

平成 27 年度
東北地方太平洋沿岸地域震災影響評価業務
報 告 書

平成 28 年（2016 年）3 月

環境省自然環境局生物多様性センター

平成 27 年度東北地方太平洋沿岸地域震災影響評価業務
業務報告書
要 約

1. 業務目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに伴う津波（東日本大震災）は、特に東北地方太平洋沿岸の自然環境に大きな影響を与え、その後も自律的な再生や復旧・復興による変化が続いている。本業務は、「東日本大震災からの復興の基本方針（東日本大震災復興対策本部）」を受け、環境省が東日本大震災に関連して行う自然環境に関する他の業務（「平成 27 年度東北地方太平洋沿岸地域植生・海域等調査業務」及び「平成 27 年度東北地方太平洋沿岸地域生態系監視業務」、以下「関連業務」とする）と調整・連携を図りつつ、一連の調査成果等を基に震災による自然環境への影響の評価、情報発信に向けた資料の作成、検討会の開催等を行った。

2. 業務の結果

(1) 震災による影響の評価

a. 自然環境への影響

震災前後における植生や海岸等の自然環境の経年的な状況を整理・評価した。広域（津波浸水域全体）の植生では、砂丘や海岸林等が大きな影響を受けた。一方、湿地や非耕作農地等では埋土種子由来の群落が新たに出現する等生育地が広がった。詳細域（重点エリア）の植生では、解放水域が湿性草原に変化した等、自律的再生（自然のレジリエンス）が見られた。また、復興事業等により自然環境の減少も確認された。海岸では震災により多くの汀線が後退したが、一部の河口砂州やポケットビーチ等を除き、汀線が早期に回復した。

b. 復興事業による影響

岩手、宮城、福島 3 県の復興整備事業計画と海岸保全施設計画を植生図と重ね合わせて評価した。復興整備事業による改変地約 39km²のうち、約 14.6km²（約 37%）がハビタット（重要な自然）に重なった。また、海岸保全施設に関する事業によって砂浜や砂丘植生が顕著に影響を受けていた。一方、各地で環境配慮も行われており、その多くは希少植物の移植であったが、「場」の保全に向けた取組も見られた。

c. 生態系にもとづく防災・減災

地盤高データと生態系の配置による防災・減災機能の評価等を行った。地盤高とセットになった海岸林によって家屋被害を免れた例もあったが、東日本大震災クラスの大津波に対しては生態系による防災・減災機能は小さいと考えられた。

(2) 重要自然マップの更新

平成 25（2013）年度に作成した重要自然マップ（以下「旧版」とする）を更新し、「重要自然マップ 2015」を作成した。図面構成は旧版の「三陸北」、「三陸南」、「仙台湾沿岸」の更新に加え、新たに「福島沿岸」を追加した 4 面とした。更新にあたっては、関連業務の調査結果や有識者からの提供情報等を基に、重点エリアごとにハビタット（重要な自然）等の情報を表記し、解説書では詳細に記述した。また、岩手、宮城、福島の 3 県の県版 RDB 整備に関する情報を提供頂き、解説書の記述に反映させた。重要自然マップ 2015 のほか、簡易版を共に電子データで作成した。

(3) 震災影響パンフレットの作成

(1) ～(4)の調査、評価結果等について、普及啓発を目的とした 2 種類のパンフレットの電子データ（概要版、普及版）を作成した。概要版では、本業務や関連業務における調査結果や

影響評価の結果についてまとめ、A4 版 36 ページの冊子とした。また、普及版は、調査から得られた教訓等が伝えられるような内容にまとめ、A4 版 16 ページの冊子とした。

(4) 検討会の開催

(1) ～ (5) の内容及び関連業務の内容に関して 14 名の学識経験者からなる検討会を、平成 27 (2015) 年 10 月、平成 28 (2016) 年 2 月に開催し、検討結果を本業務成果に反映した。

(5) その他

検討会委員及び震災による自然環境への影響評価等に明るい有識者を対象として、本業務の検討結果等に関するヒアリングを行った。また、対象地域における自然環境調査等の情報収集整理を行い、本業務成果に反映した。

Fiscal Year 2015 Project for Earthquake Impact Assessment in the Pacific Coastal Area of the Tohoku
Region
Project Report
Summary

1. Objectives

The earthquake and accompanying tsunami that occurred off the Pacific coast of the Tohoku Region on March 11th, 2011 (the Great East Japan Earthquake) had a tremendous impact on the natural environment especially on the Pacific coast of the Tohoku Region. Furthermore, changes due to natural recovery and reconstruction continue to be made thereafter. This project, among other things, assessed the impacts of the Earthquake on the natural environment, created documents for release of information, and held advisory committee meetings based on the results of a series of surveys in accordance with the Basic Guidelines for Recovery in Response to the Great East Japan Earthquake (Reconstruction Headquarters in Response to the Great East Japan Earthquake), in coordination and liaison with other projects implemented by the Ministry of the Environment regarding the natural environment in relation to the Great East Japan Earthquake ("Fiscal Year 2015 Survey of the Vegetation and Sea Areas in the Pacific Coastal Area of the Tohoku Region" and "Fiscal Year 2015 Survey of the Natural Environment in the Pacific coast of Tohoku District"; hereinafter referred to as the "related projects").

2. Project results

(1) Earthquake impact assessment

a. Impact on the natural environment

Secular changes in the natural environment such as vegetation and coastal areas before and after the earthquake were identified and assessed. Regarding the vegetation in a wide area (covered all of the tsunami flooded area), a tremendous impact was made on the sand dunes and coastal forests. In wetlands and uncultivated fields, on the other hand, the habitat expanded because new plant communities were generated from buried seeds. Vegetation in key areas was observed to grow back naturally (resilience of the nature), such as wet grassland changed from open water areas. Furthermore, a decrease in the natural environment due to reconstruction projects was observed. Many shorelines that had receded due to the earthquake made early recovery except for some river mouth sandbars and pocket beaches.

b. Impact of reconstruction projects

The reconstruction and improvement project plan and the coastal protection facilities plan of the Iwate, Miyagi, and Fukushima prefectures were superimposed on vegetation maps and assessed. The reconstruction and improvement projects changed approx. 39 km² of land, of which approx. 14.6 km² (approx. 37%) overlaps with important habitats. Furthermore, the projects for coastal protection facilities gave significant impact on sandy beach and sand dune vegetation. On the other hand, environmental considerations were given in various places. Many of them concerned transplantation of rare plants but some of them were directed toward the spatial conservation.

c. Disaster prevention and mitigation based on ecosystem

The disaster prevention and mitigation functions using the ground elevation data and ecosystem layout were assessed. In some cases, house damage was avoided with coastal forests in combination with ground elevations. For such a huge tsunami as occurred in the Great East Japan Earthquake, however, the disaster prevention and mitigation functions using ecosystems were considered to be trivial.

(2) Update of Important Habitat Map

The Important Habitat Map created in Fiscal Year 2013 (hereinafter referred to as the "previous version") was updated to "Important Habitat Map 2015" in electronic data. The Map consists of four maps: three maps updated from the previous version, "North Sanriku", "South Sanriku", and "Sendai Bay

Coast" and one new map, "Fukushima Coast". In the updated version, the information on important habitats is indicated for each key areas based on the result of surveys conducted in the related projects and the information supplied by well-informed academic advisors and local experts. More detailed information is provided in the guidebook. Furthermore, information on prefectural RDB of the Iwate, Miyagi, and Fukushima prefectures was provided and reflected on the description in the guidebook. In addition to the Important Habitat Map 2015, a simple version was also created in electronic data.

(3) Creation of brochures on earthquake impact

Two types of brochure (outline version and popular version) were created in electronic data to raise public awareness about the survey and assessment results described in Sections (1) and (2). The outline version is a 36-page A4-size booklet that summarizes the results of survey and impact assessment in this and related projects. The popular version is a 16-page A4-size booklet that communicates the lessons learned in the surveys.

(4) Holding of advisory committee meetings

An advisory committee consisting of 14 persons with relevant knowledge and experience met to discuss the matters described in Sections (1) through (3) and the related projects in October 2015 and February 2016. The results of discussion were reflected on the outcome of this project.

(5) Other

The advisory committee members and persons well-informed about assessment of impact of the earthquake on the natural environment were interviewed about the discussion results and other matters of this project. Additionally, information on the survey on the natural environment and other surveys in the target areas was collected and organized to be reflected on the outcome of this project.

5. 震災影響の評価

5.1 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖を震源とするマグニチュード (M) 9.0 の地震が発生した。この地震は、国内観測史上最大規模の地震であり「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（英語名：The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake）と命名された（以下、東北地方太平洋沖地震）。また、この地震による災害について「東日本大震災」と呼ぶことが平成 23 年 4 月 1 日に閣議決定されている。

(1) 地震動と液状化

宮城県栗原市で震度 7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の 4 県 37 市町村で震度 6 強を観測したほか、東日本を中心に北海道から九州地方にかけての広い範囲で震度 6 弱～1 を観測した。

また、この地震動により青森県から神奈川県まで南北約 650km の範囲で液状化が発生した。

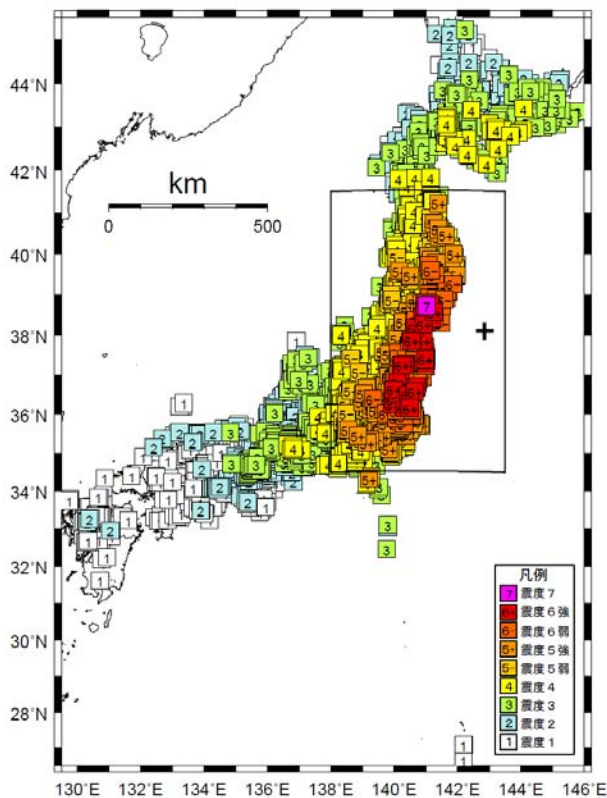


図 5.1-1 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した本震 (M9.0, 最大震度 7) の市町村ごとの震度分布

出典：気象庁技術報告 第 133 号「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震調査報告第 I 編」（気象庁、2012 年 12 月）

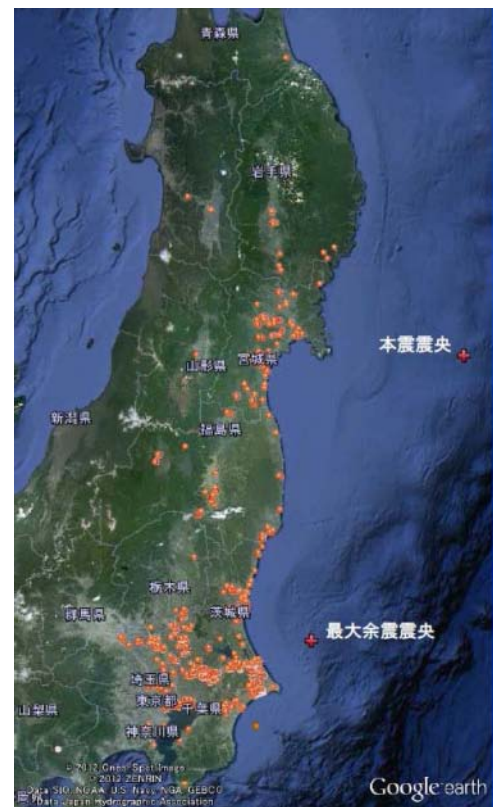


図 5.1-2 東北地方太平洋沖地震による液状化発生地点（国土交通省関東地方整備局 (2011) 及び若松 (2012) による）

出典：若松「東北地方太平洋沖地震による液状化被害の特徴」

(2) 津波

本地震により、東北地方から関東地方にかけての太平洋沿岸を非常に高い津波が襲い、各地で甚大な被害が発生した。

図 5.1-3 は地区別の津波高である。津波高は典型的なリアス海岸地帯となっている岩手県南部から宮城県北部で 15m を越える箇所が多く見られた。仙台湾奥の松島港では沖合の島嶼や暗礁のために津波が軽減されたこともあり、3.1m と他の地区に比べて低い値となっていた。仙台湾の南部から福島県北部では 8～9m 程度であり、福島県南部の塩釜港に近い豊間では 8.1m、小名浜港では 5.4m であった。茨城県・千葉県では 4～6m 前後と他の地区に比べて低い、千葉県旭市飯岡では 7.6m と局所的に高くなっていた。この他、青森では 6～8m 程度であった。

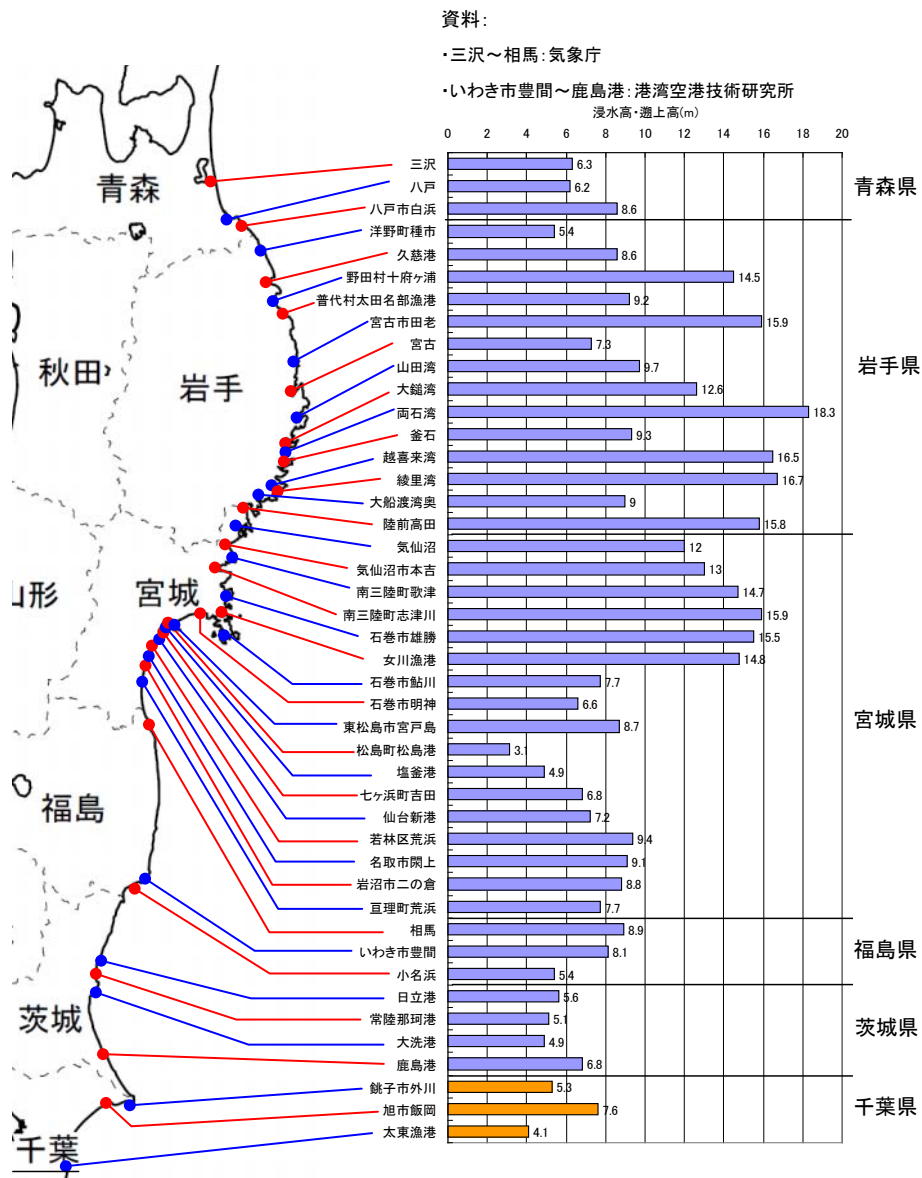


図 5.1-3 地区別の津波高さ

(3) 地殻変動（地盤沈下）

図 5.1-4、図 5.1-5 は国土地理院が発表した本震に伴う地殻変動量（水平・上下）である。

水平方向の変動は宮城県の牡鹿半島先端部で最大約 5.3m 生じており、それから離れるほど小さくなっていた。県別には、宮城県（2.8～5.3m）、岩手県（0.6～4.0m）、福島県（1.5～2.9m）の順で値が大きい。

上下方向の変動は同じく牡鹿半島先端部で最大約 1.2m 沈下しており、西側へ向かうほど小さくなっていた。沿岸別には、宮城県（0.3～1.2m）、福島県（0.3～0.5m）、岩手県（0～0.5m）の順で沈下量が大きかった。

表 5.1-1 県別の津波高、本震に伴う地殻変動量（水平・上下）

県	津波高 (m)	水平変動量 (m)	上下変動量 (m)
青森	6.2～8.6 m	0.6 以下	0～0.1
岩手	5.4～18.3	0.6～4.0	0～0.5
宮城	3.1～15.9	2.8～5.3	0.3～1.2
福島	5.4～8.9	1.5～2.9	0.3～0.5
茨城	4.9～6.8	0.4～1.5	0.2～0.4
千葉	4.1～7.6	0.1～0.4	0～0.2

資料：津波高）気象庁、港湾空港技術研究所、東大地震研

水平変動量・上下変動量）国土地理院

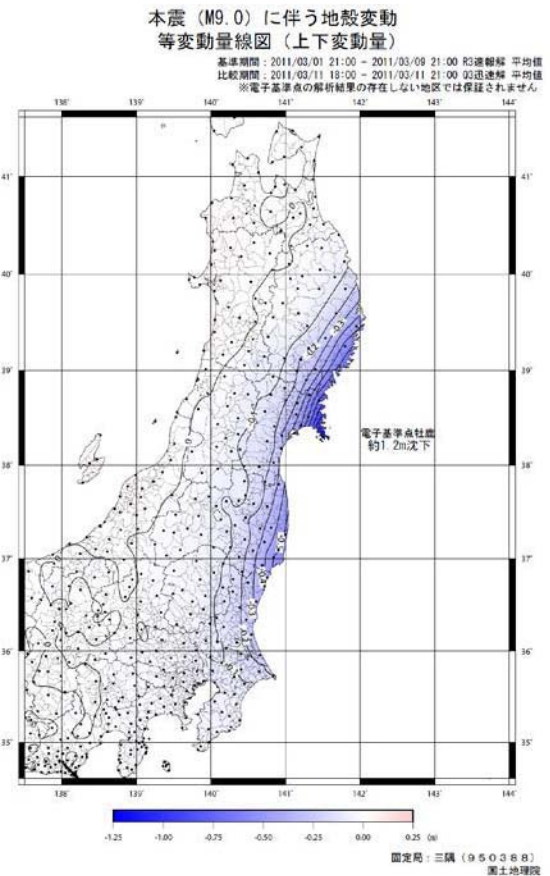
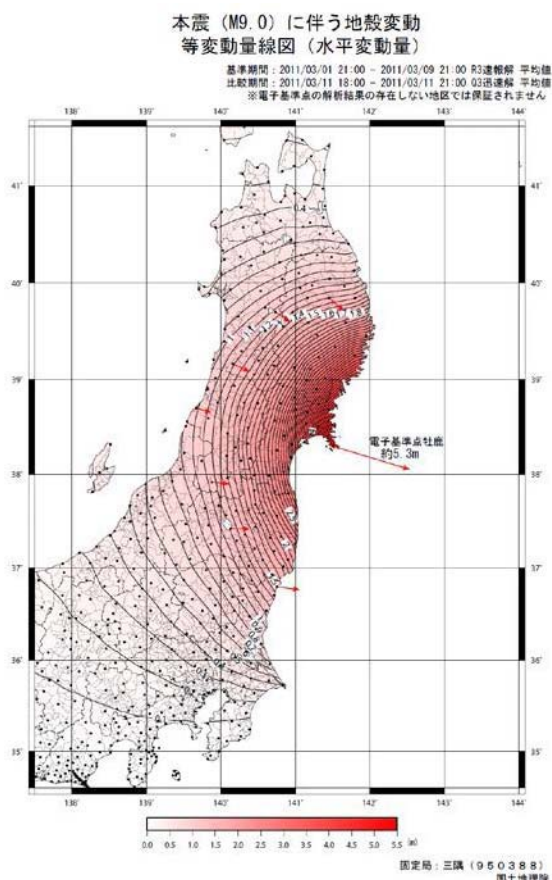


図 5.1-4 本震に伴う地殻変動量（水平方向） 図 5.1-5 本震に伴う地殻変動量（上下方向）

出典：国土交通省 国土地理院 「GPS 連続観測から得られた電子基準点の地殻変動」

(<http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi40005.html>)

5.2 地震・津波等による自然環境への影響の評価

(1) 自然環境への影響

1) 植生への影響

① 広域（全域）での評価

過年度調査で作成した「震災前植生図」、「H24（2012）植生図」、「H25（2013）植生図」、「H26（2014）植生図」の正規化した GIS データをもとに、重要自然マップの重点エリア抽出に用いた 77 海岸区分ごとに、各調査年度における重要な自然であるハビタット（重要な自然：11 区分 表 5.2-1 参照）を抽出した。

この作業をもとに、地域特性を考慮した 6 つの沿岸区分ごとに年度別ハビタット変化状況を整理した。

この結果を用いて、海岸区分ごとのハビタットの変化＝「重要な自然の変化」の観点から、面積の増減にランクを設け特徴のある海岸区分を抽出することも可能である（77 海岸区分/ハビタットごとの増減一覧表は資料編に掲載した）。

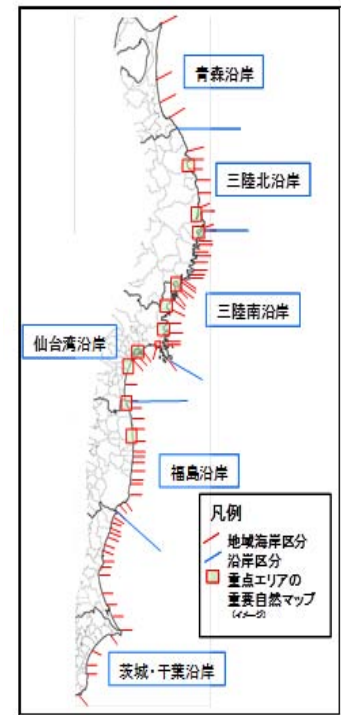


図 5.2-1 海岸区分および沿岸区分

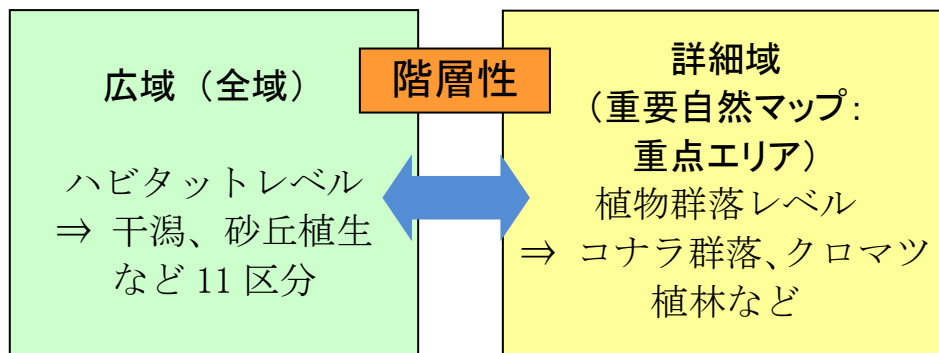


図 5.2-2 広域（全域）と詳細域（重点エリア）評価の階層性

表 5.2-1 重要な自然(ハビタット)と植物群落(植生図凡例)との関係

区分	重要な自然 (ハビタット)	植生図凡例※	備考
海域	①藻場	—	
	②アマモ場	—	
	③干潟	—	
陸域	④砂丘 (砂浜)	r 自然裸地	
	④砂丘 (砂丘植生)	26 砂丘植生、27 ハマナス群落、28 ハマニンニク・コウボウムギ群落、29 ハマグルマ・コウボウムギ群落	
	⑤海岸断崖地	30 コハマギク群落、31 ハマオトコヨモギ・コハマギク群落、32 ラセイタソウ・ハマギク群落、33 ハチジョウススキ群落	
	⑥残存樹林地 (自然林)	2 スダジイ群落、3 タブノキ群落、5 ハンノキ群落、6 ヤナギ高木群落、7 ヤナギ低木群落、10 オニグルミ群落、13 クロマツ群落、14 マサキ・トベラ群落	
	⑥残存樹林地 (二次林)	9 コナラ群落、90 ミズナラ群落、11 ケヤキ群落、12 アカマツ群落、15 低木群落、16 伐採跡地群落	
	⑥残存樹林地 (植林)	34 スギ・ヒノキ・サワラ植林、35 アカマツ植林、36 クロマツ植林、38 その他植林 (落葉広葉樹)、39 その他植林 (常緑針葉樹)、40 竹林、82 ニセアカシア群落*	*埋土種子に着目して抽出
	⑦樹林跡地 (多様な攪乱環境)	73 植林跡地	
	⑧湿生草原 (淡水性)	21 ヨシクラス、22 ツルヨシ群落、23 オギ群落、24 ヒルムシロクラス	
	⑧湿生草原 (塩性)	25 塩沼地植生、79 カワツル・モリユウノヒゲモ群落	
	⑨二次草原	17 ススキ群落、18 メダケ群落、19 アズマネザサ群落	
	⑩非耕作農地 (水田雑草群落)	71 非耕作農地 (水田雑草群落)	
	⑪河川・湖沼等開放水域	w 開放水域	

※ 重要な自然 (ハビタット) 以外の凡例

- 耕作地：a 畑 (畑雑草群落)、b 水田 (水田雑草群落)、e 果樹園、g 牧草地、h ゴルフ場・芝地
- 市街地等：i 緑の多い住宅地、k 市街地、p 残存・植栽樹群をもった公園、墓地等、l 工場地帯、77 仮設住宅、81 ビニールハウス群、72 空地雑草群落
- 造成地等：m 造成地、n 干拓地、76 瓦礫置き場、78 表土剥ぎ取り
- その他：80 新たな植林 (盛土)、74 イタチハギ群落、41 外国産樹種吹付地、70 非耕作農地 (畑雑草群落)

a) 砂丘（砂浜）および砂丘（砂丘植生）

砂丘（砂浜）は、震災後減少傾向にある。砂丘（砂丘植生）はいずれの地域も震災後に著しく減少している。

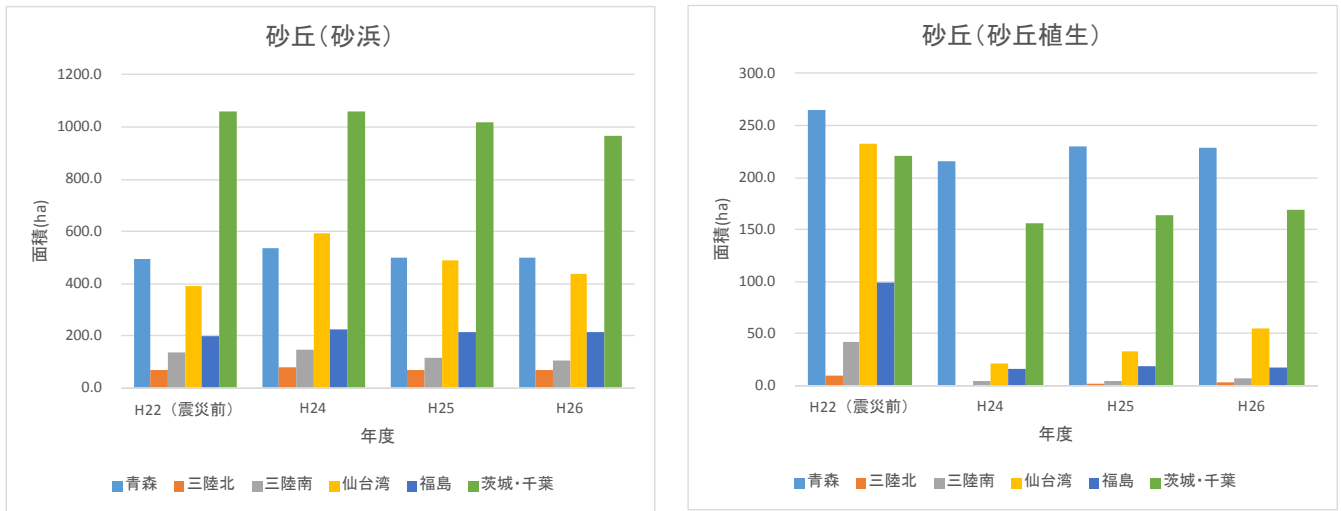


図 5.2-3 砂丘（砂浜）および砂丘（砂丘植生）の変化状況

b) 海岸断崖地の自然植生

海岸断崖地の自然植生は、いずれの地域も震災直後にわずかに減少、その後は変化していない。

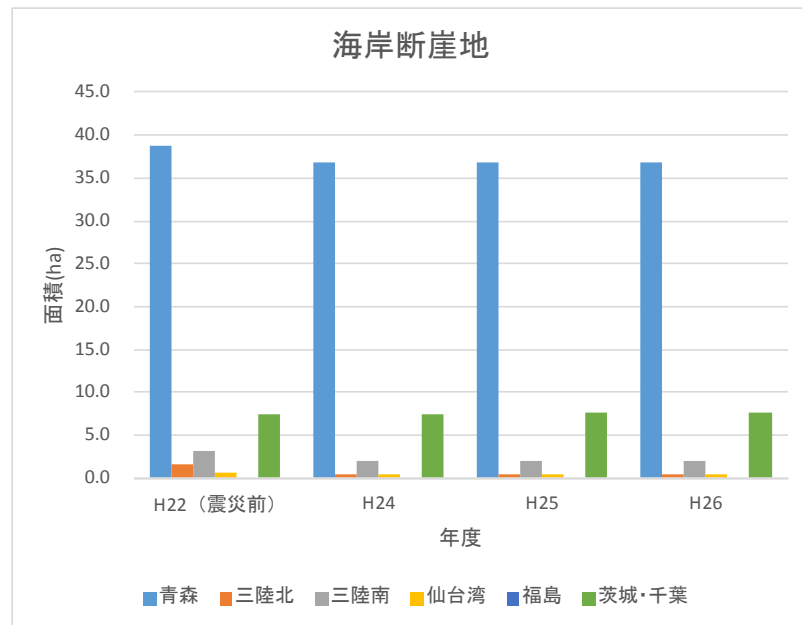


図 5.2-4 海岸断崖地の自然植生の変化状況

c) 残存樹林地および植林跡地（モザイク状の多様な攪乱環境）

残存樹林地はいずれの地域も震災後に著しく減少し、H24以降も緩やかに減少している。津波の影響により出現した植林跡地（モザイク状の多様な攪乱環境）は、震災後に年々減少している。

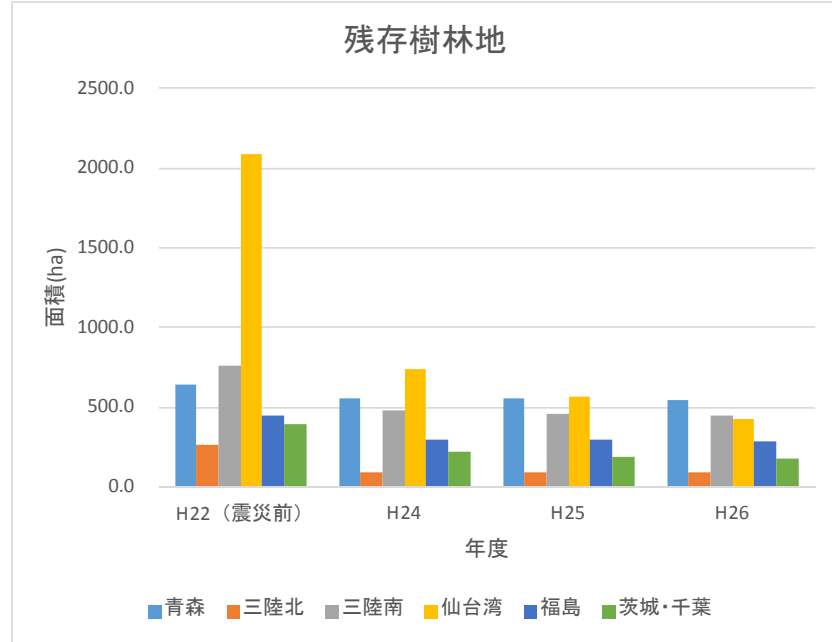


図 5.2-5 残存樹林地の変化状況

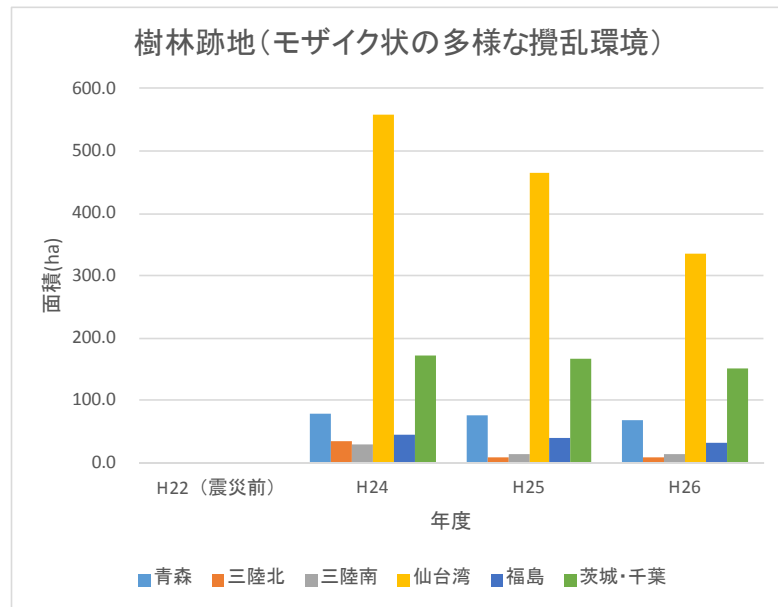


図 5.2-6 樹林跡地の変化状況

d) 湿地植生

湿地（湿地植生）は、震災直後に増加（新たな湿地等）、その後地域によってわずかに増減がある。

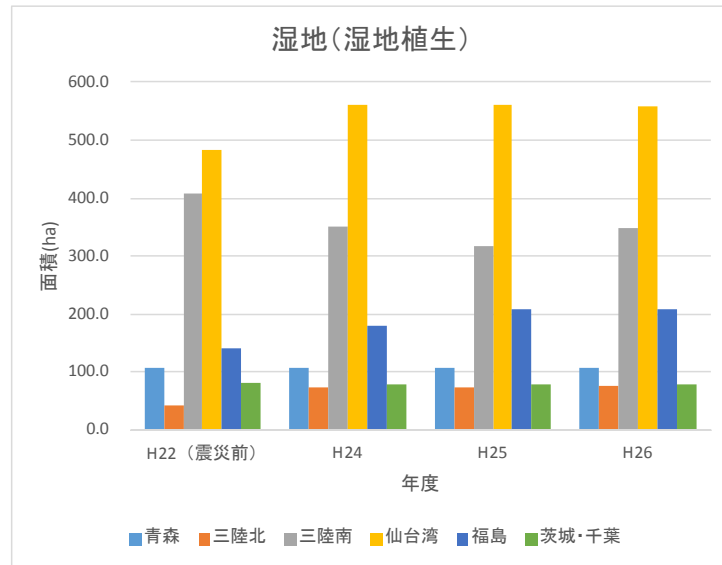


図 5.2-7 湿地（湿地植生）の変化状況

e) 草原（二次草原）

草原（二次草原）は、茨城・千葉以外はいずれの地域も津波等の直接的な影響により減少し、その後も年々減少傾向にある。

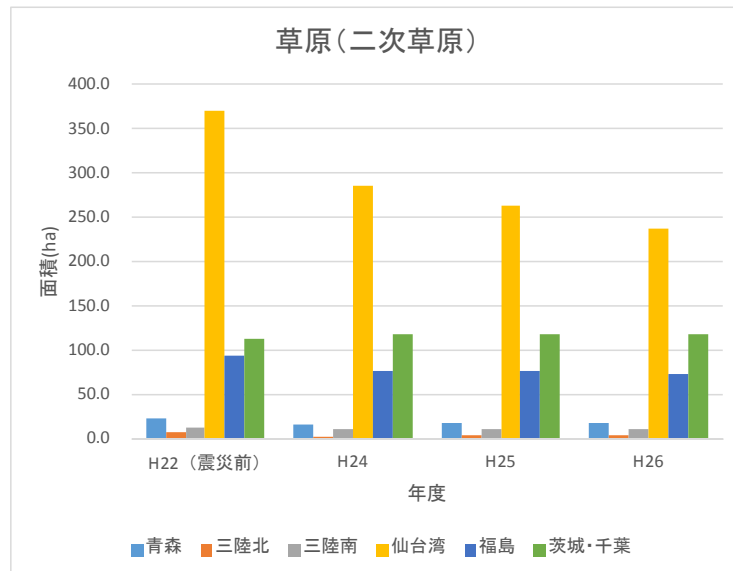


図 5.2-8 草原（二次草原）の変化状況

f) 非耕作農地（水田雑草群落）

震災を契機に出現した非耕作農地は、その後の増減は地域差がみられる。

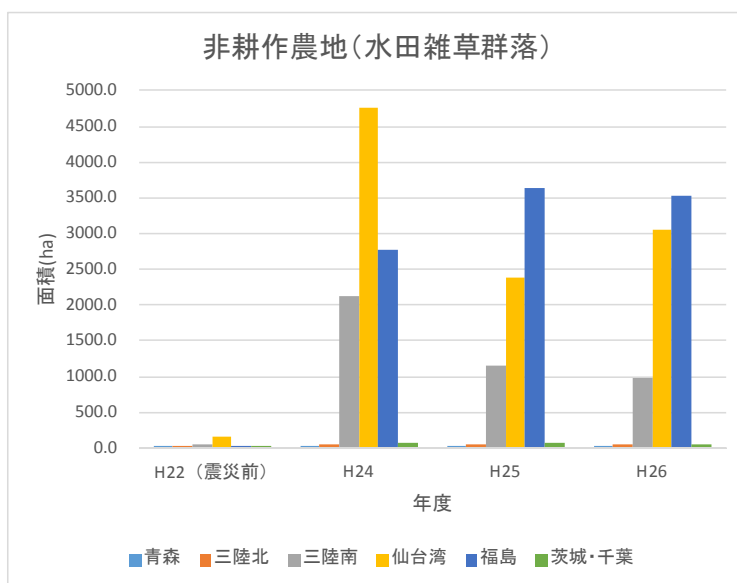


図 5.2-9 非耕作農地（水田雑草群落）の変化状況

g) 河川・湖沼等開放水域

河川・湖沼等開放水域は、各地域とも震災直後に増加し、その後はやや減少傾向にある。

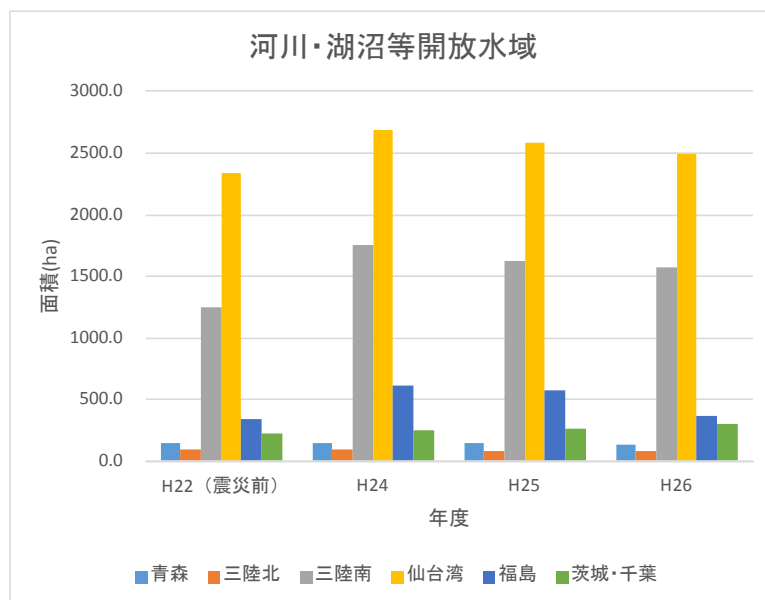


図 5.2-10 河川・湖沼等開放水域の変化状況

h) 土地利用等人為影響にかかわる凡例（重要な自然以外）

水田は、震災直後に著しく減少、その後復旧により増加傾向にある。耕作地（水田以外の畑雑草群落）も震災直後に減少、その後の復旧により増加傾向にある。また、造成地等、市街地等、その他（非耕作農地（畑雑草群落）等）も、復旧事業等により、震災後に著しく増加したが、H26（2014）にはやや減少傾向にある。



図 5.2-11 重要な自然以外の変化状況

i) まとめ（広域評価の整理結果）

- ・ ハビタットのうち震災によりとくに大きな改変影響を受けたのは、「砂丘植生」、「樹林地（残存樹林地）」であり、すべての海岸区分で大きく減少していた。とくに、三陸北部～仙台湾沿岸で顕著であった。
- ・ 攪乱により、「湿地植生」は仙台湾沿岸などで潜在的な生育地が広がった。広域のスケールでも見ることができる明確な変化である。
- ・ 「非耕作農地（水田雑草群落）」、「植林跡地（モザイク状の多様な攪乱環境）」も攪乱によって生じた新たな立地であり、潜在的な自然のソースが育まれていた立地に出現した。これらのハビタットは、福島では H26（2014）年時点でも維持されている。
- ・ 一方で、復旧復興事業等による造成は H24（2012）年から、農地の復旧は H25（2013）年から本格化しており、重要な自然の変化にも反映していると思われる。このこともあり、小さな「再生」は広域のスケールでは見えない。

②詳細域（重点エリア別）での評価

広域では、沿岸区分ごとの震災前後の大きな変化はつかめるが、自然の自律的再生や、小規模な改変などの変化を把握することは難しい。このような変化は地域ごとの特徴があることから、「重要自然マップ 2015」における重点エリア（25 地区：図 5.2-12、表 5.2-2）を対象に、群落レベルでの詳細な変化状況を整理した。

具体的には、各年度の植生データ（精度統一後の過年度植生図）の集計等により、群落レベルでの面積変化を整理するとともに、人為的な改変と自律的再生に伴う群落の変化パターン（何が何にどの程度変化したか）についても整理・可視化した。



図 5.2-12 重点エリア（25 地区）位置

表 5.2-2 重点エリア（25 地区）一覧

沿岸区分	重点エリア名称*1
三陸北部	(1) 久慈湾奥部
	(2) 野田湾奥部 ※
	(3) 宮古市田老沿岸
	(4) 宮古湾
三陸南部	(5) 山田湾奥部
	(6) 船越湾奥部
	(7) 大槌町奥部
	(8) 広田湾奥部
	(9) 気仙沼湾西部
	(10) 本吉湾奥部
	(11) 志津川湾 ※
	(12) 北上川河口域
仙台湾沿岸	(13) 女川湾・足島等
	(14) 万石浦
	(15) 松島湾
	(16) 七北田川河口域 ※
	(17) 名取川河口域
福島沿岸	(18) 阿武隈川河口域・鳥の海
	(19) 新地
	(20) 松川浦
	(21) 鹿島
	(22) 前川浦・井田川浦
	(23) 請戸川・熊川河口域 ※
	(24) 夏井川河口域
	(25) 鮫川河口域・五浦

*1: ※を付けた地区(左図での赤矢印)はそれぞれの沿岸区分の代表地区として群落レベルでの変化および植生変化パターンを本文中に掲載した。

a) 沿岸域（4 地域）での植生変化状況

重要な自然（非耕作農地、開放水域を除く）および人為的改変等の指標となる造成裸地・市街地等（表土剥ぎ取り、水田を除く）の面積変化（震災前→H24→H26）を示した散布図を図 5.2-13 に、沿岸区分ごとの変化状況の概要を表 5.2-3 に示す。

詳細域（重点エリア）での植生変化把握にあたっては、地形的な特徴によって区分した 4 つの沿岸区分（三陸北部、三陸南部、仙台湾沿岸、福島沿岸）ごとに、重点エリアの植生および土地利用の変動パターンを把握した上で、各沿岸区分の代表的な地区について、群落レベルでの面積変化および変化パターンの詳細を示した。

