

中国東北部の沙漠化地域における  
持続可能な発展に関する基礎的研究  
—ホルチン沙地における環境教育林事業を事例として—

高橋 勇 一

①  
学位論文

中国東北部の沙漠化地域における  
持続可能な発展に関する基礎的研究  
—ホルチン沙地における環境教育林事業を事例として—

A Study on Sustainable Development  
in Semi-desert Area of Northeast China  
— A case study on Environmental Education Forests  
in Horqin Sandy Land, Inner Mongolia Autonomous —

2000

東京大学大学院  
農学生命科学研究科  
森林科学専攻 博士課程

高橋 勇一

Yuichi TAKAHASHI

## 目次

### 第1章 研究の背景と目的

1-1 研究の背景	1
(1) 森林減少問題	1
(2) 砂漠化の問題	6
1-2 研究の目的	11
1-3 研究の構成および方法	12
(注*1) アンケート調査について	14
(注*2) 「砂漠」と「沙漠」・「沙地」について	16

### 第2章 ホルチン沙地の特性と歴史的変遷

2-1 中国の沙漠および沙漠化地域	18
2-2 ホルチン沙地の自然環境特性	21
2-3 歴史的変遷	27
2-4 結果と考察	35

### 第3章 現代の農・林・牧業と沙漠化問題

3-1 社会的背景	36
3-2 1970年代末～1980年代末の沙漠化	40
3-3 沙漠化の原因について	47
(1) 研究の見解と住民認識の比較	47
(2) 結果と考察	51
3-4 沙漠化、人口密度、家畜密度、森林率、耕地率の諸関係	56
(1) 相関分析－結果と考察－	56
(2) 重回帰分析－結果と考察－	64

#### 第4章 環境教育林事業とその評価

4-1	環境教育林事業の概要	66
4-2	評価の尺度について—成功（持続可能な発展）の基準と指標—	70
4-3	生態的側面—結果と考察—	73
4-4	経済的側面—結果と考察—	76
4-5	社会的側面—結果と考察—	83
4-6	CVMによる環境教育林事業の評価	89
(1)	方法	89
(2)	結果と考察	89

#### 第5章 持続的計画および森林評価

5-1	持続的事業計画	91
(1)	持続可能な循環経営	91
(2)	樹木・果樹・農作物等の費用・便益	92
5-2	農林業生産のシミュレーション（1996～2035年：40年間）	102
(1)	事業を実行しなかった場合	102
(2)	基盤整備後のシナリオ	104
(3)	シナリオの比較および考察	106
5-3	地域住民サイドからの森林評価	114
(1)	森林に対する親しみ度	114
(2)	森林の公益的機能評価—結果と考察—	115
(3)	樹木の成長曲線	118
(4)	地域住民の視点から見た森林評価	121
5-4	経営サイドからの森林評価	124
(1)	平田のuv, ukの概念	124
(2)	結果と考察	126

## 第6章 持続可能な発展の構図とその可能性

6-1 持続可能な発展の構図	128
(1) 持続可能な発展の核	128
(2) セル型モデル計画	129
6-2 次世代を担う子供たちの意識—「持続可能な発展」の可能性—	132
(1) 調査対象と方法	132
(2) 結果	132
(3) 考察	144

## 第7章 総合的考察および応用化への展望

7-1 沙漠化問題に関する総合的考察	146
7-2 持続可能な発展に向けての総合的考察	150
7-3 むすび	159
(1) 結論	159
(2) 研究の課題および応用化への展望	163

謝辞	167
----	-----

引用文献	168
------	-----

資料/写真	172
-------	-----

## 第1章 研究の背景と目的

### 1-1 研究の背景

21世紀を目前にして、現在はずいぶんグローバルチェンジの時代を迎えている。すなわち、地球の温暖化、森林の減少、オゾン層の破壊、酸性雨、海洋汚染、そして砂漠化の問題などが世界的なレベルで深刻化している。これらは、特に近代以降の人間活動の拡大によってもたらされた問題であり、人間・環境圏の「持続可能な発展」を達成できるか否かは、人類一人ひとりの現在の意志と未来への選択にかかっていると云えよう。

ここでは、研究の背景として、最近の「森林減少問題」と「砂漠化問題」に関する世界的な動向を概観しておく。

#### (1) 森林減少問題

##### (i) 世界的に進む森林の減少と劣化

FAO(国連食糧農業機関)の「世界森林白書1997( State of World's Forests 1997)」によると、1995年現在の世界の森林面積は約34億5400万haであり、全陸地面積の約26.6%を占めている。森林は特に熱帯地域の発展途上国の森林を中心に減少・劣化を続けており、熱帯林は1980年から90年の10年間で1億5400万ha減少した。全森林面積に関しては、1980年から95年で約1億8000万ha減少している。これは、年間1200万haの減少を意味している。1990年から1995年の5年間では、世界の森林面積は35億1千万haから34億5千万haになり、総計5635万ha減少した。年間平均の減少面積は約1130万ha、年間の平均減少率は0.3%である。すなわち、毎年、日本の国土面積の約1/3に当たる森林がなくなっていることになる。途上国では1990年から95年にかけて6500万ha以上の森林が消失している。この期間、最も森林の減少面積が大きかったのはブラジルで、1277万ha、次いでインドネシア542万ha、次いで旧ザイール、ポリビア、メキシコとなっている。中国は、1978年の1億2140万ha(FAO 1982)から増加してきたが、1990年から95年では、1億3376万haから1億3332万haへと変化している(FAO 1997, 表1-1)。

表1-1 世界の森林面積(1995年)とその変化

	1995年			1990年(e)	1990~95年 森林面積 変化 (千ha)	1990~95年 森林面積 年平均変化率 (%)
	森林面積 (千ha)	国土面積に 占める割合 (%)	天然林 (千ha)			
アジア	474,172	17.7	-	490,812	-16,640	-0.7
南アジア	77,137	18.7	61,836	77,842	-705	-0.2
大陸部東南アジア	70,163	36.9	67,877	75,984	-5,821	-1.6
島嶼部東南アジア(a)	132,466	54.2	126,038	141,215	-8,749	-1.3
熱帯アジア計	279,766	33.0	255,751	295,041	-15,275	-1.1
中東	12,735	1.9	-	13,536	-801	-1.2
東アジア	181,671	15.8	-	182,235	-564	-0.1
温帯アジア計	194,406	10.6	-	195,771	-1,365	-0.1
オセアニア	90,695	10.7	-	91,149	-454	-0.1
熱帯オセアニア計	41,903	77.5	41,752	42,659	-756	-0.4
温帯オセアニア計(b)	48,792	6.2	-	48,490	302	0.1
北中米	536,529	25.5	-	537,898	-1,369	-0.1
温帯北中米計	457,086	24.9	-	453,270	3,816	0.2
中米・メキシコ	75,018	31.0	74,824	79,812	-4,794	-1.2
カリブ海諸国	4,425	19.4	4,134	4,816	-391	-1.7
熱帯北中米計	79,443	30.0	78,958	84,628	-5,185	-1.3
南米	870,594	49.7	863,315	894,466	-23,872	-0.5
熱帯南米計	827,946	59.8	822,385	851,223	-23,277	-0.6
温帯南米計(c)	42,648	11.7	40,930	43,243	-595	-0.3
ヨーロッパ	145,988	30.9	-	144,044	1,944	0.3
北ヨーロッパ	52,538	46.8	-	52,498	40	-
西ヨーロッパ	59,479	24.2	-	57,888	1,791	0.6
東ヨーロッパ	33,971	29.7	-	33,858	113	0.1
アフリカ	520,237	17.7	515,455	538,978	-18,741	-0.7
西サヘル	39,827	7.5	39,620	41,300	-1,473	-0.7
東サヘル	57,542	12.3	57,028	59,640	-2,098	-0.7
西アフリカ	46,324	22.8	46,003	48,783	-2,459	-1.0
中央アフリカ	204,677	48.3	204,352	210,681	-6,004	-0.6
熱帯南アフリカ	141,311	25.6	140,754	147,099	-5,788	-0.6
島嶼部東アフリカ(d)	15,220	25.9	14,986	15,873	-653	-0.8
熱帯アフリカ計	504,901	22.6	502,743	523,376	-18,475	-0.7
熱帯以外アフリカ計	15,336	2.2	12,712	15,602	-266	-0.3
旧ソ連諸国	816,167	37.2	-	813,381	2,786	0.1
合計	3,454,382	26.6	-	3,510,728	-56,346	-0.3

注 (a) 島嶼部東南アジアは、ブルネイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポールの5カ国

(b) 温帯オセアニアは、オーストラリア、ニュージーランドの2カ国

(c) 温帯南米は、アルゼンチン、チリ、ウルグアイの3カ国

(d) 島嶼部東アフリカは、コモロス、マダガスカル、モーリシャス、レユニオン、セイシェルの5カ国

(e) 1990年の森林面積は、FAOの1990年の森林資源評価以降、新しい情報が加味され更新されている。

1990~95年の森林の減少面積が大きい国(10カ国)

	減少面積(千ha)
① ブラジル	12,772
② インドネシア	5,422
③ ザイール	3,701
④ ボリビア	2,907
⑤ メキシコ	2,540
⑥ マレーシア	2,001
⑦ ミャンマー	1,937
⑧ スーダン	1,763
⑨ タイ	1,647
⑩ パラグアイ	1,633

出典:FAO State of the World's Forests 1997

(ii) 持続可能な森林経営に向けて

1992年にブラジルのリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議（UNCED；地球サミット）では、「持続可能な発展（Sustainable Development）」の最も重要な要素の一つとして、森林問題が取り上げられた。すなわち、「森林原則声明」やアジェンダ 21（第 11 章「森林減少対策」）が採択され、森林の問題は非常に重要な課題として認識されるようになった。このサミットを契機として、世界各国および各地域レベルで「持続可能な森林経営」の達成に向けて様々な取り組みが展開されるようになった。

アジェンダ 21 の実施状況を監視し、必要な勧告を行うために 1993 年に「持続可能な開発委員会」（CSD）が設置され、その下に 1995 年には「森林に関する政府間パネル」（Intergovernmental Panel on Forests；IPF）が設置された。IPF の任務は、持続可能な森林経営に関する地球サミットの提言のフォローアップを行うとともに、森林に関する重要な事案につき国際的なコンセンサスを築くことである。IPF は 1997 年 2 月に各国の森林プログラムの策定、世界的な森林資源調査の実施等を含む 135 の「行動提案」を取りまとめた。1997 年 6 月、国連環境特別総会（UNGASS）は、IPF の報告を受け、さらに未解決事項を念頭に置き、CSD の下に新たに森林に関する政府間の協議を続けていくため「森林に関する政府間フォーラム」（Intergovernmental Forum on Forests；IFF）を設置した。

IPF の行動提案骨子の中には、次のような内容が含まれている。

<国家森林計画および土地利用計画の推進>

：各国は各国の政策に合致し、地域住民の参加と協力などに配慮した国家的な森林計画を策定し、実行すべきである。

：各国は、学際的な研究活動を森林計画に組み込むためのメカニズムを整備し、試行の上実施すべきである。

<森林の減少劣化の背景要因（underlying causes）の究明>

：各国は、減少・劣化に対処するための国家戦略などの策定と実施、環境アセスメント等の手法の整備を行うべきである。

：各国は、共通の診断方法を用い、森林の減少・劣化原因に関するケーススタディを実施すべきである。

<砂漠化（および大気汚染）による森林への影響>

：各国は、乾燥地や半乾燥地の生態系などを保全するための保護区を設定すべきである。

<持続可能な森林管理の基準・指標>

：各国は、国レベル、地域レベルまたは経営単位・施業レベルで適用される基準・指標間の関連づけを行うべきである。

IFF は、① IPF の行動提案の実施促進、②持続可能な森林管理の進捗状況の把握、③資金・技術移転など、IPF での未解決事項の更なる検討、④「森林条約」などの国際メカニズムの検討とコンセンサスづくりの促進—を行うこととされ、2000 年に開催される CSD 第 8 回会合で、「森林条約」などの国際メカニズムに関する政府間交渉プロセスを開始するか否かを決定することが合意された（国際林業協力研究会 1996、地球・人間環境フォーラム 1999）。

(iii) 持続可能な森林経営の基準・指標の策定

基準・指標に関して、「森林原則声明」および「アジェンダ 21」（第 11 章）の中では、「森林の持続可能な経営及び利用は、各国の開発政策と優先順位に従い、また、各国の環境上健全なガイドラインに基づいて行われるべきである。」（森林原則声明（原則／要素 8 (d)）、「すべてのタイプの森林の経営、保全及び持続可能な開発のための科学的に信頼できる基準及び指標を策定すること」（アジェンダ 21（第 11 章））と記述されている。

基準とは持続可能な森林管理の概念を規定したもので、指標はそれを測定する尺度、定量的・定性的に森林の特性あるいは状態を判定するための要素である。

基準・指標を策定している主なイニシアティブは次の通りである。

- ITTO の基準 …… ITTO 加盟生産国
- ヘルシンキプロセス …… 欧州の温帯林・亜寒帯林
- モントリオールプロセス …… 非欧州の温帯林・亜寒帯林諸国
- タラボトプロセス …… アマゾン流域諸国
- 乾燥アフリカプロセス …… 乾燥アフリカ諸国

モンテリオールプロセスには、1999年3月現在、アルゼンチン、オーストラリア、カナダ、チリ、中国、日本、韓国、メキシコ、ニュージーランド、ロシア連邦、米国、ウルグアイの12カ国が参加している。この12カ国に存在する森林は、世界の温帯林・北方林の90%、全森林の60%を占め、さらに世界の木材・木材製品の取引量の45%に相当する。

1994年6月、ジュネーブで「温帯林等の保全と持続可能な経営のための基準・指標に関する国際作業グループ」の第1回会合が開催され、カナダ、米国、ロシア、日本等が参加し、その後のスケジュール等について検討が行われた。その後、数回の会合を経て、1995年2月チリのサンチャゴで開催された第6回会合で、七つの基準と67の指標及びサンチャゴ宣言が合意された。七つの基準は以下の通りである。

1. 生物多様性の保全
2. 森林生態系の生産力の維持
3. 森林生態系の健全性と活力の維持
4. 土壌及び水資源の保全と維持
5. 地球的炭素循環への森林の寄与の維持
6. 社会の要望を満たす長期的・多面的な社会・経済的便益の維持及び増進
7. 森林の保全と持続可能な経営のための法的・制度的及び経済的枠組み

