

ガーナ国における植物根系の土壌緊縛による水田水利施設の崩壊防止 Collapse prevention of irrigation facilities by root system binding soil in Ghana

○團 晴行*・廣内 慎司*・オフォーリ エマニュエル**・廣瀬 千佳子*
○DAN Haruyuki*・HIROUCHI Shinji*・OFORI Emmanuel**・HIROSE Chikako*

地表面を植物で被覆する植生工の土壌保全機能は一般的に広く知られている。ガーナ国クマシ市周辺における水田水利施設が崩壊に至る過程は、雨滴侵食による土粒子の剥離、乾湿の繰り返しによって生じる亀裂に起因する¹⁾。国際農研は植生工による低コスト水利施設の開発に伴い、亀裂の拡大を未然に防ぐ植物根系の土壌緊縛力を定量的に評価した。

1. 植生工の土壌保全機能に関する研究

植生工が、雨滴の落下衝撃を緩和させる効果や表面流去水の減勢効果を有することは既往の研究により明らかにされている。また、樹木や草丈の高い作物については、根返りや倒伏の被害報告と研究が多くなされており、力学的な観点から根の剪断抵抗力についても研究が進んでいる²⁾。一方で土壌緊縛効果、つまり、根系によって土粒子を一体的に固定し飛散や移動を防止する効果を評価した研究事例は極めて少ない。加えて、植生による水田水利施設の補強効果を正しく評価するには、単体の根の引き抜き抵抗力のみならず、ほふく茎による地表面の保持力など、発現が期待される効果を包括的に定量化しなければならない。このためには、一定の広さを持つ植生基盤面を引き抜く力を測定する必要があるが、植生規模での引張強度に関する研究は、ほとんどなされていないのが現状である。

2. 試験方法

植被率が95%以上の場所を対象に2016年11月14日、1処理区につき金網カゴ30ヶを埋設した。金網カゴは、鉄をポリエチレン被膜した酸化や劣化に耐え得る材質で、底面10cm×10cmの網目間隔13.6mm四方のものを供した。根域が0-10cmに集中する過年度の試験結果から(表1)、埋設深を地表面から5cmと設定した。金網カゴ内と乱した周辺には3種の供試植物を再植栽した後、3, 9, 12, 15ヶ月後に植被ムラの状態やクラックの有無を確認した上で、山中式硬度計によって土壌表面硬度、および高精度フォースゲージFG-5100によって引張強度の最大瞬間値を測定した(写真1)。雨期乾期に係らず、全ての測定時は降雨数日後の土壌がやや軟弱な状態での測定となった。供試植物はギョウギシバ(*Cynodon dactylon*、以下Aという)、オキナワミチシバ(*Chrysopogon aciculatus*でB)、イヌシバ(*Stenotaphrum secundatum*でC)の3種で、さらに除草剤処理を施した裸地状態を保った無植生区(以下Nという)を対照区とした4処理区において試験を実施した。



写真1. 引き抜き後の供試体 Test pieces pulled out (A, B, C, N from the left)

