

リモートセンシングと地理情報を用いた 災害ポテンシャルの判読

近藤 昭彦^{*1}

Interpretation of disaster potential by remote sensing and geographic information

Akihiko KONDOH^{*1}

Abstract

The Japanese nation is urged to know the land condition of their own domicile after the revision of several laws concerning natural hazards. Governments have the obligation to prepare hazard maps, however, the production of the map is hard to overtake the needs. The inquiry through the internet reveals that there are many spatial information which can be used to interpret the land condition. A *WebMapServer* is launched by using freeware software and available spatial information. The system is used not only to present maps relating land condition but also propagate the outcome of the science such as Geography and Hydrology.

Key words: land condition, remote sensing, geographic information, disaster potential
キーワード：土地条件，リモートセンシング，地理情報，災害ポテンシャル

I. はじめに

2004年の7月には梅雨前線の活動により新潟・福島、福井で相次いで洪水が発生し、多くの方々が被害に遭われた。この洪水は記録に残る洪水になると思われるが、その理由は過去の洪水災害と比較して被害甚大な大規模洪水であったということのみではない。今回の洪水は1997年の河川法の改正、そして2001年の水防法の改正後に起きた洪水であり、災害に対する行政と住民のあり方が変わりつつある中で発生した洪水だからである。

1997年の河川法の改正では、河川事業において環境へ配慮すること、地域住民の意向を十分にくみ取ることが明記された。その後、1998年の利根川、那珂川、阿武隈川洪水を経験し、2000年

には東海豪雨災害によって名古屋の市街地が浸水した。このような経緯の中で水防法が改正され、情報システムのあり方が再考され、水害ハザードマップの作成と公開が地方自治体に義務づけられた。同様な流れは平成13年に施行された土砂災害防止法にもあるが、本論では洪水災害を取り扱うことにする。

旧法制度では住民の治水安全度については極論すれば「御上任せ」であったが、新法制度下では、「自己責任」の世界に近づき、環境を重視して地域の意向を十分くみ取った場合は、当該河川計画が終了した時点で、それ以後の被災には保証は期待できないとされている。環境を重視して、大規模施設による「洪水リスクコントロール」を放棄する場合は、そのリスクを軽減する智慧を地域ぐ

* 1 千葉大学環境リモートセンシング研究センター Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University

るみで出さなければいけなくなった。

このような流れは、洪水に対する工学的適応 (Engineering Adaptation) から環境適応 (Environmental Adaptation) への変化と捉えることが可能だろう。地域住民はますます自らの居住している場所の土地条件を理解する必要性に迫られている。そのためには、まず情報が提供されなければならない。次にその情報を判読する知識が必要となる。これは (教科としての) 地学や地理学といった学問分野の重要性を主張する由縁でもある。

本論では従来の地理学・水文学、特に河川地理学の成果を社会に役立つ情報として発信する仕組みおよび、これらの経験情報が判読できる空間情報の所在について述べる。

Ⅱ. 洪水に関わる土地条件

日本を始めとするモンスーンアジアの特徴は沖積低地に人口、財産が集中し、洪水に対する脆弱性が高いことである。沖積低地では自然堤防が微高地となり、住居や道路として利用されていることは地理学における基本的な知識であり、後背湿地においても土地利用の判読により地盤の状況を知ることができる。1959年の伊勢湾台風では、水害調査の結果が事前に行われた地形調査の結果から予測できるものであったことから、国土地理院「土地条件図」の作成につながったことは有名な事実である。土地条件図は、地形分類、地盤高、各種機関・施設の3種類の要素で構成されており、洪水ハザードマップとしても代用できる内容を含んでいるが、日本全国を覆っているわけではない。そこで、現在直ちに利用可能な空間情報について纏めてみた。

Ⅲ. 土地条件を知るための公開された空間情報

洪水ハザードマップは国が管理する一級河川については整備が進んでいるが、地方自治体管理の河川はまだまだ整備が遅れている。今回の新潟洪水でも、県管理の河川で破堤が起きた。では、任

意の地域の住民が、居住地の土地条件を知る方法はあるのだろうか。

1. 地形分類図

洪水に対する脆弱性を知るには沖積低地の微地形分類図を判読することが一つの方法である。国土地理院の地形図から判読することも可能であるが、主題図として整備されている図幅を利用すると、居住地の土地条件を理解しやすい。公開されている代表的な地形分類図として“土地条件図”と“土地分類基本調査”がある。

