

タイ南部ソククラ湖流域における土地利用の 変化と土壌侵食の関係

駒村正治*・ケットケオ プアンベット**・チャンチャイ タナブド***
 チャオ ヨンチャラチャイ***

Land Use Change followed by Soil Erosion in Songkhla Lake Basin

Masaharu KOMAMURA*·Ketkeo PHOUANGPHET**·Charlchai TANAVUD***
 and Chao YONGCHALERMCHAI***

* Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

** Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

*** Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Thailand

Abstract

We were defined a major change in land use and assessed consequent environmental impact in Songkhla lake basin, southern part of Thailand using remote sensing techniques for geographic information system applications. 35 percent of forest area in the basin was disappeared during 1982 to 1996, contributing to 22 and 76 percent increases in rubber and aquaculture areas respectively.

Consequently, the basin was deteriorated by soil erosion. It was estimated that the average rate of soil loss increased from $4.9 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ in 1982 to $7.2 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ in 1996. The rate of soil loss was found higher in greater slope or rubber area.

The destruction of forest cover disturbed hydrological function in the basin, caused soil erosion and increased sediment in Songkhla lake system.

1. はじめに

タイ南部のソククラ湖流域は、近年急速に発展しているハジャイとソククラの2つの市を含んでおり、都市の拡大、経済の発展にともない、無計画な土地利用や流域内の天然資源の過剰開発が生じている。その結果、流域の調和ある自然生態系のバランスが乱れはじめ、人間の生産・生活活動の継続に対して問題となってきた。

とくに熱帯アジアにおける畑地からの土壌侵食については、熱帯土壌が有機物の乏しさによる構造の不安定さが受食性を高めている場合が多いとされ、さし迫った課題となっている(久馬一剛, 1999)。

そこで、我々はソククラ湖流域において以下の項目を中心に調査を実施した。

① 土地利用の変化による土壌侵食

② 土壌堆積がソククラ湖における環境と生態系に与える影響

③ 流域における資源利用および生態系を持続的にするための土地利用計画

本報告はソククラ湖流域の農業的土地利用の変化と土壌侵食の関係およびその対策についてまとめたものである。

2. 調査項目と方法

調査対象地域であるソククラ湖流域は、図-1に示すようであり、北緯 $6^{\circ}27'$ から $8^{\circ}12'$ 、東経 $99^{\circ}44'$ から $100^{\circ}41'$ に位置している。ソククラ湖流域の面積は、陸地の $7,450 \text{ km}^2$ と湖の $1,050 \text{ km}^2$ を合わせた $8,500 \text{ km}^2$ であり、行政区としてはソククラ県とパタルーン県にまたがっている(NESDB and NEB, 1985)。

*東京農業大学・地域環境科学部, **東京農業大学・大学院農学研究科, ***プリンス・オブ・ソククラ大学・天然資源学部
 キーワード: タイ国, 土地利用, ゴム園, 土壌侵食, 農地保全

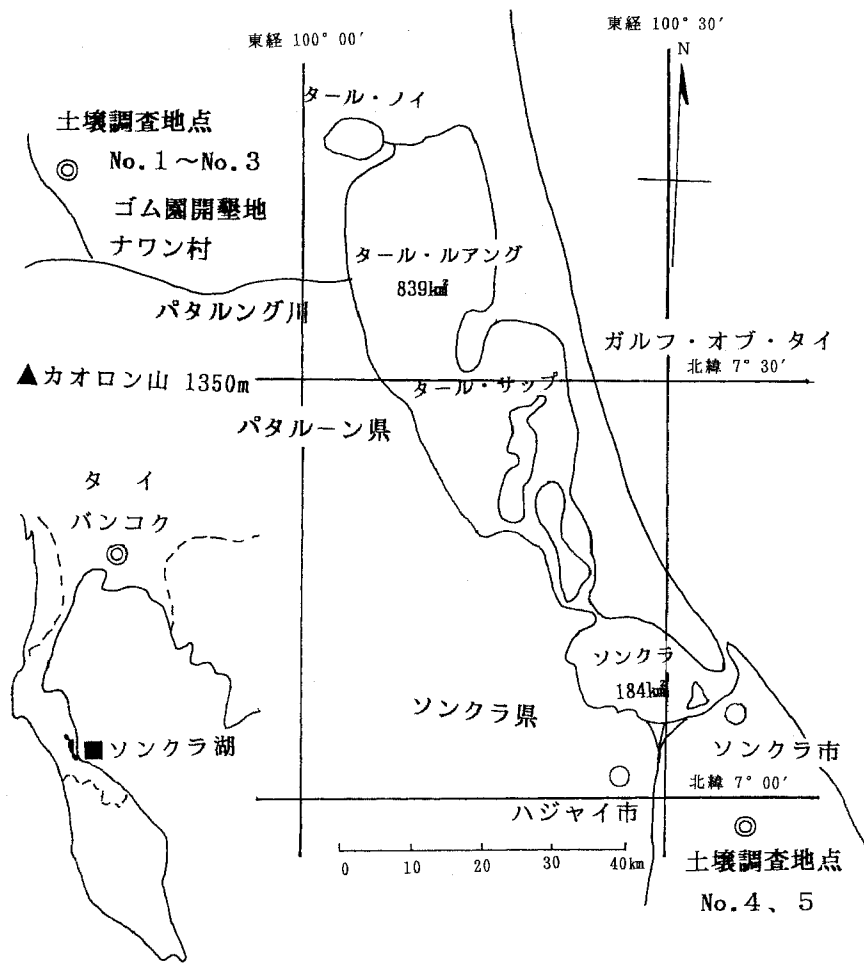


図-1 調査対象地

Fig. 1 Location of survey site.

