

中国における沙漠化の問題——その生態学的考察

桜井善雄*

Desertification in The People's Republic of China
 — an Ecological Review

Yoshio SAKURAI*

1. はじめに

地球上の沙漠の面積を正確に知ることはむずかしいが、アメリカ合衆国政府の報告⁽¹⁾は、1977年において約800万km²に達すると推定している。この広さは、過去半世紀の間に急速に沙漠が拡大された結果であって、もしこのまま推移すれば、西暦2000年にその面積は現在の3倍を越えるであろうと同報告は述べている。

今から十数年後に予想されるこの数字は、世界の全耕地面積より大きく、また牧場・放牧地の全面積の50%に当る広大なものである。沙漠化は直接食糧生産量の低下につながる問題であり、現代の世界にとって、核戦争、環境汚染、人口、エネルギー・鉱物資源、等の問題とともに、地球上における人類の生存にかかわる重要問題の一つである。

中国には、図1のように、その東北から西北部にかけて、いくつもの著名な沙漠が分布しているが、その周縁部では現在もおお沙漠化が進行している。中国科学院蘭州沙漠研究所の朱震達・劉恕氏らの報告⁽²⁾によれば、中国の沙漠は、歴史時代に形成されたもの12万km²、最近の半世紀に形成されたもの5万km²、さらに潜在的な沙漠化地域が15.8万km²あり、合計32.8万km²に達するという。これは中国の全国土面積の3.4%、全耕地面に比較すれば実にその3分の1に相当する広さである。

過去の確かな記録からみて、現在沙漠化している地域の中には、約1000年、あるいは近々200年位前までは、草木茂る沃野であったところが少なくない。急速な人口膨張が続く現代の中国にとって、沙漠化の防止とすでに沙漠化している地域の緑地化は、重要な国家的課題の一

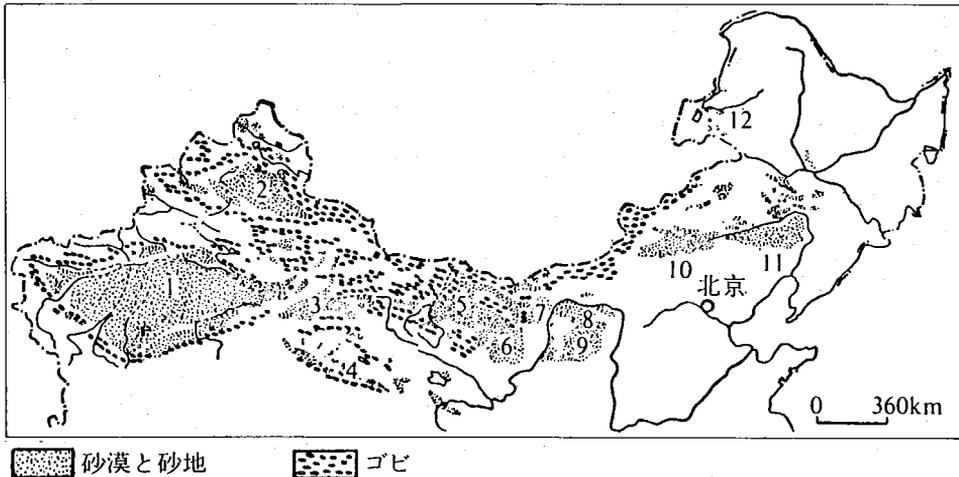


図1. 中国における沙漠の分布(中国科学院蘭州沙漠研究所「中国沙漠管理図集」1976, による。任⁽⁴⁾より引用)

- | | |
|-----------------|--------------|
| 1. タクリマカン沙漠 | 7. ウランブフ沙漠 |
| 2. グルバンテュンギユト沙漠 | 8. ホブチ沙漠 |
| 3. クムタグ沙漠 | 9. ムウス沙地 |
| 4. チャイダム盆地の沙漠 | 10. 小テンゲル沙地 |
| 5. バダインジャラン沙漠 | 11. ホルチン沙地 |
| 6. テンゲル沙漠 | 12. フルンボイル沙地 |

*信州大学繊維学部応用生態学研究室 Laboratory of Applied Ecology, Fac. text. Sci. & Technol. Shinshu Univ.

つになっている。

筆者は、昨1986年8月、国土問題研究会の調査団に加わり、中国の黄河流域ならびに中国科学院の西北水土保持研究所、蘭州沙漠研究所等を訪問する機会をもつことができた。その際にえられた資料や調査結果、ならびにその後に入手した資料等にもとづき、表題の問題について、主として生態学的観点から概要を紹介し、考察をおこなうことにする。

執筆に当り、今回の中国訪問に当って種々指導とご援助を頂いた上記調査団の団長河野通博関西大学教授および団員各位、調査旅行中終始親身になってご案内下さった中国地理学会の張文富博士および倪挺博士、中国各地の地理学会会員各位、ならびに中国科学院蘭州沙漠研究所および西北水土保持研究所の研究者各位に深く感謝の意を表す次第である。なお本論文に引用した図表には、その出所を記した。また本文中の中国の諸事情の記述については、朱および劉氏ら⁽²⁾の報告に負うところが多い。付記して謝意を表す。

2. 中国における沙漠化の特徴

沙漠化をひき起す最も基本的な条件は、一定の地域における水分の蒸発量が供給量を著しく上回ることにある。図2は地球上にみられる主な植物群系の成立と平均気温および平均降水量との関係を示したものである。図のように、一般的には、温帯～熱帯にあって、年降水量が

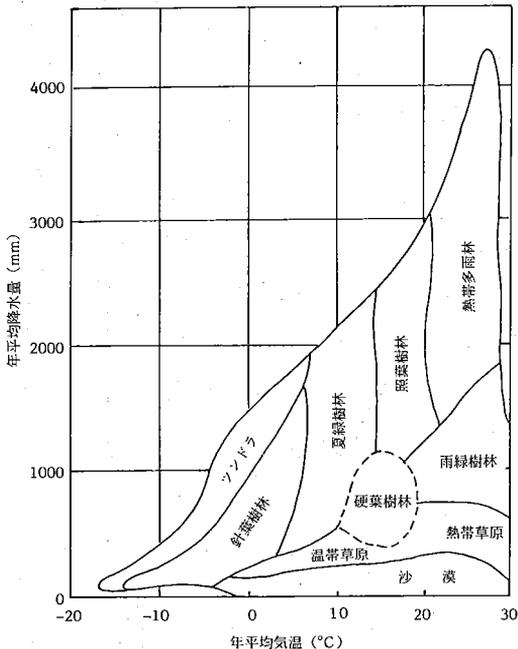


図2. 世界の平均気温および平均降水量と植物群系との関係(Lieth, 1956より改写)

200～250 mm 以下であるような地域に沙漠が分布している。

しかし中国の北部地方においてはこれと多少事情が異なり、年降水量が500 mmに達する地域においても沙漠化が進んでいる。

例えば、陝西省北部のムウス沙地の東縁部では、年降水量480～500 mmで潜在沙漠化地域に、さらに400～440 mm以下では激甚沙漠化地域になっている⁽³⁾。このような半乾燥地帯において急速に沙漠化が進行している背景には、風や雨によって侵食を受け易いこの地域の土壌の特性と、春先の強い気節風や夏の集中豪雨をもたらす気象条件がある。

それぞれの地域の乾燥の程度は、さまざまな指標で表わすことができるが、最も単純な指標は湿潤係数である。これは年降水量と年可能蒸発量の比であり、Thorntwaiteの湿潤指数とは異なる。

蘭州沙漠研究所は、中国北部で沙漠化が起る条件として、年降水量と上記の湿潤係数を用いて、「年降水量が500 mm以下、湿潤係数が0.3以下であり、一方、表土が粗しような砂質～砂礫質の堆積土、乾燥期が強風の発生期と重なる地域であって、これに過度の人為の影響が加われば、脆弱な生態的平衡が破られ、沙漠化が進む」としている⁽²⁾。

