

福岡市史による時系列地理情報の整備とその利 活用の検討～宅地造成地の切盛り抽出を例に

IMPROVEMENT OF THE TIME-SERIAL GEOGRAPHIC INFORMATION BY THE
HISTORY OF FUKUOKA-CITY AND EXAMINATION OF ITS UTILIZATION
~A CASE STUDY ON EXTRACTION OF EXCAVATION SLOPE AND
EMBANKMENT AT THE RESIDENTIAL FILL LAND

黒田 圭介¹・黒木 貴一²・宗 建郎³・西木 真織⁴・磯 望⁵・後藤 健介⁶
Keisuke KURODA, Takahito KUROKI, Tatsuroh SOH, Maori NISHIKI, Nozomi ISO
and Kensuke GOTO

¹ 西南学院大学非常勤講師 (〒814-8511 福岡市早良区西新 6-2-92)

E-mail: kuroda@seinan-gu.ac.jp

² 福岡教育大学教育学部 (〒811-4192 宗像市赤間文教町 1-1)

E-mail: kuroki0@fukuoka-edu.ac.jp

³ 西南学院大学非常勤講師 (〒814-8511 福岡市早良区西新 6-2-92)

E-mail: soh_fukuhis@yahoo.co.jp

⁴ 福岡市史編さん室調査補助員 (〒814-0001 福岡市早良区百道浜 3-1-1)

E-mail: vahhamahha999@hotmail.com

⁵ 西南学院大学人間科学部 (〒814-8511 福岡市早良区西新 6-2-92)

E-mail: iso@seinan-gu.ac.jp

⁶ 長崎大学熱帯医学研究所 (〒852-8523 長崎市坂本 1-12-4)

E-mail: k-goto@nagasaki-u.ac.jp

*Key Words: history of Fukuoka-city, GIS, time-serial geographic information, digital elevation model,
land use classification, the 2005 west off Fukuoka earthquake*

1. はじめに

福岡市では、平成21年度から平成35年度にかけて、計35巻に及ぶ『新修福岡市史』の刊行を予定している。その内容は単に福岡市の歴史だけを取り扱うものではなく、政治、経済、社会、文化、風俗、習慣、自然、環境などあらゆる分野を対象としている。その中の『考古特別編』は、環境、景観、遺跡といったキーワードで、多様な側面から福岡の歴史を先史から現代まで通覧する巻として、平成24年度刊行に向けた編さん作業が行われている¹⁾。現在その作業の一環として、明治期から発行されている福岡市域全体の旧版地形図を、GISを使用

してデジタルデータ化を行っている。整備された各種デジタル地理情報は無償で一般頒布を行う予定で、その公開方法やデータ形式等は検討中であるが、一般市民の知的好奇心を満たすだけにとどまらず、研究解析目的での使用に堪えうるデータの提供を目指している。

現在著者らが進めているデジタル地理情報整備の中で大きな柱となっているのが、現在の福岡市全域におけるDEMデータと土地利用区分図の作成である。これらのデータは、明治期(明治33年発行)、昭和初期(昭和11年発行)、昭和中期(昭和44年発行)、昭和後期(昭和60年発行)、そして平成期(平成17年発行)の国土地理院発行1/25,000地形図(明治期は1/20,000)を用いて

作成され、約 100 年間の時系列地理情報として提供される。整備中の DEM データは、10m メッシュの比較的高詳細なもので、土地利用区分図は地形図に示される地図記号を判読して作成され、その精度は国土交通省が公開している 100m メッシュの土地利用細分メッシュ²⁾よりも高詳細となる。これらの製作には多くの人手と時間を要するが、様々な地理学的な空間解析が GIS 上で行われる今日では、有用なデータとなりうるだろう。

ところで、これらの時系列地理情報を有効活用できる地理学的な研究や解析は、一体どのようなものが期待されるであろうか。試みに筆者らは、昭和中期と平成期の二時期の DEM データを差分して地表面標高の約 30 年間の変化を求めた。その結果、丘陵地に造成された住宅地において、切土盛土による地形変化の状況が明瞭に検出された³⁾。福岡市において、このような切盛り造成住宅地では、2005 年 3 月に発生した福岡県西方沖地震の際に、家屋の全半壊、屋根瓦の損傷や壁面の亀裂など、様々な被害が発生している^{4),5),6)}。地山を切盛りした造成地にひそむ家屋の地震被害の脆弱性を指摘する声は多く、特に被害が懸念される切盛り境界の抽出が行われたり⁷⁾、切盛り造成地での地震動増幅特性が解析されたりしている⁸⁾。しかし、造成地の切盛り地盤上及びその境界上に建つ家屋の、実際の地震被害状況の分布を詳細に示した報告は未だ少ない。福岡県西方沖地震を契機として、都市直下型地震に対する福岡市民の防災意識が高まっている昨今、宅地防災に関する情報の提示は有意であると考えられる。