本研究は、ソンクラ湖流域において以下の項目を主要な調査および方法とした。

- ① 自然環境および土地利用からみた地域の特徴については、既存の気象資料、土地利用図および農業統計資料によった。
- ② 土壌特性、とくに土壌の受食性については、現地での土壌調査と土壌の物理性や受食性の実験によった。
- ③ 土壌侵食量の予測については、汎用土壌侵食予測式 (USLE 式) によった。
- ④ 流域における土地利用の変化と土壌侵食量の関係である。

主に利用しない参考とした資料は、① 1/50,000 の地形図 (The Royal Thai Survey Department, 1990 年)、② 1/50,000 のソンクラ湖流域の土地利用図 (Land Development Department, 1982 年)、③ 1/50,000 のランド

サットイメージ図 (The National Research Council of Thailand, 1996 年)、などである。

3. 調査地域の自然環境

1) ソンクラ湖

ソンクラ湖は、図-1 に示したようにタイ・ガルフ湾に面している潟湖で、湖水面積 1,050 km² を有しタイでは最も大きな湖であり、わが国の琵琶湖の面積の約 1.6 倍である。

この湖は 3 つの湖、4 つの部分に分けられる。北部のタール・ノイが最上流部、南端のソンクラ湖が最下流部にあたり、南端で外洋につながっている。そのため乾季における塩分濃度は、上流の淡水から徐々に濃度を上げながら淡水域から汽水域を経て、南部のソンクラ湖で海水濃度に漸近している。

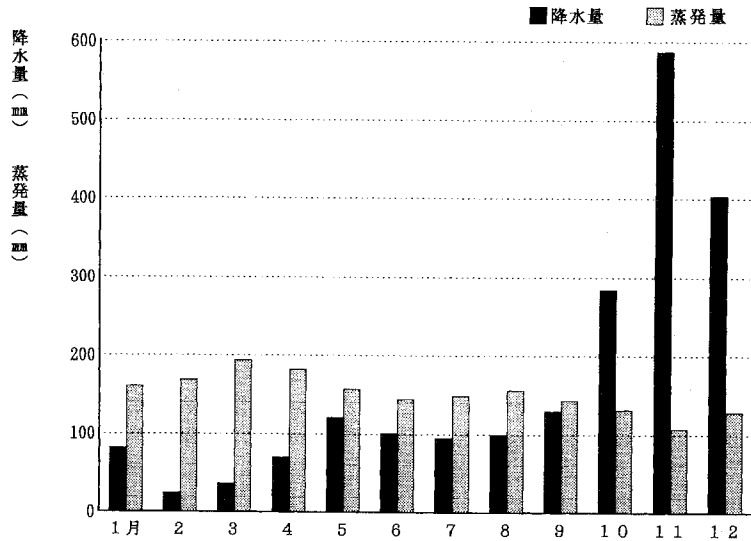


図-2 ソングクラ市の気候（降水量と蒸発量）（1961～1990年の平均）

Fig. 2 Climate of Songkhla City.

資料：Climatology division Meteorological Department, 1991.

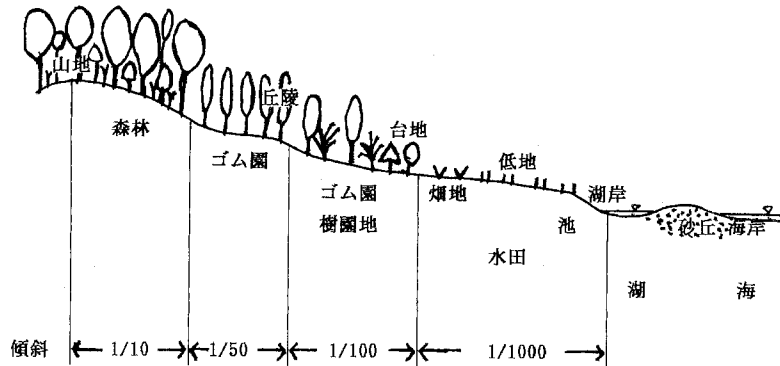


図-3 対象地中央部における東西方向の横断図

Fig. 3 Crossing geography figure in the central area of Songkhla Lake basin.

湖の水深について中央部のタール・ルアングは、平均水深が1.5～2.0mと浅い部分が多く、南部のソングクラ湖は、最大水深9mで汽水ないし海水で満たされている。

水質は、水産加工場などの立地している南部のソングクラ湖の地先水域やハジャイ市の汚水を含む流入域などを除けばおおむね良好である。また、塩分濃度の季節変化は、雨季と乾季における周辺河川や上流湖からの流入量変化や外洋からの潮汐の影響を受けて複雑に変化している。

2) 気象

ソングクラ市の気象は図-2に示すとおり熱帯モンスー

ン気候であり、年平均降水量は2,035mmと多く、年平均気温28℃、平均湿度77%であり、年間をとおして高温、多湿である。しかし、雨季と乾季に分かれており、降水量の変動が大きく、10月から12月の雨季と1月から9月の乾季に分かれている。

計器蒸発量は、月間110～190mmの範囲で、乾季に多く、雨季に少なく、とくに2～4月にかけて蒸発量が降水量をかなり上回り、農作物の干魃の発生がうかがわれる。一方、雨季においては、朝、晩にスコール性の強い雨が発生し、24時間最大降雨量が390mmにも達した記録がある。

