International Glaciological Conference “Ice and Climate Change: A View from the South” 報告

松 元 高 峰[1)]

1.　会議の概要

南米チリ南部のバルディビア市にあるチリ科学研究センター（Centro de Estudios Cientificos: CECS）主催による標記の国際会議が，2010 年 2 月 1 日から 3 日にかけて，CECS の講堂を会場として開催された．

3 本の川に囲まれたバルディビアの街並みは，ドイツ移民の影響を色濃く残しており，「チリで最も美しい街」と呼ばれることがある．しかし 1960 年にはチリ地震（津波が遠く日本の三陸地方を襲ったことで知られる）によって壊滅的な被害をうけた都市でもある．CECS はその街の中心部，いつも観光客で賑わう川沿いの市場に面しており，敷地にはかつてホテルだった古風な建物と新しい研究棟，さらに今回の会議がこけら落としとなった講堂が建っている．川の向かい側には，チリの主要大学のひとつであるアウストラル大学のキャンパスがあって，「学都」という表現も似合いそうである．

ところで，CECS は大学でも国立の研究所でもなく，民間の非営利研究組織である．「生物物理・分子生理学」「理論物理学」「雪氷学・気候変動」の 3 部門からなり，いずれも極めて活発な研究活動を進めている．「雪氷学・気候変動」部門には，Gino Casassa（北大低温研に留学経験があるので，御存知の方も少なくないであろう），Andrés Rivera の 2 人の研究スタッフのほか，海外からの客員研究員やポスドク・大学院生が数多く所属しており，規模と研究成果の両面において，チリ最大の雪氷学研究グループということができる．

実はこの数年，チリにおける雪氷（氷河）研究はその数を急速に拡大している感がある．主要産品である銅価格の高騰により好調な経済に後押しされている面もあるが，何よりチリ各地にある氷河・氷原の縮小・後退が明らかになってきたこと，またこの国では氷河分布域で鉱山開発が行われるなど氷河と社会の関わりが深いことから，政府の「National Glaciers Policy and Strategy」の下，氷河の研究・インベントリー作成・モニタリング，あるいは氷河の「利用」に関する基準の確立などについて，国や民間の資金をもとにいくつもの組織・プロジェクトが立ち上がっている（昨年チリの研究機関に拾ってもらった私も，その恩恵に大いに浴しているひとりであろう）．そしてこの国際会議も，多くの招待講演者を各国から招いていただけでなく，開会式には何と Michelle Bachelet 大統領（本稿が読者に届くころには「前大統領」となる）が出席され，チリにおける雪氷圏と気候変動に関する施策と研究の現状を紹介し，科学者コミュニティーに対する期待をこめたスピーチを述べられた．

本会議における中心的なトピックは，タイトル

図 1　会場となったチリ科学研究センター（CECS）

1）Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia

にもあるように，「南半球の気候と雪氷圏に生じている変化」である．グローバルなトピックに関する発表ももちろんあったが，口頭・ポスターを合わせて約 150 件の発表の多くは南極，南極半島，南米（熱帯・中緯度・パタゴニア），ニュージーランドなどにおける雪氷圏の現状と変化に関するものであった（アフリカの雪氷圏に関する発表は少なかった）．参加者は，しかし南半球に限らず，世界各国から 200 人近くが集まって議論に花を咲かせた．なお，「日本人」と「日本から」の参加者は，大村纂（ETH, Switzerland），Ralf Greve（北大低温研）のお二人と筆者である．

2. 印象に残った発表

上述のように，本会議では主に南半球の雪氷圏を対象とする約 150 件の研究成果が発表された．それら幅広い内容の総てを紹介するのは不可能であるし，また筆者の研究トピックに近いものばかり取り上げれば，大きな偏りが生ずることは避けがたいであろう．この際，関心のある読者には，ぜひ本会議の web サイト（http://www.cecs.cl/VICC2010/）をご覧いただくことにして，ここでは，雪氷圏や気候と社会的な側面との関係を直接間接に議論していた発表のいくつかについて御紹介することにしたい．今回そのような発表が少なからず目についたということに加えて，後述のように，とくにチリにおいては氷河や永久凍土と社会・産業との「距離」が非常に近いということが，あえてこのような紹介を試みる理由である．

