

地質分野2009年夏の話題「ジオダイナミクスと鉱物資源, 地震予知研究, バイカル散策など」-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2009年夏(4-7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. 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「ジオダイナミクスから顕生代鉱物資源を探す」と「オーストラリア西部の深部海底地質の予察調査」を紹介する.

ジオダイナミクスから顕生代鉱物資源を探す
(David Champion, Natalie Kositcin and David Huston; Uncovering Phanerozoic mineral wealth. Geodynamic synthesis points to mineral deposit potential. AUSGEO News, issue 94, June 2009.)

ジオサイエンスオーストラリアでは, 鉱物資源探査業界のために, 地質, 年代, ジオダイナミック解析, それにテクトニクスモデルに基づき, 東オーストラリアの探査に役立つ情報を用意した. これまで実績のある東オーストラリアの鉱物資源の主要なものは, 顕生代

の地質に関連している. すなわち, 金 (Bendigo など10鉱山), 銅-金 (Cadia など4鉱山), ベースメタル (Rosebery など9鉱山), ニッケル (Avebury 鉱山), 錫-タンゲステン (Renison など6鉱山) である.

現在東オーストラリアで探査が試みられているが, それは, 既存鉱床の調査からのモデル化に基づくもので, Lachlan 東部や Queensland 北部, さらに Lachlan 帯西部や Thomson 帯へと範囲が広がっている.

ジオサイエンスオーストラリアでは東オーストラリア 顕生代に注目したプロジェクトを進めている. プロジェクトの目的は次の通りである.

- ・東オーストラリア内の既存鉱床に関するテクトニクスを理解する.
- ・既知の鉱化作用の議論だけではなく, 新たな鉱化作用や鉱物資源の可能性を探る.

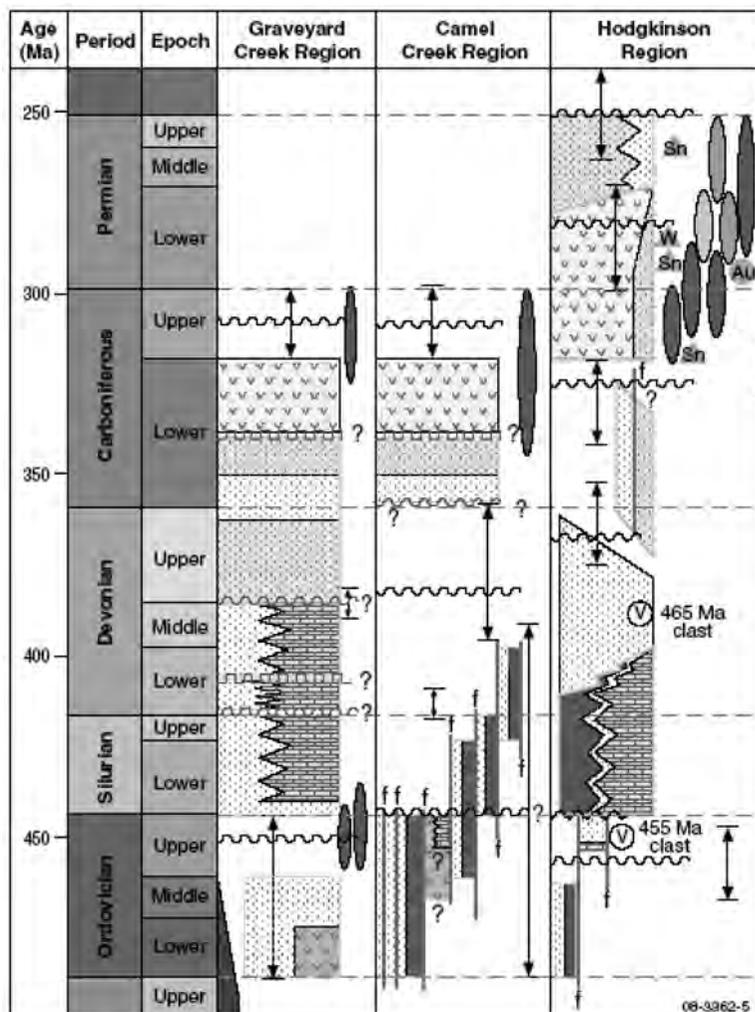
目的を達成するため, ジオサイエンスオーストラリアでは, タスマニアから Queensland 北部にかけて, 古生代ならびに前期中生代の地質に関して未公表も含めた既存データならびに科学論文を総括した. さらに州の地質調査所の技術者や東オーストラリアの地質に詳しい研究者とともに議論を行った. その結果として地質総括図にまとめることができた(第1図).