表-1 ソンクラ湖流域の傾斜区分および地形別面積割合

Table 1 Classification of slope steepness and landform

傾斜区分	面積 (km ²)	比率 (%)	地形分類	面積 (km ²)	比率 (%)
0~ 3%	5,863	79.0	海岸・湖岸	1,192	16.1
3~ 8%	439	5.9	平地	1,235	16.7
8~16%	214	2.9	丘陵地	2,305	31.2
16~35%	448	6.1	山地	2,074	28.0
35%以上	455	6.1	水域	588	8.0
合計	7,419	100.0	合計	7,394	100.0

注: 合計面積は、異なった資料によるため同一でない

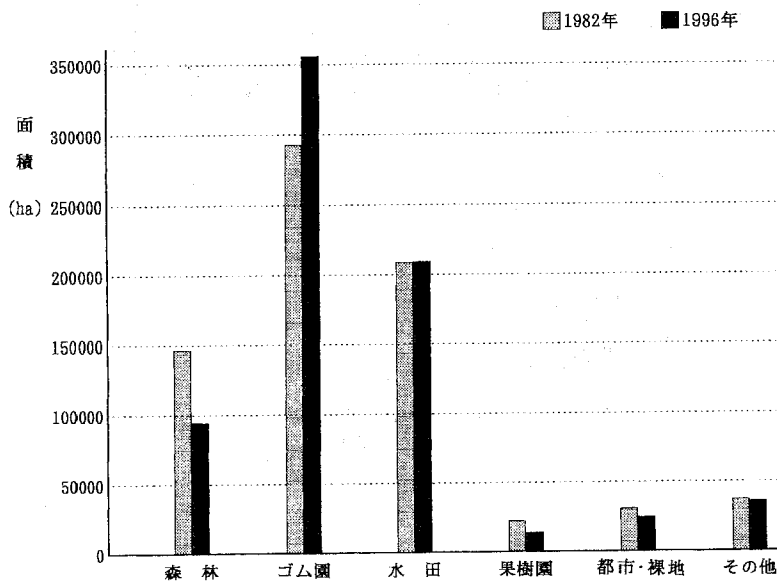


図-4 土地利用別の面積 (1982年, 1996年)

Fig. 4 Land use changes from 1982 to 1996.

3) 地形および土地利用

本地域は、図-3の東西方向の横断図に示すように、西に最高標高 1,350 m のカオロン山など高く急勾配な山が標高 800~1,000 m で南北につらなり、中間部に山麓、丘陵部が続き、その東部に平坦地が拡がり、さらにソンクラ湖を経て砂丘列のある海岸低地からタイ・ガルフ湾となる。

流域の傾斜区分および地形別面積割合は表-1のとおりであり、傾斜 0~3% の平坦地形の面積は 79% とその割合が高く、山地を除けば概して緩やかである。

傾斜区分からみて、山地と丘陵が約 60% を占め、緩やかな山地や丘陵地が多い。

河川は山間上流部が急流で、一部に滝もみられる。水

源流域の森林は、その保水性により地下水、湧水が豊富で乾季でも枯れない滝があることから水源涵養機能が高いといえる。

しかし、上流地域の森林が農地とくにゴム園へ急速に転換が進み、生態系の変化が発生している (Royal Forest Department, 1998)。一方、下流部は緩く蛇行し、流速は非常に遅く、侵食・運搬された土壌で懸濁した水が流下している。とくに、雨季における河川の濁りが激しく、そのままソンクラ湖の濁りにつながっている。

4. 農業における土地利用

1) 土地利用および農業の概要

地形と土地利用の関係は、山地は森林、中間部の山麓、

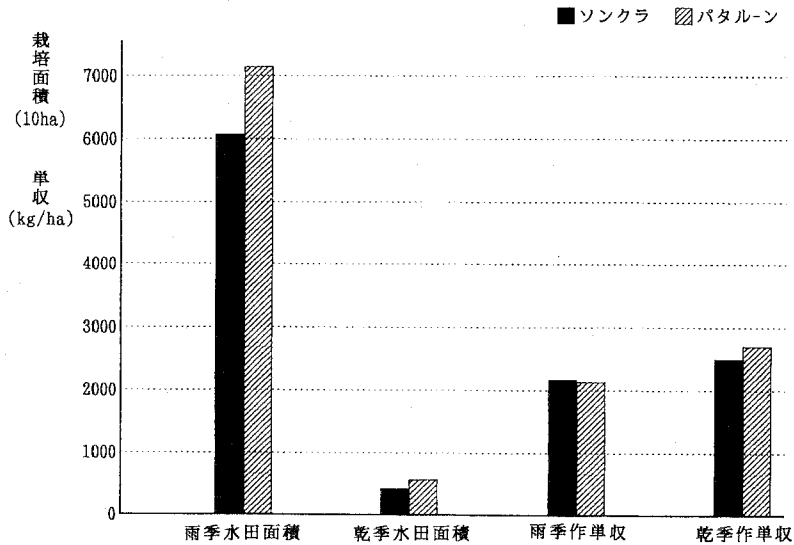


図-5 栽培別稲作の面積と単収

Fig. 5 Harvested areas of paddy field and rice yield.

資料：Agricultural Statistics of Thailand Crop Year 1994/95, 1995.

