

土壌改良剤混入による赤土系国頭まあじの侵食抑制効果

田熊勝利*, 猪迫耕二*, 小林 清**, 村本英恵**

平成15年7月7日受付

* 鳥取大学農学部, ** (株) ジャパン緑化

Erosion control effect of red soil such as Kunigami maji soil by the addition of soil conditioner

Katsutoshi Takuma*, Koji Inosako*, Kiyoshi Kobayashi** and
Hanae Muramoto**

**Department of Environmental Engineering, Faculty of Agriculture, Tottori University, Tottori 680-8553, Japan*

**Japan-ryokka Co., Ltd, Tottori 689-0411, Japan*

Kunigami maji soil is a red soil that distributes in the central north of the main island of Okinawa Prefecture. Since this soil is abundant in fine particles and poor in coagulation force, it is extremely vulnerable to water, causing severe soil runoff when it faces rainfall. The muddy water generated by soil runoff inflicts serious effects on downstream territories, farm fields, rivers and oceans. Muddy water is a factor to pollute water environment and destroy ecosystem. This research used a soil conditioner to control soil loss, and examined its control effect. As the soil conditioner, E-soiru was used. In an experiment using artificial rainfall, the amount of dispersed soil occupied about 20-30 % of the amount of eroded soil, showing that this factor cannot be neglected. By blending E-soiru, the amount of eroded soil decreased by 39-92 % at an inclination of 1.7° and by 59-89 % at an inclination of 8.0°. The result showed the significant effect of the addition of E-soiru on soil loss control. In particular, when the volume ratio of Kunigami maji soil and E-soiru was at 1:0.5, the mixture showed the maximum effect.

(Received 7 July 2003)

Key words: Kunigami maji soil, soil loss, soil conditioner

結 言

沖縄県では1950年代後半、パイナップル作りが盛んに行われるに伴い、赤土流出が目立つようになってきた。パイナップルは酸性土壌に適し、干ばつに強く、水を嫌うため良排水性の土壌である国頭まあじ地帯の急傾斜地に多く栽培されてきた。そして、大規模な農地開発が行

われ、赤土流出が顕著になった[2]。一方、本土復帰後の土地改良事業、観光施設のための造成工事、道路網の整備などで赤土流出の発生源は拡がり、多様化し、その流出は増加過程にある。

沖縄本島中北部に分布する赤土系土壌である国頭まあじは、その粒径が細粒に富み、粗粒分も含むところから団粒化が乏しく、水に極端に弱く、一旦降雨があると激

しい土壌流亡を起し、土壌流亡に伴う濁水が下流部地域、圃場、河川および海洋等に多大な影響を及ぼしている [1]。土壌流亡に伴う濁水は水環境を汚染し、生態系を破壊する一要因である。ここでは、土壌流亡に伴う濁水の制御並びに土壌流亡そのものの抑止に土壌改良剤を用いてその抑制効果について検討した。本研究では、土壌改良剤として杉、檜の樹皮を特殊加工し、ミネラルコンポストを配合した多目的環境保全型緑化資材である E-ソイル (株) ジャパン緑化製) を用いて、受食性の高い沖縄の赤土である国頭まあじの物理性改良及び侵食抑制効果について検討した。なお、E-ソイルは杉、檜の樹皮の天然の殺菌力・殺虫力があり、その他、長期に渡っ

孔を設けた。人工降雨は鳥取大学乾燥地研究センター内の全天候型乾燥地土壌侵食動態三次元解析システムの降雨シミュレータを使用し実験を行った。雨滴の落下高さは 12m であり、降雨強度をおおむね 40.0mm/h に設定した。そして、降雨実験開始後 5 分毎に流出土量、流出水量、浸透水量および飛散土量を実験開始後 30 分間採取した。その他に 5 分毎に濁水と浸透水の EC 値も測定した。実験に用いた試料土は国頭まあじ他 5 種類の土である。

結果と考察

(1) ファイネスナンバーへの影響 (第 1 図)

