

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：17101

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501243

研究課題名(和文)都市域における時空間地理情報を用いた氾濫原の特性評価の研究

研究課題名(英文)Evaluation for Characteristics of Flood Plain in Urban Area by Geographic Information on Space and Time

研究代表者

黒木 貴一 (Kuroki, Takahito)

福岡教育大学・教育学部・教授

研究者番号：40325436

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、国内の都市河川の御笠川、大分川、大淀川、白川を対象とし、地形図、空中写真、衛星データなどの時空間地理情報をGISで用いて、それらの氾濫原の土地条件とその変化を明らかにした。また過去に災害が生じた場所の土地条件も検討した。この結果、氾濫原に対し時空間地理情報を用いる解析では、堤外の土地条件の分布とその変化の特徴から、都市域の自然災害の量的・質的評価ができることが示された。またこれら解析方法は、海岸平野及び海外の氾濫原にも応用できることを確認した。

研究成果の概要(英文)：In this study, ground conditions and their changes of flood plain of Japanese urban rivers such as the Mikasa River, the Ooita River, the Ooyodo River and the Shira River were investigated by using topographic maps, aerial photographs and satellite data in GIS. The ground conditions at the area where the natural disaster occurred in the past were considered. As a result, in the analysis using such geographic information for the flood plain, it was clarified that we can evaluate the natural disaster at the urban area qualitatively and quantitatively from the characteristics on the distribution and its change of the ground condition in the riverside area. We confirmed that the GIS analysis process is applicable to not only flood plain but also coastal plain and foreign flood plain.

研究分野：地理学

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：GIS 都市域 河川 氾濫原 地図 空中写真 衛星データ 自然災害

1. 研究開始当初の背景

本邦では、豪雨により斜面崩壊、山麓での土石流、平野での氾濫という一連の自然現象が毎年繰り返される。これら自然現象が甚大な規模の自然災害となりやすい場合は、後水期に地形形成作用が活発な氾濫原に発達した都市域にあるため、その自然災害に対する氾濫原の評価は防災を企図する上で極めて重要である。しかし人工改変が進み自然の氾濫原が減少した結果、氾濫原全体の特性が現在は分かりにくくなった。また地球温暖化に伴い狭い領域の極端な豪雨の多頻度化に伴って氾濫原での自然災害の頻度も増加している。

2. 研究の目的

本研究では、国内の都市河川を対象に、過去200年間の古地図、地形図、空中写真、衛星データ、レーザーデータの時空間地理情報から氾濫原の土地条件変化を詳細に分析し、自然災害実績と比較対照し自然災害発生場所の規則性を都市発展段階別に見出す。それより衛星データを主とした時空間地理情報による都市域の自然災害に対する氾濫原の効率的かつ高精度な評価方法をまとめることを目的とした。

3. 研究の方法

大規模都市を擁する福岡市の御笠川、中規模都市を擁する大分川と大淀川、都市と地方が区分される白川を対象とした。旧版地形図と地形図、空中写真、衛星データにより都市化と各河川近傍の土地利用及び被覆変化を確認した。レーザーデータにより各河川近傍の地形条件を解析した。最後に自然災害発生場所に対し、土地利用、土地被覆、地形条件との空間関係とその規則性を明らかにした。

衛星データは、ALOS、ASTER、WorldView-2、THEOSを使用し、パンシャープ画像解析、教師付最尤法分類、NDXI解析等実施した。レーザーデータは九州地方整備局及び基盤地図情報の5mDEMを使用した。DEMは陰影図化し地形判読を、メッシュ解析で流出量計算に活用した。

4. 研究成果

(1) 氾濫原の河川近傍にある微地形の特徴を、基盤数値情報により詳しく分析した。御笠川では、5mDEMに基づく陰影図による地形判読から地形量分析を実施した。基準地形に対する比高による地形縦断曲線や、堤外体積の上下流方向の変化を2003年九州豪雨の越流区間と比較し、5mDEMに基づく土地条件分析が、都市河川に対し自然災害に脆弱な場所の絞り込みに有効なことを示した。大分川では5mDEMに基づく陰影図による地形判読から地形量分析を実施した。一級河川に対しても5mDEMの陰影図から地形を効率的に区分できることを示し、また基準地形に対する比高や傾斜による地形縦断曲線に、地形配置、堰(ダ

