

地質分野2010年春の話題「オーストラリアの土壤pH図や 小型標本システム“リソセック”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2010年2月から2010年4月に入手した英文ニュース誌や連絡誌の解説について紹介する。

今回紹介した文献の過半は、ウェブ上から得ることができる。それらについてはウェブアドレスを記した。

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である。今回は2010年3月発行97号に掲載の、国土の土壤のpH図ならびに堆積学的な観点からの砂岩型ウラン鉱床探査指針を紹介する。加えてpH図解説のリンク先にあるオーストラリア国土地球化学調査概要解説と公開図面も紹介する。

オーストラリアの土壤pH予察図。資源評価や環境モニタリングに向けて (Patrice de Caritat, Michelle Cooper, Gary Burton, Roger Fidler, Geoff Green, Emily House, Colin Strickland, Joseph Tang and Andrew Wygralak; Preliminary Soil pH map of Australia. New dataset will support resource evaluation and environmental monitoring. AUSGEO News, issue 97, March 2010.)

広域的な地球化学調査は、各種縮尺の地質や地球

物理のデータを補完するものとして1960年代から注目され、鉱物資源探査の有効な手段として認識されてきた。そのような背景の中、オーストラリア国土地球化学調査 (National Geochemical Survey of Australia; NGSA) プロジェクトが、ジオサイエンスオーストラリアの陸域エネルギー確保プロジェクトの一つとして2006年末から始まった。

対象試料

河川合流部の堆積物が対象試料となった。それは地球化学調査で一般的に行われている手法で、流域の平均的な表層堆積物の組成を表す。試料のうち、頂部堆積物 (Top Outlet Sediment; TOS) は地表部からの試料、ただし植物が繁茂する際は根が発達する帯の下の0から10cmの間の試料、底部堆積物 (Bottom Outlet Sediment; BOS) は概ね深さ60から80cmの間の試料である。これらの試料採取地域は600万km²にわたり、国土の8割をカバーする。試料採集密度は平均で5,500km²に一地点の割合である。

土壤pHの決定

CSIRO社により開発された野外pH測定キット (InoculoTM field pH kits) を使い、ペースト法でpHを次の手順で決定した。

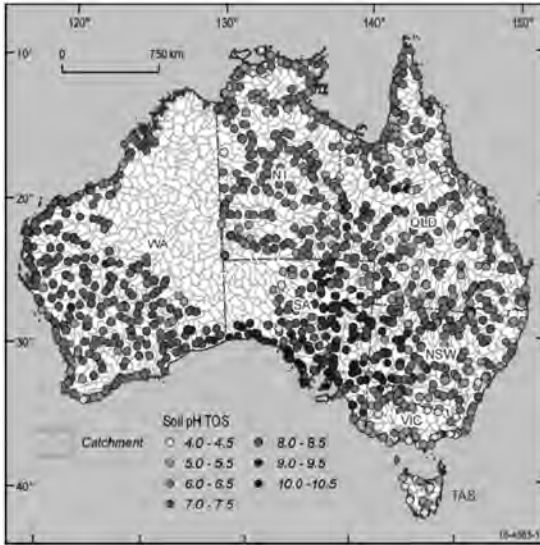
- ・少量の土壤 (およそ1cm³) をインディケーターで飽和する。
- ・土壤とインディケーターを混ぜペーストにする。
- ・白色の硫酸バリウム粉末をペーストにまぶす。
- ・インディケーターが土壤と反応するよう1分間待つ。
- ・0.5刻みのpHチャートと色を比較して一致するものを選ぶ。

この手法では色の比較など個人差が出る。また、pHが0.5刻みと粗い測定法である。それらを念頭に予察データとして利用する。

結果

キーワード: 土壤, pH, 砂岩型, ウラン, オイルサンド, 環境復元, 標本

1) 産総研 地質調査情報センター



第1図 TOSの土壤pH. Caritat et al. (2010)のFigure 2.
ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可済み。

NGSAのpHデータはデータファイルとともに地図にまとめられ、ジオサイエンスオーストラリアのウェブ上で利用できる。第1図は土壤頂部試料(TOS)のpHである。小論の補足で記すが、もっと解像度の良い地図を別サイトでダウンロードできる。

