

地球地図の整備及び利活用手法に関する研究開発

実施期間	平成 23 年度	
応用地理部環境地理課	須賀 正樹	中村 孝之
	大塚 力	飯村 威
	岸本 紀子	鶴生川太郎
	中南 清晃	本嶋 裕介

1. はじめに

地球地図プロジェクトは、地球温暖化等地球規模の課題に適切に対処するための基盤的な地理空間情報である地球地図を、世界各国・地域の国家地図作成機関（National Mapping Organization: 以下、「NMO」という。）が協働して整備するものである。現在、181の国・地域がプロジェクトに参加し、国土地理院は日本のNMOとしてだけでなく、地球地図国際運営委員会（International Steering Committee for Global Mapping: 以下、「ISCGM」という。）事務局としてプロジェクト推進の中心的役割を果たしている。

国土地理院と千葉大学では各国のNMOと協力し、2003年のTerra衛星の中分解能撮像分光放射計（Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer: 以下、「MODIS」という。）データを用いて地球地図土地被覆全球版（Global Land Cover by National Mapping Organizations: 以下、「GLCNMO」という。）第1版と地球地図樹木被覆率全球版（Global Percent Tree Cover: 以下、「PTC」という。）第1版を作成して2008年に公開したが、現在、2008年のTerra衛星及びAqua衛星のMODISデータを元にGLCNMO第2版及びPTC第2版を、2012年の完成に向けて作成中である。

また、これと並行して、GLCNMO第1及びPTC第1版の更なる利活用手法の検討も行っている。

2. 実施内容

GLCNMO第2版のトレーニングデータの取得マニュアルを作成し、NMOに配布しトレーニングデータ取得の協力依頼を行った。また、GLCNMO第2版及びPTC第2版の試作版の精度を検証し、より精度の高いデータを作成するために検証データの取得を行った。さらに、土地被覆及び樹木被覆率を時系列で比較できることを確認するため、それぞれ変化箇所の取得を行った。

また、GLCNMO及びPTCのデータ検証のため、分類項目毎の面積集計プログラムを作成した。

3. 得られた成果

Google Earthを用いたGLCNMOのトレーニングデータの取得マニュアルを作成した。これには地球地図の仕様に基づく土地被覆分類項目の判読のフローチャートとともに、トレーニング領域のデジタル化の方法を記述した。これらをNMOに配布しトレーニングデータの取得依頼を行ったところ、16の国及び地域の協力が得られた。判読の根拠とした航空写真、地上写真、土地被覆図なども可能な範囲で併せて送付してもらった。図-1はトレーニングデータの一例である。

また、Google Earth画像を判読し、GLCNMO第2版及びPTC第2版の検証データを取得した。今回はMODISデータの位置ずれの誤差を考慮するために、GLCNMO第2版、PTC第2版の検証点ともに、検証対象とする15秒×15秒の範囲のほか、その周辺8近傍の判読も行った。また、検証点において土地

被覆，樹木被覆率が均一か不均一かについての判読も行い，一様な領域のみを検証点とせずに一様でない領域も検証点として取得した．また，変化箇所については，土地被覆，樹木被覆率ともに取得した．図 - 2 は変化箇所の一例である．

さらに，GLCNMO 第 2 版及び PTC 第 2 版のデータを検証するため，各グリッドの面積を計算し，同一項目毎に集計するプログラムを作成した．GLCNMO 第 1 版の水部のデータを海と内水に分け，内水は陸に含まれるとして地球の陸海の面積とその比を算出したところ，理科年表に掲載されている値とも概ね一致した．



