

津波堆積物研究の現状と日本堆積学会の取り組み Current situation of the tsunami deposit research and efforts of the Sedimentological Society of Japan

後藤 和久^{1*}; 小松原 純子²; 菅原 大助¹; 高清水 康博³; 高野 修⁵; 藤野 滋弘⁴
GOTO, Kazuhisa^{1*}; KOMATSUBARA, Junko²; SUGAWARA, Daisuke¹; TAKASHIMIZU, Yasuhiro³;
TAKANO, Osamu⁵; FUJINO, Shigehiro⁴

¹ 東北大学, ² 産業技術総合研究所, ³ 新潟大学, ⁴ 筑波大学, ⁵ 石油資源開発株式会社技術研究所
¹IRiDeS, Tohoku University, ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ³Mathematical and Natural Sciences, Institute of Humanities, Social Sciences and Education, Niigata U, ⁴Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ⁵Japan Petroleum Exploration, JAPEx Research Center

津波堆積物は、先史時代にまで遡り過去の津波履歴や規模を推定するのに極めて有効である。実際に、仙台周辺で869年貞観地震津波やそれ以前の津波の研究が1980年代後半から進められ、過去に巨大津波が繰り返していた可能性が2011年東北地方太平洋沖地震津波の発生以前から指摘されていた(例えば、Minoura and Nakaya, 1991)。

津波堆積物研究の主たる目的は、過去の津波の発生時期の特定、および津波の規模や浸水範囲を明らかにし、その情報をもとに将来の発生予測を行うことにある。つまり、災害の発生以前に古津波堆積物調査を行い、適切なりスク評価を行うことが重要である。しかしながら、津波堆積物の認定は容易ではなく、複数の調査・分析手法を組み合わせる総合的に判断を行う必要がある。また、津波堆積物から引き出すことのできる津波規模に関する情報を知るためには、入射波条件が明らかな津波イベントを対象として、事例研究を増やす必要がある。こうしたことから、津波堆積物の認定基準の確立と、古津波規模復元のための活用法を検討するため、津波発生直後の現地調査が1960年チリ津波以降、世界各地で行われてきた。

例えば、2011年東北地方太平洋沖津波後の現地調査では、砂の内陸方向への到達距離は必ずしも浸水距離と一致せず、地形条件によっては到達距離が大幅に浸水距離を下回る場合があることが明らかにされている(例えば、Abe et al., 2012)。2011年以前に行われた869年貞観地震津波の研究では、砂の到達距離を最小限の遡上限界とみなして、地震マグニチュードは8.4以上(例えば、行谷ほか, 2010)と推定されていたが、2011年津波の知見を踏まえた再検討の結果では、貞観地震のマグニチュードは8.6以上であったと推定されている(Namegaya and Satake, 2014)。このように、津波直後の調査により得られる知見を活用することで、津波堆積物を用いたリスク評価の精度を高めることができ、近い将来の襲来が予想される各地の巨大津波の発生時期や規模の推定をより適切に行うことができるようになると思われる。

2011年津波以降、津波堆積物研究の重要性は国の指針にも盛り込まれ、津波防災対策を検討する上で重要な役割を果たすようになった。このことを受け、日本堆積学会では津波堆積物の特徴や認定基準について理解を深める機会を提供するため、ワークショップや巡検を他の学会との共催も含めて実施してきた。今後も、特に一般や自治体担当者の方々にも理解して頂けるよう、津波堆積物の利活用法についての情報発信を各学協会との連携のもと続けていく予定である。

キーワード: 津波, 津波堆積物, 調査, 日本堆積学会

Keywords: tsunami, tsunami deposit, survey, Sedimentological Society of Japan

南海トラフの「最大クラスの津波」に関する古津波堆積物の調査
Researches on largest-possible mega tsunamis along the Nankai trough based on examination of paleotsunami deposits

北村 晃寿^{1*}
KITAMURA, Akihisa^{1*}

¹ 静岡大学大学院理学研究科, 地球変遷史学会
¹ Faculty of Science, Shizuoka University, Paleosciences Society

東北地方太平洋沖地震に伴う巨大津波による災害を教訓に、国は、南海トラフの地震活動の長期評価の第二版を公表し、発生しうる地震の多様性を考慮し、地震の最大規模はマグニチュード9.1に引き上げた。また、国は「南海トラフにおけるあらゆる可能性を考慮した最大クラスの津波」を公表し、南海トラフの沿岸の一部では20mを超える。ただし、国は、想定は限られた科学的知見に基づくので、古文書調査や津波堆積物調査等の一層の促進を図り、巨大地震の全容を解明するための継続的な努力が必要と述べている。これを受けて、本学会に所属する研究者は静岡県南海トラフ沿岸の海岸低地でボーリング掘削やトレンチ調査などを行っているが、現在までに「最大クラスの津波」の津波堆積物は検出されていない。

キーワード: 南海トラフ, 最大クラスの津波, 古津波堆積物
Keywords: Nankai trough, largest-possible mega tsunamis, paleotsunami deposits

自然史研究の意義—東日本大震災の標本のレスキュー活動に関連して— Significance of natural history in geoscience related to the "rescue" activities of tsunami-damaged museum specimens

斎藤 靖二^{1*}; 大石 雅之²

SAITO, Yasuji^{1*}; OISHI, Masayuki²

¹ 神奈川県立生命の星・地球博物館, ² 岩手県立博物館

¹ Kanagawa Prefectural Museum of Natural History, ² Iwate Prefectural Museum

学術会議は自然史学会連合と共催で、日本古生物学会、日本人類学会、日本植物分類学会、生物多様性2011の後援を得て、2011年6月6日に「緊急集会：被災した自然史標本と博物館の復旧・復興にむけて—学術コミュニティは何をすべきか?」を開催した。その内容は「学術の動向」第16巻第12号の「[特集1] 東日本大震災への対応—学術フォーラムの成果の概要—」、に紹介されている。そして、日本古生物学会は、2013年3月の「化石」第93号「特集：東日本大震災における標本レスキュー活動」で、これまで例をみなかった津波被害を受けた博物館の災害復興や自然史標本の修復作業について、途中経過の報告がなされている。日本古生物学会が、学会をあげて自然災害に対応したのは、これが初めての事例であろう。また、2014年12月には、(公財)日本博物館協会とICOM(国際博物館会議)日本委員会の主導のもとに、岩手県立博物館などを中心とした大津波被災文化財保存修復技術連携プロジェクト実行委員会が、まとめた報告書「安定化処理」を刊行した。それでは、地震および津波被害の状況、被災資料の救援活動、岩手県陸前高田市の事例、古文書や美術品や民俗資料などの安定化処理と修理、そして自然史標本の復旧処理などが報告されている。標本の復旧や整理および関連する情報の蓄積といった作業は、いまなお続けられている。