*国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences

**故人 クワメ・エンクルマ工科大学 Kwame Nkrumah University of Science and Technology

キーワード: 雨滴侵食、水田水利施設、土壌緊縛力

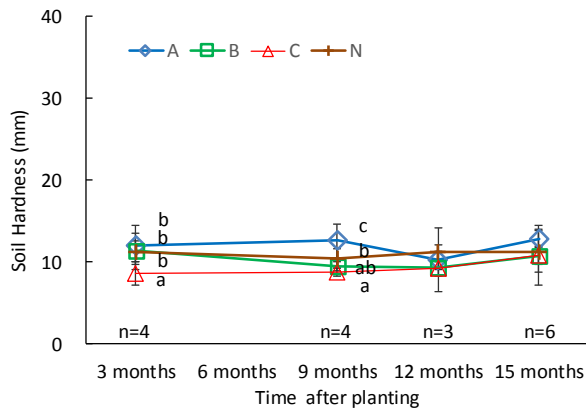


図 1. 土壌表面硬度の推移
Transition of soil hardness

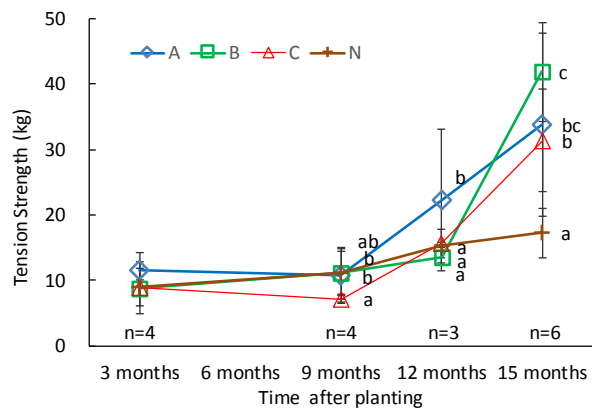


図 2. 引張強度の推移
Transition of tension strength

- * 図中の誤差バーは標準偏差を示す。
- * 同時期の異なる英小文字は Tukey 法の 5%水準で有意に異なる。
- * 英小文字が付されていない測定値は有意差がないことを示す。

3. 結果と考察

土壌硬度は全測定を通じて、硬度指数目盛 8.6~12.9mm、標準偏差 2.00 前後と大きな変動や処理区間の土壌硬度の違いは観察されなかった (図 1)。金網カゴを埋設してから 1 雨期を経て土壌が安定した状態と考えられる 12 ヶ月以降は A, B, C, N に有意差が生じなかった。過年度の調査結果と照らし合わせると、得られた全測定値は大雨期中頃である 6~8 月の水路法面の状態に相当する。つまり、供試植物の根系が活発に生育する湿潤かつ軟弱な生育基盤である反面、亀裂が拡大し易い環境下での測定であったことを確認した。

引張強度は 9 ヶ月以降から増加する傾向が認められた。12 ヶ月には A と他処理区間に有意な差が認められ、15 ヶ月では N と全供試植物の間に、供試植物間にも B と C の間に有意な差が認められた。N は 8.9→11.1→15.4→17.3kg と徐々に土壌が緻密化する様子が観察された。植生工を施工した基盤についても A が 12 ヶ月後に、B, C が 15 ヶ月後に引張強度が倍増したことから、土壌を緊縛するまで根系が発達するには、1 年以上の期間を要することを明らかにした (図 2)。

なお、今回の試験結果は、地上部地下部調査における根の新鮮重が順に B>A ≒ C となった結果 (表 1)、また、浸水崩壊度試験における土塊の崩壊度合いは、N が一番大きく B が一番小さかった結果 (図表は略す) と完全に一致した。

表 1. 植生の地下部現存量と根系の土壌緊縛力
Underground biomass and soil binding force

処理区	地下部現存量(g)		引張強度 (kg)	土壌緊縛力(kg)	根重1g当りの土壌緊縛力(g)
	0-10cm	10-20cm			
A	35.1	0.9	33.8	16.5	1,835
B	172.6	2.5	41.8	24.5	560
C	34.6	1.0	31.4	14.1	1,583
N	-	-	17.3	-	-

- * 現存量は 20×20cm の深度 10cm 毎の生体重。
- * 土壌緊縛力は N を差引いた根系のみの引張強度²⁾。

以上、植生工は無施工に比べて表層土塊の引張強度が大きいことから、水田水利施設の崩壊を予防する機能があると結論付けることができる。また、植生工の中でも、植物根系の土壌緊縛力が最大値を記録した B の優位性を示すことができた。

4. 今後の課題

研究対象地では、植物の特性に関する情報が十分に蓄積されておらず、単植による技術の確立を優先させているが、将来的には、主根が深く伸長し複雑な根系層を形成する木本類などとの混植によって、強く土壌を緊縛する植栽設計を検討することが重要となる。

1) 團 晴行・廣内慎司・藤本直也、アフリカで適用可能な低コスト水利施設の開発に向けた取組み、熱帯農業研究 6 巻 1 号、2013.6、pp.38-42
2) 苅住 昇、最新 樹木根系図説 総論、誠文堂新光社、2010.11、940p.