基準1～6は持続可能な森林経営の特徴について規定したものであり、森林の条件、機能や属性、森林から与えられる環境的・社会経済的なモノやサービスに関連する多面的な価値や便益に関係している。基準7は、各国の森林の保全と持続可能な経営を促すために必要な包括的な政策の枠組みに関するもので、基準1～6で規定されている森林の条件、機能や属性を保全・維持または強化するような幅広い社会的な条件や過程を含んでいる。

1995年にサンチャゴ宣言が出された後、モンテリオールプロセス参加国は基準と指標を自国の森林に当てはめていく作業に取り組み始めた。1995年11月、

ニュージーランド・オークランドにて第7回会合が、続いて1996年6月にオーストラリア・キャンベラで第8回会合が開催された。

1997年7月に韓国・ソウルで開催された第9回会合の主な議題は第1次ドラフトレポートのレビューであった。ドラフトレポートのもととなった国別報告書ではそれぞれの指標について具体的な数値データが提出されたが、ドラフトレポートでは各国のデータ収集能力のみが記述され、指標データそのものは記述されていない。12カ国中、中国以外の11カ国が7つの基準について、9カ国が指標について報告している。データの比較可能性や透明性を図る上で、データの収集方法や測定方法について各国が情報を交換し合うことが重要だと指摘された。

1998年10月の第10回会合はロシア・モスクワで開かれ、各国で基準・指標の制度化とその実施面での機能的な支援づくり—例えば官民間、国レベルそして地方レベルにおける政府省庁間のパートナーシップ、データ収集と測定方法における革新的な技術の適用など—において意味のある前進がみられることが明らかになった。

また、今後の取り組みとして、2000年報告書(仮題)「モンリオールプロセス：温帯林等の保全と持続可能な経営のための基準・指標の実行における発展と新機軸」の策定、指標データ報告書の発行、そして『将来のための森林～モンリオールプロセスその基準と指標 (Forests for the Future - Montreal Process Criteria and Indicators)』の発行などが予定されている(国際林業協力研究会1996, 地球・人間環境フォーラム1999)。

## (2) 砂漠化の問題

### (i) 砂漠化およびその対処の経緯

砂漠化の問題が、世界的に関心をもたれるようになったのは、アフリカ・サハラ砂漠の南縁にあたるサヘル地域において、1967年～73年の間にこの地を襲った大干魃のために、草木が枯死し、多数の家畜が死亡し、そのため10～25万人にも達する人々が餓死するに至った惨状が報告されてからと云われる(松本1995, 松田1994)。サヘル地域のこの惨状は、1974年に砂漠化を防止するための国連総会決議を生み、このことが契機になって、1977年に「国連砂漠化会議 (United Nations Conference on Desertification; UNCOD)」(主催：国連環境計画 (UNEP))が

ケニアのナイロビで開催されるに至った。

この会議では、世界の各地の乾燥地域周辺で毎年約 600 万 ha に及ぶ土地が砂漠化により失われていると報告された。それと同時に提出された「世界の砂漠化地図」によると、乾燥地域の 12.3%、半乾燥地域の 11.1%、乾燥半湿潤地域の 2.9% が「中程度」以上の砂漠化の危険にさらされていると見積もった。

その後、ほとんど毎年のように繰り返されてきた干魃の被害は、赤道付近のアフリカ諸国を中心に、アジア、南アメリカの諸国にまで拡大されるに及び、砂漠化は、もはや一部の地域に限った現象ではなく、地球環境を取り巻く人類共通の大きな問題として扱われるようになった。UNEP (1991) の現況調査によれば、世界の陸地面積の約 1/4、すなわち乾燥地の約 70% に相当する約 36 億 ha が砂漠化し、世界人口の約 1/6 が直接影響を受けていると推定されている。

1992 年の地球サミットでは広範囲な砂漠化に関する議論が行われ、アジェンダ 21 の第 12 章は「脆弱な生態系管理：砂漠化防止」に関する章となり、土壌保全の強化、植林および再植林活動の強化を通じて土地の劣化に対処することなどが盛り込まれている。またこの機会を契機に、砂漠化対処条約の策定に向けて政府間で交渉が開始されるようになった。

そして、1994 年 6 月 17 日にパリで砂漠化対処条約が採択された。砂漠化対処条約の正式名称は、「深刻な干ばつ又は砂漠化に直面する国（特にアフリカの国）において砂漠化に対処するための国際連合条約」(United Nations Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa) である。これは、深刻な干ばつ又は砂漠化に直面する国が砂漠化に対処するために国家行動計画を作成し及び実施すること、また、そのような取組を先進締約国、国際機関等が支援すること等について規定した条約である。

1996 年 12 月に発効した「砂漠化に対処するための国連条約」は、過去、多額の資金を投じて行われたトップダウン方式の大規模プロジェクトがうまくいかなかった反省の上にたち、住民参加と NGO の役割を重視する「ボトムアップ・アプローチ」を基本戦略とした条約であり、各国・各地域の行動計画の策定とその実施に際し国際的な支援を行っていくことを骨格にしたものである。

日本は、1998 年 9 月に批准を行い、12 月、同条約の 139 番目の締約国となった（地球・人間環境フォーラム 1999b）。

(ii) 砂漠化の定義

土地荒廃(Land Degradation)とは「土地生産力の長期的、不可逆的な減少。土壌浸食、塩類化、自然植生の消失」とされているのに対し、砂漠化(Desertification)という言葉は「砂漠の拡大現象」として、Aubreville(1949)が初めて使用したと言われる。

1977年の国連砂漠化会議(UNCOD)、1992年の国連環境開発会議(UNCED)、そして1994年の国連砂漠化対処条約(UNCCD)という流れの中で、国連における砂漠化定義は以下のように変わってきている。

・1977年の国連砂漠化防止会議(松本 1995)

「砂漠」は「不十分な降雨あるいは土壌の乾燥が原因で植生がきわめて少ないかあるいは欠如している地域」と定義する一方、「砂漠化」とは「土地のもつ生物生産力の減退ないしは破壊であり、終局的には砂漠のような状態をもたらすプロセスである」としている。

・1992年の国連環境開発会議

「砂漠化とは、乾燥地、半乾燥地、乾燥湿潤地帯において、気候変化、人類の活動など、さまざまな要因に起因して起こる土地の劣化(degradation)である」としている。

・1994年の砂漠化対処条約(地球環境法研究会 1999)

「『砂漠化』とは、乾燥地域、半乾燥地域及び乾燥半湿潤地域における種々の要素(気候の変動及び人間活動を含む。)に起因する土地の劣化をいう。」と記述されている。

なお、次の用語も定義されている。

「『砂漠化に対処する』とは、乾燥地域、半乾燥地域及び乾燥半湿潤地域における持続可能な開発のための土地の総合的な開発の一部を成す活動であって、次の事項を目的として行われるものを行うことをいう。」

- ・土地の劣化の防止又は軽減
- ・部分的に劣化した土地の回復
- ・砂漠化した土地の再生

また「土地の劣化」に関しては、「乾燥地域、半乾燥地域及び乾燥半湿潤地域において、土地の利用又は単一の若しくは複合的な作用（人間活動及び居住形態に起因するものを含む。）によって天水農地、かんがいされた農地、放牧地、牧草地及び森林の生物学的又は経済的な生産性及び複雑性が減少し又は喪失することによって次のようなもの」と定義され、「(1)風又は水による土壌の侵食」「(2)土壌の物理的、化学的及び生物学的特質又は経済的特質の悪化」「(3)長期的な自然の植生の喪失」があげられている。

この定義では、まず砂漠化の起こる地域を指定している。乾燥地帯は正確には降水量と蒸発散量を基にして算出される乾燥指数で規定されるが、一般的には降水量だけのおおまかな区分を行うのが通例である（松本 1995）。

すなわち、年降水量が 250mm 以下のところを乾燥地帯とし、250 ～ 500mm を半乾燥地帯、500 ～ 750mm を半乾燥湿潤地帯としている。農牧業の立地条件として、一般に農業には年降水量 500mm 以上、牧畜には 250mm 以上を必要とされている。ちなみに地球全体の年降水量の平均は約 850mm で、蒸発散量の平均もほぼ等量である。降水量は、内径 20cm の受水器に降ったある時間内の降水の量を、水の深さとして mm で表したものである。

次に、この定義ではどのような要因で砂漠化が起こるかその原因を気候変化、人類の活動ならびにその他のもろもろの要因に求めている。これまで、砂漠化の原因に対する考え方は大きく 3 つに分類される（市川 1986）。すなわち、①気候条件の短期・長期の変化が主原因である、②人間のインパクトが主原因で気候的要素は単にそれを支える因子に過ぎない、そして③気候の変化と人間のインパクトは砂漠化の原因として両者を区別することができないし、砂漠化が起こる場所によって異なるというものである。砂漠化対処条約（1994）の定義からすれば、③の考え方になるであろう。事実、砂漠化は、自然的要因と人為的要因が複雑に絡み合わさって引き起こされる現象であり、その問題の解明には容易ではないのが実状であり、③の考え方が適当であると思われる。

### (iii) 砂漠化・土地荒廃に関する研究

これまでの砂漠化研究の系譜に関しては、（門村 1986、門村 1991）の論文に

よくまとめられている。それによると、人間活動に伴う環境の劣悪化に関する研究は、19世紀中葉の G.P.Marsh (1864) まで遡ることができるし、西アフリカの干魃と「砂漠化」に関する科学的研究は20世紀の初頭からすでに開始され、その後も研究の成果があがってきている。一方、日本では主に地理学の分野で1960年代頃から「砂漠化」に関する研究が活発化してきている。

ところで、日本における砂漠化・土地荒廃研究の特徴として、「砂漠研究」における研究活動のレビューを踏まえて、恒川は次の3点を指摘している（地球・人間環境フォーラム 1999b）。

1. 中国を対象地域とした研究が多いこと
2. 研究者層が薄く、広いこと
3. 砂漠化問題を総合的な視点からとらえる研究が少ないこと

そして、今後、重点的に研究を進めていくべき課題として、次のものをあげている。

- ①砂漠化の客観的かつ定量的な観測・評価手法の開発
- ②砂漠化・干魃の気象・気候メカニズムの解明
- ③人間活動と砂漠化との相互影響プロセスの解明
- ④干魃早期警報システムの開発
- ⑤持続可能な土地利用システムの開発
- ⑥新技術の開発

これまで行われてきた砂漠化対策プロジェクトのなかで成功した例は数少ないようだ。トップダウン方式の大規模プロジェクトは、ほとんど失敗したとも言われている。村落レベルもしくは地域レベルのボトム・アップ・アプローチにより、人間活動と砂漠化プロセスとのメカニズムを解明した上で、その地域における自然・社会・文化・伝統等に適合する生態系回復プロジェクトを実施していく必要がある。技術面而言えば、砂漠化防止に求められる新技術とは、先端技術よりもむしろ適正技術である（武内 1991）。従って、地域社会の受容性という側面および持続的発展性という側面から、その地域に適切な事業を行う計画を考案していくことは重要な研究課題であると言える。

## 1-2 研究の目的

過去の歴史を振り返ってみると、人間活動の拡大もしくは文明の発展とともにつねに森林の破壊あるいは環境の劣化——それが極端な場合は、砂漠化に至るわけだが——が生じてきた。しかし、今や人間の責任によって、環境劣化地域において、自然生態系を回復させていくと同時に、「持続可能な発展」型の村落（地域）を創造していくことが非常に重要な課題となっている。そして砂漠化対策プロジェクトにおいて、これまでトップ・ダウン型が失敗してきているとするならば、それとは逆のボトム・アップ型アプローチに期待が寄せられることになる。

そこで本研究では、村落レベルにおいて砂漠化防治および自然生態系回復（森林草原の復旧）を目的として、ボトム・アップ型のアプローチを重視して展開してきている「環境教育林事業」（事業主体：日本バイオペレッジ協会）に着目した。このプロジェクトは、中国内蒙古自治区・哲里木盟・庫倫旗・額勒順鎮・烏旦他拉という村落で25年間（1996年～2020年）無償貸与されている500haの土地を対象として、地元政府および地域の農牧民あるいは子供たちと協力しながら実施されてきている。そして将来は、この環境教育林事業をベースとして「持続可能な発展」型のバイオペレッジの建設を目指している。

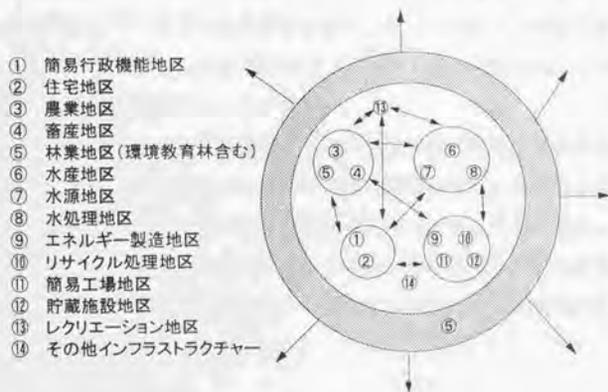


図1-1 バイオペレッジの概念図

このバイオビレッジの建設(長濱 1998)とは、合自然性原則を重視し、生態系維持のバックボーンである「環境教育林」の育成をもって、環境劣化(砂漠化)を防止すると同時に、生物多様性の保全と自然生態系の回復をめざす。さらに、住民の生活の安定化・活性化を図り、農・林・畜産・水産・工業など複合の持続可能な社会を形成し、自然と人間の調和がとれた緑豊かな村落を創ってゆくことをいう。

本研究では、主に人為的要因によって、森林・草原が荒廃し、砂漠化まで至ってしまった中国東北部の「ホルチン地域」を対象として、まず第一に、その地域の自然的特性をおさえると同時に、砂漠化の歴史的経緯およびその原因について考察する。第二に、砂漠化防治と自然生態系の回復をめざすプロジェクトである「環境教育林事業」を事例として、そのプロジェクトがこれまで実際に成功してきているのかどうかについて、生態的・経済的・社会的側面から総合的に評価する。ここでは、地域社会の受容性や住民参加といった観点からの評価も行う。もし実施すべき価値および「持続可能な発展」の可能性が高ければ、プロジェクトを積極的に推進していくべきであろう。

第三に、今後の「環境教育林事業」の持続的計画について考察し、事業地区における農林業生産のシミュレーションを行う。また地域住民サイドから見た森林評価および経営サイドから見た森林評価も行う。そして第四に、持続可能な発展の構図を考案すると同時に、次世代を担う子供たちの意識調査から、「持続可能な発展」の潜在的な可能性について考察する。

