

HSC024-01

会場:201A

時間:5月24日 08:45-09:00

## セン川氾濫原の水害地形分類図

### Geomorphological land classification map and seasonal flood of the Stung Sen River floodplain

南雲 直子<sup>1\*</sup>, 久保 純子<sup>2</sup>, 須貝 俊彦<sup>1</sup>

Naoko Nagumo<sup>1\*</sup>, Sumiko KUBO<sup>2</sup>, Toshihiko Sugai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科, <sup>2</sup> 早稲田大学教育学部

<sup>1</sup>The University of Tokyo, <sup>2</sup>School of Education, Waseda University

カンボジア中央部を流下するセン川は、下流域では幅7 km程の氾濫原を形成しながら流下する。ここでは州都コンポントム市をはじめとする多くの集落が立地し、カンボジアでも人口の多い地域の一つである。また、モンスーンによる季節変動によって、コンポントム市ではセン川は年間約7 mの水位変動を伴う。本研究では、空中写真判読と現地調査を基にセン川下流域の水害地形分類図を作成し、この地域における雨期の氾濫の特徴と集落の立地について述べる。

セン川下流域の地形は台地と氾濫原に大きく分類され、さらに氾濫原は後背湿地、自然堤防、メアンダースクロール、旧河道などの地形要素から構成される。後背湿地は最も高位のI面~III面に区分され、下流側へ向うほど後背湿地III面が広く分布する。雨期でも後背湿地I面は浸水しないが、II面は雨期の最盛期には一部浸水し、III面は湛水する。セン川の河道は深さ6~7 mの箱型で、河道沿いにはメアンダースクロールや旧河道が顕著に発達する一方、自然堤防はほとんど発達しない。そのため河道付近が最も低湿で、河道に向って高度が低下する断面形状を示す。河道の移動は頻繁におこる一方で、現河道とメアンダースクロール、旧河道の組み合わせからなるメアンダーベルトが移動することはほとんどない。氾濫原ではシルト~粘土の後背湿地堆積物が礫~中砂のチャンネル堆積物を挟みながら累重するが、その堆積速度は約0.1~0.6 mm/yrと非常にゆるやかである。チャンネル堆積物は河道に近づくほど厚く粗粒で、新しい年代を示す。したがって、現河道に近づくほど雨期の氾濫リスクや側方侵食リスクは高く、また、下流側へ向うほど氾濫リスクは高いと言える。

現在の集落は洪水リスクの高低に係わらず、道路沿いに連続的に立地する。一方、1950年代のセン川下流域の集落の多くは、氾濫や浸食といった雨期の洪水リスクの低い台地上や後背湿地I面上に分布していた。セン川下流域のような、毎年定期的に高水期が訪れ、激しい水位変動を伴う地域では、洪水を管理するよりもむしろ、それに適応していく視点が必要なのかもしれない。

キーワード: 空中写真判読, 地形分類図, セン川, モンスーン, カンボジア

Keywords: aerial photograph interpretation, land classification map, the Stung Sen River, monsoon, Cambodia

HSC024-02

会場:201A

時間:5月24日 09:00-09:15

## Bangladeshにおける稲作に対する降雨と洪水の影響 Impact of rainfall and flood on rice cultivation in Bangladesh

松本 淳<sup>1\*</sup>, 浅田 晴久<sup>2</sup>

Jun Matsumoto<sup>1\*</sup>, Haruhisa Asada<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 首都大学東京, <sup>2</sup> 京都大学

<sup>1</sup>Tokyo Metropolitan University, <sup>2</sup>Kyoto University

Bangladeshにおける1947年から2008年までの期間での稲作の作付面積・単収・生産量の長期変動を解析し、稲作に対する降雨と洪水の影響について解明した。インドや他のモンスーンアジア諸国においては、稲の単収や生産量が夏のモンスーン季における降水量に強く依存している、とされているのに対し、 Bangladeshにおいては両者の関係は希薄であった。一方、大洪水の発生と稲作の間に明瞭な関係が認められた。 Bangladeshには、雨季前期作 Aus、雨季後期作 Aman、乾季作 Boro の3種類の稲作が主に行われている。雨季後期作では、作付面積の長期変化傾向はみられず、ほぼ一定であったが、大洪水時には作付面積が明瞭に減少し、生産量も減少していた。雨季前期作では、作付面積は、1970年代半ばまでやや増加傾向にあったが、その後は減少傾向に転じ、特に1980年代後半から2006年までは急激な減少がみられた。単収は大洪水の翌年に大きくなる傾向がみられた。乾季作では、1960年代の半ば以後、作付面積が次第に増加し、特に大洪水の後で大きく増加し、単収も増加するため、生産量が大きく増大した。1998年の未曾有の大洪水の後には、乾季作の生産量が初めて雨季後期作の生産高を上回り、その後両者の生産量の差は拡大し、2008年には前者の生産量は後者の1.5倍程度にもなった。このように Bangladeshでは大洪水は洪水時期における稲作には大きな被害を与えるものの、その後の稲の生産拡大への契機ともなっており、 Bangladeshの稲作は、頻発する大洪水にもかかわらず、長期的に大きく生産量が増加している。

キーワード: 稲作, 洪水, 降雨, 灌漑

Keywords: rice cultivation, flood, rainfall, irrigation

HSC024-03

会場:201A

時間:5月24日 09:15-09:30

## 浸水災害実績図との比較による DEM モデルの検証 - 平成 16 年風水害被災地区の事例

### Practical use of DEM model by the comparison between figure of inundation disaster

古田 昇<sup>1\*</sup>

Noboru Furuta<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 徳島文理大学

<sup>1</sup>Tokushima Bunri University

津波、高潮などは、海面の上昇に伴う浸水災害の典型であり、これに伴う被害の程度には、海面からの標高が決定的な要因をなしている。したがって、詳細な標高データを解析することによって、今後の被害の予測に役立てることができるといえる。

一方、集中豪雨による河川の氾濫や内水災害は、必ずしも高低差のみが被害の程度を左右するわけではない。ある地域が、災害にみまわれるかどうかは、様々な要因が複雑に絡み合っている。たとえば、後背湿地の規模、降り始めからの雨量の総和、地面の傾斜方向と角度、土壌や植生の有無、人工構造物の有無などがそれである。

本報告では、平成 16 年の大規模かつ連続して襲来した台風災害を例に検討する。対象地域は、瀬戸内海に面した香川県各地の臨海低地である。これらの各地は、一月に数度の被災を受け、ところによっては高潮と河川水害の両方に見舞われた地域もある。

これらの地域におけるハザードマップは、災害の種類により、また管理区域ごとに作製されていたため、複数の災害が同時多発した場合、全く役に立たないこととなる。

本報告では、DEM モデルから生成した地図と実際の被災図とを GIS で重ね合わせて検討する。DEM は広範囲を素早く測量でき、また人工改変の著しい地域のアップデートも比較的容易である。そこで、DEM の有効性を検討し、将来の災害予測により役立てるとともに、より高い精度かつ実用的で、わかりやすいハザードマップ作製の一助としたい。

キーワード: DEM モデル, 洪水, 高潮, GIS, 微地形

Keywords: DEM, flood, storm surge, GIS, micro-topography

HSC024-04

会場:201A

時間:5月24日 09:30-09:45

## 地形量解析による平成16年新潟県中越地震で生じた斜面崩壊地域の推定 Estimation of slope failures area induced by the Mid Niigata Prefecture Earthquake by analysis on geomorphic quantities

黒木 貴一<sup>1\*</sup>, 小荒井 衛<sup>2</sup>, 小松原琢<sup>3</sup>, 岡谷隆基<sup>2</sup>, 中埜貴元<sup>2</sup>

