

微地形および土壌特性から見たテラス工の構造

Terrace Structure based on Topographical and Soil Properties

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

はじめに

タイ国北部は多くの急傾斜地で覆われ、農業生産の中心は焼き畑農業とけし栽培であった。1987年より山岳民族を定住させることを目的とした開発プロジェクトが始まり、多くのテラス工が施されている。しかしテラス工が施された現在でも土壌侵食は農地における土地生産性の低下のみならず下流域にも悪影響を与えている。

そのため本研究ではタイ国北部の Doi Tung を調査対象とし、画像および多変量解析を行うことによって現状のテラス構造を把握し、土壌侵食を中心とした考察を行うことを目的とした。

調査対象地および研究方法

調査はタイ国チェンライ Land Department Development (LDD) プロジェクトサイト (Fig.1) の Doi Tung で行った。調査において複数のテラスを選定し、測量による微地形を把握した。うち中央部が著しく侵食されているテラスについては正確に地形を把握するため昇降式による横断および縦断水準測量を行った。さらに土壌の物理性および化学性を測定するため採土を行った。

テラス構造の画像解析

画像解析には Adobe Photoshop 5.0 および Arc View GIS 3.2 を使用した。解析の順序は以下の通りである。また、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, %) とした。

- i. 中央部が著しく侵食されているテラスの写真に基づき、Adobe Photoshop 5.0 で侵食部分を着色した。
- ii. グリッドデータに置き換えると共に色彩を数値データに変換した。
- iii. さらにシェイプデータに置き換え、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。(Photo.1)

- iv. 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。(Photo.2)

その結果、リル網密度の増大する中心部は横断測量図を重ね合わせることによって横断測量図の約 15m 地点であることがわかった。この地点は地形的に低く、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それに伴い増大したと判断できた。

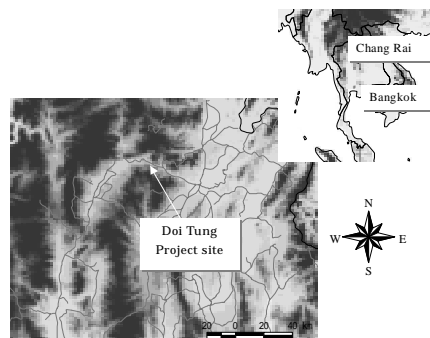


Fig.1 Location of research area

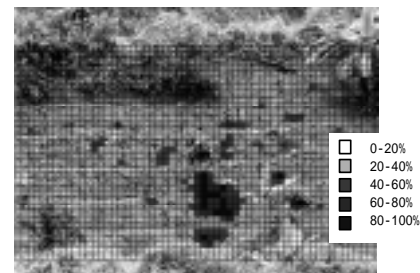


Photo.1 Rill density calculated in each mesh

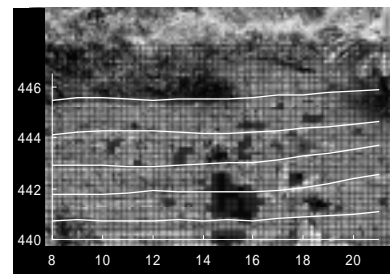


Photo.2 Pasting cross leveling results

* 東京農業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、リル網密度

・テラスにおける多変量解析

これまでの研究において、テラス工の関係式¹⁾は以下のように示されている。

$$V.I. = XS + Y \quad (Eq.1)$$

V.I.: vertical interval, m X: constant for geographical location Y: constant for soil erodibility and cover condition S: average land slope above the terrace, %
上式の階段高 V.I. は地理的な条件 (侵食性) X、土壌の受食性と土壌状態 Y を定数とした、原地形勾配 S の一次関数であることがわかる。

Table 1 に示した土壌の物理性および化学性の測定結果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。相関分析についてはエクセルにて実験結果を計算した後、エクセル統計にて解析を行った。また重回帰分析は相関分析と同様エクセルにて実験結果を計算した後、STATISTICA からエクセルファイルをインポートし、ステップワイズによる変数の選定を行った。

まず地形的な因子および土壌の物理性および化学性による因子すべてに関して単相関を調べた。その結果、テラスの階段高 V.I. と原地形勾配 S においては負の相関を示すことがわかった。

さらにテラスの階段高について重回帰分析を行った。(Eq.2, Fig.2)

$$V.I. = 2.22Gr. + 2.19C.S. - 1.98Si. + 1.68W.C. + 110.98D.D. + 1.25M.E. - 135.74 \quad (Eq.2)$$

Gr.: Gravel, %, C.S.: Coarse Sand, %, Si.: Silt, %, W.C.: Water Content, %, D.D.: Dry Density, g/cm³, 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。また、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。

以上の分析結果に基づき、以下のように Eq.1 を修正した。

仮に Eq.1 = *Compaction factor* とすると、

$$Y = \cdot \text{Compaction factor}$$

相関分析よりテラスの階段高と原地形勾配との相関が負であったことから、

$$V.I.(cm) = X/S(\%) + \cdot \text{Compaction factor} \quad (Eq.3)$$

と示すことができた。

Table 1 Soil physical and chemical properties analyzed

Physical properties	Chemical properties
Particle size distribution, %	Total nitrogen, 10 ⁻⁵ × kg/kg
Specific gravity	Total phosphorus, 10 ⁻⁵ × kg/kg
Dispersion ratio, %	
Ignition loss, %	
Dry density, g/cm ³	
Wet density, g/cm ³	
Saturated permeability, cm/s	
Erosion ratio, %	

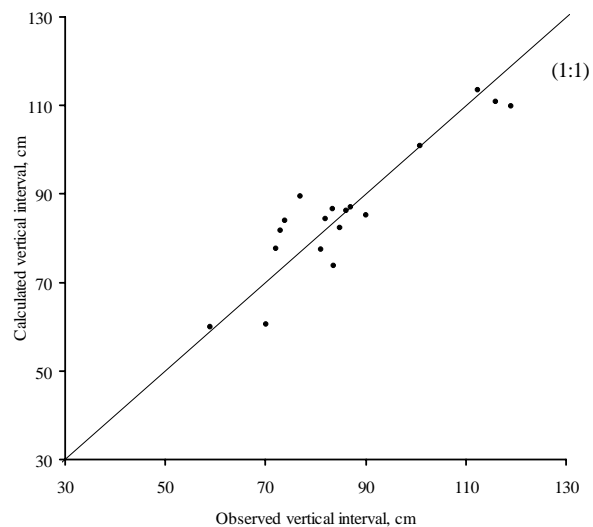


Fig.2 Relation between calculated and observed vertical intervals

・まとめ

リル網密度と微地形の関係を画像解析により明らかにできた。また相関分析によりテラス工の階段高と原地形勾配との相関が負となり、原地形勾配が大きくなると階段高を低くとの傾向が見られた。さらに重回帰分析の結果より、テラス工の階段高は土壌の締め固め状態に依存していると判断できた。そのためテラス工の関係式を修正し、

$$V.I.(cm) = X/S + \cdot \text{Compaction factor}$$

と示すことができた。

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 13 年度研究プロジェクト助成 (代表: 三原真智人) を受けた。付記して深謝申し上げます。

引用文献

- 1) G.O. Schwab, D.D. Fangmeier, W.I. Elliot and R.K. Frevert, 1993, Soil and water conservation engineering, John Wiley & Sons, Inc, pp.153- 171