

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2006～2008

課題番号：18500780

研究課題名(和文) 人工衛星データによる斜面特性の評価の詳細研究

研究課題名(英文) A Study on Evaluation of Slope Conditions Using Satellite Data

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

研究成果の概要：人工衛星データを用いて様々な型の斜面に対して季節変化や経年変化を解析した。季節変化に関し地形を間接的に示す解析結果を得た。経年変化に関し、地形と地形変化を間接的に示す結果を得た。これらの成果を確認するために、詳細な測量やレーザーデータによる地形解析、デジタルカメラによる反射率データ解析、地質・土層・植生の現地調査などを実施した。この結果、解像度の高い衛星データは GIS による他の地理情報との統合化を通じて、斜面に関する植生、地形、斜面災害の各研究に十分使用できることが分かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,000	0	1,600,000
2007 年度	800,000	240,000	1,040,000
2008 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	600,000	4,200,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：地理情報システム、リモートセンシング、自然災害、斜面地形

## 1. 研究開始当初の背景

湿潤変動帯にあり山地・丘陵地の多い本邦では、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災害が毎年のように繰り返される。これら災害の根源地は山地・丘陵地の斜面にあるため、斜面特性の評価は防災上重要と考えられる。

斜面特性の評価に関し、地形学では田村(1974)を嚆矢とし、その後の後氷期開析前線(羽田野, 1986)の提唱以来今日まで地形と表層地質との関係の研究(吉永, 1990 など)が蓄積された。そこでは、詳細な地形区分と斜面崩壊との関係を表層地質内の水文学的な考察から解く試みもなされている(恩田, 1989)。これらの研究の成果は、地形区分による斜面

崩壊危険箇所の認定、傾斜量による斜面の危険度の評価、そしてハザードマップ作成などに一般社会では利用される。その時、斜面に対し DEM(デジタル標高モデル)、空中写真、レーザスキャナデータは別個に適用されることが多い。つまり斜面特性の評価は、斜面崩壊の予測を目指す過程で地形学、地質学、土壌学などの分野で、それぞれ取り組まれたが、いまだそれら研究成果の統合化や広範囲に対する斜面特性の評価の模索は少ない。

ところで人工衛星データは植生(平野, 2001)、土壌(丹羽ほか, 2004)、地質(笠ほか, 1994)の区分に利用されることが多い。その中に、物質の反射率特性の変化による斜面特性の評価に関して、北松浦半島の北松地すべ

りを対象に LANDSAT の MSS データ(解像度 80m)の反射率特性と斜面不安定領域の関係を検討した後藤ほか(1985)があり、それ以外に同種の研究は今日までほとんどない。つまり表層地質の地下水の状態や、根茎層と基盤岩との接触関係の変化は、地表の植物の活性度に影響を与え、それが反射率特性の変化として衛星データに現れるはずだが、その変化域と斜面の地形・表層地質との対応関係については、まだほとんど注目されていない。

## 2. 研究の目的

地形・表層地質の地理情報を、GIS を媒介として人工衛星データ等と統合化し、様々な斜面を対象として、人工衛星データから斜面特性を評価し図化する手法とその有効性を議論する。段階的な目的は以下の通りである。

(1) GIS でレーザスキャナデータと空中写真とを重ね、それより地形区分を行う。

(2) 現地調査により土地被覆状況、地形、表層地質を確認する。

(3) 人工衛星データの反射率特性と、地形と表層地質との関係を詳細に把握する。

(4) GIS で人工衛星データにより斜面特性を区分する。

## 3. 研究の方法

一般山地、火山などの斜面に対し、斜面特性の評価手法の効率化および高精度化を目指すため、高解像度の人工衛星データ、空中写真、レーザデータを用いて GIS による解析を進めた。項目別に以下に示す。

