

地質分野2008年夏の話題, 鉱物資源情報 -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2008年4月から7月に目を通した英文ニュース誌や連絡誌の解説(論説)の中から鉱物資源に関連した内容を紹介する。ウェブ上で全文を入手できるものばかりなので、図などを参照できるよう、ウェブアドレスを付記した。なお、地名のカナ表記は、市販の一般向き世界地図帳に準じ、そのほかのローカルなものについては適当と思われる読みにするか、英文表記のままにした。

2. AUSGEO news

(<http://www.ga.gov.au/ausgeonews/download.jsp>)

同誌はジオサイエンスオーストラリアのニュース誌で、年4回発行される。内容はもっぱらジオサイエンスオーストラリアの活動や成果物紹介からなる。

2008年3月号(通算89号)では、オーストラリア東側の海盆、砂岩型ウラン鉱床の新たな観点、地質年代値の再吟味、ニューサウスウェールズの大陸棚、自然災害リスク減少コミュニティー作りが解説として紹介されている。以下で、砂岩型ウラン鉱床と地質年代値の扱いの2編のあらましを紹介する。

炭化水素と砂岩型ウラン鉱床との関係-カザフスタンとオーストラリアの例 (Subhash Jaireth, Aden McKay and Ian Lambert; Association of large sandstone uranium deposits with hydrocarbons - The geology of uranium deposits in Kazakhstan points

to similar deposits in Australia. AUSGEO news, issue 89, March 2008.)

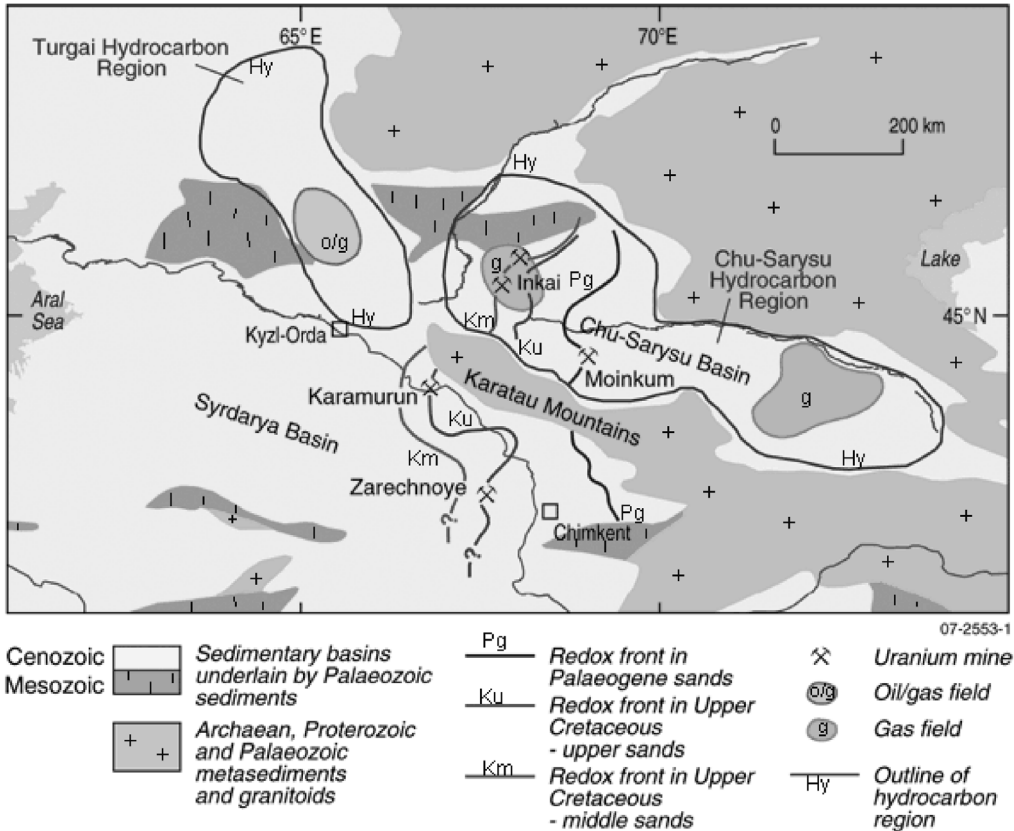
世界のウラン生産量のうち、現在、約30%は砂岩型ウラン鉱床に由来するものである。この砂岩型ウラン鉱床では、現地におけるリーチング(in situ leach; ISL)でウランを回収している。主な鉱床の所在は、米国、ニジェール、カザフスタンである。オーストラリアの砂岩型鉱床としては、南オーストラリアのフロム(Frome)湖近くのBeverley鉱床をあげることができる。一般にこの種の鉱床は、ウランを含んだ酸化性地下水と還元物質が反応して形成されたものと考えられている。有機物に富む砂岩では、その有機物が直接ウランを還元する。有機物に乏しい砂岩では、酸性地下水が黄鉄鉱と反応するか、あるいは還元性の流体やガスと出会うことでウランが還元され鉱床を形成したと考えられている。

