

Special Reports Proceedings of Ninth and Tenth Symposiums on Arid Land Technology

The Japanese Research Group for Arid Land Technology*

This special report is the proceedings of the ninth and tenth symposiums of The Japanese Research Group for Arid Land Technology held at Seikei University, Musashino-shi, Tokyo, on August 6 and December 8 respectively, 1998.

The first lecture was practical experimental methods of soil moisture given by Professor Yutaka SHINODA, Chiba Institute of Technology, on “On Measurement of Soil Moisture in Arid Land”.

The second lecture was a report on renewal energy given by Dr. Sangeeta SINHA, Seikei University, Toshinori KOJIMA Seikei University and Sanjay KUMAR Kyoto University, on “Major solar thermal applications in India—Development, viability and limitations”.

The third one was a sample of case study given by Professor Masao TOYAMA, Tottori University, on “Present Conditions and Protection Policies of the Desertification in the Great Grassland in Mongolia”

The last one was a comprehensive study on soil improvement in arid areas given by Tatsuaki YAMAGUCHI, Chiba Institute of Technology, on “Prevention of Desertification by Utilizing Natural Humic Resources Found Nearby the Site”.

JALALS

* c/o Institute of Agricultural and Forest Engineering, University of Tsukuba.
1-1-1, Tennodai, Tsukuba-shi Ibaraki 305-8572, Japan.

乾燥地における土壤水分計測の実際

篠 田 裕*

On Measurement of Soil Moisture in Arid Land

Yutaka SHINODA*

1. ま え が き

乾燥地における灌漑農業では、少ない灌漑水を有効に利用するため、また消極的な方策ながら、塩類集積発生を遅延させるために、極力節水に務めなければならない。

その対策の一つとして、著者らは保水性に乏しい砂土壌の保水力向上を期待して、天然有機物資源である草炭を用いた節水型農業を模索している。土壤に草炭を混入することで水収支がどのように変化したかを摘出することが草炭の混入効果を評価することになると考え、物理水文学的立場から、現地実験による土壤水分の測定を中心に実施してきた。ここで、著者が実施してきた水分量測定の実際を公開することで、他の研究者が行っている乾燥地での観測手法などの情報交換が活発化することとなり、節水型農業の基礎技術発展に役立ちたいと願うものである。

2. 土壤水分の測定

図1に示すように、土壤-植物-大気の連成過程における、植物の生育環境を取り巻く水分の移動（水収支）のコンポーネントは多岐にわたる。この中で植物生育に最も重要でありながら乾燥地における測定が困難なのは、土壤水分の測定であろう。もちろん物理的な水分量が把握できても、その水分量 θ （体積含水率）を植物の生育と結びつけるためには $pF \sim \theta$ 関係（曲線）が必要で、この関係を求めることはさらに困難なことである。が、これも水分量を正確に求めることができれば、解決

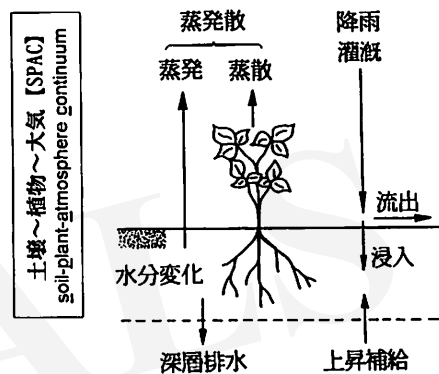


図1. 植物を取り巻く水環境（水収支）。

に一步前進と考えられる。

表1に、不飽和帯における水分量の現位置測定法をまとめた。テンシオメーター法は土壤の吸引圧を測定する方法なので、水分量測定と一意的には結びつかないが、先ほど述べた $pF \sim \theta$ 関係を規程するためには、無視することができない測定法なので表に含めた。

3. 沙漠における実験・観測

表2に、著者が参画した現地観測の記録を示す。この表の中には、表1に示した測定法と対比するため、土壤水分測定の方法を併記した。

1) 中華人民共和国新疆阜康

草炭研究会・千葉工業大学と中国科学院新疆生物土壤

* 千葉工業大学土木工学科

* Chiba Institute of Technology, 2-17-1, Tsudanuma, Narashino-shi, 275-8588 Chiba, Japan.

表1. 不飽和帯水分量の現位置測定法.

測定法 (測器)	測定原理	連続測定	利 点	欠 点
重 量 法 (炉乾燥法)	炉乾燥・計量	否	・直接測定のため精度が高い	・現地を乱す ・同一地点の繰り返し測定不可
中 性 子 法	遅速化された中性子数	可	・現地の土を乱さない ・繰り返し測定可	・およそ半径約30cmの体積の平均水分量を示すので、地表付近での測定に難
テンシオメーター法	ポーラスカップを介した土壌間隙中の圧力ポテンシャル	可	・ポテンシャルを測定しているので水分移動の評価に直結 ・現地の土をあまり乱さない ・安価～多地点・多深度で自動観測も可	・水分特性曲線において、わずかな吸引圧変化が水分量に大きな変化を示す時に精度悪い ・ヒステリシス効果のために、必ずしも、吸引圧と水分量が1対1に対応しない ・日射・気温の影響を受けやすい
電気抵抗法 (電気伝導度法)	土中に埋設した多孔質体の電気抵抗	可	・テンシオメーターの測定範囲外をカバー	・極く少水分量の範囲にしか適用できない ・抵抗値と水分量の間に、ヒステリシス効果あり
熱 伝 導 法	土中でプローブを発熱させ熱伝導率を測定、水分量に換算する	可	・多点連続観測可	・高い地温上昇期では、だめ? ・キャリブレーションに習熟必要
誘 電 率 法	誘電率の測定により水分量に換算する	可	・多点連続観測可	・高価 ・キャリブレーションに習熟必要

虫明ほか：水環境の保全と再生（山海堂）p. 81, 表1-1, 日本農業気象学会：農業気象の測器と測定法（農業技術協会）p. 120, 表6-2 を参考にして作成.

表2. 沙漠における実験・観測の記録.

出張期間・観測地	土壌水分の計測
1994.8.1 ~ 9.10 中華人民共和国新疆阜康（阜康荒漠生態試験所）	重量法・熱伝導法
1995.8.18 ~ 8.24 Syrian Arab Republic 現地調査・打ち合わせ	
1995.8.25 ~ 9.2 Arab Republic of Egypt（日本友好の森植林地） （この間、エジプトへ7回渡航） 1997.8.16 ~ 8.27 Arab Republic of Egypt（第9回訪問）	（気象観測） TDR法 浸透状況直接観測 FDR法・（夜間結露量測定）
1997.9.4 ~ 9.16 Syrian Arab Republic 現地調査・打ち合わせ	（中性子水分計アクセスチューブ設置）
1998.3.28 ~ 4.4 Arab Republic of Egypt（第10回訪問）～撤収	
1998.8.12 ~ 8.20 中華人民共和国甘肃省蘭州沙坡頭（沙坡頭試験所）	FDR法・（夜間結露量測定）

沙漠研究所との共同研究として、中華人民共和国新疆维吾尔自治区の古尔班通古特（グルバントンコト）沙漠において、1994年の夏季に実施した観測実験である。

砂土壌に混入した草炭の保水材としての物理的な効果を確認するとともに、水分要求量の高いチンゲン菜を選

んで、給水制限下でポット栽培試験を行った。

保水性確認の実験は、1 m×1 m区画試験によった。1 m×1 mの試験区画を9面設け、対照区と草炭を表層から深さ15 cmまで混合した実験区に1区画当たり10リットルの水を散水し、24, 48, 72時間経過した時に、表

層から5 cmごとに深さ35cmまで7層にわたって100 cc 試料円筒サンプラーで一断面から3個のサンプルを採取した(図2)。現場で電子天秤(A&D社製、秤量1,200g、最小目盛0.1g、NiCd充電電池内蔵型)で湿潤重量を測定(図3)、その後試験所に戻って炉乾燥し、体積含水率を求めた。文字通り、最も原理的な重量法で水分量を測定した。その結果を図4に示す。また、図5は試料採取時に同時に行った地中温度測定の結果である。

さらに図6に示すような観測システムで、土壤水分量と地温の連続観測を実施した。8月23日から29日までの観測であったが、あまり人が立ち入らない沙漠とはいえ機器類を地表上に放置することができず、プラスチック製コンテナに測定器を格納して砂中に埋設した。このためバッテリー電圧のチェック・機器のチェックに支障を来とし、満足する結果を得ることができなかった。

図7・図8に示すのは、そのような経緯を経たデータで、センサーの不調でスケールアウトしたデータの部分を消去して示したものである。直接観測の結果は、草炭混入区の方が地中温度が低いという結果が得られたが、図7・図8によると必ずしもそうはなっていない。

直接地温を測定する際には、棒状温度計を土壤中に挿入してサンプリングと並行して測定した。3区画のサンプリング・湿潤重量の測定にはおよそ2時間程必要で、1断面あたり5～6分が経過している。したがって地温が気温に影響されたものと考えられ、直接サンプリングによる測定の限界が、このあたりに現れていると考える。

図8に、ヒートプローブ式水分計(IDL-1600DD: ノース・ハイテック社製)による水分量の測定結果をプロットした。この水分計では、土壤の熱伝導率の測定は有効数字2桁半程度で測定しているものの、水分量への換



図2. グルバントンコト沙漠における保水性確認の実験。



図3. 現地における100cc試料円筒の重量測定。

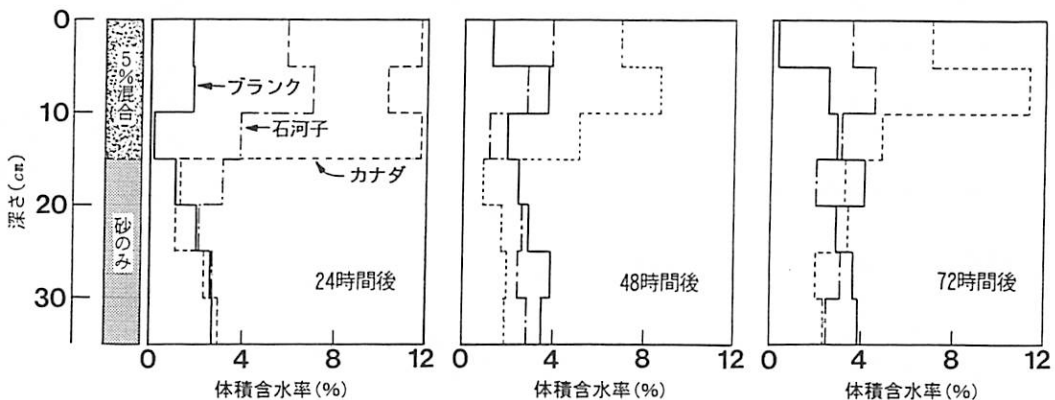


図4. 1 m×1 m区画実験の結果(1)体積含水率の比較。

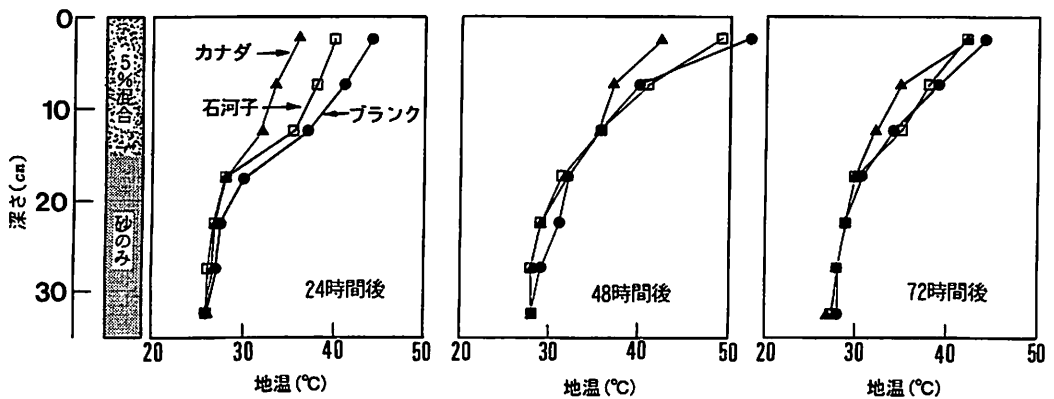


図5. 1 m × 1 m 区画実験の結果 (2) 地温の比較.

2) Arab Republic of Egypt

1995年8月から1998年3月まで、千葉工業大学とエジプト農業省の共同研究「沙漠における草炭を用いた緑化実験」を実施した。著者はそこで気象観測を担当し、図9に示すようなシステムで土壌水分の継続的な観測を目指した(図10)。そこで使用したTDR (Time Domain Reflectometry) 式土壌水分計 (TRIME-MUX6: IMKO社製) での土壌水分測定は、砂土壌のみのところではデータを得ることができたが、草炭を混入した実験区ではデータを得ることができなかった。6チャンネルのセンサーが1台のアンプに接続され、センサーのコード長の制約もあり、かつキャリブレーションが非常にデリケートで、現場で簡単にデータを得ることが難しかったため測定をあきらめかけた。

そうこうしている時にFDR式土壌水分計を入手したので、1997年の8月中旬に水分移動形態を連続観測するモデル実験を実施することにした。

実験は、対照区と3 wt%の草炭を一樣に混入した実験区について、砂土壌中に埋設したFDR水分センサー・地温センサーにより水分移動を追跡したものである(図11)。

機材の制約から、対照区と実験区の給水・乾燥過程は同時に行えず、2日間の間隔をおいた実験期間となった。FDR (Frequency Domain Reflectometry) 式土壌水分計 (Theata Probe: Eijkelkamp社製) を8チャンネル、温度センサー (TS101: 白山工業(株)製) は10チャンネル設置した。図12に、この測定システムの概略図を示す。

FDR式土壌水分計は、カタログ上ではキャリブレーションが必要ないとあったが、現地の砂を使った予備実験の結果、キャリブレーションが必要であることがわか

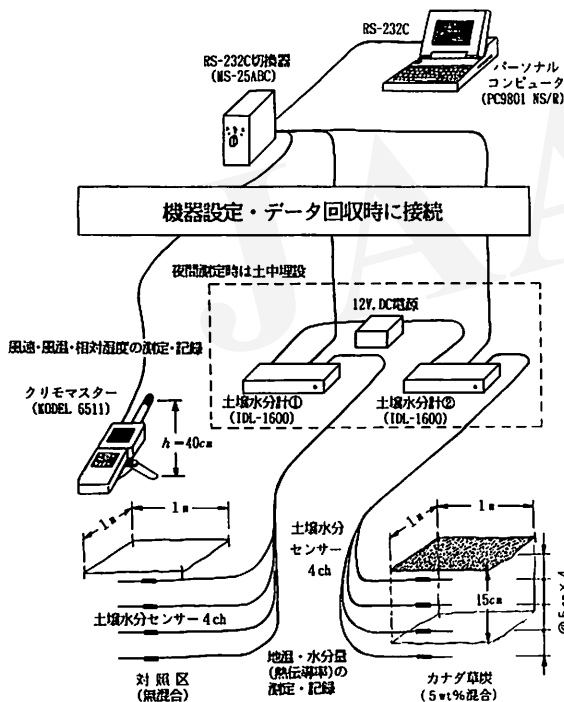


図6. 土壌水分継続観測システム.

算では0~100%の整数値で表示され、小数点以下がカットされる。したがって、低水分領域では内蔵プログラムではなく、自身でキャリブレーション・換算をしなければ2桁の数値を得ることができない。

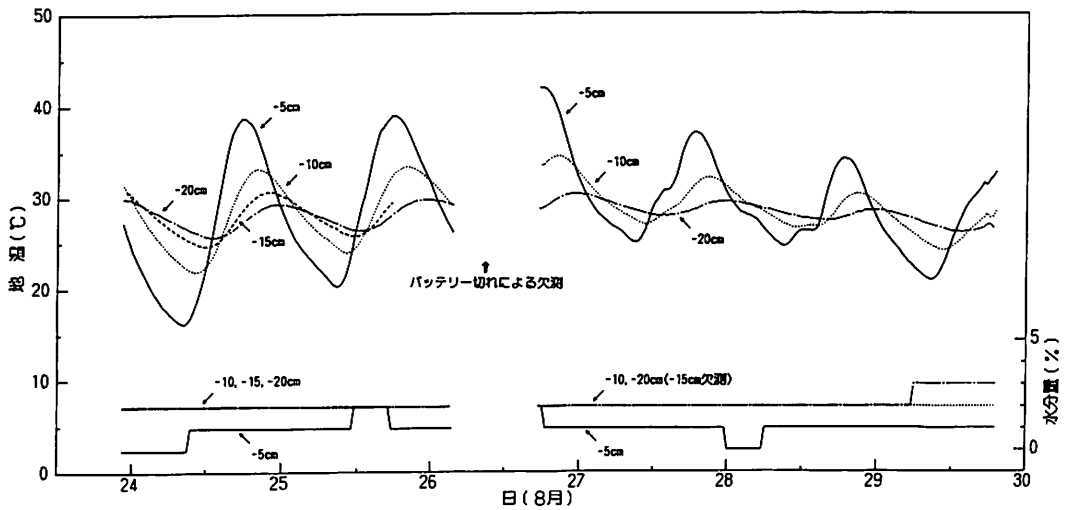


図7. ヒート・プローブ式水分計を用いた地温・水分量の連続測定(1) 対照区。

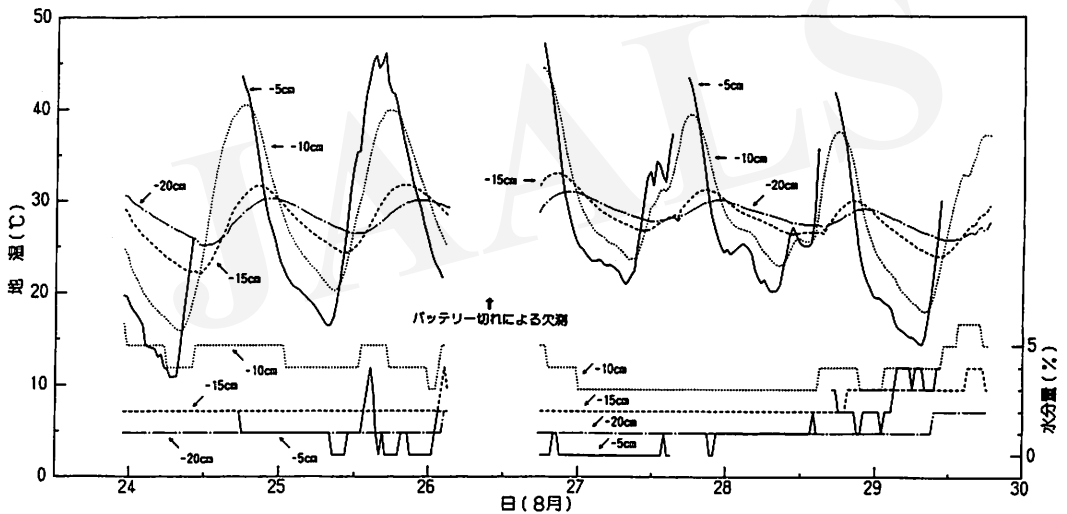


図8. ヒート・プローブ式水分計を用いた地温・水分量の連続測定(2) 5 wt%混入区。

った。そこで現地実験では、FDRセンサーからの出力電圧の記録だけを行い、計測終了時に100ccの試料円筒を用いて試料を採取、炉乾燥法で体積含水率の測定を行うこととした。しかし、これでは数点のサンプルしか得られない。そこで現地の砂を持ち帰り、実験室内でキャリブレーション値を追加してデータ整理した結果、図13に示すようなキャリブレーション曲線を得た。土壌水分と地中温度のデータから、補間計算によって得られたコンターマップの例を図14に示す。これらの実験・解析

から、草炭を混入したことで保水量が増加したこと、地表面近くの地温の日振幅が増幅されることなどがわかった。

4. 現地観測の今後の課題

いくつかの水分量測定方法で現地観測を実施してきたが、著者が使用した機材の範囲で言うならば、現在のところFDR式土壌水分計による測定が最も扱いやすいと

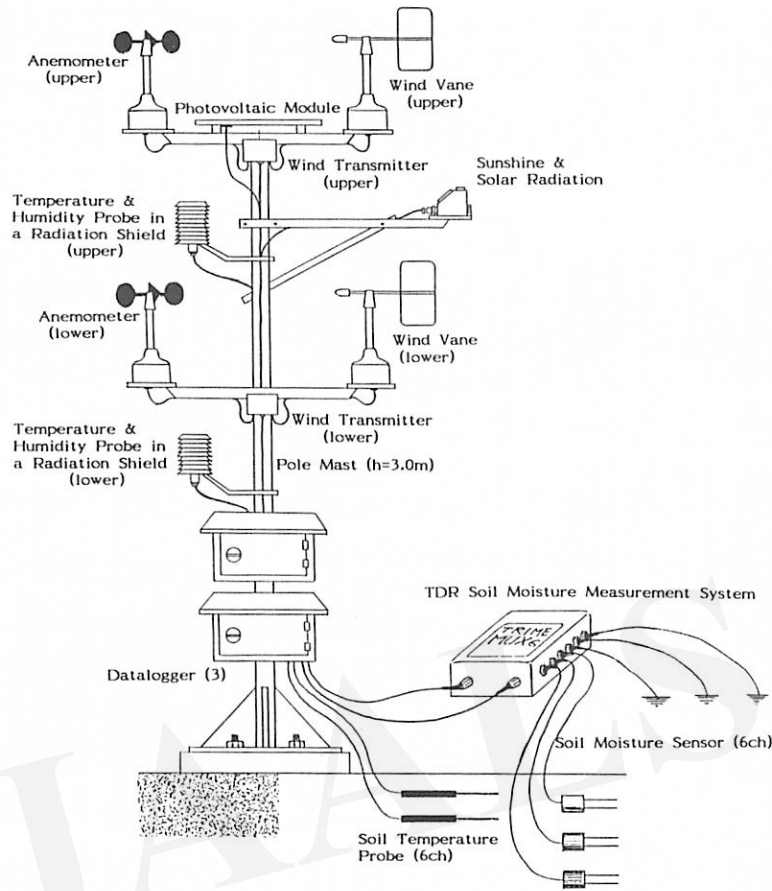


図9. 気象観測システムとTDR式土壌水分計.

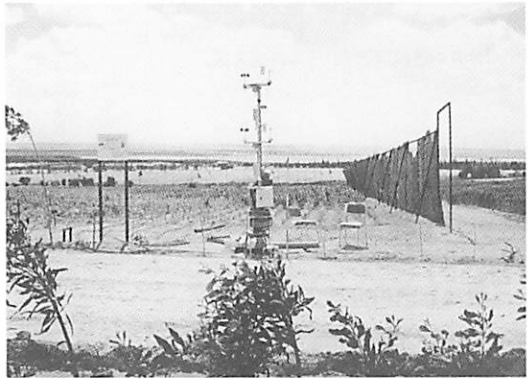


図10. エジプトにおける気象観測・土壌水分計測システム.



図11. 浸透実験で点滴装置の流量設定作業中.

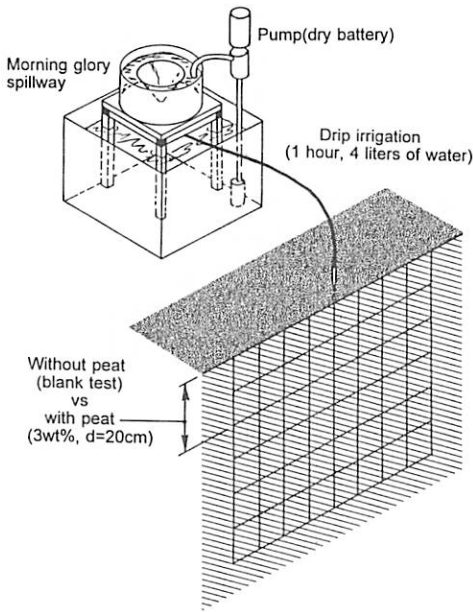


図12. FDR式土壌水分計を用いた水分量の連続測定.

感じている。低消費電力であり、とりあえず電圧測定でデータを持ち帰ることができるから、データロガーの選定も楽である。精度をあげるためにはキャリブレーションが必要であるが、センサーに対して比較的小容積の土壌で実施できるので、その点で現地砂土壌の持ち帰り量も少なく済む。ただ、現地で使用している水のECが高い場合にはその水も持ち帰る必要があるので、その点が難点と言えば難点であろうか。

シリアのバーディア地区における乾燥地土壌は微細なシルトで、雨季を経て乾季に入ると固結状態となり、水分センサーを挿入することが非常に難しくなる。こういった状態での水分量の継続観測には、センサーを少なくとも半年以上前に埋設しておいて測定する必要があるが、その耐久性や信頼性については今後の観測の積み重ねによらねばならないだろう。

さらに、水分量とpF値との関係をどのようにして求めていくかが、最も根本的な問題として今後に残されていることは先に述べた通りである。

5. 夜間結露量の直接測定

夜間、大気中から砂表面近くに吸湿される水分量を直接測定することを試みた結果、一応の測定ができるまでにシステムが整備されたので、その測定システムを紹介

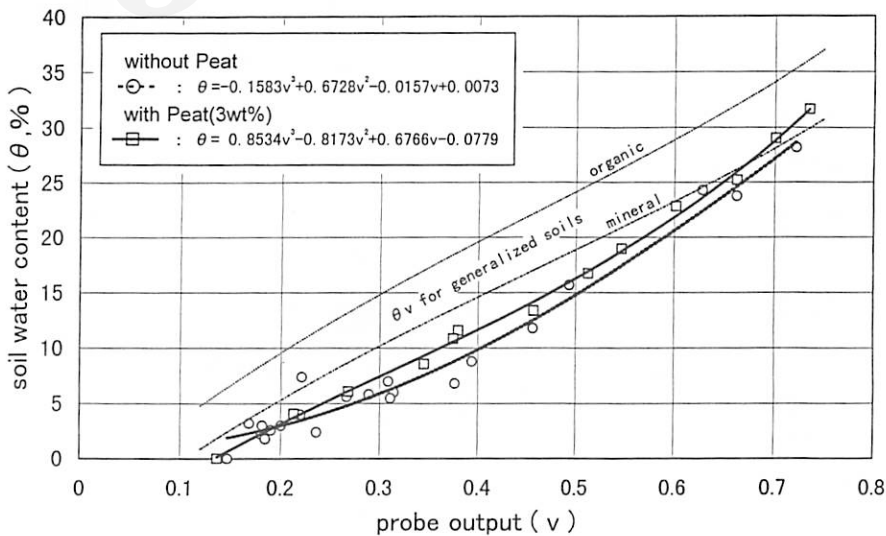


図13. FDR式土壌水分計のキャリブレーション・カーブ.