このオーストラリア土壤pH予察図は、鉱物資源探査、農業、国土管理、インフラストラクチャー維持管理に有用である。例えば、地表近くの金属の挙動は、地表付近のpHの影響を受ける。土壤が酸性であるかアルカリ性であるかは、農業にとって重要である。さらに、この予察図は地表水の研究にも有効である。
参考サイト: 小論中にあるリンク先の上記内容を含む地球化学調査のプロジェクトを以下に紹介する。

オーストラリア国土地球化学調査プロジェクト
(National Geochemical Survey of Australia; NGSA)
<http://www.ga.gov.au/minerals/research/national/geochemical/index.jsp>

この地球化学調査の第一義的な目的は、オーストラリアのエネルギー資源探査を促進するための基礎情報を提供することにある。とりわけ、エネルギーに関係したウラン(U)やトリウム(Th)といった元素分布を国レベルで明らかにすることにある。本格的なプロジェクト遂行に先立ち、ジオサイエンスオーストラリアと国土環境鉱物探査研究センター(Cooperative

Research Centre for Landscape Environments and Mineral Exploration; CRCLEME)は、試料採集からその前処理と調整、それに分析までをいかに効率的に(費用をかけずに)行ったら良いかパイロット研究として検討した。

国土の地球化学調査はエネルギー資源やそのほかの鉱産物の探査を行うための基礎となることは認識されていたが、このプロジェクト以前は国土全体に至らず、60%以上の面積でデータが欠けていた。さらにそれぞれのデータについても次のような問題があった。

- ・ 岩石種が異なり、さらに変質岩か鉱化したものかなど、対象試料に一貫性がない。
- ・ 試料調整に一貫性がない。
- ・ 異なる機器を使うため、検出限界に違いがあった。
- ・ データの質についての情報が基礎データとして明示されていない。
- ・ 分析値は、例えば、金(Au)単独としてあるいは金と銅の和(Au+Cu)として示されている場合があるなど、統一されていない。

同様にNGSAプロジェクト開始以前、エアボーンガンマ線スペクトルによる測定に基づく放射性元素のカリウム(K)、ウラン(U)、トリウム(Th)の国土全体における分布状況が明らかになっていなかった。オーストラリアのK、U、ThについてもNGSAプロジェクトと並行した、オーストラリア広域地球物理調査(Australia Wide Geophysical Survey; AWAGS)によって、国土における分布が明らかになりつつある。

本題のNGSAプロジェクトでは次のことを目指す。

- ・ 試料採集密度をやや薄く、その代わり国土のほぼ全域(90%以上)にわたるようにする。
- ・ 60以上の元素についてある規格のもとでの手法で試料調製から分析までを行う。
- ・ 新たなデータに基づく国土の地球化学データベースを用意しそれを公開する。
- ・ エネルギー資源や他の鉱産物有望地を絞り込む探査業者には、データを編集して作成した地球化学図を提供する。

試料採集方法は、オーストラリアの地勢や気候を考慮し、Rivrina, Gawler, Thomsonでの先行試験調査に基づき定めた。例えば、試料採集地点の密度は、調査費用低減を考慮して薄くし、1,000km²から10,000km²の面積で1地点とした。結果としてオーストラリア

国土の91%の面積中の11,390地点で試料を得た。

試料採集の詳細な手法はマニュアル化した。それについてはウェブ上で公開されている。

試料調製では乾燥の上、縮分、篩分などが行われた。これについてもマニュアル化されウェブ上で公開されている。

分析はジオサイエンスオーストラリアでXRFとICP-MSを使い60以上の元素について分析が行われている。ジオサイエンスオーストラリアで十分な精度を出せない金(Au)、フッ素(F)、セレンウム(Se)、白金族(PGEs)については外部機関で分析が行われている。

プロジェクトは、2007年前半に計画立案が行われ、野外調査は初期の試行も含め2007年半ばに始まり2009年末まで続いた。試料調製は2008年末に始まり2010年半ばまで行われる。データの解析と報告書作成は2010年から2011年にかけて1会計年度に行われ2011年6月30日にプロジェクト終了である。

プロジェクトの成果(アウトプット)として予定されているのは、次の通りである。

- ・ 国土の地球化学アトラス。その一例が前述の土壤pH図である。今のところこれだけが公開されている。
- ・ 国土の地球化学に関する報告。
- ・ これらの新しいデータに関してエネルギーと鉱物資源探査上の指針となる報告。
- ・ NGS地球化学データセットの公開。

