, 食物なしで数週間生きるのは困難である. ところが開発途上国の貧しい人々は, 今もこれらが十分充たされていない. 一方, 生活が向上すると, 家に快適さを求め, 休日の過ごし方への要求が増してくる.

水と食料: 安全な飲料水を供給することは大きな課題で, そして世界の多くの地域では, 飲料水に地下水が使われている. BGSでは開発途上国において50年以上にわたり地下水開発の援助を行ってきた. 加えて新しい技術の開発も行っている. 新しい技術の例として, 地表から55mの低空でエアボーンを使い電導度の変化を求めて地下の汚染状況を推測し, さらに地下水の流れを明らかにできるようになったことなどがある.

地質と食料は一見無関係のようだが, 土壌のタイプや性質は基本的には土壌下の地質(土壌の母材)に関係している. 土壌は雨水が地下へ浸透する際のフィルター役割も果たしている. BGSは, 地質, 地球物理, 地球化学のデータと新しい分析や統計手法を組み合わせ, 質の高い土壌図を作成している.

生活・健康・資産: 生命や資産のリスクを軽減することにもBGSは取り組んでいる. 国際協力の例として, カリブ島のSoufriere Hills火山のモニタリングを行い, 将来のエネルギー供給計画に協力するとともに噴火や津波の影響の予測を行っている. イギリス国内では, 埋め立て地での有害物質浸み出しのモニタリン

1) 産総研 東北産学官連携センター

キーワード: 生活, ジオパーク, グリーンランド, 砂岩, 人類世

グ、地すべり調査、異常気象によるリスク予測、さらには洪水、海岸浸食、放棄された地下の坑道、岩石からのラドンガスの放出など、リスク地域の特定を行っている。

2007年夏に英国で起きた洪水は広い範囲に被害をもたらした。地質図から過去の洪水が起きた地域(堆積物や段丘面)を明らかにできる。特に文書に記録がない古い時代のイベントは、地質学からのみ知ることができる。

エネルギーと鉱物資源：われわれが使うエネルギーの大半は依然化石燃料であるが、その二酸化炭素放出による地球温暖化のリスクが広く認められるようになってきた。BGSでは工場から放出される二酸化炭素を地下深部に埋めるプロジェクトを進めている。原子力分野では原子力発電所を作るかどうかの課題とは別に、廃棄物処理の問題がある。地下へ埋めることが一般にはもっとも安全だと考えられているが、地下の条件を明らかにする必要がある。

鉱物資源に関して、リサイクルの占める役割が重要となってくるだろうが、依然として新たな金属や建設材料の供給は必要であり続ける。金属資源などは世界の市場に求めればよいだろうが、砂や礫などはその地域で供給するのがもっともよい。また、金属資源などを世界の市場に求める場合、環境問題が世界の特に貧困な国に輸出されることを心にとどめておく必要がある。

余暇(スポーツ、レジャー、遺産めぐり)：余暇は生きる上で絶対必要なものではないが、現在社会ではその重要性が増している。それでは余暇は地質とどう関係するだろうか？例えば、2012年にロンドンでオリンピックが開催されるが、その会場建設に地質情報が利用される。建設に伴う鉱物資源消費量や炭素使用量の解析もなされる。

BGSは、国立公園担当部局、遺産関連団体、環境グループ、産業界、政府とともに国連のジオパーク活動に協力している。その過程で一般の人々が地質遺産になじめるような普及出版物を準備している。BGSは歴史的建造物の風化について調査し、補修のための新たな材料が供給できるような調査も行っている。

以上、生活と地質との関わりの概略を述べたが、これらの具体的な事例を今回のEarthwiseの中に掲載している。そのうちのいくつかを次に紹介する。

化学的影響 (Neil Breward and Chris Johnson; Living with the elements. Earthwise, 25, p.28-29, 2007.)

