

地質分野2007年冬の話題, 地質災害軽減など -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2007年11月から2008年1月に入手した英文ニュース誌について紹介する。今回は地質災害軽減に向けた記事が目についていたので, その旨をタイトルに加えた。

今回紹介した文献は, 一部を除きウェブ上から得ることができるので, 詳細を知りたい, あるいは教材などで図が必要な方のため, ウェブアドレスを記した。

2. 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。

民主化とGDPの観点から災害を探る(Gregory E. van der Vink and co-authors; Democracy, GDP and Natural Disasters. Geotimes, October 2007)

Amartya Senは, 民主主義と報道の自由がある国では飢饉がないという分析を行い1988年にノーベル経済学賞を得た。同様のことが自然災害にもあては

まる。すなわち, 民主主義国家で高い国家収入, すなわち高い国民総生産(GDP)があると自然災害に伴う死者数が少ない傾向がある。民主化が進みGDPが高くなると人口密度が高くなり, 高リスク地域になるが, 逆に自然災害に伴う死者数は減少するというパラドックスに陥るが, そのことを以下で説明する。

自然災害

自然災害は, 自然現象と人為的な活動が出会うことで起きる。人口の急速な増加に伴い, 多くの人々が自然現象にさらされると多くの自然災害が起こり死者の数が多くなるはずである。ところが, 自然災害の増加にもかかわらず, 実際には総人口における割合でも総数でも死者の数は減少している。

自然災害での人的被害の減少に, 民主化と経済発展がいかなる役割を果たしているかを評価するため, 民主化とGDPの一人当たりの額と自然災害の死者の数について, 133ヶ国について調査した。

民主主義の役割

1964年から2004年にかけて自然災害による死者数の80%以上がある15ヶ国に集中している。その国とは, 中国, エチオピア, スーダン, インドネシア, バングラディシュなどである。これら15ヶ国のうち, 73%は世界のGDPの中レベル以下で, 87%は民主化指数が中レベル以下である。ここで民主化指数とは, 世界銀行によるワールドワイドガバナンス指数で, 政治的安定性や法秩序などさまざまな要素に基づいて決定されたものである。GDPが高いと自然災害による死者の数が少なくなる傾向の例外もある。それはイランやベネゼーラである。両国とも産油国で豊かだが, 民主化指数は低い。自然災害による死者を減少させるには, GDPよりも民主化の方が役割として重要らしい。1964年以降で死者の数が多き災害を分析すると, 発展途上国でかつ非民主化の国に限られる。

1) 産総研 東北産学官連携センター

キーワード: 災害, 民主化, 火山, 津波, 酸性雨

その一方、民主化が進んでいる国で起きた甚大な災害の例もある。それは1995年の神戸の地震、2005年のアメリカのハリケーンカトリーナ、1980年の南イタリアの地震である。これらの3つの災害は、確かに被害は大きかったが、それでも結果として死者の数を極力少なくしていると分析できる。

このような自然災害における人的被害と国の民主化程度との関係は、Amartya Senが民主化程度と飢饉の間で見出した関係とよく対応する。例えば、1987年から2004年にかけて577の世界食料プログラムのうち、実に92.5%が民主化指数が負の国で行われた。このうち、指数が正の国は、わずか12ヶ国で、それも数値はわずかにゼロを超えるに過ぎず、民主化が充分進んでいるとは言えない国ばかりである。

災害減少に向けて

Amtya Senは、飢饉が決して自然現象ではないと考えた。乾燥などの気候条件は、飢饉を起こしそうだが、決して必然的ではない。国家や住民が対処すれば、飢饉は避けることができる。同様に自然災害も防ぐことができる。

そもそも何が“自然災害”なのか？地震、風水害（ハリケーン、台風、サイクロン、竜巻）、地すべり、火山噴火、洪水、早魃は、“自然現象”であるとされ、人知を超えたものと考えられるかもしれない。しかし、本当にそうなのだろうか？確かに、国や社会もハリケーンや地震の現象自体を予防できず人の力を超えている。しかし、災害は、人の活動と無縁とはいえない。たとえ現象を予防できなくても被害を減少させることはできる。

国によっては、その国だけでは国民に十分な責任を果たせないかもしれないが、グローバルな観点からは責任を果たせるかもしれない。すなわち、世界中からの圧力で、その国は、民主主義のルールに沿った責任を果たさざるを得なくなる。

