

令和 3 年度  
東北地域災害科学研究集会  
講演予稿集

開催：令和 3 年 12 月 17 日(金) ・ 18 日(土)

会場：オンライン会場 Zoom (岩手大学)

## <第1会場>

第1部 12月17日(金) 13:00~14:45

(司会:伴雅雄先生)

会場 Zoom (URL 1)

第2部 12月18日(土) 10:00~11:15

(司会:片岡俊一先生)

会場 Zoom (URL 4)

第3部 12月18日(土) 12:30~14:15

(司会:山本英和先生)

会場 Zoom (URL 5)

第4部 12月18日(土) 14:30~15:45

(司会:柴山明寛先生)

会場 Zoom (URL 5)

R3東北地域災害科学研究集会 発表プログラム 第一会場

|                     |                           |             |                        |                                   |  |
|---------------------|---------------------------|-------------|------------------------|-----------------------------------|--|
| 12月17日(金)<br>(第一会場) | 【第1部】 会議名:URL1 司会: 伴雅雄 先生 |             |                        |                                   |  |
|                     | 第1部                       | 13:00-13:15 | 1-1                    | 角閃石の化学組成に基づくテフラの対比:銭亀-女那川テフラの例    | ○渡辺葉月(弘前大学地球環境防災学科)、岡田里奈(弘前大学大学院理工学研究科)、梅田浩司(弘前大学)   |
|                     |                           | 13:15-13:30 | 1-2                    | 低周波地震震源域におけるマントル起源ヘリウム            | ○成田有沙(弘前大学理工学部地球環境防災学科)、梅田浩司(弘前大学)   |
|                     |                           | 13:30-13:45 | 1-3                    | 蔵王山、先五色岳テフラの層序学的研究                | ○神秀登(山形大学大学院)、伴雅雄(山形大)、井村匠(山形大)、常松佳恵(山形大)  |
|                     |                           | 13:45-14:00 | 1-4                    | 蔵王火山東麓におけるテフラ層序学的研究               | ○高橋由路(山形大学大学院)、伴雅雄(山形大)  |
|                     |                           | 14:00-14:15 | 1-5                    | 栗駒山昭和湖におけるH2S噴気と湖水色調の変化           | ○岡田真介、越谷 信(岩手大学)、山勢凌輔(元:岩手大学、現:丸磯建設株式会社)、土井宣夫、齋藤徳美(岩手大学)、辻 盛生(岩手県立大学)、小山隆春、須川 治(岩手県)、藤原健治(盛岡地方気象台) |
|                     |                           | 14:15-14:30 | 1-6                    | 石炭灰造粒物を充填した連続式反応器による田沢湖水の中和に関する研究 | ○南田悠、齋藤憲寿、加賀谷史、佐々木明日香、池内孝夫、網田和宏(秋田大学大学院理工学研究科)   |
|                     |                           | 14:30-14:45 | 1-7                    | アルカリ成分を有する副産物を用いた田沢湖水の中和実験        | ○佐々木明日香(秋田大学)、南田悠(秋田大学)、池内孝夫(秋田大学)、加賀谷史(秋田大学)、齋藤憲寿(秋田大学)、網田和宏(秋田大学)                                |
|                     |                           | 14:45-15:00 |                        | 休憩                                |  |
|                     | 15:00-17:35               |             | 公開講演 (第一会場管轄 会議名:URL1) |                                   |  |

|                            |                            |             |                                      |   |   |
|----------------------------|----------------------------|-------------|--------------------------------------|---|---|
| 12月18日(土)<br>(第一会場)        |                            | 9:00~9:50   |                                      | 地区総会 (第二会場管轄 会議名:URL3)                                |   |
|                            | 【第2部】 会議名:URL4 司会: 片岡俊一 先生 |             |                                      |   |   |
|                            | 第2部                        | 10:00-10:15 | 2-1                                  | 青森県階上町道仏震度観測点の特異性確認のための町内各地の地盤震動特性調査                  | ○片岡俊一(弘前大学)   |
|                            |                            | 10:15-10:30 | 2-2                                  | 北上低地帯における極浅部地下地質構造の解明                                 | ○滝本彩乃(岩手大学大学院総合科学研究科)、越谷 信(岩手大学理工学部)、岡田真介(岩手大学理工学部)、東中基倫(地球科学総合研究所)   |
|                            |                            | 10:30-10:45 | 2-3                                  | 東北本州弧の堆積被覆層の厚い地域における活断層の構造-新庄盆地および庄内平野における断層帯を例として-   | ○越谷 信(岩手大学)、梅木 健太郎(岩手大学、現:パシフィックコンサルタント)、岡田真介(岩手大学)、佐藤 比呂志(東京大学)、石山 達也(東京大学)、加藤 直子(日本大学)、東中 基倫(地球科学総合研究所)   |
|                            |                            | 10:45-11:00 | 2-4                                  | 東北地方中南部における臨時地震観測                                     | ○岡田知己・中山貴史・平原聡・立岩和也(東北大・理)・堀内茂木(ホームサイスマ)・勝俣啓(北大・理)・大園真子(東大地震研、北大・理)・小菅正裕・前田拓人(弘前大・理工)・山中佳子(名古屋大・環境)・片尾浩(京大防災研)・松島健(九州大・理)・八木原寛(鹿児島大学)・2011年東北地方太平洋沖地震緊急観測グループ |
|                            |                            | 11:00-11:15 | 2-5                                  | 2011年東北沖地震後から福島-茨城県境周辺で活発化した地震活動に見られる内陸の繰り返し地震とその原因   | ○池田里奈(東北大学理学研究科)、吉田圭佑(東北大学理学研究科)、福島洋(東北大学災害科学国際研究所)、松澤暢(東北大学理学研究科)、長谷川昭(東北大学理学研究科)、高橋諒(気象庁)   |
|                            |                            | 11:15-11:30 |                                      |   |   |
|                            |                            | 11:30-12:30 |                                      | 昼食  |   |
|                            | 【第3部】 会議名:URL5 司会: 山本英和 先生 |             |                                      |   |   |
|                            | 第3部                        | 12:30-12:45 | 3-1                                  | 岩手県のHi-net観測点で観測された常時微動の地震波干渉解析によるレイリー波位相速度の推定        | ○小原宏太、阿部琢人、土屋隆、山本英和、齋藤剛(岩手大学)   |
|                            |                            | 12:45-13:00 | 3-2                                  | 微動アレイ探査による盛岡市北西部の地盤増幅率分布                              | ○山本英和、和田敏伸、齋藤剛(岩手大学)  |
|                            |                            | 13:00-13:15 | 3-3                                  | 稠密微動アレイ観測による岩手県矢巾町中心部のS波速度構造の推定                       | ○及川兼史朗、山本英和、齋藤剛(岩手大学)   |
|                            |                            | 13:15-13:30 | 3-4                                  | 常時微動の地震波干渉解析に基づくRayleigh波位相速度を用いた福島県における3次元S波速度構造の逆解析 | ○土屋隆(岩手大学大学院総合科学研究科)、三浦賢太郎(岩手大学理工学部)、山本英和(岩手大学理工学部)、齋藤剛(岩手大学理工学部)   |
|                            |                            | 13:30-13:45 | 3-5                                  | 地盤の液化化を加速度応答のみから推定するための特徴量の分析                         | ○吉留大生(東北大学地盤工学研究室)、鳥屋部 佳苗(東北大学地盤工学研究室)、加村 晃良(東北大学地盤工学研究室)、風間基樹(東北大学地盤工学研究室)   |
|                            |                            | 13:45-14:00 | 3-6                                  | 混和材料添加ポリマーセメントモルタルの一軸圧縮課程におけるAEセンサ波形のスペクトログラム         | ○伊藤孝則(岩手大学大学院総合科学研究科)、山本清仁(岩手大学農学部)   |
|                            |                            | 14:00-14:15 | 3-7                                  | 画像認識を前提とした建築の年代の機械的判定方法の提案                            | ○潘蔣杰(弘前大学大学院地域共創科学研究科)・片岡 俊一(弘前大学)  |
|                            | 14:15-14:30                |             | 休憩                                   |   |   |
| 【第4部】 会議名:URL5 司会: 柴山明寛 先生 |                            |             |                                      |   |   |
| 第4部                        | 14:30-14:45                | 4-1         | 1901年青森県東方沖地震の岩手・秋田の被害               | ○鏡味洋史(北海道大学(名))、水田敏彦(秋田大学地方創生センター)                    |   |
|                            | 14:45-15:00                | 4-2         | 1931年岩手県小国地震の被害に関する文献調査              | ○水田敏彦(秋田大学地方創生センター)、鏡味洋史(北海道大学(名))                    |   |
|                            | 15:00-15:15                | 4-3         | 自然災害デジタルアーカイブの語彙に関する研究               | ○柴山明寛(東北大学災害科学国際研究所)、ゲルスタユリア(東北大学災害科学国際研究所)           |   |
|                            | 15:15-15:30                | 4-4         | 防災意識向上を目指した「青森県の災害遺構」ホームページの作成       | ○加登綺夏(弘前大学大学院地域共創科学研究科)、片岡俊一(弘前大学)                    |   |
|                            | 15:30-15:45                | 4-5         | 学校防災向上のための学校・教育委員会・専門家の連携-山形県酒田市の事例- | ○村山山之(山形大学大学院教育実践研究科)、澤祥(鶴岡工業高等専門学校)、藤井克澄(酒田市教育委員会)   |   |

<第1会場>

— 第1部 (7題) —

司会：伴 雅雄 先生

12月17日(金) 13:00~14:45

会議名 (URL 1)

# 角閃石族の化学組成に基づくテフラの対比：銭亀－女那川テフラの例\*

弘前大学理工学部 渡辺 葉月・岡田 里奈・梅田 浩司

## 1. はじめに

過去に発生した津波や地すべり，土石流などの自然災害の時期を特定するために， $^{14}\text{C}$ 年代測定法のほかテフクロノロジー（火山灰編年学）が用いられることがある．一般に，テフラを同定・対比する指標として火山ガラスや鉱物の屈折率や化学組成が用いられる（例えば，長橋ほか，2004）．しかし，テフクロノロジーで対象とするキーテフラは，一般に粘土化が進み，同一軽石層でも地域によって多様な変質を受けていることが多い．一方で，著しく粘土化した軽石であっても斑晶の直方輝石や角閃石は，比較的新鮮な状態で残っていることが多く，屈折率や化学組成の影響も小さいと考えられる（新井，1972）．特に，複雑な固溶体からなる角閃石の化学組成を指標として，テフラの同定，対比が行われている．（竹下ほか，2005）．本研究では，北海道における MIS3 の年代指標として重要と考えられる銭亀－女那川テフラ（Z-M）を事例に，角閃石の主成分元素組成に基づき，十勝平野に分布する給源未詳のテフラとの対比を試みた．

## 2. 女那川降下軽石層

女那川降下軽石層は函館市女那川町を模式地とするテフラで，女那川町から西方約 20km の水深 50m に位置する直径 2km の銭亀カルデラを給源とする（山縣ほか，1989）．本軽石層は淘汰の良い下部の降下軽石と悪い上部の降下火山灰・軽石からなる．下位より基盤岩（新第三紀中新世玄武岩），淡黄色～淡赤褐色ローム，女那川降下軽石層，黄褐色ローム，クロボク（白頭山苦小牧テフラがパッチ状に点在）からなり，女那川降下軽石層の層厚は約 270cm であった．女那川降下軽石層の岩相は，軽石の色・サイズ，軽石と基質の量比，基質を構成するテフラ粒子の種類・サイズなどの違いから 8 つのフォールユニットに区分した．ユニット M-L0～M-L3，ユニット M-U1～M-U4 は，山縣ほか（1989）の下部と上部の軽石層に相当する．

## 3. 主成分元素分析

角閃石の主成分元素分析は，エポキシ樹脂を用いてスライドガラス上に固定し，二次切断を行い，#3000 カーボンランダムで研磨した後， $1\ \mu\text{m}$ ダイヤモンドペーストを使って鏡面研磨した薄片を用いた．薄片は偏光顕微鏡（Olympus BX53-P）により有色鉱物の区分，量比を調べた後，電子プローブマイクロアナライザ（EPMA）で主成分 9 元素（Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na および K，ただし Fe は全鉄）について定量を行った．

## 4. 角閃石の主成分化学組成

---

\* An attempt at correlation of tephtras using chemical composition of amphibole group : Example of Zenigame-Menagawa tephra

女那川降下軽石層の下位のユニット M-L1~M-L3 の角閃石はすべて普通角閃石である。これらの大半は Mg# ( $Mg / (Mg + Fe) \times 100$ ) は 56~63, Ti は 0.12~0.21, Mn は 0.06~0.10, また Na+K が 0.30 以上である。一方, 上位のユニット M-U1~M-U4 の角閃石は, すべて普通角閃石とカミングトン閃石が共存している。このうち, M-U2~M-U4 の普通角閃石の Mg# は, 63~67 であり, 下位のユニットに比べて明らかに苦鉄質である。また, Ti は 0.07~0.12, Mn は 0.10~0.13, また, Na+K が 0.30 以下である。また, カミングトン閃石の Mg# は 63~67 および 46~55 の苦鉄質と珪長質の 2 つのタイプが存在するが, M-U3 および M-U4 にはカミングトン閃石は出現しない。これに対して, M-U1 の普通角閃石の多くは M-U2~M-U4 と同様のトレンドを示すが, 一部の普通角閃石の多くは, Mg# は 52~60 のやや珪長質なタイプが存在する。これらの Ti は 0.09~0.21, Mn は 0.05~0.10, また, Na+K が 0.30 以上のものが存在する。また, カミングトン閃石は苦鉄質と珪長質の 2 つのタイプが存在する。

## 5. 今後の予定

Z-M は日高山脈や十勝平野に分布する日高降下軽石堆積物 (春日井ほか, 1978) や楽古パミス I (平川・小野, 1974) に, 鉱物組成および屈折率によって対比されている (山縣ほか, 1989)。本研究では大樹町尾田および広尾町野塚の土取場において分布する 5~6 枚の給源未詳のテフラを採取し, 火山ガラスおよび角閃石の主成分元素組成の測定を実施している。発表ではこれらのテフラと Z-M の対比の可能性やと Z-M の降灰年代について報告する予定である。

## 引用文献

- 新井房夫 (1972) 斜方輝石・角閃石の屈折率によるテフラの同定—テフロクロロジーの基礎的研究。第四紀研究, 11, 254-269.
- 平川一臣・小野有五 (1974) 十勝平野の地形発達史。地理評, 47, 607-632.
- 春日井昭・秋葉 力・近堂祐弘・小坂利幸・松井 愈・松沢逸巳・佐藤博之 (1978) 降下火砕堆積物。地団研専報, 22, 十勝平野, 193-214.
- 長橋良隆・吉川周作・宮川ちひろ・内山 高・里口保文 (2004) 火山ガラスの主要成分含有量と屈折率との関係。第四紀研究, 43, 345-352. 竹下欣宏・三宅康幸・酒井潤一 (2005) 古期御岳火山起源の中期更新世テフラと房総半島上総層群中のテフラとの対比。地質学雑誌, 111, 417-433.
- 山縣耕太郎・町田 洋・新井房夫 (1989) 銭亀—女那川テフラ: 津軽海峡函館沖から噴出した後期更新世のテフラ。地理評, 62, 195-207.

# 低周波地震震源域におけるマントル起源ヘリウム\*

弘前大学工学部 成田 有沙

弘前大学大学院理工学研究科 梅田 浩司

## 1. はじめに

低周波地震は地下深部でのマグマの移動・蓄積や噴火に至る準備過程など反映している地球物理学情報である。一方、マグマから放出されるガスのうち化学的に不活性なヘリウムのフラックスが噴火前には大きくなることが知られており、マグマ活動を捉える上での有効な地球化学的な情報と考えられる。しかしながら、これまで両者を同時に観測したり、その関係についてあまり議論が行われてこなかった。本研究では低周波地震の発生している地域で採取された温泉水中の溶存ガスや遊離ガス中に含まれるヘリウム同位体比 ( $^3\text{He}/^4\text{He}$  比) のデータを収集するとともに、低周波地震の発生頻度や深度などの地震学的情報との相関について検討した。

## 2. ヘリウム同位体比の測定

不活性ガスであるヘリウムは、地殻中での化学反応を生じにくいことから、地下深部の化学的な情報を得るための重要な指標の一つである。地球のリザーバー中の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比は大きく異なり、マントルが  $1.1 \times 10^{-5}$ 、大気が  $1.4 \times 10^{-6}$ 、地殻はばらつきがあるが、 $1.5 \times 10^{-8}$  程度である。そのため、温泉水のヘリウム同位体比を測定することにより、マグマによって運ばれたマントル成分が地下水にどの程度寄与しているかを定量的に把握することが可能である。

## 3. 低周波地震

低周波地震 (low-frequency earthquakes: LFEs) は通常の地震波よりも周波数が低く、微小で継続時間が長い地震であり、火山地域において良く観測される現象である。これらの地震はメルト (マグマ) や流体によって引き起こされると考えられている (Ukawa and Ohtake, 1987; Aso et al., 2013)。一般に、低周波地震は深度 30~40km のモホ面付近で発生していることが多いが、場所によっては火山の近傍の深度 10km 付近で観測されることもある。小菅ほか (2017) は、気象庁一元化震源カタログの低周波イベントのフラグのデータをまとめ、東北日本の低周波地震の時空間分布や発生深度などの特徴を明らかにした。これによると、東北日本の低周波地震の多くは、活火山やその周辺に分布するが、津軽海峡や西津軽黄金崎、朝日岳、飯豊山などの非火山地帯や青森県十和田市のように火山フロントの前弧側でも認められる。これらの低周波地震の発生している地域の温泉の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比は、他の地域に比べて顕著に高い傾向が認められる。

## 4. 考察

---

\*Relationship between helium isotopes and hypocenters of deep low-frequency earthquakes by Arisa Narita and Koji Umeda

低周波地震はメルトが移動する際に発生すると考えられていることから、地殻浅所に低周波地震が観測されている地域には、より浅い位置にマグマが存在することになる。その場合、マグマから放出される揮発性物質による周辺岩盤への影響も大きくなることが予想される。このシナリオを検討するため、東北日本において低周波地震の発生深度と  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比の関係について調べた。小菅ほか (2017) では低周波地震数を浅い方から積算して、全体の 10% に達した深さを DLF10, 50% に達した深さを DLF50, 90% に達した深さを DLF90 とし、それぞれの地域の深度を求めている。図 1 は小菅ほか (2017) の DLF50 の値を横軸、 $^3\text{He}/^4\text{He}$  比を縦軸にとってプロットしたものである。これによると、低周波地震の発生深度が浅い地域ほど温泉の  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が高くなる傾向が認められる。このことは、低周波地震の発生深度が上昇するマグマの深度を反映するとすれば、マントルヘリウムの供給源の深度がより浅い地域の方が、地表で観測する温泉ガスの  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比が高くなることを意味しており、 $^3\text{He}/^4\text{He}$  比を指標とした地球化学的手法も火山活動モニタリングに有効と考えられる。

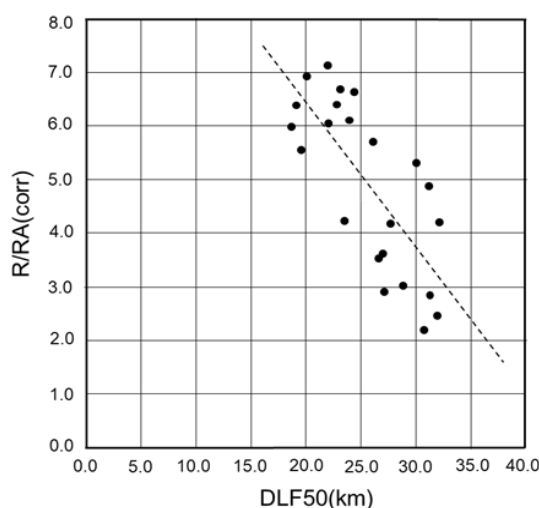


図 1 東北日本の DLF50 とヘリウム同位体比の関係

#### 参考文献

- Aso, N., Ohta, K. and Ide, S. (2013) Tectonic, volcanic, and semi-volcanic deep low-frequency earthquakes in western Japan. *Tectonophysics*, 600, 27-40.
- 小菅正裕・野呂康平・増川和真 (2017) 東北日本で発生する深部低周波地震の震源の時空間分布の特徴と地震波形の多様性, 東京大学地震研究所彙報, 92, 63-80.
- Ukawa, M., and Ohtake, M. (1987). A monochromatic earthquake suggesting deep-seated magmatic activity beneath the Izu-Ooshima Volcano, Japan. *Journal of Geophysical Research*, 92(B12), 12,649-12,663.



