

---

# 中国における乾燥・半乾燥地域の環境研究

吉野正敏

〈筑波大学名誉教授／国際連合大学上席学術顧問〉

## 要 旨

中国における最近の地球環境研究プロジェクト数・総予算・研究者数などは大きくなっている。しかし、乾燥・半乾燥地域の環境悪化は、特に貧困・発展の遅れ・不適切な発展などが原因で、非常にはやい速度で進行している。また、地球温暖化のため中国東部ではひどい砂塵あらしの回数が増えてきている。

このような状況下で、人間生活の基本構造の考察として、灌漑農業・栽培作物・牧畜・健康や疾病などを初め、文化全般の研究・教育体制の確立が急務である。これには、現地の人びととの面接・ききとり調査などが有効な研究方法の一つで、大学院のカリキュラム・博士課程レベルのテーマとして確立する必要を指摘した。また、環境評価の手法の開発、特に、放牧率と生物多様性、水利用・土地利用の実態、所有権・使用権などを例としてその手法を研究する必要性を指摘した。

**キーワード** 地球環境、中国、半乾燥地域、乾燥地域、沙漠化

## 1. まえがき

地球の中緯度を帯状に取り巻いて、乾燥・半乾燥地域が分布している。この帯状の地域を大陸の東西で比較すると、大陸の東部ほど高緯度側に偏ってくる。ユーラシア大陸では、中近東で北緯15-35度、蒙古や中国東北部で北緯30-50度になっている。

世界的にみると、アフリカのサハラ沙漠から中近東にかけて最も激しい乾燥状態が出現しているが、一つの国で乾燥・半乾燥地域の面積がもっとも広いのは中国である。また、近年の沙漠化の面積も広い。

このような状態について、吉野は「中国の沙漠化」を愛知大学文学会叢書1（1977）としてまとめた<sup>1)</sup>。この書は「中国的沙漠化」として中国語に訳された<sup>2)</sup>。今回のこの論文は、この基礎の上に立って、さらに最近の数年間の諸研究や報告類

を参照して、中国における乾燥・半乾燥地域における環境研究と教育についてまとめたものである。愛知大学のCOEの目的達成に貢献できれば幸いである。

## 2. 地球環境変化

### 2.1 地球環境研究

2005年2月に北京で開催されたIGBP(International Geosphere-Biosphere Programme)の年次総会における報告<sup>3)</sup>によると、中国では42の研究機関の約9,300人の科学者が、中国の地球環境変化の研究に取り組んでいる。その内の約15%が大学に所属する研究者である。中国科学院・中国科学技術部・中国の国家自然科学基金など、多数の省庁の合計で1997-2003年には、US\$ 151.3 millionが240のプロジェクトに交付されている。内容をみると、自然科学ばかりでなく、人間社会に關す

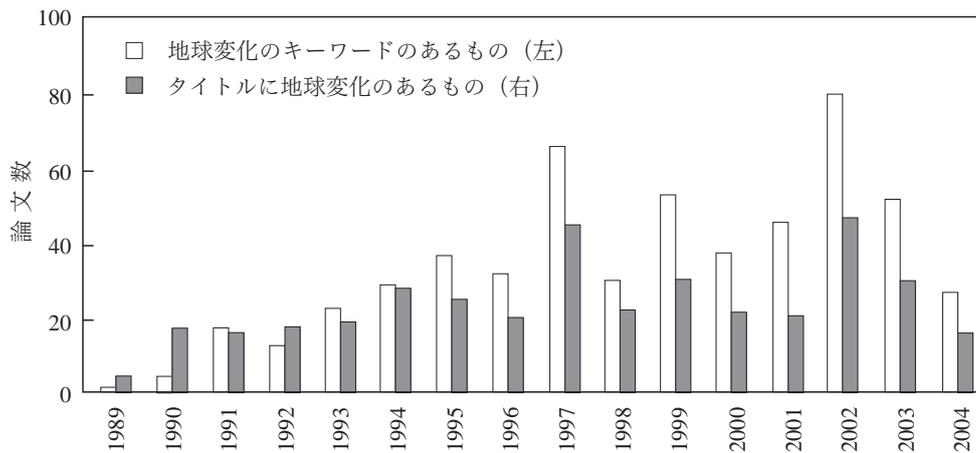


図1 年別の中国の刊行物における地球変化研究論文数 (文献4) (Chen et al., 2005)

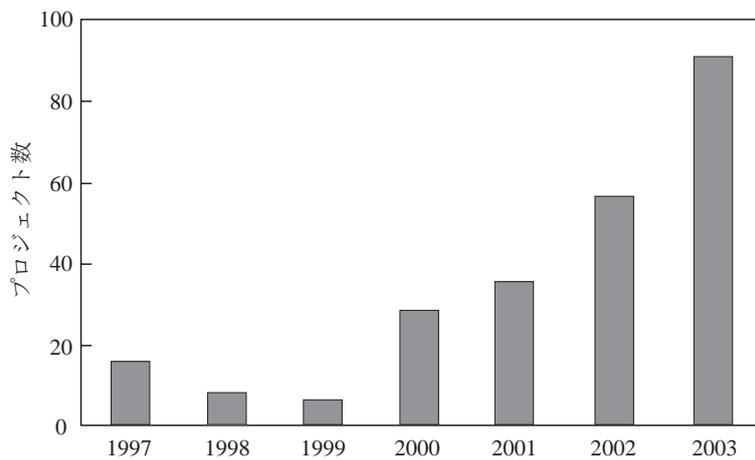


図2 年別の地球変化研究プロジェクト数 (文献4) (Chen et al., 2005)

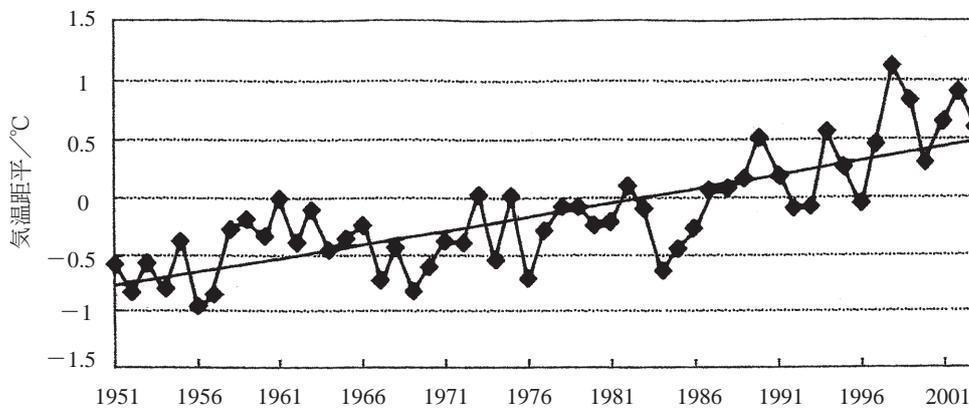


図3 中国の年平均地面気温変化、1951-2003 (1971-2000年の平均からの偏差) (文献5) (Zhai et al., 2002)

る諸科学の分野も含まれている。1989年以降の毎年の地球環境に関する研究の発表論文数の変化を図1に示す。また、地球環境に関連するプロジェクト数の年次変化を図2に示す<sup>4)</sup>。いずれも、近年いちじるしい増加傾向にあることがわかる。

