

広島大学大学院文学研究科論集

第74巻 特輯号

日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ
—解説と地図—

後藤 秀昭

2014年12月

目 次

I. 日本列島と周辺海域を統合した詳細アナグリフの作成と活断層地形判読	
1. はじめに	
1) 本稿の目的と意義	2
2) 本稿の構成	3
2. 本稿で用いた数値標高モデル (DEM)	
1) 陸上を対象とした DEM	4
2) 日本列島周辺海域の DEM	10
3. 地形アナグリフの作成方法	
1) 陸上地形の DEM の取得と変換	15
2) 海底地形を示す等深線から DEM の作成	15
3) DEM データの必要範囲の切り出しとファイル形式の変換	16
4) DEM からアナグリフを作成する方法	17
5) 既存の活断層図をアナグリフに重ねる方法	19
4. 詳細地形アナグリフを用いた活断層地形判読の予察的検討	
1) 沿岸の海底地形と陸上地形を統合した詳細地形アナグリフによる地形判読 —函館平野の東縁を例に—	20
2) 活断層帯の長さや分布形態の再検討 —関東平野北西縁断層帯周辺を例に—	23
3) 地物に覆われる地域における長波長のわずかな変位・変形の検討 —武蔵野台地とその周辺を例に—	26
II. 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ	
1) 第Ⅱ部の図の概要	32
2) 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ	35
注	100
文献	101
英文要旨	103
(別冊)	
III. 陸上の活断層分布を示す詳細地形アナグリフ	
1) 第Ⅲ部の図の概要	別冊 2
2) 既知の陸上活断層の分布を示す詳細地形アナグリフ	別冊 5

キーワード：アナグリフ，数値標高モデル (DEM)，日本列島，変動地形，海底地形

I. 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフの作成と活断層地形判読

1. はじめに

1) 本稿の目的と意義

数値化された地形データを用いた研究は、計算機 (PC) の高性能化や地理情報システム (GIS) の普及、地理データの整備、インターネットの高速化に伴うデータの流通の活発化などを背景に今世紀になって急速に広がった。そのうち、地形の可視化に関する研究は重要な柱の一つであり、陰影図や傾斜区分図、地形開度 (横山ほか, 1998)、赤色立体地図 (千葉・鈴木, 2004)、ステレオ画像の作成 (後藤・佐藤, 2003; 後藤・中田, 2009 など) など、工夫が重ねられ、地形の特性を把握する試みが続けられている。ステレオ画像は、本来、三次元の情報を持つ地形を、文字通り、三次元で直感的に捉えられるため、多様に工夫してカラーで可視化された単画像の地形画像と比較しても取得できる情報量は極めて多い (野上ほか, 2001; Lin et al., 2013)。特に赤青メガネを通して見るアナグリフ (余色立体図) は作成や閲覧が容易なことから、陸上地形や海底地形の判読、地理教育など、広く利用されている (後藤・中田, 2011; 中田・後藤, 2010; 泉ほか, 2011; 佐藤・後藤, 2007 など)。

変動地形学的研究では、ステレオペアの空中写真を実体視して地形を判読し、地形発達史を理解するなかで変位地形などの異常な地形を見いだすことが研究の発端となることが多い。活断層に関する研究では、空中写真の縮尺を変えたり、様々な撮影年代の写真を用いることで、沖積面を変位させる数 m の低断層崖まで認識されるようになった (中田・今泉編, 2002; 池田ほか編, 2002; 後藤・中田, 2000 など)。近年では、DEM から作成されるステレオ画像が空中写真とは異なる特性を持った新たな素材として注目され、その有効性が示された (後藤・杉戸, 2012; Lin et al., 2013 など)。

これを受け、日本列島の陸上地形を新しい視点で判読するために、国土地理院により広く整備された陸上の主に 10 m 間隔の DEM を用いて日本列島の地形アナグリフが提示された (後藤, 2012)。また、後藤 (2013) では、日本列島の沿岸海域で網羅的に整備されている最も詳細な地形データから DEM (約 1 秒間隔: 約 30m 間隔) が新たに生成され、それに基づいて海底地形アナグリフが作成・提示された。その後、2013 年 11 月になって国土地理院から 5m 間隔の DEM が広範囲に整備、公開された。

そこで、本稿では、国土地理院が整備した 5 m 間隔および 10 m 間隔の DEM と後藤 (2013) で作成した海底の DEM (約 1 秒間隔: 約 30m 間隔; ここでは、M7000 DEM と呼ぶ) を用いて、日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフを提示する。この画像は、現在、公開されている地形データを使った最も詳細な地形アナグリフとなる。詳細地形アナグリフに既存の活断層図を重ねあわせた画像としても提示する。さらに、詳細地形アナグリフを用いた活断層地形判読

の予察的な検討結果を報告し、これらの画像の有用性をあらためて検証する。

本稿で提示したアナグリフ画像を用いれば、日本列島とその周辺海域を対象に地形のスケールを自由に変更しながら、シームレスに詳細に地形を観察することができるようになる。山地、盆地、平野などの中地形から平野の微地形、さらには水田一筆のレベルまで、地表の地物を取り除いた「裸の地球」を1枚の画像で判読でき、地形の連続性を追跡することが容易となる。さらに、垂直倍率を現実よりも強調しており、わずかな起伏を捉えやすい。

1995年の兵庫県南部地震以降、活断層の調査研究が全国で急速に進展し、その結果、活断層の分布についても多くの新知見がもたらされ、「活断層再発見の時代」と呼ばれたこともある。大縮尺の空中写真判読により詳細な活断層図としてまとめられると（中田・今泉編，2002；池田ほか編，2002；後藤・中田，2000など）、変動地形の研究に一種の閉塞感が生まれた。そのような中で数値化された地形データが広く利用されるようになり、DEMのステレオ画像も一般に作成可能となった。これらは、変動地形研究の新展開を導きうる画期的な素材と考える。かつて、おもに地形図を利用して地形を検討していた時代から空中写真の利用が可能となった時のように、特性の異なる素材が利用可能になることで、これまで議論されることのなかった変動地形が注目されるようになるものと期待される。

これまでにない地形判読資料であり、広く利用され、日本列島の地形感を培う素材として利用されたり、変動地形に限らず、地形研究の新たな仮説の創出や発展に貢献できれば望外である。

2) 本稿の構成

本稿は、第I部の「日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフの作成と活断層地形判読」と題する解説と第II部の日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフの図面集、第III部の既知の陸上活断層の分布を示す詳細地形アナグリフの図面集からなる。第III部は別冊とした。

第I部では、本稿で使用した数値標高モデルを紹介する（第2章）とともに、地形アナグリフを作成する具体的手順や地形アナグリフに活断層線を重ねあわせて表示する方法について記述する（第3章）。また、第I部の最後には、詳細地形アナグリフから判読できる変動地形の例として、これまでに記載されていないものについての予察的な結果を記し、これらの画像の有用な場面に ついて3つの視点を提示する（第4章）。

2. 本稿で用いた数値標高モデル (DEM)

日本列島の陸上および、その周辺海域で整備されている数値標高モデル (DEM) については、すでに後藤 (2012) および後藤 (2013) でそれぞれまとめている。本章ではその後の状況も踏まえながら、本稿で用いたデータに焦点をあてて記載する。したがって、後藤 (2012) および後藤 (2013) からの転載や重複がある。

1) 陸上を対象とした DEM

本稿では、「基盤地図情報」¹⁾ の「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」および「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」を使用した。「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」は国土すべてで整備されていないため、不足する地域は「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」で補った。以下では、これらについて記述する。

①基盤地図情報による DEM 整備の背景と状況

基盤地図情報は、2007年8月に施行された「地理空間情報活用推進基本法」²⁾ に伴い、国土地理院によって整備が進められている。地理空間情報活用推進基本法には「地理空間情報のうち、電子地図上における地理空間情報の位置を定めるための基準となる」と定められており、地理情報システム (GIS) で利用できるいわば、共通の白地図データが整備されつつある。第十八条には「国は、その保有する基盤地図情報等を原則としてインターネットを利用して無償で提供するものとする」とされている。

基盤地図情報の数値標高モデルとしては、「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」および「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」がある (表 I-1)。「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」

表 I-1 国土地理院が整備している数値標高モデルのメッシュ間隔と作成法

メッシュ間隔	2万5千分1地形図の等高線	火山基本図の等高線	数値標高モデルから計算	空中レーザ測量	空中写真測量
約5m				数値地図5mメッシュ (標高) *	数値地図5mメッシュ (標高) *
約10m	数値地図10mメッシュ (標高) *				
10m		数値地図10mメッシュ (火山標高)			
約50m	数値地図50mメッシュ (標高)				
約250m	数値地図250mメッシュ (標高)				
約1km	数値地図1kmメッシュ (標高)		数値地図1kmメッシュ (平均標高)		
高さ精度	標準偏差で5m以内	標準偏差で2.5m以内		標準偏差で0.3m以内	標準偏差で0.7m以内
水平位置精度				標準偏差で1.0m以内	標準偏差で1.0m以内

注1) *は基盤地図情報を示す。

注2) 空中レーザ測量による数値地図5mメッシュ (標高) は、基盤地図情報の整備以前からも提供・販売されてきたものを含む。

注3) 2万5千分1地形図の等高線から作成されたものは全国で整備されているが、それ以外は一部の地域のみ。ただし、数値地図50mメッシュ (標高) は、北方地域 (いわゆる北方領土) を含まない。

後藤 (2012) を一部修正

は2008年10月1日に四国から公開が開始され、2008年2月1日にほぼ全国のもものが整備・公開された³⁾。2014年2月28日に北方地域（いわゆる北方領土）のデータを公表し、日本列島の陸域のデータ整備は完了した⁴⁾。

一方、「数値標高モデル5mメッシュ（標高）」は、地理空間情報活用推進基本法制定以前から整備されたものに加え、2009年6月1日より順次公表された。2012年3月28日には、2005年～2009年に国土交通省が1級河川沿いを中心に航空レーザで測量して作成されてきた数値標高データが大量に公開された⁵⁾。その範囲は約134,000平方キロメートル（国土の約35%）におよび、5m間隔の数値標高モデルが利用可能な地域は合計で約170,000平方キロメートル（国土の約45%）と、急激に広がった⁵⁾。2013年11月19日に、航空レーザ測量を基に作成した地

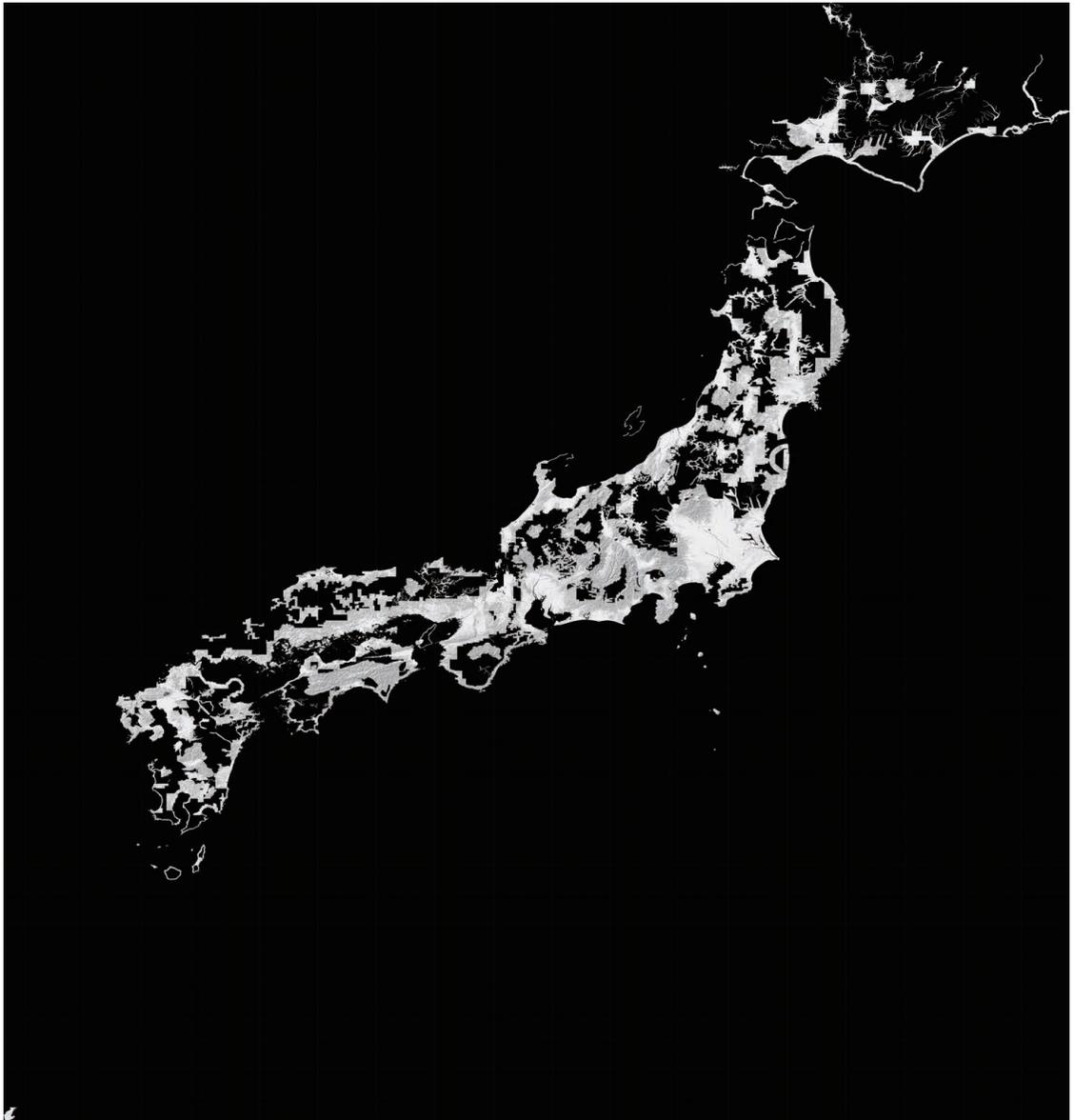


図 I - 1 基盤地図情報「数値標高モデル5mメッシュ（標高）」の整備範囲（2013年11月現在）

域を新たに加えるとともに、国土交通省の航空レーザ測量による成果と国土地理院の測量成果が統合されて公表された⁴⁾。「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」の整備範囲は図 I - 1 の通りであり、平野と海岸部のほとんどが整備されており、山地部の一部で未整備となっている。

②基盤地図情報の DEM の整備方法と精度

・「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」

2万5千分1地形図の等高線をベクトル化したデータから計算によって求められたもので、地表での経度・緯度とも 0.4 秒 (約 10 m) 間隔のメッシュの中心点の標高を記したデータである⁶⁾。

2万5千分1地形図の等高線の高さ精度は 5 m以内であり、「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」でも高さの精度は標準偏差で 5 m以内となっている⁷⁾。標高値の記載は 0.1 m単位となっているが、有効値は 1 m単位であり、小数点以下については参考値である。本稿で使用した情報は小数点を含めたものである。

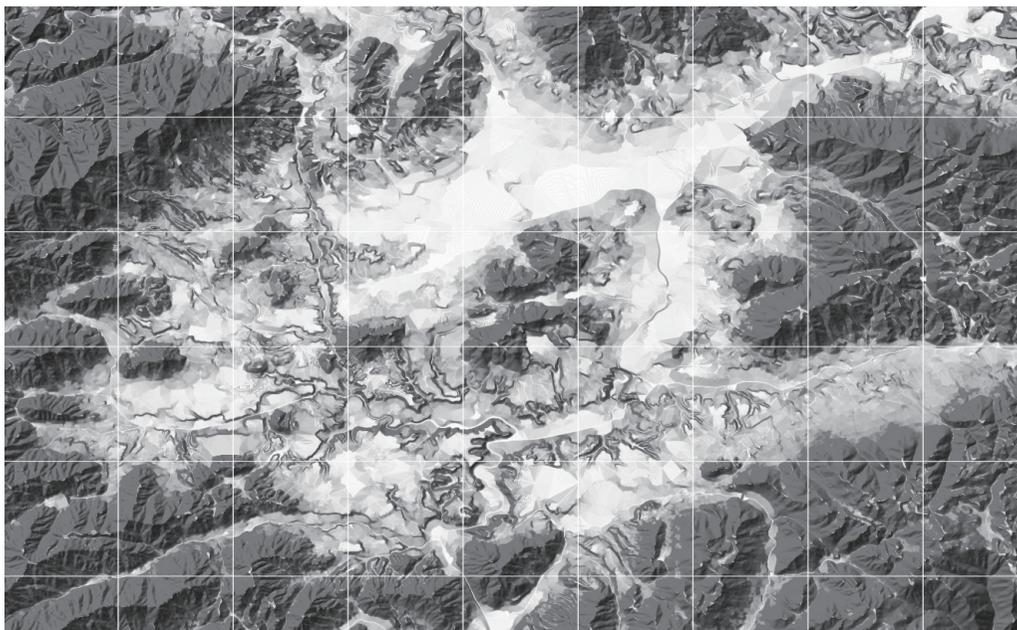
図 I - 2 に、「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」で作成した地形図を例として提示した。山地地形は明瞭に読み取れる一方で、平野部では段丘地形は認識できるものの、低地の微地形は判読できない。

・「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」

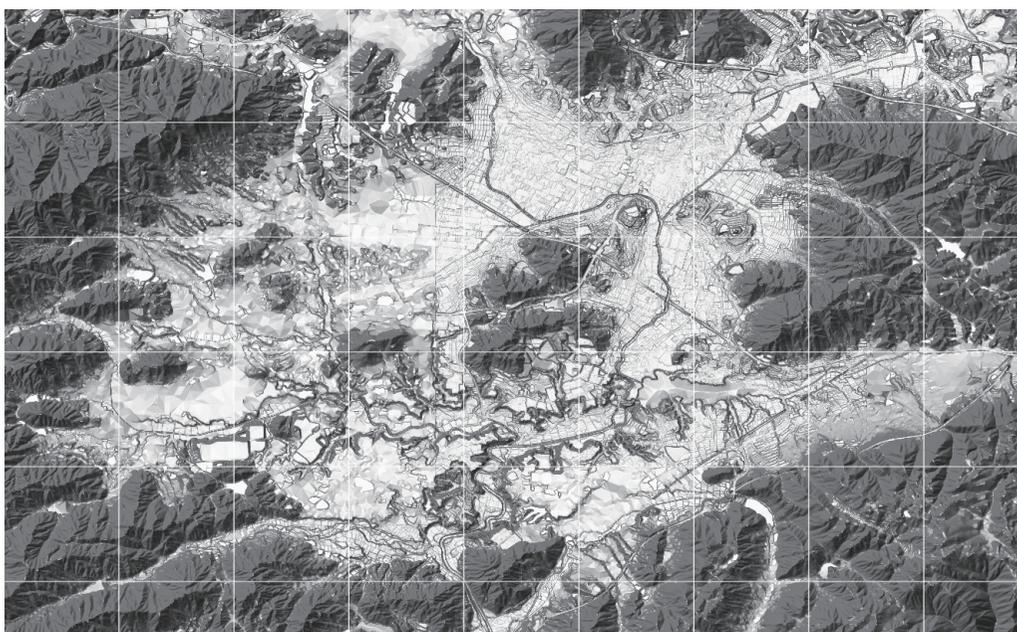
「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」は、航空レーザ測量を基に作成したものと、空中写真測量を基に作成したものがある (図 I - 3, 4)。ともに、地表での経度・緯度とも 0.2 秒 (約 5 m) 間隔のメッシュの中心点の標高を記したデータである⁶⁾。航空レーザ測量は主に大都市圏が整備区域であり、空中写真測量は主に都市計画区域のうち線引き区域 (市街化区域, 市街化調整区域) が整備対象区域となってきたが、国土交通省の航空レーザ測量による成果が加わり、その区分は必ずしも適合せず、航空レーザ測量の成果が利用できる地域が大部分である。「地理院地図」 (<http://portal.cyberjapan.jp>) で整備範囲を閲覧できる。

航空レーザ測量では、航空機に搭載したレーザスキャナから地上にレーザパルスを照射し、地上から反射するレーザの時間差により地上までの距離を計測しており、これと GPS 測量機と慣性計測装置から得られる航空機の位置を合成して地表の高精度な測量を実施するものである。空中写真測量は、航空機に搭載したカメラを用いて鉛直方向の地上の写真を撮影し、PC のデジタル写真測量ソフトに写真データと航空機の位置やカメラの情報を入力して測量するものである。「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」では、いずれの方法で計測したものでも、地表面の家屋や道路・鉄道の橋梁等の人工構造物や樹木等の植生を除去したデータとなっている。

標高の取得位置の精度は、ともに標準偏差で 1.0 m以内である。高さの精度は、航空レーザ測



図I-2 基盤地図情報「数値標高モデル10 mメッシュ(標高)」による傾斜区分図(西条盆地)
 2万5千分1地形図の等高線から作成されたデータ。東広島市の西条盆地とその周辺地域を示す。山地は現実の地形に近い形態を示しているように見えるが、平野部の地形は幾何学的な形態が目立つ。グリッドは1分間隔。



図I-3 基盤地図情報「数値標高モデル5 mメッシュ(標高)」による傾斜区分図(西条盆地)
 東広島市の西条盆地とその周辺地域を示す。黒瀬川沿いは航空レーザ測量により水田の一筆が確認できるほど詳細な地形情報を有する、それ以外は空中写真測量による成果であり(図I-4)、幾何学的な形態も見える。グリッドは1分間隔。

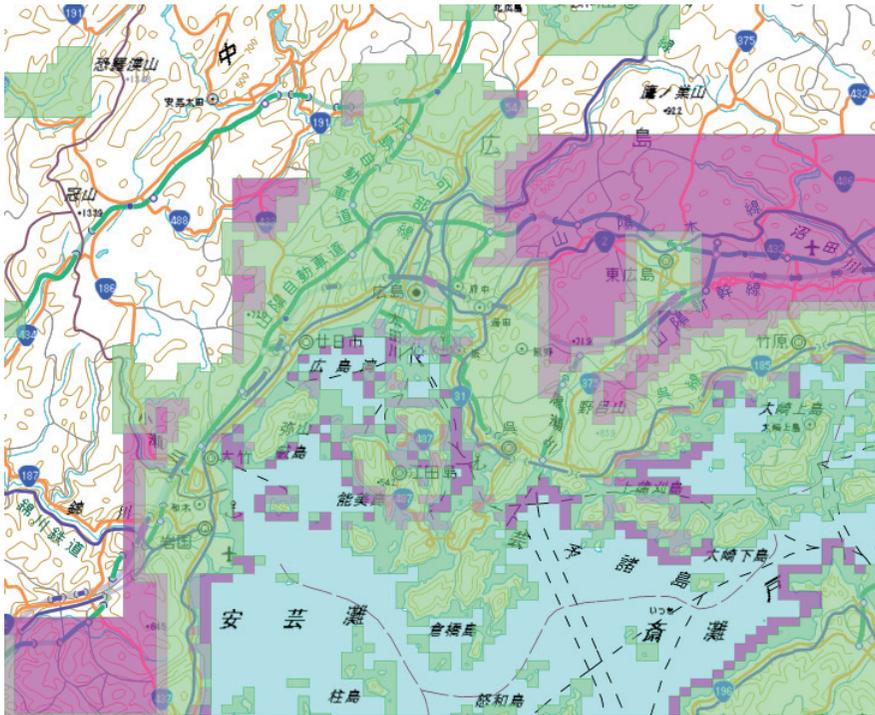


図 I- 4 基盤地図情報「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」の整備範囲 (5132:「広島」)
 黄緑色は航空レーザ測量, 紫色は空中写真測量による整備範囲。地理院地図 (<http://portal.cyberjapan.jp>) より。

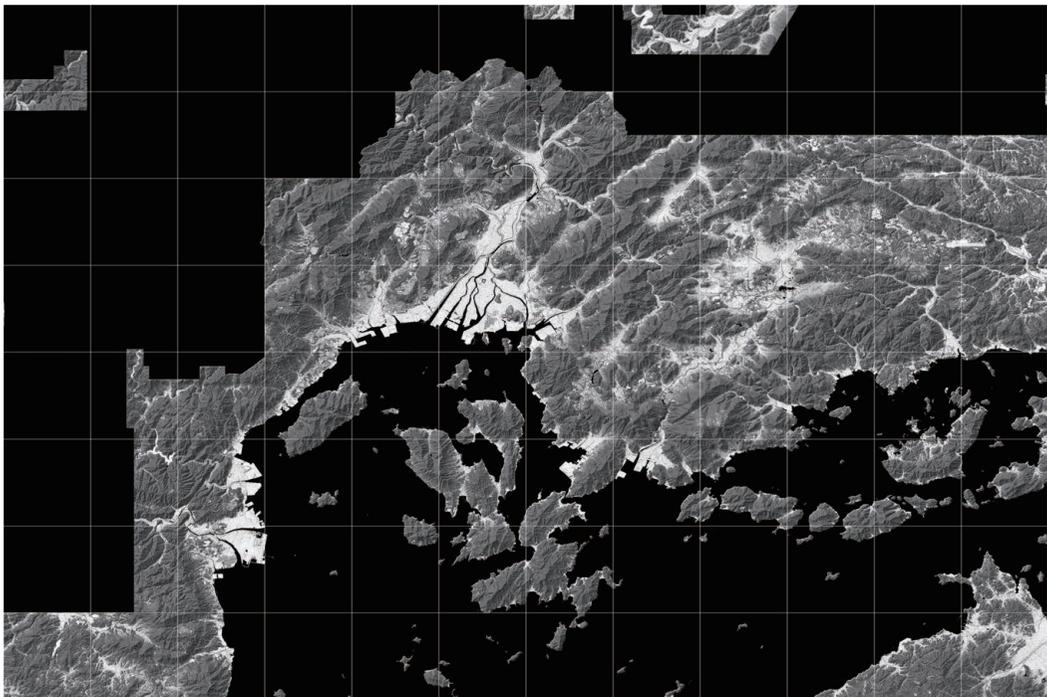


図 I- 5 基盤地図情報「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」による傾斜区分図 (5132:「広島」)
 標準地域メッシュ: 5132。広島市付近は航空レーザ測量による成果で, 東部の東広島市周辺などは空中写真測量による成果 (図 I- 3, 4)。北部の山地部は「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」は整備されていない。グリッドは 5 分間隔。

量で標高点の標準偏差で 0.3 m 以内、空中写真測量では標高点の標準偏差で 0.7 m 以内となっている⁷⁾。標高値の記載は 0.01 m 単位となっているが、有効値は 0.1 m 単位であり、小数点第 2 位以下については参考値である。本稿で使用した情報は 0.01 m 以下を含めたものである。

図 I - 3 に、「数値標高モデル 5 m メッシュ (標高)」で作成した東広島市の西条盆地の傾斜区分図を例として提示した。「数値標高モデル 10 m メッシュ (標高)」で作成した図 I - 2 に比べ、山地地形および平野の微地形ともにより詳細に認識できる。一方で、平野内でも地形の表現に違いがあるのが確認できる。JR 西条駅から黒瀬川沿いでは、道路や田んぼの一筆、一筆が明確に読み取れるのに対し、それ以外の場所ではそれらが読み取れず、三角形をした幾何学模様が目に付く。処理の過程で発生させる TIN が目視できるほど残存しており、測量の密度が相対的に粗いと考えられる。この違いは航空レーザ測量によるものと、空中写真測量によるものの違いであり (図 I - 4)、同じメッシュ間隔のデータといえども、取り扱いや地形判読には注意が必要なことが分かる。

本稿で提示する詳細地形アナグリフは、「数値標高モデル 5 m メッシュ (標高)」の未整備な地域は「数値標高モデル 10 m メッシュ (標高)」で補って作成した (図 I - 5, 6)。すなわち、詳細な地形が観察できるデータから順に、航空レーザ測量による「数値標高モデル 5 m メッシュ

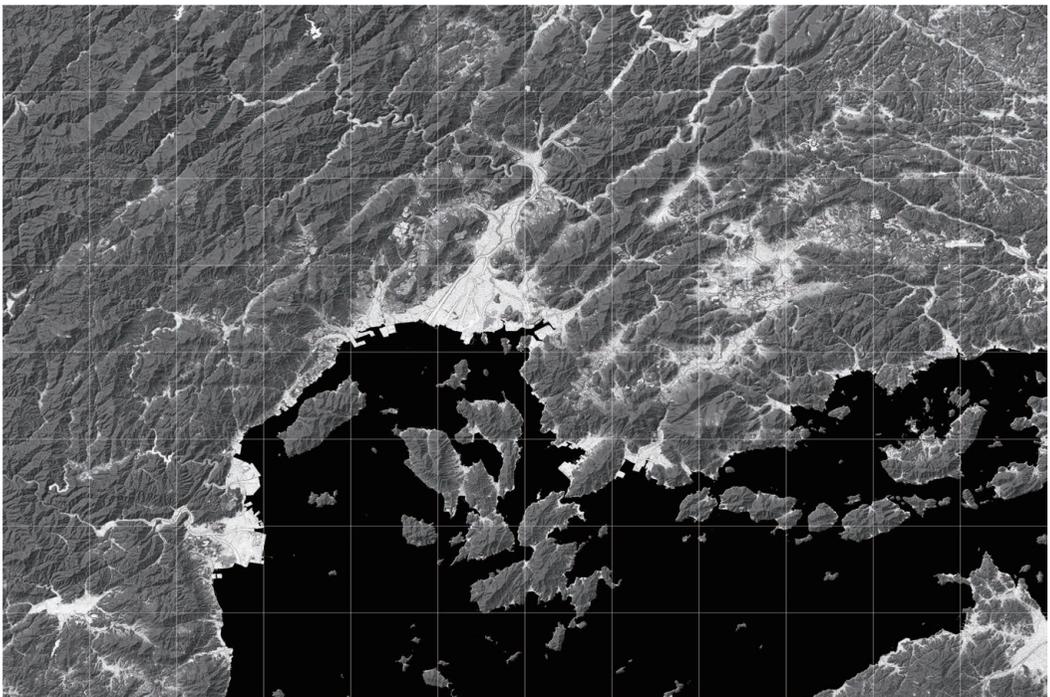


図 I - 6 基盤地図情報「数値標高モデル 5 m メッシュ (標高)」および「数値標高モデル 10 m メッシュ (標高)」による傾斜区分図 (5132 : 「広島」)

本稿の詳細地形アナグリフ画像では「数値標高モデル 5 m メッシュ (標高)」の未整備地域を「数値標高モデル 10 m メッシュ (標高)」で補い、地形を連続的に観察できるようにした。図 I - 5 と同じ領域の地図。グリッドは 5 分間隔。

(標高)」、空中写真測量による「数値標高モデル 5 mメッシュ (標高)」, 2万5千分の1地形図の等高線から作成した「数値標高モデル 10 mメッシュ (標高)」である。これらの順にデータを重ね、可能な限り詳細な地形が観察できるようにした。データの境界は可能な限り自然に接続するようになっており、データの違いは注意深く観察しないと分からない場合もある。

2) 日本列島周辺海域の DEM

日本列島周辺海域で最も詳細で一般に利用が可能な DEM は、J-EGG500 とそれをもとにした Japan250m.grd である。両者はメッシュ間隔が 500 m と 250 m と異なるものの、本質的な違いはなく、J-EGG500 は最新の測深結果を取り入れており、現在では精度が高いようである (後藤; 2013)。一方、本稿で用いたのは、それらよりもメッシュ間隔がはるかに細かい約 1 秒 (約 30m) 間隔である。これらについて、後藤 (2013) を転載して違いを明示する。

① J-EGG500

J-EGG500 (JODC-Expert Grid data for Geography) は日本周辺の 500m メッシュ海底地形の DEM である。日本海洋データセンターが保管している MGD77, J-BIRD (JODC - Bathymetry Integrated Random Data set) の各水深データおよび海上保安庁海洋情報部のマルチビーム測深データを使用し、それらを統合編集したものである (浅田・沖野, 1998)。J-EGG500 の詳細およびダウンロードサイトは下記の web サイトにある。

http://www.jodc.go.jp/data_set/jodc/jegg_intro_detail.html

② Japan250m.grd

Japan250m.grd は岸本 (2000) により編集された海陸を合わせた日本周辺の 250 mメッシュデータである。海底地形の分析や津波伝播シミュレーションなどの研究で、広く用いられているデータである。海底地形は J-EGG500 をもとに作成されている。作成からすでに 10 数年を経ており、その後の調査が反映されていないことからか、南海トラフでは J-EGG500 よりも見劣りがする (後藤, 2013)。

③ M7000DEM (後藤 (2013) の約 1 秒 (約 30m) 間隔の DEM)

後藤 (2013) で作成した海底地形の DEM は、(財)日本水路協会が作成した「海底地形デジタルデータ」の M7000 シリーズに基づいている。このシリーズは日本沿岸全域にわたって等深線をデジタル化したもので、29 ファイルに分割されて販売されている (図 I - 7)。海域により等深線間隔は異なるが、取得水深データで求められる最大限の高密度な等深線が収録されている。海上保安庁の海底地形図が発行されている地域は高密度な等深線となっているように思われる。

M7000 シリーズはアスキーファイルとシェープファイルが販売されており、後藤 (2013) ではシェープファイルを利用した。図 I - 8 は、M7012 のデータのうち、若狭湾沿岸海域を表示したものである。M7000 シリーズのデータは、等深線、海岸線、低潮線の 3 つのファイルから構成

される。海岸線，低潮線には，0 の鉛直値が属性として付与されており，等深線には正の整数で鉛直値が付与されている。

等深線の間隔は，図 I - 8 の図中のほとんどの範囲で 130 m 以浅では 1 m であるが，それ以深では 5 m 間隔となっている。他のファイルでも一般に浅海部は等深線間隔が狭いのに対し，深海部のそれは粗い。ただし，図 I - 8 で確認できるように浅海部でも間隔が粗い場所もある。また，深海であっても，北陸～東北地方～北海道沖の日本海（東北日本の日本海東縁）のように等深線間隔が詳細な地域もある。

等高線間の水平距離は，最も細かい地域で 10-50 m 程度である（図 I - 8）。そこで後藤（2013）では，約 1 秒（約 30m）間隔の DEM を作成した。

若狭湾の一部地域を対象に，これまでに日本列島全域で整備されている DEM のうちで，最も細かい解像度を有する J-EGG500 から作成したアナグリフを図 I - 9 に示し，M7012 から作成し

