

広島大学大学院文学研究科論集

第73巻 特輯号

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—

後藤 秀 昭

2013年12月

目 次

I. 海底地形アナグリフの作成と地形判読

1. はじめに

- 1) 本稿の目的と意義…………… 2
- 2) 本稿の構成…………… 3

2. 海底を対象とした数値標高モデル (DEM) の整備状況と本稿で用いたデータ

- 1) 地球全球を対象とした DEM …… 4
- 2) 日本列島周辺海域の DEM …… 7
- 3) 本稿で用いた海底地形デジタルデータ…………… 9

3. 海底地形アナグリフの作成方法

- 1) 等深線から DEM を作成する方法 …… 14
- 2) DEM データの必要範囲の切り出しとファイル形式の変換 …… 15
- 3) DEM からアナグリフを作成する方法 …… 16

4. アナグリフ画像を用いた海底地形の判読—伊勢湾の変動地形を例に— …… 18

II. 日本列島周辺の海底地形アナグリフ

1. 日本列島周辺の海底地形アナグリフ

- 浅海域の地形を判読するための立体画像—…………… 22

2. 日本海東縁の深海域を判読するための海底地形アナグリフ…………… 65

注…………… 72

文献…………… 72

英文要旨…………… 74

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

1. 海底地形アナグリフの作成方法と地形判読

1. はじめに

1) 本稿の目的と意義

地形を可視化する画像の作成は、数値標高モデル（以下では DEM）の整備や地理情報システムの発達を背景に急激に進歩してきた。陰影図や傾斜区分図、地形開度（横山ほか，1998）の表示などのほか、それらを組み合わせた赤色立体地図（千葉・鈴木，2004）など、工夫が重ねられている。これら単体の画像とは別に、三次元の情報を持つ地形を直感的に捉えられる 3D 画像、特に赤青メガネを通して見るアナグリフは多様な特性から利用が広がっている（後藤・佐藤，2003；後藤・中田，2011 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することで地形発達史を判読し、変位地形などの地形の異常を見だし、解釈することが研究の発端となることが多い。活断層研究では、空中写真の縮尺や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 3D 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つつある（後藤・杉戸，2012；Lin et al., 2013 など）。それを受けて、後藤（2012）では、国土地理院により広く整備された陸上の DEM を用いて日本列島の地形アナグリフを提示し、地形研究の新たな素材を提供した¹⁾。

本稿では、さらに、日本列島周辺海域の地形アナグリフを提示し、海域、陸域、それぞれ別に研究されてきた地形形成を統一的に検討できるようにするための新たな素材を提供する。近年、沿岸海域ではマルチビームによる地形調査が行われつつあり、断層地形など詳細な地形の様子が明らかにされている（岡村，2002；伊藤・泉，2009 など）。しかし、調査範囲や測深データの利用可能な地域は限定的であり、測深調査は費用や多様な制限から自由に行うことは困難である。

そこで、本稿では、現在、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）を新たに生成し、それに基づいて海底地形アナグリフを作成する。これにより、これまで詳しく検討されることの少ない浅海を中心とした沿岸域の海底地形を陸上の地形と合わせて判読できるようになり、判読する者によっては、これまでの地形感の修正や発展の可能性がある。南海トラフや日本海溝などのプレート収束帯では、これまでの測深情報を収集することで海底地形アナグリフが作成され、活断層の地形判読が行われており（中田・後藤，2010；泉ほか，2011；泉ほか，2012；泉ほか，2013 など）、沿岸海域においても新たな活断層地形の認定も期待される。

本稿では日本列島の沿岸海域で網羅的に整備されたデジタル化された等深線の情報（日本水路

協作成「海底地形デジタルデータ」M7000 シリーズ）を用いる。等高線や等深線から DEM を作成する研究は一般的な手法となりつつある（佐藤・熊原，1999；川原・田中，2010 など）が，M7000 シリーズを用いた研究やそれを実体視可能なアナグリフに加工することはこれまで行われてこなかった。研究手順を細かく記載することで手法の妥当性の検討や普及の礎となれば幸いである。瀬戸内海の三原沖を対象に海図に記された深度から等深線を作成し，海砂の採取前後の様子を可視化した佐藤・熊原（1999）のように，すでに改変された地形については旧版の地図は重要な手がかりであり，等高線や等深線を使った分析手法の検討は今後も必要であろう。

本稿のアナグリフ画像では，変動地形のほか，潮流によって作り出される地形や気候変動によって形成される沈水地形，基盤岩の浸食地形など，浅学の筆者にとっては珍しい地形，理解が容易でない地形が多数，観察できる。また，日本列島の地形感が培われるようで興味深い。広く利用され，新たな地形研究の萌芽につながれば望外である。

2) 本稿の構成

本稿は，第一部の「海底地形アナグリフ作成と地形判読」と題する解説と第二部の日本列島周辺の海底地形アナグリフ図面集からなる。第一部では，日本列島周辺海域で利用可能な海底地形の DEM を整理するとともに，それによって作成されるアナグリフを提示し，本稿で用いるデジタル地形情報の重要性や優位性を記す（第 2 章）。その後，（財）日本水路協作成の M7000 シリーズの等深線データを用いてアナグリフを作成する具体的手順について記述する（第 3 章）。第一部の最後には，作成したアナグリフ画像から判読できる変動地形の例として伊勢湾の活断層について解説を行う（第 4 章）。

第二部は，第一章で日本列島周辺海域のうち，浅海の地形を判読するためのアナグリフ画像，41 枚を提示し，第二章ではこれまでのマルチビーム測深調査等で得られた地形情報よりも明瞭な地形が確認できた地域うち，東北日本の日本海東縁の地域（北陸～東北地方～北海道の日本海側）のアナグリフ画像 6 枚を提示する。

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ソフトの改訂で特別の配慮をしていただいた。本稿で使用した M7000 シリーズの一部のデータは（財）日本水路協会から貸与を受けた。第六管区海上保安本部海洋情報部から貸与を受けたデータも使用している。中田高広島大学名誉教授，高知大学の徳山英一特任教授，東洋大学の渡辺満久教授，名古屋大学の鈴木康弘教授には励ましとご協力をいただいた。以上の方々と機関にお礼申し上げたい。なお，本研究は 2011～2013 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），2013 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）の一部を使用した。

2. 海底を対象とした数値標高モデル（DEM）の整備状況と本稿で用いたデータ

ここでは、海底地形を対象として整備されている数値標高モデルの代表的なものを整理する。また、これらから作成される日本列島周辺の海底地形アナグリフを提示し、その解像度について言及する。

1) 地球全球を対象とした DEM

・ETOPO1

ETOPO1 は、1 分間隔の全球（陸域および海域）の DEM で、2009 年より National Geophysical Data Center (NGDC) から公開されている。世界各地の測深情報が統合されており、日本周辺では日本海洋データセンターの 500m メッシュ間隔のデータが利用されている。

ETOPO1 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.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>

南海トラフ周辺では、土佐バエ、天海海丘、室戸海丘、大淀海盆、土佐清水海盆など大規模な海丘や海盆の分布は読み取れる程度の解像度を有する（図 I-1）。

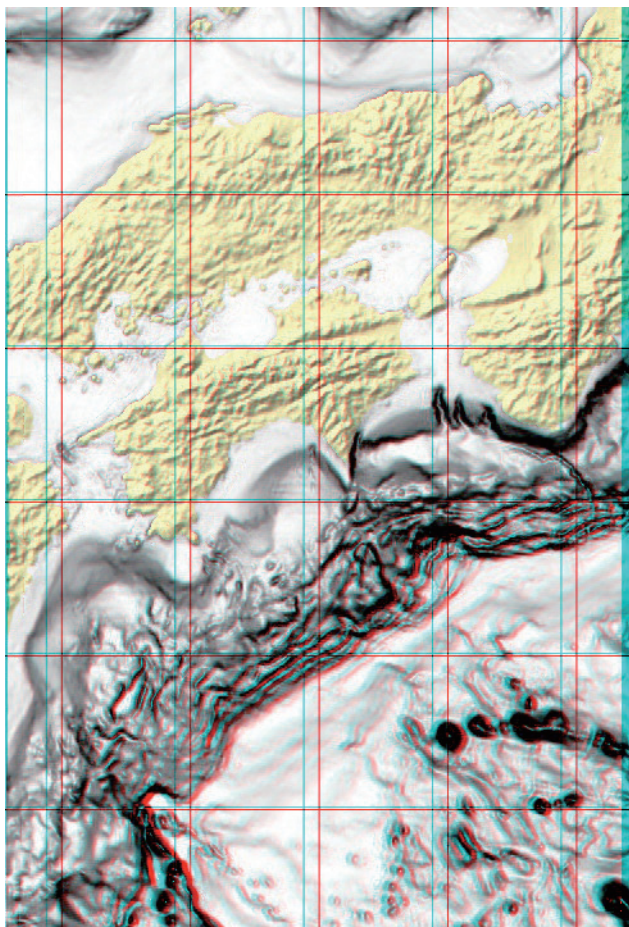


図 I-1 ETOPO1 から作成した地形アナグリフ

- ETOPO2

ETOPO2 は、2 分間隔の全球（陸域および海域）の DEM である。National Geophysical Data Center (NGDC) から公開されている。多様なデータをまとめて作成されたものであり、日本列島周辺海域のデータは、世界の海洋のほとんどをカバーしている Smith and Sandwell のデータベースに基づいている。ETOPO2 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.ngdc.noaa.gov/mgg/global/etopo2.html>

- ETOPO5

ETOPO5 は、5 分間隔の全球（陸域および海域）の DEM である。米国, ヨーロッパ, 日本, オーストラリアの 5 分間隔の水深データ, アジア, 南米, カナダ北部, アフリカの 1 度間隔の水深データを 1988 年に統合したものである。National Geophysical Data Center (NGDC) から公開されている。ETOPO5 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.ngdc.noaa.gov/mgg/global/etopo5.HTML>

- SRTM30plus

SRTM30plus は、陸上地形と海底地形の情報を統合したデータである。陸上地形は SRTM²⁾ と高緯度地域の GTOPO30³⁾ をもとデータとして、約 1km メッシュのデータを作成している。また、海底地形は 1km メッシュを基本にしながら、一部の地域で高解像度な情報を組み込んで作られている。SRTM30plus 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://topex.ucsd.edu/WWW_html/srtm30_plus.html

南海トラフ周辺では、土佐バエ、天海海丘、室戸海丘、大淀海盆、土佐清水海盆など大規模な海丘や海盆の分布は ETOPO1 よりも明瞭に読み取れ、さらに海丘や海盆内の地形もおぼろげながら判読できる（図 I - 2）。解像度では下記の J-EGG500（500 m メッシュ DEM）よりも低いと考えられ、500 m ~ 1km の中間の解像度を有していると思われる。

- GEBCO_08 Grid

GEBCO_08 Grid は、30 秒間隔（約 900 m）の全球（陸域および海域）の DEM で 2009 年より公開されている。陸域は SRTM²⁾ のを利用し、海域は多様な測深データを結合して作られている。GEBCO_08 Grid 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.gebco.net/data_and_products/

南海トラフ周辺では、SRTM30plus とほぼ同程度の解像度の画像を見ることができ、トラフ周辺の九州—パラオ海嶺付近など、一部の場所で SRTM30plus よりぼやけて見える（図 I - 3）。

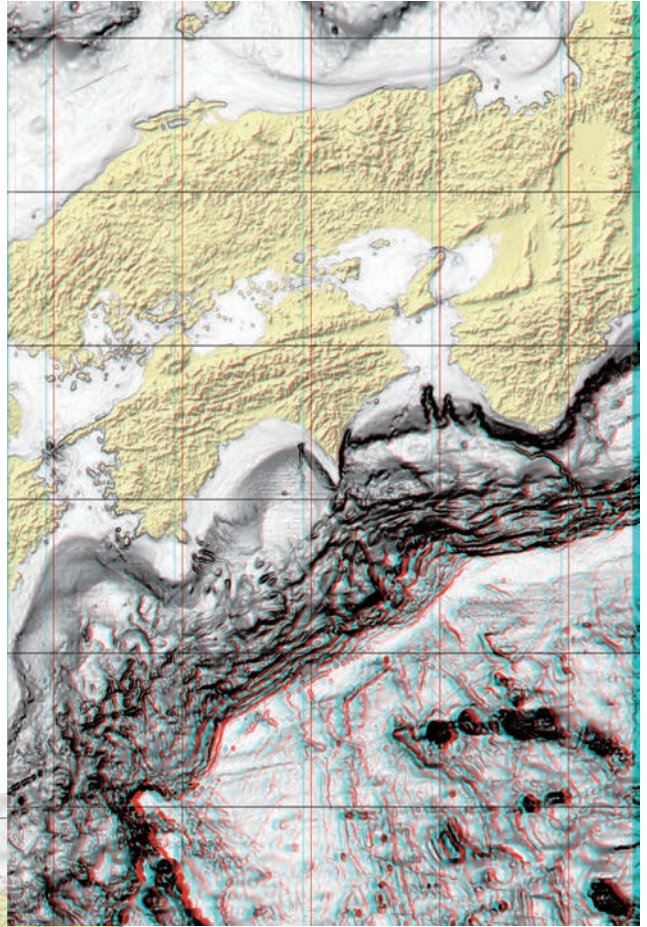


図 I - 2 SRTM30plus から作成した
地形アナグリフ

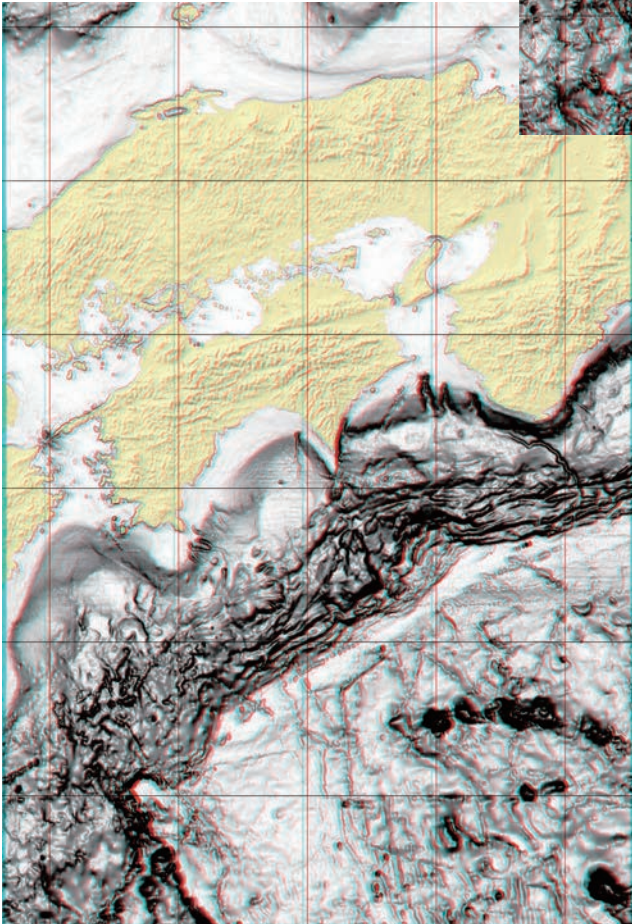


図 I - 3 GEBCO_08 Grid から作成した
地形アナグリフ

2) 日本列島周辺海域の DEM

・ 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

南海トラフ周辺では下記の 250 mメッシュと同程度か、それ以上の解像度を持っている (図 I - 4) もの、中田・後藤 (2009) や泉ほか (2010) の 3 秒 (約 90 m) メッシュには及ばない (図 I - 5)。

・ Japan250m.grd

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

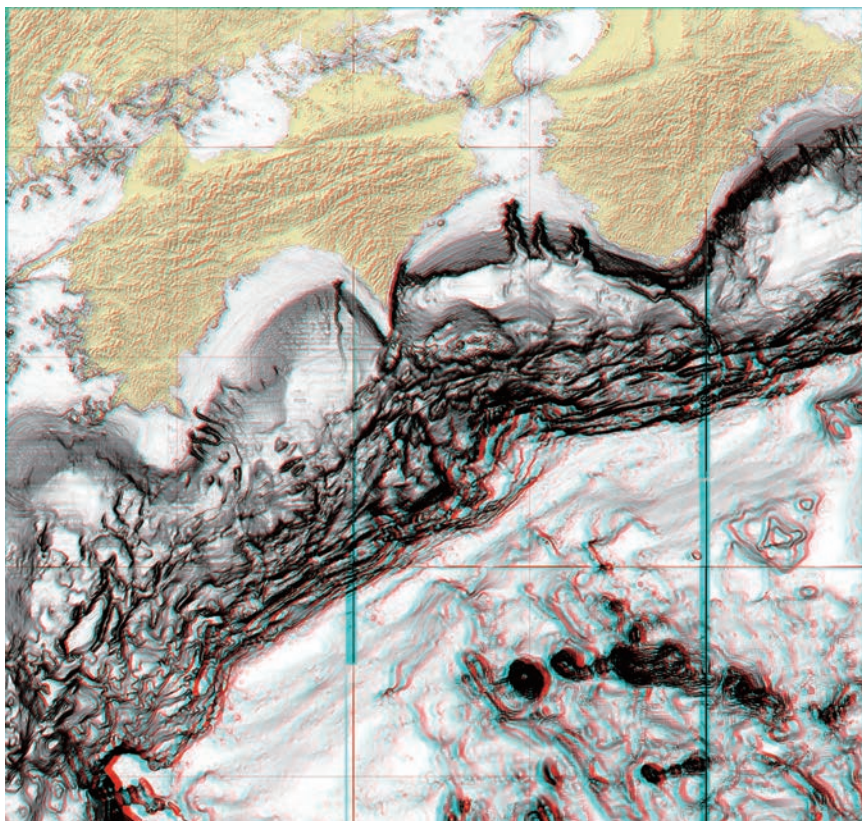


図 I - 4 J-EGG500 から作成した地形アナグリフ

陸上の地形は SRTM を用いた。

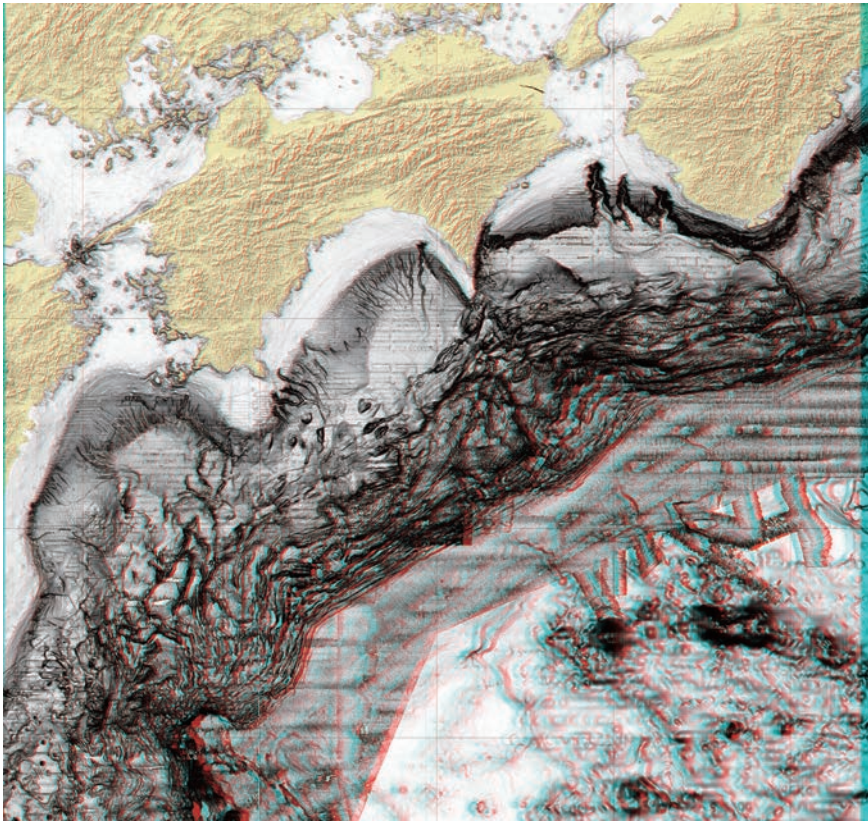


図 I - 5 3秒メッシュから作成した地形アナグリフ

泉ほか（2010）から抜粋。陸上の地形は SRTM²⁾ が用られている。

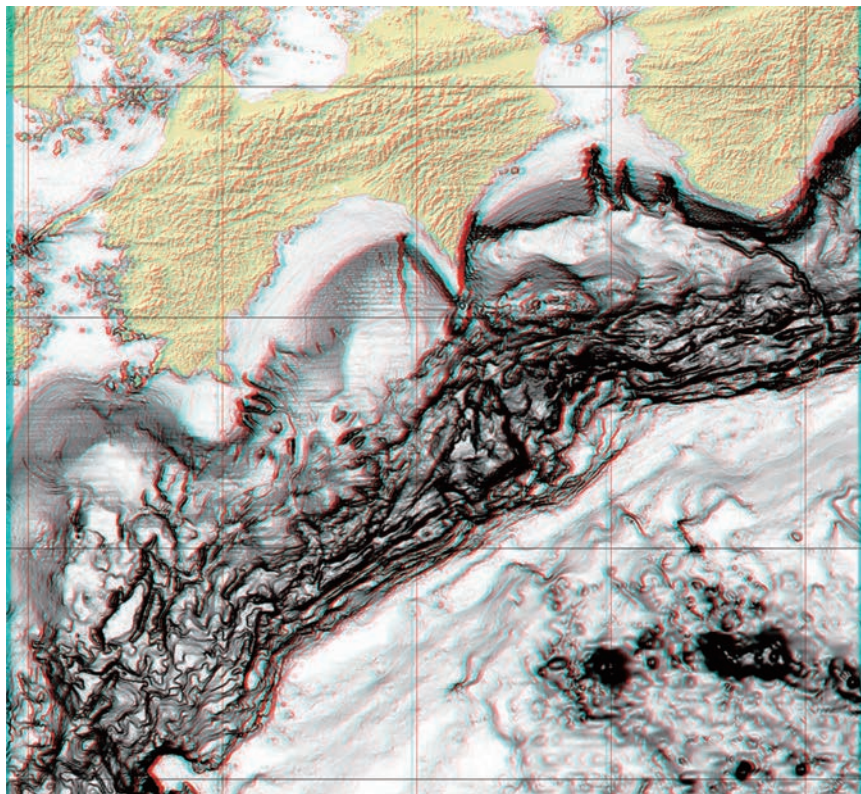


図 I - 6 Japan250m.grd から作成した地形アナグリフ

陸上の地形は SRTM²⁾ を用いた。

底地形は J-EGG500 をもとに作成されている。

南海トラフ周辺では上記の J-EGG500 (500 mメッシュ DEM) と同程度か、それには及ばない解像度である (図 I - 6)。解像度が 500 mメッシュに劣るように見えるのは、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が要因である可能性がある (浅田・沖野, 1998)。

3) 本稿で用いた海底地形デジタルデータ

本稿で用いた海底地形のデータは、日本水路協会が作成した「海底地形デジタルデータ」の M7000 シリーズである。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

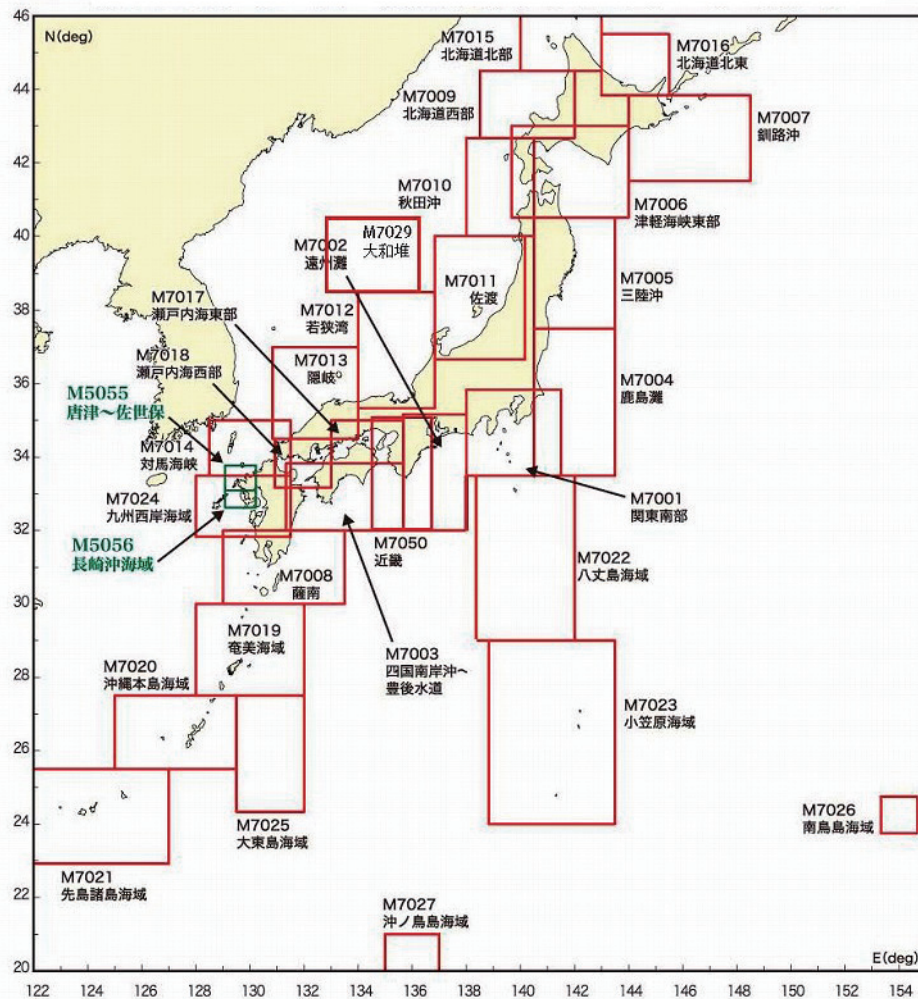


図 I - 7 M7000 シリーズ 海底地形デジタルデータの海域

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

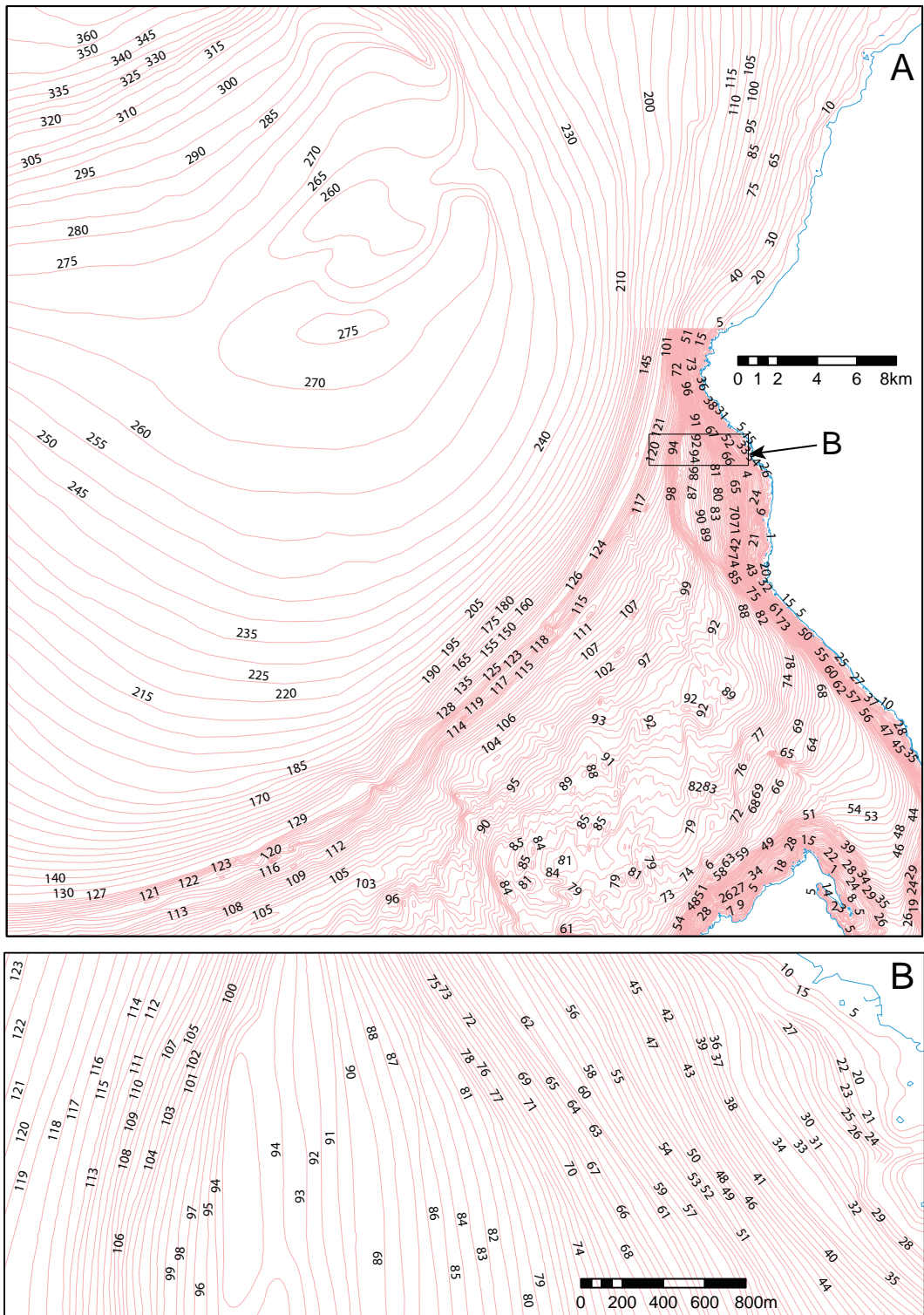


図 I - 8 M7012 データによる若狭湾東部の海底地形

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。（本稿で作成した DEM は約 1 秒：約 30 m 間隔）