われわれは地球の表面の薄い部分(生物圏)で生活している。そこはわずか数メートルの厚さであるが、人々はこのわずかな範囲で化学的な影響を受けている。それは地質と地形、さらには気候のプロセスに大いに関係がある。人類の活動のうち、とりわけ都市部の活動は化学的な汚染をもたらす環境に影響を与えている。長く重化学工業が行われた地域で特にそうである。重化学工業地帯は、田園地帯と比較すると、たとえ同じ地質であっても土壌中の鉛や錫などの金属濃度が高い。

環境地球化学ベースライン調査(Geochemical Baseline Survey of the Environment ; G-BASE)プロジェクトは、生物圏の元素の挙動とそのモデル化のための基本的なバックグラウンドデータを提供する。そのデータを活用すると、環境の変化が自然由来か人為由来かを識別できる。

有害元素の動きは、土壌、岩石、水といった地球物質が源である。経路は土壌から植物、そしてそれを食べる動物へと移動する。落ち着く先は生命体の細胞で、そこで影響が現れる。

G-BASEでは、セレン、沃素、臭素という生命に重要な役割を果たす微量元素に注目した地球化学図作りが進められている。G-BASEプロジェクトは、現在、イングランドの東部ならびに南東部で行われている。事例として土壌最上部のセレン、沃素、臭素に関する地球化学図を紹介する。それは基盤岩や第四紀地質と関連づけられる。これらの元素の低濃度地域は、Thetfordの北、Brecklandsの砂質土壌地域である。高濃度地域は、Fens, Norfolk Broads, Suffolk海岸などのピート質(沖積)土壌の地域である。Fensの海成沖積層と湿地性の海岸では、沃素が臭素に比べ富み、セレンは比較的低濃度である。Fensの南から東にかけてのピート地域ではこれら3つの元素はともに富んでいる。

Brecklandsはこれら3元素欠損症地域の一つであるが、その一方ピート地域ではこれらの元素に富んでいる。セレン、沃素、臭素はピートと強い結びつきがあるが、このことが欠損症の問題の解決になるかもしれない。

註：以上の記述は、イギリスに縁がない者には土地勘

がなくわかりにくいかもしれない。紹介する高橋もまったくイギリスには縁がないので、手元の高校の地理で使う世界地図帳を広げ参照してみた。この事例は、ロンドンの北東約100kmのセツフォード(Thetford)を中心として、キングス・リン(Kings Lynn)から東に向かう海岸に沿った範囲の地域での記述である。

朽ちる建物 (Ewan Hyslop and Andrew McMillan; Our crumbling buildings. Earthwise, 25, p.30-31, 2007.)

イギリスの古い建築物を維持することに懸念が出てきたが、大気汚染、石の清掃、不十分な修復が建材にどのように影響するかについて科学的な解析が充分なされていない。都市の石造り建築物をとりまく環境は前世紀に急速に変化した。また、建材の風化が気候変動によって進んでいる。

このような状況の中、建造物の石材の現状に関する分析の必要性が出てきた。その最初のプロジェクトとしてBGSはグラスゴーで建物の石材の“健康診断”を行った。この「グラスゴーの石造り建造物遺産の保全」(Safeguarding Glasgow's Stone Built Heritage)プロジェクトは、将来に向けて建物を維持し都市の景観を保とうとする試みである。

成果の一つとして、砂岩を使った建物の損傷は岩石洗浄によることが明らかとなった。すなわち、腐食性の化学物質と研磨剤により岩石を防御している表面の錆が剥がれ、内側が現れる。加えて洗浄の際に使う膨張性の塩類が岩石内部に浸み込み損傷を広げる。

石造建築物に利用された石材の石切り場は、今ではその多くが閉鎖してしまった。このことが建築物の修復を困難にしている。19世紀中頃にはスコットランドでは750の石切り場があったが、現在は当時の2%以下となっている。修理のためには異なる石材を求めなければならないが、不適切な代替品は景観をそこねてしまう。そこで石材の地質学的性質(鉱物組成、孔隙率、組織)を正確に調べ、修理用の代替岩石を選択する必要がある。一般に代替品を得るには地質学的に一致する必要がある。このためには、石切場の再開や新たな石切場を開く必要がある。

建築材は普通数百年保つが、建物をよく管理しないと石材は20年で使えなくなる。英国で建築材が受ける損傷は水の浸透による。そのプロセスを理解し

て、損壊の速度を緩和するよう将来にわたる予想を行う必要がある。

ジオパークを歩く (Bill Barclay, Patrick McKeever, Adrian Humpage, Kathryn Goodenough and David Lawrence; A walk in the park. Earthwise, 25, p. 40-42, 2007.)

