

岩手県の砂浜植生回復に関わる生態学的な評価と保全対策の提案

島田直明*・川西基博**・早坂大亮***

要 旨 東日本大震災によって引き起こされた津波や地盤沈下によって、岩手県の沿岸域は甚大な被害を受け、海岸部の砂浜植生や防潮林も多大な影響を受けた。震災から3年経つが、砂浜など沿岸部の自然環境の保全について議論されることは、一部を除けばほとんど見られない。そこで震災前後の空中写真を利用して、砂浜の形状変化を確認し、砂浜の植物相調査を行って保全上重要である砂浜を抽出するとともに、復旧工事の際の保全対策について検討を行った。その結果、現在、岩手県内では北部に砂浜面積、幅とも大きな砂浜が散在しているが、南部には確認されず震災後面積が減少した砂浜が存在することがわかった。次に、海浜性植物の保全や生態系のつながりに着目し、多くの海浜性植物を含む大面積が残存している砂浜、小面積であっても海浜性植物が多い砂浜、海－砂浜－内陸の連続性がある海岸の3点に着目し、保全上重要であると考えられるものを抽出した。そのうち、復旧工事によって何らかの影響を受けると考えられる9か所の海岸について、保全エリアや工事にあたっての保全方法などを現地の実態に則して検討した。

キーワード 東日本大震災、岩手県、砂浜植生、保全対策

1. 背景・目的

東日本大震災によって引き起こされた津波や地盤沈下によって、岩手県の沿岸域は甚大な被害を受け、海岸部の砂浜植生や防潮林も多大な影響を受けた。震災から3年経ち、岩手県内でも防潮堤などの工事が急ピッチで進んでいる。しかし、その中で砂浜など沿岸部の自然環境の保全について議論されることは、一部を除けばほとんど見られない。

また、これまで東日本大震災後の岩手県の海岸の植物や植生に関する報告は防潮林に関するものは多いが、砂浜の植物や植生に関する報告は多くは見られない。ここでは砂浜に焦点をあてて、以下に整理する。

2014年に環境省生物多様性センターが発行した「東北地域太平洋沿岸地域重要自然マップ」は、岩手県から福島県北部にかけての東日本大震災被

災地の自然環境のうち、地域にとって重要となる自然環境を地図の形で整理したものである（環境省自然環境局生物多様性センター 2014）。全域は1: 100,000で整備され、その中で特に注目すべき地域については1: 25,000もしくは1: 50,000の縮尺で整備されている。この地図では自然環境保全上、重要な地域が明記されており、情報共有化のツールとして価値のあるものである。しかし、具体的な工事にあたっての注意点などについては記されていない。震災直後の砂浜植物や植生を広く報告したものとしては、原（2012）、大上（2012）が挙げられる。特に大上（2012）には、普代から宮古市津軽石川河口に至る岩手県中北部の海岸について、被災当年の様子を記録しており、貴重な資料となるものである。津波前後の植生調査を行い、その比較を行ったものとしては Hayasaka et al. (2012) がある。この論文では、青森県南部か

* 岩手県立大学総合政策学部 〒020-0693 岩手県滝沢市菓子 152-52
** 鹿児島大学教育学部 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元1丁目20-6
*** 近畿大学農学部 〒631-8505 奈良県奈良市中町 3327-204

ら岩手県の4か所の砂浜の植生調査資料を比較し、被害程度の大きかったところでは海浜性植物が減少し、道ばたにみられる非海浜性植物が増加し、このような傾向は津波による攪乱によってもたらされているとしている。被害を受けた様々な土地利用のところで植物相調査を行った報告として鈴木(2013)がある。この報告では、津波によって植生が消失したところでは外来植物や1・2年草が占める割合が高いことが明らかにされた。いわてレッドデータブックに掲載されている海浜性植物を中心に調査がなされたものとしては、小山田ほか(2012)がある。この報告によると砂浜・礫浜に生育する植物が多く消失し、これは生育基盤である砂浜・礫浜が流出したことによって引き起こされたと考えられるとしている。絶滅危惧種のうちエゾオグルマの現状を調べたものとしては島田(2012)がある。海浜性植物の生育基盤である砂浜の減少について震災前後を比較して報告したものが島田(2013)である。宮古市以南では大きく減少した砂浜が多く、これは震災による地盤の沈降量と関係があるとされている。河口域などのエコトーンを対象に、植生、魚類などを調査し、この結果から保全対策を検討した論文が、渋谷ほか(2014)である。対象地は津軽石川河口、根浜海岸、小友浦の砂浜や後背地に新たに形成された湿地を植生調査した結果から保全方法の提言を行っている。2014年始めまでの岩手県の海岸植生の状況から、保全すべき場所を抽出したものとして島田(2014)がある。

以上のように、岩手県の砂浜の保全対策について調査結果を踏まえて具体的に提言しているものは、数例に留まっている。また、保全上重要な砂浜の抽出は島田(2014)においても行われているが、それぞれの砂浜の詳細については触れられていない。

そこで、ここでは震災前後の空中写真を利用して、砂浜の形状変化を確認し、抽出された砂浜の海浜性植物の植物相に基づいて、岩手県内で保全上重要である砂浜を抽出すること、重要であると考えられる砂浜において、より詳細に現況を記し、

復旧工事が行われる際の保全方法を、具体的に現地の実態に則して提案することを目的に調査を行った。

2. 調査方法

2-1. 残存砂浜の抽出

国土地理院が震災直後の2011年5～11月に撮影した空中写真(平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震正射画像 <http://saigai.gsi.go.jp/h23taiheiyo-zort/index.html> (2014年5月21日確認))を用いて、残存している砂浜を抽出した。空中写真からでは砂浜がコンクリートなどの護岸施設かを、判断ができなかった海岸については、現地調査でひとつひとつ確認した。抽出された砂浜について、震災前の状況を調査するために2007～2009年に岩手県土地改良事業団体連合会によって撮影された空中写真を用い、震災前後の砂浜の形状変化を確認した。震災後大きく海岸線が変化した砂浜においては、Google Earthの衛星データや現地調査などで補った。現地調査時には、GPSによって現地の緯度経度を確認した。抽出された砂浜の面積はGISでポリゴンを作成し、計測した。砂浜幅については個々の砂浜の最大幅をGIS上で計測した。面積や最大幅の測定には、ArcGIS10(ESRI社)を利用した。

2-2. 海浜性植物の植物相調査および海浜の連続性調査

抽出された砂浜に赴き、生育している植物名を記載した。この植物相調査は2012～2013年の2年間行った。そのうち浦の浜、種刺、澁磯、高田松原の海岸については、植物相調査は行っていないため、解析から外した。

それぞれの砂浜の植物相のうち海浜性植物の種数と砂浜面積の関係について考察した。ここで海浜性植物としたものは、澤田ほか(2007)および久末・大野(2009)に従った。

植物相調査時には、それぞれの海岸が海－砂浜－陸域の生態系の連続性を有しているか否かも確認した。岩手県において海－砂浜－内陸(崖など)