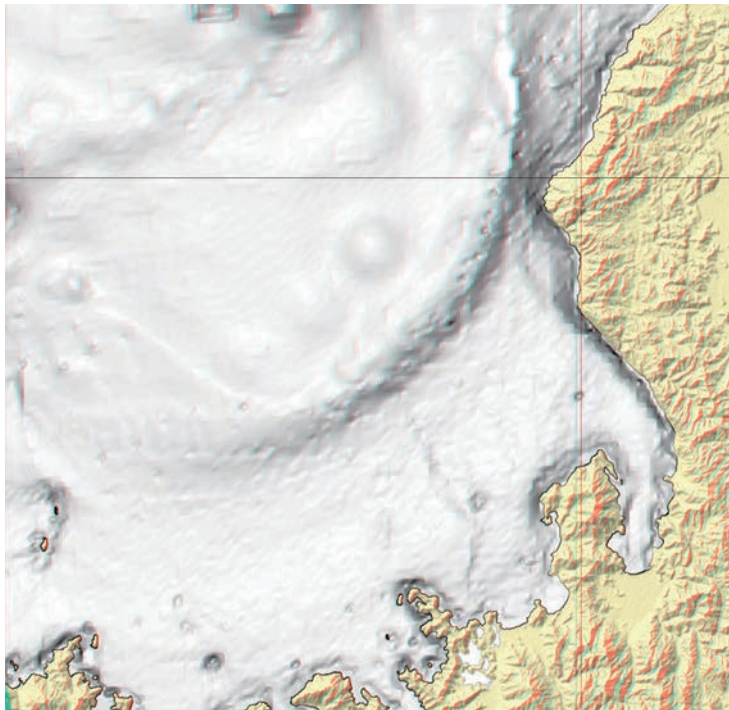


図 I - 9 J-EGG500 から作成した地形アナグリフ
陸上地形は SRTM²⁾ による。

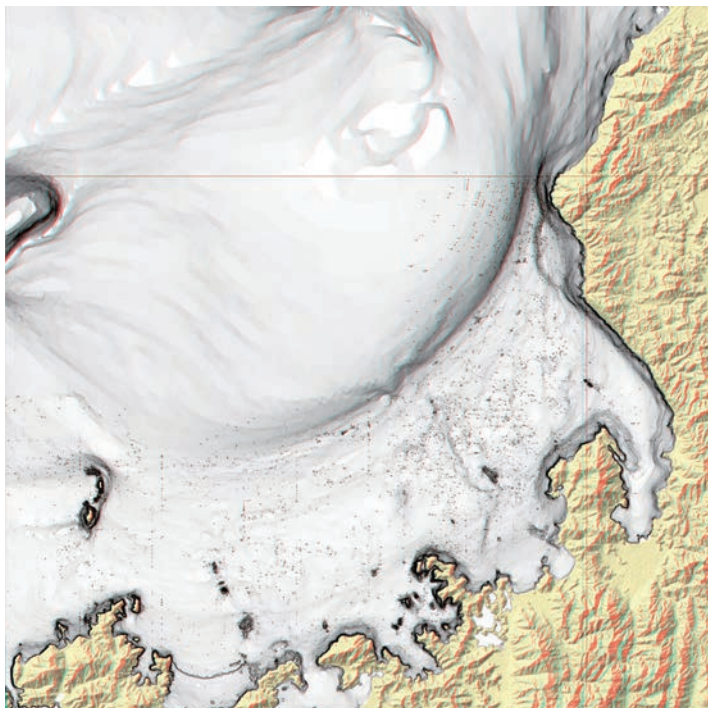


図 I - 10 M7012 から作成した地形アナグリフ

陸上地形は SRTM²⁾ 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。

図が発刊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、本稿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）。そこで本稿では、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 から作成した 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。

もちろん、限定した海域で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（例えば、図 I -11）。しかし、日本列島周辺海域の全域で系統的に海底地形情報が整備されているものうちでは、現状では M 7000 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、M 7000 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。

なお、本稿では刊行されている M7000 シリーズの 29 ファイルのうち、日本列島から遠く離れた 5 つのファイル（M7022：八丈島海域、M7023：小笠原海域、M7027：沖ノ鳥島海域、M7026：南鳥島海域、M7029：大和堆）を除いた 24 ファイルを用いて処理した。

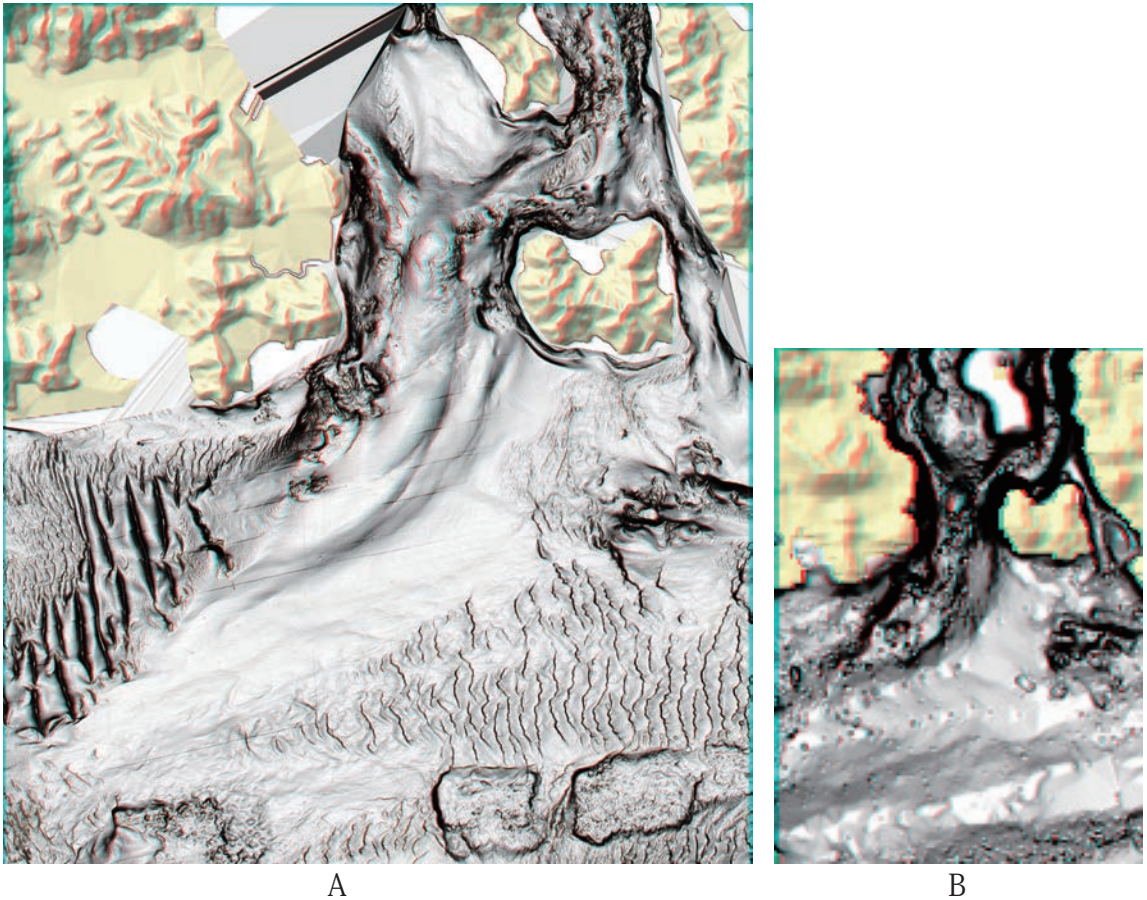


図 I-11 マルチビーム測深調査によって得られたデータから作成した
海底地形アナグリフの例 (A) と M7000 シリーズから作成した海底地形アナグリフ (B)

データの解像度によりスケールは異なるが、A、B ともにほぼ同じ範囲で、直島（香川県）南西の備讃瀬戸。

A：海底地形は第六管区海上保安本部海洋情報部所有の 5 m 間隔の DEM，陸上地形は国土地理院の「数値標高モデル 10 m メッシュ（標高）」より作成。B：(財) 日本水路協会の M7012 を用いて作成。

A：海峡を抜ける潮流によって海峡部では海釜地形や基盤岩の露出がよく分かる。また、海峡部とそれ以外のところで、潮流の速さによって砂堆の地形が異なることも判読できる。図の下端付近では砂堆列が四角い凹地によって分断されており、海砂を採取した跡と思われる。

B：5mDEM で確認できる砂堆列は認識できないが、海峡の多段化したように見える谷地形や海釜地形が確認できる。また、海砂採取の跡も不明瞭ながら認識することができる。

3. 海底地形アナグリフの作成方法

本稿で提示するアナグリフ画像は、等深線の地理データ（ポリライン）から生成した数値標高モデル（DEM）に基づいている。本章では、1）等深線から DEM を生成する方法、2）DEM データから必要範囲の切り出しとファイル形式の変換、3）DEM からアナグリフを作成する方法に分けてその手順を記述する。

1) 等深線から DEM を作成する方法

等深線の地理データ（ポリライン）から DEM 生成する方法については、後藤（2012）においてすでに紹介済みであるが、本稿で用いた方法に基づいて一部修正して記載する。なお、この手法は等深線に限らず、等高線でも利用可能であり、紙地図をスキャンしてジオリファレンスした後、等高線をデジタル化してポリラインを自作しても同様に DEM を作成できる。旧版地形図を用いて人工改変前の地形を復元するといった研究での利用も考えられる。

本稿では、上述のとおり、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 ArcGIS10.1 を用いた。

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

2) DEM データから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 Mapper ⁴⁾ 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。

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 行の格子タイトルの作成) 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 3 × 3 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

B. .img ファイルの読み込み

「File」 → 「Open data file」から 1) で作成した .img ファイルを選択して開く。本稿では陸上の地形 DEM データとして SRTM-3 もあわせて読み込んだ。

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。

3) 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）において紹介した済みであるが、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 SimpleDEMviewer⁵⁾ が利用可能であり、Windows では MICRODEM⁶⁾ 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 65500 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：黄色（RGB：255, 250, 177）, 0m 未満：すべて白色にする。

（「名前付で保存」でそれ以降同じ段彩にする。陸と海の色分けが不要な場合はすべて白色がよい。）

C. 傾斜区分図の作成と確認（傾斜区分図をテクスチャー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。

【傾斜角強調表現】（浅海域用：Ⅱ - 1 で提示したアナグリフ作成用）

傾斜区分度以上：7, 5, 4, 3, 2, 1, 0

グレースケール：0, 15, 30, 40, 50, 75, 100

【一般的な傾斜角表現】（深海域用：Ⅱ - 2 で提示したアナグリフ作成用）

傾斜区分度以上：15, 10, 8, 6, 4, 2, 1

グレースケール：0, 20, 40, 50, 70, 90, 100

・陸上は陰影図とし、海底のみ傾斜区分図とするため、「傾斜による描画」のウインドで「標高範囲」の「上限」を「0 m」に設定した。

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」ウインドを開き、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の場合は「アナグリフ」とする。（GIS に読み込む画像としたい場合（ワールドファイルを作成したい場合）は、アナグリフを選ぶ。）

・「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ーマッピングされない部分の陰影を調整する。（本稿の画像では陸域の地形が対象となる。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。（本稿のⅡ - 1 のすべての画像は沿岸海域は3, Ⅱ - 2 の画像は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10,000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、経緯度線を引くを選び、経度1度, 緯度1度間隔で1ポイントの黒色の線を入れた。

・「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ー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」

・「ワールドファイルを作成する」にチェックを入れると、GIS で直接読み取り可能な画像となる。（本稿では jpeg ファイルで保存したものを掲載している。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。）

4. アナグリフ画像を用いた海底地形の判読—伊勢湾の変動地形を例に—

海底地形は、陸上の地形に比較して、利用可能な地形図や衛星写真、空中写真のような資料に乏しく、一般に認識が乏しい。また、陸上の地形地質の研究者と海底の地形地質の研究者が異なることが多く、海陸を統合して地形地質の発達を検討する機会が少ない。本稿で提示したアナグリフ画像がそれらの問題の解消の一助となることが期待される。

後藤（2012）では、能登半島北岸沖の浅海を対象に地形アナグリフを用いて地形判読を行い、撓曲や背斜状の変形など、陸上地形と同じ基準で変動地形を認識できるとした。また、それらは反射断面で確認される地質構造と比較して問題がないことが確認された。海底地形の変動地形学的な解釈によって、断層の連続性が明瞭になるとともに、陸上に分布する海成段丘の発達の違いをより合理的に説明できるとした。

上記以外でも、本稿の画像から浅海の変動地形をいくつか確認することができる。伊勢湾断層帯（アナグリフ番号：14）、紀淡海峡や伊予灘の中央構造線活断層帯（同：19、20）、函館平野西縁断層帯の南延長の津軽海峡（同：24）、柳ヶ瀬断層や野坂断層などの延長が分布する若狭湾東部（29）、菊川断層の北西部延長が分布する響灘（同：32）、雲仙断層群の東延長が分布する有明海（同：33）、布田川・日奈久断層帯海峡部が分布する八代海（同：34）など、これまでの地形地質学的調査研究によって明らかにされているものを本稿の画像でもその一部を判読することができる。以下では、このうち、伊勢湾断層帯（地震調査委員会、2002）とその周辺で認められる変動地形について地形アナグリフを用いて解説を行う。

・伊勢湾断層帯

伊勢湾断層帯は、地震調査委員会（2002）によれば伊勢湾中・北部の海域に分布する断層帯で木曾川河口付近から知多半島の東方沖に半島にほぼ並行して延びる伊勢湾断層帯主部（長さ42km）と、主部の中央付近の屈曲点（野間崎沖）から東西に延びる白子—野間断層（21km）からなる（図 I -12）。伊勢湾断層帯主部は、野間崎沖の屈曲点より北は伊勢湾断層、南は内海断層と呼ばれている。伊勢湾断層帯主部は0.1～0.2mm/年の変位速度を有する北東側隆起の逆断層、白子—野間断層は0.3mm/年の変位速度を有する北側隆起の逆断層である。

地形アナグリフでは、伊勢湾断層が延びる付近では、海底段丘面と段丘崖が明瞭に認められるが、断層地形は明確でない。また、内海断層は知多半島沿いの急崖と一致し、この急崖の基部付近に急崖に沿って延びる閉じた凹地が認められ、海峡部の地形や海底谷とはやや異なる様相を呈している。この地形は変動地形を暗示させるものの、明瞭な変動地形は認めがたい。

一方、白子—野間断層付近では、地形アナグリフでは、湾の中央を南北に延びる海底谷よりも西で、海底谷に直交する向きである東西方向に延びる微高地（幅約3km、比高約5m程度）が認められ、岡田ほか（2000）が「この背斜は、鈴鹿市の南白子の沖では東に延びる小さな尾根

として海底地形にも現れている」と記載しているとおりである。岩淵ほか（2000）では、伊勢湾の中央部に東西に延びる背斜構造と、その南縁の南落ちの断層を認めており、地質構造とも調和的である。背斜構造の南縁の傾斜変換線は、これまでの指摘されている地点よりもさらに西に連続しており、海岸線のすぐ近くまで追跡できる（図 I -13 の赤色の矢印）。

伊勢湾中央をほぼ南北に延びる海底谷よりも東の白子—野間断層付近では、南傾斜の撓曲崖状の凸型斜面が認められる。この斜面の北側にのみ段丘状の地形が判読でき、これらは断層変位による地形である可能性が高い。

このように、伊勢湾断層帯のうち、白子—野間断層に沿っては、これまでの地形・地質学的な調査研究によって示された位置に、変位様式と整合的な変動地形と解される地形がアナグリフ画像で判読できる。

・松坂—羽豆岬の微高地

上記の伊勢湾断層帯とは別に、白子—野間断層の約 15km 南に位置する櫛田川河口付近から知多半島南端の羽豆岬（はずみさき）を結ぶように、東北東—西南西方向に延びる微高地の存在を指摘できる。伊勢湾のほぼ中央を南北に延びる海底谷よりも西では、幅約 4km、比高約 5 m 程度の高まりをなしており、北斜面は急崖となっている（図 I -13 の紫色の矢印）。白子—野間断層沿いの急斜面とは南北が逆ではあるが、松坂—羽豆岬の微高地と白子—野間断層沿い微高地は、その幅や比高が類似している。この微高地は南北に延びる海底谷を横切るように連続し、海底谷では約 3m 程度の比高をなしている。これらのことから、この微高地は、海底谷形成以降にも海底谷を変動させるような運動によって形成された地形の可能性もある。なお、海底谷より東には連続していない。

この高まり地形を横断する地層断面（岩淵ほか，2000）では、微高地は更新世の段丘および扇状地堆積物と同時代の堆積物からなり、これらの堆積物は急崖を挟んで連続しており、北に緩やかに傾斜するように記載されている。微高地よりも北は主にこれを覆って沖積層が広がる（岩淵ほか，2000）。微高地の北にある急崖付近に明瞭な地層の高度差や断層構造は認められていない（岩淵ほか，2000）が、いずれの探査記録も記録の端付近や斜交する測線など好条件のものではないため、明確な構造が捉えられていない可能性もある。今後の調査研究が必要であろう。

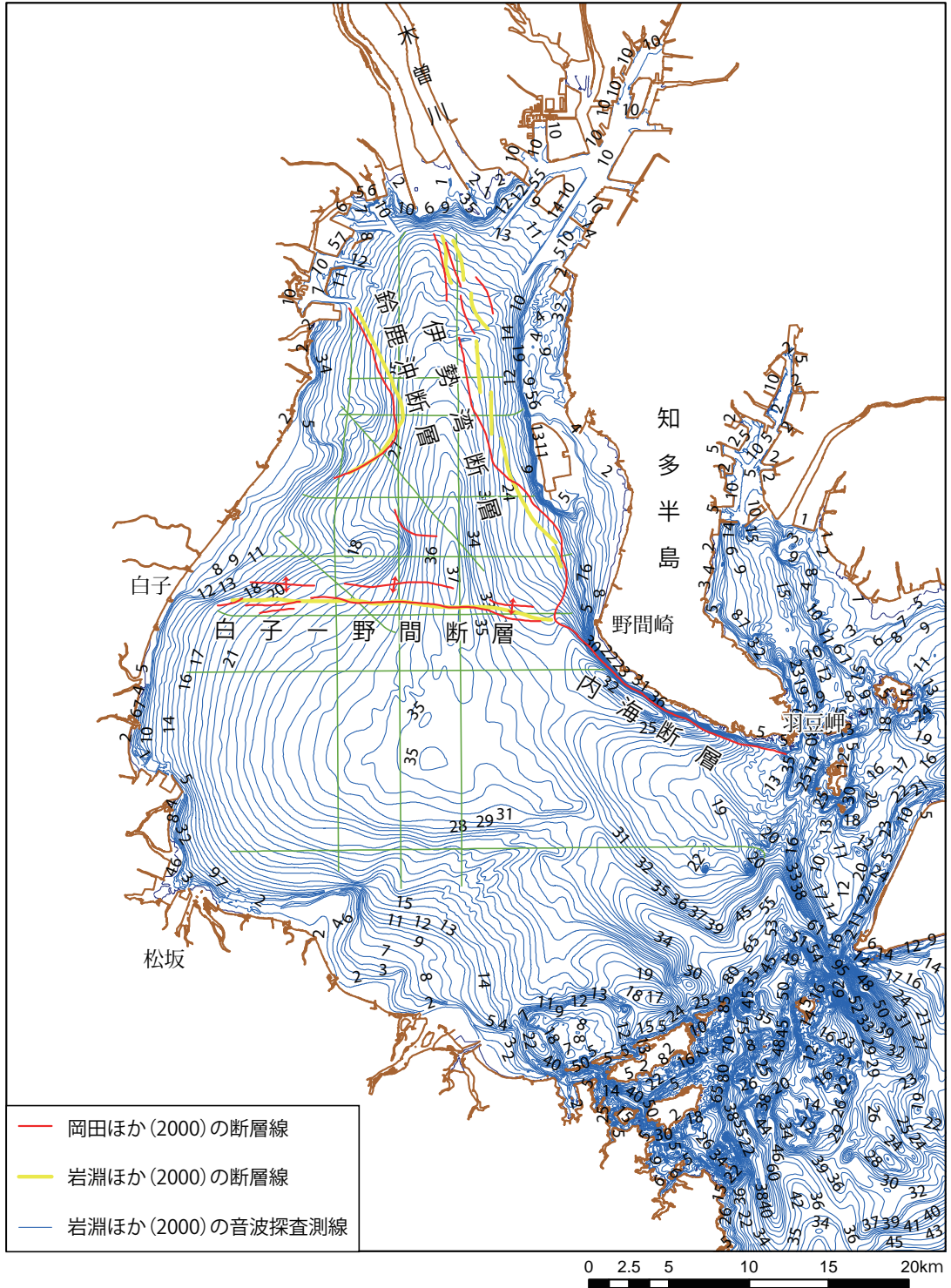


図 I-12 M7002 の等深線と活断層分布

活断層分布は岡田ほか (2000), 岩淵ほか (2000) による。

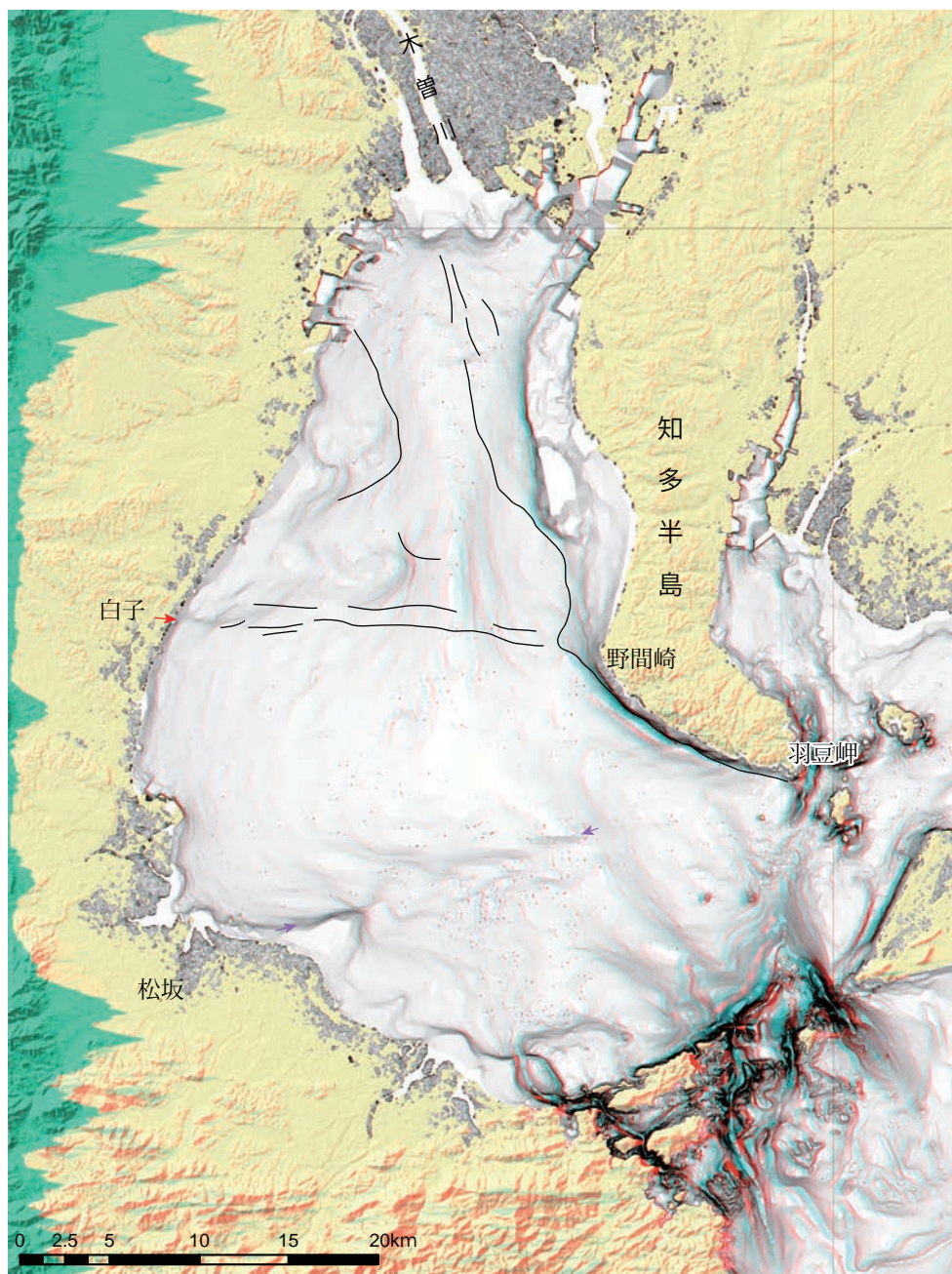


図 I-13 M7002 から作成した伊勢湾の地形アナグリフと活断層分布

赤矢印は、白子ー野間断層の西延長に延びる傾斜変換線を示し、紫の向かい合う矢印は、松坂ー羽豆岬の微高地北縁の急崖を示す。活断層分布は岡田ほか（2000）による。陸上地形は SRTM²⁾ による。

II. 日本列島周辺の海底地形アナグリフ

II 部では、(財)日本水路協会刊行の M7000 シリーズの等深線を用いて、I 部に掲載した方法に従って作成した日本列島周辺の海底地形アナグリフを提示する。アナグリフには、傾斜角でテクスチャマッピングを行った。

第一章の浅海を対象判読する材料として作成したアナグリフ（日本列島周辺全域。ただし、小笠原諸島など一部を除く）では、傾斜角を強調した表現を用い、第二章の東北日本の日本海東縁（北陸～東北地方～北海道の日本海側）の深海を対象とした地域では、一般的な傾斜角の表現を行った。いずれも、実際の地形の起伏よりも過高感（垂直倍率）が大きい画像である。なお、陸上地形は SRTM²⁾ を用いており、0 m以下の陸上は海域として表現されている。

1. 日本列島周辺の海底地形アナグリフ—浅海域の地形を判読するための立体画像—

本章では、(財)日本水路協会刊行の M7000 シリーズの等深線から作成した約 1 秒（約 30m）間隔の DEM を用いて作成した日本列島の地形アナグリフを 41 の地区に分けて提示した。区分と番号は図 II -1 に掲載した。区分の境界は、第一次地域区分（一次メッシュ）（二十万分の 1 地勢図の図郭で、経度方向に 1 度、緯度方向に 40 秒）およびそれを海域に広げたものを用いている。地形アナグリフの図中にある黒線は緯線、経線であり、それぞれ 1 度間隔で引かれている（数値は図 II -1 を参照）。なお、陸上地形は SRTM²⁾ を用いた。

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。一つの図に含まれる範囲は、経度方向・緯度方向に第一次地域区分で 3×3 メッシュを基本としたが、M7000 の整備状況によって多少ばらつきがある。近接地域との連続が判読しやすいように、重複した地域があるように区分けを行った。

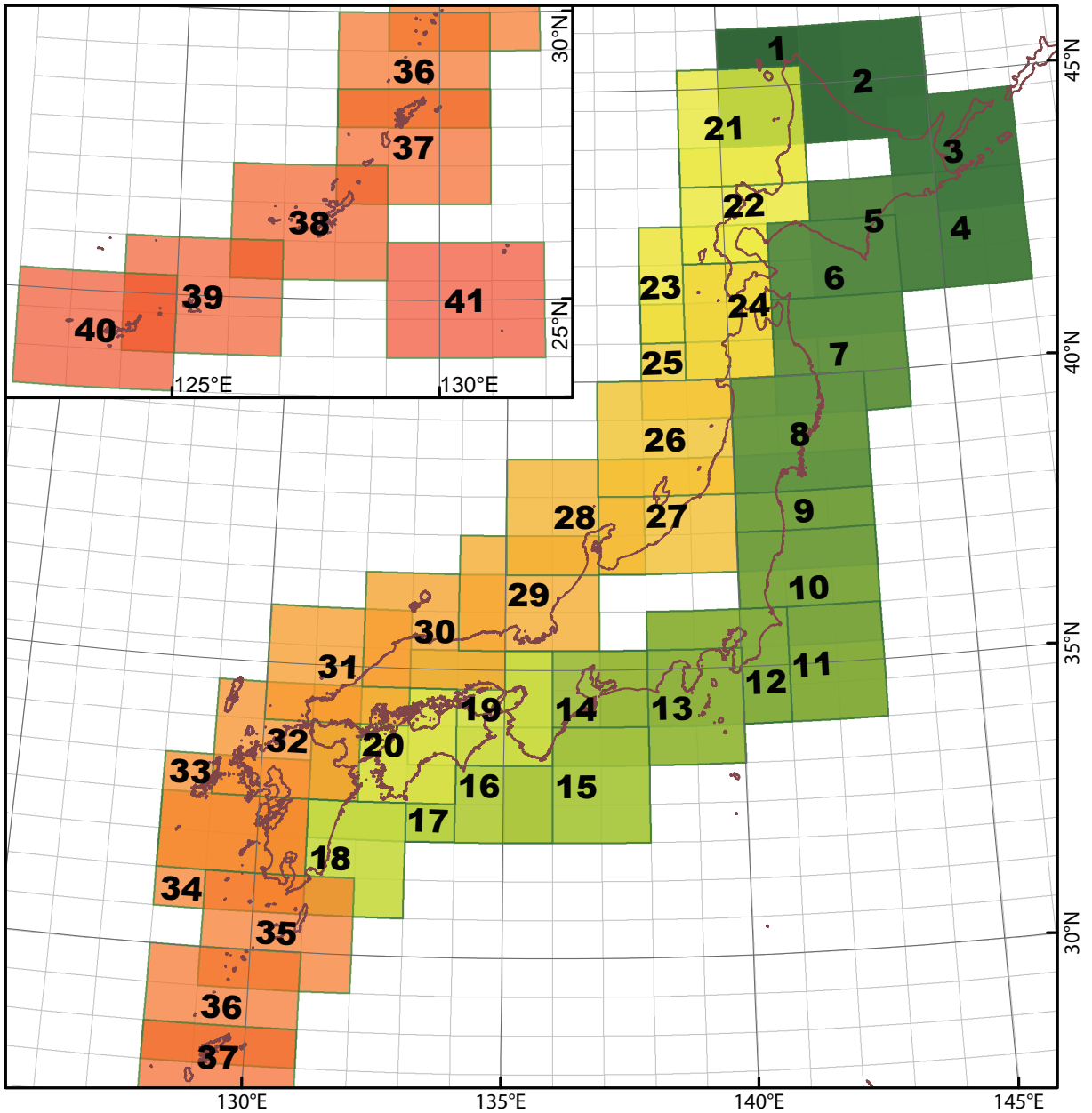


図 II - 1 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフの索引図
 枠内に記された番号は図 II - 2 ~ 41 までのアナグリフ番号に対応する。細線で記されたメッシュは第一次地域区分
 (20 万分の 1 地勢図の図郭) と同じ間隔 (経度 1 度間隔, 緯度 40 分間隔) で, 海域まで広げたもの。

