

琉球大学学術リポジトリ

赤土流出・そのメカニズムと対策 ―国頭マージの 侵食抑止対策について―

メタデータ	言語: 出版者: 沖縄農業研究会 公開日: 2009-01-29 キーワード (Ja): 赤土流出, 国頭マージ, 降雨侵蝕, 濁度, ジंकテラス キーワード (En): 作成者: 翁長, 謙良, Onaga, Kenryo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015404

赤土流出・そのメカニズムと対策

—国頭マージの侵食抑止対策について—

翁 長 謙 良

(琉球大学農学部)

1. 土地利用の変遷

土壤侵食は、いろいろな要因によって引き起こされるけれども、なんといっても土地利用が一番の問題となる。まず最初に土地利用の変遷について述べます。

当初は、無尽蔵の富源として土地が利用されてきた。即ち、自由財として土地が使用されてきたわけだが、これは自然の資源が豊かな時代の事であり、現在では有限の資材として土地が見直されてきた。その事によって、土壤侵食あるいは土壤退廃が地球的規模で起こってきている。その結果、土地資源の涸渇といった事が現在進行中である。この土地資源涸渇の原因としては、土壤侵食即ち表土の流出が挙げられる。土壤侵食の要因等については後で紹介しますが、要するに土壤という捉え方が昔と現在とは変わってきているということです。それから、焼畑農業によって土壤が失われる。これは、焼畑農業が適正下にある場合には土壤保全上も極めて有効な土地利用であるが、不適切な土地管理いわゆる略奪農業の場合は、土壤退廃の原因の一つとして挙げられる。さらに最近、森林伐採が特に東南アジアなどの熱帯雨林地帯で行われ、土壤が流出していると言われている。土壤流出の要因とメカニズムについて申しますと、土壤侵食は大きく分けると地質学的侵食または自然侵食あるいは正常侵食等と呼ばれているものが一つで、これは土壤の生成と流出の間に適当なバランスがとれているので、生態系は乱さないといわれている。自然侵食 (E_n) とその要因の関係は $E_n = f(C \cdot T \cdot V \cdot S)$ の式で表現

されますが、式中のCはクライメイト(気候)を表し、Tはトポグラフィ(地形)を、Vはベジテーション(植生)を、Sはソイル(土壤)をそれぞれ表している。 E_n はナチュラルエロージョンを表し、 $C \cdot T \cdot V \cdot S$ のファンクション(f)で表されるということです。もう一つは、上記の要因にHファクターいわゆるヒューマンファクターが加えられると、土壤の移動が加速的に起こる加速侵食と呼ばれるものです。従って、自然侵食の土壤の流出とは比較にならない程、加速的に土壤侵食が起こるといわけです。これは、いわゆるアクセレレイティドゥエロージョンあるいはマーンインデュースドゥエロージョンと呼ばれている。エロシビリティとエロディビリティというのは、土壤の侵食は加害要因と被害要因、いわゆる能動因子と受動因子の二つの相乗作用によって起こり、この能動因子である雨滴、表流水といったものがエロシビリティ(侵食性)といわれ、エロディビリティ(被侵食性)とは土壤特性、農地の管理などをさす言葉である。これらのエロシビリティとエロディビリティの大きな二つのファクターによって土壤の侵食は起きる。簡単に言うと、雨のない所では土壤侵食は起きない。雨があっても表流水がなければ土壤侵食は起こり得ない。雨があって、傾斜地であって、裸地であってそして土壤が表流水によって運ばれていくことが侵食の過程である。

土砂流出の実態というものを考えてみますと、地球的規模では大陸別にみますと北アメリカ9.6億トン、南アメリカ12億トン、アジアで159億トン、全世界で201.6億トンという土砂が年間流出

しているといわれている。アメリカでは5.4億トン、オーストラリアでは2.3億トン、ヨーロッパでは3.2億トンという数値がだされている。¹⁾ アジアは全世界の80%ちかくも土砂の流出をみているということになっている。これを侵食速度(表土の厚さに換算して何mmの表土が年間流されているか)でみますと北米では $60 \mu\text{m}/\text{year}$ ($0.06\text{mm}/\text{year}$)、アフリカでは $17 \mu\text{m}/\text{year}$ ($0.017\text{mm}/\text{year}$)、アジアでは $300 \mu\text{m}/\text{year}$ ($0.3\text{mm}/\text{year}$) とオーダーが違う。このようにアジア大陸では大量の土砂が流されている。これを河川による運搬土砂量で見ると、ベスト10の中にアジアの川が7つも入っており、このことからアジア地域でかなり大量の土砂が流出していることが伺える。そこで開発の諸問題についてですが、農地自体の損失としての土壌流亡量の分岐点は、作物の生産性を阻害することのない限界許容土砂流亡量の値、一般にはT Valueと呼ばれ、ターニング Valueの略である。アメリカでは、年間エーカー当たり5tという値が採用されているけれども、これは耕土層の深い農地での値であり、耕土層の浅い農地では2tであるので土層厚に換算して0.4mmという事になります。5tの場合は、 acre/year を ha/year に直してさらに土壌の仮比重を1.3と仮定した場合の値をmmに換算すると0.95mmで約1mmとなる。従って、アメリカの農地では年間1mmの表土が流亡しても、作物の生産性に影響を及ぼさないと考えているわけです。その値は我が国の農地保全の設計基準にも採用されているけれども、その値はあくまでも農業サイドから見た許容土砂流亡量であって、流出していく側のいわゆる川や海への影響はあまり考慮されていないということです。更に、このような土砂流亡が農地自体の損失という他に、流域環境や漁場、漁網の汚染等にも影響を及ぼす事が最近のマスコミなどで報道されています。

つぎに、抑止策についてですが、要するに要因

のポテンシャルを軽減させることです。そこでU・S・L・Eについて説明しますと、これはアメリカで実用化されている汎用土壌流亡量予測式の事で、Universal soil loss equationの略である。この式は、 $A=R \cdot K \cdot L S \cdot C \cdot P$ で表されるもので、式中の各々のファクターを数値化して、その積で年間の土砂の流亡量を予測する。例えば雨(R)、土壌(K)、傾斜(LS)、農地管理(P)、作物(C)の各係数を数値化して年間のデータを基に地方別に年間当りの土壌流亡量を予測する。従って、この地方ではこういった農地管理が必要であるとか、あの地方では作物のローテーションをこうするべきであるといった指針が採られるわけです。