# 蔵王山, 先五色岳テフラの層序学的研究

山形大学大学院理工学研究科 神 秀登  
山形大学 伴 雅雄, 井村 匠, 常松 佳恵

## 1. はじめに

蔵王山は東北日本弧火山フロントの中央部に位置する東北地方では噴火記録数が最多の成層火山である。蔵王山は約 100 万年前から現在まで活動が続いており, その時期や岩質, 活動様式等の違いから活動は 6 つに区分される(伴ほか, 2015)。

最新期は約 3 万 5 千年前以降であり, 火砕岩類をもたらす活動が卓越している。そのうちの約 9 千年前から約 4 千年前の馬の背アグルチネートの活動と, 約 2 千年前以降の五色岳火砕岩類の活動の間に形成された特殊なテフラが認められている。それらは水蒸気噴火によるものと考えられているが, 五色岳火砕岩類の時期のマグマ噴火によるテフラ層よりも同地点では厚く, 水蒸気噴火としては規模が大きかったと推定される。また, このテフラは五色岳火砕岩類に先行する活動としても重要と考えられる。本研究ではこのテフラを先五色岳テフラと名付け, その層序や形成時期などを解明した。

## 2. 調査地点

現在の火口から東西南北のすべての方向の多数の地点で観察を行った。最北の調査地点は火口から 2.2 km, 最南の調査地点は火口から 3.6 km, 最東の調査地点は最新の火口である御釜から 3.2 km, 最西は 1.7 km 地点である。蔵王エコラインから杉ヶ峰に向かう登山道沿いの標高約 1550 m に良好な露出があり, 模式地とした。

## 3. 先五色岳テフラの層序

模式地では, 挟在する古土壌の存在により先五色岳テフラは 6 層に細分される。下位から Za-pre Goshikidake a~f とした。なお b は上部と下部で岩相に違いがみられた。また, 模式地から北西約 1.6 km, 標高約 1590 m 付近の御田ノ神地点では f の上に先五色岳テフラ層を 1 層確認することができ, これを Za-pre Goshikidake g とした。a~g は全て白~灰色(場合によっては褐色)の粘土質火山灰を特徴的に含み, また~1 mm 程度の白色, 灰色, 黒色の粒子も含む。

a, c, d は模式地では層厚が 1 cm, 白色火山灰層である。なお, d は御田ノ神では層厚 13~15 cm と厚く, また火山礫を含む。b の下部は模式地では層厚が 3 cm の青灰色火山灰層である。b の上部は模式地では層厚が 4 cm の灰色火山灰層であり, 粗粒火山灰サイズの粒子の割合が高い。e は模式地では層厚が 10 cm の火山礫を含む火山灰層である。火山礫は白及び灰色で 2 cm 程度 (~5 cm 程度まで) のものが主体であるが, 特徴的な青灰色の凝集物も含まれる。

---

\*Stratigraphic study of pre-Goshikidake tephra in Zao volcano by Hideto Jin, Masao Ban, Takumi Imura, Kae Tsunematsu.

fは模式地では層厚が4 cmの火山礫を含む火山灰層である。2 mm程度（～1 cm程度まで）の白色火山礫を含む。まれに青灰色の凝集物も含む。gは岩相がfと類似しており、同一地点では層厚はfよりほぼ同じかやや薄い。

a, b, cは御釜火口から南～南南東方約2 km以内で認められる。d, fは御釜火口から全方位2 km以内の範囲で認められる。eは火口から全方位の御釜火口から3～4 km離れたところまで広く分布が見られる。gは御田ノ神付近と、御釜火口から北北西約1.3 kmの熊野岳標高1760 m付近でのみ確認できる。広範囲に分布するeの総噴出量を等層厚線図を作成し、見積もった体積は $1.4\sim 1.9\times 10^7$  m<sup>3</sup>である。

#### 4. 先五色岳テフラ層の年代

幾つかのテフラ層の直下あるいは直上から採取した古土壌試料について<sup>14</sup>C年代測定を行った。年代測定は山形大学AMSセンターに依頼した。御田ノ神付近のd直下, e直下, 直上, f直下, g直下の土壌から各々3711±24 yr BP, 3426±23 yr BP, 3261±22 yr BP, 3077±23 yr BP, 2724±22 yr BPの年代値が得られた。

#### 5. 先五色岳テフラ層の構成物の特徴

0～1φ及び1～2φの粒子について構成物の観察を行った。構成物は白色変質岩片, 褐色変質岩片, 淡褐色変質岩片, 石質岩片, 黒色スコリア, 褐色スコリア, 直方輝石, 単斜輝石, 斜長石に分類した。a, c～fは白色岩片, 淡褐色～褐色変質岩片, 石質岩片を多く含んでおり, 本質物質の可能性のあるスコリアは少なかった。bのみ黒色スコリアを5割以上含んでいた。

#### 6. 先五色岳テフラ層の層序と物質科学的特徴のまとめ

先五色岳テフラ層は模式地では6層(Zao-pre Goshikidake a～f), 御釜西方の御田ノ神地点ではfの上に1層(Zao-pre Goshikidake g)認められ, 合わせて7層のテフラ層が確認できた。同一地点で層厚を比較すると, ほとんどの場合eが最大である。層の分布はa, b, cは御釜火口から南方2 km付近で見られる。d, fは御釜火口から全方位2 km以内の範囲に分布している。eは御釜火口から全方位3～4 km付近まで広く堆積している。年代値は御田ノ神付近で確認された4層(Zao-pre Goshikidake d～g)は暦年校正年代値で最下位層が約4千年前, 最上位層が約2千8百年前と推定され, この約1200年間で400年程度の間隔で層が形成されている。以上のことを踏まえて先五色岳テフラ層の形成過程を考えると, a形成時には小規模な水蒸気噴火が発生, その後bを形成するようなマグマの関与した噴火が発生, その後は水蒸気噴火を繰り返しc, d, eとその規模は徐々に大きくなっていったが, eの噴火をピークに規模が減衰したと推定される。

# 蔵王火山東麓におけるテフラ層序学的研究\*

山形大学大学院理工学研究科 高橋由路

山形大学理学部 伴 雅雄

## 1. はじめに

本研究では蔵王火山東麓に分布するテフラ層序及び各テフラの物質学的特徴を基に蔵王火山最新期の噴火履歴を解明する。火山の噴火履歴解明は噴火予測の基本情報のひとつである。

蔵王火山は東北日本火山フロント中央部に位置する活火山である。最高峰である熊野岳や刈田岳、地蔵岳といった山々から成り、中央部には直径 1.7 km の東に開口した馬の背カルデラが存在する。馬の背カルデラ内には火砕丘である五色岳や火口湖である御釜がある。蔵王火山は約 100 万年前から活動しており、活動は 6 ステージに区分される。最新の活動期であるステージVI（最新期）は約 3.5 万年前から現在まで続いている。最新期は、馬の背カルデラ内を火口とする火砕物の噴出が主体の活動である。

## 2. 先行研究

蔵王火山東麓のテフラについて、中川ほか(1960)は、2 区分し上位から永野火山灰、平沢火山灰と命名した。一方、板垣ほか(1981)は、褐色スコリア層とその上下に固結した黒色火山砂層が存在するテフラ層が広く分布していることを報告し、この褐色スコリア層について川崎スコリア層と命名した。下位と上位の段丘の推定年代を基に、このスコリア層の年代は約 31-26 ka の間に限定されるとした。

三枝ほか(1984)は、永野火山灰は 6 層の火山砂層（蔵王 a, 蔵王 b, 第 1~4 青盤層）とその間の褐色風化火山灰層からなることを報告した。第 4 青盤層は褐色スコリア層を含み、この褐色スコリア層を川崎スコリア層と対比している。蔵王 b 直下のローム層から約 1.0 ka, 第 2, 3 青盤層の間の腐植層から約 6.8 ka の  $^{14}\text{C}$  年代を報告している。

一方、井村(1994)は蔵王火山東麓で 5 層のテフラ層を認め、下位から蔵王-遠刈田テフラ (Za-To) 1~5 とし、広域テフラとの層序関係および  $^{14}\text{C}$  年代、ローム層の厚さなどを基に年代を約 31 ka, 約 28 ka, 約 26 ka, 約 18 ka, 約 1.5 ka と推定した。さらに山頂部でその上位に 5 層の火山砂層を認め Za-To6~10 とした。Za-To2 は褐色スコリア層を含み、この褐色スコリア層を川崎スコリア層と対比している。その後、Miura et al. (2008)は、Za-To1~4 について多くの露頭で調査を行った。年代は北東部の模式的露頭での Za-To2, 3, 4 直下のローム層からの  $^{14}\text{C}$  年代などから、下位から約 33-32 ka, 約 30 ka, 約 27 ka, 約 13 ka と報告している。伴ほか(2015)は、井村(1994)と Miura et al. (2008)を踏まえ、山頂近傍のテフラも含め蔵王火山のテフラを再調査し全 21 枚 (Za-To1~16) を認めた。Za-To1~4 は先行研究を踏襲したが、Za-To5~16 は山頂部の調査を基に新たに認定し直したものである。Za-To5~8 は約 9~4.1 ka, Za-To9~16 は約 2 ka 以降と推定した。

本研究では、トレンチ調査も含め観察地点数を増やし、蔵王火山東麓での各テフラ層の分布、

---

\*Study of tephrostratigraphy at the eastern foot of Zao Volcano by Yoshimichi Takahashi and Masao Ban

規模などを明らかにし、テフラ層序の精度を上げる研究を行った。その際に、東麓部の約2千年前のテフラ層としては、第1~4青盤層と Za-To 1~4 が認識されているが、第4青盤層と Za-To 2 が同じものとされている以外は対応が付いていない。

### 結果・考察

#### <露頭観察>

蔵王火山東麓において7層の比較的厚いテフラ層を確認した。下位から Za-To1~4 及び山頂近傍の Za-To6, 7 に対比される層、その上位の1枚である。

Za-To1, 2, 6, 7 及び7より上位のテフラ層の模式地は現火口から東方約7.2 km の青根温泉付近、Za-To3, 4 の模式地は青根温泉より北東約5.9 km 葎沢山である。Za-To2 を除き黒色火山砂からなる。内部に多数のラミナが認められる。Za-To 7 より上位のテフラ層内のラミナは色調変化が激しい。Za-To2 は褐色スコリア層とその上下の固結した黒色火山砂層からなる。Za-To1 は東方~北東に分布する。Za-To2, 6, 7 及び7より上位のテフラ層は東~北東~南東方一帯に広く分布する。特に Za-To2 遠方にまで追跡される。Za-To3 は模式地のみで観察される。Za-To4 は北東にのみ分布する。また、青根温泉付近の複数地点で Za-To6 の下位にロームを挟み、薄い黒色火山砂層が観察された。Za-To6 に付随する層とみなす。

#### <<sup>14</sup>C年代>

テフラ層直下のロームを採取し、山形大学AMSセンターに依頼して<sup>14</sup>C年代を得た。Za-To4, 6, 7 及び7より上位のテフラ層について、それぞれ約9.4 ka, 約5.9-5.4 ka, 約4.8 ka, 約2-1 kaであった。Za-To6 下位の薄いテフラ層では約8.1-7.6 kaとなった。

#### <等層厚線図>

多数の地点で観察された Za-To2, 6, 7 の等層厚線図を作成した。Za-To2 の主分布軸は北東方向であり、等層厚線図から推定される体積は0.5 km<sup>3</sup>である。Za-To6, 7 の主分布軸は東~南東方向であり、等層厚線図から推定される体積は0.13 km<sup>3</sup>, 0.08 km<sup>3</sup>である。

#### <粒度分布>

多数の地点で観察された Za-To6, 7 について-1~4φを1φ間隔で篩による乾式粒度分布を行った。Za-To2 は固結しているため行わなかった。Za-To6, 7 の試料はユニモーダルであり、火口から約7 km の地点では1~2φ, 約11 km では2~3φにピークが存在する。

#### <構成物解析>

青根温泉で観察される Za-To1, 2, 6, 7 の1~2φの粒子を用い、実体鏡により構成物解析を行った。Za-To1, 6, 7 は何れも黒色スコリア約80%, 結晶片約20%を含む。Za-To2 の黒色火山砂層は黒色スコリア50%, 褐色スコリア30%, 結晶片約20%と他の黒色火山砂層とは異なる。Za-To2 の褐色スコリア層は褐色スコリア約80%, 結晶片約15%, 黒色スコリア約5%を含む。何れの試料も、結晶片は多い順に斜長石, 直方輝石, 単斜輝石である。

### 3. まとめ

本研究では蔵王火山東麓におけるテフラ層序の再検討を行い、東麓には Za-To1~4, 6, 7 及びその上位に1層の計7枚の厚いテフラが確認された。Za-To4, 6, 7 及び7より上位のテフラ層の直下のロームで約9.4 ka, 約5.9-5.4 ka, 約4.8 ka, 約2-1 ka という<sup>14</sup>C年代を得られた。Za-To2, 6, 7 は等層厚線図作成を行い、それぞれ0.5 km<sup>3</sup>, 0.13 km<sup>3</sup>, 0.08 km<sup>3</sup>と体積を推定した。

# 栗駒山昭和湖における H<sub>2</sub>S 噴気と湖水色調の変化\*

岡田真介・越谷 信(岩手大学), 山勢凌輔(元岩手大学, 現丸磯建設株式会社), 土井宣夫・齋藤徳美(岩手大学), 辻 盛生(岩手県立大学), 小山隆春・須川 治(岩手県), 藤原健治(盛岡地方気象台)

## 1. はじめに

栗駒山は、岩手・秋田・宮城の県境に位置する火山である。栗駒山北側山腹には、1744 年および 1944 年の水蒸気爆発による噴火口である昭和湖があり、湯気山、硫黄山、地獄谷とあわせて噴気活動が活発である（土井ほか, 2015, 岩手大学教育学部研究年報, 74, 27-49）。また、昭和湖の湖水色調は変化しているとされており（土井ほか, 2015）、湖底から噴出する H<sub>2</sub>S など、火山活動と深く関連している可能性がある。そこで、本研究では、湖水色調の変化の詳細を明らかにするために、まず現地写真およびヘリコプターから撮影された画像の湖水色調の変化を目視にて確認し、さらに HSV（Hue 色相, Saturation 彩度, Value 明度）を用いて定量化した。次に、監視カメラ画像を解析し、湖水色調の変化と H<sub>2</sub>S ガス濃度との関係を比較した。

## 2. 研究手法

本研究では、栗駒山昭和湖の湖水色調の変化を明らかにするために、以下の 3 つの手法により解析を行った。以下には、それぞれの手法について、詳細を記述する。

### （1）現地写真・機上写真の目視による湖水色調変化の確認

1994～2020 年までの昭和湖の湖面が記録されている写真を合計 258 枚収集し、目視にて色調の変化を確認した。色調変化は、白濁度を 4 段階に区分して判定を行い、土井ほか（2015）の 2013 年までの解析に追加して、2014～2020 年の白濁度を判定した。

### （2）現地写真・機上写真の HSV 色情報の解析

現地写真・機上写真の色情報の解析では、まず上記（1）で収集した 258 枚の写真から昭和湖の湖水面の部分抽出した。その際には、湖水面が明瞭に写っている部分を抽出し、雲による影や周辺の樹木などの映り込み、日光による水面の強反射は避けるようにした。抽出した湖水面の各ピクセルからの RGB を平均し、HSV へ変換を行うことにより色情報を抽出した。画像からの色情報の抽出には、Python 3 を用いた。また、2006 年以前の写真にはスキャナによりデジタル化した画像を用い、2007 年以降はデジタルカメラのファイルから色情報を抽出した。

### （3）栗駒山展望岩頭監視カメラ画像の HSV 色情報の解析

昭和湖から南南西に約 800 m 離れた地点に設置されている監視カメラ画像を用いて色情報の解析を行った。画像解析範囲は、湖水面部分の縦 13 px×横 24 px として、HSV 色情報を取得した。冬季は凍結・積雪により湖水色調の評価は難しいため、2017～2020 年の 6 月 1 日～10 月 31 日までの 9 時～16 時の画像に限定した。また、降雨や霧、雲などの気象条件により湖水面が明瞭でない画像は除き、119,860 枚のうち 8,500 枚の画像を対象として解析を行った。

## 3. 結果と考察

### （1）現地写真・機上写真による目視での湖水色調変化の確認

1981 年には湖水は、透明であったことが現地写真から確認できる。また、1994, 1998, 2007, 2008 年には青みが強いことが判断できる。2009～2019 年までは白濁が強いが、2020 年は 2019 年までと比較して、やや青みが増していることが確認できた。

### （2）現地写真・機上写真の HSV 色情報の解析

現地写真・機上写真の HSV 色情報解析と目視による現地写真・機上写真の区分を比較する

---

\*The relationship between chromatic change and H<sub>2</sub>S gas fumarolic activity of Lake Showa, Mt. Kurikoma by Shinsuke Okada, Shin Koshiya, Nobuo Doi, Tokumi Saito, Morio Tsuji, Takaharu Oyama, Osamu Sukawa, and Kenji Fujiwara

と、Hue（色相，以下 H）と Saturation（彩度，以下 S）の変化が、湖水色調の変化を顕著に示していることが明らかになった。特に 2007, 2008 年は H が 180~210° に分布し、S は 30~60% を示しており、目視で確認した青みの強い色調と対応する。2009~2015 年では、H が概ね 150~180° であり、S は 15%以下に分布し、白濁の強い薄い水色と対応している。また、2015~2017 は H が 105~180° に分散するが、2018~2020 年に向けて 180° に収束していく。S も 2020 年に向けて上昇する傾向にある。これらも 2019, 2020 年に湖水の青みが増すことと整合的である。

### （3）栗駒山展望岩頭監視カメラ画像の HSV 色情報の解析

2017, 2018 年は H が 45~200°（黄~緑~青）に幅広く分布する傾向となった（図参照）。ただし、H > 200° には湖面がやや暗く写っている画像が含まれ、H < 45° は日光が強い画像が含まれていた。2019 年には、データ欠損時期があるものの、同時期を比較すると H < 120° が少なく、色相が緑~青色に変化した可能性を示している。また 2020 年には 150 < H < 210° に集中する傾向が強くなり、さらに青色が強まったことを示している。また 2020 年には S > 15% に多く分布し、白濁が弱まったことを示している。これらの湖水色調の変化は、湖岸で連続的に観測されている H<sub>2</sub>S ガス濃度とも対応しており、2018 年には平均 8 ppm から 2019 年には平均 5.7 ppm、2020 年には平均 3.6 ppm まで減少していることとも整合している（風速 0.33 m/s 以下に限定した場合でも 2019 年は 10.2 ppm、2020 年は 5.4 ppm を示す）。一方で、2017, 2018 年には H, S, V ともに季節変動もみられる。特に、白濁度を示す S は、6 月の値の上昇は融雪による白濁度の低下と解釈できるが、10 月の値の上昇については検討の余地が残っている。また、太陽高度等による色調への影響も考えられるが現時点では、これらの補正等は行っていない。

## 4. まとめ

本研究では、現地写真・機上写真の目視による色調変化と HSV 色情報の解析を比較することで、HSV 色情報が湖水の色相や白濁の変化を捉えていることを確認した。また、解析手法および、一部に詳細な検討の必要がある数値の変化を残しているものの、複数年の監視カメラ画像の色情報の解析を行うことにより、H<sub>2</sub>S ガス濃度の減少に伴って、湖水色調に変化が生じていること（白濁が取れ、青みが増加）を色情報の解析より明らかにした。

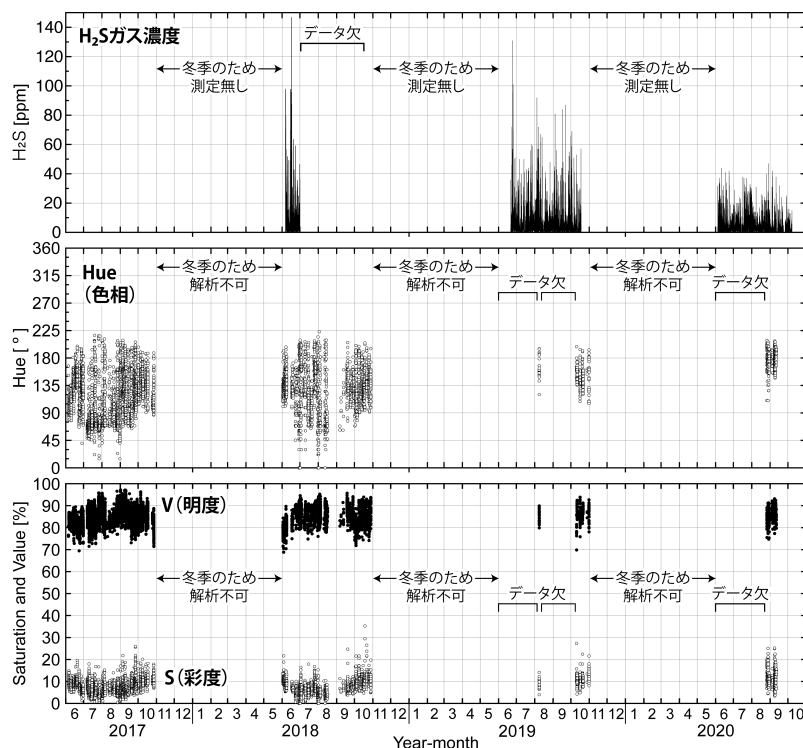


図. 2017~2020 年の栗駒山展望岩頭監視カメラの HSV 色情報と湖岸 H<sub>2</sub>S ガス濃度の変化。上段には、昭和湖湖岸で測定された H<sub>2</sub>S ガス濃度を示す。中段には監視カメラ画像の色情報のうち、H（色相）を示した。下段には、色情報のうち、S（彩度）を白丸で、V（明度）を黒丸で示した。冬季の 11~5 月は解析から除外し、9~16 時の画像のみを用いた。各年の同時期を比較すると 2019 年には H < 120° が少なく、2020 年には 150 < H < 210° に集中する。また、2020 年は S > 15% が多くなっており、これらの結果は、湖水色調の変化を捉えている。

# 石炭灰造粒物を充填した連続式反応器による

## 田沢湖水の中和に関する研究\*

秋田大学 理工学研究科 南田悠, 齋藤憲寿, 加賀谷史, 佐々木明日香, 池内孝夫, 網田和宏

### 1. 実験背景・目的

玉川温泉（秋田県仙北市）の大噴から流れ出す玉川酸性水は pH 1.1 程度と極めて酸性度が高く、現在は中和処理施設で pH 3.5 以上に調整してから放流している。酸性水が流入先の田沢湖に到達する頃には、pH 5.8 程度まで上昇しているが、1930 年頃までに観測された pH 6.8 には達しておらず、クニマスなどが生息できる環境はまだ取り戻せていない。さらに、玉川酸性水の中和処理には、年間 1.5 万 t 以上もの莫大な量の石灰石を消費している現状である。