1.1 土地条件図

大矢 (1956) は木曽川下流濃尾平野において地形分類から洪水の状態を予測するための水害地形分類図を作成した。出版の3年後の1959年に戦後最大の台風であった伊勢湾台風がこの地を襲ったが、その時水害地形分類図が予想した通りの地形要素ごとの洪水型が認められた (大矢ほか, 1998)。これを契機として国土地理院において2万5千分の1土地条件図の作成が開始された。昭和35年から継続して作成されており、防災対策や土地利用・土地保全・地域開発等の計画策定に必要な自然条件等に関する基礎資料を提供している。

土地条件図は地図センターほか、全国の主要書店で購入することができるほか、国土地理院のホームページにおいて閲覧することができる (<http://www1.gsi.go.jp/geowww/themap/lcm/>)。しかし、作成範囲は主要都市域に限られており、日本のすべての地域で利用できる訳ではない。

1.2 土地分類基本調査

土地分類調査は国土調査法 (昭和26年法律第180号) に基づいて行われる国土調査の一つであり、都道府県が実施する5万分の1土地分類基本調査、国が実施する土地分類基本調査 (垂直調査)、20万分の1土地保全基本調査、5万分の1土地保全基本調査および市町村が実施する土地分類調査 (細部調査) がある ("http://tochi.mlit.go.jp/tockok/tochibunrui.htm" に詳細説明あり)。

5万分の1土地分類基本調査には地形分類図、表層地質図、土壌図、土地利用現況調査、谷系図

と説明書が納められているが、この中の地形分類図、表層地質図で土地条件を知ることができる。作成は都道府県が担当し、大学等の機関に委託している。そのため、図隔ごとに凡例が不統一で若干使いにくい面もあるが、大まかな土地条件を理解する目的で利用することができる。5万分の1の図隔は全てではないが、日本列島の大部分をカバーしている。

5万分の1土地分類基本調査はブラウザ画像が国土交通省のホームページで公開されており("http://tochi.mlit.go.jp/tockok/tochimizu/catalog.html"), インターネットが使える環境にあれば誰でも閲覧は可能である。また解析に耐えうる高分解能画像(400DPI)が千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CERes)のホームページから公開されており("http://dbx.cr.chiba-u.jp/GDES/LUS/"), ダウンロードして地理情報システムに取り込むことが可能である。

2. 土地利用の変化

土地条件と土地利用は密接な関連性があるので、土地利用から地盤の性状を判読することが可能である。また、現在は都市域に覆われている地域でも、過去の地形図や空中写真を判読すると土地条件を知ることができる。そこで、過去の地表面の状況を記録する空間情報で、直ちに入手可能な情報について紹介する。

2.1 旧版地図

旧版地図とは国土地理院が発行している新刊地図に対して、過去に刊行あるいは作成して絶版になった地図のことである。なお、旧版地図は明治の中期に行われた正式測図以降に作成された地図であるが、明治政府は正規の基準点測量の成果が完成する前に行政上の目的で地図を作成しており、迅速図と呼ばれている。

緯度・経度と対応づけられた最初の5万分の1地形図は明治中期から大正にかけて作成されたが、各図幅には土地利用が記載されている。地形図の図式は時代ごとの変遷があるが、日本地図センター(1994)に詳しい。

旧版地図は国土地理院および各地域にある地方測量部で閲覧可能であるが、国土地理院のホームページ("http://www.gsi.go.jp/MAP/HISTORY/koufu.html")で検索可能で、郵便あるいはネットで購入できる。1枚500円であるが、ホームページからダウンロードした注文書に収入印紙を添えて郵便で注文後、数日で届く。

なお、現行の地形図は地図センターほか、主要書店で購入できるが、国土地理院の地図閲覧サービス("http://watchizu.gsi.go.jp/")においても閲覧できる。

2.2 空中写真

過去の空中写真も土地利用の変化を知る重要な資料であり、地図センターや航測会社から購入することができる。最近では国土交通省、および国土地理院のホームページから無料でダウンロードができるサービスが始まり、コストの問題は解消されつつある。

国土地理院のホームページ("http://mapbrowse.gsi.go.jp/airphoto/")では、米軍撮影の空中写真(1945年～1956年)と、国土地理院撮影の空中写真(1996～2000年)の100dpi(縮小表示)および200dpi(標準表示)の分解能画像が閲覧できる。ただし、すべての地域で米軍写真が閲覧できるわけではなく、まだ公開されていない地域も存在する。

国土交通省の国土画像情報閲覧機能(試作版)("http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS/index.html"からメニュー選択)では、昭和40年代以降の複数時期のカラー空中写真が100dpiおよび400dpiの分解能で表示、入手できる。画像の検索は住所を使って行うことができるため、特定の地域の絞り込みが容易である。

