

## 「暫定版」における注意事項

「生物多様性保全利用指針 OKINAWA」は、令和 3 年度までに「沖縄島編」、「八重山編」、「宮古・久米島編」、「沖縄島周辺離島編」の 4 編の作成を予定しており、現在、各編について順次情報収集、調査、解析を進めているところである。このたび一連の作業が完了した八重山編について、県民の皆さまにいち早くお届けするために【暫定版】を公開する。

暫定公開である理由は、本指針の中核である生物多様性の解析評価手法の特性上、各島毎の解析ではなく、本県全体での解析を行う必要があるためである。また、事業期間中に追加されたデータを加えることで、より解析精度を高めることが想定されている。このような事業デザインのため、今回の八重山編【暫定版】に掲載された情報は暫定的なものであり、今後宮古・久米島等の情報が加わることで最終版策定まで毎年更新される。

本指針【暫定版】については、上記の事項についてご理解いただき、本県全体の解析が完了し、最終版（令和 3 年度末を予定）が策定されるまでは、引き続き「自然環境の保全に関する指針」（沖縄県 1998～2000）を参照いただきたい。

## 第2章 評価手法等

### 1. 生物多様性

#### (1) 生物多様性の概念

生物多様性は、いくつかの生物学的な要素を含む。例えば、植物・無脊椎動物・脊椎動物など様々な生物分類群における種の豊富さ、生物種と物理的環境の相互作用で構築された生態系の豊かさ、および生物種の進化履歴や種個体群が有する系統的多様性あるいは遺伝的多様性の豊かさなどで定義される。さらに、ある生物分類群の多様性は、その他の分類群のハビタット形成や餌資源提供に寄与するので、各生物分類群はお互いの種多様性を支え合う。また、種の個体群は、それを構成する個体の遺伝的多様性によって健全に保たれるので、種個体群の遺伝的多様性は種多様性の保持に寄与している。このような観点から、ある地域の生物多様性とその永続性を評価する場合、生態系の基盤分類群として機能する植物の空間分布や、生態系のアンブレラ種と考えられる脊椎動物や無脊椎動物の空間分布、進化的に特異な生物の空間分布を定量することが重要になる（久保田ほか 2017）。さらに、地域で観察される生物多様性パターンは、生物種や生態系が提供する様々なサービスにも直結する。したがって、生物多様性パターンと永続性の評価は、私たちの地域社会の持続可能性を理解することにもつながる。

東アジア島嶼は、地史的な陸橋形成や島嶼化によってアジア大陸と分断や連結を繰り返しており、個々の島々は特異な歴史を辿って生物相を育んできた（Kubota et al. 2014; Lehtomäki et al. 2018）。特に琉球諸島は、亜熱帯気候に適応した森林、河川、マングローブ、サンゴ礁など多様な生態系が存在し、温帯性と熱帯性の生物が同所的に分布している。このため、琉球諸島の生物多様性は、進化的あるいは生態学的な固有性の高さで特徴づけられる（Millien-Parra & Jaeger 1999; Kubota et al. 2015; 2017）。実際、琉球諸島の固有種は、それらの特徴的な形態や生態特性から、地域的な象徴種として注目されやすく、一般の人々にも身近な存在であることも少なくない。一方、琉球諸島の固有種の多くは、概して希少であり、その絶滅が危惧されている。したがって、沖縄県の生物多様性を評価し、それを適切に保全することは、沖縄県や日本のみならず地球規模での生物多様性を考える上で重要な課題である（Mittermeier et al. 2011; Lehtomäki et al. 2018）。

地域の生物多様性の保全では、生態系の価値と機能を評価し、保護区の設置や利用規制を行うことが有効である(Kusumoto et al. 2017)。従来、保護区を設置する際、場所ごとの風致性、植生タイプ、土地の利用履歴などが考慮されてきた。しかし、前述したような様々な生物学的要素を含む生物多様性を保全する場合、生態系を構成する個々の生物種レベルでの保全を基盤に考えることが有効である(久保田ほか 2017)。したがって、生物種の組成によって、各空間の保全上の価値が評価されるべきである。このような種レベルの生物多様性の評価には、生物種ごとの空間分布を精確かつ詳細に把握することが不可欠となる。特に、琉球列島の島々はお互いに同様の気候環境にありながら、島ごとに固有で希少な生物相を発達させている。このことは、特に琉球列島における生物多様性保全を考える上で、風致性や植生による評価だけでなく、生物地理学的プロセスの理解に基づいた計画の重要性を示している(Ladle & Whittaker 2011)。

## (2) 生物分布データの収集と整理

生物種の分布に関するデータの収集と整理は、図 2-1-1 に示す手順で行った。なお、本指針における解析プロセスの解説として、久保田ほか(2019)も参照していただきたい。

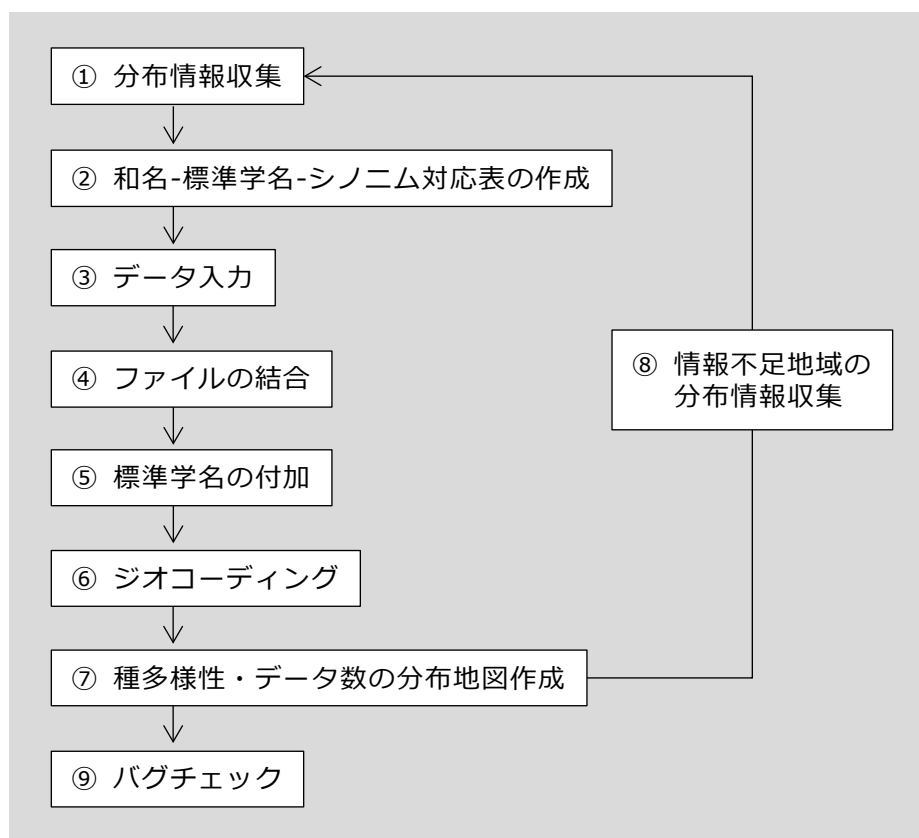


図 2-1-1. 生物分布データの収集・編集の手順

### ① 分布情報収集

生物の分布に関する情報は本質的に不十分で、全生物種を網羅する生物多様性データベースの構築は現実的に不可能である(Hortal et al. 2015)。よって、生物多様性の保全計画を検討する場合、特定の分類群、保全上重要な種群（絶滅危惧種や象徴種など）を生物多様性の指標にする。これは生物多様性のサロゲート（surrogate：代替指標）と定義され、保全優先地域の特定や順位付けにおいて重要である（久保田ほか 2017）。そこで、本プロジェクトでは、沖縄県の生物多様性を特徴付ける陸域の 10 の生物分類群と、海域の 7 つの生物分類群の全種をサロゲートにした（維管束植物、陸産哺乳類、鳥類、爬虫類、両生類、淡水魚類、チョウ類、トンボ類、淡水および陸産貝類、淡水および陸産甲殻類、海産爬虫類、沿岸魚類、海産貝類、イシサンゴ類、海産甲殻類、海草藻類、海産哺乳類）（表 2-1-1）。

様々な生物分類群の空間分布情報は、個々の研究者によって行われてきた自然史調査、自治体レベルで編纂された郷土史、開発事業に伴う環境アセスメントなどで蓄積されてきた。そこで本プロジェクトでは、陸域と沿岸海域のサロゲート分類群について、種の分布が記載されている文献（原著論文や環境アセスメントなど様々な報告書）を網羅的に収集した。また、種の分布情報を含む様々なデータベースを探索し、利用可能なデータをダウンロードして収集した。その後、文献やデータベースを個別に精査して種の分布情報を確認した。更に、行政等の行った生物調査（非公開データ）については、環境アセスメント、河川整備計画に関するデータに限って、可能な限り行政機関より収集した。これらの資料の詳細は第 4 章に示した。

表 2-1-1. 分類群別収集データ数 (八重山)

分類群	データ数		現地調査 寄与率(%)	全種数	[参考] 外来種数
	文献	現地調査			
1 維管束植物	76,190	5,532	7	1,525	378
2 哺乳類 (海産含む)	2,079	118	5	21	9
3 鳥類	14,054	1,076	7	340	16
4 爬虫類 (海産含む)	2,231	333	13	37	12
5 両生類	1,607	216	12	15	4
6 淡水魚類	2,379	284	11	76	11
7 チョウ類	23,171	425	2	126	38
8 トンボ類	3,458	311	8	68	10
9 淡水および陸産甲殻類	651	429	40	50	2
10 淡水および陸産貝類	2,089	128	6	112	19
11 沿岸魚類	38,514	220	1	960	15
12 海産貝類	4,425	7,132	62	1,015	0
13 イシサンゴ類	21,296	0	0	322	0
14 海産甲殻類	2,592	4,085	61	536	0
15 海草藻類	4,937	3,436	41	293	0
合計	199,673	23,725	11	5,496	514

② 和名-標準学名-シノニム対応表の作成

生物種によっては、多くのシノニム（別名）が存在する場合がある。後述する分布情報を記載している文献やデータベースにも異なる和名や学名の情報が含まれていることが多い。したがって、生物分類群の種リストとして、和名-標準学名対応表とシノニム-標準学名対応表を作成した。これは、後述する種の分布情報のデータ入力に関わる過誤を軽減する意図もある。また、学名の入力に比較して、和名の入力はタイプミスが少なくなるという利点もある。標準学名は分類群ごとに以下のデータベースおよび図鑑に準拠した。維管束植物は米倉・梶田 (2003) <<http://ylist.info>>、哺乳類は阿部・石井・金子・前出・三浦・米田 (2005)、鳥類は日本鳥学会 (2012)、両生爬虫類は日本爬虫両棲類学会 (2015) <<http://zoo.zool.kyoto-u.ac.jp/herp/wamei.html>>、魚類は中坊 (2013)、イシサンゴ目は西平・Veron (1995)、貝類・甲殻類・海藻類は国土交通省(2007)、河川環境データベース (河川水辺の国勢調査) <<http://mizukoku.nilim.go.jp/ksnkankyoo/>>、JODC(2013) <[http://www.godac.jamstec.go.jp/bismal/j/JODC\\_J-DOSS](http://www.godac.jamstec.go.jp/bismal/j/JODC_J-DOSS)>。また、今回の分析では、標準学名は種レベルとしたが、絶滅の恐れのある野生生物種のリストとして環境省や地方公共団体などが発表しているレッドリストは亜種変種レベルで作成されている。したがって種リストのファイル編集では、標準亜種や変種名も含めて整備した。なお、種レベルの学名はついていないが、和名が与えられて別種として認知されている（特に魚類、貝類に多い）分類学的不確実種は、本プロジ

エクトでは種とみなし分析に含めた。一方、種レベルまで同定されていない分布情報については、今回の分析データには含めなかった。

### ③ データ入力

収集した生物種分布情報について、標本や観察データの標準交換形式である Darwin core (Wieczorek et al. 2012) <<https://www.tdwg.org>>に基づき、文献 ID、種名（和名または学名）、標本採取地・観測地の市町村名、緯度経度情報（文献中に記載がある場合のみ）、イベント発生の年月日（データが取られた年月日）、収集方法（標本、観察など）の情報を収集した。なお、文献における分布情報の記述は不規則で、分布の空間解像度も市町村レベルや島レベルなど様々である。したがって、この過程では、分布情報の空間解像度も精査し、3次メッシュ（約1×1km）精度に統一した形式でデータを整備した。なお、空間解像度の低い分布データも電子化は行い、様々な空間スケールでの種分布図作成に対応できるようにした。

### ④ ファイルの結合

各文献から抽出した分布情報（種名と地名情報）を入力した後、一つの CSV ファイルに結合し、種分布データのマスターファイルを編集した。なお、文献の文章中に種の分布情報が記載されている場合や、種名と地名が一对一对応している表の場合は、リスト形式で入力した。縦列に種名が、横列に調査地点名が記入されている表の場合は表のまま入力し、後に統計分析ソフト「R」を用いて縦展開し、リスト形式と同様の形式に整備した。文献情報は別ファイルにまとめ、Darwin core (Wieczorek et al. 2012) <<https://www.tdwg.org>>に基づき、文献 ID とともに言語、著者名、タイトル、雑誌名、年号、巻、号、ページ、出版元、出版元住所、文献区分（論文、書籍、報告書データベース、環境アセス資料）の情報を整備した。

### ⑤ 標準学名の付加

種分布データのマスターファイルからも種名リストを生成し、和名-標準学名対応表とシノニム-標準学名対応表をもとに、標準学名と対応しない種（unknown species）を特定した。unknown species に対応する標準学名を探索し、種分布データのマスターファイルの生物種情報の完全性を逐次的に向上させた。

