

産技連 地質関係合同研究会

# 地質地盤および地圏環境に関する最近の成果

平成24年12月6日（木）

ホテル福島グリーンパレス

主催

産業技術連携推進会議

知的基盤部会地質地盤情報分科会

環境・エネルギー部会地圏環境分科会

独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

後援

一般社団法人 全国地質調査業協会連合会



産技連 地質関係合同研究会

## 地質地盤および地圏環境に関する最近の成果

### 趣旨

平成 23 年 3 月 11 日の地震・津波災害により，日本が世界有数の変動帯であり，そのための十分な備えが必要であることを改めて強く認識させられました．地質地盤・地圏環境・地震防災に関する科学的根拠，原発事故による放射線リスクに関する知識は，人々の安全・安心な生活・社会活動にとって重要な基本情報であり，社会全体が理解を深めることが必須です．このような観点から，産技連の地質関係分科会は「地質地盤および地圏環境に関する最近の成果」と題して合同研究会を開催します．

開催日：平成 24 年 12 月 6 日（木） 10：00 ～ 17：00

会 場：ホテル福島グリーンパレス（JR 福島駅前）

主 催：産業技術連携推進会議

知的基盤部会地質地盤情報分科会

環境・エネルギー部会地圏環境分科会

独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター

後 援：一般社団法人 全国地質調査業協会連合会

# プログラム

## 午前の部 <記念講演>

司会：水野清秀（産総研 地質情報研究部門）

### 主催者挨拶

10:00-10:10 矢野雄策（産総研 地質分野 副研究統括）

「産総研地質分野の研究と産技連の活動」 ----- 1

### 記念講演

10:10-11:05 川越清樹（福島大学 共生システム理工学類）

「東日本大震災に伴う諸災害と今後の展開」 ----- 3

11:05-12:00 中西準子（産総研フェロー）

「放射線リスクとどう向き合うか」 ----- 11

12:00-13:00 昼 食（12:30-13:00 デモ・パネル展示を開催）

## 午後Ⅰ部<地質地盤情報分科会関連講演>

司会：榎本義一（株ジオネット・オンライン）

13:00-13:05 地質地盤情報分科会長挨拶

13:05-13:30 佐藤 努（産総研 地質情報研究部門）

「地震後いわき市で湧き出した温泉とその意味」 ----- 13

13:30-13:55 澤井祐紀（産総研 活断層・地震研究センター）

「堆積物の記録から明らかにする日本海溝の巨大地震」 ----- 16

13:55-14:20 北田奈緒子（地域地盤環境研究所）

「関西地盤情報協議会の活動の紹介」 ----- 19

14:20-14:45 大津 直（北海道立総合研究機構 地質研究所）

「北海道における地盤ボーリングデータベース構築の現状と課題」 ----- 23

## 午後Ⅱ部<デモ・パネル展示（説明コアタイム）>14:45-15:20

## 午後Ⅲ部<地圏・環境分科会関連講演>

司会：駒井 武（産総研 地圏資源環境研究部門）

15:20-15:25 地圏環境分科会長挨拶

15:25-15:50 佐藤睦人（福島県農業総合センター）

特別講演「福島県農業総合センターにおける放射性物質に対する研究」 ----- 28

15:50-16:15 保高徹生（産総研 地圏資源環境研究部門）

「福島県内の放射性物質モニタリングと土壌環境調査」 ----- 32

16:15-16:40 丸井敦尚（産総研 地圏資源環境研究部門）  
「広域地下水流動シミュレーションによる地下水汚染評価」 ----- 36

#### 閉会に当たって

16:40-16:55 景山 晃（産総研 上席イノベーションコーディネータ）  
「産総研の除染技術プロジェクトの現状と産技連との連携」 ----- 40

#### <デモ・パネル展示> 説明コアタイム 14:45-15:20

濱田晃之（地域地盤環境研究所）  
「関西圏地盤情報ネットワークの活動の紹介」 ----- 44

榎本義一（(株) ジオネット・オンライン）  
「ジオネット・オンラインの新しいコンテンツのご紹介」 ----- 46

岡田真介・長 郁夫・中村洋介・納谷友規・川畑大作・野々垣 進・坂田健太郎・  
小松原 琢・中澤 努（産総研ほか）  
「2011年東北地方太平洋沖地震におけるつくば・土浦地域の瓦屋根被害  
分布と地質・地盤特性について」 ----- 48

尾崎正紀（産総研 地質情報研究部門）  
「東北地方太平洋沖地震沿岸被害地の5万分の1 シームレス地質図」 ----- 50

岡崎智鶴子・三田直樹・金井 豊・坂本靖英・川辺能成・長尾正之・駒井 武（産総研）  
「復興に向けた放射線防護のための新素材」 ----- 51

岡崎智鶴子・三田直樹・金井 豊・芝原暁彦・長尾正之・川辺能成・駒井 武（産総研）  
「復興に向けた情報を的確に示す超延性シートによる立体模型作成技術」 ----- 52

駒井 武（産総研 地圏資源環境研究部門）  
「津波堆積物に起因する土壤汚染リスク」

丸井敦尚（産総研 地圏資源環境研究部門）  
「地下水汚染リスク」



## 産総研地質分野の研究と産技連の活動

矢野 雄策（産業技術総合研究所 地質分野 副研究統括）

### 1. 産総研地質分野

独立行政法人産業技術総合研究所は、基礎から実用化までの連続的な研究によって研究成果を社会に繋ぐことを目指した総合研究機関である。研究推進体制として環境・エネルギー、ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、計測・計量標準、および地質の6研究分野を擁する。

地質分野のミッション「地質の調査」に関する研究と技術開発については、地質調査総合センター（Geological Survey of Japan）が責務を担っている。具体的には地殻変動の活発な我が国において、安全・安心な社会構築のための基盤情報である地質情報の整備を行い、自然災害の軽減や地球環境の保全、資源・エネルギーの開発などの問題解決のための技術開発を行っている。これらの研究・技術開発は、地質分野に所属する活断層・地震研究センター、地圏資源環境研究部門、地質情報研究部門の3つの研究ユニットが中心となって進めている。また、地質調査情報センター、地質標本館が情報整備、出版、普及等を推進している。

### 2. 産技連の活動

産業技術連携推進会議（以下、産技連と記述）は、公設試験研究機関と産総研との協力体制を強化し、産業競争力の強化を図り、我が国の産業の発展とイノベーションの創出に貢献することを目的としている。産技連は技術部会、地域部会、地域産業技術連携推進会議から構成され、そのうち技術部会には、産総研の研究分野にほぼ相当したライフサイエンス部会、情報通信・エレクトロニクス部会、ナノテクノロジー・材料部会、製造プロセス部会、環境・エネルギー部会、知的基盤部会がある。地質分野に関連するのは、知的基盤部会の地質地盤情報分科会と環境・エネルギー部会の地圏環境分科会である。

地質地盤情報分科会は、産総研－自治体連絡会を基盤として平成18年に設置され、地方自治体、研究機関、企業等が連携し、地形、地質、地盤、ボーリングデータの情報整備やそれらに基づくモデルの作成などに関する技術開発を目標に活動をしている。同分科会ではこれまで関東地域の公設研究機関（千葉県、埼玉県、東京都など）や北海道立総合研究機構地質研究所と連携して活動を行っている。

地圏環境分科会は土壌汚染や地下水に関する研究開発を目的として福島県農業総合センターや自治体、地元企業との連携を行っており、同分科会には平成19年に設置された土壌汚染研究会と地下水環境研究会がある。土壌汚染研究会は自治体や企業、研究機関と連携して土壌汚染の調査、リスク評価および対策技術の開発と普及を目標とする。地下水環境研究会は地下水資源の確保と地下水環境の保全を目標として自治体や各省庁、企業などと連携した取り組みを行っており、福島県内の研究機関とは地下水の広域流動の解析を継続している。

両分科会の活動主体は産総研においては地質分野であるが、産技連では別々の部会に所属している。しかし、両者は「地質の調査」に関連する課題を取り扱っていることから、これまで両者は連携して合同研究会の開催に努めてきた。研究内容で両分科会が連携して研究会を実施することにより、「地質の調査」に関する課題の広がりや地域連携などについて相乗効果が得られ、地質分野の研究をより広

く活用できるという優位な点も認められる。したがって、今後も両分科会においてこのような連携を進めていくことが重要であると考える。

### 3. 今回の合同研究会の趣旨

平成 23 年 3 月 11 日の地震・津波災害により、日本が世界有数の変動帯であり、そのための十分な備えが必要であることを改めて強く認識させられた。地質地盤・地圏環境・地震防災に関する科学的根拠、原発事故による放射線リスクに関する知識は、人々の安全・安心な生活・社会活動にとって重要な基本情報であり、社会全体が理解を深めることが必須である。このような観点から、地質地盤情報分科会と地圏環境分科会の地質関係分科会では、「地質地盤および地圏環境に関する最近の成果」と題して合同研究会を開催し、地質地盤情報のベースの知識、地震関係、さらに福島で進められている放射性物質調査の進捗など、共通的な研究基盤と地元特徴的・緊急の課題を取り挙げることにした。

本日の合同研究会の概要を述べると、午前の部の記念講演では、2 題「東日本大震災に伴う諸災害と今後の展開」および「放射線リスクとどう向き合うか」を講演いただく。午後の部はⅠ-Ⅲ構成で、Ⅰ部では平野部の地質地盤の特徴を紹介するとともに、地震に起因する温泉の湧出や堆積物の記録からみた巨大地震について報告する。Ⅱ部のデモ・パネル展示では、地質地盤や地圏環境に関する成果やそれらを使った最新のビジネスモデルを紹介する。Ⅲ部では放射性物質、土壤環境調査、地下水広域流動に関する生活に密着した課題について研究成果を報告する。

### 4. 今後の展開

産技連の活動のもっとも重要な観点は、地域との連携を通じて、地域の特徴とニーズに応じた課題設定を行い、その上で共通のベースとなる研究と技術開発を進め、成果を地域社会の発展に活かすことにある。地域における地質地盤の情報の整備と活用、活断層・地震に関する情報整備と防災、地下水や土壤汚染に関する技術開発にかかる環境問題への応用など、地域展開を図るべき課題は多々ある。今後はさらに地域と連携をとりつつ、地域にある課題を抽出し、産技連の場を活用して、研究成果を地域社会の発展に活かすことを目指して活動を進めていく所存である。

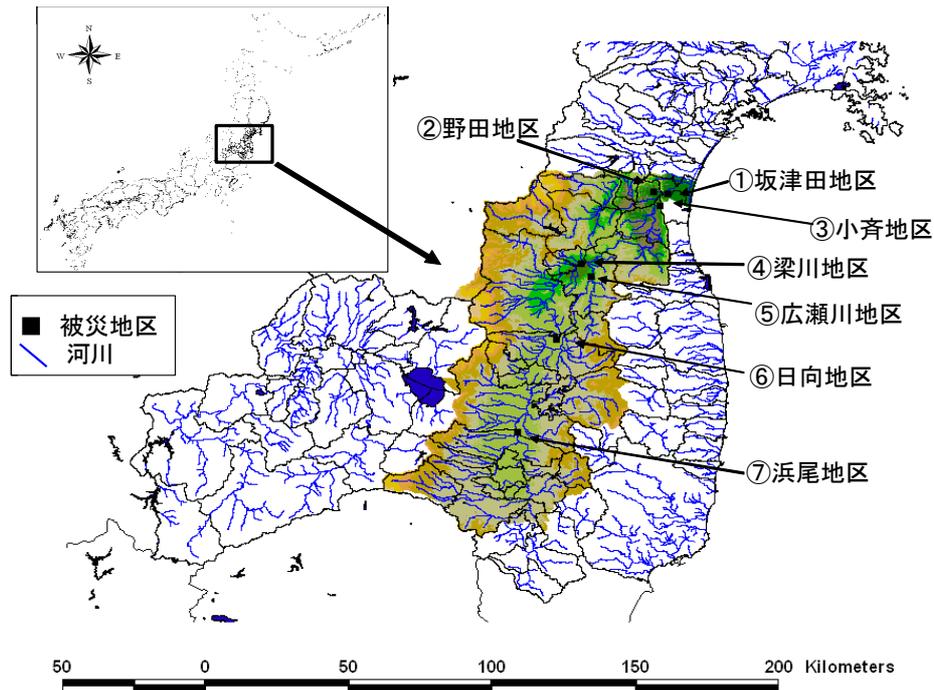
## 東日本大震災に伴う諸災害と今後の展開

川越 清樹（福島大学 共生システム理工学類）

### 1. はじめに

2011年3月11日14時46分に牡鹿半島の東南東130km付近、深さ24kmを震源とするマグニチュード9.0の地震が発生した（以下 東北地方太平洋沖地震と記載する）。20世紀以降の記録を参考にすれば、東北地方太平洋沖地震は、国内において既往最大の1933年の明治三陸沖地震（推定マグニチュード8.4）を抜き、世界規模でも1960年のチリ南部地震（推定マグニチュード9.5）、2004年のスマトラ地震（マグニチュード9.3）、1964年のアラスカ（推定マグニチュード9.2）に次ぐ、最大級の地震として記録されている。この地震の発生に伴い日本列島北部の太平洋沿岸地域を中心に甚大な被害（以下 東日本大震災と記載する）が認められ、被災地では、今なお深刻な状態が続いている。総務省消防庁の平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（第146報）によると2012年9月28日現在で死者18,131名、行方不明者2,829名、全壊建築物129,391戸が報告されている。人的、および建物の概ねの被害は地震に伴う津波を起因したものであり、沿岸地域に被災が集中する。また、実質的被害状況は未だ不明であるものの、広範領域へ被害波及させている福島第一原子力発電所の放射物質の外部放出も沿岸域がポイントソースとなっている。こうした状況からも、沿岸域を中心に復旧、復興が進められており、1/100確率に示される近代最大事象（レベルⅠ）の外力に対する防災、1/1000確率に示される史上最大級事象（レベルⅡ）の外力に対する減災の議論も踏まえながら、災害リスクを最小限にとどめるための対策が講じられようとしている。

こうした復旧、復興、および対策整備の検討は沿岸域にとどまらず内陸域でも進められている。沿岸域と比較すると規模も小さいが内陸域に関しても例年生じうる災害イベントよりも甚大な犠牲者や被害額が記録されている。そのため、東日本大震災に対する早急の対策が切望されている。内陸域の震災は、「脆弱な地質を呈する斜面の崩壊現象」、「軟弱層の液状化に伴う不等沈下」、「人為的地形改変により形成された地形の変状」を主な原因としている。内陸域の現象を包括的に捉えると、地震動による地形変動に起因していると解釈できる。国土地理院測地報告（2011）によると、東北地方太平洋沖地震は、総延長約500kmに及ぶ岩手県から茨城県県の太平洋沿岸域において、海側のへ約4.0mから5.0m強（最大値 牡鹿5.3m）の水平変動と、0.4～1.2m程（最大値 牡鹿1.14m）の沈下が認められている。こうした水平移動と沈下は震源地近傍、相対的に軟弱な沖積平野で顕著であるものの、例えば、奥羽山脈2cmから6cmの沈下が記録されており、東北地方の広範囲に地形変動が生じている。また、地形変動を及ぼした強震が長周期であったことも東北地方太平洋沖地震の特徴として挙げられる。防災科学技術研究所が公開しているK-NET, KiK-NET観測記録（2011）によると、最大加速度は宮城県築館市で2933gal、仙台市で1808gal、その他、福島県南部に位置する白河市で1425gal、西郷村で1335galの最大加速度が観測された。液状化に影響を及ぼすとされている加速度50gal以上を大きく上回る強震が広範囲で認められている。いずれも継続時間が150秒を超過していることから強震が長時間続いたことが示されている。こうした長周期の強震により、地殻変形が生じ、十分な支持力、抵抗力の期待できない続成期間の短い人為的な造成箇所や、軟弱な沖積平野、脆弱な地質の分布する斜面も変動したと捉えることができる。これらの地形は、人間が活動しうる社会基盤領域に密接な関係性をもち、現象単独では小規模であるものの多大な人的被害をもたらすリスクを有している。そのため、被災時には沿岸



第1図 阿武隈川被災堤防マップ

記載した①～⑦の被災ポイントは現地調査を行った地点のみ。

現地調査協力：土木学会水工学委員会東日本大震災調査団，仙台・福島河川国道事務所

域よりも相対的に小規模な被害であったとしても、現象を明確に捉えること、脆弱化した現状を把握すること、将来的な予見を求めることが必要である。こうした視点にも注目し、本講演では東日本大震災を中心に諸災害被と地形状況も含めた考察、および将来的な対策の展開について説明する。本要旨については誌面の都合上、阿武隈川水系の被災を中心に記載する。

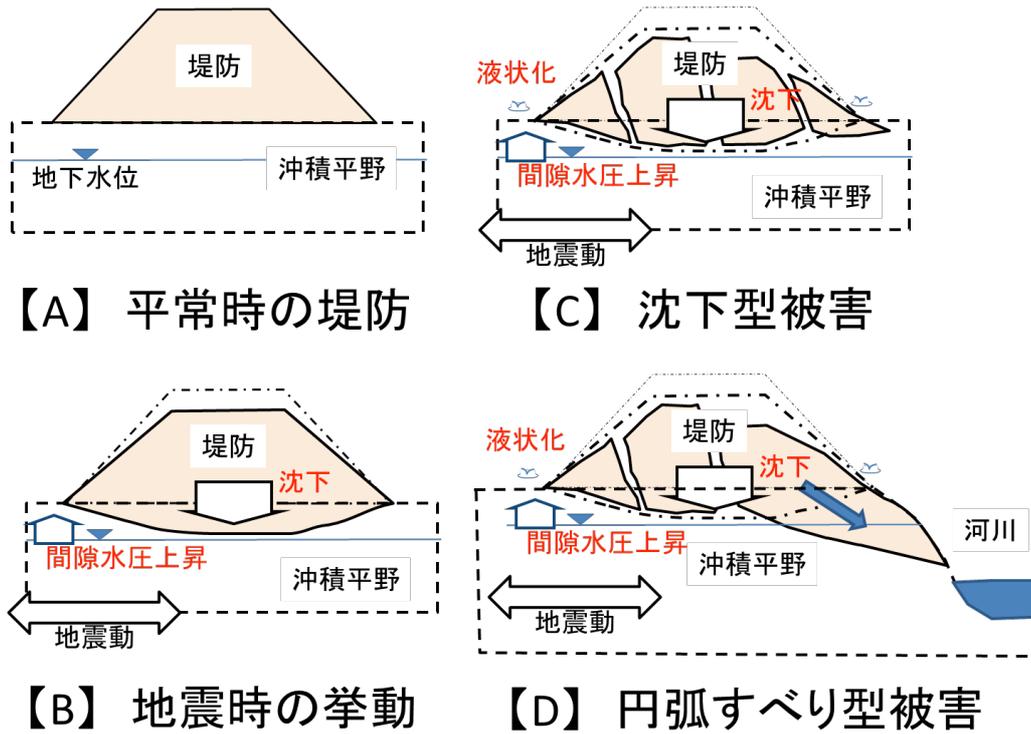
## 2. 河川堤防の被災調査

阿武隈川の河川堤防を例に地震由来による変状の調査結果を報告する。第1図は、阿武隈川において大きな変状の認められた堤防の位置を示している。特に被災の集中が認められているのは、宮城県の角田市から丸森町と福島県の伊達市梁川町までの周辺である。総じて阿武隈川に關すれば、下流側が震源に近い特徴を有するため、津波、地震動ともに被災が大きくなる条件を含む。ただ、この堤防被災の集中する地域は、一部狭窄部を含むものの蛇行河川を呈する低地が広く分布する共通の地形特徴も有している。これらの堤防の変状は大別して、以下のⅠ)、Ⅱ)に分類される。

Ⅰ) 円弧すべり(第1図の②, ③)

Ⅱ) 沈下(第1図の①, ④, ⑤, ⑥, ⑦)

「円弧すべり」に関しては、堤防の天端をすべり面頂部とし、堤外側へ円弧すべりが派生する形状が多く認められている。円弧すべり派生箇所の多くは、堤防側近、かつ堤防裾直下に河川が存在する特徴を有している。「沈下」に関しては、堤外、堤内の両側において堤防法面に土塊の押し出しが認められ、その結果、堤防天端が沈下している。腹み出しの土塊下には噴砂現象も認められており、堤体内の地下水上昇にともなう液状化により沈下が生じたと解釈される。第2図は、東北地方太平洋沖地震に認められた堤防被害を整理したものであり、【A】から【D】の被災過程モードを示している。



第2図 堤防被害模式図

【A】 → 【B】 → 周辺地形条件，湿潤状態により 【C】 か 【D】 に分類.