プロジェクトのアウトカムとして想定されているものは次の通りである。

- ・ 国土の元素の分布やその偏在についての理解が進む。
- ・ エネルギー資源の探査活動が活発になる。
- ・ NSSAのデータを用いて探査資金を投入すべき地域を選定できる。

出版物には既に述べてきたように、野外調査の手引き、試料調製の手引き、土壤pH図を例とする国土地球化学アトラスなどがある。さらにCRCLEMEオープンファイルとして、ニューサウスウェールズ州南部とビクトリア州北部にかかるRiverina、南オーストラリア州Gawler、ニューサウスウェールズ州北西部Thomson地域の地球化学調査報告がウェブ公開されている。これらの地域は手法確立のための先行調査地である。

オーストラリア土壤pH予察図(Preliminary Soil pH map of Australia)

https://www.ga.gov.au/products/servlet/controller?event=GEOCAT_DETAILS&catno=70105

国土地球化学調査の国土地球化学アトラスでは、今のところこの土壤pH予察図だけが公開されている。1,000万分の1縮尺で次の4つの図面のpdf版が入手できる。

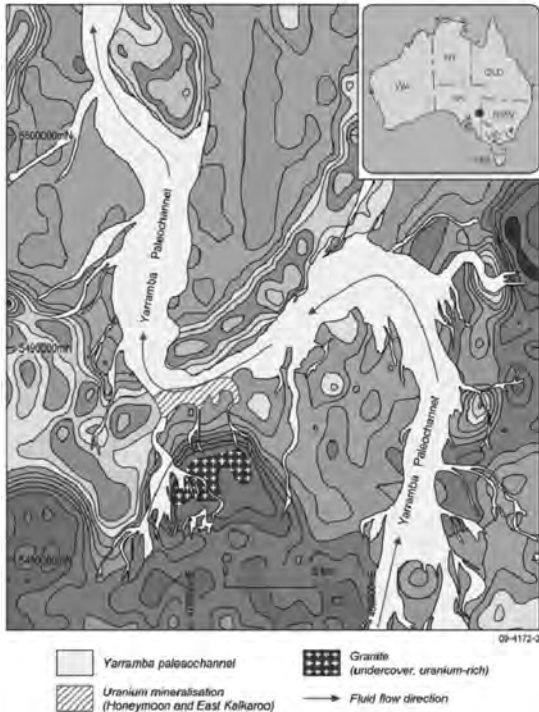
1. 頂部堆積物(TOS)採集地点のpH。点データで示されている。(4.4MB)
2. 頂部堆積物(TOS)の面的なpH図。上記の点データをポリゴンのデータとしてポリゴンを埋めて表現している。(6.5MB)
3. 底部堆積物(BOS)採集地点のpH。点データで示されている。(4.4MB)
4. 底部堆積物(BOS)の面的なpH図。上記の点データをポリゴンデータとしてポリゴンを埋めて表現している。(6.5MB)

谷・チャンネルに形成された砂岩型ウラン鉱床の探査法(Subhash Jaireth, Jon Clarke and Andrew Cross; Exploring for sandstone-hosted uranium deposits in paleovalleys and paleochannels. AUS-GEO News, issue 97, March 2010.)

砂岩型ウラン鉱床についてオーストラリアのLake Frome地域ならびに米国のMountain ValleyとWhite Canyon地域を例に紹介する。これらの地域ではかつての河川や谷の接合部に鉱床が発達しているため、鉱床探査指針は堆積学的な観点に基づく必要がある。

Lake Frome 地域

Lake Frome地域では始新世から中新世のチャンネルや谷にウラン鉱床が発達している。始新世のチャンネルにはEyre層が堆積している。これは原生代とカンブリア紀の基盤岩に重なり、中新世の湖成あるいは河川堆積物に覆われている。主な谷は5-10km幅で200km以上の長さで、南から北に1キロにつき1.3-2.1mの傾斜である。このチャンネル堆積物(Eyre層)はCurnamonaプロビンスの原生界に由来するものである。層厚は70-80mで、砂、シルト、粘土からなる。下位の基盤岩のくぼみを埋めた砂層の基底には有機物が濃集している。