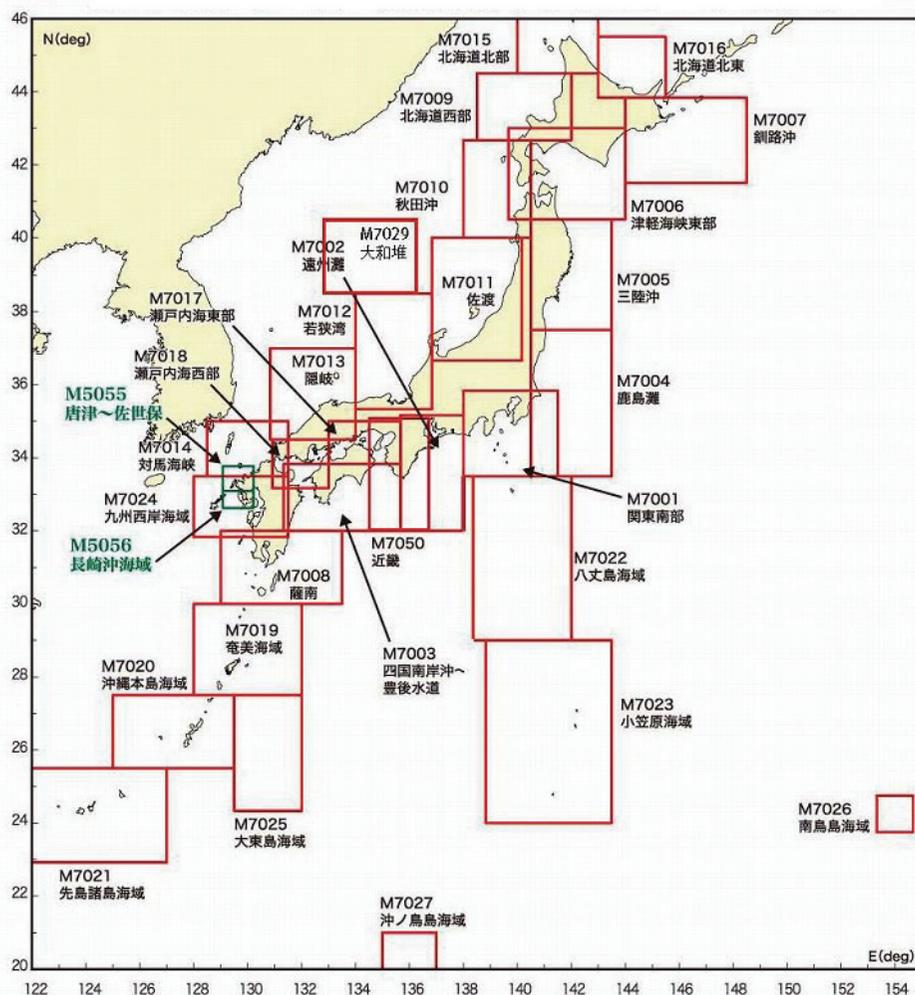


図 I - 7 M7000 シリーズ 海底地形デジタルデータの海域

http://www.jha.or.jp/jp/shop/products/btdd/popup_7000.html から引用

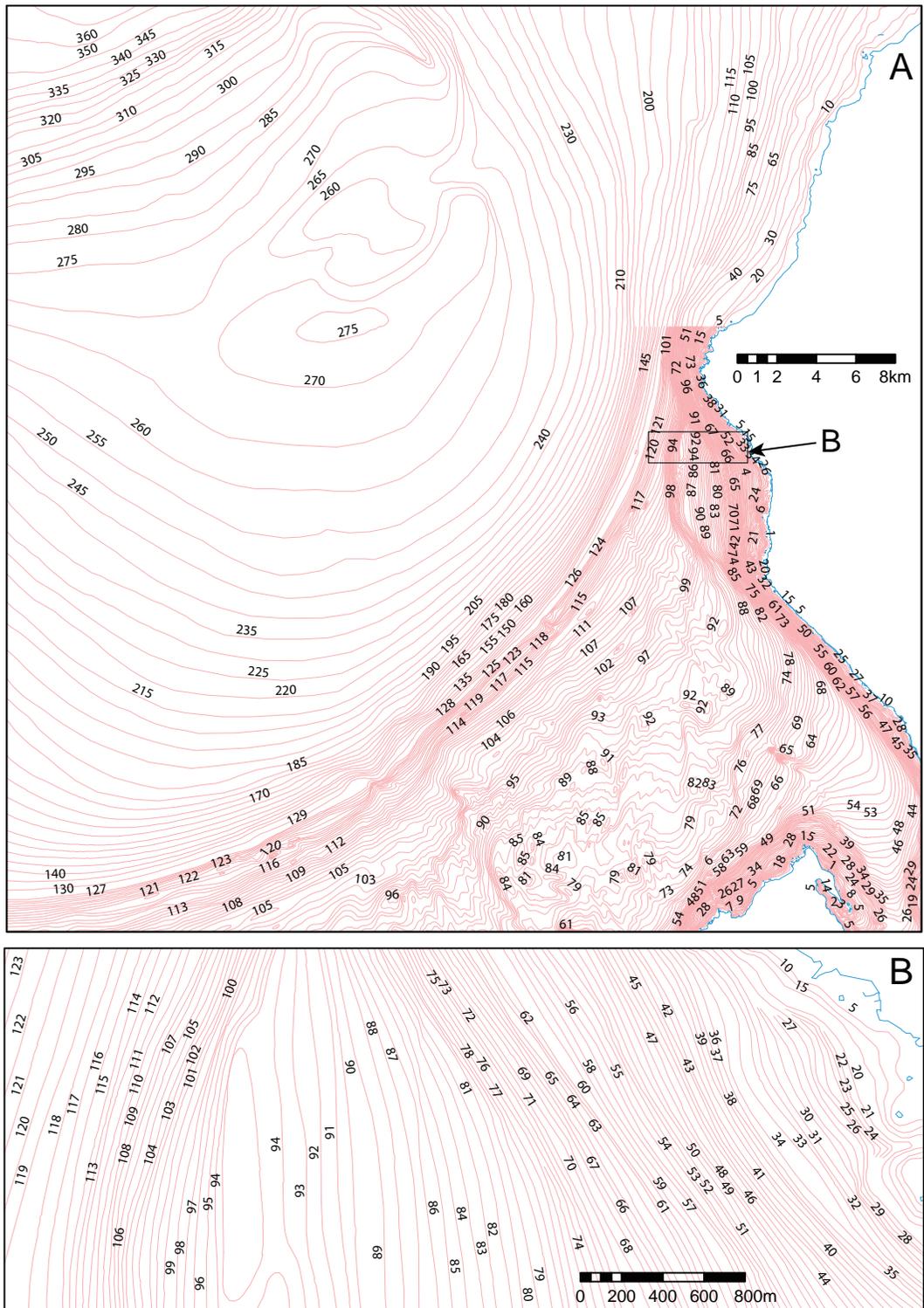


図 I - 8 M7012 データによる若狭湾東部の海底地形

ピンク色は等深線，水色は海岸線。B は A の一部を拡大したもので，その範囲は A に示した。

A：深度や場所によりデータに粗密がある。

B：海拔 20 m 以深では 1 m 間隔に等深線が引かれている。等深線間の水平距離は 50 m 以下のものが多く，10m 程度のところもある。（後藤（2013）で作成した DEM は約 1 秒：約 30 m 間隔）

後藤（2013）より転載

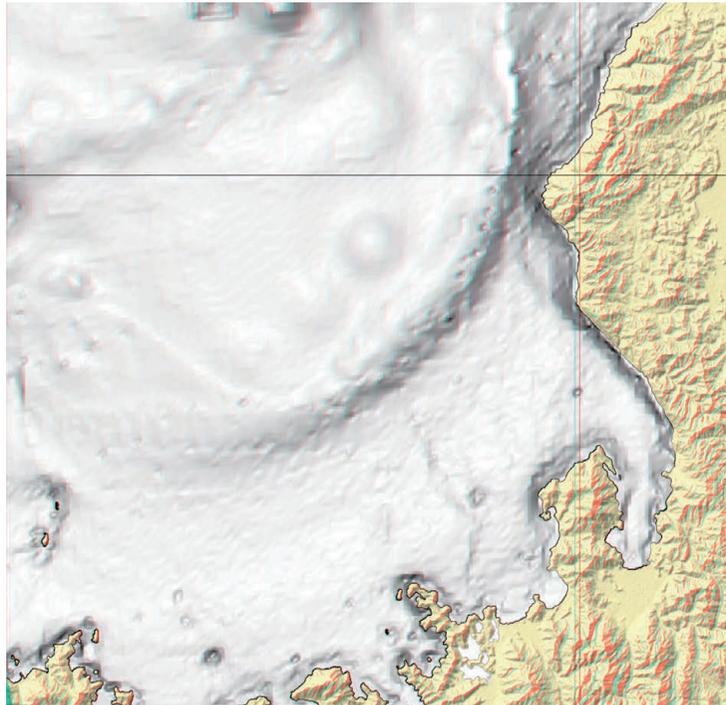


図 I - 9 J-EGG500 から作成した地形アナグリフ

陸上地形は SRTM⁸⁾ による。

後藤 (2013) より転載

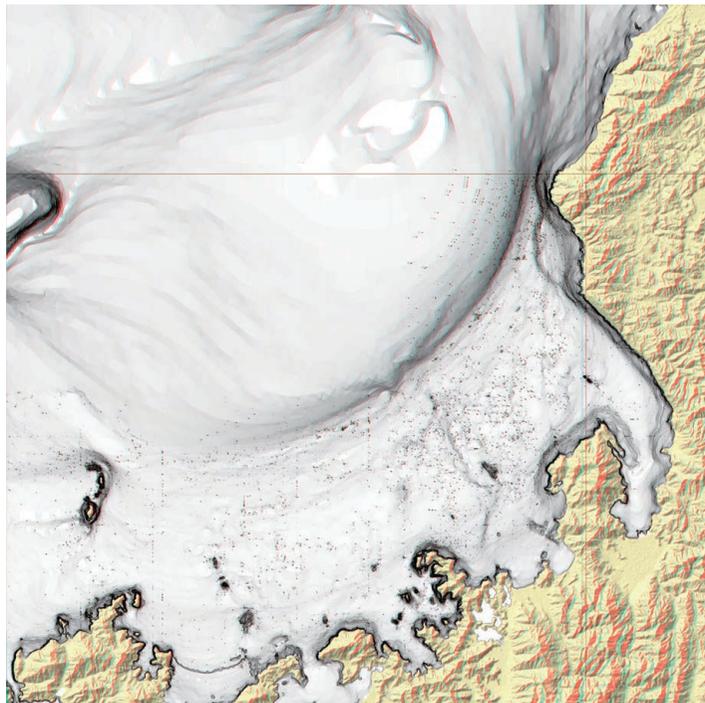


図 I -10 M7012 から作成した地形アナグリフ

陸上地形は SRTM⁸⁾ による。等深線の地図(図 I - 8)と比較して地形を直感的に理解することができる。

また、図 I - 9と比較すると浅海域で詳細な地形を把握できる。

後藤 (2013) より転載

た DEM (M7000 DEM) に基づくアナグリフを図 I-10 に示した。M7012 から作成した地形アナグリフの方が浅海部の海底地形を詳細に捉えていることが確認できる。このように、等深線間隔の密な地域においては、M7000 シリーズを用いることで海底地形をこれまでよりも明確に捉えることが可能となる。

マルチビームによる高密度な測深調査が行われれば、解像度の高いデータが得られるが、日本列島周辺海域の全域で系統的に海底地形の情報が整備されているもののうちでは、現状では M7000 シリーズが最も詳細なデータである。高密度な測深調査が広範囲で行われ、その情報が公開されて広く利用できるようになるまでの間、M7000 シリーズを利用することに一定の優位性があると考えられる。

3. 地形アナグリフの作成方法

本章では、1) 陸上地形の DEM の取得と変換、2) 海底地形を示す等深線から DEM の作成、3) DEM データの必要範囲の切り出しとファイル形式の変換、4) DEM からアナグリフを作成する方法、5) 既存の活断層図をアナグリフに重ねる方法に分けてその手順を記述する。作業過程 1)、3) および 5) の後半はフリーウェアを用い、2) および 5) の前半は ESRI 社の ArcGIS10.1⁹⁾ を用い、3) は Blue Marble Geographics 社の Global Mapper¹⁰⁾ を用いた。

なお、本章は後藤（2012）および後藤（2013）と重複する部分が多いが、本稿で提示した詳細地形アナグリフの作成方法に則って修正して提示する。

1) 陸上地形の DEM の取得と変換

A. DEM の取得

基盤地図の web サイト¹⁾ から「数値標高モデル 5 m メッシュ（標高）」および「数値標高モデル 10 m メッシュ（標高）」をダウンロードする。

B. BIL ファイルへの変換

「基盤地図標高変換」(DemConv)¹¹⁾ にデータを読み込み、BIL 形式ファイルで保存する。「数値標高モデル 5 m メッシュ（標高）」については、「DEM5m 集成」(D5Conv)¹²⁾ で地域標準メッシュの 2 次メッシュにまとめると、この後の作業が短時間で完了できる。

2) 海底地形を示す等深線から DEM の作成

本稿では、前章で記述のとおり、等深線のデジタル情報として刊行されている（財）日本水路協会の海底地形デジタルデータ（M7000 シリーズ）を用いて、0.0003 秒（約 1.08 秒：約 30 m）の DEM を作成した。データの処理には、ESRI 社の ArcGIS10.1⁹⁾ を用いた。なお、本節は、後藤（2013）の記述と同じである。

A. 座標系の設定

シェープファイルの投影法が定義されているかどうかを確認する。定義されていない場合は、ArcCatalog を用いて定義する。

- ・該当ファイルを右クリックし、プロパティを選ぶ。
- ・XY 座標系のタブを押し、日本周辺の地理座標系から「日本測地系 2000」を追加して OK

B. ポリラインの統合

- ・M7000 シリーズのシェープファイルを ArcMap に読み込む

データの追加→「M7000 __等深線 .shp」「M7000 __低潮線 .shp」「M7000 __海岸線 .shp」を追加する。

- ・M7000 シリーズのデータを一つのファイルにする（アペンド）

ArcToolbox > データ管理ツール > 一般 > アペンド

ここではアペンドして得られたファイルを「M7000 __等深線 ap.shp」とする。

C. 属性のフィールドを追加し、- (マイナス) の等深線を書き入れる

(等深線の値が正の整数値で表されているために必要な作業)

- ・「M7000 __等深線 ap.shp」を属性テーブルを開く
- ・テーブルオプションからフィールドの追加を選択

ここでは「minus」で short integer 精度 6 のフィールドを追加した

- ・「minus」の列を右クリックし、下記でフィールド演算

「minus」 = - (マイナス) 鉛直値

D. 3D Analyst から tin を作成

「フィーチャから TIN を作成」を作成を選択

Z フィールドを minus, 出力タイプを標高にして OK

E. 3D Analyst でラスターに変換

「TIN をラスターに変換」を選択

セルサイズを等深線の距離に合わせて設定する

(緯度経度は 10 進法でしか定義できない。等深線間隔を考慮し、ここでは 0.0003 秒 (約 1.08 秒 : 約 30 m) とした)

F. ラスタ画像の書き出し

ラスターデータを右クリック データ→データのエクスポート

IMAGEN Image (.img) 形式で保存

3) DEM データの必要範囲の切り出しとファイル形式の変換

この作業には Blue Marble Geographics 社の Global Mapper¹⁰⁾ を用いた。Global Mapper では、DEM の必要な範囲の切り出しと Arc ascii ファイルへの変換が同時に可能である。なお、本節は、後藤 (2013) の記述とほぼ同じである。

A. 前準備 (DEM データを切り出すためのポリゴンの作成)

- ・第一次地域区分のポリゴンメッシュの作成

本稿では ArcGIS10.1 を用いて 1/20 万地勢図と同じ図郭となる標準地域メッシュの第一次地域区分と同じ図郭 (東西 1 度, 南北 40 分で, 東経 122 度, 北緯 23 度 40 分を原点とする 30 列 × 35 行の格子タイルの作成) を海上にも広げて作成した。

ArcToolbox > カートグラフィツール > データドリブンページ > 「インデックスフィーチャー (格子状) の作成」を起動し、上記の値を記入してポリゴンを作成する。

- ・DEM を切り出すポリゴンの作成

第一次地域区分で東西、南北で2×2メッシュとなるようにポリゴンを抽出し、それらをディゾルブして一つのポリゴンとした。

選択ツールでメッシュを選択し、データ>書き出し。選択しているポリゴンのみ書き出す。

書き出したポリゴンに共通の属性を付与した後、それを手がかりにして下記でディゾルブする。

ArcToolbox > データ管理ツール > ジェネラライズ > ディゾルブ

その後、半島など地形の連続を加味して、ポリゴンを少し大きくするなど、大きさを微修正した。

B. .img ファイルの読み込み

「File」→「Open data file」から2)で作成した.imgファイルを選択して開く。

C. DEM データを切り出すためのポリゴンの読み込み

「File」→「Open data file」から shape 形式を読み込みで、Aで作成したポリゴンの読み込み。

D. ポリゴンで囲まれた範囲の DEM のみを Arc ASCII Grid ファイルにして保存する

- ・「Feature Info Tool」を用いて、書き出す範囲のポリゴンを選ぶ。
- ・「File」→「Export Elevation Grid Format」で Arc ASCII Grid ファイルで保存を選ぶ。
- ・「Bounds」タブで「Crop to Selected Area Feature(s)」を選んで、「OK」を選び、ファイル名をつけて「Save」する。

4) DEM からアナグリフを作成する方法

DEM からアナグリフを作成する方法は後藤（2012；2013）において紹介済みであるが、本稿での作業内容に基づいて一部修正して記載する。DEM からアナグリフを作成するためには、MacOS では SimpleDEMviewer¹³⁾ が利用可能であり、Windows では MICRODEM¹⁴⁾ が利用できる。本稿では SimpleDEMviewer で作成した。なお、Windows で作動する MICRODEM でのステレオペア画像の作成する手順は後藤（2012）を参照いただきたい。

SimpleDEMviewer では、画像の大きさを縦横とも 65,500 ピクセルと広範囲領域を対象に詳細な画像が一度に作成できる利点を持っている。また、作成したアナグリフにワールドファイルを付加することができるため、アナグリフを GIS に直接読み込むことが可能であり、他の情報と重ね合わせて地形の発達や地域的背景を検討する素材として利用できる。

A. DEM ファイルの読み込み

- ・ SimpleDEMViewer を起動する
- ・メニューバーの「ファイル」→「読み込む」を選択する。
- ・「データファイルの読み込み」のウィンドから読み込む DEM を選択する。

B. 段彩の調整（陸域と海域の色を塗り分ける）

- ・メニューバーの「SimpleDEMViewer」→「初期設定」→「環境設定」から「段彩」を選択し、色を設定する。

0m 以上：すべて白色にする。、0m 未満：黄色（RGB：181, 208, 110）

（「名前付で保存」でそれ以降同じ段彩にする）

C. 傾斜区分図の作成と確認（傾斜区分図をテクスチャマッピングするための準備）

- ・メニューバーの「ツール」→「傾斜による描画」

モノクロ、グラデーションで傾斜区分が表示できるように設定する。試行錯誤的に描画させて、描画したい地形が表現できるように調整する。本稿のアナグリフは下記のとおり。

【詳細地形アナグリフ】（第Ⅱ部に収録）

傾斜区分度以上：20, 15, 10, 6, 4, 2, 0

グレースケール：0, 20, 40, 50, 70, 90, 100

【既知の陸上活断層の分布を示す詳細地形アナグリフ】（第Ⅲ部：別冊に収録）

傾斜区分度以上：5, 4, 3, 2, 1, 0.5, 0

グレースケール：0, 20, 40, 50, 70, 90, 100

- ・不透明度：60%

D. ステレオ画像の作成

・メニューバーの「ツール」→「ステレオ画像の作成」で「ステレオ画像」ウィンドを開き、下記のような各種の設定を行う。

- ・「種類」は赤青メガネでみるステレオ画像として「アナグリフ」とする。
- ・「作成範囲」は、本稿では、切り出した DEM データを用いたことから、「読み込み済の全データ領域」を選択した。
- ・「陰影の強さ」では傾斜角でテクスチャマッピングされる下の画像の陰影を調整する。（本稿の画像はすべて 5（強）に設定した。光の方向は設定どおりの北西とした。）
- ・「高さの強調」を調整する。

（第Ⅱ部の画像はすべて 4 で作成し、第Ⅲ部の画像はすべて 2.5 で作成した）

・「画像のスケール」は、本稿の画像はすべて「100%」で描画した。（上下、左右とも 35,000 ピクセルを下回る画像となる）

・本稿の画像は、すべて「一方を垂直視にする。」「右目用を垂直視にする。」を選んだ。また、断層線が入っていない画像は、経緯度線を引くを選び、経度 1 度、緯度 40 分間隔（20 万分の 1 地勢図の図郭）で 1 ポイントの黒色の線を入れた。なお、断層線と重ねた画像には経緯度線は入っていない。

・「傾斜による色分けを描画する」にチェックを入れ、先に描いた傾斜区分図がテクスチャマッピングされるようにした。

E. 画像の保存

- ・「ファイル」→「画像を保存」

・「環境設定」の「画像を保存する時に」「可能ならばワールドファイルを作成する」にチェックを入れていると、地理座標を付与したファイルが作成され、GIS で直接読み取り可能な画像となる。

(tiff でワールドファイルをつけて保存すれば、Geotiff として扱える。)

5) 既存の活断層図をアナグリフに重ねる方法

A. ベクターデータのラスター化

・ArcGIS に中田・今泉編 (2002) のベクターデータを読み込む。

・本稿では活断層と推定断層の線分のみを表示させることとし、それら以外の情報をシェープファイルから削除した。活断層と推定断層にはそれぞれ新しいフィールドにそれぞれ 1, 2 の番号を付した。

・ArcToolBox の Clip を用いて、3) の A で作成した図幅ポリゴン毎のシェープファイルにする。(クリップのツールを右クリックしてバッチ処理を選ぶと、複数のクリップ作業を一度に行うことができる)

・シェープファイルをラスターデータに変換する。

ArcToolBox の「フィーチャーをラスターに変換」を選び、ラスター間隔を設定 (0.0001 : 10m 間隔) して変換する。

(「フィーチャーをラスターに変換」のツールを右クリックして、バッチ処理を選ぶ、複数の変換を一度に行うことができる)

・ラスターデータを Geotiff で保存する。

テーブルオブコンテンツの該当レイヤ (ファイル) を右クリックし、「データ」から「データのエクスポート」を選び、ファイル名を付けて保存する。

B. Simple DEM Viewer でアナグリフと重ね合わせる。

・4) の C まで同じ過程で作業する。

・A で作成したラスターデータ (断層線図) を読み込む。

「ツール」から「テキストチャーマップを設定」を選ぶ。

「読み込み」を押して A で保存した Geotiff の .tif ファイルを選ぶ。(ワールドファイルは自動的に読み込まれる)

「使用領域」で「白い部分を除外する」を選えらんで OK を押す。

・4) の D の段階で (ツールからステレオ画像を選んで「ステレオ画像」ウィンドが出たところで)、4) 以外に「テキストチャーマップを適用する。」にチェックを入れて「作成」を押す。

4. 詳細地形アナグリフを用いた活断層地形判読の予察的検討

本稿で提示した詳細地形アナグリフ(第Ⅱ部, 第Ⅲ部の画像)を用いて活断層地形判読を行ったところ, これまでに報告されていない変動地形が数多く認められた。本章では, これらのうち, 3つの視点に絞って予察的に検討した結果を報告する。なお, 説明に用いる図には第Ⅲ部と同様に, 中田・今泉編(2002)の断層線が重ねて表示されており, 表示がない場合には活断層の記載がないことを示す。

本章の記載を通して, 後藤・杉戸(2012)などで示されているのと同様に, DEMから作成したステレオ画像が, 活断層地形判読においてこれまでとは異なる重要な素材であることを示す。本稿で示した視点が, DEMから作成したステレオ画像を用いて日本列島全域を対象に系統的に活断層地形の再判読を行う際の手がかりとなることを期待する。

1) 沿岸の海底地形と陸上地形を統合した詳細地形アナグリフによる地形判読

—函館平野の東縁を例に—

函館平野は, その西縁を活断層によって限られる(活断層研究会編, 1991)。一方, 東縁については活断層の分布は知られていない。本稿で提示した沿岸域の海底地形と陸の地形を統合した詳細地形アナグリフ(図I-12, 13)を用いて地形を判読したところ, 函館平野の東縁から海底にかけて延びる活断層の分布が推定された(函館平野東縁断層と呼ぶ)。その根拠について簡潔に報告する。

小池・町田編(2001)では, 海成段丘の分類と編年が試みられており, 編年の概要を図I-13に転載した。fは河成段丘, mは海成段丘を示し, その後の数値はMISステージを示す。函館平野東縁の主な段丘面は, 上位よりMIS10の河成段丘, MIS7の海成段丘, MIS5eの海成段丘, MIS4および2の河成段丘と, MIS3の火砕流堆積面である。活断層はこれらの地形面を変位させていると考えられる。

b付近の崖は凸型斜面であり, fT10を変位させる撓曲崖のように見える。また, その北にあるaの谷底はbの崖の延長で高度が不連続となっている。累積的な変位量からも, a, b付近の地形は断層地形の可能性が高いと考えられる。

cおよびd付近では, 海成段丘(mT7)とその下位の河成面(fT2)が直線的な崖によって境されており, 地形発達を合理的に説明するのは難しい。aの崖の延長上にあることを考慮して, 崖の上と下ともに一連の地形面であったものが, 断層によって切断され, 分断されているとすれば, 地形発達を容易に説明できる。

なお, bとcの間は人工改変を受けており, よく分からない。また, e付近の新期の地形面には明瞭な変位地形は認められない。

fよりも南では, 最終間氷期の海成段丘(mT5e)の分布が北北西-南南東方向に流れる鮫川に

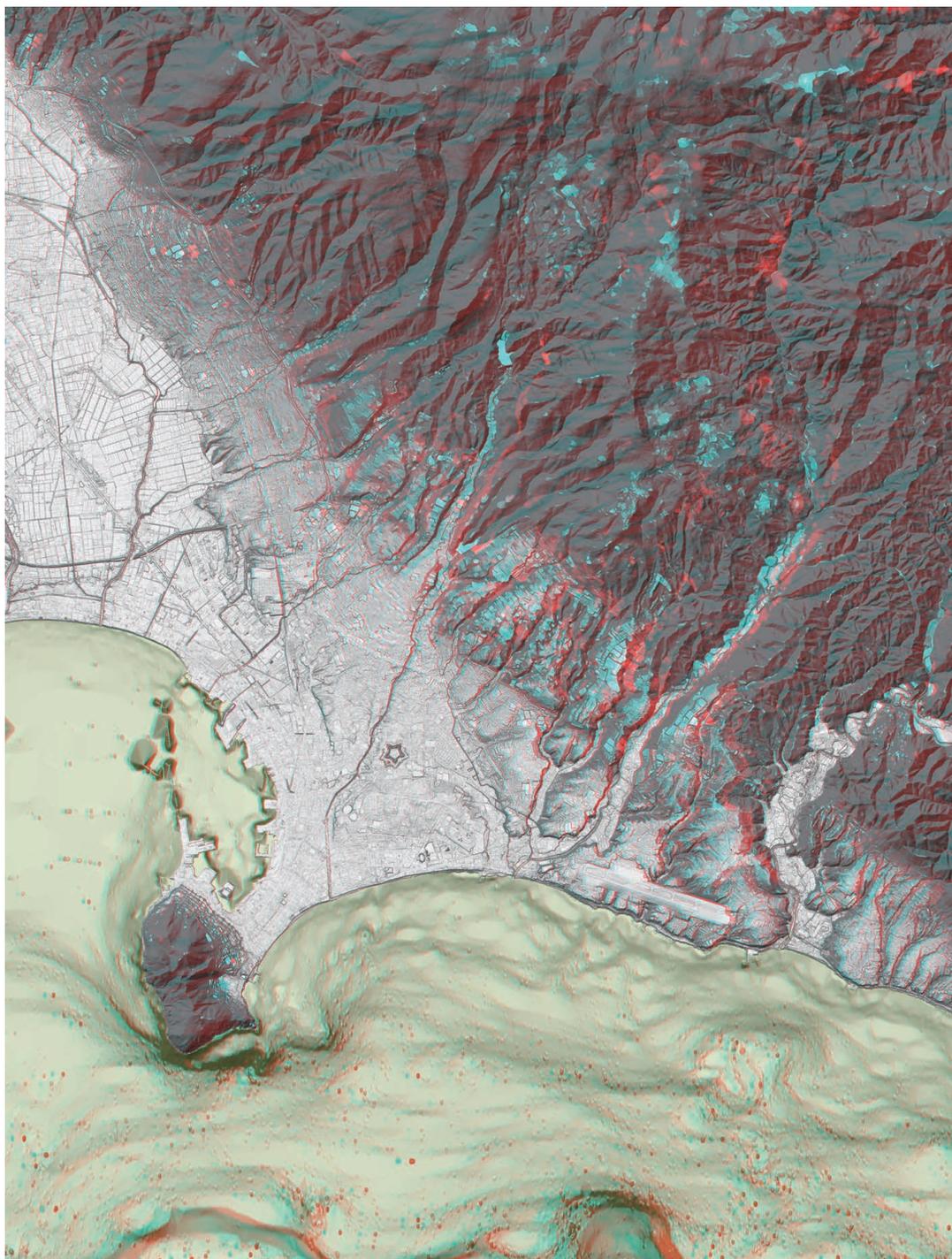


図 I-12 函館平野の東縁南部周辺の詳細地形アナグリフ

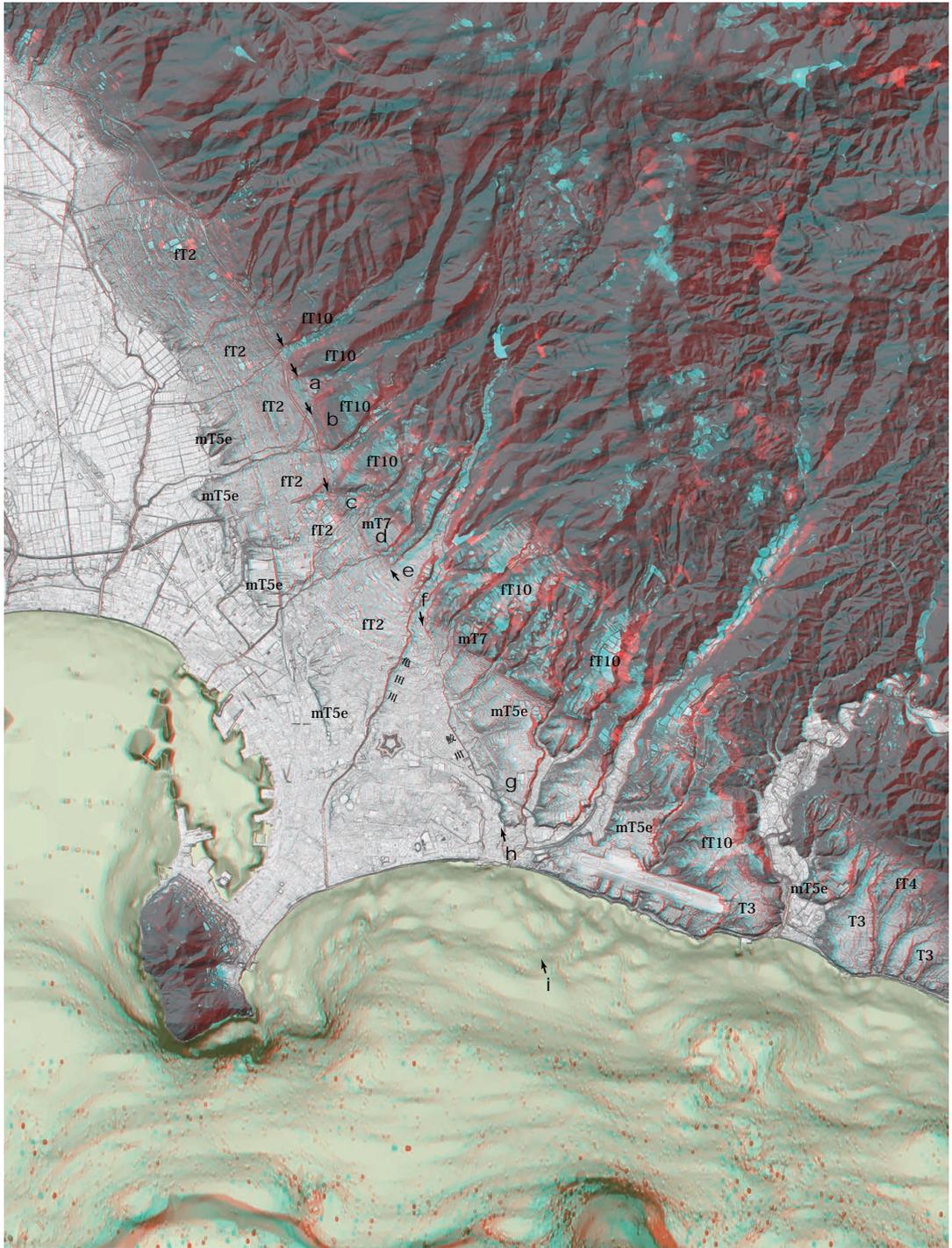


図 I -12 函館平野の東縁南部周辺の詳細地形アナグリフと活断層分布，地形面の編年

矢印は活断層の分布を示す。段丘面の対比と編年は小池・町田編（2001）による。（上位より，ft10：MIS10の河成段丘，mT7：MIS7の海成段丘，mT5e：MIS5eの海成段丘，ft4，ft2：MIS4および2の河成段丘，T3：MIS3の火砕流堆積面）

沿って直線状に断たれており、西側は最終氷期以降の扇状地 (fT2) に覆われる。mT5e の段丘面の西側の段丘崖は凸型斜面をなしており、g 付近で最も顕著である。また、亀田川右岸で地表に姿を現す mT5e の段丘面と、f と h の線より東の mT5e の段丘面との連続は、その間に fT2 の段丘面が分布しており、明確に追跡できないが、詳細地形アナグリフ (図 I -12 および 13) の判読や地形断面図では一連の地形面としてスムーズに連続しているように見えず、f と h の間に西側低下の断層を想定したほうが合理的に説明できる。また、T3 の火砕流堆積面は f と h の線より西には分布しない。

h のさらに南の海底には i に向かってリニアメントが認められ、海底面は東側が高い。これは f と h の間に想定される断層の変位センスと同じである。

この地域では、段丘面の編年の根拠となるテフラが確認されている地点は限られており (小池・町田編, 2001), 上記のように推定される函館平野東縁断層とあわせて現地での地形地質学的な調査研究が必要と考える。

2) 活断層帯の長さや分布形態の再検討 ―関東平野北西縁断層帯周辺を例に―

関東平野北西縁断層帯の周辺で、これまで記載されていない段丘面の変形や変位がいくつかの場所で新たに認められた (図 I -14, 15)。これらの地形は、断層帯の連続性の理解や分布形態の把握に重要な情報を提供する可能性がある。

図 I -15 の a 付近の深谷断層から西に分岐するように丘陵に向かって延びる北落ちの低崖が認められる (a-a' の低崖)。この低崖の低下側にあたる北側の地形面は北に傾斜しており、ともに櫛引面とよばれている (貝塚・松田, 1982)。この面の開析谷は地形なりに北に流下していることから、この低崖の形成を外的作用で説明するのは困難であり、活断層によって形成された撓曲崖と考えられる。

