

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350507

研究課題名(和文) 豪雨災害の経験・教訓の有効活用を可能にする災害履歴検索支援ツールの開発

研究課題名(英文) Development of retrieval system of historical heavy rainfall disaster record

研究代表者

西山 浩司(NISHIYAMA, KOJI)

九州大学・工学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：20264070

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)： 暖候期の九州列島の南西側に広がる気象場のパターン認識(自己組織化マップの適用)を実施した結果、過去35年間の気象場のパターンと豪雨災害事例の対応関係を明らかにすることができた。

次に、広島市都市圏の土石流災害に着目して、気象データが残っていない過去の災害事例について、旧自治体の郷土資料を利用して調べた結果、インターネット上には無い多くの災害事例を抽出することができた。

最後に、積算雨量情報を利用すると、明瞭に豪雨域を認識することができることがわかった。その特徴を災害アーカイブに登録することで、豪雨災害の早期探知に繋げることが期待できる。

研究成果の概要(英文)： This study classified non-linear complicated long-term meteorological fields including western Japan into visually-detectable patterns using SOM, and investigated relationships between meteorological field patterns and heavy rainfall cases. From these analysis, it could be clearly and visually identified what kinds of meteorological field patterns have a potential to cause heavy rainfall and associated disasters. On the other hand, in order to recognize debris flow disaster risk, this study extracted past debris disasters in local historical documents in Hiroshima. Therefore, for protecting local residents, past debris flow disasters should be fully recognized by the local residents through the construction of local disaster archives. Moreover, accumulated rainfall distribution products led to visually-clear recognition of local heavy rainfall in comparison with conventional radar information for early recognition of heavy rainfall and associated debris flow disasters.

研究分野： 災害気象学

キーワード： 豪雨災害 レーダー降水強度 レーダー積算雨量 土石流 過去の災害履歴 自己組織化マップ

1. 研究開始当初の背景

予測情報（気象庁の予報内容等）の利用が今日の豪雨防災の基本であるが、最近、過去の災害から教訓を学び、今後の防災対応に活かす取組みが盛んに行われている。国の取り組みとしては、平成15年に中央防災会議の「災害教訓の継承に関する専門委員会」が設置され、過去の災害調査（地震、豪雨）が実施された。また、内閣府に設置された「大雨災害における避難のあり方等検討会」では、豪雨災害時における市町村の取組みを紹介した報告書（気象概況、災害の特徴、防災対応、課題・教訓）が作成された。

一方、過去に起こった豪雨災害について、気象概況や被害状況（死者・行方不明者、床下・床上浸水等）を具体的に記載した災害データベース（気象庁、国土交通省、消防庁等）も構築されている。その他、当時の最新情報を掲載した新聞データベースも災害のインパクトを知る上で貴重な情報源となる。最近では天気予報でも、気象庁の気象情報の中で、「〇〇に匹敵するような大雨」「これまでに経験したことのないような大雨」など、過去を意識した表現を使用するようになった。

以上のように、どんな災害（地震災害も同様）に対しても、災害の教訓を防災に結び付ける重要性が認識されるようになった。しかし、その災害履歴の情報量は膨大であるため、閲覧機能に留まり、有効に活用されているとは言えない。

そこで、本研究では、①気象場のパターンと豪雨頻度、災害履歴との関係性、②地域の災害履歴の編纂（図書館や古文書に記録されているような、インターネット上には上がっていない情報の整理）を通して、地域の災害の再認識、③豪雨事例に対する過去の気象レーダー情報の活用、の3課題を通して、豪雨災害の経験・教訓の有効活用を可能にする災害履歴検索について考察した。上記、①～③は、2～4章の(1)～(3)に対応する。

2. 研究の目的

(1) 災害データベースは過去の教訓を今後の災害軽減に活かすための大変有効なツールである。しかし、過去のデータが膨大に存在するため、平常時、緊急時に災害データベースを有効に利用できているとは言い難い。その理由は、豪雨を引き起す気象場（前線、低気圧、台風など）が複雑で、災害と結びつけることが簡単ではないからである。

そこで、本研究では、AI技術（自己組織化マップ：パターン認識）を利用^{1),2)}して、台風や前線活動を伴った複雑な気象場のパターンを分類して、過去の豪雨災害と有機的に結びつける。この関係性を活用して、これから起こる可能性のある豪雨の発生を診断し、その気象状況と類似する過去の気象状況と当時の災害履歴を検索するシステムを考案

