沖縄の流域圏における赤土流出抑制システムに関する研究（その１）
－農地における土砂生産の比較試験および WEPP による解析－

東京工業大学大学院理工学研究科　正会員　○大澤　和敏
東京工業大学大学院理工学研究科　フェロー会員　池田　駿介
国土交通省　正会員　山口　悟司
東京工業大学大学院理工学研究科　学生会員　高椋　恵

１．はじめに

沖縄では，農地における過剰な土砂生産が起こり，水域汚染による生態系の破壊が重大な問題となっている．そこで，本研究では沖縄県石垣島の実際の畑地において同一条件の 4 つの試験区を設置し，異なる農地管理方法に伴う土砂生産量の違いを定量的に計測する．また, 侵食・土砂流出モデルである WEPP(Water Erosion Prediction Project)を用いた解析を行う．

２．農地における土砂生産の比較試験

試験地は沖縄県石垣市新川におけるサトウキビ畑とした．設置した試験区の概要を**図-1**に示す．試験区は St-1~St-4 の 4 種類あり，St-1 を無耕作(裸地)区，St-2 をサトウキビ春植え栽培(慣行栽培)区，St-3 を試験区末端に植生帯を有するサトウキビ春植え栽培区，そして St-4 を無耕起状態でのサトウキビ株出し栽培区とした．サトウキビの春植え栽培とは 2~3 月に苗を植え付け，翌年の 1~2 月に刈り取る栽培方法で，株出し栽培とは刈り取り後の株を用いて生育させる栽培方法である．その他のサトウキビの栽培方法として，8~9 月に苗を植え付け，翌々年の 1~2 月に刈り取る夏植え栽培がある．St-3 の植生帯の植生には高麗芝を用い，試験区末端より上流に向かい約 0.6m および斜面幅方向全面に植え付けた．

各試験区における連続測定項目は降水量，流量，浮遊土砂濃度とした．それとともに適時，被覆率測定や水準測量を行った．試験は 2004 年 6 月から 2005 年 1 月の作物の収穫まで行った．

試験期間中の全降水量の約 80%を占めた 2004 年 6 月から 9 月において，土砂流出のあった月毎またはイベント毎で土砂流出量を総計した結果を**図-2** に示す．St-2 は St-1 の 41%であり，削減率は 59%であった．降雨イベント毎では，作物および残渣による被覆率が 27%~97%と変化する間，削減率は 39%~92%であった．

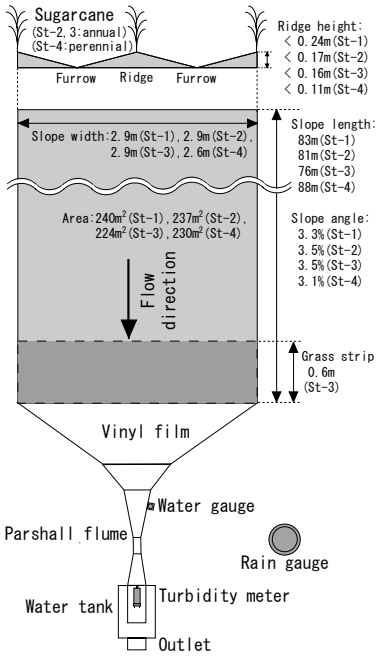

図-1　試験区の概要

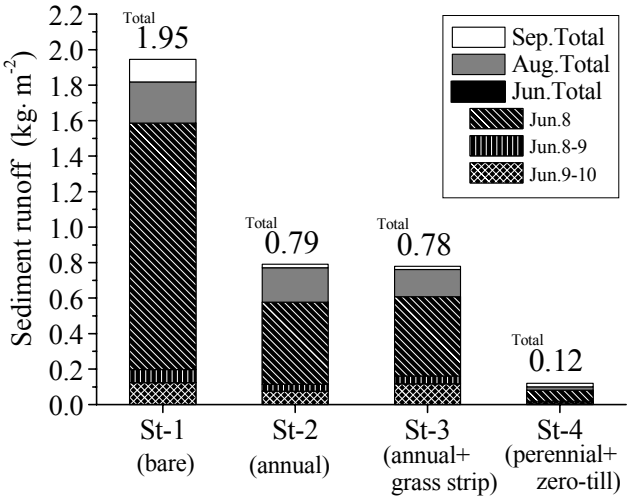

図-2　各試験区における土砂生産量

St-4 は St-1 の 6%，St-2 の 15%であり，削減率はそれぞれ 94%，85%であった．これは，サトウキビの株出し栽培は栽培方法上，新たな苗から生育させる春植え栽培より生育が早く作物の被覆率が高かったこと，前年期の収穫後，耕起を行わないことによって土壌の攪乱による侵食量の増大が無いことや地表面の残渣が

キーワード　赤土流出，水系土砂管理，土砂生産，WEPP，面源対策，沖縄
連絡先　〒152-8552　東京都目黒区大岡山 2-12-1　東京工業大学 大学院理工学研究科 土木工学専攻　TEL: 03-5734-2597

多く存在していたことが土砂生産抑制に大きく関与したと考えられる．

St-3 において，植生帯部分の土壌を乱した直後であった 6 月 8 日のイベントを除くと St-3(6.6t·ha^{-1})は St-2(7.2t·ha^{-1})の 92%で，削減率は 8%となった．この結果から，沖縄県において既に実用化されている長さ 0.6m の植生帯による土砂の捕捉量は僅かであり，効果的な削減を行うためには有効でないことが言える．

