

GIS・GPS・リモートセンシングデータを用いたフィールドワークのためのベースマップ作成

ー ブラジルアマゾン、マウエス川周辺を事例にー

山下亜紀郎

キーワード：GPS, 衛星画像, フィールドワーク, ベースマップ, ブラジルアマゾン

I はじめに

地図は地理学にとって欠かせないものであり、「地図をもたない地理学者はいない」(中村・高橋編1988)ともいわれる。地理学者にとって、地図を片手に現地へ出かけていくことは当たり前のことであるが、日本ほど大縮尺から小縮尺までさまざまなスケールの官製地図が整備されていて、比較的容易に誰でも入手できる国は、世界的にみればむしろ稀な方ではないかと思われる。とくにアジアやアフリカ、南米などの途上国では、官製地図の入手が困難であったり、そもそも1万分の1未満の大縮尺の地図が作成されていなかったりする場合がしばしばある。

そのような大縮尺地図が存在しない、あるいは入手が困難な地域でのフィールドワークにおいては、たとえば横山(2001)のように、まずはじめに、調査結果を記述していくためのベースマップを自ら作成しなければならない。本報告が対象とするブラジルアマゾンも、縮尺5万分の1程度の官製地図ならば、ブラジル地理統計院(IBGE)から発行されており比較的すぐ手に入るが、集落や農場などのローカルな地域スケールでの詳細な現地調査のベースマップとしては適していない。

一方、GPS やリモートセンシングなどといった空間情報技術の発展と一般社会への普及は、近

年急速に進んでいる。これらの技術は従来、専門的な知識と技術を持った研究者や実務者によってのみ使われていた。しかしながら近年では、簡便かつ汎用的な方法でそれらを扱うためのさまざまなソフトウェアやツールが、インターネットを通じて無償で頒布されるようになり、それらの使用方法を解説した書籍も出版されている(たとえば、橋本編2011;古澤ほか編2011)。

そこで本報告は、ブラジルアマゾンのマウエス川周辺地域を対象に、GIS・GPS・リモートセンシングを活用して、できるだけ簡便かつ汎用的な方法で大縮尺のベースマップを作成するための方法をいくつか紹介する。具体的には、GPSを用いて取得したデータをシェープファイルに変換し、ArcGISで地図表示する方法、およびALOSやSRTMといったリモートセンシングデータ(RSデータ)から、合成画像や標高段彩図を作成する方法について述べる。

なお、本報告で用いた機材やソフトウェア等の一覧を第1表に示す。

II GPSデータからの地図作成

II-1 GPSによる軌跡データと地点データの取得

GPSは、Garmin社のGPSMAP 60CSxを用いた、ハンディタイプのGPSとしては、比較的高精度・

第1表 本報告で用いた機材・ソフトウェア等の一覧

	名 称	提供元
パソコン	ThinkPad X220 (下記のソフトウェア等が正常に動作すれば何でも良い)	Lenovo
GPS	GPSMAP 60CSx	Garmin
ソフトウェア	ArcGIS 10 (要 Spatial Analyst)	ESRI
および ツール	DNR Garmin Google Earth kml2shp 3DEM	Minnesota Department of Natural Resources Google Zonum Solutions visualizationsoftware.com
RSデータ	ALOS AVNIR-2 GeoTIFF形式 SRTM3 hgt形式	RESTEC USGS

高感度であり、市販の単3電池2本で作動する。専用バッテリーを用いるものは、海外調査や人里離れた山間地等での調査の際には、万が一故障したときの代替がなく、充電するための道具（海外調査の場合は現地のコンセントに対応するための変換プラグや変圧器も含む）も必要とあって何かと不便である。その点、単3電池ならば万国共通どこでも手に入り、ある程度予備を持ち歩いてもさほど荷物にならない。

GPSで取得できるデータには、軌跡データと地点データの2つがある。

軌跡データ（トラック）は、GPSの電源を入れて衛星を捉えたと自動的に取得しはじめる、文字通り、調査者がGPSを持って移動した「軌跡」のデータである。点群データとしてGPSに内蔵されたメモリに記憶されていくが、後述の方法で点群をつないだ線データとして出力できる。点群データの取得間隔は自分で設定できる。内蔵メモリの記憶容量には当然限界があり、残容量がなくなると、その時点でデータの取得を自動的にやめてしまうか、古いデータから順に自動的に消去しながら取得を続けるか（どちらかは自分で設定できる）になるので、定期的に後述の方法で、内蔵メモリのデータをパソコン等に移しておく必要がある。あるいは外付けのメモリ（microSDカード）で容量を増強しておく方法もある。

地点データ（ウェイポイント）は、調査者が手でGPSを操作して取得するデータである。といってもデータの取得方法は簡単であり、位置情報を取得したい地点で「MARK」ボタンを押



第1図 GPSMAP 60CSx の地点登録画面

し、「ENTR」ボタンを押して登録するだけである。登録する前に地点名称を入力することもできる（第1図）。地点データも内蔵メモリに記憶されるので、取得できる地点数には限界があるため、定期的にパソコン等に移しておく必要がある。

Ⅱ-2 GPSデータのシェープファイルへの変換

最近のハンディGPSの多くは、USBケーブルによってパソコンに接続し、データの出力ができる。その際、使用するGPSに対応したUSBドライバがパソコンにインストールされている必要がある。Garmin社のGPSについては、製品付属のCD-Rまたは同社のウェブサイト（<http://www8.garmin.com>）

garmin.com/support/agree.jsp?id=591) からUSBドライバをダウンロードしてインストールできる¹⁾。

出力したデータをArcGISで表示するためシェープファイルに変換する方法にはいくつかあるが、本報告では、DNR Garminというフリーソフトを用いる方法と、Google Earthを用いてkml(またはkmz)ファイルに変換し、さらにそれをシェープファイルに変換する方法の2通りを紹介する。