(1) 一般斜面に関する人工衛星データによる斜面調査

斜面調査での QuickBird データを用いた土地被覆分類における諸問題をまとめた。

LANDSAT データによる斜面と植物活性度の関係の分析を行った。

(2) 火山斜面に関する人工衛星データによる斜面調査

急傾斜地における ASTER データを用いた環境指標解析とその問題点をまとめた。

雲仙平成噴火以降の地形・土壌・植生の変化の特徴をまとめた。

LANDSAT データによる植物活性度変化と土地条件の関係の分析をまとめた。

ASTER の季節変化情報による階層性区分をまとめた。

(3) 空中写真による斜面調査

オルソ空中写真による土地被覆分類と地

形解析の試みをまとめた。

相知町の斜面災害地に対する空中写真による土地被覆分類をまとめた。

(4) デジタルカメラによる斜面調査

デジタルカメラによるリモートセンシングの方法をまとめた。

平尾台の斜面と植生との関係をまとめた。

平治岳の斜面における 2006 年の土地被覆変化をまとめた。

デジタルカメラによる雲仙の緩斜面の土地被覆分類をまとめた。

雲仙の火砕流堆積地における侵食量評価をまとめた。

(5) 多様な地理情報の組み合わせによる斜面調査の精度向上

斜面調査に用いる DEM 情報取得と加工の利点と課題をまとめた。

火山地形変化に対する地図情報の活用をまとめた。

海の中道の地形変化に対するレーザデータの活用をまとめた。

斜面地形に対する衛星データの特性と適性を考慮し、衛星データや写真データの解析手法と地質・地形調査手法に関し GIS を鍵に統合化し、長崎豪雨災害地の環境変化に対する総合的調査を行った結果をまとめた。

## 4. 研究成果

(1) 一般斜面に関する人工衛星データによる斜面調査の結果

高解像度衛星データと QuickBird データから作成したパンシャープデータは、より詳細な土地被覆分類を行うことができ、そのデータは近赤外域を含むものの方が、可視光線域のものよりも土地被覆分類図の精度が高かった。また影の部分も鮮明なほどデータが高解像度のため、影の部分が水域と誤分類されるなど、分類での問題も明らかとなった(図1)。

福岡県太宰府市の山地斜面を対象に、5 時点の LANDSAT/TM の反射率データを使用し、時点間の差分データと地形との対応関係を観察し、植被で地形が不明瞭な斜面でも、人工衛星の反射率データの季節差分データの解析から地形の推定がある程度できることが分かった(図2)。

(2) 火山斜面に関する人工衛星データによる斜面調査の結果

バンド数の多い ASTER データはそれだけ地上の物体の多くの特徴を捉えられ、作成される多くの環境指標から様々な環境変動も捉えられることが分かった。また、山間部での幾何補正の難しさ、今日まで指摘されていなかった環境指標の問題点なども明らかにす

ることができた(図3)。

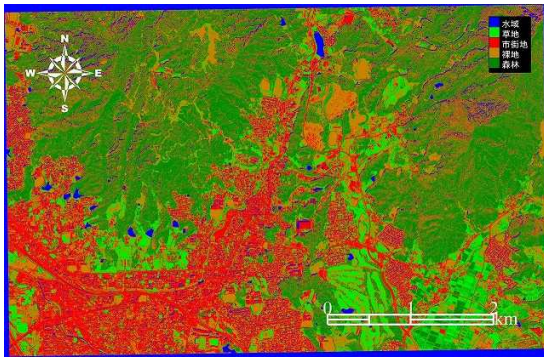


図1 近赤外データを含む土地被覆分類図

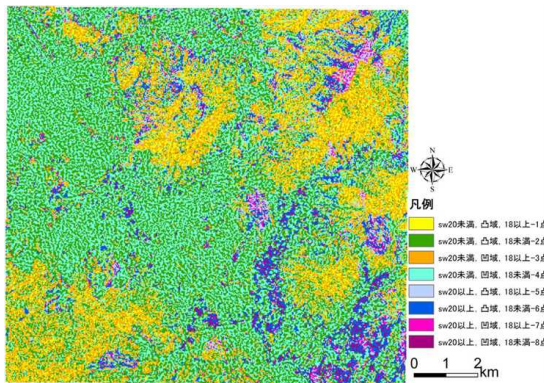


図2 NDVI値を利用した地形区分

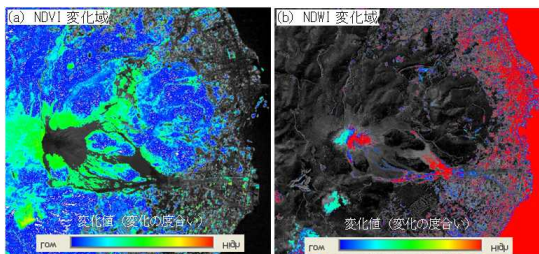


図3 各環境指標の変化域分布図



写真1 普賢岳火砕流遠望(深江町川原から)