Takahito Kuroki<sup>1\*</sup>, Mamoru Koarai<sup>2</sup>, Taku Komatsubara<sup>3</sup>, Takaki Okatani<sup>2</sup>, Takayuki Nakano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 福岡教育大学, <sup>2</sup> 国土地理院, <sup>3</sup> 産業技術総合研究所

<sup>1</sup>Fukuoka Univ. of Edu., <sup>2</sup>GSI, <sup>3</sup>AIST

平成16年新潟県中越地震では、中越地域において様々な規模の多くの斜面崩壊が生じた。その後、国土地理院により空中写真からその分布が判読され、災害状況図が作成された。本研究では研究対象地域に対し、この地震で生じた地すべりの発生地域に共通する地形量を示し、その地形量の意味を考察した。

地形量の解析には、災害状況図にある地震前の地すべりのポリゴンデータ、基盤地図情報の数値標高モデルの10mメッシュ(標高)データを使用した。災害状況図にポリゴンデータで示される斜面崩壊地(大)は、地震で生じた地すべりを示すと考えられる。GIS解析では、地震前の地すべりの滑落崖と地すべり土塊に関し、重心の座標、最高標高、平均標高、最低標高を求めた。重心に対応付けた各標高データから、クリギング法により滑落崖に基づく地形面と地すべり土塊に基づく地形面モデルを求め、さらに両者の標高差分布図を作成した。また研究対象地域の標高、傾斜、起伏(接峰面と接谷面の標高差)の分布図も作成した。すべての分布図に斜面崩壊地(大)の分布を重ね合わせ、斜面崩壊の発生地域における地形量の特徴と、地すべりの地形単位に基づくGIS解析の意味を議論した。

斜面崩壊地(大)は様々な標高の場所にある。また斜面崩壊地(大)と傾斜、それと起伏との関係は、解析の空間スケールに影響され安定しない。しかし斜面崩壊地(大)の分布は、滑落崖の最高標高と土塊の最低標高の差と、滑落崖の平均標高と土塊の平均標高の差の差が大きい場所に良く重なることが分かった。本研究では、この地すべりの地形単位に基づくGIS解析に対し、以下の7つの解釈を適用している。1) 滑落崖の平均標高は、地殻変動後の地形単位の標高に例えられる。2) 土塊の平均標高は、現在の地形単位の標高に例えられる。3) 両者の差は、地殻変動前の地形に戻ろうとする、崩壊不安定度の消失量に例えられる。4) 滑落崖の最高標高は、原地形の標高に例えられる。5) 土塊の最低標高は、侵食基準面の標高に例えられる。6) 両者の差は、侵食基準面まで下刻する侵食可能性の残存量に例えられる。7) 崩壊不安定度の消失量と侵食可能性の残存量の差は、地震動に対する現在の地形の不安定度に例えられる。

まとめると、ジオグラフィックな観点による地形解析は、トポグラフィックな観点による地形解析と比べ、地震による斜面崩壊地域をより正確に推定できると考える。

キーワード: 地すべり, 斜面崩壊, 標高データ, 平成16年新潟県中越地震

Keywords: Landslide, Slope failure, DEM, The Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

HSC024-05

会場:201A

時間:5月24日 09:45-10:00

## 養老断層崖下における土石流扇状地の形成史 断層活動に伴う土石流災害の予防にむけて

### Formation of the debris-flow fan along the foot of the Yoro fault scarp - toward the prevention of debris flow disasters

須貝 俊彦<sup>1\*</sup>, 柏野花名<sup>1</sup>

Toshihiko Sugai<sup>1\*</sup>, Kasiwano Hanana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学新領域

<sup>1</sup>University of Tokyo, FSKC

土砂災害の原因となる斜面崩壊や土石流を発生させる誘因は、豪雨などの気象現象がもたらす外力と地震動とに大別できる。後者に関する最近の例として、2004 中越地震、2007 能登半島地震、2008 岩手・宮城内陸地震での土砂移動・災害を取りあげ、これらの発生にとっての地形条件、とくに斜面傾斜や残存土塊の重要性を報告した(守屋・須貝, 2010; 地惑連合発表など)。本発表では、美濃帯の古い基盤山地(養老山地)と沖積低地(濃尾平野)を分化させてきた A 級活断層である養老断層地域を取りあげる。断層崖下に発達する土石流扇状地群の形成史を紹介し、地震動による土砂災害の発生可能性について考察する。

養老断層は、1586 年天正大地震、745 年天平大地震の震源断層であった可能性が指摘されている(須貝ほか 1999; 活断層・古地震報告など)。そのひとつ前の活動は 2 千年前頃と推定されている(丹羽ほか, 2010; 地学雑誌)。同断層は南接する桑名断層・四日市断層と同一の活動セグメントを構成していると考えられており、完新世に少なくとも 6 回、おそらく 8~9 回の活動が繰り返され、M8 近い大地震を発生させてきたと推定されている(たとえば Naruhashi et al, 2009:BSSA)。

養老山地の東麓には断層を覆い隠すように土石流扇状地群が発達している。断層崖を開析する谷は 31 の小流域に区分でき、各流域はすべて扇状地を発達させている。扇面の平均勾配が 33~240 ‰と急であること、扇状地の平均最大礫径は、-10 から -7 で巨礫が卓越すること、上方粗粒化する壱角礫の堆積ユニットが認められること、の理由により、これらの扇状地は土石流涵養型といえる。完新世に発達した扇状地の扇面面積は、集水域面積の 0.85 乗に比例することから(相関係数 0.85)、集水域全域で万遍なく土砂が生産され、その大半が麓に堆積して扇状地を形成してきたといえる。

養老断層の北端付近と中央付近の 2 か所の扇状地堆積物を人工露頭で観察できた。いずれの露頭でも、腐植質土壌を挟んで、層厚数十 cm 程度の土石流の堆積ユニットが複数累重していた。土石流に挟在する腐植の AMS-14C 年代値のうち、新しい層準のものは、天平大地震後天正大地震前と紀元後天平大地震前を示した。3 つの土石流ユニットが紀元前後頃、天平地震時、天正地震時に発生した可能性を示す。また、腐植層の存在は、地震間においては、扇面は植生に覆われて安定しているが、地震時には流域全域(断層崖全体)から土砂が生産・供給され、扇面が数十 cm 以上の層厚で巨礫に覆われる可能性を示す。多量の崩壊土砂が集中発生する土石流は、地震間にやや掘り込んだ流路内を通過しきれずに、扇面全体を覆う可能性が高い。山麓扇状地では、沖積低地と比べて、地震動は弱いかもしれないが、土石流のリスクに晒されていることを前提とした土石流渓流の管理や土地利用の展開が必要である。

キーワード: 養老断層, 地震動, 土石流, 扇状地, 自然災害, 濃尾平野

Keywords: Yoro fault, earthquake shaking, debris flow, alluvial fan, natural disaster, Nobi plain



HSC024-06

会場:201A

時間:5月24日 10:00-10:15

## 「盛土脆弱性評価システム」のその後の展開 The subsequent development of 'Fill Vulnerability Scoring System'

中埜 貴元<sup>1\*</sup>, 小荒井 衛<sup>1</sup>

Takayuki Nakano<sup>1\*</sup>, Mamoru Koarai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院

<sup>1</sup>GSI of Japan

昨年同セッションにおいて、「盛土脆弱性評価システム」の概要と有効性の検証結果について報告した(中埜ほか、2010)が、その中で非変動盛土の正答率(過去の地震被災事例において、変動しなかった盛土を安全と評価する割合)も考慮した最適パラメータの検討が課題として残されていた。本発表では、その課題の検討結果と、その後の本評価システムを取り巻く状況について報告する。