本文のほかにコラムがあり、本文での主張の根拠となった統計に関する4つのグラフについて説明がある。ウェブ版ではグラフの鮮明度があまりよくないが、小論で強く指摘していた民主化指数ならびにGDPと自然災害の被害の関係のグラフは、その中でも比較的に見やすく今回の主張を示している一見の価値がある。

潜在的危険性：火山と人類との関わり (Joanne Feldman and Robert L. Tilling; Danger Lurks Deep: The Human Impact of Volcanoes. Geotimes, November 2007)

1982年3月28日深夜、南メキシコのChiapas州で、それまであまり注目されていなかったEl Chichon火山が突然噴火した。その後5日間にわたり火山は断続的に活動したが、軽微な活動であったため、避難民は家に戻った。ところが、4月3日と4日に巨大で致命的とも言える噴火が起きた。火砕流とサージが火山の近くの9つの村に達し、約2,000人が死亡した。さらに降灰が家屋を押しつぶした。このような火山そのものの被害に加え、経済活動に影響が出て、数千人もの人々の日々の生活が破壊された。それに加え、異常な量の二酸化硫黄ガスが大気を汚染し、20日間にわたり地球を循環し、噴火後の2ヶ月以上にわたり地球はいくらか冷えた。

いきなり、南メキシコの火山を引き合いに出し、その危険性を指摘したが、それは、火山災害に警鐘を鳴らすためである。実は過去400年間でおおよそ30万人が火山噴火で死亡している。ところがその死亡原因は十分明らかにされていないのである。世界の人口の10%が、歴史上噴火歴が確認されている火山の100km圏内で生活している。そこで火山噴火による死亡や負傷の原因を明らかにしておくことは、将来の火山災害軽減に役立つであろう。

火砕流

火砕流やサージは、熱く高速で地表を移動する、灰、火山ガス、溶岩片、高温ガスの混合体である。それは時速300km以上になり、温度は900℃に達することがある。火砕流に巻き込まれた人々は、灰を吸ったり、酸素不足で窒息死したり、高温にさらされる。火山噴出物で埋められることもあるし、火砕流が木々をなぎ倒したり建物や岩を破壊することで、それらに巻き込まれて致命傷を負うこともある。

火砕流とサージで有名なものは、A.D.79年のイタリアのベスビオ火山の噴火に伴うものである。これは、人口密集地における有史上記録に残る最初の火山災害である。2,000人を越える人々が、熱い火山灰とガスで一瞬に窒息した。噴火と火砕流で飛ばされた岩石や建物で負傷した者もいた。遺体の骨の分析から500℃の火砕流が襲ったと推定されている。

最近の例で、1902年のカリブ諸島のMontague Peleeの噴火では、時速100kmよりも速い火砕流が発生し、数分後にはセントペレー市に達し、市内は壊滅し2,900人以上が死亡した。1980年5月18日のセントヘレンズ山の噴火では、高温の火砕サージが発生し、57人が一瞬に死亡した。

ラハール

ラハールは、インドネシア語の火山泥流に由来する語で、火山岩屑に水が加わった密度流である。泥流は噴火時に形成されることもあるし、噴火後に噴火とは無関係な大雨や地震によっても引き起こされる。

1985年にArmeroのコロンビアタウンで発生したラハールは、歴史上最悪のもので、約23,000人が死亡した。このラハールは、Nevado del Ruis火山の頂上の雪が解け、火砕流と一緒に引き起こされた。火山灰と一緒に雪どけ水が火山の急な谷を下り川に達した。深夜、ラハールはArmeroを襲い、約4mの厚みとなって人口の4分の3の人々が埋められた。

津波

津波は、地震や火山活動で地盤が急激に動くことで引き起こる海の波である。この原因となる火山活動には、海面下の火山噴火や火山活動に伴う岩屑なだれがある。津波は、比較的まれな現象であるが、ひとたび起こると海岸沿いの地域に甚大な被害を与える。地震による津波の例では、2004年12月のスマトラ地震ではインド洋に高さ15mを越える波が発生し、約25万人が死亡したことは記憶に新しい。

火山活動に伴う津波も同様に大きな被害をもたらす。記録に残るだけで42,500人以上が火山に伴う津波で亡くなっている。特に1883年のインドネシア、クラカタア火山の噴火では、火砕流が海に流れ込んで津波が起り、ジャワやスマトラの海岸沿いにある165村が流され、36,000人が亡くなった。

