

第 9 回国際凍土学会 (Ninth International Conference on Permafrost) 報告

末吉 哲雄, 池田 敦, 澤田 結基
岩花 剛, 斉藤 和之, 原田 鉦一郎

1. はじめに

2008 年 6 月 29 日から 7 月 3 日にかけて, 第 9 回国際凍土学会 (Ninth International Conference on Permafrost: NICOP=Ninth ICOP) がアラスカ大学 Fairbanks 校 (UAF) で開催された. 凍土を専門とされない方にはなじみが薄いかも知れないが, この学会は International Permafrost Association が主催し, 5 年に一度のペースで開催されている学会である. 開催間隔が長いいため速報性には欠けるものの, 世界各国の凍土研究者が一堂に会するまたとない機会であり, 凍土研究の最近の動向を知る上でも, また自分たちの成果をアピールする場としても重要な学会となっている. 今回も学会前から複数のワークショップや学生向けのコースが開かれ, この機会を十分に生かしていた.

今回は約 620 人の参加者を数え, これまでの ICOP でも最大規模の学会となった. 参加者の国別内訳を見ると, 一番多かったのは当然のようにアメリカで 299 人. 以降, カナダ 88 人, ロシア 41 人, ドイツ 30 人, スイスとノルウェー 18 人と続き, 日本からは 17 人で中国と並んで七番目であった. テーマとしては凍土に関わるすべての話題がその範疇にはいるが, 後述する基調講演の分類に従って大きく分ければ: (1) 永久凍土の分布と変動, (2) 凍土のエンジニアリング, (3) 熱・水文プロセス, (4) 山岳・極域の周氷河現象, そしてこのすべてに関わる話題として (5) 土壌の物理と化学, というような話題が取り上げられていた.

2. 学会概要: 会期中の様子など

会期は 6 月 29 日の日曜日から 5 日間にわたった. 初日午前中は開会式だったが, 午後一番は Plenary Session (基調講演), その後に続けて一

般発表が行われ, 人によってはこの日の夕方に開かれた Ice Breaker よりも先に自分の発表が終わってしまうという事態がおきていたのは面白かった. 初日に限らず, Plenary Session は毎日 (二日目からは朝一番に) あるのが今回の一つの特徴だったと思うが, この Plenary の内容が, おおまかには学界全体の内容をカバーしており, 学会側が, 前の ICOP からの 5 年間をレビューする場として考えていたように感じられた. なお, この基調講演は, 学会のホームページから今でもダウンロード出来るので, 興味のある方は是非ご覧頂きたい (<http://www.nicop.org>).

余談だが, UAF は大学の敷地も広く, ダウンタウンからも離れているため, 参加者の多くは学内にある学生用のレジデンスに宿泊していた. 毎朝一番であったにも関わらず, 全体に Plenary への出席率が高かったように見えたのは, このためではないかと思えた. なお, 会期中は Ice Breaker に始まってバーベキューやバンケットなど, 毎晩何かしらのイベントがあり, すべてに申し込めば殆ど夕食の心配をしなくて済むようになっていた. これも学内に滞在する人が多いことから配慮されたことのようにであった.

研究発表は口頭で 217 件, ポスター 306 件の発表があった. この学会は, 事前に査読付きの 6 頁のプロシーディングスを投稿し, 学会当日には印刷されたプロシーディングスが完成しているというスタイルだが, 今回のプロシーディングスは二冊組で合計 2100 頁, 厚さ 12.7 cm (前回のほぼ倍の厚さ) にもなった. 今回の規模の大きさをよく表しているが, 持ち歩くには非現実的な重さであり, CD のみにしておけば良かったと後悔することになった.

口頭発表は, 各自の持ち時間 15 分と比較的ゆ

とりがあったが、Plenary 以外はすべて 5 会場でのパラレルセッションとなり、興味のある発表が重なってしまうなど、やや無理があった。ポスターについては、午後最初の 90 分がポスターのコアタイムにあてられていたが、発表件数と比してコアタイムが短く、消化不足という感は否めなかった。ポスターセッションはよい議論の場となることが多いので、せめて 120 分確保して欲しかったと思う。いずれも発表件数が多いことに起因しており、今後はもう少し数を絞る方向で考える必要があるのかも知れないと感じた。

会期四日目(水曜)の午後には Fairbanks 近郊へのエクスカージョンが企画され、地元研究者の解説を受けつつ観測の現場を見学するまたとない機会となった。参加者の興味に応じて複数のプログラムから選べるようになっており、どれに行くべきか迷うほどであった。現在編集中心(?)の詳細なフィールドガイドが配布され、充実した内容であった。

学会の会期前後には Field Trip、つまり行程が数日に及ぶ本格的な巡検が企画され、これもかなりの参加者を集めていたようであった。

3. 印象に残った発表内容など

セッションの全てを網羅することは出来なかったため、以下に筆者らが見聞した範囲で印象に残ったものについての感想をまとめた。

温暖化関連の研究発表(池田・岩花・斉藤・末吉)