米軍写真や昭和40年代の空中写真は地域によっては開発前の沖積低地の状況を克明に記録しており、微地形の判読を可能にするだけでなく、最近の空中写真との比較では新たに開発された地域の分布を知ることができる。

2.3 衛星データ

国土の詳細な衛星画像は1972年のランドサット1号以降、30年に及ぶデータの蓄積があり、最

近では1mないし60cm分解能の画像も入手可能である。リモート・センシング技術センター(<http://www.restec.or.jp>)および代理店を通じて画像を購入することが可能であるが、価格が高く、また解析技術も簡便にはなったといえ、一般の利用にはまだ敷居が高い。しかし、画像としての利用ではデジタル処理をする必要は必ずしも無く、写真があれば判読で得られる情報は豊富である。

最近では衛星画像をホームページで公開するサイトが増えてきたが、居住地の土地条件を判読できる画像を提供するページはNASAのGeoCoverプロダクトのページ(<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>)が役に立つ。これは、1990年のランドサットTMと、2000年頃のランドサットETM+画像を利用したモザイク画像で、前者が28.5m、後者が14.25mの分解能で提供されるほぼ全球の陸域をカバーするデータセットである。UTM座標系で幾何補正されており、画像座標から緯度経度を算出することが可能である。

配色はTM/ETM+のバンド7(短波長赤外)、4(近赤外)、2(緑)に赤緑青(RGB)を割り当てており、独特の発色であるが土地被覆の判読は容易である。10年を隔てた2時期の画像であるが、この間の沖積低地の開発を克明に記録している。

IV. 新潟洪水の例

2004年の7月に発生した新潟洪水の直後に、新潟県中之島町周辺の土地条件を判読可能なネット上にある情報を収集し、ホームページ(URL"<http://dbx.cr.chiba-u.jp/gdes/LUS/>)で公開した。

この時に収集したデータは下記の通りである。

- ①地形分類図：5万分の1土地分類基本調査
- ②表層地質図：5万分の1土地分類基本調査
- ③土壌図：5万分の1土地分類基本調査
- ④土地利用現況図：5万分の1土地分類基本調査
- ⑤空中写真：国土交通省国土画像情報閲覧機能
- ⑥衛星画像：NASAのGeoCover
- ⑦旧版地形図

なお、旧版地形図は国土地理院のホームページで

検索し、購入したものをスキナーでデジタル化して使用した。

図-1に新潟県中之島町を中心として切り出した各主題図を示す。刈谷田川の破堤地点を中心とする範囲では、明治・大正期の市街地は、国土調査の地形分類図による自然堤防の範囲とほぼ一致している。1975年の空中写真によると後背湿地(ここでは三角州堆積物)側に若干拡大しているようであるが、大きな変化はない。しかし、1990年のランドサット画像によるとかつて水田だった地域に市街地が拡大していることがわかる。2000年のランドサット画像をNASAのホームページ上で確認すると、沖積低地の開発はさらに進んでいる。

その他、ホームページ上では福井洪水や、兵庫県豊岡市円山川に関する情報を掲載したが、土地条件から洪水の特徴を理解することができる。

V. ウェブマップサーバーの試作

以上の調査で土地条件を調べる基本的な情報はインターネット上に存在するか、簡単な手続きで入手可能であることがわかった。ハザードマップが整備されていない地域でも、土地条件の概要を知ることが可能である。とはいえ、一般市民がそれら全てにアクセスして判読を行うのは困難であろう。そこで、複数の地図や画像をウェブブラウザに表示できるウェブマップサーバーの構築を試みた(小見野, 2005)。

ウェブマップサーバーとは、インターネットブラウザ(ホームページ)上で地図の表示や空間処理を行うシステムである。いくつかの商用ソフトウェアがあるが、コストが高く業務以外での維持はなかなか困難である。そこでミネソタ大学が開発しているフリーウェアのソフトウェアを開発に利用した(<http://mapserver.gis.umn.edu/>)。OSはLinux(RedHat-9)を用いて、Apache(ウェブサーバー)+PHP(HTMLファイル内に記述するタイプのスクリプト言語)+MapServer(ミネソタマップサーバーを使用)を組み合わせたが、す