特に危険なのは、急傾斜の火山で、岩石や火山灰が山を下りふもとの街を埋める。さらに岩屑が海に流れ込むと津波を引き起こす。1792年の雲仙の岩屑なだれによる津波では15,000人が亡くなった。

テフラ

テフラは、火山噴火で空中に上げられた岩石片で、その大きさは問わない。既存の岩石、火山弾、ガラス片、軽石、灰などである。大きなテフラは直接的な被害を起こす。大きなテフラは、供給源から数km以内に限られるが、小さなサイズのテフラ、特に灰は火

山から数100～1,000kmにわたる範囲に降り続ける。
灰

10ミクロン以下の細かい灰粒子は、喘息、気管支炎、気腫の疾患を引き起こす。セントヘレンズが1980年に噴火した後、喘息が4倍に、気管支炎が2倍になった。灰は結膜炎の原因となり、角膜を損傷するなど、特にコンタクトレンズ利用者に影響がある。ただし、ほかの火山災害に比べると、灰による健康被害は、それほど深刻ではない。

灰のリスクは、むしろ住居にある。10cm程度積もった灰が、家を押しつぶす。降雨で灰が湿ると特にそうである。1991年フィリピンのピナツボ火山の噴火は、台風の時期と重なった。雨で湿った灰が積もり、家がつぶれ、そのために少なくとも300人が死亡した。

もっと深刻な問題は農作物への影響で、飢饉を引き起こす。インドネシア、タンボラの1815年の噴火では、大量の火山灰により農作物が全滅し、飢餓と病気で82,000人以上が亡くなった。加えてそのほかに10,000人が火砕流とテフラで亡くなった。

ガス

二酸化炭素と硫化水素ガスは、火山活動に伴うガスの中でも深刻である。空気よりも重いので、両者は低所に集積する。二酸化炭素で窒息し、特にその濃度が20から30%以上になると、吸入するだけでただちに意識を失い、死に至る。硫化水素ガスは、腐った卵の匂いを呈する無色のガスで、非常に危険で一度吸うだけで死に至る。二酸化硫黄は、粘膜を刺激し、呼吸に影響があるが、ただちに死に至ることはない。同様にフッ化水素ガスもただちに死につながるわけではない。ただし、1783年にはアイスランドではこのガスが10,000人の死に関係していた。ラキ噴気孔からのフッ化水素ガスが長期間大気に滞留することで、牧草や農作物に被害をもたらす。アイスランドの家畜の半分が死に、結果として飢饉に至り多くの人が亡くなった。

溶岩流

映像で強調されている割には、溶岩流の危険性は意外に少なく、統計上では、火山活動での死亡者の0.3%である。ハワイのキラウエアのようにゆっくりした溶岩流では走って逃げ切れる。逃げ切れず、溶岩に接すればもちろんだが、溶岩が、植物や氷、雪、水に達するとその蒸気でやけどを負う。1977年のコンゴのニラゴンゴ山の噴火では、溶岩流が流体となって時

速100kmとなり、街を襲い数百人が亡くなった。

長期的な影響

大きな噴火はその後にも影響が残る。大量のガスや灰が大気中に漂うと、水を汚染し、作物に被害を与え、酸性雨をもたらす、オゾンを破壊し、さらには長期的な気候変動を引き起こす。すでに述べた1815年のタンボラの噴火では、世界的な飢饉と伝染病で82,000人が亡くなった。さらに火山の噴火柱は、43kmの上空まで達し、数年間にわたって最大3℃気温が下がった。そのうちもっと顕著な温度低下があった1816年は「夏が無い年」と呼ばれた。この温度の低下で、イギリスでは発疹チフスが、インドではコレラが流行した。北ヨーロッパやロシアからは人の移動があり、ニューイングランドでは農地が放棄された。アメリカでは西部開拓が促進された。

火山からの被害を軽減するため、噴火予兆をとらえる必要がある。その例として、1980年のセントヘレンズや1991年のピナツポの噴火では、それらについて十分なモニタリングが行われていたため、火山周辺の危険地帯の住民が避難して、400人以下の死者ですんだ。この例のように、科学者と危機管理機関との協力による火山のモニタリングや効果的な情報提供が将来の火山災害低減に貢献する。

ミャンマーの津波リスク (Carolyn Gramling; Tsunami risk high in Myanmar. Geotimes, November 2007.)

