

## 第5章 トラス（三角）型サンドソーセージによる火山灰層露出地の覆砂実験

小玉 芳敬

### 1. はじめに

観光砂丘内の第3砂丘列では、地表面に火山灰層の露出地がいくつも観察される（たとえば、岡田, 1991; 小玉, 2007 など）。火山灰層が一端地表面に露出すると、それらは粘土質の滑面を構成するため、また難透水層となり地表流が発生しやすくなるために、砂の堆積が起りにくくなる。その結果、しばしば火山灰層露出地の拡大を招く。露出した火山灰層は、湿潤乾燥の繰り返により団粒状に剥離し、風雨にともなう侵食作用（図1）により、消失の過程をたどる。



図1 火山灰層露出地（茶色）から侵食され運ばれた軽石粒子の堆積（黄褐色）

0-4 杭の西側火山灰層露出地にて 2012. 09. 07 撮影

火山灰層は、「古砂丘」と「新砂丘」とをわける大変貴重な鍵層である。そのため人為的に破壊を加速することは好ましくない。むしろ積極的に後世に残す保存対象といえる。1991（平成3）年～1993（平成5）年にかけて、堆砂垣や防風ネットを用いた火山灰層露出地の覆砂実験が実施され（神近, 1992; 神近・近藤 1993, 1994）、周辺地域の除草にともなう飛砂供給と組み合わせることで、厚さ1m近くの覆砂に成功した。その後、植生に被覆されることで、現在でも火山灰層の露出を免れている。しかし、防風ネットを撤去する必要があったこと、また植生を除去した周辺地域の一部で新たに火山灰層露出地が形成されたことなど課題も残った。

奥村（2010）は、非可食性のトウモロコシなどの有機物を原料とするポリ乳酸の繊維を用いた袋状のものに、砂丘砂を詰めてサンドソーセージをつくり、それらを火山灰層露出地に2008年10月26日～30日にかけて格子状に敷設した。サンドソーセージを置くことで、表面粗度を増加させ、飛砂堆砂を促進させるねらいであった。なお、この繊維は耐光性が高く、かつ生分解性であり将来回収を必要としない。また自然環境中での設置に対して十分な安全性を有する素材である（奥村, 2010）。

実験の結果、周辺地域から飛砂供給のあったプロットIIにおいては、図2のAに示すように、堆砂の進行と植生進入により火山灰層露出域が確かに減少した。しかし第

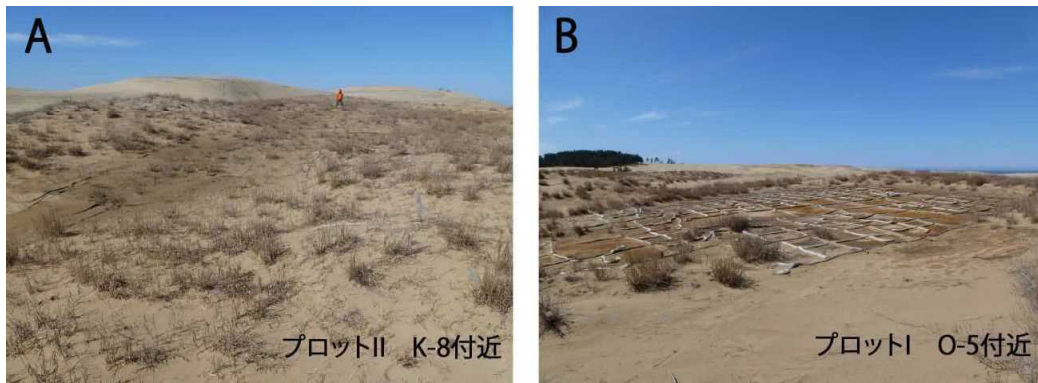


図2 2008年設置の格子型サンドソーセージの現状 2013.03.15撮影

3砂丘列の頂部に位置するプロット I においては、4年以上経過したものの、依然として火山灰層露出地が広く残っていた（図2のB）。火山灰層露出地を砂で覆うことで風雨による火山灰層の破壊を遅らせることは、喫緊の課題である。

本研究の目的は、第3砂丘列頂部に位置する他の火山灰層露出地において、まず人工的に覆砂をおこない、その表面にサンドソーセージを3種類のサイズで三角形形状（ワーレントラス型）に敷設することで、火山灰層露出地の覆砂状態を維持するトラスサイズを明らかにすることである。トラス型にした理由は、様々に変化する風向に対して、できる限り横列になるサンドソーセージを増やすためである。