## ⑥ ジオコーディング

次に、種分布データのマスターファイルに含まれる地名情報の地理座標（緯度経度）を特定する作業（ジオコーディング）を行った。ここでは、地名リストデータと自動ジオコーディングシステムをもとに、地名に対応した緯度経度データを割り当てた。なお、このシステムではジオコーディング精度も算出され、3次メッシュ（約1km四方）精度でジオコーディングできなかったデータは排除した。緯度経度を特定できなかった地名については、国土地理院地図等を使用して手作業による検索を行って、地理座標を特定した。なお、文献などに調査地点が図示されている場合は、GISソフトのスーパーマップを用い、分布地図のジオリファレンスを行い分布情報の緯度経度情報を特定した。沿岸域は地名情報がないため、文献に記載されている浜名や海岸名に基づいて、海岸線沿いの海上の緯度経度を与えた。

## ⑦ 種多様性・データ数の分布地図作成

種分布データのマスターファイルに含まれる種名と緯度経度情報が整った後、種数および分布データ密度を地図化した。

## ⑧ 情報不足地域の分布情報収集

⑦での地図化により、分布データの空間的偏りや分類群や種の偏り（データバイアス）を明らかにし、分布が不足している種や地域について文献情報のさらなる収集を行い、分布データの完全性の向上を図った。同時に、生物分類群ごとに、2次メッシュ（約10×10km）、5倍地域メッシュ（約5×5km）、3次メッシュ（約1×1km）、海域区分ごとの面積あたりのデータ密度地図を作成して情報不足地域を特定し、現地調査の計画立案にフィードバックした（図2-1-2、図2-1-3）。なお、本指針における海域区分は、前指針である「自然環境の保全に関する指針」における海域区分及びサンゴ礁資源情報整備事業（沖縄県文化環境部自然保護課、平成21～23年度）における海域区分を参考に、一部修正を加えたものである。

八重山の現地調査（陸域、海域）は、平成30～31年度の「生物多様性おきなわブランド発信事業」にて実施した。陸域は、維管束植物（54地点）、陸域脊椎動物（54地点）、河川生物（魚類・底生動物；84地点）についてインベントリー調査を実施した。その他の無脊椎動物は、上記の調査時に目視確認された種類について、補足的に記録を行った。海域は、藻場（海草藻類・海産甲殻類・海産貝類；38地点）、干潟（海草藻類・海産甲殻類・海産貝類；111地点）について、インベントリー調査を実施した。

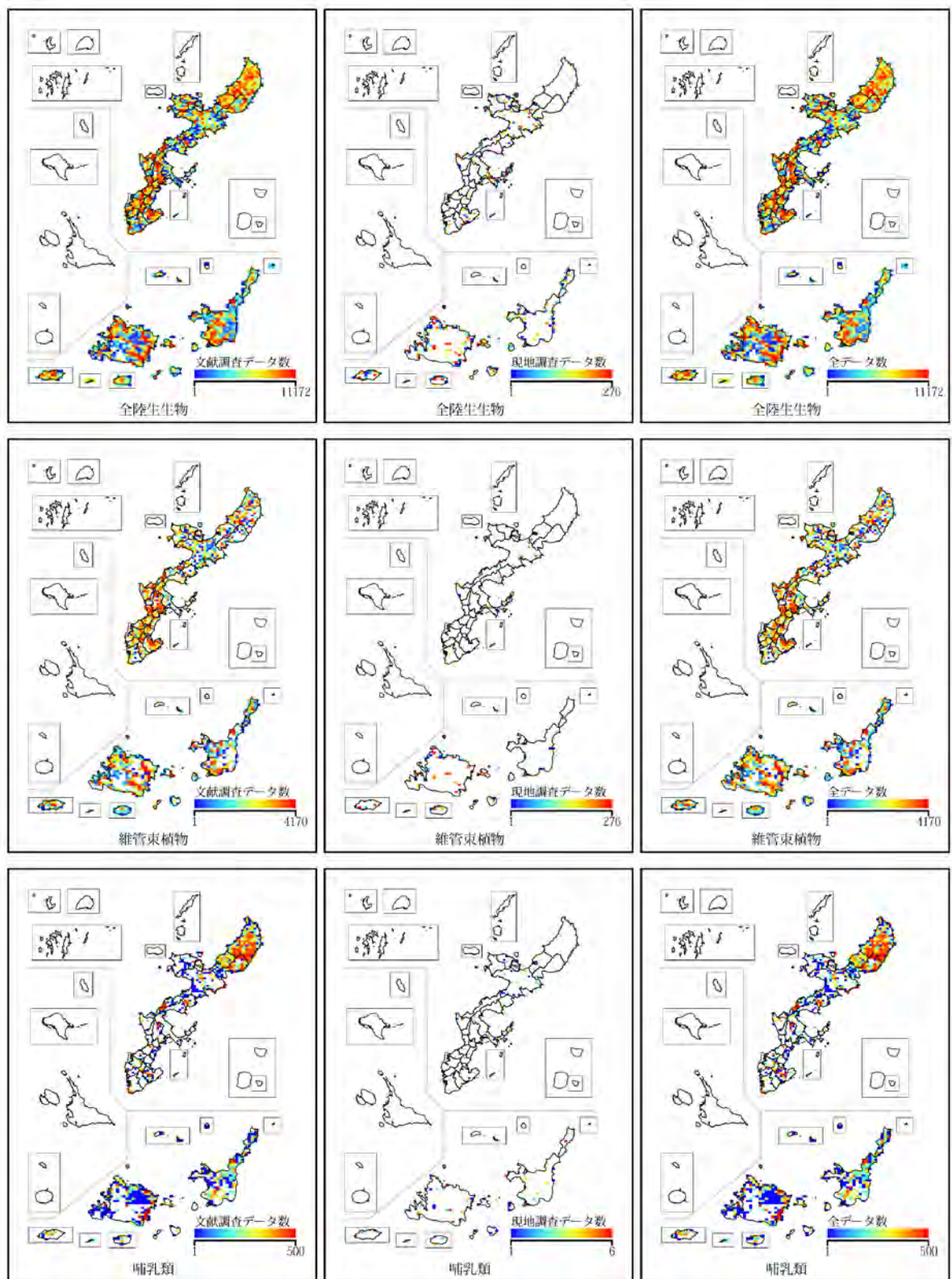


図 2-1-2 (1). データ密度分布図 (陸域・3次メッシュ単位)



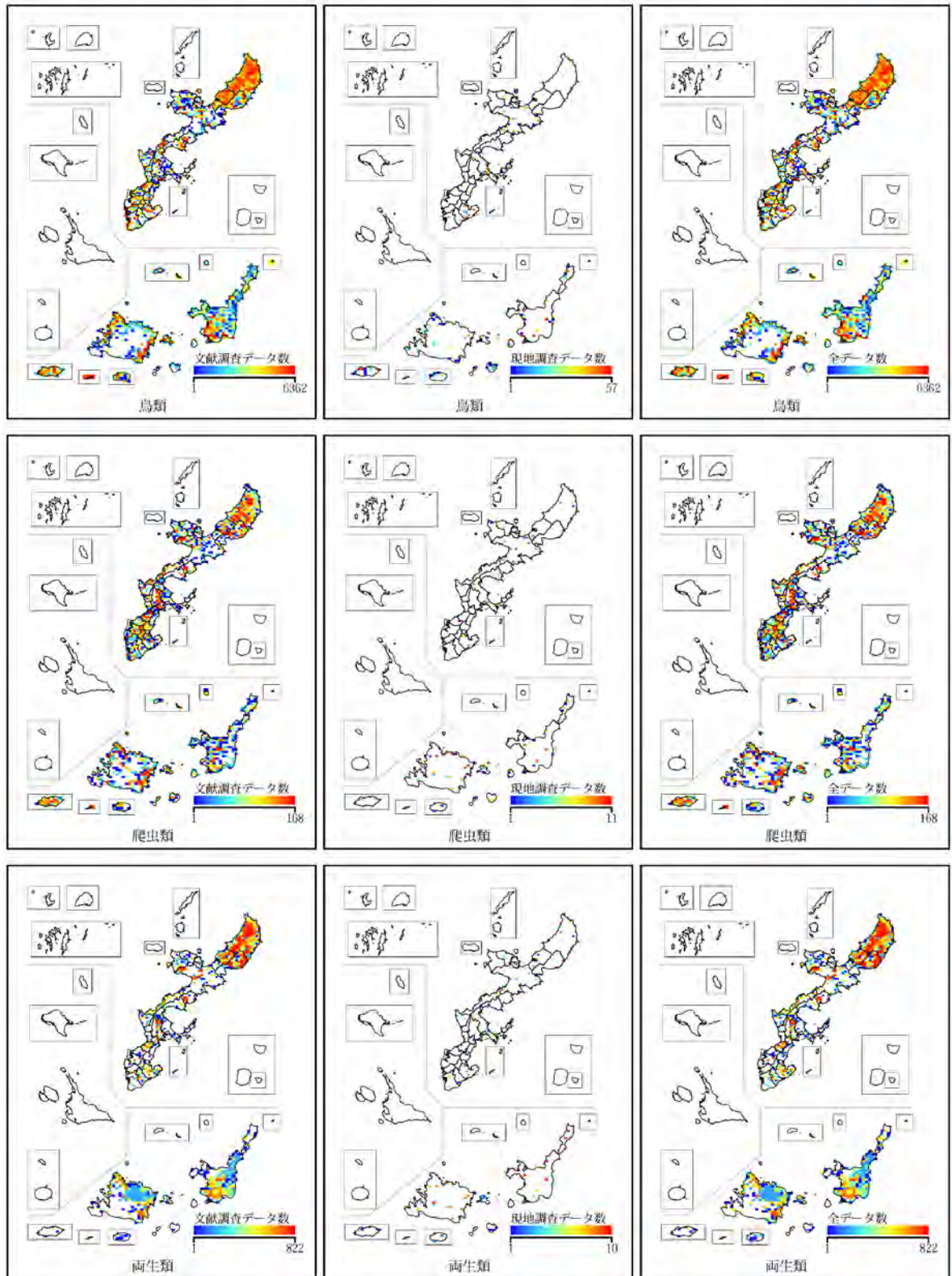


図 2-1-2 (2). データ密度分布図 (陸域・3次メッシュ単位)

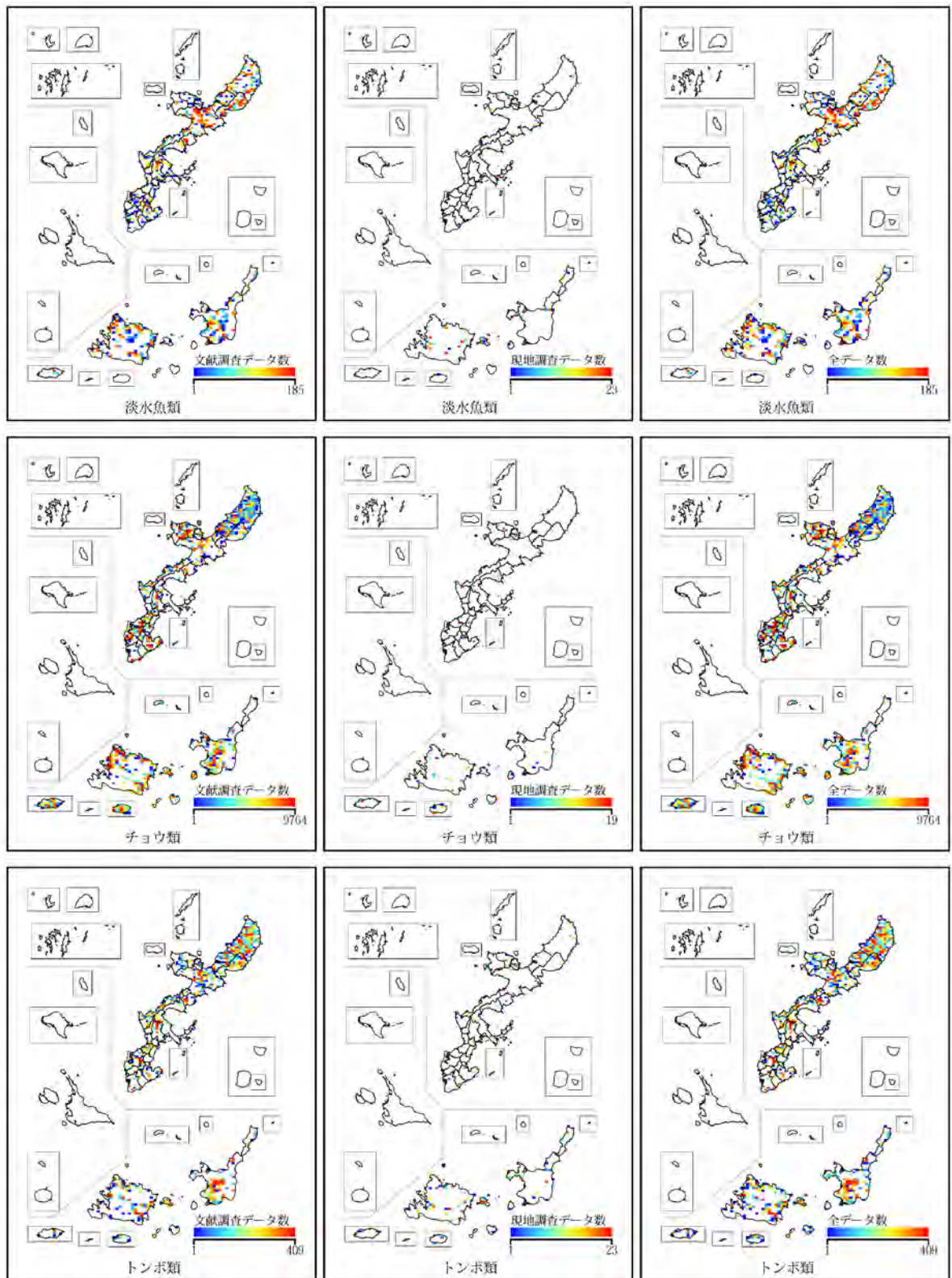


図 2-1-2 (3). データ密度分布図 (陸域・3次メッシュ単位)