この自然史標本レスキュー活動を進めるなかで、私たちは、いわゆる文化財に比べて自然史標本の重要さが、行政的にも社会的にも認知されていない事実遭遇することとなった。2011年4月から文化庁による「東北地方太平洋沖地震被災文化財等救援事業」がはじまったのだが、その活動資金は当初はもっぱら国や地方自治体の指定文化財に集中したとよい。自然史標本は文化財等の「等」に入っているとされたものの、実際には回収・復旧に遅れをとったことは否めない。人類はあらゆることを自然から学び、自然の仕組みや多様性から科学・文化を発展させ、豊かな社会をつくってきており、自然史資料は科学的な知的財産であって、まさに人類の生きてきた証とよい。しかしながら、学校や高等教育からの自然史教育の衰退が示唆するように、その意義が科学コミュニティのなかでさえ共有されているわけではない。市場万能主義ともいえる社会では、自然史研究や教育の大事さが認知される余地などないのかもしれないが、とんでもないことである。

では、私たちはどうすべきであろうか。自然を観て、測り、伝える、という素朴で地味ではあっても、自然を知る科学を復権することではないか。防災に向けた自然災害の科学的理解の促進もその一部である。その科学がどんなに魅力的であっても、単発で一過性のイベントのような普及事業ではあまり意味がない。通常教育のなかで広くじっくりと自然の教育を進めることが大事である。日本地球惑星科学連合には、自然史学会連合とともに、自然の研究と教育の復権・復興に中心的役割を果たしていくことを期待する。

キーワード: 自然史, 東日本大震災, レスキュー活動, 津波被災, 博物館標本

Keywords: natural history, Great East Japan Earthquake, rescue activity, tsunami-damaged, museum specimen

東北地理学会の東日本大震災時における取り組み
Tohoku Geographical Association's effort during the Great East Japan Earthquake

磯田 弦^{1*}
ISODA, Yuzuru^{1*}

¹ 東北大学大学院理学研究科
¹ Graduate School of Science, Tohoku University

東日本大震災の被災地に本拠地を置き、被災経験をした会員を多く擁する東北地理学会が、発災後に学会として取り組んだ活動について報告する。そして、被災地の学会や研究者ができることとできないことを検討する。

キーワード: 東北地理学会, 東日本大震災, 東日本大震災報告集
Keywords: Tohoku Geographical Society, The Great East Japan Earthquake, The 2011 East Japan Earthquake Bulletin

環境・災害問題における第四紀学の役割 Contribution of Quaternary Study in the Environmental and Disaster Issues

卜部 厚志^{1*}
URABE, Atsushi^{1*}

¹新潟大学災害・復興科学研究所
¹NHDR, Niigata Univ.

日本第四紀学会は、第四紀（約260万年前から現在）の自然、環境、人類の研究を通して、現在と近未来の環境を理解するべく、それに関わる地質学、地理学、考古学、古生物学、植物学、土壌学、地球物理学、地球化学、工学、人類学、動物学などの専門家で構成されている学会である。特に、本会の特色は、一定の学問分野ではなく第四紀という時代を対象としていることから、多面的、学際的な会員各自の研究と協同研究が実施されていることであり、その成果は機関誌「第四紀研究」として公表している。

環境・災害問題に対しては、本会の会員構成（研究分野の多様性）から会員各自の取り組みを基本としているが、ここでは、機関誌を通じて公表してきた論文を中心に本会の環境・災害問題に対する取り組みや第四紀学の果たす役割について紹介する。

機関誌で公表された論文から環境・災害に関連したものをまとめると、地震や津波災害についての報告はわずかであり、多くの論文は環境・災害問題を検討する上での基礎となる事象について論じられている。例えば、環境汚染や地震時の地盤災害（強震動や液状化）を検討する上では沖積層の層相や形成過程の理解が基礎となり、地形変動を評価するためには地形面の形成やテフラを用いた対比と編年が基礎となるように、直接的な環境・災害問題の要因を論じるのではなく、環境や災害に関するさまざまな課題に対応あるいは予測・軽減を行うための基礎的かつ学際的な指標となる事象・テーマを論じたものが多い。近年では、各地の津波堆積物に関する報告も多い。これは、環境・災害問題に取り組むための基礎的なデータを査読論文として公表するという本会の重要な役割とも言える。また、特集として「災害とその予測—第四紀研究の果たす役割—（1993）」、「第四紀学と地震防災（1996）」、「活構造と都市地盤・災害—阪神大震災から5年目の発信（2000）」、「津波堆積物と地震性タービダイト：防災・減災のための堆積物記録の理解（2007）」、「大都市圏の地盤—私たちの生活とのかかわり（2008）」などを公表してきた。

今後も、さまざまな研究者や学会の環境・災害問題への取り組みに対して、要因解明や問題の軽減、評価などを考える上での基礎的な知見を機関誌などによって広く公表していくことが、第四紀学に関わる本会の役割であると考えられる。

キーワード: 環境・災害問題, 第四紀学, 第四紀学会

Keywords: environmental and disaster issues, Quaternary study, JAQR

地団研の災害調査の取り組み

How the Association for the Geological Collaboration in Japan contended with the issues of environment and disaster

中山 俊雄^{1*}; 塩野 敏昭¹; 松本 俊幸¹; 方違 重治¹; 末永 和幸¹
NAKAYAMA, Toshio^{1*}; SHIONO, Toshiaki¹; MATSUMOTO, Toshiyuki¹; HOUCHIGAI, Shigeji¹;
SUENAGA, Kazuyuki¹

¹ 地学団体研究会

¹ Association for the Geological Collaboration in Japan

地団研はその活動方針の中に、身近な自然を教材化し地学教育・防災教育に取り組むこと、災害・公害・環境問題に取り組むことを掲げている。

地団研を構成する会員は、高校教員を中心とした教師会員層と地質調査業務に従事するコンサル会員の占める割合が大きい。応用地質研究会は地団研の応用地質に従事する会員を中心として、独立した組織として約30年前に設立された。別組織ではあるが、多くの会員が両方の組織に加入していることから、過去幾多の災害・環境問題に、共同して取り組んできている。

ここでは応用地質研究会と地団研が共同で取り組んできた環境・災害問題について紹介し、本セッションのテーマについて考える。

両者での最初の災害問題への取り組みは1987年の千葉県東方沖地震であった。教師会員と“コンサル”会員が共同して災害調査を行った。

以後、災害調査としては、1986伊豆大島噴火、1995兵庫県南部地震、2004新潟県中越地震、2007新潟県中越沖地震、2008岩手・宮城内陸地震、2011東北地方太平洋沖地震、2014“長野県北部”地震、である。環境調査としては下仁田廃棄物処分場問題、福島第一原発地下水汚染問題などに取り組んできた。

これらの活動の共通している点は、地域に根差した、地域の地質に詳しい教師会員と地すべり対策、液化化対策等を専門とする“コンサル会員”が双方の得意分野を提供して、取り組んでいること、また、得られた成果を地元還元することを目的の一つにしていることにある。今後の課題として、事前防災として、地域の地盤災害危険地図の作成を検討している。

キーワード: 地震災害, 地盤災害, 土砂災害, 地下水汚染, 団体研究

Keywords: Earthquake, Ground, Debris flow disasters, Groundwater contamination, Research by collaboration study

気象庁の防災業務を支える科学技術の方向性について The direction of science and technology supporting DPR responses at the Japan Meteorological Agency

永田 雅^{1*}
NAGATA, Masashi^{1*}

¹ 気象研究所, ² 気象庁の防災業務を支える科学技術の方向性について

¹Meteorological Research Institute, ²The direction of science and technology supporting DRR responses at the Japan Meteorological Agency