写真1



写真2



写真3



写真4

第3図 小斎地区の被害状況

「円弧すべり型」の被害に関すれば、堤防側近、かつ堤防裾直下に河川が存在する特徴を有するが、これは、河川の存在により実際に造成された堤防よりも斜面長が長くなることを示している。そのため、地震動による応力解放負荷も生じやすくなる。こうした地震と地形的特徴の関係に加えて、そもそもの軟弱な地盤条件も加わり円弧すべりが生じたと推測される。この典型的な事例として、第3図の小斎地区の状況を説明する。小斎地区の堤防変状では、堤防の天端から堤外側へ比高2.0mに及ぶ滑落崖が認められ(写真1,2 参照)。円弧すべりの末端は、堤防裾下の道路を超えて、その下の河川に到達し、河道は閉塞している(写真3,4 参照)。堤防下の道路は円弧すべりブロックのサイドにクラックが認められているものの、サイド以外は概ね原型をとどめたまま移動している状況である。こうした状況から円弧すべりは緩慢に移動したことが推測される。また、治水地形分類図を参考にすれば(第4図 参照)、現在は埋め立てにより地形改変されているものの、かつて旧河川の川筋跡(沼地)の存在が明らかにされている。緩慢な滑動、旧河川の川筋跡の存在は、地下水が豊富に分布していたことも示唆するものである。こうした現状の地形、旧地形の存在より円弧すべりの生ずる背景が含まれていたと解釈できる。



第4図 治水地形分類図による小斎地区



写真5



写真6

第5図 坂津田地区の被害状況

「沈下」に関しては、堤外、堤内の両側において堤防法面に土塊の押し出しが認められ、その結果、堤防天端が沈下している。第2図の模式図から円弧すべりが生じにくい場所の一般的な強震による被災と整理される。各被災現場ともに腹み出しの土塊下には液状化の発生を示唆する噴砂現象も認めら

れており、堤体基盤、および堤体の間隙水圧上昇が影響していた可能性が高い。また、単純な自然現象に由来した地中水状態が間隙水圧上昇に寄与していたわけではない被災箇所も存在している。例えば、坂津田地区の状況の状況を説明すると、沈下の堤防の堤外、堤内に地下水湧出が顕著に認められている(第5図 写真5参照)。また、堤防下の堤内地の水田内では地下水上昇に伴う配管破断が随所で認められている(第5図 写真6参照)。現場状況より、地内は地下水上昇が著しく多かったことが示唆される。また、配管破断は更なる地下水供給を行うため、沈下を助長している可能性も高い。

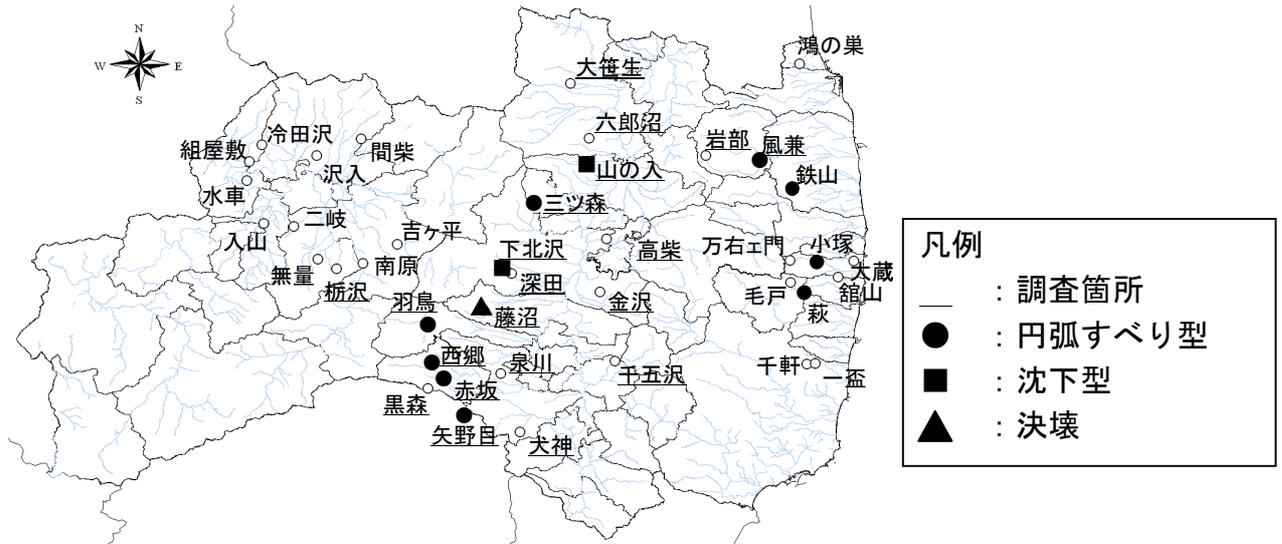
### 3. 貯水施設の被災調査

農林水産省の報告(2012)によると東日本大震災により岩手県、宮城県、福島県で17844ヶ所のため池関連の損傷が報告されている(第1表参照)。特に、福島県のため池被害の数量は著しく多く800ヶ所に達している(ため池台帳中)。この傾向は、2008年の岩手宮城内陸地震で岩手県、宮城県のため池は既に脆弱な個所が損傷していたことによる可能性も有している。しかしながら、福島県のため池は、平地を掘り込んで造成させる「皿池」に対して谷地形を構造物で堰き止めることで造成させる「谷池」の割合が多い特徴も有している。また、農畜産業が盛んである一方で降水量の少ない気候特徴から、古くより灌漑を中心に水利事業が取り組まれており、竣工より時間経過した老朽化したため池が多数分布していることも影響した可能性が高い。当時より施工したため池の堰止めは土材であるが、特に昭和以前の築堤は、土塊内の間隙水圧軽減を促す排水機能、もしくは間隙水圧上昇を生じなくさせるための遮水機能に対する技術を施していないものも多く存在する。また、土材、圧密転化等の面においても現在の技術基準に準拠できない構造のものも含まれている可能性も高い。そのため、耐震に対して構造が脆弱なものが数多く分布していたと推測される。ため池の被害実情は東北地方太平洋沖地震にはじまったものではなく、既に1995年の兵庫県南部地震(谷 2022)や2007年の新潟県中越沖地震(毛利 2007)でも多く認められたと報告されている。また、地震だけにとどまらず台風23号などの豪雨時にもため池損傷(福本他 2007)は認められている。こうしたため池被害に対し、阪神淡路大震災を契機に2000年の土地改良事業設計指針「ため池整備」、2004年の土地改良施設耐震設計の手引き等により補強策が進められた。しかしながら、日本列島に約21万箇所のため池の内で約2万箇所が改修必要と判定されているように補強対象数が多いこと、築堤の母材そのものが経験的手法当時のものであることより整備もままならない状態にある。こうした背景もあり、東日本大震災でも多くの被害が生じている。

第1表 岩手県・宮城県・福島県のため池被害状況

	岩手県	宮城県	福島県	総計
ため池数	3160	6074	3287	12521
被災箇所数	385 12.1%	589 9.6%	800 24.3%	1784 14.2%
決壊箇所数	—	—	3	3
改修ため池数	18	19	54	91
改修後の被災ため池	0	5	8	13

福島県のため池に関すれば、損傷にとどまらず3ヶ所の決壊が認められている。須賀川市の藤沼湖、中池、本宮市の青田新池である。藤沼湖は堰堤15m以上でありアースフィルダム(堤高18.5m、堤頂長133.0m、堤体積99,000m<sup>3</sup>)として分類されるものである。そのため、福島県南部地域において最大級規



第 6 図 アースフィルダムの被害状況



写真 7



写真 8

第 7 図 西郷ダムの被害状況

模のため池とされており、有効貯水量は約 150 万 m<sup>3</sup>に達する。このため池の決壊は、ダム下流側約 1.5km の集落に壊滅的な被害を与えており、貯水の突発的な出水、および旧河川地形(堰き止め後は林地)に存在した樹木、土砂の巻き込みによる土石流状に生じた流出から死者・行方不明者 8 人の人的被害が認められた。こうしたダム決壊に伴う人的被害は国内において報告事例が少なく未曾有の災害といえる。藤沼湖に示されるアースフィルダム決壊まで損傷程度が大きくないものの、アースフィルダムによる被災も多く認められている。第 6 図は筆者らグループ(2011 年度 水文・水資源学会研究グループ テーマ「地震によるアースフィルダムの被害諸特性と今後の影響に関する調査」 代表者：川越清樹 2011 年～2012 年)が調査したアースフィルダムの被害調査結果である。福島県内アースフィルダムの被害地域は阿武隈山地東麓、奥羽山脈東麓に分布し、特に福島県南部の南部は著しく集中している。被災は河川堤防と同様に「円弧すべり型」、「沈下型」に大別される。今回の被災により認められたこれらの典型的な事例を報告する。円弧すべり型として西郷ダムの事例を説明すると、ダム天端にダムサイト両岸まで至るクラックが認められている(第 7 図 写真 7)。堤体を挟んで両側で円弧すべりが認められるが、上流側のすべりの活動が大きく、段差も上流側に下がった形状を成している。堤体上流側法面は石積み護岸となっているが、法面上部では押し出した形跡があり、ややふくらみが認められ

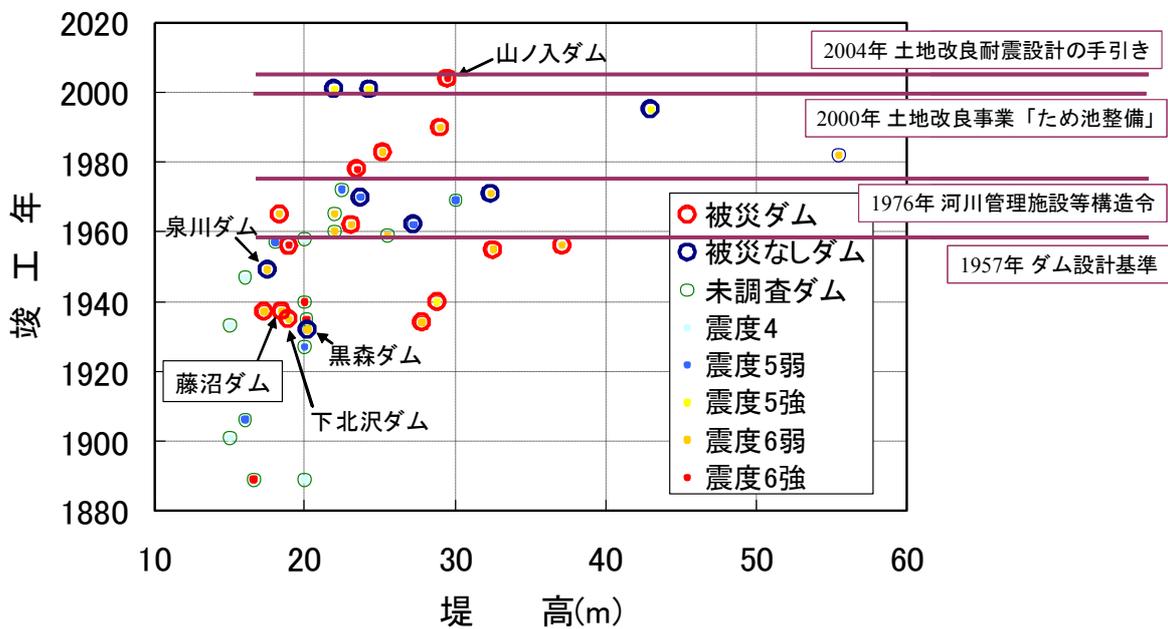


写真9



写真10

第8図 山の入ダムの被害状況



第9図 アースフィルダムの竣工年と堤高と被災有無の関係

る(第7図 写真8). 末端側には噴砂の痕跡も認められる. 沈下型として山の入ダムを説明すると, 地震による新鮮な亀裂ではないものの, 堤体に沈下の跡が認められている(第8図 写真9). また, 堤体裏面法面のロック材も一面が均一勾配ではなく浮き沈みが認められる(第8図 写真10). ダム全体として相対的に円弧すべり型による被害は亀裂, 段差が明瞭に認められる大規模な変状, 沈下型の変状は不明瞭な小規模な変状の傾向を示している. 現在も調査継続中であるが, こうしたアースフィルダムに関しても円弧すべり型, 沈下型の被災についても堤周辺の地形条件, もしくは貯水の条件, 加えて堤土材の劣化などの影響が示唆される. 特に, 竣工からの経過期間, 堤高は相対的に被災の傾向が認められている(第9図 参照).

#### 4. 内陸域の被災状況と今後の展望

内陸域の震災被害として, 人為的な地形改変を示す河川堤防, ため池, およびアースフィルダムといった河川構造物を中心の報告を記載した.

主に河川構造物の被害は、日本観測史上最大の東北地方太平洋沖地震を素因に生じているが、河川堤防にすれば変状を誘発しうる旧河道、湿地帯という旧地形、アースフィルダムにすれば老朽化、ダム周辺の地域状況も影響している可能性が高いことが示唆された。既に社会基盤設備として供用されているものの、再度、こうした構造物と周辺環境のかかわりを確認すること、特にダムに関しては水位や堤体挙動を管理する手法も見直すことも必要であることを示している。こうした過程の中で地震にも対応できる河川整備を進めることが提案される。

また、藤沼湖のアースフィルダム決壊事例に関しては、ダム直下の流線沿いに集落が存在していたこと、衝撃増加させる林地や土砂(水田)がダムと集落に存在していたことで多大なる被害が認められている。林地はある程度速度までは水勢の緩衝効果をもたらすが、過剰な流れは植生そのものを抜根させるまでに至り緩衝効果を見込めなくさせる。既に水工学分野でこうした植生検討がなされてきたが、今まで決壊までは波及しにくいと考えられてきたアースフィルダムの最大限のリスクを考慮した場合、アースフィルダム決壊による影響に対する安全管理上で林地配置の検討も加える必要がある。河川堤防、アースフィルダムともに損傷した場合、河道からの流水が広い範囲まで被害を波及させる危険性を有する。先に記述した河川整備に関しても、最大限のリスクも踏まえた検討を行うこと、それに備えた対策オプションを用意することも必要といえる。

執筆現在も引き続き震災の調査を継続している状況である。今後も被災の発生機構、その影響の解明に努め、具体的な河川整備提案に努めたい意向である。

#### 参考文献

- 国土地理院(2011) 平成23年(2011年)3月9日11時45分頃の三陸沖の地震に伴う地殻変動について。 [http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi\\_sanriku.html](http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi_sanriku.html). Cite Viewed 2012/10/27.
- 国土地理院(2011) 治水地形分類図。 <http://www1.gsi.go.jp/geowww/lcmfc/lcmfc.html>. Cite Viewed 2012/10/27.
- 総務省消防庁(2012) 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(第146報)。 [http://www.fdma.go.jp/bn/平成23年\(2011年\)東北地方太平洋沖地震\(第146報\)](http://www.fdma.go.jp/bn/平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(第146報)). Cite Viewed 2012/10/27.
- 福本昌人, 吉村亜希子, 島崎昌彦(2007) 2004年の台風23号による香川県内のため池の決壊の実態。近畿中国四国農研報, No. 6, pp. 167-176.
- 防災科学技術研究所(2012) 防災科学技術研究所 強震観測網 K-NET. KiK-net. <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>. Cite Viewed 2012/10/27.
- 谷茂(2002) ため池(小規模アースダム)の耐震性を考慮した改修, 土と基礎, Vol. 50, No. 1, pp. 16-18.
- 毛利栄征(2005) 新潟県中越地震における農業用ため池の被害, 平成17年度農業土木学会全国大会講演要旨集, pp. 104-105.

## 放射線リスクとどう向き合うか

中西 準子（産業技術総合研究所 フェロー）

### 1. はじめに

放射線による健康リスク、特に低線量被ばくによるがんリスクについての議論は、「直線しきい値なしモデル」をどう考えるかという視点抜きには進めることができない。これは、安全概念の否定になる。しかし、多くの人が、安全概念の否定という重大なことを意識せずに、放射線の健康リスクを論じている。そのことが、いくつもの混乱をひきおこしている。

しきい値なしモデルを認めることは、リスク 0 の線量（用量）がないということだから、放射線なり化学物質を全部禁止しないかぎり、あるリスクレベルを「現実的安全レベル」として選ばねばならない。それを許容量として使っていかに得ない。では、どういう考え方で、そのレベルを決めるのか。従来、安全レベルは、実験が決めてくれた、しかし、しきい値なしモデルでは、何らかの考えを提起し、あるリスクレベルを「現実的安全レベル」として選ばなければならない。

こういう覚悟が、あるだろうか？

こういう社会に突入しているということを自覚しているだろうか？

この点を議論したい。

### 2. 直線しきい値なしモデルの科学的根拠とそれに対する反論

直線しきい値なしモデルには科学的根拠がないと思われる方も多い。しかし、必ずしもそうではない。もちろん、ある種の安全側モデルであることは確かである。しかし、それだけではない。

しきい値なしモデルには、それなりの科学的根拠がある。「科学的」という意味が、時代とともに変化しているのである。その変化は、私達が求める安全のレベルが非常に厳しくなっていること、許せないと思うリスクレベルが非常に小さくなっていることに関係し、また、科学的推論の方法論の変化にも関係している。とは言え、そのモデルが現実的な意味で適切かと問われると、それもまた、必ずしもそうではないと言わざるを得ない。

直線しきい値なしモデルは、放射線影響の評価から始まった。それが、化学物質のなかの発がん性物質の評価と規制に持ち込まれた。このモデルが発がん性物質の評価に、最初に持ち込まれたのは、1950年代の米国だが、この議論が沸騰するのは1970年代の終わりから80年代である。そして、1986年に米国EPAは、発がんリスク評価のガイドラインを出したが、その中では、すべての発がん性物質に直線しきい値なしモデルを適用しなくともいいとしている。つまり、例外を認めたのである。その後、その例外の枠は広がっている。私は、88年～89年にかけて、13ヶ月米国にいたが、それは、丁度、しきい値なしのモデルに対する揺り戻しの時期だったので、全米で、このモデルを巡っての議論が激しく、さまざまな分野で闘わされていた時期で、実にいい勉強になった。この論争のいくつかの断面を紹介したい。

### 3. 化学物質での論争と許容リスクレベル

2. でも書いた通り、直線しきいモデルは放射線から出発し、化学物質のリスク評価に取り入れられた。放射線のマネをしたようなものだった。しかし、その評価結果をどう活用するか、さらに言えば、どの程度のリスクを許容し、受け入れるかという検討の点では、化学物質の方が進んでしまったような気がしている。

では、化学物質では、どの程度のリスクを受容可能としたのだろうか。

1970年代の終わり頃に、トラビスという学者が、アメリカでは化学物質についてどのくらいのリスクを規制しているのか、というのを132の化学物質、発がん物質についての結果をまとめ、統計をとった。その結果は、このようなものだった。132種の発がん性化学物質の規制において、公衆に対する生涯死亡確率がおよそ $4 \times 10^{-3}$ 以上のすべての物質は費用に関係なく規制されている。また、個々のリスクがもっと低い場合には、救済される人命当たりの規制費用が2百万米ドル以上の物質は1つの例外を除いて規制されていなかった。規制によって、人命を救うことができたとしても、一人救うために2億円（当時の物価。現在の通貨、物価に直すと5億円くらい）以上かかると、費用が高すぎるとして規制は認められなかったということになる。化学物質についての議論と実際について、紹介したい。また、日本の現状についても言及する。

Curtis C. Travis et al. (1987) Cancer risk management –A review of 132 federal regulatory decisions–. Environ. Sci. Technol., vol.21, pp.415-420.

#### 4. 放射線被ばくに関する許容リスクレベルについての検討

では、放射線については、その許容レベルについて、どういう議論があり、どういう結論が得られているのだろうか？

わが国では、新しく決められた食品中の放射線物質に係る規格基準が、平成24年4月1日より適用されている。その前年度には、ほぼ5倍程度の規格基準が使われていた。では、この新しい規格基準値は、何を根拠に決められているのだろうか？

こういう規格は、何らかの公的に決められた安全基準を基礎にするのが普通である。ここで、使われている安全基準は、どの程度のリスクレベルで、それはどういう理由で受容できると考えられたのか、そこから、放射線によるリスク管理のあり方が見えてくる筈である。それを、ひも解くことにしたい。

#### 5. 許容リスクレベルとリスクトレードオフ

リスクを受容できるのは、リスクトレードオフの現象が見られ、当該リスクを減らそうとすると、別のリスク（対抗リスク）が現れて、対抗リスクの大きさが相当程度高い場合である。

リスクを許容するとか、許容レベルとか書いてきたが、そういうことが認められるのは、いずれも、リスクトレードオフ現象を無視できない場合である。

現在起きている福島産コメの風評被害問題と、除染対策について、この原理をどう使うことができるのか、具体的に考えてみたい。

福島のコメ中の放射性物質の量は、他の地域のコメに比べ、ある程度高い。にも拘わらず、わたしは、福島のコメを食べてほしいとよびかけた。それに対し、以下のような疑問が寄せられている。この疑問を通して、リスク管理について考えたい。

- ・リスクは小さい方がいいのに、何故、引き受けろと言うのか？
- ・基準値は低い方がより安全でいい筈なのに、何故、それに反対するの？基準値が高い方がいいの？
- ・「絆」って、リスクのあるものを食べろと言うことなの？
- ・福島の人を助けるために、お金を出せというのは分かるし、できるだけことはしたい、しかし、リスクのある物を食べろという議論は、どこかおかしいのではないか？

最後に、除染対策の問題についてのこれまでの検討結果について言及したい。

## 地震後いわき市で湧き出した温泉とその意味

佐藤 努（産業技術総合研究所 地質情報研究部門）

### 1. はじめに

東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）のちょうど一ヵ月後の4月11日、福島県いわき市を震源とする内陸地震、福島県浜通りの地震（マグニチュード7.0）が起きました。この地震に伴って、いわき市やその周辺地域の温泉において、湧出量の変化や色の濁りなどの顕著な変化が生じています。いわき市内郷では、アパートの下から約27℃の温泉が新規に湧き出す現象が起きました。また同市泉では、大量の温泉水がかつての炭鉱の通気孔から湧出しています。

### 2. 温泉の変化の分布

いわき市およびその周辺地域において温泉の変化に関する調査を行った結果、4月11日の地震に伴う温泉の水位変化には、その地理的分布に明らかな特徴があることがわかりました。具体的には、地震後に水位が上昇した地域は井戸沢断層や湯ノ岳断層の東側に位置し、一方、水位が低下した地域は、これらの断層の西側や南側に位置しています（第1図）。井戸沢断層と湯ノ岳断層は、4月11日の地震の際に地表に変位が生じた断層です。いわき市内郷における温泉の湧出は、このような広域で見られた温泉変化と同じ原因によって引き起こされたものと考えられます。

### 3. 地震時の地殻変動の様子

第1図には、国土地理院のGPS観測によって明らかになった地殻変動も示しています。これによると、緑の矢印で結んだGPS観測点の距離は、3月11日の地震の後に10cmほど伸びていますが、4月11日の地震後には逆に16cmほど縮んでいることがわかります。この2回の地殻変動は、それぞれの地震によってもたらされたものですが、そのメカニズムは異なっていると考えられます。具体的には、3月11日の地震の際に生じた伸びは、海側のプレート境界がずれたことによっていわき市周辺の地殻が全体的に海側に移動したために生じた地殻変動で、一方4月11日の地震の際に生じた縮みは、井戸沢断層や湯ノ岳断層がずれたことによって断層の東側の地表付近に生じた地殻変動と考えられます（第2図参照）。

このような地殻変動に対応した温泉の変化として、いわき湯本温泉の源泉の水位変化が挙げられます。いわき湯本温泉の源泉ポンプ場では、3月11日の地震の後に温泉の動水位が10m下がり、4月11日の地震の後に20m上がったという証言が得られています。したがって、3月11日の地震後の水位低下は伸びの地殻変動によって、4月11日の地震後の水位上昇は縮みの地殻変動によって生じたと考えられます（第2図左参照）。断層の東側に位置する温泉において4月11日の地震後に水位が上昇したのは、このような地殻の縮みの影響を受けたためと考えられます。

### 4. 地震後の温泉湧出や周辺地下水の様子

産業技術総合研究所では、いわき市内郷の温泉湧出の調査を継続しています。湧出量は毎秒2リットルから6リットルの範囲で変動しており、2012年10月時点でも湧出は続いています（第1図）。ちなみに、水温や水質にはほとんど変化は見られておりません。