した。

(2) 日本列島は暖候期になると、温かく湿った空気が流入しやすくなり、停滞前線、台風、低気圧の影響を受けて豪雨が発生しやすい。そのため、過去に多くの災害が発生してきた歴史がある。今後、地球温暖化の影響で豪雨の発生頻度が増える可能性が指摘されており、豪雨に対する備えは今後一層重要になる。

一般に、河川の氾濫と土砂災害を伴って大きな被害が発生するが、最近は一瞬のうちに多くの犠牲者を出す土石流災害が目立ってきている。特に広島県は、花崗岩の風化した真砂土が広く分布することから昔から土石流の被害が多い地域である。また、広島市は人口が100万を超える大都市であるが、平野部が狭く、多くの人口を支えるだけの平地がない。そのため、山の斜面を宅地開発して多くのニュータウンが建設されてきた歴史がある。

最近では、1999年6月29日、広島市西部を中心に豪雨と土石流が発生し大きな災害となったが、その地域は人口が比較的少ない地域であった。しかし、2014年8月20日の豪雨では、人口密集地の宅地開発地域（安佐南区八木地区：阿武山の東斜面）を土石流が直撃して多くの犠牲者を出した。以上のような災害を軽減するためには、豪雨発生や土石流災害の予測精度向上、自治体が発令する適切な避難勧告・指示のあり方など多くの課題が残されている。また、地域住民の防災意識向上を目指して、ハザードマップや土砂災害危険箇所の情報の有効活用が望まれる。

一方、過去の記録を掘り起こして得られた地域の土石流災害の危険性を認識することも地域住民の防災意識向上に役立つと考えられる。しかし、同一地域で頻繁に災害が起こることは少なく、観測情報が乏しかった40年以上前に起こった地域の過去の災害履歴をインターネット上で検索しても殆ど出てこない。

そこで本研究では、旧自治体が発行した郷土歴史資料に着目して、広島都市圏で起こった過去の土石流記録を掘り起し、その発生地域・時期を明らかにした。また、山の斜面の宅地開発地域で過去に起こった土石流災害の特徴についても考察した。

(3) 豪雨災害に備えて、市町村による避難情報の発令や自主避難に対して様々なタイプの気象情報を有効に活用することは極めて重要である。豪雨災害を意識させる情報として、大雨警報や記録的短時間大雨情報のような文字情報が一般的であるが、どこで豪雨になっているのかを直接かつ視覚的に把握することも避難のタイミングを見極める上で重要である。その情報は、情報端末で常に確認できる気象レーダーによる雨量分布である。気象レーダーの表示雨量の単位は時間雨量であるが、瞬間的な降水強度を表している。

つまり、ある地域で強い降水強度を示している、その分布が移動しながら発達や衰弱を示すことから、その地域で豪雨になるとは限らない。豪雨になる条件は同一領域で強い降水域が停滞することで、バックビルディング降水系のような豪雨域を形成する。そのような特徴は5分ごと（気象庁の場合）の動画を再生することによって確認することができるが、ある程度熟練していないと特定地域に停滞する降水系を捉えることは難しいことがある。

そこで考えられる有効な方法は積算雨量分布を活用することである。本研究では、10分おきのレーダー積算雨量分布を作成して、時々刻々変化する豪雨域の特徴を捉え、豪雨の危険性を早期に認識する方法について考察した。

3. 研究の方法

(1) 暖候期の九州列島の南西側に広がる気象場（風、可降水量の空間分布で構成、30年間のデータ）を対象にして、パターン認識を行った。本研究では、その手法の一つである自己組織化マップを適用した。この手法を使うと、全てのパターンを2次元マップに投影し、どのパターンが、マップのどこに存在するかを視覚的に理解することができる。マップ上の近接する領域のパターンは特徴が類似し、互いの位置が異なるほど、互いの特徴が異なるようになる。

この特徴を利用して、梅雨前線、低気圧、台風、太平洋高気圧周辺部の気象状況をパターン化した。そして、各々の気象場のパターンに対して、豪雨事例及び雨量を付与した。このことで、気象場のパターンに対して、豪雨頻度を知ることができ、過去の豪雨災害と結びつけることができるようになる。