図 - 1 トレーニング領域と判読の根拠とした地上写真の一例（セルビア・草地）

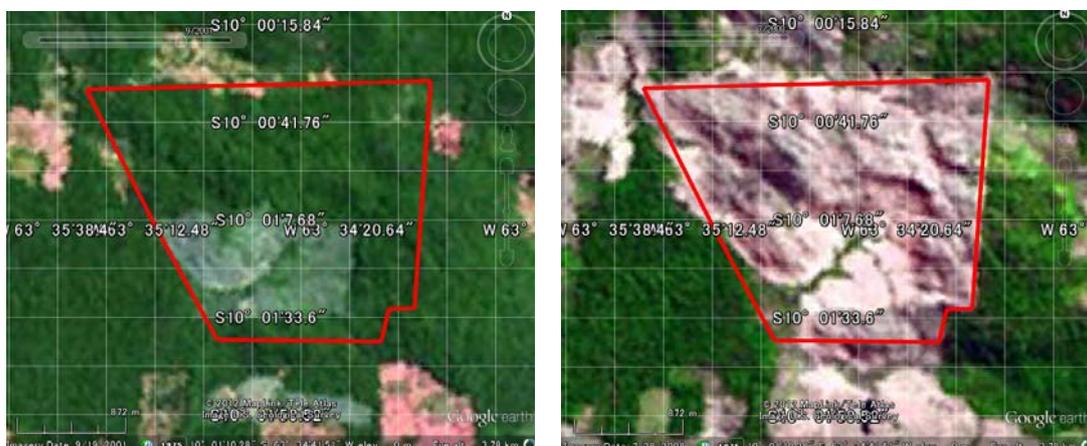


図 - 2 変化箇所の一例（ブラジル・ロンドニア州：左 2001 年 9 月 19 日，右 2008 年 7 月 28 日）

4. 今後について

今回取得したトレーニングデータを今後 GLCNMO 第 2 版の作成に用いる．また，今回取得した検証点を用いて今後試作版の検証を行い，得られた検証結果を元にさらに精度の高いデータを作成する．GLCNMO 第 2 版及び PTC 第 2 版は 2012 年末に完成する予定である．

また，今回作成した分類項目毎の面積を計算するプログラムを用いて，エリア毎に土地被覆の分類毎の面積，森林面積を計算し分類結果の検証を行うとともに，得られた統計データを用いて土地被覆や森林の分布の分析等を行いデータ利活用の促進を行う．

開発途上国における地球地図第2版の円滑なデータ更新に係る技術開発

実施期間	平成 23 年度			
応用地理部環境地理課	本嶋 裕介	飯村 威		
	鶴生川 太郎	中村 孝之		
	大塚 力	岸本 紀子		
	谷田部 好徳	中南 清晃		
	須賀 正樹			

1. はじめに

地球地図プロジェクトは、地球温暖化等地球規模の課題に適切に対処するための基盤的な地理空間情報である地球地図を、世界各国・地域の国家地図作成機関（National Mapping Organization: 以下、「NMO」という。）が協働して整備するものである。現在、世界 181 の国と地域が本プロジェクトに参加し、2012 年までに各国の NMO の協力により地球地図第 2 版を作成する予定である。

国土地理院は、日本の NMO としてだけではなく、地球地図国際運営委員会（International Steering Committee for Global Mapping: ISCGM）事務局として、地球地図第 2 版の整備促進の中心的役割を果たしてきており、平成 23 年度はデータ整備に関する技術支援を行ったほか、地球地図品質管理プログラム第 2 版（Global Map Data Check Software Ver. 2: 以下、「GMDC 2」という。）や地球地図品質管理プログラムを活用した地球地図データ作成マニュアル（英語・日本語版）（以下、「作成マニュアル」という。）の作成、GMDC 2 操作説明書の仏語・西語への翻訳を行った。

2. 実施内容

平成 22 年度に開発した地球地図品質管理プログラム第 1 版（Global Map Data Check Software: 以下、「GMDC 1」という。）はデータエラーチェックが主な機能であり、修正を行うためには他の GIS ソフトウェアを使用せざるをえなかった。そのため、地球地図仕様第 2.1 版に基づき作成された各国の地球地図データの内容及び品質等の整合性を図り、効率的にデータ点検及び修正を実施するために、GMDC 1 を改良し、GMDC 2 を開発した。主な改良点は、地球地図データの対話形式の編集機能や地球地図仕様第 2.1 版に適合したデータ修正を効率的に行うための自動編集機能、国際標準 ISO19136（GML3.2.1）に準拠した地球地図応用スキーマに基づいた GML ファイル形式及びシェープファイル形式での出力機能、CAD ファイル形式（DXF）の読み込み及び表示を行う機能、ユーザが詳細描画表示を自由に設定できるようにする機能の追加、地物のトポロジー及び地物間の整合性の検査機能強化などである。