したがって、本研究は、中国内モンゴルのホルチン沙地における環境教育林事業を事例とし、環境劣化・砂漠化地域において「持続可能な発展」を実現していくための環境計画を確立することを目的とした基礎的研究ということになる。なお、トップダウンとボトムアップを連結させる方向で、科学的研究および計画サイドと地域住民サイドの両者の統合を図るべく、できる限り地域住民の視点を重視した点が、本研究の特徴の一つでもある。

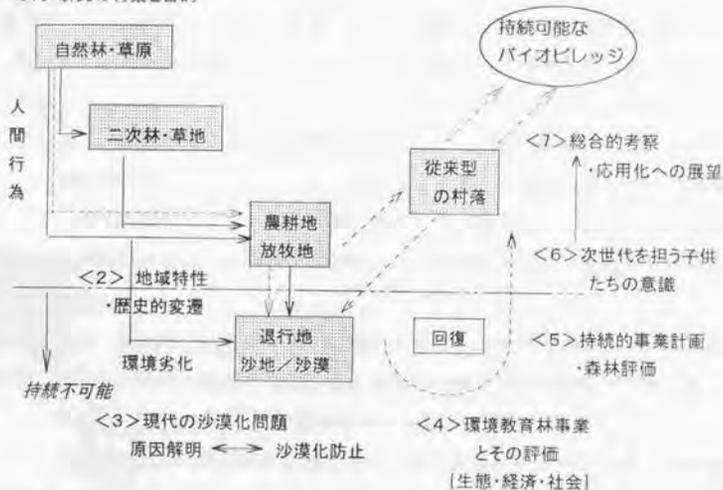
### 1-3 研究の構成および方法

本論文は、図1-2に示すように、本章を含む7つの章から構成される。

第1章では、近年の「森林減少問題」と「砂漠化問題」を概観しながら、本研究の方向性と意義を明確化させ、その目的について述べてきた。

第2章では、「ホルチン沙地の特性と歴史の変遷」について、主に文献調査によって自然環境条件および歴史的な経緯をおさえ、自然科学的な観点と長期的な視点から砂漠化の問題を把握する。

<1>研究の背景と目的



☆視点 (a viewpoint)

・科学 (Science) / 評価 (Valuation) / 計画 (Planning) ↔ 地域社会 (住民)  
 Linkage  
 ・過去 → 現在 (世代) → 次 (世代) → 未来 (世代): 持続可能な発展

図1-2 本論文の構成

第3章では、「現代における農・林・牧業と砂漠化問題」について、まずは社会的背景を整理し、次にこれまでの研究者サイドの解析および見解と地域住民サイドの認識を比較・検討する。それらと歴史的事実および既往の研究と照らし合わせて、現代における砂漠化の原因に対する考察を深める。さらに、人口密度、家畜密度、森林率、耕地率、そして砂漠化の諸関係を相関分析および重回帰分析によって解析し、その結果について考察を行う。

第4章では、「環境教育林事業」について、その現状を踏まえ、生態的・経済的・社会的観点から、プロジェクト評価を行う。生態的には、500haの土地状況の変化を調べると同時に、強度沙漠化土地、軽度沙漠化土地、湿地における5m×5mのプロットでの植生変化を調べた。経済的には、500haからの農作物生産量を調べると同時に、直接的効用を享受する農牧民の経済変化についてまとめた。なお費用便益分析によるプロジェクト評価についての考察も行う。そして社会的には、アンケート調査の結果などをもとに、地域社会への適用性や住民参加の観点からプロジェクト評価を行う。さらにCVM法を用いて環境教育林事業評価を試みる。

第5章では、伝統的な森林經理の考えをもとに、「持続的事業計画」について考案し、農林業生産のシミュレーションを試みる。そこで長期的視野からの計画についての考察を行う。また地域住民サイトからの森林評価法を編み出し、それによって公益的機能を含んだ森林全体の新しい評価を試みる。また経営サイトからの森林評価も行う。

第6章では、持続可能な発展の構図について考察し、次世代を担う子供たちの意識を把握するために、地域の子供たちと東京の子供たちの意識について比較・検討し、「持続可能な発展」の可能性についての考察を行う。

そして第7章では、「総合的考察および応用化への展望」について触れ、本研究のまとめとする。

なお、今回の持続可能な発展をめざすプロジェクト研究は、図1-3のような7段階のプロセスを経てきた。「地域の現状認識」や「沙漠化の原因」の探求にあたっては、地元政府の関係者や専門家にインタビューや聞き取り調査を行った。特に、全国政協委員・哲里木盟政協副主席・庫倫一中名譽校長の烏雲女史をはじめ、哲里木盟政府（特に林業局）、庫倫旗政府（特に林業局）、額勒順鎮政府（特に林業站）等からは、貴重な内容を何うことができた。

（注\*1）本研究で実施してきたアンケート調査は次の5つである。ここでは、それらの簡略名称の概要を記述しておく。

①「地域住民調査1997a」

「環境教育林の育成およびバイオリッジの建設のためのアンケート調査」は、

内蒙古自治区・哲里木盟・庫倫旗・額勒順鎮の烏旦他拉と扎如都（小村）に住む全 120 世帯の家長（もしくは代理人）を対象として、「配布回収法」（留置調査・配票調査とも呼ばれる）によって行った調査票調査である。実施時期は、1997 年 8 月末である。質問項目は、家族構成・家業の変遷・土地利用状況・家畜頭数・沙漠化の時期・沙漠化の原因・沙漠認識・森林機能・事業に対する関心や知識・バイオペレッジへの期待・事業発展のための WTP・年間純収入など 11 項目である。回収率は 100 %であったが、記述式回答に明らかな偏りが見られ、また一部の項目に関しては回答が不備であったため、同様の内容について、今度は「面接調査」を実施することにした。

## ②「地域住民調査 1997b」

そこで「環境教育林の育成およびバイオペレッジの建設のためのアンケート調査」として、烏旦他拉・扎如都の各 15 家庭ずつ合計 30 家庭を対象にし、面接調査を行ったものが、この調査である。この際、経済状況において、上・中・下の家庭がそれぞれ同じ割合になるように層化抽出法を考慮して、標本誤差が小さくなるようにした。質問内容は、①と同様であるが、面接調査の利点を生かして、記述式回答であった項目および①では不備が目立った「事業発展のための WTP」（CVM 法の適用）の項目を特に重視して、97 年 10 月上旬に行った。

## ③「内蒙古・次世代調査 1998」

「内蒙古の次世代を担う子供たちの自然環境に対する意識調査」は、庫倫旗の額勒順中学校 2 年生全員（144 人：男子 70 人、女子 74 人）を対象に、集合調査によって実施したものである。実施時期は 1998 年 8 月 31 日である。これは、同中学校の校長先生に調査の趣旨を説明し、授業の放課後に自記式によって実施してもらった。その際、同中学校の日本語教師に日本語の調査票をモンゴル語に翻訳してもらった。また同教師によってモンゴル語の回答を日本語に翻訳してもらった。回収率は 100 %であった。

## ④「東京・次世代調査 1999」

「次世代を担う子供たちの森林・環境等に対する意識調査（東京）」は、東京

都文京区にある区立第六中学校2年生全員（85人：男子54人，女子31人）を対象に，集合調査によって実施したものである。実施時期は1999年7月1日であり，③との比較・検討を目的としたものである。これは，同中学校の教頭先生に調査の趣旨を説明し，ホームルームの時間に自記式によって実施してもらった。回収率は，97.6%であった（83人：男子52人，女子31人）。

#### ⑤「地域住民調査 1999」

「地域住民の森林・環境・生活などに対する意識調査」の対象は，環境教育林事業地区に隣接する村である烏旦他拉ガチャ（このガチャは，烏旦他拉，扎如都，包力格沁の3つの集落から成る。事業区は烏旦他拉と扎如都の一部であり，この2つの集落は直接関係するが，もう一つの包力格沁は事業区からやや離れた場所に位置し間接的な影響を受けていると考えられる）の農牧民45名（各集落15名ずつ）と額勒順鎮政府周辺の住民15名の合計60名（家長もしくはその代理人）とした。調査方法は面接調査で，モンゴル語に訳した質問票を見てもらいながら，通訳を通して，一人ひとりに直接尋ねる形をとった。時期は1999年8月28日～9月2日である。なお，このガチャは全部で193世帯（817人）であり，鎮政府周辺には，政府で働く人々，商店，学校の先生などの家庭が約200世帯ある。

#### （注\*2）「砂漠」と「沙漠」・「沙地」について

砂漠（desert）は，中国語では「沙漠」である。日本では，「日本沙漠学会」や「中国科学院沙漠研究所」などの固有名称を除き，一般に「砂漠」が使用されることが多い。しかし，中国における砂漠関連の植物名，技術用語は，すべてが「沙」が用いられており，「砂」と「沙」を使い分けることは非常に煩雑となること，また「沙」は“水が少ない”という沙漠にふさわしい表現であることなどから，本論文では，中国における砂漠関連の用語はすべて「沙」で統一した。なお，主に第1章で触れた世界レベルあるいは国連関係における砂漠に関しては「沙漠」を用いた。また中国沙漠は，簡単に言うと，「ゴビ（戈壁）」「真正沙漠（沙漠）」「沙漠化した土地（沙地）」という3つに分類される。「ゴビ」は地表を砂礫で被われた荒野のこと，「沙漠」はもともとの沙漠地，そして「沙地」は主に人為的要因により沙漠化した土地をさす。

#### STEP1:対象地域の現状認識

村(集落)……気候、自然地理、歴史、社会状況、人口、民族、経済、産業(農業・工業等)、教育、文化、宗教、インフラストラクチャー等  
関連機関……地元政府、大学・研究所、学校など  
・対象地域に関連している機関、今後の活動や研究等が連携可能な機関  
・関連分野の研究活動に関する情報入手  
住民の生活……生活状態(衣食住等)、伝統的生活、日常生活資源、男女の役割  
人間関係……村の組織・集団、リーダー等

#### STEP2:住民との接点づくり・意識高揚

地元政府もしくはリーダーを窓口として、地元住民たちとの交流を図る  
聞き取り調査・アンケート調査等を通して現状認識を深め、住民たちの関心事やニーズを把握し、さらにはプロジェクトに対する住民たちの意識を高める

#### STEP3:地域の問題および環境劣化の原因解明

地域の課題および問題点を解明すると同時に、環境劣化の原因を徹底的に追求する  
専門家の意見を聞くと同時に、アンケート調査の結果を分析する  
歴史的な視点を含めて、総合的な研究調査が必要

#### STEP4:経営計画の作成

地元政府・住民たちのニーズに沿った目標を設定し、短期・長期の経営計画を作成  
環境劣化の原因を取り除き、農村生活改善のための計画づくりを行う  
優先順位を定め、計画を実行するための資源(資金や人材等)も具体化  
地域文化の伝統を尊重すると同時に、合自然性原則を重視して、農・林・畜・水産・工業など複合の産業を活性化させる

#### STEP5:経営計画の実施・住民参加と次世代の教育

環境教育林を核とした経営計画の実施と同時に、住民参加の事業を展開させる  
地元組織リーダーおよび次世代を担う子供たちへの教育を実施する  
自然生態系の回復を図ると同時に、社会的・経済的・文化的発展もめざす

#### STEP6:プロジェクトに対する評価

プロジェクトの評価を定期的の実施する  
「持続可能な発展」の基準・指標に照らし合わせて客観的な評価を行う

#### STEP7:軌道修正・計画再編・再実行

プロジェクト評価を受けて、つねに経営計画の軌道修正を行い、実行していく  
自立的かつ持続的発展型のバイオペリッジづくりのシステムを確立していく

図1-3 地域の持続可能な発展をめざすプロジェクト研究の7段階プロセス

## 第2章 ホルチン沙地の特性と歴史的変遷

### 2-1 中国の沙漠および沙漠化地域

#### (1) 中国における沙漠の状況

中国の沙漠化は、世界の中でも比較的重大な問題となっている。1994～1996年に実施された全国的な沙漠化調査の結果によると、全国の沙漠および沙漠化地域の総面積は171.1万km<sup>2</sup>で、これは国土総面積の17.85%にあたる。そのうち、地質歴史時期に形成された沙漠は48万km<sup>2</sup>、ゴビ沙漠は7.1万km<sup>2</sup>、沙地は43.4万km<sup>2</sup>、風沙化土地は5.4万km<sup>2</sup>と報告されている(朱・朱ほか1999)。

建国以来、沙漠化地域の面積は拡大してきており、調査結果によると、その増加面積(年平均)は、1950年代から70年代までは1560km<sup>2</sup>、70年代中頃から80年代中頃までが2100km<sup>2</sup>、80年代中頃から90年代が2460km<sup>2</sup>である(朱・朱ほか1999)。

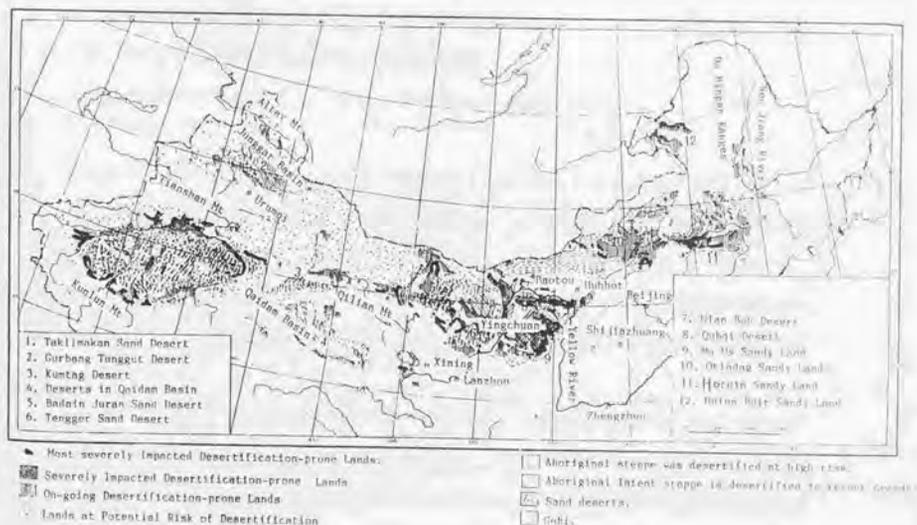


図2-1 中国における沙漠および沙漠化地域の分布状態 (Zhu et al. 1988a)

中国における沙漠および沙漠化地域の分布状態は図2-1 (Zhu et al. 1988a) のように、北部に集中している。この図の1~8番は沙漠と呼ばれているが、9~12は沙地である(11がホルチン沙地である)。沙地については、明確な概念があるわけではない(河野 1986)が、おおよそ、半乾燥および乾燥地区において、人類の歴史時代に、人為的要因の作用により、また自然的条件の影響も受けて、もともと非沙漠的な地域において生み出された沙漠化土地のことをいう。

