

「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沖縄島編について、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、今回の沖縄島編【暫定版】に掲載された情報は暫定的なものであり、今後八重山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。なお、本県全体で解析を行っているため、本編で対象としない地域の解析結果等が図表に示されている場合がある。

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。

5. 保全優先度と総合評価

5. 1 保全優先度の検討

(1) 空間的保全優先地域特定の手順

生物多様性の保全政策やそれを推進するアクションプランは、システム化保全計画の枠組で議論されるようになった。この背景には、自然史研究において、生物の地理分布、系統、機能特性に関する情報が蓄積され、生物多様性に関する大規模なデータが蓄積され、そのようなビッグデータを分析する統計数理的手法が発展したことがある。システム化保全計画の特徴は、生物多様性の保全を社会経済的な制約も含めて検討する点にある。実際の保護区設置では土地利用に法的規制をかけるため、土地所有者やその土地で経済活動を行う人々との間で利害問題が発生する。したがって「どこに、どのような保護区を配置するのか?」という問題を考える場合、保護区設置に伴う利害関係を調整し、かつ、その経済的コストを最小にする必要がある。自然保護を巡る論争は保護と開発の二項対立になりがちだが、システム化保全計画のアプローチは、両者のトレードオフ関係を分析し、利害関係者に様々な選択肢を提供することで価値論争を最少化し、科学的根拠に基づいた合理的な意思決定を支援する。

システム化保全計画の基本的な特徴と手順は以下の6つである。

- 1) 保全計画で対象にする生物多様性のサロゲート（代替指標）を定義し、種分布や生態系機能などについて空間明示的データを収集する。
- 2) 明確で定量的な保全目標を検討する。
- 3) 現状の保護区ネットワークが、保全目標をどの程度満たしているのかを検証する。
- 4) 保全目標を達成するために必要な、保護区の配置計画（保護区の新設や再配置）を空間明示的に分析する。
- 5) 保全優先地域として特定された場所で、実際に適用する保全計画を検討する。
- 6) 保護区ネットワークにおける生物多様性の永続的な維持を促進するために、長期的モニタリングや適応的管理と併せて、保護区の管理メカニズムを整える。

特に、4) 保全優先地域の空間分析を目的として、現在様々なアルゴリズム・分析手法が提案されている。その中でも、Zonation は、汎用性の高さ、および計算アルゴリズムとアウトプットの明瞭さから広く普及している（Moilanen 2007 ; Lehtomäki and Moilanen 2013）。なお、本節のシステム化保全計画法の概念とそれに関わるアルゴリズムの解説は

久保田ほか（2017）の総説によっており、詳細な解説はそちらを参照していただきたい。また、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。

（2）空間的保全優先度の計算アルゴリズム

種ごとの分布情報と分布モデリングによって予測された結果に基づいた生物多様性地図によって、種数の多い地域（ホットスポット）を把握できる。種数の多い区画は、限られた面積で数多くの種数を捕捉できる。したがって、種数のホットスポットは、効率的に生物多様性を保全できる保全上重要な地域と見なすことができる。しかし、種の空間分布のパターンは、分類群や種間で大きく異なり、特異的な環境に局在する種も数多く存在する。実際、種多様性が低い区画に局在する種も少なくない。よって、種多様性の高い区画を、一義的に保全重要地域として見なすアプローチは、保全計画において十分ではない。よって、生物種を保護区ごとに相補的にカバーし、できる限り多くの種について、なるべく大きな分布面積を確保し、種のメタ個体群構造を健全に保つような保全計画が有効である。空間的な区画単位の保全優先度は、区画ごとの種の捕捉機能や全体の種多様性を捕捉する上での相対的貢献度の高さによって評価することができる。

空間的保全優先地域のランク付けの分析には、Zonation アルゴリズムを用いた。Zonation では、生物多様性損失が最も少ない保全単位を逐次的に除いていく計算方法を採用している。これにより、最大被覆問題および保全利益の最大化問題を分析できる（Moilanen 2007）。最適化によって保全優先地域を特定する手法では、保全目標を満たす保全単位の組み合わせがバイナリー値（0/1）として出力されることが多い。このため、全ての保全単位の優先順位を詳細に定量できない弱点があった。一方、Zonation アルゴリズムは、保全上の重要度を相対的な連続値として得ることができ、保全計画を検討する上での情報量が多い。つまり、Zonation による出力結果を分析することで、事前に定めた保全目標の妥当性や実効性を再評価することができる。内包された分析オプションの1つである Core Area Zonation（CAZ）は、地理的希少種の分布範囲の損失を最小化するように保全単位を逐次的に除くアルゴリズムである。別のオプションである Additive Benefit Function（ABF）は、ユーザの定義する関数に基づき、逐次的な除去過程で生じる生態学的価値の損失を計算し、損失が最も小さい地域から除去する。具体的には、除去過程で減少する種ごとの残存分布面積によって、種ごとの生態学的価値の減少を計算し、保全単位内に分布する種を合計した値を、その保全単位を除去した場合の生態学的価値の損失と

する。CAZ は地理的希少種の保全を最優先にするのに対し、ABF は地理的希少種を優先すると同時に、分析対象の全種の分布域をより多く捕捉することを目的としたアルゴリズムである。

(3) 保全ユニットの定義

保全ユニット（優先順位付けを行う最小単位）について、陸域では、生物分布データの解像度（約 1 kmグリッドセル）をそのまま用いた。一方、海域については、海域区分を保全ユニットとして用いた。

海域区分単位での保全優先付けは、Zonation のプランニングユニット（planning unit ; PU）と呼ばれるオプションで実行することができる。PU を使った解析では、通常の Zonation 分析と同じく、多様性損失の値はグリッドセル（ラスターのピクセル）ごとに計算される。しかし、その後で多様性損失値は PU ごとに集約され、PU 単位で除去が行われる（同じ PU に属するグリッドセルは同時に除去される）。多様性損失と同時にコストも集約される。コストを指定しない（グリッド間で均一コストを仮定する）場合には、PU 内のグリッドセル数がコストと見なされる。つまり、2 つの PU 間で多様性価値（損失）が等しい場合には、面積の小さい PU の優先度が高くなる。グループ単位で除去するグリッドセルを決定するという点では、後述するマスキレイヤとやや似ている。しかし、PU 分析では、PU 内の多様性情報に基づいて、除去する PU を決定する点でマスキレイヤとは異なっている（マスキレイヤは、ユーザーがあらかじめ除去するグループの順番を指定する）。尚、PU はマスキレイヤと併用可能である。

PU 分析の出力は、グリッドセル単位の優先順位を事後的に平均化する場合と似た結果を返すかもしれない。しかし、PU を組み込むことで、保全ユニット間での生息地属性や生物データ数などの諸条件の違いを予め考慮して優先順位付けを行うことが可能になる。これには、

- 1) 海域内に希少種が分布していたり多様性ホットスポットが含まれていれば、それは海域の重要性として考慮される（景観全体の保全パフォーマンスに照らして評価される）。
- 2) 一つのユニットを削った際の残存分布を考慮して、次に削除するユニットが計算される（プランニングユニット間の相補性が保証される）。
- 3) 海域のランキングが除去規則に従って客観的に生成されるので、事後的な集約方法の一長一短に悩まされなくて済む。

といったメリットがある。

ただし、このように大面積の保全ユニットに情報を集約化してしまうと、グリッドセル単位の優先度が平均化されるため、全体的な保全パフォーマンス（面積効率）は下がる、というデメリットもある。

(4) 生物分類群ごとの空間的保全地域ランク付け

Zonation アルゴリズムには、空間的保全優先度のランク付けに関して様々なオプションが実装されている。本プロジェクトでは、種の重み付けや空間スケールを制御して、陸域の 10 生物分類群（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）と海域 7 分類群（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）それぞれについて、空間的保全優先地域ランク付けを行った（図 2-5-1、図 2-5-2）。

Zonation アルゴリズムにおいて、種の希少性は地理分布面積によって暗示的に評価される。しかし、種によっては地理的分布と絶滅危惧度は必ずしも対応しない。Zonation の種ごとの重み付け機能では、種の保全重要度を明示的に考慮できる。具体的には、種の保全上の重みが、除去規則の関数にパラメータとして組み込まれる。利益関数法（ABF）の場合、サイト i を除去した際の種 j の分布損失 ΔV_j に種の重みパラメータ w_j を乗じることによって、種の分布域損失が重みづけされる。Core-area-Zonation アルゴリズム（CAZ）では、サイト i 内の種 j の残存分布割合 q_{ij} が、 w_j で重みづけされる。いずれの場合も、種の重みは、「ある保全目標の下、種 A は他の種と比べて何倍重要である」というように、直感的に解釈することができる。この種の重みには、保全計画者や政策の意思決定者の主観が部分的に含まれることになる。主観的な重みづけは生物学的な正当化が難しく、仮に全ての種に均等な重みを与えたとしても ($w_j = 1; \forall j$)、それも生物分類群や種の特異性（種間の進化履歴、分類学的不確実性、分布データの信頼度、絶滅確率等の違い）を全て無視した重みづけの一種であることを注意すべきである。

種ごとの絶滅リスクは、一部の分類群ではレッドデータブックに情報が集約されている。そこで、レッドデータブックにおける種ごとの保全上の重要度に基づいて種を重みづけして、沖縄県内の約 1 x 1km の地域ごとの保全優先度を分析した。なお、種レベルの重み（SPW）は、レッドデータおきなわ第 3 版に基づき、以下のように定義した（表 2-5-1）。