これらの地球環境関連のプロジェクトの主なテーマは、地質時代と歴史時代の古気候、深海堆積物の層序と古モンスーン、モンスーン気候のシミュレーション、異常気候のメカニズム、二酸化炭素収支、陸上生態系のフラックス観測ネットワーク、沿岸域の生態系における時空間二酸化炭素収支、最近の300年における陸上生態系の変化・周期に及ぼす土地利用と土地被覆の影響、中国における水質と水資源、地点スケールにおける土壌—植物—大気の間の水と熱の移動と二酸化炭素、黄河流域の水資源、変化する環境と水資源安全保障における流出機構、地表水と熱フラックスの量的なリモートセンシングのパラメーターなどである。また、1700年以降の中国における土地利用と土地被覆の地域分布の歴史もテーマになっている。

これらをみると、後で述べる黄砂・砂塵あらし(サンド・ダストストーム、沙塵暴)、沙漠化などはいっていないので、上述の研究者数、機関数、テーマなどは、対象とする範囲の取り方によって、さらに増える。

## 2.2 環境変化への対応

中国は1970年代の初めに国務院環境保護弁公室を設立した。これは中国政府が環境汚染と生態系の破壊の問題を認識したためである。最近の30年の間に政府は環境対策に力をそそいできた。現在、環境保護は政府の省庁レベルに昇格し、各省・市レベルの環境管理部門も充実してきた。最近の2年間、中国は環境保全のためにGDPの約1%を投入している。北京市は2001-2002年にGDPの約4.5%になっている。しかしながら、乾燥・半乾燥地域では、この値は小さいと思われる。

また、中国全体の経済成長は2000年度のGDPは1980年の6倍以上に達し、1人あたりのGDPは4倍になったと言う。乾燥・半乾燥地域では1980年当時が極めて低い値であったから、この倍率は大きくなる場合があるが、絶対値では極めて小さい。貧困のため、環境悪化を改善するための支出が困難である。半乾燥地域の退化した草原面積は135万平方キロメートルに達し、利用可能な草原面積の約3分の1をしめている。

中国における環境問題の発生原因は二つある。その1は貧困と発展の遅れと未発達である。その2は急速な発展・不適切な発展である。この二つは保全・管理・対策においては相反する面が多く、ここに問題がある。これらの問題は都市や工業地域・人口密集地域におけるより以上に、経済的に未発達な乾燥・半乾燥地域では深刻であり解決がむずかしい。貧困が原因で、人口増加に対処するための過放牧・乱伐、それに起因する沙漠化・土壌流失などが起こり、食糧生産のための耕地がより多く必要であるにもかかわらず耕地面積は環境悪化のため縮小してきている。新疆の例はあとで述べる。

## 2.3 気候環境変化

地球の平均気温は産業革命以来、100年間に約3°C上昇した。中国においても明らかに上昇しており、特に近年になるほどその上昇率は大きい。

1951-2003年の全国606地点の気象台における観測値を整理した結果<sup>5)</sup>、20世紀後半、特に1980年代の中期以降の上昇は極めて明らかである。中国の中でも、華北・中国東北部・西北部で上昇率が大きく、10年で0.4-0.8°Cの割合で暖かくなっている。乾燥・半乾燥地域の温度上昇がいちじるしいことは注目に値しよう。中国の南部は上昇率が低いのに比較して、大きな違いである。

降水量は世界的にみて一定の傾向が認められない。中国では東北部の南の部分、華北、西北部の東の部分において局地的に降水量の減少が明らか

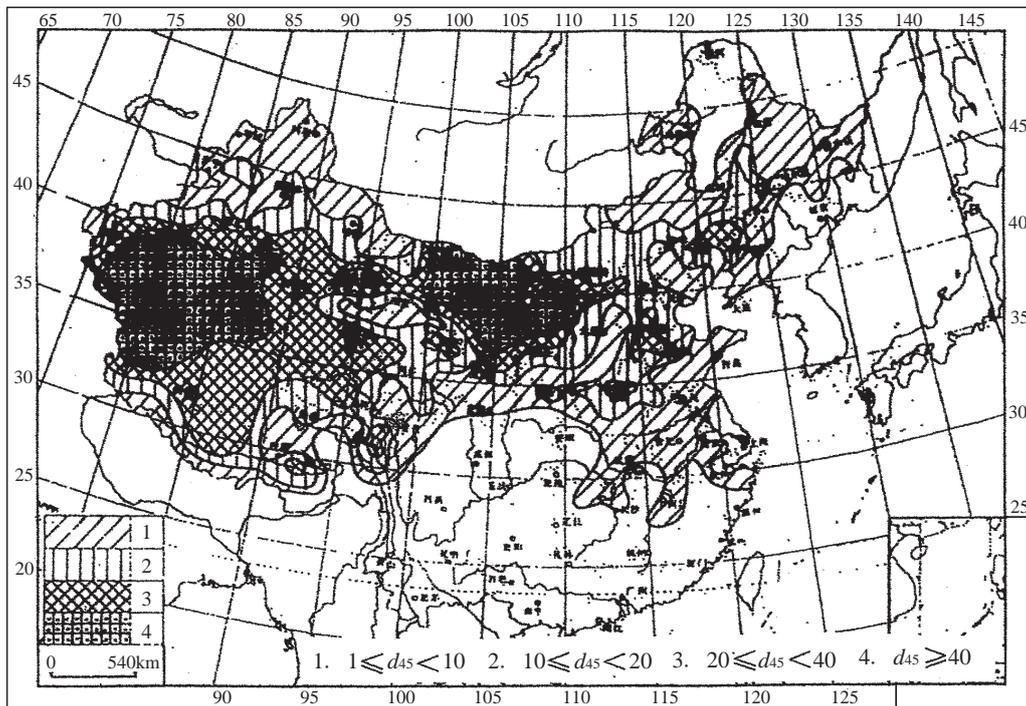


図4 1956-2000年揚沙平均日数の分布、単位dは日数。(文献6) (周その他、2002)