第 1 表 試料土の物理性他

試料名	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	土粒子の密度 (g/cm ³)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	EC (μs/cm)	間隙比	採取地
国頭まあじ	28.5	41.0	30.5	2.699	34.3	22.9	6.3	1.08	国頭郡
西高尾粘土	2.8	14.2	83.0	2.691	54.5	36.0	5.9	1.34	東伯郡西高尾
蒜山黒ぼく	21.3	53.7	25.0	2.190	103.2	72.0	4.9	2.52	真庭郡川上村
布勢まさ土	47.7	21.3	31.0	2.622	34.0	NP	4.9	1.24	鳥取市布勢
安蔵まさ土	75.8	13.9	10.3	2.619	32.4	NP	5.4	0.97	鳥取市安蔵
関金まさ土	87.7	9.4	2.9	2.634	34.6	NP	6.7	0.60	東伯郡関金

て繊維状態を保ち腐敗せず、軽くても飛ばない、流れない崩れない等の特徴を持っている。

実験に用いた試料土は、沖縄県国頭郡の赤土系である国頭まあじと、比較対象として粘性土 (火山灰質粘性土) 2 種類、まさ土 3 種類の計 6 種類である。試料土の基礎的性質について第 1 表に示す。

本実験は、E-ソイルの混入量 (体積比) が、試料土 1 に対し 0 (A と称する)、0.33 (B)、0.5 (C)、1.0 (D) の 4 段階にて行った。

実験内容

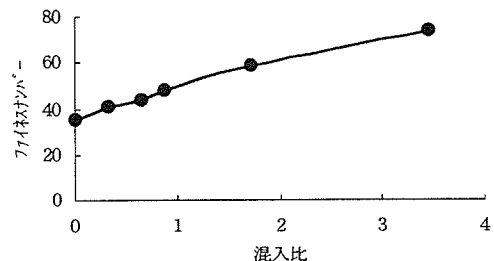
(1) 透水試験: 100 ml 円筒に試料を詰めたものを供試体とし、簡易型変水位透水試験を行い、透水係数の変化について検討した。

(2) pF 試験: 加圧板法により pF 1.5~3.0 の水分保持特性を調べ、E-ソイルを混入による試料の保水性について検討した。

(3) 侵食実験: 実験は土槽に 2mm 目ふるい通過の風乾試料土を 2.0cm 深充填し、下部 2.0cm に砂を均一に詰めた。その後、土槽を水平にして、下流端の排水孔より給水し飽和させた後、24 時間排水後実験に供した。斜面勾配は沖縄における国頭まあじの一般的圃場勾配である 1.7° と農業

機械を用いて作業できる勾配 8° に設置し、実験土槽は、斜面長 30cm、深さ 5cm、幅 10cm であり、下流側には排水

ファイネスナンバーは E-ソイル混入量の増加と共に増加している。これは E-ソイルの含水比が元々 160%前後と高含水比であることと、網状の繊維が組み込まれていることの結果であると考えられる。

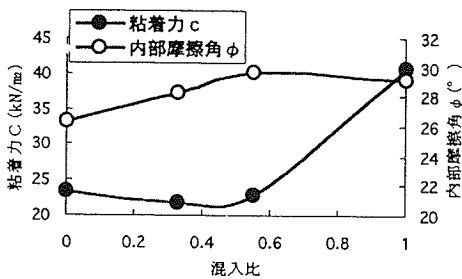


第 1 図 混入比に伴うファイネスナンバーの変化

(2) 強度定数について

一面剪断試験結果を第 2 図に示す。ファイネスナンバー一試験では E-ソイルの量を体積比で国頭まあじ 1 に対して最大 3.45 と多量混入したが、この剪断試験では体積比で上限 1 倍として行った。国頭まあじだけの内部摩擦角は 26.4° であるが、E-ソイルを混入することにより最高でも 29.7° と、3.3° 増加するのみでほとんど変化しない。