全体的に、最近の気候の温暖化に関連した発表が非常に多かった。なかでも、温暖化によって凍土が受ける影響を観測的に報告した発表が多くみられた。CALM (Circumpolar Active Layer Monitoring) の観測など活動層厚の増大とそれに伴う現象、アラスやサーモカルストの増加(主にリモセン)、河川流量の変化など、多くの観測研究において、温暖化との関連がコメントされていた。特に温暖化傾向が顕著に表れている高緯度地域では、積雪や降水量、植生など、気温以外の要素を介して凍土変動に影響している例が報告され、複雑なフィードバックをどう読み解くかが重要という印象を受けた。例えばトランジエントレイヤー(永久凍土上端部の高含水率層)による影

響に関して議論が多く交わされる(Nelson *et al.*)など、一段細かいプロセスの重要性が認識されてきている。

一方で GCM・領域モデルを用いた凍土変動の研究は必ずしも多くなく、まだこの分野に多く課題が残されている印象があった。アメリカの NCAR や UAF、あるいは日本の JAMSTEC などのグループが、凍土過程を領域・全球モデルに組込んで広域の評価を行うというアプローチをとっていたものの、温暖化予測などの分野でのモデル研究の活発さを思えば、やはり少ないという印象を受ける。

山岳凍土についても、温暖化と関連した報告が多かった。岩石氷河については、近年の急激な加速がトピックになっている。衛星観測・地上観測の両面からの発表があったが、とくに近年、山岳永久凍土帯下限で想定外に速い動きが観測されているという報告が複数見られた。急激なものは、いままでの塑性変形的な岩石氷河の挙動とは異なり、地すべりのような動きに見えている。

災害科学的な話題として、岩壁の凍土融解と岩崩れ・地滑りなどとの関連を議論する発表も目に付いたが、これらも、温暖化による岩盤の温度上昇によって崩落が誘発されるというような作業仮説をもとにしているものが多い。観測手法としては衛星画像の他、岩壁でのその場地温観測のほか、平地からのレーザー測量などもあった。これらをもとに有限要素法による 2D、3D 計算を行ったものもあったが、凍土の融解と崩落の因果関係は必ずしもクリアではなかった。

実用的な方向では、Public Lecture で講演した Kääb が示したように、衛星データの活用による災害予測は一つの方向性であろうが、ハザードマップなどを作成するための情報はまだ不足しているように思えた。

物理探査・衛星・同位体(池田・岩花・斉藤・澤田・原田)

物理探査手法に関わる発表としては、常連の欧州勢を中心に、主に電気探査の話題で活発な議論が行われた。発表件数が多く、最新の成果を聴講することができた反面、やや新鮮味に欠けた印象を受けた。観測例は増えているが、新しいアイデ

アが欲しい段階に来ている印象を受ける。

衛星データを用いた広域の状況の把握・解析は、もはや新しい手法とは言えないが、凍土研究ではこれまでさほど積極的に利用されていたとは言えなかったぶん、今回の学会で急に目立つようになった。もっとも、衛星からは凍土の性質を直接観測することは出来ないことから、表面の放射温度、地表付近の土壤水分、雪・氷、植生などを介しての議論にとどまっているが、面的なデータは分布や変動の議論では不可欠なことから、他の手法と組み合わせるなどして今後の進展が期待される。

また、同位体測定を用いた研究が多かったことも印象的であった。ロシアでの地下水（特にアイスウェッジ氷）のサンプリング及び水同位体測定の発表が目立っていたほか、周氷河作用のセッションでも同位体をトレーサーに用いた構造土の研究発表が見られた。

アウトリーチ : Tunnel Man

今回、参加者の中で最もよく話題に上がった「発表」の一つは、UAF の吉川謙二氏らによる、永久凍土を紹介するショートムービー「Tunnel Man」であったかもしれない。ポスターセッションでその活動の一端を紹介していたが、まずは本物を見ていただくのが良いと思う（下記 URL）。
<http://www.uaf.edu/water/projects/permafrost/>
「Permafrost outreach 2008」というタイトルのこのプロジェクトでは、子供達に永久凍土について紹介し、その面白さを学んでもらうと同時に、地温測定サイトを増やし、観測作業についての理解を得るという目的でショートムービーの連作が作られている。小中学生くらいの子供達を主な対象として作られているが、大人が見ても学ぶところの多い映像である。昨今ではアウトリーチというと、とかく面白おかしく易しく、というところが強調される傾向にあるが、吉川氏のチームはサイエンスの質と楽しさを両立させており、学ぶところが大きい。