気象庁は科学技術に立脚し、台風や集中豪雨、地震・津波・火山、気候変動の監視・予測等の業務を遂行している。このような自然現象を監視・予測するため、常に最新の科学技術の成果を導入し、防災気象情報の高度化に努めている。

一方で、近年では平成23年東北地方太平洋沖地震や平成23年台風第12号に伴う紀伊半島の豪雨、平成26年御嶽山噴火など、長らく経験しなかった災害に相次いで見舞われている。このような甚大な自然災害から明らかになった改善すべき課題として、災害から人命を守るためには、監視・予測の精度のみではなく、避難行動に結びつくよう適切に情報を伝え利用する仕組みや、国民一人ひとりが自らの判断で防災行動をとるための姿勢や意識、情報リテラシーがあげられている。このことから、気象庁は技術開発やそれに基づく情報の高度化とともに、さまざまな組織と連携して防災情報の利活用に関する普及啓発の取り組みを推進している。

このように、命を守るための防災・減災において、防災機関の担当者や住民がとる防災行動に資する情報を目指して改善を進めることが重要であり、それを支える科学技術においても、自然科学として単に監視・予測技術を精緻化するだけでなく、不確実性を含む予測情報について、社会の中での実際の情報の利用方法などの社会科学的な側面なども考慮する必要がある。

本セッションにおいては、社会的な要望をふまえた効果的な防災・減災を目指す最近の気象庁の取り組みを紹介するとともに、それを技術面から支えるために必要な技術開発及び、基盤的な研究課題の意義について述べる。特に、気象庁として現在の喫緊の課題として技術開発を強化している以下の事項について、現状と今後の方向性について紹介する。

- (1) 急に発生・発達する積乱雲に伴う局地的大雨や竜巻に対する監視・予測に資する技術開発
- (2) バックビルディング形成による線状降水帯や夜間の集中豪雨を高い精度で予測する、数値予報技術の高度化・精度の改善
- (3) 5日程度先までの台風の進路、強度予測の高度化
- (4) 今後発生が想定される南海トラフ巨大地震等の海溝型巨大地震における津波警報等の的確な発表に繋がる技術開発
- (5) 火山噴火に関して、水蒸気噴火の早期検知等による噴火警戒レベル2や3の迅速な発表およびマグマ噴火の推移を把握することによる噴火警戒レベル4や5の的確な発表に資する研究

これらの技術開発のうち、主要な中期的課題については気象庁の業務を支える研究として、大学や関係機関と連携しながら気象研究所が中心となって実施してきているが、本セッションにおいて社会的意義・役割を改めて共有し、各学会に所属する研究者や専門家とともに連携を一層強めて問題解決に取り組んでいけるよう研究の方向性に関して議論を促進する。

キーワード: 気象庁, 防災業務, 科学技術

Keywords: Japan Meteorological Agency, Disaster risk reduction, Science and technology

地震の揺れの直前予測：緊急地震速報の現状と今後の展望 Earthquake early warning: current status and future prospect

干場 充之^{1*}
HOSHIBA, Mitsuyuki^{1*}

¹ 気象研究所
¹ Meteorological Res. Inst., JMA

地震の揺れの直前予測（地震動即時予測）は、大きく揺れる前に警報を発することで、地震防災／減災に貢献することを狙ったものである。この地震動即時予測は、世界各地で研究が行われており、1990年代の初めから、メキシコではメキシコシティの一般住民に対して、また、わが国でも鉄道分野で応用されている。気象庁では2007年から緊急地震速報として、全国を対象に一般向けの情報発信を開始した。本発表では、まず、地震動即時予測の原理を説明し、次に、2007年からのレビュー、東北地方太平洋沖地震時のパフォーマンス、そして、今後の展望について紹介する。

地震動即時予測の原理は大きく分けて3つに分類される。つまり、(1) 揺れの伝播を予測、(2) P波からS波を予測、(3) 地震の破壊を予測、の3つである。このうち、(3)に関しては、否定的な意見も多い。現在の緊急地震速報では、(3)を用いずに、(1)と(2)の考え方を併用し、震源位置とマグニチュードの即時決定により行われている。

2007年10月からの緊急地震速報の運用開始から（東北地震直前の）2011年2月までに、計17回の警報を発している。ただし、このうちの1回は、ソフトウェアのバグによって生じた誤報である。この期間は、いわば黎明期であり、緊急地震速報そのものを社会に認知してもらうことが重要であったと言えよう。

東北地震では、東北地方には想定通りの速さで警報を発し、所定の効果を発揮したと言えよう。しかし、関東地方では、震度4を予測したものの実際には震度6強で揺れるところもあり、過小予測であった。これは、広い震源域への対応が必ずしも十分でなかったからである。一方、本震後2～3週間の間、過大な警報を発することが相次いだ。これは、広域と同時に発生した複数の余震を、1つの大きな地震として誤認したためである。大きな課題が残ったが、この地震（とその余震）を契機に、緊急地震速報は地震防災／減災の大きなツールと認識されるようになった。

東北地震以降、上記2つの課題、つまり、広い震源域、および、同時多発地震、への対応が重要な技術開発のテーマとなった。“震源域の即時推定”や“同時多発でも正確な震源やMの決定”を目指す研究が多い中、震源決定やM推定を行わずに、“揺れのリアルタイム観測から未来の揺れを直接予測する”という考えが、わが国を中心に広まっている。「現時点の波動場をリアルタイムで把握し、それを初期値として、波動伝播の物理に則り未来を予測する」、というもので、気象の数値予報の考え方と似ている。この方法では、震源とMを決定する必要がないため、震源域の拡がりや複数の地震が同時に発生した場合でも、単発の小地震の場合と同じ処理で予測が行われる。また、揺れの予測と実況値を常に比較し、予測が補正されていくので、正確な揺れの予測につながると期待される。

気象庁では、H27年度に更新される処理装置において、揺れのリアルタイム観測による方法の簡易版（PLUM法）の試験を行い、5年以内をめどに改善を図っていく予定である。

キーワード: 緊急地震速報, 地震動即時予測, 東北地方太平洋沖地震, 今後の展望

Keywords: Earthquake Early Warning, Real-time prediction of earthquake ground motion, The 2011 Tohoku earthquake, Future prospect

御嶽山噴火後の国・自治体の取り組みと課題

Remaining problem in the national and local governmental action against the volcanic hazards

山岡 耕春^{1*}

YAMAOKA, Koshun^{1*}

¹ 名古屋大学環境学研究科

¹ Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

はじめに 2014年9月27日御嶽山が水蒸気噴火し、火口からあふれ出した火砕流に続いて大量の噴石が火口から1 kmの範囲に飛散し、山頂付近でくつろいでいた多くの登山者を襲った。死者57名、行方不明6名(2014年末現在)という大惨事となった。噴火の規模は、多くのマグマ噴火に比較して小規模であったが、登山ブームで山頂火口付近に人が集まる季節と時間帯であったため多くの犠牲者が出た。噴火の3週間前に山頂直下での地震活動の高まりがあったものの噴火警戒レベルを1から2に上げることができず、さらに火山活動の高まった情報が登山者に周知されなかったことが被害を大きくした。また御嶽山は文科省の選定した重点的に観測研究を行う火山にも含まれていなかった。この事態を受け、気象庁・文部科学省・中央防災会議に加え、地元の長野県・岐阜県も火山防災対策の見直しを進めることとなった。筆者はこの動きの多くに学識経験者として参加することとなった。本講演では、国や自治体の取り組みを紹介するとともに、そのなかで明らかになった課題も指摘したい。