1) DNR Garminによる変換

DNR Garminとは、アメリカミネソタ州天然資源部のウェブサイト (<http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/tools/arcview/extensions/DNRRGarmin/DNRRGarmin.html>) からダウンロードできる、Garmin社のGPSのデータをシェープファイルに変換するフリーソフトである²⁾。

USBケーブルでGPSとパソコンを接続したら、GPSの電源を入れ、DNR Garminを起動する。そうすると通常自動でGPSを認識するが、認識しない場合は、GPSメニューの「Set Port」の「USB」を選択し手動で認識させる。

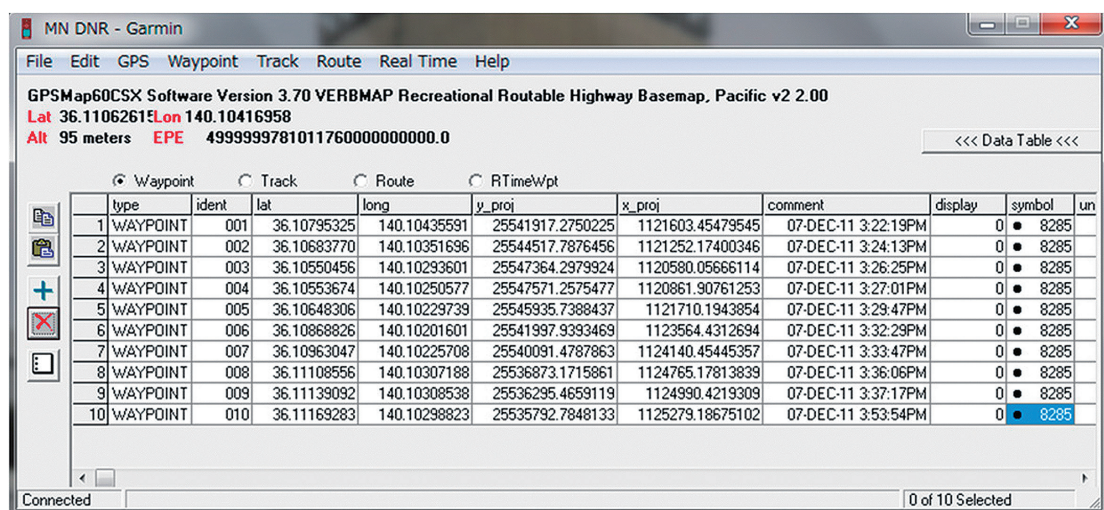
まず、Waypointメニューの「Download」を選択すると、地点データの一覧が現れる(第2図)。

一覧の「lat」と「long」がそれぞれGPSで取得した緯度と経度のデータである。「y_proj」と「x_proj」は投影変換した座標値であり、Fileメニューの「Set Projection」から設定できるが、多少難解であるので、ここでは無視してよい(投影変換するならば、シェープファイルに変換した後に、ArcGIS上で行う方がよい)。Fileメニューの「Save To」の「File…」を選択し、ファイルの種類を「ArcView Shapefile (Unprojected)」にして、任意のフォルダにシェープファイルとして保存する。

次に、Trackメニューの「Download」を選択すると、軌跡データの点群の一覧が現れる(第3図)。Fileメニューの「Save To」の「File…」を選択し、ファイルの種類を「ArcView Shapefile (Unprojected)」にして、任意のフォルダにシェープファイルとして保存する。その際、Waypointとは異なり、Output Shapeを選択するウィンドウが出てくるので、「Line」を選択し「OK」をクリックする。これで、軌跡の点群データをつないだラインデータとして保存できる。

2) Google Earthとkml2shpによる変換

USBケーブルでGPSとパソコンを接続したら、GPSの電源を入れ、Google Earthを起動する。



The screenshot shows the 'Waypoint' menu in the 'MN DNR - Garmin' software. The interface includes a menu bar (File, Edit, GPS, Waypoint, Track, Route, Real Time, Help) and a status bar at the bottom indicating 'Connected' and '0 of 10 Selected'. The main window displays the 'GPSMap60CSX Software Version 3.70 VERBMAP Recreational Routable Highway Basemap, Pacific v2 2.00' with coordinates 'Lat 36.1106261 Lon 140.10416958' and altitude 'Alt 95 meters EPE 499999978101176000000000.0'. Below this, there are radio buttons for 'Waypoint', 'Track', 'Route', and 'RTIMEWpt'. A table of waypoints is displayed with columns: type, ident, lat, long, y_proj, x_proj, comment, display, symbol, and un. The table contains 10 rows of waypoint data.

	type	ident	lat	long	y_proj	x_proj	comment	display	symbol	un
1	WAYPOINT	001	36.10795325	140.10435591	25541917.2750225	1121603.45479545	07-DEC-11 3:22:19PM	0	8285	
2	WAYPOINT	002	36.10683770	140.10351696	25544517.7876456	1121252.17400346	07-DEC-11 3:24:13PM	0	8285	
3	WAYPOINT	003	36.10550456	140.10293601	25547364.2979924	1120580.05666114	07-DEC-11 3:26:25PM	0	8285	
4	WAYPOINT	004	36.10553674	140.10250577	25547571.2575477	1120861.90761253	07-DEC-11 3:27:01PM	0	8285	
5	WAYPOINT	005	36.10648306	140.10229739	25545935.7388437	1121710.1943854	07-DEC-11 3:29:47PM	0	8285	
6	WAYPOINT	006	36.10868826	140.10201601	25541997.9393469	1123564.4312694	07-DEC-11 3:32:29PM	0	8285	
7	WAYPOINT	007	36.10963047	140.10225708	25540091.4787863	1124140.45445357	07-DEC-11 3:33:47PM	0	8285	
8	WAYPOINT	008	36.11108556	140.10307188	25536873.1715861	1124765.17813839	07-DEC-11 3:36:06PM	0	8285	
9	WAYPOINT	009	36.11139092	140.10308538	25536295.4659119	1124990.4219309	07-DEC-11 3:37:17PM	0	8285	
10	WAYPOINT	010	36.11169283	140.10298823	25535792.7848133	1125279.18675102	07-DEC-11 3:53:54PM	0	8285	