する (図15, 16)。

ここで目指したのは、草炭あるいは他の吸水性物質を砂に混入することにより、水分吸収量がどの程度変化するかを直接測定することであった。エジプトで1997年に得られた、砂のみの場合の時刻と吸湿水分量の関係を図17に示す。砂の重量の変化を降雨量 (mm) に換算し

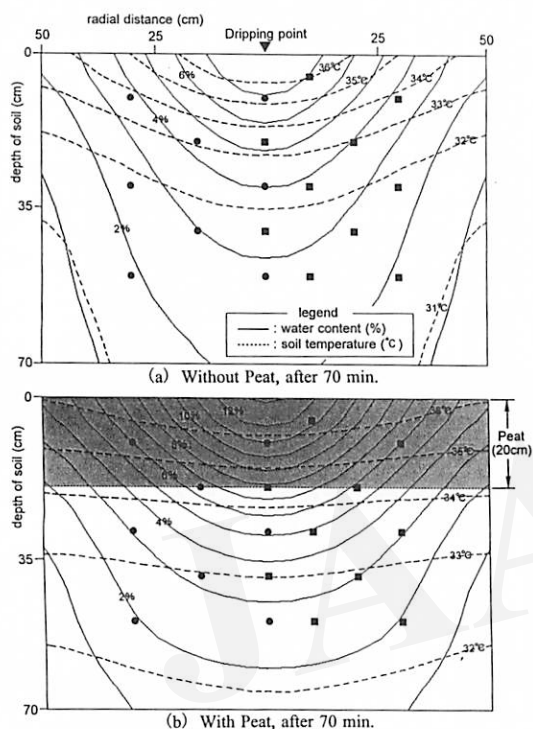


図14. 土壤水分と地温のコンター・マップの例.

である。

また、中華人民共和国沙坡頭騰格里 (トングリ) 沙漠とシリア・バーディア地区の沙漠でも測定を実施した。現在データを整理中である。観測状況は、いずれの観測地でも夜間は風が弱く、電子天秤は安定状態で測定できたが、昼頃から風が強くなりデータが得られないという傾向にあった。

無電源の沙漠において夜間の沙漠砂の吸湿量を測定することができたが、計測システムはコロンブスの卵的な発想のもので、特別な装置は何もない。しかし、実際の測定に当たっては数多くの試行と失敗を経てデータを取得しており、この文章に表われて来ないノウハウについて、今後何らかの形で公開、情報交換を行うことで、沙漠で観測をされる方々が同様なミスを繰り返さぬことに役立ちたいと考えている。

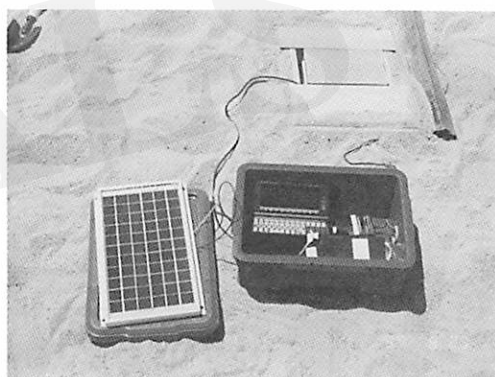


図16. 夜間砂表面吸湿量の測定システム.

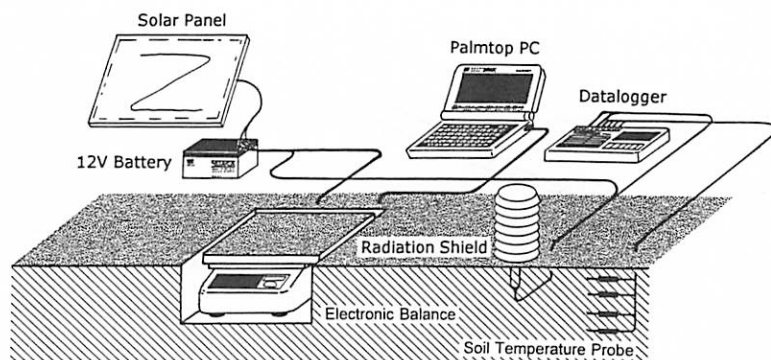


図15. 夜間砂表面吸湿水分量測定システム.

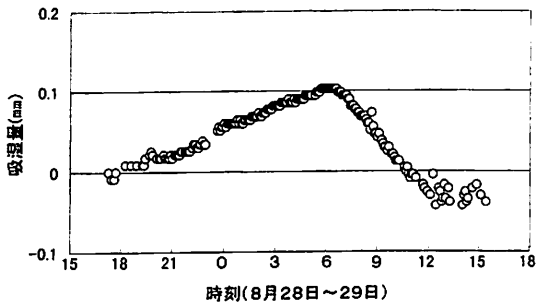


図 17. エジプト沙漠における夜間吸湿量（砂のみ）。

6. おわりに

まとめに代えて、乾燥地での土壌水分計測の経験からの感想を、以下に記述する。

(1) 測定器の選定：

実はこれが最も切実な問題で、使用目的に最適な測定機器の情報を入手し導入すること、使用チャンネル数の決定等、結局予算がらみの問題となり、これがシステム構成の決定的な要因となる場合が多い。

(2) システムをコンパクトかつ簡単に：

使用機材は全て自分で持参することを心がけた方がよい。そうすると輸送が問題になり、システムをコンパクトかつ必要最小限の大きさ・重さにまとめることになる。

(3) キャリブレーション：

現地では完全には実施できないと考えた方がよいから、砂土壌・水の持ち出しができるか、その代わりに何を置いてくるかなどを検討すべきである。

(4) 電源の確保：

あり余る程太陽光が降り注ぐので、ソーラー・パネルを使用することで比較的簡単に解決できる。しかしバッテリーを介在させるために、電源容量に余裕を見ると非常に重い荷物になる。

(5) データ処理：

点のデータを面・体積の領域に広げるためには補間計算が必要であるが、自分が目指す結果を得るためにはパソコン・ソフトの開発・常備が必要で、これに以外と時間と手間がかかる。

(6) 事前の準備が重要：

渡航の疲労と暑さで思考力が1/3位に後退する感じである。したがって作業チェック・リストは必需品であり、ミス犯さないような工夫が必要である。たとえば、電源のプラスとマイナスの線の色別、中継ターミナル端子の設置、最後に電源を接続する前にセット・アップを担当した人以外の者がもう一度チェックする、などである。

植物栽培に適するpF領域では、かなりの範囲をテンスイオメーター型の測定器でカバーできる。そこで、気温の影響の除去や、高pF領域に入らぬように注意すれば、pF- θ 曲線を現地で得ることも不可能ではないだろう？など、試行すべき課題は、まだまだたくさんある。

本報によって、研究者間の情報交換が促進され、乾燥地での土壌水分計測技術のノウハウが蓄積されて失敗が少なくなり、質の良いデータが得られるようになれば、つたない観測の失敗談を発表した著者も、少しはお役に立てたかなと胸をなで下ろすことができるものと考ええる。

最後に一言、暑い日本の夏を避けて、涼しい沙漠に観測に行きましょう？

Major Solar Thermal Applications in India

— Development, Viability and Limitations —

Sangeeta SINHA*, Toshinori KOJIMA* and Sanjay KUMAR**

India is implementing one of the World's largest programs on renewable energy, covering the entire gamut of technologies. Solar thermal energy program is one of the most important application area with renewed emphasis on Research and Development activities, market development and commercialization. In the present paper, Governmental efforts, technological status and prototypes installed are discussed with respect to solar water heaters, solar cookers, solar distillation systems, solar dryers, and solar passive buildings and future applications are also suggested.

Key Words: India, Solar thermal application, Development

1. Introduction

Economic activities are sustainable only if the life support systems on which they depend are resilient. Not only our resource base is finite but also the environmental aberrations caused by them reduce the options of development. Possibility of the development of society would greatly depend upon the energy sources available and how efficiently they are used without reducing their availability for the coming generation. India is blessed with bountiful renewable energy sources. Abundantly available, perennial and environmentally benign non-conventional energy sources have the potential to set forth a sustainable and equitable socio-economic development in the country. While the exploitable potential would depend upon the location, status of technology, financial resources, acceptability by individuals and industries, infrastructure development, including trained manpower, etc., an estimate of the potential of important renewable energy sources and systems is given in Table 1 (*MNES Annual Report 1996-97*: MINISTRY OF NON CONVENTIONAL ENERGY SOURCES, GOVERNMENT OF INDIA, 1996-1997). Efforts made in the last two decades under the policy guidance of the Ministry of Non-Conventional

Table 1. Estimated potential for renewable energy technologies in India.

Sources/Systems	Potential
Biogas Plants (No.)	12 million
Improved Cooking Stove (No.)	120 million
Biomass	17,000 MW
Solar Energy	20 MW/km ²
Wind Energy	20,000 MW
Small hydro power	10,000 MW
Ocean Thermal Energy	50,000 MW
Urban and Industrial Wastes	1,700 MW

(MNES Annual Report 1996-97)

Energy Sources (MNES), Government of India has lead to an impressive and rapid progress in the field of renewable energy sources development and utilization during the Eight Five Year Plan (1992-93 to 1996-97) period. A variety of renewable energy systems have reached the stage of technological maturity and economic viability for a wide range of applications. About 1,050 MW of power generating capacity, constituting 7 percent of the total power capacity addition in the country during the Eight Plan period, has been contributed solely by non-conventional energy sources.

India is implementing World's one of the largest programs on renewable energy; covering the entire

* Department of Industrial Chemistry, Faculty of Engineering, Seikei University, 3-3-1, Kichijoji-kitamachi, Musashino-shi, Tokyo 180-8633, Japan.

** Department of Global Environmental Engineering, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan.

gamut of technologies, including improved cooking stoves, biogas plants, short rotation fuel wood tree species, biomass gasifiers, solar thermal and solar photovoltaic systems, wind farms, wind mills, biomass based cogeneration, small and micro hydel systems, energy recovery from urban, municipal and industrial wastes, hydrogen energy, ocean energy, fuel-cell, electravans and gasohol. MNES is pursuing a three-pronged program in implementing strategy, viz.,

- Providing budgetary resources of the Government for research and development, demonstration and rural oriented extension programs;
- Extending institutional finance through its financing arm, namely, Indian Renewable Energy Development Agency (IREDA) and financial institutions, for commercially viable projects with private sector participation and external bilateral and multilateral funding;
- Promoting private investment through fiscal incentives, tax holidays, depreciation allowance and facilities for wheeling and banking and remunerative price for purchase of grid-quality electricity.

The principal objective of the Solar Thermal Energy Program is market development and commercialization of solar thermal systems such as solar water heaters, solar cookers, solar air heaters/dryers etc. for meeting heat energy requirements for different applications in the domestic, commercial and industrial sectors of the country. The following are the major components of the Solar Thermal Energy Program 1997-98:

- Soft Loan Program through IREDA and Commercial banks for promoting solar water heaters in homes, hotels, hospitals, nursing homes, hostels, restaurants, industry etc.
- Solar Cooker Program for promoting the sale through

demonstration, training, publicity awareness and interest free loans to users through Banks and IREDA.

- Solar passive Architecture Program for training & education, awareness creation and also for providing assistance for design and construction of solar buildings.
- Regional Test Centers and Technical Back-up units for solar thermal devices and systems.
- Establishment of ADITYA Solar Shops in major cities & towns of the country for on the spot sale of renewable energy products, servicing and information dissemination.
- Research & Development program for development of new technologies and improvement of available technologies.

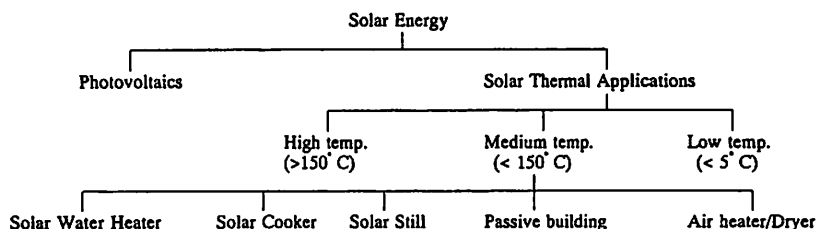
2. Major Solar Thermal Applications

Solar thermal applications and its development in India can be classified into three temperature ranges (Table 2). From the point of view of application, demand, efficiency and reliability, medium temperature range has been considered economically viable and commercially exploitable even in free market economy (SINHA, 1993). Thermal to electrical and electrical to thermal conversion reduces the overall efficiency of the useful energy derived from the fossil based energy sources. Therefore, Solar thermal applications have been a priority area in the development of renewable sources development and applications. The most important applications are discussed.

1) Solar water heating

Solar water heating for domestic and industrial purposes has emerged as an important application area to

Table 2. Applications of solar energy.



avoid double conversion and save electrical energy for other uses. Technical and economical feasibility of hot water systems is well established and such systems have found both domestic and commercial applications. Domestic water heaters are usually of 2m² collector area. However, commercial hot water systems in hotels and industries are more popular and cost-effective. Depending upon the user's requirement and location of the end-user, various designs are available in the market now. The mode of operation changes from natural to forced circulation with an increase in the quantum of application. It has been estimated that installation of 1,000 solar water heaters (2,000m² of collector area) can contribute to a peak load saving of 1MW and the cost of energy comes out to be 1.12 Rs/kWh in Indian market (1US\$ = 42 Rs) calculated by SINHA (1993). To popularize large-scale solar water heaters, soft loans are being provided to the users under an interest subsidy scheme of the Ministry. All state government has decided to issue directives to the local bodies under their control to install solar water heating systems in the commercial sector. The manufacturing base of solar water heating systems has since been improved substantially with a total number of 26 manufacturers.

2) Solar Cooker

Popularization of solar cookers in rural areas has received major thrust after solar water heating systems. A solar cooker cooks food with the help of solar energy and can save a substantial amount of conventional cooking fuels. However, solar cookers require much more time than conventional cooking devices which has been a detrimental factor in its popularization in urban and semi-urban areas. In remote and rural areas, biomass still meets almost all the energy demands of rural population in developing countries like India and elsewhere. With scarce and costly conventional energy availability, solar cookers can reduce population pressure on fuel woods. It is important to note that conventional cooking methods in these areas use fuel wood at an efficiency of 1%. Several designs of solar cookers are available in Indian markets. Financial support to state nodal agencies for promoting solar cookers through publicity awareness, cooking demonstrations/competitions, training, developing market network and repair/

servicing facility at sales outlets etc. are provided. Loans are also available to users for purchase of solar cookers.

3) Solar distillation system

Another important application getting due priority is solar distillation system. Although there is sufficient amount of water on the earth, it is not always available in the quantity and quality that is needed for specific purposes. Brackish water purification is required in most part of the world from drinking to irrigation and industrial uses. Other applications include use in controlled environment agricultural systems, passive heating and use in biogas plants. Energy required for such purposes can be met cost-effectively by such systems. Several designs of solar stills (Passive and Active) have been developed and are in use. Working principle and different designs of solar still have been described in Annexure I. To increase the efficiency of solar still, various techniques have been investigated *i.e.*, reduction in thermal loss by better insulation, minimization of water and vapor leakage, use of efficient materials for black liner, optimization of glass cover tilt angle and orientation angle, introduction of multi-effect distillation process and regenerative effect to utilize latent heat of vaporization. Active mode of operations are being designed to take advantage of waste heat from other sources and also for more output solar collector or concentrator have been used for pre heating the brine. The payback period of solar still in India is less than two years (SINHA, 1993; KUMAR *et al.*, 1993), however, their commercial use or production is yet to take off due to various limitations of social and market conditions. Commercially, demand of distilled water is very low. Mineral water industries uses water from the upstream of flowing river and policy formulation for large scale solar distilled water plants for industrial use, irrigation or community water supply has not been formulated as yet.

4) Solar Drying

Solar drying has unlimited potential in India from agrarian to industrial uses. Experimental results have established that solar dryers preserve the quality of agricultural and forest produce. Technology is simple and handy for the illiterate rural agrarian populace. Wood seasoning, drying of tobacco, spices, agricultural

produce, fruits etc. are major application areas. For example, solar drying unit installed in Eastern Spices and Exports Pvt. Ltd. at a factory near Theni in Tamilnadu have resulted substantial reduction (70-90%) of fire wood for drying purposes.

5) Solar architecture

Solar passive architecture development is another important area of application in India. Solar houses are located and oriented to take advantage of the climate and surroundings for achieving maximum possible thermal comfort inside without any other energy sources are called solar passive architecture. However, when thermal comfort can not be achieved by these means, solar architecture's role reduces to energy consumption. Reduction of conventional energy consumption has now become major thrust in the most solar architectural considerations. Depending upon the climatic conditions, they can be broadly classified into two categories - summer and winter houses. Integration of various passive techniques has been successfully achieved. Most important among them are, direct and indirect heating methods using trombe-wall and trans-wall in winter houses besides designing part. In summer houses, minimization of solar radiation entering the enclosure by shading, vegetation, roof shading by earthen pots, cavity roof and wall designing, movable insulation, partially underground structure, wind towers, earth air tunnel, air vents, natural and forced air ventilation, roof pond, heat injections are a few methods are being used. Many designs are developed and have been found very efficient and effective. However, full control of thermal environment is yet to be achieved since space requirements for vapor absorption cooling by solar energy, its economics and purchasing power of the end-user do not match. An efficient low-cost space solar-cooling system can be a breakthrough in this area.

6) Other applications

Solar thermal-chemical-electrical conversion is another application area, which is still confined to research and yet to achieve break through. About 40% of rural Indian population still use small kerosene open hurricane lamps for lighting in the peak evening hour. It has only 2-4 watt illumination. This has been an environmental and health

hazard in rural India. This small illumination can be achieved by solar thermal-chemical-electrical conversion cost-effectively. One such example is *Ferrous Iodide* to *Ferric Iodide* conversion and vice versa. However, this area of application has not caught attention, enough to bring the technology to application level. Most of the efforts are still directed to photovoltaic applications. Besides, solar thermal-chemical-electrical conversion, there are various other applications such as electricity generation from solar ponds, solar thermal pumping etc., the technology of which is in nascent stage.

3. Conclusion

Over one third of the population in India still depends on biomass to meet their energy needs due to scarcity of conventional energy sources and their low purchasing power. However, many of their energy demands can be partially fulfilled by renewable energy sources even at the present technological stage and population pressure on already dwindling forest cover can be decreased. Besides, prototypes and demonstration projects show that several solar thermal technologies have matured and are commercially competitive. These are likely to meet most of the thermal energy demands in future.

Acknowledgements

The work is financially support by the Japanese Society for Promotion of Science to whom we are greatly indebted. Without their support, our work could not have been accomplished.

References

- DUFFIE, J.A. and BECKMAN, W.A. (1991): *Solar Engineering of Thermal Processes*. John Wiley & Sons, 2nd edition, New York.
- KUMAR, Sanjay (1995): Solar desalination technology for deserts: An state-of-art utilization of wind speed to create low pressure and regenerative effect. *J. Arid Land Studies*, 5S: 37- 40.
- KUMAR, Sanjay, TIWARI, G.N. and SINHA, S. (1993): Techno-economic feasibility analysis of solar thermal systems. *Energy Convers. Mgmt.*, 34: 1267-1272.
- MINISTRY OF NON CONVENTIONAL ENERGY SOURCES, GOVERNMENT OF INDIA (1996-1997): *MNES Annual Report 1996-97*.
- SINHA, S. (1993): *Computer Modelling & Techno-economic Analysis of Solar Water Heating and Active Distillation Systems*. Ph.D. Thesis, C.E.S. I.I.T. Delhi, India.

Annexure I. Solar Still

A conventional solar still is simply an airtight rectangular basin, usually made of locally available material such as concrete, galvanized iron etc. and covered by transparent material (glass or polymeric sheet). The interior surface of its base is polished with black color to absorb maximum possible solar radiation while the choice of transparent material for basin cover depends upon its ability to transmit sun light and block the long wavelength radiation from the basin. Saline or brackish water is partially filled in the basin. The whole apparatus work like a green house where short wavelength is trapped inside the enclosure. Thermal energy trapped is used in vaporization of the basin water, which gets condensed on the glass cover due to relatively low temperature. The glass covers usually have slope in a direction so that condensed water could trickle down and could be collected. The daily yield and efficiency of the still can easily be calculated as,

$$\text{Yield, (Kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{Solar energy utilized in vaporization}}{\text{Latent heat of vaporization}}$$

$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Total incident Solar energy}}{\text{Solar energy utilized in vaporization}}$$

Figure 1 shows the principal energy exchange mechanism in a basin type solar still. To increase the efficiency of solar still, various techniques and designs have been investigated. Following are a few examples of different designs of solar still.

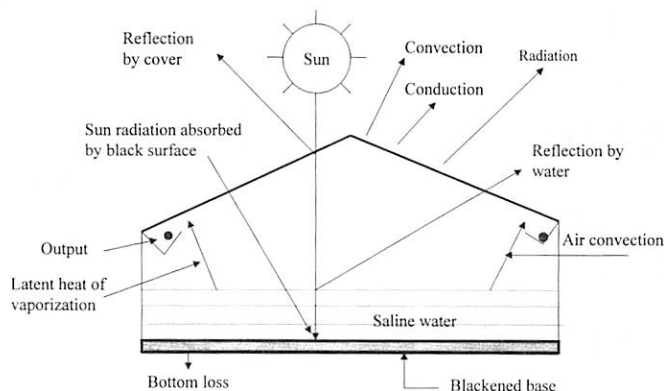


Fig. 1. Energy flow diagram of a basin type solar still.

Single basin solar still

Various common designs of single basin solar still are shown in Fig 2. They are simple in design, and are usually made of local materials.

Multi basin solar still

It has more efficiency than single basin solar still. Known as multiple effect solar still, its design is based upon the idea of re-utilization of latent heat of vaporization (Fig. 3).

Multiwick solar still

In basin type solar still substantial fraction of solar radiation is used in heating of basin water mass, that is not desirable. Therefore, very thin layer of saline water is

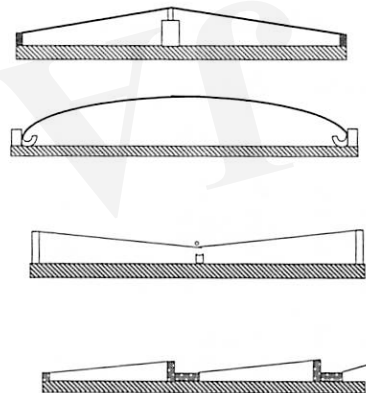


Fig. 2. Various designs of single basin solar still.

always desired for maximum vaporization. In order to achieve optimum water layer for maximum vaporization, wet jute clothes pieces, dipped at the upper edge in the saline water tank are placed on the base of a still. Still is tilted at such an angle that it receives maximum solar radiation (Fig. 4). Jute cloth pieces of uneven lengths are blackened and placed one upon another, separated by thin polyethene sheets. Suction by the capillary action of the cloth fiber, provides a very thin layer of saline water for vaporization. This still has very high efficiency, even in winter condition of Delhi.

Regenerative solar still

The condensation process and thus the yield of the solar still also depends upon the temperature difference between glass cover (the surface of condensation) and basin water mass. There are two ways to achieve maximum temperature difference; one by maximizing basin water temperature and second is to minimize glass

cover temperature. Basin water temperature can be increased by two methods passive and active. Passive methods include decrease of water depth of basin (wick type), injecting dye or charcoal or any high heat capacity material in basin, reducing side and bottom losses etc. To minimize the glass cover temperature, thin film of saline water may be maintained over the glass cover. This has dual advantage - to cool the glass and to re-utilize the latent heat of vaporization if it is fed to the basin water. This method is called Regenerative effect - a passive method to increase the efficiency of the still. A simple basin type regenerative still is shown in Fig. 5.

Active solar still

As explained above, to maximize the basin water temperature, active means are also applied which means supplying of heat from other sources. It can be achieved either by use of waste heat from other source such as industries or by connecting solar collector/concentrator panel to heat the basin water through heat exchanger. Schematic diagram of collector assisted still is shown in Fig. 6.

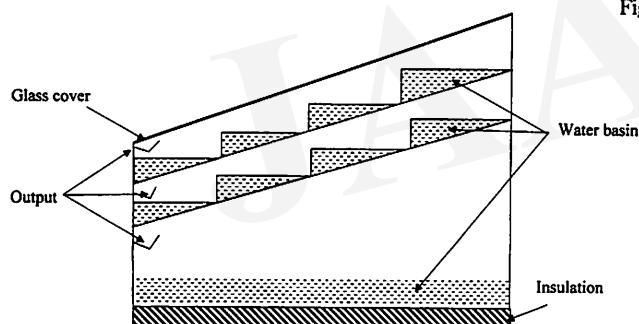


Fig. 3. Multi basin of multi effect solar still.

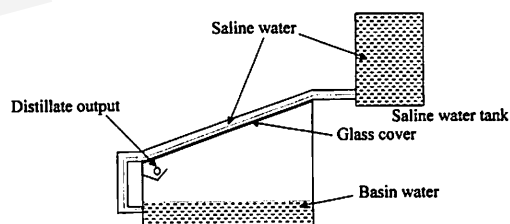


Fig. 5. Block diagram of single basin regenerative solar still.

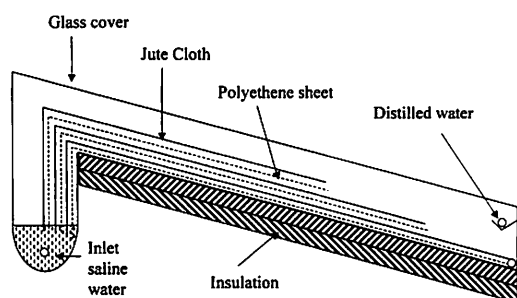


Fig. 4. Schematic diagram of multiwick solar still

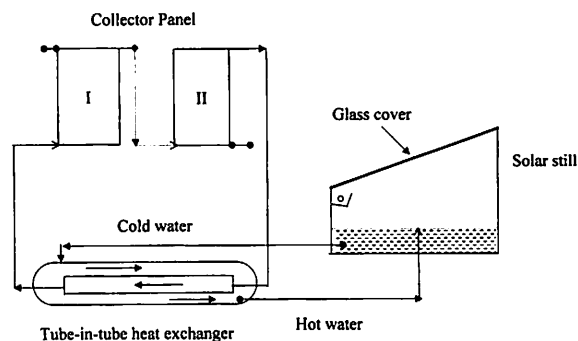


Fig. 6 Active system: Collectid assisted solar still.