以上の現状を踏まえて、我々は田沢湖水の中和剤として国内の石炭火力発電所から残渣として産出されるフライアッシュに着目した。フライアッシュとは、石炭灰の一種であり、酸化カルシウム等を含むため水に浸漬すると水がアルカリ性を呈する。さらに、フライアッシュとセメントから造粒される石炭灰造粒物にはケイ酸カルシウムも含まれるため酸性溶液に投入すると石灰成分が溶出して溶液の中和を促す性質がある。本研究では、石炭灰造粒物を添加した反応器内で田沢湖水の中和処理を連続的に行える可能性を検討した。

### 2. 実験方法

#### 【使用材料および石炭灰の造粒方法】

石炭灰造粒物は石炭火力発電所（能代火力発電所，秋田県能代市）から調達したフライアッシュ（Ⅱ種）を原料として、転動造粒法により造粒した。本造粒方法は、粒子が転動しながら成長していくため、粒度を制御しやすく粒子が球状で表面が滑らかとなる利点がある。造粒の過程として、低速回転するドラムへフライアッシュ，高炉セメント，消石灰を連続投入し，水を霧状に吹き付けた。図 1 にフライアッシュおよび石炭灰造粒物を示す。



図 1 フライアッシュ (左) および石炭灰造粒物 (右)

#### 【連続式反応器の製作と湖水の中和処理】

連続式反応器として、試料水，ポンプ，反応容器，pH メーターで構成された中和反応器を製作した（図 2）。反応容器には、JIS A 1204 に基づいたふるい分け試験によって選別した石炭

\* Study on neutralization of water from Lake Tazawa with continuous reactor filled in coal ash granules by Yu Minamida, Noritoshi SAITO, Fumito KAGAYA, Takao IKEUCHI, Asuka SASAKI and Kazuhiro AMITA

灰造粒物（粒径 2.00 ～ 4.75 mm）5 g を添加した。湖水の中和処理方法として、田沢湖水（pH 5.2 – 5.5）をポンプで反応容器へ一定流量（13.6, 26.0, 52.3 mL/min）通水させ、溶液の pH を pH メーターで経時的に測定した。湖水の pH が 6.8 以上に中和できた処理量を中和処理量と定義し、各流量別に算出した。

**【中和処理後の湖水の品質評価方法】**

中和処理後の田沢湖水の評価方法として、誘導結合プラズマ発光分光分析法（ICP-AES）を適用し、重金属イオン（Pd, Cr, Cd）の定性分析を行うことで比較を行った。

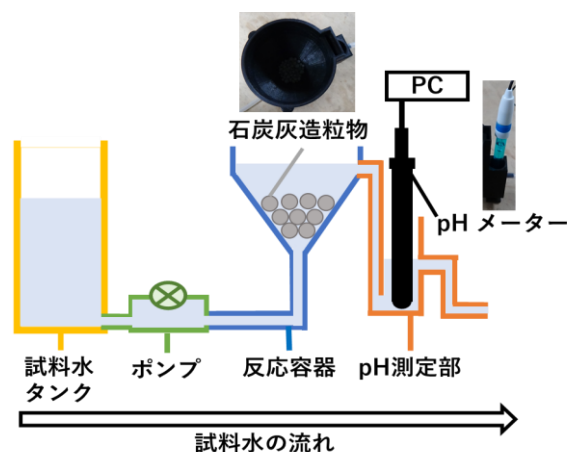


図2 連続式反応器の概略図

**3. 実験結果**

**【湖水の中和処理量】**

田沢湖水を各流量別に連続式反応器で反応させた結果、流量に関係なく、処理量 0.5 L 付近で pH が最大になることが明らかとなった（図3）。一方、石炭灰造粒物 5 g に対する中和処理量として、湖水の流量が低いほど中和処理量が増加することが明らかとなった（図4）。流量 13.6 mL/min では、3.54 L の湖水を約 4 時間 30 分で pH 6.8 以上に中和処理できた。

**【中和処理後の湖水の品質評価】**

中和処理後の湖水に含まれている重金属イオンを定性した結果、明確に重金属イオン（Pd, Cr, Cd）が検出された試料はなかった。

**4. 総括**

本研究から、石炭灰造粒物を用いて連続的な湖水の中和処理が可能であること、中和処理後の湖水・石炭灰造粒物から重金属イオンの溶出がないことが明らかとなった。今後は、処理スケールを拡大するため、単位時間当たりの処理量を向上する方法等を検討する必要がある。

**5. 謝辞**

本研究は、秋田大学総合技術部並びに秋田大学理工学研究科技術部の助成金によって実施されました。記して感謝申し上げます。

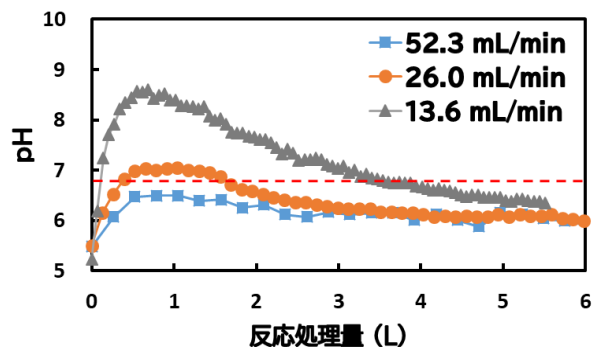


図3 反応処理に伴う湖水 pH 値の変化

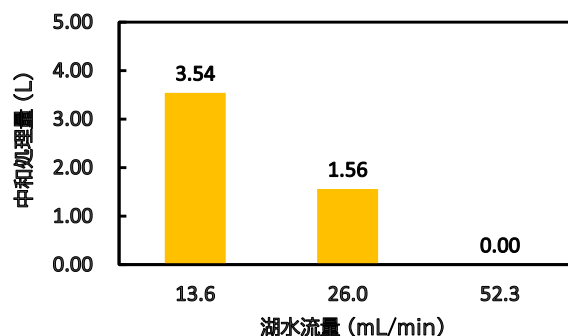


図4 湖水流量と中和処理量の関係



# アルカリ成分を有する副産物を用いた田沢湖水の中和実験\*

秋田大学 佐々木明日香・南田悠・池内孝夫・加賀谷史・齋藤憲寿・網田和宏

## 1. はじめに

田沢湖は秋田県仙北市にある淡水湖である。1940年、灌漑と水力発電のために玉川温泉から湧きだす酸性水を導入し始めたことで湖水のpHが6.7から4.8前後と急速に酸性化し、多くの生物が生育できない環境となった。現在は、玉川酸性水を、中和処理施設を經由してpH3.5以上に中和して放流しており、流入先の田沢湖のpHは5.7まで戻っているが、1940年以前の数値は取り戻せていない。また、処理施設では石灰石を用いて中和を行っているが、一日の消費量は40トンにもものぼる。

そこで今回は、田沢湖水の新規中和剤として、アルカリ成分を含んだ副産物に着目した。石灰石の代替材料としてそれらの副産物を使用出来れば、田沢湖の水質改善とともに、副産物の再利用用途の開拓にもなる。

本研究では、副産物の湖水に対する中和能力を測定し、副産物による田沢湖水の水質改善に対する検討を行った。

## 2. 実験

### 2-1. 試料とその評価方法

石灰石の代替材料として中和実験に使用した試料は、フライアッシュ (FA)・クリンカアッシュ (CA)・ペーパースラッジ灰 (PS灰)・くん炭の四種である。

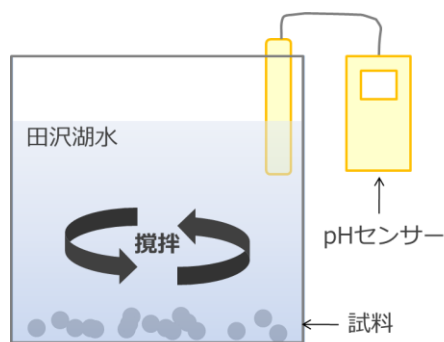


図1 中和実験概略図

### 2-2. 中和実験

図1に中和実験の概要を示す。反応槽に田沢湖水1L(pH 5.8)と試料5gを入れ、48時間攪拌しながら、一定時間ごとにpHを測定した。また、実験前後の試料について、走査型電子顕微鏡(SEM)・エネルギー分散型X線分析(EDS)を用いて表面観察と元素分析を実施した。更に、反応槽への導入前後の湖水に対し、誘導結合プラズマ発光分析装置(ICP-AES)による重金属イオン(Pb・Cd・Cr)の定量を行い、試料から湖水への溶出の有無を調査した。

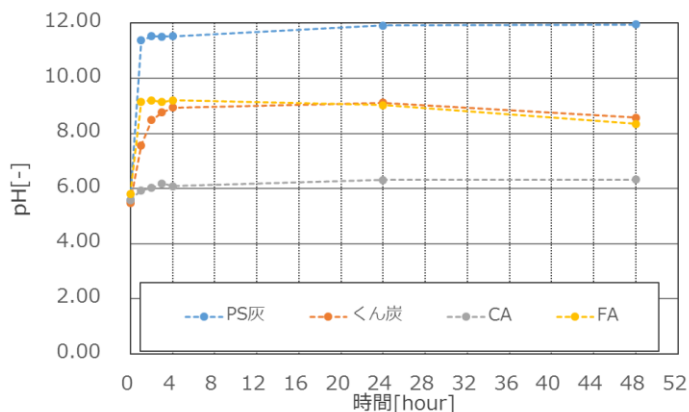


図2 中和実験によるpHの変化

\*Study on neutralization of Tazawa lake water by use of by-products including alkaline components by Asuka SASAKI, Yu MINAMIDA, Takao IKEUCHI, Fumito KAGAYA, Noritoshi SAITO and Kazuhiro AMITA

### 3. 実験結果

#### 3-1. 中和実験

まず、各試料を用いた湖水の pH 変化を図 2 に示す。四種の試料のうち、PS 灰では pH が 12 近くまで上昇し、FA とくん炭では pH が 9 近くまで上昇した。一方、CA ではほぼ pH が変化しなかった。全ての試料で、4 時間以降の pH の大きな変動は無かった。

#### 3-2. 試料の EDS 分析

表 1 中和実験前後の各試料の EDS 測定結果（原子数%）

中和前後の各試料に EDS を実施した（表 1）。PS 灰は実験前後で Ca の割合が大きく変わっており、Ca 由来のアルカリ成分が関わっていると考えられる。くん炭は K の変化量が大きい  
ため、K 由来のアルカリ成分が中和作用を及ぼした可能性がある。CA

| 元素 | PS灰          |              | くん炭         |             | CA    |       | FA    |       |
|----|--------------|--------------|-------------|-------------|-------|-------|-------|-------|
|    | 前            | 後            | 前           | 後           | 前     | 後     | 前     | 後     |
| Na |              |              | 1.64        | 0           | 1.27  | 0.42  | 1.26  | 1.09  |
| Mg | 4.27         | 6.28         | 1.56        | 1.07        | 1.15  | 0     | 1.53  | 1.33  |
| Al | 15.84        | 17.20        |             |             | 26.48 | 25.83 | 25.93 | 24.34 |
| Si | 15.33        | 24.37        | 74.61       | 87.17       | 60.40 | 67.94 | 60.97 | 64.10 |
| K  |              |              | <b>8.18</b> | <b>3.20</b> | 1.46  | 1.48  | 1.55  | 1.71  |
| Ca | <b>62.78</b> | <b>48.24</b> | 2.57        | 1.79        | 3.04  | 1.38  | 2.97  | 2.24  |
| Cr |              |              |             |             | 0.05  | 0     | 0.02  | 0.08  |
| Cd |              |              |             |             | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| Pb |              |              |             |             | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |

と FA の実験前後の組成が似ているにも関わらず、中和実験の結果に違いが出たのは、粒子の状態の違いが関係している可能性がある。

表 2 中和実験後の湖水の Pb,Cd,Cr 濃度

| 使用成分  | Pb / ppm    | Cd / ppm     | Cr / ppm |
|-------|-------------|--------------|----------|
| FA    | <b>0.01</b> | >0.001       | >0.001   |
| CA    | 0.0021      | >0.001       | 0        |
| くん炭   | 0           | <b>0.015</b> | 0        |
| PS灰   | <b>0.12</b> | <b>0.14</b>  | 0.0016   |
| 中和前湖水 | >0.001      | 0            | >0.001   |

#### 3-3. 湖水の ICP 測定

次に、各試料による中和実験後の湖水の Pb, Cd, Cr の濃度を ICP-AES により測定した（表 2）。環境基本法によれば、Pb 濃度は 0.01 mg/L 以下、Cd 濃度は 0.003 mg/L 以下、

Cr<sup>6+</sup>濃度は 0.05 mg/L 以下が水質汚濁に係る環境基準となる。表より、CA は三種とも基準以下であったが、FA は Pb、くん炭は Cd、PS 灰は Pb と Cd が基準値を上回る濃度であることがわかった。

### 4. まとめ

本研究ではアルカリ成分を含んだ種々材料で田沢湖水の中和を試みた。その結果、PS 灰は pH 上昇効果が大きい  
が Pb と Cd が検出された。今後も新たな中和材料を探索するとともに、有害物質の溶出を防ぐ手法を模索する予定である。

**謝辞**：本研究は秋田大学総合技術部研究助成の支援を受けた。記して感謝申し上げます。

<第1会場>

— 第2部 (5題) —

司会：片岡 俊一 先生

12月18日(土) 10:00~11:15

会議名 (URL 4)

# 青森県階上町道仏震度観測点の特異性確認のための 町内各地の地盤震動特性調査\*

弘前大学 片岡俊一

## 1. はじめに

青森県が階上町に設置した震度計（観測点名：階上町道仏（ハシカミチョウドウブツ））で観測される震度と最大加速度は、県内各地のそれと比べて大きいことが報告されている<sup>1)</sup>。また、地震によっては階上町道仏の震度が青森県内で最も大きく、他の観測点よりも震度階級で一つ上になる場合もある。このことから、県民の方々から震度が大きく評価されているのでは、との疑問の声も聞くことがある<sup>2)</sup>。なお、この地点では、2008年7月24日に岩手県沿岸北部を震源とした地震では震度6弱が観測され、その地震動および微動アレー探査で推定したS波速度構造が報告されている<sup>3)</sup>。文献3)では、推定された地下構造から得られるSH波の増幅特性で地震動の卓越振動数が説明できるとしている。

ここでは、階上町において臨時地震観測、常時微動測定を行って階上町道仏観測点の増幅特性が特異であるのかを確認した結果を報告する。

## 2. 階上町の地理、地勢と階上町道仏観測点の地下構造

階上町は青森県の最東南端に位置し、東側は太平洋に面し、南側は階上岳が東西に走り、県境となっている。階上岳の北面に開けた山麓地帯を除いては、ほぼ平坦地であり、海岸低地は狭い<sup>4)</sup>。微地形の違いを確認するために、地震ハザードステーション（J-SHIS）からダウンロードできる微地形区分<sup>5)</sup>を、以下で記す観測点位置とともに図1に示す。

階上町道仏観測点（図1のHASKLG）は町役場の敷地にある。庁舎建設時の柱状図では、表層は厚さ4m程度のローム層であり、その下に砂質粘性土、軽石混じり砂を挟み、層厚4m程度のシルト層、粘性土層が深さ12~14m程度まで存在する。微動アレー探査では深さ14mまでのS波速度を141m/sと評価している<sup>3)</sup>。

## 3. 臨時地震観測

海岸に近い大蛇三地区合同集会所（HASK05）の玄関に強震計を2019年8月2日から同年の9月27日まで設置させてもらった。強震計は、8月23日までが東京測振製のCV-375を用い、その後は同社製のCV-374を用いた。

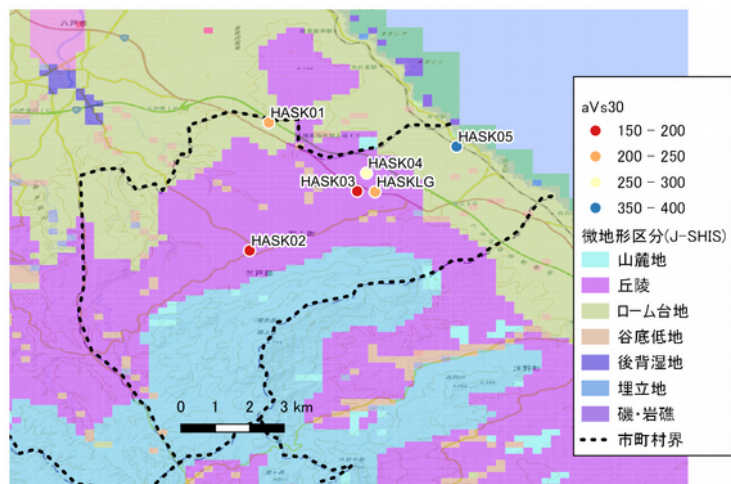


図1 震度観測点（HASKLG）と微動観測点. 背景はJ-SHISの微地形区分

\* On-site study around Hasshikami-cho in Aomori prefecture to clarify the singularity of Hashikami station by Shunichi Kataoka

この間に階上町道仏で有感となった地震数は16であった。一部の地震については、HASK05ではトリガーレベルに達しなかったが、CV-374、375は連続観測データも保存しているため、16地震全てで地震動を対比させることができた。

HASK05の記録から計測震度を求めたが、平均的に道仏観測点よりも0.6小さかった。HASKLGでは2~3Hzが卓越するが、HASK05ではより高い振動数が卓越したおり、これが震度差の原因であろう。

#### 4. 微動測定

上述の臨時地震観測点（HASK05）を含んで、町内5箇所で微動を計測した。A-NET社製CR4.5-2SV（上下成分のみ）5台を1辺の長さ約10mの正三角形の頂点と重心位置および任意の一边の中心に置き、サンプリング振動数は200Hzとし、200秒間のデータを3回以上計測した。それと並行して、東京測振社製CV-374AVを用いて3成分の単点微動を100Hzサンプリングで20分以上計測した。

アレー観測データから、SPAC法にて位相速度を求め、波長40mの位相速度を読み取り、表層30mの平均S波速度（ $aVs_{30}$ ）とした。各観測点の値は、図1に色分けして示した。階上町道仏震度観測点でも同様の計測を行っているが<sup>3)</sup>、その値と同様な値が他の地点でも得られている。

#### 4. おわりに

階上町道仏震度観測点の震度が極局所的なものであるか、町内における臨時地震観測と微動観測を通して検討した。その結果、対象地点の震度は海岸沿いの地域に比べると大きいものの、同等と思われる地域があることが分かった。

#### 謝辞

本報告は、弘前大学工学部地球環境防災学科の令和元年度卒業研究として斉藤利久也君が実施したものを筆者の責任で再整理したものである。地震計設置と微動観測は、斉藤君を含め当時の4年生に手伝って貰った。

#### 参考文献

- 1) 片岡・山本：地震動記録に基づく青森県内の強震観測点のサイト増幅度，日本地震工学会論文集，第7巻，第2号（特集号），110-129，2007。
- 2) 片岡：2008年7月24日に発生した岩手県沿岸北部の地震の際に震度6弱を観測した青森県内の観測点の震動特性，平成20年北東北国立3大学連携推進研究プロジェクト岩手・宮城内陸地震被害調査研究報告書，106-110，2009。
- 3) デーリー東北：ツイセキあなたの疑問 階上の震度はなぜ大きい，2021年5月11日。
- 4) 階上町防災会議：階上町地域防災計画 地震・津波災害対策編（平成30年12月改正）。
- 5) 若松加寿江・松岡昌志：全国統一基準による地形・地盤分類 250mメッシュマップの構築とその利用，地震工学会誌 No.18, pp.35-38, 2013。

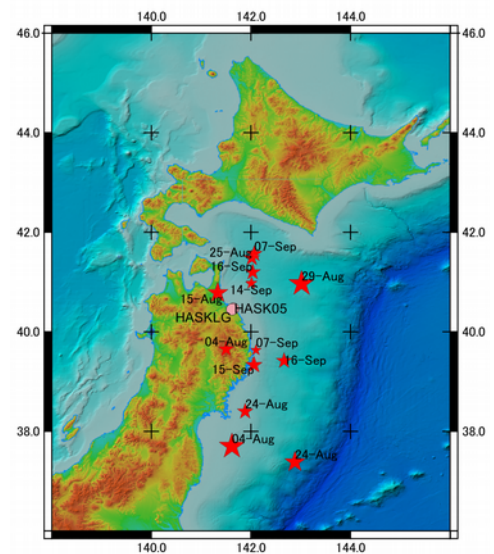


図2 臨時観測の観測点と観測できた地震の震央位置

# 北上低地帯における極浅部地下地質構造の解明\*

滝本彩乃・越谷 信・岡田真介（岩手大学）・東中基倫（地球科学総合研究所）

## 1. はじめに

兵庫県南部地震において甚大な被害をもたらした“震災の帯”から考えられるように、表層の地盤特性や不整形地盤構造は地震波の増幅の程度を左右する。このため、地盤増幅率を左右する表層地盤の堆積層厚や性質、また断層の存在などに関する情報はきわめて有益である。

盛岡周辺の地下構造については、先行研究により深度 50\_m 以浅の地下地質構造は明らかにされている。本研究では、ボーリングデータの解析と重力探査およびブーゲー重力異常の解析から盛岡市の地下 1 km 程度までの地下地質構造を推定した。

## 2. 対象地域の概要

盛岡市は北上低地帯北部にあたり、西側に奥羽山脈が、東側には北上山地が位置している。盛岡市街地は段丘地形が発達しており、北上川左岸地域には明瞭な段丘地形が発達する。対象地域の地層は、下位より基盤岩類、層準未詳層、盛岡挟炭層、古北上川・雫石川堆積物、青山町岩屑なだれ堆積物、上堂層、大石渡岩屑なだれ堆積物、みたけ層、好摩段丘堆積物、高松段丘堆積物、古沖積層堆積物、平笠岩屑なだれ堆積物、上田層及び沖積層堆積物に分類される。