第2図 DNR Garminに読み込んだ地点データ一覧の例

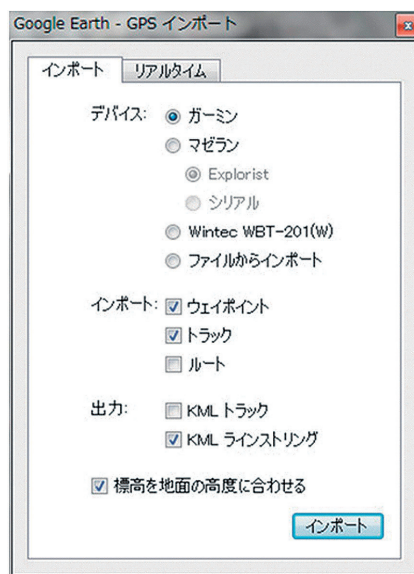
	type	ident	lat	long	y_proj	x_proj	new_seg	display	color	altitude
1	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	true	False	12	-2.7467
2	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-5.14
3	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-7.5531
4	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-4.1885
5	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-2.2655
6	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-3.7078
7	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-6.1112
8	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-6.1112
9	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	True	False	12	76.0814
10	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-3.227
11	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-3.227
12	TRACK	ACTIVE LOG	36.11137155	140.10337614	25536151.3478915	1124801.75093288	False	False	12	-4.6693

第3図 DNR Garmin に読み込んだ軌跡データ一覧の例

Google Earth のツールメニューから「GPS」を選択すると、GPS インポートのウィンドウが開く（第4図）。「デバイス」からGPS 機器の種類を選択し（本報告では「ガーミン」）、「インポート」からデータの種類の選択する。ルートとはウェイポイントをつないだ線のことであるが、本報告では使用しないのでチェックは付けない。最後に「出力」からKML ラインストリングを選択し、「インポート」をクリックする。この出力形式でないと、後にkml2shp で軌跡データを読み込んでシェープファイルへ変換する際にうまくいかない。

インポートすると、「場所」パネルの「保留」フォルダの下に「garmin GPS デバイス」という表示が現れ、その下に「Waypoints」と「Tracks」というフォルダができる。このフォルダ名にマウスカーソルを合わせ右クリックし、「名前を付けて場所を保存」を選択し、任意のフォルダにそれぞれkml（またはkmz）ファイルとして保存する（第5図）。

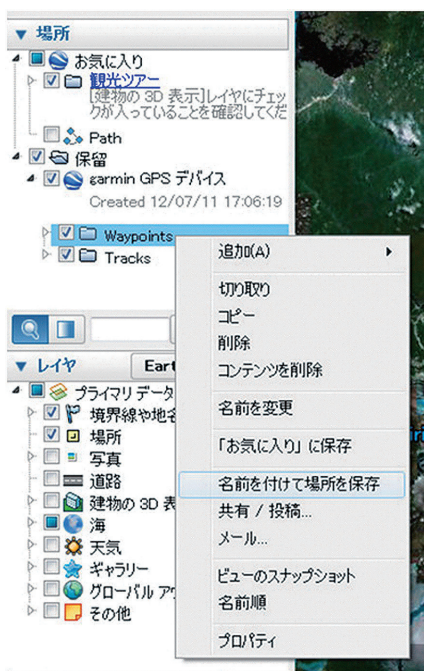
kml/kmz ファイルをシェープファイルに変換するには、Zonum Solutions のウェブサイト上で無償公開されているkml2shp というツールを用いる（<http://www.zonums.com/online/kml2shp.php>）（第6図）。ただし、このツールはInternet



第4図 Google Earth のGPS インポートのウィンドウ

Explorer では正常に動作しないので、Firefox, Safari, またはGoogle Chrome といったブラウザ上で使用する必要がある。

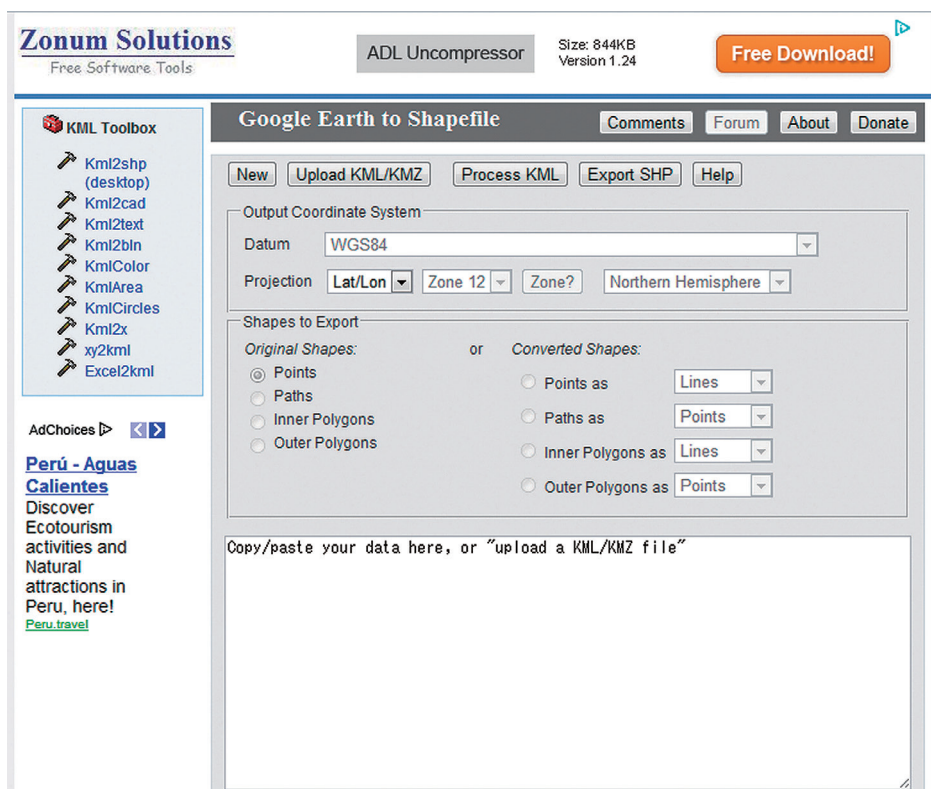
まず、「Upload KML/KMZ」をクリックし、「ファイルを選択」から先ほどkml/kmz に変換し保存したファイルを選択し、「Accept」をクリックする。次に、「Process KML」をクリックし、Shapes to Export からシェープファイルのタ