「盛土脆弱性評価システム」では、「大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説」(国土交通省、2008)に掲載されている点数方式と、本研究で構築した統計的側部抵抗モデルおよび統計的三次元安定解析モデルの3手法で盛土の脆弱性を評価することができる。これらのうち、統計的側部抵抗モデルで用いる最適パラメータは、仙台・阪神・長岡・柏崎地区の盛土形状と地震時被害データから、統計的に最も事例を説明できる(特に地震時に変動した盛土を危険と判断できる)値として求めていたが、この最適値はユーザの使用目的・条件によって異なる。そこで、(1)変動する可能性のある盛土を最も精度良く抽出(過去の変動盛土を100%抽出)できるパラメータ、(2)変動・非変動の盛土を最も効率的に判別できる(過去の変動・非変動盛土の判別確率の合計が最も大きい)パラメータ、(3)変動する可能性のある盛土を精度良く抽出でき(過去の変動盛土の抽出確率が90%以上)、かつ非変動盛土も精度良く抽出できるパラメータ、の3つのパラメータを用意した。

現在、上記ガイドラインは改定が検討されており、本評価システムは一次スクリーニング後の簡易的な盛土脆弱性評価手法例として掲載される見込みである。

キーワード: 盛土脆弱性評価システム, 大規模盛土造成地, ガイドライン点数方式, 統計的側部抵抗モデル, 統計的三次元安定解析モデル

Keywords: fill vulnerability scoring system, large residential fill area, guideline scoring method, statistical lateral resistance model, statistical three-dimensional stability analysis model

HSC024-07

会場:201A

時間:5月24日 10:15-10:30

## 大規模盛土造成地変動予測調査における現地踏査の手引き Guideline of field investigation of large-scale fill-slope instability triggered by earthquake in the future.

太田 英将<sup>1\*</sup>

Hidemasa Ohta<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 有限会社太田ジオリサーチ

<sup>1</sup> Ohta Geo-research Co.,Ltd

地震時に谷埋め盛土・沢埋め盛土が滑動崩落することが知られるようになってきた。このため、大規模盛土造成地変動予測調査が自治体で実施されるようになってきている。しかし、現地調査手法のガイドラインは現時点で存在しておらず、一部学会等で提案されている手法は被害後の調査方法を踏襲しており、被災前の造成地盛土の調査方法とは言い難い。本発表では、造成地盛土の現地踏査法の一つの考え方を示す。

盛土部と切土部（非盛土部）とは極端に挙動が異なるため、第一次スクリーニング時に新旧DEMの差分で推定された盛土分布を現地踏査で確認・修正し、DEM精度の粗さ由来の誤差を修正することが主目的である。そして、大地震時に盛土底部に過剰間隙水圧が発生するかどうか、滑動崩落発生の有無に大きく関与するので、現地調査時に付近の地質（特に地山の透水性）や、恒常的湧水の有無、可能であれば盛土の暗渠排水設備の規模や機能維持状況が確認できると良い。

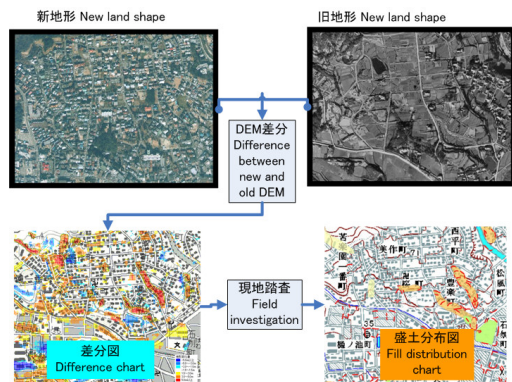
造成済の現地地形を踏査して盛土分布域を推定するためには、規模に応じた造成工事の特徴、造成後の地形の特徴、盛土部と非盛土部の挙動の違いに起因した構造物のクラックなどを理解したうえで現地調査をすることが重要である。

なお、現在の盛土（すなわち大地震を受けていない時点）に、著しい変状等が発生している場合には、盛土耐震化以前に現状で危ない可能性が高い。このため、地震時変動予測事業とは別に早急な何らかの手当てが必要である。

造成後の現地踏査で得られる情報は、ある程度限られたものにならざるを得ない。しかし、盛土形状が地震時の盛土滑動崩落の危険性を評価するための最も基礎的な情報になるため、できる限り精度を向上させるようにする。

具体的には、新旧DEMの差分により盛土地の推定図を携えて現地に行き、下記の項目をチェックするようにする。特に(1)~(3)が重要である。

- (1) 本当に盛土が存在するかどうか
- (2) 切盛境界・盛土範囲が適切かどうか
- (3) 地山の傾斜方向が正しいかどうか
- (4) 現時点で深刻な盛土変状が発生しているかどうか
- (5) 盛土の地震時滑動崩落に対して影響のある情報が確認できるかどうか
- (6) その他、保全対象、避難地などの情報



キーワード: 谷埋め盛土, 地震, 現地調査, DEM, 滑動崩落, 手引き

Keywords: valley burial fill, earthquake, field investigation, DEM, fill-slope slide, Guideline

HSC024-08

会場:201A

時間:5月24日 10:45-11:00

## 流れ山の分布にみる磐梯火山における 1888 年の山体崩壊量 Sector-collapse volume of Bandai volcano in 1888, Japan, inferred from size-distance distribution pattern of hummocks

吉田 英嗣<sup>1\*</sup>

Hidetsugu Yoshida<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 関東学院大学経済学部

<sup>1</sup> College of Economics, Kanto Gakuin Univ.

This study aims to investigate the sector-collapse volume of Bandai volcano at the 1888 event, the best-known example in Japan. There are some conflicting views concerning the volumetric magnitude at the collapse. In this research, the author focuses on the size-distance distribution pattern of hummocks in order to definitize the collapse volume. The widespread preservation of hummocks along the course of rockslide-debris avalanches is useful for understanding the physical characteristics of landslide. Our recent researches (Yoshida, 2010; Yoshida et al., 2010) have shown the empirical relationships between size-distance distribution pattern of hummocks and the collapse volume of the source volcanoes. Hummock size generally decreases as an exponential function of distance for volcanic rockslide-debris avalanches. It has been found out that the intercept coefficient, which corresponds to the initial average size of hummocks (blocks) at the origin of the landslide, shows a strong correlation with the volume of the collapsed mass, indicating that the initial size of blocks at the source may be determined by the volume of the collapsed mass. For the 1888 debris avalanche hummock, too, hummock size decreases as an exponential function of distance. According to the empirical relationship shown by the previous results and the intercept coefficient value for the 1888 avalanche hummocks, the landslide volume should be expected as ca. 0.5 km<sup>3</sup>. Previously (or traditionally), the estimated value (ca. 1.2 km<sup>3</sup>) by Sekiya and Kikuchi (1889) has been most frequently referred to as the catastrophic collapse volume of Bandai volcano in 1888. However, the above result supports the estimation (ca. 0.49 km<sup>3</sup>) by Yonechi et al. (1988) and Yonechi and Chiba (1989), emphasizing the significance to consider that the volumetric magnitude of the sector collapse stays within the order of 0.1 km<sup>3</sup>.

Keywords: collapse volume, hummocks, size-distance relationship, 1888 debris avalanche, Bandai volcano, Japan



HSC024-09

会場:201A

時間:5月24日 11:00-11:15

## 電子国土 Web システムを利用したテフラの露頭情報の Web 配信 Tephra GIS using Cyber Japan Web System

小荒井 衛<sup>1\*</sup>, 中埜 貴元<sup>1</sup>, 鈴木 毅彦<sup>2</sup>, 中山大地<sup>2</sup>, 和知 剛<sup>3</sup>, 藤縄 明彦<sup>4</sup>

Mamoru Koarai<sup>1\*</sup>, Takayuki Nakano<sup>1</sup>, Takehiko Suzuki<sup>2</sup>, Daichi Nakayama<sup>2</sup>, Takeshi Wachi<sup>3</sup>, Akihiko Fujinawa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 国土地理院, <sup>2</sup> 首都大学東京, <sup>3</sup> アイ・エス・ソリューション, <sup>4</sup> 茨城大学

<sup>1</sup>GSI of Japan, <sup>2</sup>Tokyo Metropolitan Univ., <sup>3</sup>ISS, <sup>4</sup>Ibaraki Univ.