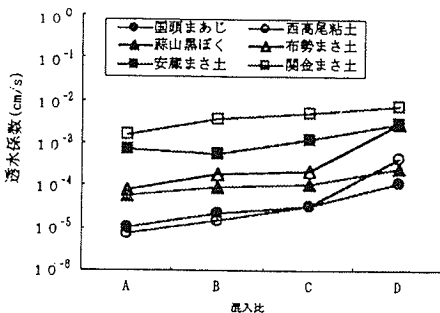
そして、粘着力は E-ソイル混入比 0.5 まではほとんど一定であり、その後急激に増加する。このことは E-ソイル 0.5 混入とは体積比なのでこれを質量比で表すと、国頭まあじ 100g に対して E-ソイル約 2.0g に相当し、量的にあまり影響ないものと思われる。しかし混入比 1.0 で大幅に変化している。これは質量では、まあじ 100g に対して E-ソイルおおよそ 6g に相当し、E-ソイルの少ない量の混入により急激な粘着力の増加、即ち、剪断強度の増加を促すものと推測する。また、粘着力の増加はのり面における土壌流亡抑制への効果となって表れているのかもしれない。



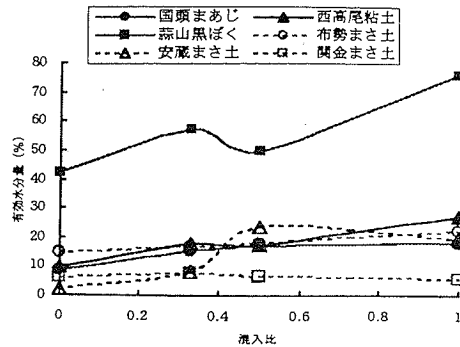
第2図 混入比と C, ϕ

(3) 各種土の透水性について

第3図に透水試験の結果を示す。すべての土において、E-ソイルを混入する割合が増えるほど透水係数は増加した。これは E-ソイルを混入することで、供試体中の粗間隙が増加したからであると考えられる。国頭まあじを含め、粘土分の多い試料土において顕著な効果が認められ、逆に砂分を多く含む試料土においては、粘性土ほどの効果が得られなかった。粘性土は微細な間隙で構成されていること、砂質土は粗間隙で構成されていることが効果の違いに影響していると考えられる。蒜山黒ぼくは粘性土であるが、間隙比が大きく、もともと排水性が良いことから効果が小さかったと考える。しかし、効果が小さかった蒜山黒ぼくにおいても、供試体 D と A で約 4.6 倍



第3図 混入比の違いによる透水係数

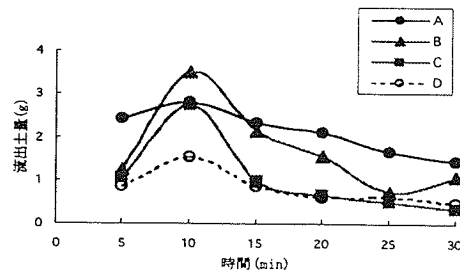


第4図 混入比と各種土の有効水分

も透水係数が増加していることから、E-ソイルによる透水性の改良効果があったと言える。

(4) 有効水分量について

E-ソイル混入による土壌の保水性変化を検討するために有効水分量を算定した。有効水分量とは、24 時間容水量 (pF1.5) から、生長阻害水分点 (pF3.0) を差し引いた水分量である。第4図に加圧板法により求めた有効水分量を示す。国頭まあじにおいて、E-ソイルを混入する割合が増加するにつれて有効水分量も増加した。その他の試料についても同様の結果が得られたが、関金まさ土のシルト以下分が約 10%程度であることが要因と考えられる。

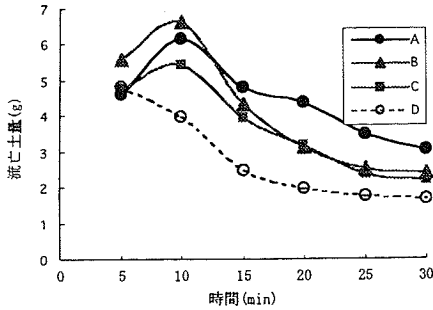


第5図 混入比の違いによる流亡土量 (勾配1.7°)