小論ではカザフスタン南-中央部のチューサルイシュ(Chu-Sarysu)とシルダリヤ(Syrdarya)盆地に産する世界有数の砂岩型ウラン鉱床を紹介する(第1図)。この鉱床では有機物に乏しい砂岩をホストとしている。この鉱床の形成に炭化水素が大きな役割を果たしていることに著者らは注目し、それに基づきオーストラリアでも新たな大規模な鉱床が発見される可能性を指摘している。

チューサルイシュ盆地とシルダリヤ盆地は、もとは大きな一つの盆地であったが、鮮新世にカラタウ(Karatau)山地が隆起して二分された。両盆地は浸透性がある厚い砂岩と帽岩である頁岩からなる。鉱床は後期白亜紀から暁新世、ならびに始新世にかけて形成された砂岩をホストとしている。両盆地を比較すると、チューサルイシュ盆地のウラン鉱床の方がシルダリヤ盆地のそれよりも規模が大きい。チューサルイシュ盆地では、後期白亜紀から古第三紀の大陸環

1) 産総研 東北産学官連携センター

キーワード: 鉱物資源, ウラン鉱床, カザフスタン, オーストラリア, 北欧



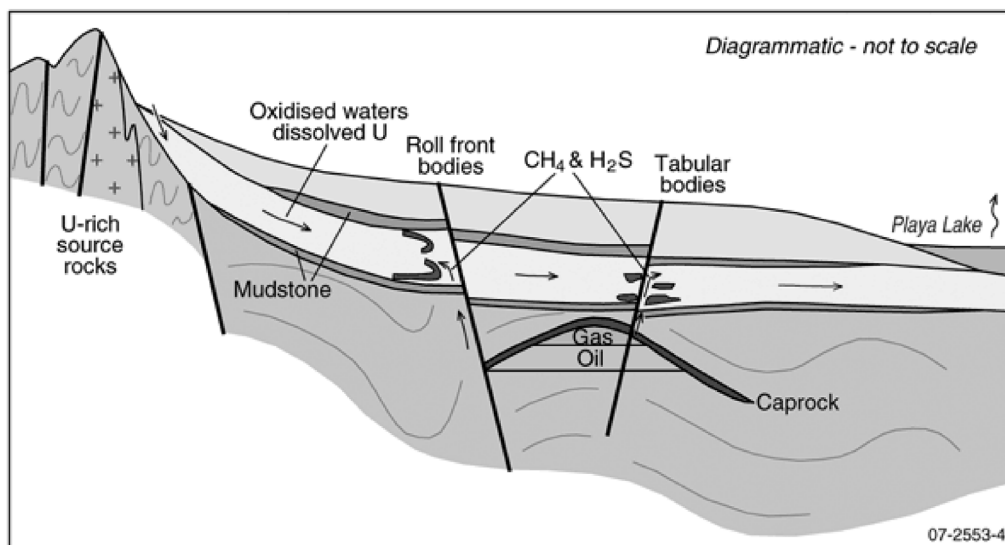
第1図 南カザフスタン、チューサルイシュ (Chu-Sarysu) とシルダリヤ (Syrdarya) 盆地の地質概略、Jairethほか (2008) の Figure 1。ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可取得済み。原図はカラーのため白黒表示用に模様や略号を加筆した。

