

## 第4回 International Mountain Conference 2019 の参加記録\*

種子田春彦<sup>\*,1</sup>・上野 健<sup>—2</sup>

## I. はじめに

国際山岳会合 (International Mountain Conference, IMC) は山岳研究の国際的な学術研究大会である。1990年代から、山間地域の環境保全や持続可能な開発、これらの地域に住む人々の社会福祉の発展に対する問題意識が国際的に高まり、2002年の国際山岳年を初めてとして様々な取り組みが行われてきた。その一環として2000年代には山岳におけるこれらの問題の解決を目的とした複数の研究センターや国際会議が設立され、IMCもそうした流れの中で始まった会合である。IMCは2005年にイギリス・スコットランドのパーズで初めての会合を持ち、その後、5年に1度、同地で開催されてきた (上野・渡辺 2016)。そして、4回目となる今回は開学350年の歴史をもつインスブルック大学に主管を移して、2019年9月8-12日に開催された。気候変動 (Climate Change) が主テーマに設定され、気候変動にともなうさまざまな変化の現状や今後の予測、それに対する対策について気象学、生態学、林学、社会学、人類学、地理学といった幅広い分野から50か国、約550名の研究者によって話し合われた。

そもそも“山岳”を主題にした科学的な会合を開くことにどのような必然性があるのだろうか？山岳地帯は、陸地面積の1/4を占め、生物にとってはもちろん、約10億人が暮らす人類にとっても欠かすことのできない生活の場である。気象条件は標高によって大きく変化するため、山の斜面では短い距離の間に様々な気候帯の植生が広がる。こうした森林や草地は多くの動物に生息地を提供して高い生物多様性を生み出している。この多様な動植物は食糧や薬、日用品の材料として古くから人類に活用されてきた。さらには水資源や鉱物資源、木材資源の供給源、観光資源としても私たちの生活を支えている。また、CO<sub>2</sub>濃度の上昇による温室効果に対しては、高標高の寒冷地に広がる森林・草地の植生はそれ自体が炭素のシンクになるし、そのリターが積もってできる土壌も炭素が貯留する場になっている。一方で、大規模な雪崩、土砂崩れや山火事、火山の噴火など山岳地帯に端を発する災害は少なくない。気候変動の影響は高緯度や高標高の地域ほど強く現れることが指摘されており、これらによる災害の深刻化や、さらには氷河

の消失、少雨傾向による水資源の減少、植生・生態系の変化などが予想されている (IPCC 2013)。その結果、これまでに山岳で構築されてきたシステムは変化を余儀なくされている (Price 2015, 本書には丸善出版から日本語訳がある：渡辺悌二・上野健一訳「山岳」)。

人口が集中している平地に比べると、山岳は立地としても環境としても特殊であり、その重要性にも関わらず注目されにくい存在となる。そこで、山岳でおきる特有の問題への対応策を考えていくためには、本会合のように幅広い学問分野からの山岳に特化した情報を共有して世界へと発信していく必要があるのだ。

## II. プログラムの構成

本会合では、幅広い分野を対象に企画されており、学際交流を最優先とする様々な工夫が随所にみられた。初日は、夕方から初対面同士が飲食しながら交流を深めようという趣旨で、会合の歴史の紹介と、地元のワインやビールが振舞われるアイスブレイクに引き続き、山の映画が上映された。次の日からは、朝一番にその日の主テーマに沿った複数のキーノートスピーチがあり、その後多数の会場で平行してワークショップ (WS) が開催された (表-1)。WSは、分野別のセッション構成ではなく、Drivers/Processes, Consequences, Responses という大きな流れを設定し、そこに主要トピックとWSを設定している (表-1)。素過程から応用まで一連の研究成果を複数のWSに参加して披露できる仕組みだ。WSでは、最初に3~5分のフラッシュトークを行った後に、数人で集まって議論をする。WSのテーマにおける研究上の困難や最も重要な知識の溝は何か、といったお題が与えられて10分ほど話し、グループごとの考えを発表する。各WSのモデレーターはこうした意見を集約し、最終日にはそれらを踏まえて全体の総括を行った。フラッシュトークの形式は、発表が短すぎて専門分野が異なる参加者には内容を未消化で終わる印象を持ったが、詳細な発表はその後のポスターでも聴くことができる。議論は教室に並べられた椅子の列ごとに集まったり、周辺の参加者で適当にグループを組んで行われた (図-1(A))。WSによっては種名の書かれた小さな木の円盤が配れ、“mixed forest”を作って議論しましょう、という遊び心のあるものもあった。議論で