そこで本稿では、福岡市史における時系列地理情報の整備状況と宅地防災の観点からその利活用方法を検討するとともに、DEM データと土地利用区分図を用いて地震による家屋被害と切盛り地盤との関係を明らかにする。



図-1 福岡市(昭和中期 DEM データ使用)

2. 研究方法

(1) DEM データの作成

使用する GIS ソフトは ESRI 社製 ArcView である。後述する土地利用区分図についても同様である。まず、対象とする旧版地形図を大判スキャンでデジタルデータに変換した。その解像度は 300dpi、画像圧縮形式は tif である。これを幾何補正し、位置情報をもったラスターデータを作成した。このラスターデータを ArcView のエクステンションの一つである ArcScan を用いてラインフィーチャのシェープファイルに変換し、等高線に属性データ(ここでは標高値)を与えることができる形式とした。等高線に標高値を入力した後、そのラインフィーチャだけを選択し、ポイントフィーチャに変換した。これを Natural Neighbors 法で内挿して標高値を持ったラスターデータ(以下 DEM データ)を作成した。今回、1 メッシュの大きさは 10m とした。以上の方法により、明治期、昭和初期、昭和中期、昭和後期の DEM データを整備中である。平成期については、国土地理院から高詳細の 5m メッシュ数値地図等、様々な数値標高データが発行されているため、整備項目から除外した。

(2) 土地利用区分図の作成

土地利用区分図は、幾何補正された旧版地形図の地図記号を判読し、土地利用ごとにポリゴンフィーチャのシェープファイルを作成した。土地利用の分類は、住宅地、樹木に囲まれた居住地、学校、田、畑、果樹園、森林、竹林、水域、空地、道路・交通施設、荒地、鉄道、密集市街地・大型建物、その他、の 15 項目とした。以上の方法により、明治期、昭和初期、昭和中期、昭和後期、平成期の土地利用区分図を整備中である。

(3) 宅地造成地での地震被害調査

宅地造成地における福岡県西方沖地震による被害を調査する目的で、2005 年 4 月 1 日と 13 日に、福岡市東区美和台(図-1、図-2)において、家屋の屋根被害調査を行った。この美和台は、東区と糟屋郡新宮町との境界部に位置し、昭和 44 年に造成された典型的な切盛り造成による住宅地である。

調査する屋根の分類は、瓦、金属製、その他の 3 項目とし、全て現地を目視による被害の判定を行った。その総数は 2473 件で、この内被害が見られた 207 件の全ての屋根のタイプは瓦屋根であった。現地調査後、観察家屋の全てを GIS 上でポイントフィーチャのシェープファイルとして整理し、属性データに分類項目ごとに被害の有無を入力した(図-2)。



図-2 美和台での屋根被害分布

3. 時系列地理情報の整備状況

(1) DEM データ

2010年5月現在、福岡市史では明治期、昭和初期、昭和中期の整備が完了している。なお、1 時期の福岡市全域の等高線に標高値を入力し、最終的に DEM データ化するのに約 200 時間を要する。

図-1 は昭和中期の DEM データを陰影起伏表示にし、平成期の海岸線とともに表示したものである。福岡市全域のような小縮尺の表示では、山地や丘陵、平野の様相がよく表現できているように見える。しかし、今回は主曲線と計曲線のラインフィーチャに標高値を入力して DEM データを作成しているため、大縮尺にしてみると標高 10m 以下の平野部での地形の再現性があまりよくない。試みに、陸繋砂州の海の中道の一部を例に、北海道地図株式会社で作成・販売している 10m メッシュ数値標高(図-3①)と福岡市史の DEM(図-3②)を陰影起伏表示にして比較してみると、補助曲線の標高を含む DEM