フィールドエクスカベーション（岩花）

プレ・エクスカベーション（ダルトンハイウェイ）

Prudhoe Bay に飛行機で飛び、バスで 2 日かけて Fairbanks へ戻るという行程。参加者は 6 ヶ国 15 名ほどと適当な人数で、道中は交流を深める良い機会ともなった。バスで移動することで、連続的永久凍土帯から不連続帯へと植生と地形の変化が如実に実感できた。また、アラスカの石油開発・パイプラインの歴史や技術、構造土やパルサなどの地形について、現場で長年働いてきた研究者や技術者による解説があり、充実した巡検であった。

ポスト・エクスカベーション（コロラド大学山岳研究所）

参加者は、岩花の他、ポーランド人 1 人、ロシア人 2 人の 4 人のみであった。コロラド大学の山岳研究所は 4000 m 級の山々の裾野にあり、宿泊施設や実験室・研究室など、野外研究に必要なインフラが十二分に整えられている。3000 m 近い高所であるため、ロッジを行き来するだけでもすぐに息切れがする場所である。この観測サイトでは、主に生態学的な研究が多く、研究者によって行われている。数十年間の観測から山岳永久凍土の融解が河川流出量の増加の原因であるとの研究結果を出している。また、スノーフェンスによって人工の吹き溜まりを作り、積雪の植生への影響を調べる研究を約 20 年前から行っている。向こう 80 年、合計 100 年間の変化を見た後にフェンスを取り除き、さらに 100 年間（合計 200 年）の回復過程をモニタリングするという長大な時間スケールの研究が進行中であった。

4. その他の感想など

今回の学会は、（アメリカが多すぎて目立たないが）ロシアと中国からの参加が多かったことが一つの特徴としてあったように思う。シベリアとチベットはどちらも広大な凍土地帯であり、今後は両国の研究者との連携が重要になる可能性が高い。前述した CALM ネットワークのほか、ロシア研究者との研究協力がいくつもあった。

この流れを反映するかのように、次回開催地はロシアの Tyumen と発表された。なお、今後 ICOP は開催間隔を 4 年とすることが決定されているため、次回は 2012 年の開催となり、以後オリ

ンピック・イヤーと重なることになる。また、ワールドカップ・イヤーにあたる 2010 年には European Conference on Permafrost (EUCOP) がスピッツベルゲンで開催されることも発表され、2 年おきに凍土研究者が集まる場が出来つつある。このような動きからも、国際的な研究協力は今後さらに活発になっていくと思われ、その点は我々も多少意識すべきであろう。国内的には、日本は現在 IPA への窓口となる学会のような組織がないため、今後研究者間で連携を取って対応を考える必要がある。

2005 年から活動を開始していた、PhD とポスドクのネットワークである PYRN (Permafrost Young Researchers Network) は、今回の ICOP で正式に IPA の中に位置づけられることになった。凍土に関する情報をまとめた Web サイトとしてスタートした PYRN の活動だが、ML を整備し、若手を対象とする学会賞をつくり、旅費援助を働きかけ、ボアホール掘削に参加したりもしている。我々には語学の壁があり、すぐにマネできないのは事実だが、一方で彼らは PhD の間から国際学会で議論をしたりチームを組んで研究をしたりし始めているということは知っておくべきことと思われる。

この PYRN の活動を始めとして、今回の学会では各国で PhD クラスの若手研究者が着実に育っている印象を強くしたが、この点で日本は明らかに後れを取っている。実は今回の日本からの参加メンバーは、5 年前のチューリッヒ大会と比べて顔ぶれがあまり大きくは変わっておらず、特に若い世代に新顔が少ない。これは学会参加者が

少ないという話ではなく、そもそもいないということである。ポスドク問題などとも絡みこの点は単純ではないが、次世代の凍土研究者の育成を考えることも重要な課題となってきた。

5. おわりに

今から 25 年前の 1983 年、第 4 回の ICOP が開催されたのは、今回と同じく UAF であった。このため、学会ロゴなど随所に「25th Anniversary」の文字が見られ、これまでの IPA の歩みを振り返る冊子なども配られた。学会の運営にもこういう意識が反映されてのことと思うが、今回は凍土研究の歴史を振り返るセッションが開かれるなど、これまでの研究を見直し、今後のあり方を模索する姿勢が現れていたように思う。

自分のような若輩者から見ても、この四半世紀の間に凍土研究をめぐる状況が大きく変わったことは強く感じられる。気候の温暖化傾向が明確になり、さらにそれが人為起源であることがほぼ確実視されるようになって、気候学・生態学とのリンクはこれまでになく強くなった。手法的にも、各種の物理探査、同位体測定、数値的手法、そして（直接ではないにしても）衛星データと、文字通り劇的な進歩を遂げてきた。

このことを思うと、自分の勉強不足が痛感されるばかりではあるが、変化の激しい時期に立ち会っている面白さを存分に味わうことで、今後も新しいテーマに挑戦していく力に変えていきたいと感じた学会であった。

(2008 年 8 月 1 日受付)