自然地理教育への GIS 導入の問題と工夫－福岡教育大学の事例－

Problems and Methods for Introducing GIS to Education of Physical Geography
−A Case Study at Fukuoka University of Education−

黒木　貴一（福岡教育大学・教育学部）
Takahito KUROKI (Faculty of Education, Fukuoka Univ. of Edu.)

キーワード: 自然地理, フリーソフト, エクセル, オーバーレイ
Keywords: Physical geography, Free software, Excel, Overlay

1. はじめに

現在の学習指導要領では，高等学校の地理 A に「地理情報の収集，選択，処理，諸資料の地理情報化や地図化などの作業的，体験的な学習を取り入れる」とあり，中学校社会科の地理的分野では「地域に関する情報の収集，処理に当たっては，コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的に活用する」とある．このため，大学を問わず高等学校，中学校でも GIS による地理教育，または GIS の教育が次第に盛んになってきた．近年の日本地理学会の大会では，2002 年度春季に大学における GIS 教育の現状と問題点を明らかにする目的で「大学の地理学における GIS 教育の進め方」と題し，2003 年度春季に初等・中等教育の現場で GIS の利用を促進するために何をすべきかの方向性を示す目的で「学校教育における GIS 利用の可能性を探る」と題しシンポジウムが開かれた．さらに，地理専攻学科のある主要な大学では，大学に GIS が導入され，積極的に GIS による研究や学生指導が進められている現状がうかがわれる．また，初等・中等教育の現場でも，このような GIS 教育が先端的な教育として実施されはじめている（高橋・岡部，2003）．

しかし，主要大学などのこのような現状とは異なり，様々な理由から少なくない大学で，いまだ GIS 教育が不十分な状況にある（川瀬，2002；黒木，2003；北村，2003）．福岡教育大学もその様な状況に置かれている．

2. 自然地理教育と GIS 教育の機会との関連

独立行政法人化にあたり教員養成に特化した新しい福岡教育大学としてスタートした本学の社会科および自然地理における GIS 教育の現状をみる．本学は，主に小学校，中学校の教員を養成する大学である．したがって，初等教育教員養成課程と中等教育教員養成課程等の学校に適応した課程と，国語，数学，理科，社会，英語等の教科に適応したコースが用意されている．社会科における GIS 教育は自然地理学実習（平成 15 年度までは 2 年生で開講，平成 17 年度からは 3 年生で開講）の中で行っているため，自然地理において GIS に触れる可能性のある学生は，初等教育教員養成課程の人文社会コースの約 80 人と，中等教育教員養成課程の社会専攻の約 10 人の計 90 人である．

2.1. 地理への苦手意識

本学では地理関連講義の履修学生のうち高校地理を履修している者は 3 割程度である．ここ数年の自然地理に関わる講義の履修人数は，教員免許の取得に必要となる1年生での「人文地理学及び自然地理学」では約 120 人，1年生での「地理学概論」では約 80 人と比較的多い．ところが，2 年生での選択となる「自然地理学講義」では約 5 人，「自然地理学実習」では約 5 人，3年生での選択となる「自然地理学演習」では数人という少ない履修者しかなく，結局自然地理の卒論を選ぶ学生は数人から 0 人という実態である．このように本学で自然地理が敬遠されてしまう大きな理由は，高校時代の地理未履修と地図帳使用頻度の少なさからくる地理への苦手意識と関連が深い（黒木，2004）．

2.2. 教育環境

教育学部は人文系学部である．さらに社会科は教育学部の中でもより人文系の教科である．そのため，配分される予算は決定的に少なく，未だ地理情報解析のできる ArcView 等の GIS ソフトウエアは学習教材として未だ用意できていない．もし用意できたとしても実習可能な十分なスペックを持つパソコンのある地理情報分析の専用教室はない．また，教員免許を取得するために学生は多くの科目を履修する必要がある．さらに年間上限 42 単位という履修制限が課せられているために，新たな講義・実習を立ち上げることは現実的ではなく，既存の自然地理学実習に取り込まざるを得ない．時間を多くとられる（135 分）割には通年で 2 単位の自然地理学実習の履修者は，いっそう少なくなる．