4月11日の地震から数ヶ月後より、いわき市の山側の地域で深刻な渇水が起きていることが、市の

調査によって明らかになっています（第1図）。この湧水の原因として上記のような地殻変動の影響も考えられますが、それに加えて地震の強い揺れが地下水の流れに影響を与えた可能性も考えられます（第2図右参照）。具体的には、強い揺れによって地下水流路の詰まりが一時的に取れて地下水の流れが良くなり、地下水の涵養域（上流側）では水位の低下が、地下水の流出域（下流側）では水位の上昇が起きるとい現象です。

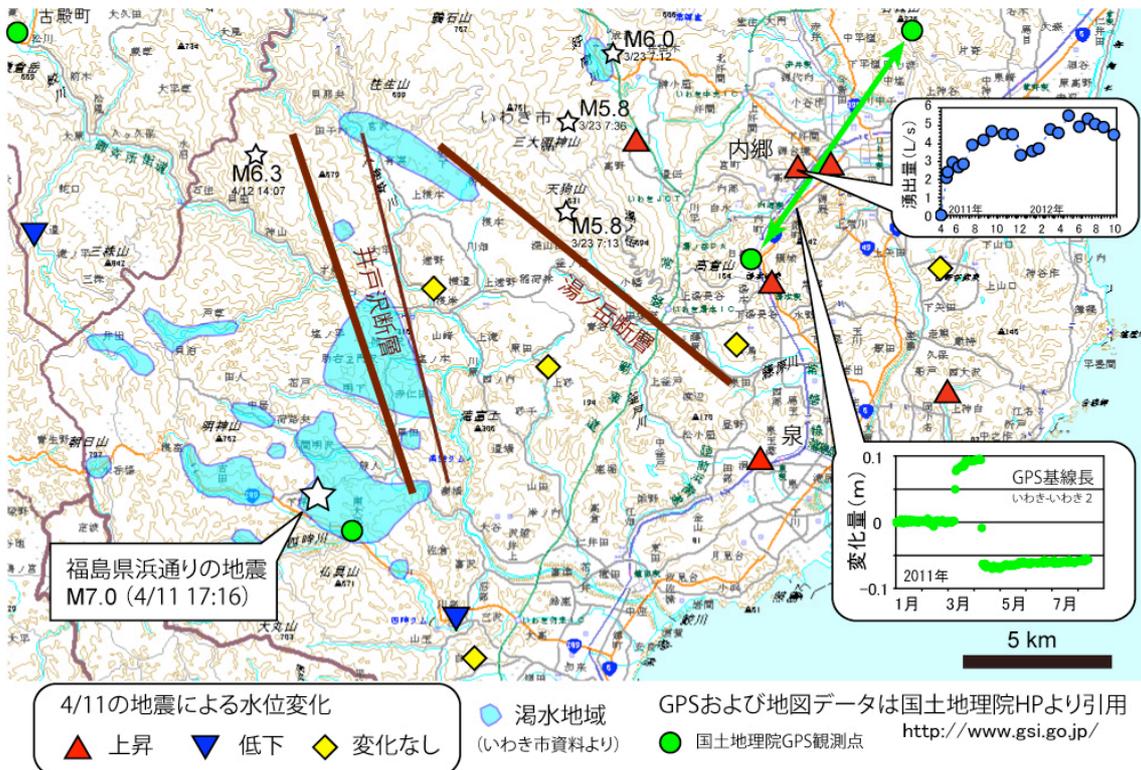
### 5. 今後の調査予定

いわき市で湧出した温泉について、今後も湧出量や水温、水質の調査を継続する予定です。湧出量については、春から夏にかけて増加、夏から秋にかけて減少という変化が、2011年と2012年に観測されています（第1図）。この変化が年周変化である場合、湧出量は降雨など地表付近の影響を強く受けている可能性が考えられます。したがって、まずは年周変化の有無の検証を行いたいと考えています。

浅層地下水や深層地下水などの混合の影響の評価は、水温や水質変化を元にして行う予定です。ただし、上記のように2012年10月時点で水温や水質にはほとんど変化は見られておりません。

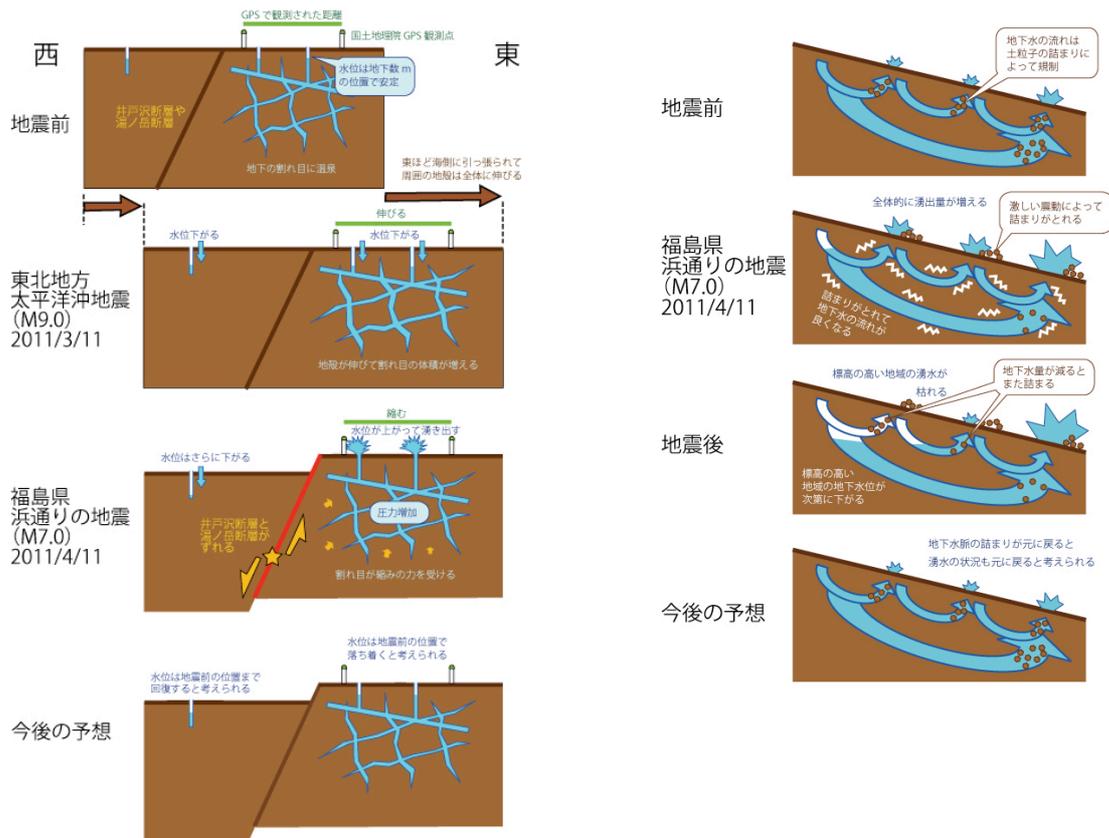
### 文献

国土地理院 Web ページ <http://www.gsi.go.jp/>



第1図 2011年4月11日福島県浜通りの地震(M7.0)に伴う温泉変化の分布

GPS および地図データは国土地理院 Web ページを引用。



第 2 図 温泉湧出や地下水の渇水をもたらしたと考えられるメカニズム

第 2 図左側の説明

- 1) 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震 (M9.0) によって、いわき周辺の地殻全体が東側 (海側) に引っ張られるが、海側に近い地域ほどその変動量が大きいため、全体的に地殻は伸びる。そのため、温泉のある割れ目が広がり、全体的に水位が下がる。
- 2) 2011 年 4 月 11 日の福島県浜通りの地震 (M7.0) によって、井戸沢断層や湯ノ岳断層がずれる。この断層運動によって断層の東側の地殻が縮み、温泉のある割れ目の圧力が上がる。圧力を受けた温泉は出口を探して地表から湧き出る。
- 3) 割れ目が縮んだために上昇した温泉の圧力は、地表への湧出によって開放されると考えられる。

第 2 図右側の説明

- 1) 地震時の強い揺れによって、流路の詰まりが一時的に取れて地下水が流れやすくなる。これによって流出域 (上流側) では水位低下 (渇水) が、湧出域 (下流側) では水の濁りや水位上昇 (湧出量増加) が起きる。
- 2) 著しい水位低下が起きた地域では、地下水流路が再び詰まって元の状態に戻る。このことによって下流側への地下水の流れが抑制され、次第に元の状態に戻っていく。

## 堆積物の記録から明らかにする日本海溝の巨大地震

澤井 祐紀（産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター）

### 1. はじめに

2011年3月11日14時46分（日本標準時）に東北地方太平洋沖を震源とする超巨大地震（Mw 9.0）が発生した。この地震について、多くの専門家から「想定外」という言葉が繰り返し使われ、全く予想できなかったものであったと報道された。一方で、独立行政法人産業技術総合研究所（以下、産総研）や東北大学によって、西暦869年に東北地方で発生した巨大地震（貞観地震）による津波堆積物の研究が行われており、地質学的には必ずしも予想できないものではなかった事が注目された。本講演では2011年以前に行われていた貞観津波の研究例を中心に、堆積物の記録から過去の巨大地震を明らかにする試みを紹介する。

### 2. 日本三代実録にある巨大地震と津波

平安時代に編纂された歴史書である日本三代実録には、貞観十一年五月二十六日（西暦869年7月9日）に関して以下のような記録がある。「陸奥国地大震動。流光如晝隱映。（中略）去海数千百里。浩々不辨其涯俟矣。原野道路。惣為滄溟。乗船不漚。登山難及。溺死者千許。資産苗稼。殆無子遺焉」これは、陸奥の国において大地震が発生し、その後の津波によって1000名以上の溺死者がでたことを示している。この津波の浸水の様子は「原野道路。惣為滄溟（原野と道路が全て海ようになってしまった）。乗船不漚。登山難及（船に乗ることも、山に登ることもできなかった）。」という記述から、如何に大きなものであったか推察することができる。この被災した陸奥国の国府は、現在の多賀城市にあったとされているが、仙台平野中部の岩沼市にあったという説もあり、仙台平野が地震動および津波による浸水被害を受けたことは間違いないものの、その詳細は歴史記録だけで読み取ることができない。こうした背景から演者らは、貞観地震の地質記録を調べて、当時の地震像を詳しく復元しようとした。

### 3. 貞観の津波堆積物

貞観地震による津波の地質学的証拠は、1990年代はじめに東北電力や東北大学の研究グループによって調べられていた（阿部ほか、1990；Minoura and Nakaya, 1991；菅原ほか、2001など）。演者らはこうした先行研究を参考にし、その津波堆積物の分布から貞観地震の津波による浸水域を詳しく復元しようとした。津波堆積物は、沿岸における湿地の堆積物中に挟まれるかたちで分布している。巨大な津波は沿岸の砂礫を浸食・運搬し、津波が残した砂礫層が湿地の地下に残されていくのである。西暦915年に降下した十和田火山灰と放射性炭素年代測定値を手がかりにし、貞観地震による津波堆積物の分布を調べた結果、当時の海岸線から最大で4 km程度内陸まで津波堆積物が達している場所が見つかった。

### 4. 化石の記録から明らかにされた地殻変動

福島県の沿岸では、堆積物中の珪藻化石を詳しく見ることによって、当時の地震性地殻変動を推定した。珪藻類は、淡水域から海水域までの、水分と光の存在するあらゆる環境に適応している単細胞

藻類である。この珪藻類は種によって生育環境が違うため、地層中に残された珪藻の化石を見ることで地層が形成された当時の環境を推定することができる。貞観地震とそれより古い巨大津波による津波堆積物が発見された福島県南相馬市では、津波が来る直前と来た後の環境変化を復元したところ、地震と同時に海岸が沈降したと考えられる環境の変化を知ることができた。

### 5. 貞観津波の波源の推定

津波堆積物の分布と地殻変動の証拠を説明するような断層破壊領域を、コンピュータシミュレーションで再現しようと試みた。具体的には、様々な断層の長さ、断層の深さ、すべり量を仮定し、そこから発生する津波の浸水域を計算機上で復元しようとするものである。合計 14 のモデルを検討したところ（佐竹ほか，2008；行谷ほか，2010）、宮城県沖と福島県沖を含んだ領域で、断層の長さが 200 km、幅が 100 km の場合に、津波堆積物の分布範囲と計算上の浸水範囲が最もよく一致した。この場合の Mw（モーメントマグニチュード）は 8.4 であるが、一般に津波堆積物の分布域が津波の浸水範囲より小さいことを考えると、実際の貞観地震の規模は Mw 8.4 以上と考えられた。

### 6. 日本海溝における巨大津波の繰り返し

貞観地震のような巨大地震の繰り返しは、津波堆積物の年代測定を行うことによって推定することができる。宮城県から福島県の沿岸には、津波堆積物の可能性がある地層がいくつも見ることができる。しかしながら、福島県沿岸で地殻変動を伴うような地震は、今のところ貞観地震を含んで 2 回分（貞観地震そのものと、その一つ前）しか見つかっていない。これら 2 つが言わば「貞観タイプの地震」と言えるような似通った地震であるならば、その繰り返し間隔は 450 年くらいである。演者らは「貞観地震の 1 つ前の地震」からさらに 800 年遡った頃の津波堆積物を広範囲で確認したが、これに伴った地殻変動の証拠は今のところ見つかっていない。この津波については明確な評価を避けたいが、仮にこれも貞観タイプに含まれるのであれば、その繰り返し間隔は 450～800 年程度の幅を持ったものと推定される。

### 7. 間に合わなかった社会認知

2010 年の時点で貞観地震から 1100 年以上経過していた。貞観から 2010 年までに「貞観タイプ」が発生していなかったとすれば、再来間隔の 450～800 年を大きく過ぎており、似たような巨大地震・津波はいつ起きてもおかしくない状態といえた。演者らは、こうした研究結果を 2010 年 6 月に文部科学省に提出していた。この成果を受けて、政府の地震調査研究推進本部（事務局：文部科学省）は日本海溝における地震の長期評価の見直しに取りかかり、将来の巨大地震・津波の可能性に言及した評価を 2011 年 4 月に公表予定であった。また演者らも、津波浸水履歴図を作成し、津波防災に対する意識が不十分な地域に研究成果を周知しようとしていた。しかしながら、そうした試みがなされる前に、懸念していたような巨大地震・津波が 2011 年 3 月 11 日に発生してしまった。

### 8. おわりに

東北地方太平洋沖地震の発生は大変悲しく残念な出来事であった。一方でこの研究の方向性が決して間違っていないことも示された。今回の教訓を生かし、今後も防災に役立つ地質研究を進めていきたい。

本要旨は、第 18 回 GSJ シンポジウム「地質学で読み解く過去の巨大地震と将来の予測 -どこまでわ

かったか-」の際に執筆した講演要旨に加筆・修正したものである。

## 文 献

阿部壽・菅野喜貞・千釜章(1990) 仙台平野における貞観11年(869年)三陸津波の痕跡高の推定.  
地震2輯, **43**, 513-525.

Minoura, K., Nakaya, S. (1991) Traces of tsunami preserved in inter-tidal lacustrine and marsh  
deposits: some examples from northeast Japan. *Journal of Geology*, **99**, 265-287.

行谷佑一・佐竹健治・山木滋(2010) 宮城県石巻・仙台平野および福島県請戸川河口低地における869  
年貞観津波の数値シミュレーション. 活断層・古地震研究報告, **10**, 1-21.

佐竹健治・行谷佑一・山木滋(2008) 石巻・仙台における869年貞観津波の数値シミュレーション.  
活断層・古地震研究報告, **8**, 71-89.

菅原大介・箕浦幸治・今村文彦(2001) 西暦869年貞観津波による堆積作用とその数値復元. 津波工  
学研究報告, **18**, 1-10.

## 関西地盤情報協議会の活動の紹介

北田 奈緒子（一般財団法人 地域地盤環境研究所）

### 1. はじめに

関西では地質学、応用地質学、地盤工学の関係者の交流が盛んで、共同参画したプロジェクトが多い。大阪市地質概観（1930）や大阪府天然瓦斯調査報告書（1949）が先がけとなり、既存のボーリング資料などを取りまとめている。1962年から実施された地盤沈下対策のためには、深層ボーリング（OD-1～12）が実施され、これらの結果を取り込んでまとめられた Report on Land Subsidence in Osaka（1969）や沖積層などの表層地盤の分布状況を取りまとめた大阪地盤図（1966）は1960年代の大きな業績である。近年では関西国際空港の建設工事などにおいても地質学と地盤工学が融合し研究の成果が得られている（中世古ほか，1984）。関西圏の地盤研究はこのような産官学共同体が約30年前から協議会形式で行っており、地盤情報データベースの構築が行われてきた。現在では、データベースの維持・活用（KG-A）や活用促進・連携（KG-C）、データベースを用いた地盤研究（KG-R）の3つを柱に関西圏地盤情報ネットワーク（KG-NET）と呼ばれる組織で活動を行っている。本発表では、KG-NETにおける活動のうち、特に地盤研究を中心に紹介する。

### 2. データベースを用いた地域研究

関西圏地盤研究会（KG-R）では各対象エリアを研究対象として設定し、課題を決めて地盤の特徴について、ボーリングデータを中心にとりまとめを行ってきた。当初は、データの多い大阪平野付近から始まり、神戸阪神地域、京都盆地、和歌山平野などを順次対象としている。研究では、対象地域の地質学的な構造、堆積環境の変遷や土質特性についての分布傾向についてとりまとめ、地域ごとの地盤の特徴を抽出する。対象エリアの代表断面図を作成し、地域の代表柱状図を示すなどの取りまとめ方は、理工両面からの検討による成果であり、検討する研究委員会の委員構成も理学・工学両面からの選出であり、まさに理工の融合の成果とられた成果が得られた。研究を進めるうちに、各地域における特徴的な地点において基準ボーリングを実施し、この調査結果を基に対象地の層序や堆積環境の特徴、あるいは土質特性を把握することも同時に行うようになってきた。さらに、地域毎の研究とは別に、地震動における特徴的な地盤特性の抽出や地盤モデルの作成、これによる液状化被害予測なども実施してきた。

各地域でとりまとめられた地盤研究の成果は書籍として出版されており、地域の地形や地質構成、地盤の特性などがわかるようにとりまとめられている。図1にこれまでに出版した書籍の一覧を示す。

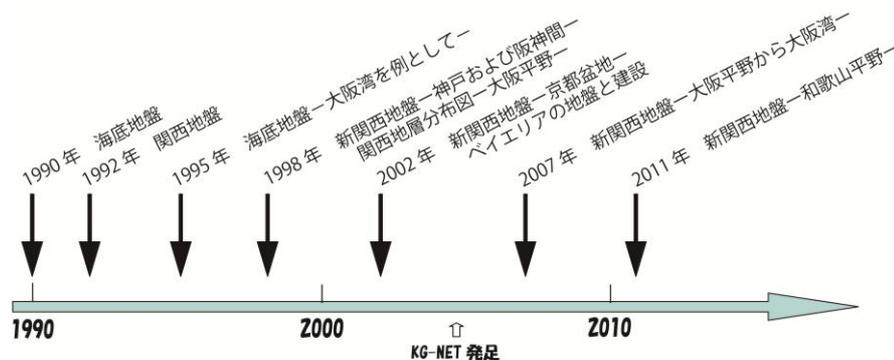


図1 KG-Rにおける書籍出版の歴史

各地域の研究では、各種ボーリング断面図を作成し、その地域の堆積環境の特徴を的確に表現可能な断面を選定し、それを解説するように努める。実際に利用される読者は基本的に建設施工のために必要な情報（地盤の強度や特性など）を収集することを目的とされるため、できるだけシンプルかつわかりやすく、調査地域の地質変遷を解説する必要がある。図2に大阪湾海岸線に沿う断面図を示す。明治時代の旧海岸線に沿ったこの断面では、従来の自然海岸線にほぼ平行な断面である。色塗りして対比線を示しているものは海成層であり、それ以外は砂礫などからなる。海成層の分布と陸域からの物質供給のバランスが示されており、地域毎の特徴を顕著に表現していると考えられる。図の左側から、神戸地域、大阪地域、泉州地域と大きく3つの地域に区分される特徴は、以下のとおりである。

神戸地域：全体に六甲山地からの扇状地に該当するため、砂礫物の供給量が多い。各層相は西側に傾動するが、生田川付近から西に階段状に浅くなるのは、大阪湾断層の通過に伴うものである。図中の地域の中では、特に沈降水量が多く、各地層の層厚が厚い傾向も特徴である。

大阪地域：淀川のデルタが広がる地域。デルタからの供給量と海成層のバランスが保たれており、砂礫層と海成層が互層状に堆積する。

泉州地域：図中の中で最も沈降水量の少ない地域であり、大河川の発達もないため、各層厚が薄い傾向にある。近木川を境に2つのブロックに分かれていると考えられる。

このような特徴は、各地層の分布図や断面図を多数作成することによって得られた知見をとりまとめたものであるが、その分布の特徴を把握することにボーリングデータが有効に利用された事例の一つである。また、ボーリングデータはそのほかにもいろいろな情報を提供してくれる。

