

東日本大震災被災地の汽水湖における水際の変容と環境防災機能の再生に関する研究 —福島県相馬市松川浦の復興計画とその後—

Transformation of the Water's Edge and Restoration of Environmental Disaster Prevention Functions in a Brackish Lake in the Area Damaged by the Great East Japan Earthquake —Reconstruction Plan of Matsukawaura, Soma City, Fukushima Prefecture and its Aftermath—

37-216204 渡邊大祐

By analyzing the transformation of the waterfront space in Matsukawaura, Soma City, from pre-disaster to post-disaster reconstruction period, we clarified the reality of the transformation and the aspect of change in the overlap between ecological environment and disaster prevention functions. The transformation of the water's edge was largely related to the land use of the hinterland and the surrounding topography and location. We found that there are not only "areas that maintain a healthy ecotone" and "areas where the ecological environment is fragmented by revetments, etc.," but also areas where disaster prevention functions and the ecological environment overlap in a nested manner, which we defined as "multilayered ecotone".

1 章 研究の枠組み

1-1 研究の背景

東日本大震災の発災以降、国土形成計画にグリーンインフラが書き込まれる⁽¹⁾、環境省により防災・減災機能が生態系サービスに位置づけられる⁽²⁾など、従来の人工構造物中心の災害復興から、自然環境の持つ多面的な機能を重要視した災害復興への変化が見られる。

沿岸地域の生態系は国際的にも高い価値のあると考えられているが、我が国では様々な開発で急速に失われ、最も危機にある生態系であるといわれている⁽³⁾。中でも汽水湖は生態系由来の人々の生活への恩恵と、流下阻害や周辺に標高が低い平地が広がり浸水被害が生じやすい地形条件が重なり、環境保全と防災的な要求が対立関係にある代表的な地形の 1 つであるといえる。東日本大震災による被災により汽水湖の防災機能と生態環境はどのように攪乱を受け、その後の復旧・復興がなされたのだろうか。

1-2 研究の視点と目的

本研究では、被災を受けた汽水湖の「水際」に着目し、人為的に整備された「防災機能」と、そこに残された、あるいは保全されている「生態環境」の、水際空間におけるせめぎ合いの実態を探究する。

東日本大震災被災地の汽水湖について：

- (1) 災害及び復興期を経た水際の変容過程の

実態と、その過程で行われた生態環境に関する議論を明らかにする。

- (2) 空間変容の中で生態環境及び防災機能はどのように再生されたのか、またその空間と地域社会の関係性の変化を明らかにする。

以上 2 点を本研究の目的とする。

1-3 対象地の選定

東日本大震災被災地の汽水湖：福島県相馬市に位置する「松川浦」を対象とする。選定条件は以下の 3 点である。

- (1) 面積や周囲長（水際の総延長）が大きいと共に、後背地に市街地が近接していること。
- (2) 環境省の「生物多様性の観点から重要度の高い湿地」に選定されると共に、県立公園に指定されるなど、自然環境の保護と快適で適正な利用が図られていること。
- (3) 今次の災害からの復興期において、防潮堤の復旧や海岸防災林の再生などによる影響を受けていること。

1-4 既往研究の整理と本研究の新規性

復興過程における自然環境保全に関する研究としては防潮堤を対象としたものを中心に、個々の空間を扱った研究が中心である。水際の変容・改変に関する研究としては河川空間を中心に、長期的な時間軸の中の変化を扱った研究が多い。

