

沖永良部島における侵食にともなう農地災害を防ぐ工法に関する研究

農学部 肥山 浩樹

1. はじめに

沖永良部島は、四万十層群を基盤とし、この上部に琉球石灰岩が位置する地質構造を持つ。表層の大部分は、この琉球石灰岩の風化土に覆われている。近年、地下ダムの建設に伴い、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琉球石灰岩風化土から成る圃場法面は、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を伴う農地災害に繋がる場合もある。

沖永良部島では、圃場法面の保護工として、従来からヒメイワダレソウの植栽によるカバープランツ工法が多く採用され、良好な結果が得られていた。しかしながら、特定外来生物による生態系、人の生命・身体、農林水産業への被害を防止する目的で、2005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、外来種対策の一層の進展を図ることと適切な行動を呼びかける目的で、2014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）」¹⁾が作成された。このリストでヒメイワダレソウが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」に指定されたことから、その使用が著しく制限されることとなった。この代替策として、野芝やわら芝を用いたカバープランツ工法や瀝青材吹付けによる法面保護工が実施されたが、いずれも効果が発揮できず、有効な工法が見出せない状況が続いている。

法面の風化や侵食を防止する保護工は、構造物工と植生工の2つに大別される。構造物工には、コンクリート吹付工、ブロック張工や石積み工などがある。いずれも長期的安定が見込めるが、施工費が高いことや離島では専門技術者が確保しづらいなどの問題点を抱えており、圃場法面工法としては採用が困難である。一方、植生工には播種工や植栽工があり、構造物工に比べて安価であることから、造成地の法面にはよく利用されてきた。一般的に、在来種は外来種と比較して発芽が遅いため、造成直後に植生工を施工しても侵食により種子が流亡することが多い。これを防ぐには、発芽までの一定期間、法面に侵食対策を施し、植生を定着させる必要がある。短期的な法面侵食対策として、土壌を団粒化させる土壌改良材の散布がある。これは、薬剤の散布により、土壌の団粒化を促すことで耐食性や透水性を高めると同時に、防塵性を向上させるものであり、土木現場で使われる方法である。

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、琉球石灰岩風化土に市販の土壌改良剤を施用した場合の侵食防止効果について、屋外試験から明らかにすることを目的としている。

2. 現地調査地点と実験試料

沖永良部島内で、最近、区画整理が実施された白瀬、畦布、伊美および田皆の4地区を選定し、試料を採取した。いずれも琉球石灰岩風化土であり、その採取地点を図1に示す。持ち帰った試料について、室内で主に物理試験を行い、得られた結果を表1に示す³⁾。

いずれの試料も、琉球石灰岩風化土として共通の特徴を有しているが、同じ島内であっても土色や粒度分布に地域差が認められることが分かった。母岩の生成時期や風化の状況など、環境要因の違いが差異に繋がったものと考えられる。このことから、法面保護工



図1 試料採取地点（文献2に加筆）

法の工種選択においては、土質特性を見極めた上での選定が重要になる。なお、伊美地区の土粒子の密度や粘土分含有量が他より小さい値となっているのは、法面保護工として吹き付けた瀝青材が混入しているためである。

3. 屋外侵食実験

前報³⁾において、伊美地区での経過観察から、琉球石灰岩風化土が乾燥に伴い収縮し、細粒化することで斜面から剥離崩落するために、侵食が進行しているであろうことを推察した。また、現在、造成が進行中である田皆地区において、団粒化を促進する土壌改良剤の実証試験が行われていることから、屋外に模型斜面を作製し、侵食の経過観察とこの土壌改良剤の効果について検討した。

この実験に用いた土壌改良剤は、アクリル酸重合体の高分子化合物であるグラベール B (商品名) である。グラベール B は、薬剤中のプラス電荷が土粒子表面のマイナス電荷と結びつき、土粒子骨格構造を団粒化させる働きを持つ。これにより、地盤の強度増加や保水性や透水性、ならびに耐食性の向上が期待される薬剤であり、公共事業などで広く用いられている。