3. 自然地理学実習での GIS 教育

現状がいかようであれ，進化する地理の内容はいずれ教育現場に反映される．地方での教員養成だからこそ地理の裾野の減少を食い止め，将来の教科書より先に GIS のような新しい地理内容を学生に知らせることが本学地理教官の大きな使命である．将来の現場の教師は，大学

で GIS 体験が全く無ければ GIS を授業の中に取り入れるのに準備の負担などの理由で拒否反応を示すであろう．それを防ぐためにも，教員養成大学の本学では GIS 教育を実施し，その概念と操作技術を習得させ，現場での抵抗感を軽減させておく必要がある．この現状認識を背景に，自然地理学実習では，30 回の実習のうち 6 回程度を GIS 関連の内容にしている．詳細は黒木(2003)に詳しいので，ここでは，実習の簡単な流れと使用したソフトや地理情報を紹介する．

実習では，まずフリーソフトを中心に使用し GIS の概念をつかませている．地理情報と地図との関係を理解させるために MapWin(S. Murakami 氏作成)を使用する(図 1)．地理情報からの検索過程を理解させるために数値地図 25000(地名公共施設)を使用する(図 2)．地理座標からの分布図作成過程を理解させるために地震検索システム Eqlist3(鎌田輝男氏作成)(図 3)を使用する．レイヤー構造の地理情報のオーバーレイ表示を理解させるために ArcExplorer(ESRI 社)を使用する(図 4)．ここでは，国土地理院の三宅島等の GIS 用データも使用する．数値データから三次元画像の作成過程を理解させるためにカシミール(杉本智彦氏作成)を使用する(図 5)．ここでは，国土地理院の数値地図 50m メッシュ(標高)も使用する．

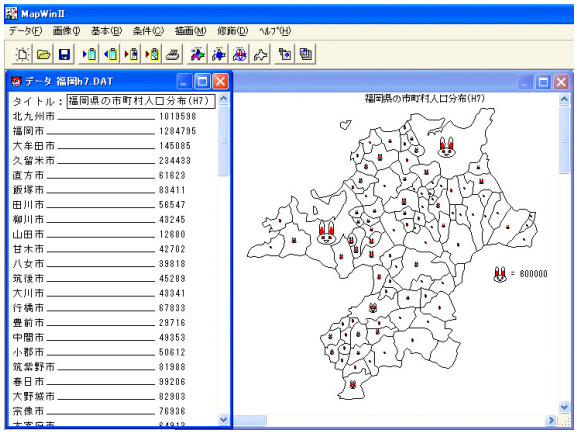

図 1 MapWin による地図表現

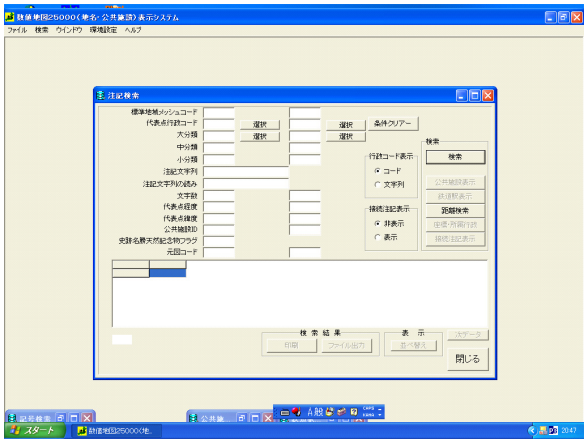

図 2 数値地図 25000(地名公共施設)による検索

次に地形図の判読からメッシュの行列番号，起伏，行政区分，旧土地利用，現土地利用を Excel に入力してデータベース化し，そのデータベースを用いてオーバーレイ解析やバッファ解析を学習し，最後に Excel のマクロを用いた土地利用メッシュ地図の作成を行う(図 6))．