(5) 土壌流亡について

a. 混入比の違いによる土壌流亡への影響

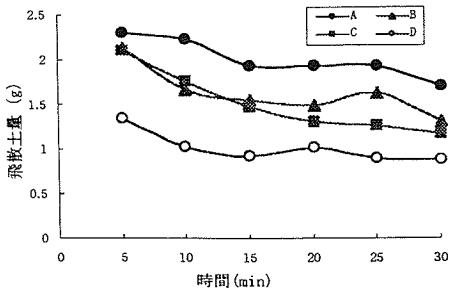
混入比の違いによる流亡土量の時間的变化を第5, 6図に示す。全般的に勾配 1.7, 8.0° とも E-ソイルの混入割合にかかわらず実験開始後 10 分までに流亡土量のピークを生じており、その後緩やかな減少傾向を示している。混入比 0 の場合は、緩やかな凸型曲線を示し、かなり多量の流出土を生じており、流出土の減少傾向も緩やかである。E-ソイルが混入されると 10 分間まではかなり急激に増加する、その後の減少傾向も激しい。混入比が増加



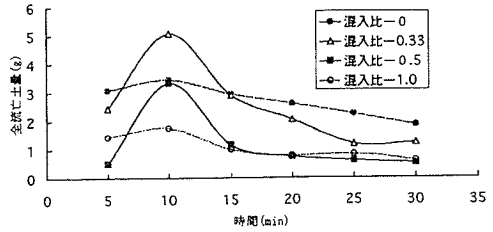
第6図 混入比の違いによる流出土量 (勾配8.0°)

すると、凸型のピークが緩やかになってくる傾向が推定される。まあじの場合クラスト等が経過時間 10 分頃から生じているのかもしれない。このことは飛散土量の変化を見てみると分かる。第7図に経過時間における飛散土の変化を示す。飛散土量は実験開始後 15 分までは E-ソイル混入比に関わらず低下し、その後は、定常状態になる。また各測定時間も E-ソイル混入の影響が顕著に表れている。飛散土量は全流出土量の勾配 1.7° で 0.30~0.20, 勾配 8.0° で 0.27~0.31 を占めており、勾配が急になるほど飛散土量が占める割合が増加している。飛散土の増加は、流出土量の増加であり、濁水濃度増加の原因ともなると考える。いずれにしても飛散が無視できないことが分かる。飛散土量、流出土量とも混入比との関係は、勾配に関わらず同様な傾向を示していた。

次に、流出土量と飛散土量の合計を経過時間で表したのが第8図である。流出土量と混入比との凸型の傾向が顕著に成っている。混入比 0.33 の場合は E-ソイルの効果はあまりないものと推測する。少し膨軟に成って流れやすくなって、クラスト形成が遅れているものと考え。また、E-ソイルの混入割合が増すほど、流出土量、飛散土量共に減少している。これは、混入割合増加に伴い、供試体表面に占める E-ソイルの割合が増えた結果である。



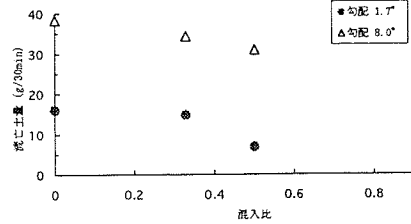
第7図 飛散土の時間的变化 (勾配8.0°)



第8図 混入比の違いによる全流出土量 (勾配1.7°)

と考える。E-ソイルが土粒子を覆い雨滴の衝撃を緩衝し、土壌の流出及び土粒子の飛散が抑制されたためと推測される。

30 分間流出土量 (流出土量+飛散土量) と混入比を比べてみると (第9図)、緩勾配の 1.7° では、混入比 0.33 まではほとんど変化なく 0.5 で急激に減少し、その後は一定状態になっている。このことは E-ソイルの混入割合

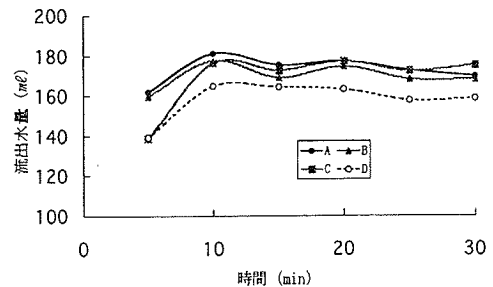


第9図 混入比と全流出土量

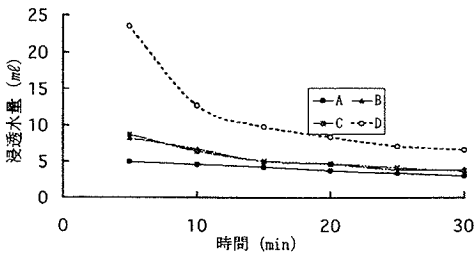
として土2に対し E-ソイル1の体積割合が経済的にも侵食抑止的にも最適と考える。

