

琉球石灰岩風化土地域における圃場整備法面の侵食防災についての基礎的研究

農学部 肥山 浩樹

1. はじめに

鹿児島県から沖縄県にかけて広がる島嶼群である南西諸島では、第四紀更新世に発達した珊瑚礁が隆起した、いわゆる琉球石灰岩が広く分布する。南西諸島に位置する沖永良部島は、島の総面積の半分を耕地が占めており、農業が主要な産業である。沖永良部島では、令和2年度に地下ダムが完工予定であり、これに伴う畑地の区画整理や灌漑施設整備が進められている。

区画整理工事で新規に造成された圃場法面は、造成直後には被覆されていないため、風雨により表土が侵食され、これが進行すると法面崩壊に繋がる場合もある。圃場法面の保護工として、植栽によるカバープランツ工法が多く採用される。この工法に用いられる草種は、一般的に環境耐性が強くて長期間植生を維持でき¹⁾、地域の環境条件に適合するものが選定される。代表的な品種としてセンチピードグラス（イネ科・中国原産）やヒメイワダレソウ（クマツヅラ科・南米原産）などが挙げられる²⁾が、その多くは外来種である。沖永良部島では、従来、カバープランツとしてヒメイワダレソウを採用し、良好な結果が得られていた。なお、この品種は昭和初年に渡来し³⁾、暖かく乾燥気味の土壌を好み、圃場法面以外にも公園緑化などに用いられている。

しかしながら、平成17年に「特定外来生物による生態系等に係る被害防止に関する法律（特定外来生物被害防止法）」が施行され、海外からの移入生物による、日本の生態系、人の生命や健康、農林水産業への被害を防止するために、飼養、栽培、保管又は譲渡、輸入などが禁止⁴⁾された。さらに、平成26年には「我が国の生態系等に被害を及ぼす恐れのある外来種リスト（生態系被害防止外来種リスト）」⁵⁾が作成され、ヒメイワダレソウは防除や遺棄などのための普及啓発が求められる総合対策外来種の中で、甚大な被害が予想されるため対策の必要性が高い重点対策外来種に指定された。ただし、ヒメイワダレソウは平成28年（同29年改正）に作成された「鹿児島県外来種リスト⁶⁾」には掲載されていない。

沖永良部島では、ヒメイワダレソウによるカバープランツ工法の代替として、野芝やわら芝を用いた施工を実施したが、それぞれセイタカアワダチソウの繁茂や法面への定着不良により効果が得られなかった。また、瀝青材吹付けによる法面保護工も実施したが数ヶ月で吹付け材が剥離し、有効な工法が見出せない状況が続いている。

本研究では、沖永良部島の圃場法面保護に有効な工法について検討するために、現地観察および室内試験により、琉球石灰岩風化土の土質特性を把握することを目的とする。

2. 現地の概要

沖永良部島は、頁岩、粘板岩および砂岩などが互層を成すいわゆる四万十層群を基盤とし、この上部に珊瑚礁由来の琉球石灰岩が覆う地質構造を持つ。これは、琉球弧を構成する南西諸島の多くの島に共通する特徴である。島の表土の大部分は琉球石灰岩で占められており、農地のほとんどがこの琉球石灰岩風化土である。

法面保護工の実施状況を把握するために、鹿児島県営の畑地对総合整備事業実施地区で、最近法面保護工を施工している5箇所を視察した。視察先は知名町正名と田皆、和泊町白瀬、畦布および伊美であり、いずれも琉球石灰岩風化土地域である。視察先の法面保護工の状況を図1に示す。(a)知名町正名は浸食マットを採用しており、施工後数年が経過していることから、ほぼ法面の被覆が完了しているが、侵食を受けやすい上部で一部植生の活着が悪い。(b)和泊町白瀬は外来種（ヒメイワダレソウ）のカバープランツ工法を採用している。植生が定着している部分もあるが、排水部付近の法面への活着が悪く、そのような箇所では著しい侵食を受けている。(c)和泊町畦布は、正名と同様に浸食マットを用いており、施工後それほど時間が経過していない。植生が全く定着していないため土壌侵食が著しく、赤土流出が懸念される。(d)和泊町伊美は、ヒメイワダレソウを用いたカバープランツ工法が採用できなくなったからの着工であり、野芝やわら芝を

