

報	文
---	---

## ニジェール河流域の砂漠化防止

—その可能性と農用地整備公団のとりくみ—

村山 忠一

Desertification Control in the Niger River Basin  
—The Possibility and the Role of JALDA—

Chuichi MURAYAMA

Japan Agricultural Land Development Agency

### 1. はじめに

この報文は、農用地整備公団の「砂漠化防止対策基礎調査」をベースとしたものである。この基礎調査は、農林水産省の補助金により当公団が、1985年から1989年にかけて現地調査を行い、1990年にそのとりまとめを行ったものである。

調査の方法は、既存文献、資料の収集、現地調査、現地関係機関からの聞きとり、およびLANDSAT, NOAAのデータ解析をもとに、砂漠化の現状と原因、そしてその防止対策を考察したものである。

砂漠化の定義は、1977年ナイロビで開かれた「国連砂漠化会議」による。すなわち、「砂漠化とは、生物の潜在的生産力が低下するか破壊され、最終的には、砂漠のような状態になる現象である。例えば、放牧地の生産力が低下し、半乾燥地の農業が不可能になり、かんがい農地が土壌の塩性化によって放棄され、あるいは他の何らかの形で、土壌の生産力の低下をきたす現象」である。

### 2. 調査目的

この調査の目的は、世界で最も深刻な砂漠化の影響を受けているサハラ砂漠以南のニジェール河流域（主としてサヘル地域）において、この地域の砂漠化の進行状況とその原因を調査し、砂漠化防止対策の基本構想を作成すること、および現地の自然と社会状況にあった農地開発の可能性を見出すことである。

### 3. 調査範囲

調査範囲は、ニジェール河流域（流域面積 209 万 km<sup>2</sup>、

\*農用地整備公団 〒105 東京都港区芝公園2の4の1  
秀和芝パークビルB館

土壌の物理性 第63号 pp.35~42 (1991)

流路延長 4,130 km、年間総流出量 8,990 億 m<sup>3</sup>) の内、サハラ砂漠を除く 141 万 km<sup>2</sup> を対象とする。対象関係国は、ギニア、コートジボアール、ブルキナファソ、マリ、ニジェール、ベニン、ナイジェリア、チャド、カメルーンの 9 カ国である。

### 4. 砂漠化の原因と進行状況

砂漠化の原因としては、この地域の降雨量が少なく、そして不規則であり、高温であるという自然要因があって、これに人為的要因が作用することによって自然の生態系のバランスが失われるためと考えられる。

人為的な要因とは、人口増加にともなって、自然の回復力を越えた過剰耕作、過剰放牧、まき採取の増大があって、これによって植生と森林が減少し、土壌の劣悪化が進行しているのである。

砂漠化の進行状況については、人工衛星 NOAA の植物指標データの分析と、FAO 作成によるハザードマップを参考にして砂漠化総合図 (図-1) を作成した。

降雨量が少いという自然要因からすると、この地域の北にあるサハラ砂漠の南縁が徐々に南下する現象がある。こうしたところは、すでに植生が乏しく、生産活動は、季節によって移動する放牧しか行われていないところであり、砂漠化の進行という視点からみると特に著しいものではない。

ニジェール河流域の砂漠化の進行は、サハラ砂漠の南縁地帯よりも、もっと南側の、降雨量が 500 mm 前後ある耕作地帯の方が砂漠化が著しいといえる。特に、人口の都市集中によるまき使用量の増大によって、都市近郊からの森林の減少による砂漠化の拡大が、最も著しいものである。(図-1 砂漠化総合図、および図-2 農業・土地利用形態区分図 参照)

