

平成 26 年度
東北地方太平洋沿岸地域
植生・海域等調査

調 査 報 告 書

平成 27 (2015) 年 3 月

環境省自然環境局生物多様性センター

平成 26 年度東北地方太平洋沿岸地域植生・海域等調査 調査報告書

要 約

1. 調査目的

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た。本調査では、「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、東日本大震災が自然環境に与えた影響および変化状況を把握するため、植生や海岸域、藻場・アマモ場の分布等を対象に広域のモニタリング調査を行った。

2. 調査結果

(1) 植生調査

昨年度作成した津波浸水域の植生図をもとに、今年度の植生図および震災後の変化を示した植生改変図を作成した（図化面積：577km²）。植生の変化は造成や耕作再開などの人為的な改変が主体となっており、植生の遷移による変化は面積的にめだって小さくなっていた。一方で、攪乱環境が比較的大規模に残る場所や新たに塩沼地植生が再生する場なども存在した。また、植物群落の追跡を計 787 地点で実施した。セイタカアワダチソウ、ヒメムカシヨモギ等の草地の増加、イヌビエ、ヒメガマ群落等の減少など全体として環境の乾燥化傾向が伺えた。また、植林跡地は、地形の複雑さ、土地の乾湿に対応した多様な群落のモザイクであることを整理した。

(2) 特定植物群落の調査

過年度調査をふまえ津波浸水域に分布する 26 群落について現地調査を実施した。この結果、津波等による影響が認められたのは計 15 群落で、件数、規模（面積）で宮城県の群落が突出した。また、このうち 11 群落では工事等の人為的な影響が認められた。

(3) 海岸調査

平成 24 年に続き、青森県から千葉県までの太平洋沿岸の砂浜・泥浜（延長約 680km、397 海岸区分）で海岸汀線、海岸後背地の土地被覆状況を最新の画像で調査した。この結果、平成 24 年にくらべ一旦後退した汀線の多くが回復傾向にあったが、一部の海岸では汀線の回復が遅かった。海岸後背地の土地被覆状況は、おもに海岸林が防潮堤等の海岸構造物や他の土地利用に変わる傾向があり、仙台湾沿岸が目立っていた。

(4) 重点地区調査

過年度調査地区の中からとくに重要と考えられた 6 地区を選定し、ベルトトランセクト調査、環境区分ごとの動植物相調査等を実施した。相調査は夏、秋の 2 季節行った。各地区とも希少種の生息状況等で季節的な特徴が把握されたほか、比較できる秋季についてみるといずれの地区も出現種数の増加が認められ環境の回復を示唆していた。

(5) 藻場・アマモ場分布調査

藻場・アマモ場を対象に、最新の空中写真をもとに正規化、図形処理、判読により分布素図を作成し、有識者のヒアリングで修正・確定して分布図とした。岩礁性藻場は津波等の影響が小さく各地で残存し、アマモ場は生育基盤が大きく影響をうけたため、衰退した場が多かった。このほか、衛星画像を活用した解析を試行した。

**Fiscal Year 2014 Survey of the Vegetation and Sea Areas in the Pacific Coastal Area of the
Tohoku Region
Survey Report**

Summary

1. Survey objectives

The earthquake and accompanying tsunami that occurred off the Pacific coast of the Tohoku Region on March 11th, 2011 (Great East Japan Earthquake) had a tremendous impact on the natural environment especially on the Pacific coast of the Tohoku Region. In this survey, based on the Basic Guidelines for Recovery in Response to the Great East Japan Earthquake (Reconstruction Headquarters in Response to the Great East Japan Earthquake), a wide-area monitoring survey was conducted of the vegetation, coastal area and distribution of seaweed beds and eelgrass beds to grasp the impact of the Great East Japan Earthquake on the natural environment and the resulting changes.

2. Survey results

(1) Vegetation survey

Fiscal year 2014 vegetation maps and vegetation change maps showing the post-earthquake changes were created based on vegetation maps of the tsunami flooded area created in the fiscal year 2013 survey (mapped area: 577km²). The vegetation changes consisted mainly of land development, resumption of cultivation and other man-made changes, while changes due to vegetation transition were conspicuously small in area. On the other hand, there were places where relatively large-scale disrupted environments remained or where new salt marsh vegetation had grown back. Also tracing of plant communities were conducted at 787 sites. Overall, the environment showed a tendency toward aridification with an increase of grassland such as Canada goldenrod, horseweed and other grasses and a decrease in barnyard grass and raupo communities. The remains of afforested sites formed a mosaic of diverse communities in response to the complex terrain and wet-dry land.

(2) Survey of specific plant communities

Based on past surveys, a field survey was conducted of 26 communities distributed in the tsunami flooded areas. As a result, the effects of the tsunami were recognized in 15 communities, with by far the most communities located in Miyagi prefecture both by number and by scale (area). In addition, construction and other man-made impacts were recognized in 11 of the communities.

(3) Coastal survey

Following on from the fiscal year 2012 survey, land cover condition on the coastal shoreline and coastal hinterland of sandy and muddy beaches on the Pacific coast from Aomori prefecture to Chiba prefecture (approx. 680km in length, 397 coastal categories) was surveyed using the latest images. As a result, compared with 2012, much of the shoreline which had receded showed signs of recovery, but on some coasts shoreline recovery was slow. As for land

cover condition in the coastal hinterland, generally coastal forests tended to have changed into coastal structures such as tide embankments or to other land uses. This was noticeable on the Sendai Bay coast.

(4) Survey of focal zones

Six zones deemed especially important were selected from among the zones surveyed in the past, and belt transect surveys and surveys of the fauna and flora in each environmental classification were conducted. Insect surveys were conducted in two seasons, summer and autumn. An understanding was gained of the seasonal characteristics in each zone by the inhabitation status of rare species, and looking at comparable autumn seasons, an increase in the number of species found was recognized in all the zones, suggesting recovery of the environment.

(5) Distribution survey of seaweed beds and eelgrass beds

A manuscript distribution map of seaweed beds and eelgrass beds was created by normalization, graphics processing and decipherment of the latest aerial photographs, and made into a distribution map by correction and finalization through interviews with well-informed persons. Rocky seaweed beds were little affected by the tsunami and others and survived in various places, while the eelgrass beds had declined in many places due to the impact on their growth base. Analysis was also attempted using satellite images.

平成 26 年度東北地方太平洋沿岸地域植生・海域等調査
調査報告書

目 次

1. 調査概要	1-1
1.1 調査目的	1-1
1.2 調査範囲	1-1
1.3 調査内容	1-2
(1) 植生調査	1-2
(2) 特定植物群落の調査	1-2
(3) 海岸調査	1-2
(4) 重点地区調査	1-2
(5) 藻場・アマモ場分布調査	1-3
2. 植生調査	2-1
2.1 調査目的	2-1
2.2 植生調査の流れ	2-2
2.3 植生改変図作成調査	2-3
(1) 震災後植生図（H25）以降の改変地の抽出	2-3
(2) 凡例および範囲の現地確認	2-7
(3) 震災後植生図（H26）の作成	2-9
(4) 植生改変図（H26）の作成	2-13
(5) 面積集計結果	2-17
2.4 植物群落の追跡調査	2-26
(1) 目的	2-26
(2) 調査項目	2-26
(3) 調査地点の選定	2-26
(4) 現地調査の方法	2-26
(5) 調査実施項目と数量	2-27
(6) 調査実施期間	2-27
(7) 調査実施範囲	2-28
(8) 植生景観調査	2-29
(9) 組成調査	2-30
(10) 注目すべき種の抽出	2-32
(11) 植物群落の経年変化	2-34
2.5 植林跡地の詳細調査（補足調査）	2-35
(1) 背景・目的	2-35
(2) 調査方法	2-35
(3) 調査範囲	2-35

(4) 調査期間.....	2-35
(5) 調査結果.....	2-36
(6) 植林跡地の詳細調査のまとめ.....	2-44
2.6 GIS データの作成.....	2-44
2.7 植生調査のまとめ.....	2-45
2.8 今後の課題.....	2-45
3. 特定植物群落の調査.....	3-1
3.1 調査目的.....	3-1
3.2 調査方法.....	3-2
3.3 調査結果.....	3-3
(1) 平成 26 年度調査結果概要.....	3-3
(2) 地震等による影響が認められた群落 (15 件).....	3-6
(3) 空中写真による時系列的な変化状況 (事例).....	3-10
(4) 地震等による影響がみられなかった群落 (11 件).....	3-11
3.4 まとめ.....	3-12
3.5 今後の課題.....	3-21
4. 海岸調査.....	4-1
4.1 調査目的.....	4-1
4.2 調査方法.....	4-2
(1) 調査対象海岸.....	4-2
(2) 資料収集・整理.....	4-3
(3) 調査方法.....	4-10
(4) 砂浜・泥浜海岸変化要因の考察方法.....	4-16
4.3 調査結果 (砂浜・泥浜の変化状況調査).....	4-20
(1) 調査対象海岸.....	4-20
(2) 各県における土地被覆別の面積変化.....	4-24
(3) 変化要因別の傾向.....	4-30
(4) 土地被覆面積変化の相互関係.....	4-42
(5) 県毎の変化状況.....	4-48
4.4 調査結果 (海岸線改変調査).....	4-103
(1) 概要.....	4-103
(2) 調査方法.....	4-105
(3) 調査結果.....	4-107
4.5 今後の課題.....	4-113
5. 重点地区調査.....	5-1
5.1 調査目的.....	5-1
5.2 重点地区の選定.....	5-1

5.3 調査方法	5-2
(1) 調査内容	5-2
(2) 調査範囲の設置方法	5-3
5.4 調査結果	5-4
(1) 調査実施日	5-4
(2) 各重点地区における調査結果	5-5
5.5 調査結果の整理	5-40
(1) 重点地区の出現種数の変化	5-40
(2) 重要種・指標種に着目した環境区分毎の出現種の変化	5-42
(3) 希少種の確認状況	5-49
5.6 地表徘徊性昆虫の調査（補足調査）	5-52
(1) 調査の背景・目的	5-52
(2) 調査地点	5-52
(3) 調査方法	5-52
(4) 調査期間	5-52
(5) 調査結果	5-54
5.7 まとめ	5-55
5.8 今後の課題	5-55
6. 藻場・アマモ場分布調査	6-1
6.1 調査目的	6-1
6.2 調査方法	6-1
(1) 藻場・アマモ場調査の対象範囲と使用した画像	6-4
(2) 藻場・アマモ場分布図作成方法	6-13
6.3 調査結果	6-21
(1) 空中写真に基づく調査結果	6-21
(2) 衛星画像に基づく調査結果	6-38
6.4 考察	6-47
(1) 第5回自然環境保全基礎調査による藻場／アマモ場分布との比較	6-47
(2) 空中写真と衛星画像による藻場・アマモ場の抽出結果の比較	6-47
6.5 今後の課題	6-48
6.6 参考文献	6-49
7. 有識者ヒアリング	7-1

【資料編】

- 資料1 植生調査 震災後植生図（2014）
- 資料2 植生調査 植生改変図（2014）
- 資料3 海岸調査 地区海岸一覧
- 資料4 重点地区調査 希少種・確認種一覧

1. 調査概要

1.1 調査目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震およびそれに伴う津波（東日本大震災）は、東北地方太平洋沿岸を中心とする地域の自然環境、生活環境、社会環境にきわめて大きな影響を与えた。この東日本大震災を契機とした「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）では、「津波の被害を受けた自然環境の現況調査と経年変化状況のモニタリングを行う」こととされている。

震災により被災地の自然環境は大きく改変され、その後自律的に再生している場所もある一方で、新しく出現した環境では震災前とは違う遷移や人為的な改変など様々な変化が生じている。このような変化を把握することは今後の復興を考える上で重要である。

本調査は、このような背景のもと、環境省が東日本大震災に関連して行う一連のモニタリング調査の一環として、平成24年度、平成25年度に引き続き自然環境の調査を実施したものである。今年度は、地震等による影響が大きく、自然環境の要素として重要な植生や海岸域、重要な生態系である藻場・アマモ場の分布等を対象として調査を行い、東日本大震災後4年次時点の自然環境への影響および変化状況を把握することを目的とした。また、平成27年に予定している総合とりまとめ（地震等による自然環境への環境影響評価）への反映、グリーン復興ビジョンに資することを目的として実施した。

1.2 調査範囲



青森県六ヶ所村～千葉県九十九里浜

- ・植生調査：津波浸水域（約577km²）
- ・特定植物群落調査：26箇所
- ・海岸調査：延長約680kmの砂浜・泥浜等
- ・重点地区調査：6箇所
- ・藻場・アマモ場分布調査：津波浸水域の前面海域（岩手県、宮城県、福島県（北部）の沿岸海域）

図 1.1 調査対象範囲

1.3 調査内容

(1) 植生調査

調査対象範囲（図 1.1：津波浸水域）において、平成 25 年度調査で作成した震災後 3 年目の植生図（以下、「震災後植生図（H25）」という）を更新し、平成 26 年度時点の現況を表した震災後植生図（H26）を作成した。また、震災後植生図（H25）と震災後植生図（H26）を重ね合わせ、この間の変化を把握した上で、平成 25 年度時点での震災前からの植生の改変状況を示した図（以下、植生改変図（H25）という）を更新して植生改変図（H26）を作成した。これらの図は基本的に縮尺 1/10,000 で作成し、GIS 化した。また、平成 25 年度に実施した植生景観調査ならびに組成調査の追跡調査を実施し、植生の経年変化を把握した。

これらの調査とあわせて、植生調査の調査手法、解析内容等について有識者からのヒアリングを実施した。

(2) 特定植物群落の調査

平成 24 年度、平成 25 年度に調査を行った特定植物群落のうち、地震等によるなんらかの影響が認められた群落（23 群落）および影響の有無が不明であった群落（3 群落）、計 26 群落について、津波等による影響、その後の人為的な改変等群落の変化状況を把握するための現地調査を実施した。調査は既往の文献・資料を参考に、他機関の調査と連携しつつ進めるとともに、津波浸水域の特定植物群落の現状に明るい該当県ごとの有識者からヒアリングを実施した。

(3) 海岸調査

調査対象範囲の自然海岸、半自然海岸のうち砂浜・泥浜（延長約 680km）において、海岸域の変化状況を調査した。調査項目として、海岸の土地被覆状況、汀線の状況を対象とした。調査手法は前回実施の平成 24 年度調査に準拠し、海岸の土地被覆状況については縮尺 1/10,000 の土地被覆図を作成、汀線については海岸汀線の状況をデータ化した。データはいずれも GIS 化し、これらに基づき、1970 年代、震災前、震災後（平成 24 年度）、震災後（平成 26 年度）の土地被覆状況の変化、汀線の変化を整理した。なお、作業にあたっては最新の衛星画像（新規撮影：Rapid Eye）を用いて解析した。

また、平成 24 年度に作成した汀線区分図および第 5 回自然環境保全基礎調査海辺調査で作成した汀線区分図とあわせて、3 時期の海岸線全線の変化状況を整理した。

(4) 重点地区調査

平成 25 年度に重点地区調査を行った 13 地区のうち、特に変化が大きく重要な環境と思われた 6 地区について、森里川海のつながりや生態系サービスの観点から、生態系を横断的に把握するための調査を行った。調査は主要な環境要素を横断する調査ベルトを設定し、ベルトトランセクトにより植生の群落模式図を作成するとともに、植物相、動物相の調査を各 2 時期実施した。調査結果のとりまとめにあたっては、平成 25 年度調査時からの環境の変化傾

向やハビタットごとの希少種に着目した。また、調査の実施に当たって、森里川海、生態系サービス等に詳しい有識者 2 名に、調査開始前には調査手法等について、調査実施後には調査結果のとりまとめ手法についてヒアリングを実施した。

(5) 藻場・アマモ場分布調査

岩手県、宮城県、福島県（北部）沿岸地域の藻場・アマモ場について、空中写真、衛星画像の解析により、震災後の藻場・アマモ場分布図（以下、「震災後藻場分布図」という）を作成した。空中写真は藻場の繁茂する時期に撮影された最新のものを利用し、正規化、図形処理等をほどこしたものを判読して藻場分布素図とした。この藻場分布素図を藻場の生育状況に明るい有識者からのヒアリングにより補正・確定し、震災後藻場分布図とした。また、同様の作業を一部地域で衛星画像（World View 2）でも行い、画像解析による藻場分布図作成を試行した。

判読や解析にあたっては平成 24 年度、平成 25 年度の生態系監視調査（藻場・アマモ場調査）の結果およびモニタリングサイト 1000（藻場・アマモ場調査）の調査結果を教師データとして活用した。

藻場・アマモ場の分布図は GIS データ化し、第 5 回自然環境保全基礎調査海辺調査で作成した藻場分布図と分布、面積、ポリゴン数などの比較を試みた。

これらの調査を進めるにあたり、藻場生態系やリモートセンシングに明るい学識者等有識者からは解析手法、とりまとめ手法について、地域の藻場・アマモ場の状況に明るい水産関係等有識者からは分布状況や内容（種類等）についてヒアリングを実施した。

2. 植生調査

2.1 調査目的

東日本大震災より4年目となる今年度の植生調査は、昨年度（震災後3年目）以降の植生の変化を把握するとともに、震災後の自然環境変化の変遷をとらえることを目的とした。

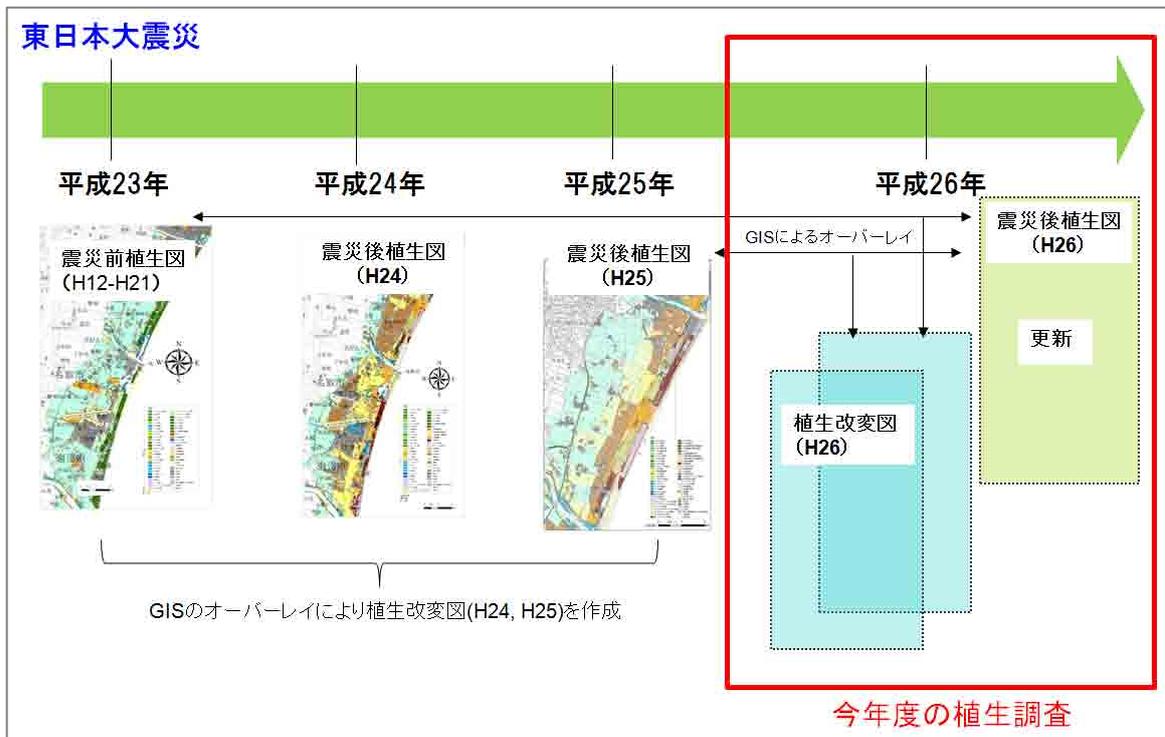


図 2.1 今年度調査の位置づけ（イメージ）

平成 24 年度は、震災前植生図と震災後植生図（H24）、植生改変図（H24）を作成し、平成 25 度はこれらを更新し、震災後植生図（H25）、植生改変図（H25）を作成した。今年度はさらにこれらを更新し、震災後植生図（H26）、植生改変図（H26）を作成した（図 2.1）。

また、津波浸水域における経年変化を詳細に把握するために、昨年度の現地調査地点の追跡調査を実施した。

2.2 植生調査の流れ

今年度の植生調査の流れを図 2.2 に示す。今年度は植生改変図作成調査と植物群落追跡調査の 2 種類の調査を実施した。

植生改変図作成調査では、植生図および植生改変図の作成を通して、植生の分布の変化を面的に把握することを目的とした。一方、植物群落追跡調査では、昨年度実施した植生景観調査と組成調査の追跡調査を実施し、群落あるいは種レベルでの変化を把握することを目的とした。

植生改変図作成調査では、震災後植生図（H25）以降の改変地を事前に抽出し、凡例や範囲の現地確認を実施したうえで、震災後植生図（H25）を更新し、震災後植生図（H26）を作成した。また、震災後植生図（H25）と震災後植生図（H26）とを比較することにより植生改変図（H26）を作成した。なお、震災後植生図（H26）の作成にあたっては、植物群落追跡調査の結果を活用した。作成した植生図ならびに植生改変図の面積を集計し、過年度の成果と経年比較を行い、面的な植生変化を把握した。

植物群落追跡調査では、昨年度の調査地点のうち、特に改変の大きかった地点において、昨年度と同様に植生景観調査と組成調査を実施した。これらの植物群落追跡調査で得られた確認種から注目すべき種の抽出を行ったほか、優占種の経年比較を通して植物群落の変化を把握した。

本調査では、これらの 2 つの視点から得られた知見を基に、津波浸水域における植生の変化を把握した。

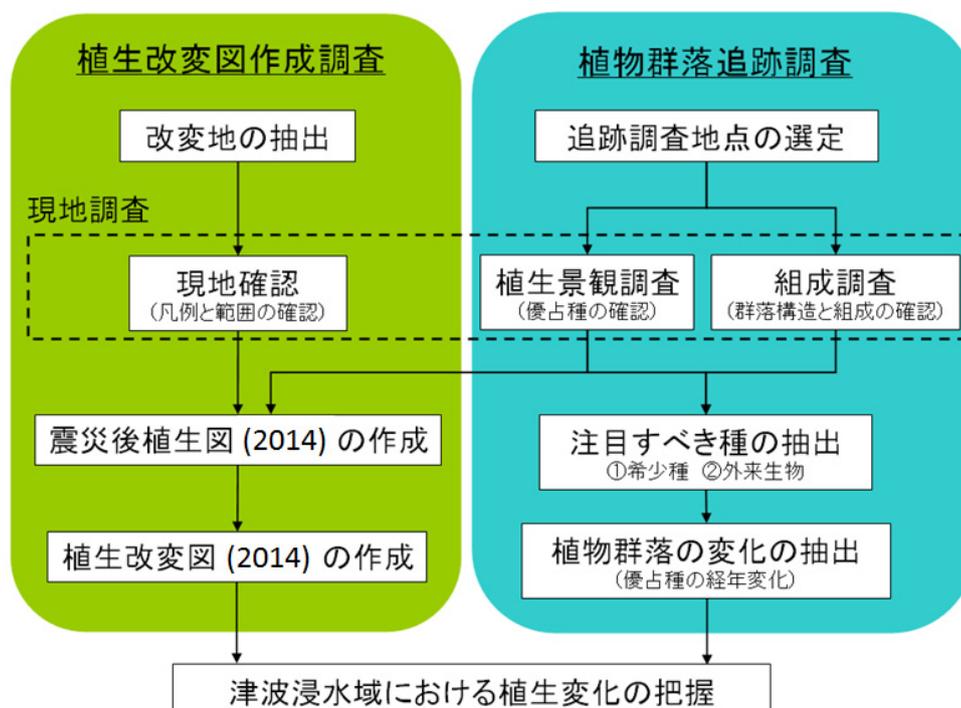


図 2.2 植生調査の流れ

2.3 植生変化図作成調査

植生変化図作成調査の項目を表 2.1 に示す。

表 2.1 植生変化図作成調査の項目

項目	内容
(1) 変化地の抽出	現地調査を効率的に進めるため、調査のポイントとなる変化地を 2 時期の衛星画像から抽出し変化地画像を作成した。
(2) 凡例および範囲の現地確認	変化地画像を携行し、変化地を中心に現地確認を行い、震災後植生図 (H25) の更新のための情報 (凡例と範囲) を取得した。
(3) 震災後植生図 (H25) の作成	現地調査の結果を受けて、今年度使用する凡例を整理し、震災後植生図 (H25) を更新した。
(4) 植生変化図 (H26) の作成	震災後植生図 (H25) と震災後植生図 (H26) における変化箇所を抽出し、植生変化図 (H26) を更新した。

(1) 震災後植生図 (H25) 以降の变化地の抽出

a. 目的

植生変化図 (H26) の作成のためには、広大な津波浸水域における植生変化を短期間で把握する必要がある。本調査では、事前に 2 時期の衛星画像を用いて、震災後植生図 (H25) 以降の变化地を抽出することで、現地調査のポイントとなる変化地が図示された変化地画像を作成し、現地調査を効率的に進めることを目的とした。

b. 使用する衛星画像の選定

変化地の抽出には、平成 25 年度業務に使用した Rapid Eye 画像と、今年度新規に撮影した Rapid Eye 画像を使用した。なお、Rapid Eye 画像は、地上分解能と観測可能範囲とのバランスが良く、撮影頻度が高いという理由により、採用している。なお、今年度新規に使用した画像の撮影日は平成 26 年 7 月 22 日である。

c. 変化地の抽出

変化抽出の手法はクラスタリング法を採用した。クラスタリング法は、2 時期の画像を合成して 1 枚の画像を作成し、画像分類を行う手法である。本調査では、5 バンドの各画像を合成した 10 バンドの画像に対し、ISODATA 法による教師なし分類を適用して 80 カテゴリに分類したうえで、変化地に該当するカテゴリを抽出した (図 2.3)。

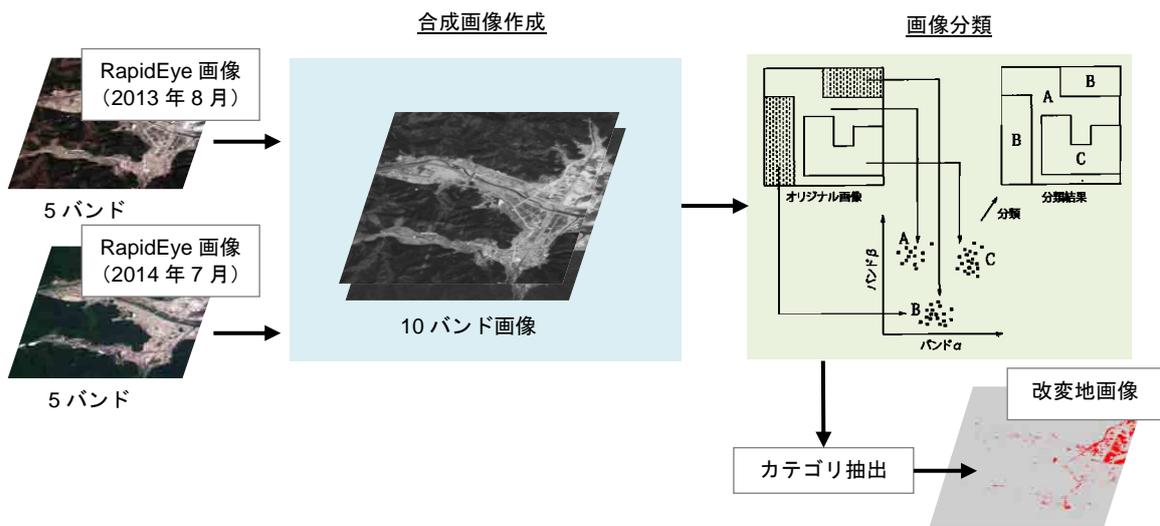


図 2.3 クラスタリング法の手順

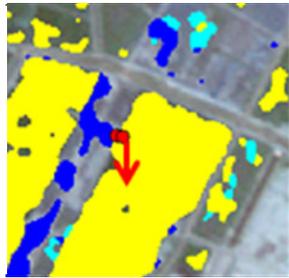
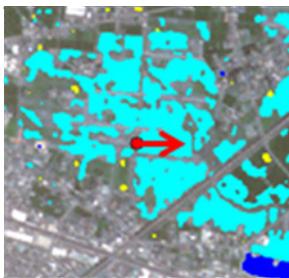
d. 現地確認踏査の結果を踏まえた改変パターンの抽出

植生変化のパターンと現地確認の結果を表 2.2 示す。

衛星画像解析で抽出される植生変化のパターンを整理した結果、イネやダイズによる耕作の開始（黄色）、二次草本の繁茂（水色）を植被の増加としてとらえることができた。一方、造成による裸地化、構造物の建設（青色）を植被の低下としてとらえることができた。

また、抽出した改変地が現地の改変状況を正しく抽出できているかを確認するため、現地確認踏査を実施した。

表 2.2 植生変化のパターンと現地確認の結果

変化パターン	現地の状況	
<p>① 植被の増加 耕作開始 (イネ・ダイズ)</p>		 <p>平成 26 年 9 月 11 日 宮城県仙台市若林区</p> <p>前年度は圃場整備により植被がほとんどなかったが、今年度はイネやダイズが密に植えられていた。</p>
<p>② 植被の増加 (主に二次草本の繁茂)</p>		 <p>平成 26 年 9 月 11 日 宮城県名取市</p> <p>前年度から非耕作農地であったが、イヌビエ、ケイヌビ等の草本類が繁茂していた。</p>
<p>③ 植被の低下 (造成による裸地化)</p>		 <p>平成 26 年 9 月 11 日 宮城県亶理町 (鳥の海)</p> <p>前年度は草本群落であったが、造成により裸地化していた。</p>
<p>④ 植被の低下 (造成による裸地化、構造物の建設)</p>		 <p>平成 26 年 9 月 12 日 岩手県陸前高田市</p> <p>前年度は非耕作農地または路傍空地雑草群落であったが、造成後に構造物が建設されていた。</p>

赤矢印は写真の撮影方向を示す。

e. 変更地画像の作成

変更地の抽出結果を RapidEye 画像（True 画像）上にオーバーレイし、変更地画像を作成した（図 2.4）。この図を現地調査に携行し、現地調査のポイントとなる変更地を優先的に確認することで、直近 1 年間の変化箇所を効率的に把握することができた。



図 2.4 変更地抽出画像（野帳）

変更地の凡例は表 2.3 と同じ。

(2) 凡例および範囲の現地確認

a. 目的

平成 25 年から平成 26 年の直近 1 年間の変化を現地で確認し、震災後植生図 (H25) を更新するための情報 (凡例、範囲) を取得することを目的とした。広大な津波浸水域を短期間で調査するために、事前に抽出した改変地の位置情報を参考に、効率的に調査することを意識した。

b. 調査範囲

昨年度業務と同じ範囲 (津波浸水域 : 577km²) を調査対象とした (図 2.5)。但し、福島第一原発周辺 (北側 10km、南側 20km) およびアクセスが困難な離島を除いた。



図 2.5 調査実施範囲

c. 調査実施期間

平成 26 年 6 月 23 日 ～ 平成 26 年 10 月 26 日

d. 調査方法

震災後植生図（H25）の凡例と境界線を衛星画像上に表示させた現地野帳を作成し、凡例が昨年度と異なる箇所や形状が変化した箇所については、現状に即して新しい情報を記入した。奥行きなどがわからない造成地などは、画像抽出範囲や空中写真を参考に境界線を修正した。

e. 調査結果

1) 改変地の現況

震災後植生図（H25）以降に改変地のうち、典型的な例を表 2.3 に整理した。これらの変化を現地調査野帳に記録し、震災後植生図（H25）の GIS データを修正することで、震災後植生図（H26）を作成した（後述）。

表 2.3 典型的な改変地の例

 <p>農業の再開等（仙台市 2014/9/11）</p> <p>震災後植生図（H25）では圃場整備中で、植生は繁茂していなかった。今年度は耕作が開始されており、植比率が増加したことにより、改変地として抽出された。</p>	 <p>高茎草本の繁茂（南相馬市 2014/10/24）</p> <p>多年生の高茎草本が繁茂したことにより、植被率が増加し、改変地として抽出された。このような場所では、群落の構造と組成の変化を把握するために組成調査を実施した。</p>
 <p>盛土造成等（陸前高田市 2014/9/12）</p> <p>震災後植生図（H25）では非耕作農地であったが、盛土造成により植生が消失し、改変地として抽出された。</p>	 <p>海岸林造成等（岩沼市 2014/8/28）</p> <p>昨年度は植林跡地であったが、新たな海岸林造成の為、植被が低下し、改変地として抽出された。</p>

(3) 震災後植生図（H26）の作成

現地確認時に取得した情報（凡例や範囲）を基に、震災後植生図（H25）の GIS データを更新し、震災後植生図（H26）を作成した。

a. 使用凡例の設定

過年度の凡例を基に、現地確認により今年度の図化に使用する凡例を決定した。今年度は、植生に関連した 42 凡例と土地利用に関連した 20 凡例の合計 62 凡例を使用した。凡例の大部分を占める 58 凡例は、平成 24 年度に自然環境保全基礎調査の統一凡例を基に設定したものである。今回使用した凡例と過年度の使用状況、統一凡例の凡例コードの対応表を表 2.4 に示す。

b. 過年度の使用凡例からの変更点

今年度の植生図では、昨年度新たに追加した凡例をはじめ、すべての凡例を現地で確認できた。また、新たに区分すべき凡例がなかったことから、平成 25 年度の使用凡例と同一の凡例を使用することとなった。

表 2.4 使用凡例一覧および過年度の使用状況

区分	凡例名称	H24	H25	H26	凡例番号	植生区分	区分レベル	対応する統一凡例コード				
植生凡例	イヌシデアアカシデ群落	●			1	IV, VI	中	130400	300400			
	スダジイ群落	●	●	●	2	VI	中	271200				
	タブノキ群落	●	●	●	3	VI	中	271600				
	ハンノキ群落	●	●	●	5	IV, VI	中	170200	310100			
	モミ群落	●			4	IV, VI, VII	中	141100	280100	420400		
	ヤナギ高木群落	●	●	●	6	IV, VI	中	180100	320100			
	ヤナギ低木群落	●	●	●	7	IV, VI	中	180200	320200			
	クロマツ群落	●	●	●	13	VI, VII	中	290200	420200			
	マサキートベラ群集	●	●	●	14	VI	細	340101				
	ブナーミズナラ群落	●			8	V	中	220100				
	コナラ群落	●	●	●	9	IV, V, VII	中	130600	220500	410100		
	オニグルミ群落	●	●	●	10	IV, V	中	180300	221200			
	ケヤキ群落	●	●	●	11	IV~VII	中	160400	221300	300100	410800	
	アカマツ群落	●	●	●	12	IV~VII	中	150100	230100	290100	420100	
	低木群落	●	●	●	15	VII	大	440000				
	伐採跡地群落	●	●	●	16	V, VII	大	260000	460000			
	ススキ群団	●	●	●	17	V, VII	中	250200	450100			
	メダケ群落	●	●	●	18	VII	中	430200				
	アズマネザサ群落	●	●	●	19	VII	中	430400				
	ヌマガヤオーダー	●	●	●	20	VIII	中	470200				
	ヨシクラス	●	●	●	21	VIII	中	470400				
	ツルヨシ群集	●	●	●	22	VIII	細	470501				
	オギ群集	●	●	●	23	VIII	細	470502				
	ヒルムシロクラス	●	●	●	24	VIII	中	470600				
	塩沼地植生	●	●	●	25	VIII	大	480000				
	ウミドリ群落	●			42	VIII	中	480700				
	カワツルモリーリュウノヒゲモ群落		●	●	79	VIII	細	480901				
	砂丘植生	●	●	●	26	VIII	大	490000				
	ハマナス群落	●	●	●	27	VIII	中	490100				
	ハマニシクークウボウムギ群集	●	●	●	28	VIII	細	490501				
	ハマグルマークウボウムギ群集	●	●	●	29	VIII	細	490502				
	コハマギク群落	●	●	●	30	VIII	細	500101				
	ハマオトコヨモギークハマギク群集	●	●	●	31	VIII	細	500102				
	ラセイタソウークハマギク群集	●	●	●	32	VIII	細	500203				
	ハチジョウススキ群落	●	●	●	33	VIII	細	500301				
	スギ・ヒノキ・サワラ植林	●	●	●	34	IX	中	540100				
	アカマツ植林	●	●	●	35	IX	中	540200				
	クロマツ植林	●	●	●	36	IX	中	540300				
	カラマツ植林	●			37	IX	中	540700				
	その他植林(落葉広葉樹林)	●	●	●	38	IX	中	541200				
	その他植林(常緑針葉樹)	●	●	●	39	IX	中	541000				
	竹林	●	●	●	40	IX	大	550000				
	新たな植林(盛土)		●	●	80	IX						
	植林跡地	植林跡地	●	●	●	73	IX		独自に設定した凡例であり、対応する凡例はない			
	外来種木本群落	イタチハギ群落	●	●	●	74	IX	細	541402			
	外国産樹種吹付地	●	●	●	41	IX	中	541400				
	ニセアカシア低木群落	●			75	IX	細	540902				
	ニセアカシア群落		●	●	82	IX	細	540902				
土地利用凡例	畑雑草群落	●	●	●	a	IX	中	570300				
	水田雑草群落	●	●	●	b	IX	中	570400				
	放棄畑雑草群落	●			c	IX	中	570101				
	放棄水田雑草群落	●			d	IX	中	570500				
	果樹園	●	●	●	e	IX	中	570200				
	牧草地	●	●	●	g	IX	中	560200				
	ゴルフ場・芝地	●	●	●	h	IX	中	560100				
	ピニールハウス群		●	●	81	IX			独自に設定した凡例であり、対応する凡例はない			
	非耕作農地	非耕作農地(畑雑草群落)	●	●	●	70	IX	細	570101			
		非耕作農地(水田雑草群落)	●	●	●	71	IX	中	570500			
	空地雑草群落	空地雑草群落	●	●	●	72	IX	中	570100			
	市街地等	緑の多い住宅地	●	●	●	i	X	細	580101			
		市街地	●	●	●	k	X	中	580100			
		工場地帯	●	●	●	l	X	中	580300			
		残存・植栽樹群をもった公園、墓地等	●	●	●	p	X	中	580200			
		仮設住宅	●	●	●	77	X			独自に設定した凡例であり、対応する凡例はない		
	造成地	造成地	●	●	●	m	X	中	580400			
瓦礫置き場		●	●	●	76	X			独自に設定した凡例であり、対応する凡例はない			
表土剥ぎ取り		●	●	●	78	X						
干拓地		●	●	●	n	X	中	580500				
自然裸地	自然裸地	●	●	●	r	X	中	580700				
開放水域	開放水域	●	●	●	w	X	中	580600				

c. 震災後植生図 (H26)

現地調査野帳に記録した改変地を基に、震災後植生図 (H25) の GIS データを更新し、震災後植生図 (H26) を作成した (図 2.6)。

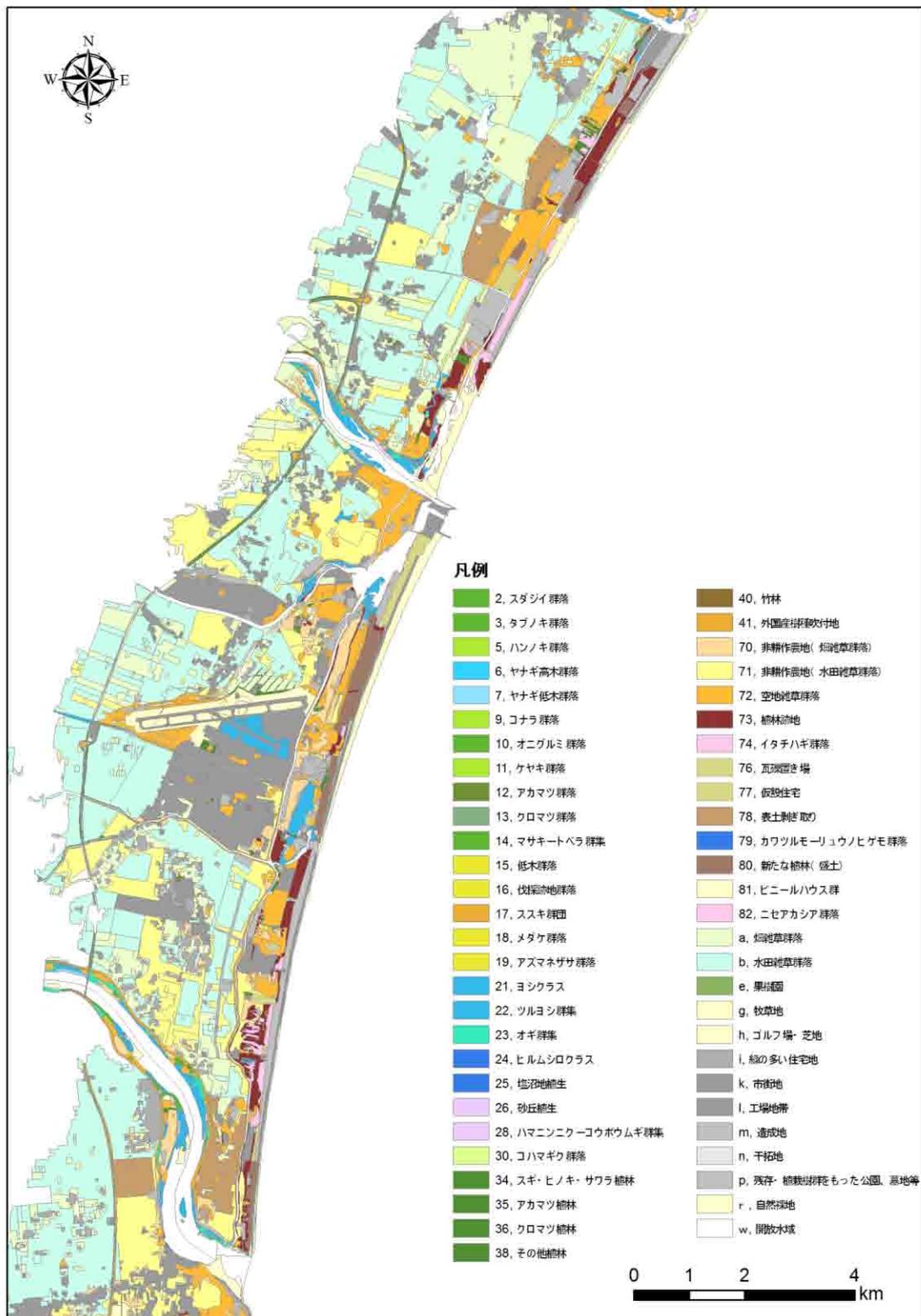


図 2.6 震災後植生図 (H26) 宮城県沿岸部

d. 震災後植生図 (H26)

作成した震災後植生図 (H26) の面積集計結果を表 2.5 に示した。なお、県別の面積集計表は資料編に掲載した。

表 2.5 震災後植生図 (H26) の面積集計結果

植生区分	凡例番号	群落名	面積(ha)						
			震災前	震災後 (2013)	震災後 (2014)	△ (2014-震災前)	△ (2013-2012)	△ (2014-2013)	
自然林	1	イヌシデーアカシデ群落	10.42	0.00	0.00	-10.42	-0.82	0.00	
	2	スダジイ群落	0.77	0.36	0.36	-0.41	-0.18	0.00	
	3	タブノキ群落	11.84	12.84	12.84	1.00	0.00	0.00	
	4	モミ群落	0.06	0.00	0.00	-0.06	0.00	0.00	
	5	ハンノキ群落	4.98	2.76	2.76	-2.22	-0.09	0.00	
	6	ヤナギ高木群落	36.96	33.74	33.74	-3.22	-4.83	0.00	
	7	ヤナギ低木群落	173.28	38.81	39.53	-133.76	-135.55	0.72	
	13	クロマツ群落	43.00	21.09	21.96	-21.04	-20.40	0.88	
	14	マサキートベラ群集	5.96	4.79	4.79	-1.17	-0.93	0.00	
	二次林	8	ブナ・ミズナラ群落	0.74	0.00	0.00	-0.74	-0.65	0.00
		9	コナラ群落	258.34	154.92	151.39	-106.95	-101.99	-3.52
		10	オニグルミ群落	60.68	41.43	40.79	-19.89	-9.13	-0.64
		11	ケヤキ群落	58.78	56.15	60.77	1.99	-2.35	4.62
		12	アカマツ群落	217.85	87.69	86.59	-131.26	-121.43	-1.09
15		低木群落	3.55	29.58	27.64	24.08	20.59	-1.95	
二次草原	16	伐採跡地群落	7.84	12.68	12.80	4.96	-6.40	0.12	
	17	ススキ群団	562.02	493.22	471.01	-91.01	-48.67	-22.21	
	18	メダケ群落	2.07	5.20	5.34	3.27	3.77	0.14	
	19	アズマネザサ群落	19.42	19.19	18.27	-1.15	-1.20	-0.92	
湿生草原	20	ヌマガヤオーダー	0.52	0.52	0.52	0.00	0.00	0.00	
	21	ヨシクラス	1045.68	1104.60	1090.04	44.36	61.65	-14.56	
	22	ツルヨシ群集	8.89	29.84	29.58	20.68	24.74	-0.27	
	23	オギ群集	76.63	62.05	59.66	-16.98	-15.41	-2.39	
	24	ヒルムシロクラス	4.07	4.66	19.16	15.09	4.76	14.50	
塩沼地植生	25	塩沼地植生	88.67	31.81	31.31	-57.36	-53.13	-0.50	
	42	ウミドリ群落	0.10	0.00	0.00	-0.10	-0.10	0.00	
	79	カワツルモリユウノヒゲモ群落	0.00	2.79	3.79	3.79	0.00	0.99	
砂丘植生	26	砂丘植生	771.48	326.66	320.66	-450.82	-350.84	-6.01	
	27	ハマナス群落	21.43	21.54	21.60	0.17	0.00	0.06	
	28	ハマニシクークウボウムギ群集	45.48	102.12	105.17	59.69	-22.01	3.05	
	29	ハマグルマークウボウムギ群集	0.00	15.10	14.26	14.26	0.00	-0.83	
	30	コハマギク群落	21.02	15.85	15.07	-5.95	-4.87	-0.78	
海岸崖地植生	31	ハマオトコヨモギ・コハマギク群集	126.04	24.24	24.24	-101.80	-89.56	0.00	
	32	ラセイタソウ・ハマギク群集	5.51	3.76	3.91	-1.59	-2.32	0.15	
	33	ハチジョウススキ群落	4.34	5.90	7.74	3.40	1.21	1.84	
	植林	34	スギ・ヒノキ・サワラ植林	309.20	227.53	221.38	-87.82	-55.23	-6.14
35		アカマツ植林	87.73	49.10	49.65	-38.08	-31.58	0.55	
36		クロマツ植林	2813.38	923.35	889.76	-1923.62	-1700.09	-33.59	
37		カラマツ植林	5.34	0.00	0.00	-5.34	-5.34	0.00	
38		その他植林	66.76	39.01	37.64	-29.12	-3.90	-1.37	
39		その他植林(常緑針葉樹)	259.56	161.95	158.57	-100.99	-81.99	-3.38	
40		竹林	15.19	40.38	38.54	23.35	16.93	-1.84	
80		新たな植林(盛土)	0.00	206.51	236.63	236.63	0.00	30.13	
植林跡地		73	植林跡地	0.00	806.76	643.38	643.38	780.95	-163.39
		外来種木本群落	74	イタチハギ群落	0.00	17.86	17.57	17.57	23.42
82	ニセアカシア群落		75.97	166.73	145.59	69.62	154.63	-21.14	
41	外国産樹種吹付地		3.77	0.92	0.73	-3.04	-2.57	-0.19	
耕作地	81	ビニールハウス群	0.00	201.05	247.81	247.81	0.00	46.76	
	a	畑雑草群落	3202.11	1723.86	1851.39	-1350.73	-2075.53	127.52	
	b	水田雑草群落	20560.19	8631.85	9368.61	-11191.58	-14126.82	736.76	
	e	果樹園	61.14	23.31	23.19	-37.94	-41.24	-0.11	
	g	牧草地	12.02	34.12	35.27	23.26	19.09	1.15	
	h	ゴルフ場・芝地	767.27	567.70	528.83	-238.44	-285.77	-38.87	
	非耕作農地	71	非耕作農地(水田雑草群落)	231.61	7271.40	7810.52	7578.91	9568.82	539.12
		70	非耕作農地(畑雑草群落)	18.95	1649.53	1584.17	1565.22	1840.89	-65.36
空地雑草群落	72	空地雑草群落	872.31	4720.68	4776.78	3904.47	4338.88	56.10	
市街地等	i	緑の多い住宅地	3389.52	1418.31	1365.15	-2024.37	-1893.62	-53.15	
	k	市街地	10409.82	8916.32	9638.78	-771.04	-1666.78	722.46	
	L	工場地帯	3693.27	3411.93	3468.85	-224.41	-290.36	56.92	
	77	仮設住宅	0.00	35.20	36.69	36.69	27.83	1.49	
	p	残存・植栽樹群をもった公園、墓地等	103.76	139.11	150.54	46.78	-9.60	11.43	
	造成地	m	造成地	297.25	2772.02	3534.56	3237.30	915.83	762.53
		n	干拓地	0.61	4.78	4.78	4.17	48.89	0.00
76		瓦礫置き場	0.00	1057.38	330.46	330.46	930.12	-726.92	
78		表土剥ぎ取り	0.00	2173.57	777.07	777.07	3188.75	-1396.50	
自然裸地	r	自然裸地	2407.30	2373.24	2218.83	-188.47	141.15	-154.41	
開放水域	w	開放水域	4298.86	5258.10	4812.51	513.65	1150.39	-445.59	
総計			57661.32	57789.43	57741.52	80.20	128.11	-47.91	

■ : 植生に関する凡例のうち、面積が大きい凡例 (上位5位)

■ : 土地利用に関する凡例のうち、面積が大きい凡例 (上位5位、開放水域を除く)

(4) 植生改変図（H26）の作成

a. 植生改変図（H26）作成の流れ

昨年度に作成した震災後植生図（H25）と今年度作成した震災後植生図（H26）を GIS ソフト上で重ね合わせ、直近 1 年間の凡例の変化を抽出した。このデータを基に植生改変図（H25）を更新し、植生改変図（H26）を作成した。植生改変図の作成のイメージを図 2.7 に示した。

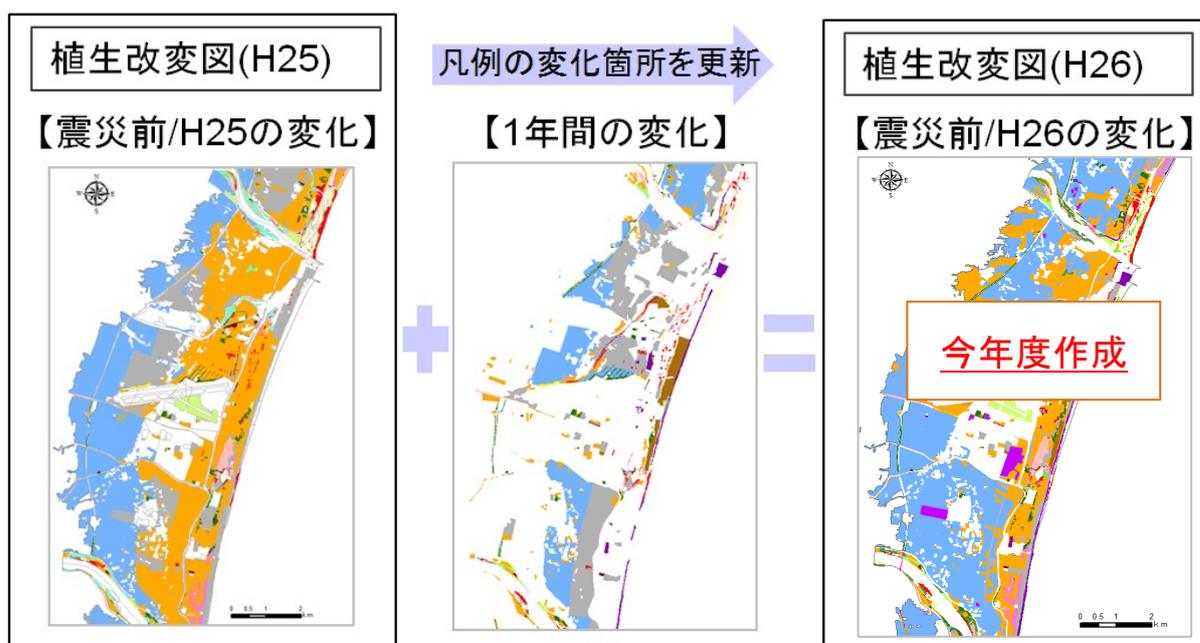


図 2.7 植生改変図作成の流れ

b. 凡例の設定（昨年度の改変凡例の更新）

1) 凡例の設定方法

震災後植生図（H25）の凡例と震災後植生図（H26）の凡例を基に、凡例の組み合わせを 14 通りに区分し（表 2.6）、震災前と震災後 3 年目の改変状況を示す改変凡例を作成した（表 2.7）。

2) 改変凡例で留意する事項

植生改変図作成上の留意点としては、直近 1 年間に変化がなかった場所は、「変化なし」として着色せずに重ねる為、前年度の改変状況を引き継いで図化される。また、1 年ごとに変化のあった箇所を更新していくので、更新の結果、震災前と同じ凡例に戻っても、4 年間の変化としては変化があった箇所として図化される。図化および凡例体系、表現の妥当性については、今後の課題の項で後述する。

表 2.6 凡例の変化パターンの抽出テーブル

震災後植生図 (H26) 凡例区分		1		2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		5割以上	5割未満	5割以上	5割未満	新たな植林	外来種木本群落	海岸崖地植生	湿性草原	塩沼地植生	砂丘植生	二次草原	非耕作農地	空地雑草群落	植林跡地	耕作地	造成地	市街地等	自然裸地
震災後植生図 (H25) 凡例区分		1		2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2012状況凡例		5割以上	5割未満	5割以上	5割未満														
1	自然林・二次林	①	②	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
2	植林	×	×	①	②	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
3	外来種木本群落	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
4	海岸崖地植生	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
5	湿性草原	×	×	×	×	×	⑤	④	⑪	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
6	塩沼地植生	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
7	砂丘植生	×	×	⑭	③	×	×	×	×	×	×	⑦	×	⑫	⑨	⑬	⑧	⑩	×
8	二次草原	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
9	非耕作農地	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
10	空地雑草群落	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
11	植林跡地	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
12	耕作地	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
13	造成地	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
14	市街地等	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
15	自然裸地	×	×	×	×	×	⑥	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
16	開放水域	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

×：変化なし

表 2.7 植生改変図の凡例一覧

凡例番号	凡例名
①	残存 (5割以上残存)
②	倒伏・枯死 (5割未満残存)
③	外来木本繁茂
④	自然植生から他の自然植生へ変化
⑤	自然植生が残存・再生
⑥	無植生地から自然植生へ変化
⑦	荒地化
⑧	自然裸地化
⑨	人為的改変
⑩	流出・水没
⑪	二次草原へ変化
⑫	耕作開始
⑬	宅地造成・構造物建設
⑭	新たな植林・植栽

c. 直近1年間の変化の抽出

植生改変図（H25）を更新して植生改変図（H26）を作成するため、震災後植生図（H25）と震災後植生図（H26）を用いて直近1年間の凡例の変化を抽出した。直近1年間の変化箇所の一部を図2.8に示す。

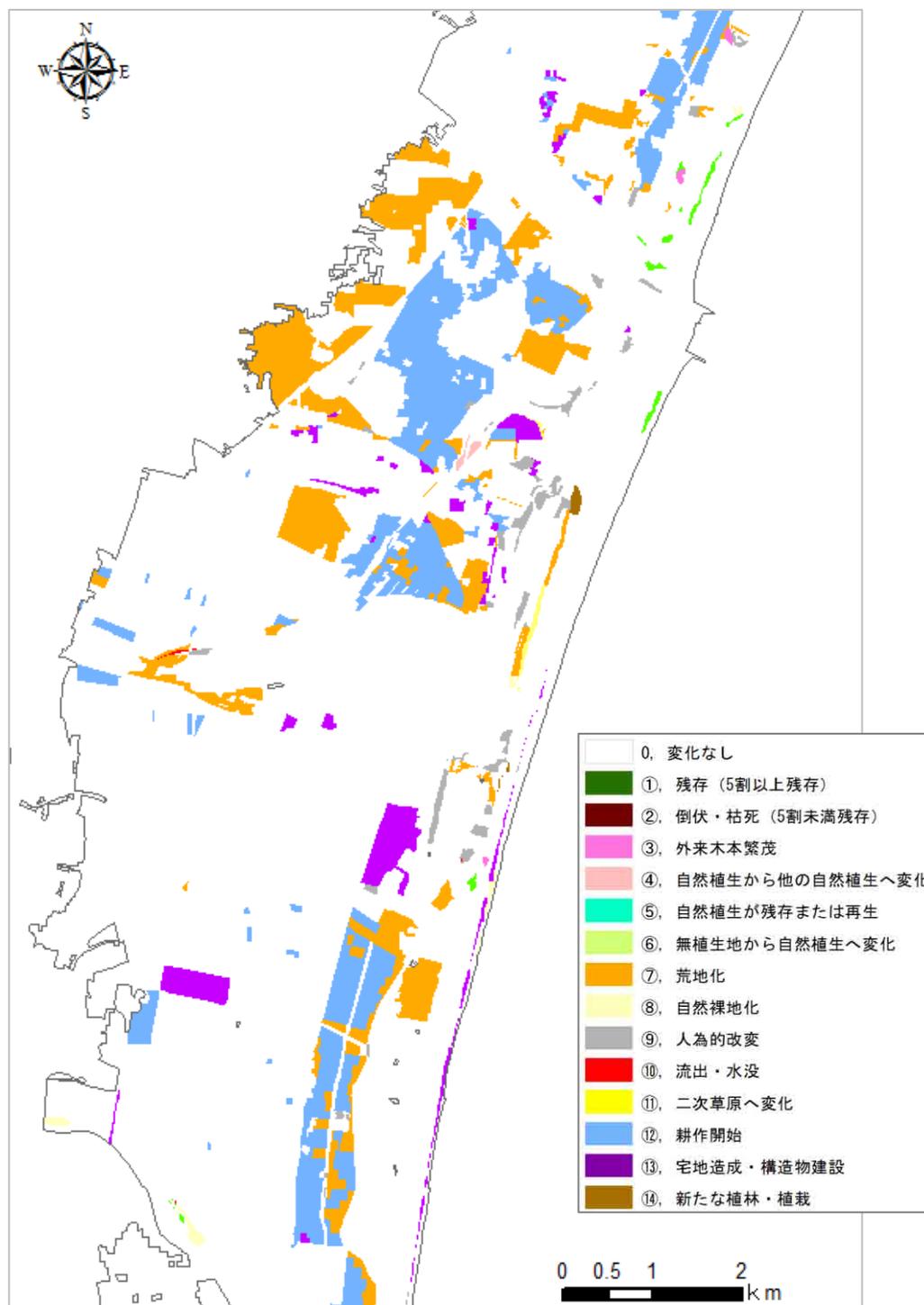


図 2.8 直近1年間の変化

震災後植生図（H25）と震災後植生図（H26）から直近1年間の変化を抽出した。図の範囲は宮城県名取市および岩沼市の周辺を含む範囲。凡例の番号は表2.6、表2.7に対応。

d. 植生改変図 (H26)

植生改変図 (H25) に直近 1 年間の変化を反映させて植生改変図 (H26) を作成した。作成した植生改変図の一部を図 2.9 に示す。なお、作成した植生改変図 (全域) は資料編に掲載した。

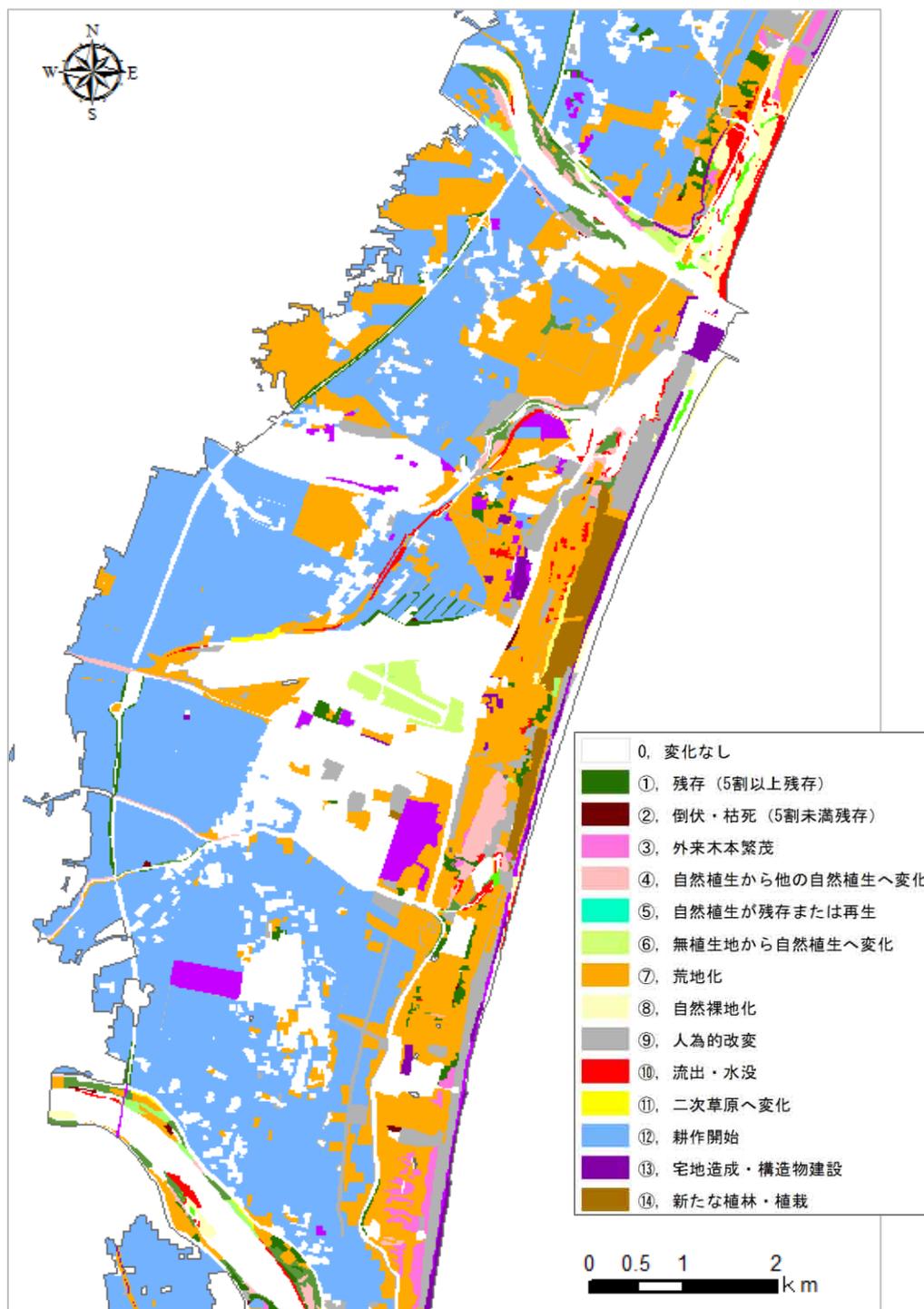


図 2.9 植生改変図 (H26)

植生改変図 (H25) に直近 1 年間の変化を反映させて作成した。図の範囲は宮城県名取市および岩沼市の周辺を含む範囲。凡例の番号は表 2.6、表 2.7 に対応。

(5) 面積集計結果

a. 直近1年間の変化

直近1年間の変化の面積集計結果を表2.8に示す。

面積的な変化が大きいのは、造成跡地の空地雑草の繁茂や非耕作農地が含まれる「荒地化（約2,800ha）」で、次いで盛土造成や瓦礫置き場等が含まれる「人為的改変（約2,700ha）」、水田や畑地が含まれる「耕作開始（約2,300ha）」である。

植生に関する変化では、震災後の裸地や水域に自然植生が回復したことを示す「無植生地から自然植生への変化（約96.6ha）」が最も多く、次いで、ススキ等の繁茂を示す「二次草原へ変化（39.6ha）」、ニセアカシアが繁茂したことを示す「外来木本の繁茂（13.3ha）」、塩生湿地植生からヨシ群落などへの変化を示す「自然植生から他の自然植生への変化（8.5ha）」が確認された。

表 2.8 直近1年間の変化の面積集計結果

凡例 番号	凡例	面積(ha)						全県合計
		青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	千葉県	
3	外来木本繁茂	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	13.3
4	自然植生から他の自然植生へ変化	0.7	2.2	5.5	0.1	0.0	0.0	8.5
6	無植生地から自然植生へ変化	6.3	1.1	61.3	11.4	9.2	7.2	96.6
7	荒地化	29.0	116.4	2,288.9	374.0	11.3	11.2	2,830.8
8	自然裸地化	6.8	1.5	29.6	26.3	1.1	0.0	65.3
9	人為的改変	10.1	291.0	2,100.4	289.1	18.1	27.1	2,735.7
10	流出・水没	1.6	5.1	43.6	14.8	0.0	0.0	65.1
11	二次草原へ変化	3.1	0.0	4.1	0.5	0.1	31.9	39.6
12	耕作開始	26.2	212.5	1,457.7	658.3	0.0	0.0	2,354.7
13	宅地造成・構造物建設	7.7	134.4	486.3	217.4	1.4	6.9	854.0
14	新たな植林・植栽	12.2	0.4	165.1	0.0	0.0	23.8	201.5
0	変化なし	3,002.7	5,372.5	25,430.2	9,751.5	2,515.9	2,403.6	48,476.5
改変地の面積の合計		103.8	764.6	6,655.7	1,591.9	41.1	108.0	9,265.1
津波浸水域の面積の合計		3,106.5	6,137.1	32,085.9	11,343.4	2,557.0	2,511.6	57,741.5
津波浸水域に占める改変地の割合(%)		3.34	12.46	20.74	14.03	1.61	4.30	16.05

改変地の面積の合計には「変化なし」を含めていない。

<凡例適用における留意点>

平成24年度に画像判読で変化を抽出した「①残存」および「②倒伏・枯死」は、平成25年度以降の変化抽出方法では改変地として抽出できない。また、「⑤自然植生が残存・再生」は震災前との比較が前提である為、直近1年間の変化の抽出では適用することができない。

上記のように、平成24年度に設定した改変図の凡例は、以降の改変箇所の抽出において更新できないものが含まれている。これらの取り扱いについては、次年度の課題として後述する。

b. 植生改変図（H26）の面積集計結果

植生改変図（H26）の県別の面積集計の結果を表 2.9 に示す。

過年度の変化の状況に直近 1 年間の改変状況を反映させた結果、津波浸水域全体で約 54% に当たる地域が改変地として図示された。最も面積が大きいのは「荒地化（約 14,000ha）」で、次いで「耕作開始（約 5,300ha）」、「人為的改変（4,500ha）」となっている。

特筆すべきは、土地利用の面積変化に比べれば変化は小さいが「無植生地から自然植生へ変化（約 402ha）」が示すように、砂丘植生や塩沼地植生等の自然植生が砂浜や湿地で新たに群落を形成していた点である。

全体的な傾向としては、震災から 3 年半が経過し、人為的な造成が継続される中で、人為的な変化に比べれば小さいが、自然植生が回復していることわかる。

表 2.9 植生改変図（H26）の県別の面積一覧

凡例 記号	凡例	面積 (ha)						
		青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	千葉県	全県
1	残存（5割以上残存）	512.2	244.7	388.1	154.0	67.6	44.5	1,411.0
2	倒伏・枯死（5割未満残存）	1.0	51.0	44.7	24.7	6.6	6.1	134.0
3	外来木本繁茂	1.1	1.7	137.1	0.1	0.0	0.0	140.1
4	自然植生から他の自然植生へ変化	5.8	44.1	113.6	53.7	0.6	0.0	217.7
5	自然植生が残存・再生	305.6	56.2	381.5	165.7	73.5	117.8	1,100.4
6	無植生地から自然植生へ変化	51.1	34.6	201.8	67.2	31.1	16.4	402.2
7	荒地化	188.0	1,563.1	7,166.9	4,967.5	136.4	213.6	14,235.5
8	自然裸地化	53.7	47.6	228.9	111.4	34.3	20.1	495.9
9	人為的改変	119.5	1,030.9	2,597.7	652.6	84.0	55.1	4,539.8
10	流出・水没	33.6	121.6	557.5	154.9	62.7	43.6	974.0
11	二次草原へ変化	4.5	5.1	51.6	36.9	38.9	93.2	230.3
12	耕作開始	37.4	340.6	3,828.6	1,127.2	4.9	10.6	5,349.1
13	宅地造成・構造物建設	28.4	374.7	864.6	260.4	29.9	31.4	1,589.3
14	新たな植林・植栽	15.1	0.6	165.1	0.0	0.1	51.6	232.4
0	変化なし	1,749.6	2,251.5	15,464.3	3,350.2	1,998.4	1,858.9	26,672.8
改変地の面積の合計		1,356.9	3,916.4	16,727.7	7,776.2	570.5	703.9	31,051.6
津波浸水域の面積		3,106.5	6,137.1	32,085.9	11,343.4	2,557.0	2,511.6	57,741.5
津波浸水域に占める改変地の割合 (%)		43.68	63.82	52.13	68.55	22.31	28.03	53.78

改変地の面積の合計には「変化なし」を含めていない。

c. 特筆すべき変化～無植生地から自然植生への変化の内訳～

植生に関連する変化のうち、特筆すべきものとして無植生地から自然植生への変化が挙げられる。これに含まれる凡例変化の主なパターンと面積の内訳を表 2.10 に示す。面積は平成 24 年から平成 25 年までの 1 年間、平成 25 年から平成 26 年まで 1 年間について整理した。

最も面積が大きかったのは、開放水域からヨシクラスへの変化（約 100ha）であった。ヨシクラスには、ヨシ、ヒメガマ、ウキヤガラ、サンカクイ、マコモ、ミクリ等の高茎の湿性草本が含まれる。次いで、自然裸地から砂丘植生への変化（約 33ha）が多く、ハマニンニクーコウボウムギ群集も含めると約 56ha となる。砂丘植生には、ハマヒルガオ、ハマニンニク、コウボウムギ、コウボウシバ、オカヒジキ、ハマニガナ等が含まれる。

平成 25 年度まではわずかであったが、開放水域からヒルムシロクラスへの変化が平成 26 年度にみられた（約 11ha）。ヒルムシロクラスには、ヒシ、ヒルムシロ、ヒツジグサ、アサザ等の浮葉・沈水植物が含まれる。現地で確認した代表的な種を表 2.11 に示す。

表 2.10 無植生地から自然植生への変化の主なパターン

震災後植生図 (H25)	→	震災後植生図 (H26)	面積 (ha)			主な立地
			H24 /H25	H25 /H26	合計	
開放水域	→	ヨシクラス	64.04	37.25	100.29	河川・河口 非耕作農地
自然裸地	→	砂丘植生	12.06	20.87	32.93	砂浜
自然裸地	→	ヨシクラス	23.95	4.68	28.63	河川・河口
自然裸地	→	ハマニンニクーコウボウムギ群集	14.52	8.38	22.9	砂浜
開放水域	→	ヒルムシロクラス	0.62	11.29	11.91	湖沼・水田

表 2.11 現地で確認した代表的な種

	
ヒシ (ヒルムシロクラス)	ヒルムシロ (ヒルムシロクラス)
	
オカヒジキ (砂丘植生)	サンカクイ (ヨシクラス)

d. 自然植生に関連する凡例の経年変化

植生改変図（H24）、植生改変図（H25）、植生改変図（H26）において、自然植生に関連する凡例の面積の推移を図 2.10 に示す。また、各凡例に該当する事例を表 2.12 に示す。

震災から1年半後の平成24年度に回復・繁茂していた自然植生を「自然植生が残存・再生」としたが、これらは自然あるいは人為の変化により年々減少していた。また、震災後の環境の変化から、ヨシ群落等から塩沼地植生等に変化したことを示す「自然植生から他の自然植生へ変化」についても、年々減少傾向がみられた。一方で、自然裸地や水域にヨシ群落や砂丘植生が繁茂したことを示す「無植生地から自然植生へ変化」は年々増加しており、新たな震災以前からの立地ではなく、新たな立地に自然植生が繁茂していることがうかがえる。

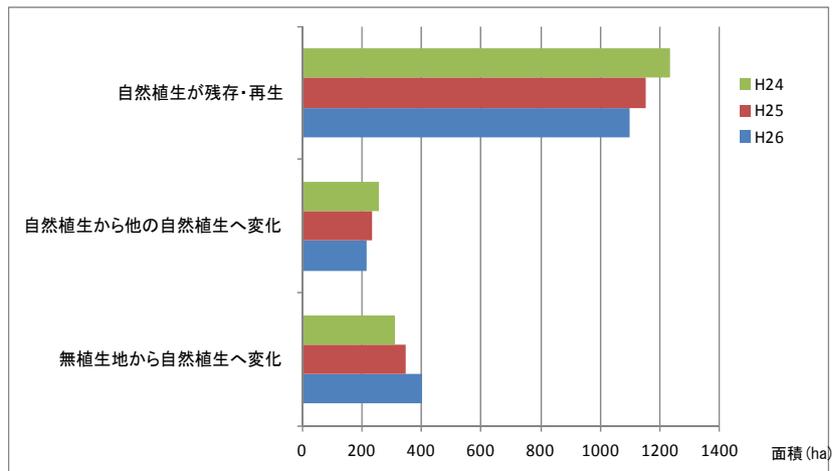


図 2.10 自然植生に関連する凡例の経年的な変化

表 2.12 自然植生に関連する凡例（事例）

<p>自然植生が残存・再生 写真は河岸のヨシ群落。震災の翌年には既に繁茂していた（宮城県石巻市）。</p>	<p>自然植生から他の自然植生へ変化 写真はかつてヨシ群落であった箇所へ成立した塩沼地植生（宮城県仙台市）。</p>
<p>無植生地から自然植生へ変化 写真は水域からヨシクラスへの変化した箇所（宮城県石巻市）。</p>	<p>無植生地から自然植生へ変化 写真は自然裸地から砂丘植生へ変化した箇所（宮城県仙台市）。</p>

e. 土地利用に関連する凡例の経年変化

植生改変図（H24）、植生改変図（H25）、植生改変図（H26）において、土地利用に関連する凡例の面積の推移を図 2.11 に示す。また、各凡例に該当する事例を表 2.13 に示す。

震災の前後において人為的な目的により土地が利用されていることから、「荒地化（空地雑草や非耕作農地）」、「人為的改変（造成地や表土剥ぎ取り）」、「耕作開始（水田・畑）」、「宅地造成・構造物建設」を土地利用に関連する凡例として定義し、面積を比較した。

荒地化が減少し、耕作開始や構造物建設が大きく増えているが、これは荒地化した箇所を造成し、耕作地や構造物を整備する一連の復興・復旧事業が大規模に進んでいることを示す。

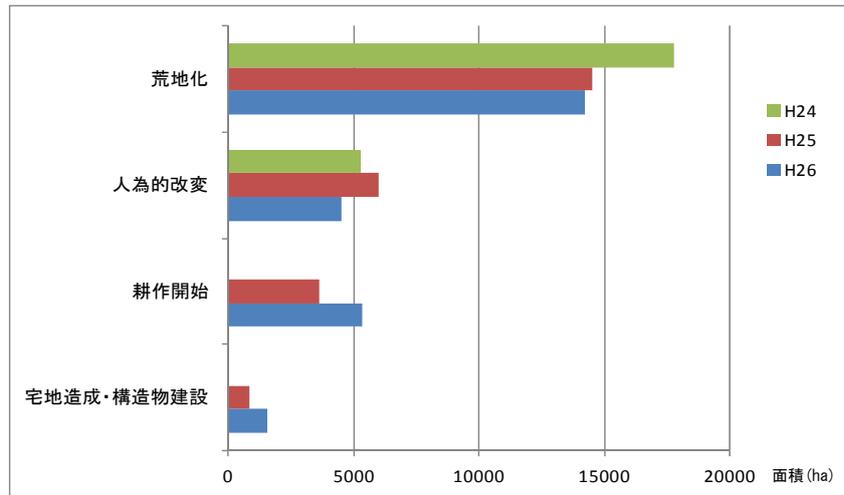


図 2.11 土地利用に関連する凡例の経年的な変化

表 2.13 土地利用に関連する凡例（事例）

	
<p>荒地化</p> <p>空地雑草群落や非耕作農地が含まれる。写真は非耕作農地（宮城県仙台市）。</p>	<p>人為的改変</p> <p>造成盛土、表土剥ぎ取り等が含まれる。写真は圃場整備中の水田（岩手県陸前高田市）。</p>
	
<p>耕作開始</p> <p>圃場整備後に作付された水田、畑が含まれる。写真は水田（宮城県石巻市）。</p>	<p>宅地造成・構造物建設</p> <p>コンクリート構造物等の建設が含まれる。写真は仙台湾岸の海岸堤防（宮城県岩沼市）。</p>

f. 樹林地に関連する凡例の経年変化

植生改変図（H24）、植生改変図（H25）、植生改変図（H26）において、樹林地に関連する凡例の面積の推移を図 2.12 に示す。また、各凡例に該当する事例を表 2.14 に示す。

震災の前後において樹木を含む凡例であることから、「残存（5割以上残存）」、「倒伏・枯死（5割未満残存）」、「外来木本の繁茂」、「新たな海岸林・植栽地」を樹林地に関連する凡例として定義し、面積を比較した。

「残存（5割以上残存）」や「倒伏・枯死（5割未満残存）」が年々減少している一方で、新たな植林が増加していた。このことから、津波により被災した海岸林から新たな海岸林を整備していることが推察される。また、外来木本は成長が早い為、現地では著しく繁茂、あるいは分布が拡大しているように見えるが、面積的にはやや減少していることが分かった。

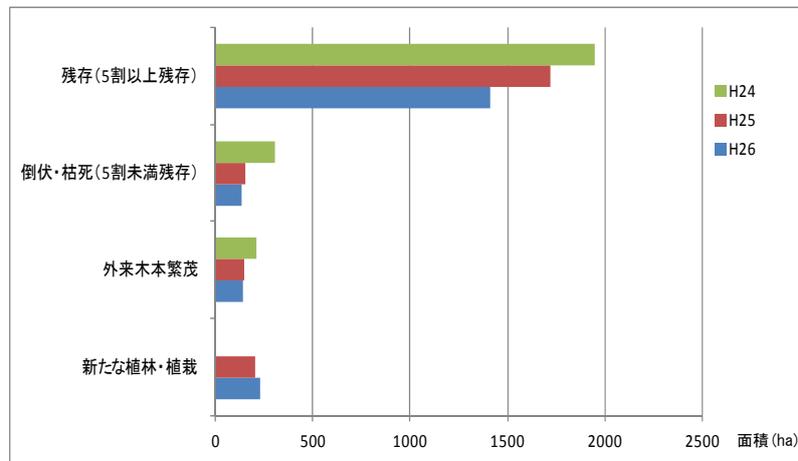


図 2.12 樹林地に関連する凡例の経年的な変化

表 2.14 樹林地に関連する凡例（事例）

	
<p>残存（5割以上残存） 震災直後の画像判読で区分した。写真はクロマツの海岸林が残存した箇所（宮城県仙台市）。</p>	<p>倒伏・枯死（5割未満残存） 震災直後の画像判読で区分した。写真は倒伏・枯死したクロマツの海岸林（青森県三沢市）。</p>
	
<p>外来木本繁茂 写真は海岸林の跡地にニセアカシアが繁茂した箇所（宮城県仙台市）。</p>	<p>新たな植林・植栽地 写真は震災後新たに植えられたクロマツの実生（宮城県岩沼市）。</p>

g. 県別の経年変化

植生改変図 (H26) の面積と過年度の植生改変図の面積を県別に比較した結果を以降に示す。面積的な変化のスケールが異なる為、土地利用凡例と植生凡例に分けて比較した。なお、「新たな植林・植栽」は人為的な利用目的がある凡例とし、土地利用に含めた。

◆青森県における変化の特徴

青森県における植生改変図の面積の経年的な変化を図 2.13 に示す。

土地利用では「荒地化」や「人為的改変」は横ばいかやや増加している一方で「耕作開始」、「人為的改変」、「新たな植林・植栽」が増加している。植生凡例についても概ね変化はないことから、青森県では「変化なし」に該当する箇所が人為的な改変により耕作地や構造物、新たな植林に置き換わっていると考えられる。特に沿岸部は、木柵で囲われた新たな植林（苗木の苗圃）が増えていることや、砂丘植生が広大な面積で残存（青森県三沢市等）していることが現地調査で確認されており、それらの特徴が数値に表れている。

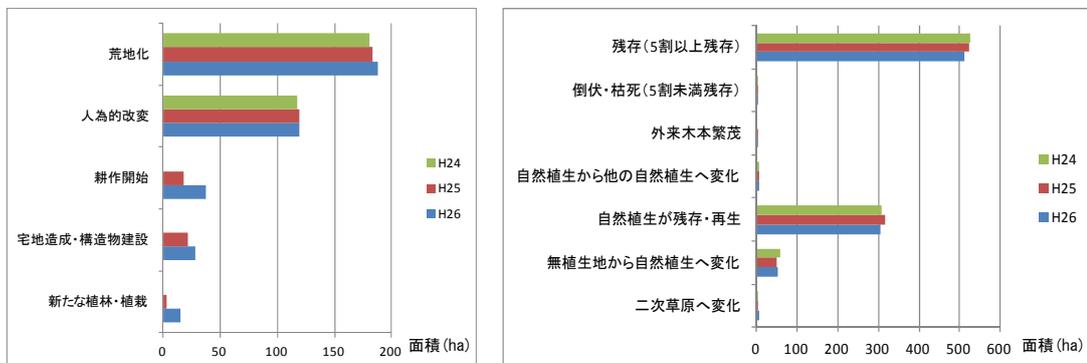


図 2.13 青森県における経年的な変化（左：土地利用凡例、右：植生凡例）

◆岩手県における変化の特徴

岩手県における植生改変図の面積の経年的な変化を図 2.14 に示す。

土地利用では「荒地化」の減少に伴い、「人為的改変」、「耕作開始」、「人為的改変」が増加しており、復旧・復興事業が大規模に進んでいることがうかがえる。一方、植生凡例では「残存」、「倒伏・枯死」、「自然植生が残存・再生」、「無植生地から自然植生へ変化」が減少傾向であり、自然植生の回復傾向がみられない。原因としては、大規模な砂浜や干潟などの植生が回復できる基盤環境が少ないためと推測される（海岸調査の結果も参照）。

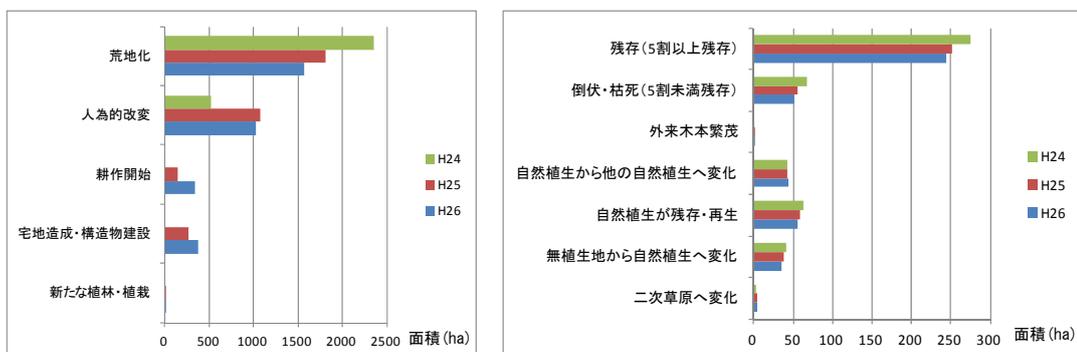


図 2.14 岩手県における経年的な変化（左：土地利用凡例、右：植生凡例）

◆宮城県における変化の特徴

宮城県における植生改変図の面積の経年的な変化を図 2.15 に示す。

土地利用凡例では、「荒地化」が昨年度に大規模に減少したこと、また、「人為的改変」が昨年度最も多かったことから、耕作開始の為の圃場整備や造成は昨年がピークであり、それに伴い耕作開始が増加していると考えられる。植生凡例では、残存する樹林や自然植生は減少している一方で、無植生地から自然植生への変化が増加傾向にあり、自然植生が部分的に回復していることが分かる。これらは仙台湾岸の砂丘や干潟（井土浦、蒲生干潟等）、河口域などの自然植生が回復可能な基盤環境が多いことによると考えられる。

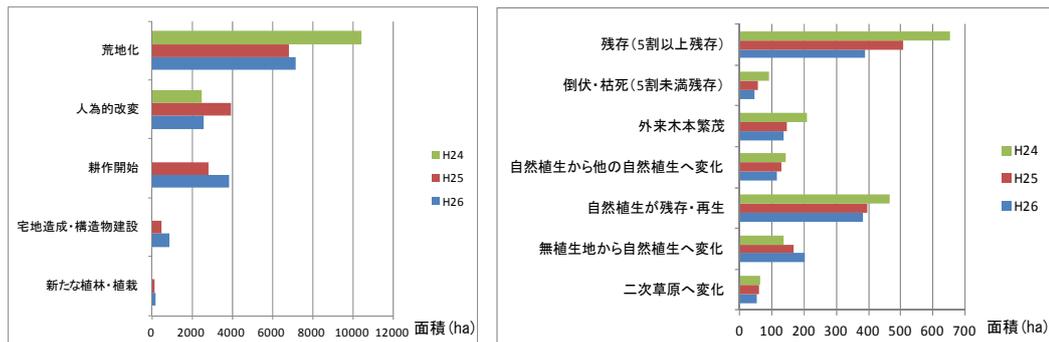


図 2.15 宮城県における経年的な変化（左：土地利用凡例、右：植生凡例）

◆福島県における変化の特徴

福島県における植生改変図の面積の経年的な変化を図 2.16 に示す。土地利用凡例では、一昨年度に「人為的改変」が最も多く、その後「荒地化」が最も多くなっている。これは除染による表土剥ぎ取りにより一時的に造成された後、耕作が開始されていなかったことを示している。なお、今年度は「荒地化」がやや少なくなり、「耕作開始」が増えており、農地が復旧していることがうかがえる。植生凡例では、今年度に「残存（5割以上残存）」が大幅に減少しており、樹木等の伐採・整理が行われたことを示している。また、「無植生地から自然植生へ変化」が増加傾向にあり、自然植生が緩やかに回復していることがうかがえる。

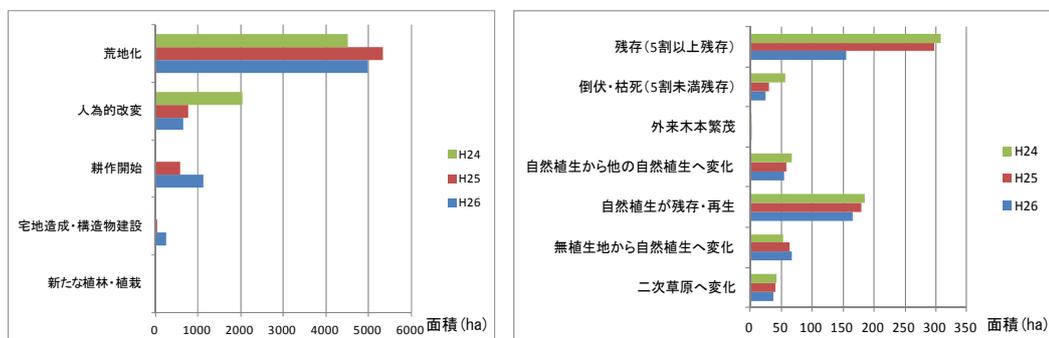


図 2.16 福島県における経年的な変化（左：土地利用凡例、右：植生凡例）

◆茨城県における変化の特徴

茨城県における植生改変図の面積の経年的な変化を図 2.17 に示す。

土地利用凡例では、「荒地化」がやや増加しているが、これらは非耕作農地ではなく、工場地帯の敷地内の空地雑草の繁茂による増加であった。「人為的改変」、「宅地造成・構造物建設」が増加しているが、これらは海岸堤防の復旧工事等による影響と考えられる。植生凡例では、「無植生地から自然植生への変化」が増加しており、面積は小さいが砂浜や河口域でヨシクラスや砂丘植生が回復した箇所があることを示している。

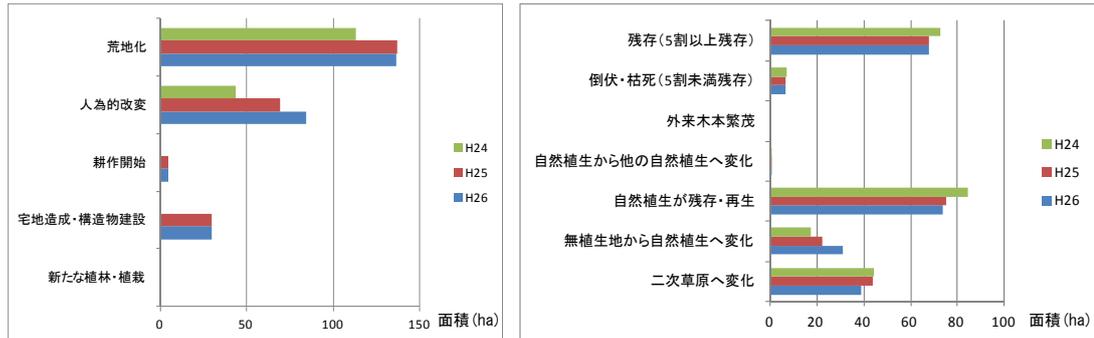


図 2.17 茨城県における経年的な変化（左：土地利用凡例、右：植生凡例）

◆千葉県における変化の特徴

千葉県における植生改変図の面積の経年的な変化を図 2.18 に示す。

土地利用凡例では、すべての凡例が増加傾向にあった。植生凡例のうち、「残存」、「倒伏・枯死」が大きく減少しているが、これらの残存していた樹林の整備が進み、「新たな植林・植栽」、「宅地造成・構造物建設」、「人為的改変」に置き換わっていると考えられる。

また、「倒伏・枯死」の跡地に、セイタカアワダチソウ等が繁茂し、路傍空地雑草が成立することで「荒地化」に置き換わり、また一部はススキ等の繁茂により「二次草原へ変化」に置き換わっていると考えられる。「無植生地から自然植生の変化」の増加と「自然植生の残存・再生」の減少が同時に起こっているが、これは主に九十九里浜の砂丘植生のうち、不安定な立地である砂丘前面において、砂丘植生が繁茂と衰退を繰り返しているためと考えられる。

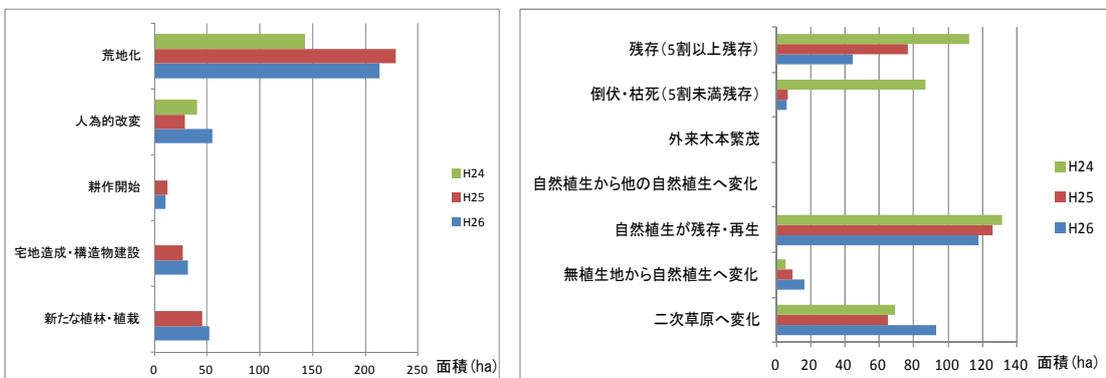


図 2.18 千葉県における経年的な変化（左：土地利用凡例、右：植生凡例）

2.4 植物群落の追跡調査

(1) 目的

植物群落の追跡調査では、植生景観調査と植生調査の2つの調査方法を採用した。植生景観調査は凡例設定の根拠情報を取得することを目的とし、組成調査は植生図に表現できない群落の組成と構造の変化を把握することを目的とした。

なお、植生図に表現できない変化とは、空地雑草群落や砂丘植生など、優占種が変化しても同じ凡例が適用され、変化として表現できないものを指す。

(2) 調査項目

植物群落追跡調査の調査項目を表 2.15 に示す。

表 2.15 植物群落追跡調査の項目

項目		内容
(1) 調査地点の選定		過年度の調査実施地点の中から、今年度実施する調査地点を選定した。
(2) 現地調査	①植生景観調査	現地確認箇所において、植生図の凡例適用の根拠となる情報(優占種、景観写真、位置情報等)を取得した。また、可能な限り昨年度と同じ地点で調査を実施した。
	②組成調査	津波浸水域の植物群落の群落構造と組成の変化を把握するために、昨年度と同じ調査地点で群落組成調査を実施した。
(3) 注目すべき種の抽出		組成調査の確認種の中から希少種を抽出し、位置情報を GIS データにとりまとめた。

(3) 調査地点の選定

平成 24 年度と平成 25 年度に調査を実施した地点のうち、646 地点(組成調査: 108 地点、植生景観調査: 536 地点)を継続調査地点として選定した。さらに、網羅的に調査を実施する為、平成 24 年度に実施し、平成 25 年は実施できなかった 126 地点(組成調査: 103 地点、植生景観調査: 23 地点)を加えた。

(4) 現地調査の方法

a. 植生景観調査

見通しのよい地点から凡例の相観の違いや群落の状況が把握できる景観写真を撮影し、撮影地点と撮影方向、相観的な特徴、主たる凡例名、優占種を記載した。撮影場所を GPS で記録し、昨年度の調査地点が近傍にある場合は、可能な限り同じ地点で調査を実施した。

植生景観調査の結果は、地点数の多かった凡例については、凡例ごとに優占種をとりまとめ、二次草地については優占種の経年比較を行った。

b. 組成調査

組成調査は植物社会学的手法に則り、ブロンーブランケの調査手法を用いた。調査地点はGPSで記録し、写真を撮影した。なお、とりまとめにおいては、自然環境保全基礎調査の組成調査で用いるデータベース等を使用した。

組成調査結果は昨年度と同様、今後の利活用がしやすいように自然環境保全基礎調査の植生調査の入力フォームを使用してとりまとめた（図 2.20）。



図 2.19 現地調査風景

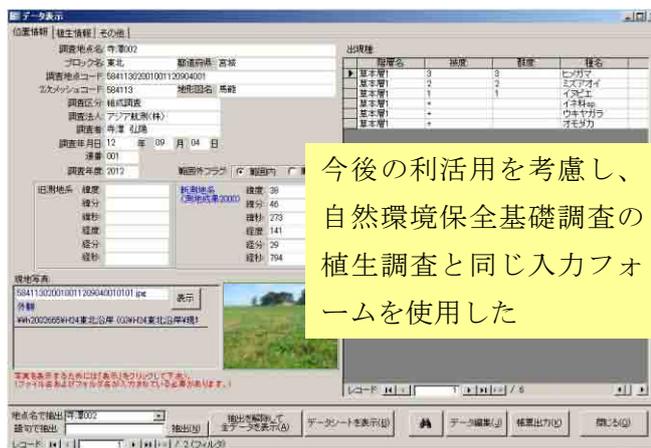


図 2.20 組成データのとりまとめ方法
(自然環境保全基礎調査のデータベース入力フォーム)

(5) 調査実施項目と数量

現地調査地点の県別の内訳を表 2.16 に示す。全県で、植生景観調査 562 地点（新規 3 地点）、組成調査 225 地点（新規 14 地点）、合計 787 地点で調査を実施した。

表 2.16 県別の調査地点数の内訳

	青森県	岩手県	宮城県	福島県	茨城県	千葉県	合計
植生景観調査	32	100	200	94	87	49	562
組成調査	28	43	59	46	31	18	225
合計	60	143	259	140	118	67	787

(6) 調査実施期間

平成 26 年 6 月 23 日 ～ 平成 26 年 10 月 26 日

(7) 調査実施範囲

調査実施地点を図 2.21、図 2.22 に示す。

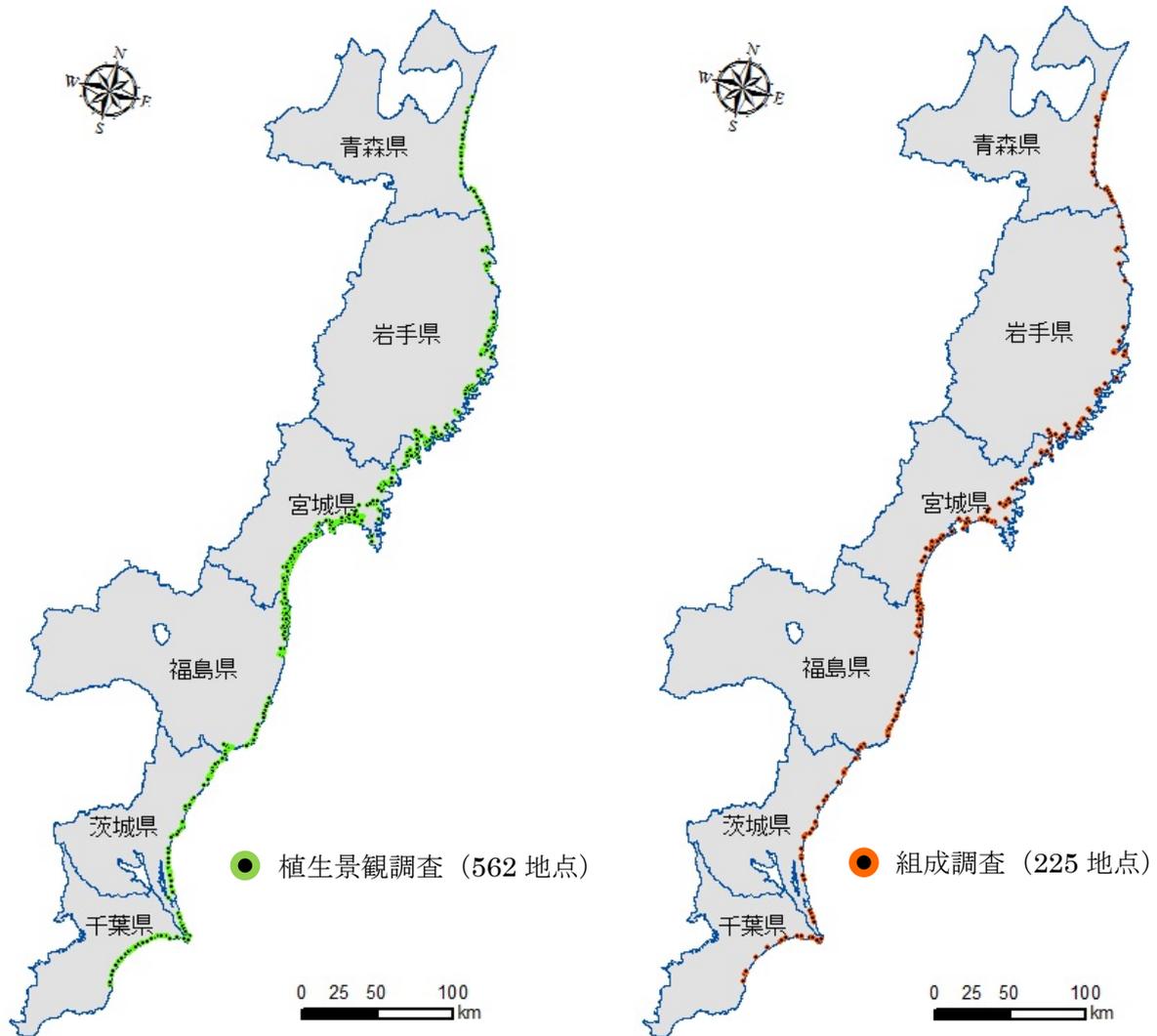


図 2.21 植生景観調査実施地点

図 2.22 組成調査実施地点

(8) 植生景観調査

植生景観調査の調査地点内訳を表 2.17 に示す。

調査結果は、昨年度の調査結果と共に GIS データに整理したほか、今年度使用する凡例設定の材料とした。

表 2.17 植生景観調査の調査地点内訳

凡例名称	地点数	凡例名称	地点数
1 空地雑草群落	99	22 開放水域	3
2 非耕作農地(水田雑草群落)	73	23 瓦礫置き場	3
3 砂丘植生	58	24 オニグルミ群落	2
4 造成地	55	25 コハマギク群落	2
5 水田雑草群落	50	26 ゴルフ場・芝地	2
6 自然裸地	36	27 その他植林	2
7 ヨシクラス	32	28 ツルヨシ群集	2
8 クロマツ植林	17	29 ハチジョウススキ群落	2
9 植林跡地	15	30 クロマツ群落	1
10 非耕作農地(畑雑草群落)	15	31 ケヤキ群落	1
11 表土剥ぎ取り	14	32 セイタカアワダチソウ群落	1
12 ハマニンニク-コウボウムギ群集	10	33 ニセアカシア高木群落	1
13 ススキ群団	9	34 ハマオトコヨモギ-コハマギク群集	1
14 ニセアカシア低木群落	8	35 ビニールハウス群	1
15 畑雑草群落	8	36 マサキトベラ群集	1
16 ハマグルマー-コウボウムギ群集	7	37 マサキトベラ群集	1
17 市街地等	7	38 メダケ	1
18 チガヤ群落	6	39 塩沼地植生	1
19 新たな植林(盛土)	5	40 低木群落	1
20 ヒルムシロクラス	4	41 非耕作農地(ススキ群団)	1
21 タブノキ群落	3	42 牧草地	1

