

日本地震学会における東日本大震災対応と学界の災害・環境対応のあり方 Actions to the Eastern Japan earthquake disaster by SSJ and to disaster and environmental issues in academic communities

田所 敬一^{1*}

TADOKORO, Keiichi^{1*}

¹ 名古屋大学環境学研究科

¹ Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University

1. 日本地震学会の体制と東日本大震災後の対応

日本地震学会では、常設委員会として「災害調査委員会」を設置している。東日本大震災時は、現地調査の際に有用な速報的研究結果に関する情報収集を行い、学会の web サイト上でリンク集として公開した以外は、地震学会としての独自の調査活動は実施していない。災害調査委員会主導で学会独自の現地調査ができなかったことは、委員長として痛恨の極みである。

災害調査委員会の重要な責務のひとつは、地震・津波災害に関する学会間連携の窓口機能であり、東日本大震災後には、連合の環境災害対応委員会での活動とともに、地震工学会等の関連学会との「東北地方太平洋沖地震被害調査連絡会」に参画した。この連絡会は、他の地震災害にも対応するべく、現在では「地震被害調査関連学会連絡会」へと発展している。

別の常設委員会である広報委員会では、以下のような一般・マスコミへの啓発活動を行った：

- ・一般向け広報紙「なみふる」における東北地方太平洋沖地震の特集
- ・過去の学会広報紙から抜粋した東北地方太平洋沖地震に関係する記事のとりまとめと web サイトでの公表
- ・地震の基礎知識や災害対策等の一般向けに役立ちそうな情報のリンク集の作成と web サイトでの公表
- ・一般からの問い合わせへの直接の回答
- ・記者懇談会の開催
- ・講演会・取材への講師等派遣依頼への対応

日本学術会議の中では、「東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会」に参画し、共同声明の採択、連続シンポジウムや学術フォーラムの開催に携わった。

2. 学界の災害・環境対応のあり方：不可分である災害と地球環境問題

東日本大震災の教訓は「自然災害と地球環境問題は不可分」ということであった。自然災害がきっかけとなった福島における全電源喪失事故の影響で、我が国は火力発電所の稼働率を上げざるをえなくなった。人間活動・経済活動を停滞させないためにはやむを得ない対応であるが、その結果、温室効果ガスの排出量が増すことになり、今度は地球環境問題への取り組みが課題となる。

このような一見異なる問題を統合して捉える目が、今後の地球惑星科学には必要である。そのためには、地球惑星科学界内での連携の推進が必要であることは言うまでもない。さらに、地球惑星科学は人類の繁栄の根幹に関わる学問領域であるとの意識の下、これを持続可能な人間社会の構築に生かすためには、学界外との連携が不可欠である。連合には学界内に留まらず学界外との連携の核としての役目も期待したい。

地震学会における東日本大震災への対応の経験から、緊急時の活動や学会（界）間連携を成功させるためには、平時における周到な準備をいかに整えるかが課題として浮かび上がった。地震学会の災害対応委員会内では、緊急時にどんな体制で誰がどんな調査を行うかのブレインストーミングが全くなされておらず、独自の災害調査ができなかった。また、学会間連携の青写真が描けておらず、連携した行動がいざ始めると対応に苦慮することが多かった。地球惑星科学界内での連携の推進に関しても同じであり、同じ地球惑星科学とは言っても異なる学問的背景をもつ学会間が連携するのは容易なことではない。次の大災害に備えて、平時から連携の準備を整えておくことが大事であり、まず手始めに、東日本大震災を教科書として「災害科学の中の地球環境問題」といったブレインストーミング的な研究会等を立ち上げてはどうか。

東日本大震災の復興にむけた日本地質学会の取り組み Activities of the Geological Society of Japan in support of reconstruction after the 2011 Tohoku earthquake disaster

高木 秀雄^{1*}

TAKAGI, Hideo^{1*}

¹ 早稲田大学 (日本地質学会理事, 社会貢献部会長)

¹ Waseda University (JGS Director of Outreach and Geopark Affairs)

I introduce the activities of the Geological Society of Japan (JGS) in support of the reconstruction after the 2011 Tohoku earthquake disaster on behalf of the Social Contribution Committee of the JGS. The JGS asked its members to submit proposals in support of the disaster recovery, and six of nine research programs in 2011 and one of two in 2012 were adopted and supported by funds of the Society. The seven projects can be categorized into three research categories: 1. recovery of specimens from museums destroyed by the tsunami, 2. development of methods of decontamination to help deal with the radioactive material spread by the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident, and 3. surveys to recognize and quantify liquefaction caused by the Tohoku earthquake. The results of these studies were reported in poster presentations given at the JGS annual meetings and in newsletter articles published in 2012 and 2013. This report also introduces briefly the geopark activity that has been promoted by the JGS and its importance for local education in earth science including disaster prevention and mitigation in the eastern Tohoku coastal area (Sanriku area).

キーワード: 日本地質学会, 東日本大震災, 津波, 液状化, 除染, 博物館標本レスキュー

Keywords: Geological Society of Japan, 2011 Tohoku earthquake disaster, tsunami, liquefaction, decontamination of radioactive materials, recovery of museum specimens

活断層研究・古地震研究の震災における役割と今後の課題 Reframing the academic responsibility of JSAF on the basis of its activities after the 2011 Tohoku earthquake

宍倉 正展^{1*}

SHISHIKURA, Masanobu^{1*}

¹ 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター

¹ Active Fault and Earthquake Research Center, AIST

日本活断層学会は 2007 年の学会発足以来、おもに活断層が引き起こした地震を対象として災害対応に当たってきた。活断層というと内陸直下型地震の印象を持たれるが、海溝型地震も含めた海域活断層も対象としており、特に古地震学的な観点での研究においては、オン・フォールト、オフ・フォールトにかかわらず活動履歴の解明を行ってきた。