表 2-5-1. 種レベルの重みの定義

レッドデータおきなわ（第3版）カテゴリー	種の重み
絶滅危惧 IA 類 (CR)	8
絶滅危惧 IB 類 (EN)	6
絶滅危惧 II 類 (VU)	4
準絶滅危惧 (NT)	2
情報不足 (DD)	2
絶滅のおそれのある地域個体群 (LP)	1
リストに記載されていない種（普通種）	1

※1 情報不足（DD）は、カテゴリーを判定するに足る情報が得られていない種であり、より上位のカテゴリーに移行すべき種を含む可能性があるが、確実な情報がある種により重みを付けるべきという考え方もある。したがって、今回の分析では、情報不足（DD）は過大過小評価にならないように準絶滅危惧（NT）と同等の重みとした。また、絶滅のおそれのある地域個体群（LP）は、種レベルの評価を行うこととしたため、種の重みをつけないこととした。

※2 本解析では亜種変種は種レベルに統合しており、同一種内で複数の亜種変種が含まれる場合には、過大評価にならないように最も下位のカテゴリーの重みづけを採用した。

この定義では、普通種を1として、レッドリストのランクが高くなるにしたがって段階的に大きな重みがかかるようになっている。なお、絶滅種（EX）および野生絶滅種（EW）は解析に含まれていない。

実際の保全計画に投下できる経済的コストには制約があるので、希少種や絶滅危惧種に保全エフォートを優先的に投じることは、生物多様性の損失リスクを効率的に回避するために重要である。具体的には、CAZによる空間的区画のリムーバルでは、種分布の残存面積を各種毎の保全重要度の重みで割った値で計算することで、絶滅危惧度の高い種ほど残存面積が小さく評価され、保全優先度が高いと判断される。ABFでは、種の保全重要度を種ごとの生態学的損失の計算に掛け合わせる。これにより、絶滅危惧度の大きい種が分布する空間的区画が除外された場合に、生態学的損失が大きいと評価される。

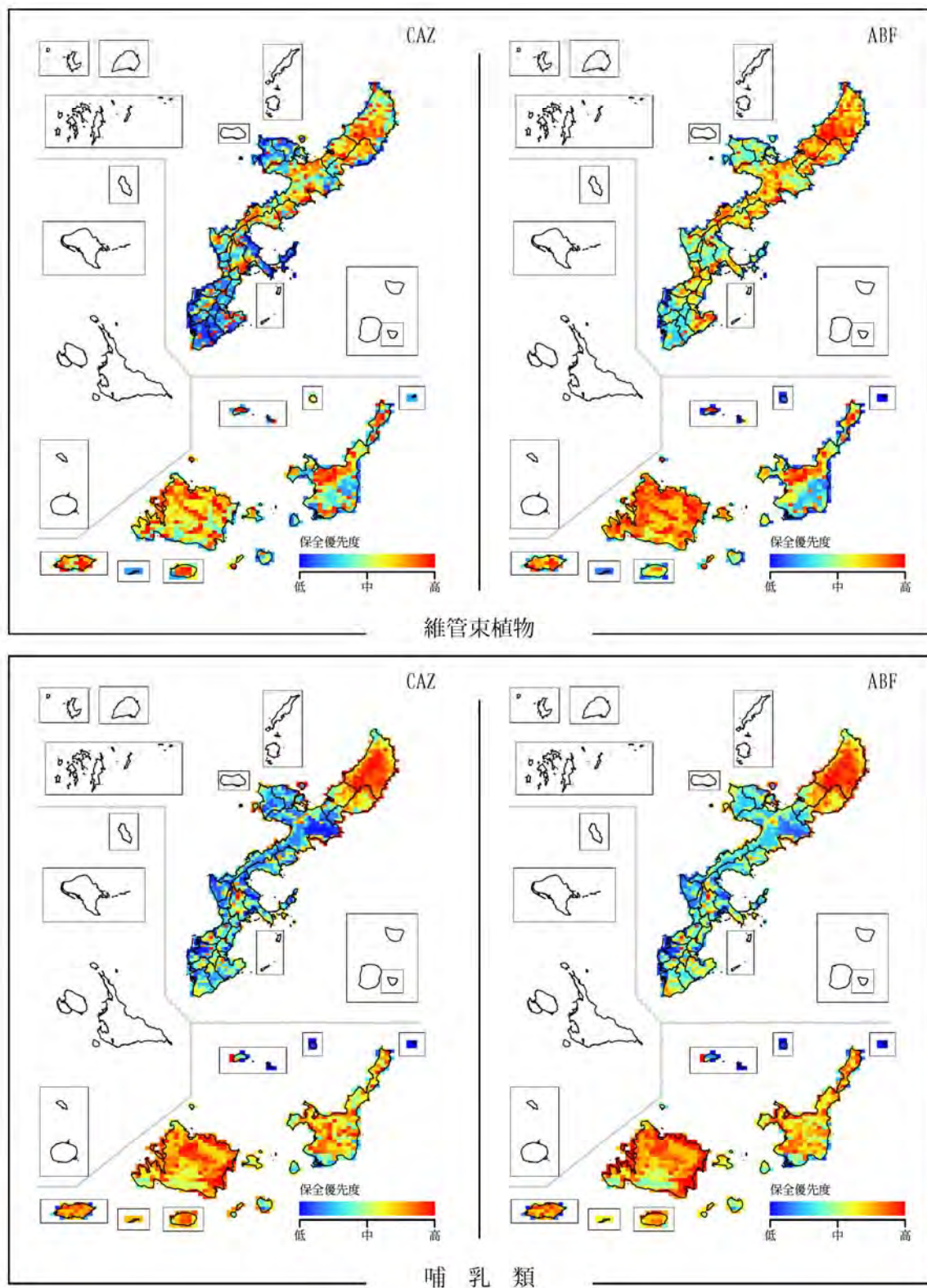


図 2-5-1 (1). 生物分類群ごとの保全優先度 (陸域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

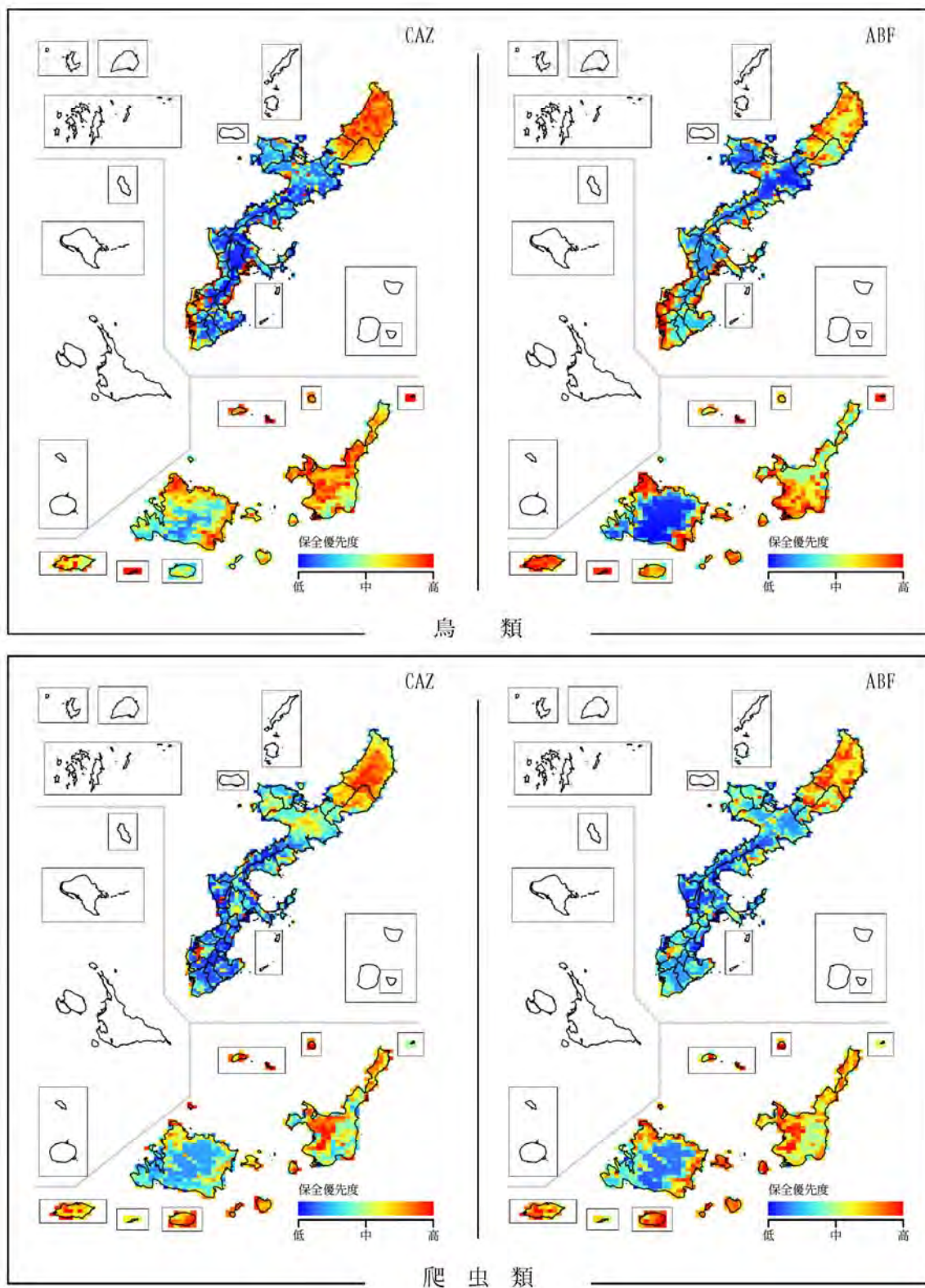


図 2-5-1 (2). 生物分類群ごとの保全優先度 (陸域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