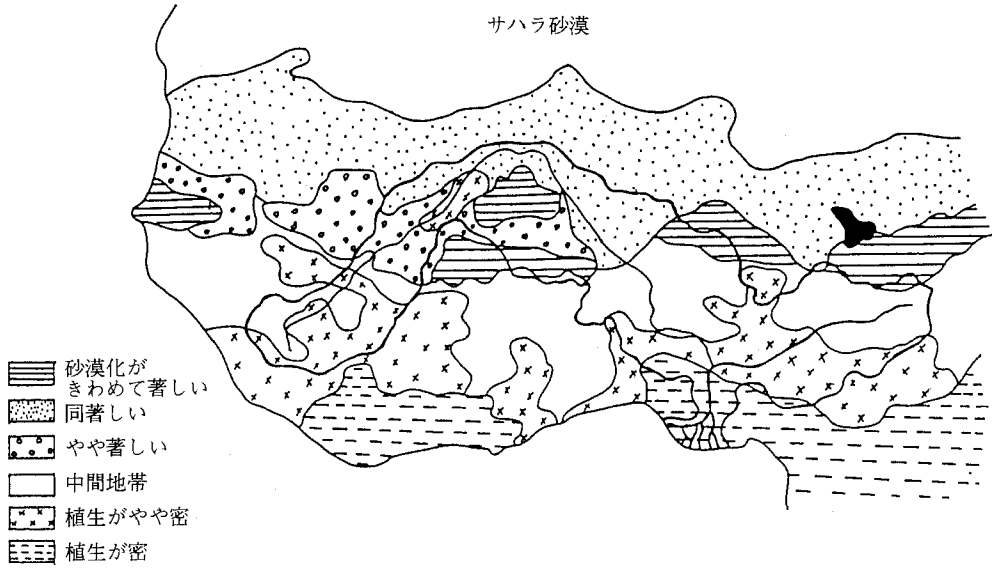


図-1 砂漠化総合図

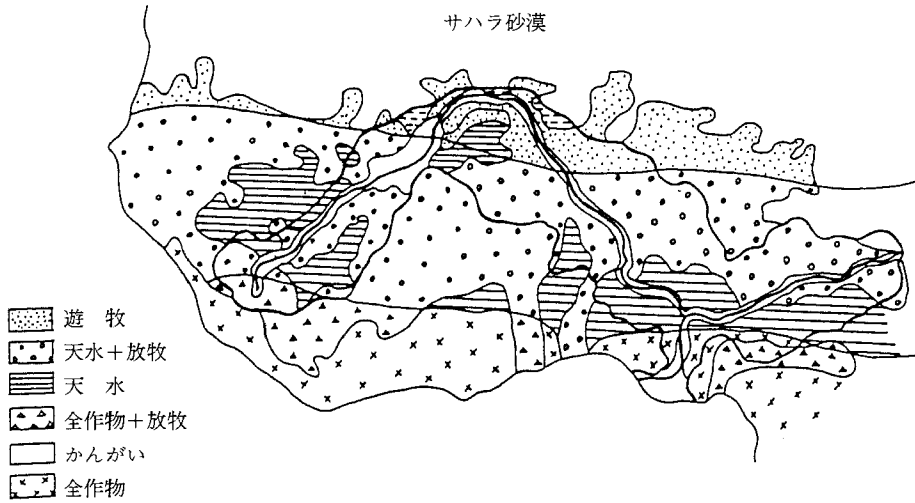


図-2 農業・土地利用形態区分図

5. 砂漠化防止対策の基本構想

サヘル地域の砂漠化の実態、土地・水資源の開発の可能性がおおむね明らかとなったところで次の基本構想を提案するに至った。

- ① 調和ある土地利用
- ② 拠点地域における農業・農村開発

- ③ 拠点地域を結ぶ回廊
- ④ 森林および水資源地帯の保護
- ⑤ 緑の防衛帯の創成

技術的な考え方の基本は、土地・水資源の開発ポテンシャルの高い地域から、農業・農村開発にとりくみ、この拠点地域をベースとした緑と流通のネットワーク(道路・水路の整備と、これに沿った防風林の育林)をつく

り出し、年間 300 mm 程度の耕作可能北限地域には、特に育林を密にして、森林地帯(緑の防衛帯)をつくり出そうとするものである。

## 6. 基本構想の背景

サハラ砂漠は、紀元前6000年頃から2500年頃までの数千年間は、緑のサハラであったことが記録されている。その当時と今日では、気候条件が異なるため、以前と同様の緑を再生させることは不可能であろう。しかし、現在の気候条件のもとでも、人間生活が十分に営める程度の緑を回復させることが部分的には可能であると考えられる。