御嶽山噴火後の国・自治体の対応 御嶽山噴火をきっかけとして、国や自治体が火山防災対策の見直しを進め始めた。気象庁は、従来の観測網が比較的前兆の出にくい水蒸気噴火に十分対応できていなかったことを認識し、噴火予知連絡会の下での火山観測体制等に関する検討会と火山情報の提供に関する検討会で、監視・観測のあり方および防災情報提供のあり方について検討を始めた。文部科学省では測地学分科会地震火山部会において、火山観測研究に関する現状の課題を整理し、今後の対応の検討を行った。中央防災会議では、全国の常時観測火山について火山防災協議会の設置を改めて求めるとともに、火山防災対策推進ワーキンググループを組織して国としての対策を検討することになった。御嶽のまたがる長野県と岐阜県では、それぞれ対策を打ち出した。長野県では御嶽山噴火災害への今後の対応を発表した。また岐阜県では火山防災対策検討会議を組織して、県としての火山防災上の諸課題を洗い出して今後の噴火に備えについて検討を行った。また従来、長野県と岐阜県とそれぞれが独自に設置をしていた御嶽山火山防災協議会を、両県合同の協議会としてあらためて設立した。

現状の課題 現状の火山防災においては、上記の組織がそれぞれの所掌の範囲で最大限の努力をしている。文部科学省は火山災害軽減のための基礎的・学術的研究を推進している。気象庁は火山活動の監視・観測を行っている。内閣府では国全体としての火山防災を推し進めている。上記以外の組織においても、産業技術総合研究所では火山地質やガスの調査を行っている。国土地理院はGNSSや合成開口レーダの解析を通じ測地学的調査を行っている。また国土交通省の砂防部は火山の土砂移動に関する防災対策を進めている。しかしながら、現状では、個々の火山噴火の個性がある中で、効果的に総合的期火山防災を進めていく戦略性に欠けていると言わざるを得ない。例えば、地震防災では行われてきた全国の活断層の調査に対応する、全国の活火山調査のような防災のための基礎的調査さえも戦略的に議論されたことは無い。火山防災対策の戦略的推進は、個々の火山においては火山防災協議会が担うべきものかも知れないが、実力・予算ともに不十分である。

連合に求められること 地球惑星科学連合は、研究者の集まりである。火山防災においては、基礎研究・学術研究の発展に責任を負う立場であるが、それだけでは戦略的な火山災害軽減策に十分貢献できていないとは言えない。基礎的調査研究から防災インフラや監視観測までふくめて、ローカルからグローバルに、短期から長期に、あるべき姿を描くことは、行政とは離れた位置にある学協会等の組織にしかできない任務である。

キーワード: 火山噴火, 御嶽火山, 防災対策, 行政, 政府, 自治体

Keywords: volcanic eruption, Ontake Volcano, Disaster mitigation measure, administration, government, local government

最近の雪氷災害と日本雪氷学会の取り組み Summary of the snow and ice disaster and effort of The Japanese Society of Snow and Ice

上石 勲^{1*}; 河島 克久²
KAMIISI, Isao^{1*}; KAWASHIMA, Katsuhisa²

¹ 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター, ² 新潟大学災害・復興科学研究所

¹Snow and Ice Research Center, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, ²Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

平成18年豪雪以降、最近は頻繁に大雪が出現し、2010/11年から2012/13年冬期まで3冬連続で大雪となり、交通関係も含めると毎年平均160名の雪による死者が出ている。2014年2月14日から16日にかけては、南岸低気圧によって西日本から北日本にかけて大雪となり、特に関東甲信を中心に死者26人、負傷者1000人以上、約1,700億円の農業被害、数千か所の建物被害、150万戸の停電、130地区以上の長期孤立など人的・物的・社会的に大きな被害が出た。日本雪氷学会は日本雪工学会と合同調査チームを結成し、大雪発生直後から情報収集に努め、現地入りが可能となった地点から順次現地調査を行った。さらに、科学研究費助成事業「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」(特別研究促進費:代表者:和泉薫)にも協力した。この科研のアウトリーチ活動として、被害の大きかった山梨県、群馬県、東京都において2014年6-8月にかけて3回の「大雪災害シンポジウム」を開催し、その被害の実態と問題点などについて意見交換を行った。この科研報告では、日本雪氷学会員が中心となって、災害の実態だけでなく、生活関連、建築物被害、農業被害、道路交通、雪崩災害、融雪災害の各分野での今後の対策に向けた提言をまとめた。

2014-15冬期も各地で大雪となって被害も発生している。徳島県のように普段雪の降らない地域での大雪被害も発生しており、今後は非雪国の大雪災害についても、その被害低減のため、学会としても取り組む必要性が増している。

キーワード: 雪氷災害

Keywords: snow and ice disaster

国土防災に対する衛星リモートセンシングデータの利用 Satellite Data Utilization for National Land Environment and Disaster Prevention

桑原 祐史^{1*}
KUWAHARA, Yuji^{1*}

¹ 日本リモートセンシング学会
¹The Remote Sensing Society of Japan

2011年、青森南部から千葉北部にかけて甚大な被害を発生させた東日本大震災が発生した。このような広域に跨る災害や、刻一刻と変化して行く災害の様子を捉え、防災/減災に対する情報を生成する手段の一つとして衛星リモートセンシングデータの利用が望める。本研究では、日本リモートセンシング学会国土防災リモートセンシング研究会が取り組んでいる衛星画像利用のガイドラインを例として、データの実利用化の重要性について提案を行う。

キーワード: 衛星リモートセンシングデータ, 自然災害, ガイドライン
Keywords: satellite image, natural disaster, guideline

集中豪雨の発生メカニズムから見た数値予報における課題～2014年8月20日広島豪雨を例として～

Issues on numerical weather prediction detected by formation mechanisms of Hiroshima heavy rainfall on 20 August 2014

加藤 輝之^{1*}

KATO, Teruyuki^{1*}

¹ 気象研究所

¹ Meteorological Research Institute

2014年8月20日の未明から明け方にかけて、日本海上に停滞していた前線の約300km南側に位置する広島市で3時間に200mmを超える大雨が発生し、土砂災害で74名の方が亡くなられた。この大雨は幅20～30km、長さ約100kmの線状降水帯が数時間停滞することで引き起こされた。本研究では大雨の発生要因について、特に豊後水道の効果に着目して気象庁メソ・局地解析から考察し、その要因を踏まえて数値予報の予測精度向上における課題を提示する。

線状降水帯は、広島と山口の県境付近で次々と発生した3～5個程度の積乱雲で形成された積乱雲群（バックビルディング型形成）が北東方向に移動しながら、複数連なって作り出されていた。このようにバックビルディング型形成は、積乱雲群の形成だけでなく、積乱雲群による線状降水帯の形成でも確認できた。土砂災害が発生した広島市三入では少なくとも5つの積乱雲群が通過することで、200mm以上の降水がもたらされていた。線状降水帯の向きは上空3km付近の風向とほぼ一致していた一方、下層1kmでは南風となっていたため、下層水蒸気が線状降水帯の側面から継続的に供給され、積乱雲が繰り返し発生・発達しやすい大気状態であった。