演者らはテフラ GIS の構築に関する研究を行ってきたが、作成したテフラ GIS データベースの公開については、Web-GIS による HP での情報配信を検討した。使用する Web-GIS エンジンには電子国土 Web システムであり、国土地理院の 2.5 万分 1 地形図を背景にして露頭情報やテフラの広域分布等を発信する。東北地方の活火山である磐梯山・安達太良山・秋田駒ヶ岳・岩手山などを候補に検討しているが、演者らが詳細なテフラ情報を持っている火山として、まず秋田駒ヶ岳と磐梯山を対象に、プロトタイプの Web-GIS を構築した。

磐梯山は、電子国土 Web システムに入力する情報として、鈴木ほか (1995)、小荒井ほか (1995)、小荒井・早田 (1995) 等のデータを使用した。また、柱状図や露頭写真等の情報も登録した。磐梯山から噴出したテフラは余り多くはなく、プリニー式噴火を起こした時に噴出した葉山第一軽石 (HP1) と葉山第二軽石 (HP2) がある。他に磐梯山周辺で観察出来るテフラは、沼沢火山起源のテフラ (沼沢金山: Nm-KN や沼沢芝原: Nm-SB など) や Aso-4、御岳奈川 (On-NG) などの広域テフラである (鈴木ほか, 1995)。電子国土 Web システム上で露頭の位置を表示し、露頭の位置をクリックすることで、露頭の写真、柱状図、スケッチ、テフラの鉱物組成、記載岩石学的特徴、含有鉱物の屈折率、化学分析値等を表示できるように設計している。

秋田駒ヶ岳は、地質調査総合センターの HP の「活火山データベース」の「詳細火山データ集」(藤縄ほか, 2006) に各テフラの等層厚線図 (和知ほか, 1997) が公開されており、これらのデータを GIS データ化した。和知ほか (1997) には、露頭の位置や柱状図等の情報も記述されているが、和知剛氏から露頭位置図、露頭写真、柱状図等の情報提供を受け、現地確認調査をした上でこれらの情報を電子国土 Web システム上で入力中である。和知ほか (1997) のテフラ分布情報と藤縄ほか (2004) の化学分析結果とを GIS を使って結びつけることにより、2.5 万分 1 地形図を背景にした露頭ベースでのテフラ情報配信 Web-GIS が構築できると考えている。

現在この他に、ハザードマップの想定災害域、火山地形分類のポリゴンデータ、50mDEM と 10mDEM による自動地形分類の結果等も、GIS データとして整備している。本研究は科学研究費補助金 (研究課題番号: 19650259) の予算により行われた。

### 参考文献

藤縄明彦・巖崎正幸・本田恭子・長尾明美・和知剛・林信太郎 (2004): 秋田駒ヶ岳火山, 後カルデラ活動期における噴火史: 火山体構成噴出物と降下テフラ層の対比. 火山, 49, 333-354.

藤縄明彦・工藤 崇・星住英夫 (2006): 活火山データベース詳細火山データ集 秋田駒ヶ岳火山 (ver.1.1). 産総研地質調査総合センター (<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/volcano/akitakoma/cover.html>).

小荒井衛・早田勉 (1995): 磐梯山周辺のテフラについての分析. 地理調査部研究報告, 12, 81-90.

小荒井衛・津沢正晴・星野実 (1995): 磐梯山の地形発達史「磐梯火山」, 岩屑流発生場に関する研究分科会編, 135-143.

鈴木毅彦・木村純一・早田勉・千葉茂樹・小荒井衛・新井房夫・吉永秀一郎・高田将志 (1995): 磐梯火山周辺に分布する広域テフラ. 地学雑誌, 104, 551-560.

和知剛・土井宣夫・越谷信 (1997): 秋田駒ヶ岳のテフラ層序と噴火活動. 火山, 42, 17-34.

キーワード: テフラ GIS, 電子国土 Web システム, 露頭情報, 磐梯山, 秋田駒ヶ岳

Keywords: Tephra GIS, Cyber Japan Web System, outcrop information, Bandai Volcano, Akita-Komagatake Volcano

## 噴火イベントツリーと火山災害リスク評価を活用した火山防災ハンドブックの作成 公表 Effective Mitigation System by Local Government Using Event Trees and Risk Assessments

中村 洋一<sup>1\*</sup>, 鈴木 美香<sup>1</sup>  
Yoichi Nakamura<sup>1\*</sup>, Mika Suzuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 宇都宮大学教育学部  
<sup>1</sup>Utsunomiya University

噴火警戒レベルが気象庁によって2007年12月から導入され、火山周辺自治体は噴火活動のレベルに対応させた規制や避難などの防災対策が求められることとなった。火山活動の推移に即応させるためには、確率的予測の視点を取り入れ、地域の火山災害リスク評価をふまえて、新たな地域防災計画やハザードマップの整備が必要となる。

### 那須火山の新たな防災体制の検討

那須火山（茶臼岳）はランクBの活火山で、周辺地域には大規模な観光施設や別荘地が展開している。茶臼岳は過去約1万年に6回のマグマ噴火（VEI=3程度）をしていて、有史時代では1408-1410年噴火活動で死者180余名と牛馬多数の犠牲を出し、1881年以降には小規模な水蒸気爆発が繰り返されている。

那須岳火山地域の自治体では、那須岳防災委員会に警戒レベル導入検討委員会（自治体防災関係者、関係機関、学識経験者で構成）を2009年に設置し、噴火警戒レベル導入のための火山防災体制の検討をすすめた。これらの経緯とその成果について報告する。

### 噴火イベントツリーとシナリオ

那須火山では、過去1万年の噴火活動史、噴出量の階段ダイヤグラム、災害実績を検討し、今後発生する噴火規模を4段階想定した（数十年に1回程度の小規模水蒸気噴火、数百年に1回程度の小規模マグマ水蒸気ないしマグマ噴火、数千年一回の程度の中規模マグマ噴火、数万年に一回程度の大規模マグマ噴火）。それぞれの活動で予測される火山現象（イベント）を時系列的に抽出して系統図にした。噴火イベントツリーの分岐予測に必要な観測データも検討した。噴火イベントの発生確率については事例が少ないため、数的見積もりでなく、発生の可能性をレベル化として表現した。これらを統合して噴火イベントツリーとして作成した。

### 火山災害リスク評価

火山活動は活動様式と規模が多様のため、災害形態も多岐となる傾向があるため、リスク評価の手法として、ハザード（Hazard）、脆弱性（Vulnerability）、価値（Value）あるいは結果（Consequence）から分析をすることが提案されている（Blong, 2001; UN / ISDR, 2004 など）。結果として、想定される被害の規模や対象地域も多様となる。火山災害のハザードは災害要因となる火山活動の将来の発生確率（Future Probability）、規模（Magnitude）、空間的広がり（Spatial Extent）などの要素項目、脆弱性では対象地域の自然環境あるいは社会環境を対象としての暴露度（Exposure）、感応度（Sensitivity）、回復度（Resilience）など要素項目、価値（Value）あるいは結果（Consequence）は失われる可能性の値（Value at Risk）として算出する（NVWES: USGS, 2005; Woods, 2007 など）。

那須岳火山では、地域基礎資料を地理情報システム（GIS）で整理し、抽出した上記の各項目を数的に算出し、要素項目をレベル化して、リスク評価を定量化する手法を開発した。今回の那須岳地域の火山災害リスク評価の結果をみると、火口近傍の10km以内の水系沿いに温泉地帯が分布するため、その周辺地域に観光施設、居住施設、公共施設、防災施設などが分布するため、火砕流や泥流の想定分布範囲となり、リスク値がかなり高めの結果が算出された。