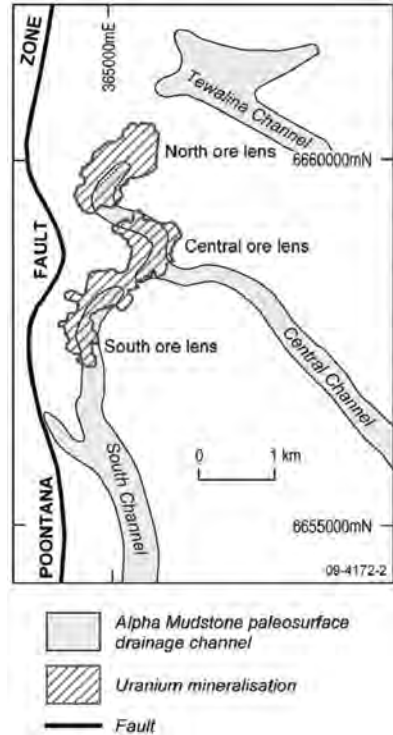
第2図 Yarramba古チャンネルの屈曲とHoneymoonならびにEast Kaikaroo鉱床の関係。周囲は0.5mgal毎の等値線の重力図、古チャンネルは重力図に記されている。Jaireth *et al.* (2010)のFigure 2。ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可済み。

ウラン鉱床はチャンネルの屈曲部(Honeymoon鉱床, East Kalkaroo鉱床)や支流合流部(Goulds Dam鉱床, Oban鉱床)に産している(第2図)。

Lake Frome北部にあるFour Mile East鉱床やPepegoona鉱床も始新世のEyre層中に産する。ここでは過去のチャンネルが明瞭ではないが、その中からFour Mile East鉱床について言えば、チャンネルは北東に伸び湾状を呈しているのので谷の屈曲部に鉱床が発達していると推定できる。

Beverley鉱床は中新世Namba層のBeverley砂岩部層中に産する。鉱化部は有機物に富む泥岩との境界付近に発達している。ウラン異常は至るところで認められるが、特にチャンネルの屈曲部やチャンネル合流部が鉱床となっている(第3図)。

チャンネル堆積物(Namba層)は層厚90-170mの地層で、その上位には第四紀のWillawortina層が重



第3図 Beverleyウラン鉱床と関連するNamba層内の古チャンネル。Jaireth *et al.* (2010)のFigure 3。ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可済み。

なる。この古チャンネルの形態はPoontana断層に構造規制されている。堆積物の供給源は詳しくはわからないが、漠然と原生界と考えられている。

鉱床を形成しているウラン鉱物はコフィナイトやカルノー石で、それらのウラン鉛年代から鉱化作用は5.3と3.1Maの間に起きたと推定できる。したがってチャンネルを堆積物が満たした直後に鉱化作用が起きたと考えられる。

米国, Monument ValleyとWhite Canyon

米国ユタ州南東縁近くのMonument ValleyとWhite Canyonの両地区では3,900トンのウラン酸化物(U_3O_8)と4,500トンのバナジウム酸化物(V_2O_5)を産出してきた。平均品位は両地区それぞれで、 U_3O_8 が0.32%, 0.25%, V_2O_5 が0.23%, 0.94%である。鉱床は後期三畳紀のChinle層に胚胎している。同層は層厚が50から600mの河川堆積物である。鉱化したチャンネル部は、Moenkopi層を削り込んでいる。堆積

物はより高地に露出する花崗岩や珪長質火山岩由来している。鉱床はChinle層中の薄いShinarump部層に限定されている。Shinarump部層は、レンズ状の砂岩、れき岩、シルト岩、泥岩からなり、炭化あるいは珪化した材木を伴う。

ウラン鉱床はチャンネルの合流部や屈曲部に発達している。これは基盤を削り取るような強い流れによると解釈されている。

鉱化作用の規制要因

オーストラリア及び米国の例を参考にすると、谷を埋めた砂岩型ウラン鉱床は、チャンネルの支流が合流するところやチャンネルの屈曲部に発達している。そして基盤をえぐったところに粗い堆積物が充填している。すなわち、流れの速度の変化、屈曲部での流れ速度の減少、支流の存在、粗粒堆積物の存在、酸化した地下水と隔離するなど、さまざまな規制要因が絡んでいる。

探査指針

以上見てきたように、古い谷やチャンネル中の砂岩型ウラン鉱床は、過去のチャンネルの特定の場所に多く産出している。そこで鉱床探査では以下の点に注目すると効率的である。