一方、図 I -15 の b 付近から南東方向に低崖 (b- b' の低崖) が延びているように見え、撓曲崖の可能性もある。荒川右岸の c-c' 付近には、開析を受けた地形面 (江南台地) に高度の不連続が認められ、直線状に配列することから、b から c' に連続する活断層が分布する可能性が高い。これらの断層は平井断層の南東延長にあり、平井断層がこれまで考えられているよりも長い可能性がある。なお、b' と c の間にある荒川兩岸の低位段丘面には明瞭な変位や変形は認められない。

c' からさらに南東延長の東松山台地の d 付近では東に傾斜する地形面が北西 - 南東方向の低崖によって分断されているように見える。この低崖は、d 付近の地形面から低位の e 付近の地形面にも連続しているように見える。低崖の比高は低位の地形面の方が小さく、変位が累積している可能性がある。なお、c' と d の間では、北西 - 南東方向の直線状の谷が認められるものの、明確な断層地形は確認できないが、澤ほか (1996) では推定断層が記載されている。もし、d や e 付近まで平井断層が連続しているとすれば、平井断層の断層長はこれまで考えられているよりも

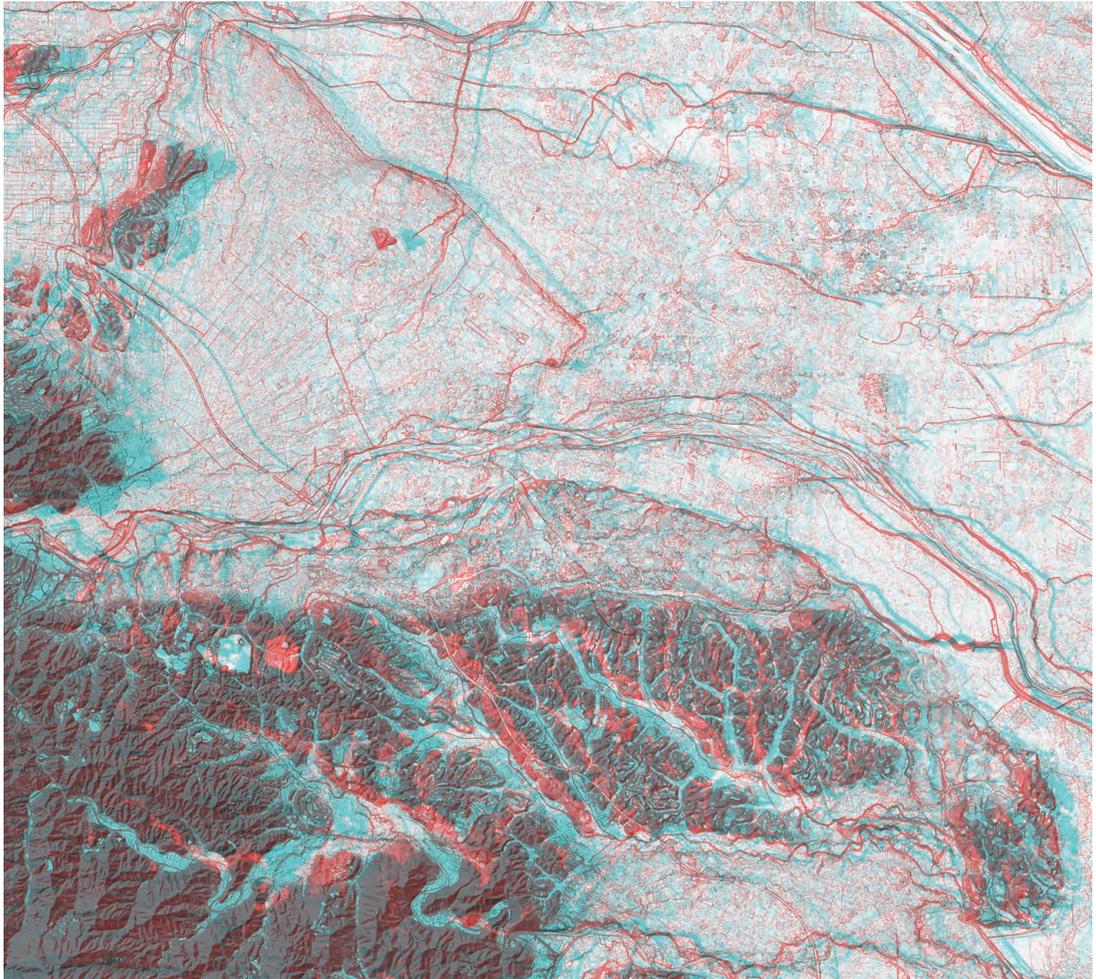


図 I-14 関東平野北西縁断層帯の中央部付近の詳細地形アナグリフと既知の活断層分布
活断層線は、中田・今泉編（2002）による。

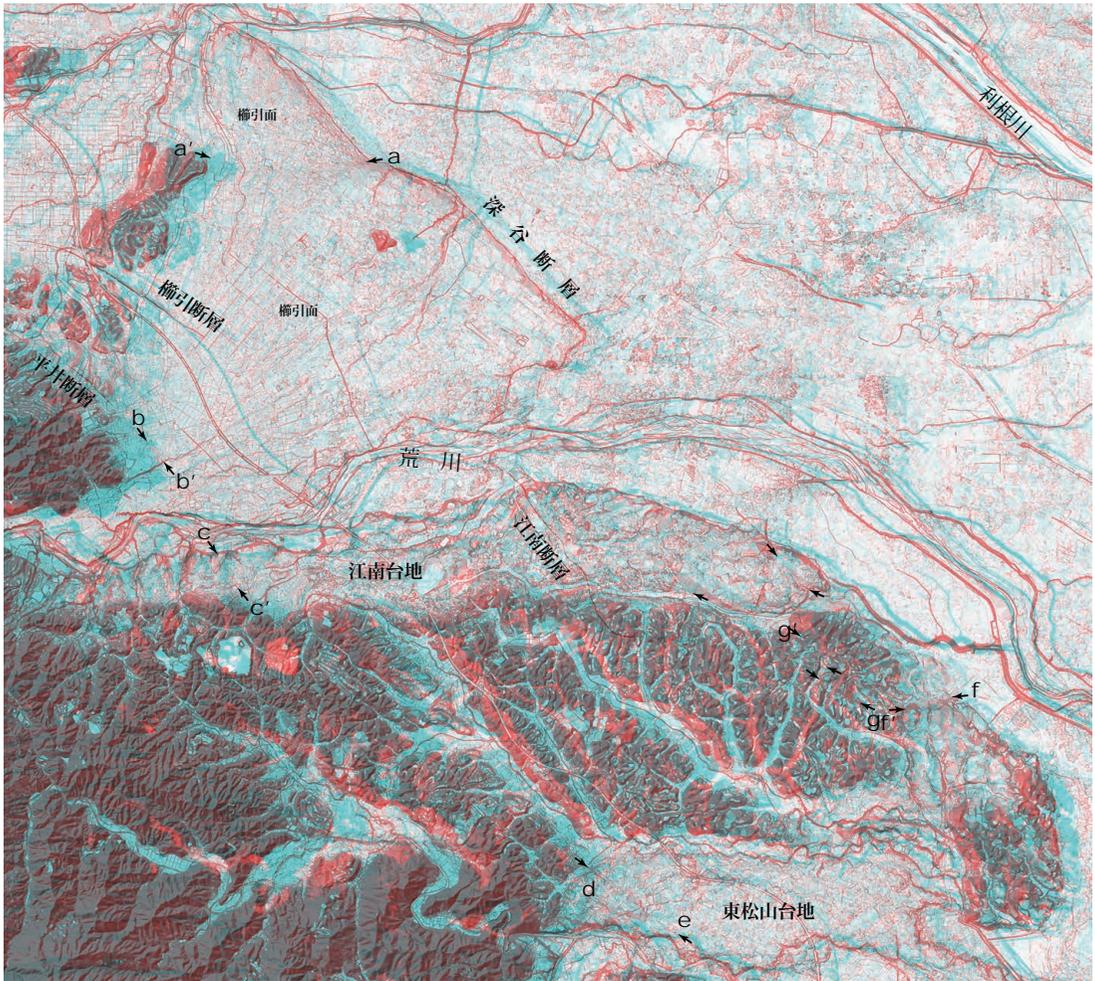


図 I-15 関東平野北西縁断層帯の中央部付近の詳細地形アナグリフと活断層分布
 活断層線は、中田・今泉編（2002）による。矢印は本稿および後藤・熊原（2010）で記載した活断層を示す。

2 倍程度、長くなる。今後、現地での地形地質調査が必要と考える。

f-f' にかけての北落ちの低崖や g-g' の丘陵開析谷の左屈曲は、断層地形と考えられており(後藤・熊原, 2010)、深谷断層や江南断層、綾瀬川断層と関連した断層の地形表現の可能性が高い。

3) 地物に覆われる地域における長波長のわずかな変位・変形の検討

—武蔵野台地とその周辺を例に—

入間台地周辺において、微小な撓曲崖と考えられる地形が新たに認められた。また、古くから指摘されてきた武蔵野台地北部の変形(貝塚, 1957)が詳細地形アナグリフでも確認できた。日本の地形学の模式地とされる武蔵野台地やその周辺においても、これまで未報告の変動地形や、今後、検討が必要な地形があることが分かった。地形アナグリフが、ロームに覆われたり、植生や人工地物に覆われた地域において、長波長のわずかな変位や変形を広域的に検討する素材として重要であることを示す。

①入間台地とその周辺

武蔵野北部の入間台地は武蔵野面に対比される北東傾斜の地形面である。a-a' の矢印の間には、この傾斜方向に直交する向きの北西-南東方向に延びる南西落ちの低崖を認めることができる(図 I -16, 17)。地形面の傾斜方向に直交することや、この小崖を分断するように開析谷が北東方向に流下し、低崖より北東側が河川によって穿たれ、開析が進んでいることから判断して、この小崖が入間台を変位させる撓曲崖(以下、鶴ヶ島断層と呼ぶ)と考えられる。

鶴ヶ島断層は、高麗川を挟んで北にある b 付近の地形面(貝塚・松田(1982)では立川面に対比)にも、b-b' の間で南西落ちの撓曲崖として認められる。この地形面を開析する葛川が形成した小規模な谷底平野でも低崖より上流側にあたる南西側が低崖より北東側よりも低いことから、異常な地形として認識できる。段丘開析谷の谷底面と段丘面の変位量を比べると、段丘面上の変位量の方が大きく、変位量は累積的といえる。なお、これより北の岩殿丘陵では明瞭な変位地形は認められない。岩殿丘陵には、北北西-南南東方向のリニアメントは多数認められ、これらが断層地形の可能性はある。

一方、鶴ヶ島断層によって変位を受けた地形面は、これよりも上流で波状に変形を受けており、山麓近くでは断層によって断ち切られているように見える。

c-c' では、地形面の一般傾斜にほぼ直交する向きの南北方向に延びる西落ちの撓曲崖が認められる。段丘面を開析する河川がこの撓曲崖を跨いで流下しており、河川は先入蛇行の様相を呈する。この南延長の d-d' の間では、入間台地に西側低下の撓曲崖が認められ、隆起側にあたる東側の地形面は背斜状に変形しているように見える。c-c' の東でも隆起側に背斜状の地形変形が認められる。これらの変形は北西-南東から南北方向であり、後述の武蔵野台地北部の変形はこの延長上にある。

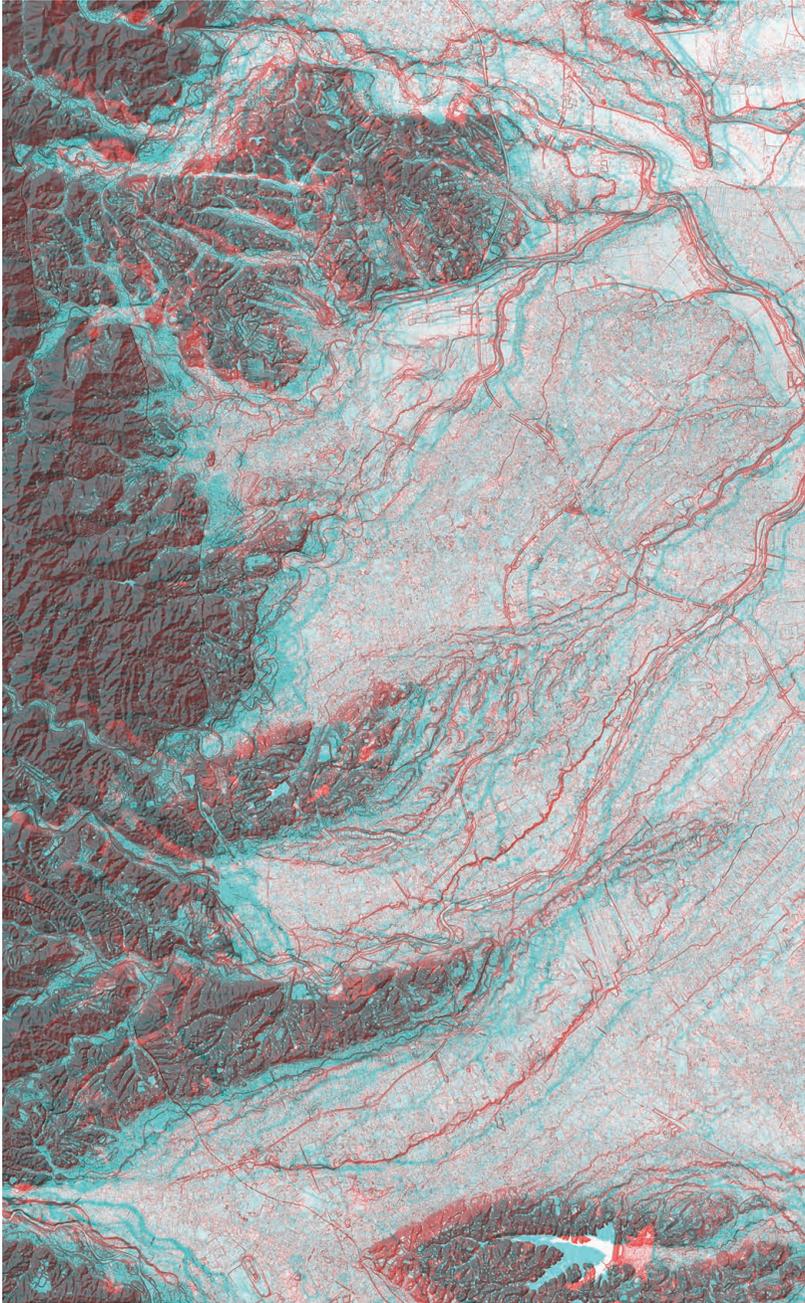


図 I-16 入間台地とその周辺の詳細地形アナグリフと既知の活断層分布
活断層線は、中田・今泉編（2002）による。

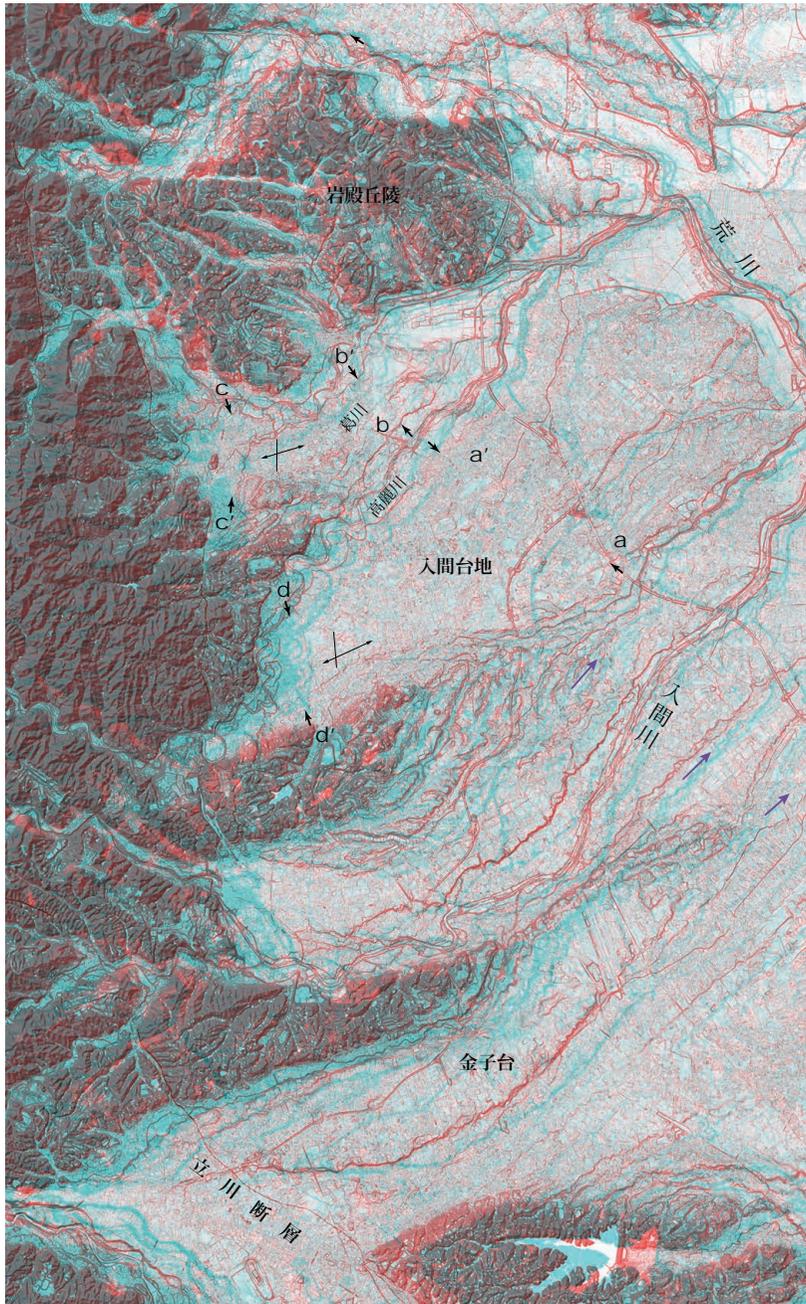


図 I-17 入間台地とその周辺の詳細地形アナグリフと活断層分布

活断層線は、中田・今泉編（2002）による。黒色の矢印は本稿で記載した活断層，活背斜を示す。紫色の矢印は，図 I-18 に示す段丘面の変形（武蔵野撓曲帯）を示す。

②武蔵野台地北部の地形

武蔵野台地の北部には、北西 - 南東方向に連続する凸型斜面が認められ、長波長の地形面の変形の可能性がある（図 I -18, 19）。ここでは武蔵野撓曲帯と呼ぶ。武蔵野撓曲帯は貝塚（1957）が断面図や等高線を用いた扇状地面の復元図から推定した地殻変動の位置とほぼ一致する。

武蔵野撓曲帯は柳瀬川から入間川にかけての武蔵野面群や立川面で最も明瞭で、図 I -18, 19 では段丘面を跨いで凸型斜面が連続するのが観察できる（図 I -19 の紫色の矢印）。武蔵野撓曲帯の斜面はその上流と下流の地形面に比べ、有意に傾斜角が大きい。上流側および下流側ともに、北東に傾斜しており、一連の扇状地性の地形面として対比されており（廣内、1999）、武蔵野撓曲帯が地殻変動によって形成されたものである可能性が高い。なお、この付近では、武蔵野撓曲帯より下流で武蔵野面が多段化しており、段丘の地形形成に武蔵野撓曲帯による変形が関係している可能性がある。

貝塚（1957）の後、貝塚（1979）では、ほぼ同じ資料を用いて、荒川に沿って南西落ちの活断層（荒川断層）が推定された。荒川断層は、廣内（1999）などによってその存在が否定されているが、廣内（1999）の地形地質断面でも武蔵野撓曲帯の凸型斜面が描かれており、これらが内的作用によるものかどうかの地質学的な検討が今後の課題であろう。

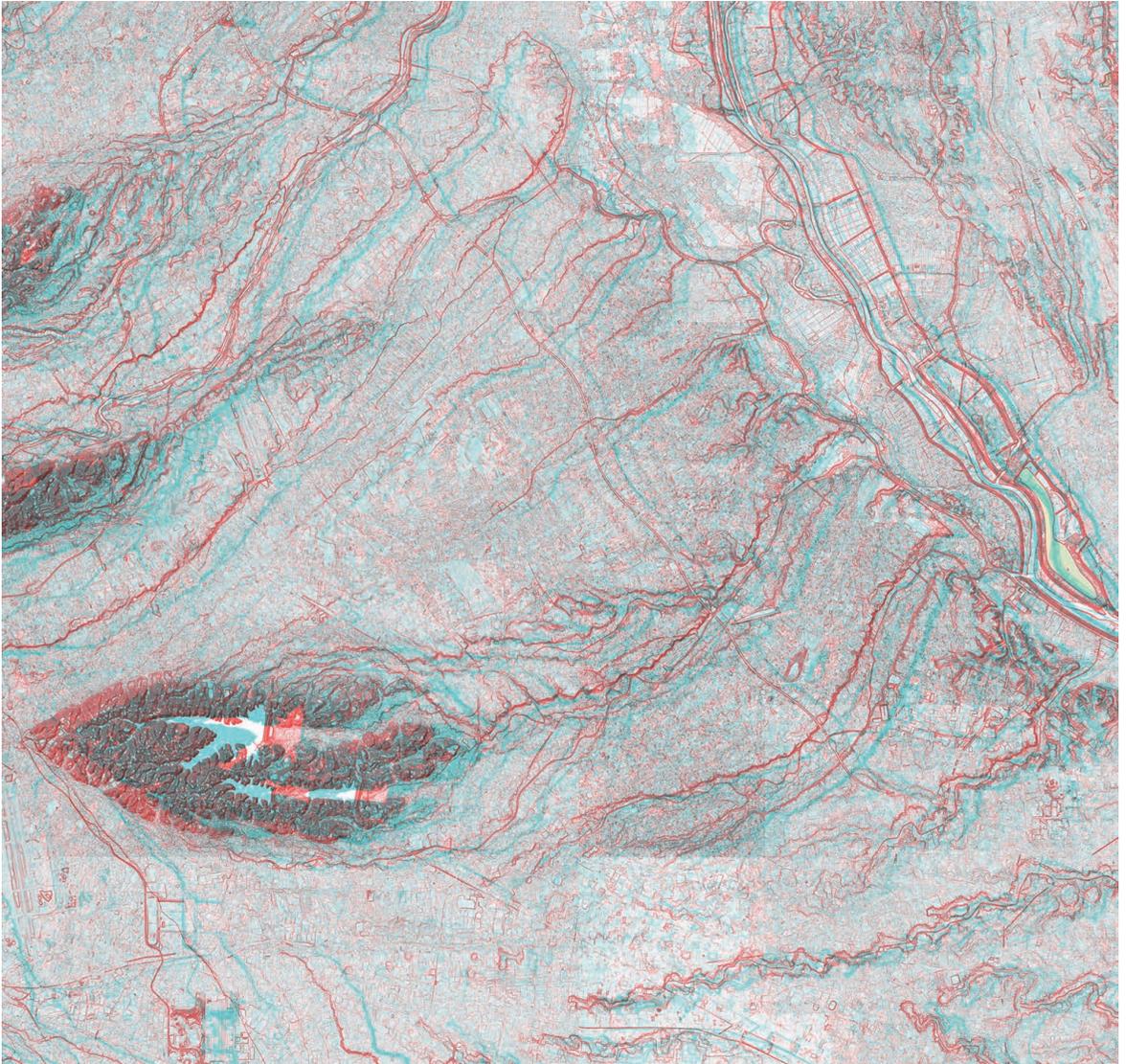


図 I-18 入間台地とその周辺の詳細地形アナグリフと既知の活断層分布

活断層線は、中田・今泉編（2002）による。

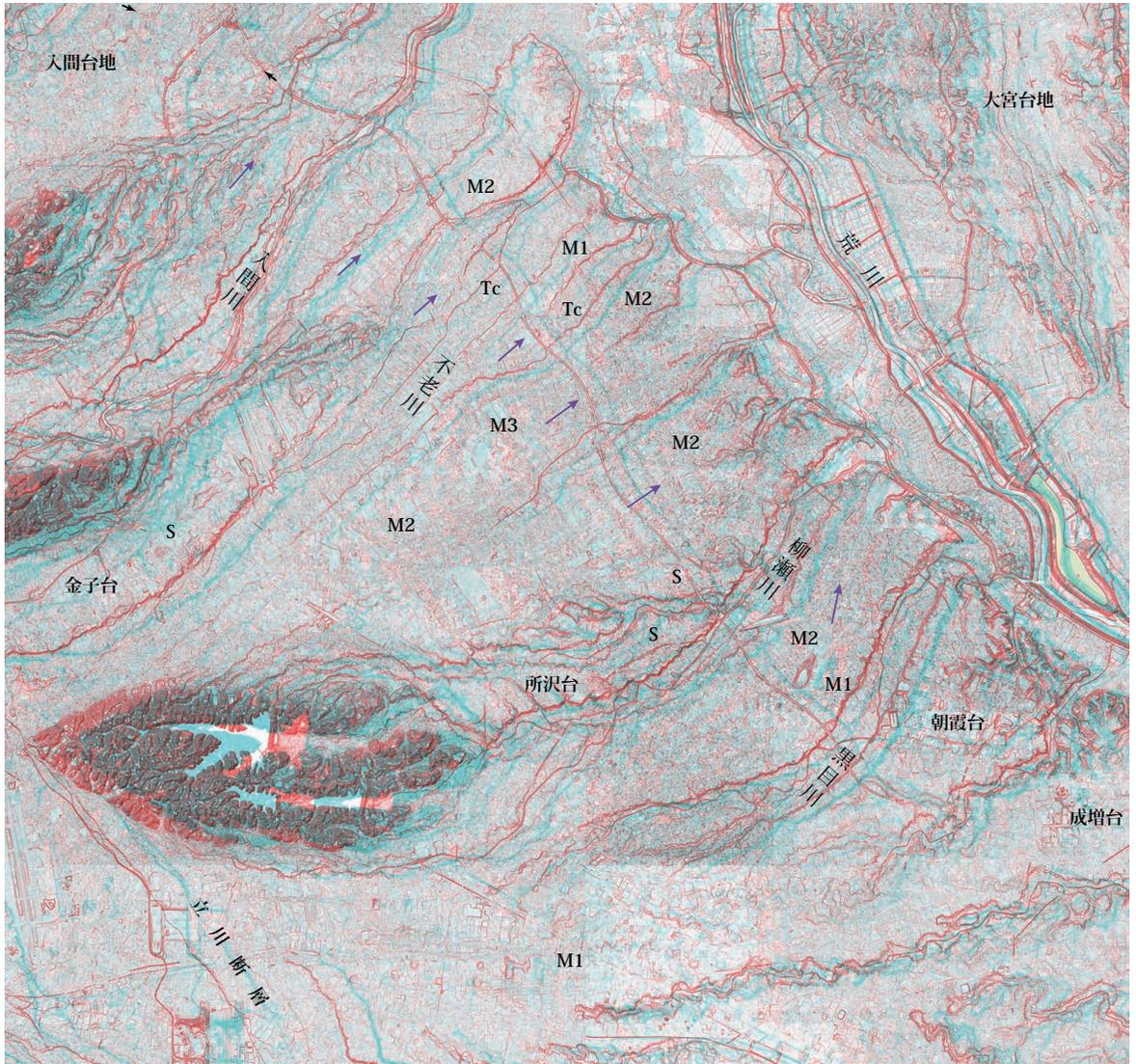


図 I-19 人間台地とその周辺の詳細地形アナグリフと段丘面の変形

活断層線は、中田・今泉編（2002）による。黒色の矢印は本稿で記載した活断層（鶴ヶ島断層）を示す。紫色の矢印は段丘面の変形（武蔵野撓曲帯）を示す。また、段丘面の対比と編年は廣内（1999）に基づき、S：120-130ka，M1：100ka，M2：60-80ka，M3：53ka，Tc：立川面とされている。

II. 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ

1) 第II部の図の概要

第II部では、日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフを掲載する。これらの画像は、第I部第3章の第4項までの手順で作成されている。上述のとおり、Simple DEM viewerで「高さの強調」は4に設定しており、過高感（垂直倍率）が現実よりもかなり大きい。また、第III部の画像に比べ、傾斜角の表現は弱い。

図幅の範囲と図幅番号は図II-1の通りで、枠の色と番号の色が対応するようになっている。図幅の範囲は地域標準メッシュの1次メッシュ（20万分の1地勢図の図郭）で2メッシュ×2メッシュを基本としたが、半島や島などの連続性を考慮して地域によって調整している。また、地形の連続性を判読しやすいように重複してある。図幅番号は、地域標準メッシュの1次メッシュの北西の地域標準メッシュ番号を基本としている。図幅番号（6841）と図の番号（図II-2など）の対応は、表II-1を参照されたい。

詳細地形アナグリフは正距円筒図法を用いて作成しており、中心子午線付近で縦横の縮尺が正しく表示されている。それぞれの図で縮尺スケールは一定しないため、図を貼り合わせることはできない。なお、図中には地域標準メッシュの1次メッシュ（20万分の1地勢図の図郭）の境界線を記入している。

ここに掲載した画像はファイルサイズの都合上、オリジナルの10分の1の解像度に変換したものである。

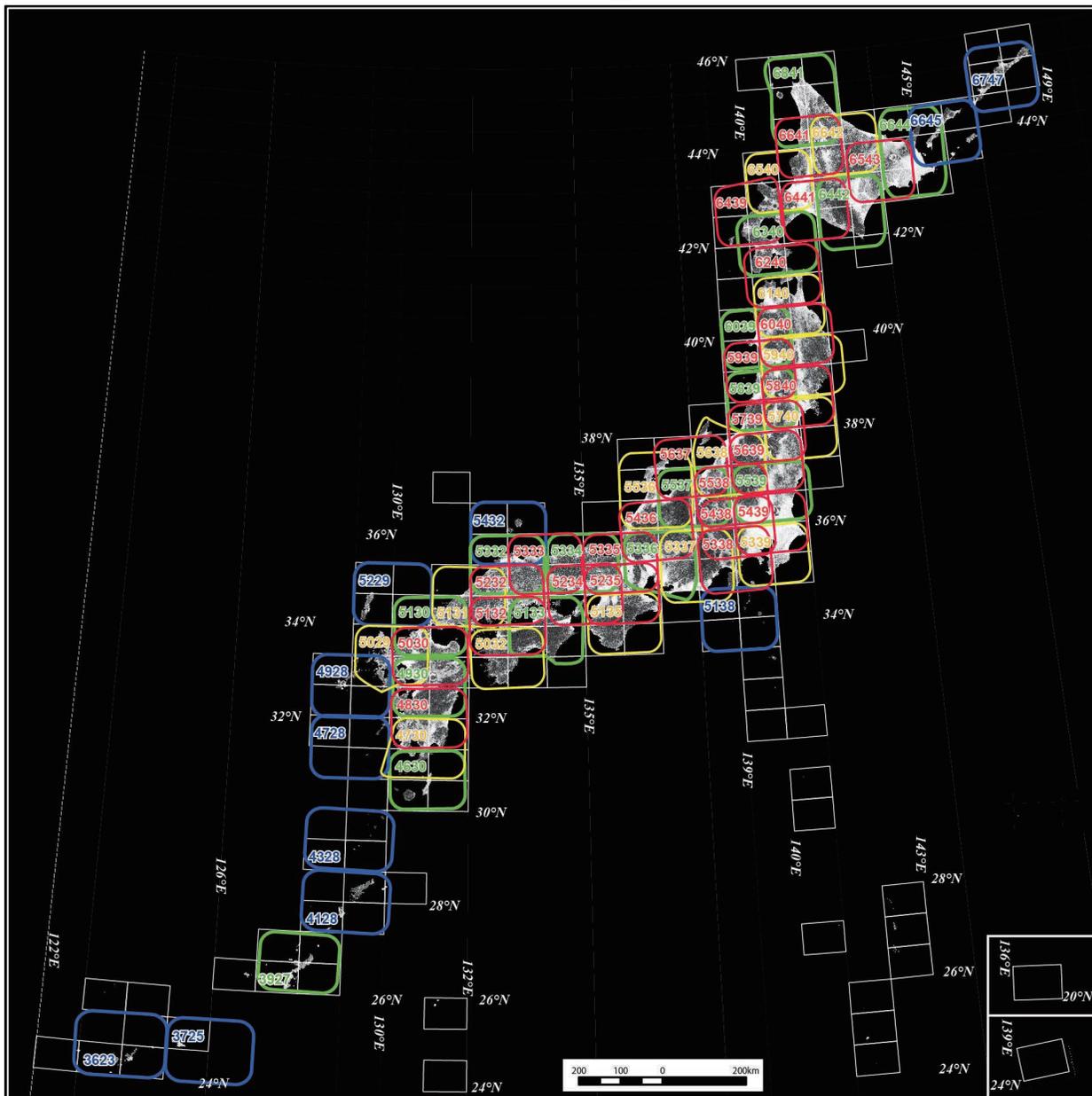


図 II - 1 既知の陸上活断層の分布を示す詳細地形アナグリフの索引図

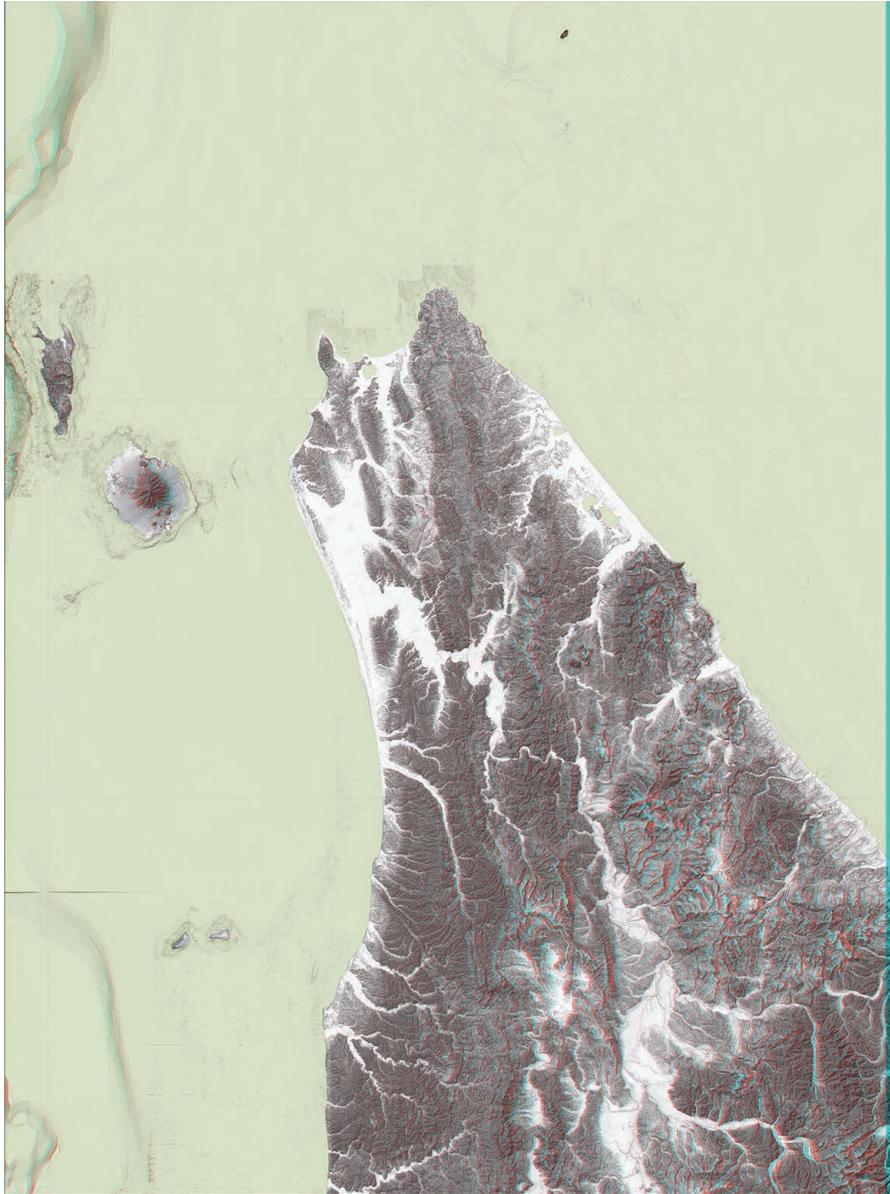
枠内に記された番号は図 II - 2 以降のアナグリフの図幅番号を示す。図幅番号の数字の色は枠の色と対応する。図幅番号 (6841 など) は表 III - 1 で図番号 (図 III - 2 など) と対応づけられている。なお、細線で記されたメッシュは第一次地域区分 (20 万分の 1 地勢図の図郭) と同じ間隔 (経度 1 度間隔, 緯度 40 分間隔) で、海域まで広げたもの。図 II - 1 と図 III - 1 は同じ図。