丘陵および一部の低地はゴム園および果樹園、平地は主に水田に利用され、微高地は道路、住宅および果樹園として利用されている。東部の海岸低地は、水田、樹園地園およびエビの養殖池として利用されている。

1982年と1996年における土地利用別の面積を図-4に示す。

1996年における土地利用は、ゴム園の面積が増加し、流域の48%を占め、非常に多い。続いて水田が28%、森林が13%である。森林面積は82年の20%からさらに減少し、この14年間に森林面積の95%が減少したことになり、同じ期間のタイ国全体の森林減少率の16%を上回っている(Charupatt, T. 1996)。面積は少ないが、エビの養殖池の増加率が76%と顕著である。

本地域の農業は、生産量からみてゴム生産がタイの17%と主要な農産物であり、地域を支えている産業であるが、米の比重はそれほど大きくない。その他の作物として、ヤシ、バナナなどの果樹が多く、野菜や普通作物の生産が少ない(Center for Agricultural Statistics Office, 1995)。

なお、水産物の割合が高く、ソクラ湖および周辺地域ならびに養殖池における漁獲量が多く、本地域ではゴムの生産とならぶ重要な産業である。

2) 水田

ソクラ県とパタルーン県の稲作は、図-5に示すように、雨季のみ水稲を作付する一期作水田がほとんどであ

る。灌漑施設を持った水田や乾季でも稲作可能な二期作水田はわずか7%程度である。このように多くの水田は、乾季に河川水が少ないため灌漑には利用することができず、雨季作のみである。

雨季作は、雨季に入る直前の9、10月に田植えを行い、翌年の1、2月に収穫する。雨季作の平均収量は、図-5に示したように、およそ220 kg/10 aと低い。乾季作収量は270 kg/10 aと雨季作に比べて若干多いが、近年収量が低下している傾向である。

水田の特徴は、雨水を貯留するため畦畔が大きく、排水路は幹線水路のみで、田越し灌漑の水田が多い。一部の水田を除いて水路および道路が不備で、区画も不整形であり、その面積も10 a程度と小さい。

3) ゴム園

ゴム園は、本地域の山麓傾斜地や丘陵地に多く分布しているが、低地でも高畝方式で排水対策を講じながら栽培している園も多い。

ゴム園の傾斜は1/100程度、高地でも1/50程度でそれほど大きくない。一般に排水の促進のためゴム園の植栽列の中央部がやや低くなっている。なお、近年では丘陵地での開墾が進み、傾斜が大きい園も造成され、土壌侵食からみて問題となっている。ゴムの樹は寿命が30~50年程度で、5年目から生産可能であり、生産前の生育初期の期間ではインタークロップなどで生計をたてる。ゴム園のインタークロップは、バナナ、パイナップル、

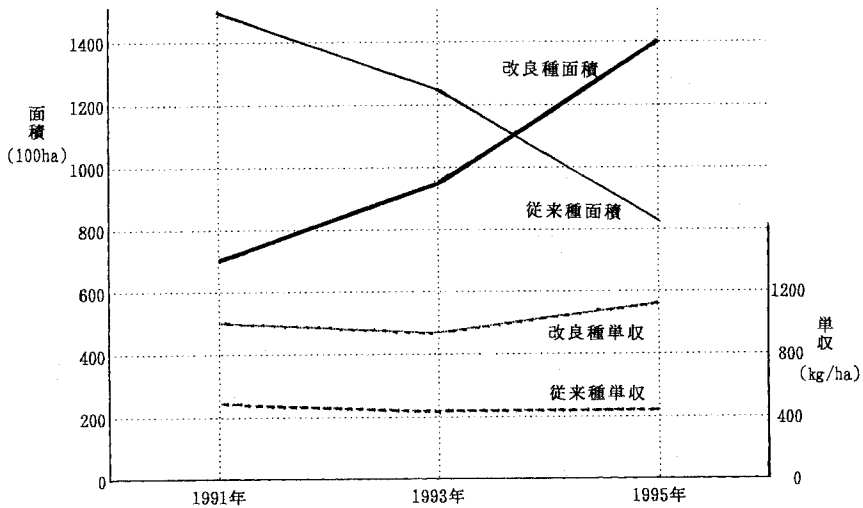


図-6 ゴム園の面積変化と単収

Fig. 6 Changes of rubber areas and rubber yield.

資料: Agricultural Statistics of Thailand Crop Year 1994/95, 1995.

ラッカセイおよび大豆などである。

ゴムの植栽間隔は、通常 $7 \times 3 \text{ m}$ ($20 \text{ m}^2/\text{本}$) であり、10 a で約 50 本となる。下草、雑草はゴムが生長すると日射量が減るため自然に少なくなるが、土壌侵食対策には必要である。しかし、雑草が多いと収穫作業がしにくく、また蛇の危険性が高まるため多くの農家では下草刈りを行っている。

ソククラ県におけるゴム園の面積について、従来の品種と改良品種の面積および単収を図-6 に示す。従来品種の面積は、年々減少し、改良品種が増加している。これは改良品種の単収が従来品種の 2.5 倍と高く、また政策として改良品種への更新を奨めている結果でもある。

4) 果樹園

果樹園での主要な果樹は、バナナ、ドリアン、パパイヤ、パイナップル、マンゴなどであり、ヤシ（ココナツ、オイル、シュガー）類も多い。

果樹園は丘陵地に多いが、一部低平地の水田地帯内にも分布する。水田地帯内の果樹園は、島畑方式による造成である。すなわち農地の周辺を掘削して、盛土部分を樹園地とし、掘削部分に雨水を貯留し、果樹の灌漑用水として利用する方法である。果樹は農家にとって重要な換金作物となっている。

5) 土地利用の変化

森林の減少面積は、この 14 年間で 51,881 ha であり、35% が減少した。主な転換先はゴム園が 51,722 ha、水田が 5,157 ha、裸地が 2,870 ha である (図-7)。一方、ゴム

園は、63,704 ha (22%) 増加しており、主に森林から 51,722 ha、水田から 29,304 ha、果樹園などから 11,472 ha が転換されている。