以上、これまで概略を述べてきましたが、次にOHPを用いて紹介していきます。

図-1²⁾は、世界の年降雨量の分布です。赤道を中心に北緯40~南緯40度の範囲に年降雨量1000mm以上をみている。図-2²⁾は、降雨侵食の分布で、左下がりの斜線部は特に侵食を被り易い地域を、右下がりの斜線部は植被が取り除かれると侵食を受け易い地域を示しています。ところでこの2つの地図を重ね合わせてみると必ずしも、降雨量の多い所と侵食の起こり易いところは一致していない事が分かります。ですから、降雨量の多い所が侵食が激しいとは、言えないのです。

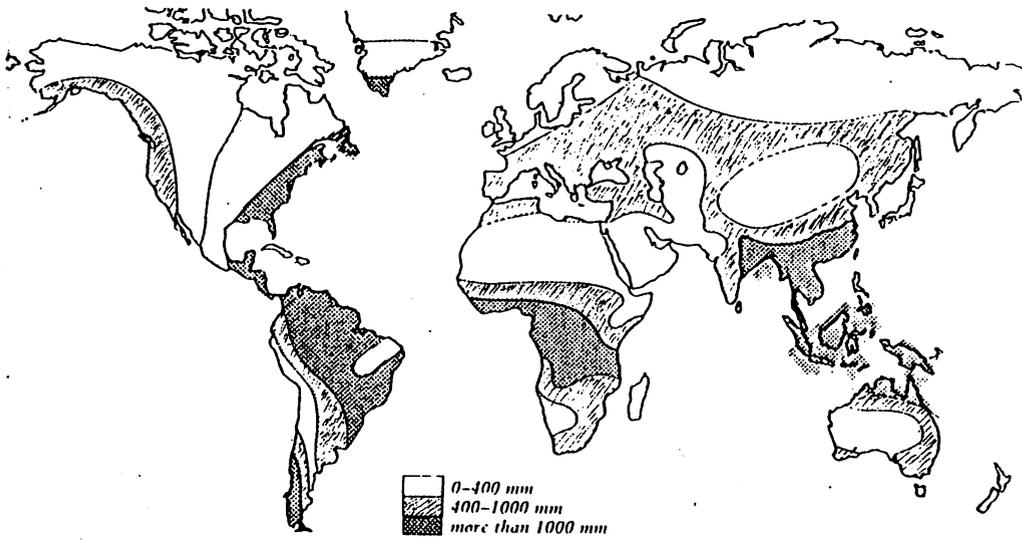


図-1 世界の降雨量分布図

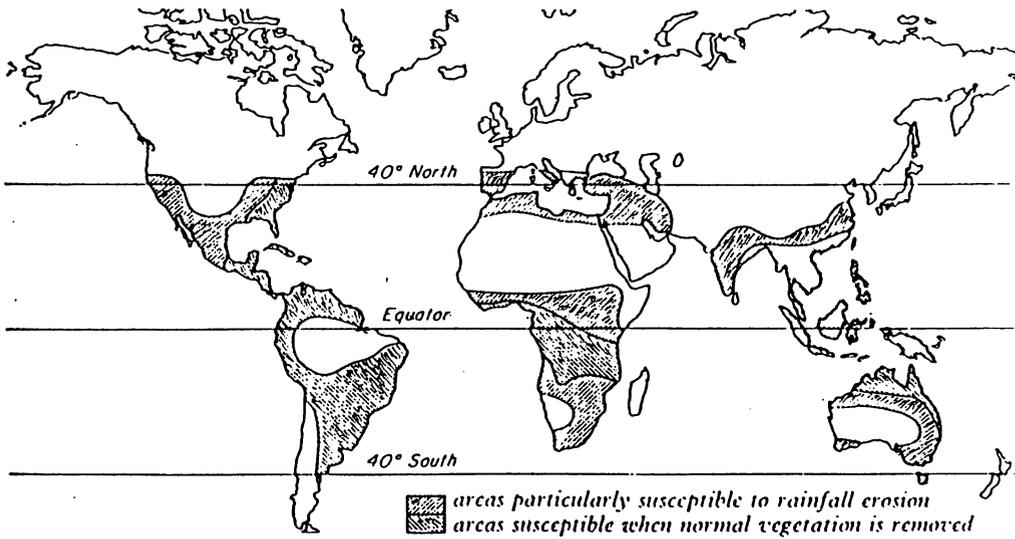


図-2 降雨侵食の分布図

これを図-3で紹介しますと、この年間の降水量と、土壌流出のポテンシャルの関係は、ナチュラルベジテーション、即ち自然の被覆が取り除かれた場合には、(破線)降水量に比例して、土壌侵食が起こる。実線(曲線)は、ナチュラルベジ

テーションが攪乱されない場合のことです。我々の先人達は、やはり降雨量の多い所にエロージョンが起きるということを既に知っていたという事になります。だいたい800mmのところ侵食のポテンシャルが高いという事になるかと思えます。

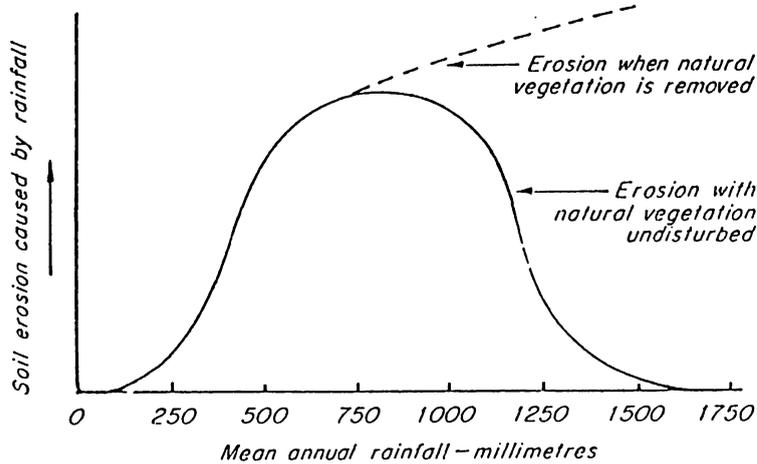


図-3 降雨量と土壌侵食ポテンシャルの関係

次に沖縄の降雨と我が国の降雨を見てみます。図-4⁵⁾は、日本の観測点80カ所の月別の降水量です。梅雨時の6月と7月、9月に降雨量が多く分布しています。図-5⁵⁾は我が国の代表的

な降水量の年変化のタイプを示したものです。琉球型の典型的なものは、屋久島ですが、屋久島とやや似ている那覇についてみると、6月と8月に極値があります。高知は、台風型で6月と9月に極大があり、年間2,600mmぐらいの降雨量があります。それから瀬戸内型は、6月に極値があり、8月が少ない事が特徴的です。次に新潟県高田は雪によるものです。沖縄の雨は年間を通じて降雨量が多いという事です。あまり乾期、雨期というものがない。