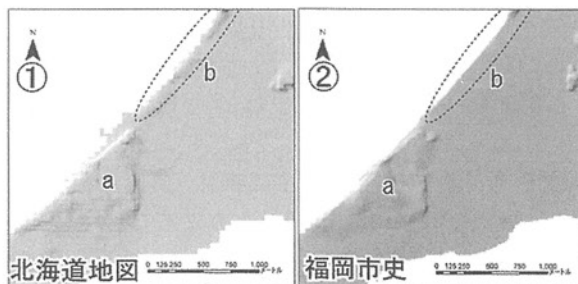


図-3 DEM データの比較(範囲は図-1 に示す)

データである前者の方が、古土壌のテラス(a)や砂丘列(b)の地形情報を明瞭に確認できる。特に砂丘列(b)は標高が 10m 以下のため、福岡市史での DEM では平坦面となってしまふ。この問題を解決するために、標高 2.5m, 5m, 7.5m の補助曲線に標高値を与えて、DEM データを再作成する予定である。

(2) 土地利用区分図

2010年5月現在、福岡市史では昭和中期と平成期の整備が完了している。なお、1 時期の福岡市全域の土地利用区分図を作成するのに、約 200 時間を要する。図-4 は、昭和中期と平成期の土地利用区分図と、国土交通省が無償頒布している 100m メッシュの土地利用細分メッシュを比較したものである。図-4 を概観してみると、両者とも土地利用の変化を明瞭に捉えることができるが、平成 15 年の土地利用細分メッシュは、主に独立建物からなる居住地と主に総描建物からなる建物密集地を一括した分類になっているため、住宅地から市街化への変化の様子が把握できない。

福岡市史で整備している土地利用区分は、地形図の地図記号を手がかりに道路や線路、植生界などを土地利用境界としてトレースしているの、土地利用細分メッシュのような正方形ポリゴンフィーチャの集合体ではなく、多角形ポリゴンフィーチャの集合体となっている。そのため、年代間の土地利用変化の比較を行う目的でオーバーレイを試みた場合、土地利用細分メッシュはポリゴンの増減が発生しないのに対し、福岡市史の土地利用では微細なポリゴンが大量に生成される。これは、土地利用の変化を視覚的に概観するには不向きであるが、変化を詳細に定量解析できる点では有利である。

4. 時系列地理情報の利活用の検討

(1) DEM データによる切盛り造成地の抽出

DEM データの利活用方法を検討するために、切盛り土の分布とその境界の抽出を試みる。昭和中期の DEM と平成期の DEM の差分から、美和台の人工改変による地形変化量を算出した(図-5)。平成期の DEM は、北海道地図作成の 10m メッシュ数値標高(ポイントフィーチャ)を Natural Neighbors 法で内挿し、セルサイズ 10m のラスターデータに変換して使用した。新旧 DEM データの差分による切盛り土とその境界の抽出は全国各地で盛んに行われていて、その方法は GIS による差分演算であり^{7),9)}、本稿でも既存研究にならう。図-5 の人工改変による地形変化量分布は、切盛り境界であると推定される切土・盛土層厚+1m から-1m の箇所を白抜きで示している。