本学会の災害時における対応として重要な活動の 1 つは、地表地震断層や海岸の変動、津波など、地震に伴う地形・地質学的に現れた諸現象を、現地調査を主体にリモートセンシング等も取り入れて正確に把握することである。これは「現在は過去を解く鍵、過去は未来を測る鍵」として捉えているためであり、modern analogue が活断層研究、古地震研究の基本だからである。

2011 年東北地方太平洋沖地震 (M9.0) では、津波の浸水規模などが古地震学的に解明されていた 869 年貞観地震と類似していたことから、過去の地震、津波を探る研究が注目を浴びるようになった。しかし地震後に行われた現地調査により、津波堆積物の分布と実際の浸水域との違いなど、過去を探り未来を測る上での地形・地質学的な痕跡調査の課題も明るみになった。このほか地震に伴う海岸の沈降現象にも着目すると、海岸段丘が示す変動地形学的にみた長期的な変動との矛盾が未だに解決できていない。

その後 2011 年 4 月 11 日に発生した福島県浜通り地震 (M7.0) は、内陸直下を震源とし、明瞭な地表地震断層が出現したため、多くの本学会関係者が現地調査を行った。出現した断層の位置・形状と変位量について詳細にマッピングしたところ、既知の断層である井戸沢断層および湯ノ岳断層とトレースがほぼ一致した。海溝型の巨大地震に誘発されて内陸活断層が活動する可能性は十分あり得ることであったが、両断層とも地震前の評価では、活動性が低く、しかも東北地方では珍しい正断層であったことから、これらが活動することはほとんど考慮されていなかった。実際に地震後に行われた複数の機関によるトレンチ調査においても、1 回前の活動はいずれも 1 万年以上前まで遡り、活動性の低さを物語る。この地震に限らず、近年に国内で発生した内陸活断層による地震は、多くが変動地形学的にみて比較的不明瞭な断層を震源としており、従来の見方では認定しにくい活断層の検出とその評価が大きな課題の一つとなっている。

今回の震災を通して、活断層研究や古地震研究の立場からも様々な課題が改めて浮き彫りになったが、海溝型の超巨大地震にしろ、内陸活断層にしろ、再来間隔の長い地震の過去の活動を解明する上では、地形や地層の痕跡に頼るしか方法がなく、低頻度大規模災害の対策の上で、この分野が今後もますます重要になっていくことは疑いない。社会の期待に十分に答えるために、研究手法の高度化など学術的な議論の場としての学会の役割も非常に大きいと言える。

キーワード: 日本活断層学会, 2011 年東北地方太平洋沖地震, 2011 年福島県浜通り地震, 活断層研究, 古地震研究

Keywords: Japanese Society for Active Fault Studies, 2011 great Tohoku Earthquake, 2011 Fukushima Prefecture Hamadori Earthquake, Active Fault Study, Paleoseismological Study

東日本大震災に対する日本地理学会の取り組みと学協会の災害対応のあり方 Activity of the AJG to the Great East Japan Earthquake Disaster: Role of academic societies at a big disaster

熊木 洋太^{1*}

KUMAKI, Yohta^{1*}

¹ 日本地理学会／専修大学

¹ Association of Japanese Geographers / Senshu Univ.

東日本大震災発生に際し、日本地理学会は次の対応を行った。

1) 理事長を本部長とする災害対応本部を立ち上げ、各方面からの問い合わせへの対応、会員の現地調査活動等の連絡調整、他の学協会との連携・情報交換、会員による調査速報・解説・提言の専用ホームページ上での公開などを行った。

2) 空中写真判読やマッピングを重視する地理学の特性を踏まえ、上記本部内に津波浸水域の全域を明らかにする作業チームを組織して、3月28日に第1報を発信した（その後12月まで8回改訂）。

3) 会員等から寄付を募り、被災学校へ地理教材を贈った。

4) 2014年3月まで、東日本大震災関連の公開シンポジウムを10件開催（うち4件は福島で開催）。内容は自然地理学的観点のもの（津波、液状化、斜面災害・造成地災害、放射線量など）と人文地理学的観点のもの（被災住民の生活、復興あり方など）とがある。

大規模災害発生時には、地球惑星科学の学協会は、何が起こったのか、今後何が起こるのか、を解明する学術的な活動だけではなく、それを素早く、わかりやすく、広く発信すること、被災地の住民や政府・自治体のとるべき行動を専門知から支援すること、教育への支援などに積極的に取り組むべきであろう。JpGUとしても、フィールドに入って活動する研究者を支援するとともに、災害発生時のための社会に向けた窓口を持つことが重要であろう。

環境問題や災害に対する危機解決への地図学会からの貢献 Cartographic society's contributions to crisis resolution of environmental issues and disasters

有川 正俊^{1*}; 森田 喬¹; 鎌田 高造¹; 熊木 洋太¹; 佐藤 潤¹
ARIKAWA, Masatoshi^{1*}; MORITA, Takashi¹; KAMADA, Kouzou¹; KUMAKI, Yohta¹; SATO, Jun¹

¹ 日本地図学会

¹ Japan Cartographers Association

環境問題と災害における危機管理において地図は重要である。しかし、危機管理における地図供給・利用の現状が適切なものであるかは明確にされていない。本発表では、地図学会の観点から危機管理において、地図供給・利用がどのような貢献ができ、また現在どのような問題があるかを明らかにしたい。特に、以下の点に関して論じる。

- (1) 迅速性と品質
- (2) 被災地の状況に応じた地図供給の適正さ
- (3) 被災状況レベルに応じた地図供給のシナリオ設計
- (4) 紙地図とデジタル地図
- (5) 現在のハザードマップの検証
- (6) 意思決定・コミュニケーション・メディアにおける地図リテラシーの欠如
- (7) 国際貢献
- (8) ボランティアによる地図製作、位置情報 SNS、ユビキタスマッピング
- (9) 時空間ビッグデータの利活用

キーワード: 地図, 災害地図, 航空写真, 地理空間情報, ハザードマップ, VGI

Keywords: maps, disaster maps, aerial photographs, geospatial information, hazard maps, Volunteered Geographic Information

