

IGS シンポジウム 2000 参加報告

— International Symposium on Snow, Avalanches and Impact of the Forest Cover —

河島克久・永崎智晴・前田直哉・竹井 巖
阿部 修・佐藤 威・前野紀一

1. はじめに

(財)鉄道総合技術研究所 塩沢雪害防止実験所

河島克久

国際雪氷学会 (IGS) 主催の International Symposium on Snow, Avalanches and Impact of the Forest Cover が2000年5月22～26日にオーストリアのインスブルックで開催され、日本から15名が参加した。数多く開かれている IGS 主催の国際シンポジウムの中で、雪崩や吹雪の研究を中心としたものは数年に一度程度の開催であり、現在の世界の雪崩や吹雪研究の実態や動向を知る上で貴重な場である。そこで、日本からの参加者が本シンポジウムから受けた印象について雪氷学会会員の方々にも広く知っていただくため、シンポジウム報告としてとりまとめることとなった。具体的には、参加された各氏にシンポジウムの感想や発表された研究内容などについて自由に執筆していただくようお願いし、最終的に永崎智晴・前田直哉 (新潟大学大学院生)、竹井巖 (北陸大学)、阿部修・佐藤威 (防災科学技術研究所)、河島克久 (鉄道総合技術研究所)、前野紀一 (北海道大学) の各氏から以下に示すシンポジウム報告が寄せられた。若干、内容的に重複する部分もあるが、各人の得た印象を正確に伝えるため原文のまま掲載させていただく。

2. シンポジウムの概要

新潟大学大学院自然科学研究科

永崎智晴・前田直哉

2000年5月22日から26日にかけて、国際雪氷学会 (International Glaciological Society; IGS) 主催の International Symposium on Snow, Avalanches and Impact of the Forest Cover が行わ

れた。IGS は様々なテーマで1年に複数のシンポジウムを行っているが、今回のような雪崩に関するシンポジウムは97年以来、3年ぶりの開催だった。

会場となったインスブルックは標高574mにあり、オーストリア共和国の西部のアルプス山脈に囲まれたチロル州の州都で、山脈を境に北にドイツ、南にイタリアに挟まれた人口およそ13万人の国際観光都市である。インスブルックの名前は、町の中央を流れるイン川に架かる橋にちなんでいる。また、観光・スポーツのメッカとして知られ、1964年と1976年に2回、冬季五輪がこの地で行われており、スキーのワールドカップも毎年行われる場所である。市の中心部から南北の山麓へは市電でアクセスでき、そこからケーブルカーやロープウェイを乗り継ぐと、雪の残る山頂へアクセスができる。そこからは市の町並みが見渡すことができ、スキーやスノーボードを楽しむ人々も見ることができた。最初に行われる Ice Breaker は王宮の中の一室で行われ、中世気分を味わうことができた。

根本・山田 (1998) が紹介している前回の IGS の雪崩シンポジウムと比較すると、今回のシンポジウムは総発表件数103 (前回比+12)、そのうち口頭発表60 (前回比+9)、ポスター発表43 (前回比+3) であり、若干前を上回る数の発表があった。日本でも加盟者数の多い IGS 主催ということもあり、日本からの参加者も15名と多く、参加国数は20ヶ国に及んだ。

近年行われた雪崩研究を中心とした国際シンポジウムでは1998年5月に Norwegian Geotechnical Institute (NGI) が25周年として行ったシンポジウムがもっとも近い (西村他, 1998)。その

ときは16ヶ国の雪崩研究者により51件の発表があった。アメリカ・カナダで行われる雪関係のワークショップにISSW (International Snow Science Workshop) があるが、そちらは隔年で開催され、前回の1998年に開催された時の参加者は総勢500名以上に達している(伊藤, 1999)。そのときは12ヶ国から口頭発表60件、ポスター発表25件が行われている。1994年に開かれたISSWについても本誌に報告されており、その時は口頭発表が1992年の36件から61件へと増えたとある(尾関, 1995)。いずれと比較しても、今回のシンポジウムの発表件数は多かったといえよう。

今回のシンポジウムに参加した国毎の発表件数をファーストオーサーの国で数えてみた(表1)。発表件数をもっとも多かったのはスイスで、日本は2番目に多い。前回開催国であるフランス、今回の開催国であるオーストリアは3番目に多かった。ただ、日本からの口頭発表は6件と、スイスからの口頭発表件数15件に比べてはるかに少なかった。日本人が英語に苦手意識を持っている現れだろうか。提出されたアブストラクトに載って