表1に中国北部の主な沙漠化地域の降水量、可能蒸発量および湿潤係数を、また図3にこれらの地域の26の地点の降水量と湿潤係数の関係を示した。図3のA群の地点の周辺では、年降水量が約300 mm以上ありながら沙漠化が進んでおり、いずれも黄河の北上部以東のホブチ沙漠、ムウス沙地、ホルチン沙地、および内蒙古中央の南部に分布し、古来農耕、戦争等による人間活動の影響を最も強く受けてきた地域である。

これらの地域のうち、内蒙古自治区の沙漠化地域の表土は、径0.01～0.25 mmの粒子が60～70%を占め⁽²⁾、一度裸地化すると風食を受けて流砂を発生し易い条件を備えている。また黄土高原と重なっているホブチ沙漠やムウス沙地の東の緑辺部における沙漠化の進行は、黄土の特性と深く関係している。

黄土は、粒径0.05～0.005 mmのシルトが50%以上を占め、構造が均質で粗いため、強風によって飛ばされ易いばかりでなく、水中で分散し易く侵食に対する抵抗力も小さい。そのため、開墾や過放牧によっていったん裸地化すると、強雨によって容易に崩壊して流亡する。しかも黄土地帯の年降水量の70～80%またはそれ以上が、夏季の集中豪雨によって占められている。図4は中国北部における黄土の分布を示したものであり、図5には黄河中流域の黄土台地における年間の泥土流出量の分布が

表 1. 中国主要沙漠地帯の降水量、可能蒸発量および湿潤係数

地 域	地 点	年降水量 (mm)	年可能蒸発量 (mm)	湿潤係数*
フルンボイル沙地	海拉爾	311.8	1400	0.22
ホルチン沙地	奈 曼	364.1	2100	0.17
ホブチ沙漠	抗錦旗	288.5	2600	0.11
ムウス沙地	鄂托克	275.8	2300	0.12
	榆 林	438.4	1900	0.23
テンゲル沙漠	沙坡頭	202.1	3000	0.067
パダインジャラン沙漠	額濟納旗	47.0	3900	0.012
タクリマカン沙漠	且 末	28.0	2550	0.011
	塔里木盆地	25 ~ 70	1700~1900	0.01~0.02

注：*年降水量と年可能蒸発量の比である。
文献 2, 4 およびその他の資料から作成した。

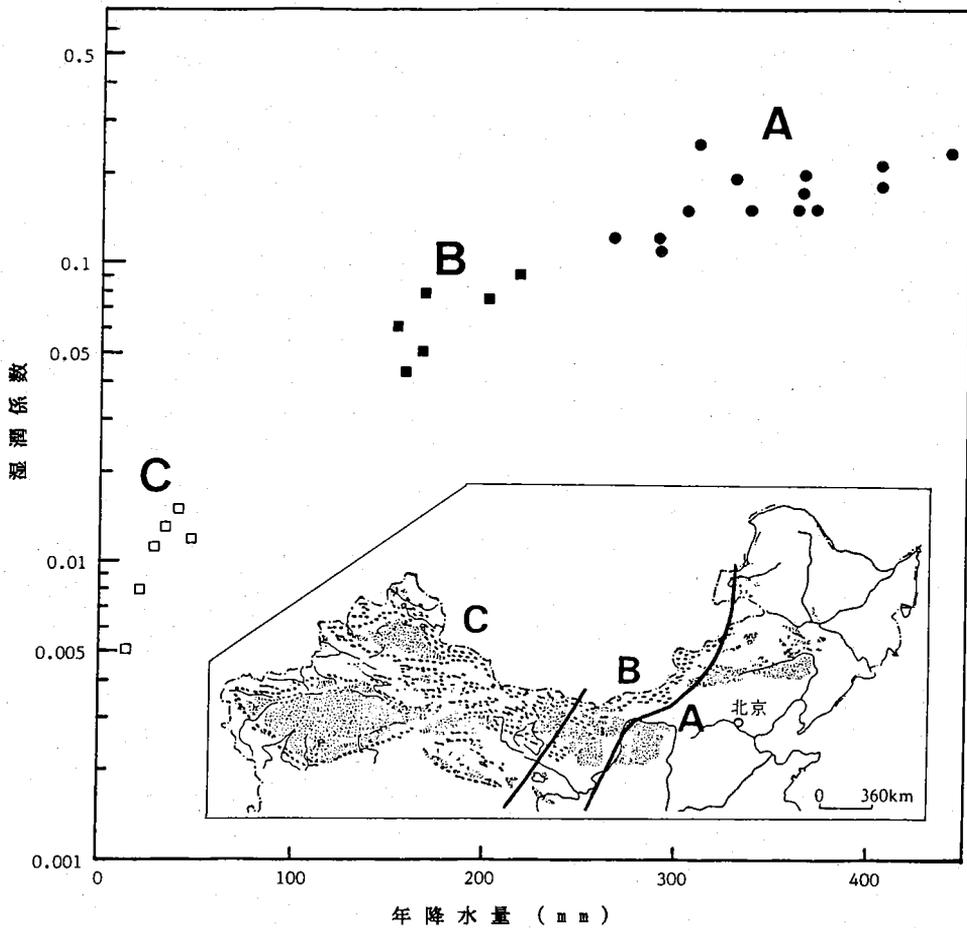


図 3. 中国北部沙漠化地帯の 26 地点における年降水量と湿潤係数の関係(朱および劉⁽²⁾の資料から作成した)

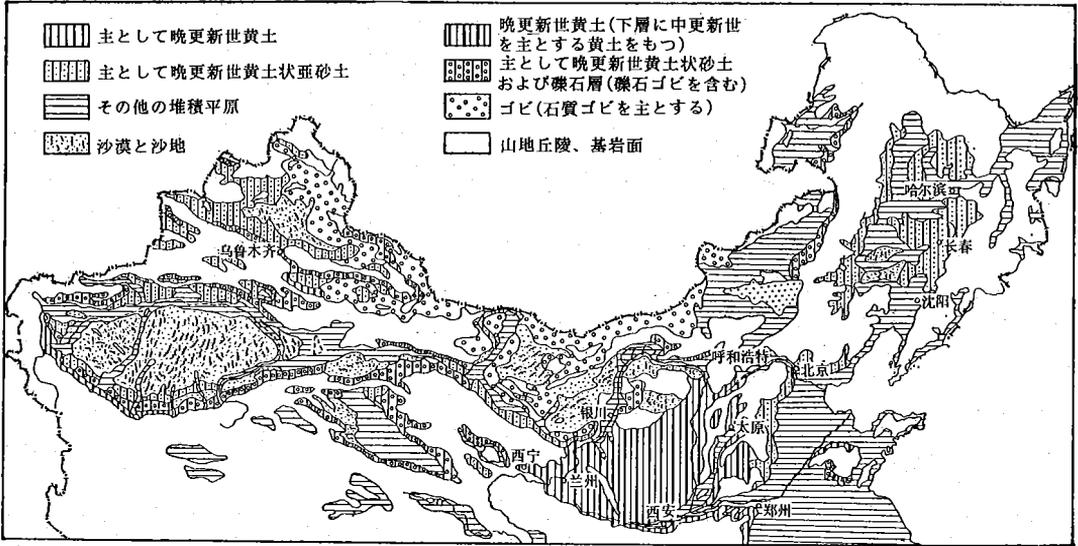


図4. 中国における黄土の分布(中国科学院⁽¹⁾による)