線状降水帯が発生した場所は前線に沿って存在していた幅約500kmの上空の湿った領域の南端に位置し、豊後水道からの大量の下層水蒸気（高度500mの相当温位～355K、水蒸気フラックス量～300g/m²/s）が流入していた。豪雨の発生約6時間前では、豊後水道上の水蒸気量は周辺よりも少ない状態であったが、その後2時間で約3g/kgの比湿の増加および2～3m/sの風速の加速が見られた。豊後水道は九州と四国の高度500m以上の高い山岳域に挟まれているので、南から流入する下層の空気は豊後水道に集中する。そこでは、ベルヌーイの法則により気圧が下がって風速が加速し、地表（海面）の摩擦に起因する上向きの気圧傾度力によって生じた上昇気流で、下層から上空に水蒸気が運ばれ、大気下層に水蒸気が蓄積されていた。このようにして蓄積された大量の水蒸気が20日04時頃まで広島周辺に流入して、大雨をもたらしていた。

毎時9時間予報を行っている気象庁局地モデル（水平分解能：2km）の結果を見ると、19日18時初期値ではほぼ実況と同程度の降水強度の線状降水帯を予測することに成功していたが、初期値が変わる毎に降水量や発生位置に大きな違いが生じていた。大気下層に流入する空気の相当温位が同じであっても、風速が変化することで水蒸気フラックス量に差が生じて降水量が異なり、風向が1～2度程度変わるだけで発生位置が20～30kmずれていた。これらから、豪雨発生位置の風上にあたる下層の水蒸気量を的確に把握するのはもちろんのこと、Kato and Aranami (2005)で指摘しているように風速や風向の精度も豪雨の予報向上には必要であることがわかる。下層の風向は上空の大気の流れに左右されるので、下層ばかりに着目してもダメである。また、広島の場合は豊後水道上で大気下層に水蒸気が蓄積されていることから、数値モデルの境界層過程が適切に表現されているかも検証し、改善を図ることが必要である。ただ、海上での情報なので、そこでのデータを取得するためには気象分野だけでなく、関係研究機関との連携が重要である。

参考文献

Kato, T., and K. Aranami, 2005: Formation factors of 2004 Niigata-Fukushima and Fukui heavy rainfalls and problems in the predictions using a cloud-resolving model, *SOLA*, **1**, 1-4.

キーワード: 集中豪雨, 線状降水帯, 数値予報モデル

Keywords: heavy rainfall, band-shaped precipitation system, numerical weather prediction model

2014年広島豪雨土砂災害について Landslide disaster induced by the 2014 Hiroshima rainstorm

千木良 雅弘^{1*}
CHIGIRA, Masahiro^{1*}

¹ 京都大学防災研究所

¹ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

2014年8月20日の集中豪雨によって、広島市安佐北区と安佐南区で多くの崩壊・土石流が発生し、その結果、74人の犠牲者を含む甚大な災害を引き起こされた。筆者は、京都大学防災研究所山地災害環境研究室と日本応用地質学会広島調査団のグループメンバーとして、災害当日のヘリからの観察、現地調査、空中レーザー計測データ（詳細DEM）を用いた地形解析を行った。土石流のほとんどは、最上部に崩壊を持ち、それが流下するに従って体積を増加したものと判断される。崩壊・土石流は、北東-南西に伸びる幅3km、長さ12kmの範囲に140個所以上発生した。崩壊の発生密度は1?あたり最大30か所であった。崩壊密度の高い領域は3時間当たりの雨量が150mm以上の領域とほぼ一致している。調査地の地質は、ジュラ紀の堆積岩、その上に載る白亜紀の高田流紋岩類と花崗岩類および貫入岩類で構成されている。堆積岩は、花崗岩の接触変成作用によってホルンフェルス化している。

崩壊には主に3つのタイプが認められた。一つは、平板状の崩壊であり、深さ1m内外で薄い板状の土層の崩壊である。次に、噴出孔状の崩壊で、斜面内部から水が噴出して穴が開いたような形態の崩壊である。その崩壊内部の底部には細粒分が少なく隙間の多い岩片集合部が見られる。次に、細長く楔状の横断面を示す崩壊で、これは谷の傾斜方向に長い崩壊で、片側を谷方向の断層あるいは節理に区切られている場合が多い。特に被害の大きかった八木3丁目の県営住宅の沢では、上流部で発生した崩壊土砂が土石流となり、下流部の花崗岩大岩塊を巻き込んで破壊力を増加したものと判断される。巻き込まれた岩塊は、シーティングと高角節理によって緩んだ中粒花崗岩であった。緑井8丁目の上流の沢でも、同様のことが起こった。これら以外の花崗岩地域の沢では、多くの場合、大岩塊は細粒花崗岩であった。花崗岩地域では表層の平板状の崩壊が多かったのに対して、ホルンフェルス地域では、阿武山北方の尾根沿いを除いて、水が噴出して発生したと考えられる崩壊が多く認められた。

花崗岩地域の崩壊・土石流の特徴は、花崗岩の風化状態によって異なるが、今回の災害の場合、相対的に高標高部にマイクロシーティングの発達した風化花崗岩があり、一部の沢では、それを下刻して下位の新鮮な花崗岩が露出していた。そして、この新鮮な花崗岩がシーティングと高角節理で分離され、沢沿いで緩んだ大岩塊として露出していた。そこに斜面上方で崩壊した土層が土石流となって流れ下り、これらの岩塊を巻き込み、結果的に破壊力の大きな土石流として沖積錐上の住宅を襲い、大災害を引き起こした。また、中粒花崗岩に比べて風化しにくい細粒花崗岩の岩塊が土砂に含まれていたことも災害を大きくした一因であった。ホルンフェルス地域の噴出孔型の崩壊では、通常は土層下部の隙間の多い岩片集合部を水は流れているが、強い降雨によってこの部分の流水が排水能力を超えたために水が噴出して崩壊に至ったものと考えられる。

キーワード: 斜面崩壊, 土石流, 豪雨, 災害

Keywords: landslide, debris flow, rainstorm, disaster

自然災害時における日本地質学会の役割 The role of the Geological Society of Japan (JGS) at the time of natural disaster

齋藤 眞^{1*}
SAITO, Makoto^{1*}

¹ 日本地質学会地質災害委員会 (所属 産総研地質調査総合センター)
¹ Geological disaster committee, Geological Society of Japan

日本地質学会では、地質が関係する自然災害に対して、災害直後に災害地の地質に関する情報を外部の公開情報とも合わせてホームページ上で社会に発信している。

地質に関連した災害のうち、火山、地震等の災害においては、それぞれのコミュニティが、災害の推移を見極めるため、迅速に現地調査を行っている。また、ほぼ毎年発生する斜面災害においては、地すべり学会、地盤工学会、応用地質学会等が現地調査を行うことが多い。しかし、純粋な地質学の観点からは、すぐに現地調査に赴いたとしても、防災に寄与できることは少ないことが多い。

一方、野外調査等で現地を歩き、事実を積み重ねた研究を行うことが地質学の特徴であり、その結果、災害発生地域の地質情報に精通し、災害発生のバックグラウンドになっている情報を持っていることが多い。このため、日本地質学会では、災害時に会員に情報提供を求めてホームページ上で迅速に情報提供している。