の典型的な様相を、成瀬ほか(1992)、福本(2000)にならい、整理すると以下のである。砂浜の波打ち際に近いところから順に非安定帯、不安定帯、安定帯、崖のように配置している。枯れ枝などの堆積物が集積する非安定帯には、一年生植物であるオカヒジキが点々と生育する。その後背地の砂丘の不安定帯では、ハマニンニク、コウボウムギなどが優占し、ハマヒルガオ、ハマエンドウ、ハマニガナ、ハマボウフウなどが高常在度で混生する。半安定帯ではハマナスの低木が見られ、その後背地はスカシユリやハマギク、コハマギクなどが確認される崖が連続することが岩手県の海岸では多い。

海－砂浜－内陸（崖など）の連続性が保たれている海岸においては、以下のような生態系からみた意義があると考えられる。一つは、海から内陸の間を移動する生活史を持つ生物にとっては、これらが連続していることが生息上必要な環境となっている点である。また、今回のような大きな津波が生じたとき、内陸が海浜性植物にとって、一時的な種のレフュージア（避難場所）として機能していたことが挙げられる。今回の震災の際に、海－砂浜－内陸の連続性が保たれているところでは、海浜性植物が一時的に内陸側に生育するケースもよく観察された。

調査対象とした海岸の一部でも連続性を有している場所があれば連続性有りと評価した。植物相調査を実施することができなかった種刺、漣磯については岩手県立博物館の鈴木まほろ氏や宮古市在住の太上幹彦氏から情報を得た。

2-3. 復旧計画および工事進捗調査

岩手県の「海岸保全基礎計画」（2013年9月改定 <http://www.pref.iwate.jp/kasensabou/kaigan/020028.html> 2014年5月22日確認）および「岩手県の主要な河川・海岸施設の津波災害からの復旧・整備状況について」（<http://www.pref.iwate.jp/kasensabou/kasen/fukkyuu/008330.html> 2014年5月22日確認）から、復旧工事について把握した。あわせて2011～2014年にかけて現地

調査を行い、海岸植生と復旧工事の関係について確認した。

2-4. 生態学的な評価

海浜性植物の総出現種数や生態系の連続性に基づき、海岸の貴重さを評価し、保全すべき海岸を抽出した。あわせて、復旧工事時における具体的な保全対策を提案した。各砂浜の保全対策を示す際の背景図は、国土地理院が2012～2013年に撮影した空中写真を利用した。

3. 調査地概要－岩手県の海岸

岩手県は本土部の海岸線の総延長距離が647.16kmと非常に長い（環境庁1998）。しかも、ほぼ中央部に当たる宮古市を境に地形が大きく異なっている。宮古市以北では海食崖と段丘面からなる海成段丘が発達しており、宮古市以南はリアス海岸になっている（小池ほか編2005）。いずれも急峻な地形であるため、砂浜は河口や湾の奥に小規模なものがみられる程度である。岩手県の海岸線は市街地付近の海岸を除き、ほぼ三陸復興国立公園に含まれている。

岩手県の自然海岸率は77.0%であり、島根県(77.2%)に次いで全国2位である。自然海岸率の内訳は、砂浜海岸が10.6%、磯浜海岸が6.1%、海食崖などが60.4%で、ほとんどが急傾斜地である（環境庁1998）。そのため開発されず、高い自然海岸率を保っていると考えられる。

このように岩手県の沿岸部は平坦地が少なく、河口や湾奥にある砂浜の後背地に市街地が形成されてきた。度重なる津波の後に防潮堤や防潮林などが砂浜部分に建設されることが多かった。また近年では港湾施設へと変更され、砂浜が減少していた。

なお、以後の解析では、地形が大きく異なる宮古市の閉伊川を境に北側を北部、南側を南部と区分した。

4. 結果

4-1. 残存砂浜の面積および幅



図1 調査地位置図

市町村名についてはアンダーラインを引いて区別した。北部と南部の境界は閉伊川とした。

表1 調査地と砂浜形状の一覧

地点名	震災前の砂浜面積(ha)	震災前の砂浜幅(m)	現存砂浜面積(ha)	現存砂浜幅(m)	海浜性植物種の総数
1 川尻川河口	0.6	29	0.5	29	18
2 種市海浜公園	0.5	87	0.5	87	11
3 吹切(ふききり)	3.7	60	3.7	60	21
4 八木港	1.3	58	1.3	58	11
5 原子内～有家(はらしない～うげ)	6.8	72	5.8	72	15
6 麦生(むぎよう)	0.3	24	0.3	24	12
7 夏井川河口	9.0	155	9.0	155	18
8 小袖	0.6	29	0.6	29	9
9 久喜	1.4	43	1.4	43	12
10 十府ヶ浦(とふがうら)	10.0	140	10.0	140	14
11 普代(ふだい)	3.8	142	1.7	72	20
12 明戸	4.8	148	4.5	148	18
13 平井賀(ひらいが)	1.1	87	1.1	87	10
14 真木沢	1.3	66	1.2	66	8
15 小本(おもと)	2.1	44	1.8	36	13
16 沼の浜	3.1	92	1.7	72	17
17 田老(たろう)	1.6	74	1.3	45	14
18 栃内浜(とちないはま)	1.9	68	1.9	68	15
19 松月(まつつき)	2.2	64	1.8	58	9
20 女遊戸(おなっぺ)	1.0	63	0.7	56	9
21 藤の川	1.0	49	0.6	49	11
22 津軽石川河口	7.7	96	5.6	96	20
23 白浜	0.4	30	0.4	30	11
24 種刺(たねさし)	-	-	-	-	-
25 渡磯(すくいそ)	-	-	-	-	-
26 船越	1.9	45	1.5	45	12
27 荒神社	0.5	28	0.2	14	3
28 小谷鳥	2.0	70	1.4	56	10
29 浪板	1.5	68	0.3	47	0
30 吉里吉里(きりきり)	2.0	46	0.6	30	9
31 片岸	1.1	97	1.1	97	13
32 根浜	8.7	100	0.7	20	1
33 鵜住居(うのすまい)	-	-	0.6	42	12
34 唐丹(とうに)	1.2	60	1.0	35	6
35 下荒川	0.9	84	0.2	49	0
36 吉浜	6.4	170	0.4	18	3
37 沖田	1.9	70	0.1	40	0
38 綾里白浜(りょうりしらばま)	2.8	89	1.6	60	10
39 門之浜(かどのはま)	1.2	39	0.1	20	0
40 大野	2.7	54	1.5	24	14
41 高田松原(たかたまつばら)	10.0	91	0.0	0	-