表Ⅱ - 1 図幅番号と図番号の対応表

図幅番号	図Ⅱ - *	図幅番号	図Ⅱ - *
6841	2	5332	35
6747	3	5333	36
6641	4	5334	37
6642	5	5335	38
6644	6	5336	39
6645	7	5337	40
6540	8	5338	41
6543	9	5339	42
6439	10	5138	43
6441	11	5229	44
6442	12	5232	45
6340	13	5234	46
6240	14	5235	47
6140	15	5130	48
6039	16	5131	49
6040	17	5132	50
5939	18	5133	51
5940	19	5135	52
5839	20	5029	53
5840	21	5030	54
5739	22	5032	55
5740	23	4928	56
5637	24	4930	57
5638	25	4830	58
5639	26	4728	59
5536	27	4730	60
5537	28	4630	61
5538	29	4328	62
5539	30	4128	63
5436	31	3927	64
5438	32	3725	65
5439	33	3623	66
5432	34		

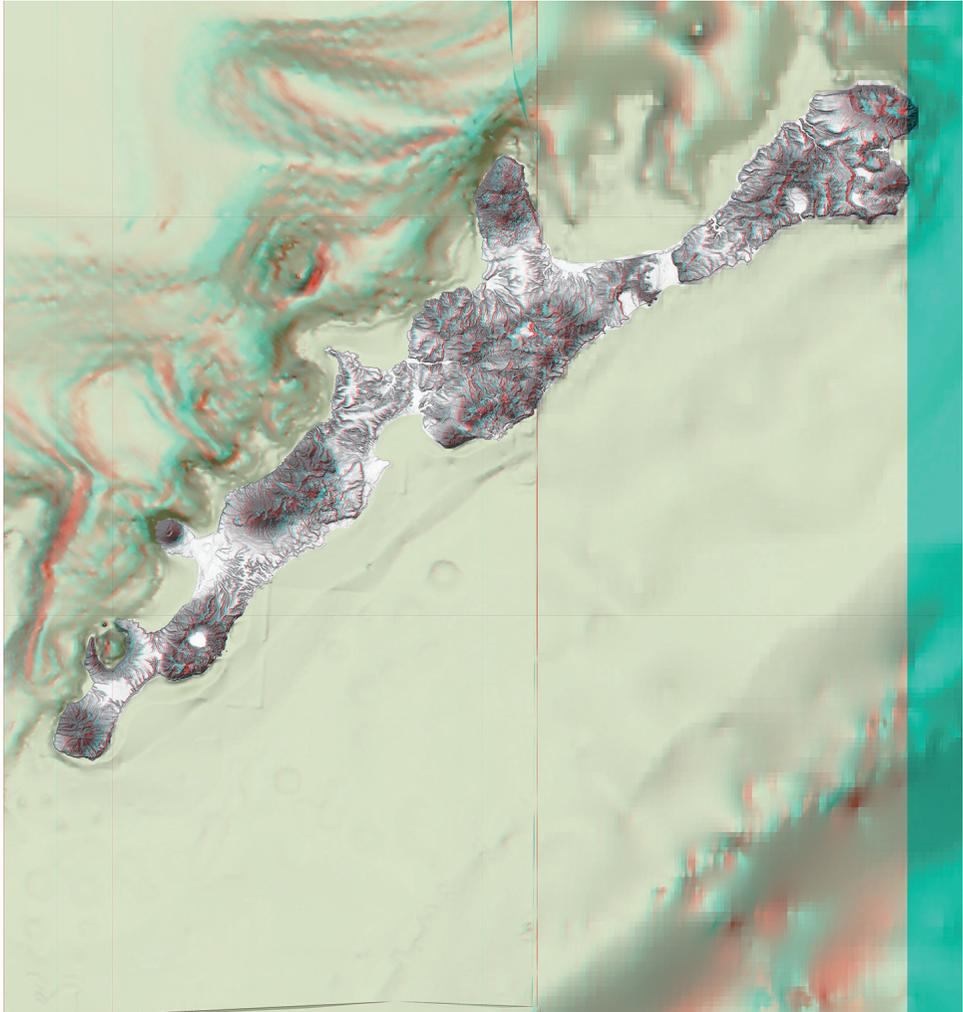
注) 図Ⅱ - 1 に記されている図幅番号と図Ⅱ - 2 以降の図番号を対応づける表。
 基本的に北から順に東西に並べており、同じ緯度付近では西から東の順に並べている。

2) 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ



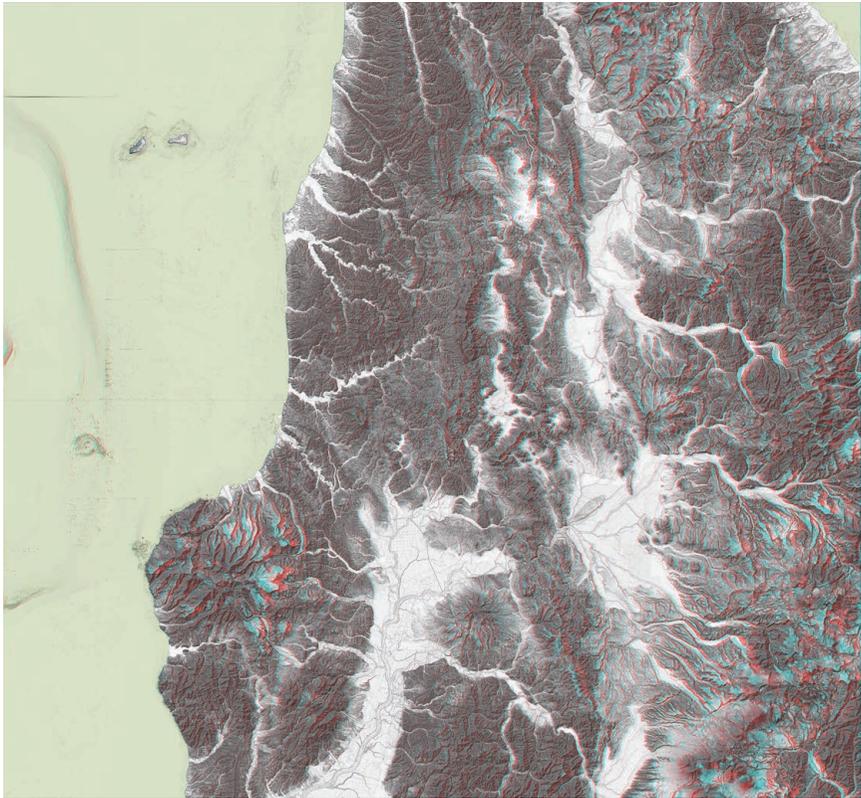
図Ⅱ - 2 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6841)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



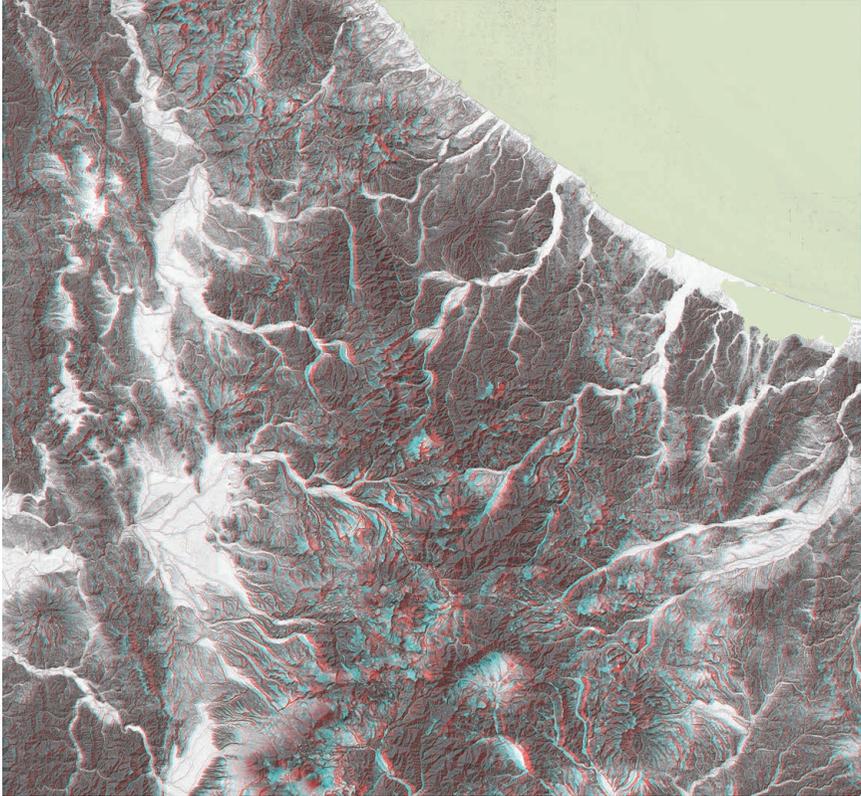
図Ⅱ - 3 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6747)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



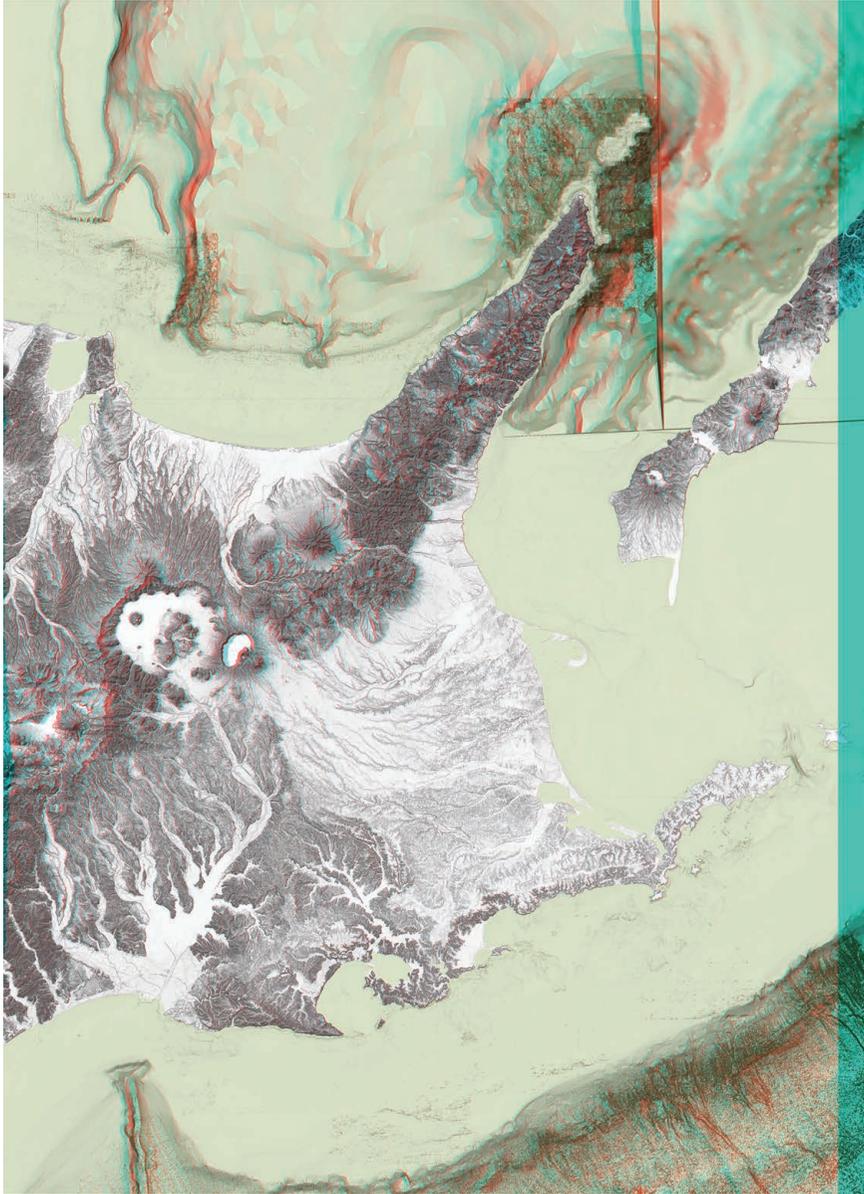
図Ⅱ - 4 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（6641）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



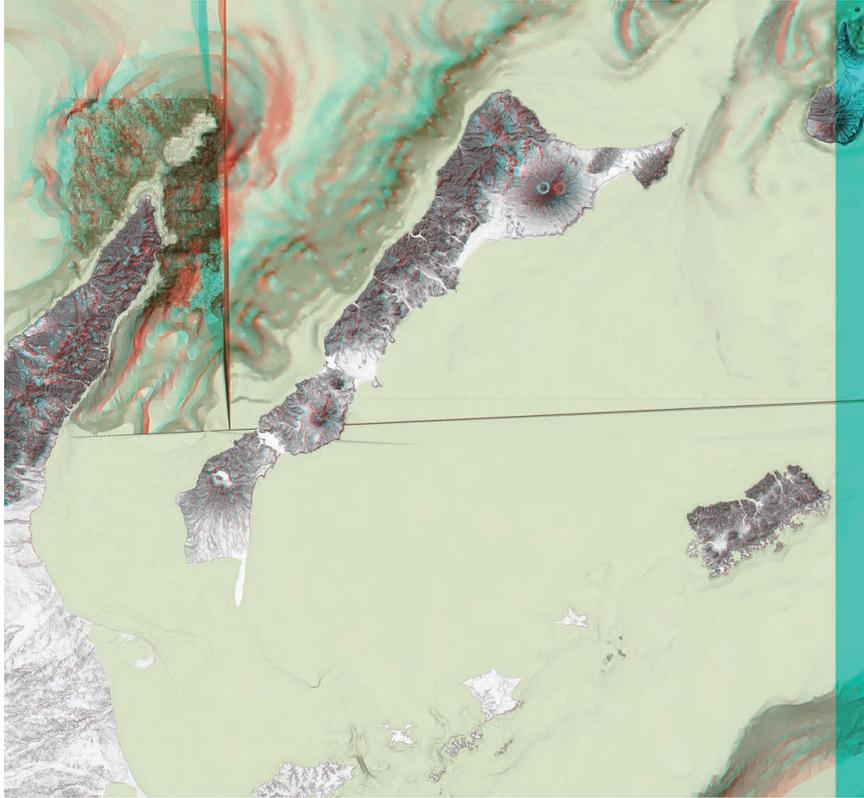
図Ⅱ - 5 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6642)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



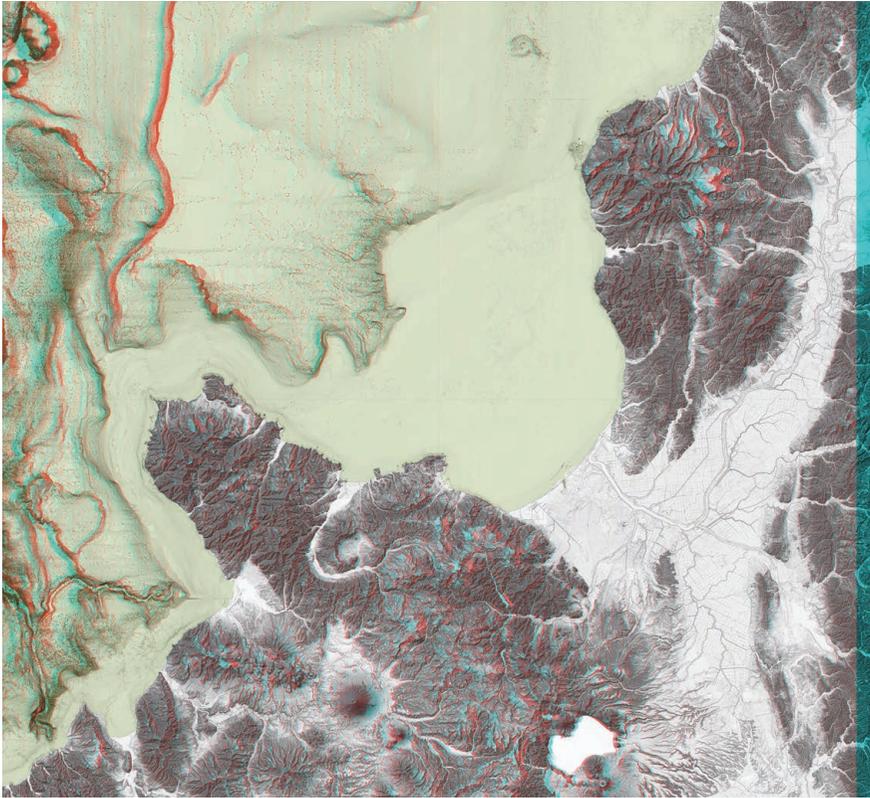
図Ⅱ - 6 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6644)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



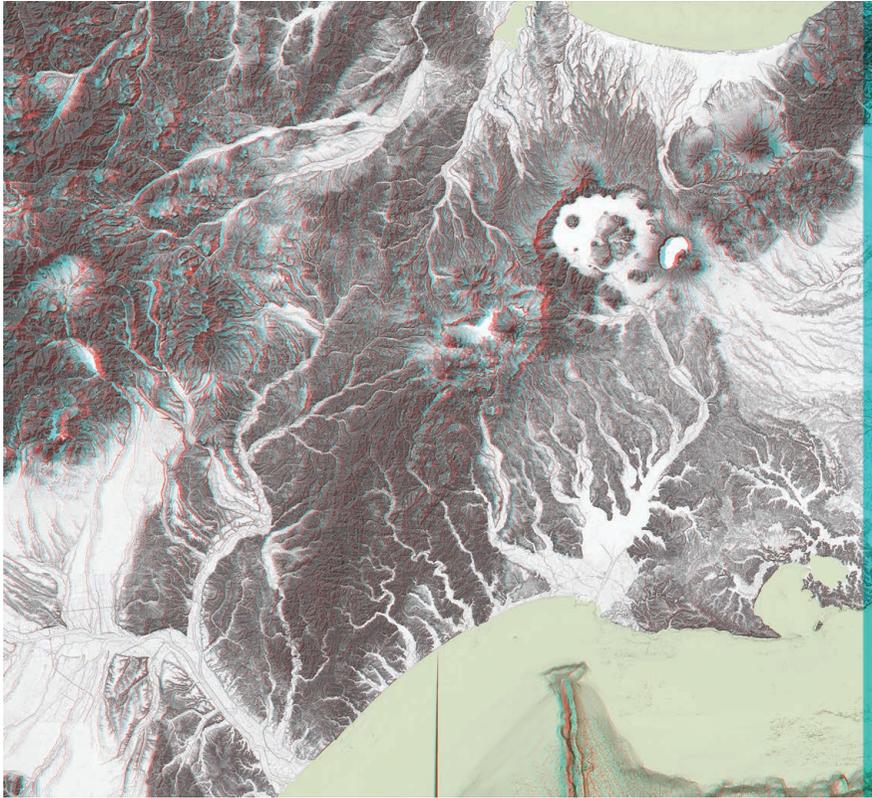
図Ⅱ - 7 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（6645）

図の範囲と位置は図Ⅱ - 1を参照。



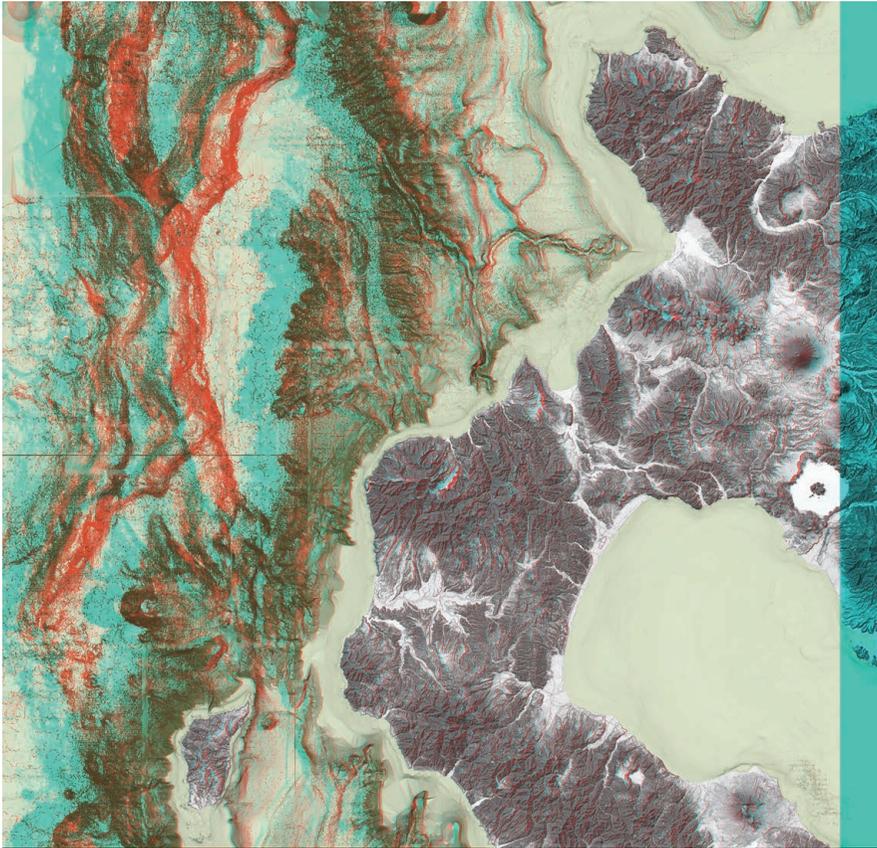
図Ⅱ - 8 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6540)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



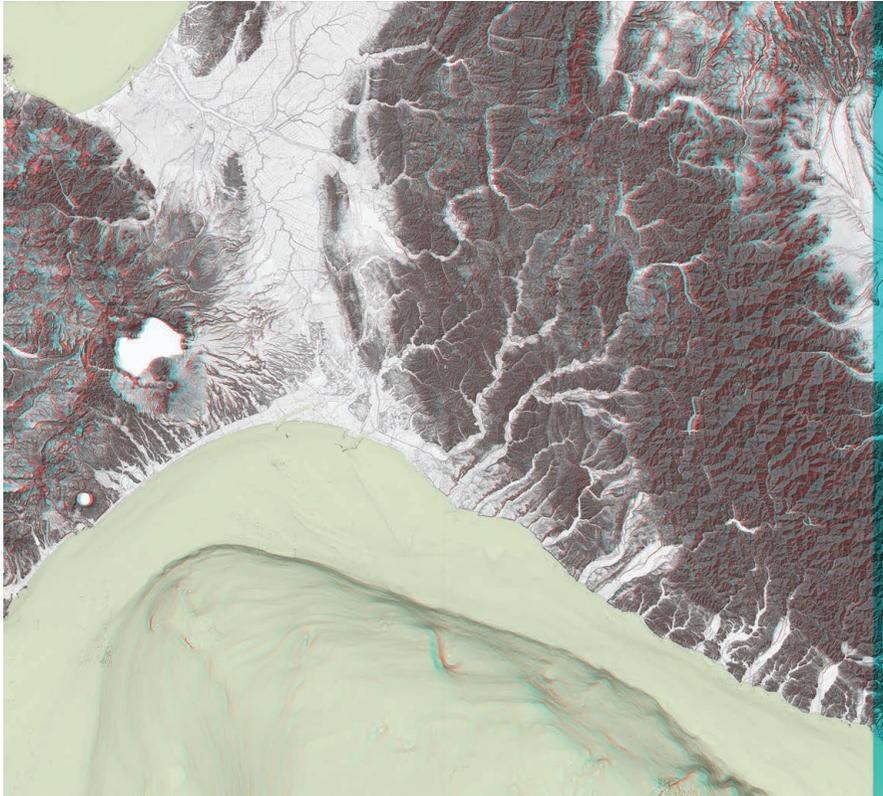
図Ⅱ - 9 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6543)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



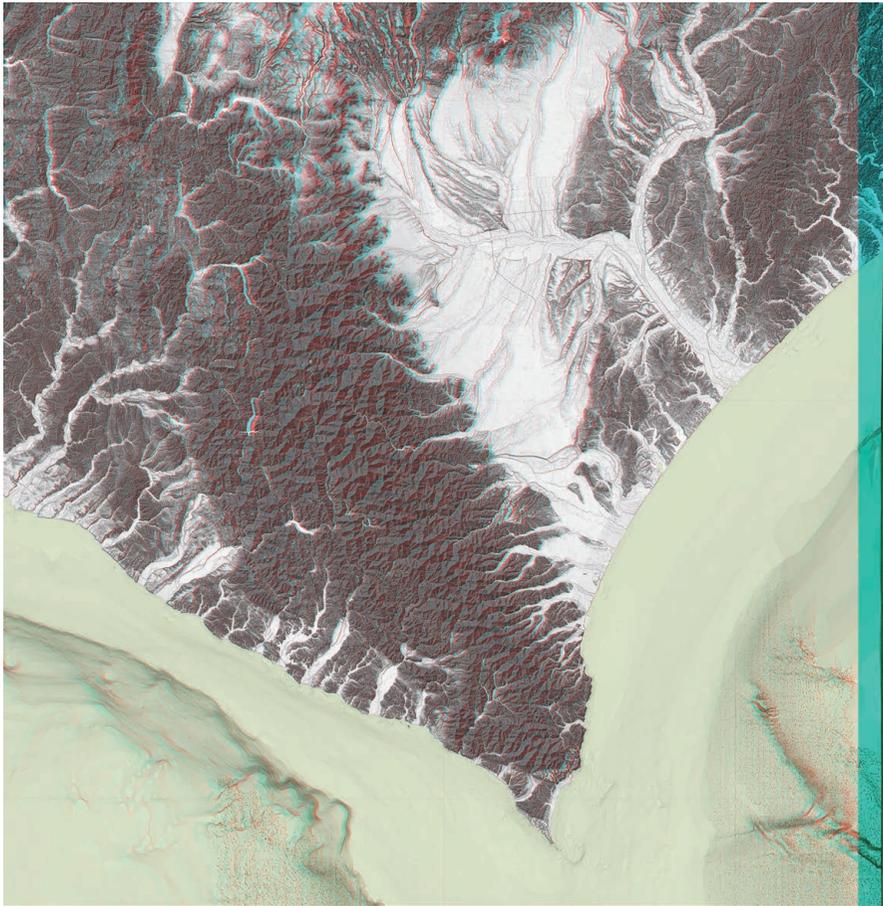
図Ⅱ -10 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6439)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



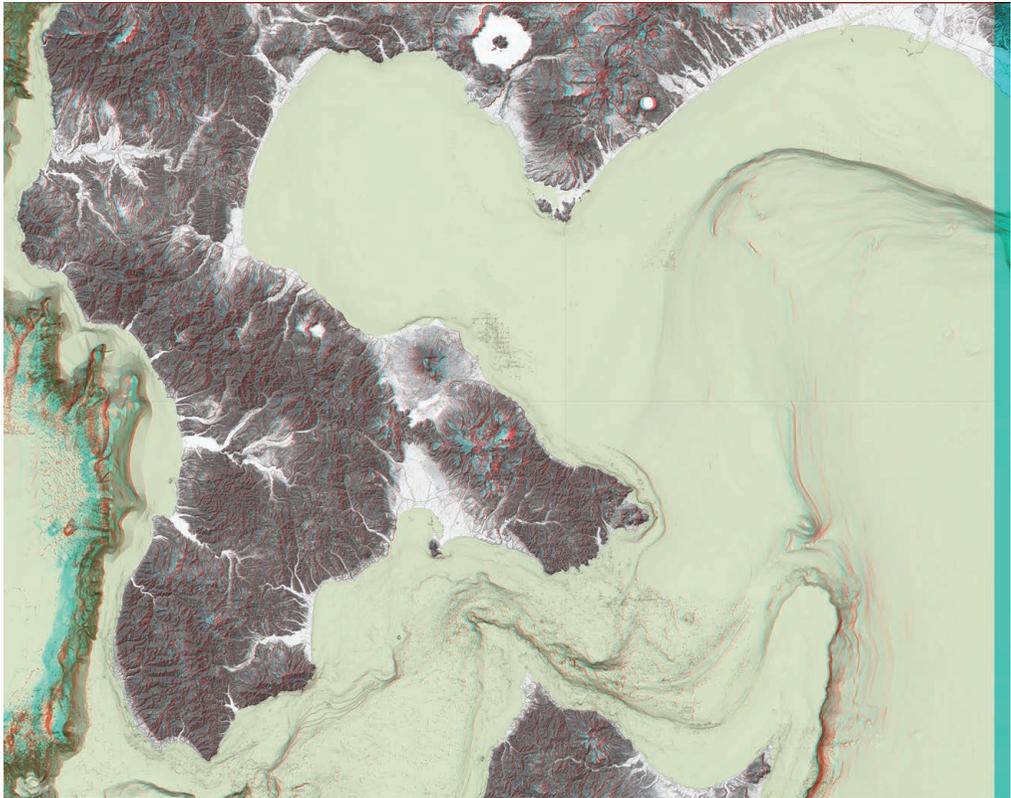
図Ⅱ -11 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6441)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1を参照。



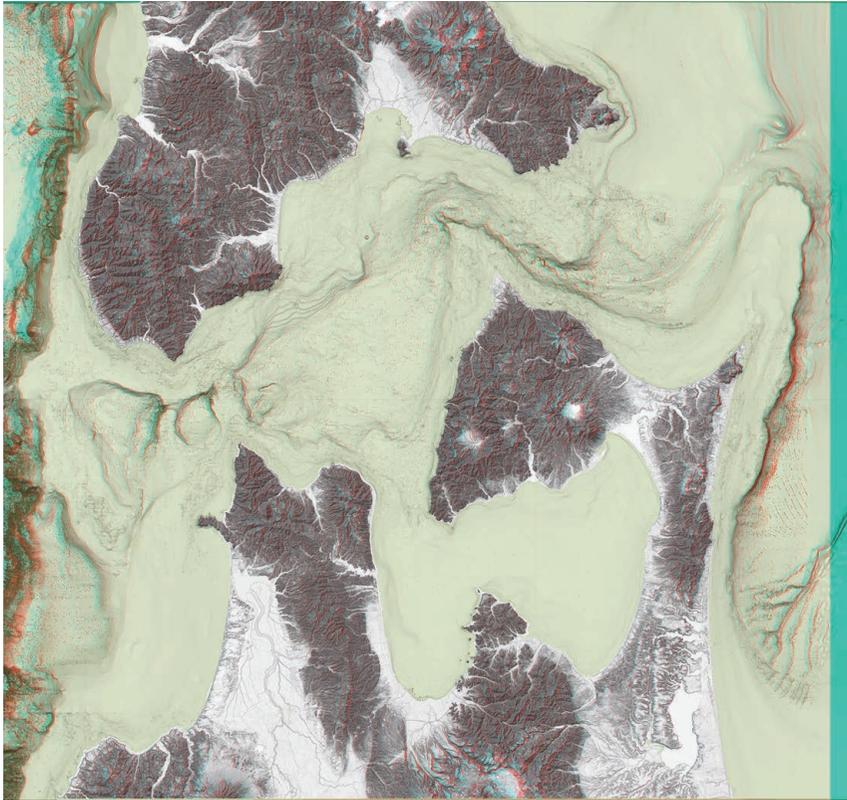
図Ⅱ -12 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6442)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



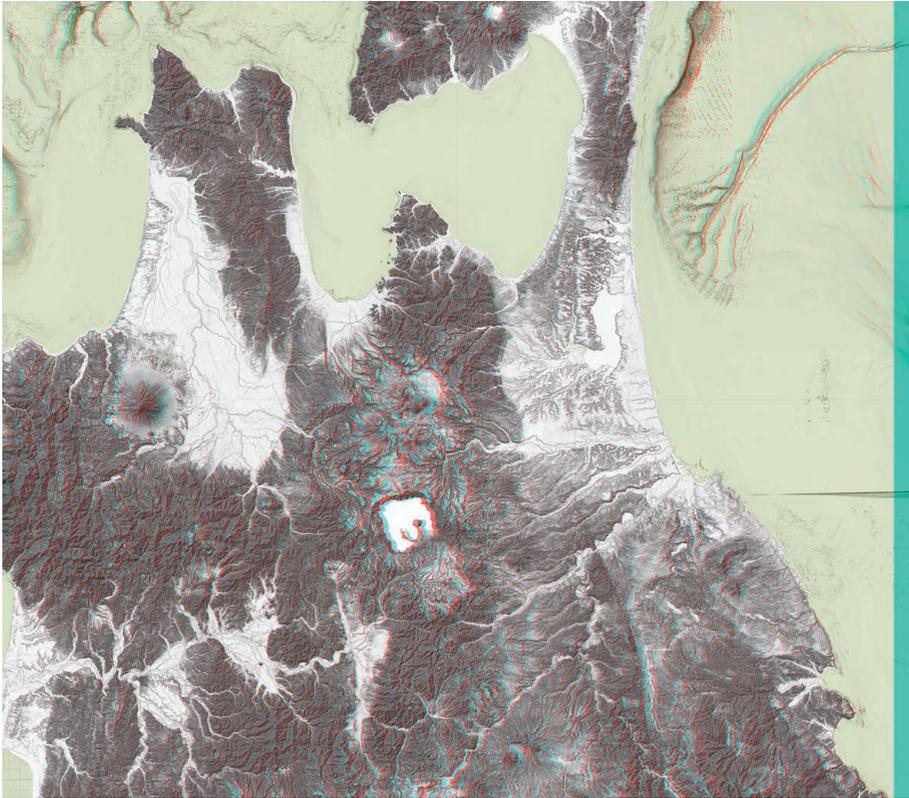
図Ⅱ -13 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6340)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