\*1991年9月15日午前撮影

長期にわたる雲仙を対象とした現地調査の結果、土層観察、写真資料を中心に、総合的に見た火山活動後の斜面安定化過程を明らかにした(写真1)。

雲仙の火砕流被災地を対象に LANDSAT/TM

データを用いて NDVI(植物活性度)変化と土地条件との関係から土地条件区分を試みた結果、ある期間の NDVI 変化を Jenks の自然分類で区分し、それを別の期間に対する同様の区分結果と重ね合わせると土地条件を合理的に区分できることが分かった(図4)。

雲仙の火砕流被災地に対する ASTER データによる NDVI 値差分に対し、Jenks の自然分類を2段階で適用する閾値設定の工夫を行い地域区分した結果は、地形や地形変化の識別に十分活用できることが分かった(図5)。

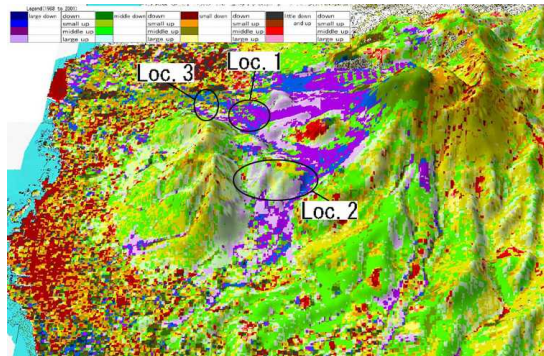


図4 NDVI変化による16の地域区分

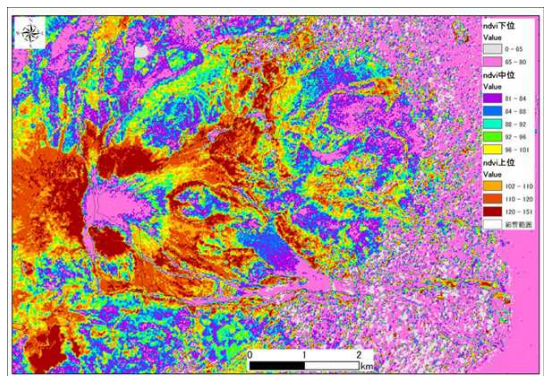


図5 自然分類の2段階適用による地域区分

### (3) 空中写真による斜面調査の結果

様々な場所に対してGISにより空中写真をオルソ画像化し、地形図と重ね、3D画像化し、さらに最尤法による土地被覆分類を行ったところ、空中写真によるリモートセンシングが斜面地形の詳細研究に有効に使えることが分かった(図6)。

2006年台風13号により被災した佐賀県唐津市相知町の田頭地区のオルソ空中写真による土地被覆分類では、水田、草地、建物、道路、森林、河川が比較的良く分類され、斜面崩壊と土石流の範囲を乾いた土砂と湿った土砂で分類できることが分かった(図7)。

### (4) デジタルカメラによる斜面調査の結果

フィルターを装着したデジタルカメラにPhotoshopとGISを組み合わせると、波長帯

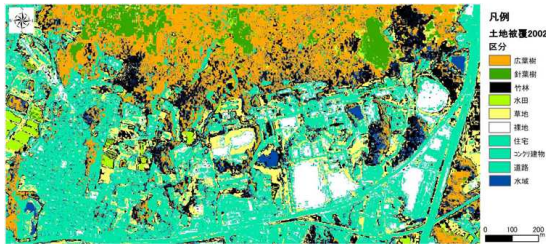


図6 宗像市の2002年の土地被覆分類

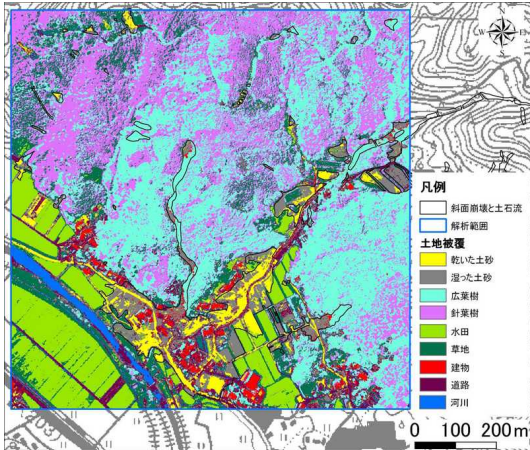


図7 相知町の被災地の土地被覆分類

毎の反射率データの画像を取得でき、それより現実的な NDVI 値を得られるため、デジタルカメラはこれまで以上に環境調査や研究に適用可能であることが分かった(図8)。