本研究は防潮堤、防災林、護岸を含めた領域

を一連の帯空間として捉え、急激な復旧・再生の要求を受ける被災前後の水際の変容を明らかにする点に新規性がある。

1-5 研究の構成と手法

2 章では既往文献、地図調査を用いて対象地の概要を整理する。航空写真、聞き取り調査より被災前の水際の状態を分類・類型化する。3 章では、行政資料、航空写真を用いて災害を通じた水際の変化を明らかにする。4 章では、行政資料や海岸防災林再生事業の記録資料をもとに、生態環境に関する議論と水際の関係を明らかにする。次に、復興計画の土地利用構想図、現地調査をもとに復興計画の中で描かれた水際と復興期を経た水際の状態を明らかにする。5 章では、4 章までの調査で変容が大きかった水際をモデルエリアとして選定し、断面図模式図を作成することで生態環境と防災機能の重なり合いの変化を分析する。また、水際と地域社会の関係性の変化を、聞き取り調査をもとに明らかにする。

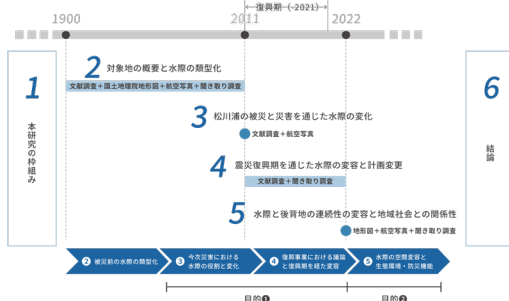


図 1. 研究の構成と手法

2 章 対象地の概要と水際の類型化

2-1 対象地の概要

松川浦は砂州により太平洋と隔てられた南北 5km、東西 3km、面積 6.46km² の潟湖である。大小の島や岩が点在する風光明媚な地域で、周辺は県立自然公園にも指定され、日本百景の一つに数えられるなど、観光業が発達している。平均水深が 1m、最大水深は 5.5m と浅く、最大干潮時には浦全体の 7 割が干潟となり、豊かな生態系を育んできた。

2-2 土地利用に着目した水際の分類

松川浦の水際空間の土地利用は、単一の土地利用が連続するのではなく、大きく 3 種類に分類した土地利用が混合して水際を形成していた。（表 1、図 3）

2-3 被災前の水際の類型化

水際線について、①アクセシビリティ②断面

形状③土地利用に着目して類型化した。

土地利用に着目した各分類と各類型について地図上に表示したものを図 3 に示す。

表 1. 水際の分類一覧

分類A (①,②,③)	草地・樹林地が集中する水際
分類B (①,②,③)	都市的土地利用が集中する水際
分類C	草地の背後に水田が集中する水際

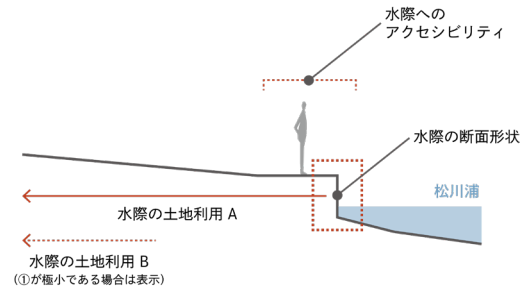


図 2. 水際類型化の標準断面図



図 3. 被災前の水際の分類と類型

3 章 松川浦の被災と災害を通じた水際の変化

3-1 相馬市の被災と松川浦の環境変化

東日本大震災による大津波（高さ 9.3m 以上：気象庁発表）は、防潮堤を乗り越え、大洲海岸（砂州）から約 3.7km の距離まで到達し、相馬市東部沿岸域約 29km² が浸水するなど甚大な被害をもたらした。（4）

災害を通じて松川浦に生じた環境変化として、大きく以下の6つが挙げられる。

- ①防潮堤・砂州の決壊、②防潮堤背面の洗掘、③海岸防災林の流出・枯死、④地盤沈下、⑤干潟環境の変化、⑥湿地環境の増加

防潮堤の決壊や海岸防災林の消失により、被災直後の松川浦は、人為的に整備された防災機能が一時的に低下した状態となった。

3-2 被災直後の水際の変容

被災直後の水際の状態を、行政の記録資料や航空写真をもとに把握した。大きい変化として以下の3点が挙げられる。

- ①断面形状：護岸の決壊による水面と後背地の高低差提言
- ②アクセシビリティ：護岸上道路の破損によるアクセシビリティの低下
- ③土地利用：水際背面の洗掘・浸水による湿地・草地の増加