## (2) 沙漠化地域の分類

また中国の沙漠化地域は、その分布と発生、そして進行の特徴により、次の3種類のタイプに分類されている (Zhu et al. 1988a, 河野 1986, 吉野 1997)。

### I. 半湿润地区の沙漠化地域

(半湿润地带沙漠化土地零细分布区)

### II. 半干燥地区の沙漠化地域

(半干燥草原地带及び沙漠草原地带沙漠化进展区)

### III. 乾燥した荒漠地域における沙漠化地域

(乾燥荒漠地带流沙进入, 固定・半固定沙丘活性化地区)

Iは、東北平原西部と華北平原中部に断片的に分布する沙漠化土地をさす。その特徴は、①零細地片の沙漠化土地が分布し、その面積は大きくない。②自然条件が乾燥地区および半乾燥地区に比べると良い。年降水量は500~600mmで、継続的にその生態系のバランスを破壊しない限り、自身で回復可能性の特徴をもつ。合理的に資源を利用し、措置を講じると、その回復のプロセスを加速化できる。

IIは、主に内蒙古東部および中部、河北北部、山西北、陝西北、そして寧夏の南東部に分布する。特徴は以下の二点である。①水・植生の条件が乾燥・荒漠地域よりやや良好で、適度に利用できる。しかし、生態系のバランスが脆弱で壊れやすく、沙漠化が容易に発生し、進行しやすい。②年降水量が250~500mmで、人間活動を取り除くと、自ら回復の可能性がある。しかし、自然条件は東西間で差があり、回復過程は東から西に向かうに従って、次第に弱まり、もとに戻る可

能性も小さくなる。合理的に土地利用を行い、場所ごとに適切な砂漠化防止措置を講じ、砂漠化の進行を逆転させなければならない。ホルチン沙地およびマウス沙地における大半の地区は、この代表例である。

Ⅲは、西北部に存在する乾燥した広大な荒漠地域で、一部は大沙漠の周辺地に集中的に分布する。特徴としては、①砂漠の進行は、河道の変遷、灌漑水源の変化の影響を受け、同時に風の作用による砂丘の前進、あるいは過度の伐採や過放牧等のために、固定・半固定沙丘の表面や植被が破壊されることにも関係がある。②自然条件が厳しく、一旦生態系のバランスが崩れると、自主逆転の可能性は非常に少ない。砂漠化を防止する措置についても困難であり、一連の人のかかるとの技術的措置を講ずる必要がある。この代表例はタクラマカン沙漠である。

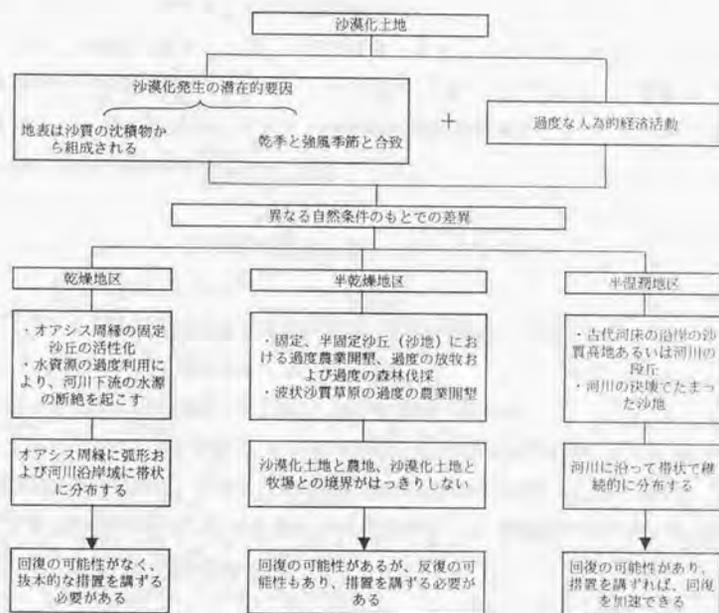


図 2-2 沙漠化土地の地域的差異およびその特徴

(Zhu et al 1988a ; 吉野 1997)

## 2-2 ホルチン沙地の自然環境特性

中国内蒙古自治区の東部に位置するホルチン地域（東経 118 度～124 度 30 分、北緯 42 度 40 分～45 度 15 分）は、かつては森林や草原で覆われていたが、その大部分は沙漠化され、現在ではホルチン沙地と呼ばれている。ホルチン沙地は、内蒙古自治区の哲里木盟の大部分および赤峰市、吉林省西部、そして遼寧省西部の一部分を含む。総面積は、1970 年代の統計では 4.23 万 km<sup>2</sup>であったが、最近の調査（1994～1996 年）によると 5.17 万 km<sup>2</sup>へと拡大している（朱・朱ほか 1999）。

### (1) 自然環境の概況

ホルチン地域は大陸性気候に属し、冬季は蒙古高気圧の影響を受け、北西の風が多く、寒さは厳しいが、雪は少ない。夏季は太平洋の亜熱帯高気圧の影響を受け、主に東南の風が吹き、比較的温湿の気候となる。

年平均気温は 5 度 C～6 度 C、最寒月の 1 月の平均気温は -13 度 C～-18 度 C、最暖月の 7 月の平均気温は 20 度 C～24 度 C である。10 度 C 以上の積温は 3000 度 C～3200 度 C であり、年平均日照時間は 3000 時間前後である。また年平均降水量は 350～450mm である。

ここで、ケッペンの乾燥限界指数（K）を求めておく。

$$K = P / 2 (T + \alpha)$$

ただし、P：年間降水量（400mm）、T：年平均気温（5.5 度 C）

$\alpha$ ：夏雨気候では  $\alpha = 14$

以上から  $K = 400 / 2 \times (5.5 + 14) = 10.26$  となる。

K：5 以下は強乾燥地帯、5～10 は乾燥帯、10～18 は半乾燥帯、そして 18～28 は湿潤帯であるから、ホルチン地域は半乾燥地帯に区別されることになる。

なお水資源に関しては、地表水の資源量は少ないが、西遼河水系流域にあって、地下水は比較的豊富な場所である。

### (2) 降水量

中国北部全体を見渡すと、ホルチン沙漠が位置する東部は、降水量が比較的多



図2-3 中国における年降水量(単位: mm) (『中国森林』 1997)

い地域であり、そこから西にいくに従って、300mm、200mm、100mm と次第に乾燥の度合いが強くなっていく。中には 50mm 以下の地域も存在する（図 2-3）。

もう少し詳しく見ると、ホルチン地域の中央部から西部にかけての大部分は半乾燥地区に属し、年降水量は 315 ~ 450mm であり、その東部の一部は半湿润地区に属し、年降水量が 500mm 近くある。降水量の季節的偏りは著しく、主に夏季に集中し、特に 6 ~ 8 月の平均降水量は年降水量の 70 % ~ 80 % を占める。冬・春季の降水量は少なく、年間総雨量の 20% 程度にすぎない。従って、冬・春季は非常に乾燥しやすい状況になる。

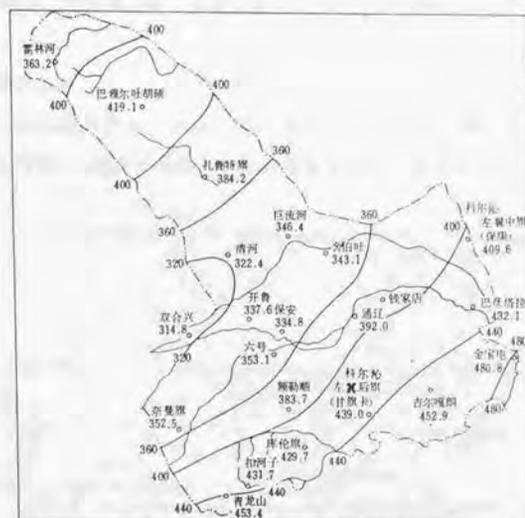


図 2-4 ホルチン沙地の中央に位置する

哲里木盟地区の年降水量（単位：mm）

（Zhu et al 1988b；張ほか 1994）

### （3）風

ホルチン草原の風に関しては、西北風の風が多く、年間の 50% 以上を占める。

次は西南風が多く、他の風向きは少ない。哲里木盟における年平均風速は 3.3 ~ 4.4m / 秒であり、春季に限っては 4.2 ~ 5.9m / 秒である。最大風速は 31m / 秒にも達する、これは即ち 11 級の大風に当たる。一年間における 8 級以上の大風がある日数を見てみると、翁牛特旗は 38.7 日、敖漢旗は 30 ~ 60 日、巴林右旗は 27.3 日、科左后旗は 33.5 日、奈曼旗は 21 日ある。ホルチン沙地西部の大風日数は東部より多い。

ホルチン地域の春季は強風の季節であると同時に、降水量が少ない乾燥した季節でもある。強烈な西風と西北風は流動沙丘を東南へ移動させる。ホルチン草原の東部では、春も西南風が吹き荒れ、流動沙丘を西北に移動させる。ホルチン沙地は、春の西北、東南風の相互作用により、西から東へ扇状に広がっている。

#### (4) 植物地理的区分

植物地理学的な地域区分 (FAO 1982; 野村 1988) によれば、ホルチン地域は「樹木の多い草地」(多樹木草地) に区分されている (図 2-5)。



図 2-5 中国の植物地理学的な地域区分 (FAO 1982; 野村 1988)

これは、林地における天然およびその他の自然植生から分類したものである。この多樹木草地は、本来であれば、山麓地方においては、多種の牧草が生育し、中国で最も牧場に適する地域であるという。樹木では、ポプラやシラカンバの混交林が見られ、沙地には樟子松が多く植えられており、森林草原復旧においてある程度大きな効果がある。なお、この地域は開墾されて大農耕地になっている場合が多く、肥沃で生産量も多い。

#### (5) 沙丘状況

ホルチン草原の大部分は西遼河流域に属するが、西遼河流域は地質時代には松遼大湖の一部分であったという。第三世紀末、第四紀初頃、堆積の作用によって河湖相の粉沙層ができたと言われる。発掘資料により粉沙層の相当の深さを読み取れる(景 1996)という。それによると、巴林右旗の巴林橋治沙林場を発掘し地下 180m に至り、そこで見られるすべてが粉沙であったという。林西県双井郷には 100m の厚さの粉沙層がある。放漢旗烏蘭敖都地区の粉沙層の厚さは 80m 以上ある。奈曼旗黄花塔拉では、地下 80 ~ 90m まで掘ったが、全てが粉沙であったという。科左后旗大青溝における粉沙厚さは 80 ~ 100m ある。発掘の際にも基岩層に至らず、実際の粉沙層の厚さはある地方では 200m もあるとされる。更新世末期、全新世紀初期には、粉沙層の上に逐次厚さが不均等の土壌層が形成され、ついに粉沙層は被覆された。しかし、地下には深い粉沙層があり、これがホルチン草原の沙漠化の物質的基盤になっていると言える。

西遼河を境にホルチン沙地は南と北に分かれている(図 2-6)。西遼河南岸に、西方の巴林橋から東方の双遼県に至る長さ約 430km の帯状沙漠があり、西端の南北幅は 5 ~ 6km、東端の南北幅は 134km である。これはホルチン沙漠の主要部分であり、その範囲に入る地区は、翁牛特旗東部、放漢旗北部、奈曼旗大部分、庫倫旗北部、科左后旗全体、通遼市の大部分、彰武県の一部である。老哈河東岸に合掌状、蜂巣状沙丘が多く、間に新月状沙丘がある。老哈河西岸は、その大部分が固定、半固定沙丘であり、植被率は 40 ~ 70% である。沙丘の高さは一般的には 10 ~ 30m、最高は 50m 以上のものもある。沙丘の間には、たくさんの湖と沼が散在している。



图2-6 霍尔苏ン草原の沙漠化表示图 (原 1996)

植被のない流動沙丘が集中する鱗状沙丘鏈は、科左后旗西部、庫倫旗北部、奈曼旗中部、敖漢旗北部、翁牛特旗中部を貫き、非常に脅威であり、地元の人に「塔敏查干（ターミンチャガン）」と呼ばれている。地獄、生命のないところの意味である（写真1, 2）。

### 2-3 歴史的変遷

ホルチン地域は沙漠化の進行が比較的速い地区の一つである。70年代の統計によるとホルチン沙地の総面積は4.23万km<sup>2</sup>で、1994～96年の調査によれば沙漠と沙地の合計は5.17万km<sup>2</sup>である。ホルチン草原は紀元10世紀から沙漠化の現象が顕著となり、その後、回復期と沙漠化を経ながらも、ほぼ連続的に沙漠化が拡大するという過程を経てきた。ここでは、ある程度詳しくホルチン地域の歴史的な変遷（景1996、石ほか1998）について整理しておきたい。

人類誕生以前の第三紀の時代、ホルチン地域は、温暖な気候で、森林が繁茂していたと推定されている。約2500万年前、中国東北部は温帯森林のみならず亜熱帯の広葉樹も混在していたと言われている。また約200万年前には、温帯森林および森林草原が広がっていたとされる（『中国森林』編集委員会1997、図2-7, 8参照）。

そして古代における世界の四大文明、すなわちメソポタミア、エジプト、インダス、そして黄河の文明と同様に、人間活動の拡大あるいは文明の発展とともに、森林の破壊あるいは環境の劣化は拡大していった。

#### (1) 興隆窪文化時期（約B.C.5000年～B.C.4000年）

ホルチン地域には、約B.C.（紀元前）5200年には、古代人類が暮らしていたことが考古学から明らかになっている。新石器時代（興隆窪文化時期）に原始的農業と原始的牧畜業が発生したと考えられている。良好な生態環境は人間の生活に欠かせない主要条件であることから、生態的にも豊かな土地であったと推測される。当時の自然植生は温帯森林と平原であったとされる。原始社会の部落間での戦争は頻繁にあったが、生態系への影響は大きくなかったようである。