平尾台(カルスト台地)の平坦地やドリーネの斜面では地形、土壤酸性度、土壤水分量の違いによって植生が異なり、その分布は空中写真をGISで最尤法分類した土地被覆分類の結果と調和することが分かった(図9)。

九重連山の平治岳の斜面にて季節毎にミヤマキリシマ、ヤシャブシ等雑木、草地、虫害域の状況をデジタルカメラで撮影し、それを幾何補正して土地被覆分類すると、時期毎の植物状況や虫害進行を詳しく地図化でき、斜面地形と土地被覆状況の対応関係を詳しく議論できることを明らかにした(図10)。

雲仙の緩傾斜地をデジタルカメラで撮影し、その撮影画像から松、ウィーピングラブグラス、イタドリ、ススキ、溶岩・土砂に関し土地被覆分類を試み、低角度で被写体を撮影した斜像でも地形推定ができる程度の土地被覆の違いを示せることや季節による分類結果の違いを明らかにした(図11)。

雲仙の火砕流堆積地をデジタルカメラで撮影した画像から、砂比区分、地形区分、侵食深区分という等質地域を見出し、それらの面積や量をGISで解析すれば侵食量を計算できるという地形変化を定量的に把握する方法をまとめた(図12)。

(5) 多様な地理情報の組み合わせによる斜

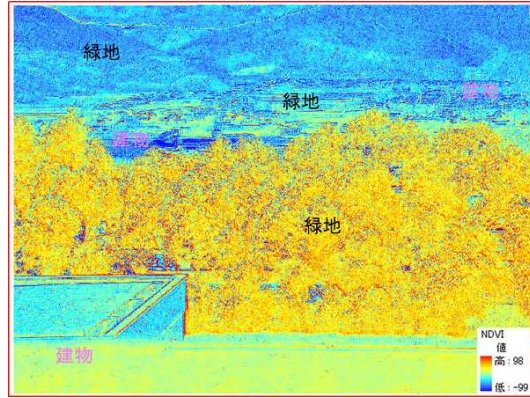


図8 デジタルカメラによるNDVI画像

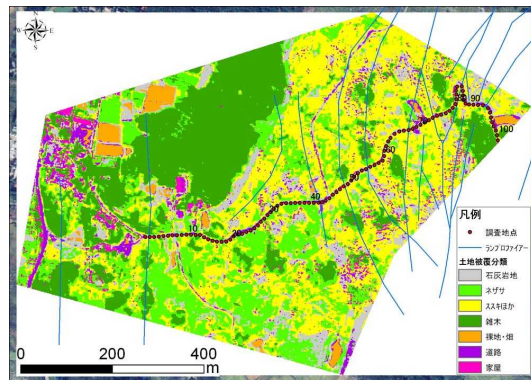


図9 平尾台の土地被覆分類

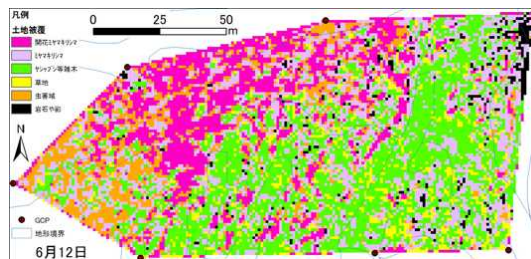


図10 平治岳斜面の土地被覆分類

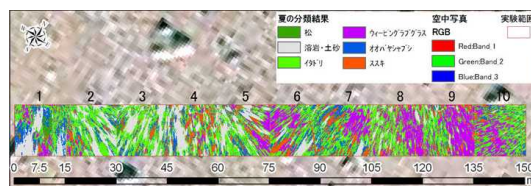


図11 雲仙の夏の土地被覆分類

面調査の精度向上の結果

SRTM、1/25000 地形図、大縮尺地図から DEM を作成する手法とともに、作成された DEM を地形変化研究に用いる際に起こりうる問題点を整理し、DEM から地形変化を読み取る際の留意点を明らかにした(図13)。

