

シンポジウム報告

「南岸低気圧とそれに伴う気象・雪氷災害に関する研究会」 開催報告

荒木健太郎^{1*}, 中井 専 人², 上野 健 一³, 加藤 輝 之¹,
上石 勲², 中村 一 樹⁴

研究会の開催意図

近年、南岸低気圧の通過に伴い、非雪国である関東甲信地方などで発生した大雪災害が社会的に注目されている。2014年2月には記録的な大雪が2度発生し、特に2月14-15日には観測史上の最深積雪を大幅に超える積雪深が各地で観測された(荒木, 2014)。これに伴い、関東甲信地方の各地で雪崩や雪の重みによる建物被害、交通障害、人身事故が多発した。この大雪について、2013-2014年度にかけて科学研究費補助金(特別研究促進費)によって「2014年2月14-16日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する調査研究」が行われ、日本雪工学会と日本雪氷学会による合同チームで雪氷災害調査報告がまとめられている(和泉, 2014)。また、日本気象学会2014年度秋季大会ではスペシャル・セッション「南岸低気圧による大雪: その要因, 実態, 予測可能性」(荒木ほか, 2015)が開催され、南岸低気圧による大雪について気象学・雪氷学の研究者たちによる議論が行われた。

南岸低気圧による降水・降雪予測、これに付随する気象・雪氷災害予測は、山間部だけでなく都市部を含めて社会的影響が非常に大きく極めて重要であることは言うまでもない。一方、南岸低気圧に伴う気象・雪氷災害には、全球、北半球、総

観、メソ、マイクロ等の様々なスケールで、大気海洋相互作用、雲物理、境界層、陸面、積雪物理、建築・道路・農業工学等の多岐に渡る要因が複雑に関係しており、それらの実態把握やメカニズムの理解、高精度予測、適切な災害対策が求められている。そのためには、気象学、雪氷学、雪氷工学、災害情報学など、様々な分野の研究者・技術者が協力して、課題をひとつずつ解決していく必要がある。

そこで、南岸低気圧とそれに伴う気象・雪氷災害に関して、関係する各分野の研究者に最新の研究結果を披露していただき、現状で何がどこまで理解できているのか、今後何が必要なのかを分野横断的に議論するために、「南岸低気圧とそれに伴う気象・雪氷災害に関する研究会」(以下、本研究会)を企画した。本研究会は著者らがコンビナーを務め、日本気象学会メソ気象研究連絡会と日本雪氷学会関東・中部・西日本支部を後援として、2015年8月10日に気象研究所(茨城県つくば市)で開催された。本研究会は4つのセッションから構成され、全26題の発表・約100名の参加(図1)があった。プログラム、講演資料、講演の映像等は本研究会 web ページ (<http://www.mri-jma.go.jp/Dep/fo/fo3/20150810/heavysnowfall.html>) に掲載しているので、参照されたい。本報告では、本研究会の概要と今後の展望について述べる。

1 気象庁気象研究所

2 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

3 筑波大学生命環境系

4 防災科学技術研究所

* 連絡先: araki@mri-jma.go.jp



図 1 研究会参加者の集合写真。

セッション I : 大気大循環場・総観スケール擾乱

セッション I では関東甲信地方で大雪となる背景場を議論するために、「大気大循環場・総観スケール擾乱」を扱った。冬季関東甲信地方に降水・降雪をもたらす北半球の大気循環場として、竹村 (気象庁) から熱帯気象からの遠隔強制、立花 (三重大) からユーラシアン (EU) パターン (Tachibana *et al.*, 2007), 山崎 (JAMSTEC) から西太平洋におけるブロッキング (Yamazaki *et al.*, 2015) に関する講演があった。これらの講演では、2014 年 2 月の関東大雪の循環場に対しては熱帯気象による影響は小さかったこと、関東甲信地方で大雪となるときには西太平洋におけるブロッキングや日本の南から東海上での低気圧活動が顕著であるという報告があった。また、いずれの講演でも、関東甲信地方で大雪となるときにはユーラシア大陸東部の大気下層は低温であり、特に前者 2 題の講演では日本付近の大気下層で南北気温勾配が大きくなっているという共通点があった。