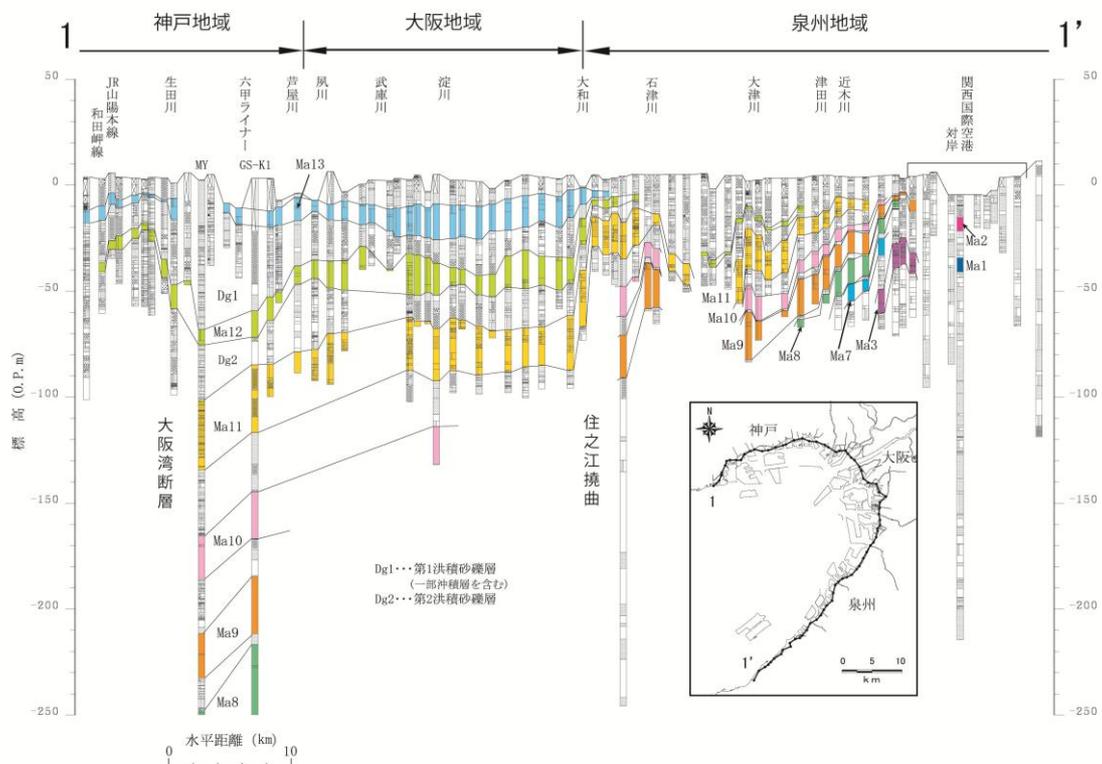


図2 大阪湾海岸線沿いの断面図

図2には、ボーリングデータおよび液性限界の値を示す。図中右端に示すように、海成層が一連の海進・海退サイクルを経て堆積している場合、液性限界は下端より値がだんだんと大きくなり、中央部で最大、その後値が小さくなる傾向が一般的である。しかしながら、図中左半分は、この傾向が下半分のみ確認され、上部の海退時期が見られない。海成層の上部に礫層が分布していることも勘案すると、この部分は、河床礫で削剥されていると判断できる。このような河床礫の分布は淀川（古大阪川と呼ばれる）の分布域に帯状に分布していることが明らかになった。

以上のように、ボーリングデータを堆積環境の変化や堆積様式の特徴的なパターンで区分すれば、堆積物の分布範囲やその要因を明らかにすることができる。このような取り組みは、工学的な地盤特性情報や理学的な堆積環境情報などを総合した「地盤を総括して取り組む」研究が可能である。

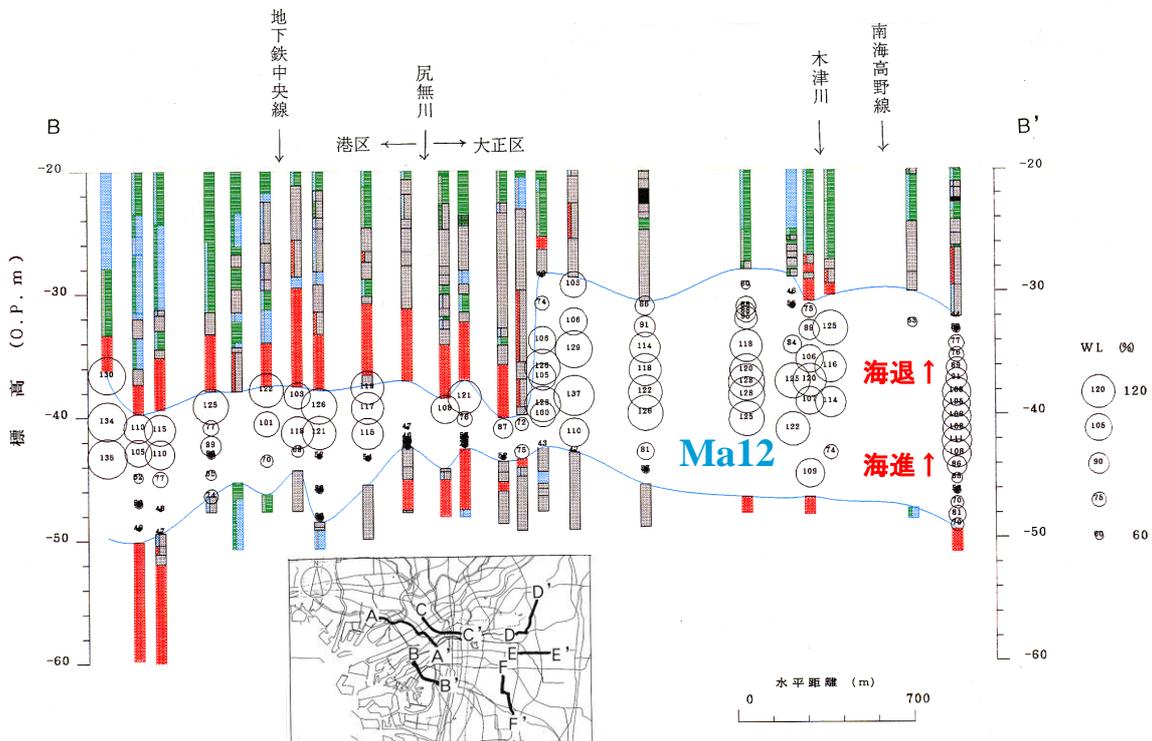


図3 大阪湾海岸線沿いの断面図

本研究会では、基本的にこのような研究方法を重視し、できる限り総括的に地盤情報をとらえ、有効かつ効率的に地盤情報が利活用できるように推進したいと考えている。地域研究については、昨年の2011年に和歌山平野の研究をとりまとめた。

次に、地盤情報を平面分布としてとらえる場合の方法として、地盤をモデル化して利用することを目的に電子地盤図の作成なども実施している。

### 3. 今後の取り組みについて

現在地域研究では、近江盆地を研究対象としてとりあげ、ボーリングデータの収集および基準ボーリングの調査場所の選定、実施を予定している。また、データ情報のWebにおける閲覧なども試行し、Web利用化にむけての検討を行っている。

データベースは基本的にデータの質と量、保有範囲に依存し、これらが多いほど活用の機会は増加する。膨大なデータを保守管理することは、時間も作業量もかかるが、クオリティの高いデータには

利用価値もあると考え、事務局ではデータの保守管理を行っている。

#### 文 献

山根新次（1930）大阪地質概観．小川博士還暦記念地学論叢，187-203.

大阪府商工部（1950）大阪天然ガス調査報告．大阪府，59p.

日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部（1966）大阪地盤図，コロナ社，330p.

中世古幸次郎・西村明子・山内守明・菅野耕三・竹村厚司（1984）微化石総合調査，災害科学研究所報告，関西国際空港地盤地質調査，7-12.

## 北海道における地盤ボーリングデータベース構築の現状と課題

大津 直（地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 地質研究所）

### 1. はじめに

地方独立行政法人北海道立総合研究機構（略称：道総研）は、平成 22 年 4 月より、これまで道内に 22 あった道立試験研究機関が一つに統合した。他県では、産業系の試験研究機関が地方独立行政法人化した事例はあったものの、農・林・水産・建築・環境・地質といった多様な分野を一つに統合した点でユニークであった。地質研究所は、北海道庁時代は北海道立地質研究所、さらにそれ以前は北海道立地下資源調査所という名で活動してきており、地質調査所（現在の産総研）が行う 5 万分の 1 地質図幅の作成も分担してきた実績をもつ。現在、道内の未完の図幅について、両機関の協力による調査が開始されており、長年の宿題を片付けるための第一歩を再び歩み始めたところである。

地質研究所の業務内容は、かつての鉱物・エネルギーの資源探査主体の調査から、地質災害などの防災分野、地層汚染などの環境保全分野や再生可能エネルギー分野に大きく転換しつつある。エネルギー分野の代表例である地熱分野でも、開発可能性の研究から資源の持続可能性を評価する方向に変わってきているし、さらに今後は自然環境保護の観点からの開発リスクの評価も検討する必要がでてくると予想される。研究フィールドも、山地から都市が形成されている平野に移ってきている。平野を構成する沖積層や更新統は、活断層・強震動工学・地層汚染・地中熱利用など、様々な分野の研究フィールドでもあり、今後の社会情勢を考えると、平野の地質学の重要性は増すことはあっても、低くなる事は無いと確信している。このような多様な研究課題に対応するには、単一の機関・単一の研究者の能力だけでは不十分と限界がある。他機関と連携した総合的な研究をするには、基盤となる地質情報の整備が重要である。法人化を契機に当所に初めて「地質情報グループ」が創設された。そしてその主要な研究課題の 1 つが「地盤ボーリングデータベースの構築」である。以下に、このボーリングデータベース構築を研究課題化するにいたった経緯を若干、紹介させていただく。

### 2. 地盤ボーリングデータベース構築の経緯

当所では、平成 16 年度までは、例えば北海道農政部からの依頼調査による支庁管内の地質・地下資源調査を行っていたが、それは各種情報をマップと報告書の形で集約して提供していた。マップにはボーリングの位置を、報告書には柱状図をまとめていたが電子化は行っていなかった。また、この頃、活断層の断層モデルを使った強震動予測の研究も北方建築総合研究所と共同で実施していた。この時、痛切に感じたのが地盤ボーリングデータベースの不在であり、そのために一からすべてを作り上げる苦労を味わい、大変な思いをしたことを今でも覚えている。

平成 17 年 10 月 21 日に第一回自治体・産総研地質地盤情報連絡会が設置され、その時に「北海道立地質研究所における地質地盤情報整備の現状（その 2）と課題」として話題提供を行ったことがある。当時、開発中の ArcGIS ベースのボーリングデータベースを紹介した。また、この時に、地盤ボーリング資料を組織的、系統的、継続的に集積する取り組みは行ってきてはなかったことも合わせて報告した。すなわち、入れ物は作ったが、中に蓄積すべきデータを入力するための具体的なアクションプランが無かった、ということである。

しかし、平成 19 年度・平成 20 年度・平成 21 年度を契機に、次々と地盤ボーリングデータベー

ス関連の研究課題が立ちあがり、環境は激変した（図1）。とくに平成20年度から産総研と共同で開始した研究「石狩低地の浅層地下地質・構造の解明に関する研究」により、札幌市を含む石狩低地下のボーリングデータベースが構築されコアボーリングにより詳細な沖積層の解析を進めることができた。この研究にあたっては産業技術総合研究所研究主幹の木村克己博士による多大な尽力があったことは記さねばならない。地盤ボーリングデータベースにより、沖積層の形状が面的に把握することができたが、それは地殻変動の影響を面的に考察可能になったことも意味する。石狩低地の沖積層基底付近の形状を見ると、その凹凸が地下に伏在する背斜・向斜構造と調和的であること、すなわち、伏在しているがアクティブな断層関連褶曲構造の検出にも役に立つことを示している。地盤ボーリングデータベースは都市直下に伏在するブラインドスラストの検出・解明に必要な不可欠なツールであることは明白となった。

国土交通省は平成20年3月から KuniJiban の公開を開始した。しかし、その内の北海道についての公開件数は他県と比べて圧倒的に少ない。また、それにも比して北海道庁あるいは市町村のデータは公開どころか、電子化の目処すら立っておらず、系統的な整備を行う必要性を感じた。そこで、平成21年度から、「地盤情報データベースの構築（その1 道庁保有のボーリング資料編）」をスタートさせた。本課題は、あえて情報収集に特化し、短期間に組織的・系統的に集めることに集中させた。現在、道庁関係の収集は完了し、市町村関係の収集に着手している。

これまで研究課題の作り方は、限定された調査範囲の中でモデルを構築し、他方に波及させるか、それぞれの事例研究として行うか、いずれにしても「部分的」に取り組むのが常道であったし、それ以外は「目的が明瞭ではない」などの評価をもらい事業化することは困難、否事実上不可能であった。所の理解があつてと自覚しているし、所には継続的・組織的に地盤ボーリング資料を収集するための仕組みを持つことが重要であり、今後はそれを基盤とした新たな研究開発が望まれることを主張した。

### 3. データベースの活用事例（強震動予測）

平成24年度からは「その2. 市町村保有のボーリング資料編」のスタートと並行して、道からの受託による地震動被害予測の研究も開始している（図1）。これは1995年以降よりスタートした活断層調査の成果や海溝型地震に関する目覚ましい研究成果、太平洋沿岸を500年間隔で襲う巨大津波の研究成果を取り込んだ地震防災計画の再構築が急務の課題であったことが背景にある。内陸地震の想定も、石狩や弟子屈など歴史地震などで、活断層は考慮されていなかった。

活断層などの調査成果をもとに断層モデルを構築したが、もう一つ整備しなければならないデータがあった。それは地盤の揺れやすさを算出すること（強震動予測研究）であり、もっとも手間がかかるのがボーリングデータベースの構築とそれに基づく地質モデルの構築である。

すでに道総研では250mメッシュの地形分類（若松・松岡，2005）を用いたAVS30（松岡・若松，2005）を使った概算を行っていたが、道よりより詳細な被害予測結果の算出を求められた。そこで地形分類によるAVS30にボーリングデータを用いたAVS30（内閣府，2005）を混在させて計算させる手法（末富ほか，2007）で取り組む計画で進めている。

なお、並行して進めている市町村のボーリングの資料は、調査件数はそれほど多くは無く、データベースの登録数といった観点からは、あまり多くの貢献は望めない。しかし、データの大半は小・中学校など避難所や役場や病院など防災対応の拠点施設の地盤情報であることから、一つの資料の価値は非常に高いと考えている。すなわち、メッシュの中の「地盤」を評価する代

表点とみなすことには問題があるかもしれないが、避難施設の地盤を評価という点でははずれていないと考えられるからである。

#### 4. 将来の課題

本データベースは、今後、所内の研究課題において利活用されることは間違いないが、他機関との連携には、情報公開も含んだ情報の流通が必要である。当所としては、まず、北海道庁にデータベースの認知と利用、そして公開にむけた提案について、近いうちに協議を再開する見込みである。

データベースは共有することによって威力を発揮することから、共有化は本質であり、生命線である。しかし、縦割りのシステムはしばしばその障害となりやすい。私達の理想は、横断的に構築された“統合型データベース”の実現であり、すでにその入れ物はできている（統合化地下構造データベース）が、データをいれる道筋はまだはっきりとは見えていない。例えば KuniJian は間違いなく我々の見本であるが、あえて批判するならば省庁にわたる「国地盤」の情報が統合化されたわけではないという点である。行政のシステムはご存知のようにツリー構造である。実はその姿こそ近代科学が作り上げたシステムに他ならならず、そのシステムがもたらす影響は、法学や経済学などあらゆる学問にまで浸透している。我々もツリー構造の中で安穩としている住民である。したがって、そのシステムを障害と感じる「地質情報」に取り組むということは近代科学が作り上げたあらゆる「既得権」との衝突から免れ得ないことになる。ポストモダン社会への適応行為は、同時に近代科学との矛盾から来るあらゆる障害と闘わざる負えないことを意味し、これが「本当の課題」ではないだろうか？

「地質情報」が重要と考える理由は高度情報化社会に適応するためである、と個人的には理解している。しかしすでに「情報」も、従来の言う「知識」や「データ」も含むものの、それだけではないものに変容しつつある。すなわち、受動的な意味合いをもつ information や dataにとどまらず、それらをどのように使うかという観点として、intelligenceの方が実態を表すのではないだろうか。情報化社会や高度情報化社会といったテーマの中で問題になっているのは intelligence のあり方である。すなわち受動的な情報収集ではなく、積極的（能動的）な情報整理が求められており、目的性をもった情報の解釈が、なにより求められている。近代が終わりを迎え、ポストモダンになるといわれてひさしいが、それがどのような社会になるかはわからないものの、少なくとも「情報化社会になるだろう」という意見に異を唱える者は少ないだろう。しかし、近代からポストモダンの世界への行く先には、これまで近代科学が大事にしてきたものへの破壊が待ち受けている。例えば、電子情報に正本と写本の区別は本質的には失われ、そのどちらの性質ももつシミュラクルと呼ばれるものになっているが、これが著作権やプライオリティの問題と衝突を起こすのは極めて自然なことだと理解できる。私は最近まで、Google がなぜ「いろいろと問題」を起こすのか良く理解できなかったが、近代科学が生んだシステムとの衝突は避けられない宿命であることを理解すれば、当然のことと腑に落ちた次第である。

現在、私達が収集している市町村のポーリングデータは、非公開を条件に集めており、公開はできない。しかし、それと矛盾するが、将来も非公開のままが良いなどとは思っていない。産技連の今後の課題として提案したいのは、地方公共団体が地質情報を積極的に公開する仕組みを今後も検討していただきたいということである。たとえば、「環境アセス」のように「防災アセスメント調査」を義務づけることができたならば、自治体は既存調査の成果を事業者などに積極的に公開する義務を負うことになるだろう。これに対し、よく聞くのが財産権を侵害するから公開できない（または積極的にしたくない）、という論調である。今後、まじめに検証すべき課題と考えるのがいかがであろうか。

文献

内閣府（防災担当）（2005）地震防災マップ作製技術資料. 143p

松岡昌志・若松加寿江（2005）地形・地盤分類 250m メッシュマップを用いた地盤の平均 S 波速度分布の推定, 日本地震工学会大会-2005 梗概集, 418-419.

末富岩雄・石田栄介・福島康宏・磯山龍二・澤田純男（2007）地形分類とボーリングデータの統合処理による地盤増幅度評価と 2004 年新潟県中越地震における地震動分布の推定, 日本地震工学会論文集, 7, no.3, 1-12.

若松加寿江・松岡昌志（2005）地形・地盤分類 250m メッシュマップについて, 日本地震工学会大会-2005 梗概集, 416-417.

	平成15年度	平成16年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
北海道農政部 依頼調査	網走支庁管内地質・地下資源調査	印刷・発行			上川支庁管内における地質・地下資源調査		空知支庁管内の地質・地下資源調査							(未定)
産総研との 共同研究						石狩低地の浅層地下地質・構造の 解明に関する研究		至集中帯(空知南部・胆振)						
経常研究 (産総研)								地盤情報データベースの構築(その1 道庁保有のボーリング資料編)						地盤情報データベースの構築(その2 市町村保有のボー リング資料編)
重点領域研究 (産総研)		活断層被害予測マップ 及び防災マップの作成 に関する研究					災害に強い都市構造形成のための 自然災害リスク評価手法の開発に 関する研究							環境に配慮した地域づくりを支援 するGIS情報の整備と情報共 有・発信インターネットの開発
北海道総務部危 機対策 (連受託)			第1回自治 体-産総研 地質地盤情 報連絡会	地質地盤 情報協議 会設立	Kunjiban の公開を 開始		統合化地 下構造 データベース の公開を 開始	産総研:地 質データベース 特集	津波防災地 域づくりに関 する法律	戦略的環 境アセスメ ントの導入				北海道の新たな想定震源に基 づく地震被害想定と地震防災戦 略に関する研究
おもなイベント														

現在、研究評価中の課題であり、執筆時点では認められていないことから破線で表記した。

図 1 データベース構築関連の研究課題の変遷

## 福島県農業総合センターにおける放射性物質に対する研究

佐藤 睦人（福島県農業総合センター）

### 1 はじめに

平成 23 年東北地方太平洋沖地震に伴い発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により、広い範囲に放射性物質が飛散した。福島県では多数の住民が避難を余儀なくされ、平成 24 年 10 月現在で 6 万人近い方々が県外へ避難している現状である。

事故直後の 3 月 16 日に採取した原乳から暫定規制値を超える放射性物質が検出された後、3 月 21 日にはホウレンソウやカキナ、原乳の出荷制限が指示されるなど、農産物の汚染が問題となった。

福島県農業総合センターでは、原発事故直後から、専門家のアドバイスを受けながら放射性物質対策試験研究に取り組んできた。本講演では、これらの取り組みと得られた成果の一部について報告する。

### 2 農業総合センターの組織と研究内容

<農業総合センター>（放射能対策試験研究に関するものを抜粋）

#### ○本部

- ・安全農業推進部 農林水産物の放射性物質モニタリング
- ・企画経営部 研究成果の取りまとめと広報、除染用農業機械の開発・実証等
- ・生産環境部 放射性物質の分布調査、吸収抑制技術開発、現地調査、動態調査等
- ・作物園芸部 各種作物への移行実態解明、吸収抑制技術開発等

○果樹研究所 果樹に関する放射性物質の移行実態調査、吸収抑制技術開発等

○畜産研究所（本部） 肉牛、乳牛、豚に関する移行実態調査、吸収抑制技術開発等

- ・養鶏分場 鶏に関する移行実態調査、吸収抑制技術等
- ・沼尻支場 放射性物質の動態に関する調査

#### ○地域研究所

- ・会津地域研究所 会津地方の放射性物質に関する調査研究
- ・浜地域研究所 浜通り地方の放射性物質に関する調査研究、動態調査

### 3 試験研究の内容

福島県農業総合センターは、以下の7つの柱に沿って放射性物質に関する試験研究を進めている。

- ①県内農用地土壌の放射性物質の分布状況の把握
- ②放射性物質の簡易測定法の開発（土壌）
- ③各種作物の放射性物質吸収量の把握
- ④放射性物質の除去・低減技術の開発
- ⑤放射性物質吸収抑制技術の開発
- ⑥農産物加工における放射性物質の除去技術の開発
- ⑦農作業における放射線被曝低減技術の開発

上記の他に、様々な現地支援（除染、各種農産物の現地調査、実証展示圃）や独立行政法人、大学等の機関研究機関との連携試験、各種研修等を実施している。

### 4 研究成果

①県内農用地土壌の放射性物質の分布状況の把握

平成23年3月末から翌年1月にかけて、計9回にわたり県内農地の土壌採取・測定（約2600か所）を実施し、（独）農業環境技術研究所や農林水産省の協力のもと、農用地の放射性セシウム汚染マップを作成した。