GIS により大縮尺地図から作成した雲仙山麓の3時期(1993年、1995年、2001年)のDEMにより、12年間の標高変化を示した。それよ

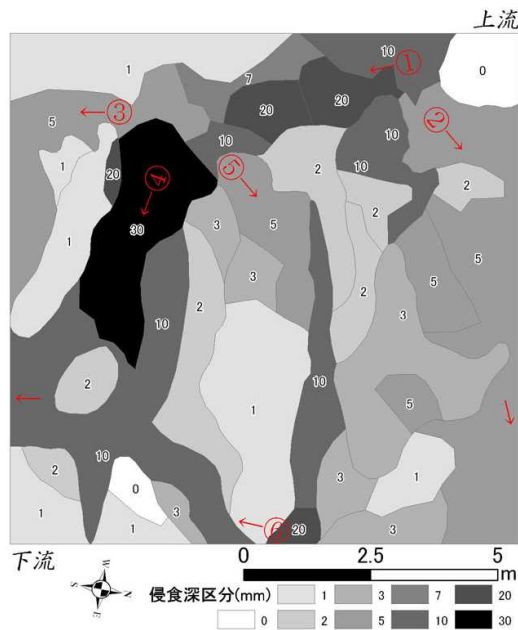


図 12 侵食深区分

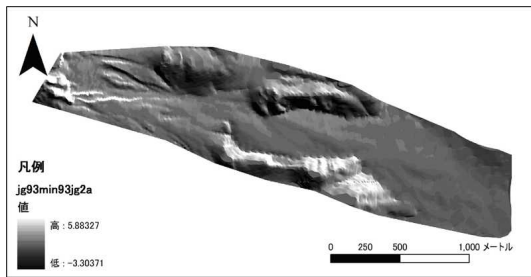


図 13 メッシュ起点のずれによる標高差

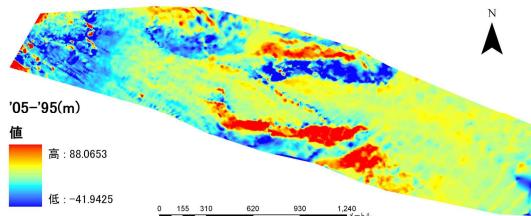


図 14 2001年から1995年の差分データ

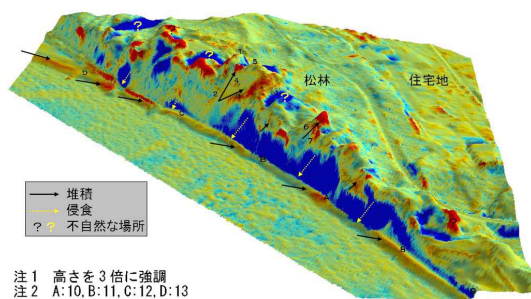


図 15 海の中道の地形変化  
 リガリ、溶岩ドーム等の地形変化の空間的特徴を視覚化し、侵食量を計算した(図 14)。  
 海の中道を対象に、最近 5 年間のレーザー

データによる標高変化を求め地形変化の空間的特徴を示した後に、地形変化の生じている地域の NDVI が低いことや地形変化場所の堆積・侵食量を明らかにした(図 15)。

1982 年長崎豪雨の災害地における土地被覆変化の特徴、衛星画像およびデータによる被災地範囲の識別方法、衛星画像による地形区分手法、斜面崩壊地の土層蓄積の特徴を明らかにした(図 16)。

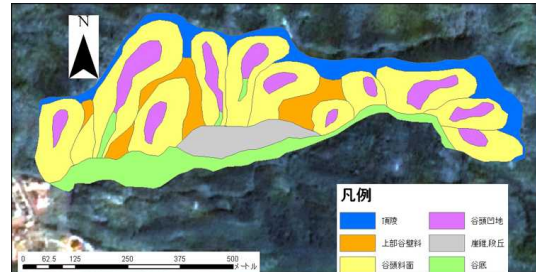


図 16 衛星画像による斜面地形区分

(6) 全体のまとめ

本研究では、上記の個別研究を通じて以下のことを確認した。

衛星データは解像度が高まるほど多くの地理情報を得られるが、斜面に対する幾何補正や土地被覆分類が難しくなる。

GIS では空中写真とデジタルカメラによる撮影画像も衛星データと同じ扱いができる。衛星の反射率データを解析した差分データ図や陰影図は、斜面地形の違いを表現できる。

植生の違いは斜面地形に起因し、斜面地形の違いは地質に起因するため、衛星データから土地被覆分類を実施することは地形・地質の区分に通じる。

斜面地形に関連する地域区分に関し、オーバーレイ法や階層性区分法により現実的な結果を得られる。

大縮尺地図や SRTM による DEM は、衛星データと組み合わせることで、斜面特性の評価の精度を向上させられる。

写真画像データと衛星データのマルチバンド化やパンシャープン画像化は、最尤法による土地被覆分類の分類効率を向上させる。

ALOS の衛星画像の実体視で、数万分の 1 の空中写真と同程度で斜面地形を区分できる。

以上のことから、解像度の高い衛星データは、GIS を媒介として地形・表層地質の地理情報を統合化することで、斜面に関する植生、地形、斜面災害の各研究に十分使用できることが分かった。