- ・チャンネルの屈曲、支流の合流部に注目する。
- ・基盤の構成(形態、岩形、構造)。これはチャンネルの形や方向を規定する。
- ・ウラン源となる基盤の存在を明らかにする。これには地球物理学的手法(重力や電磁探査)が有効である。
- ・チャンネルの古流向を明らかにする。これにより砂州の場所や材木片に富む場所を特定することができる。
- ・有機物に富む細粒堆積物がチャンネルを埋めているかどうか確かめる。基盤がえぐられている場所も特定することで、ウラン鉱化作用の可能性が高い場所を絞り込める。

3. Earth

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

Earthはアメリカ地質協会(American Geological Institute; AGI)の新しいニュース誌である。地球に関わる課題を幅広く扱うため、長い間Geotimesとして親しまれてきた雑誌を2008年9月に刷新したものであ

る。月刊の冊子とニュースをウェブで公開している。冊子版の閲覧は有料であるが、ウェブ版のニュースは無料である。以下、ウェブ版ニュースから鉱山跡地環境復元事例を紹介する。

アルバータオイルサンド鉱山跡地の森、湿地、湖の復元 (Bridget Mintz Testa; Reclaiming Alberta's oil sands mines. Forest, wetlands and a lake suggest a boreal ecosystem can be rebuilt. EARTH, Originally Posted: 22 Feb 2010.)

アルバータのGateway Hillを歩くと104ヘクタールもの土地でポプラ、トウヒ、松からなる北国の森と湿地帯をめぐり、その間に狐、兎、鹿、コヨーテ、それにさまざまな野鳥を見ることができる。この豊かな自然は昔からのもので20-30年前にも今と同じだっただろうと思ってしまう。しかし、実は違う。

現在のGateway Hillは、1983年にはAthabascaオイルサンド鉱床の地表部の鉱山として開発されたところであった。当時は月世界のような荒涼としたところで、生き物はほとんど見られず黒い地面が深くえぐられた土地であった。そこでは地面の下の非在来型の石油鉱床開発のために掘られていた。しかし、そのような風景は当時のことである。現在、Gateway Hillは、冒頭に記したように鉱山開発前の自然に戻っている。

オイルサンド鉱山

アルバータのAthabasca川の川べりで暗色の砂を一掴みすると油の感触がある。これは人為汚染によるものではなく、自然界の石油が砂にまわりついているのである。

アルバータの原油は液体でなく、アスファルトのよう産業界でタールと呼ばれている。著しく粘性が高い黒色の物質はビチューメン(bitumen)である。オイルサンドでは水の層で包まれた砂粒をビチューメンの薄膜を砂粒と水とから分離するのが主要な作業となる。

稼行の対象となるオイルサンドは地表下50-75mに存在していた。Athabasca地域の鉱床はMcMurray層に発達している。同層は130Maに形成(下部白亜系)された石英砂岩からなり、層序的に、Clearwater層の海成粘土の下位になり、Beaverhill Lake層群のデボン紀石灰岩の上位になる。

オイルサンドを得るため、立ち木を取り除き、土壌をはぎ、オイルサンド直上の砂と粘土の混合物を取り除き抽出を始める。オイルサンドを掘り起こし、粉砕し、水を加えスラリーにして、温水と触媒でビチューメンを砂と水から分離する。

ビチューメンは精製されて、高品質の原油として市場に出回る。昨年、アルバータでは日産で130万バレルの石油が生産された。

これらの石油には環境への配慮のコストも含まれている。14のエネルギー会社がオイルサンドに関わっているが、現在のところ、Syncrude社が埋め立てで環境復元を行っている唯一の会社である。

森：土壌と木々の成長

Gateway Hillは、Syncrude社のオイルサンド開発地域南東端に位置し、イースト鉱山とRusth湖の間にある。埋め立てとその後の復旧作業は1983年に始まり、豊かな森を成長させるための土壌作りに多くの教訓を残した。

Syncrude社の環境対策チーム長Ron Lewkoによると、まず、厚い被覆層を鉱山の表面に移動する。これらは、粘土、砂、水からなり、天然では硫酸ナトリウムに富む。このような塩に富む土壌は、通常植物には良くないと考えられている。しかし鉱山が開発される前には、森はこの層の上で成長していた。アルバータ大学の森林生態学のEllen Macdonald教授によると、塩に富む土壌は植物の成長に関与せず少なくとも地表下50cmから1mにある。粘土層からの塩の溶出はゆっくりで十分希釈されるため、植物の成長を妨げることはない。