### 那須岳火山の改訂版火山防災マップとハンドブックの作成公表

那須岳地域の那須岳防災委員会は、噴火警戒レベル導入検討委員会の報告を受けて、噴火警戒レベル導入に際して必要となる防災対策を検討して、その結果を盛り込んだ地域防災計画暫定版として作成した。さらに、火山防災ハンドブックにはできるだけ明快な表現で、噴火警戒レベルの解説、噴火イベントツリー、噴火シナリオを掲載し、防災マップとともに改訂版として公表した（那須町ほか、2010）。

那須岳火山地域での今回のリスク評価の結果などは、日本の活火山地域の自治体は活火山を重要な観光資源としていることが多いことから、ほぼ同様の傾向となると推定される。噴火警戒レベルの導入を契機として、火山周辺自治体での確率的予測の観点からの噴火イベントツリーと噴火シナリオの作成、さらに災害リスク評価などが実施され、地域防災基礎インフラが整備され、より堅牢な火山防災体制の整備が必要とされている。

キーワード: 火山災害, リスク評価, 噴火活動

Keywords: volcanic hazards, risk assessment, volcanic eruption

HSC024-11

会場:201A

時間:5月24日 11:30-11:45

## 中学校における防災教育の試み：家庭科での実践事例

## Education for Disaster Prevention at Lower Secondary School : Report on a Practice in Home Economics

村山 良之<sup>1\*</sup>

Yoshiyuki Murayama<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 山形大学大学院教育実践研究科

<sup>1</sup> Yamagata University

### 1. はじめに

学校における防災教育は、総合的な学習で担うことが多く、充実した実践事例が重ねられている。しかし、多くの学校現場では防災教育に時間を割くことができない。現行の学習指導要領中学校技術家庭科の家庭分野（以下家庭科）では「家族の安全を考えた室内環境の整え方を知り、快適な住まい方を工夫できること」とある。近年の地震災害時に屋内での負傷がきわめて多いという事実からも、家庭科における同内容への取り組みは、防災教育としてきわめて大きな意義があると考えられる。

近年隣県が大きな自然災害を経験しているのに対して、山形県内はこれを免れ自然災害への危機感が薄く、防災教育が熱心に行われているとは言い難い（村山，2009）。生徒の（地震）災害への意識を高め、実際の行動を促すことを目指すものである。本実践は、山形市立第四中学校家庭科教諭伊藤美智子氏、鈴木貴子氏とともに、同校1年生を対象に行われたものである。

### 2. 単元と授業の構成

中学1年生家庭科「私たちの生活と住まい・安全に配慮した住まい（7時間）」のうち、最後の2時間を災害に対する住まいの安全にあて、このうち1時間めを大学教員による特別授業として発表者が担当し、2010年6月、2クラスずつ、計4回実施した。

特別授業は大きく3つの部分からなる。最初に、山形でも大地震発生の可能性のあることを、山形盆地西縁断層帯に関する情報とともに説明した。山形では地震自体が少ないため、初めてこのことを知る生徒も多くいると予想された。次に、同地震を想定した山形県による震度予測等を紹介した。プリンと羊羹を揺らすビデオを用いて、表層地盤による地震動増幅の説明を交えた。ただし震源からの距離が近いので、結果として学区内の想定震度は全域で震度6強である。その上で想定される被害（木造家屋、家具、ブロック塀）について、グラフと写真を用いて検討した。その他の被害（自販機、延焼火災、ライフライン停止）についても写真を提示した。以上をふまえて、地震防災について考えた。とくに自宅での準備行動を促すために、強震による家具転倒の危険を示す実験のビデオを見て、自分の寝室の安全（布団やベッドの位置の工夫、家具の配置の工夫や固定等）について、簡単な室内見取り図を描く作業を交えて考えるよう促した。授業の最後に、授業内容を要約し、自分や家族でやることで被害を軽減でき、すぐにできることもあることを確認した。家族と相談すること、中学生への期待として自分を守ることに加えて周囲の人の安全を守ることを提示した。

特別授業の次にあたる本単元最後の時間では、教科書にある間取り図の拡大コピーを用いて、住宅の地震対策について班ごとに話し合い、その結果を発表しあった。本時は、本来の授業担当である伊藤氏と鈴木氏による通常の授業として行われた。

### 3. 評価とまとめ

特別授業開始前とその次の家庭科授業の際、および実践の約半年後に、簡単なアンケートを実施した。特別授業に関する反応は、おおむねポジティブなものと解釈できる。併せて約半年後の結果から、本単元の授業は、生徒の防災意識を高め、生徒の家庭における実際の防災（準備）行動をかなりの程度誘導したといえる。

特別授業の内容は明らかに家庭科の範囲を逸脱しているが、防災基礎教育（災害のメカニズム、地球科学もその一部）と防災実践教育（防災のノウハウ、本単元の内容は主にこれに相当）を結びつけることで、防災の必要性の理解および防災の具体的手段とその有効性の理解をふまえた防災行動の誘導が促進されたと考えられる。特別に多くの時間を使わずとも、地球科学的内容と結びつける等の工夫と併せて、家庭科における防災教育の可能性が高いことが明らかになった。

キーワード: 地震災害, 防災教育, 家庭科, 住まいの学習

Keywords: earthquake disaster, education for disaster prevention, home economics, education of housing



HSC024-12

会場:201A

時間:5月24日 11:45-12:00

## リスクコミュニケーション手法を活用した子どもの防災教育と効果 - 茨城県つくば市における事例 - Child disaster prevention education utilized risk communication methods-In case of Tsukuba City-

李 泰榮<sup>1\*</sup>, 長坂 俊成<sup>1</sup>, 須永 洋平<sup>1</sup>  
Taiyoung Yi<sup>1\*</sup>, Toshinari Nagasaka<sup>1</sup>, Yohei Sunaga<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 独立行政法人 防災科学技術研究所  
<sup>1</sup> National Research Institute for Earth Sc

### 1. はじめに

筆者らは、住民自らまちあるきなどを通じた地域実態の把握による「防災マップづくり」(白田, 2009)と、地域の防災上の課題について話し合った内容をシナリオ化する「防災ラジオドラマづくり」(坪川, 2009)など、参加型のリスクコミュニケーション手法を開発しその実践に取り組んできた。そこで、これらのリスクコミュニケーション手法を活用した子どものための防災教育の手法として、「ジグソー防災マップづくり」と「防災絵日記づくり」を考案した。

本報告では、これらの両手法を用いて2010年7月に行われた「防災フェスタ」で行った実証実験の事例を紹介する。

### 2. 子どものための防災教育の手法

#### (1) ジグソー防災マップづくり

当研究プロジェクトチームが開発したWeb-GIS「e コミマップシステム」(防災科学技術研究所, 2009)を活用し、自然災害リスク情報を含むハザードマップ、防災マップなどの高精度のマップを同システムの分割印刷機能で印刷し、ジグソーパズルのピースに見立てマップを組み合わせるゲーム形式のリスクコミュニケーション手法である。以下に手順を示す。

1. e コミマップシステムより、高精度の空中写真やハザードマップなどのデータを習得し、分割印刷機能よりA3もしくはA4サイズに分割印刷する。

2. 格子状のマス目が描かれている下敷きシートに、分割マップ数枚をプリセットする。

3. 下敷きシートの上を探索しマップ組み合わせる。

完成したマップ上に、避難ルート、安全な場所、危険な場所の印を描くなど、子ども同士または親子同士で災害時の対応や行動について話し合う。

#### (2) 防災絵日記づくり

災害という非日常的事態を想像させ、災害リスクに対する対処方法を考えさせる「防災ラジオドラマづくり」(坪川, 2008)の手法を活用し、災害時に出来ことを子どもの目線から時間の流れで考えてつくる日記形式のリスクコミュニケーション手法である。以下に内容を示す。