サヘル諸国は、厳しい自然環境と、社会経済的な歴史のもとで、国際的な経済援助に頼らなければならない状況にある。この厳しい現実を知りながら、緑の回復を可能と考えるには、下記の理由がある。

- ① サヘル諸国は、いずれも砂漠化の進行に苦しんでいる状況にあるが、その程度は画一的なものではない。こうした半乾草地の中にも、ニジェール河やワジの伏流水、湧水などの水資源に恵まれた緑豊かな地域もある。こうした地域を拠点として、かんがいを中心とした農業開発と育林を積極的に実施していくことにより、緑豊かな大地を回復し、拡大していくことができるものと考えられる。
- ② 厳しい自然条件のもとでも、遊牧、天水耕作などにより、現にその土地資源と水資源を活用した生産活動が営まれている。住民のこうした生産活動が、この地域の生態系の一環をなしているとの視点から、耕作と牧畜、および林地の調和ある土地利用を確立することにより、この地域の砂漠化防止が可能であると考えられる。
- ③ 水が集り、土壌水分が保持される地形条件の所には、植生が定着している。かん木林が虎斑模様の植生をなしている所や、国道の盛土に沿った植生の定着などがそうである。これらの現象は、降雨時に流れ去ってしまう表流水をコントロールすれば、農業生産の安定と増産が可能であることと、適地と樹種を選定すれば、かんがいなしの育林が可能であることを示すものである。
- ④ 水資源のかん養と土壌保全について、農家レベルの具体的な技術と、各国ごとおよび国際的な技術の普及と啓蒙活動が現在実施されている。そして、かんがいプロジェクトや、育林プロジェクトが数多く実施されている。

このように、見方によっては、この地域は自然条件に恵まれていて、採取経済的な生活が成立していたのである。これが西欧文化との交流によって、生活様式が変わ

ってきたことと、急速な人口増加によって、農業開発や育林対策なしには砂漠化が進行するような状況となっているのである。

## 7. 砂漠化防止対策の具体例

砂漠化の原因は複合的である。また、農業生産の安定的増産対策として取り入れたかんがい農業が、塩害をおこして砂漠化の原因になったり、マラリヤ等の伝染病の拡大の原因となる恐れもある。したがって、砂漠化防止対策は、数多くの専門分野に及ぶ慎重な検討が必要である。

ここでは、その具体例を「直接的な対策」と「間接的な対策」の2つに区分してみた。

### 1) 直接的な対策

直接的な砂漠化防止対策には、土壌の風食・水食防止、防風・防砂林、砂丘移動防止をあげることができる。水食や風食により土壌が移動している所には植生は定着しない。また、人為的な原因により、植生が減退したところの土壌は、風食と水食を受けて砂漠化が進行する。

直接的な砂漠化防止対策とは、この土壌移動の悪循環を断ち切って、土壌を固定し、植生を定着させることを直接の技術目的とするものである。

植生の定着条件のないところに、防風・防砂効果が表れる程の広範囲にわたって、人為的に環境を改善することであるから、コストの高いことが特徴の一つとなる。新設した国際道路が移動する砂丘に埋ってしまうのを防止するとか、オアシスの集落を、防風・防砂林で守ること等の事例がある。目的と受益者が明確になり、その資金対策がつけば既存の事例にならってこの対策を実施できる。

この調査で提案した「緑の防衛帯」の目的は、地球規模の環境対策の一つとして、国際協力のもとにとりくもうとするもので、この合意形成には時間がかかる。

### 2) 間接的な対策

間接的な砂漠化防止対策としては、農業・農村整備、水資源開発、人口対策、エネルギー対策、インフラ整備、教育・啓蒙等があげられる。

住民の生活がこの地域の生態系の一環をなし、しかも、影響力の強い因子であるとの視点から、自然との調和ある生活様式と資源利用を見出そうとするものである。人間生活の諸活動を改善することが間接的に砂漠化防止になるものと考えられる。

