

# 論文

## ヘラシダによるしらす斜面の保護手法

北村 良介<sup>1)</sup>・重田 春樹<sup>1)</sup>・山田 守<sup>2)</sup>

## Method to Stabilize Shirasu slopes by *Diplazium subsinuatum*

KITAMURA Ryosuke<sup>1)</sup>, SHIGETA Haruki<sup>1)</sup> and YAMADA Mamoru<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 鹿児島大学大学院理工学研究科海洋土木工学専攻 〒890-0065 鹿児島市郡元 1 丁目21-40

<sup>2)</sup> SPTEC・YAMADA 〒363-0008 埼玉県桶川市坂田1344-1

Received Nov 5, 2009 / Accepted Dec 7, 2009

### Summary

Shibushi Castle was designated as a historic site by the Agency for Cultural Affairs, Japan. A fundamental plan for preservation and maintenance of Shibushi Castle by the local government of Shibushi City is now under construction. There are steep Shirasu slopes which were previously dry moats in Shibushi Castle. The problem from the view point of the geotechnical engineering is how to preserve and to maintain Shirasu slopes in safety. In this paper a method to stabilize Shirasu slopes is proposed, where *Diplazium subsinuatum* is selected as the vegetation to cover the slope surface and to protect the erosion due to rainfall. The proposed method is expected to be useful although more time is needed to prove the validity.

Key words : *Diplazium subsinuatum*, Shirasu soil, slope stability, slope protection against erosion

キーワード : ヘラシダ, しらす, 斜面安定, 法面保護

### 1. はじめに

鹿児島県志布志市にある志布志城跡は、2005年に国の史跡に指定された（以下、志布志城と称する）。志布志市では、史跡公園として保存するために史跡公園保存整備事業基本計画を策定し、現在、発掘調査を進めている。築造当時の曲輪や空堀・土塁をイメージできる遺構を保存し、史跡公園として活用していくためには、空堀（急勾配しらす斜面）を安全に維持管理する手法の開発が課題の一つになっている。

現在の志布志城史跡内は常緑広葉樹や植林されたスギおよび林床植生が繁茂し、いくつかの空堀箇所（急勾配しらす斜面）では崩壊が発生している。一方、日陰のしらす斜面や崩壊土砂が堆積した崖錐部分にはヘラシダ（*Diplazium subsinuatum* (Wall. ex Hook. et Grev.) Tagawa）が下草として多くの箇所で繁茂していることを確認した。そこで、本稿ではしらす斜面や崖錐に繁茂しているヘラシダに着目し、ヘラシダによる環境負荷の少ない急勾配しらす斜面法面保護工法の開発をめざした試みを紹介する。

### 2. 試行区の概要とヘラシダ生育状況

試行区は、鹿児島県志布志市にある志布志城史跡内のしらす斜面である。試行は2008年9月15日に開始した。図 - 1

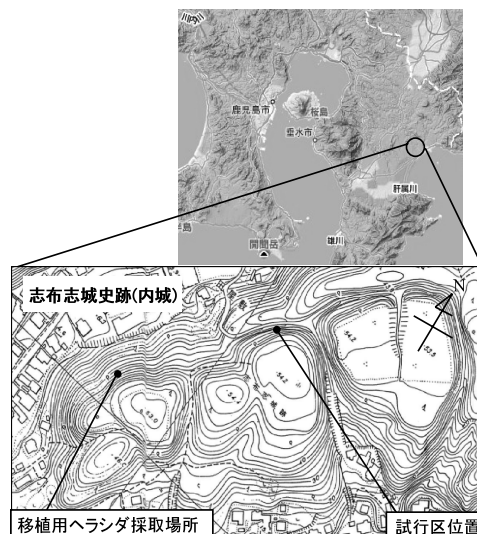


図 - 1 試行区位置

に試行区位置を示す。試行区のしらす斜面は空堀となっていた斜面で、斜面は西北西をむいており、斜面勾配は約70度、山中式土壌硬度計による斜面表面の指標硬度は25mm程度である。数百年前の築造当時、本しらす斜面は切土斜面であったが、時間の経過とともに自然斜面に回帰する過程にあると見なされる。