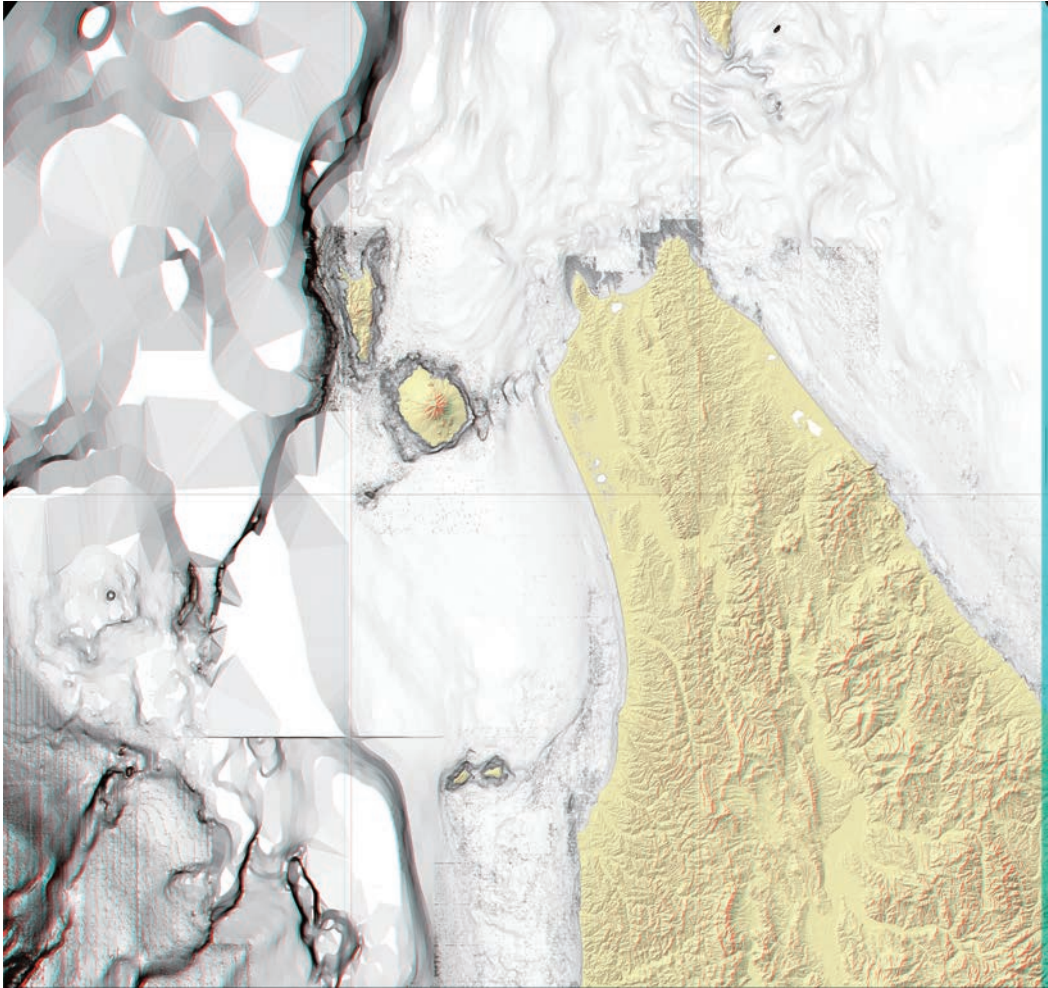


図 II - 2 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 1

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

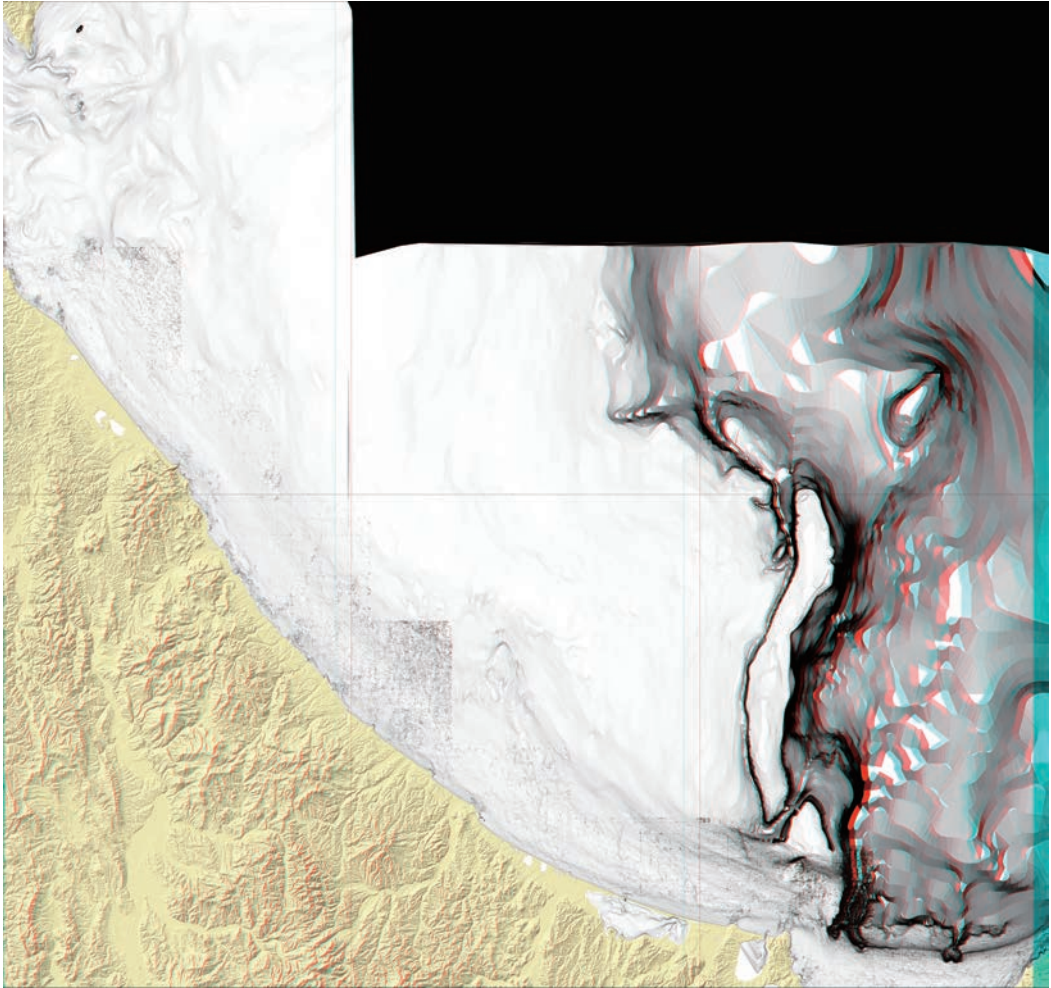


図 II - 3 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 2

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

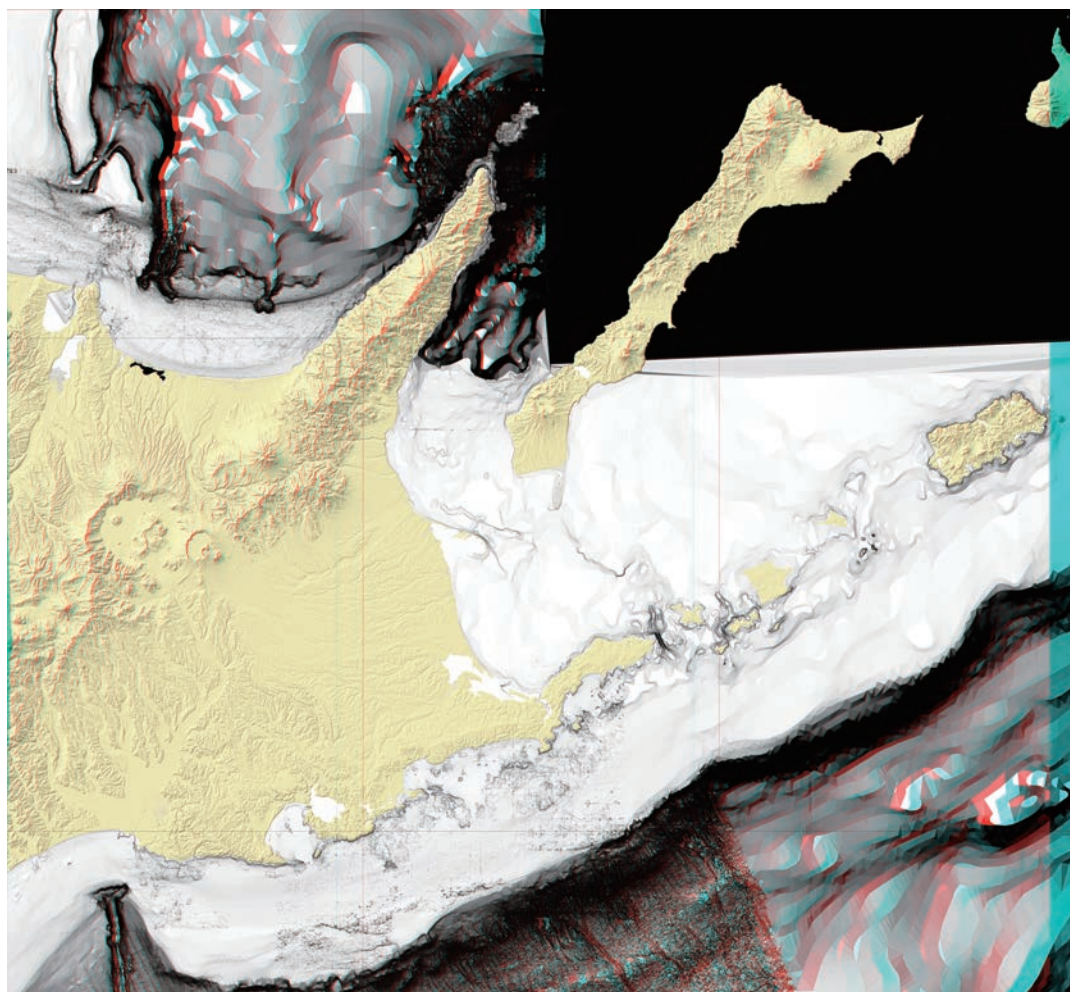


図 II - 4 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 3

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

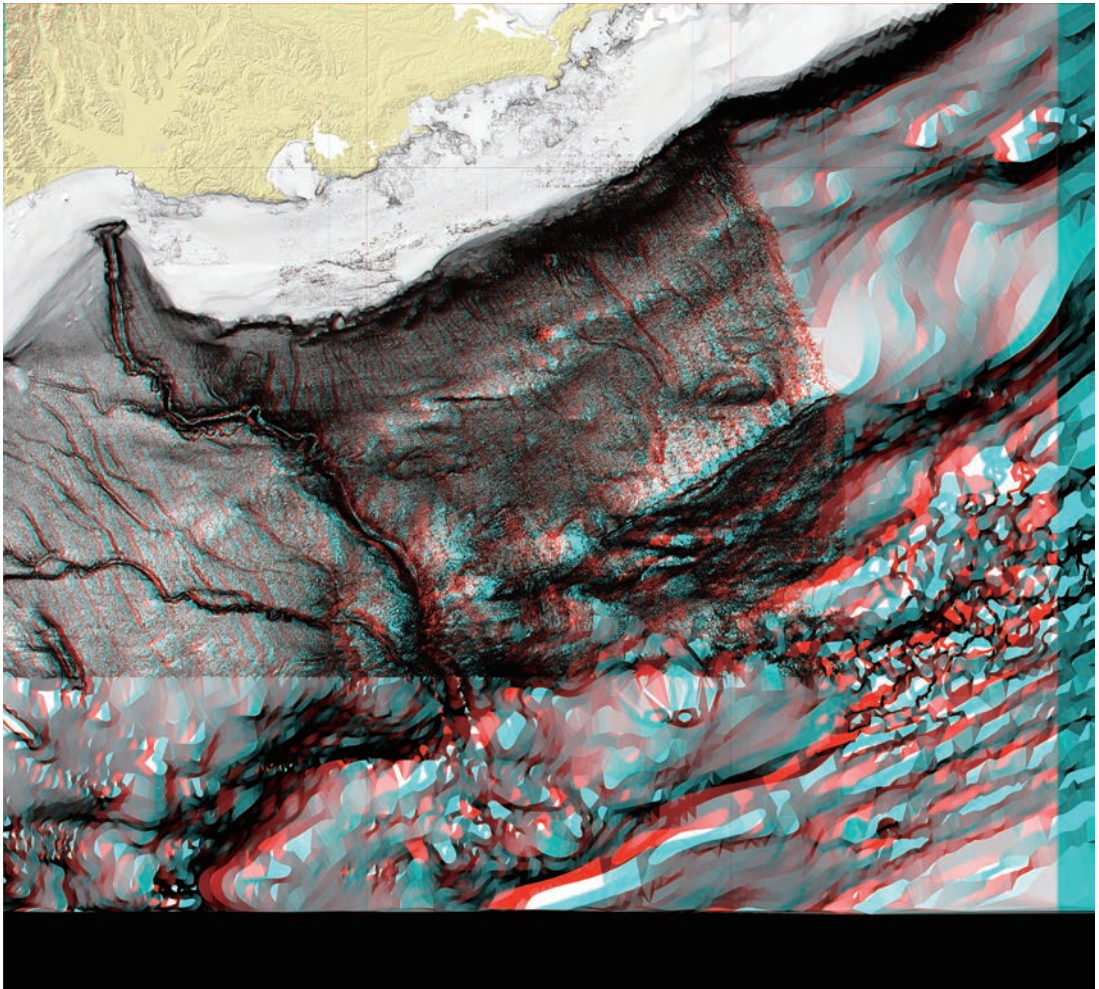


図 II - 5 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 4

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

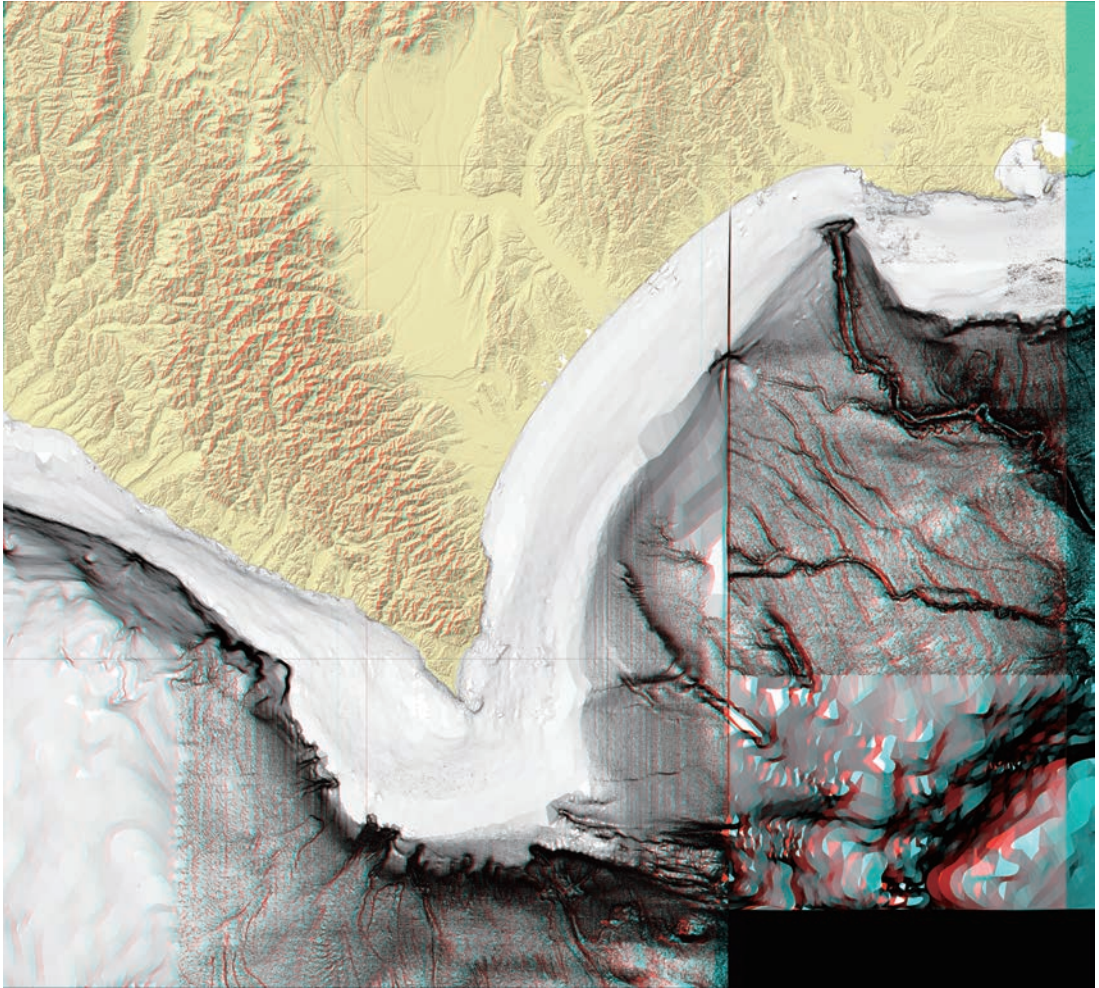


図 II - 6 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 5

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

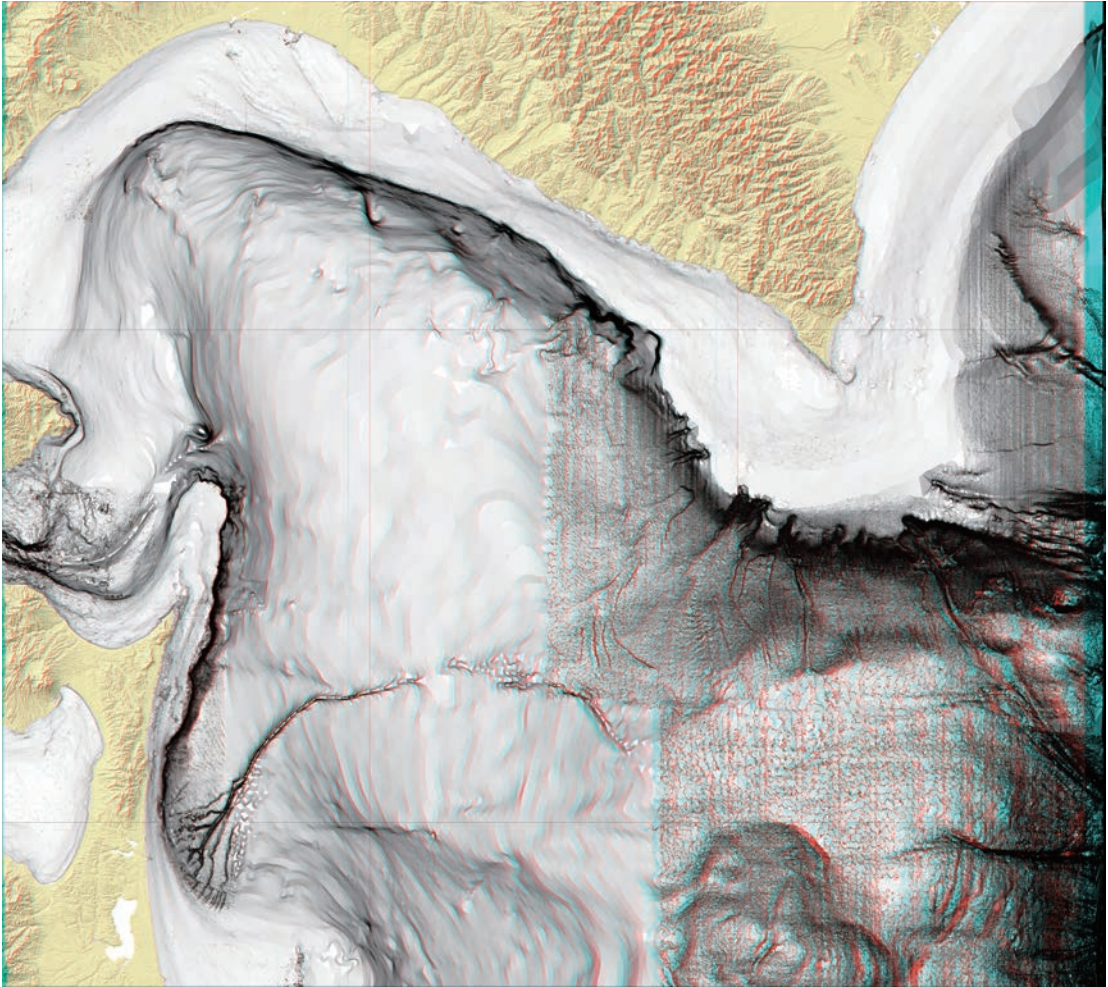


図 II - 7 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 6

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

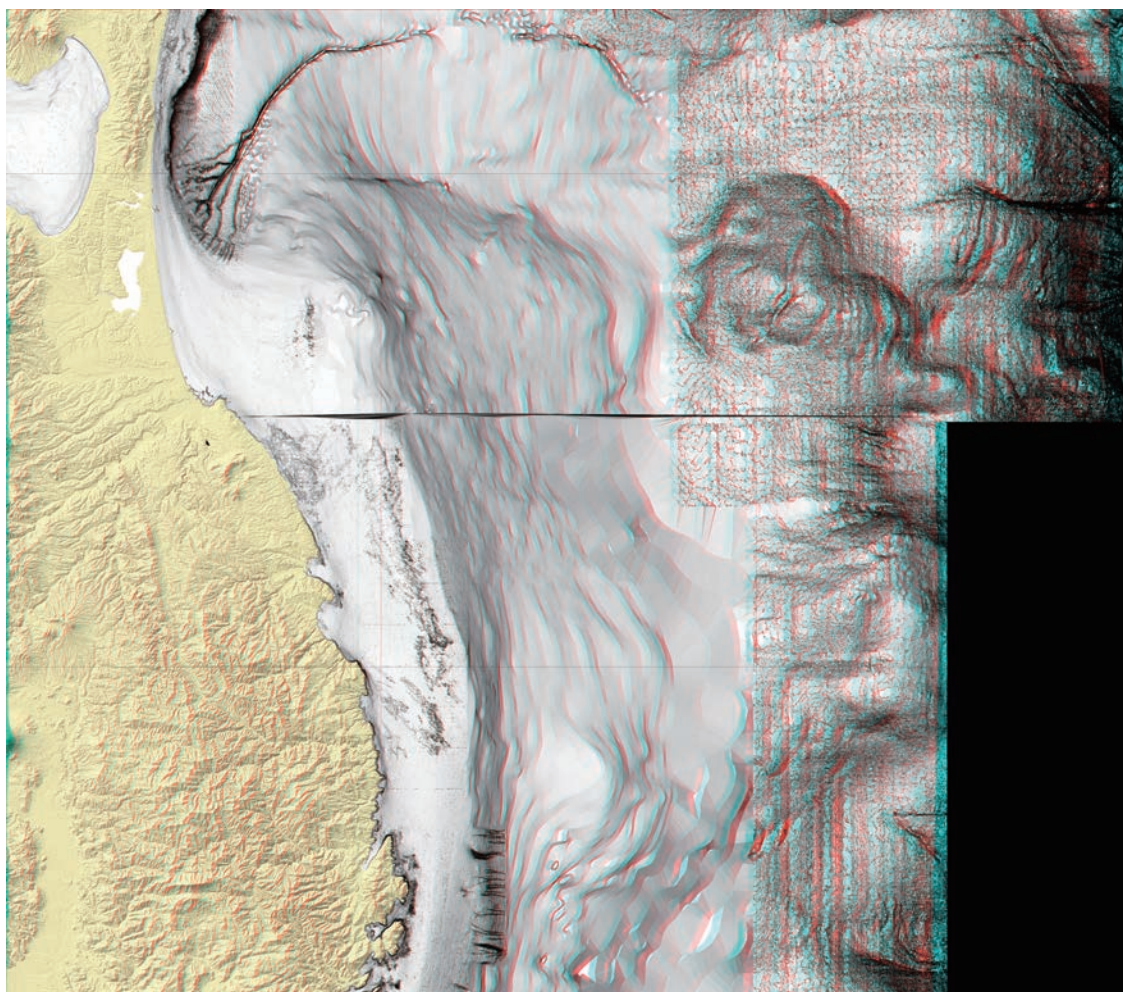


図 II - 8 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

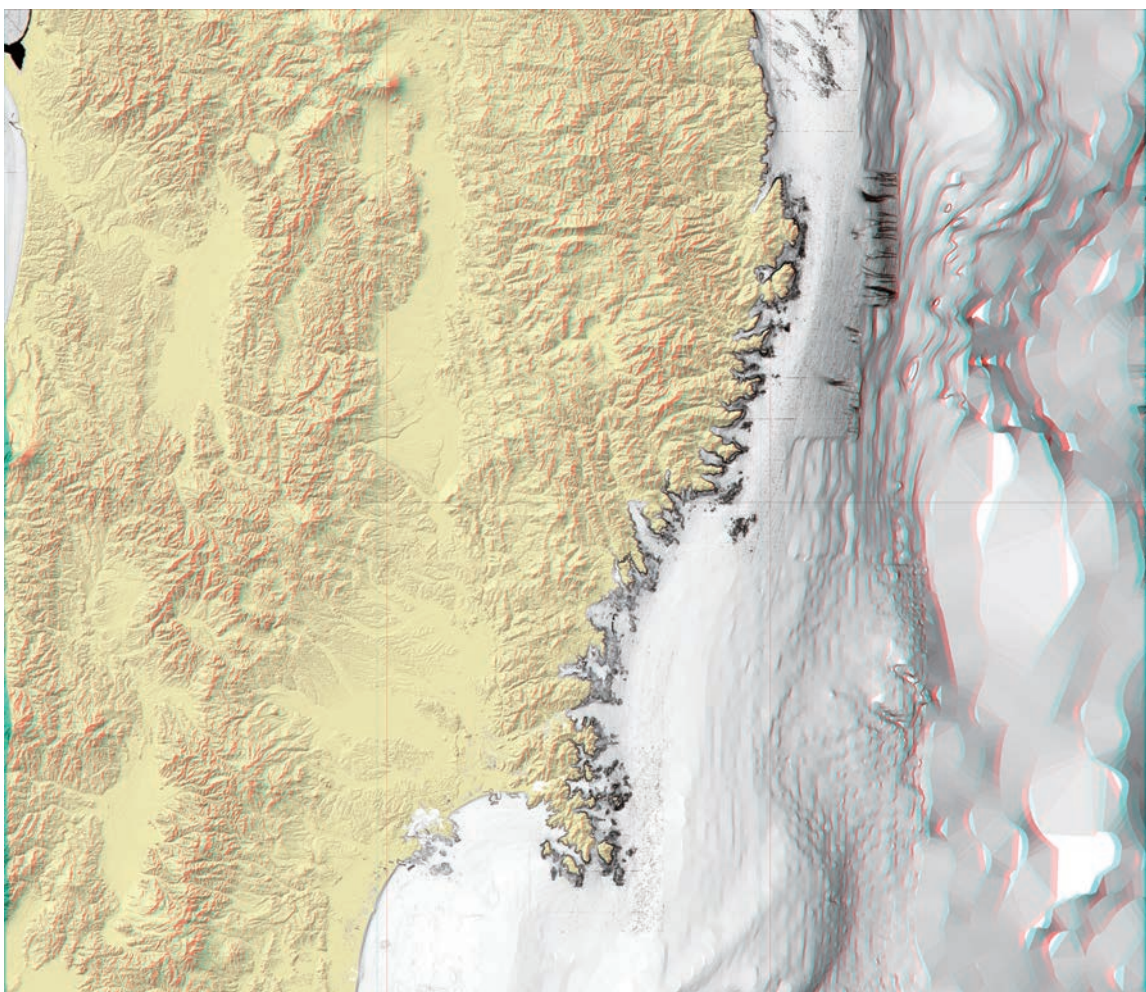


図 II - 9 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 8

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

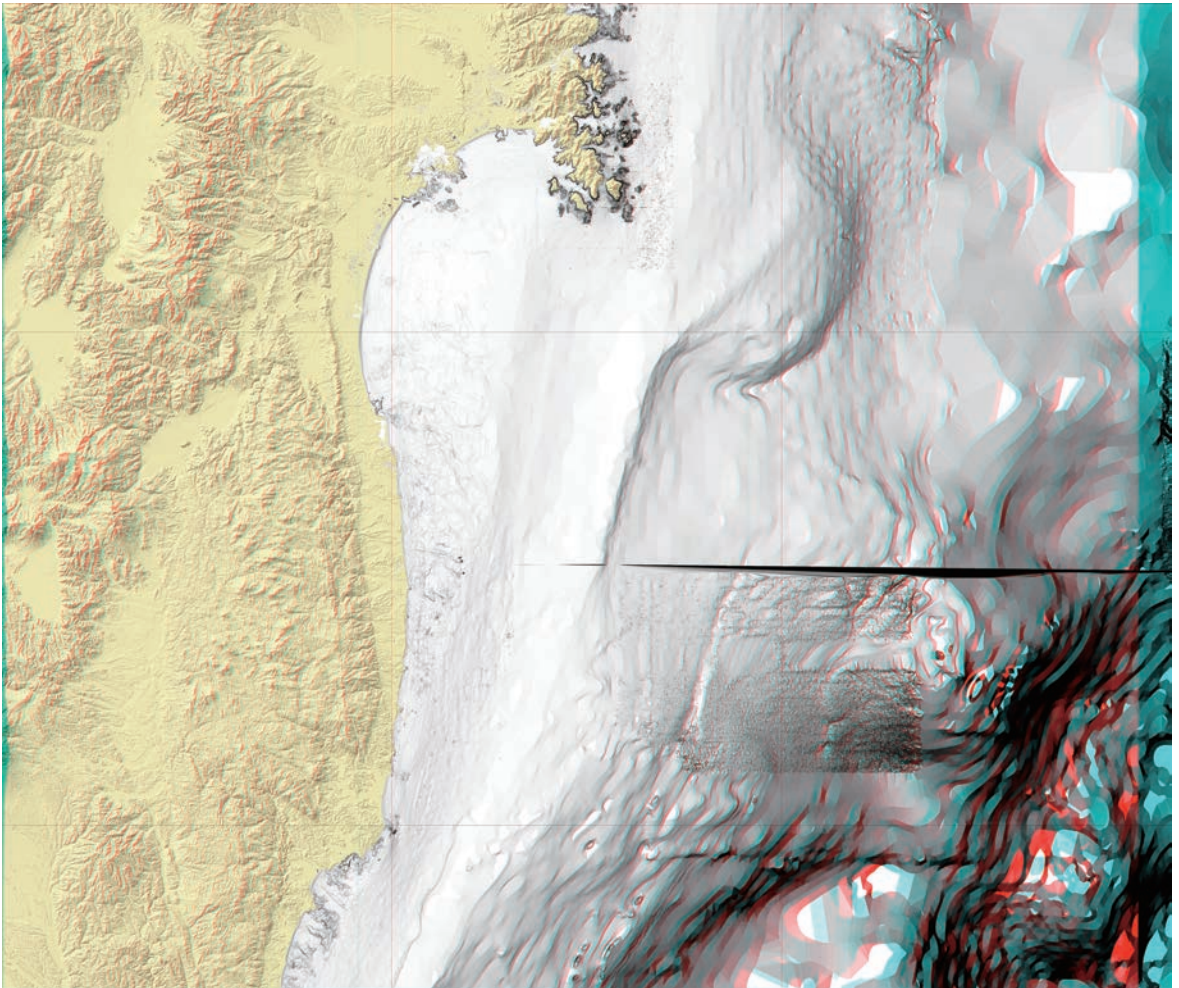


図 II -10 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 9