第5図 Google Earth での地点データの保存

イプ（ウェイポイントならPoints，トラックならPaths）を選択し，「Export SHP」をクリックする．そうすると，シェープファイルに変換され，「Download」をクリックすることでzip形式としてパソコンの任意のフォルダに保存される．

本節の1)，2)のいずれの方法を用いるにしろ，点データとしてのウェイポイントは，たとえば調査地域の主要施設ごとに地点データを取得し施設名を入力すれば，ArcGISで施設分布図として地図表示できるし，樹木ごとにデータを取得し樹種名を入力すれば，樹木分布図として地図表示することができる．線データとしてのトラックは，たとえば調査地域で道路に沿って移動し軌跡を取得すれば，ArcGISで道路網図として地図表示できるし，植生の境界に沿って移動し軌跡を取得すれば，植生界図あるいはビオトープマップ（丸山・仁平2005）として地図表示できる．



第6図 kml2shp のトップ画面

Ⅲ リモートセンシングデータからの地図作成

Ⅲ-1 ALOSデータからの合成画像の作成

ALOS データは、(財) リモート・センシング技術センター (RESTEC) が開設するCROSS-EXのウェブサイト (<https://cross-ex.info/cross-ex/topControl>) など画像検索し注文できる。

本報告で使用するのはALOS AVNIR-2データ (GeoTIFF 形式) である。4バンド (青、緑、赤、近赤外) の波長帯によってそれぞれ観測されたデータの画像からなり、これらを合成することで、通常の光学写真のようなトゥルーカラー画像や、非可視領域の近赤外バンドを赤く強調したフォールスカラー画像などを作成できる。

従来、リモートセンシングデータの処理や解析には、専用のソフトウェアが必要で、あまり汎用的に利用されるものではなかった。近年になって、たとえば田中ほか (2007) のように、比較的一般的な画像処理ソフトウェアであるPhotoshopを用いた方法が提示されているが、PhotoshopはGISのような位置の概念を持たないので、GISデータとの親和性は高いとはいえなかった。しかしながらArcGISの最新バージョン (ArcGIS 10) では、従来のバージョンと異なり、人工衛星画像のようなラスタデータの解析機能が充実した。これによって、ArcGISでもリモートセンシングデータを直接読み込んで、上記の合成画像を作成したり、簡単な画像解析をしたりできるようになった。木村 (2011) では、ArcGIS 10を用いたALOSデータからのトゥルーカラー画像の作成方法が詳しく解説されている。

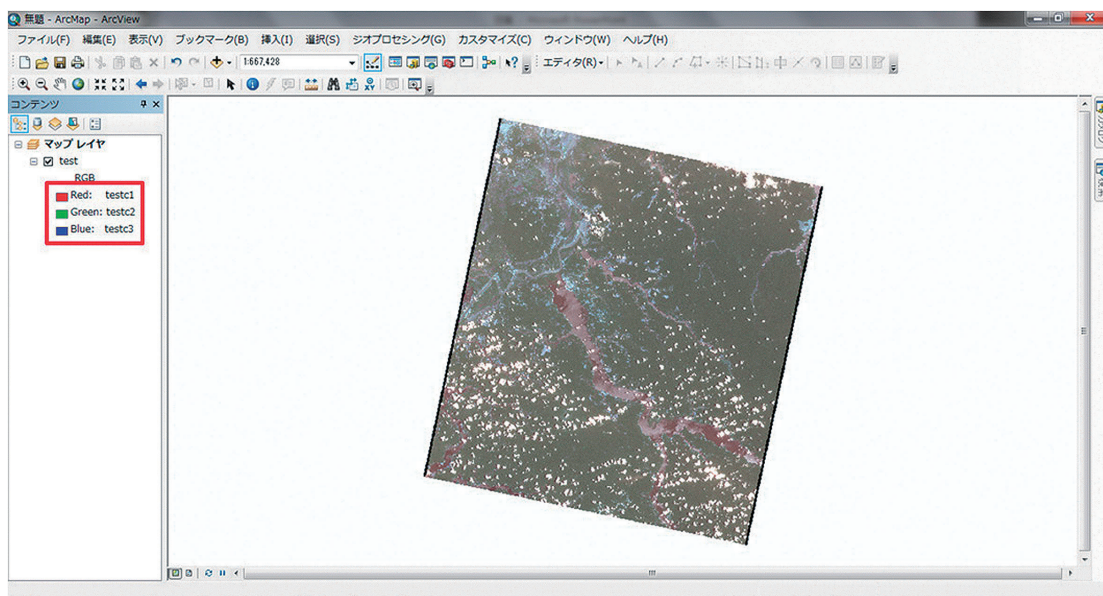
本報告では、トゥルーカラー画像とフォールスカラー画像の両方を作成する。というのも、ブラジリアマゾンのように密林が卓越する地域において、森林と水域、市街地・農地を識別する際には、フォールスカラー画像の方がはるかに見やすいからである。