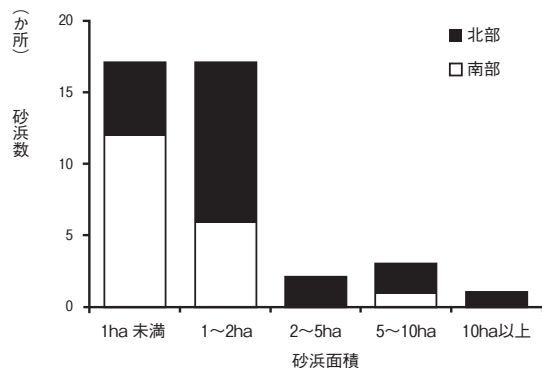


図2 岩手県の砂浜面積の頻度分布

図2、3、5は、北部は黒、南部は白とした。

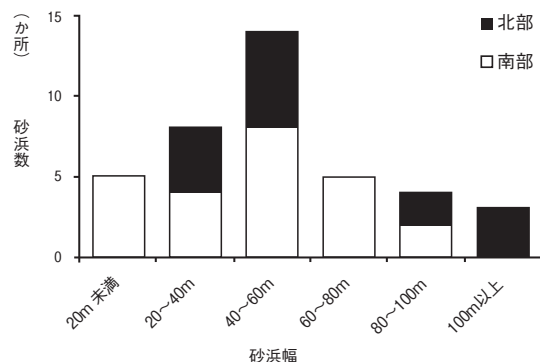


図3 岩手県の砂浜幅の頻度分布

空中写真ならびに現地調査から、砂浜を 41 か所確認した。その結果を、図 1 に示し、砂浜面積および幅については震災前後の値を表 1 に整理した。面積および幅を調査していない砂浜 2 か所を除き、震災後の砂浜面積頻度分布を図 2 に、砂浜幅頻度分布を図 3 に示した。

図 2 より、砂浜面積 1ha 未満が 17 か所、1～2ha が 16 か所、2ha 以上が 6 か所と、ほとんどが 2ha 未満と小さな砂浜であった。南部の海岸の方が小さい砂浜が多い傾向があった。2ha 以上の砂浜 6 か所の内、南部にあるのは 1 か所で、宮古湾奥の津軽石川河口であった。表 1 より南部では、根浜と吉浜が震災前は 5ha 以上と大きな砂浜であったが、これらは震災後著しく面積が減少した。また、高田松原は 10ha の砂浜があったが、震災によって消失した。このように南部では現在は大きな砂浜が残存していないことが明らかになった。

図 3 より、砂浜幅は 20m 未満のものは南部に、一方 100m 以上となるものは北部にのみ確認された。面積ほど明瞭な傾向は認められないものの、面積同様に南部では比較的幅が小さな砂浜が多く、北部では幅が広い砂浜が多い傾向があった。

砂浜の面積と幅の関係を図 4 に示す。図 2 および 3 同様、面積および幅を調査していない砂浜 2 か所を除いた。面積と幅は直線的な関係が認められ、基本的には砂浜の幅が大きくなるほど面積が

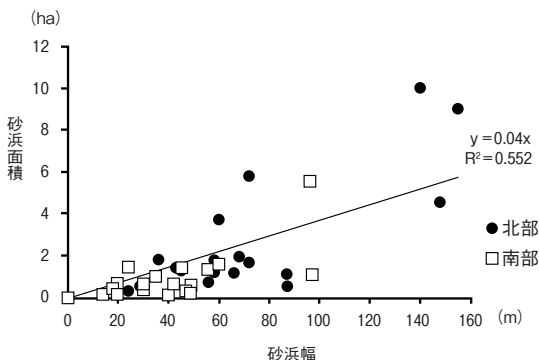


図 4 岩手県の砂浜面積と幅の関係

図 4、6、7 は、北部は黒丸、南部は白四角とした。図 4 の近似曲線は線形近似とした。

大きくなる傾向があった。ほとんどが 2ha 以下であり、2ha 以下の砂浜の幅は 20～80m とばらつきがあった。

4-2. 海浜性植物の種数

植物相調査を行った 38 か所の砂浜に出現した海浜性植物の種類数の頻度分布を図 5 に示す。この階級区分は、海浜性植物の出現数の中央値が 11 種であったため 11 種以下と、12 種以上出現する砂浜を約半分に区分するために 12 種から 14 種、15 種以上の 3 区分とし、図化した。

南部の海岸では、海浜性植物の出現が少ない傾向があり、11 種以下の砂浜が多く、15 種以上みられたのは津軽石川河口の 1 か所のみであった。一方、北部の海岸では、海浜性植物の出現が少ない砂浜もあったものの、どの階級クラスにも均等に分布している。北部では 15 種以上出現した砂浜は 8 か所あり、北部に多くの海浜性植物がみられる海岸が集まっていることが理解できた。

4-3. 海浜性植物種数と砂浜面積・幅との関係

それぞれの砂浜に出現した海浜性植物の種数と砂浜面積および幅との関係を図 6、7 に示した。

砂浜面積、幅ともに大きくなれば、種数が増加する傾向があり、特に面積では顕著な傾向が認められた。

図 6 より、砂浜面積では 2ha 以上になると海

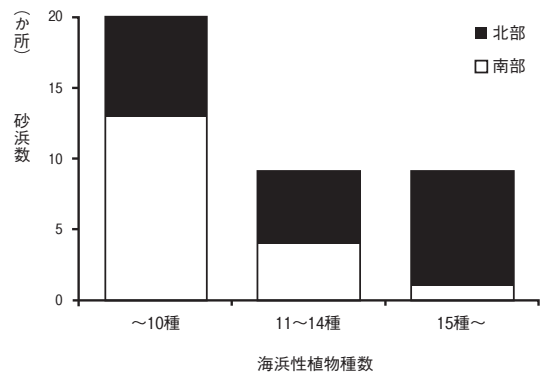


図 5 砂浜ごとに出現した海浜性植物の種数の頻度分布

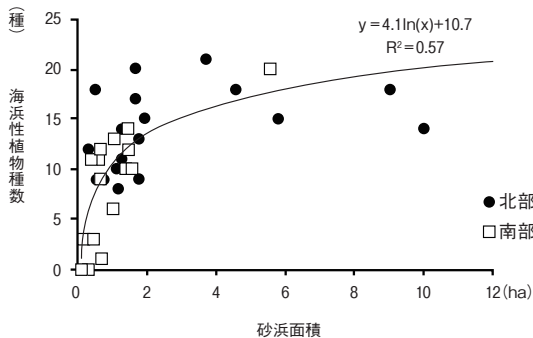


図6 砂浜面積と出現海浜性植物の関係

近似曲線は対数近似とした。

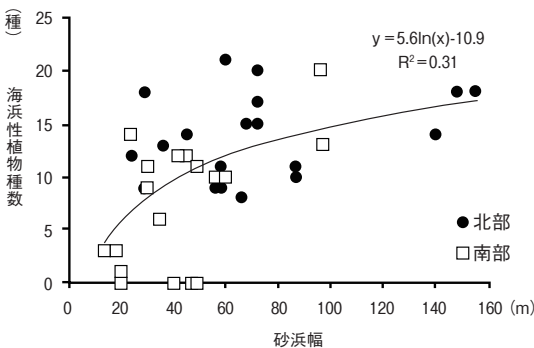


図7 砂浜幅と出現海浜性植物の関係

近似曲線は対数近似とした。

浜性植物の種数がほぼ一定となり、2ha以下の海岸では、海浜性植物の種数が少ない所もあった。対数近似による近似曲線において、決定係数0.57、相関係数0.75と強い相関が認められた。2ha以下の砂浜において、北部と南部の海浜性植物の種数を比較すると、北部の方が多い傾向が認められた。