CECS の Andrés Rivera による「A nationwide strategic plan for improving current knowledge of Chilean glaciers and modeling glacier impacts of climate change」と題する発表では，前章で触れた，チリにおける氷河研究・モニタリングと施策の現状が紹介された．そのうち，チリ水資源総局（DGA）の主導による氷河モニタリングネットワークの計画は，気候的に極めて多様なチリの各地域から代表的な氷河を選び，詳細で頻繁な調査から簡便なものまでの 5 段階のクラス分けをした上で長期的な観測を継続していくというもので，最も詳細な調査が行われる「パイロット氷河」として，チリ中部にある Glaciar Universidad（Lliboutry, 1958）が選ばれていることが示

図 2 Michelle Bachelet チリ大統領（右）にポスターの説明をする Gino Casassa（左）と Andrés Rivera（中央）．

された．そして，行政やステークホルダーとの関わりにおいては，「氷河」とは何を指すかという定義を（科学的議論はひとまずおいて）明確にしておくことが重要だという主張がとくに印象に残った．

チリではここ数年の間に，雪氷圏に関わる大きな社会問題がいくつか起こっている．そのひとつは，北パタゴニア氷原の東から南にかけて，その融解水を集めて流れるバケール川（チリ最大の河川のひとつ）に持ち上がったダム建設計画である．ヨーロッパの企業による複数の巨大ダム計画に対する反対運動が，ここ数年の間に急速な盛り上がりを見せるようになり，チリでは誰もが知る社会問題のひとつとなった．そして，賛否両論が拮抗している中，2008 年 12 月にダム予定地の上流にある Glaciar Colonia で氷河湖決壊洪水（GLOF）が発生，しかもそれ以降，数カ月おきに繰り返し GLOF が起き続けている（本稿執筆時点で最新の GLOF は 2010 年 1 月 5 日に発生した）という，ほとんど「劇的」とでも言いたくなるような状況が生じている．Alejandro Dussaillant（Universidad de Concepción, Chile）らは，その GLOF の現状とモデリングの結果（Dussaillant *et al.*, 2009）を紹介し，今後の変化の可能性に関する議論を行っていた．

チリの雪氷圏におけるもうひとつの社会問題は，氷河・永久凍土分布域における大規模な鉱山開発である．とりわけこの問題を有名にしたのは，チリ・アルゼンチン国境のアンデス主稜線周辺で進められている Pascua-Lama 鉱山の開発計画である．この地域の採掘権を得たカナダの Barrick Gold 社が発表した初期の計画に，採掘予定地にあるいくつかの小さな氷河を「ほかの場所に移す」という，奇想天外？なプランが盛り込まれていたことから賛否両論が沸騰し，これまたチリでは多くの人が知る社会問題になっている（なお，これらの「社会問題」については，別の機会に稿を改めて紹介したいと考えています）．

John Reynolds（Reynolds International Ltd, UK）による氷河災害管理についての発表では，世界各地におけるさまざまな氷河災害とその対策が紹介されたが，その中のひとつとして，氷河もろとも掘削を行って鉱石を採っているチリの露天掘り鉱山の例が示されていた．大きく削られた氷河の断面の下に露天掘りの鉱山が続いている写真は何とも驚きであった．こういう鉱山では，融解水と土砂が頻繁に流出・堆積して坑道などの鉱山施設に被害を及ぼす，ということであったが…「そりゃそうでしょ」というしかない．しかし現実にそういう「氷河災害」が南米にはあるのである．また，アンデスの岩石氷河に関する研究を続けている Alexander Brenning（University of Waterloo, Canada）の発表では，アンデスにおける鉱山採掘によって影響を受けている岩石氷河の氷の体積が，20〜30×10^6 m^3 にも及ぶことが示された．

氷河地域と産業がこうも接近していると，氷河をうまく管理し利用しようという考えが出てくるのも道理であろう．Cedomir Marangunic（Geoestudios Ltda, Chile）による「Management of glaciers: experiences and results in Chile」と題する発表では，チリ中部アンデスをフィールドに 1969 年から続けてきた，各種の「氷河管理」の試みとその結果が紹介された．土砂などの散布による人工的な融解の促進，氷河上端に柵を設置しての涵養の促進，さらに雪崩の流路を制御して涵養量を増やすことで人工氷河を作る試みなどに対して，聴衆からは「氷河を管理するよりも，鉱山会社に氷河の下を掘削させないように要請する方が先ではないか？」などというコメントが出たが，しかしチリの雪氷圏の現状を考えると，これは必ずしも皮肉ではないだろう．

