

砂漠化と農業

誌名	熱帯農研集報
ISSN	03888355
著者	内山, 泰孝
巻/号	61号
掲載ページ	p. 71-85
発行年月	1988年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



砂漠化と農業

内山 泰孝

童謡「月の砂漠」は、千葉県御宿海岸の砂丘に立って、加藤まさを氏が想像した美の世界であるが、その情景が多くの日本人の頭の中を占める砂漠像になっている。しかし、現実の砂漠は、そこに唄われているようなロマンチックなものではない。時には死の海とも見える大自然の厳しい営みがそこにある。

砂漠化問題が世界的規模で論じられるようになったのは、1968～1973年にアフリカ大陸のサハラ周辺を襲った大干ばつの後である。1977年の夏ケニアのナイロビで開催された、国連主催の砂漠化防止会議(United Nations Conference On Desertification、略称 UNCOD)で、砂漠化問題は一挙に盛り上がり、これに類する会議やシンポジウムがしばしば開催されるようになった。その論議の熱は、アフリカの雨の降り方に影響されるかのように、時には高く、時には冷却しながらも、次第に多くの日本人の関心を引きつけるようになってきた。政府ベースでも、最近にわかに論議が高まり、たとえば科学技術庁、環境庁、通商産業省、農林水産省等で、視点はそれぞれ異なるが、砂漠化問題の検討が進められている。

ところで、砂漠とか砂漠化とかいう言葉は漠然とわかっていくような気もするが、明確に定義することは意外に難しい。ここに、筆者の手持ちの資料を整理し、「砂漠」および「砂漠化」像を描くことを試みた。本稿は、解説というよりは、筆者による問題提起と考えていただくのがよいと思う。これを機会に、より多くの方々に砂漠化問題を考え、理解していただければ幸いである。また、筆者の論説に対し、多くの御批判や御異見(あえて「異」と書く)をお寄せいただくことを期待している。

1. 砂漠について

1) 砂漠の定義

小堀¹⁴⁾は、著書「沙漠」の冒頭に、明治36年に出版された牧野常三郎の「人生地理学」の一節「志賀いわく、沙漠は草樹ほとんど無く、水ほとんど無き砂礫の大海なり」を引用し、「これは、まことに簡明に沙漠の特性を説明している。また、砂漠と書かず沙漠と

したところは、私のもっとも欣快とするところで、砂漠という書き方から、砂漠=砂沙漠の印象は、長い間日本人の沙漠観を毒してきたものといえよう。」と述べている^{注)}。

一般的には、砂漠とは、「降水量が少なく、植生が見られないかまたは植生が少なく、人間の活動も制約されている地域」と理解され、乾燥地域と同じ意味に使用されることもあるが、乾燥地域のうち、より乾燥した部分に使用されることが多い。英語の Desert はラテン語の Desero (見捨てる) に由来するもので「見捨てられた土地」を意味するといわれる。赤木¹⁾は、砂漠の範囲を、Meigs の乾燥地域分布図(図1)のうち、極乾燥地域と乾燥地域(狭義の)に相当するとしている。なお、南極などの高緯度地域や高山地域にも乾燥した地域が見られ、寒冷地砂漠と呼ばれているが、この地域は乾燥地域の特性より寒冷地域の特性が著しいため、砂漠の区分に含められないことが多い。

2) 成因による砂漠の分類

砂漠は乾燥の世界であるが、降水量が少ないところであるというのは正確でない。亜熱帯砂漠には250～300mmの年降水量のあるところが多い。砂漠になるか否かは、乾燥の程度と関係する。それを決めるのは水収支、すなわち降水量と蒸発散量の差である。降水量が少なくても、蒸発散量がそれより少なければ、土壌水分があるから植物は育ち、砂漠にはならない。反対に降水量が少々多くても、蒸発散量がそれより多ければ土壌水分が欠乏して植物は育たない。

乾燥の程度を決定するのに用いられる方法は、総て水収支の考え方を基礎としている。すなわち、降水によるインプット P と蒸発散によるロス E_t 、それに貯留量の変化との関係である。乾燥地域は、年間を通じて $P < E_t$ と定義でき、この関係の大小が乾燥の程度を決定する。一般には、可能蒸発散量 $P E_t$ 、すなわち、水不足を生じていない地表からの蒸発散量が実験的に求められており、これが用いられる。 $P E_t$ は、灌漑条件下で草本植物が生育するために必要な水とほぼ同じ量である。

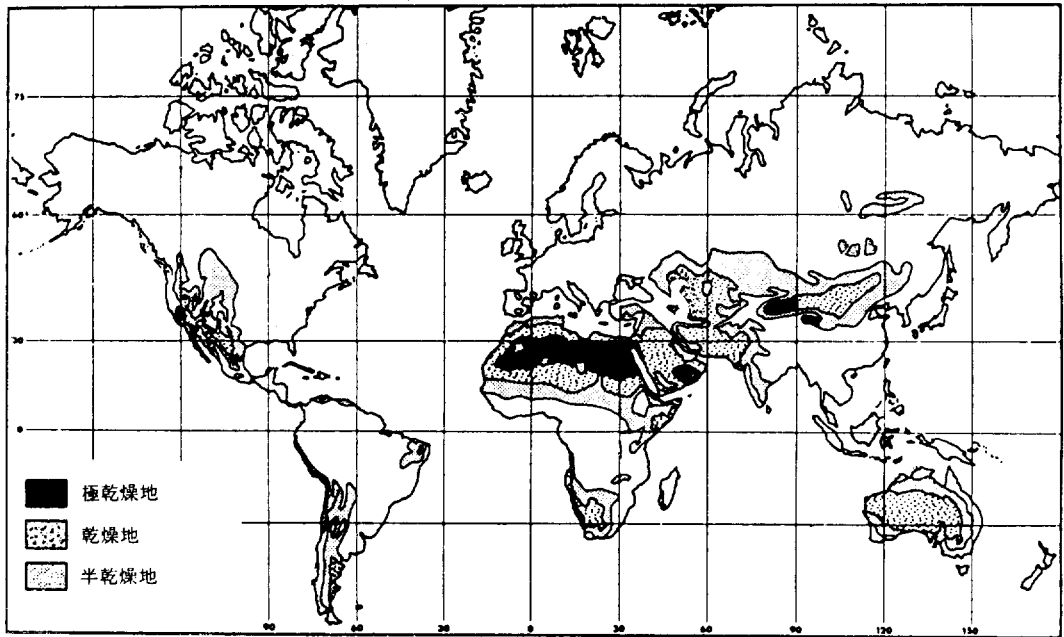


図1 世界の乾燥地分布 (Meigs, 1953に基づく。Drenge, 1967)

THORNTHWAIT は次のような乾燥指数 (Aridity index) を考案した。すなわち、

$P = P_{Et}$ のときの指数を 0、

$P = 0$ のときの指数を -100、

P が P_{Et} より著しく大きいときの指数を +100 とした。実際には、

指数 = 0 ~ -20 のとき半湿润

指数 = -20 ~ -40 のとき半乾燥

指数 = -40 以下のとき乾燥 とした。

MEIGS は、この分類を認めた上で、-40 以下を乾燥と極乾燥に分け、少なくとも 12 か月間全く降水が記録されない局地的な場所を極乾燥地域とした。

乾燥する気象条件は 2 つある。下降気流があることおよび水蒸気輸送量が少ないことである。

図 2 に世界の主な砂漠の分布を示す。砂漠は成因により亜熱帯砂漠、雨陰砂漠、海岸冷涼砂漠、大陸内部砂漠に分類されるが、これらの 2 つないし 3 つの性格を併有する砂漠が多い。なお、亜熱帯砂漠および雨陰砂漠は下降気流が砂漠生成の主たる原因、海岸冷涼砂漠および大陸内部砂漠は水蒸気輸送量の少ないことが砂漠生成の主たる原因となっている。