Low pressure still

Very recently, principles such as creation of low pressure inside the solar still is being considered as an effective way to increase the yield since as low pressure

increases vaporization, KUMAR (1995). However, problems are encountered in making it air tight effectively. Therefore such systems are still in developmental stage.

J A A L S

Present Conditions and Protection Policies of the Desertification in the Great Grassland in Mongolia

Masao TOYAMA*

1. General Information of Mongolia

1) Introduction

Mongolia was once the world's second socialistic state that came after the former Soviet Union. In 1992, after the collapse of the Soviet Union, Mongolia's economic system was sifted over to liberalism. Its total land area is four times larger than that of Japan and the population is 2.3 million. About 95% of the population is a Mongol and the rest is a Kazakh. Kazakh live on the northwestern outskirts of the state on the borders of Russia and China.

Mongolia's land is long sideways, and 40% of it is a desert area in the south called Gobi, 50% is a steppe area in the middle and 10% is a forest area in the north. The latitude is very high from N52° to 42°, which is almost equal extent from the northern part of Sakhalin to the southern part of Hokkaido. The land is also high above sea level, and only 15% of it is below 1,000 meters above sea level. The western half of the land is a mountainous region and the eastern half of it is a flat grassland located at about 1,000 meters above sea level. High mountains can be found especially in the western region. There are six mountains in a 4,000-meters-high class in the Altai Mountains, which is followed by a range of the Mongol-Altai Mountains in the southeast. And the Hangayn Mountains lies parallel with the eastern side of those mountains, and extended in between, there is a gobi called Low Land of Great Lake at about 1,000 meters above sea level.

2) Deserts of Gobi

The Gobi Desert appears on maps occupying the vast area of Mongolia and Inner-China Mongolia. According to Rikanenpyou (Maruzen), the Gobi Desert is the area of

1.3 million square kilometers and the third largest in the world. But, when visiting Inner-China Mongolia or Mongolia, one may face the strange fact that the Gobi Desert does not actually exist.

Gobi is a common noun. In Mongolia, gobi means a grass land thinly covered with poorly-grown grass on pebbly sandy soil. In Inner-China Mongolia, on the other hand, it means a stony wasteland. Consequently, using “deserts of gobi” seems a proper way in view of those facts. Mongolia has 33 places including prefectures being named gobi. That also clearly proves gobi is a common noun.

3) Overgrazing and Desertification

Gobi means a grassland of thinly-grown grass in Mongolia, so that the desertification in gobi means the condition that grass in gobi is all gone out. In Mongolia, the number of the livestock is ten times more than its population. The livestock including cow, horse, sheep, goat and camel is grazed and always feeds natural grass.

Although the livestock is grazed in different places season after season, it feeds grass growing close to geru (pao in Chinese). By pointing out this fact, some people think the overgrazing is one cause of the desertification in Mongolia's great grassland, but the author thinks that is not true. Animal Science and Grassland Management are not the author's field, however, it is easy to know whether or not the desertification is becoming worse due to the overgrazing.

The author has visited Mongolia nearly twenty times in the past four years since 1995, and mainly visited areas called gobi by a Russian-made jeep. The areas where the author has visited are East Gobi Pref., Central Gobi Pref., South Gobi Pref. and Gobi-Altai Pref., all located in the southern gobi region, and moreover, a basin-like gobi

* Arid Land Research Center, Tottori University. 1390 Hamanaka, Tottori 680-0001, Japan.

between the Altai Mountains and the Hangayn Mountains. The author has been deeper into those areas by the Russian-made jeep, sometime covered a distance of 400 kilometers a day, but never seen the overgrazing on the way.

Half the area of the Mongolia's land has the precipitation of less than 200 millimeters a year. The area is two times larger than Japan's total land area. Therefore, having some number of livestock does not seem to cause a serious problem. Some areas are rich in grass for livestock. The livestock density in Mongolia is equal to being 5 million heads on the land as large as Japan. Although historical and statistical data is not known, such scale of grazing is considered to have been practiced from the older ages. Therefore, it is not the issue to be argued today trying to look for the link between the desertification and the overgrazing to keep up with the times.

4) Desertification of Gobi

No desertification in gobi? No, there is the area facing a serious desertification. That is Zamyn Uud Village in East Gobi Prefecture on the border of China. After sifting over to the liberalistic economy system in 1992, Mongolia's trade with China was suddenly increased. Mongolia's infrastructure is not functioning at all. There is a single-track railroad running from Russia via the capital Ulan Bator to Zamyn Uud in the south and further to China and its total length is only 800 kilometers. Driving a jeep across the grassland in gobi leaves wheel tracks on the ground. The more jeep goes by, the less grass is. And after the traffic increases, the grass is all gone and only two brownish wheel tracks remains. Then, the brown color gradually spreads out over the grassland.

The trading amount has increased year after year. It is a matter of course that the transportation of a large amount of products must depend on large tracks. And, it is the main cause of the desertification in Mongolia's great grassland that the large tracks with a full of trading products run all directions through the grassland. The pictures show the facts vividly. Overgrazing of livestock is never a cause of the desertification.

5) Protection policies for the desertification

The desertification in Zamyn Uud Village is caused by the rapid increase of the traffic. Sand movement is observed less in the areas with thinly-grown grass than in the brownish exhausted areas with no greens. The grassland in Zamyn Uud has a sandy soil which mainly consists of coarse sand. In May, during the change of season from winter to summer, strong wind blows. After a cold winter is over, land surface is suddenly warmed up and ascending currents are generated, and then, strong side wind blows in. Around at 10:00 AM the violent wind begins to blow and continue till evening spreading about a large amount of sand.

Sand covers not only houses, but also more seriously, railroads and makes the switches out of order. To avoid such situations, we are planting poplar seedlings imported from China with volunteers' cooperation under the plan to cover the village with the poplar forest. The important thing is to act, rather than to think. Desertification is coming near to our life. There is not a moment to lose.

2. Dorno Gobi Aimag

1) The desertification of grassland

There is clearly desertification of grassland in the Zamyn Uud areas. The cause is likely to be partly due to the reduction of annual rainfall. However, it is still uncertain. Because the relationship between the desertification and the meteorological environment has not yet been investigated in the area. In general, the main cause of the desertification is said to be due to human activities such as wanton deforestation. Also, the desertification of the grassland in the areas is considered to be mainly due to human activities such as track traffic densities of car and track. So, it must be one of the main causes of the desertification. In the future, the more the traffic density is increasing, the more the desertification may be expanding in the area. The situation is likely to go from bad to worse if the desertification is not controlled by some policies. Therefore, at first, a construction of pavement should be conducted in order to control the desertification of the grassland in the area. Also, the cars and tracks should be prohibited from driving anywhere in the grassland.

2) Prevention of wind erosion

The damage of wind draft is expanded from mainly Zamyn Uud station to the railroad or town. In addition, if the pavement will be considered in the future, the damage will become sever to its road because cars or tracks must skid onto the wind-drafted pavement. Also, I consider that leaving the damage as it is in the area, the desertification of the grassland is likely to more spread.

The desertification control policy seems to be the only methods, which means that it is necessary to plant wind break forests in order to reduce damage caused by the wind. However, irrigation system is needed to grow these trees using well water, since Zamyn Uud has low annual precipitation. The irrigation system should be drip rather than the other irrigation systems when considered from point of view of saving irrigation water. In addition, although the water is slightly saline, it is not necessary to worry about salt accumulation in the sandy soil using drip irrigation.

Before the formation of sand and windbreak, the first time, their nets should be self-made or commercially available chemical fiber nets should be used. Second, two or three line nets should be stretched tightly at regular intervals of about ten meters to the westside along the railroad. Next, the tree-planting of three-five lines for sand and windbreak should be done to the eastside toward the nets. The tree-planting should be in straight line when considered to use the drip irrigation system.

Since the westside of the nets at the most outside line tends to accumulate the sand, the removal of the sand is needed every year. However, if the desertification of the grassland can be prevented, the action will not be required in nature. Thus, the nets are not only effective when carried out with tree-planting but also they useful to prevent the damage of the forests from live-stocks.

The minimizing of wind damage to the resident areas requires to construct the wind break forest regions to the north or the westside of the town. The method is the same as that of the tree planting which carried out along railroad. Under the present circumstances, it is necessary to construct two wind break forest zones. It is also effective to plant trees around each house.

In Zamyn Uud, there are two different kinds of houses: brick house area on the eastside called as A region and

house region including tents on the westside called as B region. The area of windbreak should be planted between A and B areas and to the west and northside. In the future, if the town, Dzamin Uud, expands due to increase in population, a new area of windbreak should be definitely established toward the west and northside one after another.

There are no technological problems about the development of windbreak regions. It is easy to stop the wind draft if Japanese technologies are used in the area. However, since Mongolia is not almost used to growing plants, first they need education or training about it. Japan is ready educated them about the development of wind break forest. Moreover, the nursery for raising seedling for trees should established. The accurate tree-selection for windbreak can be found easily when the investigation of planting is carried out in Ert-lien of China. Also, it is necessary to get seedling from China in the first stage when tree planting is carried out in Zamyn Uud.

Because of driving ways between houses, it is impossible to plant tree in the area. Therefore, gravelling the areas between the house will be a better option instead of tree-planting.

3) Possibility of fruit and vegetable culture

It is possible to grow fruits and vegetables in Zamyn Uud across the desert-grassland. I consider that it is suitable to grow grapes as fruit trees. However, since there is almost no traditional fruit and vegetable culture in Mongolia, it seems to be still premature.

Vegetable culture becomes easier in the area if greenhouse horticulture is practiced. Plastic houses rather than glass house will be more suitable because of breakage of glasses on the roof of glass house caused by waste heat from the generation of electricity in the suburban area of Ulanbaatar. Therefore, I recommend that plastic green house for the growing vegetables.

The climate is suitable for the cultivation of vegetables (spinach, cabbage, lettuce and onion) than fruit vegetables (tomato, cucumber etc.). But it is possible to cultivate fruit vegetables in summer and leaf vegetables in winter. The use of a small vinyl sheet house within a glass house is proper to heat insulation at night. For cultivation in winter, glass house heating is necessary to

use waste heat of house heating and generation.

The possibility of the culture of hop must be also high like that of fruits and vegetables in the future. Foreign currency will be gotten by exporting these kinds of crops cultivated on a large scale to Japan.

4) Conclusion

Zamyn Uud is a gateway to China. Tree planting is needed there. Further, so is growing of plants with beautiful flowers such as cosmos and portulaca on both side of the road. Therefore, the local people will have improved impression of plants. Many kinds of flowers can be grown on the sides of road if you raise flower seedling in glass house and then carry out transplanting them. In Japan, it is common to cultivate vegetables, flowers and even fruit trees. Also, in Mongolia, glass-house horticulture is necessary because of severe climatic condition. However, the high cost of the construction of the greenhouse will have to be discussed.

3. Afforestation in Zamin Uud

1) Present conditions

In Zamin Uud, no tree was found except 83 poplar trees which were thinly planted throughout the entire village. Perhaps there was more poplar tree before. The exact variety and line of those poplar trees were unknown. The age of the poplars could be dated at over 50 years old based on the thickness of the trunks which was about 30 cm in diameter at the breast height and the weather conditions in Gobi.

Mongolia repealed its monarchism in 1921, and established Mongolian People's Republic. Then in 1940, the new constitution was established. The presumption was that the poplar trees had been planted to celebrate either one of the two commemorative events. And, the poplars seemed to be carried into Mongolia from the former Soviet Union because that poplar variety was not observed in Inner-China Mongolia.

In Zamin Uud where was almost no tree, village people believed trees never grew on the land of Gobi. Or, most villagers had no concern about trees. However, they complained that the green in the surrounding grass land had been reduced due to greenhouse effect, which made the desertification worse, and were longing for

afforestation subsidized by Japan and the Central Government.

The cause of the desertification in the grassland, however, as already mentioned several times, was vehicles. It was obvious that the desertification was due to the traffic increase as the trade with China grew. In Erenhot in Inner-China Mongolia in the south across the border, afforestation was remarkably carries out and many varieties of trees were planted throughout the city. Despite the irrigation to some extent, some trees planted were died.

The cause of the death of trees was uncertain because of lack of enough data, but it was possible that a method and a season of transplanting had not been appropriate. The tree varieties in Erenhot were all same as those in Hohhot and Hohhot in Inner-China Mongolia. There was a straight distance of about 340km from Hohhot to Erenhot. Hohhot, on the south of Erenhot, is higher above the sea level, but there was not much climatic difference regarding tree growth and rooting.

The main difference between Zamin Uud in the north and Erenhot in the south with the border between is the amount of irrigation water. In Erenhot, a well was dug in the grassland, 64km south away from the town, and water was supplied through buried pipes. The water from the well is utilized for not only daily life, but also afforestation. Although Zamin Uud had a few wells, those were shallow and could not supply water sufficiently in case of the afforestation.

With the border between, brownish Zamin Uud in the north and greenish Erenhot in the south presented a strong contrast which resembled the national power of China and Mongolia.

2) Attempts to afforestation

Afforestation in Zamin Uud started in 1996 and was founded by Green Hat Foundation (GHF). GHF is a Non-Governmental Organization and the author serves as the chairman.

The GHF's aim is to think, to cooperate and to act for the global environment and the food problem through the afforestation and the protection of desertification. It is the group trying to protect the global environment and to avoid the global food crisis. GHF is organized by the private volunteers who pays annual fees of \$50.

Through the afforestation projects in Zamin Uud started in 1996, about 6,000 poplar trees have been planted so far. The projects were carried out seven times and 110 members in total of GHF joined (as of August, 1998). The members joined the projects at own expense and the all expenses for one project cost about \$3,000. The projects were carried out with hearty wish of each Japanese for the global environment and afforestation.

In Mongolia, it was impossible to obtain domestic poplar trees for the afforestation in Zamin Uud. For the first two years, GHF received a donation from Ohji Seishi Co. Ltd. (paper manufacture company) of 2,000 cuttings of poplar, *Salix gracilistyla* Mig. and so on, which had been nursed in Hokkaido. Those cuttings were about 20cm in height, and were put in the paper pots produced by Nippon Tensai Research center (research center for Japanese beet) together with local sand when planted.

Hokkaido lies to the northernmost of Japan and is the coldest region. The cuttings were evenly cut in the early April, 1996 and kept in a freezer. When they were planted in Zamin Uud in the end of April, some varieties were already sprouted. Those cuttings were died after two or three days due to the strong sunlight and dryness in the desert even though shading and irrigation were done.

In the second year of 1997, the cuttings donated by Ohji Seishi Co. Ltd. (paper manufacture company) were transported to Zamin Uud in the end of March, one month earlier than the last time. But, in the same way, some were already sprouted, and it was too late for planting in Mongolia. In the first year of 1996, we nursed up about 100 seedlings, and planted them in the park in front of Zamin Uud Station. Planting of cuttings ended in unsatisfactory results. There were various causes, but anyway, we could not help admitting the projects were failed.

Spreading between a thumb and an index finger, Mongolian people laughed at the author for bringing in such short branches to try to plant them in Gobi. Although they didn't express in words, their contempt that afforestation in Gobi was impossible for Japanese was obviously observed.

3) Import of poplar

Seedlings to be planted in Gobi were not be able to be

obtained domestically, and a preparation of cuttings was ended in a failure. The last alternative we could do was bringing in seedlings from China. In Erenhot, facing to the border with Mongolia, the afforestation was successful. The author planed the import of poplar seedlings to be arranged by the Mongolia side before GHF volunteers would visit Zamin Uud for afforestation in July, 1997. The Mongolia side had responded, "No problem. It will be all right."

But, there was no seedling imported when the volunteers arrived at Zamin Uud in July. They were just curtly informed that a responsible person had gone to Ulan Bator for some urgent business. The author, as a leader, owed a full of apology to the volunteers who joined the project at own expense. But my apology didn't solve the problem. The author couldn't understand what Mongolia people thought about the afforestation in Gobi. GHF volunteers came to Mongolia for what? The afforestation project had started at the request of the Mongolia side. Of course, Japanese Government didn't provide any financial support for the project.

On August, 1997, the second afforestation project was planed taking the advantage of the O-bon holiday. Fortunately, about 20 volunteers joined the project. Learning by the last experience, the author charged China with the arrangement of poplar seedlings. Since 1994, GHF had also been carrying out the afforestation in Mt. Dai Chin, in the outskirts of, Inner-China Mongolia. With a cooperation of Hohhot City, 500 of poplar seedlings were transported to Zamin Uud. Those poplars were planted around the headquarters of border service in Zamin Uud, and the management such as irrigation was entrusted to the army. Many of the seedlings were died, but some rooted in good condition and steadily grew in the desert of Gobi. By the same manner, three projects were further carried out and a total of 5,000 poplar seedlings was planted in May, July and August, 1998, with the cooperation of 44 volunteers. We are looking forward to seeing green sprouts shining over the desert of Gobi.

It was a worthy of a special mention that the Mongolia side put much cooperation to the 1998 projects, and that showed Mongolia's understanding of the afforestation. That was, if we contacted Dashuto, a village leader of Zamin Uud, about how many poplars would be brought in

from China beforehand, certain numbers of the halls for the seedlings were dug on the desired places at their end. Mongolia people seemed to understand that the GHF's activities had to be done in cooperation with Mongolia.

In particular, on August, 1998, villagers inquired us whether planting trees around their geru was possible. We immediately replied "OK "to them. GHF volunteers

visited the villagers and planted seedlings as they wished. Within the past three years, the consciousness of people in Zamin Uud of the afforestation has been changing. The author is now looking forward to planting an apple and a mango tree for each villagers living in geru next spring in 1999.

J A A L S

現地産天然腐植資材を利用する荒漠化防止

山 口 達 明*

1. はじめに

我々が行っている荒漠地を農耕地として活用しようとする研究については、先に「おあしすNo. 17」で簡単に紹介した(山口, 1997)。今回、与えられた機会に、その後の展開を含めて着想および実験結果の全体をまとめて述べさせて頂くことにした。

筆者の基本的スタンスは、地球上に散在する有機資源の活用にある。「沙漠の砂には有機質が少ないから、どこからか有機質を運び込めば沙漠緑化はでき、未利用有機資源の活用になるだろう」「土壌有機物である腐植酸を含むピートを施用すれば保水性があがって土壌改良できるだろう」と、単純な発想でともかくも実験を始めたのが1991年である。はじめは実験室内でモデル実験を重ね、それなりの成果を上げることができた(YAMAGUCHI *et al.*, 1993; 山口ほか, 1994)。

このような発想を実現させるには有機質すなわち腐植資材の輸送コストが問題となることは当初からわかっていたが、そのコストは我が国が負担すれば黒字減らしになるであろうと気楽に考えていた。沙漠も有機資源もない我が国が地球沙漠化問題に貢献できるとすればこの点であろう。しかし、昨今の経済情勢はそのような安易な考えを許さなくなってきた。

本稿において「現地産」腐植資材にこだわって題目をつけた理由は、輸送コストの問題からだけではない。現地の資源を活用することによって現地に農業とともに新しい産業を興せるからである。中国内モンゴルを訪ねた時の経験からすると、地元の人々の意識は、沙漠化に立ち向かうということよりも地域産業振興の方に向いていることがわかる。日本人ボランティアとしては沙漠緑化の理想に燃えるのもいいが、沙漠工学者としては、日本人の発想による沙漠開発ばかりでなく、現地の社会的ニーズにも意を用いるべきであろう。

しからば、沙漠の近くに利用できる「現地産」有機資源があるかという疑問が出てくる。沙漠のど真ん中はともかく、沙漠の周辺には有機資源が眠っている個所がど

こかにある。かつての豊かな植生が沙漠によって飲み込まれていきつつあるような場所である。そういう場所を見つけ出して、そこを拠点として沙漠化を食い止め、荒漠化した農耕地を復活させることが成すべきことの第一であろう(山口, 1996)。

沙漠化あるいは荒漠化¹⁾といっても、その状況は千差万別であり、それぞれに対して適切な処方箋を作り上げるのが沙漠工学の役割と考えられる。我々は、このような目的のもとに、適切な実験場、適切な腐植資源を調査・選定し、以下のようなテーマで農耕地を確保する研究を遂行してきた。

1. エジプト西沙漠ワジナトロンにおける都市ごみコンポストによる節水灌漑。
2. 中国内モンゴルカルチン沙地におけるピート・風化炭による塩害防除と水稻栽培。
3. 西オーストラリア小麦耕作地帯における褐炭・ピートによるアルミニウム害防除。

これらの実験場の土性は、1が砂土、2がアルカリ土、3が酸性土壌である(Table 1)。それぞれ気象条件(Fig. 1)が全く違う荒漠地に対していかに対応していくか、現地産腐植資材の調査を含めて、研究計画を立ちあげることは工学者としての妙味である。以下順を追って説明する。

2. エジプト西沙漠ワジ・ナトロンでの節水栽培

1) 実験地の選定と問題点

エジプトは、ナイルの水による伝統的なベイスン灌漑

Table 1. Main characteristics of soils of three experimental sites.

	pH	EC [mS/cm]	Exchangeable cation				
			Na	K	Mg	Ca	Al
			[cmol(+) / kg]				
Wadi el Natroon (Egypt)	8.40	0.48	0.32	0.11	0.06	0.93	-
Ganqika (China)	9.45	1.06	3.0	-	1.8	7.2	-
Corrigin (Australia)	5.51	0.04	0.04	0.10	0.20	0.64	0.22

* 千葉工業大学工業化学科

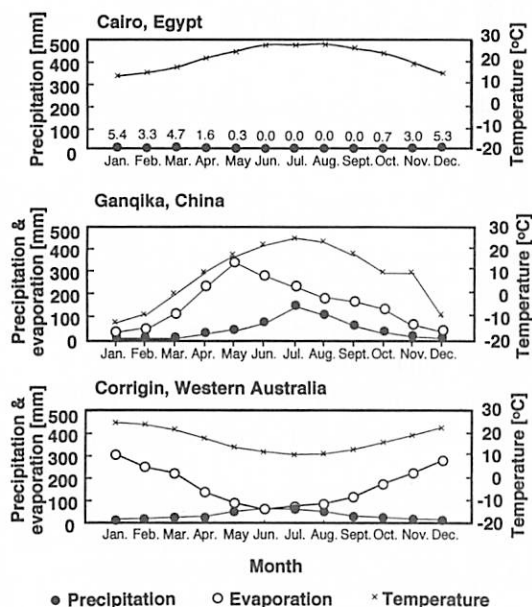


Fig. 1 The climatic conditions of the three experimental sites.

で知られているように、古くからナイル川沿岸（ナイルヴァレー）およびデルタ地帯において農業が盛んであって、その技術水準も高く近隣諸国においては指導的な立場にある²⁾。しかし、人口増加も激しいため食糧自給率は低く、輸入や援助に頼っているのが現状である。そのため農業振興策が計られ、1992年からの5ヶ年計画では民営化の推進、学卒者への農地配分（1人5フェダン³⁾）が実行されている（リヤド、1996）。これらは新しく農地開発することが主眼であって、ニューヴァレーと呼ばれる一帯（Fig. 2）の土地が主な対象である。この地帯は60年代末からニューヴァレー計画として開発が始まったが、図からもわかるように西部沙漠の真ん中で、点在するオアシスに深井戸を掘って、いわゆる化石水による灌漑を行っている。乾燥地においてこのような大規模な灌漑農業を展開することは、水資源の枯渇もさる事ながら土壌の塩害・アルカリ化が心配される。現に全農地のおよそ50%が影響を受け、生産性が約20%低下しているといわれている（リヤド、1996）。

我々もこのような地域を実験場にすることを当初想定していたが、カイロから遠いこと、この国で使用許可を得るのが難しいとのこと⁴⁾から断念した。その時またまエジプト農業省・観光省の支援によってカイロ郊外で沙漠植林するエコツアーが始まるとの新聞情報⁵⁾を得、早速主催者に連絡を取ったところカイロ北西120kmのワ



Fig. 2. The reclaimed area of Egypt.

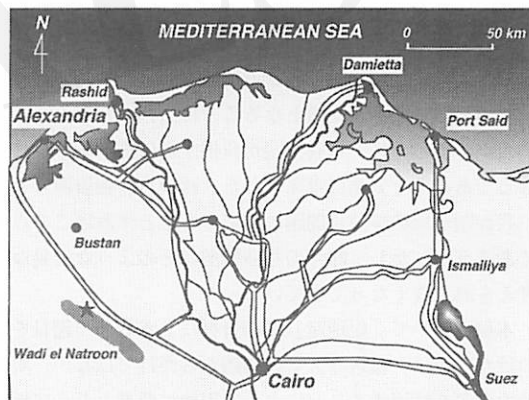


Fig. 3. Nile Delta and the Wadi el Natroon experimental site.