図 - 2 は、ヘラシダによってしらす斜面や崖錐斜面を安定させるメカニズムを模式的に示している。ヘラシダの葉が傘の役目を果たし、晴天時は太陽の光を遮り、雨天時は雨水が葉を伝って下に落ちることでしらす斜面に到達しに

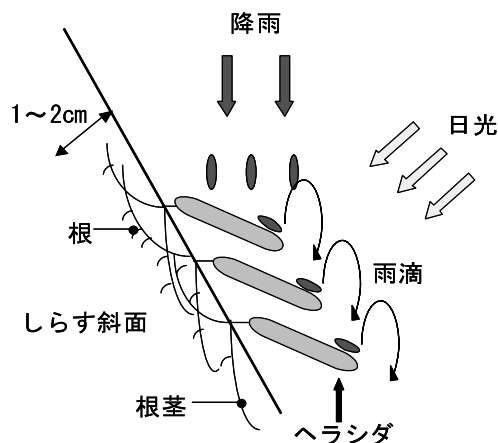


図 - 2 ヘラシダの法面保護効果

くくなる。このことにより、雨水や太陽光によるしらすの風化の進行を遅らせることができる。また、根茎は地表1～2cmの深さまでしか到達せず、竹や木本類のように地下茎や根が伸長することによってしらす斜面を緩める可能性は少ない。写真 - 1 に示すように試行区は縦・横約2mであり、ヘラシダ移植試行区（左側）と現地表土移植試行区（右側）に分けている。さらに、現地表土移植試行区は、上部に自然繊維（麻）バッグ（縦10cm×横20cm）を用いたエリアと下部の化学繊維（ポリエチレン）バッグ（縦15cm×横30cm）を用いたエリアに分けられる。ヘラシダ移