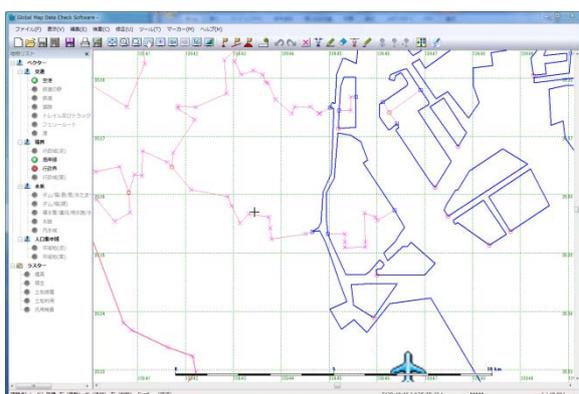
また GMDC 2 を用いた効率的な地球地図作成手法検討のために、ブルキナファソやトーゴ、マリの資料を元に地球地図第 2 版データの試作を行い、地球地図作成手法に関する作業手順及び課題とその対応策をまとめ、作成マニュアルを作成した。GMDC 2 は地球地図に特化した GIS ソフトであるために、既存の GIS ソフトとは操作方法等が異なる。そのため、各国 NMO の作業担当者の誰もが地球地図データの整備、点検、修正を容易かつ効率的に行うことのできる作成マニュアルを作成する必要があった。

3. 得られた成果

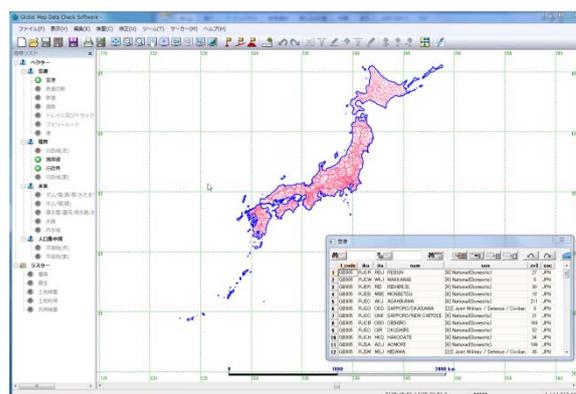
① GMDC 2

- 特徴的な機能

- 編集機能（投影法及び座標系の定義，変換機能を除く）（図－1）
 - GML ファイル形式やシェープファイル形式，DXF ファイル形式等の読み込み
 - 簡易標定機能
 - ライン交差部にノードを発生させるなどの自動修正機能
 - 属性検索や置換，編集を行うことのできる属性ウィンドウ機能（図－2）
 - 地物ごとの基本検査や各地物間の検査などの検査機能
 - GML ファイル形式及びシェープファイル形式での出力
- ※上記下線部は GMDC 2 で新たに追加された機能である。



図－1 編集機能



図－2 地球地図日本と属性ウィンドウの表示

② 作成マニュアル

- 紙地図から新規に地球地図データを作成する場合と，各 NMO が保有する既存のデジタルデータを地球地図仕様に則ったデータに変換する場合の2通りを想定して，それぞれに必要な一連の作業手順を示した。
- GMDC 2 を用いて地球地図データを整備するにあたり，各地物ごとの留意点を詳細に記述するとともに，GMDC 2 の役立つ機能や環境設定を示すことで効率的にデータ整備が行えるようにした。

4. 結論

GMDC 2 は完成し NMO に配布済みである。また作成マニュアルも完成し，4月に NMO に配布する予定である。今後は，地球地図仕様第3版にむけて仕様の改訂を検討し，その検討結果を基に GMDC 2 の改良を行う予定である。国土地理院は ISCGM 事務局として，地球地図第2版整備の着実な実施，データの品質向上及び整合性確保のため，引き続き途上国に対する技術支援等を進めていく。