このようにゴム園への転換面積が多いのは、ゴムの収益が稲作と比べて魅力があるためとゴム更新援助基金があるためである。丘陵でも頂上付近までゴム園を造成している。このような土地利用の変化が土壌侵食へ悪影響につながることになる。

一方、エビの養殖池が主に水田からの転換で、3,491 ha から 6,148 ha と 2,657 ha (76%) も増加している。養殖池はソククラ湖岸に多く存在し、養殖池の用水はソククラ湖からポンプで取水しパイプラインで送水される。しかし、排水路の設備が無いため、塩分濃度が高く、富栄養化した排水が周辺の農地の排水路に排除され、水質の汚染問題が顕在化しつつある。

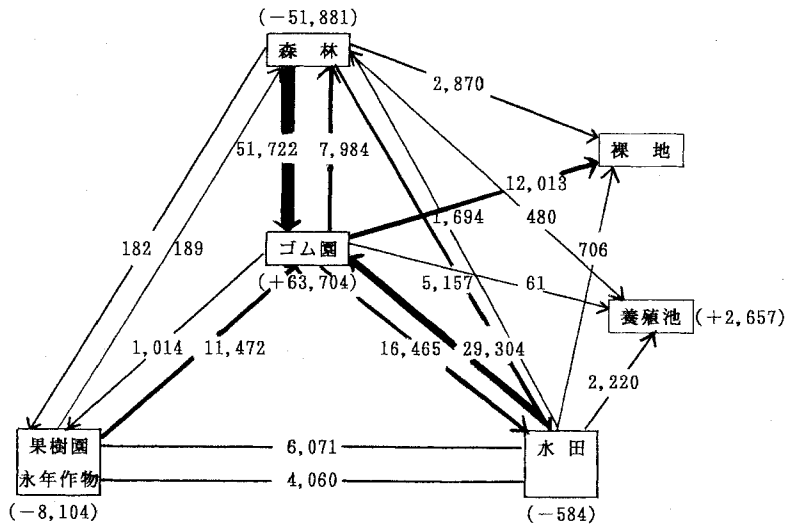
5. 土壌特性および予測侵食量

1) 土壌特性

土壌調査地点は表-2 のようにナワン村のゴム園の更新地とソククラ大学の土壌侵食試験圃場の 2 か所 5 地点である (図-1 参照)。

ナワン村のゴム園の更新地は、50 年前までは森林であり、その後ゴム園に開墾した。40~50 年ほど経過しゴムの生産が低下したため、政府が推奨している新しい改良品種の苗を改植している。

土壌断面について、代表的な No. 1 と No. 4 地点を図



数値が合わないのは、その他の土地利用面積を含むため

図-7 ソングクラ流域における1982年から1996年の土地利用面積の相互変化(単位: ha)

Fig. 7 Changes in land use from 1982 to 1996 in Songkhla Lake Basin.

表-2 調査地点

Table 2 Features of soil survey points

地点No.	場所およびその特徴	傾斜	標高
No. 1	ナワン村のゴム園の更新地の斜面下部	6度	60m
No. 2	ナワン村のゴム園の更新地の斜面上部	6度	65m
No. 3	ナワン村のゴム園の更新地隣接ゴム園(4年生)	6度	65m
No. 4	ソングクラ湖南部丘陵地道路沿いのゴム園	5度	30m
No. 5	ソングクラ湖南部丘陵地の土壤侵食試験ゴム園圃場	6~7度	65m

-8に示す。No. 1は黄褐色を基調とし、砂質壤土であり土壤構造がやや発達している。No. 4は砂質土で、単粒構造である。また2か所とも根群が発達している有機物の蓄積がみられず、熱帯土壤の特徴を呈している。

土壤の基本的物理性は表-3に示すように、乾燥密度は1.3~1.5程度で下層になるにしたがって大きな値となる。自然含水比は14~20%の範囲でやや少ない傾向である。透水係数は、 10^{-2} ~ 10^{-5} (cm/s) のオーダーと範囲が広く、地点や深さによるバラツキがみられた。

土壤の三相割合は、固相が比較的多く、液相が少なく、気相がやや大きいことから、砂質土でやや密に詰まっている状態を反映しているといえる。

土壤の受食性について、今回採取した表層土の土壤の耐食性の評価として、過酸化水素水とヘキサメタリン酸ソーダによって完全分散試料と水のみ分散試料で行っ

た。粒度試験および土壤水分などから土壤の分散率および侵食率(土壤物理性測定法委員会編, 1972)を求めて、その結果を図-9にまとめた。この図には、ソングクラ湖岸付近の水田土壤や湖底に堆積した土壤も採取し、比較のため加えた。

図からみてゴム園の土壤は分散率や侵食率が高く侵食を受けやすい土壤と判断される。ゴム園では強い降雨強度と土地利用形態からみて土壤侵食が激しいものと予想される。一方、湖岸から採取した土壤のほとんどが耐食性の土壤である。これは河川の下流部での堆積土であり、粘質土のため分散しにくく、耐食性を呈したものと思われる。