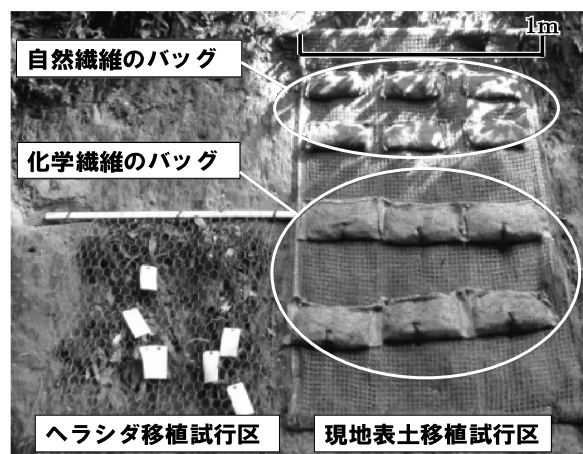


写真 - 1 試行区写真

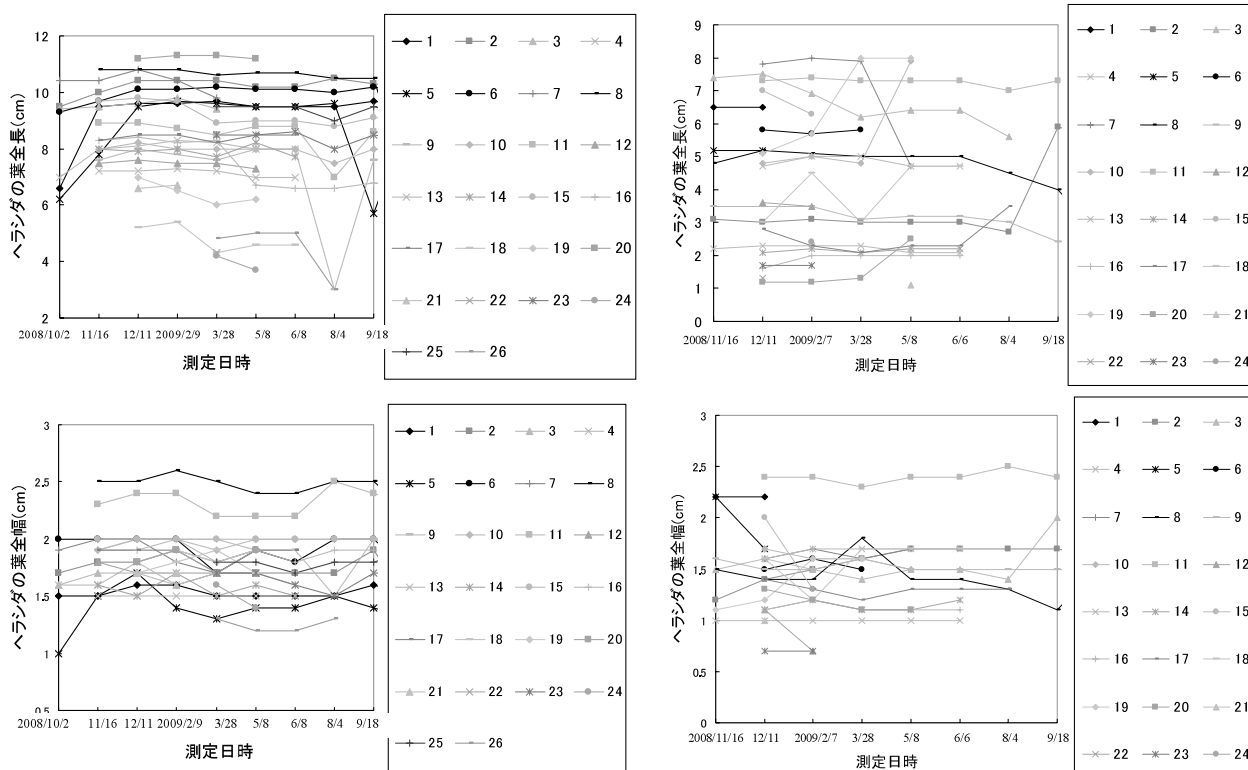


図 - 3 ヘラシダの生育状況（左：ヘラシダ移植試行区、右：現地表土移植試行区）

植試行区では、根茎と土のついたブロック状のヘラシダを斜面に貼り付け、滑り落ちないように金網で覆った。現地表土移植試行区では、植生シートを敷設した後、自然繊維バッグ、化学繊維バッグをそれぞれ6袋ずつ斜面上に固定した。自然繊維バッグには長さ15cm程度の根茎3本と根茎に付着した土、化学繊維バッグには長さ15cm程度の根茎5本と根茎に付着した土を入れた。

試行区でのヘラシダの生育状況を確認するため、ヘラシダ移植試行区では、金網から出てきている葉、現地表土移植試行区では発芽が確認された葉に番号札を付け、葉の長さや幅を測定した。図-3はヘラシダの生育状況を示している。両試行区は同時期に作製したが、現地表土移植試行区では、発芽に時間がかかったため、測定開始時期がヘラシダ移植試行区より約1ヶ月半遅れている。長さや、幅が減少している葉は、最終的に枯れてしまったためである。現地表土移植試行区において、ヘラシダの葉は、試行9ヶ月後にはほとんどが枯れてしまった。その後、2009年9月

19日の測定時に新たに新葉の展開を多数確認することができた。これは、葉が世代交代していることを示し、順調に生育していると判断している。なお、新たなヘラシダの葉は区別して現在も測定中である。

### 3. 土中水分計の設置と計測

2008年11月16日に土中水分計を設置した。土中水分計の設置箇所は、写真-2に示すように試行区の向かって右側に隣接した場所である。図-4は、土中水分センサーの設置方向を示した断面図である。崖錐部分の土砂を少し取り除き、センサー1はしらす斜面に平行、センサー2はしらす斜面に垂直方向に設置した。

図-5に2008年11月18日から2009年9月18日まで、図-6に2009年2月23日から3月28日までの雨量（志布志市のアメダスデータ）と土中水分センサーで計測された体積含水率の時系列変化を示している。両図より降雨があればし