ベンガル湾は地球科学的に静穏であるとしてこれまで考えられてきたが、最近の研究から同湾の北部で巨大地震が起こり、津波の危険性があることがわかってきた。1980年代からの研究で、インドと東南アジアが出会うプレート境界がベンガル湾の北やミャンマーの海岸に沿って延びていることがわかってきた。このことから2004年のスマトラアンダマン地震と同様なものが起こると予想される。すなわち、従来は湾の北での地震の危険性について過小評価されていたのである。

ジオサイエンスオーストラリアのPhil Cumminsの指摘によれば、海岸の南では隆起、北では沈降し、少なくとも500kmにわたった破壊が示唆され、沖で確認されているスラストと調和する結果である。スマトラアンダマン地震のような巨大なメガスラストを発生させる可能性がある。さらに海岸に沿ったテクトニック

な変形をGPSで測定した結果、この地域でサブダクションによる変形がとらえられた。

この地域で過去に大きな津波があったかは確かではない。1762年、巨大な地震が断層の北と南で起き、500km以上にわたり破壊があった。記録ではこの地震から局所的な津波の報告があったとされているにすぎないが、実際には巨大な津波によりベンガル湾北のガンジスデルタ地帯人口密集地に大きな影響を与えただろうとCumminsは述べている。Cumminsは、マグニチュード8.8の地震を想定したシミュレーションを行い、津波で100万人が被害を受けると予想した。この地域の最近の変形に基づくと、この200年の間に1762年の地震直前のストレスを蓄積している。別の研究者(Kerry Sieh)も、ミャンマー海岸でメガスラストの破壊が起き、これに伴う津波を予測しなければならないと述べている。

酸性雨の沿岸域への影響 (Carolyn Gramling; Acid rain alters coastal waters. Geotimes, November 2007.)

化石燃料の消費による過剰な二酸化炭素の地球環境への影響が問題となっているが、二酸化炭素以外にも環境に影響を与えるものがある。化石燃料由来の硫黄や窒素、農業で利用された水の流出、そのほかのさまざまな人間活動で、海洋の化学に変化をもたらされる。とりわけ、それは沿岸に沿った地域で顕著である。

マサチューセッツのウッズホール海洋研究所のScott Doney(海洋化学)は、硫黄酸化物や窒素酸化物が大気中にもたらされると酸性雨となって、土壌、水、森に打撃を与えるが、陸域に加え、海域でもその被害が深刻であることを指摘している。Doneyらのチームは、酸性雨の詳しい降雨パターンから海洋表面で化学組成がどのように変化するかというモデルを示した。例えば、二酸化硫黄が放出されると酸化されて硫酸となり、大気中のエアロゾル粒子に付着して酸性の雨となる。その降雨が海水にどの程度影響があるか、とりわけ富栄養化し、汚染が進んでいて過剰に漁が行われている沿岸では複雑である。単にエコシステムの生産性の変化が起こるだけではなく、硫黄や窒素酸化物の降下は、水を酸性化することに伴い、炭酸塩の化学平衡が働き酸を中和する性質を減少する。酸性化が進み炭酸塩による緩衝能力が変化する

ることは、エコシステムに大きな影響を与える。炭酸イオン濃度の減少は、貝の成長を妨げ、多くの生物の再生産速度を減じる。このように沿岸域では影響が大きい、現在のところ、大洋では影響はあまり無いと考えられている。この報告は、Proceedings of the National Academy of SciencesのSep.11号に掲載されている。

バージニア大学のJim Gallowayは、入り江やそのほかの沿岸地域に窒素が蓄積すると、富栄養化が進み、藻類が繁茂し、その結果、水中の酸素の低濃度状態がもたらされると述べている。川や地下水に加え、大気からも沿岸水に窒素や硫黄がもたらされ、その被害が将来的に拡大することが懸念される。その地域として、北アメリカやヨーロッパではなく、浅海が広い東南アジアが懸念されている。そこでは既にかなりの量の窒素が蓄積しているが、経済発展が進み、汚染が拡大しているため、その量は次の数十年間でさらに増加が予想されている。

3. AUSGEO news

(<http://www.ga.gov.au/ausgeonews/ausgeonews200703/index.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。

2007年11月号(通算88号)では、「エアボーンにより新たなエネルギー資源を求めて」、「北クイーンランドの地震探査」、「原生代の鉱物資源調査」、「災害軽減に向けた情報」、「記録的なオーストラリア鉱物資源探査経費」の解説からなる。このうちの一部を紹介する。

災害軽減に向けた情報 (Krishna Nadimpalli; Exposure information aids disaster mitigation. AUSGEO news, issue 88, 1-2, Dec 2007.)