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

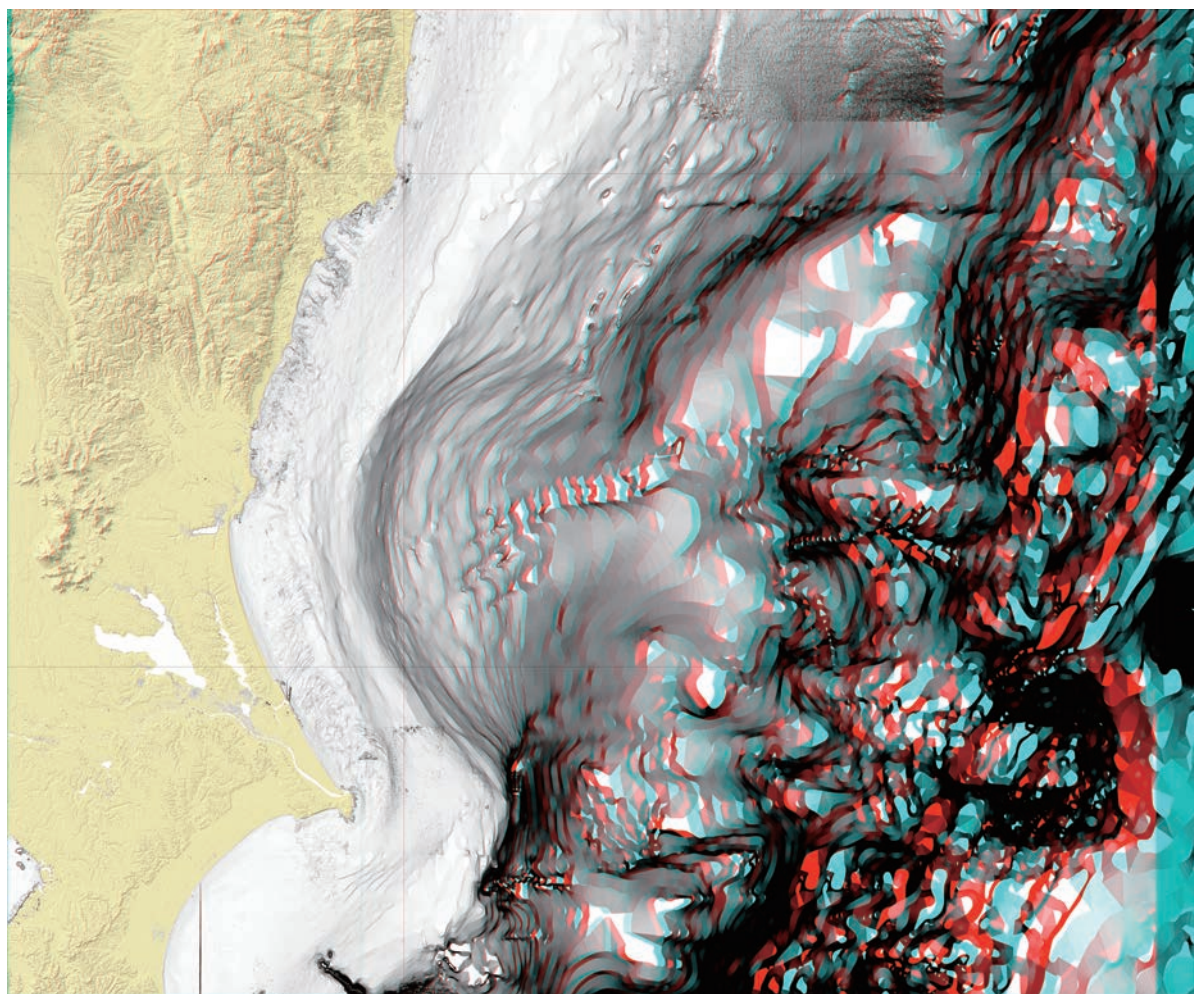


図 II -11 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 10

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

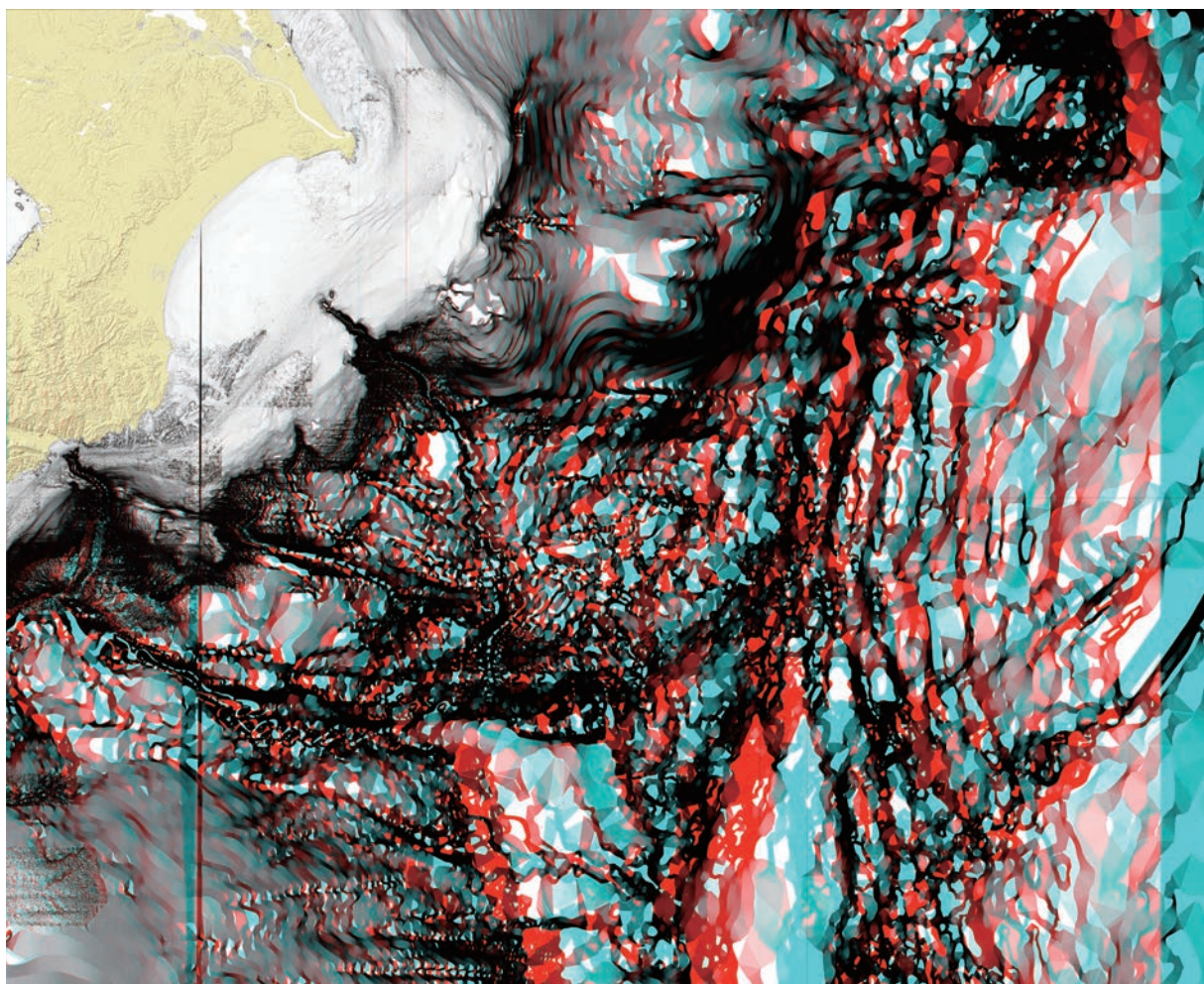


図 II -12 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 11

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

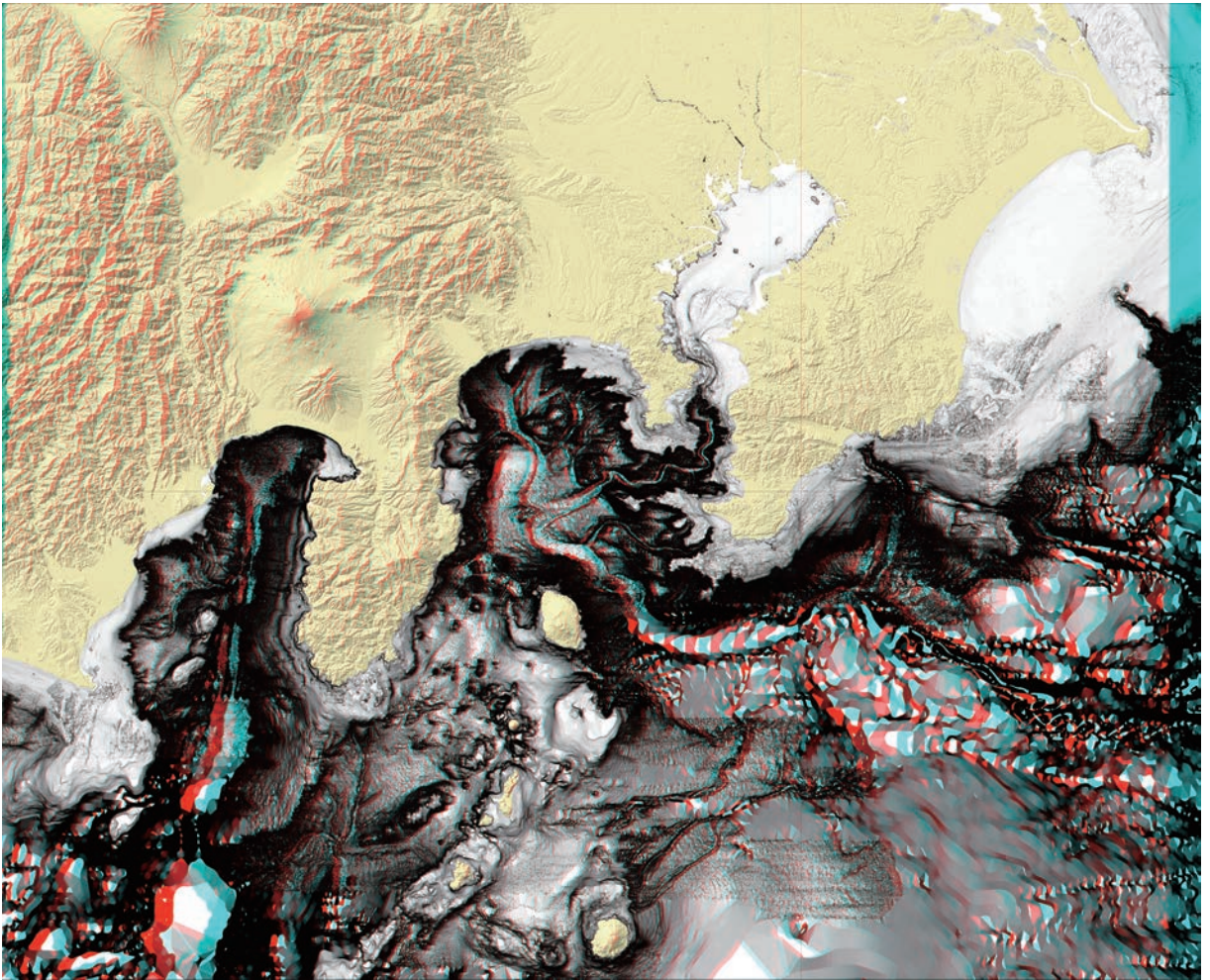


図 II -13 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 12

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

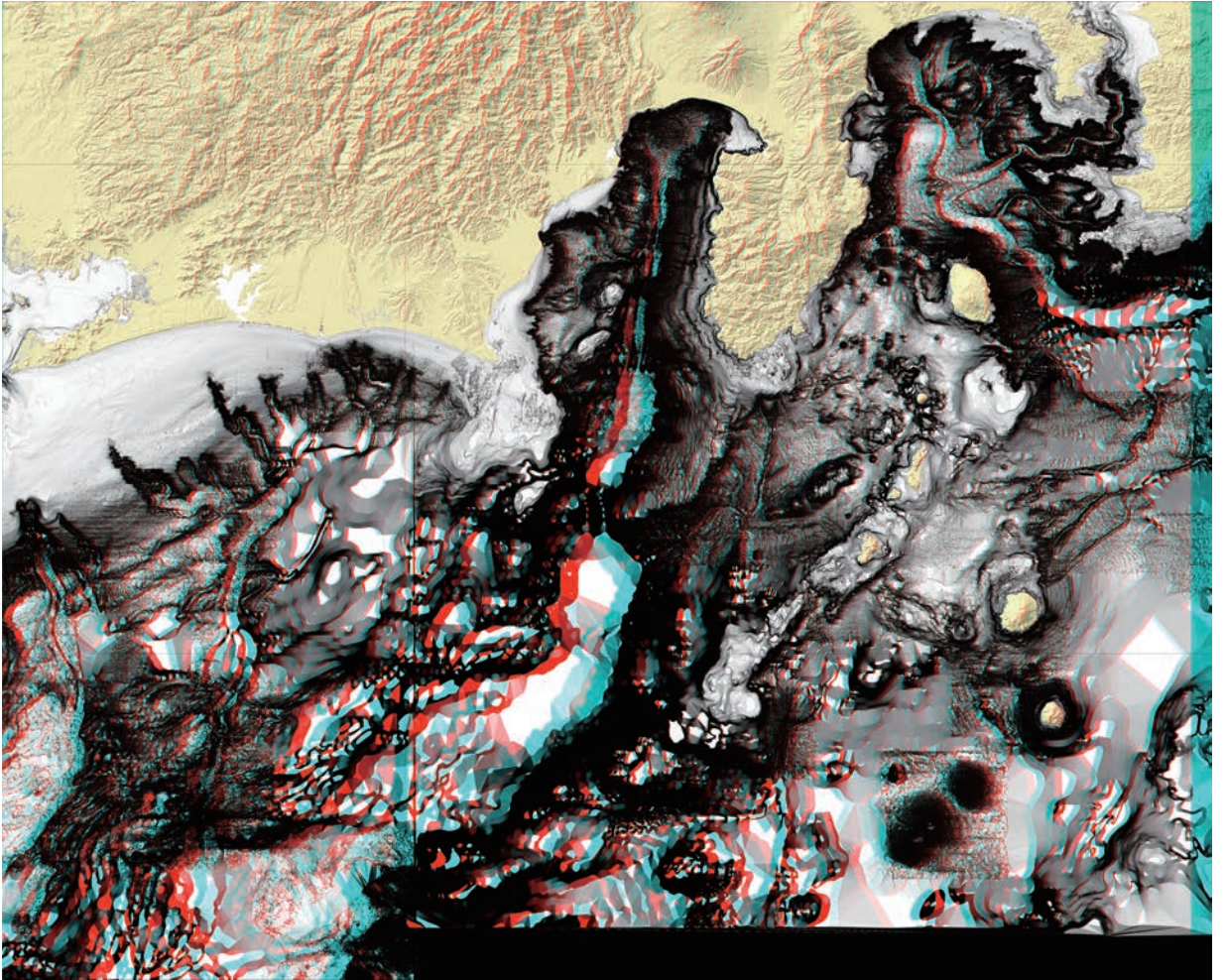


図 II -14 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 13

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

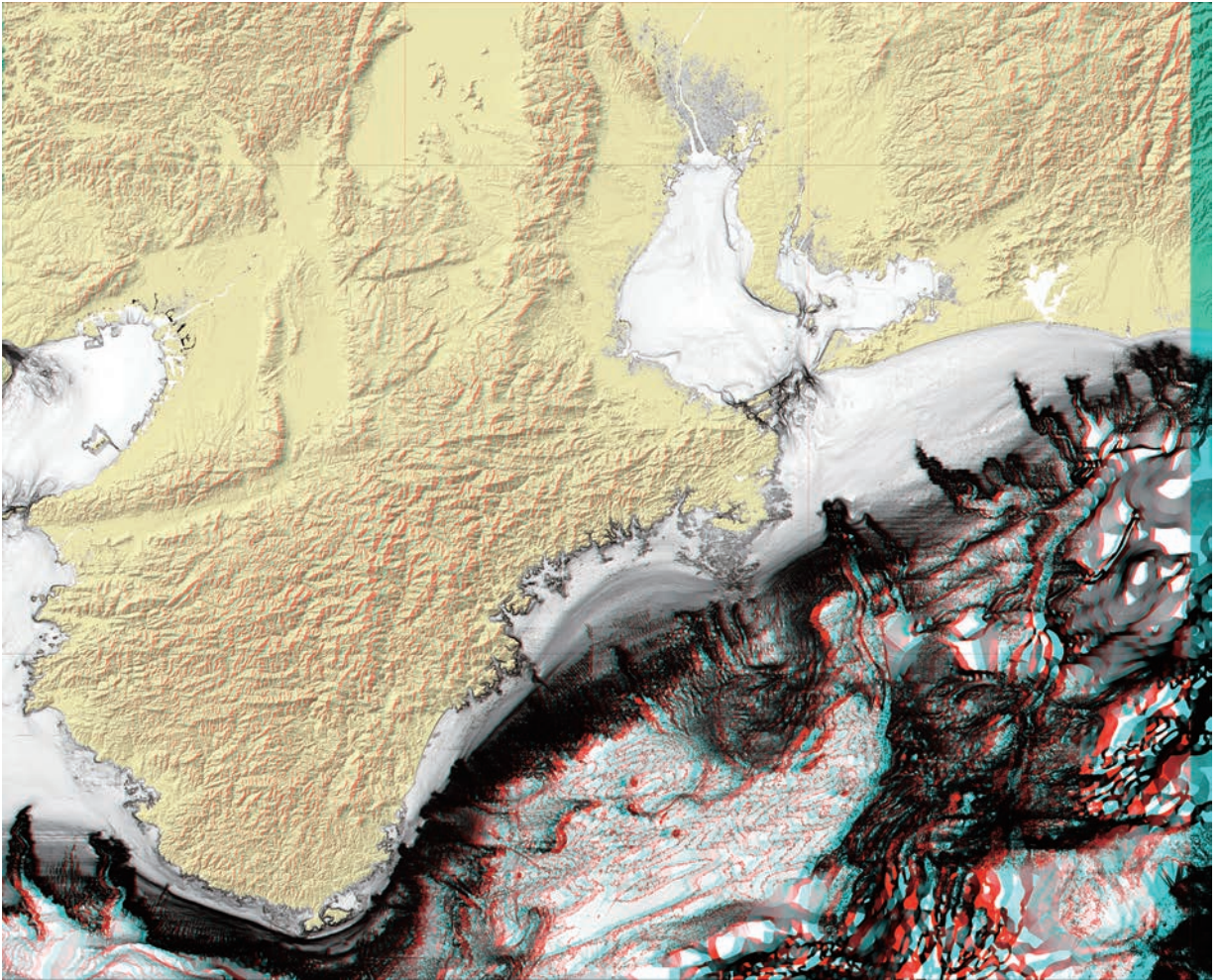


図 II -15 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 14

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

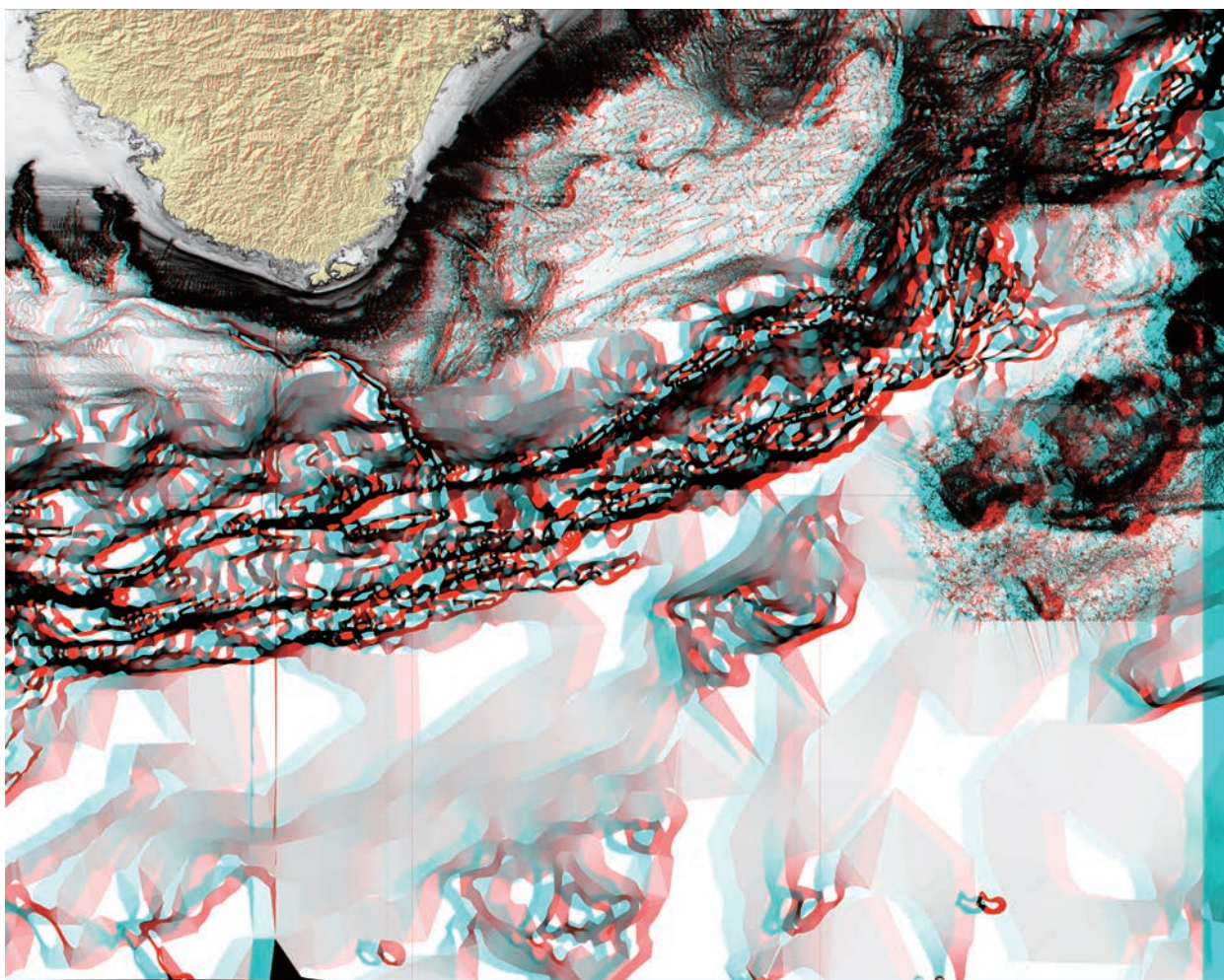


図 II -16 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 15

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

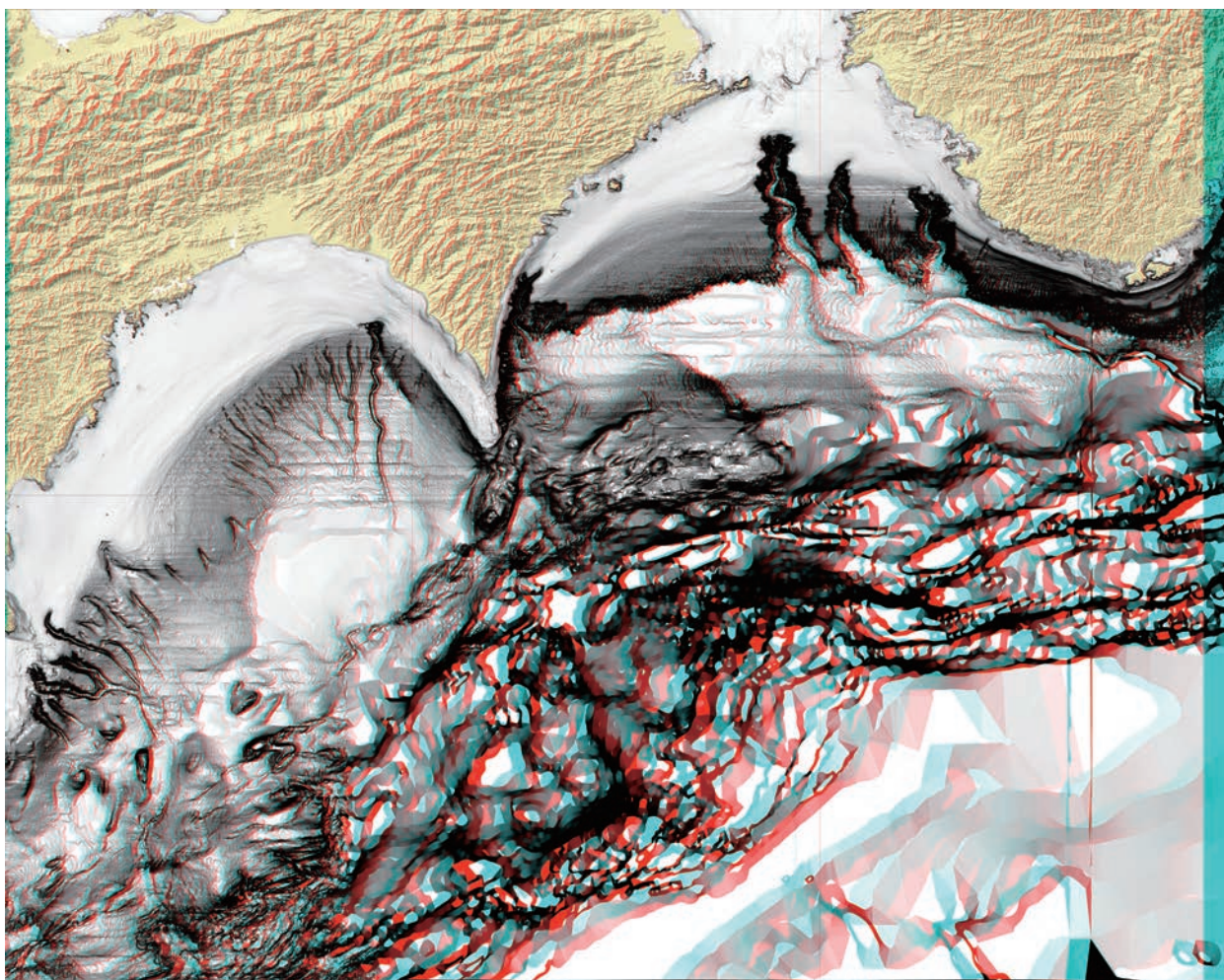


図 II -17 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 16

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

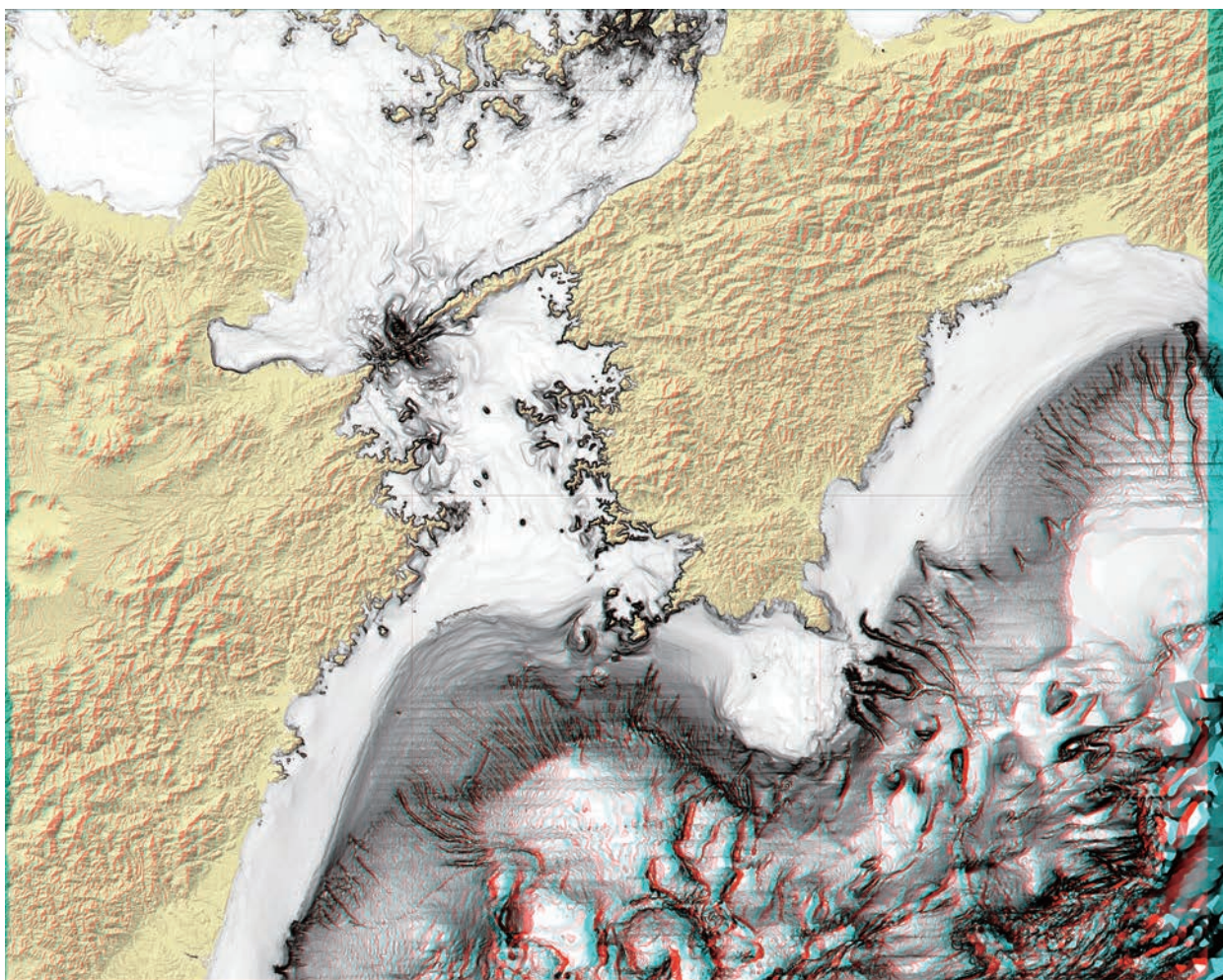


図 II -18 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 17

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

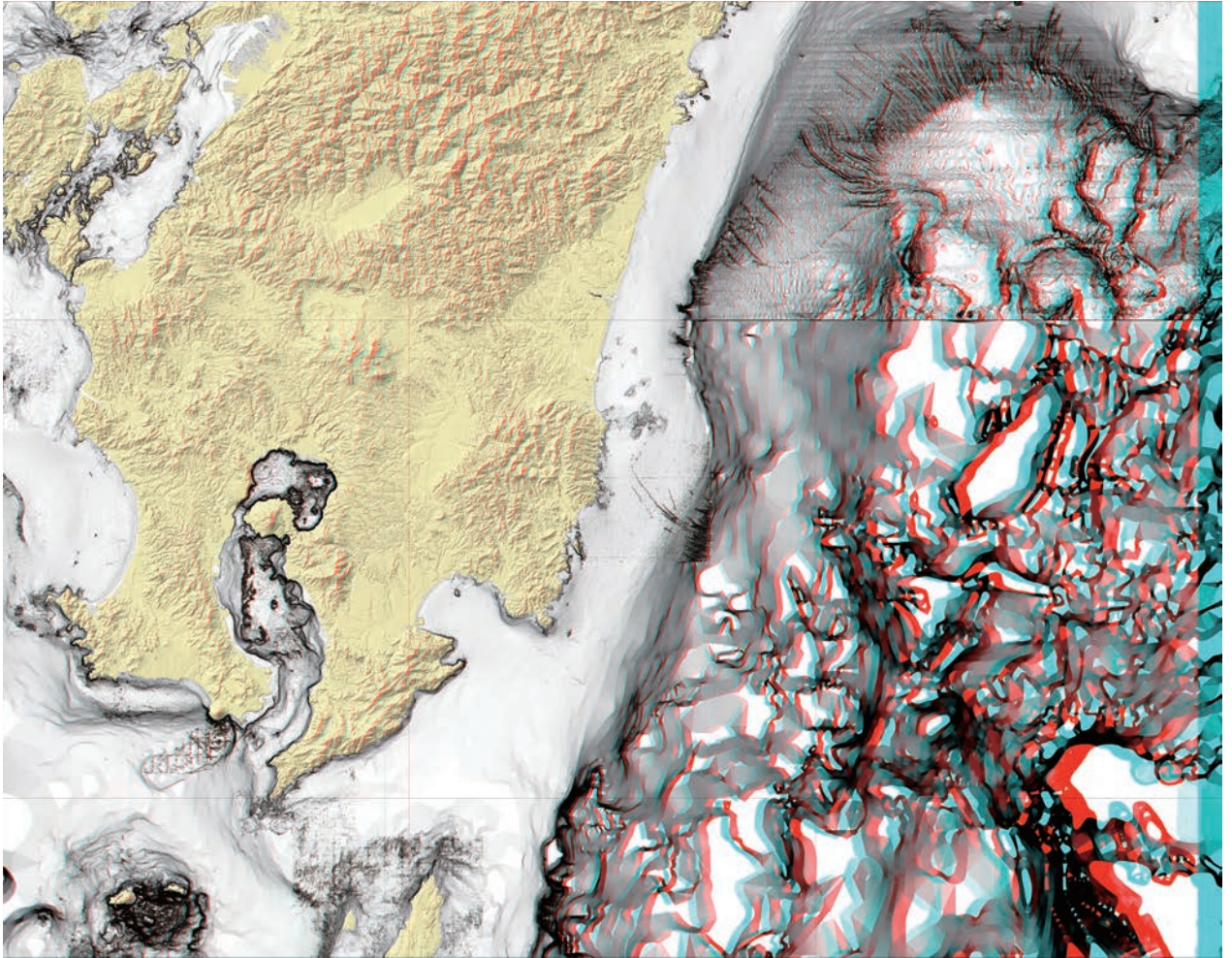