2) USLE式による土壤侵食量の予測

土壤侵食予測式として、現在世界の各地でUSLE式(Universal Soil Loss Equation)が用いられている。平

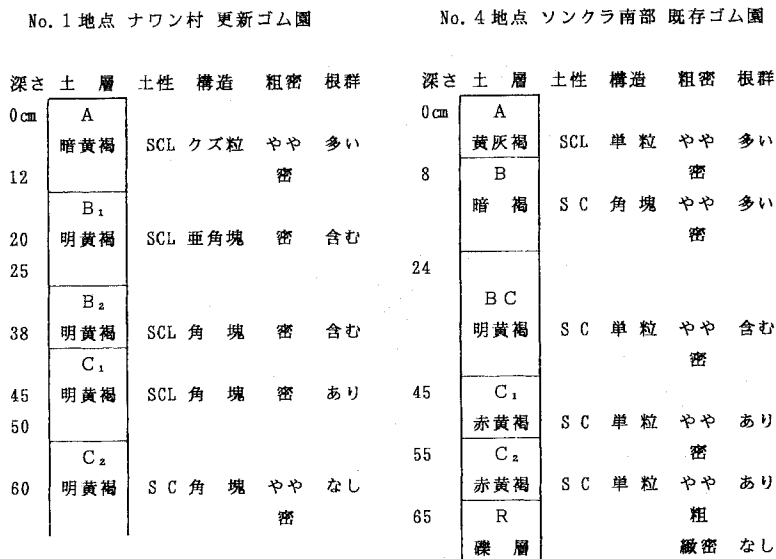


図-8 土壌断面 (No. 1, No. 4)

Fig. 8 Soil profile.

表-3 土壌の基本的物理性

Table 3 Physical properties of soils

試料土層	乾燥密度 (g/cm ³)	自然含水比 (%)	間隙率 (%)	透水係数 (cm/s)	粗間隙率 (pF 0~1.8) (%)	三相割合 (%)		
						固相	液相	気相
No. 1 A	1.34	14.0	50.4	1.8×10 ⁻²	15.4	49.6	18.7	31.7
B ₁	1.42	18.1	47.4	7.2×10 ⁻³	11.8	52.6	25.7	21.7
B ₂	1.41	19.4	47.8	1.4×10 ⁻²	11.8	52.2	27.4	20.4
C ₁	1.37	20.0	49.3	4.3×10 ⁻³	11.6	50.7	27.3	22.0
C ₂	1.50	20.8	44.4	5.7×10 ⁻⁵	10.1	55.6	31.0	13.4
No. 4 A	1.48	14.0	45.2	1.4×10 ⁻³	11.3	54.8	20.7	24.5
B	1.33	17.3	50.7	2.3×10 ⁻³	14.9	49.3	22.9	27.8
BC	1.45	16.1	46.3	6.9×10 ⁻⁴	13.4	53.7	23.3	23.0
C ₁	1.54	15.0	43.0	5.0×10 ⁻⁴	11.7	57.0	22.9	20.1
C ₂	1.50	14.1	44.4	1.1×10 ⁻³	12.9	55.6	21.2	23.2

均年土壌侵食量は、次式により求められる (Wischmeier, W. H. and Smith, D. D., 1978)。

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

ここで、A: 平均年土壌侵食量, R: 降雨因子, K: 土壌因子, L: 斜面長因子, S: 傾斜因子, C: 作物管理因子, P: 保全因子である。

各因子について、降雨因子はソンクラ流域の各地点での気象観測所のデータによる年間平均雨量、土壌因子は、27種類の土壌から土性、有機物量、浸水性、構造などを考慮して求めた値とし、斜面長と傾斜因子は、地形

図と等高線間隔を用いた。作物管理因子 (C) は土地利用別に表-4 に示す数値とし、各因子を図面上にオーバーレイさせて求めた。

各因子から求めた 1982 年と 1996 年の予測侵食量を表-5 に示す。

予測侵食量は 1982 年の 4.9 t ha⁻¹ y⁻¹ から 1996 年の 7.2 t ha⁻¹ y⁻¹ と 1.5 倍程度増加している。これは土地利用の変化に伴う作物管理因子の差異が影響しているためである。

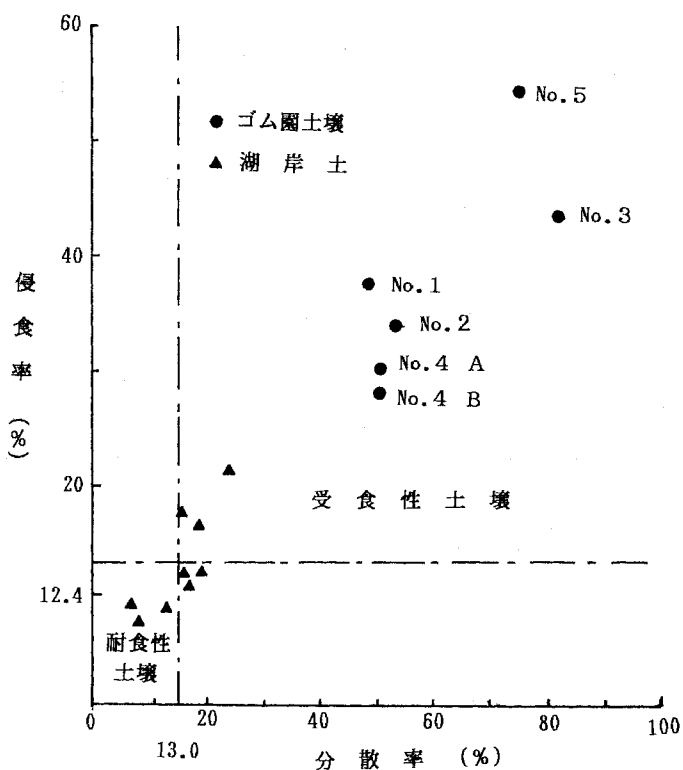


図-9 土壤の耐食性・受食性の判別

Fig. 9 Soil discrimination between non-erosive and erosive.