ジオサイエンスオーストラリアでは市街地における自然災害軽減のためにリスク評価を行っている。プロジェクトの経緯は、国家情報システム(the National Exposure Information System ; NEXIS)プロジェクトにおいて、自然災害、テロリズム、伝染病の蔓延、インフラストラクチャーの損失などからオーストラリア社会を守るために政府が調査研究を第一義的に行うこ

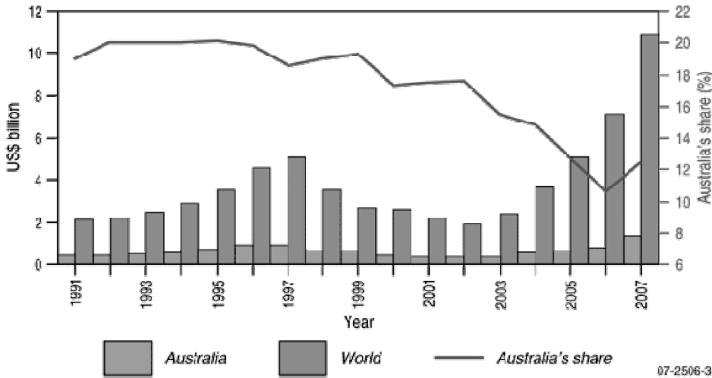


第1図 ゴールドコーストにおいて、住宅、商業、工業で区分した建物の分布図. Krishna Nadimpalli (2007)のFigure 2. ジオサイエンスオーストラリアから掲載許可済み。

ととなったが、その実施をジオサイエンスオーストラリアが担っている。これは、オーストラリア政府自然災害委員会の「自然災害や災害軽減の基となるデータ収集、調査、分析のシステム構築を行う」という方針に従っている。NEXISは、個々の建物について有効な情報を収集して解析し、またそれらのデータの質の維持を保とうとしている。そのためには、詳しい空間分析や人口動態データとの統合が要求されている。実際にはコード化した住所ファイル、土地台帳、国勢調査データなど様々な国あるいは自治体の情報が活用されている。

住居情報は、位置、人口、資産価値を基本とする。空間的な建物の情報に加えて、NEXISのビジネス情報には、ビジネスタイプ(オーストラリア及びニュージーランドの国土情報委員会のカタログを利用)、商取引状況、従業員の詳細な情報が含まれている。例として、第1図に、ゴールドコーストにおいて住宅地、商業地、工業地を区分した図を示す。

NEXISでは、より具体的で利用可能な情報となるようデータの質の向上を目指している。例えば、建物の年数や建設タイプの情報も加えられつつある。ジオサイエンスオーストラリアは、これらの新しいデータのセットと他の情報が有効に活用できるよう、位置、建物と人口データ、商業活動、周辺のインフラのデータ



第2図

世界ならびにオーストラリアの非鉄金属鉱物資源の探査予算(鉄鉱石と石炭を除き、ウランを含む)。Lynton Jaques and Mike Huleatt (2007)のFigure 1。ジオサイエンスオーストラリアから掲載許可済み。

を加え、統合化しつつある。

その結果、地域、州、さらには国の機関は、このシステムを災害軽減に利用することができる。また、得られた情報は危機管理にも使われるだろう。初期段階の警報や防災システムとともにこれらの情報を統合化することで、様々な災害を予測し、その被害に即座に対応することが可能となろう。