３．農地での WEPP の検証およびシミュレーション

WEPP [1] は農地における土壌侵食過程，水路または河川における土砂運搬過程，そして貯水池における土砂沈降過程の 3 つの過程で構成されている．中でも土壌侵食過程は作物の生長，土壌状態の変化，各種営農管理作業の方法およびスケジュールなどを実際の現象に即した形で表現されている．

前章で示した観測値に対する WEPP による計算値を**図-3** に示す．WEPP の計算値は観測値と比較して全体に過大評価の傾向はあるものの，異なる農地管理方法に伴う土砂生産量の違いを概ね正確に表現している．

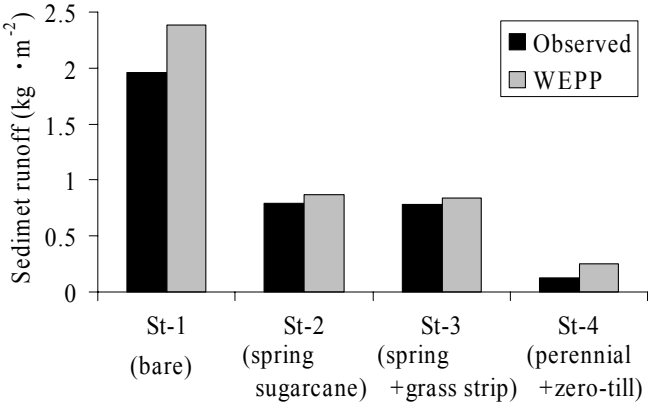

図-3 観測値に対する WEPP の計算値

本研究で行うシミュレーションの土地利用形態として，裸地，サトウキビ夏植え栽培，サトウキビ春植え-株出し栽培の 3 種類とした．想定する対策として，農地末端における 0.5m の植生帯の設置，サトウキビの残渣によるマルチング，そして不耕起植え付けの 3 種類を設定した．ここで，夏植え栽培期間は前述のように約 1.5 年であり 2 年周期で行われている．一方，春植え-株出し栽培は，1 年目に春植え栽培を行い，続く 2, 3 年目に株出し栽培を行う方法で 3 年周期とした．各対策の具体的な方法として，残渣によるマルチングは夏植えまたは春植え栽培時における苗の植え付け直後に実施することとした．不耕起植え付けは夏植えおよび春植え栽培時において，前年期の作物の収穫後，農地の全面耕起を実施せず，苗を植えるための溝のみを耕起し，その溝に苗を植えつける方法を想定した．なお，3 種類の対策方法の中で，不耕起栽培以外は実用段階にある．

WEPP の適用方法として，営農作業・スケジュールは沖縄県での実状に即して設定し，地形は斜面長 100m，勾配 3%とした．気象データは石垣島での 1994~2003 年(10 年間)の気象庁地上気象観測値を用いた．

シミュレーションの結果を**図-4** に示す．結果を見ると，春植え-株出し栽培は夏植え栽培と比較して土砂生産量が著しく小さい(削減率:61%)．夏植え栽培における 1 年目の梅雨期および台風期は，苗の植え付け前にあたるために裸地となっていることが大きく影響している．各農地に植生帯を設けることによってそれぞれ 8%，10%の削減となり，高い削減率は見込めない結果が得られた．残渣によるマルチングによって，苗の植え付け直後(夏植え栽培 1 年目，春植え栽培時)の土砂流出が減少した結果，顕著な抑制効果が算定され，削減率は無対策と比較して，夏植え栽培で 59%，春植え-株出し栽培で 29%であった. 不耕起植え付けによって夏植え栽培 1 年目，春植え栽培時の土砂流出が顕著に抑制され，削減率はそれぞれ 68%，34%であった．

以上のように，WEPP は作業種やスケジュールを任意に決定できることから，様々な対策のシミュレーションが可能であることが示された．

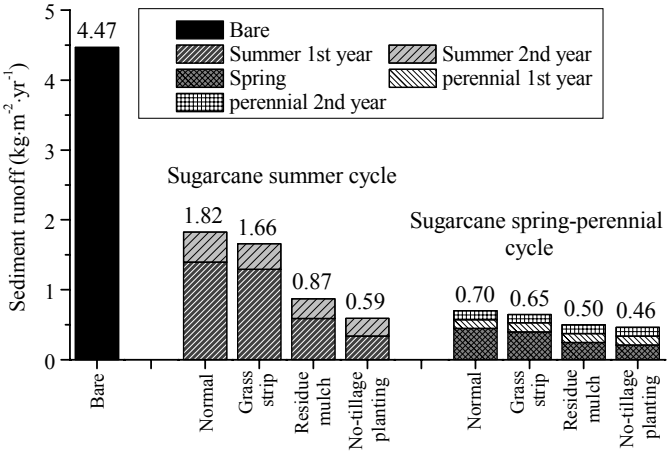

図-4 WEPP による農地における対策シミュレーションの結果

参考文献

1) Nearing M.A., G.R. Foster, L.J., Lane, and S.C. Finkner: A Process-Based Soil Erosion Model for USDA-Water Erosion Prediction Project Technology, Transactions of the ASAE, 32(5), pp.1587-1593, 1989.