間接的な対策のうち、農業・農村開発についての考察を述べる。

農業・漁業就業率は、沿岸諸国では60%前後であるが、

砂漠化が進行しているマリ、ブルキナファソ、ニジェールでは80%を越える。内陸国の農業は自給自足的な小農がほとんどである。農繁期の労働は苛酷であるが、生産性は低く、収穫は不安定である。そして、慢性的な食糧不足のために、耕作地の面積拡大を図っているが、単位収量は年々低下している。

生活の中で通貨経済の比重が大きくなっているのに、20～30歳代の男性は、農閑期に都市へ出稼ぎにでる。都市では、これを吸収できる雇用機会がある訳ではないので、市場や空港等集って、荷物運搬などの偶発的な仕事を待っている若者が多い。

こうした貧しい農村地域の、農業・農村開発の方法を次のように考える。

#### (1) 農業開発

- ① 耕作地と休閑地を計画的に配置する。
- ② 休閑地には家畜を放牧し、家畜の糞尿による地力回復を図る。このことにより、遊牧民と農耕民の協調を図る。現に実施されている方法であるが、休閑地の減少のため遊牧民と農耕民の争いが起ることもある。
- ③ 施肥技術を普及し、耕地の連続栽培を可能とし、単位収量の増収を図る。
- ④ 小ダム・畦づくり等の伝統的技術による表流水の貯留技術の普及を図る。この農業基盤の整備は、農閑期に実施するようにし、労賃と資材費相当分の奨励金を支給して、若者の農村における就労機会をつくり出す。
- ⑤ 土壌と水資源条件にあわせて、栽培を多様化する。野菜、キャッサバ、甘しょ、果樹の導入を図る。
- ⑥ 防風、防砂林、庇蔭林の奨励。
- ⑦ 薪需要にみあった造林計画の実施。

#### (2) 農村整備

若者の都市集中を防ぎ、若者が農村で就労できるようにするために次の事項を提案する。

- ① 地方道の整備、生活用水施設の整備、および集落周辺の育林を公共事業で計画的に実施し、安定した雇用機会をつくり出す。
- ② 農器具、荷車、自転車、バイク、自動車等の修理加工施設をできるだけ多く地方に配備する。ここの技術者の職業訓練所を地方都市に設置する。
- ③ 流通施設(市場、出荷場、穀物倉庫等)を建設整備し、農業共同組合による流通の活性化と広域化を図る。
- ④ 農産物加工技術(貯蔵食品)の改善と普及を図る。
- ⑤ 初等教育の普及、子供たちの教育の機会を保証し、学校給食を実施する。このための教員養成が必要である。
- ⑥ 医療機関の地方配置。

## 8. 実証調査の実施

農用地整備公団は、「砂漠化防止基礎調査」に引続いて、ここで提案した砂漠化防止対策の技術的裏付けを得るため、平成2年度から6ヵ年計画で実証調査を実施する予定である。

この実証調査は、ニジェール国ニアメイ市の南西55 kmにあるトロディに、100 haの実証圃場を設置して行うものである。調査内容は、気象水文観測、作物栽培の実証、水資源確保の方法とかんがい技術の調査、太陽エネルギー活用方法の調査である。また、この周辺地域において、砂丘移動の実態把握と、リモートセンシング手法による砂漠化の進行状況の調査を行う。

## 9. 土壌条件からみた農業開発と緑化の可能性

### 1) ニジェール河流域の土壌と植性の特徴

#### (1) 虎斑模様植生

サヘル地帯の土壌は、大部分が赤色のラテライトで占められている。ラテライトは、大きな気温差による岩石の風化、雨水による塩基や有機物が溶脱し、そして不溶性の鉄とアルミニウムが残ることによって生成される。砂漠化の進行は、このような養分の乏しいラテライト土壌の分布域において、薄い表土が失われ、不毛化していくケースが多い。

この地域の植生状況は、種類が多様であることと、その生育状況にムラが目立つことが特徴的である。平坦な地形において、土壌と表流水が流去する所と集積する所との土壌・水分状況の違いが、植生の生育状況に反映しているのである。