<造成地、表土剥ぎ取り、開放水域などの無植生地における調査地点の取り扱いについて>

これらの凡例は植物群落を示すものではないが、昨年度に植生が見られた箇所が造成や表土剥ぎ取りにより消失、あるいは水没・流出したことを記録するために調査を実施した。

(9) 組成調査

組成調査地点の調査地点内訳を表 2.18 に示す。最も多く調査を実施した凡例は、空地雑草群落 (42 地点)、砂丘植生 (39 地点)、非耕作農地 (水田雑草群落) (25 地点) であった。造成地 (24 地点)、自然裸地 (2 地点)、表土剥ぎ取り地 (2 地点) 等の無植生地 (28 地点) で調査を実施しているが、これらの地点は昨年度に植物群落だったものが植被率 30%以下の群落、あるいは裸地となったことを示す。具体的な例としては人為的な改変の他、砂丘前面の攪乱を受けやすい立地の砂丘植生や 1 年生草本が中心の塩沼地植生が自然に消失したケースが該当する。

現地調結果は自然環境保全基礎調査の入力フォーマットに入力し、植生調査票としてとりまとめた。作成した植生調査票の例を表 2.19 に示す。

表 2.18 組成調査の調査地点内訳

	群落名	地点数		群落名	地点数
1	空地雑草群落	42	20	新たな植林(盛土)	2
2	砂丘植生	39	21	畑雑草群落	2
3	非耕作農地(水田雑草群落)	25	22	表土剥ぎ取り	2
4	造成地(植被率30%未満)	24	23	牧草地	2
5	クロマツ植林	10	24	ラセイタソウ-ハマギク群集	2
6	非耕作農地(畑雑草群落)	9	25	イソギク群落	1
7	ヨシクラス	8	26	オギ群集	1
8	ハマグルマー-コウボウムギ群集	7	27	コウボウシバ群落	1
9	ハマニンニク-コウボウムギ群集	7	28	コハマギク群落	1
10	植林跡地	6	29	シオクグ群落	1
11	塩沼地植生	5	30	スダジイ群落	1
12	水田雑草群落	5	31	セイタカアワダチソウ群落	1
13	市街地等	3	32	タブノキ群落	1
14	オニグルミ群落	2	33	ハマナス群落	1
15	チガヤ群落	2	34	ヒルムシロクラス	1
16	ニセアカシア低木群落	2	35	マサキートベラ群集	1
17	ハチジョウススキ群落	2	36	ヤナギ低木群落	1
18	ハマオトコヨモギ-コハマギク群集	2	37	ラセイタソウ-ハマギク群集	1
19	自然裸地	2	38	開放水域	1

<造成地、表土剥ぎ取り、市街地などの無植生地における調査地点の取り扱いについて>

植生景観調査と同様に、これらの凡例は植物群落を示すものではないが、昨年度に植生が見られた箇所が造成、表土剥ぎ取り、構造物建設により消失したことを記録するために調査を実施した。

表 2.19 自然環境保全基礎調査の入力フォーマットを用いて作成した植生調査票（例）

植生調査票							調査年度	2014
二次メッシュ		調査区分	法人ID	調査者ID	年月日	連番		
地点コード	574130	02	001	005	140915	001	調査地点名	MY1544
二次メッシュ	574130	地形図名	塩竈		調査年月日	14年09月15日		
ブロック名	東北	都道府県名	宮城	市町村名	七ヶ浜町	出現種数	19	
緯度	旧測地系				新測地系	38度 17分 30.29秒		
経度						141度 4分 0.23秒		
調査面積	5×5		海拔	15m	方位	-		
傾斜	0°		地形	平地	土壌	土壌		
風当	中		日当	陽	土湿	乾		
資料No.			資料名称					
発行年			発行者			記載された群落		
階層	優占種	高さ	植被率	胸高直径	種数			
高木層					(なし)			
亜高木層					(なし)			
低木層1					(なし)			
低木層2					(なし)			
草本層1	ススキ	2.0	98		19			
草本層2					(なし)			
コケ層					(なし)			
植生区分			凡例コード		凡例名			
大区分		中区分			細区分			
群落名	ススキ群落							
被度群度	種名	被度群度	種名	被度群度	種名			
<草本層1>								
4・4	ススキ							
2・2	クロマツ							
2・2	コマツナギ							
2・2	セイタカアワダチソウ							
2・2	テリハノイバラ							
2・2	ナガハグサ							
2・2	ニセアカシア							
1・1	センニンソウ							
1・1	ノコンギク							
1・1	ヤマグワ							
1・1	ヨモギ							
+	オオブタクサ							
+	ガマズミ							
+	カモガヤ							
+	コナラ							
+	スイカズラ							
+	ツタ							
+	ヒメイズイ							
+	ブタクサ							
調査法人名	アジア航測(株)							
調査者	小澤 正幸							
代表写真								
備考								

(10) 注目すべき種の抽出

a. 注目すべき種（希少種）の確認状況

今年度実施した組成調査（225 地点）の出現種の中から、環境省のレッドリストならびに各県のレッドリスト、レッドデータブックに該当する種を希少種として抽出した結果を表 2.20 に示す。

塩性湿地に生育するシバナやハマツナ、砂丘植生であるハマボウフウやハマナスなど、計 23 種を確認した。

表 2.20 組成調査で確認した希少種一覧

調査地点名	青森	岩手	宮城	福島	茨城	千葉	カテゴリー
1 ハマツナ				●			宮城(NT)、福島(A)、千葉(C)
2 イワレンゲ		●					環境省(VU)、茨城(CR)、千葉(X)
3 シャリンバイ				●	○	○	福島(B)
4 ハマナス	○					●	宮城(NT)、茨城(VU)、千葉(D)、
5 ハマボウフウ	○	●	○	●			岩手(B)、福島(B)、茨城(NT)、千葉(C)
6 イヨカズラ						●	宮城(要注目種)、福島(C)、茨城(EN)、千葉(D)
7 スナビキソウ					●		岩手(A)、宮城(VU)、福島(NE)、茨城(VU)、千葉(C)
8 ソナレムグラ						●	千葉(B)
9 イソギク						●	茨城(DD②)、千葉(D)
10 オナモミ				●			環境省(VU)、岩手(C)、宮城(VU)、茨城(DD②)
11 シロヨモギ	○		●		●		岩手(B)、宮城(CR+EN)、福島(C)、茨城(VU)
12 ネコノシタ					●	○	福島(EX)、茨城(VU)
13 ハマアザミ						●	千葉(B)
14 ハマギク	○	○		○	●		茨城(VU)
15 ハマニガナ	○	○	○	○	○	●	千葉(D)
16 シバナ	●						環境省(NT)、宮城(CR+EN)、茨城(EX)、千葉(B)
17 ヒゲスゲ						●	千葉(D)
18 ヒメウシオスゲ	●						環境省(NT)、青森(A)
19 ヒメガヤツリ			●				宮城(要注目種)
20 ナガミノオニシバ		●	○				岩手(D)、千葉(C)
21 ミズアオイ		●					環境省(NT)、青森(C)、岩手(A)、福島(B)、茨城(NT)、千葉(C)
22 スカシユリ	○	○			○	●	千葉(C)
23 ヒメイズイ			●				宮城(NT)、千葉(B)
計	23種	2種	4種	3種	4種	4種	8種

1)●選定基準に該当する希少種 ○確認された県においては希少種ではない種

2)選定基準について

- ・「環境省報道発表資料 第4次レッドリストの公表について」(平成24年 環境省)
EX:絶滅、CR+EN:絶滅危惧I類、CR:絶滅危惧II類、EN:絶滅危惧III類、VU:絶滅危惧IV類、NT:準絶滅危惧、DD:情報不足、LP:絶滅のおそれのある地域個体群
- ・「青森県の希少な野生生物—青森県レッドリスト(2010年改訂版)—」(平成22年 青森県)
EX:絶滅野生生物、A:最重要希少野生生物、B:重要希少野生生物、C:希少野生生物、D:要調査野生生物
LP:地域限定希少野生生物
- ・「レッドリストの改訂について」(平成25年 岩手県)
EX:絶滅、A:Aランク、B:Bランク、C:Cランク、D:Dランク、情:情報不足
- ・「宮城県レッドリストの公表について」(平成25年 宮城県)
EX:絶滅、EW:野生絶滅、CR+EN:絶滅危惧I類、CR:絶滅危惧II類、EN:絶滅危惧III類、VU:絶滅危惧IV類、NT:準絶滅危惧、DD:情報不足、LP:絶滅のおそれのある地域個体群、要注目種
- ・「レッドデータブックふくしま—福島県の絶滅のおそれのある野生生物—」(平成14年 福島県)
EX+EW:絶滅、A:絶滅危惧I類、B:絶滅危惧II類、C:準絶滅危惧、D:希少、N:注意、NE:未評価
- ・「茨城県版レッドデータブック <植物編>」(平成25年 茨城県)
EX:絶滅、CR:絶滅危惧I類、EN:絶滅危惧II類、VU:絶滅危惧III類、NT:準絶滅危惧、DD:情報不足(①注目種・②現状不明種)
- ・「千葉県の保護上重要な野生生物—千葉県レッドデータブック—」(平成21年 千葉県)
X:消息不明・絶滅生物(X)、B:重要保護生物(B)、C:要保護生物(C)、D:一般保護生物(D)、B-D:保護を要する生物(B-D)
EX:絶滅、EW:野生絶滅、CR+EN:絶滅危惧I類、CR:絶滅危惧II類、EN:絶滅危惧III類、VU:絶滅危惧IV類、NT:準絶滅危惧、DD:情報不足、LP:絶滅のおそれのある地域個体群
EX:絶滅、CR+EN:絶滅危惧I類、CR:絶滅危惧II類、EN:絶滅危惧III類、VU:絶滅危惧IV類、NT:準絶滅危惧、DD:情報不足、LP:絶滅のおそれのある地域個体群

b. 注目すべき種（希少種）の経年の確認状況

平成 24 年度から平成 26 年度までの希少種の確認状況を表 2. 21 に示す。延べ調査地点数が異なる為、確認種数の増減は比較できないが、砂浜に生育するハマナス、ハマボウフウ、ネコノシタ、マハニガナ、塩生湿地に生育するシバナ、ハマツツナ等は毎年確認されている。

表 2. 21 平成 24 年度から平成 26 年度における希少種の確認状況

科名	種名	H24	H25	H26
1	サンショウモ	●		
2	アカザ	●	●	●
3		●		
4	マツナ	●		
5	マツブサ	●		
6	センリョウ	●		
7	ケシ	●		
8	ナガミノツルキケマン	●		
9	ベンケイソウ		●	●
10	バラ	●	●	●
11		●	●	●
12	ミカン	●		
13	モチノキ	●		
14	グミ	●		
15	セリ	●	●	●
16			●	
17	モクセイ	●		
18	ガガイモ	●	●	●
19	アカネ			●
20	ムラサキ			●
21	キク	●	●	●
22		●		
23		●		●
24		●	●	●
25		●		●
26		●	●	●
27		●		
28		●		●
29	シバナ	●	●	●
30	カワツルモ	●		
31	イバラモ	●		
32	ユリ	●		●
33				●
34	ミズアオイ	●		●
35	イネ	●		
36				●
37		●		
38	ミクリ	●		
39	カヤツリグサ		●	●
40				●
41				●
24科	41種	31種	12種	23種

- 平成 25 年度に茨城県版レッドデータブック、宮城県レッドリスト、岩手県レッドリストがそれぞれ改定された。それらを含む新しい選定基準（表 2. 20 下段）に基づき、平成 24 年度の調査結果から希少種を再抽出した。
- 各年度の組成調査地点数は以下の通り。
平成 24 年度：448 地点、平成 25 年度：113 地点、平成 26 年：225 地点。

(11) 植物群落の経年変化

被災地域の大部分を占める空地雑草群落、非耕作農地（水田雑草群落）、非耕作農地（畑雑草群落）の合計 281 地点について、植生景観調査ならびに組成調査の結果を用い、優占種の変化を整理した（図 2. 23、図 2. 24）。

造成地や表土剥ぎ取りにより 40 地点が無植生となり、8 地点で耕作が開始されていた。二次植生が繁茂していた地点のうち、湿性草本であるイヌビエが優占する地点が 13 地点減少しており、湿性の環境が大きく減少したことが分かる。また、2 年性草本であるヒメムカシヨモギが優占する地点は 13 地点減少しており、一昨年に定着した個体の繁茂が落ち着き、多年生草本が優占する群落へと遷移が進んでいる地点があると考えられる。一方で、帰化植物であるセイタカアワダチソウが優占する地点は 5 地点増加しており、このような地点では、今後の分布の拡大やさらなる繁茂が懸念される。

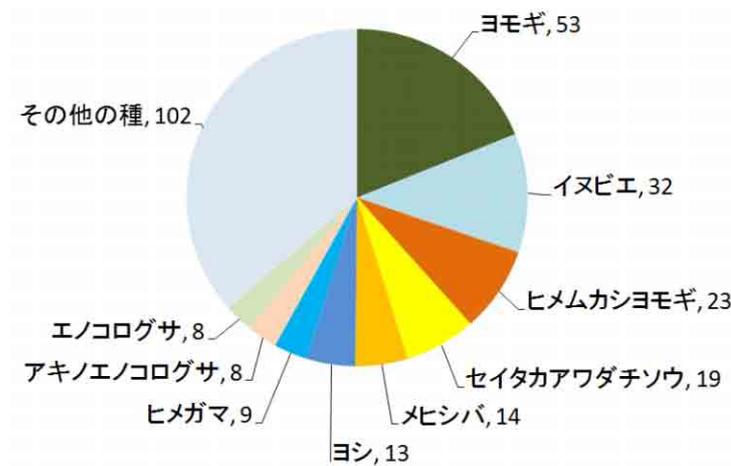


図 2. 23 二次草地における過年度の優占種の内訳 (n=281)

数字は地点数を示す。

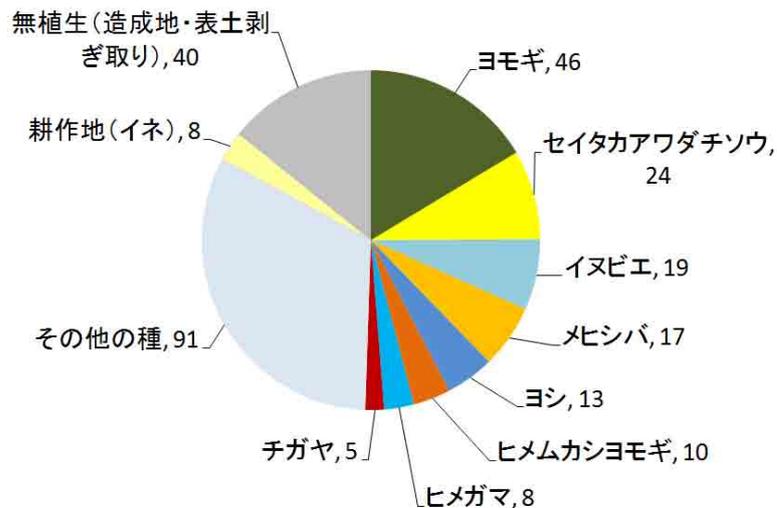


図 2. 24 二次草地における平成 26 年度の優占種の内訳 (n=281)

数字は地点数を示す。

2.5 植林跡地の詳細調査（補足調査）

(1) 背景・目的

植生図の凡例の一つとして津波被害を受けた植林地を「植林跡地」とした。植林跡地には砂丘植生、二次草地、湿性草地、低木林などがモザイク状に分布し植生図の縮尺（1/10,000）では均質な群落内容の図化が困難な立地であった。

このような立地は、自然植生、外来種の繁茂など、複雑な遷移途上にあり今後の動態が注目されるため、植生調査の一環として今年度新たに詳細な現地調査を実施し、実態を把握・整理した。

(2) 調査方法

凡例毎に群落組成調査を実施し、縮尺約 1/1,000～1/2,000 程度の植生図を作成した。補足的にフロラ調査を実施し、希少種や種レベルの多様性を把握した。

(3) 調査範囲

調査範囲を図 2.25 に示す。

調査は、植林跡地が残存する南蒲生、井土浦、広浦南の 3 地点で実施した。



図 2.25 調査地点（赤枠が調査範囲）

(4) 調査期間

平成 26 年 9 月 20 日 ～ 平成 26 年 9 月 24 日

(5) 調査結果

a. 植林跡地の植物群落

植林跡地で確認した植物群落を表 2.22 に示す。砂浜の群落、湿性の草本群落、乾性の草本群落、低木群落に区分される合計 26 群落であった。

表 2.22 植林跡地で確認された植物群落の一覧

No.	区分	群落名称	南蒲生	井土浦	広浦南
1	砂浜の群落	ウンラン群落			●
2		コウボウシバ群落		●	
3		コウボウシバ-コウボウムギ群落			●
4		シバ群落		●	●
5		カワラヨモギ群落			●
6	湿性の草本群落	ヒライ群落	●	●	
7		カモノハシ群落	●		
8		イヌビエ-オオイノタデ群落(イヌビエ群落含む)	●	●	
9		ヒメガマ群落	●	●	●
10		ヨシ群落	●	●	●
11		ヤマアワ群落	●	●	●
12		シオクグ群落	●		
13		コウガイゼキショウ群落(タチコウガイゼキショウ群落を含む)	●		●
14	イーカヤツリグサ群落		●	●	
15	乾性の草本群落	メヒシバ群落			●
16		ヨモギ-セイタカアワダチソウ群落	●	●	●
17		ススキ群落	●		●
18		ススキ-チガヤ群落			●
19		ススキ-セイタカアワダチソウ群落		●	●
20		チガヤ群落	●	●	●
21		アズマザサ群落		●	
22	低木群落	ヤダケ群落		●	
23		アズマネザサ群落	●	●	
24		クロマツ低木群落			
25		ヌルデ-タラノキ-カスミザクラ等陽性低木群落	●		
26		ニシアカシア群落	●	●	●
-	残存	クロマツ-アカマツ残存林	●	●	
-	-	水域	●		●

b. 詳細植生図

各地点において作成した詳細植生図を図 2.26～図 2.31 に示す。

c. 各地点の群落の分布の特徴

◆南蒲生

コウボウムギやハマヒルガオ等の砂浜の植物は、林床に生育するものの、まとまった群落は形成していない。湿性の草本群落が多様で、根返り跡（ピット）には水がたまり、タチコウガイゼキショウが縁取るように生育する。一方、乾性の立地にはススキ群落が広く分布する。内陸側には、アカマツあるいはクロマツの残存林が筋状に残っており、間を埋めるようにニセアカシアの低木群落が広がる。ニセアカシア群落と、ヌルデ・タラノキ・カスミザクラ等陽性低木群落の組成はほとんど同一であるが、ニセアカシアが優占する点で区分した。

◆井土浦

砂浜の群落や湿性の草本群落は散在する程度で、アズマザサ、アズマネザサ、ニセアカシアが広く分布する。ヨモギ、セイタカアワダチソウが繁茂する場所が多い。また、この地点には、根返り跡が少なく、小規模な水域は確認していない。人工的に掘られた水路跡に水が溜まっており、その縁に湿性の草本群落がわずかに分布する。

◆広浦南

カワラヨモギやシバなど、乾燥した砂地に見られる植物が広く分布する他、チガヤ、ススキ群落がまとまって分布する。アカマツやクロマツの残存木はなく、根返り跡が多数存在する。根返り跡には水がたまり、これらの縁には、コウガイゼキショウ群落やヒメガマ群落が分布する。

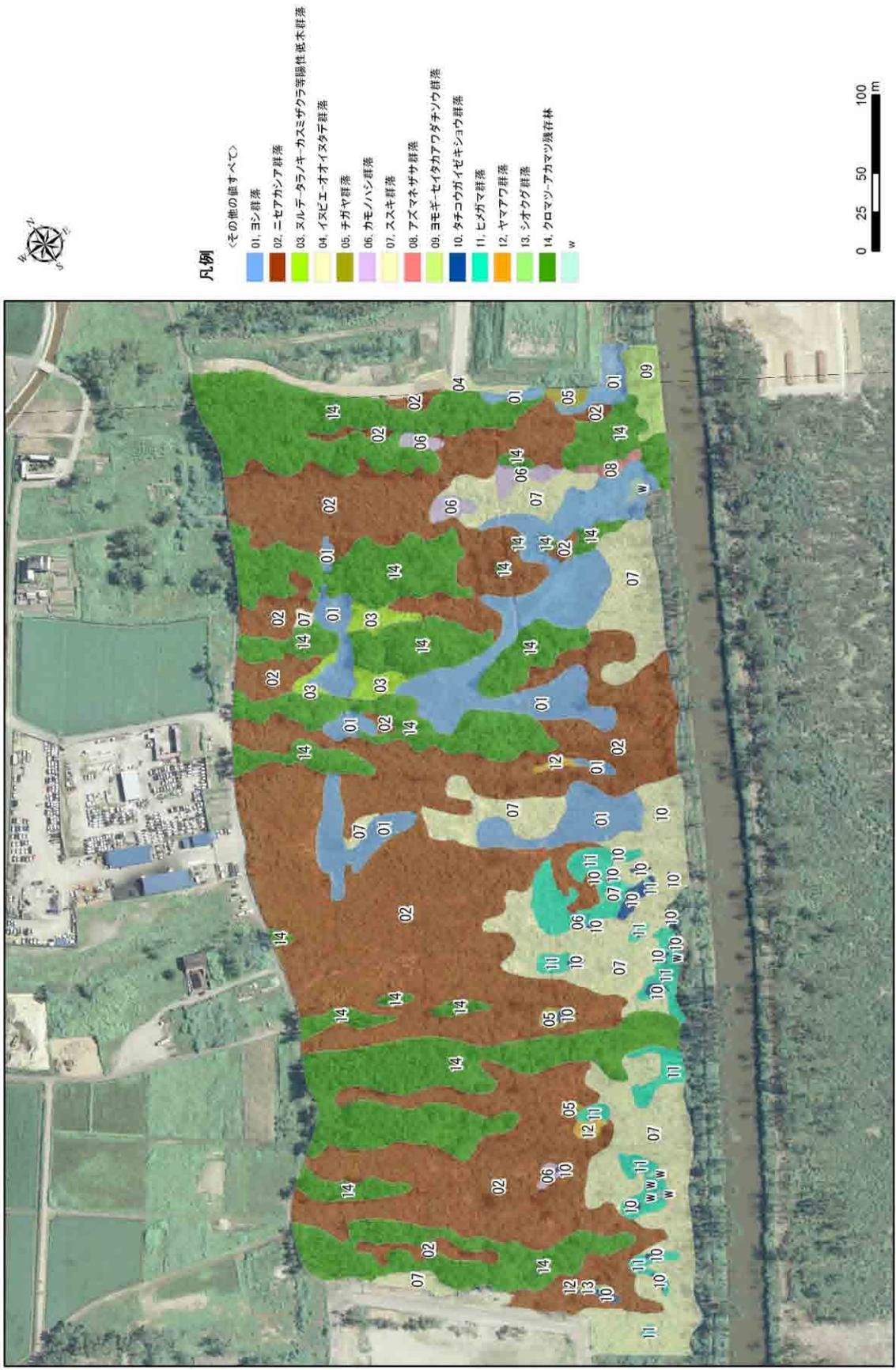
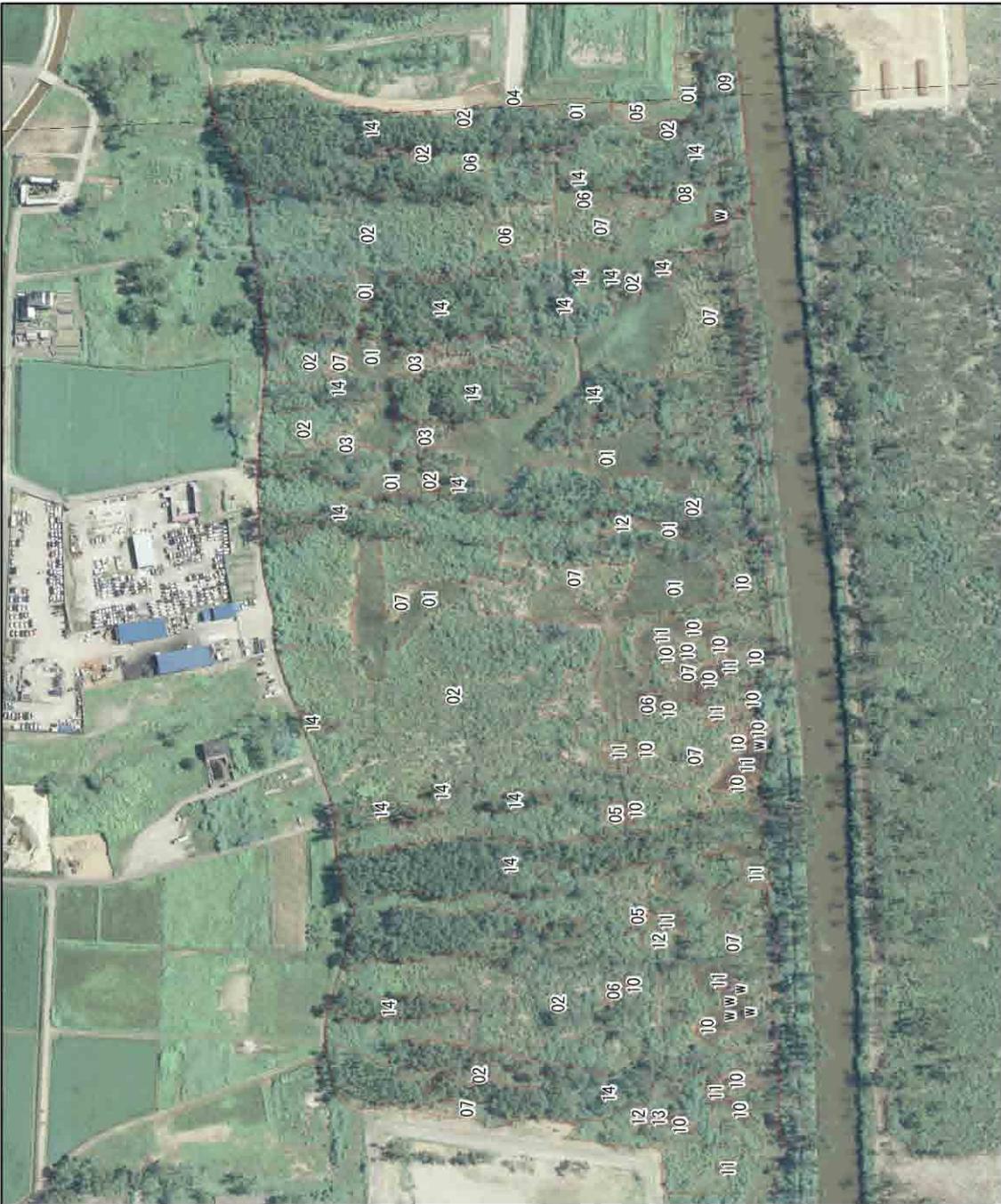


図 2.26 詳細植生図 (南蒲生)



凡例

- 01, ヨシ群落
- 02, ニセアカシア群落
- 03, ナルテ-タラノキ-カスミサクラ等副生草本群落
- 04, イヌビエ-オオイヌグテ群落
- 05, ナカヤ群落
- 06, カモノハシ群落
- 07, ススキ群落
- 08, アスマネササ群落
- 09, ヨモギ-セイカアワウチソウ群落
- 10, タチコウガイヒキシヨウ群落
- 11, ヒメガマ群落
- 12, ヤマアワ群落
- 13, シオクグ群落
- 14, クロマツ-アカマツ雑種林

図 2.27 詳細植生図 (南蒲生)

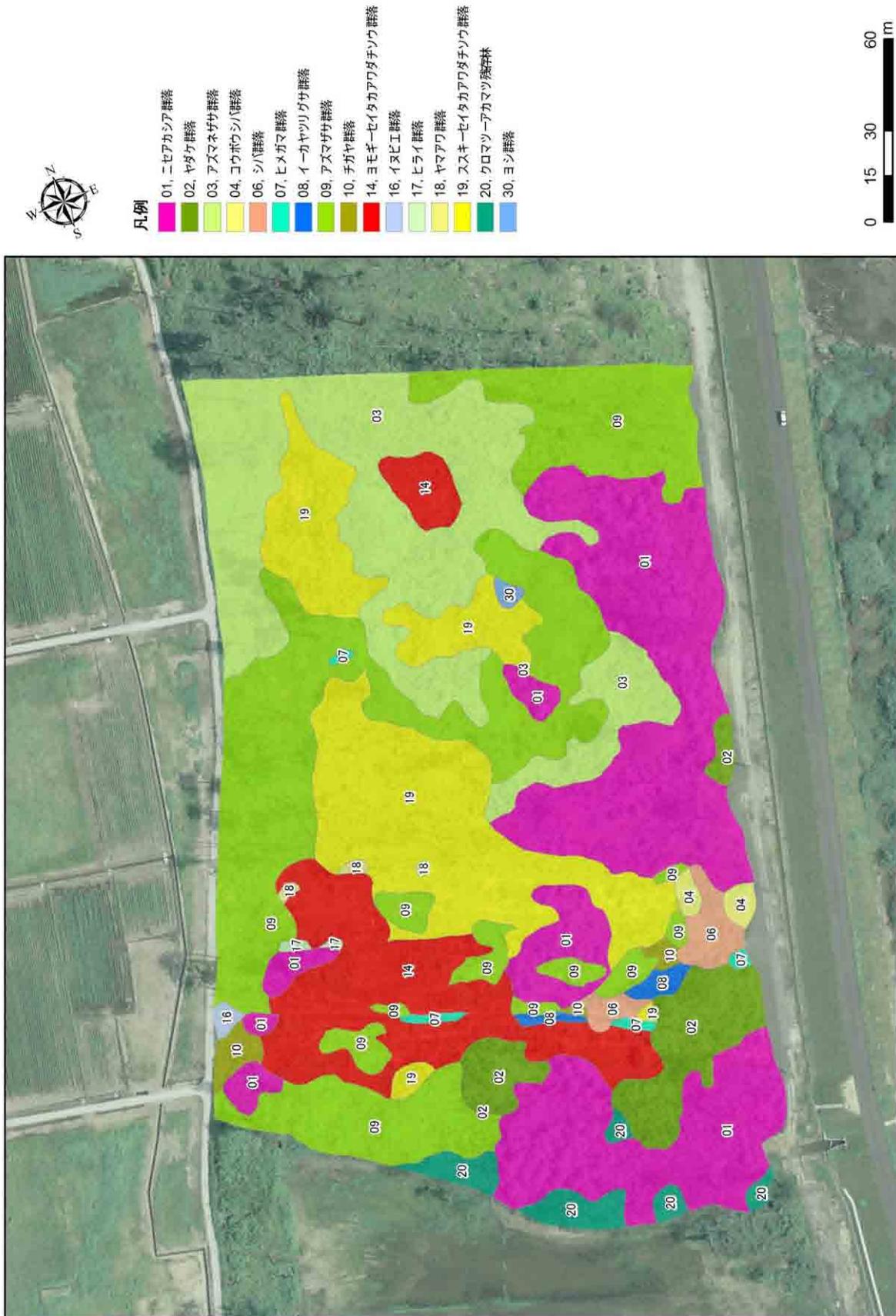


図 2.38 詳細植生図（井土浦）



図 2.29 詳細植生図 (井土浦)

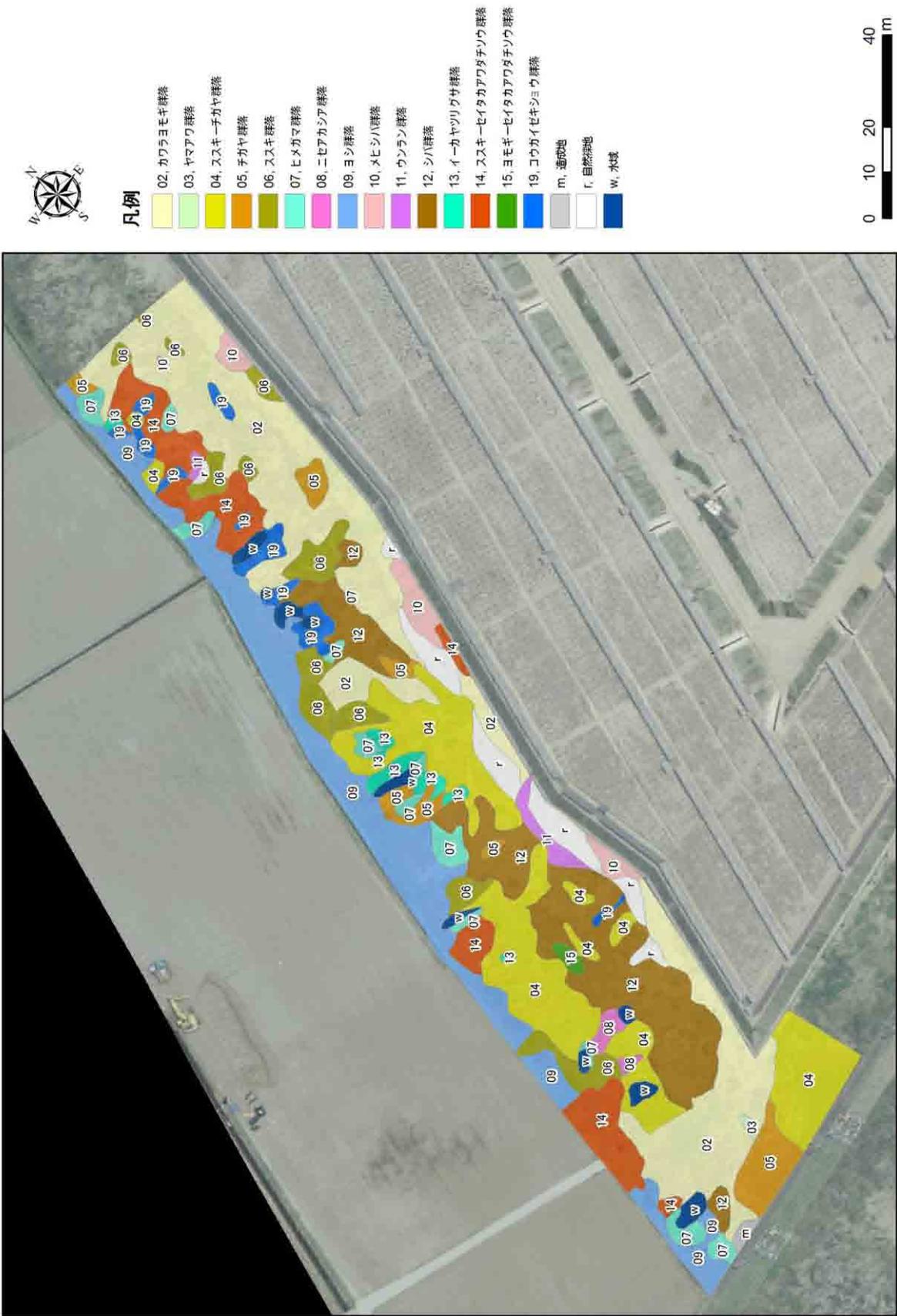


図 2.30 詳細植生図（広浦南）



凡例

- 02, カワラモキ群落
- 03, ヤマアワ群落
- 04, ススキ一子ガヤ群落
- 05, チガヤ群落
- 06, ススキ群落
- 07, ヒメガマ群落
- 08, ニホアカシア群落
- 09, ヨシ群落
- 10, メヒシハ群落
- 11, ウツラン群落
- 12, シハ群落
- 13, イーカヤツリタガシ群落
- 14, ススキ一セイタカアワダチソウ群落
- 15, ヨモギ一セイタカアワダチソウ群落
- 19, コウガイゼキショウ群落
- m, 運砂地
- r, 自然草地
- w, 水域

図 2.31 詳細植生図 (広浦南)

(6) 植林跡地の詳細調査のまとめ

a. 植林跡地の植物群落と今後の遷移

植林跡地の中で低木群落が見られる箇所は、やがて樹林へと遷移していくことが予想される。特に、ニセアカシアが優占し始めた南蒲生では、比較的早い段階で亜高木林へと遷移するものと考えられる。一方で、アズマザサやアズマネザサ、ヤダケが多い井土浦では、既に日光を十分に得られる空間が少なく、樹木の実生から樹林への遷移が容易ではないと推察される。帰化植物が少ない箇所ではススキが優占するものの、乾性の草本群落には、セイタカアワダチソウやヒメムカシヨモギ、メマツヨウグサ等の帰化植物が侵入・繁茂している箇所もある。広浦では低木群落は見られないものの、アキグミやヤマグワ等、鳥によって種子散布される木本類が散見されていることから、徐々に低木群落へと遷移する可能性がある。

b. 植林跡地の生物多様性について

本調査の結果から、植林跡地には非常に多様な植物群落がモザイク状に分布していることがわかった。中には井土浦のようにニセアカシアやササ・タケ類が繁茂し、寡占状態になりつつある箇所が見られる一方で、広浦南や南蒲生のように、局所的に湿性の草本群落が分布する箇所もあった。植林跡地には震災以前の起伏に富んだ地形が残存している箇所があり、これらのくぼ地の部分では降雨等により適度な集水が起こるため、微小な湿性環境が震災後約4年たった現在でも乾燥することなく維持されていると考えられる。今後も地形的な変化がない限りは、湿潤な環境が維持されていくものと推察される。

また、植林跡地の立地の中でも、樹木の寝返り跡は大規模災害に特有の環境であり、湿性の植物群落の重要なハビタットとなっていた。これらの水域にはイトモやミクリといった希少種が生育していたことから、希少な環境として存続されることが望ましい。

震災後、植林跡地は新たな植林の為の盛土により埋め立てられており、手つかずの植林跡地は年々減少しているが、残存する植林跡地が今後どのように自然に遷移していくのか、引き続きモニタリング調査を実施していくことが望ましい。

2.6 GIS データの作成

震災後植生図 (H26)、植生変化図 (H26)、現地調査地点の取得データ、植林跡地の詳細植生図について GIS データを作成した。GIS データは kml (kmz) 形式および shp 形式で作成した。

2.7 植生調査のまとめ

東日本大震災から3年半が経過し、復旧・復興工事の大規模な人為的な改変が津波浸水域およびその周辺で続いている。これらの大規模な変化の中で、砂丘植生や塩沼地植生等の自然植生は着実に回復していることが本調査の結果から分かった。震災後新たに出現した湿地や、複数の植物群落がモザイク状に集合した植林跡地など、生物多様性保全にとって重要なハビタットが残存していることが確認された。今後、これらの環境がどのように遷移するのか、定期的にモニタリングしていく必要がある。

2.8 今後の課題

今年度の調査を終え、植生図については4時期、植生改変図については3時期のデータが揃った。今後、震災による植生への影響を、津波等による改変、人為的改変、自然遷移の観点から評価するため、これらのデータと植物群落の追跡調査の結果を有効活用し、再度、整理・評価する必要がある。特に、非耕作農地や植林跡地等については遷移の方向性に着目し、具体的な群落がどのような遷移の途上であるかを改めて整理する必要がある。また、今後、他の地域での自然災害時での適用に備え、到達困難地への対応や植生図化効率化のための衛星画像の利用を含め、広域的な植生図化と植生改変図作成の一連の手法を標準的なものとして整理しておくことも重要である。さらに、震災後、県のレッドデータブックや希少な植物群落情報についても報告が散見されることから、これらと環境省の調査結果を関連づけてとりまとめ、震災影響評価の基礎資料とすることも情報連携という観点から望ましい取組みと考える。

以下に、今年度の調査の結果、今後の検討を要すると考えられる事項を、課題として整理した。

a. 震災後植生図の凡例検討

震災後植生図の凡例は、複数の群落を包括する大区分凡例と、特定の群落や群集のみを指す小区分凡例とが混在しており、植生図を利用する者が一見どのような植物群落を含んでいるのか理解し難い部分がある。具体的には、非耕作農地にヨシ群落が成立している場合と、ヨシクラスとして自然立地にヨシ群落が成立している場合を分けて表現しているが、非耕作農地からヨシ群落をすぐに推察できなかつたり、現地では一様にヨシが生育しているにも関わらず、過去の土地利用により凡例適用が異なるという煩雑な状況が散見される。今後は利用者にとってわかり易い階層構造、凡例名称を考案する必要がある。

b. 植生改変図の凡例検討

先に P2-17 で述べたように、植生改変図の凡例のうち、「①残存」「②倒伏・枯死」は、平成24年度に画像による植生判読で凡例を区分している為、以降の植生図同士のオーバーレイでは更新することができない。また、「⑤自然植生が残存・再生」は、震災前後の凡例の変化を評価する凡例であり、直近の変化の抽出では適用できない。複数時期の植生図を用いた変化の抽出方法については、専門家の意見を参考に十分に検討を行う必要がある。

3. 特定植物群落の調査

3.1 調査目的

特定植物群落は我が国の重要な自然資源であり、震災による影響を的確に把握し、今後に備える必要がある。このため、平成 24 年度業務及び平成 25 年度業務で調査を行った特定植物群落のうち、地震等による影響が確認された 22 群落及び影響が「不明」または対象外であった 4 群落、計 26 群落（表 3.1、図 3.2～3.3）について、群落の変化状況等を確認するための現況調査を行った。

表 3.1 平成 26 年度 特定植物群落調査箇所一覧

県	No.	県対照番号	特定植物群落_名称	平成 24 年度		平成 25 年度		GISデータ ※2	面積 (ha) ※3	備考	
				調査対象	評価 ※1	調査対象	変化状況				
青森県	1	11	高瀬川塩沼地植物群落	○	B			a	35		
	(2件)	2	124	尾駱沼河口の塩沼地植生	○	B			a	15	
岩手県	3	29	高田松原のクロマツ植栽林	○	A			a	14		
	(2件)	4	120	太田の浜のエゾオグルマ	○	D	○	個体数減少	p	0.002	
宮城県	5	17	追波川の河辺植生	○	B			a	840		
	(15件)	6	23	石巻湾沿岸の海岸林	○	A			a	370	
	7	26	松島の海岸林	○	B			a	850		
	8	29	蒲生の塩生植物群落	○	A			a	20		
	9	30	仙台湾沿岸の海岸林	○	A			a	1050		
	10	31	仙台湾沿岸の砂浜植物群落			○	面積減少	a	240		
	11	42	井土浦の塩生植物群落			○	群落構成変化	a	40		
	12	80	大谷海岸のハマナス群落	○	A			a	4.65		
	13	81	歌津半島のタブ林	○	D			a	2.5	H24:D、H25 対象外	
	14	87	長面浜の砂丘植生					a	20	H24、H25 対象外	
	15	90	北上運河（貞山堀）のクロマツ林	○	A			a	115		
	16	91	浜市のハマナス群落			○	群落消失	a	1		
	17	106	福島県境海浜のクロマツ・ハイネズ群落	○	D	○	群落構成変化	a	38		
	18	133	磯の水神沼・沼沢植物群落	○	D	○	面積減少	a	8		
	19	138	朴島のタブ林					a	0.5	H24、H25 対象外	
	福島県	20	1	海老浜のマルバシヤリンバイ自生地	○	D	○	個体数減少	p	0.006	
		(2件)	21	12	小浜のコシダ、ウラジロ群落	○	B			a	0.3
	千葉県	22	8	九十九里浜北部の砂丘群落	○	B			a	10	
		(5件)	23	9	九十九里浜の中央北部の砂丘群落	○	B			a	75
24		20	九十九里町のハマニンニク群落	○	B			a	6		
25		21	長生村一松の砂丘群落	○	B			a	20		
26		30	部原の海岸林	○	D			a	0.5	H24:D、H25 対象外	

※塗りつぶし（灰色）は、過年度調査で震災による影響が「不明」または対象外であった群落。

※1 A：完全に消失、あるいは大部分が消失した、B：被害は見られるが、残存している（再生したと推定される箇所も含む）、C：大きな影響はみられなかった（今年度対象なし）、D：不明（調査範囲内に該当する群落が見られない、津波による影響か判断が困難）

※2 GISデータ種別 a：エリア（ポリゴン）、p：ポイントデータを示す。

※3 第5回自然環境情報GISデータより

3.2 調査方法

調査対象群落について、平成 24 年度及び平成 25 年度調査結果、特定植物群落に関わる過年度調査資料（第 2 回/第 3 回/第 5 回特定植物群落調査票、群落位置図等）及び対象地の最新の衛星画像等をもとに、平成 26 年秋季（10～11 月）に表 3.2 に示す現況調査を実施した。

なお、現況調査にあたっては、現地の特定植物群落に詳しい有識者（5 名）にヒアリングを実施し、調査方法や現地の情報を得た上で調査を行った（有識者ヒアリング結果については 7 章参照）。

表 3.2 特定植物群落の現況調査概要

項目	内容等
追跡調査	第 5 回自然環境保全基礎調査（特定植物群落調査）の追跡調査実施要領にもとづき「特定植物群落調査票（追跡調査）（図 3.1 左）」に調査対象群落の現況および過年度調査結果からの変化状況等を記録した。
津波影響調査	調査対象群落が明らかに地震・津波による影響を受けている場合は、必要に応じて植生学会/NACS-J の「津波影響調査票（図 3.1 右）」に必要項目を記入した。
現地写真撮影	調査対象群落の外観や群落構造等の概要がわかるように現地写真撮影を行った。
群落位置の確認	調査対象群落の過年度位置（指定範囲）が現況と異なっている場合は、地形図上に変更範囲等を記録した。
群落組成調査	前回の調査地点がわかる場合等は、必要に応じて群落組成調査を実施した。

<別紙 2-1>

特定植物群落調査票
(追跡調査)

(12) 取扱	(1) 調査年度	(2) 郡道府県
(3) 対照番号	(4) 地図番号	(5) 1/5 地形図
(6) 件名	(7) 測定基準	
(8) 位置	(9) 所在市町村	(10) 標高 (m)
(11) 面積 (ha)	(13) 相観区分	(14) 立地区分
(ア) 変化状況及び原因	(イ) 保護の現状及びインパクト	(ウ) 特記事項
(エ) 調査方法等	(オ) 調査者氏名	

No. (事務局記入) 津波影響調査票 (表) 調査番号

群落名

調査者

連絡先

現地調査 201 年 月 日

調査 市町村

GPS: N ° ° ° E ° ° °

特定 群落 RDB 天然 その他

斜面方位 傾斜 海拔

全国 県 市町村

1 津波前の立地 防壊堤の除削 防潮堤の海側 防潮堤なし

砂浜 磯浜 海崖 干潟・塩害地 後背地 河辺 斜面下部 上部 その他

2 津波による立地の変化

沈水して消失 崖地化 面積縮小 表土流出 堆砂 岩盤露出 その他 無し

3 津波後の人為的な立地改変

裸地化 アスファルト化 盛土 土留め 仮設堤防 植林 その他 無し

4 群落の現状 消失 なぎ倒し 崖害 移入種繁殖 その他の劣化 影響無し・軽微

階層	高さ m	植被率 %	優占種・被度等
T1			
T2			
S			
H			

注目すべき希少種、移入種、その他 (自由記載)

写真 No.

植生調査票 No.

公開不可

植生学会・NACS-J

図 3.2 特定植物群落追跡調査票 (左) 及び津波影響調査票 (右)

出典 左: 第 5 回基礎調査特定植物群落調査報告書 http://www.biodic.go.jp/reports2/5th/vgt_toku/index.html、
右: NACS-J 東日本海岸調査 WEB http://tohoku.ikimonomap.info/wp-content/uploads/2012/04/RDB_Sheet.pdf

3.3 調査結果

(1) 平成 26 年度調査結果概要

現況調査の結果、平成 26 年度対象群落のうち、津波等による影響が認められたのは 15 群落（岩手 2 件、宮城 12 件、福島 1 件）、影響なし（または極めて軽微）と判断されたのは 11 群落（青森 2 件、宮城 3 件、福島 1 件、千葉 5 件）であった（表 3.3、図 3.2～3.3）。

表 3.3 平成 26 年度 特定植物群落調査結果（概要）

現況調査結果 (津波等による 影響の有無)	区分	県	No.	県対照 番号	特定植物群落名称	復興事業等による 人為影響 ※1	植生学会(津波の 影響)※2
影響あり (15 件)	個体群	岩手	4	120	太田の浜のエゾオグルマ	あり	その他の劣化
		宮城	12	80	大谷海岸のハマナス群落	あり	—
			16	91	浜市のハマナス群落	—(水没)	消失
		福島	20	1	海老浜のマルバシヤリンバイ自生地	あり	未記入
	森林 (海岸林)	岩手	3	29	高田松原のクロマツ植栽林	あり(大)	消失
		宮城	6	23	石巻湾沿岸の海岸林	あり	軽微
			9	30	仙台湾沿岸の海岸林	あり(大)	なぎ倒し、消失、 移入種繁茂
			15	90	北上運河(貞山堀)のクロマツ林	あり(大)	—
			17	106	福島県境海浜のクロマツ・ハイネズ群落	あり	未記入
	河辺・沼沢 植生	宮城	5	17	追波川の河辺植生	あり	軽微
			18	133	磯の水神沼・沼沢植物群落	あり	なぎ倒し、塩害
	塩沼地植生	宮城	8	29	蒲生の塩生植物群落	現時点では無し	消失、なぎ倒し
			11	42	井土浦の塩生植物群落	現時点では無し	消失、塩害、その 他の劣化
		砂丘植生	宮城	10	31	仙台湾沿岸の砂浜植物群落	あり(大)
	14			87	長面浜の砂丘植生	—(水没)	—
影響なし(また は軽微) (11 件)	個体群	福島	21	12	小浜のコシダ、ウラジロ群落	—	無し
	森林 (海岸林)	宮城	7	26	松島の海岸林	一部あり	—
			13	81	歌津半島のタブ林	—	軽微
			19	138	朴島のタブ林	—	—
		千葉	26	30	部原の海岸林	—	—
	塩沼地植生	青森	1	11	高瀬川塩沼地植物群落	—	軽微
			2	124	尾駁沼河口の塩沼地植生	—	軽微
	砂丘植生	千葉	22	8	九十九里浜北部の砂丘群落	—	軽微
			23	9	九十九里浜の中央北部の砂丘群落	—	軽微
			24	20	九十九里町のハマニンニク群落	—	軽微
			25	21	長生村一松の砂丘群落	—	軽微

※1. 現況調査（平成 26 年秋季）により大まかに判断した。

※2. 出典：原正利（2014）津波影響調査の結果について（特集 東日本大震災復興プロジェクト報告）. 植生情報（18）：P21-40.
「特定植物群落への津波の影響と保護上の課題」53 群落の調査結果概要一覧より

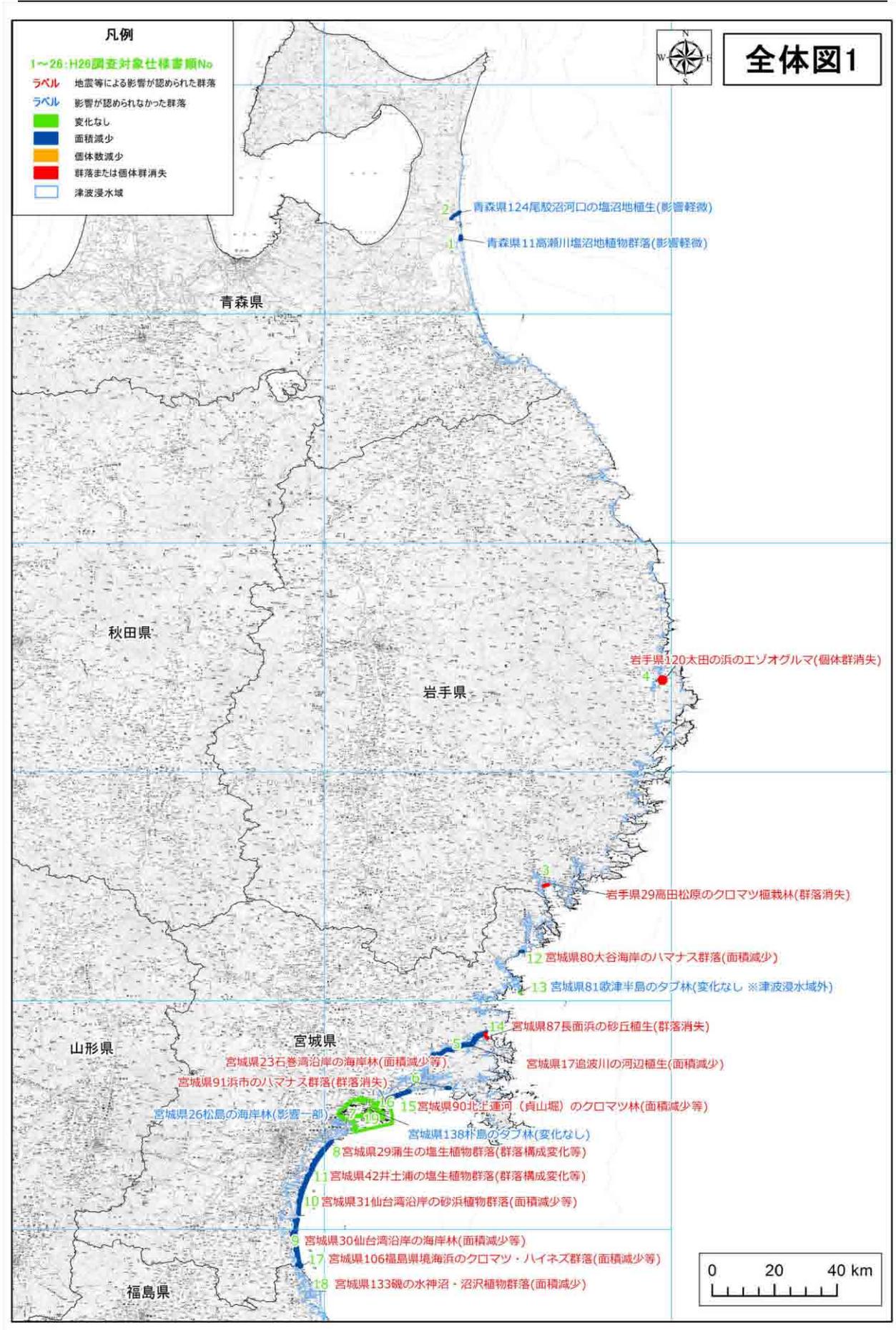


図 3.2 平成 26 年度特定植物群落調査結果位置図

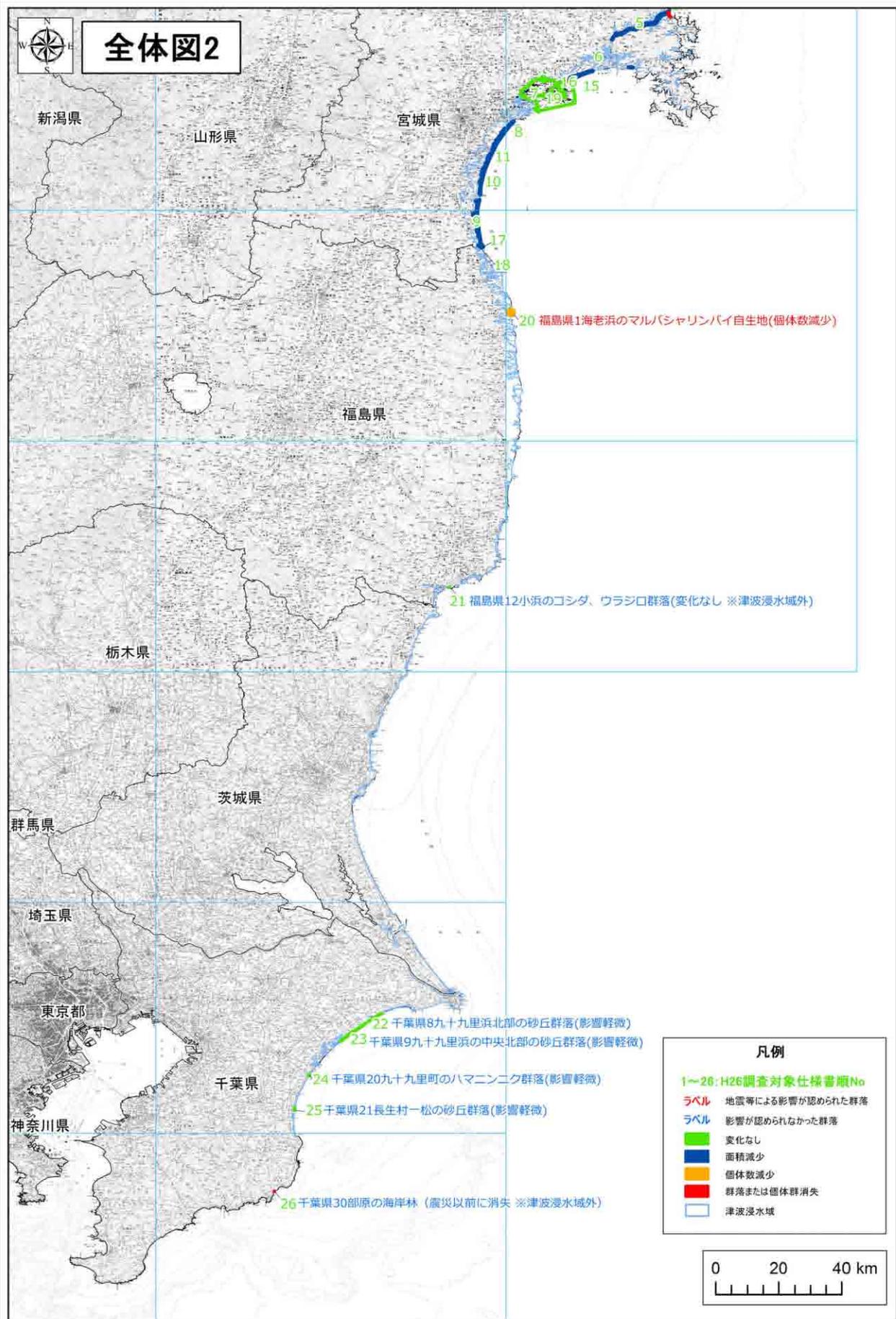


図 3.3 平成 26 年度特定植物群落調査結果位置図

(2) 地震等による影響が認められた群落 (15 件)

調査対象群落のうち、地震等による影響が確認された群落 (15 件) について、現況調査による地震等による変化状況、震災以前の変化状況等および復興事業等の人為影響の概要を表 3.4 に示す。また、これらの現地写真及び現況調査結果概要を表 3.5～表 3.7 に示す。

これらのうち 11 件については、現地調査で復興事業にかかわる防潮堤工事や植栽等による人為影響がみられた。塩沼地植生等 3 件 (追波川の河辺植生、蒲生の塩生植物群落、井土浦の塩生植物群落) は砂浜回復に伴う自律的な再生が進んでいることを確認した。

表 3.4 地震等による影響が認められた群落 (15 件) の現況調査結果等

No	区分	県	No.	県対照番号	特定植物群落名称	現況調査結果 (地震等による変化状況)	震災以前の変化状況等	復興事業等の人為影響
1	個体群	岩手	4	120	太田の浜のエゾオグルマ	個体群消失	震災以前は不明(空中写真では判断できない)。	県道復旧工事による土砂堆積により、もとの生育地の個体は消失。
2		宮城	12	80	大谷海岸のハマナス群落	面積減少	空中写真では判別不可能。震災以前に人為影響により消失(滝口他 2014 ※1)。	震災後、約 100 株のハマナスが植栽された。
3		宮城	16	91	浜市のハマナス群落	群落消失	震災以前に大きな攪乱はなく、大津波により消失。	水没のため無し
4		福島	20	1	海老浜のマルバシヤリンバイ自生地	個体数減少	福島県天然記念物でもあり、変化は無かったと思われる。	周辺では防潮堤等の工事が進行しているが、一部(約 0.14ha)は保全されている。
5	森林 (海岸林)	岩手	3	29	高田松原のクロマツ植栽林	群落消失	過去の空中写真をみる限り、特に著しい変化はみられない。	防潮堤等の工事が進行中。
6		宮城	6	23	石巻湾沿岸の海岸林	面積減少、群落構成変化等	過去の空中写真をみる限り、特に著しい変化はみられない。	海岸部分は防潮堤等の工事が進行中。
7		宮城	9	30	仙台湾沿岸の海岸林	面積減少、群落構成変化	過去の空中写真をみる限り、特に著しい変化はみられない。	海岸部分は防潮堤等の工事が進行中。後背部では植林等海岸林復旧工事もみられる。
8		宮城	15	90	北上運河(貞山堀)のクロマツ林	面積減少、群落構成変化等	過去の空中写真をみる限り、特に著しい変化はみられない。	海岸部分は防潮堤等の工事が進行中。
9		宮城	17	106	福島県境海浜のクロマツ・ハイネズ群落	面積減少、群落構成変化	震災前のマツ枯れ及び土地改変による影響が大きい。	海岸部分の北側約 4 分の 3 は既に防潮堤が建設済み。
10	河辺・沼沢植生	宮城	5	17	追波川の河辺植生	面積減少	震災前は大きな変化や攪乱はないと思われる。	河口部右岸では護岸復旧工事等が進んでいる。
11		宮城	18	133	磯の水神沼・沼沢植物群落	面積減少	過去の空中写真では、震災以前に水神沼の周囲の湿地は圃場整備により消失。	水神沼の周辺では、農地復旧工事の他、高速鉄道(常磐線)の土地改変も開始されている。
12	塩沼地植生	宮城	8	29	蒲生の塩生植物群落	面積減少、群落構成変化	過去の空中写真では、震災以前は土地改変等の大きな変化はみられない。	現時点では防潮堤等の工事はみられない。
13		宮城	11	42	井土浦の塩生植物群落	面積減少、群落構成変化	過去の空中写真では、震災以前は土地改変等の大きな変化はみられない。	現時点では防潮堤等の工事はみられない。
14	砂丘植生	宮城	10	31	仙台湾沿岸の砂浜植物群落	面積減少、群落構成変化	過去の空中写真をみる限り、特に著しい変化はみられない。	海岸部分は防潮堤等の工事が進行中。後背部では植林等海岸林復旧工事もみられる。
15		宮城	14	87	長面浜の砂丘植生	群落消失	過去の空中写真では、震災以前は土地改変等の大きな変化はみられない。	水没のため無し

※1 滝口政彦・平吹喜彦・菅野洋・内藤俊彦・杉山多喜子・下山祐樹・葛西英明. 2014. 宮城県の東日本大震災津波被災域における劇的な植生変遷. 植生情報, 18: 55-69. 植生学会.

表 3.5 地震等による影響が認められた群落の現況調査結果概要（個体群 4 件）

<p>(個体群) ①太田の浜のエゾオグルマ（岩手 No. 120）</p>  <p>2014/10/5</p> <p>県道復旧工事に伴う土砂堆積により、もとの生育地の個体は消失したと思われる。県の事業と思われる移植個体あり。</p>	<p>(個体群) ②大谷海岸のハマナス群落（宮城 No. 80）</p>  <p>2014/11/1</p> <p>大谷海岸（はまなす公園）の西端に 5m×3m 程度のパッチがわずかに残存しているが、その他は津波により消失。震災後に約 100 株が植栽されている。</p>
<p>(個体群) ③浜市のハマナス群落（宮城 No. 91）</p>  <p>2014/10/31</p> <p>津波と地盤沈下によって震災直後水没し、以来回復していない。</p>	<p>(個体群) ④海老浜のマルバシャリンバイ自生地（福島 No1）</p>  <p>2014/11/7</p> <p>津波により個体群の多くが消失。周辺では復興事業（防潮堤工事、土地造成等）が進行中だが、マルバシャリンバイ自生地の一部ではマーキングが施されていた。</p>

表 3.6 地震等による影響が認められた群落の現況調査結果概要（海岸林 5 件）

<p>(海岸林) ⑤高田松原のクロマツ植栽林（岩手 No. 29）</p>  <p>2014/10/31</p> <p>現地調査時は工事中のため立ち入れず、堤防により視界が遮られ目視確認も不可能であった。マツ林は、全て津波により消失した。</p>	<p>(海岸林) ⑥石巻湾沿岸の海岸林（宮城 No. 23）</p>  <p>2014/10/31</p> <p>旧北上川より西側の群落は大部分が津波の影響により消失した。東側の群落は残されたが、高木層（クロマツ）に枯れが多く、下層植生も大きく攪乱された。</p>
<p>(海岸林) ⑦仙台湾沿岸の海岸林（宮城 No. 23）</p>  <p>2014/11/6</p> <p>津波により海岸林（クロマツ植林等）の多くは消失し面積縮小。その後、復興事業による防潮堤の建設、植栽により大きく変化している。面積 1050ha と広域に及ぶため面的な評価が必要。</p>	<p>(海岸林) ⑧北上運河（貞山堀）のクロマツ林（宮城 No. 90）</p>  <p>2014/11/6</p> <p>工事中のため立ち入れず、堤防により視界が遮られ目視確認も不可能であった。空中写真では、津波によりほぼ全てのクロマツが消失したと思われる。</p>
<p>(海岸林) ⑨福島県境海浜のクロマツ・ハイネズ群落（福島 No. 106）</p>  <p>2014/11/7</p> <p>2014/11/7</p> <p>H25 調査時から大きな変化なし。ハイネズはみられず、クロマツも少ない（震災以前の松枯れによるものと思われる）。該当範囲の北側 4 分の 3 程度の海側では防潮堤の工事が進んでおり、海浜植物群落は消失している。過去の空中写真をみる限り、震災前のマツ枯れおよび土地改変等による影響が大きいと考えられる。</p>	

表 3.7 地震等による影響が認められた群落の現況調査結果概要（その他 6 件）

<p>(河辺植生) ⑩追波川の河辺植生（宮城 No. 17）</p>  <p>2014/10/31</p> <p>工事のため立ち入れず、道路より目視確認した。津波により大面積が被害を受けたが、回復中であると思われる。サギ類等の利用がみられた。</p>	<p>(沼沢植生) ⑪磯の水神沼・沼沢植物群落（宮城 No. 133）</p>  <p>2014/11/7</p> <p>H25 調査時と比べて、水神沼の水面および縁の抽水植物群落（ヨシ、マコモ、ガマ）は変化無し。周辺は重機による水田の復旧作業が進行中。新たな土地改変もあり。</p>
<p>(塩沼地植生) ⑫蒲生の塩生植物群落（宮城 No. 29）</p>  <p>2014/11/6</p> <p>津波により干潟、海浜は流出したが、その後砂浜が戻り、自律的に干潟、塩沼地植生、砂丘植生が回復しつつある。写真はより水際近くに成立するハマツナ群落。</p>	<p>(塩沼地植生) ⑬井土浦の塩生植物群落（宮城 No. 42）</p>  <p>2014/11/6</p> <p>津波により一時的な土壌流出後、塩沼地植生および砂丘植生が回復しつつある。貞山堀の陸域側では破堤により新たな塩沼地植生が形成されている場所もある。防潮堤の工事は無い。</p>
<p>(砂丘植生) ⑭仙台湾沿岸の砂浜植物群落（宮城 No. 31）</p>  <p>2014/11/6</p> <p>津波（表土流出）による一時的な消失後、回復しつつあるが、防潮堤の工事による影響が認められる。海岸沿いの防潮堤の内側に 40 km 以上、面積 240ha と広域に及ぶため面的な評価が必要。</p>	<p>(砂丘植生) ⑮長面浜の砂丘植生（宮城 No. 87）</p>  <p>2014/10/31</p> <p>津波と地盤沈下によって震災直後水没し、以来回復していない。</p>

(3) 空中写真による時系列的な変化状況（事例）

現況調査で取得される調査票や現地写真のみでは、対象群落の影響の程度や変化状況を捉えにくい。面積が大きい対象群落については、過去の空中写真等を用いた面的な変化状況の把握が有効である。今回は、津波による影響が顕著であり、自律的再生が進んでいる群落について試行的に空中写真による経年変化把握を行った。

蒲生の塩生植物群落（約 20ha）では、津波により干潟・砂浜は流出したが、その後砂泥が戻り、干潟、塩沼地および砂丘植生が回復しつつある状況がみてとれる（図 3.4）。

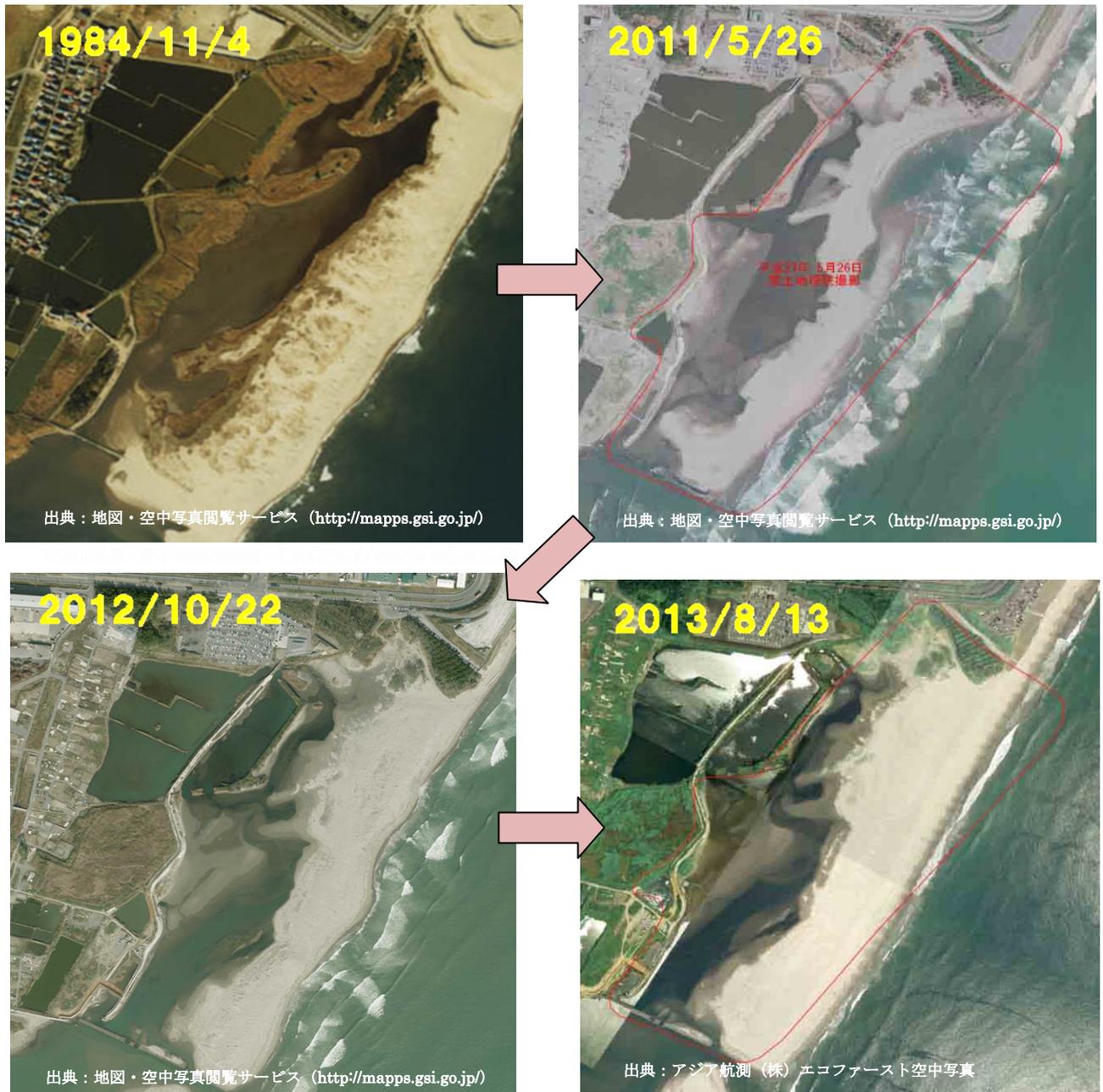


図 3.4 蒲生の塩生植物群落の震災前後の変化状況
(赤枠は第 5 回自然環境情報 GIS データによる当該群落の範囲を示す)

(4) 地震等による影響がみられなかった群落 (11 件)

平成 26 年度調査対象群落のうち、地震等による影響がみられなかった (または極めて軽微であった) のは 11 群落 (青森 2 件、宮城 3 件、福島 1 件、千葉 5 件) であった (表 3.8)。九十九里の砂丘植生等、実際には震災以前の土地改変等による影響の方が大きいと考えられる群落や基礎調査で作成した図面上での範囲のずれ等もあった。

表 3.8 地震等による影響がない (または軽微であった) 群落の現況調査結果概要

区分	県	No	県対照番号	特定植物群落名称	面積 (ha)	H24 (※1)	H26 現況調査結果 (概要)	復興事業等による人為影響 (※2)	植生学会 (津波の影響) (※3)
1	福島県	21	12	小浜のコシダ、ウラジロ群落	0.3	B	該当範囲は山林の斜面であり、津波は到達しておらず、影響はなかった。	—	無し
2	宮城県	7	26	松島の海岸林	850	B	マツクイムシの被害が顕著にみられるが、津波の影響はごく一部であった。	一部あり	—
3		13	81	歌津半島のタブ林	2.5	D	津波による影響みられず、群落の状態に特に変化はなかった。指定範囲がずれている。	—	軽微
4		19	138	朴島のタブ林	0.5		津波による影響は特にみられず群落の状態は良好。	—	—
5	千葉県	26	30	部原の海岸林	0.5	D	津波による影響なし。基礎調査の図面では該当範囲自体が間違っ て記載されていた。	—	—
6	青森県	1	11	高瀬川塩沼地植物群落	35	B	砂丘植生が侵入しており群落面積が減少していたが、津波による影響は小さいと思われる。	—	軽微
7		2	124	尾駁沼河口の塩沼地植生	15	B	大きな変化はなく津波による直接的な影響は小さいと思われる。	—	軽微
8	千葉県	22	8	九十九里浜北部の砂丘群落	10	B	現地調査では津波による影響の痕跡はみられず、直接的な影響は小さいと考えられる。	—	軽微
9		23	9	九十九里浜の中央北部の砂丘群落	75	B	現地調査では津波による影響の痕跡はみられず、直接的な影響は小さいと考えられる。	—	軽微
10		24	20	九十九里町のハマニク群落	6	B	砂丘植生は被度、分布ともに少ないが、津波による影響は小さいと考えられる。	—	軽微
11		25	21	長生村一松の砂丘群落	20	B	津波による痕跡はみられず、直接的な影響は小さいと考えられる。	—	軽微

※1. A : 完全に消失、あるいは大部分が消失した、B : 被害は見られるが、残存している (再生したと推定される箇所も含む)、C : 大きな影響はみられなかった (今年度対象なし)、D : 不明 (調査範囲内に該当する群落が見られない、津波による影響か判断が困難)

※2. 現況調査 (平成 26 年秋季) により大まかに判断した。

※3. 原正利 (2014) 津波影響調査の結果について (特集 東日本大震災復興プロジェクト報告). 植生情報 (18), P21-40. 「特定植物群落への津波の影響と保護上の課題」 53 群落 一覧表より

3.4 まとめ

平成 24～26 年度の特定植物群落調査対象群落（194 件）の調査結果について、地震等による影響の有無、津波浸水域の内外、変化状況の一覧を表 3.9 に、これらの位置を図 3.5 に示す。また、津波浸水域の特定植物群落について植生タイプの属性を付加した一覧を表 3.10 に示す。

地震等による影響がみられた群落は、津波浸水域（50 件）のうち 15 件（内訳：群落消失 8 件、面積減少 3 件、個体数減少または群落構成変化 4 件）であった。県別にみると、最も多かったのは宮城県 12 件、岩手県 2 件、福島県 1 件であった。植生タイプ別にみると、地震等による影響を受けた群落の多くは、海浜植物群落、池沼・塩沼植物群落であった（表 3.10）。

本年度の調査では、試行的に空中写真等による経年的な変化把握を行った。対象群落の面積が比較的小さいもの（平成 26 年度対象群落では、例えば朴島のタブ林：約 0.5ha、部原の海岸林：0.5ha 等）については、現況調査と画像確認をあわせて行うことで、具体的に面的な変化と内容等を把握することが可能であった。一方、面積が著しく大きい群落（追波川の河辺植生：840ha、仙台湾沿岸の海岸林：1050ha 等）については、元々の指定範囲が曖昧（基準が不明瞭）な場合も多く、指定範囲自体の見直しは困難であり、適正に見直しを行うには指定基準等のルールの確認、見直しも必要と考えられた。

表 3.9(1) 平成 24-26 年度特定植物群落調査結果一覧

ID	県	県対照番号	特定植物群落_名称	調査_年度	H24-H26統合区分	津波浸水域	H26地震等の影響	備考
1	青森県	119	尻屋崎のガンコウラン	H25				
2	青森県	81	桑畑山の岩陰シダ群落	H25				
3	青森県	120	桑畑山のイブキジャコウソウ	H25				
4	青森県	82	イチョウシダの群生	H25				
5	青森県	162	桑畑山のチャセンシダ	H25				
6	青森県	6	加藤沢沼の湿原植物群落	H25				
7	青森県	84	猿ヶ森砂丘のハイネズ群落	H25				
8	青森県	163	ヒメカイウ	H25				
9	青森県	8	物見崎海崖植物群落	H25		○		
10	青森県	121	六ヶ所村のブナ林	H25				
11	青森県	122	六ヶ所村のリュウキンカの群生	H25				
12	青森県	123	六ヶ所村のハンノキ・ヤチダモ林	H25				
13	青森県	10	市柳沼のヤチハンノキ林	H25				
14	青森県	125	六ヶ所村のワタスゲ群落	H25				
15	青森県	126	高瀬川河口のヒメキンボウゲ	H25		○		
16	青森県	85	小川原湖の水生物群落	H25				
17	青森県	164	仏沼周辺のツルコケモモ	H25				
18	青森県	12	仏沼干拓地のツルコケモモ群落	H25				
19	青森県	13	姉沼のヨシ湿原	H25				
20	青森県	1	鮫海崖植物群落	H25		○		
21	青森県	111	小舟渡平の海岸低木群落	H25				
22	青森県	113	小舟渡平の塩沼地植物群落	H25		○		
23	青森県	161	大須賀のサクラソウ群落	H25		○		
24	青森県	115	大須賀のミチノクヤマタバコ	H25				
25	青森県	2	金山沢の石灰岩植物	H25				
26	青森県	3	階上岳植物群落	H25				
27	青森県	4	階上岳周辺のシラカンバ林	H25				
28	岩手県	92	高須賀のカシワ林	H25				
29	岩手県	6	楨木沢のイワタバコ	H25				
30	岩手県	7	安家石灰岩地帯の植物(岩泉)	H25				
31	岩手県	8	黒森山のモミ林	H25				
32	岩手県	9	磯鶏のヤブツバキ林	H25				
33	岩手県	10	白浜のエゾオグルマ	H25				
34	岩手県	120	太田の浜のエゾオグルマ	H25	H26		○	○
35	岩手県	1	とどヶ崎のアカマツ林	H25				
36	岩手県	12	津軽石川源流地帯のイヌブナ林	H25				
37	岩手県	11	十二神山のブナ林	H25				
38	岩手県	22	琴畑の中間湿原	H25				
39	岩手県	23	和山の中間湿原	H25				
40	岩手県	24	五郎作山の中間湿原	H25				
41	岩手県	14	三貫島のベニシダ	H25				
42	宮城県	57	船形山の原生林	H25				
43	宮城県	92	富山観音のモミ林	H25				
44	宮城県	91	浜市のハマナス群落	H25	H26		○	○
45	宮城県	141	(沖)山王島のモチノキ群生地	H25				
46	宮城県	27	宮戸島のマルバシヤリンバイ自生地	H25				
47	宮城県	145	黒森山国有林のソヨゴ群落	H25				
48	宮城県	7	駒ヶ峰のモミ林	H25				
49	宮城県	94	深川沼のエゾウキヤガラ群落	H25		○		
50	宮城県	59	磐司岩の岩壁植物群落	H25				
51	宮城県	103	西風薮山のモミ・イヌブナ林	H25				
52	宮城県	40	東北大学植物園のモミ林	H25				
53	宮城県	39	霊屋のスギ林	H25				
54	宮城県	41	佐保山のモミ・イヌブナ林	H25				
55	宮城県	31	仙台湾沿岸の砂浜植物群落	H25	H26		○	○
56	宮城県	104	太白山のスギ林	H25				
57	宮城県	105	高館・館山のモミ・ウラジロガシ林	H25				
58	宮城県	42	井土浦の塩生植物群落	H25	H26		○	○
59	宮城県	133	磯の水神沼・沼沢植物群落	H25	H26		○	○
60	宮城県	146	磯の水神スタジイ林	H25			○	
61	宮城県	106	福島県境海浜のクロマツ・ハイネズ群落	H25	H26		○	○
62	福島県	102	鹿狼山の自然林	H25				
63	福島県	3	落合のイタヤカエデ林	H25				
64	福島県	1	海老浜のマルバシヤリンバイ自生地	H25	H26		○	○
65	福島県	2	大芦のモミ林	H25				
66	福島県	92	新田川の水杉林	H25				
67	福島県	89	牛越館山のモミ林	H25				
68	福島県	4	初発神社のスタジイ林	H25				
69	福島県	5	塩浸のアカマツ林	H25				
70	福島県	86	大悲山のヤマツツジ群落	H25				

■ : 平成 26 年度調査対象群落

表 3.9(2) 平成 24-26 年度特定植物群落調査結果一覧

ID	県	県対照 番号	特定植物群落_名称	調査 年度	H24-H26統合区分	津波浸 水域	H26地 震等 の影響	備考
71	福島県	6	一の宮のヒメコマツ林	H25				
72	福島県	7	焼葉のケヤキ林	H25				
73	福島県	105	木戸川のブナ・ミズナラ林	H25				
74	福島県	8	背戸岨廊のアカマツ林	H25				
75	福島県	9	背戸岨廊のイヌブナ林	H25				
76	福島県	10	夏井溪谷のモミ林	H25				
77	福島県	113	入定溪谷のケヤキ林	H25				
78	福島県	106	好間川溪谷の照葉樹林	H25				
79	福島県	104	御奇所山の照葉樹及び夏緑広葉樹混交林	H25				
80	福島県	18	四時川のイヌブナ林	H25				
81	茨城県	5	花園山の自然林	H25				
82	福島県	14	仁井田のスダジイ林	H25				
83	福島県	13	仁井田のシラカシ林	H25				
84	福島県	17	四時川溪谷のイヌシデ林	H25				
85	茨城県	4	花園山のスギ林	H25				
86	茨城県	6	三鉢室山の植生	H25				
87	茨城県	7	浄蓮寺の暖地性植物	H25				
88	茨城県	66	湿原	H25				
89	茨城県	8	暖地性シダの北限	H25				
90	茨城県	67	山方町の特殊な立地の植生	H25				
91	茨城県	10	常陸太田市平地林の植生	H25				
92	茨城県	35	御前山の暖帯林	H25				
93	茨城県	9	常陸太田市真弓山の植生	H25				
94	茨城県	11	峯山南側斜面のシラカシ林	H25				
95	茨城県	38	常北町の暖帯林	H25				
96	茨城県	37	小松の常緑樹林	H25				
97	茨城県	15	コハマギク南限地	H25				
98	茨城県	65	那珂湊市釜上の植生	H25				
99	茨城県	16	ハマギクの南限地	H25		○		
100	茨城県	68	平地の湿原	H25				
101	茨城県	20	鉾田町の常緑樹林	H25				
102	茨城県	21	行方台地斜面の常緑広葉樹林	H25				
103	茨城県	19	大洋村の平地林	H25				
104	茨城県	18	大洋村飯島の常緑樹林	H25				
105	茨城県	23	鹿島神社の社寺林	H25				
106	茨城県	46	霞ヶ浦周辺の湿性草原	H25				
107	茨城県	48	江戸崎町の暖帯林	H25				
108	茨城県	47	大杉神社の森林	H25				
109	千葉県	3	香取神社の森	H25				
110	茨城県	24	鹿島郡の常緑広葉樹林	H25				
111	千葉県	4	図能の湿生植物群落	H25				
112	千葉県	6	竜福寺の森	H25				
113	千葉県	5	猿田神社の森	H25				
114	千葉県	7	八日市場のハマハナヤスリ群落	H25				
115	千葉県	18	九十九里地区の植生・ハマナシ群生地	H25				
116	千葉県	44	権現の森	H25				
117	千葉県	23	八積のカモノハシ群落	H25				
118	千葉県	22	一宮川川口の塩湿地群落	H25		○		
119	千葉県	45	笠森寺の森	H25				
120	千葉県	24	軍荼利山の森	H25				
121	千葉県	25	一宮権現森	H25				
122	千葉県	29	白井城跡のシイ林	H25				
123	千葉県	32	興津城跡の自然	H25				
124	千葉県	31	勝浦八坂神社の森	H25				
125	千葉県	59	マルバチシャノキ群落	H25				
126	千葉県	58	誕生寺の森	H25				
127	青森県	11	高瀬川塩沼地植物群落	H24	H26	○	—	H25→H26影響なしに変更
128	青森県	112	小舟渡平のハマギク	H24		○		
129	青森県	116	種差海岸のマルバダケブキ	H24		○		
130	青森県	124	尾駮沼河口の塩沼地植生	H24	H26	○	—	H25→H26影響なしに変更
131	岩手県	29	高田松原のクロマツ植栽林	H24	H26	○	○	
132	岩手県	72	侍浜のハマハイビヤクシン群落	H24		○		
133	宮城県	4	出島のタブノキ林	H24		○		
134	宮城県	6	金華山島の植物群落	H24		○		
135	宮城県	8	清崎のアカマツ林	H24		○		
136	宮城県	10	牧の崎のモミ・スギ林	H24		○		
137	宮城県	11	田代島のタブノキ林	H24		○		
138	宮城県	17	追波川の河辺植生	H24	H26	○	○	
139	宮城県	22	湊のケヤキ・シロダモ林	H24		○		
140	宮城県	23	石巻湾沿岸の海岸林	H24	H26	○	○	

□ : 平成 26 年度調査対象群落

表 3.9(3) 平成 24-26 年度特定植物群落調査結果一覧

ID	県	県対照 番号	特定植物群落_名称	調査 年度		H24-H26統合区分	津波浸 水域	H26地 震等の 影響	備考
141	宮城県	26	松島の海岸林	H24	H26	面積減少	○	—	H25→H26影響なしに変更
142	宮城県	29	蒲生の塩生植物群落	H24	H26	群落消失	○	○	
143	宮城県	30	仙台湾沿岸の海岸林	H24	H26	群落消失	○	○	
144	宮城県	79	大島十八鳴浜のアカマツ林	H24		変化なし	○		
145	宮城県	80	大谷海岸のハマナス群落	H24	H26	群落消失	○	○	
146	宮城県	87	長面浜の砂丘植生	未	H26	群落消失	○	○	
147	宮城県	90	北上運河(貞山堀)のクロマツ林	H24	H26	群落消失	○	○	
148	宮城県	138	朴島のタブ林	未	H26	変化なし	○		H25不明→H26変化なし
149	福島県	11	波立海岸の樹叢	H24		変化なし	○		
150	福島県	12	小浜のコシダ、ウラボシ群落	H24	H26	面積減少	※		H24面積減少→H26変化なし。※現況調査で津波浸水域外であることを確認。
151	茨城県	1	平潟海岸崖壁の植生	H24		変化なし	○		
152	茨城県	2	大津港五浦の海浜植生	H24		変化なし	○		
153	茨城県	12	東海村の海岸植生	H24		変化なし	○		
154	茨城県	13	村松の自然植生	H24		変化なし	○		
155	茨城県	14	勝田市海岸の植生	H24		変化なし	○		
156	千葉県	2	大岩海岸崖地植生	H24		変化なし	○		
157	千葉県	8	九十九里浜北部の砂丘群落	H24	H26	面積減少(軽微)	○	—	H24面積減少→H26影響なし
158	千葉県	9	九十九里浜の中央北部の砂丘群落	H24	H26	面積減少(軽微)	○	—	H24面積減少→H26影響なし
159	千葉県	20	九十九里町のハマニシク群落	H24	H26	面積減少(軽微)	○	—	H24面積減少→H26影響なし
160	千葉県	21	長生村一松の砂丘群落	H24	H26	面積減少(軽微)	○	—	H24面積減少→H26影響なし
161	青森県	5	尻屋崎海崖植物群落	H24		変化なし			
162	青森県	7	猿ヶ森オオウメガサソウ群落	H24		変化なし			
163	青森県	83	猿ヶ森砂丘のイヌスミレ群落	H24		変化なし			
164	青森県	114	小舟渡平の海岸草本群落	H24		変化なし			
165	岩手県	2	とどヶ崎のイヌシデ林	H24		変化なし			
166	岩手県	3	霞露ヶ岳のイヌシデ林	H24		変化なし			
167	岩手県	4	船越大島のタブノキ林	H24		変化なし			
168	岩手県	13	三貫島のタブノキ林	H24		変化なし			
169	岩手県	15	長崎海岸のヤブツバキーヒサカキ林	H24		変化なし			
170	岩手県	30	碓石海岸のクロマツ林	H24		変化なし			
171	岩手県	31	青松島のトバラ林	H24		変化なし			
172	岩手県	119	磯鶏のヤブツバキ	H24		変化なし			
173	宮城県	1	御崎神社のタブノキ林	H24		変化なし			
174	宮城県	2	大島のアカガシ林	H24		変化なし			
175	宮城県	3	八景島の暖地性植物群落	H24		変化なし			
176	宮城県	5	山王島の暖地性植物群落	H24		変化なし			
177	宮城県	9	網地島のタブノキ林	H24		変化なし			
178	宮城県	13	荒島のタブノキ林	H24		変化なし			
179	宮城県	14	椿島のタブノキ林	H24		変化なし			
180	宮城県	18	貫尻島の暖地性植物群落	H24		変化なし			
181	宮城県	19	桂島のタブノキ林	H24		変化なし			
182	宮城県	20	弁天島のタブノキ林	H24		変化なし			
183	宮城県	21	牧山のモミ・イヌブナ林	H24		変化なし			
184	宮城県	28	塩釜神社の社寺林	H24		変化なし			
185	宮城県	78	巨釜・半造のクロマツ林	H24		変化なし			
186	宮城県	81	歌津半島のタブ林	H24	H26	変化なし			H25:不明→H26変化なし
187	宮城県	82	歌津半島のクロマツ林	H24		変化なし			
188	宮城県	83	神割崎のクロマツ林	H24		変化なし			
189	宮城県	93	瑞巖寺のモミ林	H24		変化なし			
190	福島県	118	豊間のスダジイ林	H24		変化なし			
191	福島県	119	江名町走出のタブノキ林	H24		変化なし			
192	茨城県	17	大洗海岸の常緑広葉樹林	H24		変化なし			
193	千葉県	1	渡海神社の森	H24		変化なし			
194	千葉県	30	部原の海岸林	H24	H26	群落消失			H25:不明→H26群落消失
			計	196	28		49	15	

□ : 平成 26 年度調査対象群落

表 3.10 津波浸水域における特定植物群落調査結果一覧（平成 24-26 年度）

No.	震災影響	H24-H26統合区分	評価(変化状況)	緯度降順 ID	県対照番号	特定植物群落名称	H24調査	H25調査	H26調査	植生タイプ							備考			
										常緑広葉樹林	落葉広葉樹林	海岸植物群落	海浜植物群落	池沼・塩生植物群落	マツ植林	その他				
1	あり	群落的消失	A. 完全に消失あるいは大部分が消失	131	岩手029	高田松原のクロマツ植栽林	○	○							○					
2				140	宮城023	石巻湾沿岸の海岸林	○	○				(○)			○					
3				142	宮城029	藻生の塩生植物群落	○	○				(○)	○							
4				143	宮城030	仙台湾沿岸の海岸林	○	○								○				
5				145	宮城080	大谷海岸のハマナス群落	○	○					○							
6				147	宮城090	北上運河(貞山堀)のクロマツ林	○	○				(○)				○				
7				44	宮城091	浜市のハマナス群落		○	○				○							
8		146	宮城087	長面浜の砂丘植生			○				○						H26新規			
9		顕著な面積減少	2. 著しい面積減少	138	宮城017	追波川の河辺植生	○	○						○						
10				55	宮城031	仙台湾沿岸の砂浜植物群落		○	○					○						
11				59	宮城133	磯の水神沼・沼沢植物群落	○	○	○						○					
12		個体数または群落構成の変化	3. 著しい群落構成の変化	58	宮城042	井土浦の塩生植物群落		○	○				(○)	○						
13				61	宮城106	福島県境海浜のクロマツ・ハイネズ群落	○	○	○					○	(○)					
14			4. 著しい個体数減少	34	岩手120	太田の浜のエゾオグルマ	○	○	○					○						
15				64	福島001	海老浜のマルバシャリンバイ自生地	○	○	○	○										
16	なし	著しい変化なし	C. 大きな影響はみられなかった。	128	青森112	小舟渡平のハマギク	○						○							
17				129	青森116	種差海岸のマルバダケブキ	○								○					
18				132	岩手072	侍浜のハマハイビヤクシン群落	○								○					
19				133	宮城004	出島のタブノキ林	○			○										
20				134	宮城006	金華山島の植物群落	○			(○)	○	(○)								
21				135	宮城008	清崎のアカマツ林	○								○					
22				136	宮城010	牧の崎のモミ・スギ林	○				○									
23				137	宮城011	田代島のタブノキ林	○				○									
24				139	宮城022	湊のケヤキ・シロダモ林	○			(○)	○									
25				141	宮城026	松島の海岸林	○		○	○		(○)							H26変更	
26				144	宮城079	大島十八鳴浜のアカマツ林	○								○					
27				148	宮城138	朴島(ほおじま)のタブ林					○					○			H26新規	
28				149	福島011	波立海岸の樹叢	○				○									
29				150	福島012	小浜のコンダ、ウラジロ群落	○		○							○	(○)		H26変更	
30				151	茨城001	平潟海岸岸壁の植生	○				○									
31				152	茨城002	大津港五浦の海浜植生	○								○					
32				153	茨城012	東海村の海岸植生	○								(○)		○			
33				154	茨城013	村松の自然植生	○								(○)					
34				155	茨城014	勝田市海岸の植生	○								○		(○)			
35				156	千葉002	犬若海岸崖地植生	○								○					
36				なし	1. 著しい変化なし	9	青森008	物見崎海岸植物群落	○	○							○			
37						15	青森126	高瀬川河口のヒメキンボウゲ			○							○		
38						20	青森001	鮫海崖植物群落			○						○			
39	22	青森113	小舟渡平の塩沼地植物群落					○							○					
40	157	千葉008	九十九里浜北部の砂丘群落			○		○						○				H26変更		
41	158	千葉009	九十九里浜の中央北部の砂丘群落			○		○						○				H26変更		
42	159	千葉020	九十九里町のハマニクニク群落			○		○						○				H26変更		
43	160	千葉021	長生村一松の砂丘群落			○		○						○				H26変更		
44	変化あり	2. 著しい面積減少(震災以外の要因)	127	青森011	高瀬川塩沼地植物群落	○		○					○				H26変更			
45			130	青森124	尾駸沼河口の塩沼地植生	○		○						○			H26変更			
46		5. 群落の消失(震災以前)	60	宮城146	磯の水神スダジイ林	○	○		○											
47			99	茨城016	ハマギクの南限地			○						○						
48			49	宮城094	深川沼のエゾウキヤガラ群落	○	○								○					
49	118	千葉022	一宮川川口の塩湿地群落			○							○							
50	不明	既存の位置情報と異なる場所で確認	23	青森161	大須賀のサクラソウ群落	○	○						○							

40 16 24 11 2 11 17 12 9 1

植生タイプ：植生学会が公表している一覧 (<http://www.sasappa.co.jp/shokusei/120723.xls>) をもとに、千葉県を追記して作成。

