



編著代表 滝川 清

本稿は、我が国で最も閉鎖度が高く、有明海同様に環境劣化が著しいにもかかわらず、これまで殆ど研究が進んでいない“八代海”を対象として、この海域が抱える「環境問題」と「防災問題」の緊急かつ重要な地域課題に対し、これまでの多大な研究実績に基づき展開した、文部科学省特別経費（プロジェクト分）「生物多様性のある八代海沿岸域環境の俯瞰型研究プロジェクト（平成23年度～平成27年度）」の研究成果を中心に“八代海の真の再生”に資することを目標にとりまとめたものである。単なる研究の成果に留まらず、具体的な再生の技術、再生の対策及びその展開の一連のシナリオを提示しており、「環境と防災の調和を目指した海域再生の範例」として有効に活用されるものと確信する。

本稿の構成（目次）は、次のフローに従って記述した。

- 八代海が抱える環境と防災の課題に対して、
 - ① 課題の見極め（地域の自然・社会・歴史・文化に関わる個性を知る）
 - ② 課題の分析・理解（科学的分析とその視点）
 - ③ 課題に対する目標設定（順応的管理の視点から、全体目標・個別目標のシナリオ）
 - ④ 対策の提言とその評価（対策の選定根拠と効果の評価）
 - ⑤ ケーススタディ（対策の具体的実施と効果の評価：対策の一連のまとめ）
- 本稿のとりまとめを通じて明らかになった課題
 - ⑥ 調査・研究の質・量の不足
 - ⑦ 再生策の実施・検討に当たっての体制の不備

1. 緒言では、海域環境の現状と実施対策の状況を述べ、総合的視点からの科学的議論が不十分のままである事、また八代海は“環境と防災”の両者に直面している事など課題の概況を明らかにして、“再生のシナリオ”を取りまとめる本稿の意図を記述した。

2. 八代海沿岸域の概要では、社会環境（流域・沿岸域・産業）の特徴、および自然環境（気象・海象・海岸地形・流入河川・水質・底質・生物・災害）の特徴を概説した。

3. 八代海沿岸域の現状と変遷では、社会環境、水産資源、水環境、底質環境、海岸線、生息生物の変化をまとめるとともに漂流・漂着ゴミおよび自然災害の現状と変遷を記述、さらに、これらをまとめて、社会環境および水環境の現状把握として詳述した。

以上2および3章では、地域特性の整理と課題の見極めに関する記述を行った。

4. 八代海の再生の考え方では、まず、再生の視点として、環境と防災の調和および順応的視点からの技術体系について述べた。次いで海域区分による環境特性の把握、再生目標、再生策の評価手法（数値シミュレーション、観測データの活用・評価手法など）について詳述し、本稿での再生方策の策定と評価に関わる一連の手法を示した。

5. 八代海沿岸域の特性と再生策では、まず海域環境について海域区分毎に特性と課題を整理、環境項目ごとの特性と対策を一覧表に整理した。また流域社会についても社会・経済面からの地域ごとの特性と課題を整理して、地域づくりの方向性についても言及した。また、海域全体としての環境と防災の調和への方向性、さらには海域および流域における再生の方向性を示した。

再生策の策定と実施にあたり、より具体的な事例として示すべく、八代海北部海域と芦北地区を取り上げ、その問題点と課題、課題に基づく再生目標の設定、再生計画等を記述した。

6. 八代海沿岸域の再生方策とその評価では、ケーススタディとして取り上げた八代海北部海域と芦北地区について、社会環境および自然環境に対する再生策を提案、実施による結果をふまえての再生策の評価および今後の課題を整理した。