地理空間情報を用いた災害対応支援活動 Disaster Response Support Activity based on Geospatial Information

畑山 満則^{1*}
HATAYAMA, Michinori^{1*}

¹ 京都大学防災研究所

¹ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

災害時の対応作業を支援するアプリケーションやサービスはどのように変化してきたのだろうか。巨大災害発生時期とともに追ってみた（図参照）。

1995年の阪神・淡路大震災時には、GUIの黎明期と重なっていることから、複数ウインドウを開き、情報を可視化するアプリケーションが注目を集めた。特に、地理空間情報（位置情報）を中心にデータを管理する地理情報システム（GIS：Geographic Information System）は、研究機関が積極的に利用したことや行政機関が災害対応業務に利用した例もあり、普及が促進された。また、地図データ作成のための航空写真を利用した被災状況把握の試みがなされ、高解像度衛星画像の利用の可能性も指摘された。震災以降は、インターネットプロバイダーも増加し、利用が安価で簡単になったことを受けて、自治体がホームページを開設し、様々な情報が発信されるようになった。

2004年に発生した中越地震では、このWeb2.0を代表するサービスであるブログにより避難所の情報などが発信された。また、1998年ごろに提案され、Web2.0の後押しもあり普及の兆しを見せていたWebGISを情報共有のためのプラットフォームとして利用した情報発信も国土地理院や民間NPOなどから行われた。これらのサービスの背景データとして、地図だけでなく衛星写真や航空写真が積極的に利用された。

2005年にGoogle Earthが頒布され、2006年にはクラウドコンピューティングが提唱されたことを機に、さらに変化が訪れる。2007年には、地理空間情報活用推進基本法が施行されたことを受け、空間情報の取得としてGPSなどの衛星測位システムが活発に利用され、GISで取り扱うデータが飛躍的に増えた。

東日本大震災では、カーナビゲーションシステムのサービス向上のために収集されているプローブ情報（各車両の位置情報）をデータソースとした道路通行実績が提供され、標準プロトコルを介してWeb上に公開されており、様々な機関のWebGISで閲覧、利用することが可能となった。

1980年代前半から開発がすすめられていたオープンソースGISを用いて、2010年のハイチ地震ではOpenStreetMapプロジェクトによるクライシスマッピングの試みが行われている。これは被災地の地図情報をインターネット上でボランティアに整備するプロジェクトであり、GISの整備があまり進んでいない被災地の支援に新たな可能性を見せた。

以上のように、阪神・淡路大震災以降の個人利用のコンピュータ及び周辺環境の変化により、平常時の防災活動や災害時の対応活動における情報の収集、作成、分析は、行政や専門機関のみが行うものから、非専門家も行うことができるものに転換してきた。さらに、今後は、Web空間上に玉石混淆の情報があふれかえるビッグデータ時代を迎えることが予測されており、災害時に情報がないという状態から、災害時には情報であふれかえり、かえって混沌とする状態に移行することが予測される。

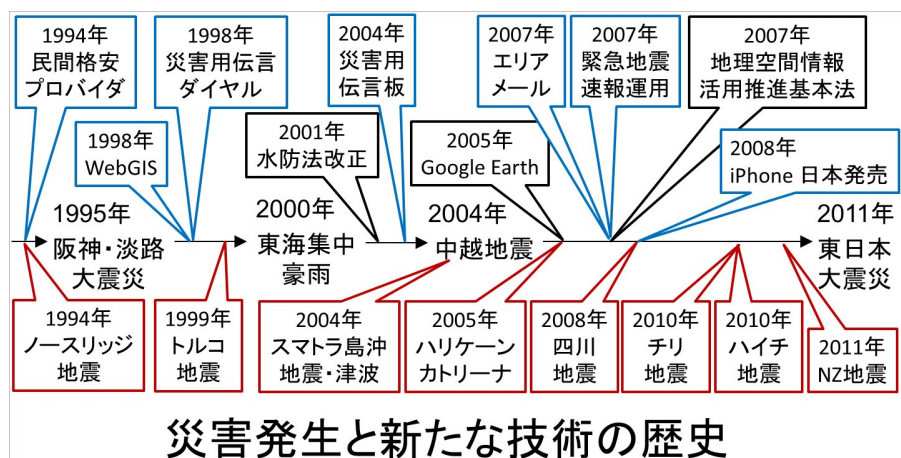
キーワード: 地理空間情報, GIS, 災害対応支援活動

Keywords: Geospatial Information, GIS, Disaster Response Support Activity

U08-06

会場:メインホール

時間:5月2日 10:15-10:30



福島第一原子力発電所事故に関わる環境汚染と大気科学の役割
Environmental pollution by the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident and role of the atmospheric science

中島 映至^{1*}

NAKAJIMA, Teruyuki^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute

There are several past and future issues to be discussed regarding the role of the atmospheric science in the accident of the Fukushima Daiichi nuclear power plant. SPEEDI model results were not effectively used in the evacuation plan by the government. It was found, on the other hand, that the performance of atmospheric chemistry transport models are comparable to or better than that of SPEEDI, for simulation of distribution of radioactive material over the wide area contaminated by the accident. In that situation, a bottom-up process were useful to gather results of simulation and in situ measurements by volunteer scientists to be utilized in the decision process of the government. The Science Council of Japan is now under discussion of establishing an emergency action manual for gathering data and knowledge by scientists to be shared by professionals to make useful outputs to government and public. As also indicated by the IPCC assessment process for climate change, it is important to present uncertainties included in the scientific knowledge to be released. In this regard, it is important for the atmospheric science to contribute to reducing the uncertainties through a further progress of the atmospheric dynamics, physics, and chemistry modeling system and through establishing more robust monitoring system of weather and other quantities. I like to discuss these issues for improving our ability to reduce damage caused by future disasters that may happen.

水文科学会は東日本大震災にどう向き合っていくのか How JAHS will manage the Great East Japan Earthquake?