プロジェクトの成果は, 東オーストラリアのオロゲン全体をながめイベントが広い地域にわたりわかるようになったことである. これらのはかつてニューサウスウェールズやニューイングランドで階 (stage) として認識されていた, タスマニア帯全体のテクトニックサイクルで, 研究チームはそれをさらに東オーストラリア全域に広げた. それは Dalmerian, Benambran, Tabberabberan, Kanimblan, Hunter-Bowen といったテクトニックサイクルである.

このジオダイナミックの総括から既存鉱床の鉱化作用を明らかにして, 今後発見が見込まれる鉱床を予

1) 産総研 地質調査情報センター

キーワード: ジオダイナミクス, 鉱物資源, 海底, 地震予知, バイカル湖, アフガニスタン, 水資源



第1図 Queensland北部の地史。Lachlan, Thomson, ニューイングランド, 北部Queensland各地質帯のイベントを東オーストラリアの古生代と中生代盆に重ねた。Champion *et al.* (2009) のFig.1. ジオサイエンスオーストラリアから掲載許可済み。

想した(第2図)。例えば、ベースメタルは堆積盆地に産し、斑岩鉱床は火山弧に位置する。そこで鉱化システムとジオダイナミックプロセスの組合せで予想される鉱物資源を重ねてある。これは初期の探鉱活動の地域選定の指針となる。

東オーストラリアのタスマニア帯の地質構造発達史は、大きく2つの考え方に分かれている。一つは、後期ネオ原生代のロディニアの分裂後、東オーストラリアは引張場と圧縮場の造山サイクルの繰り返しの中での収斂縁や付加体形成の場であったという考えである。もう一つは、古生代と初期中生代の東オース

トラリアの構成物はもともと別の遠い地域に由来する地塊 (terrane) が縫合したという考えである。

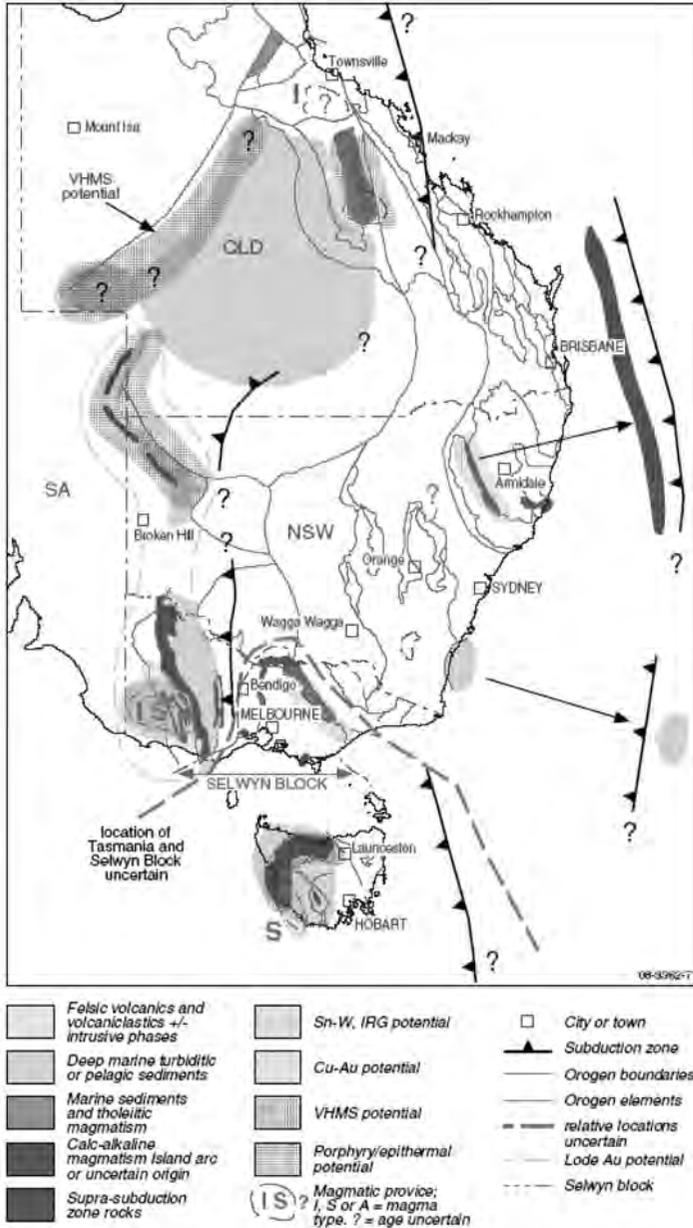
個別にはさらに課題がある。例えば、Lachlan帯のオルドビス紀やシルル紀に関して、サブダクション帯(火山弧)の位置や数を問われてきた。東オーストラリアで(大陸または島)弧や背弧が鉱物資源上多くの可能性を秘めているので、この議論は鉱物資源探査指針上重要である。しかしながらこの地域の地質帯は複雑で、MacquarieやCalliope島弧の位置づけやThomson帯の解釈など十分なされていなかった。最近の地震学的かつ地質学的のデータから、同帯はかつては東西に伸びた付加体の収束縁で弧や背弧に関連した鉱化作用が起きていた可能性がある。