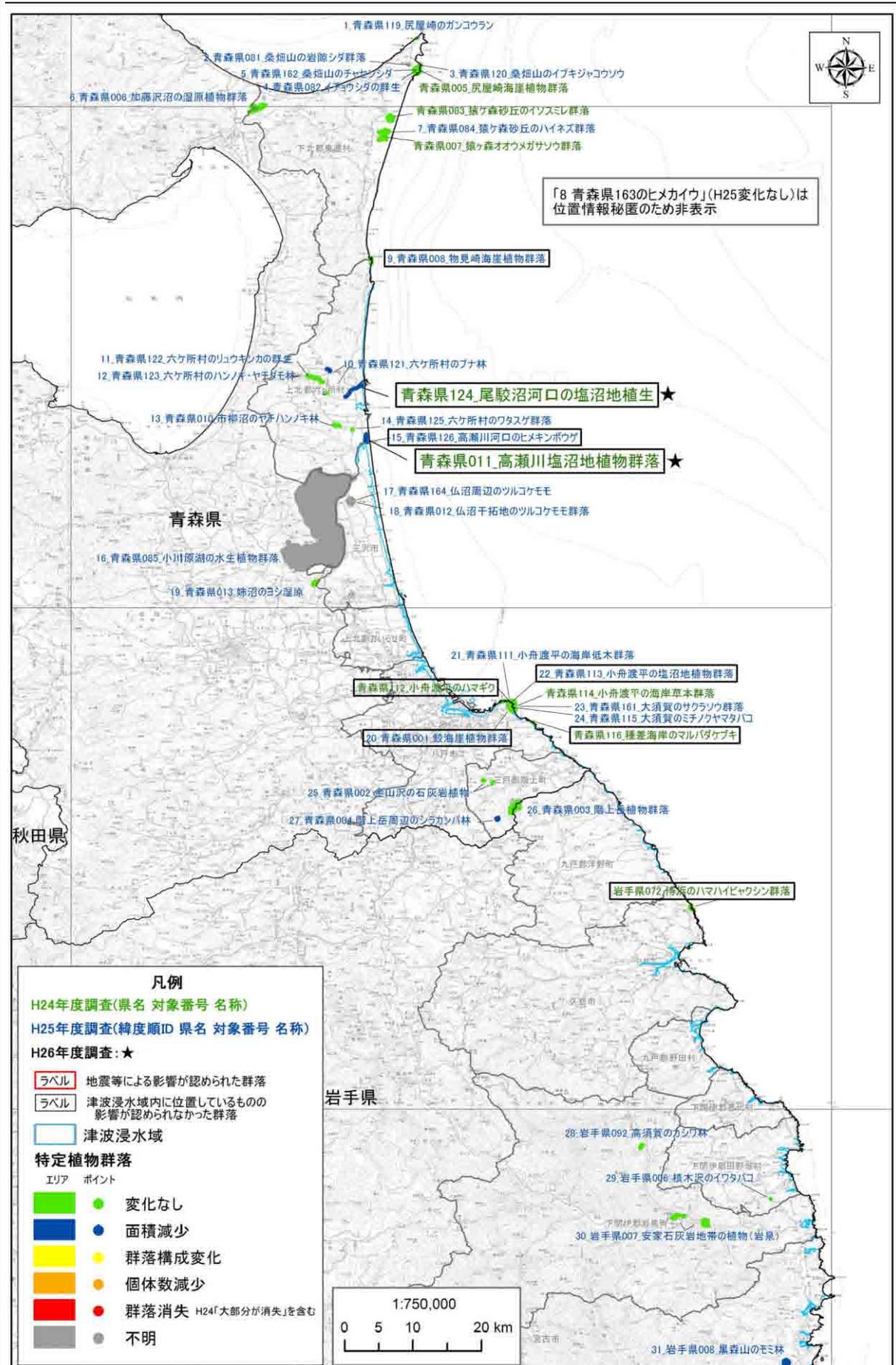


図 3.5(1) 平成 24-26 年度特定植物群落調査結果位置



図 3.5 (2) 平成 24-26 年度特定植物群落調査結果位置

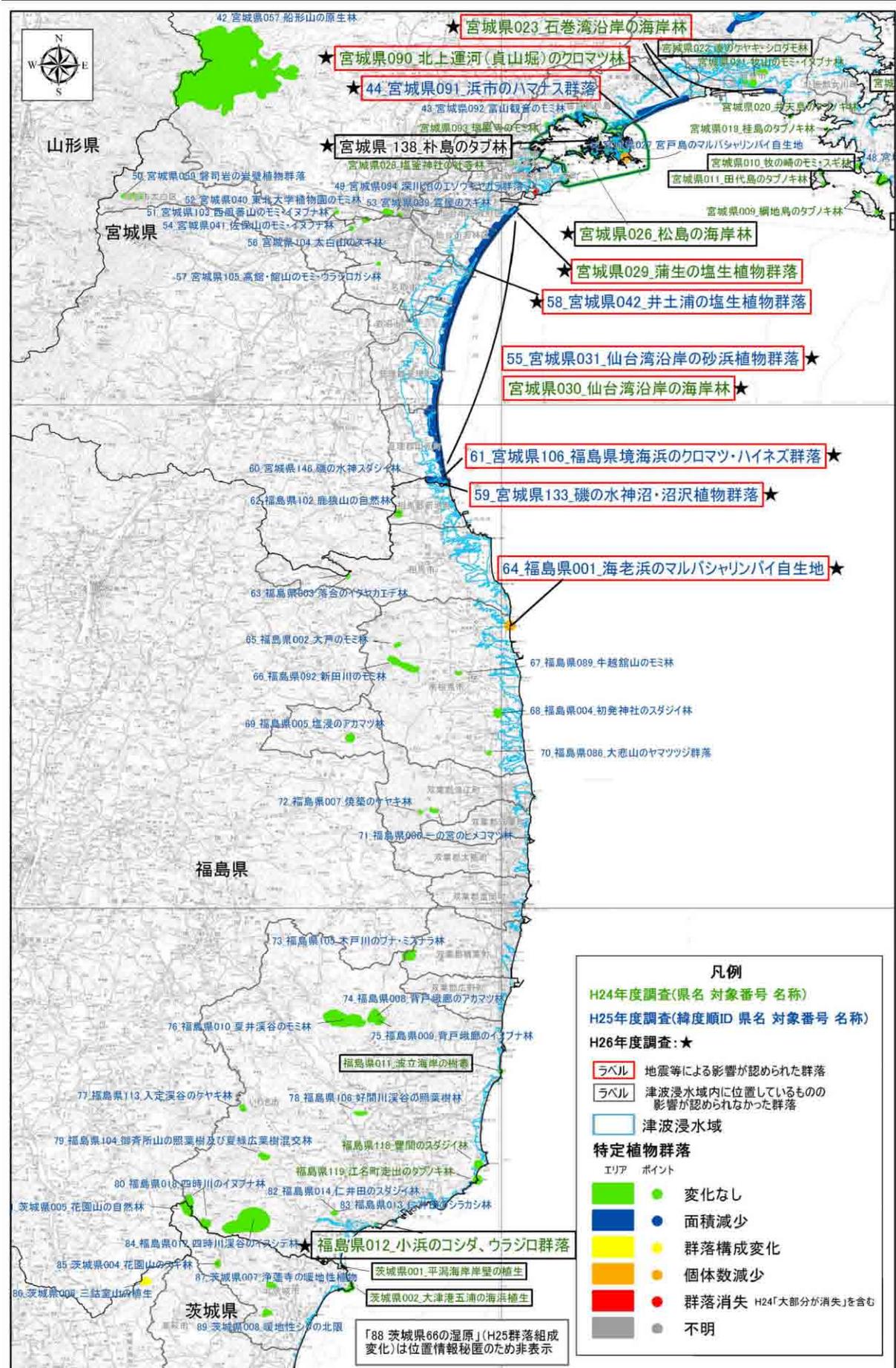


図 3.5(3) 平成 24-26 年度特定植物群落調査結果位置

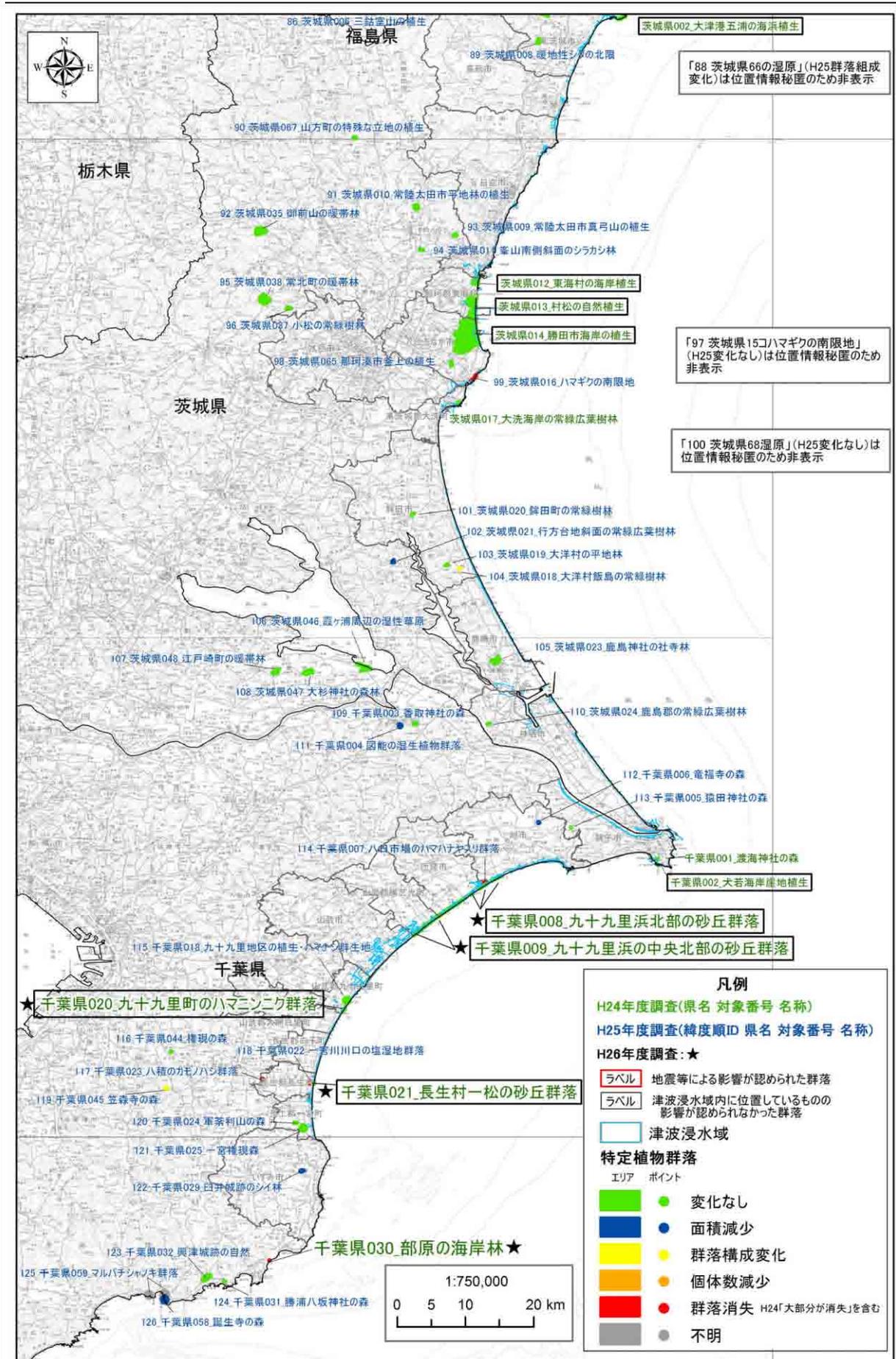


図 3.5(4) 平成 24-26 年度特定植物群落調査結果位置

3.5 今後の課題

津波浸水域で震災影響を精査した特定植物群落は、国が指定した重要な自然資源であり、その内容を追跡することで震災等の影響を評価する際に重要なデータとなった。このため、ヒアリングで指摘のあった面的把握の重要性なども組みこんで、他地域でも展開できる標準的な手法として再整理しておく必要がある。これは昨年度実施した重要湿地についても同様である。

また、有識者ヒアリングでは、大震災によって改めて特定植物群落の重要性や調査を継続することの意義を指摘された。特定植物群落は直近の調査（第5回基礎調査）から15年以上も年数が経過し、消失、劣化している群落も多数ある一方で、当初の指定から漏れている希少な植物群落も存在している。特に、東北沿岸（海岸エコトーン）の植物群落は、東日本大震災による津波だけでなく、復興工事等による人為的な影響も多大に受けつつあり、これらの群落が今後どのように変化していくのかモニタリングが必要であり、今後の自然環境保全・再生に資するよう、特定植物群落の将来的な見直しが中長期的な課題と思われる。

4. 海岸調査

4.1 調査目的

本調査は「平成 24 年度東北地方太平洋沿岸自然環境調査等業務」で調査を実施した海岸において、震災後 3 年を経過した 2014 年時点での、汀線、砂浜及び植生の変化、ならびに海岸線種類の変化状況を把握することを目的とした。

具体的には、汀線、砂浜及び植生の変化把握では、臨海部の開発や河川からの土砂流失が減少して全国各地の海岸で侵食が始まった 1970 年代、その約 30 年後の 2000 年代（震災前）、震災直後の 2011 年（震災後）の 3 時期に、今回 2014 年の結果を追加して、主に震災直後から 3 年後の変化を把握するものである。また、海岸線種類の変化状況では、1998 年に実施された第 5 回自然環境保全基礎調査と震災直後の 2011 年について把握したが、汀線、砂浜及び植生の変化把握と同様に今回 2014 年の結果を追加して、震災直後から 3 年後の変化を把握するものである。

4.2 調査方法

(1) 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（図4.1）。



図4.1 調査対象海岸

(2) 資料収集・整理

a. 空中写真・衛星画像の情報検索

本業務では、2014年に撮影した衛星画像（Rapid Eye）を検索・収集し、調査に用いた。

b. 資料及び現地踏査による海岸特性・勾配情報の収集

後述する空中写真・衛星画像の汀線位置補正には撮影時の潮位と汀線付近の勾配が必要となるため、表4.1に示す文献資料や主な海岸の現地踏査を行い汀線付近の勾配データの取得とともに、海岸特性の情報を収集整理した。

表4.1 収集・引用した主な文献資料

No.	著者	資料名	内容
1	環境省	植生図	1/2.5万・1/5万現存植生図
2	環境庁	自然環境保全基礎調査	第2回・第5回海辺調査
3	村井宏ほか	日本の海岸林	都道府県毎の海岸林概要集
4	各都道府県	海岸保全基本計画	平成15年頃に全国の海岸で策定
5	土木学会	海洋工学論文集	年次学術講演会発表論文集
6	土木学会	海洋開発論文集	年次学術講演会発表論文集
7	宇多高明	日本の海岸侵食	全国の主要な侵食海岸の論文集
8	(財) 土木研究センター	実務者のための養浜マニュアル	現地踏査手法・養浜概要
9	国立環境研究所	快水浴場百選	選定箇所の概要
10	日本の渚・中央委員会	日本の渚百選	選定箇所の概要
11	(社) 日本の松の緑を守る会	白砂青松百選	選定箇所の概要

1) 文献調査の結果

参考文献から調査対象海岸の特性、主に海浜変形について、以下に概要を整理して、解析に供した。

a) 青森県

ア 津波による第一砂丘部および海岸保全構造物背後の洗掘地形について

西隆一郎・Julianti Manu・Tommy Jansen・林健太郎：土木学会論文集 B2（海岸開発），2012

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejoe/68/2/68_I_198/_pdf

- ・ 震災の津波により、青森県では砂丘背後で幅 10m オーダーの洗掘地形が形成されており、洗掘地形が並列になっている海岸もあった。洗掘地形はほとんど水没はしていなかった。
- ・ 岩手県から福島県では、砂浜と砂丘が完全に消失している箇所も多数見られた。洗掘地形は幅が 20m 程度かそれ以上で、ほとんどが水没状態であった。
- ・ 洗掘幅は 2.7m から 57.3m の範囲で分布し、平均値は 19.4m であった。青森県から福島県にかけて、その幅が徐々に増加していた。

b) 岩手県

ア 津波による地形変化に関する現地調査

加藤・野口・諏訪・坂上・佐藤：土木学会論文集 B2（海岸開発），2012

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejoe/68/2/68_I_174/_pdf

- ・ 陸前高田は、1960年のチリ地震津波後に、松原の海側に T. P. +30m の一線堤が、松原の背後に T. P. +5.5m の二線堤が整備された。
- ・ 津波による海岸堤防付近での浸水高は T. P. +13m であり、二つの堤防のほとんどが破堤し、松林も消失した。同時に 64cm の地盤沈下が生じた。2005年と 2011年 5月の土砂変化量は 186万 m³ の侵食となった。
- ・ 越喜来海岸は、津波が T. P. +7.9m の海岸堤防を大きく越流し、堤防陸側の浸水高は T. P. +17m であった。破堤した堤防の表法先には深さ 5m の局所的な洗掘溝が形成された。
- ・ 雨石漁港海岸は、津波が T. P. +9.0m の堤防を越流し、遡上高は T. P. +18m であった。破堤箇所側の海側 50m までの範囲が深くなっており、深さは最大 5.8m であった。
- ・ 津軽石川河口左岸にある金浜海岸は、津波が T. P. 8.5m の堤防を越流し、浸水高は T. P. +11m であった。破堤箇所以外でも越流で 5m の洗掘があり、その後 1m 程度の再堆積があった。
- ・ 大槌川河口では津波が T. P. +6.4m の堤防を越流し、浸水高は T. P. +12m であった。破堤箇所から南東側へ水深 3m の溝が延びており、破堤部の法先では、最大 7.5m 洗掘した。

c) 宮城県

ア 東北地方太平洋沖地震津波後の七北田川河口閉塞とその後の地形変化

田中・ADITYAMAN・真野：土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 70, No. 2, 2014, pp. 601-605
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/68/2/68_I_601/_pdf

- ・ 津波後の七北田川河口地形を見ると、直後の 3月 12日はラグーン地形が消失し、左岸海浜の汀線後退が顕著である。
- ・ 6月、7月では河口砂州が河川上流で発達している。これは鳴瀬川でも見られており、河口が最大 8m まで侵食されて河口内部に進入した波浪で砂州が形成されたと考えられている。同様の河口砂州の押し込みはいわき市の鮫川でも見られる。
- ・ 8月 10日には現地で河口閉鎖が確認されており、9月 7日では七北田川河川流は貞山運河を通じて名取川へ注いでいる。
- ・ 9月 22日には台風 15号の出水で河川流は以前の蒲生干潟内を北流し新たな河口を形成した。この結果、水位せき上げによる治水安全度の低下と干潟環境喪失の問題が生じた。このため、2012年 3月上旬に七北田川河口左岸導流堤を嵩上げて、従来の河口を人工開削し、掘削土を河口左岸に置いた。
- ・ その後、出水時に形成された河口は閉塞して、津波前の同位置に河口が形成された。

イ 東北地方太平洋沖地震津波により仙台平野南部での海岸堤防被災洗掘に関する調査

加藤・野口・諏訪・木村・河合・高木・小俣：土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 68,
 No. 2, 2012, pp. 1396-1400

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/68/2/68_I.../_pdf

- ・ 仙台湾南部では T. P. 6.2~7.2m の堤防が整備されている区間が多いが、阿武隈川の北には無堤や砂丘堤区間も存在する。これら区間の海岸付近の浸水高は一部で T. P. 10m を超えた。
- ・ 堤防断面の欠損率は、堤防背後の原地盤からの堤防の比高が大きいほど、高くなる傾向にあり、これは比高の縮小による越流水の減勢を裏付けている。
- ・ 堤防が全壊した箇所では、水深 5m 以下で大きく侵食する等堤防残存箇所との地形変化の違いが明瞭であり、堤防の破堤が津波による砂浜侵食に大きく影響する。
- ・ 最大洗掘深は破堤部に近いほど大きく、破堤口では押し波の越流による洗掘に加えて、引き波でさらに洗掘が進んだものとされる。

ウ 津波による大規模地形変化とそれに伴う構造物の被災要因の分析

永澤・田中：土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol. 68, No. 2, 2012, pp. 1361-1365
https://www.pacific.co.jp/thesis/water_85.pdf

- ・ 気仙沼市の御伊勢浜は、被災前は護岸前に数 10m 幅の砂浜、背後にマツの海岸林を有する弓なりの海岸であったが、津波で護岸が数十 m 倒壊し、汀線は 50~200m 後退した。浸水高は 15~16m であり、護岸背後の地盤高 3~4m に対して 10m の高さで越流したことになる。
- ・ 被災前後の海底地形を比較すると、汀線~護岸法線付近で 3~4m、沖合で 1m 侵食しており、また流路となった水路付近では周辺より侵食量が大きい。
- ・ 津波で侵食された土砂の堆積は水深 9m 以浅には見られず、それより沖合か陸側へ堆積したと推測される。これは台風の侵食後に見られるような、通常波による汀線の回復は難しいと考えられる。

エ 津波による大規模海浜変形とその後の回復過程

田中・三戸部・Vo Cong Hoang：土木学会論文集 B2 (海岸開発), 2014
津波による大規模海浜変形とその後の回復過程 - J-Stage (Adobe PDF)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejoe/70/2/70_I.../_pdf

- ・ 蒲生干潟は津波によってラグーン地形が消失し、島状に分断された地形が残されるとともに、七北田川の左岸海浜では汀線の後退が顕著であった。
- ・ その後、2011 年 6 月、2011 年 7 月では河川上流に遡った箇所に砂州の発達が見られた。これは津波で河川が洗掘され、河口内部まで侵入した波浪により形成されたと考えられる。
- ・ 2011 年 8 月には河口閉塞が発生して、河川流は貞山運河を通じて名取川に注ぎ、海浜は安定したが、2011 年 9 月には台風 15 号の出水で左岸海浜に新たな河口が形成された。この結果治水安定度の低下や干潟汽水の環境喪失の問題が生じた。
- ・ 2012 年 3 月には導流堤を嵩上げして、以前の河口を開削した結果、左岸海浜の河口は閉鎖して、津波来襲前と同じ場所に河口が安定した。
- ・ 汀線は以前の海岸線から後退した位置で安定しつつあるが、ラグーンの水域は以前に比べて 40%減少した。

オ 震災による宮城県沿岸における生態系の変化

坂巻・西村：土木学会論文集 B2 (海岸開発), 2014
www.jstage.jst.go.jp/article/jscejoe/70/2/70_I.../_pdf

- ・ 東日本大震災では沿岸部に設置された多くの下水処理場が甚大な被害を受けた。これに伴い沿岸海域には未処理の汚水が流出し、水質が悪化した。さらに侵食や地盤沈下に伴い底生生物相を中心に大きく変化した。
- ・ 松島湾内のアマモ場は 1991 年には 10km² 以上あり、そのうち寒風沢地先では宮城県最大の 4.8km² のアマモが存在していたが、2005 年の調査では寒風沢地先のアマモ根系の衰退や底質環境の悪化、透明度の低下、草体の流出によるアマモ場の衰退が危惧されていた。
- ・ 震災から 8 ヶ月後の 2011 年 11 月の調査ではアマモ場はほぼ壊滅した。また、2007 年 6 月と 2012 年 5 月の調査ではアマモ場 1/100、アカモク場が 1/10 に面積を著しく減少させた。アマモに比べてアカモクやアラメ等の岩礁性の根付き海藻は再生産が起り回復傾向にあった。
- ・ 震災から 2 年後 2013 年 6 月の調査でも、アマモ場面積は 0.068km² と前年に比べ 3 倍になったが、震災前の 2.1km² と比べて回復はわずかである。

- ・ ハビダット適性指数モデルの解析によると、地盤沈下(50cm)による光条件の悪化がアマモの回復に不利に働いている可能性を示した。

カ 仙台湾南部山元海岸で観測された津波の戻り流れによるバーの消失

片野・三浦・日野口・宇多・五十嵐・大木・三波：土木学会論文集 B2 (海岸工学)

Vol. 70, No. 2, 2014, pp. 1411-1415

www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/70/2/70_I.../_pdf

- ・ 山元海岸は磯浜漁港北側の一ノ沢川、坂元川河口及び S4, S5 号の突堤間で襖状の侵食が生じ、汀線は最大 330m、270m、220m 後退し、湾入部の水深は約 4m に達した。このような場所は津波により護岸が破壊され、強い岸向き流れと開口部からの戻り流れが成因と考えられるが、時間の経過とともに、沖に堆積していた砂が波で湾入部へ流入し、汀線は前進した。
- ・ 津波により-6m 以浅から陸上に至るまで侵食される一方で、-6m~-9m には津波で運ばれた砂が堆積していた。当海岸の波による地形変化の限界水深は hc=8m であることから、通常の波浪の作用では考えられない沖向き流れの作用があったことを示唆しており、流出した砂は波の作用による汀線への回帰は困難とされる。

d) 福島県

ア 2011 年大津波による福島県岩間佐糖海岸における砂州の大変形と津波被害

宇多・星上・野志・酒井：土木学会論文集 B2 (海岸開発), 2012

www.jstage.jst.go.jp/article/jscejo/68/2/68_I.../_pdf

- ・ 鮫川の河口左岸導流堤の建設により沖合に取り残された砂州は、細砂中砂からなり、砂州上に土砂が盛り上げされた微高地が形成され、その頂部は植生帯で覆われていた。
- ・ 砂州は大津波により植生帯に守られていた微高地を残して、その北側は大きく変形し、砂量が減少しつつ岸向きに運ばれた。しかし、2011 年 12 月 27 日には細砂に残されていた微高地は侵食されて完全に消失し、汀線形状は直線状となった。
- ・ 当海岸は津波の戻り流れで砂が沖合へ運ばれて海浜土砂量が損失したことから、50cm の地盤沈下で砂量が減少したことから、砂は水深の小さい場所へと移動して安定化した（岸向きに運ばれた）典型事例である。
- ・ 砂浜背後のパラペット部は破断して、強大な運動量を持った水塊が家屋を突き抜け、大きな被害が生じた。この護岸は昭和 30、40 年代に造られたものや、古い護岸を基礎にその上に根継ぎされたものがほとんどであった。

イ 地震による地盤沈下を考慮した福島県・四倉・夏井海岸の海浜変形予測

小林・宇多・大貫・野志：土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. 68, No. 2, 2012, pp. 646-650

http://dx.doi.org/10.2208/kaigan.68.I_646

- ・ 四倉・夏井海岸は夏井川の沖積作用で形成され、南北を岬で区切られた長さ 10km のポケットビーチである、ポケットビーチ北部には仁井田川が、中央部には夏井川が流入しており、これらの河川は砂丘背後の低地にある水路で繋がっている。
- ・ 当海岸では東日本大震災で 0.5m の地盤沈下が生じ、この値は波により移動可能な 1966~2010 年の総堆積量 ($2.2 \times 10^6 \text{m}^3$) の 70% にも相当するほどの大量であった。
- ・ 2030 年の予測地形によると新舞子ビーチを除く全域で侵食が進行するが、これは移動可能な土砂量が沈下に相当する分減少すると同時に、低下したバーム高を元の高さまで復元すべく岸向きに砂が運ばれるためである。

ウ 「2011年地震津波により流出した鮫川河口砂州の復元時における周辺海岸の侵食」

宇多・酒井・野志・遠藤・小沢：日本沿岸域学会研究討論会 2012 講演概要集

- ・ 鮫川には最大幅 240m の河口砂州が発達し、河口は南向きに蛇行して流れていた。また、同河口の南 1.4km には蛭田川が流入し、鮎川と同様に南向きに蛇行して流れていた。
- ・ 津波では鮫川河口砂州が流出し、開口幅は 400m まで広がった。同時に蛭田川河口でも冲向きにラップ状の開口部が形成された。鮫川河口左岸には導流堤があり河口への砂の逆流が阻止されたが、右岸には施設がなかったため、右岸側海浜から河口へと砂の逆流が起き、河口砂州の形成位置が河川の上流側へずれた。また、蛭田川では 500m にわたる長大な右岸砂州が発達し、流路が大きく北側へと蛇行した。
- ・ 以上の結果、須賀海岸では全体に鮫川河口へと向かう漂砂フラックスが卓越して、右岸側の海浜が急速に狭まり、250m にわたって前浜が完全に消失した。

e) 茨城県

ア 大洗港南北海岸の長期的変遷－2011年大津波の影響も含む－

宇多・熊田・清水・渡辺：土木学会論文集 B2 (海岸開発), 2012

http://www.blue-i.co.jp/monograph/b2012_06.pdf

- ・ 大洗港南側のサンビーチでは、1982年から沖防波堤が伸ばされたことに伴い遮蔽域に砂が堆積した。1984年には西防波堤と第1小突堤が伸ばされ、第1小突堤は2000年までに砂に完全に埋まった。また、西防波堤の付け根では堆砂が進み、1947年から62年間で860mの汀線前進が起きた。しかし、今回の津波により汀線は大きく後退し、土砂の多くは大洗港内へと運ばれ、航路障害を引き起こす等、細砂で出来た海岸の不安定性を示した。
- ・ サンビーチの南側に位置する成田・上釜海岸でも、大洗港の沖防波堤建設の影響を大きく受け、波の遮蔽域へと向かう沿岸漂砂が誘起されて、侵食が進んだ。現況では前浜は完全に消失し、礫が露出している。すなわち、波で移動しやすい砂分は全て大洗港へと流出し、粗流分のみが急勾配で堆積する環境に変わった。

イ 東北地方太平洋沖地震による海食崖の崩壊とその後の変形

小林・宇多・黒沢・遠藤将・遠藤威：土木学会論文集 B2 (海岸開発), 2012

www.jstage.jst.go.jp/article/jscejoe/68/2/68_I.../ja/

- ・ 大地震により各地で海食崖の崩壊が起きた北茨木市の平潟漁港海岸では海食崖の崩落防止壁を土砂が突き破って汀線へと落ち込んだ。茨城県北部の高戸鼻北にある赤沢海岸では、海食崖の滑り崩壊が起き、崩落土砂は汀線近傍まで運ばれた。
- ・ 崩壊土砂はいったん汀線付近に堆積するが岩石強度に応じて波による流出速度が異なり、軟岩や未団結の地層は応答が急速で、周辺海岸へ及ぼす影響も早い。

ウ 地震津波と沖合養浜に起因する鹿島灘海岸沖の地形変化

宇多・上原・日向野・大木：土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol. 70, No. 2, 2014,

pp. 526-530

http://dx.doi.org/10.2208/kaigan.70.I_526

- ・ 鹿島灘沿岸の大洗港～鹿島港区間では地震直後に汀線が平均 23m 後退したが、1年後には汀線後退量の78%が回復した。また、地盤沈下量は0.2m、前浜勾配は1/20であるから、地盤沈下に基づく汀線後退量は4mとなった。

平井突堤の北側、13号突堤間では2009年～2012年に鹿島港の浚渫土砂 $4.1 \times 10^5 \text{m}^3$ の土砂が船により水深4～6mに投入された。このうち、2010年9月以降に8～13号HL間では2.49

×10⁵m³の土砂が投入され、2012年9月ではその66%の土砂が投入海域に留まった。

f) 千葉県

ア 「津波対策施設としての土塁（砂丘）構造についての一考察」

宇多・酒井：日本沿岸域学会研究討論会 2012 講演概要集

- 一松海岸での津波遡上高は 6.7m であり、砂丘を越流したが、砂丘は密生した植生で覆われていたため、流水に対する耐侵力が発揮された。また、砂丘頂部が小規模な不陸を持つ比較的平坦な面で、幅が広がったことも津波防災上有効であった。
- 木戸川は九十九里浜中央の片貝漁港北側に流入する。河口には導流堤があり、南向きの沿岸漂砂で河道左岸側へ土砂が堆積していた。津波は高さ 5.1m で、保安林の土塁を越えて、その陸側に細長い溝を形成し、岸向きに流れた後、木戸川の堤防を破堤して流出した。また、溝の規模は木戸川に接近するほど増していた。
- 仙台平野や夏井海岸では、海岸線と平行に走るアスファルト道路の陸側端で、多くの場所が著しく先掘されている。これは、不透過板で地面を覆うことは施設の陸側端で先掘を招くと考えられる。
- 土構造物は多少の変形はあるが、集中的な局所洗掘は引き起こさず、類似構造物である河川堤防の耐侵食性についての多くの知見を取り入れることが必要である。

イ 南九十九里浜の地形変化要因 地盤沈下、沿岸漂砂、2011年大地震による地殻変動

宇多・水垣・宇野・大木・酒井：土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol. 70, No. 2, 2014,

pp. 516-520, 2014

http://dx.doi.org/10.2208/kaigan.70.I_516

- 片貝漁港から太東漁港間では水溶性ガス採取に伴う地盤沈下が生じており、1968～2012年の沈下量は 40～90cm となっており、真亀川～南亀川間では約 18m の汀線後退を招いたことになる。また 2011年の東日本大震災時には平均 4.4cm の急激な沈下が生じた。
- 東日本大震災時には、沿岸方向 7km、岸沖方向 1km において $6.5 \times 10^5 \times 10^3 \text{m}^3$ もの土砂損失が起き、地盤高は 9.3cm 低下した。その後、2012年2月～2013年2月には、余効変動による隆起に起因して土砂量は $3.2 \times 10^5 \text{m}^3$ 増加し、海底地盤高は平均 4.6cm 上昇した。

2) 現地踏査の結果概要

東北太平洋沿岸の現地踏査を平成 26 年 6 月 24 日、25 日に実施した。以下に概要を示す。

- ・ 福島県北部の海岸（井田川～新地）は、津波で防潮堤背後に連続的にできた溝が未だに多く残っており、ブロックは沈下散乱したままで、本復旧工事は進んでいない様子であった。
- ・ 宮城県南部の海岸（磯浜～蒲生）は、旧防潮堤の背後に新設した防潮堤がほぼ完成しており、汀線は山元町中浜では陸側へ湾曲している箇所も見られた他は、概ね直線状となっており安定していた。
- ・ 宮城県北部の海岸（長面～小伊勢浜）は、河口に発達していた砂州が消失して、地盤沈下も伴って汀線は陸側へ大きく後退したままであった（鶴住居川河口）。海岸近傍では盛土工事や高台移転の造成工事が盛んに行われていた。また、海岸際の岩礁にはコンブやホンダワラが繁茂していた。
- ・ 岩手県北部の海岸（織笠川河口～陸前高田）は、宮城県北部の海岸と同様に小泉海岸（津谷川河口）では砂州が消失して、地盤沈下も伴って汀線は陸側へ大きく後退したままであった。海岸近傍では盛土工事や高台移転の造成工事が盛んに行われており、特に陸前高田では山からベルトコンベアを直結した大規模な工事が行われていた。また、海岸際の岩礁にはコンブやホンダワラが、砂浜には打ち上げられたアマモが見られた。

(3) 調査方法

a. 潮位補正による基準面の統一

作業手順は選定・入手した空中写真・衛星画像をベースに図 4.2 の流れで行った。判読した画像類は撮影時点の海岸線が投影されており、潮位条件が一定ではない。

このため、画像の撮影日時と汀線勾配から平均水面（概ね T.P. 0m）を基準とした汀線位置の補正を行った（図 4.3）。補正に用いた潮位は海上保安庁の推算値とし、汀線勾配は前節で述べたとおり、文献資料からの引用や現地踏査でのデータを用いた。

汀線位置の補正は、収集した写真・画像毎に行い、後述する原稿図上に潮位補正後の汀線を記入して、GIS 入力した。

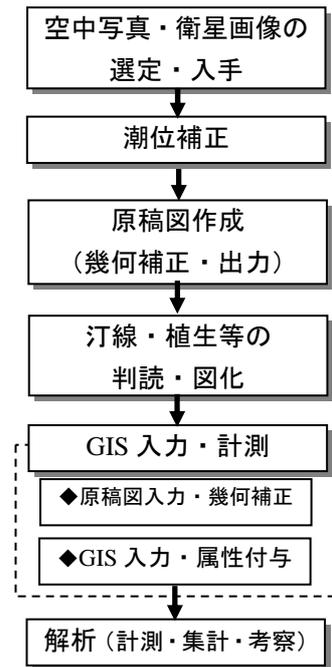


図4.2 作業手順

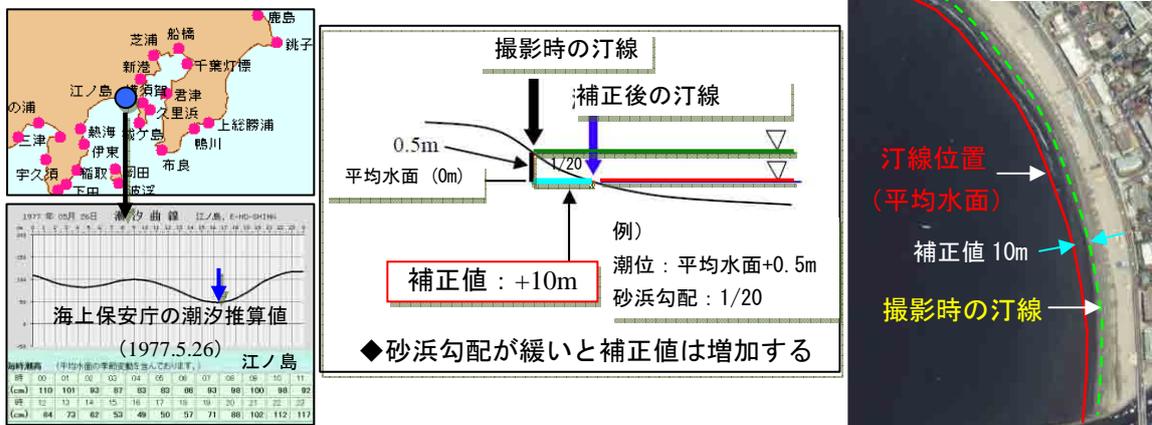


図4.3 汀線補正の考え方

b. 汀線・植生等の判読・図化

衛星画像は歪みを補正した正射投影画像への幾何補正（オルソ化）を行い、縮尺 1/10,000 の原稿図を作成した。

次に、原稿図上に潮位補正後の汀線位置と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、汀線とほぼ並行に陸側へ後背基線を設定して、砂浜や海岸林が広い地区では幅 300～500m、山地や宅地で砂浜が狭い地区では約幅 100m を標準とした（図 4.4）。

- 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4.4 凡例区分

また、砂丘植生と海岸林は既存の第6回・7回自然環境保全基礎調査 1/25,000 植生図及び 1/50,000 現存植生図と対応する群落を確認できる範囲で整理し、砂丘植生については概略の被度も整理した。判読作業時のルールを表4.2に示す。

表4.2 判読作業のルール

番号	記入内容	凡例説明	備考
1	砂浜・泥浜 ex. 1	・海岸に砂または礫が堆積し、 植被が5%未満の場所	・植生図で自然裸地とされている箇所
2	砂丘植生－植生 図凡例番号－被 度(4段階:①～ ④※) ex. 2-39-③	・後浜～砂丘間に成立する海 岸草本群落及び低木群落 ・砂丘植生(ハマニンニク・コウ ボウムギ群集、ハマナス群落 等)	・水田利用・宅地利用されているもしくはされて いた区域は除く。 ・チガヤーススキ等、やや内陸寄りの植生が成 立していると思われる範囲はその他とする。 ・植生図に区分されていない(凡例がない)が、 立地上砂丘植生とみられるものや、防砂目的等 に植栽されたものは、植生図凡例番号に0と記 入する。
3	海岸林－植生図 凡例番号 ex. 3-38	・海岸防災林を含む海岸部に 存在する森林 ・砂丘の後背林としてのクロマ ツ林、カシワ林、ハリエンジュ(ニ セアカシヤ)林等 ・防風林として植林されたクロ マツ林、カラマツ林(北海道)等	・疎林の場合は高木の被度が3(25%)以上の ものを海岸林とする。 ・海岸断崖上のサマキトベラ低木林とその上 方のシータブ林等も海岸林には含めない。 ・植生図では区分されていない(凡例がない) が、立地上海岸林とみられるものや、防風・防 砂目的の植栽林については、植生図凡例番号 に0と記入する。
4	海岸構造物等 ex. 4	・埋立・水域の構造物建設等	・防波堤・護岸・突堤等の海岸線にある施設 ・埋立地(1970年代の汀線より海側に埋め立て られた土地) ・汀線より海側の構造物(離岸堤等)は除く。
5	その他 ex. 5	・陸域(農地・宅地・道路等)、磯 浜、岩礁海岸、河岸段丘等の 崖等、1～4以外。	・市街地、道路、駐車場 ・漁協等の建物、昆布干し場 ・砂丘植生・海岸林以外の草本・木本群落 ・埋立地の工業区域の緑化地 ・砂浜内の駐車場や遊歩道。ただし、海岸林の 林道が舗装されてない作業道であれば海岸林 のポリゴンに含める。

※①：被度1～2(～25%)、②：被度3(25～50%)、③：被度4(50～75%)、④：被度5(75～100%)

c. GIS 入力・計測

上記にて判読した原稿図を 200DPI でスキャンし、幾何補正を行った。幾何補正の際は空中写真及びイコノス画像を貼り合わせて判読図を作成した時の位置データも参考とした。その後、幾何補正後の原稿図を基にデータを入力した。データの入力項目を表 4.3 に示す。

表4.3 データ入力項目

データ化項目		データ形式	目的
土地被覆	砂浜・泥浜	ポリゴン	位置・面積情報取得
	砂丘植生	ポリゴン	位置・面積情報取得
	海岸林	ポリゴン	位置・面積情報取得
	海岸構造物	ポリゴン	位置・面積情報取得
	その他（農地・宅地等）	ポリゴン	位置・面積情報取得
汀線		ライン	位置情報取得
後背基線		ライン	位置情報取得

これらのデータの入力は判読図よりそれぞれの土地被覆の周囲の境界線を個別に線データ（ライン）として取得した上で、ジオメトリ変換を行い面データ（ポリゴン）を生成する手法をとった。これは以下の理由による。

- ① 後背基線については 1970 年代、2000 年代、2011 年及び 2014 年の解析で共通のものを用いる。
- ② 基線は 1970 年代の判読図に記入したものを入力し、2000 年代、2011 年及び 2014 年の判読図においても同じ位置を後背基線とする。この際に、それぞれの年代のデータを面データとして作成し、入力の際に他年代の同じ地点をなぞる等、2 回以上の入力が必要とする手法で行うと、細部で後背基線が一致しない可能性が高い。これに対し、後背基線を線データで共通したものを入力し、それぞれの年代で入力した汀線や境界線データと併せて面データを作成する手法を取ると後背基線部分は完全に一致したデータを作成することが可能となる。
- ③ 砂浜や砂丘植生は面情報だけではなく、汀線の位置のみのデータも解析で利活用されるため、汀線のみの位置情報も線データとして取り出せることが望ましい。

各土地被覆のポリゴンデータの属性には、判読項目（土地被覆の種類、砂丘植生は群落の種類別と被度、海岸林は群落の種類別）の他に GIS 機能により計測した面積データを付与した。面積の付与は各地域の平面直角座標系にて行い、面データ自体は最終的に JGD2000 の緯度経度の座標系とした。

前記で取得した位置情報に、判読内容を属性項目としてCAD上に入力し、対応する面データと正確に対応するように付与した。GIS データに整備した属性項目の内容は次のとおりである。

- ① 大分類：1～5のコードで該当の面データの被覆を表す。『1：砂浜・泥浜』『2：砂丘植生』『3：海岸林』『4：海岸構造物』『5：その他（農地・宅地等）』
- ② 被度：1～4のコードで示す。
- ③ 統一凡例 CD：砂丘植生・海岸林は既存の第6回・7回自然環境保全基礎調査 1/25,000 植生図及び1/50,000 現存植生図と対応する群落のコード。確認できた範囲で整理した。
- ④ 凡例名：上記の統一凡例 CD に対応する。砂丘植生・海岸林は既存の第6回・7回自然環境保全基礎調査 1/25,000 植生図及び1/50,000 現存植生図と対応する群落の名称。上記の統一凡例 CD に対応する。
- ⑤ No：解析に用いた海岸線に付与したコード。基本的に” 県番号” –” 大ゾーン番号” –” 小ゾーン番号” の3つのコードからなる。
- ⑥ 面積：GIS 上で計測した各調査範囲の面積。単位は平方メートル、精度は整数値までとした。

属性の項目によっては空欄となるものがある。例えば「被度」が付くのは、大分類が「砂丘植生」の箇所だけである。また、「統一凡例 CD」および「凡例名」は「砂丘植生」「海岸林」の箇所のみである。

これらの関係を表 4.4にまとめた。“○”がその属性が必須であるもの、“×”はその属性は付かないものである。

表4.4 大分類ごとの属性項目対応

大分類の項目	被度	統一凡例 CD	凡例名	ゾーン 番号	面積
1：砂浜・泥浜	×	×	×	○	○
2：砂丘植生	○	○	○	○	○
3：海岸林	×	○	○	○	○
4：海岸構造物	×	×	×	○	○
5：その他（農地・宅地等）	×	×	×	○	○

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はなく、図 4.5 に示すように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。このため、図 4.6 に示す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。これら一連の処理工程は、占有延長とその被覆の種類を垂線に属性として持たせ、沿岸方向に 50m 毎の土地被覆の解析ができるようにしたプログラム処理により、効率的に行った。

土地被覆は、①砂浜（水色）、②砂丘植生（橙色）、③海岸林（緑色）、④海岸構造物（灰色）、⑤その他：家屋、農地、山林等（黒色）の 5 つに分類した。

この結果、後述する海岸変化の要因において土地被覆の変化が量的、質的に把握できる重要なデータとなった。

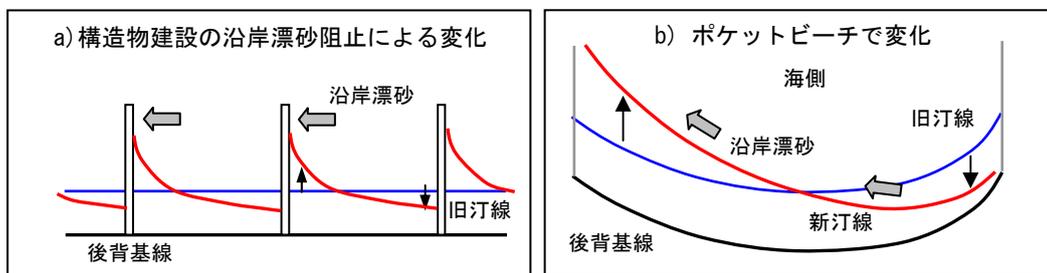


図4.5 汀線変化の例

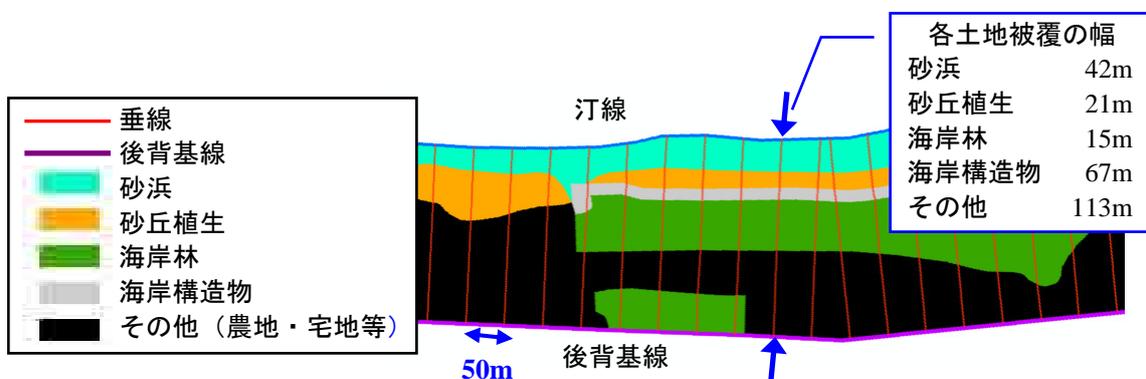


図4.6 土地被覆変化図と垂線の設定

垂線と各土地被覆との交差延長を集計し、グラフ化したものが後述する土地被覆変化図である

(4) 砂浜・泥浜海岸変化要因の考察方法

a. ゾーン区分

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。

図4.7に宮城県の場合を示す。宮城県ではⅠ. 気仙沼ゾーン（県北部のリアス海岸）、Ⅱ. 志津川ゾーン（県北中部のリアス海岸）、Ⅲ. 牡鹿ゾーン（牡鹿半島のリアス海岸）、Ⅳ. 石巻・塩釜ゾーン（石巻湾及び松島湾の海岸）。Ⅴ. 仙台湾ゾーン（仙台港から南に続く長い砂浜海岸）の5つのゾーンに区分して、その中をそれぞれ地区海岸に細分化した。

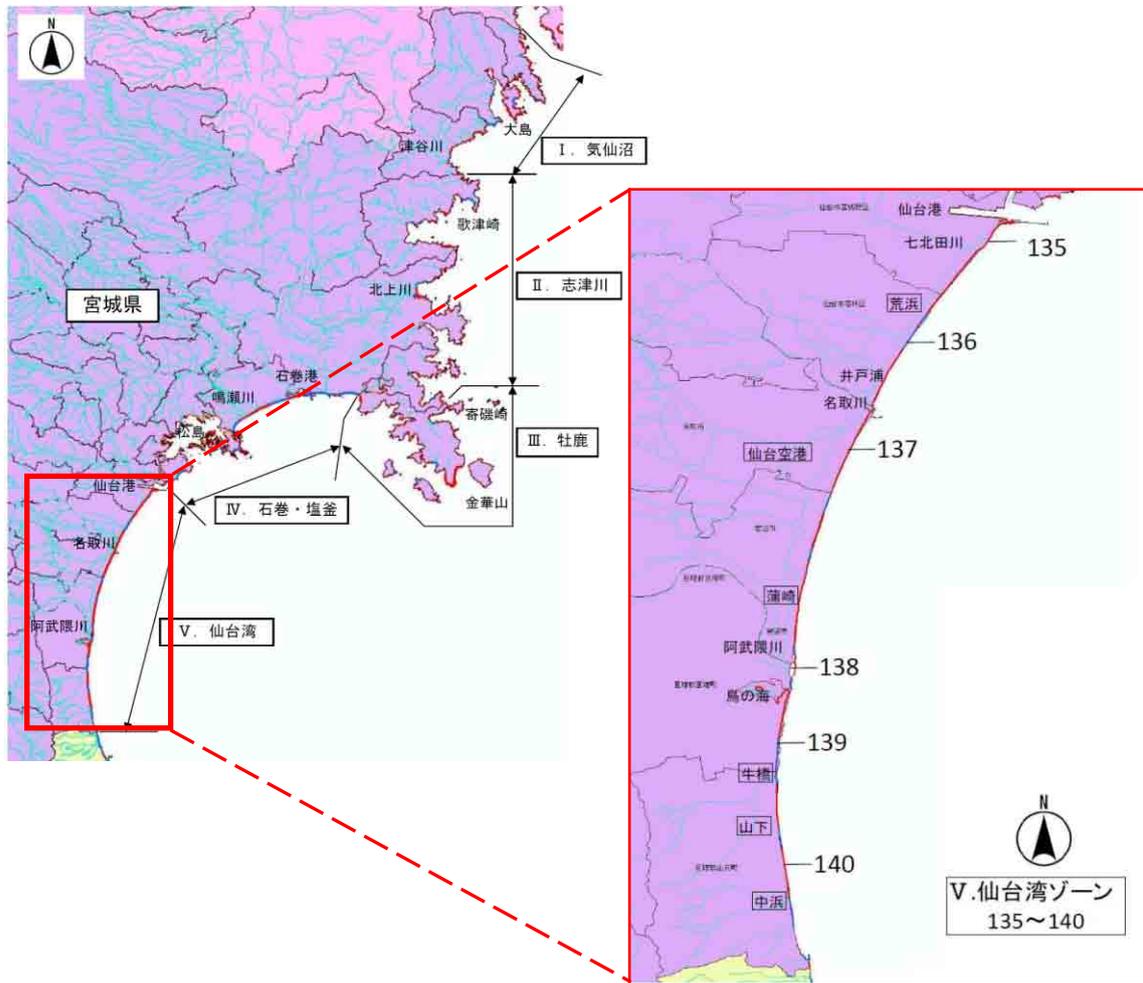


図4.7 ゾーン区分・地区海岸一覧図（例：宮城県_V. 仙台湾ゾーン）

* 海岸線種別 赤線：自然海岸砂浜、青線：半自然海岸砂浜、線なし：磯浜海岸・人工海岸等

b. 地区海岸

地区海岸毎に作成した土地被覆変化図や判読結果をもとに、「平成 24 年度東北地方太平洋沿岸地域自然環境調査業務」で採用した「海岸の変化要因の区分」により、変化要因を考察し、一覧表に整理した。土地被覆変化図は、各ゾーンから代表地区を1～2抽出して、本文中に図示し、解説を加えた。また、全ての地区海岸については別添資料に整理した。表 4.5に地区海岸一覧表、図 4.8に土地被覆変化図の例を示す。

表4.5 地区海岸一覧表（例：岩手県の一部）

都道府県	ゾーン	ゾーン名	海岸	地区名	1970'	2000'	2011	2014	現在のタイプ	1970'-2000'	2000'-2011	2011-2014	勾配1/n
岩手県	I	久慈	1	種市町大谷地	1976.5.8	2002.4.23	2011.6.6	2014.7.12	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	2	種市町平内	1976.5.9	2002.4.23	2011.6.6	2014.7.12	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	3	種市町種市漁港	1976.5.8	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.12	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	4	種市町土釜	1976.5.9	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.12	ポケット	1	1	1	10
岩手県	I	久慈	5	種市町八木漁港	1975.10.17	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	4	1	1	10
岩手県	I	久慈	6	種市町小子内	1977.9.25	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	20
岩手県	I	久慈	7	種市町有家	1977.9.28	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	4	1	1	10
岩手県	I	久慈	8	種市町有家	1977.9.28	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	9	久慈市北侍浜	1977.9.25	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	10	久慈市南侍浜	1977.9.28	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	11	久慈市南侍浜	1977.9.28	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	12	久慈市南侍浜	1977.9.28	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	13	久慈市麦生	1977.9.28	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	14	久慈市麦生	1977.9.28	2006.10.15	2011.6.6	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	15	久慈市久慈湾	1977.9.28	2006.10.15	2011.5.26	2014.7.22	ポケット	5	1	1	10
岩手県	I	久慈	16	久慈市備蓄基地	1977.9.28	2006.10.15	2011.5.26	2014.7.22	ポケット	4	1	1	10
岩手県	I	久慈	17	久慈市久慈川	1977.9.25	2006.10.15	2011.5.26	2014.7.22	ポケット	4	1	2	10
岩手県	I	久慈	18	久慈市久慈港	1977.9.25	2006.10.15	2011.5.26	2014.7.22	ポケット	5	2	1	10

1970'、2000'、2011、2014：写真等の撮影年月日

タイプについて：沿岸は沿岸漂砂の生じる海岸、ポケットはポケットビーチ

1970'-2000'：1970年代から2000年代（震災前）の変化要因

2000'-2011：2000年代（震災前）から2011年（震災後）の変化

2011-2014：2011年（震災後）から2014年の変化

勾配1/n：汀線勾配

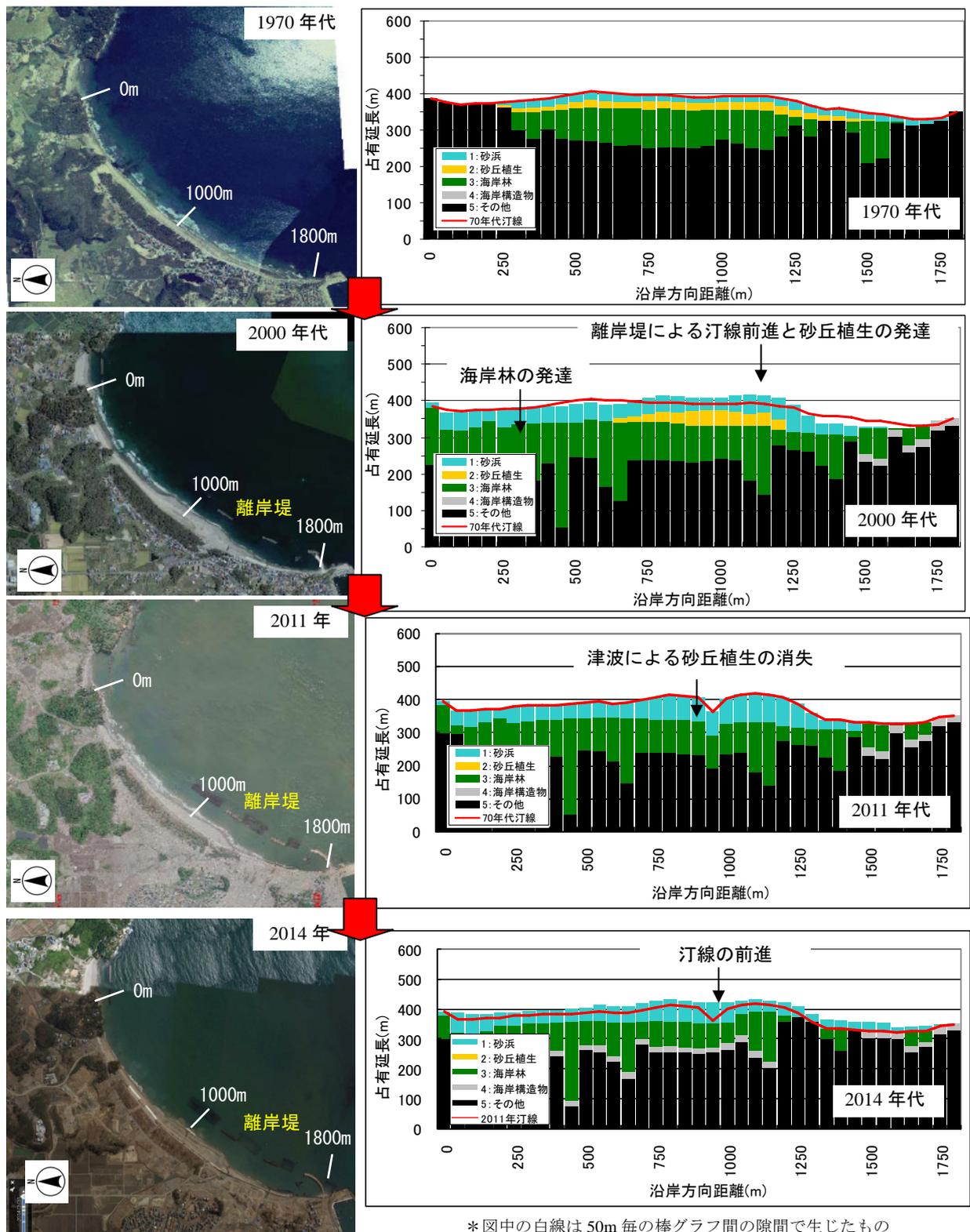


図4.8 土地被覆変化図の例（宮城県Ⅳ. 石巻塩釜ゾーン No.132 セッカ浜）

図は陸側から海側を見たように作成している。縦軸は后背基線から沖側への距離、横軸は（沿岸）汀線方向の距離を示す。ここでは、図の左側が北、右側が南に該当する。1970年代の汀線位置（赤線）を2000年代に、2011年の汀線位置（赤線）を2014年の図の上に重ねている。2000年の土地被覆の外側（ここでは水色で示す砂浜）と汀線に空間がある場合は、汀線が後退したことになる。

c. 海岸の変化要因

1970年代から2000年代の海岸の変化要因の区分は宇多¹が図4.9に示した日本全国の海岸侵食の実態要因を参照に、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に伴って遮蔽域外から遮蔽域内へと砂が運ばれて周辺域で侵食が生じる。
- タイプ2：一方向の沿岸漂砂²の流れが防波堤等の構造物によって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）。

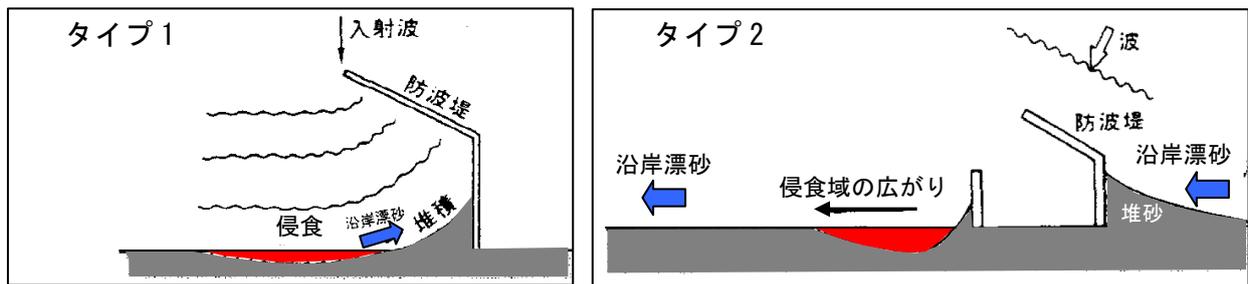


図4.9 主な海岸侵食要因の模式図（宇多，1997）

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。

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）。
- タイプ4：汀線後退（経時的な変化）。

¹宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，p.422，1997.

²海岸線に平行な方向で移動する漂砂（波や流で砂が輸送される）のこと

4.3 調査結果（砂浜・泥浜の変化状況調査）

(1) 調査対象海岸

a. 延長とゾーン及び地区海岸数

調査対象の海岸延長を表 4.6、県別のゾーン及び地区数の一覧を表 4.7に示す。調査対象海岸の延長は、約 680.5km（2000 年代）である。海岸延長は、茨城県(150.9km)、宮城県(134.3km)、青森県(120.8km)の順で長い。ゾーン数は 19、地区海岸数 397 地区であり、地区海岸はリアス海岸が発達する岩手県と宮城県が多い。

表4.6 調査対象の海岸延長

No.	県	延長(km)	備考
1	青森県	120.8	尻屋崎(東通村)から岩手県境まで
2	岩手県	101.2	
3	宮城県	134.3	
4	福島県	94.3	
5	茨城県	150.9	
6	千葉県	79.0	茨城県境から九十九里浜南端(一宮町)まで
	合計	680.5	

表4.7 県別のゾーン及び地区数の一覧

No.	県	ゾーン	地区海岸番号	地区海岸数	小計	
1	青森県	I	尻屋	1-6	6	21
		II	三沢	7-14	8	
		III	八戸・階上	15-21	7	
2	岩手県	I	久慈	1-32	32	158
		II	宮古	33-86	54	
		III	釜石	87-122,159	37	
		IV	大船渡	123-138,140-158	35	
3	宮城県	I	気仙沼	1-24	24	140
		II	志津川	25-64	40	
		III	牡鹿	65-104	40	
		IV	石巻・塩釜	105-134	30	
		V	仙台湾	135-140	6	
4	福島県	I	相馬	1-9	9	44
		II	相双	10-26,44	18	
		III	いわき	27-43	17	
5	茨城県	I	北茨城	1-4	4	27
		II	日立	5-19	15	
		III	鹿島	20-27	8	
6	千葉県	I	九十九里浜	1-6,"3-1"	7	7
				合計	397	

b. 土地被覆別の面積変化

砂浜、砂丘植生、海岸林、海岸構造物等及びその他の2時期の変化量について、全調査対象海岸の結果を図4.10～図4.12に示す。

1) 1970年代－2000年代

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、海岸構造物等が約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.海岸構造物等で、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形となっている。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。

単位：ha

県\種別	1:砂浜	2:砂丘植生	3:海岸林	4:海岸構造物	5:その他	合計
青森県	-311.7	20.4	399.8	106.5	-34.1	180.8
岩手県	-54.4	40.9	10.1	116.4	-46.7	66.3
宮城県	81.4	-88.9	105.6	258.0	-227.0	129.1
福島県	48.6	20.3	-36.1	205.3	-0.2	237.8
茨城県	26.8	-119.9	-15.2	543.0	278.9	713.5
千葉県	-2.6	94.2	14.2	25.4	78.3	209.5
全調査対象海岸	-211.9	-33.0	478.3	1,254.5	49.0	1,537.0

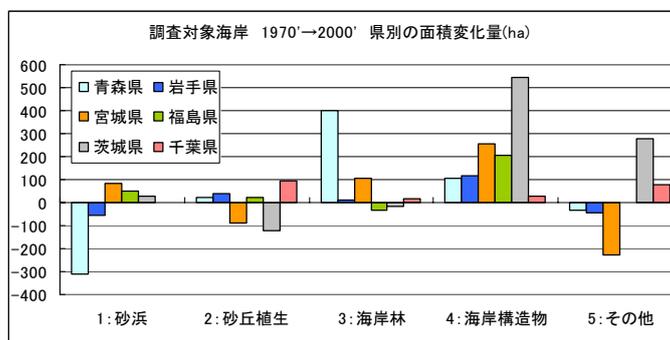
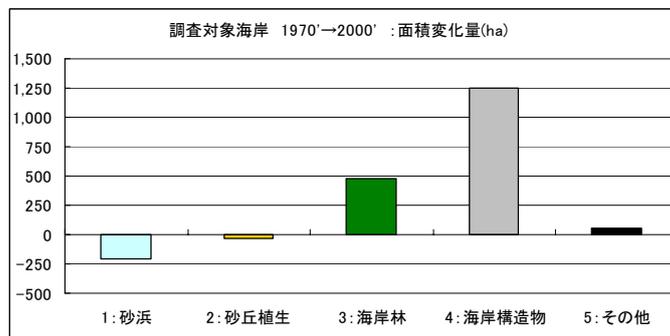


図4.10 全調査対象海岸の2時期の変化量（1970年代から2000年代）

2) 2000年代－2011年

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、海岸構造物等が約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、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。

県別では青森県では砂丘植生が約124ha縮小して、その多くはその他に変わっている。岩手県で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。宮城県で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。また、仙台湾南部にある山元海岸等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。茨城県ではその他以外は50ha前後の縮小が見られる。千葉県では海岸林が約284ha縮小し、ほぼ同程度の面積がその他に変わっている。

単位：ha

県\種別	1:砂浜	2:砂丘植生	3:海岸林	4:海岸構造物	5:その他	合計
青森県	-11.9	-124.3	23.8	9.3	96.9	-6.2
岩手県	13.8	-21.3	-27.2	42.3	-26.1	-18.5
宮城県	79.8	-150.5	-312.4	-132.9	684.9	168.9
福島県	-8.9	-127.6	-204.2	-1.9	219.0	-123.6
茨城県	-14.9	-67.7	-24.4	-56.9	113.5	-50.4
千葉県	-20.4	-5.3	-284.3	-5.0	288.2	-26.8
全調査対象海岸	37.5	-496.8	-828.6	-145.1	1,376.5	-56.5

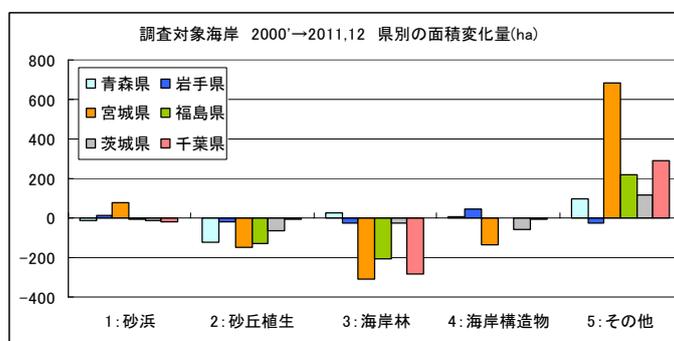
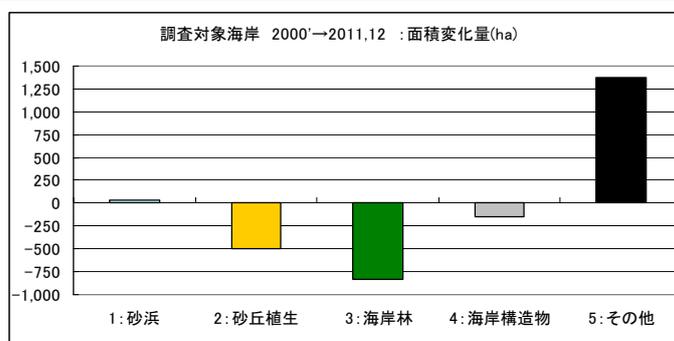


図4.11 全調査対象海岸の2時期の変化量（2000年代から2011年）

3) 2011年－2014年

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に伴う工事により、海岸構造物が大きく拡大した。

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。

単位：ha

県\種別	1:砂浜	2:砂丘植生	3:海岸林	4:海岸構造物	5:その他	合計
青森県	-12.2	-13.1	2.8	12.6	29.0	19.0
岩手県	-27.4	-11.8	-13.3	-20.9	33.4	-39.9
宮城県	-117.5	-32.2	-389.9	166.3	575.3	201.9
福島県	16.1	-10.5	-59.1	106.3	13.4	66.2
茨城県	-19.2	-0.2	2.1	59.0	16.9	58.6
千葉県	-64.7	-24.3	-38.5	8.5	63.9	-55.0
全調査対象海岸	-225.0	-92.0	-495.9	331.8	732.0	250.9

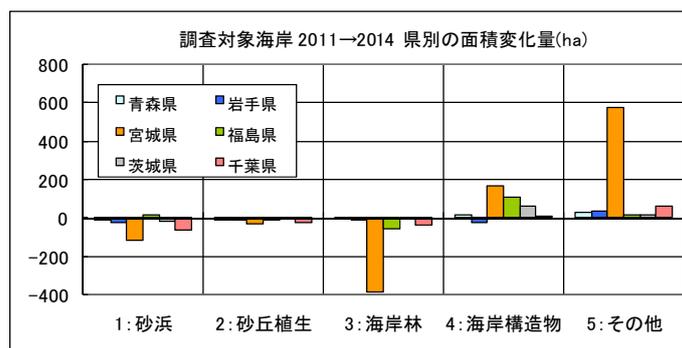
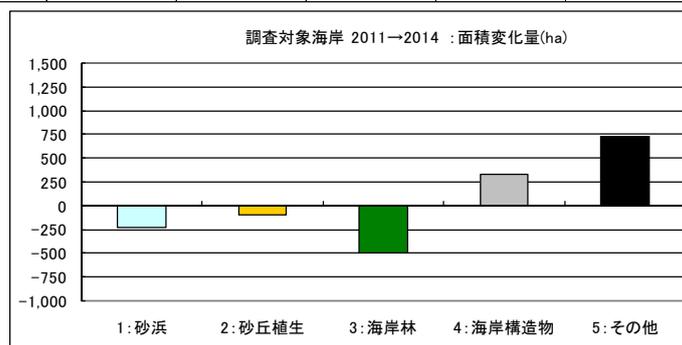


図4.12 全調査対象海岸の2時期の変化量（2011年から2014年）

(2) 各県における土地被覆別の面積変化

前述した5項目の土地被覆の2時期の面積変化量について、1970年代-2000年代、2000年代-震災後ごとに県別及びゾーン別に図4.13~図4.18に整理した。

a. 青森県

1970年代-2000年代

主に海岸林と海岸構造物等が拡大し、砂浜が縮小した。前述のとおり海岸林区域の海側への前進によるものである。これにより砂浜と砂丘植生が海岸林へ変わっていたが、ゾーンIIではその傾向が強い。一方、ゾーンIでは砂浜上に砂丘植生が発達していた。海岸構造物はゾーンIIのむつ小川原港の建設によるものである。

2000年代-2011年

ゾーンIIでは砂丘植生が縮小し、その他が拡大した。また海岸林は微増した。

2011年-2014年

ゾーンIIでは砂浜と砂丘植生が縮小し、主に海岸構造物とその他が拡大した。

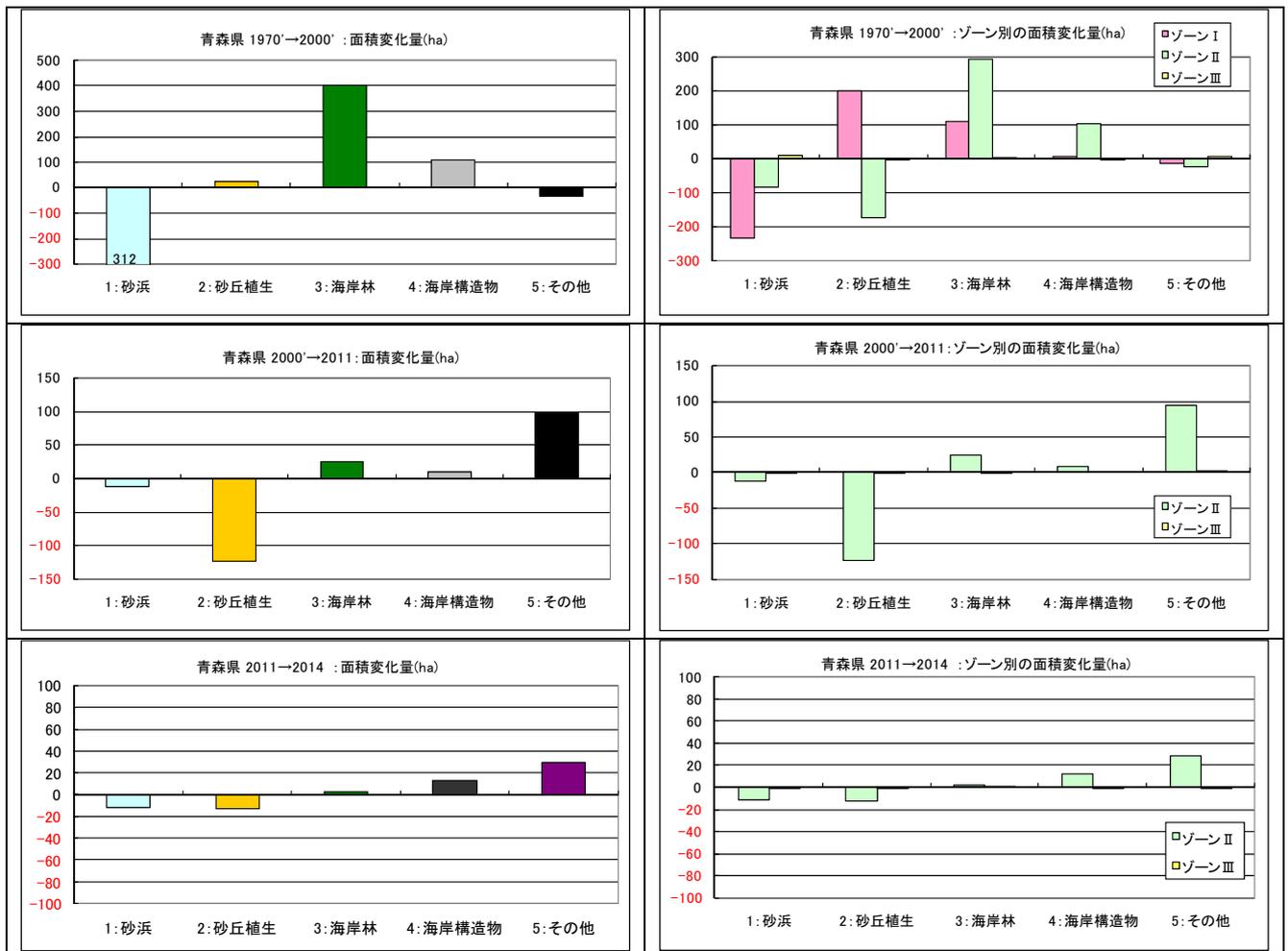


図4.13 青森県の2時期の変化量

b. 岩手県

1970年代-2000年代

主に海岸構造物等が拡大し、砂浜とその他が縮小した。各種の漁港建設（増築）によるものであり、ゾーンⅠとⅡでその傾向が強い。

2000年代-2011年

砂丘植生、海岸林、その他がそれぞれ約25ha縮小した。ゾーンⅣでは砂浜や海岸林の縮小が大きく、多くは侵食（水没）したものとされる。

2011年-2014年

その他以外は10~30ha縮小していた。ゾーンⅠ、Ⅱでは砂浜が縮小し、その他は拡大した。

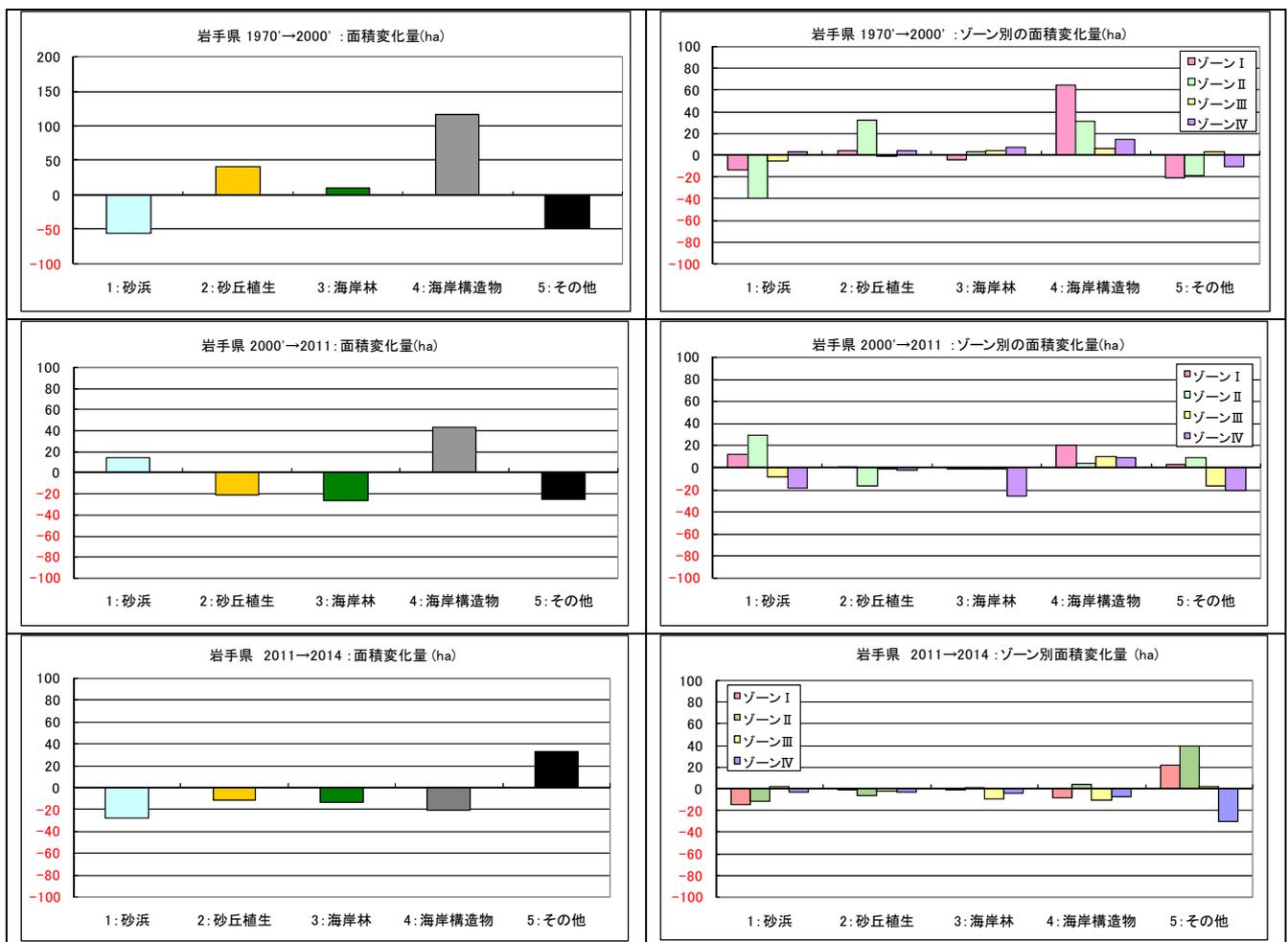


図4.14 岩手県の2時期の変化量

c. 宮城県

1970年代-2000年代

砂丘植生とその他が縮小し、それ以外の3項目が拡大した。仙台湾ゾーンの海岸は相馬港の防波堤建設により、北向きの沿岸漂砂が阻止されたため、相馬港に近い山元海岸では著しい侵食に見舞われていた。このため砂浜の地盤高が低下して砂丘植生が消失したと考えられる。ゾーンIVでの海岸構造物の拡大は石巻港の建設によるものである。

2000年代-2011年

砂丘植生と海岸林が大きく縮小し、多くはその他に変わった（一部は侵食・水没）。これらは仙台湾南部のゾーンVで傾向が強かった。

2011年-2014年

ゾーンIIIでは海岸林が大きく縮小し、海岸構造物とその他が拡大した。

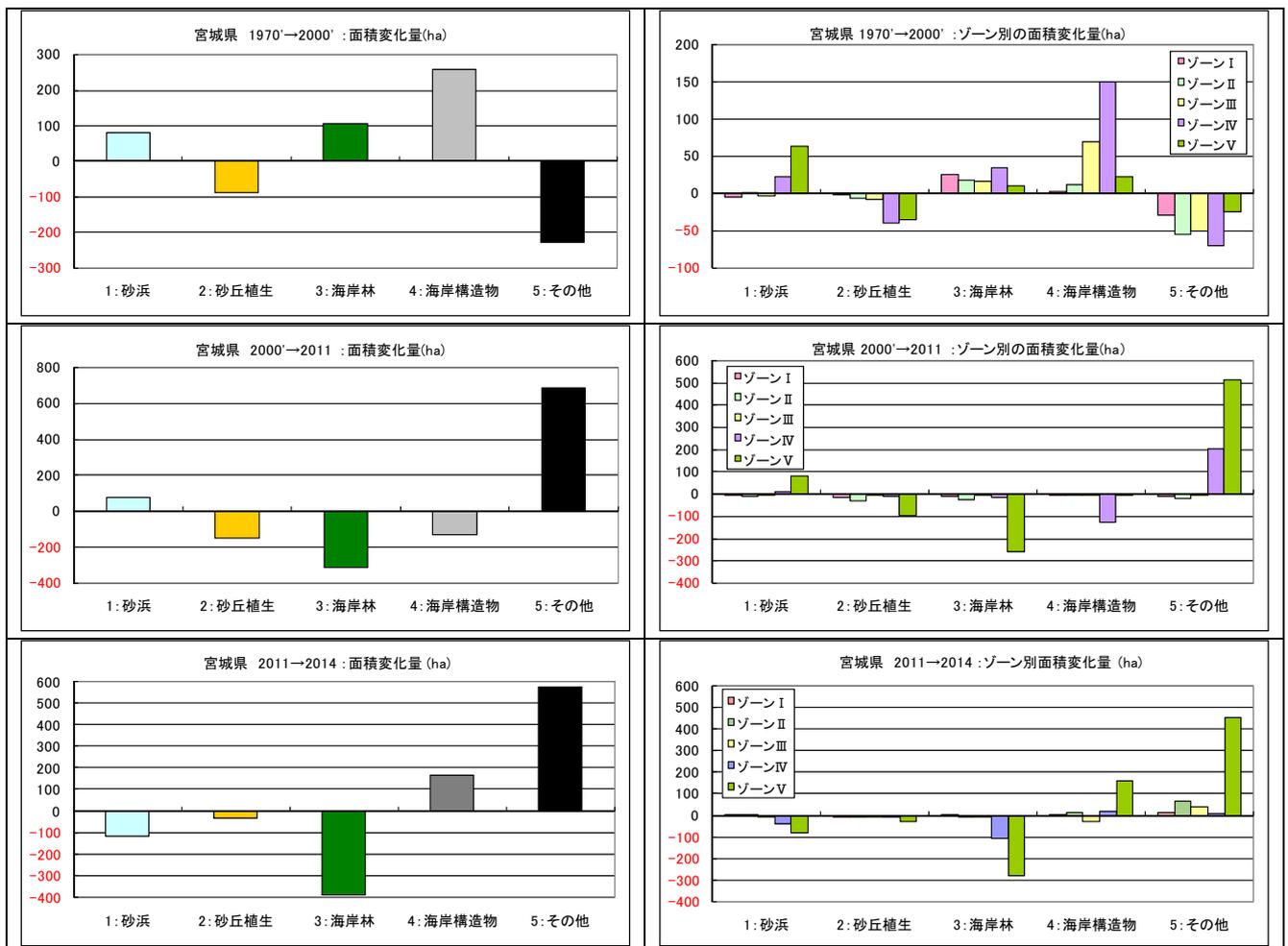


図4.15 宮城県の2時期の変化量

d. 福島県

1970年代-2000年代

海岸林が縮小し、砂浜、砂丘植生、海岸構造物が拡大していた。砂浜の拡大はいわき市のゾーンⅢに見られた。また、海岸構造物はゾーンⅠの相馬港、ゾーンⅡの原町火力発電所の建設によるものである。

2000年代-2011年

砂丘植生と海岸林が大きく縮小し、多くはその他に変わる（一部は侵食・水没）等宮城県の場合と似ている。これらは福島県北部から中部にかけてのゾーンⅠ・Ⅱでその傾向が強い。

2011年-2014年

全般に海岸林が縮小し、主に海岸構造物が拡大した。

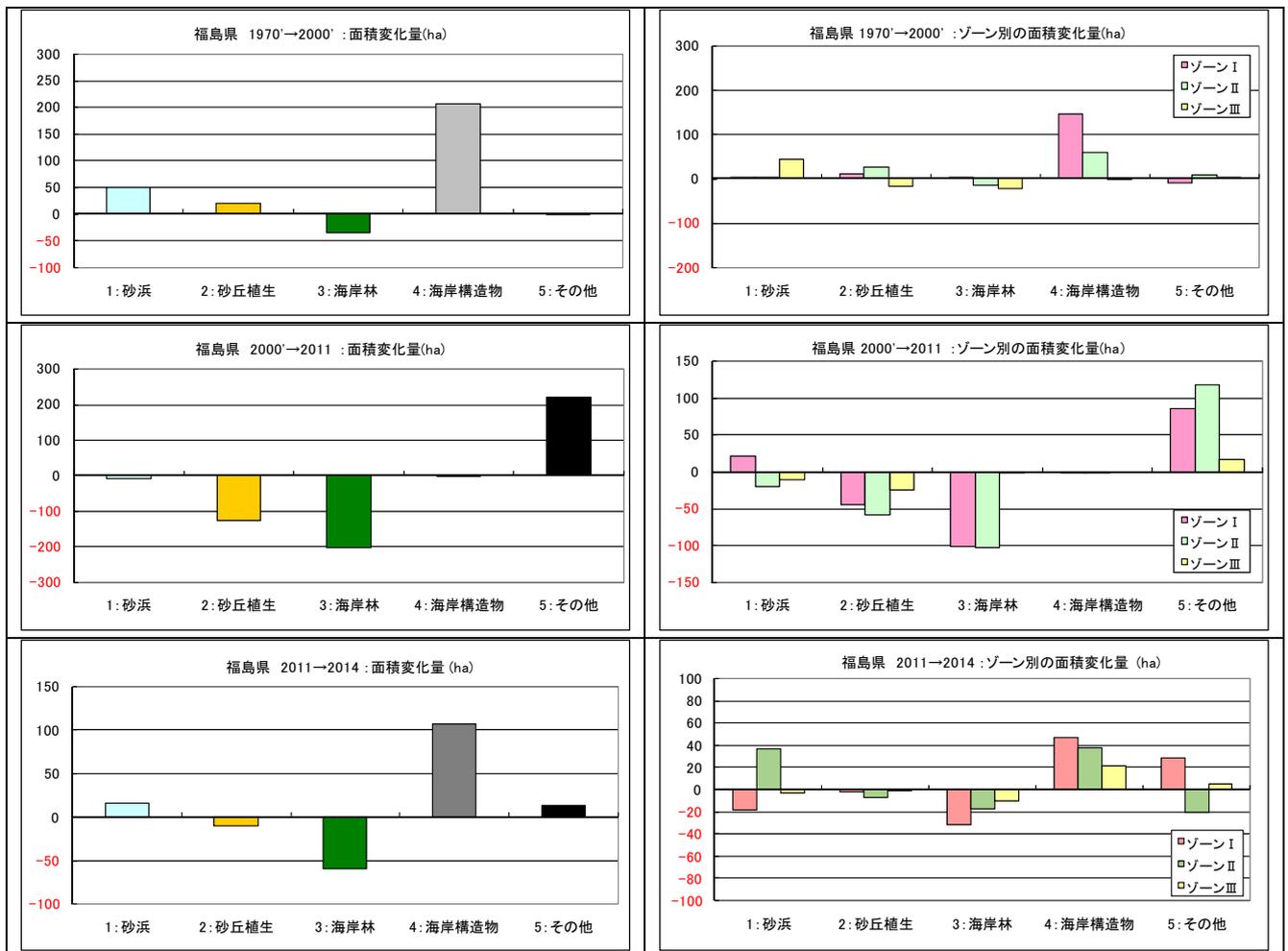


図4.16 福島県の2時期の変化量

e. 茨城県

1970年代-2000年代

砂丘植生が縮小し、海岸構造物とその他が大きく拡大していた。海岸構造物の拡大は北から大津漁港、日立港、東海発電所、常陸那珂港、大洗港、鹿島港等の大規模な港湾建設や埋立によるものである。

2000年代-2011年

その他を除く4項目で20~60ha縮小しており、鹿島灘に面する那珂川以南のゾーンⅢでその傾向が強い。

2011年-2014年

砂浜が縮小し、主に海岸構造物とその他が拡大した。

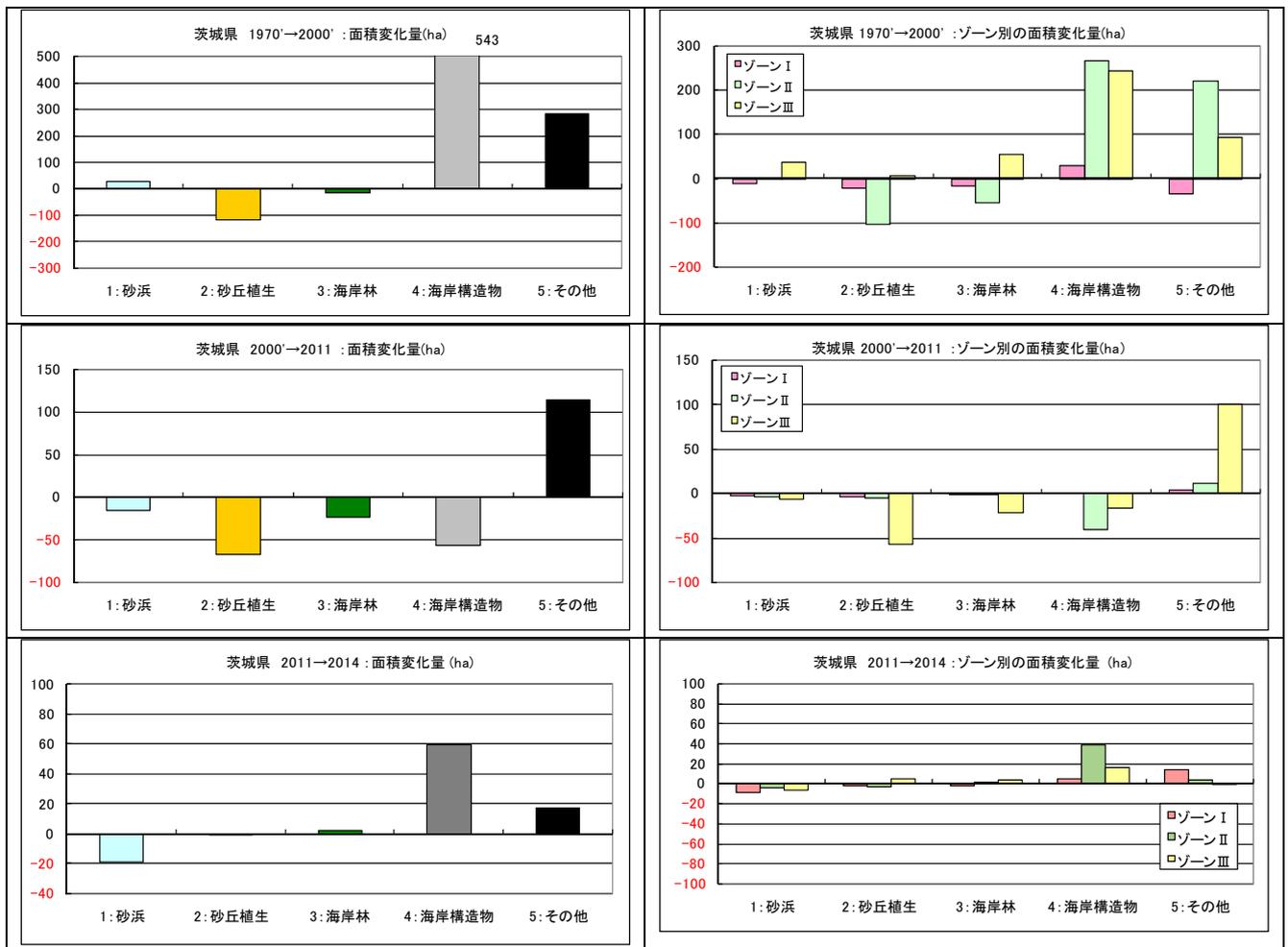


図4.17 茨城県の2時期の変化量

f. 千葉県

1970年代-2000年代

砂浜以外の各項目が20~100ha拡大した。砂丘植生の拡大は飯岡漁港から西側一帯にかけての離岸堤群建設による堆砂が進んだ結果、砂浜の地盤高が上昇して砂丘植生が発達したことによる。

2000年代-2011年

海岸林が大きく縮小して、ほとんどがその他に変わった。

2011年-2014年

砂浜、砂丘植生、海岸林が縮小し、主にその他が拡大した。

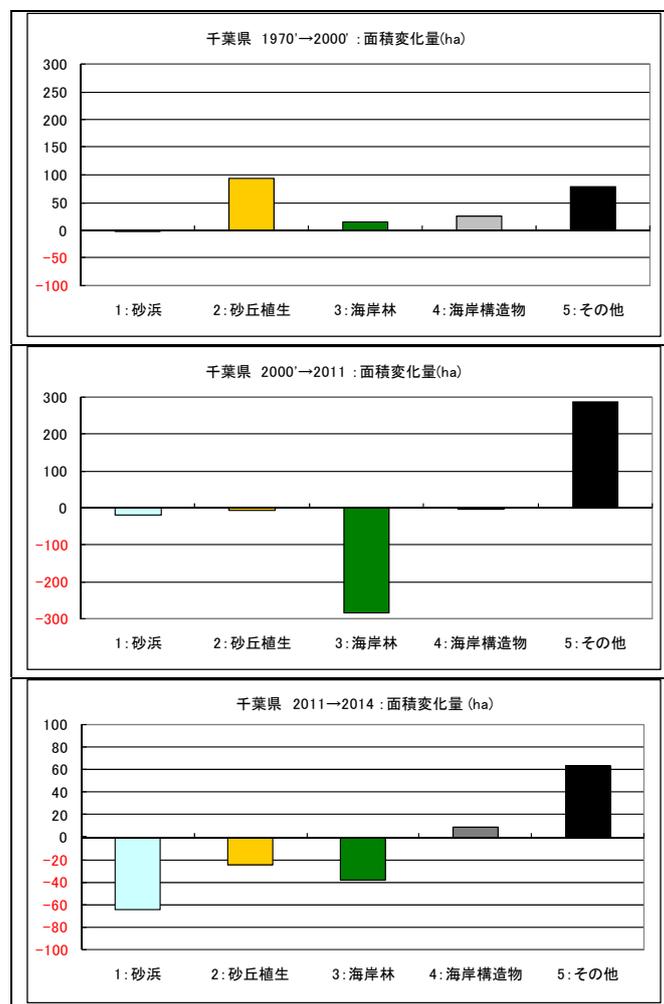


図4.18 千葉県の2時期の変化量

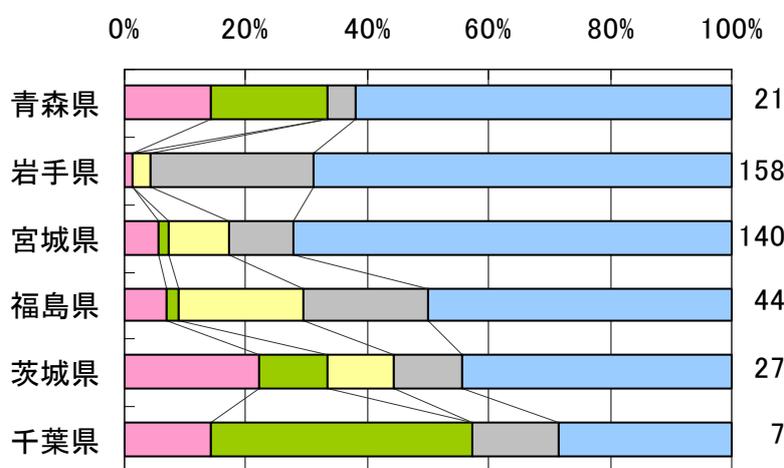
(3) 変化要因別の傾向

a. 県別

県毎の海岸の変化要因タイプ別集計を図 4.19～図 4.21 に示す。

1) 1970 年代～2000 年代

- ・ 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。



数値は地区海岸数

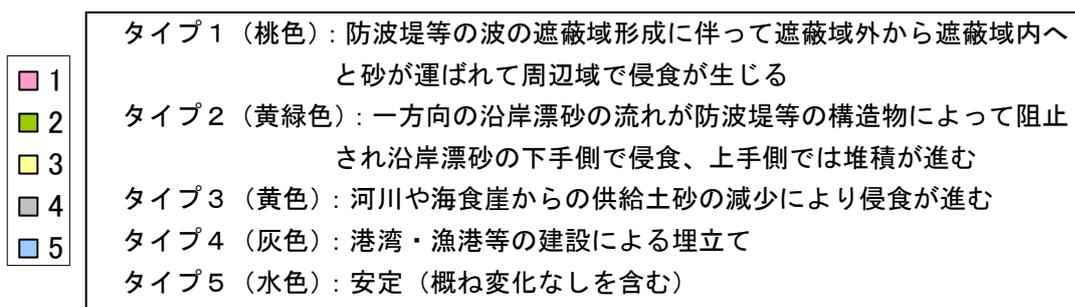
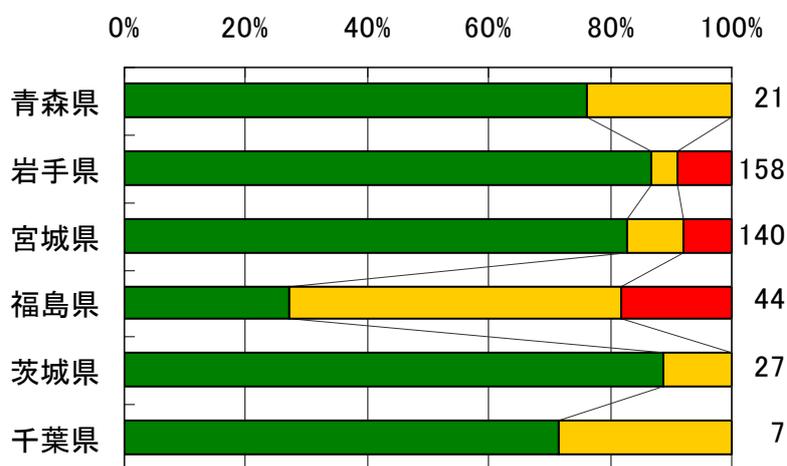


図4.19 県別の海岸の変化要因 (1970 年代～2000 年代)

2) 2000年代-2011年

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。



数値は地区海岸数

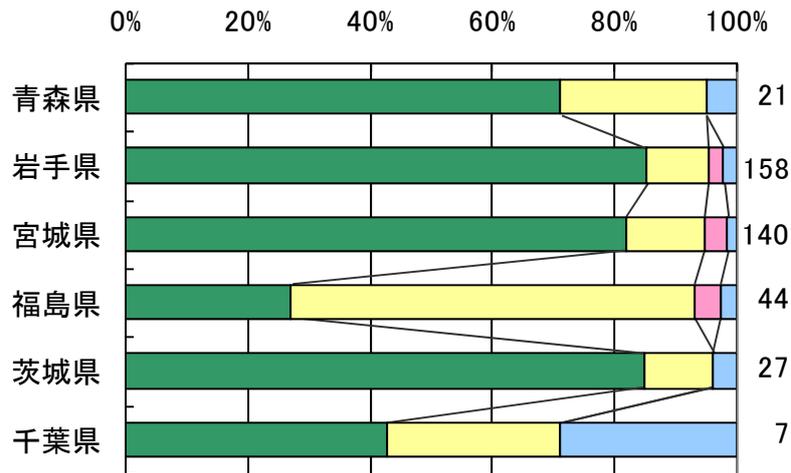
■ 1	タイプ1 (緑色) : 安定 (概ね変化なしを含む)
■ 2	タイプ2 (黄色) : 汀線の後退が見られる
■ 3	タイプ3 (赤色) : 防潮堤が破堤して汀線の後退や砂浜の消失が見られる

図4.20 県別の海岸の変化状況 (2000年代-2011年)