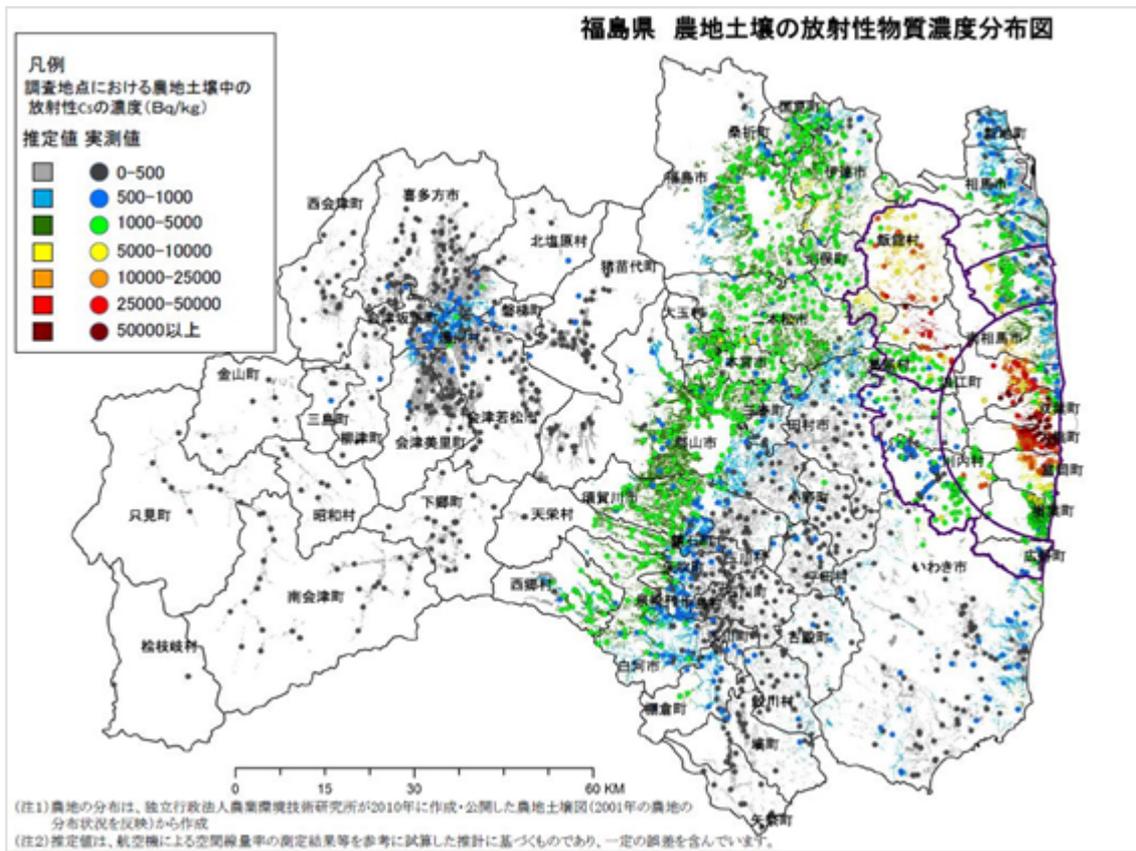
本成果は、除染や吸収抑制対策の選定等、各種対策に活用されている。

なお、現在、農作物と放射性セシウム吸収の関係について、土壌肥料成分や粒径組成、粘土鉱物組成等との関係を様々な機関と連携し調査している。

（独）産業技術総合研究所とは、農業用水の放射性セシウム迅速検出技術開発、および用水中に含まれる環境レベルの放射性セシウムが農作物に与える影響などについて研究を行っている。



第1図 警戒区域内の土壌調査



第2図 福島県農地土壌の放射性セシウム分布図(農林水産省ホームページより)

## ②放射性物質の簡易測定法の開発(土壌)

事故後、放射性物質を測定するゲルマニウム半導体検出器は福島県内にほとんどなく、土壌中の放射性セシウムを分析する手立てが限られていた。そこで、空間線量測定に使用されるNaIサーベイメータを用いた土壌中放射性セシウムの簡易測定法開発に着手した。5月下旬に実用化に至り、技術の普及に努めた。

現在は、鉛遮蔽体を備えるNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータが県内に広く普及し、より正確な測定が可能となっているが、事故後の測定機器が無かった時期において土壌中の放射性セシウム濃度を知る方法として大きな役割を果たしたと考える。

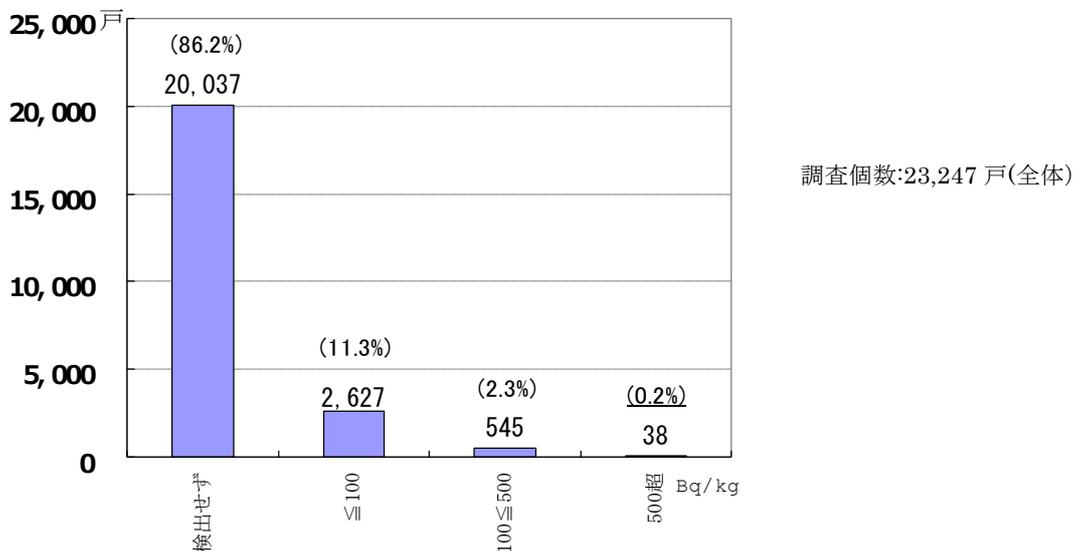
本手法のマニュアルは福島県のホームページで公表している。

## ③各種作物の放射性物質吸収量の把握

事故後、農作物が土壌から吸収する放射性物質の実態を早急に知る必要があった。そこで、センター本部、地域研究所(会津坂下町, 相馬市), 果樹研究所, 畜産研究所, 現地ほ場において各種農作物を栽培し, 吸収量を調査する取り組みを直ちに開始した。また, 採取深度を変えることで放射性物質の濃度に差をつけた土壌や性質の異なる土壌を用い, これらの違いと吸収量との関係を確認する試験も実施した。その結果, 交換性カリウム含量や粘土含有量・組成等により放射性セシウム<sup>137</sup>の吸収量に違いが認められることや, 作物間に吸収量の差が認められること等が明らかとなった。

なお, 平成 23 年 6 月以降, 当センター内にゲルマニウム半導体検出器が順次導入され, 専属の分析担当職員を置くことで農産物の放射性物質モニタリング体制を整えた。

水稻, 大豆等の穀類, 野菜, 花き, 果樹, 特産作物, 牧草等の放射性物質吸収量を把握するとともに, 土壌の違いや有機物含量, 施肥の違い, 用水中の放射性セシウム<sup>137</sup>など, 様々な条件が放射性物質の吸収に及ぼす影響も調査している。また, 県内の現地調査を行い, 放射性セシウム<sup>137</sup>が玄米等に多く吸収された原因を逐次解明している。



第 3 図 米の放射性物質緊急調査の結果(平成 23 年産玄米)

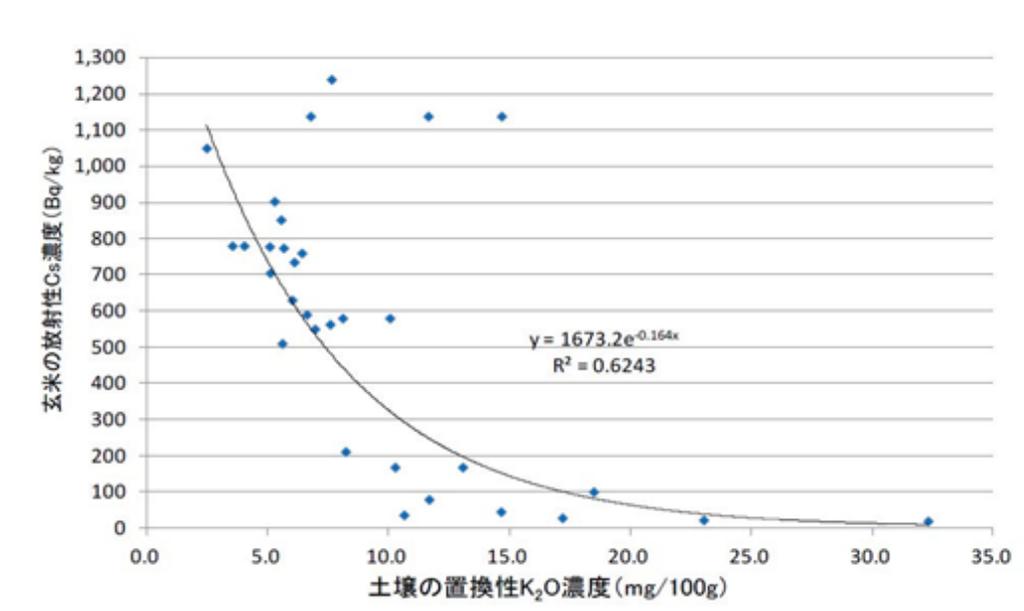
## ④放射性物質の除去・低減技術の開発

ヒマワリやアマランサス等, 土壌中の放射性セシウム<sup>137</sup>を除去できるといわれる植物について, 効果を確認した。これらの植物による除去効果は低いことが明らかとなっているが, 他の植物についても検索中である。

土壌表土の削り取りによる放射性物質の低減効果を調査するとともに, 各種の工法を検討した。表土の処理について問題が残るが, 削り取りの除染効果は高く, 県の除染対策マニュアル等に活かされている。

## ⑤放射性物質吸収抑制技術の開発

カリウムや硝酸態窒素, バーミキュライトやゼオライト等の吸着資材により農作物への移行を抑制する技術を検討した。水稻ではカリウムによる放射性セシウム<sup>137</sup>の吸収抑制効果を確認し, 生産現場での吸収抑制法として取り入れた。



第 4 図 土壌の置換性カリウム濃度と玄米の放射性セシウム濃度との関係

⑥農産物加工における放射性物質の除去技術の開発

放射性物質の可食部内での分布を調査するとともに、様々な加工による動向と低減効果を検討した。濃度が低減する加工法(砂糖漬け・塩漬け)、増加する加工法(干し柿等)があることを明らかにした。

県特産のアンボ柿の例では、放射性セシウムが規制値を超える可能性があるとの結果をいち早く報告し、昨年及び今年の生産を判断する際に活かされた。

⑦農作業における放射線被曝低減技術の開発

農作業や農業施設内外の作業における被曝状況を調査するとともに、被曝軽減方法を検討した。

果樹園での作業は樹体から受ける外部被曝が懸念されるが、樹体の洗浄(剥皮)により線量を低下できた。

また、水稲のコンバイン収穫作業や脱穀作業では空間線量が増加しないこと等を明らかにした。

## 5 終わりに

放射性物質の動態については不明な点が多く、今後も継続的な調査・研究を行う必要があると考える。中でも放射性セシウムの水稲、大豆等への吸収メカニズムの解明と吸収抑制技術の確立は急務であるとともに、環境中の動態や農作物への移行についての継時的変化等、長期的視野に立った調査が重要と考える。

最後に、福島県に対する多大なるご支援に対し、心より感謝を申し上げたい。

## 参考資料

農林水産技術会議(2012)農地土壌の放射性物質濃度分布図

福島県農業総合センター(2011)土壌放射線測定簡易マニュアル

福島県・農林水産省(2011)放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析(中間報告)

## 福島県内の放射性物質モニタリングと土壤環境調査

保高 徹生（産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門）

### 1. はじめに

東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所（以下、原発）の事故により大気中に放出された放射性物質は降雨等により地表面へ沈着し、東北・関東地方を含む広範囲の農地や市街地の土壤や森林等の陸域でヨウ素 131（以下、 $^{131}\text{I}$ ）、セシウム 134、137（以下、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、もしくは放射性セシウム）等の放射性物質が検出されてきた。産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門では、福島県農業総合センターや川俣町等の地元自治体と連携と取りつつ、昨年度から土壤中の放射性セシウムの挙動評価や水中の放射性セシウムのモニタリング技術の開発を行なってきた。本発表では昨年度から行なってきたモニタリング結果の一部を概説する。

### 2. 土壤中における放射性物質の挙動

地表面に沈着した放射性物質は、①自己崩壊に伴う濃度減衰、②土壤中での移動、③風雨による飛散・流出、④植物等による吸収により、その濃度を変化させ、環境媒体中を移動する。

自己崩壊に伴う濃度減衰は、放射性物質の半減期により支配される。半減期が約 8 日の  $^{131}\text{I}$  の濃度は事故当初の数十万 Bq/kg から 6 月には 100Bq/kg 未満と 1/1000 以下まで減少している。また、半減期が約 2 年の  $^{134}\text{Cs}$ （約 2 年）も現在、当初濃度の約 6 割まで濃度を提言させている。一方半減期が 30 年の  $^{137}\text{Cs}$  はその濃度について大きな減少傾向は見られない。

#### 2.1. 土壤中における放射性セシウムの存在形態

放射性セシウムは土壤中でどのような状態で存在するのだろうか。土壤中で放射性セシウムは主に 1 価の陽イオン ( $\text{Cs}^+$ ) として存在する。土壤中には粘土鉱物や有機物等の表面に多数の負電荷が存在しており、他の重金属類や陽イオンと同様に、放射性セシウムはこれらの負電荷に吸着する（イオン交換態）。その中でもフレイド・エッジと呼ばれる風化した雲母類の外縁部分に存在する層荷電部分は、セシウムを強く吸着する性質を持つ<sup>1) 2)</sup>。例えば井上らにより推定された 17 種類の土壤の放射性セシウムの分配係数は 200ml/g（砂質土）～8,000ml/g（シルト質土）であり、土壤への吸着能が非常に高い<sup>3)</sup>。

この性質は今回の事故により土壤に沈着した放射性セシウム汚染土壤でも同様の傾向が見られる。図-3 に福島県内で筆者ら実施した福島県内の土壤の放射性 Cs の逐次抽出試験の結果を示す<sup>4)</sup>。3 種類の土壤の事故後約 9 ヶ月 10 日経過した放射性セシウムの存在形態は、いずれの土壤でも固定態（非交換態、残渣）の放射性セシウムが 95 %以上を占めており、イオン交換態の放射性セシウムは 0.5 %～4 %程度であった。また水溶態の放射性セシウムは礫混じり細粒分質砂で 0.5 %が検出されたが、それ以外の土壤では定量下限値未満（0.5 %）であることを確認した。

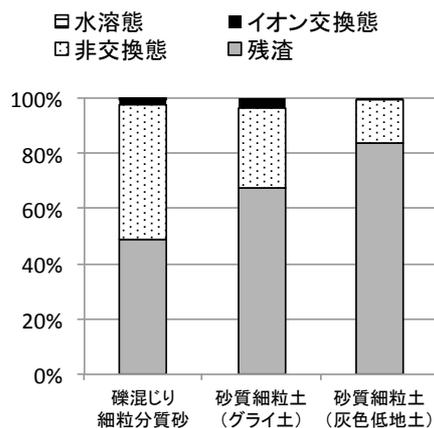


図1 複数種土壌の放射性セシウムの存在形態<sup>4)</sup>

## 2.2. 土壌中における放射性セシウム深度方向の分布

図-4 に 2011 年に耕作未実施水田 A, 耕作実施水田 B, C の 3 圃場の放射性セシウムの深度方向のプロファイルを示す<sup>4)</sup>。2011 年 12 月 22 日の時点（半減期を考慮し分析時の濃度を採取日時点の濃度に換算）で、未攪乱の水田 A では表層 1 cm に放射性セシウムの 39 % が存在しており、92 % が表層から 5 cm 以内に分布している。一方、耕作実施の水田 B では、表層 1 cm の濃度が高く、20 cm まで徐々に濃度が低下する傾向が、また水田 C では表層から 20 cm までほぼ同程度の濃度となっている。水田 B, C は代かき等の攪拌により当初表層付近に存在した放射性物質が下層にも移行しているが、特に水田 C は少なくとも深さ 20 cm までよく混合されたものと考えられる。土壌中の放射性セシウムの措置を行う際には、その範囲が重要となるため、事前に深さ方向の濃度分布を確認することが重要となろう。

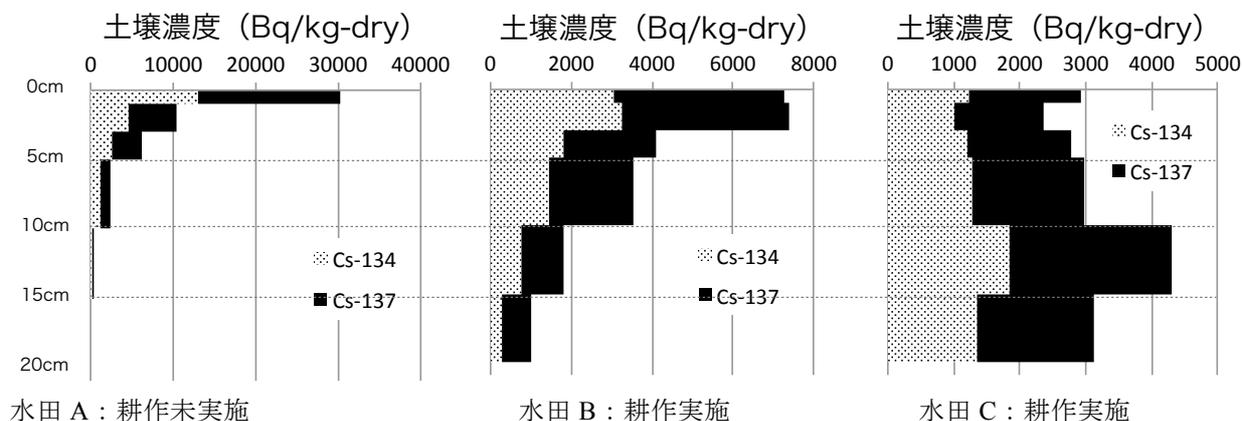


図2 水田中の放射性セシウム濃度の深度方向のプロファイル（2011 年 12 月時点の濃度に換算）<sup>4)</sup>

## 3. 環境水中の溶存態放射性セシウムのモニタリング方法の開発と適用<sup>5,6)</sup>

環境水中の放射性セシウムは主に溶存態と懸濁物質付着態が存在し、溶存態の放射性セシウムは植物に吸収されやすいことから注目されている。溶存態放射性セシウム濃度は、多くの場所で 0.2Bq/L 未満と非常に低濃度であるため、通常の測定ではゲルマニウム半導体検出器では約 6~13 時間でも定量ができない。そのため、大量の水を長時間かけて濃縮し測定する必要があった。

本研究では、溶存態の放射性 Cs を特異的に吸着するプルシアンブルー（以下, PB）を担持した不織布を用いて環境水中の溶存態放射性 Cs を迅速に濃縮して測定が可能となるモニタリング方法を開発し

た．本方法はPB不織布を充填したカラムに2.2L/minの流速で10分～40分程度かけて放射性Csを含む水を20L～100L通過させることでPB不織布に放射性Csの濃縮し，ゲルマニウム半導体検出器で分析する方法である．0.45 $\mu$ mメンブレンフィルターを通過した1.5Bq/Lの放射性Csを含む調整水を用いて12カラムの通水試験の結果，原水中の放射性Cs濃度に対する回収率は測定値で103%（測定誤差範囲95%～111%）であり，最初の6カラムで全体の80%～90%が回収されることが確認された．また，本方法を用いて2012年3月～7月まで福島県内のモニタリングをした結果，福島第一原発から北西に40kmの渓流水中の溶存態放射性Cs濃度は0.04～0.07Bq/L，福島第一原発から南東に70kmの農業用水では0.01Bq/L程度と推定された．

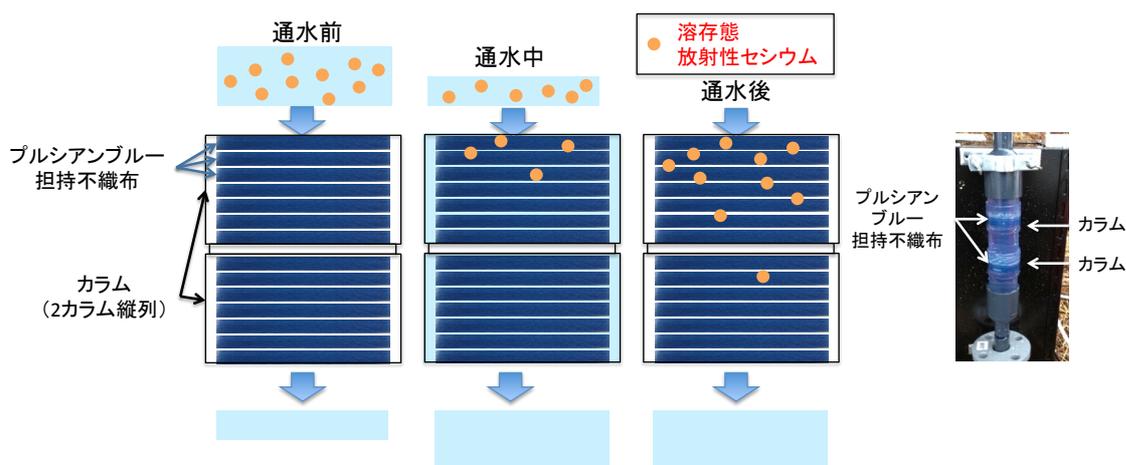


図3 プルシアンブルー担持不織布とカラムによる溶存態放射性セシウム吸着の概要<sup>5)</sup>

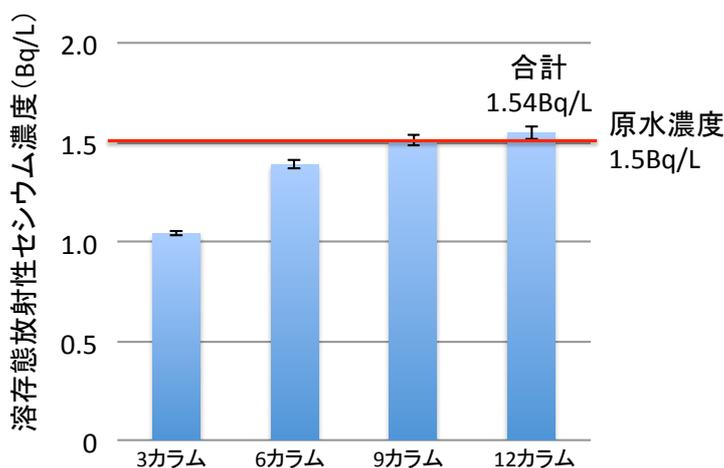


図4 プルシアンブルー担持不織布の通水カラム数と放射性セシウム回収率<sup>5)</sup>

#### 4. まとめ

福島県内における土壌中の放射性セシウムの挙動評価や水中の放射性セシウムのモニタリング技術の開発について論じた．今後も引き続き福島県農業総合センターや自治体、企業との共同研究を進め、管轄省庁等と連携・協力して、環境中の放射性セシウムの動態把握を行っていく予定である．