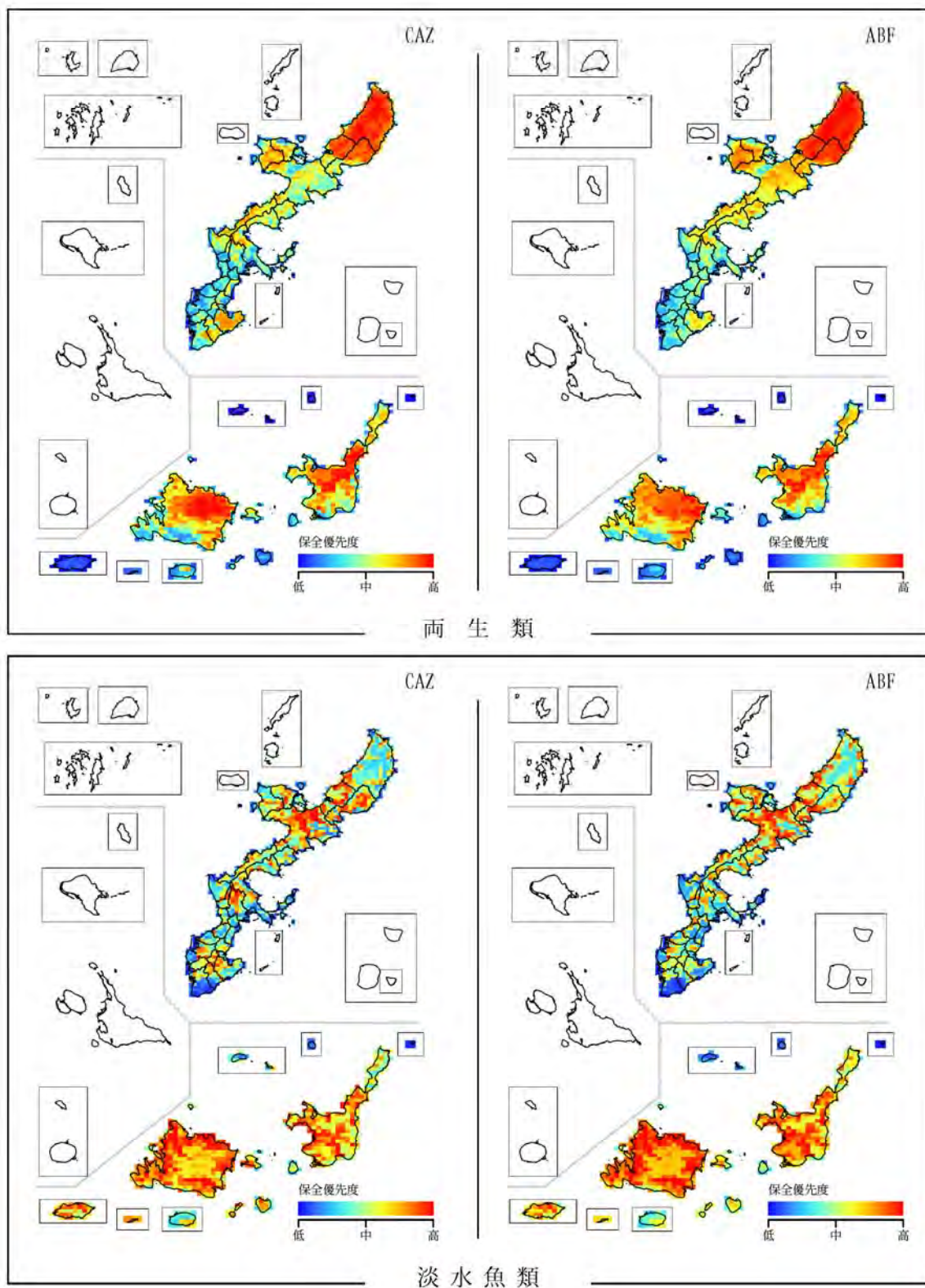


図 2-5-1 (3). 生物分類群ごとの保全優先度 (陸域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

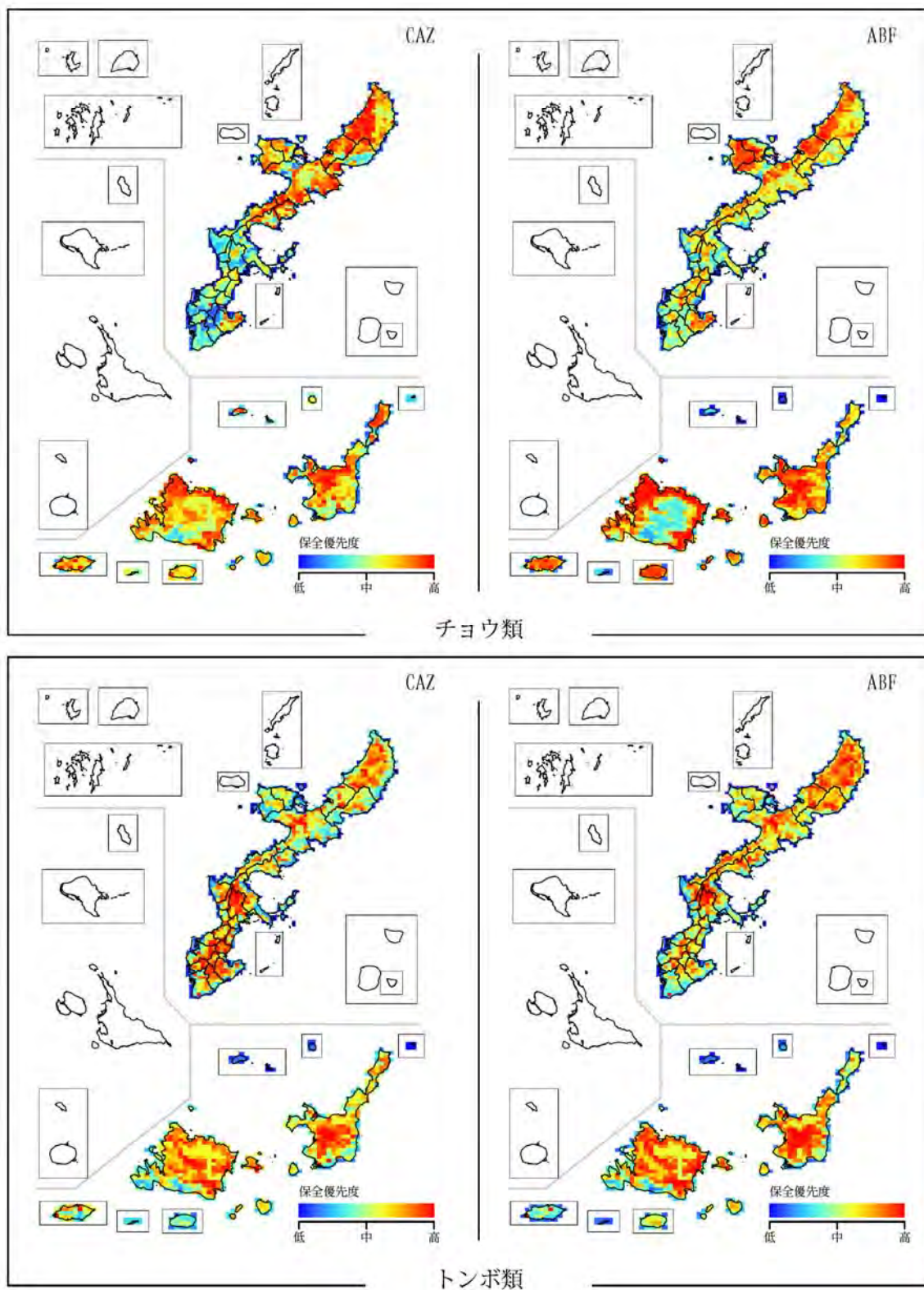


図 2-5-1 (4). 生物分類群ごとの保全優先度 (陸域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