以上の実習により，GIS ソフトウエアが不足している本学の環境でも，自然地理分野でフリーソフトと Excel の利用によりある程度の GIS 教育が可能となっている．

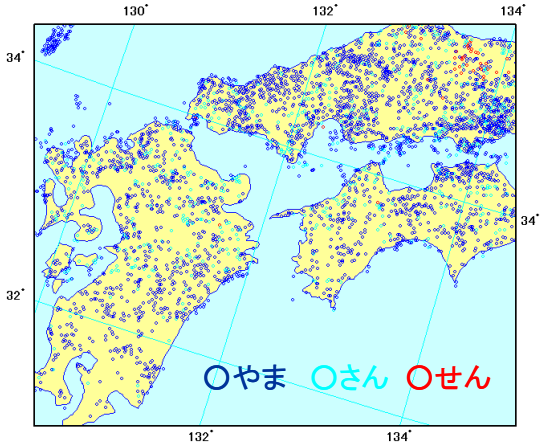

図 3 Eqlist3 による地名分布表現

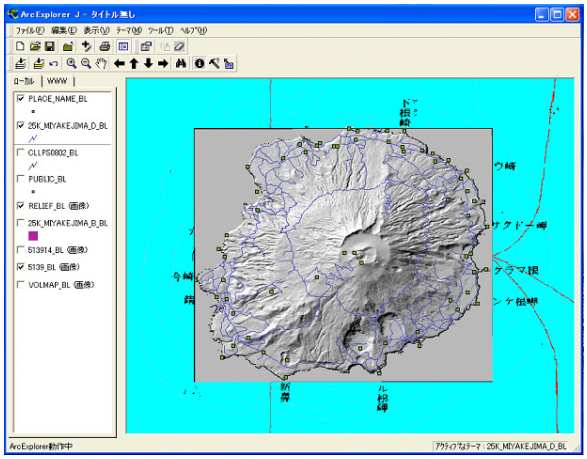

図 4 ArcExplorer による地図のオーバーレイ表示

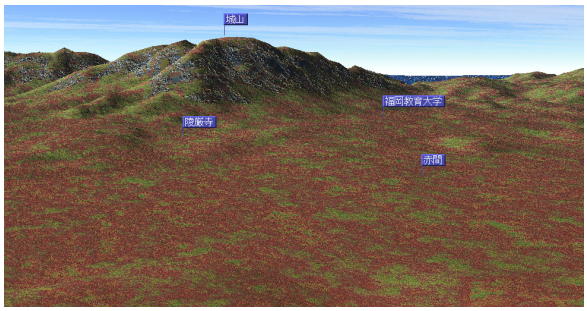

図 5 カシミールによる三次元表示

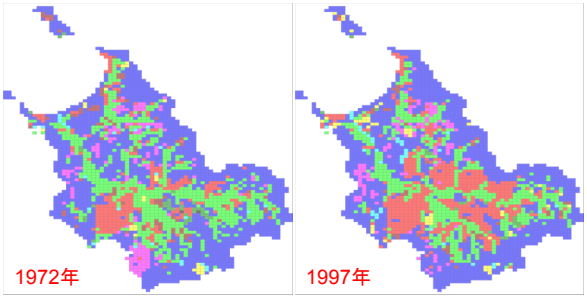

図 6 宗像市の土地利用メッシュマップ

4. GIS 利用による自然地理からの社会貢献

Excel にメッシュ情報として入力し，データベース化した地理情報にオーバーレイ解析に相当するワークシート間演算を適用し，自然地理学的課題に取り組んだ事例を 2 つ示す．