冬季太平洋側の降雪をもたらす総観スケール擾乱である南岸低気圧に関して、渡邊 (東大 AORI) は、大気下層に湿潤かつ南北気温勾配の大きな傾圧帯が形成されている状況では上層トラフの力学、凝結による非断熱加熱によって力学的に形成される循環などが南岸低気圧の発達過程に重要であることを示した。中村 (鹿児島大) は、本州南岸の黒潮大蛇行が大気海洋相互作用を通して低気圧の発達率・進路に影響がある (Nakamura *et al.*, 2012; Hayasaki *et al.*, 2013) と報告した。上野 (筑波大) は本州内陸で発生する多降水・多降雪の出現に関して講演し、地域によって低気圧のライフ

ステージ毎に出現頻度が変化し、かつその背景場としても西太平洋のブロッキングや本州南海上からの水蒸気輸送が重要であると指摘した (安藤・上野, 2015)。

このような大気循環場、総観スケール擾乱の環境下で、関東甲信地方などのメソスケールの気象場としては、沿岸前線 (荒木, 2015a) や Cold-Air Damming (荒木, 2015b) の影響が指摘されている。加藤 (気象研) は 2014 年 2 月の大雪の発生環境場と過去の事例を比較し、ユーラシア大陸での大気下層の寒気吹き出しの特徴や沿岸前線面での上昇流の強さ、関東内陸部の下層寒気の強さが大雪の発生要因として重要であると指摘した。荒木 (気象研) は東京と甲府で降雪のあった過去事例から、降雪のステージ毎に総観・メソスケールの環境場を調べ、寒帯前線ジェットと亜熱帯ジェットの Double Jet Structure, Cold-Air Damming, 沿岸前線が関東の大雪環境場として重要な役割を果たしており、低気圧を含む降水システムと上層ジェットの力学の相互作用が環境場を維持させていることを示した。

セッション II : メソスケール気象場・雲物理過程

セッション II では実際に関東甲信地方に大雪をもたらすメソスケールの気象場や降雪雲・降雪種などの雲物理過程について取り上げた。

野村 (電中研) は関東降雪時に地上気温が低下する現象について数値予報モデルを用いた解析からその要因を調べ、降水粒子の蒸発が影響していることを示した。荒木 (気象研) は 2014 年 2 月 14-15 日の関東大雪事例について、沿岸前線、Cold-Air Damming のメソスケール環境下で、沿岸前線面や山地の強制上昇で発生した下層の雲に上層の雲からの降雪粒子が作用する Seeder-Feeder メカニズムが山地の増雪に作用していたことを指摘した (Araki and Murakami, 2015)。佐野 (山梨大) は上記事例について地上気象・レーダー等の観測データを用いて甲府盆地を対象に解析を行い、盆地地形下で大気下層の低温な状態が持続したことで降雪粒子が融解せずに総降雪量が大きくなったことを報告した。石坂 (防災科研雪水) は南岸低気圧による降雪時に新潟県で観測さ

れた雪結晶と大気環境場、雪崩との関係について議論し、安息角（粒子を円錐状に堆積させたとき自発的に崩れることなく安定を保つ最大角度）が小さく流動性の高い低温型雪結晶（およそ -20°C より低い生成温度をもつ結晶）が雪崩発生に関係していることを指摘した（石坂ほか, 2015）。山下（防災科研雪氷）は2014年2月に東京都や山梨県で実施していた地上（リモセン）観測を中心に南岸低気圧による降雪時の降雪種について紹介し、地域によって低温型雪結晶からなる雪片だけでなく雲粒付結晶も存在していた可能性を指摘した。中井（防災科研雪氷）は新潟県長岡市に設置している X バンド偏波ドップラーレーダーの観測結果から2014年2月14-15日の降雪雲を解析し、低温型雪結晶の成長に好都合な降雪雲が形成されたこと、温帯低気圧の温暖前線北側の降水雲等ではしばしば観測される生成セル（局所的に雪結晶が形成・成長し、雪結晶の成長に伴う潜熱解放による対流で維持される雲）の存在について報告した。