表 5.2-3 沿岸区分ごとの重点エリアにおける植生変化状況（概況）

沿岸区分	概要 ※	代表地区
三陸北部 地区番号 1-4 (4 地区)	三陸北部の重点エリアは、水田等が少なく造成地・市街地等の割合が高い傾向がみられ、図 5.2-13 の散布図では概ね右側の範囲に位置する。2_野田湾奥部では、震災後（H24→H26）、復旧復興事業による造成地・市街地等の増加割合が比較的高いが、残りの 3 地区では低い傾向にある。	代表地区として海岸段丘が発達し十府ヶ浦海岸を含む「2_野田湾奥部」を選定。
三陸南部 地区番号 5-13 (9 地区)	三陸南部の重点エリアでは、リアス地形により相対的に重要な自然の割合が低く、造成地・市街地等の人為的凡例の高い地区が多い。2 地区（10_本吉湾奥部、12_北上川河口域）以外の重点エリアでは、震災前→H24 の重要な自然の減少割合は小さく、震災後（H24→H26）の造成地・市街地等の増加割合は高い傾向にある。	三陸南部の地形的特徴である、湾入するリアス海岸の代表地区として「11_志津川湾」を選定。
仙台湾沿岸 地区番号 14-18 (5 地区)	大河川の河口部及び沖積地を擁し浸水面積が大きい地域。海岸林が重要な自然の主体であり、これらは津波により消失または大幅に減少している。震災後（H24→H26）の復旧復興事業による造成地・市街地の増加割合が大きい地区が多い。16_七北田川河口域では、復旧復興事業等により造成地・市街地等が約 20%増（H24→H26）と調査地区の中で最も増加率が高い。	仙台湾沿岸に特徴的な、規模の大きな干潟（蒲生干潟）を含む「16_七北田川河口域」を代表地区として選定。
福島沿岸 地区番号 19-25 (7 地区)	沖積低地と河岸段丘からなる海岸地域。背後に丘陵がせまる。非耕作農地が卓越する 21_鹿島、22_前川浦・井田川浦及び 23_浪江・大熊川河口では、震災後（H24→H26）の造成地・市街地等の増加割合が低く、他地域に比べて復旧復興事業が進んでいない状況がみてとれる。24_夏井川河口、25_鮫川・五浦では、重要な自然（主に海岸林）の割合が比較的高い。	浜通り海岸地域の重点エリアのうち福一原発近傍の「23_請戸川・熊川河口域」を代表地区として選定。

※「重要な自然」及び「造成裸地・市街地等（人為的な凡例）」の内訳（植生図凡例）は以下のとおり。

【重要な自然】

④-1 砂丘（砂浜）：r 自然裸地、④-2 砂丘（砂丘植生）：26 砂丘植生、27 ハマナス群落、28 ハマニシクークウボウムギ群落、29 ハマグルマコウボウムギ群落、⑤海岸断崖地の自然植生：30 コハマギク群落、31 ハマオトコヨモギーコハマギク群落、32 ラセイタソウハマギク群落、33 ハチジョウススキ群落、⑥残存樹林地：（自然林）2 スダジイ群落、3 タブノキ群落、5 ハンノキ群落、6 ヤナギ高木群落、7 ヤナギ低木群落、10 オニグルミ群落、13 クロマツ群落、14 マサキトベラ群落、（二次林）9 コナラ群落、90 ミズナラ群落、11 ケヤキ群落、12 アカマツ群落、15 低木群落、16 伐採跡地群落、（植林）34 スギ・ヒノキ・サワラ植林、35 アカマツ植林、36 クロマツ植林、38 その他植林（落葉広葉樹）、39 その他植林（常緑針葉樹）、40 竹林、82 ニセアカシア群落*、⑦植林跡地（モザイク状の多様な攪乱環境）：73 植林跡地、⑧-1 湿地植生（淡水性）：湿生草原：21 ヨシクラス、22 ツルヨシ群落、23 オギ群落、24 ヒルムシロクラス、⑧-2 湿地植生（塩性）：25 塩沼地植生、79 カワツルモリーユノヒゲモ群落、⑨草原（二次草原）：17 ススキ群落、18 メダケ群落、19 アズマネザサ群落、※各地区（重点エリア）の特徴が現れるようにするため、面積の差異が大きい「非耕作農地（水田雑草群落）」及び「河川・湖沼等開放水域」は含めなかった。

【造成地・市街地等】

耕作地：a 畑（畑雑草群落）、e 果樹園、g 牧草地、h ゴルフ場・芝地、市街地等：i 緑の多い住宅地、k 市街地、p 残存・植栽樹群をもった公園、墓地等、l 工場地帯、77 仮設住宅、81 ビニールハウス群、72 空地雑草群落、造成地等：m 造成地、n 干拓地、76 瓦礫置き場、その他：80 新たな植林（盛土）、74 イタチハギ群落、41 外国産樹種吹付地、70 非耕作農地（畑雑草群落）※上記と同様の理由により、地区によって面積の差異が大きい「b 水田（水田雑草群落）」及び「78 表土剥ぎ取り」は含めなかった。

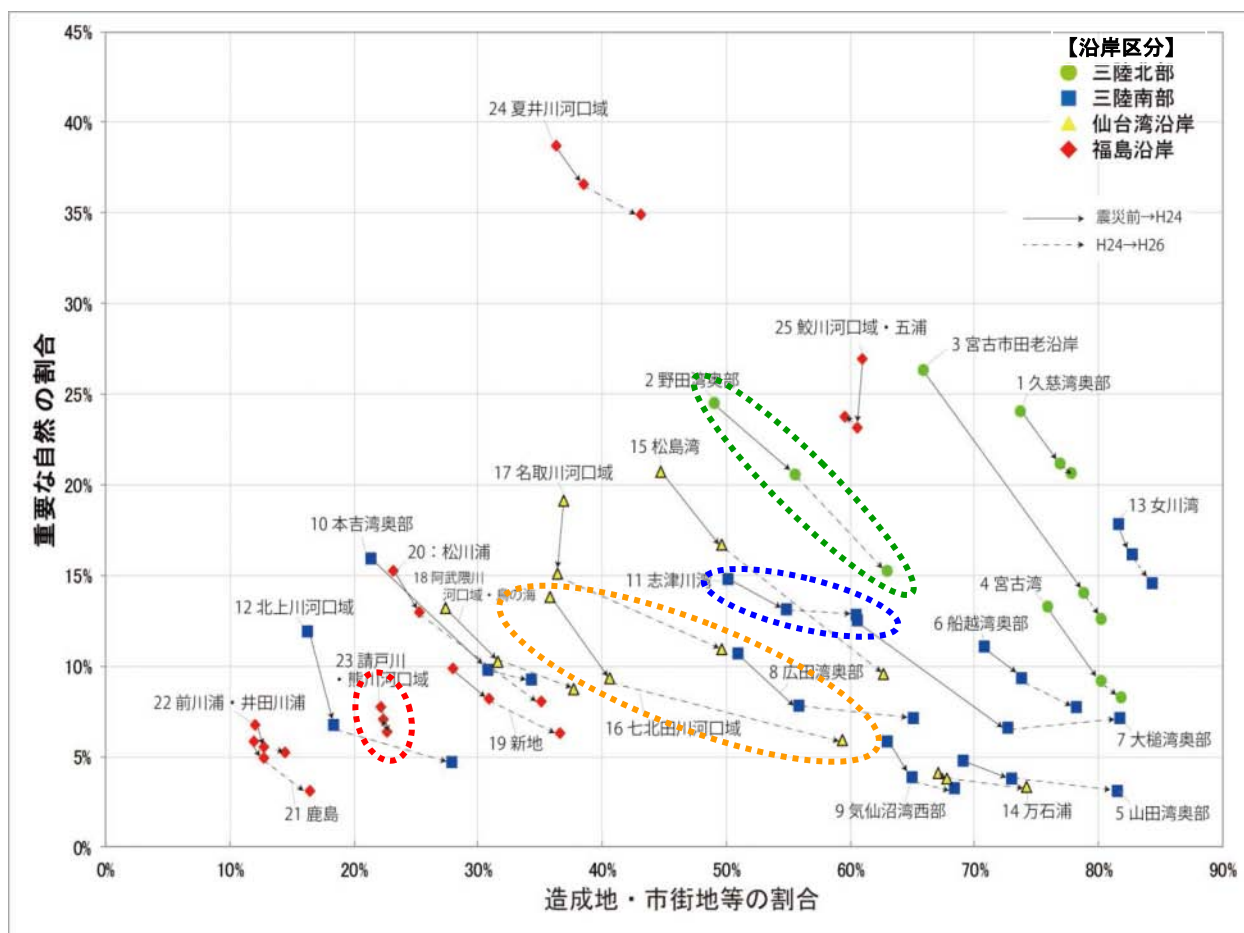


図 5.2-13 重点エリア（25 地区/4 沿岸域）の重要な自然（非耕作農地、開放水域を除く）及び造成裸地・市街地等（表土剥ぎ取り、水田を除く）の変化状況（震災前→H24→H26）（割合）

- ・ 楕円(点線)で示した地区について、各沿岸区分の代表として次頁以降に群落レベルの変化および変化パターンを詳述した。
- ・ 縦軸「重要な自然」④-1 砂丘(砂浜)、④-2 砂丘(砂丘植生)、⑤海岸断崖地の自然植生、⑥残存樹林地(自然林、二次林、植林等)、⑦植林跡地(モザイク状の多様な攪乱環境)、⑧-1 湿地植生(淡水性)、⑧-2 湿地植生(塩性)、⑨草原(二次草原) ※非耕作農地および河川・湖沼等(開放水域)は含まず。
- ・ 横軸「人工裸地・市街地等」耕作地、市街地等、造成地等、その他 ※b 水田(水田雑草群落)および「表土剥ぎ取り」は含まず。

上記を踏まえて沿岸区分ごとの代表地区として、2_野田湾奥部（三陸北部）、11_志津川湾（三陸南部）、16_七北田川河口域（仙台湾沿岸）、23_請戸川・熊川河口域（福島沿岸）を選定した。これら 4 地区（重点エリア）における群落レベルでの面積変化および変化パターンの詳細を以下に示す。

なお、25 地区すべての群落レベルでの面積変化（棒グラフ）および植生変化パターン図は資料編に掲載した。

b) 植物群落の面積変化

【野田湾奥部（三陸北部）】

野田湾奥部（重点エリア）における群落レベルでの面積変化を図 5.2-14 に示す。

当該エリアでは、自然植生（湿生草原）であるヨシクラスは、震災直後は津波等の直接的な影響により面積が減少したが、その後の自律的再生により面積は増加する傾向がみられた。一方、非耕作農地や空地雑草群落は、震災直後に増加し、その後の復旧復興事業等の人為影響により年々減少していた。また、復旧復興事業等により、耕作地や瓦礫置き場は年々減少し、造成地は増加する傾向にあった。

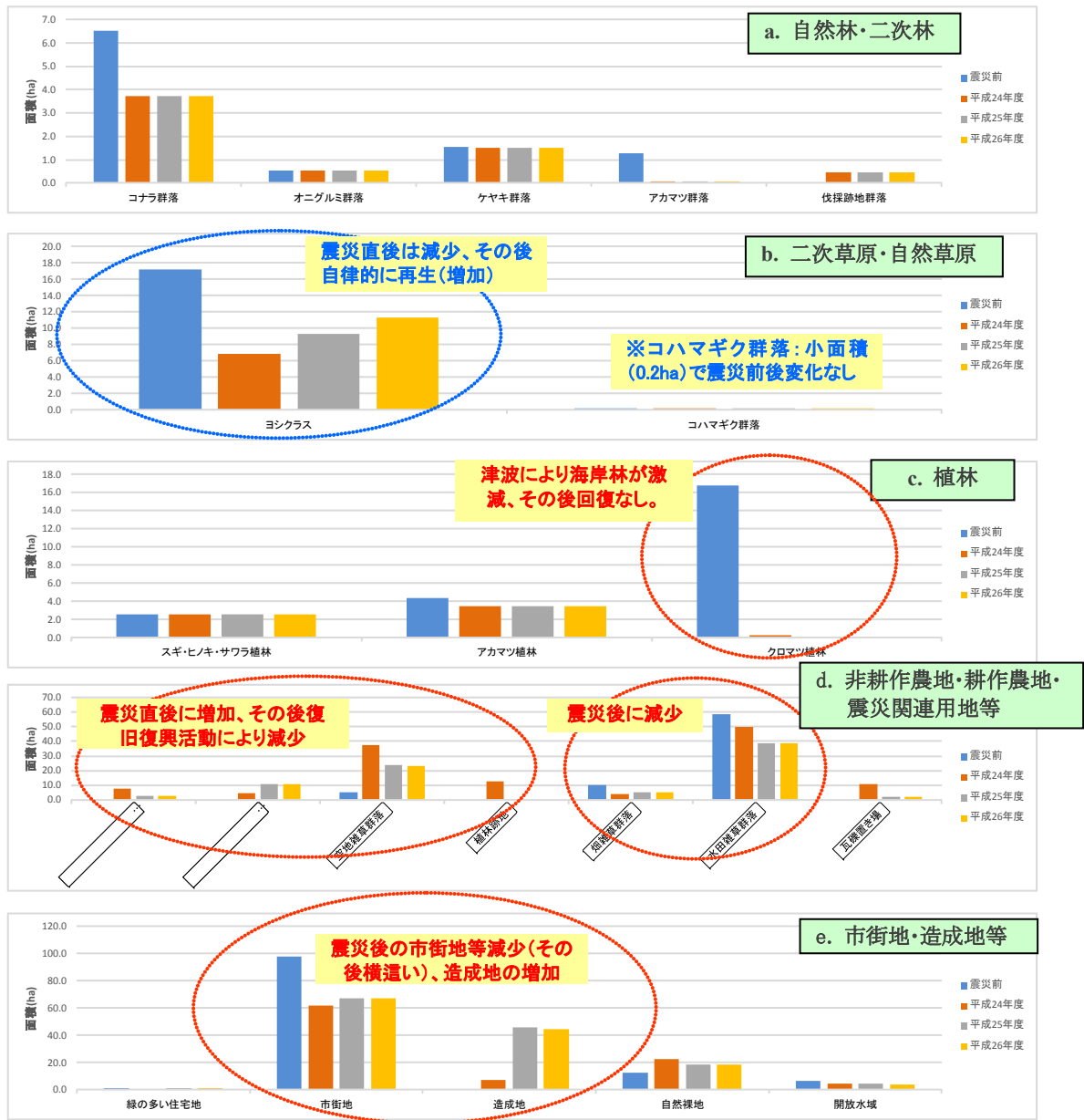


図 5.2-14 野田湾奥部（三陸北部）における植物群落の面積変化

【志津川湾（三陸南部）】

志津川湾（重点エリア）における群落レベルでの面積変化を示す。当該エリアでは、自然植生であるヨシクラスおよびツルヨシ群集については、震災後に自律的な再生により面積が増加していた。一方、非耕作農地や空地雑草群落は、震災直後に増加し、その後の復旧復興事業等の人為影響により年々減少していた。また、復旧復興事業等により、市街地等は震災後に微増し造成地は増加する傾向がみられた。



図 5.2-15 志津川湾（三陸南部）における植物群落の面積変化

【七北田川河口域（仙台湾沿岸）】

七北田川河口域（重点エリア）における群落レベルでの面積変化を図 5.2-16 に示す。当該エリアでは、震災直後に津波による森林群落（ヤナギ群落、アカマツ群落）や海岸林の主体であるクロマツ植林等の減少が顕著であった。また震災後に外来木本群落であるニセアカシア群落の小面積ながら出現していた。草本群落については、ヨシクラスが震災後（H24→H25）減少する一方で、砂丘植生は H25→H26 で自律的な再生による増加が認められた。人為影響にかかわる土地利用については、当該エリアは津波浸水域が広域に及ぶことを反映して、震災後の市街地等の減少及び造成地の増加、非耕作農地の減少及び水田の増加（水田の復旧）等の面積変化が顕著であった。

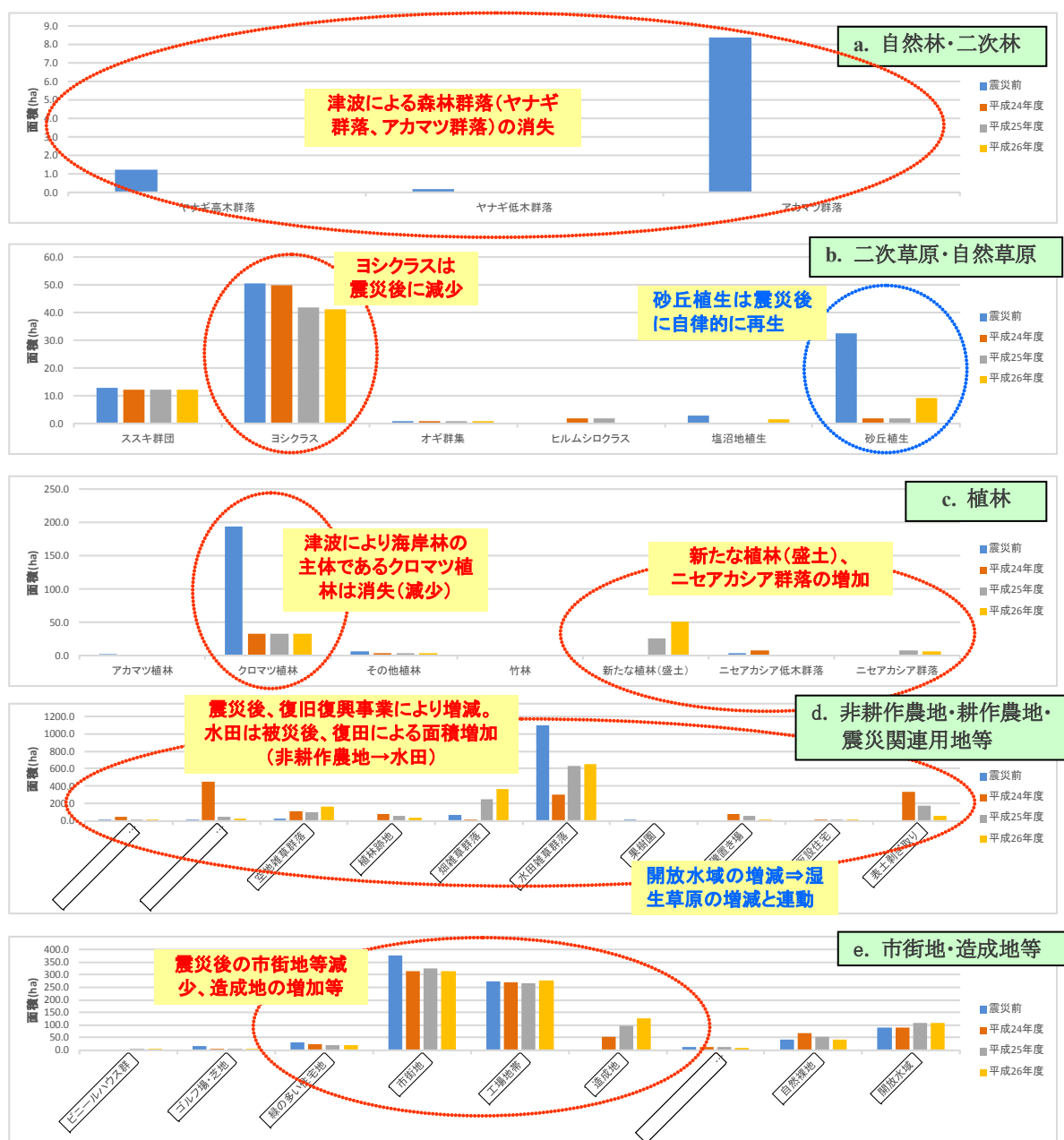


図 5.2-16 七北田川河口域（仙台湾沿岸）における植物群落の面積変化

【請戸川・熊川河口域（福島沿岸）】

請戸川・熊川河口域（重点エリア）における群落レベルでの面積変化を図 5.2-17 に示す。当該エリアでは、ヤナギ低木群落やアカマツ群落の漸次的な減少がみられた一方で、ヨシクラスおよび砂丘植生については震災後に自律的な再生により面積が増加していた。人為影響にかかわる土地利用については、水田の減少と非耕作農地の増加のほか、市街地等の減少や造成地の増加がみられた。また、「緑の多い住宅地」「市街地」「工場地帯」の面積が平成 24 年度以降変わっていないのは、この地区が避難指示区域（帰還困難区域等）を含んでいることによると考えられる。

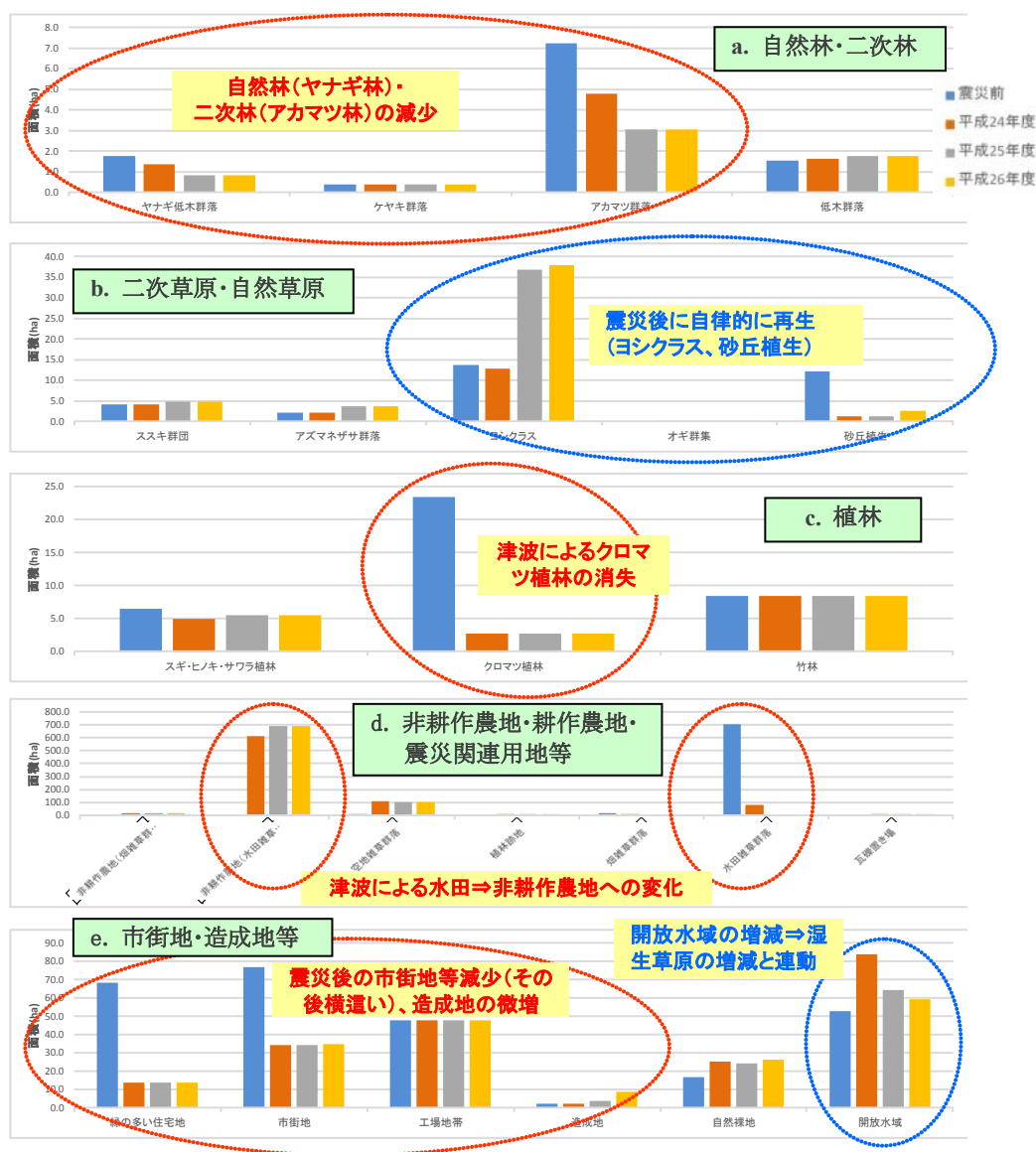


図 5.2-17 請戸川・熊川河口域（福島沿岸）における植物群落の面積変化

c) 植生変化パターン

【野田湾奥部（三陸北部）】

野田湾奥部（重点エリア）では、震災後に湿生草原→自然裸地の変化がみられる一方で、開放水域→湿生草原といった自律的な自然草原の再生が小面積ながら認められた（図 5.2-18）。他地区と同様に、津波等により様々な植物群落・土地利用は造成地等へ変化し（震災前→H24）、復旧復興事業等による非耕作農地から造成地/市街地等への変化（H24→H25）の他、植林→植林跡地→造成地という変化パターンもみられた。

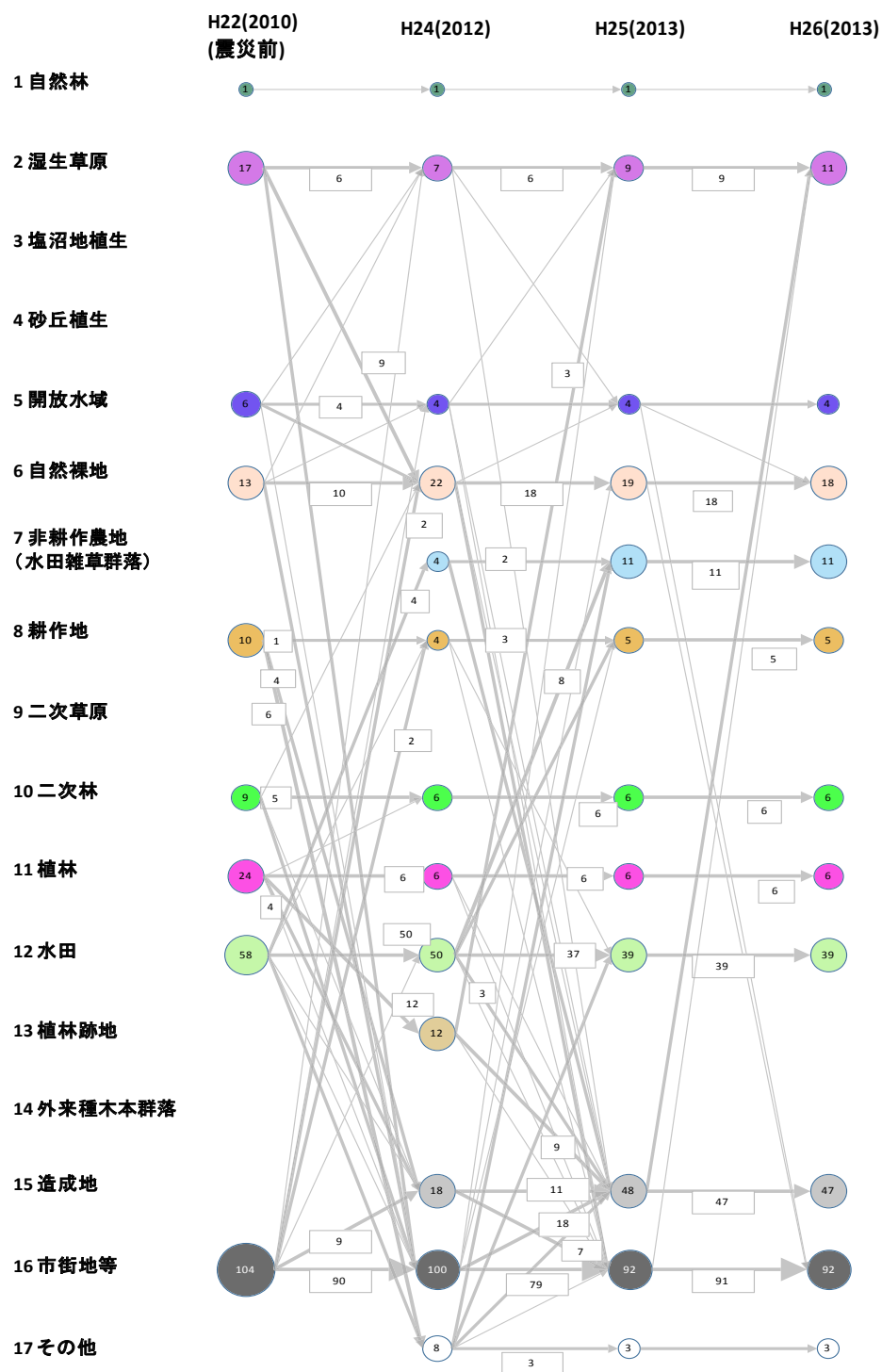


図 5.2-18 野田湾奥部（三陸北部）における植生変化パターン

※各凡例からの変化パターンのうち変化面積上位5凡例までを表示。概ね 1ha 未満の変化パターンは図示していない（面積が小さくとも重要と思われるものは表示）。

【志津川湾（三陸南部）】

志津川湾（重点エリア）では、震災直後に湿生草原→自然裸地（または開放水域）の変化がみられる一方で、開放水域（または自然裸地）→湿生草原といった自律的な自然草原の再生が小面積ながら認められた（図 5.2-19）。当該地区では、震災直後の水田→非耕作農地への変化量が大きいことが特徴である。

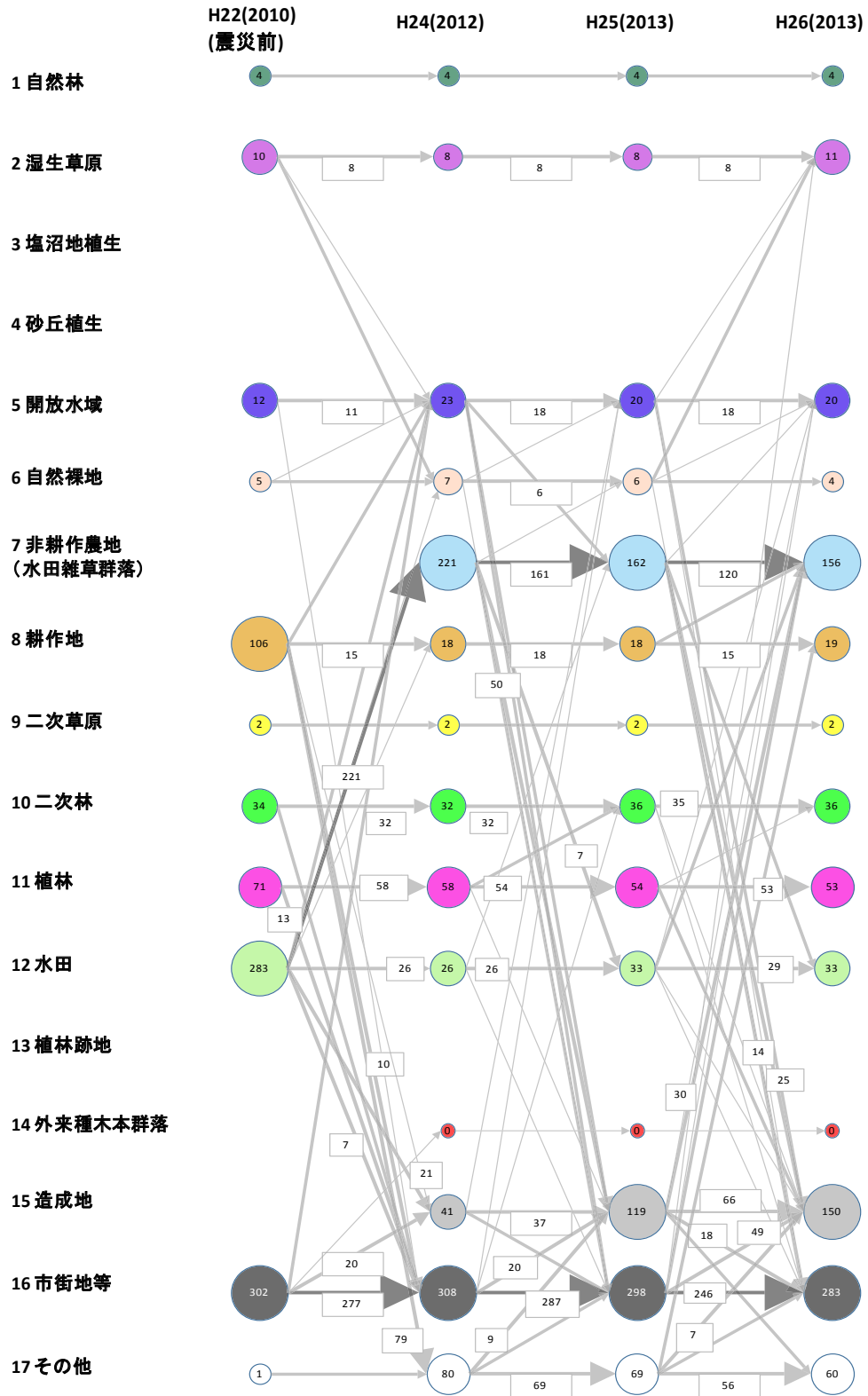


図 5.2-19 志津川湾（三陸南部）における変化パターン

※各凡例からの変化パターンのうち変化面積上位5凡例までを表示。概ね1ha未満の変化パターンは図示していない（面積が小さくとも重要と思われるものは表示）。

【七北田川河口域（仙台湾沿岸）】

七北田川河口域（重点エリア）では、自律的な自然草原の再生（開放水域→湿生草原、自然裸地→塩沼地植生等）、復興復旧事業等による変化（非耕作農地→造成地/市街地等、造成地等→水田等）が認められた（図 5.2-20）。当該エリアは仙台平野の津波浸水域を含むため、非耕作農地や水田及び人工裸地・住宅地等の人為的な土地利用の動態が顕著であることが特徴といえる。

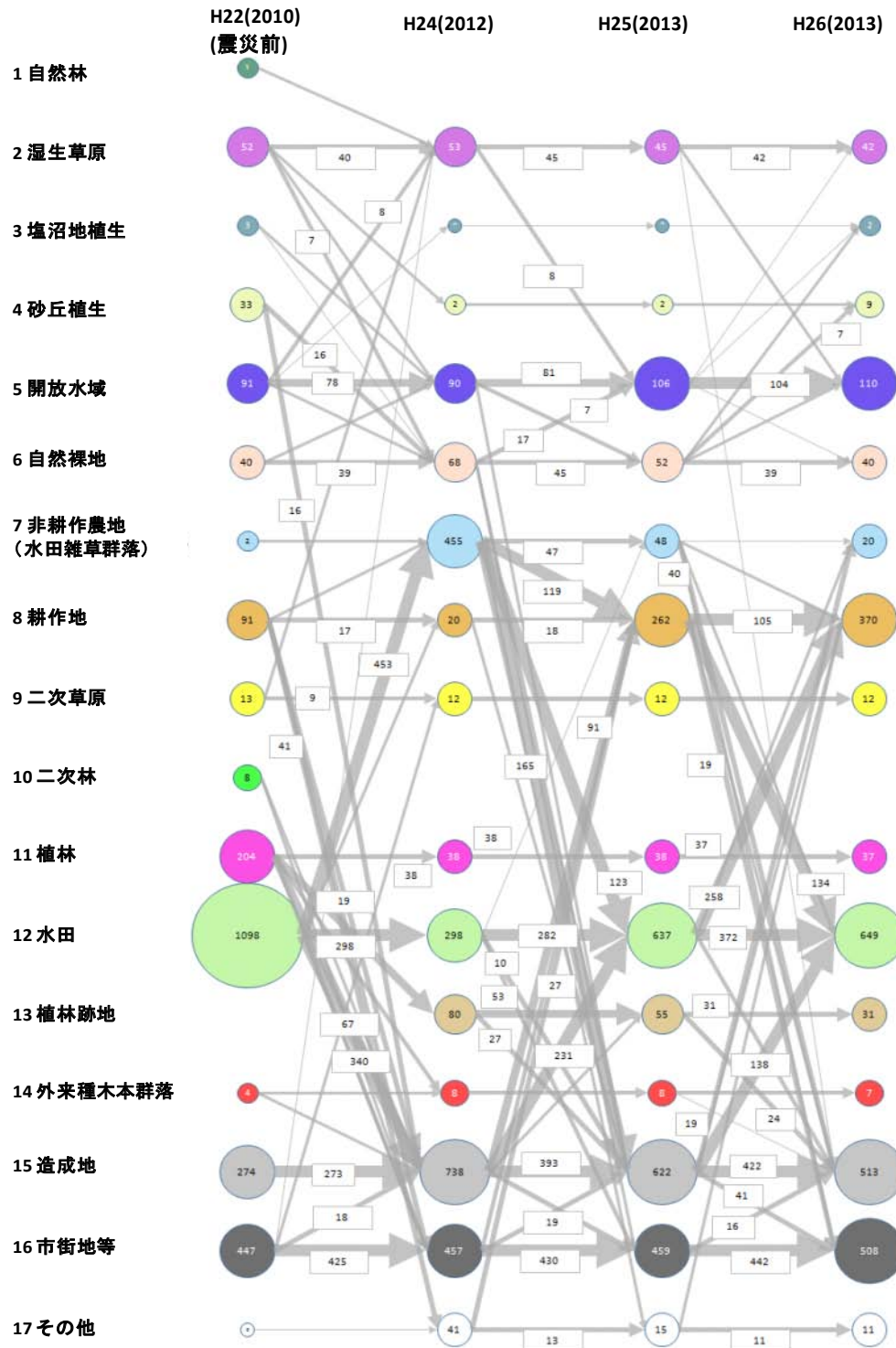


図 5.2-20 七北田川河口域（仙台湾沿岸）における植生変化パターン

※各凡例からの変化パターンのうち変化面積上位 5 凡例までを表示。概ね 1ha 未満の変化パターンは図示していない（面積が小さくとも重要と思われるものは表示）。

【請戸川・熊川河口域（福島沿岸）】

請戸川・熊川河口域（重点エリア）では、湿生草原の維持または自律的再生による面積増加（開放水域⇒湿生草原）、津波による水田から非耕作農地への広域変化等がみられた（図 5.2-21）。当該エリアは福島第一原子力発電所の事故に伴う避難指示区域（帰還困難区域等）を含んでいるため、震災後（H24→H25→H26）で造成地や市街地等の土地利用がほとんど変化していないことが特徴といえる。

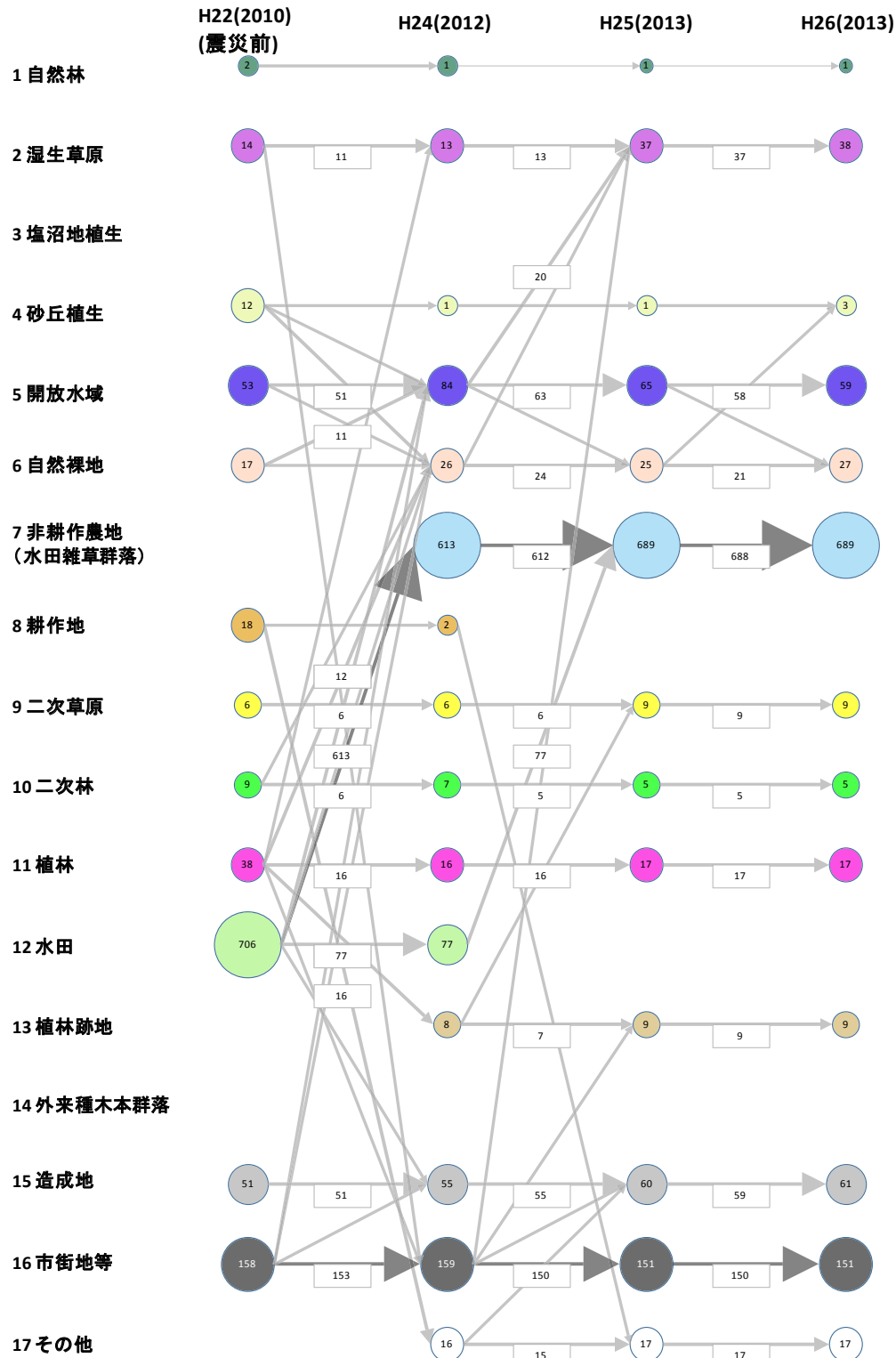


図 5.2-21 請戸川・熊川河口域（福島沿岸）における植生変化パターン

※各凡例からの変化パターンのうち変化面積上位5凡例までを表示。概ね1ha未満の変化パターンは図示していない（面積が小さくとも重要と思われるものは表示）。

d) まとめ（詳細域評価）

- ・ 詳細域（重点エリア）における群落レベルでの面積変化および植生変化パターンの把握から、ハビタットによる広域評価ではみえない、より詳細な植生および土地利用の動態や変化特性を確認できた。
- ・ 震災前⇒H24（2012）では、津波等の直接的影響により、埋土種子等が存在する湿生植物の潜在的な生育地において「湿生草原」が広がったほか、様々な植物群落および土地利用から、非耕作農地（耕作の停止）や造成地・市街地等へと変化（人為的改変）していた。
- ・ 震災後 H24（2012）⇒H26（2014）では、復旧復興事業等の人為影響により、非耕作農地等から造成地/市街地等・水田等へと変化していた。このような変化動態は、特に仙台湾沿岸（七北田川河口域等）で顕著であった。
- ・ 震災後、湿生草原等の面積増加や小面積ながら開放水域⇒湿生草原、自然裸地⇒砂丘植生等の自然遷移による「自律的再生」がみられた。重点エリアには小面積ではあるが湿地植生等の「重要な自然」が依然として残存しており、今後はこれらの重要な自然の保全等に向けて「重要自然マップ 2015」の有効活用が期待される。

2) 重点地区調査の成果の経年比較

広域を対象とした植生調査に対して、湾単位の生態系もしくは生物群集レベルの変化傾向を把握するために、平成 24 年度から平成 27 年度にかけて重点地区調査を実施した。なお、平成 27 年度は平成 25 年度の 13 地区及び、これまで立ち入りができなかった避難指示区域を含む福島県の 3 地区を新たに加え、合計 16 地区で調査を実施した。

調査地区はリアスの湾または平野部において主要河川の河口域を中心とした数百メートルから数キロメートルの方形区とした（範囲の広さは地区で異なる）。さらに、これらの調査地区の中で典型的な環境を選定し（以降環境区分と呼ぶ）、数百メートル幅の範囲において動植物相調査を実施した。また、新たな湿地※や海岸部のエコトーンにおける変化状況を把握するため、複数の環境区分の連続する箇所に幅 20m×数百メートルのベルトを設定し、植物群落の横断面図を作成した。また、これらの調査成果の経年比較を通じて、震災後の動植物の変化の傾向を把握した。

なお、重点地区調査の実施状況を表 5.2-4 に示す。

表 5.2-4 重点地区調査の実施状況

県名	番号	地区名	調査実施状況				
			H24	H25	H26	H27	H27 追加
岩手県	①	津軽石川河口		●		●	
	②	織笠川河口（山田湾）		●	●	●	
	③	鵜住居川河口		●		●	
	④	小友浦（広田湾）		●		●	
宮城県	⑤	津谷川河口		●		●	
	⑥	北上川（追波湾）河口域および長面浦・富士沼		●	●	●	
	⑦	桂島・野々島（松島湾）		●		●	
	⑧	蒲生	●	●	●	●	
	⑨	井土浦	●	●	●	●	
	⑩	広浦南	●	●	●	●	
福島県	⑪	松川浦		●	●	●	
	⑫	小高		●		●	
	⑬	請戸川河口		●		●	
	⑭	熊川河口					●
	⑮	夏井川河口					●
	⑯	鮫川河口					●

※新たな湿地：津波により耕作地や海岸林の跡地にできた湿地環境。平成 25 年にはこれらを対象とした「新たな湿地調査」を実施し、水生生物や攪乱環境に依存した希少種等が生育する多様な環境であることを確認した。

① 重点地区内の確認種数の経年変化

平成 25 年度から平成 27 年度までの地区別・分類群別の種数を図 5.2-22 に示す。なお、作図に際し、経年比較が可能な調査地区のうち津波浸水域内で得られたデータを使用した。

地区や分類群によって程度は異なるものの、全体的な傾向としては平成 25 年度から平成 27 年度にかけて種数が増加していることがわかった。一方で、平成 26 年度に調査を実施している 6 地区を見ると、平成 27 年度にかけて増加していない、あるいは増加していても顕著な差が見られない。このことから、震災後から約 3 年後の平成 26 年度で種数が概ね回復したと推測される。