以上の内容について、ジオサイエンスオーストラリアから次のような構成で公開される予定である。
 第1部「地質要約と時代ごとのイベントのプロット」
 第2部「東オーストラリアの地質とジオダイナミックスのまとめ」
 第3部「既知鉱床の編集に基づく新たな鉱床の予想」

オーストラリア西部の深部海底地質の予察調査 (Danielle Payne,

Daniel Mantle, Irina Borissova, Chris Nicholson and Diane Jorgensen; The geology and deep marine terrains of Australia's western margin. Preliminary results from major marine reconnaissance survey. AUSGEO News, issue 94, June 2009.)

オーストラリア南西縁辺部では、炭化水素探査は浅い地域に限られていて、深部についてはほとんど地質情報がなかった。そこで初めてこの地域の水深の深い地域で海洋調査を行い、パースならびに南Carnarvon盆地の水深1,000mから5,000mの地域から試料を採取して次の結果を得た。(1) およそ200の



第2図 ジオダイナミクスの枠組みに基づく東オーストラリア Delamerian サイクルの鉱物資源ポテンシャル。Champion *et al.* (2009) の Fig.2b. ジオサイエンスオーストラリアから掲載許可済み。

岩石試料を採集した。(2) Exmouthならびに Zeewyck 盆地の西方延長を確認できた。(3) 最近火山活動があったことが明らかとなった。

以下にその内容をやや詳しく記す。

パース峡谷から Exmouth プラトーの調査プログラム
パース盆地の Zeewyck と Houtman 北部の小盆地

が資源埋蔵地域として期待されている。今回の調査で初めてこれらの地域の堆積岩の成分や年代を知ることができた。ドレッジのほとんどが海底の峡谷や急斜面で行われた。それは地層の状況を知り得るのに有利だからである。合計199の岩石標本が採取され、その化学組成や有機物量が決定され、さらに微化石解析から時代と堆積環境が明らかにされた。

調査に先立ち、地震データや海底地形のイメージ像からドレッジ地点を選定した。Houtman峡谷は Zeewyck と Houtman小盆地を横切り、Cape Range峡谷は Exmouth プラトー南部へ伸びる。これらの峡谷は、盆地内の異なる層位から試料を得るのに都合が良い。今回は予察報告で、今年の終わりに本報告を出版する予定である。

Houtman峡谷：Zeewyck および Houtman小盆地

両小盆地は、南北1,300kmに延びたパース盆地を構成する。Houtman小盆地は、もともとはペルム紀から前期三畳紀のリフトとして形成されたもので主に古生代から中生代の堆積盆地である。三畳紀には盆地の沈降に伴う堆積があり、前期ジュラ紀にはリフト形成場から堆積の場となった。また、Houtman小盆地では商業的対象となるジュラ紀石油システムが確認されている(Cattamarraコールメジャー)。Houtman小盆地は広域的な地震データがあるだけで炭化水素資源についてはほとんどわかっていなかった。

Zeewyck小盆地は深いために探査の記録はない。中部ジュラ系から下部白亜系のリフト期堆積物に下部白亜系から新生界のポストリフト期の地層が重なっている。ここでは、ジュラ紀から前期白亜紀に形成された炭化水素資源の可能性がある。

Houtman峡谷上流部(Houtman小盆地)で、水深2,100~1,700mから19試料が得られた。暗灰緑色の

AGE (Ma)	Period	Epoch	Stage	Australian Spore-Pollen Zonation (HMP 2006)	Australian Dinocyst Zonation (HMP 2006)	Perth Basin Dinocyst Zonation (Backhouse 1988)	
115	Cretaceous	Early	Aptian	Crybelosporites striatus	A		
120				Cyclospores hugheii	Diconodinium davidi		
					Odontochinia operculata		
125			Barremian	Foraminisporis worthaggenensis	B	Fromea monilifera	
130					Muderongia australis	Balioladinium jaegeri	
			135	Hauterivian	Foraminisporis worthaggenensis	Muderongia testudinaria	Aprobolocystia alata
C						Phoberocysta burgeri	Phoberocysta lowryi
140			Valanginian	Berriasian	Puffinriaspora australiensis	Senoniasphaera tabulata	Kawaradinium scrutulinum
						D	Systematophora arotolata
			F			Egmontodinium torquum	
	Balioladinium reticulatum						
Dissimulidium lobispinosum							
145	Berriasian	Berriasian	Berriasian	Cassiculosphaeridia delicata	Fusiformacysta tumida		
				Kalypteia wisemaniae			
				Pseudoceratium ishiense			