## 2. トラス型サンドソーセージの設置および調査方法

2011年9月6日～7日にかけて、0-5杭付近の北向き斜面に約350 m<sup>2</sup>の広さで露出した火山灰層（図3）を対象にして、まず覆砂（図4）を実施した。覆砂の厚さは、労力の関係で10 cmを目安とした。周辺地域より広く浅く砂を採取し（図5）、覆砂材料とするよう心がけた。覆砂が完了（図6）

した後、覆砂表面にトラス型サンドソーセージの敷設を実施した。サンドソーセージに詰める砂は、リフト乗場地下の堆砂を利用した。サンドソーセージの太さは径12 cm前後であった。トラスのサイズ、つまり三角形の一边を、南側（高位側）から順に2.0 m、0.5 m、1.0 mとし（図7）、それぞれ117 m<sup>2</sup>、107 m<sup>2</sup>、86 m<sup>2</sup>を覆った。その北側（低位側）には覆砂のみでサンドソーセージを設置しない比較区間を設けた（図8）。その面積は、37 m<sup>2</sup>であった。

この試験区に約4 m間隔で、アルミ製アングル（長さ30 cm）を40箇所打ち込み、不同点とした。長さ5 mのアルミ製アングルにスケールを貼り付け、これを不動点の上に載せ水平バーとすることで、砂面高測定の基準とした。サンドソーセージ敷設後は、景観観察を適宜おこない、2011年11月4日には、不動点の平面測量ならびに試験地の縦断面測量を実施した。測量にはImpulse360（Laser Technology社）と専用三脚を用いた。

2011年11月16日と2012年3月20日には、それぞれ砂面高を計測した。2011年の計測では、Werner *et al.* (1986) にしたがって、太陽光線を鏡で反射させ、水平