図1 調査地域の地形分類と重力測定点位置

## 3. 研究方法

### 3.1 ボーリングデータの収集・解析

県内事業所より提供されたボーリングデータから重力探査測線付近に位置するものを選定し、重力探査測線の始点と終点を通る直線上に投影した上で地層境界同士を結び、浅部地質断面を作成した。その際、先新第三系の基盤岩類を除いて3層に区分し、下位より盛岡挟炭層（およびそれ以深の堆積物を含む）、古北上川・雫石川堆積物、青山町岩屑なだれ堆積物以浅とした。

### 3.2 重力探査およびブーゲー重力異常を用いた地下構造の解析

重力探査測線は、盛岡市上田の高松ノ池付近から、前九年、前潟を通り、上厨川までの約 6.2 km とし、標準 200\_m の測定点間隔として、合計 32 点（ML1-01～ML1-32）において重力測定を実施した（図1）。重力測定には、Scintrex 相対重力計 CG-5 を用いた。また同時に測定点の位置座標および標高を取得するために、GNSS 測量を行った。得られた重力測定値には、標準的な重力補正計算を施し、各測定点の絶対重力値を算出した。その後、仮定密度 2670\_kg/m<sup>3</sup> として、地形補正を行い、ブーゲー重力異常を求めた。次に、本研究では、タルワニ法 (Talwani *et al.*, 1959) による地下の密度構造解析を行った。地下の密度構造には、浅部 1 km 程度はボーリングデータにより得られた地質構造を入力し、各層準の密度には、試行錯誤的に最も観測値と計算値とが一致する密度を適用した。さらに、測線中～西部において、ボーリングデータよりも深い、盛岡挟炭層（およびそれ以深の堆積物）と先新第三系の基盤岩との境界は、観測ブーゲー重力異常に最も合うように地下構造を推定した。

## 4. 結果

重力探査によって得られたブーゲー重力異常（観測値）を図2に示す。ブーゲー重力異常は測線東部では、おおよそ 77\_mgal 程度を示しており、全体的には西に向かって負のブーゲー重

\*Study on the shallow subsurface geological structure in the Kitakami lowland area by Ayano Takimoto

力異常となっており、測線西端では 65\_mgal を示す。測定点番号 ML6~10, 14~19 では、ブーゲー重力異常値の変化が比較的少ない区間もあり、地質構造の変化が伺える。

ボーリングデータから得た浅部の地質構造の各地層の密度は、上層から 1900, 2000, 2100 kg/m<sup>3</sup> として与えたとき、観測値と計算値の差が最も小さくなった。しかし、測線中部~西部において、観測値と計算値が一致しない部分が残る。そこで、ボーリングデータよりも深い部分の地質境界は、観測値を最もよく説明する地下構造として推定した。その結果、最終的に図 2 下に示すような地下地質構造が推定される。先新第三系の基盤岩の上面は、西部にかけて階段状となるような構造（距離 2000~3700, 4200~4500\_m において先新第三系の基盤岩上面が平坦となる構造）をもち、前潟付近から西に向かってさらに深くなる構造が推定される。

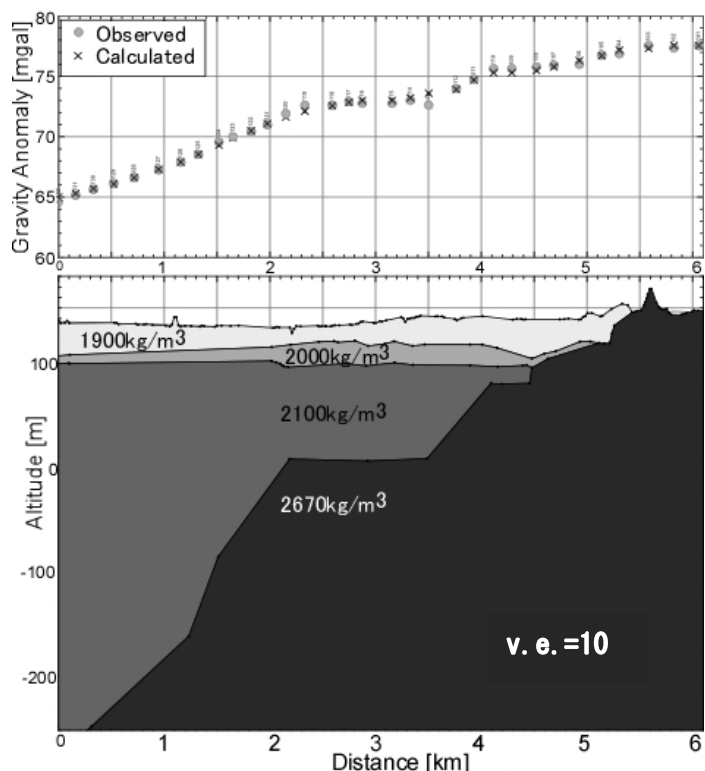


図 2 ブーゲー重力異常と密度構造モデル

#### 4. 考察

盛岡市街地を東西に横断する調査測線において、ブーゲー重力異常を用いて地下構造を推定した結果、先新第三系の基盤上面の深度は、西傾斜と平坦面を繰り返すような階段状であることが推定された。これらの構造は、西傾斜の正断層による構造である可能性があり、日本海形成時の引張場において形成されたリフト構造にあたる可能性がある。北上低地帯の南部では、反射法地震探査の解析によって同様の構造が知られており、北上低地帯内部に 5-6 条の西傾斜の正断層構造が存在する。それらのうちの一部は、現在の応力場で逆断層として再活動している（例えば、Kato *et al.*, 2006）。

本研究では、先新第三系の基盤を除く地層を 3 つに区分し、その最下部は、盛岡挟炭層およびその下位の層準をまとめて取り扱った。盛岡挟炭層の層厚は、最大でも 60\_m 程度であるとされているため、盛岡挟炭層と先新第三系の基盤岩との間には、正断層構造を埋めるリフト充填堆積物が存在すると考えられる。図 2 に示した地質構造から発展させ、それらを密度 2480 kg/m<sup>3</sup> として、調査測線中部~西方にかけて盛岡挟炭層下に分布させた場合、観測値をさらによく説明する結果となった。しかしながら、データも少なく分布の詳細も明らかではないため、今後さらに検討が必要である。

#### 5. 結論

北上低地帯北部の盛岡市を東西に横断する重力探査を実施し、タルワニ法を用いて地下構造を推定した。浅部約 100\_m にはボーリングから得られた地質構造を利用した。その結果、先新第三系の基盤岩の上面は、岩手大学付近、北上川右岸付近、前潟付近において上面の深度が深くなるような階段状の構造を持つことが判明した。これらの構造は、北上低地帯南部の地質構造とも比較し、日本海拡大時の正断層運動により形成された可能性がある。

Kato, N., H. Sato, and N. Umino, 2006, *J. Struct. Geol.*, **28**, 2011- 2022.

Talwani, M., J. L. Worzel, and M. Landisman, 1959, *J. Geophys. Res.*, **64**, 49-59.

# 東北本州弧の堆積被覆層の厚い地域における活断層の構造

## -新庄盆地および庄内平野における断層帯を例として-\*

越谷 信（岩手大学），梅木健太郎（岩手大学，現：パシフィックコンサルタント），岡田真介（岩手大学），佐藤比呂志（東京大学），石山達也（東京大学），加藤直子（日本大学），東中基倫（地球科学総合研究所）

### 1. はじめに

東北本州弧における衝上断層は堆積盆地の縁辺部に発達することが多い。背弧側の地域では、新第三系や新第四系の堆積層の積算層厚が数 km にもおよび、断層の上盤側では複雑な形状を持つ褶曲衝上断層帯が発達するが、それらの詳細な地質構造は自明ではない。本研究では、これらの厚い堆積被覆層の分布する新庄盆地および庄内平野縁辺部を対象として、重力調査を実施し、同地域で行われた反射法地震探査結果と合わせて、地下構造を推定し、褶曲および衝上断層の構造的関係を明らかにすることを目的とする。

### 2. 地質概要

新庄盆地における調査地域周辺の地質は、下位より、グリーンタフと言われる新第三系長尾層、銀山層、中島層、南沢層、および浅海性から陸生の鮮新-更新統鮭川層、八向層、毒沢層からなる(佐藤・他, 2006)。調査地域付近の新庄盆地東縁は、経壇原断層によって画され、これより西側に舟形断層、沖の原断層および堀内断層がほぼ南北方向に発達する。これらの断層周辺には、西側急傾斜、東側関係者の非対称褶曲が発達する。庄内平野東縁部の調査地域の地質は、青沢層、草薙層、北俣層、楯山層、丸山層、観音寺層および庄内層群からなり、新庄地域の地層群にほぼこの順で対比することができる。本地域においても、ほぼ南北方向の青沢断層、酒田衝上断層群および庄内平野東縁断層帯などの断層群とこれと関連する褶曲構造が発達する。

### 3. 重力調査

重力調査は、どちらの地域でも測定間隔を 200 m を基本とし、新庄盆地では、山形県新庄市南部付近から舟形町の小国川に沿って、堀内断層、舟形断層および経壇原断層を横切る、約 19 km の測線で行い、測定点は 74 点である。庄内平野では、酒田市東部相沢川や中野俣川に沿った、庄内平野東縁断層帯、酒田衝上断層群および青沢断層を横切る、約 15 km の測線で行い、解析に用いた重力測定点は 73 点である。使用した重力計は、シントレックス社製重力計 CG-5 である。観測点の位置および標高は、RTK-GPS および電子レベルを用いて測定した。取得したデータの処理は、概ね地質調査総合センター（2004）に従っているが、球面ブーゲー補正の補

---

\*The geological structure of active faults in the thick sedimentary cover area in Tohoku Honshu Arc, Japan - The cases of faults in Shinjo and Shonai -, by Shin Koshiya, Kentaro Umeki, Shinsuke Okada, Hiroshi Sato, Tatsuya Ishiyama, Naoko Kato and Motonori Higashinaka



正範囲は、地形補正の補正範囲に合わせて 45km とした。また、ブーゲー補正および地形補正に用いた仮定密度は、調査地域の地質や屈折法地震探査の結果を考慮して、 $2.30 \text{ g/cm}^3$  とした。得られたブーゲー異常に対して、広域的な重力異常の影響を取り除くためトレンド補正を行った。

#### 4. 解析結果と褶曲衝上断層構造

新庄地域におけるブーゲー異常は舟形断層および経壇原断層周辺で急変し、より東側ほど密度の大きい地層がより浅部に分布することを示している。本地域の地層を 5 層に区分した密度構造モデルからは、舟形断層と経壇原断層は深度 2.5 km 付近で同一の断層に収斂すると推定される。また測線より東方では堀内断層も合一の断層に収斂する可能性がある。これらの経壇原断層、舟形断層および堀内断層により一連の西翼急傾斜および東翼緩傾斜の非対称な褶曲構造が形成されている。

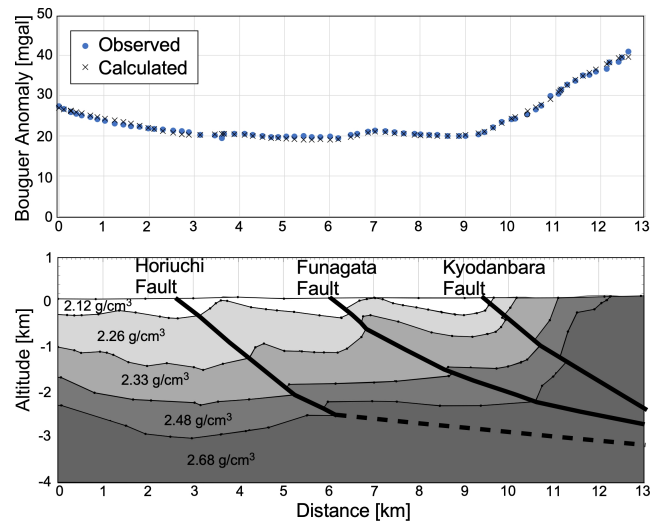


図 1 新庄盆地における密度構造モデル

庄内平野東縁地域におけるブーゲー異常は酒田衝上断層群および青沢断層周辺で急変し、より東側ほど密度の大きい地層が分布することを示している。本地域の地層を 4 層に区分した密度構造モデルからは、酒田衝上断層群は 2 条の分岐した断層から構成され、中～低角で東に傾斜する。酒田衝上断層群より青沢断層の方がやや傾斜角が大きいことから、深部では同一の断層に収斂する可能性がある。これらの断層の上盤側にはこの断層と関連した褶曲構造が発達する。さらに、酒田衝上断層群の西方では、深さ 3 km 程度まで  $2.60 \text{ g/cm}^3$  層の上面境界に発達した低角の衝上断層構造がみられ、これにより上盤側には背斜構造が発達し、ウェッジラストが派生し、活構造を形成している。

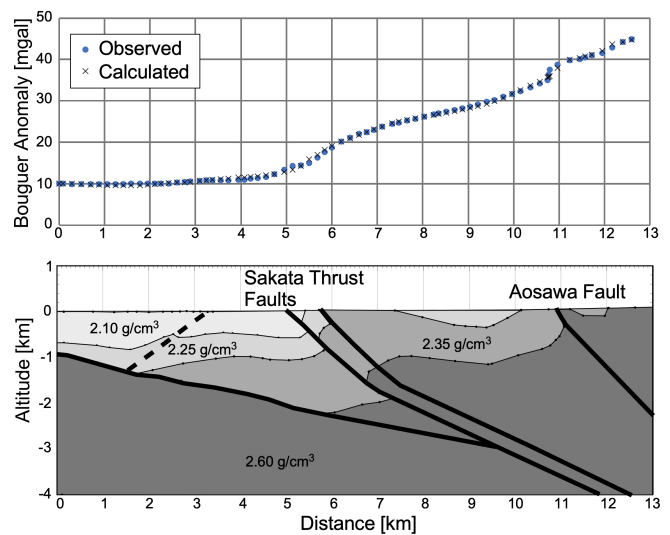


図 2 庄内平野東縁地域の密度構造モデル

#### 5. 文献

地質調査総合センター，2004，日本重力 CD-ROM，第 2 版。

## 東北地方中南部における臨時地震観測\*

岡田知己・中山貴史・平原聡・立岩和也（東北大・理）・堀内茂木（ホームサイスモ）・勝俣啓（北大・理）・大園真子（東大地震研、北大・理）・小菅正裕・前田拓人（弘前大・理工）・山中佳子（名古屋大・環境）・片尾浩（京大防災研）・松島健（九州大・理）・八木原寛（鹿児島大学）・2011年東北地方太平洋沖地震緊急観測グループ

### 1. はじめに

宮城県中部～山形県南部～福島県北部にかけての領域は、長町-利府線断層帯、福島盆地西縁断層帯、双葉断層帯などの断層帯が複雑に分布している。蔵王山や吾妻山などの火山も分布している。一方で、地震活動は東北地方の他地域に比べると低調であるが、地震観測網が比較的荒いことも考えると、十分な理解がなされているとは言えない。

これまで観測・理解が手薄だった領域の強化として、宮城県中部～山形県南部～福島県北部において臨時地震観測網を整備した。本稿では観測の序報について述べる。

### 2. 観測概要

観測点間隔は、地震発生層の厚さ（約 10-20km）を考慮し、既設の定常観測網・臨時観測網と併せて約 10km 程度とした。

地震計は 1Hz ないし 2Hz の短周期地震計を使用している。データは携帯電話回線を利用したテレメータ方式により伝送されている。

得られた連続波形データを定常地震観測網や他の臨時観測点と合わせて、自動処理（堀内・他）により、地震の同定、震源決定を行なった。

### 3. 結果

観測網の設置が概ね完了し、自動処理の改良も完了した、2020年8月～2021年半ばまでの期間について、震源決定結果などの確認を行なった。

本研究で実施した臨時観測および自動処理により同定されたイベントを確認し、気象庁一元化震源カタログに記載されていない地震を確認した。それらは、双葉断層付近や長町-利府線断層帯～福島盆地西縁断層帯のおよそ西側（上盤側）の他、それらの間の領域（宮城県南部、丸森町付近）にも見られる。

---

\*Temporal seismic observation in the central-southern part of Tohoku District by Tomomi Okada, Takashi Nakayama, Satoshi Hirahara, Kazuya Tateiwa, Shigeki Horiuchi, Kei Katsumata, Mako Ohzono, Masahiro Kosuga, Takuto Maeda, Yoshiko Yamanaka, Hiroshi Katao, Takeshi Matsushima, Hiroshi Yakiwara, and Group for the aftershock observation of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake

# 2011年東北沖地震後から福島-茨城県境周辺で活発化した地震活動に見られる内陸の繰り返し地震とその原因\*

東北大学 池田 里奈, 吉田 圭佑, 福島 洋, 松澤 暢, 長谷川 昭  
気象庁 高橋 諒

## 1. はじめに

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震以降、福島-茨城県境周辺では非常に活発な地震活動が続いている。特に、茨城県北部においては2011年3月19日と2016年12月28日にM6程度の地震が発生しており、2つの地震が同一の断層の同じ場所を繰り返し破壊した可能性が指摘されている(Fukushima et al., 2018; Uchide, 2017, JpGU)。内陸断層で地震がこのような短時間で繰り返し発生する事例は極めて珍しく、この事例を調べることは内陸地震の発生サイクルや応力蓄積・解放過程を理解する上で極めて重要であるといえる。本研究では、福島-茨城県境周辺の地震活動中の小中地震に含まれる繰り返し地震を検出し、更なるその情報を震源分布の時空間変化および地震活動の情報と組み合わせることにより、M6地震の繰り返しの原因について調べた。

## 2. 手法

最初に、2003年から2018年10月31日までに福島-茨城県境周辺で発生した  $M_{JMA} \geq 1$  の地震 45988 個を対象に、Double-Difference 法 (Waldhauser & Ellsworth, 2002)を用いた震源の再決定を行った。多くの先行研究では繰り返し地震の検出のために、波形の相互相関を用いているが、その方法では近傍で起こった地震群を繰り返し地震と見誤る可能性がある。本研究では、精密な震源再決定位置に基づき繰り返し地震の検出を行った。具体的には、全地震ペアの震源間距離を地震の断層サイズと比較することにより、次の条件に基づいて繰り返し地震の検出を行なった。(1) 地震間距離 < 平均断層半径, (2) マグニチュードの差が 0.5 以下となる地震ペアを繰り返し地震ペアとみなした。この際、断層サイズは、応力降下量 20MPa (池田・他, 2020, JpGU)の円形断層を仮定して求めた。

## 3. 結果

震源再決定により得られた震源分布は、複雑な微細断層構造を示した。ただし茨城県北部地域では地震活動が西へ傾斜する一枚の面構造に集中しており、2つのM6地震の余震がどちらもこの面上に分布していたため、M6地震はこの断層上で発生したと考えられる。

---

\* Interplate repeating earthquakes in the Fukushima-Ibaraki border region following the 2011 Tohoku-Oki earthquake and their factors by Rina Ikeda, Keisuke Yoshida, Ryo Takahashi, Yo Fukushima, Toru Matsuzawa, Akira Hasegawa

繰り返し地震の検出の結果、379 個の地震ペアが見つかり、その多くは M6 地震が発生した茨城県北部に分布することが分かった。これらの地震ペアの地震波形は近傍の観測点で見ても非常によく似ており、断層上の同一の場所を破壊した繰り返し地震である可能性が高いと思われる。

#### 4. 議論

Nadeau & Johnson (1998)による経験式に基づき、繰り返し地震間の周囲の非地震性すべり量を推定したところ、20cm 前後の値が得られた。Fukushima et al. (2018)は、2011 年に発生した M6 地震による余効滑り量を推定し、その大きさが数十 cm 程度以上と非常に大きかったことを示しているが、研究で検出された繰り返し地震は、この余効滑りの影響により発生した可能性が考えられる。

茨城県北部で繰り返し発生したことが推定されている 2つの M6 地震のうち、2011 年の地震の余震活動が 2016 年の地震のそれに比べて顕著に活発であったことが分かった。2011 年の地震の余震の減衰率は通常の大森公式に比べても有意に小さかった。2011 年の M6 地震の余効滑り量が同規模の内陸地震に比べ異常に大きかったことが報告されているが (Fukushima et al., 2018), その量は同じ場所で発生した 2016 年の M6 地震に比べても大きかったことが示唆される。同一の場所にもかかわらず余効すべり量の大きさが異なった要因として、間隙水圧の時間変化が余効すべり量に影響を与えた可能性が考えられる。群発地震の解析から、東北日本のいくつかの地域では、東北沖地震後の地殻流体の上昇により間隙水圧が時間変化したことが推定されている (Yoshida et al., 2016)。茨城北部地域においても、東北沖地震直後の 2011 年の M6 地震の際には、上昇してきた地殻流体により地震・余効すべりが生じやすくなっていた可能性も考えられる。

#### 5. まとめ

本研究では、精密な震源再決定の結果をもとに、内陸の繰り返し地震の検出を行った。その結果、379 個の繰り返し地震が検出され、それらが 2011 年の M6 地震の余効滑りによって発生した可能性が示唆された。2011 年 M6 地震の大きな余効滑りには流体が関与した可能性が考えられ、これにより応力が再集中し、2016 年 M6 が発生した可能性が考えられる。

<第1会場>

— 第3部 (7題) —

司会：山本 英和先生

12月18日(土) 12:30~14:15

会議名 (URL 5)