ヨーロッパジオパークネットワーク(European Geopark Network, EGN)が2000年に設立され、現在32のジオパークがユネスコで認められている。ジオパークには学問的に価値が高く希少価値があること、景観の美しさ、さらに教育的な価値の配慮が求められ、ジオパークを利用した地質巡検(ジオツーリズム)が期待されている。ヨーロッパジオパークネットワークのうち、英国とアイルランドには8つのジオパークが認定されている。BGSと北アイルランド地質調査所(Geological Survey of Northern Ireland; GSNI)では、これらのジオパークに関する地質の説明や教育活動を行い、地質巡検企画に助言を与え関連して地質図や説明書(ガイドブック)を編集し出版している。これらのジオパークについて制定までの経緯や見所などを以下に略述する。

アベレイーマルヴェル丘陵(Abberley and Malvern Hills)：2003年にジオパークに認定されたもので、面積は1,250平方キロメートルである。この地には年間約200万人が訪れている。当地には13の科学的に興味深いサイトがあり、100を超える重要な地質学的なサイトがある。地質学的興味に加え自然の豊かさがあり、考古学や産業、あるいは文化的な遺産もある。挿図の写真では、サマースクールの生徒が景観を満喫している様子が示されている。BGSは関係財団やウオルセスター大学との連携でこのジオパークの地質図と説明書作成を行っている。

参照サイト：www.geopark.org.uk

カッパー海岸(Copper Coast)：この地域は、アイルランドの南東部に位置し、地名は19世紀の銅鉱山由来する。ほぼ25kmにわたる壮観な海岸が続き、ホタテ貝の貝殻の海岸、さまざまな岩石からなる丘陵で囲まれた入り江からなる。アイルランド地質調査所(Geological Survey of Ireland; GSI)では2004年からこのジオパークに常時対応できる地質専門家を配置した。

参照サイト：www.coppercoastgeopark.com

フオレストファウル (Fforest Fawr) : この地名は、偉大な森 (Great Forest) の意で、ブレコンビーコン (Brecon Beacons) 国立公園 (1957年制定) 内にある、ウェールズで最初のヨーロッパジオパークである。挿図の写真には、当地で2007年ヨーロッパジオパーク週間に行われた砂金採りの様子が示されている。BGSではこのジオパークの地質図の出版を開始した。ウェールズのある基金からの資金的な裏付けを得て、ウォーカーを対象にしたジオトレイルリーフレットを5万分の1縮尺の地質図で出版している。さらには、2万5千分の1縮尺の地質図が地質巡検に使われている。

参照サイト : www.fforestfawrgeopark.org.uk

ロチャベル (Lochaber) : このジオパークはフォートウィリアム (Fort William) にあり、2007年6月21日に認定された。ここにはスコットランドでもっとも有名な地質学的景勝地のいくつかがあり、英国最高峰ベンネビス (Ben Nevis) 山も含まれている。当地には過去10億年にわたる海の消失、大陸の衝突、火山噴火、氷河地形が残されている。特に当地は過去の火山としてよく知られていて、コールドロン形成のプロセスが初めて認識され、その後の火山研究に大きな影響を与えたことは特筆できる。

参照サイト : www.lochabergeopark.org.uk

マーブルアークケイブ及びクイルカ山 (Marble Arch Caves and Cuilcagh Mountain Park) : マーブルアークケイブ (MAC) ヨーロッパジオパークは、ジオパークに関する別のカテゴリのユネスコヨーロッパジオパークにもなっている。クイルカ山地山稜は砂岩を特徴として、ふもとはカルストなどの石灰岩地形が広がっている。GSIではさまざまな機関と協力し1990年代後半から普及用地質文献を整備している。

参照サイト : www.marblearchcaves.net

ノースウエストハイランド (North West Highlands) : 同地はスコットランドで最初のジオパークで、2005年に認定された。ここにはヨーロッパで最も古い岩石 (およそ30億年前の片麻岩 ; Lewisian gneisses) や構造地質学では著名なモイネスラスト (Moine Thrust Zone)、さらには最終氷期の氷床の流動の痕跡などが地質学的な見どころである。BGSではジオパークと密接な関わりを持ち、ウォーカーのガイドなどのための地質関連出版物に貢献している。BGSスタッフは地元の学校で出前講座などを行って普及に努めている。

参照サイト : www.northwest-highlands

-geopark.org.uk

ノースペニー AONB (North Pennines Area of Outstanding Natural Beauty (AONB)) : 地質遺産の重要性が認識される中、当地は2003年に英国最初のヨーロッパジオパークとなった。ノースペニー AONB パートナーシップは、BGSと密接な連携をとり保全をどうするか提案するとともに地質の普及などに努めている。その一環で、BGS スタッフはジオパークアドバイザーとして貢献している。当地ではノーザンロックス (Northern Rocks) という地質と景観を楽しむ行事があり、語らいや巡検などが行われている。挿図には学校の生徒達が氷河地形を歩く写真が載せられている。