図 II -19 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 18

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

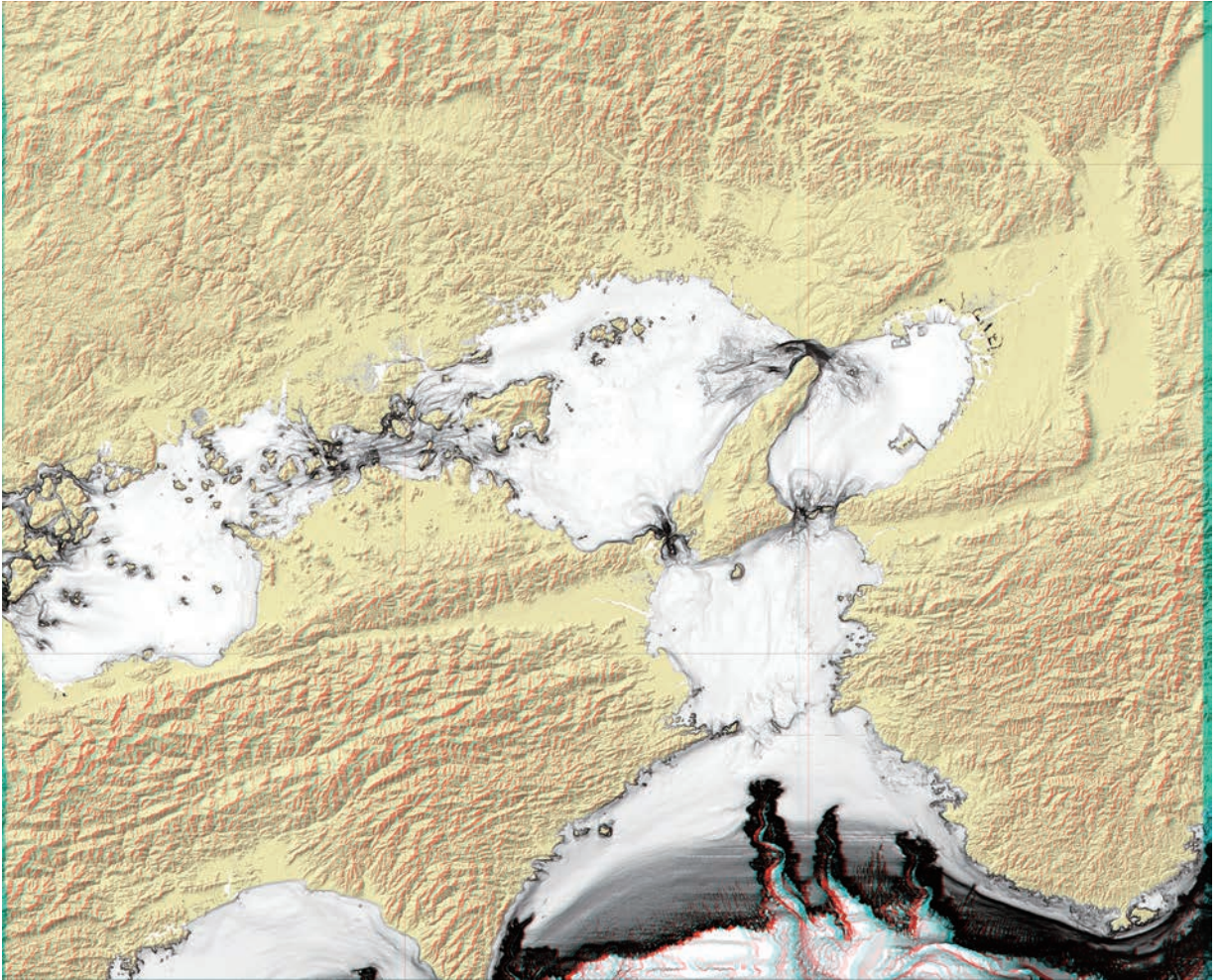


図 II -20 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 19

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

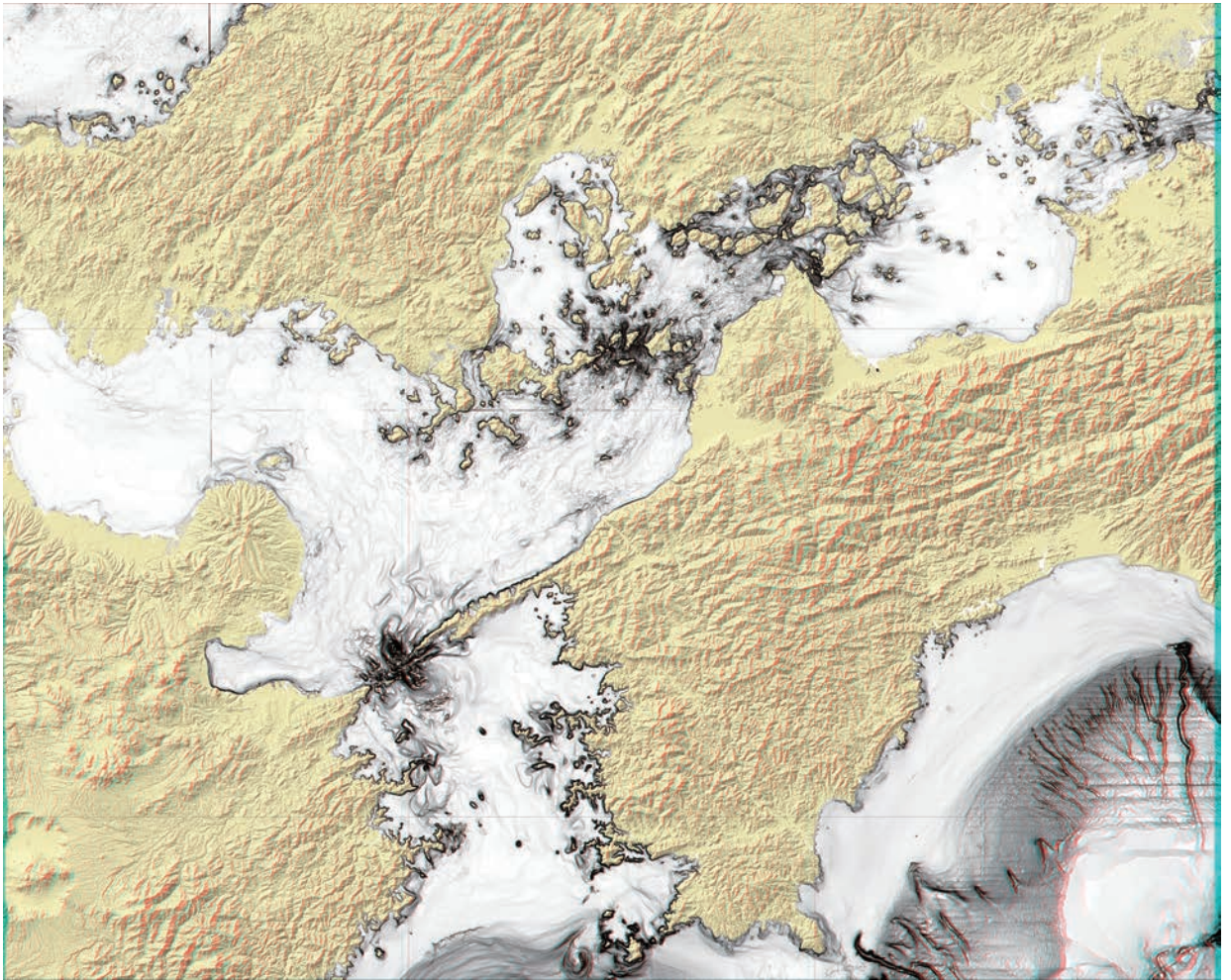


図 II -21 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 20

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

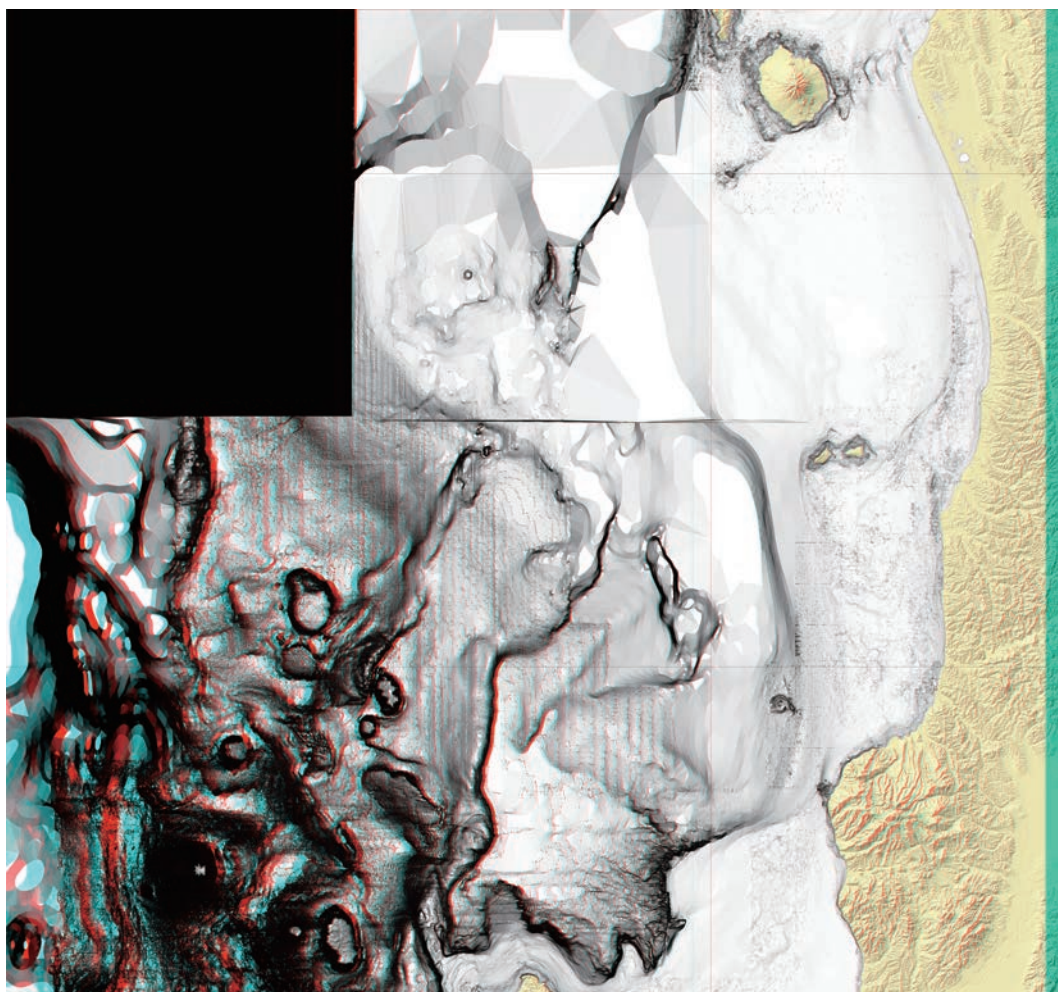


図 II -22 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 21

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

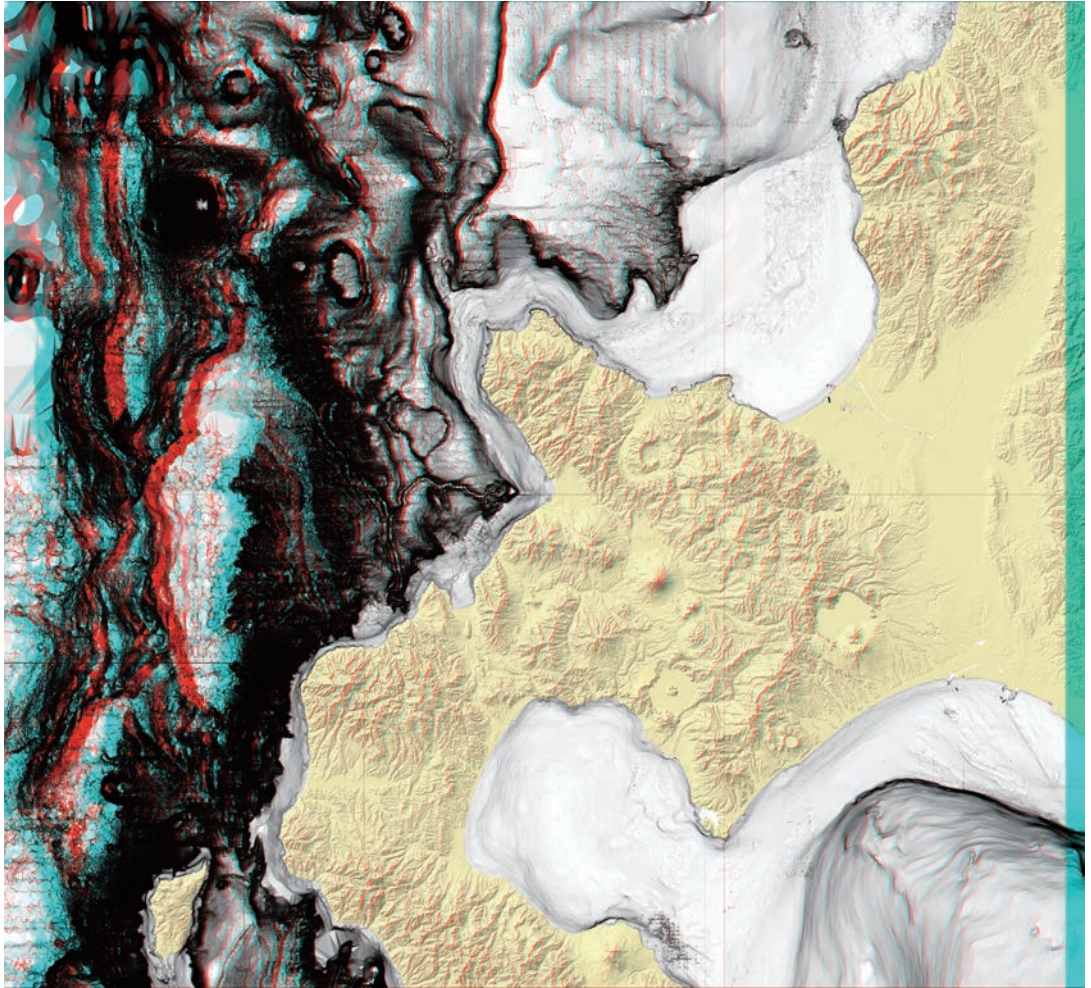


図 II -23 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 22

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

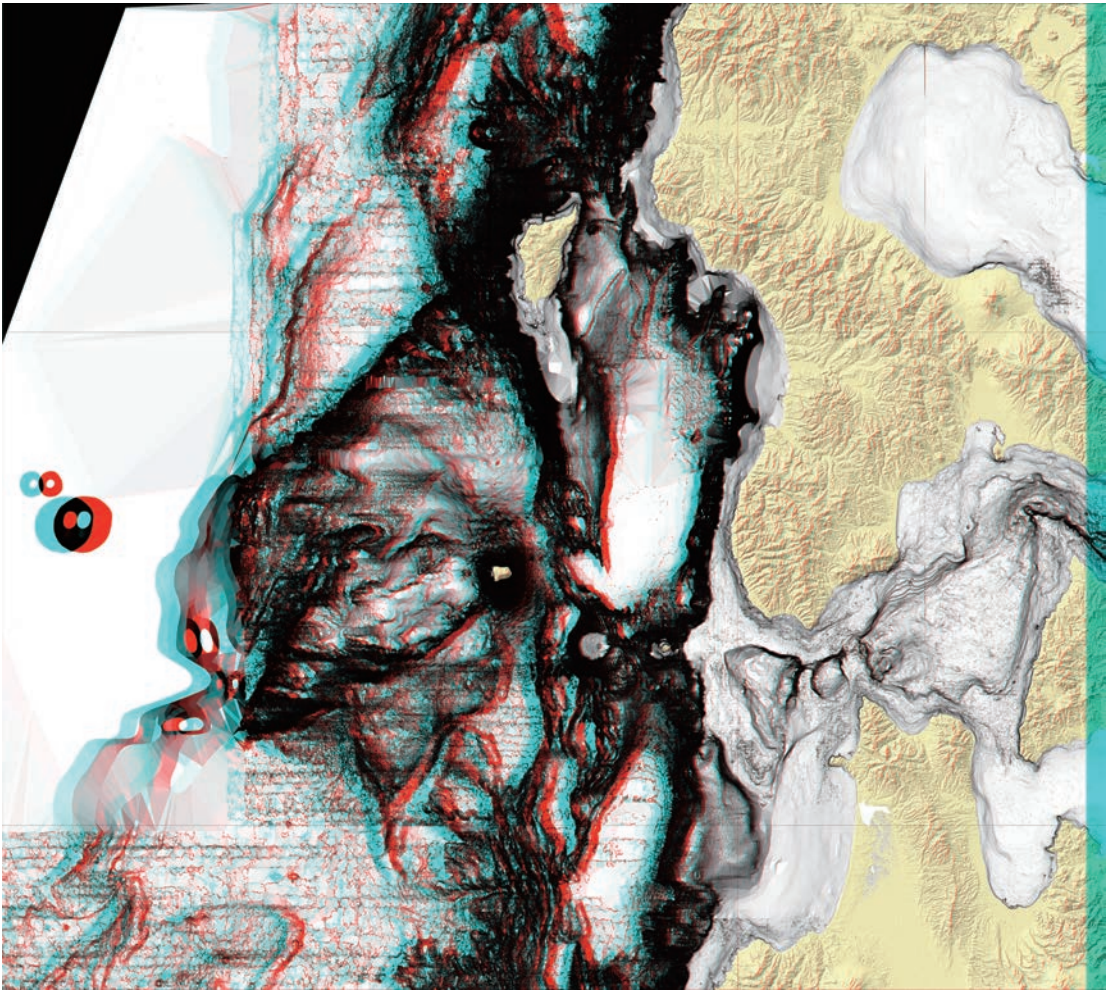


図 II -24 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 23

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

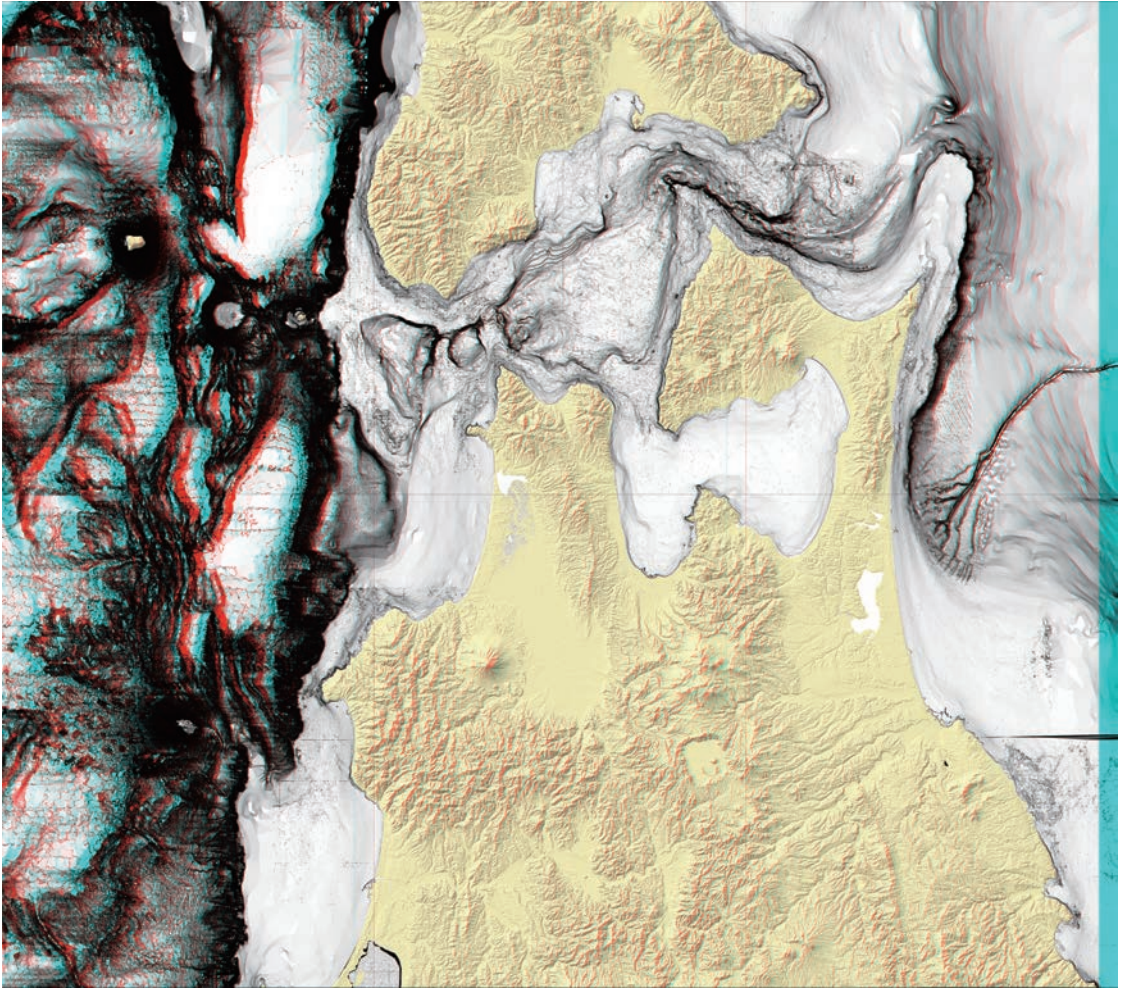


図 II -25 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 24

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

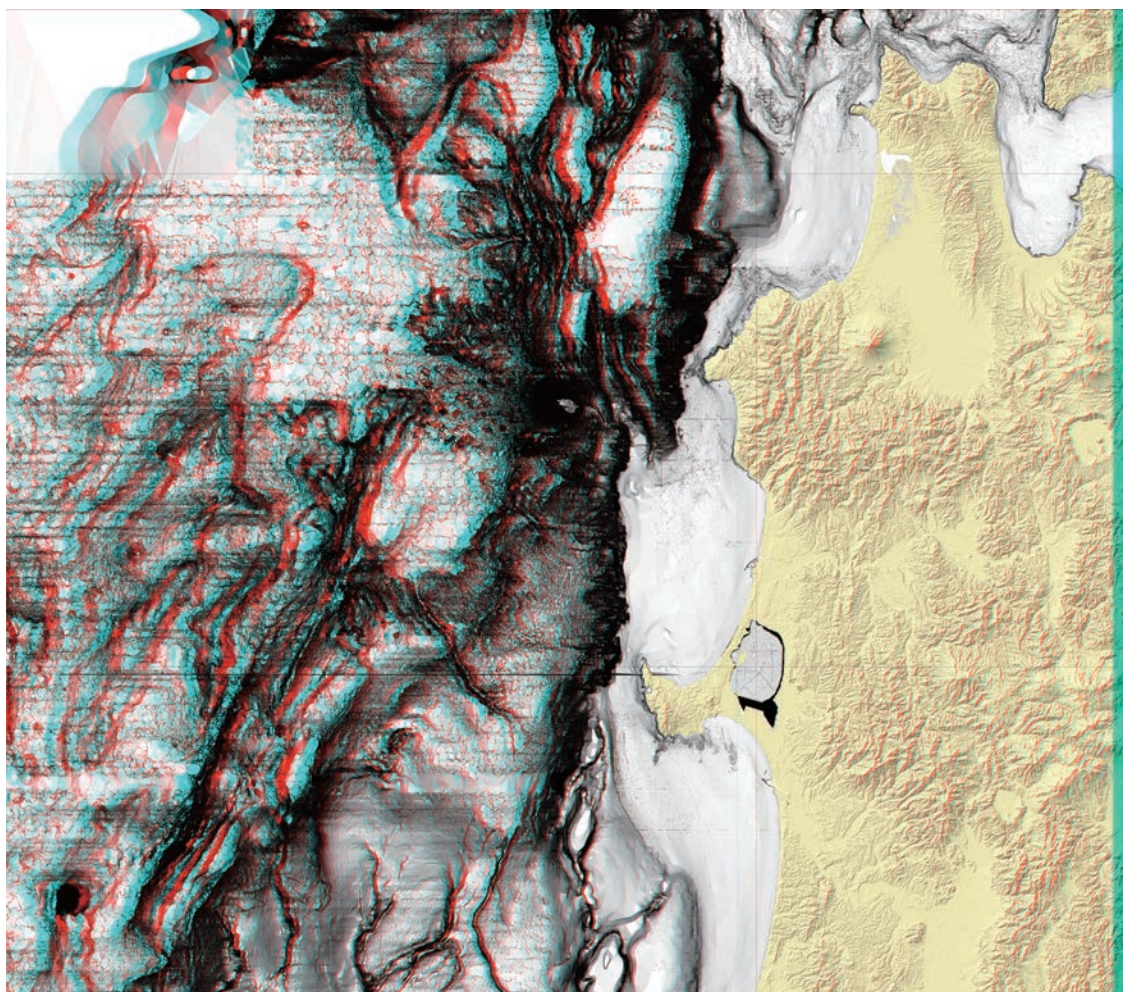


図 II -26 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 25

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

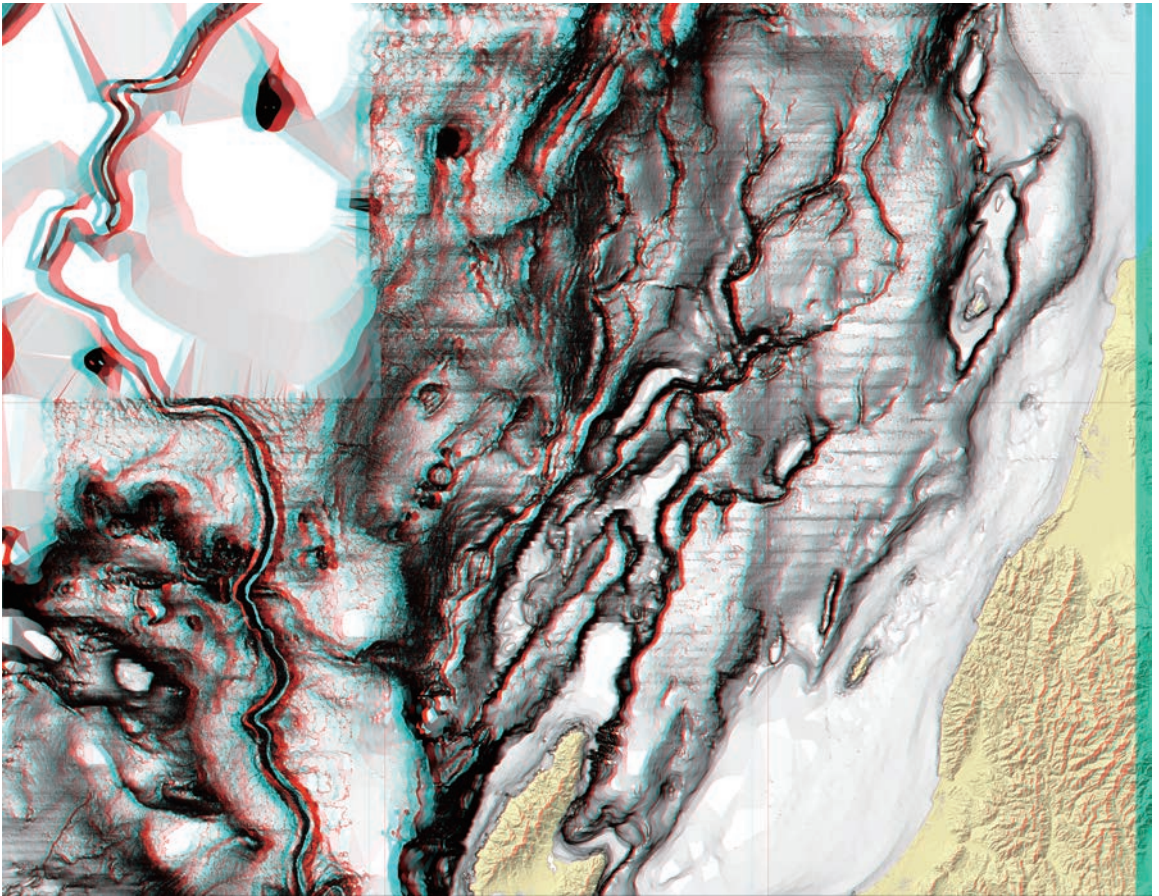


図 II -27 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 26