用いた工法で効果が発揮できず、瀝青材吹付けによる法面保護工を実施している。吹付から3ヶ月ほど経過しているが、既に風雨によりほとんどの瀝青材は剥離散逸しているとともに、法面侵食が進行しつつある。(e)知名町田皆は、現在造成工事が進められており、法面保護工の工種がまだ決められていない。

3. 土質試験の結果と考察

視察先の内、比較的植生の定着が良かった正名を除いた4箇所で見地試料を採取し、室内に持ち帰って、土色および各種土質試験を実施した。

土色は湿潤と風乾の2つの状態で行った。その判定には標準土色帖(2005年版)を用いた。それぞれの状態での判定結果を表1に示す。採取地点によりわずかに土色が異なり、畦布の土色は他の試料のそれに比べてやや明色を呈している。



(a) 知名町正名	(b) 和泊町白瀬
(c) 和戸町畦布	(d) 和泊町伊美
(e) 知名町田皆	

図1 現地状況

土粒子の密度試験は JIS A 1202⁸⁾ に準拠して行った。その際、試料としては炉乾試料を用い、湯せんの代わりにホットプレートを使用し 9 時間加熱することで気泡を取り除いた。また、液性・塑性限界試験は JIS A 1205⁸⁾ に準拠して行った。それぞれの試験から得られた結果を表 2 に示す。

土粒子の密度は、一般的な値よりもやや高い 2.7g/cm^3 程度の値であり、琉球石灰岩風化土やコーラルリーフロックの特徴⁹⁾を示した。伊美の値が若干低いのは、試料採取の際に剥離した瀝青材がわずかなではあるが混入したことが原因だと考えられる。液性限界、塑性限界および塑性指数について、白瀬試料が他の試料に比べていずれも小さい値を示した。同じ琉球石灰岩風化土であっても、母岩の生成時期や風化の状況により試料の物理性に違いが見られることから、土質特性に地域差が生じることが示唆された。特に、塑性指数の低い白瀬試料について、保水性も低くなることが考えられるため、法面保護に植生工を用いる場合には水分管理に注意する必要があることが想定される。液性・塑性限界試験の結果を塑性図上にプロットしたものを図 2 に示す。いずれの試料もほぼ A 線付近に集まっている。日本統一分類⁸⁾によれば、白瀬、伊美および田皆は(CH) [粘土

表 1 試料の土色

	白瀬	畦布	伊美	田皆
湿潤状態	7.5YR3/2 (黒褐)	5YR3/4 (暗赤褐)	5YR3/2 (暗赤褐)	7.5YR3/4 (暗褐)
風乾状態	10YR4/4 (褐)	7.5YR4/4 (褐)	10YR3/4 (暗褐)	10YR4/6 (褐)

表 2 土粒子の密度と液性・塑性限界試験結果

	白瀬	畦布	伊美	田皆
土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.723	2.728	2.659	2.735
液性限界 $w_L(\%)$	58.98	74.13	77.03	79.57
塑性限界 $w_p(\%)$	26.21	36.45	31.40	29.61
塑性指数 I_p	32.77	37.68	45.63	49.96

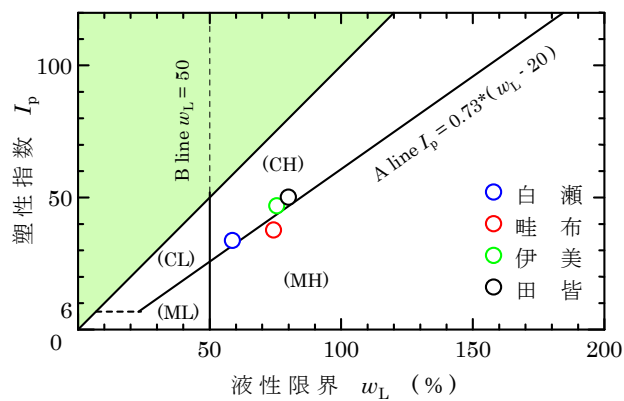


図 2 塑性図

(高液性限界)] に、畦布は (MH) [シルト (高液性限界)] に分類される。

土の粒度試験は JIS A 1204⁸⁾ に準拠して行った。ただし、分散剤として 1 規定 NaOH を 20ml 用いた。試料の粒度画分を表 3 に示す。いずれの試料も礫分をほとんど含まず、細粒分を 70 ~ 88% 含んでいる。粘土分 (<0.005mm) 含有量は 14~40% であり、琉球石灰岩に特徴的な重粘土の様相を呈している。ただし、土粒子の密度試験でも述べたように、伊美の試料には瀝青材がわずかながら混入しており、細粒分の数値を若干下げた可能性は否めない。田皆を除く 3 試料の 2mm ふるいの水洗残留試料を炉乾燥したときの写真を図 3 に示す。図中、伊美の試料にのみ見られる黒色粒状の物質が瀝青材である。