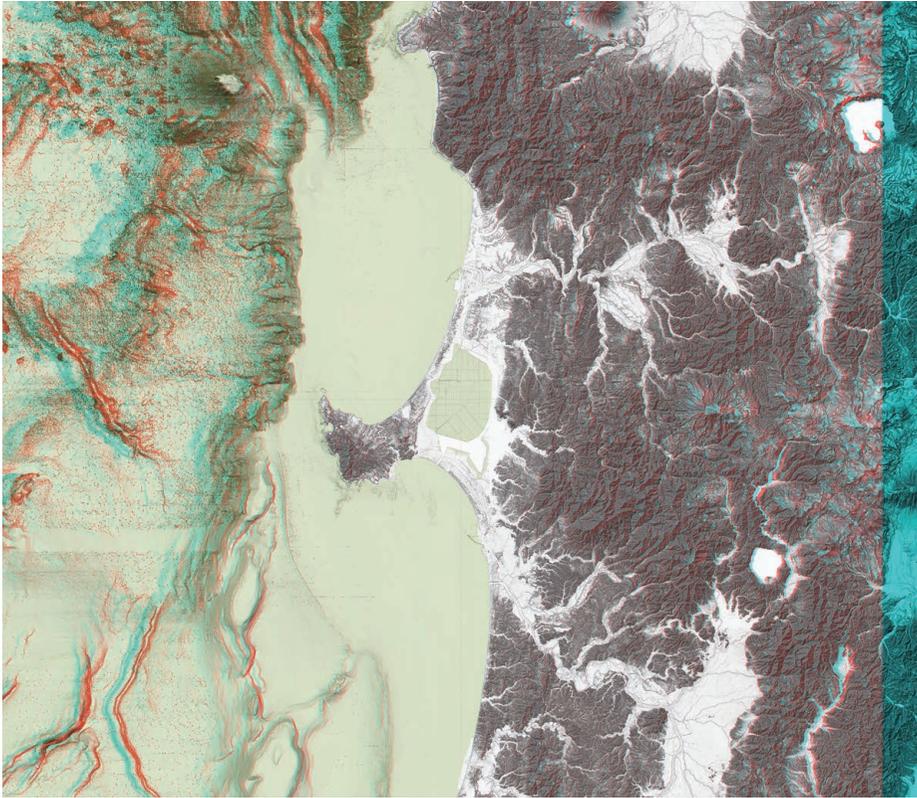
図Ⅱ -14 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6240)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1を参照。



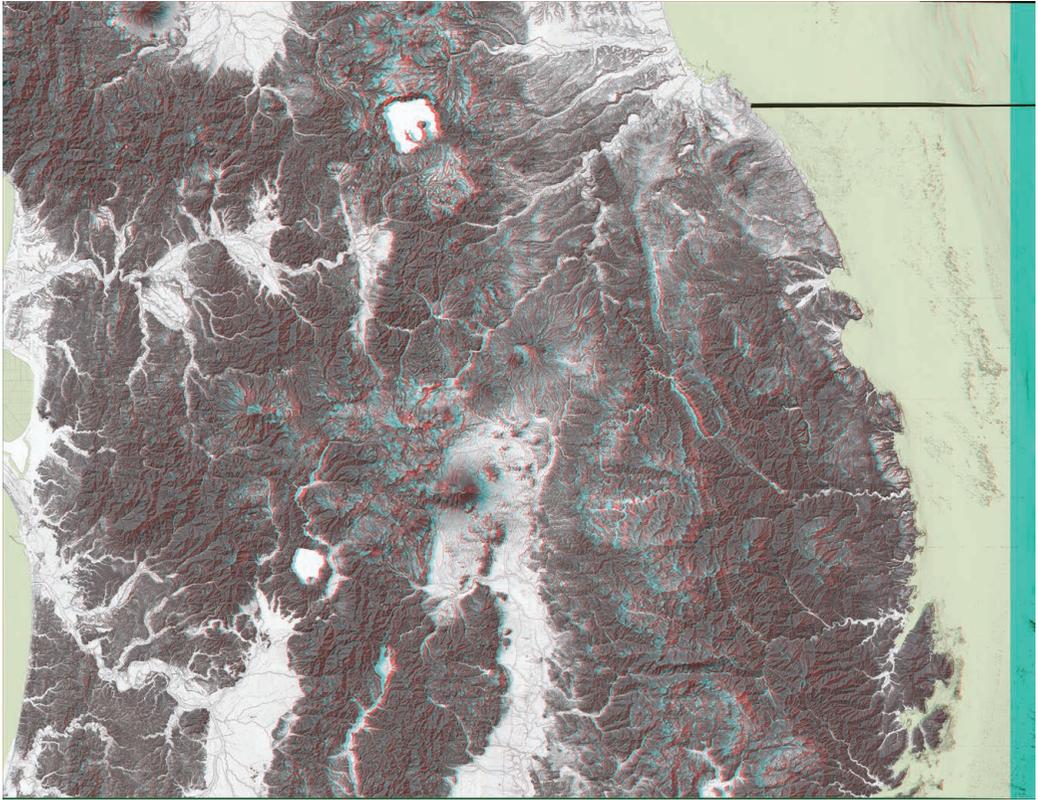
図Ⅱ -15 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6140)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



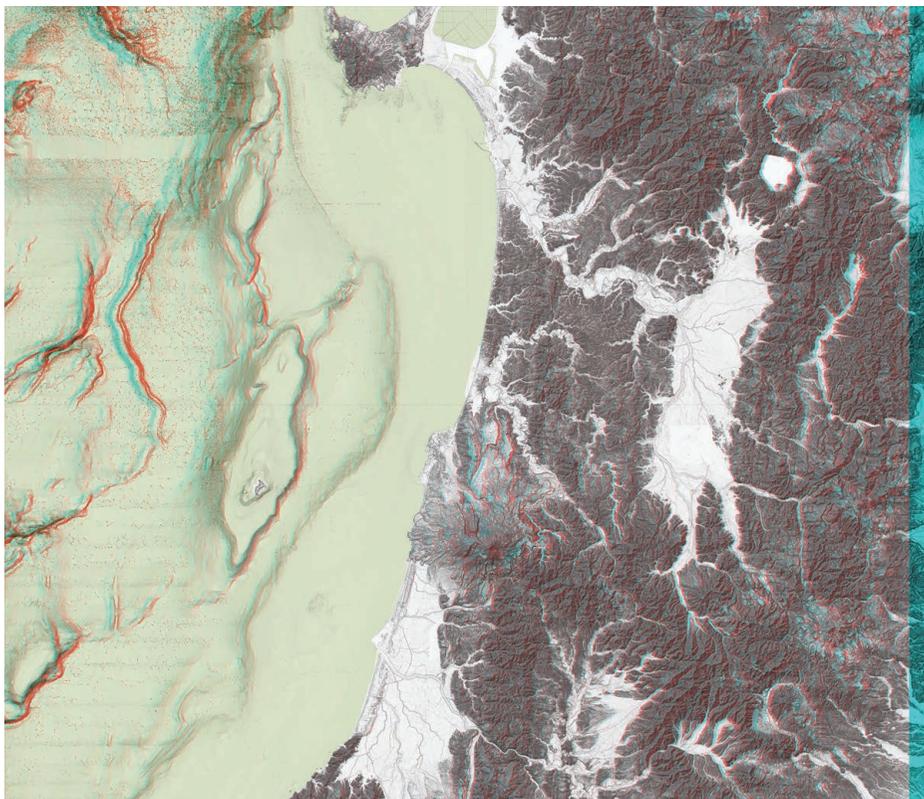
図Ⅱ -16 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (6039)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



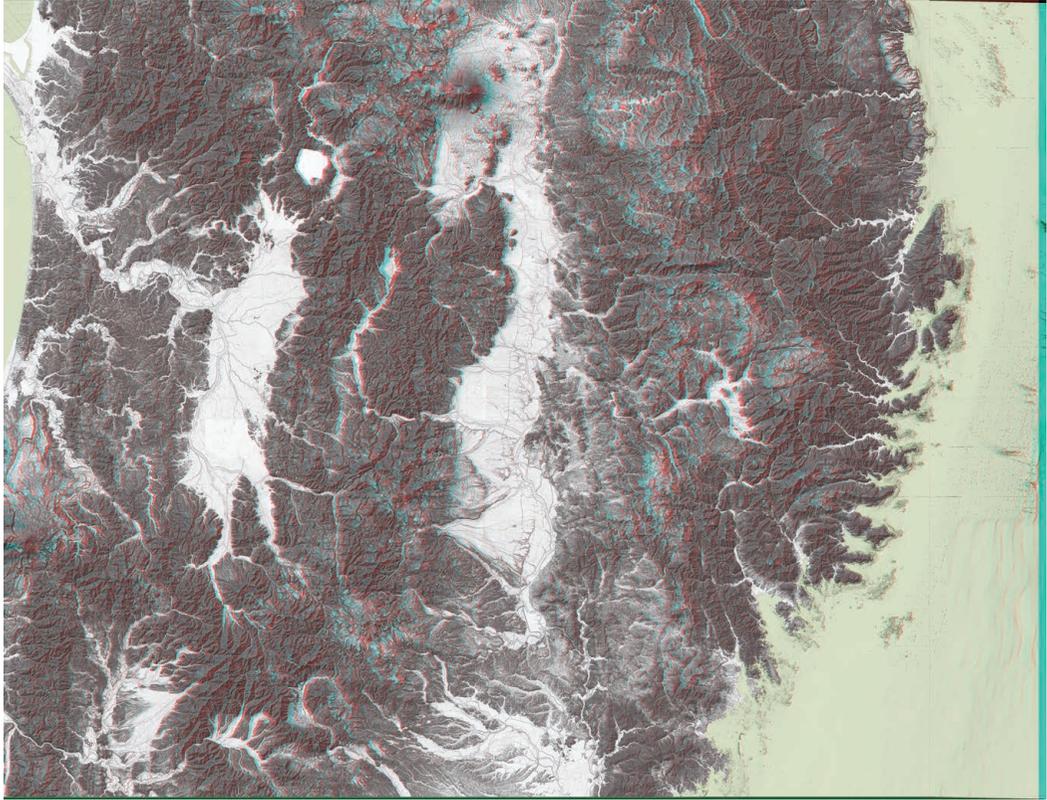
図Ⅱ -17 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（6040）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



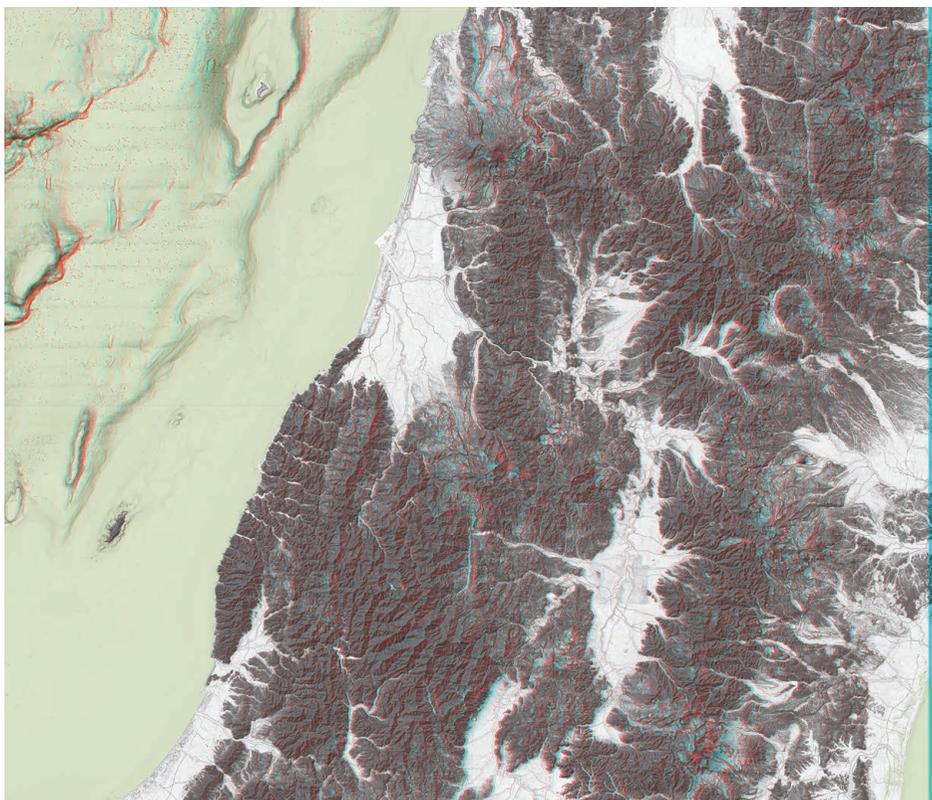
図Ⅱ -18 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5939)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



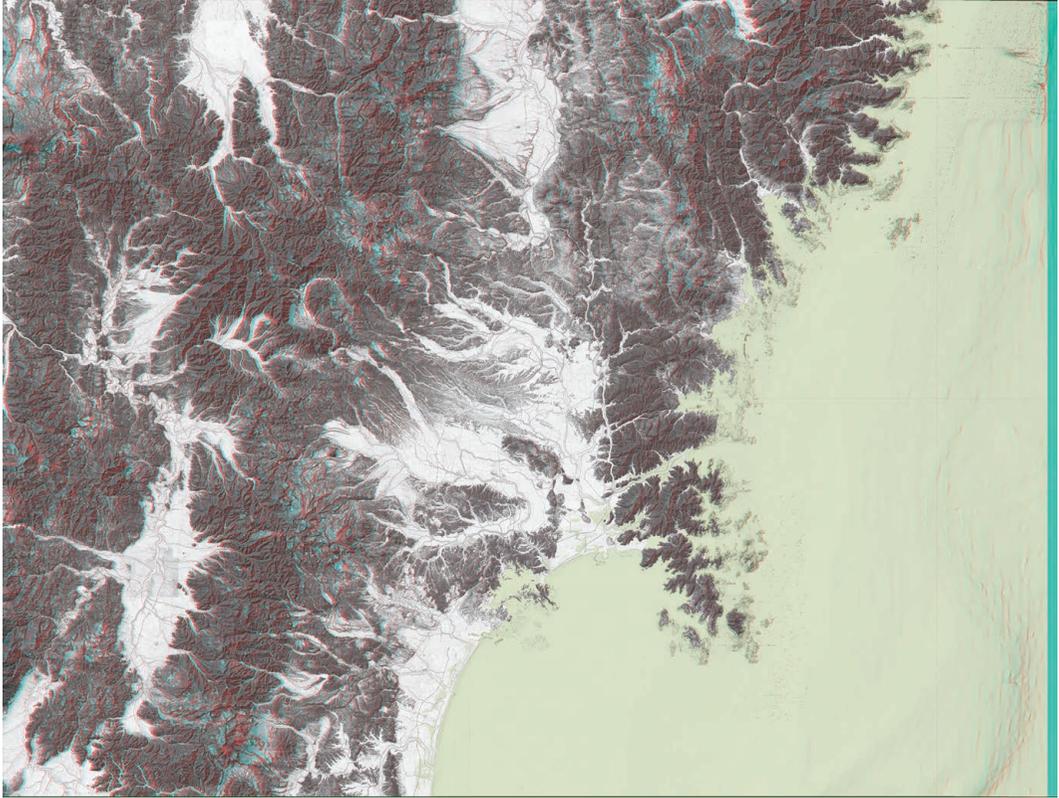
図Ⅱ -19 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5940）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



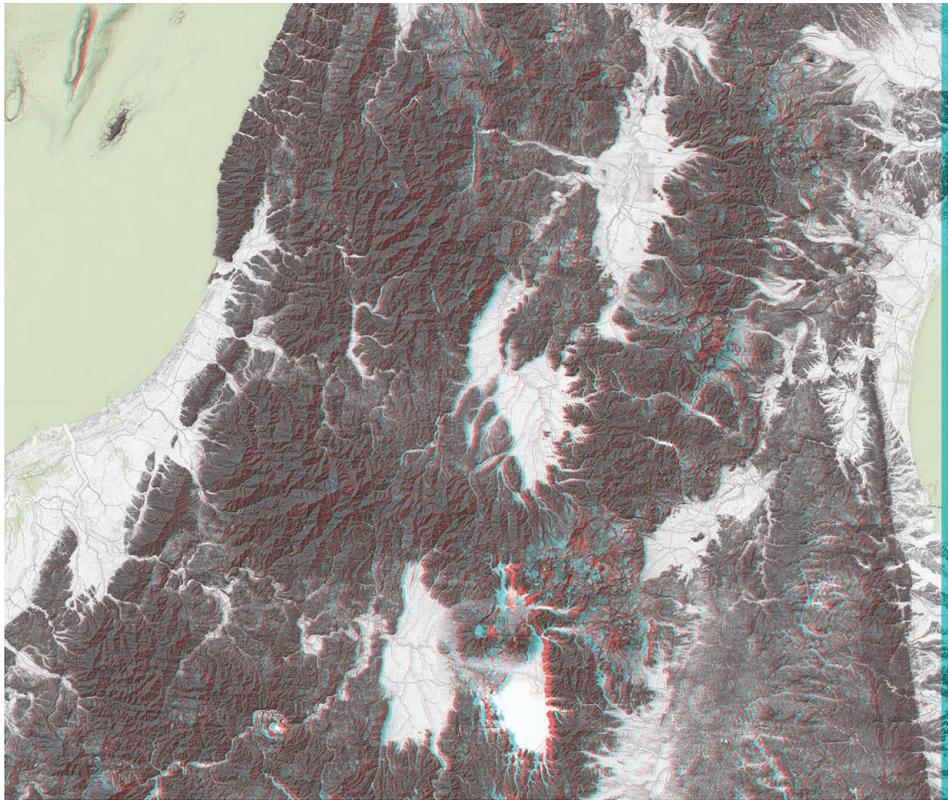
図Ⅱ -20 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5839)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



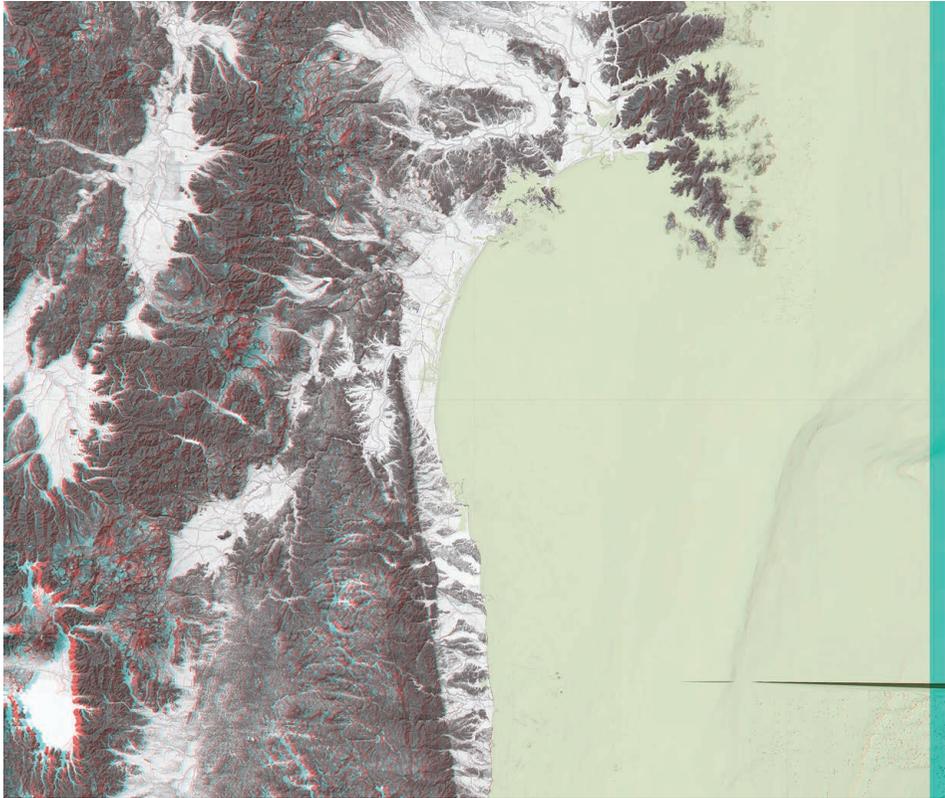
図Ⅱ -21 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5840）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



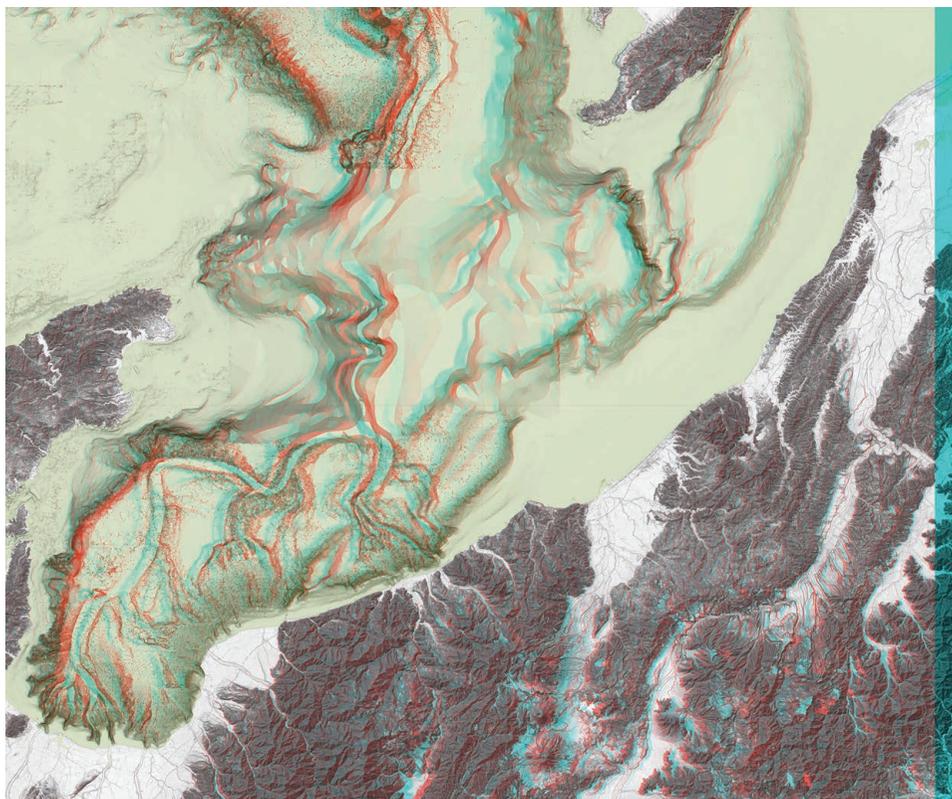
図Ⅱ -22 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5739)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



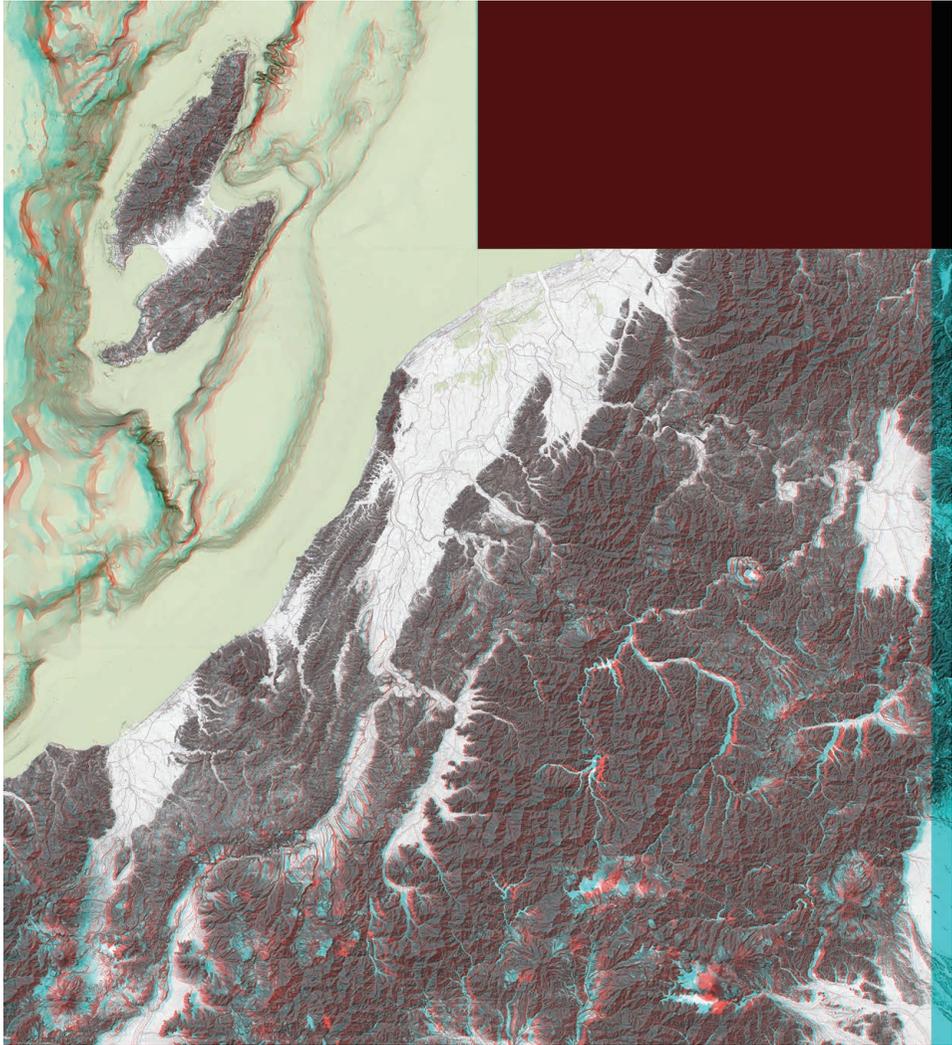
図Ⅱ -23 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5740)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



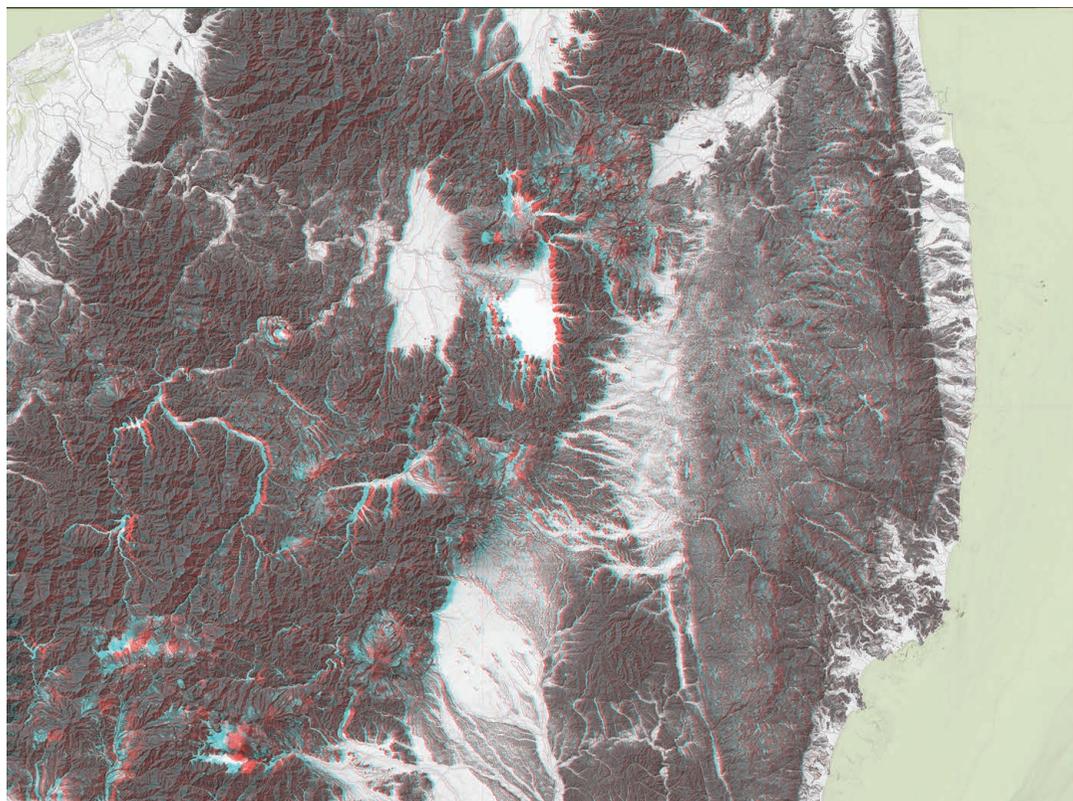
図Ⅱ -24 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5637）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



図Ⅱ -25 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5638)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



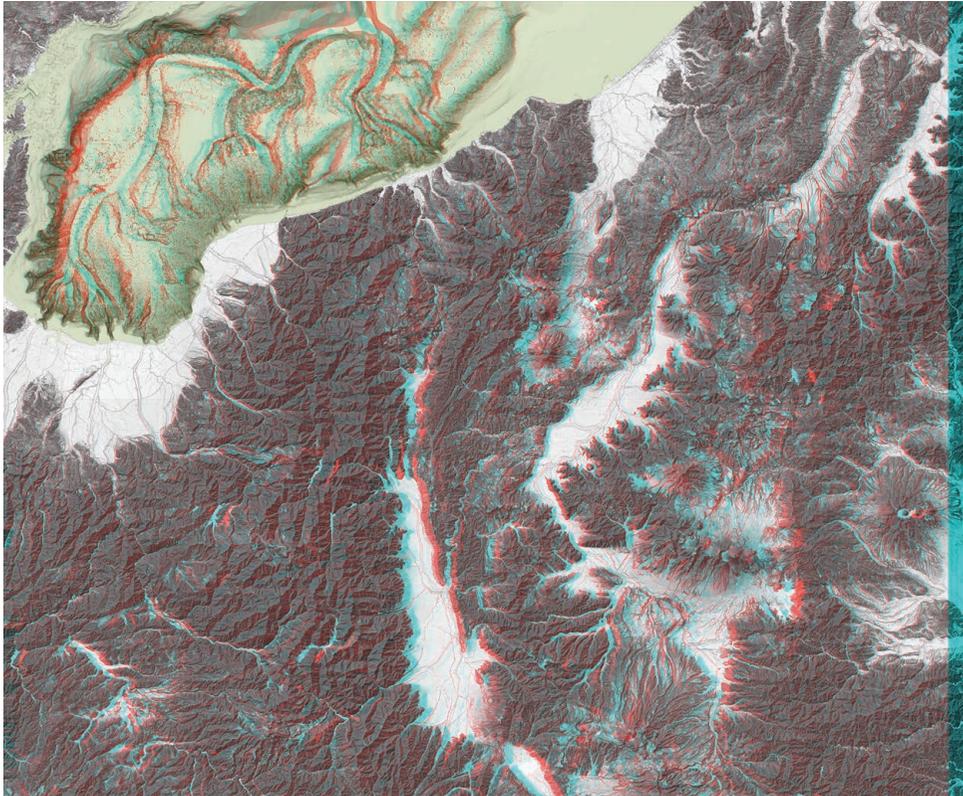
図Ⅱ -26 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5639)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



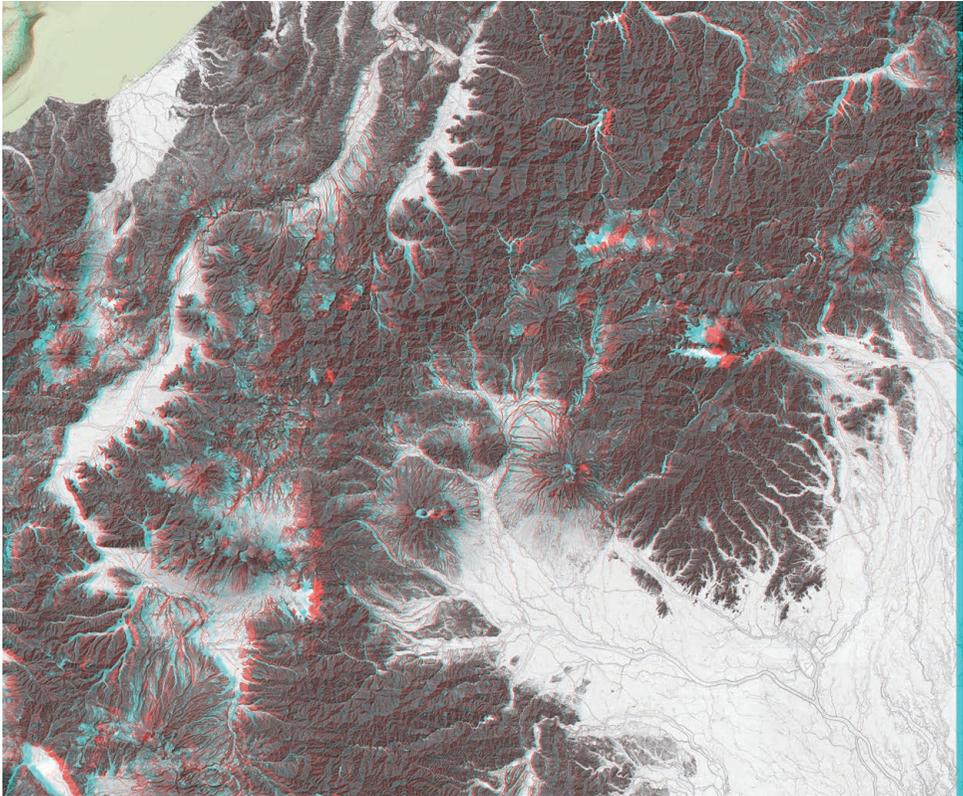
図Ⅱ -27 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5536)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



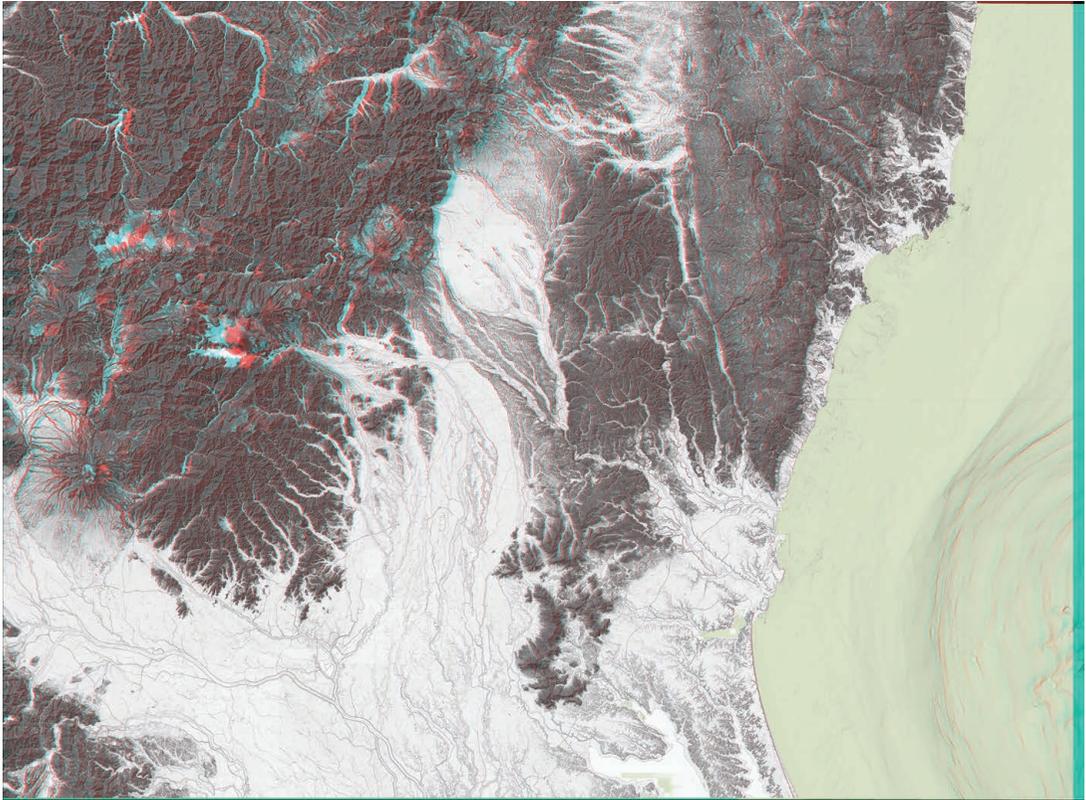
図Ⅱ -28 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5537)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