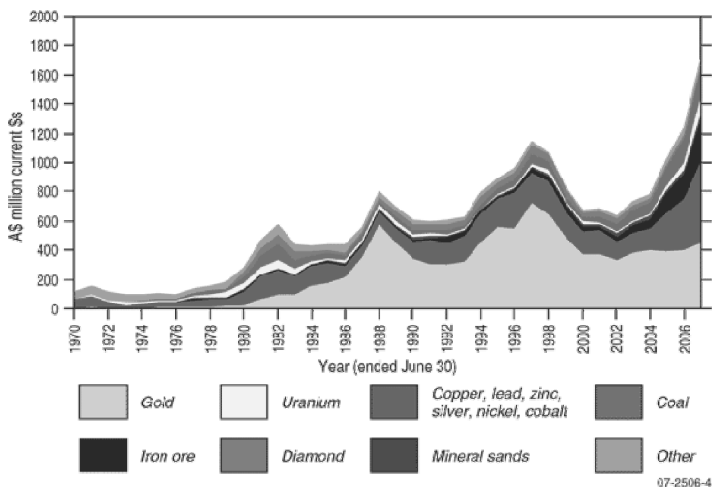
記録的なオーストラリア鉱物資源探査経費 (Lynton Jaques and Mike Huleatt; Australian mineral exploration expenditure at record highs. AUSGEO news, 88, Dec 2007.)

メタルエコノミックグループ (Metals Economics Group; MEG)の集計によると、世界の非鉄金属資源探査の2007年の予算額が105億USドルで、それは2006年に比べ40%増加している。なお、その統計は、鉱物資源探査予算が10万USドル以上の1,821社を対

象としたもので、鉄、石炭、ウランを含んでいない。MEGは、この集計に加え、363社からの返答に基づきウラン探査予算が9億3,600万USドルと見込んでいる。ウランを加えた非鉄金属資源の探査予算は、114億USドルになるわけだが、このうちの42%が金の探査で、36%がベースメタル(銅、ニッケル、鉛、亜鉛)である。

世界の非鉄金属探査予算は、2002年から増え続けている(第2図)。その中でカナダがもっとも大きなシェアを占め、19%である。オーストラリアは11.9%で、前年の2006年の10.6%より増加している。カナダとオーストラリアはウランでも大きなシェアを占めており、世界の中でそれぞれ43%と19%を占める。その結果、ウランも加えた2007年非鉄金属探査予算でみると、カナダが21.2%、オーストラリアが12.4%である。

オーストラリア統計局 (Australian Bureau of Statistics; ABS)によると、オーストラリア鉱物探査予算(鉄



第3図

1970年から2007年のオーストラリア鉱物資源探査経費の推移。Lynton Jaques and Mike Huleatt (2007)のFigure 2。ジオサイエンスオーストラリアから掲載許可済み。

鉱、石炭、ウランを含む)が、2006-07年(2006年度：2006年7月から2007年6月、以下同様)には17億1,460万豪ドルになり、2005-6年の12億4,070万豪ドルから38%の増加である(第3図)。この記録的な鉱物探査予算の増加は、中国の需要によるところが大きい。

ベースメタルは5億5,500万豪ドルに達し、2005-6年から56%増加である。内訳は銀、鉛、亜鉛が96%増加の1億3,940万豪ドル、銅が68%増の2億3,450万豪ドル、ニッケルが24%増の1億8,190万豪ドルである。

鉱産物価格は中国をはじめとする世界的な需要に左右される。MGE2007のレポートでは、オーストラリアと世界の市場ともに、2008年にかけても鉱物資源探査は高い水準のままであると予想される。

4. Episodes

(<http://www.iugs.org/iugs/pubs/pubs.htm>)

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。オンラインではないが、廉価であるので個人的に購読できる。

Episodesの2007年3号(9月号)の論説は、「中国北西部、東ティエンシャン(天山)の古生代地質構造発達史：タリムとジュンガルプレートの縫合」、「大西洋東南部、Cadiz湾で見出された炭化水素物質に伴う鉄マンガンジュール」、「過酷環境下での微生物のプロセス」、「アルゼンチン、Chubutの新生代ダイアトリウム」である。それらに加えて以下の世界ストレスマップの紹介記事があった。

世界ストレスマップ(Oliver Heidebach, Karl Fuchs, Bright Miller, Friedemann Wenzel, John Reinecker, Mark Tingay and Blanka Sperner; The World Stress Map. Episodes, vol.30, no.3, September 2007, p.197-201.)