ム)、支流合流、橋の影響を受けた50区間程度、数10区間、10区間程度、5区間程度の変化単位を識別できた。大淀川では5mDEMに基づく陰影図による地形判読から地形量分析を実施し、地形縦断曲線の観察から河川地形モデルを検討した。全体の周期的変化、周期単位内の比高変化、合流点や河口付近の比高変化に関し河川地形モデルを作成し、かつ、堤内と堤外地形の接近する区間を特定し氾濫リスクの高まりを示した。白川では5mDEMに基づく陰影図による地形判読から地形量分析を実施し、解析結果と2012年九州北部豪雨に伴う浸水範囲との関連を検討した。浸水幅と関連する地形の比高、面積割合、堤外体積の特性を整理し、それより数10km規模と約6km規模に発達した白川の地形構造をモデル化し、さらにその大小の地形構造が入れ子構造をなすことを示した。

(2) 氾濫原の河川近傍にある土地利用の特徴を、地形図により詳しく分析した。御笠川では、流域の土地利用から河川へと流れ込む水量の算出を行った結果と2003年九州豪雨の被害区域との比較をした。二時点の土地利用を基に時間毎の河川流量をメッシュで作成して比較することで、河川流量が大きく増加した区間において溢水したことが示された。大分川、大淀川、白川を対象として、一定区間ごとの土地利用の比較を行った。これより常に水の危険にさらされる河川近傍の土地利用の規則性が分かった。

(3) 氾濫原の河川近傍にある土地被覆の特徴を、空中写真により詳しく分析した。大分川では、空中写真とASTERデータの近赤外域データをコンポジットした画像を最尤法分類し作成した解像度1mの土地被覆分類と、河川近傍の地形との関連性を検討した。この土地被覆分類図では、空中写真のみで作成したものより平均分類精度の向上が確認でき、また、土壌水分が多く竹が繁茂しやすいと考えられる河床に竹林が形成されていること等が分かった。白川では、近赤外域データ(1975年LANDSAT、2007年ALOS/AVNIR-2)と空中写真をコンポジットして解像度1mで最尤法分類し、土地被覆の約30年間の経年変化と2012年北部九州豪雨における浸水範囲との関連性を検討した。浸水範囲の土地被覆の約4割が市街地であり、約30年間で裸地・田畑などから市街地化した地域がその内の約1割を占めていることなどが分かった。

(4) 氾濫原の河川近傍の土地条件を、衛星データによりいかに分析できるかを様々に試行した。大分川の堤外を対象にASTERデータによるNDSIとNDWIの経年変化を地形区分と比較し、その変化域分布の特徴に対し背景となる土砂堆積や侵食の過程を関連付けた。それより堤防で固定された堤外で、現在、扇状地、自然堤防、後背湿地と似た地形条件変化

が進行していること、それを衛星の反射率データの解析で明らかにできることを示した。2012年九州北部豪雨で被害の生じた白川上流域を対象に、被害地域の効率的な抽出方法を検討した。豪雨後の THEOS データに対し、地形量データとして傾斜量を、豪雨前の衛星データとして ALOS のバンド 1 と 2 をコンポジットし、教師付最尤法分類を実施すると、精度良い現実的な被害地域区分のできることを示した。洪水などの自然災害が発生しても、人の手が入らない、すなわち工学的回復過程を踏んでいないアフリカ・ケニアの平地における自然河川地域の土地利用特性を、衛星データを用いて把握した。種々の環境指標を衛星データにより算出し、その分布特性を調べることで、標高の変化、河川の形状による河川地域の土地利用変化を把握でき、洪水が発生しやすい箇所においての土地利用の特徴を知ることができた。廉価な簡易 GPS の機材特性を様々な計測試験から確認し、起伏が小さい氾濫原などの DEM 作成試行を通じて地形計測への適用性を評価した。移動計測は機材向きを固定し緩徒歩で加減速をおさえて行うと良く、計測成果は定点データによる時間補正と移動距離による基準点補正を行うと比較的良好な DEM が得られることが分かった。