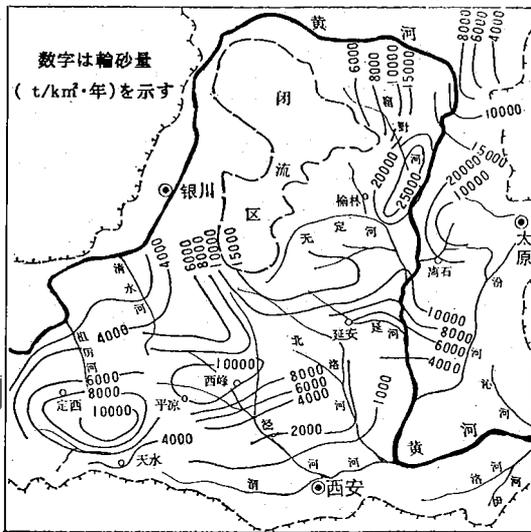


図5. 黄河中流域における年間の泥土流出量の分布(黄河水利委員会⁽⁵⁾による)

表わされている。図5によれば、榆林から北の沙漠化地域では、年間に $10\sim 20\text{kg}/\text{m}^2$ に達する表土の浸食・流亡が起っていることがわかる。実測によれば黄土のみかけの比重は平均1.6なので、上記の浸食量は、地表から平均して毎年厚さ1cm前後の土壤が失なわれることを意味している。

以上のような、気候と土壌の特性にもとづく表土の流亡は、有効降水量の不足と相まって、植生の回復を著しく困難にするものであり、中国北東部の半乾燥地帯にお

いて沙漠化を促進する自然条件の大きな特徴といえることができる。

3. 歴史時代における沙漠化と人間活動

近代以前にすでに存在した中国の広大な沙漠も、すべてが自然現象の結果としてつくられたものではない。歴史時代においても、さまざまな人間の活動が土地を枯らし、不毛な沙漠を拡大させてきた。例えば、黄河中流の大湾曲部に囲まれた陝西省北部と内蒙古自治区南部の一带は、現在は広大なホブチ沙漠とムウス沙地となっているが、この地域は前述のように年降水量が $300\sim 400\text{mm}$ あり、気候も温暖なため、約1000年、あるいは近々2000年位前までは、草原あるいは森林であったことを証明する史料が沢山残っている(2, 11, 12)。また現在はホブチ沙漠の東縁部に当る陝西省北端の清水河流域には、12世紀末まで原生林が存在したという。

歴史時代に沙漠を拡大させた人為的な原因とその影響の過程を朱および劉氏ら⁽²⁾は図6のようにまとめている。そして、歴史時代に度々この地方を襲った大干ばつや大風(図7)が、たまたま国内の政治的動乱期や戦争と重なった時代に、沙漠化は一層急速に進んだという。

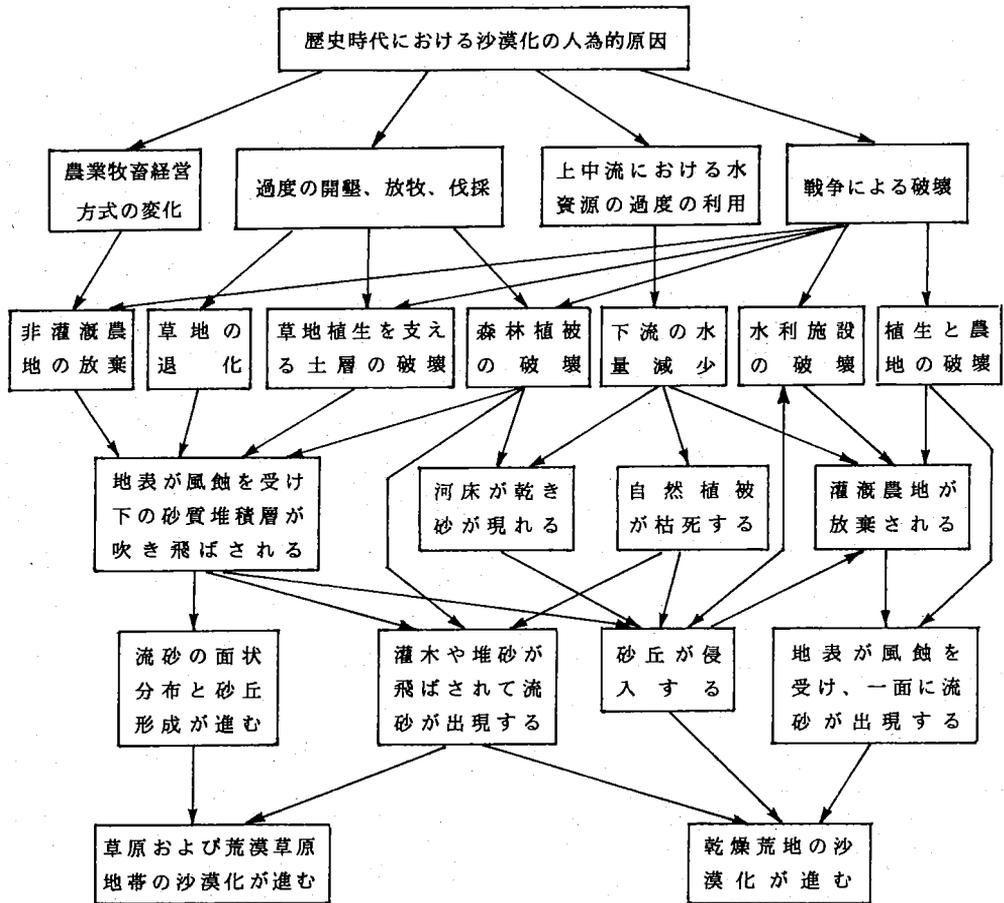


図 6. 中国の歴史時代における沙漠化の進行と人間活動（朱および劉⁽²⁾による）

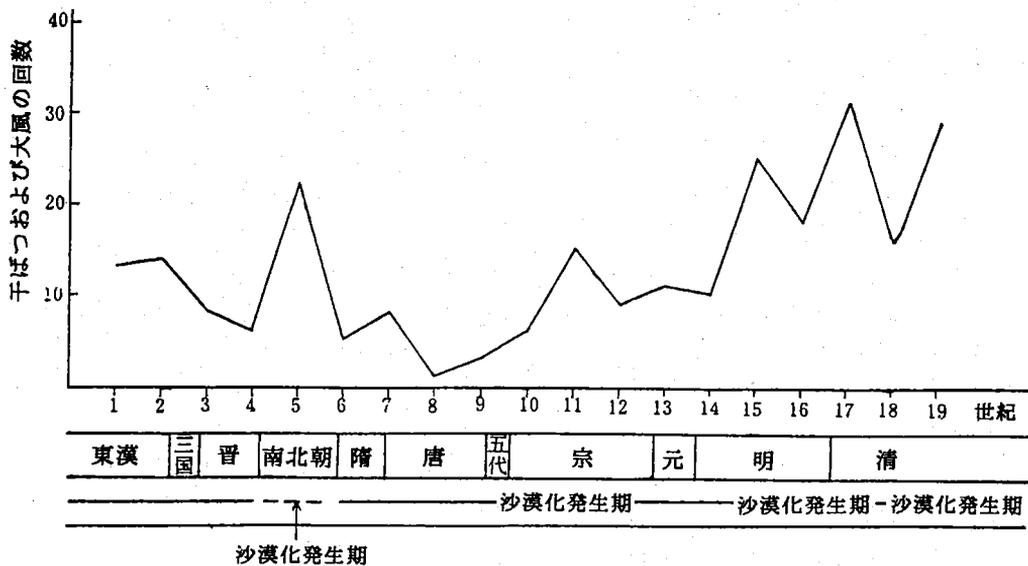


図 7. 中国の歴史における干ばつおよび大風の発生状況（朱および劉⁽²⁾による）

4. 現代における沙漠化と人間活動

中国における沙漠の拡大は、現代に入って著しく加速され、すでに述べたように、過去半世紀で、それまでの2.5倍を越えるに至った。その直接の原因はやはり人間の所業であり、それらの類型別の寄与の割合は、表2のようにまとめられている⁽²⁾。