また、調査地区は主要河川を中心とした湾または河口部のうち、津波による被害が甚大であった箇所を中心に選定した。これらの地区では工事等により人工裸地が年々増えており、必ずしも生物にとって生息・生育しやすい環境が広がっているとは言い難い。しかしながら、そのような状況下でも多くの地区で確認種数が増加していたことは、沿岸域の生態系の高い回復能力を示唆していると考えられる。

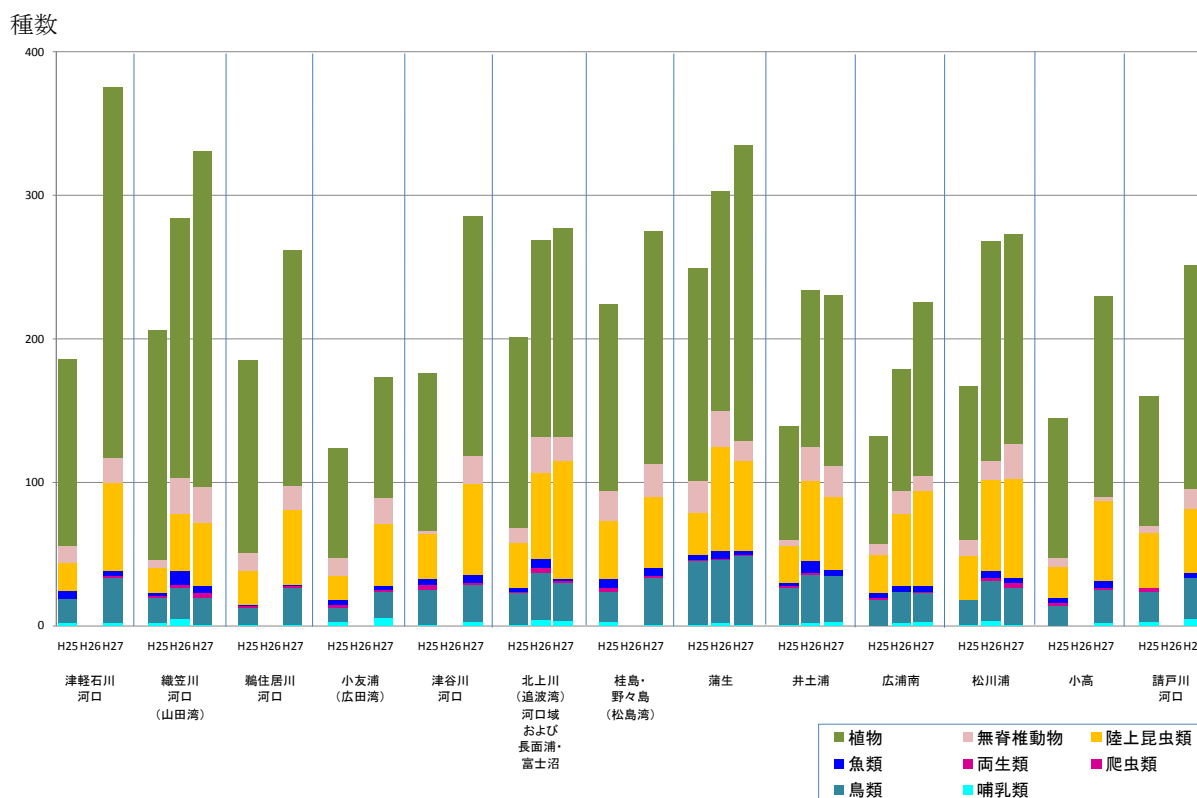


図 5.2-22 地区別・分類群別の確認種数の推移

津波浸水域内のデータを抽出し、平成 25 年度以降の秋季の調査結果を比較した。平成 26 年度は調査を実施した地区と実施していない地区がある。

② 年度間の確認種の類似性に基づく評価

図 5.2-22 に示した通り、浸水域内における生物の種数は増加傾向にあることがわかった。しかしながら、種数の増減だけでは、生物が震災後の環境に定着しているのか、あるいは種の入替わりがみられるのかは把握できない。このような種構成の変化を把握するため、経年的な共通種の割合の変化を整理し、地区ごと、環境区分ごとに比較した。また、基盤環境となる植物の種構成の変化が、環境を利用する側である動物の種構成に対して影響を与えているのかどうかを把握するため、植物および動物の変化の相互関係についても考察することとした。

a) 評価手法

平成 25～26 年度間及び平成 26～27 年度間について、前年度と同じ種が確認された割合を「類似度」として整理し、群集の種構成の変化を年度間の共通種の割合で評価した。評価にあたっては基盤環境として植物相を、環境を利用する動物として昆虫相を指標とし、これらの相互関係を解析することとした。なお、食草が限られている昆虫相は植物相との相関がみられるという仮説に基づき昆虫相を動物の指標とした。

ここでの類似度として、以下に示す Jaccard の類似度指数を用いることとした。

$$\text{類似度} = m / (m + a + b)$$

m : A 年と B 年で共通して確認された種数

a : A 年でのみ確認された種数 (m を除く)

b : B 年でのみ確認された種数 (m を除く)

b) 評価対象地区及び環境区分の選定

年度間の類似度を 2 期間で比較する手法のため、3 年間の連続した調査データを用いる必要がある。表 5.2-5 に示す 6 地区は、平成 25、26、27 年度において調査を実施しているが、このうち、植物と昆虫の両分類群について、3 年間のデータが揃っているものを解析のサンプルとした (表 5.2-5 の●)。なお、データは津波浸水域内のものを使用し、どこか 1 年でも調査を実施していない環境区分はサンプルに含めていない。

表 5.2-5 評価対象地区及び環境区分

環境区分 重点地区	開放水域	砂浜	干潟	河川	湿地	新たな湿地	樹林	被災樹林	耕作農地	非耕作農地	宅地跡	造成地
織笠川河口 (山田湾)											●	
北上川 (追波湾) 河口域 及び長面浦・富士沼		●		●		●	●					
蒲生		●		●				●	●	●		
井土浦					●			●		●	●	
広浦南					●	●				●		
松川浦		●								●	●	

●は評価のサンプルとしたデータ：昆虫相、植物相ともに 3 年連続でデータが取得できた地点

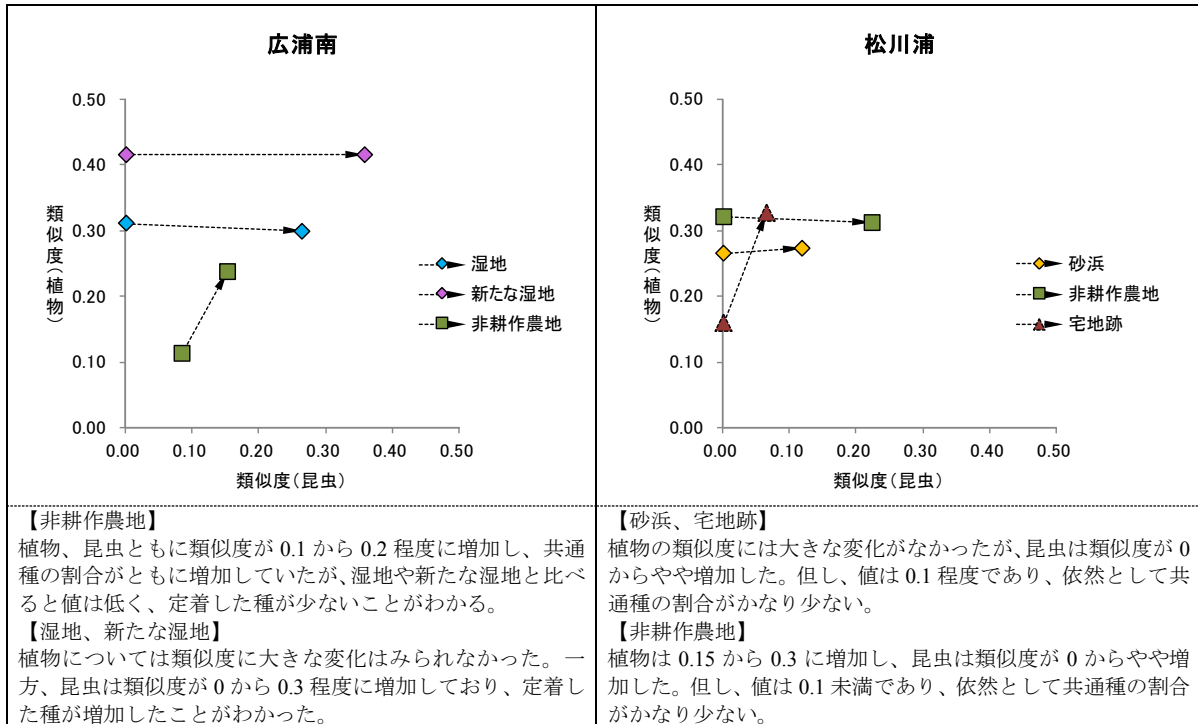
c) 評価結果

評価結果を以下に示す。グラフ内矢印の始点は平成 25～26 年度の類似度であり、終点は平成 26～27 年度の類似度を示す。値が大きいほど前年度との共通種の割合が多いことを示す。

表 5.2-6 類似度の評価結果

織笠川河口(山田湾) 類似度(植物) 類似度(昆虫) ---▲ 宅地跡	北上川(追波湾)河口域および 長面浦・富士沼 類似度(植物) 類似度(昆虫) ◆ 砂浜 ● 河川 ◆ 新たな湿地 ▲ 樹林
【宅地跡】 H25-H26 に約 0.3 だった類似度が、H26-H27 に約 0.4 に増加した。昆虫は種の共通性がほとんどなかったが、H26-H27 には約 0.2 となった。植物、昆虫ともに定着する種の割合が増えていた。	【砂浜、河川、樹林】 植物、昆虫ともに類似度が増加しており、定着する種の割合が増えたと考えられる。但し、河川では類似度の値が 0.1 と小さく、依然として種の入れ替わりが多い。また、砂浜は植物、昆虫ともに類似度が 0.3-0.4 であり他の環境よりも共通種の割合がやや高い。 【新たな湿地】 植物の類似度は 0.3 から 0.2 に低下し、昆虫は微増であった。種の入れ変わる割合は大きく変化していない。
蒲生 類似度(植物) 類似度(昆虫) ◆ 砂浜 ● 河川 ▲ 被災樹林 ■ 耕作農地 ■ 非耕作農地	井土浦 類似度(植物) 類似度(昆虫) ◆ 湿地 ▲ 被災樹林 ■ 非耕作農地 ▲ 宅地跡
【河川、被災樹林】 植物、昆虫ともに類似度が増加しており、定着する種の割合が増えたと考えられる。但し、いずれも類似度が 0.1 と値が小さく、依然として種の入れ替わりが多いことがわかる。 【砂浜、非耕作農地、耕作農地】 植物の類似度は減少傾向にあり、昆虫の類似度は増加傾向にある。いずれも植物の共通種の割合と昆虫の共通種の割合に相関は見られない。また、耕作農地の昆虫の共通種の割合以外は、いずれも類似度が 0.2 以下であり、種の入れ替わりが多いことがわかる。	【湿地、宅地跡】 植物は類似度が 0.2 から 0.3 となり、昆虫は 0 から約 0.3 となった。植物と昆虫ともに共通種が増え、定着する種が増えたことがわかる。 【被災樹林】 植物の類似度は増加したが昆虫の類似度に大きな変化はなかった。昆虫は類似度が 0.1 と低く、種の入れ替わりが多いことがわかる。 【非耕作農地】 植物の類似度は大きな変化はなく、昆虫は 0 のままであり、3 年間で確認された種に共通性は見られなかった。

表 5.2-7 類似度の評価結果



d) 考察

全体的には共通種の割合が高くなる傾向があり、徐々に定着できる種が増えていることを示している。一方で、地区や環境区分で明確な変化傾向が見られなかったが、その理由としては地区ごとに人為的な影響や自然攪乱の強度が異なるためと考えられた。

また、基盤環境の指標とした植物と環境を利用する動物の指標とした昆虫では、明確な相関は見られなかった。この理由としては、昆虫の移動能力による区分を行わなかったため、周辺環境に生息する昆虫を評価に含んでおり、周辺の環境の変化による影響が含まれているためと推測された。

なお、参考までに震災以前の公表データ（国土交通省河川水辺の国勢調査、北上川流域）を用いて類似度を算出したところ、植物相の類似度は0.6～0.7程度であった。これに対して本解析の平成26～27年度における類似度はおおむね0.3程度であり、約半分程度であった。

以上のことから、種数の回復や共通種の割合が高くなる傾向が見られるものの、震災後の環境に定着できている種は限られており、依然として回復の中途、攪乱環境にあることが推測された。

③ $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 多様性を指標とした多様性の質の評価

a) 評価手法

被災後に成立した環境における群集が地区毎に同様であるか、あるいは異なっているかを評価することを目的とし、生物多様性の評価の代表的な指標である α 多様性、 β 多様性を用いて多様性の質の評価を試行した。 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 多様性は下のように定義され、 β 多様性が大きいほど群集の種構成の地区毎の差が大きいことを示すものである。

α 多様性：地区毎の群集の種数
 γ 多様性：各地区全体の種数であり、重複をのぞいたもの
 β 多様性：各地区の群集同士の多様性の指標、 γ/α

b) 評価対象の選定

大規模攪乱による生物群集の評価を目的としたことから、評価する環境は震災後に特有の攪乱環境である「新たな湿地」と「被災樹林」を選定した。また、先の解析で生態系の回復傾向が見られた「砂浜」、浸水域に広く見られる「非耕作農地」についても同様の解析を試みた。分類群は確認種数が多く、変化傾向が把握しやすい植物及び昆虫対象とした。調査年度は平成 25 年度と平成 27 年度、季節は秋季に統一し、サンプルデータを抽出した。

c) 評価結果

評価結果を以下に示す。植物、昆虫それぞれについて α 多様性に対して β 多様性が高いことから、それぞれの環境が地区毎に異なる群集の種構成であることがわかる。

表 5.2-8 評価結果

分類群	指数	砂浜		新たな湿地		被災樹林		非耕作農地	
		H25	H27	H25	H27	H25	H27	H25	H27
植物	γ	88	115	87	98	173	329	139	158
	α ave	20.40	27.44	19.89	28	29.44	65.89	34.80	37.80
	β	67.60	87.56	67.11	70	143.56	263.11	104.20	120.20
昆虫	γ	31	39	38	58	31	77	51	87
	α ave	4.27	6.90	5.89	12.33	5.14	11.11	7.60	17.33
	β	26.73	32.09	32.11	45.67	25.86	65.89	43.40	69.67

d) 考察

いずれの環境においても、H25、H27 単年でみると β 多様性の値が α 多様性の値の 3 ～6 倍程度となっており、群集の種構成の地域差が大きい環境であることを示唆している。また、 β 多様性の増加は H25 から H27 にかけて地区毎に異なる種が侵入しており、群集の種構成の地域差が拡大していることを示唆している。

震災後、津波浸水域内に出現した環境の構成種にはそれぞれに地域差があったが、
年々その地域差が大きくなる傾向があることが分かった。このことは沿岸地域の生態系が固有の群集から成り立っており、それぞれに保全の価値があることを示唆している。

④ ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

本年度調査で作成したベルトトランセクトの平面図及び断面図を過年度の成果と比較し、経年的な変化の傾向を把握した。各ベルトのモニタリングの対象とした環境ごとに経年変化を表 5.2-9 に整理した。また、経年比較の結果を表 5.2-10 以降に示す。

砂丘植生や塩沼地植生については、分布の拡大傾向が見られ、沿岸域の自然植生の回復力の高さを示している。また、震災後に内陸に出現した新たな湿地については、一部は人為的な影響で群落が消滅したものの、概ね分布が拡大しており、人為的な影響を受けない限りは震災後の湿地環境が維持されることを示している。

非耕作農地や空地雑草については、群落の状態が維持されているか、あるいは遷移や人為的な影響により優占種や群落の構造が変化していた。なお、樹林環境については、枯死等の大きな変化は見られなかった。

表 5.2-9 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図における経年変化の整理

番号	重点調査地区名	ベルト	対象						
			砂丘植生	塩沼地植生	新たな湿地	非耕作農地	空地雑草	河辺植生	樹林
1	津軽石川河口	a	1	-	-	-	-	-	0
		b	-	-	-	2	-	2	
2	織笠川河口	a	-	-	-	3	0	0	0
3	鶴住居川河口	a	1	-	-	-	1	-	0
4	小友浦(広田湾)	a	-	-	1	2	2	-	-
		b	-	-	-	3	0	-	0
5	津谷川河口	a	2	-	4	-	-	-	0
		b	-	-	-	2	2	2	0
6	北上川(追波湾)河口域および長面浦・富士沼	a	-	-	1	-	0	-	0
7	桂島・野々島(松島湾)	a	1	-	-	2	2	-	0
		b	-	-	3	0	2	-	0
8	蒲生	a	1	1	-	0	1	-	0
		b	1	1	-	-	-	-	-
9	井土浦	a	1	2	1	-	-	-	0
		b	-	1	1	-	-	-	-
		c	-	-	-	3	-	-	2
10	広浦南	a	4	-	4	-	-	-	4
		b1,2	1	-	-	0	0		0
11	松川浦	-	ベルトの設定はない						
12	小高	a	-	-	2	-	1	-	-
13	請戸川河口	a	1	1	1	-	2	-	-
14	熊川河口	a	平成 27 年度調査のみ						
15	夏井川河口	a							
16	鮫川河口	a							
合計			10	5	9	10	13	3	14
0	状態維持	群落面積、優占種ともに大きな変化がみられない箇所。							
1	分布拡大	優占種は概ね変わらず分布範囲が拡大した箇所。							
2	群落変化	優占種や群落構造が変化した箇所。自然の遷移または刈り取り後の変化など。							
3	耕作地化	耕作地となった箇所。表土剥ぎ取りではなく、作付けが完了した箇所。							
4	人口裸地化	工事等の造成により、裸地となった箇所。盛土、表土剥ぎ取り後を含む。							

表 5.2-10 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

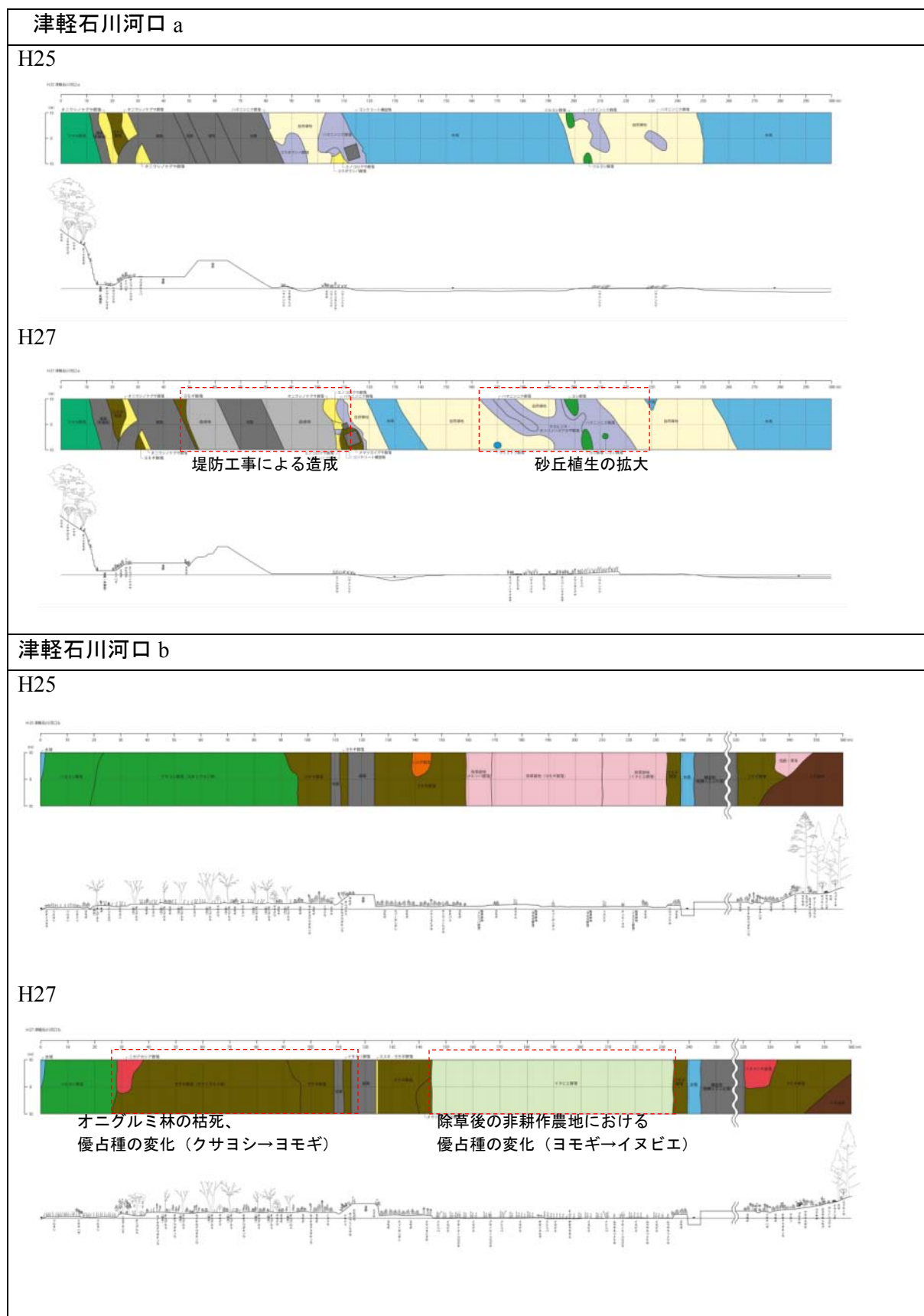
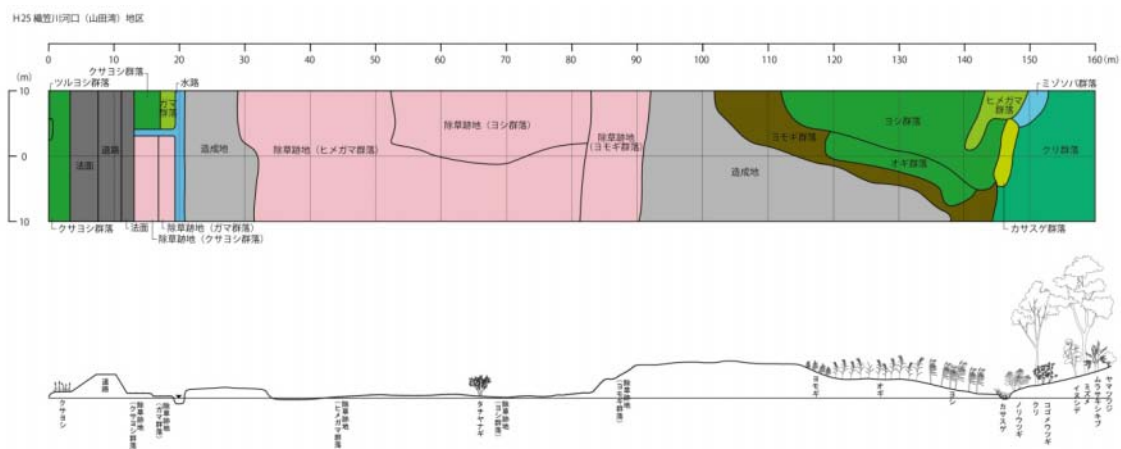


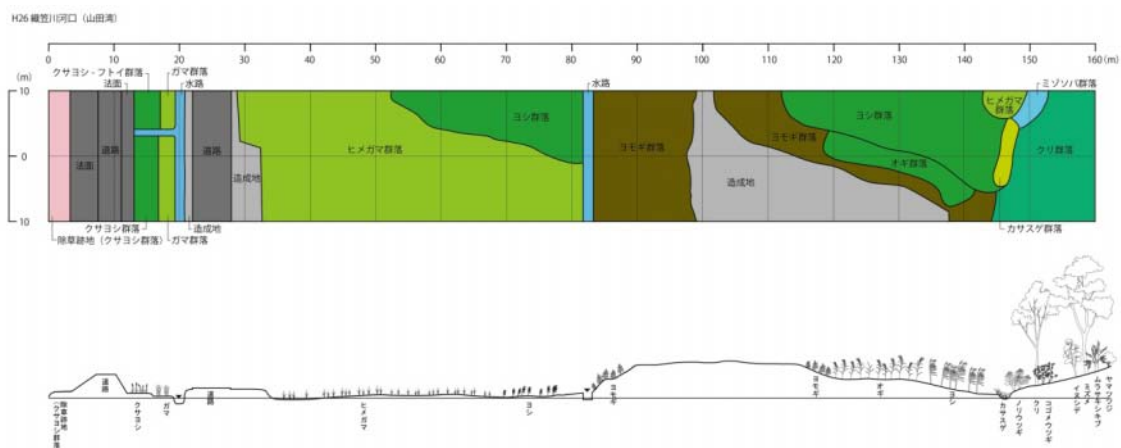
表 5.2-11 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

織笠川河口 a

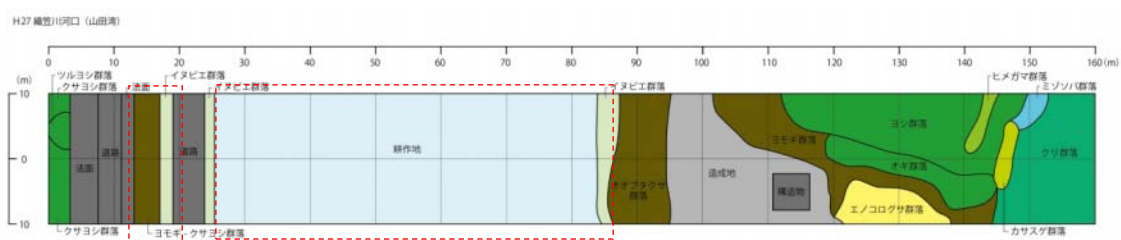
H25



H26



H27



湿性草本群落の消失

耕作開始に伴う湿性草本群落の消失

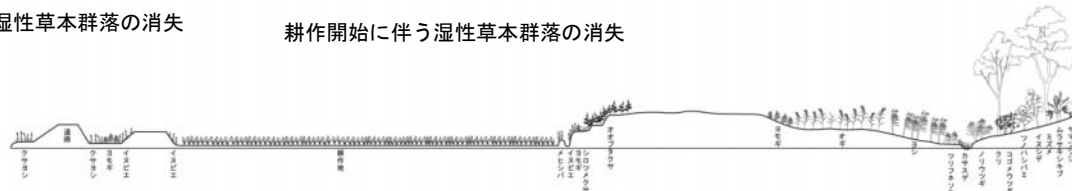
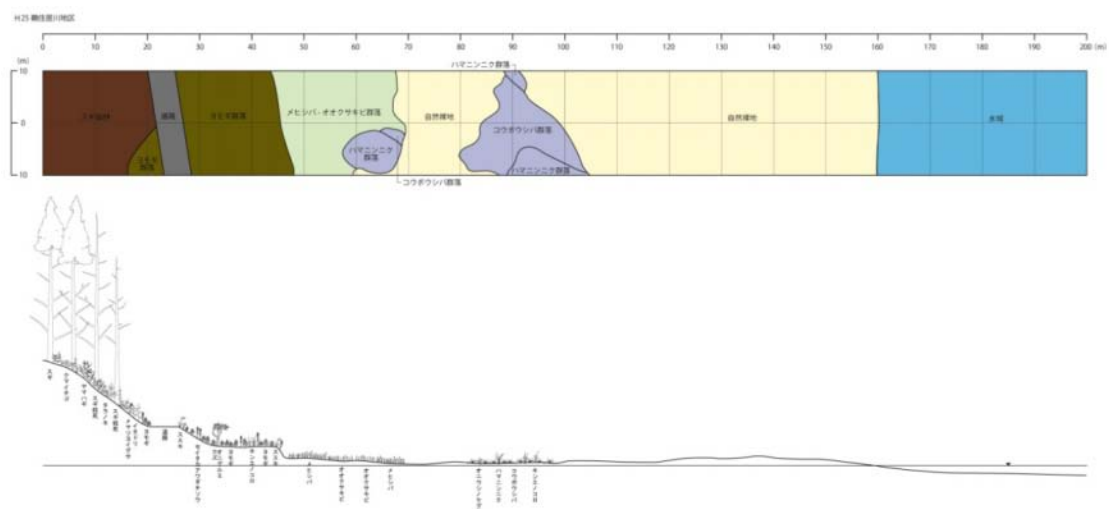


表 5.2-12 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

鵜住居川河口 a

H25



H27

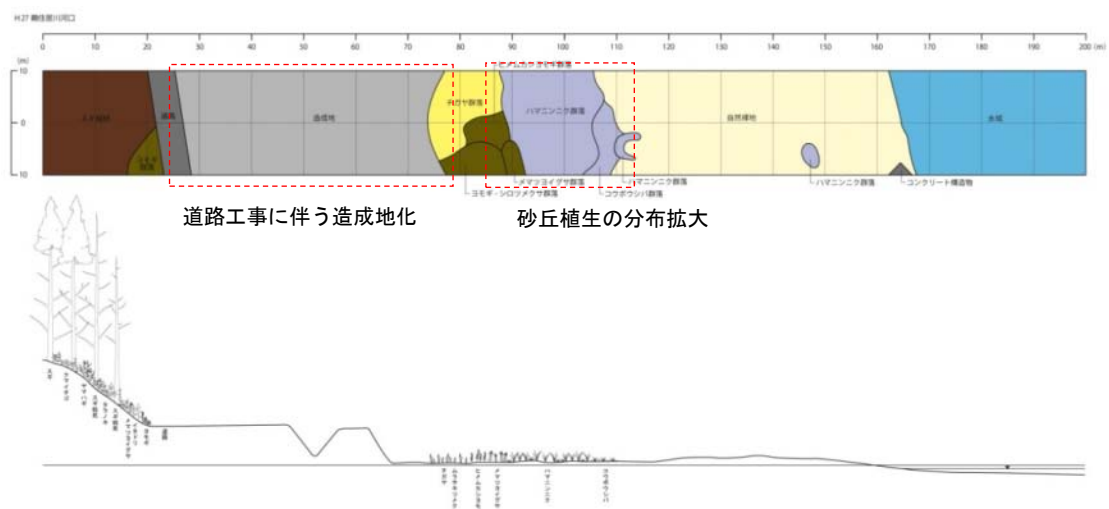
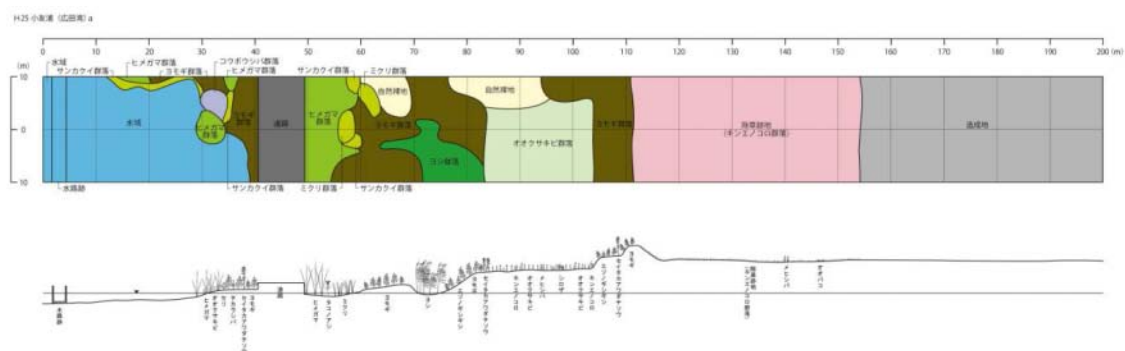


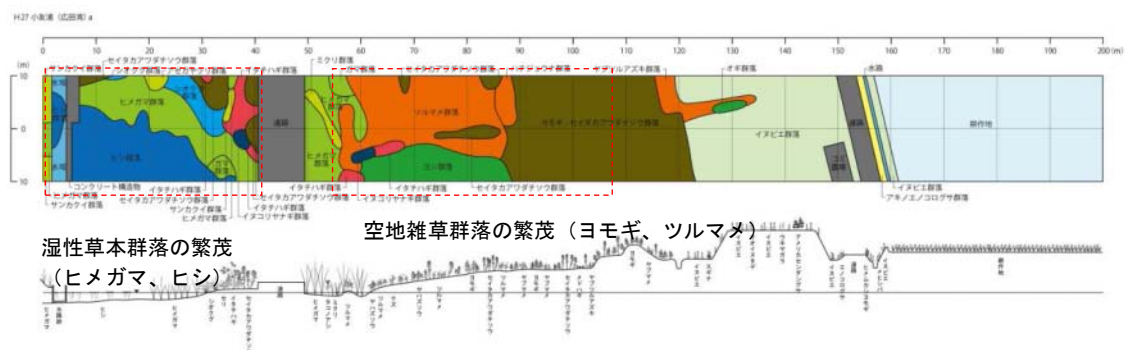
表 5.2-13 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

小友浦(広田湾)a

H25



H27



湿地草本群落の繁茂 (ヒメガマ、ヒシ)
空地雑草群落の繁茂 (ヨモギ、ツルマメ)

小友浦(広田湾)b

H25 小龍溪 (江田町) b

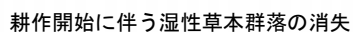
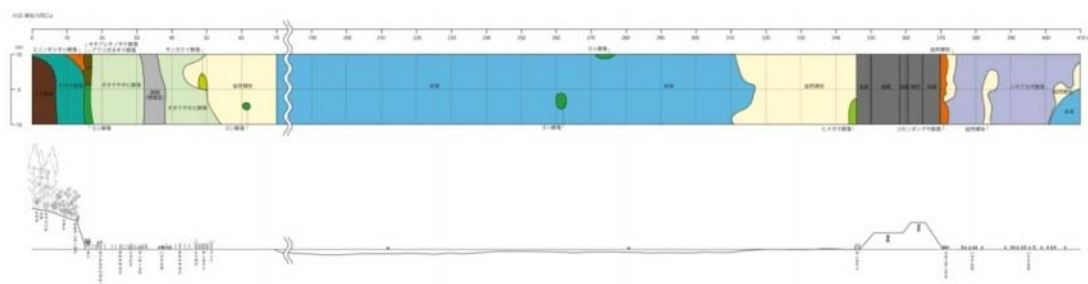


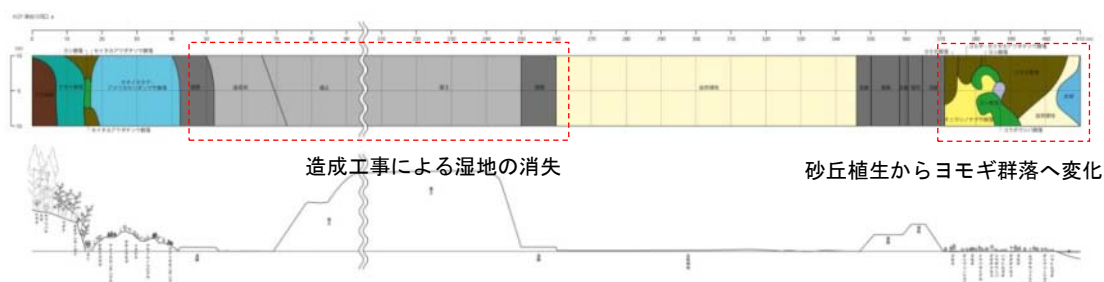
表 5.2-15 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

津谷川河口 a

H25

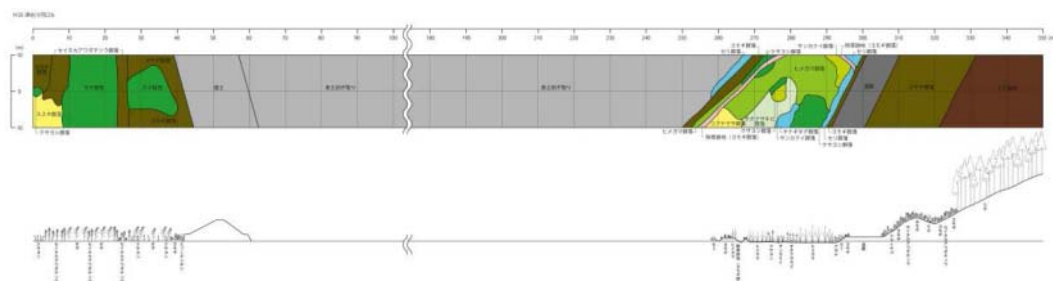


H27



津谷川河口 b

H25



H27

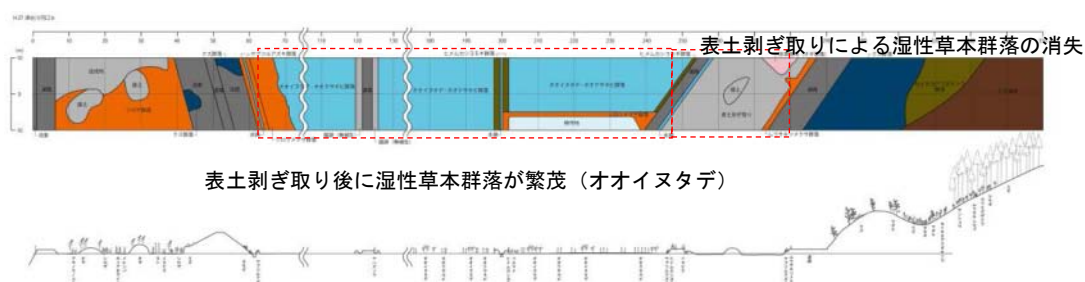
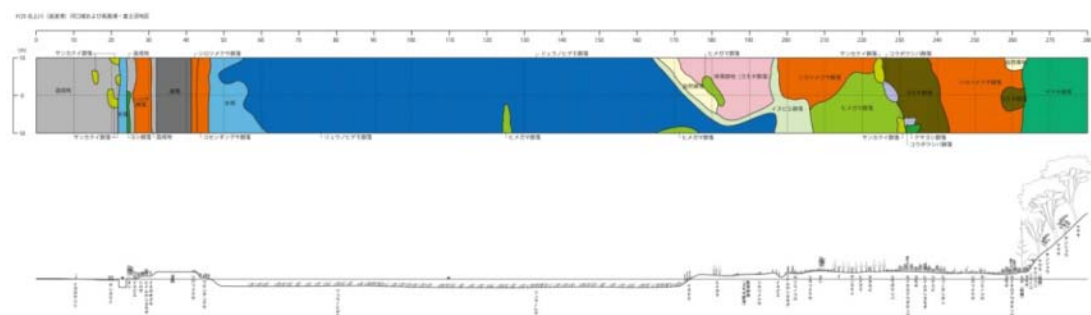


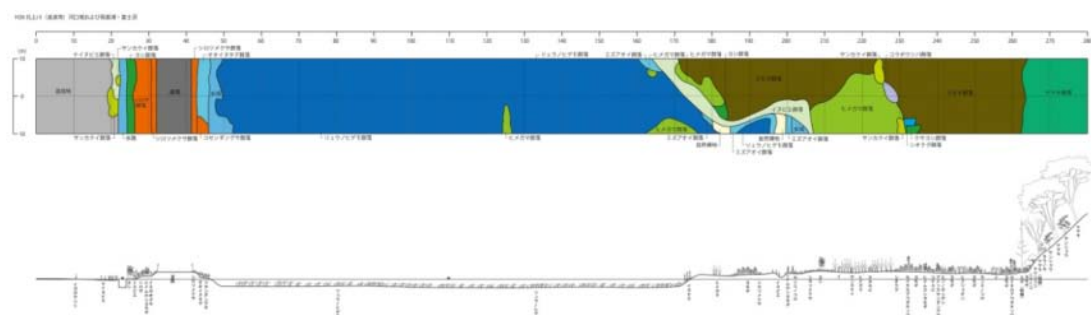
表 5.2-16 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

北上川(追波湾)河口域及び長面浦・富士沼 a

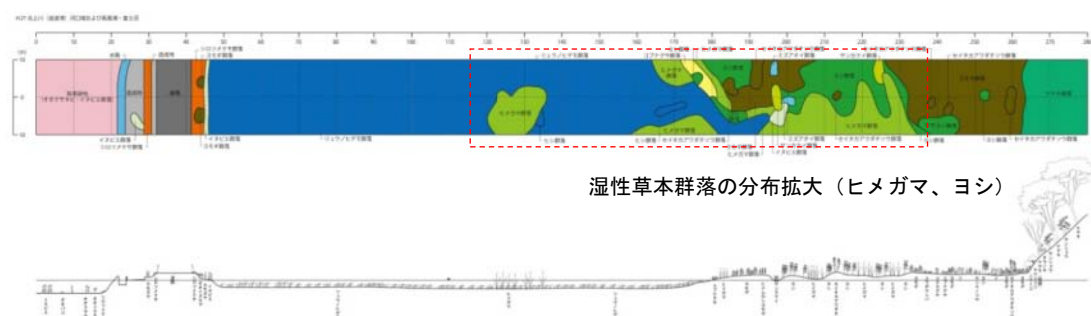
H25



H26



H27

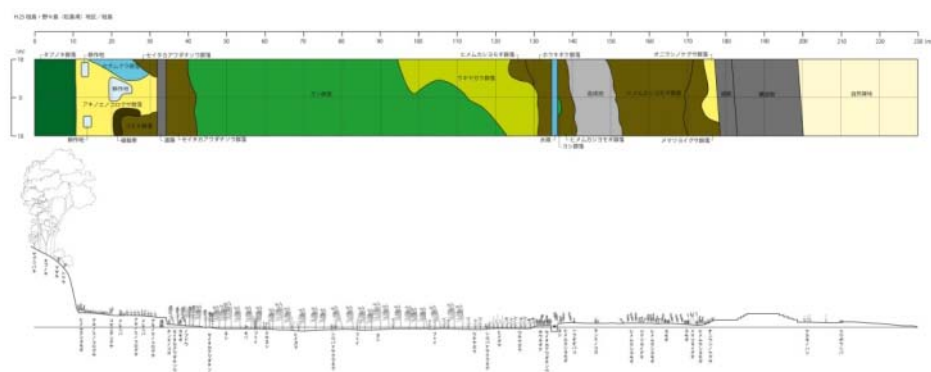


湿性草本群落の分布拡大（ヒメガマ、ヨシ）

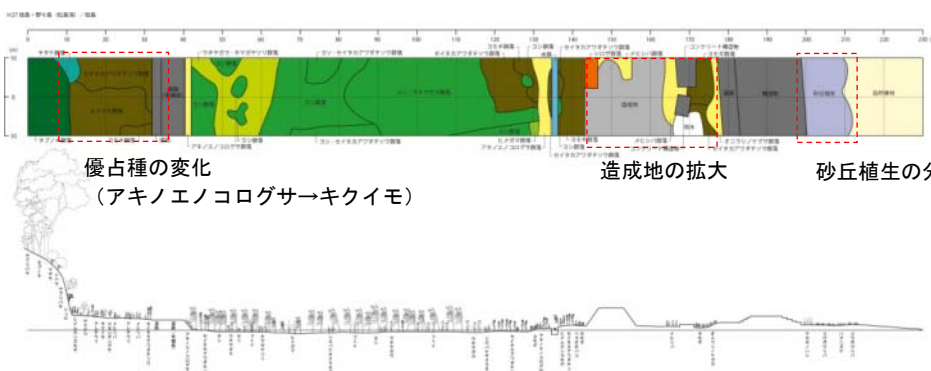
表 5.2-17 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

桂島・野々島(松島湾) a 桂島

H25



H27



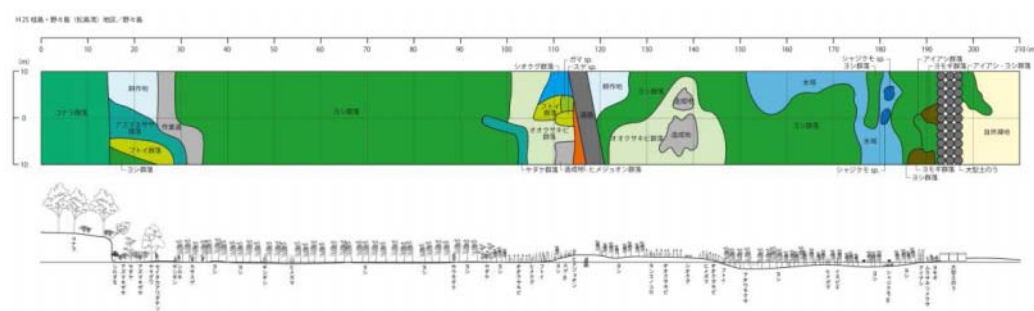
優占種の変化
(アキノエノコログサ→キクイモ)