亜熱帯砂漠：南北緯 30° を中心とした地域は亜熱帯高圧帯におおわれており、下降気流が発達しているために雨が降りにくく、砂漠が生じる。すなわち、赤道付

近は、太陽からの放射エネルギーを他の地域より多く受けるため、赤道付近の空気は熱せられて上昇し、そこにまわりの空気が流れ込む。このため、地上に近いところでは、中緯度地域 (亜熱帯) から赤道に向けて風が吹く。一方、急上昇した赤道上空の空気は冷やされ、蓄えていた水分は凝結し、雨となって赤道付近の地上に降る。水蒸気の水になる際に発する潜熱を受けて、水分を失った空気は温度が高くなり、高度約 10km まで上昇した後、気温の低い極方向へと移動し始め、次第に熱を失って行く。温度が下がるにつれて密度が高くなって重くなり、下降し始める。この際、断熱圧縮により 100m 下降するごとに約 1°C 上昇しながら下降し、中緯度地域の地表に乾熱風となって吹きつける。この風の大部分は大地を乾燥させながら再び赤道に向かって移動する。このようにして亜熱帯砂漠が生じる。ただし、大陸の東側には大洋上の高気圧から吹き出す風による降雨があり、砂漠は見られない。亜熱帯砂漠としては、北半球ではサハラ砂漠からタール砂漠 (インド) にかけて、南半球ではカラハリ砂漠 (ボツワナ)、オーストラリア砂漠等がある。

雨陰砂漠：風は山脈を越えるとき風上側斜面に降雨をもたらし、山脈の風下側では下降気流となり、いわゆる雨陰効果を引き起こして乾燥する。山脈が高いほど、この雨陰効果が高く、大山脈の風下側にしばしば砂漠が形

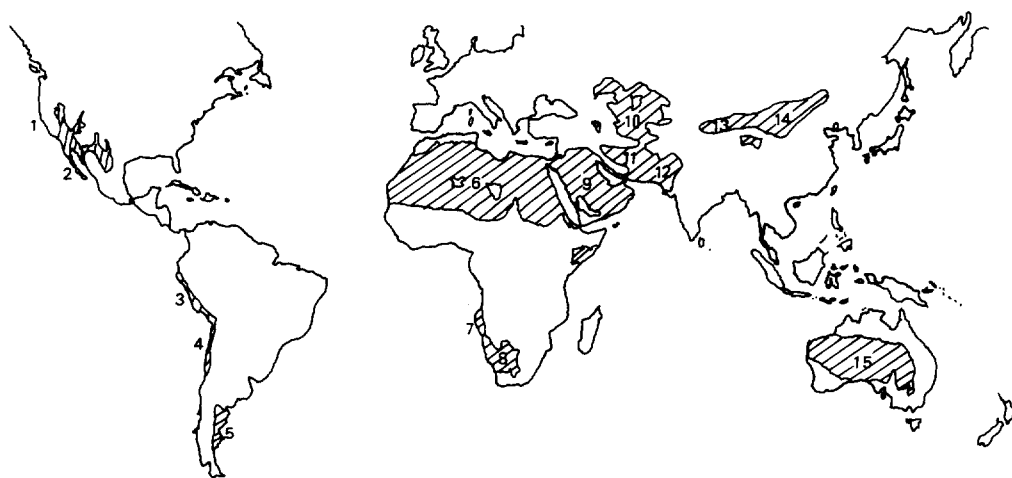


図2 世界の主な砂漠

1	グレート・ベースン	6	サハラ	11	イラン
2	ソノラ	7	ナミブ	12	タール
3	ペルー	8	カラハリ	13	タクラマカン
4	アタカマ	9	アラビア	14	ゴビ
5	パタゴニア	10	トルキスタン	15	オーストラリア

成される。アメリカ西部のシエラ・ネバダ山脈とロッキー山脈の間にあるグレート・ベースン砂漠（ネバダ州、アリゾナ州等）、南米のアンデス山脈の東側に位置するパタゴニア砂漠（アルゼンチン）等が、典型的な雨陰砂漠である。

海岸冷涼砂漠：大陸の西岸には、高緯度地方からの寒流が流れており、しかも地球の自転の影響により、亜熱帯で深海の冷水が湧き上っている。そのため、この地域の海上の空気は冷却されており、また湿度が比較的低く、これが陸上に移動して暖められると一つの安定した気流になり、降水をもたらさない。このような地域は世界で最も乾燥した砂漠になると言われ、サハラ砂漠の西端、ナミブ砂漠（ナミビア）、オーストラリア砂漠の西端、アタカマ砂漠（チリ北部）などが典型的な海岸冷涼砂漠である。

大陸内部砂漠：大きな大陸の内部は、海からの距離が大きいため、風上側に大きな山脈がなくても、海からの水分は途中で蒸発または降水によって失われるので乾燥する。ユーラシア大陸の内部は、ヒマラヤ山脈や大興安嶺等の雨陰砂漠であると同時に大陸内部砂漠である。

3) 砂漠気候の特徴

砂漠気候の特徴の一つは、降水量が少ないだけでな

く、不規則なことである。平均年降水量は、亜熱帯砂漠ではおおむね250～300mm以下である。非常に乾燥しているアタカマ砂漠の中心部は3mm程度であり、サハラ砂漠の内部では多くの地点で25mm以下、ときにはエジプトとスーダンの国境付近のように1mm以下のところもある。

砂漠の降水量変動係数は、一般に30%以上で、湿潤地に比べて著しく高い。降水量変動係数は、次式によって示される。

$$\text{降水量変動係数} = \frac{\text{平年値からの偏差}}{\text{年降水量平年値}} (\%)$$

ローマでは14%に過ぎないのに対し、中部サハラでは80～100%、リビア・サハラでは100%以上、ダクラ（エジプト）では150%にもなる。たとえば、カイロにおける25年間の平年降水量が24mm、最大年降水量が63mm、最小年降水量が3mm、また24時間最大降水量は44mmと記録されている。また、タマンラセット（サハラ中央部）の平年降水量は27mmであるのに、1950年9月に3時間で44mm降った記録がある⁸⁾。

砂漠では、降水の経年変化に加えて、空間的变化も大きい。イスラエルのネゲブ砂漠で、10haの区画内に設置した20か所の雨量計が示した数値は、同時間の降雨でも2.2～7.8mmの中があったという⁸⁾。

熱帯・亜熱帯の砂漠は基本的には高温であるが、海

岸砂漠と内陸砂漠では異なる傾向が見られる。すなわち、海岸砂漠では気温の季節変化や日較差は比較的小さい傾向にあるが内陸砂漠では、日中は著しく高温になり、夜間は低下して、日較差が20°C以上になることも多い。カリフォルニアのデス・バレイでは最高気温57°C、最大日較差41°Cという記録がある⁸⁾。また直射日光下の地表温度の最高値はサハラで78°C、カリフォルニアで70°Cという記録がある⁸⁾。

また、多くの砂漠において、砂塵を運ぶ強熱風が来襲する。たとえばサハラ東部のカムシン (Khamsin)、サハラ南側のハルマッタン (Harmattan) 等が有名である。

4) 砂漠の地形・地質的区分

地形・地質的に見て、砂砂漠、礫砂漠、岩石砂漠に区分できる。このほか粘土砂漠、塩砂漠という区分をする人もいる。

砂砂漠：起伏の少ない広大な、いわば砂の海である。風紋以外には起伏の見られない平坦な砂原（砂床、砂海ともいわれる）と砂丘の堆積地形からなる。冒頭に書いたとおり、多くの日本人は、砂漠といえば砂砂漠を思い浮かべるが、砂砂漠の面積は、世界の砂漠面積の1/3ないし1/4ぐらいといわれ⁹⁾、たとえば、北アメリカの砂漠では1%¹⁰⁾、サハラ砂漠では20%以下¹⁾、アラビア砂漠では30%程度¹⁾といわれている。一方、佐藤²⁴⁾は、世界の乾燥地は約47.7億ha、そのうち植生のないいわゆる砂漠は約14億ha、そのうち砂丘および砂砂漠はおよそ4.6～7億haぐらいと見られると述べている。これによれば、砂漠に占める砂砂漠の占める割合は、30～50%と考えられる。いずれにしても、世界の砂漠の半分以上は、砂の海ではないと言って誤りはないであろう。なお、サハラ砂漠西部では、砂の海を Erg と呼んでいる。

岩石砂漠：砂漠といわれる土地面積の過半は岩石が露出している砂漠であると言われ、これは山岳地、高原、内陸盆地などに発達し、Inselbergs、Blowout、Yardang など種々の乾燥地形が見られる。サハラ砂漠に見られる高原砂漠は、アラビア語で Hammada と呼ばれるが、これに由来して、砂でこすり磨かれた岩石床が露出する砂漠は Hamada (何故か m 1 つである) と呼ばれる。ただし、Hamada は礫砂漠の意味に用いられることもある。