(2) 過去の土石流発生を推定する資料として古文書と郷土歴史資料がある。前者には郷土に残されている古い資料や江戸時代の各藩が村落ごとに詳細に記録した災害資料などがある。一方、自治体ごとに地域の資料をまとめた郷土歴史資料にも災害の記録が残されている。本来は古文書を丹念に調べて災害調査をすることが望ましいが、閲覧自体が難しく、古文体の文章の解読が難しいことなどから、本研究では、広島市立中央図書館の蔵書である多数の郷土歴史資料（町史・町誌）を利用した。尚、本研究で使用した郷土資料は、五日市町誌（上、下巻）、佐伯町誌、湯来町誌（通史編）、湯来町史（資料編Ⅱ）、沼田町史、祇園町誌、安古市町誌、可部町史、戸坂村史、海田町史（通誌編）、白木町誌、牛田町誌、安佐町史、高陽町史、瀬野川町史、佐東町史である。

本研究では、土石流（山津波、山抜け）についての記述を抜粋して、その発生地域と発

生年代を整理する。その中で、土石流が発生した地名が出てくるので、これを yahoo 地図で確認する。そして、その周辺の小河川を探して、土石流発生箇所を目星をつける。次に土砂災害ポータルひろしま（<http://www.sabo.pref.hiroshima.lg.jp/portal/top.aspx>）の土砂災害危険箇所図（土石流）を使って、土石流危険箇所を確認する。最後に、その土石流危険箇所が郷土歴史資料から推測される土石流発生箇所に近いかどうか確認する。

(3) 現在、気象庁のホームページに解析雨量分布（前1時間雨量）があり、特定地域の雨量集中を明瞭に確認することができる。しかし、解析雨量分布は、30分おきに表示され、短時間降水予報と併用していることから指定時刻よりも20分遅れて表示される。そのことから、積算雨量の分布を時々刻々捉えることができない状態になっている。

そこで、10分おきのレーダー積算雨量分布を作成して、雨の集中域の特徴を把握する。このことで、雨域の移動が速い場合は、特定地域への雨量の集中は弱く、逆に遅い場合は、雨量の集中が顕著になる。従って、豪雨域を把握するためには、レーダー積算雨量の分布を示すことが有効である。

4. 研究成果

(1) 自己組織化マップを適用して、気象場のパターンに対して、その豪雨頻度、災害事例を関連付けることができた。その結果、図1に示すように、台風、前線、低気圧に伴った暖湿気流の流入場では豪雨頻度が高いパターンが多く、過去の豪雨事例と関連していることがわかった。

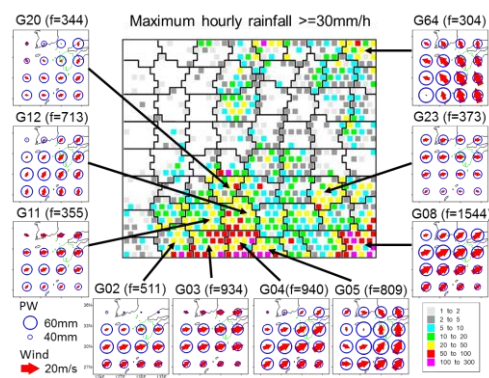


図1 2次元マップ上の気象場のパターンに対する豪雨頻度（時間雨量30mm以上の頻度）。

以上の関係を利用すると、緊急時には、その際の気象条件を用いて豪雨の発生可能性を診断し、過去に起こった豪雨事例の災害履歴を検索することができるようになる。その後、抽出された災害履歴の内容から災害リスクの程度を検討することができ、豪雨に対する注意喚起、防災対応のシナリオ作成や意思

決定に活かすことが期待できる

一方、平常時には、気象パターン別に、豪雨の特徴や災害履歴の特徴を学習する際に活用することが可能となる。例えば、豪雨災害が発生しやすい気象パターンを登録しておき、豪雨及び災害の発生前後の防災対応シナリオを予め構築することに利用できる。このことで、自治体の防災担当者などが自らのスキルアップに役立てることも期待できる。

(2) 旧自治体の郷土歴史資料の記載事項から過去の土石流発生地域・時期を調べた結果、広島都市圏で 19 事例を抽出することができた。ここでは、土石流の現象名の記載として、山津波、山抜け、山崩れ、それに類する記載があれば土石流として扱った。その結果、広島市周辺に多くの分布していることがわかった。また、低気圧だけでなく、台風に伴って土石流が発生していることがわかった。