境のもとで堆積したと考えられる多様な色彩の粘土、礫、砂岩がホストとなっている。主な鉱床はInkai, Moinkum, Karamurun, Zarechnoyeである。シルダリヤ盆地では、海岸から大陸にかけて環境で形成された灰色の粘土-砂岩からなる。酸化還元フロント (oxidation-reduction front) には特徴的鉱物や地球化学的な帯状構造を認めることができる。酸化帯側では鉄水和酸化物が卓越し、還元帯側では鉄硫化物 (黄鉄鉱やマーカサイト) に富む。ウラン鉱床地域では、レニウム、亜鉛、銅、銀、コバルト、モリブデン、ニッケル、バナジウムに富む。

ウラン鉱は、コフィナイトと瀝青ウラン鉱で、粘土基質に微細に鉱染状に産するか、砂岩の孔隙を埋めて産する。鉱床のウランの起源については十分明らかではないが、いくつかの候補が考えられている。まず天山山脈のオルドビス紀からシルル紀の堆積岩起源

変成岩や花崗岩類が考えられる。次にチューサルイシュ盆地にあるウランを含む熱水鉱床も候補になる。さらに暁新世と始新世の砂岩に挟まっている凝灰岩の火山ガラスが結晶化することでウランがもたらされるという考えもある。

鉛-鉛同位体モデル年代から、鉱化作用は後期漸新世から中期中新世の間に始まり、後期鮮新世から第四紀まで続いた。ここで述べるカザフスタンのウラン鉱床のホストになっている砂岩は、後期白亜紀-古第三紀に形成されたもので、層序的に古生代の地層に重なっている。注目すべきはこれらの古生代の地層は石油や天然ガスなどの炭化水素資源を伴っていることである。チューサルイシュ盆地は、ファミアン期 (前期石炭紀) のラグーンから海成の堆積岩と中期石炭紀-ペルム紀の河川から湖成の赤色の堆積岩からなる。盆地の南東部は石油や天然ガスを含む。



第2図 大規模砂岩型ウラン鉱床モデル。Jairethほか(2008)のFigure 4。ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可取得済み。

これらの地質から考えると、このウランの鉱化作用は、中生代の砂岩から古生代の地層へと深部につながる地質構造に沿って還元的な流体やガス(炭化水素や硫化水素)をインフラックスとして形成されたと考えられている。砂岩型ウラン鉱床が炭化水素盆と密接に関係している例は、チューサルイシュ盆地だけの特異なものではなく、中国のオルドスとソングリオ盆地、アメリカのテキサスのウラン鉱床地域でも認められる。

オーストラリアのウランは世界の30%を占めるが、そのうちの90%以上がヘマタイト角礫岩体に伴うものである。砂岩型鉱床はわずか2%にすぎない。砂岩型鉱床の例では、南オーストラリアのフロムエンベイメント(Frome Embayment)の新生代の有機物に富む砂岩がウラン鉱床となっている。しかしながらオーストラリアにはチューサルイシュやシルダリヤ盆地とよく似た炭化水素資源を伴う堆積盆があり、新しいウラン鉱床が見つかる可能性がある。例えば、オーストラリア東部のカッパー盆地の炭化水素貯留層の上にエロマンガ(Eromanga)盆地の砂岩の帯水層が重なっている。この有機物の少ない砂岩に炭化水素が硫化水素が貯留岩からもたらされることでウラン鉱化作用が起きている可能性がある。大規模砂岩型ウラン鉱床モデル(第2図)に基づくと、オーストラリアではエロ

マンガ盆地も含め、9つの盆地でウラン鉱床が見つかる可能性がある。

放射壊変を見直し岩石の年代の精度を高める(Geoff Fraser; Synchronising clocks in rocks—Refined isotopic decay measures increase dating accuracy. AUSGEO news, issue 89, March 2008.)