礫砂漠：岩石床の上を礫や岩屑がおおうもの、あるいは土壤上に小礫が堆積しているものは礫砂漠と呼ばれ、これらは、強風により砂塵が吹き飛ばされて礫や

岩屑が残った結果生じたものである。一般には Desert pavement と呼ばれ、オーストラリアでは Gibber plain といわれる。なお、小礫が土壤上に堆積している Desert pavement は、サハラ西部で Reg、東部では Serir と呼ばれ、また、Reg および Hamada は 礫砂漠の同義語として使用されることも多い。

5) 砂漠と沙漠

我が国では、現在、砂漠と沙漠の両文字が使用されている。一般的な図書、資料では、常用漢字を用いるという原則に基いて「砂」を用いているが、一部の学者、どちらかといえば、砂漠に造詣の深い学者に「沙」を用いる人が多い。冒頭に記した小堀¹⁴⁾の説は一つの見識である。

一方、佐藤²⁴⁾によれば、文政2年(1829)に発刊された「鳥府誌」という図書に、浜坂砂丘のことが浜坂沙漠と記載され、大正3年(1914)に志賀直哉が書いた短編「鳥取」にも沙漠と、大正4年に田山花袋の書いた山陰紀行文「山水小記 五十」には沙丘と記されているが、大正12年に有島武郎が詠んだ和歌には砂丘の文字が出ているという。砂丘というのは、英語 Sand dune の訳語として比較的新しく使われるようになったものであろう、と佐藤は推察している。

また、和辻哲郎は、その著書「風土」の中で、「沙漠は desert と同じ意味に用いられるが、然し本来の意味は異なる。沙漠はシナで古くは流砂、即ち巨大な砂の海の意味に使われていたのに対し、ギリシア人が eremia、ローマ人が deserta として把握したものは単なる砂の海ではなく、それは住むものがない、従って何らの生氣のない荒々しい世界である」と書いている。

これらの記述から判断すると、我が国では、少なくとも江戸時代以来、「砂の丘」のことを沙漠と書いていたようであるし、中国でも砂の海を沙漠と書いていたようである。しかし、我が国では、ある時期、多分明治時代に、「砂丘」や「砂サバク」のほか「岩石サバク」を含む広い意味の「サバク」を表現する用語として「沙漠」と書く人も現われたように思われる。

1987年の秋、中国科学院国际合作局の邱华盛項目調整官に聞いたところ、次のように教えられた。

荒漠：広義のサバク（砂サバク、礫サバク、岩石サバクなど総てを含む）

沙漠：砂サバク

戈壁：礫サバク

なお、沙も砂も「スナ」を意味するが、中国では砂漠という熟語は用いず、また、砂は、砂模（砂鑄型）、砂漿（しつくい、モルタル）、砂紙（紙やすり）等、

工業用語に用いられることが多い由である。

諸橋徹次編纂の大漢和辞典によると、沙はスナ、マサゴ、石のきわめて細小のもの等を意味する。これは、水と少の合字である。すなわち、水が少なればスナが現れるから、この2字を合せてスナの意を表わすことにしたものである。一方、砂は第一義的には、丹砂、辰砂のように薬の名に用いられる字で、第二義的に、沙の俗字としてスナの意味に用いられるものである。

したがって、沙を用いても、砂を用いても、日本人に「サバク=スナ原」のイメージを与える効果は同じであろう。筆者は、以前は好んで沙を用いたが、沙も砂も同じ意味を表わすものであるならば、常用漢字表に従うのが良いと考え、最近では、広義のサバクを「砂漠」と書き、中国語の「沙漠」に相当する語を「砂^{スナ}漠」と書くようにしている。

6) 世界の主な砂漠

地球上の乾燥地域は、海岸や湿潤地帯に隔てられ、5大地帯を形成している⁹⁾。その最大のものは、北アフリカ・ユーラシア乾燥地帯で、サハラ、アラビア、パキスタン、インド、中央アジア、中国などを含み、その面積は、他の4大乾燥地帯の合計面積より広い。そこには、サハラ、アラビア、イラン、トルキスタン、タール、タクラマカン、ゴビ等の砂漠がある。

南アフリカの乾燥地帯は、ナミビア、アンゴラなど主に大西洋岸に分布するナミブ砂漠と、内陸乾燥地域に分布するカラハリ砂漠(ボツワナ)およびカール砂漠(南アフリカ)から成る。

南アメリカの乾燥地帯は、西海岸に細長く伸びるアタカマ砂漠(ペルー、チリ)および大陸東岸から南に伸びるパタゴニア砂漠(アルゼンチン)を含んでいる。

北アメリカの乾燥地帯は、アメリカ合衆国南西部のグレートベースン砂漠、メキシコ北部のソノラ砂漠等を含む。また、オーストラリアの乾燥地帯には、大陸の中西部を占めるオーストラリア砂漠が存在する。

主な砂漠の面積は、表1のとおりである。

2. 砂漠化について

1) 砂漠化の定義

砂漠化(Desertification)という語が広く用いられるようになったのは、1977年の国連砂漠化防止会議(UNCOD)以後である。しかし、砂漠化という語の明確な定義はないようで、砂漠化問題を積極的に取り上げている国連環境計画(UNEP)でも、まだ統一された定義はない由である¹¹⁾。

門村¹²⁾、¹³⁾は「砂漠化とは、あらゆる気候地域における土地の生産性の低下に伴う環境の荒廃現象」と、小堀¹⁵⁾は「砂漠化とは、砂漠的な条件がより強くなること、あるいはそれが拡大することを指すものであって、植物の減少、家畜を飼養できる土地の減少など、人間の経済活動に伴って起こるものである」と、市川¹⁰⁾は「砂漠化とは、生物の潜在的生産力が低下するか破壊され、最終的には砂漠のような状態に導く現象である。具体的には放牧地の生産力が低下し、乾燥農業が不可能となり、灌漑農地は土壌の塩化や湛水被害によって放棄され、あるいは他の何らかの形で

表1 世界のおもな砂漠の面積

名 称	所在地	面積(10 ⁴ km ²)	名 称	所在地	面積(10 ⁴ km ²)
ア ジ ア			リビア(Libia)		168.4
アラビア(Arabia)	アラビア半島	129.5	ヌビア(Nubia)		27.2
ルブアルハリ(Rub al Khali)		64.8	カラハリ(Kalahari)	南西部	71.2
シリア(Syria)		32.4	北 ア メ リ カ		
ネフド(Nafud)		13.0	モハーベ(Mojave)	合衆国南西部	6.5
ゴビ(Gobi)	東部内陸	129.5	南 ア メ リ カ		
タクラマカン(Takla Makan)	タリム盆地	32.9	パタゴニア(Patagonia)	南東部	67.3
カラ(Kara kum)	中央アジア	30.0	アタカマ(Atacama)	南西部	17.9
キジル(Kyzyl Kum)	"	30.0	オ セ ア ニ ア		
タール(Thar)	インド半島北部	27.2	オーストラリア(Australia)	オーストラリア	155.4
ルート(Dasht i Lut)	イラン高原	5.2	グレートサンデー(Great Sandy)		41.5
カビル(Dasht i Kavir)	"	4.7	グレートビクトリア(Great Victoria)		32.9
ア フ リ カ			ギブソン(Gibson's)		22.0
サハラ(Sahara)	北部	906.5			

所在地無記入のものは頭書の砂漠の部分名称

(理科年表 第61冊, 1988)

の土壌の生産力の低下をきたす」と、それぞれ UNCOD において採用された「砂漠化」の意味を説明している。石¹¹⁾によれば、UNEP でも統一された定義はないが、通常は「気象の変化、人間・家畜による圧力によって生態系が退化していき、土地の生産性が著しく低下する現象」といったあいまいな定義が用いられる由である。また、DREGNE⁵⁾は、「砂漠化とは、人の影響下で陸上の生態系が不毛化すること。これは、好ましい植物の生産力の減少、バイオマスならびに微視的、巨視的な動植物相の多様性における望ましくない変化、加速された土壌侵食および人類の居住にとっての障害の増大によって測定可能となる生態の劣化の道筋である。(柴田俊英訳)」と述べている。これらは、何れも、人為的影響を重視している。