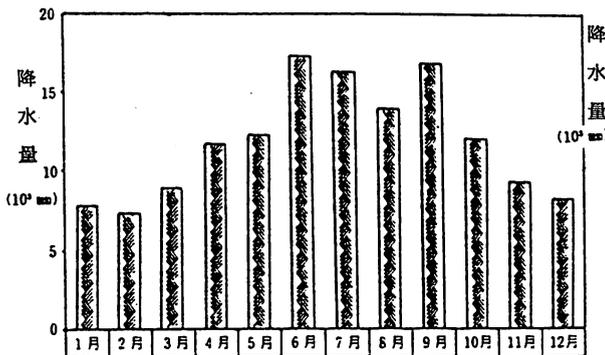


図-4 日本の観測地点(80ヶ所)の月別降水量の総和

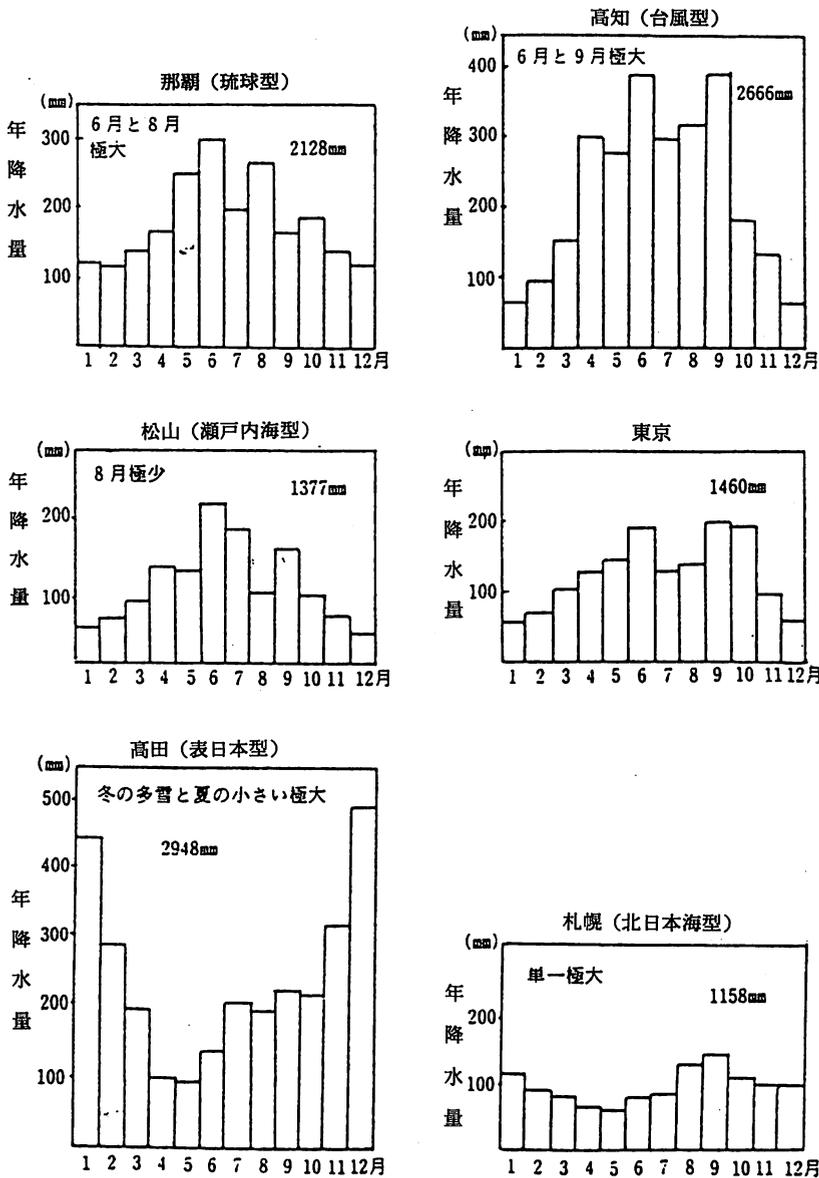


図-5 日本各地の降水量の年変化の型 (1951-1980年の平均値)

降雨量は土壌侵食を支配する要因になるのですが、この他に降雨のエネルギーがあります。エネルギーの計算方法には、自記紙より読み取った降雨強度をもとに計算する方法、ウォーターブルー紙で雨滴を採取しその粒度分布をもとに降雨強

度を算出する方法および粒度分布の特性をもとに理論的に降雨エネルギーと降雨強度との関係を探し出す方法がありますが、ここでは後者の結果についてのみ紹介します。図-6は、雨滴の粒度によって計算した降雨エネルギーを、世界のある国

々と比較したものです。それぞれの曲線は福岡で三原が計算した雨滴エネルギー、アフリカでハドソンがアフリカの雨について計算した雨滴エネルギー、アメリカのウィシュマイヤーによるアメリカの雨について計算したものです。²⁾そして一番上の曲線は、私が採取した12万滴の雨滴をもとに、理論的に解析したものです。沖縄の降雨エネルギーは、他の所よりも高いという事が分かります。降雨量の点から比較しますと、表1でみるように、那覇、宮崎と高知の降水量の平年値(1950~1980年)は、那覇2,100mm、宮崎2,500mm、高知2,700mm

です。それで、高知を100としますと、宮崎が93、那覇は80で降水量の指数は、那覇がかなり低い事がわかります。ところが、1954~1974年の降水量の統計年で、エネルギーを計算した値⁹⁾を見てみると、高知の降雨量指数100に対して那覇は84ですが降雨エネルギー指数は高知の100に対して那覇が99でエネルギー的には逆転している。宮崎は87で、降雨量は高いけれども、エネルギー的には、那覇の方が高いことを示しています。以上が、エロシビティといわれる雨の特性です。