# 岩手県の Hi-net 観測点で観測された常時微動の地震波干渉法解析によるレイリー波位相速度の推定\*

岩手大学工学部 ○小原宏太 阿部琢人  
岩手大学大学院総合科学研究科 土屋隆  
岩手大学工学部 山本英和 齋藤剛

## 1. はじめに

鈴木ほか(2018)では、岩手県の Hi-net 観測点で観測された微動の長時間重合した相互相関関数から隣り合う観測点 3 点三角形ごとの群速度分布を算定し、およそ周期 2~6s 程度までの群速度を示すことができ、そこから群速度分散曲線を求めた。しかし、岩手県内の観測点のみでは組み合わせを作れずに群速度を推定できなかった区域もあった。また、長いパスでは解析は行われていない。このことから、観測点間距離を長くした地震波干渉法解析を行い、さらに深い場所での地下構造を推定することや、岩手県周辺の観測点を用いた地震波干渉法を行うことで、鈴木ほか(2018)では群速度を推定できなかった県北部や県西部などの地域についても、地下構造を推定し、岩手県全体の浅部地下構造を明らかにする。

## 2. 方法

本研究では、岩手県、秋田県、青森県、宮城県を含めた合計 43 点の Hi-net 観測点の 2019 年 10 月から 2020 年 8 月までの 11 か月分の上下動微動記録を用いた。図 1 に解析に用いた Hi-net 観測点の位置を示す。この観測点での二点の常時微動記録から得られるクロススペクトルの実部を求め、Aki(1957)に基づき、クロススペクトルのゼロクロス点を用い、広い周波数帯で位相速度を推定するという手法（ゼロクロス法, Ekström et al., 2009）を適用した（土屋ほか, 2020）。また、ゼロクロス法を用いて推定された Hi-net の岩手県における位相速度二次元分布の作成をし、考察する。

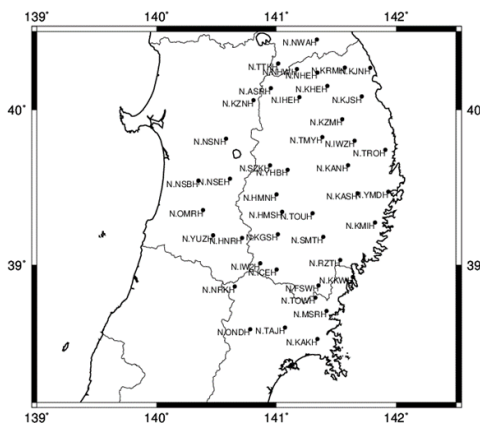


図 1 観測点場所

## 3. 結果

クロススペクトルの実部から 0.1Hz~0.9Hz の比較的広い周波数帯でゼロクロス点を読み取ること成功した(図 2 参照)。また、特定周波数における経路ごとの位相速度 2 次元分布を推定した。0.2Hz では岩手県全体で速度 2700m/s~3500m/s 程度の速い位相速度を持つ経路が見られた。0.4Hz では岩手県の西部が 2300~2600m/s 程度の位相速度、東部が 2700~3300m/s 程度の位

\*Estimation of phase velocities of Rayleigh wave in Iwate Prefecture by seismic interferometry analysis of microtremors observed with Hi-net stations by Kota Obara, Takuto Abe, Takashi Tsuchiya, Hidekazu Yamamoto and Tsuyoshi Saitou

相速度を示していることから西部の方が東部よりも位相速度が遅いことが確認できた。0.5Hzでは岩手県の西部が2100~2600m/s程度の位相速度、東部が2700~3200m/s程度の位相速度を示していることから西部の方が東部よりも位相速度が遅くなっていることが確認できた。

参考文献

Aki, K. (1957), Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 35, pp. 415-456.  
 Ekstrom, (2009), Geophys. Res. Lett. 36, L18301.  
 鈴木ほか(2018):東北地域災害科学研究 第54巻(2018) 235-240

謝辞

国立研究開発法人防災科学技術研究所の高感度地震観測網 Hi-net より波形データを提供していただきました。記して感謝致します。

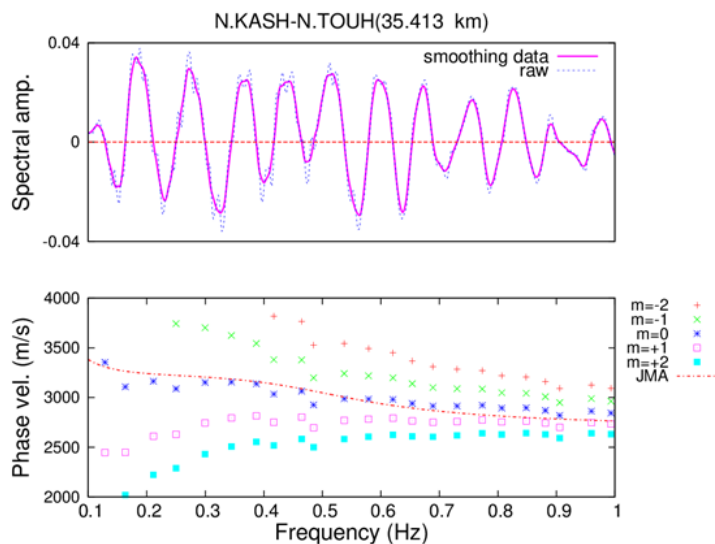


図2 ある2点間のクロススペクトルと位相速度

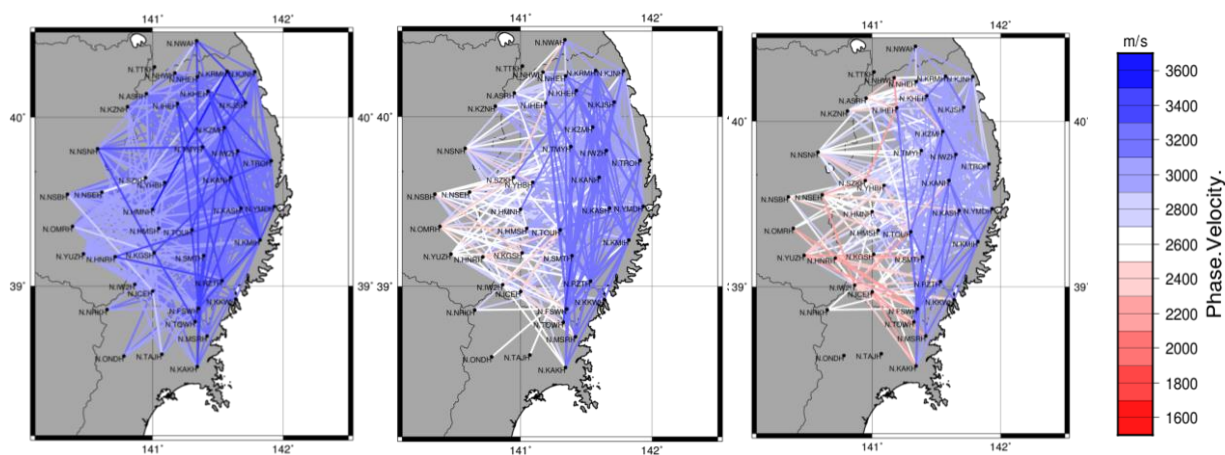


図3 レイリー波位相速度 左から0.2HZ, 0.4Hz, 0.5Hz

# 微動アレイ探査による盛岡市北西部の地盤増幅率分布\*

岩手大学理工学部 ○山本英和 和田敏伸 齊藤 剛

## 1. はじめに

深度 30m までの S 波速度構造は地盤増幅率と高い相関があるため、浅部 S 波速度構造を空間的に把握することは防災の観点から重要である。Yamamoto et al. (2018) では、盛岡市の岩手大学周辺で半径 0.6m の極小アレイを用いた微動観測を稠密に実施し、約 10m までの S 波速度構造を推定した。しかし、極小アレイを用いた微動探査では、地下 30m までの速度構造を把握することは困難であった。山本ほか (2020) では、盛岡市の青山地区と本宮地区において、極小アレイで得られた結果に 10m 程度のセンサー間隔の小アレイで観測された微動記録を追加して解析することにより 30m までの S 波速度構造を推定し地盤増幅率分布を評価した。本研究では、浅い地下速度構造と増幅率に関するデータがまだ得られていない盛岡市北西部の S 波速度構造と地盤増幅率の推定を試みる。

## 2. 微動アレイ探査と地盤増幅率の評価方法

岩手県盛岡市北西部で、センサー間隔 0.6m の極小微動アレイ観測、センサー間隔 10~20m の小微動アレイ観測を行った。図 1 に観測点位置を示す。極小アレイ微動観測ではセンサーに 4 台上下動速度計（ジオフォン）を用い、小アレイでは 3 成分加速度計（JU310）を用いた。空間自己相関法により上下動微動記録から位相速度を計算し、位相速度分散曲線と微動 H/V スペクトル比のピーク周期を使用して、各観測点において、深さ 30m までの S 波速度構造モデルを推定した。南北方向測線 1 と東西方向測線 2 に沿って、推定された 1 次元速度モデルから疑似 2 次元 S 波速度構造モデルを推定した。図 2 に位相速度分散曲線と推定した S 波速度構造を示す。図 3 に推定した 2 次元 S 波速度構造を示す。推定した S 波速度構造モデルから 30m までの平均 S 波速度を計算し、藤本・翠川 (2006) の方法を用いて工学的岩盤からのサイト増幅係数を計算した。さらに、周波数の関数としての SH 波の増幅関数も計算した。図 4 に微動観測から得た平均 S 波速度と地盤増幅率を示す。背景に地震ハザードステーション (J-SHIS) のものを示している。

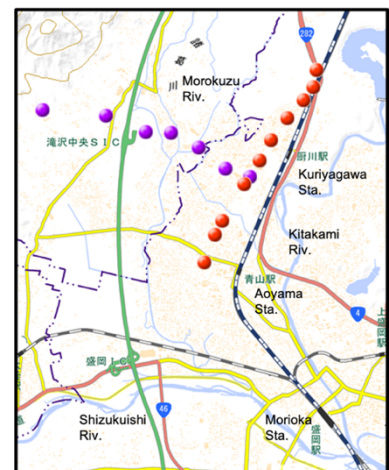


図 1 観測点位置図。

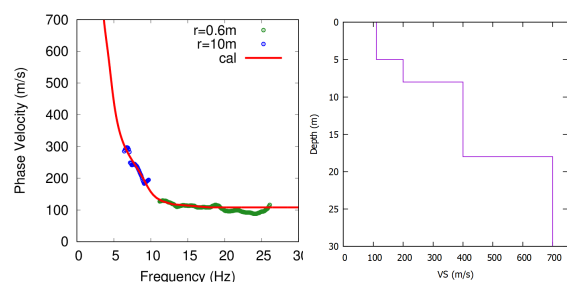


図 2 位相速度と推定 S 波速度構造。

\*Site amplification factors in the north-west area of Morioka City by microtremor array surveys by Hidekazu Yamamoto, Toshinobu Wada and Tsuyoshi Saito



### 3. 結果と考察

観測から得られた AVS は 226 m/s から 489 m/s となり、運動公園や諸葛川周辺地域で J-SHIS の AVS よりも観測の方が遅い値となった。全 17 地点中 12 地点で、実測で得た AVS の方が遅くなった。観測から得られた増幅率は 1.25 から 2.03 となり、運動公園や諸葛川周辺地域で J-SHIS の増幅率よりも観測の方が大きい値となった。全 17 地点中 12 地点で、実測で得た増幅率の方が大きくなった。また、周波数毎の増幅特性を求めたことにより、運動公園周辺では、2, 3, 7Hz の周波数で最大約 5 倍の増幅率が見られ、諸葛川周辺では 1Hz で最大約 4 倍の増幅率が見られた。低周波数では運動公園周辺が揺れやすく、高周波数では諸葛川周辺と運動公園周辺の両方の地域が揺れやすくなる傾向が示された。このことから、今回の観測点において J-SHIS の地盤増幅率は過小評価であり、極小・小アレイによる実測の重要性が示された。

### 参考文献

藤本・翠川(2006), 日本地震工学会論文集, 6, 415 – 457.

地震ハザードステーション 地盤増幅率, <http://www.j-shis.bosai.go.jp>.

Yamamoto et al. (2018), Proceeding of 13th SEGJ International Symposium.

山本ほか (2020), 令和 2 年度東北地域災害科学研究集会講演予稿集.

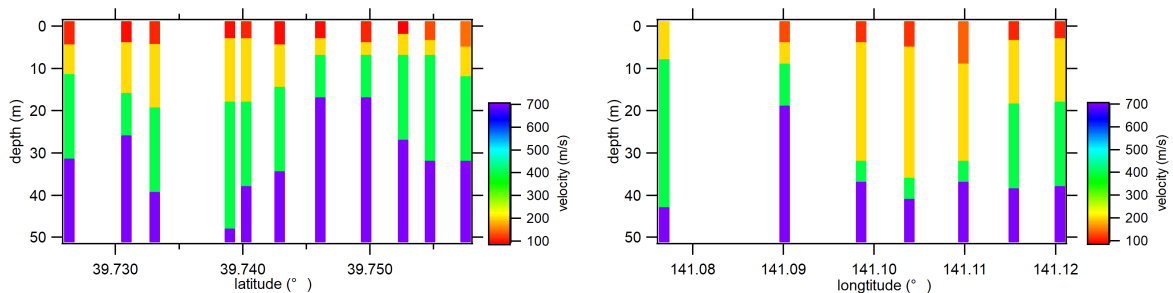


図 3 推定された 2 次元 S 波速度構造モデル。南北測線が左図、右が北方向を示す。東西測線が右図、右が東方向を示す。

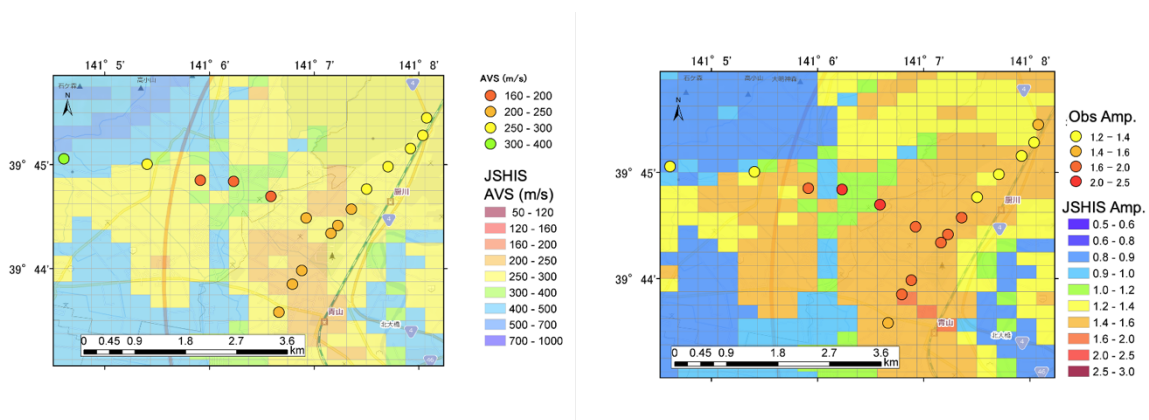


図 4 観測から得られた平均 S 波速度と J-SHIS の平均 S 波速度 (左図) および観測から得られた地盤増幅率と J-SHIS の地盤増幅率 (右図)。

# 稠密微動アレイ観測による岩手県矢巾町中心部の

## S 波速度構造の推定\*

岩手大学理工学部 ○及川兼史朗 山本英和 齊藤剛

### 1. はじめに

浅部 S 波速度構造を空間的に把握することは防災の観点から重要である。J-SHIS（地震ハザードステーション）の微地形区分が変更されたことに伴い、表層地盤における地盤増幅率が 2018 年版と 2020 年版で大きく改変され岩手県矢巾町の多くの地域で増幅率が大きくなった。また近年では住宅化が進行し人口も増加しているため、浅い地下速度構造に関するデータがより必要とされる地域である。そのため本研究では、浅部の S 波速度構造推定に長けている微動アレイ探査を用いて観測を密に実施することを試みた。

### 2. 微動アレイの観測と解析方法

岩手県矢巾町中心部で、センサー間隔 0.6m の極小微動アレイ観測、センサー間隔 6m~10m の小微動アレイ観測を行った。図 1 に観測点位置を示す。極小アレイ微動観測ではセンサーに 4 台上下動速度計（ジオフォン）を用い、小アレイでは 3 成分加速度計（JU410）を用いた。東西方向に沿って、2 測線になるよう行った。

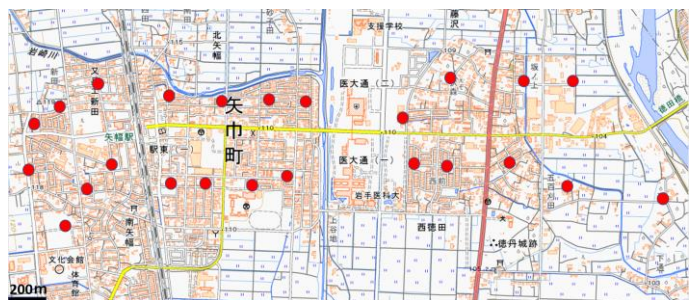


図 1 観測点位置図。

観測された上下動微動アレイ記録から、Aki (1957) による SPAC 法を用いて位相速度分散曲線を求めた。微動 H/V スペクトル比のピーク周期と位相速度分散曲線がモデルから期待されるものと合うように試行錯誤し、各観測点の深さ 30m までの S 波速度構造モデルを推定した。図 2 に位相速度分散曲線と推定した H/V スペクトル比を示す。赤線は理論位相速度を示す。

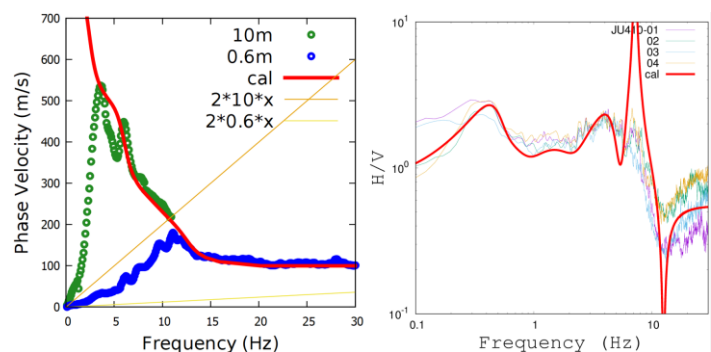


図 2 位相速度分散曲線と H/V スペクトル比。

\*Site amplification factors in the center area of Yahaba City by microtremor array surveys by Kenshiro Oikawa, Hidekazu Yamamoto, and Tsuyoshi Saito

### 3. 結果と考察

観測から得られた結果の代表として、図3にあるA点、B点、C点の3つの位相速度分散曲線とS波速度構造を図5に示す。B、C点を比較すると、B点の方がよりS波速度が低くなっていることが分かる。矢巾駅西側でのJ-SHISの地盤増幅率はかなり低い、A点

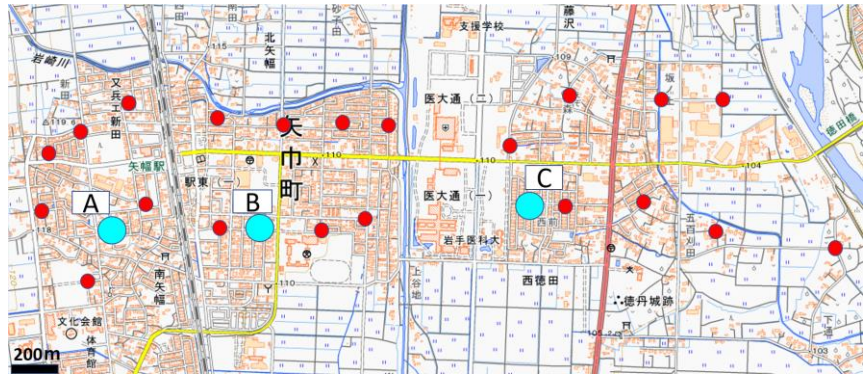


図3 A点、B点、C点の3つの観測点位置図。

が推定されたS波速度が低くなっている。このことから、今回の観測から予想される地盤増幅率がJ-SHISよりも高くなることが考えられる。また、今回の観測結果より地盤増幅率を算出にJ-SHISのAVSと比較することを今後の課題とする。

### 参考文献

Aki, K. (1957), Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo, 35, pp. 415-456.