## 引用文献

- 1) 中尾淳：放射性セシウムが土壌に固定されるメカニズム（別添資料）．（2011）
- 2) 石川奈緒，内田滋夫，田上恵子：放射性セシウムの水田土壌への収着挙動における粘土鉱物の影響．  
RADIOISOTOPES, **56**: p. 519-528 (2007)
- 3) 井上頼輝，森澤眞輔：放射性核種の土壌と水との間の分配係数値．日本原子力学会誌, **18**: p. 524-534 (1976)
- 4) 保高徹生，中村公人，三浦俊彦，佐藤利夫，黒沢亘，掘田朝丈，川辺能成，張銘(2012)：複数種の土壌における放射性セシウムの深度分布と存在形態の比較．in 第47回地盤工学会研究発表会講演要旨．
- 5) 産業技術総合研究所 HP. 水中の低濃度の溶存態放射性セシウムを簡易・迅速に測定．2012 10.10.2012.];  
Available from: [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/new\\_research/nr20120905/nr20120905.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/nr20120905/nr20120905.html). (2012)
- 6) 保高徹生，川本徹，川辺能成.，佐藤利夫.，佐藤睦人，中村公人：プルシアンブルー不織布を用いた灌漑用水中の低濃度放射性セシウムモニタリング技術の開発．平成24年農業農村工学会大会講演会 講演要旨集，(2012)

## 広域地下水流動シミュレーションによる地下水汚染評価

丸井 敦尚

（産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 地下水研究グループ長）

### 1. はじめに

東日本大震災（東北地方太平洋沖大地震）において、東北地方太平洋岸の海岸平野では津波などにより地下水が塩害を受けた。また一部地域では放射性物質による汚染も観測され、大きな問題となっている。壊滅的な被害を受けた多くの地域では、復興のために必要な地球科学情報の筆頭に挙がると言っても過言でない地下水情報だが、スポット的な調査にとどまり、広域的な調査はなかなか進んでいない。当研究グループでは、段階的な調査研究を実施することで、確実な情報に基づき地下水の汚染評価を実施し、今後の復興活動に供することを考えている。

### 2. 研究の方法

#### 2. 1. 地下水概要調査

東北地方太平洋岸の海岸平野において、既存の井戸や河川を対象に水試料を採取・分析・マッピングすることで、津波災害や地震災害に伴う地下水リスク・水文水リスクを評価する。本研究では、各地の大学や地方自治体などと共同で、約400件の試料を採取し、一般水質分析・同位体分析等を実施している。地域の“水”に関する、性状・涵養地域・流動などに関する基礎情報を収集する一方、塩水化や放射性物質による汚染の状況を評価している。

また、海域においては連続画像撮影や電磁探査等の手法により、海域の地質構造・帯水層構造・淡水領域等を可視化し、地下水の流出する可能性のある地域を見極め、将来的な海域調査（海域に湧出する地下水の汚染評価）の基礎情報としている。

#### 2. 2. 地下水詳細調査

地下水概要調査の結果を踏まえて、南相馬市、気仙沼市、陸前高田市、館林市の各地において、数カ所に深度を変えた観測井を掘削し、帯水層の存在する深度で水理試験などを行うことにより、深さごとの地下水流動速度や地下水の滞留時間、汚染の到達度合などを評価する予定である。実際の掘削は今冬から開始される予定であるため、現状での詳細報告はできない。

#### 2. 3. 地下水汚染リスク評価

東北地方太平洋岸の海岸平野を対象とした地下水流動解析を平野ごとに実施し、地下水の流動系や滞留時間などを可視化する。これにより各平野内での地下水の賦存状態や流動状況を把握し、平野内における産業復興適地の提言や人口的に除染をしなければならない地域等を示すことを目指している。

### 3. これまでの解析結果と考察

仙台平野を中心とした地域における震災前の地下水の状況を解析した事例を図1, 津波の到達した範囲を図2にそれぞれ示す。塩害が懸念される宮城県では、農地の分布と地下水流動状況の対比がすでに行われ、今後のインフラ整備も踏まえつつ地下水資源の状況も明らかにされてきた。地下水供給が再開の一の指標とされるようになっている。

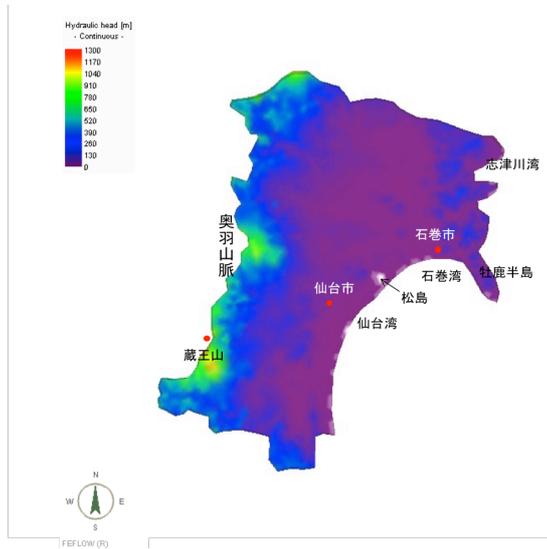


図1 仙台平野の地下水流動

震災前のデータを用いた地下水位解析による地下水流動、広い範囲の地下水が仙台湾に向かって集中流下していることがわかる。

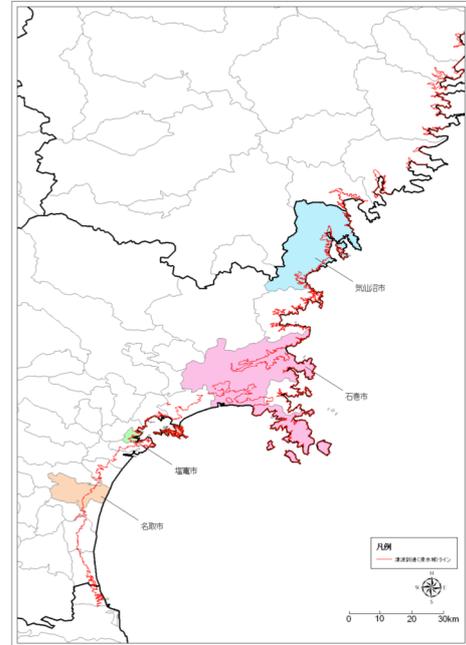


図2 宮城県から岩手県南部にかけての津波浸水範囲

赤線で示された範囲が震災時に津波が到達した範囲を示す（出典：東北地方太平洋沖地震津波学術合同調査チーム）

津波は、沿岸のごく限られた範囲にしか到達していないが、津波到達範囲の地下水の性状と同様の地域は仙台平野に広く分布する。このため、今後の地下水資源の安定的かつ安全な利用に関しては広い範囲で地下水調査し、その流動方向や滞留時間等からこれを担保する必要がある。

福島県に関しては、浜通り地域の塩害に加えて放射性物質の飛散による汚染も懸念されている。図3には文部科学省の発表した地表面に蓄積したセシウムの濃度分布が示してある。これと同県内における地下水流動の事前解析結果を比較すると、暫定的に定めた警戒区域である30km圏が阿武隈山地の尾根線と一致する部分が多く、地下水流動の観点からみて効果的であったことがわかる。また、沿岸地域には粘土層の分布が確認されており（地下水Gr報道）、塩害共に深部地下水の汚染は考えづらいことも示唆された。

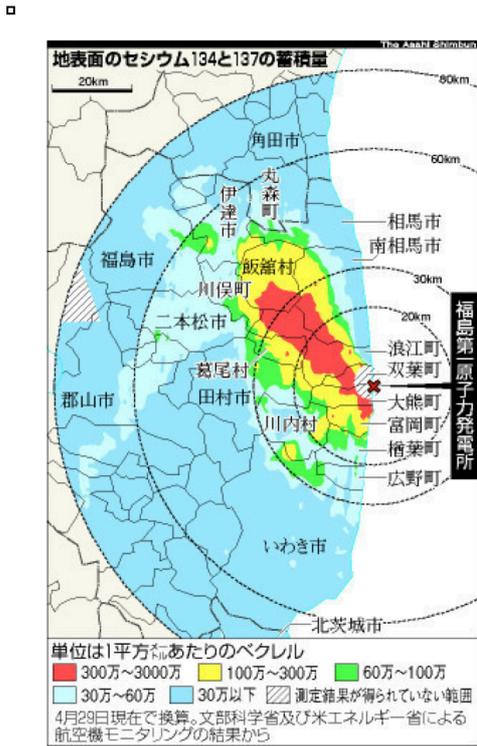


図3 地表面のセシウム蓄積量分布  
(出典：文部科学省)

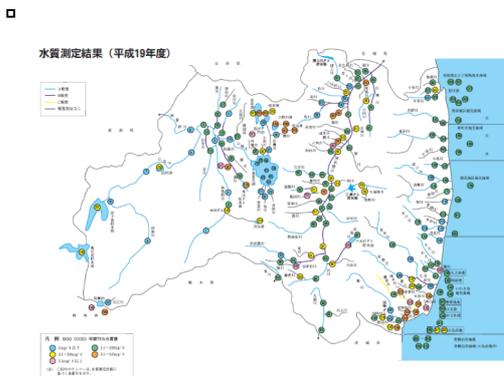


図5 福島県の水質測定結果  
(出典：福島県)

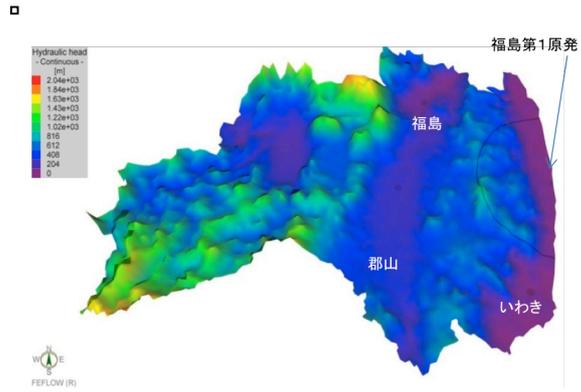


図4 福島県の地下水流動事前解析結果

福島県全域の水頭分布. 水頭分布から, 浜通りにある福島第一原発周辺の地下水は, 阿武隈高地への降水によって涵養され, 海に向かって流れることが判読される. また, 会津盆地の地下水には, 地形から見て, 半径 30km 圏内の地下水が流出しないことも分かる.

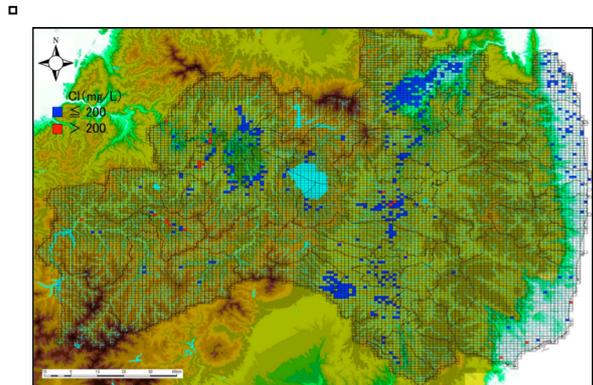


図6 塩化物イオン濃度分布 (出典：福島県)

図5, 6は福島県による地下水ならびに地表水の水質測定結果とこれをもとに作成した塩化物イオン濃度の分布である. これらと今回の調査で採水した地下水などの水質分析結果から, 津波汚染の範囲を3次元的に示すことができると考えている. また, 図7は越谷・丸井(2011)による福島県浜通り地域の堆積層分布とそこに賦存する地下水の量を示している. 地下水の流動解析の結果を用いて, 今後自然に任せて除染される場合の期間が解析可能となっている. さらに, 一部地域では自然浄化が行われず人間の手による除染を必要としていることなども評価できる. 産総研では全国レベルで同様のデータベースを保有しており, 今後各地の復興や新たな震災に対する予測にも活用できると考えている.

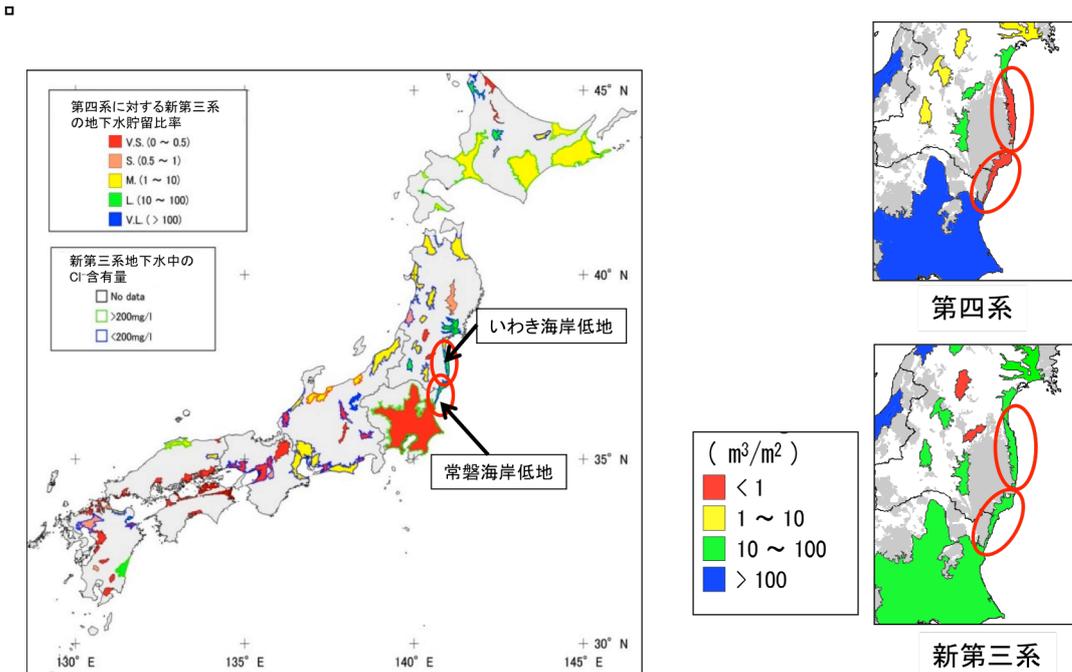
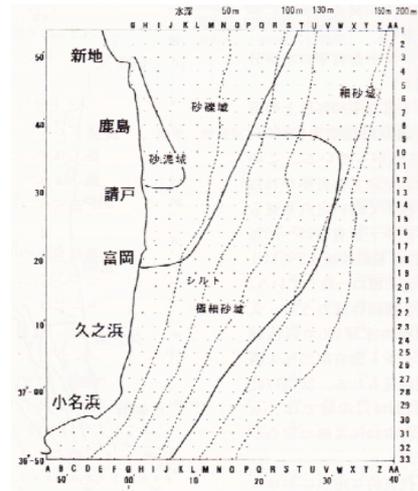


図7 全国の堆積層分布と地下水賦存量

福島県浜通り地域では、深部に比べて浅部の地下水賦存量が少ない。また、山地が接近して堆積層の幅も小さく浅層地下水が浄化されやすいことも推察される。

図8 福島県沖の底質分布 ⇒

福島県南部沖にはシルトなどの細粒物質が堆積しており、浜通り地域の浅部細粒物質層（第四系）と一致している。北部に堆積する砂礫層からは海底湧出地下水が期待される。（出典：福島県水産試験場）



#### 4. おわりに

当該研究グループでは、12月10日につくばで報告会を予定している。概要調査・詳細調査の中間報告を含めて報告される予定である。

#### 文 献

越谷 賢・丸井 敦尚 (2011) 日本全国の地盤調査ボーリングデータを用いた地形・地質条件に基づく地下水面の推定. 日本地下水学会誌 53(2), 179-191.

## 産総研の除染技術プロジェクトの現状と産技連との連携

景山 晃（独立行政法人 産業技術総合研究所）

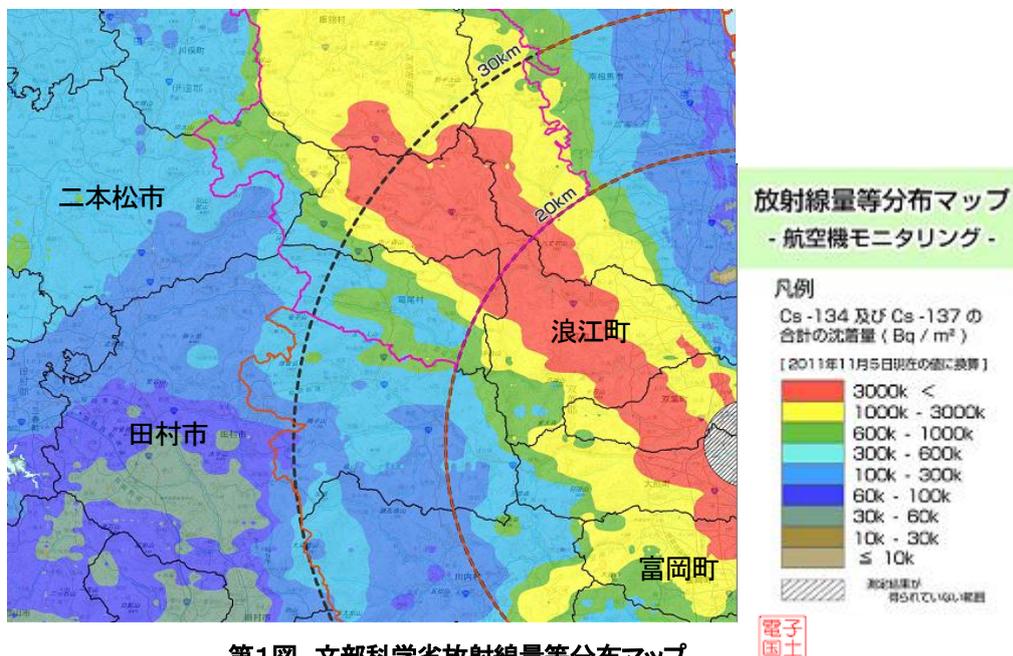
### 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災に関連した復興支援活動は公的機関の重要なミッションであり、産総研も放射線量の定点観測、公設研などへの放射線測定技術の普及、携帯用超小型線量計の開発と普及などを進めてきた。その一環として、プルシアンブルーによる放射性セシウムの吸着技術、すなわち、放射性セシウムで汚染された土壌、焼却灰等の減容化に資する研究開発をプロジェクト体制で進めている。このプロジェクトは喫緊の社会的課題に応えるもので、安全性に配慮しながら迅速な実行が求められるとともに、所内・所外で多くの部署、機関、企業が関係することから、研究ユニットを中心とする技術開発と併行してイノベーション推進本部においてプロジェクト全体を統合的に調整・運営してきた。

今般、産総研の技術を利用したミゼットプラントを福島県内に設置し、植物系汚染物の焼却および焼却灰からのセシウム抽出・吸着処理の実証試験を開始した。本報告ではこのプロジェクト活動を紹介し、産技連および各公設研ならびに各自治体との連携検討の一助としたい。

### 2. 放射能汚染の状況と除染対象

福島原発の事故に起因する放射能汚染状況は相当な情報が公開されている。放射性セシウムに代表される汚染は住宅、学校、道路、耕作地、草地、山林、河川など全域に及んでおり、これらを効果的に除染する必要がある。



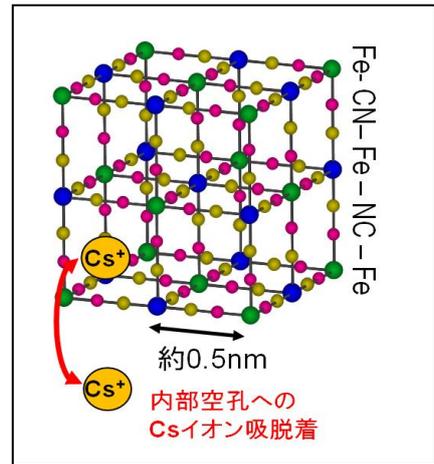
第1図 文部科学省放射線量等分布マップ

また、各自治体内に設置される仮置場や中間貯蔵施設の必要容量を考えると、除染だけでなく適切な濃度の範囲で汚染物を濃縮、減容化することが重要と思われる。

### 3. 産総研で開発中の除染、減容化技術の概要

産総研では以前から表示機器用にプルシアンブルー（以下、PB という）を応用する研究を進めてきた。一方、PB はセシウムを吸着することが知られている。そこで、東日本大震災に伴って福島原発から大量に放出された放

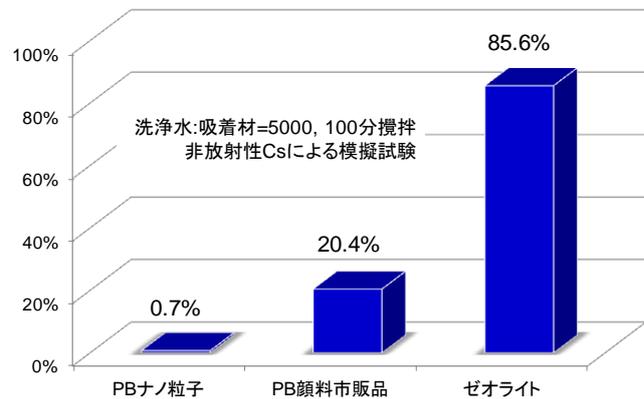
放射性セシウムを吸着処理して汚染土壌等の容量を減らす減容化技術の検討を開始し、2011年9月からはプロジェクト体制で推進してきた。その結果、産総研が進めてきたPBの一次粒子の大きさをナノメートルサイズに調整する技術によって、既存の吸着材をしのご特性を発揮することを見出した。特に、塩濃度の高い水溶液からの吸着性能は高く、吸着材の性能指標である分配係数は各種ゼオライトの1000倍程度、顔料として販売されているPBの10倍程度である。第2図<sup>1)</sup>にPBの化学構造を、第3図にセシウムの吸着性を示す。