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

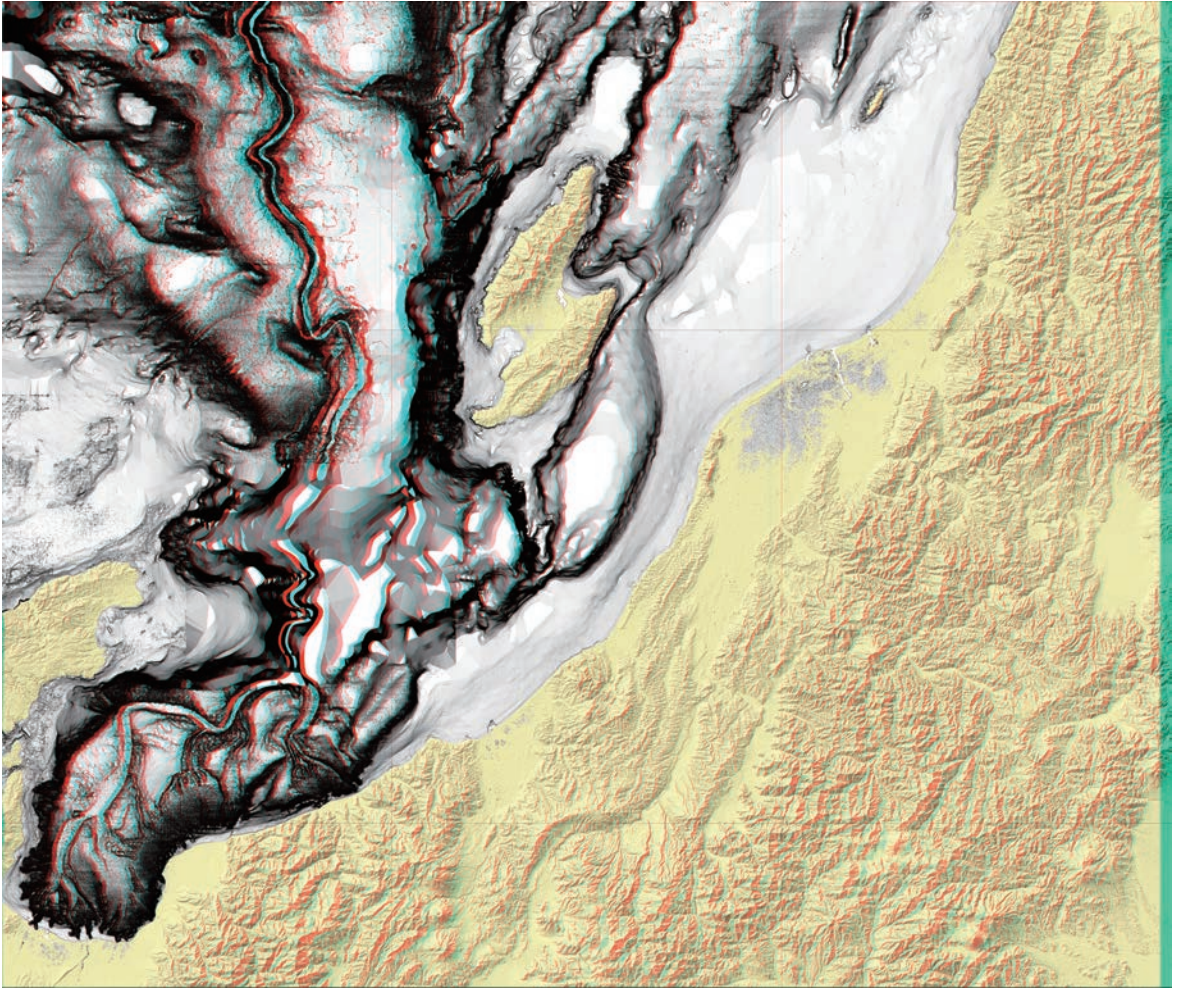


図 II -28 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 27

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

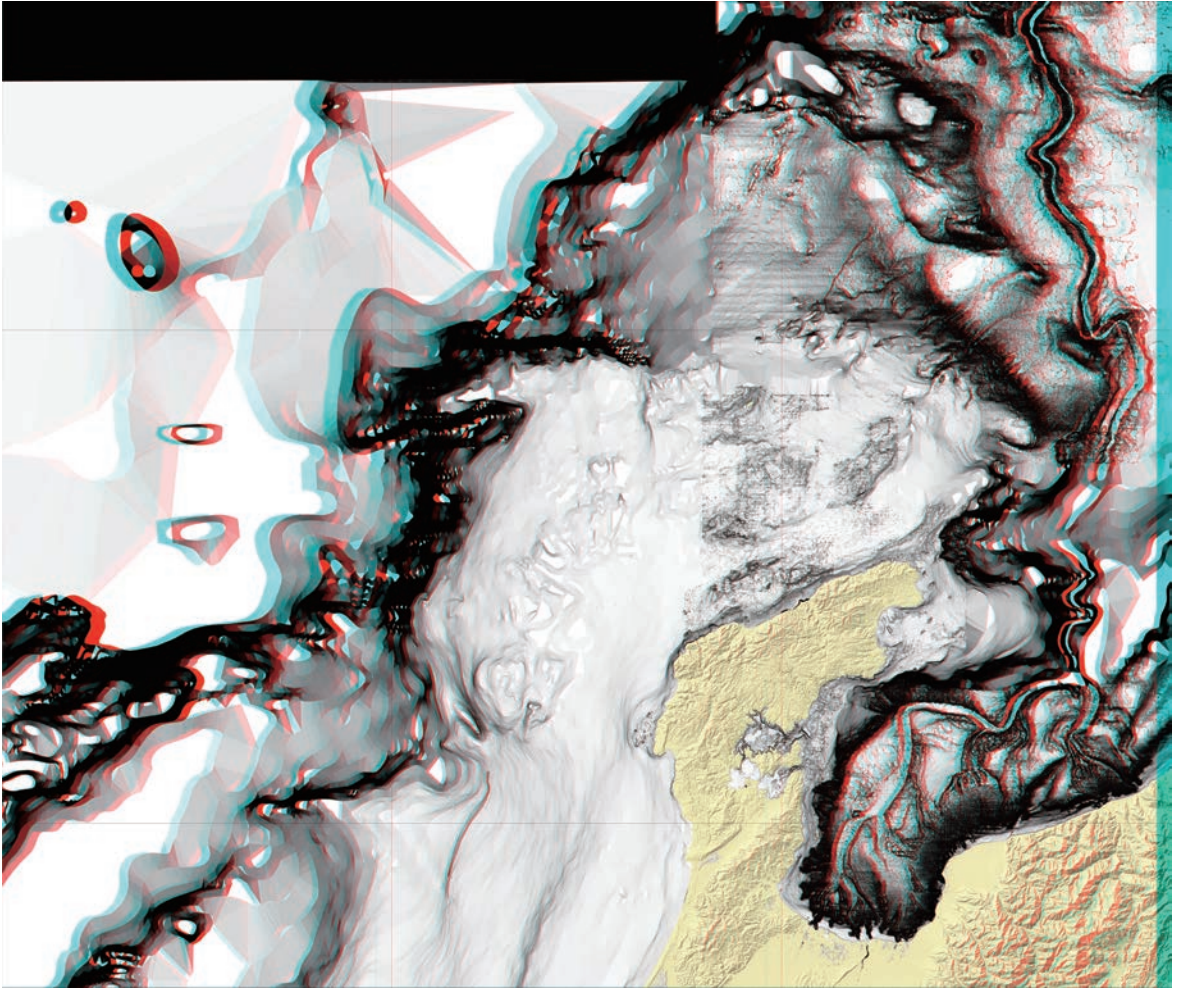


図 II -29 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 28

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

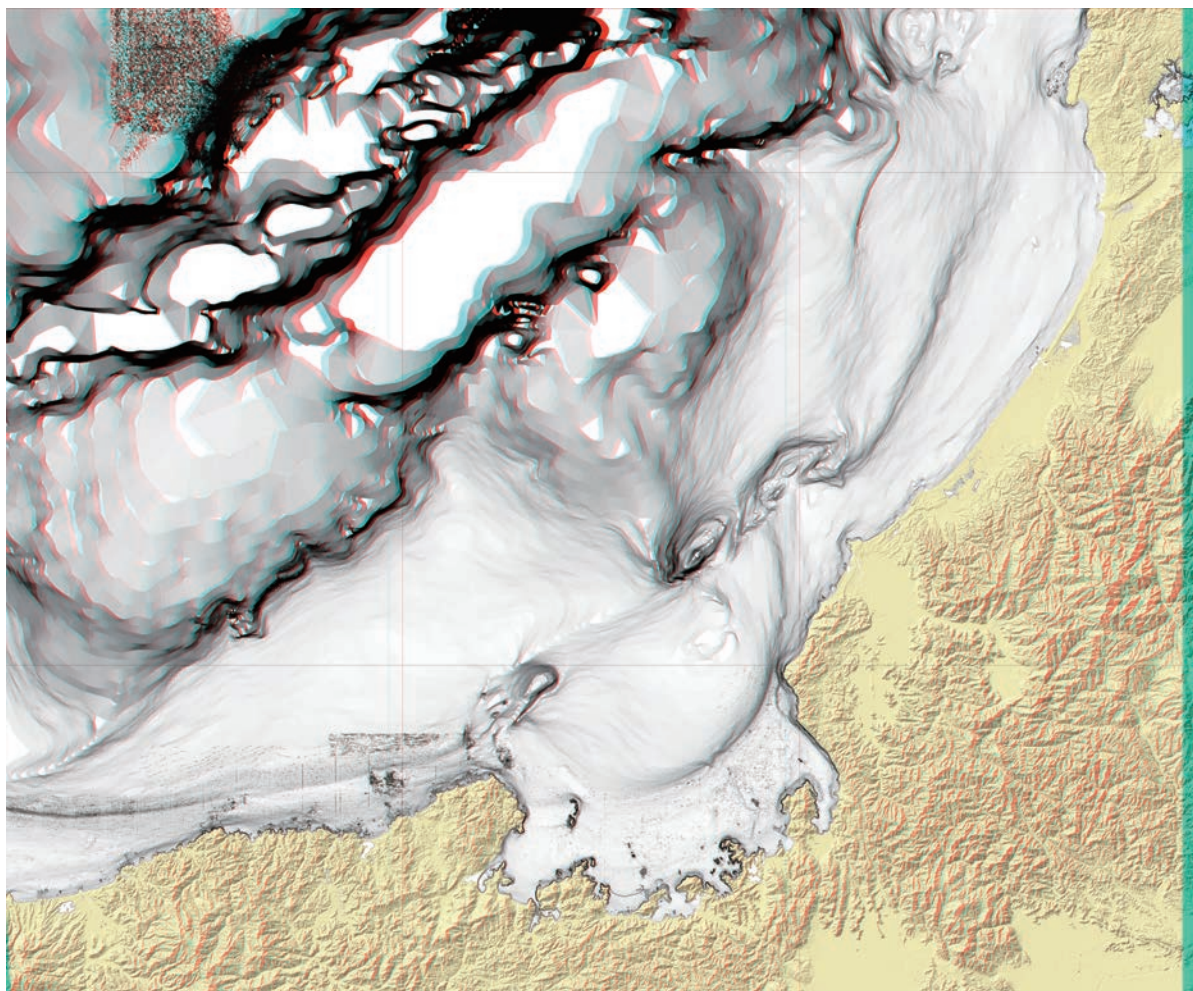


図 II -30 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 29

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

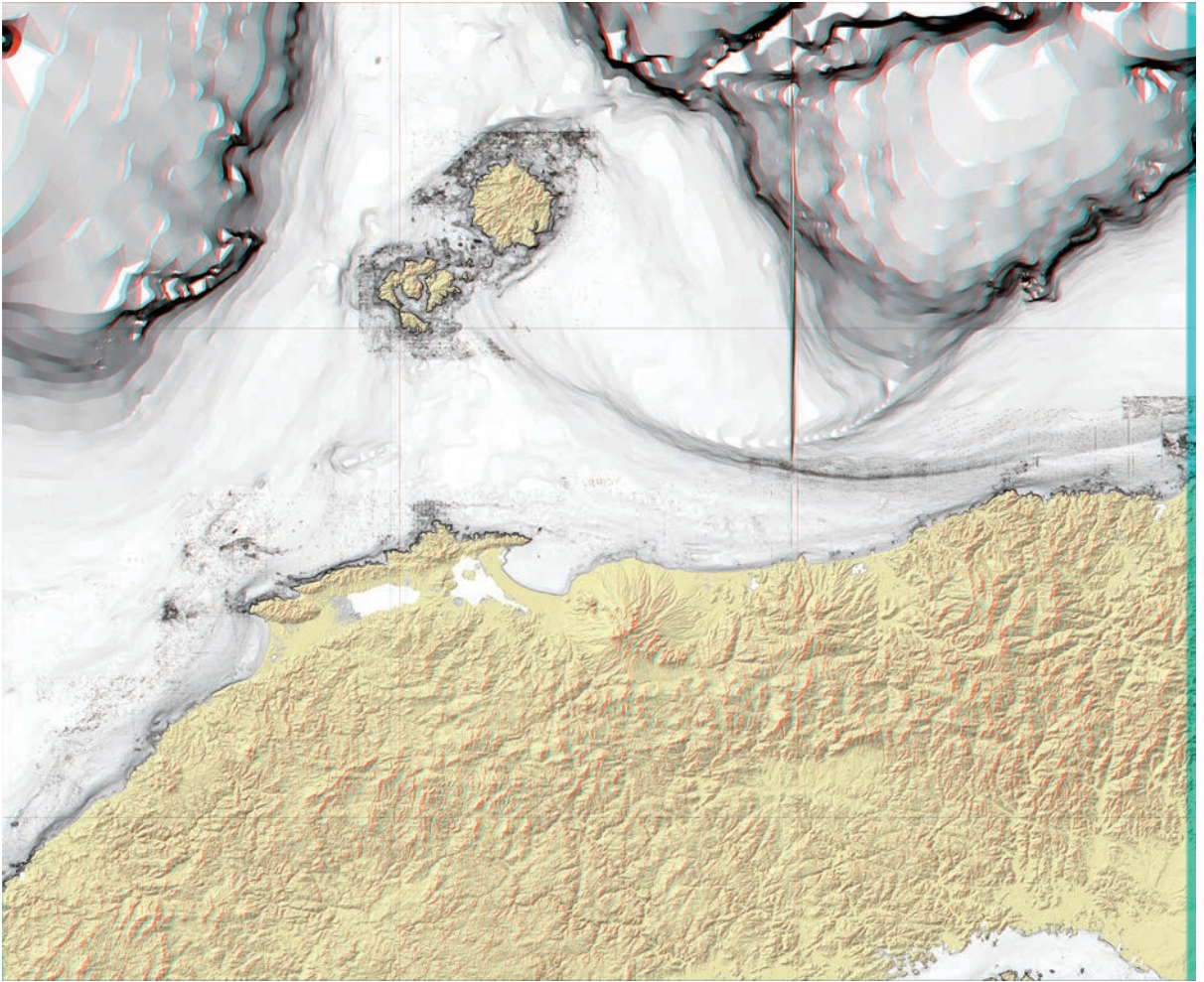


図 II -31 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 30

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

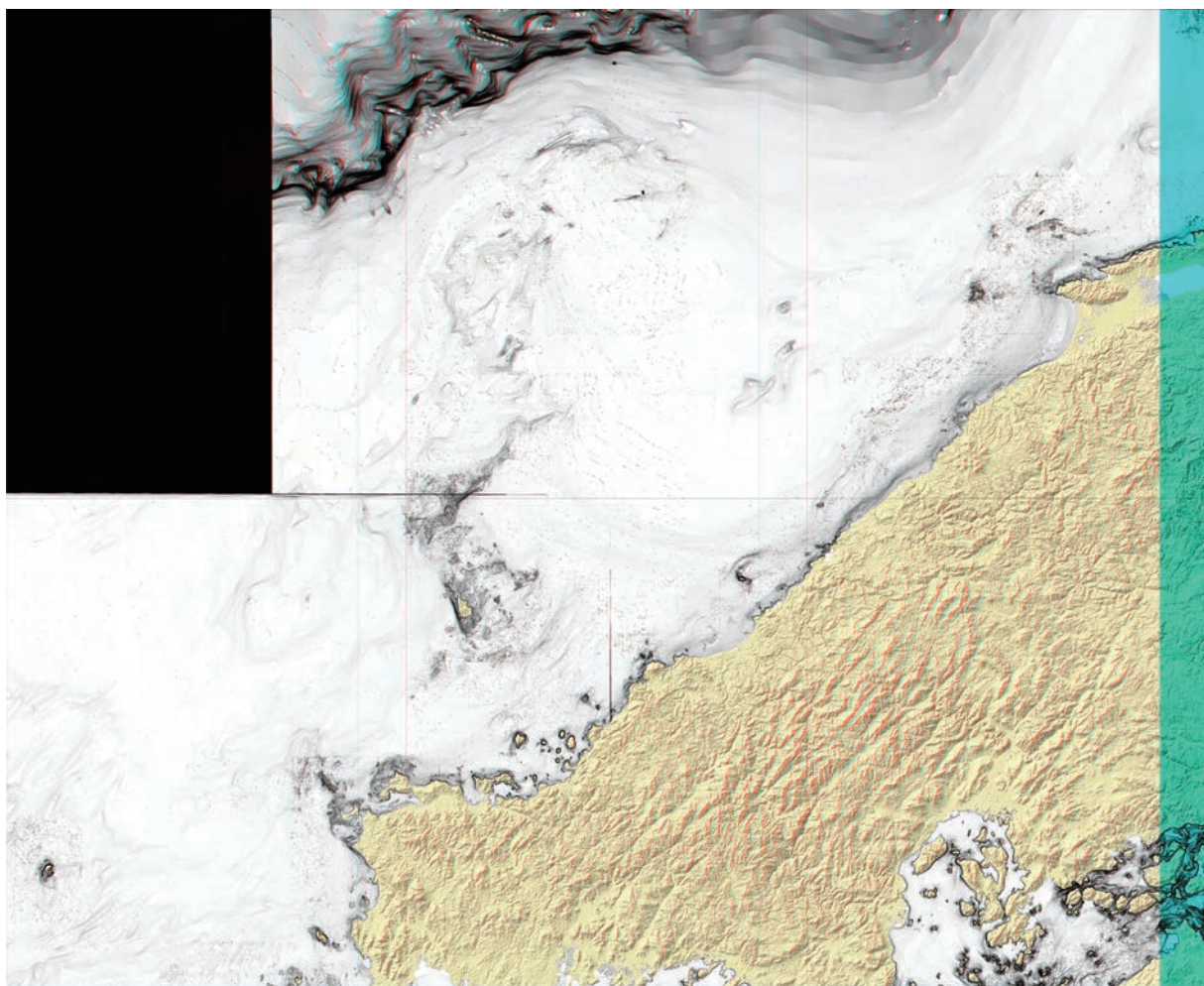


図 II -32 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 31

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

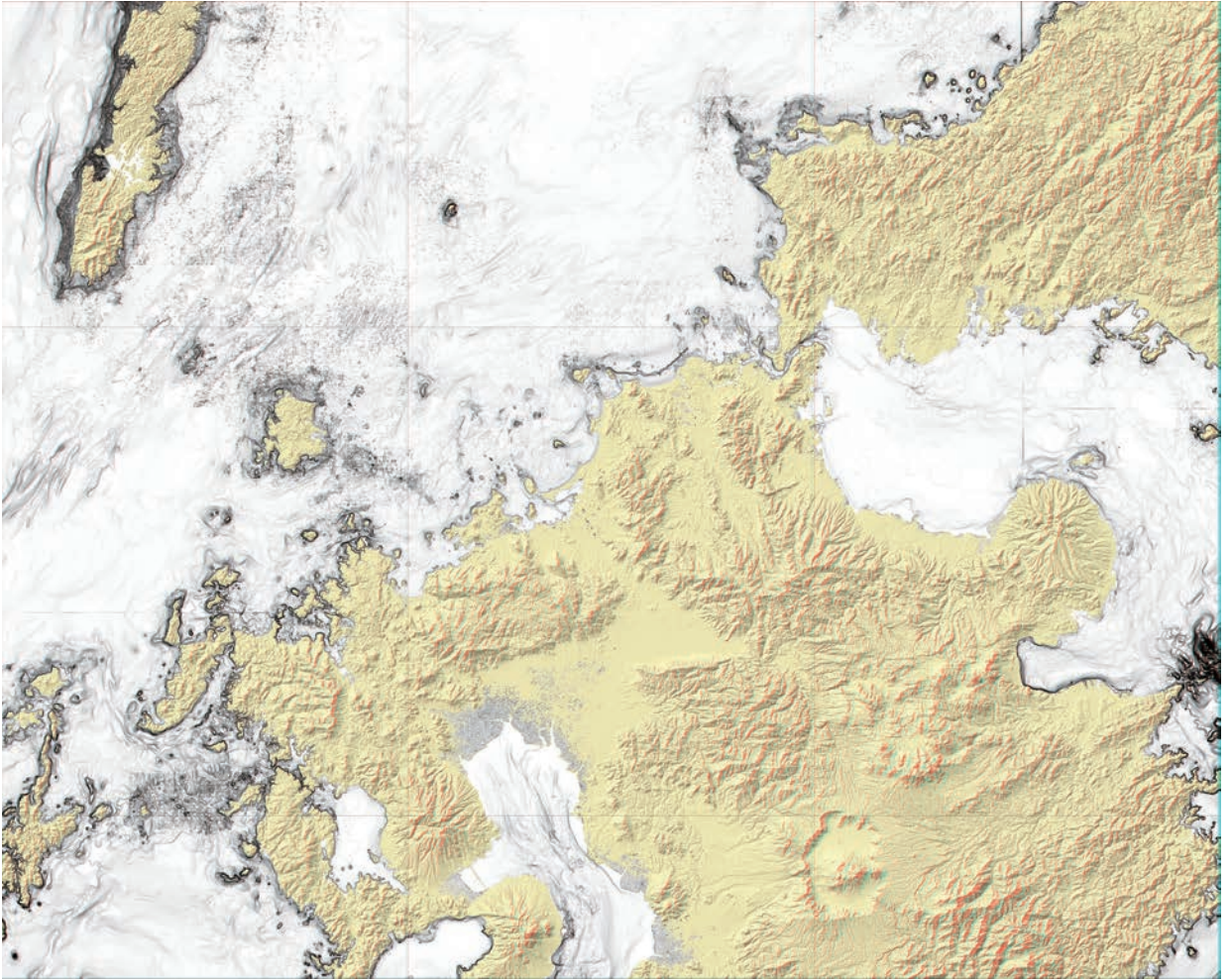


図 II -33 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 32

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

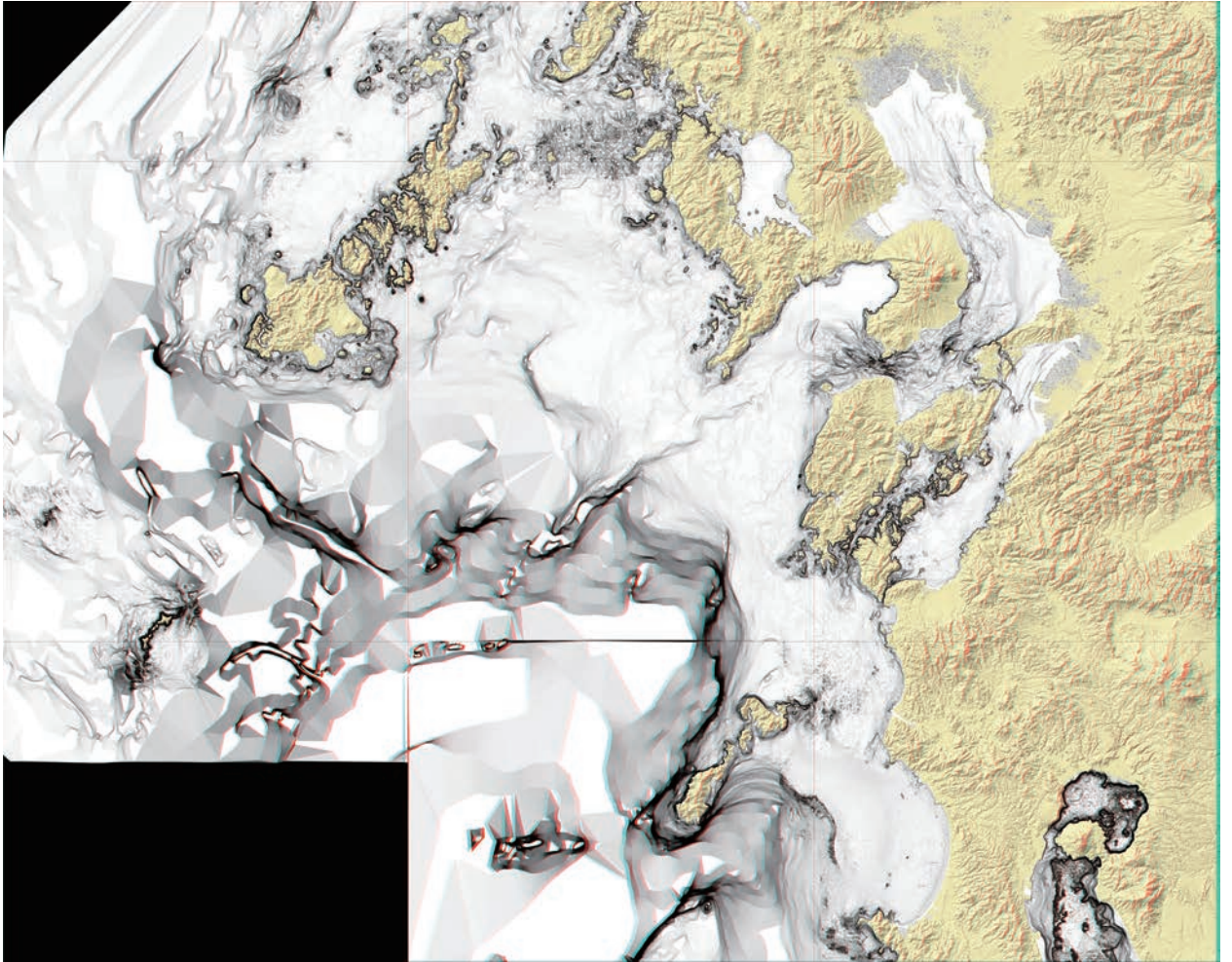


図 II -34 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 33

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

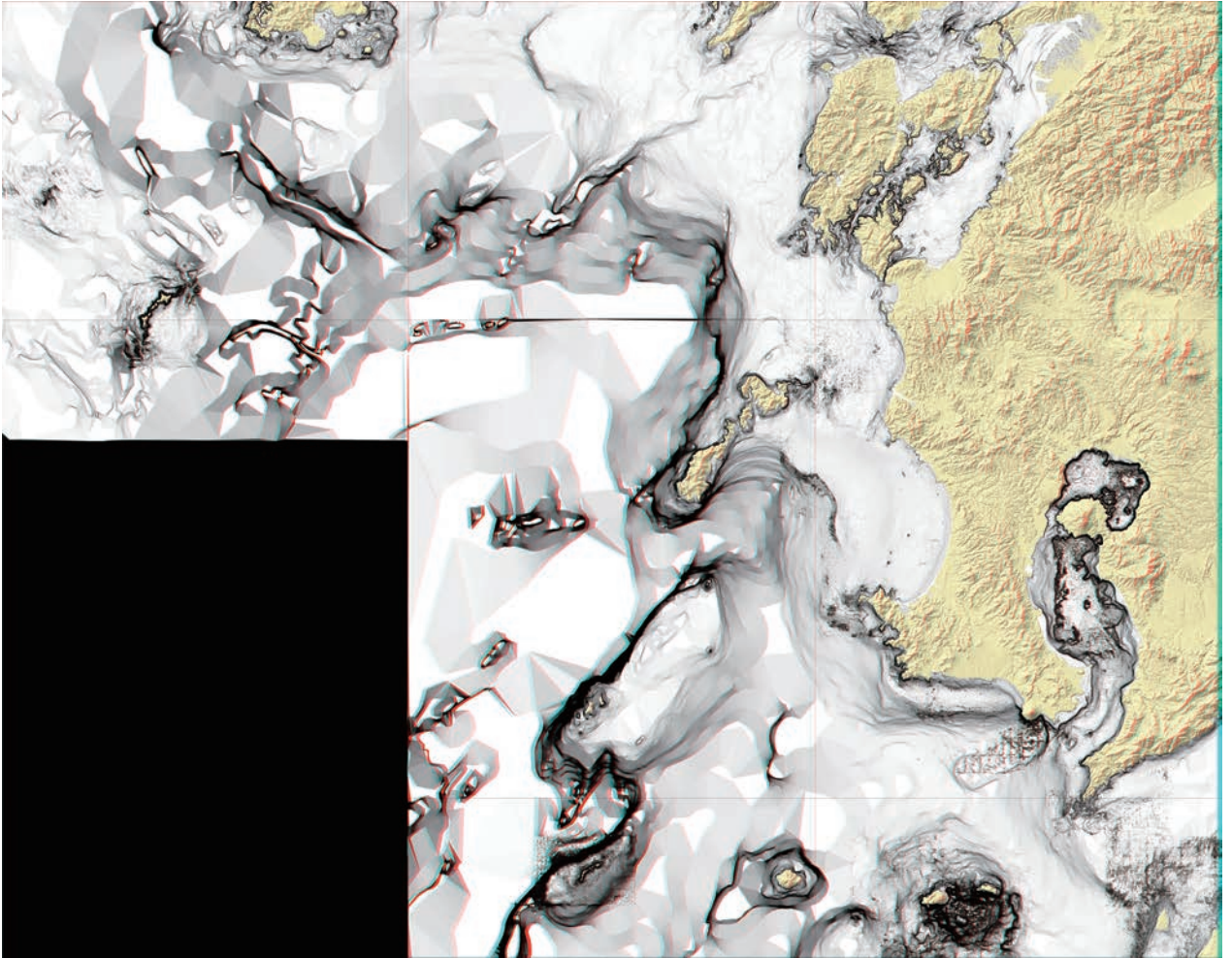


図 II -35 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 34

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