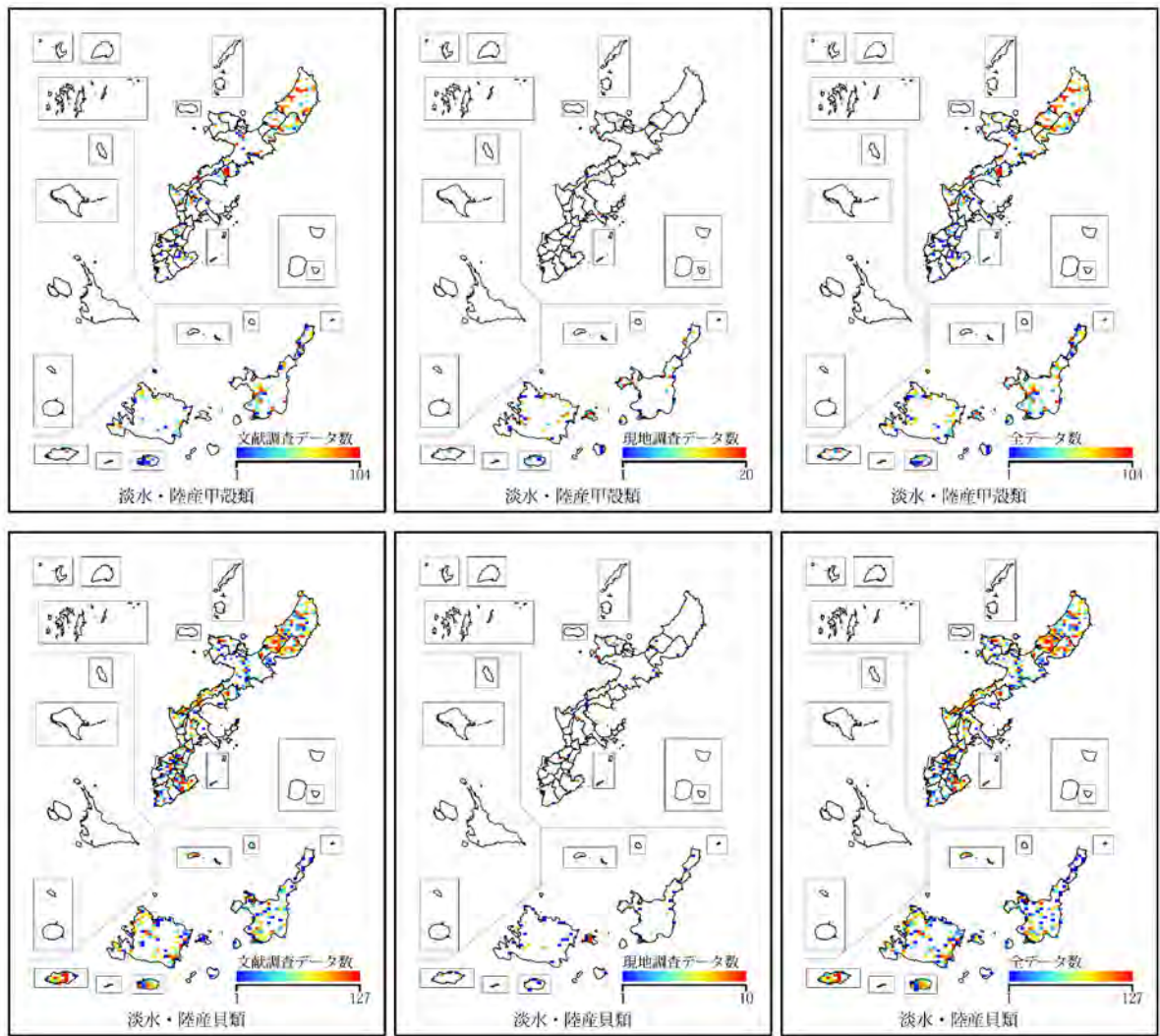


図 2-1-2 (4). データ密度分布図 (陸域・3次メッシュ単位)

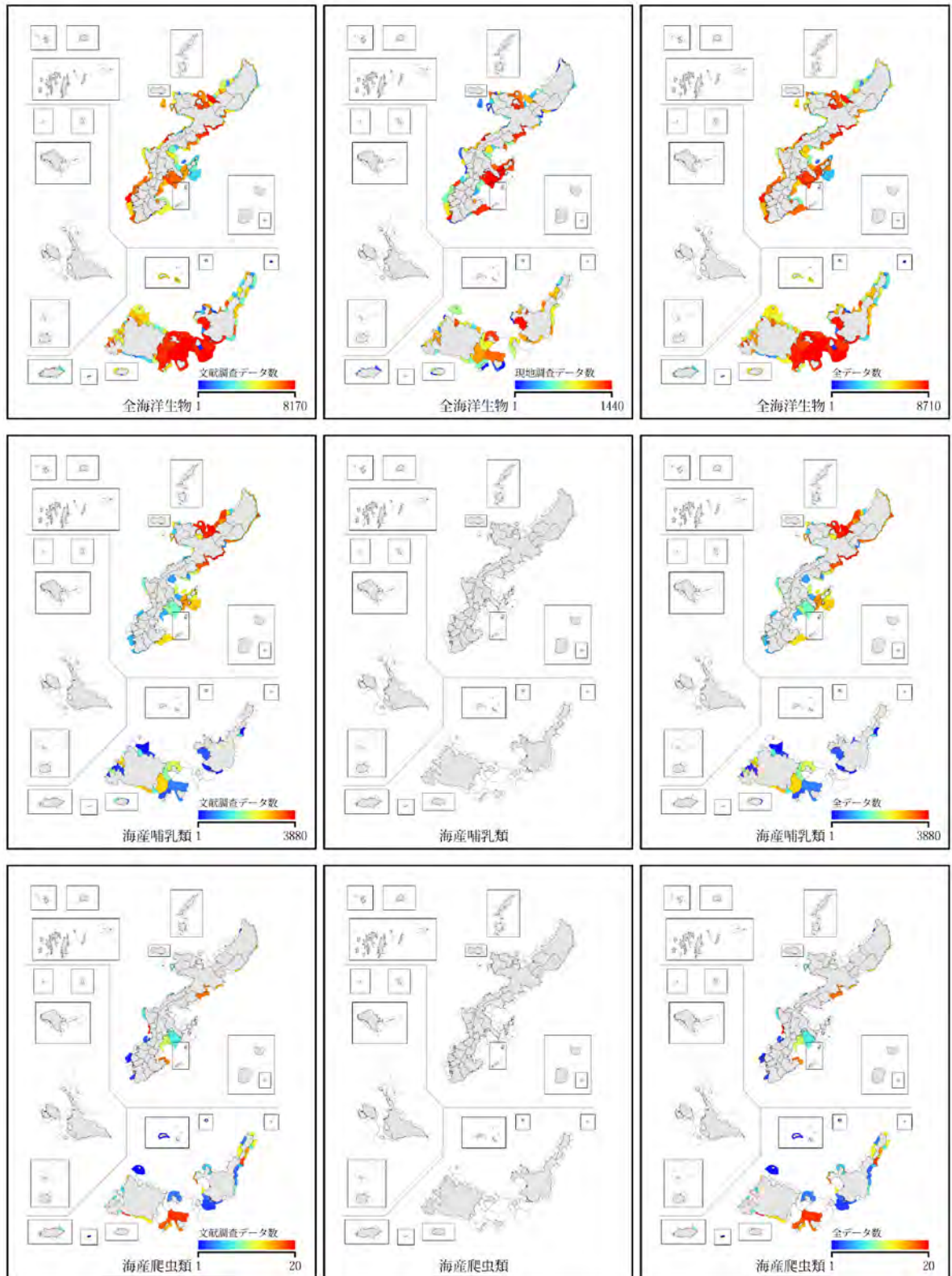


図 2-1-3 (1). データ密度分布図 (海域・海域区分単位)

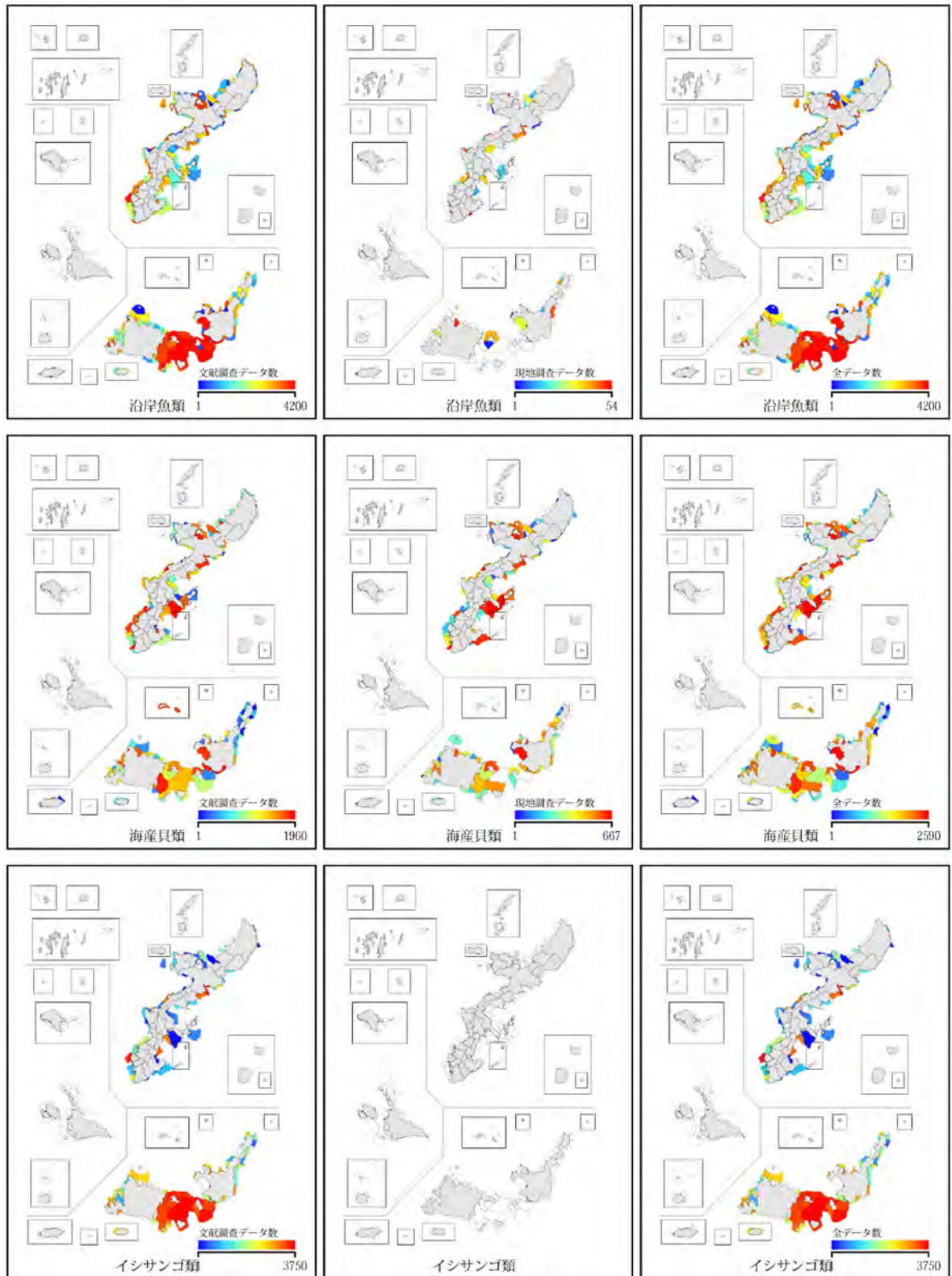


図 2-1-3 (2). データ密度分布図 (海域・海域区分単位)

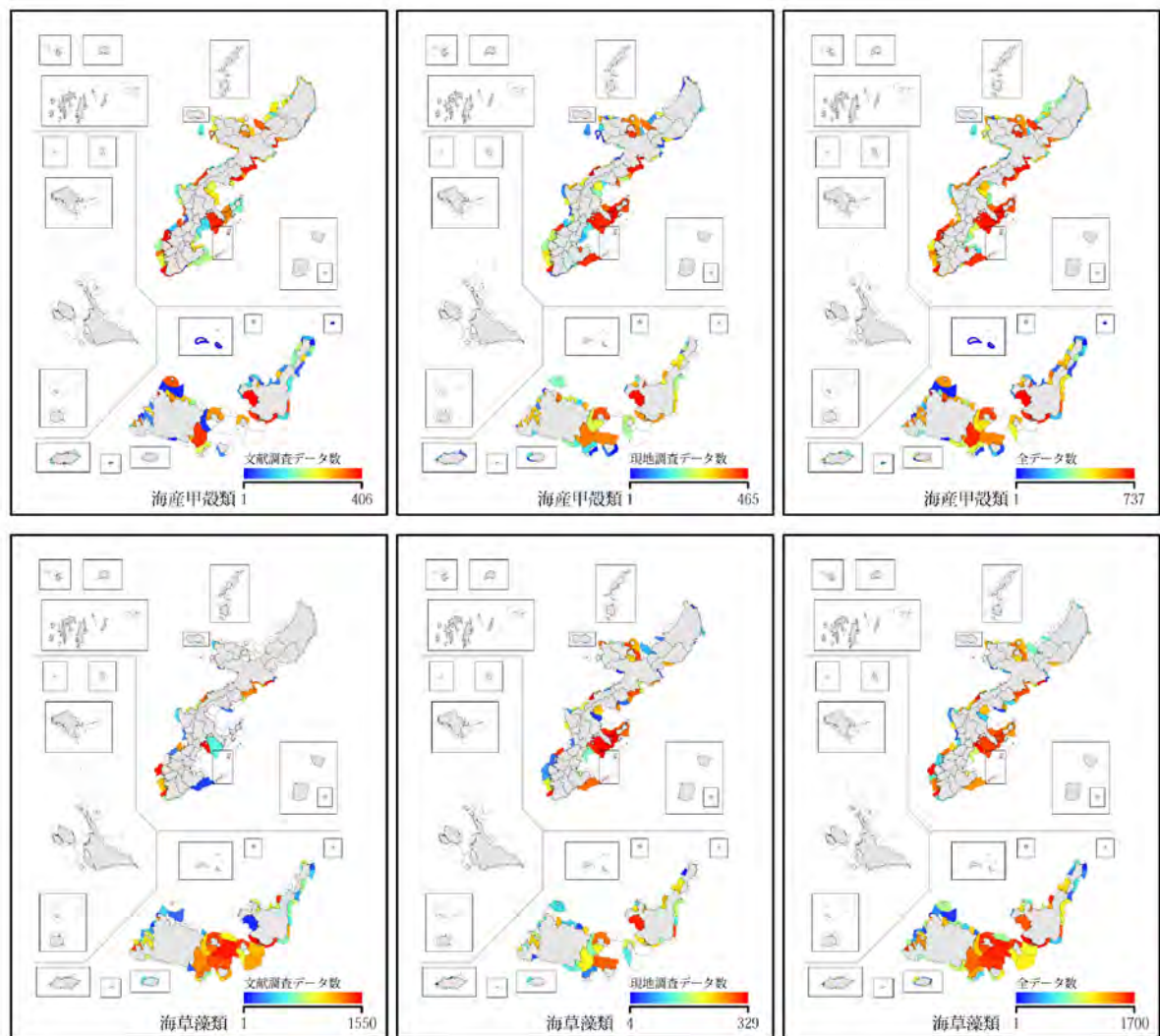


図 2-1-3 (3). データ密度分布図 (海域・海域区分単位)