砂漠化、Desertification という新語を提唱したのは、フランスの植物生態学者 A. AUBREVILLE^{2, 3)}といわれている。彼は、Savanisation (英語の Savannization) の極端なケースを表現するのに Désertification (英語の Desertification) を用いた。彼は、年降水量700~1500mm のアフリカの熱帯森林を対象とした研究成果に基づき、これらの森林が焼畑耕作や伐採のため退化してサバンナの状態に変わって行く過程をサバンナ化、Savanisation と呼び、その極端なケースを指すのに Désertification という語を用いた。そのプロセスは、強烈な土壌侵食、土壌の物理的・化学的性質の変化、より乾性の植物種の侵入によって特徴づけられるとした。すなわち、熱帯の湿潤・半湿潤地域における環境の劣悪化現象を記述する目的で提唱されたものと考えられる。しかし、UNCOD では、「あらゆる気候地域における環境の荒廃現象」に適用することにしたため、その後一般に、乾燥地、湿潤地を問わず「環境の荒廃現象」に対して Desertification が用いられるようになっていく。

一方、砂漠周辺の半乾燥地域に限って適用される狭義の砂漠化には、Desertization が用いられる。これはサハラ砂漠北縁の生態調査を行っていたフランスの生態学者 H. N. LE HOUÉROU^{16, 17)}がフランス語で Désertisation を提唱したことに由来するといわれている。彼は、砂漠周辺の半乾燥地域における、植被の不可逆的な破壊の結果、風の作用が強化されて砂や礫の砂漠、砂丘の列などの砂漠に見られる典型的な景観や地形が形成されて行く過程を、Désertisation と表現した。

砂漠化の現象を説明するために、いろいろな表現が用いられているが、共通する考え方は、「砂漠化は環

境を悪化させる一つの有害な過程である」という点である。市川¹⁰⁾は、砂漠化を説明するための用語のいくつかを、次のとおり例示している。すなわち、生態系の悪化 (Deterioration; REINING, 1978)、植生の形態の退化 (Degradation; LE HOUÉROU, 1975)、生物の潜在的生産力の破壊 (UNCOD, 1977)、生産力の減退 (Reduction; KASSAS, 1977)、生物生産力の減少 (Reduce; KOVDA, 1980)、Biomass の変化 (UNCOD 事務局, 1977)、砂漠のような状態の強化 (MECKELEIN, 1980; WMO, 1980)、生態系の貧弱化 (DREGNE, 1976) などである。

砂漠化の形態としては、砂丘の侵食、自然放牧地の低質化、森林の枯渇、灌漑系統の劣化、天水依存農業の悪化などが考えられる。

砂漠化の発生しやすい場所についても諸説があって一致した見解はない。多くの研究者は、砂漠化による被害発生の危険度の高い地域は乾燥、半乾燥、半湿潤地域であるとしているが、AUBREVILLE³⁾は、必ずしもこの3地域に限らないと述べている。また、MUBBUTT および WILSON²⁰⁾は、砂漠化は砂漠のような状態が強化されるという点から、砂漠地域でも砂漠化は起り得ると主張し、一方、Le HOUÉROU¹⁸⁾は、砂漠化は砂漠の中では発生せず、砂漠の縁辺に沿った年降水量50~300mm の地域のみで発生すると主張している。

2) 砂漠化の原因

砂漠化の進行は、基本的には降水量不足という気候的要因によるが、自然の生態系を無視した土地利用という人為的要因によるところが極めて大きいといわれている。

砂漠化の原因についての説は、次の三つに分類できる。

①気候条件の短期・長期の変化が砂漠化の主要原因⁶⁾。

②人間のインパクト、たとえば樹木の過伐、焼畑耕作、過放牧などが砂漠化の主要原因で、気候的要因は単にそれを支える因子に過ぎない^{16, 21)}。

③気候の変化と人間のインパクトは、車の両輪のようなもので、砂漠化の主要原因として区別できないし、また砂漠化発生場所によって影響の大小が異なる^{7, 22)}。

砂漠化問題が世界的規模で取扱われるようになったのは、1968~73年の、アフリカ大陸サハラ砂漠 (Sahara) 南縁のサヘル (Sahel) 地帯からエチオピアにかけて

発生した大干ばつ以後である。したがって、降水量の異常な減少が、引き金になったことは事実であるが、これが砂漠化の主原因ではないとする考え方が、現在主流をなしている。

サハラ砂漠南縁のサヘル地帯など西アフリカ地方を広く領有したフランスでは、今世紀初頭から気候と土地の乾燥化に伴う環境の荒廃化現象が論じられていた。

HUBERT⁹⁾は、主としてセネガルにおける降水観測データと現地観察に基づき、今世紀初頭の約20年間の連続的な降水量の減少による環境の荒廃を主張した。彼は、サハラ南縁地域では第四紀初期の湿润状態からの一方的な乾燥化が進行していると信じたようである。これに対し、一方的乾燥化論は誤りで、HUBERTは乾燥サイクル中の現象を捕えたに過ぎず、その後乾燥サイクルが終了し、湿润化サイクルに入ったため環境の荒廃現象は認められないと、CHUDEAU⁴⁾は主張した。

その後1940年代前半までは、フランスにおける砂漠化論争はあまり活発でなく、1940年代の後半から1950年代の前半にかけて AUBRÉVILLEらにより再び活発化した。しかし、1950年代半ばから60年代の前半にかけては、フランス語圏の主要学術雑誌に砂漠化の語が再び見られなくなっていた。1960年代後半になって Le HOUÉROU¹⁷⁾の Désertisation 論を皮切りにして、再び砂漠化論争が活発化し、1977年の UNCOD をきっかけとして、砂漠化問題は世界的規模で論じられるように

なった。

図3は、1901年から1984年間のサヘル地帯における雨量の変化を示す。これを見ると、フランスにおける砂漠化論争の活発な時代は雨の少ない時代に、論争の不活発な時代は雨の多い時代にそれぞれ2～3年のタイム・ラグをもって一致している。砂漠化論争は、砂漠化進行による住民の著しい被害が見られるときに活発化すると考えられるから、降水量の減少が、砂漠化進行の一つの原因になっていることは疑いないであろう。

また、サヘル地帯では1968年から1984年まで明らかに降水減少期になっており、その間1968～73年および1982～84年の2回の大干ばつによって砂漠化が著しく進行したことから、気候的要因が砂漠化に与える大きな影響を否定できない。

しかし、サヘル地帯の干ばつは、今世紀に入って、ほぼ10年に1回くらい発生しており、特に1910～14年の大干ばつは1968～73年のそれに匹敵するものであったが、後者に見られたような広域にわたる悲惨な飢餓問題は発生しなかったようである。前者は、国際的コミュニケーションが未発達な時代であったため、被害の報道が十分でなかった事情もあろうが、両者の被害の程度に大きな差があったことは事実と考えられる。このことは、砂漠化の原因として、人為的要因——人間のインパクト——を強調する根拠となるであろう。

「人間のインパクト」論は、UNCOD (1977) によ

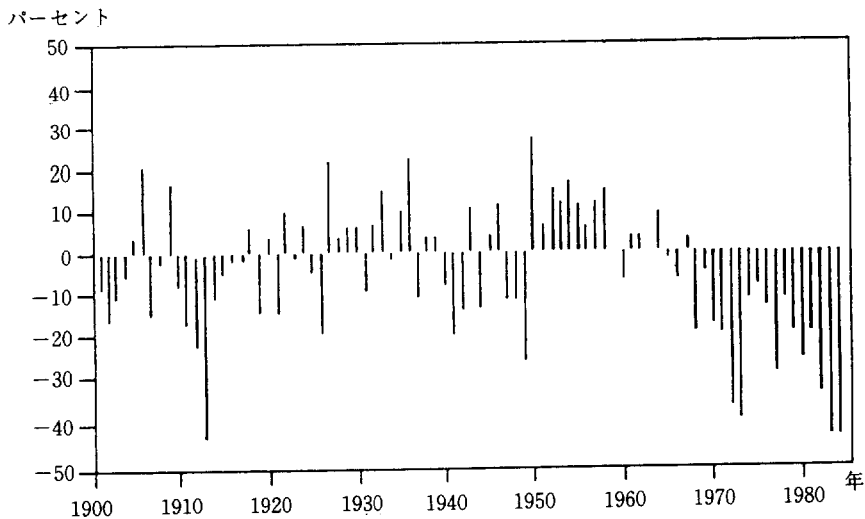


図3 サヘルの雨量の変化 (1901年～1984年)
年降雨量の全期間の平均値からの偏差を示す (石 弘之, 1986)