Sample	No. of Samples	Age	Palyinological Zone	Palaeoenvironment
A	2	Late Aptian	Upper <i>Diconodinium davidi</i> dinocyst zone	Inner-middle shelf
B	1	Hauterivian - Barremian	<i>M. australis</i> - <i>M. testudinaria</i> dinocyst zone	Shallow marina/Delta front
C	2	Hauterivian	<i>P. burgeri</i> (HMP 1987) and lower <i>A. alata</i> (Backhouse 1988) dinocyst zone	Shallow marine
D	1	Valanginian	<i>G. mutabilis</i> dinocyst zone	Marginal marine
E	8	Berriasian - Valanginian	<i>R. australiensis</i> spore-pollen zone	Terrestrial
F	6	Berriasian	<i>F. tumida</i> dinocyst zone	Marginal marine

第3図 Houtman峡谷(HoutmanとZeewyck小盆地)ならびにCapeレンジとCloates峡谷の試料による花粉解析結果. Payne *et al.* (2009) のFig.4. ジオサイエンスオーストラリアより掲載許可済み.

砂岩や粘土岩を主として、シルト岩、石灰岩、成層したシリカ碎屑物からなる。板状、波状、クロスラミナなどの堆積構造を観察できる。さらにいくつかの試料では炭質あるいは泥岩質の碎屑片を観察できる。

Houtman峡谷下流(Zeewyck小盆地)では、水深4,100m~3,800mの間で18試料を採集した。主に黄褐色ならびに灰色の砂岩からなり、粘土岩、石灰岩、玄武岩、チャート、シリカ碎屑物を伴う。主体となる砂岩は概して構造が認められないが、挟まっている粘土岩や砂岩には板状ラミナやクロスラミナ、正常なグレーディングが認められる。

Houtman峡谷の周囲には、地震学的データから数個の円錐形の高まりが観測されていて、火山あるいは泥ダイアピルのどちらかであろうと推定されていた。今回のドレッジで3個の玄武岩試料が採取された。このHoutman小盆地で最近火山活動があったことを示す試料の発見は、盆地のテクトニクスや熱史を考える上で重要である。

Cape Range峡谷: Exmouth小盆地

Exmouth小盆地はCarnarvon盆地Exmouth-Barrow-Dampierリフト系の最も南に位置する。上部ジュラ系海成頁岩は主要な炭化水素根源岩で、下部白亜系Barrow層群砂岩がこの小盆地の貯留岩である。ただし、Exmouth小盆地南部は未探査である。

Cape Range峡谷は、Exmouth小盆地西端(水深1,800m)からGascoyne深海平原(水深4,800m)へ120km以上にわたり伸びている。Cloates峡谷はCape Range峡谷の南40kmにあるいくらか小さな峡谷である。両峡谷は急崖となっていて標本採取に都合が良い。水深4,300mから3,700mにわたる部分の代表的な層序を読み取ることができる。岩相は、成層したオリーブ色がかかった褐色から灰色の砂岩、暗褐色から黒色粘土岩、それにわずかな

チャートと珪長質火成岩からなる。砂岩標本は植物片や浅い堆積を示唆する化石を有している。

生層序

ドレッジされた岩石標本について有孔虫、ナノ化石、花粉に関する解析が行われた。このうち28の標本について、花粉分析から時代、堆積環境、岩石の熱的熟成度を求めることができた。さらに厳選された20個の試料に基づく時代と古環境が第3図に示された。

これらの標本は前期白亜紀(145.5-99.6Ma)のもので、ほとんどがベリアシアン(Berriasian)とバランギニアン(Valanginian)に限定される。それはシンリフト最終期の堆積に対応していて、陸成(河川)堆積物や海域縁辺部の堆積物からなる。海域縁辺堆積物は陸成植物の孢子や花粉に加え、海成だが生息域が限定的な *Fusiformacysta tumida* などの渦鞭毛藻類(dinoflagellate)の集合体を含む。

HoutmanとCapeレンジ峡谷の深いところの標本は、*F. tumida* Dinocyst帯のベリアシアンであり、それら生物形態特性を残した遺骸(パリノモルフ)については、その色が示す熱変化指数(Thermal alteration index, TAI)から、標本が熱的に熟成していて、石油胚胎の兆候を示している。ベリアシアンとバランギニアンの標本は後期ペルム紀と前期三畳紀のパリノモルフを含む。

より若いオーテリビアン(Hauterivian)からアプチアン(Aptian)の海成の標本が、Cloates峡谷(Exmouth小盆地)とHoutman小盆地の無名の峡谷から得られている。それは後リフト期のもので、TAI値は、炭化水素形成に未成熟であることを示している。

以上のようにこれらのデータは、この地域の盆地がシンリフト期から後リフト期のものであることを示している。より詳細な解析が進めば、この未開拓な地域の層序や石油の可能性に関する情報が得られるであろう。

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、これまで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、以下に紹介するのは無料のウェブ版のニュースである。

地震予知事業の盛衰 (Brian Fisher Johnson; Earth prediction: Gone and back again. EARTH, 07 Apr 2009.)