MODIS データの受信・取得，処理・解析に関する共同研究

実施期間 平成 14 年度～平成 24 年度
応用地理部環境地理課 中村 孝之 大塚 力
小西 博美

1. はじめに

環境地理課では，東海大学と「MODIS データの受信・取得，処理・解析に関する共同研究」を締結し，平成 16 年 4 月以降の Terra/MODIS データ（空間分解能 250m）から正規化植生指標（Normalized Difference Vegetation Index：以下，「NDVI」という。）データを作成して，インターネットによる提供を行っている。NDVI は，その地点における植物の活性度を表しており，さらにその値から土地の被覆状況を推定できることから，NDVI データを用いた土地被覆データ作成の調査・研究を行ってきた。平成 23 年度は，NDVI データ作成・提供に加え，MODIS データによる変化情報の把握及び土地被覆データ作成のためのグラウンドトゥルース（Ground Truth:以下，「GT」という。）データの補完作業を行った。

2. 研究内容

2.1 MODIS データによる変化情報の把握

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災では大規模な津波が発生し，津波が襲来した地域では海岸付近のあらゆるものが流出し，また海水で冠水した農地では作付もできず，海岸部の植生変化は著しいものとなった。このような大規模災害による地表面の変化は MODIS データからも把握することができる。そこで，MODIS データの解析により，災害による地表面の変化情報の把握・モニタリングを試みた。

2.2 GT データの補完

GT データは，土地被覆分類を行う際の教師データとして使用するほか，検証用データとしても使用できる重要なデータである。これまで整備を進めていた GT データについて，他より土地被覆分類の精度が劣る項目と，配置密度の薄い地域を重点に，現地の状況確認を行い，GT データの補完を行った。

3. 得られた成果

3.1 MODIS データによる変化情報の把握

東日本大震災による地表変化情報を得るために，東北地方において 2 月 22 日から 8 月 10 日までの雲量の少ない日の MODIS データから日別 NDVI, NDWI（Normalized Difference Water Index：正規化水指標）を計算し，津波による湛水域と植生状況のモニタリングを行い，さらに NDVI データについては，前年同月との月別コンポジットデータ間の差分情報を取得した(図-1)。月別コンポジットデータの差分情報からは，仙台周辺の津波襲来地周辺では広範囲にわたって NDVI 値の減少が顕著に認められた。また，湛水域が減少していく様は，日別処理データからもその傾向をとらえることができた。その他の被災地，特に福島県中通りの西白河郡矢吹町周辺で，特に 7 月の NDVI 値が昨年より減少した地域が認められた。資料調査から，この地域では震災により農業用水のパイプラインが破損し，今年の作付をあきらめざるを得なかった水田が広く存在することがわかった。10 月に現地調査を行い，水

田表面の状況から今年耕作が行われたかどうかを判断した。NDVI 値の減少が大きかった地域では、休耕もしくは大豆・ソバ等への転作が行われていることが多く、震災による二次的な耕作地への影響が変化情報として表れていたことがわかった。

なお、7月で顕著に認められた前年同月とのNDVIの差は、8月ではあまり表れなかった。転作作物や休耕地での雑草繁茂により、稲を作付した場合とNDVI値の差があまりなかった可能性が考えられる。

さらに、福島第一原子力発電所周辺の平野部でも、同様にNDVI値の減少が認められた。立ち入り制限や耕作制限による作付断念が反映されたものと考えられる。

また、平成23年1月に噴火した新燃岳の降灰についても、同様に前年同月とのNDVIの差を求めたところ、降灰の影響を受けたと考えられる範囲をNDVI値の減少として捉える事ができた。