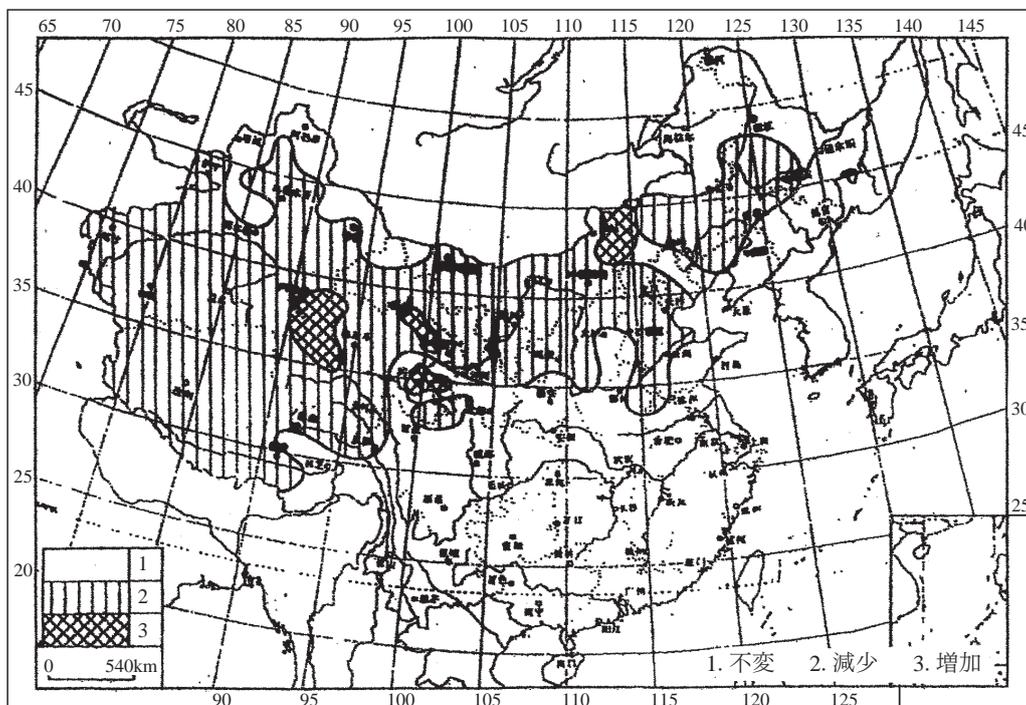


図5 1956-2000年全国ダストストーム(沙塵暴)日数の変化傾向(文献6) (周その他、2000)

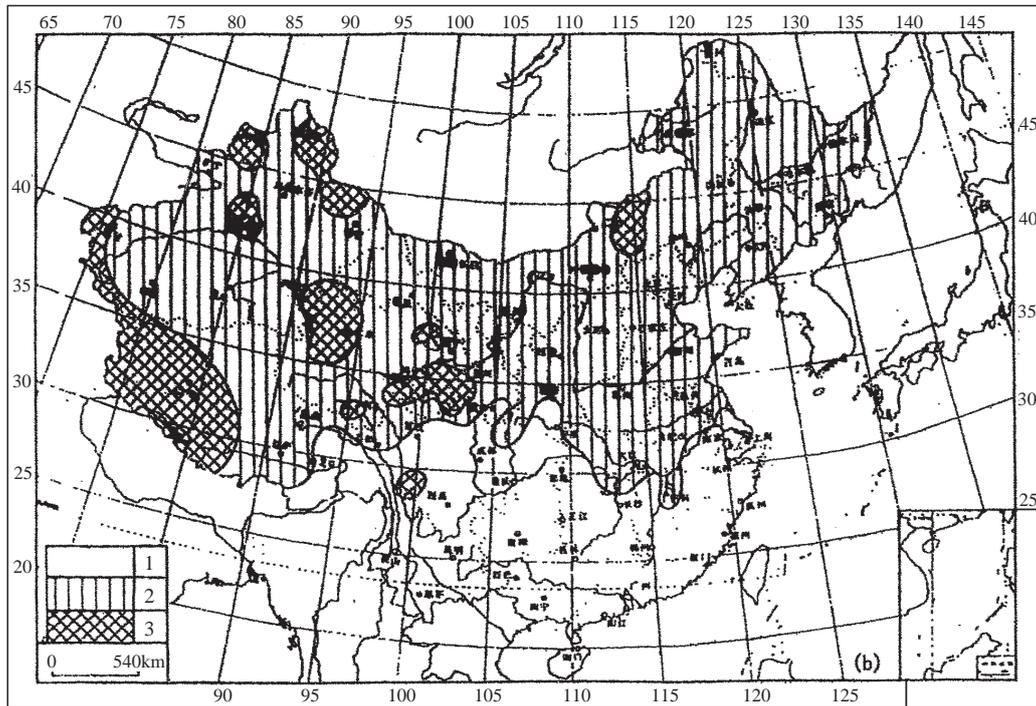


図6 1956-2000年全国揚沙日数の変化傾向（文献6）（周その他、2002）。1、2、3は図5と同じ。

である。降水日数は中国の大部分の地域で減少傾向にある。したがって、雨が降る日の1日の降水量は多くなる。つまり、強い雨が多くなる傾向にある。これは乾燥地域・半乾燥地域では土壌浸食などに関係するので、重要な変化傾向である。

## 2.4 サンド・ダストストーム

サンド・ダストストーム（砂塵あらし）は、中国の乾燥・半乾燥地域における大きな環境問題の一つである。図4は1956-2000年の平均年揚沙日数の分布である<sup>6)</sup>。タクラマカン沙漠に40日以上一つの中心があり、甘粛省・内蒙古の西部にも別の40日以上を中心地域がある。中国の東部では、ほぼ北緯30度以北から、東北部の北緯50度まで、10日くらいの日数をみる。図5は同じ5年間における年間のサンド・ダストストームの発生日数の変化傾向を示し、図6は同じく揚沙日数の変化傾向を示す。西北部（新疆）では増加傾向が認められるが、全般に広い地域では減少傾向にある。タクラマカン沙漠では、発生日数は1950

年代の約25日から、2000年代には5日になった。

日本と中国の協同研究は1990年代初期から始まった。科学技術庁の振興調整費「沙漠化機構の解明に関する日中共同研究」と、その後、文部科学省振興調整費「風送ダストの供給量評価と気候への影響に関する研究」が行われた。そこで明らかになった結果の一つは、中国の西部と東部における発生回数の長期変化傾向の差である。1970年代以降については図7<sup>7)</sup>に、1994年以降2003年までについては図8<sup>8)</sup>に示す。季節別にみた発生回数は図9に示す<sup>9)</sup>。特に春の減少傾向が明らかで1950年代の10-18日から1990年代には3-5日に減った。春の発生日数はその前の冬の気温と比例（正相関）し、春の気温とは逆相関がある。

中国気象局における砂塵あらしの予警報の基準としては、(1)初春と前1年の降水量（乾燥状況）、(2)日別の気温の平年差、(3)上空の寒気の侵入状況、(4)地上天気予測、(5)寒冷前線の動きなどをとりあげている<sup>10)</sup>。