る新しい発想ではない。AUBREVILLE²⁾は、1938年に、「西アフリカに見られる樹木サバナは森林植生の人為的退行によって生じたものである」と主張し、さらに1949年に著書「熱帯アフリカの気候と森林と砂漠化」³⁾を刊行し(このとき初めて Désertification という語を用いた)、「砂漠化は、気候の乾燥化に伴うサハラ砂漠の拡大によってではなく、誤った人間活動が行われれば、どこでもその地域の内部から始まる可能性がある」と述べ、砂漠化の要因に人間活動の役割の大きいことを強調した。

一方、AUBREVILLE の Désertification 論を批判して、狭義の砂漠化 Désertisation を提唱した LE HOUÉROU^{16,17)}も、北アフリカでの観察に基づいて、砂漠化の原因は、気候の乾燥化よりも、脆弱な環境に対する人間の活動によるところが大きいことを指摘した。

このような学説を背景にして、UNCOD では、人間のインパクト論が強調され、今日に至っているものと考えられる。

3) 人間のインパクト——砂漠化の人為的要因

砂漠化の人為的要因については、前述のとおりすでに1900年代前半に指摘されているが、これが現在のような大問題になったのは、主として1950年以降の社会環境の大きな変化に関係があらうと思われる。

すなわち、1950年代は、世界的に第2次大戦後の復興が進み、先進国からの食糧や衛生関係の援助も行われたため、アフリカの人口の急速な増大が始まり、1970年代には人口増加率が3%を突破した。1950年に2億2千万人だったアフリカの人口は、70年には3億6千万人に、80年には4億8千万人に、さらに85年には5億6千万人に達している。西アフリカ諸国でも1950年から80年までの30年間に1.7~2.3倍に増加している。

また、1960年前後にアフリカ諸国が次々に独立し、新興政府は、農村の集団化、開墾奨励、遊牧民の定住化、家畜の防疫等の近代化政策を積極的に推進した。1950年代から60年代の半ばまでは、今世紀に入って最も雨に恵まれた時期で、開墾などの近代化政策は順調に進み、それ以前の降雨状態では耕作が困難であった土地まで作付され、住民の居住地もサヘル北部に拡大した。サヘルのある地域では1950年からの30年間に耕地が200kmも北に広がったといわれている。このため、サヘルの人口は過去30年間に5~6倍になったと推測されている¹¹⁾。これに伴い、家畜飼養頭数も激増したと考えられる。

このような背景のもとに、下記のような人為的要因が増幅され、砂漠化促進のインパクトになったものと考えられる。

(1) 樹木の伐採増加および耕地拡大による森林の破壊

エネルギー消費に占める薪の割合は、ブルキナファソ、マリでは93~94%、サヘル全体では84%と推定されている¹¹⁾。人口の増加は当然薪の需要を増し、樹木の伐採量を増加させる。しかも地域住民による無秩序な伐採は森林を裸地にして土地の乾燥化を促進するため、半乾燥地はもちろん半湿潤地でも殆んど植生は回復せず、土壌侵食を起こし、土地は荒廃の一途をたどる。なお、人口増加は建築用材としての伐採も増加させ、森林破壊を促進している。

また、森林の破壊は、開墾による農地への転用によっても進んでいる。これは必ずしも砂漠化とは言えないが、砂漠化を誘起する可能性も持っている。

(2) 不合理な焼畑耕作による土地の荒廃

ある程度以上の降水量のある地域での焼畑耕作 (Shifting cultivation) すなわち移動耕作は、本来きわめて合理的なものである。すなわち、土壌の肥沃な森林を焼いて開墾し、2~3年作付した後耕作を止めて新たな焼畑開墾地に移動し、耕作を止めた土地は20年以上も放置 (休閑) して自然の植生回復を待ち、それが再び森林となって地力が回復した後、再び焼いて畑にする。したがって合理的な焼畑耕作を行うには、住民の食料自給に必要な畑面積の10倍以上の森林面積が必要である。しかし、人口の著しい増加は土地を十分に休ませるだけの余裕を許さなくなった。元来、降水量の少ない地方では畑から森林の再生はむずかしいのに、近年は畑の耕作年限が長くなって植生の回復を不能にするほど地力を消耗し尽し、あるいは休閑年限が短縮されて地力の未回復の土地に作付されるようになり、土地の荒廃が促進されている。

(3) 家畜の増加による植生の破壊

野草には耐乾燥性の高いものが多く、乾燥のため作物栽培のできない土地でも草地は形成されるので、これを利用して蛋白質生産のできる牧畜は乾燥地に適した産業である。元々家畜の飼養頭数は草の生産量に見合うように管理されていたが、人口の著しい増加はそのような配慮を許さなくなり、最近では目一杯飼養されることが多く、住民の行動範囲内の草の生長量の2~3倍の草を必要とする数の家畜が飼われることも珍らしくなくなっている。しかも羊や山羊は草が不足すれば根こそぎ食べ尽すので、草地の植生は完全に破壊さ

れ、植生が回復せず不毛の地と化してしまう。

なお、昔から周期的に干ばつに襲われていた地方の住民は、干ばつ時に家畜を売り、その代金で食料を買う習慣があり、家畜は非常時のための預金的性格をもっていた。最近のように干ばつの頻度が高くなれば、住民がより多くの家畜を保有するのは無理からぬことであるが、このことは土地の不毛化をさらに促進する結果を招いている。

上記のほか、鉱業、観光事業、人間居住およびこれらに伴う道路、建物などの建設も砂漠化の要因になっている。しかし、面積的に重要なのは農業関係の要因である。

4) 農業の立場から見た砂漠化要因

砂漠化の発生しやすい地域における農業分野の土地利用は、牧畜業、降雨依存農業、灌漑農業に3大別され、それぞれ異なる局面で砂漠化の要因になっている。

(1) 牧畜業と砂漠化

前記3)-(3)と重複する部分もあるが、家畜を放牧飼養している地域での砂漠化の過程は、まず許容量以上の家畜の増加、すなわち過放牧によって植生構成が変化する。多くの場合は可食永年草が減少し、食用不適の一年草が増加して牧養力が低下する。また草量が不足すると、羊や山羊は草を根こそぎ採食し、植生を根絶させて砂漠化を促進する。特に乾季の植生の減少は土壌の風食を促進し、その後の雨季には水食を促進する。

放牧草地の砂漠化面積は、年に320万 ha に達するといわれ、全放牧草地の84%、31億 ha が大なり小なり砂漠化の影響を受けているといわれている。

また定着放牧の場合は、放牧合理化のために設けられた水飲場の周辺に家畜が集中し、採食や踏圧が激しいため、そこの植生が悪化し、そこが砂漠化の拠点になることもある。

(2) 降雨依存農業と砂漠化

半乾燥地で行われる降雨依存農業は、ドライファーマーミングといわれる方式で、1年耕作すると1~2年休閑して水を土中に貯えた後耕作を再開する。休閑中は、裸地表面からの蒸発および雑草の蒸散による土中の水の損失を防ぐ必要がある。そのため、表土を浅く引き掻き、土中の毛細管の切断および除草をする。このことは、表土を侵食されやすい状態にする。

近年人口の増加による食料需要の増大に伴ない、従来の草地を開畑して、生産性のより高い耕地に転換す

ることが多くなっている。これは土壌水分などの条件の劣る土地へ耕地が進出することであり、降雨の順調な年はよいが、降雨の少ない年が続くと作物が生産できないので耕作は放棄される。このような土地は元の自然草地にもどらず、風食や水食の激化によって荒廃する。

また、降雨の多い年には、従来ならば休閑すべき耕地にも作付し、地力の消耗を加速して、荒廃を招く例もある。

なお、前記の焼畑による砂漠化促進も、降雨依存農地における砂漠化の一つである。

降雨依存農地総面積の59%、3億35百万 ha が砂漠化の影響を受け、毎年250万 ha が砂漠化していると推定されている。

(3) 灌漑農業と砂漠化

灌漑は、生産の安定および収量向上に役立ち、また砂漠化の防止にも有効で、水資源が得られる場合は、最も優れた乾燥地農業の様式であるが、限度や基準を守らないと逆効果を招く。たとえば、作物の要水量以上に過大な灌漑をしたり、水路から漏水したり、あるいは、排水不良地で灌漑をすると、地下水位が上昇して毛細管が地表までつながり、地表への塩類集積を起し、土地を荒廃させる。極端な場合は地下水位が地表面に達し、Water loggingをおこす。