また地質災害が落ち着いた際には、当該地域の今後の防災・減災に対し、バックグラウンドとなる正確な地質の情報が必要になる。特に、斜面災害では、その地域の地質が地形発達の要因となっていることが多く、災害発生後の災害防止工事等についても重要である。

発表では、2014年8月の広島県の豪雨災害を例に、地質学の観点からの災害調査の一例も紹介したい。

キーワード: 地質災害, 地質学, 斜面災害
Keywords: geological disaster, geology, landslide

災害対応を支える空間表現の新技术 Innovation of Spatial Representation Technology to Support Disaster Responses

宇根 寛^{1*}
UNE, Hiroshi^{1*}

¹ 国土地理院
¹ GSI of Japan

近年の地理空間情報技術のめざましい発達により、地理空間情報は災害対応の現場に不可欠な情報となってきている。ウェブマッピング技術の発展により、さまざまな情報を地理院地図などのウェブ上の地図で自由に重ね合わせ、任意の情報を抽出して表示、出力することが可能となった。また、SfM (Structure from Motion) や MVS (Multi View Stereo) を応用した画像処理方法が実用化し (内山ほか、2014; 飛田ほか、2014)、安価な画像処理ソフトウェアが普及したことで、十分な標定要素の得られない斜め写真や地上写真からでも容易にある程度の精度を持つ3Dモデルや正射画像が作成できるようになった。さらに、詳細なDEMの整備が進み、地理院地図に地図を立体的に表示する機能が実装され (高桑ほか、2014)、3Dプリンタの普及と相まって、地形を誰もが「手にとるように」理解することが可能となった。これらの新技术はただちに災害の現場に応用され、災害発生直後のさまざまな地理空間情報が迅速に現場で救助、復旧活動に従事する担当者に届けられるようになった。

また、阪神・淡路大震災や東日本大震災を通じて、大規模災害時の自治体などの行政による救助、支援に限界があることが明らかとなり、住民自らが状況に応じた判断を行い適切な避難行動を行うことや、地域コミュニティでの相互の助け合いなどの重要性が指摘され (内閣府、2014)、そのために住民や地域コミュニティに防災に関する的確な情報を伝達する手段としてハザードマップなどの地図やモバイル機器を活用した地理空間情報技術が重要となってきている。例えば住民の的確な避難行動を支援するための防災アプリや、地域レベルのリスクコミュニケーションの手段として道路ネットワーク解析などの地理空間情報技術を活用した「避難地形時間地図 (逃げ地図)」の取組みなど、防災のあらゆるステージにおいて地理学、地図学の成果が拡がりを見せている。

本発表では、最新の空間表現技術の防災・減災への応用の事例、特に広島土砂災害について、それを現場の地理学的災害調査に応用した事例を紹介し、連合に参加するさまざまな学問領域の成果を災害対応の実務に結びつける空間表現の役割についての議論を提起したい。

キーワード: 地理空間情報技術, 災害対応, ウェブマッピング, 3Dモデリング, モバイル機器, リスクコミュニケーション
Keywords: geospatial information technology, disaster response, web mapping, 3D modelling, mobile devices, risk communication

多分野にまたがる災害情報管理面でのGISの役割 A Roll of GIS in Multidisciplinary Management of Disaster Information

畑山 満則^{1*}
HATAYAMA, Michinori^{1*}

¹ 畑山満則
¹Michinori Hatayama

災害時の情報は、場所に対応付けられて、利用価値を増すものがほとんどである。また、これらの情報は、時間とともに常に変化している。これらの情報を整理するためには、地理情報システムが有効であることが、阪神・淡路大震災以降、指摘されている。本講演では、阪神・淡路大震災以降のGISを用いた情報共有活動について紹介し、他分野のデータを繋ぐための課題について考察する。

キーワード: GIS, 災害情報, 情報共有
Keywords: GIS, Disaster Information, Information Sharing

福島第一原子力発電所事故後の日本地球化学会の対応 The Geochemical Society of Japan's response to and after the Fukushima Nuclear Power Station accident

海老原 充^{1*}

EBIHARA, Mitsuru^{1*}

¹ 首都大学東京大学院理工学研究科

¹ Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Metropolitan University

2011年3月11日に発生したM9.0の大地震は関東北部から東北の太平洋岸を中心に甚大な被害をもたらした。この直接的災害に加えて、東日本大震災のもう一つの大きな被害が東京電力福島第一原子力発電所の事故によってひきおこされた。原子力発電所が機能を失ったばかりか、原子炉建屋内で水蒸気爆発が起こり、原子炉施設から大量の放射性核種が周辺地域に飛散した。放射性物質は、爆発直後の気象条件に応じて原子炉施設から離れた地域にも予想以上に拡散したほか、上層大気に巻き上げられて、全世界規模での拡散を引き起こした。海洋中に漏洩した放射性核種は周辺海域ばかりでなく、太平洋海流に乗って広い海域に拡散し、広域海洋汚染をもたらした。その結果、農産物をはじめとする食料や飲料水への放射性物質の汚染は多くの人々にとって大きな不安となり、関心事となった。こうした不安を少しでも解消し、また、放射性物質による環境汚染の影響を少しでも客観的に予測することは広く科学者の取り組むべき喫緊の課題となった。

この課題に速やかに、かつ効率的に取り組むべく、日本地球化学会は事故直後から会員に呼びかけ、様々な独自の活動を実施するとともに、他学会とも連携しながら、広く活動をおこなった。その中でも、地球惑星科学連合に所属する地球化学、大気化学の専門家は放射化学分野の研究者と連携しながら事故発生からまだそれほど時間が経過していない段階で、組織的行動を開始したことは特筆にあたいする。事故発生後20日も経過しない中で、文科省に平成23年度予算に間に合うべく、3月31日に科学研究費・特別研究促進費の申請を行った（申請課題「2011年東日本大震災に伴う原子力発電所事故により放出された放射性核種とその拡散に関する研究」）。今回の原子力発電所事故は大気圏、水圏、地圏という、惑星としての地球のほぼ全域に何らかの影響を与えることになり、まさに地球化学、大気化学の研究対象領域での事象に反映する。また、放射性核種の測定を研究手段とする放射化学分野の研究者との連携はそうした環境への放射性核種の拡散をより正確に、かつ効率的に把握しようとするものであった。連携は国際的にも広がった。同年8月にチェコ・プラハで開催された2011年ゴールドシュミット国際会議で「福島特別セッション」が組まれた。この国際学会はGeochemical Society (GS)とEuropean Association of Geochemistry (EAG)の2つの国際地球化学会が主催するもので、近年は日本地球化学会も共催しており、この福島セッションは日本地球化学会が中心になって実施された。特筆すべきことは、セッション終了時にGS、EAG会長名と連名で、世界に向けて声明を発表したことである。こうした連携の輪は現在でも続いており、あらたな共同研究に発展していることは、大きな不幸の中でのささやかな幸いといえる。講演では、このような様々な連携の過程を述べると共に、環境中への放射性物質の拡散に関する研究成果についても簡単に紹介する。