表 3 試料の粒径画分

	白瀬	畦布	伊美	田皆
礫 分(%)	0.3	0.2	0.6	0.1
砂 分(%)	26.8	26.3	30.0	11.9
シルト分(%)	52.7	33.6	55.5	72.5
粘土分(%)	20.2	39.9	13.9	15.5



図 3 2mm ふるい水洗残留炉乾試料

新規造成圃場 4 箇所採取した試料に土質試験を行ったところ、いずれの試料も琉球石灰岩風化土としての共通の特徴を有しているが、地域差も認められることが分かった。法面保護工法の工種選択においては、特に植生工を実施するのであれば、土壌に合ったカバープランツの選定が重要となると考えられる。

4. 伊美地区の経過観察

造成間もない和泊町伊美地区を半年後に再訪し、その経過状況を観察した。その様子を図 4 に示す。法面の植生は、農道に面した排水口付近には全く定着しておらず、法先に堆積した崩落土上にわずかに認められる程度である。排水口周りの土壌は、この半年間に表層部が侵食を受け、約 5cm 剥離流出している。崩落した土砂が承水路に約 20cm の深さで堆積している。ただし、このような著しい侵食が全体に及んでいるのではなく、図 4 で承水路に沿った奥の方では部分的に植生が定着している箇所が見受けられる。定着している箇所を詳しく観察すると、周囲の植生により、風の影響を直接受けにくい場所であることが分かった。また、表層部を注視すると、図 5 に示すように、おそらくは乾燥に伴う細かいクラックが発生し、これが進行することで土壌が細粒のクラストを形成し、剥離崩落しているものと思われる。一般的な土壌侵食では水食の影響が最も大きいですが、琉球石灰岩については風食の影響を強く受けていると推測される。



図 4 伊美地区の半年後の状況



図 5 伊美地区法面の拡大図（半年後）

5. おわりに

沖永良部島では、新規に造成された圃場法面の保護にカバープランツ工法が採用されてきたが、従来用いられてきたヒメイワダレソウが重点対策外来種に指定されたため、別の草種の選定あるいは工種の変更を迫られた。代替草種として野芝やわら芝を用いた施工では、法面への定着不良やセイタカアワダチソウの繁茂により効果が得られず、瀝青材吹付けによる保護工も成果が出ず、有効な工法が見出せない状況が続いている。

本研究では、沖永良部島の圃場法面保護に有効な工法について検討するために、最近区画整理工事で造成された圃場 4 箇所を選定し、現地採取した琉球石灰岩風化土について室内試験を行った。その結果、いずれの地区も従来報告されている琉球石灰岩の土質特性の範疇ではあるが、地域差があり、現地のローカルな環境条件で特性が変化することが分かった。また、現地での観察から、乾燥に伴い収縮し、細粒化することで侵食が進行していることが推察された。このため、水食に併せて風食の影響を考慮する必要があることを示した。

参考文献

- 1) 大谷一郎, 渡辺修, 伏見昭秀(2007): 畦畔法面への利用を前提としたグラウンドカバープランツの生育および土壌保全機能と植栽斜面方位との関係, 近畿中国四国農業研究センター研究報告, Vol.6, 39-53
- 2) 川口佳則, 井上拓弘, 沖陽子(2012): センチピーとグラスおよびヒメイワダレソウを植栽した滋賀県内の畦畔における雑草発生の現状把握, 雑草研究, Vol.57(1), 9-13
- 3) 環境省自然観光局(2015): 自然公園における法面緑化指針解説編
- 4) 環境省ホームページ: <http://www.eic.or.jp/ecoterm/?act=view&serial=3123>
- 5) 環境省, 農林水産省(2016): 我が国の生態系等に被害を及ぼす恐れのある外来種リスト
- 6) 鹿児島県(2017): 鹿児島県外来種リスト
- 7) 小山正忠, 竹原秀雄(2005): 新版標準土色帖 27 版, 日本色研事業株式会社
- 8) 地盤工学会(2009): 地盤材料試験の方法と解説, 第 1 刷
- 9) 山内豊聡 監修(1983): 九州・沖縄の特殊土土質工学会九州支部, 185-213