Bryan Mark（The Ohio State University, USA）らの発表では，ペルーの Cordillera Blanca における気候と氷河の変動が流域の水循環に及ぼす影響について議論が行われた．論文（たとえば Mark and Seltzer, 2003）を通じて彼らの成果には馴染みがあったので，とくに注目していた発表のひとつであった．しかし今回示された 3 つの主なトピックのうちのひとつが，氷河や河川流量に生じた変化をどのくらい認識しているかに関して，流域周辺に住む 72 人を対象に実施したアンケート調査の結果であったのには少し驚いた．後で本人に訊いてみたところ，これは人文地理学者との共同研究なのだということだった．日本では「学際的大プロジェクト」なるものが立ち上がると，急にこういう研究が行われたりはするが，本来は「フィールドからの発想」に立って，もっと身軽なスタンスで取り組んでいいはずなのだと思わされた．

気候変動と社会的な問題との関係を直接扱った発表として，Luis Miguel Galindo（CEPAL, Chile）による招待講演「The economics of climate change: a regional perspective」があった．ラテンアメリカ各国を対象に，IPCC のシナリオに基づく経済への影響予測とその評価などが示されていた．世界経済の知識に疎い筆者には，正直なところ内容を追えない部分も多かったが，しかしラテンアメリカから見る気候変動，またその中にあって，昨年末に南米初の OECD 加盟国となり，いわゆる「先進国」の仲間入りを果たしたばかりのチリから見る気候変動の「景色」は，日本から見るそれとは少し違うようだということだけは感ずることができた．

3.　雑感

南米の雪氷圏がメイントピックのひとつになっているシンポジウムに参加するのは，これが 3 度目である（松元ほか，2005；松元，2009）．毎回同じような感想ばかり述べてお恥ずかしい限りだが，ヨーロッパを中心とした各国の研究者が南米

の雪氷圏の研究を精力的に進めていることに，今回も改めて印象づけられた．自分の研究に関連する範囲で論文などを読んでいるだけではなかなか実感できないのだが，こうして一堂に会する機会があるとそれがはっきり分かる．年に 1 回フィールド調査に来るだけというレベルを超えて，組織や人的ネットワーク構築の面でも非常に厚みのある研究グループも少なくない．前回（松元，2009）はフランス勢の存在感が印象的だったが，今回は加えて地元 CECS グループの充実ぶりが目立っていた．さらに新規参入組もある．これまで全く聞いたことのなかったアメリカの大学のグループが，パタゴニアの氷河に関する研究成果を発表しつつ，会場で筆者を含めたチリ国内の研究者にどんどん共同研究の可能性を打診しているという例もあった．

考えてみればどれも当たり前のことなのだが，地球の裏側にいるとなかなか見えにくい状況ではある．いずれにせよ，南米の雪氷圏がもはや「研究上の空白地帯」などでないことだけは確かであろう．

文　献

Dussaillant, A., Benito, G., Buytaert, W., Carling, P., Meier, C. and Espinoza, F., 2009: Repeated glacial-lake outburst floods in Patagonia: an increasing hazard? Natural Hazards, DOI 10.1007/s11069-009-9479-8.

Lliboutry, L., 1958: Studies of the shrinkage after a sudden advance, blue bands and wave ogives on Glaciar Universidad (central Chilean Andes). Journal of Glaciology, **3** (24), 261–270.

Mark, B.G. and Seltzer, G.O., 2003: Tropical glacier meltwater contribution to stream discharge: a case study in the Cordillera Blanca, Peru. Journal of Glaciology, **49** (165), 271–281.

松元高峰，2009：第 4 回 Alexander von Humboldt International Conference “The Andes: Challenge for Geosciences” 報告．雪氷，**71**，16–20.

松元高峰・紺屋恵子・坂井亜規子，2005：第 7 回国際水文科学協会（IAHS）Scientific Assembly 報告．雪氷，**67**，361–365.

（2010 年 2 月 10 日受付）