

現地調査で簡易に土水路の粗度係数を算定する方法（ガーナ国を事例として） Measurement to calculate roughness coefficient easily at unlined canal

○廣内 慎司 HIROUCHI Shinji、

廣瀬 千佳子 HIROSE Chikako、團 晴行 DAN Haruyuki

1. はじめに

サブサハラアフリカでは、コメ生産量の増加は、コメ消費量の増加に追いついておらず輸入量が年々拡大している。このような状況の下で、JICA は、「アフリカ稲作振興のための共同体(Coalition for African Rice Development、CARD)」の設立を発表した。この中で、アフリカにおけるコメ生産を 10 年間で倍増することが目標とされている。このためには効率的で持続的な稲作を行うことが必要不可欠である。しかしながらアフリカでは熱帯地方特有の降雨強度が強い雨が降り、用排水路（土水路）、畔などが侵食により崩壊するという現象が日常的にみられる。このため、(独)国際農林水産業研究センター（JIRCAS）では、稲作の普及と農民の所得向上に繋がり、広くアフリカに普及する「農民自らの技術で造成が可能で、かつ持続的に維持管理が可能な」低コスト水利施設の開発を行うことに取り組んでいる。用排水路の現況流況の把握、改良効果の検証を行うためには水路の粗度係数を算定することが重要である。しかしながら現地で土水路の粗度係数を算定するための流況の計測は困難である。このため簡易な手法を考案したので報告する。

2. レーザー距離計を用いた水路水面の計測

粗度係数は以下のマンニングの式により定義されており、粗度係数 n を求めるためには、 u : 平均流速、 I : 動水勾配、 R : 径深を計測する必要がある。

$$u = n^{-1} I^{1/2} R^{2/3}$$

調査対象はガーナ国クマシ市周辺で農家が開田した土水路とした。水路は幅・深さともにおよそ 50 cm である。平均流速は電磁流速計を用いて水路断面を 10 cm 間隔で計測することにより求めた。径深はコンベックス等を用いて目視にて計測した。

動水勾配については、コンクリート製の水路の場合は水路床勾配=動水勾配としてレベルやスタッフを用いて直接水路床を測量することにより計測が出来る。しかし土水路においては、(1)水路底は横断方向に水平でないこと、(2)水路の底に泥が溜まっており正確な水路底がわかりにくいこと、(3)スタッフの自重により水路底にスタッフがめり込むこと、などの要因で正確に水路勾配を計測出来ない。このため本調査では、水路底を直接計測するのではなく、(1)レーザー距離計（Bosch 製 GLM80；以下 LR）を用いて LR から水面までの距離を非接触で計測 (h_2)、(2)ローティングレーザー（トプコン製 RL-H3A；以下 RL）を用いて RL からレーザー距離計までの距離差を計測 (h_1) することによ

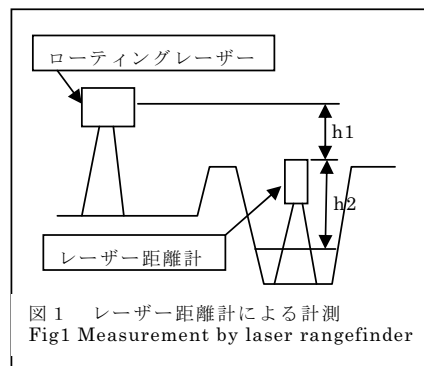


図1 レーザー距離計による計測
Fig1 Measurement by laser rangefinder

(独)国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences
キーワード：水利施設、土水路、粗度係数、レーザー距離計

り、 h_1+h_2 によりRLから水路水面までの距離を計測し、動水勾配を求めることとした(図1)。

LRは測定器からレーザー光を放射し目標物から反射された光との位相差により距離を計測する。このため、レーザーが目標物から正確に反射することが必要である。しかし水路を流れる水は透明であり、水路水面でレーザーが反射しないため水面を捉えることが出来ない。このため、水面を捉えるために以下のような試行を行った。

1) 墨汁等を用いた計測

水路の水を着色することによりLRが水面を捉えるか試験を行ってみた。このため、着色材料として墨汁と食紅を選択した。墨汁と食紅を選択したのはこれらの原料が天然由来であり周辺の生産物(主にコメ)に影響がないと考えたからである。これらを水で薄めたものを水路に流して試験を行ったが、いずれの方式もLRで水面を捉えることは出来なかった。また上流部を乱し濁水を発生させることによる計測も試みたが同じくLRで水面を捉えることは出来なかった。さらに水路にビニル製の布を浮かせて布に直接レーザー光が反射するようにして計測を行った。この方法では水面を捉えることは出来るが、布は時間がたつと沈むなど安定的に計測することは出来なかった。

2) パイプを用いた計測

現地の水路は土水路であるため、ペットボトル等を筒状に整形して水路底に押し込むことにより筒を水路に設置することが可能である。このため、筒の中に水が入るように穴を開けたのち水路に設置し、筒の中に発泡スチロール製の食品トレイを板状に整形したものを浮かせた。筒の中で板が振動するため計測を20回行い、平均値を水面までの距離とした。この方法は試行した中で最も簡易で比較的正確な水面までの距離を表すことがわかった。

3. 結果と考察

途上国においては土水路が多い。本調査手法は、測定材料が現地で容易に入手できるため、このような国において現地の水路の粗度係数を簡易に算定する時に利用出来る。

この手法を用いて現地における4つの水路において計測を行った(表1)。一般に土水路の粗度係数は0.016~0.025といわれている(Open Channel Hydraulics, V. T. Chow)。現地に

表1 粗度係数の算定結果
Table1 The result of calculation of roughness coefficient

	1日目			2日目		
	平均流速 (m/sec)	水面 勾配	粗度 係数	平均流 速(m/sec)	水面 勾配	粗度 係数
A水路	0.266	0.001	0.020	0.279	0.002	0.025
B水路	0.156	0.001	0.025	0.183	0.001	0.018
C水路	0.118	0.004	0.063	0.107	0.002	0.041
D水路	0.109	0.001	0.048	—	—	—

における計測の結果ではこの範囲を超える0.04~0.06程度の粗度係数となる水路があった。これはChowによると自然水路(不整形断面)に相当する。実際、現地における水路は日本のように施工業者が工事を行うのではなく、周辺の農家がスコップ等を用いて築造する。このため、水路の法面の整形を行うことはなく、また水路断面も均一でない。このようなことから水路により粗度係数の違いが生じているものと推察する。今後、低コスト水利施設を開発するにあたっては、侵食されにくい構造の検討を行うとともに施工方法についても検討を行う必要がある。