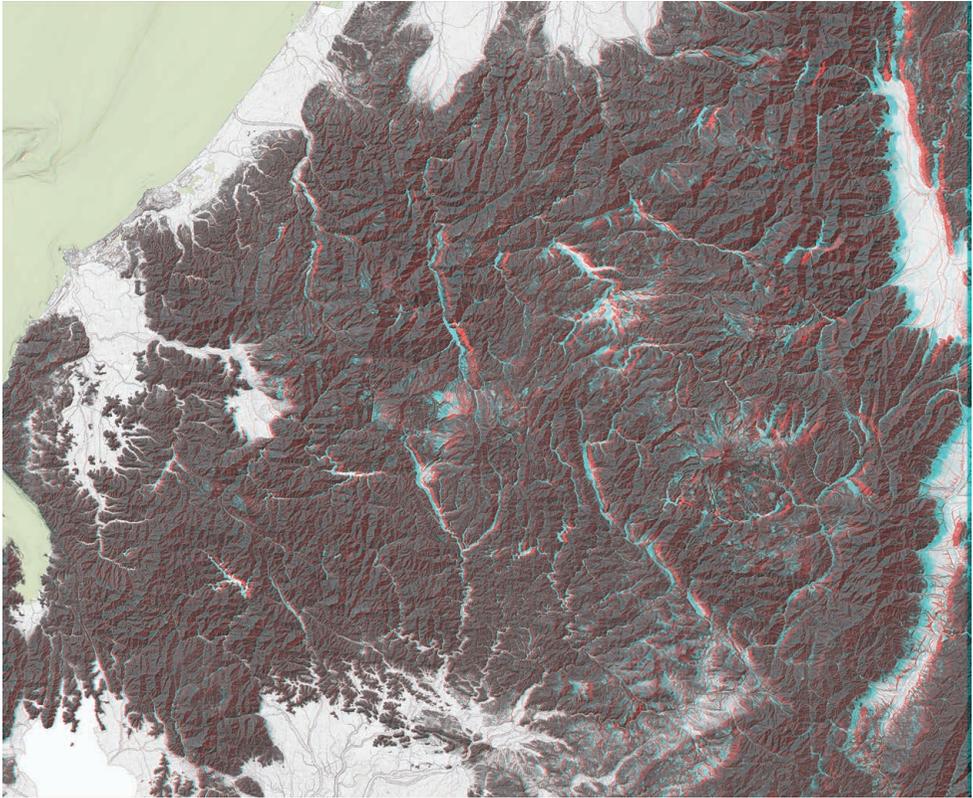
図Ⅱ -29 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5538)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



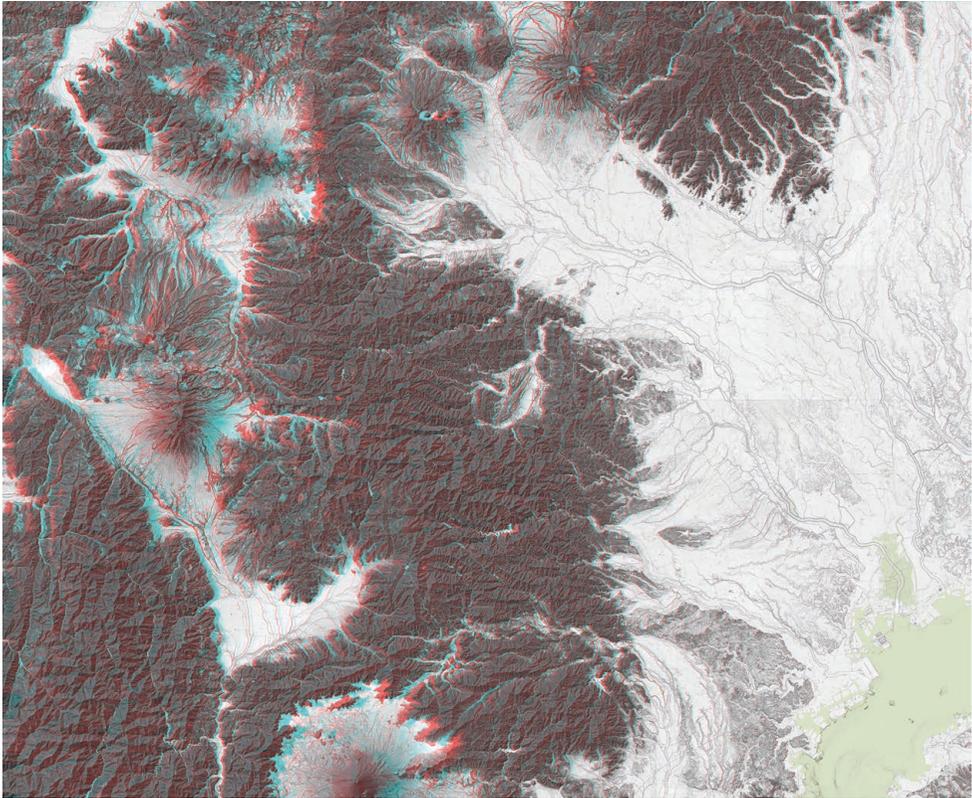
図Ⅱ -30 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5539)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1を参照。



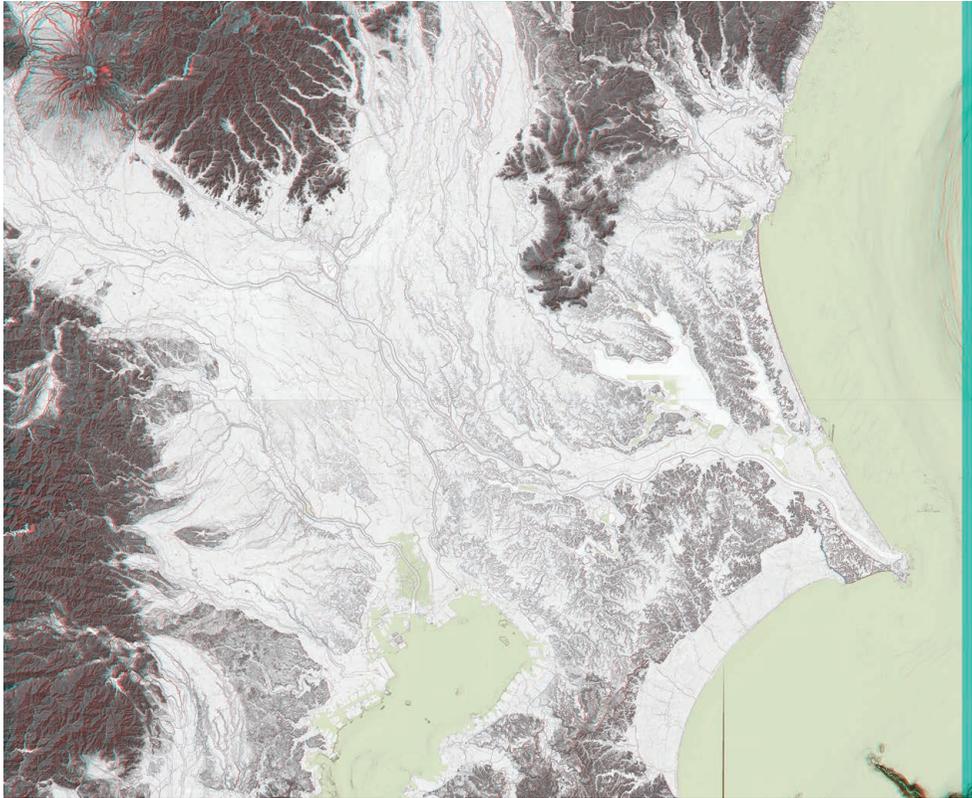
図Ⅱ -31 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5436)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



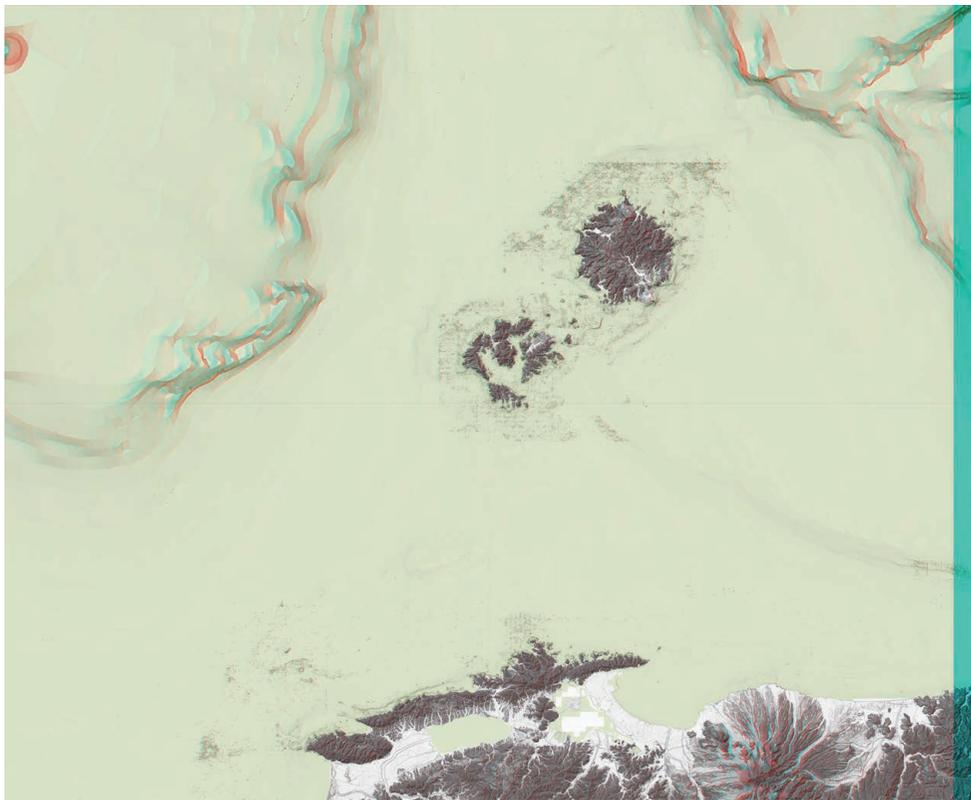
図Ⅱ -32 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5438)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



図Ⅱ -33 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5439)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



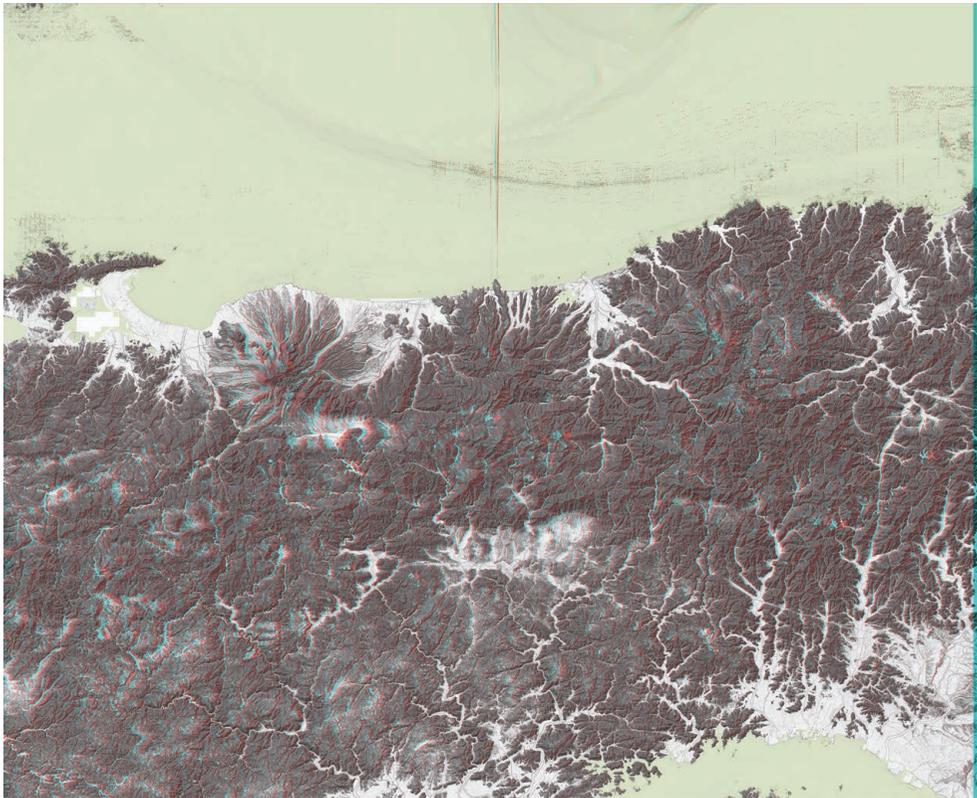
図Ⅱ -34 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5432)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



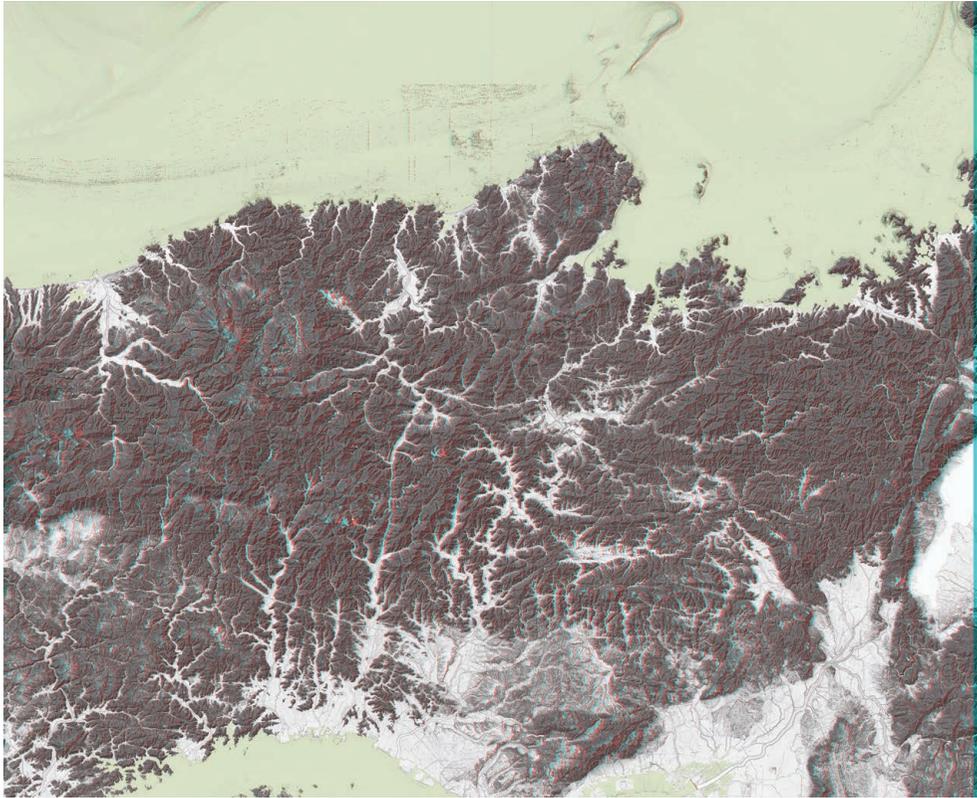
図Ⅱ -35 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5332)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



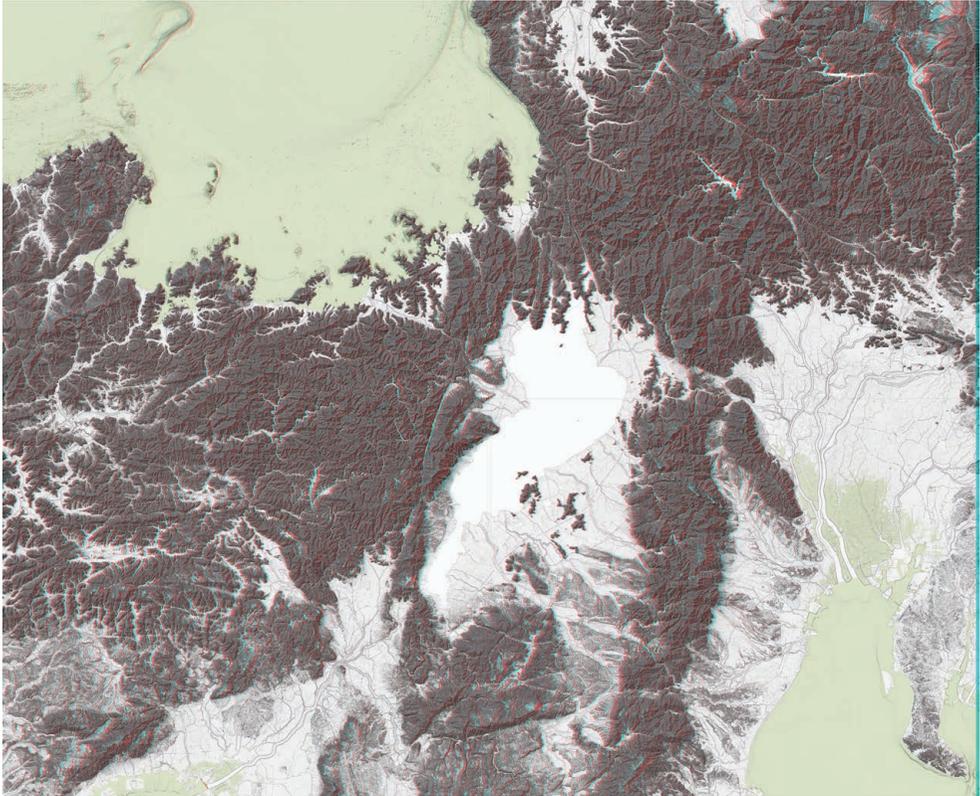
図Ⅱ -36 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5333)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



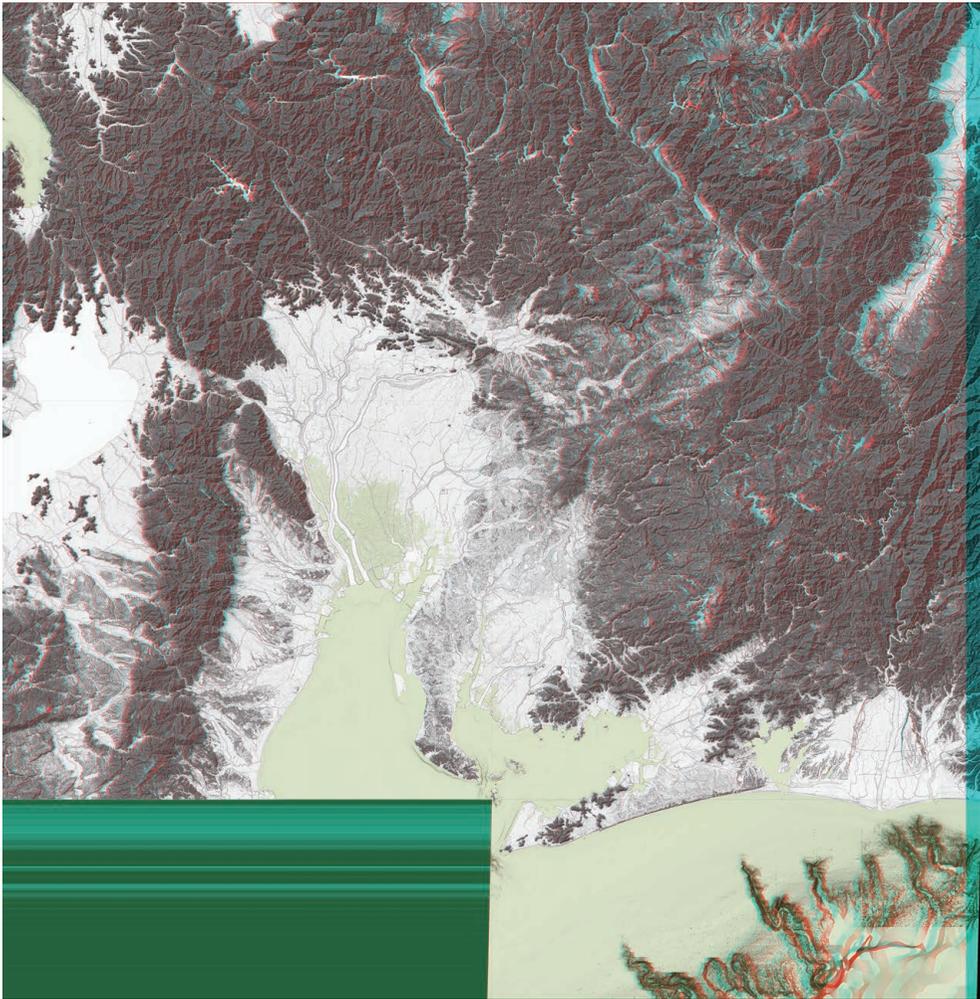
図Ⅱ -37 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5334）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



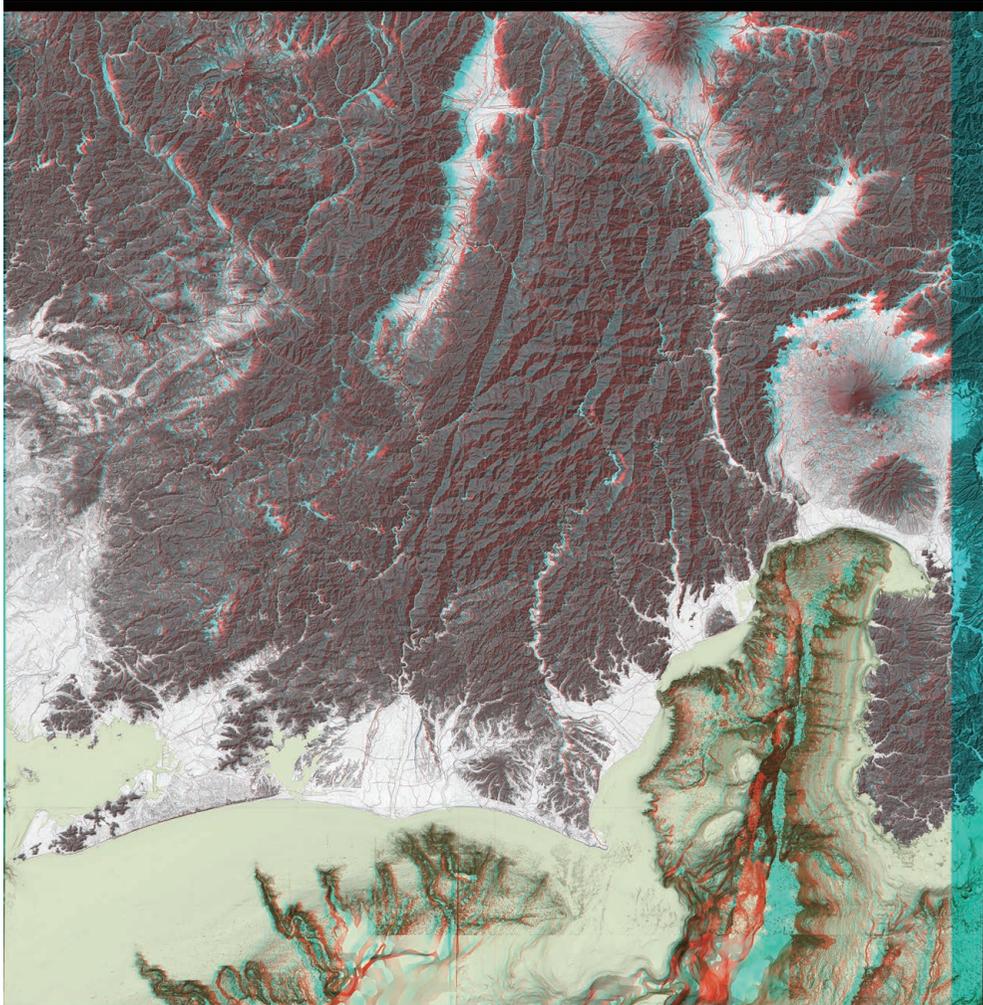
図Ⅱ-38 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5335)

図の範囲と位置は図Ⅱ-1を参照。



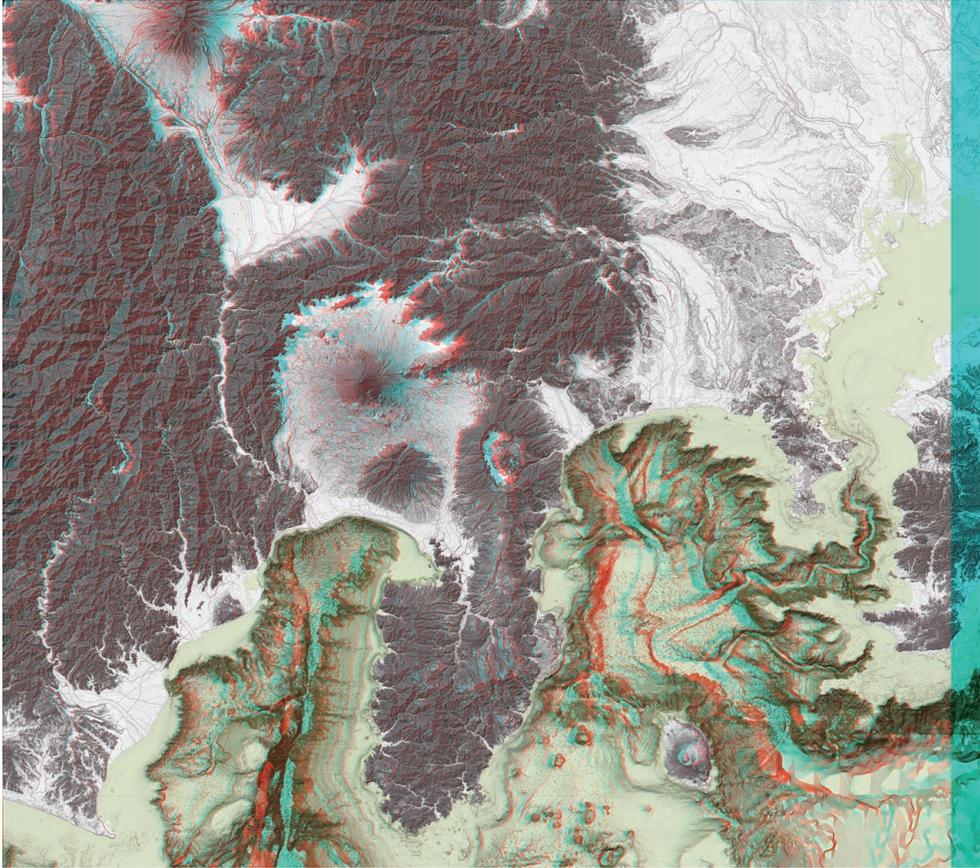
図Ⅱ -39 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5336)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



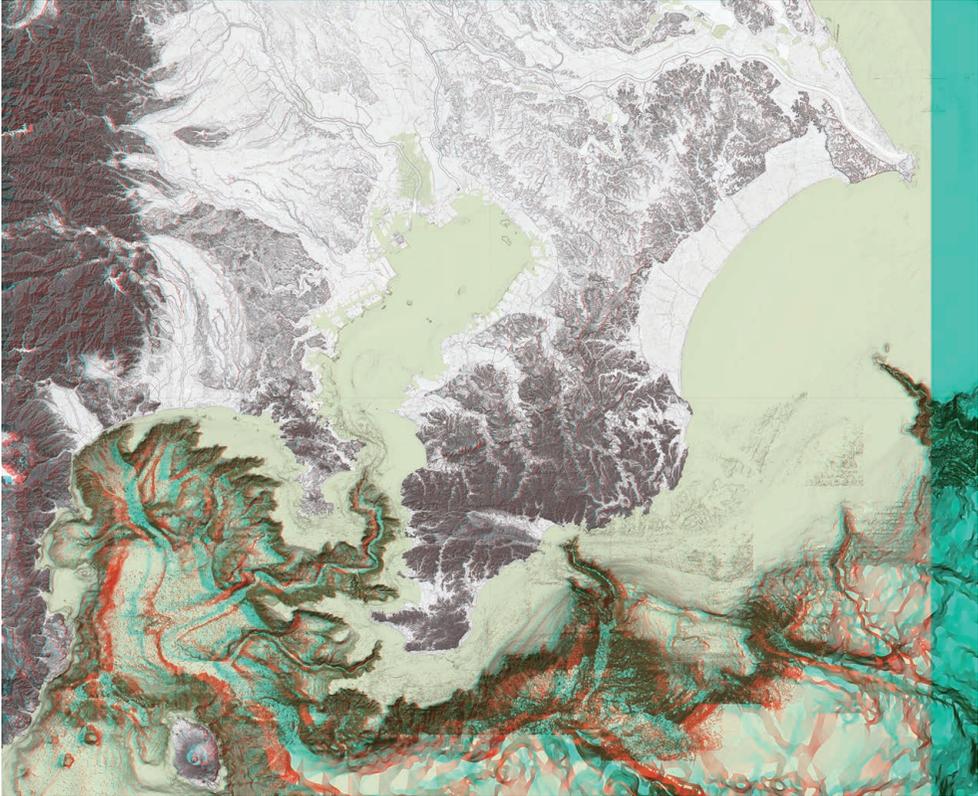
図Ⅱ -40 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5337）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



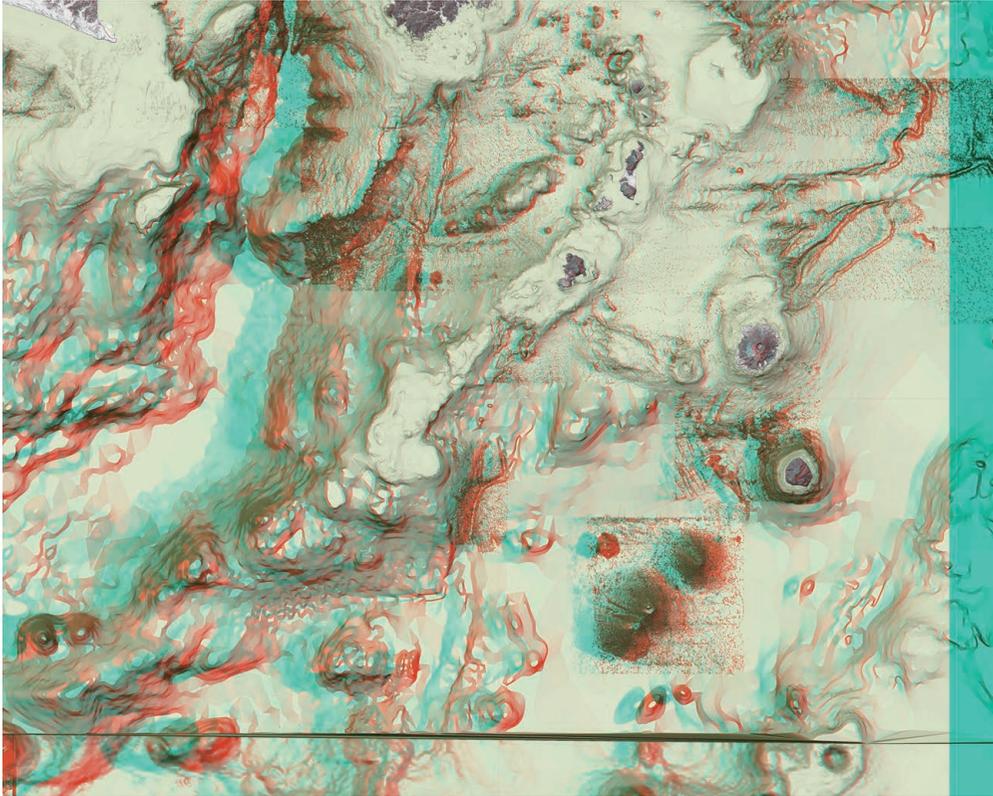
図Ⅱ -41 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5338)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1を参照。



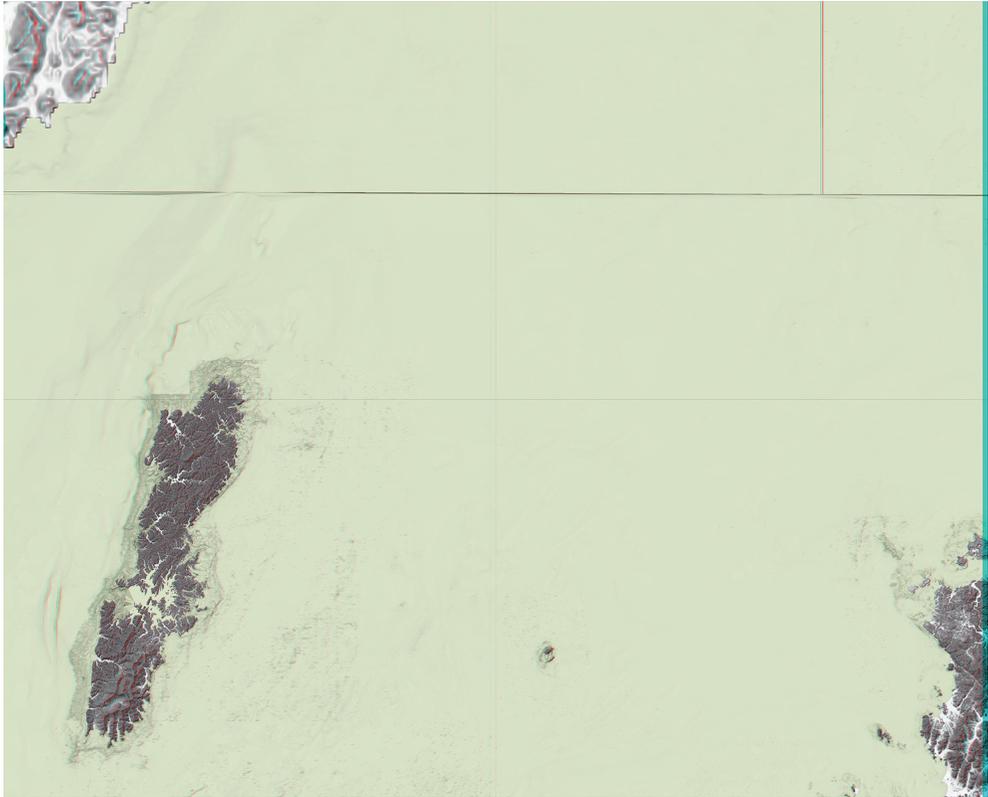
図Ⅱ -42 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5339)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