以上、5および6章では、課題の整理・理解に基づき、目標設定、再生方策の提示、ケーススタディによる再生策の評価に関わる一連の展開を詳細に記述した。

7. 今後の展開シナリオでは、本稿のとりまとめを通じて明らかとなった施策の総合的な推進の必要性、連携体制の確立、住民意識の醸成などについて記述した。

目次

1 緒言.....	1
2 八代海沿岸域の概要.....	3
2.1 はじめに.....	3
2.2 社会環境の特徴.....	6
2.2.1 流域の概要.....	6
2.2.2 流域人口.....	6
2.2.3 流域の土地利用状況.....	7
2.2.4 沿岸の開発.....	9
2.2.5 流域の産業.....	10
(1) 産業構造 (2) 農業 (3) 工業 (4) 水産業 (5) 海運	
2.2.6 社会構造の背景.....	17
2.3 自然環境の特徴.....	20
2.3.1 気象・海象.....	20
(1) 気象 (2) 海象	
2.3.2 海岸地形等.....	24
2.3.3 流入河川.....	29
2.3.4 水質.....	34
(1) 透明度 (2) 水温 (3) 塩分 (4) DO (5) DIN (6) PO ₄ -P (7) D-Si	
2.3.5 底質.....	41
2.3.6 生物.....	44
(1) 微生物からみた環境 (2) プランクトン (3) 魚類 (4) 底生生物 (5) 海草藻類 (6) 鳥類 (7) 塩性植物	
2.3.7 災害.....	57
3 八代海沿岸域の現状と変遷.....	58
3.1 社会環境の変化.....	58
3.2 水産資源の変化.....	61
3.3 水環境の変化.....	67
3.3.1 負荷量.....	67
(1) 発生源別負荷量 (2) 流入負荷量 (3) 直接負荷 (養殖・底質からの溶出・降雨) (4) 地下水の負荷	
(5) その他 1) 外海からの負荷 2) 化学物質(水銀・PAH 等)	
3.3.2 流況.....	80
3.3.3 水質.....	86
3.3.4 赤潮.....	88
3.3.5 貧酸素水塊.....	90
3.4 底質環境の変化.....	92
3.5 海岸線の変化.....	96
3.6 生息生物の変化.....	98
3.6.1 微生物からみた環境変化.....	98
3.6.2 底生生物(マクロベントス)からみた環境変化.....	101
3.6.3 底生生物(マイオベントス)からみた環境変化.....	104
3.6.4 藻類からみた環境変化.....	106
3.6.5 塩性植物からみた環境変化.....	106
3.6.6 魚類からみた環境変化.....	108
3.7 漂着・漂流ゴミ.....	110
3.8 自然災害.....	114

3.8.1 豪雨災害.....	116
(1) 白川大水害 (2) 水俣市豪雨災害 (3) 九州北部豪雨災害	
3.8.2 台風による強風・高潮・高波災害.....	116
(1) 高潮被害(江戸時代) (2) 高潮被害(大正時代) (3) 高潮被害(昭和時代) (4) 強風被害(9119 リンゴ台風)	
(5) 不知火海高潮被害(9918 : BART 台風)	
3.8.3 津波災害.....	118
(1) 寛政の大津波 (2) 有明海・八代海の津波と高潮・高波	
3.8.4 その他の被害.....	118
(1) 地震災害 (2) 噴火災害	
3.8.5 複合型災害.....	119
(1) 複合災害 (2) 複合ハザードマップの必要性	
3.9 八代海における課題.....	121
3.9.1 社会環境の現状把握.....	121
3.9.2 水環境の現状把握.....	121
(1) 水環境 (2) 底質環境 (3) 海岸線 (4) 生物生息環境 (5) 漂流・漂着ゴミ (6) 自然災害	
4 八代海の再生の考え方.....	124
4.1 再生の視点.....	124
4.1.1 環境改善および防災との調和.....	124
4.1.2 環境と防災におけるリスクマネジメントおよびアセットマネジメント.....	126
4.1.3 順応的管理の視点からの環境改善の技術体系.....	131
(1) 海域環境の異変と要因 (2) 環境改善の技術体系	
4.2 海域ごとの環境特性の把握.....	131
4.3 八代海の再生目標.....	132
4.4 再生策の評価手法.....	136
4.4.1 はじめに.....	136
(1) 複雑系への科学的アプローチ	
(2) 数値シミュレーションおよび現地調査による生物生息環境の評価と再生策の検討	
1) 生物生息環境評価のためのカテゴリー 2) 海域環境評価における環境事象と環境要素	
3) 数値シミュレーション(数値モデル)の概要と感度解析 4) 観測データの統計学的処理の概要とその活用	
5) 再生方策の検討に向けて	
4.4.2 数値モデルによる再生技術評価手法.....	148
(1) 流動モデルについて (2) 波浪推算モデルについて (3) 水質サブモデルについて	
(4) 底質サブモデルについて (5) 底生生物サブモデルについて	
4.4.3 微細懸濁物モデル.....	169
(1) 高濃度流動層モデル (2) 懸濁物輸送モデル	
4.4.4 HSI を活用した再生技術評価手法.....	177
(1) HEP の概要 (2) HSI モデルの概要 (3) HSI モデル構築の目的と限界確認 (4) 環境要因の選定	
(5) SI モデルの作成 (6) HSI モデルの作成 1) 算術平均法(arithmetic mean) 2) 幾何平均法(geometric mean)	
3) 限定要因法(minimum function) 4) 加算要因法(additive function)	
4.4.5 統計データを活用した地域評価手法.....	179
(1) 地域評価の基本的考え方 1) 指標の検討 2) レーダーチャート 3) 地域評価 4) 年次(年度)比較	
(2) 地域評価事例 (3) 地域評価の課題 1) 指標の重要性 2) 相対的比較 3) 即地的データの必要性	
5 八代沿岸域の特性と再生策.....	182
5.1 海域環境の特性と課題.....	182
5.1.1 環境の特性.....	182
(1) 水質・底質・底生生物からみた海域の特性 1) 八代海灣北ゾーン 2) 八代海球磨川ゾーン 3) 八代海灣央	