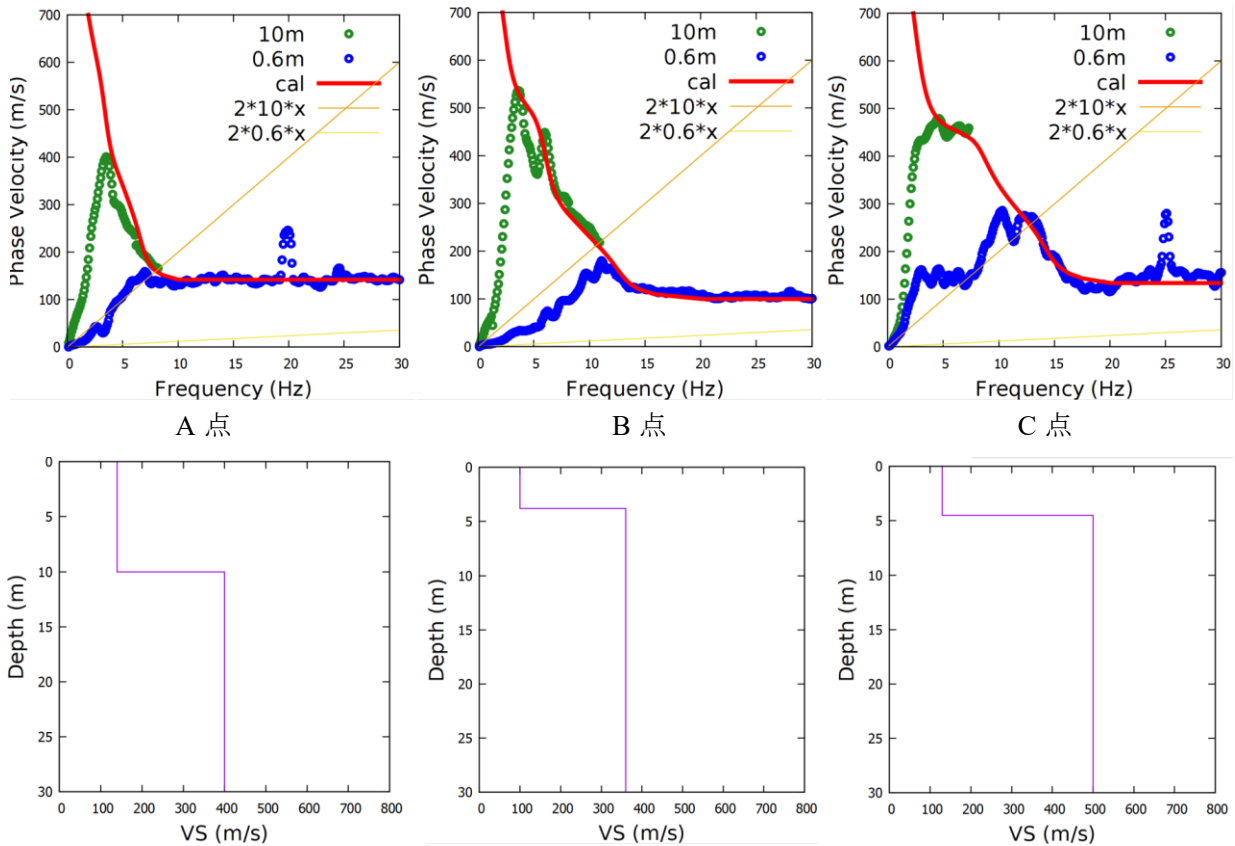


図4 各観測点の位相速度分散曲線とS波速度構造。

# 常時微動の地震波干渉法解析に基づく Rayleigh 波位相速度を用いた 福島県における 3 次元 S 波速度構造の逆解析\*

岩手大学大学院総合科学研究科 ○土屋隆  
岩手大学理工学部 三浦賢太郎 山本英和 齊藤剛

## 1. はじめに

我々は、福島県直下で発生する地震の発生メカニズムを解明するために、地震波干渉法解析を用いた福島県における地下構造の推定の研究を行ってきた（山本ほか，2015）。土屋ほか（2020）は、福島県の Hi-net 及び広帯域リニアアレイで観測された 2 点間の常時微動記録から得られたクロススペクトルにゼロクロス法（Ekstöm et al., 2009）を適用し、位相速度を推定することが出来た。また、逆解析を行う上で 2 点を結ぶパス（経路）の密度が解析結果に大きな影響を与えていることが分かった。そこで本研究では、十分な解析結果を得るために福島県周辺の Hi-net 観測点や F-net 観測点を追加してパスの密度を高めた。こうして得られた福島県全体を網羅するパスの位相速度分散曲線に基づいて、Fang et al. (2015) によるトモグラフィ解析手法を利用し、福島県直下の 3 次元 S 波速度構造の推定を試みる。

## 2. ゼロクロス法による位相速度推定

図 1 に使用した地震観測点の位置を示す。また、図 2 に Hi-net 観測点 H.NAZH(西会津)と H.NMEH(浪江)の規格化クロススペクトルの実部とゼロクロス法から推定した Rayleigh 波位相速度分散曲線を示す。位相速度を算出する手順は、土屋ほか（2020）と同じである。その結果、約 0.1Hz から 0.3Hz までの比較的 low 周波数帯で位相速度を算出することが出来た。そして、周波数ごとに位相速度を読み取り、図にプロットしていくことで複数の組み合わせからなるパスごとの位相速度分布を作成した。本研究では、深部の地下構造推定を目的としているため、観測点間距離が 100km 以上の組み合わせのみを使用した。図 3 に、周期 3 秒における 215 個の位相速度データからなるパスごとの位相速度分布を示す。図より、福島県の東部では位相速度が約 3000m/s を示す経路が多く、北西部や南部ではそれよりも遅い位相速度を示す経路が多いことが確認できた。

## 3. 逆解析の条件設定

トモグラフィ解析を行うにあたり解析条件を次のように設定した。対象範囲は北緯 36.3 度から 38.4 度，東経 138.7 度から 141.7 度とした。緯度経度の分割数はそれぞれ 30 である。使用する位相速度の周期の範囲は 3 秒から 10 秒の間で 0.5 秒間隔とした。求めたい深さは 2.0km から 9.0km の間で 1.0km 間隔とした。反復回数は 10 回行った。解析結果として算出される S 波速度の範囲は 2.2km/s から 3.8km/s とした。平滑化や重みパラメータがあり、試行錯誤により決定した。なお、解析に用いているパスの数は最大 275 個である。

---

\*An inversion of a three-dimensional S-wave velocity structure in Fukushima Prefecture using phase velocities of Rayleigh wave based on seismic interferometry analysis of microtremors by T. Tsuchiya, K. Miura, H. Yamamoto, T. Saito

#### 4. 逆解析により推定した S 波速度構造

解析結果として、深さ 3km における推定 S 波速度構造を図 4 に示す。図より、福島県の北東部では S 波速度が 2.9km/s 程度を示し、一方で会津地方を含む中央部ではそれよりも遅い 2.3km/s 程度の S 波速度を示すことが出来た。これは図 3 のパスごとの位相速度分布と比較しても、同様に地域ごとの違いがよく表されていることがわかる。また、パスの密度が低い沿岸地域や福島県外に関しては、正しく解析されていない可能性があるため注意が必要である。

#### 謝辞

広帯域リニアアレイの記録は(公財)地震予知総合研究振興会から、Hi-net や F-net の記録は防災科学研究所から提供していただいた。3次元 S 波速度構造逆解析には Fang 博士による解析プログラム DSurfTomo を使用させていただいた。記してここに謝意を表します。

#### 参考文献

土屋ほか (2020), 令和 2 年度, 東北地域災害科学研究集会, 講演予稿集

山本ほか (2015), 物理探査学会, 第 132 回学術講演会講演論文集, pp. 28-31.

Ekström et al. (2009), Geophys. Res. Lett. 36, L18301

Fang et al. (2015), Geophys. J. Int., 201, 1251-1263.

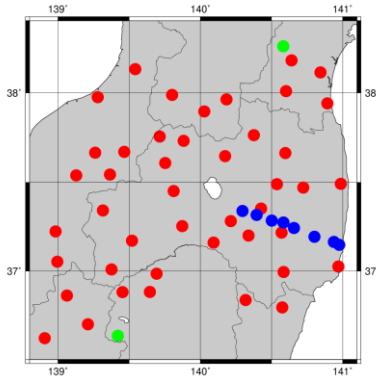


図 1 Hi-net 観測点(赤)と F-net 観測点(緑)  
広帯域リニアアレイ観測点(青)

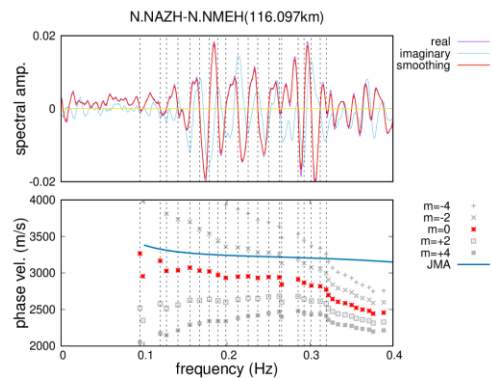


図 2 観測点 N.NAZH と N.NMEH の  
クロススペクトルと推定位相速度

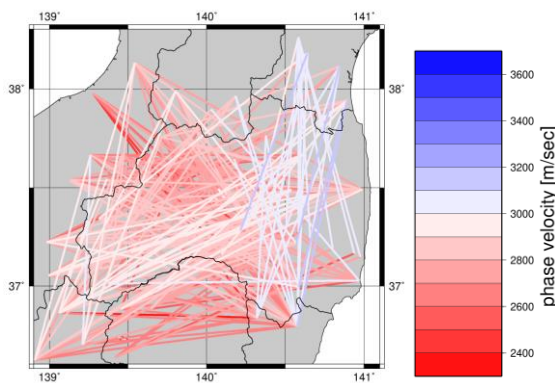


図 3 周期 3s における 215 個の  
位相速度データ

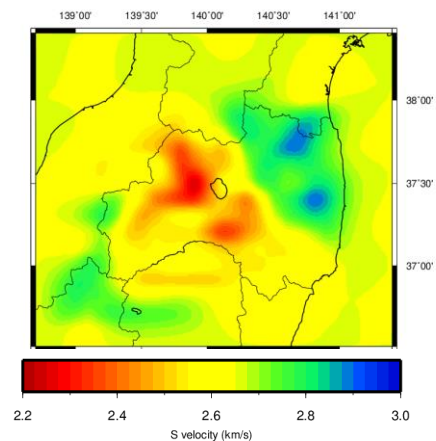


図 4 深さ 3km における推定 S 波速度構造

# 地盤の液状化を加速度応答のみから推定するための特徴量の分析

東北大学 吉留大生, 鳥屋部佳苗, 加村晃良, 風間基樹

## 1. はじめに

地盤の液状化を予測・判定する手法は、地盤調査結果に基づく簡易判定法から、室内試験や数値解析による詳細法まで種々存在する。しかし、これらの手法は、最も簡便なものであっても原位置の地盤情報を必要とするため、広域での地震直後の即時評価や、液状化リスクの一次スクリーニングとしての利用に課題がある。このような背景から、Kamura et al.<sup>1)</sup>は、地震動の加速度記録のみから地盤の液状化を予測判定する深層学習技術を提案している。さらに、鳥屋部ら<sup>2)</sup>は、このモデルに対して、K-NET および KiK-net<sup>3)</sup> 観測網のデータを利用し、広域での適用性を検討した。これら成果では、液状化判定に関して一定の妥当性は示されているものの、同時に、さらなる教師データ（液状化時の加速度データ）と特徴量評価の必要性が指摘されている。そこで本研究では、Kamura et al.<sup>1)</sup>が行った振動台実験の1次データに着目し、液状化時に有意に変化する各種特徴量の詳細な分析を実施した。

## 2. 分析対象データ

本研究では、3次元加速度入力による振動台実験 120 ケースの結果<sup>1)</sup>を対象とした。地震動は、表1に示す諸元のものを使用しており、任意倍することで振幅の異なる波形を入力している。地震動の継続時間を3等分し、後半の2/3区間以上で過剰間隙水圧の時刻歴平均が0.6以上のデータと、0.6未満のデータに分け、それら特性の違いを分析した。なお、この分類については、参考文献1)の液状化の分類定義に対応している。

このようにして取得した振動台実験の1次データを処理することで、①最大加速度(3方向)、②1次卓越周波数(3方向)、③最小卓越周波数(3方向)、④2次卓越周波数、⑤震度、⑥地震動継続時間、⑦最大速度(3方向)、⑧SI値を得ている。

表1 振動台実験 120 ケースの入力地震動（原波形）

| 観測地点 | 観測日          | 地震名        | 合成最大加速度(Gal) |
|------|--------------|------------|--------------|
| 石巻   | 2003. 5. 26  | 宮城県沖地震     | 288.5        |
| 長岡   | 2004. 10. 23 | 新潟県中越地震    | 543.9        |
| 柏崎   | 2007. 7. 16  | 新潟県中越沖地震   | 812.7        |
| 浦安   | 2011. 3. 11  | 東北地方太平洋沖地震 | 174.3        |
| 宇土   | 2016. 4. 14  | 熊本地震       | 388.9        |
| 苫小牧  | 2018. 9. 6   | 北海道胆振東部地震  | 391.8        |

\* Analysis of feature items for estimating liquefaction degree based only on seismic data by Taisei Yoshitome

### 3. 結果

分析結果の一例を図1および図2に示す。まず、図1の最大加速度に関するヒストグラムをみると、過剰間隙水圧比が0.6以上のデータ群(a)では、最大加速度100 Galまでの小さいクラスが存在しないことがわかる。これは、小さい入力震動では液状化しないことと対応しているものの、最頻値は過剰間隙水圧比が0.6未満のデータ群(b)と等しく(200 Gal)、本データにおいては最大加速度の違いは明瞭に現れているとは言い難い。一方、図2に示すSI値については、水圧比が0.6以上のデータ群(a)の方が有意に大きい分布を示していることがわかる。このことは、加速度応答のみから地盤の液状化の程度を推定するために、SI値のような指標を特徴量として採用することの根拠の1つになるものである。

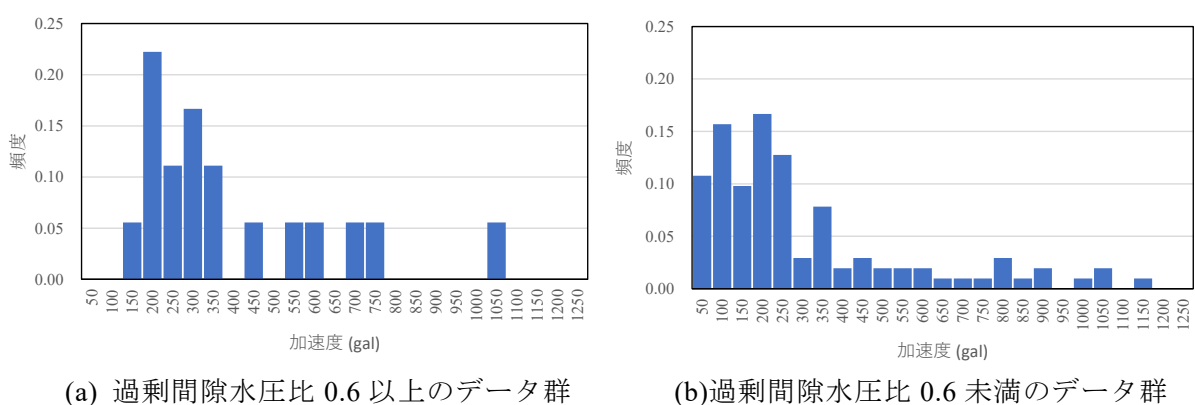


図1 水平方向最大加速度のヒストグラム

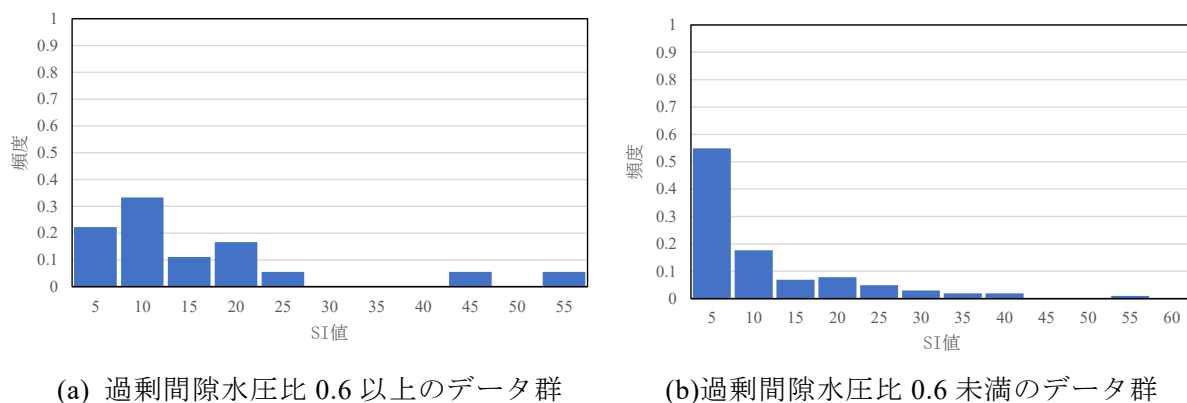


図2 SI値のヒストグラム

### 4. 参考文献

- 1) Kamura et al.: Exploring the possibility of assessing the damage degree of liquefaction based only on seismic records by artificial neural networks, *Soil and Foundations*, Vol.61, Issue 3, pp.658-674, 2021.
- 2) 鳥屋部佳苗, 加村晃良, 風間基樹: 強震観測データのみから地盤の液状化の程度を判定する深層学習技術の妥当性の検討 - 東北地方太平洋沖地震を事例として -, *土木学会(JI) AI・データサイエンス*, 2021 (in press).
- 3) 防災科学技術研究所: 強震観測網 (K-net, KiK-net) 強震記録 (2011年3月11日), <https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/quake/>

# 混和材料添加ポリマーセメントモルタルの一軸圧縮過程における AE センサ波形のスペクトログラム\*

岩手大学大学院総合科学研究科 伊藤 孝則  
岩手大学農学部 山本 清仁

## 1. はじめに

ダムや頭首工などの農業水利施設のほとんどが、戦後から高度経済成長期に整備されたもので、老朽化が進行し、補修等を効率的に行わなければならない。また、将来起こりうる大規模地震に耐えることができる施設の強度が求められている。現在、コンクリート構造物の断面修復にポリマーセメントモルタルの乾式吹付工法が用いられている。しかし、施工後表面に美観を損ねる微細なき裂が生じることがある。この対策として、吹付モルタルに混和材料を添加することが検討されている。ここでは、混和材料の添加量を変えたモルタル供試体の破壊特性を検討するために、荷重・ひずみおよびアコースティックエミッション(AE)を計測し、一軸圧縮過程における AE センサ波形のスペクトログラムについて調べた。

## 2. 方法

供試体作製には、ポリマーセメントモルタル、混和材料（膨張材および収縮低減剤）および水を用いた。ポリマーセメントモルタルはセメント、細骨材およびポリマーで構成されている。材料を練り混ぜ、直径 5cm、高さ 10cm のモルタル供試体を作製した。示方配合を表 1 に示す。7 つある作製パターンにおいて 2 本ずつ計 14 本を試験に使用した。

材齢 13 週目に一軸圧縮試験を実施した。また、一軸圧縮試験時に載荷過程における荷重、ひずみおよび AE を測定した。ひずみゲージおよび AE センサの設置位置を図 1 に示す。測定した AE 波形を 0.84 秒ごとに短時間フーリエ変換(STFT)をすることで、スペクトログラムを作成した。ここで、AE のサンプリング周期は 10MHz である。

表 1 示方配合

| 混和材料  | 供試体番号 | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |                 |       |      | 膨張材 (kg) |
|-------|-------|--------------------------|-----------------|-------|------|----------|
|       |       | 水                        | セメント, 細骨材, ポリマー | 収縮低減剤 |      |          |
| 添加なし  | A     | 220.0                    |                 | —     | —    |          |
| 膨張材   | 規定量   | B-1                      | 220.0           |       | —    | 20       |
|       | 2倍量   | B-2                      | 220.0           |       | —    | 40       |
| 収縮低減剤 | 規定量   | C-1                      | 209.5           | 2100  | 10.5 | —        |
|       | 2倍量   | C-2                      | 199.0           |       | 21.0 | —        |
| 両方    | 規定量   | D-1                      | 209.5           |       | 10.5 | 20       |
|       | 2倍量   | D-2                      | 199.0           |       | 21.0 | 40       |

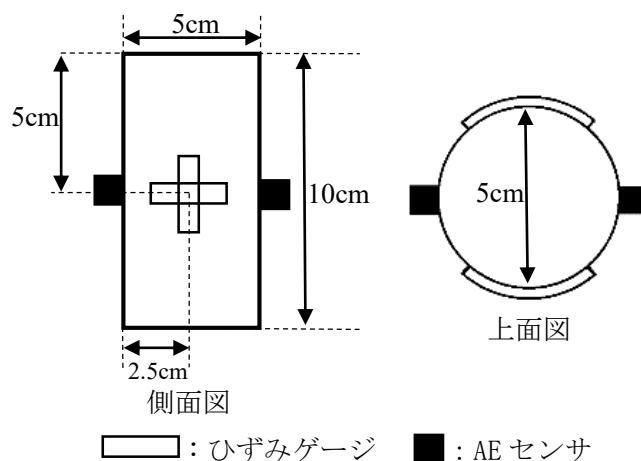


図 1 ひずみゲージおよび AE センサの設置位置

\*Spectrogram of AE sensor waveform of polymer cement mortar mixed with admixture under the uniaxial compression by Takanori Ito



### 3. 結果および考察

各配合パターンにおける圧縮強度，静弾性係数，ポアソン比，破壊時軸ひずみおよび空隙率の平均値を表2に示す。圧縮強度，静弾性係数，ポアソン比においてB-2供試体が最小，D-1供試体が最大，空隙率においてB-2供試体が最大，C-2供試体が最小となった。B-2供試体およびC-2供試体のスペクトログラムを図2，3に示す。図中の矢印は最大体積ひずみ時の経過時間を示している。1回のフーリエ変換ごとに算出される振幅データについて，最小を0，最大を1として正規化を行い，その値をカラースケールで表した。B-2供試体(図2)では振幅の大きなAEが連続して発生している。膨張材を添加したB-1供試体，D-2供試体でも同じような傾向が見られた。一方で，C-2供試体(図3)ではB-2供試体に比べてAEの発生は少なかった。また，D-1供試体においても載荷段階で振幅の大きなAEの発生が少なかった。これは，C-2，D-1供試体において圧縮強度が大きく剛性が高かったことから，載荷段階におけるき裂の発生および変形が抑制されAEの発生が少なくなったと考えられる。

次にB-2，C-2供試体の最大体積ひずみ時のAEセンサ波形のフーリエ変換結果を図4，5に示す。B-2供試体(図4)は100kHz付近で振幅が大きくなったが，C-2供試体(図5)ではそれほど大きくはならなかった。これは，B-2供試体の最大体積ひずみが大きく，供試体の変形により，多くのAEが放出されたことが原因であると考えられる。

以上の結果から，混和材料の添加量の違いにより，各試験結果やスペクトログラムに違いが確認された。今後，ひずみデータ等とAE波形の比較・考察を行い，より詳しく破壊特性について調べる予定である。