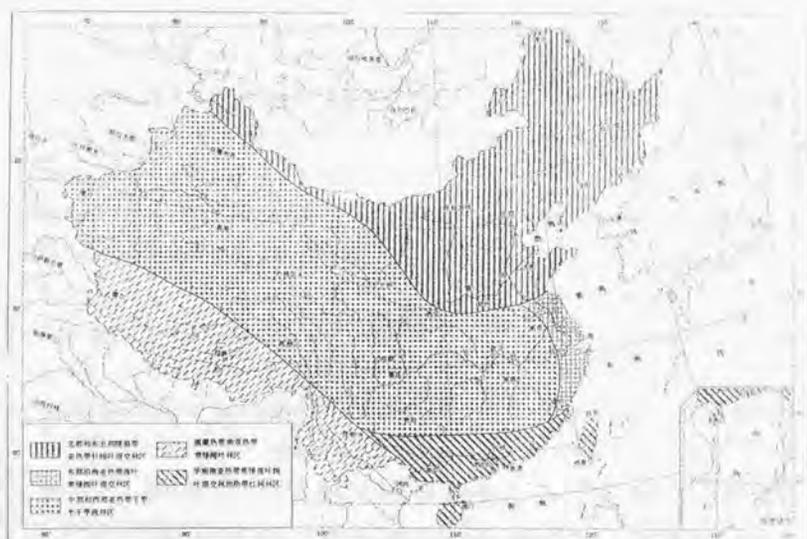


图 2-7 老第三纪 (约 6500 万~2500 万年前) 的森林分布

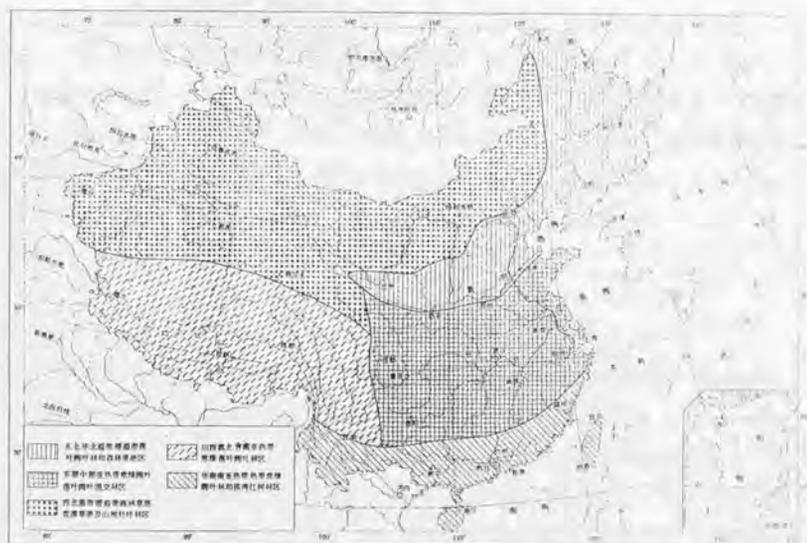


图 2-8 新第三纪 (约 2500 万年~200 万年前) 的森林分布

(『中国森林』編集委员会 1997)

## (2) 紅山文化・夏・商・周の時代(約B.C.4000年～B.C.475年)

紅山文化時期(約B.C.4000～B.C.2500年)には、ホルチン沙地の南部には紅山文化と小河沿文化が、ホルチン沙地の北部には富河文化が分布し、いずれも農業を主として牧畜業を兼営するものであったという。しかし、規模が小さく自然生態系に対する影響は局部の地域に限られていたようである。当時の自然景観は、地表には大面積の沙丘がなく、一部の河川沿岸に流動沙丘がわずかに分布していたようである。

B.C.2000年以前の森林率は、中国全体で60～70%、内蒙古では約40%と推測されている(中国林学会1997)。

夏家店下層文化(約B.C.2000年～B.C.1500年)は、農業を主として牧畜業を兼営するもので、ホルチン沙地南部に密集して存在していたとされる。当時の自然景観では、森林草原と疎林草原とが交差的に分布し、紅山文化時期に一部の河川沿岸地域に零細に分布していた流動沙丘はほとんど固定されていたようである。

夏家店上層文化(約B.C.1500年～B.C.475年)は、牧畜業と農業を兼営するもので、西周の初期から戦国初期にかけてホルチン沙地の大部分の地域に分布していたという。この時期にホルチン地域を支配していた山戎族は、もともと遊牧と狩猟が主であったが、農業を主とした先住民と融合して、農業と牧畜業を兼営する形態に変化したという。当時、大面積の森林が分布していたが、森林動物の数が少なくなり、森林の面積も縮小していたようである。流動沙丘が拡大する動きもあったが、依然として少量で、その分布は一部の地域に限られていたようである。

## (3) 戦国時代から唐の時代(B.C.475～907年)

中国の歴史で、戦国・秦・漢・魏晋南北朝・隋・唐の時代に相当する時期に、ホルチン地域では主に遊牧を中心とした土地利用が行われていた。

戦国と秦(B.C.475～B.C.210年)の時期には、遊牧を主とする東胡族がホルチン草原に入っていた。赤峰、奈曼、通遼の戦国遺跡では、豚、牛、馬、羊等の動物の骨が大量に発見されており、当時の土地利用は主として遊牧であったと推定されている。森林草原は回復し、流動沙丘は大体固定されていたようである。ただし、戦争の影響によって原始森林の破壊は生じていた。

西漢（B.C.210年～25年）以降、東漢（25年～220年）・魏晉南北朝（220年～  
垂580年）までのホルチン地域は、遊牧を主として農業を兼営する東胡族の遺族  
である鮮卑族に支配されていた。

隋（589年～618年）を含めて唐代以前は、ホルチン草原の西部、即ち老哈河  
から西側が森林草原地区であり、ホルチン草原の東部、即ち老哈河から東側が疎  
林草原地区であったという。地表は基本的に植被に覆われ、流動沙丘はほとんど  
皆無であったとされる。

唐代（618～907年）には、老哈河より西側に大面積の原始森林があり、「松漠」  
と言われていた。「松漠」の漠は沙漠を意味するのではなく、漠は繁茂または静  
寂を意味し、「松漠」は松森林の茂った状態あるいは寂寞の状態を言う。遼代（816  
～1125年）には、「松漠」を平地松林と改称した。平地松林の範囲は広く、西は  
大興安嶺から東は老哈河にいたり、南は開場県まで、北は巴林右旗、巴林左旗に  
至り、喀喇沁旗、寧城県、林西県、克什克騰旗なども平地松林の範囲に入ってい  
たようだ。その範囲は500km以上も続き、千里松林と呼ばれていた（2里＝1km）。

#### （4）遼・宋・金の時代（907年～1270年）

ホルチン草原の本格的な沙漠化は遼朝（907年～）から始まったとされる。そ  
れは遼代の移民開墾と直接関係がある。遼朝は契丹族が建国した国であり、契丹  
人は遊牧民族であるが、唐代に農業を既に学び、生活スタイルも徐々に牧畜から  
農業へと変化させていた。遼朝は盛期に南下し、現在の北京辺りから大量の漢族  
を捕虜として捕らえ、捕虜の民をホルチン草原に安置させ、土地開墾から農業を  
行わせた。それから、かつては広漠としていたホルチン草原に多くの村落、町が  
現れ、《遼史》の記載によると、その当時ホルチン草原に新しく建てられた県は  
60を越える。

ホルチン草原の表土層は薄く、なお表土層の下は粉沙であるため、森林や植物  
が破壊されると地下の粉沙が露出して沙漠化を引き起こしたものと思われる。

契丹族の強制的移民政策は10世紀初期に始まり、10世紀の半ばまで続き、約  
半世紀に渡る。11世紀から、すなわち約50年にわたり過度の土地開墾を行う中  
で沙漠化の現象が顕著になり、11世紀の後半では、ホルチン草原の沙漠化は相  
当に重大な問題になった。

《遼史》の記載によると、韓州は遼初太祖時代に建立され、当時は 10 世紀初年である。韓州が建立された当時、美しい草原が広がり、水は清らかな地であった。しかし、韓州の移動時期である 11 世紀前期には、過度な開墾により 100 年経たないうちに、沙漠化が住民の生活を脅かすようになったと説明されている。これは、ホルチン草原の西部のみならず、東部においても沙漠化が進行したことを証明するものとなっている。

1115 年に、女真族は金朝を建国し、1125 年に金国が遼国を滅ぼし、ホルチン地域は金国の支配地域となった。その金朝（1115～1234 年）に入っても、ホルチン草原における土地開墾は依然として行われ、沙漠化の危害により、ある地域は余儀なく退去せざるを得なかった。金朝の時、蒙古人の侵入を防ぐためホルチン草原の西北において、大規模な辺地壕を掘り、壕に沿い数多くの城を築いた。壕と城の工事により、周りの草原、森林と表土層が極大に破壊され、ホルチン草原の沙漠化をもっと速めた。過度の開墾と森林過伐、また壕掘りによる土地破壊の影響で、現在の赤峰市にあたる場所では、「土地は瘦せて、薪が絶えた…」という状況が出現し、まさしく沙漠化の急激な進行を物語っている。

#### (5) 元・明・清の初期(1271年～1800年前後)

元朝(1206～1368年)と明朝(1368～1644年)の時期は、蒙古人の放牧地として、ホルチン草原における開墾は基本的に停止された。ホルチン草原は半乾燥、半湿润地域に属し、人為的破壊を停止させると、森林や植物が自然に回復する特性をもつ。従って、森林が回復し、草原が豊富になり、遼朝と金朝に起こった流動沙丘の大部分が固定沙丘もしくは半固定沙丘に変わり、沙漠化現象は基本的にストップした。この時代は沙漠化の逆転期である。

#### (6) 清の中期から民国(満州国含む)まで(1800年前後～1949年)

ところが、環境の回復にとってプラスになることは長く続かず、清代(1644～1911)の中期に至って、蒙古旗(県)に開墾政策を推し進めた結果、ホルチン草原は再度沙漠化の現象が起こった。ホルチン草原における開墾政策を最初は熙皇帝が打ち出した。康熙皇帝の母と祖母はホルチン蒙古出身であった。彼は、土地を開墾して農業をすることはホルチン蒙古の貧困を解決する為に非常によい

方法だと考えた。康熙皇帝(1661-1722)は、1689年から部下を頻りにホルチン草原へ派遣して、蒙古人に「教養」を身につけさせ、なおかつ漢族をホルチン草原に移動させ、農業文化を伝授させた。更に蒙古族に農地開墾を促すため、強制的に蒙古旗に倉庫を設立させ、食糧を保存して、厄年に備えさせるようにした。実際、これは農業政策を強制的に蒙古王公に受け入れさせた。

康熙皇帝の時代、草原開拓は牧畜生産に影響を及ぼし、厳しい結果をもたらしたので、乾隆皇帝(1735-95)の時代にもとの草原開拓政策を変え、開墾を禁止し、蒙古旗県に流入する移民を制限した。ただし、多くの蒙古王公は「利益を貪り、漢族を受け入れ」草原を租借し、政府の開墾禁止政策を阻み、ホルチン草原に流入する移民は減少せず逆に増加した。乾隆中期以後、ホルチン草原に多くの漢族が集中する村ができ、嘉慶皇帝(1796-1820)の時代、蒙古旗の土地開墾は当然のものとなり、その潮流を阻止することは不可能になった。朝廷はこの既成事実を認めざるを得ず、「民を募り、開墾をする」ことを合法化させた。敖漢旗、科左后旗、彰武県は相次いで、そのことを許可したという。

1840年のアヘン戦争以後、財政危機を解決するため、蒙古王公に強制命令「報効土地」を出した、即ち牧場を譲り開墾させることの命令を発した。この政策上の大変換による開墾の波にホルチン草原が巻き込まれた。蒙古族と漢族を区別管理するため、農耕開墾民族である漢族の居住地として、相次いで華化県、懷徳県、双山県、双遼県、突泉県、昌図県、彰武県、開魯県、綏東県(庫倫旗の前身)、林西県を設置した。

清の末期時代に至っては、草原開墾範囲は、遼、金時代よりはるかに広がった。ホルチン草原に進出した移民(漢族)も、遼や金の時代よりはるかに多かった。それゆえ、元、明朝に回復した森林・草原は極度に破壊され、結果としてはホルチン草原がもっと沙漠化し、現在のホルチン沙地地帯の原型をつくりだしている。

民国年間には、軍閥割拠で、政治は腐敗し、ホルチン草原の開墾は減ることなく増えていった。特に、1931年「九・一八事変」以後、日本帝国は満州国へ移民を送り、開拓団を組織し開墾を行い、中国の自然資源を利用し、さらにホルチン草原を沙漠化させたとされている。日本開拓団の開墾地区の代表的な開魯県北部に関しては、現在沙漠化が比較的深刻な地区になっている。ただし、一部の地域では日本人によって植林活動が普及したことも事実である。

満州時代のホルチン地域に関して、佐藤は次のことを述べている(佐藤 1941)。

「地質的に見れば、玄武岩の所もあるが、黄土・風成砂・風成砂黄土・砂漠砂等」、土壌から言えば、黄土・栗色土・山東褐色土等、「アルカリ地帯も点々と見られる」、「森林らしい森林はなくて、ただ川辺にドロノキ・ヤナギ・ニレ等の樹林を見るのみ」、そして「多少耕地防風林が作られている」という場所である。さらには「将来大いに砂防造林を要する部分」、「耕地防風林や薪炭川農村備林も考えなければならない」、「埋幹造林による耕地防風林は成功の曙光が認められる」という考えも述べている。

#### (7) 中華人民共和国建国以降(1949年～)

1949年の中華人民共和国(中国)建国以来、ホルチン草原は3回にわたる大規模な開墾が行われたとされる。

第1回目は大躍進運動中、内蒙古は「食糧、蔬菜、飼料」という三つの自給自足方針を打ち出し、全自治区に大衆的な開墾現象が現れた。ホルチン草原の水土条件は比較的良好なため、内蒙古の食糧主産地と指定され、開墾の面積はもっと広範になった。さらに、1960年の自然災害を防ぐため、「機会を逃さず、多く開墾すれば多く収穫できる」という政策を打ち出し、2回目の大衆の開墾活動が現れた。そして、1966～1975年の文化大革命中、「穀物生産優先」という政策の指導方針に基づき、ホルチン草原に3回目の大規模の開墾活動が行われた。この時は同時に、至る地域で森林伐採もひどく行われた。20年足らずのうちに、3回にわたる大規模な開墾活動が相次ぎ、ホルチン草原は空前絶後の大破壊を経験したことになる。

最も沙漠化が進行した地域の一つである哲里木盟の奈曼旗を例にとると、1950年代末期には沙漠化した土地は39.9%をすでに占めていたのが、70年代中期には65.6%まで進行した(Zhu et al. 1988a, 吉野 1997)。

また衛星データと現地調査から算出された統計によると、赤峰市管轄の阿魯科爾沁旗、巴林左旗、林西県、翁牛特旗、敖漢旗、赤峰県において、1958年の沙漠化土地面積は96.1万haであったが、1978年には126.2万haに拡大し、20年間で30.1万ha増加した。即ち31.36%増加したことになる(景 1996)。