表2. 現代における沙漠化の原因

原因	北方地区で現代に沙漠化した土地に占める割合 (%)
過度の開墾	23.3
過度の放牧	29.4
過度の森林伐採	32.4
水資源の不適当な利用	8.6
工鉱業、交通、都市建設	0.8
風による砂丘の侵入	5.5

注：朱および劉⁽²⁾による。

表2のように、現代の中国で沙漠を拡大させている主な原因は、行き過ぎた開墾、家畜の過密放牧、および燃料にするための森林の伐採であり、これらの合計が全体の85%を占めている。

4-1 過度の開墾による沙漠化

乾燥地帯において、耕地を造成するため、開墾によってステップや草原などの乏しい植生を破壊すれば、土壌はむき出しになり、強い季節風による風食や、地域によっては集中豪雨による浸食を受け、植物の成長にとって大切な有機質や肥料成分、ならびに水分を保留する土壌の特性などが急速に失われ、土地の肥沃度が低下する。このような土地に、適当な植生保護・回復の措置がとられず、まして放棄されたりすれば、容易に沙漠化が進む。

図8は内蒙古自治区中央部の烏盟后山地区にみられた、

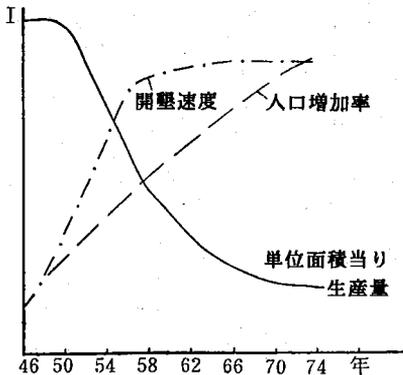


図8. 内モン古烏盟后山地区の近年における人口増加および開墾速度の上昇と単位面積当り収量の低下 (朱および劉⁽²⁾による)

近年における人口の増加と開墾速度の上昇が土地の生産力を急速に低下させた経過の典型的な例である。また図9は同地区内の四子王旗の一農場でみられた、開墾後30年間における風食の進行と農業生産力の低下の関係を示したものである。これによれば、期間内に平均して1年に2cm厚の表土が失われ、収量はおよそ5分の1に低下している。沙漠周辺の厳しい自然環境の下では、自然植生の消失がいかにはげしく土地の荒廃を促すかを知ることができる。

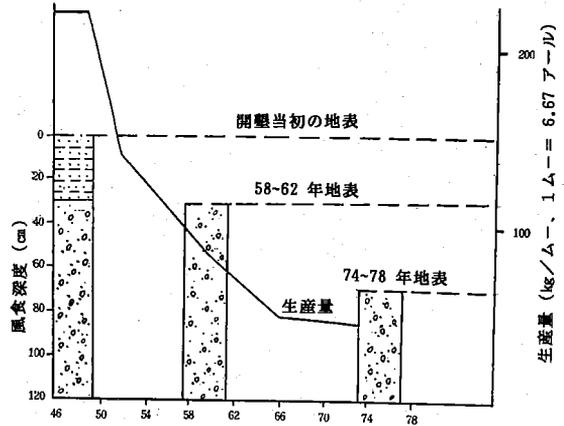


図9. 土壌の風食と単位面積当り生産量の関係 (内モン古四子王旗供済堂公社の例。朱および劉⁽²⁾による)

土地が荒廃する一方で人口が増加すれば、食糧を得るためにますます新しい土地が拓かれる。中国の沙漠周辺

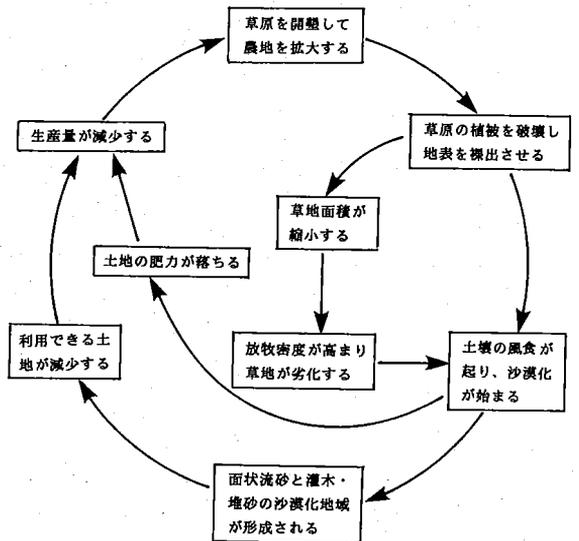


図10. 草原の開墾によって生ずる悪循環 (朱および劉⁽²⁾により、多少改変した)

地域で進んでいるこのような過程は、図10に示すような悪循環を生み、次に述べる過密放牧を誘発して、土地の荒廃・沙漠化をさらにおし進める結果になる。

4-2 過密度の放牧による沙漠化

中国の北部、西部では、古来、羊を主とする牧畜が主な生業であったが、近年その飼育頭数が無計画に増加する一方、遊牧民が一定の土地に定住する傾向が強まってきたため、広域的な全草地面積からみればまだ収容力は残されているとはいえ、居住地の周辺地域では、前述の開墾による草地の減少と相まって、放牧頭数の過密化が急速に進んでいる。

図11は、内蒙古の小テンゲル沙地周辺地区における実情を示しているが、これによれば、1949年から10年間に1頭当りの占有草地面積は55ムー（約3.67ha）から15～20ムー（約1.0～1.3ha）に減少したことがわかる。また表3は同じく内蒙古の烏盟武川県の記録であるが、ここでも近年、放牧の過密化が進んでおり、それに伴う1

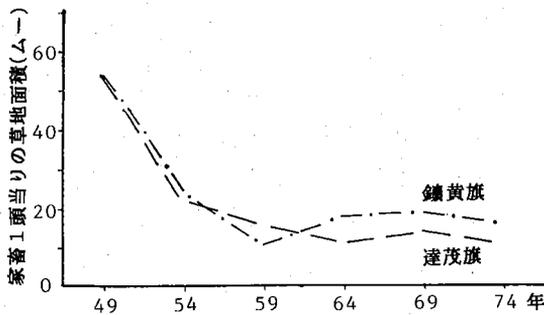


図11. 内蒙古自治区の2地域における家畜1頭当り草地面積の減少（朱および劉⁽²⁾による）

表3. 放牧密度と羊1頭当り出肉量の関係
(内蒙古自治区烏盟武川県の例)

年 度	羊1頭当り占有面積 (ha)	羊1頭の出肉量 (kg)
1952	1.61	16.4
1962	0.80	15.0
1972	0.60	12.7
1976	0.59	9.4

注：朱および劉⁽²⁾にもとづいて作成した。

頭当りの出肉量の低下がはっきり現われている。このような草地で育てられた羊は、肉がまずく、毛皮の質・量も低下するという。

中国北部の草地の適正放牧密度については、表4のような丸山⁽⁶⁾の紹介がある。また1977年に開かれた国連沙漠化会議も、乾燥地帯における放牧密度の問題をとり上げ、湿潤係数が0.2～0.03の地域では、草地5ha当り羊1頭を最大限度としている。この基準からみれば、図11および表3の数字は、およそ5～10倍に相当する高い放牧圧となっている。ちなみに、高い降水量に恵まれているわが国の優良牧草地では、年間の生草生産量は40t/haに達し、0.091ha（約1.36ムー）で羊1頭の通年飼育が可能であるという（本学資源生物学教室武田晃教授による）。中国北方地域の自然環境が、生物生産にとっていかに厳しいものであるか理解できよう。しかし一方では、乾燥地帯の野草は栄養価が高く、丸山⁽⁶⁾によれば、荒漠草原の草は湿潤草原に比較して、粗蛋白質含量は2倍に達し、ビタミン含有量も高く、特にアカザ科とヨモギ属の植物の蛋白質、脂肪の含有量は、マメ科牧草のルーサンに匹敵するという。