1990年代から2000年代初めは地震予知研究に厳しい時代で、NASAのOuzounovによれば、10年間にわたり米国における研究予算は著しく限られていた。ところが、2004年にスマトラ沖でマグニチュード9余の地震が起こり、津波が発生し、11ヶ国で225,000人以上の人々が亡くなるという大惨事を契機に地震予知研究の環境が変わった。

地震に先立つさまざまな前兆現象について、何世紀にもわたりそれは有効に利用されてこなかった。しかし、スマトラ沖地震の災害でこの前兆現象が注目されるようになり、地震予知に予算が投入されることとなった。

地震の前に動物が異常な行動を起こすことが、古代ギリシャから知られていた。ただ、本格的に科学の対象とはならなかった。

1975年に北京の北東550kmのハイチョン(海城, Haicheng)の大地震を予測することができた。過去2,200年間にもわたる地震の記録や地質学的証拠から中国国家地震局は、1974年に、来る2年の間に大きな地震が起こると結論した。地震局は観測のネットワークを広げるのみならず、前兆現象を捉えるべく10万人を超える観測者を指定した。

1974年12月に海城の北70kmで小さな地震が起きてから、異常な現象が認められるようになった。例えば、ガチョウが飛んだ、豚が互いに咬みあった、また豚がフェンスの下に穴を掘った、池の水面に泡が認められた、等々である。

1975年2月初めに小さな地震が頻発した。大地震の前兆と判断し予報が出され、2月4日午後2時までには公的な機関は疎開し、人々はシェルターに移動した。そしてその夜の7時36分にマグニチュード7.3の地震が起きた。建物の半分が倒壊した。この地震で2,041人が亡くなったが、この予報がなければ15万人が死亡または負傷したと言われている。

米国地質調査所レストンのJohn Filsonによると、当時、海城地震の予知成功に引き続き、旧ソ連を含め、

地震予知のレポートが数多く出るようになった。1976年、米国国家研究委員会は観測の整備ができた地域では10年以内に地震予測ができるようになる」と結論した。当時、動物の行動以外の科学的な判断方法も検討されていた。例えば、1973年の論文によれば、コロンビア大学の研究施設では、土地の傾き、流体の圧力、電磁場、ラドン放出、局地的な小規模地震などを地震予知の判定手段に用いている。

1977年には国家地震災害軽減プログラム(National Earthquake Hazards Reduction Program)が生まれ、予算3,000万ドルのうち、半分以上が、鶏の挙動、ラドン放出、地電流変動などありとあらゆる地震の前兆現象に向けられた。しかしながら、これらの前兆現象を利用した予測で実際に地震が起こることはなかった。

1980年半ば、カリフォルニアのパークフィールドのサンアンドレス断層の地震が22年周期で起こると予想されたが結局起こらなかった。ところが2004年には明瞭な前兆現象が観察されずに地震が起きた。

結局直前の予知が困難であると結論され、研究者は次善の策を採るようになった。すなわち、過去の地震の履歴から、その地域のあるマグニチュード以上の地震についての確率を示すこととなった。あるいは地震発生を、地震動(S波)が到達する前に知らせる警戒システムを導入した。これにより、列車の停止、原子力発電所のすみやかなシャットダウンのための時間が確保された。しかし、それにも限界があるとOuzounovは指摘している。

2004年のスマトラ沖の地震とそれに伴う津波被害の後、地震予知に対しての期待が高まった。そこで2006年、国家地震予測評価委員会(National Earthquake Prediction Evaluation Council)があらためて設立された。この背景には、OuzounovのNASAにおける最新の研究も絡んでいる。その研究は、Patrick Taylorと共同で進められているもので、衛星と地上のデータから大きな地震が起こる地域での熱異常を感知するものである。ウランを含む岩石は、ラドンを放出するが、地震に先立つ数日間に断層が動くとき新たに岩石が開口してラドンが地上に出てくる。過剰なラドンはアルファ粒子を放出してイオン化する。これと大気中の水が混ざりあってエアゾル粒子を形成する。その結果、衛星は地震の前にその地域に熱異常を感知することとなる。Ouzounovと共同研究者は、スマトラ地震の前の1-2ヶ月にこの異常が発生し、2週間