ジ・ナトロン⁶⁾の沙漠16万m²を「友好の森」と称して日本人観光客が植林するために開放するという計画であった。敷地に柵を設け井戸も掘られているとこのことで、まことに御迷惑の場所であった。そこで、エジプト大使に手紙を書いてお願いし、農業省の次官をご紹介頂いた⁷⁾。その結果、同敷地内に140m×60mの土地を実験のために借用することができた（Fig. 3）。

この場所は、かつて高吸水性樹脂の実証実験が行われたことで知られるブスタンとは違い、沙漠道路の西側に

あってナイル灌漑水路がまだ及んでいない地域である。地下水による植林地が散在している。年間降水量は25-100mmで12-1月に集中し、夏季はほとんど雨が降らない極乾燥地である。しかしその他の点、すなわち日射量が多く、気象被害が少ないなどからは、作物生育に適している。

2) 腐植資材の選定

我々として実際に中東の沙漠で穀物栽培するのは初めてであったので、1990-1993年にアラブ首長国でピート・サブロペルによる沙漠農業を行った実績のある(BAMBALOV, 1994)ベラルーシの天然資源利用と生態学研究所(旧ピート研究所)の協力を仰ぐことにした。サブロペルというのは水成腐植を含む湖泥のことで、ピートよりも肥料要素に富み沙漠農業にはうってつけのものである(山口, 1994; 魚森ほか, 1995a, b, 1998)。そこで同国内でピートとサブロペルをベースとして工業的に製造されている土壌改良材(BEL Ind. & Build Co., Minsk)を現地に運び込むことにした⁸⁾。

その前年までの中国新疆での研究結果と比較する意味から、ミズゴケピート(ピートモス)の保水性(UOMORI *et al.*, 1995, 1997)も試験する必要があるが、しかし同国内で市販されているピートは輸入品(Sharmock, Bord

na Mona Co., Ireland)で、現地としては非常に高価(900LE/ton)であるので使用を最小限にとどめた。

そこで、ピートに代わるものとして同国内で生じる都市ごみから作られるコンポストを利用することにした。人口集中の激しいカイロ・アレキサンドリアなどから発生する都市ごみはまさに現地産腐植資材のいい原料であり、資源のリサイクルにも叶う。有機系生物系廃棄物からコンポストを製造することはエジプトではかなり以前から進められており、ピートの1/10以下の価格(77LE/ton)で同様の性能のものが得られている⁹⁾。すでに8基のコンポスト製造プラントが稼動しているそうである。また、日本沙漠開発協会も1988年より同国で都市ごみコンポストを沙漠緑化に利用する調査を行っている¹⁰⁾。

3) 栽培実験計画と結果

(1) 腐植質による節水効果

Fig. 4 に示すような区画に対してそれぞれ深さ20cmまで1 wt%の腐植資材を加え、地下100mから汲み上げた地下水で、小麦はスプリンクラー方式、その他はドリップ式で灌漑した。後で述べるように、このように井戸水を灌漑水とすると給水コストの占める割合が大きくなるのでコスト削減の面から節水の必要があるが、それだけではなく、Table 2 に示したような塩類濃度が高く塩

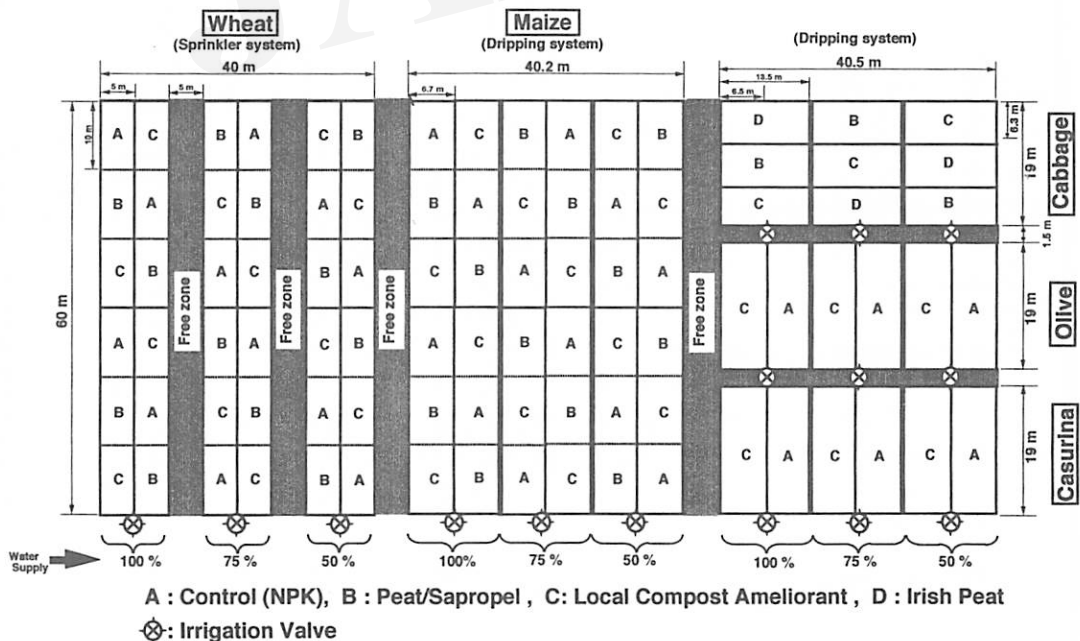


Fig. 4. Plan of experimental field at Wadi el Natroon.

Table 2. The analytical data of the irrigation water at Wadi el Natroon.

pH	EC (mS/cm)	TSS 1) (ppm)	SAR 2) (cmol/l) ^{1/2}	Ion concentration (cmol/l)							
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
8.39	0.97	405.0	2.0	0.40	0.02	0.07	0.14	0.31	0.07	0.00	0.25

1) Total soluble salts 2) Sodium adsorption ratio = $Na^+ / \sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}$

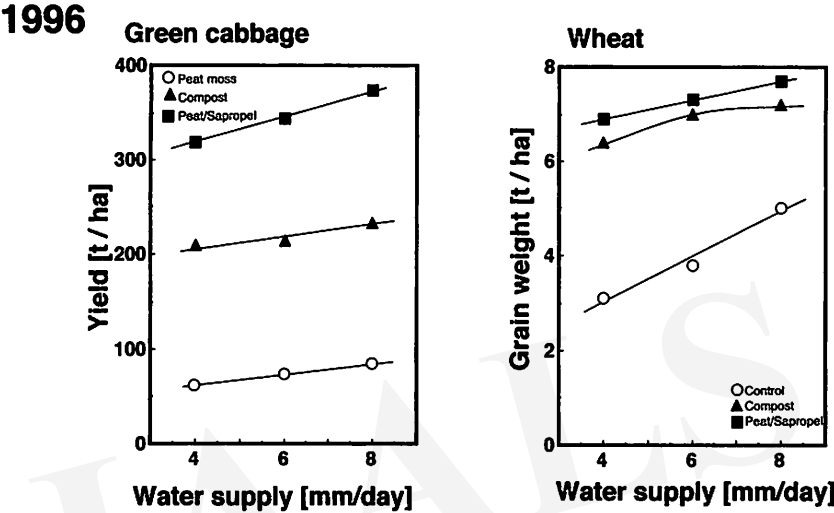


Fig. 5. The effect of the organic materials on the relationship between the water supply and the yield (green cabbage and wheat, 1996).

性化のおそれのある水（C3-S1）を使う場合、塩集積を抑制するためにもできるだけ節水することが望ましいことは当然である。実際に1シーズンの給水で塩集積が目視されるまでになった。

本研究の目的が腐植質を加えることによってどれだけ節水できるかということであったので、エジプトの専門家の論文より求めた現地の標準灌漑水量¹¹⁾に対して75%、50%に制限給水を施した。キャベツと小麦の収穫に関する結果はすでに報告した（山口ほか、1996；YAMAGUCHI *et al.*, 1997a, b）。ピート・サプロペルを基準とすると、キャベツの場合コンポスト区画の収穫量は約3分の2にとどまったが、小麦の場合には大差ないことがわかった（Fig. 5）。また、灌漑水量の影響は、腐植資材を施用しなかったコントロール区では大きいが、施用区ではいずれもその影響が小さくなることが明らかになった。2年目には、さらに給水を33%にまで制限して栽培した。その結果をFig. 6に示す。この条件でも同国内の平均的な収穫量を得ることができたので、(3) 項で述べ

るように給水時間・給水量のコントロールなど灌漑方法を工夫すれば一層の節水が可能であろう。

(2) コスト計算

上述した小麦の収穫量をもとにして、当地で地下水を汲み上げスプリンクラー方式で灌漑した場合のコスト計算を試みた（西崎ほか、1998b、投稿中b）。生産物の価格や資材コスト・給水コストその他は、エジプト農業省の専門家に調査を依頼した。

その結果をTable 3にまとめた。コンポストを用いた場合はその価格が全コストに占める割合は7.8-8.1%であったが、ピート・サプロペルを輸入して用いたとすると80%にも及び、全くの考慮外であった。一方、給水コストは55-56%を占め、予想通りその削減が重要であることが明らかとなった。日給水量8 mmと4 mmとでコスト的には大差ない結果であったが、次年度以降の塩集積の影響まで考慮に入れば節水は依然重要である。

給水コストがこのような高くても、小麦の穀粒と麦わらを市場価格で売却した産出収益を全コストで割った産

Table 3. Cost calculations on the wheat productions with Egyptian compost.

Organic materials	Investment		Production		
	Item	Local cost (%)	Item	Grain	Straw
Egyptian compost	Amount of materials (t/ha) ¹⁾	50	Yield (t/ha)		
	Unit price of materials (LE/t)	25	a) 4.0 mm/day	6.4	11.7
			b) 8.0 mm/day	7.2	11.7
	Price of materials (LE/ha)	1,250 (8.1 7.8)	Unit price (LE/t)	3,000	2,000
	Cost of irrigation water (LE/ha)		Price (LE/ha)		
	a) 4.0 mm/day	8,430 (54.4)	a) 4.0 mm/day	19,200	23,400
	b) 8.0 mm/day	8,880 (55.7)	b) 8.0 mm/day	21,600	23,400
	Cost of NPK fertilizers ²⁾ (LE/ha)	814 (5.3 5.1)			
	Salary (LE)				
	a) Engineer ³⁾	2,000 (12.9 12.5)			
	b) Worker ⁴⁾	3,000 (19.4 18.8)			
	Total cost (LE/ha)		Total profit (LE/ha)		
	a) 4.0 mm/day	15,494	a) 4.0 mm/day	42,600	
	b) 8.0 mm/day	15,944	b) 8.0 mm/day	45,000	

1) Add 1wt% compost to soil

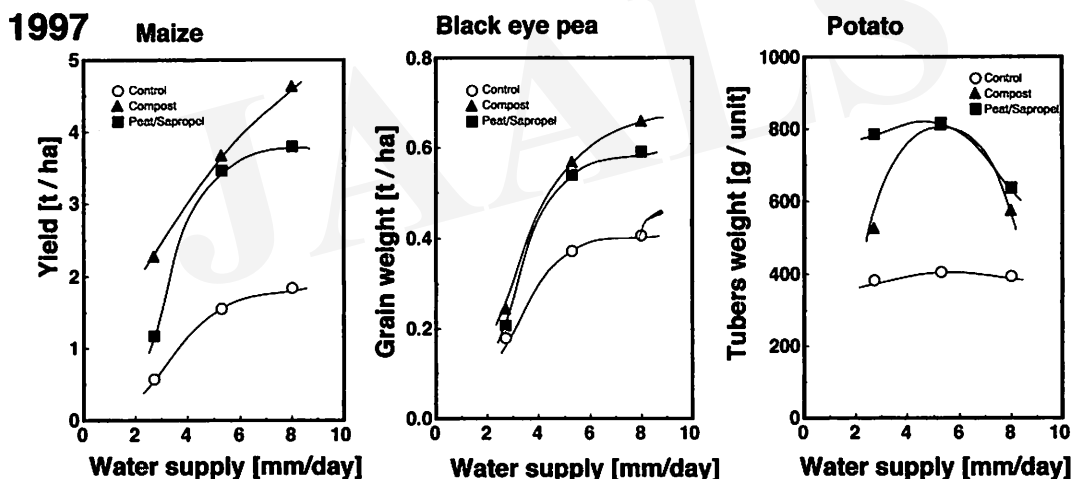
2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 250kg (97.5LE) ; $\text{CaHPO}_4 \cdot \text{CO}_3$ (37%) 75kg (14.1LE) ; K_2SO_4 72kg3) 1 person \times 400LE/month \times 5 months = 2,000LE4) 3 persons \times 200LE/month \times 5 months = 3,000LE

Fig. 6. The effect of the organic materials on the relationship between the water supply and the yield (maize, black-eye-pea and potato, 1997).

出-投入係数は2.7-2.8と高い値となった。

(3) 節水灌漑方式のシミュレーション

今回の栽培実験では、栽培の初期から毎朝所定量の給水を行ったが、考えてみればかなりの無駄な水を給水していることになる。ドリップ方式の場合、1回の給水量は原則として植物の根の及ぶ範囲内にちょうど広がるだけで足りるはずであるから、根の成長にあわせて給水量を増やしていけばよいはずである。

そのようなシミュレーションを行うための基礎的データを求める実験を現地で行った。保水性が高いピートを混入した時の効果も求めた(篠田ほか, 1998, 投稿中)。4リットルの水を1時間かけて沙漠の砂に注入したところ水は地表面直径約40cmに広がり、地下約25cmまで達することがわかった(Fig. 7)。その後の経時変化を追跡したところ、ピートを加えなかった場合には水分の蒸発が激しく、水注入後10時間で含水率8%を超える範囲

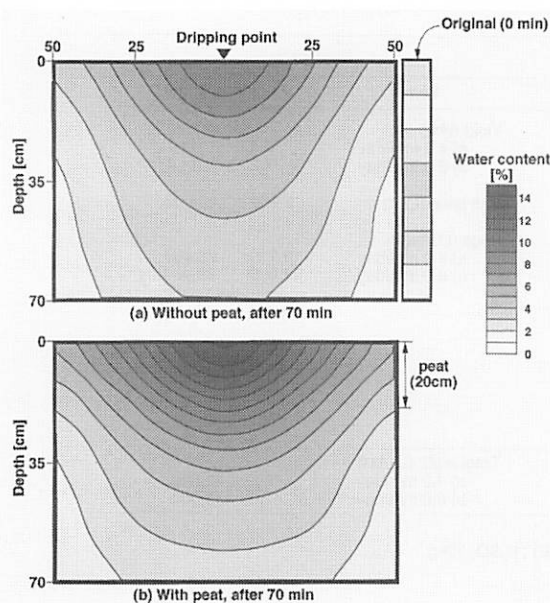


Fig. 7. The contour map of water content distributions in the soil by dripping of water (4L, 1h).

が消滅した。これに対してピートを深さ20cmまでに3 wt%加えた場合、日中気温が40度近くになるにも関わらず、その層の含水率が10%以上を2日間以上保持されることが検証された (Fig. 8)。さらに長時日計測を続けたいところである。

この実験はまだ継続中であるが、当地の気象条件において、ある植物に対して、その成長とともに1日あるいは数日のうちにどれだけの水を何回に分けて何時に供給したら最も効果的であるかを算出することが、この計画の最終目標である。

(4) 夜露固定による植物給水の可能性

沙漠の昼夜気温差が大きいことはよく知られていることである。ワジ・ナトロンでの気象データの終日変化を Fig. 9 に示す (篠田ほか, 1996, 1997)。夜になって気温が急激に低下すると逆に湿度が上昇し、明け方には100%にもなり夜露を発生することが観察された。

この夜露の水分は塩集積の心配がない純水である。これを植物に給水できないかということは誰も思い付くことであろう。しかし、太陽が昇り地表面の温度が上昇するとたちまちにして気化してしまう。これを今しばし地中に止め、植物根に吸わせて葉から蒸散させるようにできれば灌漑水をもっと減じることができ、あわよくば

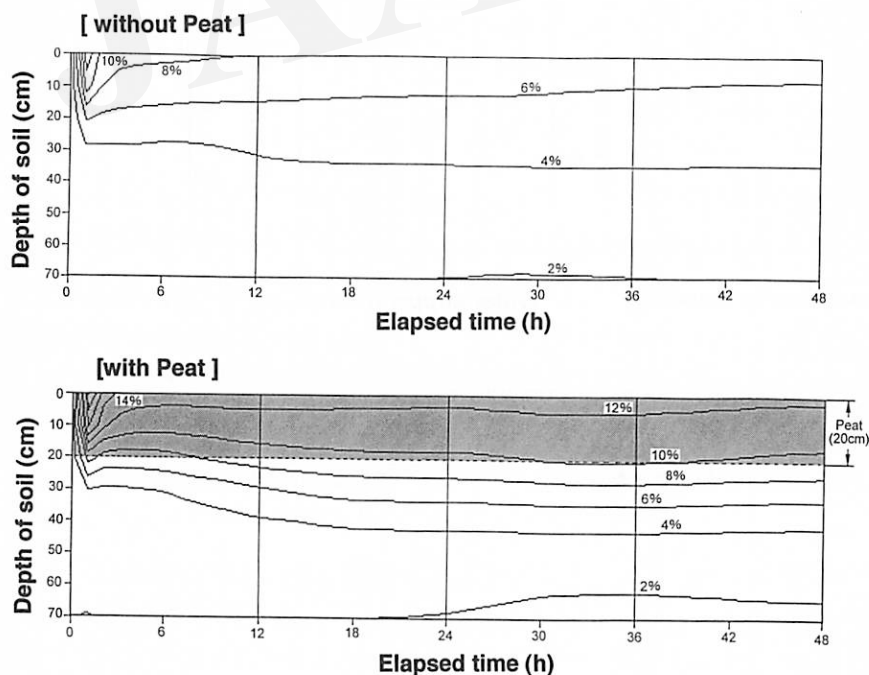


Fig. 8. The water holding effect of peat in the desert soil after the dripping.

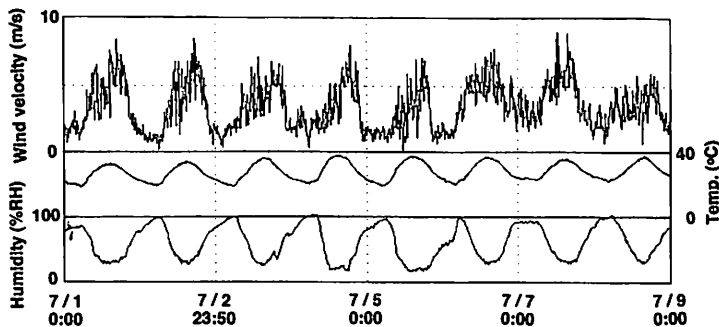


Fig. 9. The day and night variation of wind velocity, temperature and humidity on the surface of desert sand at Wadi el Natroon.

このような乾燥地でも無灌漑栽培が可能になるかもしれない。夜露を日中まで地中に有効水として止めておく作用が、先の実験からも親水性で保水性の高いピートその他の腐植に期待することができる。そのような期待のもとに中国モウス沙漠、シリアのバーディアで現地実験が継続されている。

3. 中国カルチン沙地での荒漠化防止

1) 実験地選定と問題点

そもそも中国の沙漠に関わりを持つようになったのは、1992年草炭研究会と共同で天山山脈の北、グルバントンコト沙漠での中国科学院新疆生物沙漠土壤研究所との草炭を利用する沙漠緑化プロジェクトであった¹²⁾。

1993-1994年、ウルムチにおいて現地（フーカン）の沙漠砂（pH:7.6, EC:0.06mScm⁻¹）でのピートの保水効果・節水効果に関する基礎的実験を行ったが、運び込んだカナダ産ピートモスに比べて、新疆（石河子）産草炭は溶出イオンが多いためチンゲン菜の生育に対する効果が著しく低かった（篠田ほか、1995；西崎ほか、1995；篠田・山口、1996）。また、現地に草炭専門家もいないことから¹³⁾、1994年独自に東部のカルチン沙地¹⁴⁾で遼寧師範大学の草炭研究者との共同研究として現地実験を開始した。

カルチン沙地は、12個あるという中国の沙漠のうちで最も東に位置し、我が国に最も近い沙漠といえる。その東側は旧満州の一部であって、周辺の人口・経済・社会文化の程度が一段と高く、荒漠化防止の経済効果が大きい地域といえる（Fig. 10）。

この地方の気候のプロファイルはFig. 1に示したが、7-8月に降雨が集中して年間510mmの降水量があるのに対して、年間蒸発量は1,907mmである。半乾燥地に

分類される。この地域は地下水位が平均して1-1.5mと非常に高いのが特徴であり、そのため土壌のアルカリ化が進んでいる（金・山口、1995）。

現在、荒漠地の水田への転換実験を行っている内蒙古自治区ケルチン左翼后旗カンチカ郊外は、見取り図（Fig. 11）のように、砂丘と湿地が入り混じり、まさに沙漠化最前線の様相を示している地帯である。

2) 腐植資材の選定

中国は、腐植資材を土壌改良に利用する研究に1970年代半ばから力を注ぎ、現在では多くの実績を残している¹⁵⁾。現在農業利用ばかりでなく腐植酸の工業的な利用も盛んで、応用面では学ぶべき点が非常に多い（金ほか、1999）。中国には、ピート（泥炭という）のほかに褐炭・風化炭¹⁶⁾という腐植酸を多く含む資源が豊富にあり、腐植酸生産企業は100社近くあり、年間生産高は7.4万トンを超えているという。

ピートの埋蔵量が最も多いのは四川省で、次が東北3省である。埋蔵量が多いといっても四川省のは山奥にあり搬出するのは困難なので東北部のものが広く利用されているようである。これに対して風化炭は比較的広く分布しており、たとえばハミのような沙漠の真ん中にも産出する¹⁷⁾。風化炭は褐炭層の上層として附存し、褐炭といっしょに採掘されるものの燃料としての利用価値が低いことから、国を挙げてその有効利用を模索されてきたのである。湿原からピートを取り出すよりも新たな環境破壊を生み出す心配が少ないだけ、中国では風化炭の方が将来有望であろう。

このようなことから、カルチン沙地での現場実験ではピートのほかに風化炭を腐植資材として取り上げることにした（山口ほか、1997）。両者の物性をTable 4に示す。

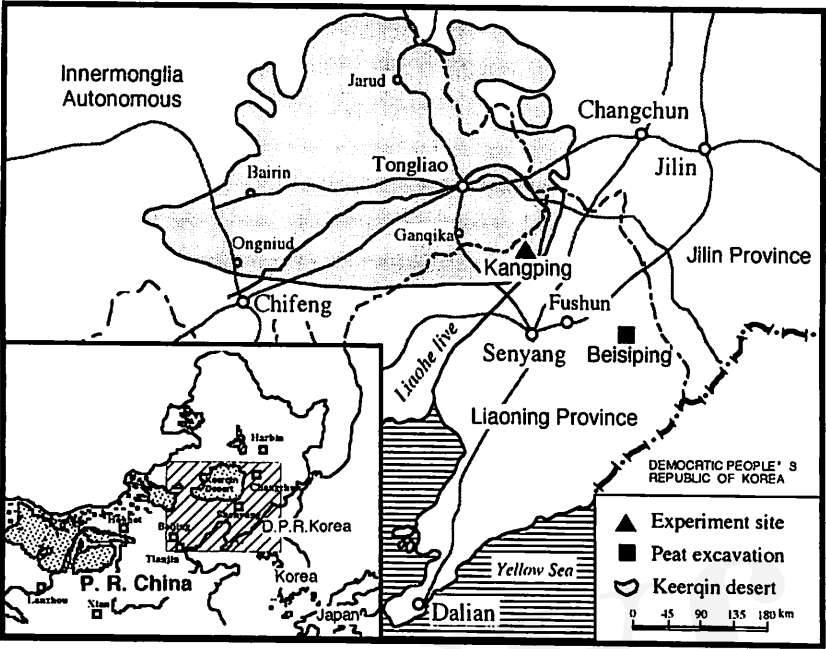


Fig. 10. The experimental sites at the Keerqin Desert, China.

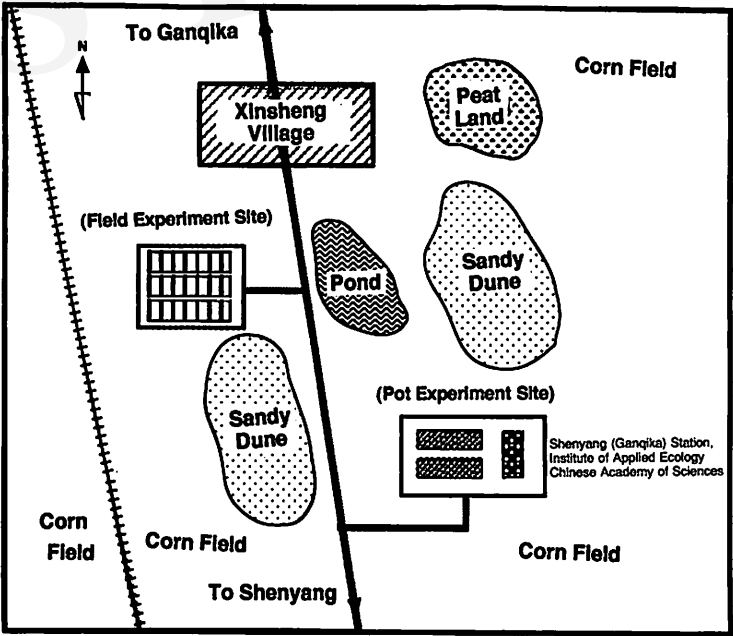


Fig. 11. The sketch around the experimental station at Gangqika, Inner-mongolia.

Table 4. Characteristics of the humic materials, Beisiping peat and Huolingguole weathered coal.

Materials	pH (H ₂ O)	Organic matter (%)	Humic acid (%)	Ash content (%)	Elemental analysis (%)				CEC (cmol(+)/kg)	Exchangeable bases (cmol(+)/kg)			
					C	H	N	O		K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Peat ¹⁾	4.83	77.5	43.8	22.5	53.5	4.8	1.2	17.8	129.3	1.7	1.1	30.0	19.8
Weathered coal ²⁾	5.13	81.8	60.0	18.2	56.1	2.9	1.4	21.3	295.2	1.7	5.1	107.1	42.8

Functional group ³⁾ (cmol/kg)		Total N	Total P	Total K	Total Ca	Total Mg	Avail. N	Avail. P	Avail. K
COOH	phenolic OH	(g/kg)					(mg/kg)		
299.8	67.0	10.2	1.1	12.7	7.0	6.1	931.6	21.8	242.0
423.0	75.0	8.8	1.8	0.1	20.7	39.0	232.6	47.6	71.0

¹⁾ from Beisiping, Liaoning, China²⁾ from Huolingguole, Inner Mongolia, China³⁾ in humic acid.