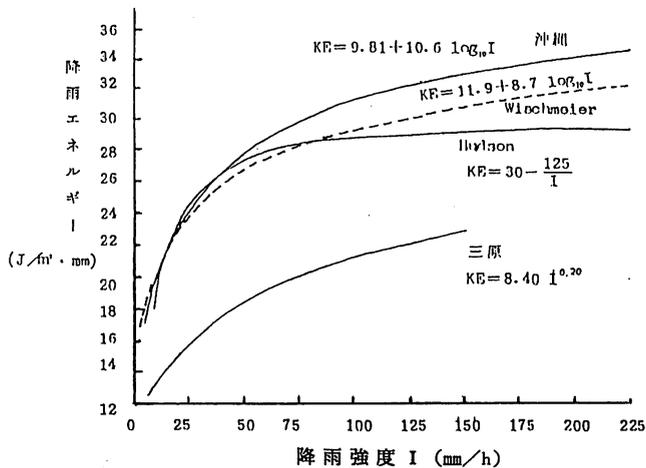


図-6 降雨エネルギーと降雨強度の関係

表1 降雨特性の比較

	降雨量 (mm) (1951-80)	指数	降雨量 (mm) (1955-74)	指数	降雨係数 R mf.tf/ha.hr (1955-74)	指数
那 覇	2123	80	2092	84	897.3	99
宮 崎	2490	93	2434	98	782.3	87
高 知	2666	100	2493	100	903.0	100

次に、エロディビリティに代表される土壌についてですが、国頭マージの赤土分布をみてみます。耕地面積は、全体の30%と少ないですが、全県土面積に占める割合は55%と高くなっている。さらに侵食に関与する土壌特性をみると、水に対する耐水性、すなわち、団粒化度の高いのは、島尻マージである。このことは、島尻マージは、雨滴や雨水に対して、団粒がなかなか崩れないことを意味している。その次はジャーガルで、国頭マージは、非常にろい事を示しています(図-7)⁶⁾。

分散性も似た様な性質ですが、これは分散率で評価します。分散率とは土を浄水により分散させた粘土とシルトの量を完全分散させた場合のシルトと粘土の量で割った値の百分率です。この値が、40以上を受食性、20以下を耐食性としています。ここでも、島尻マージは、圧倒的に多く、耐食性の中に含まれていて、非常に侵食に対して強い。その反面、国頭マージは、受食性側に多く分布しており、土壌的にもかなり侵食され易いといえる(図-8)⁶⁾。実際実験によって確認しますと、図-9⁶⁾で示すように、国頭マージが降雨強度に対して土砂の流亡土量が島尻マージよりも上にある。つまり流され易い、土壌侵食を受け易いという事がこの図からはっきり分かります。

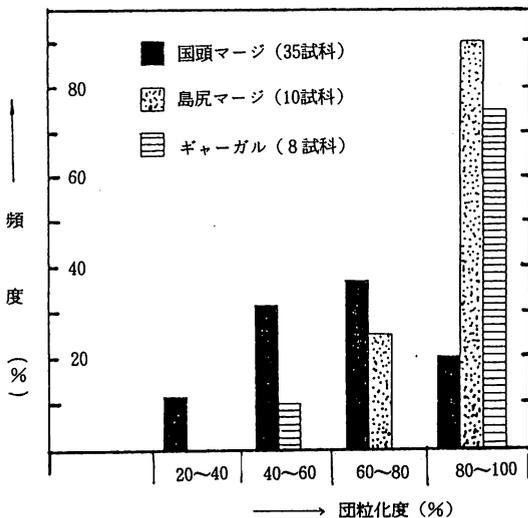


図-7 沖縄県の主要土壌の団粒化度

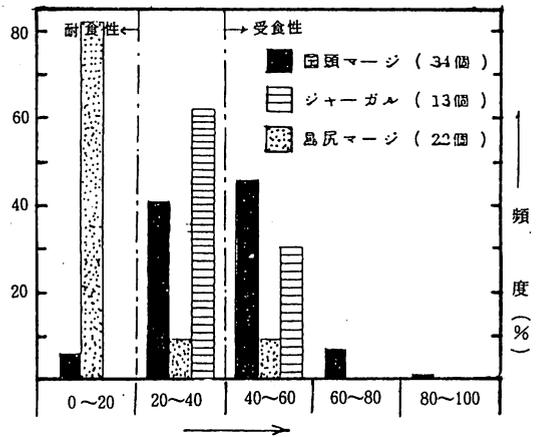


図-8 分散率の区別頻度

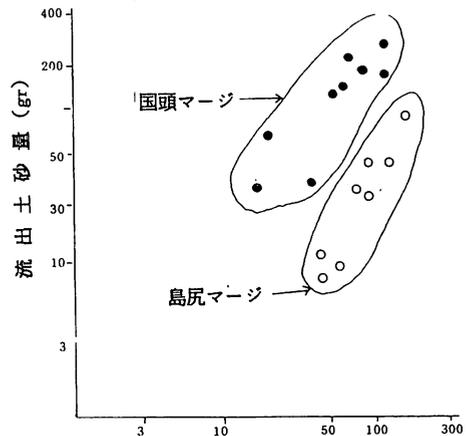


図-9 降雨強度 (mm/hr)

以上のような土壌特性、降雨特性を踏まえて、どのような対策が考えられるかと申しますと、雨があっても植被のある所(いわゆる森林の茂った林地)では、エロージョン(侵食)がなく、裸地でも平坦な所は侵食がない。農地であれば水田が、典型的なところで、水田にはエロージョン(侵食)がないことも図-10から分かります。そして、砂地のように、傾斜があっても浸透が大であれば、エロージョンは起きない。問題なのは傾斜で流去水量を下回る浸透、いわゆる流去強度が土壌の浸透より高いということです。これを緩傾斜にした

り平坦にしたりすれば、エロージョンが軽減される。土層を改良すれば、やはりエロージョンが抑

制される。それから砂防施設を多段的に設ければ、土壤流亡が軽減される。現在とられている圃場で

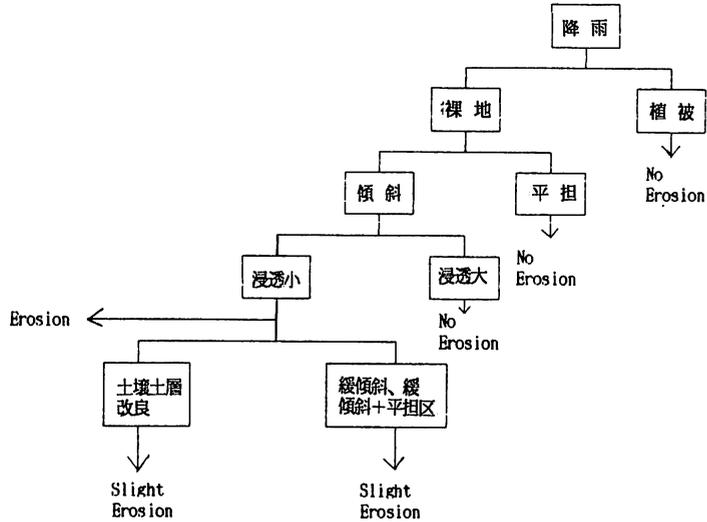


図-10 降雨侵食と抑制要因

の排水系統は、図-11に示すように圃場から承水路、各圃場の末端に設けられている土砂溜枡、集水路、水兼農道を経て土砂溜枡のいくつかを収容する大きな沈砂地、それから自然流路に放流される形式が一般的ですが、天仁屋地区の場合は圃場

