

侵食防止を目的とした竹 CNF 混合シラス改良土の物理的特性

Physical Properties of Shirasu Mixed with Bamboo Cellulose Nanofibers for Erosion Resistance

○三浦 菜名穂* 平 瑞樹**

○Nanaho Miura* Mizuki Hira**

1. はじめに

シラスは、南九州に広く分布しており鹿児島県本土の面積の約 50%を占めている。水に対する抵抗性が極めて低い。シラス斜面の崩壊は従来から宅地や道路、農地・農業用施設への被害をもたらしてきた。今後も異常気象などによる豪雨が原因でさらに大きな被害となる恐れがあり、シラスの適切な維持管理が今後より一層求められる。

一方、鹿児島県は全国一の竹林面積があり竹資源が豊富である。しかし、竹産業が衰退し、放置竹林の課題が深刻化している。そこで、本研究では竹由来のセルロースナノファイバー(竹 CNF)を用いたシラス改良土を開発し、シラスの侵食耐性向上と斜面安定化の可能性を検討する。

2. 実験材料および方法

竹 CNF は、軽量、高強度、しなやかで吸着性があるという特徴がある。今回は、中越パルプ工業株式会社から提供を受けた nanoforest(竹 CNF 含有量 1%、水分 99%)を用いた。また、試験には鹿児島市東俣町で採取されたシラスを試料として用いた。

試験は 3 つの条件で実施した。シラス単体(100:0)、配合割合は質量比でシラス:竹 CNF=95:5、90:10 である。混合後の含水比をシラスの締固め度が 90%以上になるよう 24%に調整して各試験を行った。団粒化率(%)を調べるために耐水性団粒試験を行った。また、団粒化による物理性の変化を評価するために、変水位透水試験、

蒸発法による保水試験を実施した。

2.1 耐水性団粒試験

混合土の団粒化度を求めるため、耐水性団粒試験を行った。土壌物理実験法に従い、湿式ふるい装置(振幅 2 cm)で 40 分間水中篩別を行った。ふるい目は 2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.1 mm の 5 つである。同じ試料で 2 回水中篩別を行った。2 回目は過酸化水素で有機物を分解し、土粒子を分散させてから行った。1 回目と 2 回目の残留質量の差から団粒化率と平均重量直径 MWD (mm)を求めた。本来ならばスレーキングが起きないように徐々に水に触れさせるが、今回は実際の降雨を想定して試料を直接水槽に投入した。

2.2 透水試験

混合土の透水性を評価するため、変水位透水試験【JIS A 1218】を行った。3 回の平均値を算出し、水温 15℃に対する透水係数 K_s (m/s)を求めた。

2.3 保水試験

土壌のサクション(h)と体積含水率(θ)を測定するために、Schindler (1980) の蒸発法に基づいた HYPROP2 (Meter 社)を使用した。測定は連続的かつ自動で行われ、得られたデータを SWRC Fit ソフトウェアを用いてフィッティングし、Van Genuchten (VG) モデルのパラメーターを決定した。さらに、得られた VG パラメーターをもとに混合土の水分移動特性曲線を作成し、図 2 に示した。

3. 結果と考察

* 鹿児島大学大学院農林水産学研究科, Graduate School of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kagoshima University

** 鹿児島大学農学部, Faculty of Agriculture, Kagoshima University

キーワード: 特殊土壌 土壌構造 セルロースナノファイバー (CNF)

3.1 団粒化の促進とその評価

表 1 は各粒径の団粒化率(%)と MWD(mm) を示している。図 1 は山田¹⁾の団粒化率の表示に従って粒径別団粒化率の累計を示している。これは、試料全体の団粒化の傾向を粒径ごとに示したものである。95:5 および 90:10 の条件では、1.0~2.0mm の粒径範囲で顕著な団粒化が確認された。0.25~0.5mm の粒径で負の値を示したのは、団粒が単粒に分散したときに後者が前者を上回ったことを示し、この粒径の単粒が団粒を形成していると考えられる。図 1 から 100:0 はピークがないのに対して、95:5、90:10 は 0.5mm にピークが来ている。また、数値が高いほど団粒が良好とされる平均重量直径の(MWD mm)も大きくなった。不攪乱火山灰性土の団粒組成と粗間隙量を調べた古畑²⁾によると、0.1~2.0mm の団粒化は pF1.5~2.3 において最も高い正の相関が示されている。竹 CNF による団粒化が、物理的性質の改善に寄与する可能性が高いと考えられる。