表4. 中国の天然草地類型の植被率、生草収量および羊の収容力

植生型	植生亜型	植被率 (%)	生草収量 (t/ha)	羊1頭の年間放牧に必要な面積 (ha)
草 原	湿潤草原	60-85	3.0 - 6.0	0.5
	典型草原	40-60	1.5 - 4.0	0.9
	荒漠草原	15-35	0.8 - 1.5	1.6
	高寒草原	30-40	0.3 - 1.5	-
荒 漠	草原化荒漠	10-20	0.5 - 1.0	-
	典型荒漠	5-10	0.4 - 0.8	-
	高寒荒漠	5-15	0.3 - 0.7	4.0 以上

注：丸山⁽⁶⁾にもとづいて作成した。

以上のような家畜の過密放牧による沙漠化は、中国北部の沙漠周辺の砂質～砂礫質土壌の地帯に広くみられ、

その面積は14,821 km²で、現代における沙漠化面積の中の重要な部分（29.4%）を占めている。

4-3 燃料のための森林伐採による沙漠化

灌木や高木の叢林は、その根系が土壌を緊縛して侵食・崩壊を防ぐだけでなく、地上の風速を減少させて土砂が飛散するのを抑え、雨滴の打撃力を弱めて表土の流亡を防ぐとともに土中への水の浸透を促し、落葉が土に有機物を供給し、また地表付近の温度を調節するなど、さまざまな重要な働きをもっている。

中国の北方地区では、近年森林が減少したため、日常生活の燃料用の樹木の伐採がさらに多くなり、それが沙漠化を促進する大きな原因となっている。この原因による沙漠化面積は16,339km²で、表2のように、現代における沙漠土地面積の中で最大の割合を占めている。

例えば、黄土高原にある陝西省北部の神木県では、1949年から約30年の間に、22,680ha残っていた臭柏林の73%が燃料として伐採され、またパダインジャラン沙漠とテンゲル沙漠をかかえる内蒙古の阿拉善盟でも、天然の梭梭の林の60%が、近年になって燃料として伐られて消滅してしまった。5人家族の家庭で、毎日燃料として10kgの薪を消費するとすれば、1年間には20~27haの砂丘の飛砂を固定する機能を失う結果になるという。このような事情から、森林の伐採による沙漠化は、居住区の周辺において特に顕著である。

なお森林の伐採のほか、葉草その他の有用な野生植物の過度の採取も、植被の破壊を招くことがある。

4-4 その他の原因による沙漠化

一つの水系における水資源の合理的利用計画の欠如、すなわち上・中流域における無計画な取水は、下流の土地の乾燥化を助長し、また地下水の過度の汲み上げも、地下水位を下げて植物の成長を抑制し、甚しい場合には枯らしてしまう。例えば甘肅省の民動地区(テンゲル沙漠内)では、無計画な地下水開発によって、最近の10年間に地下水位が約4m下り、樹木の成長が著しく抑制された。

工鉱業、交通、都市建設によって引き起される沙漠化は、現在は全体の0.8%に過ぎないが、その割合は急速に拡大しつつある。この種の原因による沙漠化は、乾燥~半乾燥地区の経済建設に伴って今後ますます増大するので、注意を要する問題である。

以上述べたさまざまな原因による沙漠化地域は、いったん激甚段階に達すると、大面積の流動砂丘を形成し、これに風の動きが加わると、風下に砂が移動して新たに沙漠を形成してゆく、このような過程による沙漠の拡大は、全体の5.5%を占めている。

5. 沙漠化と土壌の塩類集積・アルカリ化

土壌表層への塩類の集積(ソロンチャク土形成)およ

びその溶脱によるアルカリ土化(ソロネツ土形成)は、沙漠化に必ず随伴するわけではないし、また乾燥地帯でなくても起る現象である。しかし、沙漠化地の植生回復にとって速効的な対症療法である灌漑が無計画におこなわれた場合には、しばしば塩類集積が起り、強度の耐塩性あるいは好塩性植物を残すのみで、土地は再び不毛となる。しかも表面に塩類皮殻を形成した土壌は透水性が低下するので、降雨の際周辺地域の浸食を助長する。

日本列島のように、降水量が可能蒸発量を上回り、極相植生として森林が成立するような地域では、年間を通して、土壌中の水の動きは下降が卓越し、表層への塩類集積は起らない。しかし、可能蒸発量が降水量を上回り、極相が草原となるような地域では、土壌中の水の移動は上昇型になる。その場合、地下水位が高く、水の上昇と表面からの蒸発が継続的におこなわれれば、水に溶解して下層から運び上げられた塩類は、土壌の表層に集まって結晶化し、ソロンチャク土を形成する。

耕地における塩類集積は、後述のように、過剰な灌漑をおこない、排水(土壌下層からの水抜き)を怠った場合に起る。豊かな降水量に恵まれた日本列島の自然に馴れているわれわれには、感覚的に理解し難い現象である。

塩類集積は、中国北西部のタクリマカン沙漠やグルバンテュンギョト沙漠の周辺で特に顕著である。程氏ら⁽⁷⁾によれば、タクリマカン沙漠があるタリム盆地の北部では、耕地の3分の1が塩類集積の影響を受け、広範囲の地表に灰白色の塩霜や塩殻が形成されているという。

表5は程氏ら⁽⁷⁾の報告から、上記地区の土壌断面における塩類総量の分布の数例を要約して引用したものである。原著に記載されている主要イオンの当量値は省略したが、いずれにおいても、カチオンではMg²⁺、K⁺およびNa⁺の合計が、またアニオンではCl⁻およびSO₄²⁻が、当量比で97%以上を占めている。これらの数値から、乾燥地帯における塩類集積が、いかにすさまじいものであるか理解することができる。

上記の地域でこのような著しい塩類集積が起る原因について、同氏らは次のような諸条件をあげている。

- i 気候: 平均気温は年10.6~11.5℃, 7月22~26℃, 1月-8.5~-13.0℃。年平均降水量25~70mm, 可能蒸発量1700~1900mm。
- ii 地質: 天山南面における白亜紀と第三紀に属する塩類含有量の高い地層の存在。
- iii タリム盆地が閉鎖盆地であり、流出がない。
- iv 植生: ある種の植物(泌塩植物)が塩類集積を促進する。例えば *Salix chaenomeloides* (紅柳, マルバヤナギまたはアカメヤナギ) の林叢下の土壌は、まわりの裸地の土壌に比べて、2.8倍(4.58

表 5. タリム盆地北部の塩類集積土の可溶性塩類含有量

湿潤草原塩土			典型塩土			荒漠化塩土		
深 度 cm	塩 類 量 %	pH	深 度 cm	塩 類 量 %	pH	深 度 cm	塩 類 量 %	pH
0~2	62.75	8.8	0~5	54.10	8.7	0~15	17.39	8.2
2~16	1.98	7.8	5~13	28.58	8.5	15~35	9.62	8.3
16~31	0.37	8.2	13~31	4.95	8.0	35~56	5.81	8.4
31~46	0.25	8.1	31~52	2.36	8.1	56~62	2.47	8.2
46~68	0.23	8.1	52~75	1.63	8.3	62~71	4.67	8.2
68~92	0.25	8.1	75~100	1.51	8.2	72~100	3.13	8.3
92以下	0.34	8.0	100~120	1.00	8.2			