図7より、砂浜の幅では砂浜面積ほど明らかな傾向は認められず、対数近似による近似曲線において、決定係数0.31、相関係数0.56とやや相関が確認された。これは、場所によるばらつきが大きい傾向があるためである。幅が50mよりも狭い砂浜においては、南部の砂浜の種数が少ない傾向が確認された。

また、面積が広い残存砂浜において、砂浜の広範囲に海浜性植物がみられる場所もあったが、

原子内～有家、十府ヶ浦、明戸においては植物が確認される場所がパッチ状に小面積見られたにすぎない。

4-4. 生態系の連続性

生態系の連続性が一部でも存在する海岸は、北から原子内～有家、麦生、普代、真木沢、小本、沼の浜、田老、栃内浜、松月、種刺、澁磯の11海岸であり、山田町以北に分布している。このうち、真木沢、栃内浜、種刺、澁磯は礫浜である。

5. 考察

5-1. 砂浜面積・幅と海浜性植物種数の関係

砂浜面積、幅ともに大きな海岸は岩手県ではほとんど確認されなかった。これは岩手県の沿岸部の地形によるものであると考えられる。つまり、宮古市以北では海食崖が発達し、以南ではリアス海岸であり、いずれも急峻な地形である。この地形により砂浜が発達する場所が少ないと考えられる。このように砂浜が少ないものの、その中でも岩手県内では、北部に砂浜面積、幅とも大きな砂浜が散在しているが、南部には確認されないことがわかった(表1、図2、3)。特に、東日本大震災により、宮古以南の砂浜では大きく砂浜幅が減少し、これは地震による沈降などが影響していると考えられる(島田2013)。以上のことから、岩手県においては砂浜が希少なものであるといえる。その砂浜上に成立する砂浜植生・植物もまた希少なものである。

砂浜面積、幅ともに大きくなれば、海浜性植物種数が増加する傾向があり、特に面積では顕著な傾向が認められた(図6、7)。面積では2ha以上、幅100m以上のところでは15種を上回る多くの海浜性植物が図6、7より認められることから、海浜性植物の保全のためには、十分な砂浜面積や幅を持たせることが重要であると理解できる。

海浜性植物は、波打ち際からの距離に応じて带状構造を取ることが知られ(中西・福本1985、1991)、砂浜幅が最低でも100mを維持できない場合は、欠落する植生タイプが認められるとされ

ている（岡ほか 2008）。これは、図 7 の結果と同様の結果であるといえる。このような視点からみると、岩手県は砂浜幅や面積が大きい海岸が少なく、十分に植生の帯状構造が発達できる可能性のある海岸は多くない。

砂浜幅が広く残存している海岸においては、防潮堤などの人工構造物を設置する際に、十分な砂浜幅を維持するように考慮する必要がある。砂浜幅が小さく、防潮堤のような人工構造物によって位置が決められている場合には、復旧工事の際に、防潮堤の位置を下げ、砂浜幅を確保することが望まれる。

砂浜性の生物にとっては、砂浜環境は重要なハビタットだが、岩手県内で十分に残存しているとはいえない状況である。残存している砂浜は保全されるよう配慮する必要がある。特に岩手県南部においては、大きな砂浜が確認されていないため、小さな砂浜を保全していく必要がある。

5-2. 岩手県の保全上重要な砂浜

岩手県で確認された砂浜のうち、保全上重要であると考えられるものを抽出した。多くの海浜性植物を保全することや生態系のつながりに着目し、多くの海浜性植物種を含む大面積が残存している砂浜、小面積であっても海浜性植物種が多い砂浜、海－砂浜－内陸の連続性がある海岸の 3 点について着目した。

5-2-1. 大面積が残存している砂浜

大面積が残存している砂浜は、津波などの大規模の攪乱に対して影響を受けることが比較的軽微であり、耐性を有していると考えられる。また、多くの海浜性植物種を有していることが多く、近隣の海浜への種の供給源となる可能性があると評価することができる。岩手県で震災後大規模に残存している砂浜は、吹切、原子内～有家、夏井川河口、十府ヶ浦、明戸、津軽石川河口の 6 か所である。これらは津軽石川河口を除けば、岩手県北部に位置している。津軽石川河口も岩手県中部であり、南部では大きな砂浜は確認されない。

これらの 6 か所の中で、原子内～有家、十府ヶ浦、明戸の 3 か所においては植物が見られる場所は、パッチ状に小面積、確認されただけだった。このような砂浜では、海浜性植物の残存しているところを重点的に保全する必要がある。

また、大規模残存している 6 か所のうち、十府ヶ浦、津軽石川河口では復旧工事による生態系や海浜性植物への影響が懸念される。

5-2-2. 小面積であっても海浜性植物種が多い砂浜

小面積であっても海浜性植物種が多い砂浜は、海浜性植物の源泉として重要な場所である。特に岩手県南部においては、大規模な砂浜が確認されないのが重要である。岩手県内の砂浜でこの条件に該当するのは、川尻川河口、麦生、久喜、普代、小本、沼の浜、田老、栃内浜、船越、片岸、鶴住居、大野の 12 か所である。宮古市閉伊川を境にすると、北部に 8 か所、南部に 4 か所となり、ここでも北部の方がより多いという結果になった。

これら 12 か所の中でも、久喜・普代・田老・大野の 4 か所においては植物が確認される場所が、パッチ状にのみ小面積見られた。このような砂浜では、海浜性植物が残存しているところを保全する必要がある。

また、小本、沼の浜、田老、船越、鶴住居、大野では復旧工事による生態系や海浜性植物への影響が懸念される。普代は沿岸のキャンプ場などの再生整備計画があるようなので、その整備によっては影響がでる可能性がある。

5-2-3. 海浜性植物種が多い砂浜のうち攪乱に強い砂浜

5-2-1. および 5-2-2. で取り上げた海浜性植物種が多かった 18 か所の海岸のうち、復旧工事など開発の影響が少ないと考えられる海岸は、川尻川河口、吹切、原子内～有家、麦生、夏井川河口、久喜、明戸、栃内浜、片岸の 9 か所である。

このうち、植物の生育基盤が脆弱であり、攪乱に弱いと考えられるのが、以下の 3 地点である。川尻川河口は後背地が TP12.0m の防潮堤となっ

ているので、大きな攪乱や砂浜の減少など砂浜への影響がでる可能性がある。原子内～有家は、植生が成立している場所がパッチ状に成立しているのみで、大きな面積を占めていない。現存しているパッチが、地形変化などによって消失してしまう可能性もある。久喜は、後背地は以前からかさ上げされた道路であり、植物の成立している場所は幅35m、奥行き7m程度と非常に小さい面積である。台風などの自然攪乱などが生じて、少し砂浜が減少した場合、大きな影響を受けてしまう可能性がある。これらの砂浜においては、今後の砂浜の状況をモニタリングしていく必要がある。なお、明戸も植物の分布がパッチ状になっているものの、比較的大きなパッチであることから、海浜性植物の消失リスクは少ないと考えた。