前に最大となったことを見出した。

地震予知の課題は社会的には複雑である。仮に24時間以内に地震が起こると予報が出ても、社会の要請に十分応えたことにはならない。24時間でもまだ短く、あらかじめ特別のプランがないとパニックが起きる。米国鉱山局の研究者が1980年に1981年6月28日にペルーのリマで大地震が起きると予報を出した。これについて、国家地震予測評価委員会は、この予報は、不確かな理論に基づくもので委員会としては地震が起きないと確信した。そしてリマに滞在することは恐れる必要はないと発表した。実際、前出のFilsonがペルーに赴きテレビや新聞を通して市民の混乱を鎮めようとした。しかしながら、Filsonによると、その際米国大使館でサンドウィッチをいただいたが、それは大使と大使夫人が自ら用意したものであった。実は、米国大使館のクックを含め現地スタッフ全員が地震を恐れ、リマを去ってしまったからである。これが象徴するように、地震予報が逆に社会的な混乱を起こすことは留意すべきである。

聖なる海バイカル湖の地質を訪ねて(David B. Williams; *Travels in Geology: Exploring Lake Baikal, the Sacred Sea*. EARTH, 28 Apr 2009.)

湖で最も深く最も古いバイカル湖は、地球の地質現象の賜物である。モスクワの東4,200km、ウラジオストックの西2,100kmに位置し、聖なる海として知られている。

バイカル湖にはイルクーツクまで飛行機を使えば容易に行ける。ただ、時間に余裕があればシベリア横断鉄道がお勧めである。モスクワから5日間、ウラジオストックからは60時間の旅である。シベリア鉄道の旅はウラジオストックから北や西へとロシアと中国やモンゴルの国境沿いに移動し、なだらかな丘陵や広い川を通る。思い出したように見捨てられたような町が現れる。ステップ草原ならびに白樺やシベリアカマツからなるタイガの中を抜けていく。そうこうするうちにバイカル湖近くで最も大きな都市ウランウデに到着する。そこは人口35万の都市でモンゴル系のブリヤート族が半分くらいを占めている。ウランウデからは公共交通のミニバンに乗りザバイカル国立公園のホリノーズ半島に至る。このミニバンの移動はすし詰めで約6時間、わだちの道や稀に舗装した道路を行うことになる。

Barguzin湾で湖の岸に立つとバイカル湖の大きさを実感する。天気が良いれば湖の対岸を見ることができる。実に対岸まで80kmの距離がある。地図をながめると三日月型の湖の岸は長さが630kmを超える。

バイカル湖はシベリアクラトンといくつかのマイクロプレートの間のリフト帯の中央に位置する。異論はいくつかあるが、現在最も流布しているリフト説によれば、インドとアジアの斜めコリジョンがあり、中国が反時計回りに回転して盆地が開き始め、それがバイカル湖の形成となった。バイカル湖の北は、南に比してより山がちで2,500mを超える。湖に突き出したHoly Nose半島の先は水面から1,422mそびえている。湖の形成は2,500から2,700万年前と推定され、世界で最も古い湖である。リフトは開き続けているため大きな地震が起きる。1862年1月12日にマグニチュード7.5の地震が起き、湖岸の200km²が2m沈降し新たな湾となった。

バイカル湖の底は深いところで湖面から1,637mあり、平均では750mの深さである。湖底にはさらに最大7.5kmの堆積物がたまっている。また、バイカル湖はその大きな容積のため、実に地球上の真水の5分の1がたまっている。

2,500以上の生物種が生息し、そのうち約2,000がこの地域独特のものである。その中には、40cmの長さの平べったい虫、255種のナメクジウオ、それに淡水性のオットセイなどが含まれる。

ウランウデに戻り、列車に乗りバイカル湖の南端の小さな村Sludyankaに至る。Sludはロシア語で雲母を意味する。駅から徒歩20分に鉱物博物館があり、そこにはさまざまな美しい鉱物とともに多様な雲母を見ることができる。博物館のギフトには珍しい鉱物が販売されている。その一つに、シベリアでのみ産出するチャロアイト(charoite)があり、それはラベンダー色のケイ酸塩鉱物である。Sludyanka駅は全て大理石からできている。大理石は郊外で採石されているもので、青みを帯びた白い石である。鉱物博物館の道路や採石場に至る道路にもこの大理石を見出すことができる。

Sludyankaから列車で、シベリア横断鉄道の最後の工事となった箇所をバイカル湖周回コース沿いに見ることができる。工事に際し、湖をどう迂回するかでコース選定に何年もかかった。1904年の完成前までは、列車はアンガラ川上流の湖流出口まで進んでバ

イカル港に至り、そこから蒸気船で湖を渡ったということだ。工事は急崖と堅硬な片麻岩や花崗岩のために困難を極め、完成までに2年余りを要した。シベリア横断鉄道の中でもここが最も急峻で絶景を有する。84kmのルートに、39のトンネル、47の岩石採取の坑道、それに多くの鉄橋がある。

8,000万年前の恐竜化石の組織 (Brian Fisher Johnson; Soft tissue preserved in 80-million-year-old dino fossil. EARTH, 30 Apr 2009.)