3) 2011年-2014年

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。

- ・ 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



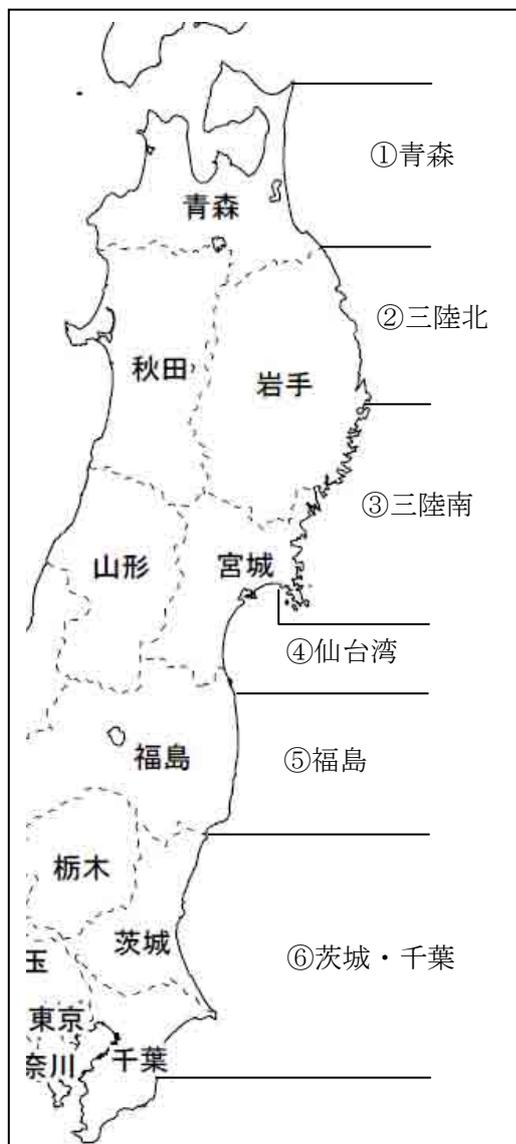
数値は地区海岸数

■ 1	タイプ1 (緑色)：安定 (概ね変化なしを含む)
■ 2	タイプ2 (黄色)：汀線が回復傾向 (震災前の約5割以上)
■ 3	タイプ3 (桃色)：汀線の回復が遅い (震災前の約5割以下)
■ 4	タイプ4 (水色)：汀線後退が見られる (経時的な変化)

図4.21 県別の海岸の変化状況 (2011年-2014年)

b. 沿岸区分別

同様に沿岸毎の海岸の変化要因タイプ別集計を図 4.23～図 4.25に示す。なお、沿岸区分は各県で定めた海岸保全基本計画を参照して設定した。



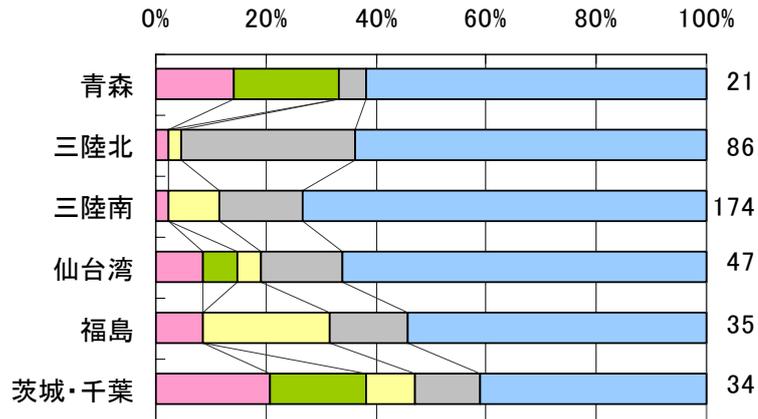
No.	沿岸	起点	終点
①	青森	青森県尻屋崎 (青森 No. 1)	岩手県境 (青森 No.21)
②	三陸北	青森県境 (岩手 No. 1)	宮古市－山田町境 (岩手 No.86)
③	三陸南	宮古市－山田町境 (岩手 No.87)	石巻市石巻漁港 (宮城 No.102)
④	仙台湾	石巻市石巻漁港 (宮城 No.103)	相馬市茶屋ヶ岬 (福島 No. 9)
⑤	福島	相馬市茶屋ヶ岬 (福島 No.10)	茨城県境(福島 No.43)
⑥	茨城・千葉	福島県境(茨城 No. 1)	千葉県一宮町

* () 内の No.は本調査で設定した地区海岸番号

図4.22 沿岸区分

1) 1970年代-2000年代

- ・ タイプ1「防波堤等の建設による砂の移動」とタイプ2「防波堤等の建設で沿岸漂砂を阻止」の割合が多い沿岸は、青森、茨城・千葉であった。
- ・ タイプ3「河川・海食崖からの土砂供給の減少」の割合が多い沿岸は、福島であった。
- ・ タイプ4「港湾・漁港等の建設による埋立て」の割合が多い沿岸は、港湾や漁港の多い三陸北であった。



1	タイプ1 (桃色) : 防波堤等の波の遮蔽域形成に伴って遮蔽域外から遮蔽域内へと砂が運ばれて周辺域で侵食が生じる。
2	タイプ2 (黄緑色) : 一方向の沿岸漂砂の流れが防波堤等の構造物によって阻止され沿岸漂砂の下手側で侵食、上手側では堆積が進む。
3	タイプ3 (黄色) : 河川や海食崖からの供給土砂の減少により侵食が進む。
4	タイプ4 (灰色) : 港湾・漁港等の建設による埋立て。
5	タイプ5 (水色) : 安定 (概ね変化なしを含む)。

図4.23 沿岸別の海岸の変化要因 (1970年代-2000年代)

2) 2000年代-2011年

- タイプ3「破堤・汀線後退や砂浜消失」の割合が多い沿岸は、津波の被害が著しかった三陸南、仙台湾、福島であった。福島はタイプ2「汀線の後退」も多かった。

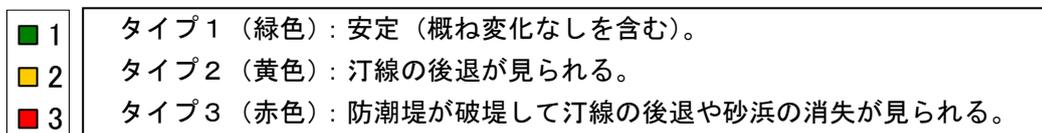
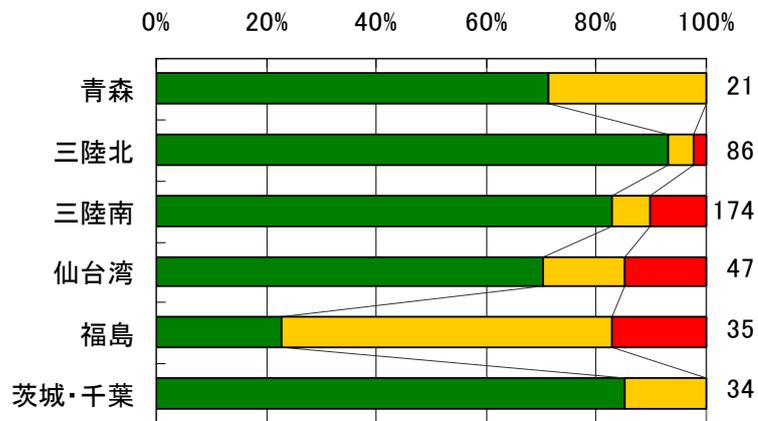
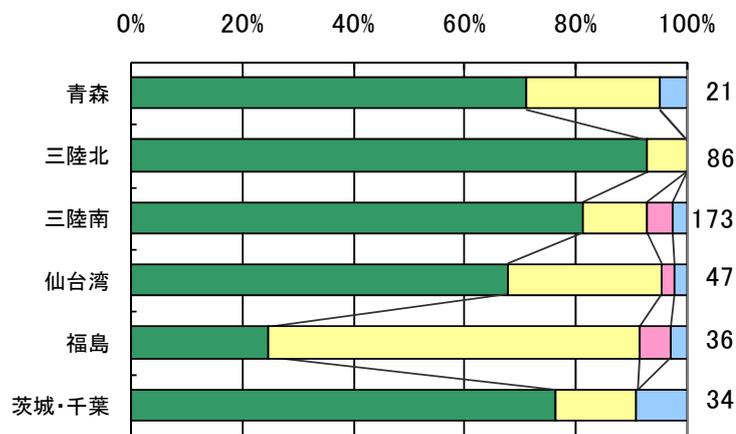


図4.24 沿岸別の海岸の変化状況 (震災後)

3) 2011年-2014年

- タイプ3「汀線の回復が遅い (震災前の約5割以下)」の割合が多い沿岸は三陸南であった。



値は地区海岸数

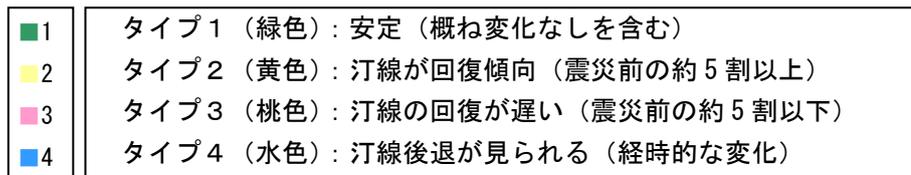


図4.25 県別の海岸の変化状況 (2011年-2014年)

c. 海岸事例

ア タイプ2の海岸

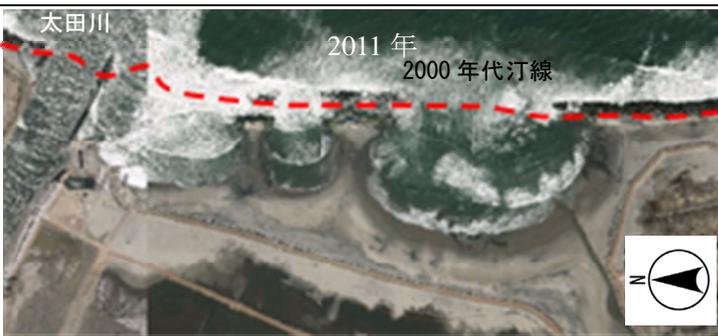
 <p>太田川 2000年代</p>	<p>幅 30m 程度の砂浜の背後にラグーンを挟む形で海岸林が発達していた。</p>
 <p>太田川 2011年 2000年代汀線</p>	<p>防潮堤は破堤して、汀線はラグーン的位置まで後退し、海岸林はほぼ消失した。</p>
 <p>太田川 2014年 2011年汀線</p>	<p>汀線はやや回復した。</p>

図4.26 福島県南相馬市小浜

 <p>2000 年代</p> <p>坂本</p>	<p>砂浜はなく防潮堤の背後には海岸林が発達していた。</p>
 <p>2011 年</p> <p>坂本</p> <p>2000 年代汀線</p>	<p>防潮堤は破堤して、V 字状の湾入部を形成し、汀線は最大 250m 後退した。</p>
 <p>2014 年</p> <p>坂本</p> <p>2011 年汀線</p>	<p>防潮堤が新設されるとともに、汀線はやや回復した。</p>

図4.27 宮城県山元町中浜

イ タイプ3の海岸

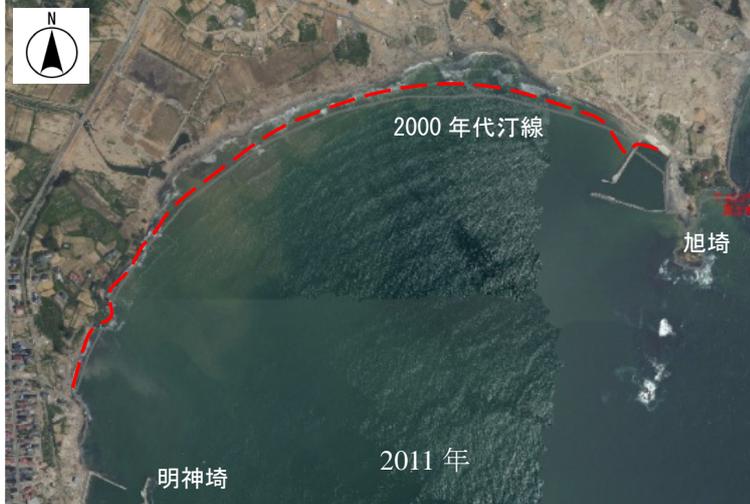
	<p>幅 50m 程度の砂浜の背後に砂丘植生と海岸林が発達していた。</p>
	<p>防潮堤は破堤して、V字状の湾入部を形成し、汀線は最大 100m 後退した。</p>
	<p>砂浜はほとんどなく、汀線の回復は少ない。</p>

図4.28 宮城県気仙沼市小伊勢浜

	<p>幅 70m 程度の砂浜の背後に海岸林が発達していた。</p>
	<p>防潮堤は破堤して、汀線は最大 70m 後退した。</p>
	<p>砂浜はほとんどなく、汀線の回復は少ない。</p>

図4.29 岩手県大船渡市吉浜

 <p>2000年代</p> <p>津谷川</p>	<p>幅 70m 程度の砂浜の背後に砂丘植生と海岸林が発達していた。</p>
 <p>2011年</p> <p>2000年代汀線</p> <p>津谷川</p>	<p>河口砂州は完全に消失するとともに、防潮堤は破堤して、V字状の湾入部を形成し、汀線は最大 500m 後退した。</p>
 <p>2014年</p> <p>津谷川</p> <p>2011年汀線</p>	<p>汀線は約 50m 回復したが、2000年代の汀線位置と比べて大きく後退したままである。</p>

図4.30 宮城県気仙沼市赤崎

	<p>鵜住居川の右岸から伸びた幅 50m 程度の河口砂州上に砂丘植生が発達し、南部には海岸林が見られた。</p>
	<p>河口砂州は完全に消失するとともに、防潮堤は破堤して、V字状の湾入部を形成し、汀線は最大 400m 後退した。</p>
	<p>汀線は約 30m 回復したが、2000 年代の汀線位置と比べて大きく後退したままである。</p>

図4.31 岩手県釜石市根浜

(4) 土地被覆面積変化の相互関係

前述した集計では総量（面積）は把握できるが、多様な変化現象を把握することが出来ない。これは、土地被覆の砂浜、砂丘植生、海岸林、海岸構造物等及びその他が相互に変化するとともに、侵食や大規模埋立及び港湾施設整備等により面積が大幅に縮小・拡大するといった変化が過年度調査で確認されているためである。このため、GIS を利用した効果的な手法で土地被覆毎の相互変化量の解析を行い、県別の変化を図 4.32～図 4.37に示した。

a. 青森県

青森県では、1970年代に砂浜であった箇所は、2000年代には海（侵食等）へ約11%、砂浜のままが約43%、砂丘植生へ30%、海岸林へ8%、海岸構造物へ2%、その他へ6%変化していた。同様に2000年代に砂浜であった箇所は、2011年には海（侵食等）へ約1%、砂浜のままが約95%、海岸林へ2%、その他へ1%変化していた。

2011年に砂浜であった箇所は、2014年には海（侵食等）へ約1%、砂浜のままが約95%、その他へ4%変化していた。

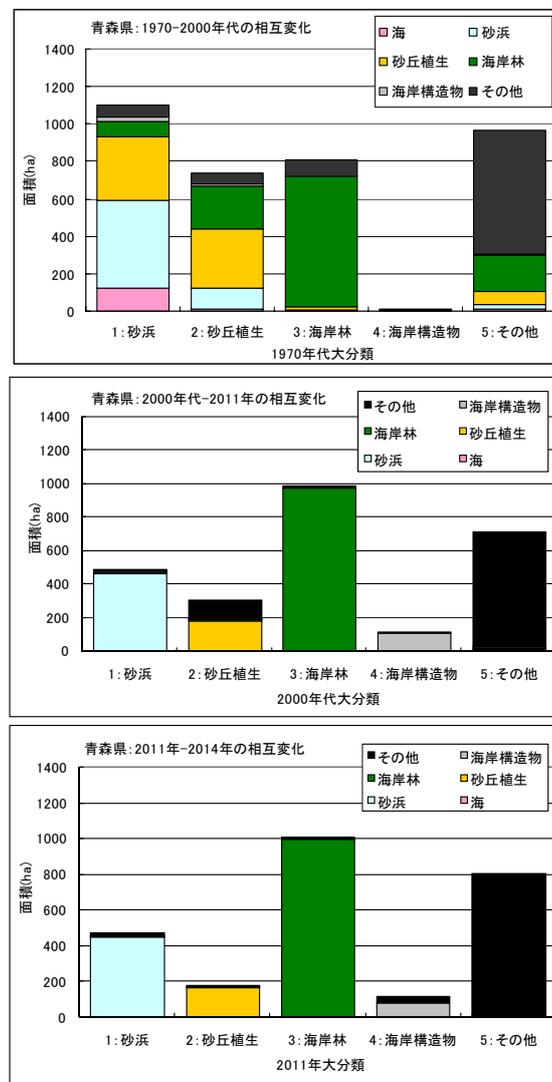


図4.32 土地被覆面積変化の相互関係（青森県）

b. 岩手県

岩手県では、1970年代に砂浜であった箇所は、2000年代には海（侵食等）へ約21%、砂浜のままが約49%、砂丘植生へ3%、海岸林へ1%、海岸構造物へ5%、その他へ21%変化していた。同様に2000年代に砂浜であった箇所は、2011年には海（侵食等）へ約17%、砂浜のままが約74%、砂丘植生へ7%、その他へ2%変化していた。

2011年に砂浜であった箇所は、2014年には海（侵食等）へ約8%、砂浜のままが約76%、その他へ14%変化していた。

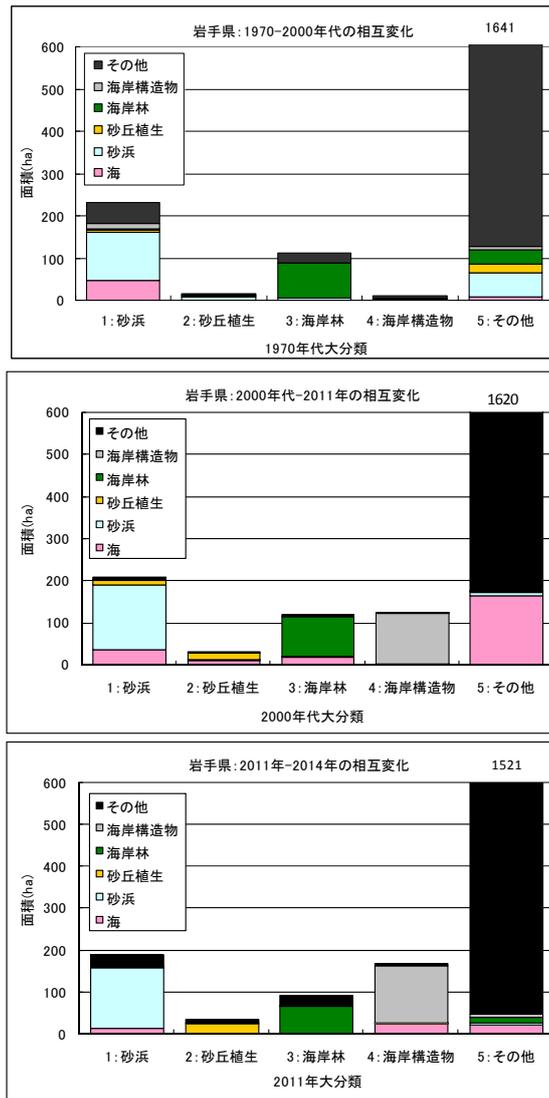


図4.33 土地被覆面積変化の相互関係（岩手県）

c. 宮城県

宮城県では、1970年代に砂浜であった箇所は、2000年代には海（侵食等）へ約24%、砂浜のままが約47%、砂丘植生へ14%、海岸林へ2%、海岸構造物へ5%、その他へ8%変化していた。同様に2000年代に砂浜であった箇所は、2011年には海（侵食等）へ約11%、砂浜のままが約89%へ変化していた。

2011年に砂浜であった箇所は、2014年には海（侵食等）へ約11%、砂浜のままが約61%、海岸構造物へ約19%、その他へ約9%変化していた。

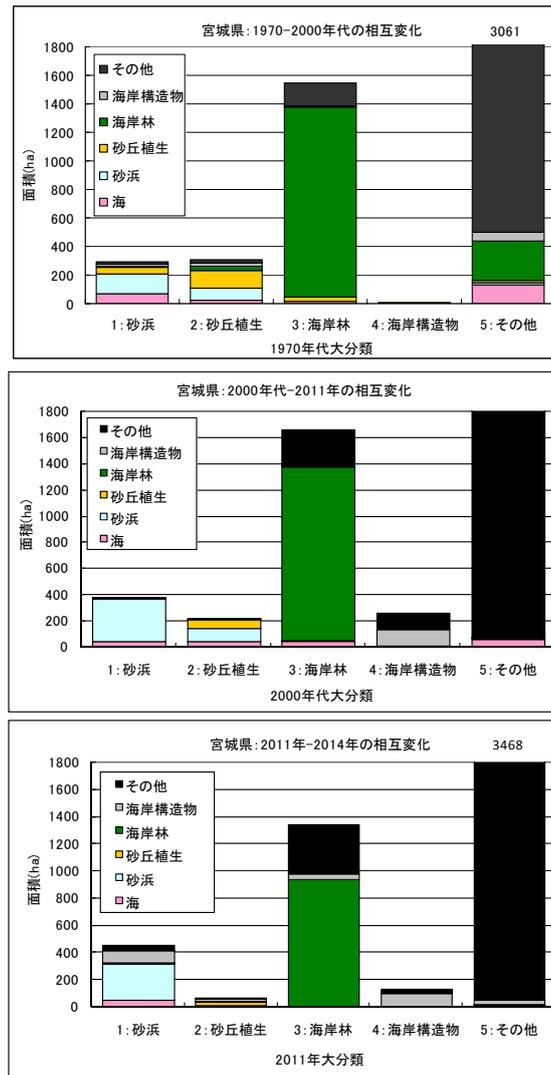


図4.34 土地被覆面積変化の相互関係（宮城県）

d. 福島県

福島県では、1970年代に砂浜であった箇所は、2000年代には海（侵食等）へ約24%、砂浜のままが約40%、砂丘植生へ17%、海岸林へ2%、海岸構造物へ6%、その他へ10%変化していた。同様に2000年代に砂浜であった箇所は、2011年には海（侵食等）へ約21%、砂浜のままが約72%、その他へ7%変化していた。

2011年に砂浜であった箇所は、2014年には海（侵食等）へ約5%、砂浜のままが約60%、砂丘植生へ約4%、海岸構造物へ約17%、その他へ約14%変化していた。

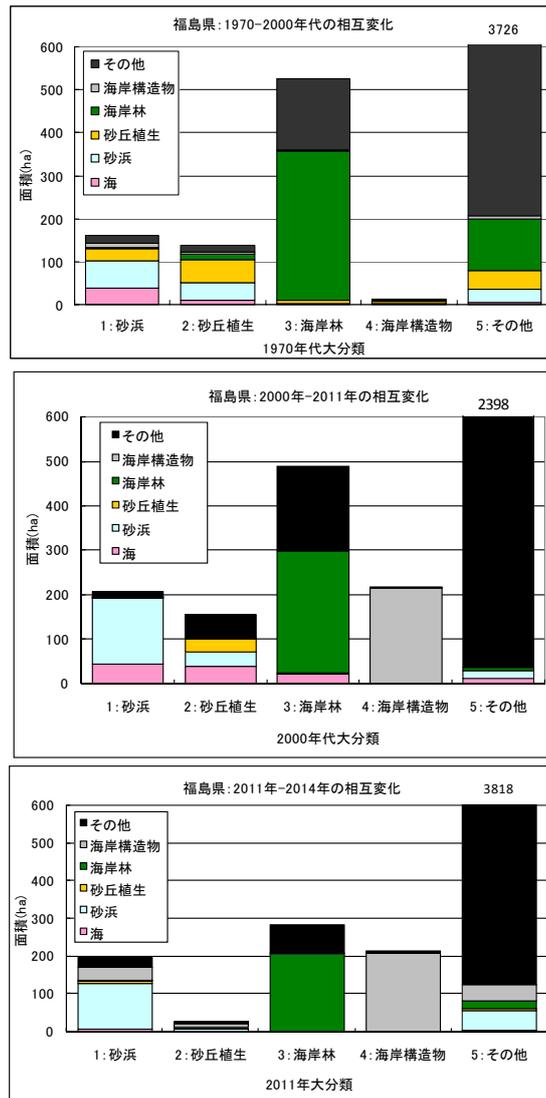


図4.35 土地被覆面積変化の相互関係（福島県）

e. 茨城県

茨城県では、1970年代に砂浜であった箇所は、2000年代には海（侵食等）へ約23%、砂浜のままが約49%、砂丘植生へ8%、海岸林へ2%、海岸構造物へ7%、その他へ12%変化していた。同様に2000年代に砂浜であった箇所は、2011年には海（侵食等）へ約2%、砂浜のままが約96%、その他へ2%変化していた。

2011年に砂浜であった箇所は、2014年には海（侵食等）へ約2%、砂浜のままが約87%、砂丘植生へ約3%、海岸構造物へ約3%、その他へ約5%変化していた。

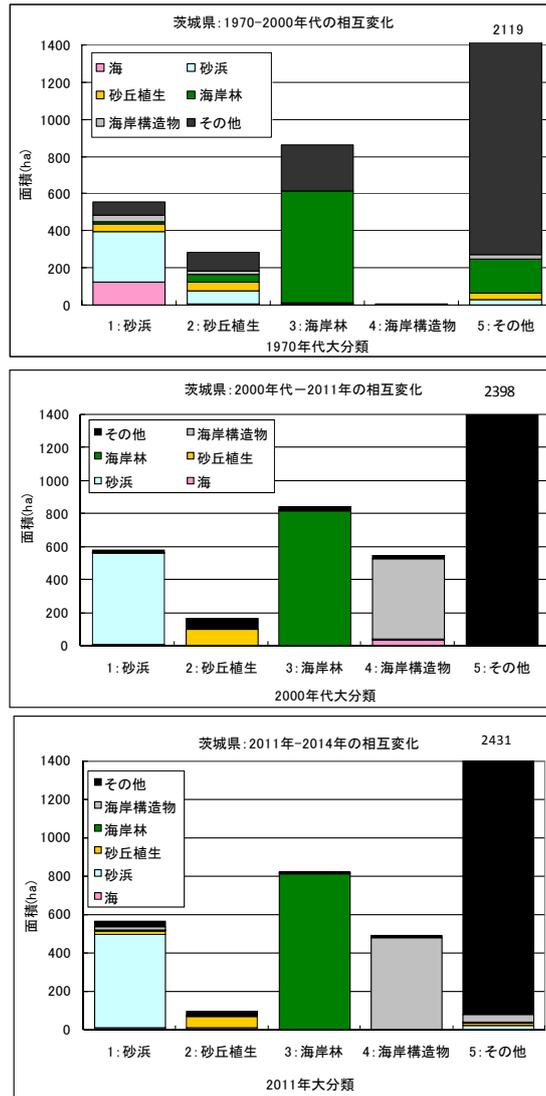


図4.36 土地被覆面積変化の相互関係（茨城県）

f. 千葉県

千葉県では、1970年代に砂浜であった箇所は、2000年代には海（侵食等）へ約8%、砂浜のままが約51%、砂丘植生へ25%、海岸林へ4%、海岸構造物へ4%、その他へ8%変化していた。同様に2000年代に砂浜であった箇所は、2011年には海（侵食等）へ約4%、砂浜のままが約95%、その他へ1%変化していた。

2011年に砂浜であった箇所は、2014年には海（侵食等）へ約15%、砂浜のままが約81%、砂丘植生へ約2%、その他へ約1%変化していた。

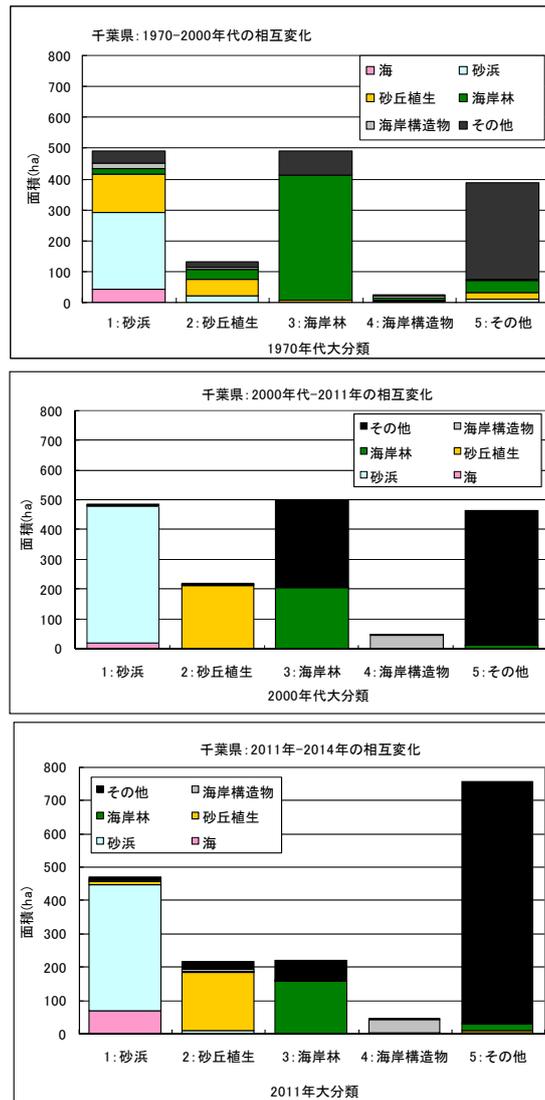


図4.37 土地被覆面積変化の相互関係（千葉県）

(5) 県毎の変化状況

a. 青森県

本調査で対象とした海岸は延長 120.8km の砂浜・泥浜海岸である。対象海岸を 3 つのゾーンに区分し、北から南へⅠ．尻屋、Ⅱ．三沢、Ⅲ．八戸・階上の順とした。各ゾーンの海岸特性を以下に述べる。なお、青森県に含まれる全ての地区海岸については、海岸の変化要因や勾配等の諸元を一覧表に整理して、資料編に添付した。

青森県の海岸は、沿岸漂砂の卓越するゾーンⅡ．三沢では、1970 年代以降の港湾や漁港の建設により多くの海岸で侵食が生じていた。今回の津波ではこれら侵食海岸の多くが汀線は陸側へ後退したが、2014 年では全ての海岸で汀線が回復していた（タイプ 2）。

2011 年から 2014 年の地区海岸別の変化要因を表 4.8 に示す。

表4.8 青森県の地区海岸別の変化要因

タイプ	海岸番号	合計
1：安定	下記以外の海岸	15
2：汀線が回復傾向	7, 10, 12, 13, 17	5
3：汀線の回復が遅い	-	0
4：経時的な汀線後退	20	1

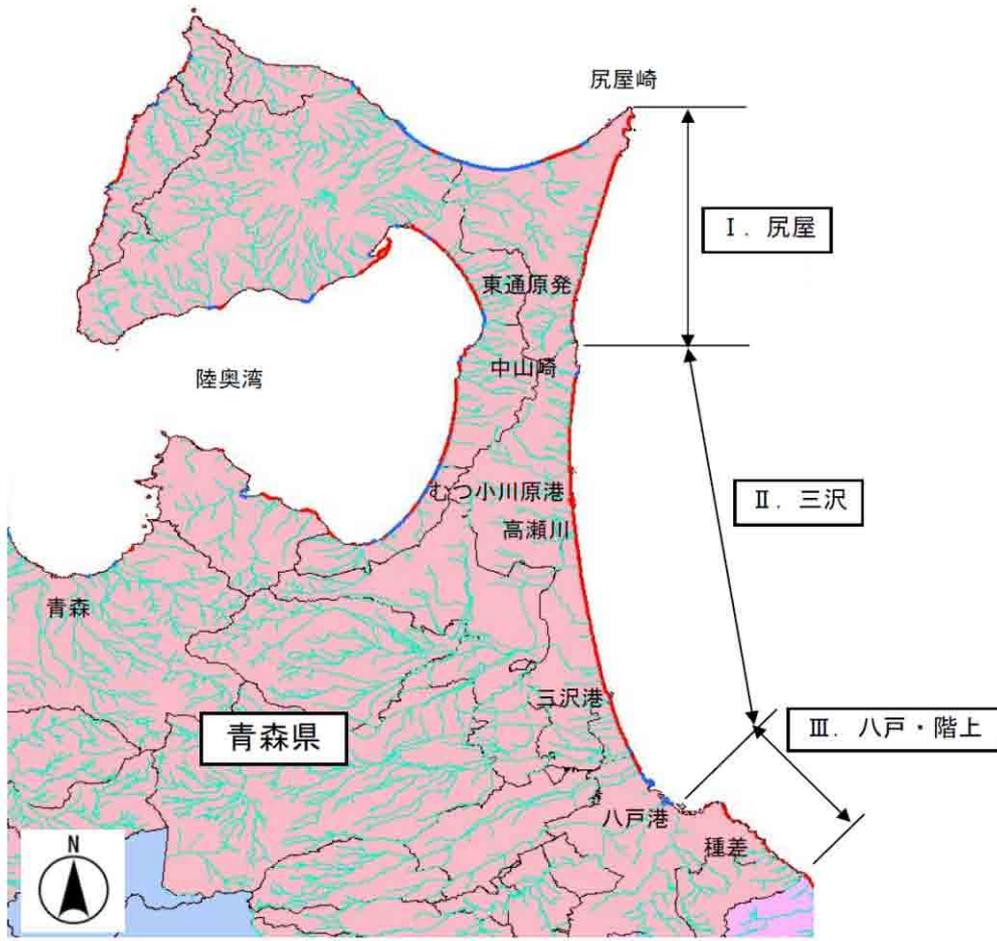


図4.38 青森県ゾーン区分

1) 三沢ゾーン

三沢ゾーンは中山崎の No. 7 から八戸港の No. 14 までの海岸である。沿岸には尻屋ゾーンと同様に長大な砂浜海岸が続き、その背後には砂丘植生と海岸林が分布しているが、むつ小川原港や三沢漁港等の規模の大きな港湾・漁港施設があり、北上する沿岸漂砂を阻止した形となっている。この結果、これら施設の南側では堆積が、北側では著しい侵食が生じている。

当ゾーンを代表する海岸 No. 9 について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。



図4.39 三沢ゾーン

a) 六ヶ所村高瀬川 (2-9)

- ・ 範囲：むつ小川原港と高瀬川河口との間に続く、延長約 8.7km の海岸。
- ・ 1970 年代－2000 年代：海岸変化の要因はタイプ 2 「防波堤等の建設で沿岸漂砂を阻止」。むつ小川原港の建設により北向きの沿岸漂砂が阻止された結果、防波堤の南側で堆積、北側では侵食が著しい³。汀線は北部で最大 400m 前進し、砂浜と砂丘植生の範囲が拡大したが、中央から南部では約 50m 後退して砂丘植生が減少した。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 1 「安定」。汀線は概ね変化なし。砂丘植生は中央付近（距離 5.5-6.5km）でやや減少している程度。

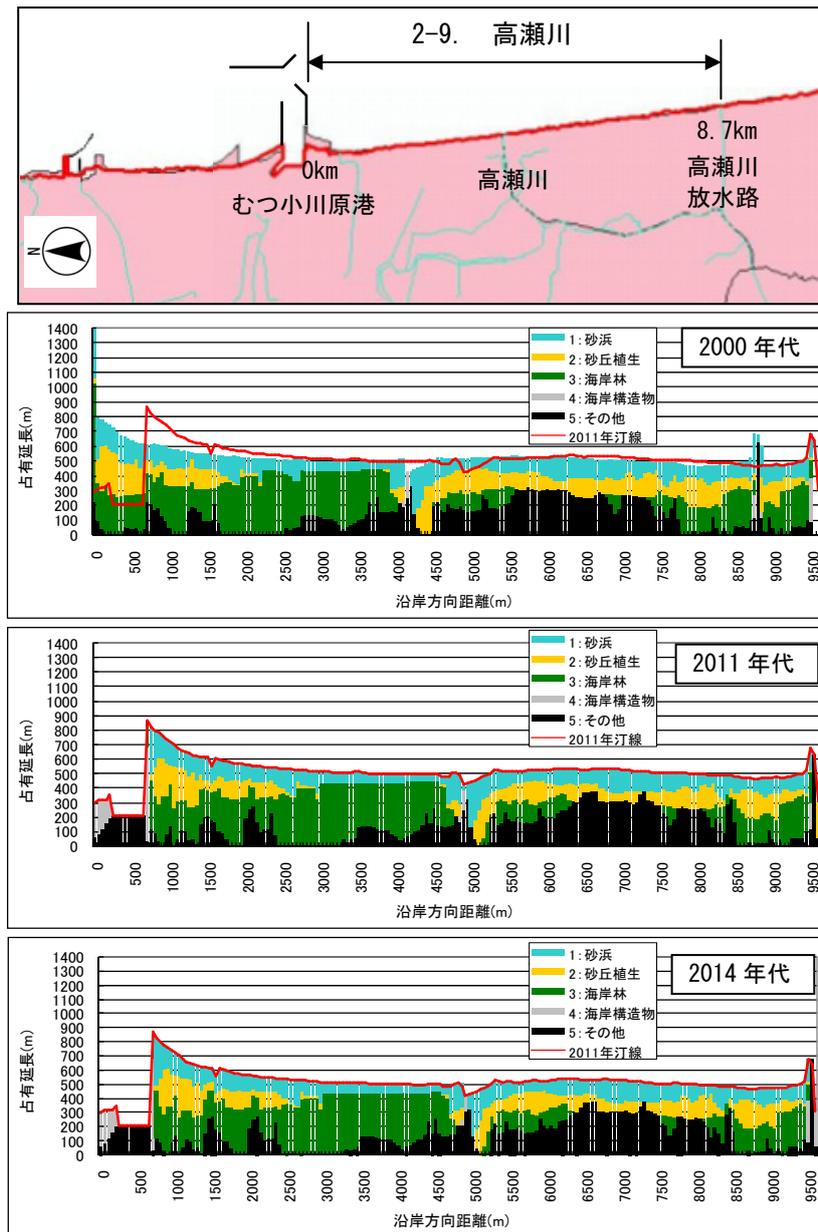


図4.40 六ヶ所村高瀬川

³宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，p.422，1997.

2) 八戸・階上ゾーン

八戸・階上ゾーンは八戸市蕪島のNo. 15から階上市大蛇のNo. 21までの海岸である。沿岸には両側を岬に囲まれたポケットビーチが点在する。

当ゾーンを代表する海岸No. 17について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

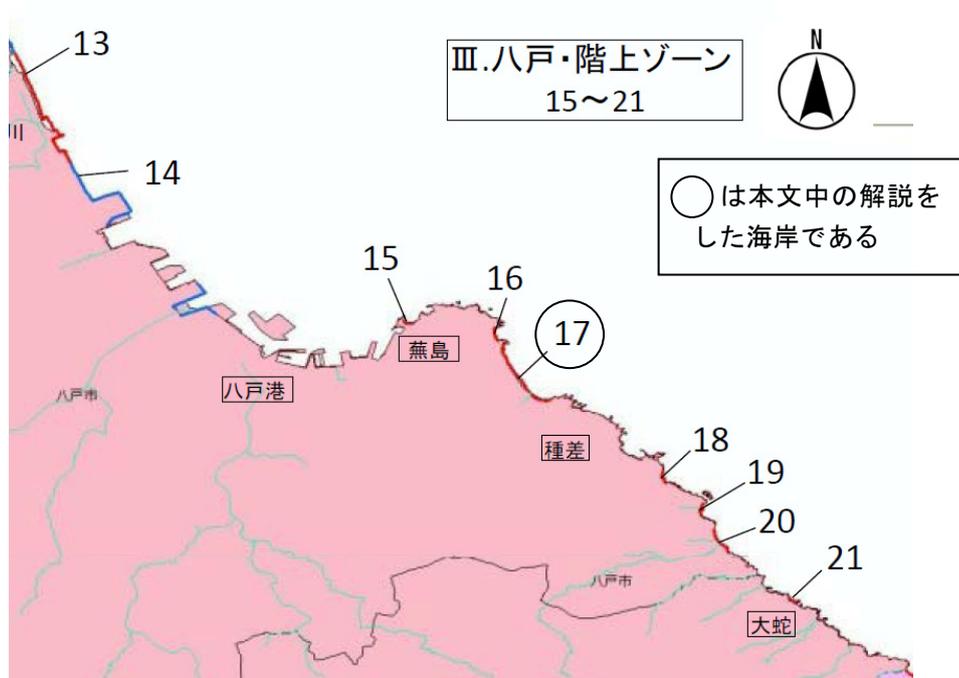


図4.41 八戸・階上ゾーン

a) 八戸市白浜 (3-17)

- ・ 範囲：トド島と種差漁港との間に続く、延長約 2 km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 1 「安定」。汀線は概ね変化なし。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線が回復傾向」。ただし、汀線の季節的な変動が見られた。

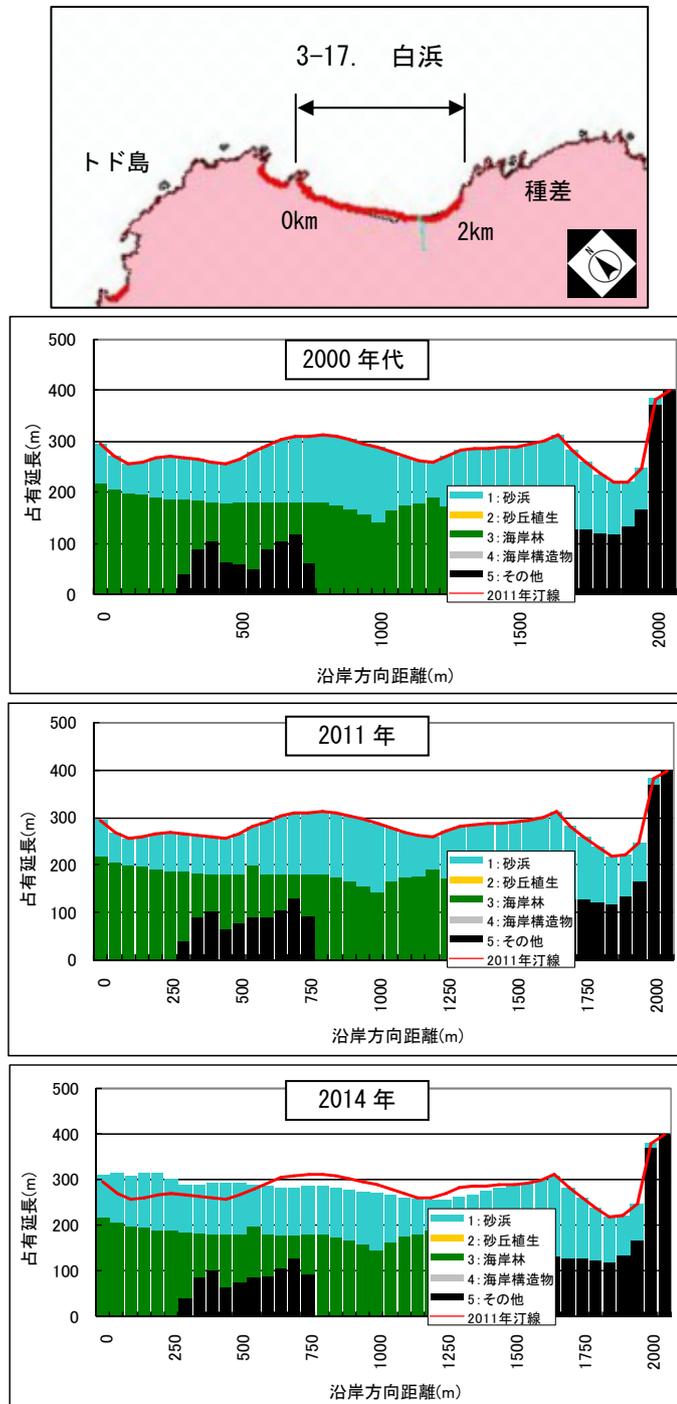


図4.42 八戸市白浜

b. 岩手県

本調査で対象とする海岸は延長約 101km の砂浜・泥浜海岸である。対象海岸を 4 つのゾーンに区分し、北から南へⅠ. 久慈、Ⅱ. 宮古、Ⅲ. 釜石、Ⅳ. 大船渡の順とした。各ゾーンの海岸特性を以下に述べるなお、本県に含まれる全ての地区海岸については、海岸の変化要因や勾配等の諸元を一覧表に整理して、資料編に添付した。

岩手県の海岸は、両端を岬に挟まれた小規模なポケットビーチが発達している。北部では久慈川、普代川、小本川、津軽石川などの河口部、南部では山田湾、船越湾、唐丹湾、広田湾の湾奥部で、今回の津波により汀線が陸側へ後退したが、2014 年では多くの海岸で汀線が回復していた（タイプ 2）。一方、鶴住居川河口の釜石市根浜、大船渡市の吉浜、越喜来湾、陸前高田市の大野では汀線の回復が遅い傾向にあった（タイプ 3）。

2011 年から 2014 年の地区海岸別の変化要因を表 4.9 に示す。

表4.9 岩手県の地区海岸別の変化要因

タイプ	海岸番号	合計
1：安定	下記以外の海岸	135
2：汀線が回復傾向	17, 23, 29, 36, 45, 72, 90, 95, 96, 99, 100, 121, 122, 145, 148, 158	16
3：汀線の回復が遅い	102, 124, 125, 146	4
4：経時的な汀線後退	92, 120, 159	3

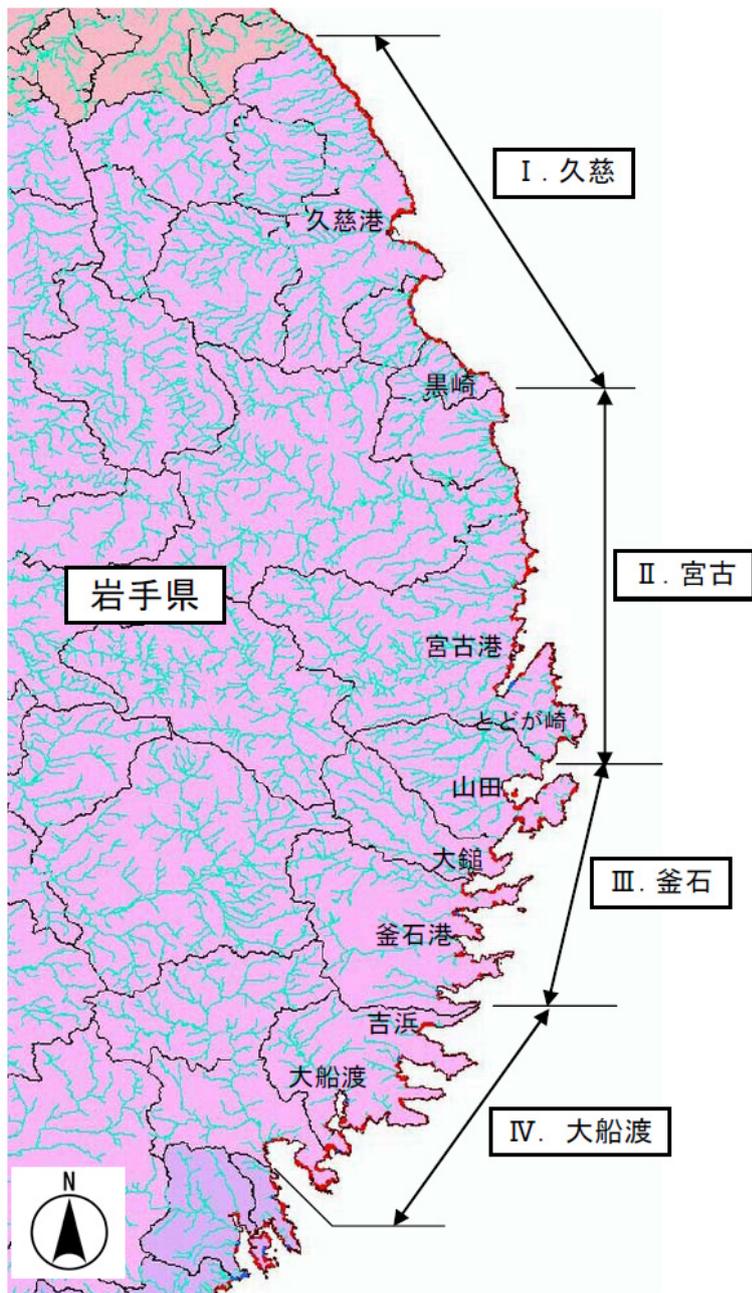


図4.43 岩手県ゾーン区分

1) 久慈ゾーン

久慈ゾーンは青森県境の No. 1 から黒崎の No. 32 までの海岸である。沿岸には両側を岬に囲まれたポケットビーチが点在する。ゾーン中央付近には大きな湾が2つあり、北側の久慈湾には久慈川が流入して河口砂州を形成し、海岸背後には砂丘植生や海岸林が発達している。

当ゾーンを代表する海岸 No. 23 について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

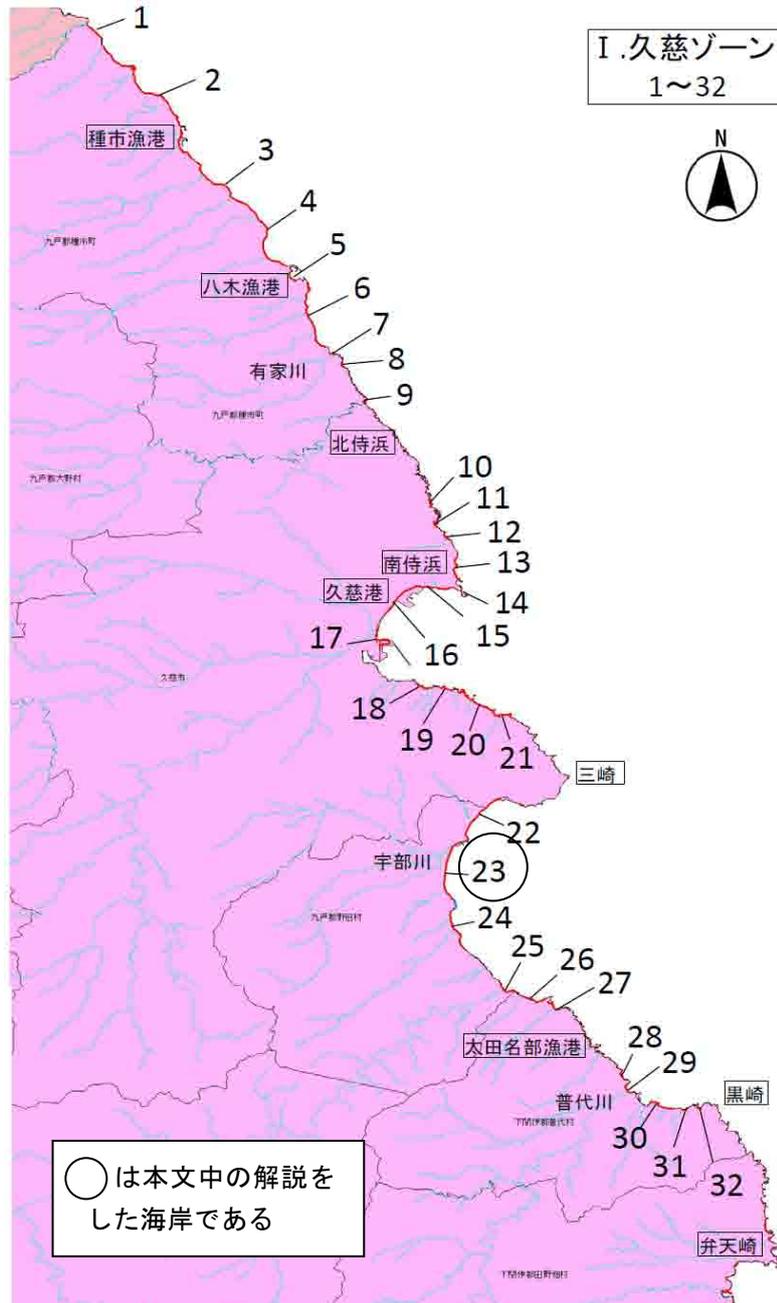


図4.44 久慈ゾーン

a) 野田村十府ヶ浦 (1-23)

- ・ 範囲：野田湾に流入する宇部川河口前面に広がる、延長約 3.3km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。汀線は野田漁港から南側（距離 0.4-1km）で最大 80m 後退している。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線が回復傾向」。中央では海岸林が、北部では砂浜が減少した。

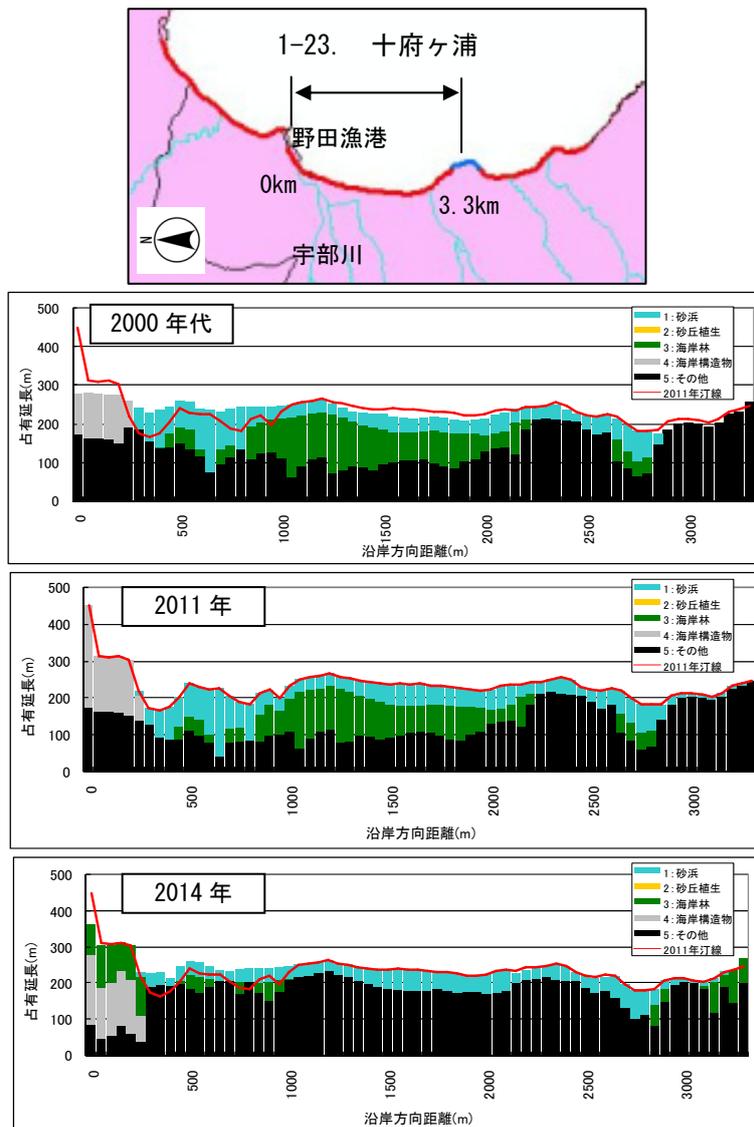


図4.45 野田村十府ヶ浦

2) 宮古ゾーン

宮古ゾーンは弁天崎北部の No. 33 から重茂半島南側の川代の No. 86 までの海岸である。沿岸には両側を岬に囲まれたポケットビーチが点在する。宮古湾は幅 3 km、長さ 6 km の北東-南西方向へ伸びた奥深い湾であり、湾の西側には宮古港や市街地があり、東側は急峻な山地となっている。

当ゾーンを代表する海岸 No. 36 について、p. 57 以降に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

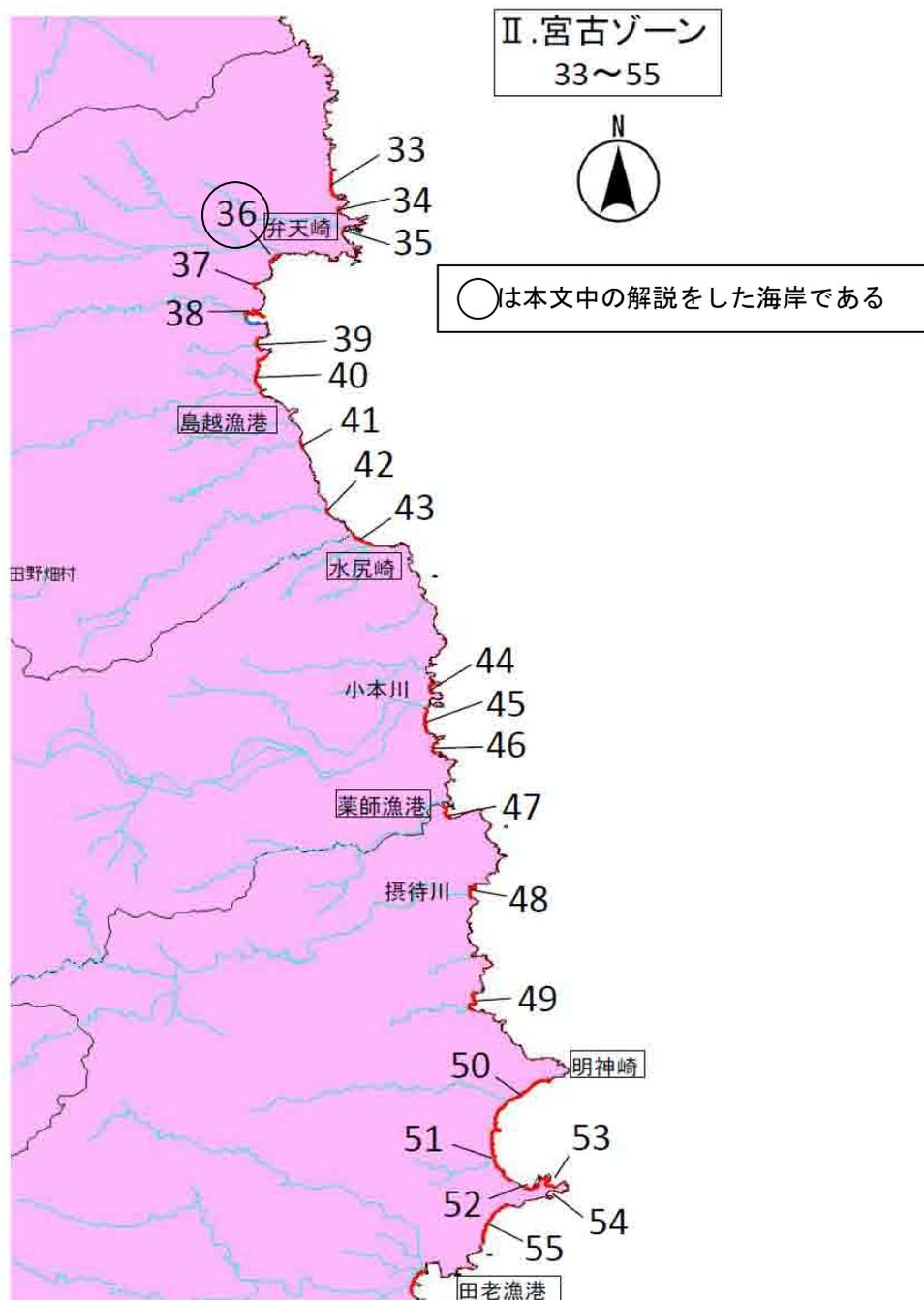


図4.46 宮古ゾーン(1)

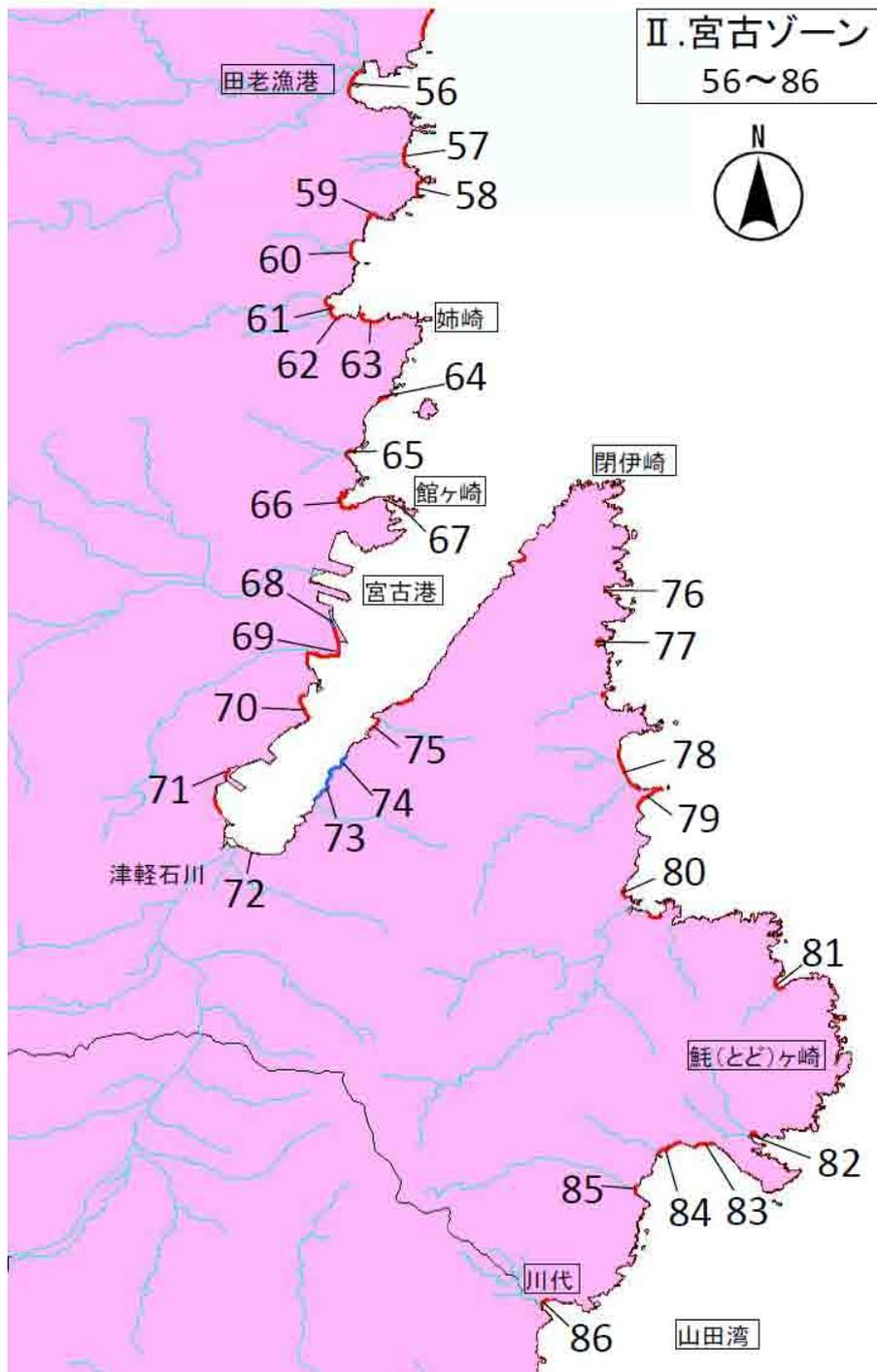


図4.46 宮古ゾーン(2)

a) 田野畑村明戸 (2-36)

- ・ 範囲：弁天崎の南、明戸川河口前面に広がる、延長約 0.4km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。汀線は最大 100m 後退し、砂浜が大きく減少した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線が回復傾向」。海岸林は変化なし。

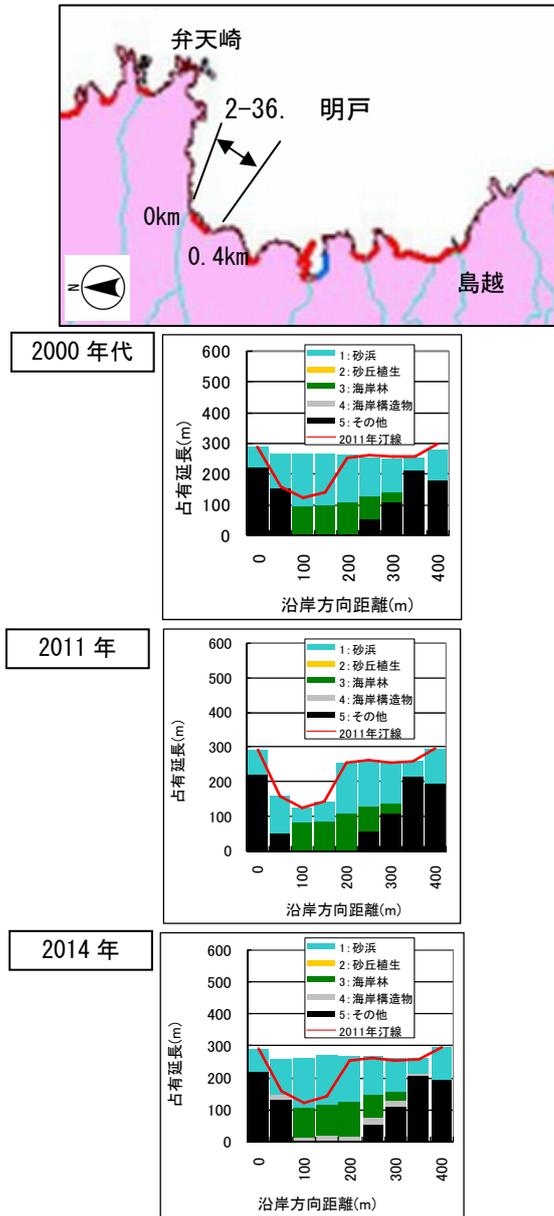


図4.47 田野畑村明戸

3) 釜石ゾーン

釜石ゾーンは山田湾織笠のNo. 87から唐丹のNo. 122までの海岸である。沿岸には山田湾、船越湾、大釜湾、両石湾、釜石湾、唐丹湾等の奥深い湾が発達し、それぞれ湾の奥部にはポケットビーチが点在して、砂浜背後には砂丘植生や海岸林も見られる。

当ゾーンを代表する海岸No. 102について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

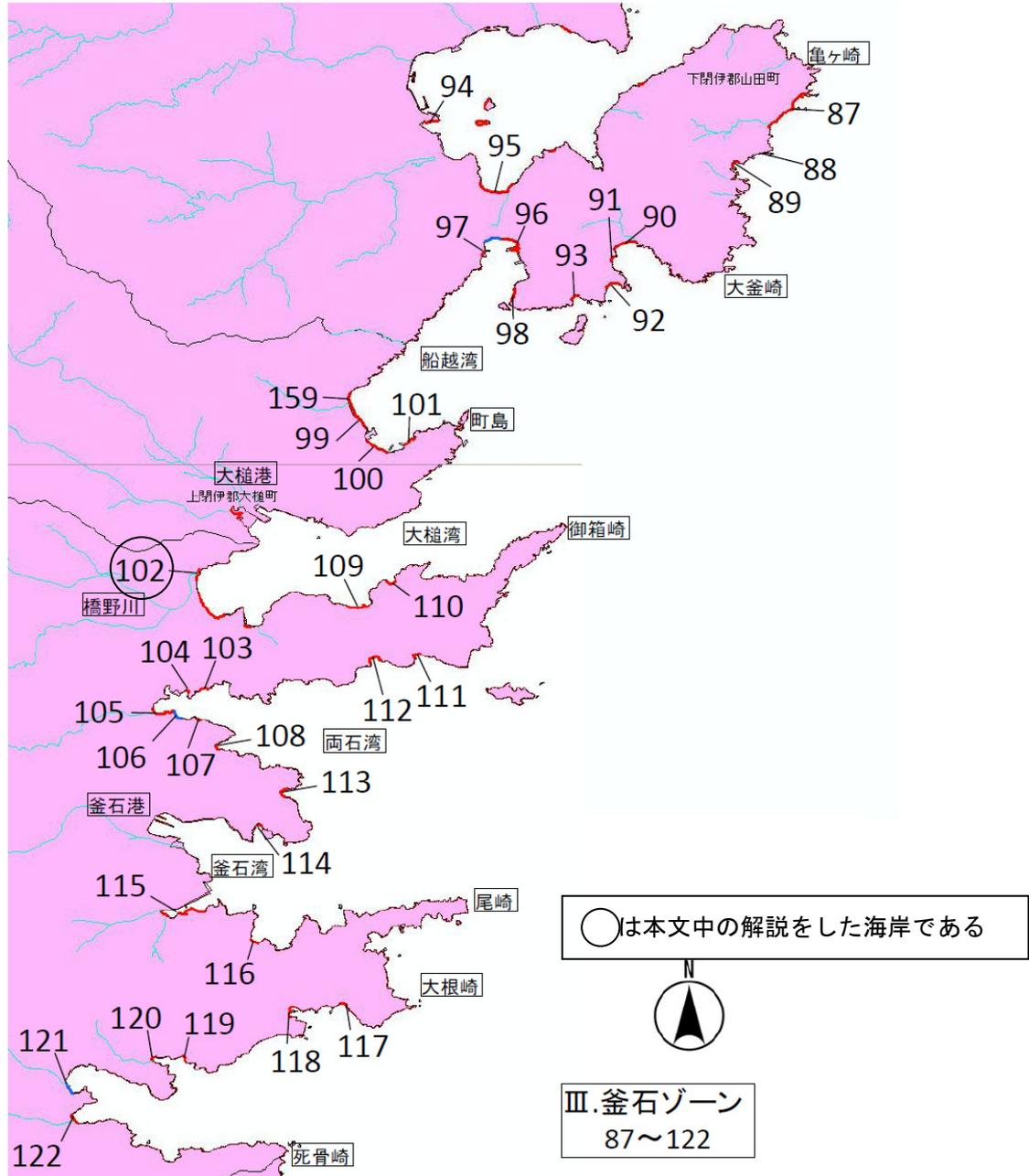


図4.48 釜石ゾーン

a) 釜石市根浜 (3-102)

- ・ 範囲：大鮎湾の奥部、北向きに橋野川の河口砂州が発達した、延長約 2.2km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。砂州は完全に消失して V 字状の湾入部を形成し、汀線は最大 400m 後退した。現地踏査 (2012. 6. 30) によると、河口砂州のあった箇所は完全に水没しており、南部の砂浜も幅が 10m 以下と非常に狭かった。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「汀線の回復が遅い」。砂浜が約 30m 回復したが、震災前の汀線位置までにはほど遠い。

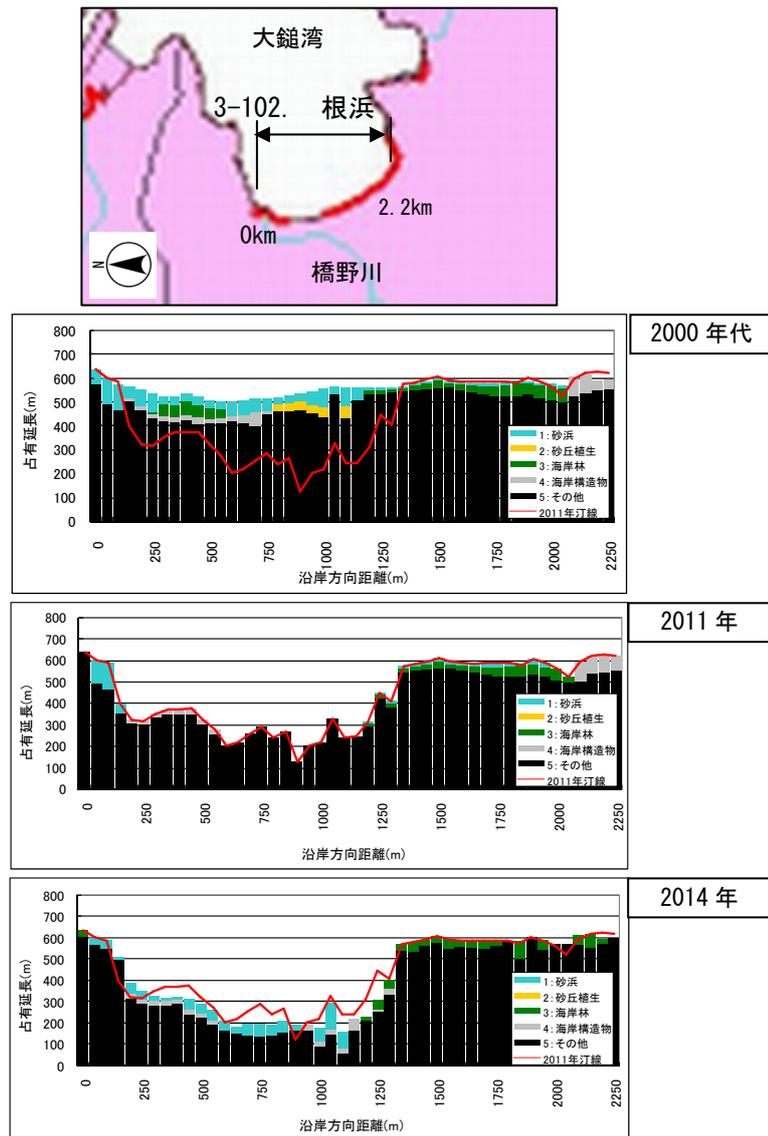


図4.49 釜石市根浜

4) 大船渡ゾーン

大船渡ゾーンは吉浜湾の No. 123 から陸前高田の No. 158 までの海岸である。沿岸には吉浜湾、越喜来湾、綾里湾、大船渡湾、広田湾等の奥深い湾が発達し、それぞれ湾内にはポケットビーチが点在して、砂浜背後には砂丘植生や海岸林も見られる。

当ゾーンを代表する海岸 No. 146 及び No. 158 について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

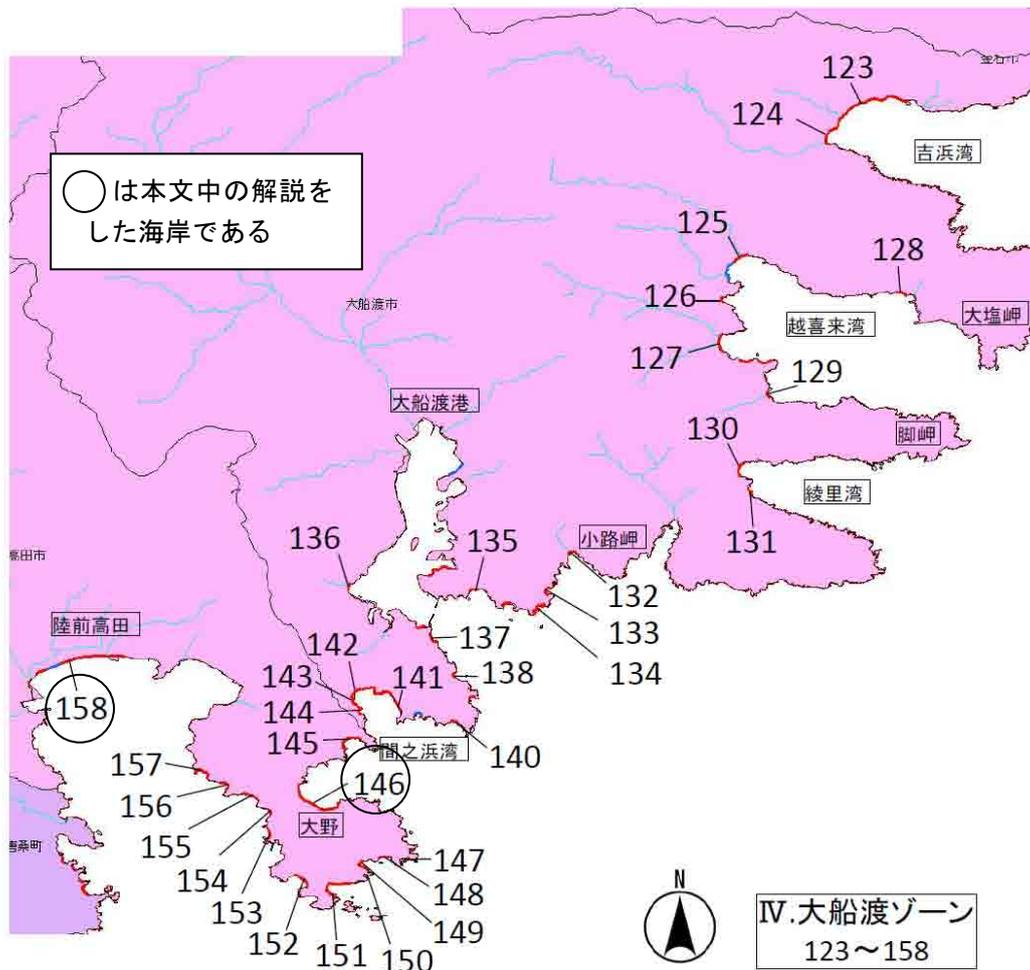


図4.50 大船渡ゾーン

a) 陸前高田市大野 (4-146)

- ・ 範囲：大野湾の奥部、弓状の汀線形状をした、延長約 1.7km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。東部では破堤によって V 字状の湾入部を形成し、汀線は最大 200m 後退した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「汀線の回復が遅い」。僅かにあった砂丘植生はほぼ消失した。

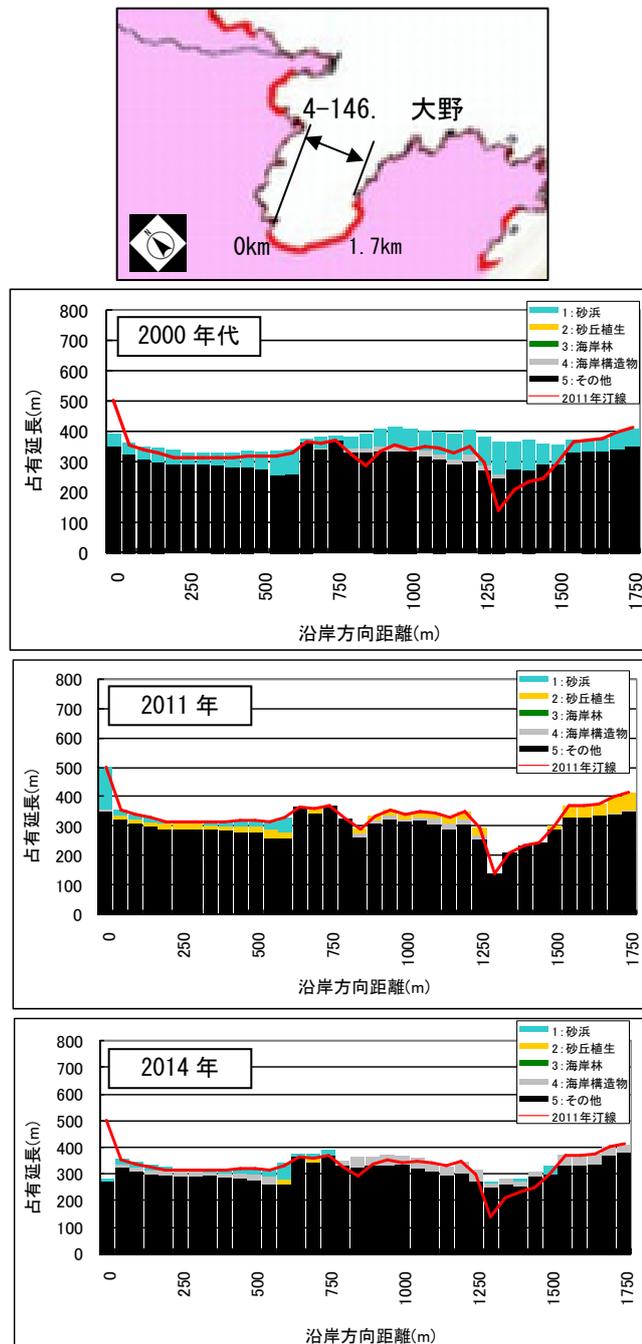


図4.51 陸前高田市大野

b) 陸前高田市高田松原 (4-158)

- ・ 範囲：細長い広田湾の奥部に位置し、西端には気仙川が流入して、背後には細長いラグーンを形成した、延長約 2.4km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。砂浜側の堤防、ラグーン側の堤防（二線堤）ともに破堤し、砂浜と海岸林は消失し、汀線は最大 500m 後退した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線の回復傾向」。震災前の汀線まで造成されている。

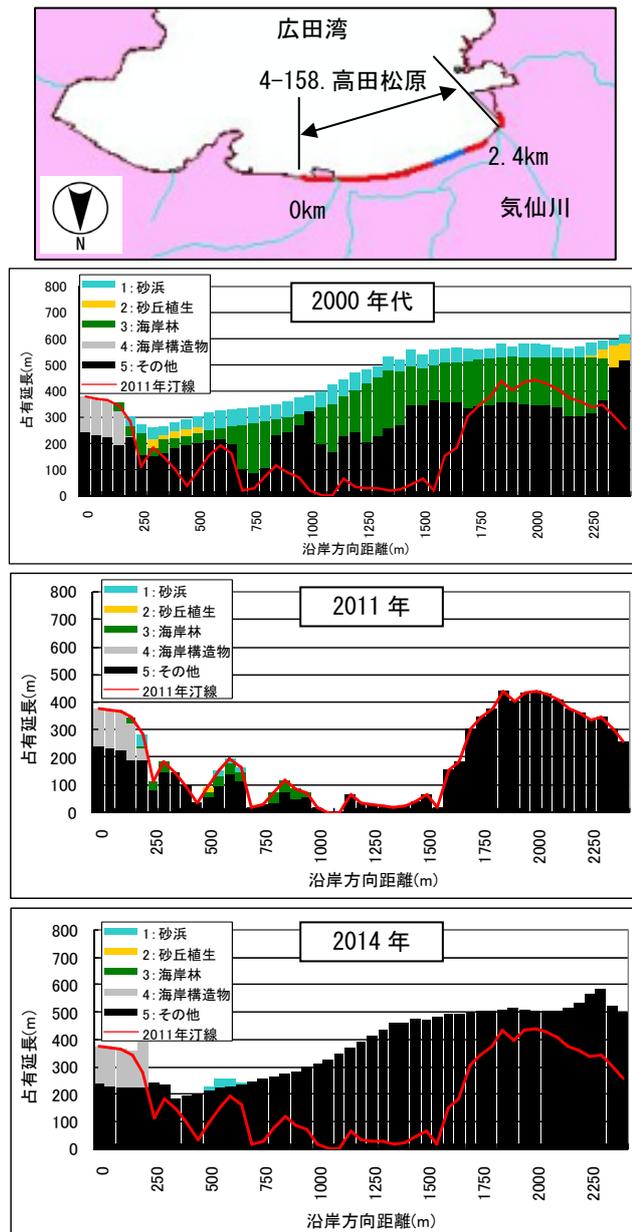


図4.52 陸前高田市高田松原

c. 宮城県

本調査で対象とする海岸は延長約 134km の砂浜・泥浜海岸である。対象海岸を 5 つのゾーンに区分し、北から南へⅠ．気仙沼、Ⅱ．志津川、Ⅲ．牡鹿、Ⅳ．石巻・塩釜、Ⅴ．仙台湾の順とした。各ゾーンの海岸特性を以下に述べる。なお、本県に含まれる全ての地区海岸については、海岸の変化要因や勾配等の諸元を一覧表に整理して、資料編に添付した。

宮城県の海岸は、仙台港より北部のゾーンⅠ．気仙沼からⅣ．石巻・塩釜では両端を岬に挟まれた小規模なポケットビーチが発達しており、南部のゾーンⅤ．仙台湾では沿岸漂砂の卓越する長大な砂浜海岸が続いている。湾奥部のポケットビーチや仙台湾の蒲生から中浜では、今回の津波により汀線が陸側へ後退したが、2014 年では多くの海岸で汀線が回復していた（タイプ 2）。一方、津谷川河口の気仙沼市赤崎、北上川河口の石巻市長面、気仙沼市の小伊勢浜や大谷では、汀線の回復が遅い傾向にあった（タイプ 3）。

2011 年から 2014 年の地区海岸別の変化要因を表 4. 10 に示す。

表4.10 宮城県の地区海岸別の変化要因

タイプ	海岸番号	合計
1：安定	下記以外の海岸	115
2：汀線が回復傾向	17, 18, 24, 37, 47, 49, 67, 68, 76, 77, 107, 122, 131, 132, 135, 137, 138, 140	18
3：汀線の回復が遅い	26, 27, 33, 48, 136	5
4：経時的な汀線後退	25, 108	2



図4.53 宮城県ゾーン区分

1) 気仙沼ゾーン

気仙沼ゾーンは岩手県境真崎の No. 1 から津谷川河口南側の No. 34 までの海岸である。沿岸には両側を岬に囲まれたポケットビーチが点在しており、これらは大島（面積約 9.1km²）や大島の東側に伸びた御崎岬の周辺に多く見られる。本吉湾には小伊勢浜、大谷、小泉の比較的長い砂浜も見られ、砂浜背後には砂丘植生や海岸林が発達している。

当ゾーンを代表する海岸 No. 18、No. 26 及び No. 33 について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

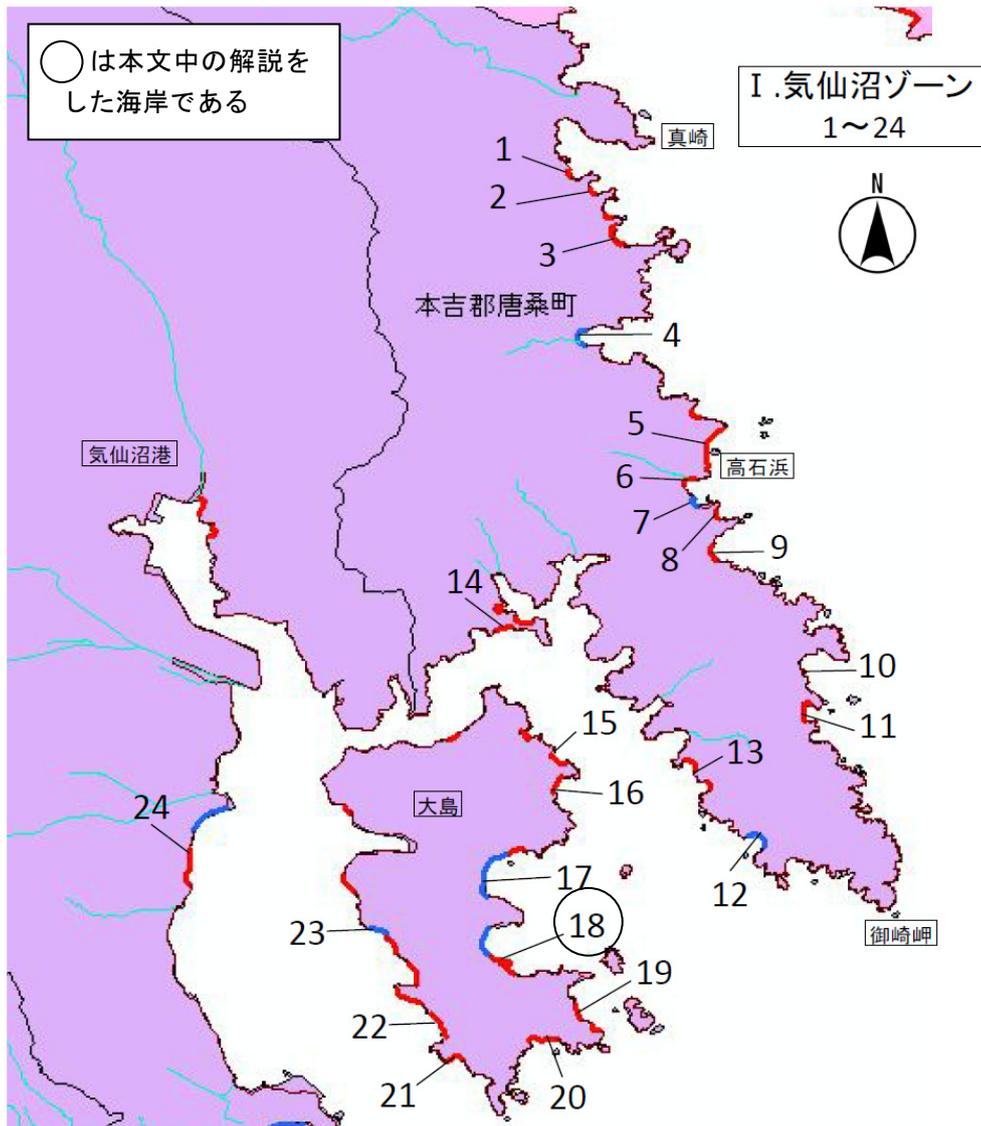


図 4.54(1) 気仙沼ゾーン(1)

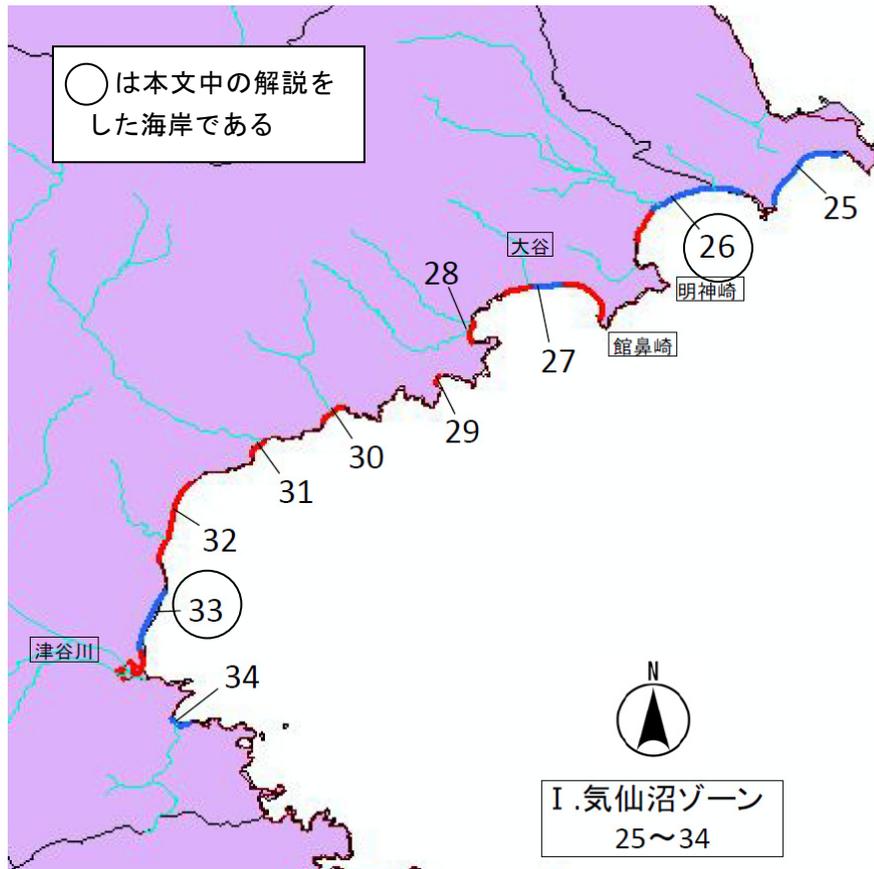


図 4.54(2) 気仙沼ゾーン(2)

a) 気仙沼市小伊勢浜（1-26）

- ・ 範囲：両側を岬に挟まれた延長約 2 km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。中央から東部では破堤によって V 字状の湾入部を形成し、汀線は最大約 100m 後退した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「汀線の回復が遅い」。砂浜はほとんどない。

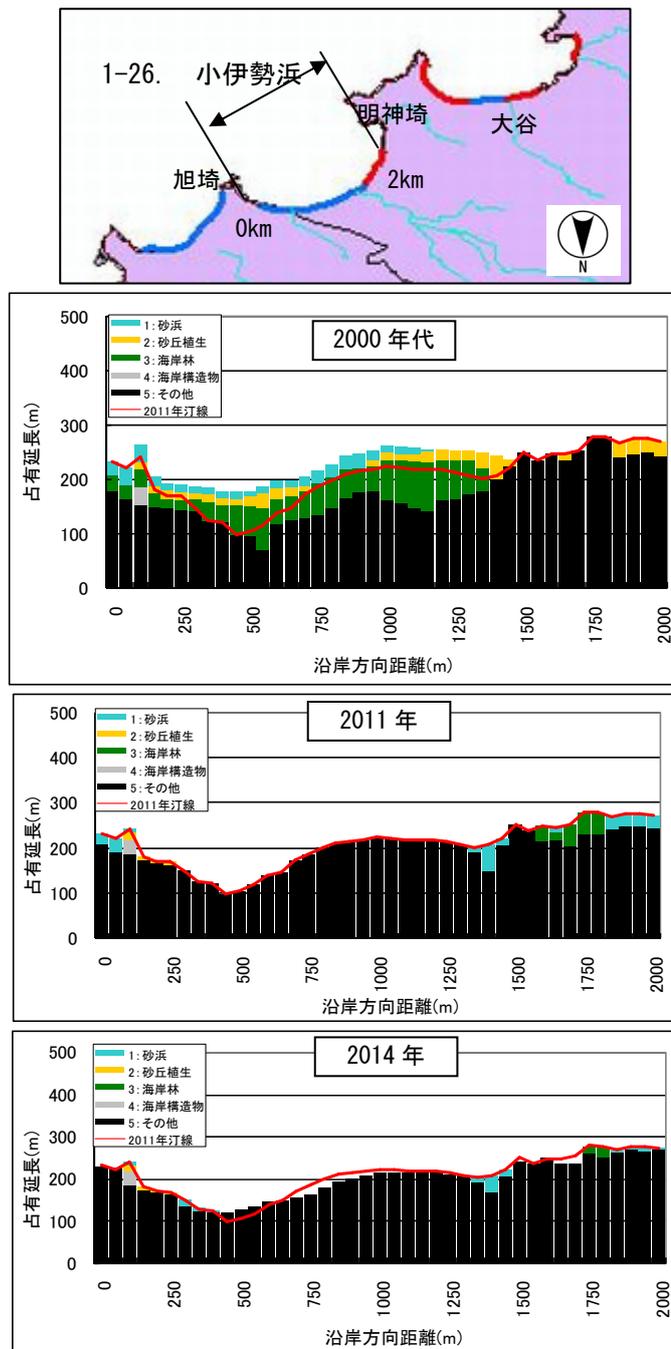


図4.55 気仙沼市小伊勢浜

b) 気仙沼市赤崎 (1-33)

- ・ 範囲：北へ向かって伸びた津谷川の河口砂州からなる延長約 1.4km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。中央から東部では破堤によって V 字状の湾入部を形成し、汀線は最大 500m 後退して、河口砂州と砂丘植生は消失した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「汀線の回復が遅い」。砂浜は約 50m 回復したが震災前の汀線位置まではほど遠い。

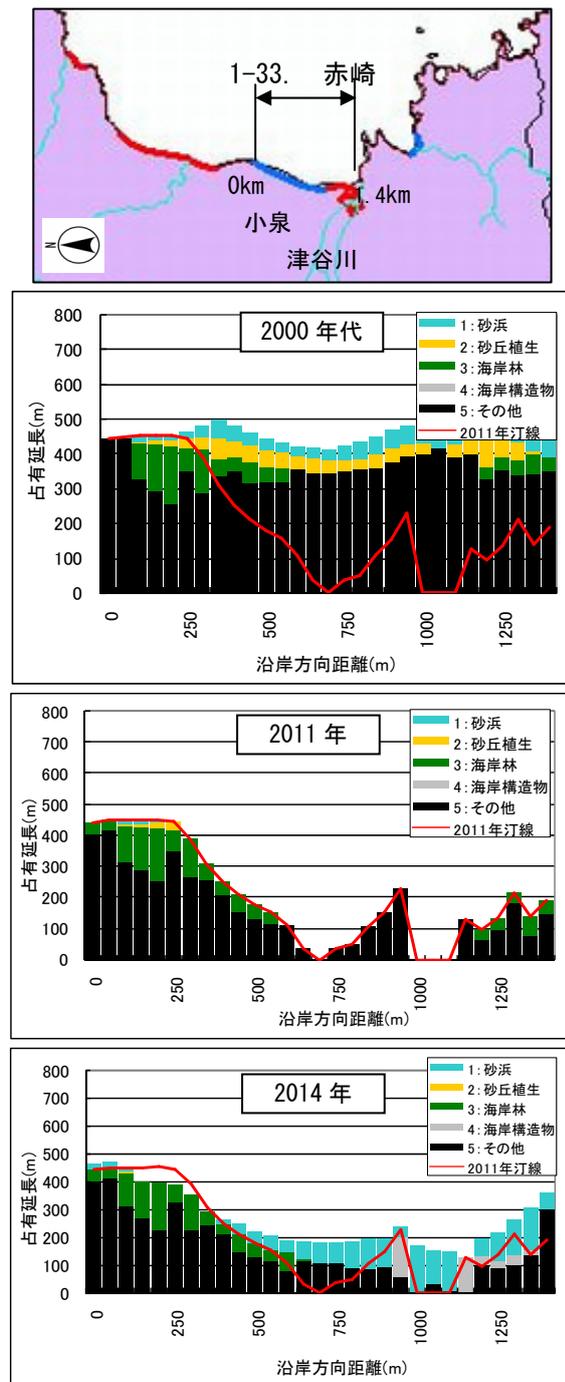


図4.56 気仙沼市赤崎

2) 志津川ゾーン

志津川ゾーンは歌津崎北側のNo. 35から女川原子力発電所東側のNo. 64までの海岸である。沿岸には志津川湾、追波湾、雄勝湾、女川湾等の奥深い湾が発達し、それぞれ湾内にはポケットビーチが点在する。このうち、追波湾には北上川が流入して長大な河口砂州と背後に砂丘植生・海岸林・後背湿地が発達している。

当ゾーンを代表する海岸 No. 48 について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

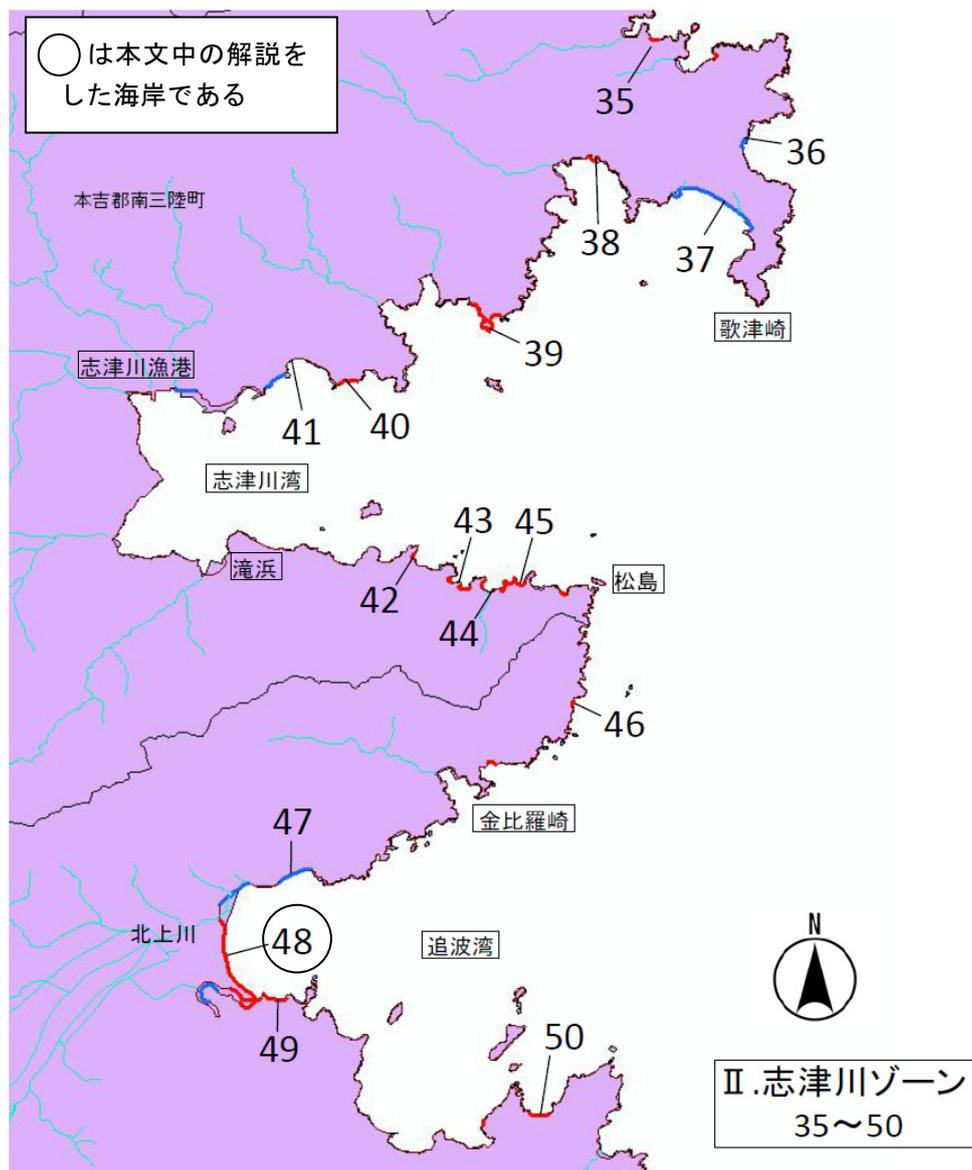


図4.57 志津川ゾーン(1)