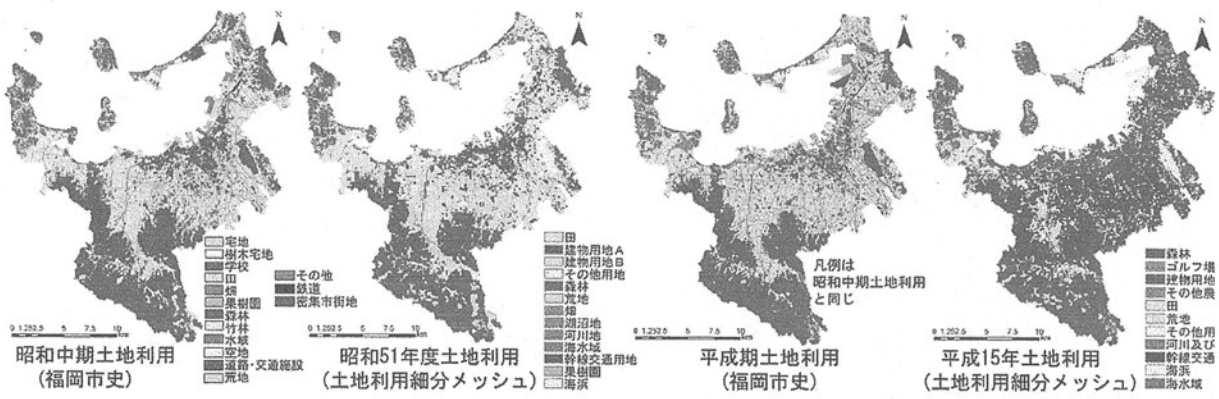


図-4 土地利用区分の比較

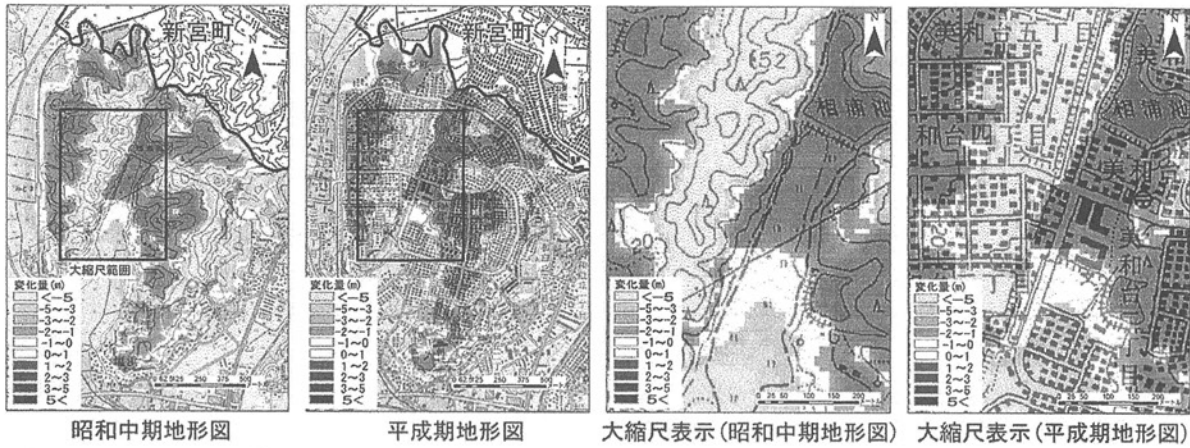


図-5 人工改変による地形変化量分布

昭和中期の地形図と地形変化量分布図を重ねてみると(図-5)、丘陵を平坦化し、谷を埋積している様子が明瞭に認識できるため、地形変化量は切盛り土の分布図として読み替えることができよう。平成期と重ねてみると、住宅地の中に切盛り土地盤が存在し、その周囲を切盛り境界が線状に取り巻いていることが明瞭に認識できる。今回は1/25,000地形図との重ねあわせのみの表示であるが、これを1/2,500の大縮尺地形図などにすると、さらに詳細な切盛り土分布及び切盛り境界と家屋の分布が示すことができ、福岡市民へ対し、より具体的な宅地防災ハザードマップとして提示できると考えられる。

次に、大縮尺表示で詳しく見てみると、平成期の小学校が立地する比較的広く広がる層厚+1mから-1mの範囲は、昭和中期と平成期の地形図を比較すると水田を造成したことが推定される(図-6)。よってこの範囲は、平成期に崖を示す地図記号が追加されていることも考慮すると、盛土境界付近に分布する宅地化された沖積低地であることが分かる。このように、丘陵地の切盛り地盤かそうでないかは、時代間の土地利用と合わせて判断する必要がある。そのためには、土地利用区分図を用

いた土地利用変化図の作成が有効であると考えられる。

(2) 土地利用区分図の利活用

二期間のDEMデータによる差分抽出によって明らかになった切盛り土の分布状況とともに、土地利用状況の変化を示すことで宅地の造成状況を表示できれば、より説得力のある宅地防災ハザードマップとして提示できるだろう。そこで本稿では、美和台における二期間の土地利用の変化と切盛りによる地形変化との対応状況の作図を試みる。土地利用の変化分布図(図-6)は、昭和中期と平成期の土地利用図をGISでオーバーレイすることで作成し、主に森林、田畑、水域、果樹園が住宅地に変化したものを抽出した。また、人工改変による地形変化量は、陰影起伏で立体的に表示した。よって、盛り土は上に凸、切り土は下に凸で示される。

図-6を見ると美和台は、主に森林と果樹園を切り開いて丘陵地を切盛りし、田畑を埋め立てて宅地造成されている様子がよく分かる。GISによる立体表示は、専門的な知識がなくても視覚的に図を理解することができ