被覆層を取り除いてからSyncrude社では“森林層 (forest layer)”を定置する。これは、被覆層、ピート、森林の下地の混合物で、栄養素を含むが生命体は含まれていない。最近の生態学者によると、森林層に生命体が混じっていることが必要である。すなわち、35cmから1mの厚さの土壌中に種子、根、地下茎が取り込まれているべきである。

もう一つの教訓は、アルバータの森を再生するのにピートを使うことである。アルバータ大学再生資源学部のSylvie Quideauによると、ピートはこの地域の湿地に豊富にある。

今日、Syncrude社や他のオイルサンド鉱業業者は、森の中では上部の地表下50cmの土壌の有用性を知っている。そこで新たな鉱山を開発するとき、それら

を注意深く掘り起こす。Lewkoによると掘り起こしてそれを開発後の埋め立て地の上部に使う。すぐに使う予定がないときは、鉱業地外で必要となるだろう場所の近くに保管する。ただし、外気にさらすと2、3年で生命体が死滅するので、なるべく早く利用することが良い。

湖：水の浄化

ビチューメン抽出の過程で多くのものが残る。それは、微細な粘土片、少量の炭化水素 (ビチューメンやナフサ)、砂粒、洗浄水である。それらはため池の中で四層に分かれる。ビチューメン、ナフサ、ナフサ質酸が表面近くに、その下には水と粘土片、そして底は砂である。水は回収され再び抽出プロセスに使われ、残りは残渣となる。

このうち粘土はヨーグルト状でしまりがなく歩くことができないような物質のため、埋め立てに用いるのが困難である。Lewkoによると20年以上この柔らかい未固結粘土の処理が研究されている。現在ピットにつめ、人工湖にして時間をかけ粘土層にすることを試みている。Mildred湖のWest Mine PitはSyncrude社が環境復元を試みた湖である。それはBase Mine湖として知られ、7km²で60mの深さである。Athabasca川から水、精製後の水、雪や雨などが加わる。Syncrude社ではBase Mine湖を精製後の水で満たし始めた。そこには粘土片が浮遊している。この精製に使われた水は必ずしも有毒ではなく、有用な有機物も含んでいる。また塩類が存在するが、それをあえて取り除く必要はない。流入する新たな水で希釈されるからである。

Syncrude社では少なくとも15年間のモニタリングが必要と考えている。それは土地の再生に15年かかり、自然の森に成長するのに15年はかかるからである。この事業がうまくいけば、2020年代半ばには湖で魚つりができるだろう。

湿地：ピート生産

北部アルバータの自然は、6割が森、4割が湿地である。Syncrude社はオイルサンド鉱床地帯をその開発前の自然に戻すため、湿地の復旧を試みている。この地域は寒冷地で、湿地が豊富である。湿地ではピートを産する。南イリノイ大学のDale Vitt教授によると、沼は時間が経つと泥沼になり、表面に鉱物土壌ができ、そこに苔やほかの植物が生育するようになり、ピートの形成に至る。ピートは苔 (Sphagnum苔) が分

解する際に形成される有機物である。Vittは湿地を設けるにあたり、自然を模した鉍物土壌を発達させピートを成長させることを提言している。

土壌には多くのナトリウムが含まれている。この土壌中のナトリウムが沼の水に溶けてシステムから抜けることが望ましい。さまざまな水が供給されることで、ナトリウムはシステムから抜け、カルシウムがそれに置き換わる。その上で、Vittはどのような植物が適当かなど疑問を投げかけている。そこで2008年の秋にSyncrude社はこれらに答えるためにピートを育てるプロジェクトを始めた。冬を越し春にはそれは広がりを見せ、新たな植物も生成するようになった。

2012年春にSyncrude社は沼の植生プロジェクトを始める。Vittの提言による計画が実行されれば、2030年代はじめにこの人工の沼は寒冷地の自然と一体となっているだろう。

4. Episodes

(<http://www.episodes.co.in/>)

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。今回は2009年12月号の標本保管のコンパクト化とその公開方法について紹介する。

小型標本システム：リソセック(Lithotheque)とデータメタロジェニカ(Data Metallogenica) (Peter Laznicka: Knowledge systems based on miniaturized geological samples: Lithotheque and Data Metallogenica, a proposal for international adoption. Episodes, vol.32, no.4, p.271-280. December, 2009.)