セッションⅢ：積雪物理・雪崩

セッションⅢでは、ここまでの降雪の背景環境場、雲物理過程を踏まえ、降雪後の積雪物理と雪崩に関する講演を設定した。上石（防災科研雪氷）は2014年2月14-15日の関東大雪の現地調査結果や防災対策、雪崩の特徴などについて述べ、その中で樹林においても斜面勾配の大きな地域では雪崩が発生していたことを示し、雪氷災害対策を講じる上での自治体との密な連携の重要性を指摘した。河島（新潟大）は2014年2月大雪時に乾雪が卓越した地域での積雪水量、積雪特性について述べ、その中で積雪層の硬度が日本海側の地域の約81%であったことを報告し、南岸低気圧による降雪時の積雪観測研究の必要性を指摘した（河島ほか, 2014）。中村（防災科研）は降水形態の違いによる被害分布の差異について考察し、表層雪崩の要因に低温型雪結晶の形状も関係していること、結晶の形状や複雑度を定量化する必要があることを指摘した（中村ほか, 2014）。池田（土木研）は2014年2月の関東大雪時の建物被害状況から雪崩衝撃圧を推定し、雪崩運動シミュレーションを通して関東甲信地方における雪崩の特徴を議論した。小松（気象協会）と平島（防災科研雪氷）

は積雪変質モデルを用いて、それぞれ東北地方、関東甲信地方における雪崩予測について紹介した。平島の講演では、気象庁非静力学モデルによるシミュレーション結果から、面的に雪崩発生危険度の時間変化を計算した結果の紹介もあり、積雪変質モデルの結果はその入力となる気象予測モデルの結果に大きく影響されることが指摘された（平島ほか, 2015）。

セッションⅣ：雪氷災害・雪氷工学

セッションⅣでは、様々な雪氷災害の実態と対策に焦点を当て、災害情報学の観点からも議論を行った。高橋（千葉大）は2014年2月関東大雪時の建物被害に着目し、積雪後の降雨により屋根雪荷重が増大した可能性を指摘した。佐々木（山梨大）は同事例での山梨県内での貨物車の運行状況と除雪後の交通状況について紹介し、交通障害防止のための新たな基準の構築、復旧時の交通マネジメントが重要であると報告した。森山（農研機構）は2014年2月関東大雪時の温室被害に着目し、温室被害は設計積雪荷重を超えたことによること、その対策としてハード面の補強だけでなく気象情報や降雪量予測を活用した運用も必要であることを指摘した（森山ほか, 2014）。中山（予報士会）は地理情報ウェブマッピングシステム（WebGIS）によって積雪情報を可視化するシステムを用い、SNS（ソーシャル・ネットワークキング・サービス）で投稿された情報や気象予報士会の有志による降雪情報から関東における降雪事例の特徴を調べた。また、田口（防災科研）は2014年2月14-15日の大雪事例について、WebGISで高密度降雪量観測・降雪量シミュレーション結果（Araki and Murakami, 2015）、雪崩被害箇所、斜面勾配等の地形情報を可視化するシステムを構築し、雪氷災害の実態把握・要因分析や予測・対策上での複合要素の可視化システムの利用可能性について議論をした。松田（MTS 雪氷研）は、2014年2月の関東大雪2事例における都心部での積雪観測に基づいた積雪荷重の再現期間特性の評価結果（松田・清水, 2015）を紹介し、寡雪地域である関東甲信地方での降雪・積雪観測の重要性を指摘した。その取り組みの一環として、日本雪氷学会関東・中部・西日本支部の事業による市民参加