3) 実験計画と結果

(1) アルカリ土壌におけるトウモロコシ栽培に対するビートの効果

先に述べたような経緯から中国東北部の優良な草炭で試験するため、大連にある遼寧師範大学の草炭研究者の協力を得て、1994年夏、カルチン沙地の西部に位置する赤峰市のオンニュウ旗で白菜のポット栽培実験を行った。砂丘砂 (pH: 8.8; EC: 0.09 mScm⁻¹) を入れたポットに遼寧省撫順市北四平産ビートを加え、高い改良効果を確かめることができた (金ほか, 1995)。

そこで、さらに厳しい条件下で露地栽培を行うため、次の年からカルチン沙地の東端、遼寧省康平 (カンピン) に場所を移してトウモロコシの露地栽培を行うことにした。当地は赤峰市よりも蒸発量が高く、土壌のアルカリ化がより深刻な地域である (pH: 9.45; EC: 1.06 mScm⁻¹; ESP: 23.6%)。土壌の三相分布も Fig. 14 に見られるように固相が約 60% を占め、透水性も極めて悪い (1.3 × 10⁻⁵ cms⁻¹)。

1995年5月、このような畑地の深さ 15cm に北四平産ビートを 1% (100t ha⁻¹ に相当) 混ぜ、天水灌漑でトウモロコシの栽培を行った。栽培後の土壌を分析したところ、土壌の理化学的性質が改良されていることが明らかとなった。まず物理的性質として、固相が約 50% に減少し、透水性も 170 倍ほどに向上した。さらに、pH は 7.2-7.7 に、ESP は 3.1-8.1 に減少し、有機質含量は 13-18 倍に増加した。また、窒素を始め肥料成分も増加していることが明らかとなった (金ほか, 1996; JIN *et al.*, 1997, 1998a)。新たにビートを加えないで翌年も同様に栽培を繰り返し、栽培後の土壌の深さによる溶出イオンの濃度分布を測定した結果を Fig. 12 に示す。これを見

ると、ビートを施用しなかったコントロール区画には可溶性塩の集積が見られるのに対して、ビート区では逆にナトリウムイオンが明らかに除去されているのがわかる。このような土壌の理化学的性質 (pH, ESP など) の改善にもなって、コーンの収穫量が Fig. 13 のように大きく増加した (JIN *et al.*, 1998b)。

(2) 腐植酸による脱ナトリウム作用と有機質保持効果

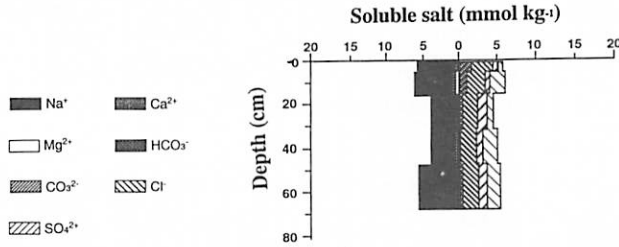
このような効果をもたらした土壌の理化学的性質が、ビートによりどのようなメカニズムで改善されたかについて考察を加える。

アルカリ化した土壌に対するビートの添加効果は、まず三相分布の改善による透水性の向上にある (Fig. 14)。この点、同図に併記したエジプト沙漠砂の場合は、液層が極端に少ないので有機質によって保水性の向上が見られる。さらに、ビートの腐植酸によって pH が低下することにより、土壌粒子表面の弱酸性水酸基に付着していたナトリウムイオンが溶離しやすくなり、透水性があがったため水溶性の腐植酸ナトリウムとして洗脱されるようになったと考えられる (矢沢ほか, 1996)。一方、カルシウムあるいはマグネシウムイオンは、逆に腐植酸と不溶性の塩を形成してとどまり、土壌粒子上への有機質 (腐植酸) の付着保持に寄与する結果となる (YAZAWA *et al.*, 1997)。そのようなメカニズムをイメージ化したものを Fig. 15 に示す。

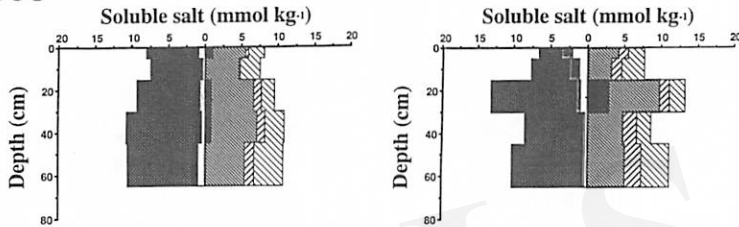
(3) ビート・風化炭による荒漠沙地における水稻栽培

先に述べたように、カルチン沙地は地下水位が高い乾燥地であるため塩害が起っているわけである。ということは、水資源は豊富であるから水田稲作に適した環境にある。灌漑することによって塩害を防除しながら持続的に生産性を維持できるはずである。そこで、中国科学院

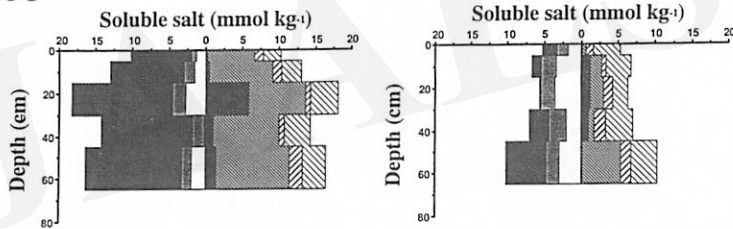
before harvesting (Original)
1995



after harvesting
1995



1996



Control

Peat (30kg/m²)

Fig. 12. Change of soluble ions in soil with depth by the peat application and the harvesting of maize.

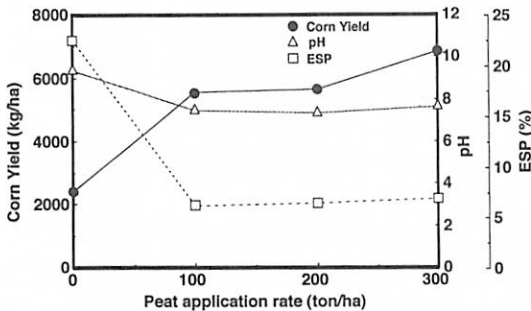


Fig. 13. Effect of the peat application on pH, ESP and the corn yield at the field with alkali soil, Kangping.

瀋陽応用生態学研究所の協力により、沙漠化最前線にある左翼后旗カンチカの荒漠地 (Fig. 11) において、腐植資材としてピート・風化炭を用いて予備的な実験にとりかかった。腐植資材の効果としては、その腐植酸によってpHが下がればリンの吸収もよくなるだろうし、透水性もコントロールできるようになってビニルシートなどを使わないでも水管理がしやすくなるだろうという発想であった。

風化炭は、内蒙古奥地のホーリングル（カンチカより380km）の褐炭採掘地から直接貨車で運び込むことができた大変好都合であった。ピートは、とりあえず130km離れた北四平のものをトラック輸送して使用した。

その結果、ポット栽培・露地栽培ともに腐植資材を加

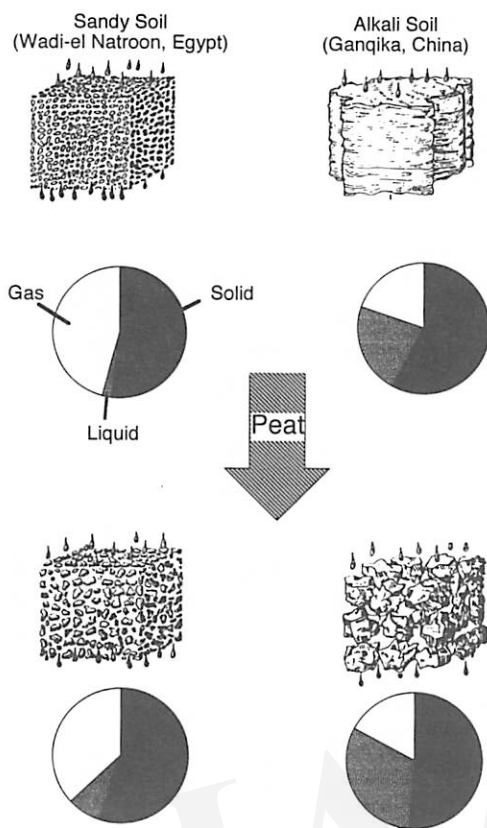


Fig. 14. Illustrative explanations of the improvement of sandy soil (Wadi el Natroon) and alkali soil (Ganqika) with peat based on the laboratory test for the three-phase distributions.

えることによってTable 5に示すように増収効果が見出された(山口ほか, 1998a; 西崎ほか, 投稿中c)。日本や中国の稲作地帯の収穫量に比べればはるかに及ばないが、アルカリ土としてはかなり改善されたといえる。腐植資材を加えることによって水田土壌がどのように変化したか解析がまだ不十分であるが、有機質が極端に少ない荒漠土壌に適度な有機質を供給した結果には間違いのないであろう。水管理に関してはデータが取れなかった。

(4) ピート採掘跡地利用も含めた経済効果

はじめにも述べたように、荒漠化を防止するばかりでなく、その地域に新たな産業を興すことがプロジェクトとしては重要である。その点から、荒漠化している地域のなるべく近傍でピート採掘し、それをその地域産業と

Table 5. The effect of peat and weathered coal on the yield of rice production from the paddy field on alkali soil at Ganqika.

Supply (kg/m ²)	Plant height (cm)	Ear length (cm)	1,000 grain weight (g)	Yield of rice (t/ha)
Control	70.8	15.9	22.2	2.04
Peat				
0.5	72.2	15.5	22.0	3.28
1.0	74.1	16.5	21.8	3.00
1.5	80.3	16.2	22.5	4.40
Weathered coal				
0.5	68.9	12.6	21.1	2.65
1.0	73.6	13.0	23.8	3.55
1.5	77.5	11.6	23.0	3.39
Peat + Weathered coal				
0.5	73.7	16.5	22.7	3.09
1.0	77.7	16.2	20.9	4.95

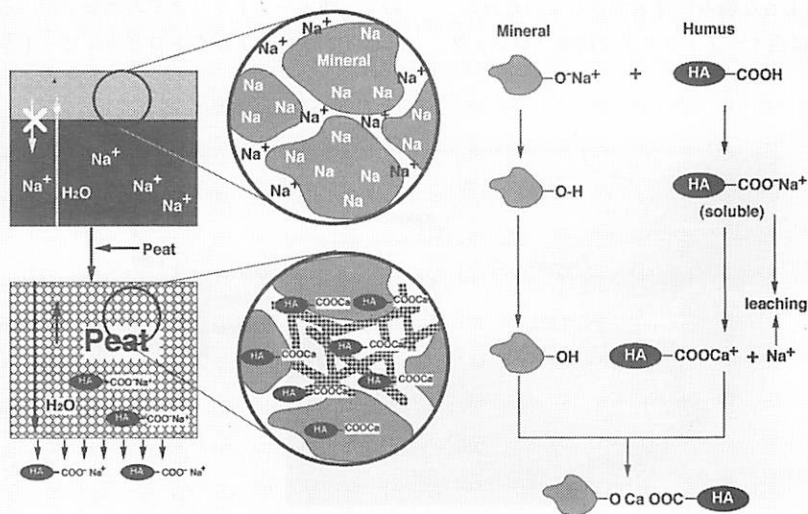


Fig. 15. Possible chemical mechanism of the leaching of sodium ion from alkali soil and the fixation of organic matter on it by humic acid eluted from peat.

するのが好ましい。さらに、採掘跡地を自然破壊しないように活用することが肝要である。

水稻栽培実験を行ったカンチカは、このような観点からケーススタディーするにはうってつけの場所である。Fig. 11に示したように、ピートを多量に含む湿地が散在し、地下水位が高いためその採掘跡地は容易に池となるからである。その面積と深さから、淡水魚の養殖、蓮根、葦、水生飼料の栽培に利用でき経済効果も高いことが予測された。

そのような観点からカンチカ周辺、科左后旗のピート地分布を同政府に尋ねたところ、総面積2.54km²、埋蔵量5,400万m³あることがわかった。科左后旗産のピートを分析した結果、東北3省産のものより灰分が高いが富栄養型ピートであり、繊維質が少なく黒泥状であるので、アルカリ砂質土壌に施用して水田とするのに適しているといえる。

具体的に経済評価の計算を行ったところ、正味現在価値は、稲作によるものが1ヘクタールあたり13,000元であったのに対して、跡地利用の方がその約2倍の評価価値があることがわかった（西崎ほか、1998a、投稿中a）。

4. 西オーストラリアの小麦耕作地帯での荒漠化防止

1) 実験地選定と問題点

日本の援助を必要とする国（ODA対象国）の沙漠という発想からエジプト・中国で実験を重ねてきたが、委託した相手側が出してくるデータの信頼性に悩まされ続けてきた¹⁸⁾。そのような悩みに嫌気がさしていた折に、沙漠工学分科会では西オーストラリアで研究プロジェク

トを展開していることを知り、1997年9月、伝手を頼って西オーストラリア大学を訪問した。

たいした予備知識もなく乗り込んだバスで、同地方の小麦耕作地帯の土壌がpH4.3-5.0に酸性化し、そのため溶出するアルミニウムによる害が深刻で、収穫量が70%も激減していること（矢沢ほか、投稿中）を知り、直ちにこれに取り組むことを決意した。中国のアルカリ土壌との対比が面白いと思ったからである。

酸性土壌対策といえば日本農業のお家芸のようで、石灰で中和するのが一般的な対処法であるが、現地での対策も天然に産する石灰砂¹⁹⁾を畑地に撒く方法が取られている。しかし、有機質が欠乏した土壌では石灰で一時的に中和しても冬の降雨によってカルシウムも洗脱されてしまい長続きしないし、その他の土性がよくなるわけでもない。このような半乾燥地で有機質に乏しく緩衝能の低い土壌では、カルシウムだけではなく腐植質の添加が重要な役割を果たすと考えられる。西オーストラリアの降水量マップをFig. 16に示すが、年間降水量325mmのラインの前後が小麦耕作地帯である。実際の実験農場としては、CSIROの協力により、中降水量地域（380mm）のCorriginと高降水量地域（414mm）であるDongaraに設定した。

2) 腐植資材の選定

沙漠関連の研究を始めた当初から、腐植資材としてはトロピカルピート²⁰⁾が有望であると考えていた（山口、1992）。その後の化学的分析結果（山口ほか、1997；YAMAGUCHI *et al.*, 1998）でもそのことが明らかになったので、西オーストラリアでの実験で用いる腐植資材としてはインドネシアからトロピカルピートを運び込むこと

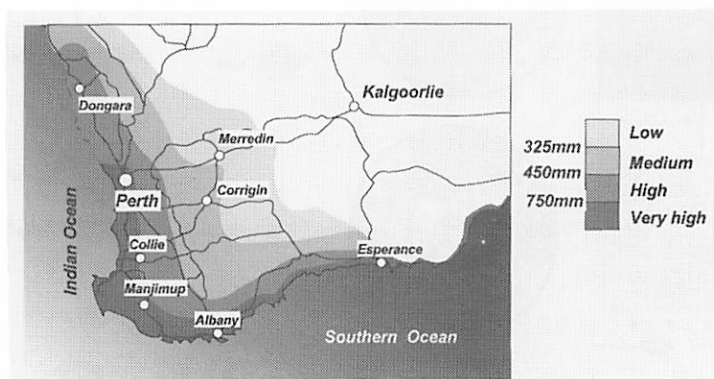


Fig. 16 The distribution map of precipitation and the experimental sites in Western Australia.

を考えた。将来同国に新しいピート産業が起ることを願ったのであった (RADJAGUKGUK *et al.*, 1998)。

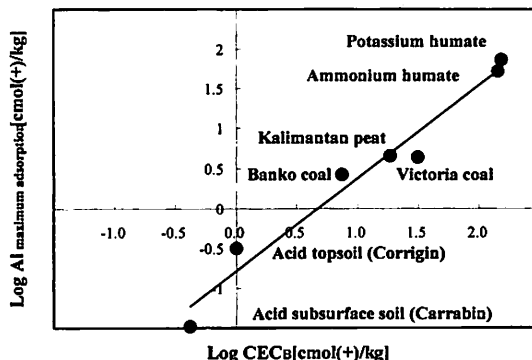
また以前から褐炭の転換反応に関わっていた関係から、ビクトリア州の褐炭はフミン酸含量が高く、これまた草炭・風化炭と同様、エネルギーとして利用するだけでなく土壌改良材として活用できると考えていた。そこで、西オーストラリア訪問に先立ってメルボルンに寄って調査した。驚いたことに、かつて褐炭液化のパイロットプラントのあった工場 (Morwell)²¹⁾で、小スケールながらフミン酸製品が作られていた (HRL Technology Pty Ltd.)。酸性土壌処理目的の商品もあったがデータはもらえなかった。ここからパースまで約3 km、製品を運ぶのはコスト的には全くの論外であるが、Victoria 炭およびそれから抽出されたフミン酸カリウムについても試験することにした。

こうして訪れた西オーストラリア大学で早速同州の褐炭の存在を尋ねてみたところ、数箇所見つかっている炭層のうち、褐炭は Esperance の近くにあるが採掘されておらず、亜瀝青炭なら唯一パースの南200 km の Collie で年間200万トン採掘され (The Griffin Coal Mining Co.)。その場で発電に用いられているということであった。腐植酸含量も褐炭並みにあったので、これを地元腐植資材として試験することにした。その後、さらに南へ100 km ほどの高降水量地帯にある Manjimup から、ピートが少量ながら採掘されており園芸用として市販されている (Dutch Plantin Co.) との情報を得て、これも取り上げることにした。

ここで述べた腐植資材の分析値を Table 6 に示す。

3) 実験計画と結果

とりえず、実験室内で腐植資材によるアルミニウムの吸着試験を行った。その結果を Fig. 17 に示すが、フミン酸塩のように交換性塩基の多い腐植質ほどアルミニウ



$$\text{Log Al maximum adsorption} = 1.17 \text{ CECB} - 0.79 \quad (R^2 = 0.96)$$

Fig. 17. Adsorption of soluble aluminum ion toward the humic materials.

ムを多く吸着することが明らかである。しかし、酸性土壌中での小麦の根の生育には、フミン酸塩よりもビクトリア褐炭とマンジマップピートの方が優れた効果を示すことがわかった (Fig. 18)。このことから、交換性塩基量について最適値が存在するものと思われる。残念ながら地元の Collie (亜瀝青) 炭については今のところよい結果が得られていない。いずれにしても、これらの腐植資材が効果あることを確かめることができた (矢沢ほか, 1998; YAZAWA *et al.*, 1998; 山口ほか, 1998b)。今後は Collie 炭を中心に石灰を用いて塩基量を調節して検討を続けるつもりである。

Corrigin と Dongara の実験場の方は、各種腐植資材と石灰の組み合わせを添加した区画を作り、なじませるため約1年間寝かせて夏季 (11 - 2 月) の降雨によって土性にどのような変化が見られるかを調査中である。その上で、来シーズン (5 月) から小麦あるいはナタネの栽培試験をする予定である。

Table 6. Characteristics of the humic materials introduced to the acid soil in Western Australia.

	HA [%]	Mw [-]	pH	C [%]	N [%]	Exchangeable cation [cmol(+) / kg]				
						Na	K	Mg	Ca	Al
Kalimantan peat (Indonesia)	40.2	22,170	3.7	56.2	1.6	0.32	0.19	5.76	8.12	0.04
Banko coal (Indonesia)	12.3	65,840	3.8	65.8	1.3	0.16	0.05	1.32	11.04	0.28
Manjimup peat (Australia)	30.1	24,620	4.2	-	-	1.85	0.17	8.85	11.64	-
Victorian coal (Australia)	17.0	22,860	4.4	62.5	0.7	2.52	0.13	15.20	22.32	0.04
Collie coal (Australia)	16.8	47,320	3.4	-	-	0.22	0.20	3.25	12.06	-

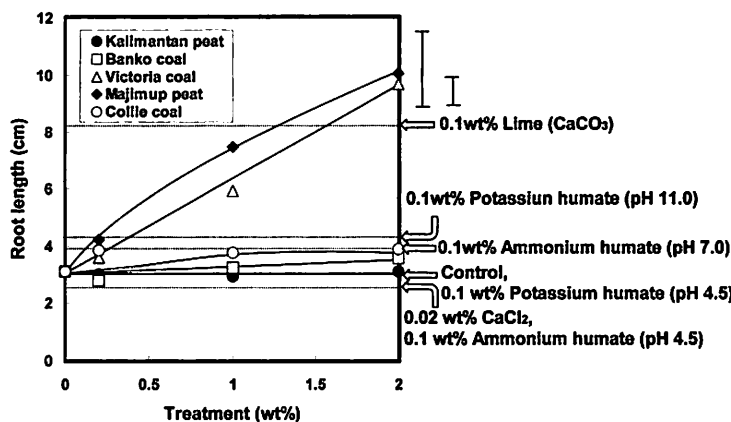


Fig. 18. The effect of humic materials on the growth of wheat roots after 3 days.

5. おわりに

以上、それぞれ特徴ある3実験地での研究経緯を説明してきたが、海外での仕事だけに思うに任せないことも多々あった。しかし、短時間で多くの経験をさせてもらうことができ、はじめに述べたような、素人っぽい単純な発想が現地へいくと意外と当を得ていたと自信を持ていえるようになった。

一方、現地産の資材を使って現地にメリットがあるようにという発想は、国内ではウケないこともわかってきた。我が国にフィードバックがないということであるらしい。

研究プロジェクトとしては、エジプトは終了、中国は継続中、西オーストラリアはこれからという段階である。その研究費はいずれも千葉工業大学からの特別研究費によるものである。それだけに余計な時間を取られずに研究に専念できるはありがたいことであった。こうして自分の仕事をまとめてみると、遺り残したこと、やるべきことが次々と湧き出てきてとどまるところを知らない。これまたありがたいことである。

謝 辞

エジプトの地で実験できたのは、場所選定にご厚情頂いた小池百合子氏、カウンターパートとして便宜をはかって頂いた同国農業省次官Mamdouh RIAD博士、また、栽培現場の指導をして頂いたベラルーシ科学アカデミー会員N.N. BAMBALOV博士、旧ビート研究所G. SOKOLOV博士のおかげであります。

中国カルチン沙地での実験は、鄭 應順教授を始めとする遼寧師範大学地理系の方々、また、孫 鉄衍所長をはじめとする中国科学院沈陽応用生態学研究所の方々のご協力によるものであります。また、中国風化炭の情報および試料は北野興産の北野正一社長よりご提供頂きました。

西オーストラリア大学をご紹介下さったのは筑波大学農林工学系の安部征雄教授・山口智治助教授であります。酸性土壌に関してご指導頂いたのは、UWA 土壌植物栄養学教室のR. GILKES教授、CSIRO Land & Water研究員のM. WONG博士、また、実験資材としてビクトリア褐炭はHRLのH. ALLARDICE博士に、トロピカルビートはGadja Mada大学のB. RADJAGUGUK博士にご便宜・ご提供を頂いた。

以上の方々に改めて謝意を表します。

本稿で述べた研究成果は、以下の引用文献に名を連ねている熱心な共同研究者たちの不断の努力のおかげです。心から感謝しています。

注

- 1) 「荒漠化」について：これまで筆者も沙漠化という言葉を用いてきたが、1997年3月中国科学院応用生態学研究所を訪問した際、そこの研究員から「日本人は沙漠化というのが、我々が問題としていることは荒漠化と呼ぶ方が適切である」との指摘を受けた。漢字の国・沙漠の国の研究者がいうことなので、この際題名に取り入れることにした。
- 2) 実際に、カイロ郊外のDelta Barrageに中近東・アフリカ諸国の農業技術者を教育するトレーニングセンターがあり、我が派遣員にも宿泊場所として提供された。
- 3) Feddan, 1 フェダンはおよそ1エーカーと4,200m²。
- 4) 吉村作治氏のサジェスション。
- 5) 日経産業新聞 (1995. 6. 6)。

- 6) Wadi el Natroon, ワジというが実際には幅3 km長さ20kmにわたる細長い塩湖がある。古代エジプトでミイラ製造に使われていたナトロンはこのあたりから運ばれたのかもしれない。ナトロンとは炭酸ソーダのことでナトリウムの語源である。また、18世紀末(1798)ナポレオンのエジプト遠征に従軍したベルトレ(C.L. Berthollet)が、この湖畔に炭酸ナトリウムが析出しているのを見て食塩濃度が高い状況下ではNaClとCaCO₃からNa₂CO₃とCaCl₂が生成すると考え、現在の化学平衡理論のもととなる発想を得たといわれている。
- 7) これは形式的なことで実際には小池百合子氏にエジプト農業省次官を紹介して頂いた。
- 8) ところがベラルーシ側の不慣れから通関に手間取りその年の夏栽培には間に合わなくなった。
- 9) BAKR, M.A.(1994): Production of peat moss like substance from local organic wastes. *Egypt. J. Soil Sci.*, **34**-1: 1-5.
- 10) 日本沙漠開発協会「エジプトにおける都市廃棄物を利用した有機堆肥の沙漠緑化への活用」(1994)。
- 11) EL-GIBALI, A.A. and BADAWI, A.Y.(1978): Estimation of irrigation needs in Egypt. *Egypt. J. Soil Sci.*, **18**: 159-179.
- 12) 本学土木工学科の故武藤速夫教授が付属研究所の助成金を得て学生とともにウルムチで実験した。同教授は帰国直後急逝された(1993.8.30)。
- 13) 実際は、中国人の草炭専門家を現地に送り込もうとして断られたためである。
- 14) 漢字では科爾沁、英語ではKeerqinと書く。ホルチンあるいはケルチンと表記している会員がいるので、あるモンゴル族の発音を注意して聞いたが、カタカナ書きすると「カルシン」のようであった。外国語のカタカナ化は現地人の発音になるべく近くするのが原則であろうが、ここでは敢えて漢語読みでカルチンとした。タクラマカン(漢語・日本語)とタクリマカン(ウイグル語・英語)もどちらにしたらよいか面倒な問題である。
- 15) 1987年に腐植酸協会が設立され、年4回「腐植酸」という論文誌を刊行している。腐植酸関係の単行本の出版も盛んである。
- 16) 英語ではweathered coalという。地表に近い褐炭層の上層が空気酸化して、自然にできた再生腐植酸が50%も含まれ、水溶性のフルボ酸(黄腐酸)も多く含まれる。
- 17) ウイグル自治区のハミには、すでにフルボ酸を生産する工場(新疆黄腐植酸科技開発公司)があり、FA旱地龍という多効能植物抗旱成長栄養剤を製造している。
- 18) そうかといって、我が方で長期間滞在する資金も人材もない。一番の問題点は、何といってもコミュニケーションがなかなかうまくいかないことである。
よく考えてみれば、大勢の学生を預かる大学の研究者としては、本会誌査読委員の御許しが得られるようなデータをもとに論文を書くことが第一義であって、ODAのようなプロジェクトを遂行することはその任ではない。オーストラリアのようにレベルの高い国と付き合う方が学生のためにもなる