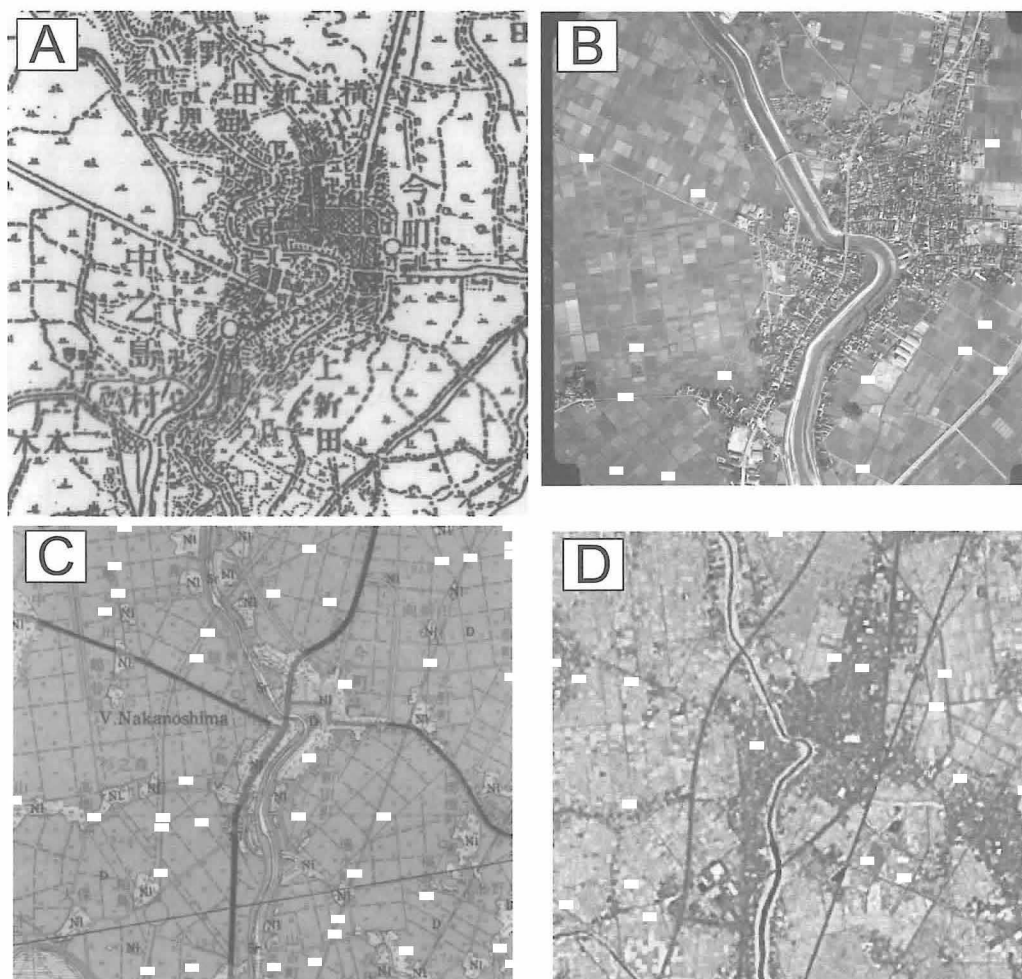


図1 新潟県中之島町周辺の地図・画像。A: 旧版地図（大正3年発行），B: 空中写真（昭和50年），C: 地形分類図，D: ランドサット（1990年頃）。

Fig. 1 Available maps and images around Nakanoshima, Niigata. A: Old topographic map issued in 1914. B: Aerial photo taken in 1975. C: Geomorphological map. D: Landsat mosaic image circa 1990.

べてフリーウェアであるので低コストでウェブマップサーバーの実現が可能になった。

図2に画面のスクリーンショットを示す。今回試作したシステムでは千葉県を対象として、国土調査成果図表および衛星画像，その他の主題図をウェブブラウザから表示することができる（<http://wms.cr.chiba-u.jp/land/>）。なお，試行的に千葉県真間川流域の浸水実績図をデジタル化して取り込んである。技術的な問題点は解決したので今後発展させて行く予定であるが，運用に際し

て以下のような問題あるいは課題が考えられる。

①危険度を判読した結果を掲載できるか

災害，ここでは洪水について扱っているが，危険度をネットで公開することは土地の評価とも関わるため困難である。後背湿地であっても水防施設や，基礎工事，土盛りといった処理の程度によって危険度は異なる。人間の居住には歴史があり，安易なランク付けは避けるべきである。

②判読の指針を明示すること

そのため，ウェブで公開する情報に関して判読



図2 ウェブマッピングシステムのスクリーンショット
Fig. 2 Hardcopy of screen image of web mapping system.