4.1. 環境問題の解決

地理学では，砂丘形成に関して，古土壌に着目し砂丘形成期の解明を行ったもの（豊島・赤木，1965；遠藤，1969 など）から，砂丘形成の原因解明を試みたもの（藤，1975；竹部・成瀬，1998 など）へと研究が移り変わってきた．そのため，環境保全を視野に入れたごく最近の地形変化に関しては，まだ十分に議論されていない．そこで，福岡県有数の観光地である海の中道の砂丘地形変化を調査した．下山ほか（1989）によれば，海の中道の砂丘は，鬼界アカホヤ火山灰（K-Ah）以降に堆積した海の中道砂層と，阿蘇 4 火砕流（Aso-4pfl）や阿多火山灰（Ata）を介在させる奈多砂層に区分されている．この砂丘は，その北岸の一部で海岸侵食が盛んで海食崖の発達が著しく（写真1），また基幹道路や JR 線等のインフラのある西部では飛砂が顕著なため，その防止策が施されている．そこでこのような

写真 1 海の中道の海岸侵食

な環境問題の解決のために，地形変化の実態とその原因を Excel によるオーバーレイ解析により検討した．

川田（2002）は，海の中道の標高変化を新旧の地形図から明らかにした．その標高変化を，偽礫による海流と偏形樹による卓越風の推定などから説明した．海の中道の 1947 年から 1997 年の 50 年間の標高変化は図7の通りである．海の中道の北岸に 10 m 以上標高の低下した侵食域が広がっている．一方，5 m 以上標高の上昇した堆積域が 2 箇所見られる．堆積域1は侵食域のすぐ南東側に位置する．堆積域 2 は侵食域の西側に位置する．侵食域 2 の赤領域の南縁は JR 香椎線に一致する．

偏形樹の調査から，海の中道では卓越風が北西風で

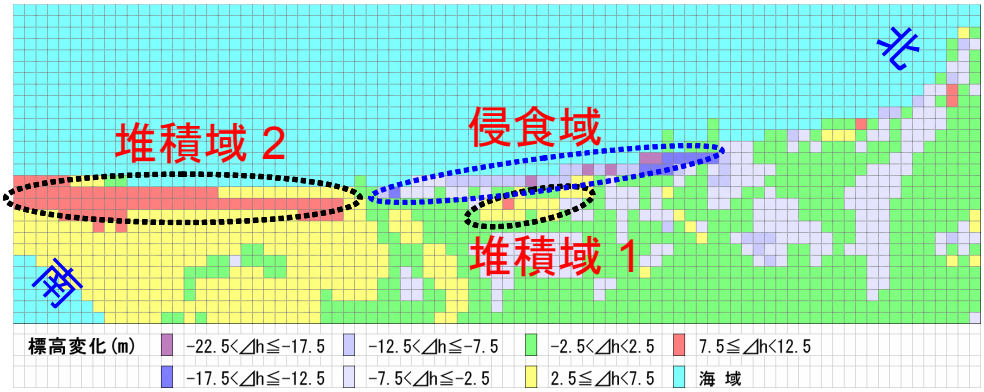

図 7 海の中道の標高変化（62.5m メッシュ）

あることが分かった．Aso-4pfl の風化した粘土から生産された偽礫の礫径調査から，海の中道北岸では北東から南西への海流があることが分かった．これらから堆積域と侵食域の分布は次のように説明できる．

堆積域 1 では，写真 2 のような地形が見られる．また松が偏形している．海岸側から内陸側に地形は，乾燥した砂による急斜面，直立する海食崖，Aso-4pfl の風化粘土が構成主体の平坦面，そして砂丘と配列している．ここでは，海岸侵食により海食崖の前面に崩落した砂による崖錐が発達している．この砂による急斜面から風によって舞い上がった砂は，風下に堆積し新たな砂丘を形成する．