例えば、この地域特有の虎斑模様の自然かん木林がある。50万分の1以上の地形図には、Brosse Tigreeの表示があって、地図上からその規模を読みとると、幅数km、長さ数10 kmの虎斑状のしま模様であるが、実際に地上でみると、幅数m、長さ数10 mくらいの小規模のしま模様であり、これを航空機により上空から見ると、この小規模なしま模様の群が、より大規模の疎密のしま模様を形成している。

この成因については次のように考えられる。

平坦な地形に降雨があると、凸地の水は流れて凹地に集まり、一時的には水たまりとなって地下に浸透し、土壌水および地下水となる。サヘル地域の厳しい自然条件のもとでは、表流水が流れ去ってしまう地形のところには植生は定着せず裸地であるが、表流水が集る凹地では土壌水分が多く、植生が定着する。平坦な地形であっても、微妙な凹凸の地形のうねりがあり、そのうねり模様に従

って土壌水分が異り、そして、土壌水分の多いところに虎斑状にかん木が定着しているのである。

この虎斑模様は、自然のかん木林形成だけでなく、ミレット、ソルゴの耕作畑にも、作物の生育状況に同じようなしま模様の濃淡が、10 m幅くらいのサイクルで見られる。ミレット、ソルゴ耕作は、すじ状点播と除草をするだけで、施肥はほとんどないので、地形の微妙な凹凸のうねりによる土壌と水分の違いが、作物の生育状況に反映しているものと考えられる。

#### (2) 国道盛土の上流側と下流側の植生の違い

盛土により建設された道路の左右に、植生状況の差がみられることがある。上流側には植生が多く、あるいは耕作利用されていても、下流側は植生が少なく、荒地となっているような例である。これは、道路の盛土によって、表流水が上流側に一時滞留し、土壌水分がかん養された結果と考えられる。

こうした国道ルートは昔からあったが、高速道路として整備されたのは最近であって、マリ国のガオでは完成が1985年、ブルキナ・ファソ国のワガドグからニジェール国のニアメイ間が完成したのは1982年頃であるという。そして、この道路建設にともなう盛土によって、表流水が滞留する上流側には、数年もすると植生が定着するようになる。地形によって、その規模はいろいろであるが、こうしたところでは、乾燥に強い樹種を選定すれば、無かんがいによる育林が可能であろう(写真-1 道路盛土によって上流側に土壌水分がかん養されて植生が定着)。

#### (3) 現地における緑化技術の例

現地における緑化技術の一つとして、半円弧の溝を掘って表流水をキャッチし、ここに植樹または、は種する方法がある。植樹した当初の状況は、これで育つのだろうかと心細い状況であるが、実用となっている方法であり、効果のある方法であることを現地で確認している(写真-2 ウォータハーベストによる植樹、写真-3 ウォータハーベストによる緑化(2年目))。

#### (4) 土壌条件の厳しさ

平成2年度から開始した実証調査で、裸地における土壌層別地温を測定した(図-3、図-4)。ニジェール国トロディにおける乾季の地温である。表層は連日最高55°C前後、最低15°C前後をくり返している。下層5 cmでも、連日40°Cを越えるので、植物にとっては厳しい条件である。

#### 2) 農業開発と緑化の可能性

「6 基本構想の背景」で、農業開発と緑化を可能と考える理由を述べたが、なお、これを補足して本報のまとめとする。

まず、砂漠化防止の目的は何かを考え直してみたい。

今、地球規模の環境問題が国際的な課題となっていて、砂漠化防止もその一つである。——砂漠のような不毛の土地がどんどん拡大している。CO<sub>2</sub>を分解する緑が減少してゆけば、やがて地球全体が砂漠になってしまう——確かにその通りかもしれない。

だからといって、押しよせてくる砂漠化の最前線を、



写真-1 ウォーターハーベストによる植樹(1年目、トロディ)