近藤 昭彦^{1*}; 安原 正也²; 塚本 齊²

KONDOH, Akihiko^{1*}; YASUHARA, Masaya²; TSUKAMOTO, Hitoshi²

¹ 千葉大学環境リモートセンシング研究センター, ² 産業技術総合研究所

¹CEReS, Chiba University, ²The National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

日本水文科学会は水文科学を核として研究者が集う学術団体であるが、水は環境を形成するとともに、人間活動にとって不可欠な資源でもある。よって、人間活動と水循環の関係も重要な課題であり、1999年の世界科学会議における「ブダペスト宣言」の中の”Science in the Society, Science for the Society”、2010年の日本学術会議「日本の展望」における“社会のための学術”を強く意識した活動も行っている。特に2011年3月11日の東北太平洋沖地震以降は、社会の中で科学が果たす役割を強く意識することになった。

東日本大震災以降は津波、原子力災害に関して学会連携による活動を行ってきたが、ここでは東電福島第一原発事故により環境中に放出された放射性物質の沈着とその後の移行に関わる社会と科学の役割について述べたい。それは、放射性物質が沈着した後の移行、再配分課程はこれまで水文学が蓄積してきた知識が活用できる場であるからである。

環境中に沈着した放射性物質の今後の挙動に関する研究は、メカニズム研究と分布研究に分けられる。前者はすでに複数の学会や機関が実施し、優れた成果が得られている。しかし、後者に関してはまだ調査・研究が十分とはいえない状況である。文部科学省による航空機モニタリング等の成果もあるが、分布について議論する際の鉄則が十分考慮されていない。地理学や生態学の分野では分布を扱う際には必ず縮尺と同時に議論を行う。それは、縮尺により地図で表現できる情報の種類、観点が異なってくるからである。文部科学省によって公開された広域の空間線量率、沈着量のマップは避難区域の線引きを行うためには大いに役立ったに違いない。しかし、環境回復、帰還、復興の段階では大縮尺のマップが必要となるのである。なぜなら、最も酷く放射性物質に汚染された阿武隈山地は山村であり、そこにおける暮らしは田畑、居住地だけではなく、里山流域の水・物質循環に大きく依存しているからである。だから、地域の方々は山林除染を強く要望したのである。国は山林除染は当初行わない姿勢であったが、地域の要望に押されて検討することになっている。しかし、山林の汚染状況については十分な調査が行われている訳ではない。ここに科学セクターの役割がある。このような背景から、山地斜面の汚染の状況調査を歩行サーベイ等の手法を用いて調査し、地域と共有しながら今後の方策について議論しているところである。

原発事故から3年目に入り、相次いで計画的避難区域の見直しが行われ、一部の地域では避難指示解除準備区域に変更されることとなった。帰還を望んでいる住民が最も気に掛けているのは水である。山村には広域水道はなく、里山流域から取水する簡易水道が水源だからである。水文学の知識によると地下水の滞留時間は一般に長く、取水深度が深くなると数百年といった年代にも簡単に到達する。実際に川俣町山木屋地区において生活水源のフロンによる年代測定を行ったところ、概ね30年以上であった。適切な場所に深井戸を掘削すれば水資源に関する問題は解決できると考えられる。地域の水循環のあり方に関する知識、経験を問題の場において活用することが科学者の役割でもある。

一方、東電福島第一原発建屋周辺における汚染水問題が重要な課題として浮き上がってきた。海外からの報道等によると、日本には地質技術者、水文技術者が不足しているとみられていることが明らかであった。これは日本の科学コミュニティにとって看過することができない重要な問題である。原発建屋は海岸段丘として形成された台地の一部を掘削した場所に建てられている。敷地全体は谷によって囲まれており、ほぼ独立した台地上に立地している。このような地形条件では独立した局地下水流動系が形成され、台地面で涵養された地下水が周辺の低地から流出する。阿武隈山地からの地下水は地域（広域）地下水流動系に属し、その流束は小さく、多くは海岸段丘を刻む谷底や海底に流出し、その滞留時間は極めて長いはずである。問題は敷地の載っている台地における局地下水流動系であることは水文学者ならば誰でもわかることであった。日本には優れた技術者、研究者がたくさんいるのになぜ放置されたのか。政治と科学の関係が日本の重要な課題の一つである。

科学は社会の中にあり、社会によって支えられている。よって、社会のための科学を目指すべきである。問題解決を共有する枠組みの中で、科学の役割をどのように果たすのか。我々は考えなければならない。

キーワード: 日本水文科学会, 原子力災害, 福島, 水文科学の役割, 分布図とスケール, 地下水流動系

Keywords: Japanese Association of Hydrological Sciences, nuclear disaster, FUKUSHIMA, the role of hydrological sciences, distribution map and its scale, groundwater flow system

福島事故起源の放射性物質の陸域から水域への移行 Transfer of radionuclides to river by Fukushima Daiichi NPP

恩田 裕一^{1*}
ONDA, Yuichi^{1*}

¹ 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

¹Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba

福島原発事故により地表に降下した放射性物質は、その後、土壌や河川等を通じて拡散することが予想される。そこで、様々な土地利用の地域における放射性物質の存在量・移動量の測定、森林を含む多様な土地利用からの放射性物質の再飛散量の測定を大学共同グループとして2011年7月以来行っている。調査内容は、森林から野放射性物質の移行、水の移動に伴う、放射性物質の土壌水・地下水・渓流水・河川水への移行調査と、様々な土地利用での土壌区画からの土砂および放射性物質の河川への移行モニタリングを行った。

調査地域は、阿武隈川水系口太川上流域の川俣町山木屋地区である。調査対象地のCs-137の沈着量は300~600kBq/m²である。畑地、採草地、牧草地、およびスギ林を含む5カ所の傾斜地と試験水田を選定し、区画内からの土砂・放射性核種の流出量の観測を行った。また、阿武隈川流域を中心に30カ所の測定点において、浮遊砂を通じた放射性物質の移行量についてモニタリングを行っている。

