

基盤材マットと砂流動量調査を組み合わせた海岸砂丘緑化工法

～庄内海岸における試験施工結果～

国土防災技術株式会社 ○高橋悠介
庄内森林管理署 治山グループ 小嶋晃穂

1. はじめに

(1) 背景

庄内海岸は、かつて飛砂による被害が甚大な地域であった。先人たちの努力により、現在は全長約 34km という全国有数の海岸林が造成され、潮風や飛砂による被害から人々の暮らしを守っている。

しかし、海岸の最前線では、現在でも著しい強風や飛砂により、海岸植生の衰退が進行している。海岸植生を復元し、飛砂を抑制することは、背面に造成された海岸林を保護するとともに、庄内海岸林全体の景観を保護する上でも重要である。庄内森林管理署では、クロマツ林の造成・維持管理と併せて前線部での砂丘造成や砂草植栽等の施業を継続して行ってきたが、局所的に存在する飛砂集中箇所では、必ずしも良好な結果が得られていない。

(2) 目的

本試験では、「庄内海岸前線の海岸植生を在来種により復元する」ことを最終目標とし、植生基盤材入りマットを埋設する砂丘緑化工法（はまみどりマット工法）の試験施工を実施する。これと並行して、ドローン（小型無人航空機）を使用して現場周辺の砂の増減を定量的に把握する調査を実施し、「砂の流動状況を考慮した砂丘緑化計画」を立案した。

2. 研究方法

(1) 試験地

試験地は、山形県鶴岡市湯野浜字浜泉国有林の前線部にある海岸砂丘である。過年度に他の場所と同様に砂丘造成と砂草植栽が行われた場所であるが、著しく砂丘地盤が浸食され、植生が衰退している。

(2) 試験方法

試験施工は 2 回実施し、第 1 回試験施工を平成 28 年 8 月、第 2 回試験施工を平成 29 年 4 月に実施した。

はまみどりマット工法は、人工腐植土やキノコ菌床等の植生基盤材が封入された 1m 四方のマットを、地中 30cm に千鳥格子状に設置し、周辺から採取した海浜植物の匍匐茎（水平方向に伸長する地下茎）を散布して埋め戻すという工法である。本試験では、3m×3m の試験区を、平成 28 年 8 月に 3 箇所、平成 29 年 4 月に 4 箇所

設置した。

表-1.試験区一覧表

	試験区 番号	位置	試験期間	備考
第 1 回 試験施工 H28.8.19	28-1	海側 砂丘垣 2 段目	H28.08~H29.03	防風ネット設置 H29.03 試験終了
	28-2	海側 砂丘垣 2 段目	H28.08~H29.03	H29.03 試験終了
	28-3	内陸側 砂草群落内	H28.08~H30.06	試験継続
第 2 回 試験施工 H29.04.6	29-4	海側 砂丘垣 1 段目	H29.04~H30.06	
	29-5	海側 砂丘垣 2 段目	H29.04~H30.06	
	29-6	内陸側 砂草群落前線	H29.04~H30.06	
	29-7	内陸側 砂草群落内	H29.04~H30.06	