50年代末～80年代初、ホルチン草原においては沙漠化拡大が最も急速な時期

とされる。これは3回にわたる大規模な開墾と直接的な関係がある。ここから、人間活動は草原を沙漠化させる決定的なインパクトをもつということが言える。

つまり、ホルチン地域は、有史以前、樹木の多い草原が広がっていた。しかし、長い歴史を通じて数多くの戦争が繰り返され、森林草原の一部が破壊されてきた。また、さまざまな民族によって支配されてきたが、その民族の伝統文化によって、土地利用の形態もさまざまに変化してきた。

一般に、農業と牧畜業の兼営の時期には、土地荒廃・沙漠化が進行した。特に農業中心、すなわち、土地開墾が拡大された時には沙漠化が急激に進行し、固定・半固定沙丘が出現されるのみならず、流動沙丘の活動も活発化した。それに対して、遊牧あるいは放牧だけの時期には、沙漠化は停止するどころか、むしろ沙漠化の逆転が生じ、森林草原が回復してきた。

以上をまとめると、表2-1のようになる。これは、石ら(1998)が作成した表の一部を修正し、1949年以降を追加したものである。

表2-1 ホルチン地域における土地利用の歴史的展開と沙漠化進行の関連

時 期	王 朝	支配民族	土地利用	沙漠化関連	沙丘断面	
					土壌層	形成時期
B.C.4000年～ B.C.475年	紅山文化・ 夏・商・周	山戎族	農業と牧畜 業の兼営	局部沙漠化	第1古土壌層 第1沙層	B.C.3100～2850年 B.C.2850～625年
B.C.475年～ 907年	戦国・秦・ 漢・魏晉・ 隋・唐	東胡族 鮮卑族 契丹族	遊牧中心	回復 森林・草原	第2古土壌層	B.C.625年～825年
907年～ 1270年	遼・宋・金	契丹族 女真族	土地開墾 農耕中心	沙漠化進行	第2沙層	825年～1300年
1271年～ 1800年	元・明・清	蒙古族	遊牧中心	回復	第3古土壌層	1300年～1700年
1800年～ 1949年	清・民国・ (滿州)	蒙古族 漢族	放牧と農耕 の兼営	沙漠化進行	第3沙層	1700年～現在
1949年～ 現在	中華人民 共和国	蒙古族 漢族	農耕と放牧 の兼営	沙漠化進行	〃	〃

石・田中・趙(1998)に一部修正・追加

#### 2-4 結果と考察

以上をまとめると、次のように言えるであろう。ホルチン地域は、中国北方地区においては比較的恵まれた自然環境条件を有する。もともとは樹木の多い草原地帯であったが、脆弱な生態環境であるため、ある衝撃が加えられると、生態環境の表面が損傷されてしまう可能性が大きい場所でもある。しかも、森林草原のすぐ下には沙質の厚い層が存在しており、一度、生態系が破壊されると、そこから沙地が出現してくる。

気候条件として、降雨は年間を通して 350 ~ 450mm ほどで、それが夏季（6月 ~ 8月）に集中しており、特に春季には強風が吹くため、それらの自然的要因によって沙地は拡大していく。そして、それがひどい場合には移動沙丘・流動沙丘が形成され、沙漠による被害が増大していくようになる。

このような沙漠化現象の引き金となり、さらに沙漠化を促進させてきたのが、さまざまな人為的活動である。すなわち、歴史を通しての戦争、過度の土地開墾および農地の拡大、そして森林の破壊などである。

しかし、歴史の変遷の中で、過去の遊牧・放牧時代などのように、環境への負荷が小さくなると、沙漠化は停止するどころか、むしろ森林草原が自然と回復するという現象も生じていた。そして現代においては、人口増加に伴う土地開墾、過度の放牧、過度の森林伐採および薪炭採取、そして道路・鉱工業地帯の建設などによって、沙漠化が急激に進行してきたと言える。

したがって、ホルチン地域の沙漠化は、自然的要因と人為的要因の相乗効果によって引き起こされてきたが、主に人為的要因によってもたらされてきたと考えてよいであろう。

つまり、場所によっては環境負荷を軽減するだけで、もともとの自然生態系をある程度回復できる沙地もある。また全般的に人為的に適切な措置をとれば、森林草原の復旧の可能性は高い地域であると考えられる。ただし、強度の沙漠化地域においては、回復に向けて大がかりな措置とかなりの時間が必要であると思われる。

### 第3章 現代における農・林・牧畜業と沙漠化問題

50年代末～80年代初、ホルチン草原においては沙漠化拡大が最も急速な時期であったことについては2-3でも触れたが、ここでは現代(1949年～1990年代)における農・林・牧畜業と沙漠化問題について、哲里木盟を中心として、その社会的背景も踏まえて整理し、沙漠化の原因および逆転に関する考察を行いたい。哲里木盟はホルチン沙地の大部分を占め、またその腹部が存在するため、ホルチン沙地の社会的背景は哲里木盟が代表していると考えられる。

#### 3-1 社会的背景

哲里木盟は内蒙古自治区の東南部に位置し、ホルチン沙地の中腹部を包含している。総面積は5.95万km<sup>2</sup>である。通遼市が行政の中心地であり、それ以外に、霍林郭勒市、扎魯特旗、科爾沁左翼中旗、科爾沁左翼后旗、庫倫旗、奈曼旗、開魯県がある。標高は平地では150m～400mほどだが、大興安嶺の南部を含み1000m以上の地域もある(図3-1)。



図3-1 哲里木盟の地形(中国地図出版社他 1996)

1997年の統計（哲里木盟外事弁の資料）によると、哲里木盟の総人口は300.11万人、1952年（93.12万人）と比べると3.2倍に増加している。そのうち漢族は161.5万人（総人口の53.8%）、蒙古族は128.26万人（同じ42.7%）である。その他に回族、満族、朝鮮族などの少数民族が共存している。耕地面積は、建国以降（1952年：74.27ha）、1960年代まで（1965年：87.10ha）拡大するが、その後減少し、80年代（1980年：74.18ha）～90年代にかけてはさらに縮小されている（1997年：66.04万ha）。最も多く作られている作物はトウモロコシ（玉米）で、その他、コウリヤン、小麦、蕎麦、水稻などが主に生産されている。一人あたりの耕地面積は1997年現在0.22haとなっており、1952年（0.80ha）と比べると1/4近くにまで減少している。また農牧民人口は233.44万人で77.8%を占める。農牧民一人あたりの年間純収入は1703元である（表3-1参照）。

表3-1 哲里木盟における総人口・耕地面積の変化

	総人口		耕地面積			
	漢族	蒙古族	(万ha)	1人当たり 耕地面積 (ha/人)	農牧民 人口 (万人)	農牧民 年間収入 (元)
1952	93.12	59.36	74.27	0.80	84.34	
1965	162.92	113.64	87.1	0.53	139.9	144
1980	236.49	165.81	74.18	0.31	199.15	143
1990	277.54	154.36	74.44	0.27	219.91	682
1997年	300.11	161.5	66.04	0.22	233.44	1703

表3-2 哲里木盟における家畜頭数変化（単位：万頭）

	家畜総数 (大小畜)		大畜 合計		小畜 合計			猪
			牛	馬	綿羊	山羊		
1949年	54.9	42.5	29.4	1.9	12.4	5.8	6.6	31.7
1952年	88.67	64.59	45.28	2.64	24.11	9.56	14.54	47.05
1959年	180.2	92.3	69.4	8.2	87.9	33.2	54.7	43.7
1965年	260.58	132.22	96.37	16.31	128.36	64.84	63.52	47.33
1969年	239.2	123.9	83	20.7	115.2	73.5	41.7	47.4
1979年	328.1	136.8	90.1	26.7	191.3	144	47.3	32.6
1982年	318.9	127.7	86.5	21.9	191.2	153.4	37.8	110.7
1990年	341.25	138.16	81.89	30.57	203.08	136.31	66.78	103.17
1997年	367	141	77.67	35.35	226	122.65	103.17	228

（資料提供：哲里木盟外事弁）

哲里木盟の家畜総数は、約 367.0 万頭（1997 年）で、1949 年（54.9 万頭）と比べると 6.7 倍に増加している。そのうち、牛が 77.7 万頭（1949 年比：2.6 倍）、馬が 35.4 万頭（同 18.6 倍）、綿羊が 122.7 万頭（同 21.1 倍）、山羊が 103.17 万頭（同 15.6 倍）、そして豚（中国語；猪）が 228 万頭（同 7.2 倍）となっている（表 3-2 参照）。

特に、草原の沙漠化の主要原因と考えられている山羊の頭数変化を調べてみると、1949 年以來 1960 年代中頃までは急激に増加するが、60 年代後半に一時期減少し、70 年代は横這いとなり、80 年代以降になって再び急増している。それに対して綿羊は、1949 年以來 1960 年代前半までは、山羊よりは増加のペースが遅いが、60 年代中頃から増加の一途をたどり、70 年代には飛躍的に増加する。そして 80 年代以降はやや減少の傾向にある（図 3-2 参照）。



図 3-2 哲里木盟における綿羊・山羊の頭数変化

（資料提供：哲里木盟外事弁）

哲里木盟の人口密度、人口当たりの平均耕作面積および牧畜の占有草地面積の変化曲線の実例を見ると(図3-3)、人口と家畜による圧力が増加し、沙漠化の進行が加速されたものと考えられるという報告がある(Zhu 1988, 吉野 1997)。平均人口密度は、1949年の10~15人/km<sup>2</sup>から現在は50人/km<sup>2</sup>を越え、多い所では80人/km<sup>2</sup>以上の地域もある。人口の増加は、土地資源の利用に拍車をかけ、また草原を開墾して農地を拡大させた(ホルチン地域は、南方から漢族が移民してきて人口が増加した地域でもある)。その結果、家畜放牧による草原への圧力は増大し、これが草原の沙漠化への引き金ともなったと考えられる。1950年代の家畜一頭当たりの平均占有草原が50畝(1ha=15畝)であったのに対して、1970年代後期は15~20畝に、そして最近では5~10畝にまで減少してきている。

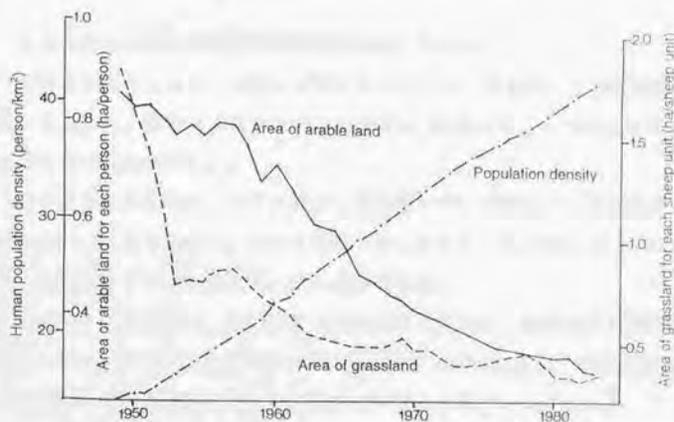


図3-3 哲里木盟の人口密度、一人当たりの耕地面積、綿羊一頭当たりの占有草地面積の変化 (Zhu et al. 1988a; 吉野 1997)

### 3-2 1970年代末～90年代の沙漠化

#### (1) 1970年代～80年代の沙漠化

現代におけるホルチン草原の沙漠化に関しては、1970年代末期と1980年代末期における沙漠化面積を計算した研究がある(胡 1994)。これは、「科爾沁地区沙漠化現状図(1:50万)」(1985年)と「科爾沁草原荒漠化図(1:50万)」(1991年)を比較対照したものである。両者の地図の範囲は一致している。

このデータによると、地図内の沙漠化土地総面積は、70年代末期が57978.37km<sup>2</sup>、80年代末期が71683.69km<sup>2</sup>である。10年間における増加は13705.32km<sup>2</sup>で、増加率は23.64%である。もう少し詳しく見てみると、①強度沙漠化土地面積に関しては70年代末は2908.25km<sup>2</sup>であったが、80年代末は5384.17km<sup>2</sup>と、85.13%増加している。②中度沙漠化土地は、70年代末が7969.22km<sup>2</sup>、80年代末が5637.15km<sup>2</sup>で、29.2%減少している。③軽度沙漠化土地は、70年代が24986.84km<sup>2</sup>、80年代末が24480.47km<sup>2</sup>で、2.03%減少している。そして④微度沙漠化土地については、70年代が22114.05km<sup>2</sup>で、80年代末が36181.90km<sup>2</sup>と63.61%増大している。

なお沙漠化土地の各程度の特性は次の通りである。

①強度沙漠化土地は、流動沙丘が密集しており、風食地が土地総面積の50%以上を占める。植物は沙蓬が主で、植被率は10%未満。土壌は流動風沙土で有機物は0.06%前後のもの。

②中度沙漠化土地は、沙漠が密集して堆積している地域で、風食地が土地総面積の25～50%を占める。植物は藜群落などがあり、植被率は10～25%。土壌は半流動風沙土で、有機物は0.27%前後のもの。

③軽度沙漠化土地は、沙漠がある程度堆積しており、風食地が土地総面積の5～25%を占める。植物は錦鶏儿などが存在する雑草群落で、植被率は25～50%。土壌は半固定風沙土で、有機物が0.39%のもの。

④斑点状の流沙が存在し、風食地は土地総面積の5%以下である。植物は檉や錦鶏儿などが存在する雑草群落で、植被率は50%以上。土壌は固定風沙土で、有機物が1.00～1.50%のもの。

哲里木盟の沙漠化土地面積に関して、胡(1994)によると、1970年代末期には2,832万km<sup>2</sup>であったが、1980年代末には3,608万km<sup>2</sup>となっており、全体的には沙漠化面積はかなり拡大してしまっている。ただし、庫倫旗は6.98ポイント(%) (= 331.49km<sup>2</sup>)、奈曼旗は3.0ポイント(%) (= 247.49km<sup>2</sup>)、沙漠化土地面積が減少しており、地域によっては沙漠化の逆転に成功しているところもある(表3-3)。

表3-3 哲里木盟における程度別の沙漠化土地面積(1970年代および1980年代)