図3 0-5 杭の北に広がる火山灰層露出地



図4 火山灰層露出地の覆砂作業  
2011年9月6日撮影



図5 覆砂用砂の採取



図6 火山灰層露出試験地の覆砂状況



図7 3種類の大きさのトラス型サンドソーセージ  
設置状況 2011.09.07撮影



図8 トラス型サンドソーセージの設置状況  
写真手前側は覆砂のみの区間, 2011.09.07撮影

バーがつくる影を利用した地形の計測を試みた。2012年には、水平バーから砂面までの長さをコンベックスで計測した。

### 3. 結果および考察

試験区をバルーン撮影したものを図9に示す。トラスサイズ2.0m区間にはA、Bの



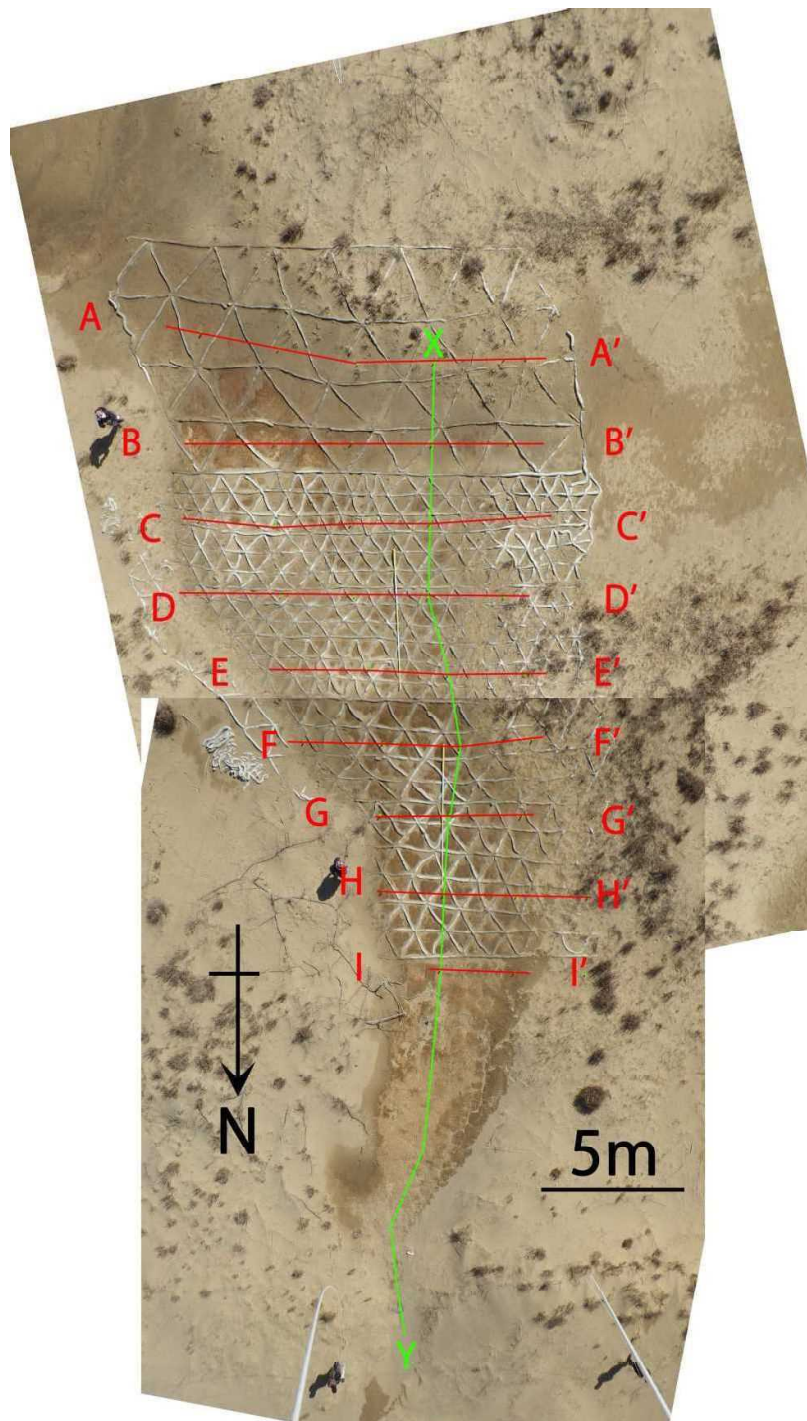


図9 トラス型サンドソーセージ試験区のパルーン撮影  
2013. 03. 15 撮影した画像に測線などを記入。  
東寄りに砂面低下の帯が認められる。

2 測線を、0.5 m 区間には C～E の 3 測線を、1.0 m 区間には F～H の 3 測線を、サンドソーセージなし区間には I 測線をそれぞれ設け、砂面高を記録した。X-Y は縦断測量の測線である。

試験区の縦断測量結果を図 10 にまとめた。サンドソーセージを敷設した区間は約 7 度の傾斜で、その下流側の覆砂のみ区間は約 11 度であった。

図 11 にはトラス型サンドソーセージ敷設後 1 年余りの景観変化をまとめた。2011 年 9 月 20 日～21 日にかけて台風 15 号の影響で風速 10 m/sec 以上の北東風～北風が 2 日間吹き荒れ、降水量も 150 mm を超えた。この影響で、覆砂表面には表流水が走り、砂の流亡が進んだ。9 月 28 日の観察では、流水痕跡が至るところに残っていた。下流のサンドソーセージを敷設しなかった区間では、半分以上覆砂が流失し、火山灰層が露出した。また 2.0 m サイズのサンドソーセージ区間でも、斜面下部ほど、覆砂の流失が激しく、一部に火山灰層が見えていた。

2012 年 3 月 13 日には、冬～春の風物詩であるサーフィス・クラストが形成されていた。このとき「2.0 m 区間」と「下流端の区間」は大半が火山灰層露出状態であった。2012 年 6 月～10 月では、「1.0 m 区間」でも至るところに火山灰層が露出していた。そして「0.5 m 区間」のみ数 cm の覆砂が維持されていた。

2011 年 11 月 16 日と 2012 年 3 月 20 日に計測した横断面形より、砂面高を比較した (図 12)。2011 年 11 月の計測では、図 13 に示すような影を用いた断面形態の記録を試みた。しかしこの方法では解析に膨大な時間を要し、本研究で対象とする砂面高の

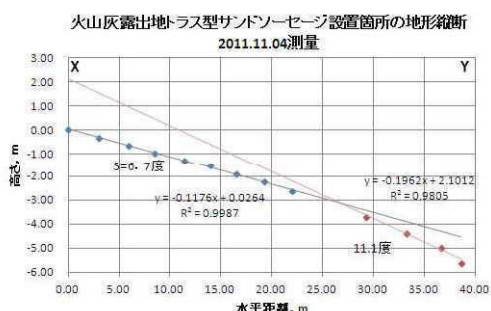


図 10 トラス型サンドソーセージ試験区の地形縦断

近似直線で 2 区間にわけ、傾斜を求めた。

比較には非効率的であることが判明した。

図 12 からは、「2.0 m 区間」の A・B 断面では、晩秋～春先にかけての 4 ヶ月間に中央部で 2～4 cm ほどの砂面低下が認められた。いっぽう、「0.5 m 区間」の C・D・E 断面では、大きな変化は認められなかった。C 断面では砂面上昇地点も少々認められた。周辺域の除草に伴う飛砂が捕捉されたためと考えられる。D・E 断面では東側の一部で、2 cm ほどの砂面低下が生じていた。