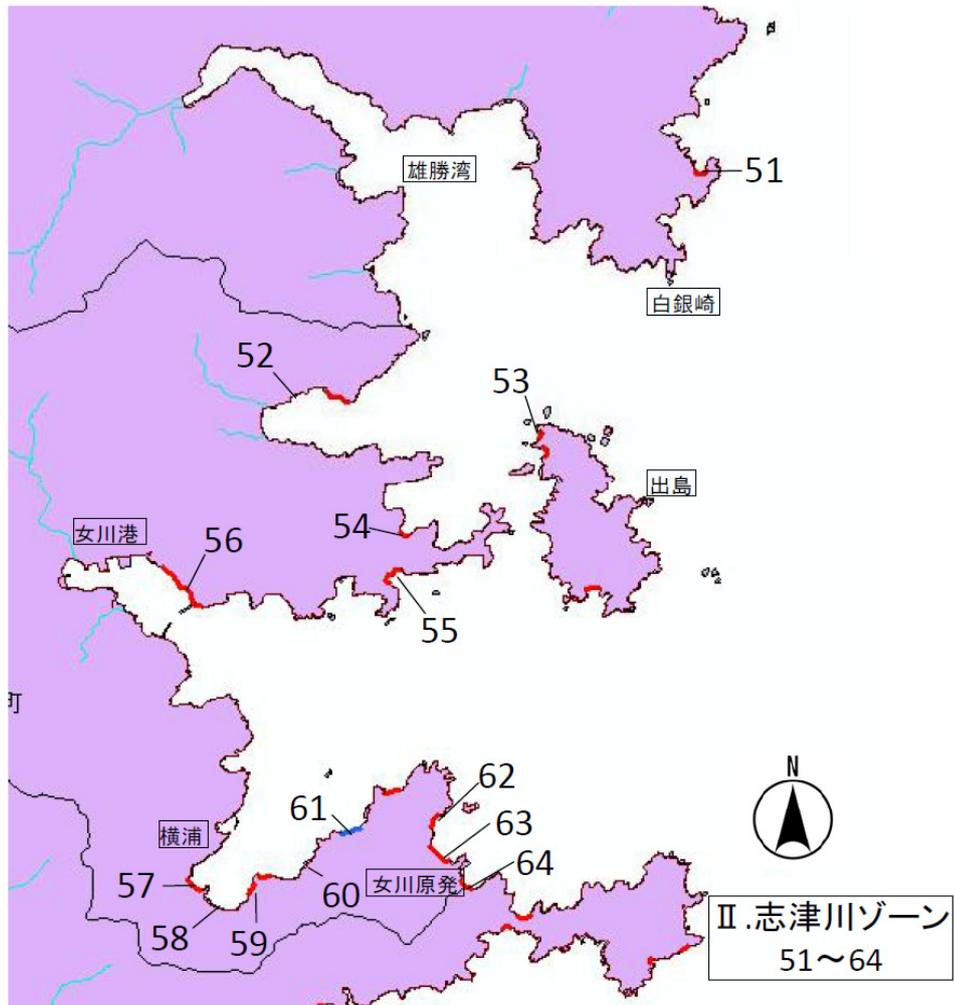


図4.57 志津川ゾーン(2)

a) 石巻市長面 (2-48)

- ・ 範囲：北上川の河口砂州からなる延長約 3.6km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して砂浜消失」。右岸側の河口砂州が切れて広大な湾入部を形成し、地盤沈下も伴って汀線は最大 2km 後退した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因は 3 「汀線の回復が遅い」。造成によりその他が拡大した。

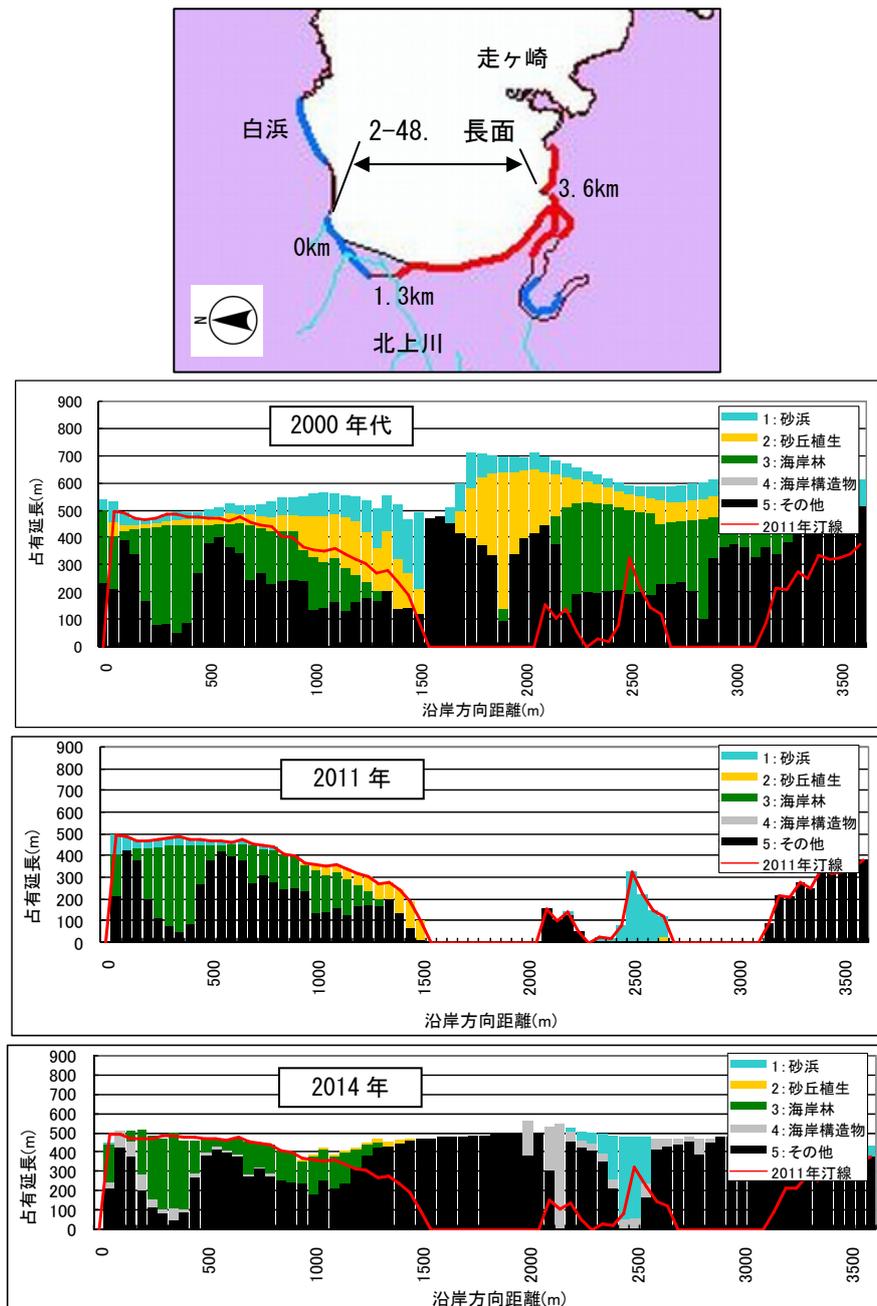


図4.58 石巻市長面

3) 牡鹿ゾーン

牡鹿ゾーンは寄磯崎西側の No. 65 から渡波漁港の No. 102 までの海岸である。砂浜・泥浜は牡鹿半島の入り江と網地島、田代島の小さなポケットビーチが点在する。

当ゾーンを代表する海岸 No. 67 について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

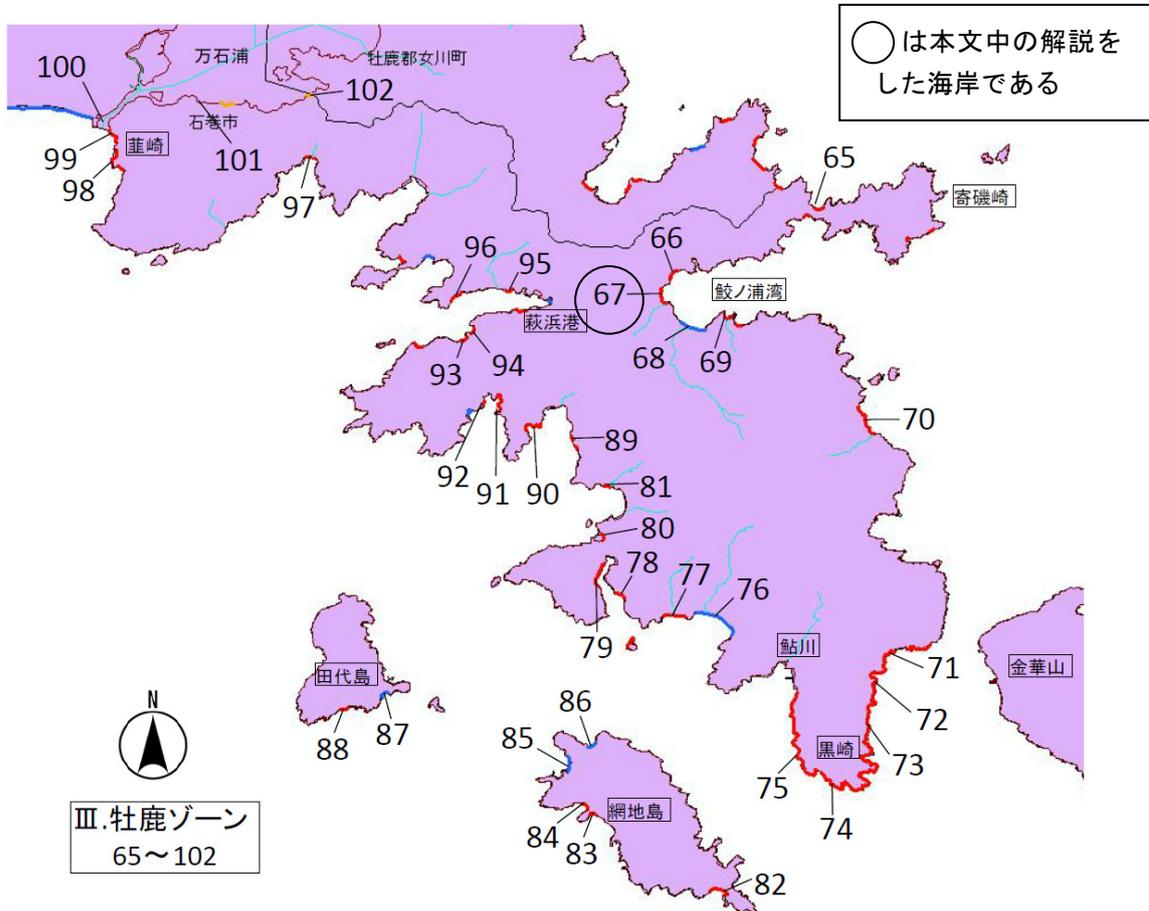


図4.59 牡鹿ゾーン

a) 石巻市大谷川浜 (3-67)

- ・ 範囲：鯨ノ浦湾の湾奥部にある延長約 0.7km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して砂浜消失」。中央から南部では破堤によって V 字状の湾入部を形成し、汀線は約 50m 後退して砂浜と砂丘植生はほぼ消失した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。

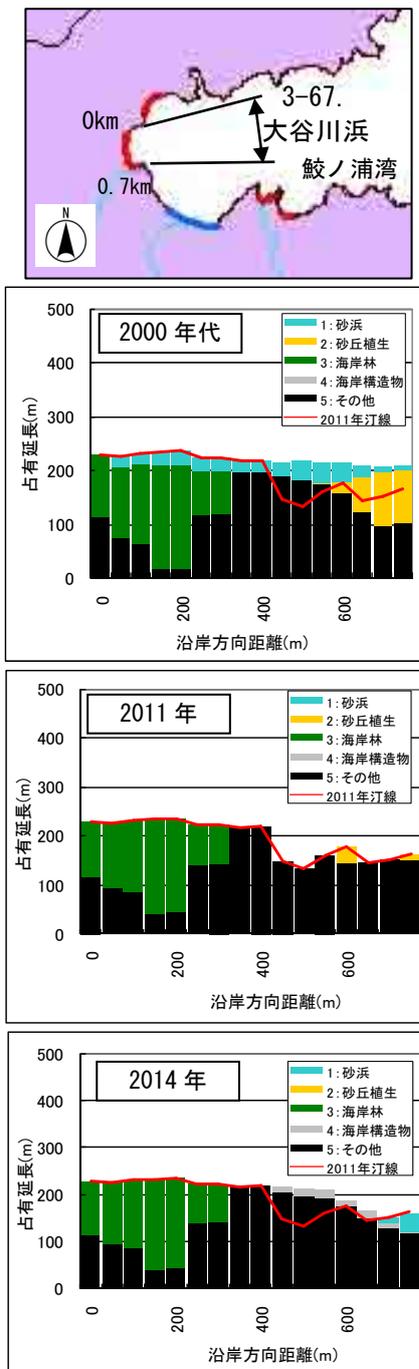


図4.60 石巻市大谷川浜

4) 石巻・塩釜ゾーン

石巻・塩釜ゾーンは寄磯崎西側のNo. 103から仙台港東側のNo. 134までの海岸である。石巻港の西側に続く長い砂浜海岸には背後に砂丘植生や海岸林が発達している。一方、松島湾内には岬に囲まれた小さなポケットビーチが点在する。

当ゾーンを代表する海岸No. 132について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

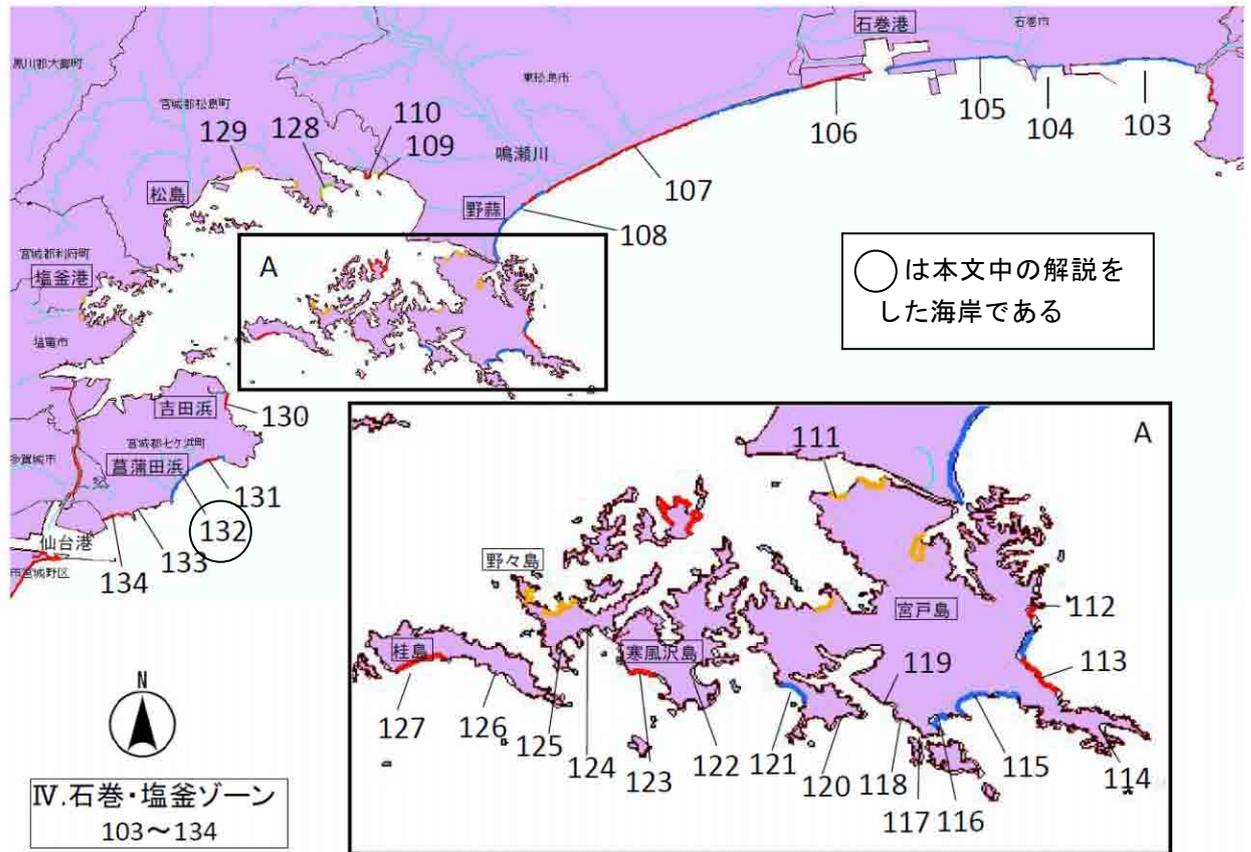


図4.61 石巻・塩釜ゾーン

a) 七ヶ浜町菖蒲田浜 (4-132)

- ・ 範囲：北部を岬に、南部を漁港防波堤に挟まれた延長約 1.8km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。津波により砂丘植生は消失した。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。

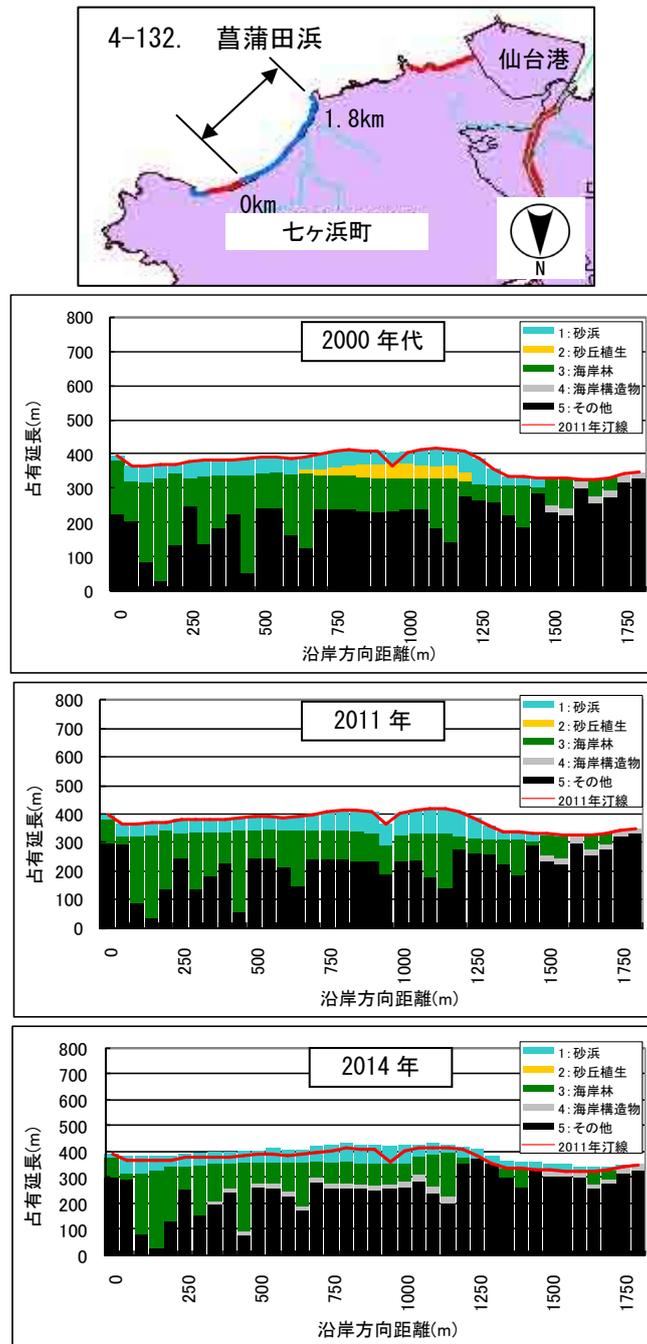


図4.62 七ヶ浜町菖蒲田浜

5) 仙台湾ゾーン

仙台湾ゾーンは蒲生のNo. 135から福島県境のNo. 140までの海岸である。沿岸には長大な砂浜海岸と背後には砂丘植生や海岸林が続いているが、福島県側では海岸侵食が著しく、ヘッドランド(人工岬)による海岸保全対策が行われている。また、海岸に流入する七北田川、名取川、阿武隈川の河口には河口砂州や潟湖が発達している。

当ゾーンを代表する海岸No. 135、No. 137及びNo. 140について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

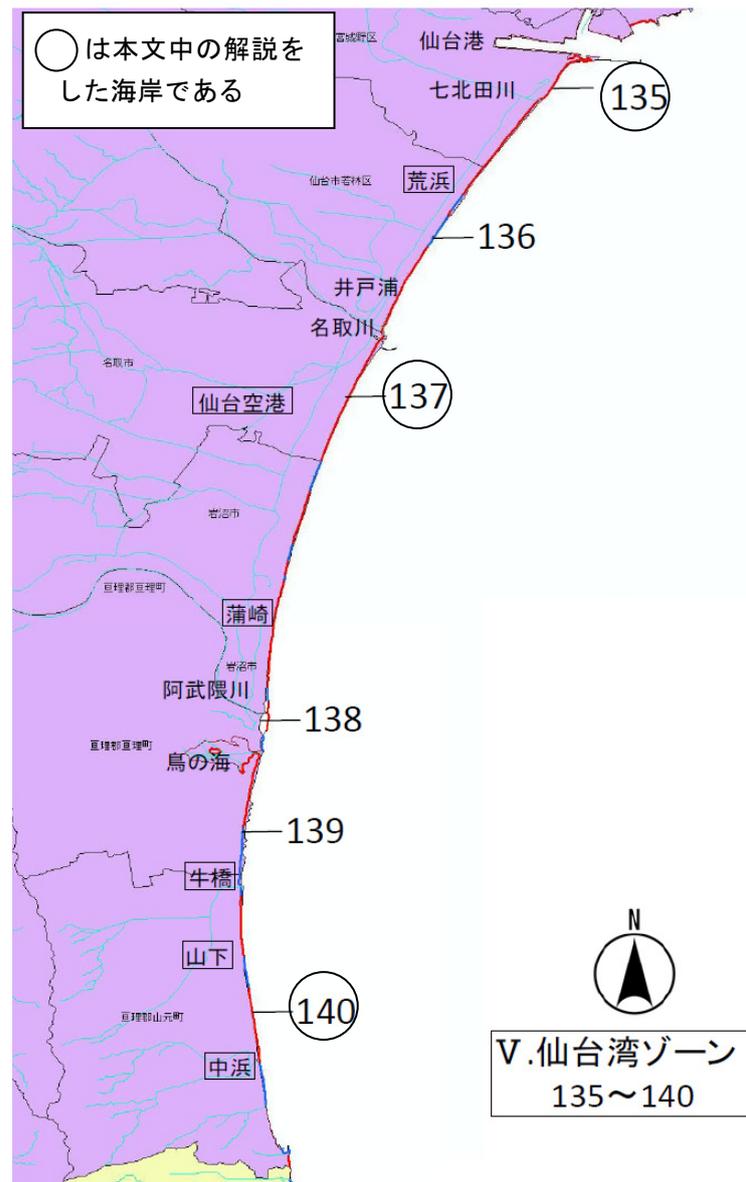


図4.63 仙台湾ゾーン

a) 仙台市蒲生 (5-135)

- ・範囲：北部に仙台港の防波堤があり、南端には七北田川が流入する延長約 2.0km の海岸。七北田川河口左岸には干潟があり、砂丘植生の発達した砂州で海と仕切られている。
- ・2000 年代－震災後：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。津波により河口砂州が切れて汀線が陸側へ大きく後退している。
- ・2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。凸凹であった汀線の形状はほぼ直線になった。北部では砂浜が消失したが、南部では砂丘植生が復活した。

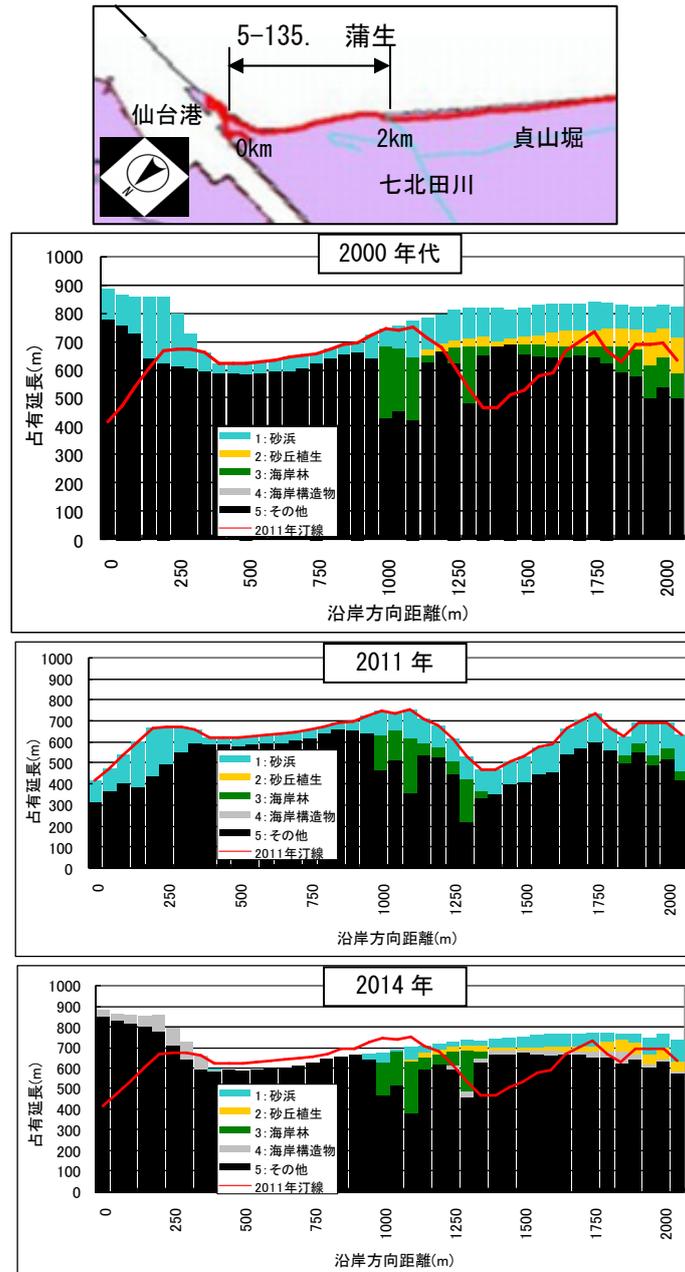


図4.64 仙台市蒲生

b) 名取市・岩沼市 名取・岩沼 (5-137)

- ・ 範囲：北端に名取川が、南端には阿武隈川が流入する延長約 14.7km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。津波により砂丘植生は南部を残しほぼ消失した他、海岸林は全域で減少している。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。北部では海岸林が海岸構造物とその他に変わった。

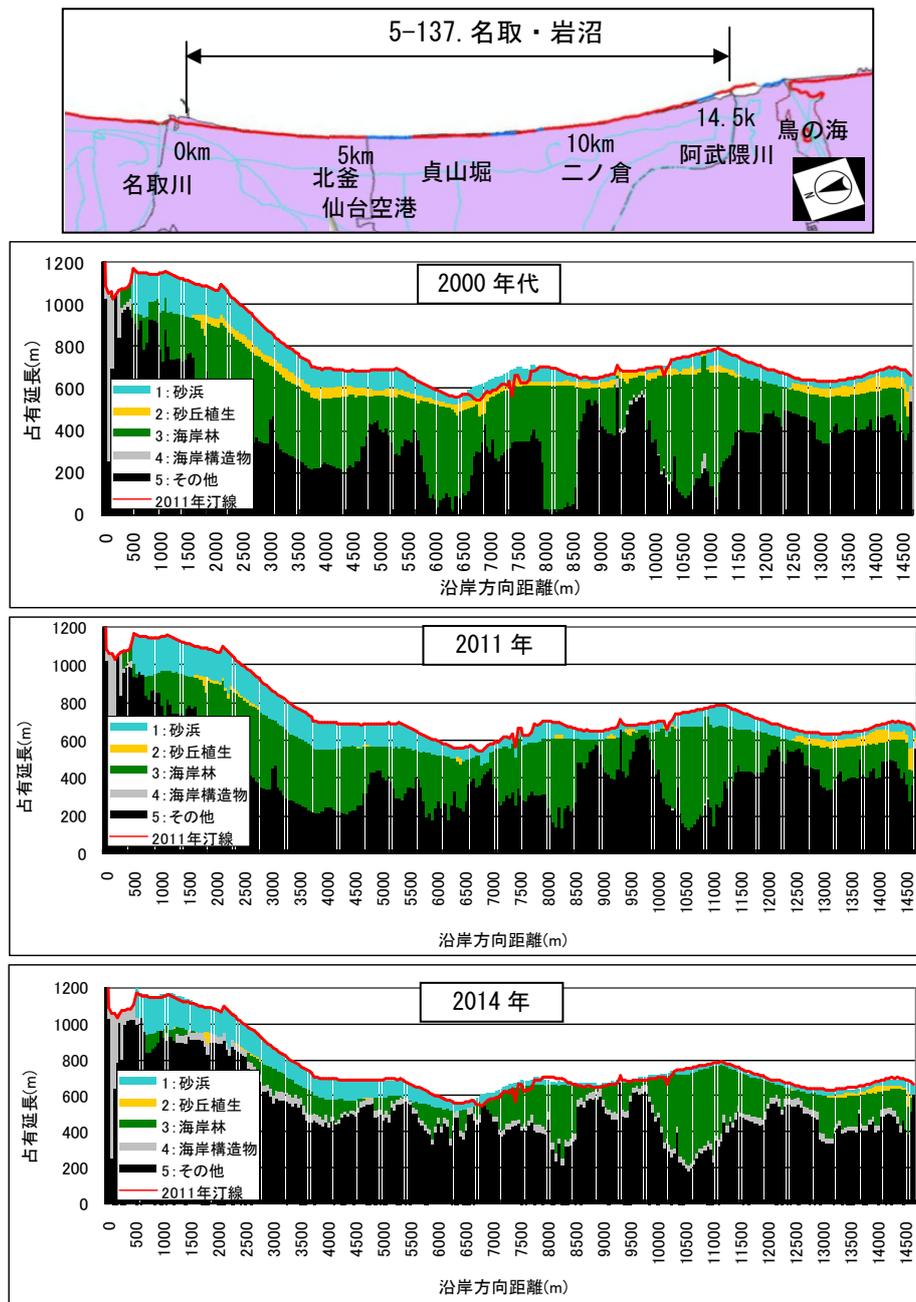


図4.65 名取市・岩沼市 名取・岩沼

c) 山元町中浜海岸 (5-140)

- ・ 範囲：宮城県の南端に面し、南端に磯崎漁港がある延長約 10km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。破堤によって V 字状の湾入部を形成し、汀線は最大約 250m 後退した。砂浜は中央から南部にかけて、砂丘植生は全域でほぼ消失し、海岸林も著しい被害にあった。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。凸凹であった汀線の形状はほぼ直線になった。全般に海岸林が海岸構造物とその他に変わった。

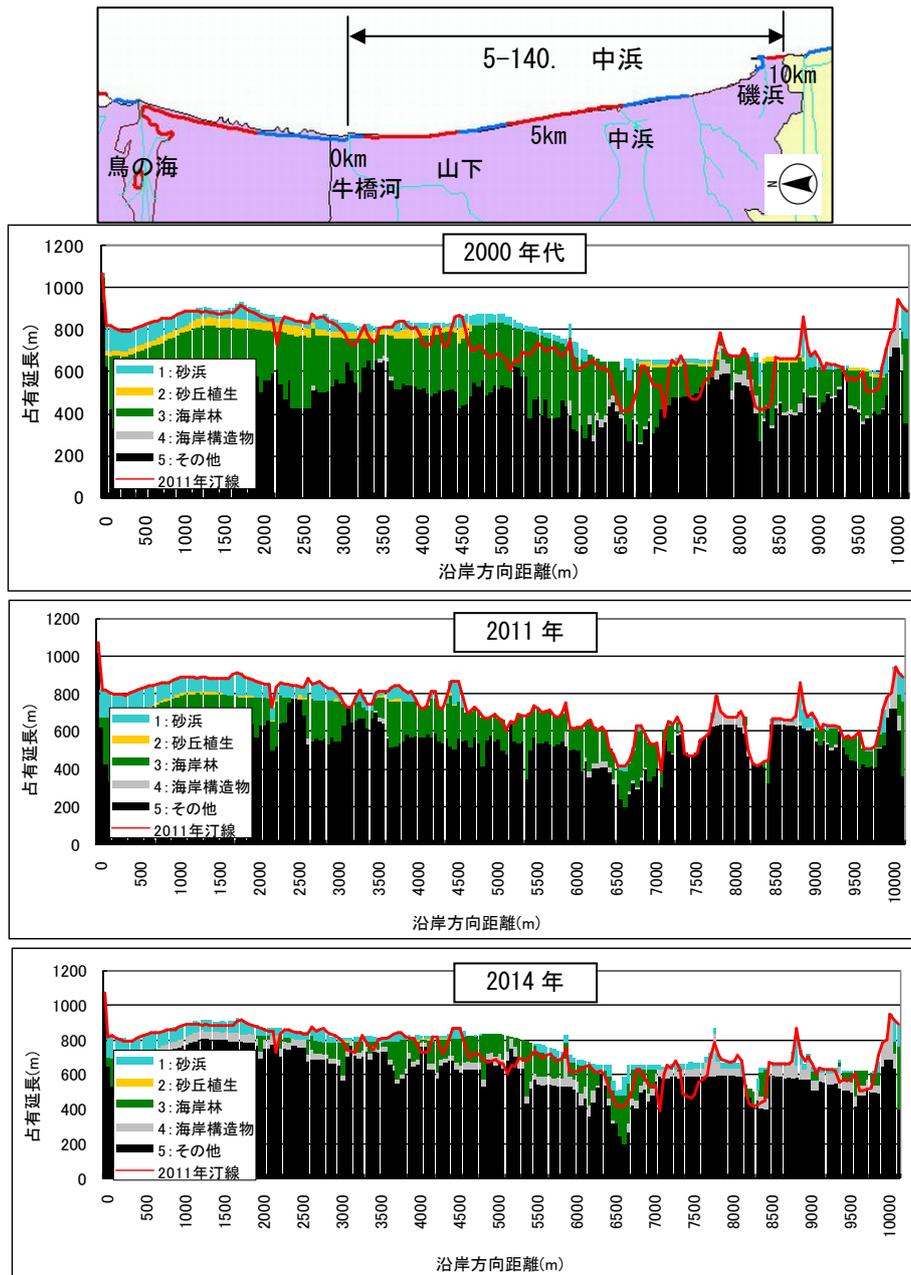


図4.66 山元町中浜海岸

d. 福島県

本調査で対象とする海岸は延長約 94km の砂浜・泥浜海岸である。対象海岸を 3 つのゾーンに区分し、北から南へⅠ. 相馬、Ⅱ. 相双、Ⅲ. いわきの順とした。各ゾーンの海岸特性を以下に述べる。なお、本県に含まれる全ての地区海岸については、海岸の変化要因や勾配等の諸元を一覧表に整理して、資料編に添付した。

福島県の海岸は、海食崖の発達するゾーンⅠ. 相馬、Ⅱ. 相双と沿岸漂砂の卓越するゾーンⅢ. いわきの 2 つに分かれる。両地区とも今回の津波により汀線が陸側へ後退した海岸が多かったが、2014 年では多くの海岸で汀線が回復していた（タイプ 2）。一方、相馬市の小磯部といわき市岩間佐糠では、汀線の回復が遅い傾向にあった（タイプ 3）。

2011 年から 2014 年の地区海岸別の変化要因を表 4. 11 に示す。

表4.11 福島県の地区海岸別の変化要因

タイプ	海岸番号	合計
1：安定	下記以外の海岸	12
2：汀線が回復傾向	1, 2, 6～8, 11～22, 24～27, 30～33, 35, 36, 44	29
3：汀線の回復が遅い	10, 41	2
4：経時的な汀線後退	34	1



図4.67 福島県ゾーン区分

1) 相馬ゾーン

相馬ゾーンは宮城県境のNo. 1から茶屋ヶ岬のNo. 9までの海岸である。相馬港の建設や崖海岸の侵食対策等から、全域で海岸侵食が進んでおり、消波堤による汀線の固定や離岸堤の建設等各種の海岸保全対策が行われている。

当ゾーンを代表する海岸No. 8について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

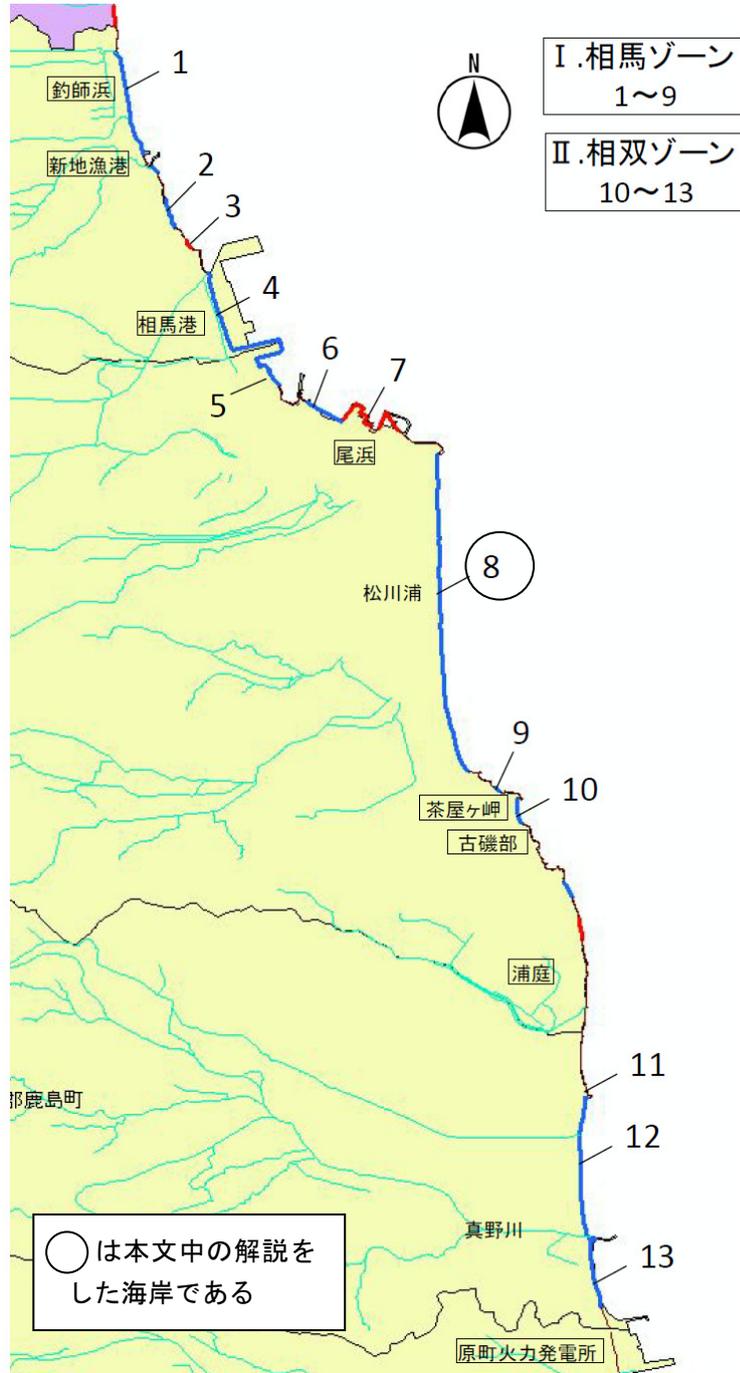


図4.68 相馬ゾーン

a) 相馬市大洲 (1-8)

- ・ 範囲：松川浦と海を隔てる細長い砂州で両側を岬に挟まれた延長約 6.5km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。北部は破堤して松川浦と水域が繋がった状態になっている。砂丘植生は全域で消失し、海岸林の面積も大きく減少している。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。造成により砂浜と海岸林がその他に変わった。

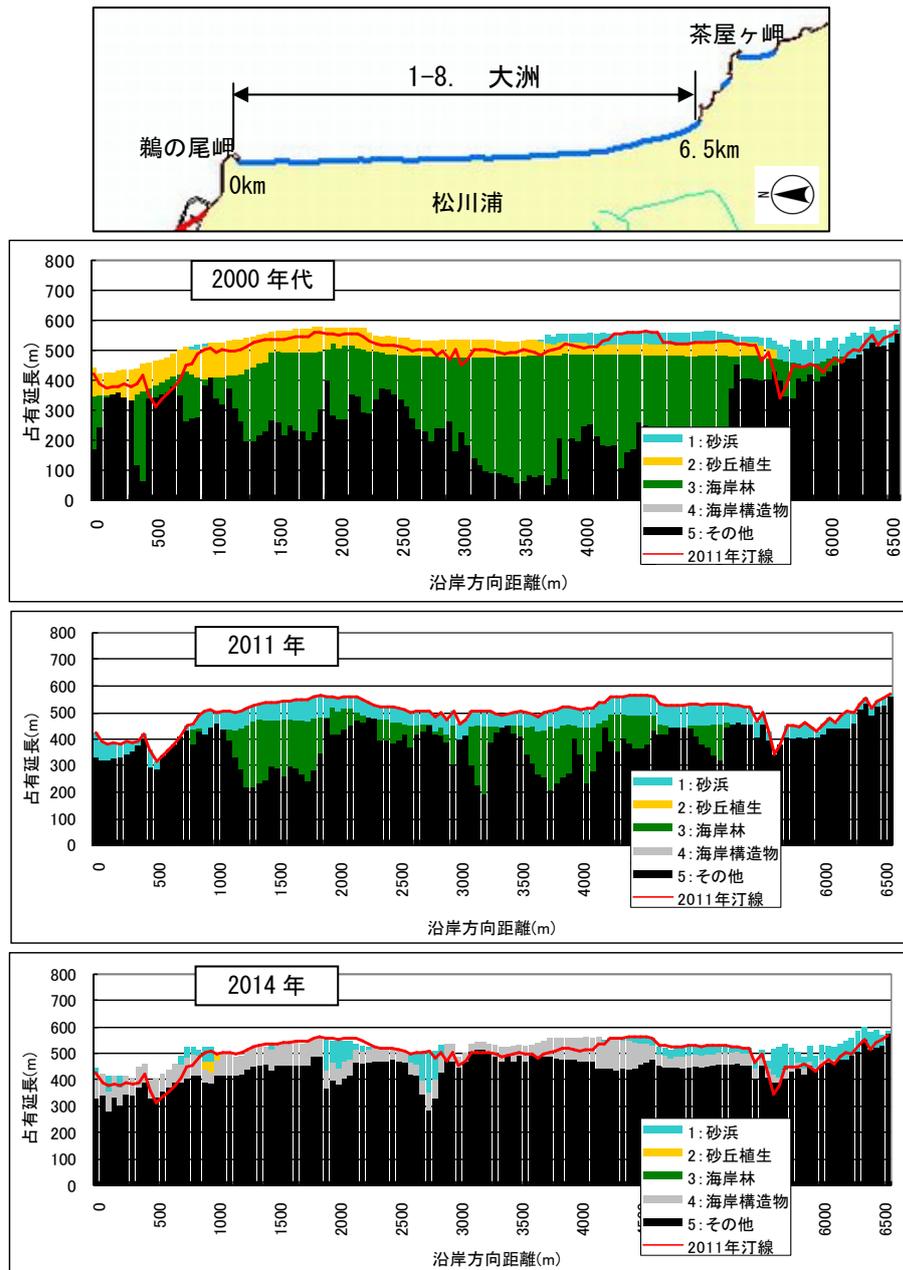


図4.69 相馬市大洲

2) 相双ゾーン

相双ゾーンは古磯部の No. 10 から広野町浅見川河口の No. 26 までの海岸である。崖海岸の侵食対策が進んだ結果、崖からの土砂供給が減少して、砂浜海岸では海岸侵食が進んだ。

当ゾーンを代表する海岸 No. 16 について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

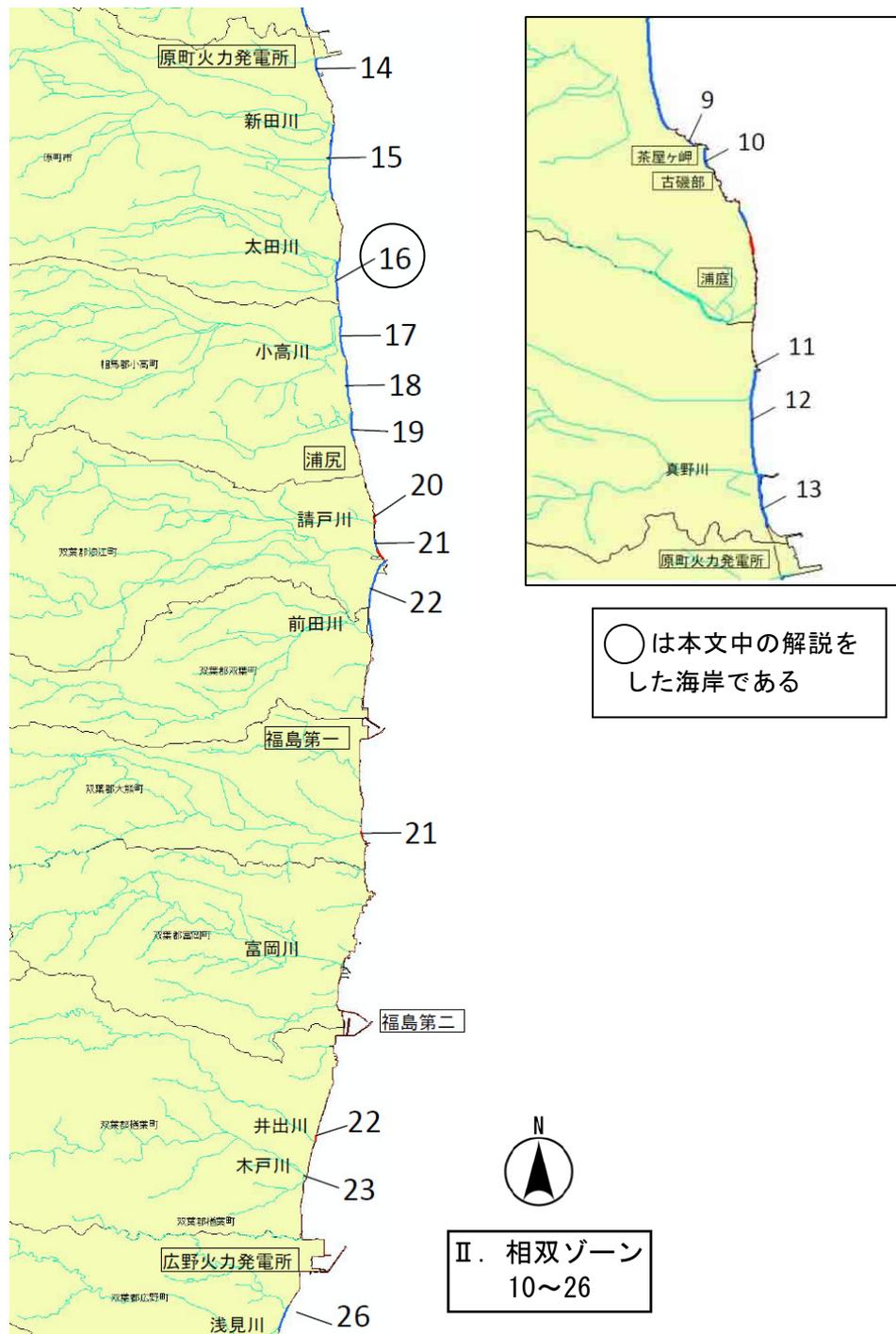


図4.70 相双ゾーン

a) 南相馬市小浜 (2-16)

- ・ 範囲：北端に太田川が流入する延長約 2.4km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 3 「防潮堤が破堤して汀線後退」。汀線にあった消波ブロックと背後の護岸は破堤して、汀線はラグーンのある位置まで陸側へ後退し、海岸林はほぼ消失している。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。震災前に海岸林であった場所に砂浜が復活した。

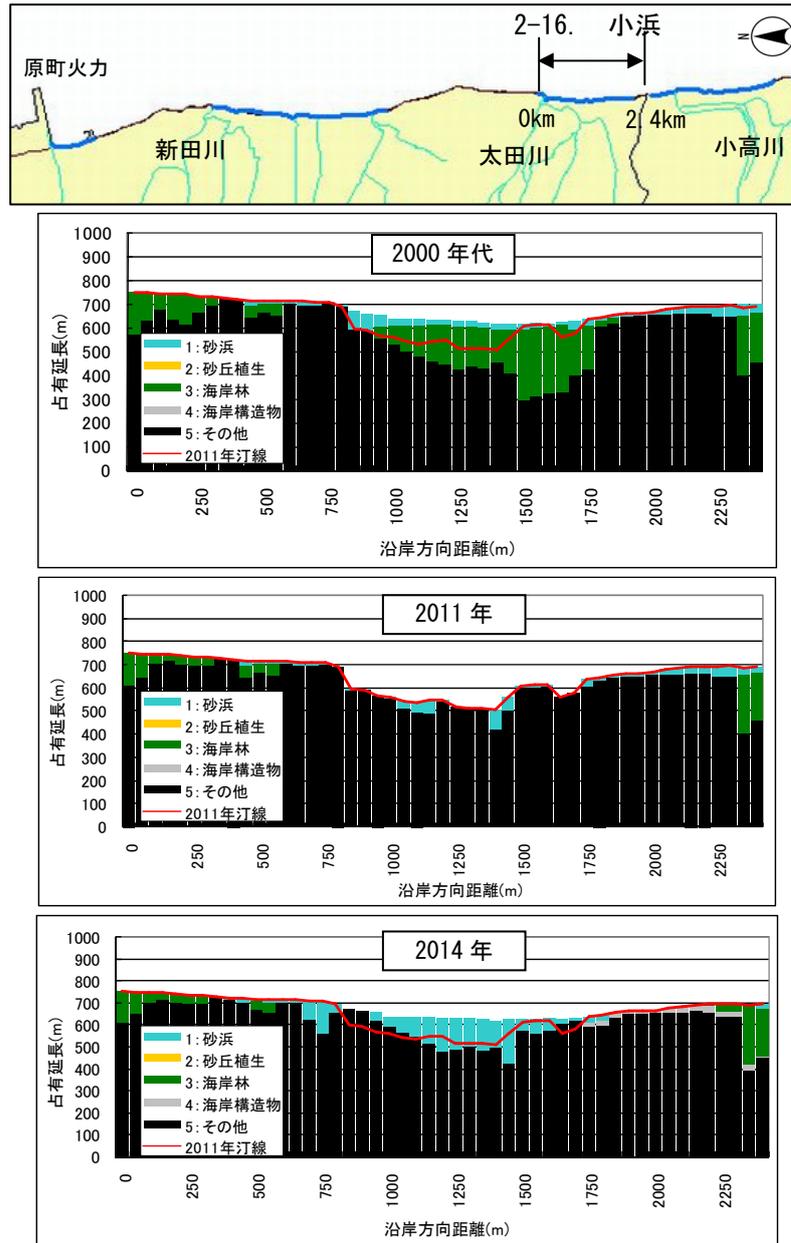


図4.71 南相馬市小浜

3) いわきゾーン

いわきゾーンはいわき市末続のNo. 27から茨城県境勿来のNo. 43までの海岸である。砂浜海岸は、海岸中央に河川が流入して沿岸漂砂が発達する新舞子と須賀の長い砂浜海岸と両側を岬に囲まれたポケットビーチからなる。

当ゾーンを代表する海岸No. 33及びNo. 42について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

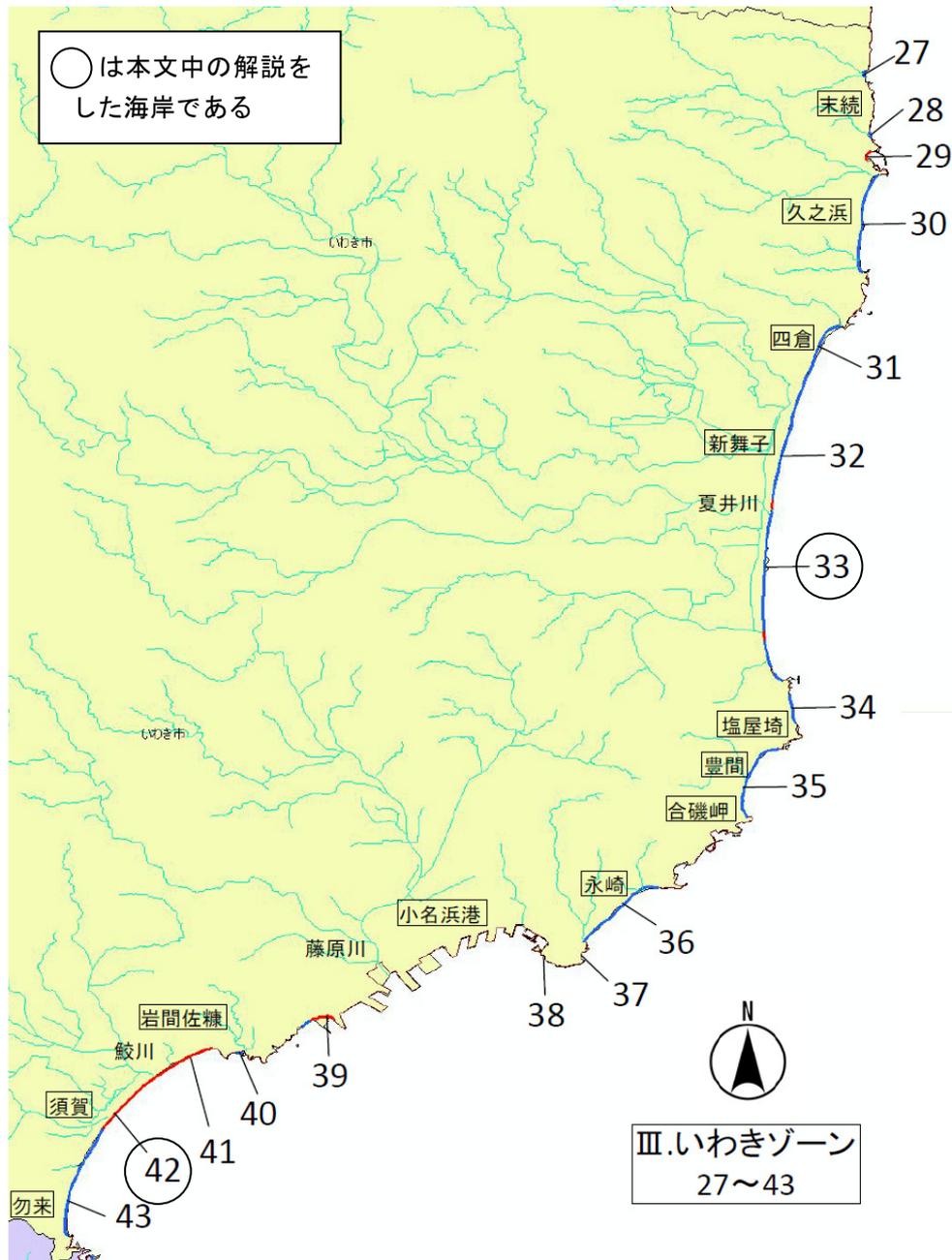


図4.72 いわきゾーン

a) いわき市新舞子 (3-33)

- ・ 範囲：北端に夏井川が流入し、南端は岩礁で挟まれた延長約 5.5km の海岸。北端から中央にかけての海岸林内にはラグーンが存在する。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因は夏井川河口部分でタイプ 2 「汀線後退」している。砂丘植生は北部から中央で消失している。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。北部で海岸林の位置に海岸構造物が建設された。

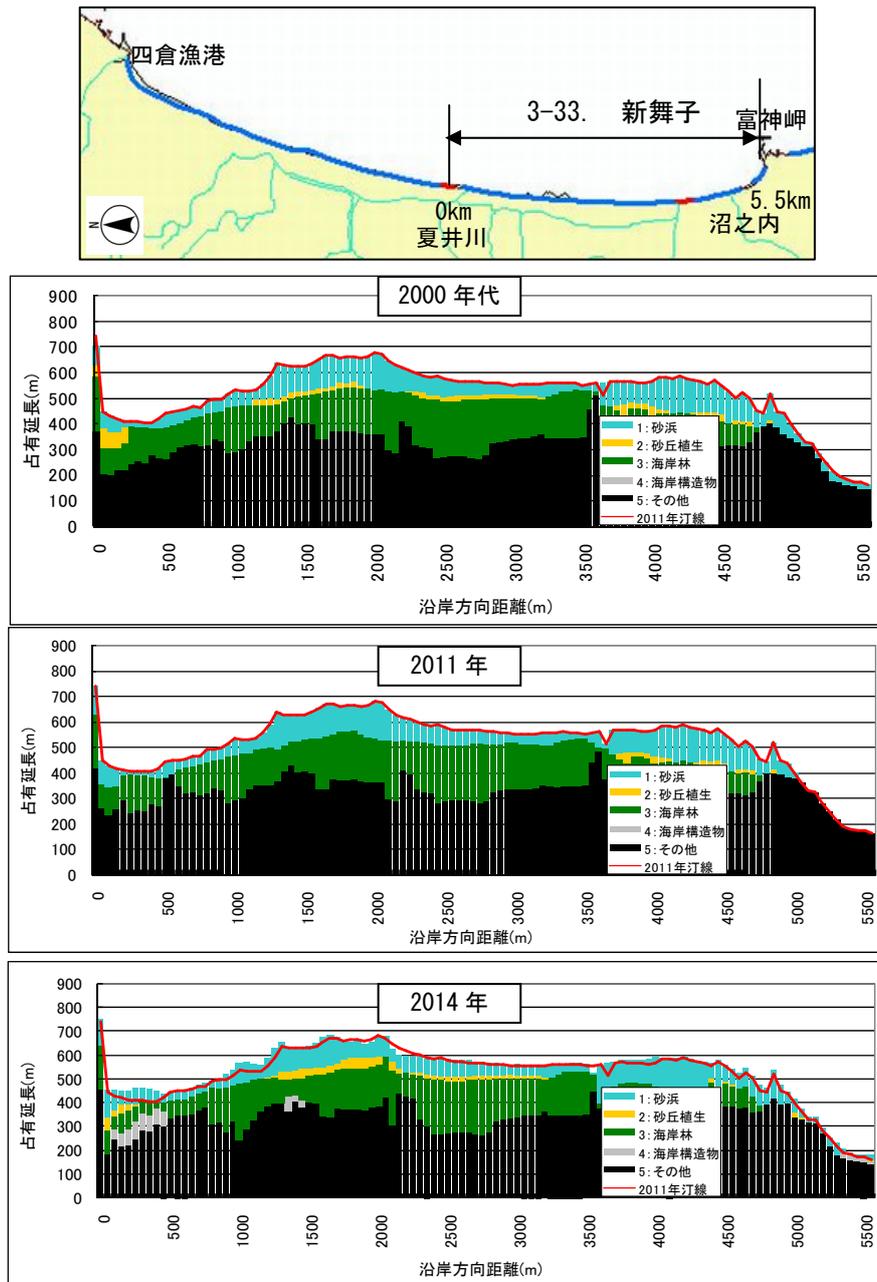


図4.73 いわき市新舞子

b) いわき市須賀 (3-42)

- ・ 範囲：北端に鮫川が流入する延長約 3.4km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線後退」。津波により鮫川の河口砂州がフラッシュされ、河口南側の砂浜から河口への沿岸漂砂が活発となった結果⁴、距離 75～200m では砂浜が消失している。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。距離 700m 付近では砂浜が消失した。

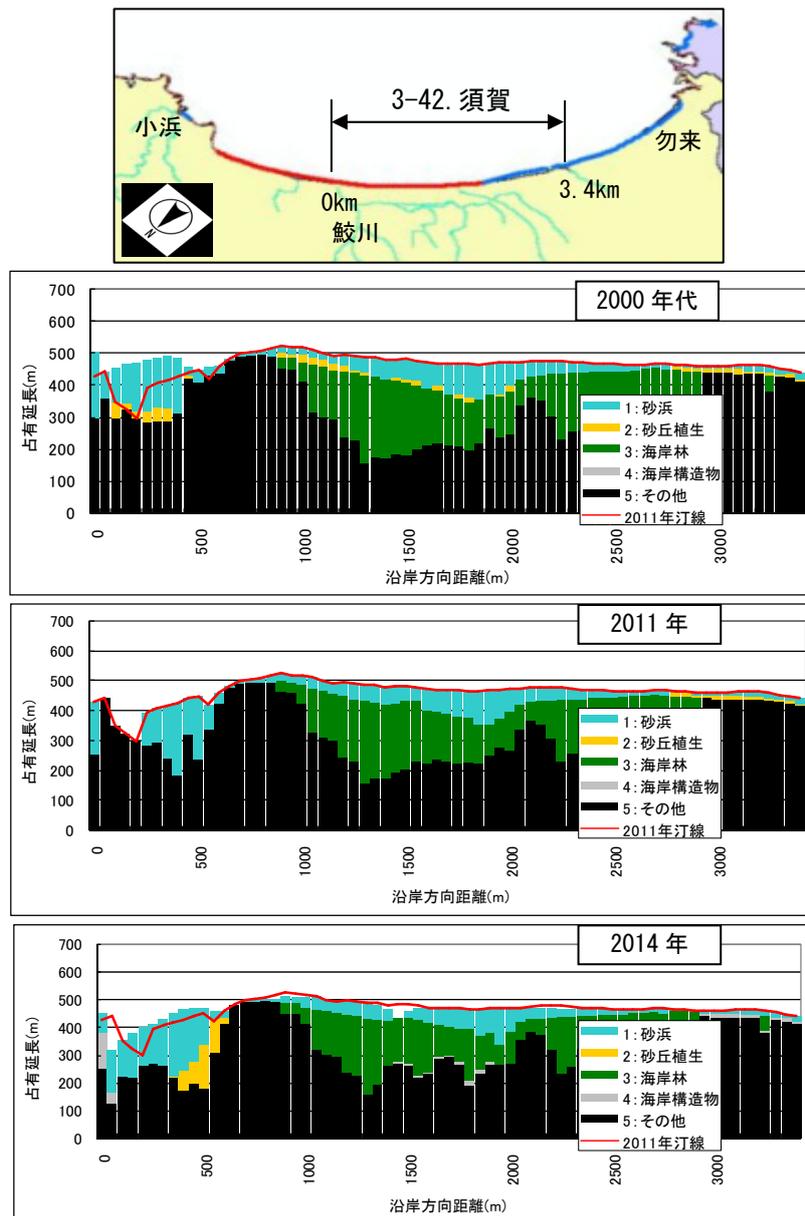


図4.74 いわき市須賀

⁴酒井和也・宇多高明・星上幸良・小澤宏樹・野志保仁：福島県・鮫川河口を含む竜宮岬～勿来漁港間における津波後の海浜応答，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol 68，No.2，pp.591-595，2012.

e. 茨城県

本調査で対象とする海岸は延長約 99km の砂浜・泥浜海岸である。対象海岸を 3 つのゾーンに区分し、北から南へⅠ．北茨城、Ⅱ．日立、Ⅲ．鹿島の順とした。各ゾーンの海岸特性を以下に述べる。なお、本県に含まれる全ての地区海岸については、海岸の変化要因や勾配等の諸元を一覧表に整理して、資料編に添付した。

茨城県の海岸は、大洗港を境に北部は両端を岬に挟まれたポケットビーチの発達するゾーンⅠ．北茨城、Ⅱ．日立と南部は沿岸漂砂の卓越するゾーンⅢ．鹿島の 2 つに分かれる。高萩市高萩と川尻及び大洗市大洗サンビーチでは、今回の津波により汀線が陸側へ後退したが、2014 年では各海岸で汀線が回復していた（タイプ 2）。

2011 年から 2014 年の地区海岸別の変化要因を表 4.12 に示す。

表4.12 茨城県の地区海岸別の変化要因

タイプ	海岸番号	合計
1：安定	下記以外の海岸	23
2：汀線が回復傾向	3, 4, 21	3
3：汀線の回復が遅い	-	0
4：経時的な汀線後退	19	1

1) 北茨城ゾーン

北茨城ゾーンは福島県境五浦のNo. 1から川尻のNo. 4までの海岸である。沿岸の小さな岬には漁港があり、岬と岬の間には比較的長い砂浜が続いているが、砂浜幅は漁港周辺を除き全般に狭い。

当ゾーンを代表する海岸No. 2について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。



図4.76 北茨城ゾーン

a) 北茨城市大津 (1-2)

- ・ 範囲：北側の大津漁港と南側の大北川河口に囲まれた延長約 5.5km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 1 「安定」。津波による変化は小さい。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 1 「安定」。

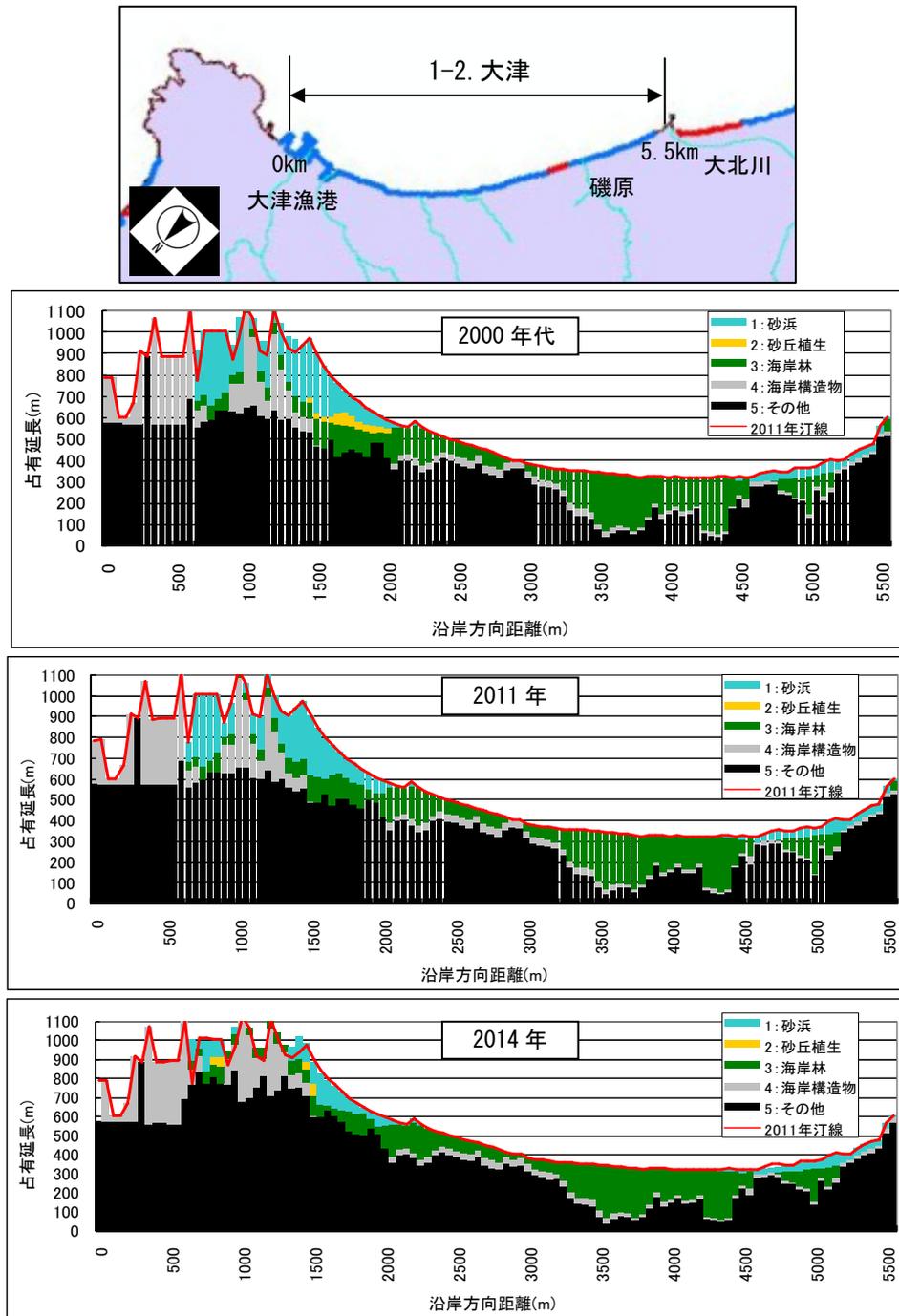


図4.77 北茨城市大津

2) 日立ゾーン

日立ゾーンは日立市小貝浜のNo. 5からひたちなか市阿字ヶ浦のNo. 19までの海岸である。沿岸には日立港、常陸那珂港の大規模な港湾がある。日立港より北側では小さな岬の間に砂浜が点在している。日立港の南側には阿字ヶ浦砂丘が発達し、砂丘植生や海岸林が広く分布するが、常陸那珂港の建設により、周辺海岸で著しい侵食が生じている。

当ゾーンを代表する海岸No. 19について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

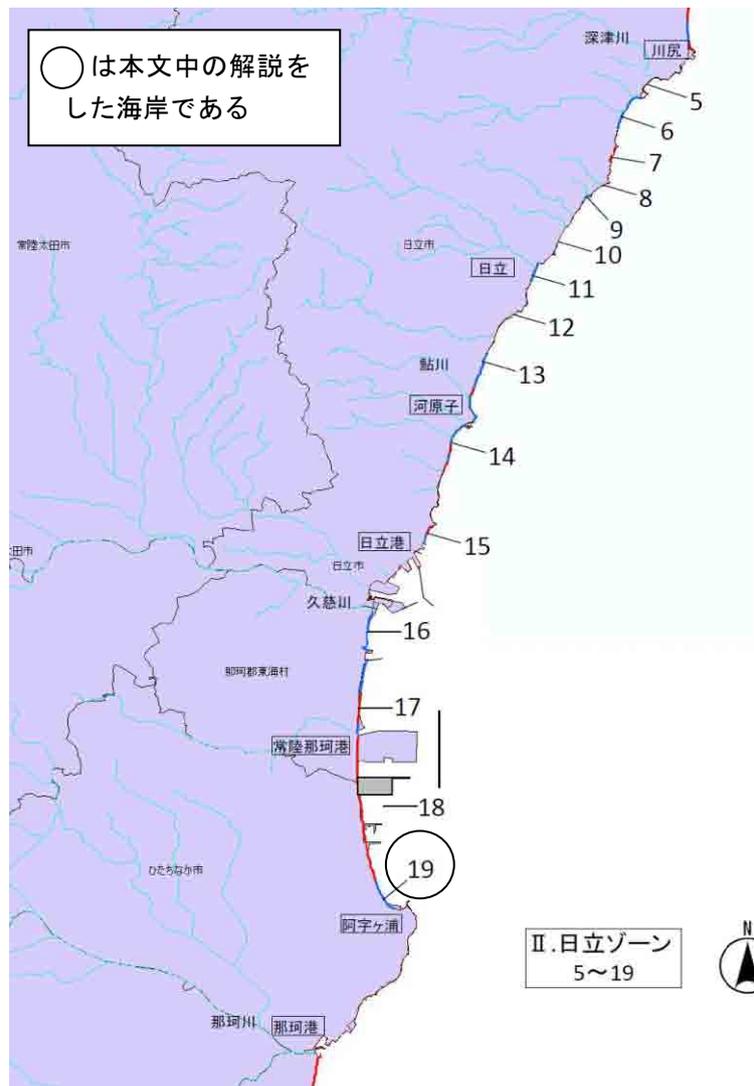


図4.78 日立ゾーン

a) ひたちなか市阿字ヶ浦 (2-19)

- ・ 範囲：常陸那珂港の南防波堤と磯崎漁港に挟まれた延長約 2.9km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 1 「安定」。津波による変化は小さい。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 4 「汀線後退（経時的な変化）」。北部の突堤基部で汀線が 50m 後退した。

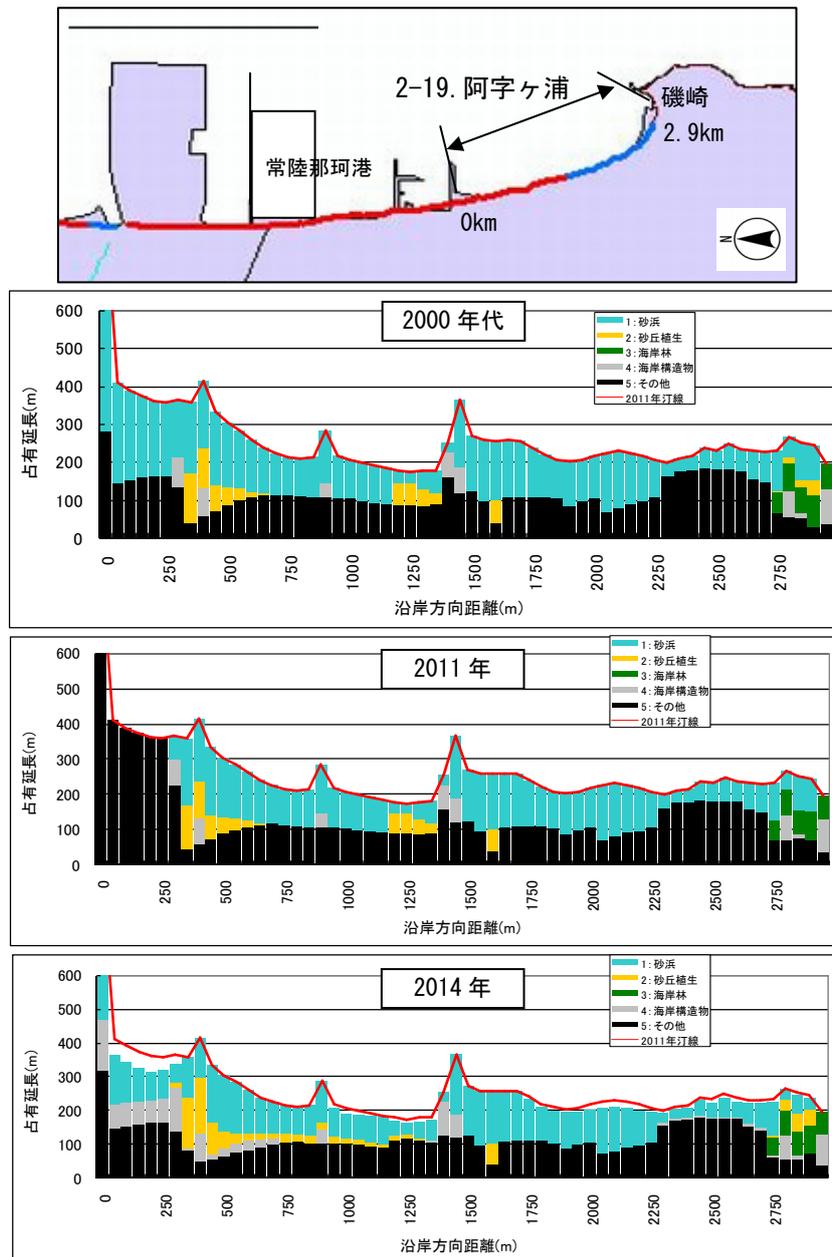


図4.79 ひたちなか市阿字ヶ浦

3) 鹿島ゾーン

鹿島ゾーン是那珂川河口右岸の大洗海岸のNo. 20から利根川河口左岸のNo. 27までの海岸である。沿岸には長大な砂浜海岸と砂丘植生や海岸林が続いているが、港湾や漁港に隣接する海岸では著しい侵食が生じている。

当ゾーンを代表する海岸No. 21について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。



図4.80 鹿島ゾーン

a) 大洗サンビーチ (3-21)

- ・ 範囲：大洗港と防砂突堤に挟まれた延長約 3.7km の海岸。
- ・ 2000 年代－震災後：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線後退」。海岸内に 3 箇所ある突堤の南側では、汀線が局所的に陸側へ約 150m 後退し、砂丘植生もやや減少した。海岸土砂の多くは大洗港内へと運ばれ、航路障害を引き起こした。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。中央部の凸凹であった汀線の形状はほぼ直線になった。

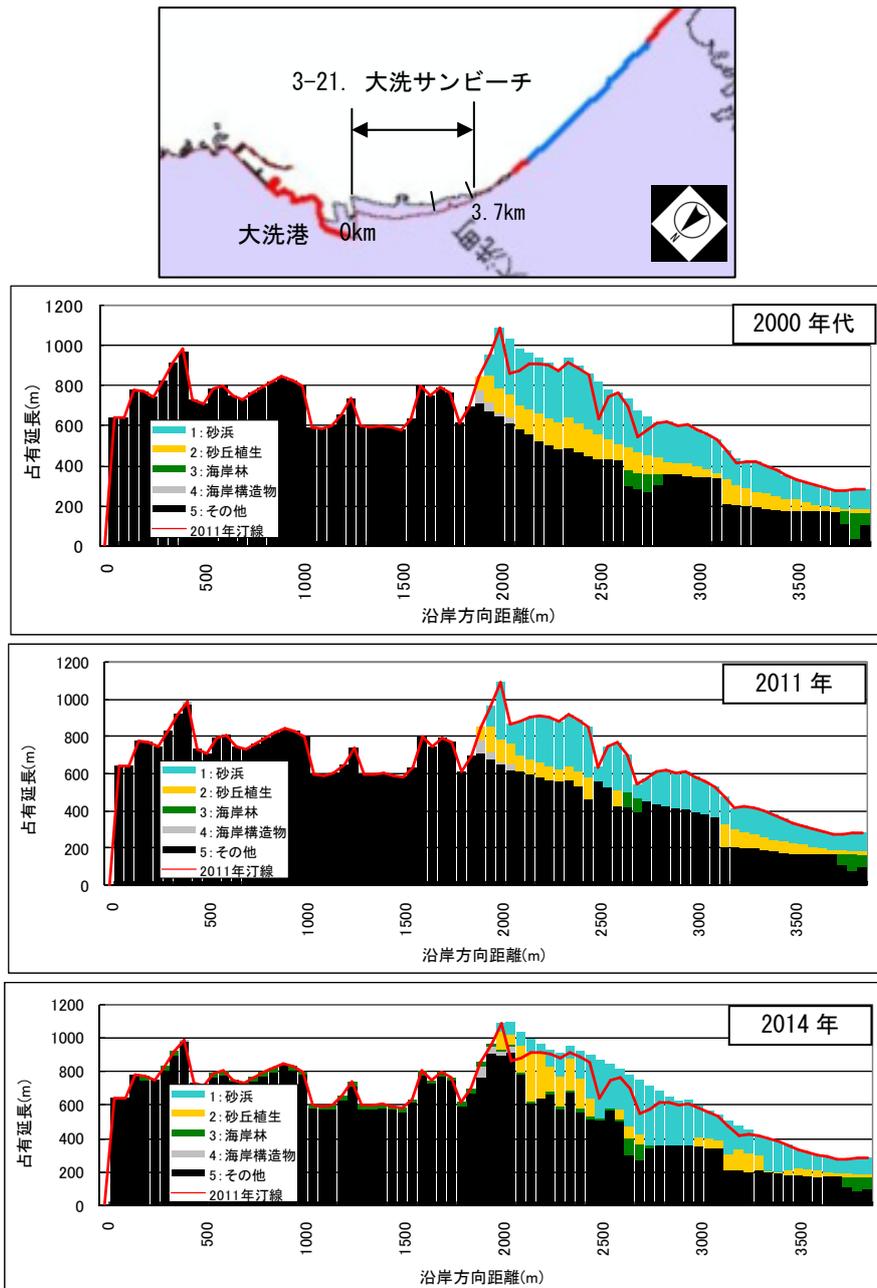


図4.81 大洗サンビーチ

f. 千葉県

千葉県の解析は平成22年度自然環境保全基礎調査沿岸域自然環境情報整備業務で行っている。本調査では凡例の追加（その他を海岸構造物とその他に細分類）と2011年（震災後）の解析を追加した。本調査で対象とする海岸は銚子市の利根川河口から九十九里浜の大東漁港までである。なお、本県に含まれる全ての地区海岸については、海岸の変化要因や勾配等の諸元を一覧表に整理して、資料編に添付した。

2011年から2014年の地区海岸別の変化要因を表4.13に示す。

表4.13 千葉県の地区海岸別の変化要因

タイプ	海岸番号	合計
1：安定	下記以外の海岸	5
2：汀線が回復傾向	3-1, 4	2
3：汀線の回復が遅い	-	0
4：経時的な汀線後退	5, 6	2

1) 九十九里浜ゾーン

九十九里浜ゾーンは房総半島東端の銚子から九十九里浜への南側の土砂供給源とされる太東崎北側にある太東漁港までの海岸である。君ヶ浜～外川地区は両端を岬で挟まれたポケットビーチである。

九十九里浜は延長約60kmの長大な砂浜海岸で、南北両端に海食崖の土砂供給源をもち、お椀のような形状を有しており、お椀の縁から底へと向かう（北部から中央へ、南部から中央へ）沿岸漂砂が卓越している。しかし、近年は海食崖からの土砂供給のバランスが崩れたため著しい侵食海岸となっている。一方、片貝漁港付近では元々砂が溜まりやすい場所であったが、1970年代からの片貝漁港の防波堤延長によって両側の汀線が大きく前進している⁵。

また、1975年の空中写真によると、飯岡から野手川河口付近では4～5段の打ち寄せる波が写っており、これは海底勾配が1/100程度の場所に出来る典型的な波であり⁶、当時の海底が非常に緩かったことを示している。

砂丘植生は1996年6月に片貝漁港北4kmの小松海岸で行われた調査によると、最も海よりにハマニク群落が多く分布し、ハマヒルガオ群落やコウボウムギ群落等がその背後に見られ、保安林近くの砂丘はチガヤ群落で占めており、これらは砂浜の保全効果を持っているとされている⁷。

九十九里浜の背後にはほとんどの場所でクロマツの海岸林が設置されており、道路や住宅地はこれら海岸林を隔てて陸側に立地している。また、一宮から片貝までの17.5kmの九十九里有料道路は海岸林の中央を縦断している。なお、現在の海岸林は戦後植栽されたものが大部分である⁸。

当ゾーンを代表する海岸No. 4について、次頁に土地被覆変化図とあわせて特徴を述べる。

⁵宇多高明・清野聡子：続日本の海岸はいま・・・九十九里浜が消える，日本財団，p64，2002.

⁶宇多高明・清野聡子：日本の海岸はいま・・・九十九里浜が消える！？，日本財団，p64，2001.

⁷加藤史訓・佐藤慎司・田中茂信・笠井雅広：砂浜海岸における植生の地形変化に及ぼす影響に関する現地調査，海岸工学論文集，第44巻，pp.1151-1155，1997.

⁸村井宏・石川政幸・遠藤治郎・只木良也：日本の海岸林，ソフトサイエンス社，p513，1992.

I. 九十九里浜ゾーン

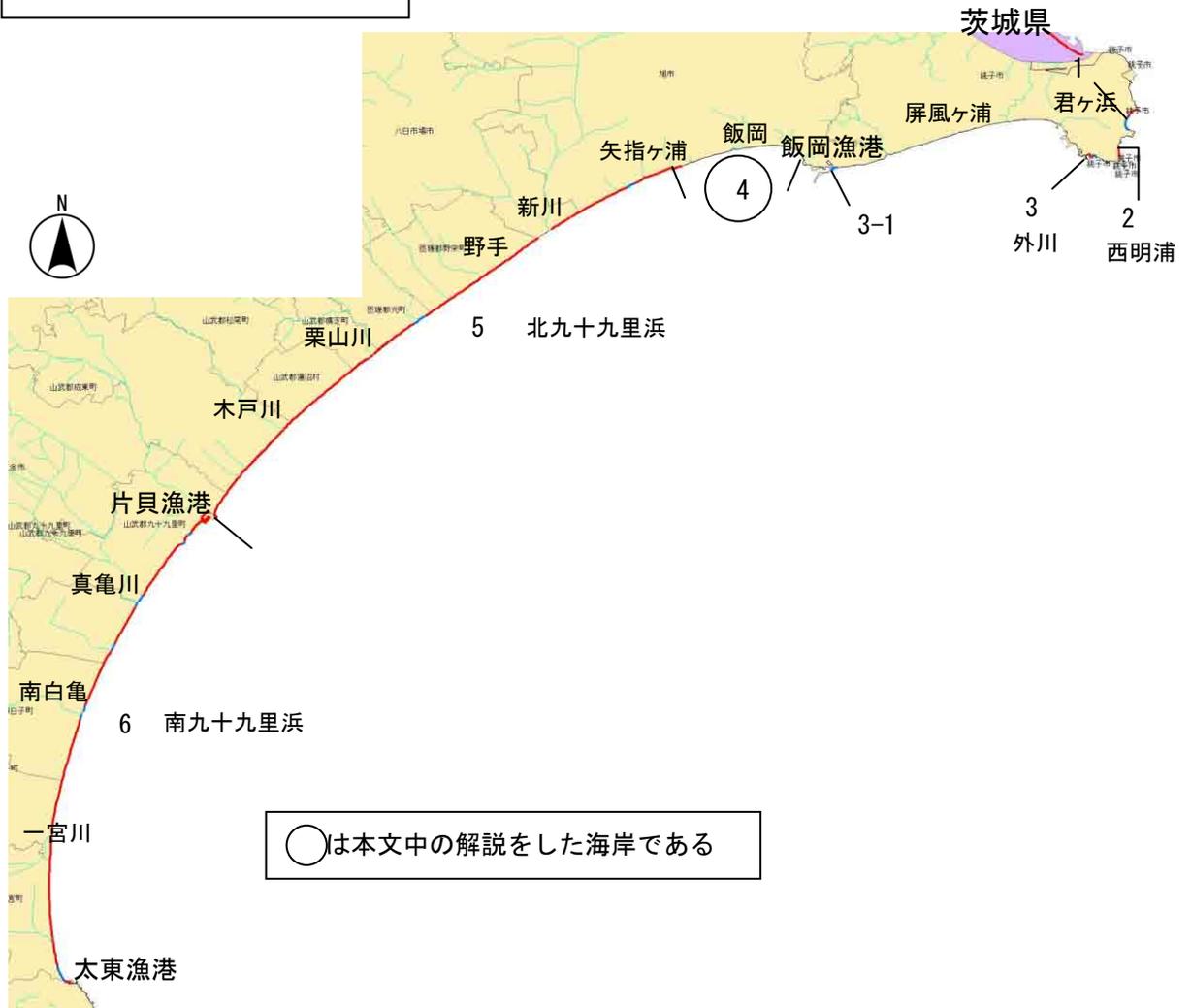


図4.82 千葉県九十九里浜ゾーン

a) 旭市飯岡(1-4)

- ・ 範囲：飯岡漁港と矢指ヶ浦の突堤に挟まれた延長約 6.3km の海岸。
- ・ 2000 年代－2011 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線後退」。中央では汀線が最大 50m 後退している。海岸林の被災も広い範囲に見られた。
- ・ 2011 年－2014 年：海岸変化の要因はタイプ 2 「汀線は回復傾向」。汀線は全域で約 20m 前進した。

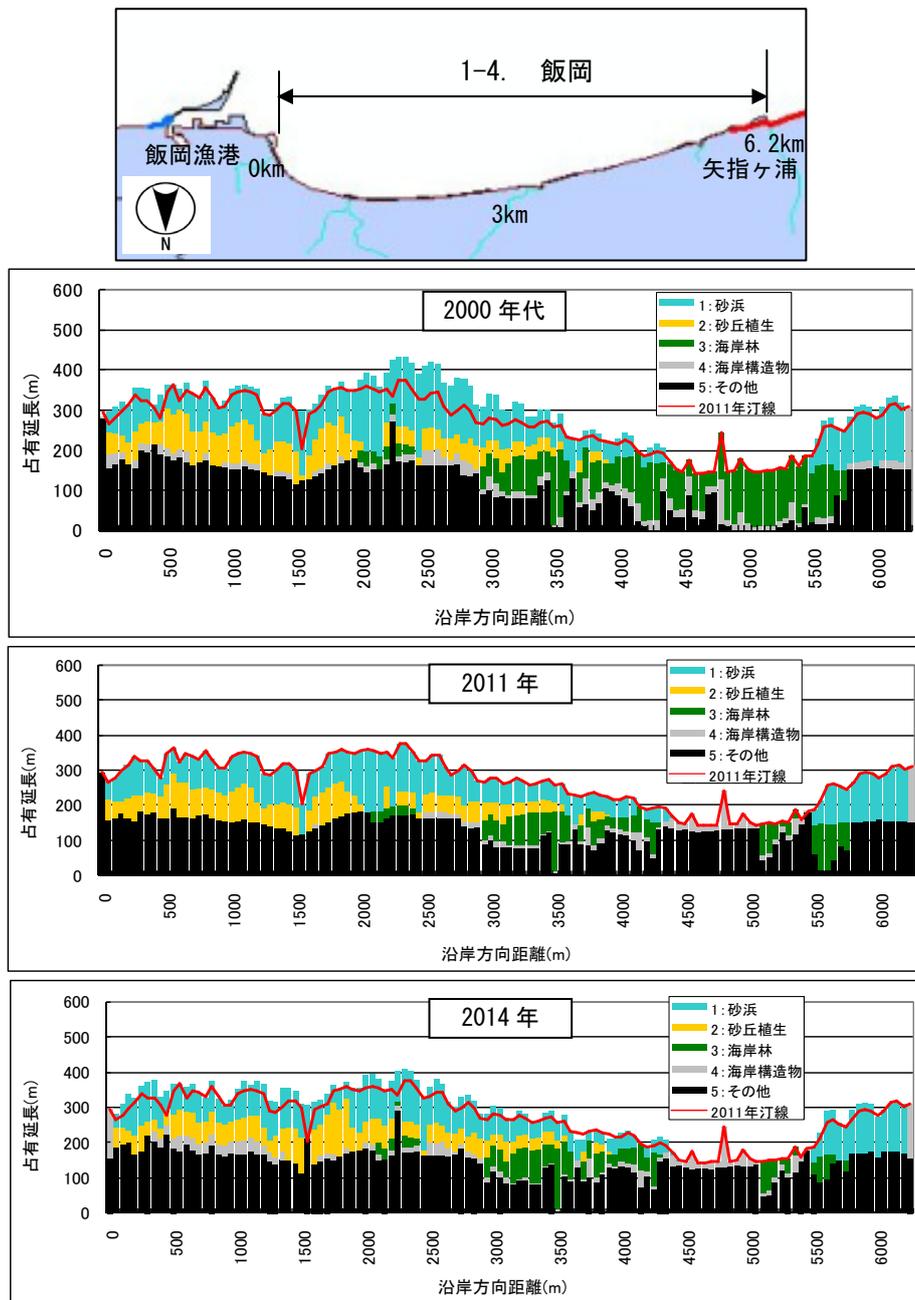


図4.83 旭市飯岡

4.4 調査結果（海岸線改変調査）

(1) 概要

環境省では全国的な視点からわが国における自然環境の現状及び改変状況を把握し、自然環境保全の施策を推進するための基礎資料の整備として、1973年度より陸域・陸水域・海域の自然環境保全基礎調査を実施している。このうち、海域環境における海岸調査については1978～79年度の第2回自然環境保全基礎調査から、1997～98年度の第5回自然環境保全基礎調査で全国の海岸線（汀線）を自然海岸・半自然海岸・人工海岸・河口等に区分して変化状況を調査している。また、2011年には震災直後の変化状況を把握するため、青森県東通村尻屋崎から千葉県一宮町九十九里浜の範囲について調査した。

本調査では2011年の調査から3年を経過した2014年の同範囲について、海岸線の改変調査を行った（図4.84）。

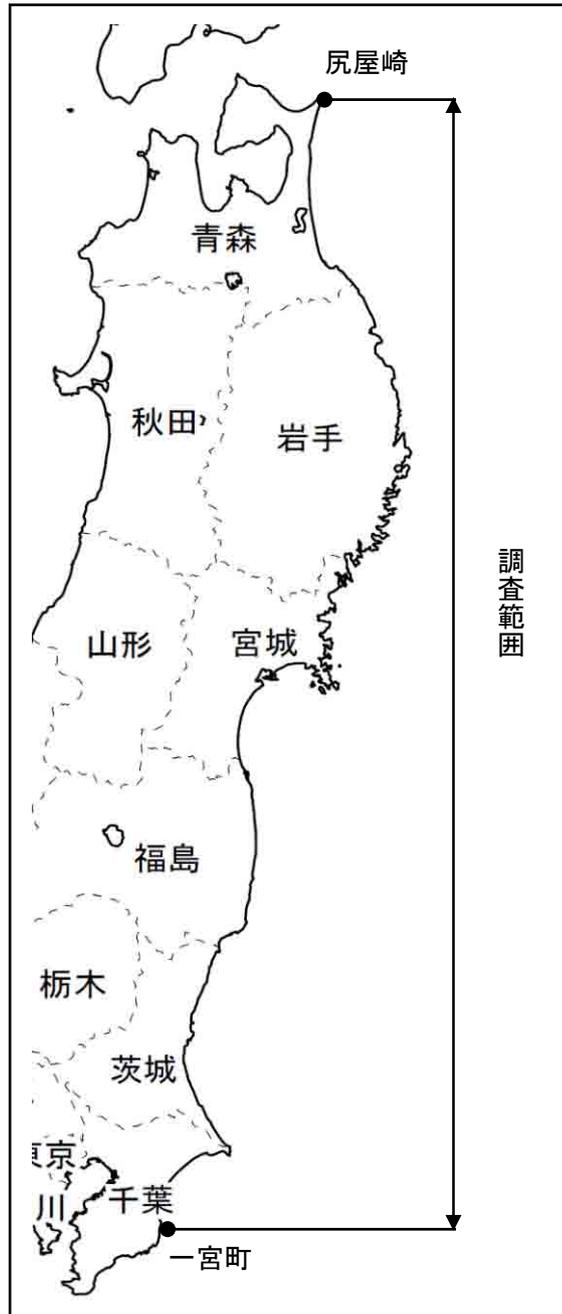


図4.84 海岸線改変調査の範囲

(2) 調査方法

海岸線改変調査は、2011年調査で汀線区分を記載した現況の地形図上に、2014年の幾何補正を施した衛星画像から汀線区分を判読した結果を記入し、この判読結果をGIS入力して、県や海岸番号、区分等のコードを属性付与した。表4.15は2014年調査の汀線区分である。

なお、改変部分については以下のフラグを立てた。

- 0：変化なし
- 1：変化あり（汀線回復・安定）
- 2：変化あり（汀線未回復・後退）
- 3：変化あり（人工化）

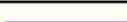
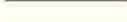
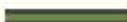
表4.14 海岸区分表

		区 分				コード	
海	自然海岸 海岸が人工によって改変されないで自然の状態を保持している海岸。 ただし、海域に離岸堤等の人工構築物（潜堤は除く）がある場合は、半自然海岸とする。（図Ⅱ-6-1参照）	海岸に浜が発達している。	泥浜海岸	潜堤等	なし	110	
					あり	111	
			砂浜海岸	潜堤等	なし	120	
					あり	121	
			礫浜海岸	潜堤等	なし	125	
				あり	126		
		海岸に浜が発達していない（海食崖等）			なし	140	
					あり	141	
	半自然海岸 道路、護岸、テトラポット等の人工構築物で海岸の一部に人工が加えられているが、潮間帯においては自然の状態を保持している海岸。 ただし、海岸に人工構築物がない場合でも、海域に離岸堤等の人工構築物（潜堤は除く）がある場合は、半自然海岸とする。 また、人工海浜、人工干潟等は、半自然海岸とする。（図Ⅱ-6-1参照）	人工構築物の前面に浜が発達している。	泥浜海岸	離岸堤 消波堤 潜堤等	なし	210	
						あり	211
					砂浜海岸	なし	220
						あり	221
			礫浜海岸	なし	225		
				あり	226		
		磯浜海岸	なし	230			
			あり	231			
	人工構築物の前面には浜が発達していない			なし	240		
				あり	241		
	人工海浜・人工干潟等			なし	250		
				あり	251		
岸	人工海岸 海岸が、港湾、埋立、浚渫、干拓等の土木工事により著しく人工的に改変された海岸（人為によって造られた海岸）。 ただし、人工海浜、人工干潟等は、半自然海岸とする。（図Ⅱ-6-1参照）	埋立によってできた海岸	直立護岸	離岸堤 消波堤 潜堤等	なし	310	
					傾斜護岸	あり	311
		干拓によってできた海岸	直立護岸		なし	320	
					傾斜護岸	あり	321
		上記以外の土木工事によってできた海岸	直立護岸		なし	322	
					傾斜護岸	あり	323
			直立護岸		なし	330	
					あり	331	
			直立護岸		なし	332	
					あり	333	
河口部 河川法の規定（河川法適用外の河川にも準用）による「河川区域」の最下流端を陸域の境とする。						410	

対象地域ではコード320～323は該当無し

資料：環境庁自然保護局：第5回自然環境保全基礎調査海辺調査総合報告書，1998.