表1 各国の発表件数
(筆頭著者の所属で分類)

スイス	20
日本	17
オーストリア	11
フランス	11
アメリカ	8
ロシア	8
スペイン	5
ドイツ	5
イタリア	3
アイスランド	2
オランダ	2
カナダ	2
ノルウェー	2
イギリス	1
インド	1
カザフスタン	1
スウェーデン	1
チェコ共和国	1
中国	1
デンマーク	1
合計	103

いた著者の人数は227名に及ぶが、複数国の著者による共同研究は14件で、多国間での共同研究の難しさを物語っているように感じた。

近年は学会開催時にはホームページも作成されるのが通例になっているが、IGSも例外ではない。今回のシンポジウムのNavigation Pageは<http://www.spri.cam.ac.uk/igs/innsbruck.htm>にあり、当日の日程などが掲載されている。また、Referees Report Formなども載せられている。

口頭発表はスライド、OHP、プロジェクタやビデオを用いて行われた。プロジェクタでの発表は美しく、発表時間の短縮にもつながっているように思えた。ビデオもプロジェクタと同様に投影装置でスクリーンに映されており、雪崩の撮影事例などが紹介された。うれしいことに発表はすべて同一会場で行われ、その影響もあってか、発表中やその前後の人の出入りも少なく、落ち着いて発表を聞くことができた。

口頭発表の時間は前回と同じく発表15分、質疑5分だった。座長によって個人差はあるものの、質問が出ない場合、座長はすぐに質問をうちきり、逆に質問が続く場合は20分を少しオーバーすることもあったが、終わってみれば時間通りに終わっていることが多く、テンポよく進んでいた。

発表内容から、スイスは人工雪崩や実際の雪崩に対しての観測・実験に力を入れ、フランスはモデル中心に進めている印象を受けた。

人工雪崩を行ったスイスの研究の中では、雪崩の雪の取り込みと堆積に注目した発表が目をついた。中でも、閉会式でチーフエディターであったK. Hutter氏に表彰されていたBetty Sovilla氏は、雪崩走路を複数に区切り、それぞれに対し観測を行い、雪の取り込みや堆積量などの推定を行っていた。

フランスのMétéo-Franceで開発された積雪層構造モデルCROCUSは開発されてずいぶん経ち、近年では日本でも利用され始めているが、そのCROCUSを使用した研究も複数あった。また、他に、シンクロトロンにより積雪の3次元立体構造を測定したものが目をついた。解像度は最高で10 μ mになるだろうということであった。実際のフィールド観測での利用には多くの課題があるであろうが、積雪を一つずつの結晶や断面ではなく

3次元的に扱える日も近いのであろう。

日本からの発表では防災科学技術研究所・新庄雪氷防災研究所の人々が海外との共同研究をしているのが目立ち、人工雪を使って行った低温風洞内での吹雪の実験にも関心が集まり、会場から質問が出ていた。

今回のIGSにはImpact of the Forest Coverに関するテーマも含まれており、発表の中には、夏には牧草地となるアルプスのスキー場で、人工雪に混合された化学物質が土壌や植生にもたらす影響を調べた研究もあった。アルプス地方ならではの研究だと感じさせられた。

最後に個人的な感想を少し述べさせていただく。様々なテーマの発表があったが、雪崩・雪氷研究者の多さ、そして何よりも、雪崩や雪の研究が進んでいっていることを感じさせられるシンポジウムであった。ただ、残念なことにあまり他国の研究者と話すことができなかった。英語力の問題もあるが、会話のきっかけのつかみ方が今一つわからなかった。この点は次回への課題としたい。ヨーロッパの雪崩研究の雰囲気を感じられ楽しい学会だった。

3. シンポジウムの感想

北陸大学薬学部 竹井 巖

五月末のインスブルックは、朝晩の冷え込みはあるものの乾燥したさわやかな気候で、半袖姿が快適なヨーロッパの古都でした。谷間の街の両側にそびえる山にはまだ雪が残り、ロープウェイで登った山では若者がスキーやスノーボードをしていました。

IGSシンポジウムは雪と雪崩を主テーマとして、インスブルックの旧王宮そばにある会議場(Bozen Hall)で5/21～26の期間に開催されました。120題の研究が申し込まれ、100件あまりの発表がありました。参加登録者は130名ほどでした。シンポジウムは、20分の発表講演が4件実施される毎に、40分のコーヒータイトムや昼食を挟む形で進行し、ゆったり議論する雰囲気でした。