3年近い調査の結果、侵食土砂のCs-137濃度はあまり減少していない一方、水田からのCs-137浮遊砂濃度には減少が見られた。河川を通じた浮遊砂中のCs-137は減少を続けており、現在のところ2重指数関数モデルにフィッティングされるような変化が見られていることがわかった。

キーワード: Cs-137, 福島第一原子力発電所, 土壌侵食, 浮遊砂, 河川, フラックス

Keywords: Cs-137, Fukushima Daiichi NPP, soil erosion, suspended sediment, river, flux

湖沼生態系での環境放射性物質のストックとフロー Stock and Flow of Environmental radionuclides in Lake ecosystem

野原 精一^{1*}

NOHARA, Seiichi^{1*}

¹ 独立行政法人国立環境研究所

¹ National Institute for Environmental Studies

赤城山頂部の大沼（おの）は、湖水面標高 1,345 m、湖水面積 0.87 km²、集水域面積 4.185 km² のカルデラ湖である。冬季の 12 月中に完全結氷し、春季の 4 月中に解氷する。主な流入河川は覚満川のみで、湖岸には幾つかの湧水があり、流出は沼尾川と赤城大沼用水のみである。湖水の平均滞留時間は約 2.3 年である。生息する魚類は、ワカサギ、ウグイ、オイカワ、コイ、イワナ、ヨシノボリなどが確認されている。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故により、多量の放射性物質が大気中に放出され、福島原発から 190 km はなれた赤城大沼周辺にも放射性物質が降下した。当時の流域は多くが積雪に覆われ、雪解け時に大部分の放射性物質が湖沼に流れ込んだ。湖内に生息するワカサギの放射性セシウム濃度は、2011 年 8 月時点で当時の食品の暫定規制値（500 Bq/kg）を越える 640 Bq/kg であった。原因究明と将来予測に基づいた対策が急務となり、群馬大学・群馬県水産試験場・国立環境研究所および武蔵大学とで環境省の環境研究総合推進費を使って 2 年間にわたり共同研究を進めてきた。

本調査の内容は、①降下した放射性セシウムによる土壌汚染の状況評価とその経年変化の観測、②赤城大沼における湖水、周辺土壌、湖沼底質、さらに魚類を含む水生生物の放射性セシウムによる汚染状況評価とその経年変化の観測、③赤城大沼の陸水学・水文学的調査および湖沼生態系の放射性セシウム汚染の基礎となる食物網の解明、などである。

その後徐々に減少して、1 年後の 2012 年 8 月時には 210 Bq/kg、2 年後の 2013 年 8 月時には 130 Bq/kg、そして最終測定値は 99 Bq/kg（2014 年 1 月時現在）となっている。湖水 ¹³⁷Cs レベルとワカサギ中 ¹³⁷Cs レベルは高い相関を示し、その濃縮係数は約 1400 である。動物プランクトンには 10~150 Bq/kg、湖水 0.10 Bq/L、底質 1000~2,500 Bq/kg-dry の大量の放射性セシウムが底質と湖水に蓄積し、そのうち 5g/m²/day の沈殿物が沈降して 1,000 Bq/m²/day が循環していると考えられる。

キーワード: 福島第一原発事故, 環境放射能, 湖沼生態系

Keywords: Fukushima daiichi nuclear plant accident, environmental radioactivity, Lake ecosystem

日本地下水学会の震災に対応した活動 Activities of JAGH relating to the earthquake disaster and disaster relief

中川 啓^{1*}; 徳永 朋祥²; 杉田 文³; 開発 一郎⁴; 嶋田 純⁵
NAKAGAWA, Kei^{1*}; TOKUNAGA, Tomochika²; SUGITA, Fumi³; KAIHOTSU, Ichiro⁴; SHIMADA, Jun⁵

¹ 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科, ² 東京大学大学院新領域創成科学研究科, ³ 千葉商科大学商経学部, ⁴ 広島大学大学院総合科学研究科, ⁵ 熊本大学大学院自然科学研究科

¹Graduate School of Fisheries Science and Environmental Studies, Nagasaki University, ²Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, ³Faculty of Commerce and Economics, Chiba University of Commerce, ⁴Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University, ⁵Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University

日本地下水学会では、2011年3月に起こった東北地方太平洋沖地震に対応して、次のような活動を行ってきた。

企画委員会(委員長:中島 誠)では、2012年5月26日に地盤工学会と水文・水資源学会を後援に迎え、シンポジウム「震災時の非常用水源としての地下水利用の在り方」を東京大学柏キャンパスにおいて開催した。まず次の4名から話題提供していただいた。山本健一氏(国土交通省)「水供給システムの安全・安心確保」、上野善晴氏(岩手県)「東日本大震災津波の被災地における水の確保について(報告)」、竹本和弘氏(名古屋市)「名古屋市における災害時の生活用水としての地下水の活用について」、中川 啓氏(長崎大学)「東日本大震災における津波被害を受けた水源地下水の調査」その後、谷口真人氏(総合地球環境学研究所)をコーディネーターとしてパネルディスカッションを行った。本シンポジウムでは、非常時と平常時の地下水の使い方の違いや管理方法、登録制などの議論が行われた。本シンポジウムの内容は、谷口・中島により学会誌にまとめられ、災害時の地下水の有効性、非常時のストックとしての水をどの程度どのような形で蓄えておくべきか、そのためのインフラ整備をどのように行っていくべきか、また、管理・維持・利用形態を常にブラッシュアップして、社会と自然の回復の過程で、地下水が持つ役割を十分認識する必要があることなどを述べている(谷口・中島, 地下水学会誌, 55(1), pp.37-64, 2013)。