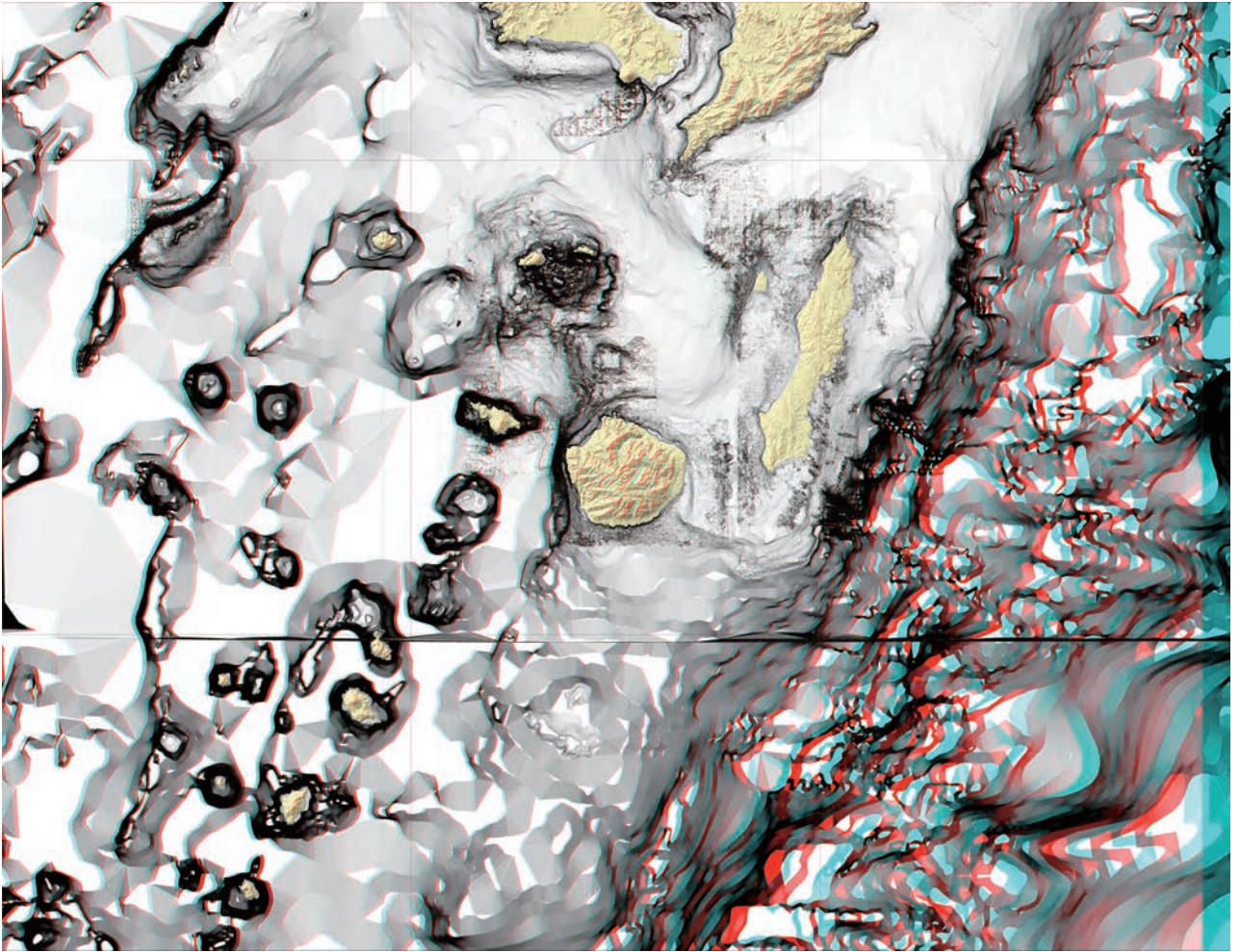


図 II -36 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 35

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

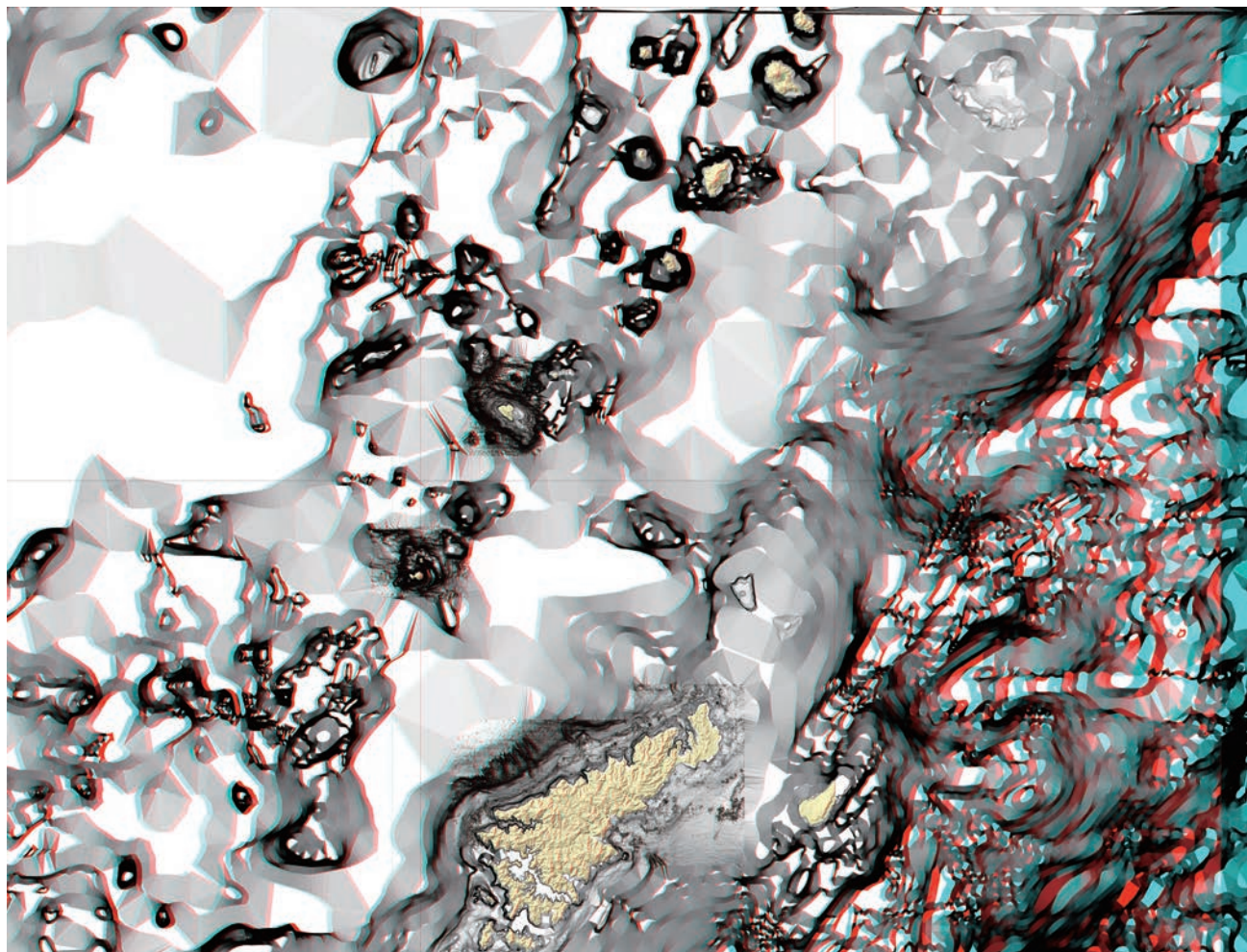


図 II -37 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 36

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

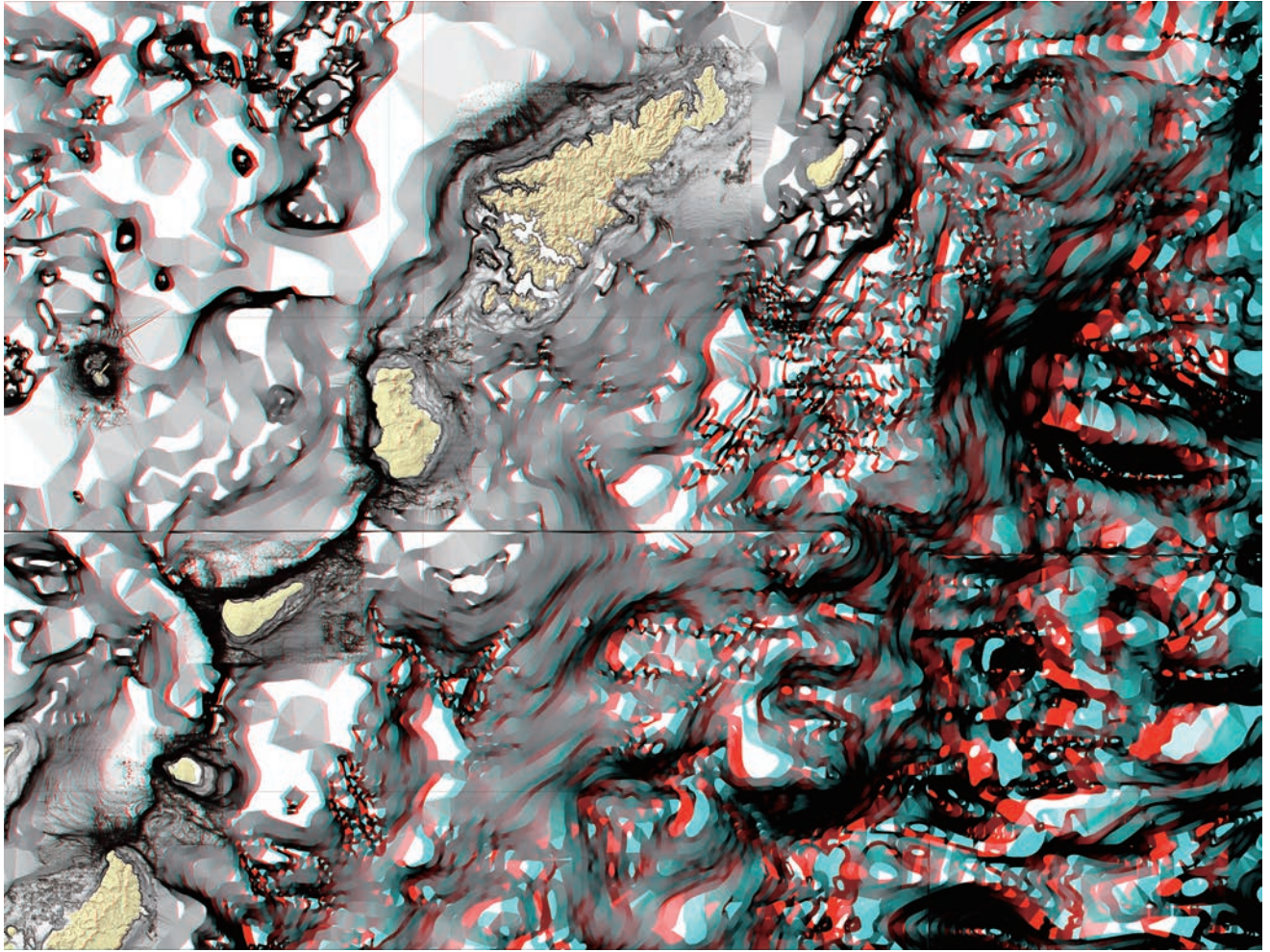


図 II -38 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 37

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

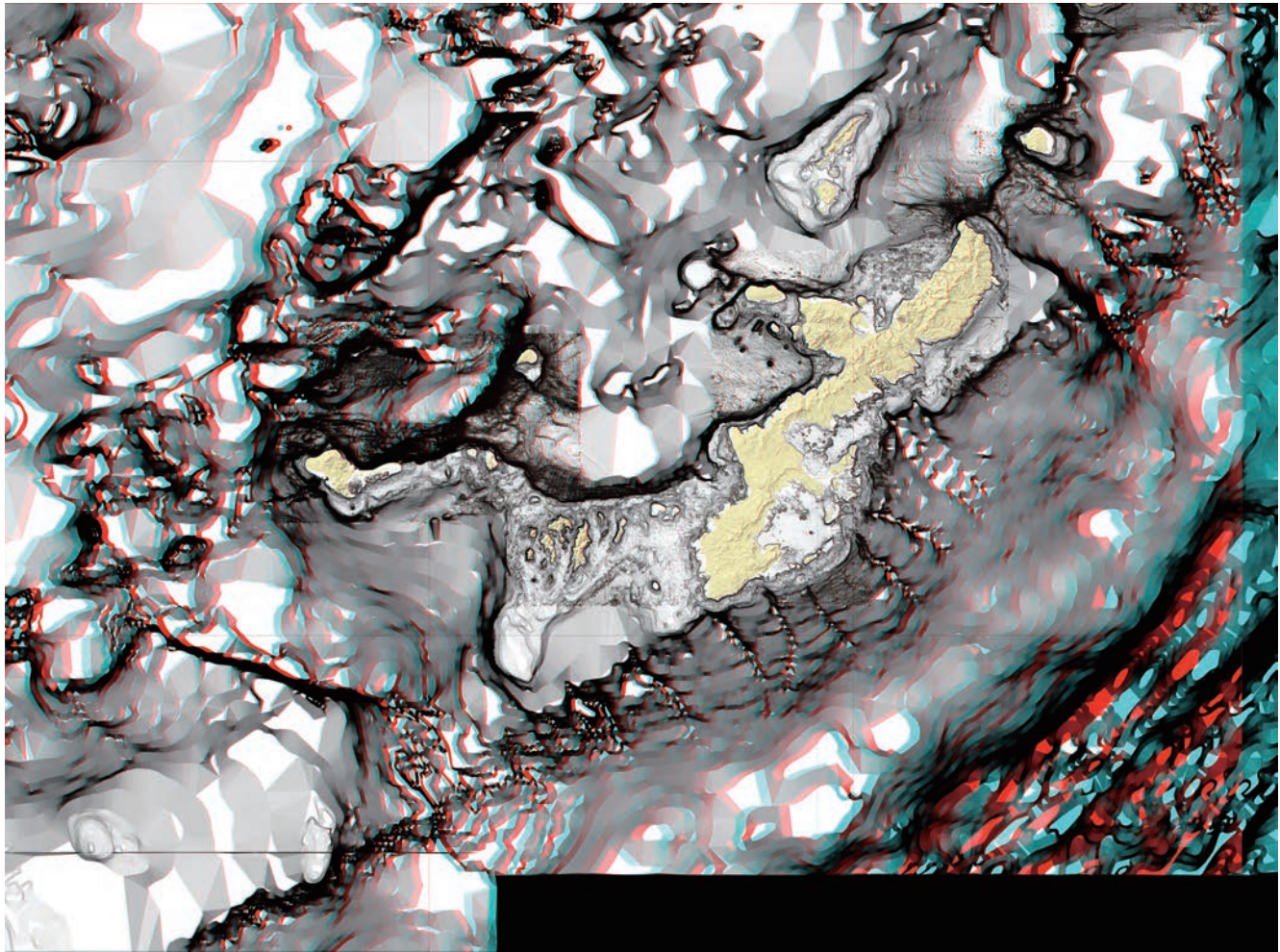


図 II -39 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 38

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

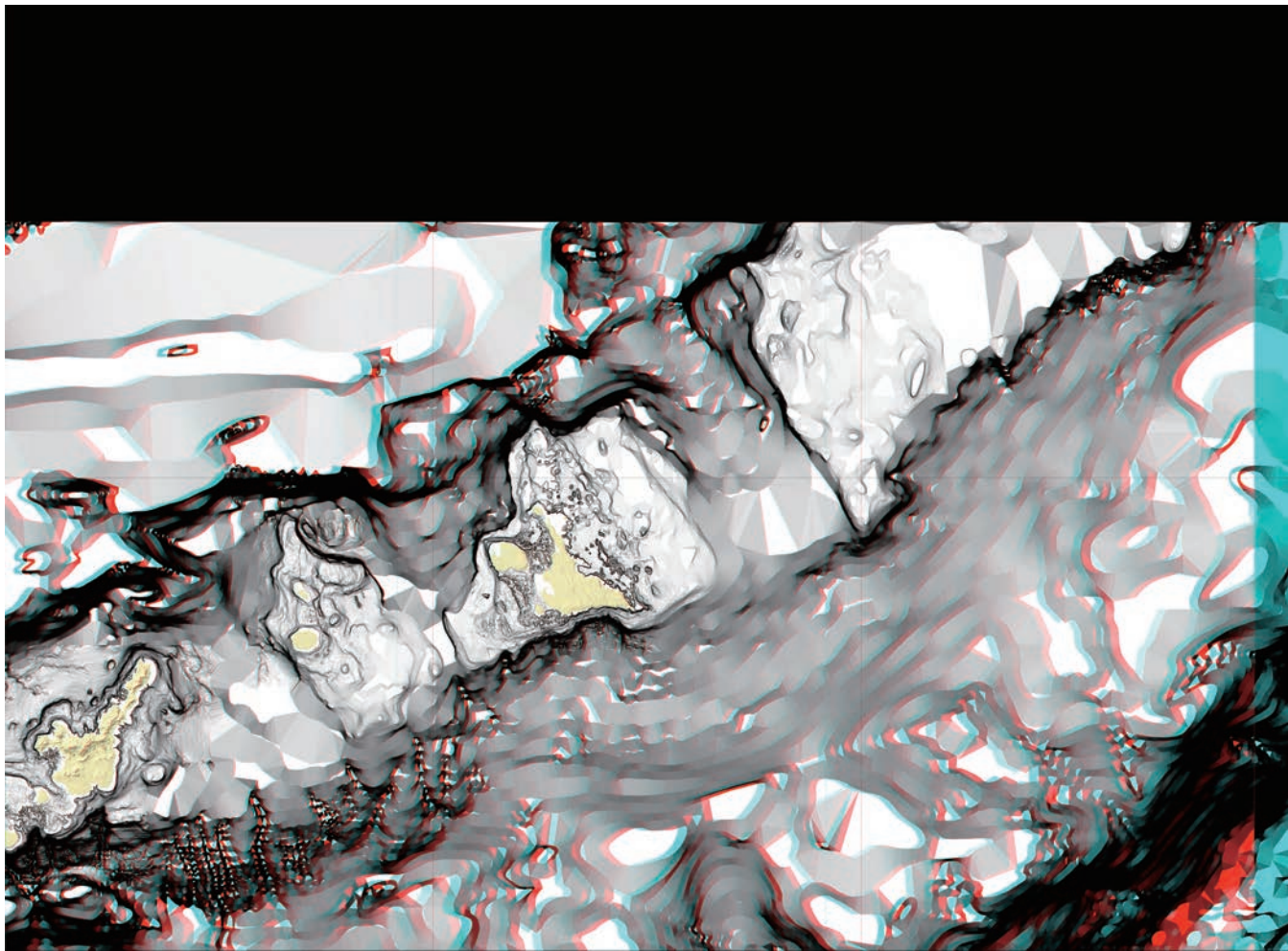


図 II -40 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 39

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

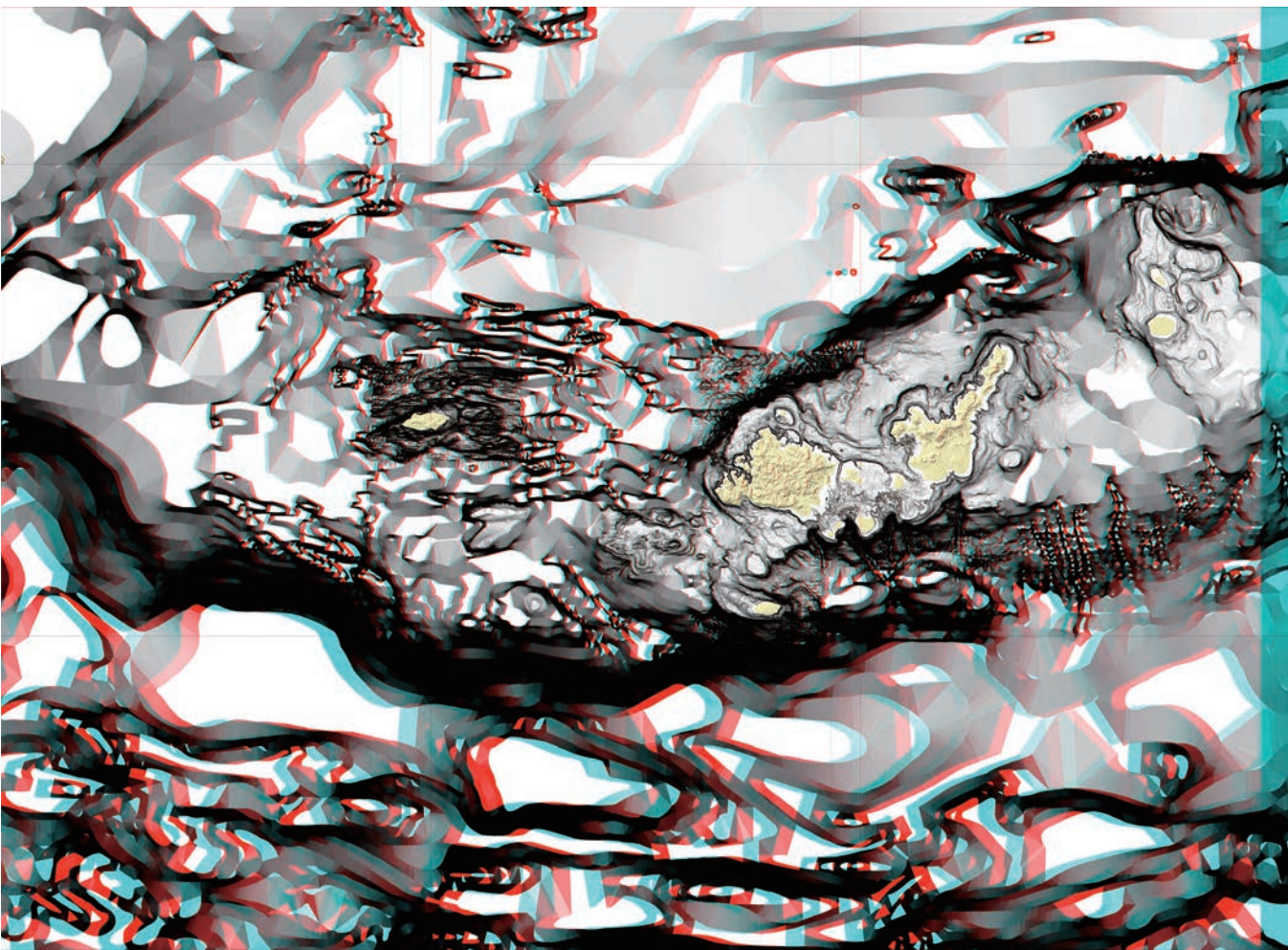


図 II -41 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 40

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

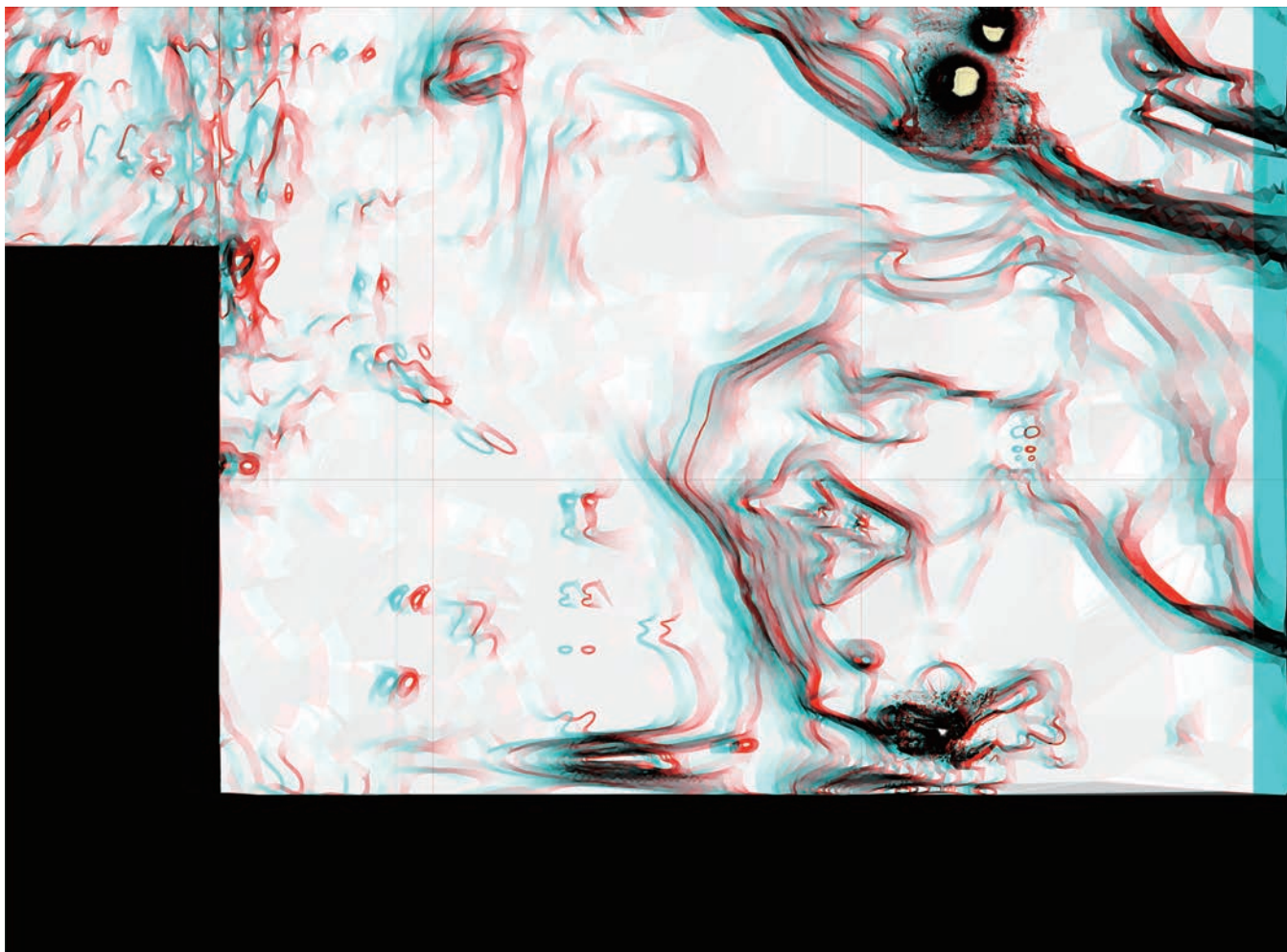


図 II -42 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 41

図の範囲と位置は図 II - 1 を参照。陸上の地形は SRTM による。

2. 日本海東縁の深海域を判読するための海底地形アナグリフ

本章で提示する海底地形アナグリフは、前章（1. 日本列島周辺の海底地形アナグリフ）と同じデータを用いて作成した海底地形アナグリフで、テクスチャマッピングした傾斜角の表現のみが異なる。傾斜角の表現の違いは、I 部で記載した数値にしたがっている。これまでに行われているマルチビーム測深調査等で得られた地形情報よりも明瞭な地形が確認できる地域のうち、東北日本の日本海東縁の地域（北陸～東北地方～北海道の日本海側）のみを対象に掲載する。