注：程心俊ほか⁽⁷⁾の論文から抜粋して作成した。

%)の塩類を含んでいる。

V 人為的原因：不合理な灌漑。特に定量を越える灌漑による地下水位の上昇。

特に最後にあげられているような不合理な畠地灌漑による二次的塩類集積は、中国北方地域で広く問題になっている。黄土地帯においても、黄土リャンや黄土マオ（図16参照）の間の低地の畠の表面を、一面に塩霜や塩殻が覆っている状景がしばしば観察される。また黄土の垂直にきり立った浸食崖の表面に、塩霜をみることもある。

6. 沙 漠 化 の 防 止

以上述べたような、中国の、特に現代における沙漠化の主要因と過程をまとめると、図12のようになる。

図12に示したように、沙漠化とは、乾燥条件下の厳しい自然条件の中で成立している、生産力が低く可撻性と回復力が小さい生物社会を内包する、閉鎖度の高い生態系に、人為の力が加わることによって起る乏しい植被の破壊が突破口になって、その系の物質的平衡が破られ、表土・水・有機物・肥料成分など植物の成長の基盤となる物質が、不可逆的に系外に流亡してゆく過程というこ

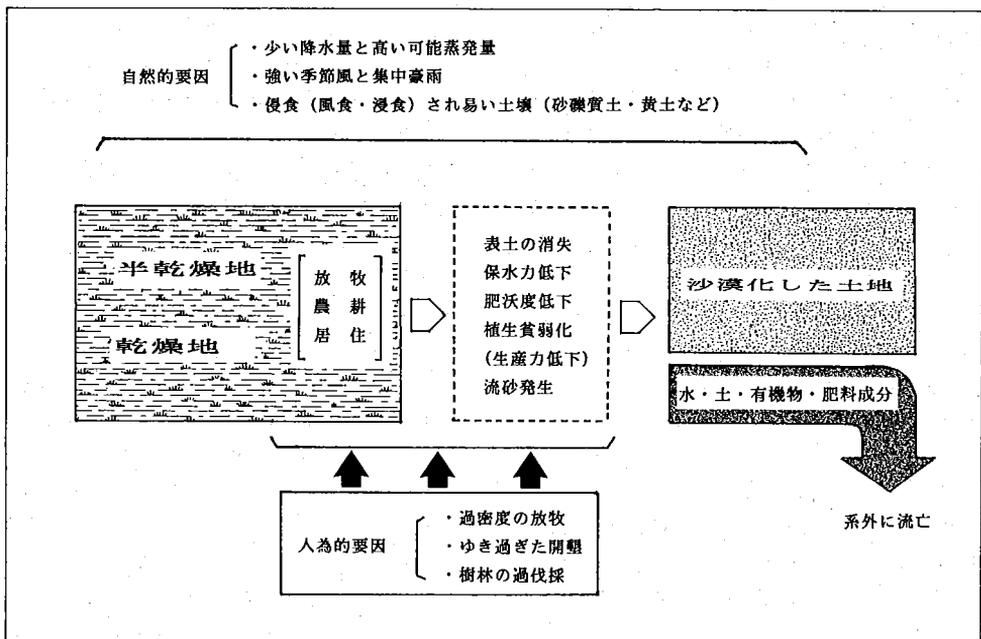


図 12. 中国における沙漠化の主要因と過程（桜井原図）。説明は本文参照

とができる。その結果、系は開放的となり、生物生産力と生物群集の多様性は、極端に低くなる。

砂漠化の防止は、したがって、上記のような過程を押し進めている人為の影響を、その地域の望ましい平衡系を破壊しない許容量の範囲内に制限する方途を見出して適用することである。また、人間による土地の利用を目指した砂漠からの回復とは、その土地における人間の主として一次産業的な諸活動を内包しつつ成り立つ平衡状態を、長期にわたって維持してゆけるような自然-社会系を、その土地の自然条件の中に創造する過程に外ならない。

中国における砂漠化の防止対策は、開放後国家的事業として進められており、その施策は、基本的に上記のような観点をふまえたものになっている。

以下に、今日推進されている主な施策を紹介する。

6-1 中国科学院蘭州沙漠研究所があげている沙漠化防止対策と植生回復措置⁽²⁾

1) 草原と荒漠草原における植生回復措置

- 農耕地を安定させるため、これを囲む防護林網をつくり、その地域に図13に示したような、農業-林業-牧畜業が有機的に結合した生産体系を確立する。
- 丘間の低地に植林し(図14)、風力を弱めて砂の移動を抑え、草本植生の回復を促すとともに燃料の供給をはかる。
- それぞれの土地に合った適正放牧密度の基準をつくり、厳守させる。水の条件の良い河川、湖沼のまわりに人工牧草基地をつくり、冬~春期の飼料不足を捕う。また草地に灌木、高木の叢林をつくる。これは草の生産を高め、家畜が暑さ寒さを避けるのに役立ち、またそれ自体が栄養価の高い飼料になる。

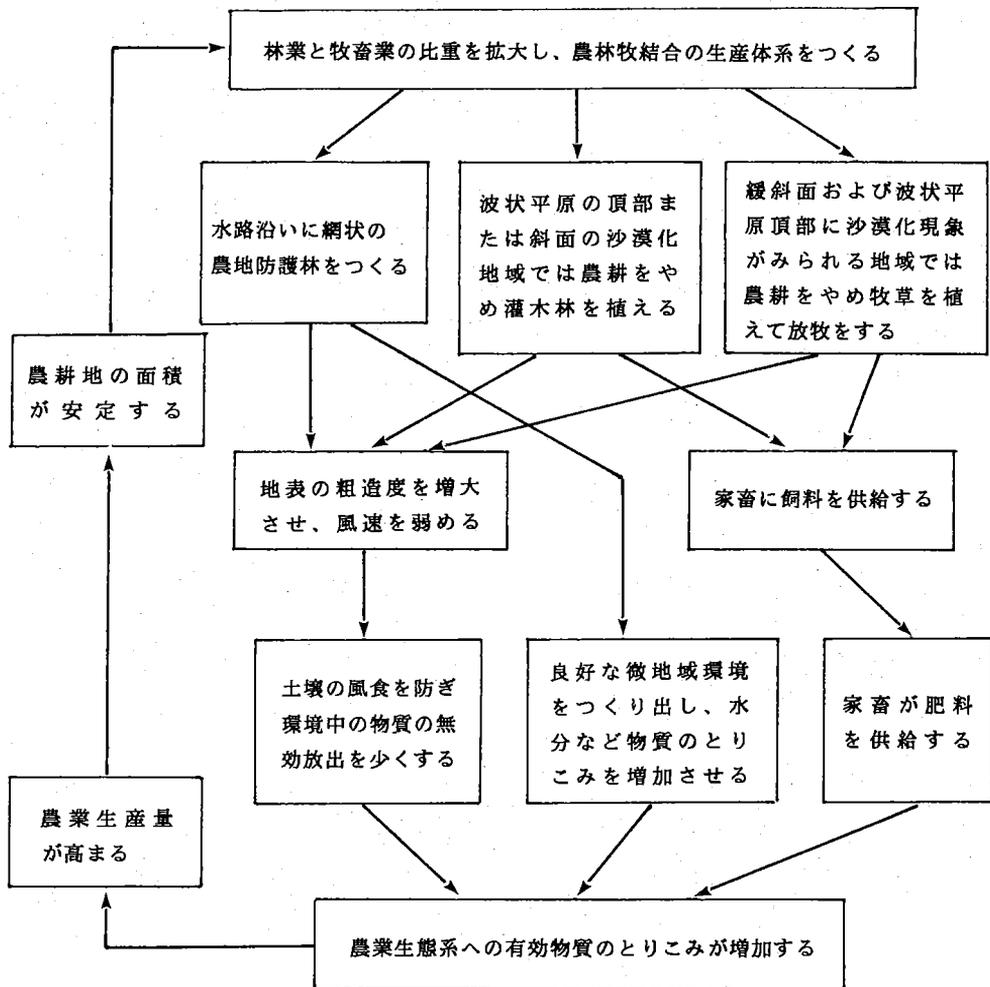


図13. 農林牧を一体とした生産体系をつくり、農業生産を安定させる(朱および劉⁽²⁾による)