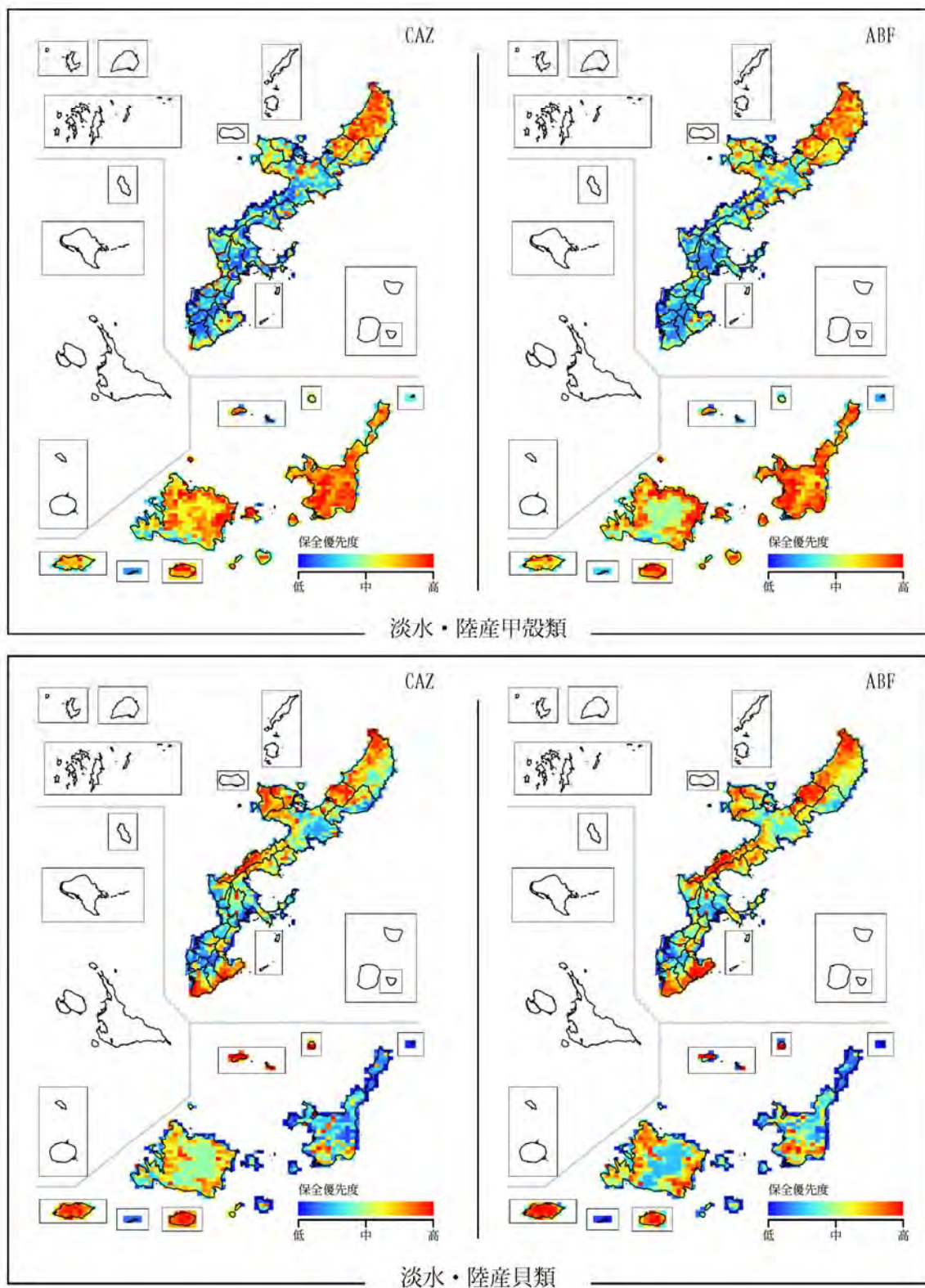
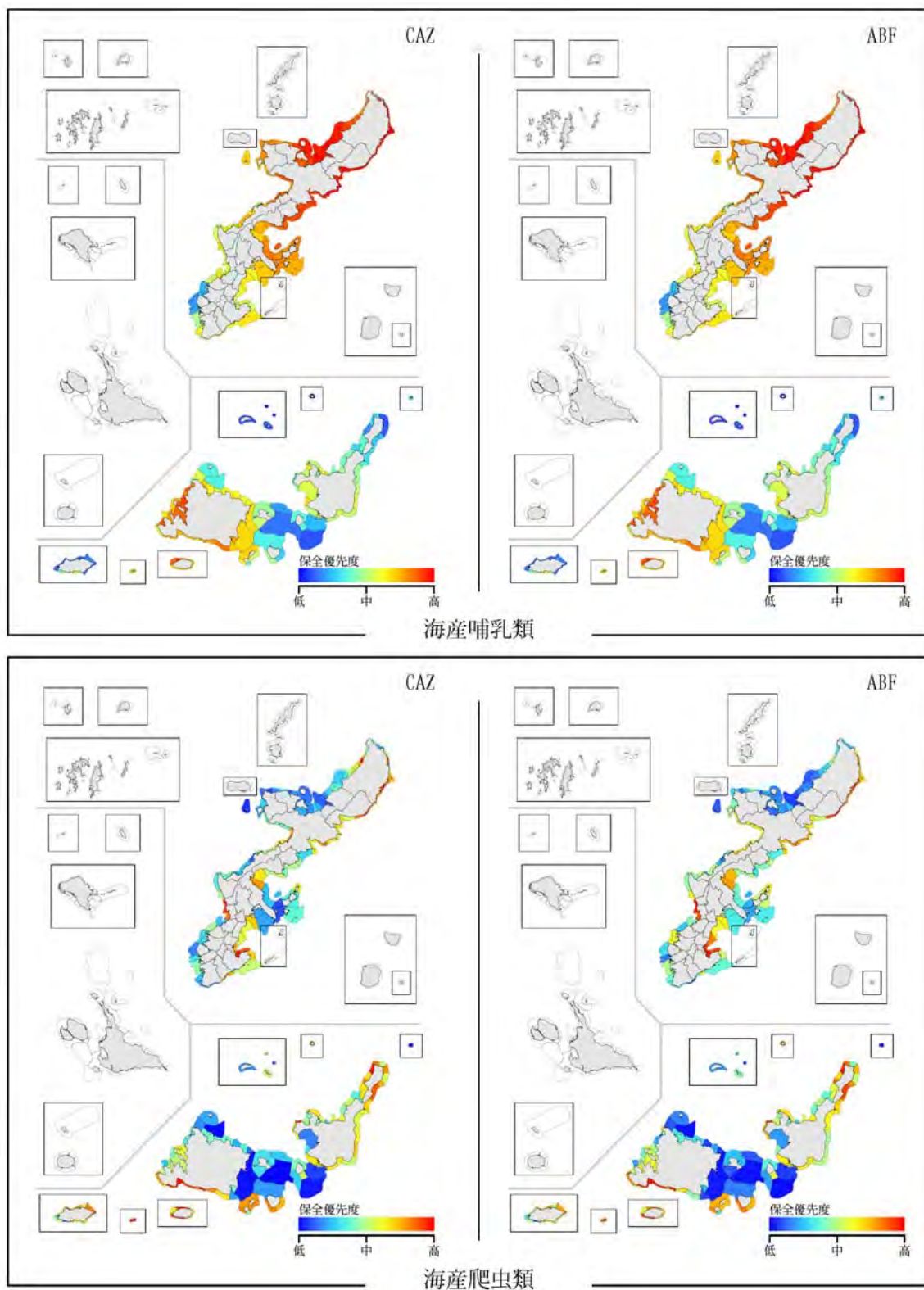


図 2-5-1 (5). 生物分類群ごとの保全優先度 (陸域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度



2-5-2 (1). 生物分類群ごとの保全優先度 (海域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

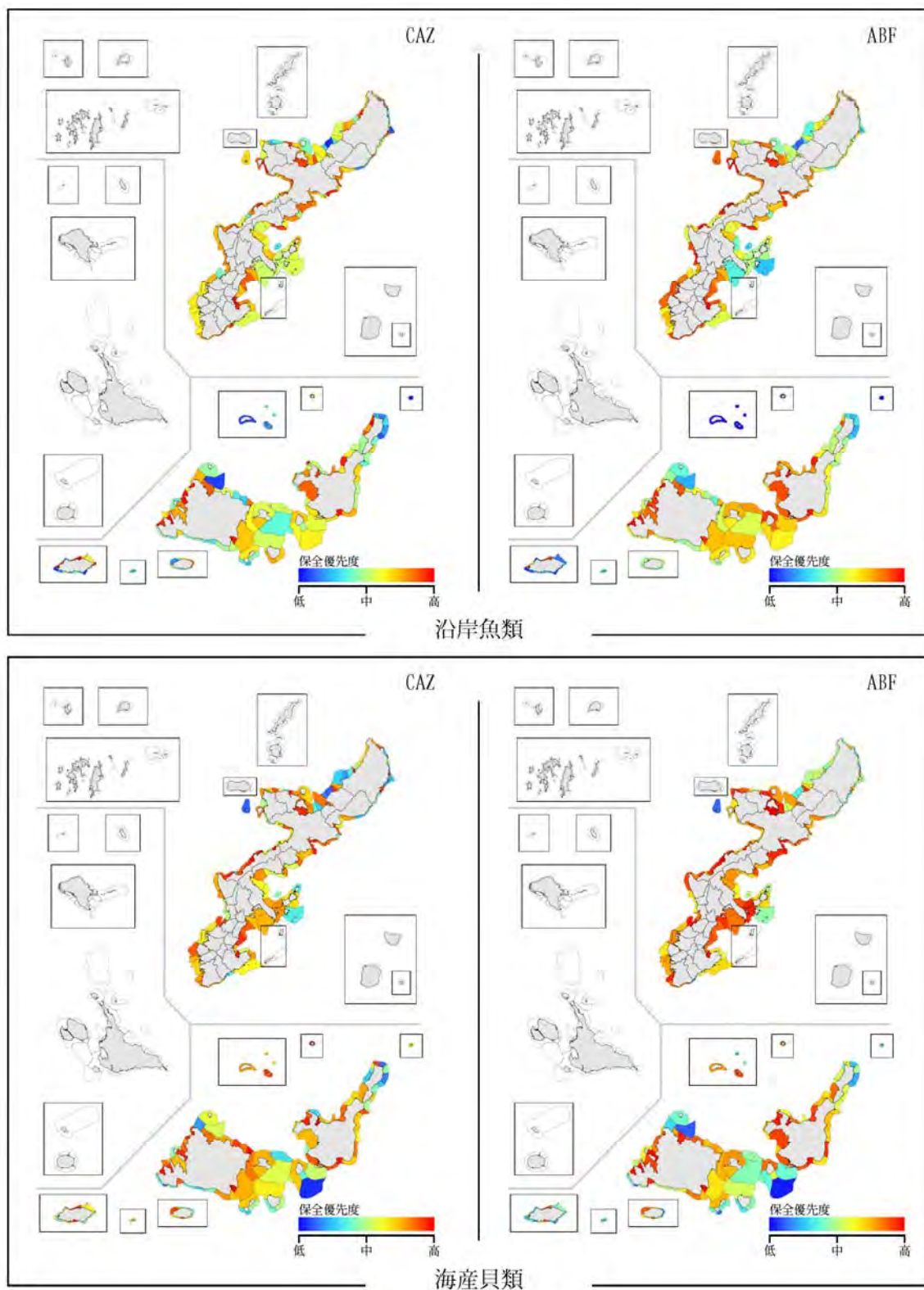


図 2-5-2 (2). 生物分類群ごとの保全優先度 (海域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