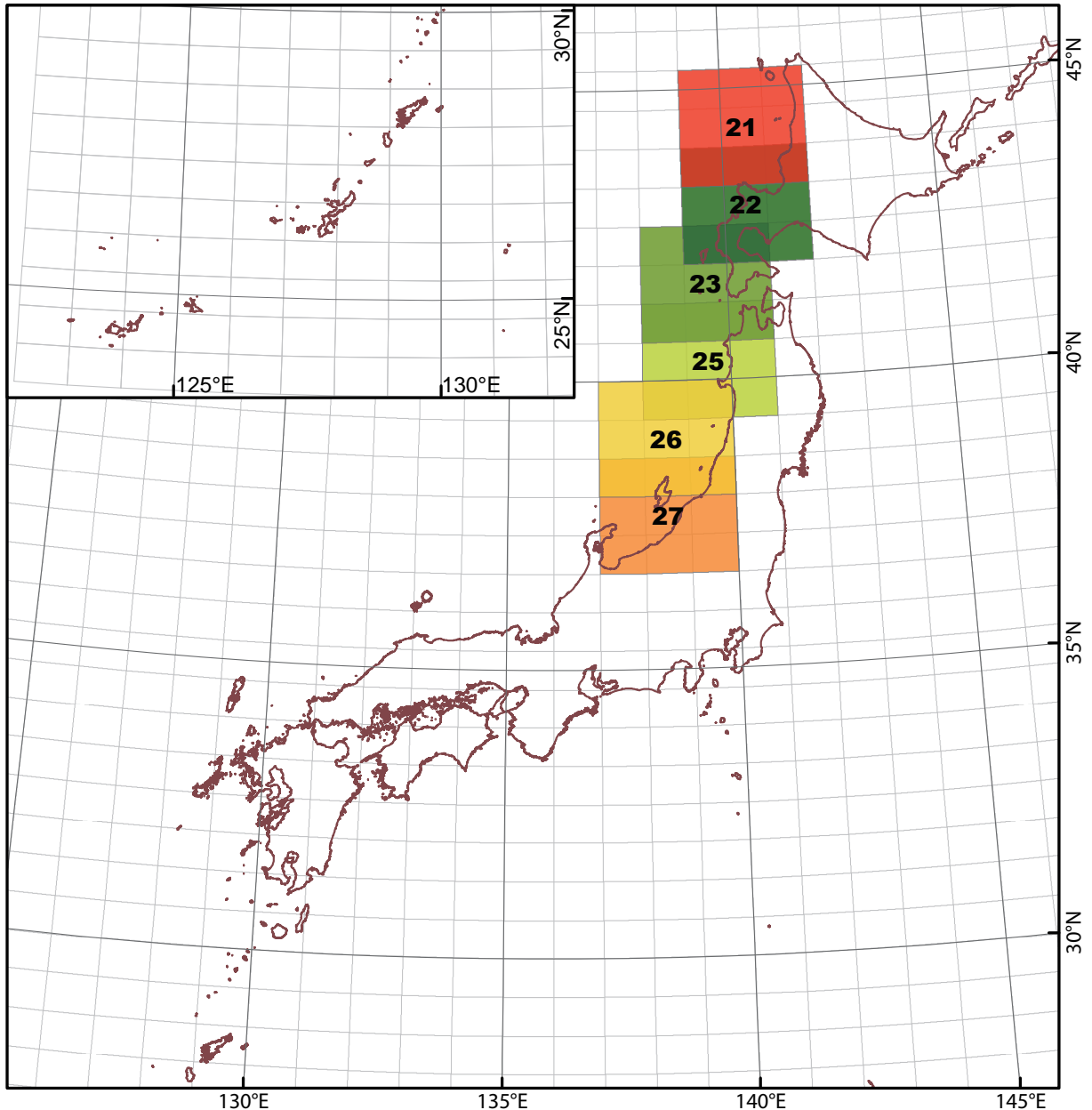


図 II -43 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフの索引図

枠内に記された番号は図 II -44 ～ 49 までのアナグリフ番号に対応する。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。

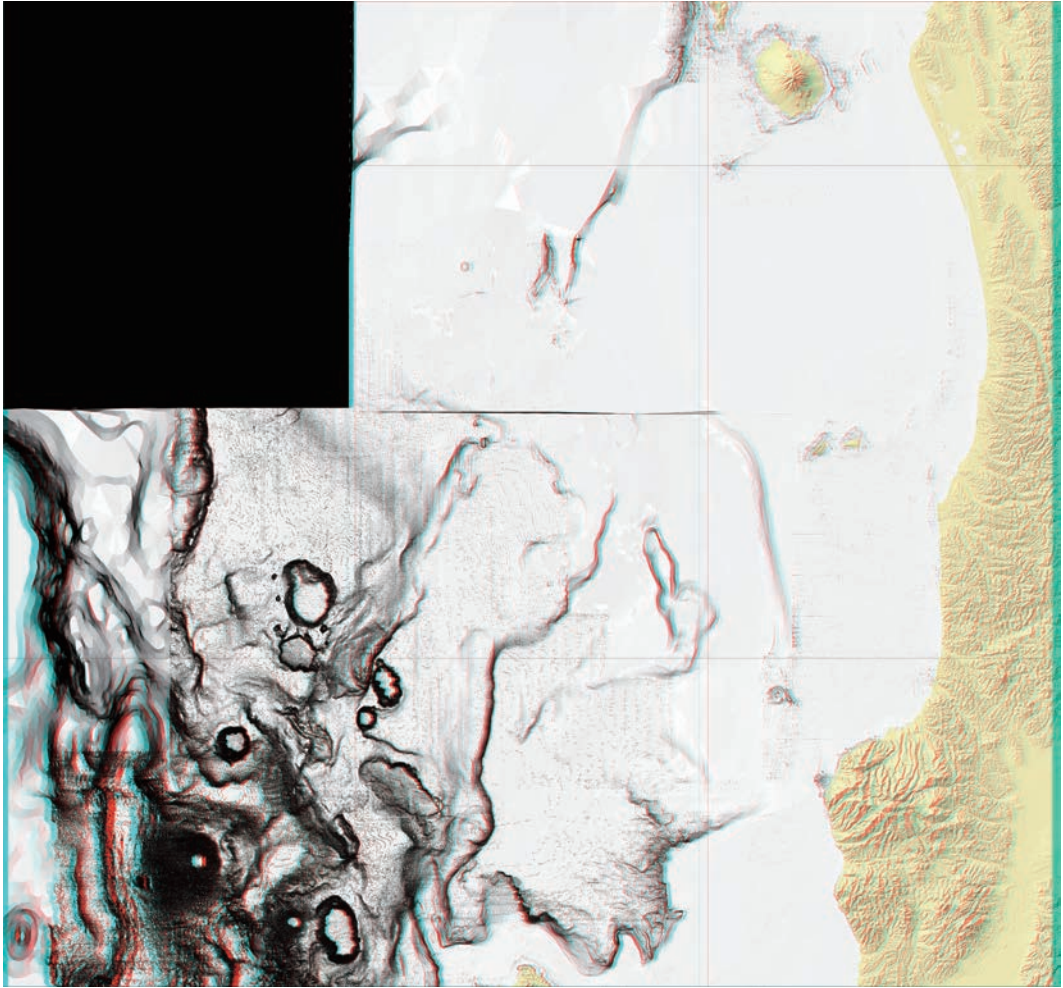


図 II -44 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 21 (深海判読用)

図の範囲と位置は図 II -43 を参照。陸上の地形は SRTM による。

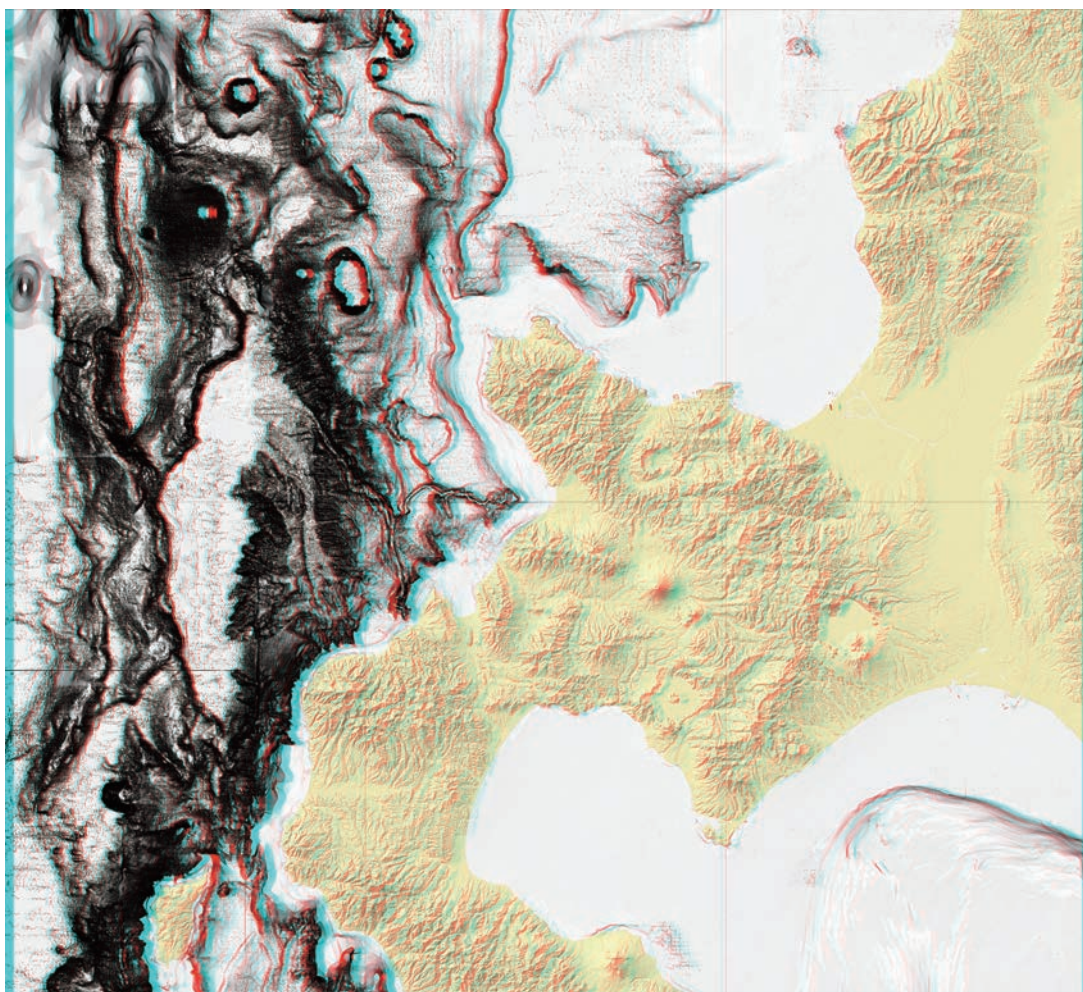


図 II -45 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 22 (深海判読用)

図の範囲と位置は図 II -43 を参照。陸上の地形は SRTM による。

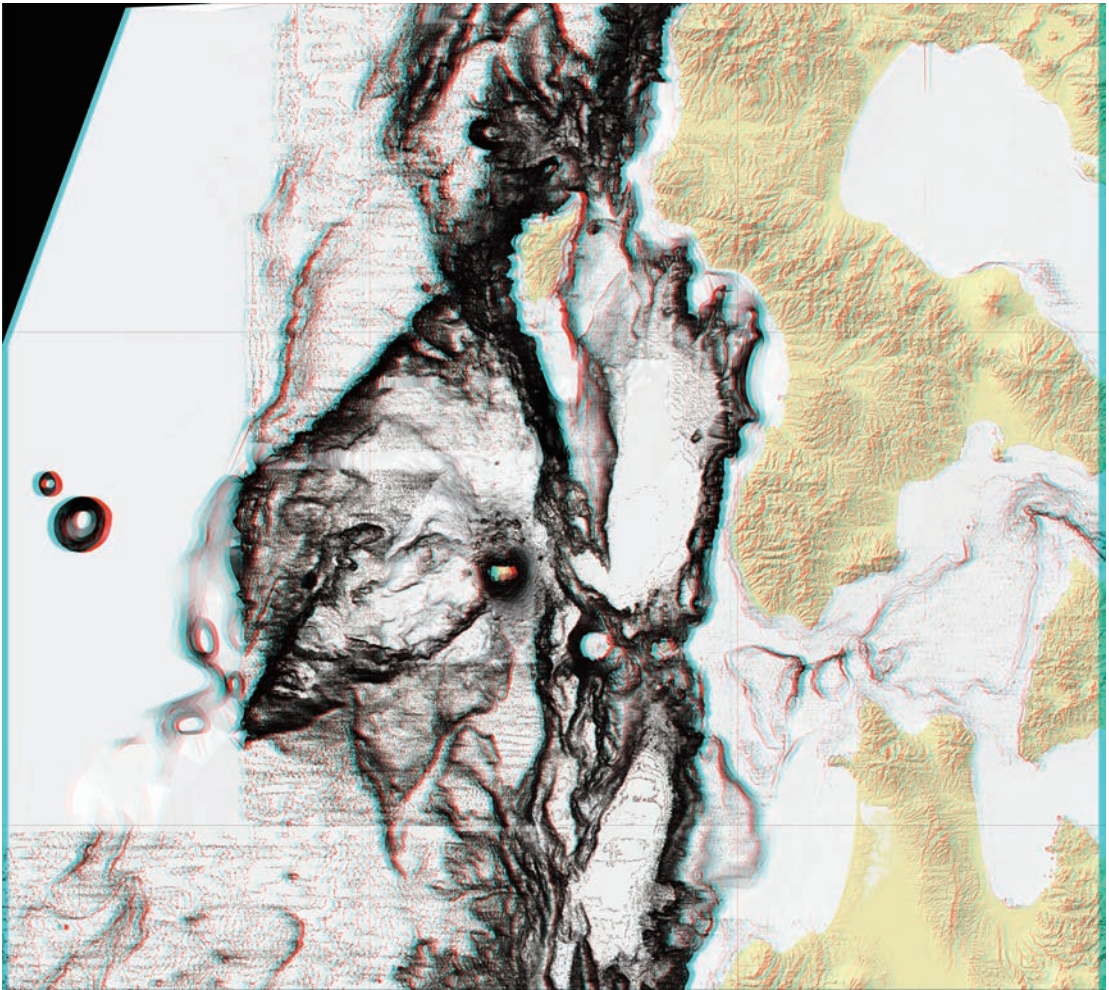


図 II -46 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 23 (深海判読用)

図の範囲と位置は図 II -43 を参照。陸上の地形は SRTM による。

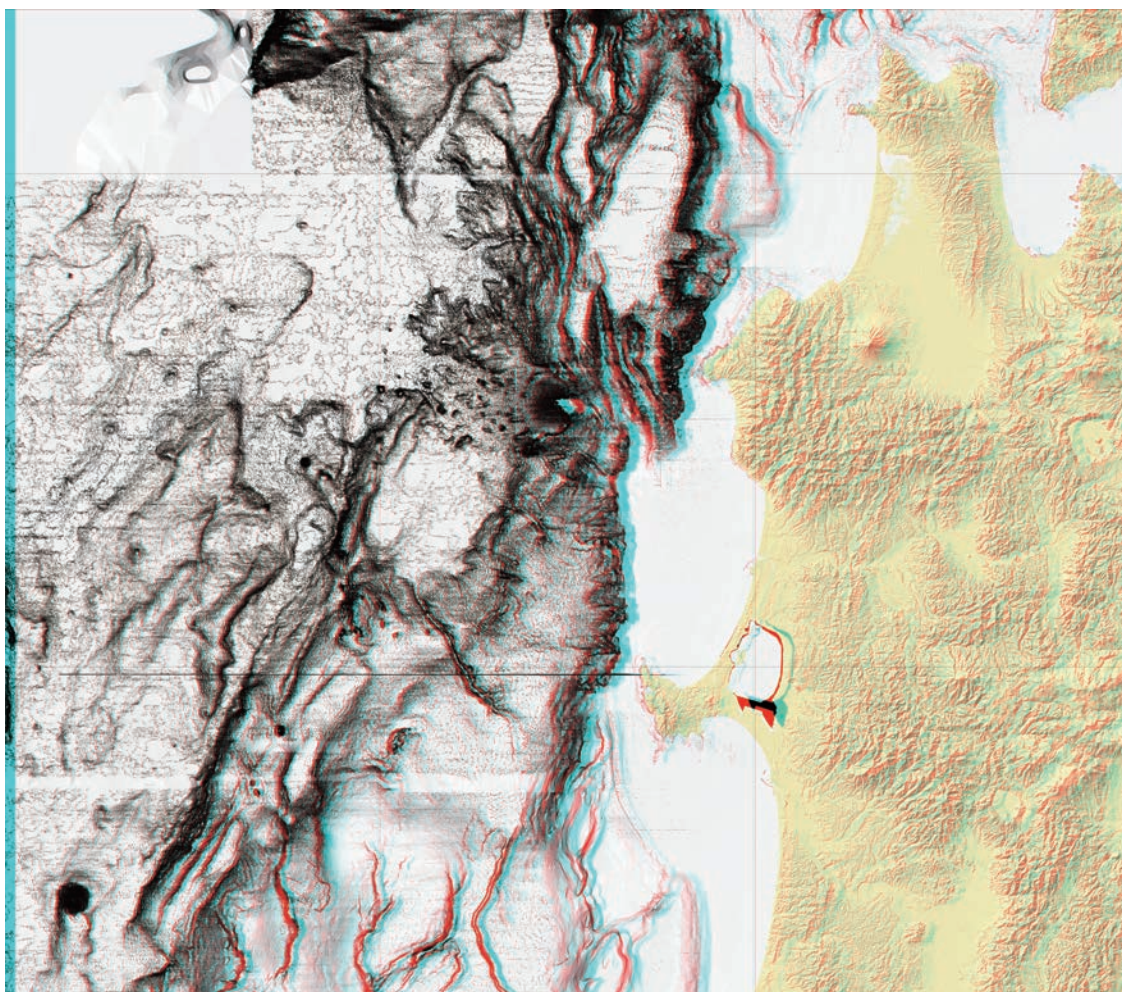


図 II -47 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 25 (深海判読用)

図の範囲と位置は図 II -43 を参照。陸上の地形は SRTM による。

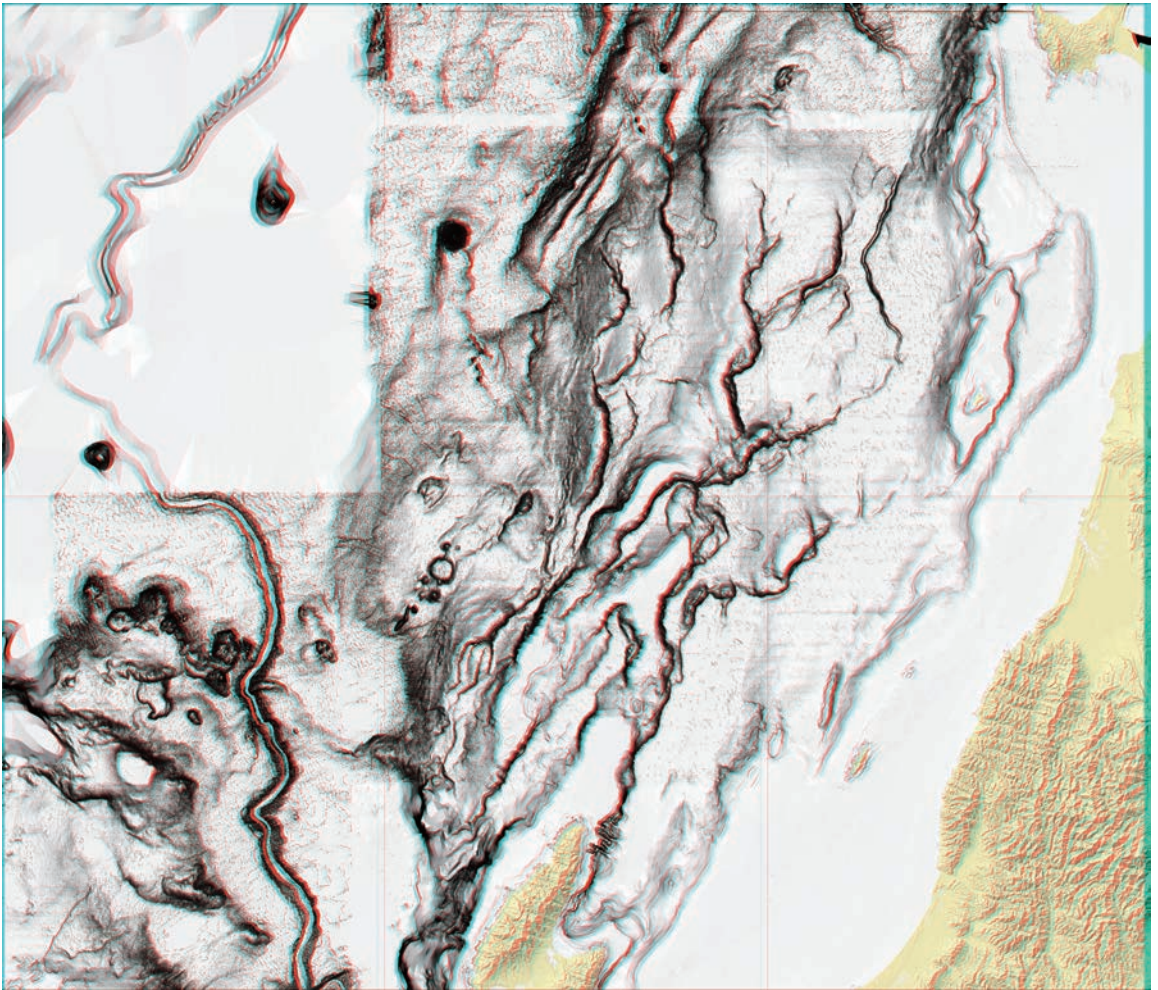


図 II -48 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 26 (深海判読用)

図の範囲と位置は図 II -43 を参照。陸上の地形は SRTM による。

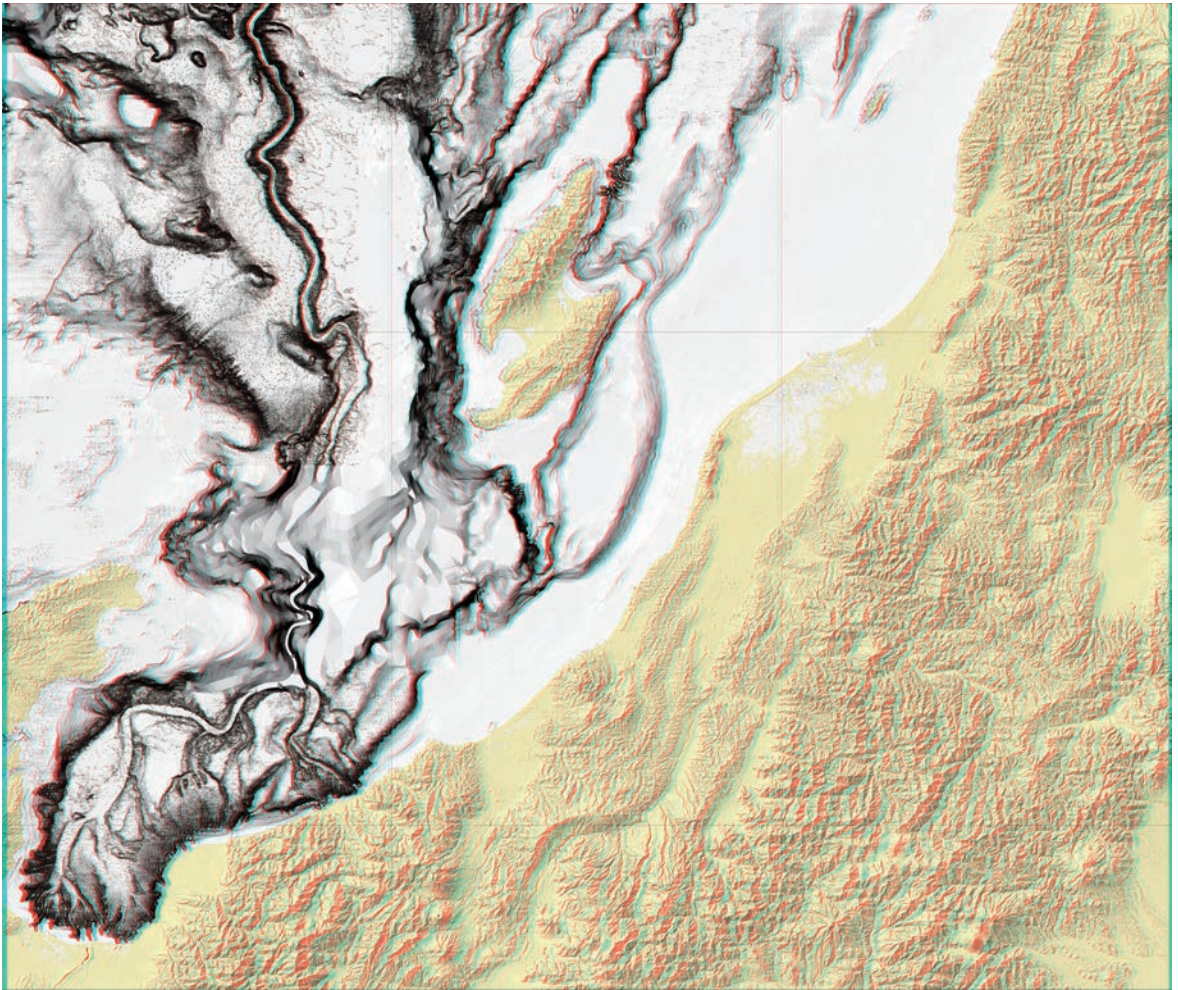


図 II -49 M7000 シリーズから作成した日本列島周辺海域の地形アナグリフ 27 (深海判読用)

図の範囲と位置は図 II -43 を参照。陸上の地形は SRTM による。

注

- 1) 下記 web サイトにて鮮明な画像とワールドファイルを取得できる。「傾斜角で表現した日本の地形アナグリフ」<http://home.hiroshima-u.ac.jp/~hgis/HideakiGOTO/home.html>
- 2) 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)。
- 3) GTOPO30 は、米国地質調査所 (USGS) から提供されている 30 秒メッシュ (約 1 km メッシュ) で、全球の情報が公開されている。
- 4) Global Mapper は Blue Marble Geographics 社の作成・販売する GIS ソフト。WindowsOS で作動する。2013 年 9 月 30 日現在、最新バージョンは 15 で、価格は \$449 US。
- 5) SimpleDEMviewer は、片柳由明氏作成のフリーウエア。MacOS で作動する。<http://www.jizoh.jp/>
- 6) MICRODEM は、Peter Guth 氏作成のフリーウエア。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.
- 泉 紀明・西澤あずさ・堀内大嗣・木戸ゆかり・中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘 2013. 150m グリッド DEM から作成した相模トラフから三重会合点周辺の 3D 海底地形. 海洋情報部研究報告 50, 126-139.
- 泉 紀明・堀内大嗣・西澤あずさ・木戸ゆかり・中田 高・後藤秀昭・渡辺満久・鈴木康弘 2012. 150m グリッド DEM から作成した日本海溝付近の 3D 海底地形. 海洋情報部研究報告 48: 148-157
- 伊藤弘志・泉 紀明 2009. 菊川断層帯の延長海域で発見された変動地形. 活断層研究 31: 27-31.
- 岩淵 洋・西川 公・野田直樹・川尻智敏・中川正則・青砥澄夫・加藤 勲・安間 恵・長田

- 智・角谷昌洋 2000. 伊勢湾における活断層調査. 水路部研究報告 36: 73-96.
- 岡田篤正・豊蔵 勇・牧野内猛・藤原八笛・伊藤 孝 2000. 知多半島西岸沖の伊勢湾断層. 地学雑誌 109: 10-26.
- 岡村行信 2002. 能登半島東方海底地質図及び同説明書. 海洋地質図シリーズ. 59 (CD), 産業技術総合研究所.
- 川原一洋・田中 靖 2010. 武甲山における人工地形改変の定量的評価. 日本地理学会発表要旨集 77: 118.
- 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.
- 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・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 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・熊原康博 1999. 海底地形のビジュアル化—GIS の手法でとらえる瀬戸内海・海砂採取海域の地形変化—. 地理 44: 105-100.
- 地震調査委員会 2002. 伊勢湾断層帯の評価. http://www.jishin.go.jp/main/chousa/katsudansou_pdf/97_ise-wan.pdf
- 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.
- 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.

Submarine Anaglyph Images around Japan Islands Based on Bathymetric Charts: Explanatory Text and Sheet Maps

Hideaki GOTO

Anaglyph images and red-cyan glasses enable us to recognize topographic relief easily, including seafloor. Our former paper (Goto, 2012) showed anaglyph images on land produced from 10-m-mesh digital elevation model (DEM) of the Geospatial Information Authority of Japan (GSI) throughout all the territory of Japan. Izumi et al.(2011, 2012) showed submarine anaglyph images based on 3-5 second DEM along the Nankai trough and the Japan trench. However, there are no stereoscopic images such as anaglyph images on the shallow sea around Japan Islands because of the lack of detailed DEM.

This paper makes a one second (approximately 30 m) DEM processed from digital bathymetric charts of Japan Hydrographic Association. The submarine anaglyph images around Japan Islands produced from detailed DEM are exhibited, and a method for producing anaglyph image from digital bathymetric chart is described.

Fault-related broad deformations on seafloor can be identified by means of interpreting anaglyph images and this paper explains it in Ise bay as an example.

Contents:

Part I Explanatory Text of Anaglyph for Geomorphology

1. Introduction
2. Digital elevation model (DEM) data of seafloor around Japan islands
3. Method for producing anaglyph images from digital bathymetric chart
4. Tectonic landforms in the Ise bay identified on submarine anaglyph image

Part II Sheet Maps

1. Submarine anaglyph images around Japan Islands to observe shallow seafloor
2. Submarine anaglyph images along the Japan sea margin incipient subduction

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