主な変容の例を図4、図5に示す。

こうした変容を受け、復興計画ではどのように復旧が計画され、実際の水際空間はどのように整備されたのか、次章以降で分析する。

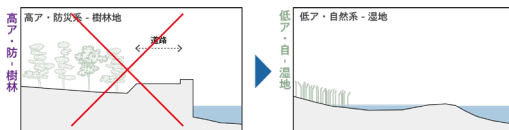


図4. ケース①: 護岸の決壊と防災林の湿地化

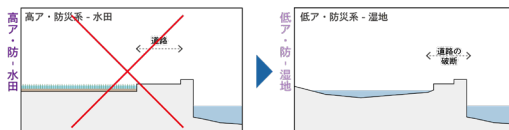


図5. ケース②: 護岸の一部損壊と水田の湿地化

4 章 震災復興期を通じた水際の変容と計画変更

4-1 水際への復旧・復興事業⁽⁵⁾

災害を通じた変容を受け、水際に計画された復旧・復興事業としては、「海岸防災林再生事業」「防潮堤復旧事業」「護岸の復旧、嵩上げ」の3つが挙げられる。海岸防災林再生事業は

山砂で生育基盤盛土（地下水位+2.4m）を造成してクロマツを植林する事業である。今次の福島県の事業では、拡大できる箇所については概ね200mを確保することが取り決められ、既存の防災林が更に拡大を受けた。防潮堤、松川浦護岸についても震災前の高さ、堤脚幅からの拡大を受けた（図6）。

4-2 復旧・復興事業の計画変更

機能を拡大して復旧・整備が計画された海岸防災林、松川浦護岸であったが、事業が開始される段階で、対象箇所において希少野生動植物が発見されたため、それらに配慮するかたちで復興事業の計画変更がなされた。以下にそのプロセスと空間計画を整理する。

4-2-1 計画変更のプロセス

(1) 環境アセスメントの実施と希少種の発見（2012年2月-2012年7月）

盛土予定地において希少種の生息が確認され、県の要領に則り保全策を専門家に相談「盛土をことが提案された。

(2) 海岸防災林希少種検討会議の開催と保全策の検討（2012年7月-2013年3月）

被災環境の保全策を検討する海岸防災林希少種検討会議が3回にわたって開催され、対象地の設計を進める中で、生態系関係の専門家の意見を取り入れながら希少野生動植物に危害を加えないよう配慮が行われた。また、計画変更にあたっての相馬市復興計画や漁業関係者との調整がなされた。

4-2-2 空間計画

具体的な保全策として、水際空間の湿地環境を保全するための水路が護岸に設けられる、コンクリートではなく水質への影響が少ない鋼板矢板護岸が選択されるなど形状や素材にまで工夫が施されていた（図7）。