地質標本(岩石、鉍物、土壌、液体)を収集し、それらを展示することに十分な時間を割くことは、現代のあわたしい社会では困難になっている。公的博物館、大学、地質調査機関では、収集された標本の収納スペースが足りなくなり、また、維持管理の人件費の捻出も難しい。

1960年代あるいは1970年代からは、試すい掘削が進められ、コアが新たな標本となってきた。当初、政府機関管理のコアライブラリは探査関係者にとって利用が容易でかつ種々の便宜が図られた。ところが、こ

のコアライブラリですら探査が盛んになりスペースが足りなくなってきた。

一方、電子技術の進展で記録の保持、情報検索、地質標本陳列の手間が緩和されてきた。標本目録や教材用標本などをオンライン上で見ることができるようになった。コアについても写真が政府機関ウェブサイトに加えられ、さらに化学組成や物理特性のデータも収められている。しかしながら、これらは所詮バーチャルな内容である。標本を手にとって観察し、あるいは非破壊の分析を行えるよう実物と接することは一義的に必要である。

以上のような標本収納にスペースの制限がある一方、実物の標本を閲覧する必要があるという状況を打開するため、リソセック(Lithotheque, 略してLT)と言う「岩石ライブラリー」を1970年から整備してきた。このLTの情報は、データメタロジェニカ(Data Metallogenica, 略してDM)というシステムで2002年からオンラインで公開になった。

リソセック(Lithotheque)、岩石ライブラリー

Lithothequeはギリシャ語由来で岩石ライブラリー(rock library)という意味である。小型の岩石や鉍石標本を系統的に並べ、カードボードやアルミなどの堅いプレートに固着して、あたかも本のように配し、図書館で本を閲覧するような手軽さで標本と接することができる。

Lithothequeという語は、18世紀に既に使われていて、イタリアのSignor Riminaldiが世界の建材や装飾材について5,600もの標本をストーンアーカイブとして整備している。このLithothequeでは標本は大きく、24×15×2cmである。これは次のサイトで見ることができる。

www.deutches-natursteinarchiv.de

今回提案しているLithothequeは、1970年にオーストラリアセレクトション社のPeter and Sarka Laznickaが、タスマニア地向斜の系統的な試料の記録手段としてクィーンズランドで行ったことに端を発する。このLithothequeの標準的な規格は、プレートが7×11インチ(=17.8×28cm)でこれは既製品の12×12×12インチ(=30.5cm)の木製の立方体の箱に収まる。

一つのプレート内の標本配列は、鉍床探査の便のため、鉍化作用の程度を知りうるよう、概ね次の順番である；すなわち、酸化した鉍石や岩石、鉍石、変質岩、母岩、付随する周辺の岩石の順である。また、も

ろいあるいは粉状の標本は透明のプラスチックの宝箱に保管し、それをプレートに固定する。

それぞれのLithothequeには、説明のシート(凡例)を付し、それには地質断面や地質図上に標本の場所を記している。角れき岩など粗粒な標本や鉱床の構造などについては写真で示し、その構成物をLithothequeに貼り付けた。

この標本の小型化は、スペースと重量の軽減をもたらした。20個のLithotheque標本は通常の1-2個の手標本の重さと体積である。より多くの情報、特に多様な岩相を短時間で知るのに都合が良い。

また、Lithothequeは、鉱床や周辺の岩石に関する記録を目的としたが、この手法(規格)は、鉱床地質に限らず、一般的な地質調査における露頭の記録にも使える。さらに色指数、変成度、変質組合せ、円磨度、組織や構造、孔隙率等々の系統的な標本を残すことにも使える。

標本そのものが非破壊分析のデータベースとしての役割も果たす。非破壊分析の例として、PIMA、X線トモグラフィー、帯磁率、誘電率、放射線量などがある。

Lithothequeに基づく地質公開システム

Lithothequeコレクションは、マニトバ大学で盛んに整備され、プレート数が1,000を超え、世界の鉱床を網羅できるようになった。このように標本の整備が進み、独自にMS-ACCESSデータベースを構築できるに至った。