キーワード: 日本地球化学会, 東日本大震災, 福島原子力発電所事故, 放射性物質

Keywords: Geochemical Society of Japan, Great East Japan Earthquake, Fukushima Nuclear Power Station accident, radioactive material

福島第一原子力発電所の地下水汚染問題と今後の課題 Groundwater pollution and the prospects of the Fukushima Daiichi NPS

丸井 敦尚^{1*}
MARUI, Atsunao^{1*}

¹ 産業技術総合研究所
¹ Geological Survey of Japan, AIST

福島第一原子力発電所における地下水問題とその対策は、2011年3月11日に事故を起こして以来、さまざまな形で報じられてきた。しかしながら、現地の自然環境や地下水対策の目的や状況を的確に伝えるものは少ないと感じている(丸井, 2014)。このため、数多くの誤解が生まれ、たくさんの提言や批判がメディアを賑わせている。本報では、現地の地質や地下水の状態を今一度確認した上で、廃炉に向けた国や東京電力の長期計画をふまえて、今何が問題で、どんな対策が講じられているかを報告し、その上で今後の課題について議論してゆきたい。

現在、汚染水が存在する場所とそのボリュームは以下のとおりである。トレンチとは建屋から海に向かうトンネル状のものであり、配管や配線が通っている。事故直後に汚染水が漏れ出して周辺の土壌や海洋を汚染したことでよく知られるようになった。周辺土壌は水ガラス(薬液注入)によって土壌が改良されたが、内部には2014年10月現在で、なお11,000トンもの汚染水が溜まっている。この汚染水はタービン建屋から直接流出してきたものであり、高濃度な汚染水が溜まっている。現在ではトレンチが凍土工法によって建屋と遮断され、内部を埋設する工法により、内部の汚染水を除去する対策が始められている。

原子炉内には溶け落ちた燃料が存在し、日々これを冷却している。このため、原子炉から漏れ出した汚染水が原子炉建屋と隣のタービン建屋内に大量に存在する。これに加え、周囲の地下水を建屋内に漏出させることで建屋からの汚染水漏洩を防ぐ対策が取られているため、日々400m³程度の汚染水が増え続けている(中粒砂岩層内の地下水が建屋内に浸入している)。これらを処理してタンクに移すために、一時的にプロセス建屋やHTI建屋も汚染水の保存に利用している。これら建屋内の汚染水は現状で89,300m³程度であると推定されており、今後の処理が急がれる状況にある。

汚染水が最も大量に貯留・保管されているのが陸上のタンクである。放射性物質除去装置(後述)により処理された汚染水が約20万トン、処理を待つ汚染水や処理後の高濃度汚染水が36万トンあるといわれている。周囲の地下水は日量400トン建屋に浸入するわけであるから、年間13万トン程度の汚染水の増加が見込まれる。事故当初に冷却のために発生した大量の汚染水に加えて、事故から3年半以上経過したことを考えると、この値にも納得できる。

廃炉をするためには、最終的に溶け落ちたデブリを回収しなくてはならない。そのために何をどんなステップで考えているかを念頭に置き、地下水の対策を議論したい。全体の廃炉計画は以下のように考えられている。

1) ドライアップ: 1号機から4号機の建屋(原子炉建屋とタービン建屋)から汚染水を取り除き、内部に止水工事などを施す。そのうえで、原子炉建屋を補修し、溶け落ちたデブリを冷却するために冷却水が循環できるような構造を取り戻す。このために必要な工事を含め、2020年頃までにドライアップを完成させる予定である。

2) 循環冷却: ドライアップの後に汚染水が極端に増加しなくなった状態で、約15年程度の循環冷却を実施し、デブリを回収可能な状態にする。

3) デブリの回収: ロボット技術などの開発を実施し、安全を確保した状態で原子炉内に溜まったデブリを回収する。このために、デブリの状態や存在する場所を確認する技術の開発や硬くなったデブリを分解する装置、回収する装置、回収後の保管方法など、今後開発しなければならない技術や課題は多い。

現在の状態では、事故後10年でドライアップし、その後15年程度の循環冷却、さらに15年以上かけてデブリを取り出すことにしているが、今後開発しなければならない技術や現状での課題(地下水問題など)も多く、廃炉が今世紀の後半にずれ込むことは必至の状況である。

このような状況の中での対策と展望について議論したい。

キーワード: 福島第一原子力発電所, 東日本大震災, 地下水, 汚染, 放射能汚染, 対策

Keywords: Fukushima Daiichi NPS, East Japan Great Earthquake, Groundwater, Pollution, Radioactive contamination, Countermeasures

水循環基本法の成立と今後の展望 Establishment of Water Cycle Basic Law and future outlook

田中正^{1*}
TANAKA, Tadashi^{1*}

¹ 筑波大学国際室
¹ Office of Global Initiatives, University of Tsukuba

2014年3月27日、予ねてからの懸案であった「水循環基本法案」が第186回通常国会の衆議院本会議で審議され、全会一致で可決、成立した。これを受けて、「水循環基本法」(2014年法律第16号)は2014年4月2日に公布され、同年7月1日に施行された。

本法律は、地下水を含む循環する水が「国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いもの」であることを謳い、全ての国民がその恵沢を将来にわたって享受できる環境を確保することなど五つの基本理念を掲げている。

今回成立した水循環基本法は、超党派の「水制度改革議員連盟」が議員立法として法案を策定したものであり、いわゆる「理念法」と呼ばれるものであるが、地下水を含む循環する水が初めて法的に位置付けられることになった。特に地下水については、規制法としてのいわゆる「用水二法」を除いて、地下水政策全般についての理念やその方向性を定める法律が存在していなかったなかで、その法的根拠ができたことは画期的である。また、従来の水行政における省庁間の縦割り行政の弊害を打破し、関係行政機関の総合調整機能を持たせた「水循環政策本部」を内閣府に設置し、「水循環基本法」とそれに基づく「水循環基本計画」という二つの大きな枠組みから構成されていることも本法律の特徴として挙げることができる。今後は、本法律に基づいて、国、地方公共団体、事業者、民間の団体など関係者相互の連携ならびに協力により、わが国における水行政が進められることになる。

本法律の制定を受けて、「水循環基本計画原案」が2015年2月5日に公表された。この中で、本セッションに係わる事項として、「災害への対応」、「危機的な渇水への対応」、「地球温暖化への対応」が記載されている。「災害への対応」については、「大規模災害時に、国民生活や社会経済活動に最低限必要な水供給や排水処理が確保できるよう、水インフラの災害を最小限に抑えるための耐震化等の推進や業務(事業)継続計画(BCP)の策定とその実施等の取組を推進する。」としている。また、「危機的な渇水への対応」として、「地域の特性と実情を十分にふまえつつ、必要に応じて、流域を基本単位として、危機的な渇水への取組を推進するための体制を整備するとともに、広域的な連携・調整・応援など需要側・供給側の影響の段階に応じた事前措置や渇水時の対応措置について、段階的かつ柔軟に検討を進め、取組を推進するよう努めることとする。」としている。さらに、「地球温暖化への対応」については、「健全な水循環の維持又は回復のために、二酸化炭素等温室効果ガスの削減を中心とした緩和策とともに、温暖化に伴う様々な影響への適応策を推進する。」としている。これらはいずれも環境災害に対する施策の方向性を示したものであり、具体的な対応策やその内容は、今後個々の災害を対象として検討されることになる。