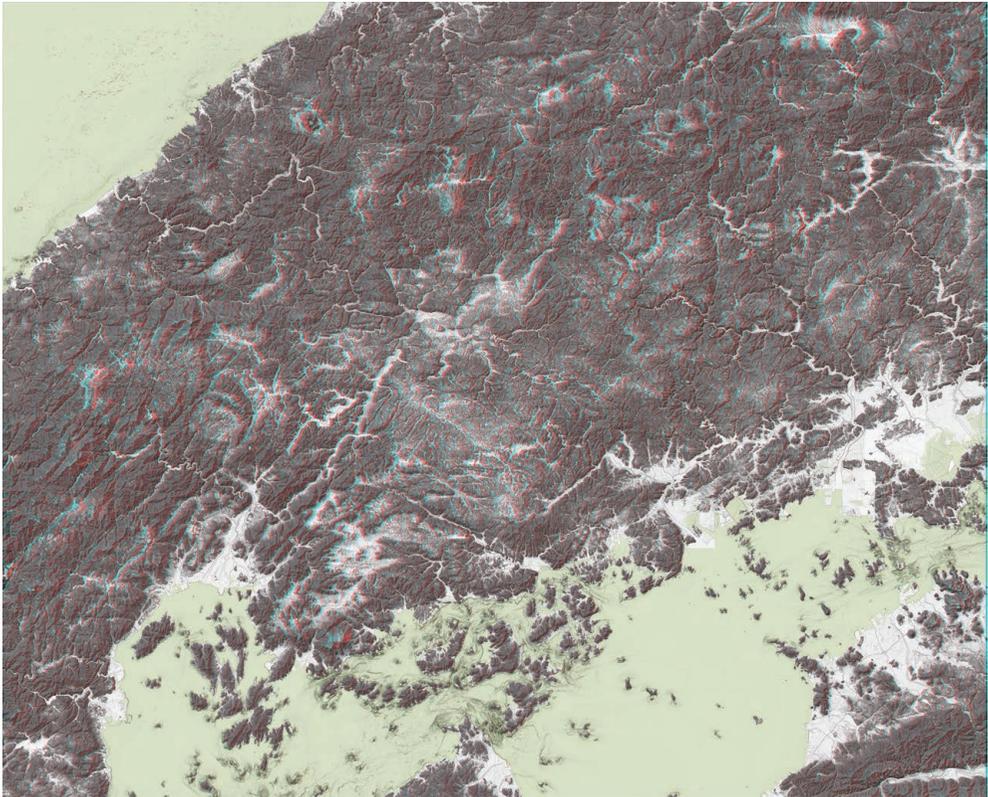
図Ⅱ -43 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5138)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1を参照。



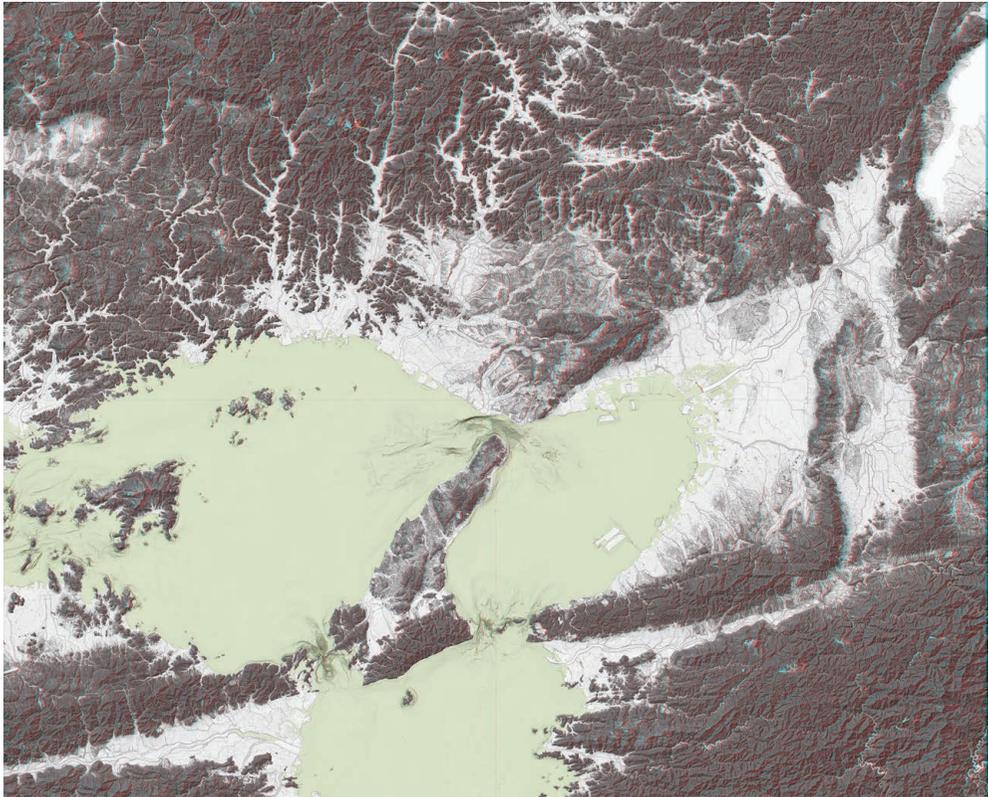
図Ⅱ -44 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5229）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



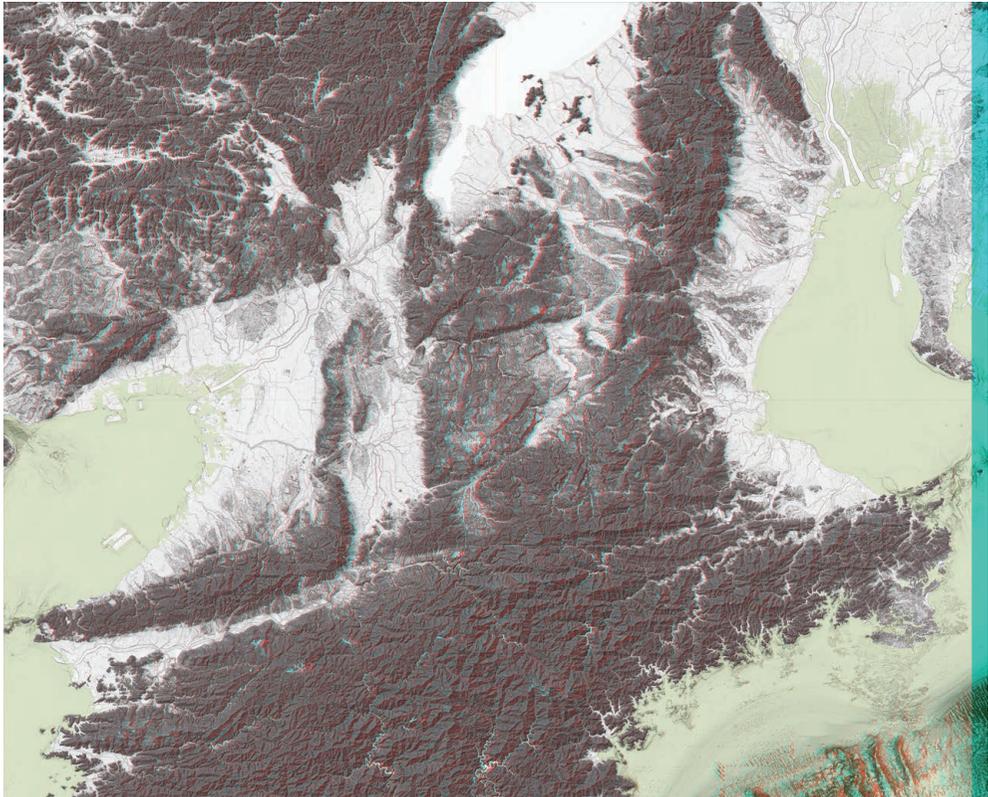
図Ⅱ-45 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5232）

図の範囲と位置は図Ⅱ-1を参照。



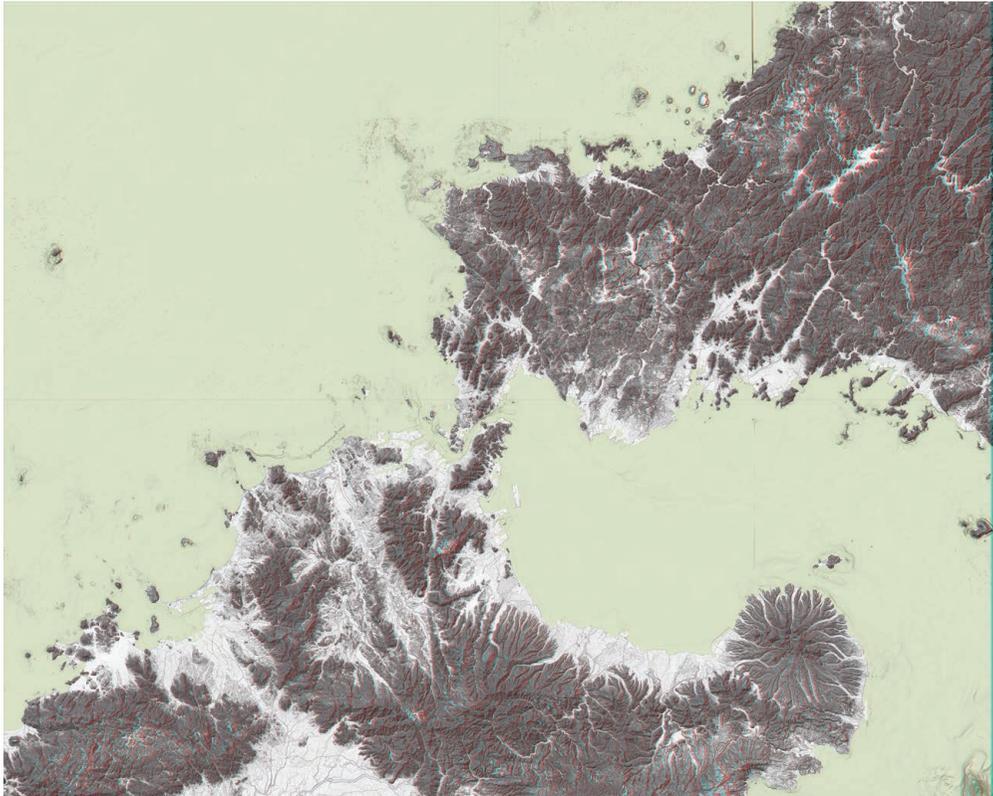
図Ⅱ -46 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5234)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



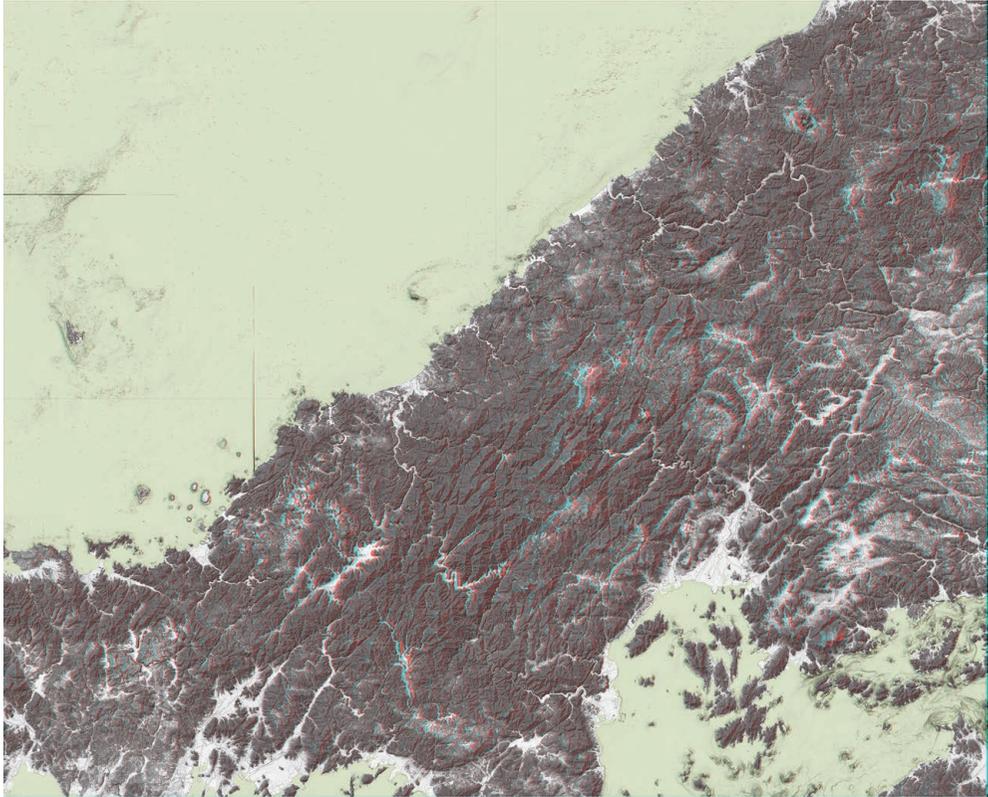
図Ⅱ -47 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5235)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



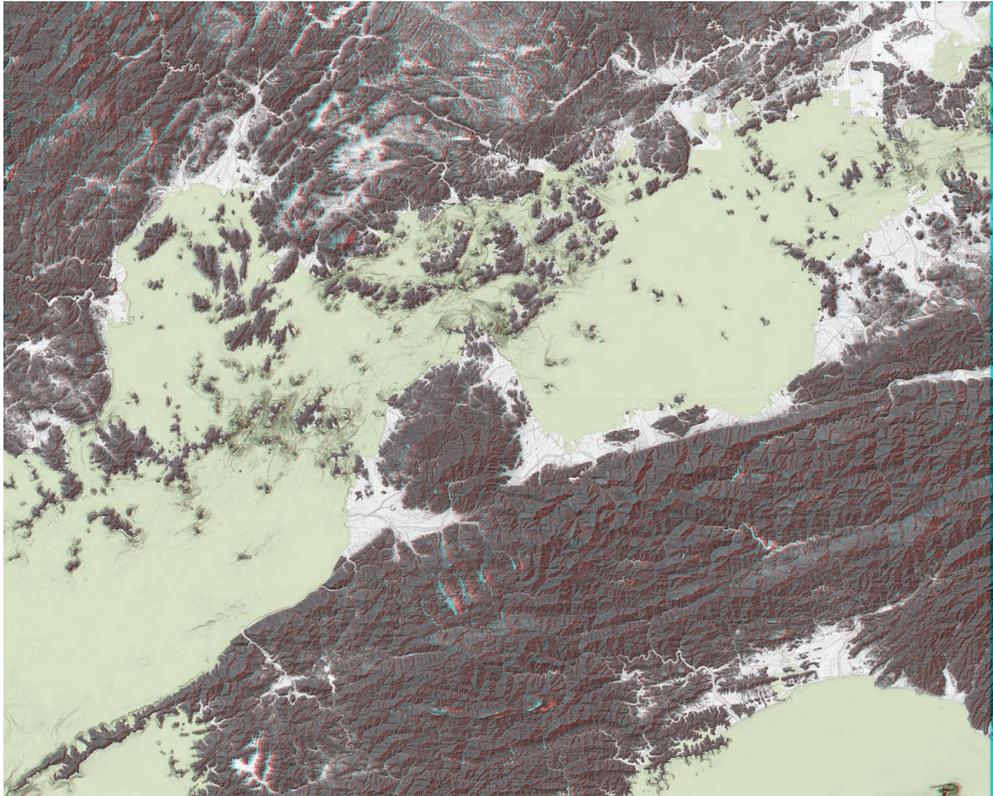
図Ⅱ -48 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5130)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1を参照。



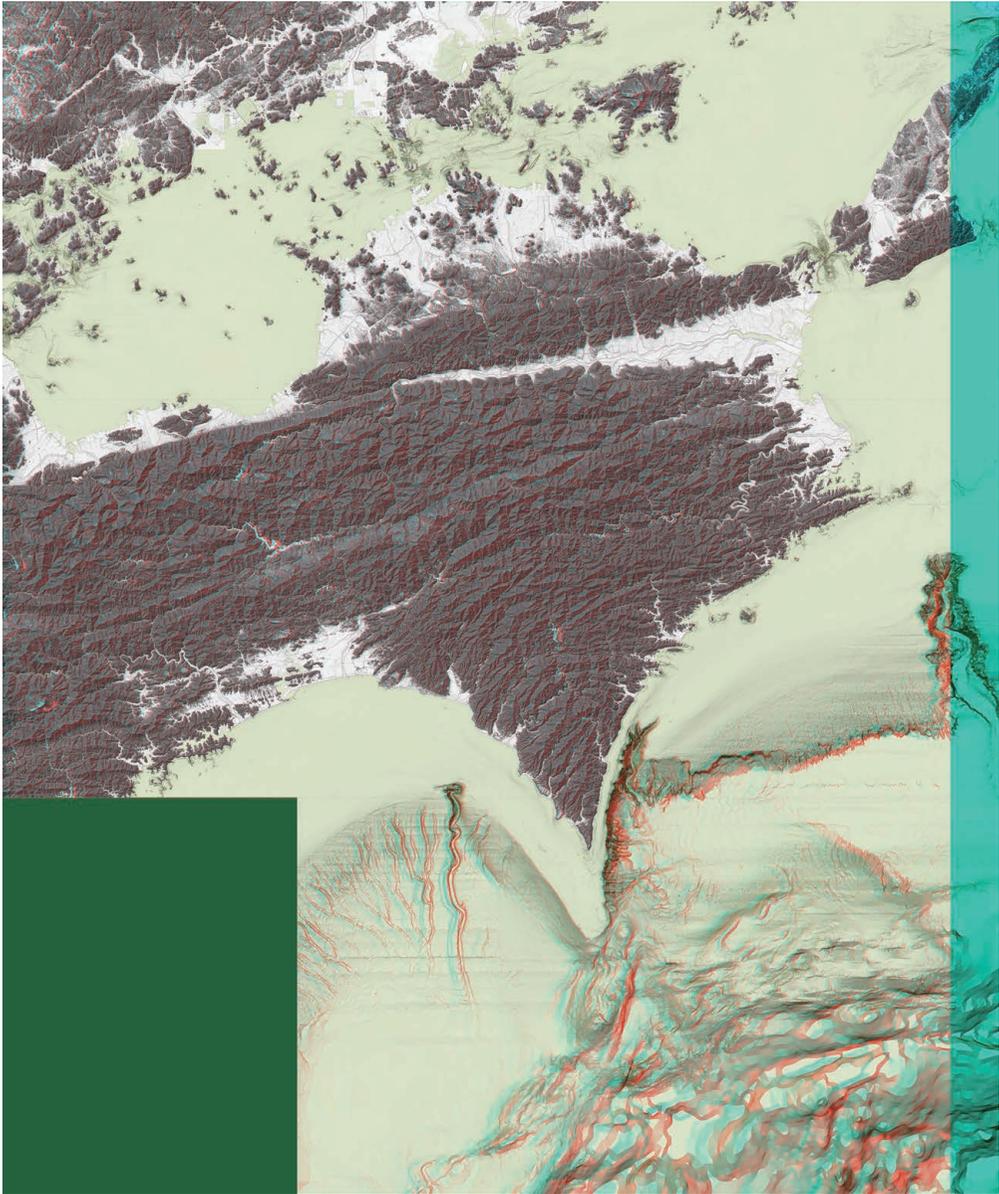
図Ⅱ -49 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（5131）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



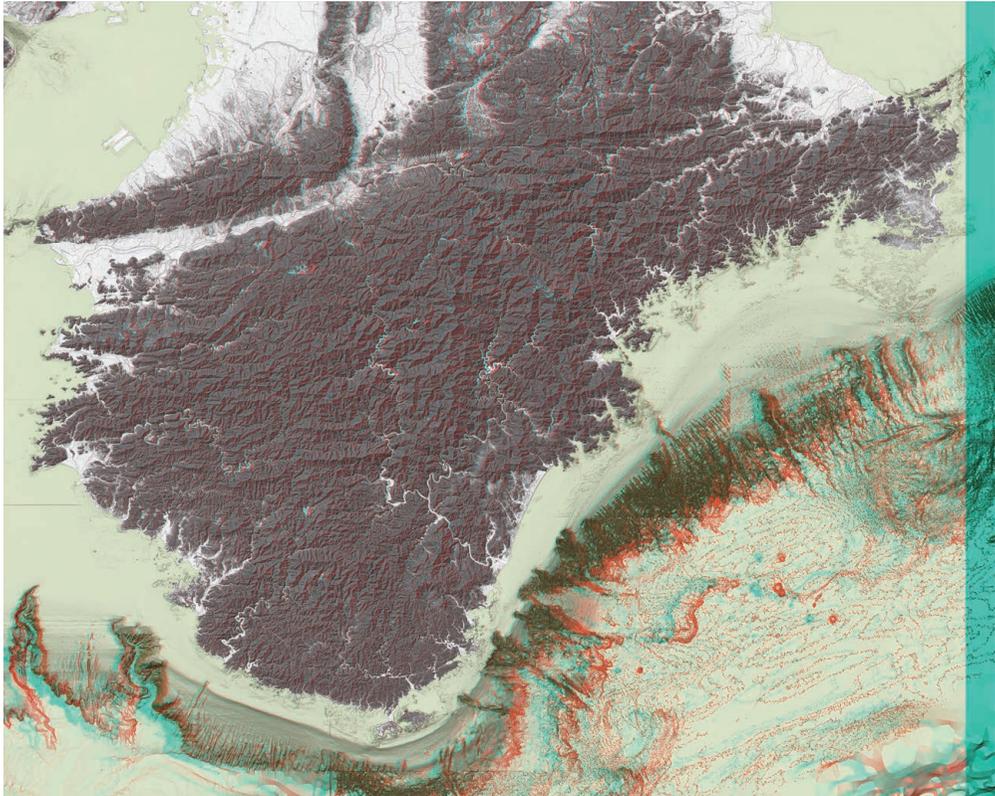
図Ⅱ -50 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5132)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



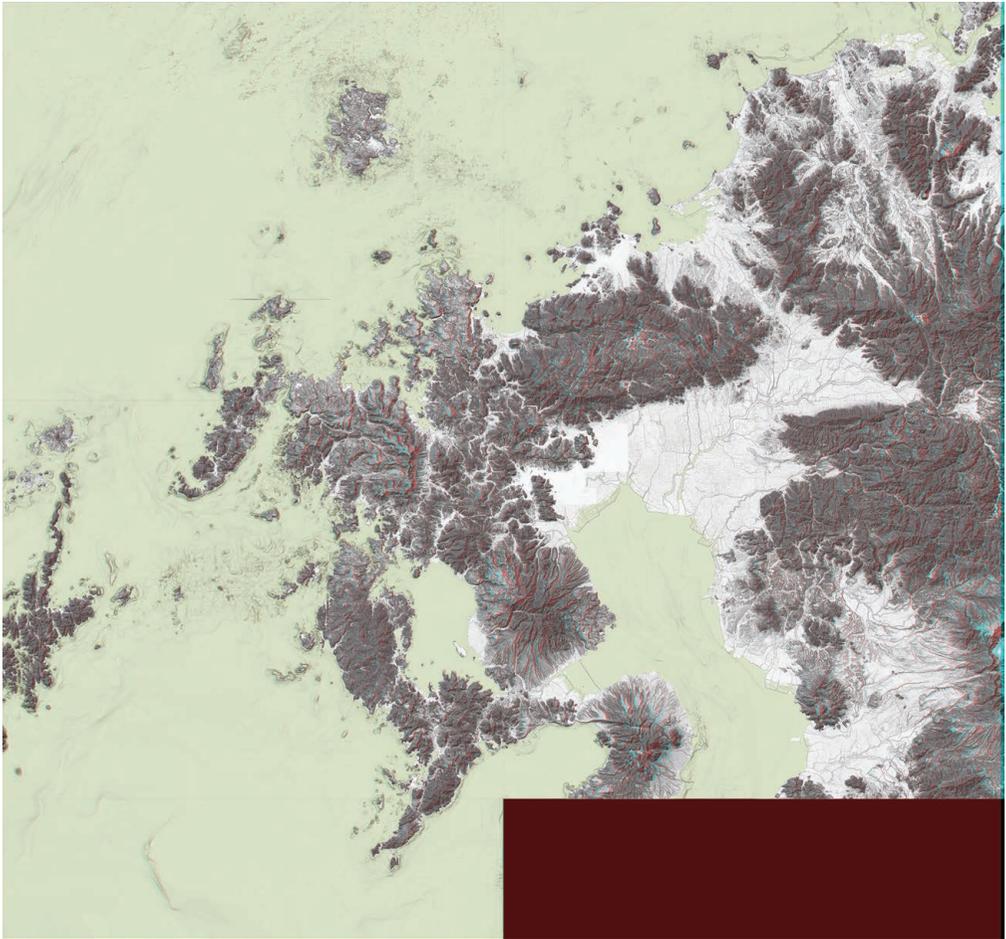
図Ⅱ -51 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5133)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



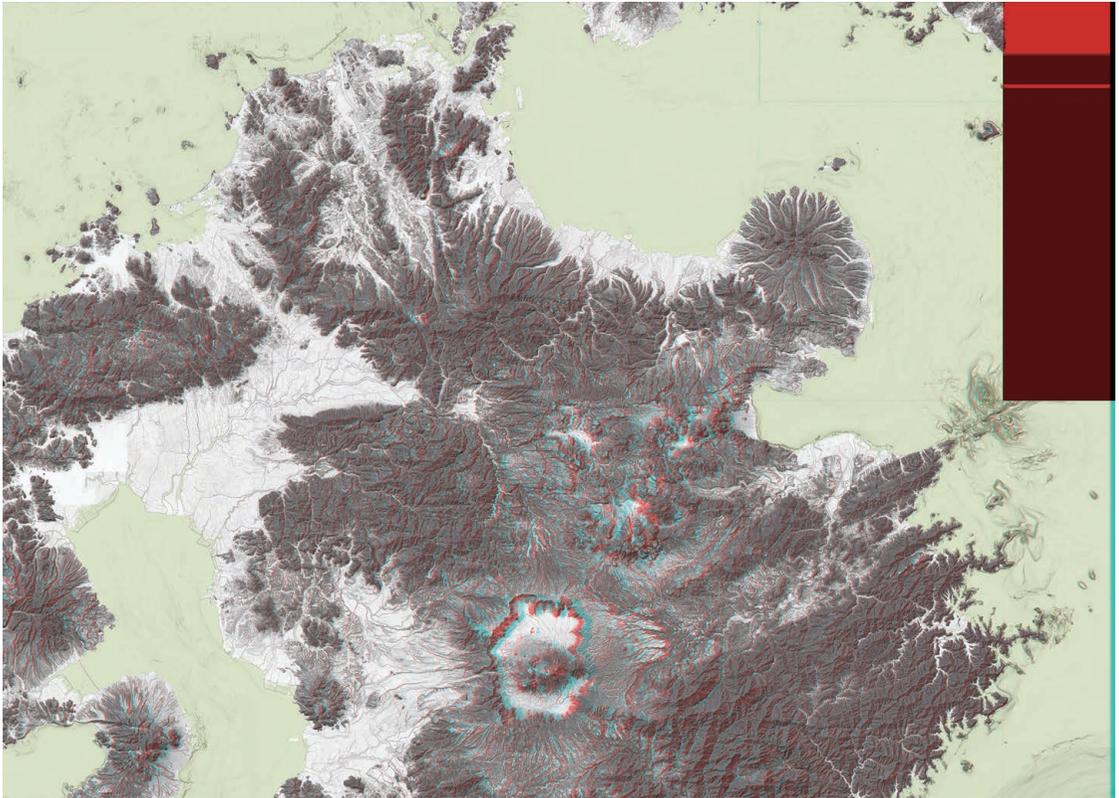
図Ⅱ -52 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5135)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



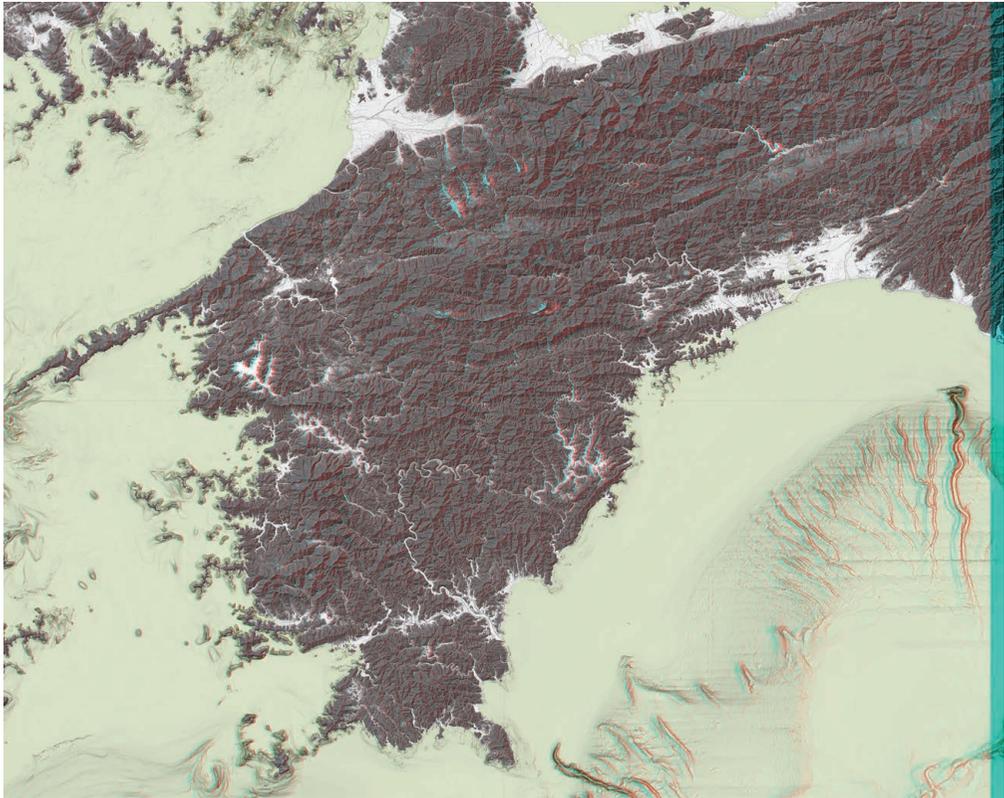
図Ⅱ -53 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5029)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



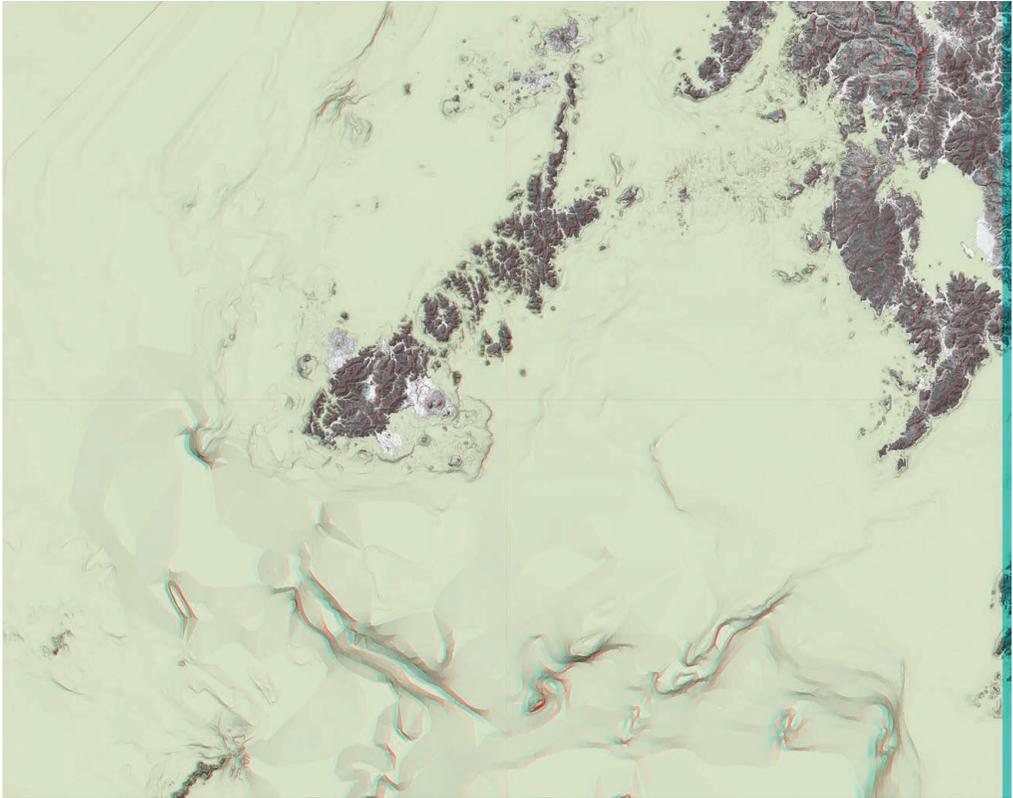
図Ⅱ -54 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5030)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1を参照。



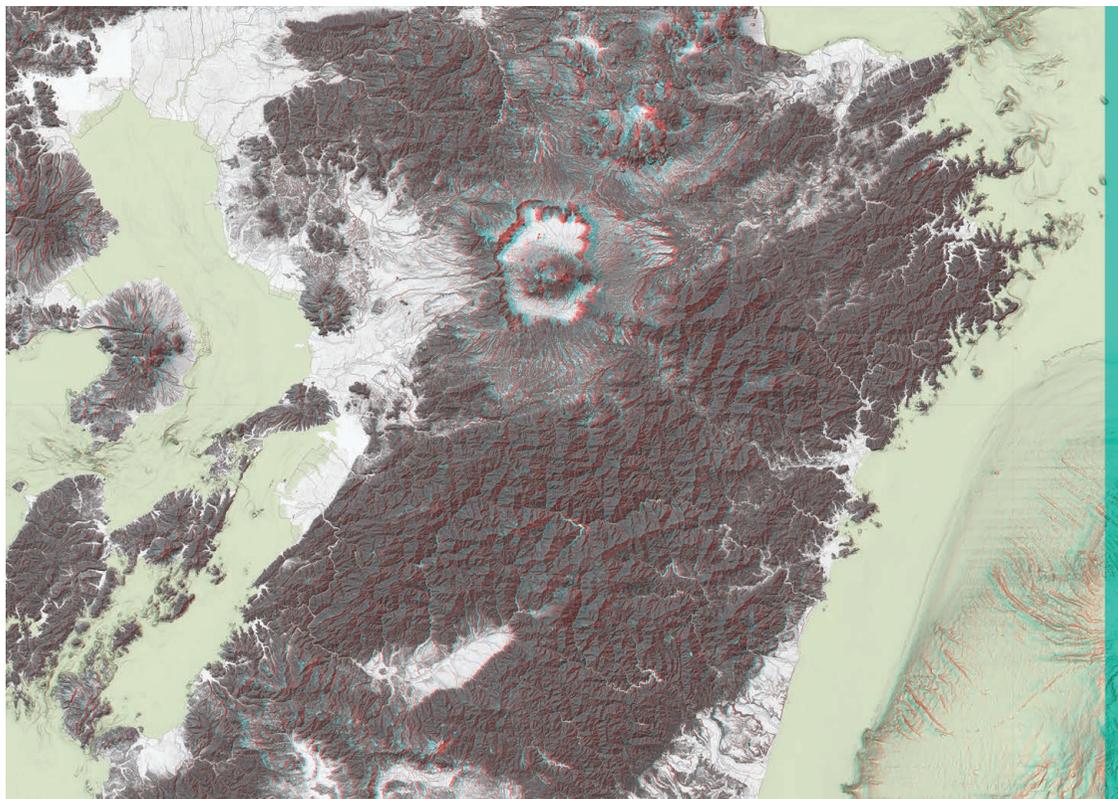
図Ⅱ -55 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (5032)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