参照サイト : www.northpennines.org.uk

イングリッシュリビエラ (English Riviera) : このジオパークは、ヨーロッパジオパークネットワークで32番目となるもので、2007年9月の会議で認定された。同地では海成のデボン紀石灰岩が有名である。BGSでは新しい地質図と説明書 (Geology of the Torquay District, 2003) を用意した。それは同地の再調査に基づくもので、古い出版物の層序や術語などを現在の基準で書き換えている。

参照サイト www.englishrivierageopark.org.uk

3. Geology Today

(<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118533000/home>)

Geology Today は、英国地質協会 (The Geologists' Association) とロンドン地質学会 (The Geological Society of London) の連絡誌で、地球科学のトピックス、専門雑誌のエッセンス、化石や鉱物の連載物、ニュースとコメントなどからなる。例年、1月号はサンプルでフリーに閲覧できる。

東グリーンランドの地質図 (Kent Brooks; The new geological map of East Greenland. Geology Today, vol.24, no.1, p.28-32, January-February 2008.)

カレドニア造山帯というと、一般に、スコットランド高地 (Scottish Highlands) のモイネスラスト (Moine Thrust)、ダルラデアン変成岩 (Dalradian metasediments)、花崗岩などが思い浮かぶ。しかしながら、こ

の造山帯はスコットランドのみならず北はノルウェーや東グリーンランドを経て、北米のニューファンドランドやアパラチア、さらに北アフリカ西部へと延びている。カレドニア帯は、古北大西洋（イアペチウス海；Iapetus Ocean）がいくつかのプレートの衝突によって消失していく過程で形成されたものである。このプレートが閉じた時期は4億年前をわずかに過ぎたシルル紀である。その後、5,500万年前に再び開き始め現在の大西洋の誕生となった。

小論は、東グリーンランドのカレドニア帯に関連する調査を扱った成果の紹介である。現地は過酷な自然が広がっているが、ヘリコプターと固定翼機をルーチンで使うようになって雪や氷の障害は少なくなった。デンマーク・グリーンランド地質調査所では、30年にわたり北緯70度から82度にわたる東グリーンランドのカレドニア帯を対象としたプロジェクトを行い、100万分の1地質図にまとめた(Henriksen, N., 2003)。

グリーンランド調査の歴史を振り返ってみると、初期には、オランダ、スウェーデン、ドイツそして英国が北東グリーンランド探検を行っている。当時の状況については、John Haller (1971) の“Geology of East Greenland Caledonides”に詳しい。1822年に、William Scoresby Jr. という博識な捕鯨船船長が航海記に採集した岩石標本の記載を行っている。1869-70年にはドイツ北極探検隊が、多くの困難を伴いながら内陸の調査を行い、古い結晶質岩の上に中生代や新生代の堆積岩や溶岩が重なっていることを明らかにした。

1891-92年にオランダ隊が、そして1899年にスウェーデン隊が地質調査を行った。1900年のオランダ隊の調査ではOtto Nordenskjoldは結晶片岩が始生代である可能性を指摘した。1892年にはRobert E. PearyやEivind Astrupが犬ぞりで内陸氷原横断を行い、その途中でリップマークを残した砂岩を見つけた。1906-08年にオランダ、その数年後アラバマ探検隊が地質調査を行った。

J.P.KochとAlfred Wegenerは、1912-1913年に何度か調査に訪れ、Dronning Louise Landの地質を報告した。なお、この頃にはWegenerは大陸移動の考えを持つに至っていた。

1926-29年にかけてケンブリッジ探検隊が組織され、始生代結晶質基盤岩にデボン紀の堆積物が衝上してスラストを形成していることを明らかにし、このス

ラスト形成の時期をカレドニア期であるとした。同じ1926年に、その後30年間続くLauge Kochによる探検が始まった。その仕事はあまりにも膨大であるので前出のJohn Hallerの著作を参考にして紹介する。Kochの貢献は、カレドニア期のテクトニクスの解明、デボン紀モラッセ堆積物から脊椎動物の発見、カレドニア期以降の断層活動、カレドニア帯の地質調査などをあげることができる。

第二次大戦後、スイス隊による調査が盛んになる。また、それまでの成果は、グリーンランドに関する雑誌(Meddelelser om Grønland)で掲載されるようになり、カレドニア帯については25万分の1地質図でまとめられた。調査には航空機が使われ、航空写真が利用されるようになった。