オープニングの来賓挨拶は、ドイツ語や英語で行われましたが、会議場らしく通訳機器が用意されていました。

発表講演では、論文のチーフエディターであるHutterさんが場を取り仕切る形で、発表講演の雰囲気盛り上げようと発言を促したり、発表機器の取り回しに関して発表者の注意を促したりされていたのが印象的でした。発表提示機器にはOHPやスライドプロジェクターに加えて、ビデオやパソコン接続によるプロジェクターもありました。ノートパソコンからの出力を用いた発表をこなしている研究者が少なくなかったのはちょっとした驚きで、またビデオを使用しているのか、ノートパソコンからの出力を提示しているのか私には判断できないような滑らかな動画があったりして、時代の流れを感じさせました。

このシンポジウムでは、ポスターセッションの発表者のために、事前に2分間の口頭宣伝の機会が与えられ、また月曜から金曜日までの期間中はポスター展示できるように会場ホールに展示場所が設けてありました。たとえば雪の微視構造を3次元的に再構成して示したポスター発表(Schneebeil & Krusi, Three-dimensional reconstruction of snow)には人が群れていてなかなかじっくり見ることが難しかったのですが、ポスターの主発表時間以外にポスター展示を気軽に見ることができましたので、この期間中展示は私には好ましく思えました。

シンポジウム期間中に投稿論文についてそれぞれの担当のエディターと相談したり議論することを勧められ、そのための部屋が会場のそばに設けてありました。チーフエディターのHutterさんが、6月中に全ての受理論文を印刷に回す方針を会場で何度も念を押していたのが印象的でした。論文の審査はかなり厳しいもので、最終的に受理された論文はAnnals of Glaciology Vol. 32に掲載される予定になっています。Annalsはレフリー2人制を取り、論文の質を落とさないようにできるだけ厳しくチェックすることが編集委員会で申し合わせられたそうです。これは、Annalsがこれまでの出版活動の努力の成果と関係者の積極的な働きかけが効を奏して、the Scientific Citation Index (SCI: 幾つかの国では論文評価の尺度になっている)に搭載される論文誌になったという背景が大きく影響しているとか。私個人としては、二人のレフリーや担当エディターから沢山のこ

ントや強い示唆を受けて、大幅に投稿論文の内容を改変することになり、しかも、7月になってもなかなかエディターやレフリーの納得が得られずつらい思いをしました。

4. 雪崩関係の発表について

防災科学技術研究所 新庄雪氷防災研究支所
阿部 修

今回の第一印象は、ヨーロッパの研究者が一新生されたことであった。これは私が知らなかっただけでも知れないが、若い研究者、特にポストドクの人たちの活躍が目立ち、発表のたびに名前と顔を覚えるのに苦労した。アジアでは中国の新疆生態与地理研究所(ウルムチ)から魏文寿氏が参加した。台湾の戴義欽氏はドイツのK. Hutter氏の所に留学中であった。インドからは当初のリストにはあったが結局参加されなかったようである。印象に残った発表は、オーストリアのK. Kleemayr氏による複雑な地形上の斜面積雪のクリープやグライドに関する3次元数値シミュレーションの結果を示したものである。積雪中の応力や移動量の分布をカラーで図化していた。我が国でもモデルに得意な人材を得て研究を進める必要性を痛感した。これらの中で運動中の雪崩の形や質量収支を実測したスイスのB. Sovilla氏の発表は注目された。なお、彼女は今回のベストプレゼンテーション賞に輝いた。

私は低密度人工雪の圧縮粘性係数の温度依存性と同様の雪を用いたクリープ実験と数値シミュレーションの比較結果を発表した。この温度依存性については今回の編集委員長のK. Hutter氏からアレニウスの式に従っているのかという質問を受けたが、その場では理解できなかった。帰国してから、理化学辞典を開いてようやくその意味が分かった次第であった。国際シンポジウムは言語のハンディはあるものの、刺激に満ちていて参加するたびに得をした気分になるから不思議である。

5. 雪崩検知技術の開発に関する発表について

(財)鉄道総合技術研究所 塩沢雪害防止実験所
河島克久

今回のシンポジウムの中で、雪崩の検知技術の開発とそれを用いた冬期間の道路管理に関する発

表が2件あった。筆者らも冬期間の鉄道の安全輸送を確保するため、小型振動センサを用いた簡便な雪崩発生検知システムの開発を行っており(飯倉ら, 2000)、プログラムを見た時から、欧米で行われている同様な技術開発に注目していた。