### ⑨ バグチェック

分布データのバイアスがある程度緩和された後、種ごとの分布図を作成し、種の分布域を記載した文献情報（図鑑データなど）をもとに、データ中の過誤を精査した。分布データを検証する際には、2つの過誤に着目した：a) 本来分布しない地点のはずなのに、分布していることになっている（commission error）；b) 分布している地点のはずなのに、分布がないことになっている（omission error）。commission error については分布データを削除し、omission error の場合は、分布情報の探索をさらに進めて分布データの充足を図った。

さらに種分布データには、外来種や誤同定された情報も含まれる。したがって、様々

な文献を基に作成された「沖縄県外来種リスト」と、国立環境研究所の「侵入生物データベース」に記載されている種のうち、史前帰化種を含め国外外来種とみなされる種を外来種と定義し、解析用データから削除した。また史前帰化が疑われる種（例えばナズナ、ハコベ、ホトケノザ、ドブネズミなど）も外来種とみなした。

国内移入種の場合、島間で在来か移入か異なる。例えば八重山諸島では在来だが沖縄諸島では移入種という生物も多い。このように各島に分布する種について、在来種と移入種を識別するには、前述した外来種リストは十分でない。したがって、島ごとの在来種のチェックリストを、以下の文献に基づいて別途作成した。維管束植物は初島・天野(1977)、島袋(1997)、哺乳類は阿部・石井・金子・前出・三浦・米田(2005)、爬虫類・両生類は前之園(2007)、淡水魚類は吉郷(2014)、チョウ類は Hirao et al. (2015)。

なお、鳥類は、沖縄県のある島に分布している種は、他の島でも分布している可能性が高いため、島レベルの種チェックリストは用いずに、沖縄県での迷鳥を除いたものを在来種と定義した。迷鳥の定義は、池長・五百沢(1996)、日本鳥学会(2012)、沖縄野鳥研究会(2002)に基づいた。なお、維管束植物の海草類、爬虫類のウミヘビ・ウミガメ類などの一部の海洋生物については、陸域のデータ解析と海域のデータ解析の両方に含めた。

種のチェックリストは島ごとの記載であるため、3次メッシュで整備している分布データに、そのまま適用することはできない。実際、チェックリストによって、島の定義が異なる、例えば、久米島という表記で久米島の周辺離島も含む場合、あるいは、久米島、奥武島、オー八島と周辺離島を細かく区分している場合などがある。そこで、チェックリストごとに各島と3次メッシュの対応表を作成した。その上で、各島の種のチェックリストに基づいて移入種を定義し、在来種以外の種を確認して解析用データから削除した。ただし、ある島で観察データとして記載されている種が、島のチェックリストからは漏れている場合がある。あるいは、周辺離島を含む同じ諸島内の別の島に分布していると記載された種もある。例えば沖縄島と橋でつながっている島などで、自然移住した可能性が高い種もある。このような種の分布データは慎重に検証した上で、解析用データにそのまま残した。また、沖縄の在来種と本土や海外から持ち込まれた外来種の双方が生息している場合もある。例えばギンブナ・ミナミメダカなどは外来種とみなし、解析用データから削除した。ただし、在来種のリュウキュウイノシシと外来種のニホンイノシシも双方が生息しているが、データ上リュウキュウイノシシとなっている分布データは解析用データに残し、イノシシとしか表記されていないものは削除した。また保全を目的に再導入したリュウキュウアユは、本来沖縄島に分布していた在来種として解

析用データに残した。

以上のデータをクリーニングする作業により、種分布データのマスターファイルについて、種分布モデリングを適用できる状態にまで整備した。

### (3) 環境データの収集と編集

陸域の生物と海域の生物種について、後述する分布モデリングを行うために、陸域と海域それぞれで環境データを収集、編集した。環境データは以下の通り、当該メッシュのデータが欠損している場合は、周辺のデータから統計分析ソフト「R」を用いて内挿した。一部のデータについては ArcGIS を用いて 3 次メッシュごとの面積計算を行った。陸域と海域に共通した環境データである緯度と経度は、3 次メッシュの中心として算出、編集した。陸地面積、森林面積、内水面面積は、国土数値情報土地利用 3 次メッシュデータ<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>>から収集した。標高と標高の標準偏差、ラプリアン（地形の凹凸の指標）、平均傾斜角、海岸までの距離は、国土交通省国土数値情報標高・傾斜度 3 次メッシュデータ<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-G04-a.html>>から収集した。なお、海岸までの距離は、3 次メッシュ中心の緯度経度から海岸線までの距離とした。表層土壌の陽イオン交換容量、有機炭素量、土壌 pH を、SoilGrid<<http://soilgrids.org/>>から収集した。地質は国土交通省の「50 万分の 1 土地分類基本調査 GIS データ」<<http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/download/index.html>>の表層地質図から収集した。全天日射量の年平均値と日照時間の年合計値は、気象庁メッシュ気候値 2000<[http://data.sokki.jmbasc.or.jp/cdrom/mesh\\_climatic\\_data/documents/kaisetsu\\_pdf/kaisetsu\\_.pdf](http://data.sokki.jmbasc.or.jp/cdrom/mesh_climatic_data/documents/kaisetsu_pdf/kaisetsu_.pdf)>から収集した。Bioclim の全 19 変数は、気象庁メッシュ気候値 2000 に記載されている月ごとの降水量、日最高気温の年平均値、日平均気温の平均値、日最低気温の平均値を用いて生成した。なお Bioclim とは、生物の分布生息にとって重要と考えられる気候変数のことである。

海域面積は、国土数値情報土地利用 3 次メッシュデータ<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>>から収集した。平均水深、最深水深、最浅水深は日本海洋データセンター J-EGG500（日本周辺 500m メッシュ海底地形データ）から収集した。表層海水温の年平均値、表層海水温の標準偏差、表層塩分濃度の年平均値は、NOAA WORLD OCEAN DATABASE 2013 から収集した。内湾度は、国土交通省国土数値情報海岸線データをもとに 5km、10km、15km、20km の 4 スケールで計算して編集し



た。サンゴ礁面積とサンゴ礁の全体面積、藻場面積、藻場の全体面積、干潟面積、干潟の全体面積は、環境省生物多様性センター自然環境調査 Web-GIS の第 5 回海辺調査データを用いて計算し編集した。なおサンゴ礁の全体面積は、当該 3 次メッシュに含まれるサンゴ礁について、他の 3 次メッシュを含めひとつながりのサンゴ礁である場合、それらを含めた全体面積と定義されている。海岸線長、海浜（砂浜と礫浜）の長さ、海崖の長さ、人工海岸の長さは、環境省生物多様性センター自然環境調査 Web-GIS の沿岸海域変化状況調査から収集した。河口までの距離は、国土数値情報河川データ<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W05.html>>を用いて 3 次メッシュ中心の緯度経度から河口までの距離を算出し編集した。最寄河川の集水面積は、国土数値情報流域メッシュデータ<<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-W07.html>>を用いて、面積を計算した。

#### (4) 種の空間分布の予測と生物多様性パターンの定量（分布モデリング）

エントロピー最大化法（Maxent アルゴリズム）に基づいた種分布モデルを、分布データに適用して、種の分布予測を行った。分布モデリングソフト（MaxEnt）は<[http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)>からダウンロードし、Java を別途にインストールし使用した。MaxEnt による種分布モデリングでは、(3) で収集、編集した陸域 40、海域 29 の環境変数をラスタ化して用いた（図 2-1-4、図 2-1-5）。

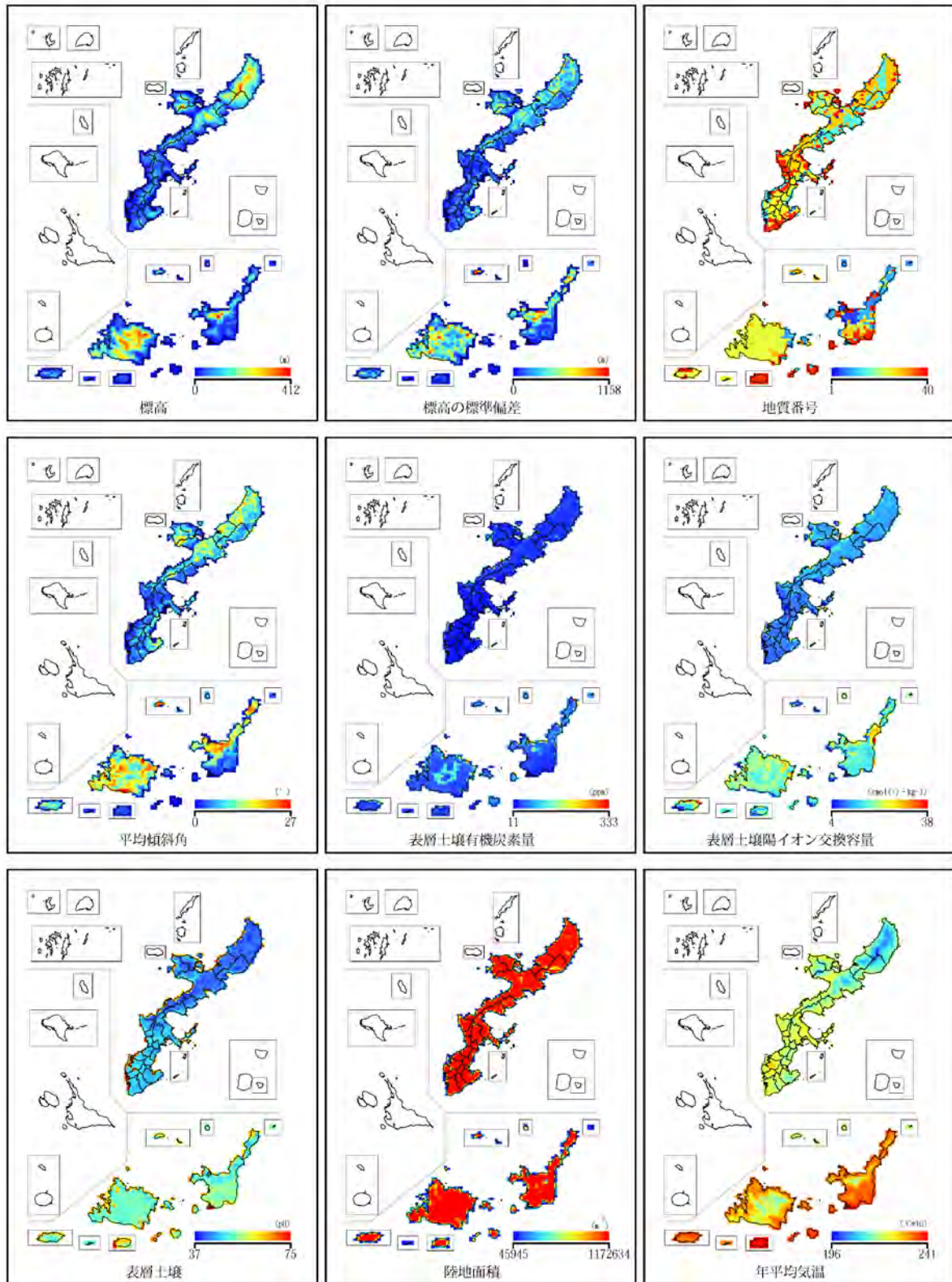


図 2-1-4 (1). 推定に用いた環境データ (陸域)