Lauge Kochには別の面での貢献がある。その当時、デンマークとノルウェーがグリーンランドの領有をそれぞれ主張していたが、ハーグの国際司法裁判所により1933年4月5日にデンマーク領と決定された。この裁定にはKochの同地における探検の実績が寄与していたため、彼は当時国民的英雄となった。一方、1930年代には、他の地質研究者とKochとの間で論争があったが、これはKochの研究資金がグリーンランド植民地局から出ていることへの反感があったことによるらしい。

1946年、Arne Noe-NygaardとAlfred Rosenkarantsは、デンマーク地質調査所長H. Ørumとともにグリーンランド地質調査所を設立した。当初は西グリーンランドで調査を行っていたが、1960年代になり、北東グリーンランドで調査を行うようになった。

グリーンランド地質調査所あるいは組織改編後のデンマーク・グリーンランド地質調査所は、30年にわたってカレドニア帯の調査を行なった。その結果を最近まとめた地質図では、どのような知見が新たに加わっているか要点を述べる。一つは、初期の調査で組み立てられた層序を新たな視点や最近の区分に照らして読み替えを行い再構築した。二つ目に、化石を欠く地質単元の関係を放射年代値から明らかにした。その結果、始生代-プロト原生代の片麻岩の存在を確かなものとした。さらに、ネオ原生代(約9億3,000万年前)に熱的事変があったことを明らかにした。また、カレドニア期のいくつかの事変の時期も特定できた。三つ目に、地質構造の骨格が明らかとなった。すなわち、異地性岩塊がスラストで現地性の岩体の上に重

なっていることが明らかになった。そのような地質構造はローレンシアの縁に発達する。北部(北緯76-81度)に分布する最上位のスラストシートは、高温高压変成作用を示唆するエクロジャイトを伴う先カンブリア時代の正片麻岩からなる。

この地質図はデンマーク・グリーンランド地質調査所で購入できる。住所は、Øster Voldgade 10, DK-1350 Copenhagen K, Denmark (e-mail: geus@geus.dk)。

石材5 砂岩 (Barry J. Hunt; Building stones explained 5, Sandstone. Geology Today, vol.24, no.1, p.33-38, January-February 2008.)

砂岩は産出が普遍で加工が容易であるため、最も広く使われてきた岩石である。加工にあたり、砂岩は堆積面に沿い簡単な道具で切り出せる。

層理面があるため、砂岩は必ずしも多方面に使うことはできない。とりわけ海成の砂岩は個々の層が薄いため強度的に弱い。ただし、このことが岩石の切り出しを容易にしている。この海成の砂岩は、挟まっている頁岩やそのほかの不要物のために採掘に時間がかかる。ある採石場では最終的に出荷される砂岩が採掘量の10%に過ぎないという報告もある。堅硬な砂岩は砂漠の砂を起源とするもので、層厚が数10mになり、広く分布している。挿図に、1900年代初頭の世界でも有数の砂岩採石場の様子が示されている。

アメリカ材料試験協会 (American Society for Testing and Materials ; ASTM) では、砂岩の分類を密度に従い、砂岩 (sandstone)、クォーツァイト砂岩 (quartzitic sandstone)、クォーツァイト (quartzite) に分けた。この順にシリカ量、密度、それにさまざまな強度が増える。

伝統的な建築物などを見ると石灰岩に比べ、砂岩は角ばっていることが多い。石灰岩は酸が浸透して丸みを帯びてしまう。ところが砂岩はその孔隙率が小さいため、水が保持されることは少なく凍結や塩の析出が少ない。一方、砂岩がほかの岩石に比べ不利な点は、基質がさまざまなことである。基質中の小さな炭酸塩は酸性大気の影響を容易に受ける。砂岩は少量の粘土鉱物を含むが、それはしばしば膨張する。ある場合には、粘土は容易に風化してしまう。

砂岩の利用はさまざまな例がある。有名なものは、Petraである。砂岩を利用した建物は、赤いばら色の街として知られ、世界遺産になっている。アメリカ南

西部のAnasazi Indianサイトの砂岩中に作られた建築物も有名である。環状列石のストーンヘンジもまた砂岩からなる。

北部イングランドからスコットランドにかけ、質の良い砂岩の伝統的な石造建築が街並み特徴づけている。1,000年以上前の教会や城などは英国の砂岩の質の良さを証明している。イギリスの多くの場所の中でも、エジンバラは砂岩を利用した建物をもっとも美しい街の例である。そこで使われているのは、石炭紀のCraigleith砂岩である。