表2 各試験結果

| 供試体番号 | $f_c$<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | $E_{33}$<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | $\nu_{33}$ | $\epsilon_{amax}$<br>( $\mu$ ) | $n$<br>(%) |
|-------|-------------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------------|------------|
| A     | 42.7                          | 22.6                              | 0.19       | 2827                           | 16.1       |
| B-1   | 45.2                          | 21.8                              | 0.19       | 3142                           | 16.3       |
| B-2   | 37.3                          | 11.8                              | 0.15       | 3788                           | 17.7       |
| C-1   | 43.9                          | 25.2                              | 0.19       | 2302                           | 15.3       |
| C-2   | 49.3                          | 24.9                              | 0.20       | 2664                           | 14.8       |
| D-1   | 56.2                          | 28.1                              | 0.20       | 2589                           | 14.9       |
| D-2   | 44.3                          | 20.3                              | 0.16       | 2752                           | 17.1       |

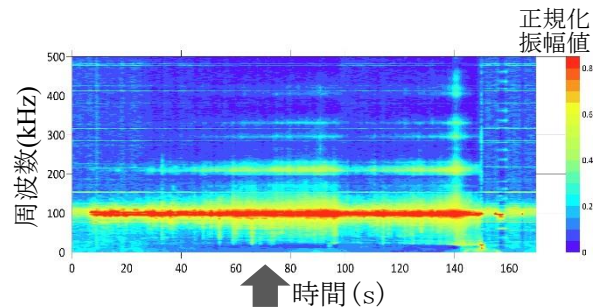


図2 B-2供試体のスペクトログラム

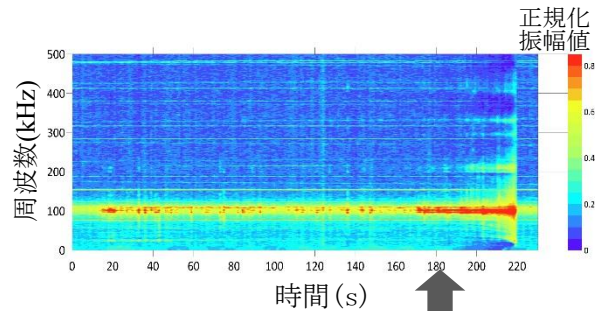


図3 C-2供試体のスペクトログラム

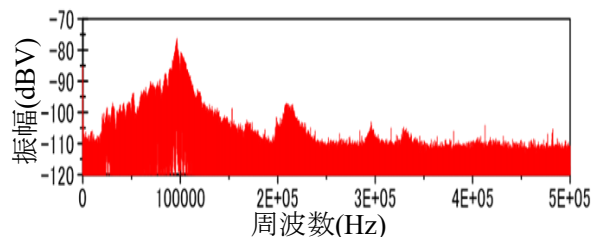


図4 B-2供試体のフーリエ変換結果

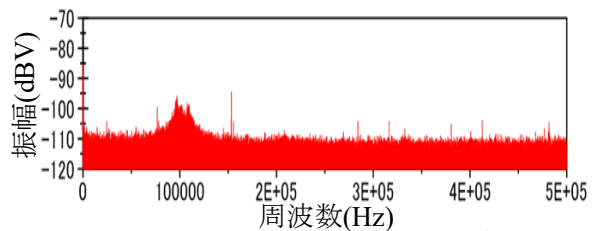


図5 C-2供試体のフーリエ変換結果

# 画像認識を前提とした建築物の年代の機械的判定方法の提案\*

弘前大学大学院地域共創科学研究科 潘 蔣杰

弘前大学 片岡 俊一

## 1. 研究背景・目的

日本は地震による多くの被害を受けてきた世界有数の地震国である。地震による建築物の被害想定を行う際には、建築物の建築年数が必要となるが、対象地域全体の建築物の建築年数を把握することは容易ではない。そこで、本研究では画像認識を前提とした建築物の建築年代の機械的判定の方法を提案した。

## 2. 使用したデータセットと建築年代の設定

本研究では平成 25 年度の弘前大学理工学部地球環境学科の卒業研究として長内奈津美さんが不動産サイト「@nifty 不動産」で青森県青森市、福島県福島市、兵庫県明石市の三つの地域から収集した 270 件の住宅データおよびその住宅の写真を使用した。なお、欠損値が多いデータは除去し、階数・外壁・玄関フード・ドアノブ・屋根・塀・換気口・窓のサッシの色の 8 項目の住宅の外観特徴に注目した。

建築年代に関しては、建築物の耐震性能が大きく変わることになる建築基準法改正に着目し、1971 年と 1981 年を区切りにした 3 区分として検討する。

## 3. 各外観特徴と建築年代の関係の調査

上述した 8 項目の外観特徴と建築年代の関係を調査したところ、外壁・ドアノブ・屋根・換気口の 4 項目において、年代によって内容が変化することが確認できた。例として、ドアノブと建築年代の関係を図 1 に示す。図 1 に示すように、建築年代が浅くなるにつれて、レバー式ドアノブとプッシュプルハンドルの割合が大きくなることが分かる。同様に換気口について検討した結果が図 2 である。換気口の場合、建築年代が浅いほど、フード付き換気口の割合が大きくなる。建築年代によって外観特徴の内容が変わることは、建築年代の機械的判定の可能性を示している。結局、外壁、ドアノブ、屋根、換気口が建築年代によって内容が変化の特徴であった。

## 4. 外観特徴の識別

本研究では、深層学習技術を用いたセグメンテーションによる外観特徴の識別を行った。「いい部屋ネット」及び「athome」、「@nifty 不動産」から無作為に収集した 5000 枚の住宅写真を学習データとして畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を作成し、長内が収集した 270 件の住宅写真を検証データとして使用した。なお、実施する対象は上述した 4 項目である。

---

\* A Proposal for a Mechanical Method of Determining the Age of Buildings Based on Image Recognition by Pan Jiangjie and Shunichi Kataoka

Average IoU を用いてモデルを評価した結果を表 1 に示す。

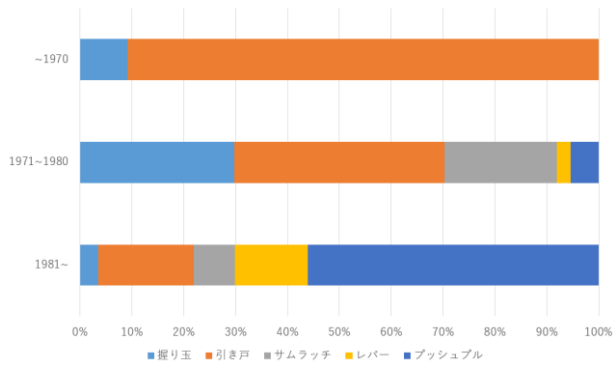


図 1 建築年代によるドアノブの推移

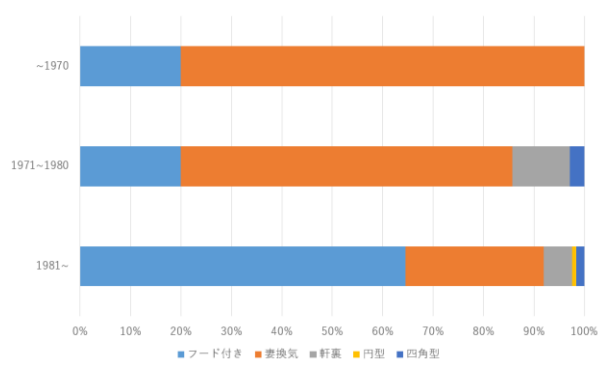


図 2 建築年代による換気口の推移

表 1 外観特徴の IoU の評価結果

| 外観特徴             | Average IoU |
|------------------|-------------|
| 外壁 (モルタル/タイル/など) | 0.141       |
| ドアノブ             | 0.543       |
| 屋根               | 0.447       |
| 換気口              | 0.471       |

表 2 外観特徴のリストアップ

| 外観特徴    | 建築年代によって変化する | 識別難易度 |
|---------|--------------|-------|
| 階数      | ×            | -     |
| 外壁      | ○            | ×     |
| 玄関フード   | ×            | -     |
| ドアノブ    | ○            | ○     |
| 屋根      | ○            | △     |
| 塀       | ×            | -     |
| 換気口     | ○            | △     |
| 窓のサッシの色 | ×            | -     |

## 5. 結果

4つの外観特徴の Average IoU のうち、外壁が 0.141 であり、識別できないという結果になった。一方で、ドアノブが 0.5 以上、屋根と換気口が 0.45 前後であった。したがって、ドアノブ・屋根・換気口に注目して判定モデルを作成することが適切であることが判った。以上をまとめると表 2 になる。

## 6. 今後の課題

屋根と換気口の識別精度はまだ低いため、無作為に収集した学習データではなく、高解像度の住宅写真を積極的に収集し、より適切なモデルを構築したいと考えている。

<第1会場>

— 第4部 (5題) —

司会：柴山 明寛先生

12月18日(土) 14:30~15:45

会議名 (URL 5)

# 1901年青森県東方沖地震の岩手・秋田の被害\*

北海道大学 名誉教授 鏡味 洋史  
秋田大学 地方創生センター 水田 敏彦

## 1. はじめに

青森県東方沖では 1856・1763・1677 年の地震を固有地震とし海溝型地震の長期予測が行われている。筆者の一人は、固有地震の間の 1901・1931 年の地震について青森県、北海道の地方新聞記事から被害の詳細を明らかにしている<sup>1), 2)</sup>。1901 年の地震では被害は一部、岩手県・秋田県におよんでいる。本論では、岩手県・秋田県の被害について各県の代表紙による文献調査を行い被害の状況を明らかにする。

## 2. 1901年青森県東方沖地震の概要

本地震の諸元は日本被害地震総覧<sup>3)</sup>によれば、発震時 1901 年 8 月 9 日 18 時 23 分、青森県東方沖、東経 142.5 度、北緯 40.5 度、M=7.2 で、青森県三戸郡で被害が最大で上北郡がこれに次ぐ、秋田県では小坂・毛馬内で強く、岩手県では二戸・九戸郡の北部が強く、大更村、沼宮内、洪民村の被害を挙げている。

## 3. 新聞記事

両県の代表的地方紙の岩手日報、秋田魁新報の新聞記事は両県立図書館で閲覧複写し利用した。地震の記事は 2 日後の 8 月 11 付けの紙面から現れる。見出しを整理して表 1 に示す。

表 1 新聞記事見出一覧

| 日    | 面 | 岩手日報  | 面 | 秋田魁新報                                       |
|------|---|---|---|---|
| 8/11 | 3 | ◎昨暁の強震◎各地の震害◎地震と笑ひ話<br>◎汽車運転中止                          | 3 | ●一昨日の地震▲第一回目の強震▲第二回目の強震●地震                  |
|      | 背 | ◎函館電報◎八戸電報  |   |   |
|      | 4 | ◎当市以北激震別報▲地震【余震】  |   |   |
| 8/13 | 1 | ◎地震続報◎福島◎宮古◎石巻◎山形◎秋田◎函館◎宇都宮◎青森◎地震観察◎本県内及附近の詳報は 2 面に記すべし | 3 | ●青森函館の地震                                    |
|      | 2 | ◎本県内地震余報▲下閉伊郡山田港▲気仙郡盛附近▲上閉伊郡釜石町▲和賀郡沢内地方▲小坂銅山▲昨日午後迄接取の報  |   |   |
|      | 3 | 汽車全通の朝  |   |   |
| 8/14 | 1 | ◎宮古測候所報告地震談   | 1 | ●東北大地震（日本鉄道破壊）●東北地震概観                       |
|      | 2 | ◎青森県震災続報  |   |   |
|      | 3 | ◎八戸地震談  | 3 | ●管内地震彙報▲大曲▲船越▲刈和野▲森岳▲能代▲亀田▲米内沢▲鷹巣▲扇田▲二ツ井▲六郷 |
| 8/15 | 2 | ◎汽車全通期◎青森県震災続報  |   |   |
|      | 3 | ▲余震   |   |   |
| 8/16 |   |   | 3 | ●扇田地方に於ける震災                                 |

\* Damage in Iwate and Akita prefectures due to the 1901 east off Aomori earthquake by Hiroshi Kagami and Toshihiko Mizuta

#### 4. 岩手・秋田両県の被害のまとめ

新聞記事に現れる被害に関する記事を当時の市町村別に整理して表 2 に示す。地震直後の被害調査報告に池上<sup>4)</sup>、<sup>5)</sup>があり両県の被害も掲げる。岩手県では、広い範囲の町村で建物被害、商品被害などが報じられている。盛岡市内では被害のほか盛り場での状況が報じられている。1896 年三陸津波地震からの日も浅く、沿岸部の釜石などでの津波避難が報じられている。当時、東北本線は私鉄の日本鉄道線として 1891 年に青森まで伸延していた。被害は青森県内に限られたが、影響の大きい岩手県では大きく報道されている。秋田県側では小坂鉦山の被害のほか、北秋田郡扇田町の民家の被害が報じられている。

表 2 市町村別被害の一覧

| 県   | 郡   | 旧市町村 | 池上の報告 <sup>4)</sup> 、 <sup>5)</sup> | 岩手日報・秋田魁の記事                      | 現市町村 |
|-----|-----|------|-------------------------------------|----------------------------------|------|
| 岩手県 | 盛岡市 | 狐森   |                                     | 監獄煉瓦塀亀裂落下                        | 盛岡市  |
|     |     | 北山   |                                     | 東禅寺門前瓦製造所瓦被害                     |      |
|     |     | 八幡町  |                                     | 花街の雑踏                            |      |
|     | 岩手  | 沼宮内町 |                                     | 警察署壁落                            | 岩手町  |
|     |     | 大更村  |                                     | 平屋 2 棟倒壊                         | 八幡平市 |
|     | 二戸  | 福岡町  |                                     | 福岡中学校二階壁落、酒溢流、商品被害               | 二戸市  |
|     | 九戸  | 久慈町  |                                     | 雑貨陶器店被害                          | 久慈市  |
|     |     | 軽米村  |                                     | 雑貨陶器店被害                          | 軽米町  |
|     | 下閉伊 | 宮古町  |                                     | 塀壁亀裂                             | 宮古市  |
|     |     | 釜石町  |                                     | 津波避難、雑貨陶器店被害                     | 釜石市  |
| 和賀  | 沢内村 |      | 戸外飛出し                               | 西和賀町                             |      |
| 秋田県 | 北秋田 | 扇田町  |                                     | 民家壁落 3、土蔵壁落 15                   | 大館市  |
|     | 鹿角  | 小坂町  | 土蔵壁落下亀裂<br>大煙突挫折                    | 大煙突中央より折れて工夫 1 名負傷、本山の煙突破損、家屋の壁落 | 小坂町  |
|     |     | 毛馬内町 | 土蔵壁落下                               |                                  | 鹿角市  |
|     |     | 花輪町  | 壁屋根瓦落下                              |                                  |      |

#### 5. まとめ

1901 年青森県東方沖地震の岩手県・秋田県の被害について、当時の地元新聞を収集し記載されている被害を整理した。岩手県では北部の広い範囲、秋田県では鹿角郡で被害があったことを明らかにすることができた。大規模な被害地震の場合、被害集中地区の被害は詳細に調査が進められるが、周辺の被害については取り上げられることが少ない。軽微であっても災害履歴は地域にとって重要な防災情報であると考えている。

#### 参考文献

- 1) 鏡味洋史：1931. 3. 9 三陸沖北部（青森県八戸）の地震の被害に関する文献調査，日本建築学会技術報告集，19，351-354，2004.
- 2) 鏡味洋史：1901. 8. 10 三陸沖北部（青森県八戸）の地震の被害に関する文献調査，日本建築学会技術報告集，20，363-366，2004.
- 3) 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子：日本被害地震総覧，東京大学出版会，251-252，2013.
- 4) 池上稲吉：八戸地方の強震，地学雑誌，13，629-633，1901.
- 5) 池上稲吉：八戸地方の強震（承前），地学雑誌，13，690-699，1901.

# 1931年岩手県小国地震の被害に関する文献調査\*

秋田大学 地方創生センター 水田 敏彦  
北海道大学 名誉教授 鏡味 洋史

## 1. はじめに

筆者らは東北地方の明治以降に発生した被害地震について、当時の地方新聞、郷土出版物、行政資料などの文献調査を進めている。広域に被害をもたらした地震のほか被災域に限られる地震についても文献調査を行い被害の詳細を順次明らかにしている(例えば1), 2)。小論では1931年岩手県小国地震の文献調査を行い被害の状況を明らかにする。岩手県の三陸地方は沿岸部の津波被害が甚大で繰り返し発生しているが、内陸部でも地震が発生しており地域の防災を考える上での基礎資料として重要であると考えている。

## 2. 1931年岩手県小国地震の概要

本地震の諸元は日本被害地震総覧<sup>3)</sup>によれば、発震時1931年11月4日1時19分、岩手県小国付近、経度140°50'E、緯度39°29'N、M=6.5、h=15kmである。被害は『下閉伊・上閉伊両郡境界の山間で道路の亀裂、石垣の崩壊、壁の亀裂・剥落などがあった』ことが掲載されている。気象庁の震度データベース<sup>4)</sup>から震度分布を検索し図1に示す。

## 3. 被害を記載した資料

1931年岩手県小国地震に関する調査報告、新聞に被害が記載されているものを以下に示す。被害調査報告：中央気象台が1931年12月発行の気象要覧に「4日1時19分頃岩手県下閉伊郡小国付近の地震」<sup>5)</sup>と題し報告している。各地の震度が示され、盛岡測候所の報告に基づく岩手県の被害が記されている。小国村の土蔵と小国小学校石垣の被害写真2枚が掲載されている。また、1932年発行の斎藤報恩会研究報告に田山が「昭和6年11月4日の小国地震及びその震域地方の地形地質略報」<sup>6)</sup>と題し報告している。1931年11月13日より2週間調査が行われ、下閉伊郡小国村と上閉伊郡金澤村の被害が記され、被害分布図と写真12枚が掲載されている。新聞：岩手県の代表的な新聞に「岩手日報」があり、岩手県立図書館で閲覧コピーし資料とした。記事は地震発生翌日から表れ、内容は次章で述べる。

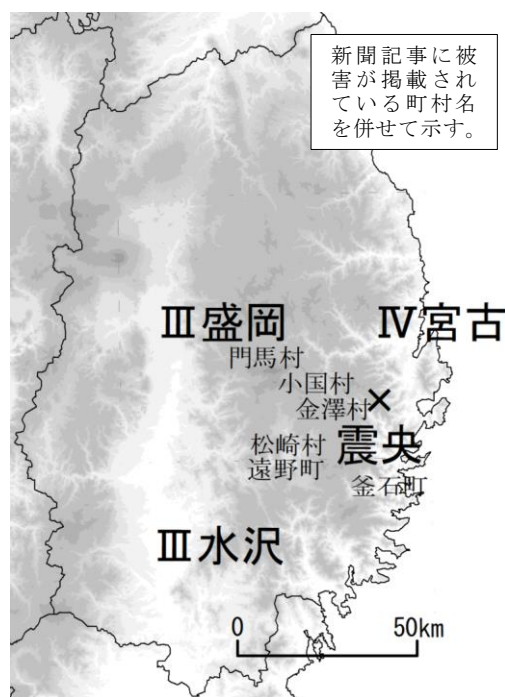


図1 岩手県小国地震の震度分布 (気象庁震度データベースを基に作成)

\* Literature survey on damage due to the 1931 Oguni earthquake of Iwate prefecture by Toshihiko Mizuta and Hiroshi Kagami

#### 4. 新聞記事

地震に関する記事は発生翌日の11月5日から15日付けの紙面まで表れる。見出しを整理して表1に示す。また、新聞記事から被害に関する項目を当時の旧町村別に整理し表2に示す。

表1 新聞記事の見出し一覧（●2,3段の見出し ○1段の小見出し）

| 月/日   | 岩手日報   |
|-------|--|
| 11/5  | 2面：●今晩県下一帯強震地震で岩石崩壊し山田線で危く事故草刈り男が発見辛うじて列車停む平津戸松草駅間で●震央は宮古西南小国川流域附近東北一帯に亘ってあった中央気象台発表●前後7回に亘り釜石地方強震動不安な一夜を明かす○時計の振子が止まる水澤地方にもかなりの強震●電線切断さる宮古地方も大騒ぎ○仙台も強震○棚の器物転落遠野地方損害○和賀郡下は戸外に飛出す 3面：○ゆふべ又地震余震しきり●倒潰家屋15戸道路は決潰し交通杜絶す小国村よりの報告○判明した被害 |
| 11/6  | 2面：●震央小国を訪ふ5分毎に地鳴り縦横無尽の亀裂恐怖と不安の一夜を明かす全村甚しい惨状●金澤村も地震被害甚大崩れ炭焼窯倒潰○きのふも未だ地鳴り止まず村民戦々々々 夕刊2面：●終日山鳴り早池峰山麓恐慌今晩も又強震あつた  |
| 11/7  | 3面：●小国村長者森に断層無数発見す巾5寸より1尺位のもの駐在巡查の報告●余震21回に及ぶ●被害は想像以上支庁澤田属の報告  |
| 11/8  | 2面：●炭小屋70戸金澤村で焼失尚余震あり村民脅ゆ○小国村震災被害県に報告 3面：○再度小国を訪ふ豪雨山鳴り余震のため引込へすけふ震源地へ向ふ○井戸水濁る○炭焼きに低資融通金澤村の地震後報○また余震2回6日上閉伊郡金澤村に2回地震が襲ふたが大したことなく  |
| 11/10 | 2面：●大地震は光を發す小国激震で確証得学会の貴重な研究資料となるわが国二度目の現象●震源地は小国村妙澤山より長者森にわたる間●固い地盤の為被害は尠し実地調査に向つた盛岡測候所二宮技手談○村民漸やく安堵●炭焼窯崩落は最も大打撃損害1万5千円突破小国村民困り切る   |
| 11/13 | 3面：●小国に又地震流言飛び村民恐怖○釜石に地震   |
| 11/15 | 2面：●昨夜8回に亘り金澤村に又地震村民の不安尚一層   |

表2 新聞記事に掲載の町村別被害のまとめ

| 郡    | 旧町村 | 岩手日報  | 現市町村 |
|------|-----|---|------|
| 下閉伊郡 | 小国村 | 全戸壁が落ち倒潰家屋15戸、キ裂到る所に見受けられ、道路決壊6ヶ所交通杜絶、河岸決潰閉伊川は白色に困濁、引水池附近亀裂黒い水噴出、新田麓橋石垣崩壊、小学校前石垣崩壊、役場前外4ヶ所石垣崩壊、道又橋附近道路決壊、大間寺附近道路亀裂、製炭窯崩壊25,6ヶ所、棟木崩壊15,6ヶ所人畜には被害ない、長者森附近断層無数 | 宮古市  |
|      | 門馬村 | 山田線平津戸ー松草間多量の土砂と岩石崩壊  |      |
| 上閉伊郡 | 金澤村 | 炭焼窯150ヶ潰れ同時火災70戸焼失、石垣数ヶ所崩潰、中山部落土蔵崩壊、中山部落石垣崩壊数ヶ所山崩数ヶ所、井戸水何れも白色に変じた   | 大槌町  |
|      | 遠野町 | 屋根瓦落ち壁脱落、土蔵壁脱落、遠野一出井間道路崩壊8ヶ所橋梁崩壊6ヶ所   | 遠野市  |
|      | 松崎村 | 福泉寺石灯笼転倒崩壊、金ヶ澤墓地石碑崩壊  |      |
|      | 釜石町 | 釜石鉱業所の煉瓦塀崩壊   | 釜石市  |

#### 5. まとめ

1931年岩手小国地震について、当時の被害調査報告、新聞を収集し被害状況を整理した。被害は大きく報じられ、北は下閉伊郡門馬村から南は上閉伊郡釜石町まで震央から25km程度の範囲で壁の脱落や煉瓦塀の崩壊、斜面崩壊などが発生している。被害は震源に近い小国村と金澤村で大きく、家屋や土蔵の崩壊が報じられている。また、製炭窯の被害が最も多く、斜面崩壊や落石が広範囲で発生し道路や鉄道の不通が報じられている。

#### 参考文献

- 1) 水田敏彦・鏡味洋史：1906年および1982年の秋田県森吉・阿仁の地震による被害に関する文献調査、東北地域災害科学研究, 55, pp.145-150, 2020.
- 2) 水田敏彦・鏡味洋史：1943年会津田島地震の被害に関する文献調査、東北地域災害科学研究, 57, pp.115-120, 2021.
- 3) 宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子：日本被害地震総覧、東京大学出版会, pp.307, 2013.
- 4) 気象庁：震度データベース検索, <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html> (2021.10.25閲覧)
- 5) 中央気象台：4日1時19分頃岩手県下閉伊郡小国付近の地震、気象要覧, 387, pp.1586-1593, 1931.
- 6) 田山利三郎：昭和6年11月4日の小国(岩手県)地震及びその震域地方の地形地質略報、斉藤報恩会学術研究報告, 16, 26pp, 1932.