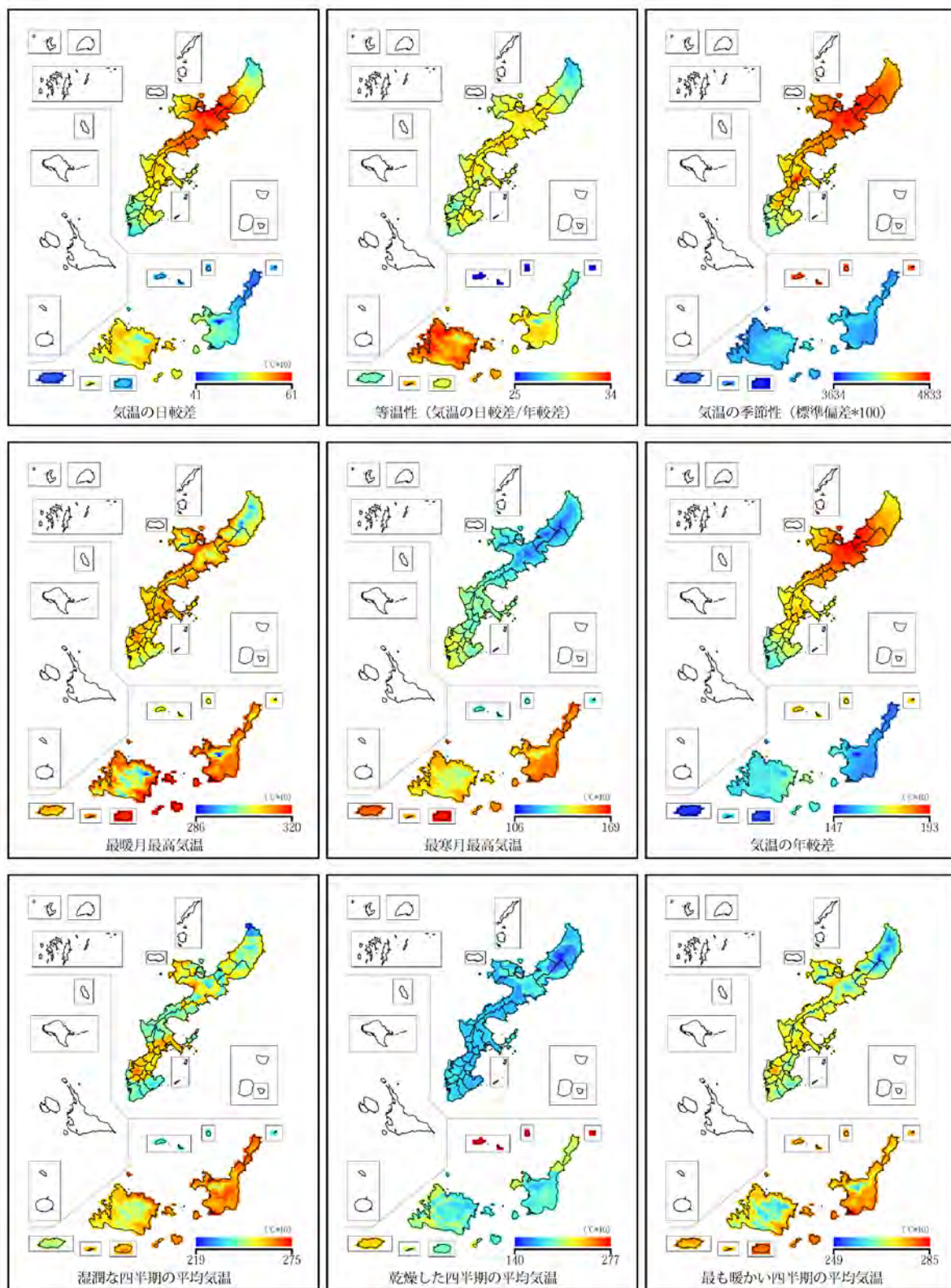


図 2-1-4 (2). 推定に用いた環境データ (陸域)

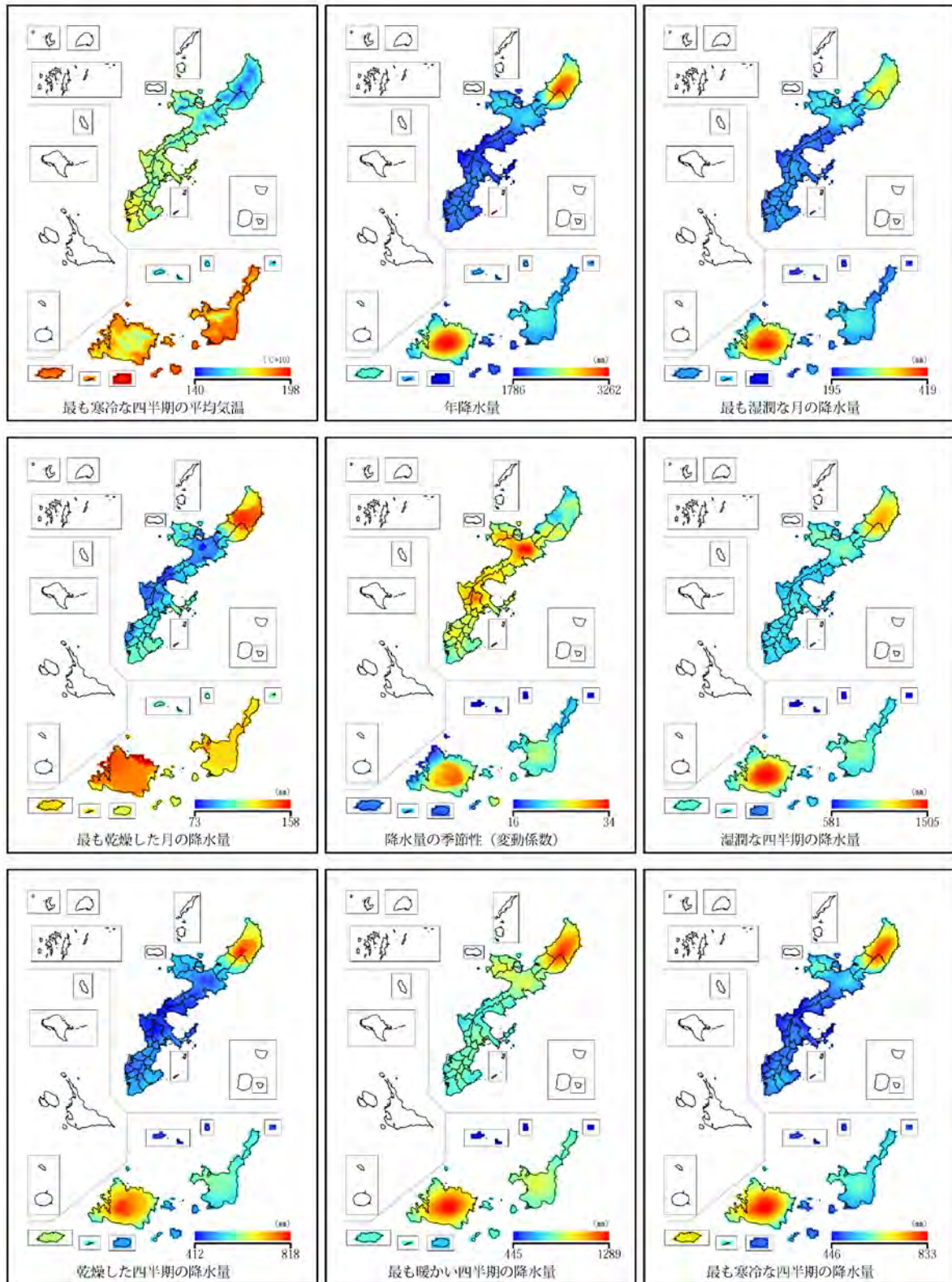


図 2-1-4 (3). 推定に用いた環境データ (陸域)

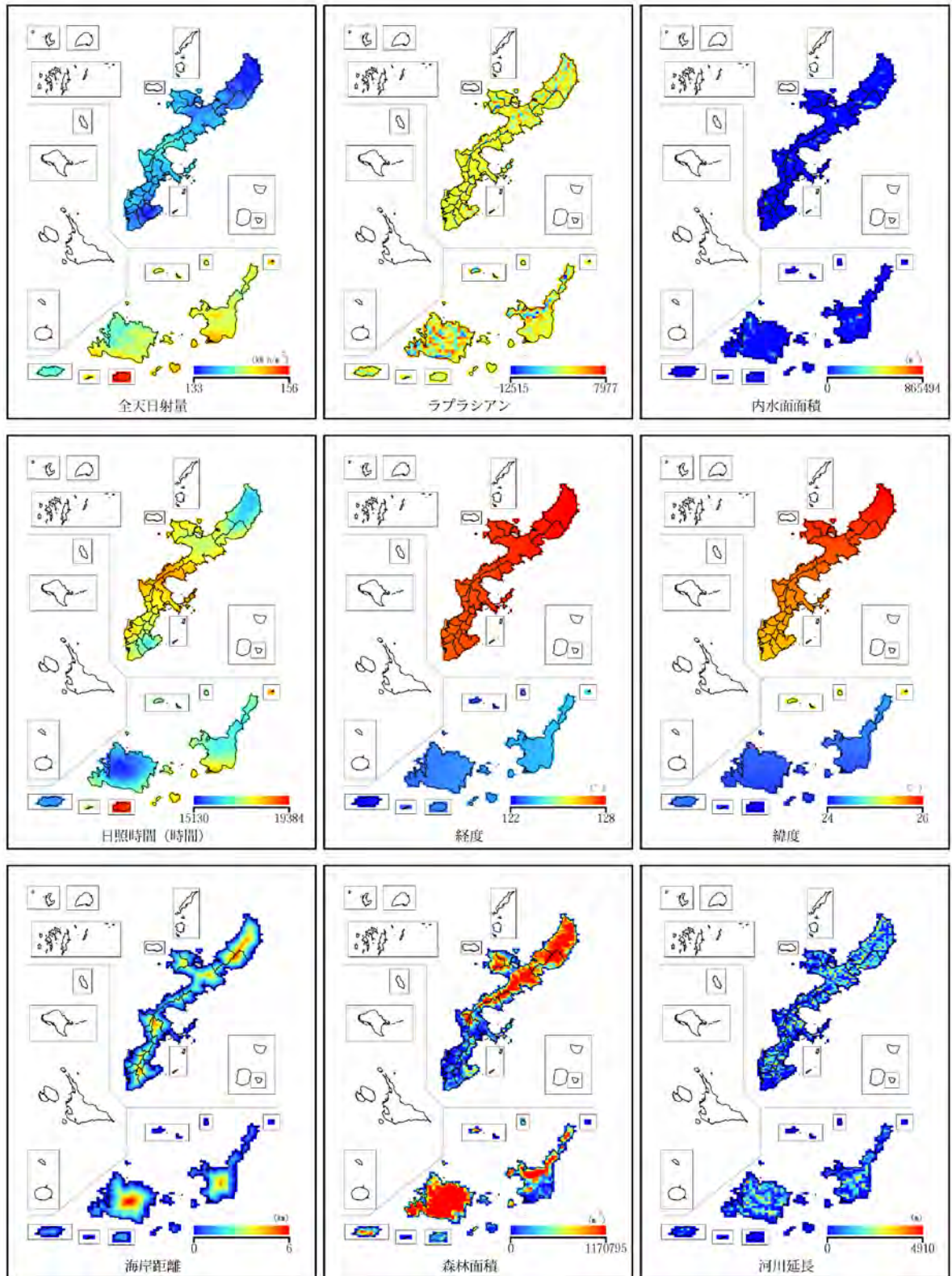


図 2-1-4 (4). 推定に用いた環境データ (陸域)

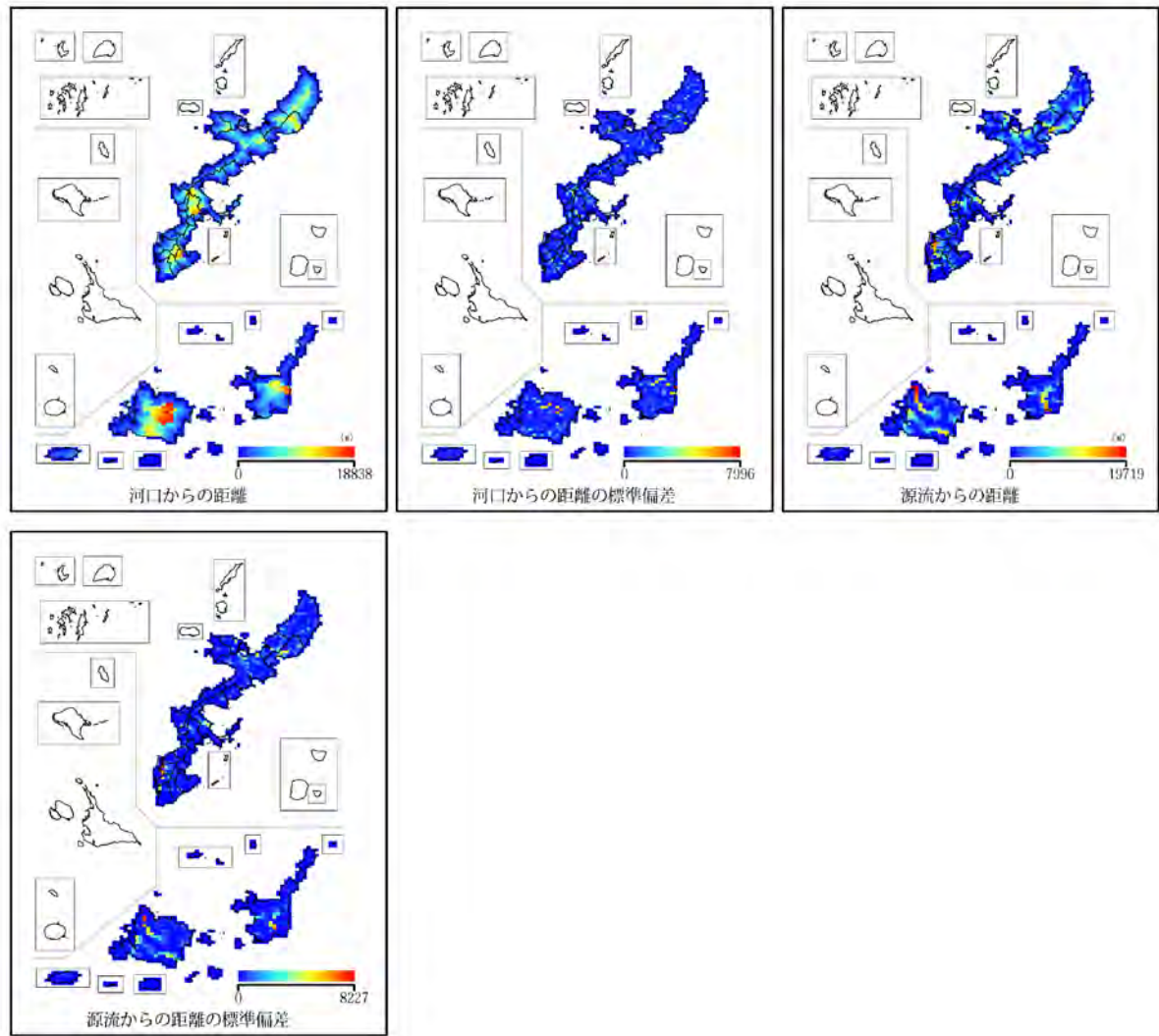


図 2-1-4 (5). 推定に用いた環境データ (陸域)