岩石の年代測定は地質調査や資源探査の基礎となる。ウランから鉛、カリウムからアルゴン、ルビジウムからストロンチウム、レニウムからオスニウムなどの放射壊変を利用して年代を決定する。ジオサイエンスオーストラリアでは2001年からアルゴン⁴⁰/アルゴン³⁹法(以下Ar/Ar法)を導入し、これまで利用しているU-Pb SHRIMP法を補完する役割を担っている。

Ar/Ar法は次のような事柄に使われる。すなわち、酸化帯でカリウムを含有する熱水鉱物の年代を直接決定する、中-高度変成帯の冷却史や冷却後の新たな熱イベントを明らかにする、せん断帯での雲母のフェブリック形成時期を明らかにする。これらの結果とU-Pbジルコン年代と組み合わせることで、火成岩、堆積岩、変成岩、鉱床などの形成史をより詳細化するのである。

しかしながら、年代測定には、壊変定数、標準試料の年代や試料の均質性、さらにそのほかの物理的

パラメーターの問題が内包されていて、これを十分考慮しないと誤った解釈に至ってしまう。そこでAr/Ar法とU-Pb法の時間尺度の目盛りを厳密につけるため、火山岩を利用して注意深く比較することが試みられている。両者によるデータは、これまで1%程度の違いに収まることで事足りるとされている。しかしながらこのわずかな違いが、原生代前半では1,500-2,000万年の違いとなることは心にとどめなければならない。

例えば、Tennant Creekでの金・銅の鉱化作用について、Ar/Ar法とU-Pb法により得られた年代値の不一致についてさまざまな議論があり、その結果異なった解釈が対立していた。著者の最近の論文によれば、条件を吟味することでデータの精度を上げ、Ar/Ar法とU-Pb法の年代値の違いは見かけにすぎないことを明らかにした(次の段落の「紹介者注」参照)。同様のことが、Davenport山地の錫・タングステン・タantal 鉱床やGawler クラトンの金鉱床でも認められた。鉱床形成と火成作用の間の関係の精密化に貢献するだろう。

紹介者注: 上記の従来の結果がみかけの違いにすぎないという論旨の展開について十分な解説がないため、わかりにくい紹介となった。詳しくは次の原著論文(印刷中)を読む必要がある。

Fraser G.L., Hussey K. and Compston, D.H. Submitted. Timing of Palaeoproterozoic Cu-Au-Bi and W-mineralisation in the Tennant Creek region, northern Australia: Improved constraints via intercalibration of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and U-Pb ages. *Precambrian Research*.

3. Episodes

(<http://www.episodes.org/>)

Episodesは国際地質学連合(IUGS)から年4回発行される雑誌である。地球科学に関する最新の成果や学会報告記事あるいは書評が載っている。IGC総会開催の前には、開催国の地質の特集号となる。今年にはノルウェーでIGCが開催されたので、2008年3月号は第33回国際地質会議オスロ2008(The 33rd International Geological Congress, Oslo 2008)の特集号である。ノルウェーのみならず北欧諸国をまとめた地質関連の論文からなる。本号のサブタイトルは「地球システム科学: 持続的発展の基礎」である。掲載論文

は、第I部で会議概要と本誌の掲載論文の概要を紹介している。第II部は層序構造について、始生代、パレオ原生代、メソ原生代、ネオ原生代、前期古生代卓状地からカレドニア造山、オスロリフト、中生代、第三紀、第四紀、大陸縁辺の構造、アイスランド(大西洋海嶺の窓)の内容の論文が掲載されている。第III部は社会のための地球科学について、石油、金属鉱物資源、非金属鉱物資源、地熱エネルギー、水文地質、環境地質、北極圏の気候変動、高レベル放射性廃棄物、自然災害、地質調査研究史、社会のための地質学の内容の論文からなる。

地質を志した者にとってノルウェーをはじめとする北欧は、教科書にしばしば地名が出てくる地質先進国で、いつかは訪ねたいところである。2008年のIGCは北欧の地質を見聞する絶好の機会であったが、旅費や参加費を確保できず断念した者が大部分であろう。国際会議出席や野外見学会参加にもっと助成が得られればと思う。それはともかく、現地を訪ねることができなかった多くの読者のための北欧理解の一助として以下に鉱物資源の論文を紹介する。

北欧の金属鉱物資源(Par Weihed, Pasi Eilu, Rune B. Larsen, Henrik Stendal, and Mikko Tontti; *Metallic mineral deposits in the Nordic countries. Episodes*, vol.31, no.1, p.125-132, 2008.)