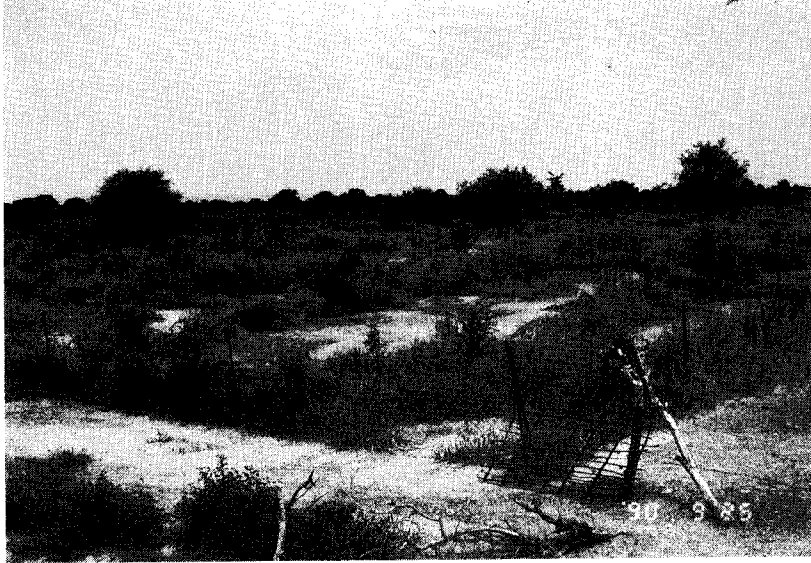


写真-2 ウォーターハーベストによる緑化（2年目，トロディ）



写真-3 道路盛土によって上流側に土壤水分がかん養されて植生が定着（ガオ）

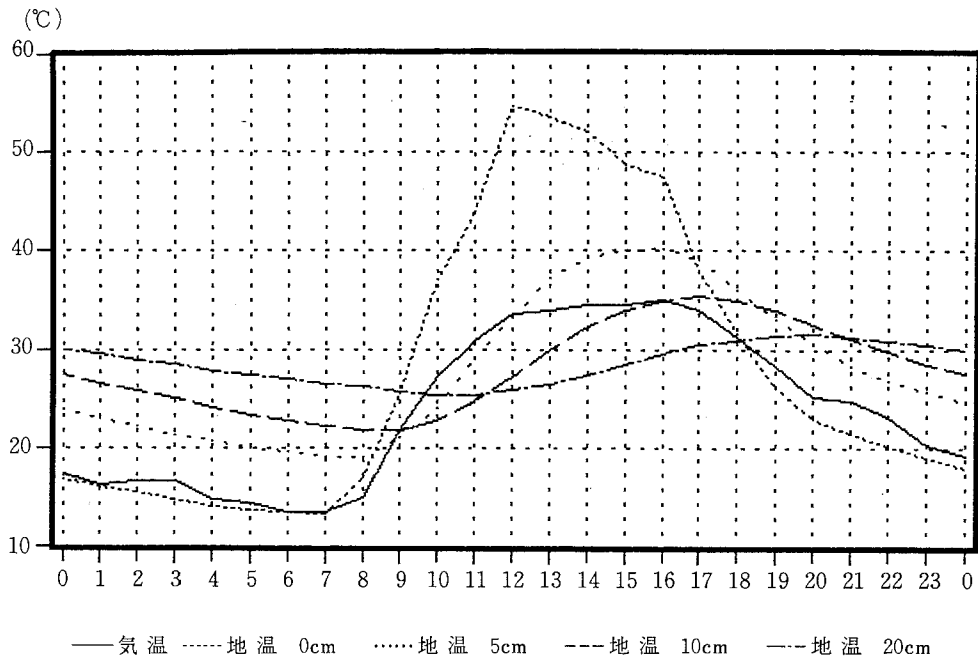


図-3 土壌層別地温 (1990年12月8日, トロディ)