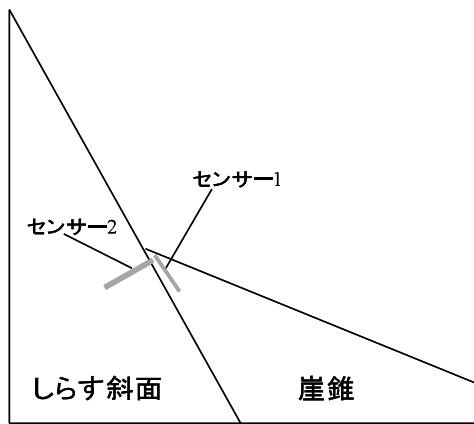


図-4 土中水分計設置状況

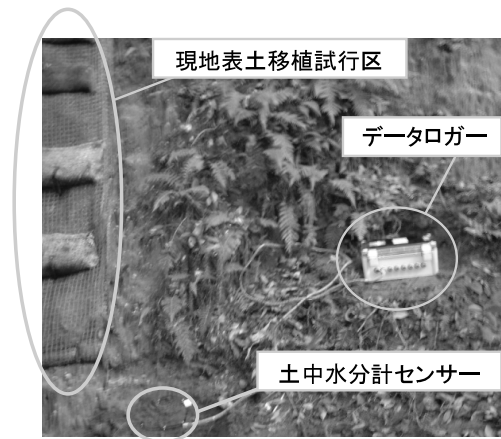


写真-2 土中水分計設置位置

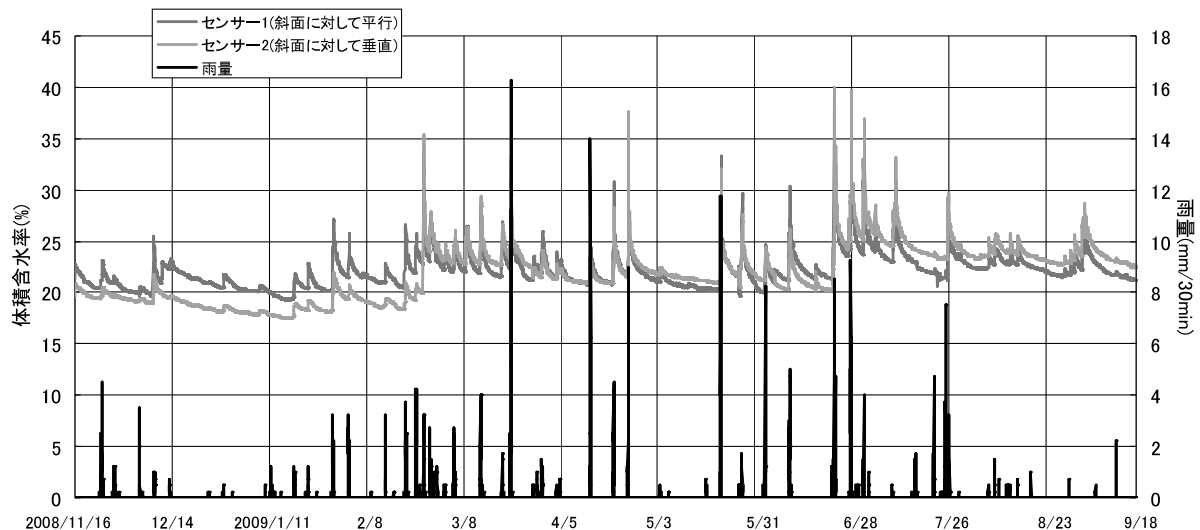


図-5 土中水分の計測結果

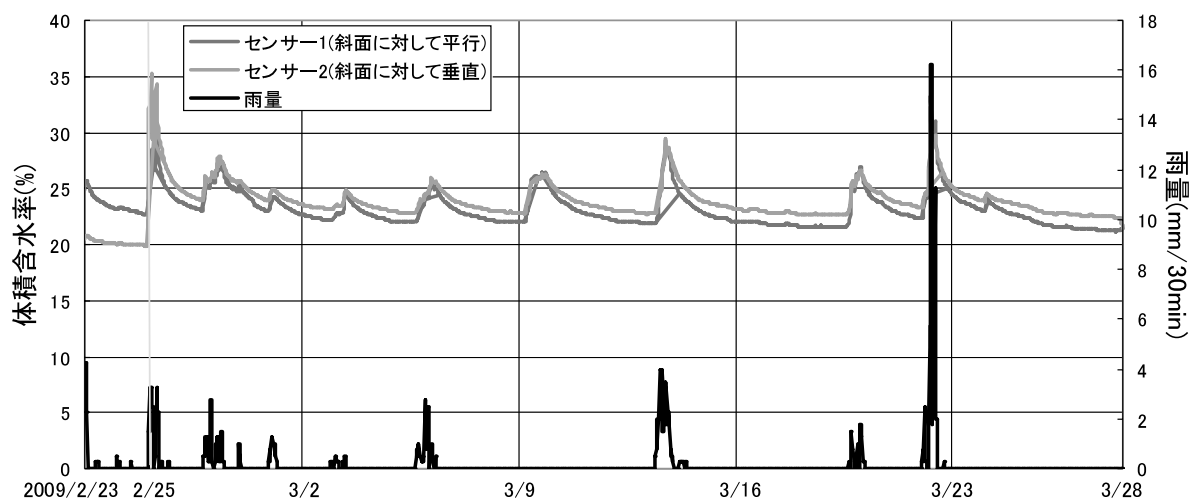


図 - 6 土中水分計の計測結果

らす斜面、崖錐部の体積含水率はともに増加していることがわかる。図 - 5 より測定開始後 2 月末頃までは、斜面に平行に設置されたセンサー 1 によって計測された体積含水率が、斜面に垂直な方向の体積含水率より常に大きいことがわかる。しらす斜面と崖錐部分の境界を雨水は浸透し、このことより、雨水はしらす斜面表面からあまり浸透せず、しらす斜面と崖錐部の境界が毛管遮水層の役割をしているのではないかと推測される。一方、2 月末以降の降雨イベントでは、センサー 1（しらす斜面に平行）とセンサー 2（しらす斜面に垂直）で計測された体積含水率の時系列変化に定性的な傾向が見られない。センサー 2 で計測された体積含水率がセンサー 1 より大きいことは、しらす斜面からの浸透のみならず、しらす斜面頂部の平坦地からの浸透がセンサー 2 の体積含水率を増加させたのではないかと推測される。これらのことを明らかにするためには、今後の長期的な観測と不飽和浸透挙動をシミュレートするための数値解析が必要である。