表-4 土地利用別のC値

Table 4 Crop factors for different land covers

土地利用	C値	土地利用	C値
森林	0.001	ゴム園	0.150
水田	0.028	果樹園	0.150
多年作物	0.200	その他	0.225
都市	0.450	裸地	0.800

6. 土地利用の変化と土壤侵食

1) 土地利用による土壤侵食の程度

土地利用と土壤侵食の関係について、近隣流域で過去に調査した結果を表-6に示す。土壤侵食程度は、山麓、丘陵に分布するゴム園に激しいようである。特に3~8年生のゴム園で侵食が大きいといえる。これは3~8年生のゴム園では、ゴムの採取が開始されつつあるが、インタークロップである果樹や畑作物および草生がなく、かつゴム樹の枝葉による被覆が少なく、雨滴が地表に直接当たり、土壤侵食が発生しやすいためである。

図-10によると、森林、果樹園などの農林地における土壤侵食段階は、「低い」ことが明らかであり、ゴム園、永年畑作物および裸地での侵食段階が「高い」傾向である。とくに、裸地における侵食段階が「高い」割合が大きい。

さらに丘陵部でのゴム園の造成地や錫鉱山の露天掘り帯では、土壤侵食が非常に激しいことがわかる。

一方、都市域においても激しい土壤侵食の状況を確認した。この原因は道路工事、宅地造成によるものであった。

2) 傾斜と土壤侵食

図-11によれば、傾斜が急になるに従って、土壤侵食段階が高くなる傾向が認められる。「中位」の侵食段階は、傾斜が8%を超えるとその割合が高まり、傾斜35%以上の土地では、「高い」侵食段階を示す面積割合が11%となり、急傾斜地で土壤侵食が激しいことを反映している。その一方、傾斜35%以上の土地でも「低い」侵食段階が65%も存在することが注目される。

急傾斜地でも侵食段階が低い土地が存在することは、森林などの地表被覆程度の高い場合での状況が推定され

表-5 予測された土壌侵食量

Table 5 Estimated soil erosion for 1982 and 1996

項目 侵食段階*	予測侵食量: 1982年				予測侵食量: 1996年			
	低い	中位	高い	計	低い	中位	高い	計
侵食土量 (1,000t)	995	1,866	775	3,636	1,100	2,586	1,654	5,340
面積 (1,000ha)	707.7	29.9	4.3	742.0	693.8	39.7	8.5	741.7
面積割合 (%)	95.4	4.0	0.6	100.0	93.5	5.3	1.2	100.0
平均値 (t ha ⁻¹ y ⁻¹)	1.4	62.4	180.4	4.9	1.6	65.2	194.0	7.2

*: 侵食段階 (t ha⁻¹ y⁻¹) は, 低い: 30 以下, 中位: 30~125, 高い: 125 以上である

表-6 土地利用と土壌侵食の関係

Table 6 Relationship between land use and soil erosion

土壌侵食程度	年間土壌侵食量	面積割合	土地利用区分
非常に低い	1~6 t ha ⁻¹	47 %	森林, 水田
低い	6~31 t ha ⁻¹	16 %	水田, 果樹園, R1, R3
中位	31~125 t ha ⁻¹	26 %	R1, R3/R2
やや高い	125~625 t ha ⁻¹	4.4%	R2
非常に高い	625 t ha ⁻¹ 以上	2.7%	裸地, 錫鉱山

注) R1: ゴム園 1~3年, R2: ゴム園 3~8年, R3: ゴム園 8年以上

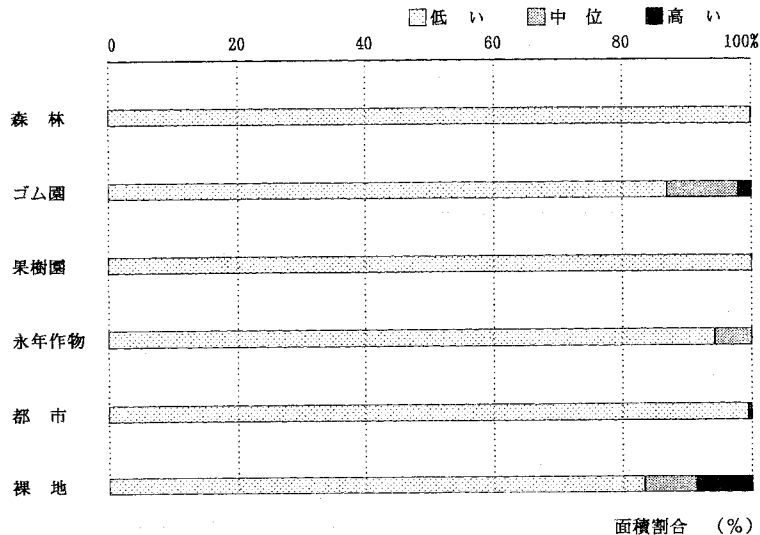


図-10 予測された土壌侵食量と土地利用の関係 (面積割合): 1996年

Fig. 10 Relationship between land use and estimated soil erosion for 1996.