北京では2000年3月18、23、27-28日、4月6

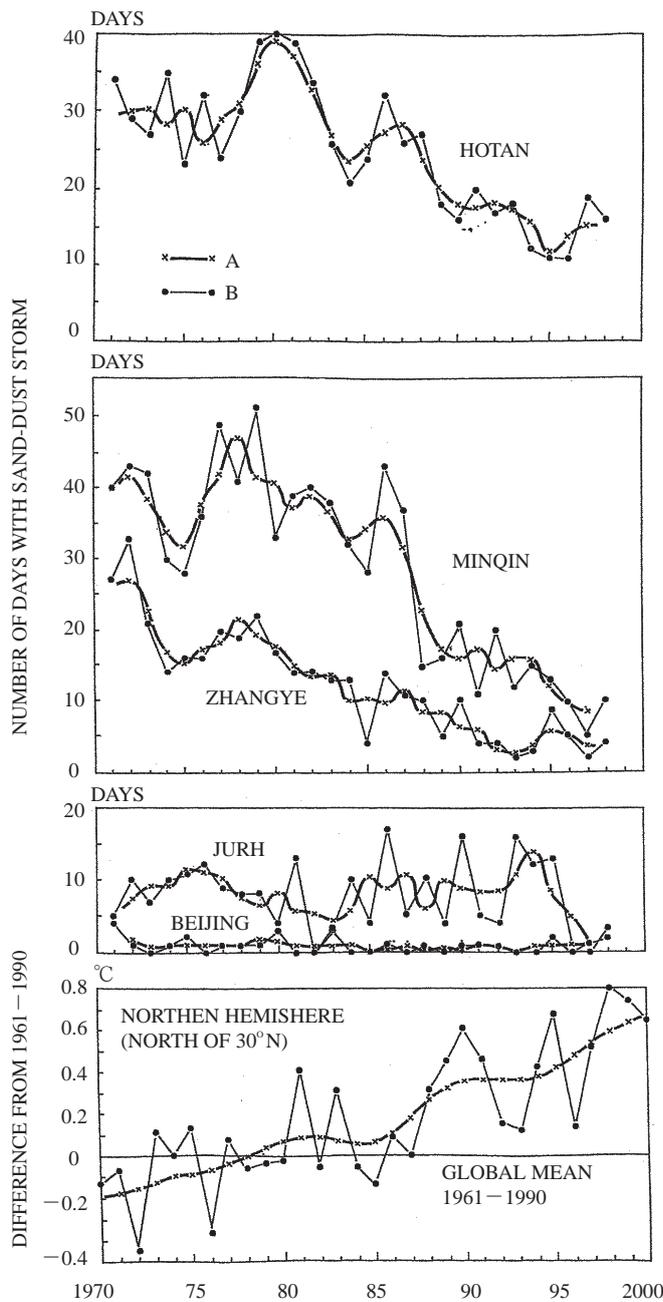


図7 タクラマカン沙漠・甘肅省・蒙古・北京における砂あらし日数の変化 (1970-1998) と北半球 (北緯30度以北) の気温変化 (1961-1990年の平均からの偏差) (文献7) (Yoshino, 2002)

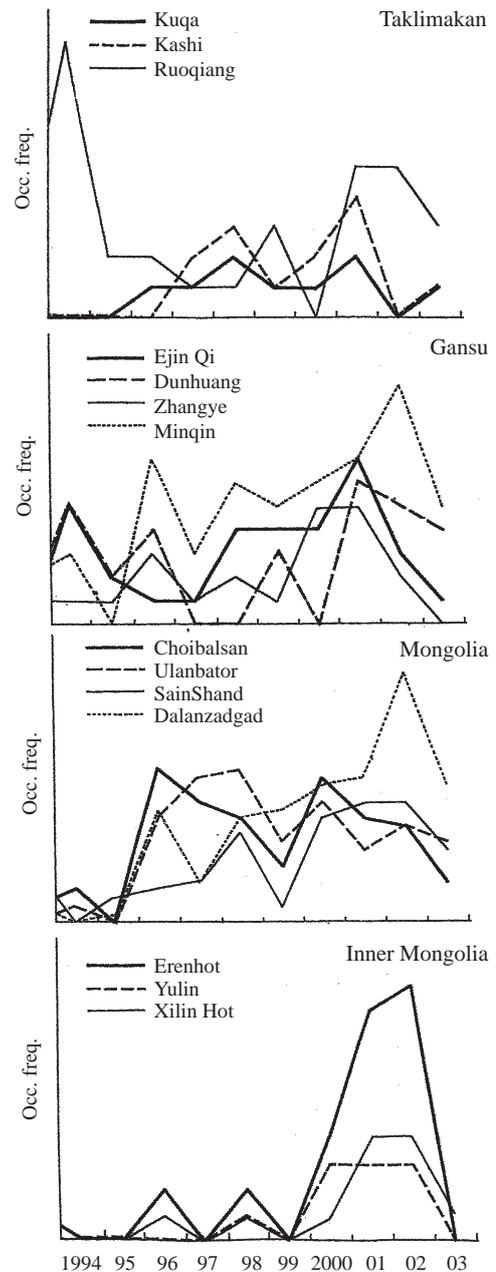


図8 タクラマカン沙漠・甘肅省・蒙古・内蒙古の各地点における1994-2003年の砂あらし日数の変化 (文献8) (吉野, 2005)

日に強い砂塵あらしに見舞われた。約1週間に及ぶ空港閉鎖など経済活動にも大きな影響がでた。その時以降、研究が進んだ。

砂塵あらしの発生・その移動経路・韓国や日本への黄砂の輸送などの地域差や地域区分 (図10) は、中国の西部と東部、風下の韓国・日本の差が

明らかである。異常に強い砂塵あらしの増加傾向は、地球温暖化によって、春、東経120度付近で北緯45-50度の地域における低気圧発生・発達が目撃になりつつあるためであろう<sup>8,11)</sup>。図10の地域A、Bはシベリア高気圧からの直接の寒気侵入が地球温暖化のため弱くなり、また、回数は少な

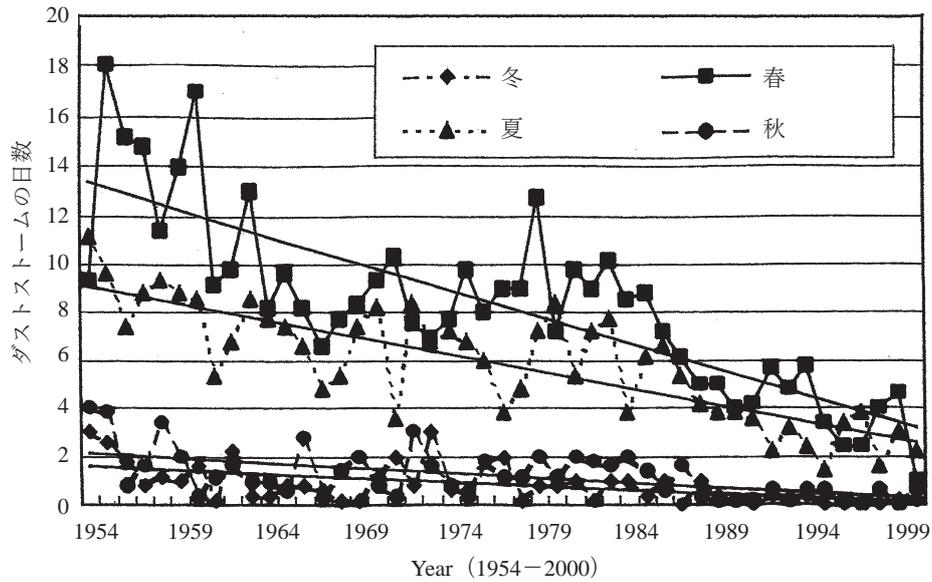


図9 タクラマカン沙漠におけるダストストーム発生頻度の経年変化 (文献9) (杜ほか、2005)