(5) 氾濫原及び隣接する三角州や海岸平野に生じた津波被害に関し、現地調査や衛星データ解析に基づく研究成果を整理した。2011年東北地方太平洋沖地震による津波被害の生じた仙台・石巻平野において、被害の状況と時間経過に伴う復旧状況を発災後2年間、詳しく調査した。そこでは建物被害状況、植生被害状況に加え先人が残した津波を意識させる石碑なども記録した。その津波による仙台・石巻平野の植生被害に関し現地調査と衛星データ解析から、主に樹木の被害分布を明らかにする手法を検討した。さらに、浸水域に限らず、居久根景観要素の針葉樹スギの枯死で示される樹勢低下をリモートセンシングで適確に抽出できることを示した。

(6)(1)～(5)の検討を通じて、地形図、空中写真、衛星データなど時空間地理情報を用いる氾濫原に対する GIS による総合的な解析は、特に堤外の詳細な地形分析を通じて都市域の自然災害の量的・質的評価が可能であり、またその手法は海外及び海岸地形にも応用できることを示した。今後は、河川別にスケールの異なる微地形の周期性を生む自然条件と、より詳細・高頻度の時空間地理情報を取得する手法を検討することで研究成果の社会への還元が期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計13件)

黒木貴一、宗建郎、磯望、黒田圭介、簡易

GPS の機能試験及び地形計測試験、福岡教育大学紀要、査読無、63-2、2014、25-36
磯望、宗建郎、黒木貴一、黒田圭介、後藤健介、福岡県内の土砂災害の発生密度とその経年的変化、西南学院大学人間科学論集、査読無、9-2、2014、93-114

磯望、黒木貴一、後藤健介、宗建郎、黒田圭介、東北地方太平洋沖地震津波による宮城県の津波被害地域の特徴とその後の変化、西南学院大学人間科学論集、査読無、8-2、2013、185-213

黒木貴一、宗建郎、磯望、後藤健介、黒田圭介、国土の数値情報に基づく福岡平野における豪雨時の土地条件評価、福岡教育大学紀要、査読無、62-2、2013、19-31、<http://hdl.handle.net/10780/1453>

黒木貴一、塚本高史、黒田圭介、簡易レーザー距離計を用いた斜面崩壊地形の計測方法、地図、査読有、49-4、2012、1-6

磯望、黒木貴一、宗建郎、黒田圭介、後藤健介、福岡県における土砂災害分布の経年的特徴、第6回土砂災害に関するシンポジウム論文集、査読有、2012、89-94

黒木貴一、磯望、宗建郎、後藤健介、黒田圭介、基盤地図情報の5mDEMによる御笠川の氾濫の地形条件分析、第6回土砂災害に関するシンポジウム論文集、査読有、2012、141-146

宗建郎、黒田圭介、黒木貴一、磯望、後藤健介、1953年6月水害における室見川・樋井川の河川水量試算、第6回土砂災害に関するシンポジウム論文集、査読有、2012、189-194

黒田圭介、黒木貴一、宗建郎、磯望、後藤健介、コンポジット空中写真による土地被覆分類図を用いた土地条件解析事例～大分川を例に、第6回土砂災害に関するシンポジウム論文集、査読有、2012、153-158

黒木貴一、磯望、後藤健介、黒田圭介、宗建郎、那珂川中流域におけるレーザーデータを用いた地域区分と洪水被害、福岡教育大学紀要、査読無、61-2、2012、13-23、<http://hdl.handle.net/10780/1260>

黒田圭介、黒木貴一、宗建郎、コンポジット空中写真画像を用いた土地被覆分類図作成試案、環境科学論文集、査読有、25、2011、239-244

磯望、黒田圭介、黒木貴一、宗建郎、西木真織、後藤健介、二時期合成デジタル空中写真画像による土地被覆の最尤法分類、西南学院大学人間科学論集、査読無、7-1、2011、75-105

宗建郎、黒木貴一、磯望、黒田圭介、後藤健介、地形図を利用した河川環境変化の長期評価-福岡市の事例-、地域防災研究論文集、査読無、3、2011、57-63

〔学会発表〕(計17件)