し、費用もかからないことによりよく気がついた。

- 19) 日本のように山から切り出した石灰岩を砕かなくても、石灰の砂丘(lime dune)があり、これをそのまま畑に使用しているのには驚いた。
- 20) 熱帯雨林の湿地帯に堆積する木質系腐植、脂肪族炭素およびカルボキシル基含量の多い腐植酸を多く含むので土壌改良材として有望である。乾燥すると自然発火しやすく、インドネシアあたりでは年中くすぶり続けているそうである。
- 21) 1990年までNEDO・三菱化成・神戸製鋼所がビクトリア褐炭液化プロジェクトを行っていたパイロットプラント跡地で、1988年以来の再訪であった。現在は、流動燃焼方式の発電プラントとして利用されていた。

引用文献

- 金 鳳鶴・山口達明(1995): 中国カルチン沙漠における塩集積土壌改良技術の現状。「沙漠研究」**5**: 1-6.
- 金 鳳鶴・西崎 泰・山口達明・尹 懷寧・白 鴻祥・鄭 應順(1995): 半乾燥地における草炭の土壌改良効果。「日本沙漠学会第6回学術大会(大正大学)講演要旨集」19.
- 金 鳳鶴・西崎 泰・山口達明・尹 懷寧・白 鴻祥・鄭 應順(1996): ビートによる塩集積細地の改良—中国カルチン沙地におけるコーンの栽培—。「日本沙漠学会第7回学術大会(東京大学)講演要旨集」61.
- 金 鳳鶴・西崎 泰・山口達明(1999): 中国における腐植酸の研究と応用の現状。「千葉工業大学研究報告」**46**: 46.
- 西崎 泰・山口達明・金 鳳鶴・王 周・馬 劍(1995): 草炭を利用した沙漠緑化の基礎的研究—中国新疆における制限給水下でのチンゲン菜の栽培—。「日本沙漠学会第6回学術大会(大正大学)講演要旨集」17.
- 西崎 泰・金 鳳鶴・尹 懷寧・白 鴻祥・鄭 應順・山口達明(1998a): アルカリ土壌の改良における天然腐植資材の施用効果に関する経済評価—中国カルチン沙地ガンチカ地区におけるケーススタディー—。「日本沙漠学会第9回学術大会(千葉大学)講演要旨集」55.
- 西崎 泰・篠田 裕・山口達明(1998b): 砂質土壌の改良における天然腐植資材の施用効果に関する経済評価。「第9回日本沙漠学会学術大会(千葉大学)講演要旨集」57.
- 西崎 泰・金 鳳鶴・尹 懷寧・鄭 應順・山口達明(投稿中a): アルカリ土壌の改良における天然腐植資材の施用効果並びにビート採掘跡地利用に関する経済評価—中国カルチン沙地科左后旗地区におけるケーススタディー—。「沙漠研究」.
- 西崎 泰・篠田 裕・山口達明(投稿中b): 砂質土壌における都市ゴミコンポストの施用効果に関するコスト計算—エジプト西沙漠における小麦栽培についてのケーススタディー—。「沙漠研究」.
- 西崎 泰・金 鳳鶴・山口達明(投稿中c): 天然腐植資材を用いたアルカリ土壌の改良—中国カルチン沙地におけるビート

- ・風化炭を用いた水稻栽培実験一、「沙漠研究」。
- リヤド, M. (1996): エジプトにおける沙漠農業について, 千葉工業大学PPA文化講演 (11月18日)。
- 篠田 裕・山口達明 (1996): 草炭を用いたエジプト沙漠における緑化実験と水文観測, 「日本沙漠学会第7回学術大会 (東京大学) 講演要旨集」 11。
- 篠田 裕・山口達明・将 進 (1995): 草炭を用いた中国新疆の沙漠緑化に関する基礎的実験—草炭混入による保水性の変化について—, 「日本沙漠学会第6回学術大会 (大正大学) 講演要旨集」 21。
- 篠田 裕・西崎 泰・野頼成喜・山口達明・王 周・将 進・馬 剣 (1996): 中国新疆における草炭を用いる沙漠緑化の基礎的研究—草炭の保水効果とチンゲンサイのポット栽培実験—, 「沙漠研究」 6: 25-33。
- 篠田 裕・滝 和夫・山口達明 (1997): エジプトのワジ・エル・ナトラン沙漠における気象観測, 「日本沙漠学会第8回学術大会 (鳥取) 講演要旨集」 40。
- 篠田 裕・矢沢勇樹・山口達明 (1998): 乾燥地における土壌水分分布・夜間結露量の測定, 「第9回日本沙漠学会学術大会 (千葉大学) 講演要旨集」 3。
- 篠田 裕・矢沢勇樹・山口達明 (投稿中): 乾燥地灌漑における草炭の保水効果に関する土壌水分移動形態の検討—エジプト西沙漠での現地実験—, 「沙漠研究」。
- 魚森昌彦・矢崎文彦・山口達明 (1995a): ベラルーシ共和国における湖泥 (サブロベル) の開発研究, 「第11回日本腐植物質研究会講演会 (原研) 講演要旨集」 11。
- 魚森昌彦・矢崎文彦・山口達明 (1995b): ベラルーシ共和国における湖泥 (サブロベル) の開発研究—その化学的組成と特性—, 「水環境学会誌」 18: 745-754。
- 魚森昌彦・林 秀和・矢崎文彦・山口達明 (1998): サブロベル (湖泥) の諸特性, 「水環境学会誌」 21: 540-544。
- 山口達明 (1992): インドネシアにおけるトロピカルビートの現状, 「草炭研究会報」 6: 5-7。
- 山口達明 (1994): 未利用資源サブロベル—それを利用する沙漠緑化の可能性—, 「草炭研究会報」 11: 4-5。
- 山口達明 (1996): 沙漠緑化と沙漠化防止, 「草炭研究会報」 21: 5-7。
- 山口達明 (1997): 天然有機資源を利用する沙漠化防止, 「おあしす」 17: 3-4。
- 山口達明・篠田 裕・佐藤嘉久 (1994): フミン酸を用いた塩類集積沙漠土壌改良に関する基礎的研究, 「日本沙漠学会第5回学術大会 (早稲田大学) 講演要旨集」 10。
- 山口達明・西崎 泰・リヤド, M.・サカロフ, G.A. (1996): 乾燥地農業に対するビート・サブロベルの効果—エジプト沙漠におけるキャベツの露地栽培—, 「日本沙漠学会第7回学術大会 (東京大学) 講演要旨集」 65。
- 山口達明・矢沢勇樹・矢崎文彦・尾上 薫 (1997): 風化炭およびトロピカルビートから抽出したフミン酸の性状, 「日本エネルギー学会誌」 76: 491-499。
- 山口達明・西崎 泰・金 鳳鶴・張 春興 (1998a): 天然腐植資材を用いたアルカリ土壌の改良—中国カルチン沙地におけるビート・風化炭を用いた稲作栽培に関する予備的実験—, 「日本沙漠学会第9回学術大会 (千葉大学) 講演要旨集」 19。
- 山口達明・大澤剛寿・矢沢勇樹・西崎 泰 (1998b): フミン酸を用いた酸性砂質土壌中のアルミニウム害の抑制, 「第14回日本腐植物質研究会講演要旨集」 43-44。
- 矢沢勇樹・篠田 裕・矢崎文彦・山口達明 (1996): フミン酸アンモニウムによる砂土中の易溶性塩の除去, 「日本沙漠学会第7回学術大会 (東京大学) 講演要旨集」 27。
- 矢沢勇樹・大澤剛寿・ラジャグックグック, B.・安岡博人・西崎 泰・山口達明 (1998): 酸性砂質土壌のアルミニウム毒に対するフミン酸塩の添加効果, 「草炭研究会報」 28: 4-6。
- 矢沢勇樹・山口智治・安部征雄・山口達明 (投稿中): 西オーストラリア半乾燥耕作地帯の酸性化によるアルミニウム害の現状とその対策, 「沙漠研究」。
- BAMBALOV, N. (1994): Test results of peat and sapropel meliorant used in the primary agriculture development of the desert sandy soil of the UAE. 第4回沙漠緑化に関する講演会 (早大) 11月15日要旨。
- JIN, F., YIN, H., BAI, H., NIKSHIZAKI, Y., ZHENG, Y. and YAMAGUCHI, T. (1997): Amelioration of saline soil with peat—Corn cultivation on soda-alkali soil in Keerqin Desert, China. *7th Asian Chemical Congress, Abstracts I*, 9009。
- JIN, F., NISHIZAKI, Y., YIN, H., BAI, H., ZHENG, Y., WANG, C. and YAMAGUCHI, T. (1998a): Effect of the peat application on the improvement of alkali soil—A case study of maize cultivation in the field of Keerqin Desert, China. *Arid Land Studies*, 8: 61-68。
- JIN, F., NISHIZAKI, Y., WANG, C. and YAMAGUCHI, T. (1998b): Desalination effect of peat application to an alkali sandy soil. *Intern. Peat J.*, 8: 81-86。
- RADJAGUGUK, B., NISHIZAKI, Y., YAZAWA, Y. and YAMAGUCHI, T. (1998): Characteristics of tropical peat and its possibilities as soil ameliorant. *Intern. Peat J.*, 8: 107-112。
- UOMORI, M., YAZAKI, F., YAMAGUCHI, T. and MURAI, S. (1995): The comparison between peat and absorbent polymers on the water absorption in saline solution. *IPS Intern. Symp. on Peat Organic Matter, Minsk, Belarus, Abstract*, 28-29。
- UOMORI, M., YAMAGUCHI, T. and MURAI, S. (1997): The water absorption ability of peat. *Intern. Peat J.*, 7: 41-44。
- YAMAGUCHI, T., NISHIZAKI, Y., JING, S. and SATOU, Y. (1993): Improvement of the water retention and the salinity of desert by humic acid. *Int. Sci. Congress Taklimakan Desert, Urumqi, China, Abstract*, 40。
- YAMAGUCHI, T., NISHIZAKI, Y., HAYAKAWA, T., RIAD, M., IBRAHIM, M., FANOUS, N., BAMBALOV, N. and SOKOLOV, G. (1997a): Arid land reclamation with natural organic materials—effect of peat-sapropel based ameliorant on green cabbage and wheat cultivation in the Egyptian Western Desert. *Arid Land Studies*,

7: 35-45.

YAMAGUCHI, T., NISHIZAKI, Y. and HAYAKAWA, T. (1997b): Effect of peat/sapropel based ameliorant on green cabbage cultivation in the Egyptian Western Desert. *7th Asian Chemical Congress, Abstracts I*, 9008.

YAMAGUCHI, T., HAYASHI, H., YAZAWA, Y., UOMORI, M., YAZAKI, F. and BAMBALOV, N.N., (1998): Comparison of basic characteristics of humic acid extracted from peats and other sources.

Intern. Peat J., **8**: 87-94.

YAZAWA, Y., SHINODA, Y., YAZAKI, F. and YAMAGUCHI, T. (1997): Controlling permeability and salinity in sandy soils with ammonium humate. *Arid Land Studies*, **7**: 23-33.

YAZAWA, Y., DIATROF, E., ROHL, B., WONG, M.T.F., RADJAGUKGUK, B., YAMAGUCHI, T. and GILKES, R. (1998): Improvement of acidic soils of Western Australia using natural organic materials. *9th Intern. Meeting IHSS, Adelaide, Australia., Abstract*, 252.

J A A L S

Prevention of Desertification by Utilizing Natural Humic Resources Found Nearby the Site

Tatsuaki YAMAGUCHI*

This article is concerned to make a survey of the research works on controlling desertification by means of natural humic resources, performed by the group at Chiba Institute of Technology. The primary objective of the research is to search for natural humic materials near the experimental site at an arable site on the move of desertification. The potential of the material as an amendment for the arable land is then examined to improve and utilize it as a crop field.

The examinations were made in the three sites, namely Egypt (Fig. 3), China (Fig. 10) and Australia (Fig. 16), with a variety of soil characteristics (Table 1) and climatic conditions (Fig. 1). Such local materials were introduced as follows: a city-waste compost for the Egyptian site, peat and weathered coal (Table 4) for the Chinese one, and brown coal (Table 6) for the Australian one.

The main objective of the Egyptian project is to reduce the amount of irrigation water in order to cut-down of the cost and also to prevent the salt accumulation from the salty water (Table 2). The production yields of such crops as wheat, maize, potato, etc. showed the potential of the compost for reducing the water requirements (Figs. 5 and 6). Possibility for further rational systems to minimize the management of drip irrigation was suggested by the measurement of the distribution and the retention of water in sandy soil (Figs. 7 and 8). Furthermore, a current trial is undertaken to utilize night dew from the highest humidity (~100%, Fig. 9) at the every early morning on the desert soil surface for the evapotranspiration through plants.

Desalination of alkali sandy soil is a serious problem for agriculture in the Keerqin Desert in China (Figs.10 and 11). The meliorative effects of the local peat application for alkali soil were elucidated for its effect on the ionic profile of soil (Fig. 12) and the production of maize (Fig. 13). Mixing of peat with the structure-less alkali soil increases its water permeability (Fig. 14). This makes it possible to leach out Na^+ from the topsoil by humic acid, which is eluted from the peat, accompanied by the fixation of Ca^{2+} and Mg^{2+} as humates (Fig. 15). In addition, the increase of rice production was shown (Table 5) for paddy fields converted from an alkali arable land with peat and/or weathered coal from Inner-mongolia.

Soil acidification is ongoing in the wheatbelt of the semi-arid zone of Western Australia (Fig. 16). The resulting aluminum toxicity causes a drastic fall in crop productions. The adsorptive power of the local brown coal toward soluble monomeric aluminum ion was examined in the laboratory (Fig. 17). It was also demonstrated that humic materials with the higher base content showed the higher activity for the growth of wheat roots (Fig. 18). The field experiments are in progress.

Key Words: Desertification, Humic substances, Controlled water supply, Alkali soil, Acid soil

* Chiba Institute of Technology, 2-17-1, Tsudanuma, Narashino-shi, Chiba 275-0016, Japan

書 評

赤木祥彦著：『図説 沙漠への招待』河出書房新社
(ふくろうの本), 1998年12月, 127pp., 1,800円

沙漠という地球上の未知の世界へ導いてくれる本書は、その美しさを余すところなく示したガイドブックであると同時に、内容に深みのある学術書でもある。読者は沙漠の紙上探検を満喫するとともに、知らず知らずのうちに沙漠というユニークな存在を思い描き、右脳を活性化し鍛えたり、心地よい開放感にひたったりすることもできるだろう。

本書を一通り眺めてみると、一口に「沙漠」といっても、その姿・色彩は実に多様であり、変化に富んだ様相を呈していることがわかる。長年、沙漠研究に携わってきた著者ならではの、豊かな実地体験に裏打ちされた丁寧でわかりやすい解説も、写真とよくマッチしている。例えば、オーストラリア中央部のエアーズ・ロックは、その迫力ある写真、「地上に現れてから1億年以上たっている…」という説明とともに、簡潔な成り立ちの模式図が添えられており、地球システムの片鱗を学べる。

「沙漠の気候―沙漠ができる仕組み」は読み応えがある。「亜熱帯沙漠」「冷涼海岸沙漠」「雨陰沙漠」「大陸内部沙漠」そして「複数の原因が重なってできる沙漠」とメカニズムが説明され、地表状態の構成プロセスを解く楽しさも味わえる。また、世界における16の主要な沙漠(p.39)も一括して地図で比較することができて好都合である。そして、筆者の沙漠研究の原点、南アメリカ「アタカマ沙漠」と並んで、一般に知名度が低いと思わ

れる北アメリカの沙漠についても、4つの名称とそれぞれの地理的・景観的特徴が示され、知識・情報の整理におおいに役立つ。

「農業」の項では水の利用の知恵や工夫が紹介されている。サウジアラビアの紅海沿岸の耕地では、アシル山地からの洪水を灌漑に用いているが、高所から順次灌水させ、水量に応じて低所へ回す。水源が途絶えれば、次の洪水を待つ。平等ではないが、厳しい環境下で最低限の収穫を得る生きるための知恵といえるだろう。沙漠化については素因と誘因に識別し、素因に早ばつ・社会的条件、誘因に過伐採・過放牧・過耕作・塩害を挙げ、草方格法など有効な沙漠化防止策に触れている。

「沙漠の歩き方」は実用的企画で、沙漠に足を踏み入れる際には必読の章である。十分な水はもちろんだが、毒虫を防ぐ密閉式テント、車での巡検なら砂に埋もれたときのためのスコップと鉄板2枚も必需品とのことだ。また、コラム風にまとめられた「映画に見る沙漠の魅力」はおもしろい。評者も小学生時代にドキュメンタリー映画「沙漠は生きている」を観て、大自然の神秘に深い感銘を覚え、今もその驚きや旋律を忘れられないだけに、一層親しみが湧いてきた。その他「沙漠を背景に描かれた名画」5編が紹介されている。

この小スペースでは十分に本書の魅力を伝えきれないが、内容はとにかく素晴らしい。その上カラーが大変豊富なのに、この廉価は本当にありがたい。学校の図書館はもちろん、個人レベルでもいつも手元に置いておきたい図書である。

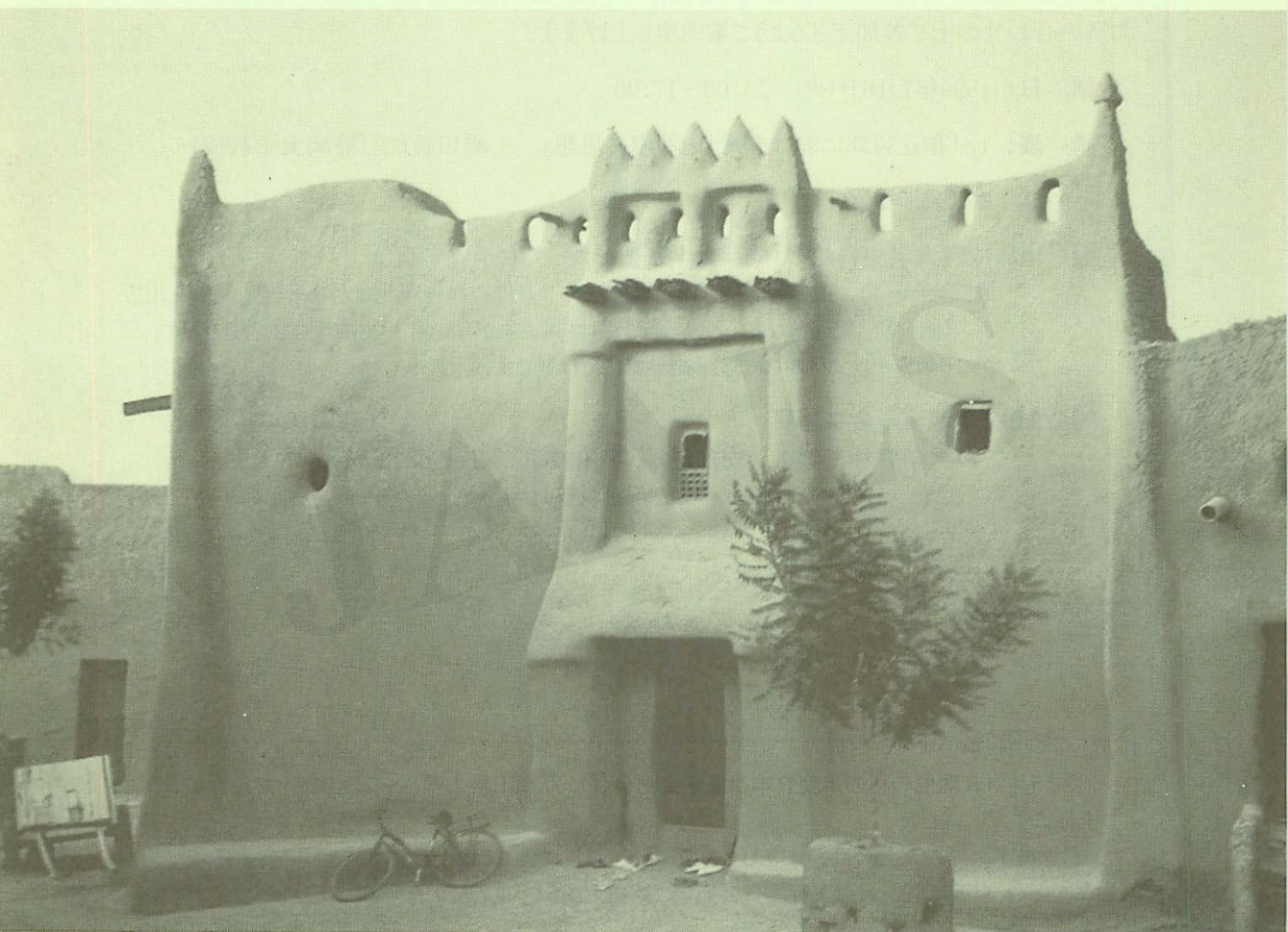
(農業環境技術研究所・地球環境研究チーム 山川修治)

日本沙漠学会ニュース

OASIS 9(1) 1999
[No.26 April 1999]

News and Communications of
The Japanese Association for
Arid Land Studies

おあしす



日本沙漠学会 季節フォーラム'99夏 (第5回)



昨年度より実施しております季節毎のフォーラムも第5回目を迎えます。

和辻哲郎賞受賞者の嶋田義仁氏らを迎えて下記の通りに講演会を開催いたしますので、お誘い合わせの上ご参加下さるようご案内申し上げます。

期 日：1999年7月6日(火) 15:00～17:00

講 演：1. 「和辻哲郎における風土と沙漠の思想」 嶋田義仁 (静岡大学教授)
2. (交渉中)

会 場：成蹊大学史料館 (成蹊大学正門を入って右手直ぐ近く)

成蹊大学へは、JR 三鷹駅北口からタクシー、または吉祥寺駅北口バス乗り場1, 2から出るバス(柳沢駅、電通前などいろいろ行き先はありますが)は、すべて成蹊学園を通ります。かなり頻繁です。バスで約5分、徒歩で15分ほどです。

照会先：日本沙漠学会事務局

筑波大学農林工学系 安部征雄、横田誠司 Tel: 0298-53-4647, 4898

会 員 各 位

来たる5月21日開催の1999年度日本沙漠学会総会(於、高知工科大学)へのご出席をお願い申し上げます。

やむを得ず欠席の正会員は、「おあしす」No.25に同封いたしました、出欠はがきの総会委任状欄にご記名、捺印の上、大会実行委員会宛にご返送下さるよう重ねてお願い申し上げます。

日本沙漠学会事務局

❖ 表紙写真 ジェンネの家 ❖

マリ国ニジェール川内陸デルタにある黒アフリカ最古の都市の一つ、サハラ沙漠を横断する長距離交易の南端の拠点都市として栄えた。日干しレンガをつみ重ねた建築物で、二階建て。表面を手でなでて整えるので、何とも柔らかな感じになる。

嶋田義仁(静岡大学)

日本沙漠学会

第10回学術大会プログラム

日時: 1999年5月21日(金)、5月22日(土)

会場: 高知工科大学教育研究棟 B棟-B106 教室、〒782-8502 高知県土佐山田町宮ノ口 185

交通手段: JR 土佐山田駅下車、車で15分

5月21日(金)

8:45～	受付開始
9:55～10:00	開会の挨拶 (村上雅博:学術大会実行委員長)
10:00～12:30	研究発表、報道(NHK)映像プレゼンテーション
12:30～13:30	昼食・評議員会
13:30～14:30	総会
14:30～17:40	公開シンポジウム(乾燥地と国際協力)
17:40～19:40	懇親会(大学会館2Fレストラン)

5月22日(土)

10:00～11:45	研究発表
11:00～13:00	昼食・編集委員会
13:00～13:45	研究発表
13:45～14:00	休憩
14:00～16:15	研究発表
16:15～	閉会の挨拶(小堀 巖:国連大学)

～大会実行委員会からのお知らせ～

♪ 大会に参加される皆様へ

1) 必ず受付で大会参加の登録をしてください。

2) 大会参加費および懇親会費は、当日、会場受付にてお支払いください。

大会参加費 日本沙漠学会会員=3000円、会員以外=4000円、学生(大学院生を含む)=1500円、

懇親会費 日本沙漠学会会員=5000円、会員以外=6000円、学生(大学院生を含む)=3000円、

3) 所属機関長宛ての出張依頼書が必要な方は、返信用封筒にご自分の宛先と 80 円切手を貼付して、日本沙漠学会事務局にご請求ください。

日本沙漠学会第10回学術大会実行委員会
学術大会事務局 〒782-8502 高知県土佐山田町宮ノ口 185
高知工科大学社会システム工学科(村上雅博)
Tel:0887-57-2418 Fax:0887-57-2420
E-mail: gahaku@infra.kochi-tech.ac.jp

日本沙漠学会事務局
〒305 つくば市天王台1-1-1
筑波大学・農林工学系(安部研究室)
Tel & Fax: 0298-53-4647

日本沙漠学会第10回学術研究大会研究発表プログラム

1998. 5. 21(金)

時刻

9:55 開会の挨拶(村上雅博:学術大会実行委員長・高知工科大学)

研究発表

題目・氏名・所属

番号(国際セッション:日本語)

司会(真木太一:愛媛大学)

- 1, 10:00 西オーストラリア乾燥地緑化
山田興一(信州大学)、小島紀徳(成蹊大学)、安部征雄(筑波大学)
- 2, 10:15 北アフリカにおけるグローバルバイオメタノールの生産—新しい沙漠化対処技術の提案—
西上泰子
- 3, 10:30 シリア国バーディア緑化に関する画像処理による研究
矢崎文彦(千葉工業大学)

番号(国際ゲスト・セッション:英語)

司会(松本聡:東京大学)

- 1, 10:45 ICARDA's Role to Serve for Farmer of Dry Lands.
Dr. Muhammad Tahir (Director, ICARDA Regional Office in IRAN)
- 2, 11:05 UNU & Arid Land Studies
Dr. Zafar Adeel (Academic Officer, United Nations University)

番号(乾燥地と水の映像番組—NHKセッション—)

司会(山口智治:筑波大学)