造成地の拡大

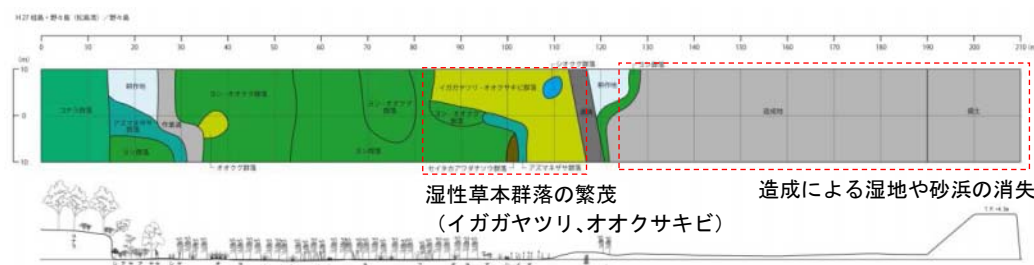
砂丘植生の分布拡大

桂島・野々島(松島湾) b 野々島

H25



H27



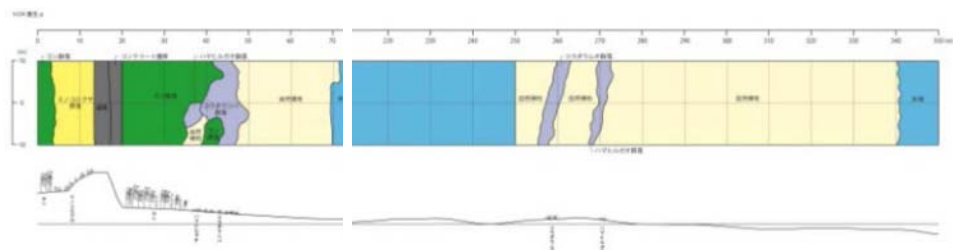
湿性草本群落の繁茂
(イガガヤツリ、オオクサキビ)

造成による湿地や砂浜の消失

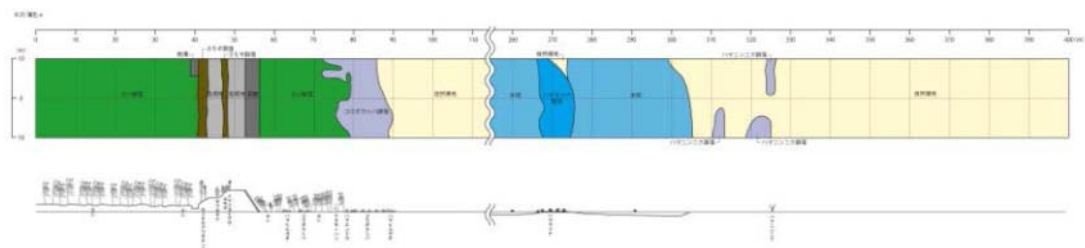
表 5.2-18 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

蒲生 a

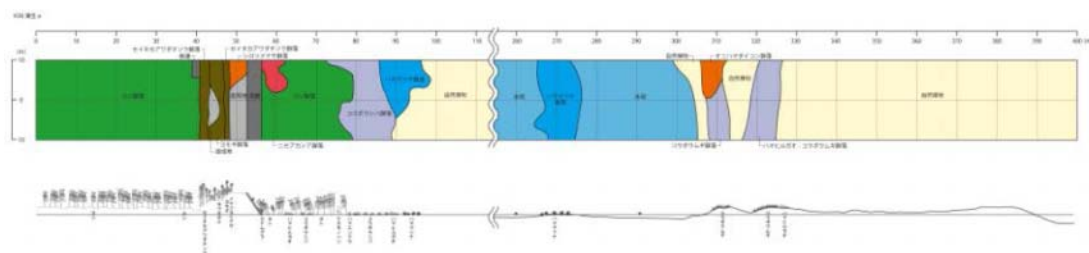
H24



H25



H26



H27

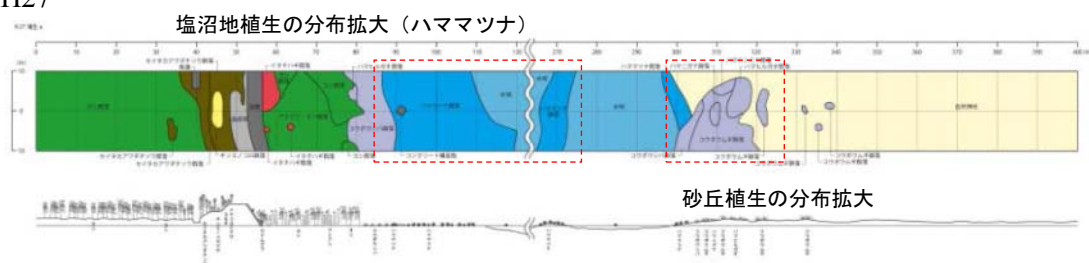


表 5.2-19 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

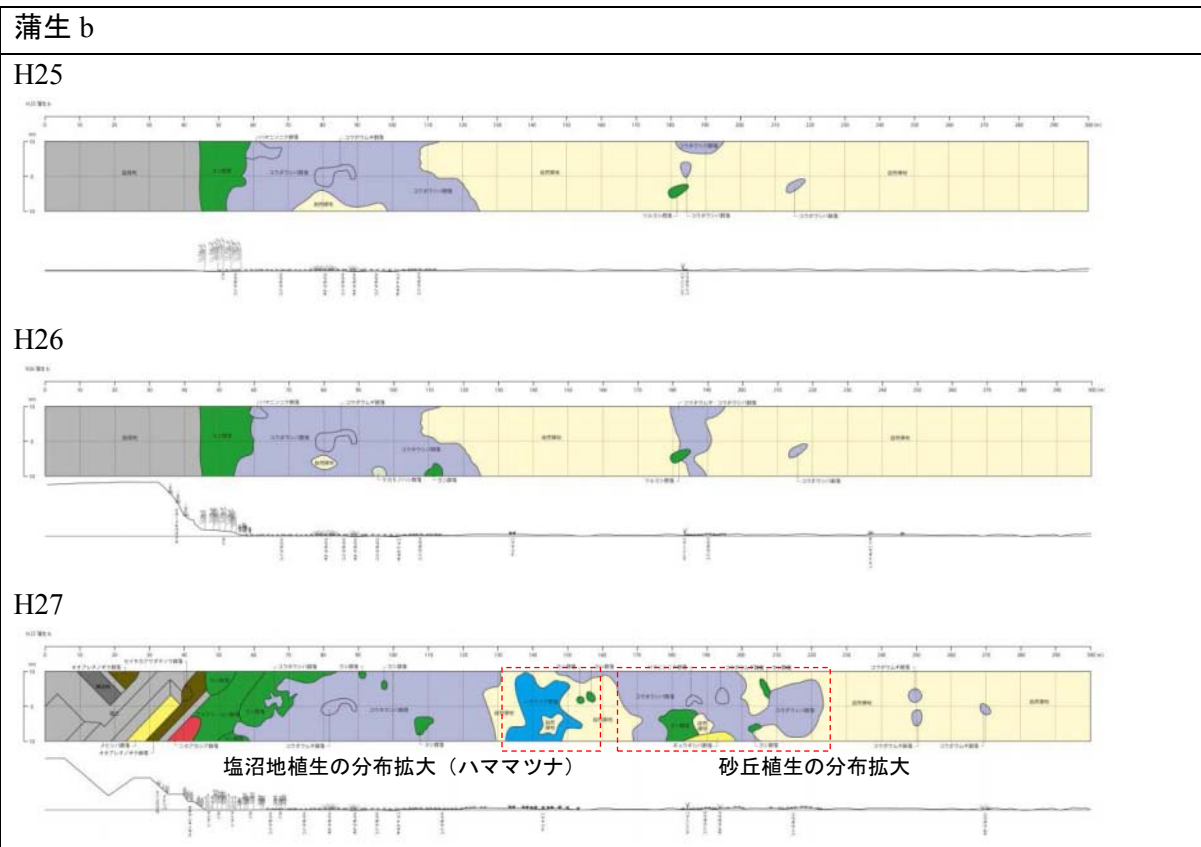
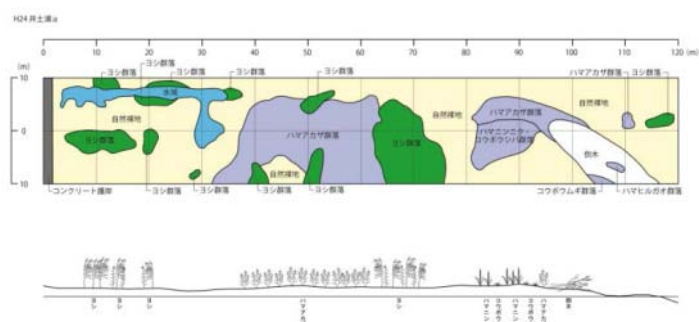


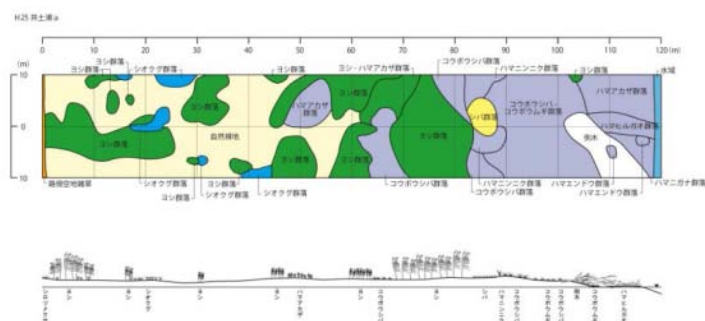
表 5.2-20 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

井土浦 a

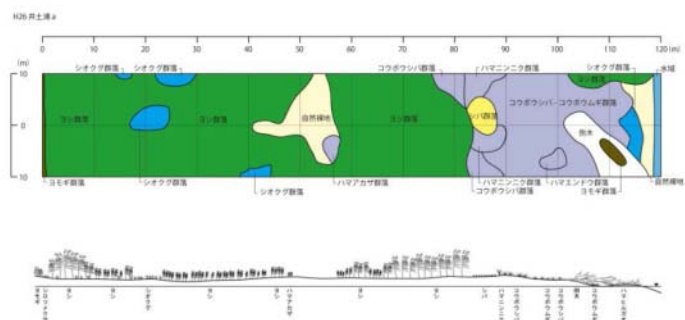
H24



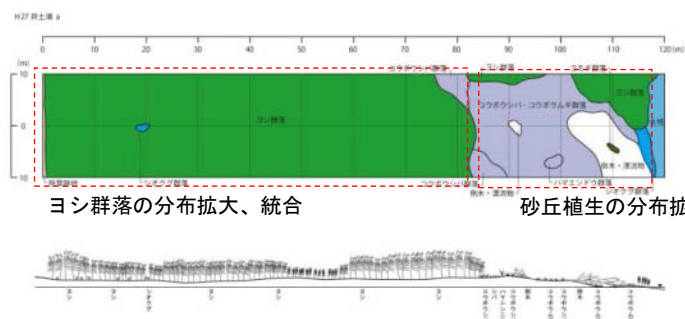
H25



H26



H27



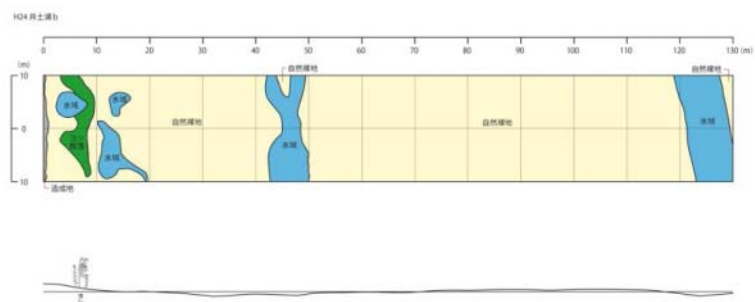
ヨシ群落の分布拡大、統合

砂丘植生の分布拡大、統合

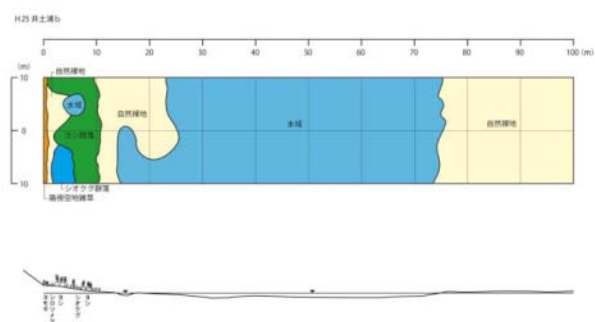
表 5.2-21 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

井土浦 b

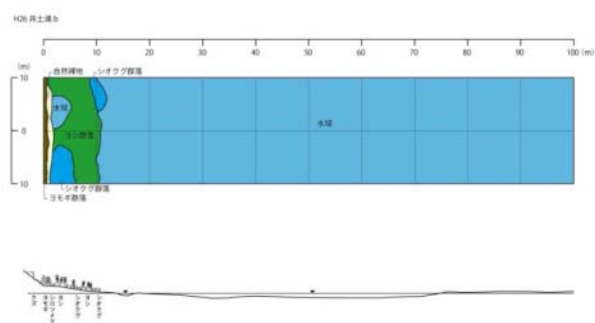
H24



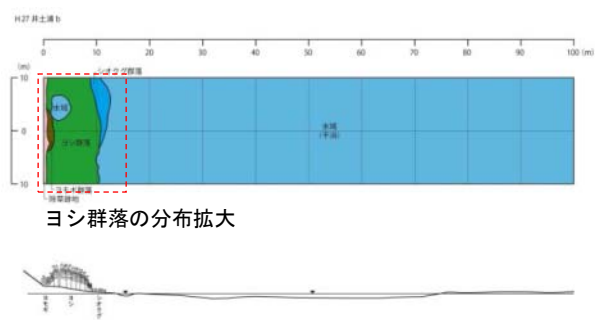
H25



H26



H27

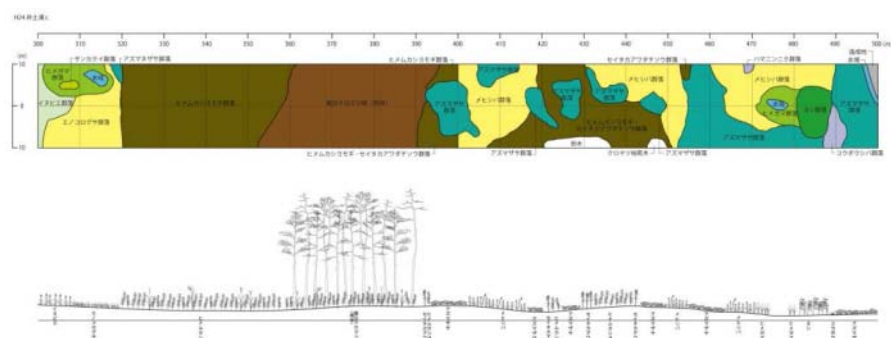


ヨシ群落の分布拡大

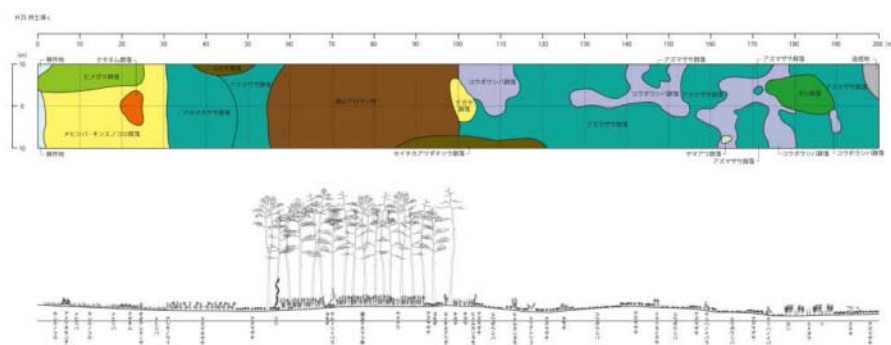
表 5.2-22 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

井土浦c

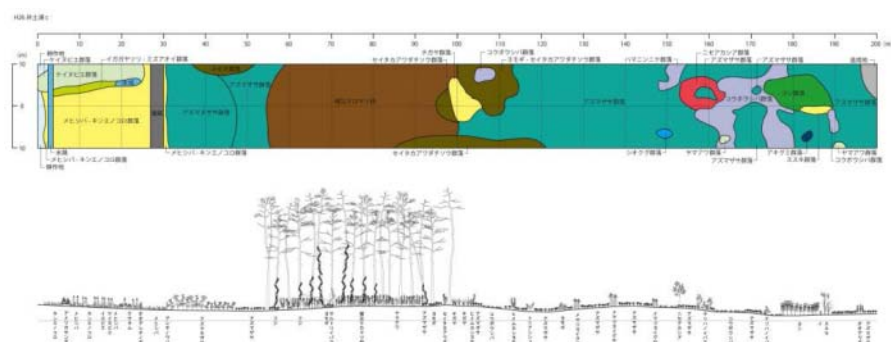
H24



H25



H26



H27

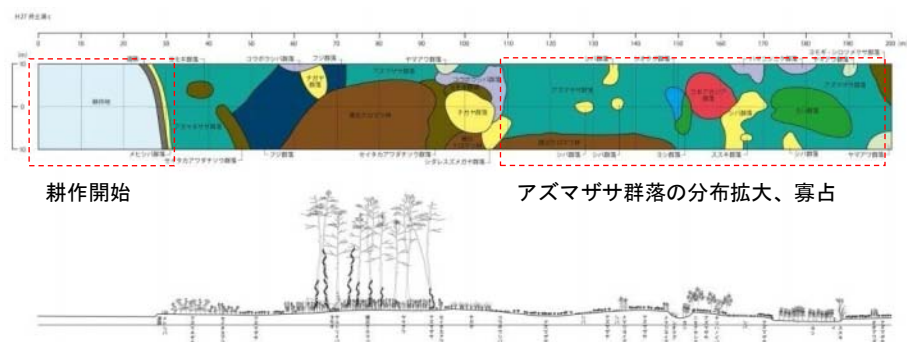
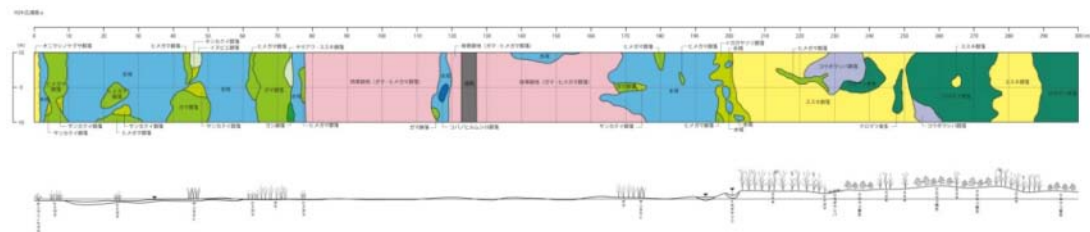


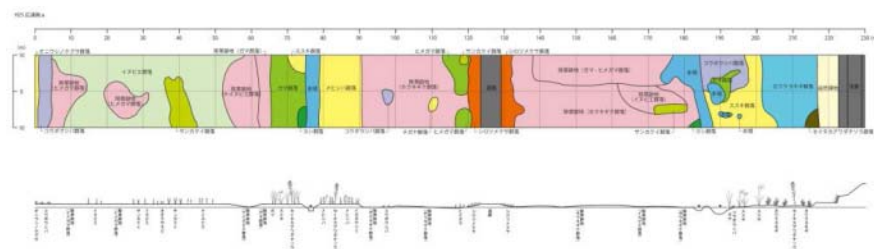
表 5.2-23 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

広浦南 a

H24



H25



H26

(立ち入りできず調査未実施)

H27

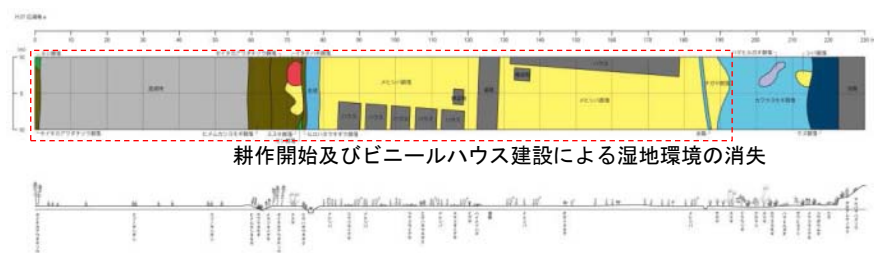
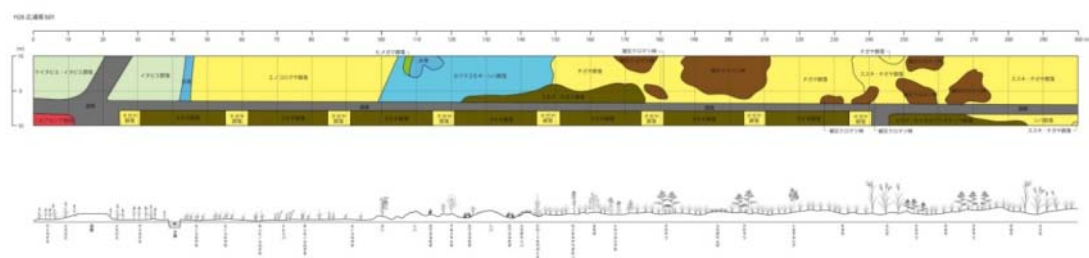


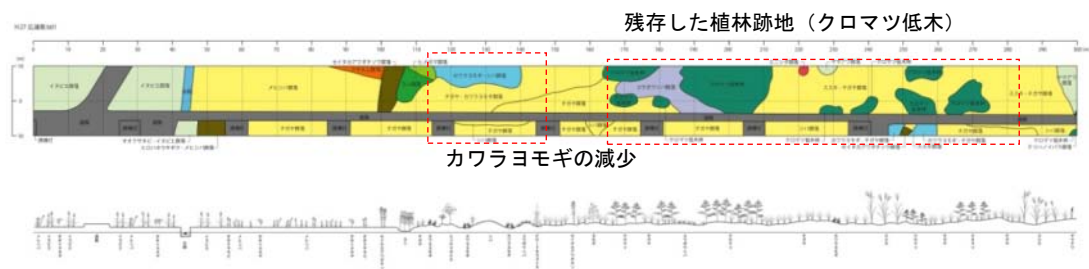
表 5.2-24 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

広浦南 b1

H26

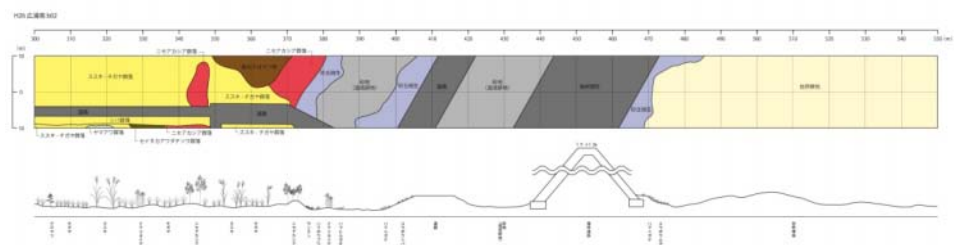


H27



広浦南 b2

H26



H27

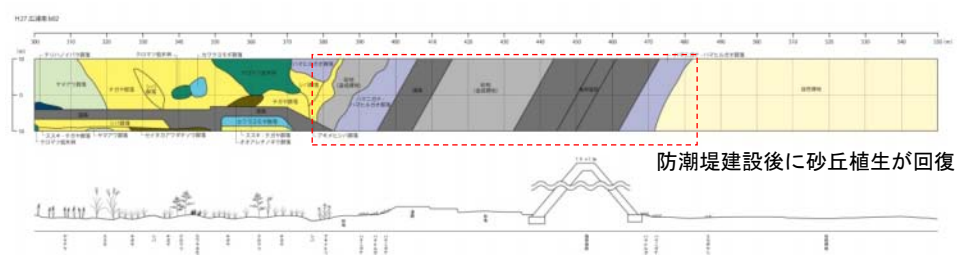
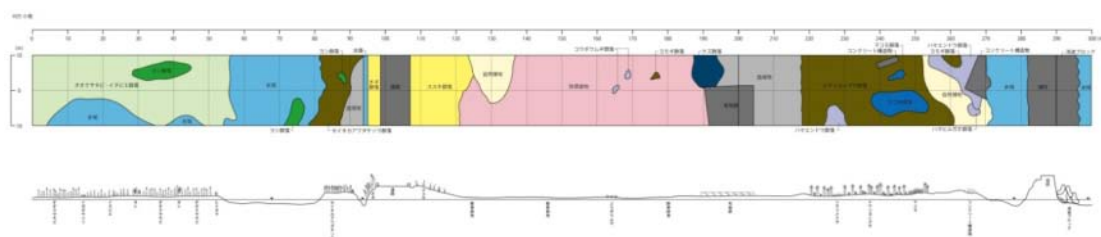


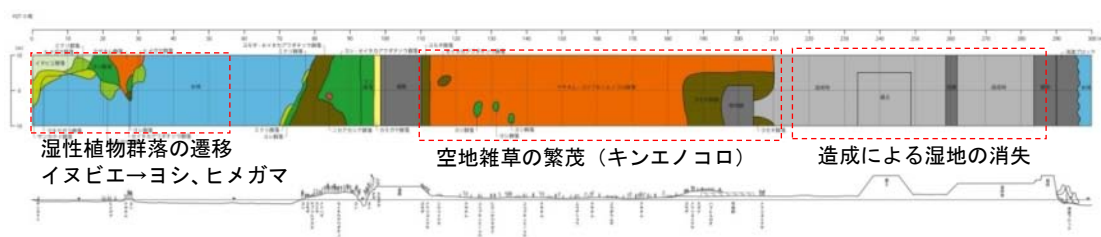
表 5.2-25 ベルトトランセクト調査の平面図・断面図の経年比較

小高 a

H25

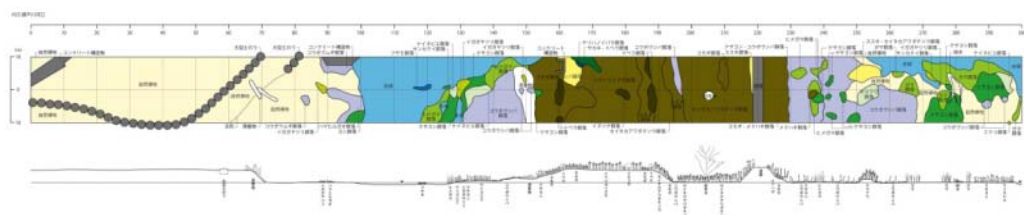


H27

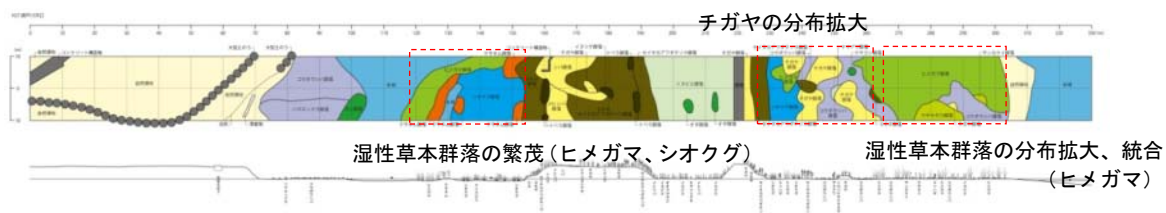


請戸川河口 a

H25



H27



⑤ 生態系の変化傾向を踏まえた生態系サービスの評価

平成 24 年度から平成 27 年度にかけて実施した東北地方太平洋沿岸地域植生・海域等調査から把握することができた生態系の変化状況を踏まえ、人とのつながりを含めた生態系サービスの視点から評価を試みた。本調査の項目にない漁業等の供給サービスや文化的サービスについては、公開されているその他の資料の情報をを用いた。その試行の例として、表 5.2-26 に松島湾の例を示す。このような表に整理することで、生物学的な視点から見た生態系の回復だけでなく、人のなりわいを含めた生態系の回復状況を理解することができると思われる。

表 5.2-26 生態系サービスの視点における震災後の変化状況の整理（松島湾の例）

整理項目	震災後の状況																																																
基盤（生息・生育地）サービス	【重点地区調査の結果からわかる生物の生息・生育地の現状】 ・震災前の状況と比較できないことから、回復の程度を推し量ることはできないが、重点地区調査の結果では震災後の野々島に新たにできた湿地にはゲンゴロウやメダカ、カワツルモ等の希少種が豊富にみられたほか、桂島の砂浜にはハマボウフウ等の希少種をはじめとした砂丘植生が繁茂し、豊かな生態系が見られた。また、植生調査の結果では浦戸諸島のタブノキ林やクロマツ林は概ね残存しており、樹林環境の被害は比較的小さかったと推測される。																																																
	野々島の新たな湿地																																																
調整サービス	【植生変化から見る樹林や自然土壌の状態】 ・調整サービスの主な機能である土壌侵食の抑制や大気質の調整機能を有する森林、及び地力の維持・栄養循環の機能を有する自然土壌について、状況を整理した。湾内では大規模な造成工事等による影響は少なく、自然土壌の減少による調整サービスの低下は少ないと考えられる。また、海岸林の大規模な流出等は見られなかったため、樹林の減少に伴うサービスの低下もほとんどなかったと推測された。但し、マツ枯れ対策の薬剤散布が震災後に行われなかったことにより、一時的にマツ枯れが進行したという情報もあり、今後の対策等により調整サービスの機能の維持が期待される。																																																
供給サービス	【海面漁業生産統計調査から見る水産業の回復状況】 ・松島湾内の主な産業のひとつである水産業に着目し、「海面漁業生産統計調査」の結果を表に整理した。震災前の平成 21 年から震災後の平成 26 年の東松島市の漁獲高をみると、小型定置網、刺網、その他の漁業による生産量は概ね震災前と同水準に回復していた。一方で、採貝・採藻による漁獲高は震災前の 1/5 程度であった。 上記から、回遊する魚類は回復しても、湾内の貝類、藻類については、資源や被災した漁業施設が十分に回復していないことを示していると考えられる。																																																
	東松島市における漁業生産量（単位：トン） <table><tr><th>項目</th><th>H21</th><th>H22</th><th>H23</th><th>H24</th><th>H25</th><th>H26</th></tr><tr><td>小型底びき網</td><td>34</td><td>21</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>その他の刺網</td><td>31</td><td>42</td><td>12</td><td>5</td><td>17</td><td>26</td></tr><tr><td>小型定置網</td><td>816</td><td>330</td><td>511</td><td>384</td><td>705</td><td>809</td></tr><tr><td>採貝・採藻</td><td>78</td><td>47</td><td>1</td><td>3</td><td>7</td><td>9</td></tr><tr><td>その他の漁業</td><td>16</td><td>7</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>13</td></tr></table>							項目	H21	H22	H23	H24	H25	H26	小型底びき網	34	21	—	—	—	—	その他の刺網	31	42	12	5	17	26	小型定置網	816	330	511	384	705	809	採貝・採藻	78	47	1	3	7	9	その他の漁業	16	7	1	1	3	13
項目	H21	H22	H23	H24	H25	H26																																											
小型底びき網	34	21	—	—	—	—																																											
その他の刺網	31	42	12	5	17	26																																											
小型定置網	816	330	511	384	705	809																																											
採貝・採藻	78	47	1	3	7	9																																											
その他の漁業	16	7	1	1	3	13																																											
文化的サービス	【環境教育・レクリエーションの場の状況】 ・桂島海水浴場が平成 26 年に再開され、（右写真）人と自然の触れ合いの場が回復した。 ・「海と田んぼからのグリーン復興プロジェクト」という生物多様性に配慮した復興モデルとして専門家や企業、地元 NPO による取り組みがなされており、震災前にはなかった新たな価値が創出されている。 ・「野々島自然塾」等地域住民による環境教育活動が震災前から継続して行われている。																																																
																																																	
	桂島海水浴場の様子																																																

⑥ まとめ

重点地区調査の結果を用いた評価・解析のまとめを以下に示す。

- ・平成 25～27 年度にかけて確認種数に増加傾向がみられた。
- ・年度間の共通種の割合を類似度として比較すると、全体的な傾向としては共通種の割合が高くなるものの、依然として多くの種が入れ替わっている状況であった。このことから、種数は増加しつつも、未だに回復中途の攪乱状態にあると推測された。
- ・ $\alpha\beta\gamma$ の値から地域別の群集の動態を比較したところ、地域により異なる性質の群集へそれぞれ変化していることがわかり、沿岸生態系の群集の多様性が豊かであることが示唆された。
- ・ベルトトランセクト調査の結果、砂丘植生や塩沼地植生の分布が拡大していることがわかり、沿岸域の生態系の回復力（レジリエンス）が高いことが示唆された。
- ・人とのつながりを含めた生態系サービスの評価を行うためには、生物学的な視点から見た生態系の回復だけでなく、基盤サービス、調整サービス、供給サービス、文化的サービスに着目した整理が必要であると考えられる。

3) 海岸への影響の評価

我が国では、河川や海食崖からの豊かな土砂供給により海浜が維持されて来たが、1970年代になるとダムへの土砂堆積などにより河川からの土砂供給が減少したこと、また港湾・漁港の防波堤などの構造物・施設の建設により沿岸漂砂（砂の流れ）に不均衡が生じたことから、海岸域の砂泥の絶対量が不足し、各地で海岸侵食が発生して砂泥浜の無くなった海岸もみられた。本調査区域でも、青森県三沢海岸、宮城県仙台海岸、茨城県鹿島海岸、千葉県九十九里浜などでは特に海岸侵食が著しく、離岸堤やヘッドランドなど海岸保全施設による対策が行われてきた。

一般に砂浜・泥浜海岸は、岩石海岸や礫浜海岸と比べて脆弱で不安定とされるが、このような侵食傾向の状況下において、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波で、多くの砂浜・泥浜海岸では汀線の後退と砂丘植生・海岸林の減少が見られた。

本調査では、海岸侵食の始まった1970年代、その約30年後の2000年代（震災前）、津波襲来後の2011年（震災直後）と2014年（震災3年後）の4ヶ年の汀線、砂浜及び植生の変化状況を把握するものである。

① 海岸への影響評価手順

a) 調査対象海岸

本調査で対象とした海岸は、青森県（尻屋崎以南）、岩手県、宮城県、福島県、茨城県及び千葉県（九十九里浜以北）において、環境庁第2回自然環境保全基礎調査で海岸延長100m以上の泥浜及び砂浜海岸とした海岸である。

b) 汀線・植生等の判読・GIS入力

原稿図上に汀線とほぼ並行に陸側の判読範囲を示す後背基線を記入した後、汀線と後背基線に挟まれた範囲における土地被覆を以下の5つに分類して範囲を記入した。なお、判読範囲は、砂浜が広い地区では幅300～500m、山地や宅地では約幅100mを標準とした（図5.2-23）。

- ① 砂浜・泥浜
- ② 砂丘植生
- ③ 海岸林
- ④ 海岸構造物（港湾・空港施設、漁港施設、海岸保全施設、発電所等）
- ⑤ その他（農地・山林・宅地等）



図 5.2-23 凡例区分

c) ゾーン・地区区分

各県の海岸は、半島や岬、大規模な港湾、島嶼等地形特性や地域特性をもとに 3～5 のゾーンに区分し、さらに各ゾーン内の海岸を漂砂特性、河口部、港湾や漁港の防波堤等で、地区海岸に細分して解析を行った。

d) 土地被覆変化図の作成

海岸線の変化は通常は沿岸方向に一様に汀線が前後することではなく、海岸の左右や構造物の左右で汀線が前後することが多い（図 5.2-24）。このため、後背基線から汀線までの沿岸方向 50m 間隔で垂線を引き、入力した土地被覆のポリゴンと重ね合わせ、それぞれの被覆と交差している延長を占有延長とし、土地被覆変化図（土地被覆の占有変化のグラフ）を作成した（図 5.2-25）。

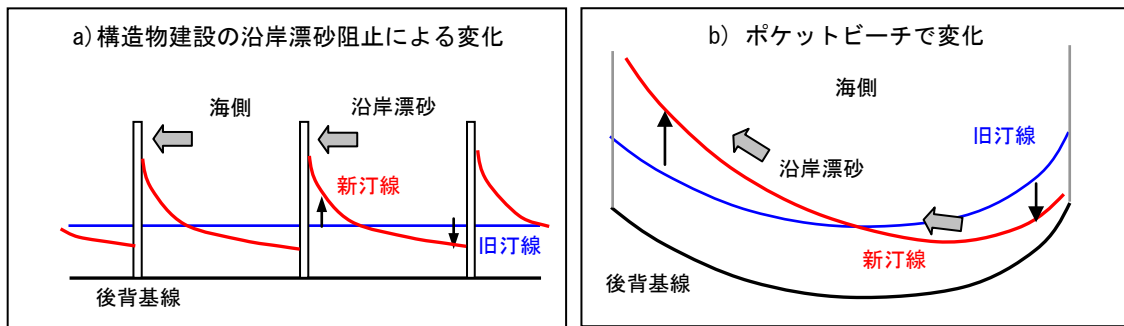


図 5.2-24 汀線変化の例

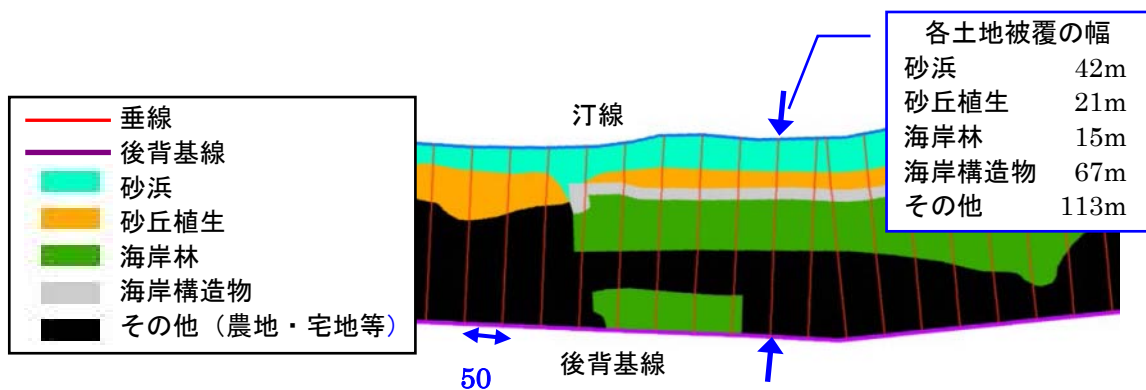


図 5.2-25 土地被覆変化図と垂線の設定

②海岸の変化要因

a) 1970 年代－2000 年代（高度経済成長期－震災前）

1970 年代から 2000 年代の海岸の変化状況は、宇多¹が示した日本全国の海岸侵食の実態要因（図 5.2-26）照に、以下の変化要因に分類した。

- タイプ 1：防波堤等の波の遮蔽域形成で遮蔽域外から遮蔽域内へ砂が運ばれ、周辺域で侵食する。
- タイプ 2：一方向の沿岸漂砂の流れが防波堤等で阻止され、下手側で侵食、上手側で堆積が進む。
- タイプ 3：河川や海食崖からの供給土砂の減少により侵食が進む。
- タイプ 4：港湾・漁港等の建設による埋立て。
- タイプ 5：安定（概ね変化なしを含む）。

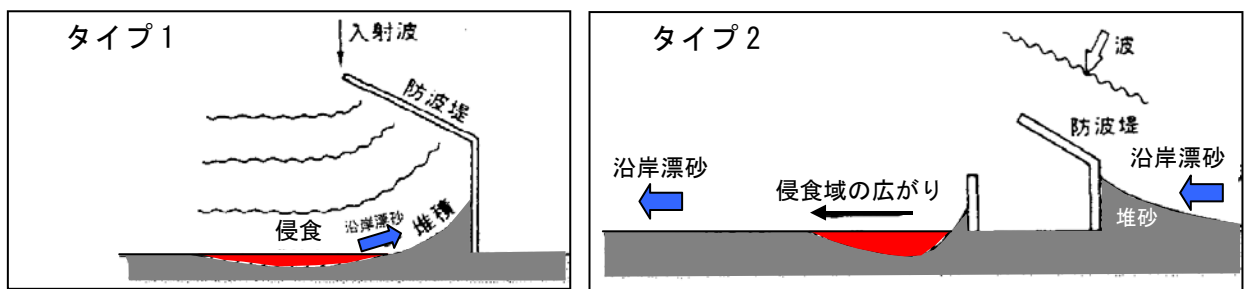


図 5.2-26 海岸侵食要因の模式図

（資料：宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，p.422，1997.）

b) 2000 年代－2011 年（震災前－震災直後）

2000 年代から 2011 年の海岸の変化状況は、以下の変化要因に分類した。

- タイプ 1：安定（概ね変化なしを含む）。
- タイプ 2：汀線の後退が見られる。
- タイプ 3：防潮堤が破堤して汀線の後退や砂浜の消失が見られる。（図 5.2-27）



図 5.2-27 タイプ3の例（南相馬市小浜海岸）

¹宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，p.422，1997.

c) 2011 年－2014 年（震災直後－震災 3 年後）

2011 年から 2014 年の海岸の変化状況は、以下の変化要因に分類した。

- タイプ 1：安定（概ね変化なしを含む）。
- タイプ 2：汀線が回復傾向（震災前の約 5 割以上）。
- タイプ 3：汀線の回復が遅い（震災前の約 5 割以下）。（図 5.2-28）
- タイプ 4：汀線後退（経時的な変化）。

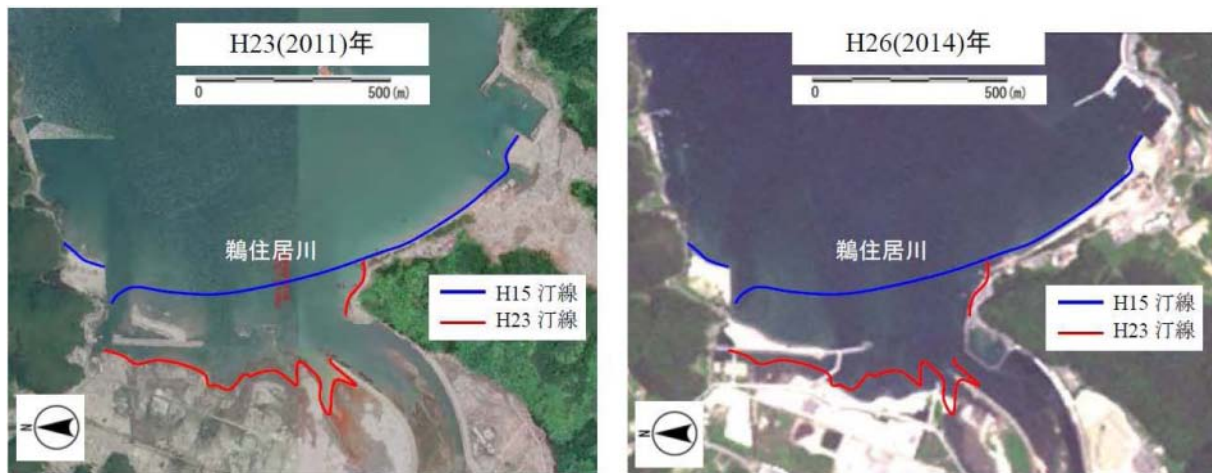


図 5.2-28 タイプ 3 の例（釜石市根浜海岸）

表 5.2-27 調査対象海岸の諸元

No.	県名	延長(km)	面積(ha)	地区海岸数	備考
1	青森県	120.8	2,628	21	尻屋崎（東通村）から岩手県境まで
2	岩手県	101.2	2,017	158	
3	宮城県	134.3	5,720	140	
4	福島県	94.3	4,749	44	
5	茨城県	150.9	4,544	27	
6	千葉県	79.0	1,653	7	茨城県境から九十九里浜南端（一宮町）まで
合計		680.5	21,311	397	

③ 土地被覆別の面積変化

a) 1970 年代－2000 年代（高度経済成長期－震災前）

全調査対象海岸の 1970 年代と 2000 年代の 2 時期の変化量は、砂浜が約 212ha 縮小、砂丘植生が約 33ha 縮小、海岸林が約 478ha 拡大、海岸構造物が約 1,255ha 拡大、その他が約 49ha 拡大となった。最も拡大した土地は港湾・空港施設、漁港施設、海岸保全施設、発電所等に該当する 4. 海岸構造物で、最も縮小した土地は 1. 砂浜である。

県別では青森県では砂浜の縮小が著しいが、ほぼ同じオーダーが海岸林となっており、海側へ海岸林区域が前進した結果である。砂丘植生は宮城県や茨城県で 100ha 前後縮小している。海岸構造物は茨城県で約 543ha 拡大と他の県を大きく離しており、これは常陸那珂港や鹿島港等の大規模な港湾の建設によるものである。

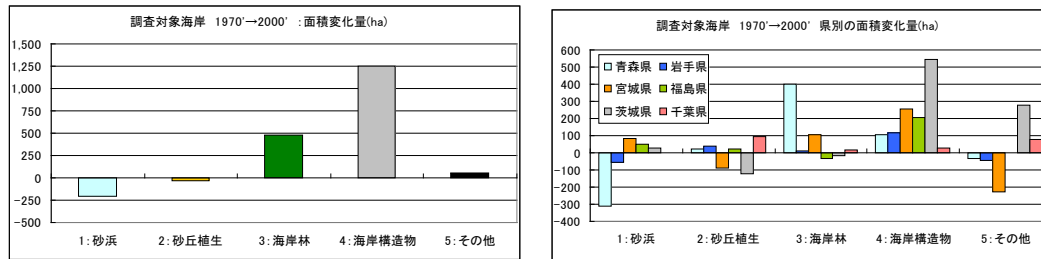


図 5.2-29 全調査対象海岸の2時期の変化量（1970年代から2000年代）

b) 2000年代－2011年（震災前－震災直後）

全調査対象海岸の2000年代と2011年の2時期の変化量は、砂浜が約38ha拡大、砂丘植生が約497ha縮小、海岸林が約829ha縮小、海岸構造物が約145ha縮小、その他が約1,377ha拡大となった。地震による津波や地盤沈下によって、砂丘植生や海岸林、防潮堤等の海岸構造物が大きく縮小している。なお、土地被覆区分の合計値がマイナスを示すものは侵食（水没）した面積に該当する。