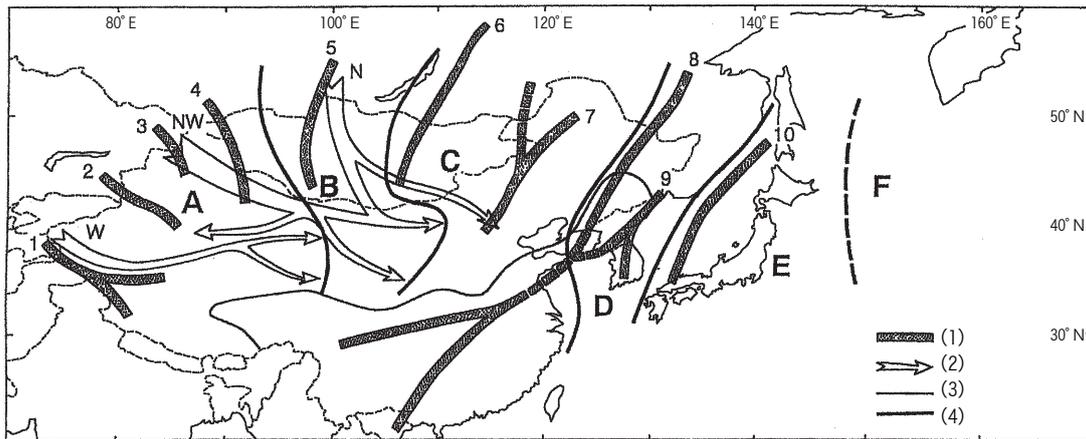


図10 春の地上の低温軸(1)、寒気の流入経路(2)、砂塵あらしの南限(3)、砂塵あらし・黄砂発生の地域区分の境(4) (文献11) (吉野ほか、2002)。[地域A、B、……Eの特徴は別に記述する予定]

くなり、程度も弱くなりつつある。これらについて、今後の研究が待たれる。

### 3. 人間活動

#### 3.1 人文・社会・経済

沙漠や草地は拡大するのか、狭くなるのか、住む人たちが利用できる水量は増えるのか減るのか。これに対する答えは残念ながら現在のところ不明である。研究は始まったばかりと言うべきで

あろう。最近の研究結果を若干紹介したい。

乾燥・半乾燥地域の自然環境条件の研究はこの10年間進んだ。地形・地質・気候・気象・水文・エアロゾルなどの気象化学・動物や植物の生態などの分野から、工学的には水理学・農業工学・河川工学・建築学・情報通信・エネルギーなどの種々の分野で進展した。中国や日本、あるいは欧米でも成果が発表されている。しかし、人びとの生活とその自然環境がどのようにかかわっているのかの分析は少ない。

もちろん、考古学・歴史学・文化人類学・民俗学などの成果や土地劣化研究などの分野からの成果は最近著しく、さらに、中近東、地中海、アフリカなどの地域研究の一部としての研究は盛んである。しかし、それぞれの研究対象と自然環境とその変化とのかかわりの解明は遅れている。また、経済・社会学からのアプローチはマクロな考察が多い。音楽・絵画・演劇・舞踊・小説・宗教などと、乾燥・半乾燥という自然環境とのかかわりを対象とした研究と教育体制の確立は急務である。

乾燥地域における人間生活の基本構造の考察で、灌漑農業・栽培植物・牧畜文化・国家形成などについて最近総合報告された<sup>12)</sup>。この論文は雑誌「地球環境」が「乾燥・半乾燥地域の人文・社会」の特集号に書かれたものである。その他、この特集号では歴史学・人文地理学・人口学・農学などから、医学・生物生態学の問題<sup>13)</sup>まで扱われた。ある意味では、日本における最近の研究の展望でもある。

環境政策とマクロ経済政策との協調については最近考察が進んできている。ここでよく指摘されるのは、環境政策は経済政策より遅れて、両者の目標が一致しなくなり、アンバランスと対抗性を起している点である。そのため、国レベルでは持続可能な発展に関する指標体系を確立して、国民経済と社会発展の持続性を保つため、環境損失コストと環境保全便益を国民経済の採算システムに取り入れることが必要とされている。しかし、乾燥・半乾燥地域の経済・社会は、国レベルから見れば、いわゆる“お荷物”になっている場合が多い。また、そこに住む人びとは少数民族の比率が高いので、マイクロな経済政策、地域開発計画に関しては、国レベルで一律には扱えない課題を内蔵している。

### 3.2 農民・農村

中国の乾燥・半乾燥地域における農民レベル・耕地レベル・農村レベルの生活・社会・経済の研

究は遅れている。これは、研究者による現地研究が体系的に行われて来なかったためと思われる。政府機関が行うマクロな政策立案に中国の広大な地域におけるマイクロな課題を集約するのは、もともと困難である。仮にある地域で詳しい調査が行われたとしても、それが公式に政府の刊行物や学会の研究発表で報告されて来なかった。これは、強固な社会主義体制下ではやむをえないことであった。

近年、日本の研究者が計画し中国の研究協力者といっしょになって、現地研究が行われるようになった。以下、二つの例を紹介したい。

内蒙古のある農村を対象として、干ばつが農民生活に与える影響と、それに対する対応を、降水量がほぼ平年値（年降水量368mm）であった2000年と、軽度の干ばつ（年降水量274mm）であった2001年について比較した<sup>15)</sup>。ここで行われた農村調査項目は表1に示す。干ばつの影響は農業生産量の減少（表2）、作物収入の減少、食糧・飼料・の品目割合の変化という形で現れた。農民は干ばつに対して雑穀の播種面積の拡大（図11）、食糧・飼料の優先的確保（図12）、農業外労働の増加（図13）によって対応し、調査した年のような軽度の干ばつの年には、収入は平年とほぼ同程度の水準に保たれた。その経過をまとめると図14に示すような影響（図中で四角の枠内）と、対応（図中で円の枠内）になる。結論として、干ばつの影響は降水量の減少によってのみ決まるのではなく、農民は適切な対応によって影響を軽減していることが認められた。干ばつの早期の予警報や、早期対処が重要であることと、この種の研究の結果を農民社会へフィードバックするための教育手段を考える必要性とを示唆している。

次の例はタクラマカン沙漠とその周縁のオアシス、および、敦煌における農民の生活について、面接聞き取りと、統計・文献などで研究した結果である。項目は非常に多いが、灌漑回数・時期・水の価格・作物収量・総収入・沙漠化の影響・土

表1 村落調査の主な項目（文献15）（吉田ほか、2003）

世帯構成	家長の名前 家族構成（年齢、性別、職業）
農業生産	作付けした作物の種類 作物ごとの作付け面積 作物ごとの収量
作物消費	各世帯で生産された作物のうち食料として自家消費した量 各世帯で生産された作物のうち飼料として自家消費した量
収入	各世帯で生産された作物のうち市場に売却した量と販売額 家畜および畜産物を市場に売却した量と販売額 農外労働従事者数、労働期間、農外労働による収入 対象年に金融機関、親戚、知人から借り入れた現金額

表2 平年と干ばつ年の単位面積あたりの収量比較（kg/ha）（文献15）（吉田ほか、2003）

	平 年 (2000年)	干ばつ年 (2001年)
ジャガイモ	9,710	6,275
コ ム ギ	1,036	807
エンバク	876	662
ソ バ	691	632
アブラナ	597	623
ゴ マ	651	441