図-6 人工改変による地形変化分布と土地利用変化

ため、防災に対するイメージを広く共有するための有効な手段になりうる¹⁰⁾。

5. 地震による家屋被害と切盛り地盤との関係

宅地造成地における切盛り地盤と地震被害の関係について、例えば2001年3月24日に発生した芸予地震では、丘陵造成地に建つ木造家屋で瓦屋根被害が多く見られ、そのなかでも盛土地盤上で被害が集中しているのに対し、切土地盤上では少ない傾向が認められている^{7),11)}。また、一般的に、沖積低地を構成する未固結の軟弱地盤上よりも、洪積段丘上や基盤岩上に建つ家屋の方が、地震による被害が少ない。そこで、DEMの差分から推定される美和台の切盛り地盤とその境界の分布と、福岡県西方沖地震の際に生じた家屋の屋根被害の分布を重ねてみた(図-7)。切盛り土の境界の変化量の設定は、既存研究毎に多少の違いがあるが、本稿では切土・盛土層厚+2m から-2m の範囲を境界と設定し着色した。また、切盛り地盤の分布は、図-5 から推定した。図-7 を見てみると、切土部にはあまり被害は見られず、盛土部及び切盛り境界部に被害が集中していることが分かる。また、図-5 の大縮尺表示で示した、丘陵の下位に分布する沖積低地上に建つ家屋の屋根被害も多く見られる。

図-8 は、美和台における昭和中期から平成期間の

土地の変化量毎に建つ屋根被害を受けた家屋戸数の割合をグラフにしたものであるが、被害は切盛り土境界付近と盛土部に集中し、切土部では少ない。これらの結果は、既存研究^{7),11)}と調和的である。この被害家屋の中には、沖積低地上に建つものも含まれるが、図-5 と図-6 を見る限り水田が造成された地盤上に立地していると考えられるので、人工的に盛土された可能性が高い。よって、今回は盛土部に建つ家屋と判断した。今後の課題として、地形分類とともに丘陵地の切盛り土を抽出する必要があるだろう。

以上より、福岡市史で整備している時系列 DEM デー

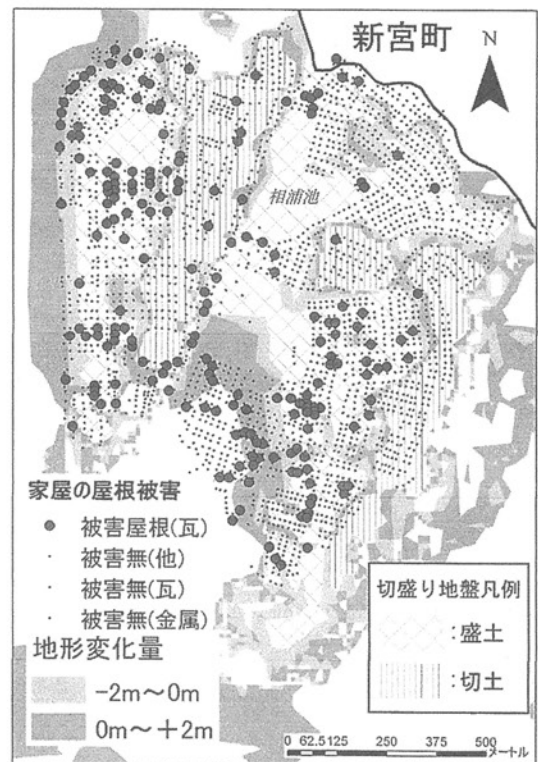


図-7 切盛り地盤、切盛り境界と屋根被害家屋の分布

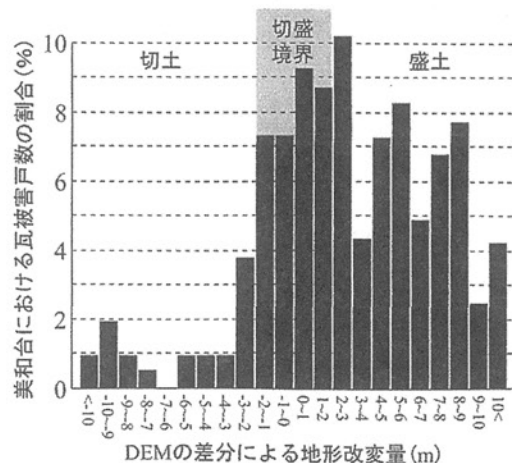


図-8 地形変化量毎の屋根被害家屋戸数の割合

タは、GIS 解析を行うことで地震被害と切盛り土の関係をよく表現でき、宅地防災情報として有効活用できることが確認された。今後は、地震被害と旧地形の関係や、旧地形と旧土地利用の関係などを考慮した、より精度の高い宅地防災情報の提供を目指したい。