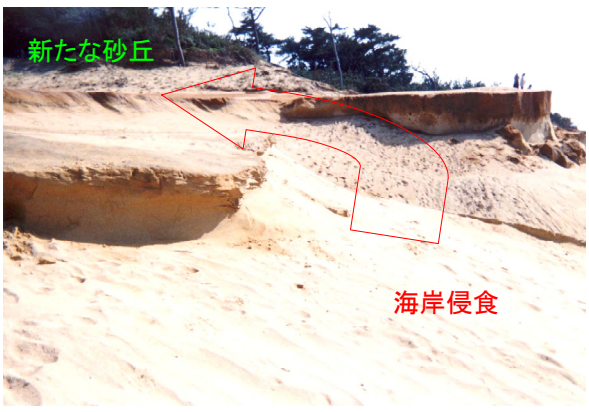

写真 2 堆積域 1 の砂丘形成

このため堆積域 1 の標高は上昇した．現在は，砂防林の松林の中で新たな砂丘が南東へ拡大中である．

堆積域 2 では，写真 3 のような地形が見られた．海岸には小さな砂州とラグーンが形成されている．このことから侵食域から海流で西に運ばれた砂が，ここに堆積したものと思われる．新たに供給された砂は，風によって舞い上がり，風下に堆積し砂丘を形成する．現在は JR 香椎線に沿って設置された飛砂防止施設に妨げられるため，JR 香椎線北側における砂丘形成は限定されている．

写真 3　堆積域 2 の砂丘形成

このように，Excel によるワークシート間の標高差計算結果を地図状に配置し，標高変化の分布を明らかにするとともに，フィールド調査を行った．その結果，海の中道の海岸侵食と砂丘形成の飛砂を結びつけて説明でき，観光地の環境問題を解決する糸口を示せた．

4.2. 災害危険地域の視覚化

日本地理学会の大会では近年「災害ハザードマップと地理学」，「地震被害軽減に役立つハザードマップのあり方」と題するシンポジウムが開催された．また，洪水ハザードマップの作成マニュアルも出された（河川情報センター，2002）．このように現在，洪水，火山，地震，高潮に対するハザードマップ（災害予測図）に対する関心が急速に高まり，多くの自治体で住民サービスとしてハザードマップが作成されている．地理学では，これら自然災害に対する土地条件の脆弱性は，微地形と関連付けて理解されてきた．洪水については，浸水の点では自然堤防は後背湿地よりも安全であり（大矢，1966；1969），破堤の点では旧河道と堤防の交わる点が危険である（加藤，1999）．九州一の流域面積と流長を持つ筑後川では，1953 年に現在の治水計画の基礎となる大洪水が生じた．筑後川の中流部は断層角盆地の谷底部に位置するため，集中型洪水が生じやすいとされる（大矢，1978）．実際この洪水では，堤防や水路などの河川施設が主に後背湿地や旧河道に接する場所で破堤を生じたが，上流部では自然堤防の場所にも生じている（建設省九州地方建設局，1954）ので，一般的な微地形と洪水被害との関係からは洪水特性を説明できない．また，久留米狭窄部以外でも堤外への破堤が集中した場所が認められる（建設省九州地方建設局，1954）点で，平野全体に対して集中型洪水の特性を持つと単純にはいい難い．そこで，夜明峡谷から久留米峡窄部までの北野平野を対象に，1953 年洪水の特性と微地形との関係を検討した（黒木ほか，2003）．

自然堤防は，洪水時に河川が溢流する際に河道周囲に砂質物を堆積させ高まった微高地である．籠瀬（1973）は，四万十川の川登地区にある後背湿地に対する比高が 7.3 mの自然堤防の形成は，そこが狭窄部となる地形条件により洪水位が高まることと関係が深いと述べた．そこで，図 8 のように平野の微地形が適切に含まれる大きさのメッシュ（3 次メッシュ）を設定し，大縮尺の地形図と地形区分図を重ね合わせて地形毎の標高を求め，微地形