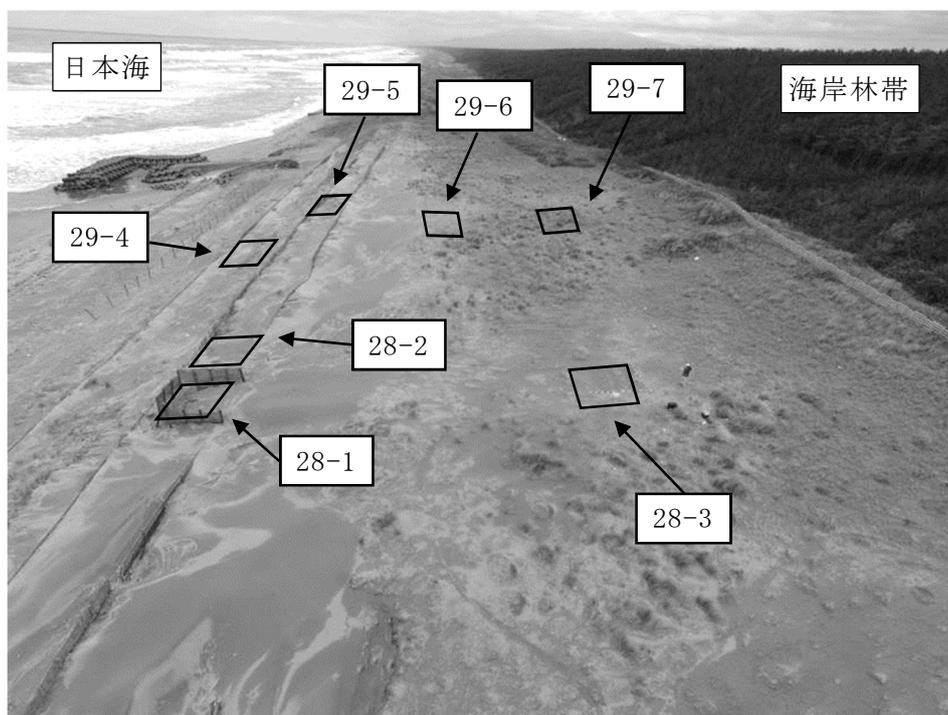


写真-1.試験区配置図（写真は平成 28 年 11 月撮影）

(3) 調査方法

①植生調査方法

試験区を 1m 四方のコドラートで区切り，各コドラートの出現植物種，個体数，寸法を記録した。以上の調査を平成 28 年 11 月，平成 29 年 6 月・11 月，平成 30 年 6 月の計 4 回行うとともに，定期的な経過観察を実施した。

②砂流動量調査（第 2 回試験施工より実施）

砂の流動状況は、差分解析という手法により調査を行った。以下にその手順を示す。

- ・ ドローン（Phantom4：DJI JAPAN 株式会社製）を自動航行により飛行させ、試験地周辺の連続した空中写真を撮影する。本調査では、2.0ha の面積に対し約 350 枚の写真を撮影した。
- ・ ドローンによる空撮に先行して、試験地内に対空標識を 10 点設置する。撮影終了後、各点の座標を GNSS 測量により測定する。
- ・ 画像解析ソフト（PhotoScan：Agisoft LLC 製）を使用し、撮影した空中写真から試験地周辺の 3 次元形状をデジタル的に復元する。これに GNSS 測量の座標データを付与することにより、XYZ 座標を持った地形・標高データを作成する。

以上の作業を、平成 29 年 6 月、11 月、平成 30 年 4 月の計 3 回実施した。そして、QGIS（地理情報解析ソフト、オープンソースソフトウェア）により各期間における地盤標高の変化量を抽出した。

3. 結果及び考察

(1) 第 1 回試験施工

第 1 回試験施工で設置した試験区のうち、海側に設置した試験区 28-1 および 28-2 は、施工後 3 か月の平成 28 年 11 月時点で海浜植物の生育が認められなかった。また、冬季に日本海から吹き付ける強風により、著しい砂地盤の浸食が発生し、地中 30cm に埋設したマットが地表に露出するなどの被害が発生したことから、平成 29 年 3 月で試験区 28-1 と 28-2 は試験を終了した。

以上のような失敗の原因は、

- ・ 8 月という施工時期が、海浜植物の生育適期から外れていた。
- ・ 現場の飛砂に対する知見が不足していた。

という 2 点にあると考え、第 2 回試験施工を平成 29 年 4 月から開始するとともに、上記の砂流動量調査を並行して実施した。

(2) 第 2 回試験施工

①植生調査結果

図-1 に試験区 28-3～29-7 の植物生育個体数の推移を示す。施工時期を、海浜植物の萌芽期に当たる 4 月としたことで、多くの試験区で飛砂が激しくなる秋までに植物群落を形成することに成功し、越冬後の平成 30 年 6 月にも植物群落を確認することができた。特に試験区 29-4 は、海側最前線の厳しい環境にあるにもかかわらず、非常に多くの生育個体を確認することができた。また試験区 29-7 は、生育調査時点での個体数は少ないものの、経過観察によって 8 月に生育量がピークを迎える様子が確認されている。