#### 4. おわりに

保存が大切な史跡公園内のしらす斜面の法面保護工法では、道路・鉄道・宅地斜面などで採用される従来工法（例えば、コンクリート吹付け工、枠工など）とは異なる環境負荷の少ない工法が必要となる。また、温暖化問題とも関連し、しらす斜面においても最適な法面緑化工法の開発が望まれている。北村研究室では、急勾配しらす斜面に自生するヘラシダを含む、法面緑化植生としての最適な草本類を調べる研究を始め、本稿で紹介した。シダは元々湿った暗いところに繁茂している。今後、太陽が当たる南向きのしらす斜面等でのシダ類や草本類を調べていきたい。

#### 謝 辞

志布志市教育委員会事務局文化財管理室から試行区の提供を頂き、種々のサポートを頂いた。ここに謝意を表します。

#### 引用文献

- 重田春樹・山田守・北村良介（2009a）ヘラシダによるしらす斜面の保護について．第44回地盤工学研究発表会：1769-1770.
- 重田春樹・北村良介・山田守（2009b）ヘラシダによるしらす斜面の保護について（その2），第64回土木学会年次学術講演会（共通セッション 火山工学）：365-366.

#### 要 旨

志布志城（内城跡）は2005年7月に国の史跡に指定され、志布志市は史跡公園として保存するために史跡公園保存整備基本計画を策定中である。志布志城の空堀（急勾配しらす斜面）は、風化の進行により斜面崩壊を起こしており、史跡公園として保存するためには空堀（急勾配しらす斜面）を適切に管理することが問題となっている。

本論では、志布志城史跡に自生しているヘラシダに着目し、ヘラシダで斜面を保護することを目指した試行を紹介している。試行は現在も進行中であり、結論には至っていないが、計測結果から、ヘラシダによるしらす斜面の安定化は有用であることが期待される。