からいきなり集水路、沈砂地、放流というタイプです。いずれにしても、微細粒子を浄化するには至っていない。以上のように、濁度の軽減化にはまだほど遠いのが現状です。

地区	排水系統図					
宇良	圃場	草生承水路	土砂溜枡	水兼農道集水路	沈砂地	放流
宮城	圃場	草生承水路	土砂溜枡	集水路	沈砂地	放流
天仁屋	圃場			集水路	沈砂地	放流
真平原	圃場	草生承水路	土砂溜枡	集水路	沈砂地	放流
屋嘉	圃場	承水路	土砂溜枡	水兼農道集水路	沈砂地	放流

図-11 造成地別排水系統図

図-12は、ジングテラスとってアメリカの半乾燥地帯で用いられている土砂流出抑止と地中保水を兼ねた圃場面のタイプです。流れてきた水や

土をキャッチし、そこに溜める水は土中でタンクします。傾斜方向のたて畝がないので多量の雨が降ると横に流れる。これをアレンジして、たてに

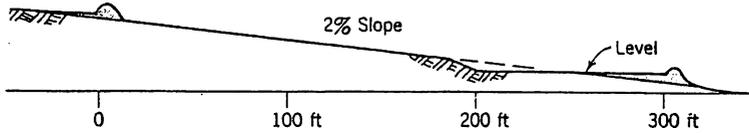


図-12 zingg テラス

もけいはんを作り、土砂流亡、沈澱効果をはかり、水が溜ったらポンプアップして、灌漑用水に使用するという考えもあります。最近、農林水産省で、排水再利用という、圃場から流れた表流水をキャッ

チし溜めてそれをポンプアップして、灌漑用水に利用する設計指針⁴⁾がでている。これは私の私案ですが、緩傾斜区と水平区を組み合わせた形状で水平区の三方を畝で囲む、いわゆる改良ジングテ

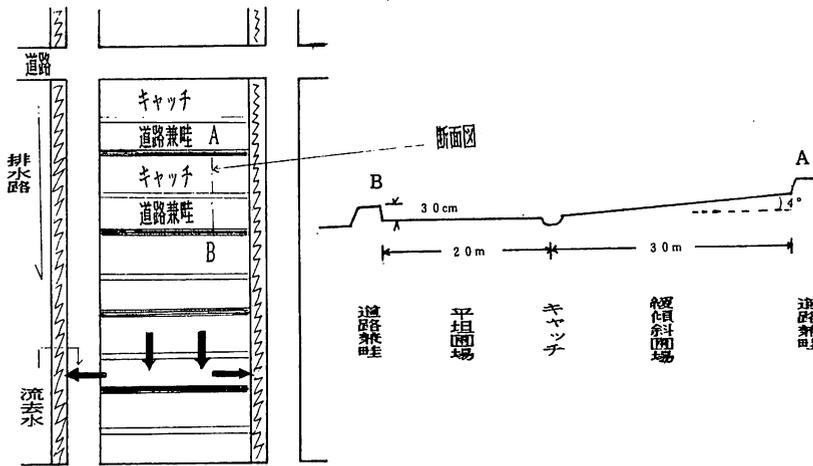


図-13 改良 zingg テラスの模型図

ラスを考える。緩傾斜区と水平区の長さの比によってある降雨量に対応できる畝の高さが求まります。すなわち図-13に示すようなものを造ってみてはどうかと考えたわけです。そこで、試験圃場を造って検証してみることにしました。試験区は長さ30mの傾斜圃場と長さ30mの傾斜区と長さ15mの水平区の組合せ圃場の2区を設定した。いずれも巾

は1.5mで傾斜は4°である。昭和58年7月13日の雨(86.0mm)による、濁度の経時変化の事例を紹介します。図-14にみるように傾斜・平坦区(改良ジングテラス)からの流出水の濁度が極めて低いことがわかります。降雨後30分には浮遊土砂は殆ど沈澱しており、また落水の際にも低濁度で排水することができた。

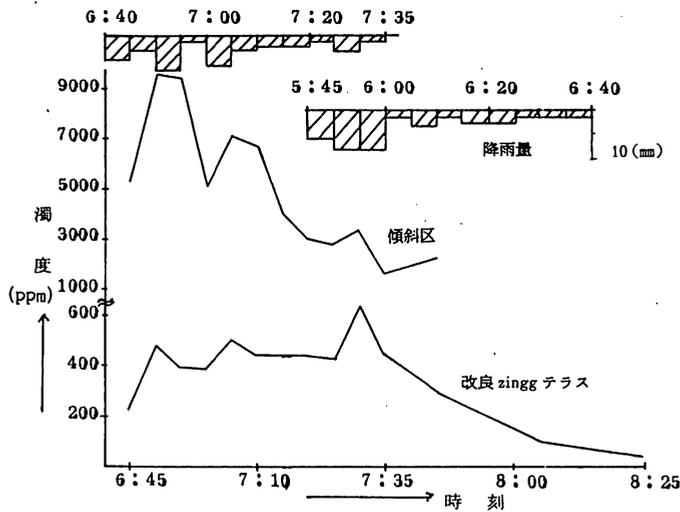


図-14 濁度の経時変化 S.58.7.13

つぎに先ほど御紹介したUSLEをもとに土壌流出抑止方法を検討してみます。A=R・K・L S・C・Pにおいて、Aは年間流亡土量、Rは降雨係数、Kは土壌係数、L Sは傾斜係数、Cは作物係数、Pは保全係数です。これを図解しますと

図-15²⁾のとおりです。先ほど御紹介した雨はエロシビリティ、エロディビリティが土壌、管理に関するファクターです。ですから、エロディビリティには、土壌と土壌の管理、作物管理、保全、これらの積によって、年間流出される量を計算す