イギリスで最も有名な砂岩はヨーク石 (York Stone) である。ヨーク石という名称は広く使われているが、もともとは西ライディング (West Riding, 現在の南ヨークシャー) の砂岩に命名されたものであるが、今では、ヨークシャーやその周辺の石炭紀の砂岩をヨーク石と呼ぶ。イギリスでは、ヨーク石は滑りにくい性質のため敷石などに広く使われている。

あらためて砂岩の特性と利用を見てみる。砂岩の敷石は、砂浜を想起させ、人々の気持ちを和らげる。砂岩は層理面があり、建材はこの面に沿って使われている。この面に沿わずに利用した建築物では、長い年月が経つと割れ目が出てくる。砂岩は花崗岩とともに敷石に使われるが、花崗岩に比べ強度的に劣る。英国の基準ではクォーツァイト砂岩がかるうじて道路に使える。砂岩は屋根に使われることがあるが、重量などで問題がある。

砂岩には特有の問題がある。建築直後は砂岩を用いた建物にはほとんど問題がないが、年月を経ると建材の表面が剥がれてくる。また、砂岩は他の岩石に比べ表面が土壌化しやすいことも問題となる。砂岩の上に石灰岩が載っていると、石灰岩から溶出した塩が下部に移動し砂岩に沈積して、砂岩の破壊に至ることがある。

まとめると、物理的性質と化学的性質から砂岩は建築材の利用で石灰岩と、舗装(敷石)では花崗岩と競い合っている。ところが別の観点から岩石を選択することもある。砂岩はその起源が明瞭で海岸を想起させるなどもっとも自然に親しみやすい。建物とその周囲を明るくするためにデザイナーが砂岩を選択することがある。その例としてロンドンの中心部、第1番ポルトリ (Number 1 Poultry) をあげることができる。ここではポートランド石という砂岩が使われている。

4. GSA Today

(<http://www.gsjournals.org/perlserv/?request=get-archive&issn=1052-5173>)

GSA Todayは、アメリカ地質学会 (Geological Society of America) の定期刊行物の一つである。情報交換など学会のニュース誌としての役割がある。また、毎回時機を得た論説が一編載っている。

完新世から人類世 (アンソロポシン) に移ったのか?

(Jan Zalasiewicz ほか20名; Are we now living in the Anthropocene? GSA Today, vol.18, no.2, p.4-8. February, 2008.)

序: 2002年ノーベル化学賞のPaul Crutzenは、人口の急激な増加と経済活動のためグローバルな環境変化が起き、完新世から新しい世—人類世 (アンソロポシン) に入ったと述べた。このCrutzenの弁を受け、ロンドン地質学会の層序委員会では、この新たな術語 (世) の導入が地質学的に妥当かを論じ、もし妥当ならば境界をどう定義づけるかを検討した。

完新世: 完新世は何度か繰り返された第四紀中の間氷期の最後である。5億4,200万年にわたる顕生代の中で、唯一放射性炭素で年代が定義された世である。完新世の基底は、北グリーンランドアイスコアプロジェクトで得られた氷床コアで厳密に定められた。すなわち、完新世の始まりは重水素が増加に転じた時期で、そのことは大気中の温度が上昇し始めたことに対応する。

完新世の初め、グローバルに温度が上昇し、紀元前約11,000年前にそれは安定する。海水準は紀元前約8,000年前に一定になる。その後長い間気候は、いくらかのばらつきがあるもののほぼ一定で推移した。この時期は過去40万年の間で最も気候が長く安定した時期になる。この安定が人類の文明の発達に大きく貢献した。

完新世の気候と環境への人類の関与: 産業革命の前の全世界の人口は、A.D.1000年で3億、A.D.1500年で5億、A.D.1750年で7億9,000万人だった。その当時のエネルギーは、薪や筋力に限られていた。人々が定住した地域には、層位学上の記録が完新世中頃から残るようになった。例えば、土地の開墾により生えた雑草の花粉などが地質学的な記録となった。大気中の鉛汚染の記録は、グレコローマン時代の氷床

や泥炭地の堆積物から読み取れる。ただし、これら産業革命前の記録は、過去の地質時代の層序学的な記録に比べてそれほど顕著なものではない。

産業革命から現在まで世界の人口は、10億から65億へと急激に増えた。石炭・石油・天然ガスの利用が、世界中の工業化、建設、物流を加速した。

人類は大陸 (陸域) の浸食や削減を劇的に行った。それは、直接には農業や建設による大地の削剥、間接的には主要河川のせき止め (ダム建設) に伴う下流域での土砂の供給の減少である。