型の積雪観測ネットワーク構築についての紹介もあった。

まとめと今後

本研究会では、「南岸低気圧とそれに伴う気象・雪氷災害」というテーマについて、気象学、雪氷学、雪氷工学、災害情報学の研究者が関連する話題を持ち寄り、研究者だけでなく気象庁の現業職員、気象キャスター、一般市民も参加して分野横断的な議論を行った。

これまで、降雪時の大気大循環場と総観スケール擾乱、大気海洋相互作用やメソスケール気象場、雲物理過程に関しては体系的な理解が進んでいなかった。本研究会では、大気循環場、総観・メソスケール環境場に関する講演でユーラシア大陸からの下層寒気吹き出しが共通して指摘されたが、これは南岸低気圧の発生・発達には好都合な環境でもある。さらに、西太平洋のブロッキングが低気圧活動を含む総観スケール環境場に影響していることがわかってきた。一方、降水・降雪粒子の非断熱冷却が寄与している沿岸前線、Cold-Air Damming が関東に降雪をもたらす雲のメソスケール環境場として重要であり、これらは総観スケール環境場に依存すること、地域によって降雪粒子特性に違いがあることなどが明らかになってきた。これらの時空間スケールの異なる現象が関東甲信地方の降雪にどのような影響を及ぼしているかについては今後さらに調査を進め、それらの関係の詳細を明らかにする必要がある。

また、2014年2月関東大雪時の現地調査等から、積雪水量・積雪特性、雪崩の特性、建築・温室被害における積雪荷重の実態も明らかになりつつある。これらの積雪物理は、降雪粒子特性や降水形態、その時間変化に大きく影響される。しかし、関東甲信地方という寡雪地域では降雪・積雪の観測データが少なく、今後も現場観測を中心とした実態把握が必要であると言える。そのためには、市民参加型の降雪・積雪観測ネットワークの構築も重要である。事例を蓄積することで、関東甲信地方における積雪変質モデルや雪崩運動予測モデルの妥当性を評価できることが期待される。雪氷災害予測の観点では気象予測が非常に重要であり、積雪が大気に及ぼす影響も含めて、今後気

象・積雪変質モデルを結合した気象・雪氷災害予測が必要になるであろう。

一方、2014年2月関東大雪を受け、建築・農業・交通等の様々な雪氷災害に対するハード面での対策の課題が明らかになってきた。ここで、降雪量・降水量予測を含む事前の防災気象情報を上手く利用することで、ソフト面での対策も十分改善される可能性がある。この点において、WebGISによる様々な情報の可視化は、今後の気象・雪氷災害対策で有効利用されることが期待される。

本研究会を通し、南岸低気圧による気象・雪氷災害に関する研究は、2014年2月の事例をきっかけに大きく進みつつあるという印象を受けた。しかし、解決すべき課題は多く残されている。本研究会は、多岐に渡る分野の研究者が分野横断的に議論できたことで、分野間での密接な連携の重要性を再認識する良い機会となった。現在、気象研究ノート「南岸低気圧による大雪」(日本気象学会、編集：荒木・中井)の製作を進めており、本研究会での議論も踏まえて気象学・雪氷学・雪工学・災害情報学を繋ぐ架け橋となるものとした。今後も継続的に議論を重ね、気象・雪氷災害の防災・減災に貢献できれば本望である。

文 献

- 荒木健太郎, 2014: 雲の中では何が起きているのか。ベレ出版, 343pp.
- 荒木健太郎, 2015a: 沿岸前線。天気, **62**, 541-543.
- 荒木健太郎, 2015b: Cold-Air Damming。天気, **62**, 545-547.
- Araki, K., and M. Murakami, 2015: Numerical simulation of heavy snowfall and the potential role of ice nuclei in cloud formation and precipitation development. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **45**, 4.03-4.04.
- 荒木健太郎, 中井専入, 前多良一, 2015: 2014年度秋季大会スペシャル・セッション「南岸低気圧による大雪: その要因, 実態, 予測可能性」報告。天気, **62**, 133-142.
- 安藤直貴, 上野健一, 2015: 冬期の本州内陸域における多降水・多降雪の発現傾向。雪氷, **77**, 397-410.
- Hayasaki, M., R. Kawamura, M. Mori, and M. Watanabe, 2013: Response of extratropical cyclone activity to the Kuroshio large meander in northern winter.