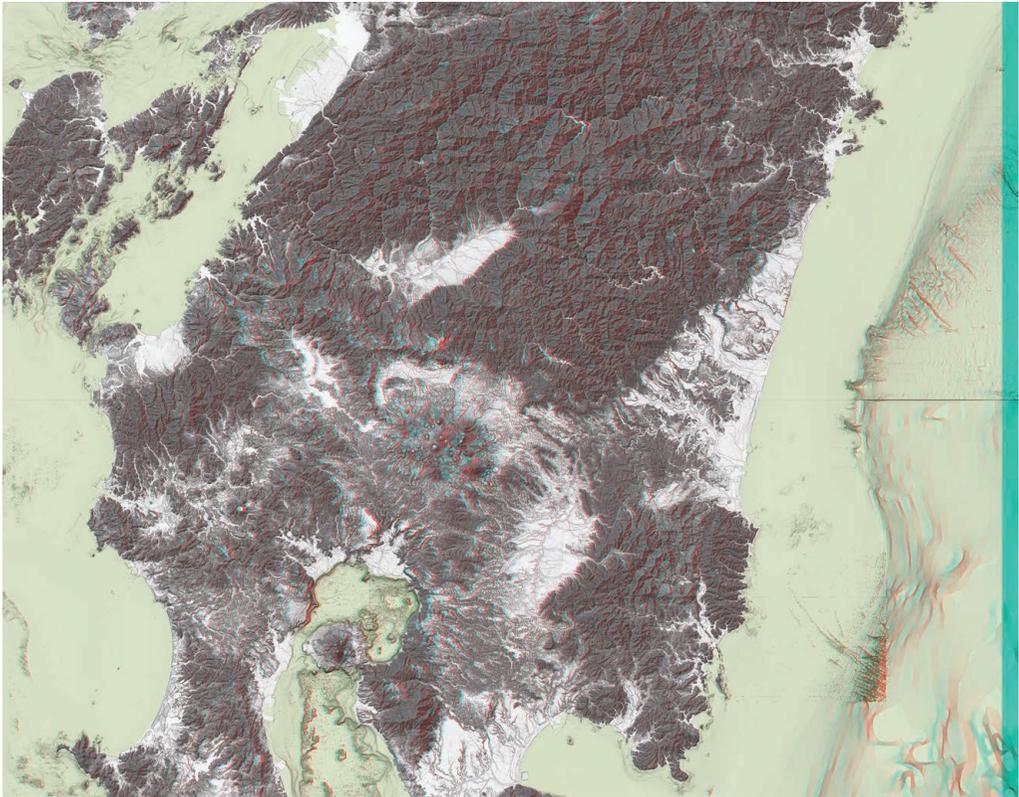
図Ⅱ -56 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（4928）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



図Ⅱ -57 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（4930）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



図Ⅱ -58 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ（4830）

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。

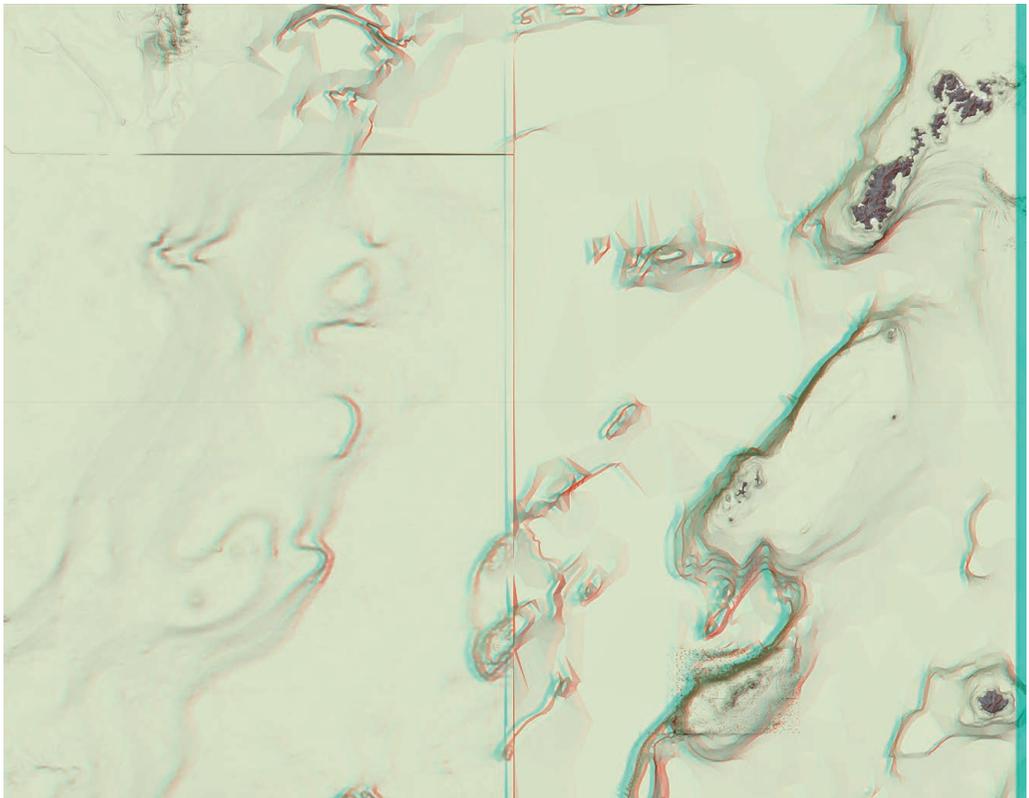
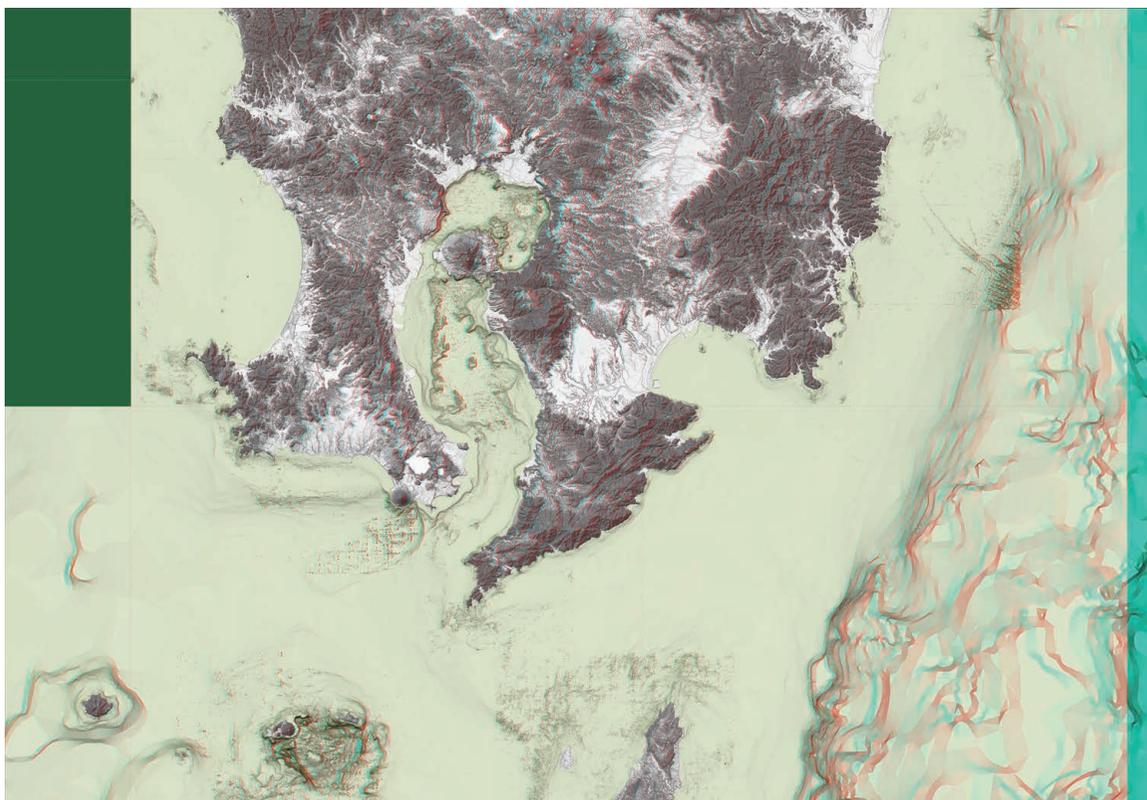


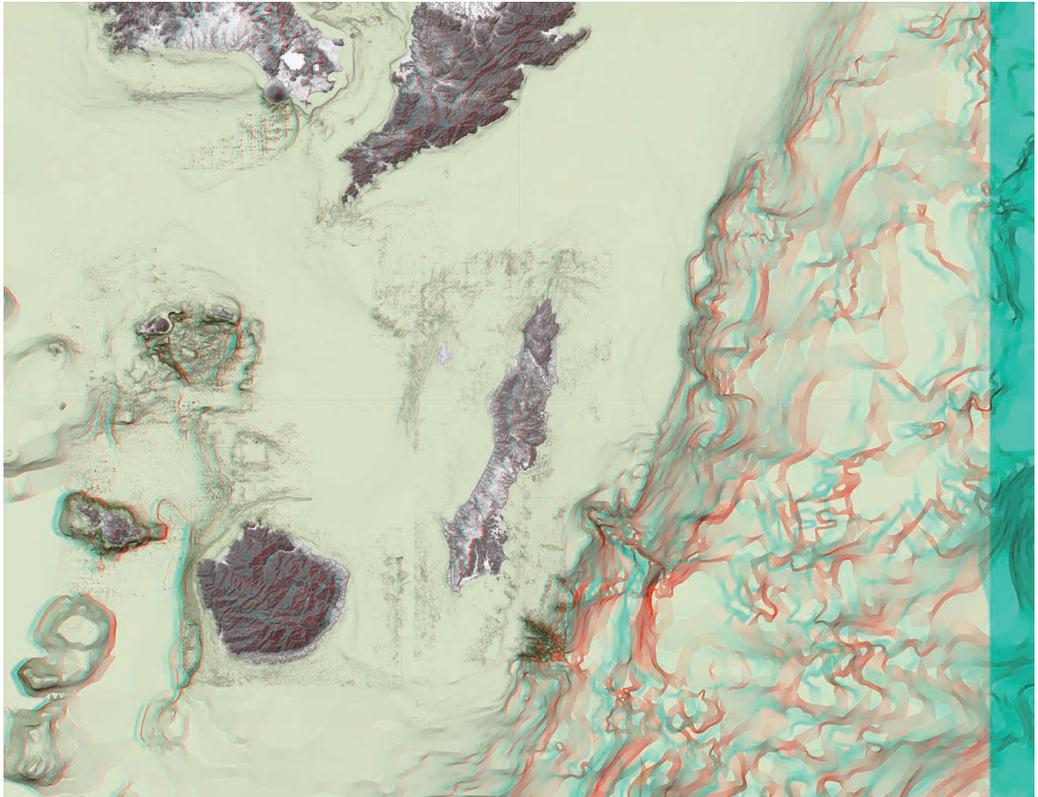
図 II -59 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (4728)

図の範囲と位置は図 II -1 を参照。



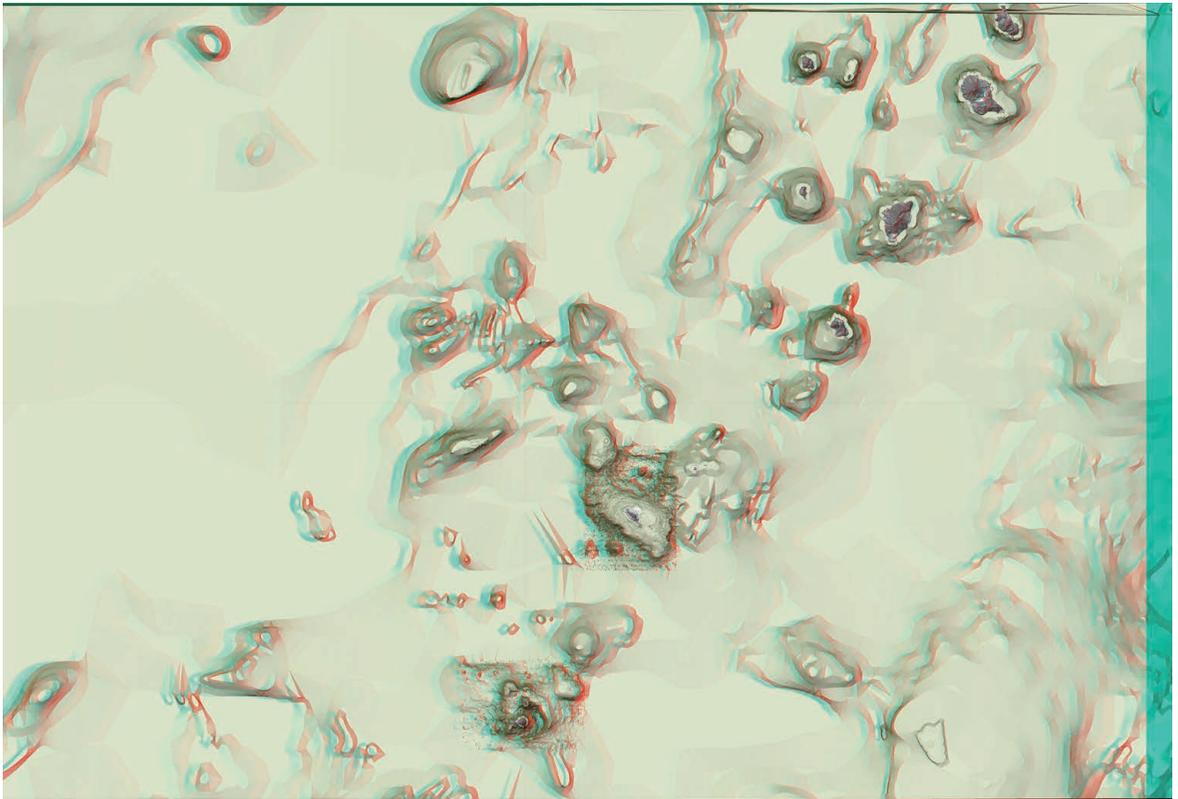
図Ⅱ -60 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (4730)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



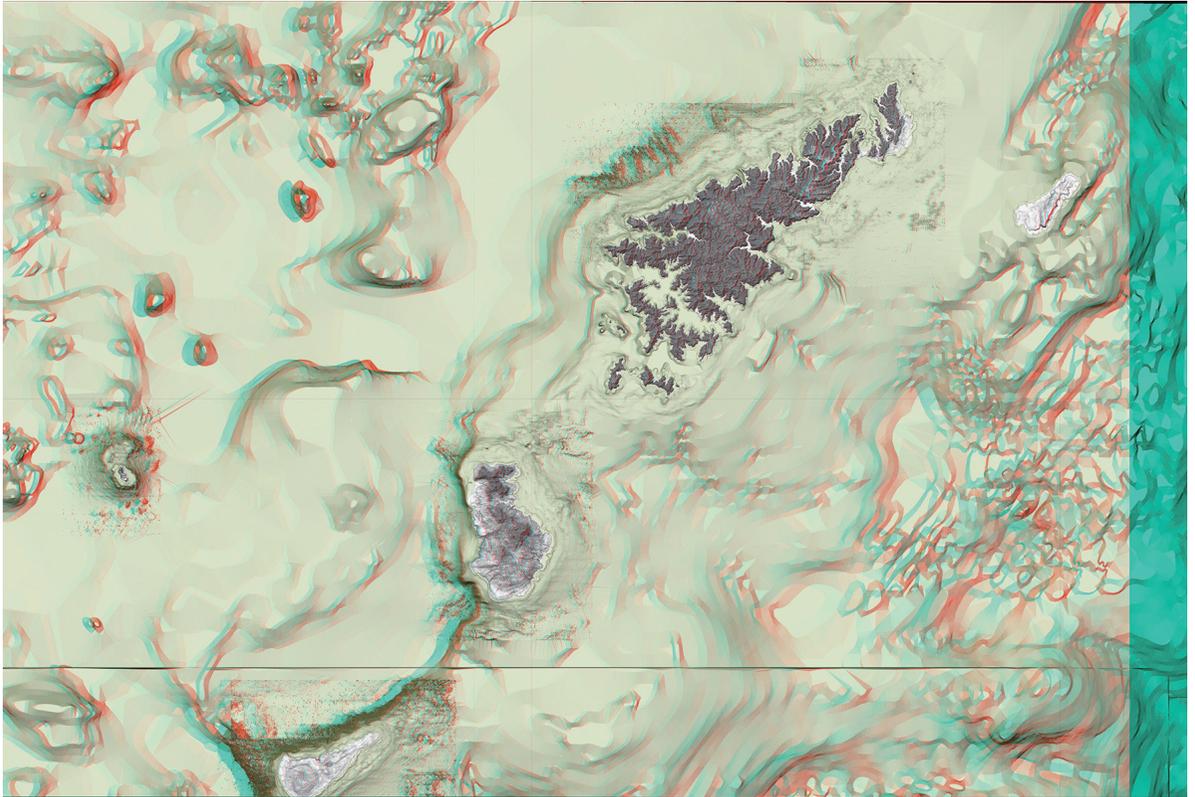
図Ⅱ -61 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (4630)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



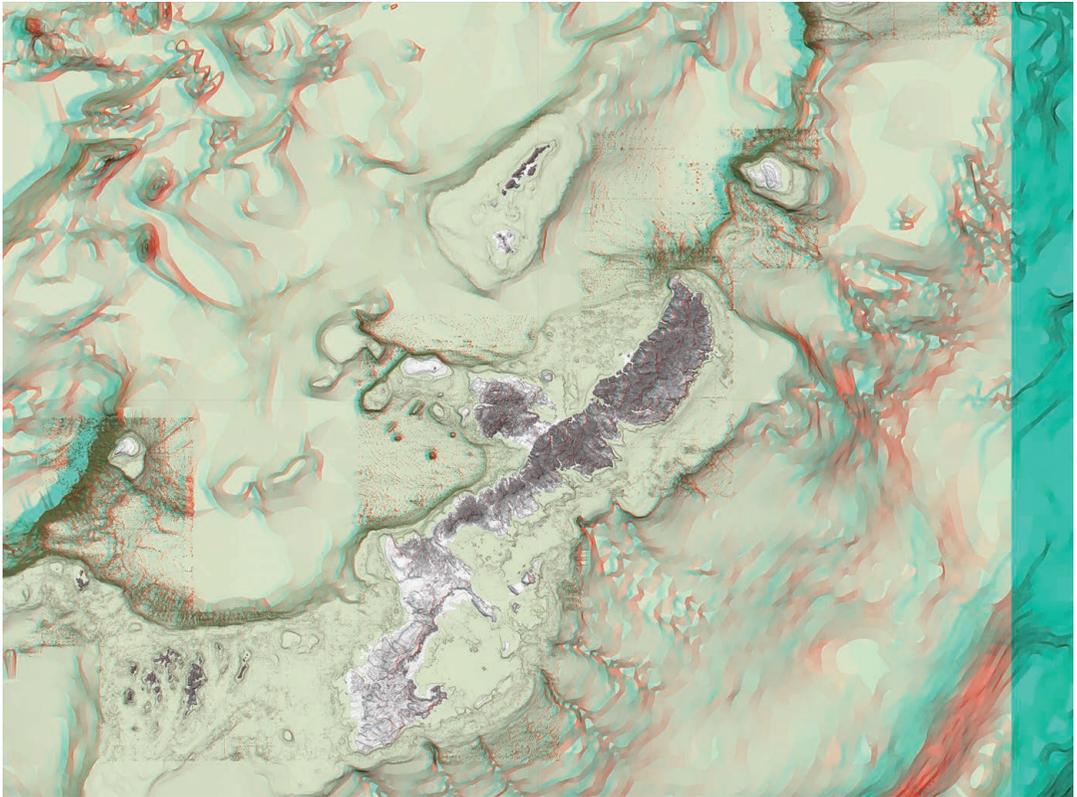
図Ⅱ -62 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (4328)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



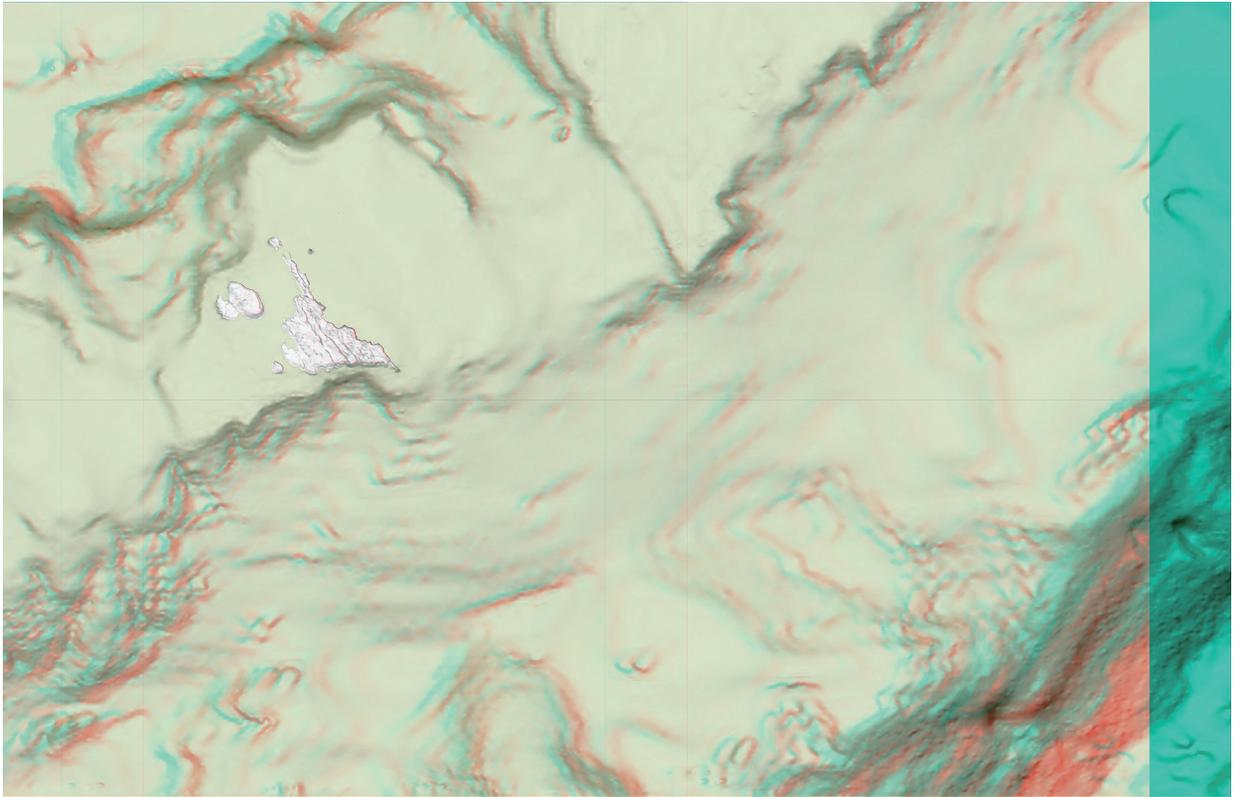
図Ⅱ -63 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (4128)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



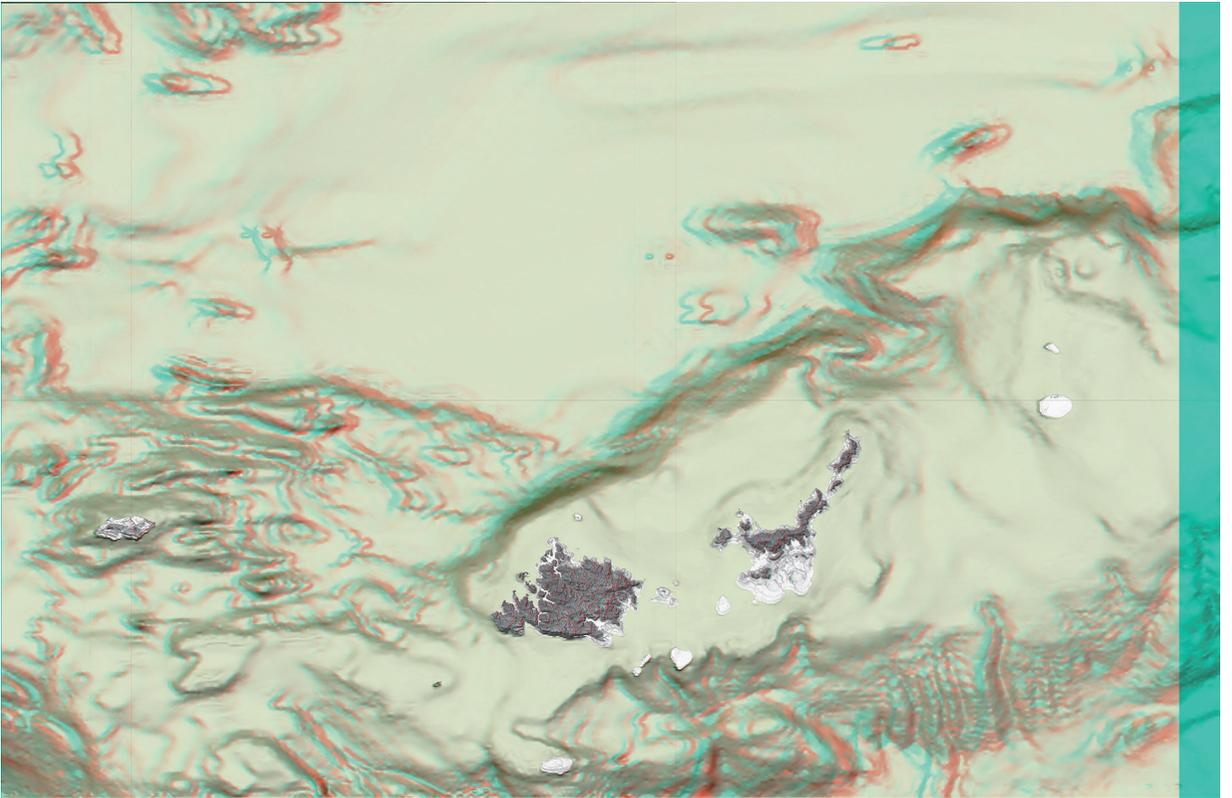
図Ⅱ -64 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (3927)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



図Ⅱ -65 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (3725)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。



図Ⅱ -66 日本列島と周辺海域を統合した詳細地形アナグリフ (3623)

図の範囲と位置は図Ⅱ -1 を参照。

謝辞

本研究を進めるにあたり，Simple DEM Viewer の作成者である片柳由明氏にはプログラムの改訂でお世話になった。M7000 シリーズのデータの一部は（財）日本水路協会から貸与を受けた。2013～2014 年度研究費補助金基盤研究（C）（課題番号 25350428, 研究代表者：後藤秀昭）および，2011～2014 年度研究費補助金基盤研究（A）（課題番号 23240121, 研究代表者：中田高）の一部を使用した。中田高氏，渡辺満久氏，熊原康博氏，松多信尚氏，杉戸信彦氏，隈元崇氏，宮内崇裕氏，廣内大助氏などの方々から励ましと助言をいただいた。記して御礼申し上げる。

注

- 1) 「基盤地図情報サイト」 <http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>
- 2) 「地理空間情報活用推進基本法・基本計画」 <http://www.gsi.go.jp/kihonhou.html>
- 3) 「高密度な地形データ「10m メッシュ（標高）」の全国整備完了」 <http://www.gsi.go.jp/kibanchizu/kibanchizu60004.html>
- 4) 基盤地図情報「ダウンロードデータ更新情報」 http://fgd.gsi.go.jp/download/data_update_info.html
- 5) 「高精度な数値標高データの公開について」 http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo03_hh_000481.html
- 6) 地理院ホーム > 地図・空中写真 > 基盤地図情報サイト > FAQ「3-5 標高点のうち「数値標高モデル」はどのように整備しているものですか？」 <http://www.gsi.go.jp/kiban/faq.html#35>
- 7) 地理院ホーム > 地図・空中写真 > 基盤地図情報サイト > FAQ「3-6 数値標高モデルの水平位置の精度と高さの精度を教えてください。」 <http://www.gsi.go.jp/kiban/faq.html#36>
- 8) SRTM は，米国航空宇宙局（NASA）の Shuttle Radar Topography Mission でスペースシャトルに積み込んだレーダから取得されたデータで，高緯度を除く全球の情報がある。日本の地形では，5 万分の 1 の地形図で把握できる程度の比較的規模の大きな河成段丘，海成段丘を読み取ることが可能である（後藤，2012）。
- 9) ArcGIS は ESRI 社が作成・販売している GIS ソフト。GIS ソフトとしては世界で最も広く利用されている。WindowsOS で作動する <http://www.esri.com/>
- 10) Global Mapper は Blue Marble Geographics 社の作成・販売する GIS ソフト。WindowsOS で作動する。
- 11) 「基盤地図標高変換」（DemConv）は，片柳由明氏作成のフリーウェア。MacOS で作動する。<http://www.jizoh.jp/>
- 12) 「DEM5m 集成」（D5Conv）は，片柳由明氏作成のフリーウェア。MacOS で作動する。

<http://www.jizoh.jp/>

- 13) SimpleDEMviewer は、片柳由明氏作成のフリーウェア。MacOS で作動する。<http://www.jizoh.jp/>
- 14) MICRODEM は、Peter Guth 氏作成のフリーウェア。WindowsOS で作動する。<http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/microdem/microdem.htm>

文 献

- 浅田 昭・沖野郷子 1998. 日本周辺海域の 500m メッシュ海底地形データファイルの作成. 海洋調査技術学会第 10 回研究成果発表会講演要旨集 15-16.
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編 2002. 「第四紀逆断層アトラス」東京大学出版会.
- 泉 紀明・加藤幸弘・西澤あずさ・伊藤弘志・渡辺奈保子・中田 高・後藤秀昭・植木俊明・梶 琢 2011. 3D グリッド DEM から作成したフィリピン海プレート北縁部の 3D 画像. 海洋情報部技報 47: 83-89.
- 貝塚爽平 1957. 武蔵野台地の地形変位とその関東造盆地運動における意義. 第四紀研究 1: 22-30.
- 貝塚爽平 1979. 「東京の自然史増補第二版」紀伊国屋書店.
- 貝塚爽平・松田磐余 1982. 「首都圏の活構造・地形区分と関東地震の被害分布（1/20 万付図 2 と解説 48p.）」内外地図.
- 活断層研究会編 1991. 「日本の活断層—資料と地図」東京大学出版会.
- 岸本清行 2000. 海陸を合わせた日本周辺のメッシュ地形データの作成: Japan250m.grd. 地質調査所研究資料集 353.
- 小池一之・町田 洋編 2001. 「日本の海成段丘アトラス」東京大学出版会.
- 後藤秀昭 2012. 数値標高モデルから作成した日本列島の地形アナグリフ: 解説と地図. 広島大学大学院文学研究科論集 特輯号 72: 69p.
- 後藤秀昭 2013. 等深線データから作成した日本列島周辺の海底地形アナグリフ—解説と地図—. 広島大学大学院文学研究科論集 特輯号 73: 75p.
- 後藤秀昭・熊原康博 2010. 大宮台地を横切る綾瀬川断層の左横ずれ変位地形. 日本地球惑星科学連合 2010 年大会予稿集: SSS024-P15.
- 後藤秀昭・佐藤崇徳 2003. アナグリフ画像による地形実体像の共有と地理教育での利用. 福島地理論集 46: 61-66.
- 後藤秀昭・杉戸信彦 2012. 数値標高モデルのステレオ画像を用いた活断層地形判読. E-journal GEO 7: 197-213.

- 後藤秀昭・中田 高 2000. 四国の中央構造線活断層系：詳細断層線分布図と資料. 総合地誌研究資料センター研究叢書 35 144p.
- 後藤秀昭・中田 高 2009. 活断層に対する理解を深めるためのアナグリフの利用. 活断層研究 30: 55-58.
- 後藤秀昭・中田 高 2011. デジタル化ステレオペア画像を用いたディスプレイでの地形判読. 活断層研究 34: 31-36.
- 佐藤崇徳・後藤秀昭 2007. アナグリフによる地形実体視と地理教育での利用. 45: 19-26.
- 澤 祥・渡辺満久・八木浩司 1996. 1：25,000 都市圏活断層図「熊谷」. 国土地理院技術資料 D-1No.333.
- 千葉達朗・鈴木雄介 2004. 赤色立体地図—新しい地形表現手法—. 応用測量論文集 15: 81-89.
- 中田 高・今泉俊文編 2002. 「活断層詳細デジタルマップ」東京大学出版会.
- 中田 高・後藤秀昭, 2010. 南海トラフの海底活断層を詳細地形データから探る. 科学 80: 852-857.
- 野上道男・貞広幸雄・西川 治・岡部篤行・隈元 崇 2001. 「地理情報学入門」東京大学出版会.
- 廣内大助 1999. 武蔵野台地・大宮台地における第四紀後期段丘面の高度分布から見た荒川断層の活動性についての再検討. 地理学評論 72: 335-344.
- 横山隆三・白沢道生・菊池 祐 1999. 開度による地形特性の表示. 写真測量とリモートセンシング 4, 26-34.
- Lin, Z., Kaneda, H., Mukoyama, S., Asada, N., Chiba, T. 2013. Detection of subtle tectonic-geomorphic features in densely forested mountains by very high-resolution airborne LiDAR survey. *Geomorphology* 182: 104-115.30: 55-58.

Detailed Topographic Anaglyph Images in and around Japan Island Produced from Digital Elevation Model

Hideaki GOTO

Anaglyph images with red-cyan glasses enable to recognize topographic relief easily not for public but also scientific research. Goto (2012) introduced topographic anaglyph images for inland produced by the use of the 10-m-mesh digital elevation model (DEM) of the Geospatial Information Authority of Japan (GSI) covering all the territory of Japan. Goto (2013) also exhibited the topographic anaglyph images for seafloor around Japan Islands produced by using the 1-second-mesh (approximately 30 m) DEM provided by the Japan Coast Guard. Interpretation of these images is significantly useful for active fault research. For instance, Goto and Sugito (2012) reported discovery of several unknown active faults on land, and Izumi et al. (2013) showed the distribution of submarine active faults along the eastern margin of the Japan Sea.

The aim of this paper is to show detailed topographic anaglyph images produced from the 5-m-mesh and 10-m-mesh inland DEM of GSI as well as the 1-second-mesh DEM on the shallow seafloor. These datasets are currently the most detailed DEM open to public. The published area for 5-m-mesh DEM of GSI, according to the Basic Act on Promotion of Utilization of Geographical Information started in 2007 is still about 45 percent of the territory of Japan as of 2013. So the 5-m and 10-m resolution meshes are combined for inland. The 1-second-mesh DEM on seafloor is re-processed from digital bathymetric charts, with 1 to 2 meter interval counters of the Japan Hydrographic Association because the insufficient preparation of detailed DEM from direct data acquisition such as acoustic prospecting/seismic profiling.

Contents:

Part I. Explanatory Text of Detailed Topographic Anaglyph for Tectonic Geomorphology

1. Introduction
2. Digital elevation model (DEM) data used on this study
3. Method for producing anaglyph images
4. Tectonic landforms newly identified by means of interpretation of detailed topographic anaglyph images

Part II. Sheet Maps of detailed topographic anaglyph images

(Separated volume)

Part III. Sheet Maps of detailed topographic anaglyph images overlaid with active fault lines

keywords: anaglyph, digital elevation model (DEM), Japan Islands, tectonic geomorphology, submarine topography