\*Haruhiko Taneda, <sup>\*,1</sup>Kenichi Ueno<sup>2</sup> (2020) “A Short Report of International Mountain Conference 2019”

\*\*連絡先著者 (Corresponding author) E-mail: taneda@bs.s.u-tokyo.ac.jp

<sup>1</sup> 東京大学大学院理学系研究科 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 (Graduate School of Science, The University of Tokyo, 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0033, Japan)<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系 〒305-8572 茨城県つくば市天王台 1-1-1 (Faculty of School of Life and Environmental Sciences, Tsukuba University, 1-1-1 Ten-noudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan)

キーワード：山岳、気候変動、地球温暖化、高山植生、学際研究 (2020年1月17日受付；2020年3月2日受理)

表-1. プログラムの構成

**Keynote speech (25 min. each)**

- 1: Weather and Climate Modeling in the Alps: From the Early Beginnings to Climate Change (C. Schär)
- 2: Alpine biota under environmental change (C. Körner)
- 3: The significance of continuous comprehensive observations: From atmospheric clustering via feedback loops to global climate and air quality (M. Kulmala)
- 4: Lowland inhabitants depend increasingly on mountain water resources: A global view from mid-20th to mid-21st century (D. Viviroli)
- 5: The deep prehistory of the human presence in the world's mountains and plateaus (M. Aldenderfer)
- 6: Integrated Research on Disaster Risk: challenges and opportunities for the future of mountains (I.A. Ayala)
- 7: Mapping the growing overtourism sentiment in Europe: what residents tell us (O. Henry-Biabaud)
- 8: Mountain agriculture in the bioeconomy (H. Björkhaug)

**General Topic I Drivers and Processes**

Specific topic (ST) 1.1 Climate changes in mountain regions (4 interactive workshops, 90 min. each)

Information, modeling, past climate, proxies, methodologies, knowledge system

ST 1.2 Land-atmosphere interaction in mountain (1)

Simulation, Land-atmosphere exchanges

ST 1.3 Socio cultural and economic drivers (3)

Demographic changes, social inclusive development, gender, generation, adaptation, urban agglomerations

ST 1.4 Human environmental and social interactions in mountain landscape -the paleo perspectives (3)

Mining, trails, trade routes, migration, subsistence strategies

**General topic II Consequences**

ST 2.1 Ecosystem services from mountain regions (3)

Communicating/cultural ecosystem services, monitoring network

ST 2.2 Terrestrial mountain ecosystems under global change (4)

Mountain forests/grasslands/soil, biodiversity

ST 2.3 Mountain cryosphere and hydrosphere (3)

Socio-hydrology, lake and landscape, climate change for cryosphere

ST 2.4 Mountain hazards and risks (3)

Remote sensing, assessment, risk governance, adaptation planning

**General topic III Responses**

ST 3.1 Adaptation and transformation strategies for mountain system/infrastructures (3)

Mobility and transport, adaptation, renewable energy

ST 3.2 Transformation processes in mountain tourism (2)

Tourism destination, governance and management of events

ST 3.3 Socio-ecological resilience of agri-food systems in mountain regions (3)

Agro-food systems, socio-economic vulnerabilities, transformation

ST 3.4 Actors and institutions for sustainable mountain development (3)

Local development, sustainable pathways, education

---

キーノートスピーチとトピック別にまとめ、トピックを構成したワークショップの数を（ ）内に示した。本会合のプログラムや講演のアブストラクトはIMCのウェブサイト（<https://www.uibk.ac.at/congress/imc2019/index.html.en>）から閲覧できる。一部の発表用のファイルをダウンロードすることもできる。

得られた意見の集約は、ポストイットでの情報収集やポスター用紙へ参加者が自由に書き出してみたり、“Mentimeter (<https://www.mentimeter.com/>)”というアプリを使って参加者からスマホ経由で送られてきたキーワードを視覚的に集計する、などの工夫が見られた。

ポスターセッションはコーヒブレイクの時間に野外の特設会場で行われた(図-1(B))。会場は屋根のない木造で、初日は雨が降りポスター掲示が遅れたが、その後は晴天が続いたため周辺の芝生も利用して三々五々に青空討論が繰り広げられた。欧米ではポスターに重要事項を明記し、まずそれを読み、さらに知りたいことがあれば著者を捕まえ場を変えて議論するのが一般的なようだ。また、今回指示されたポスターサイズはB1の横長で、A1縦長に比べて領域が狭い。その分、QRコードからデジタル資料をダウンロードできる工夫を、事前に主催者側が指導していた。