序

フェノスカンディナビア楕状地は昔から鉱業が盛んな地域である。スウェーデン南部のベルグスラーゲン(Bergslagen)、ファールン(Falun)では8世紀はじめに銅を採掘していた。19世紀の産業革命後、ベルグスラーゲンで鉄鉱を盛んに採掘し、20世紀に入るとスウェーデン中部や北部、フィンランド、ロシア、ノルウェー、グリーンランドでもベースメタルや鉄鉱を採掘するようになった。

現在探鉱も含め操業している鉱山は、主にフェノスカンディナビア楕状地の中のパレオ原生代の地質を対象としている。ニッケル-PGE、造山型金、火山性塊状硫化物(VMS)、鉛・亜鉛、クロム、鉄酸化物の鉱床が経済的にも有用である。もう少し詳しく分けると、銅金鉱床が北部の火成岩中に斑岩型あるいは斑岩型と鉄酸化物銅金(IOCG)型の中間的性質で産出する。鉄-チタンが斜長岩、クロマイトが層状貫入岩体中にそれぞれ産出する。このほか、小規模ではある

が、タンゲステン、モリブデン、REE、リチウム鉱床がこの数十年間に開発された。グリーンランドは始生代や原生代の地質からなるため、上記と同様の鉱床が対象となり、現在同地で金鉱山が操業している。このほか、ノルウェーやスウェーデンのカレドニア帯の鉱床も注目されている。

グリーンランド

グリーンランドにおける鉱物資源調査は1800年代に始まり、クロム、銅、鉄、鉛、モリブデン、リン酸、PGE、レアアース、イットリウム、銀、亜鉛の鉱床を発見したが開発に至ったものは少ない。グリーンランド南部のナルナック(Nalunaq)において、グリーンランドで最初の本格的な金鉱山が2004年8月から操業している。

グリーンランドの始生代とパレオ原生代の地帯でグリーンストーン帯が見つまっているが、カナダ、オーストラリア、フェノスカンディナビア楕状地のグリーンストーン帯に比べると分布は狭い。グリーンランドの始生代グリーンストーン帯では縞状鉄鉱床(Banded iron formation; BIF)が産する。アルゴマ型に分類できるものである。始生代のほとんどとパレオ原生代の一部のグリーンストーン帯では金鉱床が産出する。すでに述べたグリーンランドの唯一の金鉱山はパレオ原生代のKetilidian帯に存し、鉱床は表成岩と花崗岩の両方で見つまっている。

火成岩に伴う鉱床では、東グリーンランド古第三紀のアルカリ貫入岩に関連して斑岩モリブデン鉱床が産する。これには脈状の金と銀鉱床を伴う。スケアガード岩体には、金、パラジウム、白金、バナジウム、イルメナイトの鉱床が分布する。メソ原生代アルカリ貫入岩から、ニオブ、タンタル、ジルコニウム、希土類、水晶石の鉱床を産出する。

堆積性鉱床には、ネオ原生代と三疊紀砂岩中の銅、頁岩/炭酸塩岩中の鉛-亜鉛、漂砂鉱床や蒸発岩、頁岩中の鉛-亜鉛脈などの鉱床がある。北グリーンランドの堆積盆中には堆積噴気型(Sedimentary exhalative type; SEDEX type)鉛-亜鉛鉱床、北および東グリーンランドの卓状地の炭酸塩岩には鉛-亜鉛鉱床が存在する。

フェノスカンディナビア楕状地

同楕状地にはニッケル-銅-PGE鉱床が多数産する。このうち、ニッケルは北西ロシア(Pechenga)、フィンランド(Kotalahti, Hitura, Vammala)、スウェーデ

ン(Lainejaur)で採掘されてきた。これらの鉱床は地質学的に次のように分類される。(1)始生代グリーンストーン帯(2.74Ga; 27億4,000万年前)、(2)古期パレオ原生代(2.49-2.45Ga)苦鉄質層状貫入岩体(フィンランドやロシアに分布し、ブッシュフェルト型に酷似する)、(3)新期パレオ原生代(2.2-2.05Ga)グリーンストーン帯、(4)パレオ原生代オフィオライト複合岩(1.97Ga)、(5)リフトに関連した超苦鉄質火山岩(1.97Ga)、(6)スペコフェニアン帯の苦鉄-超苦鉄質火山岩(1.88Ga)、(7)後造山性輝緑岩岩脈。

同楕状地では、最近、火山性塊状硫化物鉱床(Volcanogenic massive sulfide deposit; VMS)がベースメタルの対象となっている。現在はスウェーデン北西部で5つ、フィンランド中央部で1つ、スウェーデン南西部で2つの鉱山が操業している。