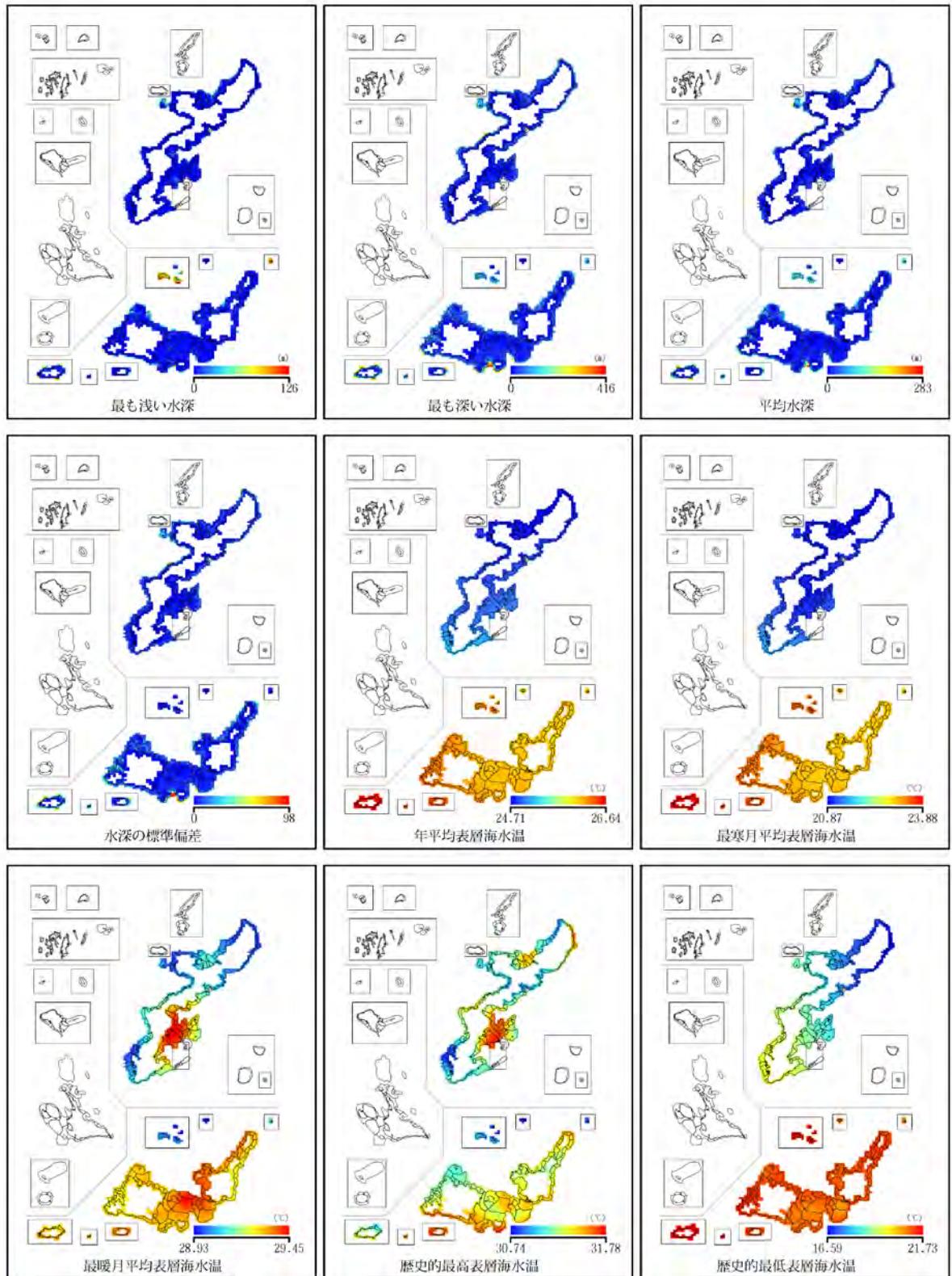


図 2-1-5 (1). 推定に用いた環境データ (海域)

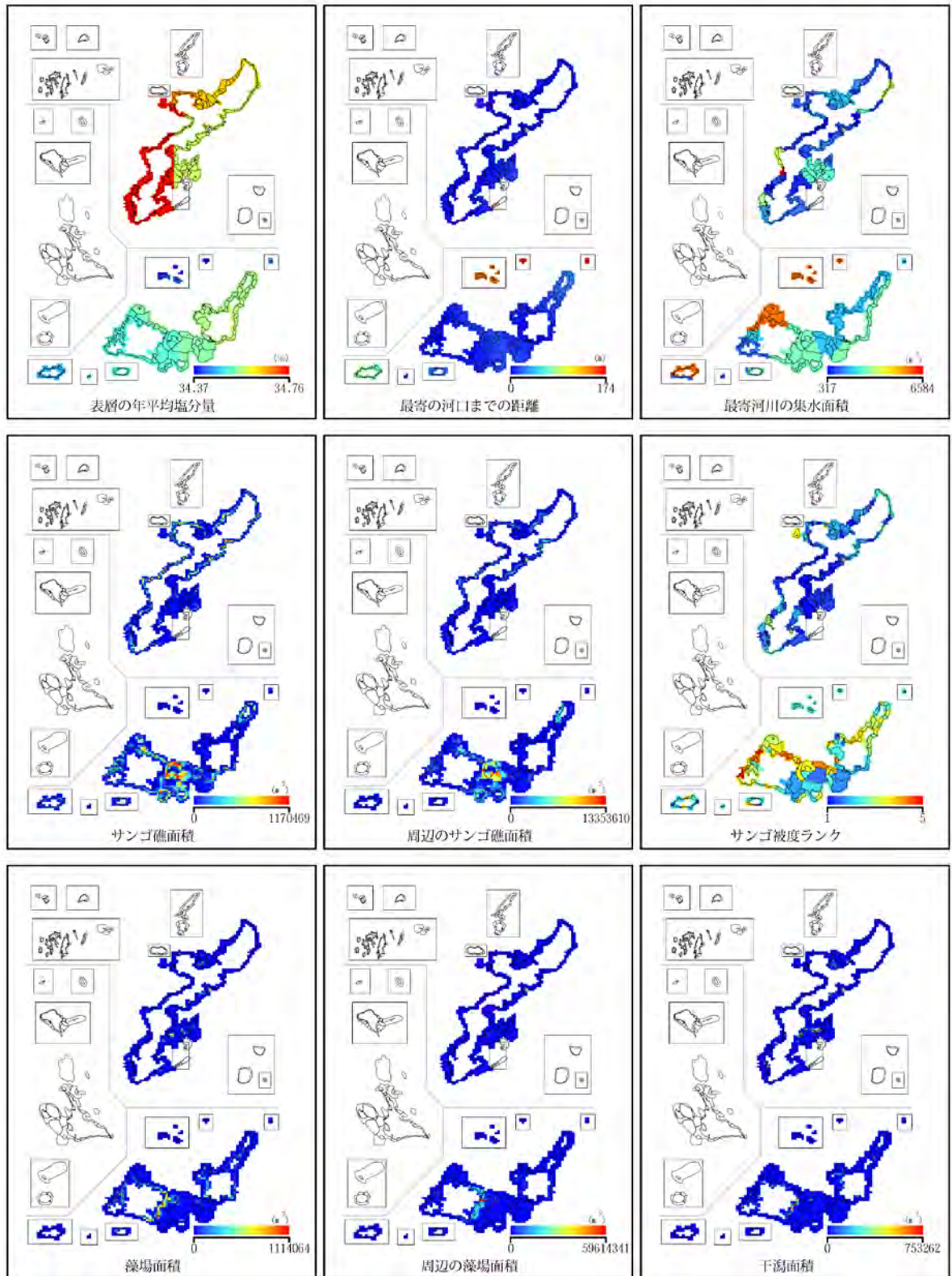


図 2-1-5 (2). 推定に用いた環境データ (海域)



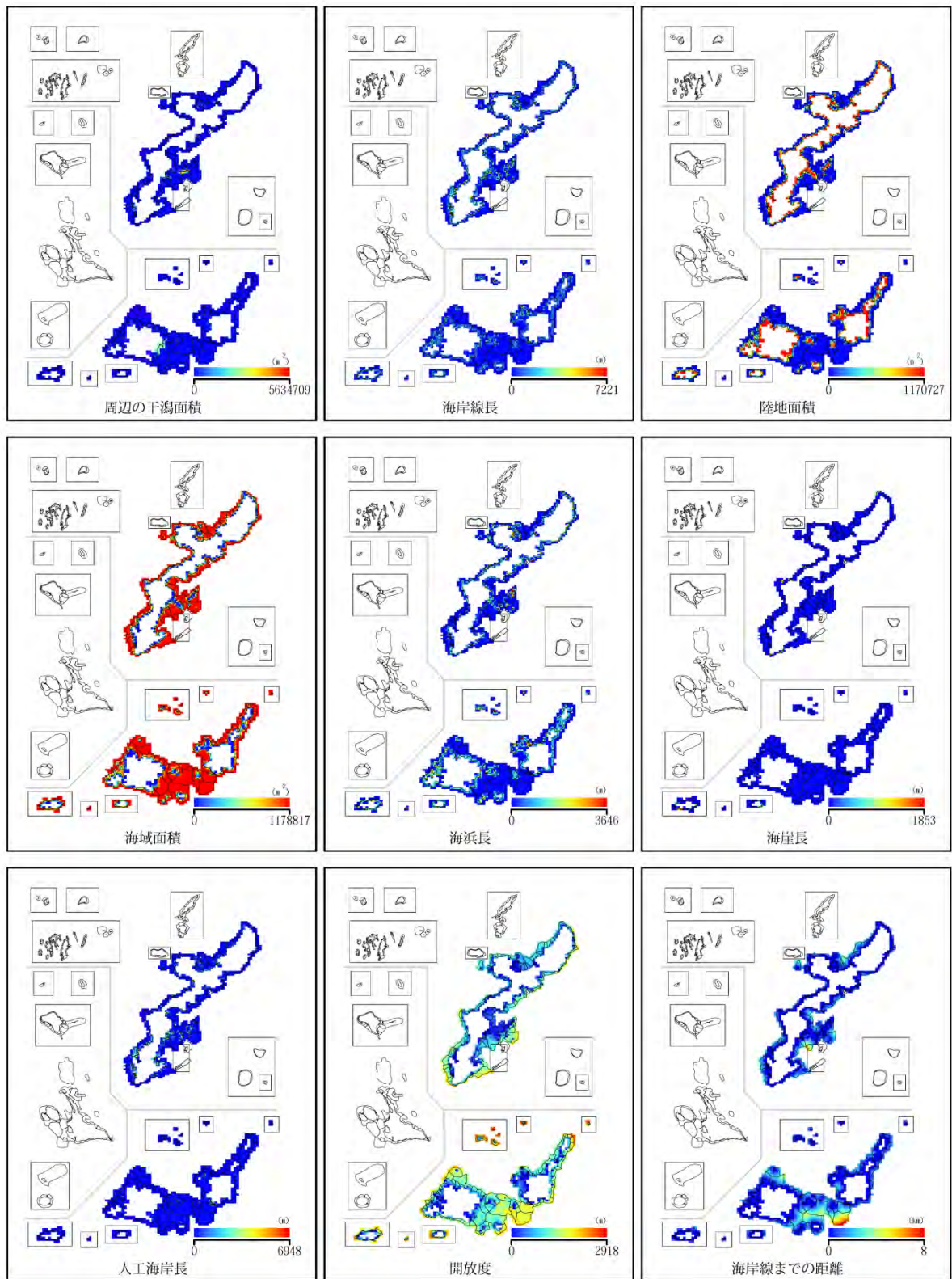


図 2-1-5 (3). 推定に用いた環境データ (海域)

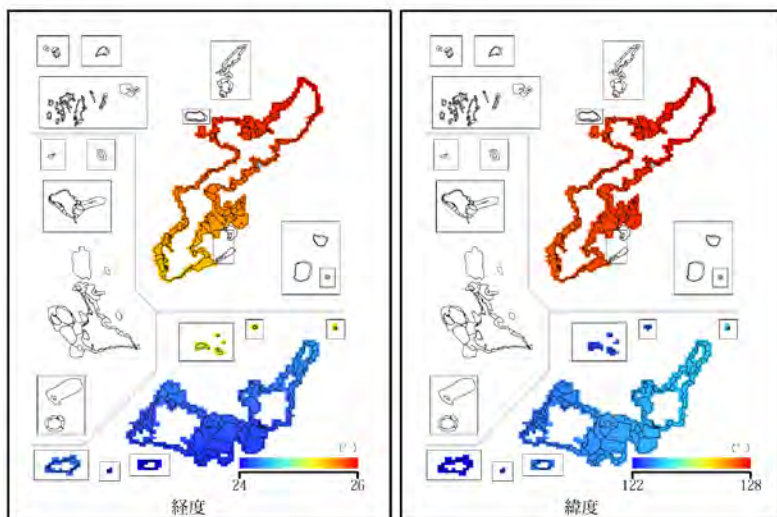


図 2-1-5 (4). 推定に用いた環境データ (海域)