表4.15 本調査で使用した汀線区分表

	属性情報 キーワード	
<p>●自然海岸</p> <p>海域に離岸堤等の構造物(潜堤除く)がある場合は、半自然海岸。</p>	 110	泥浜：潜堤等なし／潜堤等あり 111
	 120	砂浜：潜堤等なし／潜堤等あり 121
	 125	礫浜：潜堤等なし／潜堤等あり 126
	 130	いそ浜：潜堤等なし／潜堤等あり 131
	 140	海食崖：潜堤等なし／潜堤等あり 141
<p>●半自然海岸（構造物の前に浜がある）</p> <p>道路・護岸・ブロック等があるが、汀線は自然の状態である。</p> <p>自然海岸＋離岸堤、人工海岸・干潟はこれに該当する。</p>	 210	泥浜：離岸堤・消波・潜堤なし
	 211	泥浜：↑ あり
	 220	砂浜：離岸堤・消波・潜堤なし
	 221	砂浜：↑ あり
	 225	礫浜：離岸堤・消波・潜堤なし
	 226	礫浜：↑ あり
	 230	いそ浜：離岸堤・消波・潜堤なし
	 231	いそ浜：↑ あり
	 240	構造物の前に浜なし：離岸堤・消波・潜堤なし
	 241	構造物の前に浜なし：↑ あり
<p>●人工海岸</p> <p>港湾・漁港・埋立・護岸化された海岸。</p>	 310	埋立) 直立護岸：離岸堤・消波・潜堤なし
	 311	埋立) ↑ あり
	 312	埋立) 傾斜護岸：離岸堤・消波・潜堤なし
	 313	埋立) ↑ あり
	 330	その他) 直立護岸：離岸堤・消波・潜堤なし
	 331	その他) ↑ あり
	 332	その他) 傾斜護岸：離岸堤・消波・潜堤なし
	 333	その他) ↑ あり
●河口部	 410	

(3) 調査結果

a. 海岸の現況

表 4.16に汀線区分別延長と構成比、図 4.85に県別の汀線区分別延長、図 4.86に県別の汀線区分別延長の構成比、図 4.87に 2011年と 2014年調査の汀線区分別延長の比較を示す。

調査対象海岸の総延長は 2,273.24km であり、2011年の 2,287.03km から 13.89km 減少した。第 5 回調査での全国の総延長は 32,799.02km であり、本調査の総延長はその 6.93%を占めた。区分別では自然海岸が 1,252.00km(55.1%)、半自然海岸が 233.87km(10.3%)、人工海岸が 770.95km(33.9)、河口部が 14.43km(0.7%)である。

区別の経年変化延長(2014年－2011年)を見ると、自然海岸は 47.80km 減少、半自然海岸は 8.73km 増加、人工海岸は 28.45km 増加、河口部は 3.17km 減少した。これは、震災後の復旧工事で防潮堤の建設の改変(自然海岸が半自然海岸、または人工海岸へ変化)によるもので、宮城県の七北田川河口から福島県境までの範囲をはじめ、各地で行われたことによる。

県別の総延長は、青森県は 171.30km(2011年から 0.74km 増加)、岩手県は 712.75km(同 2.80km 減少)、宮城県は 878.07km(同 10.27km 減少)、福島県は 204.15km(同 1.37km 減少)、茨城県は 216.61km(同 2.07km 減少)、千葉県は 90.36km(同 1.99km 増加)である。また、構成比のうち、最も多く占める区分では、青森県は自然海岸が 54.6%、岩手県は自然海岸が 74.6%、宮城県は自然海岸が 64.1%、福島県は人工海岸が 44.8%、茨城県は人工海岸が 76.9%、千葉県は半自然海岸が 41.7%であった。

表4.16 汀線区分別延長と構成比

区分	項目		自然海岸	半自然海岸	人工海岸	河口	合計
調査対象海岸	海岸延長 (km)	2014年	1,252.00	233.87	770.95	16.43	2,273.24
		2011年	1,299.80	225.14	742.50	19.59	2,287.03
		1998年(第5回)	1,338.32	172.58	687.37	17.02	2,215.29
	構成比 (%)	2014年	55.08	10.29	33.91	0.72	100.00
		2011年	56.83	9.84	32.47	0.86	100.00
		1998年(第5回)	60.41	7.79	31.03	0.77	100.00
	経年変化 延長(km)	2014年-2011年	-47.80	8.73	28.45	-3.17	-13.79
		2011年-1998年	-38.52	52.56	55.13	2.58	71.74
青森県	海岸延長 (km)	2014年	93.57	16.47	58.66	2.61	171.30
		2011年	99.00	15.33	53.85	2.38	170.56
	構成比 (%)	2014年	54.62	9.61	34.24	1.52	100.00
		2011年	58.04	8.99	31.57	1.39	100.00
経年変化延長(km)	2014年-2011年	-5.42	1.13	4.80	0.23	0.74	
岩手県	海岸延長 (km)	2014年	531.56	25.10	152.15	3.93	712.75
		2011年	543.59	20.91	145.94	5.11	715.55
	構成比 (%)	2014年	74.58	3.52	21.35	0.55	100.00
		2012年	75.97	2.92	20.40	0.71	100.00
経年変化延長(km)	2014年-2011年	-12.03	4.19	6.21	-1.18	-2.80	
宮城県	海岸延長 (km)	2014年	563.25	36.54	274.37	3.92	878.07
		2011年	581.15	54.71	248.00	4.49	888.35
	構成比 (%)	2014年	64.15	4.16	31.25	0.45	100.00
		2012年	65.42	6.16	27.92	0.51	100.00
経年変化延長(km)	2014年-2011年	-17.90	-18.16	26.37	-0.58	-10.27	
福島県	海岸延長 (km)	2014年	20.60	89.45	91.42	2.68	204.15
		2011年	24.88	82.70	94.64	3.29	205.52
	構成比 (%)	2014年	10.09	43.82	44.78	1.31	100.00
		2012年	12.10	40.24	46.05	1.60	100.00
経年変化延長(km)	2014年-2011年	-4.27	6.74	-3.22	-0.62	-1.37	
茨城県	海岸延長 (km)	2014年	19.48	28.59	166.52	2.02	216.61
		2011年	23.31	16.70	175.71	2.96	218.68
	構成比 (%)	2014年	8.99	13.20	76.88	0.93	100.00
		2012年	10.66	7.63	80.35	1.36	100.00
経年変化延長(km)	2014年-2011年	-3.83	11.90	-9.19	-0.95	-2.07	
千葉県	海岸延長 (km)	2014年	23.54	37.72	27.83	1.28	90.36
		2011年	27.87	34.79	24.36	1.35	88.37
	構成比 (%)	2014年	26.05	41.74	30.80	1.41	100.00
		2012年	31.54	39.37	27.56	1.53	100.00
経年変化延長(km)	2014年-2011年	-4.34	2.92	3.48	-0.08	1.99	

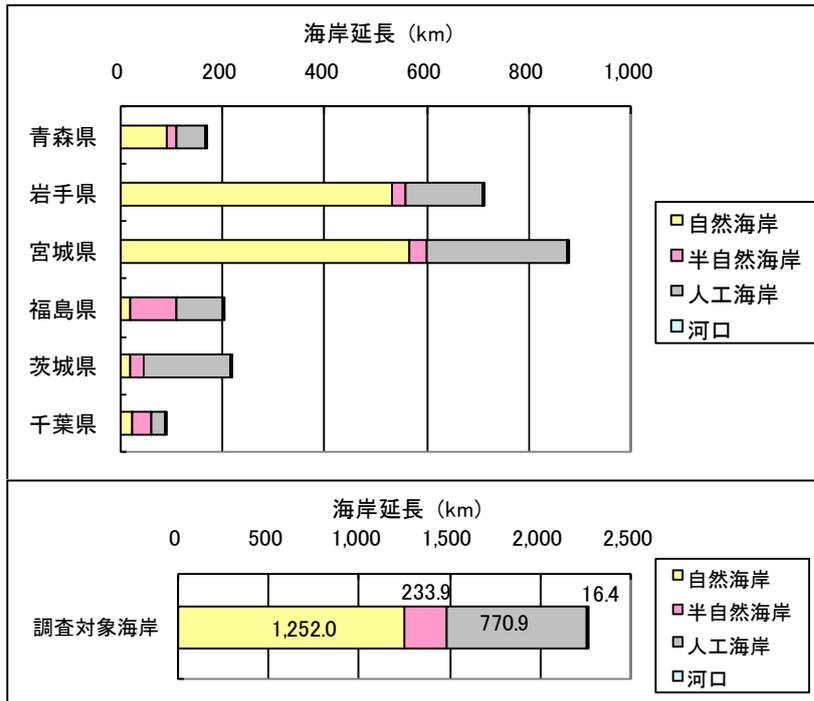


図4.85 県別の汀線区分別延長

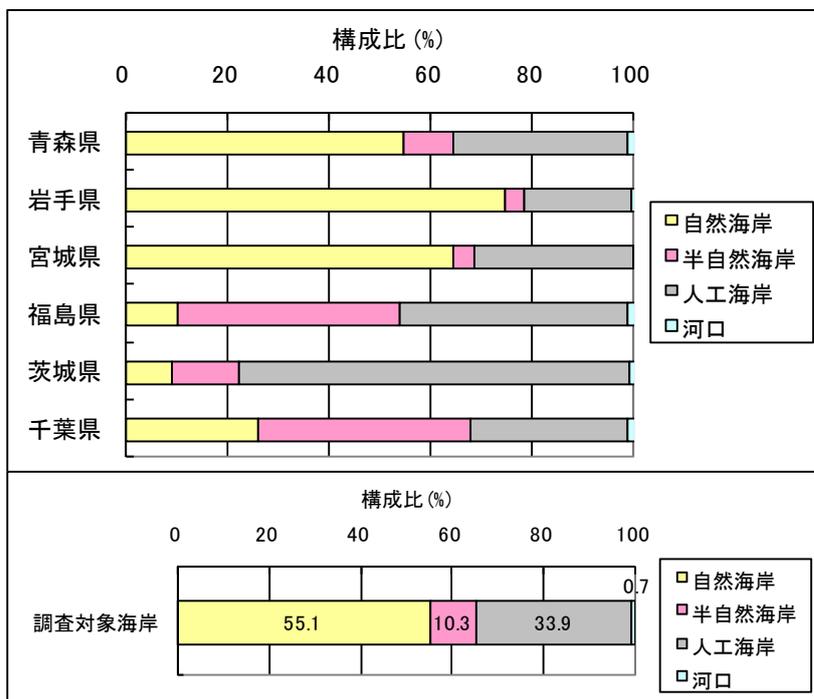


図4.86 県別の汀線区分別延長の構成比

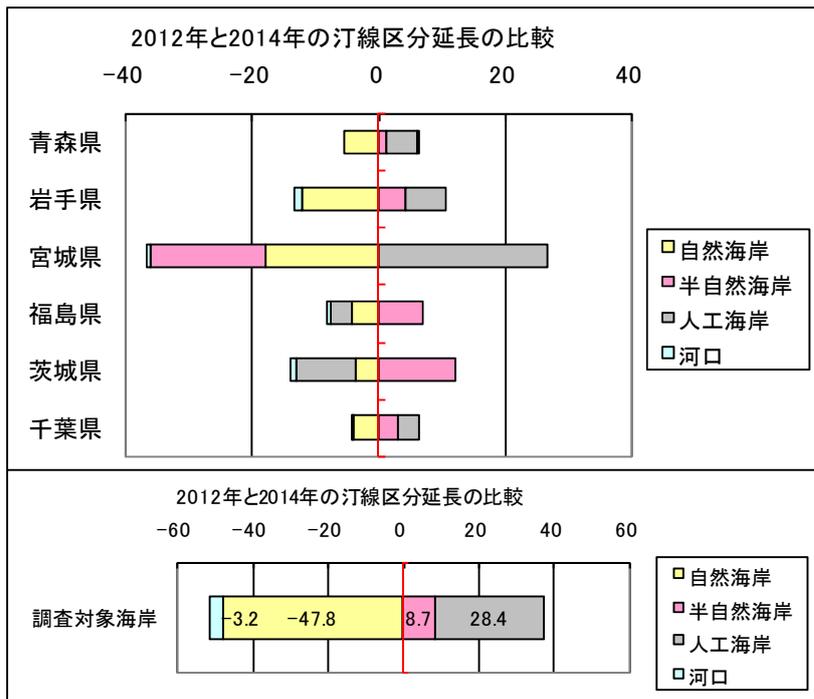


図4.87 2011年と2014年調査の汀線区分別延長の比較

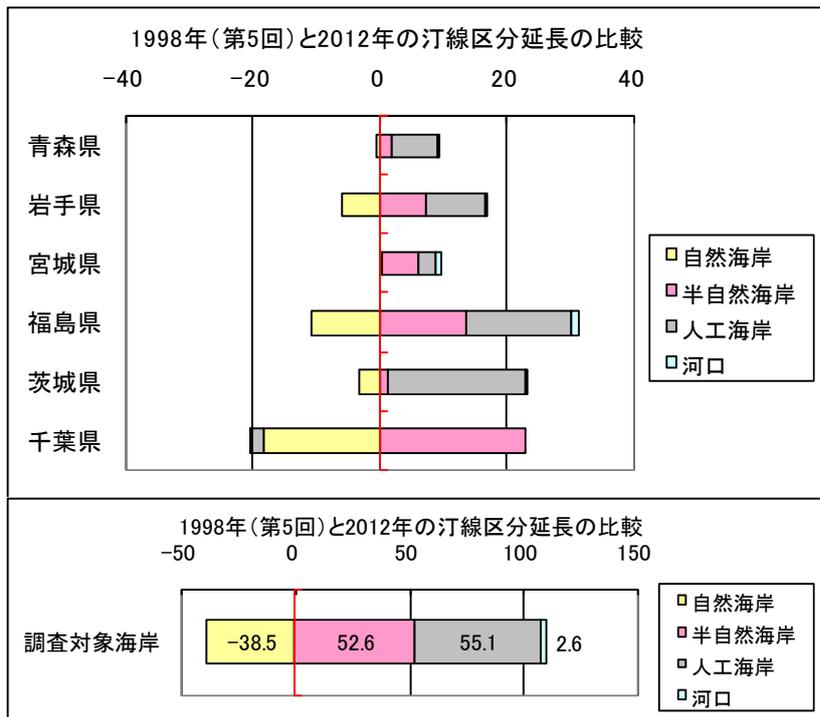


図4.88 1998年(第5回)と2014年調査の汀線区分別延長の比較(参考)

b. 汀線区分毎の現況

図 4.89に県別の自然海岸区分別延長と構成比、図 4.90に県別の半自然海岸区分別延長と構成比、図 4.91に県別の人工海岸区分別延長と構成比を示す。

自然海岸のうち砂浜海岸は、堤防のない長大な砂丘が続く青森県が多かった。また海食崖等では我が国を代表するリアス海岸である、岩手県と宮城県が多かった。半自然海岸では、海岸侵食が著しい福島県が多かった。人工海岸では、港湾・漁港や護岸等が整備されている岩手県が多かった。

以下に県別に最も割合の多い区分を述べる。

1) 自然海岸

県別に最も割合の多い区分を見ると、青森県は砂浜海岸が 67.92km、岩手県は海食崖等が 441.42km、宮城県は海食崖等が 530.77km、福島県は海食崖等が 13.71km、茨城県は砂浜海岸が 10.73km、千葉県は砂浜海岸が 21.28km であった。

2) 半自然海岸

県別に最も割合の多い区分を見ると、青森県は砂浜海岸が 12.86km、岩手県は砂浜海岸が 22.95km、宮城県は砂浜海岸が 25.14km、福島県は浜なし（堤防等）が 50.55km、茨城県は砂浜海岸が 20.04km、千葉県は砂浜海岸が 21.84km であった。

3) 人工海岸

県別に最も割合の多い区分を見ると、青森県は埋立直立護岸が 52.62km、岩手県は埋立直立護岸が 114.24km、宮城県はその他の直立護岸が 132.54km、福島県は埋立直立護岸が 82.44km、茨城県は埋立直立護岸が 76.28km、千葉県はその他の直立護岸が 13.83km であった。

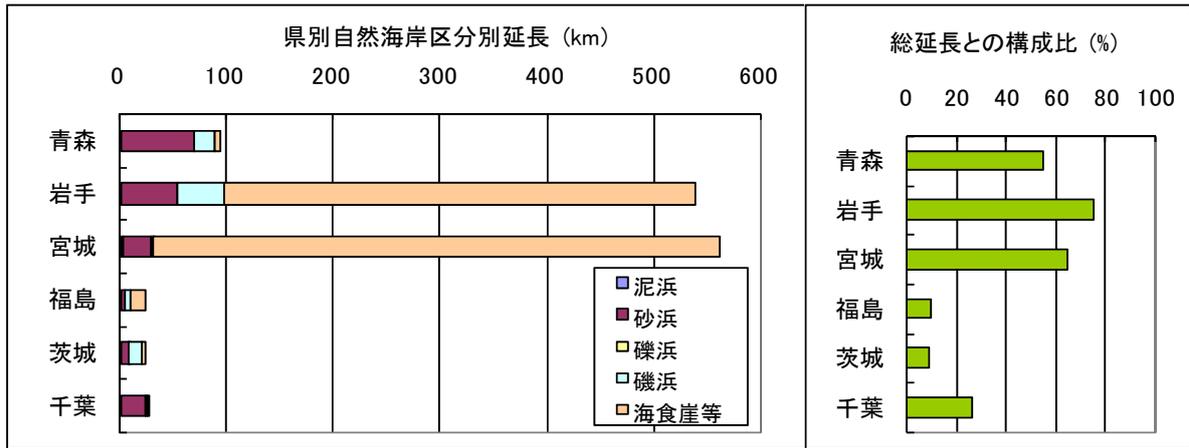


図4.89 県別の自然海岸区分別延長と構成比

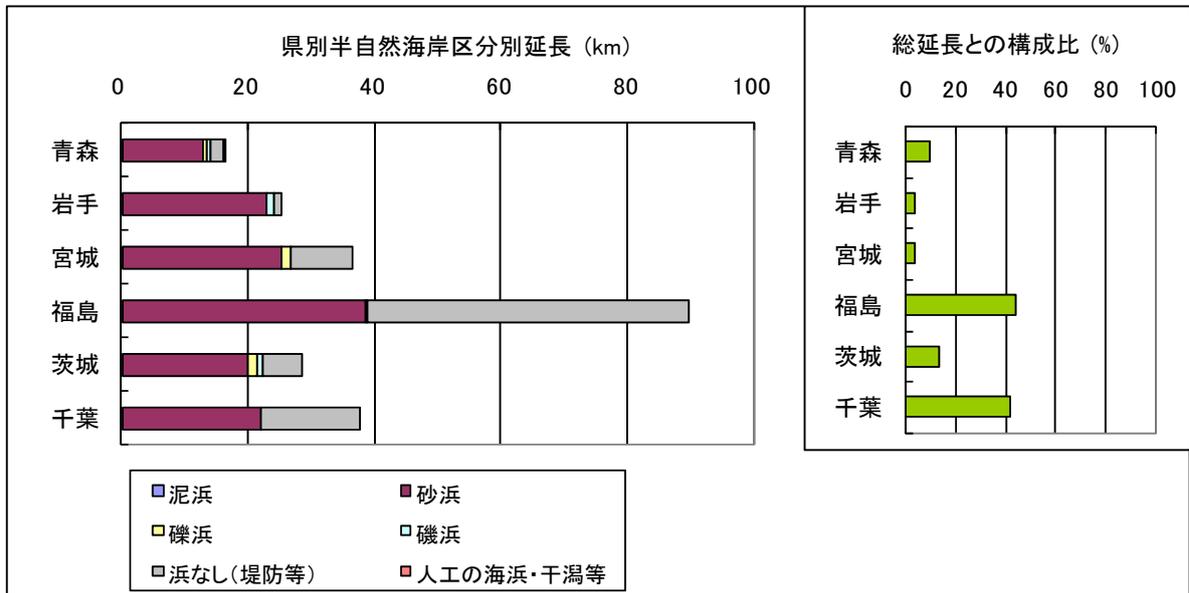


図4.90 県別の半自然海岸区分別延長と構成比

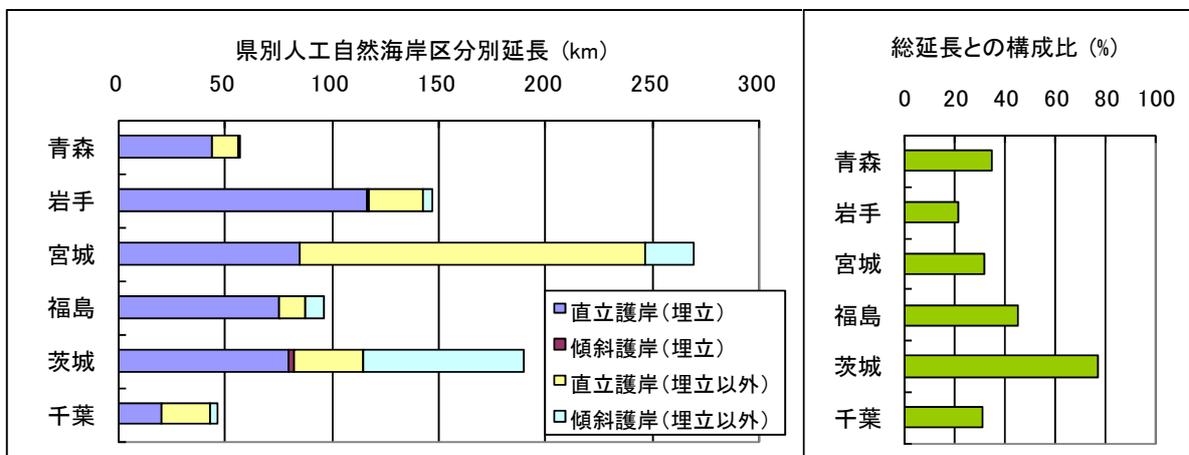


図4.91 県別の人工海岸区分別延長と構成比

4.5 今後の課題

海岸調査は、自然環境保全基礎調査から派生したユニークな調査内容で、とくに広域の最新の衛星画像を活用することで均質化や作業の効率化が図られた。

これまで海岸侵食の解析で行われていた海岸調査では、汀線変化に主眼が置かれており、後背地の情報は使われていなかった。本調査では、汀線変化と連動する「砂浜」の面積、砂浜の変化（主に地盤高）に連動した動きを示す「砂丘植生」、人為的な影響が強い「海岸林」を一体的に整理したものである。これを、震災前後、震災後の変化を数値で追うことで、津波のインパクトに対して元の地形に戻る「生きもの」のように変化する形状を巨視的に定量的に把握することができる、震災影響に関するものをいいやすい資料となっている。

海岸の変化は短期間でも変わる場所もあり、実際に変化のタイプは様々であることから、本来はできるだけ長い期間のデータ変化の整理から影響を評価したい。このため砂の戻りが遅いと判断された以下のタイプ3の11の地区海岸についての追跡調査も課題の一つと考える。

- ・ 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

5. 重点地区調査

5.1 調査目的

平成 24 年度業務では、仙台平野の 3 地区（蒲生、井土浦、広浦南）、平成 25 年度業務では、岩手沿岸から福島沿岸にかけて 13 地区（平成 24 年度調査地区含む）において調査が実施されている。平成 26 年度業務では、過年度に引き続き復興計画への支援も視野に入れつつ、森里川海のつながりや地震・津波などによる生態系サービスへの影響を把握することを目的に、ベルトトランセクト調査、動物・植物相調査、希少種の確認調査を実施し、環境区分毎の生物情報や連続的なデータを取得した。

5.2 重点地区の選定

平成 26 年度の調査地区は、過年度調査地点の中から 6 地区を選定した。

選定にあたっては、震災後の環境の変化の観点、平成 24～25 年度生態系監視調査サイト（干潟、藻場、アマモ場）の有無、調査の継続性、環境の特徴（典型性）等を基準とした。

なお、現地調査の前に各有識者にヒアリングを実施し、指摘事項などを踏まえたうえで調査地区を決定した。

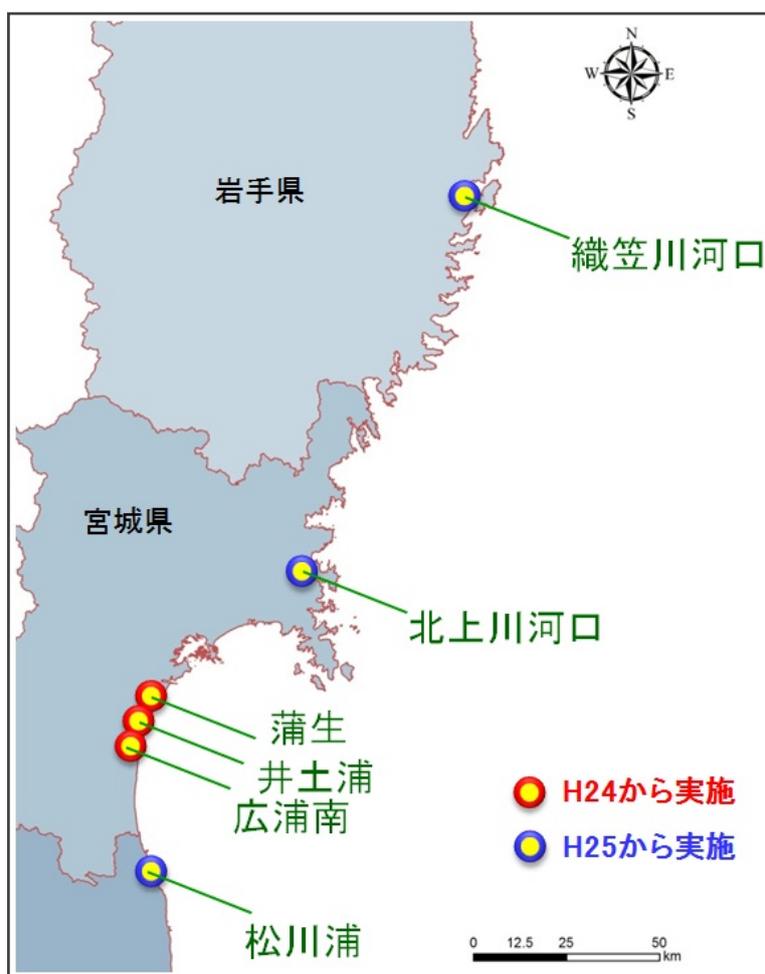


図 5.1 重点地区調査の調査地点

5.3 調査方法

重点地区調査は、継続的なモニタリングを行うことを主な目的として、ベルトトランセクト調査（平成 24 年度、25 年度と同様）、生物相把握のための植物調査、動物調査の他、必要に応じて聞き取り調査や既存資料調査を実施し、重点調査地区を構成する生態系要素ごとの生物群集の現状把握を実施した。

(1) 調査内容

重点地区調査の調査項目および調査内容を表 5.1 に示す。

調査項目はモニタリング調査の継続性を考慮し、過年度調査と同一とした。

表 5.1 調査項目および調査方法の一覧表

項目		調査方法
ベルトトランセクト調査※1		重点地区において、過年度調査地点と同地点で幅 20m×300m 程度の調査ベルト(带状方形区)を設定し、平面図ならびに横断面図を作成した。平面図では、植物群落の広がり、優占種を記録した。凡例区分は過年度調査結果に準拠した。横断模式図ではベルト上の植物の種名、高さを記録した。
植物相・動物相調査		重点地区全域(浅海域～津波浸水域～後背地を含む概ね数km四方の区域)を対象として、環境区分毎※2 に植物相調査および動物相調査を実施した。また、稀少な動植物、特定外来生物などを記録し、写真撮影をおこなった。
植物相調査		環境区分毎に任意観察調査を実施した。
動物相調査	魚類相	新たな湿地や水路などでタモ網による定性調査を実施した。
	底生動物	新たな湿地や水路などでタモ網による定性調査を実施した。
	陸上昆虫類	環境区分毎に任意観察調査を実施した。ただし、昆虫は種数が多いこと、環境の指標となる種が多いことから、他の動物相とは区別して整理している。
	一般鳥類	環境区分毎に任意観察調査を実施した。
	両生類・爬虫類	環境区分毎に任意観察調査を実施した。
	哺乳類	環境区分毎にフィールドサイン法、任意観察調査を実施した。
文献調査(補足調査)		地震・津波などによる生態系への影響について当該地区の既存資料を収集、整理した。特に、浅海域(藻場、干潟、アマモ場)については、「生態系監視調査業務」の成果をできるだけ活用し、震災前後の陸域～海域の生物群集、生態系の現状および変化状況に関する情報を集約し有識者へのヒアリングを実施した(7章で後述)。

※1：松川浦においては、平成 25 年度調査の現地踏査の結果、工事等による立ち入り制限が多くベルトが設定できなかったため、ベルトトランセクト調査を実施していない。また、平成 26 年度の現地踏査においても、適切なベルトを設定できなかったことからベルトトランセクト調査を実施していない。

※2：砂浜や海域、非耕作農地、造成地といった面積が大きく連続性を考慮する上で重要な環境を環境区分として区分し、典型的な箇所において生物相調査を実施した。

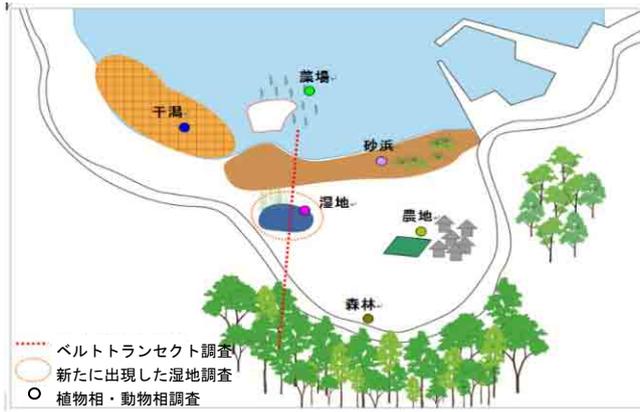


図 5.2 調査位置の設定イメージ



図 5.3 植物相調査の実施状況



図 5.4 動物調査の実施状況（左：鳥類調査、右：陸上昆虫類調査）

(2) 調査範囲の設置方法

ベルトトランセクトは過年度の位置を基本とし、森里川海のつながりの観点から、津波浸水域を含む推移帯（砂浜～海岸林等）を中心として、浅海域（藻場、干潟、アマモ場）および後背部（津波浸水域より山側の耕作農地、丘陵地の森林等）を含む区域に設定した（図）。重点調査地区の範囲は過年度と同じ調査範囲とした。なお、過年度は当該地区の地形や土地利用に応じて調査区域（浅海域～海岸砂浜～後背地を含む数km×数kmのエリア）を設定した。

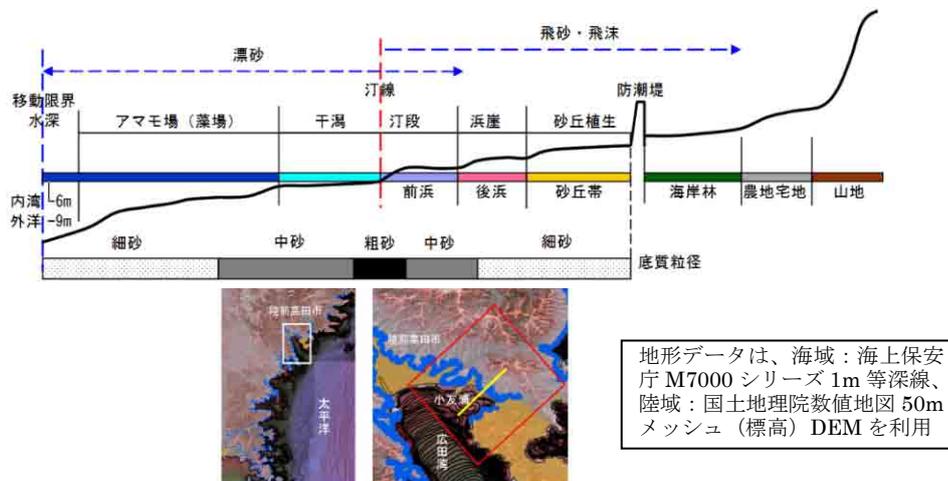


図 5.5 調査地区設置イメージ

5.4 調査結果

(1) 調査実施日

各調査地区の調査実施日を表 5.2 に示す。

今年度は夏季と秋季の 2 季に調査を実施した。

表 5.2 調査実施日一覧

地区名		県	市町村	重点調査地区							
				動物相						植物相・ ベルトトランセクト	
				魚類	底生動物	陸上 昆虫類	鳥類	両生・ 爬虫類	哺乳類		
三 陸 北	①	織笠川河口	岩手県	下閉伊郡 山田町	8/1	8/1	8/1	7/31	8/1	8/1	6/24
					10/5	9/29	9/29	9/18	9/29	9/29	8/22,9/23
	②	北上川河口	宮城県	石巻市 北上町な ど	7/31	7/31	7/31	7/27	7/31	7/31	6/25
					9/20	9/20	9/20	9/20	9/20	9/20	8/23,9/24
仙 台 湾	③	蒲生	宮城県	仙台市 宮城野区	7/16	7/16	7/16	7/28	7/16	7/16	6/26
					10/11	10/11	10/11	9/22	10/11	10/11	8/24,9/25
	④	井土浦	宮城県	仙台市 若林区	7/30	7/30	7/30	7/18	7/30	7/30	6/27
					9/26	9/26	9/26	9/23	9/26	9/26	8/25,9/26
⑤	広浦南	宮城県	名取市	7/9	7/9	7/9	7/16	7/9	7/9	6/30	
				9/24	9/24	9/24	9/24	9/24	9/24	8/26,9/26	
福 島	⑥	松川浦	福島県	相馬市	7/10	7/10	7/10	7/17	7/10	7/10	7/1
					9/16	9/16	9/16	9/16	9/16	9/16	8/27,9/27

上段：夏季調査、下段：秋季調査

(2) 各重点地区における調査結果

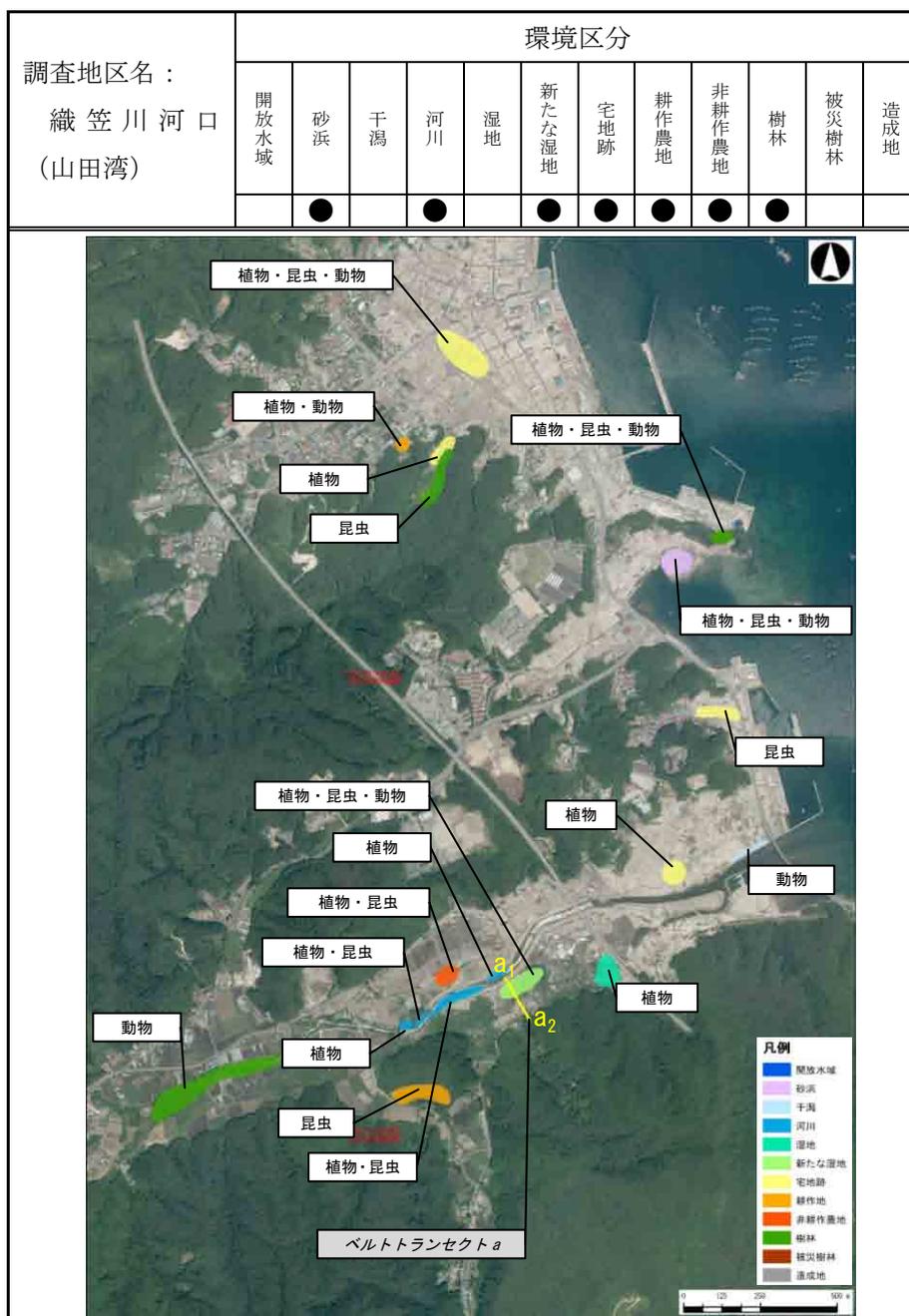
a. 織笠川河口（山田湾）

1) 調査地区の概況

現地調査を実施した位置と調査環境区分を表 5.3 に示す。

本調査地区は、織笠川河口域から山田町の市街地を中心として設定した。調査地区内は、被災した宅地跡が大部分を占めているが、織笠川を軸に海浜部のアマモ場や河口部の砂浜、農地跡とみられる湿地等が見られた。

表 5.3 織笠川河口の調査位置と調査環境区分



2) 代表的な環境区分の状況

植物相・動物相調査を実施した各環境区分の状況を表 5.4 に示す。

表 5.4 各環境区分の状況（織笠川河口）

	
<p>区分：砂浜 植生は貧弱だが、海中にアマモ場を確認した。</p>	<p>区分：河川 定期的に草刈りが実施されていた。</p>
	
<p>区分：新たな湿地 造成の跡がみられ、草刈が行われていた。</p>	<p>区分：宅地跡 高茎草本が繁茂し、荒地となっていた。</p>
	
<p>区分：耕作農地 非耕作農地の大部分が耕作地になっていた。</p>	<p>区分：被災樹林 樹木が枯れた跡にササ類が繁茂していた。</p>

3) ベルトトランセクトの調査結果

ベルトトランセクトの調査結果（平面図・横断図）を図 5.6 に示す。

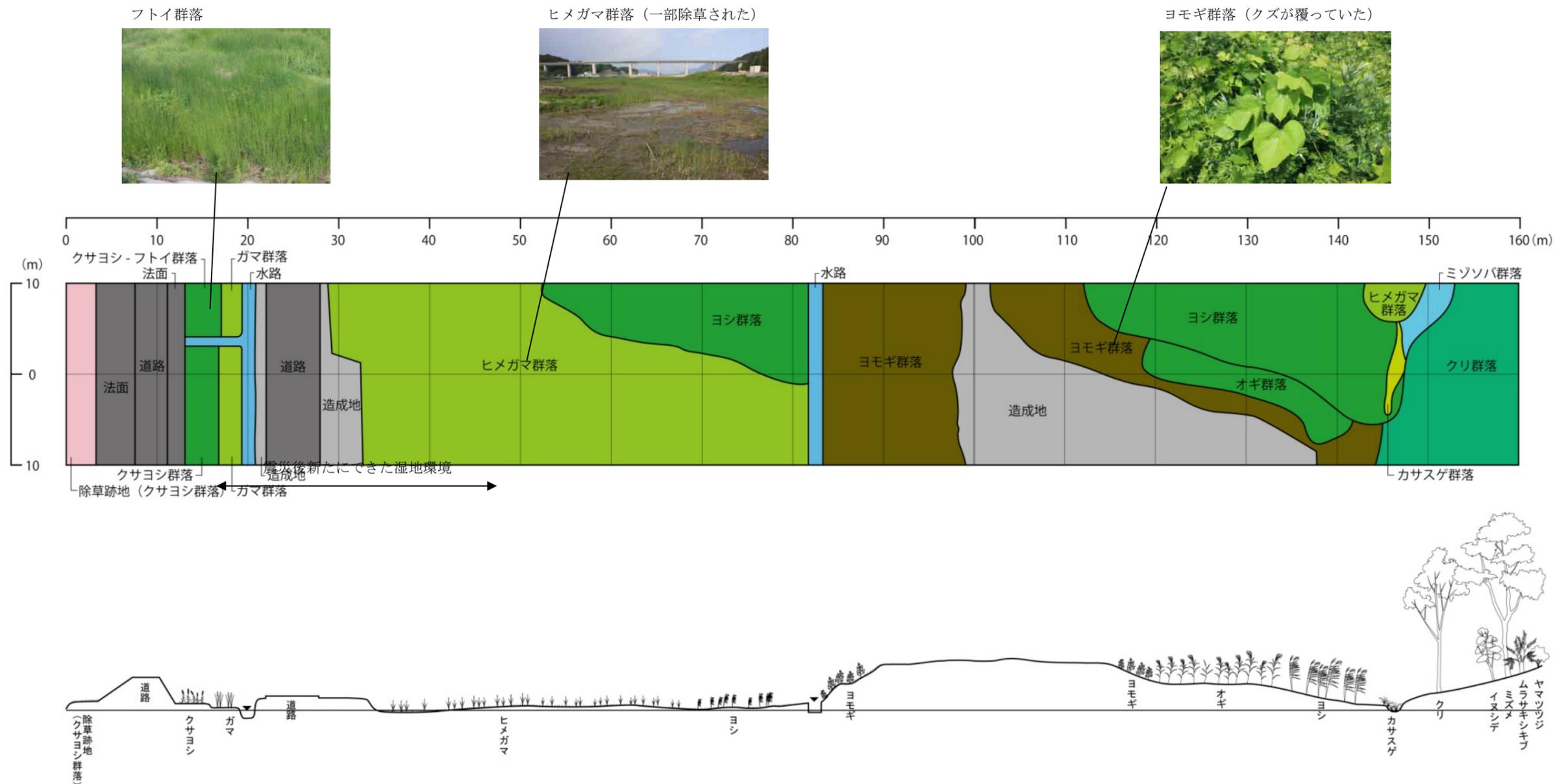


図 5.6 ベルトランセクト調査結果 (織笠川河口 a) (上: 平面模式図、下: 断面模式図)

4) 植物相・動物相調査の結果

現地調査の結果、植物相では273種、動物相では鳥類29種、両生類2種、爬虫類1種、哺乳類4種、魚類10種、昆虫類109種、底生動物24種を確認した。

植物では、ウミミドリやハマツナ等の塩沼地植生、フトイやヒメガマ等の湿性草本が確認された。鳥類ではミサゴやキアシシギ、カワラヒワ、両生類ではニホンアマガエル、ヤマアカガエル、爬虫類ではニホンカナヘビ、哺乳類ではニホンリスやホンドジカ、魚類ではドジョウやメダカ南日本集団、昆虫類ではモートンイトトンボやマダラヤンマ、底生動物ではヒライソガニやケフサイソガニ等が確認された。

表 5.5 主な確認種（織笠川河口）

	
モートンイトトンボ	マダラヤンマ
	
カワセミ	ウミミドリ

b. 北上川（追波川）河口域および長面浦・富士沼

1) 調査地区の概況

現地調査を実施した位置と調査環境区分を表 5.6 に示す。

本調査地区は、北上川（追波川）河口域から富士沼にかけての地域のほか、河川沿いに国道 45 号線の合流部（古川橋）までの地域を設定した。調査地区内は、被災した農地跡が広い面積となっているが、河口部の砂浜、農地跡に形成された湿地、河道内の樹林、草地等が見られた。ベルトトランセクトは、北上川右岸の造成地から山際までの昨年度に調査を実施した新たな湿地を通る箇所を設定した。

表 5.6(1) 北上川河口の調査位置と調査環境区分 (1/2)

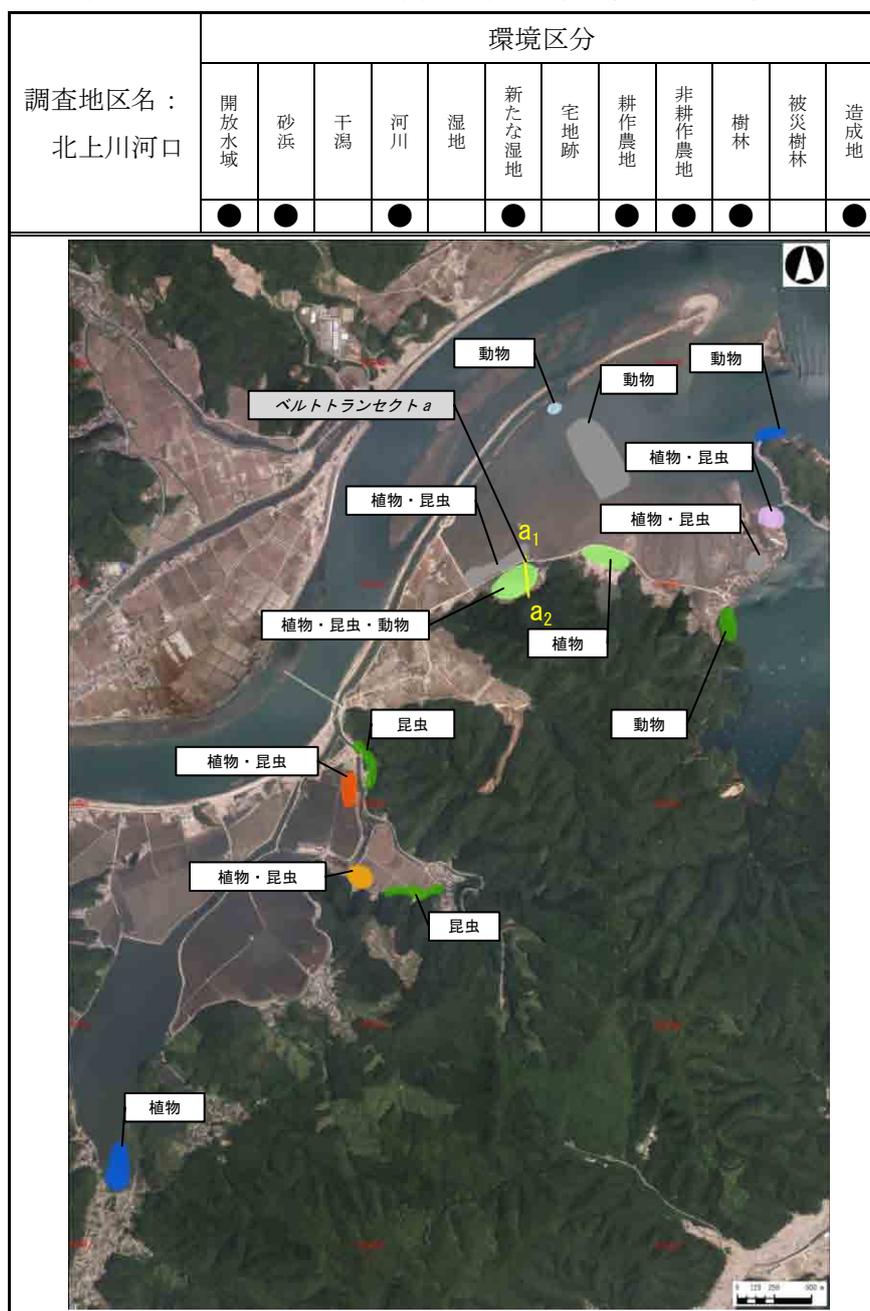
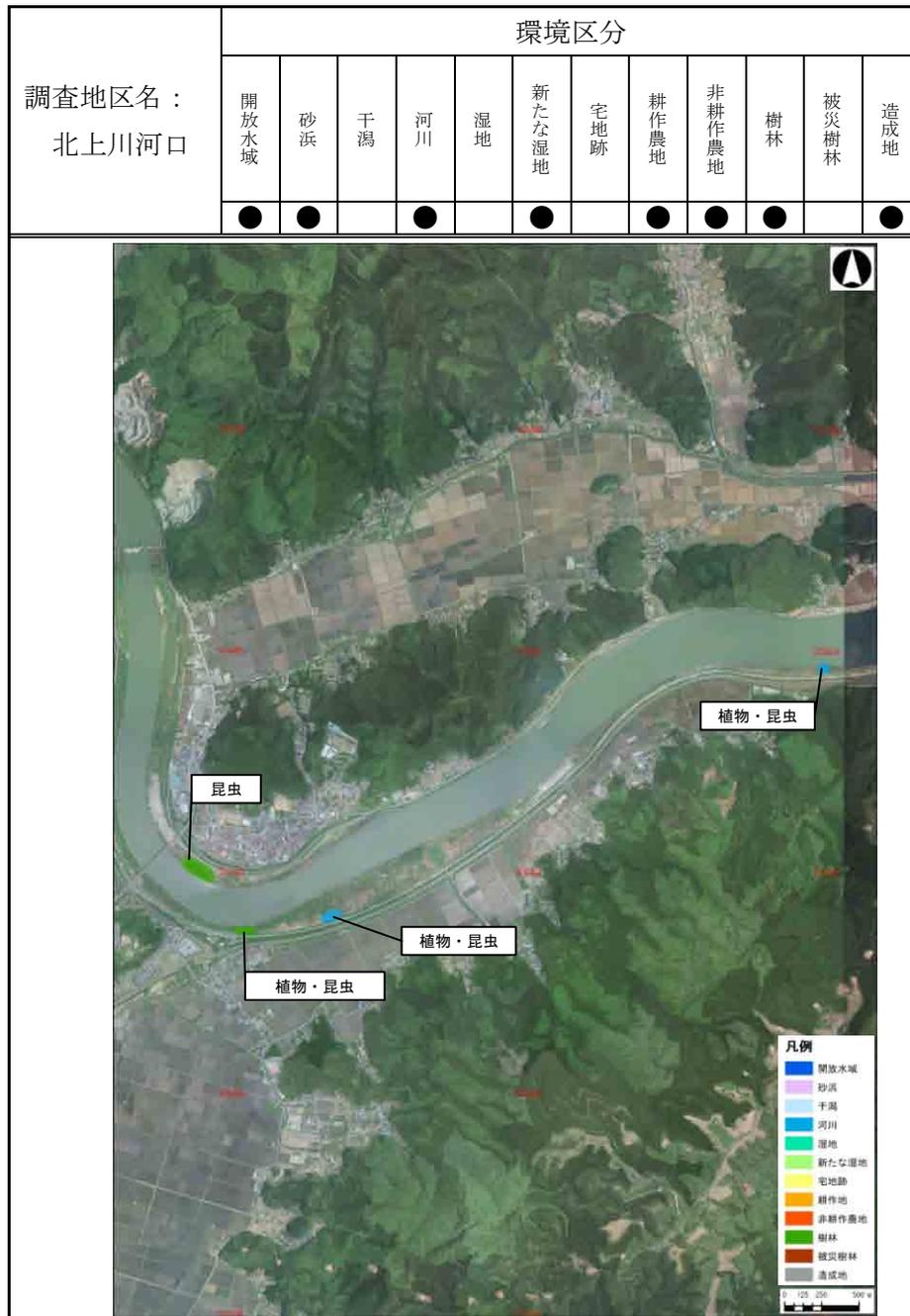


表 5.6(2) 北上川河口の調査位置と環境区分 (2/2)



2) 代表的な環境区分の状況

植物相・動物相調査を実施した環境区分の状況を表 5.7 に示す。

表 5.7 各環境区分の状況（北上川河口および長面浦・富士沼）

	
<p>区分：砂浜 砂丘植生は貧弱で生物の痕跡は少なかった。</p>	<p>区分：河川 両岸で築堤工事が実施されていた。</p>
	
<p>区分：新たな湿地 半分は埋め立てられ、草刈が行われていた。</p>	<p>区分：湿地（富士沼） ヒシが一面を覆い、カエルが大発生していた。</p>
	
<p>区分：耕作農地 非耕作農地の大部分が耕作地になっていた。</p>	<p>区分：被災樹林 塩害で枯れた植林の林床には草本類が繁茂。</p>

3) ベルトトランセクト（平面図および横断図）

ベルトトランセクトの調査結果（平面図・横断図）を図 5.7 に示す。

4) 植物相・動物相調査の結果

現地調査の結果、植物相では185種、動物相では鳥類37種、両生類3種、爬虫類1種、哺乳類8種、魚類8種、昆虫類107種、底生動物34種を確認した。

植物ではヨシ、ヒメガマ、オモダカ、マツカサススキ等の湿性草本や、ヒシ、エビモ、リュウノヒゲモ等の浮葉・沈水植物を確認した。鳥類ではカンムリカイツブリやミサゴ、ハヤブサ、両生類ではニホンアカガエル、ウシガエル、爬虫類ではシマヘビ、哺乳類ではハクビシンやホンドリカ、魚類ではメダカ南日本集団、昆虫類ではアオイトトンボやチョウトンボ、リスアカネ、オオムラサキ、底生動物ではモノアラガイやケフサイソガニ等が確認された。

表 5.8 主な確認種（北上川河口および長面浦・富士沼）

	
ヒシ	マツカサススキ
	
オオハサミムシ	チョウトンボ
	
リスアカネ	ソトオリガイ

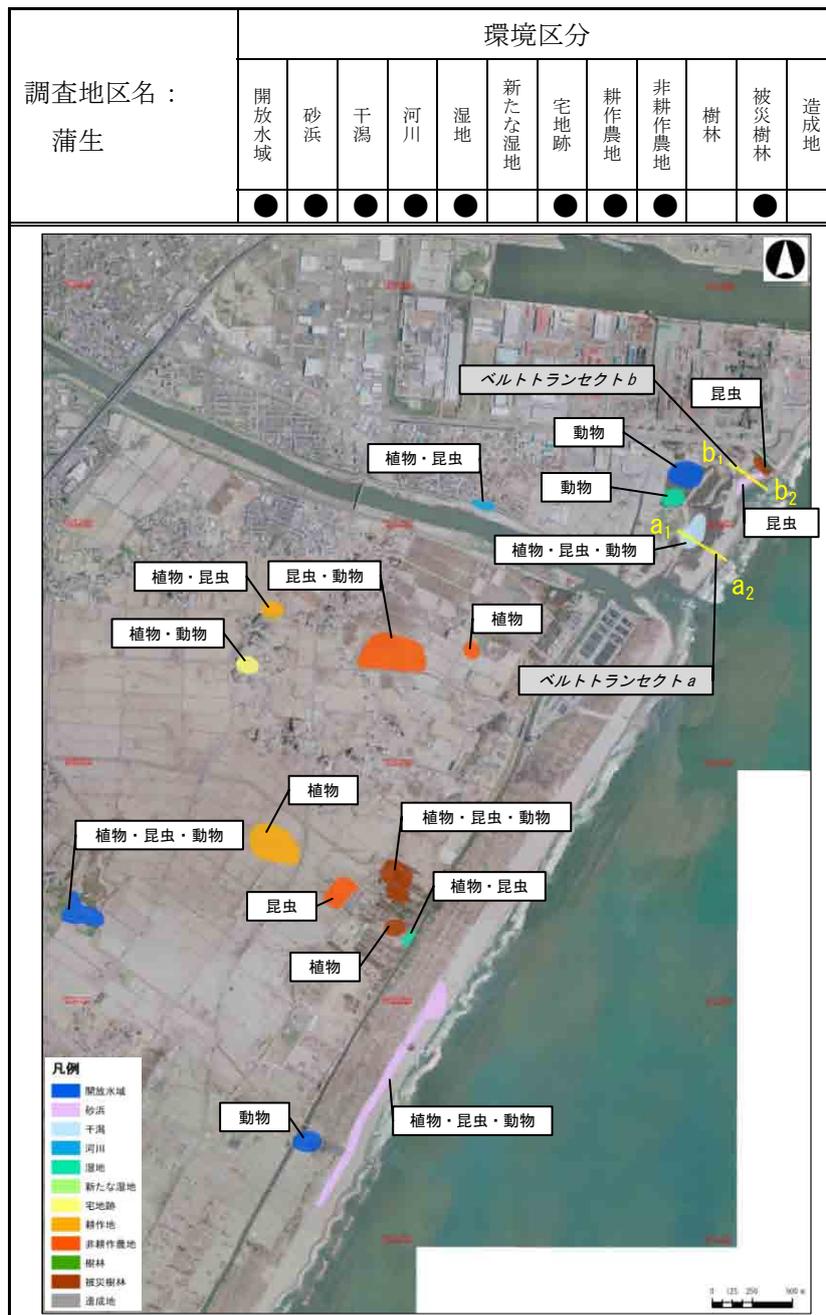
c. 蒲生

1) 調査地区の概況

現地調査を実施した位置と調査環境区分を表 5.9 に示す。

本調査地区は、七北田川河口左岸の蒲生干潟から右岸の南蒲生地区を中心として設定した。調査地区内は、被災した宅地跡、農地跡が大部分を占めているが、蒲生の干潟のほか、河口部の砂浜、湿地、被災した海岸防災林が見られた。ベルトトランセクトは、陸側から海岸にかけて蒲生干潟を通る地点に 2 箇所設定した。

表 5.9 蒲生の調査位置と調査環境区分



2) 代表的な環境区分の状況

植物相・動物相調査を実施した各環境区分の状況を表 5.10 に示す。

表 5.10 環境区分の状況（蒲生）

	
<p>区分：被災樹林 ツル植物、ニセアカシアが繁茂していた。</p>	<p>区分：砂浜 砂浜には砂丘植生が繁茂していた。</p>
	
<p>区分：干潟 水際に帯状群落が形成されていた。</p>	<p>区分：河川（七北川） 高水敷にはヨシが繁茂していた。</p>
	
<p>区分：湿地 海岸林の跡地に湿地が残存していた。</p>	<p>区分：宅地跡 高茎草本が繁茂し荒地となっていた。</p>

3) ベルトトランセクト（平面図および横断図）

ベルトトランセクトの調査結果（平面図・横断図）を図 5.8～図 5.9 に示す。

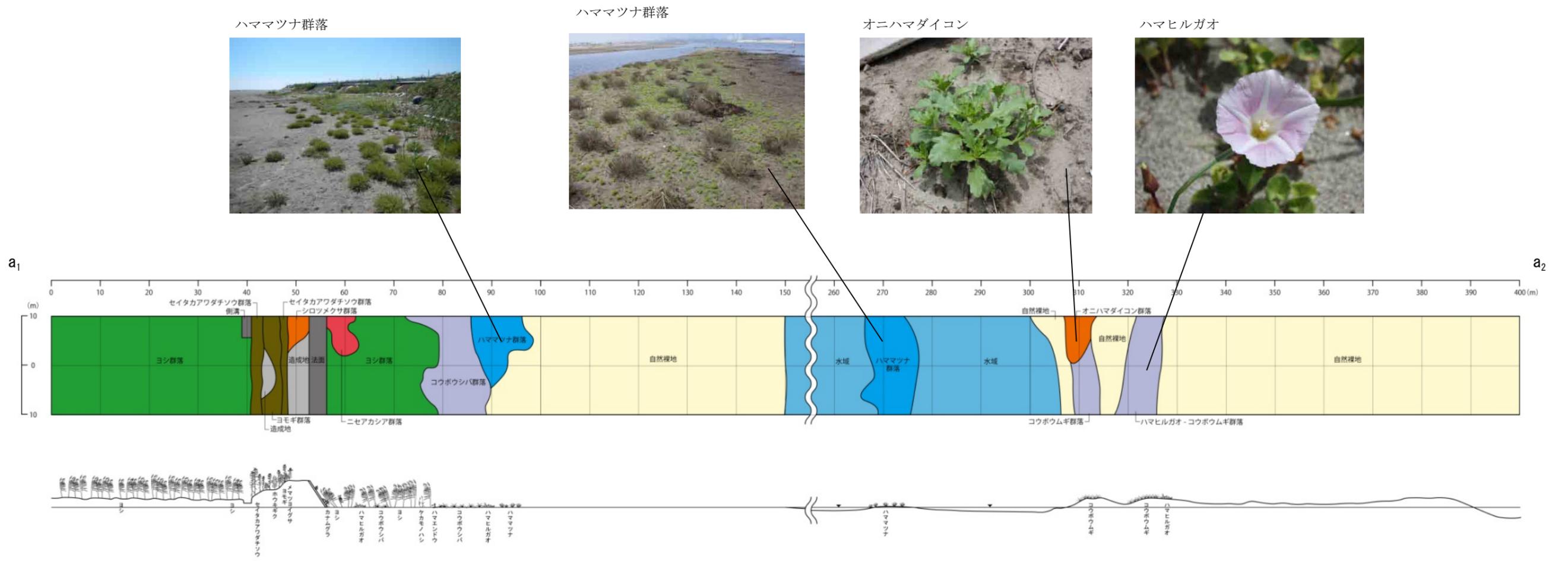


図 5.8 ベルトトランセクト調査結果 (蒲生 a) (上: 平面模式図、下: 断面模式図)

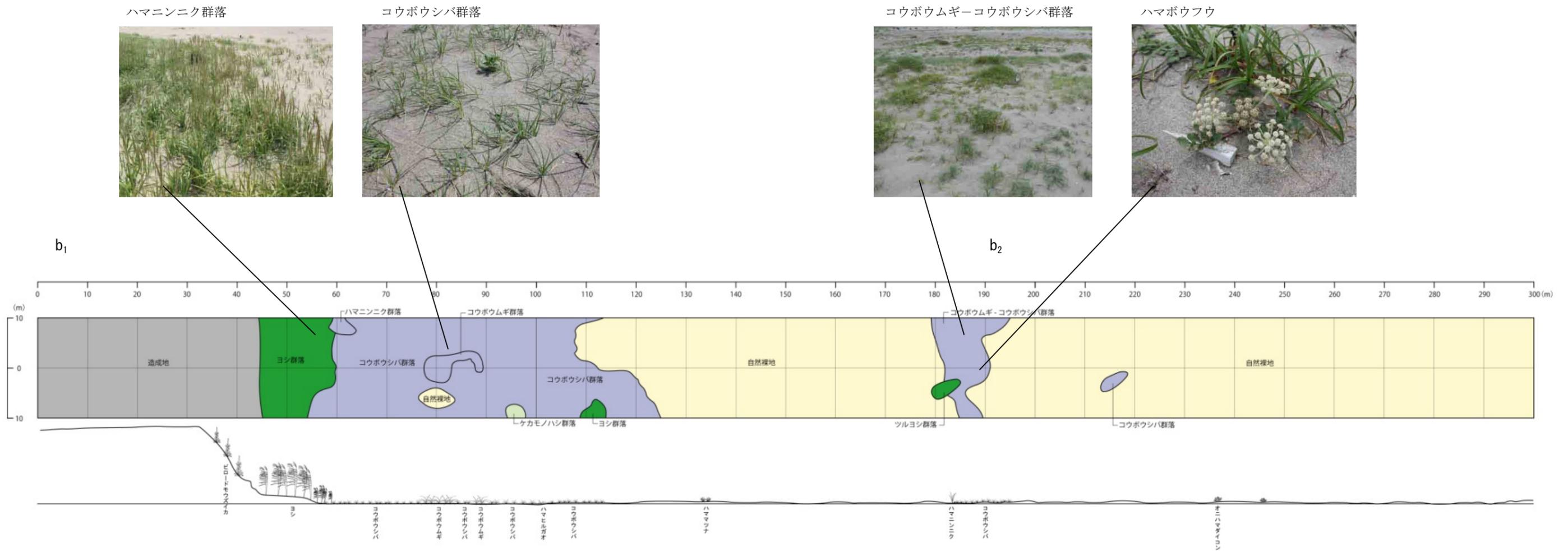


図 5.9 ベルトトランセクト調査結果 (蒲生 b) (上: 平面模式図、下: 断面模式図)

4) 植物相・動物相調査の結果

現地調査の結果、植物相では236種、動物相では鳥類54種、両生類1種、爬虫類1種、哺乳類3種、魚類6種、昆虫類100種、底生動物26種を確認した。

植物では砂浜でコウボウムギ、コウボウシバ、ハマヒルガオ、ハマニガナ等の砂丘植生、樹林跡地でタチコウガイゼキショウ、ノハナショウブ等の湿性草本を確認した。鳥類ではコチドリやシロチドリ、コアジサシ、両生類ではウシガエル、爬虫類ではミシシッピアカミミガメ、哺乳類ではタヌキ、キツネ、魚類ではオオクチバス、昆虫類ではアオイトトンボ、オツネイトンボ、アジアイトトンボ、アキアカネ、ハイイロゲンゴロウ、ヒメゲンゴロウ、底生動物ではソトオリガイやコメツキガニ、チゴガニ、ケフサイソガニ等が確認された。

表 5.11 主な確認種（蒲生）

	
ノハナショウブ	ハマナス
	
アキアカネ	ヒメゲンゴロウ
	
コメツキガニ	チゴガニ

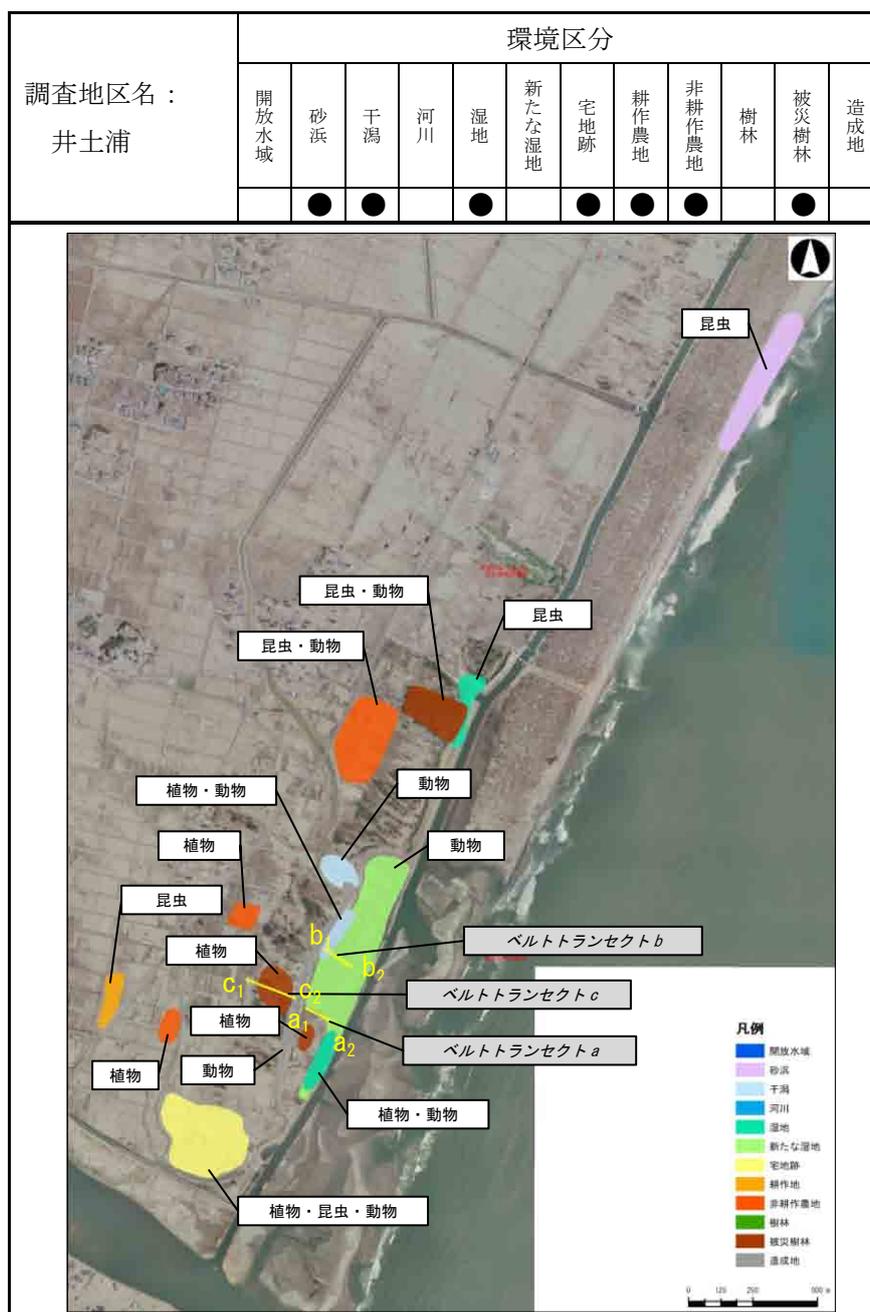
d. 井土浦

1) 調査地区の概況

現地調査を実施した位置と調査環境区分を表 5.12 に示す。

本調査地区は、名取川河口左岸の井土浦を中心として設定した。調査地区内は、被災した宅地跡、農地跡が大部分を占めているが、井土浦の干潟のほか、海岸部の砂浜、海岸防災林跡に形成された湿地等が見られた。ベルトトランセクトは、平成 24 年度調査時に設定した地点と同じ 3 箇所を設定した。

表 5.12 井土浦の調査位置と調査環境区分



2) 代表的な環境区分の状況

植物相・動物相調査を実施した環境区分の状況を表 5.13 に示す。

表 5.13 各環境区分の状況（井土浦）

	
<p>区分：砂浜 海岸堤防の海側に砂丘植生が繁茂していた。</p>	<p>区分：干潟 乾燥化などは特にみられなかった。</p>
	
<p>区分：湿地 ヨシ群落の中に小規模な水域が見られた。</p>	<p>区分：宅地跡 荒地となり植生が繁茂していた。</p>
	
<p>区分：非耕作農地 前年度より面積が少なくなっていた。</p>	<p>区分：被災樹林 ササ・タケ類、ニセアカシアが繁茂していた。</p>

3) ベルトトランセクト（平面図および横断図）

ベルトトランセクトの調査結果（平面図・横断図）を図 5.10～図 5.12 に示す。

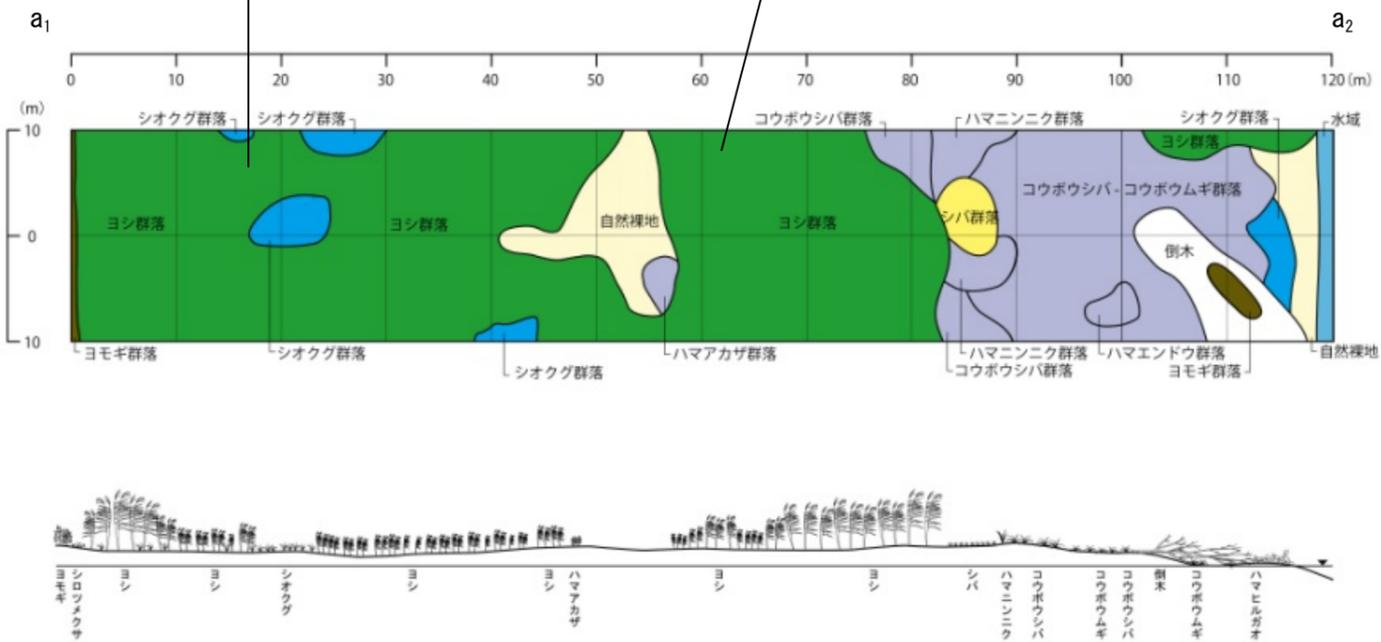


図 5.10 ベルトトランセクト調査結果 (井土浦 a)

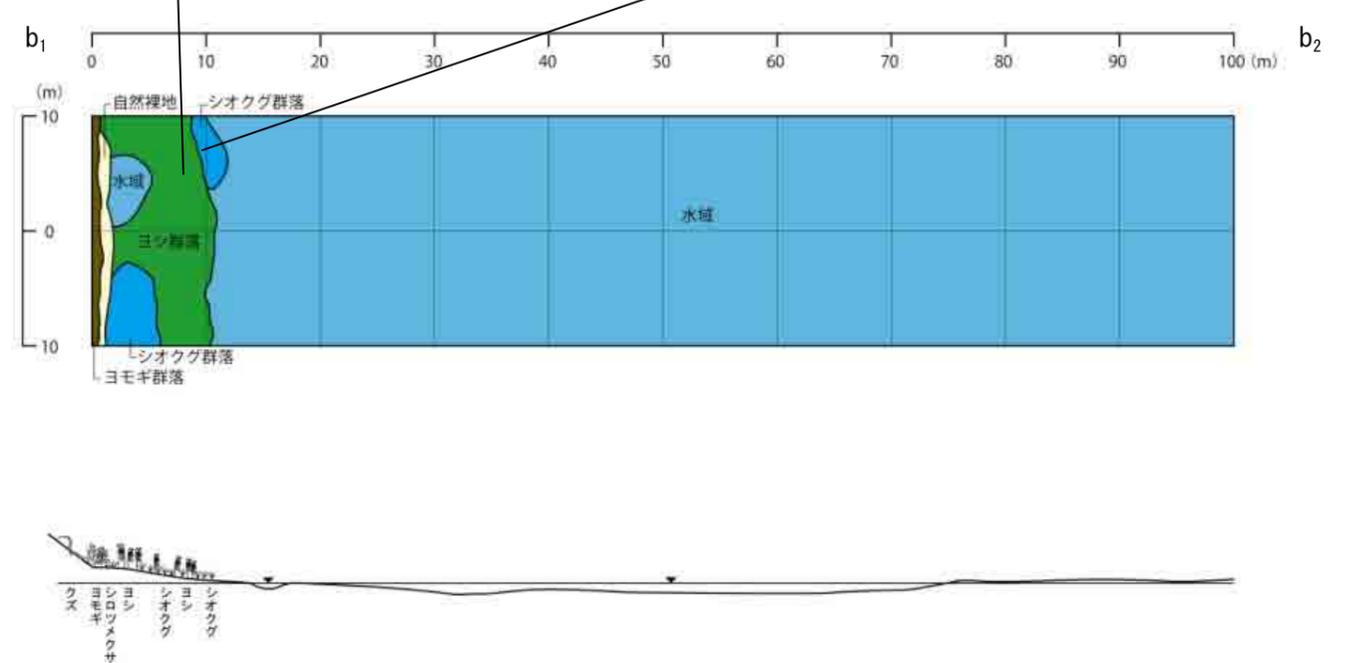


図 5.11 ベルトトランセクト調査結果 (井土浦 b)
(上：平面模式図、下：断面模式図)

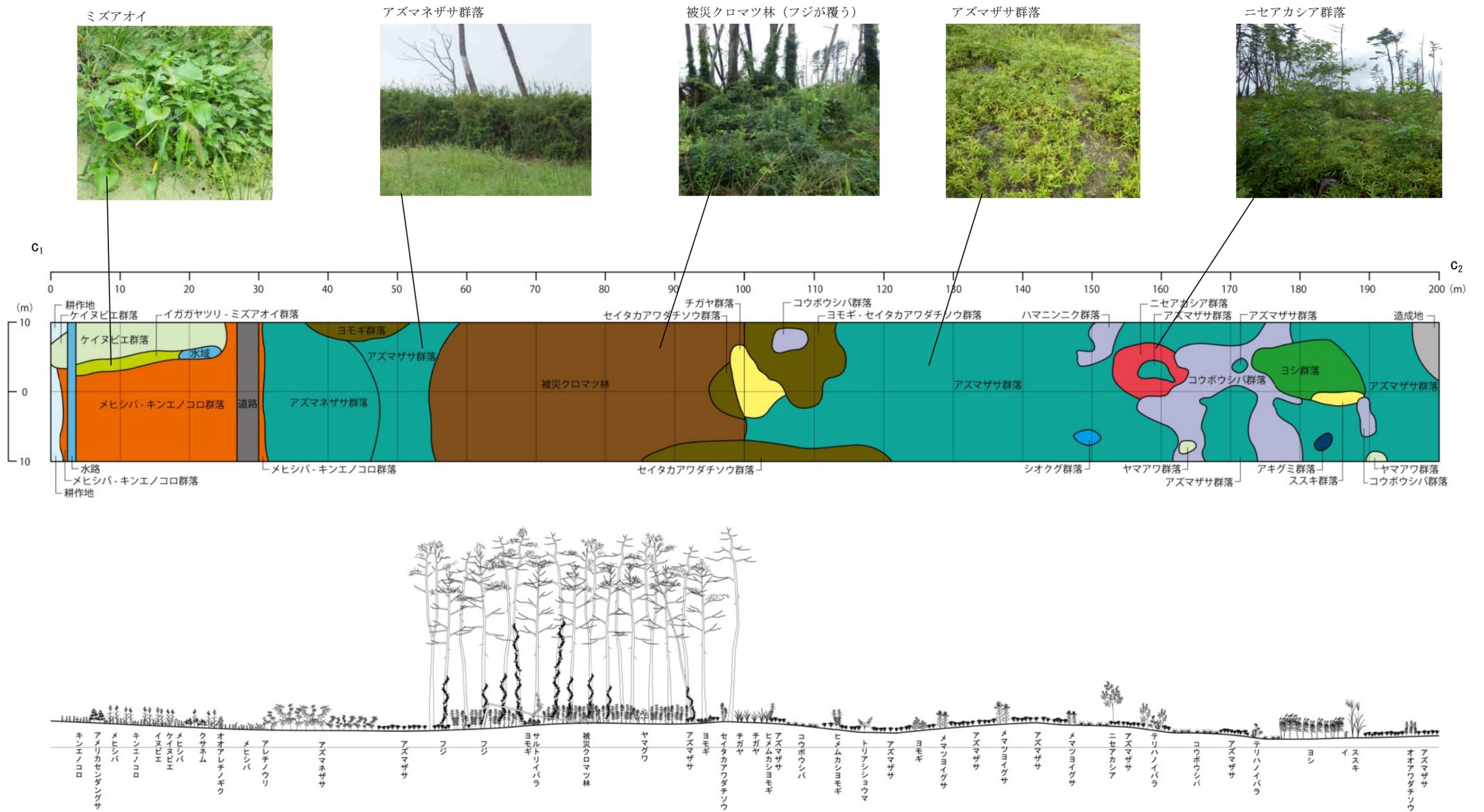


図 5.12 ベルトトランセクト調査結果（井土浦 c）（上：平面模式図、下：断面模式図）

4) 植物相・動物相調査の結果

現地調査の結果、植物相では189種、動物相では鳥類46種、両生類1種、哺乳類3種、魚類12種、昆虫類85種、底生動物26種を確認した。

植物では、湿地においてアイアシ、シオクグ、オオクグ等の塩生湿地植生、被災樹林ではアズマネザサ、アズマネザサ、メダケ等のササ・タケ類、ニセアカシア等が確認された。鳥類ではミサゴやオオタカ、コチドリ、シロチドリ、両生類ではニホンアマガエル、哺乳類ではタヌキ、キツネ、イタチ、魚類ではアシシロハゼ、ヒメハゼ、昆虫類ではアジアイトトンボ、ウスバキトンボ、カワラハンミョウ、底生動物ではコメツキガニ、チゴガニ、アシハラガニ、クロベンケイガニ等が確認された。

表 5.14 主な確認種（井土浦）

	
アイアシ	センダイハギ
	
ミサゴ	シロチドリ
	
ウスバキトンボ	カワラハンミョウ

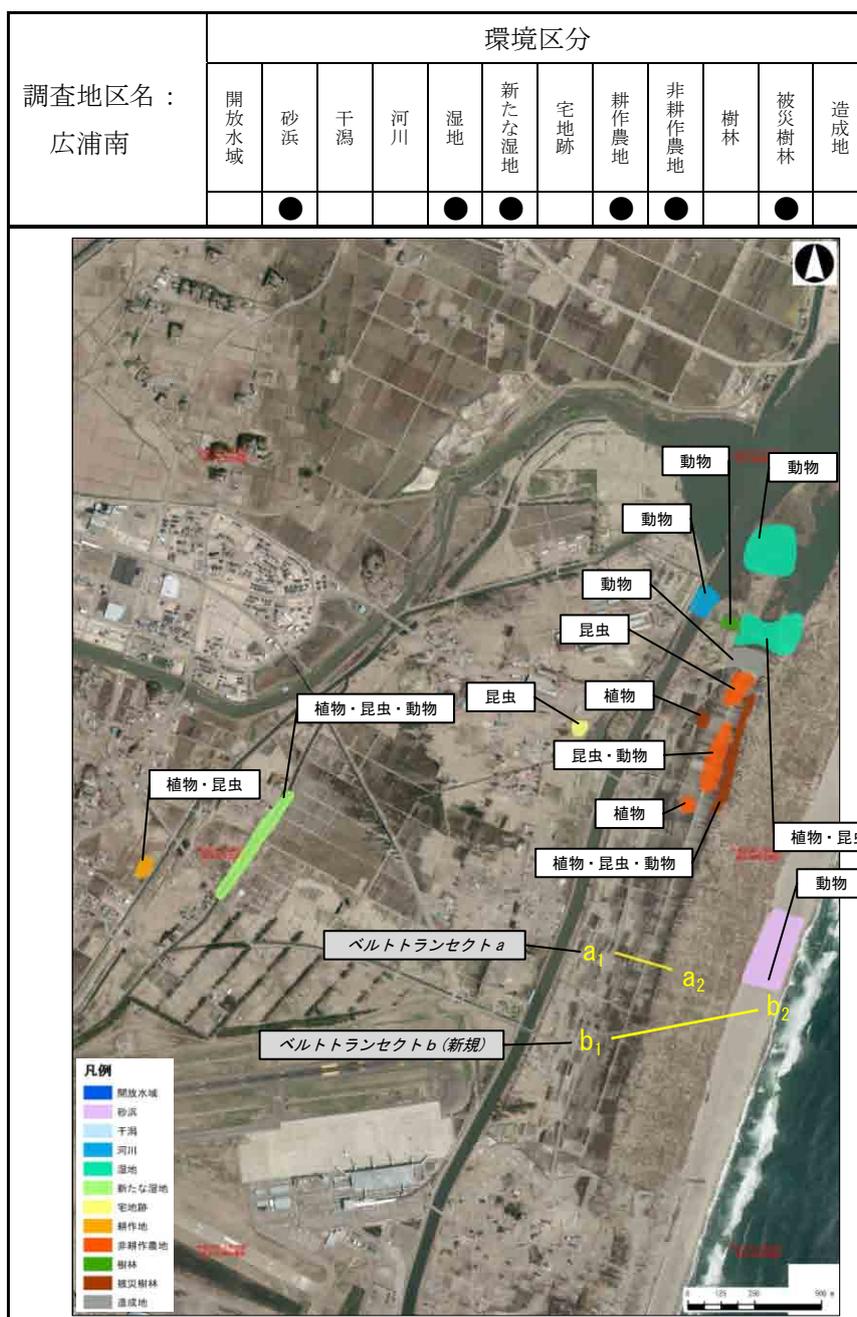
e. 広浦南

1) 調査地区の概況

現地調査を実施した位置と調査環境区分を表 5.15 に示す。

本調査地区は、仙台空港周辺の広浦地区を中心として設定した。調査地区内は、被災した農地跡が大部分を占めているが、河口部の砂浜、農業用水路に形成された新たな湿地等が見られた。ベルトトランセクトは、平成 24 年度調査時に設定したベルト a1-a2 は造成で立ち入れなかった為、新規にベルト b1-b2 を設定し、調査を実施した。

表 5.15 広浦南の調査位置と調査環境区分



2) 代表的な環境区分の状況

植物相・動物相調査を実施した環境区分の状況を表 5.16 に示す。

表 5.16 各環境区分の状況（広浦南）

	
<p>区分：湿地 広浦沿いは震災後手つかずの状態であった。</p>	<p>区分：新たな湿地 小河川がせき止められて形成された湛水域。</p>
	
<p>区分：耕作農地 造成後に1年性草本が生育していた。</p>	<p>区分：被災樹林 クロマツが成長し、一部は低木群落となった。</p>
	
<p>区分：砂浜 海岸堤防の前後に砂丘植生が繁茂していた。</p>	<p>過年度のベルトトランセクト調査地点 a1・a2 造成中であり、立ち入りが禁止されていた。</p>

3) ベルトトランセクト（平面図および横断図）

ベルトトランセクトの調査結果（平面図・横断図）を図 5.13～図 5.14 に示す。

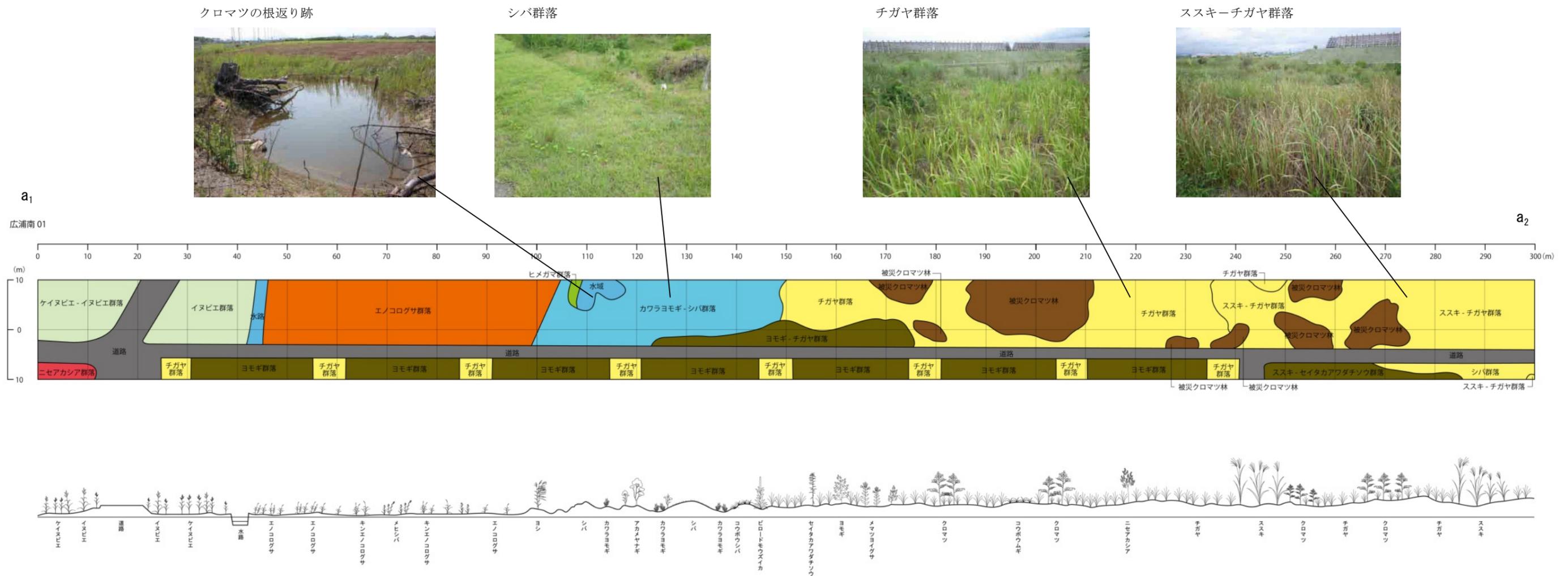


図 5.13 ベルトランセクト調査結果（広浦南 b） （上：平面模式図、下：断面模式図）

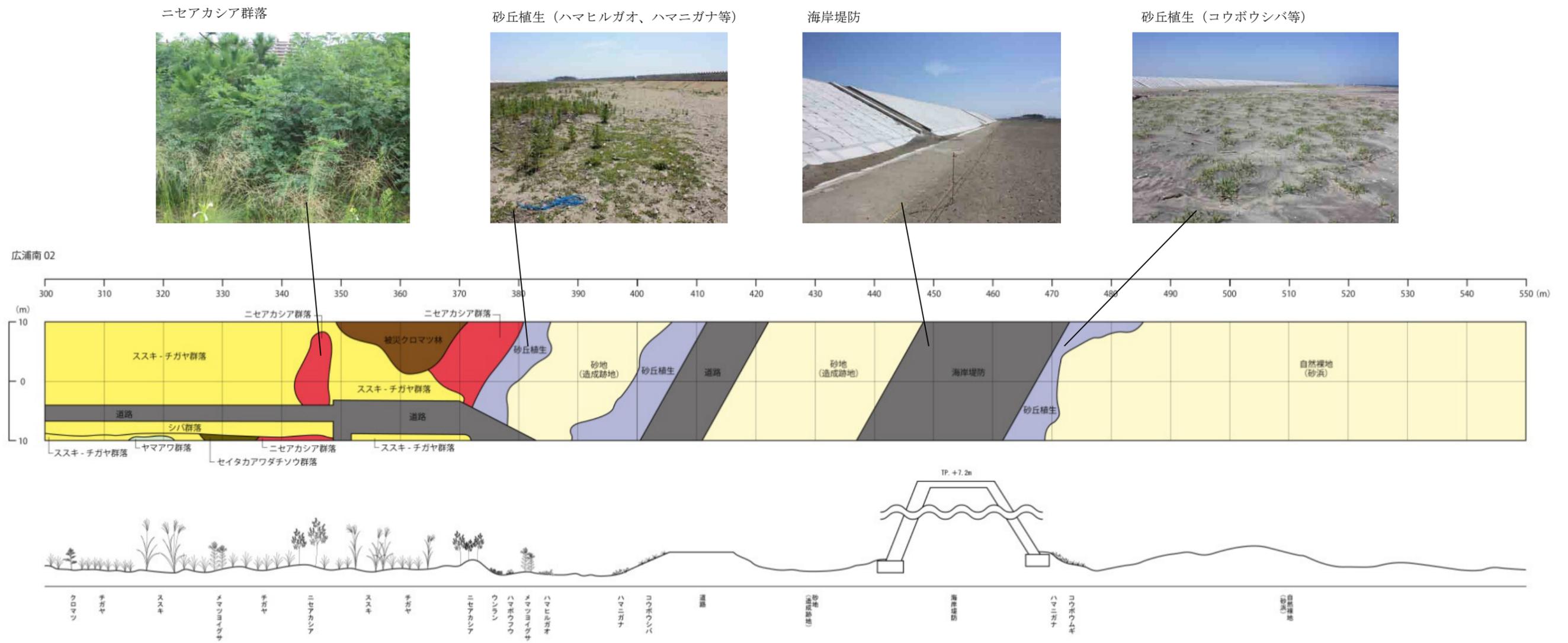


図 5.14 ベルトトランセクト調査結果 (広浦南 b) (上: 平面模式図、下: 断面模式図)

4) 植物相・動物相調査の結果

現地調査の結果、植物相では145種、動物相では鳥類33種、哺乳類2種、魚類4種、昆虫類80種、底生動物20種を確認した。

植物では被災樹林でシバ、カワラヨモギ、チガヤ、ヤマアワ等を確認した。砂浜ではコウボウムギ、コウボウシバ、ハマニガナ、ハマボウフウ等の砂丘植生を確認した。鳥類ではノスリやチョウゲンボウ、コチドリ、シロチドリ、哺乳類ではタヌキ、キツネ、魚類ではメダカ南日本集団、昆虫類ではオツネイトンボやセスジイトンボ、アジアイトトンボ、マダラヤンマ、ヤマトマダラバッタ、底生動物ではソトオリガイやアシハラガニ、クロベンケイガニ、アリアケモドキ等が確認された。

表 5.17 主な確認種（広浦南）

	
<p>ヤマアワ</p>	<p>ハマボウフウ</p>
	
<p>メダカ（南日本集団）</p>	<p>アジアイトトンボ</p>
	
<p>マダラヤンマ</p>	<p>クロベンケイガニ</p>

f. 松川浦

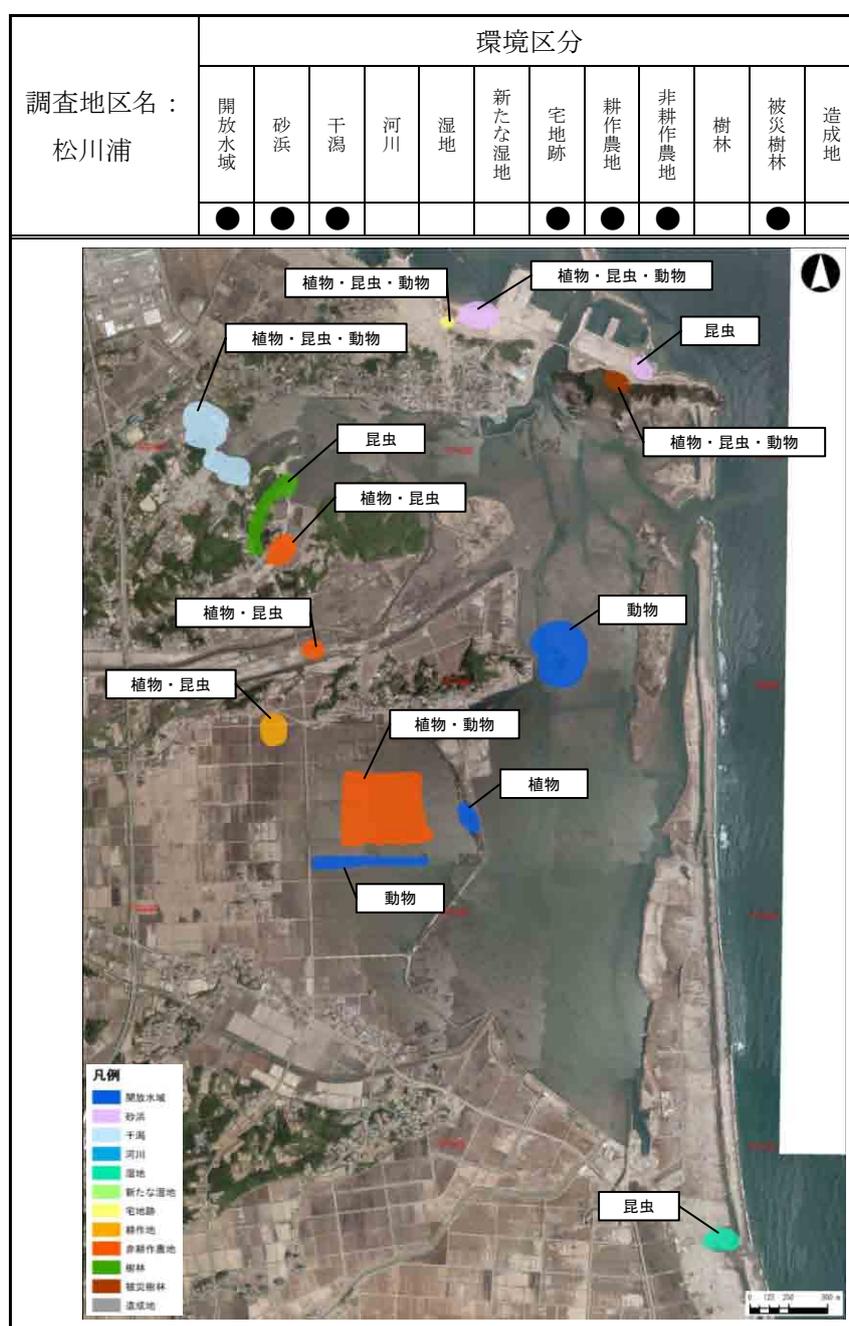
1) 調査地区の概況

現地調査を実施した位置と調査環境区分を表 5.18 に示す。

本調査地区は、松川浦を中心として設定した。調査地区内は、被災した農地が大部分を占めているが、干潟のほか、海岸部の砂浜、農地跡に形成された湿地等が見られた。

本調査地区のベルトトランセクトは、海岸から砂浜を抜け潟湖に向かうベルトで行うことが好ましいと考えられたが、大規模な造成工事により適切なベルトを設定できなかったため、ベルトトランセクト調査を実施していない。

表 5.18 松川浦の調査位置と調査環境区分



2) 代表的な環境区分の状況

植物相・動物相調査を実施した環境区分の状況を表 5.19 に示す。

表 5.19 各環境区分の状況（松川浦）

	
<p>区分：開放水域 目視では藻類等は確認できなかった。</p>	<p>区分：砂浜 前年度より砂丘植生が繁茂していた。</p>
	
<p>区分：干潟 内湾には震災後手つかずの湿地が点在。</p>	<p>区分：宅地跡 前年から新たな改変はなく、草本類が繁茂。</p>
	
<p>区分：被災樹林 伐採・倒伏等の変化はみられなかった。</p>	<p>区分：非耕作農地 大部分が圃場整備後の非耕作農地である。</p>

3) 植物相調査・動物相調査の結果

現地調査の結果、植物相では211種、動物相では鳥類36種、両生類3種、哺乳類4種、魚類10種、昆虫類106種、底生動物23種を確認した。

植物では、被災樹林でクロマツの実生、シロダモ、シャリンバイ等を、湿地や干潟でイガガヤツリ、フトイ、カンガレイ、ハママツナ等を確認した。鳥類ではミサゴやノスリ、チョウゲンボウ、メダイチドリ、両生類ではトウキョウダルマガエル、ウシガエル、哺乳類ではタヌキ、キツネ、魚類ではメダカ南日本集団、昆虫類ではアジアイトトンボ、ギンヤンマ、アキアカネ、底生動物ではアシハラガニ、クロベンケイガニ、イソガニ等が確認された。

表 5.20 主な確認種（松川浦）

	
<p>シャリンバイ</p>	<p>ハママツナ</p>
	
<p>チョウゲンボウ</p>	<p>ウシガエル</p>
	
<p>アジアイトトンボ</p>	<p>ムスジイトトンボ</p>

5.5 調査結果の整理

(1) 重点地区の出現種数の変化

任意調査が主体であるため、概括的に重点地区の環境を比較するため、地区毎の確認種数を図 5.15 に示した。

最も確認種数が多かったのは織笠川で462種、最も少なかったのは広浦南で287種であった。広浦南では、調査範囲の大部分で盛土造成や圃場整備が行われており、このような人為的攪乱が確認種数の少なかった原因の一つと推察される。