編集委員会(委員長:徳永朋祥)では、2件の特集号を企画・出版した。小特集「東日本大震災と地下水」(学会誌, 54(1), 2012.2)では、「技術報告:森 一司ほか:2011年東北地方太平洋沖地震による仙台平野南部地域での地下水環境変化について」と「短報:杉田 文:東北地方太平洋沖地震の津波による千葉県旭市沿岸部における地下水利用と地下水水質への影響」を掲載し、特集「震災と地下水」(学会誌, 55(1), 2013.2)では、「論説:谷口真人:安全保障としての地下水の重要性」、「短報:大年邦雄ほか:東日本大震災における井戸被害についての現地調査」、「資料:中川 啓ほか:平成23年東北地方太平洋沖地震の津波による水源地下水への影響について」、「資料:勝見 武ほか:東日本大震災により発生した災害廃棄物・津波堆積物の処理と有効利用について」、「資料:谷口真人・中島 誠:シンポジウム「震災時の非常用水源としての地下水利用の在り方」」を掲載した。いずれもJ-stageで公開されているので、ぜひごらんになっていたきたい(<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jagh/-char/ja/>)。

現地調査に関しては、水文・水資源学会との合同調査団(調査団長:開発一郎)を組織し、2011年6月16日~19日および2011年8月1日~3日に、釜石市、陸前高田市、南三陸町の水道事業所における資料収集・水源での採水、仙台市若葉区の災害対策井戸における採水を行った。また追加調査として2011年11月22日~23日に、東京大学と長崎大学で、調査対象地を南三陸町に絞り、地下水・河川水・土壌のサンプリングを行った。調査では、主に津波による水道水源の地下水の塩水化からの回復傾向について調べた。

キーワード: 日本地下水学会, 東北地方太平洋沖地震, シンポジウム, 特集号, 合同調査団, 地下水の塩水化

Keywords: JAGH, The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, Symposium, Special issue, Joint investigation team, Salinization of groundwater

放射性核種の海洋分散に関するモデル比較の取り組み Oceanic dispersion model intercomparison for the Fukushima accident

升本 順夫^{1*}
MASUMOTO, Yukio^{1*}

¹ 東京大学大学院理学系研究科

¹The University of Tokyo

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所から海洋へ漏洩した放射性核種は、東北沿岸域の流速変動や西部北太平洋域の表層海流系、さらには中規模渦擾乱等によって分散してゆく。このような分散過程の再現を試みた複数の数値モデルの結果から、互いに共通する傾向を示す部分もあるものの、モデル間で異なる振る舞いをしている場合や、結果のばらつきの大きい場合があることも分ってきた。本講演では、海洋学会に設置された震災対応ワーキンググループのモデリングサブグループの下で、また、その後学術会議のワーキンググループの下で行われた海洋モデル比較の結果を紹介するとともに、我々研究者にとって今後何を考えて行く必要があるかを議論する。

キーワード: 海洋分散モデル, 放射性核種, モデル相互比較

Keywords: Oceanic Dispersion Model, Radionuclides, Model Intercomparison

土壌からの放射性セシウム除染を目的としたゼオライト-マグネタイト複合材料の開発 Development of Composite Materials with Zeolite and Magnetite for Radioactive Cs Decontamination in Soil

青野 宏通^{1*}
AONO, Hiromichi^{1*}

¹ 愛媛大学
¹ Ehime University

1. 緒言

福島第一原子力発電所の事故により排出された放射性Csによる土壌の汚染が深刻な問題となっている。この除染方法としてゼオライトを用いる方法が検討されており、我々は石炭火力発電所から排出される石炭灰を原料としてアルカリ処理により合成したNa-P1型人工ゼオライト($\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_{10}\text{O}_{32} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)が安価かつ高い陽イオン交換容量(CEC)をもつことに注目し検討を進めてきている。除染方法として、溶液中の放射性Csは比較的容易に回収でき、例えば汚染された水をゼオライト充填したカラムに通すことにより除染することが可能である。しかし、土壌の除染については、ゼオライトを水田などに散布してCs吸着させてもそれを回収する方法がない。

一方、マグネタイト(Fe_3O_4)のナノ微粒子も鉄の塩化物のアルカリ処理により合成することができ、この合成法はNa-P1ゼオライトと酷似している。そこで、同じ容器内に原料を入れ同時にアルカリ処理することによりゼオライト-マグネタイト複合材料(以下、磁化ゼオライトとする)が合成できることを見いだした。これにより水田などに散布し、Cs吸着後の磁場回収が可能となる。

本研究では、磁化Na-P1型ゼオライトの合成方法、その複合材料の材料組織と陽イオン交換容量について検討を行った。さらに、福島県で土壌(川俣町 1,000~2,000Bq/kg、飯館村 10,000Bq/kg以上、南相馬市 1,000~2,000Bq/kg)から放射性Csを取り除く実証試験を実施した結果について述べる。

2. 実験

実験室でのゼオライト及び磁化ゼオライト作製は、四国電力JIS-II種の石炭焼却灰を原料として主に100℃で加熱還流を24h行った。福島での土壌除染に用いる磁化ゼオライト作製は、中部電力の石炭焼却灰を原料として、永井機械製造製造会社に委託して大量合成を行なった。この場合、先にマグネタイトナノ微粒子を100℃で作製し、ゼオライトの原料である石炭焼却灰と混合した後、これをアルカリ処理(密閉して140℃で3h加熱)することにより作製した。本試験では、マグネタイトを16wt%含むように合成した磁化ゼオライトを用いた。磁選については、土壌と水(シュウ酸アンモニウムや塩化カリウムを含む溶出助剤)を1:1の割合で10分間ミキシングした後、直ちにネオジム磁石(8000 Gauss)を用いた磁選機にかけて磁化ゼオライトと土壌の分離を行った。初回のみ磁化Na-P1型ゼオライトと溶出助剤を添加し、ミキシング及び磁選操作を行ない、分離された土壌を再度磁選し2段目の操作、再々度3段目の操作を行なった。

3. 結果

3-1. Na-P1型人工ゼオライトによる農作物への放射性セシウム移行制御

ゼオライトを水田に散布することにより、農作物への放射性セシウム汚染がどれだけ抑制されるかを調べるため、福島の2,000Bq/kgの土壌にNa-P1型ゼオライトを含む紙シート(リンテック株式会社製造)を敷き、田植えを行なったところ、玄米中への移行がかなり抑制されることがわかった。