山地を切り開いて宅地開発した広島市佐伯区五日市の坪井・東観音台地区を対象に過去の土石流災害について考察した。最近では、その地区で 1999 年 6 月 29 日の豪雨によって 3 箇所で土石流災害が発生し、大きな被害をもたらした。過去に遡ってみると、この地域の郷土資料（五日市町誌下巻）に、戦国時代の天文年間（1532～1555 年）に土石流が発生した記述を見つけることができた。その中に、「天文の山津波に坪井は流出せるも」や「天文の洪水に流れて千同沖にいでつ」という記載があり、坪井や千同という地名が出てくる。これを現在の地図に重ねてみると土石流が発生したと推定される場所が確認できる（図 2）。その他、1928 年 6 月 24 日に観音村・倉重地区で、1945 年 9 月 19 日の枕崎台風に伴って屋代地区で土石流が発生した。

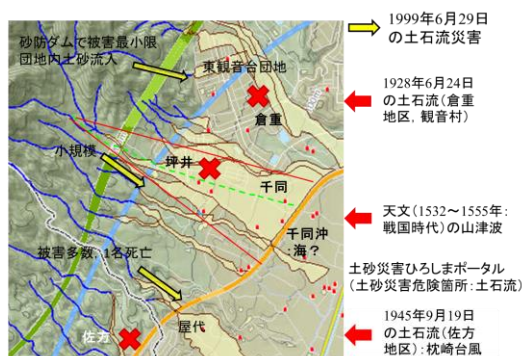


図 2 過去の土石流の推定発生箇所と土砂災害ひろしまポータルで示される土石流災害危険箇所の分布を重ね合わせた図。

さらに、土砂災害ひろしまポータルの土砂災害危険箇所（土石流）を重ねる（図 2）と、過去に土砂災害が発生したと推定される地区は、土石流発生危険箇所の分布に近隣していることがわかった。この地域は、土石流発生の危険性を十分認識すべき地域であることがわかる。

従って、ここで得られた過去の災害の歴史は、地域住民が共有する災害情報として、そして、地域の災害の危険性を意識付けるために利用することが望まれる。具体的には、郷土歴史資料・古文書等に記載されている土砂災害履歴（図書館や歴史資料館などで眠っている情報）を広域に調査して、災害履歴アーカイブスを構築・公開することでできれば、将来、土砂災害危険箇所の内容と融合することで、地域住民の防災意識を高めることに貢献できると考えられる。

(3) 九州地方・中国地方で起こった最近の豪雨災害事例：平成 21 年中国・九州北部豪雨（7 月 21, 24 日）、平成 22 年 7 月庄原市における豪雨、平成 24 年九州北部豪雨（7 月 12, 14 日）、平成 25 年 7 月山口県・島根県豪雨、平成 26 年 8 月 20 日広島豪雨を対象に、10 分おきのレーダー積算時間雨量を活用して、豪雨の特徴を検証した。

その結果、レーダー積算時間雨量分布を 10 分ごとに見ることで、雨量の集中域を明瞭に捉えることができることがわかった。その移動特性を見ると、強い降水強度の領域が長時間停滞することで災害に繋がるケースが基本であるが、豪雨域がゆっくりと移動してきて、災害を引き起こすケースもあった（図 3）。そのため、豪雨の動きが停滞していないか、自分が住んでいる地域の周辺数十キロの範囲に豪雨域が存在していないかといった観点からレーダーを定期的に確認しておくことが豪雨発生の早期察知が行いやすい。一方、時間的に見ると、猛烈な雨が降った時間帯が 2 回以上あったことも災害の発生に繋がっていた。一旦小康状態になっても油断ができないことを意味する。

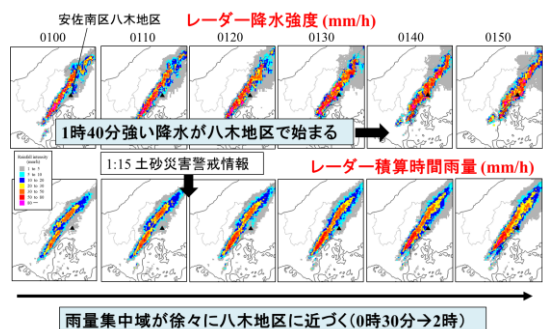


図 3 2014 年 8 月 20 日 広島豪雨。上図がレーダー降水強度（瞬間値）、下図はレーダー積算時間雨量を示す。

豪雨災害の全般的な特徴として、避難勧告・避難指示などの発令を含めた行政の対応が遅れていると考えられる場合も多かった。レーダー積算時間雨量を活用すると、豪雨域の移動は視覚的に認識しやすいため、気象の詳しい知識がなくとも判断しやすい。従って、今後、10 分おきに積算雨量情報が見ることができるようになれば、スマートフォンなどで