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 7 件)

黒木貴一、磯望、後藤健介、雲仙噴火以降の植物活性度変化と土地条件、福岡教育大学紀要、58-2、13-22、2009、査読無

黒木貴一、磯望、後藤健介、雲仙の火砕流堆積地における侵食量評価の試み、第4回土砂災害に関するシンポジウム論文集、55-60、2008、査読有

黒木貴一、後藤健介、磯望、デジタルカメラによるリモートセンシングの方法とその利用、地図、46-2、1-9、2008、査読有

磯望、西木真織、後藤健介、黒木貴一、宗建郎、衛星画像による太宰府市周辺土地被覆変化の特性年報太宰府学、2、54-66および口絵2p、2008、査読無

黒木貴一、磯望、後藤健介、衛星データで見た太宰府市の山地斜面における土地被覆の季節変動、福岡教育大学紀要、57-2、11-21、2008、査読無

黒木貴一、磯望、後藤健介、宗建郎、衛星データとGISによる環境変化解析-太宰府市の例、福岡教育大学紀要、56-2、13-24、2007、査読無

黒木貴一、空中写真を用いた地理教材研究、教育実践研究、15、9-16、2007、査読無

[学会発表](計15件)

黒田圭介、黒木貴一、衛星画像を利用した地形区分の試み、日本地理学会、2009年3月28日、帝京大学

後藤健介、黒木貴一、黒田圭介、宗建郎、磯望、土砂崩壊地における衛星データを用いた長期モニタリングによる環境変動調査、日本地理学会、2009年3月28日、帝京大学

黒木貴一、磯望、後藤健介、宗建郎、黒田圭介、1982年長崎豪雨の被災地における環境変化、自然災害研究協議会西部地区部会、2009年2月13日、九州大学

黒木貴一、川田佳明、海の中道における最近の地形変化の特徴、日本応用地質学会、2008年10月31日、横浜市

後藤健介、黒木貴一、磯望、急傾斜地における衛星データを用いた環境指標解析、日本地理学会、2008年3月29日、獨協大学

黒木貴一、磯望、後藤健介、植物活性度変化の区分とそれに関連する雲仙の地形、日本地理学会、2008年3月29日、獨協大学

黒田圭介、宗建郎、磯望、黒木貴一、GISを利用した簡便な堆積・侵食量算出方法-雲仙・普賢岳を例にして、日本地理学会、2008年3月29日、獨協大学

磯望、黒木貴一、後藤健介、黒田圭介、宗建郎、雲仙普賢岳噴火以降の地形・植生環境の変化-火砕流堆積地域を中心に、自

然災害研究協議会西部地区部会、2008年2月16日、九州大学

Takahito Kuroki、Nozomi Iso、Kensuke Goto、Relations between the change of topography and the change of NDVI after recent Unzen eruption、Cities on Volcano 5 Conference、2007年11月20日、島原市

黒木貴一、磯望、後藤健介、黒田圭介、災害と環境調査における空中写真のGIS解析、日本応用地質学会、2007年10月11日、大阪市立大学

黒田圭介、黒木貴一、村橋正剛、浦田健作、平尾台の植生と地形・地質条件、日本第四紀学会、2007年9月2日、神戸大学

黒木貴一、久富正人、高本隆、岩船昌起、デジタルカメラによる画像を用いた平治岳斜面の土地被覆分類、東北地理学会、2007年5月20日、仙台市

後藤健介、西木真織、黒木貴一、磯望、衛星データによる環境変化把握の試み-LANDSATデータとQuickBirdデータを用いた太宰府市周辺地域の環境解析、日本地理学会、2007年3月20日、東洋大学

黒木貴一、後藤健介、磯望、デジタルカメラによるリモートセンシングの試み、日本地理学会、2007年3月20日、東洋大学

黒木貴一、磯望、後藤健介、黒田圭介、辻真弓、空中写真による斜面災害地の土地被覆分類-相知町を対象として、自然災害研究協議会西部地区部会、2007年2月17日、九州大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.fukuoka-edu.ac.jp/~kuroki0/>

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：40325436

(2) 研究分担者

なし

(3) 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：10159808

後藤 健介 (GOTO KENSUKE)  
長崎大学・熱帯医学研究所・助教  
研究者番号：60423620