世界地質図委員会から世界ストレスマップ(The World Stress Map; WSM)が2007年4月に出版された。そこにはWSMデータベースの12,000余りのデータの最大水平圧縮ストレス(SH)についてテクトニクス型と方向が示されている。メルカトル投影による

縮尺4,600万分の1の地図で、陰影を付けた海陸の地形やプレート境界が示されている。

WSMプロジェクトは、1986-1992年にかけて国際リソスフェアプログラム(The International Lithosphere Program; ILP)で始まり、1995年からはハイデルベルグ科学アカデミーのプロジェクトとなった。WSMはオンラインでデータ、必要なソフトウェア、付加的なサービスを得ることができる公共性が高いプロジェクトである。アドレスはwww.world-stress-map.orgである。

WSMに示されたストレス情報は、発震機構、ポアホール、その場ストレス測定、地質学的な観察の4つの手法から推定されたものである。それぞれの手法のストレス情報は、対象とする岩石の体積に幅があり、 10^{-3} から 10^9m^3 、深さは地表から40kmである。

4つの手法のうち、WSMデータベースで使われた主なものは発震機構に基づくもので、データの77%を占める。その手法は、震源の力学的モデルから地震波の放射パターンを決めるもので、それに従い断層面と直交する面を与え、さらに三主応力軸を与える。この発震機構を利用する際、不確かさのため、ストレスの方向に最大 25° の誤差を見込まなければならない。また、解の多くはプレート境界付近で得られるので、広域のストレス場の方向を見失う恐れもある。

地質学的な観察によるストレスの方向の推定は、第四紀の中の若い時代のものに限定した。岩脈や火山の並び、それに断層解析である。

WSMでは、質のランク付けを行った。それぞれのストレスデータについて、質の良いものから順にA, B, C, Dとした。具体的には、SHの方向の精度が $\pm 15^\circ$ 以下をA, $\pm 20^\circ$ 以下をB, $\pm 25^\circ$ 以下をC, $\pm 40^\circ$ 以下をDとした。

WSMプロジェクトのウェブサイトからデータベースを利用できるようになっていて、ユーザーは自分自身のデータを加えることができる。ストレスマップ本体は、電子メールで取り寄せることができる。

CD-ROMとしても入手できる。その中身は、(1) pdf化したグローバルストレスマップ、(2) 3つのフォーマット(xls, csv, dbf)で用意されたデータベース、(3) 文献(1,593編)、(4) CASMI(Create A Stress Map Interactively)ソフトウェア、(5) WSMウェブサイトである。

このマップからいくつかの議論ができる。例えば、北アメリカ、南アメリカ、ヨーロッパのSH方向は、プレ

ートスケールではプレートの動きと平行で、第1近似では、プレート内のストレスパターンはプレート運動の原動力と同じものであると解される。100-200kmスケールでの議論もでき、それは別に公表している。

5. あとがき

今回は、地質災害とそのリスク回避の記事を中心に紹介した。ここで個別に紹介した文献のいくつかの内容を簡単に関連づけてみる。

地質災害の被害軽減には民主化が大きな要素であると言う(Vink ほかの解説)。それは政府が国民に正しくかつ迅速に情報を伝える体制を整えているかであろう。多分、平和も大きな要素であろう。わが国の例で、太平洋戦争末期の1944年12月7日に東南海地震が、1945年1月13日に三河地震が起きた。甚大な被害があったにもかかわらず、当局は戦意喪失を懸念し、情報を極力伏せ軽微な被害とした。このため、被災地への救援は十分ではなくさらに被害が拡大した。平時であれば国をあげて復興支援が行われたであろうし、国力が及ばなければ諸外国からの救援があったであろう。このときは救援があるどころか、東南海地震後の12月13日、18日、さらに1月3日に名古屋

に米軍の空襲があり、市街は壊滅状態となった(伊藤, 2005)。

ミャンマーで津波災害の可能性が指摘され、その予測に向けた取り組みがなされている(Gramlingの解説)。その研究成果がミャンマー政府の政策に取り入れられなければ、単なる研究に終わってしまう。研究当事者が何らかの形で政策立案に関与しているのだろうか？

うまく機能した例として、1980年のセントヘレンズや1991年のピナツボでは火山被害が最小限に抑えられた(FeldmanとTillingの解説)。火山のモニタリングと情報を伝える体制があり、それが十分活用されたようだ。

謝辞：ジオサイエンスオーストラリアのLen Hatch氏からは、図の転載を許可していただきました。ここに感謝します。

文 献

伊藤和明(2005)：日本の地震災害。岩波新書977, 177p.

TAKAHASHI Yuhei (2008) : Some topics in English geological newsmagazines in 2007 winter, with special reference to reducing geological disasters.

<受付：2008年2月1日>