3-2. 磁化Na-P1型ゼオライトの作製とその性能

ゼオライト粒子のサイズは数 μm 程度であり、その粒内にマグネタイトのナノ微粒子が点在していること観察できた。また、ゼオライトの粒界に凝集したマグネタイトが存在していることがわかる。これにより、ゼオライトとマグネタイトナノ微粒子との一体型複合材料が得られ、土壌との混合によっても磁選回収が可能であることを示している。

3-3. 磁化Na-P1型ゼオライトによる汚染土壌からの放射性セシウム除去効果

福島の土壌には多くのパーミキュライトなどの粘土成分を含んでおり、これが強く放射性セシウムを固定しているため除染を困難にさせている。これに溶出助剤として、 K^+ や NH_4^+ イオンを含む溶液を加えることによりイオン置換が起こり、放射性セシウムが遊離する。混合した磁化ゼオライト粉末は、陽イオン交換容量が大きく、土壌近傍に混合されているためかなりの割合で移行する。最後に、磁選操作により磁化ゼオライトを回収することにより除染を行なう。

飯館村の汚染土壌に10%の磁化Na-P1型ゼオライトを添加し、様々な溶出助剤を用いて除染を行なった。初回に磁化Na-P1型ゼオライトと溶出助剤を添加し、ミキシング及び磁選操作を行ない、分離された土壌を再度磁選し2段目の操作、再々度3段目の操作を行なった。3回の磁選操作により平均80%の放射性セシウムが除染された。各種土壌を用いて磁選操作を行なった結果、磁化Na-P1型ゼオライトの混合量は土壌に対して5%または10%とし、溶出助剤は4%シュウ酸アンモニウム+0.1%KClに統一した。放射能の減衰率が大きいのは川俣、飯館、南相馬の順であった。これは層

U08-13

会場:メインホール

時間:5月2日 12:15-12:30

内に Cs⁺ を取り込み易いバーミキュライトの含有率が多い程除染が困難であるということを示している。

キーワード: 放射性 Cs 除染, Na-P1 型ゼオライト, マグネタイト, 複合材料

Keywords: Radioactive Cs Decontamination, Na-P1 type zeolite, Magnetite, Composite Material

U08-14

会場:メインホール

時間:5月2日 12:30-12:45

地球環境問題と災害への地球人間圏科学からの取り組み The Mission of Human Geoscience in the Study of Disasters and Global Environmental Problems

氷見山 幸夫^{1*}
HIMIYAMA, Yukio^{1*}

¹ 北海道教育大学
¹ Hokkaido University of Education

地球人間圏科学セクションは東日本大震災発災前から、増大する大規模災害と地球環境問題に統合的に取り組むことの必要性を主張し、日本学術会議地球人間圏分科会と共同でシンポジウムの開催や提言等を行ってきた。それらの活動と、今なお続く東日本大震災のこれまでの経緯、それに地球環境問題とそれらに対する取り組みの経緯を振り返り、地球人間圏科学の現在そして未来に向けたミッションを考える。

キーワード: 地球人間圏科学, 東日本大震災, 地球環境問題, 持続可能性, 災害

Keywords: human geoscience, Great East Japan Disaster, global environmental problem, sustainability, disaster

東日本大震災の教訓と減災に向けての研究展望 A new research field after the 2011 Tohoku earthquake and tsunami

今村 文彦^{1*}

IMAMURA, Fumihiko^{1*}

¹ 東北大学災害科学国際研究所

¹International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

2011年3月11日14時46分、東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波により、東日本は甚大な被害を受けました。この時、2万人近くの人々が犠牲となり、家屋・建物、社会インフラ、生態系や景観へも大きな影響を与えました。さらに、福島第一原子力発電所の爆発事故も発生し、人類がこれまで経験の無い広範囲にわたる複合災害が発生した。

東日本大震災の被害実態と教訓に基づく実践的防災学の研究拠点形成が大きな課題であり、巨大地震および津波の発生メカニズムの解明から被害の状況、将来の評価・予測などを展開し、さらに当時の教訓を震災アーカイブなどに記録していかなければならない。さらに、国内外の災害に備えるため、リスク評価の信頼の向上、支援学の構築、災害医学との連携、歴史文化を踏まえた防災のあり方などの学際研究が必要であろう。

自然災害科学研究において、事前対策、災害の発生、被害の波及、緊急対応、復旧・復興、将来への備えを一連の災害サイクルにとらえ、それぞれのプロセスにおける事象を解明し、その教訓を一般化・統合化することが必要である。

東日本大震災における調査研究、復興事業への取り組みから得られる知見や、世界をフィールドとした自然災害科学研究の成果を社会に組み込み、複雑化する災害サイクルに対して人間・社会が賢く対応し、苦難を乗り越え、教訓を活かしていく社会システムを構築するための学問を「実践的防災学」として体系化し、その学術的価値を創成したい。

キーワード: 災害科学, 東日本大震災

Keywords: Disaster Science, 2011 Tohoku earthquake and tsunami

火山学は環境・災害にどう向き合っていくのか？ How volcanology will manage environment and hazard?

藤井 敏嗣^{1*}

FUJII, Toshitsugu^{1*}

¹NPO 環境防災総合政策研究機構 環境・防災研究所

¹Crisis & Environment Management Policy Institute (CeMI)

火山災害は水害や土石流災害、地震災害と比べて低頻度である。しかし、いったん火山噴火が発生した場合、その被災範囲は他の災害に比べてはるかに広範囲に及ぶこともある。火山噴火は防止することは不可能であるので、災害から生命をまもり、経済活動の損害を最小にするためには、火山噴火の時期や規模、様式、推移を適切に判断し、適切な時期に避難等の防災行動を促すことである。このためには火山学の発展が直接的に有効である。また、火山噴火のメカニズムが完全に理解できない段階でも火山学の知見が減災に有効であるという側面がある。この観点から、わが国の火山研究者は火山噴火予知連絡会や地方の火山防災協議会等において、火山災害軽減に貢献してきた。