これらの砂浜を除く6か所、つまり吹切、麦生、夏井川河口、明戸、栃内浜、片岸が、岩手県内の中で自然攪乱や復旧工事による影響が少ないと考えられる場所である。片岸を除く砂浜が岩手県北部に集まっている。これらの地点においては、海浜の開発行為が及ばないように保全していくことが望ましい。片岸は岩手県南部では唯一抽出された。海浜性植物の種子の供給源としても重要な位置を占めていると考えられ、保全上重要な場所であるといえる。

5-2-4. 生態系の連続性が保たれている海岸

ここでは、防潮堤などの人工構造物や造成地があっても、一部でも連続性が確保されているところを抽出した。その結果、原子内～有家、麦生、普代、真木沢、小本、沼の浜、田老、栃内浜、松月、種刺、漣磯の11海岸である。このうち小本、沼の浜、田老では復旧工事による生態系や海浜性植物への影響が懸念される。普代は前述のようにキャンプ場の再生整備計画による懸念がある。

開発などの影響が少ないと考えられる海岸が、7か所存在する。すなわち原子内～有家、麦生、真木沢、栃内浜、松月、種刺、漣磯である。これらの地点においては、海浜の開発行為が及ばないように保全していくことが望ましい。また、植物

の生育基盤が脆弱であり、攪乱に弱いと考えられるのが、原子内～有家である。前述のように、植生が成立している場所がパッチ状に成立しているのみで、大きな面積を占めていない。現存しているパッチが、地形変化などによって消失してしまう可能性もある。

5-3. 復旧工事に関わる具体的な砂浜保全対策の提案

5-2で取り上げた岩手県の保全上重要な砂浜は、合計22海岸である。そのうち復旧工事によって、何らかの影響を受けると考えられる砂浜は9海岸、生育基盤が脆弱な砂浜が3海岸である。前者について、保全エリアや工事にあたっての保全方法などを以下に、現地の実態に則して、平面図を示しながら記載する。

なお、海岸植生の保全と再生に関する配慮については植生学会で取りまとめたものがある(藤原2013)。砂浜に関係するところを取り上げ整理すると以下ようになる。1)残存している海浜植生を破壊しないこと、2)海浜に山土を持ち込まず、盛土範囲は最小限とし、材料は砂とすること、3)工事用道路の施設にあたっては、線形および道路の素材を検討すること、4)工事区間を分散し、可能な限り一回の改変面積を縮小すること、5)専門家委員会を設置すること、6)将来にわたるモニタリングの実施、順応的管理を取り入れること。これらのことは、今回の該当地においても必要な配慮である。これを参考に以下の保全方法を検討した。

5-3-1. 十府ヶ浦〔野田村〕

図8に十府ヶ浦の現状と保全対策案を示す。十府ヶ浦は、面積10ha、全長2kmと岩手県内では最大級の砂浜で、三陸復興国立公園第3種特別地域である。しかし、このうち植物群落が確認できるのは北端の宇部川河口の前浜地区(長さ140m)と南端の米田川河口(長さ180m)の2か所しかない。これら2か所の植物相は若干異なっていることもあり、いずれも保全上重要な場所

あるといえる。

当地区の防潮堤は二重になっており、海岸側のものは、震災前 TP+10.3m もしくは +12.0m であった。これを TP+14.0m に引き上げるとともに、これまで宇部川河口にはなかった防潮堤および水門を新設することになっており、2014 年 6 月現在、工事が進行している。

植物群落が確認された北端の前浜地区は、この打没工事に隣接している。工事による影響を低減させるため前浜地区を保護地区として、現地においてロープなどで立入制限を行っている。保護地区に隣接して資材などが置かれている。この保護地区の前面では工事前にハマハタザオなどの絶滅危惧種が多く確認されたことから、工事に伴う影響について、定期的に調査されることが必要である。また、この保護地区は、工事終了後は防潮堤の背後になる。これまで、この保護地区では海からの強風や波浪などによる攪乱があったが、防潮堤によってこれらの攪乱が弱まり、海浜性植物の群落から別な群落へと変化していくと考えられる。工事中だけでなく工事完成後もモニタリングを続け、海浜性植物が維持されるよう管理していくことも考えていく必要がある。

南端の米田川河口は、防潮堤かさ上げ工事に伴い、ハマナス群落のほとんどが消失する計画が立案されている。岩手県内の国立公園内の砂浜で、ハマナス群落が大きく残存している唯一の場所であり、エゾオオバコやナミキソウなどの絶滅危惧種が生育している。また、震災直後に比べると、ハマナスなどの植物群落が見られる砂浜部分の幅が狭くなり、海側に 1.5m 程度の段差ができた。これは植物群落の前面の砂が米田川の流れによって削られたことが原因である。さらに浸食が進み、段差が緩やかになっていくとすれば、さらに植物群落が減少する可能性がある。

工事や浸食から海浜性植物群落の保全エリアをできるだけ大きく確保するとともに、浸食を食い止め、減少した砂浜の幅を復元し、その場所への移植を行うミティゲーションを工事前もしくは工事と平行して行うことが必要である。その際に

は、工事時に発生する現地の砂を利用し、他地域からの土砂の移動を極力行わないなどの工夫が必要である。工事にあたって仮設される道路については、現地の表土を保全するため、鉄板を敷くことを検討する必要がある。あわせて、砂浜外で海浜性植物の苗を種子から育成し、工事後に移植することを検討すべきである。

5-3-2. 普代〔普代村〕

図 9 に普代の現状と保全対策案を示す。普代の砂浜は三陸復興国立公園第 2 種特別地域にあたり、面積は 1.8ha、幅は 70m である。震災前は面積 3.8ha、幅 142m であり、震災後砂浜の面積、幅ともに大きく減少している。これは津波の到達距離と関係していると考えられている（島田 2013）。普代の海岸には防潮堤はなく、海岸線から内陸に約 500m のところに TP+15.5m の水門がある。震災前には水門と海岸線の間に水産業の施設やキャンプ場があり、砂浜は海水浴場として利用されていた。震災後、施設はすべて流失し、その周辺にあった林分も同様に消失した。現在、右岸側には県道 44 号線と同じ地盤高になるように土砂を盛り上げ、駐車場を整備している。2014 年 6 月現在は造成工事が終わったところである。右岸側では 2013 年まで海浜性植物がほとんど確認されていなかったが、造成工事の前面の砂浜には、ハマエンドウを始め 10 種の海浜性植物が確認された。これらの海浜性植物を生かすため、現在の造成工事よりも前面には、人工的な構造物を作らず、自然海岸にしていくことが望まれる。