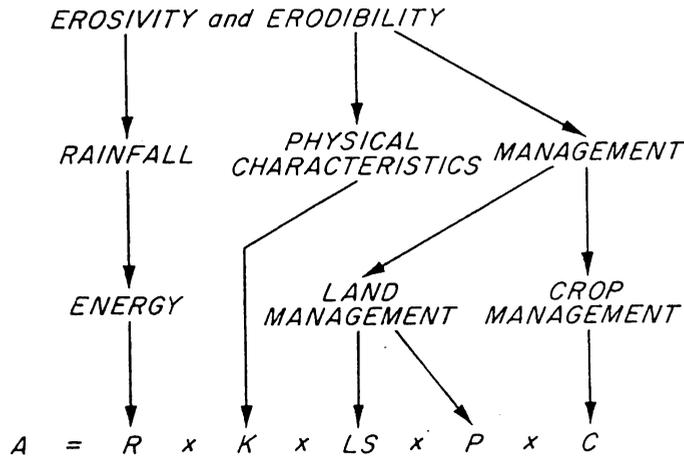


図-15 USLE「汎用土壌流亡予測式」

ることが出来る。従ってこれらの要因をコントロールすることによって、図-16のようにまとめるこ

とができる。Rについては、沖縄のように雨が周年的に降り、冬にも侵食性の雨があるという事で、

造成工期の選定は、難しいのではないかと考えますが、マルチング（敷わら）したり、急速緑化で、裸地状態を早くなくす、水田形式にして、一時湛水し、表流水をできるだけ少なくするという考え方で対応する。

次は要因Kですが、これは土壌です。土壌に関する抑止対策は、有機物の投与、深く耕す、牧草の栽植、マルチング等に対応しようという考え方はです。LS要因に関しては、斜面長を20m前後に

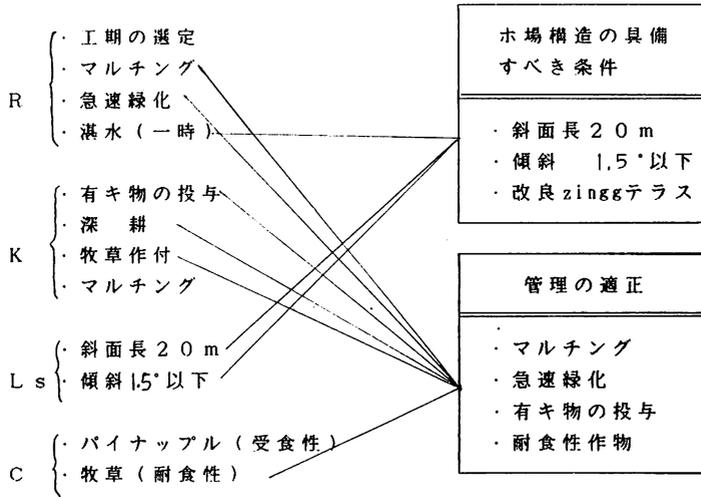


図-16 侵食抑止対策のまとめ

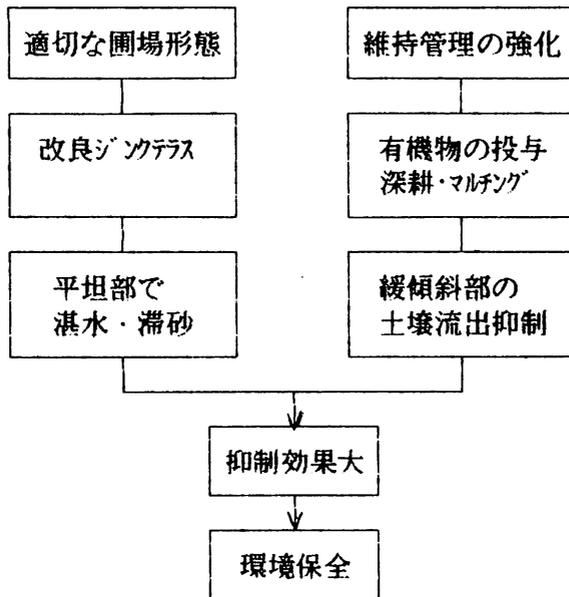


図-17 新方式の抑制方法の評価

する、営農機械の点から幅は40~50mとった方が良いのですが、土壌侵食防止の立場からは、傾斜1.5°が最適であるという実験結果が得られています⁵⁾。総合的に抑止対策を求めると、 $A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ に対して具備すべき条件として斜面長20m、傾斜1.5°、平坦区との組合せ圃場を考える、それからKの要因として、マルチング、急速緑化、有機物の投与、耐食性作物（侵食に比較的強い作物、牧草等）があげられる。パインは、根が土壌を保定する力がないということから、1年間は受食性作物のタイプになると考えられる。以上をまとめてみると図-17のようになり、適切な圃場形態、維持管理の強化を同時にはかることによって工法的、農法的に、抑制効果を図ることができ、それが環境保全につながる事になる。ソフト面からのアプローチとしてはつぎのような提言がある。すなわち、農業が古来自然環境に努め、食糧生産、農地保全を通して、洪水の調節、国土の侵食防止に役立ってきたことを踏まえ受益者だけに負担させないで地域住民全部に受益している事を考え、農家だけに負担が掛からない様なシステムを考えることである。農林業は、自然環境の培養と国土保全に大きな役割を果たしているが、これに、必要な経費、費用を国民全体で負担するという認識が欠けている。主な受益者というのは、個々の農家のみではなくて、地域住民一般である。農村は、都市住民のレクリエーションの場、災害時のオープンスペースに利用する事等を考えると、農業に対する国家投資も、農業生産活動に対する経済性、合理性のみならず、自然環境の培養とか国土保全という観点から経済性、合理性を考える必要があるとの提言である。³⁾

次は侵食の実態とアフリカ国際会議に参加した時のスライドを御紹介したいと思います。

これは、農地造成が済んだばかりの圃場です。表流水がこのように流れてきているのが分かります。これが、土砂溜りで、ここは、土水路の集水

路で一旦傾斜方向に流れ、ここでキャッチし水を補足し土砂溜りに導いてくる。ここで溢れた水が集水路を経て下の沈砂地又は砂防ダムを経て川や自然流路に流れていく排水組織です。

これは、上の畑地から流れて来る濁水を谷に布団籠を設置してそこに、土砂を溜めるようにしたものです。粗い粒子は止められますが、微細粒子はこれでは全く止められません。

このような、砂防施設を設けると、こういうふうな濁った水が溢れたり、下から湧き出てきたりします。これは、かなり高い濁度で、恐らくオーダー的には、5,000~6,000PPM以上ではないかと考えます。

これは、最近マスコミで取り上げられている恩納村の赤間地区です。造成形態はいいのですが、排水系統が有機的に噛み合っていない事です。何故、集水路にこんなに沢山の水が流れてくるかという事です。圃場からの表流水が入ってくるからです。そこで、圃場の3方に畔を造って水を溜めるようにしたらどうか。ですから、本来ならば沈砂地に水がいっぱい溜ってから水が流れていく機能なのですが、排水系統が、有機的に噛み合っていないので、濁水中の粒子が沈澱しないまま流れていってしまいます。