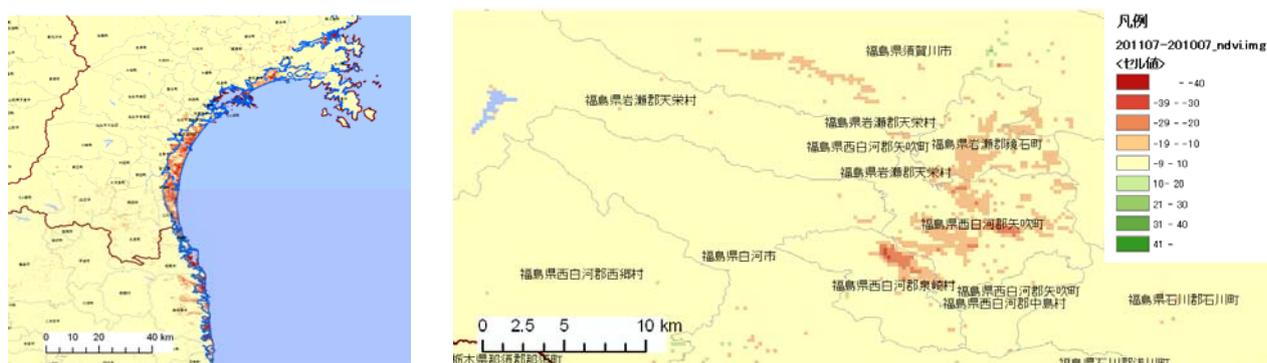


図-1 平成23年と平成22年の7月NDVI値の差分情報（左：仙台湾周辺 右：福島県内陸部）

3.2 GTデータの補完

平成23年度は、北海道、茨城、栃木、福島の各地区において、主に水田・畑・森林のGTデータ（緯度・経度・周囲の状況・現地写真等）を取得した（図-2）。北海道地区では、予察に用いた2万5千分1地形図の地図記号（水田・畑）と現況が一致しない箇所が複数あった。森林地域の開発や水田転換畑など土地利用変化に対応するためにも、数年に一度はGTの現況把握を行い、GTデータの維持管理に努める必要があるだろう。



図-2 GTデータ現地状況（左：北海道地区 右：栃木地区）

4. 結論

MODIS データによる変化情報の把握では、新燃岳噴火・東日本大震災などの大規模災害の地表面への影響をとらえることができた。また、福島県内陸部における水田作付への影響については来年以降も同様の解析を行うことで、おおまかな水田作付の復帰状況がモニタリング可能であると考えられる。

また、GTデータについては、リモートセンシング技術による土地被覆分類データ作成のための教師データ・検証データとして、今後もデータの維持・管理を進めていく計画である。

航空レーザ測量による活断層調査の高度化に関する研究開発

実施期間 平成 21 年度～平成 25 年度
応用地理部防災地理課 岩橋 純子 倉田 一郎
小野 康 高橋 宣代

1. はじめに

防災地理課では、都市圏活断層図等によって活断層の地図の整備を進めている。活断層帯情報の作成は、国土地理院の基本測量に関する長期計画（H21.6.1改訂）「防災基礎情報の整備・更新」に位置づけられている。平成 24 年 2 月現在、都市圏活断層図は 152 面 58 断層帯が整備されている。

本研究は、国土地理院研究開発基本計画（防災に関する地盤変動・地形情報の抽出の高度化に関する研究開発）の 1 つとして、活断層の位置精度の向上を目的として行っている。航空レーザ測量を面的な微地形判読に用いて、わかりやすい活断層地形の表現手法を検討すると共に、写真判読で特定の難しい地域の活断層を抽出するための手法の研究が趣旨である。平成 21 年度は、詳細な航空レーザ測量の成果を利用して岩手・宮城内陸地震被災地の詳細活断層図を作成した（国土地理院，2009）。平成 22 度は、既知の活断層について、航空レーザ測量 DEM の色付け、段彩、陰影等の表現手法を検討した。今年度は、利点・問題点の整理と共に、実作業（都市圏活断層図作成）への貢献を探った。国土地理院の都市圏活断層図は、2 万 5 千分 1 形図上に活断層の位置をできるだけ正確に記す事を主題としており、空中写真判読と文献調査によって作成されている。筆者らは、航空レーザ測量の DEM が存在する地域については、データを活断層調査・地形分類及びクロスチェックに活かさないかと考えた。

