

# 微地形および土壌特性に基づいたテラス工の構造

## Terrace Structure based on Geomorphological and Soil Properties

○三原真智人\* 森 悠\* ジャンヤ・サンア룬\*\* 山路 永司\*\*  
Machito Mihara\*, Hisashi Mori\*, Janya Sang-Arun\*\* and Eiji Yamaji\*\*

### I. はじめに

急傾斜地の多いタイ国最北部ではテラス工が施されているが、テラス工が施された現在でも土壌侵食が頻繁に起こっており、農地における土壌流亡とともに肥料成分の流出が懸念されている。既往の研究において W.Critchley らはテラスにおける保全と開発に関する考察を行ったが、土壌侵食に関するいくつかの文献を挙げながらも十分なデータがないとし、それが肥料成分の流出を示唆するものではなかった。そのため本研究ではタイ国チェンライの Land Development Department (LDD) プロジェクトサイトにて調査を行い、①テラスの微地形特性におけるリル侵食の分布状況、②テラス構造と土壌特性との相互関連性、③モデルテラスにおける土壌流亡の制御効果、④テラス内承水路における土壌および肥料成分の流出特性、の順で考察を行った。これらより、微地形および土壌特性に基づいたテラス工の構造特性を農地保全の観点より考察することを目的とした。

### II. 実験および解析方法

#### 1. テラスの微地形特性におけるリル侵食の分布状況

先ずメッシュの一格子面積に対する侵食されている部分の面積百分率をリル網密度 (Rill Density, %) と定義した。中央部が著しく侵食されているテラスの写真に基づき侵食部分を着色した。その後、色彩を数値データに変換し、メッシュにてそれぞれを分割し、シェイプおよびメッシュファイルのクロス集計よりリル網密度を計算した。さらに横断測量図と重ね合わせ、侵食の著しい位置を特定した (Fig. 1)。

#### 2. テラス構造と土壌特性との相互関連性

Table 1 に示した土壌の物理性および化学性とテラス工の構造に基づいて、相関分析と重回帰分析を行った。なお、重回帰分析はステップワイズにより変数の選定を行った。

#### 3. モデルテラスにおける土壌流亡の制御効果

LDD の推奨する Reversed type 構造を持つテラスを東京都八王子に位置する実験圃場に試験施工し、土壌および肥料成分の動態変動を観測した。また、USLE の保全因子である P 因子に基づいて、テラス施工による土壌流亡の制御効果を評価した。

#### 4. テラス内承水路における土壌および肥料成分の流出特性

テラス内承水路における土壌および肥料成分の流出特性についてリル侵食のモデル実験を行い、承水路部分の締め固め程度がその流出に与える影響について検討した。試験枠にはタイ国の土壌を充填し、70ml/min. で脱イオン水を30分間供給した。実験中6分間隔で採水し、その後、流量、流亡土量、全窒素、全リンについて測定した。なお、表面流去水中の全窒素および全リンについては懸濁水とともに上澄み水についても測定した。

### III. 結果と考察

#### 1. テラスの微地形特性におけるリル侵食の分布状況

Table 1 Soil physical and chemical properties analyzed

Particle size distribution
Specific gravity
Dispersion ratio, %
Ignition loss, %
Dry density, g/cm <sup>3</sup>
Wet density, g/cm <sup>3</sup>
Saturated permeability, cm/s
Erosion ratio, %
(Dispersion ratio/Colloid Content/Moisture equivalent)
Total nitrogen, 10 <sup>-3</sup> kg/kg
Total phosphorus, 10 <sup>-3</sup> kg/kg

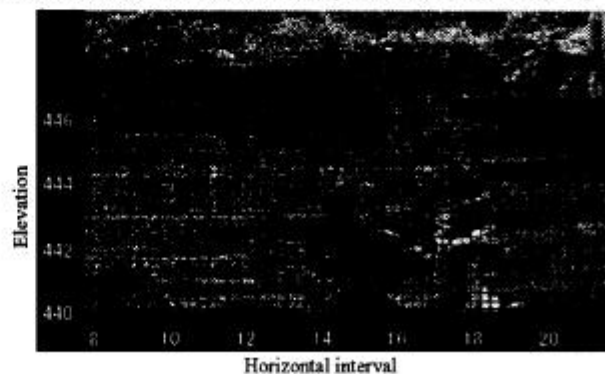


Fig. 1 Rill density and pasting cross leveling

\* 東京農工大学地域環境科学部 Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture  
\*\* 東京大学大学院新領域創成科学研究科 Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo  
キーワード: テラス工、画像解析、多変量解析、USLE、承水路、肥料成分

画像解析と横断測量の結果、リル網密度が増大する位置は、横断測量図の約 15m 地点であることがわかった。またこの地点は地形的に凹部で周りよりもレベルが低く、降雨時には流量、流速増大による掃流力の増大が顕著となったため、リル網密度が増大したと推定できた。

## 2. テラス構造と土壌特性との相互関係性

地形的な因子および土壌の物理性および化学性の因子に関する単相関分析の結果、テラスの階段高  $VI$  と原地形勾配  $S$  との間に負の相関が見られた。また、テラスの階段高について重回帰分析を行った結果、以下の結果が得られた。(Eq.1, Fig.2)

$$VI = 2.22Gr + 2.19C.S. - 1.98Si + 1.68W.C. + 110.98D.D. + 1.25M.E. - 135.74 \quad (Eq.1)$$

Gr: Gravel, %, C.S.: Coarse Sand, %, Si: Silt, %, W.C.: Water Content, %, D.D.: Dry Density, g/cm<sup>3</sup>, M.E.: Moisture Equivalent, %.