1件はアメリカのRobert Rice氏(University of Utah)らによる“Avalanche hazard reduction for transportation corridors using real-time detection and alarms”と題する発表である。彼らが考案した雪崩の検知方法は、雪崩危険斜面に設置されたパイプ状の物体が雪崩の衝撃を直接的に受けることで検知する方法のようであったが、その詳細についてはあまり触れられなかった。彼らは、開発した雪崩検知・警報システムを用いて、3冬期間にわたって稼動試験を行い、合計6回発生した雪崩のうち3回について正常な検知と警報出力ができたことを報告した。

他の1件はオーストリアのWalter L. Randeu氏(Technical University of Graz)らによる“Radar tools for reliable avalanche detection and winter road signalling and protection”と題する発表である。この講演では、オーストリアでは3台の雪崩検知・観測用のpulsed Doppler radarが開発されており、そのうちの2台のレーダが道路管理所に設置され雪崩の監視を行っていることが説明された。このレーダを用いた雪崩監視は、道路管理者が道路の維持・除雪作業を行う上での安全確保を支援したり、道路利用者の雪崩危険区間への立ち入りに対する判断支援に利用されているようである。

雪崩検知技術に関しては、本年6月にノルウェーで開催された第4回雪工学国際会議においても、アイスランドの研究者により、冬期間の道路管理に資するために、地震計を用いた雪崩検知システムの開発を行った事例について報告されている(Bessason *et al.*, 2000)。多くの国でこのような技術開発がなされている背景には、交通量の少ない山間部の道路や鉄道においては、雪崩予防工や防護工によるハード対策よりも雪崩の検知技術を用いたソフト対策の方が、防災投資の観点からは有利な場合が多いことを反映しているであろうと考えられる。また、近年、ITS(高度道路交通システム)の構築に向けた取り組みが世界的に盛

んになってきているので、雪崩を含めた雪氷災害の高精度な早期検知・予知技術やその情報通信技術に関する研究開発のニーズはますます高まっていくのではないかと感じた。

6. 吹雪関係の発表について

防災科学技術研究所 新庄雪氷防災研究支所
佐藤 威

このシンポジウムにおける吹雪関係の発表は14件あり、うち4件は日本の研究者（北海道大学低温研のJim McElwaine氏を含め）によるもの、残りはすべて欧州の研究者によるものであった。前者は、跳躍層の素過程および防雪柵の機能に関する風洞実験の結果、ならびに跳躍層の理論モデルに関するものであった。これに対し欧州勢は、雪崩の引き金ともなる山地の吹きだまりに関する研究が多く、また吹雪による質量輸送の解明につながるような研究もいくつかあり、日本からの発表とは視点の異なるものが多かった。

以下、個々の発表は紹介しないが、全体を通しての感想を述べる。欧州において雪崩は依然として深刻な雪氷災害であり、その予知のため多くのアプローチによる研究が活発に行われている。その一部として吹雪による山頂付近の吹きだまりのシミュレーションがあり、これまでの跳躍層と浮遊層のモデルと風のモデルを組み合わせた吹きだまり予測手法についての発表があった。このようなアプローチは、山岳地の積雪の削剥・堆積分布の評価などを通じて、スキー場のコースのデザインなどにも応用されているとの報告もあった。道路上の吹雪の予測に関しては1件の発表のみであったが、気象モデルとGIS（地理情報システム）を吹雪モデルと組み合わせて適用した例が示された。

このような実用(?)研究のほか、吹雪による質量輸送については、南極やスバルバードでの観測研究が紹介されたが、前者ではスノーパーティクルカウンターが、後者では音響センサー（吹雪量と風速が同時測定可能）が使われていた。特に、後者は取り扱いが簡単なので今後普及する可能性があるだろう。

理論的研究では、空気が粒子を含むことにより生じる密度成層によって浮遊層内の乱流輸送が抑

制される効果を、粒子リチャードソン数という新しいパラメータを導入して記述できることが示された。また、既存の跳躍層理論をレビューした上で新しい理論を組み立てる試みについての発表もあった。

総じて今回のシンポジウムでは、吹雪の実用研究が特に雪崩の予知を指向して精力的に行われている一方で、新しい理論の構築や新しい測器の登場などにより、吹雪の研究にはまだまだ発展の余地が十分あるとの感を強くした。また、我々の行っている風洞実験による基礎研究についても強い関心が寄せられ、今後の研究の進め方について深く考えさせられたシンポジウムであった。