これも集水路に水が流れて行かず、集水路から溢れ道路を洗掘して行き、道路から圃場へ入って行くケースであり、圃場、道路でそれぞれ水処理をすれば、それ程侵食は起きずに、赤土も流れないと思うのですが、そうすると農家の人の維持管理も必要になってきます。

これは、パイン畑で、かなり落ち着いた圃場なのですが、やはり水が流れ、水兼農道を経て沈砂地へ流れて行く、こういう所でもエロージョンは起きる。つぎは、さとうきびが植えられている圃場です。等高線沿いに作付されているが、一度、横畝が決壊すると、集中的に水が流れて行き、畝の表流水の抑止力が殆どなくなり、かえって大き

な被害を受けているケースがよくみられます。

これは、かなり大きな沈砂地で600 ぐらいの容量です。造成して、半年くらい経っています。最初の雨でこれだけの土が溜りました。これは、ボートで、下の地形測量をしているところです。次の雨によってどれだけの土砂が流れてきたか調べるために、底部の地形の測量をしているところです。

ところが、半年から一年後には、この沈砂地は埋め尽くされ、排水口まで満杯しています。この圃場の勾配は5°で比較的急になっています。200mの圃場の長さであり、途中で集水路がないのでこのように土砂が溜っている。

農地ばかりではなく、裸地状態（これは、宜野座ダムの堰堤の下）は、非常に侵食され易いシルト質で、非常に大きなガリができています。

これは、海の色が赤土流出によって濁っている様子です。

これは、濁度を測っているところで、7,500mmあります。ポリビンにキャッチすると、それほど赤く見えませんが、実際は底質の色によっても見た目の濁りも変わってくる場合もあるので、濁度が低いにも関わらず、高く見える場合もあります。

次は、濁度の色についてみると、10,000PPM、5,000PPM、1,000PPM、500PPM、100PPMとなっています。PPMが2桁のオーダーとだいたい無視できる色です。新石垣空港の濁度の許容限度70PPMとありましたが、ここにある100PPMよりも濁りが少ないということになります。しかしそれは、70PPM以下にすれば生態系が維持できるという保証は何もないわけですから、注意して考えなければならぬところでもあります。ですから、ゴルフ場でも70PPMといってくるのですが、70PPMにするには、大きな努力と金が必要なのであります。

これは、さとうきびの第2・3回の更新の後ですけど、農地が落ち着いてきますと、沈砂地には

土砂が流れてこないで草が茂り、だいたい安定している。

平成2年6月10日頃の雨の時ですが、（場所は宜野座村です）裸地圃場からの土砂が凄く濁って越流しています。ところが、牧草畑からの水を見ると、濁りがなく、非常に澄みきった水が流れてくる。そういう事から、圃場から集水路に流れずに溢れ出してしまうと、元も子もなくなってしまいます。圃場は圃場だけの水処理をする。道路と水処理を一緒にしないできれいな水はそのまま自然流路に流す事が大切です。こういうふうに自然の地形を利用して作った大きな溜池は圃場からの水を殆どキャッチする。それは他に影響を及ぼさないので、このように地形をうまく活用すれば、かなり赤土も外へは流出しては行かないのではないかと思います。この様に水が溜れば、水をポンプアップし、次の雨には十分対応できるようにすれば、灌漑水にも利用できるのです。水の利用については、より有効的ではないかと考えます。

これからはアフリカの話になりますが、ケニヤの面積は我が国の1.5倍、エチオピアは3倍で、これらの国々は、赤道直下あるいはその近くに位置しています。1989年11月6日から23日までケニヤ、エチオピアで国際土壌保全学会がありました。ケニヤでは、プリ・コンファレンス・ツアーすなわち学会前の旅行に参加しました。また、エチオピアでは学会中、学会後のexcursionに参加しました。その模様をかいつまんで御紹介します。

これは、私達のツアーが乗ったバスですが、薄紫がかった紫色の花を咲かせるカボクですが、ジャックランダーといって、とてもきれいな花です。これはナイロビ近くの農家の風景です。かなり急傾斜な土地も利用していますが、50%以上の土地は農地にはいけないという規定があるようです。

これは唯一のカンキン作物で除虫菊です。

旅行団は、かなりの国々から300人程集まって

いました。アフリカの方々が殆どでした。行く先々でコーラスでもてなしてくれました。

これは、テラスを造る時の作業風景です。あちらの国々での農業労働力は殆どが御婦人です。その婦人達がスコップを持ってファンナージュテラス(図-19)を造っているところです。我々のためにわざわざ演出してくれたわけです。歌いながら土を上にあげるところです。

次は、牛がリッチ(溝)を造っているところです。水が入ってくるとキャッチして転流させる。テラスの幅は5-6mから長い所で10mしかなく非常に集約的な農法で、金のかからないやり方をしています。

このように、ファンナージュテラスを造っている婦人もいれば、コーラスでもてなしてくれる合唱団もいました。

これは、ケニアの土壌ですが、沖縄のジャーガルに非常によく似ています。バーチゾルと説明していましたが、反転土壌又は黒綿化土壌と呼ばれる様な土壌でした。

これは、島尻マージに似た土壌で、ウルチゾル網といった類のものでした。

これは、ナクール湖という国立公園で、バスから遙か彼方に見える湖を見るとき水涯線が、真っ赤になっていたのも、ここも赤土流出がひどいと思ったのですが、近づいてみると、なんと何百万羽のフラミンゴの群れでありました。フラミンゴの羽の付け根に赤い部分があり、これが遠くから見ると、このような大群ですので、真っ赤に見えたのでした。

これは、ナイロビ大学ですが、この方は、教え子のマコハといいまして、67年の琉大の農業工学科の修士コースをでた人です。前は、ナイロビのジョモケニャッター大学にいたのですが、今は南部のモンパッサーという国際港の近くにある農業工学専門学校の様なところで学科主任をしているらしく、500kmぐらい離れていたのですが、わざ

わざ訪ねてくれまして、彼の母校であるナイロビ大学を案内してくれました。

これが、いわゆるファンナージュテラス1.25mのバーチカル間隔で、傾斜は0.5%のグレードですから極めて緩い傾斜という事になります。ファンナージュというの、スローアップという意味らしいです。上の方に土を上げるという意味でスワヒリ語でそう呼ぶらしいです。

最近 Agroforestry という農耕の方式というのが、非常に一般的で、農林地一体化耕作が進められている。草も木もテラスの端に植えて土壌流出を防ぐ、そして樹種も多目的なものであるから、草であれば牧草、木であれば果樹であるとか色々贅沢なことをいっていましたが、要するにそういう草木というのは、作物と水と光を競合しないようなものであるということが選定の基準であると言っていました。