また、川の無い地域では地下水灌漑をしばしば行うが、乾燥地の地下水は、一般に多量の塩類を含有しており、これを灌漑することは土壌に塩類を供給することになり、土壌の荒廃を招く。

乾燥地の灌漑農業面積の31%、4千万 ha は主として塩類により荒廃しているといわれている。また、灌漑農業地では毎年13万 ha が砂漠化しているといわれている。

以上を要約すると、農業分野における人為的な砂漠化の三大要因は、過放牧、過度耕作、過度灌漑と言える。

3. 砂漠化進行の現状

図4は、UNCOD (1977) に提出された世界砂漠化地図で、その説明資料に記載された砂漠化の危険度別面積は表2のとおりである。「砂漠」の判定基準が統一されていないため、表1の数値と大きな差があるが、この資料によれば、現存の砂漠面積は799万 km² (約8億 ha) で地球上の陸地面積の5.9%を占め、特に多いのはアフリカの618万 km² (約6億 ha) でアフリカ

大陸の20.4%を占めている。砂漠化危険度極大の面積は345万 km² (3億5千万 ha) で世界の陸地の2.6%、特に多いのはアフリカの173万 km² (1億7千万 ha) で、アフリカ大陸の5.7%を占めている。同様にして危険度大は1,646万 km² (約16億5千万 ha) で12.2%、アジアおよびアフリカは725万 km² (7億3千万 ha) および491万 km² (4億9千万 ha) でそれぞれの約16%、オーストラリアは22.4% (実面積は172万 km²) を占め、危険度中は1,771万 km² (17億7千万 ha) で13.2%、アジア、アフリカおよび北中米は561万 km² (5

億6千万 ha)、374万 km² (3億7千万 ha) および285万 km² (2億9千万 ha) でそれぞれの約12%、オーストラリアは48.3% (実面積は371万 km²) を占めている。これらを合計すると、世界の陸地の28%、3,762万 km² (37億6千万 ha) が現在砂漠化の危険にさらされており、特に面積の大きいのはアフリカ大陸の34.2%、1,038km² (10億4千万 ha) およびアジア大陸の31.1%、1,365万 km² (13億7千万 ha) である。なお、オーストラリアは、実面積は小さいが、大陸の74.7%が砂漠化危険地域になっている。

砂漠化の危険度：1. 現存の砂漠 2. 非常に高い 3. 高い 4. 中程度

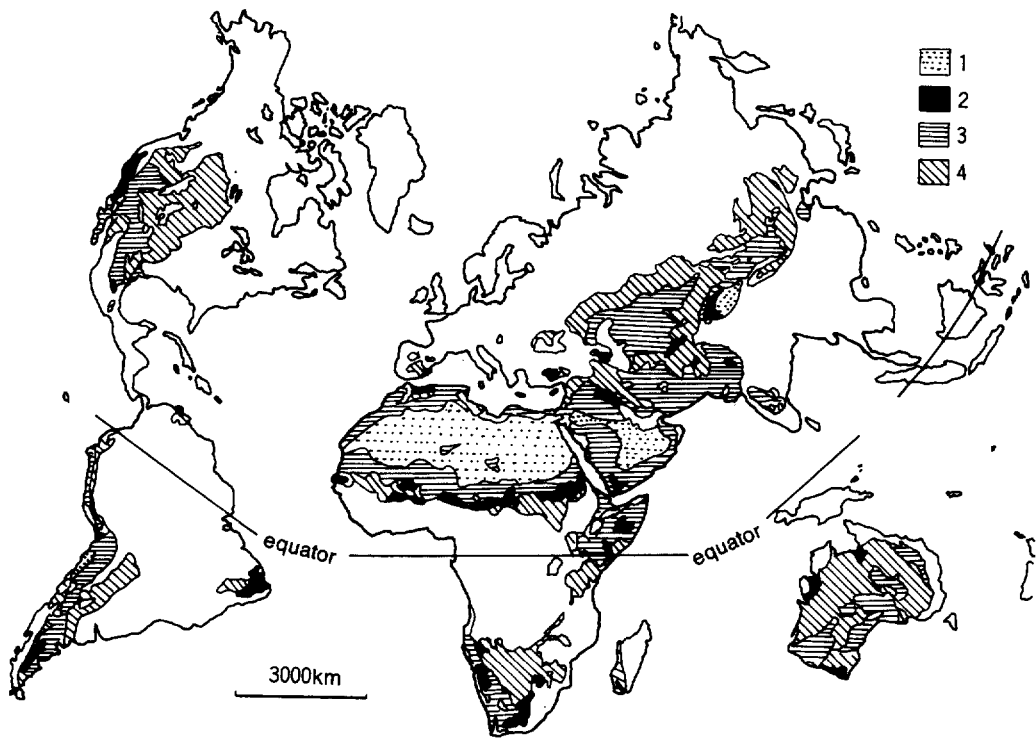


図4 世界の砂漠化地図 (UNEP/FAO/UNESCO/WMO, 1977)

表2 世界の砂漠化危険度別面積及び現存の砂漠面積 (km²)

危険度	南米		北中米		アフリカ		アジア		オーストラリア		ヨーロッパ		計	
	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%	面積	%
極大	414,195	2.3	163,191	0.7	1,725,165	5.7	790,312	1.8	307,732	4.0	48,957	0.5	3,449,552	2.6
大	1,261,235	7.1	1,312,524	5.4	4,910,503	16.2	7,253,464	16.5	1,722,056	22.4	—	—	16,459,782	12.2
中	1,602,383	9.0	2,854,293	11.8	3,740,966	12.3	5,607,563	12.8	3,712,213	48.3	189,612	1.8	17,707,030	13.2
現存の砂漠	200,492	1.1	32,638	0.1	6,177,956	20.4	1,580,624	3.6	—	—	—	—	7,991,710	5.9
計	3,478,305	19.5	4,362,646	18.0	16,554,590	54.6	15,231,963	34.7	5,742,001	74.7	238,569	2.3	45,608,074	33.9

(UNEP/FAO/UNESCO/WMO, 1977)

世界砂漠化地図によれば、砂漠化の主要地域は次のとおりである。

- ①アフリカの北部のサハラ砂漠の周辺地域、特にサハラ砂漠南縁のサヘル地方(モーリタニア、セネガル、マリ、ニジェール)およびスーダン地方(チャド、スーダン)
- ②アフリカ東部のエチオピア、ソマリア、ケニア
- ③アフリカ南部のカラハリ砂漠の周辺地域(ボツワナ、ナミビア、南アフリカ)
- ④地中海沿岸諸国(スペイン南東部、アルジェリア、チュニジア、トルコ等)
- ⑤アジア大陸のアラビアから中国に至る広大な地域、すなわちアラビア半島の大部分、イラン、イラク、ソ連の中央アジア、パキスタン、中国北西部等
- ⑥アメリカ西部とメキシコ北部
- ⑦南米のチリ、アルゼンチン
- ⑧ブラジル東北部
- ⑨オーストラリア大陸の大部分

世界の乾燥地において、砂漠化の影響を受けている農地面積は、表3のとおり34億7千5百万haで、年々583万haが砂漠化していると推定されている。また、砂漠化の面積比率では、放牧草地が最大で、次いで降雨依存農地、灌漑農地の順になっている。

乾燥地の地域別・土地利用別砂漠化面積は表4のとおり、砂漠化比率が高いのは、アフリカ、アジアおよび中南米の放牧草地の70~85%、次いでこれら3地域の降雨依存農地の60~65%で、最も高いのはスーダン・サヘル地方の放牧草地の90%となっている。また、この表から砂漠化面積を概算すると、アフリカおよびアジアの両者が全砂漠化放牧草地の約70%、全砂漠化降雨依存農地の約80%を占めている。

また、1984年にUNEPが砂漠化の進行速度について評価した結果は次のとおりである。

- 加速中：サハラ以南のアフリカ、南アジア、南米の自然放牧草地
- 以前と同程度に継続中：北アフリカ、西アジア
- 弱まっている：アメリカ、カナダ、ソ連のアジア部分、中国、モンゴル
- 停止中：オーストラリア、メキシコ