ノースカロライナ大学の分子古生物学者Mary Schweitzerならびに共同研究者は、8,000万年前のハドロザウルス(鴨のくちばしがある恐竜)の大腿骨からコラーゲンを同定することに成功したとサイエンス誌に発表した。2年前、6,800万年前の*T.rex femur*からコラーゲンを検出したことで大きな議論を呼んだ。かつての考えでは、軟組織が何百万年も生きながらえるとは考えられなかった。今回のハドロザウルス、*Brachylophosaurus canadensis*からコラーゲンが新たに発見されたことで、白亜紀の恐竜の分子が残ることは決して特殊なことではないとSchweitzerのチームは記している。この組織に哺乳類や爬虫類など恐竜と同様の高等な生物に特徴的なコラーゲンの抗体反応を確認するなどさまざまな検証が行われた。さらに研究チームは現生の動物とコラーゲンの比較を行い、たんぱく質がワニよりも鳥に類似していることを明らかにした。

このような証拠にもかかわらず、2007年の*T.rex*報告と同様な議論を繰り返している。何人かの科学者は、Schweitzerらのチームが発見した組織が、実際の恐竜の組織か、あるいは形態がそれと似ているバクテリア被膜かどうか、検証を求めている。シアトルのBurke自然史・文化博物館の古生物学者、Tom Kayeは、*T.rex*も含めバクテリア被膜を主張する研究者の一人である。Tom Kayeによれば、Schweitzerチームは*T.rex*組織とよく似たバクテリア膜を観察したにすぎない。その理由は、化石に認められた分子構造は想定される骨の組織よりも現生のバイオ膜と酷似するのである。

これに対してSchweitzerは、バクテリアはコラーゲンを生成することはないため、チームが発表したものは*T.rex*と*B.canadensis*のたんぱく質であってバクテリア由来のものではないと論じている。

アフガニスタン再建 (Carolyn Gramling; Rebuilding Afghanistan. EARTH, 02 Jul 2009.)

戦争, 旱魃, 地震や地すべりなどの自然災害による破壊で, アフガニスタンの人々には困難な課題が山積である。しかしながら, アフガニスタン国土には, 壮大な自然, 十分な地下水, 石炭, エメラルドなどの宝石, 銅や鉄など, 未利用の資源が眠っている。

ほぼ40年にわたり, 米国地質調査所 (USGS) の研究者はアフガニスタンの研究者とともに国土の資源について研究を行ってきた。その40年間には, 冷戦があり, アフガニスタン国内の内戦があり, さらに2001年から米国等の進駐が始まった。

地質技術者のJack Schroderは, 1972年からアフガニスタンに関わり, 衛星画像を使い地図を作成してきた。彼はまたUSGSのカブール大学地震観測ステーションから毎週地震データを収集していた。その記録からアフガニスタンの北に接する当時のソビエトの核実験を知ることもできた。

ソビエトの侵攻で1979年にSchroderは国外に逃げたが, その後10年間, 彼はボイスオブアメリカからラジオのプログラムとしてアフガニスタン国民に対してソビエトのアフガニスタンの鉱物資源探査とともに国が度重なる地震で荒廃していることを語った。Schroderは現在米軍に勤務し, アフガニスタンに向かう兵士にその国の地質, 自然災害, 環境問題, そして水資源の減少などを講義している。

アフガニスタンは10年にわたり旱魃が続き, 戦争が続いていて, さらに氷河の減少でより乾いてきている。そこで, USGSと米軍は地元の研究者や技術者とともに何千年以上前のアフガニスタンの手法を用いて深部の地下水を得ることを試みている。この水を確保する奮闘について, David B. WilliamsがEARTH7月号(有料冊子版)に記している。

4. USGS Newsroom

(<http://www.usgs.gov/newsroom/>)

米国地質調査所 (USGS) のウェブニュースである。USGSの成果が速報性をもって紹介されている。ニュースはあまり深く内容に立ち入っていないが, 関連する資料にリンクを張りさらに詳しく深めることができるようになっている。

カリフォルニア中央谷の地下水モデル (Jim Nickles; Groundwater Availability Detailed in California's Central Valley. USGS News, 7/8/2009.)