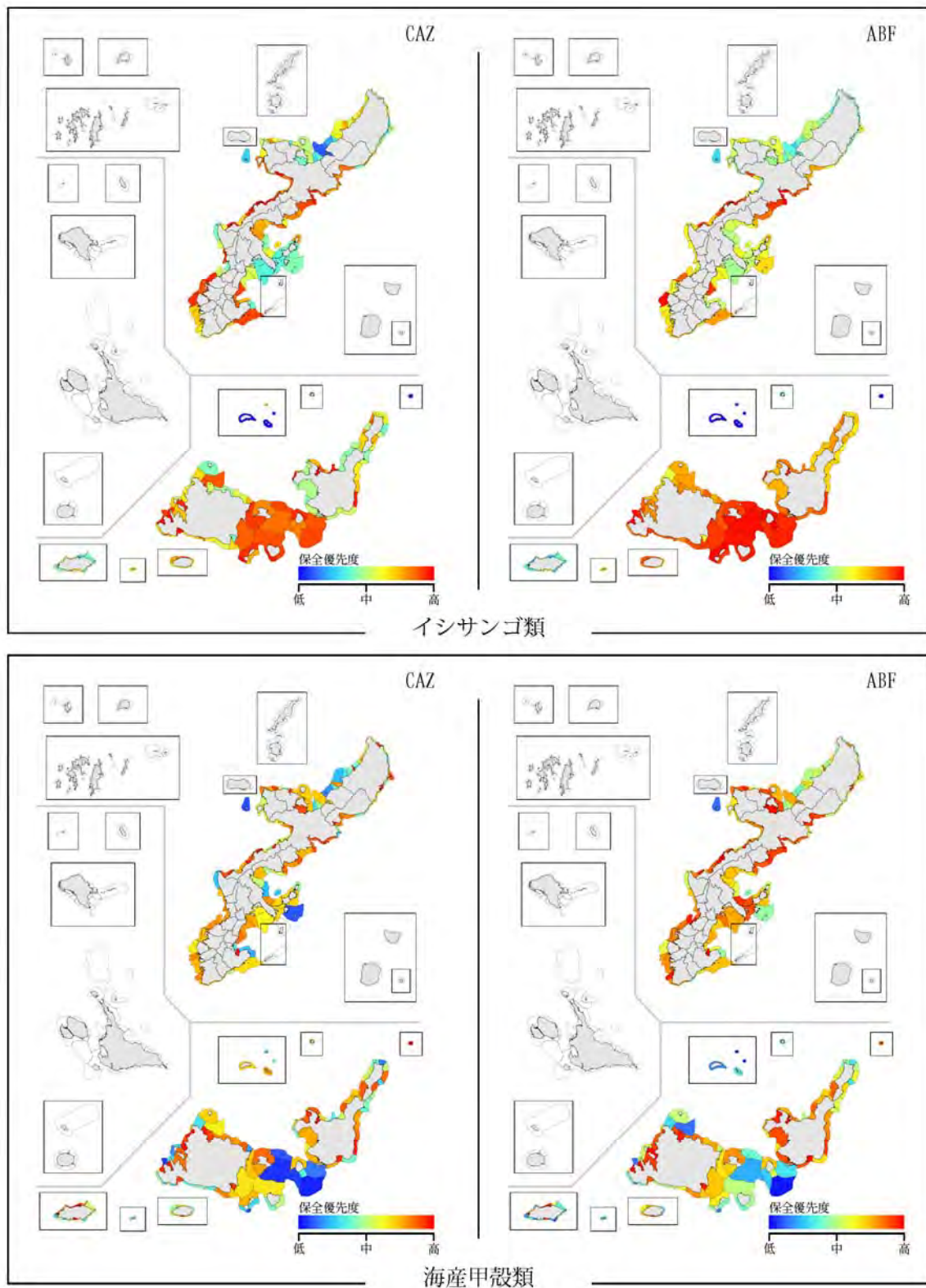


図 2-5-2 (3). 生物分類群ごとの保全優先度 (海域)

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

(5) 生物分類群を統合した保全優先度

様々な生物分類群の多様性パターンを把握することは、各分類群の多様性の起源や維持プロセスの存続可能性に関する保全ベースラインを特定する上で重要である。したがって、生物分類群ごとの保全優先地域のランク付け分析は、個々の分類群の生物多様性の形成機構を捕捉した分類群レベルの保全計画に貢献する。例えば、哺乳類には哺乳類の多様性を保全するための計画が、爬虫類には爬虫類の多様性を保全するための計画が個別に検討されることが理想である。一方で、保全実務上は、あらゆる生物分類群をそれぞれ個別に100%保全することは不可能であり、対象地域（例えば沖縄県）の全てを保全地域に指定できるわけではない。このような制約のため、限られた保全リソース（空間）の中で、なるべく多くの分類群の生物種を効率的に保全する現実的な保全計画を考案する必要がある。

保全優先地域の分析には、特定の生物分類群の多様性が代表指標（サロゲート）として用いられる。しかし、生物の分布には種特異性や分類群特異性があるので、サロゲートの適用可能性には限界がある。さらに、サロゲート生物と他の生物の分布に空間的な不一致がある場合、サロゲートに基づく保全地域の選定は他の生物の存続可能性の損失につながる可能性もある。この問題に対する解決策として、なるべく多くの生物群の空間情報を集めて、空間的保全優先地域分析に用いる多分類群アプローチが推奨される。

(6) 集約化重みづけによる保全優先度の計算方法

複数の生物分類群の空間分布情報を統合して扱う場合、各分類群の解析上の扱いに注意を払う必要がある。なぜなら、生物多様性保全では保全上の重要生物が、客観的あるいは主観的に定義されている場合が少なくない。例えば、地域の固有生物や、レッドリストに記載された種は、保全政策のシンボルとして重要視される。また、単純に複数の分類群の種を総和した場合には、種数の多い分類群が、解析結果に対して強い影響力を持つことになる。必然的に高次消費者や大型動物は、解析上軽視されることになる。したがって、全ての種を同等と見なした分析は、保全計画的には必ずしも妥当でない場合がある。

前述したように、Zonation には、生物分類群や種の保全上の重みを、除去規則の関数にパラメータとして明示的に組み込んでいる。種の重みづけは、絶滅危惧ランクを含めて2つ以上の項目で定義することもできる（例えば、固有性、進化的固有度）。その場合、最終的な種の重み(SPW)は、 k 個の重み (sw) の積として定義される。

$$SPW_j = sw_j^{(1)} * sw_j^{(2)} \dots * sw_j^{(k)}$$

この式に基づき、分類群ごとの集約化した重みを考慮することができる。各分類群は、生態系機能やサービスへの役割が異なるという意味において、保全利益の観点においても等価ではない。保全計画では、特定の分類群（例えば、植物やサンゴのような生態系の基盤となる分類群や、高次捕食者のようなアンブレラ効果が期待できる分類群）を重視したい局面があるかもしれない。それらは分類群 l の重み (TW_l) として、 m 個の重み (tw) の和として定義できる。

$$TW_l = tw^{(1)} + tw^{(2)} \dots tw^{(m)}$$

ここでも、分類群の重みは任意に与えられる。例えば、両生類の重みを 1 として、哺乳類の生態系サービスを保全上重要視したい場合、哺乳類の重みを 1 より大きくすれば良い。

分類群間の種数の違いにも注意を払う必要がある。分類群間の種数差が大きい場合、各分類群の種の重みをそのまま用いると、種数の多い分類群のデータ上の特徴が空間的優先順位付けに強く反映されることになる。これを避けたい場合、分類群の種数 (N_l) で重み全体を基準化することによって、分類群間の影響力を均等化できる。分類群の重みと種数補正を含めて集約化した種の重みづけは以下で定義される。