の指針を同時に学ぶことができるページを付加することが考えられる。これは、地理学や水文学の成果を一般に発信することにも繋がる。必要な空間情報が同じ場所から閲覧できるシステムが存在し、そのシステムを使って自らの考えによって土地条件を判断することが、国民の防災力の増進に繋がると考えられる。

③ どの地域のサーバーを立ち上げるか

日本全国を対象にして5万分の1スケールで様々な主題図をシステムに付加する作業量は膨大である。災害は地域の問題でもあり、地域性によって出現のしかたや特徴が異なることを理解することが減災に繋がる。したがって、地域ごとにサーバーを立ち上げて土地条件に関する主題図閲覧機能と判読の指針を掲載するホームページを運用することが現実的であると思われる。複数のサーバーで地図情報を共有する技術もあるが、まずは地元のモチベーションに支えられたシステムであることが持続性を保つための必要条件であると考えられる。

VI. おわりに

新しい河川法、水防法、土砂災害防止法の登場によって、災害に対する住民の対処の仕方は大幅な変更を迫られることになった。行政は災害ポテンシャルに関する情報を周知させなければならないかわりに、住民はその情報の内容を理解し、自らの判断によって減災に努めなければならない。情報の伝達はハザードマップを通じてなされるが、現実的には作成が追いついていない現状もある。

そのため、住民はハザードマップ以外でも地域の土地条件に関する情報収集を行う必要がある。本論ではインターネット上で取得可能な様々な情報について紹介し、最小限必要な情報は公開されていることを明らかにした。ここから何を読み取るべきか。教育・啓蒙が重要な時代になった。この点に学問分野の役割があると思われる。また、小中高校における地学や地理学といった野外科学分野は現在危機的な状況にあるが、これらの分野の振興を図ることが、長期的視点から災害に強い社会を構築することにつながると考えている。

そこで、土地条件判読に必要な情報を集めて発信するウェブマップサーバーを構築した。まだ試作段階であるが、空間情報へのアクセスするためのポータルサイトとして機能させると同時に、判読に関わる経験情報を発信させるための窓口として維持していきたいと考えている。

もちろん、法律が整備されたことにより、ニーズとビジネスチャンスが生まれ、様々な公的機関や民間企業で同様な取り組みが始まっている。しかし、災害は極めて地域的な現象である。地域性の理解が正しい施策に繋がる、あるいは地域性を無視した多くの施策が失敗してきたことも我々は知っている。ここに、地域に基盤を置いた学問である地理学や水文学の成果を社会に還元させるルートが存在すると思われる。さらに、地域における経験は蓄積し、データベース化してより広い知識へと発展させる必要がある。むしろこの点に学問分野としての地理学・水文学の役割があると考えられる。そのための情報基盤を持つべきと考える。

注) 本論で紹介した URL のリスト

国土地理院土地条件図

<http://www1.gsi.go.jp/geowww/landcondition/landcondition.html>

<http://www1.gsi.go.jp/geowww/themap/lcm/>

国土地理院旧版地図

<http://www.gsi.go.jp/MAP/HISTORY/koufu.html>

国土交通省土地分類調査

<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/tochibunrui.htm>

<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/tochimizu/catalog.html>

国土地理院空中写真閲覧サービス

<http://mapbrowse.gsi.go.jp/airphoto/>

国土地理院地図閲覧サービス

<http://watchizu.gsi.go.jp/>

国土交通省ウェブマッピングシステム

<http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS/index.html>

千葉大学環境リモートセンシング研究センターのデータベース

<http://www.cr.chiba-u.jp/database.html>

<http://dbx.cr.chiba-u.jp/gdes/LUS/>

<http://wms.cr.chiba-u.jp/land/>

ミネソタマップサーバー

<http://mapserver.gis.umn.edu/>

(財)リモート・センシング技術センター

<http://www.restec.or.jp/>

NASA/GeoCover ランドサット TM/ETM+ モザイク画像

<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

引用文献

大矢雅彦 (1956)：木曾川流域濃尾平野水害地形分類図。総理府資源調査会 水害地域に関する調査研究，第 1 部，付図。

大矢雅彦・丸山裕一・海津正倫・春山成子・平井幸弘・熊木洋太・長澤良太・杉浦正美・久保純子・岩橋純子 (1998)：地形分類図の読み方・作り方。古今書院，118pp。

小見野壘 (2005)：ウェブマッピングシステムによる土地条件情報の発信に関する研究。千葉大学大学院自然科学研究科生命・地球科学専攻学位 (修士) 論文。

(財)日本地図センター (1994)：地図記号のうつりかわりー地形図図式・記号の変遷ー。(財)日本地図センター，151pp。

(受付 2005年 5月25日)

(受理 2005年 6月20日)

この論文に対する「討論」を2006年 2月28日まで受付けます。