金鉱床は造山型に分類でき、始生代と原生代の表成岩に存在する。金鉱床形成時期は、2.72-2.67Ga、1.90-1.86Ga、1.85-1.79Gaである。いくつかの成因が提案されているが、同楕状地で最大のBoliden鉱床は、エピサーマルとVMSの中間的な性格を有すると考えられている。

フェノスカンディナビア楕状地の北部(フィンランド、ノルウェー、スウェーデン)のパレオ原生代地域は、鉄酸化物と銅ならびに金の鉱床に富む。これらの鉱床はアルバイト-スカポライト変質の特性から典型的なIOCG型と考えられている。すなわち、鉱床は鉄-銅-金スカルン鉱床、Kiruna型鉄酸化物(燐灰石-鉄)鉱床、浅成鉱床、そして斑岩型の銅や金鉱床に分けられる。このうち現在経済的な価値がもっとも高いものは、燐灰石-鉄鉱床で最近では2鉱山(Kiirunavaara鉱山とMalmberget鉱山)から年間31メガトンの生産があり、過去100年間をながめると10鉱山から1,600メガトンの産出があった。

ノルウェー南西部のネオ原生代のAna-Sira斜長岩に伴うマグマ性イルメナイト鉱床は世界で2番目の規模とされている。現在稼行対象となっているTellnes鉱床は、鉱量が380メガトンを超え、平均品位はTiO₂ 18%をわずかに超える。

北欧にはこれらのほか、クロム、リチウム、モリブデン、ニオブ、希土類、錫、タンタル、タンゲステン、ウランの鉱床が知られている。最近10年間の話題として、ロシアArchangelsk地域やフィンランド東部でキンバーライトパイプからダイヤモンドが見つまっている。

カレドニア帯

フェノスカンディナビア西部のカレドニア帯には大きな火山および堆積性の塊状銅-鉛-亜鉛硫化鉱床がいくつかあり、大戦後のノルウェーの鉱業を支えてきた。しかしながら、これらの塊状硫化鉱床の鉱山は、1990年代半ばには全て閉山してしまった。カレドニア帯で現在操業しているのは鉄鉱床だけである。

北欧では今も探鉱活動が盛んである。特にカレドニア帯では熱水性金鉱床に関心が集まり、タンゲステンスカルン鉱床や正マグマ性ニッケル-銅鉱床にも目が向けられている。

まとめ

以上を要するに、フェノスカンディナビア楕状地はパレオ原生代の鉱床が主たる対象で、火山性塊状硫化物鉱床、造山性金鉱床、層状貫入岩体に伴う鉱床、火成岩起源銅-金鉱床、燐灰石-鉄鉱床、斜長岩に伴うチタン鉱床など多岐にわたる。

2007年の同楕状地での探鉱投資額は約1億ユーロである。上記のようなよく知られた鉱床のほか、鉄酸化銅-金(iron oxide-copper-gold; IOCG)、頁岩中のニッケル-亜鉛-銅、ウランなども新たな探鉱の対象となっている。グリーンランドはまだフロンティアの地域であるが、将来を見据えた探鉱活動が行われている。同地では金とオリビンの鉱山が操業していて、さらに5つの鉱床について本格的調査研究が進められている。

北欧の非金属鉱物資源 (Kurt Johanson, Rune B. Larsen, Markku J. Lethinen, Lars Persson, Mika Raisanen, Stig A. Schack Pedersen, Par Weihed, and Nils-Gunnar Wik; Industrial minerals and rocks, aggregates and natural stones in the Nordic countries. Episodes, vol.31, no.1, p.133-139. March 2008.)