まずArcGISのArcMapを起動し、ジオプロセシングメニューから「ArcToolbox」を選択する。出てきたウィンドウから、「データ管理ツール」の

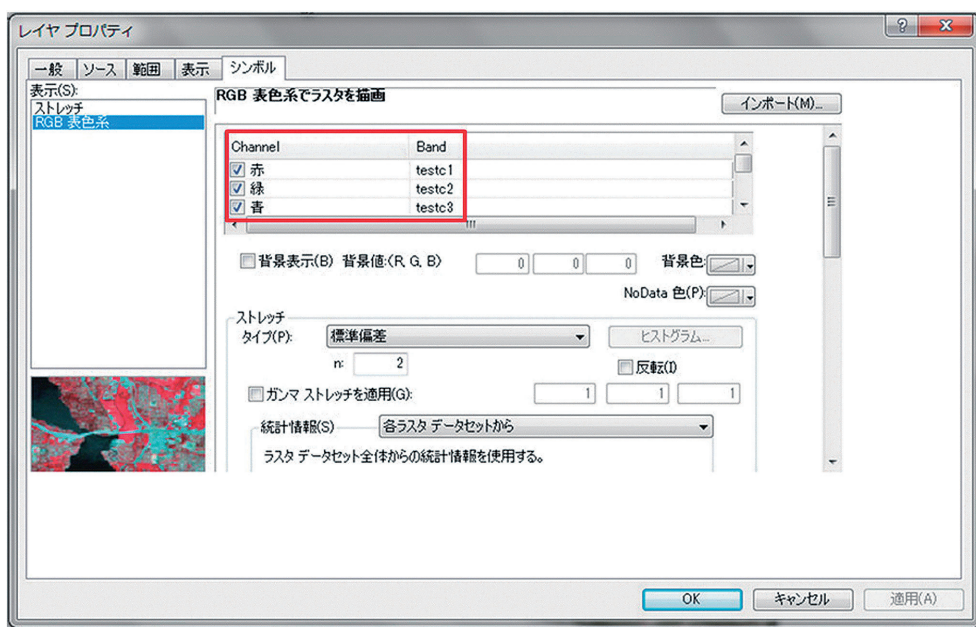
「ラスタ」の「ラスタプロセシング」の「コンポジットバンド」を選択する。フォルダ接続ボタンからALOSデータのいったフォルダを選択し、4バンドの画像ファイルを追加する。この際、ファイル名“IMG-01-ALAV2…”が青バンド，“IMG-02-ALAV2…”が緑バンド，“IMG-03-ALAV2…”が赤バンド，“IMG-04-ALAV2…”が近赤外バンドである。そして出力ラスタとして、合成画像の出力先のフォルダとファイル名を任意に決定し、「OK」をクリックする。この際、ファイル名が長いと解析処理でエラーを起こすことがあるので、できるだけ短い方が良い。画像処理が始まり、完了するとArcMap上に初期状態として、RGBのRedにバンド1 (“<出力ファイル名>c1”), Greenにバンド2 (“<出力ファイル名>c2”), Blueにバンド3 (“<出力ファイル名>c3”) を割り当てた画像が表示される (第7図)。

しかしながら、通常の光学写真の画像 (つまり人間の目で見た画像) としてのトゥルーカラー画像は、Redにバンド3, Greenにバンド2, Blueにバンド1を割り当てた画像である。また、近赤外データを赤く強調したフォールスカラー画像は、Redにバンド4, Greenにバンド3, Blueにバンド2を割り当てることで作成される。

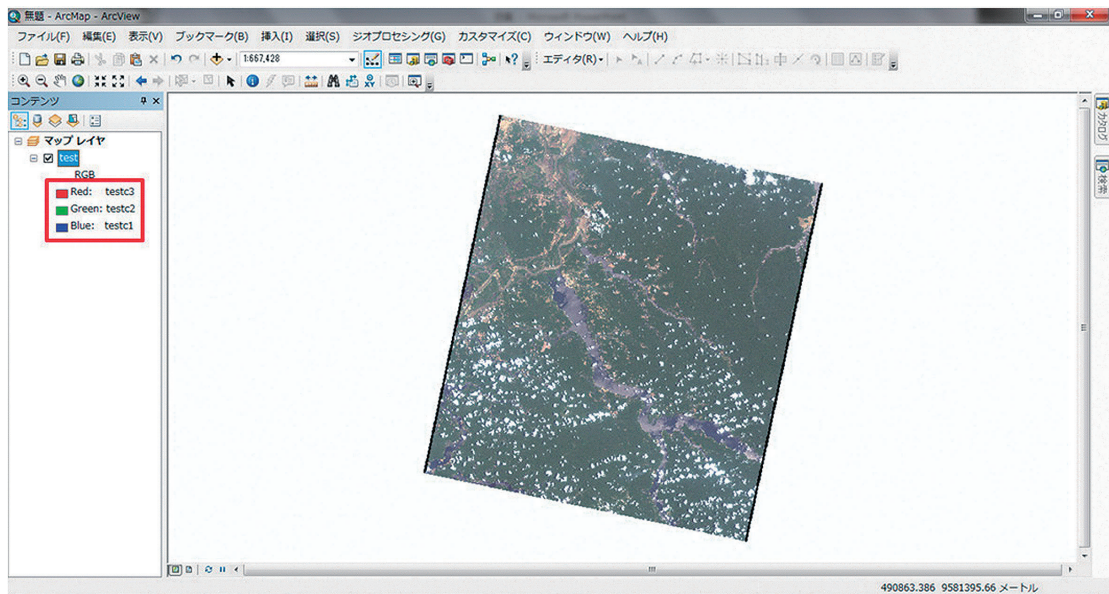
そこで次に、ArcMapに表示された画像のレイヤ名で右クリックし、「プロパティ」を選択し、出てきたレイヤプロパティウィンドウの「シンボル」タブを選択する (第8図)。「Band」の欄にある個々のバンド名のところで左クリックし、トゥルーカラー画像を作成したい場合は、赤：<出力ファイル名>c3, 緑：<出力ファイル名>c2, 青：<出力ファイル名>c1に設定し、「OK」をクリックする (第9図)。フォールスカラー画像を作成したい場合は、赤：<出力ファイル名>c4, 緑：<出力ファイル名>c3, 青：<出力ファイル名>c2に設定する (第10図)。「Channel」欄にはもう1つ「アルファ」というのがあるが、ここでは無視してよい。