二酸化炭素は2005年で379ppmであるが、それは工業化以前の過去90万年間のいかなる時よりも3分の1以上増えた。21世紀末には工業化以前の2倍になると予想されている。大気中のメタン濃度はすでに2倍になっている。このような大気の変化は、過去に氷期から間氷期への移行期で経た変化よりも急速なものである。

温度の変化 (気候変動) は温室効果ガスの増加に遅れて引き起こされるが、すでに前世紀の過去20年間に気候変動は起きている。このままいくと、今世紀末にはさらに1.1から6.4°Cの上昇が予想でき、この変化は、ジュラ紀トアルシアン期 (Toarcian, 180Ma) や暁新世—始新世境界 (Palaeocene-Eocene thermal maximum; PETM, 56Ma) に平均5°C上昇したことに匹敵する。これらの過去の変化は、天然の炭素が大気中に放出されたことによって起きた現象である。

人類の活動は、また、動植物の絶滅を引き起こしている。この生物の変化速度 (絶滅の頻度) はK-T (白亜紀—第三紀) 境界で層序学的に認められるイベントに匹敵する。このような現在進行している絶滅や広域的な種の移動、あるいは農業による広域の植物相の変化は、層序学的な記録として十分認識できるものとなる。

工業化以前の中—後期完新世の海水準は、更新世終わりから最大120m上昇して、前世紀の間にもわずかが上昇が認められる。それは、氷の融解と海水の熱的な膨張による。IPCC (2007) によると、今世紀末までにさらに0.19-0.58mの上昇が予想されている。ただし、この予想には、急速な氷床の消失など、最近懸念されている要素は考慮されていないので事態はもっと深刻かもしれない。

海水の表面付近では、産業革命以前に比べpHで0.1程度の酸性化が認められ、それは人類の炭素放出

に起因する。この海洋の酸性化現象は、底生や浮遊性の生物群に影響を与えるであろう。地質時代では、同様の酸性化が56MaのPETMでも起きている。

まとめ:地質学的なタイムスケールは、地層中に残されたイベントに基づく地球環境の歴史(生物、気候、海水準変化)で決定される。それでは、われわれは、新しい世「人類世」を認定できるだろうか?多くの事象を総合すると第四紀は終わりに至っている可能性はある。しかしながら将来にわたる生物の変化や気候変動の外そうの不確実性と地球それ自体の復元力など予想がつかないことがあり、現在のところ、第四紀が終わったとは、まだ結論するに至らない。

5. Geotimes

(http://www.geotimes.org/archives2/search_issue.html)

Geotimesはアメリカ地質協会(American Geological Institute)のニュース誌である。同協会は、1948年に設立され、現在は、44の地球科学関係団体の連合体として10万人を越える地球科学の専門家を擁する。

各号は3-4編の解説と短いニュースからなる。解説のうち1編がウェブでフリー公開されている。ニュースはウェブエキストラとニュースノートからなり、フリーに公開されている。それぞれ10編前後の短いニュースからなる。

中国の湖で藻類が水銀を除去(Carolyn Gramling; *Algae eat up mercury in Chinese lake. Geotimes, March 2008.*)

華北の湖バイヤンディエン(Baiyangdian; 白洋淀)は、周辺の村や人口63万5千人の都市パオティン(Baoding; 保定)の魚や飲料水の重要な供給源である。9つの川が湖に注ぎ湖を経て水がろ過されることから中国北部の“腎臓”としばしば呼ばれてきた。その一方、環境悪化の影響も認められ急速な発展をする中国の象徴でもある。ハノーバーのダートマウス大学のCelia Chenは、早魃や上流のダムの影響で湖は小さくなり、過去50年以上にわたる産業廃棄物や農業汚染の影響でこの地域の水が危機に瀕していることを指摘している。この事例ほど極端ではないが、同様の汚染の問題が中国の多くの湖で起きているとい

う。工場の廃棄物からの水銀や砒素など毒性の強い重金属が、水から藻類、動物プランクトン、魚を経てヒトへと食物連鎖で移動して、ヒトの健康障害を引き起こすとChenは述べている。