これは、参加者全員がナイロビ空港近くで記念植樹をしているところです。日本からは私を含めて二人で、農環研の方がいました。ジャックランダーという木も植樹の中に入っているようでした。つぎからはエチオピアの excursion の模様です。

これは、むこうのガリ侵食の状態です。かなり大きなガリです。降雨量はそれほど多くはなく、1,000mmぐらいでした。

これで見ると、年降雨量800mmぐらいなのですがどうしてこのような雨量の少ないところにガリ侵食ができるのかといいますと、年間に1~2回に集中して雨が降るためです。表土がかなり浅く、それが流されるとその下にクレイパン(粘土層、不透水)があり、次の乾燥によってクレイパンが亀裂を起こします。その亀裂の中に次の雨が入り、えぐられて段々削られていくわけです。

これは、アフリカの主食であるテフで、それで作ったパン、インジェラです。テフというのは、非常に小さな粒の雑穀です。

ここはマーケットで、ほとんどの品が地べたに

置かれ売買されています。テフも売られています。

これは、ペパーで、大きなペパーです。むこうには、サトウキビも見えます。

これは、ポニーで、薪を運んでいるところです。エチオピアでは、このポニーは輸送手段として欠かすことができない唯一の動物のようです。ここに見えるのはアカシアで、ほとんど木のないところでも、アカシアが散見できます。アカシアは、乾燥に強く、土を固定する樹木です。エチオピアは特に木が少なく、ケニアでは、ユーカリやアカシアの木が多く目立ちました。ユーカリの木は、切って薪にして、再発芽させてさらに薪にするという繰り返しをしているので、極めて短くなっていくことは目に見えてわかります。

これは、薪の代わりに使う牛のふんです。結局、動物の廃棄物は、土壤に還元されないわけです。ですから、土壤は、やせていき、薪用材が育たないという悪循環が繰り返されているわけです。

こういったパーチゾル（反転土壤）なども改良しようとしてもふんを持っていかれるわけですから畑はやせる一方です。もちろん化学肥料を使う余裕はないので、土壤の退廃が段々進んでいるという事です。

これは、昼食事の一時ですけど、現地の人達が何千人と、私達のツアーを取り囲んで物珍しそうに、眺めているところです。私達が子供の頃アメリカ軍に占領されたときの事を思い出しました。ツアーに参加している殆どが、アフリカの方々と同じ皮膚の色をした黒人でしたが、身分が違うのかと思ったのでしょうか。

しかし人なつこくて、一緒に写真も喜んで撮らせてくれました。この老人が手にしているのはヤリです。だいたい老人が持っていて、夜のハイエナの急襲に備えているのだと語ってくれました。

これが、アフリカの砂漠化の進行状況を示しているわけです。1983年の1月ですから、今から7

年半前の映像です。このグリーンが、植生が密な所です。薄い黄色がやや密なところで、黄色が中間的な植生で白の部分が殆どないという事を示しています。これが3年後の状況で1964年に干ばつがあって、その結果緑が消えて、その1年後にはさらに砂漠化が厳然と進んでいる事が伺えます。

そこで、役人が自分達の土壤を守りましょうというキャンペーンを開いているのですが、このポスター（図-18）は、スワヒリ語と英語で書かれていて、農家、一般の人に啓蒙しているものです。Save Our Soilということで、SOSと掛けてまさに危険状態だと訴えています。

これもその一つです。

図-19が、ファンナージェーテラスの造り方のパンフレットの一部分です。このように図解して農民を指導啓蒙する事を徹底的に行っています。



図-18 土壤保全の啓蒙ポスター

'FANYAJUU' TERRACES

A 'FANYAJUU' TERRACE IS THE KIND OF STRUCTURE YOU HAVE TO DIG - BUT, ONCE YOU'VE MADE IT, IT'S A VERY GOOD SOIL CONSERVATION MEASURE INDEED!

I KNEW DIGGING WOULD COME INTO THIS SOONER OR LATER!

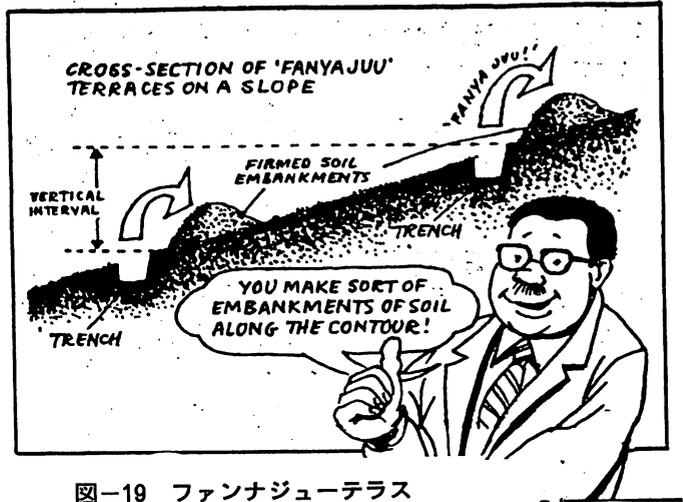


図-19 ファンナジュテラス

質問

砂漠化を防ぐ重要な一つの考えを持つとすれば、
 どういう事が挙げられるか。

応答

まず、砂漠化を防止する方策は、木を植える事を彼らは考えています。ですから、育林では、アフリカ古来の品種と他から導入してきた木などを試験して、アフリカのどの地域でも植え付けられる品種の研究をしています。植物の残滓まで彼らは持って行き、薪に使ってしまうわけですから、土壌の退化を防ぐためには、やはり薪を早く作る事が一番大切な事だと考えます。

まず、砂漠化を防ぐために育林を考え、そうすることによって、作物の残滓が残されるわけですから、土壌も段々と生産力が維持できるようになるでしょう。

参考文献

- 1) 芦田和男、高橋保、道上正規：1983 河川の土砂災害と対策、森北出版 PP6-7
- 2) Hudson. N. 1981. Soil Conservation. Coenell University. PP28-29, PP58-59
- 3) 丸山利輔、三野徹、富田正彦、海田能宏、農業土木概論、朝倉書店 PP23-24
- 4) 農林水産省構造改善局、1990年、土地改良事業計画指針—畑地帯集水利用—
- 5) 翁長謙良、1986、沖縄島北部地方における土壌侵食の実証的研究、琉大農学報 第33号
- 6) 種田行男、1976、降雨侵食の可能性を示す降雨係数の算定、農業土木学会論文集65 PP15-19