屋外実験に使用する試料として、現在造成中である田皆と造成直後である伊美を選定した。屋外実験装置の概要を図 2 に示す。実験に用いた土層は市販の雨樋を流用した。土層は幅 110mm、長さ 1,100mm であり、下層に厚さ 25mm の砂を敷き、その上に試料を厚さ 30mm で敷き詰めた。

供試体作製の様子を図 3 に示す。対象土を木槌で突き固めて作製したが、土層の強度不足のため、現地の乾燥密度 (1.2g/cm³ 程度) よりやや低い 1.0g/cm³ 程度となった。作製した土層は、周りに遮蔽物の無い建物屋上に、1 割勾配で設置した (図 2 参照)。

表 1 試料の基本特性

		白瀬	畦布	伊美	田皆
土色*		7.5YR3/2	5YR3/4	5YR3/2	7.5YR3/4
土粒子の密度 ρ_s (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
土の工学的分類		(CH)	(MH)	(CH)	(CH)
粒度分布**	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

* 湿潤状態

** JIS法による

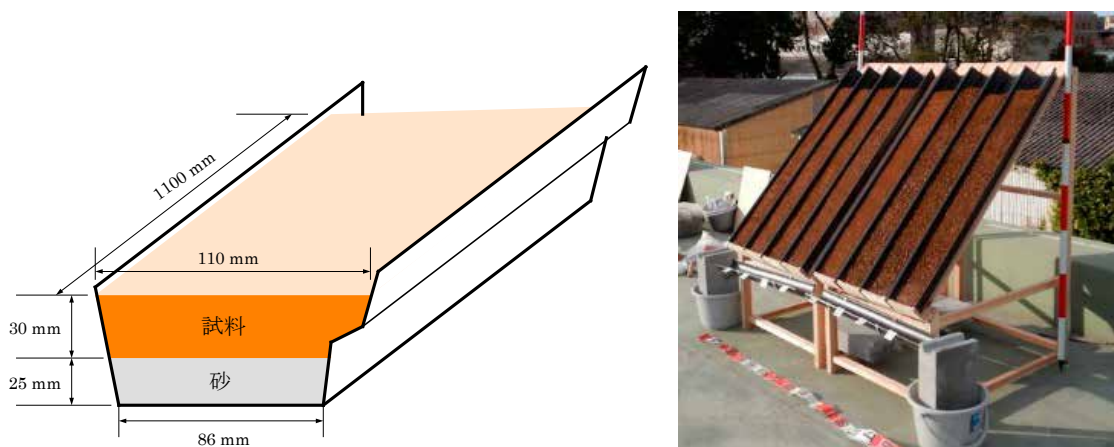


図 2 屋外実験装置の概要

土壌改良剤グラベールBは、原液 250mL を 25L で希釈 (100 倍) し、10m² の面積に散布する事を標準としている。屋外実験では、希釈率を 50~150 倍とし、土層の面積を勘案して約 300mL の希釈液をそれぞれ散布した。設置時の状況を図 4 に示す。

約 1 ヶ月間、屋外において経過観察した。その時の土層下部の様子を図 5 に示す。実験開始後、3 日目まではほぼ降水が無く、この間、土層表面が乾燥するとともに小さなクラックが発生した。表面の状態に大きな変化は無いが、グラベール B の濃度の高いもの (50 倍希釈) 程、表面の乾燥が進んでおり、透水性が向上している事が伺えた。8 日目には 4mm 程度の降雨があり、表面侵食が発生し始めたが、グラベール B の濃度の高いものほど耐食性が高い事が見て取れるようになった。20 日ほど経過すると、この違いは顕著になるとともに、グラベール B の効果は伊美より田皆試料の方が高いことが分かった。34 日経過時に、⑤田皆・無施用の土層が崩壊したため、観察を終えた。崩落の原因は、土層が薄かったことで、自重に耐えられなかったものと考えられる。



図 3 実験土層の作製の様子



- | | |
|---|---------|
| ① | 田無・無施用 |
| ② | 田無・150倍 |
| ③ | 田無・100倍 |
| ④ | 田無・50倍 |
| ⑤ | 田無・無施用 |
| ⑥ | 伊美・無施用 |
| ⑦ | 伊美・100倍 |
| ⑧ | 伊美・50倍 |