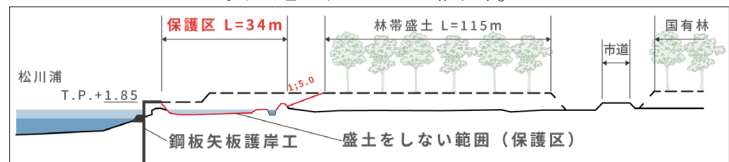


図7. 保護区の標準断面図

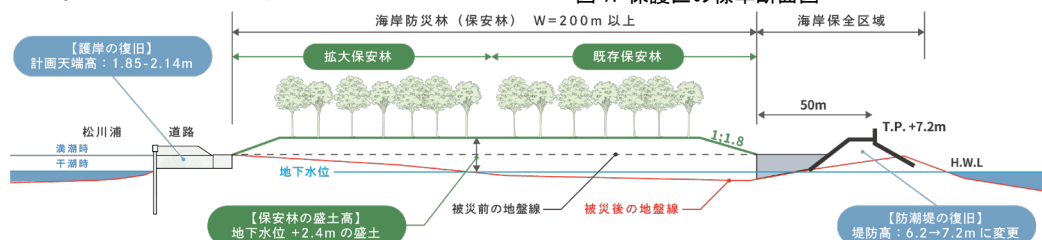


図6. 松川浦沿岸部の復旧・復興事業模式図

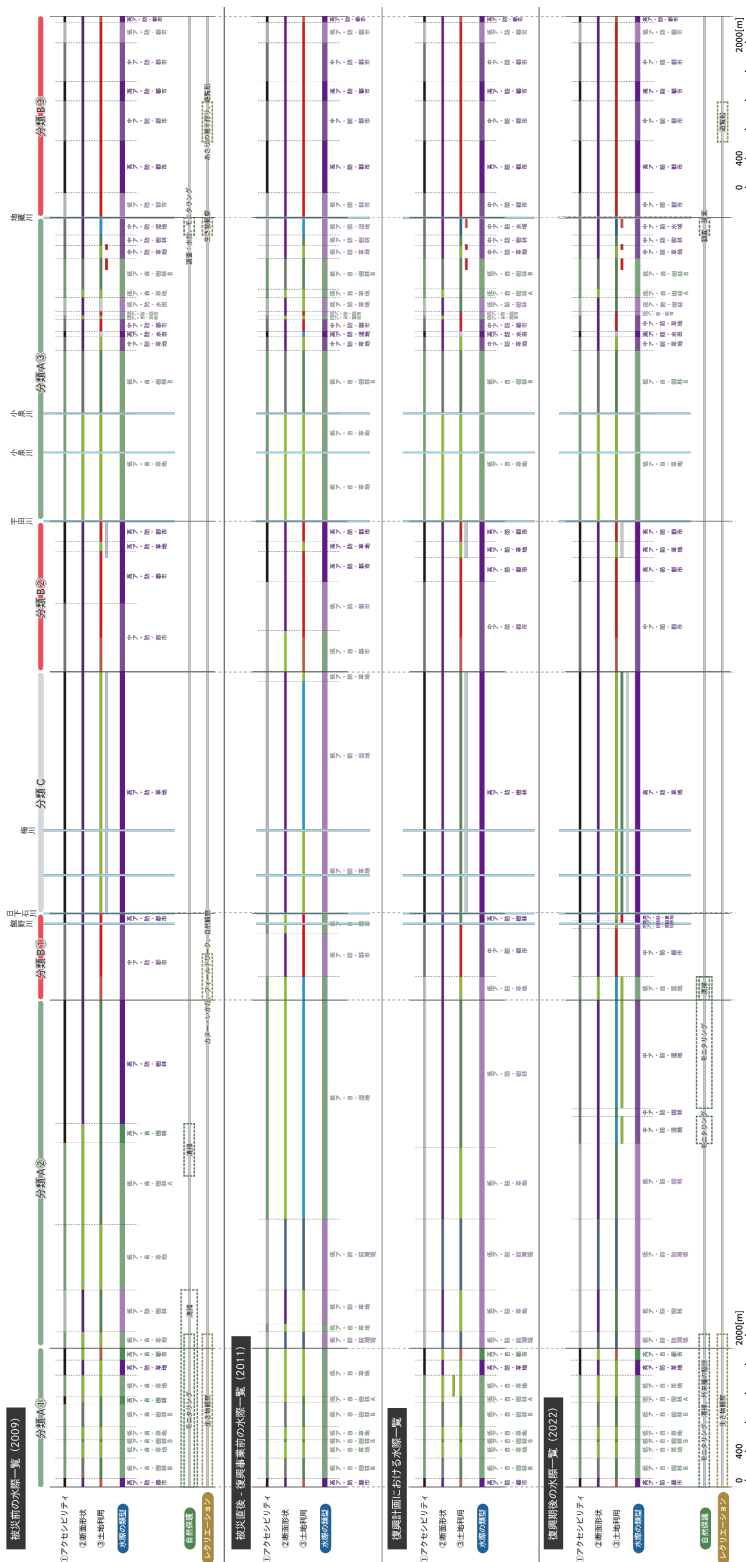


図 8. 被災前から復興期後にかけての水際の変容一覧

4-2-3 計画変更のポイント

生態環境の保全策が議論された水際は、復興事業の原型復旧領域や今次災害からの復興期における拡大領域にも含まれない、復興期における空間の規定度が低い「余白地」であった。余白地では、隣接地などで防災的な要求を満たしつつ、生態環境の保全が可能となっている（図 9）。

4-3-1 比較と分析

以下では、「復興計画で計画された水際」「復興期を経た現状の水際（2022 年）」を、前章までに明らかにした「被災前（2009 年）」「被災直後（2011 年）」と比較することを通して水際の変容の実態を分析する。復興計画は相馬市の土地利用構想図^⑥をもとに把握し、現状（2022 年）については、現地調査や航空写真をもとに把握した。その一覧を図 8、断面形状の変化を図 10、土地利用を図 11 に示した。