県別では青森県は砂丘植生が約124ha縮小して、その多くはその他に変わっている。岩手県は三陸南部を中心に10mを越える津波が来襲して集落や農地・漁港等へ甚大な被害をもたらしたが、両側を岬に挟まれ海岸背後に山が迫るポケットビーチが多かったため、砂浜や海岸林は縮小しているものの、他の県に比べて小さい。宮城県は砂丘植生と海岸林の縮小が著しく、砂丘植生の一部は砂浜に変わっている。例えば、仙台湾南部の山元海岸では防潮堤が長い区間にわたって倒壊しており、海岸構造物の縮小が約133haと大きい。福島県も砂丘植生や海岸林が大きく縮小し、その多くは植林跡地等のその他に変わっている。茨城県はその他以外は50ha前後の縮小が見られる。千葉県は海岸林が約284ha縮小し、同程度の面積がその他に変わっている。

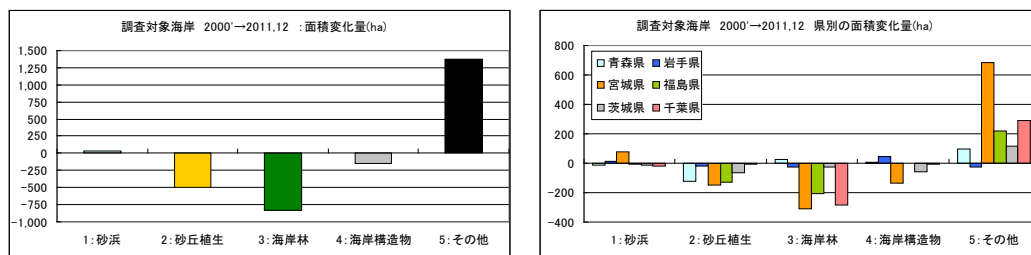


図 5.2-30 全調査対象海岸の2時期の変化量（2000年代から2011年）

c) 2011年－2014年（震災直後－震災3年後）

全調査対象海岸の2011年と2014年の2時期の変化量は、砂浜が約225ha縮小、砂丘植生が約92ha縮小、海岸林が約496ha縮小、海岸構造物等が約332ha拡大、その他が約732ha拡大となった。地震による津波や地盤沈下によって、砂浜、砂丘植生、海岸林が縮小する一方で防潮堤建設等に伴う工事により、海岸構造物が拡大した。

県別では青森県では砂浜と砂丘植生が縮小した。岩手県では主に砂浜、砂丘植生、海岸林が縮小した。宮城県では砂浜と海岸林が縮小し、海岸構造物とその他が拡大した。福島県は海岸林が縮小し、主に海岸構造物が拡大した。茨城県では主に海岸構造物とその他が拡大した。千葉県では主に砂浜と海岸林が縮小し、その他が拡大した。

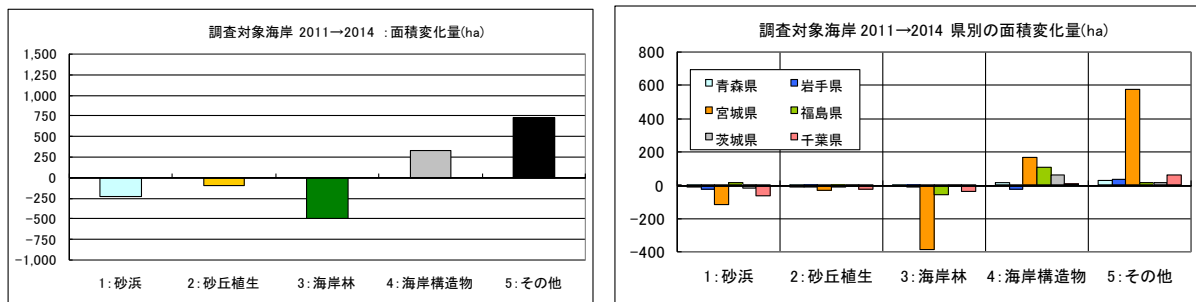


図 5.2-31 全調査対象海岸の 2 時期の変化量 (2011 年から 2014 年)

④ 変化要因別の傾向

a) 1970 年代－2000 年代（高度経済成長期－震災前）

- タイプ 1 「防波堤等の建設による砂の移動」の割合が多い県は、青森県、茨城県、千葉県であった。
- タイプ 2 「防波堤等の建設で沿岸漂砂を阻止」の割合が多い県は、青森県、茨城県、千葉県であった。
- タイプ 3 「河川・海食崖からの土砂供給の減少」の割合が多い県は、福島県であった。
- タイプ 4 「港湾・漁港等の建設による埋立て」の割合が多い県は、岩手県、福島県、であった。

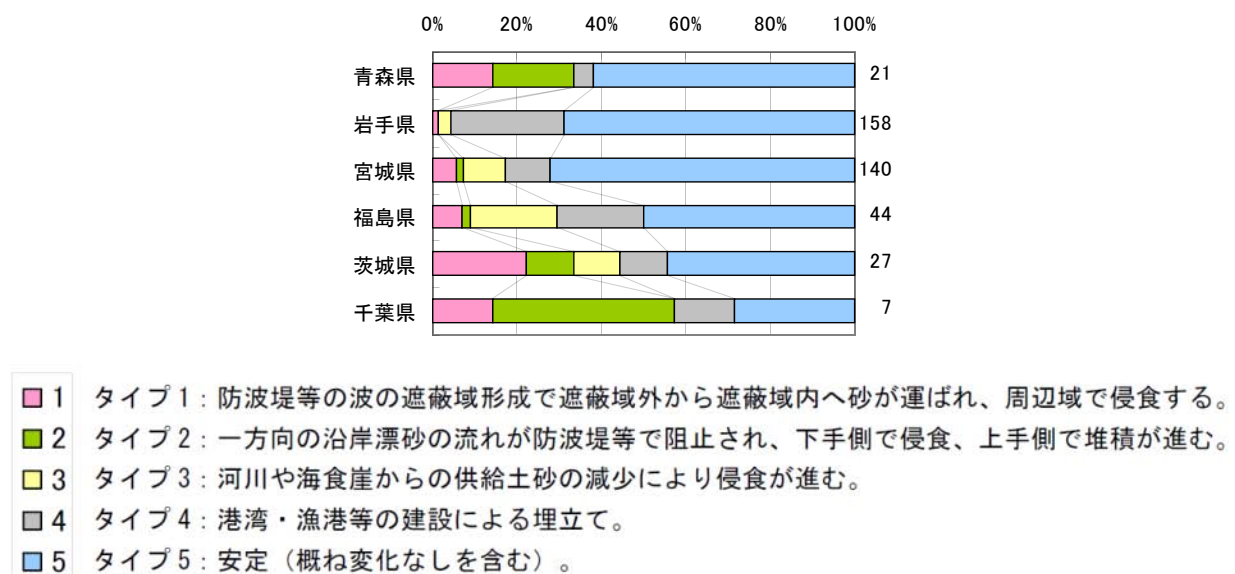


図 5.2-32 県別の海岸変化の要因 (1970 年代から 2000 年代)

b) 2000 年代－2011 年（震災前－震災直後）

タイプ 3 「破堤・汀線後退や砂浜消失」の割合が多い県は、岩手県、宮城県、福島県であった。福島県はタイプ 2 「汀線の後退」も 24 海岸と多く、タイプ 1 の安定は全海岸の 27%である 12 海岸にすぎない。

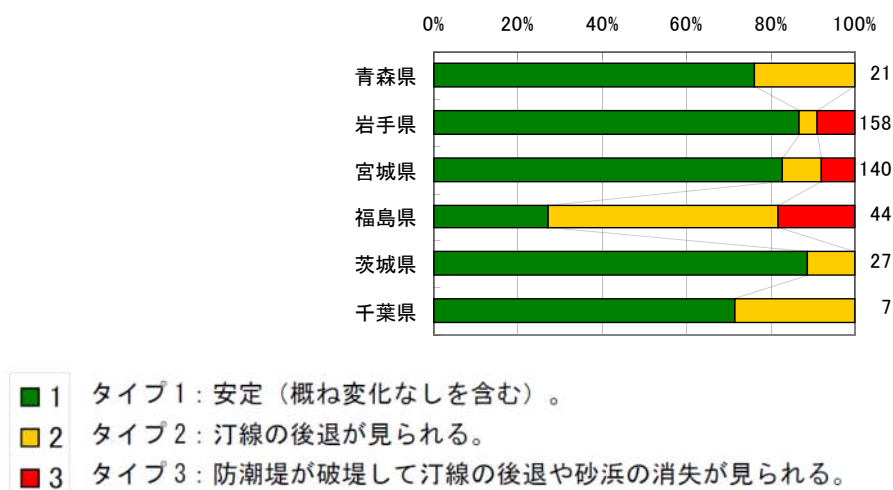


図 5.2-33 県別の海岸変化の要因（2000 年代から 2011 年）

c) 2011 年－2014 年（震災直後－震災 3 年後）

タイプ3「汀線の回復が遅い（震災前の約 5 割以下）」は以下に示す 11 地区にあり、県別では岩手県 4 地区、宮城県 5 地区、福島県 2 地区であった。（下線の海岸は「河川河口部」）

- ・ 岩手県：根浜、吉浜、越喜来、大野
- ・ 宮城県：小伊勢浜、大谷、赤崎、長面、井土浦
- ・ 福島県：古磯部、岩間佐糠

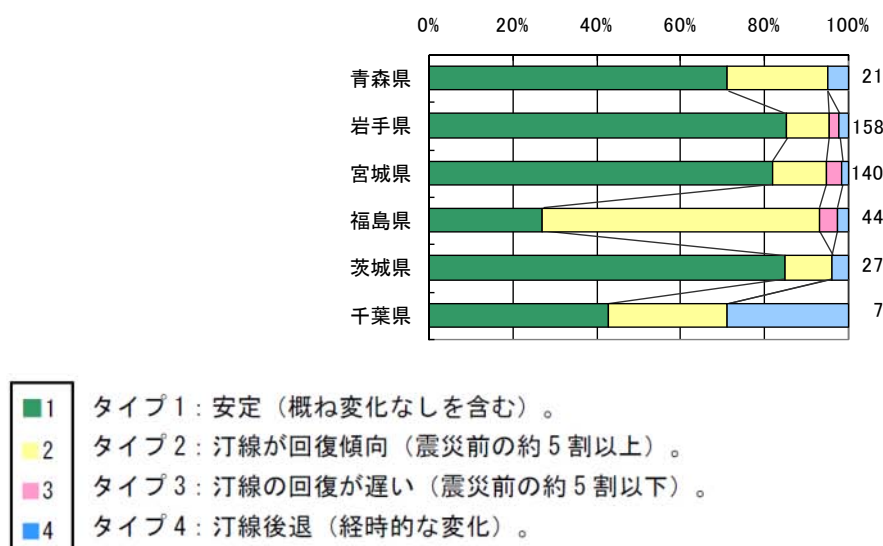


図 5.2-34 県別の海岸変化の要因（2011 年から 2014 年）

⑤ 東北沿岸の海岸変化の特徴

東北沿岸の海岸は、海岸線が複雑に入り組み、山が海岸近くまで迫り沿岸ポケットビーチが発達したりアス海岸と仙台海岸や鹿島灘、九十九里浜に代表される沿岸漂砂の卓越する長大な砂浜海岸の二通りに分類される。ポケットビーチは、中小河川からの流入土砂や海食崖からの崩落土砂などによって形成されたものであり、それらは長い間安定的に存在してきた。

また、長大な砂浜海岸も砂の供給源は河川や海食崖からの土砂が沿岸漂砂で運ばれて形成されたが、近年はいずれも侵食されている。その原因は、沿岸域に造られた各種構造物による影響、或いは河川からの流入土砂量の減少が考えられる。

このような侵食傾向の状況下において、2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震（地盤沈下）とそれに伴う津波で、多くの海岸で汀線の後退と砂丘植生・海岸林の減少が生じた。

津波で失われた海岸の砂の多くは一時的に沖合へ移動したが、その後の波の作用（岸沖漂砂）で海岸に戻った。一方、河口砂州の消失部で代表される汀線の回復が遅い海岸は、津波の引波で砂が波による地形変化の限界水深（ h_c ：石巻湾で水深 8m²）より深い場所へ移動したため、通常の波浪では海岸まで動けないため、汀線は後退したまま、或いは回復が遅い状況にあった。

東條ら(2015)³は、H24 年度調査のデータを用いて、2011 年地震津波による広域の砂浜被害特性を解析している。これによると「砂浜消失の主要な要因は、地震による地盤沈下に伴う砂浜の水没ではなく、津波による土砂輸送に伴う砂浜侵食であること。また、津波が堤防を越流し、堤防が決壊すると、その決壊によって汀線後退量が大幅に増加したこと」を報告している。

また、加藤ら(2012)⁴は、「海岸堤防の破堤が津波による砂浜の侵食の大きく影響を与えること」を報告している。

a) 各海岸の汀線回復

海岸の形態別に整理した結果、震災後の汀線の状況は以下の 3 つに分類出来た。

b) 沿岸漂砂の卓越する砂浜海岸の汀線回復

沿岸漂砂の卓越する砂浜海岸では、防砂突堤付近での局所洗掘（茨城県大洗町大洗サンビーチ）や津波で破堤による V 字状の湾入部を形成し、同時に防潮堤の背後に大きな溝を作られたが（宮城県山元町中浜海岸が代表例）、その後汀線は回復している。これは、砂浜海岸の多くが侵食傾向でありつつも沿岸漂砂による下手側からの砂の供給が多少とも存在するためである。このため、沿岸に漂砂を制御する新たな構造物を建設しない限り、海浜は安定した状態が続くと考えられる。

また、一時的に消失した砂丘植生は、砂浜の回復に伴い砂浜幅（鹿島灘や九十九里浜では 20m 以上⁵）や地盤高（玄海・響灘沿岸では標高 3～4m⁶）などの砂丘植生の生育条件がそろえば、復活する可能性はある。

c) ポケットビーチの汀線回復

リアス海岸に多くみられるポケットビーチでも、津波によって砂が流出し汀線後退や砂丘

² 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，p.442，1997.

³ 東條薫・有働恵子・真野明：2011 年東北地方太平洋沖地震津波による砂浜の広域被害特性の解析，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.71，No.，I_739-I_744，2015.

⁴ 加藤史訓・野口賢二・諏訪義雄・木村晃・河合雅史・高木利光・小俣雅志：東北地方太平洋地震津波による仙台平野南部での海岸堤防被災・洗掘に関する調査，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.68，No.2，pp.I_1396-I_1400，2012.

⁵ 加藤史訓・鳥居謙一・橋本新：海浜植生の生息に必要な砂浜幅の検討，海岸工学論文集，第 48 巻，pp.1216-1220，2001.

⁶ 小島治幸・武若聡・入江功・片岡治・島田浩・筒井久喜：砂浜海岸における自然環境の保護・保全に関する基礎的研究，海岸工学論文集，第 44 巻，pp.1286-1190，1997.

植生の減少が生じたが、多くの海岸ではその後の波の作用で汀線が回復傾向にある。汀線の回復が見られない海岸は、岩手県陸前高田市大野海岸、岩手県大船渡市吉浜海岸、宮城県気仙沼市小伊勢浜海岸など数地区あるが、その原因は不明である。対策としては、養浜（動的養浜）及び必要に応じて構造物の建設が望ましい。

d) 河口砂州の回復

調査地区にある河口導流堤の整備がされていない大中の河川では、沿岸漂砂の卓越する方向に河口砂州が形成されている河川が多くみられたが、津波により河口砂州がフラッシュされて汀線が数百 m 後退した。

それらは、時間の経過とともに、周辺海岸からの砂が河口内に砂が押し込められ、やがて河口砂州が復活した地区もあるが、現在も河口砂州の回復が遅い、或いはまったく回復していない地区もある⁷。（岩手県釜石市根浜海岸「鵜住居川河口」、宮城県南三陸町小泉海岸「津谷川河口」、宮城県石巻市長面海岸「北上川河口」、東松島市鳴瀬川河口など数地区）（表 5.2-28）

調査地区の海岸は、既に震災前から河川からの流入土砂や海食崖からの崩落土砂が減少していたため、侵食傾向の海岸が多く見られた。しかし、その状況下で河口砂州が消失したため、震災から 3 年以上経過しても河口砂州がまったく回復していない地区は、河口砂州の完全復活は難しいと考えられる。

表 5.2-28 河口砂州の変化（岩手県、宮城県、福島県）

また、河口砂州の消失は、河川管理者は「治水的に好ましい状態」、一方、河口に港をもつ漁港管理者では「治水的に好ましくない状態」であること念頭に入れて議論する必要がある。

県名	市町村名	海岸名	河川名	河口砂州の変化 2011年～2014年
岩手県	久慈市	久慈	久慈川	○
	九戸郡野田村	十府ヶ浦	野田川	○
	下閉伊郡普代村	普代川河口	普代川	○
	下閉伊郡田野畑村	明戸	明戸川	○
	下閉伊郡岩泉町	小本港	小本川	○
	宮古市	津軽石川	津軽石川	○
	釜石市	根浜	鵜住居川	×
宮城県	気仙沼市	赤崎	津谷川	×
	石巻市	長面	北上川	×
	東松島市	野蒜	鳴瀬川	×
	仙台市	蒲生	七北田川	○
	仙台市	荒浜	名取川	△
	岩沼市	名取・岩沼	阿武隈川	○
福島県	南相馬市	小浜	新田川	○
	南相馬市	石田	石田川	○
	双葉郡浪江町	棚塩	浪江川	○
	双葉郡大熊町	熊川	熊川	○
	双葉郡楢葉町	木戸川	木戸川	○
	双葉郡広野町	浅見	浅見川	○
	いわき市	新舞子	夏井川	○
	いわき市	須賀	鮫川	○

○ 砂州はほぼ安定している

△ 震災直後に砂州が消失したが、2014年にはほぼ回復した

× 震災直後に砂州が消失したが、2014年では回復が少ない

⁷ 平尾隆太郎・田中仁・梅田信・Nguyen Xuan Tinh・Eko Pradjoko・真野明・有働恵子：東日本大震災津波後の河口地形変化の特徴と問題点，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.68，No.4，pp. I_1735-I_1740，2012.

図 5.2-35 は東松島市鳴瀬川河口部の地形変化である。震災前には沿岸漂砂の上手側にあった鳴瀬川の河口砂州は津波によってフラッシュ（流出）したが、その後の回復は見られない。回復が緩慢な要因として、盧ら⁸は左岸に位置するヘッドランドにより沿岸漂砂の供給が絶たれている、と報告している。



図 5.2-35 鳴瀬川河口左岸の河口砂州の状況

河口砂州の形成で周辺海岸から河口への沿岸漂砂が活発となった結果、周辺海岸では汀線が後退して砂浜の一部が消失した地区もあり（福島県いわき市須賀海岸）、今後も注意が必要である（図 5.2-36）。

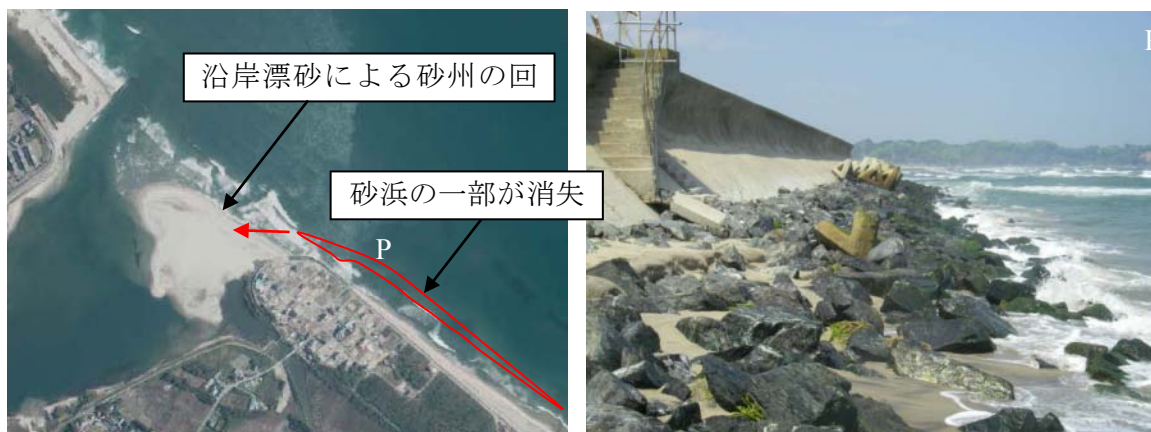


図 5.2-36 福島県いわき市須賀海岸の侵食（現地写真：2012.5.30）

⁸ 盧 敏・田中 仁・三戸部佑太：東日本大震災津波による鳴瀬川河口地形変化とその回復過程に関する研究，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.71，No.，I_655-I_660，2015.

⑥ その他

a) 「地震動」による海岸の被害

上釜海岸は大洗港の南約 7km にあり、鹿島灘に面した海岸である。震災によって、護岸背後の盛土には地震動による深い地割れが生じていた。常磐沿岸では堆積層が内陸部よりも厚く、低周波成分が増幅しやすい状況にあったことから、地震動の被害が生じたとされるが⁹、当海岸での被害はこれを示唆するものであった。

天端高 T.P.+5m の護岸は至る所で海側へ押し出されていたが、地盤沈下で護岸天端が持ち上がっている箇所もあり、津波の戻り流れは護岸基部から流失したと思われる。また、当海岸は砂浜が海岸侵食で無かったため、護岸には常時波が作用していたことから、護岸は転倒する以前に強度的に弱まっていた可能性があった（図 5.2-37）。



図 5.2-37 地震動と津波により被災した護岸（H23(2011)年 7 月 25 日撮影）

⁹ 国土交通省国土技術政策総合研究所：東日本大震災調査報告会資料，2011.4.26

b) 「震災前」からの海岸の被害

宮城県山元町中浜海岸は福島県との県境付近にあり、仙台湾に面した海岸である。津波で防潮堤が破壊され（図 5.2-38）、V 字状の湾入部が形成し、汀線は最大 250m 後退した。また、防潮堤背後には津波の戻り流れて大きな溝が形成され、背後にあった海岸林はほぼ全滅した。

当海岸の南側約 5km には相馬港があり、同港の防波堤の建設によって北向きの沿岸漂砂が阻止されていたことから、震災前の海岸には既に砂浜がなく、沿岸 1km 間隔に建設したヘッドランド（人工岬）で侵食を防いでいた。このため、防潮堤には常時波が作用していたことから、防潮堤が破壊される以前に強度的に弱まっていた可能性があった（図 5.2-39）。これは前述した「上釜海岸」と同様の状況である。



図 5.2-38 海岸林内から見た震災直後の防潮堤（H23(2011)年 5 月 20 日撮影）



図 5.2-39 震災前後の中浜海岸の状況

画像：Google earth（左：震災前 H21(2009)年 12 月 10 日、右：震災後 H23(2011)年 4 月 6 日）

4) 干潟、アマモ場・藻場への影響

① 干潟への影響

a) 干潟分布調査

i) 干潟分布調査の概要

干潟分布調査は、「重要自然マップ」において「重要な自然」と位置づけた震災後の干潟分布を把握・図化し、同マップ更新の基礎情報を整備するとともに、干潟への地震等の影響を把握することを目的として「平成 27 年度生態系監視調査」ならびに「平成 27 年度植生海域等調査」において実施した。

調査は、以下の方法で行い、震災前～震災後の干潟分布域変化と震災後の変化状況を把握した。

①2014 年時点：衛星/空中写真目視判読（一部、現地確認を併用）

②2015 年時点：携帯 GPS を用いた現地計測（一部、UAV 調査併用）

③2012 年以前：有識者情報（既存資料等による分布域情報）

調査対象とした干潟位置と調査対象とした年を表 5.2-29 に示した。

表 5.2-29 干潟分布調査対象とした干潟と分布域把握年

干潟呼称	位置	2015	2014	2013	2012	2011	震災前
尾駸沼・鷹架沼	青森	②	—				③2003
高瀬川	青森	②	—				③2002
久慈川・夏井川河口	久慈湾		①				
小本川河口	三陸北		①				
津軽石川河口	宮古湾	②	①				③震災前
織笠川河口	山田湾	②					③震災前
鶴住居川河口	大槌湾	②	①		③		③震災前
小友浦	広田湾	②	①		③		
気仙沼西舞根浜	気仙沼湾		①				
北上川河口	追波湾	②					③震災前
長面浦	追波湾	②					③震災前
万石浦	石巻湾	②	①				③2003
宮戸島	松島湾	②	①			③	③2003
松島湾	松島湾	②	①				③2003
蒲生干潟	七北田川	②	①			③	③1997, 2004
井土浦	名取川	②	①				③2004
広浦	名取川	②					③2004
鳥の海	阿武隈川	②	①				③2004
松川浦	福島北部	②	①				③2004
鮫川河口	福島南部	②	—				
一宮川河口	千葉外房	②	—				③震災前
夷隅川河口	千葉外房	②	—				③震災前

ii) 干潟面積の変化からみた影響

津軽石川河口（宮古湾）

干潟分布域は、震災前よりも震災後は岸沖方向の幅が狭くなっている。

これは、津波の引き波による侵食あるいは地盤沈下の影響とみられる。

2014 年と 2015 年を比較すると、大きな変化はみられず、未だ震災前の状況に戻っていない。



図 5.2-40 津軽石川河口（宮古湾）の干潟分布域の変化

小友浦（広田湾）

現在、干潟が形成されている箇所は、震災前は干拓地であった部分であり、津波により堤防が破堤し地盤が流出した結果形成された干潟である。

2012 年と 2015 年の干潟分布域に大きな変化はないが、2015 年になると海岸堤防や道路設置等の復興事業が進み、北側と南側の小干潟がほとんど消失している。



図 5.2-41 津軽石川河口（宮古湾）の干潟分布域の変化

松島湾

松島湾内は、津波に対して島嶼群がバリア効果を発揮したため、侵食の影響が小さく、沈下による面積縮小はあったものの、震災後にも多くの干潟が認められた。



背景画像: 2015/12/14

図 5.2-42 松島湾内の干潟分布域の変化



図 5.2-43 松島湾内の干潟分布域の変化

b) 干潟生物相からみた影響

i) 干潟の生物調査の経緯と影響評価の視点

干潟の生物に関しては、震災前は第7回自然環境保全基礎調査浅海域生態系調査（干潟調査）が行われており、震災後は震災前に行われた調査と比較する観点も踏まえつつ、平成24年度より新たに生態系監視調査（干潟調査）が経年的に行われている。

これらの調査成果を活用し、震災影響を検討する視点として、震災前の干潟生息種に着目し、各調査エリアで震災前の生息種が震災後どの程度回復しているかについて評価することとした。

ii) 調査方法

調査方法が類似する震災前の浅海域生態系調査(干潟)と震災後の生態系監視調査(干潟調査)の定性調査結果から、各サイトごとに震災前に見られた生息種の震災後の動態(再加入状況)を整理した。

表 5.2-30 調査方法の概要

調査区分	調査方法の概要
第7回自然環境保全基礎調査 浅海域生態系調査 (干潟調査)	・各サイトに3本のラインをもうけ、ライン上に各3ポイントを設置 ・各ポイントの調査面積は5m×5m ・目視による表面の観察後、2名の調査者による10分間20cm深さまで見つけ採り。(塩性湿地では2名20分の見つけ採り)
生態系監視調査 (干潟調査)	・可能な限り第7回基礎調査と同じ場所を選定(改変の大きい場合、適宜再設定)。 ・各サイト4ポイント以上設定。 ・各調査ポイントごとに2名で15分の定性調査(見つけ採り)。 ・これ以外に定量調査を実施(サンプラーによる20cm深までの採泥による調査)。

iii) 整理結果

震災後の生態系監視調査(干潟調査)の結果から、地盤沈下や津波の影響により、各サイトで地形、底質、水環境が変化し、これに対する干潟生物のさまざまな応答が見られることがわかった。

この結果をもとに震災前後の共通出現種の状況を整理し、環境及び基盤条件が特徴的に大きく変化した場所(北上川下流部とその周辺域)、海岸調査でも示されたとくに改変が大きく地形の再生が進まない中小河川の河口部、仙台湾沿岸の海岸に特有の潟湖や河口部に発達した比較的規模の大きな干潟について見られた傾向を示した。

イ) 大河川河口部

北上川下流部と北上川河口右岸に位置する長面浦は、地震・津波・地盤沈下により、とくに地形、水環境が大きく変化し、震災前との共通種が少ない状態で推移（漸増）している。震災前、固有の汽水環境でこの地域の生物多様性（ β 多様性）を高めていた長面浦は、開口部の破壊により、震災前とは大きく異なる生態系に移行しつつあると思われる（かつての汽水環境から海水の影響の強い生態系への変化）。

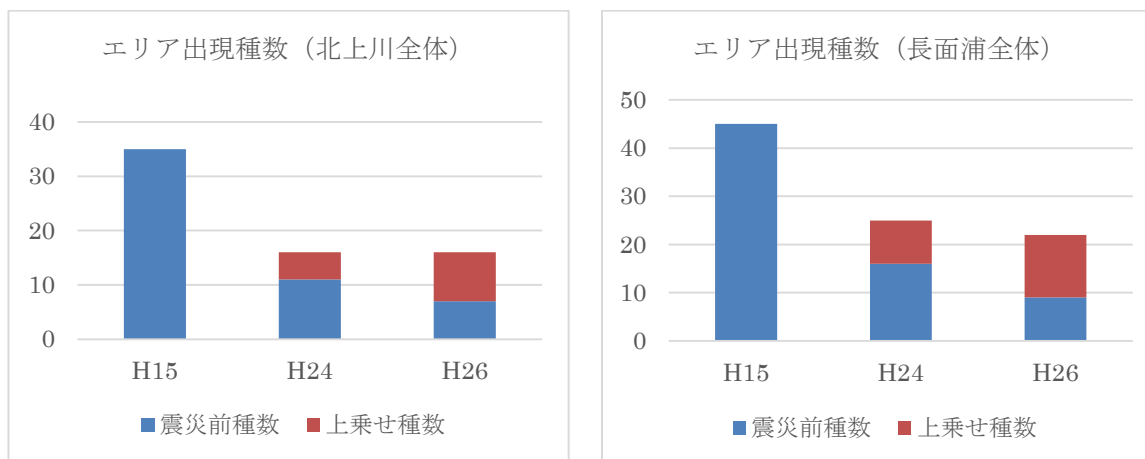


図 5.2-44 震災前後の出現種と共通出現種（左：北上川河口、右：長面浦）



図 5.2-45 北上川河口、長面浦(右下)の環境変化

ロ) 中小河川河口部

中小河川河口部の干潟は、砂嘴や砂州が消失するなど、いずれも環境改変が顕著で、その後の地形再生も進んでいない。生物相は、震災前との共通種が少ない状態で推移している。

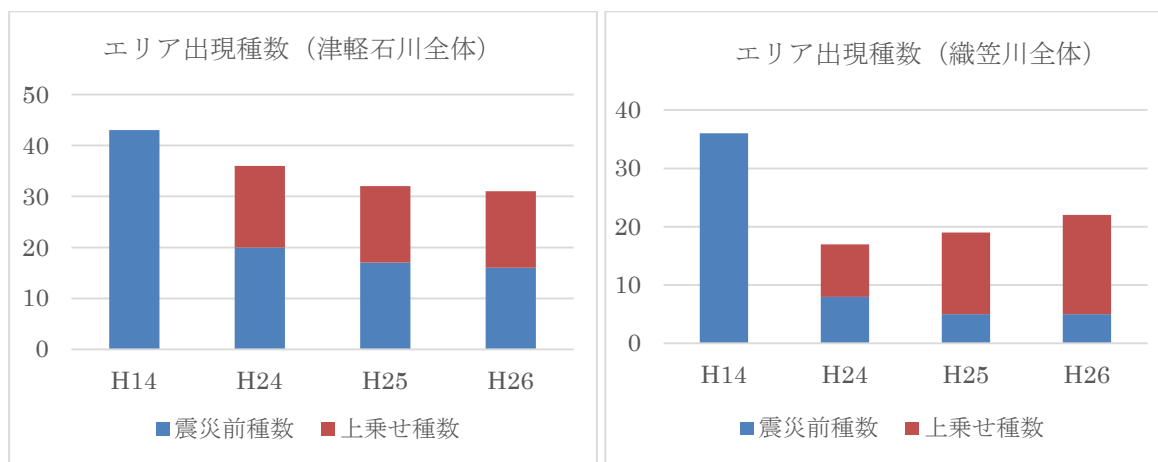
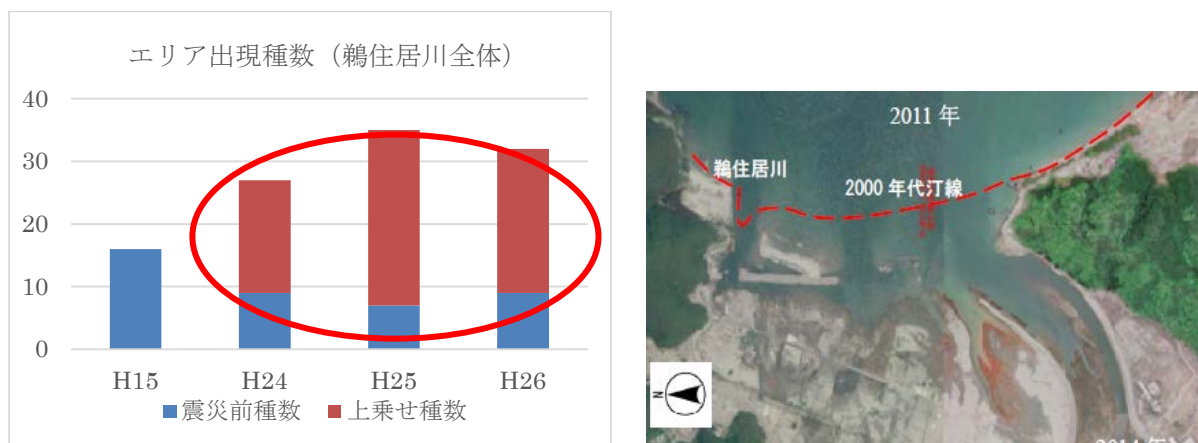


図 5.2-46 震災前後の出現種と共通出現種 (左：織笠川、右：津軽石川)

なお、同じ中小河川の河口部でも、大槌湾の鵜住居川河口部では汀線が大きく後退し、とくに環境の改変が大きかった。この結果、海の影響が強い生態系へと変化し、新規に震災前とは異なった種が多数出現しており特徴的である。

このように、改変の大きかった河口干潟では震災前との共通種の回復は現状では進んでいない。



写真は2014年 Google Earth

図 5.2-47 震災前後の出現種と共通出現種と環境の改変 (鵜住居川)

ハ) 潟湖や河口部に発達した比較的規模の大きな干潟

井土浦、広浦等、河口に位置する比較的規模の大きな干潟でも地震・津波・地盤沈下による地形や水環境（汽水環境）の変化は顕著であったが、干潟そのものは形を変えて残り、現在も姿を変え再生しつつある。ここでの生物相は回復傾向にあり、震災前後の共通種も同様の傾向である。

一方、大きな潟湖である鳥の海では、地盤の変化（沈下）や底質の変化が著しかったが、ここも震災前との共通種は漸増しつつある。

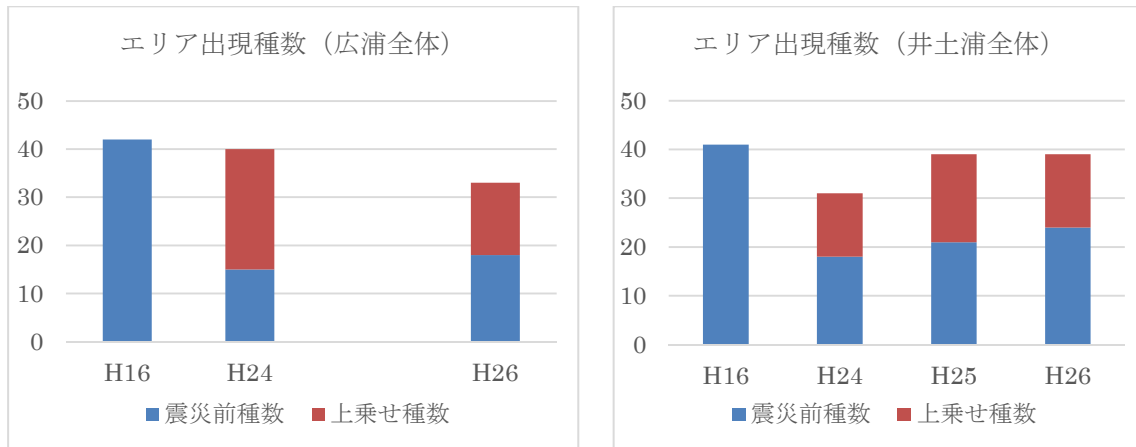
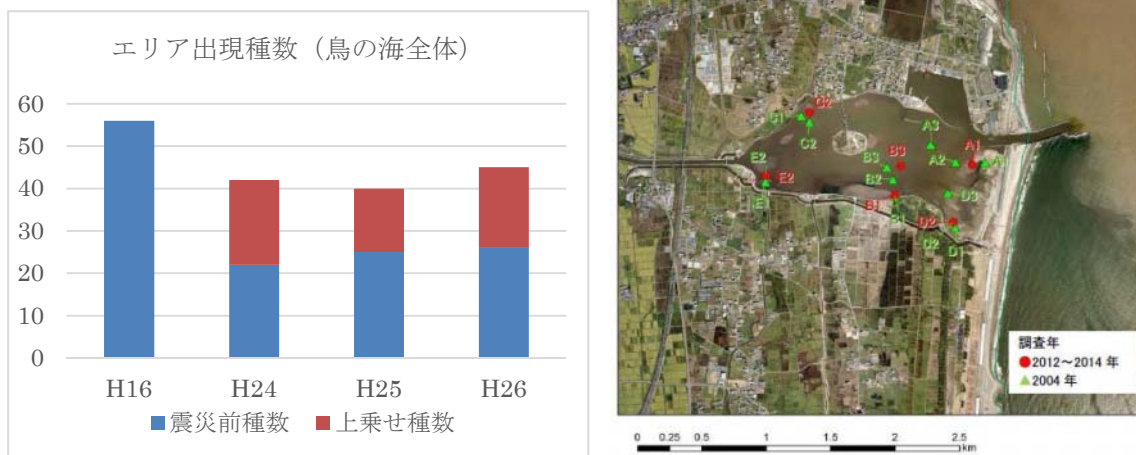


図 5.2-48 震災前後の出現種と共通出現種（左：広浦、右：井土浦）



「平成26年度東北地方太平洋沿岸地域生態系監視調査報告書」より引用

図 5.2-49 鳥の海における震災前後の出現種と共通出現種（左）、調査位置（右）

iv) まとめ

干潟の生物相は地震・津波・地盤沈下により大きな影響をうけ、多くの調査サイトで震災前との共通種の減少が見られたが、その後の回復傾向は干潟の位置、タイプによって異なっており、地形改変の大きさやそれにとまう水環境の変化が生物相の回復に大きく関与していると考えられた。

- ・北上川下流部及び河口部の潟湖長面浦では、地盤沈下、津波による環境変化がとくに大きかった。地形とともに水環境も一変し、震災前との共通種も漸減している。
- ・中小河川河口部の干潟は、とくに環境改変が大きく、震災後も共通種の回復が見られていない。一方で、地形・水環境が大きく変わったことによる干潟生物の新規加入の顕著な場所もある（鵜住居川河口）。
- ・鳥の海、広浦、井土浦等、潟湖や比較的規模の大きい干潟では、津波・地盤沈下による地形改変等はあったが、再度干潟地形がもどってきており、震災前後の共通種も漸増（回復）する傾向にある。
- ・震災後5年間を経たが、生物相の回復の見られない干潟については、十分な評価ができておらず、今後も定期的なモニタリングによる監視を行うことが望ましい。

② アマモ場・藻場への影響

震災前（2010 年 6 月）の衛星画像と震災後（2012 年 12 月）の空中写真から作成した志津川湾の藻場・アマモ場分布の変化状況を図 5.2-50 に示した。

大きな変化として、大型褐藻類（アラメ、ワカメ、ホンダワラ類等）の分布範囲が減少している点があげられる。これらの傾向は深い水深帯で顕著であった。これは、震災の地盤沈下（地殻変動）による水深の増大による光環境の変化によって、分布水深の下限に生育していた大型褐藻類が衰退した事によるものと考えられる。

なお、平成 26 年度調査のヒアリング結果によると、海水温が比較的低い水準であった 2012 年の東北沿岸では、大型褐藻類の生育が良く、藻場の繁茂状況がよかったとされている。一方で、2014 年以降は沿岸各所で大型藻類がみられなくなる“磯焼け”が発生したことが知られている。

アマモ場についても、震災後に大きく分布域が減少する傾向がみられた。2015 年の現地調査では、アマモ場の回復傾向がみられる地点も確認されたが、湾奥部等においては震災前にアマモ場が大型褐藻類藻場に変化している状況が確認された。現地にて海底の状況を観察したところ、アマモ類の生育基盤であった砂泥底に、津波により移動した礫や瓦礫が堆積している様子が確認された。そのため、アマモ場から大型褐藻類藻場への変化は、津波による底質攪乱・変化によるものと考えられた。

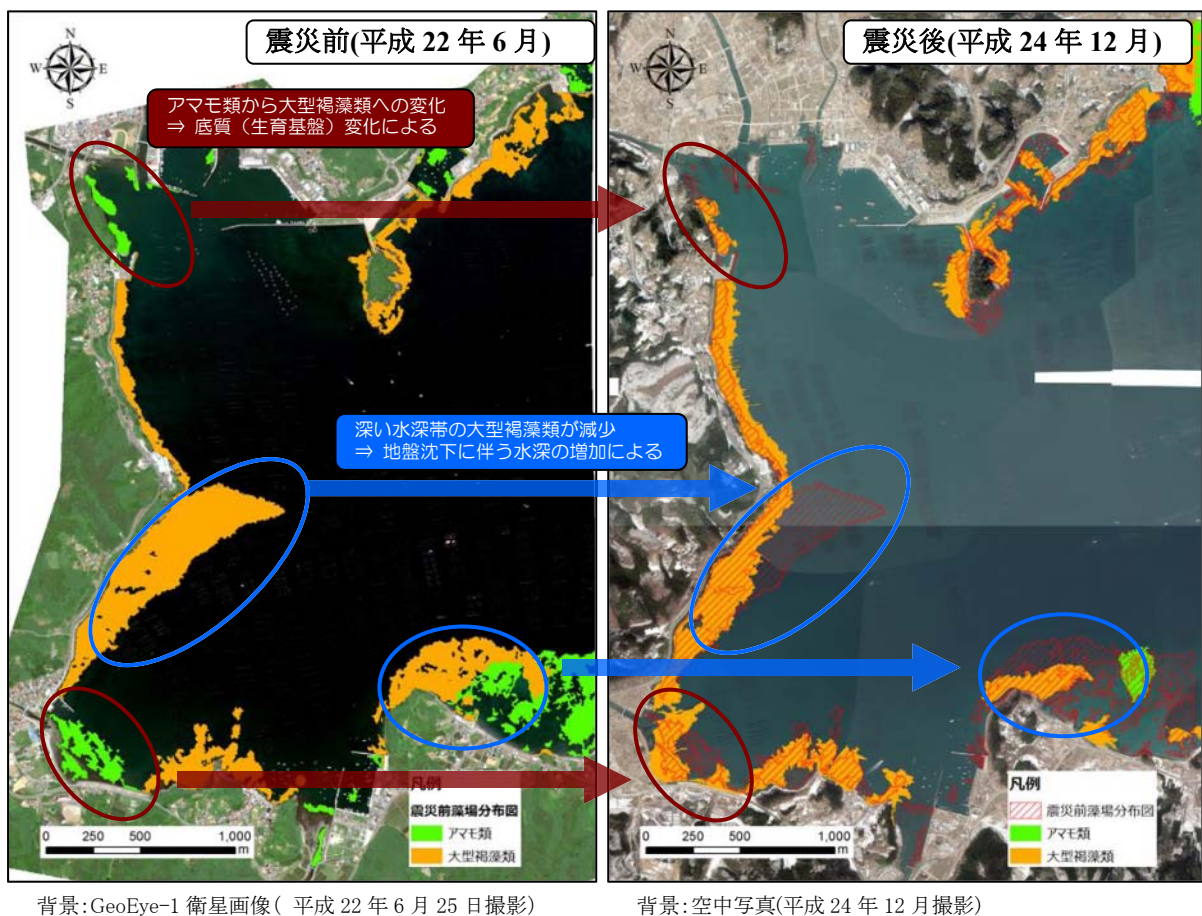


図 5.2-50 志津川湾における震災前後の藻場・アマモ場分布状況の比較

当該地域の代表的な閉鎖性水域であり、生態系監視調査実施地区である宮古湾、山田湾、大槌湾、広田湾、志津川湾、女川湾、万石浦及び松島湾における震災前（2010年頃）と震災後（2012年頃）の藻場・アマモ場分布面積を図 5.2-51 に示した。

大型褐藻類の分布面積は、山田湾、大槌湾、広田湾及び松島湾では減少、志津川湾では増加する傾向がみられ、その他の海域では震災前後で大きな差はなく、海域により異なる傾向を示した。

一方、アマモ類の分布面積は、すべての海域で減少しており、その傾向は万石浦及び松島湾で顕著であった。これらは、アマモ類の生育基盤となる砂泥域が、津波の外力を受け、攪乱・減少・消失したことが原因と考えられる。