豪雨の動きを確認することができ、早いタイミングで自主的に安全な場所に避難することに可能になる。以上のような具体的なレーダー情報の視覚的な特徴を災害履歴アーカイブ스에登録することによって、災害が起こるまでの豪雨域の振る舞いを理解することが可能になる。

<引用文献>

- 1) 自己組織化マップを利用した豪雨時の成層状態の診断, 西山浩司, 神野健二, 水文・水資源学会誌, Vol.20, No.3, pp.156-166, 2007.
- 2) Identification of typical synoptic patterns causing heavy rainfall in the rainy season in Japan by a self-organizing map, Koji NISHIYAMA et al., Atmospheric Research, Vol.83, pp.185-200, 2007.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 笠間 清伸, 川上 司, 西山 浩司, レーダー・アメダス及び自己組織化マップを用いた阿蘇市における土砂災害の要因分析, 第7回土砂災害に関するシンポジウム論文集, 6pp, 2014.09.

[学会発表] (計12件)

- ① 堀池 洋祐, 西山 浩司, 九州・中国地方の水災害事例から考察する豪雨発生の早期検知について, 平成27年度土木学会西部支部研究発表会, 2016.03.
- ② 西山 浩司, 横田いずみ, 塚原 健一, 脇水 健次, 森山聡之, 豪雨発生を早期に認識するための積算雨量プロダクトの活用, 第34回自然災害学会学術講演会, 2015.09.
- ③ 脇水 健次, 西山 浩司, 広島市八木地区およびその周辺地区の歴史史料から浮かび上がった過去の土石流災害の特徴Ⅱ, 第34回自然災害学会学術講演会, 2015.09.
- ④ 西山 浩司, 脇水 健次, 郷土歴史資料を利用した過去の豪雨に伴う土石流災害の抽出, 2015年水文・水資源学会研究発表会, 2015.09.
- ⑤ Koji NISHIYAMA, Izumi YOKOTA, Toshiyuki MORIYAMA, Kenji Wakimizu, Kenichi Tsukahara, Application of Easily- and Visually-recognizable Meteorological Radar Products for Early Detection of Heavy Rainfall Occurrence, No.263, 37th AMS radar conference, Norman, US, 2015.09.
- ⑥ Koji NISHIYAMA, Toshiyuki MORIYAMA, Katsuhiko MORISHITA, Izumi YOKOTA, Kenichi Tsukahara, Risk Analysis of Heavy Rainfall and Associated Disaster Occurrence Based on Pattern Recognition of

Meteorological Fields Using Self-Organizing Map, E-proceedings of the 36th IAHR World Congress, The Hague, the Netherlands, 28 June – 3 July, 2015, 2015.07.

- ⑦ 上山裕太, 西山 浩司, 豪雨発生を早期に察知するための気象情報の開発, 平成26年度土木学会西部支部研究発表会, 2015.03.
- ⑧ Izumi YOKOTA, Koji NISHIYAMA, Kenichi TSUKAHARA, Kenji WAKIMIZU, Visually and Easily Detectable Radar Information available for Judging the Evacuation from Heavy Rainfall Disasters, 8th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, 5p, 2014.09.
- ⑨ 下河憲明, 西山 浩司, 横田いずみ, 豪雨発生シグナルの察知についての考察, 平成25年度土木学会西部支部研究発表会, 2014.03.
- ⑩ Koji Nishiyama, Kenji WAKIMIZU, Cintia Bertacchi Uvo, Jonas Olsson, ANNUAL VARIATION IN HEAVY RAINFALL FREQUENCY IN KYUSHU, JAPAN, LINKING TO A SYNOPTIC FIELD PATTERN CLASSIFIED BY SELF-ORGANIZING MAP, Proceedings of 94th American Meteorological Society Annual Meeting in Atlanta, USA, 2014.02.
- ⑪ 西山 浩司, 塚原 健一, 横田いずみ, 平成24年7月九州北部豪雨の雨量特性, 2013年水文・水資源学会研究発表会, 2013.09.
- ⑫ 西山 浩司, 気象情報によって捉えられた豪雨発生シグナルの特徴, 土木学会・地盤工学会 平成24年7月九州豪雨による災害調査団合同報告会 ～繰り返される豪雨災害への備え～, 2013.05.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

- 出願状況 (計0件)
- 取得状況 (計0件)

6. 研究組織

(1)研究代表者

西山 浩司 (NISHIYAMA, Koji)
九州大学・大学院工学研究院・助教
研究者番号：20264070

(2)研究分担者

塚原 健一 (TSUKAHARA, Kenichi)
九州大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号：90404003