Geophys. Res. Letts., **40**, 2851-2855.

- 石坂雅昭, 藤野丈志, 本吉弘岐, 中井専人, 中村一樹, 椎名徹, 村本健一郎, 2015: 2014 年 2 月の南岸低気圧時の新潟県下における降雪粒子の特徴. 一関東甲信越地方の雪崩の多発に関連して一. 雪氷, **77**, 285-302.
- 和泉 薫, 2014: 2014 年 2 月 14-16 日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する調査研究, 科学研究費補助金 (課題番号 25900003), 研究成果報告書, 180 pp.
- 平島寛行, 本吉弘岐, 山口 悟, 上石 勲, 2015: 2014 年関東甲信地方における大雪災害への雪氷災害発生予測システムの適用可能性. 雪氷, **77**, 421-431.
- 河島克久, 和泉 薫, 伊豫部勉, 松元高峰, 2014: 2014 年 2 月関東甲信大雪における多雪地帯の積雪水量と積雪特性. 2014 年 2 月 14-16 日の関東甲信地方を中心とした広域雪氷災害に関する調査研究, 科学研究費補助金 (課題番号 25900003), 研究成果報告書, 33-38.
- 松田益義, 清水孝彰, 2015: 2014 年 2 月大雪時の東京都

心部の雪観測と雪荷重評価. 雪氷, **77**, 303-311.

- 森山英樹, 奥島里美, 石井雅久, 2014: 平成 26 年豪雪により被災した温室の実態調査. 農業施設, **45**, 108-120.
- Nakamura, H., A. Nishina, and S. Minobe, 2012: Response of storm tracks to bimodal Kuroshio path states south of Japan. *J. Climate*, **25**, 7772-7779.
- 中村一樹, 上石 勲, 阿部 修, 2014: 2014 年 2 月の低気圧の降雪による雪崩の特徴. 日本雪工学会誌, **30**, 106-113.
- Tachibana, Y., T. Nakamura, and N. Tazou, 2007: Interannual variation in snow-accumulation events in Tokyo and its relationship to Eurasian pattern. *SOLA*, **3**, 129-132.
- Yamazaki, A., M. Honda and A. Kuwano- Yoshida, 2015: Heavy snowfall in Kanto and on the Pacific ocean side of northern Japan associated with western Pacific blocking. *SOLA*, **11**, 59-64.

(2015 年 9 月 1 日受付)

International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) 2015 参加報告

松下拓樹¹, 榎本浩之², 西村浩一³, 東久美子², 青木輝夫⁴,
紺屋恵子⁵, 新屋啓文³, 池田慎二¹, 本田明治⁶,
永塚尚子², ヌアスムグリ アリマス², 岩本勉之^{2,6}

1. はじめに

International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG; 国際測地学・地球物理学連合) 総会が, チェコ共和国のプラハにて 2015 年 6 月 22 日から 7 月 2 日にかけて開催された (図 1, 図 2). プラ

ハでは 1927 年以来 88 年ぶりの開催となり, 26 回目となる歴史ある大会の中でプラハは唯一 2 度の開催地となった.

IUGG は 8 つの科学協会から構成されており, 最も新しいものが 2007 年に設立された雪氷関係の IACS (International Association of Cryospheric Science) である. IUGG 期間中に IACS 総会が開かれ, これから 4 年間の新役員や 2 年後に交代する新代表の承認が行われた. President は現在の Charles Fierz (スイス) があと 2 年を務め, その後継 President-Elect として Regine Hock (米

1 土木研究所

2 国立極地研究所

3 名古屋大学

4 気象研究所

5 海洋研究開発機構

6 新潟大学