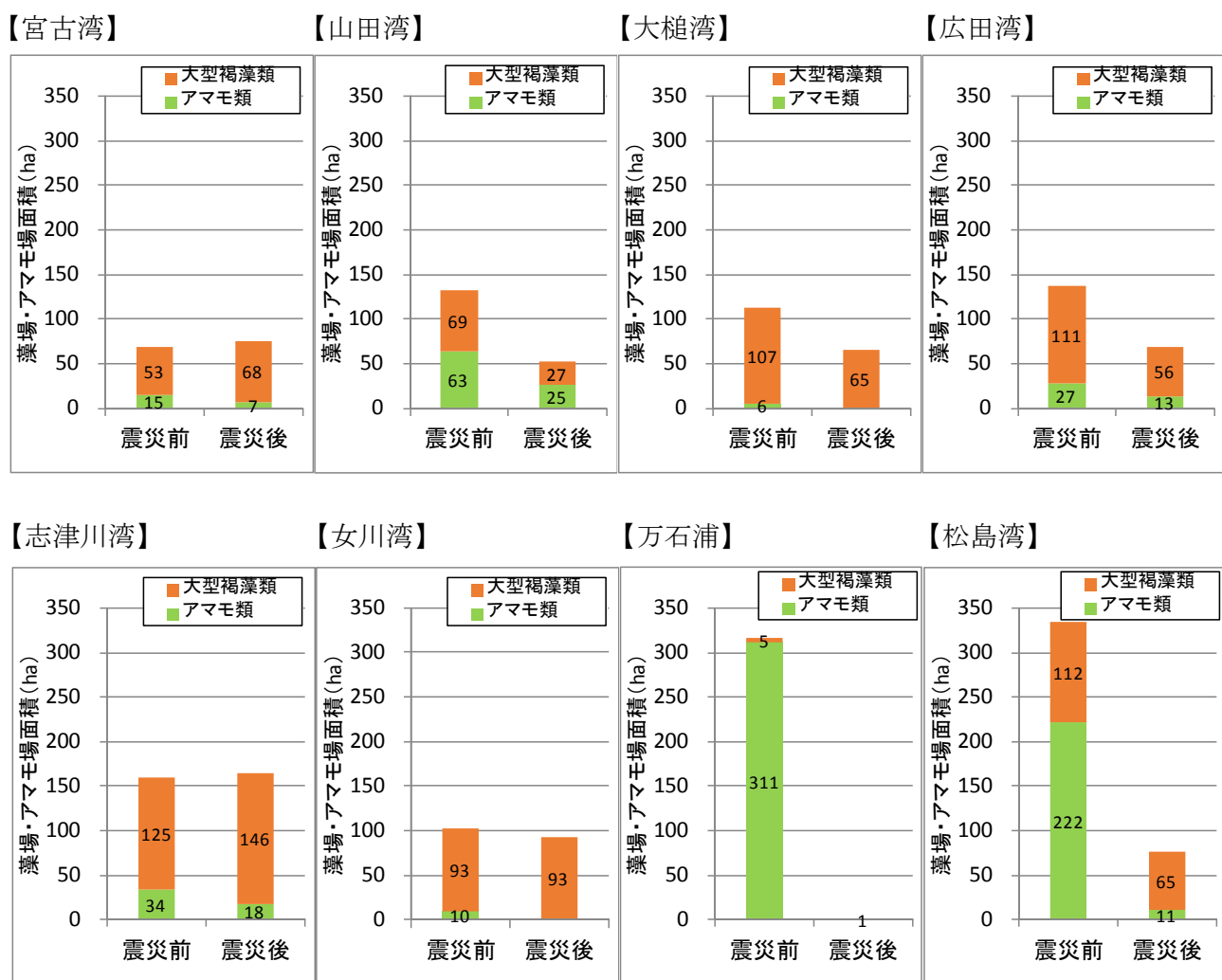


図 5.2-51 閉鎖性水域における大型褐藻類藻場とアマモ場の面積変化

震災前・震災後における広域的な藻場・アマモ場面積の変化状況を把握するため、海岸区分における大型褐藻類とアマモ類の分布面積を算出した。

震災前・震災後における藻場・アマモ場の沿岸区分別分布面積を図 5.2-52 及び図 5.2-53 に示した。

海岸区分による大型褐藻類の分布面積は、洋野～野田湾、田老～重茂、唐桑半島東部～牡鹿半島東部では震災後に増加する傾向がみられ、一方、その他の範囲では震災後に減少する傾向がみられた。

アマモ類の分布面積は、震災後に減少する傾向がみられ、海岸区分によるアマモ類の分布面積は、万石浦では 311ha から 0ha、松島湾では 222ha から 11ha、相馬（松川浦）では 99ha から 41ha に大幅に減少しており、東北沿岸域における 100ha 規模のアマモ類群落は、ほぼ消失する結果となった。



図 5.2-52 震災前と震災後の大型褐藻類の分布面積の比較（海岸区分）

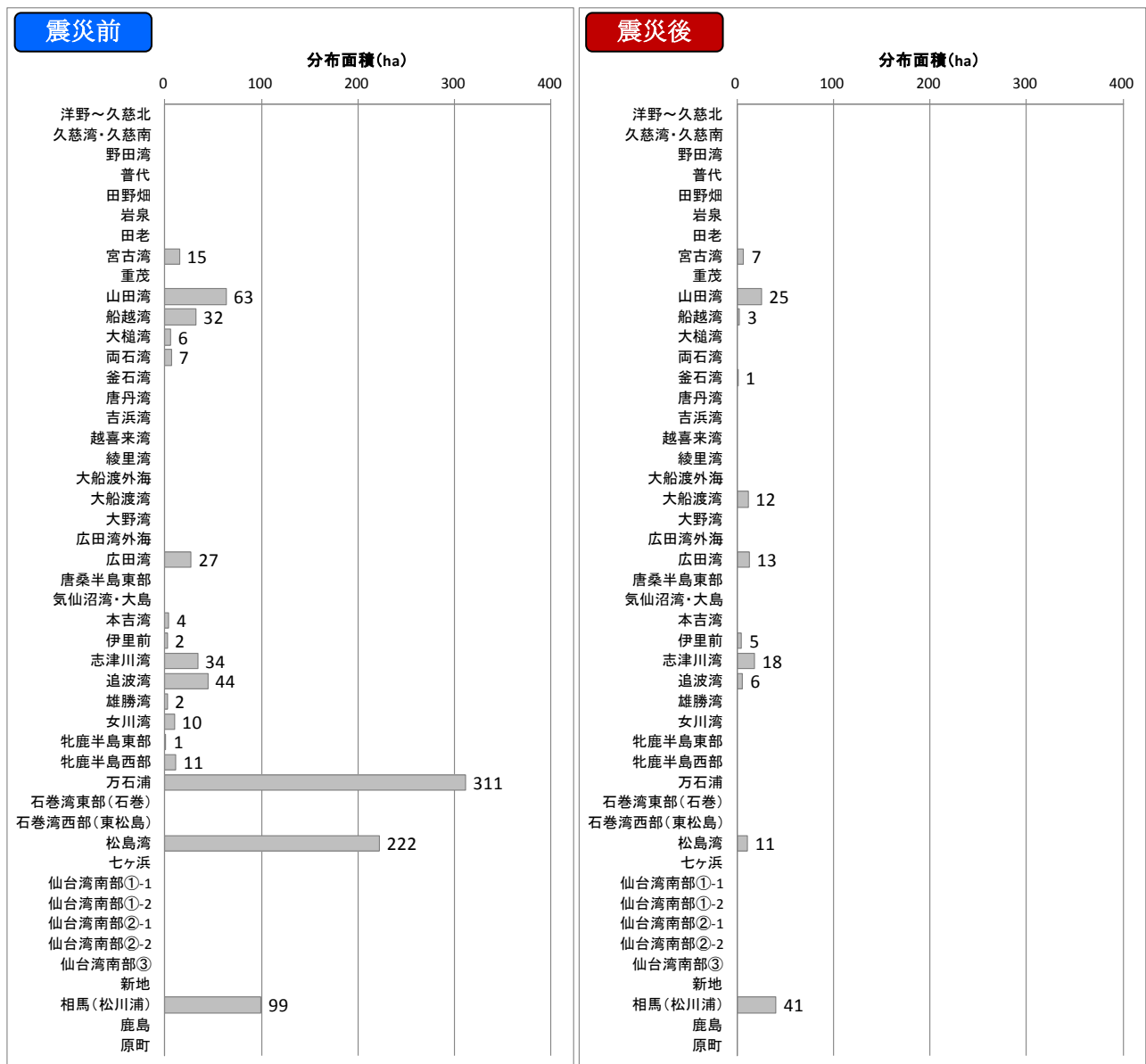


図 5.2-53 震災前と震災後のアマモ類の分布面積の比較（海岸区分）

一方、平成 27 年 7 月の現地調査では、各湾においてアマモ場の回復傾向にあることが確認され、万石浦や松川浦では震災前を凌ぐ規模のアマモ場が形成されつつあった（図 5.2-54）。しかし、津波の影響で砂泥底から瓦礫・礫底に基盤が変化した場所では、アマモ類の回復はみられなかった。このように津波の影響を強く受けた砂泥底域におけるアマモ類の早期の回復には、覆砂、瓦礫の除去等の生育基盤の整備が必要と考えられる。

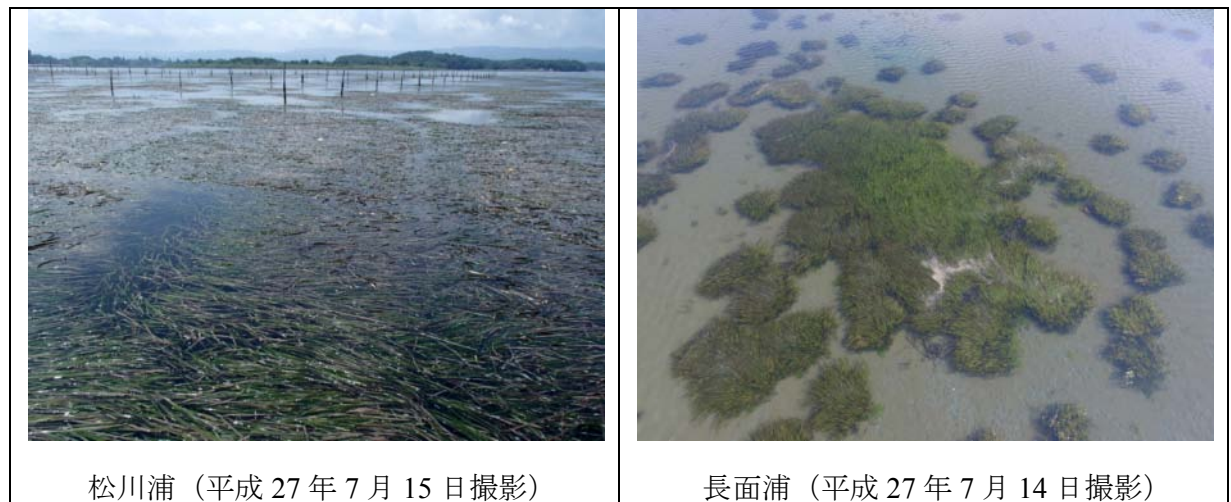


図 5.2-54 現地調査で確認されたアマモ場の回復状況（平成 27 年 7 月撮影）

(2) 人為改変の状況

1) 津波浸水域背後地 1km の改変状況

津波浸水域背後地 1km の人為的改変面積を表 5.2-31 に示す。

改変面積が最も多かったのが宮城（約 1,160ha）、次いで岩手（約 640ha）、福島（約 430ha）であった。青森県、茨城県、千葉県において人為的改変は 4ha～84ha であった。

表 5.2-31 津波浸水域背後地 1km の人為的改変面積

県名	津波浸水域 内陸 1km の面積※ (ha)	人為的改変面積 (ha)		合計
		2010 年-2014 年	2014 年-2015 年	
青森県	11,253	84	21	105
岩手県	44,424	423	212	635
宮城県	55,816	864	292	1,156
福島県	22,269	254	171	425
茨城県	19,215	47	29	76
千葉県	11,058	12	4	16
合計	164,035	1,684	729	2,413

※津波浸水域を除く面積

2) 各県別の改変状況

抽出結果をもとに各県別の改変前の植生区分を集計した結果を図 5.2-55 に示す。改変面積が大きかった宮城県、岩手県では二次林や植林が多く、福島県では、土地利用が多く改変されていた。なお、一部「自然林」の改変がみられるが、これは、耕作放棄地等のヤナギ林である。

全体の改変状況は、図 5.2-56 に示すとおりであり、震災後の改変前の状況は約 6 割が植林二次林を中心とする森林であった。

解析結果の一例を図 5.2-58 に示す。

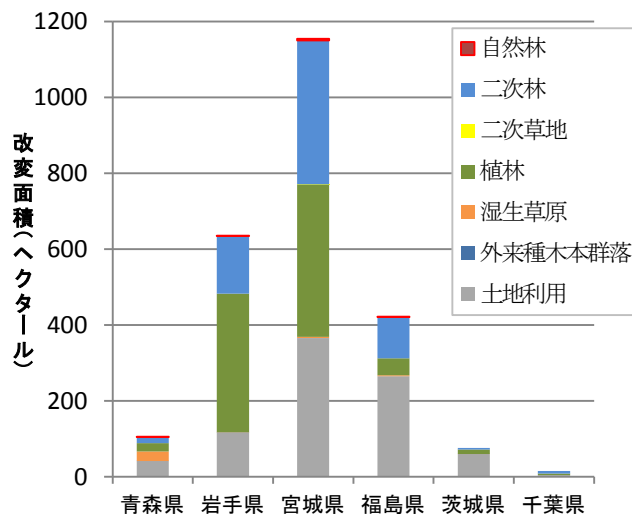


図 5.2-55 県別の改変面積と改変前の植生区分の内訳

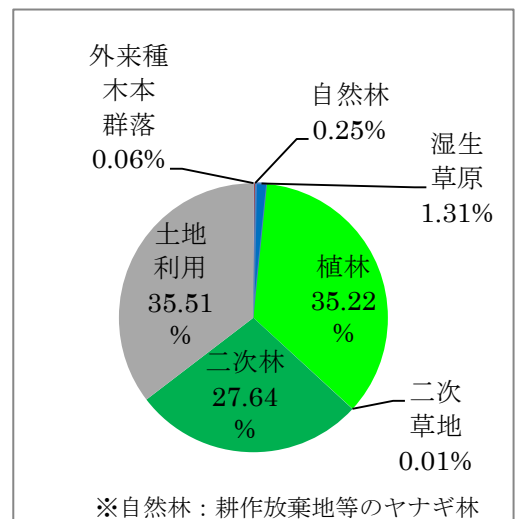


図 5.2-56 改変地全体における改変前の植生区分の内訳



図 5.2-57 震災以前の女川町 (Rapid-Eye2010 年 8 月 24 日)

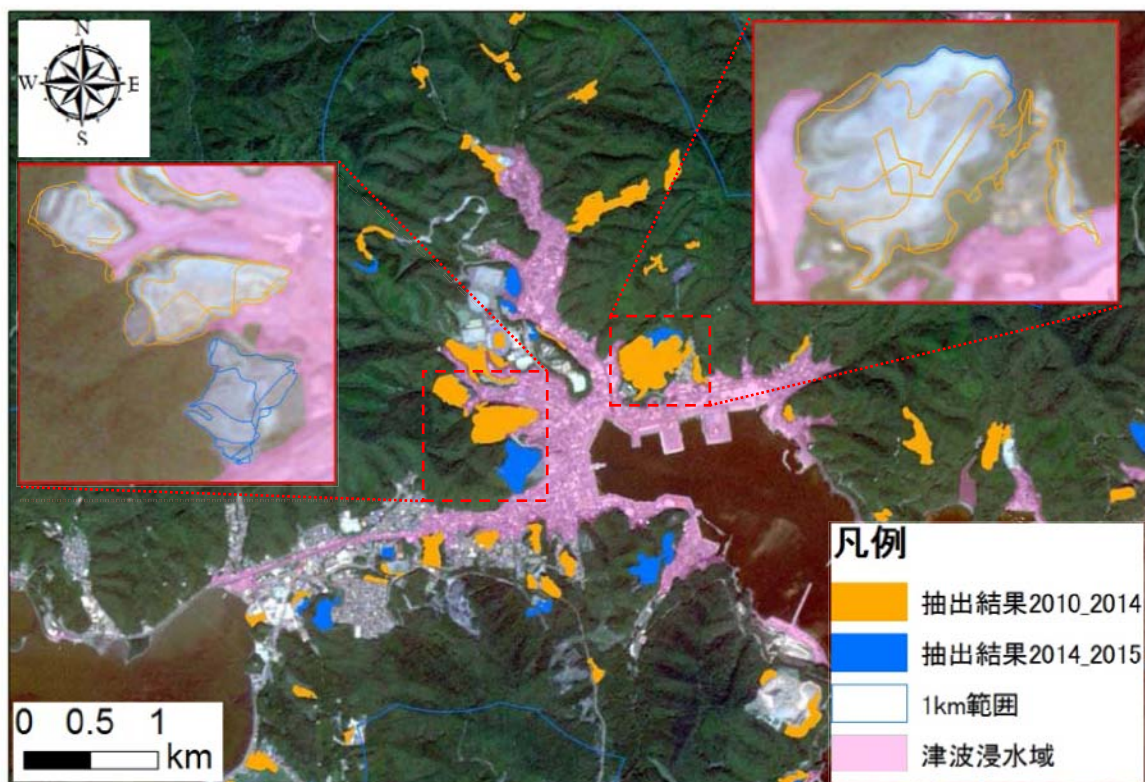


図 5.2-58 人為的改変地の抽出結果 (女川町、Rapid-Eye2015 年 8 月 6 日)

3) まとめ

浸水範囲背後地 1km における改変面積が最も多かった県は宮城（約 1,160ha）、次いで岩手（約 640ha）、福島（約 430ha）であった。また、改変地の 6 割は、改変以前は植林や二次林等の森林であった。

画像解析による改変地について震災前後の画像判読を行った結果、県や地域によって改変地の内容に特徴があることがわかった。改変地の主な内容を以下に示す。

- ・岩手県：土砂採取に伴う造成地、高速道路建設
- ・宮城県（南三陸）：土砂採取に伴う造成地、高台移転に伴う造成地、道路建設
- ・宮城県（仙台湾）：農地復旧に伴う造成地、太陽光発電所建設、宅地造成
- ・福島県：農地復旧・農地除染に伴う造成地、除染仮置場

2) 復旧・復興関連事業

① 植生改変状況

東日本大震災に係る復旧・復興事業と土地被覆との関係を把握する事を目的として、震災前の平成22年と平成24年度から平成26年度に作成した植生図と復興計画等とを照合することにより、人為的な影響を評価した。

【手法】

人為的な影響区域としては、被災地の各自治体が公表している以下の情報から、GISデータを作成した。

- ① 市町村の復興整備計画（平成28年1月時点）による復興整備事業区域
※主にポリゴンデータ
- ② 各県の海岸保全基本計画による海岸保全施設（防潮堤等）
※ラインデータ
- ③ 進捗状況資料（平成26年12月時点）による海岸防災林
※仙台湾沿岸のみ ポリゴンデータ

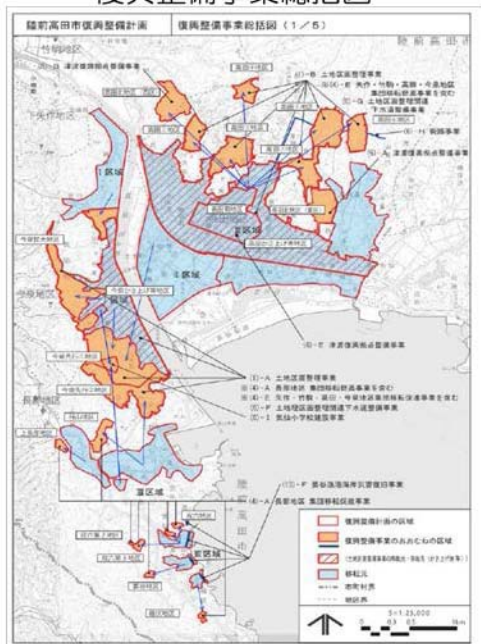
上記①～③の情報を、平成26年度作成の植生図と重ねあわせ、植生図における土地被覆の面積を計測し、重要な自然（ハビタット）や市街地・造成地等面積の経年変化を把握した。

【評価対象（津波浸水域）】

相対的に被害が大きかった岩手県、宮城県、福島県を評価対象とし、津波浸水域内、復興整備事業区域内ならびに海岸保全施設計画線上の土地被覆の変化を整理した。海岸防災林については、情報が公表されている仙台湾沿岸のみを対象とした。

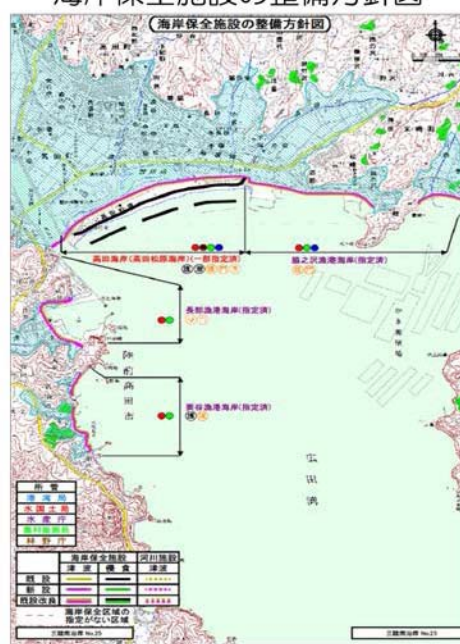
【材料（公表資料）の例ー広田湾・陸前高田市ー】

復興整備事業総括図



（陸前高田市復興整備計画 H27/7/31より）

海岸保全施設の整備方針図



（三陸沿岸部海岸保全基本計画 平成25年度 岩手県より）

図 5.2-59 解析に使用した復興関連事業等の事例

a) 岩手県・宮城県・福島県の「重要な自然」の面積変化状況

表 5.2-32、図 5.2-60 に平成 26 年度植生図に基づく岩手県・宮城県・福島県の①津波浸水域内の「重要な自然」に相当する土地被覆と復興整備事業区域（平成 28 年 1 月時点計画）内の「重要な自然」に相当する土地被覆の重複状況を整理した。

3 県合計の復興整備事業区域として設定されている面積は、津波浸水域面積 44,471ha のうち、8.8%に相当する 3,892ha であった。このうち 37.5%に相当する 1,461ha が本調査で「重要な自然」としている土地被覆に相当する。

また、津波浸水域内の平成 26 年度時点の「重要な自然」11,723ha のうち、12.5%に相当する 1,461ha が、復興整備事業区域内に存在していた。

県別の状況をみると、岩手県では津波浸水区域 5,672ha のうち 846ha（14.9%）が復興整備事業区域となっており、このうち 8.5%に相当する 84ha が「重要な自然」となっている。宮城県では、津波浸水区域 28,668ha のうち 1,266ha（4.4%）が復興整備事業区域となっており、このうち 12.0%に相当する 152ha が「重要な自然」となっている。

岩手県、宮城県の復興整備事業区域と重なる「重要な自然」の内訳をみると、ともに、大半が非耕作農地（水田雑草群落）であり、次いで河川・湖沼等開放水域である。

福島県では、岩手県、宮城県とは様相が異なっている。

まず、津波浸水域内の「重要な自然」と人為関連凡例の割合をみると、津波浸水域面積 10,130ha のうち 5,117ha（50.5%）が残存している。次いで、津波浸水区域に占める復興整備事業区域の面積は 17.6%に相当する 1,779ha であり、このうち 68.8%に相当する 1,225ha が「重要な自然」として位置づけられる土地被覆となっている。

福島県の復興整備事業区域と重なる「重要な自然」の内訳をみると、約 96%の約 1,170ha が非耕作農地（水田雑草群落）である点は他 2 県と同様であるが、河川・湖沼等開放水域の他に湿地植生も復興整備事業区域と重なっている。

以上のように、「重要な自然」と復興整備事業区域の重複状況は、平成 26 年度時点植生図で残っていた「重要な自然」11,723ha のうち、12.5%に相当する部分が復興整備事業区域と重複していた。また、復興整備事業区域のうち 37.5%が「重要な自然」に位置づけられる土地被覆であったが、県別にみると、福島県部分の占める割合が大きく、また、大半が「非耕作農地（水田雑草群落）」であった。

表 5.2-32 平成 26 年度植生図に基づく、岩手県・宮城県・福島県の①津波浸水域内の「重要な自然」に相当する土地被覆と復興整備事業区域（平成 28 年 1 月時点計画）内の「重要な自然」に相当する土地被覆の総括表

県名	土地被覆の区分	①津波浸水域		②復興整備事業区域		津波浸水域内に復興整備事業区域が占める割合（②/①）
		面積 ha	比率 %	面積 ha	比率 %	
岩手県	重要な自然	984	17.4%	84	10.0%	8.5%
	人為関連凡例：水田	375	6.6%	9	1.1%	2.4%
	人為関連凡例：市街地・造成地等	4,313	76.0%	753	89.0%	17.5%
	小計	5,672	—	846	—	14.9%
宮城県	重要な自然	5,622	19.6%	152	12.0%	2.7%
	人為関連凡例：水田	6,423	22.4%	28	2.2%	0.5%
	人為関連凡例：市街地・造成地等	16,623	58.0%	1,086	85.8%	6.5%
	小計	28,668	—	1,266	—	4.4%
福島県	重要な自然	5,117	50.5%	1,225	68.8%	23.9%
	人為関連凡例：水田	1,415	14.0%	43	2.4%	3.0%
	人為関連凡例：市街地・造成地等	3,598	35.5%	511	28.7%	14.2%
	小計	10,130	—	1,779	—	17.6%
総計	重要な自然	11,723	—	1,461	68.8%	12.5%
	人為関連凡例：水田	8,213	—	80	2.4%	1.0%
	人為関連凡例：市街地・造成地等	24,534	—	2,350	28.7%	9.6%
	総計	44,471	—	3,892	—	8.8%

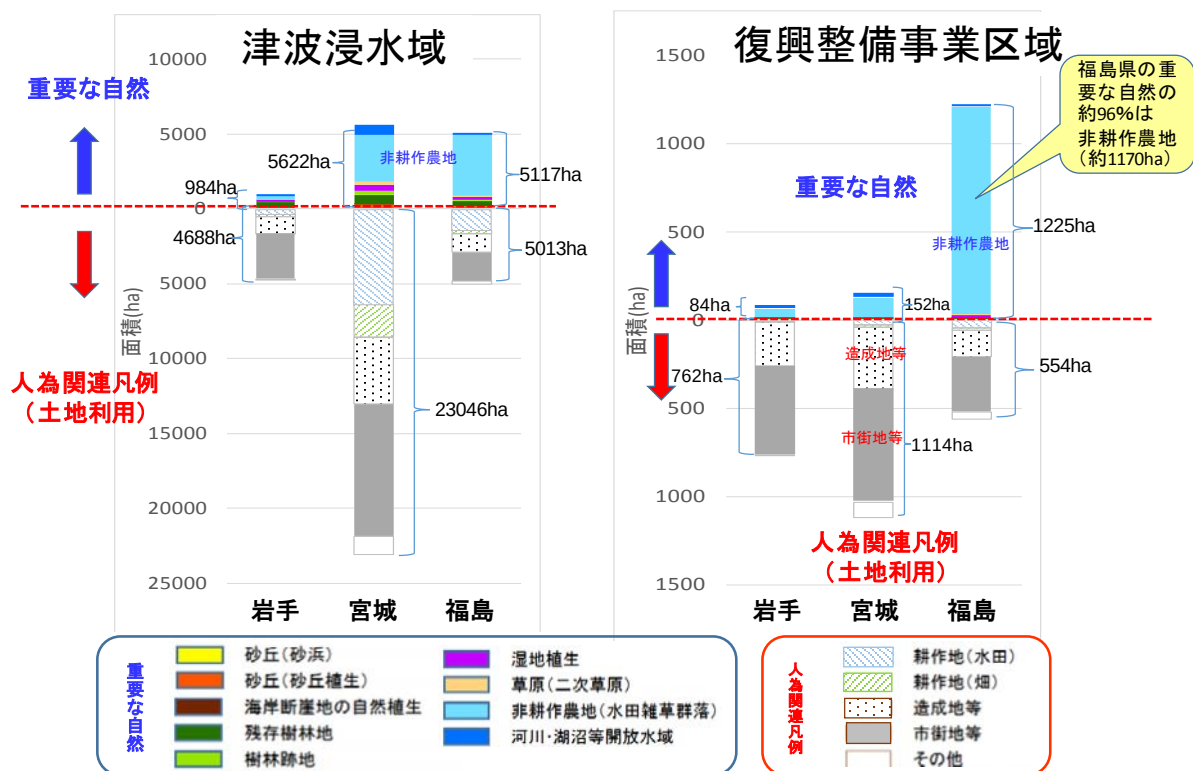


図 5.2-60 平成 26 年度植生図に基づく、岩手県・宮城県・福島県の①津波浸水域内の「重要な自然」に相当する土地被覆と復興整備事業区域（平成 28 年 1 月時点計画）内の「重要な自然」に相当する土地被覆状況

b) 津波浸水域ならびに復興整備事業区域における「重要な自然」の面積変化

地震前の平成 22 年、地震後の平成 24 年から平成 26 年の 4 時期の植生図に基づき津波浸水域内の土地被覆ならびに津波浸水域内の復興整備事業区域内の土地被覆の変化状況を整理した。

i) 岩手県

津波浸水域内の土地被覆のうち「重要な自然」に相当する部分は、地震前は約 1,000ha で大半が樹林地であった。地震後の平成 24 年は、「重要な自然」は概ね 1.5 倍に増加し、その大半は非耕作農地であり、これは地震前の人為関連凡例のひとつである耕作地（水田）から変化してきたものである。地震前に重要な自然の多くを占めていた樹林地は概ね半分程度の面積に減っている。

「重要な自然」は平成 25 年、平成 26 年には 1,000ha 前後に減少したが、これは非耕作農地の面積減少によるところが大きい。

復興整備事業区域についてみると、地震前の「重要な自然」は 25ha 程度であったが、地震後の平成 24 年には 100ha 強まで増加している。増加分の大半は地震前に水田であった土地利用から変化した非耕作農地であった。その後、平成 25 年、平成 26 年には 85ha 程度まで面積を減少しているが、減少部分は非耕作農地に相当する土地被覆であった。一方、地震後の人為関連凡例の変化状況をみると、年々増加傾向にあるのは造成地等に相当する土地被覆であり、非耕作農地の減に対して水田が増加しておらず、地震前の水田の一部を復興整備事業に転用している状況が伺える。

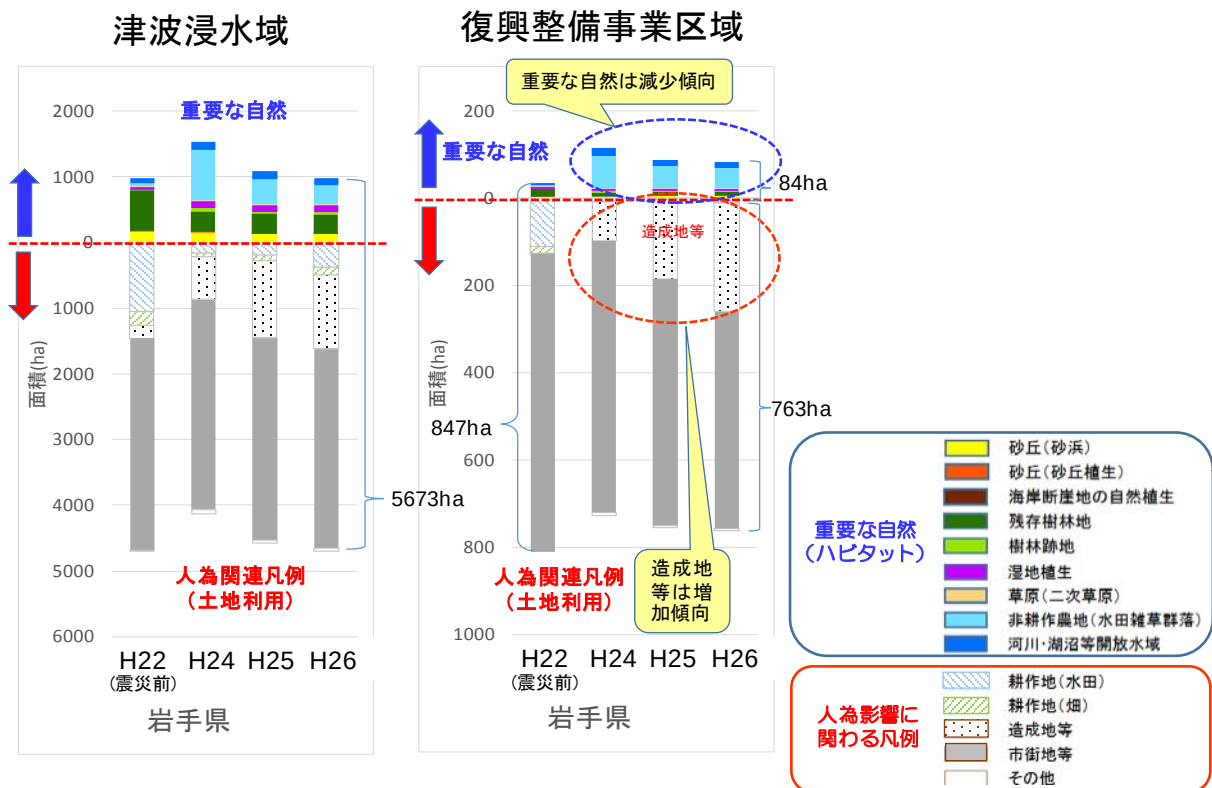


図 5.2-61 岩手県における津波浸水域内と復興整備事業区域（計画）内の土地被覆（重要な自然、人為改変関連）の震災前（平成 22 年）から震災後（平成 24 年～平成 26 年）の変化

ii) 宮城県

津波浸水区域内の土地被覆のうち「重要な自然」に相当する部分は、地震前は約 3,500ha で大半が樹林地であった。地震後の平成 24 年は、「重要な自然」は 9,000ha 程度に増加し、増加分の大半は非耕作農地であり、地震前の耕作地（水田）から変化してきたものである。また、河川・湖沼等開放水面も地震前と比べて増加している。地震前に重要な自然の多くを占めていた樹林地は大きく減少しており、地震後は大きな変化は認められない。「重要な自然」は平成 25 年、平成 26 年には 5,000ha 前後にまで減少したが、これは非耕作農地の面積減少によるところが大きく、樹林地、樹林跡地、湿地植生、開放水域に大きな変化は見られない。

復興整備事業区域についてみると、地震前の「重要な自然」は 50ha 程度であったが、地震後の平成 24 年には 220ha 程度に増加している。増加分の大半は地震前に水田であった土地利用から変化した非耕作農地であった。その後は漸減し、平成 26 年には 150ha 程度となっているが、減少部分の大半は非耕作農地に相当する土地被覆であった。一方、地震後の人為関連凡例の変化状況を見ると、年々増加傾向にあるのは造成地等に相当する土地被覆であった。また、平成 24 年時点で 150ha 程度あった水田も減少しており、平成 26 年にはほぼ造成地等となっている。いずれ復興整備事業区域は市街地等の人為関連凡例となることが伺える。

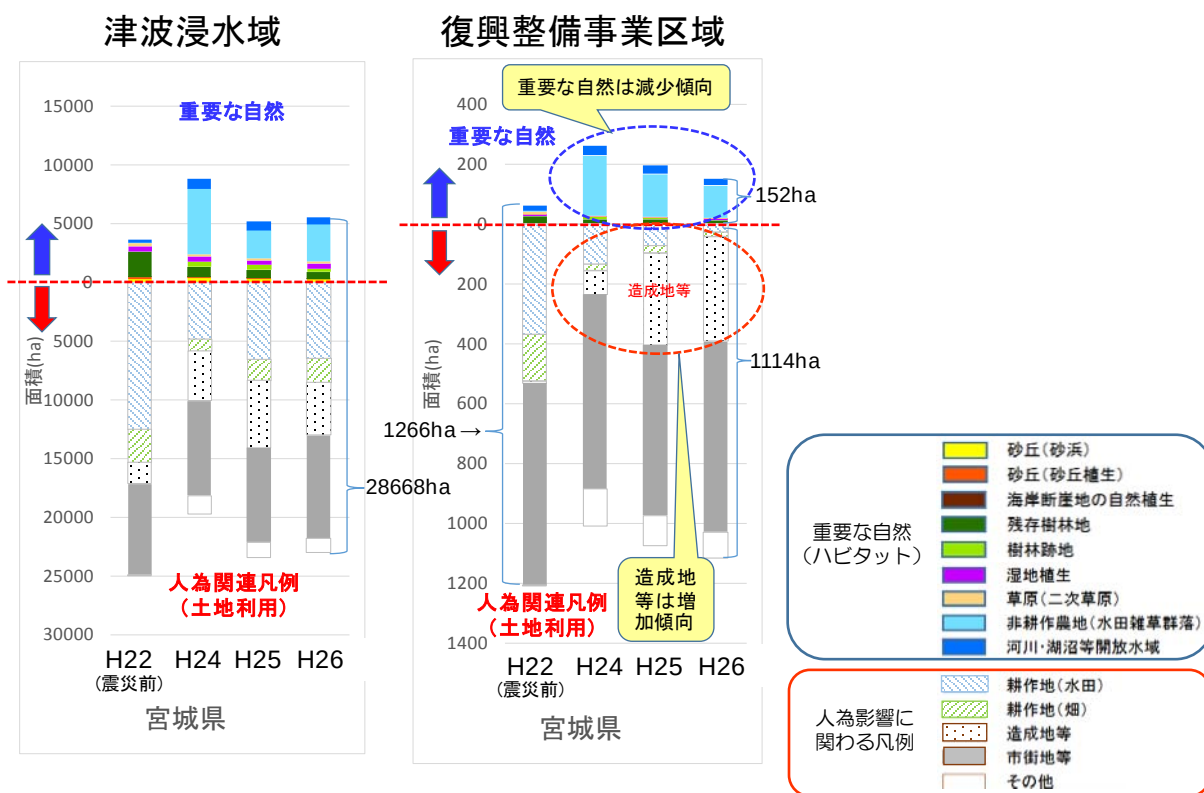


図 5.2-62 宮城県における津波浸水域内と復興整備事業区域（計画）内の土地被覆（重要な自然、人為改変関連）の震災前（2010 年）から震災後（2012 年～2014 年）の変化

iii) 福島県

津波浸水域内の土地被覆のうち「重要な自然」に相当する部分は、地震前は約 1,300ha で大半が樹林地であった。地震後の平成 24 年は、「重要な自然」は 4,700ha 程度に増加し、増加分の大半は非耕作農地であり、地震前の耕作地（水田）から変化してきたものである。また、河川・湖沼等開放水面も地震前と比べて増加している。地震前に重要な自然の多くを占めていた樹林地は大きく減少しており、地震後は大きな変化は認められない。福島県で特徴的な点として、「重要な自然」が平成 25 年には約 5,600ha、平成 26 年には 5,100ha 程度となっており、地震後に面積の増加が見られる点である。これは非耕作農地の面積変化によるところが大きい。

復興整備事業区域についてみると、地震前の「重要な自然」は 87ha 程度であったが、地震後の平成 24 年には 811ha 程度に増加している。増加分の大半は地震前に水田であった土地利用から変化した非耕作農地である。その後の変化は津波浸水域内と同様に平成 25 年に 1,250ha に増加し、平成 26 年でも 1,225ha 程度であり、他県と異なり地震後に重要な自然が減少していなかった点が特徴として上げられる。地震後の人為関連凡例の変化状況では、地震前から地震後の平成 24 年で大幅に減少しており、他県とは異なり、人為影響に関わる凡例が復旧していない状況が特徴的であった。

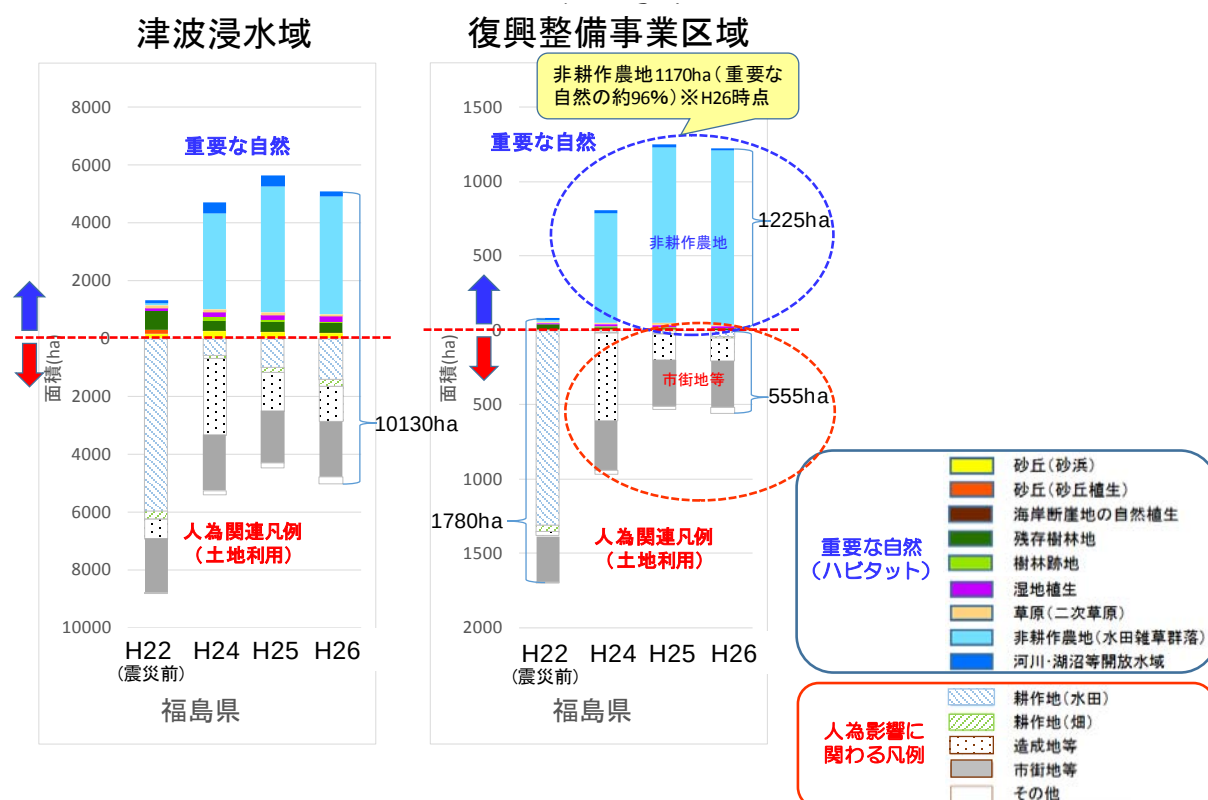


図 5.2-63 福島県における津波浸水域内と復興整備事業区域（計画）内の土地被覆（重要な自然、人為改変関連）の震災前（2010 年）から震災後（2012 年～2014 年）の変化

c) 重点エリア別の「重要な自然」の面積変化状況

図 5.2-64～図 5.2-66 に代表的な重点エリア別の「重要な自然」と「人為関連凡例（土地利用）」の面積変化状況を示した。ここでは、津波浸水域内と復興整備事業区域内の「重要な自然」と「人為関連凡例」の面積変化に加え、各県が公表している海岸保全基本計画に記載されている海岸保全施設の概略法線が重複する土地被覆の割合の変化をあわせて示した。

i) 宮古湾（図 5.2-64）

本エリアの津波浸水域の面積は約 600ha に対して、復興整備事業区域は約 81ha であり、津波浸水域の 13.5%に相当する。

復興整備事業区域内の「重要な自然」に相当する面積は、地震前は約 12ha であり、うち約 5ha を樹林地であった。地震後の平成 24 年には、約 35ha となり、平成 25 年は 34ha、平成 26 年も 34ha とほとんど変化がなかった。地震後の「重要な自然」は、大半を非耕作農地が占めていた。

海岸保全基本計画における施設法線が重複する部分の割合をみると、全延長 10.3km のうち、約 17%が「重要な自然」に相当する凡例であり、主に砂丘（砂浜）、樹林地、開放水面から構成されていた。地震後の平成 24 年には全延長の 14%が「重要な自然」であり、その内訳は主に砂丘（砂浜）と残存樹林地で構成されている。その後、海岸保全施設の整備が進むことにより、重要な自然は平成 25 年、平成 26 年ともに 12%と漸減している。人為関連凡例についても、海岸保全施設整備の進捗に応じ、造成地が減少し、人工構造物が増加している。