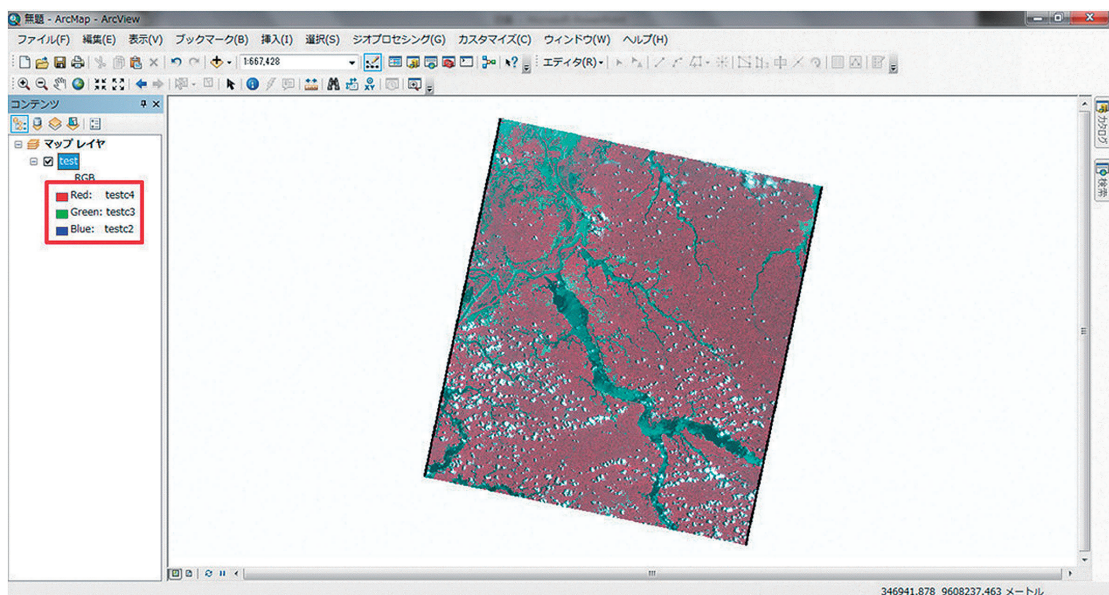
第7図 コンポジットバンドによって出力された初期状態の画像



第8図 合成画像のレイヤプロパティのシンボルトab



第9図 バンドの割り当てを変更して作成したトゥルーカラー画像



第10図 バンドの割り当てを変更して作成したフォールスカラー画像

Ⅲ-2 SRTMデータからの標高段彩図の作成

SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) データとは、USGS (アメリカ地質調査所) のウェブサイトが無償公開されている、スペースシャトルによって取得された標高データである。

本報告では、USGS のSRTM ダウンロードサイト (<http://dds.cr.usgs.gov/srtm/>) にアクセスし、より新しい方のversion2_1のSRTM3 (3秒 (約90m) グリッドの標高データ) をダウンロードする。ちなみにSRTM1というのは1秒グリッドのより詳細なデータであるが、アメリカとその周辺のデータしかない。SRTM3とSRTM30 (30秒グリッドの標高データ) は全世界を網羅している。

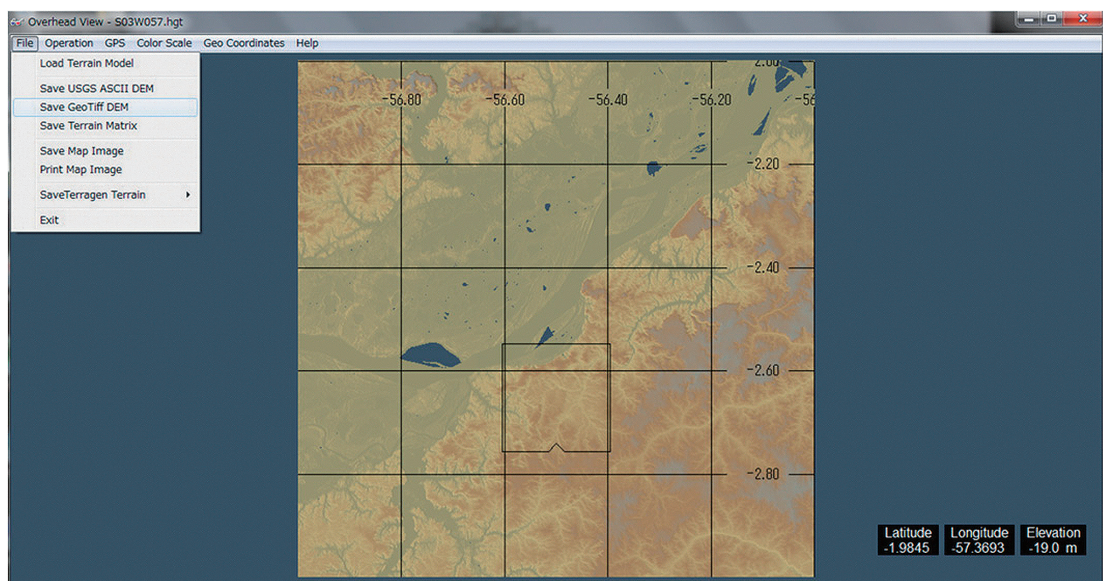
SRTM3は大陸別にデータフォルダが分かれているので、ここではブラジリアマゾンが含まれる「South America/」をクリックする。そうするとファイル一覧が出てくるが、ファイル名は各ファイルの対象範囲 (緯度1度×経度1度) の南西端の経緯度を表していて、たとえば「N00W050」ならば、その対象範囲は北緯0～1度、西経49～50度の範囲を意味する。本稿の対象地域であるマウエス川周辺地域は、南緯2～4度、西経56～58度に含まれる範囲なので、必要なファイルとして