左岸側には砂浜よりも一段高い地盤高の所に海浜性植物が残存している。ここは震災前にキャンプ場であったため、道路や建物・堤防の基礎などの構造物があるものの、海岸線から内陸への生態系の連続性が保たれている。内陸には岩場やケヤキなどの自然林が確認された。こうした連続性が保たれているのは左岸側のみであるため、これらの破損した人工構造物を除去し、自然海岸へ復元し、海水浴場などとして開放していくことが望ましい。普代村としては普代海岸に、キャンプ場な

どの再生整備を予定しているようだが、残存している植物群落を保全し、海から陸域までの連続性が保たれるように計画していくことが望まれる。

5-3-3. 小本〔岩泉町〕

図10に小本の現状と保全対策案を示す。小本の砂浜は三陸復興国立公園普通地域にあたり、面積1.8ha、幅40mと砂浜としては大きいものでない。しかし、岩手県中央部では特に海崖地形が発達することもあり、砂浜という環境が希少であるため、小本は貴重な場所である。小本は海浜性植物が比較的豊富である。海岸の南側では海－砂浜－岩崖の生態系の連続性が保たれている。しかし、不安定帯は津波によって減少し、ハマベンケイソウやハマヒルガオが点在しているのみである。不安定帯と半安定帯の間には1m程度の段差が形成されている。半安定帯にはハマナス群落が発達しているが、今後浸食によって、海浜性植物の生育環境が減少していく可能性もある。この後背地は岩崖へと連なっている。

防潮堤はTP+12.7mであり、大きく破損を受けておらず、施設の健全度を維持・確保する管理を行っていくとされている。防潮堤前面北側は震災前から港湾としても利用されており、南側は震災後、砂を搬入して造成され、資材置き場として利用された。防潮堤前面の砂浜は、できるだけ自然な海浜として再生させていくことが望ましい。造成された資材置き場は、2014年6月現在ほぼ利用されており、その前面ではハマエンドウやハマヒルガオなどの海浜性植物の群落が発達している。一方で、同所的にシロバナシナガワハギなどの外来植物の侵入が確認されている。海浜性植物群落を活かし、外来植物の侵入を防ぐために、今後はモニタリングを行い、必要に応じて外来種の除去などを行っていく必要がある。

また、防潮堤前面北側の港湾工事にあたっては、砂浜の現状を変更しないことが重要である。土砂の移動を伴うような変更は極力行わないなどの工夫が必要である。

5-3-4. 沼の浜〔宮古市〕

図11に沼の浜の現状と保全対策案を示す。元沼の浜キャンプ場南側の小さい砂浜に、海－砂浜－二次草地および岩崖が小さいながら連続的に残されている場所がある。砂浜の不安定帯にはコウボウムギ群落が発達し、半安定帯にはハマナス群落が発達し、海浜性植物が多い。その後背地にはニッコウキスゲやノハナショウブを含む二次草地が、隣接する岩崖にはハマギク群落やコハマギク群落などの岩場の植生も確認された。この二次草地がみられる場所は、震災前に林分が成立していたが、東日本大震災津波によって開放的な環境として新たに形成された。当地は三陸復興国立公園第2種特別地域にあたり、面積1.7ha、幅70mと大きな砂浜ではないが、様々なタイプの植生がコンパクトに認められる重要な場所といえる。特に、岩手県内では砂浜と二次草地が隣接している場所はほとんど見られないため貴重である。

震災前は砂浜に道路が通っていたが、津波によりなくなったため海から陸域へのより自然な連続性が新たに形成された。できることなら、このまま保全されることが望ましい。道路を復旧する場合は、連続性を切断しないように砂浜面と道路面の高さを揃えることや、工事に際しては、道路設置による砂浜の減少を最小にすること、現在の植生を保全するためできるだけ道路面以外の土壌・砂を移動させないこと、他の場所から土砂の持ち込みをする場合は、帰化植物の侵入を防ぐため、道路面など造成地以外の場所に重機や資材置き場を極力設置しないこと、仮設道路には鉄板を敷き、表土の保全を図るなどの工夫が必要である。

また、後背地の二次草地の維持のため、新たな植林を行わないこと、モニタリングを行い植生遷移が進む場合には草刈り管理なども必要に応じて行うこととし、現在ある景観を維持していく必要がある。

5-3-5. 田老〔宮古市〕

図12に田老の現状と保全対策案を示す。田老の砂浜は面積2.6ha、幅180mと田老川沿いに比

較的幅が広い。また、砂浜の南側では、砂浜幅が狭いものの、海－砂浜－岩崖の連続性が保たれている。不安定帯には、ハマエンドウやハマベンケイソウなどが群落を形成している。半安定帯ではハマナスの低木が散見され、その後背地の岩崖ではハマギク群落が確認された。

田老の防潮堤は二重となる計画で、海岸側はTP+10.0mであったものをTP+14.7mにかさ上げた上で復旧し、田老川にある水門は150mほど海側に移動し設置されることになっている。この水門の移動に伴い、海浜性植物の分布が多いところを横切ることとなった。工事に際しては、水門設置工事による砂浜の減少を最小にすること、防潮堤や水門の海岸側の砂浜を極力保全すること、土砂の持ち込みをする場合は帰化植物の侵入を防ぐために造成地以外の場所に極力置かないこと、道路面など造成地以外の場所に重機や資材置き場を極力設置しない、工事にあたって仮設される道路については、現地の表土を保全するため、鉄板を敷くことなどの工夫が必要である。

5-3-6. 津軽石川河口〔宮古市〕

図13に津軽石川河口の現状と保全対策案を示す。津軽石川河口は、岩手県内ではほとんど見られなくなった干潟で、県内最大級である。それゆえ貴重な場所である。砂浜の面積は5.6ha、幅100mと県内では大きい部類に入る。岩手県内ではほとんど確認できない塩性湿地が存在している。また、海浜性植物も多い。

防潮堤の復旧工事は、これまでTP+8.5mであったものを、TP+10.4mにかさ上げし、防潮堤断面を広くした上で復旧することになっており、2014年6月に工事に着工した。

防潮堤工事にあたっては、極力干潟面積を減らさないようにすること、工事作業時には砂浜側に重機を入れずにできるだけ陸側から作業を行うこと、土砂の移動は極力行わないこと、工事にあたって仮設される道路については、現地の表土を保全するため、鉄板を敷くことなどの工夫が必要である。

5-3-7. 船越〔山田町〕

図14に船越の現状と保全対策案を示す。船越の前須賀海岸は、面積1.5ha、幅45mと大きくないが、海浜性植物が比較的豊富であり、当地を分布南限とするエゾノコウボウムギの生育も確認されている貴重な砂浜である。植物群落は、残存する防潮堤に沿うように確認されている。

防潮堤の復旧にあたってはTP+8.35mであったものを、TP+12.8mにかさ上げすることになっている。防潮堤の後背地には田の浜地区へ抜ける道路があり、一部丘陵地が迫ってきている。このため、海側に防潮堤が拡幅される恐れがある。