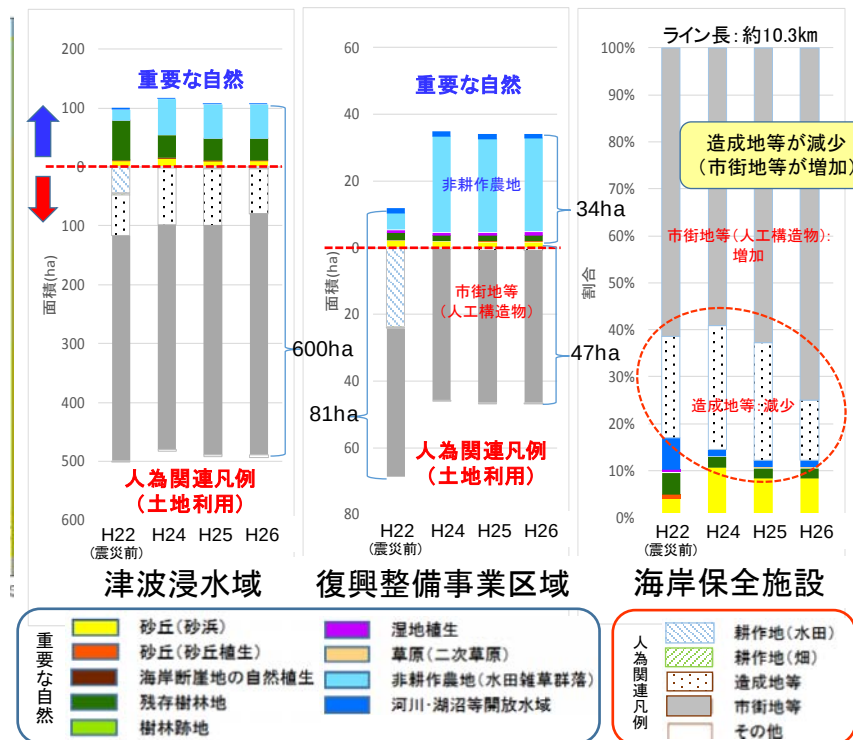


図 5.2-64 宮古湾沿岸における津波浸水域内と復興整備事業区域（計画）内の土地被覆（重要な自然、人為改変関連）の震災前（2010 年）から震災後（2012 年～2014 年）の変化

ii) 七北田川河口 (図 5.2-65)

本エリアの津波浸水域の面積は約 2,252ha に対して、復興整備事業区域は約 20ha であり、津波浸水域の 0.9%に相当する。

復興整備事業区域内の「重要な自然」に相当する面積は、地震前は約 3.4ha であり、全てが樹林地であった。地震後の平成 24 年には、約 2.9ha となり、平成 25 年は 3.1ha、平成 26 年は 0.5ha と変化した。地震後の復興整備事業区域内の「重要な自然」の面積は小さく、大半を非耕作農地と残存樹林地が占めていた。平成 26 年になると、平成 25 年以前の非耕作農地部分では復興整備事業が進み、造成地等や市街地等に変化していた。残存樹林地部分には大きな変化はみられていない。

海岸保全基本計画における施設法線が重複する部分の割合をみると、全延長 5.6km のうち、地震前は約 76%が「重要な自然」に相当する凡例であり、主に砂丘（砂丘植生）から構成されていた。地震後の平成 24 年には全延長の 24%が「重要な自然」であり、その内訳は主に砂丘（砂浜）、砂丘（砂浜植生）と開放水面で構成されている。重要な自然は平成 25 年、平成 26 年ともに 25%であり、ほとんど変化はみられないが、砂浜植生の回復し、砂丘が減少していた。人為関連凡例では、海岸保全施設整備の進捗に応じ、造成地が減少し、人工構造物が増加している。

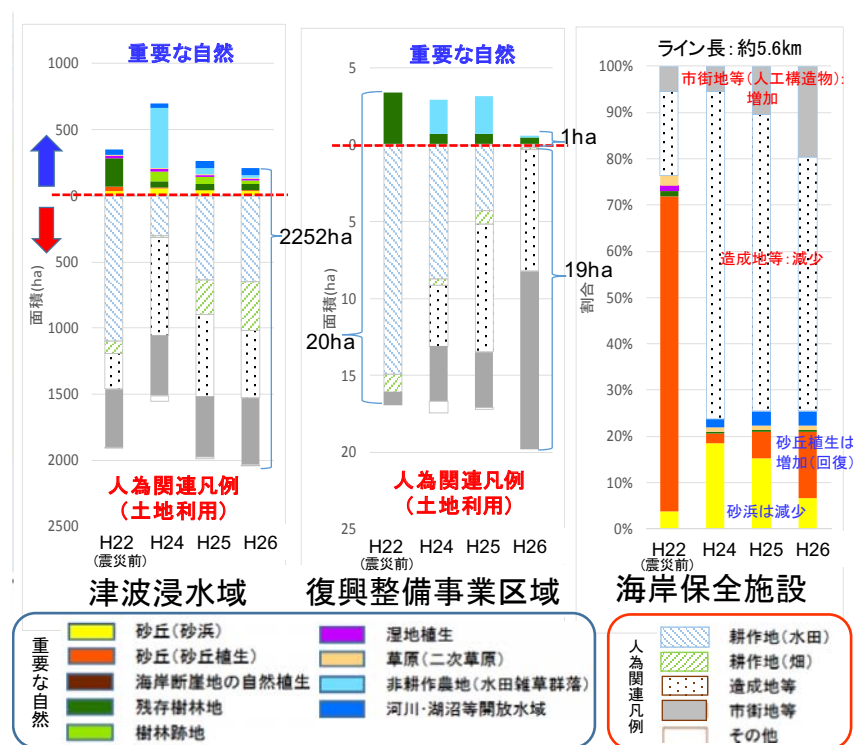


図 5.2-65 七北田川河口における津波浸水域内と復興整備事業区域(計画)内の土地被覆(重要な自然、人為改変関連)の震災前(2010年)から震災後(2012年~2014年)の変化

i) 松川浦エリア (図 5.2-66)

本エリアの津波浸水域の面積は約 2,594ha に対して、復興整備事業区域は約 455ha であり、津波浸水域の 18%に相当する。

復興整備事業区域内の「重要な自然」に相当する面積は、地震前は約 16.4ha であり、残存樹林地、湿地、草原、開放水域から構成されていた。地震後の平成 24 年には、水田から変化した非耕作農地約 87ha が加わり、約 106ha と増加し、その後平成 25 年は 109ha、平成 26 年は 107ha と変化した。地震後の復興整備事業区域内の「重要な自然」の面積の大半は非耕作農地が占めた。その後、平成 25 年、平成 26 年となっても、宮古湾エリアや七北田川河口エリアと比べると造成地等や市街地等への変化はほとんどなく、計画はされているものの平成 26 年度段階では施工が進んでいない福島県特有の状況がみてとれた。

海岸保全基本計画における施設法線が重複する部分の割合をみると、全延長 6.8km のうち、地震前は約 72%が「重要な自然」に相当する凡例であり、主に砂丘(砂浜)から構成されていた。地震後の平成 24 年には全延長の 75%が「重要な自然」であり、その内訳は主に砂丘(砂浜)と開放水面で構成されている。その後、平成 25 年は 75%と変化無かったが、平成 26 年になると 43%に減少し、市街地等(人工構造物)の割合が増加しており、海岸保全施設の整備が進んでいることが伺える。

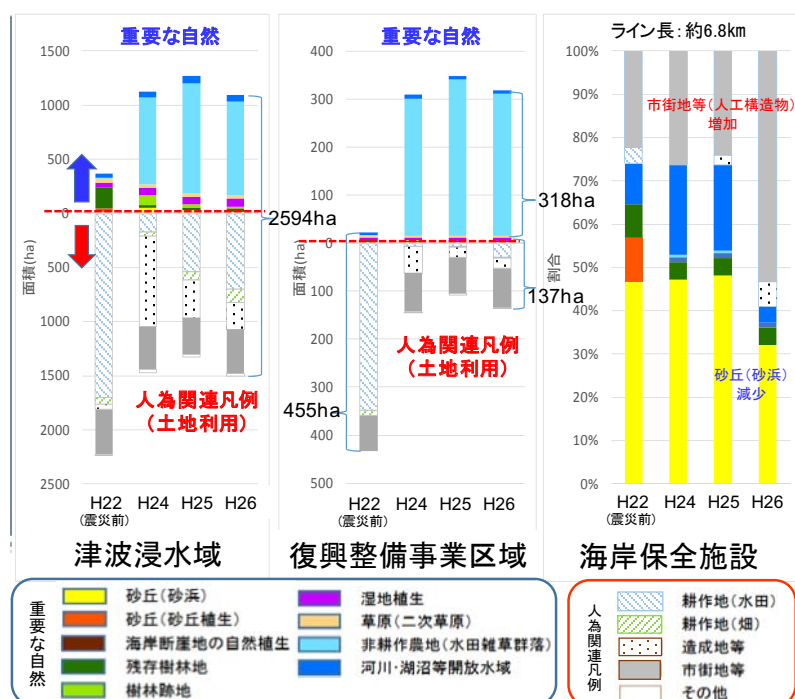


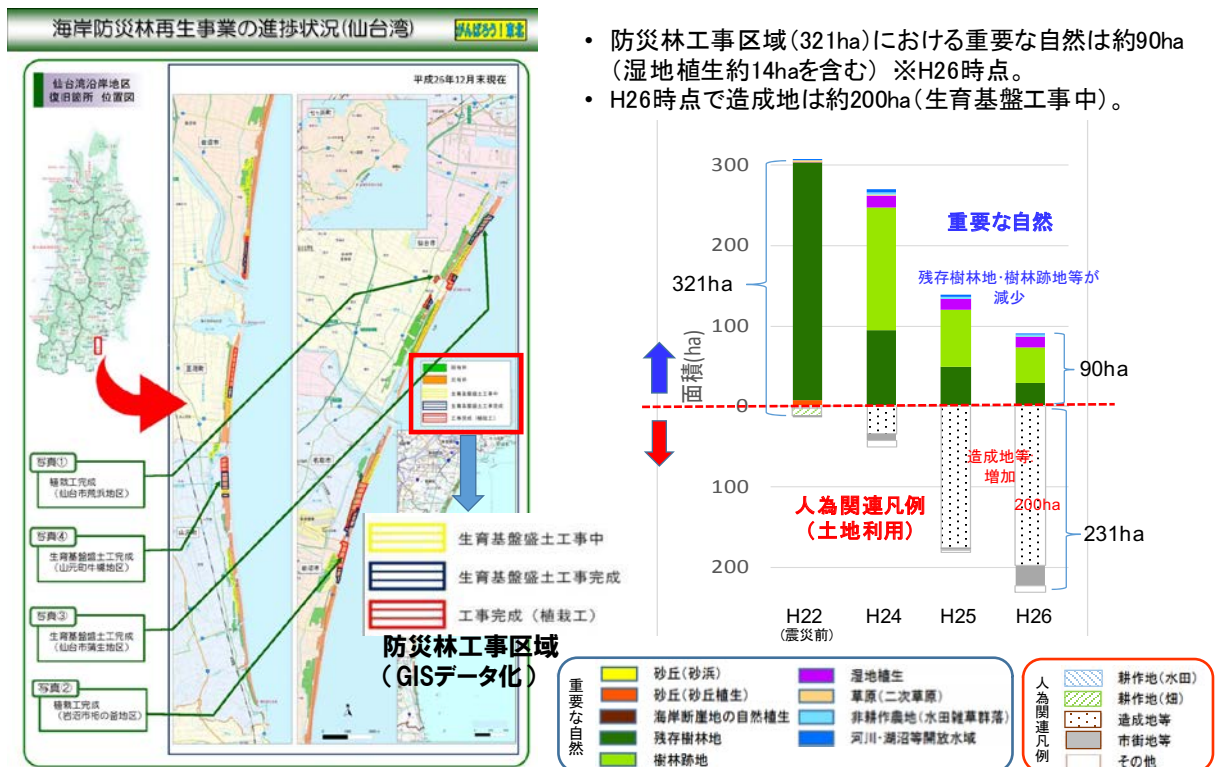
図 5.2-66 松川浦における津波浸水域内と復興整備事業区域(計画)内の土地被覆(重要な自然、人為改変関連)の震災前(2010年)から震災後(2012年~2014年)の変化

d) 海岸防災林復旧事業区域（仙台湾沿岸）

図 5.2-67 に仙台湾沿岸における海岸防災林復旧事業区域における「重要な自然」ならびに「人為関連凡例（土地利用）」の変化を示した。

津波浸水区域のうち海岸防災林復旧事業区域の面積は 321ha であり、地震前は海岸防災林であったため、ほとんどが樹林地であった。

地震後の平成 24 年時点では、残存樹林地、樹林跡地で大半が構成され、一部湿地他で構成されるようになったが、平成 25 年以降は残存樹林地、樹林跡地が減少し、これらの大半は造成地等（育成基盤整備区域）に変化し、平成 26 年段階の造成地等面積は約 200ha となっていた。



※H26年12月末時点

図 5.2-67 仙台湾沿岸における海岸防災林復旧事業区域の土地被覆（重要な自然、人為改変関連）の震災前（2010 年）から震災後（2012 年~2014 年）の変化

② 復旧・復興事業等における環境配慮事例

復旧・復興事業等に関連して実施（または計画）された自然環境配慮事例を図 5.2-68 に示した。なお、これらは本調査における有識者ヒアリングなどにより得られた位置が特定できた情報に限り示したものであり、他の自然環境保全・配慮事例もとらえている。

復旧・復興事業の実施に際しては、原則として事前に自然環境を含む環境調査が行われており、その調査結果に基づいた保全対策が検討・実施されている。

しかしながら、保全対策の多くは重要種の移植や表土保護、個体や表土の工事中の一時的退避などの「代償」による保全対策が主体となっている。重要種の移植活動などでは、地域住民が主体となって実施している活動もみられる。

一部、「回避・低減」による場（ハビタット）を保存（保全）する先進事例もある。

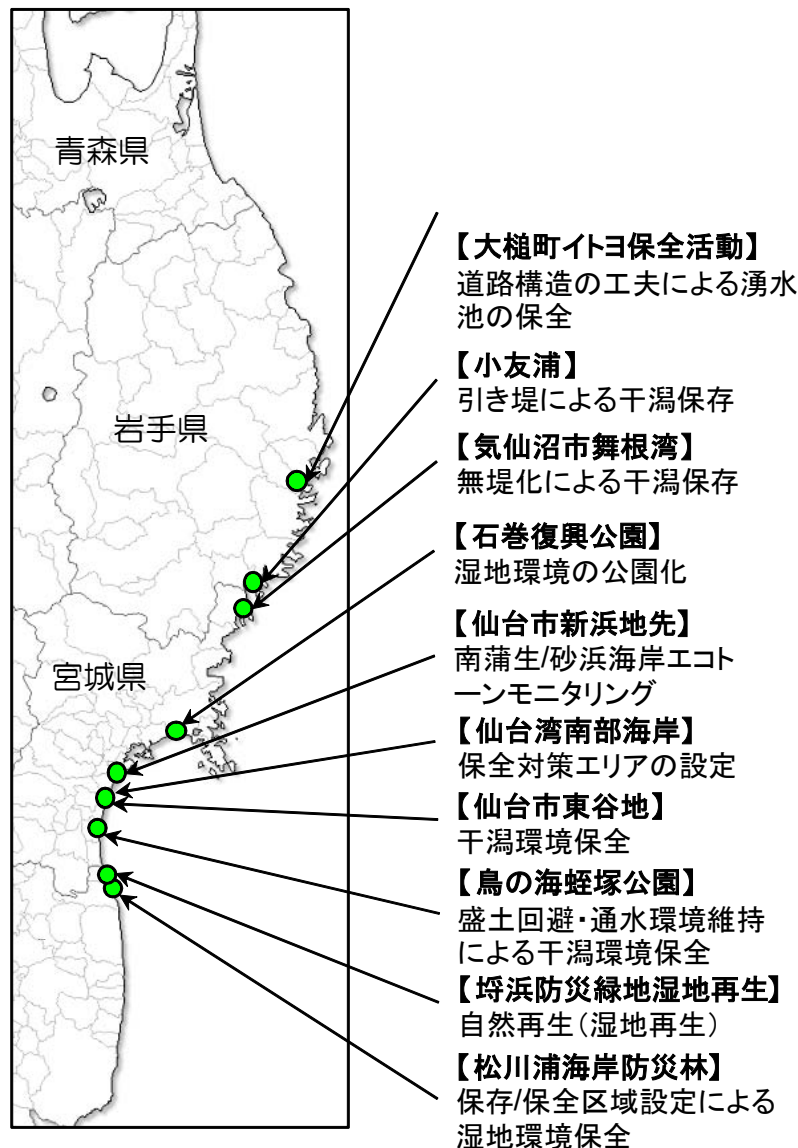


図 5.2-68 復旧・復興事業等に関連して実施（または計画）された場（ハビタット）の保全事例

仙台湾南部海岸における環境配慮事例

以下に国土交通省東北地方整備局ならびに宮城県による、仙台湾南部海岸の海岸保全施設整備における砂浜環境への配慮事例の一例を示した。この事例では、特に保全が必要な砂浜植生の消失を回避するため海岸保全施設の法線を陸側に屈曲・後退させたり、可能な限り陸側からの施工とし、海側に工事用道路を設置しないように努めるなどの配慮がなされている（「動植物（注目種等）の環境保全対策」http://www.thr.mlit.go.jp/bumon/b00037/k00290/river-hp/kasen/shinsaikanren/data/06kankyo_torikumi/dousyokubutu.pdf より）。

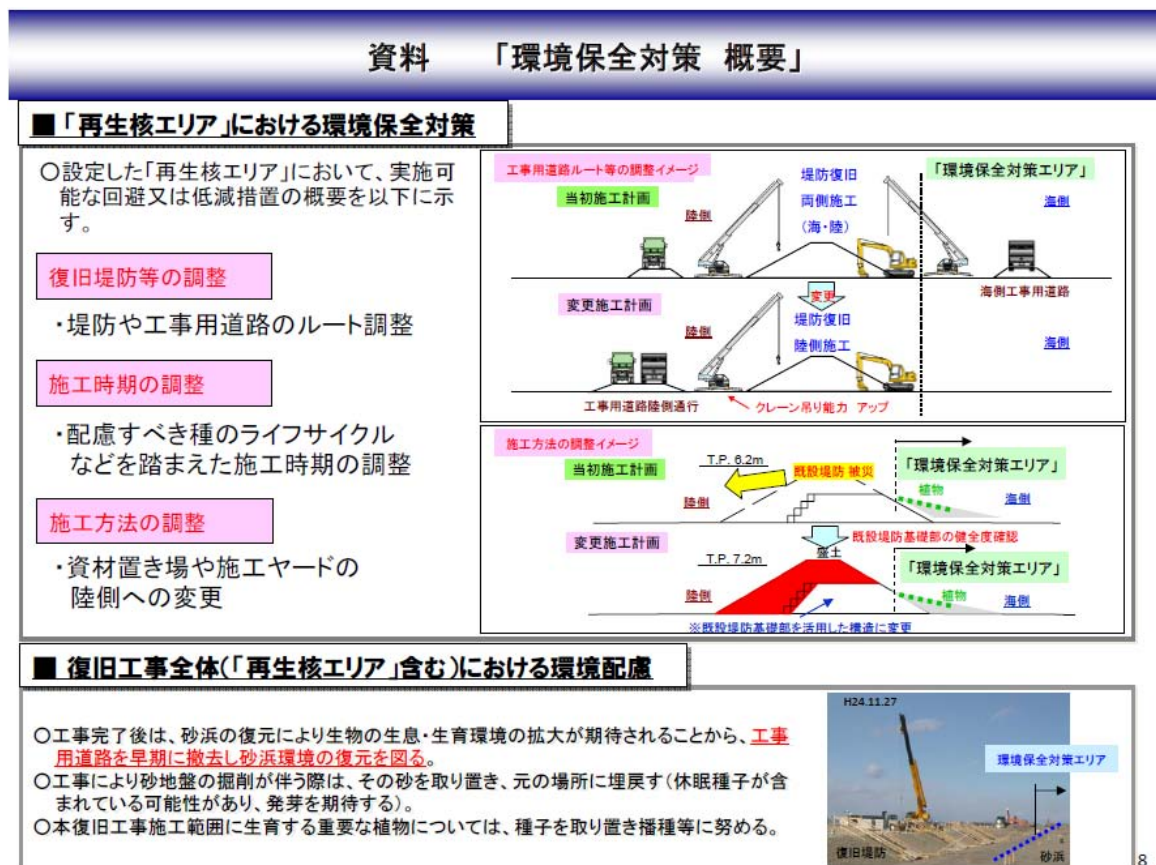


図 5.2-69 仙台湾南部海岸における自然環境配慮事例

③まとめ

- 3 県（岩手・宮城・福島）の復興整備事業区域（平成 28（2016）年 1 月時点）は約 39km²（浸水域約 445km² の約 8.8%）であった。
- 復興整備事業区域のうち、重要な自然（ハビタット）は 3 県合計で約 14.6km²。特に、福島県は約 12.3km² が残存（平成 26（2014）時点）しているが、そのほとんどが非耕作農地である。
- 海岸防災林（仙台湾）の工事区域（約 321ha）では生育基盤工事が進められている。
- 海岸保全施設（海岸保全基本計画）では、防潮堤工事等により市街地等（人工構造物）が増加、砂丘（砂浜）等が減少している。
- 復旧・復興事業に関連して、環境アセスメントは免除されたが、自主的な調査・アセスは多くの事業で実施され、環境配慮がなされた。しかし、希少種個体の移植等が中心で、「場」の保全の取組は十分多いとはいえない状況にある。
- 復興整備事業区域には湿地植生等の「重要な自然」が小面積で残存する。
 - ☞ これら残存する「重要な自然」を保全するため、重要自然マップの活用が期待される。

(3) 自然環境への影響のまとめ

5.1 項で概観したように、東北地方太平洋沖地震が自然環境へ影響をおよぼした主要因として「地震動および液状化」、「地殻変動（地盤沈下）」、「津波」をあげることができる（他に、地域によっては火災があるが、ここでは取り扱っていない）。また、地震後は、人々の生活再建のための復旧・復興活動を中心とした「人為影響」も主要な影響要因としてあげられる。

ここでは、各要因が「重要自然マップ」作成において設定した「重要な自然（ハビタット）」におよぼした影響を表 5.2-33 に整理した。

影響要因別にみると、「地震動および液状化」ではいずれのハビタットに対しても影響を明確に把握することが出来なかった。「地震動および液状化」は大きな影響をおよぼさなかった可能性も高いが、影響の発現が地震時に発生するものであり、調査開始との時間差が大きいため、影響をとらえることができなかったためと考えられる。地震直後の影響把握については、地震等の自然災害発生後の速やかな自然環境調査実施体制の構築などが今後の課題と考えられる。

「地殻変動（地盤沈下）」については、海域のハビタットと陸域のうち湿地、樹林地、湿地植生に対する影響がみられた。海域のハビタットに対しては、地盤沈下にともない水深が増大したことによる影響が多く見られた。陸域のハビタットに対しては、古くは後背湿地だった場所の地盤高が下がることにより湿地化する状況が多くみられている。

「津波」は最も広範囲で自然環境に甚大な影響をおよぼした。海域では干潟やアマモ場、陸域では砂浜といった、砂泥地を主とする生育・生息基盤の侵食による消失があり、消失しないまでも底質など基盤環境が変化し、生育・生息する生物相へ影響をおよぼした。また、より内陸側の樹林地や水田などに対しては、物理的破壊に加え、湛水や塩害などによる環境変化が起こった。

このように、地震等は沿岸の自然環境に直接・間接的に大きな影響をおよぼした一方で、自然は攪乱に対する適応能力を大きく発揮した。埋土種子由来の自然植生出現にみられるように自律的に再生・遷移し、生物多様性が高い自然環境が津波浸水域には数多く出現した。

しかしながら、このような自律的に再生する自然に対し「人為影響」が大きな影響を与えた事例がみられた。影響の多くは、構造物の設置にともなう物理的影響であった。

表 5.2-33 (I) 2011 東北地方太平洋沖地震による自然環境への影響のまとめ

ハビタット	地震動および液状化	地殻変動（地盤沈下）	津 波	人為影響	地震後の遷移の状況と影響のまとめ
① 藻場	・ 特に確認できなかった。	・ 水深増加による光条件の悪化（深場の藻場の衰退）。 ・ 沈下にもともなう新規基盤への新規藻場の成立。	・ 底質変化（砂泥分の流失、震災ガレキ出現による基盤形成）にもともなう新規藻場の形成。 ・ 湾口防波堤や砂州の流失により海水交換が大きくなり、外海性の藻類が見られるようになった事例あり。 ・ 津波の直接影響は確認できなかった。	・ 沿岸陸部の裸地化などにより、濁りが発生する例がみられ、これらが光条件の劣化につながっている可能性がある。 ・ 防潮堤や海岸道路設置にともなう浅海域埋立による、海岸線付近の藻場の消失。	・ 一時的な衰退や地盤沈下にもともなう分布の水平シフトがみられたが、極端に衰退した事例はみられていない。
② アマモ場	・ 特に確認できなかった。	・ 水深増加による光条件の悪化にもともなうアマモ場の消失。 ・ 地震後の再隆起などにより、適正水深となった部分での新たなアマモ場が形成されている。	・ 生育基盤の流失によるアマモ場の消失。 ・ 底質変化（砂泥底から礫・岩への変化、ガレキ流入）による生育基盤環境変化にともなう衰退・消失。	・ （藻場と同じ）	・ 地震後、2013 年頃までは、多くのアマモ場が流失・衰退した。 ・ しかし、2015 年時点で多くの海域で回復傾向を示し、万石浦や松川浦では分布面積が地震前以上に回復した。
③ 干潟	・ 地震動に伴う攪乱（液状化など）が考えられるが、具体の影響は確認できなかった。	・ 地盤高低下による水没（面積減少・消失）	・ 侵食による面積減少・消失。 ・ 干潟生物自体の流失。 ・ 底質変化（砂泥⇒礫・岩）による環境変化にともなう干潟生物相の変化。 ・ 干潟地形更新や底質浄化（還元泥の流失）による新規干潟環境の形成。	・ 防潮堤や海岸道路設置にともなう干潟域埋立による面積減少。	・ 地盤沈下ならびに津波のよる侵食にともない、干潟面積は減少（または消失）した。 ・ 沿岸漂砂や河川からの砂泥の流入により、再生に向かう干潟も多い。 ・ 一方、沈下、侵食、海岸構造物崩壊により、新たに干潟が形成された事例もあった。 ・ 地震後、出現種数は増えてきているが、個体数の回復には至っていない。
④ 砂丘（砂浜・砂丘植生）	・ 特に確認できなかった。	・ 汀線後退による面積減少。 ・ 砂丘植生の消失による地盤の不安定化と飛砂の増加。	・ 侵食による砂浜面積の減少・消失。 ・ 砂丘植生の流失。 ・ ガレキの存在による環境変化。 ・ 外来種の流入。	・ 防潮堤等設置にともなう消失、破壊。	・ 沈下、侵食により、ほとんどの海岸で砂浜・砂丘植生は、地震後に著しく減少した。 ・ 地震後の変化は、漂砂による汀線の回復や砂丘植生の回復がみられる。
⑤ 海岸断崖地	・ 岩盤崩壊・表土剥離による植生の消失、景観機能の低下などが想定されるが、明確な事例は確認できていない。	・ 特に確認できなかった。	・ 侵食による表土流失がみられた崖地もあったが、顕著な影響は確認できなかった。	・ 特に確認できなかった。	・ 表土剥離などの局所的な影響はあったが、特に著しい影響は認められなかった。

表 5.2-33 (2) 2011 東北地方太平洋沖地震による自然環境への影響のまとめ

ハビタット	地震動および液状化	地盤変動（地盤沈下）	津波	人為影響	地震後の遷移の状況と影響のまとめ
⑥樹林地	・液状化が樹木の倒伏や流失を誘因した可能性がある。	・地盤沈下にもなる地下水位の上昇により、倒伏や枯死があったとされる。	・海岸林では直接影響により、広範囲で幹折、倒伏、流失が発生し、多くの樹林地が消失。 ・埋土種子の発芽による希少種の出現。 ・天然更新による新たな遷移の開始。 ・火災延焼による林床植生の变化。 ・塩害による枯死。	・海岸防災林再生事業による盛土等造成や災害廃棄物仮置き場造成による、残存樹林地や樹林跡地（多様なモザイク環境）の減少。 ・外来種の侵入。盛土由来の可能性あり。	・津波により、大半の樹林地で幹折、倒伏、流失、塩害による枯死が発生し、地震前後では大きく面積を減じた。 ・地震後には多様なモザイク環境が形成、埋土種子由来の自然植生成立や天然更新による新たな遷移開始があった。 ・しかし、海岸防災林再生事業による盛土等造成や災害廃棄物仮置き場造成により、消失した場が多い。
⑧湿地植生	・特に確認できなかった。	・沈下による水没にともない消失。 ・淡水・塩水の湿性立地の増加（新たな湿地環境の形成）。 ・攪乱による湿地植生の再生。 ・埋土種子による湿地植生の再生。 ・埋土種子由来の自然植生の成立。	・湿地植生流失による面積減少。 ・淡水・塩水の湿性立地の増加（新たな湿地環境の形成）。 ・攪乱による湿地植生の再生。 ・埋土種子由来の自然植生の成立。	・復旧、復興にともなう造成・干拓による消失。	・沈下にもなる水位上昇や津波による湛水により、新たな湿地が形成され、地震後に増加したが、その後、復旧・復興にともなう造成により、消失した場も多い。 ・小面積ながら自律的再生が確認された。 ・埋土種子由来の自然植生が成立。
⑨草原	・液状化の影響が可能性として考えられるが、具体的に確認できていない。	・大きな変化は認められなかったが、二次草原の基盤が劣化。	・物理的破壊による二次草原の減少。 ・外来種の侵入。	・平野部では造成などにより面積を減じた。	・全体に面積が小さく、大きな動きはみられなかった。
⑩水田雑草群落	・一部で噴砂による影響があったとされるが、具体的に確認できていない。	・水位上昇による非耕作農地（水田雑草群落）の出現。	・表土の侵食、津波堆積物の堆積。 ・塩水をかぶることによる化学的影響。 ・管理低下にともなう埋土種子由来の生物多様性の増大、特徴ある景観の創出。	・復旧による多様性低下。 ・塩害対策にともなう表土除去。 ・圃場整備による盛土。	・水田は砂丘間低地や河川周辺の低地に成立していたため、津波や沈下の影響を大きく受け、地震直後は水田雑草群落の著しく増加した。 ・地震後の水田雑草群落は、埋土種子等の潜在的な自然環境が一気に発現し、生物多様性豊かな、特徴的な景観を創出した。 ・復旧・復興の進捗につれ、塩害対策、圃場整備が行われ、大半が復旧している。

5.3 自然環境がもつ防災・減災効果の評価

(1) 自然環境が持つ防災・減災効果の考え方

1) 生態系を活用した防災・減災の必要性

これまでの多くの知見から、自然環境を形成する森林、氾濫源、海岸湿地等は災害緩和に役立つ自然の緩衝システムであり、これらの消失は防災・減災機能の消失を意味するとされている。また、気候変動はハザード（極端な自然現象）に多くの影響を及ぼしていることが知られている。このため、気候変動への適応を含め、「生態系を基盤とした防災・減災（Eco-DRR）」への取組は、自然災害に対する防災・減災に備えるだけでなく、持続可能な発展に貢献する手段として認識されつつある。

すなわち、Eco-DRR の考え方にもとづく自然環境の管理は、「常時は生物多様性のもたらす恵みの享受、気候変動適応への貢献」、「ハザードに対しては構造物等による多重防護と連携した防災・減災への貢献」につながるコベネフィットなアプローチといえる。

これらをうけ、2014 年のシドニーでのアジア国立公園会議では保護地域の防災・減災への役割が明記され、平成 27 年 3 月の国連防災世界会議では Eco-DRR に関する多様なセッションが開催され、広範な意見交換や共有に向けた取組がなされたところである。また、国連防災世界会議においても東日本大震災の被災地（仙台）において、自然環境のもつ防災・減災機能について国内外の多様な主体がその重要性について再認識したところである。

また、生態系の防災・減災機能を社会資本に活用する考え方として、1990 年代から欧米で広がり始めた「グリーンインフラストラクチャー（GI）」の概念や、平成 26 年に日本学術会議によって提言された、広義の GI から人工的な緑地／水域等によるインフラストラクチャーを除き、生態系（自然・半自然環境）を活かすもののみを指す「生態系インフラストラクチャー（EI）」の概念等がある。これら GI や EI に共通する概念の一つに、従来のグレーインフラストラクチャーと比較して維持管理コストを低減できる利点がある。高度成長期以降の集中的に整備された社会資本の老朽化や、少子高齢化が進む我が国では、社会資本の維持管理コストの面においても Eco-DRR の考え方の重要性は高まっていくであろう。

2) 生態系の防災・減災機能に関する既往の知見の概要

生態系の防災・減災機能に関する既往の知見や、防災・減災機能が期待できる各生態系の東北地方における存在の有無について表 5.3-1 のとおり整理した。なお、既往の知見については、「平成 25 年度生態系を活用した防災に関する文献調査報告書」（平成 26 年、環境省）及び、「保護地域を活用した防災・減災実務者向けハンドブック」（平成 27 年、環境省・IUCN）に記載の情報を参考に整理した。

表 5.3-1 生態系の防災・減災機能に関する既往の知見の概要

生態系 (大区分)	生態系 (小区分)	東北地方 での存在	防災・減災機能	引用元※	引用元に記載のある備考	その他の主な生態系サービス
森林	森林一般	○	洪水緩和機能	①		・水質浄化機能 ・水源涵養機能 ・保健・レクリエーション ・資源（木材）の供給 ・化石燃料代替エネルギー
			雪害防止	①	研究蓄積は比較的小さい。	
			異常気象、突発的な水、地盤、溶岩流からの保護	②		
			二酸化炭素回収・貯留による気候変動の緩和	②		
			干ばつ、飢饉時の人間の食糧、家畜飼料の緊急調達源	②		
	斜面の森林	○	災害、疫病発生時の薬の調達源	②		
			斜面崩壊防止	①		
			表土流出防止	①		
			土石流防止	①		
			落石防止	①	研究蓄積は比較的小さい。	
			雪崩、特に雪解け時の雪崩からの保護	②		
			地滑り、落石、特に暴風雨や突発的な地盤変動後の地滑り、落石の防止	②		
	海岸林 (防潮林、海岸沿いの防砂林を含む)	○	洪水の水流の減速	②		
			排水などによる斜面の安定化	②		
			津波・高潮の波力減殺機能	①	研究事例が震災以降多く確認される。	
			漂流物を補足し津波・高潮被害を抑制する機能	①		
			飛砂防止機能	①		
			防風機能	①		
			台風、ハリケーン、津波による高潮に対する緩衝帯としての機能	②	必ず自生種を用いる。	
	水辺林 (河畔林、溪畔林、湖畔林)	○	氾濫時の安全な場所の提供	②		
			正しく管理する場合（必要に応じ、陸域の自然再生も含む）、海面上昇に対する長期的な保護の役割	②		
			流木等を捕捉する機能	①	水辺林の防災・減災抑制機能を評価した事例は少ない。	
			河川沿いの土壌侵食を抑える機能	①	水辺林の防災・減災抑制機能を評価した事例は少ない。	
	マングローブ	×	洪水の水流の減速、緩衝材としての機能	②		
			浸食からの河岸の安定化	②		
			津波・高潮発生時に陸へ流入する漂流物を捕捉し津波・高潮被害を抑制する機能	①	国内でマングローブの防災機能を評価した事例は少ない。	
			波力を抑える機能	①	国内でマングローブの防災機能を評価した事例は少ない。	
			台風、ハリケーン、津波による高潮に対する緩衝帯としての機能	②	必ず自生種を用いる。	
	熱帯雨林	×	氾濫時の安全な場所の提供	②		
			正しく管理する場合（必要に応じ、陸域の自然再生も含む）、海面上昇に対する長期的な保護の役割	②		
			森林火災の延焼リスクの低減、延焼速度の低減	②	湿潤熱帯林地域の原生林の火災リスクは、劣化した二次林に比べてはるかに低い。	
			二酸化炭素回収・貯留を通じた気候変動緩和に関する重要な役割	②		
草地	△	△	干ばつ時の水の供給	②		
			浸透能の増加	②		
水田・農地	○	○	乾燥地域の土壌安定	②	湿潤熱帯林地域の原生林の火災リスクは、劣化した二次林に比べてはるかに低い。	
			二酸化炭素回収・貯留を通じた気候変動緩和	②		
乾燥地の植生	×	×	洪水緩和機能	①	研究蓄積が認められる。	・供給・資源 ・水質浄化（脱窒作用） ・文化
			土砂災害の抑制機能	①	論文数は少ない。	
湿地、自然河川	○	○	乾燥地域の土壌安定	②		
			干ばつに強い植物の保護（緊急時の牧草）	②		
サンゴ礁	×	×	火災対策の調整	②		
			洪水時の水の逃げ道、たまり場となり、洪水の影響を緩和する機能	②	国内の湿地を対象にその機能を評価した事例はないが、国外では事例が確認された。	
砂浜、砂丘、防波島	○	○	国内で評価した事例は少ないが、国外では防災機能を含むサンゴ礁の多面的機能が評価された事例が多い。	①		・気候調整（炭素蓄積） ・水質浄化（窒素の吸収） ・生息・生育環境の提供 ・レクリエーション ・環境教育
			波高低下や波の勢いを低減して海岸を保護する機能	①		
干潟、海岸湿地	○	○	台風、ハリケーン、津波による突発的な高潮を吸収・貯留	②		・観光・レクリエーション ・漁業 ・海岸防護機能
			台風、ハリケーン、津波による高潮に対する緩衝機能	②		
藻場、アマモ場、海藻藻場と昆布棚	○	○	砂浜（砂丘を含む）には波を砕き、波のエネルギーを減衰させることで津波・高潮の被害を抑える機能	①	経済的価値を評価した研究事例は少ない。	・湧水の供給
			台風、ハリケーン、津波による高潮その他浸水に対する緩衝機能	②		
干潟、海岸湿地	○	○	防災機能を評価した事例の把握なし	①		・水量調整 ・水質浄化（窒素吸収） ・生息・生育環境の提供 ・自然景観の保全 ・レクリエーション・環境教育
			台風、ハリケーン、津波による突発的な高潮を吸収・貯留	②		
藻場、アマモ場、海藻藻場と昆布棚	○	○	二酸化炭素回収・貯留による気候変動対策	②		・供給・資源（魚類生産） ・水質浄化・浸食制御 ・レクリエーション・癒し ・光合成・物質循環
			防災機能を評価した事例の把握なし	①		
藻場、アマモ場、海藻藻場と昆布棚	○	○	二酸化炭素回収・貯留を通じた気候変動影響の緩和	②		

※①「平成25年度生態系を活用した防災に関する文献調査報告書」（平成26年、環境省）
 ②「保護地域を活用した防災・減災実務者向けハンドブック」（平成27年、環境省・IUCN）

(2) 旧版地形図の地形基盤情報に基づく検討

1) 検討手法

明治・大正期の地形図（旧版地形図）から地形基盤を読み取り、その後の土地利用の変化を整理して、土地利用の高度化にともなう集落・工場地等の分布の変化（安全な基盤から周辺への進出の程度）を検討した。

①旧版地形図の準備

津波浸水域のうち、被害が顕著であった地域の中から地形条件を考慮して、海成段丘の三陸北（宮古）、リアスの三陸南（船越）、砂浜の仙台湾沿岸（仙台、岩沼、亘理の3地区）について明治・大正期の旧版地形図（国土地理院）を入手した。

②旧版地形図の読図

旧版地形図の地図記号と界線をもとに、一部治水地形分類図（国土地理院）も参考として、以下の地形基盤を読図した。

「旧河道」、「河川」、「湖沼」、「湿地（砂丘間低地含む）」、「砂丘」、「砂浜」

このうち、高まりのある「砂丘」を相対的に安全な立地と位置づけた。

③戦前、高度経済成長期の地形図の土地利用判読

明治・大正期に比べ土地利用が進んだ戦前（昭和19年）、及びさらに土地利用が高度化した高度経済成長期（昭和47年～昭和50年）の土地利用を読図した。

④GISデータの作成

上記②、③の読図データのGIS化を行った。

⑤GISデータの重ね合わせ

②の旧版地形図の基盤（相対的に安全な「砂丘」）と③のデータ（資産・人命が存在する「集落等」）の重ね合わせを行った。

⑥評価

安全な基盤（「砂丘」）以外への集落等の都市的土地利用の進出度合を検討した。

2) 作業対象地域と使用地形図等

使用地形図、対象地域（作業地区）は表5.3-2のとおりである。なお、読図の範囲は各地区の津波浸水域とした。

表 5.3-2 使用地形図、対象地区

	海岸区分	地区	図葉名	地形基盤取得時期	土地利用検討時期	
1	三陸北	宮古	宮古	大正5（1916）年	昭和19（1944）年	昭和48（1973）年
2	三陸南	船越	大槌	大正5（1916）年	昭和19（1944）年	昭和48（1973）年
3	仙台湾沿岸	仙台	仙台	明治42（1909）年	昭和19（1944）年	昭和47（1972）年
4		岩沼	岩沼	明治42（1909）年	昭和19（1944）年	昭和50（1975）年
5		亘理	岩沼	明治42（1909）年	昭和19（1944）年	昭和50（1975）年

3) 読図の結果

各地区の3時期の読図結果を図 5.3-1 (1) ～ (5) に示す。

治水地形分類図等を参考にして、明治（一部大正初期）の旧版地図の地図記号から、右凡例の地形基盤情報をマッピングし、その後の戦前、高度経済成長期の土地利用をマッピングしたものを重ねあわせた。

- ・宮古、船越等のリアスの地域には低地には安定した地形の高まりはなく、高密度な土地利用が昔からあった（図 5.3-1 (1)、(2)）。
- ・仙台平野では、砂丘列と砂丘間低地が幅轆し、以前は安定した砂丘上を集落や畑として使っていたが、次第に砂丘のような安定した立地以外にも都市的な土地利用が及びつつある（図 5.3-1 (3) ～ (5)）。