「S03W57」「S04W57」「S03W58」「S04W58」の4つをダウンロードする。

ダウンロードして解凍したファイルはhgt形式なので、このままではArcGISでは扱えない。そこで、3DEMというフリーソフトを用いてGeoTIFF形式に変換する。3DEMは、[visualizationsoftware.com](http://www.visualizationsoftware.com) のウェブサイト (<http://www.visualizationsoftware.com/3dem>) へ行き、「available for download」をクリックすることで、無償でダウンロードできる。

3DEMを起動すると、DEMのファイルタイプを選択するウィンドウが出てくるので、「SRTM Data」を選択し、「OK」をクリックし、ダウンロードしたhgtファイルを1つ選択する。そして、Fileメニューの「Save GeoTiff DEM」を選択し (第11図)、任意のフォルダにファイル名を付けて「保存」する。他のhgtファイルも同様の方法でGeoTIFFファイルに変換し、保存する。

こうしてファイル形式を変換したSRTMデータであるが、データの取得時点でいくつかのデータ欠損 (データの存在しない箇所) があり、本報告の対象地域にも存在している (第11図で青く抜けている箇所)。その欠損箇所の標高値を補間す



第11図 3DEM で読み込んだSRTM データの例

るために、ArcGISで「Fill」という解析を実行する。Fill（サーフェスの平滑化）とは、標高データの中にある微小な凸凹や不完全部分（欠損や誤差）を除去し、データを補正する処理である（川崎・吉田2006）。

ArcGISのArcMapを起動し、GeoTIFF形式の標高データを追加したら、ArcToolboxウィンドウを開く。「Spatial Analyst ツール」の「水文解析」の「サーフェスの平滑化（Fill）」を選択する。「入力サーフェスラスタ」から先ほど追加した標高データを1つ選択し、「出力サーフェスラスタ」の右のフォルダボタンを押し、保存先として任意のフォルダとファイル名を設定し「保存」する。そして「OK」をクリックする。

こうしてFill処理された標高データを用いて、標高段彩図を作成する。Fill処理後のデータは自動的にArcMapに追加されているので、そのデータのレイヤ名で右クリックし、「プロパティ」を選択し、出てきたレイヤプロパティウィンドウの「シンボル」タブを選択する。左側の「表示」から「分類」を選択する（第12図）。ここでは標高20mごとに、0～20m、20～40m、40～60m、60

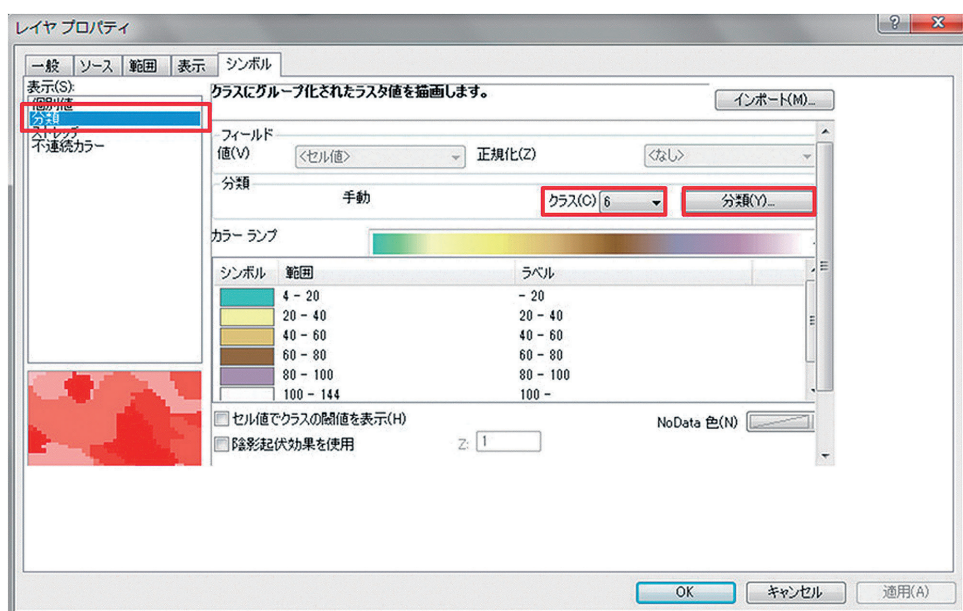
～80m、80～100m、100m～の6段階に色分けした地図を作成するので、「クラス」を「6」にし、右隣の「分類」をクリックする。そうすると頻度分布図が出てくるので、右側の「閾値」の欄を上から順に、20、40、60、80、100に変更し「OK」をクリックする。一番下の数値はデータの最大値であるが、ここは変更しない。そして最後に「カラーランプ」から任意の色を選択し（「シンボル」欄の各色をダブルクリックして個別に設定しても良い）「OK」をクリックする。