ゾーン 4) 八代海灣南東ゾーン 5) 八代海灣南西ゾーン	
(2) 数値シミュレーションモデルによる水環境の特性 1) 八代海の物理的特性(水温・塩分・流況) 2) 八代海の化学的 特性(有機物・栄養塩類)	
5.1.2 海域ごとの課題の整理	200
(1) 環境評価項目ごとの整理 (2) 海域間の関係整理 (3) 沿岸域の課題の整理 1) 八代海灣北ゾーン 2) 八代海球磨川ゾーン 3) 八代海灣央ゾーン 4) 八代海灣南東ゾーン 5) 八代海灣南西ゾーン	
5.2 流域社会の特性と課題	210
5.2.1 地域の社会特性	210
(1) 地域経済活力の低下 (2) 八代海の自然と農・漁業の再生 (3) 環不知火海文化と観光 (4) 八代海地域振興の課題 1) 八代海地域の森・里・川・海の地域資源の保全と活用 2) 新たな観光の仕組みづく りと交流人口の拡大 3) 交流人口の拡大による地域経済循環の仕組みづくり 4) 八代海に関わる行政・地域住 民・企業・研究者等の連携システムの確立	
5.2.2 地域の取組み	212
(1) 八代市 (2) 水俣市(水俣・芦北地域) (3) 上天草市 (4) 宇城市 (5) 天草市 (6) 氷川町 (7) 芦北町 (8) 津奈木町 (9) 出水市 (10) 阿久根市 (11) 長島町	
5.3 環境と防災との調和	217
5.3.1 環境改善へのマスタープランの策定	217
5.3.2 防災から減災へ、そして環境との調和への取り組み	218
(1) 八代海域における海象災害(高潮・高波と津波) (2) 「想定最大高潮」と「減災」の概念	
6 八代海沿岸域の再生方策とその評価ー持続可能な社会の実現に向けてー	223
6.1 八代海の沿岸域の再生に向けて	223
6.1.1 海域における再生策について	223
(1) 負荷削減 (2) 生物生息環境の改善等 (3) 水産対象生物の回復 (4) 生物生息場管理	
6.1.2 流域における社会環境の再生方策について	225
(1) 八代海地域の連携・システム化 (2) 地域づくりの方向 (3) 観光・交流を柱とした地域づくり	
6.1.3 防護・環境・利用の調和への取り組み	228
6.1.4 八代港「なぎさ線」造成による生物生息環境の回復	231
(1) 現地実証試験の位置と人工なぎさ線の形状 (2) 人工なぎさ線の造成材料 (3) モニタリング調査 (4) 調査結果 (5) 環境変化と生物群集の応答	
6.1.5 アマモ生育環境の評価と再生	240
(1) アマモの特性 (2) 「野坂の浦」の概要 (3) 野坂の浦の海域特性 (4) アマモの生育状況 (5) 野坂の浦におけるアマモ場の株数予測	
6.1.6 赤潮発生予測手法の開発	247
(1) 赤潮解析使用データ (2) DCA による増殖環境要因の抽出 (3) 競合種の検討 (4) HSI モデルによる発生予測	
6.2 八代海における生物生息環境評価手法の開発	255
6.2.1 塩生植物	255
6.2.2 アマモ	257
(1) HSI モデルの構築 (2) 生育環境評価 (3) 生育環境改善方法の検討	
6.2.3 底生生物	260
(1) 球磨川河口干潟域における底生生物の分布 (2) アサリの生態的特徴 (3) HSI モデルの構築 (4) アサリの生息環境評価と生息環境改善方法の検討	
6.2.4 評価手法の今後の展開	265
6.3 ケーススタディ(再生方策と展開について)	267
6.3.1 ケーススタディ1(八代海北部海域)	267
(1) 北部海域の環境特性と問題点の整理 (2) 再生方策の方向性 1) 再生目標の設定 2) 課題への対応 3) 再生計画の策定	

(3) 再生策の評価 1) 社会的方策の評価 2) 自然環境の再生策の評価	
6.3.2 ケーススタディ2 (八代海芦北地区)	300
(1) 芦北地区の環境特性と問題点の整理	
(2) 再生方策の方向性 1) 再生目標の設定 2) 課題への対応 3) 再生計画の策定	
(3) 再生策の評価 1) 社会的方策の評価 2) 自然環境の再生策の評価	
6.3.3 今後の課題	362
7 今後の展開シナリオ	364
7.1 施策の総合的な推進	364
7.1.1 再生への俯瞰的視点と連携体制の確立	364
7.1.2 熊本県沿岸域再生官民連携フォーラムの設置と目標	364
(1) フォーラム設置の背景と経緯	
(2) フォーラム設置の目指すところ(官民連携による環境と防災の調和した沿岸地域づくり)	
7.2 住民意識の醸成	369
8 結語	370
謝辞	373
参考資料	375