Chenは、以前にマサチューセッツの淡水湖でエコシステムがいかに汚染に対応するか興味深い事実を見出していた。農業排水による富栄養化により藻類が季節によって大量に発生する(algal bloomsと呼ばれる)が、それが水中の砒素や水銀を処分してしまう。Chenとその共同研究者は、どのようにして水銀や砒素が循環しているかを決定しようと試みた。中国は世界で最も大量の石炭を消費するが、石炭由来の水銀が大気中に放出されそれが沈積する。砒素は地質学的にもともと自然界に存在するものと人為的行為で供給される場合とがある。

そこでこの湖で石炭からの水銀放出、農業の汚染などに関して程度の異なる地域を3ヶ所選び、分析を行った。このうち工場や富栄養化が進む地域では水中の水銀や砒素濃度は小さい。またここでは藻類が大量に発生している。富栄養化地域の動物性プランクトンや魚類もまた水銀の濃度が小さく、藻類が食物連鎖を通じた水銀の移動に影響を与えていることが示唆される。砒素については、水中の砒素の濃度は小さいが、動物性プランクトンや魚では水銀と同じような影響が認められない。食物連鎖では砒素と水銀は異なる挙動をとるのだろうと彼らは述べている。

しかしながら、このことから直ちに藻類が環境問題を救うとは言えない。魚の水銀濃度が低いといってもアメリカ環境保護局の基準より高く、ヒトの健康を害する濃度の範囲である。Chenは、より多くの監視が必要で、中国が環境問題の深刻さに気づくことを望むと述べている。Chenの警告に加え、生物多様研究所(BioDiversity Research Institute)のDavid Eversは、中国で石炭火力発電が急速に増加することで大気中への水銀放出が進み、人々の健康に影響を与えるかもしれないと述べている。

6. あとがき

砂岩の利用に関する記事を2件紹介した(Hyslop and McMillan, 2007; Hunt, 2008)。筆者は日本国内で積極的に砂岩を建材として利用している例をあまり知らない。たまたま筆者の勤務地や調査地の地質

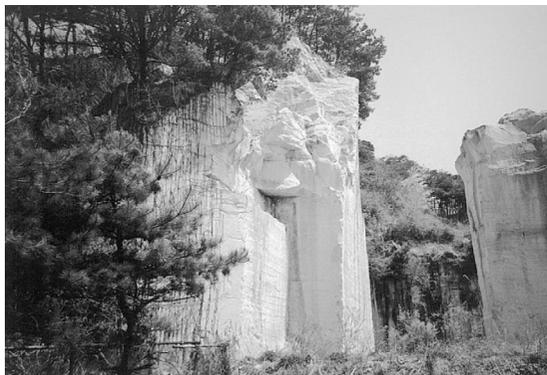


写真1 宮城県のかつての石材産地 (JR仙石線野蒜駅そば)。新第三紀の軽石凝灰岩を「野蒜石」と称して採掘していた。

に石材として優良な砂岩が分布していなかったためだ。石材は当然ながらその地域の地質をよく反映していて、例えば、筆者の現在の勤務地の仙台周辺では地元の石材として新第三紀の凝灰岩を利用して^{あきう}いた(写真1)。地域名から秋保石や野蒜石^{のびる}などと称している。これに対して英国では砂岩が日本よりもっと身近なのかもしれない。また、英国では、砂岩は砂浜を想起させ心が和むとあるが、このことは日本ではあまり意識しない。日本と英国の風土の違いかもしれな

い。

Zalasiewiczほか(2008)は、完新世から人類世へ移り変わった可能性を論じている。現在の環境の急変は地質学的な記録に残るような顕著なものなのかもしれない。地質学科に入ると「現在は過去を解く鍵である。」を学ぶ。現代社会は、世あるいは紀オーダーの変化を現在体験しているのかもしれない。ただ、Zalasiewiczほかの結論はまだ第四紀が終わったとするのは早計だとしている。地球の復元力に期待しているようだ。

Grambling (2008)はバイヤンディエンの環境解析を行い、藻類の浄化作用を論じた。人民日報の日本語版ウェブ情報によれば、この湖は「華北の明珠」と呼ばれた景勝地である。しかしながら水質汚染問題は深刻で魚の大量死が起きている。人類世の象徴かもしれない。

謝辞：中国の地名の読みや表記について、国際協力機構東北支部の阿部純江さんからご教示いただきました。ここに感謝します。

TAKAHASHI Yuhei (2008) : Some topics in English geological newsmagazines in spring, 2008, with special reference to sandstone as building stone and Anthropocene.

<受付：2008年5月20日>