「1.0 m 区間」の F・G・H 断面では、斜面下部 (H 断面) に向かうにつれて、2～4 cm ほどの侵食傾向が顕著になった。堆砂に伴う砂面上昇は西側で見られた。北西風に伴う飛砂が、植生により捕捉されたためと考えられる (図 9)。「下流端の区間」は 2011 年台風 15 号により半分ほどの覆砂が流失し、11 月にはすでに広く火山灰層が露出していた。I 断面に示したように、10 cm ほどの厚さで敷いた覆砂は、一度の台風に伴う豪雨でその多くが流失した。

火山灰露出地では、風による風食のみならず、飽和地表流による流水侵食をいかに防ぐかが決め手となる (神近・近藤, 1993 ; 奥村, 2010 など)。火山灰露出地に隣接す



2011.09.28.



2012.03.13.



2012.06.02. (上・下) 09.19 (中)



2012.10.22



図 11 トラス型サンドソーセージ試験区の景観変化 (上段：2.0m 区間、中段：1.0m と 0.5m 区間、下段：サンドソーセージなし区間)

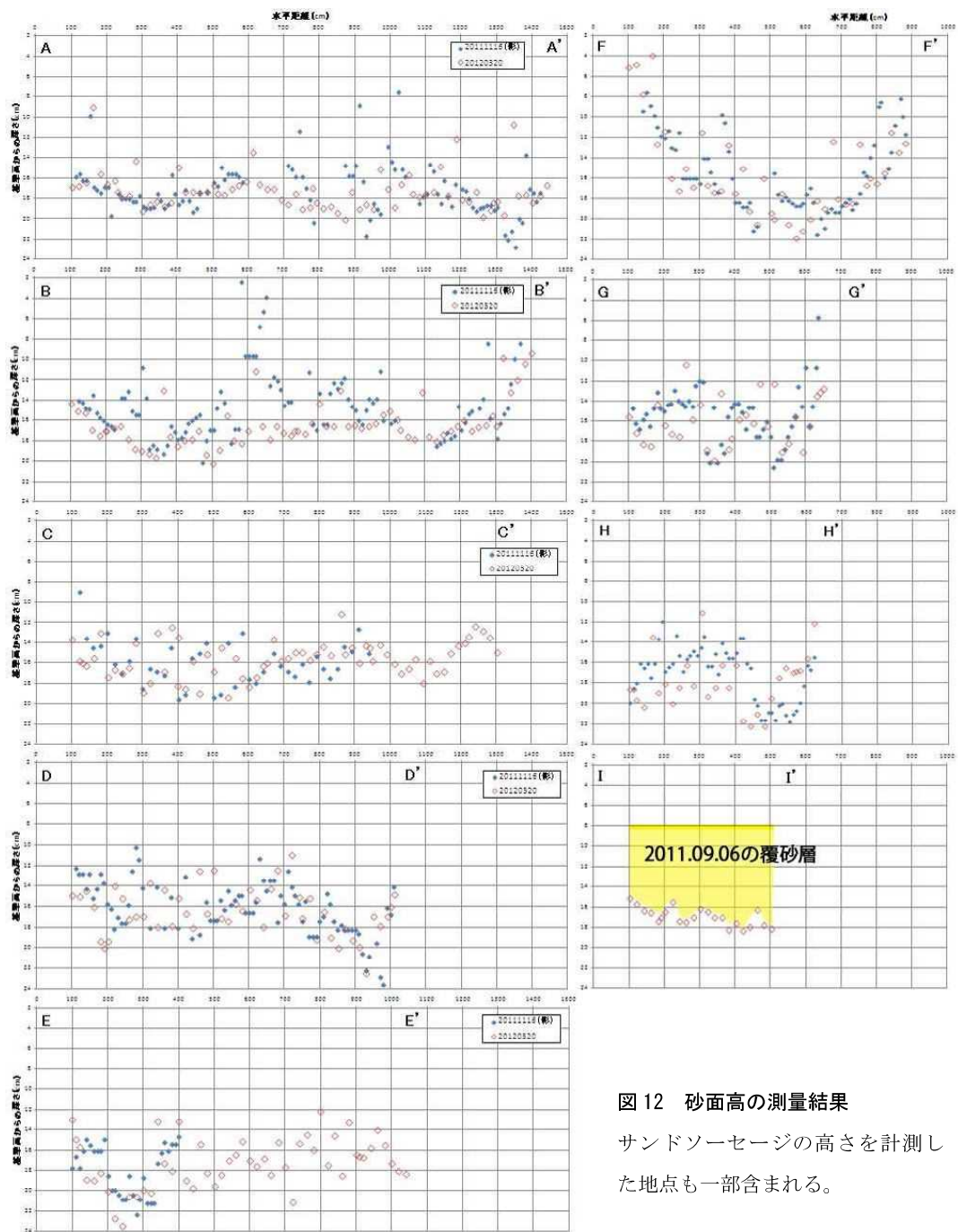


図 12 砂面高の測量結果

サンドソーセージの高さを計測した地点も一部含まれる。

る砂と植生で覆われたところには、おそらく 30cm 以上の厚さで砂が堆積しており、そこでは飽和地表流が発生しない。砂層の厚さが薄くなるにしたがって、降雨時に飽和

地表流が発生しやすくなり、流水侵食により火山灰層露出まで至るものと考えられる。つまり初期の覆砂厚を飽和地表流が発生しないものにするのが極めて重要である。



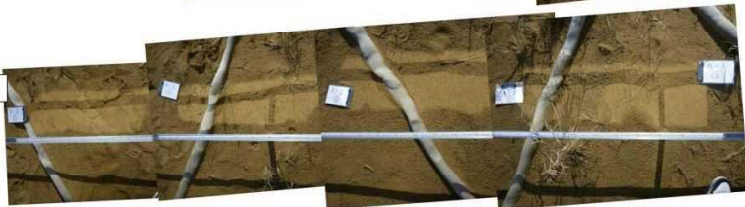
その覆砂表面に 0.5 m サイズのトラス型サ      ンドソーセージを設置すれば、覆砂層を数

### A 測線

100-550cm



550-1000cm



1000-1440cm



### D 測線

100-300cm



380-700cm



700-1010cm