1. 地震だ!; 学校で授業中、地震がおきました。

2. 誰も迎えに来ない; お母さんが迎えに来てお家に帰る子がいます。道が壊れて、会社にいるお母さんとお父さんが迎えに来ることができない子もいます。教室で先生と友たちと一緒に朝まで過ごします。

3. お家が壊れて帰れない; 朝になってお父さんが迎えに来て、お家に帰る子がいます。お家が壊れて帰れない子は、家族と一緒に避難所となった学校の体育館へ行きます。

4. 避難所で生活する; 避難所となった学校の体育館には、知らない人たちがたくさん集まっています。おじいさんおばあさんたちもたくさんいます。

### 3. 実証事例を通じた効果の検証

2010年7月に、つくば市内にある2か所の小学校で行われた防災活動の中、学校の先生、PTA会の保護者、児童を対象に、「ジグソー防災マップづくり」及び「防災絵日記づくり」を実施した。

「ジグソー防災マップづくり」では、対象小学校周辺の空中写真に、つくば市が想定し作成している「地域の危険度マップ」を重ね合わせてe コミマップより分割印刷し、先生、親、子どもが参加してゲーム形式でマップを組み合わせた。そのあと、通学時に地震災害が発生することを前提に、安全な場所、危険な場所等をマップに記入し、自宅や学校周りの防災のための備えと潜んでいる危険性について考えた。よって、地域の空間的な状況を考えながらジグソー防災マップを組み合わせるにより、地域の空間的・地理的な実態をより確実に理解し、自宅と学校を中心に災害時の安全な場所、危険な場所、役立つランドマークなどの位置関係を確認することができた。さらに、親子で参加したため、通学



路で災害に遭遇した際の待ち合わせ場所を確認するなど、家族で防災について話し合う機会を誘発させることができた。

そして、「防災絵日記づくり」では、2章の4つのテーマに対し、学校の授業中に地震に遭遇し、地域外で働いている親が引き渡しに来ることができない場合、自分がどうするのか、ともだち、親、先生は何をどう思っているのかなど、自分自身以外の様々な立場から考えて絵日記を作成した。よって、学校の教室で、災害による被害（普段できたことができなくなること）や、その時の対応（代わりにやるべきこと）、さらに、避難所になった学校の体育館で多くの避難者の中での生活において、子どもができること、必要なことなど、子どもの目線から考えることができた。

#### 4．おわりに

以上に、リスクコミュニケーション手法を活用した子どものための防災教育の手法として、「ジグソー防災マップづくり」及び「防災絵日記づくり」を考案し、小学校の先生と親子を対象にその効果を検証した。その結果、ゲーム形式で親子が楽しく防災を学ぶことができ、さらに、子どもの目線から災害時にできることを考えることができた。

キーワード: マップ, 日記, 子ども, 災害, 教育

Keywords: map, diary, child, disaster, education

HSC024-13

会場:201A

時間:5月24日 12:00-12:15

## 中山間地域における防災訓練計画づくりにおけるリスクコミュニケーションー長岡市山古志地区虫亀・池谷・榎木集落の事例ー

### Risk communication for making disaster response training plan in mountainous area - in case of Mushikame, Iketani and Na

須永 洋平<sup>1\*</sup>, 長坂 俊成<sup>1</sup>, 李 泰榮<sup>1</sup>, 坪川 博彰<sup>1</sup>, 白田 裕一郎<sup>1</sup>, 田口 仁<sup>1</sup>, 岡田 真也<sup>1</sup>

Yohei Sunaga<sup>1\*</sup>, Toshinari Nagasaka<sup>1</sup>, Taiyoung Yi<sup>1</sup>, Tsubokawa Hiroaki<sup>1</sup>, Yuichiro Usuda<sup>1</sup>, Hitoshi Taguchi<sup>1</sup>, Okada Shinya<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup>NIED

#### 1. はじめに

不確実性を孕む自然災害のリスクを軽減するためには、多様な主体によるリスクの協治、すなわちリスクガバナンスの高度化が不可欠となる。筆者らの研究グループでは、リスクガバナンスの高度化にむけて、「防災マップづくり」、「防災ラジオドラマづくり」、「防災訓練計画づくりと実施」の3つのリスクコミュニケーション手法を開発・実践に取り組んでいる。本発表では、新潟県長岡市山古志地区の虫亀集落、池谷集落、榎木集落の3集落で実施した防災訓練計画づくりと実施の実証実験の事例について紹介する。

#### 2. 防災訓練計画づくりと実施の手法

防災訓練計画づくりと実施は、災害時に起こりうる課題を整理し、課題の対応行動を練り、対応行動をもとに訓練計画を立案し、訓練を実施し、対応行動の有効性を検証する、という手順である。一連のプロセスで、地域の人材や社会資源などを活用しながら地域固有の課題解決策を検討し、解決策の効果を検証することで、リスクガバナンスが高度化されるように設計している。

#### 3. 山古志3集落での実証実験

長岡市山古志地区は錦鯉の養殖が盛んな中山間地域で、2004年新潟県中越地震及び2007年新潟県中越沖地震の2回の震災を経験した地区である。各集落の規模は、虫亀集落は114世帯341人、池谷集落は17世帯34人、榎木集落は15世帯53人であり、榎木集落は震災による影響で池谷集落の近隣に集団移転している。そこで、虫亀集落と池谷・榎木集落とで2地区に分けて実証実験を行った。

2010年5月に3集落合同で実施説明会を行った後、同年6月から2011年1月にかけて、ワークショップ(各地区合計で3回)及び訓練を実施した。池谷・榎木集落では、榎木集落が新しく移転した場所に消火栓が1つしかないこと、消火栓につなぐホースが少ないこと、前2回の震災では火災が起きなかったことから、震災時に榎木集落の最も消火栓から遠い家から火災が発生する事態が最悪であると、課題が設定された。解決策として両集落からホースを集めることが検討され、実際に放水する訓練を実施した。その結果、水圧が低くなるために途中でポンプを中継するなどの対応が必要であることが分かった。一方、虫亀集落では、安否確認の方法を検討し、班長、部長、集落の執行部、山古志支所へと安否情報を伝達する訓練を実施した。訓練の制約上、主要メンバーが揃っている状況で訓練を行ったが、メンバーが揃いにくい平日昼間などでの対応の検討が今後の課題として挙げられた。

#### 4. おわりに

今回の実証実験では、集落間での連携や安否確認の方法などが構築され、本手法がガバナンスの再編に効果があることが明らかとなった。全国各地で本手法を用いて取り組みができるよう、地域特性の異なる地区での実証実験及び手法のマニュアル化に取り組みたい。

キーワード: リスクコミュニケーション, リスクガバナンス, 防災訓練計画づくり, 長岡市山古志地区

Keywords: risk communication, risk governance, planning for disaster response training, Yamakoshi Area in Nagaoka City

HSC024-14

会場:201A

時間:5月24日 12:15-12:30

## 潜在的洪水危険度に対する住民の意識向上 クロアチア、ザグレブ Awareness Raising in People for Potential Flood Risk - Zagreb, Croatia

木村 直子<sup>1\*</sup>, 山敷 庸亮<sup>1</sup>, イヴィカ キシッチ<sup>2</sup>  
Naoko Kimura<sup>1\*</sup>, Yosuke Yamashiki<sup>1</sup>, Ivica Kisic<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所, <sup>2</sup> ザグレブ大学