$$Aggregated.SPW_j^{(1)} = (SPW_j * TW_l) / N_l$$

分類群レベルの重みは、全分類群均等な重みを与えた ($TW = 1$)。そのうえで、各分類群の重みを均等にするために、分類群の種数で重みを補正した。

全分類群を統合した場合の保全優先度の分布を図 2-5-3 に示す。

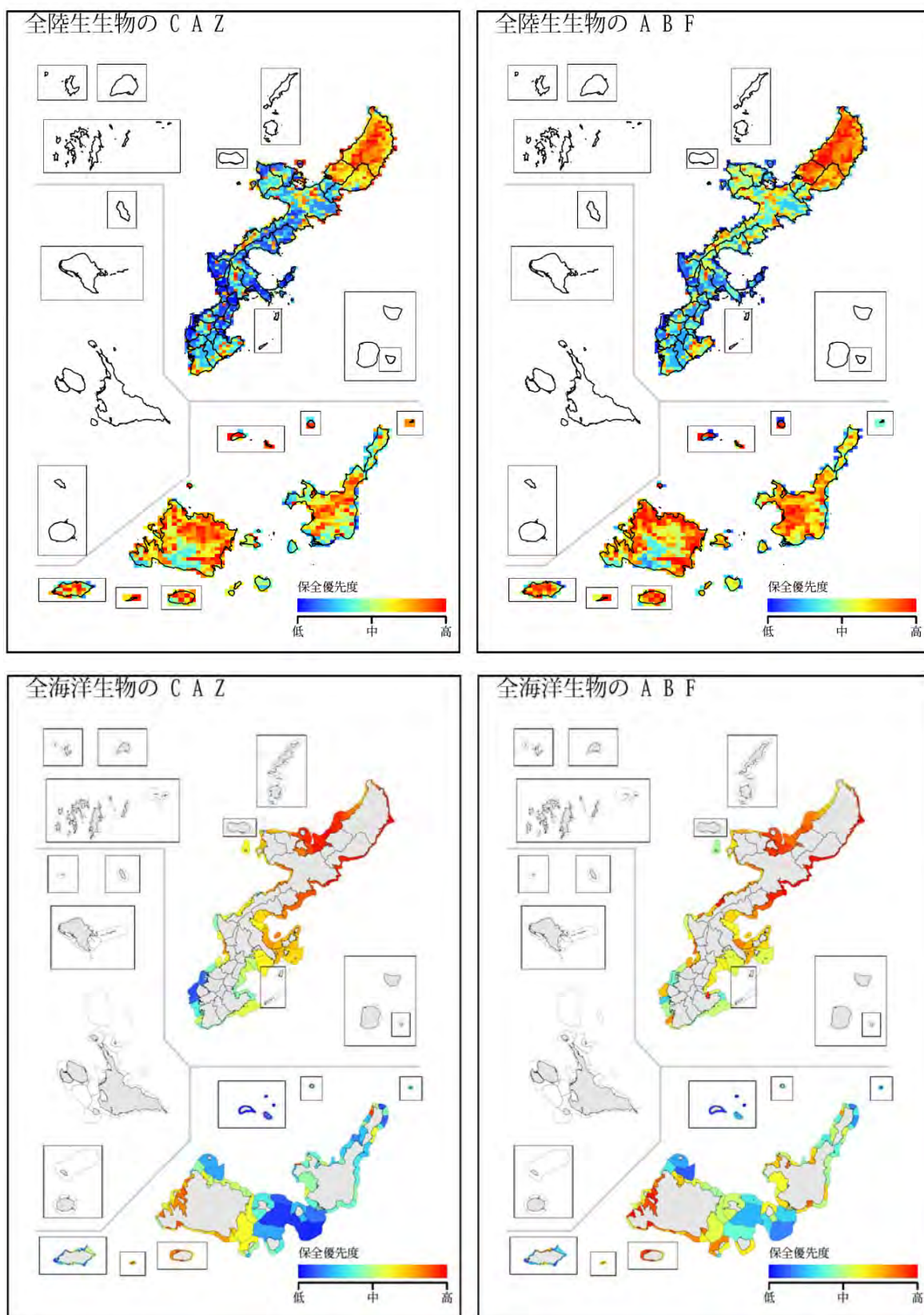


図 2-5-3. 全分類群統合保全優先度

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

※本図の分析結果の特徴に関しては、元データとなる種分布予測結果に関する留意事項
(第 2 章 - 1 (4) 「種の空間分布の予測と生物多様性パターンの定量」) に記載も参照のこと

Column

日本全国スケールでみた沖縄島の保全優先度

[文：久保田康裕（琉球大学教授）]

本指針では、沖縄島の生物多様性の空間分布データを用いて保全優先度を検討しました。今後、八重山、宮古、久米島など沖縄島以外の地域でも生物多様性データを整備して同様の評価を行い、最終的に沖縄県全体でみた各地域の保全優先度が示されます。このように対象地域を広げていくことで、県内各地域の保全重要度が明らかになります。また、地理的なスケールを日本全土に拡大すると、たとえば県内の街中の生物多様性が全国的に見ると希少であったり、その逆だったりといったことも明らかになります。

実際、日本全国で見た場合、沖縄島の生物多様性はどのように位置づけられるのでしょうか。本指針で使ったシステム化保全計画法の手法（Zonation）によって、日本全土に渡る生物多様性データも含めて、沖縄島の保全優先度を解析しました（図）。その結果、沖縄島は都市部も含めて、日本全体で見た場合には保全優先度が極めて高いという結果になりました。沖縄は国内でも特に生物多様性が高い地域というイメージがあることと思いますが、今回の結果は、そのことを視覚的にもはっきりと示しています。

このように、沖縄島を含む琉球諸島は国内において生物多様性の宝庫で、優先的に保全すべき地域のひとつであり、より積極的な保全に関する施策等が求められます。

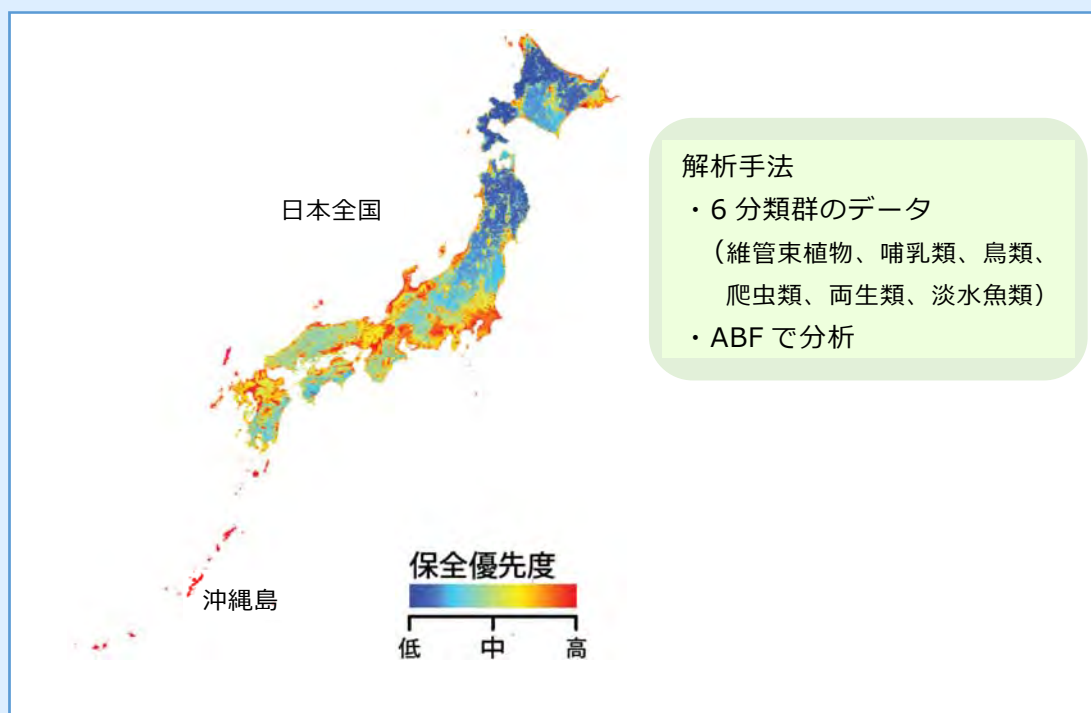


図. 日本全国スケールでの沖縄島の保全優先度

5. 2 総合評価ランクの検討

(1) 土地利用や保全現況を考慮した総合評価

保全計画の対象地域には、土地利用の履歴や自然度の異なる生息地が含まれており、保全現況も異なるのが一般的である。それらの場所は、生物の分布状況だけでなく、期待される保全利益（生態系機能や生態系サービスの供給効果）や、それを発揮・維持するための土地利用計画も異なるはずである。例えば、原始的な自然が残っている場所は、保護のコアエリアとして適しているし、市街地では緑地管理によるレクリエーション効果の向上などが主な課題になるだろう。また、保全現況（保護区による法的規制）は、実現可能性の高い保全計画を検討する上で必須の情報である。現在の保全現況は、必ずしも生物多様性保全に対して最適化されていないだろう。しかし、それらを明示的に保全優先地域分析に組み込むことにより、現状の保全計画の実効性やパフォーマンスを把握し、改善策を考えるための根拠を提示することが可能になる。

生物多様性保全の観点から見た土地利用や景観構造の階層性は、マスキレイヤ（Mask layer）として Zonation 分析に組み込んで、保全優先度のランク付けを段階的に行うことができる。具体的には、保全優先度のランク付けを行う地域とその順番をマスキレイヤによって制御する。これによって、マスキレベルの低い地域から先にランク付けされ、最もマスキレベルの高い地域が最後にランキングされる。例えば、現況からみて、原始的な地域→自然度の高い地域→準自然地域→居住地域といった階層性があった場合、それらをマスキレイヤとして図 2-5-4 のような階段状の保全パフォーマンス曲線を描くことができる。

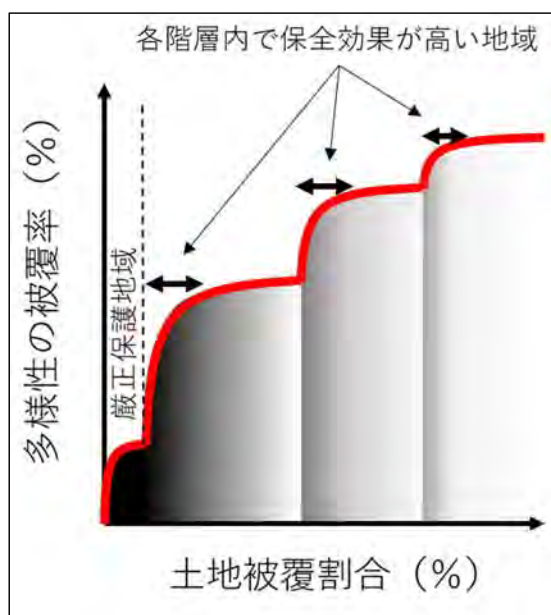


図 2-5-4. マスクレイヤを用いた階層的な空間的保全優先地域分析のイメージ

図 2-5-4 の左側ほど、生物多様性保全上の重要度が高い。ここで重要なのは、階層ごとに保全優先順位が生成される点である。特に、各階層でパフォーマンス曲線の傾きが急になっている箇所（矢印）は、少ない面積で高い保全効果が得られる地域である。このような情報は、各階層において、どこに、どのような保全アクションを適用すれば良いかを検討する際に有益である。