- 1, 11:25 恵みの海ふたたび ~カザフスタン・アラル海~(1997年6月放映)
福山隆一(NHK高知放送局)、石田紀郎(京都大学)
- 2, 11:55 パレスチナ水物語(1998年11月放映)
北村卓三(NHK衛星放送局/ハイビジョン)、村上雅博(高知工科大学)

12:30~13:30 昼食・評議員会

13:30~14:30 総会

公開シンポジウム「乾燥地と国際協力」(14:30~17:40)

- | | | |
|-------|----------------------------------|------------------|
| 14:30 | はじめに | 高知県文化・環境部長 |
| 14:40 | 日本の国際協力—アフリカ・中東地域の課題— | 神田道男(国際協力事業団) |
| 14:55 | 四万十川方式による汚水処理と乾燥地の環境管理 | 松本 聡(東京大学) |
| 15:10 | 国際協力と地方の国際化戦略 | 雲見昌弘(国際協力事業団) |
| 15:25 | 沙漠と共に生きる—私の見た国際協力の光と陰— | 小堀 巖(国連大学) |
| 15:40 | 中東の紛争と平和の行方 | 中島 勇(財団法人・中東調査会) |
| 16:55 | 中東水資源と平和協力の新パラダイム | 村上雅博(高知工科大学) |
| 17:10 | 総合討論 司会:江口 卓(高知大学) 総括:小堀 巖(国連大学) | |
| 17:30 | 閉会 | |

17:40~19:40 懇親会(学生会館2Fレストラン)

1999. 5. 22(土)

研究発表

- 題目・氏名・所属
番号 (環境問題-1) 司会(江口 卓:高知大学)
- 4, 10:00 蒸発促進剤を用いた土壌水分の排水
小川哲夫、安部征雄、内藤大嗣、横田誠司(筑波大学)
 - 5, 10:15 蒸発力を利用した塩類除去の方法
安部征雄、仲谷知代、桑畑健也(筑波大学)、鶴井純(日本工営)
 - 6, 10:30 天然腐植資材を用いたアルカリ土壌の改良
西崎泰(千葉工業大学)
 - 7, 10:45 乾燥地における夜間結露量測定を試み
篠田裕(千葉工業大学)
 - 8, 11:00 山形県鶴岡市および山形市で採取したエアロゾル中のSr同位体組成
田中真理子、矢吹貞代、柳澤文孝、小谷卓(理化学研究所)
 - 9, 11:15 焼成ボーキサイトの保水性・透水性
浜野裕之、加藤茂、清水智弘、小島紀徳(成蹊大学)、山田興一(信州大学)
 - 10, 11:30 太陽エネルギー利用における塩水淡水化システムの開発
山口智治、金井源太、横田誠、河合良典(筑波大学)
 - 11, 11:45 乾燥地の輪作灌漑農地における水・塩動態
北村義信(鳥取大学)

12:00~13:00 昼食・編集委員会

研究発表

- (環境問題-2) 司会(渡邊紹裕:大阪府立大学)
- 11, 13:00 柴達木盆地におけるオアシスの建設による局地気候の変化について
杜明遠(農業環境技術研究所・気象管理課)、真木太一(愛媛大学)
 - 12, 13:15 ジャガラモガラ風穴とカレーズ周辺の気候と植生の特徴
真木太一(愛媛大学)
 - 13, 13:30 植生指数と乾燥指数による土壌劣化地域の特定
蒲生稔(つくば 資源環境研・環境影響予測部)、篠田雅人(東京都立大学)
 - 14, 13:45 活性酸素消去系を強化した形質転換タバコの塩ストレス耐性能
山内靖雄(鳥取大学)

休憩(15分間) 13:45~14:00

研究発表

- (植生・土壌) 司会(北村 義信:鳥取大学)
- 15, 14:00 天然有機物を用いた酸性土壌の改良—土壌溶液の化学的組成と小麦根への影響—
矢沢勇樹、M.T.F.Wong、R.J.Gikes、山口達明(千葉工業大学)
 - 16, 14:15 サヘル地域におけるワジを利用した農業開発
森本一生(農用地整備公団海外事業部)
 - 17, 14:30 中国ホルチン沙地における砂漠化程度と土壌腐植の集積
白戸康人(つくば 農業環境技術研究所)
 - 18, 14:45 Recent Issues Related to Irrigation Management in Egypt.
Tughiro Watanabe, Tarek Kotb and Yosiko Ogino.(大阪府立大学)
 - 19, 15:00 Possibility of Agricultural Expansion in Egypt in View of the Available Water Resources
Tughiro Watanabe, Tarek Kotb and Yosiko Ogino.(大阪府立大学)

(リモートセンシング) 司会(高木方隆:高知工科大学)

- 20, 15:15 中国乾燥地の沙漠とオアシスの気候変化・気候差と微気候緩和
杜明遠(農業環境技術研究所・気象管理課)、真木太一(愛媛大学)
- 21, 15:30 植生リモートセンシングにおけるモンゴル草原の土壌観測
吉野敦雄、高木方隆、村上雅博(高知工科大学)
- 22, 15:45 Estimation of Linear Dune Heights from SAR Data
ムハタルチョン
- 23, 16:00 CORONA衛星写真から見たトルファン盆地のカレーズ
相馬秀廣・高田将志(奈良女子大学)・池上佳芳里・篠原美佳・三谷涼恵(奈良女子大学・院)
- 16:15 閉会の挨拶(小堀 巖:国連大学)
終了

□ 研究発表会場:次ページの地図をご参照下さい。

□ 研究発表者へのお願い

- 1) 発表時間は一人あたり15分間(発表:12分間、質疑応答3分間)です。
- 2) 発表時間開始時刻の30分前に、研究発表受付でチェック・インをすませてください。
- 3) スライドを使用する場合、ご自分でスライド・ケースにセットしてください。
- 4) PC プロジェクター(Dos/Windows)の利用は可能ですが、万一のことを考えて OHP 等の準備もしておいてください。
- 5) 発表時に参考資料等を配付される方は、100部用意して受付にお渡しください。

□ 「おあしす」掲載用の研究発表要旨原稿提出のお願い

学術大会における研究発表(各研究発表、各公開シンポジウム講演)の要旨を学会ニュース「おあしす」No.27(1999年7月発行予定)に掲載致しますので、発表者は原稿のご提出を下記要項にてお願い申し上げます。

1. 1課題につきタイトル、講演番号(シンポジウム講演については不要)、発表者名(所属)、要旨(25字×7行=175字以内、厳守。超過分はカットされることがあります)をご準備ください。
2. 横書きとし、講演番号(半角空け)タイトル/行変え/(2字下げ)発表者名(後ろにカッコで所属を記入)/行変え/要旨(頭だけ1字下げ)の順として下さい。
3. 英数字、単位は、原則として半角として下さい。字数調節のため、句読点は適宜半角としても可。ゴシックなど文字飾りや枠は付けなくて下さい。

[Sample :印刷時の体裁] (25字詰、要旨は7行以内)

9. 焼成ポーキサイトの保水性・透水性に関する基礎的
検討ー蒸発促進機能を付加したソーラスチルの基本特
性ー

山口智治・横田 誠・金井源太・…(筑波大学)、
小島紀徳(成蹊大学)、村上雅博(高知工科大学)
太陽熱直接利用型ソーラスチルの造水効率を上げるた
め、水盤表面に集熱膜を置き、さらに水盤底部裏面にポ
ーキサイトを…(以下省略、全7行以内)

4. 原稿の送付は、原則として、下記アドレスへE-mail(添付ファイルとせず、通常のテキストとして)で送付するか、テキストファイルとして保存したディスクを発表当日受付にご提出下さい。上付、下付、特殊記号などは使用しないで下さい。もし講演題目にこれらの文字がある場合は、プリントアウトした原稿にコメントを書き入れたものも提出して下さい。
5. 期日までにご提出頂けない場合は編集委員会の判断で、掲載されない、タイトルのみ掲載、あるいは短い要旨をご了解を得ずに掲載する等のいずれかの処理を致しますので、ご了承下さい。
6. 提出期限:学術大会当日(できるだけ事前にE-mailでお送り下さい。大会終了後6日以内であれば受け付けます)
7. 提出先:日本沙漠学会第10回学術大会実行委員会学術大会事務局

〒782-8502 高知県土佐山田町宮ノ口185 高知工科大学社会システム工学科(村上雅博)

E-mail : gahaku@infra.kochi-tech.ac.jp

Fax : 0887-57-2420

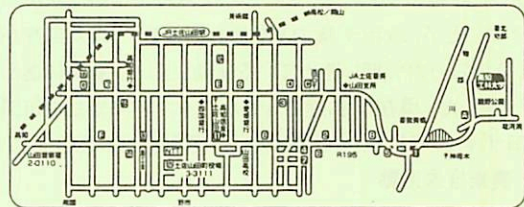
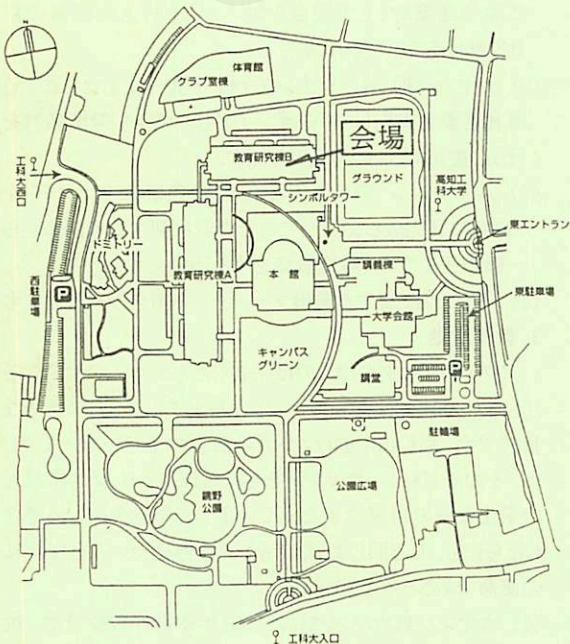
公開シンポジウム

テーマ: 乾燥地と国際協力(14:30~17:40)

日本の国際協力は、東西冷戦構造の崩壊に伴い、旧来の経済開発協力から一歩進んで地域の紛争を予防・解決し平和を構築する新しい視点を組み込んだ協力システムに向けてパラダイムシフトを起こしている。特に水資源に係わる地域紛争が絶え間なく続き先が見えないまま 21 世紀を迎えようとしている乾燥地・沙漠地帯の発展途上国における経済協力や技術協力について各分野からの情報交換・意見交換を行い、国際協力の新パラダイムの方向性を踏まえて砂漠研究のさらなる展開をはかることを期し本シンポジウムを企画しました。

司会 江口 卓 (高知大学・人文学部・教授)

- | | | |
|-------|------------------------|---|
| 14:30 | はじめに | 高知県文化・環境部長 |
| 14:40 | 日本の国際協力—アフリカ・中東地域の課題— | 神田道男 (国際協力事業団・無償資金協力部・部長) |
| 14:55 | 四万十川方式による汚水処理と乾燥地の環境管理 | 松本 聡 (東京大学・大学院・農学生命科学研究科・教授) |
| 15:10 | 国際協力と地方の国際化戦略 | 雲見昌弘 (国際協力事業団・四国支部・支部長) |
| 15:25 | 沙漠と共に生きる—私の見た国際協力の光と陰— | 小堀 巖 (国連大学・学術局・顧問) |
| 15:40 | 中東の紛争と平和の行方 | 中島 勇 (財団法人・中東調査会、中東情報センター長) |
| 16:55 | 中東水資源と平和協力の新パラダイム | 村上雅博 (高知工科大学・社会システム工学科・教授) |
| 17:10 | 総合討論 | 司会: 江口 卓 (高知大学、学術大会実行副委員長)
総括: 小堀 巖 (国連大学) |
| 17:30 | 閉会 | |



大学への交通手段

高知自動車道南国ICから車で約20分

JR高知駅 徒歩約12分

JR土佐山田駅 徒歩約30分

はりまや橋 徒歩約30分

JR土佐山田駅 徒歩約30分

はりまや橋 徒歩約30分

高知空港から車で約15分

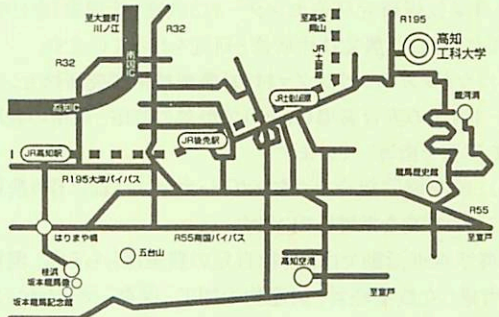
JR土佐山田駅 徒歩約30分

JR土佐山田駅 徒歩約30分

JR土佐山田駅 徒歩約30分

JR土佐山田駅 徒歩約30分

JR土佐山田駅 徒歩約30分



アフリカ村おこし運動 代表：サンガ・ンゴイ・カザディ（三重大学生物資源学部）

21世紀を迎えるに当たって、今までの北の先進国と呼ばれる国々の価値観、物差しで発展を考えていくことに限界がある、と人々は気づいています。しかし今こそ「後れている」「世界のお荷物」と思われているアフリカが、21世紀の地球に人類が生き残るための、知恵と希望を与えられるのではないかと私は思います。

「アフリカ村おこし運動」は、ただ単に、今かawaiiそうなアフリカを助けるためのプログラムではありません。21世紀にアフリカが、先進国と対等なパートナーとして、その大切な役割を果たせるよう、応援するためのプログラムです。

従来のODAをはじめとするアフリカへの援助は、今多くの反省を持って再考されようとしています。なぜなら今までの援助の多くは、援助する側からの視点から行われ、またアフリカ側も、困ったら先進国に頼めばよい、と思ってきたからです。

「アフリカ村おこし運動」はアフリカ人が外からの力ではなく、自分たちの手で、自分たちが主人公になる発展を考え、実行するためのプログラムです。その意味で日本の支援者の方々は、彼らのいわば「サポーター」といった役割でしょうか。そしてそのサポーターの方々の深いご理解をご支援のお陰で、今年6月10周年を迎えます。

その間、ブルンジの内乱、ザイールからコンゴ民主共和国への政権の交代など、いろいろな複雑で困難な状況がありましたが、政治や権力と関係なく、「アフリカ人自身が自分たちの力で押し進めている運動」として、着実に進んできました。現在は私達の小さな力をコンゴ民主共和国（旧ザイール）に絞って、次のような活動を行っています。

1. 農業推進活動

アフリカの人口の70～90%は農村地に住んでいます。これらの田舎の人々が自分たちの田舎の可能性を生かすことこそが、アフリカの真の発展につながると私は考えます。

- (1) コンゴ民主共和国・カタンガ州の州都ルブンバシ市に「農業技術研究研修センター」（3教室1管理室）を1995年に完成し、農業技術研修と研究を行っています。
- (2) カタンガ州シナンガ村の「農業技術研究研修センター」附属の実習農場（10ha）で野菜の栽培と果樹の栽培の実習を指導しています。
- (3) 農業協同組合をカタンガ州・カヤンバ郡に作り農民自らの自立を指導しています。

農業推進活動では、自給自足の農業はもちろん、環境を考慮した農業経営、農産物の加工、保存、マーケティング

などを指導しています。コンゴは基本的には豊かな大地です。しかし開発の仕方を誤ると、砂漠のような土地になってしまいます。南アフリカでは肥料や農薬を多量に使用し、疲弊し捨てられてしまった農場がたくさんあります。同じような過ちを犯さないためにも、環境を重視した継続的な農業を指導しています。

2. 環境保全と回復活動

環境気候学者としての私の研究からわかったことは、この30年間の間に、アフリカの環境が大きく変化しているということです。コンゴ盆地でさえ、年間降雨量の減少、年平均気温の上昇、乾季の長期化という、砂漠化の兆候が見られます。これは人々が料理のために森林を伐採したり、より付加価値の高い農作物を作るために焼き畑農業を行ったり、山焼きをししたりするからです。これらの人的森林伐採のスピードが昔に比べ早くなっていることが、気候の大きな変動の原因と考えられます。そして、アフリカの気候は、地球の他の地域の気候と無関係ではないため、地球全体に及ぼす影響は計り知れません。故に一刻もはやこれをくい止め、環境を回復し、保全する必要があります。

そのため、私達は、次のような活動を行っています。

- (1) カタンガ州・カヤンバ郡で油ヤシの植林を行っています。現在15,000本（15ha）を植え、村人の手によって大切に育てられています。これらの木は大きくなって、村人に油や建築材として現金を生み出し、村人の経済の自立を助けることになります。
- (2) カヤンバ郡でも、シナンガ村でも、子どもたちによる植林活動を実施しています。子どもの頃から環境教育を行う必要があるとの考えからです。
- (3) ルブンバシ市に、「環境技術研究研修センター」を1999年3月完成しました。ここで環境に関する専門家から、一般市民まで広く環境教育をする予定です。
- (4) アフリカに関する環境データベースづくりを行っています。

3. 教育活動

アフリカの未来を作るのは子どもたちです。ですから子どもたちの教育は、この「アフリカ村おこし運動」の大きな目的です。私も40年前はコンゴの田舎の子どもの一人でした。その子どもが、チャンスを与えられ、今日本で日本人の学生たちの指導に当たっています。今田舎にいる子どもたちにも、私と同じようなチャンスを与えたい。それが私の使命であると考えています。

- (1) カヤンバ郡カバンバ村に1991年中高等学校を設立、校

舎も電気も何もない田舎ですが、毎年優秀な卒業生が出、その内何人かが大学に進学しています。

(2) ルブンバシ市内に通う大学生に奨学金と生活費を援助しています。1999年3月現在5名の学生が勉強しています。

(3) 子どもたちの植林活動・農業活動にたいして、日本から文房具を送ったり、学校に設備を送ったりして、教育活動を支援しています。日本からの物資の支援はこのような、活動に対する報酬として送っています。なぜなら、アフリカの人々も(子どもも)ただで物が手に入るわけではないということを、学ぶ必要があると考えるからです。

(4) ルブンバシ市の孤児の家「アニーの家」を建設し、支援しています。ここでは6～15歳の元ストリートチルドレンが、学校に行きながら生活しています。

(5) 1997年からシナンガ村に中高等学校を建設し、現在6教室ある校舎はほぼ完成しました。現在残る学生寮の建設準備のため基金を募っています。(寮建設費合計1千万円、一口千円から)

4. インフラストラクチャーの整備

(1) カンバ郡では、30人のチームで道路管理人制度をつくり、道路整備を行っています。自分たちの道路と自覚し、自分たちの力で整備していくよう指導しています。

(2) カンバ郡のルバングレ川の沼の中に幅7m 道路を3km、人力でつくりました。将来ルバングレ川とムロンゴ川に建設する計画です。

(3) カンバ郡とシナンガ村では、数年度中に住民の

健康指導と治療を目的とした、メディカルセンターを建設する計画です。

(4) ルブンバシ市の「農業技術研究研修センター」と「環境技術研究研修センター」に「適正技術研究研修センター」を加えて、「アフリカ環境資源開発研究センター」を設立します。

このように総合的なプログラムで様々な活動を行っています。これらの活動はアフリカ人がアフリカで行っている活動ですが、「遠いアフリカの彼らの活動」ではありません。21世紀の地球にアフリカ人が貢献できるよう、そして、日本をはじめとする先進国のよりよいパートナーとなるよう、今アフリカをサポートしていく運動です。

この運動のサポーターには①教育スポンサー(年間1万円:6年間継続希望します)、②植林スポンサー(初年度1万円、2～5年度五千元:5年間継続希望します)、③農業スポンサー(年間1万円)、④協力者(一口千円:何口でも)、⑤シナンガ中高等学校支援(一口千円:何口でも)、⑥カバンバ中高等学校支援(一口千円:何口でも)があります。どうかみなさんも是非参加してください。私も日本とアフリカの架け橋となって頑張るつもりです。

事務局「アフリカ村おこし運動」

〒514-0035 三重県津市西丸の内17-1 近畿ビル2B

Tel: 059-228-1699 Fax: 059-227-1967

新刊紹介

真木太一著『緑の沙漠を夢見て』メディアファクトリー、1998年7月、128pp., 2,400円

本書の構成は、Foreword(序文)、目次、①砂丘の虜、②砂の紋様、③風の造形、④水の造形、⑤砂に根を張る、⑥押し寄せる砂と乾燥、⑦緑の沙漠を夢見る、Author's Note(あとがき)の128頁からなる。写真集には厳選された100枚および表紙の2枚の計102枚のカラー写真が掲載されている。これらは印象的・神秘的・魅力的な写真として選定したものである。

本書は写真集であるため、当然写真が中心であるが、内容的に大きく区分した上記の7つの項目には、それぞれ500字程度の関連事項の自然科学的な解説と、その他の9頁分には、同様に500字程度の興味深い事項が適宜、随筆風に掲載されている。

特徴としては、短い格言的な引用文が本の前後に配置され、簡単な中国地図がある他、本の表紙には写真(本号の口絵3-1, 2)を大きく掲載しているが、逆に書名、著者名は小さく目立たないようにしてある。また、本の題名が9頁目、奥付けが10頁目、序文が12頁目にあるなどの配置に特徴があり、126頁目に著者の経歴と著書、127頁目に著者の近影がある。

写真は特に詰めることはしないで、スペース、遊びの空間があり、頁数が横向きに付けてあるなど、各種の特徴的な工夫が凝らされている。さらには、解説は多くしないで、十分空白を取ってあり、写真の下には一部の例外を除いて、タイトル文を1行付けてあるのみである。

ご覧いただければ幸いです。

(愛媛大学農学部 真木太一)

学 会 記 事

第43回理事会

日 時:1999年2月3日(水)13:30~14:55

場 所:成蹊大学工学部11号館小会議室

出席者:小堀 巖, 吉野正敏, 安部征雄, 小島紀徳,
小林登史夫(委員:横田誠司)

議 事:

[報告事項]

1. 会務(総務・務財務)関係報告

安部理事より, 会員移動状況, 会費納入状況, 交換文書等につき報告された。

2. 編集委員会報告

小島理事より, 「沙漠研究」Vol.8, No.2および「おあしす」No.25の刊行について報告された。

[審議事項]

1. 1999年度年次大会について

安部理事より, 高知工科大学村上雅博大会委員長より送付された1999年度年次大会の実施案細について報告され, 了承された。また, 評議員会および総会資料について現在準備中であることが併せて報告された。

2. 1999年度秋季シンポジウムについて

シンポジウムの開催時期, テーマ, 会場について審議された。開催時期は, 諸行事の関係上, 11月中旬または下旬とし, テーマ, 会場については更に検討することとした。

3. 季節フォーラム第4回について

季節フォーラム第4回の開催期日, 講演者について審議し, 期日は4月6日(於, 成蹊大学工学部), 講演を高橋 裕氏ならびに白石雅美氏に依頼することとした。

第44回理事会

日 時:1999年4月6日(火)13:00~14:55

場 所:成蹊大学工学部11号館小会議室

出席者:小堀 巖, 吉野正敏, 安部征雄, 片倉もとこ,
小島紀徳, 嶋田義仁, 山口智治(委員:横田誠司)

議 事:

[報告事項]

1. 会務(総務・務財務)関係報告

安部理事より, 会員移動状況, 会費納入状況および季節フォーラム'99冬の実施について報告された。

2. 編集委員会報告

小島理事より, 新年度からの「沙漠研究」の発行方針ならびに Vol.9, No.1の編集状況について報告された。

[審議事項]

1. 1999年度評議員会・総会議案について

1) 安部理事より1998年度事業経過報告案について, 山口理事より決算案について報告され, 審議の上, 了承された。また, 決算については, 今理事会後に会計監査を受ける旨, 報告された。

2) 安部理事より1999年度事業計画案について, 山口理事より予算案について, それぞれ報告され, 審議の上, 了承された。

2. 1999年度秋季シンポジウムについて

秋季シンポジウムの開催案について審議された。本年の学術大会が四国での開催であることから, 会場については関東地区として, 具体的候補については, なお会長, 副会長で各機関に折衝することとした。

3. 季節フォーラム第5回について

季節フォーラム第5回の開催期日, 講演者について審議し, 期日は7月6日(於, 成蹊大学工学部), 講演者は嶋田義仁氏, 他1名とし, 未定者については候補者と至急折衝することとした。

季節フォーラム'99冬(第4回)

季節フォーラムは4回目を迎え, 約40名の参加者を得て開催されました。

期日:1999年4月6日(火)15:00~17:00

会場:成蹊大学3号館101号室

講演課題・講演者:

1. 世界水会議と沙漠

高橋 裕 (東京大学名誉教授)

2. サウジアラビアにおける大規模緑化プロジェクト

白石雅美 (アラビア緑化株式会社)

* * * * * 会 員 異 動 * * * * *

◆新入会員

井上光弘

所 属:鳥取大学乾燥地研究センター
緑化保全部門土地保全分野
〒680-0001 鳥取市浜坂1390
TEL 0857-23-3411

自 宅:〒689-0202 鳥取市美萩野2-255-2
TEL 0857-59-1013

吉川 賢

所 属:岡山大学農学部総合農業科学科
生態系保全学講座森林保全学研究室
〒700-8530 岡山市津島中1-1-1
TEL 086-251-8376
FAX 086-251-8388
自 宅:〒700-0803 岡山市北方3-3-39
TEL 086-222-1580
FAX 086-222-1580

中村 徹

所 属:筑波大学農林学系
〒305-8572 つくば市天王台1-1-1
TEL 0298-53-4629
FAX 0298-53-6617
自 宅:〒300-3254 つくば市鹿島台12-8
TEL 0298-64-3252

◆退会

和井内徹, 牟田口義郎, 福田 純, 橋本英樹, 真木博敏,
白井義人, 石井国友, 田中 収, 尾碕哲二, 富岡倍雄,
並河萬里, 藤沢 章, 八木幸二

◆会員状況 (1999年4月20日現在)

正 会 員:420名
学生会員: 53名
総会員数:473名

◆転居先不明

五十嵐敏之, 川並正樹



日本沙漠学会誌「沙漠研究」投稿規定

(1999 年 4 月 6 日改訂)