会合全体に向けたエクスカーシオンは、12日にインスブルックの東にあるハル(Hal)という町の郊外で行われた。古くから岩塩採掘で栄えた谷を峠に向けてのんびりと歩いた(図-1(C), (E)~(J))。13日には森林生態系のWSの参加者に向けたエクスカーシオンが行われた。インスブルッ

ク市街から南にあるPatshekorf山で、スキー場のゴンドラの終点から森林限界付近の植生を見ながら山頂へ向かった(図-1(D))。両エクスカーシオンともに、行きついたところには山小屋があり、簡単な軽食を食べた後に地元のお酒であるスイスストーンパイン(*Pinus cembra*, 図-1(D))で香りづけしたシナプスをなめながら午後の柔かい日差しの中でのんびりと会話を楽しんだ。ある限られた地域を研究対象にするフィールド科学の成果が国際化するためには、研究の背後にあるものも含めて共有できるこうした会話が大切であることを改めて感じた時間であった。

### III. 発表内容

本会合では、先に書いたように気象学、生態学、林学、社会学、人類学、地理学といった幅広い分野からの発表があった(表-1)。気象学や生態学の発表では気候変動の影響を強く受ける亜高山帯や高山帯、氷河といった高標高の地域を対象にした研究が多かった一方で、社会学や林学が対象とする山岳地帯の産業や災害に関係する研究はより標高の低い山地を対象とした報告が目立った。以下、著者の印象に残った講演について短く紹介する。





図-1. 会合の様子

(A) ワークショップでの小グループに分かれた議論の一コマ。右側の男性は模造紙を使ってアイデアを集約している。(B) 屋外のポスター会場。モデレーターの勧めでショートトークを始めた発表者と、ビールを片手に集まる聴衆者。(C) エクスカーションの終点である Magdalena 教会からの眺望。(D) Patscherkofel 山の樹木限界付近の様子。高木は五葉松類である *Pinus cembra*。匍匐して灌木状になる *Pinus mugo* は二葉松類。E-J. 4 日目のエクスカーションの際に登山道で花を咲かせていた植物。(E) *Linaria alpina*, (F) *Gentiana asclepiadea*, (G) *Hieracium murorum*, (H) *Thymus alpestris*, (I) *Parnassia palustris*, (J) *Carlina acaulis*.

キーノートスピーチでは、気候変動にともなう地球規模での気温上昇と降水量の変化の関連の定式化および定量的予測 (C. Schär 氏, ETH チューリッヒ) や、温暖化による植生変化について (C. Körner 氏, Basel 大学), 気候変動に対する山間部と平野部における水収支の変化を推定し、将来的に水供給が不足する人口の割合が現在の 23% から 39% に増えると予想されたこと (D. Vivoli 氏, チューリッヒ大学), 高標高の場所に定住できたのは、類人猿の中ではホモサピエンスだけであったこと (M. Aldenderfer 氏, Pennsylvania 州立大学), 災害の被害には格差があって貧困層ほど影響を受けやすいこと (I.A. Ayala 氏, メキシコ国立自治大学), 山岳地帯へのオーバーツーリズムの原因の一つは知り合いが行ったのと同じところへ行きたい、という心理にあること (O. Henry-Biabaud 氏, TCI 研究チーム), bioeconomy の考え方に即した再生可能な山岳地域での農業の取り組みについて (H. Björkhaug 氏, ノルウェー理科大学), といった話題がわかりやすく紹介された。

また、WS では、温暖化対策の実行者である施政者や土地所有者に対して気候変動に関する科学的な知見を伝える困難さについての議論や、氷河の衰退・消失の速度を定量化する研究、アルプス山中に点々と存在する鉱山の遺跡についての発表、山岳地帯における移民や女性の役割についての報告もあった。こうした幅広い分野からの発表に対して、聞くだけでなく研究者との議論に生で参加するのは新鮮な経験であり、目が開かされる思いがした。

私の専門に近い草地や森林生態の WS でも、幅広いトピックが議論された。高山植生の変化をモニターする研究や CO<sub>2</sub> 添加や移植による温暖化実験、降水量の減少に対する亜高山・高山植生の応答といった生理・生態学的研究、

気候変動による土壌動物や土壌細菌の分布や機能の変化、樹病への影響、そして雪崩などの自然災害を防ぐ植生の機能などの成果が発表された。いくつかの研究を少し詳しく紹介したい。