できるだけ砂浜の幅を減少させることなく、砂浜を保全する計画を望む。例えば、防潮堤断面をなるべく狭くするなどの工夫が考えられる。また、工事作業時には砂浜側に重機を入れず、できるだけ陸側から作業を行うこと、土砂の移動は極力行わないこと、工事にあたって仮設される道路については、現地の表土を保全するため、鉄板を敷くことなどの工夫が必要である。また、エゾノコウボウムギをはじめとする海浜性植物の苗を砂浜外で種子から育成し、工事後に移植することを検討すべきである。

5-3-8. 鶴住居川河口〔釜石市〕

図15に鶴住居川河口の現状と保全対策案を示す。鶴住居川河口には震災前、根浜海岸と呼ばれる10haほどの河口砂嘴地形があったが、東日本大震災津波によってほとんどが消失した。そのうち一部の砂礫が、内陸側に移動し、残存した鶴住居川の河川堤防沿いに新たな砂浜を形成した。現在では幅60m、面積1.2haほどに成長し、海浜性植物も比較的多く確認されている。岩手県の絶滅危惧種であるハマベンケイソウやハマボウフウが確認され、特にハマベンケイソウは今回の調査で、南部で確認されたのは、この砂浜だけである。もともと農地であった砂浜の後背地を防潮堤(TP+14.5m)とする計画であり、2014年6月現在、一部で埋め立てが始まった。

新たにできた砂浜は、砂浜が希少な岩手県南部

においては重要な環境であるため、十分配慮すべきである。工事にあたっては砂浜の現状を変更しないことが重要であり、工事作業時には砂浜側に重機を入れずに、できるだけ陸側から作業を行うこと、土砂の移動は極力行わないこと、工事にあたって仮設される道路については、現地の表土を保全するため、鉄板を敷くことなどの工夫が必要である。

5-3-9. 大野海岸〔陸前高田市〕

図16に大野海岸と保全対策案の現状を示す。

大野海岸は、面積1.5ha、幅24mと大きくない砂浜であるが、海浜性植物が比較的豊富であり、岩手県南部においては、広い砂浜がほとんど残されておらず、海浜性生物の生息環境や海浜性植物の供給源としても重要な場所になっている。

防潮堤の復旧にあたってはTP+8.5mであったものをTP+10.4mにかさ上げすることになっている。もともと海水浴場として利用されていたこともあり、砂浜を確保するために、防潮堤を22m、隣接する県道を32m内陸側に移動させることになった(2014年5月9日付岩手日報を参照)。現在、植物群落がまとまって生育しているのは、北端・南端の砂浜幅がやや大きくなったところのみである。これらの場所は種子の供給源ともなるため、工事にあたって現状をできるだけ変更しないことが重要である。また、工事作業時には砂浜側に重機を入れず、できるだけ陸側から作業を行うこと、土砂の移動は極力行わないこと、工事にあたって仮設される道路については、現地の表土を保全するため、鉄板を敷くことなどの工夫が必要である。

おわりに

以上のことを整理すると、復旧工事にあたっては、1)砂浜の現状を極力変更しない、2)工事予定以外の土砂の移動は行わない、3)他の場所から土砂を持ち込む場合は砂浜など保全すべき場所に置かない、4)道路面など造成地以外の場所に重機や資材置き場を極力設置しない、5)工事にあたって

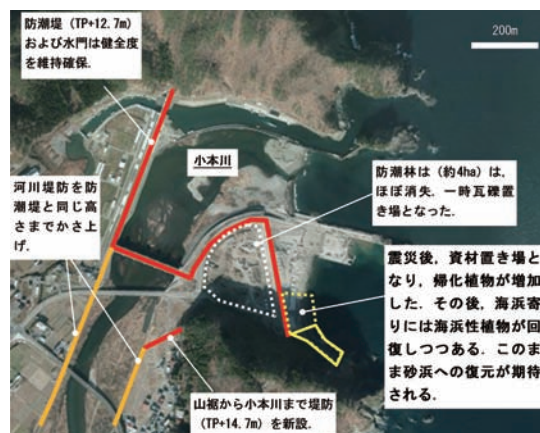
仮設される道路については、鉄板を敷くこと、6)必要に応じて、砂浜以外の場所での海浜性植物の苗を育成し、工事後に移植を行うなどの工夫を行うことが必要になる。1)については、現在ある海浜性植物を攪乱しないためであり、2)から5)については新たな造成作業による、帰化植物などの侵入を防ぐため、6)は生育地以外での一時的な移植を行う保全活動である。このような注意を払いながら工事を行うことで、砂浜の生態系への影響を低減することができる。さらに、工事中や工事終了後にモニタリングを続け、帰化植物の侵入や海浜性植物の増減などをチェックし、必要に応じて保全対策を講じる必要がある。

本論文では、各海岸を個別に調査し、それを岩手県全体の砂浜を通して行うことで、岩手県の砂浜の現状を概観することにつながった。これが、各砂浜の海浜性植物や絶滅危惧植物の種類数といった絶対的な評価だけでなく、それぞれの砂浜の相対的な評価を行うことができた。その上で、各海岸の実態に則して具体的な保全方法について考察したことは、岩手県の海岸保全を考える際に、有用な視点を提供することにつながると考える。

また、今回の研究では砂浜の面積や幅が海浜性植物の種類数に影響を与えていることも確認できた。砂浜が減少していくような場所においては、海浜性植物の長期的な減少の可能性も示唆される。復旧後、砂浜がどのように変化していくのかは、予測が困難な事柄であり、長期的に砂浜の面積や幅の変化をモニタリングしていくことが重要となる。あわせて海岸性植物の植物相を確認し、必要に応じて保全対策を検討する必要があるだろう。

地元の研究機関として、復旧後も長期的な砂浜環境や植物相のモニタリングを行っていく予定である。

図8～16まで図上の線は以下の意味を持つ。黄は保全対象域、赤は工事予定、オレンジは河川堤防、白は防潮林および砂浜跡、水色は干潟、ピンクは震災前の人工構造物(キャンプ場など)。背景図は国土地理院2012～2013年撮影空中写真を利用した。