復興計画では、護岸の復旧や海岸防災林の復旧・拡大など、災害を通じて低下した水際の防災機能の再生・強化に主眼が置かれた。

復興期後（2022 年）は計画変更等を経て、「護岸無し」や「湿地」の水際が増加している。復興計画からの多様化が見られる。

4-3-2 まとめと考察

水際の変容には、立地や周辺の地形及び後背地の土地利用が大きく関わっていることが明らかになった。

草地・樹林地の集中する分類 A は、砂州に位置する②は各フェーズにおいて変容が大きく、エリア全体の標高が高い①と内陸部の③は被災直後の変化もその後

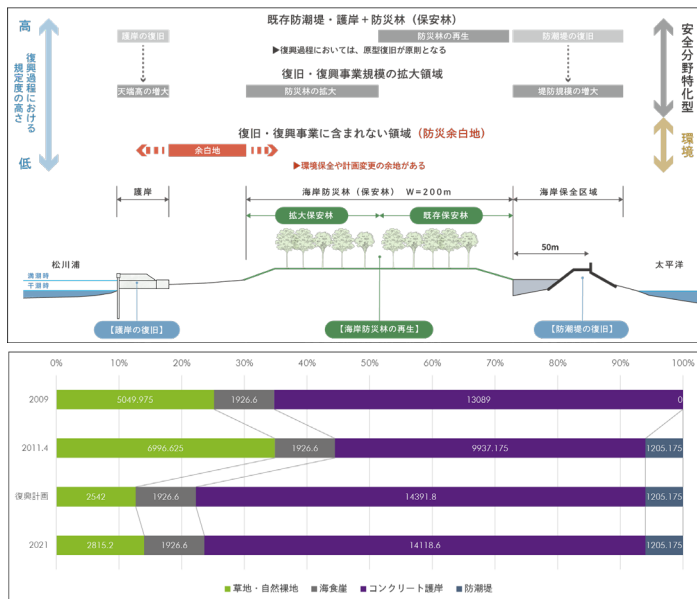


図 10. 断面形状・全長(m)と割合

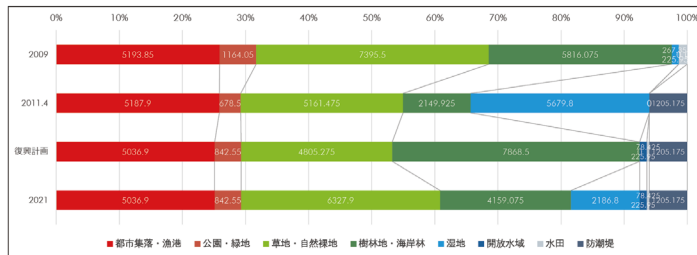


図 11. 土地利用・全長(m)と割合

の復興期後における変化も小さかった。

都市的土地利用の集中する B については、砂州南部に位置する①は変容が大きく、内陸側の②③は小さかった。しかし、②③については復興期後に護岸の嵩上げによる防災機能の強化を受けており、この点で分類 A と様相が異なる。