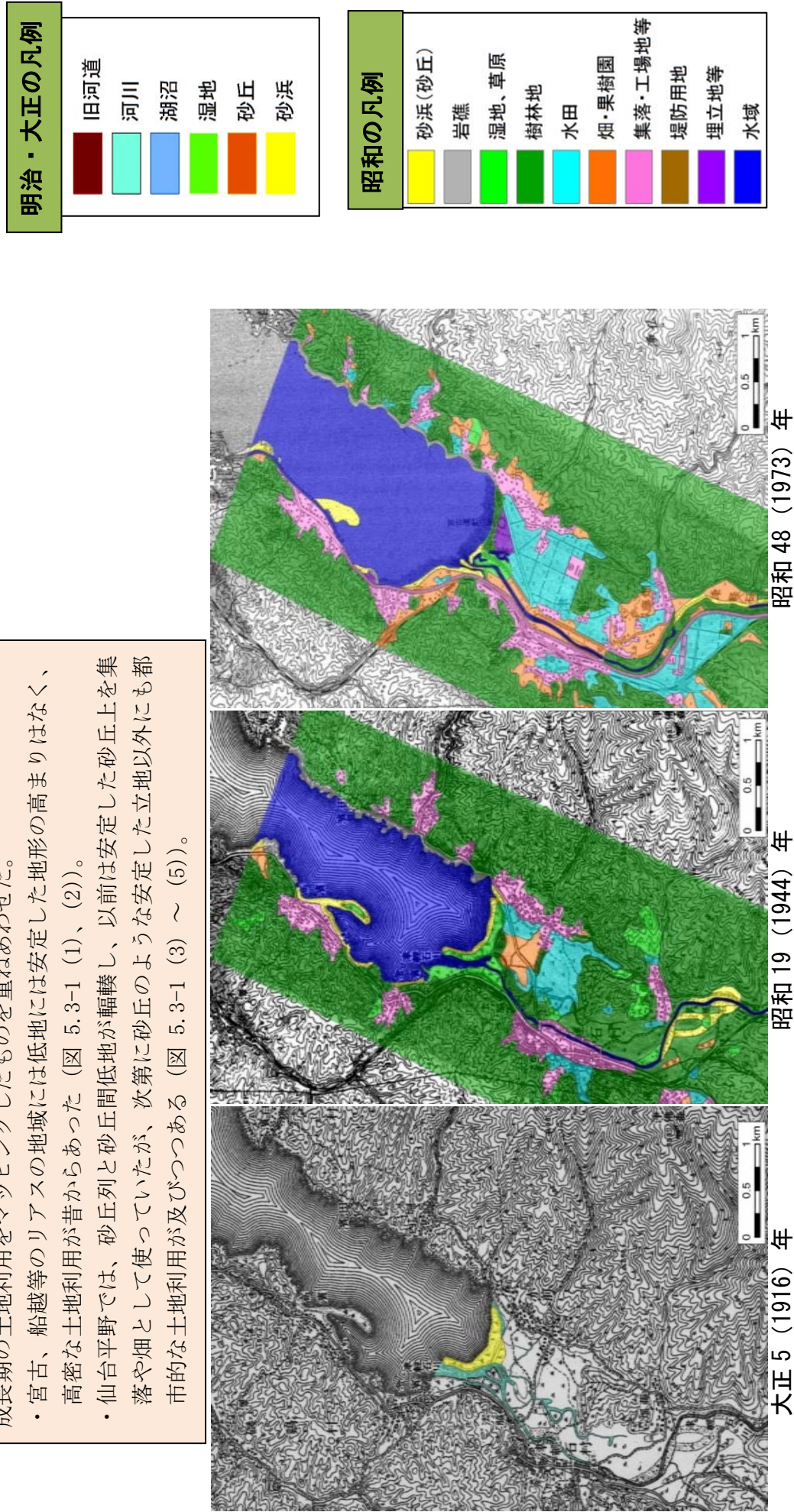


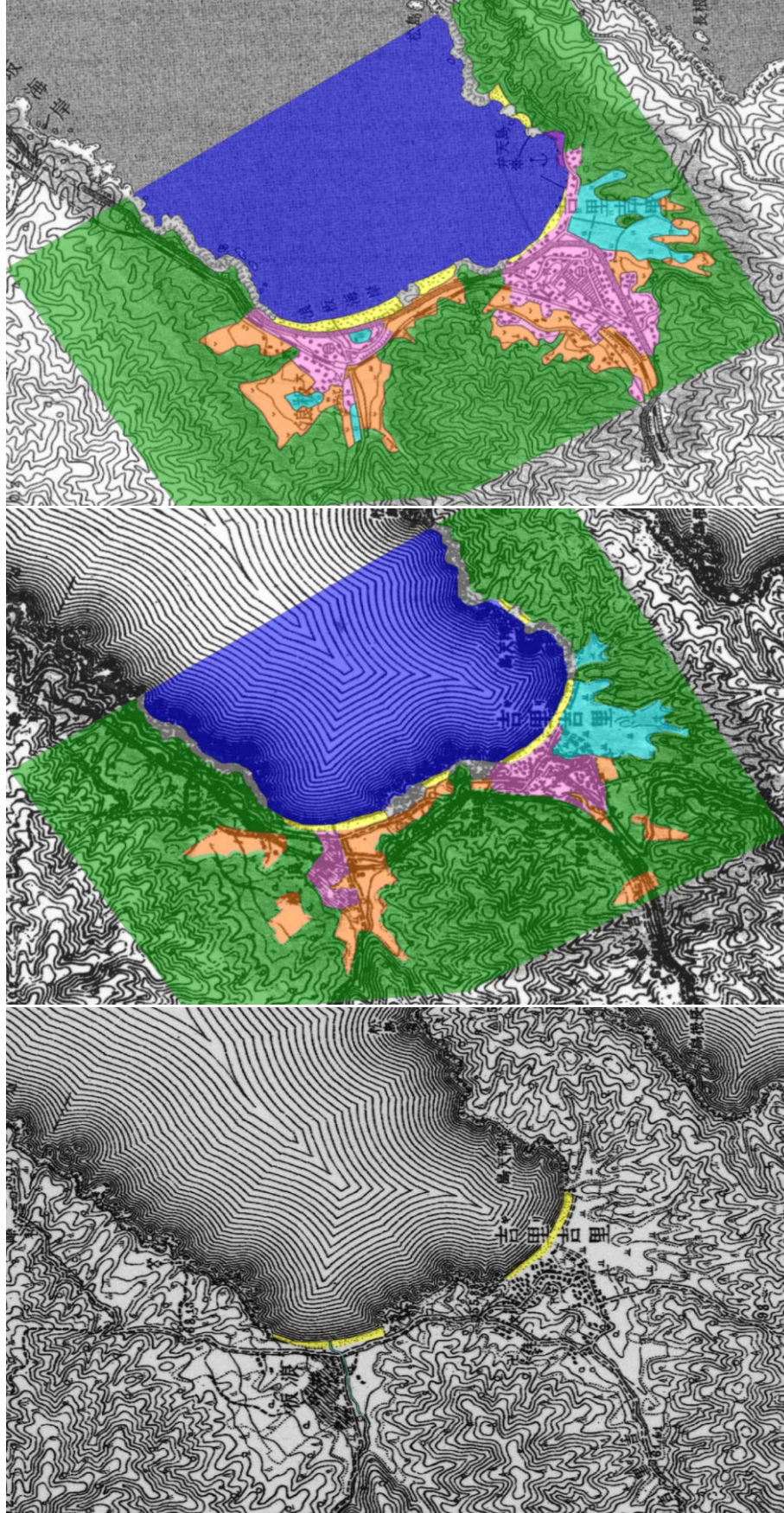
図 5.3-1 (1) 旧版地形図の地形基盤（左図）と戦前（中図）・高度経済成長期（右図）の土地利用（宮古地区）

明治・大正の凡例

旧河道
河川
湖沼
湿地
砂丘
砂浜

昭和の凡例

砂浜(砂丘)
岩礁
湿地、草原
樹林地
水田
畑・果樹園
集落・工場地等
堤防用地
埋立地等
水域

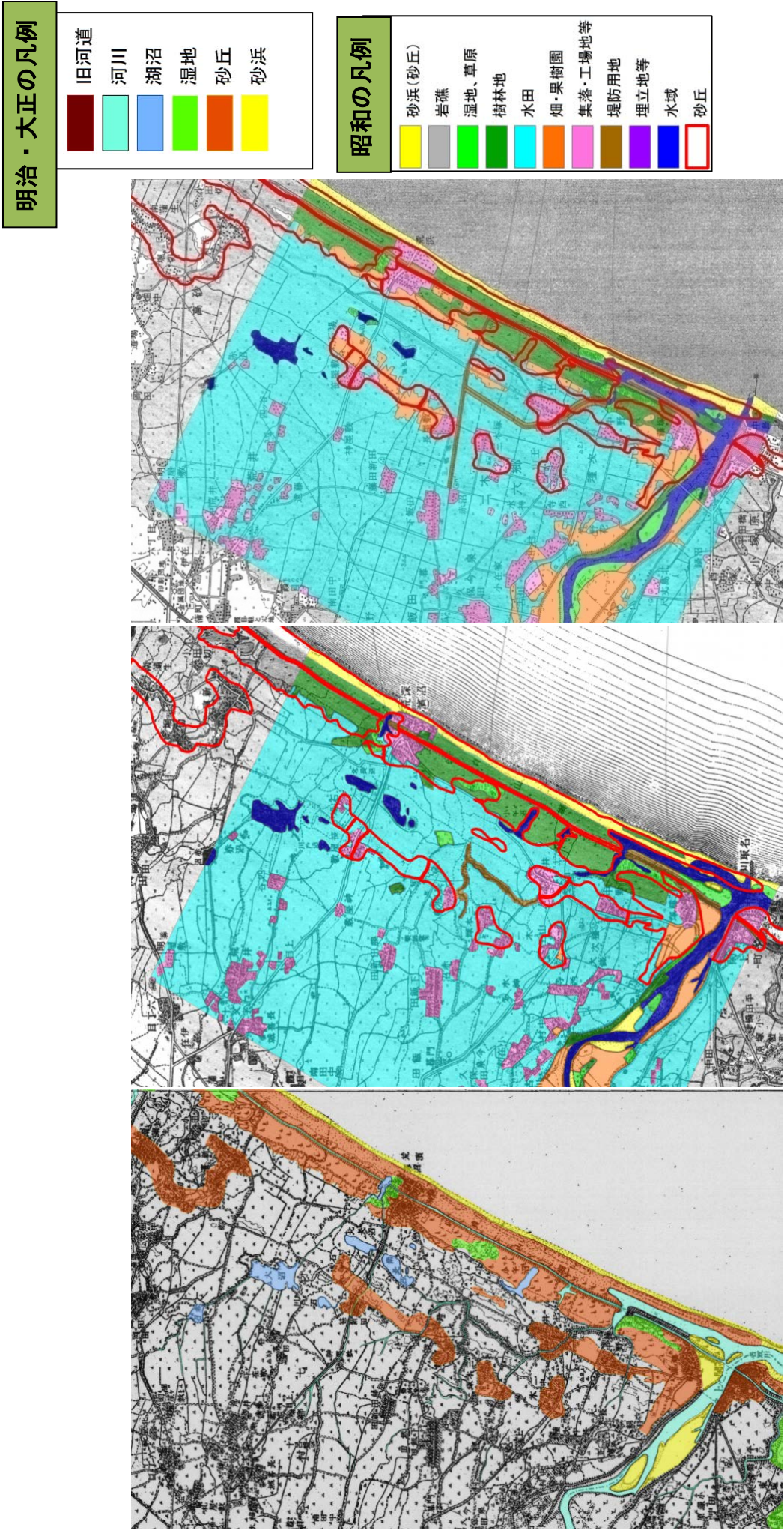


大正5 (1916) 年

昭和19 (1944) 年

昭和48 (1973) 年

図 5.3-1 (2) 旧版地形図の地形基盤 (左図) と戦前 (中図) ・高度経済成長期 (右図) の土地利用 (船越地区)



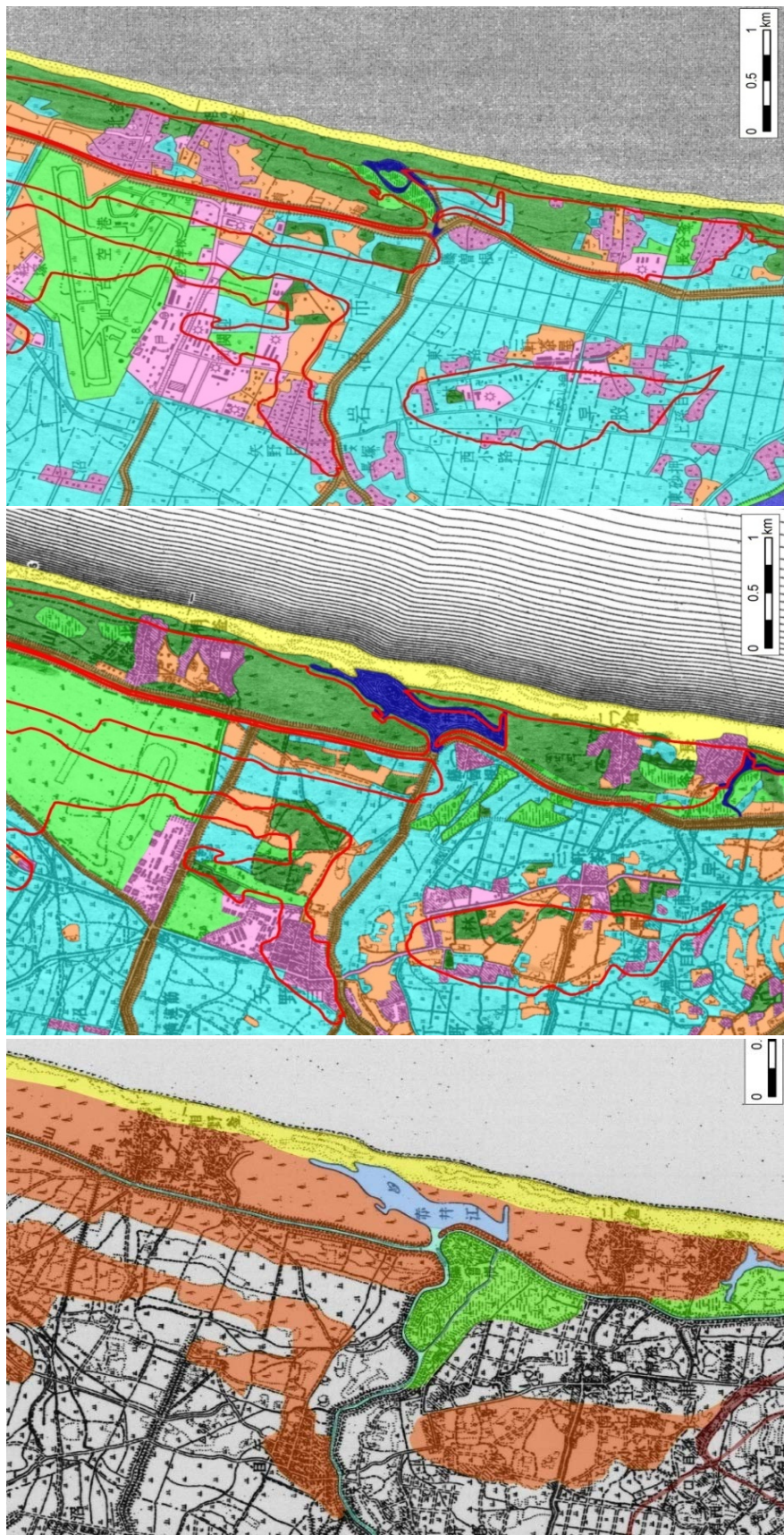
明治42(1909)年 昭和19(1944)年 昭和47(1972)年
 図 5.3-1 (3) 旧版地形図の地形基盤(左図)と戦前(中図)・高度経済成長期(右図)の土地利用(仙台地区)

明治・大正の凡例

旧河道	河川	湖沼	湿地	砂丘	砂浜

昭和の凡例

砂浜(砂丘)	岩礁	湿地、草原	樹林地	水田	畑・果樹園	集落・工場地等	堤防用地	埋立地等	水域	砂丘



明治 42 (1909) 年 昭和 19 (1944) 年 昭和 50 (1975) 年
 図 5.3-1 (4) 旧版地形図の地形基盤 (左図) と戦前 (中図)・高度経済成長期 (右図) の土地利用 (岩沼地区)

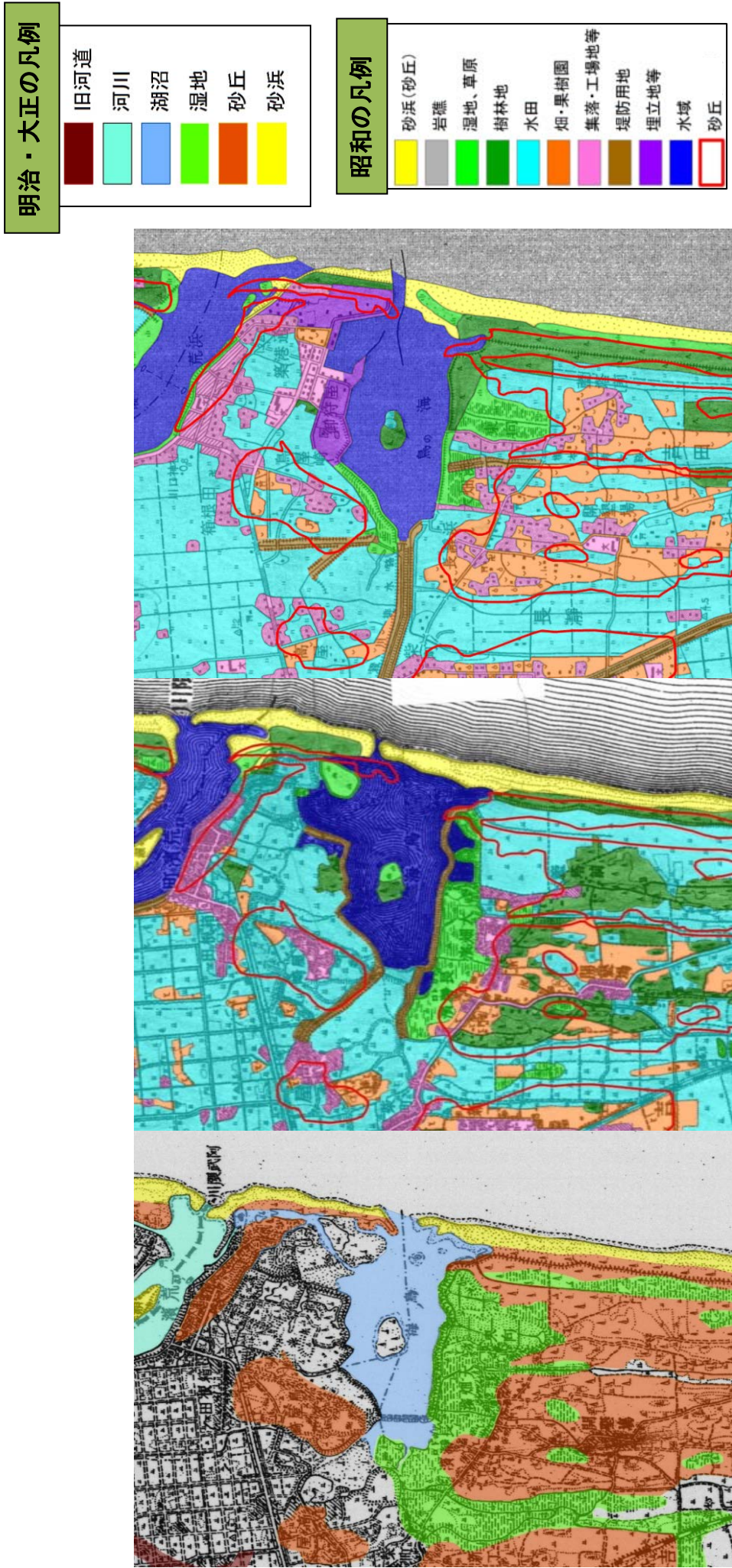


図 5.3-1 (5) 旧版地形図の地形基盤 (左図) と戦前 (中図)・高度経済成長期 (右図) の土地利用 (巨理地区)

なお、宮古（三陸北）、船越（三陸南）はもともと読図の対象とした地形基盤の分布が少ない。各地区の土地利用変化の概要は以下のとおり。

① 宮古地区（図 5.3-1（1））

明治時代の旧版地形図によるとこの地区には安定基盤である砂丘の分布はなく、砂浜（上にマツ林）が海岸沿いにみられ、低地は田畑・集落として利用されていた。ここでは、高度経済成長期には区画整理された水田が整備され、津軽石川沿い、及び山付きの低地に集落・工場地等が位置している。集落・工場地等の面積の拡大はわずかである。

表 5.3-3 旧版地図の安定基盤（砂丘）上の集落・工場地等の状況の推移（宮古）

記号	区分	面積（ha）			
		昭和 19 年		昭和 48 年	
		砂丘内	砂丘外	砂丘内	砂丘外
a	砂浜(砂丘)	—	42.87	—	25.30
b	岩礁	—	25.72	—	15.05
c	湿地(草地)、草原	—	72.71	—	10.77
d	樹林地	—	1437.23	—	1235.25
e	水田(乾田・水田・沼田)	—	78.24	—	190.34
f	畑・果樹園	—	48.80	—	165.41
g	集落・工場地 等	—	168.23	—	178.26
h	堤防用地	—	—	—	—
i	埋め立て地 等	—	—	—	8.53
j	水域	—	365.16	—	409.95
合計		0.00	2238.97	0.00	2238.88

② 船越地区（図 5.3-1（2））

リアスのこの地区も明治期には低地はほぼ田畑・集落等に利用されていた。安定基盤である砂丘の分布はない。ここでは、昭和 48 年の高度経済成長期になると、かつて山林であった場所が改変され、集落・工場地等及び畑・果樹園の面積が増加している。

表 5.3-4 旧版地図の安定基盤（砂丘）上の集落・工場地等の状況の推移（船越）

記号	区分	面積（ha）			
		昭和 19 年		昭和 48 年	
		砂丘内	砂丘外	砂丘内	砂丘外
a	砂浜(砂丘)	—	8.89	—	11.70
b	岩礁	—	19.38	—	18.37
c	湿地(草地)、草原	—	—	—	—
d	樹林地	—	589.33	—	519.66
e	水田(乾田・水田・沼田)	—	27.63	—	26.68
f	畑・果樹園	—	50.52	—	74.50
g	集落・工場地 等	—	29.87	—	70.93
h	堤防用地	—	—	—	—
i	埋め立て地 等	—	—	—	1.23
j	水域	—	290.47	—	239.05
合計		0.00	1016.09	0.00	1016.11

③ 仙台地区 (図 5.3-1 (3))

旧版地形図によると、明治年代には海岸に沿って比較的厚く（幅広く）砂丘が発達し、背後にも砂丘列がみられる。戦前の昭和 19 年の土地利用をみると砂丘上の散居的な集落分布は旧版地形図の時代と同様だが、高度経済成長期になると集落・工場地等は砂丘以外に分布を拡大しており、砂丘上は畑・果樹園としての利用が増えている。

表 5.3-5 旧版地図の安定基盤（砂丘）上の集落・工場地等の状況の推移（仙台）

記号	区分	面積 (ha)			
		昭和 19 年		昭和 47 年	
		砂丘内	砂丘外	砂丘内	砂丘外
a	砂浜(砂丘)	63.86	60.71	50.69	53.98
b	岩礁	—	—	—	—
c	湿地(草地)、草原	7.34	51.53	15.85	73.83
d	樹林地	210.06	51.00	179.86	56.58
e	水田(乾田・水田・沼田)	139.62	2522.97	81.72	2346.67
f	畑・果樹園	24.38	210.57	94.76	322.76
g	集落・工場地 等	107.44	224.92	120.47	299.96
h	堤防用地	29.59	49.00	43.56	54.40
i	埋め立て地 等	—	—	—	—
j	水域	14.50	158.53	9.88	149.10
合計		596.79	3329.23	596.79	3357.29

④ 岩沼地区 (図 5.3-1 (4))

旧版地形図によると、明治年代には海岸に沿って厚く砂丘が発達し、背後にも一～二列の砂丘列がある。砂丘間低地には湿地も広く分布していた。集落・工場地等は戦前の昭和 19 年には砂丘上に分布するものが多かったが、高度経済成長期にはかつての砂丘から外れた場所へ集落・工場地等の分布が拡大している。これはとくに現在の仙台空港南側で顕著にみられる。

表 5.3-6 旧版地図の安定基盤（砂丘）上の集落・工場地等の状況の推移（岩沼）

記号	区分	面積 (ha)			
		昭和 19 年		昭和 50 年	
		砂丘内	砂丘外	砂丘内	砂丘外
a	砂浜(砂丘)	2.77	116.06	—	71.44
b	岩礁	—	—	—	—
c	湿地(草地)、草原	165.47	182.99	110.43	161.49
d	樹林地	218.61	60.56	131.17	104.79
e	水田(乾田・水田・沼田)	69.45	1218.52	168.97	1443.88
f	畑・果樹園	132.53	255.91	121.89	83.64
g	集落・工場地 等	97.90	176.33	184.23	218.86
h	堤防用地	59.22	130.77	34.09	89.21
i	埋め立て地 等	—	—	—	—
j	水域	6.15	85.12	1.31	53.08
合計		752.10	2226.25	752.10	2226.38

⑤ 亘理地区（図 5.3-1 (5)）

旧版地形図によると、現在の鳥の海の南側には海岸に沿って数列の砂丘列が形成され、鳥の海の南岸及び砂丘間低地には湿地が発達していた。戦前昭和 19 年の土地利用をみると集落・工場地等の多くが砂丘上に分布していたが、高度経済成長期になると鳥の海の北岸側をはじめかつての砂丘外に集落・工場地等が分布を拡大している。

表 5.3-7 旧版地図の安定基盤（砂丘）上の集落・工場地等の状況の推移（亘理）

記号	区分	面積 (ha)			
		昭和 19 年		昭和 50 年	
		砂丘内	砂丘外	砂丘内	砂丘外
a	砂浜(砂丘)	1. 40	96. 09	2. 92	75. 54
b	岩礁	—	—	—	—
c	湿地(草地)、草原	9. 62	72. 94	6. 45	81. 80
d	樹林地	179. 89	51. 92	66. 80	64. 33
e	水田(乾田・水田・沼田)	253. 69	1232. 06	236. 18	1129. 08
f	畑・果樹園	123. 17	90. 74	197. 43	67. 78
g	集落・工場地 等	70. 42	75. 14	113. 94	120. 30
h	堤防用地	6. 16	34. 24	12. 80	71. 45
i	埋め立て地 等	—	—	7. 97	38. 89
j	水域	5. 70	225. 09	5. 57	226. 82
合計		650. 05	1878. 21	650. 05	1875. 97

4) 地形基盤に基づく防災・減災のまとめ

①～⑤の地区別の状況を表 5.3-8 に整理した。

安定基盤となる砂丘の発達のない三陸地域では、生活の利便性や耕作の容易さから低地での土地利用が一定程度進んだ。古くから繰り返し津波被害にあった津波浸水域での集落等の分布拡大は安全上のリスクを高めたといえる。

一方で、砂丘の発達する仙台平野では、各地区とも古い時代には安定した基盤を選んで分布していた集落・工場地等が、とくに高度経済成長期後は次第に脆弱な基盤の立地へも拡大しつつあり、ここでも安全上のリスクを高めている。

なお、仙台平野の3地区でみられる共通項として、土壌・水条件のよい優良農地として価値のある立地は、農地としての土地利用が持続し、このことにより集落が立地することを抑止していると考えられ、結果として防災・減災に寄与している側面があると考えられる。

表 5.3-8 集落・工場地等と砂丘の重なり（まとめ）

ID	区分		面積 (ha)			
			戦前 (昭和 19 年)		高度経済成長期 (昭和 47～50 年)	
			砂丘内	砂丘外	砂丘内	砂丘外
①	三陸 地区	宮古地区※	—	168. 23	—	178. 26
②		船越地区※	—	29. 87	—	70. 93
③	仙台 平野	仙台地区	107. 44	224. 92	120. 47	299. 96
④		岩沼地区	97. 90	176. 33	184. 23	218. 86
⑤		亘理地区	70. 42	75. 14	113. 94	120. 30

※砂丘の分布はない。

(3) 自然環境の配置に基づく評価の試行

1) 手法検討

被災地域の復興において、大規模災害への備えと自然生態系との共生のあり方を検討するため、自然生態系がもつ防災・減災効果を建物被害、地盤高、津波外力の大きさと自然環境の配置に着目し、評価を施行した。

① 手法

沿岸部に砂浜や海岸林等の自然環境がみられる箇所と、みられない箇所を選定し、後背の建物被害状況を比較した。さらに中心線上の地盤高を既往のLP（レーザプロファイラ）データから抽出し、津波到達点・津波高と比較した。

検討地区は、津波による漂着物の捕捉効果が認められたとされている青森県三沢市の海岸林を含む2地区、及び津波が最も内陸に侵入した仙台平野の仙台湾の2地区とした。

② 使用データ

検討にあたっては、表 5.3-9 に示すデータを活用した。

表 5.3-9 使用したデータ等

使用データ	出典	備考
自然環境の配置	環境省生物多様性センター（2012年）しおかぜ自然環境ログ「平成24年度調査情報 震災前植生図」 URL： http://www.shiokaze.biodic.go.jp/	関連業務の成果
建物被害	国土交通省都市局（2012年）復興支援調査アーカイブ「建物被災エリア」 URL： http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/	
津波高	東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（2012年）東北地方太平洋沖地震津波情報「統一調査データ」 URL： http://www.coastal.jp/tjt/	
地盤高	国土地理院（2012年）基盤地図情報ダウンロードサービス「基盤地図情報5m標高データ（平成17年から平成21年の航空レーザ測量成果に基づく標高データ）」 URL： http://fgd.gsi.go.jp/download/	

2) 解析の結果

① 三沢（青森県）

青森県北部の三沢市の2地区で、地形（地盤高）、自然環境の配置、家屋の被災程度のデータセットを作成し、展開した。

三沢1の測線上では、砂浜、砂丘植生、砂丘上は海岸林が幅広く分布し、背後が集落、さらに内陸は耕作地という配置となっていた。周辺の津波高は最大6.5m。海岸から約450mまで浸水し、津波到達地点の標高は約7.1mであった。ここでは家屋の被害はない。

三沢2の測線上でも、砂浜、海岸林が分布するが、すぐ背後に集落が分布する配置となっていた。周辺の津波高は最大7.9m。海岸から約600mまで浸水し、津波到達地点の標高は約6.5mであった。ここでは家屋は大きな被害をうけた。

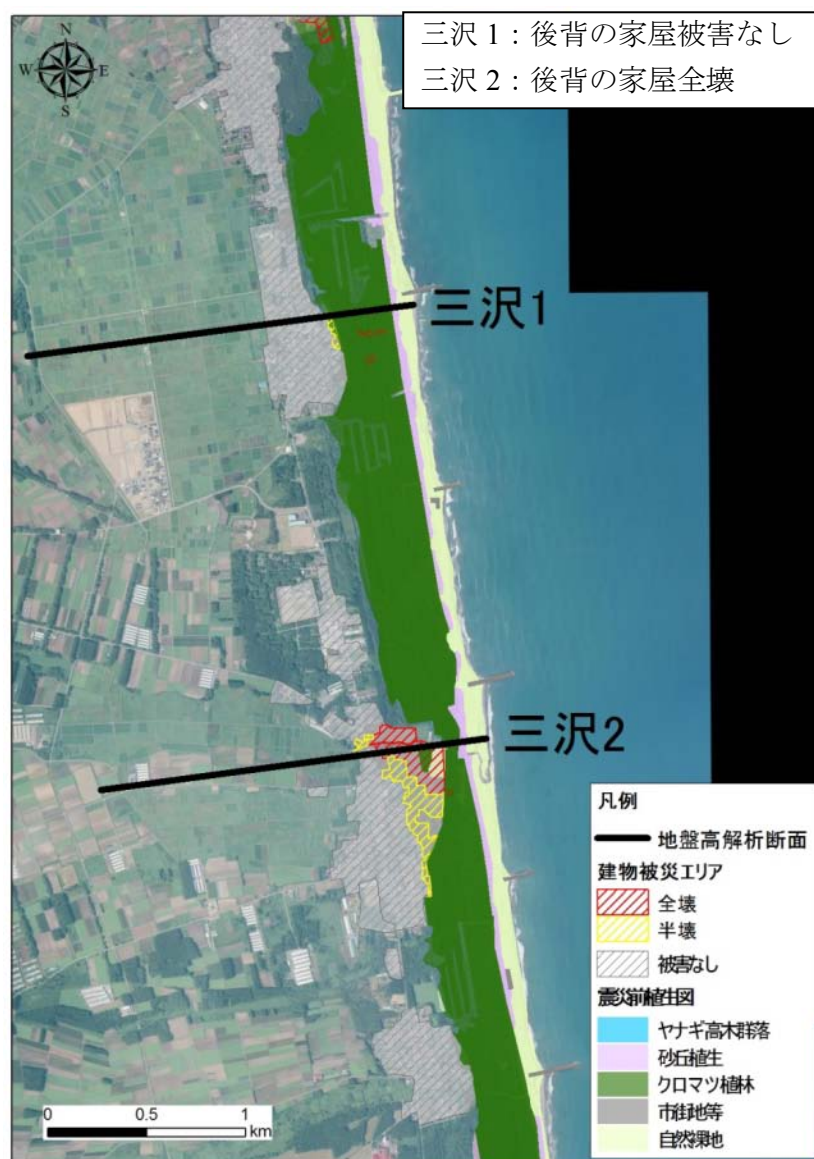


図 5.3-2 検討地区（三沢1、三沢2）

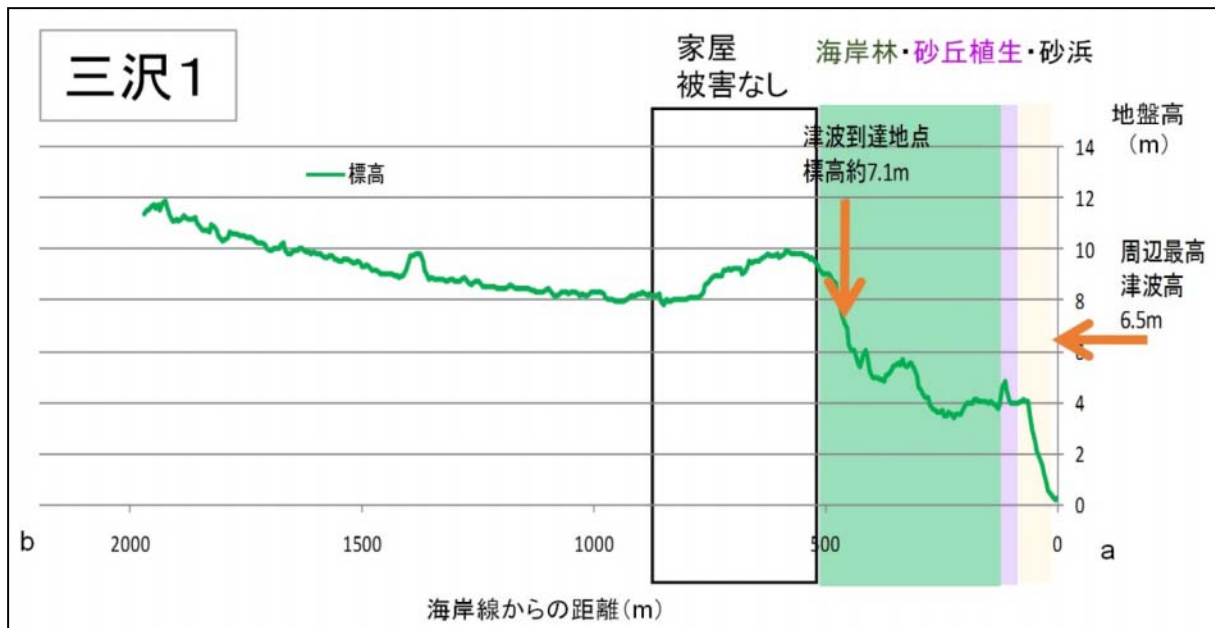


図 5.3-3 (1) 三沢 1 測線の展開結果

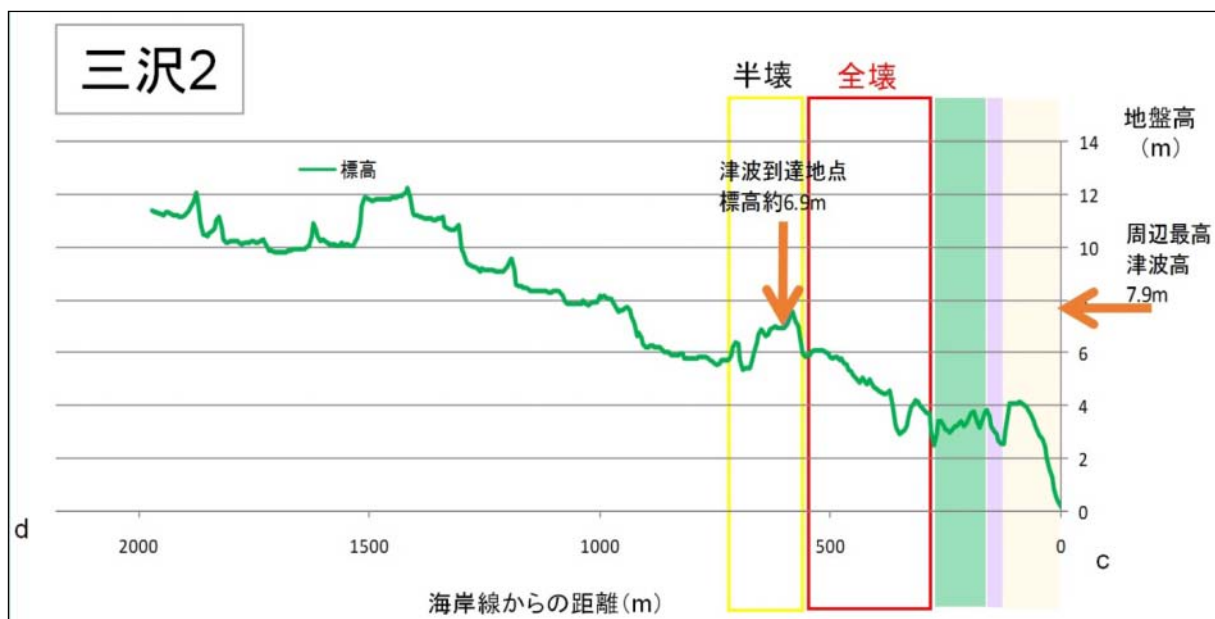


図 5.3-3 (2) 三沢 2 測線の展開結果

三沢 1 では、砂丘上に幅広い海岸林帯があり、その比高が高く(最大約 10m)、この場所での津波高に対して有効な障壁となっていたと考えられた。一方、三沢 2 では、集落が海岸線近くに配置し、海岸林帯の幅は狭く、その比高も最大 4m 程度と低かったため、集落は最大約 7.9m の津波の外力を直接的にうけたと考えられた。

このように、三沢 1 では津波高に対して砂丘植生や海岸林をとまなう自然の基盤（地盤高）が優位に高かったこと、集落が自然インフラの背後に配置していたことにより一定の防災・減災効果がみられたと考えられる。

②仙台湾（宮城県）

仙台湾沿岸の 2 地区で、地形（地盤高）、自然環境の配置、家屋の被災程度のデータセットを作成し、展開した。

仙台湾 1 の測線上では、砂浜の背後に集落がまとまり、内陸に向かって水田、畑、の間に集落が散在するという配置となっている。周辺の津波高は最大 12.2m。海岸から約 4,000m まで浸水し、津波到達地点の標高は約 2.0m であった。ここでは海岸から 1,400m までの集落がほぼ全壊、その背後は半壊の被害をうけた。

仙台湾 2 の測線上では、砂浜の背後に海岸林が厚く分布し、背後に集落、さらに内陸に向かって水田地帯となっている。周辺の津波高は最大 20m と高い。海岸から約 3,800m まで浸水し、津波到達地点の標高は約 1.9m であった。ここでは海岸から約 1,200m までの集落が全壊、さらに背後は半壊という被害を受けた。

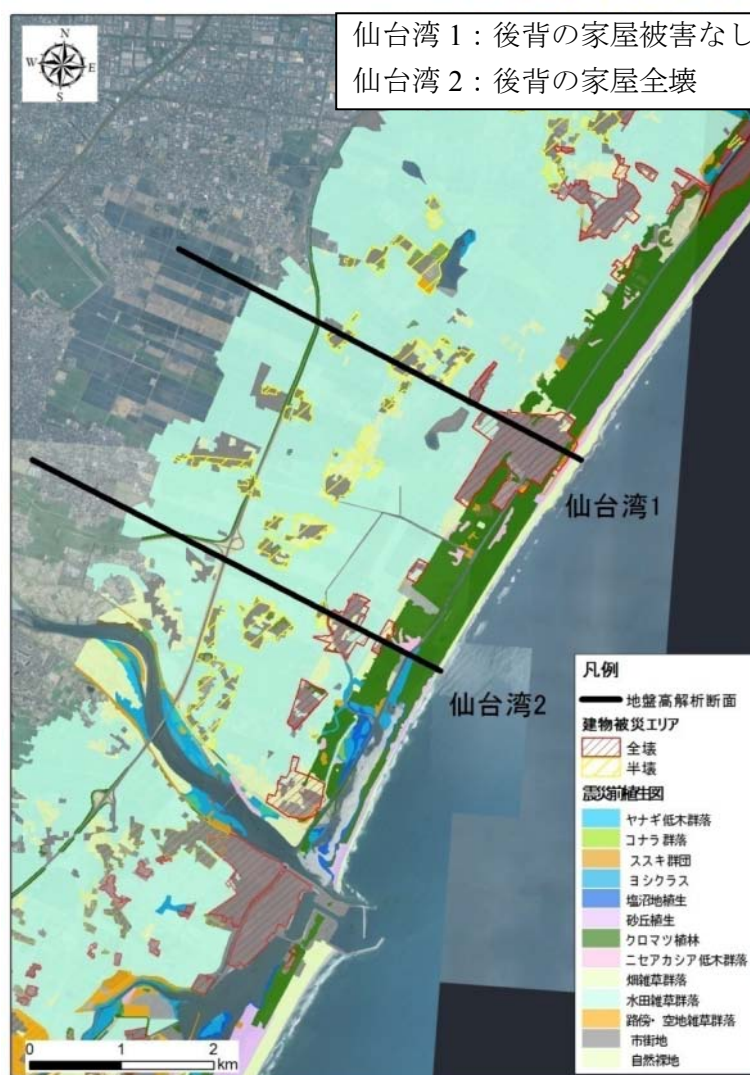


図 5.3-4 検討地区（仙台湾 1、仙台湾 2）

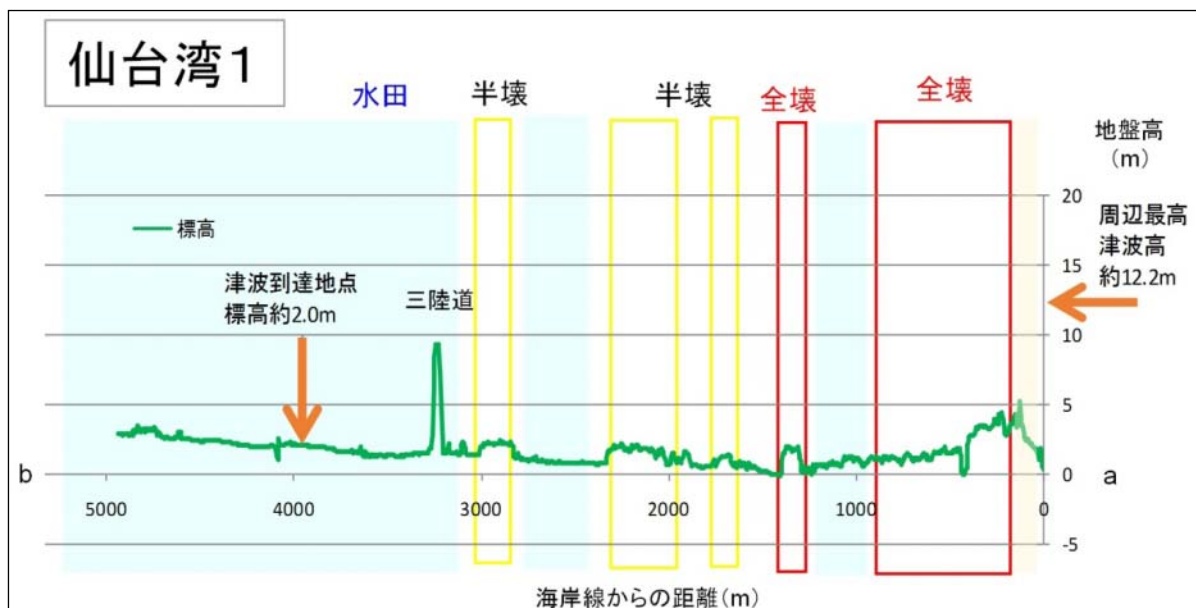


図 5.3-5 (1) 仙台湾 1 測線の展開結果

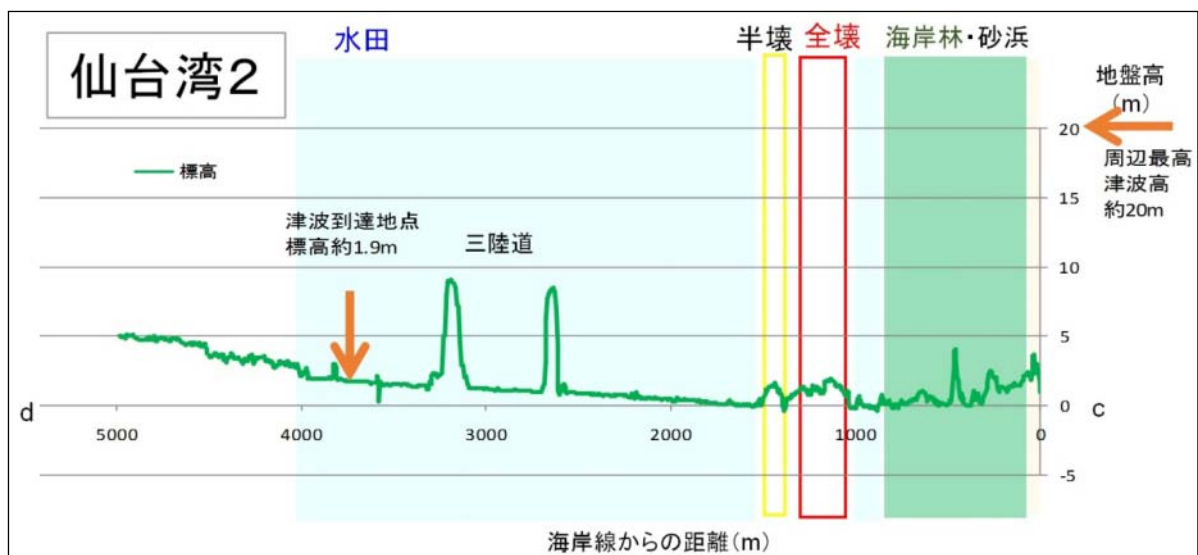


図 5.3-5 (2) 仙台湾 2 測線の展開結果

仙台湾 1 では、比高 5m 程度の砂丘に接して集落が海岸近くまで配置し、その背後は広く農地となっていた。最大 2.2m の津波に対して内陸深くまで浸水し、海岸に近い集落は全壊することとなった。仙台湾 2 では、津波高は最大 20m と仙台湾 1 よりもはるかに大きい。ここでは沿岸域の地盤高は仙台湾 1 よりさらに低い、海岸林帯は厚く配置していた。また、集落の背後は広く農地であった。ここでも海岸林背後の集落は全壊したが、全壊した集落末端から海岸までの距離、海岸からの津波到達距離は仙台湾 1 より短くなっていた。集落や森林等、津波を減勢させる障壁があっても、このような津波の規模ではその効果はきわめて小さいと考えられた。同様に、旧版地図では農地の中の集落は砂丘列上の微高地を中心に分布しており、相対的に安全な場所ではあるが、このような規模の津波の前では減災効果はほとんどないと考えられた。

(4) 自然環境がもつ防災・減災効果のまとめ

自然環境がもつ防災減災効果を、被災した沿岸生態系の配置から考察した。
検討結果から以下のようにまとめられる。

- 東日本大震災のような大規模津波に対しては、海岸生態系が持つ減災効果では十分でなかったと考えられる（津波到達時間の遅延効果や漂流物の捕捉等の効果は認められている）。
 - 海岸の地盤高や海岸線からの距離は防災減災の効果に大きく影響していると考えられる。
 - 平野部では、海岸線からの砂浜、海岸林、農地、集落という配置に防災減災効果があると考えられる。
- ☞ 沿岸の自然環境の機能は、一定の防災・減災効果をもつと考えられるだけでなく、沿岸部の砂浜、砂丘植生、海岸林、農地は生物にとって重要なハビタットでもある。したがって、沿岸の自然環境は、豊かな生態系やそれにもとづく豊かな暮らしの基盤でもあると言える。