ラスタライズの手順は以下の通りである。

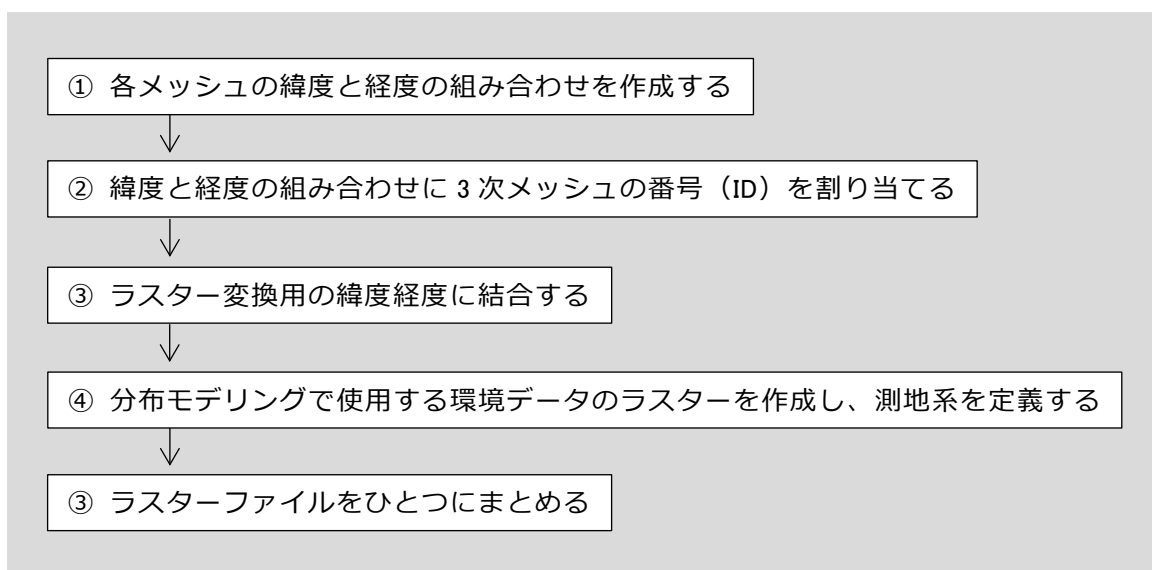


図 2-1-6. 環境データのラスタライズの手順

また、MaxEnt の分析プロセスは以下の通りである。

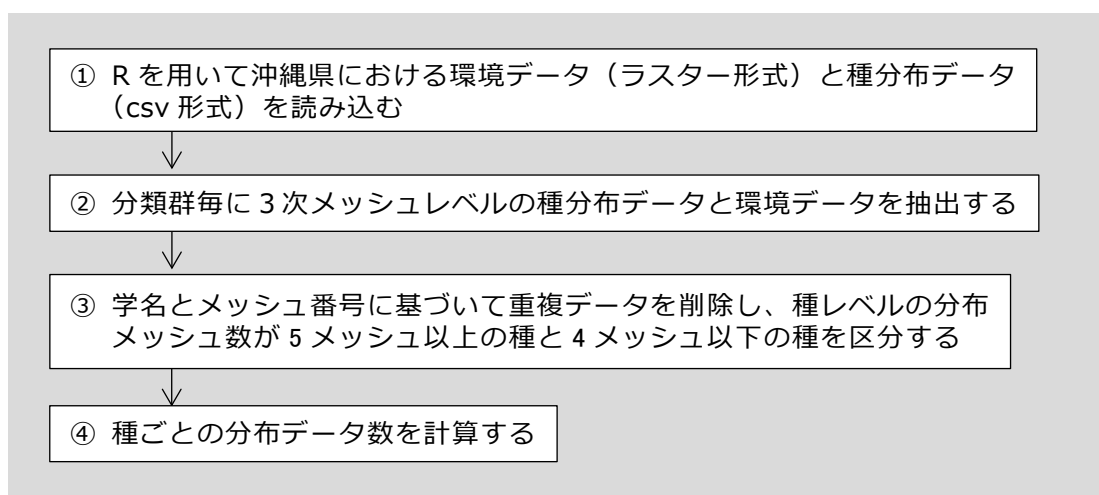


図 2-1-7. MaxEnt アルゴリズムによる分析プロセス

これらにより、MaxEnt による分布モデルを適用する種と、適用しない種を識別した。なお、図 2-1-7 の③のプロセスは空間的データの偏り（データバイアス）を緩和する意図があり、後述する MaxEnt の実行においても、同じメッシュにおける重複データは削除した設定（GUI におけるチェック項目の一つ）で分析している。

なお、MaxEnt はデフォルトの設定で計算を行った。すなわちバックグラウンドの数は 10,000 個、同じメッシュ内で重複する在データを削除し、最適化アルゴリズムの反復回数 of the maximum value is 500 times and the distribution limit of the observed value is extrapolated to the environment space outside the distribution limit.

MaxEnt による計算結果（各メッシュにおける種の分布確率に相当する）は、logistic value (0 から 1 の値) として算出される。logistic value は MaxEnt の計算結果の生値 (raw value) をロジスティック関数で変換した値（生値は環境変数に対して指数関数的に増加するため、変換する必要がある）であり、その数値が大きいほど、分布推定を行った種が分布する可能性が高いと解釈される。各メッシュにおける種の分布（在・不在）を予測するため、0 から 1 の連続値をとる logistic value を種毎の閾値に基づいてバイナリー（二進数；0・1）化した。各種の閾値は、Maximum training sensitivity plus specificity threshold に基づき、感度 (sensitivity) と特異度 (specificity) の和が最大になるように設定した。これは、予測の過誤を最小化する概念に基づいている。感度 (sensitivity) とは、種が存在すると推定されたメッシュで、実際の分布データでその種が観測されているメッシュの割合で、特異度 (specificity) とは、種が存在しないと推定されたメッシュで、実際の分布データでその種が観測されていないメッシュの割合である。これらは、omission error（本来分布している地点のはずなのに、分布がないと推定されている）と

commission error (本来分布がない地点のはずなのに、分布がある推定している) の過誤を最小化する意図があり、MaxEnt の logistic value の閾値として一般的に用いられる。

以上の分布予測に基づいて、各種 (合計 5,496 種) の潜在的な分布パターンを地図化した。種分布予測 (約 1 x 1km スケール) の結果の例を図 2-1-8 に示す。なお、分布データが 4 点以下の種 (局在種) は、種分布予測は行わず、観察データに基づいて分布データがあるメッシュの分布確率を 1 とし、それ以外を 0 とし分布域を地図化した。そして、生物分類群ごとに、3 次メッシュレベルでの種数マップを作成した。最終的に、生物分類群毎に種の空間分布予測の結果を重ね合わせて、種多様性に基づいた生物多様性地図を作成した (図 2-1-9、図 2-1-10)。なお、海域は海域を区分する圏域に複数の 3 次メッシュが含まれるため、圏域内の推定出現種を合計した種数に基づいて種数を地図化した。

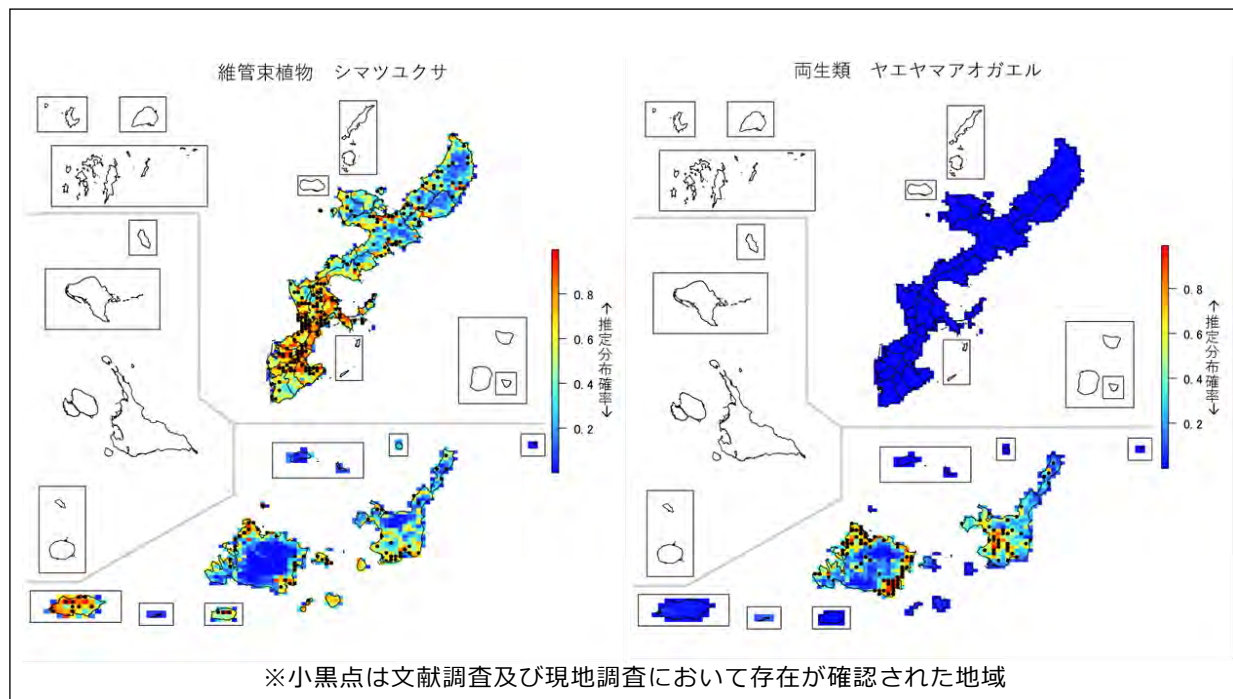


図 2-1-8. 種分布予測結果の例 (シマツユクサ及びヤエヤマアオガエル)

<種分布予測結果に関する留意事項>

- ・本予測は、沖縄県における生物種の確認地点と環境データを統計的機械学習で分析した種毎の分布確率を総和した結果に基づいている。なお、種分布の予測は、種の分布データの空間的な偏り (データの空間バイアス) にも影響される。したがって、調査情報が少ない陸域のメッシュや海域区では、過少な予測種数となっている可能性もある。
- ・陸域のうち海域を含むメッシュでは、陸地面積の比率が種分布の予測に影響を与える可能性もある。

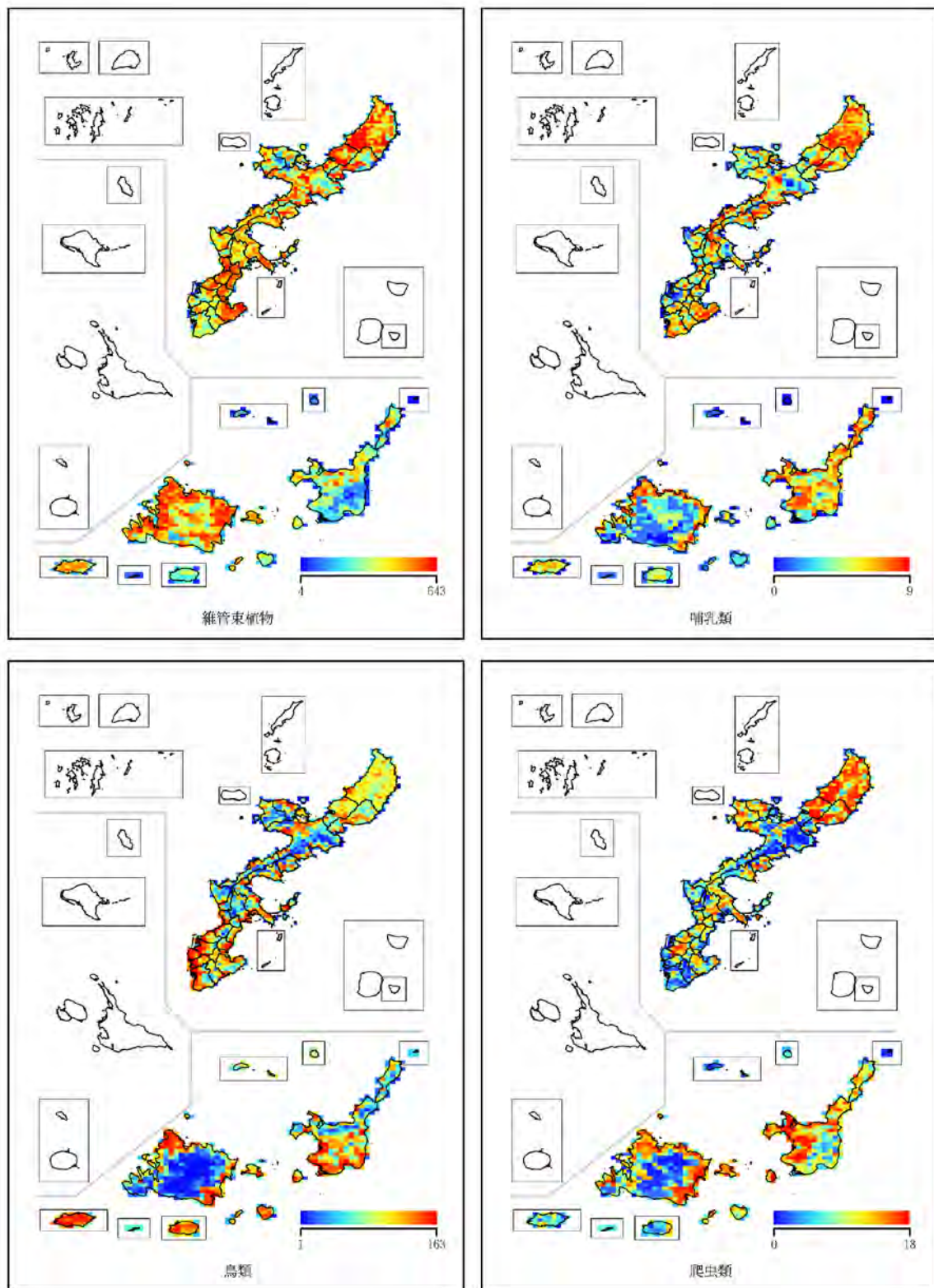


図 2-1-9 (1). 分類群ごとの種多様性パターン (陸域)