(2) 沖縄県の生物多様性保全の総合評価

本プロジェクトで構築した生物分布情報には、陸域 10 分類群（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）と海域 7 分類群（海産爬虫類、沿岸魚類、海産貝類、イシサンゴ類、海産甲殻類、海藻草類、海産哺乳類）が含まれている。本指針では、陸域において、全分類群の潜在的種分布情報を用いて、前述の分類群別の集約化重みづけ

（Aggregated weighting）を行った上で、マスクレイヤ（Mask layer）を伴う空間的保全優先順位付け分析を行った。

更に、階層ごとの保全目標に照らした保全指針を決定するために、保全優先順位付け結果（連続値）の事後分類を行い、総合評価タイプ（ABF、CAZ）、総合評価ランク（ABF）を設定した。総合評価タイプはマスクレイヤの段階毎に保全優先順位を付けたものであり、総合評価ランクは保全優先度や総合評価タイプを元に、前指針（「自然環境の保全に

関する指針]) と同様の陸域 5 ランク、海域 4 ランクに整理したものである。

➤ マスクレイヤの定義

階層的な保全優先度のランク付けを行うために、陸域は土地利用及び現存植生の情報を用いて原生的自然地域、自然地域、混在地域、農業地域等、都市集落地域の 5 段階のマスクレイヤを整備した。なお、海域については、陸域の土地利用にあたる情報がないことからマスクレイヤを設定しなかった。陸域におけるマスクレイヤの定義とマスクランクは以下の通りである。

表 2-5-2. マスクレイヤの定義 (陸域)

マスクレイヤ	原生的な自然地域	自然地域	混在地域	農業地域	都市集落地域
条件 (植生及び土地利用)	自然植生 50% 以上	自然植生 50% 未満且つ森林地域 50%以上	左右に該当しない地域	耕作地等面積 50%以上	市街地等面積 5%以上
マスクランク (略称)	1 (原生)	2 (自然)	3 (混在)	4 (農業)	5 (都市)

➤ 保全優先度スコアの事後分類 (総合評価タイプの作成)

陸域について、土地利用や植生の現況に照らした保全指針を構築するために、Zonation による保全優先順位付け解析の結果 (0-1 の連続値) を事後分類し、総合評価タイプを決定した。総合評価タイプの計算には、マスクレイヤ (土地利用等による類型区分) を用いた Zonation の出力結果 (3 次メッシュレベル) を用いた。陸域については、マスクランクと、ランク内での種分布の捕捉割合に基づき、1 kmグリッドセルレベルで総合評価ランクを決定した。なお、海域については海域利用区分や海域自然度を現段階で定義することが困難なため、マスクレイヤを設定せずに総合評価タイプ及び総合評価ランクを計算した。以下に、総合評価タイプの事後分類法について解説する。

陸域のマスクレイヤ内の分類には、Zonation の出力する種分布の捕捉割合を用いた。Zonation では、アルゴリズム上で保護面積を逐次的に除去していく際、種の分布範囲の消失を追跡することができる。これは、パフォーマンス曲線と呼ばれ、土地損失とそこに含まれる生物分布の損失割合の関係性を記述することができる。パフォーマンス曲線の傾きは面積当たりの保全効率を表しており、傾きの変換点は保全重要地域を区分けするための目安になる。パフォーマンス曲線は種ごとに出力されるため、全種を集約した代表値を決める必要がある (最小値、平均値、中央値、重み付き平均)。本プロジェクトでは以下の理由により、種間の重み付き平均をパフォーマンス曲線の代表値として用いた: 1) 全体的

な保全パフォーマンスをできる限り高めたい、2) 種間の保全価値の不均等性を考慮したい。

パフォーマンス曲線に基づいて、マスクランク内の 1 kmグリッドセルを分類する手順は以下である。1) 全体のパフォーマンス曲線から、対象とするマスクランクに該当する部分を取り出す。2) 取り出した部分曲線の両端を結ぶ直線 ($l = ax + by + c$) を定義する。3) 直線 l と部分曲線上の点 (x_i, y_i) との垂直距離を計算する $d = |ax_i + by_i + c| / \sqrt{a^2 + b^2}$ 。4) 直線 l との垂直距離が最大となる点を求める。この点が、保全効率の変換点である (図 2-5-5)。この点の右側部分を、そのマスクランク内での最重要地域と定義した。この点の左側部分の分割方法には様々なオプションが考えられる (分割しないオプションも含まれる)。方法論的には、曲線の飽和点で区切るのが理想的かもしれない。しかしながら、沖縄県の陸生生物の場合、パフォーマンス曲線に飽和点が見られなかったため、この方法は採用できなかった。よって、点の左側部分を 3 等分し、マスクランク内を 4 つの段階に区分した：最重要地域、地域 1、地域 2、地域 3。ここでの「地域 #」の分類は便宜的なものなので、出力結果を見ながら再統合を検討する必要がある。なお、海域では自然度や利用区分によるマスキレイヤは用いていないので、階段状の保全パフォーマンス曲線にはならない。したがって、海域全域を通した単一のパフォーマンス曲線に基づいて、変曲点の右側部分を総合評価ランク I とし、変曲点の左側部分を均等分割して総合評価ランク II ~ IV を割り振った。

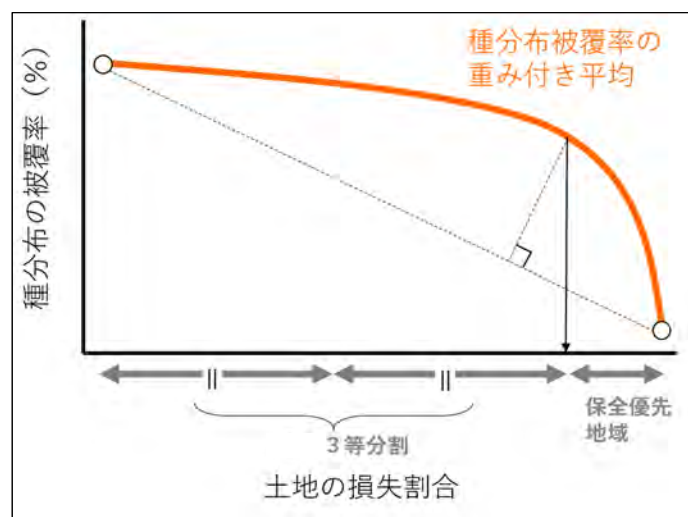


図 2-5-5. 総合評価タイプの定義のための各マスキレイヤ内での保全優先地域の分類

マスクランク内を 4 つの段階に分けた結果から、総合評価タイプ (陸域 20 タイプ) を設定した (表 2-5-3、図 2-5-6)。

表 2-5-3. 自然度に基づく陸域の総合評価タイプに含まれる 3 次メッシュ数【暫定版】

総合評価タイプ (20 タイプ)		3 次メッシュ数		総合評価ランク (5 ランク)
マスクランク	マスクランク内 での優先順位	CAZ	ABF	
1 (原生)	1	23	17	I
	2	54	76	I
	3	60	51	II
	4	28	21	II
2 (自然)	1	122	150	I
	2	107	101	II
	3	97	110	II
	4	132	97	III
3 (混在)	1	105	131	II
	2	49	42	III
	3	48	44	III
	4	49	34	IV
4 (農業)	1	59	82	III
	2	25	24	IV
	3	31	25	IV
	4	35	19	V
5 (都市)	1	235	249	IV
	2	11	7	IV
	3	12	7	V
	4	12	7	V

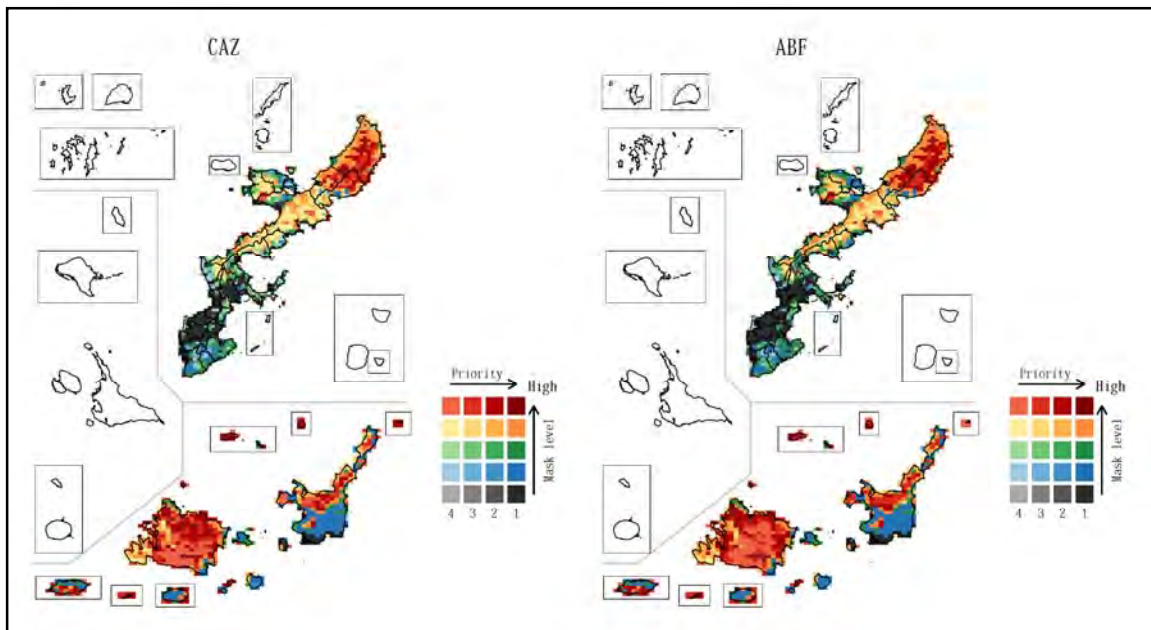


図 2-5-6. 自然度に基づく陸域の総合評価タイプ【暫定版】

※CAZ は希少性から見た保全優先度、ABF は種多様性から見た保全優先度

※凡例の Mask Level はマスクランクを示し、Priority はマスクランク内での優先順位を示す

※本図の分析結果の特徴に関しては、元データとなる種分布予測結果に関する留意事項

(第 2 章 - 1 (4) 「種の空間分布の予測と生物多様性パターンの定量」に記載) も参照のこと

➤ 保全優先度スコアの事後分類（総合評価ランクの作成）

保全優先度及び総合評価タイプを元に、平成 10 年の「自然環境の保全に関する指針」（沖縄県 1998）を踏襲し、陸域で 5 つ（陸域における自然環境の保全に関する指針）、海域で 4 つ（沿岸域における自然環境の保全に関する指針）の総合評価ランクにカテゴリ分けした（表 2-5-4）。ただし、海域の総合評価ランクについては今後検討する余地があるため、本暫定版においては陸域の総合評価ランクのみを掲載した。