決定係数および調整済み決定係数は 0.84、0.74 となった。変数の中で粒度、乾燥密度等による偏相関が高く、テラス工の階段高は締め固めに関わる因子に依存すると判断できた。

## 3. モデルテラスにおける土壌流亡の制御効果

USLE に基づいた保全因子 (P 因子) の検討は、実測値および計算値 (Table 2) に基づいた。また、裸地のデータについては Mihara らより引用した。

$$K_{\text{bared}} = A_{\text{bared}} / (R_{\text{bared}} \times LS_{\text{bared}}) = 8.733 \times 10^{-4}$$

$$A_{\text{bared}} / R_{\text{bared}} : A_{\text{terracing}} / R_{\text{terracing}} = 1 : P_{\text{terracing}}$$

$$\text{よって } P = A_{\text{terracing}} \times R_{\text{bared}} / (A_{\text{bared}} \times R_{\text{terracing}}) = P_{\text{terracing}} = 0.401$$

裸地条件下のデータを用いて流亡土量を比較した結果、Reversed type のテラス工によって、裸地条件下における流亡土量の約 60% を制御できると推定した。

## 4. テラス内承水路における土壌および肥料成分の流出特性

リル侵食のモデル実験を行った結果、上澄み水中における肥料成分は懸濁水中に比べ少量であった (Fig.3)。また、乾燥密度の減少に伴い土壌の流亡のみならず肥料成分の流出が増大した (Fig.4)。そのため承水路部分を締め固めることで、土壌の耐食性を増大させるだけでなく、肥料成分の流出を軽減できることを確認した。

## IV. まとめ

テラスの造成によって、裸地条件下で発生する流亡土量の約 60% を制御できると推定した。さらに、テラスにおいて承水路部分を締め固めることによって、土壌の耐食性を増大させるのみならず、肥料成分の流出を軽減できることを確認した。

## 謝辞

本研究にあたり、東京農業大学地域環境研究所の平成 14 年度研究プロジェクト助成を受けた。付記して深謝申し上げます。

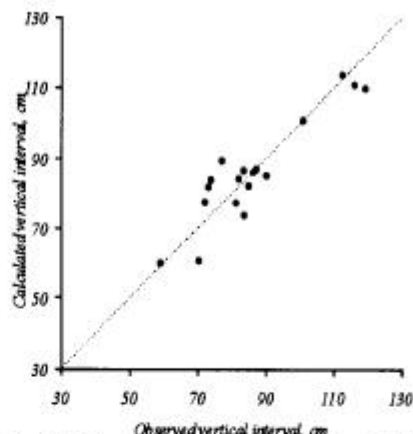


Fig. 2 Comparison between calculated and observed vertical interval

Table 2 P factor analysis

Plot	A (kg/m <sup>2</sup> )	R (E <sub>150</sub> ) (J·m/hour·m <sup>2</sup> )	LS	K (kg·hour/J·m)	C	P
Bared	9.724	754.100	14.766	8.733×10 <sup>-4</sup>	1	1
Terracing	1.652	345.233	14.766	8.733×10 <sup>-4</sup>	1	P <sub>terracing</sub>

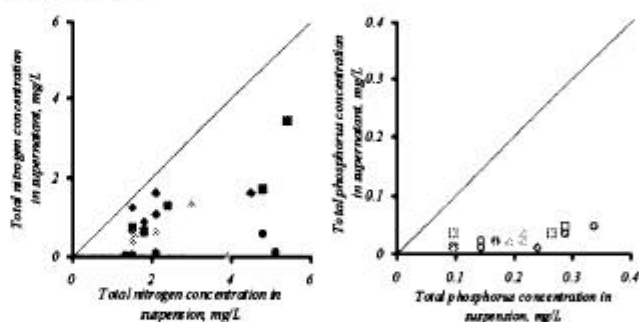


Fig. 3 Comparison between total nitrogen, total phosphorus in supernatant and suspension

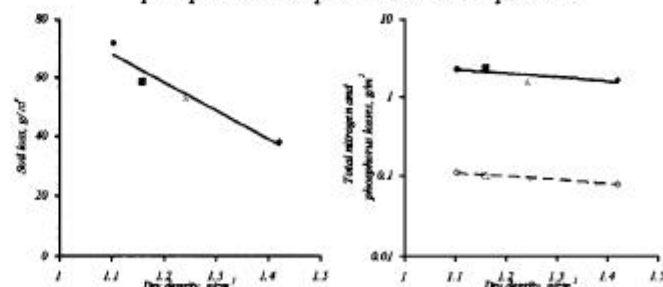


Fig. 4 Comparison between total nitrogen and total phosphorus in supernatant and suspension

## 引用・参考文献

- 1) C. Aneeksamphant, U. Taejajai, A. Sagsongse, 1995, Management of Sloping Lands for sustainable agriculture in Northern Thailand Chaingrai Province, pp. 1-20
- 2) W. Critchley, S. Sombatpanit, S. M. Medina, 2001, Uncertain steps? Terrace in the tropics, Response to Land Degradation, Oxford & IBH Publishing, pp. 325-338
- 3) R. Lal (ed), 1994, Soil Erosion Research Methods, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA, pp. 127-153
- 4) M. Mihara, Y. Chen, M. Komamura, 2003, Changes in Soil and Eutrophic Component Losses due to Deforestation in Sloping Area, Trans. of JSDRE (受理・印刷中)