世界の鉱床に関する地質学的特徴がデータメタロジェニカ(Data Metallogena, 略してDM)という情報システムで整理された。DMは70以上の鉱山会社といくつかの政府組織の協力で、南オーストラリアのアデレード郊外、Glensideのオーストラリア鉱物財団(Australian Mineral Foundation; AMF)に収められた。そこでは試料を簡単に閲覧できるようにLithothequeプレートを縦にして、本のように整理している。ただし、もろい試料は横置きである。

それぞれのLTプレートには野外の写真、スライド、野帳、地図、文献別刷が一緒に保存されている。Lithotheque作成後に余った岩石片等は、湿式分析のために残してある。この試料検索のショールームを整備したため、試料観察、非破壊分析、技術相談等のため、多くの訪問がある。

グローバル化を目指して

アデレードで活動を始めてからの6年間で、DMは3,500のLTプレートになり、75ヶ国の鉱床が収められた。現在も受け入れがあり、既に4,000のLTで対象は80ヶ国近くになっている。世界の鉱床について実際の試料を供することができるため、他の出版物よりはるかに詳しく鉱床を知ることができる。すなわち、このDMの整備によって、地質技術者は世界のさまざまな鉱床(鉱石や関連岩石)に接することができるため、ここで得た知識から調査地域の露頭やボーリングコアから直感的に鉱床のタイプを同定できる。

DMの内訳は、南オーストラリア州のLTが210プレートで全体の5%を占める。オーストラリア全体では1,251プレート、カナダで810プレート、米国で481プレートである。ロシアなど旧ソ連諸国に関しては試料持出しに制限があり、まだ十分に揃っていない。

堅いプレートに試料を固着するのは決して目新しい技術ではないが、Lithotheque(LT)とData Metallogena(DM)は適度な重量で内容を厳選しているという特徴がある。その規格を統一すれば、世界中で協力し交換が進められるであろう。訪問者は実物に接することができるが、それ以外でも写真が世界中にウェブサイトを提供されているのでイメージについては知ることができる。それにより専門家や学生はさまざまな鉱床ならびに地質学的な背景を知る機会を得ることができ、手許の野外の試料やドリルコアを同定でき鉱床タイプの解釈ができる。

5. あとがき

研究成果を社会で活用してもらえるかは大きな課題である。例えば、わが国では地質図の販売箇所は限られている。また、最近の地質図は個人が手軽に購入できるような価格ではない。せっかく地質図を作成しても、利用してもらえなければ地質調査の意義が薄れてしまう。次善の策としてオープンファイルに公開して実費でコピーしてもらうなどが考えられる。

Caritatほか(2010)の紹介とそのリンクで示したように、ジオサイエンスオーストラリアから地球化学図のプロジェクトの一部として土壤のpH図が公開された。そのプロジェクトの意義や調査手法なども興味があるところだが、別に見習うべきことがあった。それはその土壤pH予察図がウェブから容易に入手できることであった。大型プリンターがあればオンデマンドで実

物と同じ精度の図面を入手できるのである。また、NGSA (オーストラリア国土地球化学調査プロジェクト) のサイトでは、それがどのようなプロジェクトであり、その結果が社会にどのような影響をもたらすかがまとめられている。産総研でもそのようなことが中期の戦略などとなり、さらにウェブでも公開されているが、冗長で総花的である。また、海外からはアクセスが容易になっているのだろうか？

Laznicka (2009) では世界の鉱床についての標本ライブラリーの紹介があった。規格化した岩石標本を鉱化作用の程度により系統的に並べたものが、本棚の図書のようにコンパクトに収められたものである。このような小ぶりの標本を小箱に収めることは、日本でも巡検や野外実習などで個人的に現地でのまとめなどに使うことがある。ただ、ごく一部の地域で私的に準備するにすぎない。この紹介のように同一規格で

世界中の鉱床を対象とするとなると圧巻である。産総研では20万分の1地質図幅を全国について完成したが、それらの20万分の1地質図を外部の方が閲覧する際、同時に今回提案の“リソセック”規格で標本を閲覧できるなら利用者が大いに利するのではないだろうか？

謝辞：ジオサイエンスオーストラリアからは図の転載を許可していただいた。ここに感謝します。

TAKAHASHI Yuhei (2010) : Some topics in English geological newsmagazines in spring, 2010, with special reference to Soil pH map of Australia and Knowledge systems based on miniaturized geological samples: Lithotheque.

<受付：2010年5月27日>