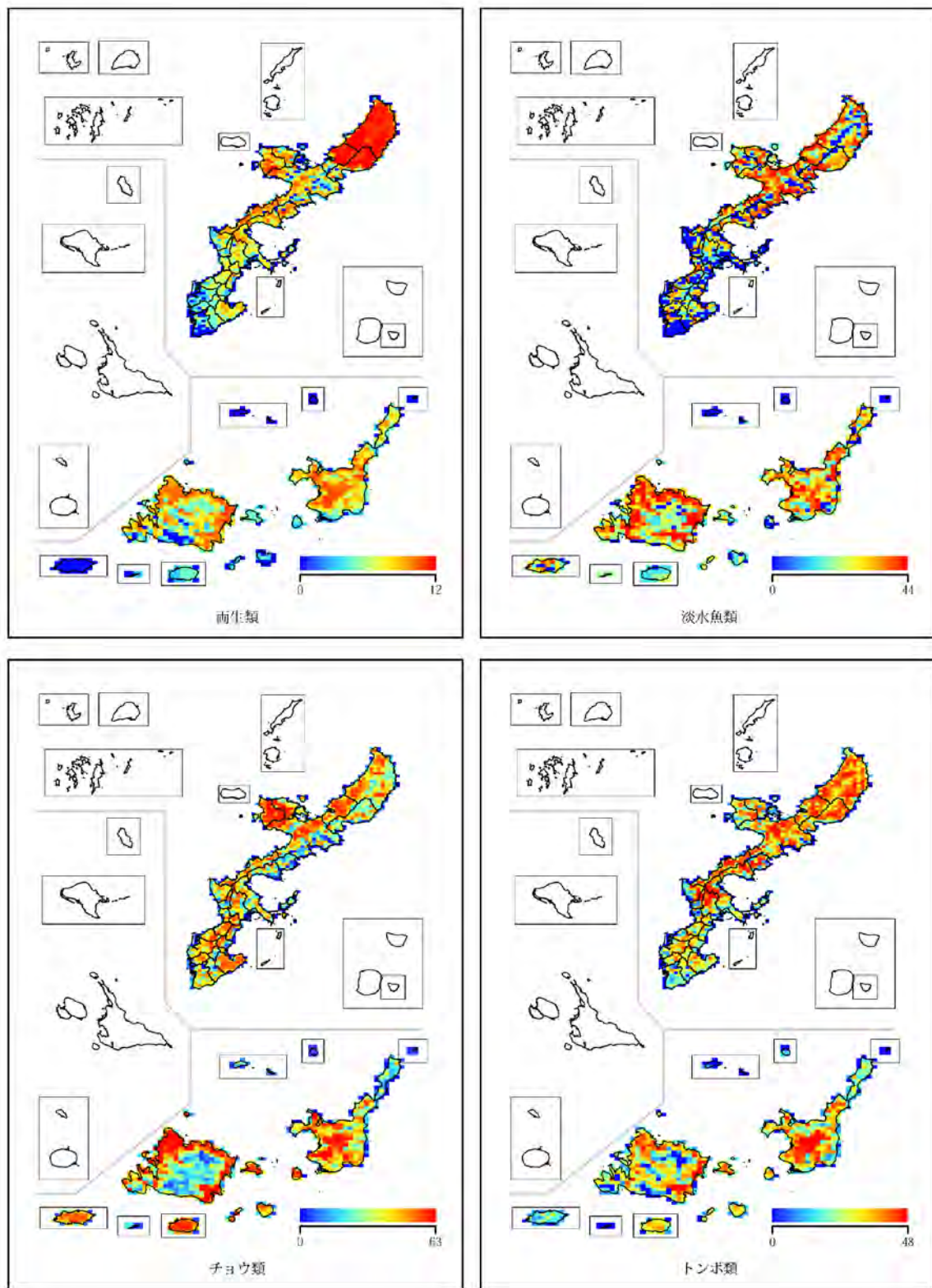


図 2-1-9 (2). 分類群ごとの種多様性パターン (陸域)

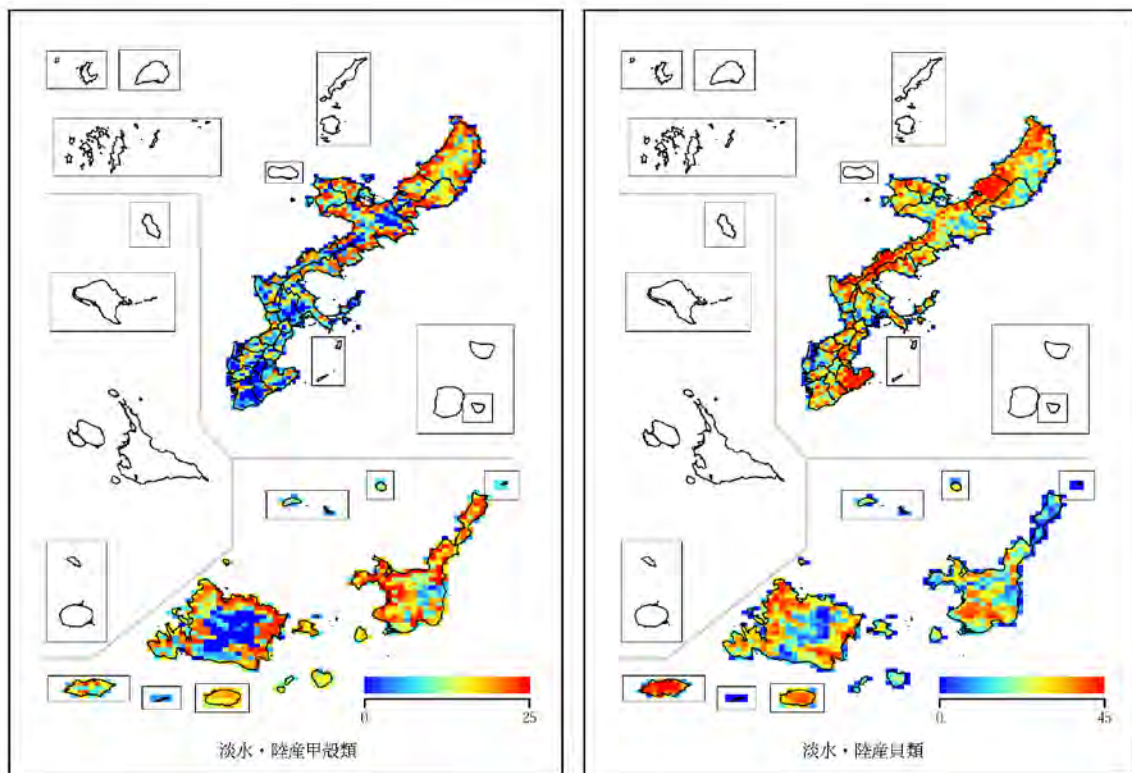


図 2-1-9 (3). 分類群ごとの種多様性パターン (陸域)

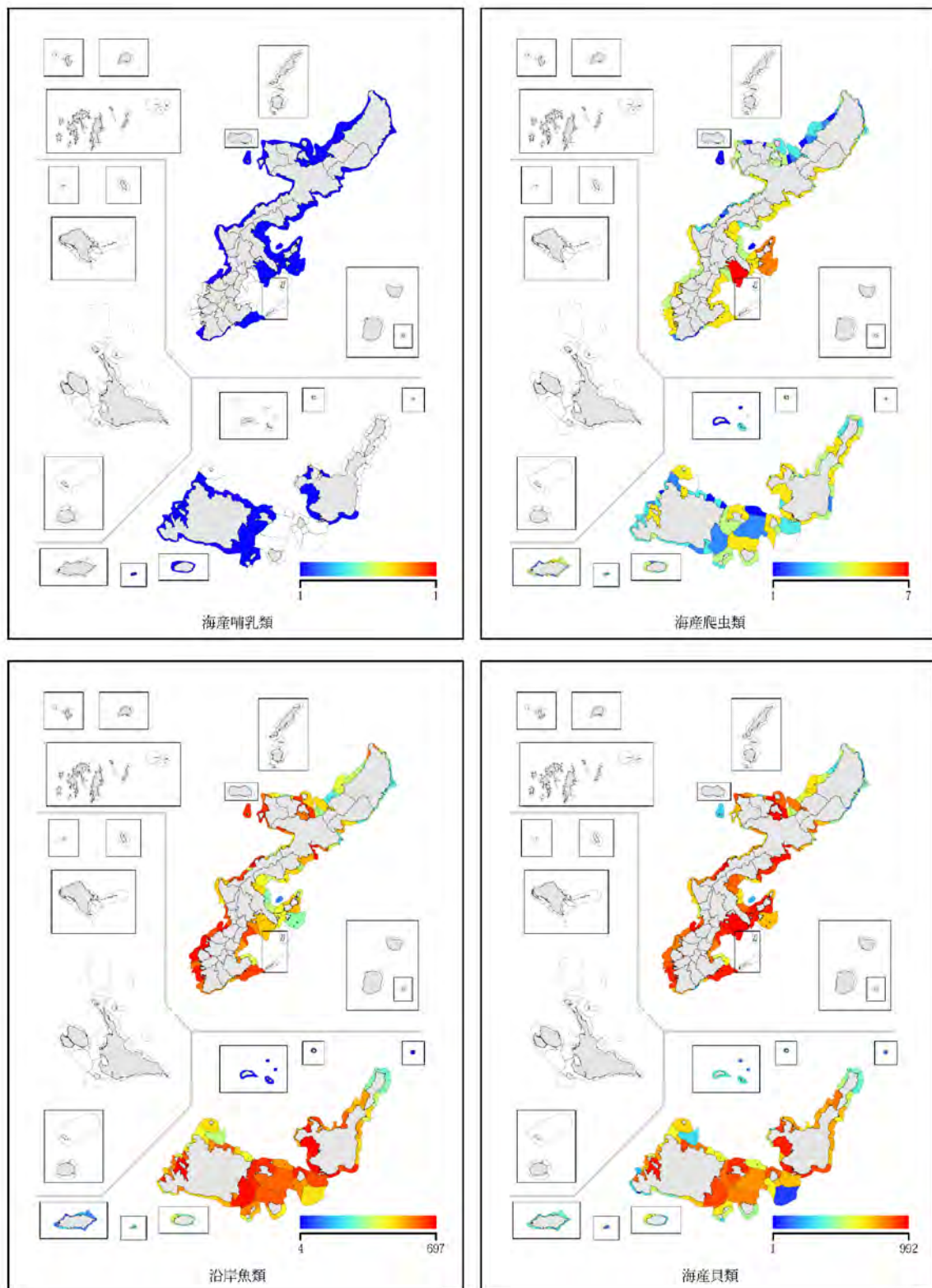


図 2-1-10 (1). 分類群ごとの種多様性パターン (海域)



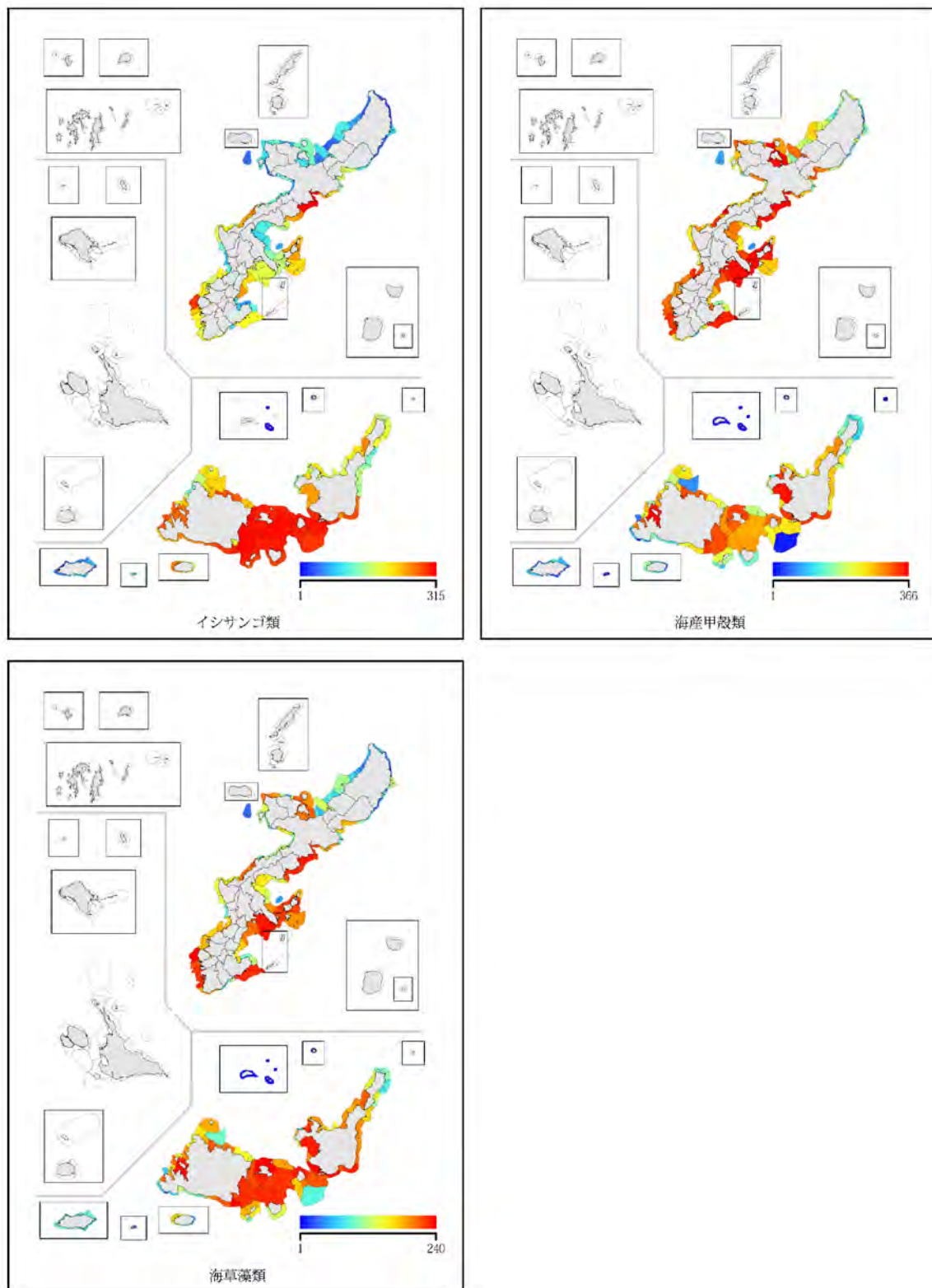


図 2-1-10 (2). 分類群ごとの種多様性パターン (海域)