6. まとめ

本稿では、福岡市史における旧版地形図と GIS を用いた時系列地理情報の整備の方法や状況を報告し、その情報を用いた地震防災への利活用方法について検討した。以下にその結果をまとめる。

- 1) 1/25,000(明治期は 1/20,000)地形図から作成した DEM データを差分することにより、宅地造成地の切盛り土とその境界を抽出することが出来た。ただし、これらは土地利用と対照して判別する必要がある。
- 2) 年代間の土地利用区分図をオーバーレイして作成した土地利用変化図を、立体切盛り土分布図とともに地図化すれば、旧土地利用と切り盛り土の関係をより視覚的に把握することができる。これは、専門知識を持たない一般市民に向けた情報提供において有利である。
- 3) 美和台における福岡県西方沖地震による屋根被害は、主に盛り土地盤、切盛り土境界、沖積低地で多く発生し、切土地盤では少なかった。これらの特徴は、従来から指摘されているような切盛り地盤と家屋の地震被害の関係と調和的である。
- 4) 以上より、福岡市史で整備している DEM データと土地利用区分の時系列地理情報は、GIS 上での解析に十分堪えうるもので、福岡市における地震防災への情報提供という観点からみても有効であると考えられる。

謝辞: 本研究を遂行するにあたり、福岡市史編さん室には、GIS の使用や資料収集など多大な便宜を受けた。本稿の DEM データの作成・解析に関する内容の一部は、日本第四紀学会 2008 年大会(於東京大学)にて発表した。また、笹川科学研究助成による援助も受けた。

これら関係機関の皆様にご心から御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 宗建郎・黒田圭介・磯望・黒木貴一: GIS を利用した考古学情報データベース作成, 2008 年春季学術大会日本地理学会発表要旨集, 73 263, 2008.
- 2) 国土交通省, 国土数値情報土地利用細分メッシュデータ, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>, 2010. 4. 1.
- 3) 黒田圭介・黒木貴一・宗建郎: 旧版地形図を用いた数値標高データの作成-福岡市史における試み-, 日本四紀学会講演要旨集, 38 92-93, 2008.
- 4) 榎橋秀衛: 2005 年 3 月 20 日福岡県西方沖の地震による福岡市内における被害規模の考察, 社団法人日本建築学会学術講演梗概集, B-2 593-594, 2005.
- 5) 善功企・安福規之・陳光斉・永瀬英生・小林泰三: 福岡県西方沖地震の被害報告と提言, 土と基礎, 53(12) 17-20, 2005.
- 6) 磯望・後藤健介・黒木貴一・陶野郁雄・太田陽子・中村広幸・黒田圭介・西木真織・本末順子: 現地調査から見た福岡県西方沖地震被害の特徴, 西南学院大学人間科学論集, 1(1) 61-103, 2005.
- 7) 岩井哲・神鳥和志: GIS による丘陵造成宅地の推定盛土深さと地震被害・常時微動との関連, 日本建築学会構造系論文集, 600 61-67, 2006.
- 8) 中尻智大・森友宏・風間基樹・松下克也・佐藤真吾: 造成宅地地盤の切盛りに着目した地震動増幅特性調査, 地盤工学研究発表会発表講演集, 43 2201-2202, 2008.
- 9) 小荒井衛・長谷川裕之: 宅地防災対策への時系列地理情報の利活用, 地学教育と科学運動, 58・59 合併号 51-58, 2008.
- 10) 磯望・宗建郎・益田俊郎・岡村亜矢・井上文和・黒木貴一・後藤健介・黒田圭介: 地震防災のための GIS による地域情報化の研究-福岡県西方沖地震と警固断層の検討事例-, 西南学院大学人間科学論集, 3(2) 93-120, 2008.
- 11) 岩井哲・浅野照雄: 平成 13 年芸予地震による丘陵造成地の木造住宅瓦屋根被害と地震の常時微動特性, 自然災害科学, 22(4) 429-440, 2004.

(2010. 5. 14 受付)