- 2) 水土資源の合理的利用と保護の体系を確立することによる乾燥、荒漠地帯における沙漠回復措置
- ・河川の流域を1つの生態系としてとらえ、上・中・下流における用水の適正配分と、農・林・牧の生態学的結合体系をつくり、系の安定をはかる。
 - ・固砂植物（風による砂の流動を抑える植物）を植え、砂丘の移動を人工的に固定する（図15）。表6はテ



図14. 草原地帯の流動砂丘の間に植林し、沙漠化の進行を抑える。ムウス沙地，定辺の東北部（朱および劉⁽²⁾による）



図15. 乾燥荒漠地帯の農地や自然植生の周囲に方形植栽をおこない、砂丘の表面を安定させる（朱および劉⁽²⁾による）

表6. テンゲル沙漠東南部で植物によって砂丘固定をしてから20年後の地表および土壌環境の変化

	風速 m/sec	輸砂量 g/cm·min	0.01mm以下の 粒子含量%	有機質 %	全N %	全P %
流砂区	6.0	1.888	0.23	0.0719	0.0012	0.0231
固砂区	3.3	0.410	0.68	0.785	0.0291	0.0339

注：朱および劉⁽²⁾による。

ンゲル沙漠でこのような措置をしてから20年後に測定された環境の変化である。

- ・沙漠の中に点在する緑州（農地や自然植生）の周囲に、高木と低木から成る多層樹林帯を設ける。また緑州内には200~300m間隔に、幅6~12mの高木帯を設け、その中に草本植物を育てる。このような

樹林帯は、風速を著しく弱める効果がある。

6-2 黄土地帯における表土流出防止対策

黄土地帯に存在するホブチ沙漠やムウス沙地の東縁部では、前記のような植生回復措置とともに、夏季の集中豪雨による土砂の流亡を防ぐ対策が重要である。

黄土地帯において、雨水の無効流出を減少させ、同時

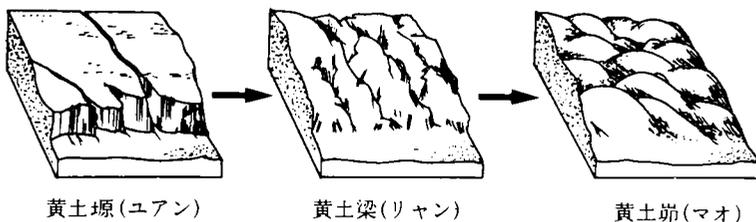


図16. 黄土台地における浸食の進行と地形の変化（上海師範大学「簡明中国地理」1974.による）

に土地の浸食や表土の流亡を防ぐためには、特徴ある黄土地帯の地形である“梁（リャン）”や“峁（マオ）”（図16）の斜面を梯田（段々畝）構造（図17）とし、その棚面に作物を栽培するか、あるいは木本植物の植栽を

おこなう。また浸食谷（ガリー）の谷頭部の下には“坊（ファン）”と呼ぶ盛土堰堤を設け、これに成長の速い柳などを植え（図18），雨水の地下浸透を促し、土の流亡を防ぐ。

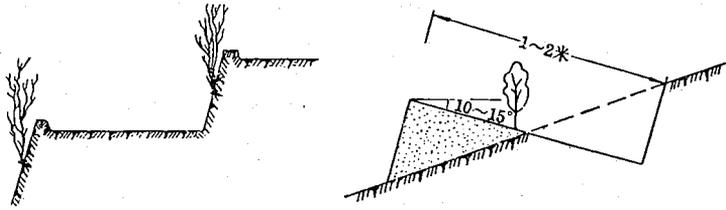


図17. 梯田（段々畝）の構造。右は逆傾斜をつけた梯田（岩谷⁽⁸⁾より引用）

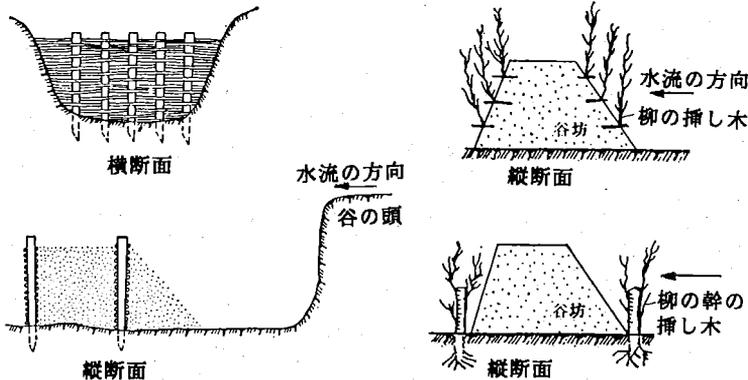


図18. 黄土台地の浸食谷（ガリー）に設ける簡易堰堤“坊”。

左は2重のしがらみの間に土をつめる。右は盛土堰堤に柳を植える（岩谷⁽⁸⁾より引用）

黄土地帯で水土保持工に使われる樹種には表7のようなものがある。

表7. 水土保持工に使用される樹種

樹種名	用途	樹種名	用途
マンシュウクロマツ	斜面保護, 固砂	サンショウ	斜面保護, 凹地固め
コノテガシワ	斜面保護,	カリン	斜面保護, 凹地固め
ポプラ	護岸, 河川敷保護, 防風, 固砂	コバノムレスズメ	斜面固め, 護岸
ウンリュウヤナギ	護岸, 河川敷保護, 防風, 固砂	クロバナエンジュ	斜面保護, 溝固め
ハリエンジュ	斜面保護, 固砂, 土壤改良	ギョリュウ	斜面保護, 溝固め
(ニセアカシア)		コリヤナギ	固岸, 護堤
ハルニレ	斜面保護, 防風, 固砂	食用クズ	斜面保護, 溝固め
ニワウルシ	斜面保護, 崖固め, 緑化	ドクウツギ	斜面保護
(シンジュ)		エノヤマハギ	斜面保護, 斜面固め
アカメガシワ	斜面保護, 緑化	ムクゲ	斜面保護, 溝固め
ココノエギリ	斜面保護, 護原, 護岸	ハシバミ	斜面保護
センダン	斜面保護, 緑化	クコ	崖固め, 斜面保護
アベマキ	斜面保護, 防風, 農地保護	沙棘*	斜面保護, 溝固め
クワ	斜面保護, 凹地固め	沙柳*	防風, 固砂, 水路保護, 護岸
アンズ	斜面保護	狼牙刺*	斜面保護
サネブトナツメ	斜面保護, 凹地固め	虎榛子*	斜面保護
カキ	斜面保護, 崖固め,	苦参*	斜面保護, 凹地固め
セイヨウリンゴ	斜面保護		
クリ	斜面保護, 溝固め		
セイヨウグルミ	斜面保護, 緑化		

注：*は和名不詳。雲南林学院・陝西省水土保持局「水土保持林」1975,による。岩屋⁽⁸⁾より引用。

陝西省の黄竜水土保持ステーションの資料によれば、林地は黄土の露出地に比べて、流出の78.4%、河川土砂量の94%を減少させている。また梢林のステップ地域の年土砂流出量は斜面耕地に比べて4%に過ぎない⁽⁴⁾。植生の回復が土砂の流亡を防ぐためにいかに有効かわかる。