以上の手順で作成した標高段彩図の例が第13図である。

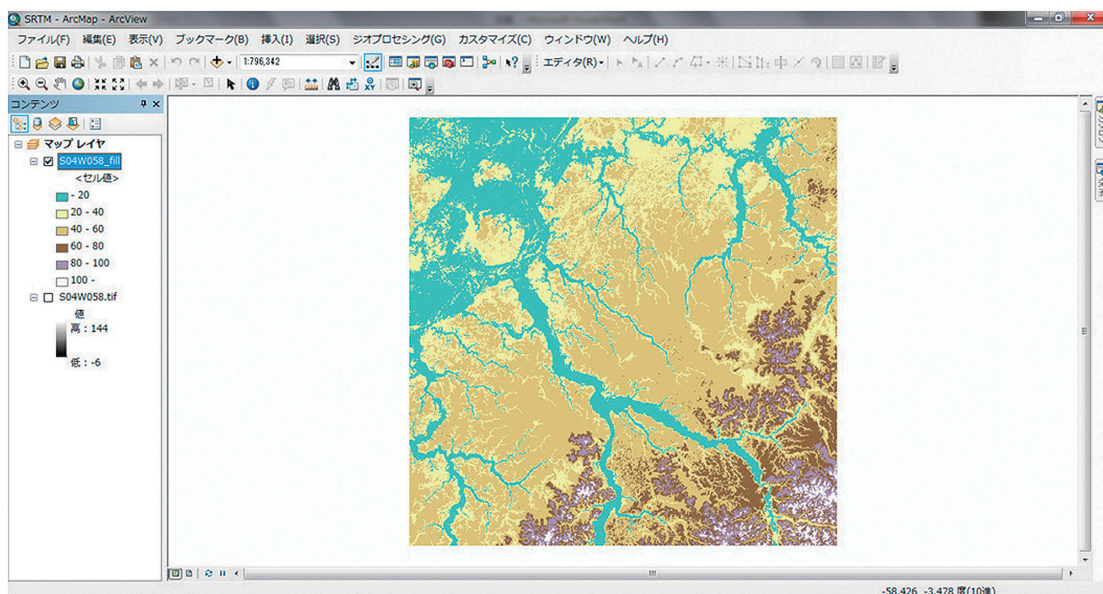
IV おわりに

本報告では、ブラジリアマゾンのマウエス川周辺地域を対象に、GPSで取得したデータや衛星画像および標高データといったデジタルデータを活用して、できるだけ簡便かつ汎用的な方法で、地理学的現地調査に不可欠な大縮尺のベースマップを作成するための方法をいくつか提示した。

日本のように大縮尺の官製地図が比較的簡単に



第12図 標高データのレイヤプロパティのシンボルタブ



第13図 SRTM データより作成した標高段彩図の例

入手できる場合に比べて、自ら必要なデータを各所から収集し、加工し、地図表示しなければならないのは多少面倒かもしれない。しかしながら、このようにベースマップを自作するというのは別の言い方をすると、自らの調査対象や調査内容の特性を考慮し、ベースマップとしてどのような項目をどのような形で表現するかを自由にカスタマイズできるということでもある。

また、GPS によるデータ取得と地図表示は、自らの調査の軌跡や履歴を空間的に記憶しておく備忘録としても大きな意味を持つ。次回以降の調

査において、たとえ既成の地図がない地域であっても、前回の調査地を再訪したり、同じ経路・地点を辿って継続的な観測をしたりする際に、非常に効果的な役割を果たす。

本報告のように、比較的簡便かつ汎用的な方法で、それぞれの調査の趣旨に即したベースマップを自作するための、ソフトウェアやツール、デジタルデータ類の公開とインターネットを通じた共有化は、今後さらに進展するであろうし、フィールドワークの基礎資料としてそれらを活用することの重要性は、今後さらに増すであろう。

本研究には、平成22～25年度科学研究費補助金基盤研究（A）「フィールドワーク方法論の体系化－データの取得・管理・分析・流通に関する研究－」（研究代表者：村山祐司、課題番号：22242027）、および平成23～27年度科学研究費補助金基盤研究（B）「ブラジル・アマゾンにおける低投入持続型農業の環境調和性と内発的發展戦略」（研究代表者：丸山浩明、課題番号：23401039）を使用した。本報告で紹介した手順に関しては、筑波大学生命環境系の森本健弘先生、および生命環境科学研究科大学院生（2011年当時）の杉野弘明氏に助言をいただいた。以上、記して謝意を表する。

[注]

- 1) ただし最近の機種ならば、USB ドライバなしで直接パソコンにデータを出力できる。
- 2) DNRGPS という、ArcGIS 10のエクステンションとして使えるものもある。

[文 献]

- 川崎昭如・吉田 聡 (2006) : 『図解ArcGIS Part2－GIS 実践に向けてのステップアップ』 古今書院.
- 木村圭司 (2011) : 衛星画像を利用した植生活性度の空間分析. 橋本雄一編『GIS と地理空間情報－ArcGIS10とダウンロードデータの活用』 133-139. 古今書院.
- 田中邦一・青島正和・山本哲司・磯部邦昭 (2007) : 『新版 フォトショップによる衛星画像解析の基礎－手軽にできるリモートセンシング－』 古今書院.
- 中村和郎・高橋伸夫編 (1988) : 『地理学講座 第1巻 地理学への招待』 古今書院.
- 橋本雄一編 (2011) : 『GIS と地理空間情報－ArcGIS10とダウンロードデータの活用』 古今書院.
- 古澤拓郎・大西健夫・近藤康久編著／Fieldnet 監修 (2011) : 『フィールドワーカーのためのGPS・GIS 入門』 古今書院.
- 丸山浩明・仁平尊明 (2005) : ブラジル・南パンタナールのビオトープマップ. 地学雑誌, **114**, 68-77.
- 横山 智 (2001) : ラオス農村におけるGPS とGIS を用いた地図作成. GIS－理論と応用, **9**(2), 1-8.

英文タイトル

Methodology for Making a Base Map for Field Survey Using GIS, GPS and
Remote Sensing
— A Case of Brazilian Amazon —

YAMASHITA Akio