7. 国際雪氷学会の役割について

北海道大学低温科学研究所 前野紀一
今回のシンポジウムで発表された研究の内容やシンポジウムの雰囲気は他の方々を紹介されると思いますので、私は、国際雪氷学会(IGS)がこのようなシンポジウムを企画する意味について書くことにします。

ご存知のように、雪氷に関連した調査、研究は世界各国で進められており、毎年おびただしい数の調査報告や研究論文が発表されております。しかし、発表の仕方は多種多様ですし、発表の場も数多くの研究分野や国に分散しておりますので、ある研究に関して現在の世界の研究状況を知るとは至難の技といえます。国際雪氷学会が国際シンポジウムを企画する目的の一つは、この難題を少しでも軽減する点にあります。世界の研究者が一同に会して議論することにより、その分野で今どんな研究課題が進められているのかが分かり、また将来どんな研究が重要となるかのヒントが得られるからです。

国際雪氷学会は、研究論文の発行を重要な役割の一つと考えています。現在国際雪氷学会では「Journal of Glaciology」を年3回発行するほかに、主催および共催の国際シンポジウムで発表された論文を「Annals of Glaciology」として発行しております。私が会長を務めていた時の理事会でしばしば話題になった議題に論文の質の問題があります。長い議論を行った理由は、現在および将来の雪氷研究のために国際雪氷学会が果たすべき役割

は、研究成果の正しい記録であるという認識があるからです。雪氷に関する知の財産を正しく後世に伝える義務があるということです。そして、そのためには2つの出版物の質をより高いものに維持することがもっとも肝要となります。

この努力は一昨年「Annals of Glaciology」が Institute for Scientific Information (ISI) の Science Citation Index に認められたことで一部証明されたといえます。Science Citation Index に認められた雑誌に掲載された論文が、欧米の研究者の業績評価に使われていることは良く知られています。また近年では、グローバル・スタンダードの掛け声のもとに、日本の種々の研究機関の外部点検評価にも適用されつつあると聞きます。

このようなわけで、現在の（正しくは No. 27 以降の）「Annals of Glaciology」は、通常のシンポジウムや研究大会の「Proceedings（議事録、報告書）」ではありません。国際雪氷学会主催あるいは共催のシンポジウムで発表された研究は、後ほど論文に仕上げられ「Annals of Glaciology」にまとめられますが、論文審査は「Journal of Glaciology」とまったく同じ方法で行われます。すなわち、各々の論文は2人の独立したレフェリーによって審査され、その結果をもとに論文審査委員会が掲載の採否を決定します。その結果、シンポジウムでは発表されても論文としては掲載されない研究もありうるようになります。この厳しいプロセスは、印刷された「Journal」および「Annals」だけが知的財産として後世に残るといふ考えによるのです。

最後に、国際雪氷学会の名称の「Glaciology」

の定義が「氷河学(?)」や「氷学(?)」ではなく、「自然界のすべての型の雪氷の学問、すなわち雪氷学」であることが、国際雪氷学会の最新の機関紙「Ice (No. 122, p. 29, 2000)」にあらためて掲載されたことをお知らせしておきます。しかし、同じ内容の警告は、既に1961年に発表されていきました。数年前からは Glaciology の正しい定義が世界中の辞書出版社に情報として流されています。その結果、日本の英和辞典にも最近になって「Glaciology = 雪氷学」という辞書が少しずつ現れてきたのは喜ばしいことです。

文 献

- Bessason, B., Baldvinsson, G. I. and Thórarinnsson, O., 2000: Detection and analysis of avalanches using wave measurements. *Snow Engineering: Recent Advances and Developments*, ed. E. Hjorth-Hansen, I. Holand, S. Løset and H. Norem, Rotterdam, A. A. Balkema, 33-40.
- 飯倉茂弘・河島克久・遠藤 徹・藤井俊茂, 2000: 振動センサを利用した雪崩発生検知システムの開発. *雪氷*, **62**, 367-374.
- 伊藤陽一, 1999: International Snow Science Workshop '98 に参加して. *雪氷*, **61**, 402-403.
- 根本征樹・山田高嗣, 1998: IGS シンポジウム'97 に参加して. *雪氷*, **60**, 177-178.
- 西村浩一・新田隆三・James McElwaine・原田祐介, 1998: 25 Years of Snow Avalanche Research at NGI Anniversary Conference に参加して. *雪氷*, **60**, 389-393.
- 尾関俊浩, 1995: International Snow Science Workshop (国際雪科学ワークショップ)'94 に参加して. *雪氷*, **57**, 74-75.

(2000年8月24日受付)