<sup>1</sup>DPRI - Kyoto University, <sup>2</sup>University of Zagreb

ザグレブ市はクロアチア国の首都であり、国の商業、産業、農業の中心として発展してきた。経済、文化、政治の発展とともに市の人口も増加し、現在もその規模は拡大を続けている。特に、1960年代以降、サバ川沿いの平野部に近代的な都市形成・発展が進んだ。しかし、1964年に多量の降雨による大規模な洪水が発生し、市内中心部とその住民に甚大な被害を及ぼした。この経験から、増水時に遊水地へ水を導く放水路（Sava-Odara Canal）が建設されてからは、ザグレブ市内中心部において目立った大きな洪水は起こっていない。一方、遊水地の住民はこの放水路からの水による洪水に度々苦しんでいる。事実、2010年9月にザグレブ市郊外の農村部において大規模な洪水が発生し、深刻な被害をもたらした。こうした背景から、ザグレブ市内都市部と郊外の農村部の住民の潜在的な洪水被害への準備や意識には少なからず温度差があると考えられる。本研究では、3DなどのITツールを用いた防災教育が、予期せぬ洪水に対する人々の意識啓発及び向上や準備に寄与する範囲について社会科学的手法を通して考察を行う。

キーワード: 洪水, クロアチア, 意識向上, IT ツール

Keywords: flood, Croatia, awareness raising, IT tool

HSC024-15

会場:201A

時間:5月24日 12:30-12:45

## 高知県四万十町興津地区の津波防災に対する住民意識 Attitudes of Residents against Tsunami Disaster - case of the Okitsu Region, Shimanto City, Kochi Prefecture

青木 賢人<sup>1\*</sup>, 自然環境ゼミ生<sup>1</sup>

Tatsuto Aoki<sup>1\*</sup>, Members of the Physical Environment Seminar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学地域創造学類環境共生コース

<sup>1</sup> SRDS, Kanazawa Univ.

本研究では、高知県四万十町興津地区の住民を対象に津波防災意識と対策に関するアンケート調査、および自主防災組織のリーダー等に対する聞き取り調査を行い、当該地区の地域防災の実態と脆弱性の検討を行った。

津波対策としては、防波堤などのハードに加え、警報発令時に適切に避難するといった自衛行動が重要であることが指摘されている。対象地域とした興津地区は、南海地震発生時には10分内外で津波が到達し、最終的には集落のほぼ全域が被災地となることが予測されている（高知県，2004）。さらに、地形条件により被災時には孤立することが予測されており（河田，2006）、公助の限界性が存在するため、本地区では共助・自助が重要となる。そこで、地区世帯に対する悉皆アンケート調査を実施し、住民の防災意識と防災行動を明らかにした。なお、分析のモデルとしては環境配慮行動に対する住民意識の関連性分析を行った広瀬（1994）の「環境配慮行動の要因関連モデル」を適用し、「災害リスク認知」「責任帰属意識」「対処有効性認知」「社会規範評価」「費用便益評価」「実行可能性評価」の各観点から住民の意識を分析した。なお、前三者は「目標意図」を、後三者は「行動意図」を形成し、目標意図が行動意図に作用し、行動が励起されるとしている。

アンケートは住民自治組織の代表（地区総代）を通じて各戸2部を配布し、後日、戸別訪問により回収した。回収時に未記入であった場合には記入を依頼し、再度回収に訪問している。回収数は521世帯中159世帯（30.5%）から、253通を得た。回答のバイアスとしては、やや女性の回答割合が高く（回答割合60%、住民構成比52%）、高齢者からの回答が相対的に多くなっていること（回答割合に占める70代以上が48%、国調による70代以上割合は37%）に留意する必要がある。また、分析には2007年に高知県ほか4県によるアンケート結果（4県東南海・南海地震防災連携協議会，2008）と比較して回答割合を評価する。

アンケート結果は以下のとおりである。

- 1) 災害リスク認知：地震発生の可能性、想定被害の規模や、津波の到達予想時刻を高知県全体に比して適切に認知しており、高い「災害リスク認知」を有していると判断される。
- 2) 対処有効性認知：発災時の高台への避難の有効性、避難訓練参加の有効性などの認知度も、高知県全体のそれに比して高く、「対処有効性」の認知も高いと判断される。
- 3) 社会規範評価：避難訓練への参加理由として近隣住民からの相互規制を指摘する割合は低く、住民の防災行動の規定因として社会規範の影響は小さいと判断される。
- 4) 実行可能性評価：住民は自宅から高台までの避難経路をよく認知していることから、発災時に適切に避難できる実行可能性を有していると判断される。
- 5) 費用便益評価：防災対策へのコスト負担を感じている（多少感じる・非常に感じる）と回答した割合は56%であり、コスト意識が防災行動を起こすための阻害要因となっている可能性が示唆される。

また、これらの防災意識を構築する際に影響を与えた情報入手経路としては、マスコミの割合が高く、防災情報のローカライズは十分になされていない可能性が示唆された。また、実際の防災行動（避難訓練）への参加率、2010年チリ地震津波発災時の避難実施率は高知県全体に比べても高く、地区全体としては一定程度の防災力を有していることが確認された。しかし、避難訓練にほとんど参加しない住民も2割近くいることと、防災用具の準備や家族での話し合いなどの事前防災対策は高知県全体に対して低く、かならずしも高い防災行動がとられていないという矛盾も確認された。なお、避難訓練への参加程度はコミュニティへの帰属意識が高いほど高く、チリ地震津波での避難率と避難訓練への参加程度にも有意な相関が認められた。

以上の結果を整理すると、高い「災害リスク認知」と「対処有効性認知」から高い「目標意図」が形成されていると判断される一方、「社会規範評価」と「費用便益評価」の低さによって「行動意図」の形成が阻害されていると判断される。そのため防災意識が高いものの、防災行動に結びついていないことを指摘できる。これは、自主防災組織のリーダーへのヒアリングにおいて、「自主防への活動に対する地域全体での盛り上がり不足を感じる」という言質が得られている。

ことから裏づけられる。

今後、興津地区での防災行動への参加率を高めていくためには、コスト負担感を低減する行政的なサポートに加え、自主防災組織活動の活発化や発災時行動のルール化などを通じて社会規範効果を向上させ、高い実行可能性評価を活用できる状況を構築する必要性が指摘できよう。

(自然環境ゼミ生：天谷友望美・岩堀伶子・川畑泰之・斉藤真人・宗川紘子・山内美希)

キーワード: 津波防災, 住民意識, 災害リスク認知, 防災行動

Keywords: disaster mitigation for Tsunami, attitudes of residents, cognition of disaster risk, actions for disaster mitigation



## 千葉県大堀川流域における河床堆積物に含まれる重金属元素の分布特性 Distribution of heavy metals in bed sediment in the Ohori River basin, Chiba Prefecture

安藤 晃太郎<sup>1</sup>, 須貝 俊彦<sup>1\*</sup>, 若林 徹<sup>1</sup>, 穴澤 活郎<sup>1</sup>  
Kotaro Ando<sup>1</sup>, Toshihiko Sugai<sup>1\*</sup>, Toru Wakabayashi<sup>1</sup>, Katsuro Anazawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東大新領域自然環境

<sup>1</sup> Natural Environmental Studies, KFS, UT

河床堆積物に含まれる重金属元素について多数の研究がなされている。しかし、従来の研究では測定地点の密度が粗いものが多く、小河川において重金属元素がどのように分布し、どのような条件・環境で高濃度に濃集するのかなどは十分には明らかにされていない。このような基礎的な知見は、特に都市河川において、地域住民の健康維持や生態系保全の観点から重要である。本研究では千葉県柏市・流山市を流域にもつ大堀川の流域全体を対象として、河床堆積物に含まれる重金属元素の分布特性を明らかにした。