旗(県)名	地図内 総面積	強度沙漠化土地		中度沙漠化土地		軽度沙漠化土地		微度沙漠化土地		沙漠化土地総面積		
		70年代	80年代	70年代	80年代	70年代	80年代	70年代	80年代	70年代	80年代	
通遼県	3619.61	14.6 0.4	82.65 1.73	69.4 1.92	550.31 15.2	594.14 16.41	832.96 23.01	762.59 21.1	1397.87 38.62	1489.78 41.16	(km <sup>2</sup> ) (%)	
開魯県	4423.57	3.08 0.07	27.17 0.61	92.52 2.09	199.92 4.52	1420.79 32.12	1532.16 34.64	10.63 0.24	934.68 21.13	1527.02 34.52	2692.93 60.9	(km <sup>2</sup> ) (%)
科左中旗	9546.6	2.01 0.02	1.59 0.02	58.04 0.61	183.1 1.71	2266.24 23.74	2218.07 23.23	1290.58 13.52	3086.84 32.44	3616.87 37.88	5479.6 57.4	(km <sup>2</sup> ) (%)
科左后旗	12020.84	240.7 2	449.25 3.74	1243.22 10.34	772.16 6.42	6711.78 55.83	5312.62 44.2	204.36 1.7	3097.88 25.77	8400.06 69.88	9631.91 80.13	(km <sup>2</sup> ) (%)
奈曼旗	8234.22	704.96 8.56	960.83 11.67	1774.73 21.55	1220.07 14.32	2010.41 24.42	1840.73 22.35	1167.02 14.17	1388 16.86	5657.12 68.7	5409.63 65.7	(km <sup>2</sup> ) (%)
庫倫旗	4742.12	130.96 3.81	405.68 8.55	491.11 10.35	271.23 5.71	1508.09 31.73	1015.23 21.39	480.41 10.12	634.94 13.38	2658.57 56	2327.08 49.02	(km <sup>2</sup> ) (%)
扎魯特旗	13501.43		138.45 1.03	129.25 0.96	267.24 1.98	1337.73 9.91	2447.94 18.13	3585.38 26.63	6198.33 45.91	5062.36 37.49	9051.96 67.04	(km <sup>2</sup> ) (%)

出典 胡孟春(1994) 東部半湿润与半乾燥过渡带沙地的活化和治理

また奈曼旗の一部(1123.38km<sup>2</sup>)を対象地として、1982年と1991年の衛星データを比較・解析した研究(今川1996)によると、1982年に沙漠化土地で、かつ1991年も沙漠化土地であった面積は、総土地面積の29.2%を占めている。また1982年に非沙漠化土地で、1991年も非沙漠化土地と安定している土地は46.8%である。そして、1982年に非沙漠化土地であったが、1991年には沙漠化土地へと荒廃した土地は12.0%、逆に1982年には沙漠化土地であったが、1991年には非沙漠化土地へと回復した土地は12.3%で、ほぼ同じ割合である。すなわち、沙漠化面積にはほとんど変化がないという結果であった。ただし、空間的分布を見た

場合、街の東側を南北に平行して走る道路と鉄道や集落の周辺では回復傾向にあるのに対して、その外側では沙漠化が進行していたという。

## (2) 防護林帯建設による沙漠化の逆転

ところで、1978年以降の「三北防護林プロジェクト」の実施によって、哲里木盟としても、近年は、防護林帯建設のための植林活動は活発に行われてきており、また草原回復のための播種活動も行われてきており、90年代に入ると、沙漠化土地面積はかなり減少してきている。

沙漠化土地の別の分類によると、1982年における哲里木盟の沙漠化面積は3,126万 $\text{km}^2$ であり、その内訳に関しては、流動沙丘が0.47万 $\text{km}^2$ （沙漠化面積占有率15.1%）、半固定沙丘が1.04万 $\text{km}^2$ （同33.3%）、固定沙丘が1.61万 $\text{km}^2$ （同51.6%）となっている（景1996）。それに対して、哲里木盟の最新のデータ（内蒙古自治区林業勘察設計院1998）では、沙漠化面積は2,345万 $\text{km}^2$ となっている。その内訳は、流動沙丘が0.197万 $\text{km}^2$ （沙漠化面積占有率8.4%）、半固定沙丘が0.169万 $\text{km}^2$ （7.2%）、そして固定沙丘が1.971万 $\text{km}^2$ となっている。

この数字を見る限り、哲里木盟に関しては沙漠化の逆転においてかなりの成功をおさめてきていると言える。この要因は、防護林の建設が最も大きいものと考えられる。ここで機能別・齢組別の森林面積の図を示しておく（図3-4）。この図から、防護林の幼齢林と中齢林の面積が非常に大きいことが読みとれるが、防護林帯の主要樹種であるポプラの場合、幼齢林は10年以下、中齢林は11～15年をさすため、これらは1980年代以降に植林したものであることがわかる。

また100ha当たりにおける機能別・齢組別の森林面積（図3-5）を調べてみると、70年代末～80年代末に沙漠化が逆転した庫倫旗と奈曼旗は、沙漠化が拡大してきた開魯県・科左后旗・扎魯特旗と比較すると、防護林の面積が非常に大きいことがわかる。

しかし、哲里木盟全体において、依然まだ4割近くもの面積が沙漠化土地であり、自然災害あるいは人間の経済活動の拡大によっては沙漠化拡大の可能性は帯にあることを忘れてはなるまい。植林した現場では、過度の家畜（特に山羊）放牧により、幼齢・人工林が大きな被害にあったということは過去に多く経験してきている。

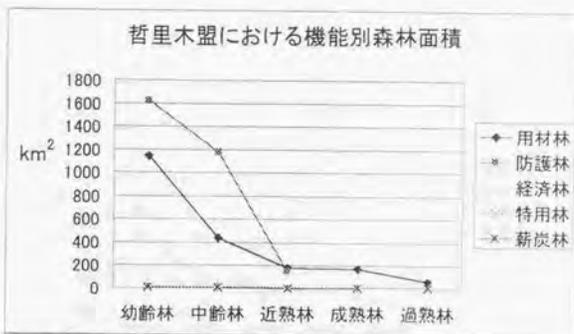


図3-4 哲里木盟における機能別・齡組別の森林面積

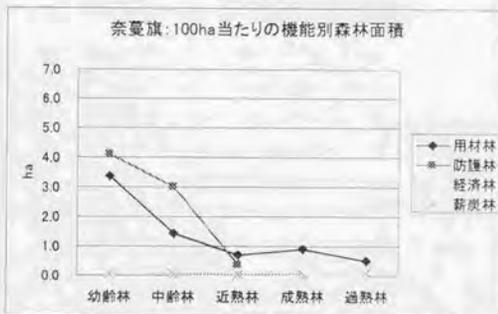
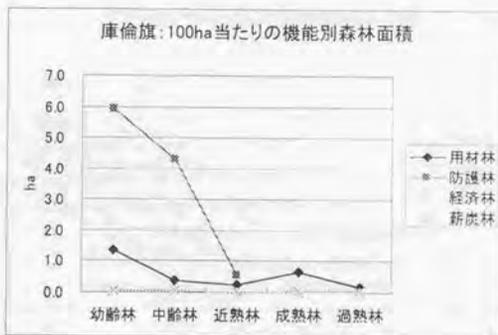


図3-5 a 沙漠化逆転に成功した旗の機能別森林面積

(内蒙古自治区林業勘察設計院 1998)

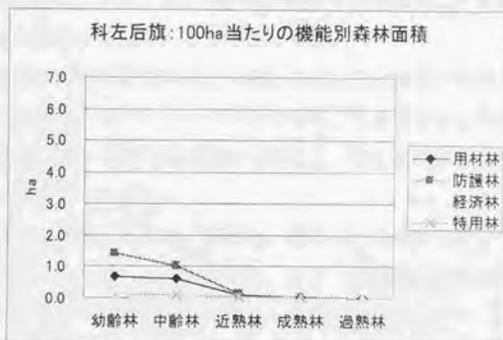
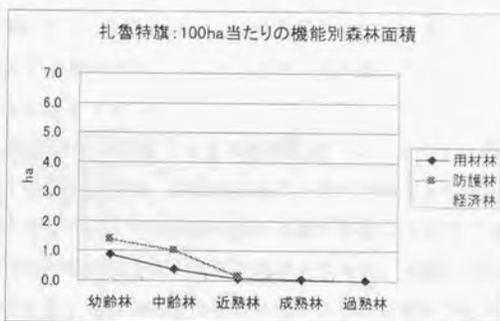
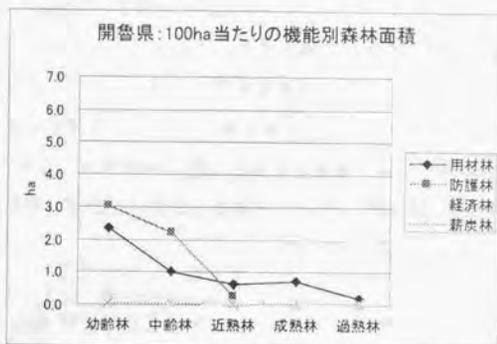


図3-5b 沙漠化が拡大した地域の機能別森林面積

(内蒙古自治区林業勘察設計院 1998)

### (3) 庫倫旗における森林・林業

1970年代末～80年代末において、哲里木盟で沙漠化逆転が最も進んだ庫倫旗の森林・林業について、少し詳しく見ておきたい。

庫倫旗内では木本植物が合計101種存在する。そのうち、人工種は50種、天然種は51種である。生産価値が高いとされる樹種は高木・灌木合わせて9種、すなわち、小葉楊、油松、小青楊、錦鶏儿、山杏、紫穗槐、山里紅、山荊子および沙棘である。

1940年代～1950年代には、森林率はわずかに3%程度であったと言われる。当時、造林地は零細であり、森林らしい森林はほとんど皆無に近い状況であった。そして1957年に、内蒙古自治区人民政府により、哲里木盟のもとの各旗・県・市が防護林の主要造林地として確定され、その後、計画的に大規模面積の造林が開始されることになった。

1979年に、庫倫旗は全国の「三北防護林建設プロジェクト」の重要な旗の一つに指定され、これを契機に、全旗内における森林資源とその分布状況を詳しく調査することとなった。その時点における森林率は、11.54%であった。

そこで、実行可能な植林計画・森林計画が立てられ、防護林帯の建設事業が実施され、経済的効用と生態的効果の調和をめざす森林管理が行われるようになった。また1980年代以降は、飛行機による播種と人工造林とが連携される森林および草原の復旧政策が展開されるようになった。

防護林帯建設による沙漠化の防止に関しては、ある程度予想通りの成績をおさめてきているという。ポプラとヤナギを中心に、北部では沙丘固定および防風・防砂林帯を建設し、中央部では用材林を設定し、そして南部には樟子松を中心に荒廃地植林を拡大していった。

防護林を最も重要視した上で、用材林、経済林、薪炭林、そして特用林を建設していくプロセスの中で、森林・林業は、農業・牧畜業などの基本であり、生物生産の基であるという認識が広まっていくようになった。

森林率は次第に増加し、1987年には15.22%、そして1992年時点では17.41%にまで達している(表3-4参照)。

表3-4 庫倫旗林業用地土地面積の歴史的變遷

	總面積	林業用地 (占年率)	有林地 合計 (森林庫)	用材林	防護林	薪炭林	特用林	經濟林	疏林地	灌木林地	未成林 造林地	苗圃地	森林地 合計	森林可能 荒山荒地	森林可能 伐採跡地	森林可能 沙荒地
庫倫旗 1973年	48,333	15,714 33.92%	2,804 6.05%	1,537	1,107	0,019	0,003	0,138	0,114	0,989	0,618	0,015	11,195	9,482		1,707
1979年	48,333	11,819 25.51%	5,346 11.54%	1,988	3,154	0,025		0,100	0,051	0,445	1,760		11,284	9,356		1,929
1987年	48,333	19,357 41.78%	7,051 15.22%	2,945	3,254	0,143		0,609	0,105	4,485	1,365	0,018	6,352	4,750		1,602
1992年	48,333	21,967 47.41%	8,066 17.41%	1,662	6,306			0,097	0,211	5,190	0,781	0,017	7,699	3,698	0,004	3,998

資料提供：庫倫旗林業局

### 3-3 沙漠化の原因について

#### (1) 研究の見解と住民認識の比較

##### (i) 研究の見解

###### ・自然的要因

第2章で述べたように、ホルチン地域は、森林草原であっても、そのすぐ下には沙質の土壌が堆積している。また、一度人為的インパクトが加わると表面の植被が破壊されてしまう脆弱な自然環境的特性を有している。その上、特に春季には強風が吹くこと、降水量が夏季に集中しており年間を通じても350mm～450mmと少なく半乾燥地区であること、そして冬の寒さが厳しく生育できる生物種が限られていることなどから、沙漠化しやすい環境であることは確かである。

しかし、土地開墾を停止し、環境的負荷が小さい状態が続けば、沙漠化はストップして森林草原がある程度は自然に回復するという地域である。

したがって、武内(1996)らも指摘するように、ホルチン地域の沙漠化は、自然的要因と人為的要因の相乗効果によって引き起こされる現象ではあるが、主に人為的要因によるものと判断できるであろう。

###### ・人為的要因

中国北方地区の沙漠化地域(17.6万km<sup>2</sup>)の形成要因に関して、Zhu et al.(1988a)は、次のように分類している。

①草原の過度な農地開墾を主とする	25.4%
②草原の過放牧を主とする	28.3%
③過度の薪炭林伐採を主とする	31.8%
④工業・鉱業・交通・都市建設などによる	0.7%
⑤水資源の不適切な利用を主とする	8.3%
⑥風力作用のもとで沙丘の前進を主とする	5.5%

潜在的な自然的要因の上に、さまざまな過度の人間活動(特に経済活動)は、沙漠化の発生と進行を引き起こす。人間活動の中でも、特に過度な農地開墾、過

度の家畜放牧，そして過度の森林伐採は，沙漠化の主原因となっている。

中国における「沙漠化の構図」は，一般的に次のようにまとめられている（吉川 1998）。ホルチン沙地の場合も，この構図がほぼあてはまると言えるだろう。

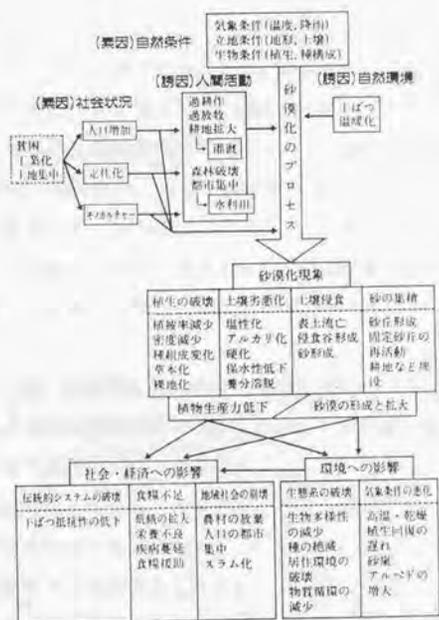


図3-6 中国における沙漠化の構図 (吉川 1998)