6-3 放牧方法の改善

放牧方法の改善は、中国における沙漠化防止の重要課題である。これについては、過密放牧によって退行した草地への放牧禁止、季節別営地利用による放牧制度の採用、および最近の放牧地の使用が固定化する趨勢の下では、一定地域内における輪換放牧の採用、等の対策がとり入れられつつある⁽⁶⁾。新疆ウイグル自治区の山地草原でおこなわれた三区輪牧試験によれば、自由放牧に比べ

て、45日間で、採食率は26%増加、牧草損傷率は28.2%低下、牧養量は33.3%上昇、羊群の体重増が17.3%上昇したという。

なお中国では、1985年10月1日「草原法」が施行された。この法律は個人や団体に草原の土地所有権や使用権を認める一方で、使用者に対して環境保全に対する責任を負わせるもので、無制限な放牧、農地化、乱獲・乱伐、土壌の採取などに対する制限・禁止と、違反者に対する罰則を定めている⁽⁹⁾。

6-4 沙漠化地域の人口密度

人間が一定の地域の環境に与える影響を考える場合に、人口密度は最も基本的かつ普通的な指標である。特に沙漠化が問題になるような厳しい環境の地域では、人口密度の上昇は直接的な圧力となる。

表8. 内蒙古自治区中部の4つの県・旗における近年の人口密度の変化

	湿潤係数	人口密度 (人/km ²)				
		1949	1957	1962	1966	1973
商 都 県	0.15	49.4	62.6	66.1	74.9	89.0
四 子 王 旗	0.12	3.0	4.7	5.9	6.1	7.3
察 右 中 旗	0.19	23.7	35.4	39.2	44.5	51.6
武 川 県	0.15	15.0	23.2	27.7	29.3	35.4

注：朱および劉⁽²⁾による。

表8は、内蒙古自治区の2・3の地域の、最近24年間における人口密度の変化を示したものである。国連沙漠化会議(1977)は、沙漠化地帯の人口圧の限度について指標を提案し、湿潤係数0.03~0.2の乾燥地帯では7人/km²、湿潤係数0.2~0.5の半乾燥地帯では20人/km²を限度としているが、表8の地域はすべてこの基準を越えている。蘭州沙漠研究所の朱および劉氏ら⁽²⁾は、人口密度の上昇を抑制することが、沙漠化防止に決定的な意義をもつことを強調している。

6-5 農耕地の二次的塩類集積の防止

乾燥地帯における農耕地の二次的塩類集積の原因は、前述のように、無計画な畝地灌漑による地下水位の上昇である。これを防止・改良するには、計画的灌漑と平行して土壌の下層からの排水をおこない、土壌水の下降移動を促し、表層に集積した塩類を溶解・排除しなければならない。

李および趙⁽¹⁰⁾は、新疆ウイグル自治区グルバンテュンギョト沙漠のマナス河東岸沖積平原に在る147団農場の塩類集積地の改良に、つぎのような措置が有効であったことを報告している。

i 灌漑水路からの漏水防止：この地区では畝地の灌漑は不可欠であるが、水路からの漏水と過剰灌水によ

って、引水量の40%が無効に浸透して地下水位を高め、二次的塩類集積をひき起した。そこで水路にコンクリート板を用いて漏水を防ぐことにより、地下水位を下げ、塩類の除去に著しい効果をあげることができた。例えば、水路から32m距った地点において、地下水位は防滲前に70cmだったが、防滲後1年目に125cm、2年目に210cmに下った。

ii 灌水定量を明確にし、過度の灌水がおこなわれないように、監視を強化する。

iii 堅井戸を設け、過剰な地下水を排除する：上記農場(約10670ha)に60本の堅井戸を掘り、6m³/ha・日の排水を1977年7月に開始したところ、2カ月後には水位が30~60cm下がりが、地下水の塩類含量は90.5g/lから0.62g/lに低下した。この事業は水資源の開発にも効果があった。

河北省南部の曲周県でも、近年(1980~1982)、16000haの塩積・アルカリ化地域に灌漑水路と排水井を設け、その63%を改良した。この事業はIFAD(国際農業開発基金)とWFP(世界食糧計画)の援助を受けておこなわれたもので、改良の結果、農業生産量は63.8%上昇した。中国北部全体の塩積・アルカリ化土壌は、約30,000km²あるといわれ、現在各地でそ

の改良事業が進められている。

7. お わ り に

以上述べたところは、中国における沙漠化進展の経過、ならびにその防止と回復のためにとられている対策のあらましである。

中国北方の広範囲の地域にみられる沙漠化の背景には、歴史時代から現代まで、乾燥気候に加えて、強風や豪雨によるはげしい表土の剥脱という厳しい自然条件があったとはいえ、世界の沙漠地域の多くがそうであるように、沙漠化が進行する契機を与え、それを加速してきたのは、明らかに人間の活動であった。人類は、地球上のあらゆる場面で、生物社会と生態系に影響を与えつつ、膨脹する自己の生存を維持してきたが、苛酷な環境下の微妙な平衡の上に成り立っている生物社会ほど、人間活動の影響は峻烈であり、その結果は人間の所業に対して無言の警告を与える。沙漠化はそのような現象の典型といえよう。

豊かな降水と多様で回復力に富んだ植生に恵まれた国土に住む日本人には、沙漠化の問題は対岸の火事を見るに似た感覚で受けとめられ易い。しかし、世界の人口膨脹と食糧需要を考えれば、沙漠化防止の問題は、間違いなく急を要する地球的課題である。

中国においても、1985年の人口は10億6300万、40年後には14億6000万に達すると推定されている。これらの人びとの食糧保証を考えれば、この国における沙漠化防止の国家的重要性が、容易に理解できる。すでに各地から報じられている沙漠地の改良の成果や、政府、研究機関等の熱意からみて、新中国はおそらくこの難事業に相当の成果をあげるであろうが、技術や費用もさることながら、そのために最も必要なことは、国の内外にお

ける平和の持続であろうと思われる。

引 用 文 献

- 1) アメリカ合衆国政府(逸見謙三・立花一雄監訳): 西暦2000年の地球 2. 家の光協会, 1981.
- 2) 朱震達・劉恕(中国科学院蘭州沙漠研究所): 中国北方地区の沙漠化過程及其治理区画. 中国林業出版社, 1981.
- 3) 中国科学院蘭州沙漠研究所編: 陝北沙漠化類型及防治区画図. 1983.
- 4) 任美鏗編著(阿部治平・駒井正一訳): 中国の自然地理. 東京大学出版会, 1986.
- 5) 水利電力部黄河水利委員会治黄研究組: 黄河的治理与開発. 上海教育出版社, 1984.
- 6) 丸山純孝: 中国における「草地植生の合理的利用と草地生態系管理」. 草地生態, No. 20, 1~10, 1982. (この論文は、「中国植被編集委員会編: 中国植被, 1980, 第4編, 第27章, 草場植被の合理利用与草場生態系統的管理」の概要を紹介したものである。)
- 7) 程心俊ほか: 塔里木盆地北部平原地区塩漬土的形成条件和類型特征. 干旱区研究, 1984第1期, 36-42, 1984.
- 8) 岩屋隆夫: 黄河の砂けむり——水土保持工について. 中国の河川, 74~81, 1980.
- 9) 岩城英夫: 内蒙古草原視察旅行の経緯と記録. 草地生態, No. 23, 1~3, 1986.
- 10) 李述剛・趙怀璧: 石河子147团灌区土壤次生塩碱化新動態. 干旱区研究, 1984第1期, 28~35, 1984.
- 11) 中国科学院“中国自然地理”編輯委員会: 中国自然地理総説. 科学出版社, 1985.
- 12) 史念海ほか: 黄土高原森林与草原的變遷. 陝西人民出版社, 1985.