火山災害の軽減には、火山周辺の住民・行政が火山噴火についての正しい知識を身につけていることが有効である。また、適切なハザードマップと避難計画が整備され、日常的に避難訓練が繰り返されていることが、住民の火山に対する関心を保つために重要である。特に、わが国の行政において、防災担当者が2年程度で交代するという現状では、行政レベルでの火山噴火・災害に関する啓発活動や図上避難訓練などを定期的に繰り返すことの意味は大きい。このような場面で火山専門家としての火山学会員の役割は重要である。

最近、原子力発電所の立地に関するガイドラインに火山噴火が取り入れられた。わが国のような火山国でありながら、これまで考慮されることのなかった火山噴火に関するガイドラインが取り入れられたことは重要である。しかし、あまりに拙速に導入されたこともあり、問題も多い。わが国では国土が壊滅的な被害を受ける可能性もある超巨大噴火も1万年に1回の頻度で発生する。このような現象が原発の立地や放射性廃棄物の処理にどのような影響を及ぼすのかは明確になっていない。また、この事実が必ずしも国民に周知されているわけではない。このような地学的環境の中でエネルギー政策も含め、どのような方向を目指すべきかの意思決定に火山学、地球科学の果たす役割と責任は大きい。

しかし、これまでのところ、これらへの対応は学会としてではなく、個人研究者としておこなわれている。学会としてどこまで関与するかについては共通の理解があるわけではない。日本火山学会では、学会内に常設の防災委員会を設置し、学会としてどこまで関与すべきかを含めて検討を行おうとしている。

キーワード: 火山学, 火山災害, 防災

Keywords: Volcanology, volcanic hazard, volcanic disaster mitigation

近年の雪氷災害の変容と新たな課題 Recent transformation of the snow and ice disaster and emerging issues

河島 克久^{1*}; 上石 勲²

KAWASHIMA, Katsuhisa^{1*}; KAMIISHI, Isao²

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

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

近年、地球温暖化や少子高齢化の進行など、我が国を取り巻く自然環境や社会環境は大きく変化してきた。数十年前には、温暖化の進行に伴い降積雪量が激減し、その結果雪氷災害も大幅に軽減されるのではないかという考え方や思い込みがしばしば見受けられた。しかし、平成 18 年豪雪以降、頻繁に大雪が出現し、温暖化と積雪変動との関係が単純な問題ではないことが最近では広く受け入れられつつある。2010/11 年冬季から 2012/13 年冬季まで 3 冬連続で出現した豪雪はその好例であり、それぞれ 131 人、133 人、104 人もの雪による死者が出ており、災害態様も昭和の時代から大きく変容している。また、近年多発する地震・豪雨と関連して、これまではあまり検討されてこなかった複合災害の問題がクローズアップされるようになり、雪氷災害対策にも新たな取り組みが求められている。

本発表では、まず過去の甚大な雪氷災害として昭和 38 年 1 月豪雪、56 豪雪（通称）、平成 18 年豪雪などを振り返り、自然環境・社会環境の変化に伴う雪氷災害の変容を考察する。次に、近年、積雪地域を襲った大地震（中越地震、長野県北部地震）や豪雨（新潟・福島豪雨）が雪氷災害分野にもたらした教訓と課題について複合災害の観点から述べる。最後に、雪氷災害の軽減に向けた今後の取り組みや研究展望について議論する予定である。

キーワード: 雪氷災害

Keywords: snow and ice disaster

宇宙災害と宇宙天気研究 Space disasters and space weather studies

菊池 崇^{1*}
KIKUCHI, Takashi^{1*}

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所

¹ Solar-Terrestrial Environment Laboratory

現在の宇宙利用時代において衛星による通信、放送、測位が社会活動、経済活動に欠かせない。また、宇宙ステーションにおける有人宇宙活動が実施されている。これら衛星の半導体機器や太陽電池パネルは、太陽フレア高エネルギー粒子や磁気圏放射線帯粒子などの宇宙放射線により誤動作や劣化を受け、一時的な衛星の機能停止や回復不能な事故に見舞われる。また、太陽フレア X 線による電離圏異常電離（デリンジャー現象）による船舶航空無線・海外放送の途絶、磁気嵐による電力送電線・海底ケーブル電源線誘導電流障害、電離圏嵐による衛星測位誤差や衛星画像劣化、そして超高層大気の加熱による衛星軌道・姿勢障害など多様な障害が発生する。1989 年 3 月の磁気嵐時には、磁気嵐誘導電流によりカナダで大規模停電が発生し、同年 10 月には北海道で赤色オーロラが発生するとともに我が国の送電線でも強い誘導電流が確認された。1994 年 2 月の冬季オリンピックの最中には衛星放送が中断し、2000 年 7 月にはわが国の科学衛星が大気加熱の影響を受けて姿勢制御不能になる事故が発生した。その後も、衛星放送の中断、地球観測衛星や気象衛星の不具合など、宇宙放射線の影響と見られる事故が発生している。我々は 2011 年 3 月の大震災以降、数 100 年から 1000 年に一度という巨大大事象でさえ身近に起こるという事実を目の当たりにした。宇宙災害においても、1859 年に発生した Carrington 事象では、1989 年 3 月の大規模停電を引き起こした磁気嵐の数倍の規模の磁気嵐が発生し、当時の先端技術であった有線通信網に甚大な被害が発生している。現代のハイテク時代に同規模の磁気嵐が発生すると、その被害は甚大なものになる。宇宙科学分野の学会や研究集会において、極端宇宙事象を含む宇宙天気の変動に際して起こりうる宇宙災害に対する備えを念頭に、太陽フレアの予測や、磁気嵐、電離圏嵐、そしてその結果発生する宇宙放射線や誘導電流などを定量的に推定する研究を実施している。本講演では、宇宙災害の概略と事象の予測を可能にする研究の現状を紹介する。

キーワード: 宇宙天気, 磁気嵐, 誘導電流, 宇宙放射線, 衛星障害, 大規模停電

Keywords: Space weather, magnetic storm, geomagnetically induced current, radiation particles, satellite anomaly, power outage