100-370cm



### G 測線

370-650cm



図 13 太陽光線を反射させてつくった水平棒の影を用いた砂面高の計測例



年にわたり維持できるものと考えられる。そして植生が進入し、砂の固定が進む。このような方法を用いれば、火山灰層の露出に伴う破壊速度を減速させることができよう。降雨強度を考慮に入れて、斜面傾斜毎に飽和地表流が発生しにくい砂層厚を知ることが、当面の課題である。

Werner, B.T. Haff, P.K. Livi, R.P. and Anderson, R.S. (1986) The measurement of eolian ripple cross-sectional shapes. *Geology*, 14, 743-745.

#### 文献

- 神近牧男 (1992) 砂の移動と地形の変化について. 8-23. In: 鳥取砂丘保全協議会学術部会・鳥取砂丘調査研究会編「鳥取砂丘の景観の保全等に関する調査中間報告書」, 37pp.
- 神近牧男・近藤円 (1993) 火山灰露出地の覆土実験. 33-43. In: 鳥取砂丘保全協議会編「山陰海岸国立公園 鳥取砂丘保全調査中間報告書」, 52pp.
- 神近牧男・近藤円 (1994) 火山灰土露出地の墻垣による堆砂実験. 19-22. In: 鳥取砂丘保全協議会編, 「山陰海岸国立公園 鳥取砂丘保全調査報告書」, 54pp.
- 小玉芳敬 (2007) 西側及び南東側砂防林内の火山灰層の現状と伐採後の姿. 52-56. In: 鳥取砂丘景観保全協議会編「山陰海岸国立公園 鳥取砂丘景観保全調査報告書」, 92pp.
- 岡田昭明 (1991) 鳥取砂丘「赤ハゲ」に関する現況調査報告. 7-13. In: 鳥取砂丘現況調査会編, 「山陰海岸国立公園 鳥取砂丘現況調査報告書」, 41pp.
- 奥村武信 (2010) 火山灰層露出地への堆砂促進. 45-52. In: 鳥取砂丘再生会議 (保全再生部会) 編, 「山陰海岸国立公園 鳥取砂丘景観保全調査報告書」, 79pp.