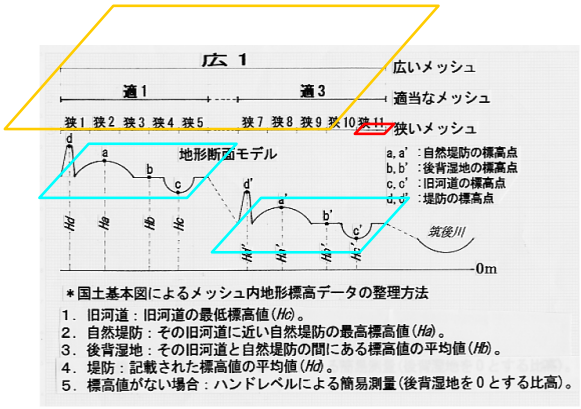

図 8　微地形の標高の求め方

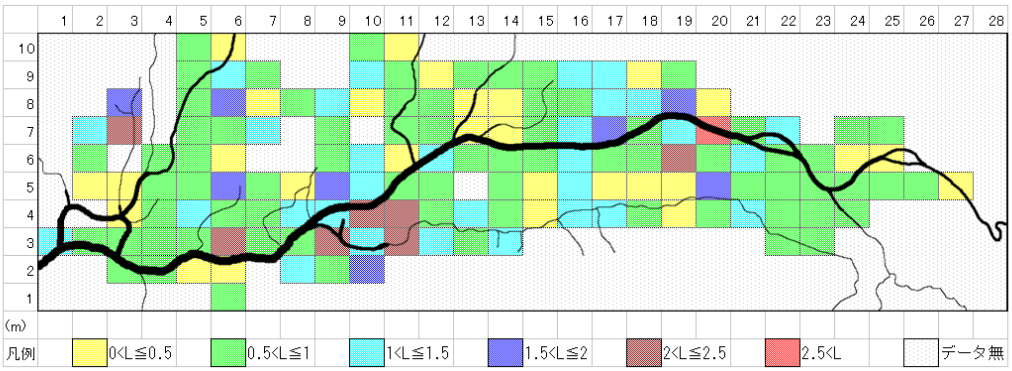

図 9　自然堤防と後背湿地の標高差

間の標高差を計算した.

図 9 は自然堤防と後背湿地の比高分布である. 本川付近で見ると, 10 列付近と 19 列付近の 2 箇所で自然堤防が後背湿地に対して高まる. 逆に 3 列付近と 13 列付近はそれが低まる. これは, 筑後川に位置するメッシュを中心とする 9 メッシュ平均で, 各微地形間の標高差を求めてグラフ化すると, より明瞭になる(図 10). 自然堤防の後背湿地および旧河道に対する比高は, 20 列付近と 10 列付近で急増する. 20 列付近から 12 列までと, 10 列付近から西では比高は緩やかに減少する. 旧河道のその他の地形に対する比高変化は, 自然堤防のその他の地形に対する比高変化と逆の関係になる.

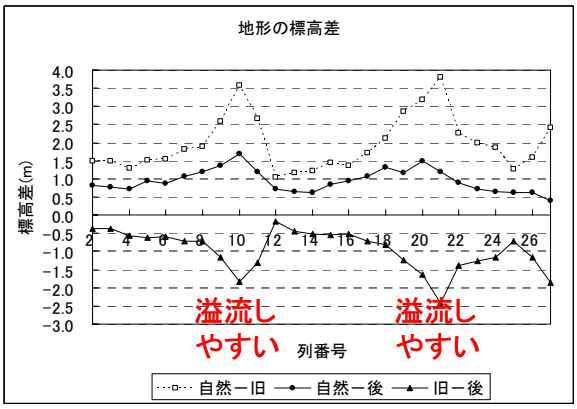

図 10 各微地形間の 9 メッシュ平均標高差

以上から, 北野平野では 12 列付近に微地形の比高分布の不連続がある. すなわち北野平野は, 自然堤防の比高の急増する溢流しやすい場所と, その下流で緩やかに比高の減少する湛水しやすい場所とが対になった, 二つの地域に区分できる. なお, このような洪水特性が生じる背景として, 潜在的にある独特の地下構造があげられる(黒木ほか, 2003).

このように Excel によるワークシート間の微地形の比高計算結果を地図状に配置し, その分布を明らかにするとともに, 洪水状況と対比した. その結果, 北野平野の洪水特性を地形学的に説明でき, ハザードマップに新たな視点を加えることができた.

5. まとめ

本報告では, 1)GIS ソフトウエアが不足している環境でも, 自然地理分野での GIS 教育はフリーソフトと Excel との組み合わせにより可能であることを示した.