第2図 プルシアンブルーの化学構造

格子状構造の隙間サイズがセシウムイオンの選択的吸着に有効とされる

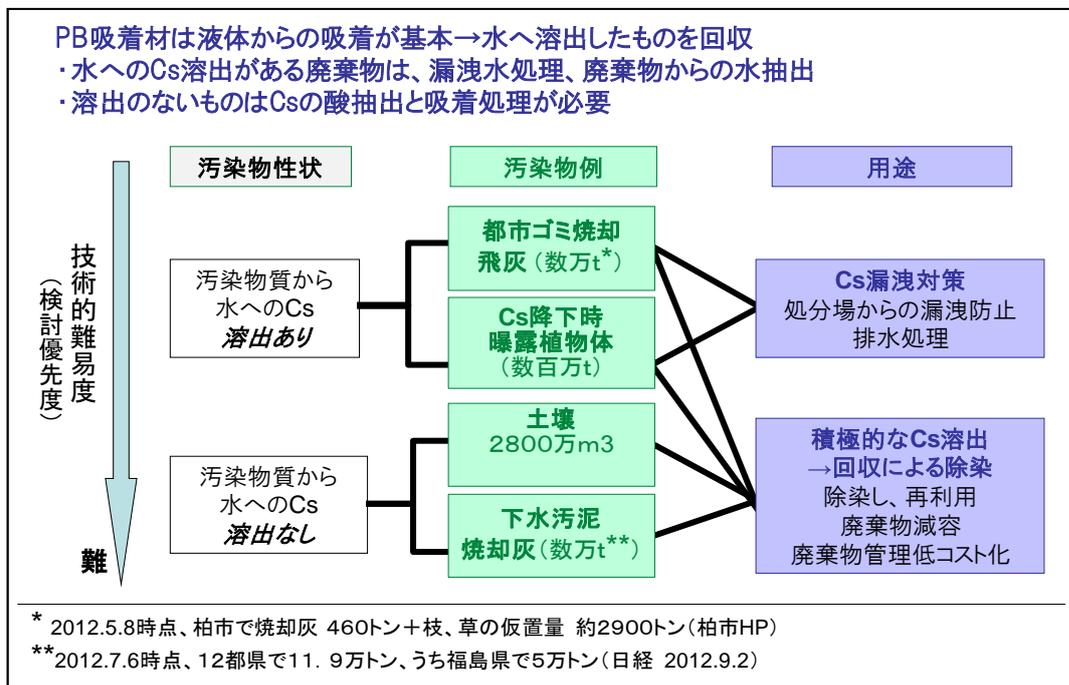
一方、減容化技術として実用性を判断するには、フルプロセスを想定した処理プラントを製作し、プラスコスケールの結果の再現性を実証する必要がある。その第一段階として国交省の委託事業を得て、タンク容量20L規模のミニプラントを設計、製作した。2012年3月には安定セシウムを含有する下水汚泥焼却灰からセシウムを抽出し、PBで吸着する実験を行い、プラスコスケールと矛盾しない結果が得られた。ミニプラントは焼却灰や土壌からセシウムを抽出する酸洗浄プロセスと酸の水溶液に溶出したセシウムを吸着し安定化する吸着プロセスからなり、トラックで搬送できる設計としてある。



第3図 樹皮焼却灰洗浄水の吸着材添加後のCs残留率

#### 4. 除染対象汚染物の検討

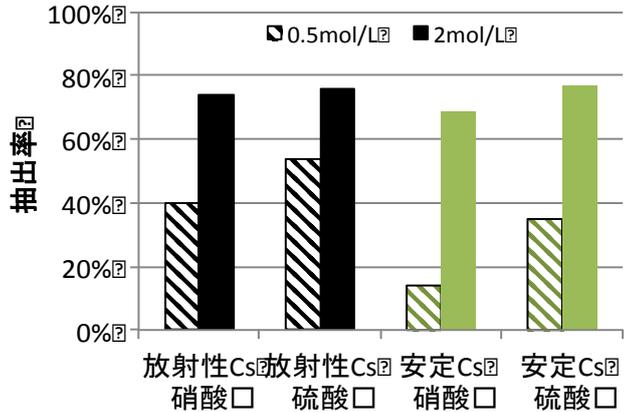
除染対象の汚染物は多岐にわたるため、PBによる除染・減容化技術の適用可能性を検討した。結果の概要を第4図に示す。都市ゴミや植物体の焼却飛



第4図 PB 吸着材の想定用途

灰からは放射性セシウム相当量が水で抽出できるが、土壌や下水汚泥焼却灰からセシウムを抽出するには低濃度の硫酸や硝酸を用いる必要があり、かつ、抽出量があまり高くない。

また、第5図に示すように、同じ土壌であっても、セシウムの種類や条件によって抽出率が異なるため、適用に際してはさらに詳細な検討が必要である。<sup>2)</sup>



第5図 酸による土壌からのセシウムの抽出率  
礫混じり細粒分質砂使用、条件によって抽出率が変化する



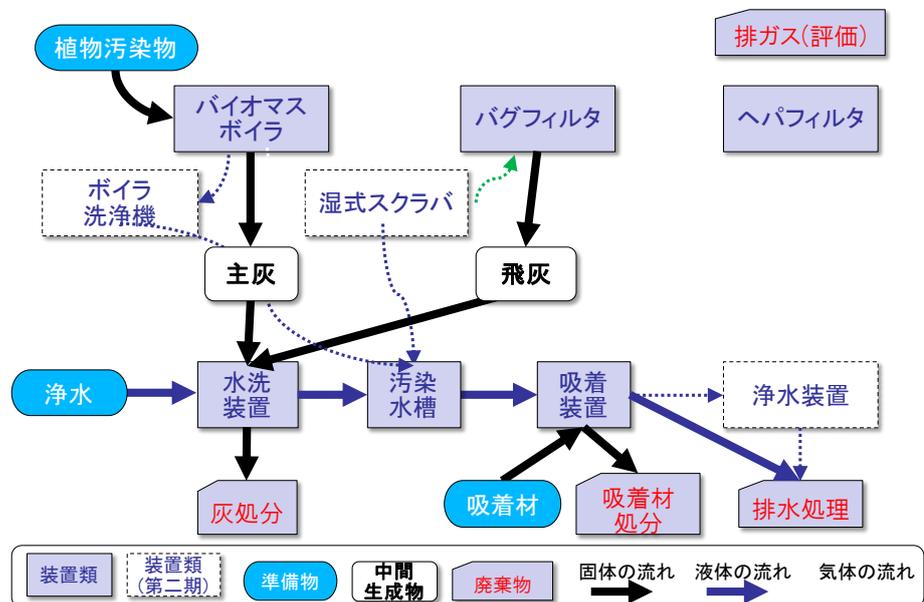
第6図 環境水のモニタリング用カラム

この不織布を分析するという簡便な方法である。すなわち、セシウム濃度が低い水を直接分析するのではなく、不織布に濃縮して分析する。現在、JSTの先端計測分析技術・機器開発プログラムに採択され、福島県農業総合センター、民間企業と連携して装置の実用化を進めている。

一方、河川や農業用水などの環境水に含まれる放射性物質のうち、溶存している量は次第に低減しつつあるとされている。ここで問題になるのが、低濃度の溶存放射性セシウムを短時間に精度よく測定する技術である。ゲルマニウム半導体検出装置を用いて従来の方法で1Bq/L以下の濃度を測定するには5~10時間を要したが、産総研が開発した新しい手法では30~60分で0.01Bq/L程度まで測定できる。これは、PB ナノ粒子を担持した不織布を入れたカラムを対象とする水を100~200L通して溶存態放射性セシウムを吸着させ、

### 5. 福島県内で実施している実証試験の概要

小規模なパイロットプラントを福島県内の自治体に搬入し、放射性セシウムで汚染された試料を用いた除染、減容化技術の実証試験を行うべく、複数の自治体と実施の可能性を検討してきた。放射性セシウムを含有する汚染試料を扱うことから、放射線の被曝管理および環境の二次汚染防止に配慮する必要がある。今般、ある民間企業と連

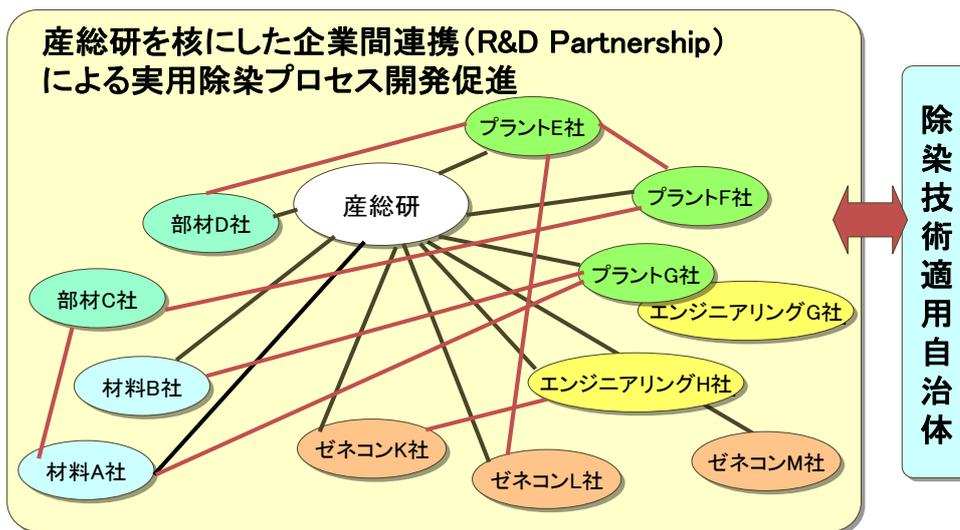


第7図 実証試験の概要

携して双葉郡の自治体の協力を頂いて実証試験を行っている。これは、木質の汚染試料を焼却し、焼却灰から放射性セシウムを抽出・吸着除去するもので、そのプロセスフローを第7図に示す。11月末までには第一次実証試験の結果が得られる見込みである。

## 6. 今後の展開

産総研はプルシアンブルーのナノ粒子という材料技術をベースに放射性セシウムの除染や減容化技術の研究開発を進めてきた。しかし、除染、減容化技術を真に実用化するには早い段階から中央省庁、地元自治体や公的研究機関に技術の可能性をよく理解して頂くことと合わせ、産業界との連携で事業として社会に提供できるレベルに仕上げていくことが不可欠である。第8図はこのような連携の理念を示したものであり、連携に際しては企業～企業間においても技術を相互補完したり共用する「ベストミックスモデル」の遂行が重要であるとの認識から企業各社にお願いし、よくご理解頂いているところである。



第8図 実用除染技術の開発連携モデル“ベストミックスモデル”

このような連携体制の下に、実証試験で所定の成果が得られれば、一刻も早い技術の実用化を目指したい。その際、除染が必要な地域の状況把握に強みがある産技連傘下の公設研および地元自治体との協力も重要になると考えている。

また、この研究開発プロジェクトを早い段階から支援して頂いた経済産業省、文部科学省、環境省、国土交通省、農林水産省などの中央省庁ならびに、内閣府～環境省の事業として2011年10月から実施された「除染技術実証試験事業」で協力させて頂いた郡山チップ工業(株)、東電環境エンジニアリング(株)をはじめ、ベストミックスモデルの下でご協力頂いている30社を越える各企業に紙面を借りて厚く御礼申し上げたい。一方、産総研内部においてはナノシステム研究部門、地圏資源環境研究部門、計測フロンティア研究部門ならびにイノベーション推進本部のチームプレーを旨とするプロジェクトであること申し添えたい。

## 文 献

- 1)産業技術総合研究所，プレスリリース資料(2012年2月8日)
- 2)保高ら，第18回 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会 講演要旨集(2012)

## 関西圏地盤情報ネットワークの活動の紹介

濱田 晃之（一般財団法人 地域地盤環境研究所）

### 1. はじめに

関西圏では、約 30 年前より学会活動を中心として地盤研究が行われ、地盤情報データベースが構築されてきた。この活動は 2005 年に形成された関西圏地盤情報ネットワーク（KG-NET）に引き継がれ、産官学が一体となり活動の輪を広げている。ここでは、KG-NET を形成する各組織とその活動の概略および関西圏地盤情報データベース（GI-base）を紹介する。

### 2. 関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET)

KG-NET は、第 1 図に示す 3 つの独立した組織で形成されている。KG-NET の活動の目的は、GI-base を“関西圏の財産”と位置づけ、関西圏における地盤情報の更なる発展を担うことである。以下に各組織の概要と活動の概略を述べる。

#### (1) KG-NET・関西圏地盤情報協議会（KG-C）

KG-C は、KG-NET を代表する組織である。KG-C の構成員は、行政・公益構成員（22 機関）、学識構成員（7 名）および協会構成員（4 協会）からなり、会長は国土交通省近畿地方整備局企画部長が勤めている。

KG-C の主な活動は、関西圏における地盤情報活用方策の検討・企画のための総会等の開催、地盤情報の収集・維持管理・活用及び地盤研究の支援である。

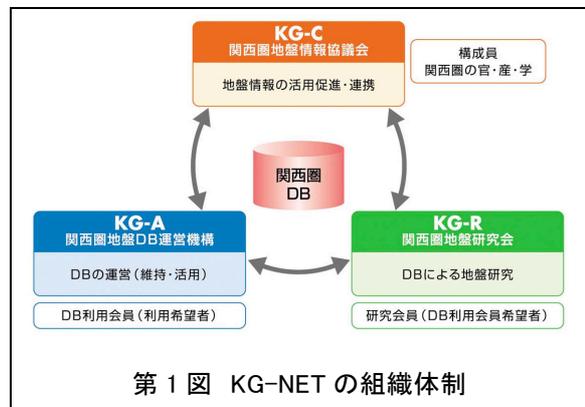
#### (2) KG-NET・関西圏地盤DB運営機構（KG-A）

KG-A の会員（DB 利用会員）は、KG-C 構成員と一般利用会員（ゼネコン、コンサルタントなど）から構成され、現在約 80 機関である。

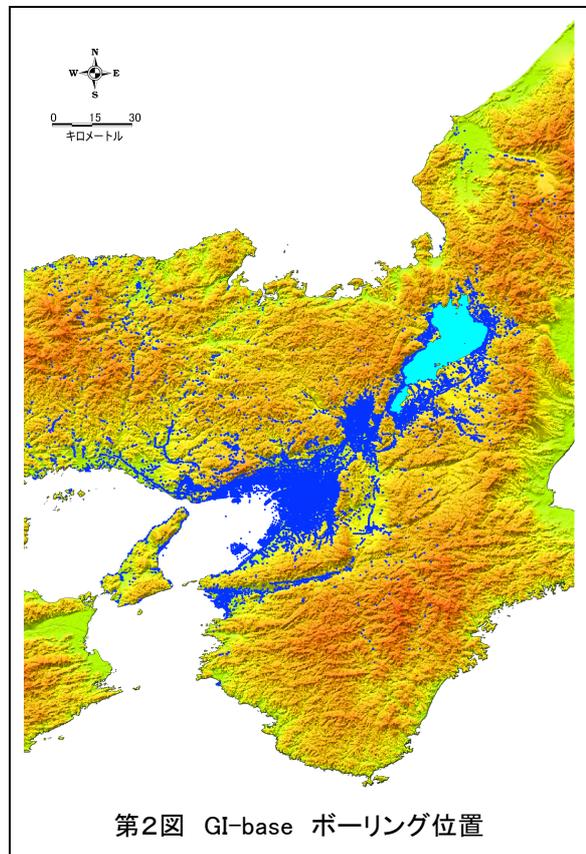
KG-A の主な活動は、GI-base への追加・更新、GI-base の提供などである。毎年約 500 本の地盤情報を GI-base に追加・更新して、DB 利用会員に GI-base と利用ソフト【DIG システム（山本他）】を一つにしたシステムを頒布している。頒布方法は Web からのダウンロード方式である。

#### (3) KG-NET・関西圏地盤研究会（KG-R）

KG-R（委員長：竹村恵二 京都大学教授）の研究会員は、学識委員および KG-C、KG-A 研究委員から構成され、現在約 60 名である。KG-R の主な活動は、GI-base の活用による地域地盤特性の調査および研



第 1 図 KG-NET の組織体制



第 2 図 GI-base ボーリング位置

究であり、これまでに、神戸および阪神間、京都盆地、大阪平野から大阪湾および和歌山平野の地域の地盤特性をとまとめた「新関西地盤」シリーズを刊行している。

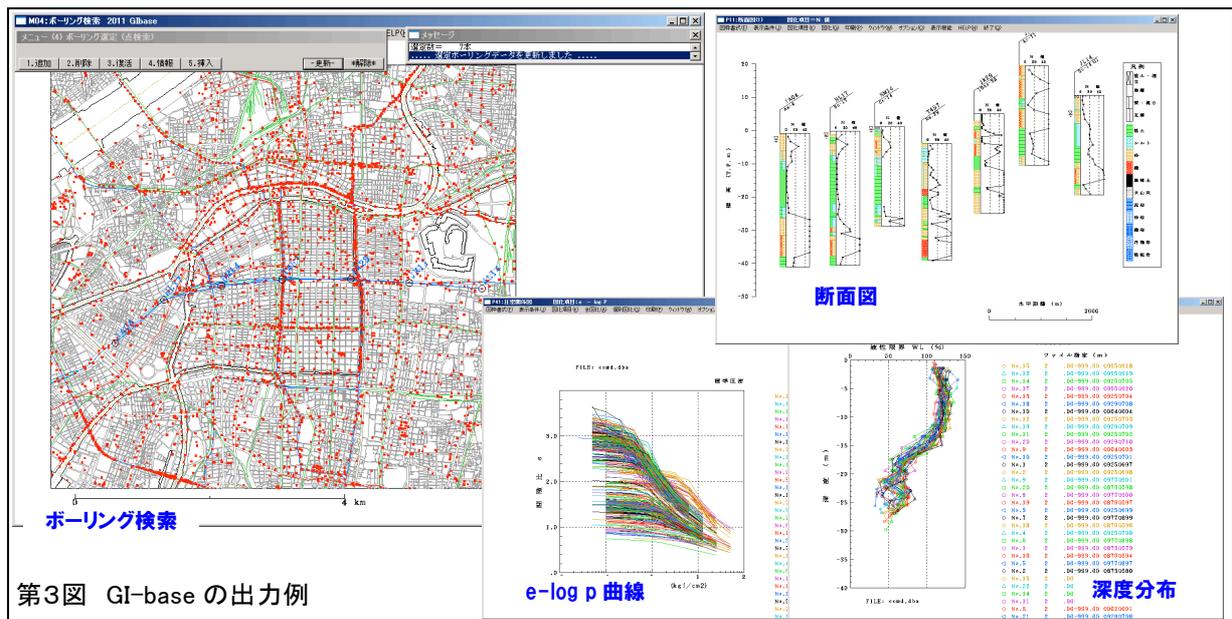
### 3. 関西圏地盤情報データベース(GI-base)

第2図にGI-baseのボーリング位置を示す。約5万7千本のボーリングデータが登録されている。第3図にDIGシステムによるGI-baseの出力例を示す。DIGシステムは基本機能として、データ入力、位置や調査内容によるボーリング検索、図化出力（地層断面図、深度図、圧密相関図等）やテキスト出力がある。応用機能には、地層同定結果のデータベース化機能、液状化予測機能などがある。これらの機能を用いてGI-baseは、地域の地盤特性の抽出・解釈、地域に想定される地震による地盤の揺れや液状化の発生などのハザードを評価するうえでの表層地盤モデルの作成などに活用される。

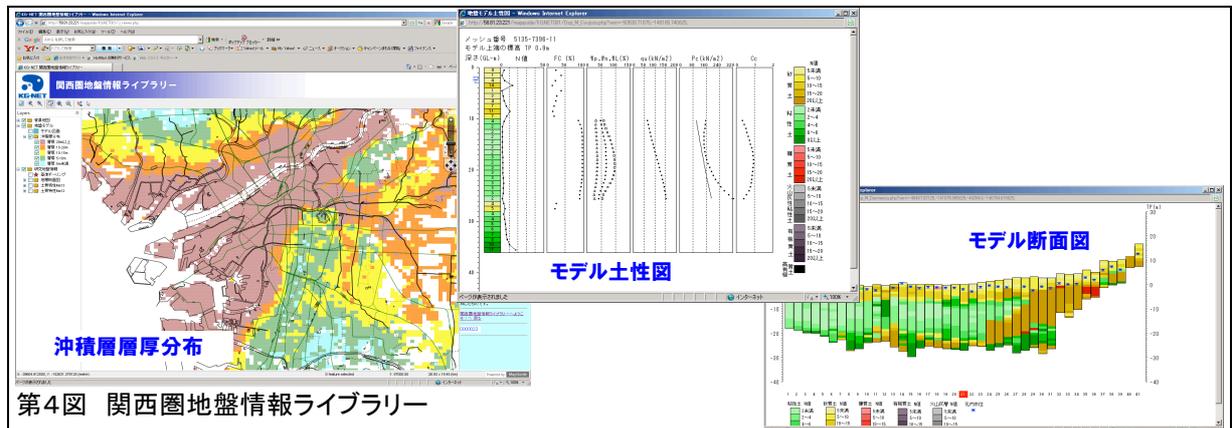
第4図にKG-Rの研究成果である表層地盤モデルをWebで閲覧可能にした関西圏地盤情報ライブラリーを示す。これはGI-baseのボーリング1本毎に沖積層の同定作業を行い、250mメッシュ内の代表的な複数のボーリングデータを集約して深度1m毎に地盤モデル化したものである。なお、KG-NETおよびGI-baseの詳細はKG-NETのHP (<http://www.kg-net2005.jp/>)を参照されたい。

### 文 献

山本浩司他（1991）：地盤情報データベースシステムの開発と大阪地域地盤への適用，地盤情報のデータベースに関するシンポジウム，土質工学会，pp.143～150



第3図 GI-base の出力例



第4図 関西圏地盤情報ライブラリー

## ジオネット・オンラインの新しいコンテンツのご紹介

榎本 義一（(株) ジオネット・オンライン）

### 1. はじめに

ジオネット・オンラインでは、公開地質地盤情報をもとに専門家及び一般の方向けのコンテンツを提供してきました。今回は、一般企業や、個人を対象にさらにコンテンツを充実しました。今までのコンテンツに加え、さらに新しいコンテンツや表示手法をご紹介します。

### 2. よりわかりやすい災害リスク評価を

ジオネット・オンラインの主力商品に、住環境サステナブルレポートがあります。このレポートは個人の住宅や勤務先などの災害リスク情報を、地質地盤情報を中心に、一般の人たちにもわかりやすいように、各リスクのレベルをダイアグラムで、「大・中・小」という単純で明快に評価したサービスです。

一般の人たちが接することのできる災害リスク情報として、全国各地の公共団体で多くのハザードマップがリスク別に整備されていますが、十分に利用されているとはいえない状況といわれています。住環境サステナブルレポートは個別の住所をキーワードに災害リスク評価を行うため、一般の方が自分のこととして災害リスクを身近に実感でき、ハザードマップなどの補完や災害に対する意識向上に貢献してきました。この住環境サステナブルレポートをさらに発展させ、企業の拠点網やチェーン店のジオリスクの総合評価を行うために新たなコンテンツを加え、表示方法を多様化しました。