# 自然災害デジタルアーカイブの語彙に関する研究\*

東北大学災害科学国際研究所 柴山 明寛  
東北大学災害科学国際研究所 Julia Gerster

## 1. はじめに

東日本大震災以降、全国的に風水害や地震災害などの自然災害デジタルアーカイブが構築されつつある。自然災害デジタルアーカイブは、過去の災害記録を閲覧するだけでなく、それらを用いた学校や自主防災組織などでの防災教育に活用がなされている。しかし、自然災害デジタルアーカイブの全般に言えることは、利活用が限定的であるということである。東日本大震災の震災アーカイブの利活用の一例としては、東北の沿岸地域の小中学校での防災教育のための教材利用や震災伝承館等での展示利用、記録誌などの冊子媒体での活用などである。被災地での活用は、着実に進んでいるものの、全国的な活用まではあまりできていない。さらに、震災記録の活用が進んでいないなどの理由により、東日本大震災関連の震災アーカイブのサイト閉鎖が続き、2021年現在で4つのサイトが閉鎖している。自然災害デジタルアーカイブを活用が進んでいない要因の一つとしては、膨大な記録から目的のものを見つけ出すことができない課題があると考えられる。そこで、本稿では、東日本大震災デジタルアーカイブの現状と課題について述べるとともに、検索に必要な語彙に関する課題について解説する。

## 2. 東日本大震災の震災記録の現状と課題

国立国会図書館東日本大震災アーカイブ「愛称：ひなぎく」には、49機関、55データベースの約496万点（2021年10月現在）の震災記録が公開されている。約496万点以外の震災記録以外にも、ひなぎくとデータベース連携をされていない公的機関や民間機関など多数ある他に、データベース化やアーカイブ化がされていない機関も多数存在する。特に、内閣府や復興庁、国土交通省などの各省庁と地方自治体等の公文書や統計情報などがアーカイブ化されておらず、いつ消えるかわからないウェブサイト上に公開されているのみである。ウェブサイト上の震災記録の数は正確にはわからないが、GoogleやYahoo! Japanなどの大手検索サイトで「東日本大震災」と検索した場合、約5290万点のサイトや記録等が見つかる。震災アーカイブの多くは、検索サイトにクロールがされないように対策がなされているため、上記には含まれないが、単純に震災アーカイブと合算すると5700万点が存在することとなる。

これだけの多くの震災記録から目的のものを見つけるのは困難であると言える。さらに、東日本大震災のことを深く理解していること、防災関連用語などを理解していること、などの専門的な知識がある程度必要となる。

## 3. 震災デジタルアーカイブの語彙に関する課題

前述で示した通り、専門的な知識がなければ、膨大な記録から目的のものを見つけることが

---

\*The vocabulary of natural disaster digital archives by Akihiro Shibayama and Julia Gerster

困難である。さらに、その年代で使用されている防災関連用語も深く理解している必要がある。例えば、「津波警報（大津波）」と「大津波警報」、「避難場所」と「指定緊急避難場所」などが2011年当時と異なる。そのため、数年で交代する地方自治体の防災担当などは、過去の用語を知らないため、検索することもできない。また、防災関連法律に関する用語についても震災デジタルアーカイブによっては検索することができないことがある。以下の表1に、国立国会図書館の「ひなぎく」と宮城県の「東日本大震災アーカイブ宮城（以下、宮城）」、岩手県の「いわて震災津波アーカイブ（以下、岩手）」で法律名などの防災関連用語を検索した結果を示す。ひなぎくの結果については、宮城と岩手のアーカイブが連携されているため、宮城と岩手の点数も含まれる。法律名については、国会関連資料のアーカイブも含まれているため、数多くの記録点数が見つかるが、宮城や岩手に関しては、関連した資料でも検索キーワードがつけられていないことが多く、見つけることができない。また、上記で示した「指定緊急避難場所」や「指定避難所」などは、記録点数がほとんど無い。「災害公営住宅」や「復興公営住宅」、「災害復興住宅」「震災復興住宅」など、市町村によって呼び名が異なるものについては、用語自体を知らなければ調べることすらできない。

震災デジタルアーカイブでは、シソーラス辞書（同義語・類語辞書）が整備されていないため、これらの問題が発生する。本課題は、シソーラス辞書を作成すれば解決する話ではあるが、岩手県の一部の地域では、「避難所」を「避難場所」という名称で使用されていたところもあり、課題は多くある。

表1 震災デジタルアーカイブで防災関連用語を検索した結果（点数）

| 用語            | ひなぎく | 宮城 | 岩手  | 用語       | ひなぎく  | 宮城   | 岩手     |
|---------------|------|----|-----|----------|-------|------|--------|
| 災害対策基本法       | 969  | 6  | 5   | 避難所      | 57616 | 5013 | 9,553  |
| 災害救助法         | 1627 | 37 | 144 | 指定避難所    | 386   | 18   | 63     |
| 被災者生活再建支援法    | 495  | 4  | 6   | 避難場所     | 5433  | 100  | 2,383  |
| 原子力災害対策特別措置法  | 671  | 1  | 0   | 指定緊急避難場所 | 22    | 1    | 1      |
| 被災市街地復興特別措置法  | 172  | 0  | 1   | 応急仮設住宅   | 31048 | 294  | 20,749 |
| 東日本大震災復興基本法   | 64   | 4  | 0   | 公営住宅     | 14057 | 601  | 3,646  |
| 東日本大震災復興特別区域法 | 372  | 8  | 100 | 災害公営住宅   | 10406 | 401  | 3,079  |
| 福島復興再生特別措置法   | 225  | 0  | 0   | 復興公営住宅   | 1621  | 118  | 236    |
| 防災集団移転促進事業    | 789  | 50 | 71  | 災害復興住宅   | 884   | 59   | 18     |
| 津波復興拠点整備事業    | 117  | 35 | 37  | 震災復興住宅   | 154   | 0    | 0      |

#### 4. まとめ

本稿では、東日本大震災デジタルアーカイブの現状と課題、検索に必要な語彙に関する課題について解説した。語彙についての解決策としてシソーラス辞書の作成が急務であるが、課題も多くあることがわかった。今後は、さらに自然災害デジタルアーカイブで用いられている語彙の分析を進めるとともに、シソーラス辞書の作成を行う予定である。

謝辞：

本研究は科研費（20H02408）の助成を受けたものである。

# 防災意識向上を目指した「青森県の災害遺構」ホームページの作成\*

弘前大学大学院地域共創科学研究科 加登 綺夏  
弘前大学 片岡 俊一

## 1. 研究背景と目的

これまで自然災害が多く発生してきた日本では、被害を受けるたびに先人は碑やモニュメントを残してきた。これらは頑丈で災害の風化を防ぎ、後世へ伝承するための手段の一つとして用いられている。本研究ではこれらを災害遺構と呼ぶこととする。

東日本大震災後、災害遺構に示された教訓が活かされ被害がゼロだった地域があったことから災害遺構に注目が集まっている。しかしながら、災害遺構の存在を知らないまま災害に巻き込まれたり、災害後に初めてその存在を知ったりする人がいるのも事実である。このような残念な状況がないようにとの考えだと思われるが、国土交通省東北地方整備局は「3.11 伝承ロード」<sup>1)</sup>を整備し（以下、遺構群 A）、web 上で公開している。国土地理院も「自然災害伝承碑」<sup>2)</sup>として同様な取り組みを行っている（以下、遺構群 B）。

東日本大震災以前から災害遺構の整理は行われており、青森県内の津波に関する遺構については卯花(2002)<sup>3)</sup>がまとめている（以下、遺構群 C）。

上記の遺構のうち、遺構群 A, B については web 上の地理院地図で見ることができ、一般の人でも容易に情報を取得できるが、確認できる情報は多くない。一方で、卯花(2002)は、紙ベースの資料であり web 上で閲覧でき、地図や碑文の記載はあるものの、一般の人には敷居が高いと言わざるを得ない。また、現時点で遺構群 C が存在するのかの確認がなされていない。

そこで、青森県内の災害遺構について、遺構群 C の存在の確認とともに、遺構群 A, B に記載されている内容（被害状況や教訓など）を整備したホームページを作成してみた。

## 2. 青森県内の災害遺構の現地調査

遺構群 A, B, C のうち青森県内に存在する 16 施設について、各々の遺構が伝え、示している事柄がどのようなものであるかを現地で確認した。

遺構群 C は全て現存していることが確認できた。ただし、住所や地図を見ても建立している場所が分かり難かったものや、情報が少ないことで探すのが難しいものがあった。また、昭和三陸地震の津波碑は、碑文が漢文で書かれ風化しており読み難かった。

## 3. ホームページの作成

現地調査の結果を踏まえ、ホームページの作成を行った。トップページは、災害遺構が建立する位置を表す地図と災害遺構の定義などを掲載した。ホームページには Leaflet を用いて Open Street map 上に災害遺構がある位置をピンで示した。そして各ピンに下層ページをつくり、下層ページには建立位置を示す地図、写真を掲載し、図 1 のように災害の種類と発生日時、被害状況、伝えるべき教訓、その他、関連するリンクを掲載した。

---

\*Creating a website for “Disaster Remains in Aomori Prefecture” aimed at raising people’s awareness of disaster prevention by Ayaka Kato and Shunichi Kataoka

#### 4. 考察

災害遺構の認知の度合いと防災意識の高さの関係を明らかにするため、質問紙調査を行った。

調査対象者は、弘前大学の学生や職員、弘前市防災マイスター連絡会の方々、防災マイスター育成講座の受講者の合計 200 人とした。

青森県内の災害遺構の認知と自発的な防災知識の取得に関してクロス集計した結果を表 1 に示した。遺構を認知している人の方が防災知識の取得に努めている結果となっているが、統計的には両者の違いは有意でない。

また、災害発生時の共助において重要な役割を果たす存在である若年層が、災害遺構を認知しているのか分析した。「20 代以下」と「30 代以上」の災害遺構の認知について表 2 に示した。災害遺構の認知度は統計的に「20 代以下」と「30 代以上」で違いがあることがわかった。

以上のことから、災害遺構の認知と防災知識の取得について明瞭な関係があるといえないが、20 代以下に対する宣伝は重要であると思われる。18 歳～29 歳の 90%以上がスマホやタブレットを利用していることから<sup>4)</sup>、web 上で災害遺構を紹介する仕組みは有益であろうと考える。

#### 5. まとめ

本研究では、災害遺構に示されている被災状況や教訓を地域住民により広く伝承されるために青森県内に存在する災害遺構を調査し、誰もが災害遺構についての情報を閲覧できるホームページを作成した。今後は質問紙調査の結果をもとに、災害遺構を活用した教育プログラムの提案を目指していきたい。

#### 参考文献

- 1) 一般財団法人 3.11 伝承ロード推進機構 HP : 3.11 伝承ロード  
<https://www.311densho.or.jp/denshoroad/index.html?no=0> (2021 年 1 月 25 日閲覧)
- 2) 国土交通省 国土地理院 HP : 自然災害伝承碑  
<https://www.gis.go.jp/bousaichiri/denshouhi.html>
- 3) 卯花政孝：三陸沿岸の津波石碑・標石（含む墓石）－青森県三沢市～岩手県岩泉町－津波工学研究報告 19，調査資料 p.1-73，2002-03 東北大学  
<http://www.tsunami.civil.tohoku.ac.jp/hokusai3/J/publications/publications.html>
- 4) 令和 2 年度世論調査 「情報通信機器の利活用に関する世論調査」の概要  
[https://survey.gov-online.go.jp/hutai/r02/r02-it\\_kiki.pdf](https://survey.gov-online.go.jp/hutai/r02/r02-it_kiki.pdf)

|            |   |
|------------|---|
| 災害の種類と発生日時 | 昭和三陸地震に伴う津波<br>昭和8年（1933）3月3日午前2時30分48秒   |
| 被害状況       | 青森県史編さん自然部会 編（2001）「青森県史 自然編 地学」より、三沢市内の被害は以下の通りである。<br>・人的被害<br>四川目：死者6名<br>三川目：死者20名<br>・建物被害<br>四川目：住家は全壊10戸、流出10戸。非住家は全壊4戸、流出18戸。 |
| 伝えるべき教訓    | 地震 海嘯り ほら津波   |
| その他        | なし  |

（その他リンク先）  
 調査のもとにした国土地理院「自然災害伝承碑」, 卯花（2002）の研究へ

図 1 海嘯災記念碑（三沢市）の詳細情報

表 1 青森県内の災害遺構の認知と自発的な防災知識の取得の関係

|                   | 自発的な防災知識の取得 |       |       |
|-------------------|-------------|-------|-------|
|                   | 有り(人)       | 無し(人) | 合計(人) |
| 青森県内の災害遺構を認知している  | 26          | 23    | 49    |
| 青森県内の災害遺構を認知していない | 57          | 94    | 151   |

表 2 20 代以下と 30 代以上の青森県内の災害遺構の認知

|       | 認知している(人) | 認知していない(人) | 合計(人) |
|-------|-----------|------------|-------|
| 20代以下 | 23        | 111        | 134   |
| 30代以上 | 26        | 40         | 66    |

# 学校防災向上のための学校・教育委員会・専門家の連携

## －山形県酒田市の事例－\*

山形大学 村山 良之  
鶴岡工業高等専門学校 澤 祥  
酒田市教育委員会 藤井 克澄

### 1. はじめに

東日本大震災後、学校防災向上のための取組が全国的に展開していると考えられるが、本稿は、教育委員会が主導し専門家と学校現場と連携しつつ組織的にこれに取り組んでいる、山形県酒田市の取組を事例として、その経緯、成果および課題について、検討するものである。

### 2. 「子どもの命を守る安全教育推進事業」

2015 年度から、酒田市教育委員会では、「児童生徒が安全・安心に生活する意識の高揚を図るとともに、防災教育を含めた安全教育に携わる教職員の資質の向上を図る」ことを目的に、「子どもの命を守る安全教育推進事業」を展開している。隣接する鶴岡市が学校防災の取組（2012 年度～）で先行したのに対して、酒田市では、村上教育長（当時）のリーダーシップの下、「子どもの命を守る安全教育推進会議」（「会議」）を組織し、専門家と学校現場と連携しつつ教育委員会が主導的に取り組む体制が作られ、その後も継続している。事業名のなかに安全教育とあるが、実際には安全管理を含むものであり、学校防災（災害安全）においても、防災教育と防災管理の両面を含む事業である。本稿は防災に関する取組だけを取り上げる。

「会議」の構成は、教育委員会から教育長、各部課長、行政部局から危機管理課長、健康課長、消防本部予防課長、学校現場から小学校長会会長、中学校長会会長、防災アドバイザーとして澤と村山、そして事務局（教育委員会）である。健康等も本事業対象に含むためこのような構成となっているが、関係部局を含む専門家と学校現場を跨ぐ構成である。澤と村山はいずれも地理学を専門とし、とくに澤は変動地形学（活断層）の専門家である。

### 3. 事業の概要と展開

本事業では、年度の初めと終わりに「会議」を開催して、当該年度の計画と実績および次年度への課題について確認しながら、取組を進めてきた。当初からずっと継続しているのは、学校への防災アドバイザー派遣と各校の防災（安全）担当者を集めての研修である。このうち前者では、澤と村山は毎年あわせて 5 校程度の小中学校に派遣されてきた。初年度の 2015 年度は津波被災が懸念される沿岸部、翌年度は活断層を有する学区が優先され、2020 年度までに市内の全小中学校への派遣が実現し、2021 年度からは 2 巡目に入っている。防災担当者の研修では、

---

\*Cooperation of schoolteachers, education board and specialists to promote school safety from natural disasters in Sakata City, Yamagata Prefecture by Yoshiyuki Murayama, Hiroshi Sawa and Katsusumi Fujii

酒田市におけるハザード（地震、津波、洪水等）、ハザードマップと地形、大雨への対応（後述）等をテーマとして行われてきた。

この他に、「学校防災マニュアル作成ハンドブック」（ひな形）を作成、配信して（2016年度）、各校の防災マニュアルの改訂を促した（2017年度～）。その後、各校のマニュアル冒頭頁に掲載が求められている「学校と学区の現状」について、アドバイザーによるチェックと改善指導が行われた（2019～20年度）。水防法改正にともない「避難確保計画」策定が必要な学校においては、「会議」メンバーでもある危機管理課との協議を経て、既存の「ハンドブック」を拡充することで、該当校における同計画作成の支援を行っている（2019年度～）。

#### 4. 取組事例：2020年9月大雨の経験を踏まえて

9月4日、酒田市南部でレーダー解析により05:40までの1時間に約100mmの猛烈な雨が降り、「記録的短時間大雨情報」が出された。この突然の大雨によって酒田市内の低地部では内水氾濫が発生し道路が通行不能となった。登校時間前の大雨で、管理職は難しい判断を迫られながら、複数校で登校を遅らせる等の措置がとられた。早朝かつ降雨自体が局所的だったこともあり、児童生徒の登校に加えて教職員の通勤にも困難が生じた。

10月14日の防災担当教員研修会では、出席教員が中学校区ごとにまとまって、9月4日の経験、課題について検討し、発表し合った。一斉メールシステムの有効性と課題点、登校についての判断のための情報収集や判断のタイミングの難しさ等が提示された。

教育委員会は、これに先だって行った各校アンケート結果とこの研修会の結果を踏まえて、「防災マニュアル作成ハンドブック」の登校時（前）に関わる部分の改正案を作成し、各校に配信した。もっとも早く登校する地区（バスも含む）の時刻、学校周辺の情報収集担当（依頼）者と管理職への連絡体制、保護者と教職員への情報伝達等を例示している。これを下敷きに、各校は防災マニュアルの該当部分を改正した。

2021年7月27日の防災担当教員研修会では、中学校区ごとにまとまってそれぞれの改正部分について紹介し合い、また市内全校の該当部分を共有した。各校は、同研修で得た情報等を踏まえて、ひな形を参考にしつつも具体的な内容がより充実した、自校化されたマニュアルになるよう、さらなる改正が求められている。再度確認の手立ても必要である。

#### 5. おわりに

アドバイザー派遣については、授業時間の児童生徒向け授業や避難訓練への助言等に加えて、同日放課後に教職員向け校内研修を行うという事例が、徐々に増えてきた。これは、アドバイザー側からの要請を学校側が受け入れて、学校現場がきわめて多忙な中、研修時間を確保していただいた結果である。また、2021年度からは、学校教員とアドバイザーが予め相談して防災の授業を構想し、教員による授業実践を見学（参画）する形態も始まった。このような展開は、教職員自らによる学校防災への取組が必要という、「会議」および管理職の認識によるものである。さらに、防災教育の児童生徒向け「ハンドブック」を作成し、教員による防災教育拡充を支援する取組も始まった。「会議」の組織力を活かして進められてきた防災管理のさらなる向上に加えて、防災教育とくに教員による防災教育の充実が、次なる課題と捉えられている。