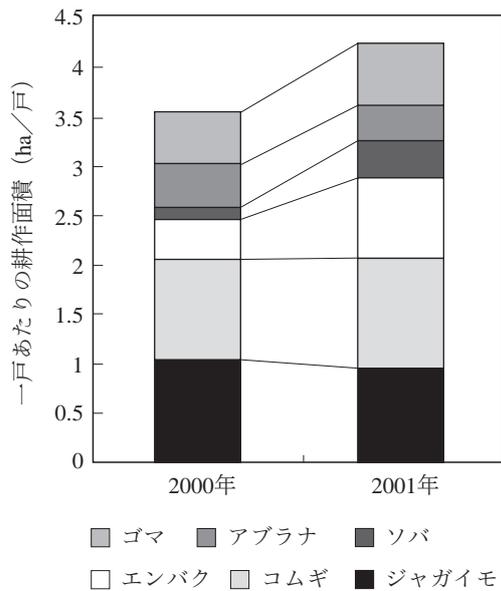


図11 内モンゴのある農村における1戸あたりの各作物の耕作面積（ha）（文献15）（吉田ほか、2003）

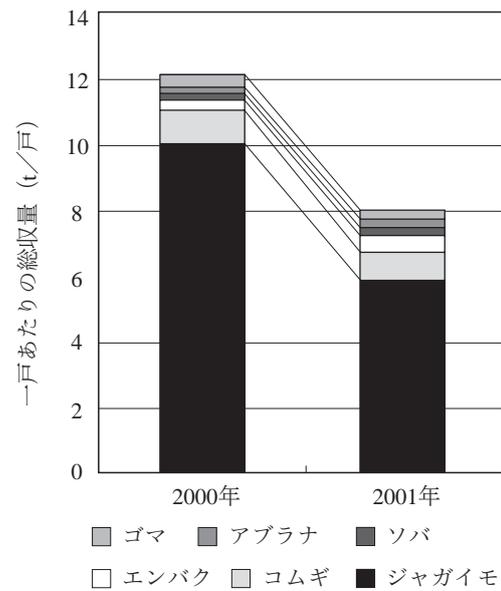


図12 内モンゴのある農村（図11と同じ）における1戸あたりの主要作物の総収量（t）（文献15）（吉田ほか、2003）

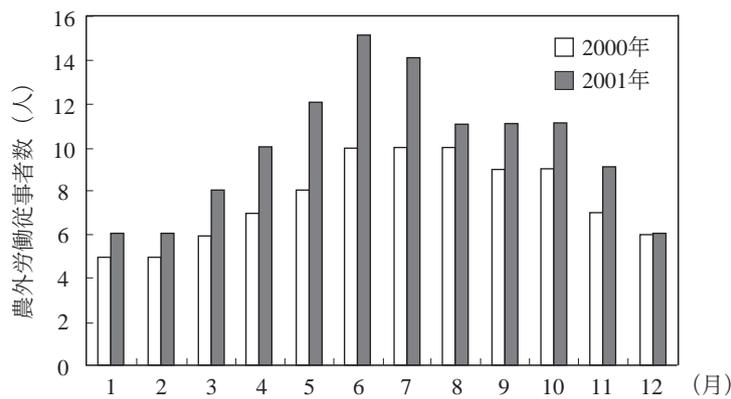


図13 内蒙古のある農村（図11と同じ）における平年と干ばつ年における農外労働従事者数の比較（文献15）（吉田ほか、2003）

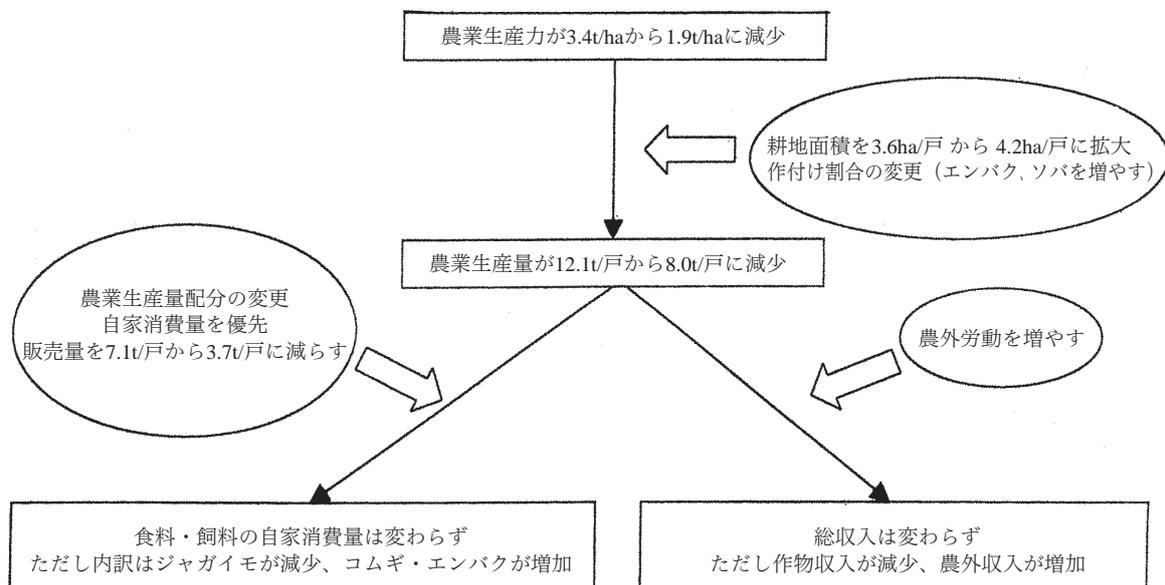


図14 干ばつプロセスにおける干ばつが農民生活に及ぼす影響（四角の枠内）および干ばつに対する農民の対応（円の枠内）（文献15）（吉田ほか、2003）

地利用・水利用・非常に強いサンドダストストーム（カラブラン）・強いサンドダストストーム（セリクブラン）などについてまとめた<sup>14,16)</sup>。その結果の一部は表3に示す。タクラマカン沙漠の中でも特に貧困な南縁のオアシスと北縁・西縁のオアシスの収入の差が明らかである。また、例えば、薪を採取に行く距離・時間などにも、より厳しい状況がうかがえる。農民のカラブラン・セリクブランの最近の発生回数の変化傾向に対する認識は現地の気象局における観測結果とよく一致してい

た。

中国では都市と農村の経済格差が大きい、農村の中でも沙漠のオアシスの生活水準は低く、年間の収入が少ない。そこへ災害が起こると、被害は低収入の農民ほど大きくなることに問題の深刻さがある。今後の“緑洲学”<sup>17)</sup>の発展に期待するところが大きい。

### 3.3 新しい課題

気候影響アセスメントの最近発生した重要課題

表3 タク라마カン沙漠の南縁・北縁・西縁のオアシスにおける農民の住居状況・家族構成・生産・耕地面積・薪採取など、1993-1994年の状態（文献14）（吉野ほか、2005）

	南 縁		北 縁		西 縁
	ホータン（和田）	チーラ（策勒）	コルラ	アクス	カシ
聞きとり農家	6	5	3	4	3
1家族当たりの人数（人）	4.3	8	2	4	3
居住年	—	—	1987年頃以来	1987年頃以来	1982年～1984年以来
敷地面積（m <sup>2</sup> ）	—	—	約300	290～350	—
家屋面積（m <sup>2</sup> ）	—	—	90～108	69～105	—
家 畜	—	—	ウサギ・牛・豚・ トリ	羊・ロバ・牛・ヤ ギ・馬・ニワトリ	羊・牛・ロバ・ ニワトリ
平均耕作面積（ム／1農家）	—	13.2	3.5	約40	8.2
平均耕作面積（ha／1農家）	—	0.9	2.3	2.6	—
栽培している作物の順位					
水 稻	1	—	2	2	—
コムギ	—	2	—	3	2
トウモロコシ	2	3	—	—	—
ワ タ	3	4	1	1	1
果 樹	4	1	—	4	—
その他	ブドウ	牧草	野菜	菜種・ヒマワリ	コウリヤン
薪の採取回数	—	1-2回／日	約10回／年	約7回／年	月に1回
採取に行く距離	130km以上	30km以上	20～30km	20～30km	—
採取1回の日数・時間	13～15日 (10軒とも)	22時～2時に出発 して 14時～18時に帰る	早朝にでて 17時頃帰る (極端な場合2～ 3日かける)	早朝にでて 17時頃帰る (まれに10～15軒 で1週間)	7～10日 (数軒とともに)
石炭を使う農家の小隊における割合	約50%	約10%	100%	100%	100%
平均1農家当たりの総収入 (元／年) <sup>5)</sup>	799	841	—	1,058	1,367