序

北欧諸国の非金属鉱物資源に関する報告である。このうち、工業原料鉱物は、北欧全ての国で採掘されていて、炭酸塩、タルク、オリビン、燐灰石、石英、長石、ネフェリン閃長岩、珪灰石、雲母、粘土、珪藻土が対象となっている。生産量は増加傾向にあり、最近ではグリーンランドでも開発が行われている。

北欧では天然の岩石が古くから建築材料として使われてきた。北欧における建築材の利用はA.D.1000

年頃から始まる。花崗岩、片麻岩、輝緑岩(ドレライト)、片岩、砂岩、クォーツァイト、スレート、大理石、石灰岩、ソープストーンが利用され、そのうちのいくつかは世界的によく知られている。

骨材についてみると、フィンランド、ノルウェー、スウェーデンでは第四紀堆積物をこれまで利用してきたが、近年その量が減少し、基盤岩を粉碎したものを利用するようになってきた。デンマークでは海の砂が使われ、アイスランドでは若い火山岩が使われている。ノルウェーの質のよい骨材は、北海やバルト海沿岸の軟弱岩が多い地域に輸出されている。

以下、やや詳しく各国の状況を紹介する。

工業原料鉱物

ノルウェー：ノルウェーにおける工業原料鉱物の生産額は、2006年に31の鉱床から5億米ドルであった。ちなみに金属鉱物資源は2鉱床から2億米ドルである。このうち、大理石(方解石)が最も多く生産され、3.2億米ドルに達する。そのほかの工業原料鉱物は、オリビン、ネフェリン閃長岩、クォーツァイト、タルク、ドロマイト、長石、斜長岩である。なお、この記載は鉱物名と岩石名が混在しているが、日本でもそうであるように工業的な要請による分類である。

これらの鉱物資源の地質学的背景をながめると、方解石はスカンディナビアのカレドニア帯上部から最上部異地性岩塊中のオルドビス紀角閃岩相の変成作用を受けた大理石から産する。同帯最上部異地性岩塊中のオフィオライト(マントル物質)は、タルク鉱床を形成している。オリビンはノルウェー南部のグラニュライト相片麻岩中に定置している超苦鉄質岩から産する。

石英や長石はセラミックス産業で利用されるが、その供給源として花崗岩ペグマタイトが重要である。ノルウェー南部のネオ原生代Glamslandペグマタイトやメソ原生代Dragペグマタイトがその例である。

フィンランド：主要34鉱山・採石場から工業原料鉱物と石材が2006年に出荷され、そのうち工業原料鉱物は24.4メガトンであった。フィンランドでは100年以上にわたって結晶質石灰岩が工業に利用されてきた。当初は石灰の生産に使われ、その後は、セメント、増量材、製紙の顔料に使われている。このフィンランドの炭酸塩岩はパレオ原生代(約1.9-2.0Ga; 19億-20億年前)のものである。最近の利用内訳として2006年を例にとると、生石灰の生産は71万トン、セメント生

産は、著名な2ヶ所 (ParainenとLappeenranta)で約1.68メガトンである。ドロマイトとドロマイト含有石灰岩は65万7,000トン出荷され農業に利用されている。製紙業では約3.3メガトンが顔料に使われている。

2006年にはそのほかの鉱種を対象に12の露天掘りの鉱山・採石場が操業しており、工業原料鉱物(アパタイト、タルク、石英、長石、雲母)の生産量は11.46メガトンであった。アパタイト鉱石は、始生代のもので、9.81メガトン、精鉱で86万トン産した。フィンランド東部では露天掘りでタルクを1.27メガトン産出している。1.95-1.97Gaの変成したオフィオライトのソーブストーンやタルク片岩から産する。石英や長石がフィンランド東部や南西部で採掘され、約33万7,500トンの産出である。そのほか、方解石選鉱の過程で珪灰石が得られ、精鉱で16,200トンとなる。

スウェーデン：スウェーデンでは2006年に44の露天掘り鉱山から工業原料鉱物が10.9メガトン生産された。このうち、炭酸塩岩(石灰岩、ドロマイト、大理石)が最も多く9.7メガトンに達し、工業原料鉱物生産量の約9割を占める。これらはパレオ原生代の石灰岩、ドロマイト、大理石、ならびにオルドビス紀-シルル紀の石灰岩、白亜紀のチョークや石灰岩である。これらの用途は充填材、^{がいし}碇子、農業、水処理、鉄鋼である。

炭酸塩岩に次ぐのは、クォーツァイトと石英砂で、2006年85万トン産した。パレオ原生代やメソ原生代のクォーツァイト、顕生代砂岩から得る石英砂である。クォーツァイトは冶金、機械、化学工業に利用される。石英砂の60%は鑄造に、30%はろ過材に、10-15%はコンクリートに、そしてそのほかいくらかが衛生セラミックスに使われている。