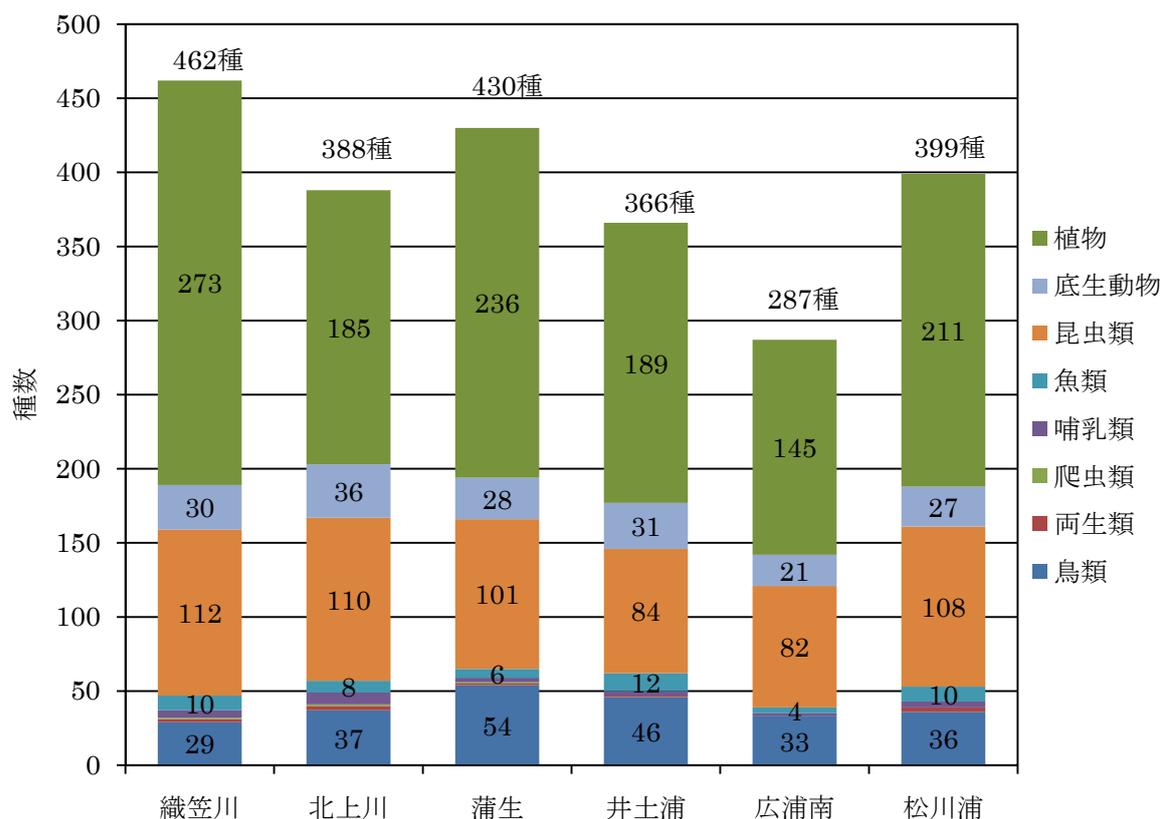


図 5.15 地区別の出現種数の比較

平成 25 年の調査（秋 1 回）と今回調査（夏、秋の 2 回）のうち昨年と比較できる秋季調査で比較すると、全地点で確認種数が増加していた（図 5.16）。各年ともほぼ同一の範囲で調査を実施しており、湿地環境以外では大きな変化は見られなかった。海岸近くの湿地は、復興事業等により消失や乾燥化がみられた。その他の環境では環境が回復傾向にあり、これに応じて動物も増加傾向にあると考えられる。

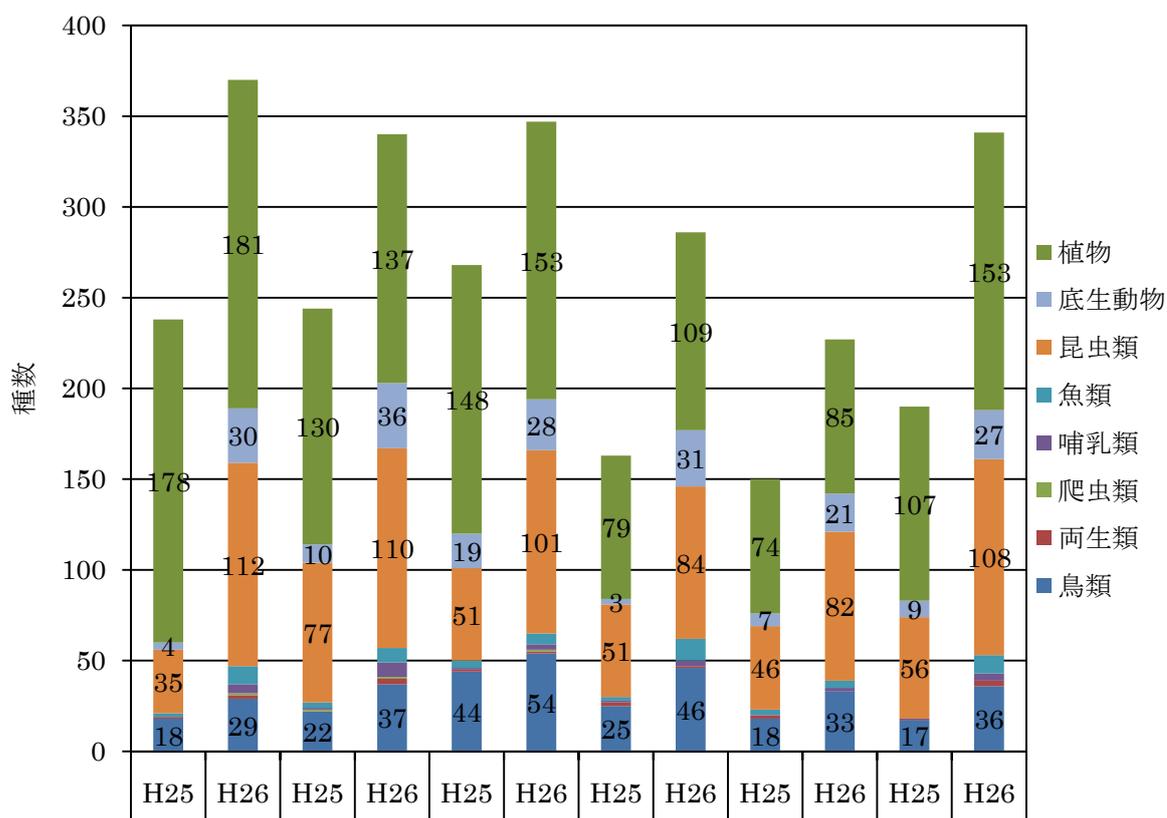


図 5.16 平成 25 年調査結果との出現種数の比較（秋のみ）

(2) 重要種・指標種に着目した環境区分毎の出現種の変化

これまで平成 24 年（秋季、補足的調査）、平成 25 年（秋季）、平成 26 年（夏季、秋季）に調査を行い、大まかな比較ではあるが、確認種数が増加していることを把握した。

ここでは、環境区分毎の出現種の状況を把握するため、特に動物相調査の結果を用いて、重要種と指標種に着目した整理を行った。指標種としては、津波によって形成され、現在は各種整備により減少傾向にある湿地に着目し、魚類（メダカ類、ドジョウ）、両生類、昆虫類（トンボ類、水生カメムシ類）とした。

環境区分としては、復興による開発が進む中、調査地区に残る重要な自然環境として、湿地、干潟、砂浜、開放水域（汽水・淡水）の 5 つの環境で整理を行った。

過年度は秋季のみの調査であり、夏季と秋季に調査した今年度調査と比べると確認種数が少ない。特に夏季に確認しやすいカエル類やトンボ類は顕著である。

a. 湿地環境

魚類の希少種であるメダカは、広浦南で 3 年連続して確認、北上川、松川浦でも平成 26 年度に確認された。

両生類では、ニホンアカガエルが 3 地点、トウキョウダルマガエルが 2 地点で確認。特定外来生物のウシガエルも 3 地点で確認された。

トンボ類は井土浦では比較的少ないが、他の地区では多く確認された。希少種であるモートンイトトンボは織笠川で、マダラヤンマは織笠川と広浦南で確認された。この他トンボ科の種が多く確認された。

カメムシ類はミズカマキリが織笠川、北上川で、マツモムシが織笠川で確認された。コウチュウ類はハイイロゲンゴロウやヒメゲンゴロウが蒲生以南の地点で確認された。この他、底生動物のモノアラガイやスジエビなどが確認された。

表 5.21 湿地環境での出現種の変化

項目	科名	種名	岩手県		宮城県						福島県		希少種・外来生物						
			織笠川		北上川		蒲生		井土浦		広浦南			松川浦					
			H25	H26	H25	H26	H25	H26	H24	H25	H26	H24		H25	H26				
魚類	メダカ	メダカ南日本集団				●						○	●	●	●	環境省:VU.岩手県:B.宮城県:NT.福島県:C			
両生類	アマガエル	ニホンアマガエル		●															
	アカガエル	ニホンアカガエル				●										●	岩手県:C		
		ヤマアカガエル		●															
		トウキョウダルマガエル				●										●	環境省:NT.岩手県:D.福島県:未評価		
トンボ	アオイトトンボ														●	特定外来生物			
イトトンボ	アオイトトンボ	ホソミオツネイトンボ		●															
		アオイトトンボ															●		
	イトトンボ	オツネイトンボ			●	●							○			●			
		キイトンボ				●											●		
		アジアイトトンボ	●	●	●	●			○		●	○	●	●	●	●			
		アオモンイトトンボ				●											●		
		Ischnura属の一種															●		
		モートンイトトンボ		●														環境省:NT.岩手:D	
		クロイトトンボ			●														
		セスジイトトンボ				●	●										●		
		ムスジイトトンボ					●										●		
		ヤンマ	マダラヤンマ	●	●									○		●		●	環境省:NT.岩手:B
			オオルリボシヤンマ	●	●													●	
		オニヤンマ	オニヤンマ	ギンヤンマ			●	●	●	●	○			●	○	●	●	●	
ショウジョウトンボ					●	●	●	●							●	●	●		
コフキトンボ				●	●	●	●							●	●	●			
ハラビロトンボ	●		●				●												
シオカサトンボ				●	●	●	●					○	●	●	●	●			
シオヤトンボ																	●		
ウスバキトンボ	●		●	●	●								○	●	●	●			
コシアキトンボ																	●		
チョウトンボ					●	●											●		
ナツアカネ	●																		
マユタテアカネ			●		●												●		
アキアカネ	●		●	●	●												●		
ノシメトンボ			●						○								●		
マイコアカネ					●	●											●		
カメムシ	ミスムシ	チビミスムシ		●		●										●			
カメムシ		Micronecta属の一種															●		
		Sigara属の一種																●	
	コオイムシ	Appasus属の一種		●															
	タイコウチ	ミスカマキリ		●		●													
	マツモムシ	マツモムシ		●															
	ゲンゴロウ	ハイロゲンゴロウ															●		
底生動物	モノアラガイ	ヒメモノアラガイ		●															
		モノアラガイ				●												環境省:NT	
	サカマキガイ	サカマキガイ				●								○	●	●			
	ヌマエビ	ヌカエビ															●		
	テナガエビ	シラタエビ																●	
		ユビナガスジエビ																●	
		スジエビ				●												●	
	スジエビモドキ																●		
アメリカザリガニ	アメリカザリガニ															●	要注意外来		

※湿地環境の指標となる種や分類群のみを表示している。

平成 24 年の調査は補足的な調査であるため“○”表示にしている。

b. 干潟

魚類は、河口域に生息する魚類が確認されており、汽水性のボラやビリンゴ、チチブ等は広く確認されている。松川浦では平成 26 年に希少種であるマサゴハゼが確認された。

鳥類は、干潟が広がる蒲生や井土浦で、シギ、チドリ類を中心とする水鳥が多く確認された。希少種であるオオソリハシシギは平成 24 年、25 年に、ホウロクシギは平成 25 年に蒲生のみで確認されている。

底生動物は、アシハラガニ、ケフサイソガニなどの甲殻類が、蒲生や井土浦で多く確認されている。特にケフサイソガニは全地点で確認されている。希少種ではフトヘナタリガイを井土浦で平成 26 年に、アリアケモドキを蒲生で平成 24 年、平成 26 年に、井土浦で平成 26 年に、広浦南で平成 26 年に確認した。

表 5.22 干潟環境での指標種(1)

項目	科名	種名	岩手県		宮城県						福島県		希少種・外来生物		
			織笠川		北上川		蒲生		井土浦		広浦南			松川浦	
			H25	H26	H25	H26	H24	H25	H26	H25	H26	H25		H26	H25
魚類	コチ ボラ	マゴチ						●							
		ボラ	●	●		○		●							
	ハゼ	メナダ	●												
		ウキゴリ	●												
		ビリンゴ	●					●	●	●	●			●	
		マハゼ			●						●				
		アシシロハゼ									●				
		マサゴハゼ												●	
		ヒメハゼ			●									●	
		ヌマチチブ	●		●										
鳥類	カイツブリ	チチブ			●	●		●	●	●					
		カイツブリ													
	ウ	カワウ			●									●	
		ウミウ						●							
	サギ	ダイサギ			●	○	●	●	●	●				●	
		コサギ			●	○	●	●	●	●				●	
		アオサギ			●	○	●	●	●	●				●	
	カモ	カルガモ						●	●	●				●	
		タカ			●			●	●	●				●	
	チドリ	ミサゴ			●			●	●	●				●	
		トビ			●			●	●						
		コチドリ							●		●				
		シロチドリ				●			●						
		メダイチドリ						●	●					●	
		ダイゼン					○	●	●						
		トウネン						●	●						
		コオバシギ						●							
		アオアシシギ							●						
		キアシシギ					○		●						
	シギ	イソシギ	●	●		●					●				
		ソリハシシギ							●						
		オオソリハシシギ					○	●	●					●	
		ホウロクシギ						●	●					●	
		オオセグロカモメ					○	●	●					●	
		ウミネコ				●		●	●						
		ヒバリ							●	●				●	
		セキレイ	●						●	●	●				
		モズ									●				
		ツグミ									●				
	カモメ	ノビタギ									●			●	
		インヒヨドリ				●									
		セッカ							●	●				●	
		ホオジロ							●						
		ハタオリドリ									●				
		スズメ									●				
		ハシボソガラス						●	●						
		ハシブトガラス						●			●				
		両生類	アマガエル							●					
			アカガエル							●					●
	哺乳類	イヌ			●	●		●	●					●	
キツネ				●	●		●								
シカ				●	●										

表 5.23 干潟環境での指標種 (2)

項目	科名	種名	岩手県		宮城県								福島県		希少種・外来生物				
			織笠川		北上川		蒲生			井土浦		広浦南		松川浦					
			H25	H26	H25	H26	H24	H25	H26	H25	H26	H25	H26	H25		H26			
盤足	ウミニナ	ホソウミニナ	●	●	●														
		ウミニナ					○							●				宮城県:NT	
		<i>Batillaria</i> 属の一種																●	
	フトヘナタリ	フトヘナタリガイ											●						宮城県:VU
	タマキビ	タマキビガイ			●	●							●		●				
頭楯	カワザンショウガイ	<i>Assimineae</i> 属の一種						●						●					
		カワザンショウガイ科の一種					●	○		●				●					
フネガイ	フネガイ	クイチガイサルボウ							●										
	イガイ	ムラサキイガイ								●									
カキ	イタボガキ	マガキ			●					●		●	●	●					
	マルスダレガイ	シオフキガイ								●									宮城県:DD
マルスダレガイ	ニッコウガイ	ニッコウガイ科の一種																	●
	シオサザナミ	イソシジミ			●	●	○	●	●					●					
マルスダレガイ	フナガタガイ	ウネナシトマヤガイ			●														
	シジミ	ヤマトシジミ				●						●							環境省:NT
ウミタケガイモドキ	マルスダレガイ	<i>Corbicula</i> 属の一種																	
	アサリ									●	●								
ウミタケガイモドキ	オキナガイ	ソトオリガイ						○		●	●			●					
	サシバゴカイ	<i>Hediste</i> 属の一種						○	●										
イトゴカイ	ゴカイ	ゴカイ科の一種								●		●		●					
	イトゴカイ	<i>Heteromastus</i> 属								●									
イトゴカイ		<i>Notomastus</i> 属										●							
	タマシキゴカイ	タマシキゴカイ												●					●
フジツボ	イワフジツボ	イワフジツボ																	
	フジツボ	シロスジフジツボ			●	●	○	●	●			●	●	●					
ヨコエビ	ハマトビムシ	ヒメハマトビムシ								●									
	-	ハマトビムシ科の一種												●					
ワラジムシ	ヨコエビ	ヨコエビ目の一種																	
	ゴツブムシ	<i>Gnorimosphaeroma</i> 属の一種	●																
フナムシ	フナムシ	キタフナムシ																	
		フナムシ科の一種				●	○	●	●		●		●	●					
アミ	アミ	ニホンイサザアミ	●																
		<i>Neomysis</i> 属の一種		●										●					
エビ	テナガエビ	ユビナガスジエビ			●	●	●												
		スジエビ								●		●							
エビジャコ	スジエビモドキ									●									
	エビジャコ	<i>Crangon</i> 属の一種												●					
ホンヤドカリ	エビジャコ科の一種				●														
	ホンヤドカリ	ユビナガホンヤドカリ			●	●													●
ムツハリアケガニ	ホンヤドカリ科の一種																		
	ムツハリアケガニ	アリアケモドキ								○		●		●					宮城県:NT
コメツキガニ	チゴガニ									○	●	●		●					
	コメツキガニ									○	●	●		●					
オサガニ	オサガニ	ヤマトオサガニ								○	●	●		●					●
	ベンケイガニ	クロベンケイガニ									●	●		●	●	●	●		●
モクスガニ	アカテガニ										●								宮城:NT
	アシハラガニ									●	○	●	●	●	●	●	●		岩手:情報不足
イソギンチャク	モクスガニ	モクスガニ																	
	ケフサイソガニ		●	●	●	●	○	●	●		●	●	●	●	●	●			
	タカノケフサイソガニ				●							●	●	●	●				
	イソギンチャク	タテジマイソギンチャク										●	●						

※湿地環境の指標となる種や分類群のみを表示している。

平成 24 年の調査は補足的な調査であるため“○”表示にしている。

c. 砂浜環境

砂浜の過酷な環境に生息する種は限られており、移動性の高い鳥類や水際から水域に生息する魚類や底生動物以外では、流木等のゴミを分解する小動物やこれらを餌とするハンミョウ類やハサミムシ類などの昆虫類等である。

ハマベハサミムシは全地点で確認されており、オオハサミムシも織笠川以外の全地点で確認されている。希少種では、ヒョウタンゴミムシが広浦南で平成 26 年に確認されており、カラハンミョウは井土浦で平成 25 年、26 年に確認されている。

表 5.24 砂浜環境での指標種

項目	科名	種名	岩手県		宮城県						福島県		希少種・外来生物				
			織笠川		北上川		蒲生		井土浦		広浦南			松川浦			
			H25	H26	H25	H26	H24	H25	H26	H25	H26	H25		H26	H25	H26	
鳥類	ウ	カワウ							●								
	サギ	アオサギ		●													
	カモ	カルガモ		●													
	タカ	トビ						●									
	ハヤブサ	チョウゲンボウ											●				
	チドリ	シロチドリ							●				●			岩手県:D,福島県:希少	
		メダイチドリ															
	シギ	トウネン															
		ハマシギ															
		キアシシギ	●	●													
	カモメ	オオセグロカモメ							●	●		●	●				
		ウミネコ				●			●	●			●	●			
	カワセミ	カワセミ		●													岩手県:D
	セキレイ	ハクセキレイ	●	●	●												
	ツグミ	インヒヨドリ			●												
	アトリ	カワラヒワ												●			
ハタオリドリ	スズメ	●	●														
カラス	ハシボソガラス		●						●			●	●				
	ハシブトガラス			●								●	●				
ゴキブリ	ゴキブリ																
シロアリ	ミゾガシラシロアリ								●	●							
カマキリ	カマキリ												●				
ハサミムシ	マルムネハサミムシ	●	●	●	●				●	●		●	●	●			
	ハマベハサミムシ				●				●	●		●	●	●			
	ヒゲジロハサミムシ				●												
	オオハサミムシ			●	●	○	●	●	●	●		●	●	●			
コウチュウ	オサムシ	ゴミムシ							●								
		ドウイロミズギワゴミムシ												●			
		セアカヒラタゴミムシ															
		ヒョウタンゴミムシ											●			宮城:NT	
	ハンミョウ	カワラハンミョウ							●	●						環境省:CR+EN,宮城:CR+EN	
		コニワハンミョウ							●	●							
		エリザハンミョウ							●	●							
	ハネカクシ	ウミベアカバハネカクシ	●			●			●	●		●	●	●			
	コガネムシ	コガネムシ科の一種		●													
	テントウムシ	ナミテントウ															
	オオキノコムシ	ヒメオビオオキノコムシ			●												
	ゴミムシ	スナゴミムシ								●							
		ハマヒョウタンゴミムシ							●	●							
		ヒメホソハマベゴミムシ							●	●		●	●				
	ゾウムシ	ハマベゾウムシ															
		スナムグリヒョウタンゾウムシ												●			
ヨコエビ	ヒゲナガヨコエビ	ヒゲナガヨコエビ科の一種		●													
	ハマトビムシ	ハマトビムシ科の一種		●					●				●				
	ワレカラ	ワレカラ科の一種															
	-	ヨコエビ目の一種		●													

※湿地環境の指標となる種や分類群のみを表示している。
平成 24 年の調査は補足的な調査であるため“○”表示にしている。

d. 河川（汽水・淡水）

魚類では、特定外来生物のオオクチバスが平成 25 年、26 年、ウシガエルが平成 26 年、ミシシippアカミミガメが平成 26 年に蒲生で確認されている。河川汽水域では北上川で、希少種であるヒヌマイトトンボが平成 25 年にヨシの繁茂するワンドで確認されている。本種は他のトンボ類と競合しにくい汽水環境に生息する種であり、もともと分布域が大河川の下流部等に限られていたため、津波による影響は大きかったと推測され、今後の動向が特に注目される種である。

表 5.25 河川（汽水・淡水）環境での指標種

項目	科名	種名	岩手県		宮城県						福島県		希少種・外来生物			
			織笠川		北上川		蒲生		井土浦		広浦南			松川浦		
			H25	H26	H25	H26	H24	H25	H26	H24	H25	H26		H25	H26	
魚類	コイ	コイ					●	●								
	サンフィッシュ	オオクチバス					●	●							特定外来生物	
	ボラ	ボラ					●	●	○							
		メナダ													●	
	ハゼ	ビリンゴ							○							
両生類	アカガエル	ウシガエル					●								特定外来生物	
爬虫類	ヌマガメ	ミシシippアカミミガメ					●								要注意外来生物	
トンボ	アオイトトンボ	オツネイトンボ		●												
	イトトンボ	アジアイトトンボ		●		●										
		ヒヌマイトトンボ			●											環境省:EN 宮城:VU
	トンボ	ウスバキトンボ			●	●		●								
		マユタテアカネ		●												
		アキアカネ		●		●		●								
		ノシメトンボ	●	●		●		●								
		マイコアカネ							●							
		リスアカネ				●										
カメムシ	ウンカ	ホソミドリウンカ			●											
	ヨコバイ	ツマグロオオヨコバイ		●												
		オオヨコバイ		●					●							
		クルミヒロズヨコバイ		●												
		ズキンヨコバイ		●												
		サシガメ	クロモンサシガメ							●						
	カスミカメムシ	ウンモンカスミカメ		●												
		フタゲムギカスミカメ						●								
	ホシカメムシ	クロホシカメムシ							●							
	ホソヘリカメムシ	ホソヘリカメムシ		●												
	ヘリカメムシ	ハラビロヘリカメムシ		●												
	ナガカメムシ	コバネナガカメムシ			●	●			●							
	カメムシ	クサギカメムシ				●										
		アオクサカメムシ		●												
	アメンボ	アメンボ							●							
ヒメアメンボ								●								
ヘリグロミズカメムシ					●			●								
ミズギワカメムシ	ミズギワカメムシ科の一種				●											
エビ	テナガエビ	シラタエビ								○						
	コメツギガニ	チゴガニ								○						

※湿地環境の指標となる種や分類群のみを表示している。

平成 24 年の調査は補足的な調査であるため“○”表示にしている。

e. 樹林環境

樹林の指標種としては鳥類や哺乳類や昆虫類が考えられる。一般に、鳥類や哺乳類は移動能力が高く、モニタリングには適さない。昆虫類は食草・食樹から指標性のある種も存在し、樹林環境のモニタリングの対象となる。

特に希少種は確認されていない。セミ科やヨコバイ科、コガネムシ科は多くの地点で確認されている。昆虫では生息に適した環境が整った場合、爆発的に個体数が増えることがあるが、そのような状況は確認されていない。

表 5.26 樹林環境での指標種

項目	科名	種名	岩手県		宮城県				福島県		希少種・外来生物	
			綾笠川 H25 H26	北上川 H25 H26	蒲生 H25 H26	井土浦 H25 H26	広浦南 H24 H25 H26	松川浦 H25 H26				
バッタ	カマドウマ	マダラカマドウマ		●								
	ツユムシ	セスジツユムシ				●	●					
		アシゲツユムシ				●	●					
	キリギリス	コバネササキリ								●		
		クビキリギリス								●		
	コオロギ	ツツシサセコオロギ						○				
	カネタタキ	カネタタキ					●					
	バッタ	ショウリョウバッタ	ショウリョウバッタ								●	
		ヒナバッタ	ヒナバッタ						○			
		トノサマバッタ	トノサマバッタ						○		●	
クルマバッタモドキ		クルマバッタモドキ						○				
オンフバッタ	オンフバッタ						○					
カメムシ	アオハハゴロモ	アオハハゴロモ								●		
	ハゴロモ	ベッコウハゴロモ		●				●				
		チツチゼミ			●			●			●	
		アブラゼミ	●		●			●			●	
		ツクツクボウシ		●				●			●	
		ミンミンゼミ		●				●			●	
		ニイニイゼミ		●				●			●	
	ヒグラシ	●	●				●			●		
	ヨコバイ	ツマグラオオヨコバイ	●			●	●	●			●	
		オオヨコバイ	●					●			●	
サシガメ	ヤニサシガメ	●	●									
ゲンバヤシ	トサカゲンバヤシ					●						
ヘリカメムシ	ホシハラビロヘリカメムシ						●					
	キバラヘリカメムシ						●					
ヒメヘリカメムシ	スカシヒメヘリカメムシ								●			
	フチヒゲヒメヘリカメムシ								●			
ナガカメムシ	ヒメナガカメムシ		●							●		
カメムシ	アカスシカメムシ			●								
	クサギカメムシ											
マツモムシ	マツモムシ							○				
コウチュウ	ハンミョウ	エリザハンミョウ							○			
	ゲンゴロウ	ハイイロゲンゴロウ							○			
	ヒメゲンゴロウ							○				
シデムシ	オオヒラタシデムシ	●	●	●								
ハネカクシ	コアリガタハネカクシ	●										
クワガタムシ	クワガタ		●									
コガネムシ	<i>Anomala</i> 属の一種(アオドウガネ類)					●						
		ドウガネフイブイ				●						
		ヤマトアオドウガネ				●						
		ヒメコガネ	●		●	●						
		アカマダラハナムグリ								●		
		セマダラコガネ	●									
		コアオハナムグリ								●		
		コフキコガネ						●				
		シロスジコガネ				●						
		マメコガネ	●	●								
		シロテンハナムグリ								●		
		カナブン								●		
	タマムシ	ヤノナミガタチタマムシ		●								
	ホタル	オハボタル	●									
	テントウムシ	シロトホシテントウ						●				
フタモンクロテントウ							●					
ナミテントウ							●					
アカイロテントウ							●					
ゲシキスイ	クロヒラタゲシキスイ		●									
	ヨソボシケンキスイ								●			
ゴミムシダマシ	キマワリ			●					●			
	ミツノゴミムシダマシ			●								
カミキリムシ	アカハナカミキリ			●								
	シロスジカミキリ									●		
	ヨツズシハナカミキリ	●										
	キボシカミキリ						●					
ハムシ	クロウリハムシ			●			●					
	セモンジンガサハムシ			●								
	ルリハムシ	●										
	ドウガネツヤハムシ									●		
	サンゴジュハムシ					●						
	イチモンジカメノコハムシ	●	●									
ゾウムシ	ヒメシロコゾウムシ	●										
	カツオゾウムシ	●		●								
オゾウムシ	キクイゾウムシ亜科の一種					●						
	オゾウムシ					●						

※湿地環境の指標となる種や分類群のみを表示している。
平成 24 年の調査は補足的な調査であるため“○”表示にしている。

(3) 希少種の確認状況

重点地区調査では、植物 25 種、動物 43 種、合計 68 種の希少種を確認した。代表的な種としては、植物はウミドリ、ハマボウフウ、鳥類はミサゴやシロチドリ、魚類はメダカやマサゴハゼ、昆虫類はマダラヤンマやカワラハンミョウ、底生動物はアリアケモドキ、ヤマトシジミ、モノアラガイなどがあげられる。

確認した希少種のうち、主な希少種を表 5.27 に、一覧を表 5.28～表 5.29 に示す。

表 5.27 主な希少種

	
<p>ウミドリ (岩:A) 織笠川(山田町) 2015/7/1</p>	<p>ハマボウフウ(福:A) 松川浦(相馬市) 2015/7/2</p>
	
<p>カワラハンミョウ(環:EN 宮:CR+EN) 井土浦(仙台市) 2015/7/30</p>	<p>メダカ (環:VU、宮:NT) 広浦(岩沼市) 2015/9/24</p>
	
<p>アリアケモドキ (宮:NT) 蒲生(仙台市) 2015/7/28</p>	<p>リスアカネ (宮:VU) 北上川(石巻市) 2015/9/20</p>

※選定基準およびカテゴリーは表 5.28～表 5.29 欄外に記載。

表 5.28 希少種一覽表 (植物)

No.	科名	種名		調査地区							重要種の選定基準					
		和名	学名	岩手県	宮城県	調査地区					I	II	III	IV	V	VI
				織笠川河口	北上川河口	蒲生	井土浦	広瀬南	松川浦							
1	イラクサ	エノイラクサ	<i>Urtica platyphylla</i>		○											
2	タデ	シロバナサクラタデ	<i>Persicaria japonica</i>		○								C			
3	アカザ	ハマアカザ	<i>Atriplex subcordata</i>	○		○	○									
4		ハマツツナ	<i>Suaeda maritima</i>	○		●			●						NT	A
5	マツモ	マツモ	<i>Ceratophyllum demersum</i>		○											B
6	ユキシタ	タコアシ	<i>Penthorum chinense</i>			○							NT		B	B
7	バラ	シャリンバイ	<i>Rhaphirolepis umbellata</i>						○							B
8		ハマナス	<i>Rosa rugosa</i>			●			○						NT	B
9	マメ	センダイハギ	<i>Thermopsis lupinoides</i>				●								VU	
10	ミノハコバ	ミノハコバ	<i>Elatine triandra var. pedicellata</i>	○					○							C
11	アリトウグサ	ホサキアブサモ	<i>Myriophyllum spicatum</i>		○				○							B
12	セリ	ハマボウフウ	<i>Glehnia littoralis</i>			○			○						B	B
13	サクラソウ	ウミミドリ	<i>Glaux maritima var. obtusifolia</i>	●											A	CR+EN
14	モクセイ	ヒイラギ	<i>Osmanthus heterophyllus</i>			○										C
15	ミツガシロ	カタバタ	<i>Nymphaeoides indica</i>			●									NT	CR+EN
16	ヒルムシロ	リュウノヒゲモ	<i>Potamogeton pectinatus</i>		●										NT	B
17		カワツルモ	<i>Ruppia rostellata</i>	●											NT	A
18	ミズアオイ	ミズアオイ	<i>Monochoria korsakowii</i>		○										NT	A
19	イネ	アイアシ	<i>Phacellurus latifolius</i>			●			●						NT	C
20	ミクリ	シロワロウスダ	<i>Sparganium erectum ssp. stoloniferum</i>		●				●						NT	D
21	カヤツリグサ	オオクダ	<i>Carex capricornis</i>		●				●						VU	CR+EN
22		アオガヤツリ	<i>Carex rugulosa</i>		●				●						NT	B
23		アオガヤツリ	<i>Cyperus nipponicus</i>		○				○						C	C
24		イガガヤツリ	<i>Cyperus polystachyos</i>		○				○							C
25		マツカサスキ	<i>Scirpus mitsukurianus</i>		○				○						C	B
18科				5種	10種	11種	4種	5種	7種	0種	0種	8種	10種	11種	22種	

1) ●:選定基準に該当する重要種。▲:確認地点においては重要種ではないが、その他の県では重要種となる種。

2) 選定基準について

I:「文化財保護法」(昭和26年,法律第214号)における特別天然記念物、天然記念物

II:「絶滅のおそれのある野生動物植物の種の保存に関する法律」(平成4年,法律第75号)における国内希少野生動物植物種

III:「環境省報道発表資料 第4次レッドリストの公表について」(平成24年,環境省)

VU:絶滅危惧II類 NT:準絶滅危惧

IV:「レッドリストの改訂について」(平成25年,岩手県)

A:Aランク B:Bランク C:Cランク D:Dランク

V:「宮城県レッドリストの公表について」(平成25年,宮城県)

CR+EN:絶滅危惧I類 VU:絶滅危惧II類 NT:準絶滅危惧

VI:「レッドデータブックふくしまー福島県の絶滅のおそれのある野生生物ー」

EX+EW:絶滅 A:絶滅危惧I類 B:絶滅危惧II類 C:準絶滅危惧 N:注意

5.6 地表徘徊性昆虫の調査（補足調査）

(1) 調査の背景・目的

生態系の連続性を調べる際に、生物の移動やまとまりだけでなく、餌資源をどこから得ているかを調べることで、食物連鎖という観点で連続性を考察することができる。特に、津波浸水域には海岸堤防や造成地などで移動が妨げられている地表徘徊性昆虫は、海から運ばれる餌資源に頼っているのか、あるいは内陸側の餌資源に依存しているかは、生物の動態を調べる上で重要である。これらを調べるには、地表徘徊性昆虫を異なる環境で採集し、安定同位体を調べる必要がある。本調査では、そのサンプルを採集することを目的とした。

なお、上記の調査は専門家の指導（7章で記載）の基、補足調査として実施した。採集した個体は、研究機関に提供し、次年度以降に解析が実施される予定となっている。

(2) 調査地点

調査は井土浦および広浦南で実施した。これらの地区は、重点地区の中でも、同じ仙台平野に位置し、異なる環境が帯状に配列する点で環境が似ている。

採集地点は、井土浦では環境区分ごとに配置し、広浦ではライン上に配置した。

(3) 調査方法

調査方法は「モニタリングサイト 1000 森林・草原調査 地表徘徊性甲虫調査マニュアル」（環境省 2010）に準じて、ピットフォールトラップによる採集を採用した。採集にはポリプロピレン容器（口径 90mm、深さ 120mm）を用い、容器の底面にはあらかじめ直径 1mm 程度の水抜き穴を 3 箇所開け、誘因材などは用いなかった。異なる環境ごとに 20 個のトラップを設置した。サンプルは酢酸エチルで処理し室内で同定を行った。

ピットフォールの設置環境を表 5.30 に示す。

(4) 調査期間

調査期間は平成 26 年 8 月 22 日～24 日で、22 日に設置、24 日に回収を行った。

表 5.30 ピットフォールトラップ設置環境

井土浦（環境別）		広浦南 （植物ベルトトランセクト沿い）	
I-P1 堤外 ニセアカシア林		H-P1 低茎草本	
I-P2 堤内 クロマツ林		H-P2 ススキ草地	
I-P3 堤外 ヨシ帯		H-P3 クロマツ幼木	
I-P4 堤内 セイタカアワダ チソウ草地		H-P4 ニセアカシア林	
I-P5 堤内 低茎草本		H-P5 クロマツ低木	

(5) 調査結果

井土浦では 13 種の地表徘徊性甲虫類を確認した。特に海浜・耕作地を好むスナゴミムシダマシが堤内・堤外地ともに最も多く確認した。その他の環境では耕作地・林縁部を好むセアカヒラタゴミムシや、湿地環境も好むアシミヅナガゴミムシなどを確認したが、環境による差は明確ではなかった。

表 5.31 甲虫類の環境別確認状況（井土浦）

目名	科名	種名	学名	主な生息環境	確認地点				
					堤外地		堤内地		
					地樹	ヨシ原	樹林	草地	裸地
コウチュウ	オサムシ	Amara属の一種	<i>Amara</i> sp.	耕作地・林縁部					1
		セアカヒラタゴミムシ	<i>Dolichus halensis</i>	耕作地・林縁部			1	1	
		オオズケゴモクムシ	<i>Harpalus eous</i>	耕作地・林縁部			1		
		クロゴモクムシ	<i>Harpalus nigatanus</i>	耕作地・林縁部			2		
		ニセケゴモクムシ	<i>Harpalus pseudophonoides</i>	耕作地・林縁部					1
		アカアシマルガタゴモクムシ	<i>Harpalus tinctulus</i>	耕作地・林縁部				1	1
		ゴモクムシ亜科の一種	<i>Harpalinae</i> sp.	耕作地・林縁部				1	
		キンナガゴミムシ	<i>Pterostichus planicollis</i>	耕作地・林縁部・湿地					3
		アシミヅナガゴミムシ	<i>Pterostichus sulcitaris</i>	耕作地・林縁部・湿地	1	2			1
		ムラサキオオゴミムシ	<i>Trigonognatha coreana</i>	耕作地・林縁部			2		
		ハネカクシ	Philonthus属の一種	<i>Philonthus</i> sp.	-		1		1
		コガネムシ	Maladera属の一種	<i>Maladera</i> sp.	-				
	ゴミムシダマシ	スナゴミムシダマシ	<i>Gonocephalum japonum</i>	海浜・耕作地	44				
1目	4科		13種		2種 45個体	2種 3個体	5種 26個体	6種 8個体	4種 4個体

広浦南では 12 種の地表徘徊性甲虫類を確認した。砂浜から垂直に設定された植物のベルトトランセクト沿いに調査地点を設定し、植生は砂浜の草地〜クロマツ低木といった回復途上の植生環境であった。調査結果は、海浜を好む種が目立ち、ススキ植生の地点でスナゴミムシダマシを 9 個体確認したが、各地点で大きな差はみられなかった。

表 5.32 甲虫類の環境別確認状況（広浦南）

目名	科名	種名	学名	主な生息環境	確認地点					
					クロマツ 低木	クロマツ 幼木	ススキ	ハリエンジュ	草地	
コウチュウ	オサムシ	アオゴミムシ	<i>Chlaenius pallipes</i>	耕作地・河川敷・湿地・林縁部				1		
		キボシアオゴミムシ	<i>Chlaenius posticalis</i>	耕作地・湿地・林縁部			1			
		アトワアオゴミムシ	<i>Chlaenius virgulifer</i>	耕作地・湿地・林縁部		1		1		
		オサムシモドキ	<i>Craspedonotus tibialis</i>	海浜		2		1	3	
		セアカヒラタゴミムシ	<i>Dolichus halensis</i>	耕作地・林縁部				1		
		ヒラタゴモクムシ	<i>Harpalus platynotus</i>	耕作地・林縁部		1				
		コガシラナガゴミムシ	<i>Pterostichus microcephalus</i>	耕作地・林縁部			1			
		シテムシ	オオヒラタシテムシ	<i>Eusilpha japonica</i>	多様な環境に生息		1			
		コガネムシ	Maladera属の一種	<i>Maladera</i> sp.	-				1	
		コメツキムシ	アカアシヨハナコメツキ	<i>Paracardiophorus sequens sequens</i>	海浜(クロマツ林)	1				
	ゴミムシダマシ	スナゴミムシダマシ	<i>Gonocephalum japonum</i>	海浜・耕作地			9			
		カクスナゴミムシダマシ	<i>Gonocephalum recticolle</i>	海浜・耕作地			3		2	
1目	5科		12種	1種 1個体	4種 5個体	4種 14個体	5種 5個体	2種 5個体		

今回の調査の結果、地表徘徊性甲虫類の指標性による差が明確になっていない。これは、津波により樹林地や耕作地などの環境が大きな攪乱を受けたことと、更には塩分や堆砂等の影響を受けたことにより、環境の質が未だ回復途上にあることを示唆している。

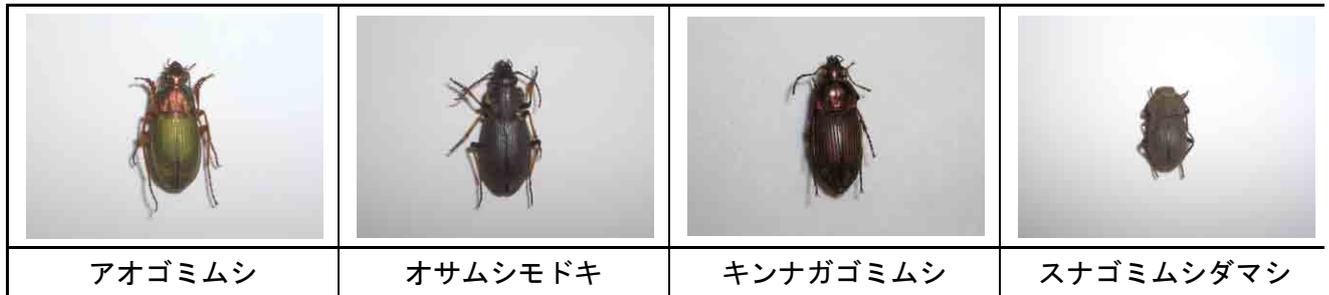


図 5.17 確認した地表徘徊性甲虫類（代表種のみ）

5.7 まとめ

重点地区調査は、平成 24 年度の秋季に補足的に調査を実施したことに始まり、平成 25 年度の 13 地区（秋季）から、その後の復旧・復興状況等も考慮して、三陸南（織笠、北上川）、仙台湾沿岸（蒲生、広浦南、井土浦）、福島沿岸（松川浦）に絞って、夏季と秋季に実施した。今年度調査では夏、秋の季節変動のある種を把握できたと考える。

特に、北上川河口ヨシ原のヒヌマイトトンボ（過年度確認）や、井土浦海浜のカワラハンミョウ、北上川や広浦南、松川浦の湿地のメダカなどは重要な希少種の確認情報であり、このような希少種に代表されるように、ハビタットごとに特有な生息・生育状況が確認できた。なお、ハビタット別の出現状況は資料編に示した。

5.8 今後の課題

重点地区調査は、広域的に津波浸水域全体の変化を捉える他の調査項目とは違い、ある特定の地域に着目して生態系のつながりや内容を調査する目的をもつ。平成 26 年度は、過年度の調査地区の中から復興・復旧状況を考慮して結果的に 6 地区に絞って情報を取得したが、これらの地区は重要自然マップの重点エリアにあたり、津波浸水域に残存する自然の代表として継続的にデータを取得する意味は大きい。本年度の重点地区調査は、夏季と秋季の 2 つの季節に調査を実施しており、昨年と比べると季節変動のある種を一定程度把握できたと考える。ただし、春季にしか出現しない種（しばしば希少な種を含む）も多いため、今後は、春季にも同様の調査を実施することが望ましい。また、現在の調査方法は、広く環境別に種を確認する調査であるため、植物相、動物相の概要を把握することはできたが、環境との関連性や重要な種の量的な情報収集では不十分な点がある。このため、今後は、地区ごとに特にこれまで把握された重要な環境や希少な種、環境の指標種等に絞った調査を実施することにより、環境の変化の把握や新たに形成された湿地等の環境の質の評価に資する情報収集が重要であると考え。また、藻場・アマモ場調査によって海域の分布情報が付加されたことから、一部の地区ではベルト調査区を延伸し、海～陸のつながりに着目した調査を企画することも視点として重要と考える。

6. 藻場・アマモ場分布調査

6.1 調査目的

平成 25 年度業務では、平成 24 年度業務成果や既往の自然環境に関する情報を活用して「重要自然マップ」が作成されている。同マップでは、陸域の情報に関しては一連の本事業成果に基づく面的、悉皆的な「重要な自然」を表現している。しかし、海域の情報に関しては、震災後に行われた面的、悉皆的な整備情報がないため、第 5 回自然環境保全基礎調査（以下、「第 5 回基礎調査」という。）の「藻場、アマモ場」調査の分布図を用いて「重要な自然」を表現するにとどまっている。

海域において「藻場・アマモ場」は重要な生態系としてあげられるが、今震災ではアマモ場を中心に流失や地盤沈下による分布変化などの影響を受けたことが知られている。しかしながら、その実態については、モニタリングサイト 1000 や生態系監視調査などの定点モニタリングや一部の内湾部などにおける分布状況調査に限られ、面的かつ悉皆的な情報が不足している。

本調査では、これら不足する震災後の海域の重要な自然環境に関する情報として「藻場・アマモ場」を整備し、平成 27 年度に予定されている「重要自然マップ」の更新ならびに「震災影響評価」に資する基礎情報を得ることを目的とした。

6.2 調査方法

本調査の対象は、岩手県・宮城県・福島県北部の沿岸部であり、複雑な海岸線を含み、その延長は長大である（図 6.2）。このため、空中写真等を活用する必要があるが、従来手法のように、全てを目視判読により紙転写で新規に抽出し、図化することは非効率である。このことから、GIS・リモートセンシング技術による画像解析手法と熟練者による目視判読を組み合わせ、調査の効率化を図った。具体的には、画像解析により位置の補正と水深等の影響による藻場・アマモ場の可視性の向上、およびアマモ場・藻場・砂地・岩礁・深場等の領域抽出を行った。さらにそのようにして抽出された領域と補正された画像、豊富な経験を有する技術者が既存の藻場分布情報や水深等の GIS データを重ね合わせることで、目視判読により総括的に藻場・アマモ場の同定を行うことで、図化の精度向上と効率化を図った。

また、海面下の局所的な藻場判読には、高精細な画像が得られる空中写真が有利である一方で、1 枚あたりの撮影範囲が狭いことから、空中写真は画質が不均一であること、定期的に広範な範囲の画像が得られるとは限らないことに起因する弱点も有する。そこで本調査では、震災後に比較的好条件で撮影されている 2012 年国土地理院撮影の空中写真を主たる解析の対象としつつ、今後の継続的なモニタリングを見据えて空中写真の「撮影時期」「海象など撮影条件」などの違いにより発生する分布情報の取得が難しい状況に対応できるよう、空中写真撮影時期と近い時期のアーカイブ画像がある衛星画像から衛星画像解析による手法検討を行った。

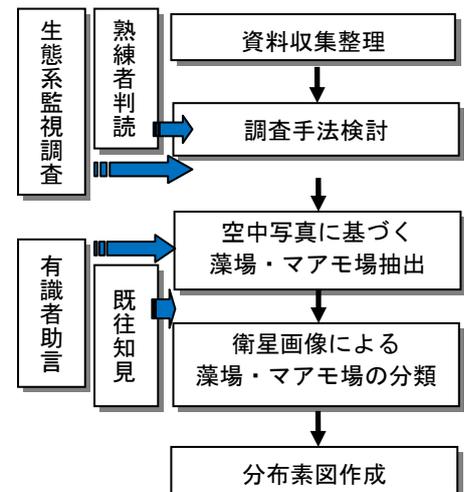
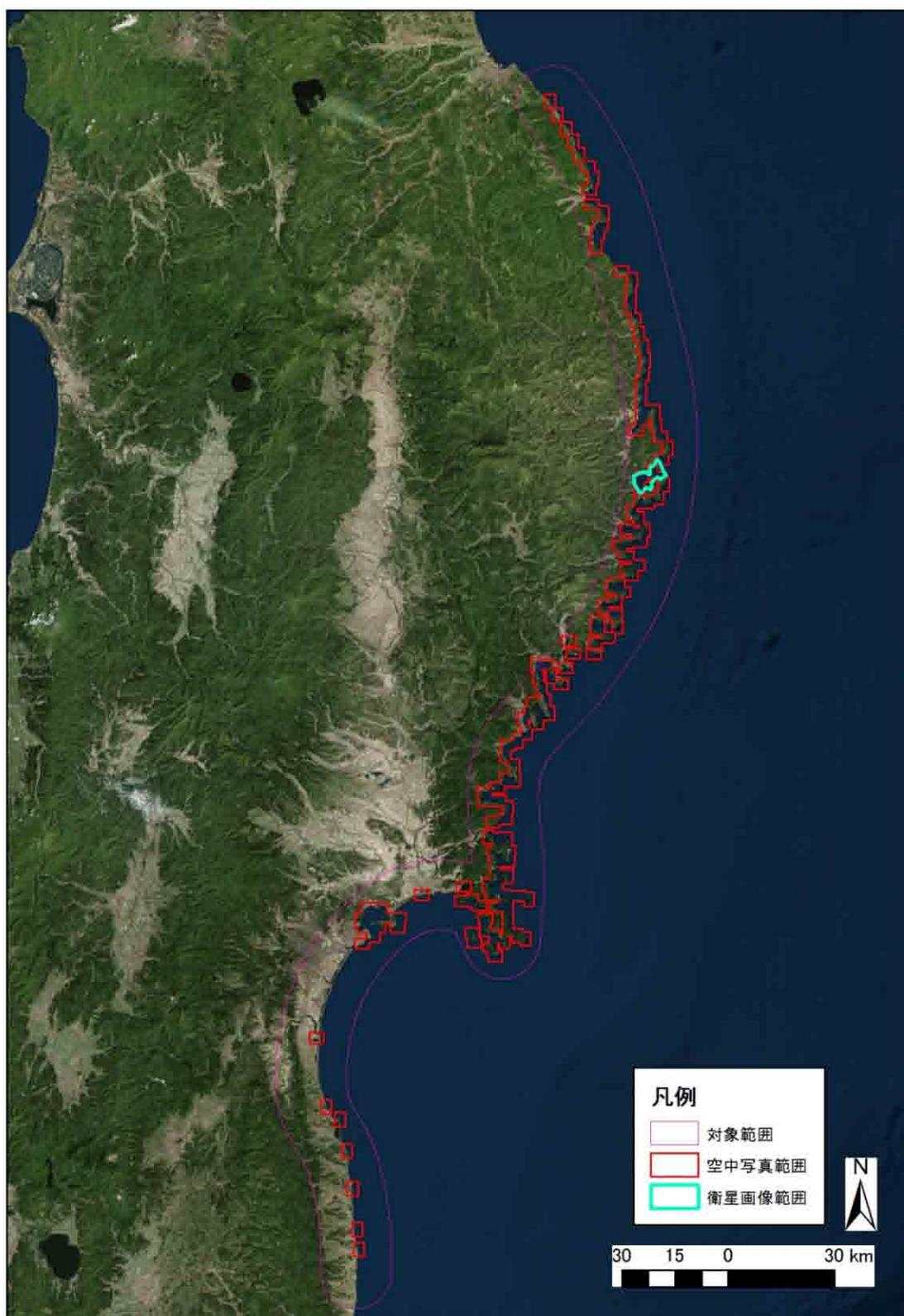


図 6.1 分布素図作成フロー

なお、本調査の空中写真の対象範囲は「第 5 回基礎調査」で藻場・アマモ場が分布している地域とした。また、空中写真、衛星画像の画像解析については、リモートセンシングに詳しい有識者からの助言・指導を受け、より適切な手法で実施した。



注) 「第5回基礎調査」で藻場・アマモ場の分布している地域を空中写真範囲とした

図 6.2 調査対象範囲

(1) 藻場・アマモ場調査の対象範囲と使用した画像

a. 藻場・アマモ場調査に使用する画像と入手方法

写真や衛星画像を利用した藻場・アマモ場の分布状況の把握には、撮影時期、波浪条件、濁り（透明度）などの条件が適切な画像を使用する必要がある。例えば、空中写真では、以下に示すような条件の画像が望ましい。しかし、そのような条件の写真が全域でかならずしも取得できるとは限らない。また今回は震災後に対象範囲全域で空中写真撮影がなされていたが、震災前、もしくは今後の分布情報取得を考慮した場合、空中写真のみでは限界がある。よって、表 6.1 の空中写真と衛星画像の違いを踏まえつつ、今後の衛星画像による手法構築の為、空中写真と併せて、一部区間については衛星画像も取得した（表 6.2）。

- **雲（雲影も含む）がかかっていないこと**：雲はもちろんのこと、雲影が写り込むと海面に影が入り、藻場と判別がつかない場合もある。
 - **ハレーションが少ないこと**：太陽高度が高いと写真画像に“ハレーション（太陽の写り込み）”が多くなり、水面下の情報を読み取ることが出来ない。このため、藻場分布解析を行うことを目的とした写真撮影では、太陽高度が低い時間帯（9～10 時頃）の撮影が望ましい。また、ハレーションを除去するために、通常のラップ率（オーバーラップ 60%）よりも高いラップ率（例えば 80%）で撮影することが望ましい。
 - **潮位が可能な限り低いこと**：水中の情報を判読する際の阻害要因となる「海水」の厚さは極力薄い方が望ましい。従って、撮影時の潮位は可能な限り低い日時であることが望ましい。
 - **その他の条件**：海水の濁りが少ないこと、高波浪時でないこと など
- （「平成 19 年度自然環境保全基礎調査自然環境概況調査報告書」（生物多様性センター）

表 6.1 空中写真と衛星画像の比較

項目	空中写真（DMC カメラ）	衛星画像
空間分解能	高精細な画像が得られ、底質判別や小さい藻場分布も判読も可能。	高分解能衛星では白黒約 30cm、カラー 2m できめの粗さも空中写真と同様。
画質・バンド	減衰が小さく、また近赤外画像を取得でき、植生判読に有利。	大気圏外からの撮影のため、青バンドを主とする水面下の情報の減衰がある。
画像の均質性	ハレーションなどにより、単写真内の画像にムラがでることもある。	均質性が高いため、解析誤差が発生しにくい。
撮影期間	長期間にわたるため、撮影日毎に画質が異なり、誤差の要因となることもある。	広域を短時間で撮影。

表 6.2 藻場・アマモ場調査に使用する画像と入手方法

使用画像	撮影時期	入手方法	選定理由など
空中写真 (国土地理院)	2012年10月 ～ 2013年1月	国土地理院より購入 写真枚数：約500枚	<ul style="list-style-type: none"> ・ 震災後に撮影された写真である。 ・ 空間分解能20cmと高精細で浅海部の底質判別も可能。 ・ 比較的短期間（4ヶ月間弱）で撮影されている。 ・ 秋～冬季の撮影であり、海域の透明度が良好な時期で、判読に有効である。 ・ 縮尺1/10,000であり、十分に藻場判読に堪える。
衛星画像 (World View 2)	2012年6月 ～ 2014年9月	NTT 空間情報株式会社より購入 今後を見据えた衛星画像による手法検討に使用	<ul style="list-style-type: none"> ・ パンクロマティックが約50cm、マルチスペクトルが約2mと空間分解能が比較的高い。 ・ 深淺測量や水草の検出に有効な Coastal Blue (400～450nm) のバンドを備えている。 ・ 可視域に紫・青・緑・黄・赤の5バンド、近赤外域に3バンドを備え、底質区分に有効なさまざまな情報が得られる。

b. 空中写真

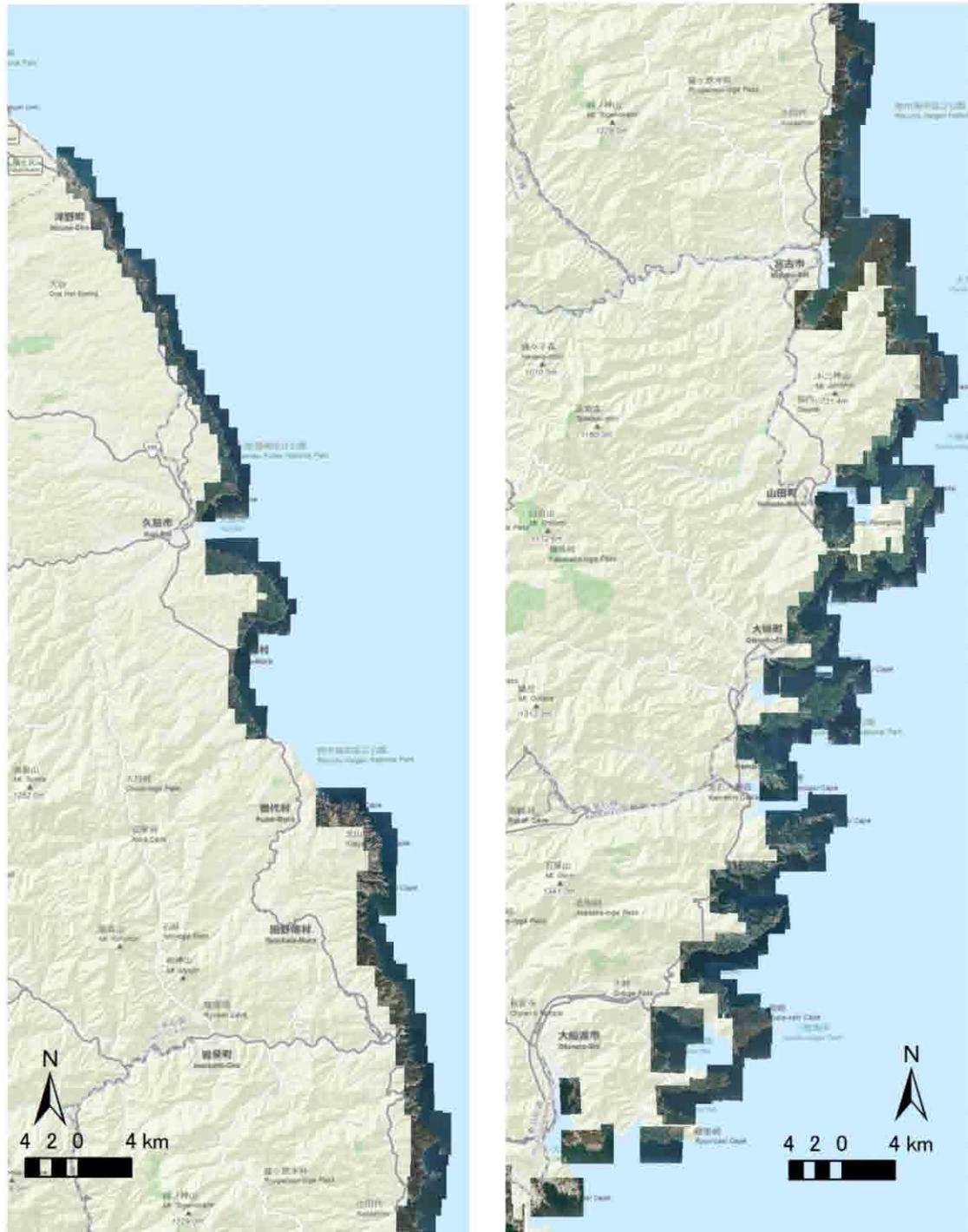
使用した画像の一覧を表 6.3(1), 表 6.3(2)に、取得した空中写真を図 6.3、図 6.4 に示す。

表 6.3(1) 使用した空中写真（岩手）

県名	地区名	地形図名	撮影年月日
岩手	八戸・久慈	久慈	2012年10月
		陸中野田	2012年10月
		階上岳	2012年10月
			2013年4月
			2013年5月
	宮古	宮古	2012年12月
		岩泉	2012年12月
		田老	2012年12月
			2012年12月
		陸中野田	2012年12月
		鮎ヶ崎	2012年12月
	気仙沼	気仙沼	2013年1月
			2013年2月
		綾里	2013年1月
	釜石	とどヶ崎	2012年10月
		大槌	2012年10月
		盛	2012年12月
			2013年1月
		綾里	2012年12月
			2012年12月
		釜石	2012年10月
			2012年11月
			2012年12月
霞露ヶ岳	2012年10月		

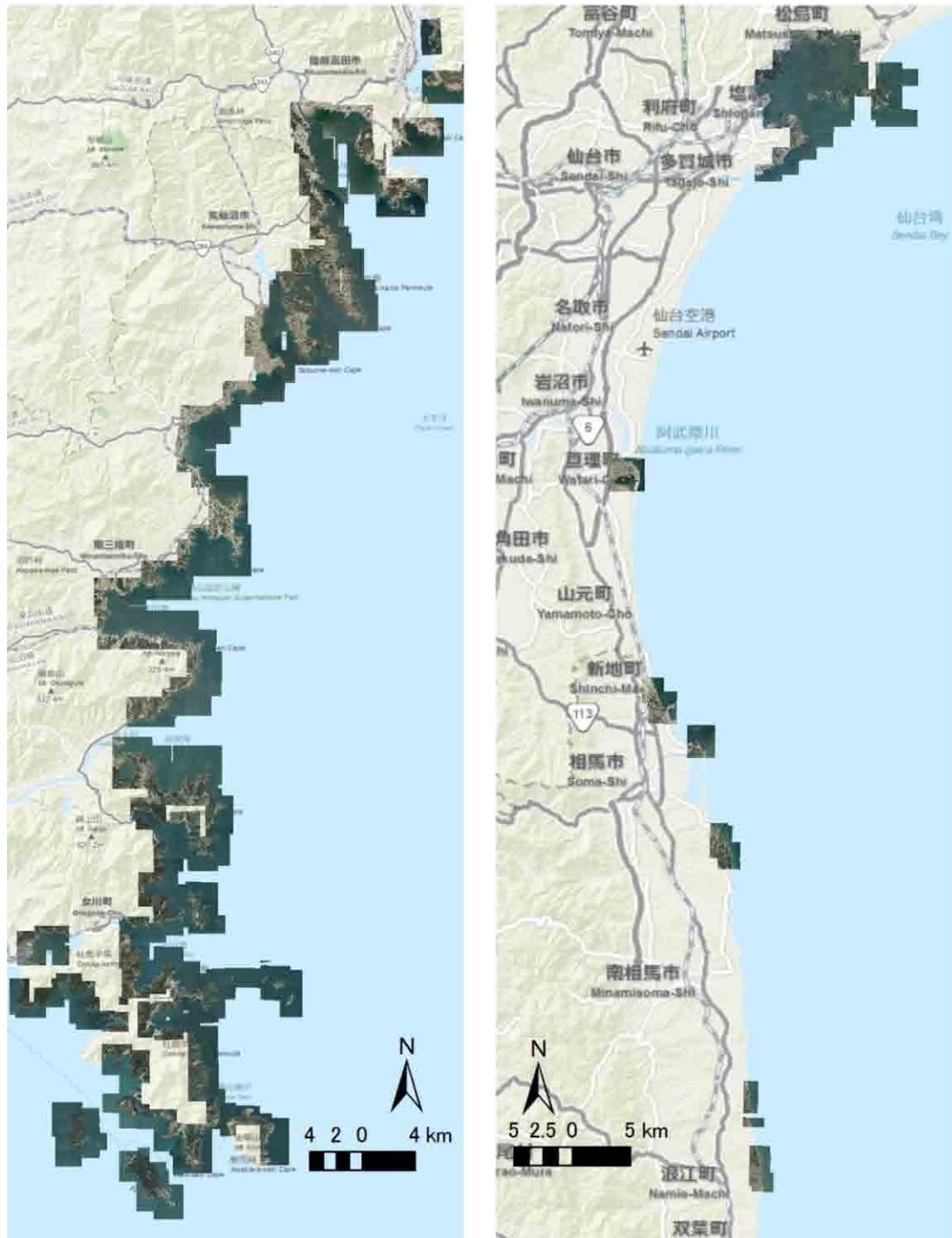
表 6.3(2) 仕様した空中写真（福島・宮城）

県名	地区名	地形図名	撮影年月日
福島	仙台相馬	相馬中村	2012年11月
			2012年12月
		角田	2012年11月
			2013年1月
	南相馬	大甕	2012年10月
			2012年12月
			2012年12月
		磐城富岡	2012年12月
		宮城	仙台相馬
気仙沼	大須		2012年12月
	志津川		2012年12月
	気仙沼		2012年12月
			2013年1月
			2013年2月
	津谷		2012年12月
	登米		2012年12月
石巻	塩竈市		2012年10月
	大須		2013年1月
	寄磯		2012年11月
			2013年1月
	松島		2012年10月
	登米		2012年11月
	石巻		2012年10月
			2012年11月
	金華山		2012年10月
			2012年11月
			2012年11月
			2013年1月



注)「第5回基礎調査」で藻場・アマモ場の分布している地域を空中写真範囲とした

図 6.3 空中写真の取得状況(1)



注) 「第5回基礎調査」で藻場・アマモ場の分布している地域を空中写真範囲とした

図 6.4 空中写真の取得状況(2)

c. 衛星写真

使用した衛星画像（World View2）の緒元を表 6.4 に、取得した衛星画像を図 6.5、図 6.6 に示す。

表 6.4 使用した衛星画像の諸元（World View 2）

打ち上げ	2009年10月8日
軌道高度	770km
パングロマトミックの波長	450-800nm
パングロマトミックの分解能	0.46m（直下視） 0.52m（オフナディア 20度）
マルチスペクトルの波長	コースタル 400-450nm 青 450-510nm 緑 510-580nm 黄 585-625nm 赤 630-690nm レッドエッジ 705-745nm 近赤外 1 770-895nm 近赤外 2 860-1040nm 図 6.5
マルチスペクトルの分解能	1.84m（直下視） 2.07m（オフナディア 20度）
観測幅	17.7km（直下視）



図 6.5 取得した衛星画像（山田湾～船越湾、観測日 2012 年 8 月 24 日）

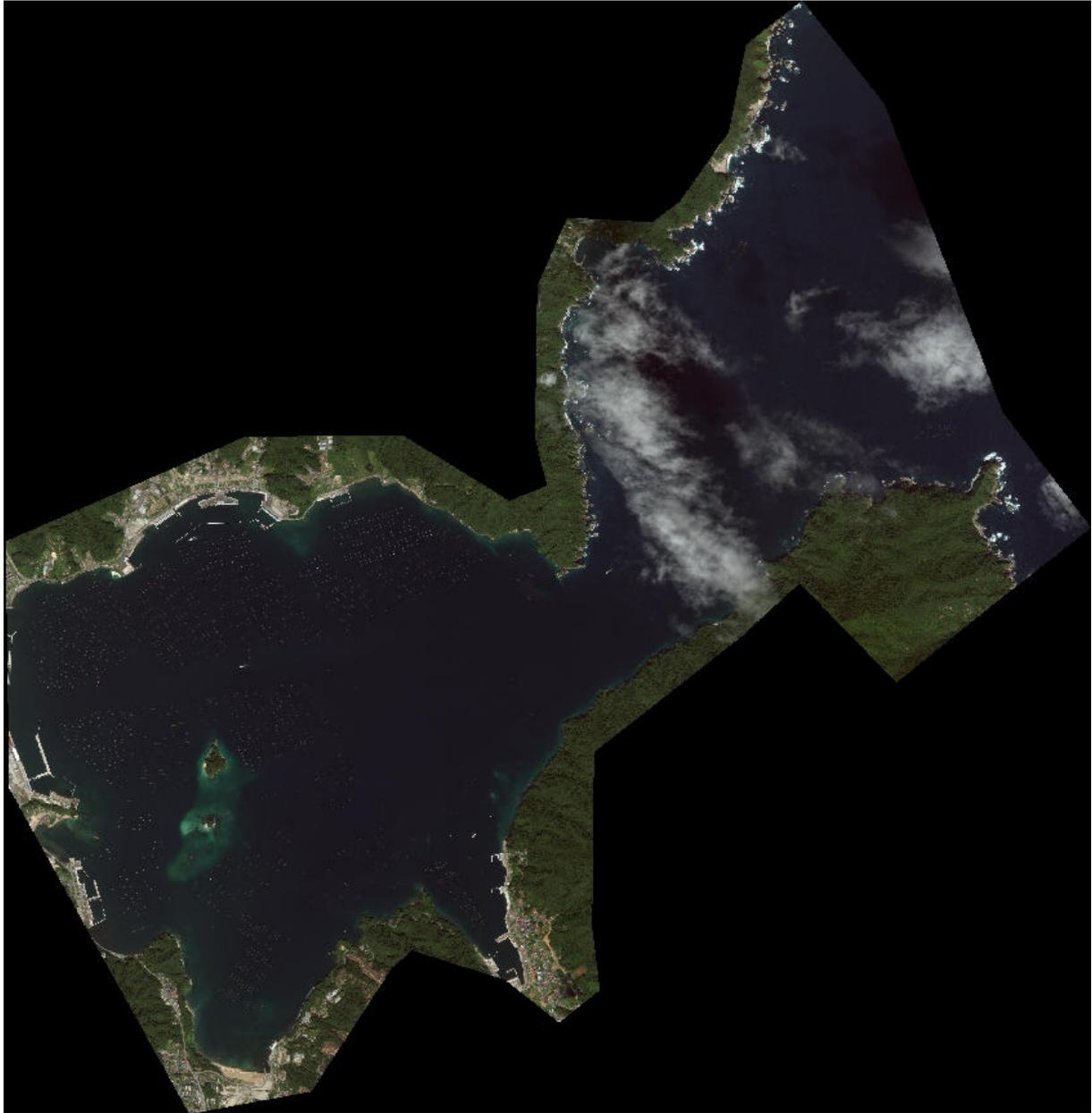


図 6.6 取得した衛星画像（山田湾、観測日 2014 年 9 月 12 日）

(2) 藻場・アマモ場分布図作成方法

a. 解析方針

- 空中写真判読に対し、まとまりを保ったまま省力的に図化するため、オブジェクトベース分類により群落境界の抽出を行い、熟練者の目視判読により藻場・アマモ場の判定を行った。
- 藻場・アマモ場判定に際しては、GIS上で水深影響の補正や既存分布情報等を重ね合わせて属性付与することで、図化の分類精度向上と省力化を図った。
- 衛星画像については、大気・水深影響を補正した画像に対し、オブジェクトベース分類による領域特徴量を用いて機械学習により分類し、生態系監視調査の結果や目視判読結果に対する精度検証を行った。

b. 解析の流れ

1) 空中写真解析

空中写真画像の解析については、以下の流れで行った。

a) 前処理および藻場領域の抽出

- 国土地理院より購入した写真をオルソ補正
- 海岸線・水深データ（M7000 シリーズ）から、水深 30m 以浅の範囲を抽出
- 水深データと RGB の輝度値から近似曲線により水深による減衰を補正
- ヒストグラム補正により藻場領域を強調
- オブジェクトベース分類により領域分割

航空写真または衛星画像にオルソ化処理を施し、海岸線データや海底地形図等を併用して浅海域の抽出を行った。さらに、水深データから画像の RGB に対する水深の減衰やヒストグラムによる藻場領域の強調を行うことで、藻場の視認性を向上したのち、オブジェクトベース分類により領域分割を行った。水深補正は、今回補正画像を目視判読することから、従来の底質指標（Lyzenga, 1978）ではなく、各バンド輝度値を水深データを使用した近似式により直接補正する手法を使用した。検討の結果、今回は決定係数の高かった対数近似を用いた（式 1）。

なお、オブジェクトベース分類は、ピクセル（画素）ベースの画像解析手法と異なり、ある程度の誤差を包含して面（ポリゴン）を抽出する解析手法であるため、過去の藻場分布との比較においても、調査手法の違いをある程度解消可能である。

①水深データを用いた補正アルゴリズム

$$CDN(R,G,B) = k(R,G,B) \cdot \ln(DN) + b(R,G,B) \dots\dots\dots \text{式 1}$$

CDN(R,G,B) : RGB バンドの補正後の輝度値

k(R,G,B) : RGB バンドの消散係数比

DN(R,G,B) : RGB バンドの補正前の輝度値

b(R,G,B) : RGB バンドの補正定数値

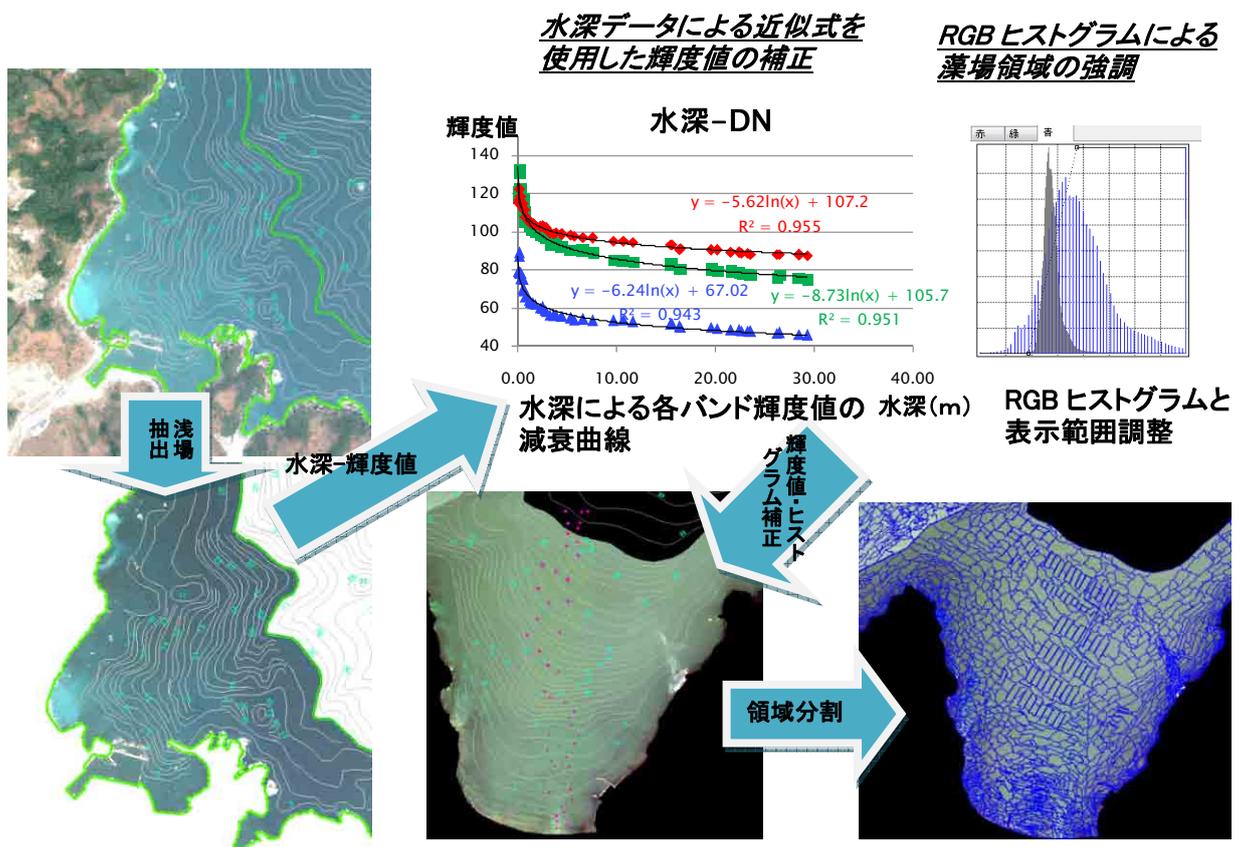


図 6.7 前処理～藻場・アマモ場領域抽出のイメージ（空中写真）

b) 藻場・アマモ場の判定と属性付与

- 補正画像と生態系監視調査結果等から判読キーを作成
- 領域分割画像、判読キー、既往藻場分布情報、水深データ等から総括的に藻場・アマモ場を熟練者が判定
- 他の熟練者による目視、および収集調査資料により分布結果を再度チェック

目視判読は、以下の表 6.5 に示す判読キーを参考に、空中写真や衛星画像を用いた藻場等分布調査の経験を有する技術者により行った。図 2.6.4 に藻場判読の事例を示す。

判読に長けた熟練者でも、例えば砂の中の岩盤をアマモ場と誤分類するなど誤判読が生じている可能性がある。また、藻場範囲について、判読者間で差異が生じる場合もある。そこで、GIS 上にて水深等を補正した画像を領域分割した画像に既存の藻場分布情報や等水深線を重ね合わせて、被度 2 以上の植分に対してそれらの情報から総括的に藻場・アマモ場を判定して属性を入力することで誤判読の軽減を図った。なお、判読段階では、各判読者の技量に応じて藻場・アマモ場からさらにワカメ場、コンブ場等のタイプ区分をおこなった。タイプ区分、もしくは藻場・アマモ場区分が困難な場合は不明とした。最終的に図化する段階で、全体の判読精度等も踏まえてどこまで細分して図化するかを定めることとした。また、チェック・修正にあたっては、属性入力した技術者とは別の技術者が、既存資料の分布情報を参考にして効率的に行った。

表 6.5 藻場・アマモ場判読における判読キーの例

判読キー 藻場タイプ	色 調	き め	生育基盤
アマモ場	緑色と薄茶色の混在	細かく パッチ状	砂泥
岩礫性藻場	褐色	粗い	転石, 岩盤, 礫
	暗褐色	なめらか	
その他の藻場	黄緑色, 緑色	なめらか	転石, 岩盤, 礫, 砂泥
	茶色, こげ茶色	細かい	転石, 岩盤, 礫

【アマモ場】	【アマモ場と岩礫性藻場】	【岩礫性藻場】
		
<ul style="list-style-type: none"> • 色調は薄く, わずかに緑色 • “きめ”は細かい • パッチ状の分布 	<ul style="list-style-type: none"> • うっすらとした色合いのアマモ場とくっきりした暗い色の岩礫性藻場 	<ul style="list-style-type: none"> • 色合いは濃く暗い • 岩礫のパターンと同じ分布 • 岩の間の白い部分は砂質

図 6.8 判読キー作成と藻場・アマモ場判定のイメージ

2) 衛星画像解析

衛星画像の解析については、以下の流れで行った。

ア 前処理および藻場領域の抽出

- 衛星画像を RPC^{注1)}モデルおよび GCP^{注2)}により精密オルソ補正
- 大気モデル（海洋）を使用して大気補正（ENVI FLAASH を使用）
- 海岸線データおよび水深データ（M7000 シリーズ）から、水深 30m 以浅の範囲を抽出
- 水深データと RGB の輝度値から近似曲線により水深による減衰を補正
- ヒストグラム補正により藻場領域を強調

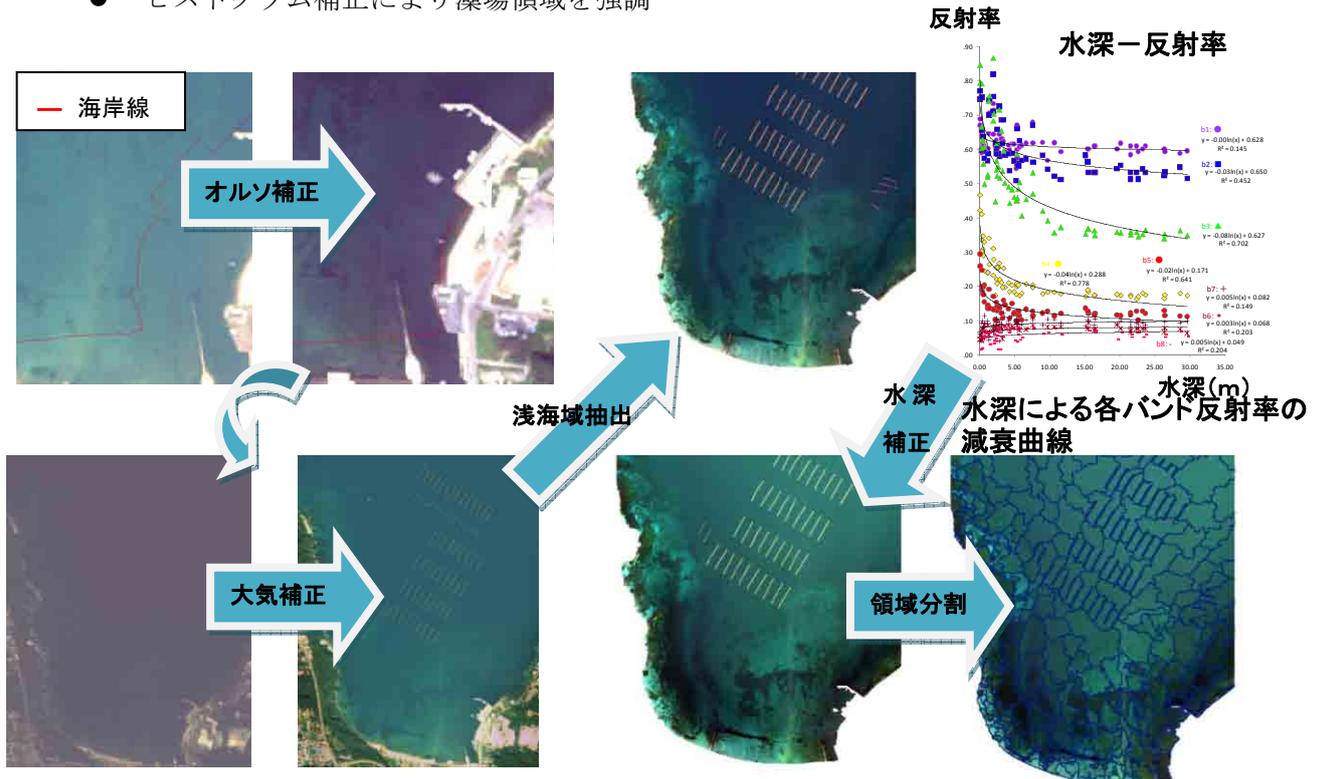


図 6.9 前処理～藻場・アマモ場領域抽出のイメージ（衛星画像）

注 1) Rational Polynomial. Coefficients の略で人工衛星の位置・姿勢・センサタイプから導かれる三次元多項式の分数関数。同モデルにより、衛星画像による高精度なオルソ補正が可能になる。

注 2) Ground Control Point の略で、衛星画像の正確な位置関係を調べるために測定する地上の点

b) 教師データの割り当てと領域特徴量の算出

- 生態系監視調査データを参考に熟練者の判読により教師データを設定
- 分割領域単位で特徴量を算出
- 各区分から箱ひげ図により分類に使用する特徴量を選択

まず、確実に藻場・アマモ場であり、分類（モデリング）の参照用となる領域の選定を「東北地方太平洋沿岸地域生態系監視調査」の調査結果と熟練者による目視判読により行った。

藻場、アマモ場、砂、岩礁などの底質の違いは、画像上の見た目の特徴に表れる。そこでオブジェクトベース分類で抽出した浅海域の個々の領域の特徴量（RGB 平均・標準偏差・歪度・コントラスト・テクスチャ等）を算出した。特徴量は、オブジェクトベースによる植生分類で実績のある表 6.6 の特徴量を用いた。

上記で設定した参照領域について、既往の知見、有識者の助言も踏まえつつ、箱ひげ図等により各区分（藻場・アマモ場・その他浅海域等）の特徴量の傾向整理を行い、分類に有効な特徴量を選定した。

特徴量算出から機械学習による分類のイメージを図 6.10 に示す。

表 6.6 解析に使用した特徴量

No.	特徴量	説明
1	輝度	全レイヤーによる正の整数
2	コントラスト	隣接するピクセルとの平均による差
3	同時生起行列・角2次モーメント	局所的な反射率の平均（非線形）
4	同時生起行列・コントラスト	局所的なコントラスト（非線形）
5	同時生起行列・相関	局所的な線形従属性
6	同時生起行列・異質性	局所的なコントラスト（非線形）
7	同時生起行列・エントロピー	局所的なエントロピー
8	同時生起行列・均一性	局所的な類似度（コントラストの無さ）
9	同時生起行列・平均	存在率を加味した反射率の平均
10	同時生起行列・標準偏差	局所的な標準偏差
11	最大値	最大値
12	最大差	最大輝度値と平均輝度値の差
13	平均値	相加平均値
14	外側縁辺平均値	外側縁辺平均値
15	内側縁辺平均値	内側縁辺平均値
16	最小値	最小値
17	最頻値	最も頻繁に出現する値
18	第2四分位点	50%分位点
19	輝度値割合	レイヤーの輝度値平均に対する輝度値相対値
20	歪度	分布の非対称性
21	隣接ピクセルとの標準偏差	隣接するピクセルとの標準偏差
22	標準偏差	標準偏差

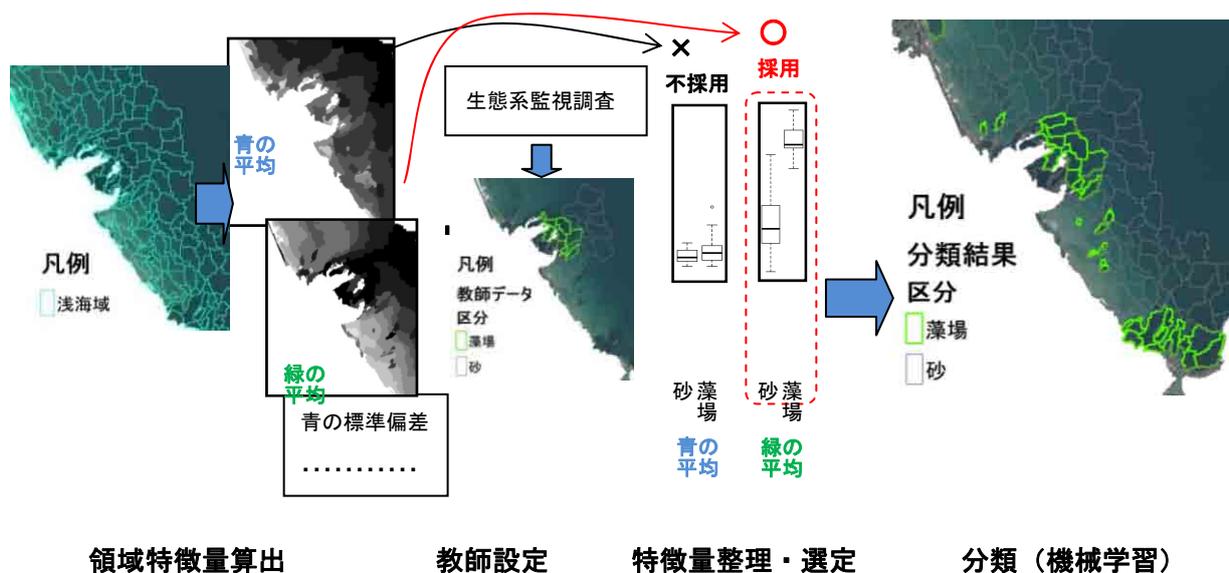


図 6.10 領域特微量算出～分類のイメージ

c) 機械学習による分類と分類妥当性評価

- 算出した領域特微量と教師データから機械学習により分類
- 分類結果に対し、エラーマトリクスおよび目視により妥当性を評価

先に選定した参照領域を教師データとして分類モデルを構築して対象領域の分類を行った。衛星画像は画像ごとに傾向や分類の閾値が異なることから、閾値が変動する場合でもより妥当に分類でき、ノイズの影響を抑えて様々な情報（色や水深）を総合的に捉えられる機械学習の手法を分類手法として採用した。

分類手法として、植生分類で実績のある以下の2つの機械学習による手法を使用した。今回、精度検証が可能な現地データは生態系監視調査の数地点のみであるため、分類精度の検証は困難と判断された。そこで、この2手法の分類結果に対し、生態系監視調査に基づく判読による教師データとの整合性や分類結果による藻場・アマモ場の分布状況から、教師として割り当てた藻場・アマモ場等の局所的な情報が妥当に展開されているかどうかを評価した。

ア K-Nearest Neighbor 法

K-NN 法は、対象となるサンプルに対して、そこからより近いサンプルを k 個選んだ際、ユークリッド距離による類似性を求め、最も多い分類クラスに割り当てる手法である。図 6.11 に KNN 法の概念図を示す。1-NN 法に比べて、サンプル内のノイズに対して誤分類を防ぐことが可能である。しかし、分類性能を向上させるためには、多くのサンプルを学習させる必要があり、膨大な記憶容量が必要となる。

K-NN 法には、eCOGNITION ver.9 を使用した。

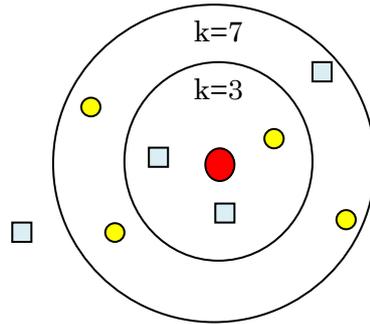


図 6.11 KNN 法 の 概 念 図

イ SVM 法

SVM 法は、線形では分離できない複雑な分布をしているクラスを、超平面を作成することによって非線形に分類する手法である。図 6.12 に SVM 法 の 概 念 図 を 示 す。超平面は、各クラスを分離する平面と、各クラスのデータ間の距離（マージン）が最大となるマージン最大化という制約条件のもとに決定される。このような超平面を探索することは困難であったが、カーネル関数を用いてデータを特徴空間に写像し、その特徴空間上で線形分離することにより、元々は複雑な非線形分類であった各クラスを、線形分類できるようにしたものである。今回はカーネルとして Gaussian Radial Basis Function カーネル (RBF) を用いた。各クラスのスペクトルを x および x' とすると、RBF は式 3 となる。

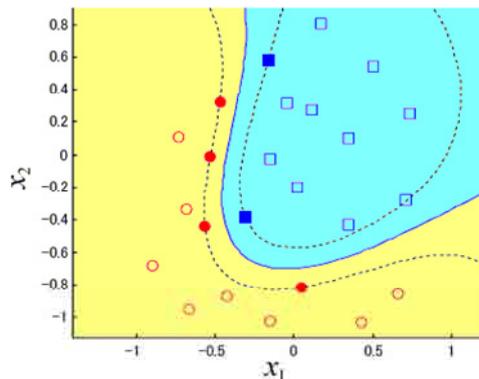


図 6.12 SVM 法 の 概 念 図

$$k(x, x') = \exp(-\sigma \|x - x'\|^2)$$

.....式 3

本業務では、RBF カーネルを用いた ν 分類によって分類した。 ν は、マージン最大化によって超平面を決定する際に、汎化能力を上げるためにあえて無視するトレーニングデータの範囲である。 ν を 0 にし、トレーニングデータを全て考慮して分類モデルを構築すると、複

雑な超平面となり、トレーニングデータの分類はできるものの、汎化能力は低下する。ある程度の ν を設定すると、汎用的な分類モデルを作成する際に不都合なデータを適度に見捨てることができ、汎用性のある分類モデルを構築することができる。本業務では様々な ν を適用し、その結果得られた分類精度が最も良い ν を最適なパラメータとして選択した。なお、RBF カーネルにある σ は、Sequential Minimal Optimization (SMO) によって、最適な σ が選択される。SVM 法には、統計解析ソフト R の Kernlab パッケージを用いた (Karatzoglou et. al., 2004)。

6.3 調査結果

(1) 空中写真に基づく調査結果

a. 各地域における藻場・アマモ場の抽出とタイプ区分推定の状況

空中写真に基づき作成した藻場・アマモ場の分布図を資料編震災後藻場分布図に、地域別での藻場・アマモ場の抽出状況とタイプ区分推定の状況を、図 6.14 に示す。

本調査で対象とした岩手県から福島県北部沿岸の全調査対象海域では、アマモ場 154.4ha、岩礁性藻場 3036.8ha、不明 1264.7ha であった。岩礁性藻場の内訳は、コンブ場 947.5ha、ワカメ場 1418.7ha、ガラモ場 192.8ha、その他 477.7ha であった。

藻場・アマモ場の各地点における抽出事例として、山田湾、船越湾、松川浦の藻場・アマモ場の今回の画像解析と判読を併用した抽出結果と藻場・アマモ場のタイプ区分推定に第5回調査を重ね合わせた図を図 6.14 に示す。

各地点とも第5回基礎調査の結果と比較して、大縮尺での図化がなされている。また、山田湾大島周辺のアマモ場を例として、大縮尺化に伴い新たな藻場・アマモ場が随所で抽出されている。さらに山田湾大島南側で第5回基礎調査ではガラモ場とされている場所を生態系監視調査の結果を踏まえてアマモ場として推定しているなど、分布情報の縮尺やタイプ区分の高精度化が図られている。

しかし、アマモ場の消失が報告されている松島では、水の濁りのため、深い場所でのアマモ場の視認が困難になっている。また、事前の現地調査等の結果から、たとえば山田湾最奥のアマモ場とされているところでもワカメやガラモが優占している場所がある。今回、現地調査データが極めて限られていること、また特に岩礁性藻場については、複数の優占種が生育し、大局的に見て〇〇場という判断が難しい場合も多いことを考慮すると、最終的な区分としてはアマモ場・岩礁性藻場の2区分にとどめることを今後検討する必要がある。

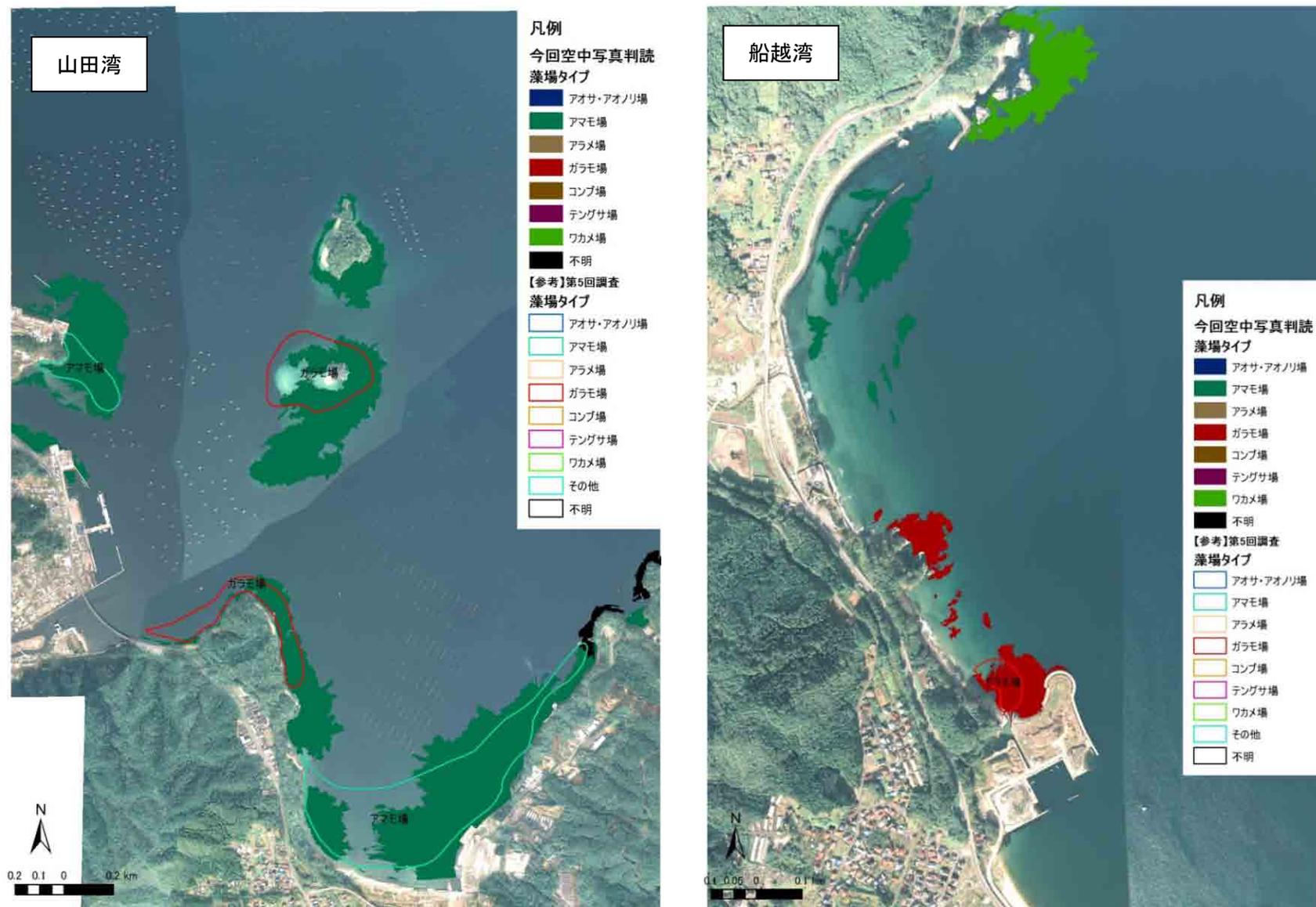


図 6.13 藻場・アマモ場抽出状況とタイプ区分推定（山田湾、船越湾）

沿岸別の藻場分布の特徴は以下のとおりである。沿岸ごとの藻場分布概況を図 6.15～図 6.19 に示す。

1) 三陸北沿岸（青森・岩手県境～宮古市とどヶ先：震災後藻場分布図-岩手-1-～岩手-11）

三陸北沿岸の地形は、海岸線には大きな湾入はなく海食崖が続き、陸域は海生段丘が発達している。浅海域は、三陸南沿岸のリアス海岸と比べると緩やかな海底地形で海岸線付近に平磯が分布する場所が多く、ウニ、アワビなどの磯根水産資源の漁場として利用されている。

a) 岩礁性藻場

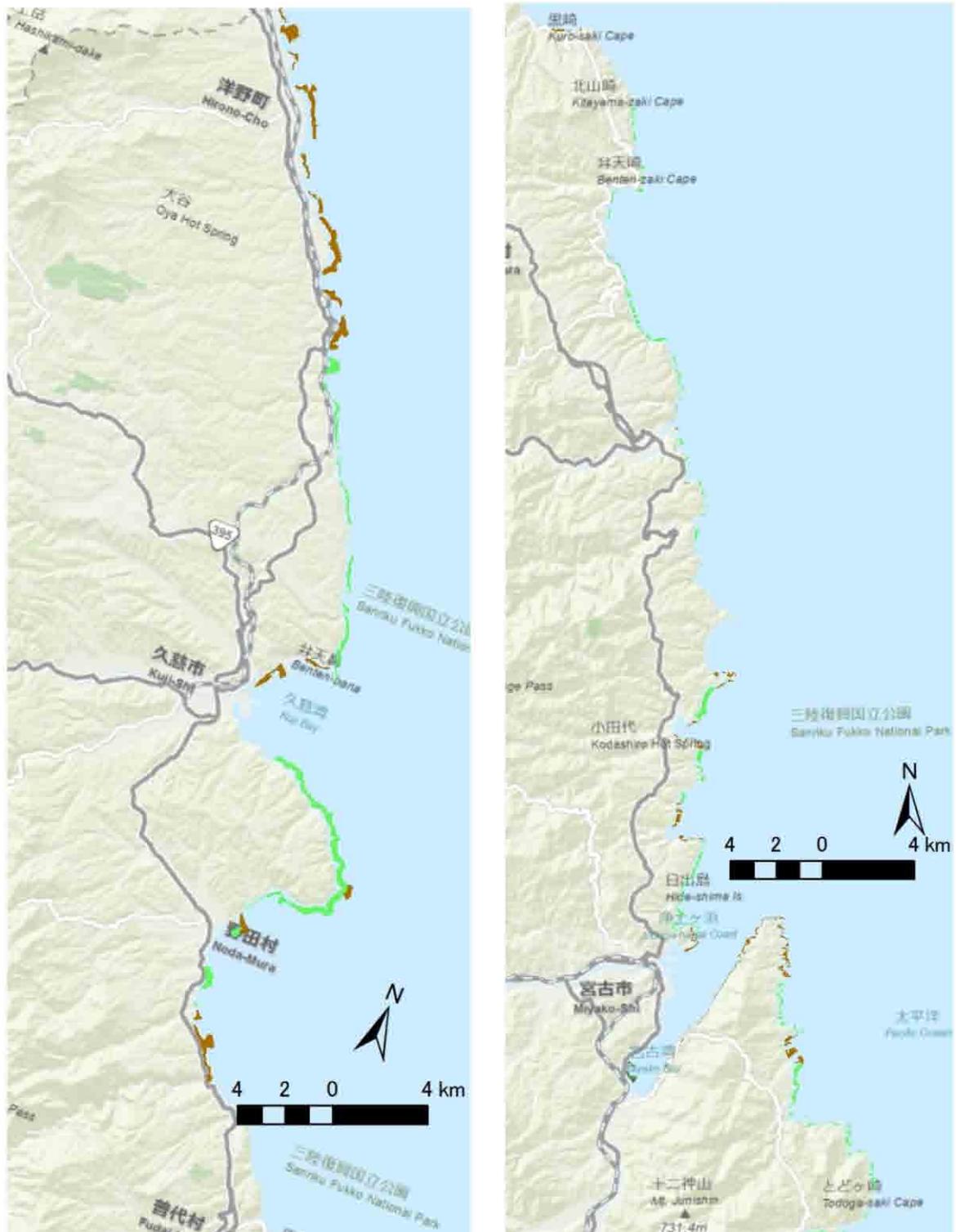
岩礁性藻場がほとんどで、上述のように比較的地形勾配が緩やかな岩礁が分布するため、藻場も岸沖方向に幅を有する分布を呈している。本調査解析結果では「不明」を除くとコンブ場またはワカメ場が、ほぼ沿岸全域で認められたが、岩手県水産技術センター(2013) (i) などによると、コンブ類とワカメなどの大型褐藻は季節により同じ場所で繁茂するとされ、秋季～冬季はホソメコンブを中心とする「コンブ場」であり、コンブ類が枯死した後にワカメが繁茂する「ワカメ場」となるとの報告がある。また、大型褐藻類はコンブ類が優占するが、ウガノモク、フシスジモクやアカモクといったホンダワラ類も混生する。

b) アマモ場

砂泥域に分布するアマモ場は、宮古湾奥部で局所的に確認されている。

宮古湾奥部には被災前よりアマモ場が発達することが知られており、国土交通省国土技術政策総合研究所 (ii) や独法) 水産総合研究センター東北区水産研究所 (iii) ほかによる震災後の調査 (2011 年～2012 年) によると、アマモ類は被災直後の 2011 年は湾奥部にわずかに点生する程度であったが、2012 年になると、高浜～金浜地先、小堀内地先にアマモ場が回復し、湾東岸の葉の木浜や大田浜地先にも規模は小さいものの、アマモ場の分布が確認されている。