UNESCOの調査によれば、北部が砂漠性のスーダンでは、過去30年間に砂漠境界線が90~100km南進したという。

また、森林が耕地化するのには、必ずしも砂漠化ではないが、森林のもつ防風、防砂、保水機能の減少は砂漠化に間接的に影響することも考慮し、森林面積の減少を砂漠化の一指票として見ることもできるであろう。たとえば、サヘルでは、過去30年間に耕地が200km北上し、その分だけ森林が破壊されている。土地のない農民が、無理に開墾したためである。アフリカのサバンナ地帯では、森林が年々200~300haづつ消失しているという。なお、現存森林面積に対し、マリではその10%、ニジェールではその6%が年々破壊されているという。

4. 砂漠化防止対策

砂漠化の実態は、その土地ごとの環境条件によって異なるが、降水量の少ない乾燥地においては、その生態系に不自然な人工圧力が加わることにより、砂漠化が進行する。したがって、砂漠化防止対策は、自然条件に合った適切な土地利用および土地管理を行うの一語に尽きると佐藤²³⁾は述べている。

1) 放牧地における砂漠化防止

放牧地の砂漠化の主因は過放牧である。したがって、利用放牧地の草生状態をよく把握して、その許容量以上に家畜を増加しないことが大切である。

表3 世界の乾燥地において砂漠化の影響を受けている農地面積 (単位：百万ha)

農地名	全面積	砂漠化面積*	比率	年間砂漠化面積**
放牧草地	3700	3100	84	3.2
降雨依存農地	570	335	59	2.5
灌漑農地	131	40	31	0.13
計	4401	3475	79	5.83

* 砂漠化の影響を受けている面積
** 1年間に砂漠化した面積の平均値

(UNEP, GAP, 1984)

表4 乾燥地の地域別、土地利用別砂漠化面積比率 (単位:百万ha)

地 域	放 牧 草 地		降雨依存農地		灌 溉 農 地	
	全 面 積	砂漠化比率	全 面 積	砂漠化比率	全 面 積	砂漠化比率
ア フ リ カ	710	85	162	60	6.0	20
スーダン・サヘル	380	90	90	70	2.8	20
南アフリカ	250	80	52	65	2.0	20
地中海アフリカ	80	80	20	15	1.2	30
ア ジ ア	816	70	213	60	84.5	20
西アジア	116	85	18	75	7.5	15
南アジア	150	80	150	65	59.0	25
ソ連アジア	250	60	40	30	8.0	15
中国・蒙古	300	70	5	50	10.0	10
オーストラリア	450	30	39	20	1.6	15
地中海ヨーロッパ	30	55	40	25	6.4	20
南米・メキシコ	250	75	31	65	12.0	10
北 米	300	50	85	25	20.0	20
計	2556	—	570	—	130.5	—

(UNEP, GAP, 1984)

適正な放牧密度はその土地の気象、土壌条件、現存の草生状態によって異なるが、草生の乏しい乾燥地における一応の目安としては、羊および山羊は1頭当たり2ha、牛は1頭当たり10ha必要といわれている。

また、単に家畜頭数だけでなく、放牧時期、放牧期間についての配慮も必要であり、場所によっては自然草地の改良、人工草地の造成、休牧など、適切な管理が必要である。

2) 降雨依存農地における砂漠化防止

降雨依存農地の砂漠化の主因は過度耕作である。したがって、無理な耕地拡大を避けること、適当な休耕により土壌中の水と地力の維持を図ること、休耕中はなるべく刈株を残し風食や水食を防ぐこと、そのほか傾斜地では等高線栽培、テラス構築などにより土壌侵食を防ぐことも砂漠化防止の一助となる。

3) 灌漑農地における砂漠化防止

灌漑農地の砂漠化の主因は過灌漑や水路からの漏水

による地下水位の上昇などによる土壌の塩性化である。したがって、用水路とともに排水路を設けて余分の水を排出し、かつ土壌上層部に集積する塩類を洗い流すことが大切である。また、過灌漑を避けるには水盤灌漑や畦間灌漑よりも、点滴灌漑やスプリンクラー灌漑が望ましい。

なお、用排水路の保守管理を図るとともに、地下水位の上昇や土壌中の塩類集積についての監視をすることが必要である。

4) 樹木保護と植林による砂漠化防止

産油国を除けば、樹木は開発途上国の重要な燃料であり、砂漠化防止のために樹木の伐採を全く禁止することはできない。したがって、薪の使用量を節約するために、効率の高い薪用カマドや薪ストーブの開発および普及、代替エネルギー源の考慮、特に太陽エネルギー利用施設の開発が必要と考えられる。

一方、薪資源を増加させるため、積極的に植林をすることも大切である。植林は、降雨依存農地の風食防

止のためにも、また、砂丘の移動に伴う砂漠化防止のためにも、きわめて重要なことである。北アフリカ、中近東などでは、ユーカリ属、アカシア属、プロンピス属、ギョリュウ属などが適するといわれている。また、海岸の緑化にマングローブを植栽するのの一策である。

5) 砂漠化防止のための監視体制の確立

ランドサットやスポットを利用したりモートセンシングにより、草地や耕地の状態をモニタリングし、砂漠化の進行過程を把握し、適切な勧告をする砂漠化監視体制を確立する必要がある。それによって、砂漠化防止地域計画の策定も可能となるであろう。モーリタニア、スーダンなどの特定の地域を対象にした実験が行われ、技術的には実現の見通しが立っているようであるが、資金上の問題があって実現に至っていない。世界的な組織として監視体制が早急に確立されることが望まれる。

6) 砂漠化防止の財政措置

1977年にUNCODで示された砂漠化した土地の回復に要する費用とそれによる利益の試算結果は表5のとおり、年間砂漠化面積を582.5万haと仮定すると、砂漠化した土地の回復のために必要な経費は3億8千8百万ドル、このような施策の結果得られる収益増は12億8千3百万ドルで、差し引き8億9千5百万ドルの利益を生ずるといふ。

一方、1984年にUNEP事務局長²⁹⁾は、砂漠化防止のために、今後20年間に900億ドル、単年度に45億ドル必要であると報告している。この費用は、砂漠化に

よって受けると予想される損害の1/5以下であるという。視点の違いがあるのでUNCODで示された数値と大巾な差があるのは当然であるが、それに加えて7年間に得た、新たな情報に基づくものであろう。

このように、砂漠化防止対策事業を行うことによる利益は大きいとしても、砂漠化防止には莫大な資金が必要であり、これをいかにして調達するかが問題である。

5. UNCOD 以後の10年

前にも述べたとおり、砂漠化問題が世界的に注目されるようになったのは、1977年8月29日～9月9日にケニアのナイロビで国連砂漠化防止会議 (United Nations Conference On Desertification、略称UNCOD) が開催されてからである。

この会議においては、砂漠化を防止し、さらに砂漠化した土地を回復させるための方策ならびにその行動計画について論議が行われた。その結果、砂漠化の影響の調査および評価、合理的な土地利用管理計画の立案、水資源の開発や管理、農業的立場からの各種対策、気候・水文・土壌・動植物の生態監視制度の確立、合理的な経済・人口政策の導入、先進国による科学技術援助、樹木依存に代るエネルギー対策、砂漠化防止の教育や情報普及、砂漠化防止のための国内調整機関の設立、UNEPによる砂漠化防止行動計画実施のフォローアップおよび調整等28の勧告条項をまとめて、The Plan of Action to Combat Desertification (PACD) と名付け、これを1978年の第32回国連総会に提案して承認を受けた²⁷⁾。

これに基づきUNEPはPACDのフォローアップと

表5 砂漠化した土地の回復に要する費用とそれによって得られる利益の推定

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	00
土地区分	年間土地悪化の面積 (1000ha)	予想収益		回復による収益増 (4) - (3) (\$/ha)	回復に要する費用 (2) × (5) (百万\$)	回復に要する費用 面積当り (\$/ha)	総費用 (百万\$)	面積当り (5) - (7) (\$/ha)	総計 (2) × (9) (百万\$)
		放置された場合 (\$/ha)	回復された場合 (\$/ha)						
灌漑農地	125	200	2,000	1,800	225	850 (250-2,000)	106	950	119
放牧草地	3,200	2	20	18	58	10 (1-50)	32	8	26
降雨依存農地	2,500	50	450	400	1,000	100 (50-150)	250	300	750
計	5,825				1,283		388		895

(UN, 1978)