樹木限界 (treelines) は森林植生と高山帯の草原植生の境界付近を指し、特徴的な景観を示す (図 4A)。A. Hassan 氏 (Queensland 大学) からは、文献調査により高標高や高緯度地域にある計 414 サイトの樹木限界のうち、約 70% が高標高または高緯度方向に移動しており、その速度は平均して高標高方向に 1.5 m/yr, 高緯度方向に 29 m/yr であったことが報告された。移植実験によって温暖化を再現した研究成果の報告もあった。M. Volk 氏 (Agroscope) は標高 2,150 m の草本植生を土壌ごと掘り取って 1,680 m から 2,360 m の間の六つのサイトに植え替えて成長を見た。その結果、生育期間の平均気温で 1.8℃ の上昇が見られた標高のサイトで植物の成長は最も高くなったが、同時に土壌温度の増加により土壌内の有機物が呼吸で大量に消費されたことを見出した。

ヨーロッパの地中海の周辺地域では夏季に降水量が減少することが予想されていて、その影響は亜高山帯にも及ぶ。G. Wieser 氏 (Austrian Research Center for Forest) はドイツウヒとオウシュウカラマツの林で土壌表面に覆いを被せて降雨遮断する処理を行い、蒸散流への影響を調べた。その結果、降雨遮断処理によって肥大成長は両種で減少したが、木部張力を一定以下に下げないような気孔の制御をするドイツウヒで蒸散流量の減少は特に顕著であった。また、乾燥に関連して増加することが予想されるのが山火事である。山火事への抵抗性の指標になるであろう、樹皮の熱伝導を測定した研究もあった。A. Bär 氏 (Innsbruck

大学)は、亜高山帯に分布する針葉樹や広葉樹の樹皮を採取して加熱し、60℃になるまでの時間を計測して樹皮の熱伝導特性を定量化し、種間差が極めて大きいことや樹皮の厚さよりも密度が熱伝導性に効果があることを示した。

WSの議論では、気候変動に対する植生の変化をより詳細に予測するために、個々の植物種に特有な環境応答パターンを精査することの重要性が確認された。また、温暖化の影響を定量化するためには気象データや植生の変遷などの長期的な観測が必要であるが、その資金と労力の困難さが話題に上がった。こうした発表から、気候変動に対する植生の変化を理解するためには様々な要素を総合的に捉える学際研究が必要であることを改めて意識させられた。Körner氏のキーノートスピーチにあったように、高山植生は安定した土壌さえ存在すれば環境変動に対しても脆弱ではない。地質年代にわたる気候変動では、温暖化に対する植物の退避地(refugia)として常に機能してきた過去がある。本会合であったような総合的な温暖化研究の先には、昨今の急激な気候変動への植物の応答の理解とともに、高山植生の特殊性や植物地理学的な問題がより深いレベルで解明されるというゴールもあるはずだ。山岳研究の懐の広さと深さを実感した会合であった。

#### IV. 今後に向けて

今回の会合に様々な仕組みが準備されていた最大の理由は、個別研究成果を披露する場ではなく、「山岳」という概念で横断型・学際型の学問体系を樹立し、IPCCやGEOといった国際研究フレームワークへの参入を図る狙いによる。それらが功を奏したかは近い将来に解ると思うが、今後の日本でも複数の学会が協賛または統合する動きが必要

となるかもしれない、今回の方式は大変参考になるはずだ。

また、本会合の全体の総括ではアジアからの参加者が少ないという指摘があった。日本からの参加者は本稿の著者を含めてわずか3名であり、中国からの参加者も5名にとどまった。一般的には山岳は標高2,500 m以上の場所であると定義されているが、平野から離れた山間部でおきる現象であれば、本会合の問題意識と適合するように思う。中山間地の問題や林業の振興、水資源の確保、ここ数年、深刻となっている洪水や地滑りなど、山地から始まる産業や災害などの最近の日本の状況を共有することは、これらの事象を地球規模で俯瞰し、さらには対処していく上でとても重要であるように思う。次回の開催は、3年後の2022年9月12日から16日で今回と同じインスブルック大学で行われる。この機にアルプスの山々に抱かれた美しい街をおとずれてはいかがだろうか。

#### 謝 辞

本会合での研究発表にあたり、第1著者(種子田)は科研費(17H03825)、第2著者(上野)は宇宙開発事業団EO-RA2公募研究費の補助を受けた。図-1の植物の種名はインスブルック大学のS. Mayr博士による。この場を借りて感謝申し上げる。

#### 引用文献

- IPCC (2013) Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of working Group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Price MF (2015) Mountains, A Very Short Introduction. Oxford University Press.
- 上野健一・渡辺悌二(2016) "Perth III: Mountains of Our Future Earth" にみる山岳研究の国際動向. 地学雑誌 125: 291-298.