る。その反面, 8~16%の緩傾斜地で, 「低い」侵食段階の割合が42%と各傾斜区分中で最も低い。これは, ゴム園や裸地ならびに都市的な開発によるためと推察される。

3) 土地利用からみた土壌侵食対策

ゴム園は現在でも傾斜地の森林に向かって拡大している。ゴム園への開墾や更新によって, 地表とくに裸地状態, すなわち被覆度が減少すると土壌侵食の危険性が高

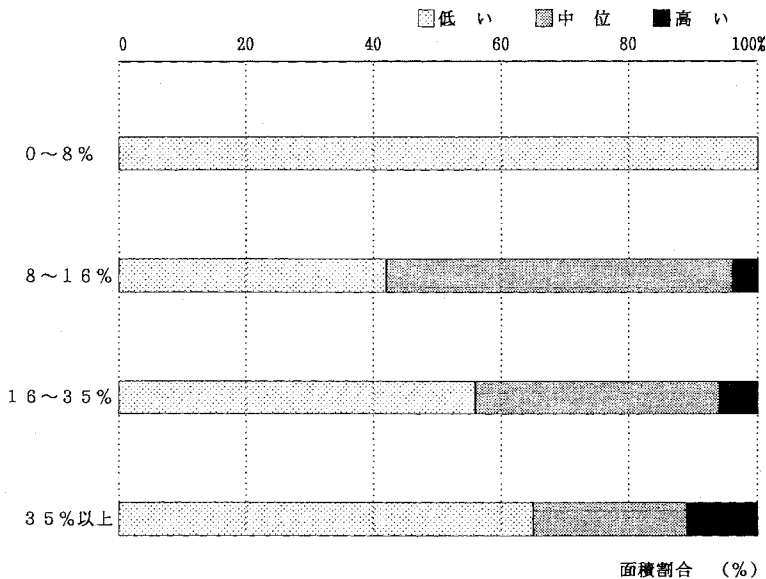


図-11 予測された土壤侵食量と傾斜の関係 (1996年)

Fig. 11 Relationship between slope steepness and estimated soil erosion.

まる。

前述したようにゴム園において10年生以上のゴムの木が多い場合には、枝葉による被覆度が増加し、農地保全からみて安定しているが、ゴム園の更新時に土壤侵食が問題となりやすい。

森林は土壤侵食からみて比較的安定している土地利用である。しかし、山麓・丘陵地域ではゴム園の開発および更新による土壤侵食程度がその土壌の受食性と合わせて激しいことが実態である。これらの流域からの流亡土壌は、懸濁状態で河川を流下し、最下流のソククラ湖に流入して沈殿する。

土壤侵食を防ぐためには、ゴム園に対して、牧草、落花生など被覆性の高い作物を間作栽培する必要がある。すなわち、インタークロップ、アグロフォレストリー的な土地利用による裸地期間の減少を採用すべきである(安富六郎, 1995)。

また、ゴム園の畝方向が等高線に直角方向すなわち傾斜方向に配置されていることについて、畝間が排水路としての機能を果たしているものと思われるが、土壤侵食対応からみて畝方向が横と縦でどちらが適切であるかについての検討が必要である。

7. ま と め

調査対象地であるタイ南部のソククラ湖流域は、近年ゴム園の造成が森林を中心に急速に進み、流域の土壤侵食が調和ある自然生態系のバランスから問題となりつつ

ある。そのため、土壤侵食の予測を推定したところ以下のような結果が得られた。

- (1) ソククラ湖流域の予測侵食量は1982年の $4.9 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ から1996年の $7.2 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ と1.5倍程度増加している。これは土地利用の変化に伴う作物管理因子が影響しているためである。
- (2) 土地利用と土壤侵食程度はゴム園および裸地で激しく、永年作物畑でも一部多い傾向である。近年ゴム園の拡大、森林の減少が顕著であり、土壤侵食の増加につながっている。
- (3) 土地の傾斜が急なほど土壤侵食が増すが、急傾斜地でも土壤侵食程度の低い場合がある。これは地表の被覆程度と関係があり、保全的管理により侵食を防げるものと思われる。
- (4) ゴム園の成園時における下草の適度な管理方法の確立が必要である。下草が少なくと土壤侵食となり、多すぎるとゴム園の収穫などの管理作業上の問題がある。
- (5) ゴム園において10年生以上のゴムの木が多い場合には、農地保全からみて安定しているが、ゴム園の更新時における土壤侵食が問題となりやすい。その対策としてのインタークロップ、アグロフォレストリー的な土地利用による裸地期間の減少を採用すべきである。
- (6) 都市地域での道路・河川工事や土地造成および露天堀の錫鉱山では激しい土壤侵食が生じている。このような工事中の土壤侵食防止対策として沈砂池の機能を有する施設の設置および排水対策が必要である。

本調査研究は、日本学術振興会による拠点大学方式による農学分野でのタイ国との共同研究の成果の一部である。本誌を借りて日本学術振興会にはお礼申し上げます。

参 考 文 献

- Center for Agricultural Statistics Office (1995) : Agricultural Statistics of Thailand Crop Year 1994/95, Agricultural Economics Ministry of Agriculture & Co-operatives.
- Charupatt, T. (1996) : Application of Remote Sensing in Monitoring of Tropical Forest. Tropical Forestry in the 21 Century. Vol. 9. FORTROP'96 International Conference.
- 土壌物理性測定法委員会編 (1972) : 第9章土壌保全, 土壌物理性測定法, 養賢堂 : 426~429.
- 久馬一剛 (1999) : アジアの畑作と土壌物理研究, 土壌の物理性, 81 : 3~4.
- NESDB and NEB (1985) : Songkla Lake Basin Planning Study. Final Report. Vol. 2. Main Report. John Taylor and Sons : 349.
- Royal Forest Department (1998) : Forestry Statics. Data Center, Information Office.
- 安富六郎 (1995) : 第8章サステナブルな土地利用計画, 環境土地利用論, 農文協 : 200~224.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. (1978) : Predicting rainfall erosion losses : A Guide to Conservation Planning. USDA Agricultural Handbook No. 537 : 57.

受稿年月日 : 1999年7月13日
受理年月日 : 1999年12月15日