「水循環基本法」あるいは「水循環基本計画原案」において強調されている点は、「流域連携の推進」と「水循環政策の推進に必要な調査の実施」及び「健全な水循環に関する教育の推進」である。流域連携の推進は、水循環の基本単位は「流域」であるとの認識に基づくものであり、例えば「危機的な渇水への対応」では、「渇水対応協議会」を必要に応じて設置するとしているが、この協議会は流域連携の一環として、流域を基本単位とすることを旨としている。すなわち、水循環の観点からは、流域を基本単位とした広域連携の必要性が要求されるといえる。また、調査・教育については、現象の実態把握の必要性と現場や体験を通じた生きた教育の必要性が謳われている。

日本水文学会では、3.11の福島第一原子力発電所の事故による汚染水問題について、「福島第一原子力発電所の汚染水問題に関する声明」と題する声明文を2013年10月31日に発した。また、2014年のJpGU「災害セッション」において、当学会からの報告として「水文学会は東日本大震災にどう向き合っていくのか」(2014, U08-08)を発表した。これらの中で、特に主張した点は、3.11に係わる環境災害の問題解決には、正確な現地調査の必要性と観測データの蓄積による科学的な知見に基づいた対策を策定し、検討することの重要性であった。こうした当学会の方針姿勢は、今回成立した「水循環基本法」とそれに基づく「水循環基本計画原案」の骨子とも対応しており、法的に初めて位置付けられた「水循環」を研究対象とし、社会のための科学を目指す学会として更なる前進を期したい。

なお、大規模災害発生時における初動体制については、日本水文学会企画委員会による「災害時緊急調査補助金募集(通年)」制度があり、複数の学協会と連携して実施した実績には、本学会員が複数参加した日本地下水学会と水文・水資源学会との合同調査団による「東日本大震災対応地下水調査研究」があることを付記しておく。

キーワード: 日本水文学会, 水循環基本法, 水循環基本計画原案, 環境災害, 3.11 原子力災害, 社会のための科学
Keywords: Japanese Association of Hydrological Sciences, Water Cycle Basic Law, Draft of Water Cycle Basic Plan, environment disaster, 3.11 nuclear disaster, science for society

東日本大震災に対する水文・水資源学会の取り組みと水文学的知見に基づく新たな被曝線量評価モデル Efforts of JSHWR to the Great Earthquake and a new model for assessing internal dose based on hydrological methodology

山田 正^{1*}; 佐々木 翔太²; 米田 駿星²; 山田 朋人³
YAMADA, Tadashi^{1*}; SASAKI, Syota²; YONEDA, Hayase²; YAMADA, Tomohito J.³

¹ 中央大学理工学部都市環境学科, ² 中央大学大学院理工学研究科土木工学専攻, ³ 北海道大学大学院工学研究院フィールド工学部門

¹Department of Environment and Civil Engineering, Faculty of Science and Engineering, Chuo University, ²Civil Engineering Course, Graduate School of Science and Engineering, Chuo University, ³Division of Field Engineering for the Environment, Faculty of Engineering, Hokkaido University

水文・水資源学会では、東北地方太平洋沖地震に伴って発生した水文ならびに水資源に関する急速かつ顕著な影響に対応するために、地震発生から1ヶ月以内に、当時の会長を委員長とする「東日本大震災対応特別小委員会」を設置した。これは、関連学会との情報交換・連携を強化しながら、本学会として検討すべき課題を見極め、水文・水資源学の立場から被災地域の復旧・復興に対する貢献を目指したものである。その具体的な活動として、現地の復興支援に資する水文・水資源に関連する調査研究活動を早急に立ち上げることを支援するため、調査研究グループを緊急募集し、地震発生約2ヶ月後に3グループに対してそれぞれ40~50万円程度の財政的支援を行った。これにより、被災地におけるアースフィルダムの崩壊、地下水調査、ならびに放射性物質移動と影響評価について、各研究の初動を後押しした。これらの緊急調査の成果は、同じ年の8月末に行われた定例の本学会研究発表会において報告され、さらに詳しい研究成果が翌年9月の本学会研究発表会で発表された。3グループのうち、地下水調査については、日本地下水学会との連携によって行われ、調査地となった各自自治体からも協力を得た。放射性物質の調査・影響評価については、その後、さまざまな水文プロセス研究プロジェクトの立ち上げや放射能モニタリング研究等に繋がっている。

さらに、水文・水資源学から災害対応を含む他分野への連携の手掛かりとして、放射性同位体を経口摂取した際に人体が放射線によって受ける内部被曝線量を平易に計算する方法論について論じる。東北地方太平洋沖地震に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、原子炉格納容器から放射性同位体が漏洩、拡散した。放射性同位体が混入した食品を経口摂取した際の内部被曝によって受ける線量を計算するための手法として、CTスキャンや核磁気共鳴法(MRI)によって得られた画像をもとにして精緻に人体を数値モデル化(人体ファントム)して線量を計算する方法が、放射線医学の専門家の研究によって開発され、現在も発展を続けている。国際放射線防護委員会(ICRP)の勧告は線量限度の基準を決めるために我が国を含め国際的に利用されており、内部被曝を計算するための標準的な手法として認められている。人体ファントムを用いる方法は正確な内部被曝線量を計算するためにきわめて有用な方法であるが、精緻で厳密な手法であるがゆえに、放射線医学を専門としない一般の科学者・技術者にとってその全体像を把握するのが困難なものとなっている。このような現状を鑑み、一般の科学者・技術者にとっても理解容易でなおかつ平易な方法論を提案することを目的として、人体を単一の組織とみなし、放射性同位体の原子数及び放射能強度(Bq, ベクレル)の体内残留量を連続式によって記述する。福島第一原発事故で特に注意されているセシウム137を具体例とし、そのベータ崩壊によるベータ線とガンマ線に対象を絞って議論する。人体における放射性同位体の原子数が指数関数的に減少することから、その連続式は1階線形常微分方程式になり解析的に解を得ることが出来る。放射性同位体の原子数と放射能強度は比例関係にあるので人体における放射能強度も同様の式形で記述される。内部被曝線量(体内で生じた原子核崩壊の累積回数)は人体における放射能強度を時間積分することで得られる。また、1回の原子核崩壊あたりで人体に吸収される放射線のエネルギーはFermiのベータ崩壊の理論から求められる。内部被曝線量と1回の原子核崩壊あたりで人体に吸収される放射線のエネルギーの積を体重で割ることで実効線量(Sv, シーベルト)を求められる。ICRPの先行研究で計算された実効線量の値と比較することで、本研究の方法で得られる実効線量の値が先行研究と同等に正確であることが確かめられた。本研究の方法は人体のみならず、放射性降下物が付着した土壌から収穫された農作物に含まれる放射能強度及びそれを摂取した際に受ける実効線量の計算にも適用できる。また人体における放射能強度は個々人によって分布するため、リスク評価という放射線防護の観点から、人体における放射能強度の確率密度関数とその時間発展についても考察する。本研究の結果は内部被曝の影響について放射線医学の専門家のみならず一般の科学者・技術者に理解を提供できる。

キーワード: 原発事故, 緊急調査, 内部被曝, 集中型モデル

Keywords: nuclear accident, urgent survey, internal dose, lumped model