注 1) 家屋がある部分の面積。柵の外の家畜小屋や庭・菜園は含まない。  
 2) 家屋の建坪。ウイグル族の家屋では吹きぬけの部分は含まない。 3) 菜園の作物は含まない。  
 4) 1ム=6.67a。すなわち1ha=15ム。 5) 1U.S.ドル=7～8元。 6) —は回答無し、または不明。

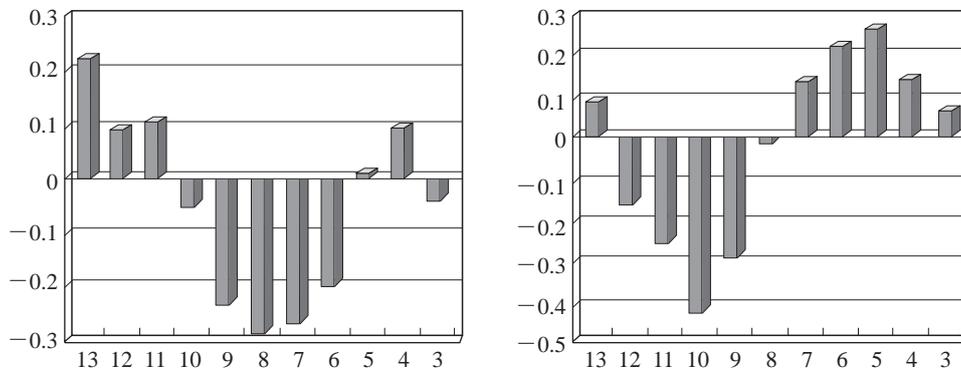


図15 SARSの発生に対する気候の影響。(左) 香港におけるSARS発生数と発生前3-13日の日最高気温との相関係数、(右) 北京におけるSARS発生数と発生前3-13日の雲量との相関係数（文献18）（国家気候中心、2005年の資料による）

の一つは SARS である。その天候・気候との関係はまだ不明な点が多いが、一つの統計的解析の結果では、図15にみられるように SARS 発生の3日前から13日前の日最高気温（北京）または、雲量（香港）と有意な相関関係を示す日がある<sup>18)</sup>。潜伏期間や天気・気候との生理学的関係は不明としても、乾燥・半乾燥地域の比較的大きい中心都市やオアシスでも問題化するであろう。

この他、すでに沙漠緑化と感染症の問題<sup>13)</sup>はふれたが、今後、地域医療・社会医学・農民の健康の課題がますます重要になるであろう。

また、農民や農村レベルでのミクロな環境管理・保全、持続的発展のありかたなどを現地に滞在して研究する演習を、学部や修士課程のカリキュラムにに入れて教育する必要があるであろう。日本人と中国人、1-2名ずつの学生グループによる現地研究の演習は推奨されてよいと考える。これが将来の研究者の育成につながると思われる。

## 4. 環境評価

### 4.1 範囲・対象

沙漠は太陽エネルギーと広い空間は充分にあるが、水分が不足する。これが生物過程にはきわめて厳しい制限条件となっていて、放牧の形態は不安定である。年降水量の変動は非常に大きい。20-30年に1回は長年の平均の年降水量と同じくらいの値の雨が、1日で降る。水の不足状態の変動、生物相や人間（オアシス居住者や遊牧民など）の変化を長い時間スケールでとらえ、記述しなければならない。

半乾燥地域については、草原・灌木林などの状態や、人間による土地利用の状態を量的に定義し、記述する必要がある。さらに、その地域の貧困や、文化度の分布図なども必要で住民の経済状況の把握が重要である。さらに詳しく言うと、1) 温帯と山岳の草地、2) ステップ（寒冷沙漠草原）、3) 冬の平均気温は0から-15°Cの草原、4) 年中高

温な沙漠草地、5) ツンドラ（冬の平均気温が-15°C以下で、永久凍土になっている）、6) 冬雨地域の草原で夏は非常に乾燥する、7) 灌木原、8) 熱帯の草原とサバンナ（暑い湿った季節と温暖な乾燥した季節があり、5-40%樹木で覆われている）。

以上のように、植生や気候の状態をまず基本とするが、総人口、さらに都市・農村人口、遊牧民数と、それぞれの活動・経済状況の記述が指摘されている。

### 4.2 高い放牧率と生物多様性・土地利用・水利用・所有権・使用権など

今日、しばしば過放牧になっているが、これは生物多様性の低下、利用できる土地面積や水量の減少、土地の肥沃度や水質の劣化などをもたらす。また、その土地の個人・部落・国の所有権・使用権の問題が強くからむようになる。家畜数を極大にすることと、持続可能な土地利用率・水使用量を極大にすることとは異なる。

家畜と野生の有蹄動物、大規模の放牧地とエコツーリズム、放牧民と定住民、放牧地と耕地または森林、焼畑や野焼きと大気質悪化など、いずれも人間の営みが相対する課題で、これらを考慮しなければ問題は解決しない。その際、それぞれの現象や要因の時間スケールが異なることも考慮にいれなければならない。

### 4.3 土地と水の利用・所有と乾燥地の保護

利用可能な土地や水を財産とみた場合、地球上の各乾燥地域に共通する一定の規則や法則は見出せないであろう。したがって、現状では事例研究を積み重ねるほかない。また、沙漠がなぜ保護されなければならない理由として、生物多様性だけでよいのか。伝統的遊牧民の財産をどう考えるのか、どうあるべきか。オアシスの農民が利用している土地と水の使用権・所有権の形態は非常にさまざまである。半乾燥地域になれば、これらの形

態はさらに多様である。

#### 4.4 生活環境としての沙漠

長年平均の年降水量は乾燥地域の生活環境の記述では、ほとんど意味をもたない。降水量の変動率、1時間・24時間の最大降水量、その出現率が意味を持つ。あるいは、乾燥指数のような気候要素の組み合わせによる表現もよい。また、過去の水流・河床の跡、湖の昔の汀線のような微地形、古砂丘の形態などが参考になる。

沙漠では乾燥状態が通常（正常）であって、降雨状態が異常であると言われる。しかし降雨の周期が不規則で不明なだけである。例えば、ある植物の種子が30年に1回の降雨によって芽をだし、花を咲かせ、実を結び、種子となって砂地面に落ち、風とともに吹かれ運ばれてやがて砂に埋もれる。これを発芽からの1サイクルとすると、砂の中で過ごす期間（年数）が10年でも50年でも、一つのサイクルと次のサイクルの間隔が不規則なだけであって、子孫を継がせるのに不都合はない。