大堀川は本流水系と地金堀水系から成っている。本流水系は「ほたる池」を源頭とし、地金堀水系は「こんぶくろ池」と「弁天池」の異なる二つの隣接した池を源頭としている。「こんぶくろ池」のすぐ下流は、人工水路と合流する。調査は大堀川流域全体を網羅する多地点において2009年3月、2010年5月、2010年10月の3回行った。各調査地点では、河床堆積物と直上水を採取した。これらの試料は実験室に持ち帰って、河床堆積物については粒度、含水率、強熱減量などを測定した後に、波長分散型蛍光X線分析装置(WD-XRF, ZSX-Primus, Rigaku)を用いて主要元素と重金属元素の定量分析を行った。また、直上水については原子吸光(AA-6800, SHIMADZU)、イオンクロマトグラフィー(DX-120, DIONEX)を用いて主要元素とZnの定量分析を行った。

調査の結果は以下の通りである。

1) 狭い範囲であっても重金属元素の濃度分布は不均一であった。このことにより、本調査地域における重金属元素の挙動は、局所的な地化学環境から大きな影響を受けている可能性が示唆される。

2) 3時期とも類似した重金属濃度を示したことから、同一地点による重金属濃度の数ヶ月オーダーでの時間変動は小さいものと考えられる。

3) 源頭から下流までの河川縦断方向の重金属濃度の変動は、河床堆積物の強熱減量の変動と同調している。本試料群の強熱減量は主に有機物量に支配されるため、本地域の河床堆積物中の重金属元素は有機物に吸着するなど、有機物と何らかの関連があることが示唆される。

4) こんぶくろ池、弁天池、ほたる池では有機物量が多いが、後二者では、直上水や湧水のZnが検出限界以下であり、堆積物中のZn濃度は低い。こんぶくろ池では、Znが溶存する水路からの水がしばしば逆流するといった水質の違いが堆積物中のZn濃度の違いの原因と推定される。また、硫黄と正の相関を示すものがあり、硫化物として存在していることも考えられる。

5) 河床堆積物を鉛直方向にみると、ある深度を境に下方では重金属濃度が低く、上方では重金属濃度が高い。また、重金属濃度は下方では強熱減量と明瞭な関係を示さなかったが、表層付近では高い正の相関関係を示した。このことは、表層の好気層でのみ重金属元素が有機物に影響されやすいことを示唆する。つまり、河床堆積物は堆積当時の重金属に加えて、その埋積過程において表層付近が好気層である期間内は重金属が付加すると考えられる。

キーワード: 河床堆積物, 重金属元素, 濃度分布, 有機物, 大堀川

Keywords: bed sediment, heavy metal, concentration distribution, organic matter, Ohori River

## 2010年7月九州南部豪雨による土砂災害の被害 Damages caused by sediment disaster the July 2010 Southern Kyushu heavy rainfall.

五十嵐 隆亮<sup>1\*</sup>, 井村 隆介<sup>1</sup>

Ryusuke Igarashi<sup>1\*</sup>, Ryusuke Imura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鹿児島大学

<sup>1</sup>Kagosima University

2010年6月中旬以降、梅雨前線の活動によって南九州各地では記録的な豪雨となった。この時期から7月上旬にかけての梅雨前線の停滞は西日本が中心で、太平洋高気圧の西への張り出しが例年よりも強く、暖かく湿った空気が流れ込みやすかったために梅雨前線の活発な状態が長く続いた。7月2日から4日にかけて、鹿児島県の薩摩・大隅地方の一部では、100mm/hを超える猛烈な雨が降った。鹿児島県(2010年7月5日16時00分現在)と宮崎県(2010年7月8日17時00分現在)のまとめによると、両県合わせて、死者2名、行方不明1名、全壊5棟、半壊2棟、一部破損3棟、床上浸水42棟、床下浸水106棟の被害が生じた。豪雨による土砂災害の被害が拡大した背景を研究結果から報告する。

鹿児島県南大隅町の船石川では7月4日に規模の大きな土石流が発生した。災害現場周辺では、6月末までに900mmを超える累積雨量を観測していた(最も強い雨を記録したのは6月19日昼前の102mm/h)が、土石流発生前の24時間にはほとんど雨を観測していない。船石川では7月4日夜中から7月8日昼までの間に7回の土石流が観測され、床上浸水1戸、床下浸水2戸の被害を生じたが、幸いにして人的被害はなかった。周辺の地質は、大隅花崗岩を基盤とし、その上に載る阿多鳥浜軽石、阿多鳥浜火砕流、円レキ層、ローム層、阿多軽石、阿多火砕流およびその上に載る最近の火山灰・ローム層で構成される。崩壊部に露出した阿多火砕流溶結部の下からは多量の湧水とパイピングホールが認められ、崩壊は阿多火砕流の溶結部と非溶結部との境界付近で発生したと考えられる。船石川上流部の崩壊地に見られる阿多火砕流溶結部の下面は下に凸になっており、同じ溶結非溶結部境界でも特にここが水を集めやすいところであることがわかる。崩壊のタイミングやその規模などから、船石川で発生した崩壊はいわゆる深層崩壊であると判断できる。

一方、大隅半島北部の霧島市や都城市およびその周辺では、7月2日夜半から強い雨が降り始めた。7月3日の未明から朝方にかけては、死者2人、行方不明1人の人的被害を含む災害が集中して発生した。7月3日の午前4時45分頃、鹿児島県霧島市国分重久の山間部にある県道60号で乗用車6台が立ち往生しているのをパトロール中の消防隊員が発見し避難させた。避難後、道路の一部が大きく崩壊し、立ち往生していた乗用車6台のうち4台が巻き込まれた。2日夜遅くから降雨が始まり、3日2時に88mm/hの猛烈な雨を記録していたが、3時から4時にかけて一時小康状態となった。しかし、5時には再び降雨が強まり、126mm/hの記録的短期間豪雨を観測した。消防隊員による避難誘導後に道路の一部が大きく崩壊したことから、5時頃の強い雨が被害をさらに拡大させた可能性が高い。県道は入戸火砕流溶結部が崩れて形成された崖錐上に盛り土されてつけられていた。崖錐に隠れた入戸火砕流の溶結/非溶結の境界付近からの出水によって崩壊が発生したために大規模に崩れたものと考えられる。県道60号は現在も通行止めである。

鹿児島県霧島市霧島大窪では、3日午前5時頃に非溶結入戸火砕流堆積物からなる斜面の表層部が幅約30メートルにわたって崩れた。それによって木造平屋1棟が全壊し、1人が生き埋めになって死亡している。シラス斜面の表層風化部が一気に崩れ落ち、土石流化したものと考えられる。この家は普段は無人であったが、災害当日は県外から、たまたま家人が帰ってきていた。霧島市では7月3日0時06分到大雨・洪水警報が発令され、2時05分には土砂災害警戒情報が発表されていた。

鹿児島県曾於市財部町中谷地区では、3日の午前6時頃に幅45m、長さ80mの規模の大きな地すべりが発生した。崩壊場所はいわゆるシラス台地の縁にあたり、斜面上部の緩傾斜部(<20°)では非溶結の入戸火砕流堆積物(シラス)の上にテフラ(火山灰、降下軽石)とロームが載っているが、斜面中部(>30°)ではシラス風化部が露出している。斜面上部のローム/シラス境界ですべりが発生し、斜面中部のシラス風化部を巻き込みながら、崩れたものと考えられる。

宮崎県都城市高野町では、3日午前6時頃民家裏の斜面が幅、高さとも約12メートルにわたって崩れた。崩壊土砂は住家を半壊させるとともに、近くを流れる荒川内川に流れ込んだ。この崩壊によって住民1人が現在も行方不明となっている。ここでは弱溶結した入戸火砕流堆積物がつくる緩斜面を3m程度の厚さのテフラやロームが覆っており、すべり面は入戸火砕流とその直上のローム層との境界発生している。

2010年梅雨末期に南九州のとりわけ大隅地域で発生した災害は、総雨量で1000mmを超える記録的な豪雨が引き起こしたものである。一方、土砂災害の基となった斜面崩壊地点は火山性堆積物の地層境界に集中していることがわかった。今後は火山性堆積物の水理特性を考慮した防災対策が必要であると考えられる。