調整を行うことになり、1978年に Desertification Unit を設け、さらに1985年には Desertification Control Programme Activity Centre (DC/PAC) に拡大改組し、①政策立案についての政府への援助、②国際団体や国際ネットワークの支援、③砂漠化防止活動の触媒役および調整役としての活動、④砂漠化の監視、評価および図化、⑤パイロット・デモンストレーション・プロジェクトの支援、⑥研究および研修プロジェクトの設立、⑦情報の収集と普及、の7項目について活動している²⁶⁾。

UNEP は、PACD 発足7年後にその計画実行の進展状況を総合評価して General Assessment of Progress (GAP) をとりまとめ、1984年5月に開催された第12回管理理事会において、事務局長がこれを報告した²⁹⁾。GAP に示された過去7年間の砂漠化の傾向は、次のとおりである。

①砂漠化は1977年以來の諸努力にかかわらず、拡大し、かつ強度を増し続けている。

②砂漠化によって回復不能ほど荒廃する土地は、UNCOD において、年間6百万 ha あると報告されたが、その後も変わっていない。また、それ程でなくても、純経済生産力がほとんどなくなる土地は、以前は年間2千万 ha だったのに現在は年間2千百万 ha に増加している。

③ゆるやかな砂漠化の影響を受けている土地は、放牧地31億 ha、降雨依存耕地3億3千5百万 ha、灌漑耕地4千万 ha である。

④砂漠化の深刻な影響を受けている農村地域の人口は、1977年当時は5千7百万人であったのに、現在は1億3千5百万人になっている。

⑤西歴2000年まで、砂漠化は放牧地においては現在の速度で増大し続け、降雨依存耕地では危機的状況までに促進され、灌漑耕地では被害と改善のバランスによってほぼ現状を維持しているものと予測される。

⑥砂漠化による損失は年間260億ドルで、砂漠化防止に必要な経費の約5倍にのぼる。

なお、GAP によると、1977年からの7年間に砂漠化の進行を阻止するのに成功した国はほとんど無く、きわめて悲観的である。その原因の一つとして、PACD が強調した中央政府レベルの砂漠化防止活動調整機構を設立した国がほとんど無いことが指摘されている。

UNCOD 以後、先進国によって、ランドサットを利用した砂漠化の現況を示す地図の作成が進められ、ま

た UNESCO と西ドイツとの協同によるケニアの半砂漠地帯の農村調査が行われるなど調査研究活動はある程度行われているが、実際の砂漠化防止事業はあまり行われていない。たとえば北アフリカのモロッコ、アルジェリア、チュニジア、リビア、エジプトを結ぶグリーンベルト造成計画が提案され、世界的に注目されているが、現在までに具体的な進展は見られない。

UNCOD 以来、既に10年を経過した。この間、砂漠化防止が全く絶望的であった訳ではない。ごく少数ではあるが、成功した例がある¹⁹⁾。たとえば、中国西部では山間の川をオアシスのリハビリテーションの支援に利用して砂漠化防止に成功し、またソ連では中央アジアの山麓ステップで灌漑水路を設け、ステップの開拓に成功した。

また、中国やソ連では砂丘の移動阻止に成功している例がある。造林は、政府ベースの大型プロジェクトではあまり成果を上げていないが、非政府ベースの小規模事業では、いくつかの成功例も見られる。

UNEP の DC/PAC の企画スタッフである STILES 博士は、「UNEP の公式見解ではないが」との前提で、次のように語った。

「これまで実施してきたプロジェクトに共通した問題は、①対象地域の実態把握が不十分であったこと、②Top down 方式の弊害があったこと、である。今後は、次の点に留意して事業を実施すべきである。

①対象地域の実態を正確に把握すること。

調査期間を十分に長くし、徹底的に論議した上で計画を樹立することが大切であり、その際には文化人類学者、社会経済学者の参加、地域の実情に詳しいコンサルタントの活用などにより、地域のニーズを正確に把握する必要がある。ただし、住民の要求は時には現実離れしたこともあるから、専門家の助言等により、現実的な計画を立てることが重要である。また、UNEP、コンサルタント、被援助国の政府等の関係者がよく連携を取り合うことが大切である。

②Bottom up 方式をとること。

事業の成功は、住民の積極的参加によって始めて得られるものであり、我々は、住民の自助努力を支援するに過ぎない。Top down 方式では、住民はその計画が天から降ってきたもののように感じ、傍観者のようになってしまう。地域住民の事業への参加意識の向上を図り、主体性をもたせるために、事業の推進体制を Bottom up 方式にすべきである。また、地域の草の根レベルからの参加を促すために、非政府組織の活用を図ることも大切である。」

以上は、現時点における STILES 博士の個人的見解であるが、今後我々が砂漠化対策を考えるときに、忘れてはならないことであろう。

引用文献

1. 赤木祥彦 (1985) : 砂漠。平凡社大百科事典 6 : 328-329。平凡社、東京。
2. AUBREVILLE, A. (1938) : Erosion et bovalisation en Afrique noire française. *Agronomie Tropicale* 2 : 339-357.
3. ————— (1949) : Climats, forêt et désertification de l'Africa tropicale. Société d'Editions Géographiques. Maritimes et Coloniale. Paris.
4. CHUDEAU, R. (1921) : Le problème du dessèchement en Afrique Occidentale. *Bull. Com. Etud. Hist. et Sci. A. O. F.* 353-369.
5. DREGNE, H. E. (1976) : Desertification, process problems, perspectives. In *Symposium of a crisis*, (eds) PLAYLORE, P. and HANEY, R. 11-24. Univ. of Arizona, Office of Arid Land Studies, Tuscon.
6. GRANGER, A. (1984) : Desertification. *International Institute for Environment and Development*. London.
7. GROVE, A. T. (1974) : Desertification in the African environment. *African Affaires* 73 : 137-151.
8. 日比野雅俊 (訳) (1987) : 砂漠の環境科学。古今書院、東京。
9. HUBET, H. (1920) : Le dessèchement progressif en Afrique occidentale française. *Bull. Com. Etud. Hist. et Sci. A. O. F.* 401-467.
10. 市川正巳 (1988) : 世界における砂漠化とその研究の現状。地理学評論 61 (Ser. A)-2 : 89-103.
11. 石 弘之 (1986) : 地球の砂漠化——その現状と防止対策。国際農林業協力 9 (3) : 13-21。
12. 門 村 浩 (1986) : Desertification と Desertization. 国際農林業協力 9 (3) : 12。
13. ————— (1986) : 砂漠化研究の系譜と課題。地理学評論 61 (Ser. A)-2 : 205-228。
14. 小堀 巖 (1973) : 砂漠。日本放送出版協会、東京。
15. ————— (1986) : 砂漠化を考える。国際農林業協力 9 (3) : 2-11。
16. LE HOUÉROU, H. N. (1962) : Le pâturages naturels de la Tunisie aride et désertique. *Inst. Science Econ. Appl. (Africa du Nord)*. Tunis-Paris.
17. ————— (1968) : La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. (P. B. I. Colloque de Hammamet). *Ann. Alger de Géogr.* 6 : 2-27.
18. ————— (1975) : The nature and causes of desertification. *Proceeding of the IGU meeting on desertification* 22-26. Univ. of Cambridge.
19. MABBUTT, J. A. (1987) : A review of progress since the UN conference on desertification. *Desertification control Bulletin* 15 : 12-23.
20. MABBUTT, J. A. & WILSON, A. N. (eds.) (1980) : Social and environmental aspects of desertification (ref. 40p.). *United Nation Univ.*, Tokyo.
21. RAPP, A. (1974) : A review of desertification in Africa — water, vegetation and man. *Secretariat for International Ecology*, Sweden.
22. RAZANOV, B. C. (1977) : Degradation of arid lands in the world and international cooperation in desertification control. *Pehvovedenie* 8 : 5-11.
23. 佐藤一郎 (1985) : 地球砂漠化の現状。清文社、大阪。
24. ————— (1986) : 砂丘——その自然と利用。清文社、大阪。
25. 東京天文台編纂 (1988) : 理科年表 第61冊。丸善、東京。
26. TOLBA, M. K. (1987) : The tenth anniversary of UNCOD. *Desertification Control Bulletin* 15 : 3-7.
27. UN (1978) : United nation conference on desertification, 29 August - 9 September 1977. *United Nations*, New York.
28. UNEP/FAO/UNESCO/WMO (1977) : World map of desertification. *UNEP*, Nairobi.
29. UNEP (1984) : General assesment of progress in the implementation of the plan of action to combat desertification 1978-1984 (GAP). *UNEP*, Nairobi.