また自然地理学的課題に対して, Excel によるオーバーレイの手法とメッシュ地図の作成方法を適用し, 検討を進める中で, 以下のことを確認した. 2)海の中道の環境問題に対して, Excel により標高変化量と分布を明示し, 砂丘の侵食と形成という地形変化過程を明らかにした. これは, 環境問題の解決にとどまらず, 土木対策へも示唆を与えるものである. 3)北野平野の氾濫原の洪水被害に対して, Excel により微地形の標高差とその分布を明示し, 溢流と湛水の地形的な根拠を示した. さらにその洪水特性が地下構造と関連付けられることを示した. これはハザードマップの作成に新たな視点を加えるものである.

このように GIS は, 多様な自然地理学的課題に対して強力な支援手段になり, その課題の検討結果を容易に近接分野の課題へ橋渡しできる力を持っている. しかし, 自然地理学的課題を見定め, GIS 解析後に出された結果を社会貢献にまで結びつけるためには, データをオーバーレイした後に行う研究のさらなる展開が, 大変重要になると考える.

謝辞

本研究で報告した福岡教育大学における自然地理学実習は, 本文に記載したフリーソフトがなければ実施できなかったものです. ここに記してその作者の皆様に謝意を表します.

参考文献

遠藤邦彦(1969):日本における沖積世の砂丘の形成について. 地理学評論, 42, 159-162.

大矢雅彦(1966):狩野川流域の平野地形と洪水氾濫形態との関係. 愛知県立女子大紀要, 16, 42-54.

大矢雅彦(1969):利根川中・下流域平野の地形発達と洪水. 地学雑誌, 78-5, 43-56.

大矢雅彦(1978):地形分類より見た筑後平野の特色. 早稲田大学教育学部, 学術研究-地理学・歴史学・社会科学編, No.24, 1-18.

籠瀬良明(1973):四万十川下流地域の自然堤防. 地理学評論, Vol.46, No.11, 731-740.

河川情報センター(2002):洪水ハザードマップ作成要領, 解説路作成手順例. 96p.

加藤広隆(1999):地形分類図にみる小貝川下流地域の洪水特性. 早稲田大学大学院教育学研究科紀要別冊, 7, 73-84.

川瀬正樹(2002):大学教育における GIS 環境の構築－低予算で実現する GIS 教育－. 人文地理学研究, 26, 125-149.

川田佳明(2002):海の中道における海岸砂丘の地形変化. 福岡教育大学平成 13 年度卒業論文, 15p.

北村 繁(2003):フリーGIS を利用した GIS 教育の可能性. 季刊地理学, 55-3,208p.

黒木貴一(2003):福岡教育大学での GIS 教育の実践－GIS がない場合－. 教育実践研究, 11, 15-21.

黒木貴一・黒田圭介・中村保則(2003):北野平野の洪水特性と微地形との関係. 日本応用地質学会平成 15 年度研究発表会講演論文集, 267-270.

黒木貴一(2004):九州島の水循環を用いた自然地理教育の実践(受講生の感想からの評価). 教育実践研究, 12, 37-43.

建設省九州地方建設局(1954):昭和28年6月末の豪雨による北九州直轄5河川の水害報告書(付図:筑後川氾濫水深図). 315p.
下山正一・溝田智俊・荒井房夫(1989):福岡平野周辺で確認された広域テフラについて. 第四紀研究, 28, 199-205.
高橋昭子・岡部篤行(2003):高等学校における空間情報科学の教育実践. 地理情報システム学会講演論文集, 12, 243-247.
竹部嘉一・成瀬敏郎(1998):近世以降のシラス台地開発に伴う鹿児島県の海岸砂丘形成. 第四紀研究, 37, 107-115.
豊島吉則・赤木三郎(1965):鳥取砂丘の形成について. 鳥取大学学芸学部研究報告, 16, 32-45.
藤　則雄(1975):北陸の海岸砂丘. 第四紀研究, 14, 195-220.

注:本稿は2004年2月のシンポジウムにおける話題提供の要約である.