b. 流出水量, 浸透水量について

流出水量の結果を第10図に示す。流出水の多少は土壌流出に大いに関係している。8.0° 勾配実験では、流出土量同様概ね 10 分でピークを迎えるが、その後水量に大きな変動は見られず定常状態を示す。1.7° 勾配では混入比 1.0 を除いて 10 分でピークを迎えその後大きな変動は見られなかった。混入比 1.0 では E-ソイルが大量なため、間隙も大きくクラストができにくいことの結果だと考える。



第10図 まあじの流出水量の時間的变化 (勾配8.0°)

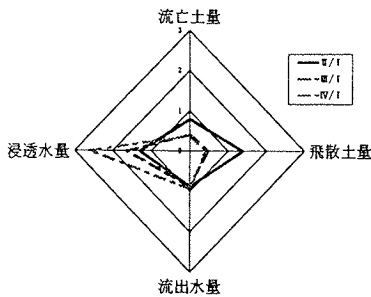


第11図 まあじの浸透水量の時間的变化 (勾配8.0°)

浸透水量の結果を第 11 図に示す。浸透水量は流出水量と逆傾向を示している。1.7° 勾配では、開始 10 分以降、混入比 1.0 が浸透水量の減少傾向を示しているが、それ以外の供試体には水量に大きな変動は見られなかった。これらのことは流出水量と同様な原因だと思われる。8.0° 勾配でも同様な結果であった。

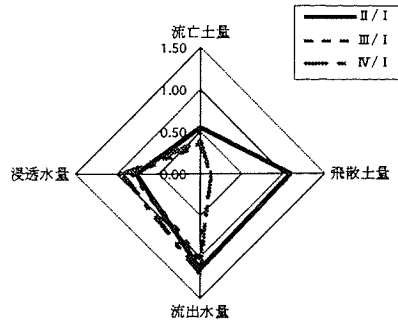
C. 土壌侵食因子について

次に、土壌侵食因子としての土壌流出量、飛散土量、流出水量と浸透水量の 4 因子を考えてみる。それら因子の相互関係を調べ、土壌侵食因子への E-ソイルの影響を把握するために E-ソイル混入比 0 に対する割合を求めたものを第 12 図に、まさ土を代表して関金まさ土を第 13 図に示す。これら両土には、E-ソイルの影響が大いに異なることが分かる。まあじは浸透水量への影響が顕著であり、混入比 1.0 では、3 倍もの増大を示している。流出土量



第12図 侵食因子の分布 (まあじ, 勾配1.7°)

はほとんど変動なく、この浸透水量が土壌流出への低減に効果を及ぼしていることが分かる。このことにまあじの特長が見られる。まさ土の場合は、浸透水量、流出水量ともあまり変化なく、流出土量が半減、飛散土量の大きいなる減少に E-ソイル混入が影響していることが分かる。



第13図 侵食因子の分布 (関金まさ土, 勾配8.0°)

総 括

国頭まあじに対する土壌改良剤混入による土壌流出抑止への影響について検討を加えた。土壌改良剤として E-ソイルを用いた。降雨シュミレータを用いての実験では、E-ソイルが土壌流出抑止にかなり効果があることが分かった。特に、まあじと E-ソイルの比が体積割合で 1 : 0.5 が最適と考える。これらのことから考えると国頭まあじの土壌流出抑止には、やはり圃場の土壌を改良することと沈砂池を設置することを併せて行い両面から防止することで、ある程度土壌流出を阻止できるものとする。これらの対策により一層土壌侵食抑止につながるものとする。

謝 辞

本研究をまとめるに当たり、井上信一郎、森裕一郎両氏の協力を得ました。

文 献

- 1) 翁長謙良, 呉屋 昭, 松村輝久: 沖縄島北部赤黄色土の土壌侵食の評価と対策. 土壌の物理性, 63, 19-33 (1991)
- 2) 吉永安俊, 翁長謙良: 沖縄国頭マージの造成農地における浮遊土砂流出について. 農土論集, 168, 105-110 (1993)