図 4 設置時の状況

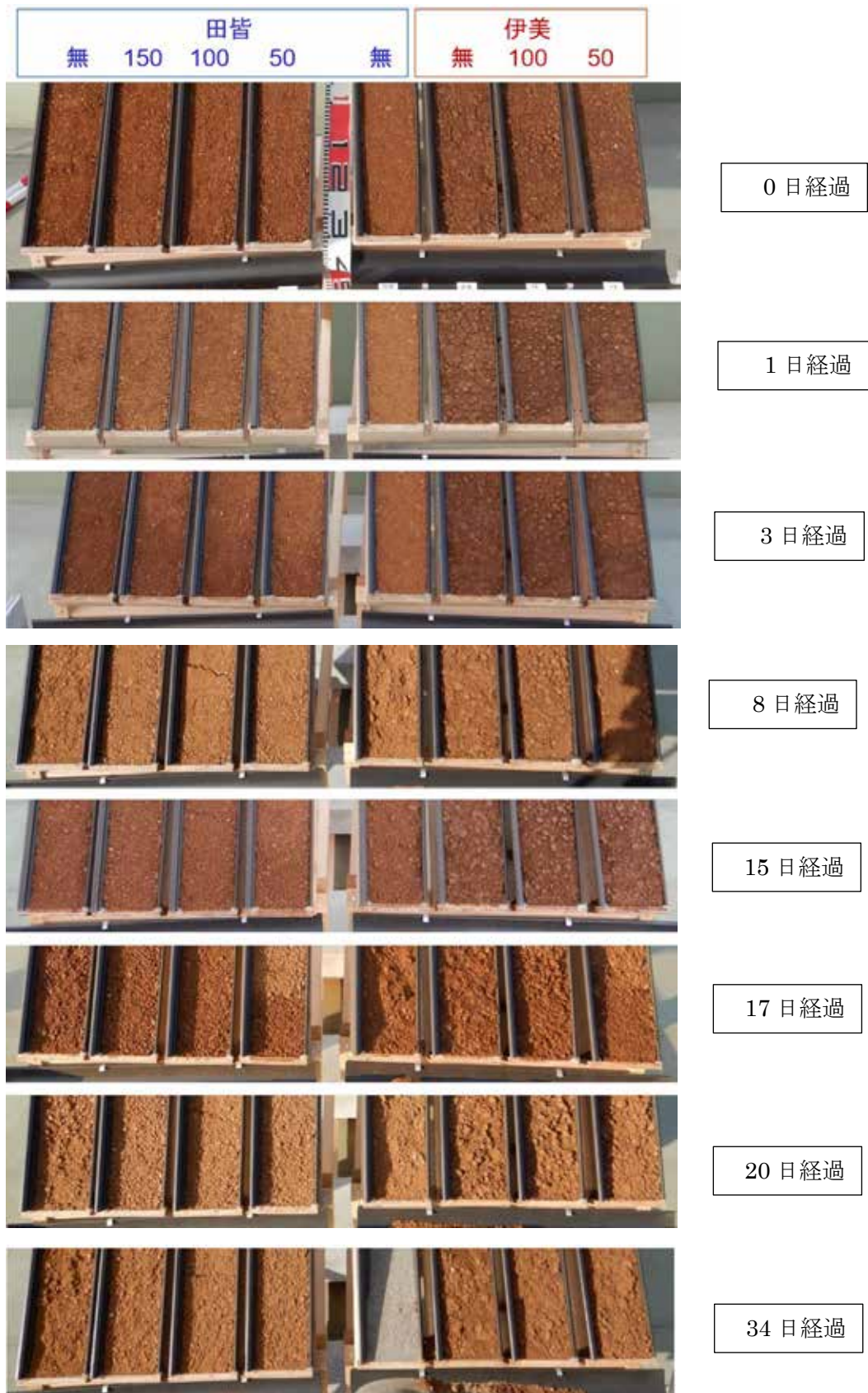


図 5 実験土層の経過観察

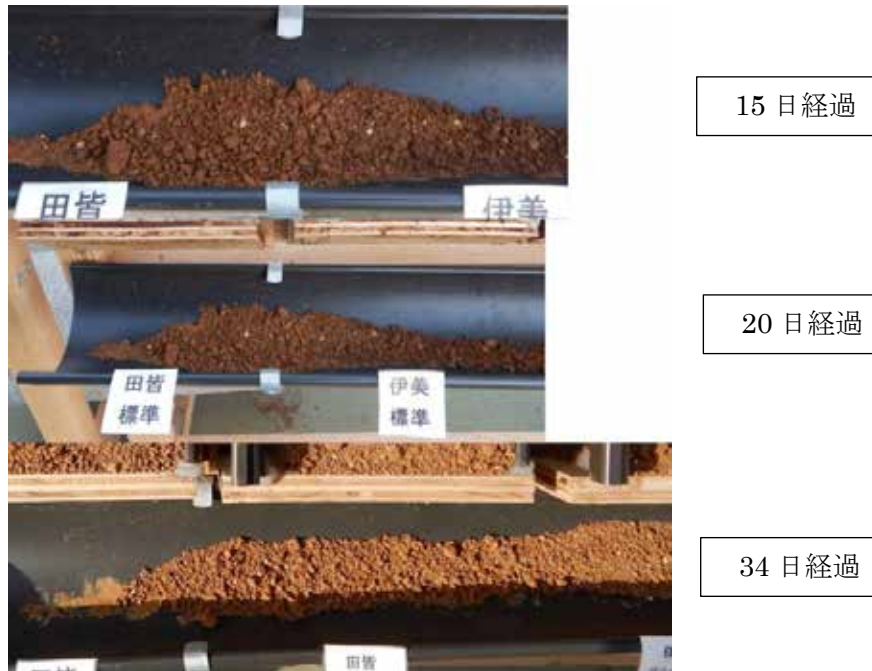


図6 崩落土の様子

グラベール B は琉球石灰岩の表面侵食に対して効果を発揮しており、現地での利用が大いに期待される。希釈率が低い（濃度が高い）ほどその効果は大きくなるが、標準希釈より薄くても、十分な効果が得られる可能性が示唆された。ただし、土壌の違いによって、その効果にわずかな違いがあるので、現地で実証実験を実施する必要があると思われる。図6は、侵食により崩落した土壌の様子であり、小さな塊状のまま侵食を受けている事が分かる。これは伊美地区で現地観察をしたものと同じであり、乾燥による収縮からクラストを形成し、これが降水に流されたり、風に飛ばされて侵食が進行したと考えられる。

4. おわりに

沖永良部島の琉球石灰岩風化土について、圃場法面保護に有効な工法について検討するために、模擬的な斜面を作製し、屋外において侵食実験を行った。その結果、現地と同様に表土の乾燥収縮に伴い小粒のクラストが形成されることで侵食が進行する様子が確認できた。ここに土壤改良剤（グラベール B）を用いると、団粒化によるものと思われる透水性が向上するとともに、侵食が抑制され、その効果が確認できた。この効果は濃度が高いほど強く発揮されるが、標準より低濃度でもある程度の効果が期待された。ただし、試料が変わるとその効果の程度も変化するため、現地での実証実験が不可欠である事も示した。

土壤改良剤は多種多様なものが販売されており、例えば、上水の浄化や水田の汎用化のために用いられるヒドロキシアルミニウムや斜面の強度増加に用いられる竹セルロースなどがある。土壤改良剤の利用は、効果の発現が早く、種子が発芽するまでの侵食抑制には有効である。今後は、現地の土壌に合った改良剤を模索する必要があると考える。

参考文献

- 1) 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
- 2) 鹿児島県地質図編集委員会(1990): 鹿児島県の地質図地質図
- 3) 肥山浩樹(2021): 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, 鹿児島大学 地震火山地域防災センター令和2年度報告書, pp.75-78