国土地理院から公開あるいは刊行されている DEM の解像度は、活断層の研究に多用されてきた超高解像度（ $< 1\text{ m}$ ）の DEM とは異なり、主として 5 m であり、一部 2 m である。5 m 程度の解像度でも活断層の判読に耐えるのか、空中写真ではなく DEM で地形を見る長所はどこにあるのか、最大限情報を引き出すためにはどうすればよいのか、について十分に整理されていなかった。本研究でそれらを調査した。

2. 研究内容

長井盆地西縁断層帯を含む地域、大阪の上町台地周辺、2011 年 4 月 11 日福島県浜通りの地震（M7.0）で地表地震断層が現れたいわき市等の航空レーザ測量 5 mDEM 及び 2 mDEM を用いて、陰影図、傾斜段彩図、鳥瞰図、陰影図を元にした余色立体図等を作成し、事例研究を行った。余色立体図は、右目に青、左目に赤のフィルムを貼った立体メガネで観察すると三次元に見える画像である。何らかの画像に高さの情報を加えて作成するもので、陰影図に限らず、傾斜図や段彩図など様々な画像から作成可能である。今回は、高さを数倍に強調した陰影図や、標高値の対数を定数倍した DEM から作成した陰影図を元に作成した。

全国活断層帯情報整備検討委員会（都市圏活断層図の作成委員会；岡田篤正委員長ほか大学等の研究者十数名で構成）へ、活断層の判読資料として、長井盆地西縁断層帯（ほぼ全体）、能代断層帯（一部）の余色立体図を提供した。

3. 得られた成果

航空レーザ測量の DEM 画像の特徴は、次のように整理された。空中写真にはない優れた特性・利点として、

シームレスに広範囲を観察できることや、平野部の密集市街地について建物の除去・凹凸の強調の上で地形を観察できること、GIS への導入が容易なことがある。DEM は数値データであるため、倍率を加えることによって、地形の立体感を、空中写真の実体視以上に強調でき、さらに、単純な定数倍だけでなく、標高値の対数から図を作成することによって、平地の凹凸を大きく強調できる。解像度が問題だが、解像度 5 m でも、DEM から作成した画像は、地理調査にしばしば利用される 2 万分 1 のモノクロ写真程度の判読性能があり、実用に耐えると考えられた。一方、計測時期は 2000 年代以降であり、1940 年代からの資料がある空中写真と異なり、人工改変された原地形を航空レーザ DEM から知ることは困難である。

都市圏活断層図の実作業への貢献として、委員会にて余色立体図を使用した。長井盆地西縁断層帯の解説書付図として、航空レーザ測量による DEM の陰影を配した活断層マップをホームページ上に掲載した(無償でダウンロード可能。<http://www1.gsi.go.jp/geowww/bousai/guidebook.html>)。さらに、写真-1 のように、長井盆地西縁断層帯の都市圏活断層図公表に伴う自治体への説明会で展示し、好評を博した。



写真-1 長井盆地西縁断層帯の都市圏活断層図公表に伴う県内自治体・防災担当者への説明会(平成 23 年 11 月、於置賜総合庁舎、米沢市)の様子。航空レーザ測量 DEM から作成した余色立体図等も展示した。余色立体図は後日、山形県庁主催の一般県民対象のパネル展(平成 24 年 1 月 10 日~20 日(於置賜総合庁舎)、1 月 24 日~2 月 3 日(於西庁舎))でも使用された(山形新聞、平成 24 年 1 月 11 日記事)。

4. 結論

航空レーザ測量 DEM に、空中写真判読をサポートする優れた特性や利点があり、都市圏活断層図作成作業等、実務に貢献する。航空レーザ測量 DEM は、活断層の専門家が、判読の精度をさらに向上させるために、空中写真等と並ぶ資料の 1 つとして使うべきものといえる。

参考文献

岩橋純子, 佐藤忠, 内川講二, 小野康, 下地恒明, 星野実(2011): 航空レーザ測量の DEM から作成した余色立体図等を用いた変動地形の観察, 国土地理院時報, 121, 143-155.
国土地理院(2009): 平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震 1:25,000 詳細活断層図(活断層・地形分類及び地形の変状). 国土地理院技術資料 D・1-No. 541.