1. 日本沙漠学会誌「沙漠研究」は、沙漠ならびに乾燥・半乾燥地に関する広範な分野の研究成果を掲載し、内外の研究交流を図ることを目的とし、年 4 回発行（季刊）を原則とする。
2. 投稿の資格 投稿原稿の著者（連名の場合は 1 名以上）は日本沙漠学会の正会員でなければならない。ただし編集委員会が認めた場合はその限りではない。
3. 原稿の種類と長さ 原稿の種類と標準となる長さ（図表を含めた刷り上がりページ数）は次のとおりとする。なお標準を上回る長さの原稿の掲載が認められた場合、超過ページ分の経費は著者の負担とする。使用言語は日本語および英語とする。
 - (1) 原著論文 (Original Article) : 著者のオリジナルな研究の成果で、他の著書、学術雑誌に未発表のもの。10 ページ以内。
 - (2) 短報 (Research Note) : 速報的・中間報告的、あるいは補足的ではあるが、オリジナルな研究の成果で他誌に未発表なもの。4 ページ以内。
 - (3) 総説・展望 (Review) : 特定の問題について従来の研究結果・資料に基づき総合的に論じ、あるいは将来への展望を述べたもの。10 ページ以内。
 - (4) 資料・報告 (Material・Report) : 研究あるいは実用面で価値が高い事項について関連する資料をまとめたもの。4 ページ以内。
 - (5) 講座 (Lecture) : すでに学問大系が確立された事項について客観的に取りまとめ、専門外の会員にも理解できるよう平易に記述したもの。10 ページ以内。
 - (6) 書評 (Book Review) : すでに出版されている書籍などの内容を批判的に解説したもの。2 ページ以内。
 - (7) その他: 編集委員会が必要と認めたもの。
4. 原稿の書き方 別に定める執筆要領、および *Instructions to Contributors* による。
5. 原稿の採否 原稿は編集委員会内で規に従って審査を行い、採否を決定する。編集委員会は査読結果に基づき、原稿の一部変更を求めることがある。
6. 原稿の送付先 コピー 4 部を日本沙漠学会編集委員会宛に簡易書留で送付する。
7. 原稿の返却 受理された原稿は返却しない。ただし、図・表・写真については希望があれば返却する。
8. 校正 著者校正是初校のみとし、以降の校正是原則として編集委員会が著者の初校に従って行うが、初校ミスは著者の責任とする。著者校正是誤植によるもののみとし、新たな加除訂正あるいは図表の縮小率などの変更は認めない。
9. 別刷 原則著者負担とする。負担額は別に定める。
10. 著作権 すべて日本沙漠学会に属する。著者が一部を転載する場合には下記に連絡の上予め許可を得る。
11. 投稿料 一部著者負担とする。負担額は別に定める。

※原稿送付先: 日本沙漠学会編集委員会 宛
〒180-8633 武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1
成蹊大学工学部工業化学科 小島紀徳気付
Tel : 0422-37-3750
Fax : 0422-37-3871

◇投稿規定内規 (1999 年 4 月 6 日改訂, 1999 年 6 月 1 日からの投稿分より適用)

1. 投稿料金: 以下に該当しない場合は無料。非会員からの投稿は 1 件あたり 50,000 円 (依頼の場合無料)。投稿規定制限頁数超過 1 頁あたり 10,000 円 (依頼の場合無料)、カラー頁 1 頁あたり 80,000 円。

2. 別刷料金 (別刷り注文は 50 部単位とする。国内宛郵送梱包料は無料とする。)

投稿規定中の制限頁数	初めの 50 部 (表紙を付ける場合)		追加 50 部あたり	海外郵送・梱包料 (50 部あたり)
10 頁以内 (原著論文等)	15,000 円	(20,000 円)	3,000 円を追加	3,000 円を追加
4 頁以内 (資料等)	10,000 円	(15,000 円)	2,000 円を追加	2,000 円を追加
2 頁以内 (書評等)	8,000 円	(13,000 円)	1,000 円を追加	1,000 円を追加

依頼原稿の場合: 50 部無料 (海外郵送料を含む)。

3. 支払方法: 学会からの請求による。

経費請求に関する問い合わせ先: 〒305-8572 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学農林工学系 山口智治

Tel: 0298-53-6763, Fax: 55-2203, e-mail: yamatomo@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

日本沙漠学会誌「沙漠研究」執筆要領

(1995年10月23日改訂)

1. 用紙・様式 邦文・英文原稿（英文要旨を含む）ともに A4 サイズの用紙を用い、天地・左右のマージンを十分とって、ワードプロセッサにより次の要領で書くことを原則とする。
 - a) 邦文原稿は、1 ページあたり 25 字× 30 行（750 字）のフォーマットで書く。
 - b) 英文原稿は、12 ポイントの字体を用いて、ダブルスペースで書く。
 - c) 使用ソフトは特定しないが、完成した原稿は、併せてテキスト形式のファイルに変換し、フロッピーディスクに保存する。
 - d) フロッピーディスクは原稿が受理となった後あるいは編集委員会の求めに応じて、その表面に使用機種・ソフト等を明記して提出する。
 2. 英文原稿は、本執筆要領とともに別に定める *Instructions to Contributors* の規定に従って書き、著者の責任でネイティブスピーカーなど、しかるべき人の校閲を予め受けるものとする。編集委員会が校閲を必要と判断し、校閲者を斡旋した場合には、校閲に要する経費は著者の負担とする。
 3. 邦文原稿は次の順に整える。英文原稿の場合は邦文原稿に準じて整えるが、2. に相当する邦文要旨は編集委員会の了承の上で省略することができる。
 - (1) 表紙：原稿の種類、題名（書評の場合は書名等）、著者氏名（会員資格）、所属機関名および所在地、連絡先住所・電話番号・Fax 番号・e-mail アドレスを書く。題名、著者氏名、所属機関名・所在地には英訳を併記する。英文原稿の場合は、それぞれに邦文を併記する。
 - (2) 英文要旨：原著論文・論説、総説・展望には 250 語内外、短報・資料には 100 語内外の英文要旨を記載し、5 語以内のキーワードを添える。英文要旨から図一覧表までをとってページを付ける。
 - (3) 本文
 - (4) 引用文献
 - (5) 表
 - (6) 図一覧：図番号、タイトル（必要に応じて凡例、説明文を付ける）をまとめる。
 - (7) 図：図番号と著者名を、鉛筆にて右下に記載する。
 4. 図表 表は別紙に書き、縦罫は用いない。図は 14 × 19cm 以内にそのまま縮小印刷されることを考慮して書き、A4 版サイズ of 用紙上にまとめる。写真も図扱いとし、図とともに一連番号を付ける。図表の挿入位置は本文原稿の右端に明示する。図表中およびタイトルで用いる言語は邦文、英文のいずれかとし、一つの論文中で統一する。原図は、原稿が受理となった後、あるいは編集委員会の求めに応じて提出する。
 5. 本文
 - (1) 抄録・書評は次例の見出しから書き始め、文の末尾に筆者の氏名を記す。

小川 了：『サヘルに暮らす—西アフリカ・フルベ民族誌—』NHK ブックス 540, 日本放送出版協会, 1987, 222p., B6 版, 750 円。

ROGNON, Pierre: *Biographie d'un désert: Le Sahara*. L'Harmattan, Paris, 1994, 347p., A5 版。
 - (2) 他の原稿種類については、本文形式を特に限定しないが、論旨を明確に簡潔に記載する。
 - (3) 脚注は使用しない。注が必要な場合には本文末尾にまとめる。
 - (4) 単位は SI (The System Internationale) を用い、略記・略号の使用はスタンダードなものに限る。
5. 引用文献 本文中では市川 (1988), 小川 (1987), ROGNON (1994), または、……である (TUCKER *et al.*, 1981, 1985; GROVE, 1986a, b; LEAN and WARRILLOW, 1989; 天谷ほか, 1984; 田中・長, 1987) のように書く。成書などからページを指定して引用するときは、小堀 (1972: 15-17) のように、年号の後ろにページを記載する。本文の後ろに引用文献をまとめる。邦文の文献について欧文の文献を、それぞれ著者名のアルファベット順に並べる。雑誌の場合、巻 (号) : ページを記載するが、通しページの場合は号は省略してもよい。そのほか詳細は下記の例および慣例に従う。

天谷孝夫・長堀金造・三野 徹 (1984) : 当面する物質移動の課題。『土壌の物理性』49: 3-8.

市川正巳 (1988) : 世界における沙漠化とその研究の現状。『地理学評論』61A: 89-103.

小堀 巖 (1972) : 『沙漠』日本放送出版協会。

小川 了 (1987) : 『サヘルに暮らす—西アフリカ・フルベ民族誌—』NHK ブックス 540, 日本放送出版協会。

田中 明・長 智男 (1987) : 土壌の保水性及び透水性と作物根への水分供給力。『九大農芸誌』41-1/2: 63-70.

GROVE, A.T. (1986a): The scale factor in relation to the processes involved in “desertification” in Europe. In FANTECHI, R. and MARGARIS, N.S. eds., *Desertification in Europe*, D. Reidel, Dordrecht, 9-14.

- GROVE, A.T. (1986b): The state of Africa in the 1980s. *Geogr. J.*, 152: 193-203.
- LEAN, J. and WARRILLOW, D.A. (1989): Simulation of the regional climatic impact of Amazon deforestation. *Nature*, 342: 411-413.
- ROGNON, P. (1989): *Biographie d'un Désert: Le Sahara*. L'Harmattan, Paris.
- TUCKER, C.J., HOLBEN, B.N., ELGIN, J.H and McMORTREY, J.E. (1981): Remote sensing of total drymatter accumulation in winter wheat. *Remote Sensing of Environment*, 11:

171-189.

- TUCKER, C.J., TOWNSEND, J.R. and GOFF, T.E. (1985): African land-cover classification using satellite data. *Science*, 227: 369-375.
- YOUNG, J.A. and YOUNG, C.G. (1992): *Seeds of Woody Plants in North America*. Dioscorides Press, Portland.
7. 最終原稿の提出 原稿が審査を経て受理となった後、編集委員会からの指示にしたがって最終原稿と原図をフロッピーディスクとともに提出する。論文の最終的な調整とレイアウトは編集委員会の責任で行う。

日本沙漠学会報告・会員のページ「おあしす」投稿執筆要領

(1999年4月6日制定)

1. 「おあしす」(学会報告/会員のページ OASIS(news and communications))は、日本沙漠学会記事および学会員からの投稿からなり、相互の情報交換を図ることを目的とする。「沙漠研究」誌刊行に併せて掲載するが、「沙漠研究」とは通しページとせず、独立のページとする。また、迅速な情報交換のため、査読、著者校正は行わない。2, 5, 8, 11 月末までに寄稿された原稿は、原則、最新の沙漠研究と併せて発行される「おあしす」に掲載される。詳しくは編集委員会に問い合わせされたい。
2. 投稿の資格 投稿原稿の著者(連名の場合は1名以上)は日本沙漠学会の正会員でなければならない。ただし編集委員会が認めた場合はその限りではない。
3. 原稿の種類と長さ 「おあしす」には、形式にとらわれず様々な形で寄稿可能である。典型的な原稿の種類と標準となる長さ(図表を含めた刷り上がりページ数)は次のとおりとする。また原稿内容によっては審査の上「沙漠研究」に転載することもある。邦文原稿を原則とするが編集委員会が認めた場合は英文も可とする。
 - ☐ 表紙写真(モノクロ)と、その解説(300 ~ 1,000 字)。口絵として「沙漠研究」に掲載することもある。
 - ☐ 論壇(1,000 ~ 1,500 字程度)。巻頭言として「沙漠研究」に掲載することもある。
 - ☐ 学術大会・秋季シンポジウム報告
 - ☐ 国際会議・シンポジウム報告
 - ☐ 分科会報告
 - ☐ 賛助会員プロフィール
 - ☐ 研究所紹介
 - ☐ プロジェクト・研究・活動紹介
 - ☐ 新刊紹介

☐ 会員の声(200 字から1ページ程度まで)

☐ その他(編集委員会が認めたもの)

4. 原稿の書き方 分類、タイトル、著者名および連絡先を明記の上、原稿を下記に送付する。なお上記の標準ページ数は図表込み、刷り上がり1頁は、25 字×45 行×2 段=2,250 字とする。タイトルには8 行分を必要とする。詳細は最新の「おあしす」を参照されたい。
5. 原稿の採否 原稿は編集委員会で採否を決定する。標準的長さであれば原則として変更を求めないが、制限ページを超えた場合、あるいは編集上の都合等により著者の了解を得ずに短縮・加筆・修正を行うことがある。
6. 原稿の送付先 コピー1部(Fax も可)およびフロッピーディスク(e-mail も可)を日本沙漠学会おあしす編集委員会宛に送付する。
7. 原稿の返却 受理された原稿は返却しない。ただし、図・表・写真については希望があれば返却する。
8. 校 正 校正は編集委員会内で行う。
9. 別 刷 特に希望する場合は投稿時に申し込む場合に限り別刷り作成も可能であるが、経費は著者負担とする。負担額は「沙漠研究」に準ずる。
10. 投稿料 投稿料は無料とする。

※原稿送付先: 日本沙漠学会おあしす編集委員会

委員長 嶋田義仁

〒422-8529 静岡市大谷 836 静岡大学人文学部

Tel/Fax: 054-238-4499, e-mail: jsysima@hss.shizuoka.ac.jp

注) 広告掲載および入会についての問い合わせは下記へ。

〒305-8572 つくば市天王台 1-1-1 筑波大学農林工学系

山口智治: Tel: 0298-53-6763, Fax: 55-2203,

e-mail: yamatomo@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

Instructions to Contributors

Journal of Arid Land Studies is a broad-based archival journal for the publication of significant research results in all areas concerning deserts, arid and semi-arid lands.

Papers will be published only when they are judged by the Editor to be characterized by some general significant conclusions or by experimental and field data having probable lasting value. It is understood that a paper submitted to this Journal has not been previously published, accepted for publication or submitted for review elsewhere.

Four copies of manuscript in English should be submitted to (hold original figures and diskette until acceptance):

The Editorial Office, The Japanese Association for
Arid Land Studies
c/o Prof. T. KOJIMA Dept. Ind. Chem., Fac. Eng.,
Seikei Univ., 3-3-1 Kichijoji-Kitamachi
Musashino-shi, Tokyo 180-8633, Japan
Phone +81-422-37-3750, Fax +81-422-37-3871
e-mail kojima@chgw.ch.seikei.ac.jp

Submitted manuscripts will not be returned whether they are published or not. Original figures, tables and photos may be returned if authors desired.

Paper Categories

1. **Full-length Original Articles**— Formal presentation of significant and completed research projects. Enough originality is required. The length should be less than ten printed pages (about 7000 words, incl. Figs. etc.).
2. **Research Notes**— Brief reports with originality. Supplemental or intermediate reports. Reports which require prompt publication is also submitted. The length should be less than four printed pages (about 2800 words, incl. Figs. etc.).
3. **Others**.— Articles which are approved by the editorial committee. As to the details, please contact the editorial office.

Proofs and Charges

The authors are requested to correct only first proofs carefully. Some parts of publication and reprint charges may be imposed (see the last part of this instruction).

Copyright Transfer

Upon acceptance of an article by the Journal, the copyright of the article is transferred to The Japanese Association for Arid Land Studies.

Manuscript Preparation

All manuscript should be prepared on A4 (or 8.5 by 11 in.) paper in the order. The text has to be prepared on a diskette, using Word, WordPerfect or similarly well known word processing system, in double-spacing with 12 point or similar size typeface.

A) Title Page with the following items in this order.

- a) **Category** of paper.
- b) A descriptive and concise **title** of the paper.
- c) Authors' **names, affiliation(s), and address(es)**: first names, middle initials, if any, and surnames followed by their affiliation(s) and address(es). The author to whom **correspondence** should be addressed is to be identified using superscript, * with **phone and fax numbers**.
- d) Five or less **Key words**.

B) Abstract is to be clear and concise. The **length** is around 250 words for full-length Original Articles 100 words for Research Notes.

C) Main Body should be prepared clearly and concisely.

The precise arrangement of the text are left to the authors' discretion. (Each author may choose the format best suited to the paper.) **Figures and Tables** should not be included but be cited in the body. The **placement** of the Tables and Figures appearing first should be clearly identified by noting their numbers in the right hand margin. **Footnote** may not be used. Notes should appear at the end of the body, if necessary.

SI (The system Internationale) unit should be used wherever possible. Standard abbreviation may be used.

Literature is to be cited in the text as ROGNON (1994), or (TUCKER *et al.*, 1981, 1985; GROVE, 1986 a, b; LEAN and WARRILOW, 1989). The words "*et al.*" should be used for three or more authors. Lowercase letters

following year may be used if necessary to identify. Cited pages from books should be identified as YOUNG and YOUNG (1992: 15-17).

D) Literature cited should appear at the end of each text in an alphabetical order. Give complete information as in following examples:

- GROVE, A.T. (1986 a): The scale factor in relation to the processes involved in "desertification" in Europe. In FANTENCI, R. and MARGARIS, N.S. eds., *Desertification in Europe*, D. Reidel, Dordrecht, 9-14.
- GROVE, A.T. (1986 b): The state of Africa in the 1980s. *Geogr. J.*, 152: 193-203.
- LEAN, J. and WARRILOW, D.A. (1989): Simulation of the regional climatic impact of Amazon deforestation. *Nature*, 342: 411-413.
- ROGNON, P. (1994): *Biographie d'un désert: Le Sahara*. L'Harmattan, Paris.
- TUCKER, C.J., HOLBEN, B.N. ELGIN, J.H. and McMORTREY, J.E. (1981): Remote sensing of total drymatter accumulation in winter wheat. *Remote Sensing of Environment*, 11: 171-189.
- TUCKER, C.J., TOWNSHEND, J.R.G. and GOFF, T.E. (1985): African land-cover classification using satellite data. *Science*, 227: 369-375.
- YOUNG, J.A. and YOUNG, C.G. (1992): *Seeds of Woody Plants in North America*. Dioscorides Press, Oregon.

E) Tables should be typed on separate sheets and be prepared in order.

F) Figure captions should be typed on a separate sheet.

G) Figures should be drawn in black ink on a white background. The size of the lettering should be proportional to that of the drawing; it must be a minimum of 3 mm high when the illustration is reduced to 67 mm wide or 140 mm wide. First author's name and figure number should be written in pencil on the right corner of the sheet. **Photos** may be included as Figures. Three printed photos, or one original and two high quality reproductions, pasted on A4 paper should be submitted for reviewing process.

H) After the manuscript has been reviewed and accepted for publication, the author should not carry out any other corrections than that are requested. **The final version** of the text is then submitted to the Editorial Board together with **original figures**, and a **diskette** following the special instructions to be sent to the author. The diskette should include an **additional text** converted into an MS-DOS text file (ASCII file). The Editorial Board is responsible for the final arrangement and layout of the articles.

For domestic contributors

The authors are requested to prepare Japanese translations of the following items on a separate page; A-a) title, c) Author(s)' name(s), affiliation(s) and address(es), in the title page, and B) abstract.

To be a member of The Japanese Association for Arid Land Studies: Contact: Dr. T. YAMAGUCHI,

Inst. Agr. Forest Eng., Univ. Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, 305-8572, Japan

Phone + 81-298-53-6763, Fax + 61+298-55-2202
e-mail yamatomo@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

Publication and reprint charges (valid for articles submitted after June 1, 1999)

Publication charge*: 50,000 Jp. Yen/article (free for members of The Japanese Association for Arid Land Studies)

Excess page charge*: 10,000 Jp. Yen/one excess printed page. Color page charge: 80,000 Jp. Yen/one color page.

Reprint charges (Should be ordered at the unit of 50 reprints. Domestic mailing cost is free)

paper categories	first 50 reprints* (with cover)	per additional 50 reprints	overseas shipping and handling
original articles	15,000 Jp. Yen (20,000Jp. Yen)	add 3,000 Jp. Yen	add 3,000 Jp. Yen/ 50 reprints
research notes	10,000 Jp. Yen (15,000Jp. Yen)	add 2,000 Jp. Yen	add 2,000 Jp. Yen/ 50 reprints

*Free for invited articles (incl. overseas shipping and handling charge for first 50 reprints)

編集後記

日本沙漠学会では、これまで年間2号の学会誌を発行してきましたが、昨年に年間4号発行を決定してから1年間をかけて種々準備をしていました。その結果、このたび年4号体制の9巻1号が完成しました。1年の期間をかけて季刊誌にすることは確かな判断であったと思います。この間に原著論文、短報、資料は言うに及ばず、その他、特集、小特集なども充実させるべく努力してきました。

特に、4号体制になると原稿が不足しがちであるということで、総説特集をスタートさせることになり、毎号3～5編の総説を入れて充実させることになりました。その手始めとして本号では「沙漠の気象・気候—微気象から大気候まで—」を掲載しました。また、季節フォーラム報告として展望総説などを入れるとともに、ニューズレター「おあしす」を取り込むことになり、分科会報告、プロジェクト研究紹介、学会記事、季節フォーラム案内などが加わります。

以上のような形式で、今後とも編集委員会一同、努力して「沙漠研究」を発行したいと思っています。会員の皆様には、どのように感じられたことでしょうか。学会誌をより一層拡充させるために、ご感想、ご意見、特に建設的なコメントなどがありましたら編集委員会宛お知らせください。

なお、従来の「沙漠研究」と「おあしす」の編集委員会は合併した編集委員会となりましたので、ご協力のほどをよろしくお願いいたします。

最後にもう一つのお願いは、当然のことですが、原著論文、短報、資料、その他の原稿を、今まで以上に活発にご投稿ください。会員の皆様の活発なご参加を期待しています。

(編集委員 真木太一)

編集委員

小島紀徳 (委員長: 成蹊大学) 嶋田義仁 (副委員長: 静岡大学) 安部征雄 (筑波大学) 池谷和信 (国立民族学博物館) 石山 隆 (千葉大学) 梅村 坦 (中央大学) 大槻恭一 (鳥取大学) 岡田昭彦 (科学技術振興事業団) 小口 高 (東京大学) 尾崎益雄 (前橋工科大学) 相馬秀廣 (奈良女子大学) 高橋 悟 (東京農業大学) 千代延恵正 (東京大学) 杜 明遠 (農業環境技術研究所) 深井善雄 (アース&ヒューマンCo.) 真木太一 (愛媛大学) 松本 聡 (東京大学) 森 忠保 (ウイジン) 山口智治 (筑波大学) SINHA, Sangeeta (成蹊大学) 書記: 黒瀬匡子

日本沙漠学会編集委員会 / 〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1

成蹊大学工学部工業化学科 小島紀徳 気付

Tel: 0422-37-3750, Fax: 0422-37-3871, e-mail: kojima@chgw.ch.seikei.ac.jp

Editorial Board

Toshinori KOJIMA (Chief Editor), Yoshihito SHIMADA, Yukuo ABE, Kazunobu IKETANI, Takashi ISHIYAMA, Hiroshi UMEMURA, Kyoichi OTSUKI, Akihiko OKADA, Takashi OGUCHI, Masuo OZAKI, Hidehiro SOHMA, Satoru TAKAHASHI, Yoshimasa CHIYONOBU, Myungyuan DU, Yoshio FUKAI, Taichi MAKI, Satoshi MATSUMOTO, Tadayasu MORI, Tomoharu YAMAGUCHI, Sangeeta SINHA

Editorial Secretary: Kyoko KUROSE

Editorial Office of The Japanese Association for Arid Land Studies

c/o Department of Industrial Chemistry, Faculty of Engineering, Seikei University

3-3-1 Kichijoji-kitamachi, Musashino-shi, Tokyo 180-8633, Japan

Tel: 0422-37-3750, Fax: 0422-37-3871, e-mail: kojima@chgw.ch.seikei.ac.jp

本誌の刊行にあたっては文部省科学研究費補助金 (研究成果公開促進費) の援助をうけた。

編 集: 日本沙漠学会編集委員会 / 〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町3-3-1

成蹊大学工学部工業化学科 小島紀徳 気付

Tel: 0422-37-3750, Fax: 0422-37-3871, e-mail: kojima@chgw.ch.seikei.ac.jp

発 行: 日 本 沙 漠 学 会 / 〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

筑波大学農林工学系乾燥地工学研究室 安部征雄 気付

Tel/Fax: 0298-53-4647, e-mail: abe@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

©The Japanese Association for Arid Land Studies

定価 1,500円 (本体1,492円)

発行日 1999年 4月 25日

印刷: 佐藤印刷 (株)

JOURNAL OF ARID LAND STUDIES

CONTENTS

Foreward Toshio KOBAYASHI

Frontispieces

1. Minoru GAMO: Classification of Arid Regions by Climate and Vegetation
2. Syuji YAMAKAWA: Composite Upper Cloud Amount Distributions in the Periods of Highly Developed El Niño
3. Taichi MAKI: Greening of Deserts for Prevention of Desertification

Special Reviews

"Meteorological Phenomena and Climates in Deserts

—From Micrometeorological Phenomena to Macroclimates—"

- Taichi MAKI and Mingyuan DU: Micrometeorological Phenomena and Microclimatic Improvement in Deserts 1-10
- Mingyuan DU and Taichi MAKI: Desertification, Biomass Increasing and Climate Change 11-16
- Minoru GAMO: Classification of Arid Regions by Climate and Vegetation 17-26
- Shuji YAMAKAWA: The Relationships between Desertification and Global Warming / El Niño 27-36

Invited Reviews

- Toshio KOBAYASHI: The Differences of Common Senses and Risk Management Arisen from the Agricultural System — Comparing Japan to West Europe after 13th-century — 37-44
- Taichi MAKI: Greening of Deserts 45-49

Original Articles

- Tetsuo OGAWA, Yukuo ABE and Masuo OZAKI: Effective Salt Water Elimination Using Evaporation Accelerators 51-59
- Taichi MAKI: Climatic Characteristics on the Caves at Tendo Jagaramogara Basin in Japan and a Karez at Turpan Basin in Arid Land of Northwest China 61-78

Special Reports

- "Proceedings of Ninth and Tenth Symporiums on Arid Land Technology"
- Summary 79-80
- Yutaka SHINODA: On Measurement of Soil Moisture in Arid Land 81-89
- Sangeeta SINHA, Toshinori KOJIMA and Sanjay KUMAR: Major Solar Thermal Applications in India — Development, Viability and Limitations — 91-97
- Masao TOYAMA: Present Conditions and Protection Policies of the Desertification in the Great Grassland in Mongolia 99-104
- Tatsuaki YAMAGUCHI: Prevention of Desertification by Utilizing Natural Humic Resources Found Nearby the Site 105-122

Book Review 123

OASIS (News and Communications)