しかし、試験区 29-6 のみは、植物の生育がほとんど認められなかった。現地で確

認を行ったところ、当試験区は砂が 30cm 以上堆積していた。すなわち、砂地盤の浸食だけでなく、砂の堆積も植物の生育を阻害していることが判明した。

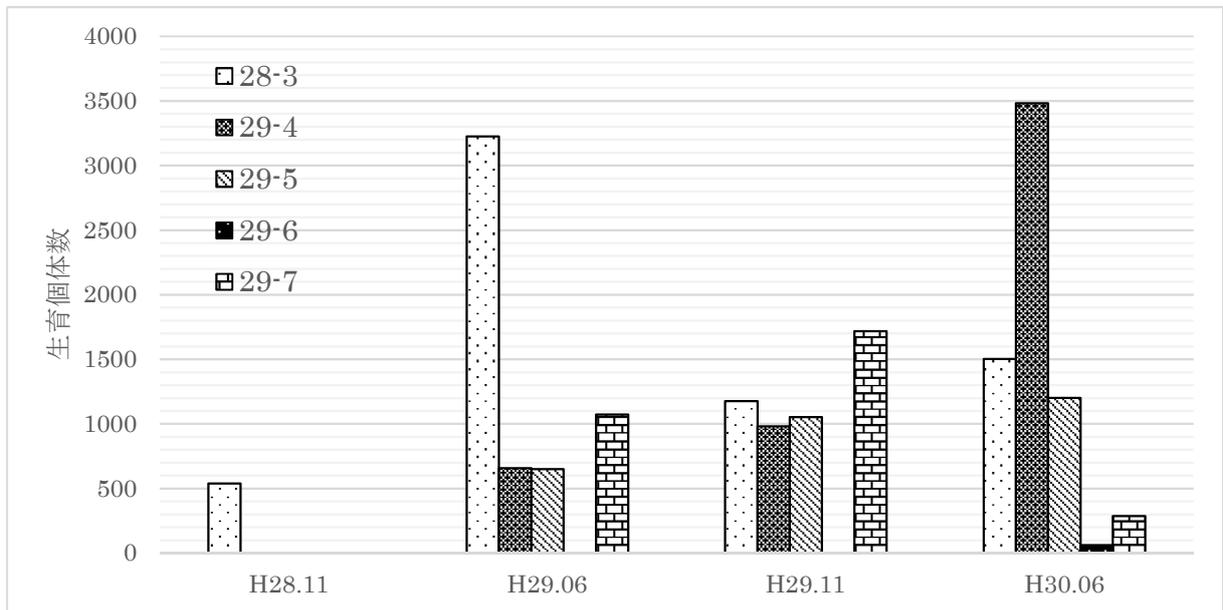


図-1.試験区ごとの植物生育個体数の推移

②砂流動量調査結果

差分解析調査の結果から、試験地周辺の砂の流動について考察を行った。まず春～秋季（平成 29 年 6 月～11 月）は、砂丘前線（海側）の砂が北東方向に流動し、砂丘内陸側の一部に堆積していることが判明した。これに対し平成 29 年 11 月～平成 30 年 4 月（冬季）は、強風により試験地の全域にわたって砂地盤の浸食が発生しており、特に砂丘前線～砂丘天端では最大で 1m 以上の浸食があったと考えられる。そして、年間（平成 29 年 6 月～平成 30 年 4 月）の差分解析結果から、試験地一帯を図-2 に示す 3 つのエリアに区分した。