本調査で宮古湾奥部のアマモ場の抽出が局所的であったのは、撮影時に宮古湾奥部の濁りが目立ち、これにより抽出できなかつた可能性が大きいと考えられる。



藻場タイプ

- | | | | |
|--|---|--|--|
| アオサ・アオリ場 | アマモ場 | アラメ場 | ガラモ場 |
| コブ場 | テングサ場 | ワカメ場 | 不明 |

図 6.15 沿岸ごとの藻場分布概況（三陸北沿岸）

2) 三陸南沿岸（宮古市とどヶ崎～石巻市渡波地先：震災後藻場分布図-岩手-12～宮城 17)

深く湾入するリアス海岸であり、個々の湾奥陸部には扇状地性の地形が発達し、その地先に砂浜が分布することが多い。湾側部や湾外の岩礁海岸は急深な地形となっており、浅海域は発達しない。湾内は静穏な海域であるため、ワカメ、カキ、ホタテ、ホヤなどの多様な養殖場として利用されている。

a) 岩礁性藻場

岩礁性藻場は、外海に面した岩礁海岸や深く湾入する湾側岸に分布するが、急深な海底地形を反映し、岸沖方向の分布幅は狭く、海岸線に貼りつくような分布が特徴である。

本調査解析結果では、沿岸の北端から綾里湾付近までは、コンブ場とワカメ場が大半であるが、山田湾、船越湾、両石湾、吉浜湾、越喜来湾、綾里湾の一部に「不明」と「ガラモ場」の分布がみとめられた。

碁石海岸から門之浜湾、広田湾以南にはアラメ場がみられるようになる。

宮城県沿岸に入ると「不明」が多くなるが、震災前の調査報告 (iv) を参照すると、褐藻のアラメ、ワカメ、コンブ類、ホンダワラ類（アカモク、エゾノネジモクなど）が主体となっているものと考えられる。「不明」を除くと、アラメ場の分布が多く、広田湾の一部、本吉湾大谷・天ヶ沢地先、志津川湾内岩礁域、女川湾から牡鹿半島の太平洋岸にみられる。また、本吉湾付近、五部浦湾、鮫浦湾、牡鹿半島西岸の小湊浜付近、田代島では、ガラモ場の分布が認められた。

b) アマモ場

本調査解析結果では、山田湾、船越湾奥部で認められたのみであった。

第 5 回基礎調査によると、アマモ場は、岩手県沿岸では、山田湾、唐丹湾、大船渡湾、広田湾、宮城県沿岸では、志津川湾、鮫浦湾に分布するとされる。震災後に行われたアマモに関する調査報告 (v,vi,vii,viii) や有識者ヒアリング結果によると、第 5 回基礎調査に示された分布の他、岩手県沿岸では、船越湾、大槌湾、越喜来湾においてアマモ類の分布が報告されている。しかし、震災後に行われた調査報告では、アマモ類の分布を面的に報告している事例は、岩手県により行われた広田湾奥部における調査 (ix) などに限られている。宮城県沿岸の震災後に行われている調査報告では、志津川湾では、震災直後にはアマモ類の分布は極端に減少したが、2012 年の調査 (x) ではタチアマモの密生やアマモの生育が確認されており、回復している様子がうかがえる。また、牡鹿半島東岸における調査 (xi) では、2011 年 8 月にはアマモ類は草体がわずかに残存する程度であったが、2012 年 1 月には実生の生育（被度：<5%）が認められ、2013 年 1 月には若干とはなるが群落の広がりが見られることが報告されている。

以上のように、本調査解析結果では震災後にアマモ類が分布することが報告されている海域のうち、一部の抽出に留まった。これは、本調査解析で用いた写真はアマモ類が震災による被害から十分に回復していない 2012 年の秋季から冬季に撮影されたものであり、写真上で十分に確認できる程度の生育がなかったことによる可能性がある。



藻場タイプ

- | | | | |
|--|---|--|--|
| アオサ・アオリ場 | アマモ場 | アラメ場 | ガラモ場 |
| コブ場 | テングサ場 | ワカメ場 | 不明 |

図 6.16 沿岸ごとの藻場分布概況（三陸南沿岸 1）



藻場タイプ

- | | | | |
|--|---|--|--|
| アオサ・アオリ場 | アマモ場 | アラメ場 | ガラモ場 |
| コンブ場 | テングサ場 | ワカメ場 | 不明 |

図 6.17 沿岸ごとの藻場分布概況（三陸南沿岸 2）

3) 仙台湾沿岸・福島沿岸北部（石巻市渡波・万石浦～相馬市松川浦：震災後藻場分布図-宮城-18～福島-1）

弓状の長大な砂浜を主体に多島海景観の内湾、潟湖、大河川の河口部などを擁する複合的な地形を持つ沿岸である。外海に面した砂浜が大半を占めるが、万石浦、広浦、鳥の海、松川浦などの潟湖、松島湾を中心とした島嶼群に岩礁がみられる。

a) 岩礁性藻場

岩礁海岸は松島湾内の浦戸諸島の外海側、七ヶ浜町地先の一部、相馬港周辺の一部に限られるため、岩礁性藻場の分布はこれら岩礁域に限られる。浦戸諸島の太平洋に面した岩礁や七ヶ浜町地先の岩礁ではガラモ場、アラメ場、ワカメ場が、相馬港周辺の岩礁ではアラメ場が認められている。

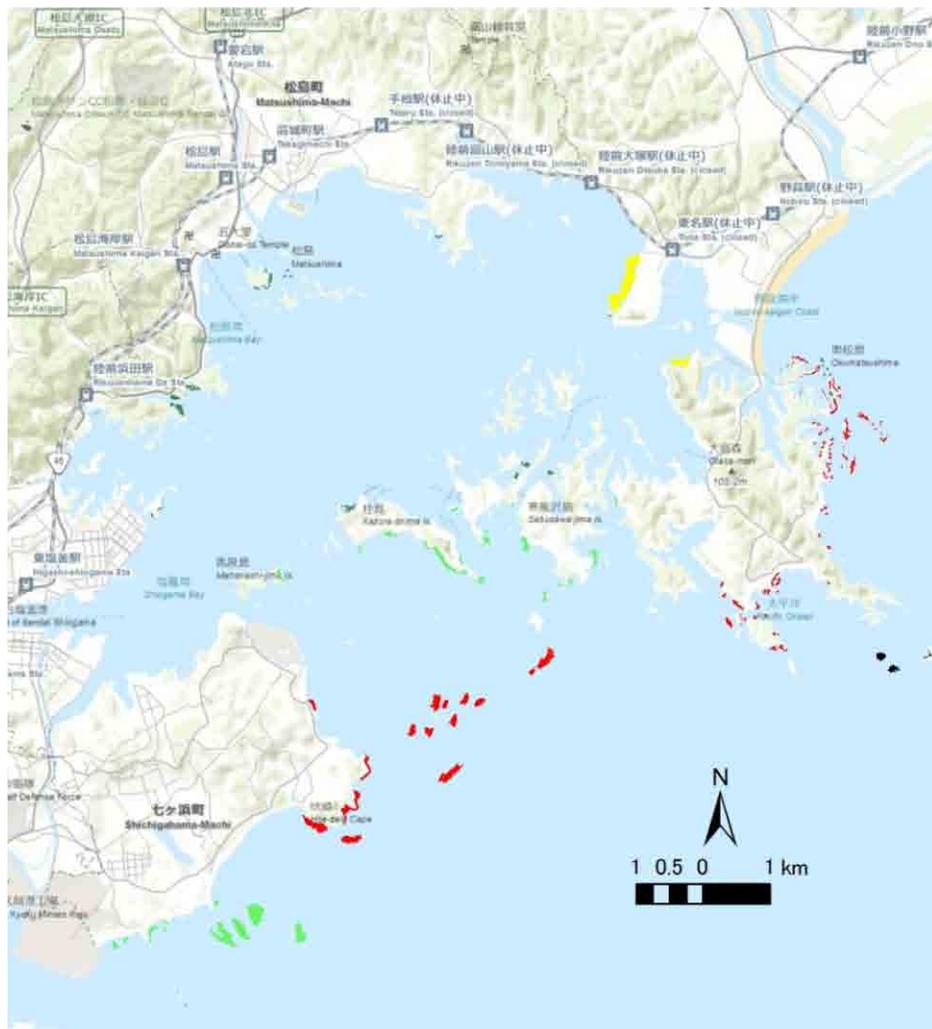
第 5 回基礎調査によると、浦戸諸島の太平洋に面した岩礁では、ガラモ場やワカメ場、あるいは「不明」とされる藻場の分布が多く示されているが、本調査解析結果の分布域は極狭い分布に限られている。

b) アマモ場

本調査解析結果では、松島湾奥部の数カ所、松川浦でアマモ場が認められた。

第 5 回基礎調査によると、万石浦の一部、松島湾内の広い範囲、鳥の海にアマモ場が分布したとされている。震災後の調査では万石浦、松島湾でアマモ類の生育が報告されているが、被災によりアマモ場は大きな打撃をうけているとされている。特に、松島湾では、湾内の半分近くに分布していたとされるアマモ場がほとんど消失し、2012 年 5 月時点で浦戸諸島の島影に数 10m から 350m 程度の小さな群落が残るのみであった^{xii}。また、本調査におけるヒアリング結果によると松川浦では、震災直後は壊滅状態であったとされるが、北部では回復傾向にあるとの結果が得られている。

本調査解析により得られたアマモ場は、規模の小さなものがわずかに認められただけであり、また、上述した震災後調査結果との整合も十分でなかった。これは、2012 年時点ではアマモ場の回復が十分でなく、空中写真に写るだけの規模や密度の群落を形成していなかったこと、松島湾など水の濁りによりアマモ場の視認が困難だったことに起因する可能性がある。



藻場タイプ

- アオサ・アオリ場
- アマモ場
- アラメ場
- ガラモ場
- コブ場
- テングサ場
- ワカメ場
- 不明

図 6.18 沿岸ごとの藻場分布概況（仙台湾沿岸）



藻場タイプ

- アオサ・アオリ場
- アマモ場
- アラメ場
- ガラモ場
- コブ場
- テングサ場
- ワカメ場
- 不明

図 6.19 沿岸ごとの藻場分布概況（福島北沿岸）

b. 自治体（県、市町村）別、海岸区分別の藻場・アマモ場の分布

岩礁性藻場・アマモ場について、各自治体別での今回の面積集計結果を図 6.21 に、第 5 回基礎調査での面積集計結果を図 6.21 に、海岸区分別での面積集計結果を図 6.22 に示す。面積集計結果と資料編：震災後の藻場分布図を見比べて場合、今回調査では気仙沼湾、大島、唐桑半島周辺で多くの藻場（タイプ不明）が確認された気仙沼市、牡鹿半島や追波湾周辺でコンブ場、ワカメ場、ガラモ場などが確認されている石巻市、志津川湾にアラメ場等の岩礁性藻場が広く分布している南三陸町などの藻場・アマモ場の面積が多い。また、宮古湾、大船渡湾、久慈湾、釜石湾などのワカメ場、コンブ場を主体とする宮古市、大船渡市、久慈市、釜石市も岩礁性藻場の面積が多くなっている。

一方、アマモ場については、山田湾を有する山田町、志津川湾を有する南三陸町、松川浦を有する相馬市など、ごく限られた市町村でまとまった面積が確認されている。

今回調査は画像解析を用いてより大縮尺な図化が行われているため、第 5 回基礎調査との単純比較は困難である。しかし、相対的な面積比較をした場合、岩礁性藻場は第 5 回基礎調査、今回調査ともに三陸沿岸（岩手県）で安定的に確認されており、各市町村間で分布状況も整合している。一方、第 5 回基礎調査で確認されていた陸前高田市の広田湾や松島町の松島湾のアマモ場が今回調査では局所的な確認にとどまっているが、これは a. 各地域における藻場・アマモ場の抽出とタイプ区分推定の状況で述べたように、震災影響に併せ空中写真の濁り等も関与していると推察された。

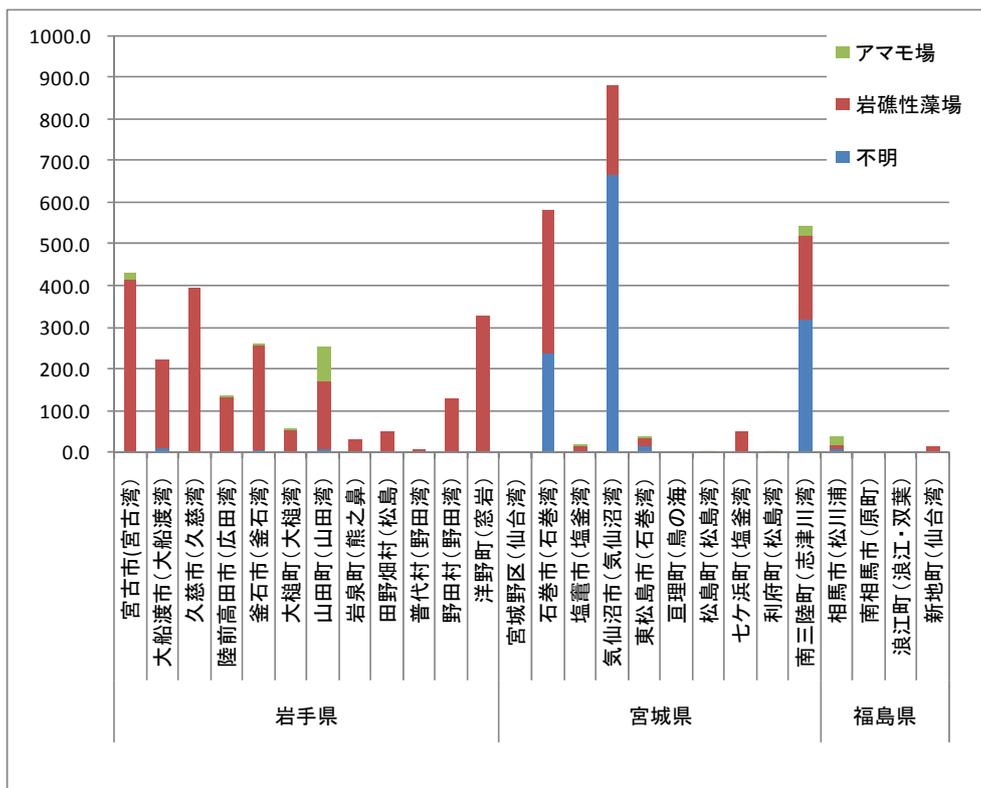


図 6.20 市町村（主要湾・浦）別藻場・アマモ場面積

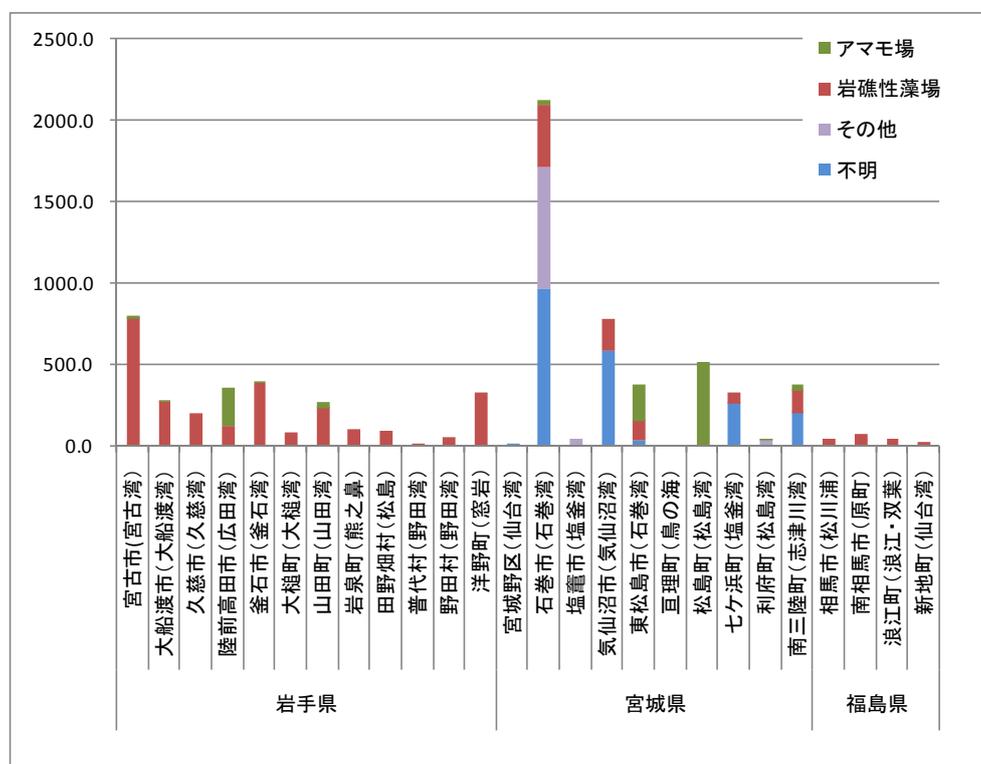


図 6.21 【参考】第5回基礎調査 市町村（主要湾・浦）別藻場・アマモ場面積

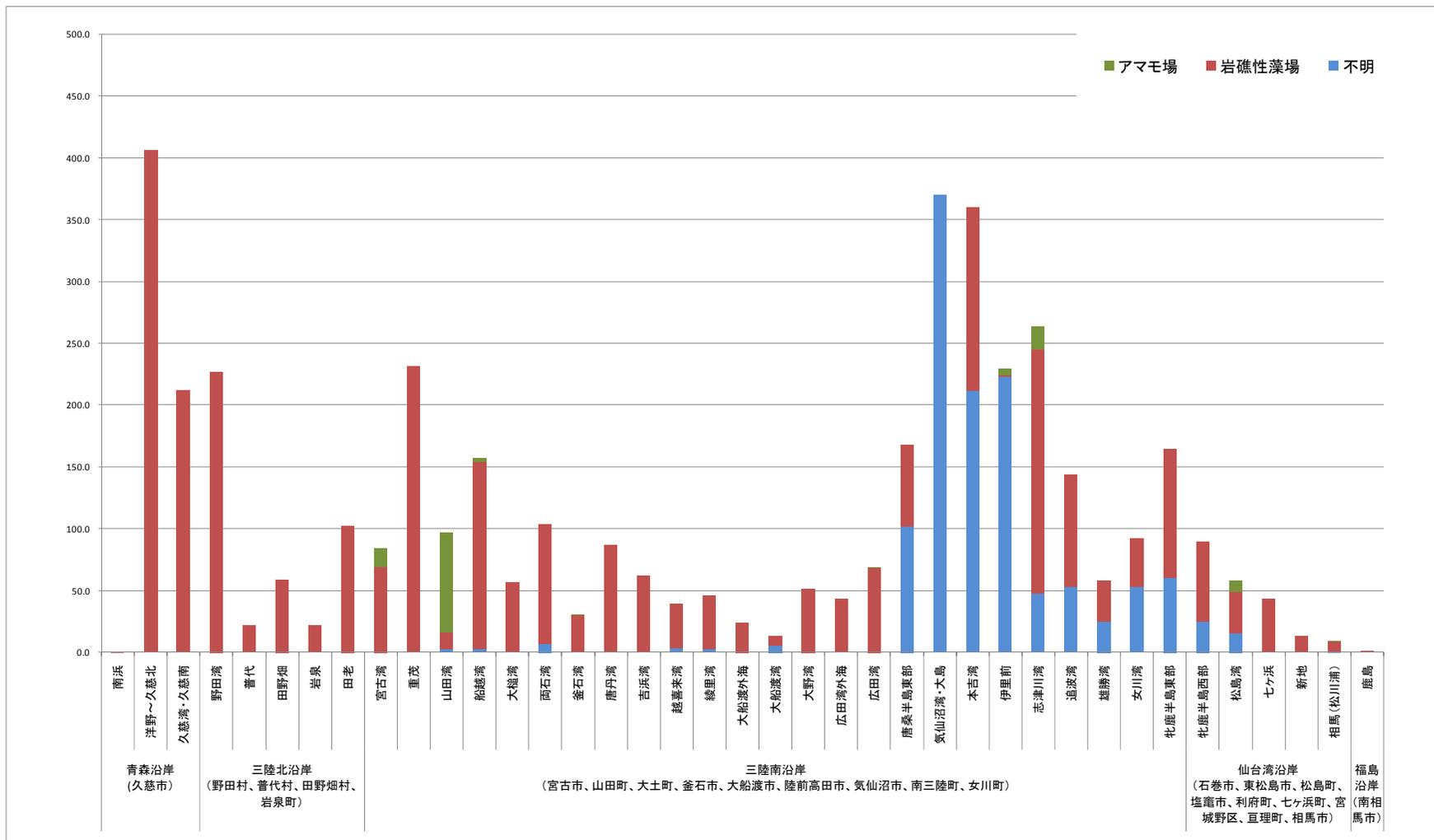


図 6.22 海岸区別藻場・アマモ場面積

c. 藻場・アマモ場の残存数による第5回基礎調査結果との比較

今回、第5回基礎調査と比較して大縮尺での図化がなされていることから、第5回調査との単純な面積比較は困難である。一方、第5回基礎調査で藻場・アマモ場として抽出されている個々の植分内に今回も継続して藻場・アマモ場が残存しているかの把握は、藻場・アマモ場への震災影響を推察する上で有効と思われる。今回調査で残存している藻場数を図 6.23 に、アマモ場数を図 6.24 に示す。

岩礁性藻場については、どの市町村も概ね 8 割～9 割程度残存しているのに対し、アマモ場については、第5回基礎調査結果で個数が少ない市町村では残存率が高いものの、第5回基礎調査結果で個数が多い市町村では残存率が 2 割～5 割程度と低くなっていた。

アマモについては海底の砂泥ごと持ち去られる可能性が考えられ、ヒアリングも加味すると、松島町の松島湾など震災の影響が表れている地点もある。しかしながら、前述したように写真の撮影時期や水の濁り等により抽出できなかった地域がある可能性もあると思われる。

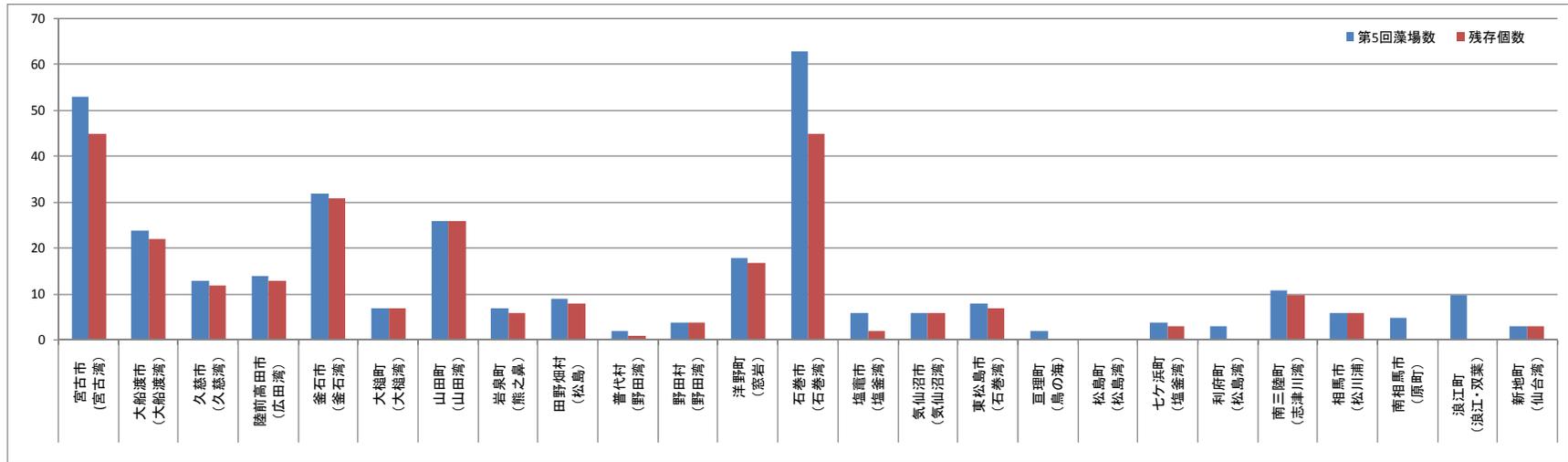


図 6.23 第5回基礎調査からの藻場残存数

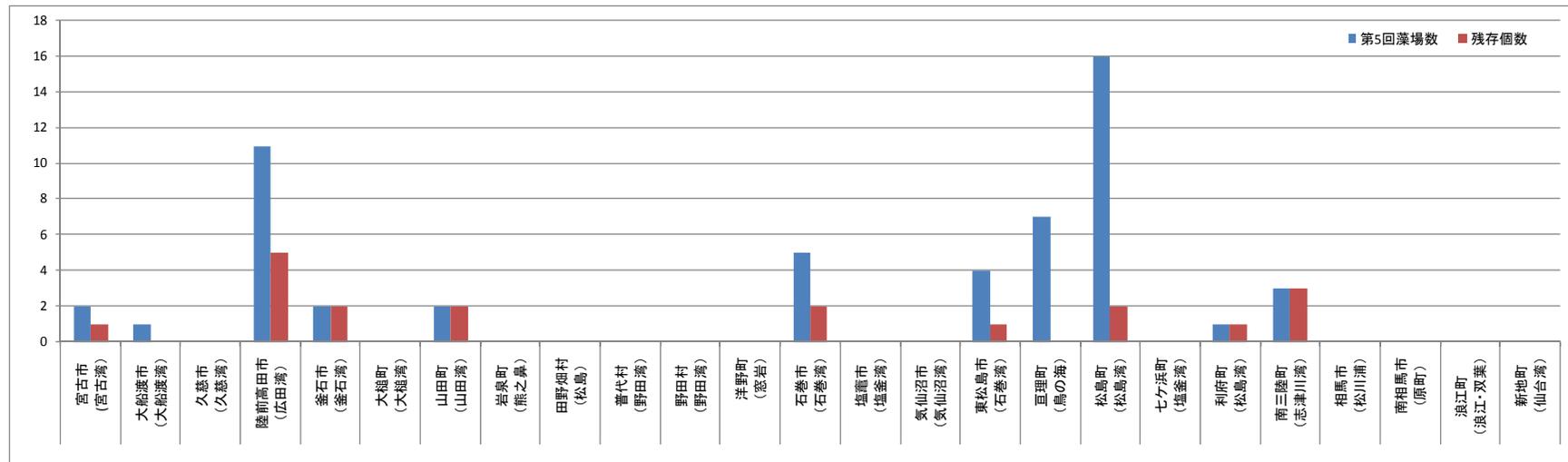


図 6.24 第5回基礎調査からのアマモ場残存数

d. 本調査における岩礁性藻場・アマモ場分布解析結果のまとめ

以上、本調査における岩礁性藻場・アマモ場分布の解析結果を概観した。

岩礁性藻場については、各地域で調査を行っている研究者などへのヒアリング結果によると、分布範囲は概ね妥当なものと評価されている。一方、藻場タイプ（優占種）については、「a. 各地域における藻場・アマモ場の抽出とタイプ区分の推定状況」に記述したように、タイプ区分が十分にできておらず、岩礁性藻場のほとんどがコンブ類やワカメとされる三陸北沿岸ではある程度の確からしさがあるが、三陸南沿岸では画像解析や判読では十分に判別できない「不明」の藻場が多くなっており、藻場のタイプ区分が十分にできているとは言い難い。

また、アマモ場については、震災後に行われた各種現地調査により報告されているアマモ類の分布域を本調査解析結果では十分に抽出できていない。この要因としては、アマモ場が内湾奥部に分布するため、宮古湾の事例のように濁りにより分布を抽出できなかつたり、震災によりアマモ場が流失した後に回復傾向にあるアマモ場もあるが、2012年時点では規模あるいは密度が十分に回復していない、もしくは写真撮影時期がアマモ類の繁茂期にあたっていないため、アマモ場として抽出できていない可能性がある。

(2) 衛星画像に基づく調査結果

a. 画像の前処理と領域分割の状況

今回、画像反射率の水深補正について、図 6.25 に示すように従来の指数近似より対数近似の方が水深による減衰をより高精度で推定できたため、対数近似による水深補正を実施した。

山田湾の画像（2012年8月24日）について、衛星画像の前処理画像、および領域分割画像を図 6.26 に示す。

オルソ補正により正しい位置での藻場抽出がなされ、大気補正、水深補正が施されることで浅場の藻場・アマモ場がより適切に領域区分されやすくなっており、かつ深場が藻場・アマモ場として誤分類されないように浅場の砂地と同様になるよう、色調補正されている。

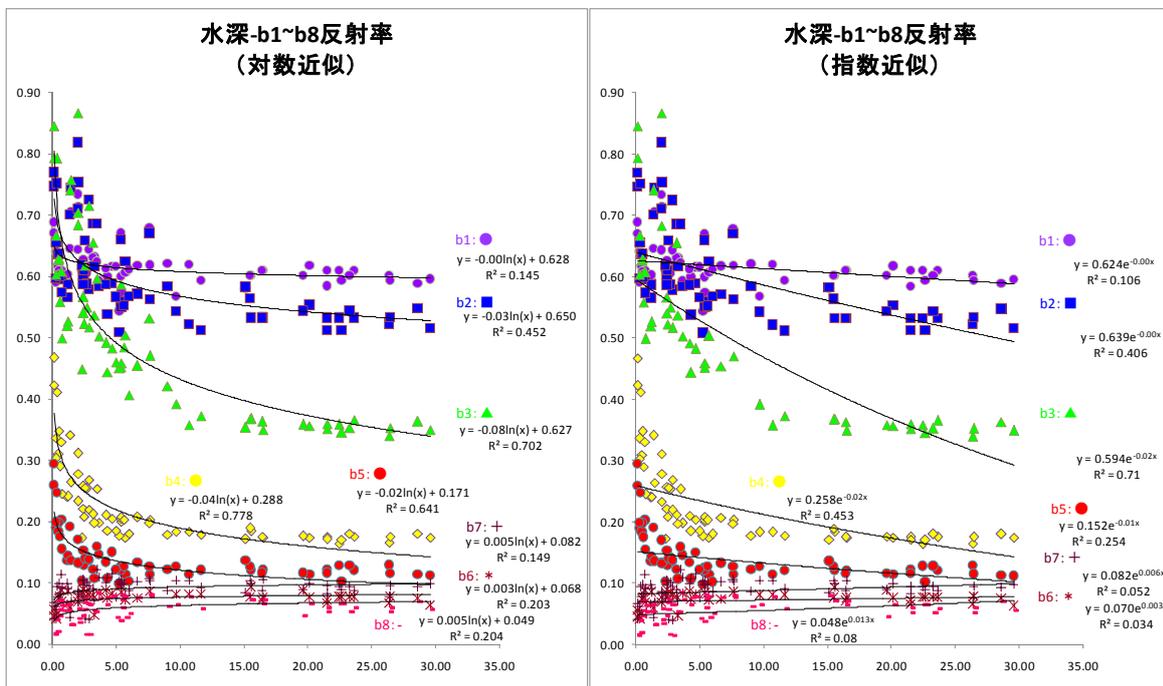
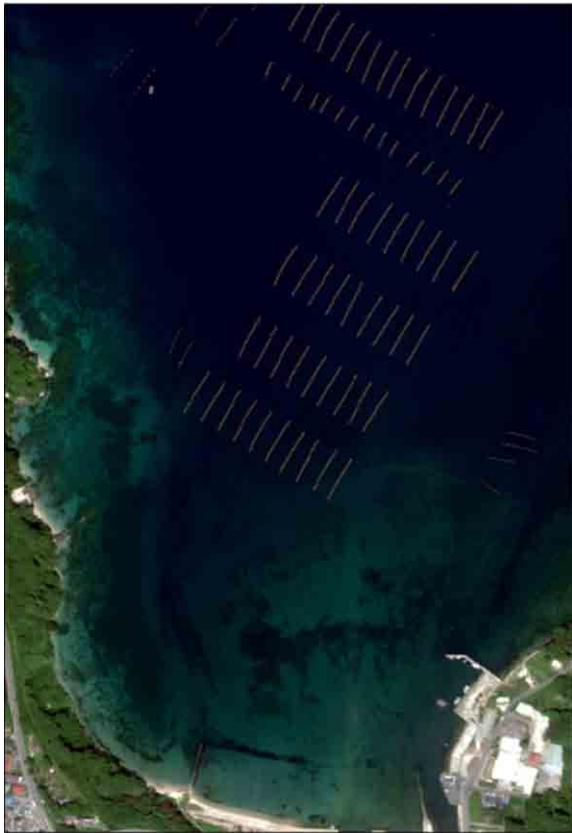


図 6.25 水深による各バンドの減衰曲線（左：対数近似、右：指数近似）

オルソ補正画像



大気補正画像



水深補正画像



領域分割画像

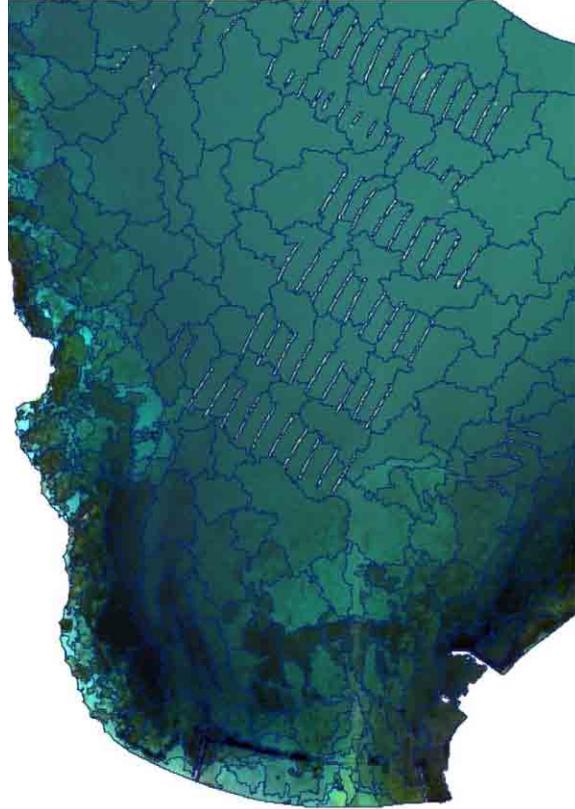


図 6.26 衛星画像の前処理と領域分割

b. 画像の前処理と領域分割の状況

生態系監視調査結果と空中写真判読結果から、藻場タイプ、砂浜、深場について、分類モデル構築用に確度の高い領域を参照領域として選定した。参照領域の設定状況と空中写真による分布図を図 6.28～図 6.29 に示す。さらに設定した参照領域の領域特徴量から、箱ひげ図を作成し、分類に有効と思われる特徴量を整理した。整理した箱ひげ図を図 6.27 に示す。

箱ひげ図の結果から、バンドではバンド1（紫）、バンド3（緑）、バンド6（レッドエッジ）が、特徴量では砂地の抽出にバンド1の平均と輝度値割合、バンド6のモードが、アマモ場の抽出にバンド6の平均と50%分位点が、コンブ場と深場の抽出に最大差（全バンド）が、ワカメ場の抽出にバンド1の平均とバンド6のモードが有効であることが推定された。

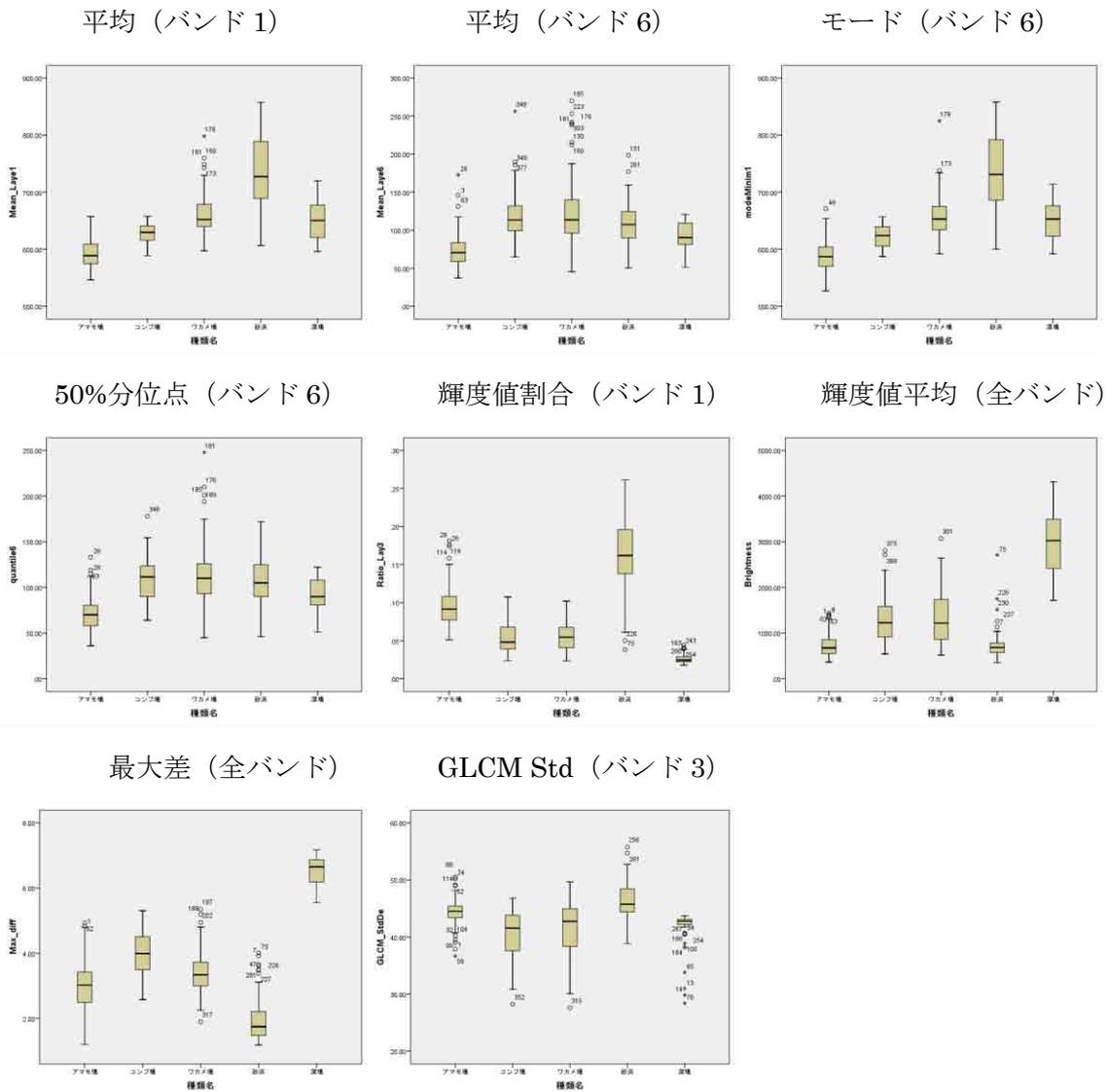


図 6.27 分類に有効と思われる特徴量

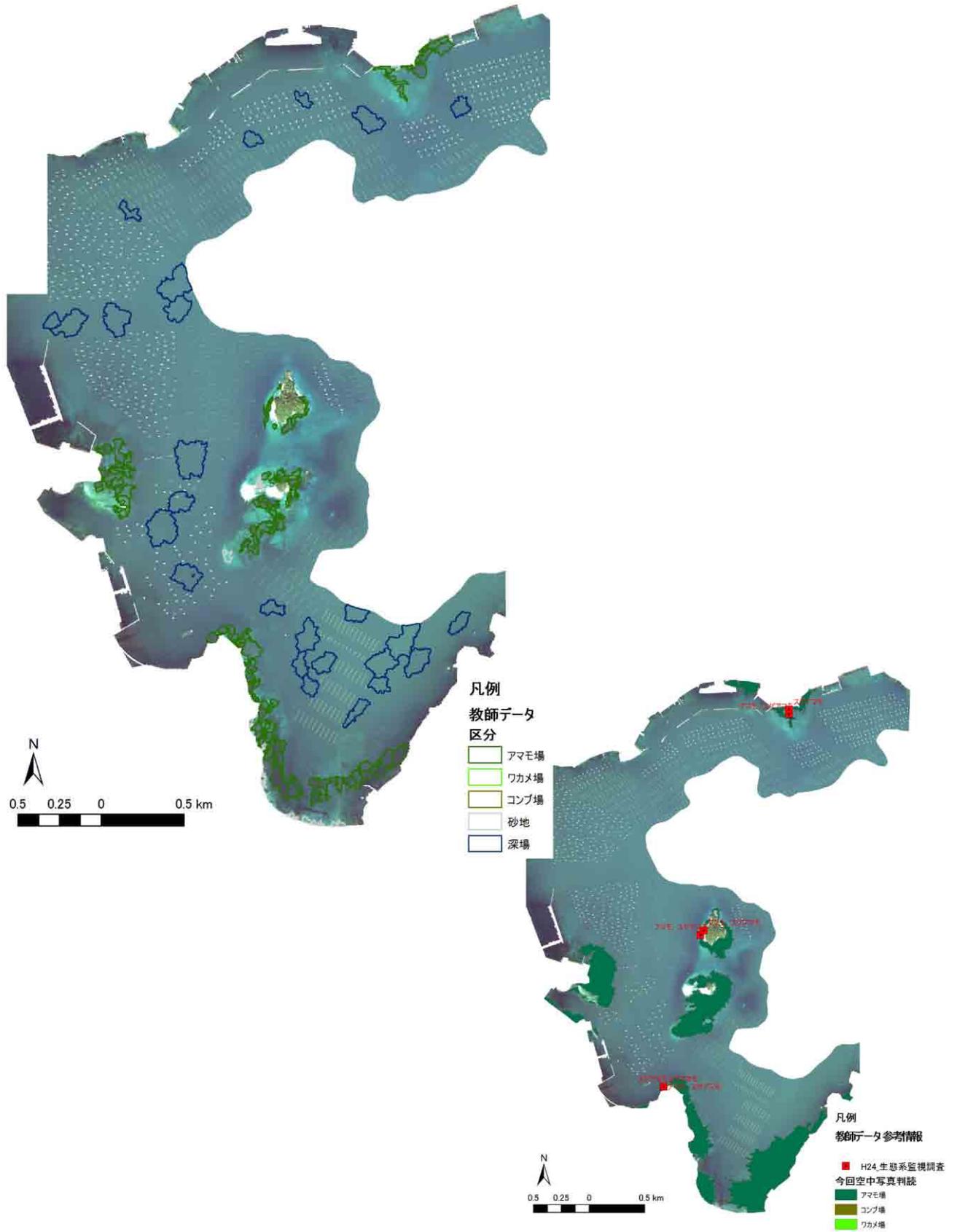


図 6.28 教師データの設定状況（左上）と参考情報（右下）（山田湾）

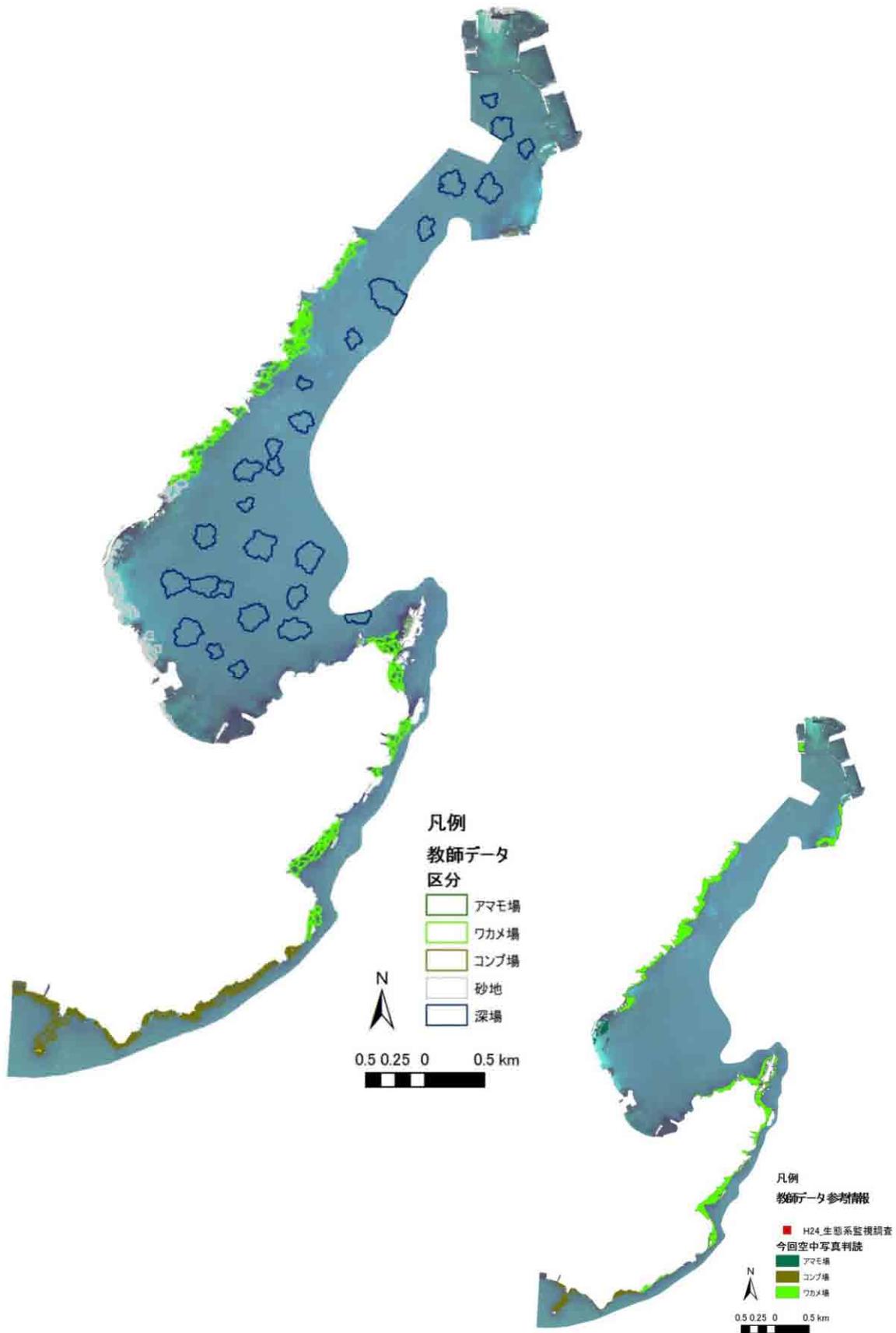


図 6.29 教師データの設定状況（左上）と参考情報（右下）（船越湾）

c. 機械学習による分類結果

1) 広域的なマッピングの分類結果と妥当性評価

バンド1~6による平均値を使用したSVMによる分類結果を表6.7、図6.30に、K-NNによる分類結果を表6.8、図6.31に示す。分類精度表での全体精度はいずれも9割を超えており、空中写真による分布図ともよく整合している。よって、平均値のみでも、質の高い現地データがあれば、局所的な情報から面的展開が可能であり、また空中写真判読結果と概ね整合のとれた藻場・アマモ場のマッピングが可能であることが示唆された。

表 6.7 SVM 法による分類精度表(ha)

分類結果 群落区分名	サンプル群落番号					計	ユーザ精度 注1)
	1	2	3	4	5		
1 アマモ場	2632.8	0.0	88.0	9.9	92.0	2823	0.933
2 ワカメ場	0.0	2278.4	11.0	0.0	504.5	2794	0.816
3 コンブ場	0.0	137.0	1150.9	0.0	0.0	1288	0.894
4 砂地	0.0	0.0	0.0	1090.1	0.0	1090	1.000
5 深場	0.0	169.4	0.0	0.0	10023.2	10193	0.983
計	2632.76	2584.77	1249.85	1100.06	10619.7	18187	
プロデューサ精度注2)	1.000	0.881	0.921	0.991	0.944		
全体精度							0.944
K係数注3)							0.910

表 6.8 K-NN 法による分類精度表(ha)

分類結果 群落区分名	教師データ群落番号					計	ユーザ精度 注1)
	1	2	3	4	5		
1 アマモ場	2401.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2401	1.000
2 ワカメ場	0.0	2534.7	37.5	0.0	0.0	2572	0.985
3 コンブ場	0.0	0.0	1032.9	0.0	0.0	1033	1.000
4 砂地	54.8	0.0	0.0	947.1	0.0	1002	0.945
5 深場	0.0	0.0	0.0	0.0	10619.7	10620	1.000
計	2455.88	2534.73	1070.36	947.07	10619.7	17628	
プロデューサ精度注2)	0.978	1.000	0.965	1.000	1.000		
全体精度							0.995
K係数注3)							0.991

注 1) 画像分類結果の精度評価指標の一つ。エラーマトリックスにおいて、検証データに対して、分類画像上で同じカテゴリに分類されている画素数の割合。

注 2) ユーザ精度。画像分類結果の精度評価指標の一つ。エラーマトリックスにおいて、分類結果に対して、検証データで同じカテゴリに区分されている画素数の割合。

注 3) 一致が偶然生じる確率を考慮し、それを除外して、さらに厳しく判断結果の信頼性を評価した統計量。一般的には、このカッパ係数が 0.75 以上になる場合に、その(符号化・評定後の)データは十分に信頼のおけるものと判定される。

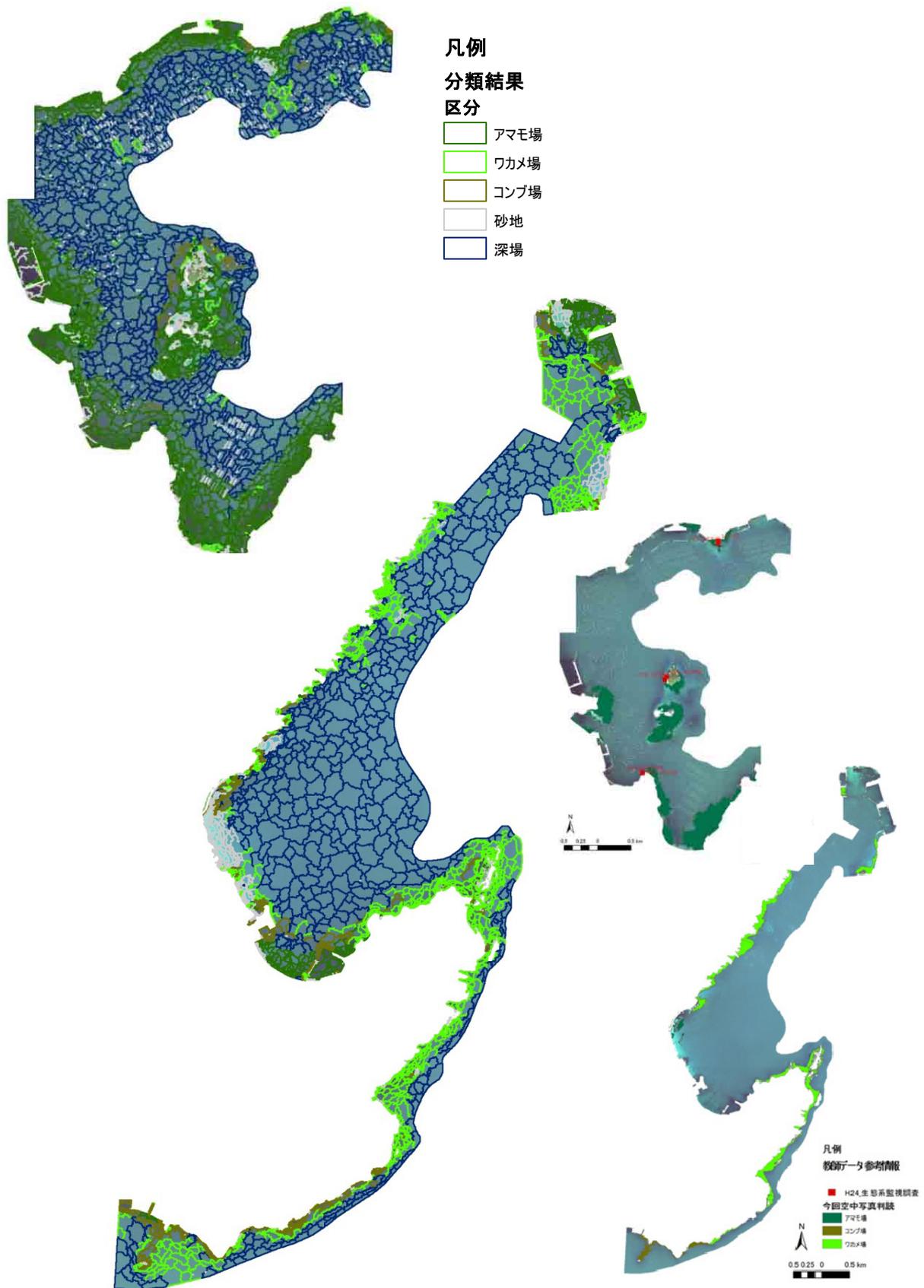


図 6.30 SVM 法による分類結果（左）と空中写真分布図（右）

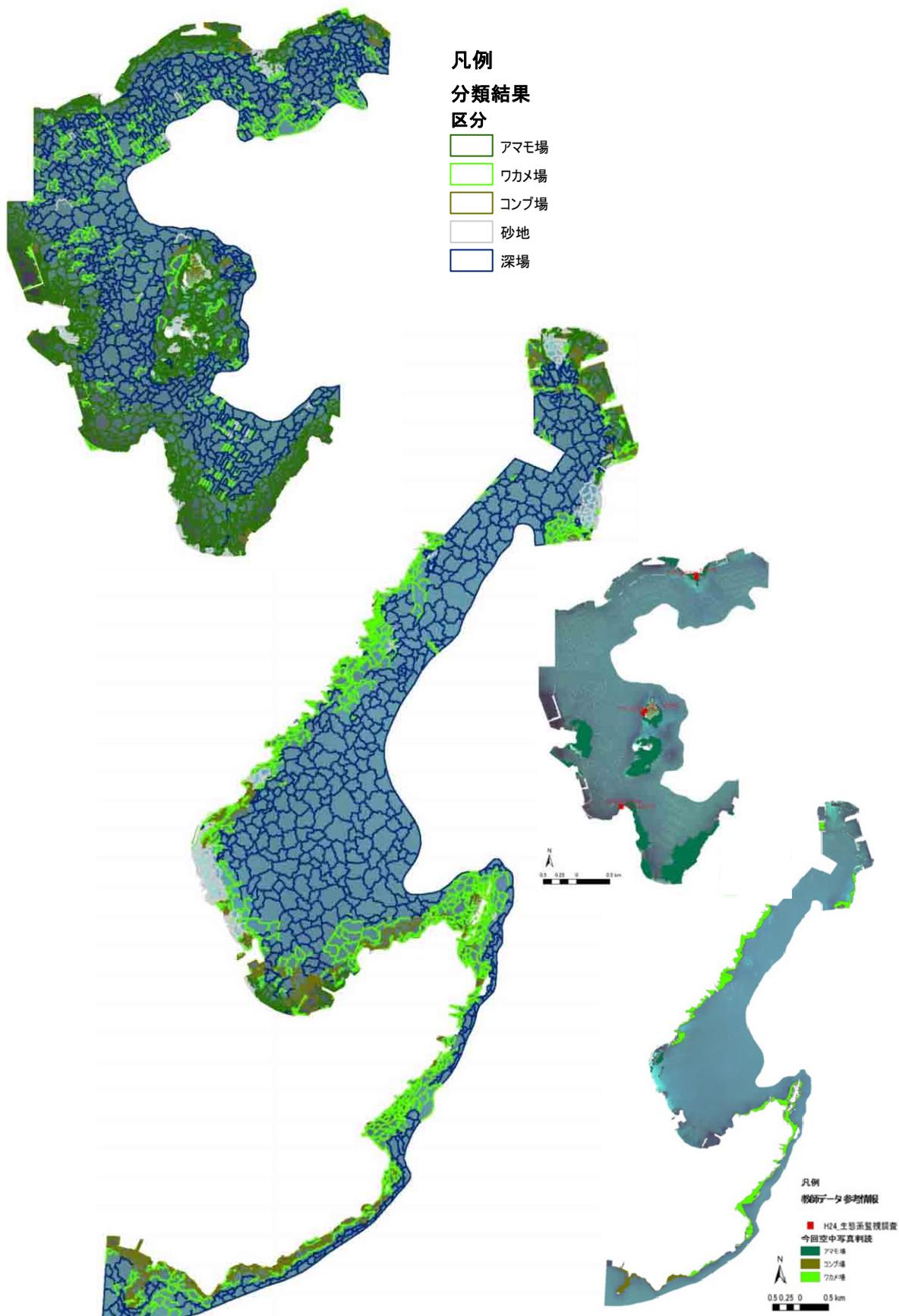


図 6.31 K-NN 法による分類結果（左）と空中写真分布図（右）

2) 局所的な藻場・アマモ場モニタリングとしての活用可能性

山田湾の2012年8月、および2014年9月の画像から、K-NN法により藻場・アマモ場を抽出した結果を図6.32に示す。青丸で示すように、藻場・アマモ場の拡大（回復）状況が把握できている一方、赤丸の部分について、被度が高いところと低いところも等しく藻場・アマモ場として認識されていることから、画像解析による局所的な藻場・アマモ場モニタリングに際しては、今回のような藻場・アマモ場であるかの判定のみならず、藻やアマモの被度の推定が今後の課題として挙げられる。

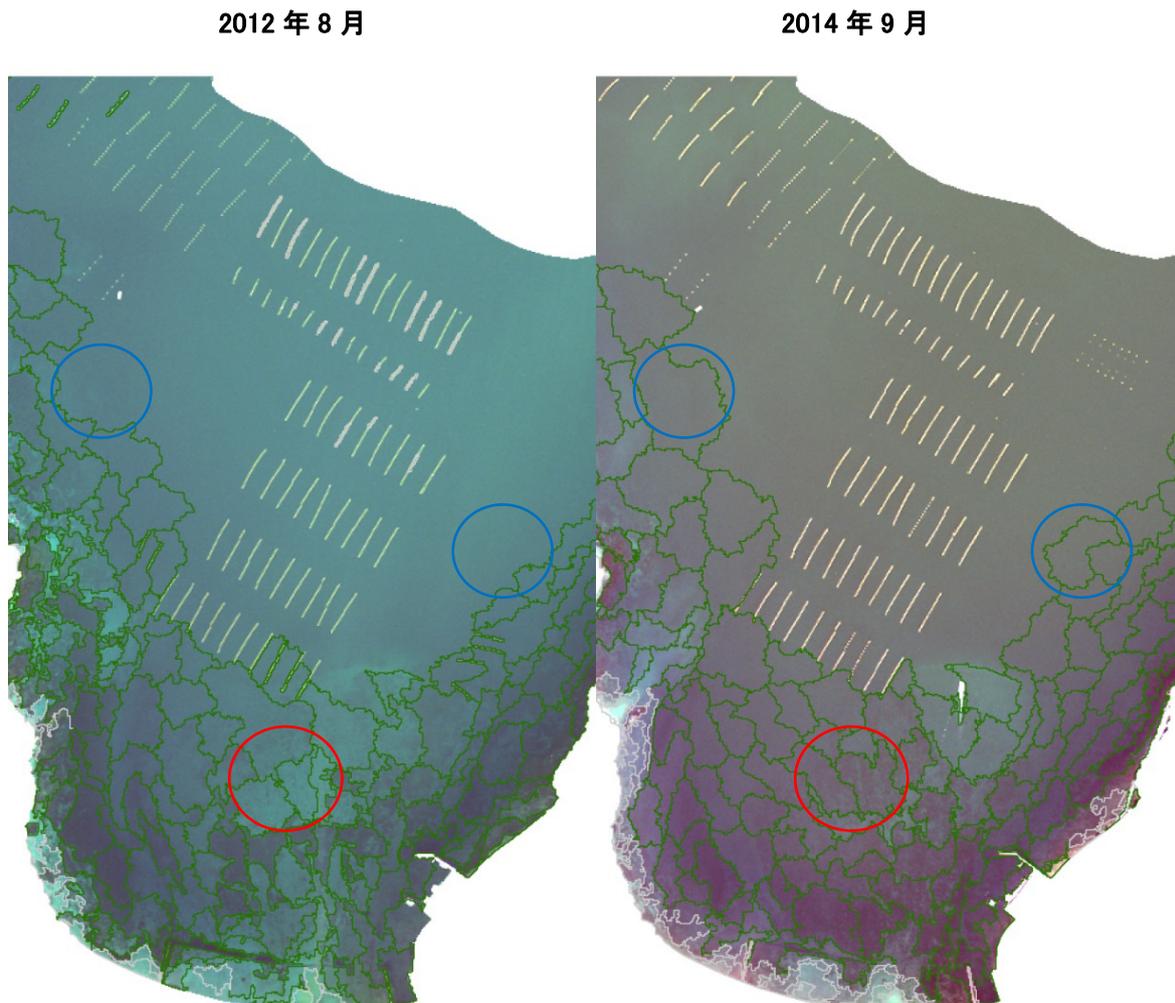


図 6.32 K-NNによる藻場・アマモ場の抽出結果

6.4 考察

(1) 第5回自然環境保全基礎調査による藻場／アマモ場分布との比較

今回調査において、藻場・アマモ場の分布に関し、第5回基礎調査と比較して、大縮尺での詳細な分布情報が得られた。岩礁性藻場については、ヒアリング結果との照らし合わせにより、震災後の分布状況について概ね妥当な情報が得られたと判断された。また、図化縮尺が異なるため、第5回基礎調査との厳密な比較は困難であるが、第5回基礎調査結果と今回調査結果の群落面積の相対的な面積比較やヒアリング状況から、岩礁性藻場については対象全域において震災前後で大きく変化はしていないと考えられた。

一方、アマモ場については、空中写真の透明度の高い山田湾などでその詳細な分布情報が得られたが、撮影時期が冬であるため、その分布範囲が必ずしも妥当でない可能性がある。また、空中写真の水の濁りが強い松島湾等では、既往の報告にあるように実際にアマモ場が消失しているのか、それとも視認できていないのかの判断が難しい。

その他、コンブ場とワカメ場の深さによる棲み分けや季の入れ替わりなど、陸上植生と同様ハビタットの違いや季節で優占種が異なる場合もあり、単純に〇〇場といった区分が必ずしも妥当でないという識者の指摘もある。

従って、定量的な藻場・アマモ場のモニタリングにあたっては、図化の縮尺や画像解析手法等を統一するとともに、藻場・アマモ場のフェノロジー（植物季節消長）や水の濁る時期を考慮した画像の撮影時期・撮影条件の設定とそれに沿った画像の取得が非常に重要になる。

(2) 空中写真と衛星画像による藻場・アマモ場の抽出結果の比較

空中写真については、先に述べた画像の撮影時期、撮影条件が異なるため、藻場・アマモ場の視認性の向上と植分の領域抽出の自動化を画像処理により行い、群落同定は目視で行うといった形が妥当であった。一方、衛星画像は1シーンの広さやバンド数の多さから、観測条件がよい高分解能衛星画像と質・量が担保された現地データがあれば、画像解析により植分の境界の抽出のみならず、群落同定も定量的基準に基づいて行える可能性が示唆された。

よって、藻場・アマモ場の分布の経年変化を把握するには、過去のシーンについては今回使用した World View2 以外の高分解能衛星も視野に入れて、アーカイブを広く探して最適な画像を取得する。さらに、現在のシーンについては事前に十分なヒアリングやアーカイブ画像による予備解析を行ったうえで新規観測により最適な高分解能衛星画像を取得し、各関係機関所有のデータも含め十分な量・質の現地データを収集することで、高精度かつ省力的な藻場・アマモ場のモニタリングが可能になると推察された。

6.5 今後の課題

今年度、国土地理院の最新の空中写真を用いて解析した結果、有識者ヒアリングでは「ある程度の確からしさ」で震災後の藻場・アマモ場の分布が整理できた。今後はこの分布データを公表することで東北沿岸の藻場・アマモ場を知る関係者からさらに多くの分布や内容に関する情報のフィードバックをいただくことを期待したい。特にアマモ場については、使用した画像は必ずしも最繁茂期ではないことから、報告後のフィードバック意見が重要である。

今回の作図手法は、空中写真をもとに、オルソ化、オブジェクト分類、水深マスク（過去調査とあわせる）、画像強調という解析プロセスとこれまでの経験知による画像判読を組み合わせた手法であるが、現在のところ広域的には「現地の状況」に最も近い情報を取得できる方法であると考えた。今後、手法についてもブラッシュアップが必要であるが、海況の悪い東北地方での試行であった点も考慮して評価を待ちたい。

衛星（World View 2）についても画像解析を試行し、数値上の検証を行い、相応の作図が可能であることがわかった。ただし、藻場・アマモ場分布情報の「真値」の多くを写真判読結果に依存していることに留意が必要である。今回ヒアリングで多くの識者から指摘があったように、藻場・アマモ場の状況は年ごとに大きく変化することがあり、解析の参考にする教師データは十分慎重に選定する必要がある。この上で、過去の良好な状況の画像、適切な教師データの存在という条件がそろえば、衛星情報を的確に解析することで過去の藻場・アマモ場の分布を再現するという展望もでてくると考えられる。

なお、ヒアリングでも第5回基礎調査海辺調査の分布データは、作成時期、ポリゴンの広がりについて課題があげられており、震災影響評価の観点からも更新が望ましい。

6.6 参考文献

- ⁱ 岩手県水産技術センター（2013）：(1)津波によるアワビ、ウニ等磯根資源への影響に関する研究。平成25年度岩手県水産技術センター年報、p.43-52
- ⁱⁱ 岡田他（2013）：宮古湾における停電およびアマモのモニタリング結果。国土技術政策総合研究所資料 No.752
- ⁱⁱⁱ 独法）水産総合研究センター：岩手県宮古湾と宮城県内湾におけるアマモ場と仔稚魚の実態、およびその回復状況の把握。HP
- ^{iv} 押野他（2011）：宮城県北部岩礁域における藻場とキタムラサキウニの分布態様。宮城水産研報、第11号、p.44-64 など
- ^v 本調査ヒアリング結果（2015年3月16日、北海道大学仲岡雅浩教授）
- ^{vi} 小松他（2011）：船越湾および大槌湾の海藻藻場に及ぼした津波の影響に関する研究
- ^{vii} 環境省（株）プレック研究所：平成24年度 東日本大震災による東北地方太平洋沿岸地域自然環境情報点検等業務報告書。
- ^{viii} 加戸隆介（2012）：越喜来湾崎浜岸壁および大船渡湾上平岸壁における震災前後の生物相の変化。北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同セミナー「岩手県南部海域における海洋環境の現状調査」に関する成果報告会資料
- ^{ix} 岩手県水産技術センター（2013）：(2)広田湾におけるアマモ場の回復状況の把握。平成24

年度岩手県水産技術センター年報、p.112-113

^x 東京大学大気海洋研究所・(公財)環日本海環境協力センター(2014):「志津川湾藻場復元支援マップ」

^{xi} 玉置・村岡(2013):東日本大震災による藻場・干潟生態系の攪乱とその後の回復過程. 環境技術、Vol.42(9)、p.558-563

^{xii} 国土交通省・松島湾アマモ場再生会議(2012):松島湾の環境の現状と再生に向けた課題. 第2回松島湾の海域環境復興を考える検討会資料-3

7. 有識者ヒアリング

本業務の植生調査、特定植物群落の調査、重点地区調査、藻場・アマモ場調査については、有識者に、調査地点、調査・解析手法、とりまとめ内容、特定植物群落では群落の現状、藻場・アマモ場分布調査では分布の確認、その他関連する情報等についてヒアリングを行った。

植生調査と特定植物群落の調査の有識者ヒアリング結果をそれぞれ表 7.1、表 7.2 に、重点地区調査については表 7.3 に、藻場・アマモ場分布調査は表 7.4 及び表 7.5 に示す。

表 7.1(1) 植生調査に関わる有識者ヒアリング結果

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
①原 慶太郎 （東京情報大学 総合情報学部）	2014年7月4日 15:00～17:30 於：東京情報大学総 合情報センター ※業務全体説明と あわせて実施	<ul style="list-style-type: none"> • Rapid Eye による衛星画像の差分解析は、変化箇所の抽出において、手法としては効率的でよいと思う。 • 現地調査データによる経年変化解析については、湿性/乾性といった立地条件や環境要因と関連づけて遷移系列をパターン化できるのではないか。 • 「植林跡地」については、モザイク構造というものが、既往の植生体系の中で、どのように位置づけられるか検討する必要がある。パターン化が可能かも知れない。
②内藤俊彦 （元東北大学教 官）	2014年7月4日 14:00～15:30 於：アジア航測仙台 支店会議室 ※業務全体説明と あわせて実施	<ul style="list-style-type: none"> • モニタリング調査という位置づけであるので、昨年度の手法を踏襲するのはよい。可能な限り現地をみて図化することを心がけてほしい。 • 蒲生干潟は、塩生湿地植生のハマツナノ分布が拡大しており、一方、オニハマダイコンは同じかやや減少している。このような変化がある。 • 自然植生を含む植生単位を、「自然裸地」として表現し、無植生地としてとらえられることがないようにする。 • 植生変更図の凡例に関して、自然植生の回復・再生に関する情報は重要である。
③黒沢 高秀 （福島大学 共生 システム理工学 類）	2015年7月22日 15:00～16:00 於：福島大学共生シ ステム理工学類研 究実験棟 ※業務全体説明と あわせて実施	<ul style="list-style-type: none"> • モニタリング調査という位置づけでの調査手法は了解した。 • 植生図は縮尺 1/10,000 でみると境界線や凡例区分の精度がやや粗い印象をうける。 • 既存図の結果で、一部に生育状況から不適切と思われる凡例がある。 • 潮の満ち引きで水域でなくなる箇所に「干潟」という凡例は使用できないか。
④平吹 喜彦 （東北学院大学 教養学部）	2015年8月4日 9:00～11:00 於：東北学院大学 ※業務全体説明と あわせて実施	<ul style="list-style-type: none"> • 自然植生など重要な凡例は細区分まで分類し、その他は中区分までとするなど、凡例の重みづけによって階層区分（ヒエラルキー）があってもよい。 • 植林跡地や非耕作農地のように複数の群落パターンを含む凡例については、優占種群落まで細区分する必要があると思う。また、細区分した凡例は、副凡例と位置付けてはどうか。 • 植林跡地の調査は、今後のモニタリングを考えても、提案の南蒲生、井土浦、広浦南でよい。 • 津波浸水域以外も大きな土地改変が図化できるとよい。

表 7.1(2) 植生調査に関わる有識者ヒアリング結果

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
⑤竹原 明秀 (岩手大学 人文 社会科学部)	2015年8月5日 15:00～17:00 於：岩手大学 人文 社会科学部 ※業務全体説明と あわせて実施	<ul style="list-style-type: none"> 組成調査の経年変化を比較する際に帰化率を用いるのであれば、何をもって帰化植物とするのか事前によく検討すること（解釈が複数ある）。 植林跡地や非耕作農地など、複数の植物群落の総称や群落区分ができない状態を含める場合は、「複合体（複合群落）」という名称が適切である。その他の群落もできるだけ種名を群落名称に用いることで理解しやすくなる。 植生変化図の凡例については、変化パターンのそれぞれについて、「質」を評価できるほど詳細なデータに基づいているとは言い難い。人為変化は表現できるので、正しい遷移の状態（自然状態）にあるかどうかを表現できればよい。 植林跡地については、今後多くのものが同じ方向に遷移していくものと思われ、現在は遷移の初期の段階を抑えたものという認識がよい。
⑥原 慶太郎 (東京情報大学 総合情報学部)	2015年2月26日 11:10～12:30 於：ホテルJALシ ティ仙台	<ul style="list-style-type: none"> 凡例の変化を抽出する際は、機械的に作業するのではなく、目的を絞って、それに合った抽出方法を模索する必要がある。抽出方法は1つとは限らない。 被災地では、手つかずの環境がどんどん減り、ほとんど残っていないと言っても良い。そのような震災に特有の環境がどこにあるのかは、非常に重要な情報である。 2時期の凡例の比較により変化を抽出する方法については、論文等はいくつかあるが、複数時期の変化の抽出は例が少なく、参考にできる情報が少ない。
⑦平吹 喜彦 (東北学院大学 教養学部)	2015年3月6日 18:00～20:00 於：アジア航測株式 会社 仙台支社 応接室	<ul style="list-style-type: none"> 劣化という表現を、「やわらかに人の手をいれて元に戻す」というニュアンスの言葉に変えられないか。自律的に回復が見込める場が含まれており、そういった場所を切り捨てない表現が良い。 重要な場所や抽出したい場所に自然度あるいは保全対象としてのランクをつけてみてはどうか。 重要な場所とはどういう場なのか、もう少し議論しても良いと思う。造成が入ったからといって、完全に劣化してしまう訳ではないし、造成地を一律に評価すると、大部分を占めているために大切な場所がかなり少なくなってしまう。
⑧竹原 明秀 (岩手大学 人文 社会科学部)	2015年3月10日 16:00～18:00 於：岩手大学 人文 学部2号棟 ※検討会の報告を 兼ねて実施	<ul style="list-style-type: none"> 群落組成調査のデータの整理をする場合は、1年目の変化、2年目の変化、3年目の変化をそれぞれ抽出すべきと思う。3年間をまとめてしまうと、遷移の上での大切な変化が埋もれてしまう。人為的な変化と自然の遷移とが混ざって抽出されることになるかと思うが、基本は人為的な影響がない場所のみで自然の遷移のパターンを把握し、その上で人為的な変化があるとどうなる、という論理で整理するとよい。 遷移については、優占種の植被、密度によって方向性が異なるので、一概にある種がみられるとこうなる、とは

		<p>言い切れない。例えば、ササやタケが生育していても、裸地の割合が十分あれば、木本が侵入し、やがて樹林となるかもしれないが、寡占状態であれば樹林化は起こらない。落葉広葉樹の低木は、こういった遷移になるかはよく分かっていない。カスミザクラやアカマツ、場所によってはヤナギ林やヤマハンノキ林等に遷移するかもしれない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植林跡地のとりまとめで低木群落が区分されているが、これらは特定の種子の供給源に依存したものである。 ・ 植生図を利用して重要な場所を抽出し、重要自然マップに反映させるスキームは良いと思う。ただし、それは重要な場所を抽出する際の要素の一つであり、植生図だけで重要な場所を網羅できるものではない。
<p>⑨内藤俊彦 (元東北大学教官)</p>	<p>2015年3月15日 11:00~11:40 電話によるヒアリング</p> <p>※検討会の報告を兼ねて実施</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 検討会資料に掲載されている直近1年間の変化の差分図について、仙台湾岸の砂丘植生の回復がほとんど表現されていないのではないかと。蒲生から山元町までの砂浜の植生調査地点のデータを提供するので、アジア航測が撮影した夏の空中写真と照らし合わせて、植生図の砂浜部分を修正すると良い。 ・ 凡例のうち、震災後に新たに建設された発電施設やビニールハウスは別の凡例として図化する方が良い。メガソーラーの下層には植生が繁茂する為、通常の構造物として扱ってよいか、再度検討してほしい。 ・ 検討会資料には連続性というキーワードが出てくるが、砂浜から内陸にかけての連続性は海岸エコトーンにとっては最も重要な要素である。海水などの水の循環だけでなく、風により運ばれる有機物や種子に依存している生物も多く、物質循環の観点からも海岸堤防や盛土の造成は好ましくない。
<p>⑩米倉浩司 (東北大学 生命科学研究科)</p>	<p>2015年3月15日 於：東北大学植物園 津田記念館</p> <p>※検討会の報告を兼ねて実施</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 震災の影響を評価する際には、震災前の状況との比較がかかせないが、種レベルのとりまとめであれば、震災前に採集された標本を利用できるかもしれない。震災直前の2010年に採集された標本が東北大学植物園に保管されているので、適宜、参考にすると良い。 ・ 植物の種名をとりまとめる際に、根拠としたリストを出典として記載すること。国交省の河川環境データベースあるいはY-list等、いずれのリストを使用しても出典を記載すれば、あとから振り返ることができる。Y-listの更新は、出版物や公表された論文に基づいてその都度修正しており、今のところ最新の状態となっている。 ・ 重要自然マップの更新にあたり、希少種のデータを追加するのであれば、宮城植物の会の会員に情報提供が可能か相談して見ると良い。震災後、論文になっているもの以外に、保有しているデータがかなりあるはずである。会報があるので参照するとよい。

表 7.2 特定植物群落調査に関わる有識者ヒアリング結果

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
①齋藤 宗勝 （盛岡大学 名誉教授）	2014年7月11日 10:30～12:30 於：ホテルメトロポリタン盛岡	<ul style="list-style-type: none"> 青森県で調査対象となっている2件は（11：「高瀬川塩沼地植物群落」、124：「尾鮫沼河口の塩沼地植生）については、いずれもシバナやウミミドリを中心とした塩沼地植生であり、太平洋側の重要な自然植生である。 植物の確認時期を考慮して現地調査は9月末までに実施することが望ましい。 範囲（面情報の取得）に着目することは良いことである。 調査から時間がたつので特定植物の指定の見直しや関連情報の追記をしたほうがよいと考える。
②黒沢 高秀 （福島大学 共生システム理工学類）	2014年7月22日 16:00～17:00 於：福島大学 共生システム理工学類研究実験棟	<ul style="list-style-type: none"> 1：「海老浜のマルバシャリンバイ自生地」は、防潮堤工事の関係で周辺環境は大きく変化したが、関係者も県指定天然記念物であることを承知しており、個体数が減少しないように盛土設置場所など配慮している。 12：「小浜のコシダ、ウラジロ群落」は影響はない。 調査方法は従来のものを踏襲でよい。緯度、経度の情報を整理するとよい。 重要な自然を保全や観光資源としての利用を図るべき。
③原 正利 （千葉県立中央博物館）	2014年7月31日 13:00～14:30 於：千葉県立中央博物館 海の博物館	<ul style="list-style-type: none"> 千葉県の調査対象のうち、30：「部原の海岸林」は認識していないが砂丘上の海岸林を指定したものと思われる。このような海岸林は現在ほとんど残っていない。 残りの4件（8：「九十九里浜北部の砂丘群落」、9：「九十九里浜の中央北部の砂丘群落」、20：「十九里町のハマニンニク群落」、21：「長生村一抹の砂丘群落」）は植生学会で調査しており、いずれも津波の盛況は警備であった。千葉21以外は再生していくと思われる。 空中写真を用いて時系列的に面的な変化を捉える方法はよいと思う。
④平吹 喜彦 （東北学院大学 教養学部）	2014年8月4日 9:00～10:00 於：東北学院大学 ※宮城県のレッドデータブック（植物群落についてもお聞きした）	<ul style="list-style-type: none"> 宮城県の調査対象とする特定植物群落（15件）は昨年公表された「宮城県レッドリスト2013版」の植物群落RL（レッドリスト）と重なっていると思われる。これに解説を加えたレッドデータブックを作成中。 宮城県 RDB の範囲についてはとくに見直しは行っていない。また、RDB のとりまとめは菅野洋氏が行っているため、特定植物群落の被災の詳細は同氏に聞くとよい。 調査方法は、計画書のとおりでよい。とくに対象群落の範囲については微妙なズレや誤記などもあるので、空中写真等を用いて変化状況を面的にとらえる方法で良い。 特定植物群落の全面的な見直しが必要と考えている。
⑤島田 直明 （岩手県立大学 総合政策学部）	2014年8月5日 10:00～11:00 於：岩手県立大学 総合政策学部	<ul style="list-style-type: none"> 120：「太田の浜のエゾオグルマ」については、昨年8月の調査で3個体群を確認しており、今年も現地調査を予定している。確認の現地調査は9月で問題ないだろう。 調査方法、とりまとめ方法とも問題ない。 岩手はもともと海浜性の特定植物群落は限られており、津波の影響は消失した高田松原のクロマツ林くらいである。震災前後の状態を写真等で示せるとよい。

表 7.3(1) 重点地区調査に関わる有識者ヒアリング結果

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
①占部 城太郎 (東北大学大学院)	2014年6月19日 18:00~20:00 於：東北大学大学院生命科学 研究科 ※業務全体説明とあわせて 実施	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査対象の6地区に関しては問題ない。 ・ 井土浦に関して、海岸側の砂浜で調査してはどうか。 ・ 環境傾度による違いが把握できるよう、ベルトトランセクトの向きには十分注意する。井土浦のラインaは現行の向きに対して垂直に設定するとよい。 ・ ピットフォールトラップで採集した徘徊性昆虫の安定同位体を調べることで、餌資源の追跡が可能になる。環境のつながりを把握するためにもこの調査は有効(分析は東北大学で対応可能)。 ・ 井土浦の河川堤防沿いに希少種のセンダイハギが生育しているので留意のこと。 ・ ミレニアム生態系評価に着目し、生態系としてとりまとめる方法はよいと思う。
②横山 潤 (山形大学理学部)	2014年9月30日 15:30-17:00 於：山形大学地球環境学科棟 ※業務全体説明とあわせて 実施	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生物多様性保全という視点で見れば、今回の津波により自然状態に戻った場所や、新たに創出された自然環境があるはずである。これらを震災前の状態に戻すことが必ずしも生物多様性にとって良いことかは疑問である。そういった場所があることに着目してとりまとめてみてはどうか。 ・ 希少な環境をより細かく把握したいと思うが、生物のパッチは小さく、広域の大型の調査では精度の問題があり、詳細に把握できないことが多い。致し方ないことと思うが、その精度に合ったとりまとめを実施すれば、特に問題はない。 ・ 組成調査や重点地区調査などで点の調査を実施しているが、まとめる際はテーマに絞って、地点を区分してからとりまとめると良い。または、多変量解析(主成分分析)で前年度との比較を種レベルで行えば、種毎の変化を追えるはずである。 ・ 大規模な攪乱は希少種の出現の大きなチャンスととらえることができる。種レベルの調査、とりまとめは重要である。広域で大変かもしれないが、調査項目に希少種の捕捉調査、とりまとめを入れると良い。さらに、種レベルのとりまとめに加えて、群落の評価をした方が良い。群落希少性という考え方に基づけば、塩沼地植生などは希少な群落となり、植生図に自然度のようなランクがつくはずである。

表 7.3(2) 重点地区調査に関わる有識者ヒアリング結果

氏名 (所属) 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
③占部 城太郎 (東北大学大学院)	2015年3月11日 18:00-19:30 於:アジア航測(株) 仙台支社	<ul style="list-style-type: none"> 生態系の連続性というテーマに苦戦しているようだが、ベルトトランセクトの連続性と生態系の連続性を混同してはいけない。ベルトトランセクトは、各環境区分の連続性であり、いわばエコトーン、バイオーム、あるいはマトリックスと呼ばれる単位のモニタリングであり、湾単位や森里川海のスケールとは異なる。湾単位の生態系というくくりで考えるのならば、生物の移動や人とのつながりに着目して、言葉でまとめればよい。同じ場所でおおむね同じ時期に調査しているのだから、経年比較をしない手はない。過年度報告書では種数の比較をしたようだが、種数の比較だけでは大切な変化は追えない。環境区分ごとに前年度と同じ種がどれだけ確認されたかを「類似度」とし、植物の類似度と動物の類似度をXY軸に環境区分ごとにプロットして見ると良い。植物相の動きと動物相の動きに関係があるかが見えてくる。地域ごとにグラフを作成すれば、地域間の差か、環境区分の差か考察できるはずである。 水田における種多様性を見ていると、山間地の水田と比較して、平野部の水田はα多様性が低く、β多様性が高い傾向がある。山間地の水田は同じような水田ばかりだが、種数が多い。一方で、平野部は色々な水田があるが、それぞれは農薬などの影響で種数が少ない。平野部と山間部の調査をする際は、人為的な影響を踏まえて、α多様性、β多様性という着眼点を持ってとりまとめてみてはどうか。 人為的な影響を調べたいのであれば、同じ仙台湾岸で人為的な影響が強い箇所と、そうでない箇所を比較すれば、結果は簡単に出たのではないか。調査をする前に、地域差を調べたいのか、人為的な影響を調べたいのか、地域内の連続性をみたいのか、目的があるわけで、その目的に応じた地点設定の根拠を明確に書くことが重要である。
④横山 潤 (山形大学理学部)	2015年3月13日 13:00-14:30 於:山形大学 ※検討会の報告を兼ねて実施	<ul style="list-style-type: none"> 組成データのとりまとめは、多変量解析を実施すればよい。地点数が解析に足りうるかは分からないが、生活型あるいは帰化率を代表できる種があるかもしれない。例えば、生活型あるいは遷移の指標種としてヨモギ、帰化植物の指標種としてセイタカアワダチソウなどが設定できれば、群落組成の結果を群落動態の数値として表現できる。 湾単位で比較する際には、周辺部との距離は重要である。浦戸諸島は、海により隔離されていた環境で、震災前は帰化植物がそれほどみられなかったが、震災後に津波や人の移動の影響により、新たに外来生物が侵入あるいは繁茂した。セイタカアワダチソウ、ムギクサ、ナガビキナゲシ、トウオオバコ、オニハマダイコンが増えた。放棄水田で全国でも珍しいシラタマモが確認されているなど、震災の影響により植物相に大きな変化が見られる。

表 7.4(1) 藻場調査に関わる有識者ヒアリング結果（解析手法等）

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
① 松永 恒雄 石黒 聡士 (国立環境研究所 環境情報解析室)	2014年6月27日 16:30～18:00 於：国立環境研究所 環境情報解析室	<ul style="list-style-type: none"> 藻場変化のはげしいところ、変化の少ないところでレンジが大きく異なっているため画一的な手法では困難。 過去の第4、5回分布調査は最終的には現地の知見にもとづいている。今回の手法とプロセスが違ため齟齬が生じるかも知れない。 再現性を如何に確保するかが重要。天候や水のにごり、潮位の違いなど。 東日本は砂が黒いところで黒い藻場を抽出することになるので難易度が高い。 オブジェクトベースの分類では、同じ種類の藻場を水深の違いによって異なるセグメントに認識する可能性があるので留意。 今回はデータが充実している（地理院の空中写真）が、今後5年程度のスパンで更新することも想定して手法を構築してほしい。
② 原 慶太郎 (東京情報大学 総合情報学部)	2014年7月4日 15:00～17:50 於：東京情報大学 ※植生調査の説明 と併せて実施	<ul style="list-style-type: none"> 十分にイメージできていないところもあるが、使用する画像の空間分解能、最小図化単位、現地のモザイク度合いや細かさといった要素に着目して、海域ならではのリモセンの技術的課題を整理する必要があるだろう。 水深等の補正について、コストと効果を検討の上実施すること。 藻場分類については写真ごとのデータ依存が大きい。 成果について、用途に対して必要な精度を有するかという考え方のほか、精度に対してどのような用途に使えるか、という考えも重要。 計画書にあげられた他の有識者として、東京情報大学浅沼 市男先生、JAMSTEC 山北 剛久氏などがいる。
③ 山野 博哉 (国立環境研究所 生物多様性 保全計画研究室)	2014年7月23日 15:00～16:30 於：国立環境研究所 生物多様性保全計 画研究室	<ul style="list-style-type: none"> 東北沿岸の藻場分布情報として産総研が行った8海域の情報を提供いただく。 画像処理と目視判読による手法は現実的、適切。 水深補正はM7000等のデータを使う方法もある。 World View2は藻場の分類に適する衛星画像。 アマモ場と藻場の判別は試行が必要だろう。空中写真では色調がばらばらになるので難しい場合がある。 藻場分布だけなら空中写真でもある程度は可能。ただし、範囲を限り、幾何補正した単写真から解析することがよいかも知れない。 Rapid Eyeは価格が安く一斉観測がしやすい。分解能は粗いが藻場分布についても試す価値はある。

表 7.4(2) 藻場調査に関わる有識者ヒアリング結果（解析手法等）

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
④小松 輝久 （東京大学 大 気海洋研究所）	2015年1月13日 13:30～15:00 於：東京大学大気海 洋研究所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 藻場・アマモ場解析手法に関して、大気補正、水深補正、使用バンドに関して意見交換いただいた。 ・ 衛星画像の前処理～特徴量の選定～分類試行の結果は概ね妥当。 ・ 水産庁で昨年度作成した ALOS を使用した藻場の推定結果をグランドトゥルースデータの不足解消に使えないか。
⑤小熊 宏之 （国立環境研究 所）	2014年7月23日 17:00～17:30 於：国立環境研究所 環境情報解析研究 室	<ul style="list-style-type: none"> ・ 藻場抽出の解析のため、空中写真をモザイクする際、非線形に強調されてしまうと分類が困難になる。 ・ 経年比較を行うなら、第5回は適さない、77年の一斉空撮の結果のほうがよいのでは（震災影響とその前の磯焼けなどの区分はいずれにしても困難）。 ・ 今回は現地調査は行わないのか（ヒアリングで充当する計画）。 ・ 舷側に艀装して水中映像をとるシステムを開発している。航跡上の藻場の様子を記録でき、映像から DSM も生成できる。どこかの藻場で活用できるとよい。

表 7.5(1) 藻場調査に関わる有識者ヒアリング結果（解析結果）

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
①秋本 泰 （（公財）海洋生物環境研究所）	2014年6月17日 10:00～12:00 於：（公財）海洋生物環境研究所	<ul style="list-style-type: none"> 藻場に関し十分な情報を得るために、現地に精通した水産系の研究者を含めるべきである。 地域の藻場に詳しい有識者（候補）の紹介。 アラメは第5回自然環境保全基礎調査以降、磯焼けなどにより減少傾向にある。 震災影響としては、地盤沈下による水深変化の影響がある。光量の減少、ウニによる食害により減少した可能性がある。
②小松 輝久 （東京大学 大気海洋研究所）	2015年1月13日 13:30～15:00 於：東京大学大気海洋研究所 （解析手法ヒアリングと同時実施）	<ul style="list-style-type: none"> 以下、志津川湾の藻場動態について情報をいただいた。 瓦礫の上に藻場が形成されている現状がある。見落とす可能性があり注意が必要。昨年の秋にウニが大発生し磯焼けになった。 アマモ場は意外に早く復活した。2012年と2013年ではまったく状況が違う。 ガラモは震災後の早い段階から多かった。
③日下 啓作 （宮城県水産技術総合センター）	2015年1月16日 9:30～11:00 於：宮城県水産技術総合センター 気仙沼試験場 地域水産研究部	<ul style="list-style-type: none"> 暫定解析結果の藻場の種類は概ねよい。少なくとも藻場の有無は捉えられている。 藻場の分布は、浅所にワカメ、深くなるとコンブ（ホソメコンブ）と混在している。ワカメ場、コンブ場など、一つにくくるのは無理があるのではないかと。 震災後、ウニが増え深場の海藻がなくなっている。また、磯焼けで分布が岸寄りに限定されている。 宮城県中部は、震災後に藻場が大きく減ったとは聞かないが、北部はだいぶ少なくなっている。 以下、志津川湾から北側を中心に、南部についても一部分布を確認いただいた。 唐桑半島、気仙沼大島、御伊勢浜、最知地先（アマモ場）、本吉湾、泊崎半島周辺、志津川湾 など。
④大田 裕達 雁部 聡明 （宮城県水産技術総合センター）	2015年1月16日 16:30～18:00 於：宮城県水産技術総合センター 環境資源部	<ul style="list-style-type: none"> 担当は志津川湾より南側、アマモ調査主体。 アマモ場は9月～1月の画像では（成長しておらず）見えないのではないかと。 岩礁藻場はいろいろなものが混生しており、単相であることはほとんどない。 以下、志津川湾以南を中心に分布を確認いただいた。 鳥の海は昔はびっしりアマモ場であったが、震災前から淡水流入によりアマモ場はなくなっていた。 広浦にはアマモ場があるはずである。 松島湾は津波により大幅に減少。一部、島影に残るのみ。ただし花枝が残るところでは再生の可能性がある。沈下の影響は場所によって違うので一概には言えない。濁りの影響もあり、アマモの分布水深は1.5mが限界。一部にコアモモが分布している。 万石浦には密生する箇所が残る。松島湾、万石浦とも岸よりの分布の消失が大きい。 河川課で松島湾全体の調査を行っている（松島湾リフレッシュ事業）。

表 7.5(2) 藻場調査に関わる有識者ヒアリング結果（解析結果）

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
⑤玉置 仁 (石巻専修大学 理工学部)	2015年1月16日 16:00～17:50 於：石巻専修大学理 工学部	<ul style="list-style-type: none"> ・ 万石浦では、震災直後（2011年、2012年）の画像データと船上踏査でアマモ場調査をやっている。第48回水環境学会仙台大会で発表。 ・ 2013年6月には分布がかなり縮小。水深が深くなった。 ・ 万石浦のアマモ場は、震災前は変動がなかったが、震災直後から変化。沈下の影響や覆砂の影響であるが、干潟は浅場となりアマモ場になったところもある。 ・ 松島湾では、寒風沢北岸の湾口部、重要湿地、湾奥部で調査している。現時点で安定にいたっていない。湾口部は震災後も残存、重要湿地部はほぼ壊滅、湾奥部は浅 ・ 部分では回復しつつある。 ・ 鮫の浦湾のアマモ場はアマモとタチアマモが分布するが、震災後大幅に減少していた。
⑥青木 優和 (東北大学大学院 農学研究科)	2015年1月23日 15:30～17:00 於：東北大学大学院 農学研究科	<ul style="list-style-type: none"> ・ オブジェクト分類は感覚的な表現に近く興味深い手法。 ・ ある海岸線の沖に、藻場がある、ない、の情報でも役に立つ。 ・ 同一箇所でも季節変動、年変動がある。 ・ 沈下してできた浅場に藻場がよく繁茂してきた。 ・ 昨今の岸付近の工事で浅場の藻場の分布に影響がでている。藻場がなくなる懸念もある。 ・ 牡鹿半島、志津川湾、女川、気仙沼などで調査を実施。 ・ 志津川湾：アラメの分布は解析結果のとおり。アラメ場にワカメ、ホソメコンブが混生する状況。分布は劇的に変わり今年はウニの食害で藻場がなくなった。一方、2012年には過去にない繁茂状態であった。 ・ 女川湾：アラメはなく、ホンダワラが多い。出島の西側にはアラメの分布はない。
⑦村岡 大祐 (独)水産総合研 究センター 東 北水産研究所)	2015年2月23日 13:00～15:00 於：(独)水産総合研 究センター 東北 水産研究所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教師データとして第5回の調査結果にたよりすぎるのは問題。情報が古く、現状を表しているとはいえない。 ・ 今回使用した写真はアマモ場判読には十分に適切とはいえないのではないかと。 ・ 以下、分布について意見をいただいた ・ 山田湾：アマモ場となっているが、アカモクの生育もある。海草があることは間違いない。パッチ状にアマモは回復しているが解析結果ほどの面的広がりはない。 ・ 宮古湾：オモエ地区にアマモ場がある。 ・ 大槌湾：かなり消えている。岩礁性藻場が主体。 ・ 松島湾：湾北側はシルトが多く、アマモの回復が遅い。浦戸諸島は砂質で、残存したアマモ場も多く、花枝があるところは回復傾向にある。

表 7.5(3) 藻場調査に関わる有識者ヒアリング結果（解析結果）

氏名（所属） 敬称略	日時・場所	ヒアリング概要
⑧大村 敏明 (岩手県水産技術 センター 増養 殖部)	2015年2月24日 15:00～17:50 於：岩手県水産技術 センター	<ul style="list-style-type: none"> 岩礁性藻場は時期によりタイプが変わる。10月～1月は 大船渡～陸前高田の一部を除けばコンブ場、この時期ワ カメはなく、3～4月にワカメに変わる。季節により組成 が変わるので藻場タイプを細かく分ける意味は小さい。 岩礁性藻場への影響はほとんどなかった。 以下、湾ごとのアマモ場について意見をいただいた。 広田湾：小友浦側は岸川を含め比較的アマモは残存。岩 礁性藻場では、アラメの生育もあるが、コンブ主体。 野田湾北部：ほとんどホソメコンブ 宮古湾：東北水研のフィールド 山田湾：ガラモ場（アカモク主体） 船越湾：東大が調査、タチアマモがある。 鶴住居：湾奥はアマモ場。松政先生のフィールド。
⑨田中 次郎 (東京海洋大学 海洋科学部)	2015年2月25日 13:00～14:30 於：武蔵小杉駅付近 会議スペース	<ul style="list-style-type: none"> ガラモ場、アマモ場は分布が異動するため注意が必要。 志津川湾の荒島付近はガラモ場であった。 女川湾はコンブとワカメが混生。2012年はコンブの繁茂 が著しかった。 現地調査ではドローン（UAV）の調査が有効である。志 津川湾で空撮を行ったが、アマモと藻場の違いがよくわ かる。動画がとくに有効で、偏向フィルタを装着すると 水中でもよく見える。
⑩和田 敏裕 (福島県水産試 験場相馬支場)	2015年3月13日 16:30～17:00 電話・メールによる ヒアリング	<ul style="list-style-type: none"> 震災後、北部の密生域で震災以降調査を継続しており、 株数や葉長などの計測を行っている。ただし、報告書は 非公開。広域的な分布調査は実施していない。 被災により、松川浦のアマモ場は壊滅状態との情報もあ ったが、概ね回復してきている。 松川浦アマモ調査実績（震災前）：分布図作成事例あり。 松川浦のアマモ場分布解析結果は、北部などあっている 部分もあるが、基本的には過大評価になっている。
⑪仲岡 雅裕 (北海道大学北方 生物圏フィール ド科学センター 厚岸臨海実験所)	2015年3月16日 16:30～18:00 於：	<ul style="list-style-type: none"> 山田湾では2012年より2013年の方が少なくなった。 三陸のアマモ場は比較的深い場所にも成立する。船越湾 ではタチアマモが水深17mまで分布する。 アマモ場は震災の影響が大きかった。思ったより回復し ていない。 湾奥のアマモ場は、濁り等の人為影響が大きい。 アマモ場分布を適切に把握するためには、6月～8月の 大潮干潮時が最適である。 岩礁性藻場のタイプ分類は、ホンダワラ類とコンブ目を 分ける程度が限界ではないか。 直接的な震災影響は整理可能であるが、震災後の影響は 場所毎に複合的な要因があり、一般化は難しい。 前回調査より時間が経過し、全国的な分布調査が必要。 完璧に藻場分布を把握するためには、全域で魚群探知機 による調査を行うなど、大規模な調査が必要である。 調査手法面で全ての課題を解決できる手法はないが、結 果の誤差を明記した上で、成果を公開すれば良い。

平成 26 年度東北地方太平洋沿岸地域植生・海域等調査
調査報告書

平成 27(2015)年 3 月

環境省自然環境局 生物多様性センター

〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾 5597-1

電話：0555-72-6033 FAX：0555-72-6035

業務名 平成 26 年度東北地方太平洋沿岸地域植生・海域等調査

請負者 アジア航測株式会社

〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-14-1 新宿グリーンタワービル 15F

リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。