このほか、片岩、長石、タルク、ソーブストーンが工業原料鉱物として利用されている。

デンマーク：デンマークは後期白亜紀から新第三紀の堆積岩が分布し、東部ではダニアン石灰岩、西部では中新世のデルタ堆積物が卓越する。これらはさらに数メートルから200mの厚さの第四紀堆積物に覆われている。第四紀堆積物の多くは30万年前から15万年前の氷河期堆積物である。チョークや石灰岩が採掘されていてその量は2.3メガm³に達している。その用途は、主にセメントの生産である。東部のダニアン石灰岩は製紙の際の充填物に用いられている。そのほか、チョークは農業の施肥にも使われている。

最近5年間、石英砂の生産が増え、年産50万m³と

なっている。中新世の沿岸環境の堆積物である。ろ過砂や高品質コンクリートに利用されている。レンガ粘土はこの20年間、年間生産量がほぼ70万m³で一定している。

上に述べた鉱山は露天掘りが主であるが、例外的に塩鉱山は坑内掘りである。年に60万トン産出している。

グリーンランド：西グリーンランドでは工業用のオリビンが採掘されている。前世紀には水晶石や石墨が採掘された。磷酸塩はこれから採掘される可能性がある。

アイスランド：珪藻土や熱水性のシリカ鉱物が工業原料鉱物として採掘されている。

骨材と石材

これらはその土地の地質を直接的に反映している。フィンランドでは主に原生代や始生代の花崗岩とソーブストーンが、スウェーデンやノルウェーでは原生代から古生代のさまざまな岩石が対象となっている。デンマークではバルト海のBornholm島で花崗岩が採掘されている。アイスランドでは若い火山岩が利用されている。

スウェーデン：2006年スウェーデンでは57の石切場から石材の採掘報告がある。大理石と石灰岩が6万4,000トン、花崗岩が31万8,000トン、片麻岩が21万2,000トン、輝緑岩と斑れい岩が25万9,000トンである。骨材について見ると、スウェーデンでは約92メガトンに達するが、そのうちの20メガトンが砂礫である。骨材採掘総量は2003年から微増しているが、砂礫の量は減少している。

ノルウェー：ノルウェーでは2005年に骨材が53メガトン生産され、そのうちの12メガトン(主に碎石)が輸出されている。

フィンランド：フィンランドでは伝統的に花崗岩を対象とする工業が盛んである。石材は年90万トン生産されているが、そのうちの70万トンが花崗岩である。それらは世界的に著名な銘柄が多く、例えばBaltic Brown, Carmen Red, Balmoral Redなどをあげることができる。これらはメソ原生代のラバキビ花崗岩である。最近ではソーブストーンの生産が盛んで採石業界の生産額の半分を占めるようになっている。

デンマーク：デンマークでは沿岸や沖合の砂礫が骨材として利用されている。Bornholm島の片麻岩と花崗岩が交通関連施設構築に利用されている。

アイスランド : アイスランドでは軽石, スコリア, 砂, 砕いた玄武岩が骨材として利用され, 2005年は10万5,000トン採掘された.

まとめ

北欧の非金属鉱物資源生産業は, この数年拡大傾向にある. 主要な品目は炭酸塩岩, 石英, 長石, 燐灰石, オリビン, タルクである. フィンランド, ノルウェー, スウェーデンでは, 砕石が, 地下水保全のため従来に砂礫に置き換わりつつある. 石材は多様であるが, その中でもフィンランドのラパキビ花崗岩や南ノルウェーの斜長岩 (Larvikite) は世界的に有名な銘柄となっている.

4. あとがき

地質学は歴史的に資源開発に有効であるとして発展してきた学問である. 現在は環境問題など地質学の社会的役割が多様化して, 日本では資源調査のための地質の影が薄い, 世界に目を向けると必ずしもそうではない. 今回普及誌であるが, 比較的骨太の鉱物資源情報を入手し紹介した. 国外では, 地質学が資源調査に大きな役割を果たしていることが伝われば幸いである.

謝辞 : 図の転載を許可していただいたジオサイエンスオーストラリアに感謝します.

TAKAHASHI Yuhei (2008) : Some topics in English geological newsmagazines in 2008 summer, with special reference to current information on mineral resources.

<受付: 2008年9月4日>