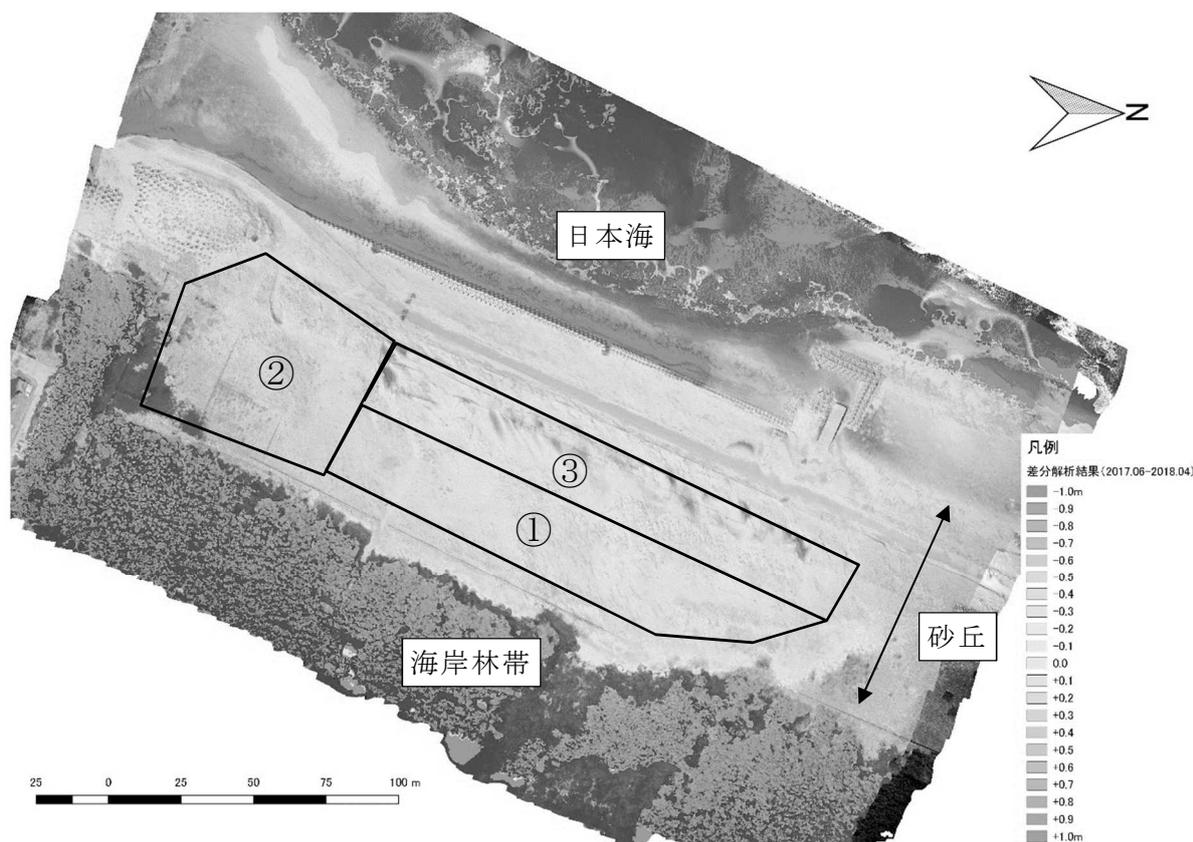


図-2.差分解析図（解析期間：平成 29 年 6 月～平成 30 年 4 月）
 ※砂が堆積した箇所を赤色，浸食された箇所を青色で表現した平面図

- | |
|--------------------|
| ①内陸エリア：砂の浸食・堆積が少ない |
| ②南側エリア：年間を通して砂が堆積 |
| ③砂丘垣エリア：砂の浸食が著しい |

(3) はまみどりマット工法導入導入方針

以上のような植生調査結果と砂流動量調査の結果を比較検討し，本試験地におけるはまみどりマット工法導入方針を以下のように立案した。

- ・ 施工時期は，海浜植物の萌芽期に当たる 3～5 月とする。
- ・ 良好な生育が確認された試験区は，いずれも砂の増減が±15cm 以内であった。よって，砂の流動が少なく，確実な緑化が期待できる内陸側（図-2_①）から施工を開始する。その後は植物の生育状況を見ながら順次施工エリアを拡大する（図-2_②→③）。

4. 今後の展望

庄内海岸一帯には，本試験地と同様の荒廃箇所が複数存在する。庄内森林管理署では，今回の試験結果を踏まえたうえで，各荒廃箇所へ導入する対策工の検討を行う。また，今回の試験結果について，庄内海岸砂丘に関する各機関にも情報提供を行う。