増強したコンテンツは

- ① 強い揺れでの被害
- ② 液状化の起きやすさ
- ③ 地すべり・斜面崩壊の起きやすさ
- ④ 浸水・土石流の起きやすさ
- ⑤ 津波の被害（中央防災会議や自治体で想定している津波高や海岸線からの距離）
- ⑥ 地盤沈下の可能性
- ⑦ のり面・擁壁・盛土崩壊の危険性
- ⑧ 活火山・原発リスクの可能性

以上の基本的8項目について、ダイアグラムでの評価提供と、それぞれの項目についての簡単な解説を示し、さらに断層の分布地図、地震動予測地図、液状化履歴点地図を画像として表示し、周辺の地形の起伏図や細かな等高線図、ベクトル図を提供しています。本システムは、既公開データを当社のデータベースに蓄積し、住所を入力することで自動的に各項目の1次評価を1分程度で行い、その結果を専門家がデータベース中にあるその他の災害データや細かい地形を判読してシステム上で選択評価する手法で作成しています。このため、非常に短時間で合理的に評価できる特徴を持っています。

拠点属性			地質地形概要	津波(可能性評価)						地震		二次評価の必要性		
				標高(m)	評価参考資料	海岸での想定津波高さ(m)	想定津波地震	海岸線からの距離(km)	図	評価	想定最大被害地震の震度	図	評価	
例										大/中/小		大/中/小	要/不要	
1	サンプル2081	神奈川県鎌倉市腰越2丁目30	当該地の地盤は、第四紀完新世(1万年前～現在)の谷底低地に該当します	4.4	神奈川県津波浸水予測図	8.7	慶長型地震	0.53	クリック	大	6	クリック	中	要
2	サンプル2082	東京都港区元赤坂2丁目1-1	当該地の地盤は、第四紀更新世(約164万年前～1万年前まで)のローム台地に該当します。	24.8	中央防災会議2012.08.29	3	東南海速動型	4.27	クリック	小	6	クリック	中	不要

第1図 ジオリスク総合評価一覧表例

エクセル形式で提供し、クリックボタンをクリックすると該当の図が表示されます。

ジオリスク評価報告書

基本情報		位置図	
No.	sample002		
名称	腰越サンプル地		
所在地	神奈川県鎌倉市腰越2丁目30		
緯度(北緯)	35.2102119		
経度(東経)	139.4989992		
標高(m)	4.4		
想定最大津波高さ(m)	8.7		
想定地震	慶長		
評価結果	要		
備考-地盤	当該地の地盤は、第四紀完新世(1万年前～現在)の谷底低地に該当します		
ジオリスク	二次評価の必要性(津波のみ)	要	要
	評価	大/中/小	大
	震度	6	6
	評価	大/中/小	大
	震度	6	6

ジオリスク			
津波(内河川氾濫・浸水)	地震(震度4以上)	地震(震度7)	津波(最大津波高さ)
大/中/小	大/中/小	大/中/小	大/中/小
大	大	大	大

立地図-経緯度情報-ペタムマップ(周辺地域の閲覧可)

立地図-衛星画像情報

津波浸水範囲

震度分布地図

津波到達時刻

第2図 ジオリスク評価報告書

これらのレポート形式は、顧客ニーズに合わせて比較的簡単に変更できる特性があり、災害リスクのスクリーニングやBCP（事業継続計画）の効率的な策定に効果を挙げています。

## 2011年東北地方太平洋沖地震における つくば・土浦地域の瓦屋根被害分布と地質・地盤特性について

岡田 真介<sup>†</sup>・長 郁夫・中村 洋介<sup>‡</sup>・納谷 友規・川畑 大作・

野々垣 進・坂田 健太郎・小松原 琢・中澤 努

産業技術総合研究所 地質調査総合センター

(<sup>†</sup>現:東北大学災害理学国際研究所, <sup>‡</sup>現:福島大学うつくしまふくしま未来支援センター)

2011年東北地方太平洋沖地震(Mw 9.0)によって、茨城県つくば市および土浦市では震度6弱を記録した。両市およびその周辺地域では、瓦屋根や壁材の落下などの建物被害、塀・灯籠・墓石の倒壊、噴砂・地盤の液状化、地割れ、地盤沈下など多くの被害を生じ、このうち瓦屋根の落下は特に顕著であった。瓦屋根被害は、件数が多かつ広範囲にわたって分布していることから、地震動に対するより詳細な地盤特性を検討する際の指標として適していると考えられる。また、近年、衛星情報などの情報公開が盛んになってきたことやそれらを表示するGoogle Earthなどのアプリケーションの普及によって、高解像度の衛星画像・地理情報を簡便に扱えるようになり、それらを用いた判読により容易にデータを作成できるようになった。また衛星画像の解像度の向上により、建物1棟程度も画像上で容易に判別がつくようになった。

本研究では、瓦屋根被害に着目し、Google Earth で表示される衛星画像を用い、つくば市および土浦市とその周辺地域において、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う瓦屋根被害の分布を把握した。瓦屋根被害は、降雨対策のために施されたブルーシートの有無によって判別した。その結果、衛星画像から7142点の瓦屋根被害を抽出した。得られた被害分布を既存の地形・地質データとともにGISで管理し、両者の関係を検討した。その結果、瓦屋根被害は、沖積層が分布する地域だけではなく、台地(中位段丘上)にも多く分布することが明らかになった。また台地上において地表地質が同じ地域でも被害に差があることから、地表の地形・地質だけでなく地下地質(例えば、最終間氷期以前に形成された埋没谷を埋める泥層など)が被害に大きく関係していることが示唆された。そこで、対象地域において常時微動観測(H/V)を実施し、瓦屋根の被害分布と地形・地質およびボーリングデータとの比較検討を行った。その結果、比較的被害の大きい地域では、H/Vにおいて2~5 Hzに卓越周期を持つものが多いことが明らかになってきた。H/Vの卓越周波数と地下地質との対応関係については、今後精査が必要な地域もあるが、本発表ではこれらの結果について報告する。

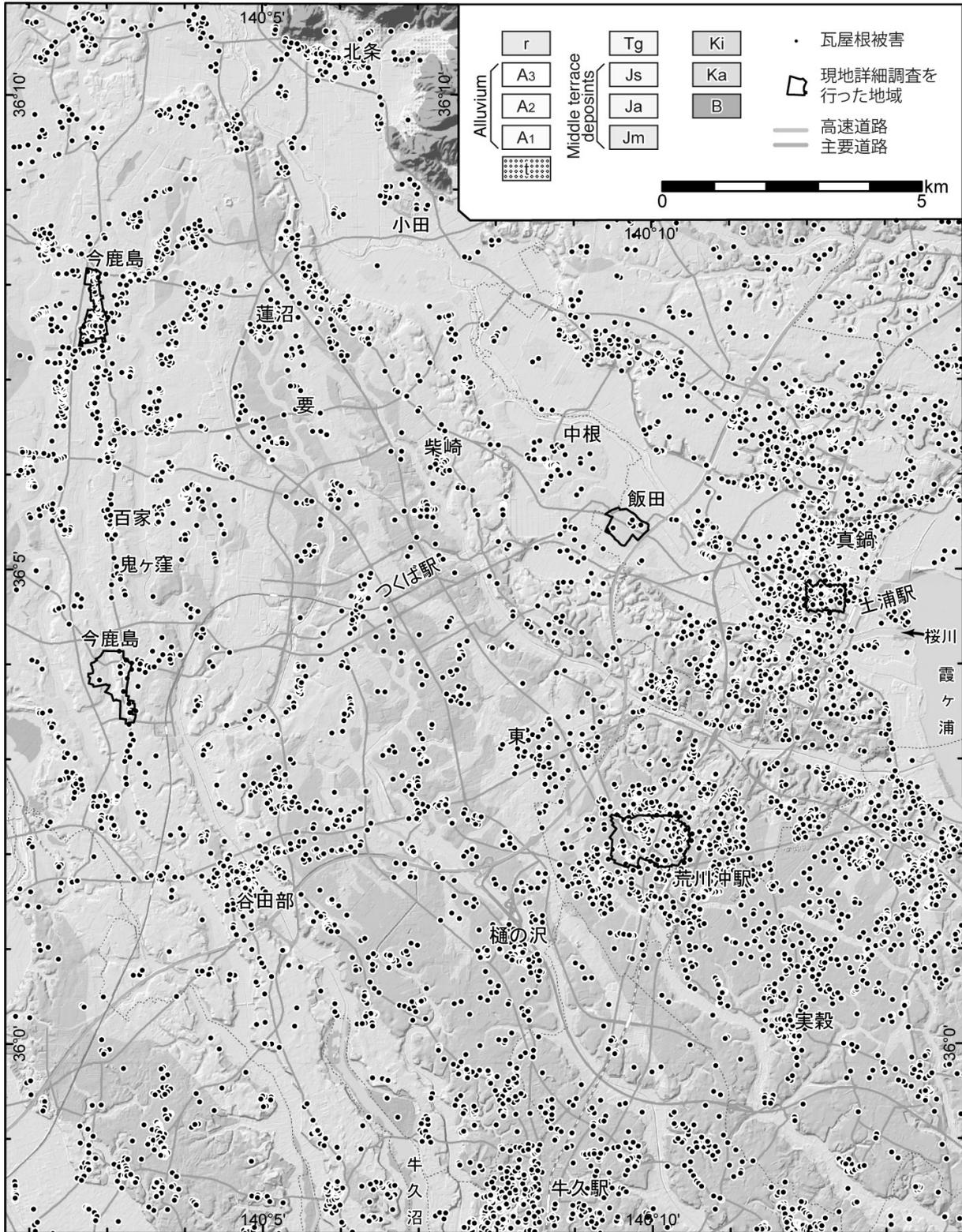
常時微動観測に際し、防災科学研究所 藤原広行氏より微動計JU-215を借用しました。また同研究所 先名重樹氏らが開発した微動観測解析ツール(先名ほか, 2006; 先名・藤原, 2008)を利用しました。

### 文献

先名重樹ほか(2006) 微動探査観測システムの開発. 第115回物理探査学会予稿集, p. 120-122.

先名重樹・藤原広行(2008) 微動探査観測ツールの開発その1-常時微動解析ツール-. 防災科学技術研究所研究資料集, no. 313, pp. 133.

宇野沢昭ほか, 1988, 2万5千分の1筑波学園都市及び周辺地域の環境地質図説明書, 特殊地質図(23-2), 地質調査所, 139 pp.

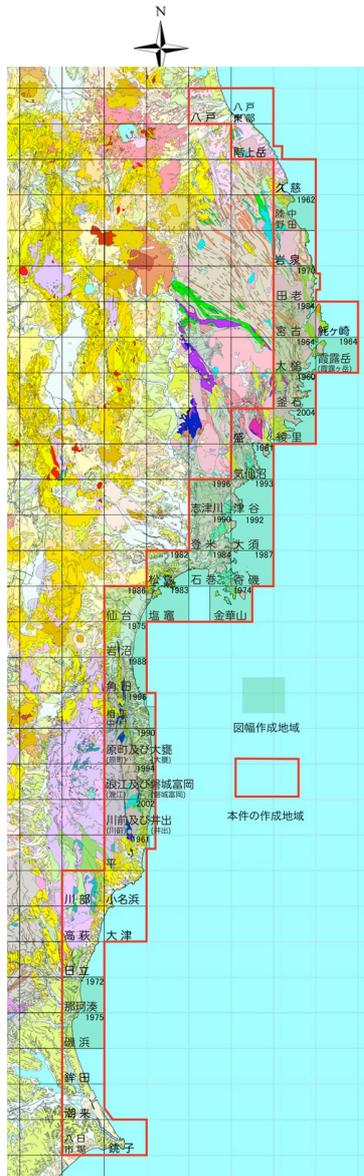


第 1 図 つくば市および土浦市周辺地域瓦屋根被害の分布図

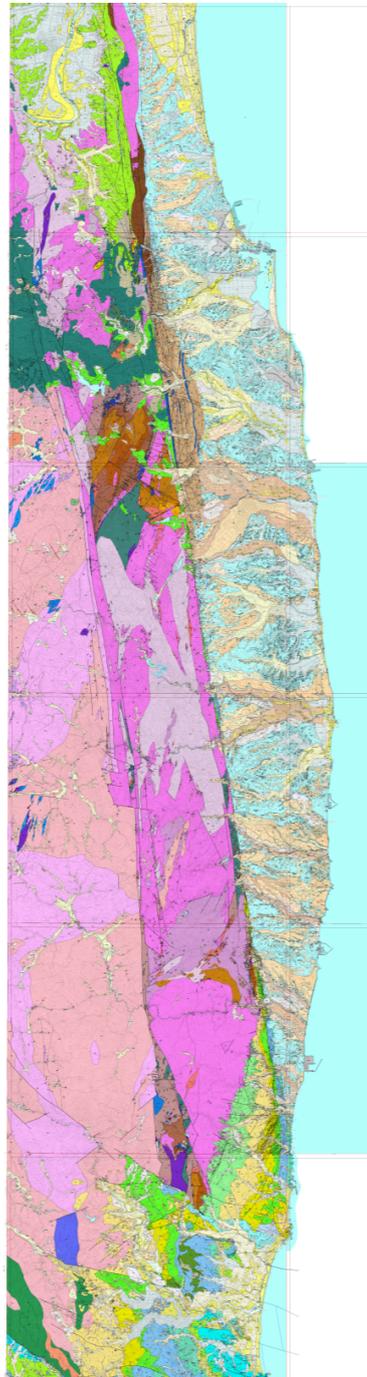
図中の丸は Google Earth 画像(2011 年 3 月 29 日撮影)から判読した瓦屋根の被害分布. 背景の地質図には, 宇野沢ほか (1988)を用い, 陰影には国土地理院の 5 m DEM を使用した. 凡例の地質略記号は以下の通り; r, 埋立地および盛土; A3, 現河床堆積物; A2, 自然堤防・砂州及び扇状地堆積物; A1, 後背湿地堆積物; t, 崖錘堆積物; Js, 常総層(砂がち); Ja, 常総層(砂・泥); Jm, 常総層(泥がち); Ki, 木下層; Km, 上岩橋層; B, 基盤岩. 沖積低地である土浦駅周辺は被害が多いが, 台地(中位段丘上)の荒川駅・今鹿島・牛久駅周辺においてもほぼ同程度の被害が見られる.

## 東北地方太平洋沖地震沿岸被害地の5万分の1シームレス地質図

尾崎 正紀（産業技術総合研究所 地質情報研究部門）



第1図 調査地域



第2図 福島沿岸域の5万分の1シームレス地質図

地質情報整備の一環として、東北地方太平洋沖地震で特に被害の大きかった八戸～銚子沿岸域（第1図）の5万分の1シームレス地質図を作成しています。

1980年代以降の5万分の1地質図幅のない地域は、最新のデータに基づき、地質図を新たに編纂しています。

利便性を高めるため、対象地域において統一凡例（約150凡例）を設定しています。広域の地質図のため、先第四系の区分は岩相と時代に基づき簡略化していますが、地質・地盤図のベースマップとなるよう、沖積層などは大幅な修正を加え、また、より詳細な区分での表現も試行しています。

活構造は、最新のデータに基づき修正を加えており、いわき市付近の地震で出現した活断層も含めています。

今回は、福島沿岸域（第2図）を中心に、本シームレス地質図の概要を紹介します。

なお、本シームレス地質図の数値データは、今後、区分の最適化などを行い、来年度初めにWebにて公開する予定です。

## 復興に向けた放射線防護のための新素材

岡崎智鶴子・三田直樹・金井 豊・坂本靖英・川辺能成・長尾正之・駒井 武（産総研）

### 1. はじめに

昨年発生した東北地方太平洋沖地震によって、東北地方太平洋沿岸地域では予想を遙かに超える大津波の被害を受けた。また、同時に東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故によって大量の放射性物質が環境中に放出され、これまでに我が国が経験したことの無い大惨事となった。関係者の必死の奮闘によって、原発事故の収拾や地域復興に向けた活動が徐々に行われつつある。被災した方々に心よりお見舞い申し上げると共に、筆者らもこれまでに培ってきた成果を復興に向けて協力できることはないかと検討し続けている。

筆者らは、これまで「OK 液」を利用した機能性素材の開発を行ってきており、そのなかで原発事故の収拾に寄与すると考えられる放射線遮蔽機能を有する新素材を開発した。これは、放射線遮蔽に有効な鉛などを含み、柔軟性・弾力性を持つ素材を室温・常圧で作る技術を利用した新素材である。本研究会ではこの新素材を紹介して、微力ながらも復興に寄与したいと考えている。

### 2. 新素材の概要

筆者らが開発した新規素材組成物は、一般に均一混合が困難といわれるシリコン樹脂などのペーストと粉体とを、筆者らが「OK 液」と命名したアクリル系・酢酸ビニル系の有機高分子化合物などで構成されるエマルジョンを用いて均質に調製したものである。素材に用いる粉体の原料は、粉体であれば無機物や有機物あるいは生体など何でもよく、これらの混合物でもよい。

また、粉体の配合比率を変化させると、新素材はペースト状や粘土状、あるいは硬軟のゴム状などの性状の変化があり、目的・必要性に応じて柔軟性、弾力性、堅牢性を調整できる。このため、成型品としてのみならず、パテや塗装原料としても活用できる。

### 3. 遮蔽機能を有する新素材

鉛は放射線遮蔽に一番良い材質であるが、金属でも軟らかい方ではあるものの使用勝手は非常に悪い。そこで筆者らは、遮蔽効果の高い鉛の粉末を粉体の原料として新素材を開発した。

OK 液にシリコンシーラントを加えて混合したエマルジョンに適量の微粉末状の鉛（純度 90%以上）を加えて混合し、ペースト状にしたものを約 2 mm の板状にして常温・常圧で乾燥させた。これは、指で容易に曲げることができ、力を外すと自然と元に戻る柔軟性と弾力性を有する。予察的に調べた放射線の遮蔽能力は、同じ厚みの鉛板と比べておおよそ 7 割ほどの効果があった。これらの特徴から、開発した新素材は防護服の素材としての用途や現場で使用するパテ・塗装原料としての利用が期待される。この技術で作成した新素材が、原発事故の収拾に向けた安全な作業に寄与できれば幸いである。

### 参 考 文 献

- (1) 産業技術総合研究所，日本国特許第 4 5 9 0 5 0 9 号「新規素材組成物」。
- (2) 産業技術総合研究所，英国特許第 2 4 0 4 9 1 9 「新規素材組成物」。
- (3) 産業技術総合研究所，カナダ特許第 2 4 8 5 1 3 3 「新規素材組成物」。
- (4) 産業技術総合研究所，米国特許第 7 5 1 7 9 2 3 「新規素材組成物」。

## 復興に向けた情報を的確に示す超延性シートによる立体模型作成技術

岡崎智鶴子・三田直樹・金井 豊・芝原暁彦・長尾正之・川辺能成・駒井 武（産総研）

### 1. はじめに

昨年発生した東北地方太平洋沖地震によって、東北地方太平洋沿岸地域では予想を遙かに超える大津波の被害を受けた。また、同時に東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故によって大量の放射性物質が環境中に放出され、これまでに我が国が経験したことのない大惨事となった。関係者の必死の奮闘によって、原発事故の収拾や地域復興に向けた活動が徐々に行われつつある。被災した方々に心よりお見舞い申し上げると共に、筆者らもこれまでに培ってきた成果を復興に向けて協力できることはないかと検討し続けている。

筆者らは、凹凸のある製品の表面でも複雑な曲面に沿ってシワなく貼付できる特殊フィルム材料「OKフィルム」を開発してきた（三田ほか，2012）。このフィルムにはどのような印刷画像も可能であることから、様々な情報を印刷することができる。また、凹凸のある立体模型にずれることなく精密に貼ることができるので、情報に付随する三次元情報も正確に伝達することができる。この研究会では、震災に関連した様々な重要な情報を一目瞭然に理解を助けることができる立体模型を展示する予定で、この技術を紹介しつつ微力ながらも復興に寄与したいと考えている。

### 2. フィルムの概要

インクジェットプリンターやレーザープリンターで通常のプリンタ用紙に印刷したものに、OKフィルム原液を塗布して画像を転写したものがOKフィルムである。水に濡らして原紙を剥離し、このフィルムを立体模型の複雑な凹凸に合わせて局所的に伸ばしながら貼付けることで、シワなくきれいに貼付できる。OKフィルムの特徴はこのようなきわだった延性にあり、原サイズの約1.4倍まで引き伸ばしても印刷のひび割れや破断等を生じない。

### 3. 津波被害を示す立体模型

国土地理院から、震災後の東北地方太平洋沿岸域での浸水域を示す図が公表されている（国土地理院，2012）。これらの情報は、今後の土地利用や津波対策に不可欠な情報を与えるが、図のままでは地形との関係を容易には把握しにくい。我々は、平面情報を3次元立体模型にこのフィルム技術を応用して、気仙沼・陸前高田地域の浸水域マップを表示する立体模型を作成予定である。こうした三次元立体模型を用いることで、浸水被害の到達位置、地形や海拔などとの関係が直ちに理解でき、また、鳥瞰視ができるので全体の状況把握が容易となり、各地点の状況がより理解し易くなる。

種々の情報をこのような手法で可視化することで、今後の施策者の理解を深めていただけるものと期待している。今後は、現在調査中の海域を含めた地域の汚染リスク等の情報も、同様にフィルム技術を応用した立体模型を用い、分かり易く表現することを検討している。

### 文 献

- 国土地理院（2012）10万分1浸水範囲概況図。http://www.gsi.go.jp/kikaku/kikaku60003.html  
 三田直樹・岡崎智鶴子・前川 仁・芝原暁彦・橋本亮一（2012） 三次元造形の表面の精密印刷に最適なプリンタブルな超延性シート。産技連ライフサイエンス部会デザイン分科会資料(2012.11.08)。

文献引用例

矢野雄策（2012）産総研地質分野の研究と産技連の活動．地質調査総合センター研究資料集，no. 572，  
p. 1-2.

---

地質調査総合センター研究資料集，no. 572

産技連 地質関係合同研究会

地質地盤および地圏環境に関する最近の成果

編集・発行

産技連地質関係合同研究会事務局

〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 つくば中央第7

産総研地質調査総合センター内

発行日

平成 24 年 12 月 6 日

---