草地の背後に水田が立地する分類 C は、復興期後に後背地の水田上に海岸防災林が新たに造成され、防災機能が強化された。

5 章 水際と後背地の連続性の変容と地域社会との関係性

5-1 モデルエリアの選定とケーススタディ

4 章の水際変容調査より、変容が大きかった 7 つの水際をモデルエリアとして選定する。断面模式図を作成し「被災前」から「復興期後」にかけての生態環境と防災機能の重なり合いの変容の実態を明らかにする。

5-2 水際空間と後背地の変容

ケーススタディから汽水域と水際空間・後背地の関係性は以下の 3 種類に分類できることが分かった(図 12)。

- ① 汽水域・後背地連続帯
- ② 汽水域・後背地分断帯
- ③ 汽水域・後背地半連続帯: 環境防災帯

この中で③は、護岸により一時的に生態環境の連続性が分断されつつも、その後背地においてまた異なる生態環境の連続帯を有する(複層的エコトーン)、防災機能と生態環境が入れ子状に重なり合う一帯の水平領域である。以下に 2 種類の複層的エコトーンの詳細を示す。

(1) 複層的エコトーン TYPE-A : AREA③

被災前は海岸防災林が整備されていたが、津波により護岸もろとも流出した。その後、原型復旧が予定されたが計画変更を経て護岸に水路が設けられ、被災直後に出現した潮間帯・湿地が保全されている。後背地に潮間帯→湿地→海岸防災林が連続し、防災機能と松川浦からのエコトーンが入れ子状に入り組んでいる(図 13)。

(2) 複層的エコトーン TYPE-B : AREA⑥

被災前と復興期後で水際空間に大きい変化は見られない。復興計画では水際背面に「海岸防災林」の再生が計画されていた。結果としては、「海岸防災林」の造成箇所が内側の水田として利用されていた土地に変更され、松川浦→護岸→水路→草地→水路→海岸防災林→水田という連続に変化した。水際の背面に潮間帯が出現