1年を周期とした生活（上記の1サイクルを毎年繰り返す生活）をする生物にとっての異常は、砂の中で過ごす年数が不規則でもよい生物にとっては、必ずしも異常ではない。

#### 4.5 疾病と健康

安全でない水や、不衛生にもとづく健康の阻害は、乾燥地域では過度の湿潤高温な地域と同じく深刻で厳しい。最近では、ボトル入りの水を都市化した地域やオアシス住民・旅行者は使うが、各地域において使用する総量はわかっていないし、産地の問題などの定量的な計画はほとんどされていない。また、水質悪化によるいわゆる風土病の蔓延の調査研究が不足しており、医療などの対策は極めて不備である。

#### 4.6 反応・適応

乾燥・半乾燥地域の環境は厳しいので、中緯度

の比較的よい環境の地域より反応または適応の速度は、ネガティブの反応（災害による被害など）は速いが、ポジティブな反応である適応（環境の整備・保全・改良など）は遅い。

持続性・脆弱性は、家畜率・気候変動度・種の構成・土壌中の肥料のバランス・火入れ—放牧—灌木の植被率の閾値に関係する。これらが、マイナスに働く因子による影響を受ける場合の反応の速度は速く、程度は大きい。逆に、ポジティブに働く因子による影響を受けて新しい環境に適応する場合の速度は遅く、程度は小さい。

これを平たく言えば、環境が悪くなることは速く簡単であるが、良くなるのには時間がかかり容易でないことである。

### 5. まとめとあとがき

中国における乾燥・半乾燥地域の環境研究の最近の諸問題について展望した。今後の研究と教育において重要と思われる事項について幾つかの例をあげながらまとめた。

中国における地球環境研究は最近の数年間非常に強化された。中国全体では、GDPの約1%を投入している。しかしながら、乾燥・半乾燥地域では退化した草原面積は135万平方キロメートルに達し、利用可能な草原面積の約3分の1に達している。これは貧困・人口増加・経済発展の遅れが原因であり、悪循環になっているところに問題がある。研究活動もマクロな視点での解析が多く、乾燥・半乾燥地域のスケールの政策、農民レベルの対策に生きていない。

中国の乾燥・半乾燥地域の温暖化は顕著である。特に東北中国、西北中国で気温は数年間で10年に0.4–0.8°Cの割合で上昇し、乾燥傾向が強調されてきている。また強雨は増加する傾向にあるので土壌浸食などの問題が厳しくなる。砂塵あらしは新疆では寒気の侵入が弱まり、減少傾向である。一方、中国東部では特に強い砂塵あらしが

最近発生する。これは、地球温暖化により、春に東アジアで強い温帯低気圧の発生・発達が起こることがあるためである。

人間次元の研究、すなわち、特に農民・農村レベルの研究が必要である。農家の収入・支出・干ばつ対策など、現地で聞き取りなどによる研究、また、地域医療・社会医学などの課題もある。国レベル、すなわち、マクロスケールの環境政策・経済政策だけでなく、マイクロスケールの現地研究が必要である。このためには、大学のカリキュラムに日本人と中国人がグループになって行う現地研究の演習を導入することを提案したい。

## 文献

- 1) 吉野正敏, 1997: 中国の沙漠化. 愛知大学文学会叢書 1. 大明堂, 東京, 300頁 (Yoshino, M., 1997: Desertification of China. Taimeido, Tokyo, 300pages, in Japanese).
- 2) 吉野正敏 (陳維平ほか訳) 2002: 中国的沙漠化. 中国科学技術出版社, 北京, 254p. (中国語).
- 3) Li Jiayang, 2005: China and the challenge of global environmental change. *Global Change News Letter*, No. 62, 3-4.
- 4) Chen Panqin, Ge Quansheng and Zhang Xuegin, 2005: Chinese global change research; Progress and prospects. *Global Change News Letter*, No. 62, 5-9.
- 5) Zhai P.-M. et al., 2005: Changes in temperature and precipitation and their impacts on drought in China during 1951-2003. *Advances in Climate Change Research*, 1 (1), 16-18 (in Chinese).
- 6) 周自江・王錫穩・牛若芸, 2002: 近47年中国沙塵暴和揚沙天气. 中国気象局予測減災司主編: 沙塵暴監測預警服務, 氣象出版社, 北京, 12-19 (中国語).
- 7) Yoshino, M., 2002: Secular variations of sand-dust storm and blown sand occurrence in the Taklimakan desert, NW China. *Jour. of Arid Land Studies*, 11(4), 253-258.
- 8) 吉野正敏, 2005: 近年のダストストーム・黄砂の発生と気候変動. 気象環境研究会, 農業環境技術研究所, つくば, 2005年3月3日 (日本語).
- 9) 杜明遠・陳洪武・任宣勇, 2005: タクラマカン沙漠の最近の気候変動. 気象環境研究会, 農業環境技術研究所, つくば, 2005年3月3日 (日本語).
- 10) 時小英・張明英・丁德平・周曉平, 2002: 北京市近50年春季沙塵天气分析及預報. 中国気象局予測減災司主編, 沙塵暴監測預警服務. 氣象出版社, 北京, 80-87 (中国語).
- 11) 吉野正敏・鈴木潤・清水剛・山本享, 2002: 東アジアにおけるダストストーム・黄砂発生回数の変動に関する総観気候学的研究. 地球環境, 7(2), 243-254. (Yoshino, M. et al., 2002: A synoptic climatological study on the occurrence frequency of dust storm and Kosa in East Asia. *Global Environment* (Tokyo), 7(2), 243-254, in Japanese).
- 12) 嶋田義仁, 2005: 乾燥地域における人間生活の基本構造. 地球環境, 10(1), 1-16 (Shimada, Y., 2005: Basic structure of human life in arid regions. *Global Environment*, 10(1), 1-16, in Japanese).
- 13) 松本芳嗣・三條場千寿, 2005: 環境改変による感染症流行の危機——沙漠緑化と感染症の増加——. 地球環境, 10(1), 59-69 (Matsumoto, Y., et al., 2005: Crisis of infection caused by environment change. *Global Environment*, 10(1), 59-69, in Japanese).
- 14) 吉野正敏・藤田佳久・宮澤哲男・有蘭正一郎・鈴木潤・杜明遠・雷加強・Deliber Turdi, 2005: タクラマカン沙漠とその周辺オアシスとダウンフワンにおける農民の生活. 地球環境, 10(1), 81-96 (Yoshino, M. et al., 2005: Life of farmers at the oases in Taklimakan desert and Dunhuang. *Global Environment*, 10(1), 81-96, in Japanese).
- 15) 吉田幹雄・小松由明・鞠洪波・恒川篤史, 2003: 中国内モンゴル農村における干ばつが農民生活に及ぼす影響と干ばつに対する農民の対応. 環境情報科学論文集, 17, 363-368 (Yoshida, M. et al., 2003: Impact of drought on farmers' lives and responses to drought in a rural village in Inner Mongolia, China. *Papers on Environmental Information Science*, Tokyo, 17, 363-368, in Japanese with English abstract).
- 16) Yoshino, M., 2005: Agroclimatological problems in the Taklimakan desert and its surrounding area in NW China. *Journal of Agric. Meteorology*, 61 (1), 1-14.
- 17) Huang, Sh.-zh., 2003: *Oasis studies*, Science Press, Beijing, 205 pages (in Chinese).
- 18) 国家気候中心, 2005: [国家気候中心紹介のパンフレット] 42ページ. (中国語).