表 1. 粒径別団粒化率(%)と平均重量直径(mm)
Aggregate stability by particle size (%) and Mean weight diameter (mm)

粒径 (mm)	0.1	0.25	0.5	1	2	MWD (mm)
100:0	4.8	-0.4	1.8	1.1	1.0	0.43
95:5	5.2	-1.6	-1.6	4.8	7.3	0.50
90:10	0.1	-1.9	-4.0	4.0	14.1	0.63

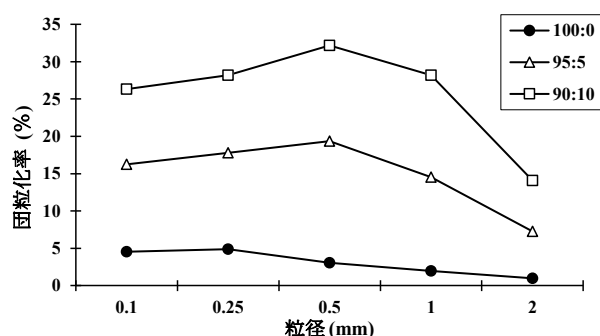


図 1. 団粒化率(%)
Aggregate stability (%)

3.2 透水性の向上

飽和透水係数 K_s (m/s)を表 2 に示す。100:0 と比較すると 95:5 は 1.9 倍、90:10 は 2.8 倍になった。

3.3 保水性の評価と試験方法の課題

水分特性曲線に差はほとんどなかった。これは試料を同じ乾燥密度になるように突き固めたことにより間隙比に差がなかったこと及び VG モデルの砂質土における低水圧領域の過小評価が影響している可能性がある。

表 2. VG パラメーターと飽和透水係数
Van Genuchten parameters and coefficient of permeability

係数	単位	100:0	95:5	90:10
θ_s	m^3/m^3	0.465	0.482	0.474
θ_r	m^3/m^3	0.076	0.072	0.102
α	1/cm	0.021	0.020	0.021
n	-	2.239	2.050	2.443
m	-	0.553	0.512	0.591
K_s	m/s	3.79×10^{-5}	7.19×10^{-5}	1.08×10^{-4}

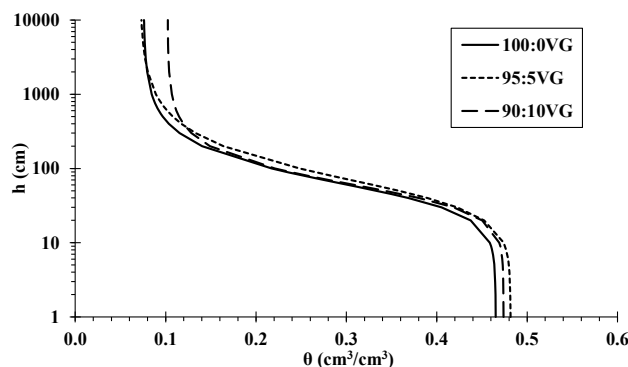


図 2.VG モデルで計算した水分特性曲
Water retention curve using the VG model

5. おわりに

竹 CNF を混合することによるシラスの団粒化とその特徴を確認することができた。透水性についての効果は見られたが、保水性の効果は見られなかった。透水試験および保水試験は、室内試験用の締め固め方法を採用したため、竹 CNF 混合の効果を十分に評価できなかった。実際の現場に合わせた評価方法を考える必要がある。

引用文献

- 1) 山田宜良, 横瀬広司, 団粒分布に基づく土壌の団粒の評価法, 農業土木学会誌, 59 巻 4 号, pp.387-391, 1991
- 2) 古畑哲, 畑地として具備すべき物理的条件, 土壌物理研究会編:土壌の物理性と植物生育, pp.171-173, 1979