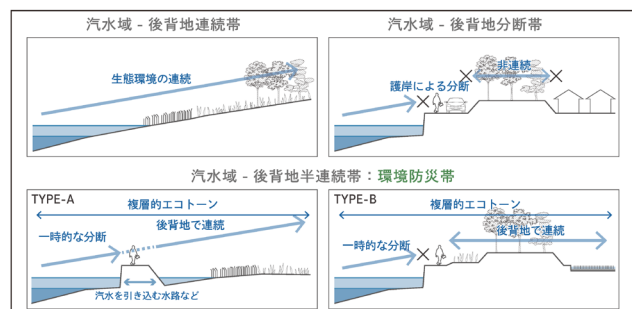


図 12. 汽水域と後背地の関係性の分類

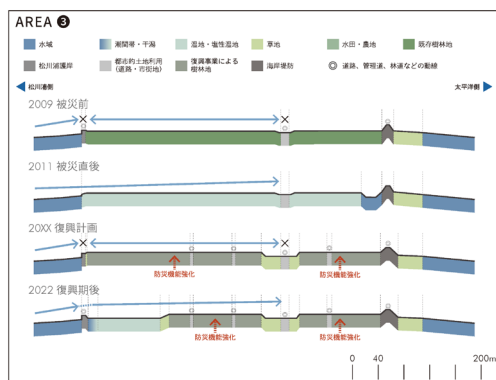


図 13. AREA③における水際空間と後背地の変遷

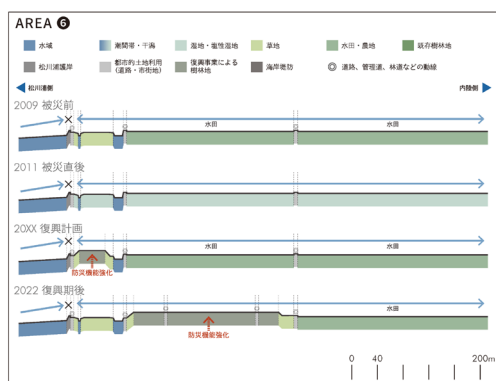


図 14. AREA⑥における水際空間と後背地の変遷

する AREA ⑥ とはまた異なる「複層的エコトーン」を形成している（図 14）。

5-3 水際と地域社会との関係性

被災前から復興期後の市民、専門家の活動の変化について聞き取り調査をもとに把握した。

市民や専門家による環境保全活動は、災害及び復興期を通じた環境変化に対応して、「被災環境の再生過程の観測」「攪乱した環境の保全」という新たな目的を発生させ、活動内容を多様化させていた。また、生態環境の豊かな場の変化に合わせて活動の場所を変化させていた。

環境防災帯（TYPE-A）は市民、専門家の活動の場となっている。環境防災帯の護岸上道路によるアクセシビリティの高さを有するという特徴が示唆される。

6 章 結論

6-1 水際の変容と環境防災機能の再生

水際の変容には、水際の立地や周辺の地形及び後背地の土地利用が、4 つのフェーズそれぞれにおいて大きく関係していた。分類 B①一部分を除き各分類の大枠は変化していなかった。

変容が大きかったのは松川浦の東部分：砂州に位置する水際であり、生態環境の保全策も講じられ湿地環境が保全されている。

復興期後に「連続体」となっている領域を除いたすべての水際で防災機能が強化された。しかし計画変更により、水際空間に潮間帯・湿地が創出・保全され、複層のエコトーンが新たに形成されると共に、松川浦南西部の分類 C では、海岸防災林新たに整備されつつも環境防災帯を維持している。連続体、分断帯、環境防災帯がパッチワーク状に連なり、松川浦の環境防災機能を形成している。

6-2 豊かな生態環境を有する沿岸部における復興計画への示唆

松川浦では、土地の実情や生態環境に関する知識を持つ市民団体や専門家の意見を取り入れることで、護岸の復旧と湿地環境の保全の両立を実現していた。事前に参加の枠組みを設計しておくことで、旧ピッチで進められる事業の中でも柔軟な保全策の考案が可能になるであろう。

保全策を講じる際に、復興過程における事業の規定度が低く、防災機能の復旧等の要求を受けにくい「余白地」においては柔軟な空間計画が可能となる。護岸により水面と後背地を二分するのではなく、水路を設けることや護岸素材へ工夫を施し、水際空間の潮間帯や湿地環境を保全していくことが求められる。

主要な参考文献

- (1) 国土交通省（2015）,「国土形成計画（全国計画）」, <http://www.mlit.go.jp/common/001100233.pdf>（最終閲覧日 2023/1/22）
- (2) 環境省自然環境局（2016）,「生態系を活用した防災・減災に関する考え方」, <https://www.env.go.jp/content/900489546.pdf>（最終閲覧日 2023/1/22）
- (3) 中静透,河田雅圭,今井麻希子,岸上祐子（2018）,「生物多様性は復興にどんな役割を果たしたかー東日本大震災からのグリーン復興」,『揺れうごいた防潮堤に関する考え方』,pp.163
- (4) 相馬市観光協会（2016）,「東日本大震災の記録写真と復興・再建へ」、相馬市企画政策部情報政策課（2016）,「東日本大震災 相馬市 5 年間の記録（中間報告ダイジェスト版）」
- (5) 黒沢高秀（2020）,「平常時を見据えた復旧事業・復興事業:福島県における生物多様性保全のケーススタディ」,財界ふくしま,2020 年 8 月,pp.181-193,財界ふくしま
- (6) 相馬市（2021）『相馬市復興計画（ver.4.1）』第 5 章 震災を乗り越えた新しい相馬』,pp.49