表 2-5-4. 陸域の総合評価ランクのカテゴリー一覧【暫定版】

総合評価 ランク	説明	マスク ランク	空間的保全優先順位付け との対応（ABF）
I	生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が極めて高い区域	1, 2	マスク 1 の上位 56% マスク 2 の上位 33%
II	生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が高い区域	1, 2, 3	マスク 1 の下位 44% マスク 2 の中位 46% マスク 3 の上位 52%
III	生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が中程度の区域	2, 3, 4	マスク 2 の下位 21% マスク 3 の中位 34% マスク 4 の上位 55%
IV	自然環境の保全及び向上を図る区域	3, 4, 5	マスク 3 の下位 14% マスク 4 の中位 33% マスク 5 の上位 95%
V	自然環境の保全及び向上を積極的に図る区域	4, 5	マスク 4 の下位 13% マスク 5 の下位 5%

総合評価ランクの分類結果は、前指針と同様に 1 つに絞り込むこととして、A B F のみを掲載することとした。分類結果を図 2-5-7 に示す。

更に、施策への反映を見据えて、総合評価タイプ及び総合評価ランクの位置づけについて表 2-5-5 に整理した。

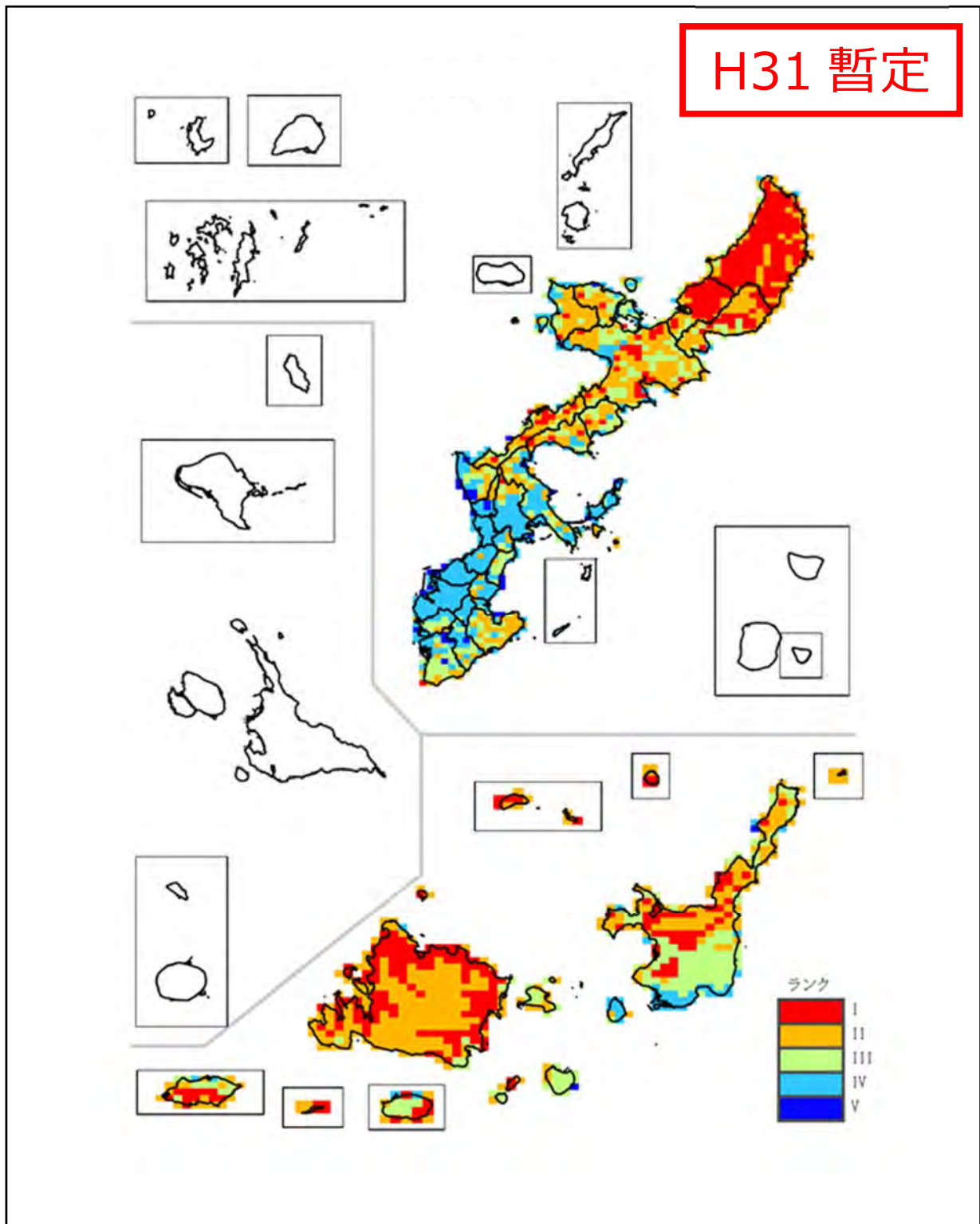


図 2-5-7. 陸域の総合評価ランク【暫定版】

※本図の分析結果の特徴に関しては、元データとなる種分布予測結果に関する留意事項
(第 2 章 - 1 (4) 「種の空間分布の予測と生物多様性パターンの定量」に記載) も参照のこと
※低ランクでも生物多様性保全上重要な種や分類群が存在する可能性があることに留意が必要

表 2-5-5. 自然度に基づく陸域の総合評価タイプと総合評価ランクの位置づけ【暫定版】

陸域総合評価ランク (5ランク)		陸域総合評価タイプ (20タイプ)				
		1. 原生的な自然地域	2. 自然地域	3. 混在地域	4. 農業地域	5. 都市集落地域
評価ランクI	生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が極めて高い区域	原生的な自然が広がる本地域において、生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が極めて高い区域	森林等の自然環境が広がる本地域において、生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が極めて高い区域			
	原生_1, 2 自然_1	原生_1, 2 自然_1				
評価ランクII	生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が高い区域	原生的な自然が広がる本地域において、生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が高い区域	森林等の自然環境が広がる本地域において、生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が高い区域	多様な環境が混在する本地域において、生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が高い区域		
	原生_3, 4 自然_2, 3 混在_1	原生_3, 4 自然_2, 3 混在_1	原生_2, 3	混在_1		
評価ランクIII	生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が中程度の区域	自然_4 混在_2, 3 農業_1	森林等の自然環境が広がる本地域において、生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が中程度の区域	農地等が広がる本地域において、生物多様性の維持を図る上で、保全優先度が中程度の区域		
	自然_4 混在_2, 3 農業_1	自然_4	自然_2, 3	農業_1		
評価ランクIV	自然環境の保全及び向上を図る区域	混在_4 農業_2, 3 都市_1, 2, 3	多様な環境が混在する地域としては、生物多様性が低く、緑地や湿地など自然環境の保全及び向上を図る区域	農地等が広がる本地域において、生物多様性はやや低く、緑地や河川、湿地など自然環境の保全及び向上を図る区域	都市集落が広がる本地域において、生物多様性が高く、緑地や河川、湿地など自然環境の保全及び向上を図る区域	
	混在_4 農業_2, 3 都市_1, 2, 3	混在_4	混在_2, 3	農業_2, 3	都市_1, 2	
評価ランクV	自然環境の保全及び向上を積極的に図る区域	農業_4 都市_3, 4	自然環境の保全及び向上を積極的に図る区域	農地等が広がる本地域において、本地域は生物多様性が低く、緑地や河川、湿地など自然環境の保全及び向上を積極的に図る区域	都市集落が広がる本地域において、本地域は生物多様性が低く、緑地や河川、湿地など自然環境の保全及び向上を積極的に図る区域	
	農業_4 都市_3, 4	農業_4	農業_4	農業_4	都市_3, 4	

5. 3 今後の分析計画と制限事項

沖縄島及び八重山については、検討委員会やワーキンググループ等での検討を経て、分析手法を確立してきた。ただし、次年度以降に宮古・久米島地方などのデータが追加され、沖縄島データ+八重山データ+宮古・久米島データ、更に沖縄島データ+八重山データ+宮古・久米島データ+周辺離島データといった形でデータを入れ子的に付加しながら、分析手法と解析を進めていくことになる。そのため、沖縄島及び八重山の保全優先度や総合評価ランクについても、他地域での解析の進捗にあわせ、プロジェクト終了時（令和3年度末を予定）まで毎年更新されていくことになる。

よって、本指針の最終版の発行（令和3年度末を予定）までは「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。