砂浜・二次草地・岩場ですが、コンバクトに揃い、連続性がある。連続性を保つような道路整備や、道路用地以外の攪乱を極力行わない工夫が必要。

キャンプ場があったが、すべて流出。

以前あった道路は流出したが、復旧工事が行われている。

真島海岸

200m

もとキャンプ場・海水浴場の入り口。地盤高が砂浜より高い所に海浜性植物が多い。人工物を除去し、自然海岸に復元後、海水浴場へ。

破損した水産施設や階段状の人工構造物。

復興工事に伴う土砂を運び込んでいる。

菅代小学校

菅代中学校

菅代川

土砂を運び込み、駐車場の造成中。

水門（TP+15.5m）は健全度を維持確保。

造成工事の海岸側に海浜性植物の再生が確認された。これより前には人工物を作らず、自然海岸へ。

200m

200m

たろう観光ホテル

防 潮 堤 (TP+10.0m) は健全度を維持確保。

防 潮 林 の 東 半 分 は 消 失。

田老駅

田老川

三王岩

防 潮 堤 (TP+10.0m) +14.7mへかさ上げ復旧。

海浜性種が多い場所は防潮堤の予定地。極力砂浜面積の減少を最小にする、防潮堤や水門の海岸側の砂浜は保全するなどの配慮が必要。

– 31 –



図 13 津軽石川河口 自然環境保全対策案



図 14 船越海岸 自然環境保全対策案

謝辞

岩手県立博物館の鈴木まほろ氏、岩手植物の会
会員で宮古市在住の大上幹彦氏からは、現地情報
を提供いただきました。また、二名の匿名論文査
読者には、大変有益なコメントをいただきました。
記してお礼を申し上げます。本研究は三井物産環
境基金 2011 年度復興助成『津波に対する沿岸生
態系のレジリエンス（回復）モデルの構築－生物



図 15 鶴住居川河口 自然環境保全対策案

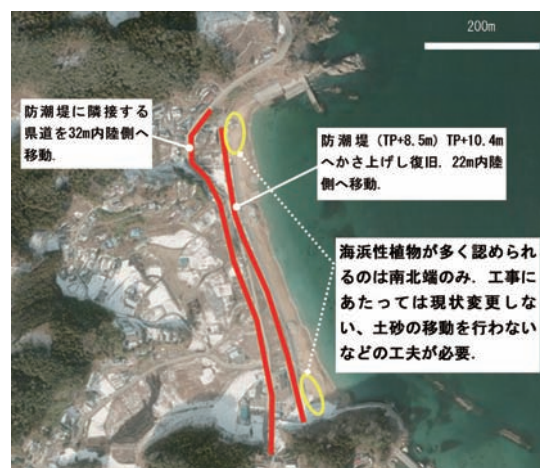


図 16 大野海岸 自然環境保全対策案

多様性に配慮した沿岸域環境保全管理に向けて
（研究代表：早坂大亮）』および、科学研究費補助
金基盤研究 B『三陸沿岸災害復興の総合政策学（研
究代表：高嶋裕一）』の助成を受けて行われた。

【引用文献】

- 藤原道郎 2013. 海浜植生の保全と再生に向けて必要な配
慮. 平成 24 年度植生学会・日本自然保護協会シンポジ
ウム要旨集, 9-10.
- 福本紘 2003. 海浜地形と植生の地理的分布の特性. 岡山
大学大学院文化科学研究科紀要, 9: 56-41.

- 原正利 2012. 宮城・岩手の被災地の植生を見て. 植生情報, 16: 32-39.
- Hayasaka, D., Shimada, N., Konno, H., Sudayama, H., Kawanishi, M., Uchida, T. & Goka, K. 2012. Floristic variation of beach vegetation caused by the 2011 Tohoku-oki tsunami in northern Tohoku, Japan. Ecological Engineering, 44: 227-232.
- 久末正明・大野洋一 2009. 花の種差海岸. ほおずき書籍, 長野.
- 環境省自然環境局生物多様性センター 2014. 東北地域太平洋沿岸地域重要自然マップ.
- 環境庁 1998. 第5回自然環境保全基礎調査 海辺調査.
- 小池一之・田村俊和・鎮西清高・宮城豊彦 2005. 日本の地形3 東北. 東京大学出版会, 東京.
- 中西弘樹・福本紘 1985. 石垣島の砂丘植生の成帯構造の成立. 日本生態会誌, 35: 513 - 525
- 中西弘樹・福本紘 1991. 山陰地方における海浜植生の成帯構造と地形. 日本生態会誌, 41: 225 - 235.
- 成瀬敏郎・福本紘・中西弘樹 1992. 日本の海浜にみられる植生帯と地形断面形および堆積物の関係. 地形, 13(3): 203-216.
- 大上幹彦 2012. 津波の影響による北上山地中・北部の海岸植生の状況について. 植生情報, 16: 49-58.
- 岡浩平・吉崎真司・小堀洋美 2008. 静岡県遠州灘海岸における海浜植生の成帯構造の成立要因. 日本緑化工学会誌, 34 (1): 57-62.
- 小山田智彰・鞍懸重和・新井隆介・山内貴義 2012. 東日本大震災の津波による岩手県における海浜性植物の消滅. 薬用植物研究, 34 (1): 37-48.
- 澤田佳宏・中西弘樹・押田佳子・服部保 2007. 日本の海岸植物チェックリスト. 人と自然, 17: 85-101.
- 渋谷晃太郎・島田直明・鈴木正貴 2014. 岩手県三陸沿岸エコトーンの現状把握とその保全に関する研究. 総合政策, 15 (2): 181-199.
- 島田直明 2012. 2011年東日本大震災の津波被害後の宮古市重茂半島のエゾオグルマ *Senecio pseudoarnica* Less. (キク科) 個体群の現状について. 岩手県立大学総合政策学会 Working Paper Series No.76.
- 島田直明 2013. 大津波が岩手県の海岸植生・植物にもたらしたもの～岩手県の砂浜の減少～. 平成24年度植生学会・日本自然保護協会シンポジウム要旨集, 6.
- 島田直明 2014. 東日本大震災による津波が岩手県の海岸植生に与えた影響およびその後の植生再生と保全状況について. 植生情報, 18: 44-54.
- 鈴木まほろ 2013. 大津波が岩手県の海岸植生・植物にもたらしたもの～岩手県南部の記録～. 平成24年度植生学会・日本自然保護協会シンポジウム要旨集, 7.

(2014年6月26日原稿提出)

(2014年9月16日受理)

Ecological Evaluation of Beach Vegetation Recovery after the Tohoku Region Pacific Coast Earthquake, and a Proposal for Environmental Conservation Measures in Iwate Prefecture

Naoaki Shimada, Motohiro Kawanishi and Daisuke Hayasaka

Abstract Iwate Prefecture's coastal zone suffered heavy damage because of the Tohoku region Pacific coast earthquake disaster and subsequent tsunami of March 11, 2011, with beach vegetation and coastal forests being severely disturbed. Here we briefly report on the protection of beach flora on important sandy beaches, and examine environmental conservation measures for those beaches. Our study observed the changes in beaches using aerial photos taken before and after the tsunami, and investigated beach flora. It found that Iwate Prefecture's large natural seashores and beaches are in the north only, and some of the beach of southern Iwate Prefecture reduced the width and area by earthquake. We chose three types of beaches to be protected for their importance: 1) large beaches with many beach species, 2) small beaches with many beach species, and 3) beaches with sea-land ecotones. Nine beaches affected by construction are among the beaches to be protected for their importance. In conclusion, we suggest conservation areas and environmental conservation measures for those nine beaches.

Key words Tohoku region Pacific coast earthquake, Iwate Prefecture coastal zones, beach vegetation, environmental conservation measures