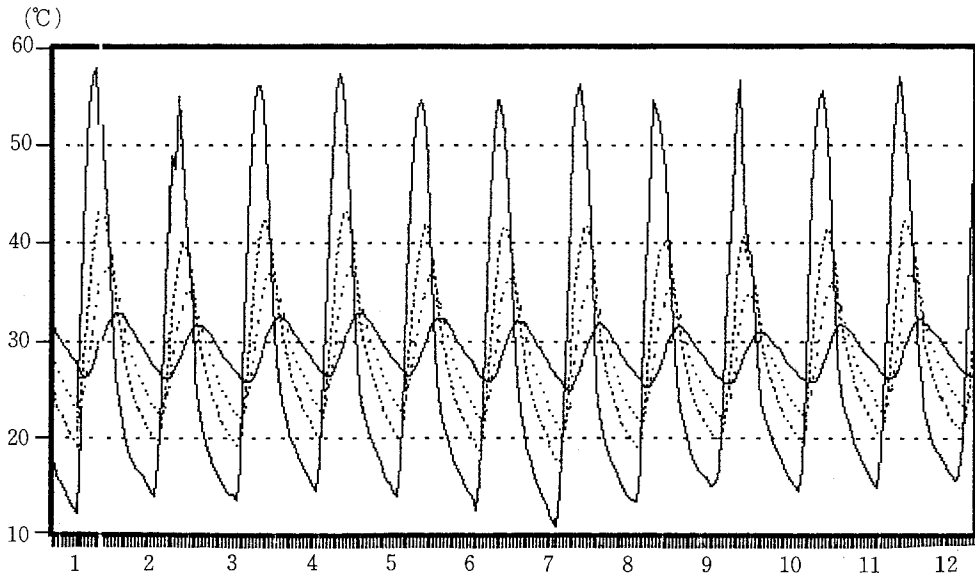


図-4 土壌層別地温 (1990年12月1~12日, トロディ)

国際的な組織で対応すればこれを守ることができるだろうか。

UNEPが、過去10数年の砂漠化防止対策を反省してとりまとめようとしている、「Save Man not, the Land」という報告書の案文を見る機会を得た。その基本的な考えは、砂漠化の影響を生活そのものに受けながら、なお、そこに居住する住民が居ることを主題として、その生活環境を守ることが砂漠化防止の目的であり、その住民の活力こそが、砂漠化防止の原動力となるとの認識である。

これは、本報における砂漠化防止についての基本的な考え方と一致していると思う。

西アフリカ、ニジェール河流域、サヘル……トロディ……、これらは、一様なものではなく、調査して知れば知る程に多様である。そして、砂漠化防止の対策も多様であるが、その技術的な指標となるものは、土と水が基本的なものである。

土壌物理学の対応と可能性、そしてその必要性は、砂漠化防止において多大である。

### Summary

This report is done from the information of the Basic Study for Agricultural Development in the Niger River Bassin done by JALDA (Japan Agricultural Land Development Agency). JALDA has studied the factors of the causes, and the actual stage of desertification and the control of it in the basin of Niger River from 1985 to 1990. The main purpose of it is to seek for the possibility of agriculture development in that area. We thought that the desertification control is synonym to keep environment of life. The occupants of that environment are farmers and nomadas, so the point of the desertification control is to find out how to continue modern and traditional farming system and stable grazing.

In that area, the desertification doesn't constantly make progress from the Sahara desert to the south. We can observe the vegetation recover according to the precipitation fluctuation. The intense desertification can be observed near by city side because of the population growing and the culture zones where the precipitation is about 500 mm.

JALDA proposed the concepts of desertification control as the result of the study as follows.

- (1) Improving the high potential area for the agriculture and social-economic condition.
- (2) Land management.
- (3) Connecting this high potential area with the development of the rural roads, the waterway and forest (trees and bushes).
- (4) Construction of green defense zone at the northern boundary areas of culture to prevent the southward desertification.
- (5) Protection forests in the water resource area and the tropical rainy zone.

The typical topography in that area is a vast combination of the upland plain and alluvial lowland areas. In the vast land, the soil and water condition are different from each points. The vegetation makes typical ecological patterns, and there are many kind of cultivations according to the different natural conditions.

Considering the different condition and ecology, we have to prepare many kind of method of desertification control, and the possibility in agriculture development and stabilizing vegetation are many also.

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn., 63, 35-42, 1991)