黒木貴一、堤外の微地形解析の改善と意義 - 「微地形と地理学」グループ発表、日

本地理学会 2014 年春季学術大会、2014 年 3 月 28 日、国土館大学
黒木貴一、磯望、後藤健介、宗建郎、黒田圭介、仙台・石巻平野の津波による生垣の被害と経過、日本地理学会 2014 年春季学術大会、2014 年 3 月 27 日、国土館大学
黒木貴一、磯望、黒田圭介、2012 年九州北部豪雨による白川流域の災害と衛星データ分析、日本応用地質学会平成 25 年度研究発表会、2013 年 10 月 24 日、名古屋大学
黒木貴一、磯望、黒田圭介、宗建郎、後藤健介、2012 年九州北部豪雨による白川流域の浸水範囲と地形条件、日本地理学会 2013 年秋季学術大会、2013 年 9 月 28 日、福島大学
Takahito Kuroki, Tatsuroh Soh and Nozomi Iso, Increase of Flood Disaster Potential Related by Urbanization in Fukuoka Plain, Northern Kyushu Island, The IGU Kyoto Regional Conference, 2013 年 8 月 6 日、京都国際会議場
黒木貴一、磯望、宗建郎、黒田圭介、2012 年九州北部豪雨による災害の地域別特徴と衛星データ分析、東北地学会春季学術大会、2013 年 5 月 18 日、仙台市戦災復刻記念館
黒木貴一、磯望、黒田圭介、後藤健介、宗建郎、大淀川水系の地形縦断曲線の特徴、日本地理学会 2013 年春季学術大会、2013 年 3 月 29 日、立正大学
磯望、黒木貴一、黒田圭介、宗建郎、2012 年 7 月九州北部豪雨災害の特徴について、日本地理学会 2013 年春季学術大会、2013 年 3 月 29 日、立正大学
磯望、黒木貴一、2012 年 7 月九州北部豪雨災害と学校の防災対応、自然災害研究協議会西部地区部会、2013 年 2 月 1 日、九州大学西新サテライト
黒木貴一、磯望、宗建郎、黒田圭介、山国川と矢部川の平成 24 年 7 月九州北部豪雨災害状況、福岡地理学会例会、2013 年 1 月 27 日、福岡大学セミナーハウス
黒木貴一、後藤健介、磯望、黒田圭介、宗建郎、大分川下流域における NDXI 画像変化と地形、日本地理学会 2012 年秋季学術大会、2012 年 10 月 6 日、神戸大学
宗建郎、黒田圭介、黒木貴一、後藤健介、磯望、土地利用の長期的変化による河川流量への影響-福岡市における事例研究 -、日本地理学会 2011 年春季学術大会、2012 年 3 月 28 日、首都大学東京
黒木貴一、磯望、後藤健介、宗建郎、黒田圭介、5mDEM による大分川の地形縦断曲線、日本地理学会 2011 年春季学術大会、2012 年 3 月 28 日、首都大学東京
磯望、黒木貴一、後藤健介、東北地方太平洋沖地震津波被害報告-仙台平野を中心に-、福岡地理学会 2011 年度冬季例会、2012 年 1 月 22 日、福岡大学セミナーハウ

黒木貴一、宗建郎、自然災害に対する土地利用情報の可能性-福岡平野を事例として、日本地理学会 2011 年秋季学術大会、2011 年 9 月 23 日、大分大学
後藤健介、磯望、黒木貴一、宗建郎、黒田圭介、水害氾濫域における衛星データおよび標高データを用いた環境特性解析、日本地理学会 2011 年秋季学術大会、2011 年 9 月 23 日、大分大学
黒木貴一、磯望、後藤健介、宗建郎、黒田圭介、基盤地図情報の 5mDEM を用いた御笠川の土地条件解析、日本国際地図学会平成 23 年度定期大会、2011 年 8 月 8 日、国土館大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

黒木 貴一 (KUROKI, Takahito)
福岡教育大学・教育学部・教授
研究者番号：4 0 3 2 5 4 3 6

(2) 連携研究者

磯 望 (ISO, Nozomi)
西南学院大学・人間科学部・教授
研究者番号：1 0 1 5 9 8 0 8

後藤 健介 (GOTO, Kensuke)
長崎大学・熱帯医学研究所・助教
研究者番号：6 0 4 2 3 6 2 0

(3) 研究協力者

宗 建郎 (SOH, Tatsuroh)
西南学院大学非常勤講師

黒田 圭介 (KURODA, Keisuke)
西南学院大学非常勤講師