新しい3次元水モデルにより, カリフォルニア中央谷の地下の水がどう流れ, 河川や運河の地表の水がどう関わるかが明らかとなった。中央谷の水文モデルは, 米国地質調査所 (USGS) により構築されたもので, 水管理に有用である。このモデルは現在の地下水の不足を明らかにするだけではなく, 将来の水管理策にも有効である。将来的には, この中央谷水文モデルは, サクラメント谷から南カリフォルニアの水輸送あるいはSan Joaquin川のサケ遡上復活に関する地域レポート評価に反映されるであろう。この研究の詳細についてのプロフェッショナルペーパーはオンラインで入手できる。

このモデル構築のため, 8,500を超える井戸を検証した。この中には, 1900年代初頭にさかのぼるデータも含まれる。さらにシステムがどう動き, 水の供給がどう変化してきたかを知るため, 1962年から2003年にかけての毎月の地下や地表の水のデータを検討した。そのような解析の結果次のようなことがわかった。

- ・概して地下水レベルは南のSan Joaquin谷のTulare盆地で下がっている。それは自然に涵養する以上に地下水がくみ上げられているからである。しかし, この南の谷の特に東側では, 粗粒な土壌や沖積扇状地堆積物からなるため十分な地下水が蓄えられる可能性がある。
- ・対照的にサクラメント谷やSan Joaquin谷の北側の地下水レベルは安定している。
- ・2003年からのデータによると, 平年以下の降水量が続き, 地下水供給のために圧力をかけるようになっている。地主はより多く, そして深く井戸を掘っている。結果として, 1970年代と1980年代の旱魃と同様に地下水レベルは再び下がり始めている。

地下水利用になぜこのように注目するのか, その背景に触れる。中央谷は400マイル以上の長さがあり, 北には水の豊富なサクラメント谷があり, 南は乾いたSan Joaquin谷がある。国の大農業地帯の一つとして, 中央谷は最も大きな地下水システムを有している。この地下水盆地は国の地下水利用の実に5分の1を占めている。

カリフォルニアの人口増加からコロラド川からの導

水計画が加速されるかもしれない。水資源がより重要になるにつれ、いかに農地を確保するか、地表と地下の水の供給をどう使い分けるか、地下水のくみ上げで地盤がどう変化するか、水の蓄積はそしてその回復はどうなっているのか、水供給で土地利用の変化はどうか、気候変動は、等々の多くの報告が著されている。

これらの報告の中身をより明らかにするため、中央谷の地下水評価のためのUSGS地下水プログラムが2005年から始まった。研究は4年にわたり100万ドルかけて行われ、それはUSGSが進める国の地下水有効活用を探る30地域の研究の一つである。

以上の内容の詳細を記したプロフェッショナルペーパーのアドレスと表題は次の通りである。

<http://pubs.usgs.gov/pp/1766/>

Groundwater Availability of the Central Valley Aquifer, California

By Claudia C. Faunt, editor

Professional Paper 1766

5. あとがき

Champion *et al.* (2009) の東オーストラリアにおけるジオダイナミクスから鉱物資源胚胎の可能性のある地域を特定するというのは、地質関係者にとってわくわくする内容である。オーストラリアは25万分の1地質図幅が整備されているが、高橋(2009)が本誌で紹介したオーストラリアの新しい100万分の1シームレス

地質図の編集作業では、古い図幅については地質情報を更新している。地質を絶えず見直すことがオーストラリアでは組織的に行われているので、新たな鉱物探査指針も提案されるのであろう。

Johnson (2009) が紹介しているように、2000年初めには地震予知が困難であると結論され、次善の策として地震動(S波)が到達する前に地震発生を知らせる警戒システムが導入されたが、それにも限界がある。実際、わが国の内陸の直下型地震では震源が近い場合、必ずしも十分な時間が確保されておらず、地震が起きてから警報が届く事例がしばしばある。

このような中、2004年のスマトラ沖地震を契機に再び直前予知への期待が高まっている。そこで人工衛星の観測による新たな手法の開発が進んでいるのは興味深い。

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。

文 献

高橋裕平(2009): 地質分野2009年春の話題「ロンドンの地下地質ならびにオーストラリアの鉱物資源探査事業など」-英文ニュース誌から拾う。地質ニュース, no.661, 52-59.

TAKAHASHI Yuhei (2010): Some topics in English geological newsmagazines in summer, 2009, with special reference to geodynamic synthesis to mineral deposit potential, earthquake prediction and exploring Lake Baikal.

<受付: 2009年8月10日>