ところで，農業と牧畜業が交錯する地区に関しては，現代の沙漠化地域の形成要因を次のように分類している（Zhu et al. 1988a）。

- ① 草原過度農地開墾および固定沙丘の農地開墾による沙漠化地域 45%
- ② 草原における過放牧による沙漠化地域 29%
- ③ 薪炭林伐採および他の活動による植生破壊による沙漠化地域 20%
- ④ 草原上における道路，鉱工業の建設による沙漠化地域 6%



という点数をつけ、それらを総合計して算出した「沙漠化の原因」に対する要因の割合は次のようである。

①家畜（特に山羊）の過放牧	33.6 %
②人口が増えて土地開墾をしたこと	24.0 %
③森林（薪炭材含む）をひどく伐採したこと	11.7 %
④雨が少ないこと	12.5 %
⑤風が強いこと	15.2 %
⑥政治や制度による影響	2 %
その他	1 %

この結果より、地元住民も、ホルチン地域の沙漠化の原因は、自然的要因（3割弱）よりも人為的要因（7割強）の方が大きいと認識していることがわかる。

また人為的要因だけに限ると、次のような割合になる。

家畜（特に山羊）の過放牧	46.5 %
人口が増えて土地開墾をしたこと	33.4 %
森林（薪炭材含む）をひどく伐採したこと	16.2 %
政治や制度による影響	2.8 %

従って、庫倫旗額勒順鎮の地域住民は、「家畜（特に山羊）の過放牧」（46.5ポイント）が最も大きな沙漠化の原因であると認識している。そして以下、「人口が増えて土地開墾したこと」（33.4ポイント）、「森林をひどく伐採したこと」（16.2ポイント）と続いている。

また、沙漠化問題が深刻である庫倫旗の北部では、1997年に「山羊の放牧」を全面禁止していく方針が出され、額勒順鎮でも1998年のうちに山羊の姿はほとんど見られなくなった。そこで、「山羊の禁牧」に関する質問をしたところ、その回答は次のようであった。

「Q. 沙漠化の原因と考えられていた『山羊の放牧』が禁止されましたが、そのことについては、どう思いますか？」

- ①当然のことである 78.3 %
- ②仕方がないことである 20.2 %
- ③そうすべきではない 1.7 %

経済収入の観点から見ると、山羊の存在は意義は大きかったわけだが、草原退行・沙漠化に対する影響の認識から、地域住民たちもこの方針を受け入れ、従順に山羊を放棄している。聞き取りの調査の中で、「山羊がいなくなったおかげで、草原の緑が回復した」という意見も多く聞かれた。ただし、「少数の山羊であれば問題はない」という意見もあり、全面禁止に対する不平・不満の声も少なからずあった。しかし、庫倫旗において、沙漠化の最大の原因は「山羊の過放牧」であるという認識は非常に強いことは確かである。

## (2) 結果と考察

### (i) 科学研究と住民認識のギャップについて

沙漠化形成要因の上位3つに関して、その原因の因子は同じであっても、それらの影響度あるいは割合については、「科学的研究の見解」と「地域住民たちの認識」の間には、大きな差があることがわかった。

	<研究者>	<地域住民>
①過度開墾	45 %	33.4 %
②過放牧	29 %	46.5 %
③森林の過伐	20 %	16.2 %

ここで、「科学的研究の解析」と「地域住民の認識」のギャップの理由についての考察をしておきたい。

1997年に実施したアンケート・聞き取り調査（高橋ほか1998年）の際に、庫倫旗・額勒順鎮の農牧民たちは、「沙漠化の時期」に対して、沙漠化は1960年代～70年代以降に急激に進行し、その後も連続的に沙漠は拡大してきたと回答している。

回答は、経験と知識に基づくところが大きいと考えられるが、実際に沙漠化の過程を経験してきた時期は、最近の20年～30年（長くても40年）に限られる

もの思われる。

ところで、過度の土地開墾や森林の過伐が行われた時期は、19世紀もしくは20世紀の大躍進（1958～1960年）・文化大革命（1966～1976年）の時期までであり、その頃に関して記憶が明確な人は少ないであろうし、中には全く知らない世代の回答者もいたに違いない。従って、地域住民たちは主に1980年代～1990年代における沙漠化に対して、その原因を回答している場合が多いと考えられる。それは、沙漠化の原因として、実際はある程度の比重を占めるであろうと思われる「戦争や人々の争い」という回答がゼロであったことから推察できる。

つまり、すでに過度の土地開墾や森林の過伐によって沙漠化した土地に関しては、ほぼ対象外になり、主に最近20年における沙漠化の原因を回答していることになる。実際、文化大革命が終焉し、1980年代以降は家畜の個人所有が許可され、家畜が増加した時期であり（七戸ほか1991）、80年代中頃以降は特にカシミヤ製品が非常に高値で売られるようになったため、その経済的効用からカシミヤの原料である山羊の頭数は急激に増加していった。また1984年の森林法の成立後、森林の伐採の際には必ず許可が必要となり、自由伐採は禁止されたために、森林の過伐行為を事実として知っている人は少ないと思われる。

以上のことから、地域住民の沙漠化の原因に対する認識は、第1位が「家畜（特に山羊）の過放牧」、第2位が「人口増加による土地開墾」、第3位が「森林の過伐」という順になっていると考えられる。

#### (ii) 山羊・綿羊の放牧と沙漠化問題

庫倫旗において草原の沙漠化への影響が最も大きい家畜は山羊であると考えられている。事実、山羊は根元から草木を食べてしまうため、植生に対する被害が大きいのは確かである。それに対して、綿羊は環境への負荷がそれほど大きくないと認識されており、庫倫旗北部の沙漠化が深刻な地域において、山羊は全面禁止という方針が打ち出された（この方針は内蒙古自治区政府からの指令である）が、綿羊の方は現在でもむしろ奨励されており、今後も頭数制限をすることなく増加させていくという方向である。

ところで、「山羊の放牧」と「綿羊の放牧」および「沙漠化」を考察する上で、

興味深い事実が浮かび上がってきた。山羊と綿羊の頭数変化における庫倫旗と奈曼旗の対照的な相違である（両旗は隣り合って存在しており、歴史的経緯や自然環境条件はほぼ同じと言える）。

庫倫旗では1960年代半ばに山羊の頭数が一時減少するが、1970年代～80年代にかけて山羊の頭数はかなりの速度で増加していく。そして80年代後半以降、急激に増加している。一方の奈曼旗では1960年代半ばに山羊の放牧を禁止・縮小させ、その流れの中で1970年代～80年代において山羊は減少の一途をたどってきている（図3-7）。80年代の山羊の放牧庄に関して、庫倫旗は奈曼旗の約3倍にもなる。



図3-7 庫倫旗・奈曼旗における1ha当たりの山羊の頭数変化

（石ほか1998と庫倫旗政府資料から作成）

一方、綿羊の頭数変化に関しては、1970年頃までは両旗の間にそれほど大きな差は見られないが、その後80年代の半ばまで、庫倫旗では緩やかに増加しているのに対して、奈曼旗では急激に増加している。さらにその後、庫倫旗ではほぼ横這いとなるが、奈曼旗では一時多数減少し、その後増減を繰り返している（図3-8）。80年代の綿羊の放牧庄に関して、奈曼旗は庫倫旗の約2倍である。



図3-8 庫倫旗・奈曼旗における1ha当たりの綿羊の頭数変化

(石ほか 1998と庫倫旗政府資料から作成)

さて、もし「山羊の放牧」が沙漠化に対して最大の影響を及ぼし、「綿羊の放牧」は沙漠化への影響はほとんどないという説が正しいとすれば、上述のことから庫倫旗の方が沙漠化が進行していることになる。また奈曼旗では、沙漠化の原因の最大要因に関しては取り除いてきたということになる。

しかし、3-2で見てきたように、1970年末から80年末にかけて、庫倫旗は6.98ポイント(=331.49km<sup>2</sup>)、奈曼旗は3.0ポイント(=247.49km<sup>2</sup>)、沙漠化土地面積は減少し、むしろ庫倫旗の方が、沙漠化の逆転現象が進んでいる。これは一見すると、「山羊の放牧」による沙漠化への影響は小さいとする判断も可能かもしれない。しかし、現地での聞き取り調査によれば、「山羊の過放牧」は、強度沙漠化土地を生み出してしまふことにおいて大きな影響があるという。そこで、強度沙漠化土地のみの変化を見ると、庫倫旗では4.74ポイント(=274.72km<sup>2</sup>)、奈曼旗では3.12ポイント(=255.87km<sup>2</sup>)増加していることがわかる。

このことから、確かに庫倫旗の方が奈曼旗より、強度沙漠化土地の増加は大きく、「山羊の過放牧」の影響があったと言えるかもしれない。だが、近年におけ

る沙漠化の最大の原因を取り除いたはずの奈曼旗で、強度沙漠化が進行しているという事実も存在している。また実際は庫倫旗も奈曼旗も、沙漠状況の変化はそれほど大きな差はないと言ってよいだろう。

すなわち、近年においても「山羊の過放牧」だけが沙漠化の大きな原因とは言えず、多数の要素が複雑に絡み合っていて沙漠化が進行してきていると考える方が妥当であろう。

農環研（大黒・根本 1996, 大黒 1997）の研究では、綿羊に關しても、半乾燥地区の草原地域において過度の放牧が行われると、自然植生が退行し、沙漠化が進行していくことが示されている。これは、重放牧区（6頭/ha）、中放牧区（4頭/ha）、軽放牧区（2頭/ha）および禁牧区の4段階の処理区（面積1.5ha；禁牧区のみ0.7ha）を設定し、1992年から1995年まで放牧試験を実施したものである。

その結果、平坦部では6頭/ha程度の放牧圧によりバイオマスが急激に減少するとともに、一年生植物が相対的に増加し、流動沙丘化の危険性が高まることを示している。また起伏量・比高の大きい地点では4頭/ha程度の放牧でも土壌表面の攪乱によって裸地化がはじまることを明らかにしている。そして、放牧圧の増加にともなう植生退行のプロセスは、平坦部と起伏量・比高の大きい地点で異なり、それらはバイオマス減少および種組成変化のパターンの両面から把握できると述べている。

一方では、内蒙古の退化草原への牧草導入技術として、他からの技術支援を必要としない綿羊の牧草種子の排出による方法の確立を目指している研究（杉浦ほか1998）もあり、「綿羊から排出された種子の発芽に影響する要因」や「綿羊糞粒の保水剤としての評価」についての実験などを行っている。

したがって、綿羊に關しては、過度の放牧は沙漠化への影響もあるが、適切な放牧が行われるならば草原回復への寄与もあると考えられる。つまり、人間の責任ある判断と管理がなされれば、草原の復旧と綿羊の放牧は同時並行的に進めていくことができるものと思われる。

### 3-4 人口・家畜・耕地・森林と沙漠化(逆転)の関係

#### (1) 相関分析—結果と考察—

一般に「沙漠化」を引き起こす原因の要素として、人口圧力、家畜圧力、土地開墾などがあげられている。また「沙漠化の逆転」の要素としては防護林帯率もしくは森林率が考えられるだろう。もちろん、相関関係と因果関係は別の概念であるが、ここでは相互の関係性を見る上で、相関分析を試みる。

いまホルチン地域における沙漠化土地面積の変化について、1970年代末～1980年代末のデータがわかっている(胡孟春 1994)。そこで、1980年代半ばにおける人口密度、家畜密度、耕地面積、森林面積といったデータを文献(高・魏 1994、張・王 1994)から収集・算出し、これら4変数と沙漠化(逆転)のポイントのデータから得られるすべての組(10組)の相関係数を求めることにする。これらのデータは表3-5の通りであり、これらから得られるすべての散布図(図3-9)は以下の通りである。なお、相関関係が存在するかどうかを判断する上では、母相関係数 $\rho$ がゼロであるかどうかを検定する「無相関の検定」を行った(久米・飯塚 1987)。

<無相関の検定手順>は次の通りである(内田 1996a)

#### (手順1) 仮説の設定

帰無仮説  $H_0$  :  $\rho = 0$  (母相関係数は0である)

対立仮説  $H_1$  :  $\rho \neq 0$  (母相関係数は0ではない)

#### (手順2) 有意水準 $\alpha$ の設定

有意水準  $\alpha = 0.05$

#### (手順3) 検定統計量 $t$ 値の計算

$$t = \{ r / \sqrt{1-r^2} \} \sqrt{n-2}$$

(手順4)  $p$ 値の算出  $p$ 値は $t$ 分布において、 $|t|$ 以上の値が発生する確率である。

#### (手順5) 判定

$p$ 値  $\leq$  有意水準  $\alpha$   $\rightarrow$  帰無仮説  $H_0$  を棄却する

$p$ 値  $>$  有意水準  $\alpha$   $\rightarrow$  帰無仮説  $H_0$  を棄却しない

表3-5 ホルチン地域における人口密度・家畜密度・耕地率・森林率・沙漠化

		人口密度	草地の家畜密度	耕地率	森林率	沙漠化	沙漠化土	沙漠化土
		人/ha	頭/ha	%	%	70s-80s %	地70s %	地80s %
内蒙古								
哲里木盟	通遼県	1.795	2.434	43	6.5	2.54	38.62	41.16
	開魯県	0.778	1.491	16.9	7.8	26.38	34.52	60.9
	科左中旗	0.469	0.714	23.9	4.5	19.52	37.88	57.4
	科左后旗	0.319	0.55	5.7	6	10.25	69.88	80.13
	奈曼旗	0.456	1.186	12.8	15.2	-3	68.7	65.7
	庫倫旗	0.327	0.783	12.7	12.5	-6.98	56	49.02
	扎魯特旗	0.132	0.54	4.6	7.5	29.55	37.49	67.04
光安盟	科右中旗	0.138	0.413	4.1	20.2	13.41	32	45.41
赤峰市	巴林左旗	0.496	1.315	21.2	11.7	1.11	17.76	18.87
	巴林右旗	0.151	0.968	3.3	5.4	-7.98	61.87	53.89
	林西県	0.563	2.175	18	14.5	21.13	8.34	29.47
	翁牛特旗	0.351	1.044	17.3	9.9	-7.31	55.17	47.86
	敖漢旗	0.618	1.545	27	14.8	-1.78	28.71	26.93
	阿魯科爾沁旗	0.192	0.983	4.9	7.1	20.86	43.23	64.09
遼寧省	康平県	1.452	1.642	46	27.9	-12.8	16.75	3.95
	彰武県	2.038	2.596	42	33.5	-62.59	84.1	21.51

(高ほか 1994, 張ほか 1994 から作成)

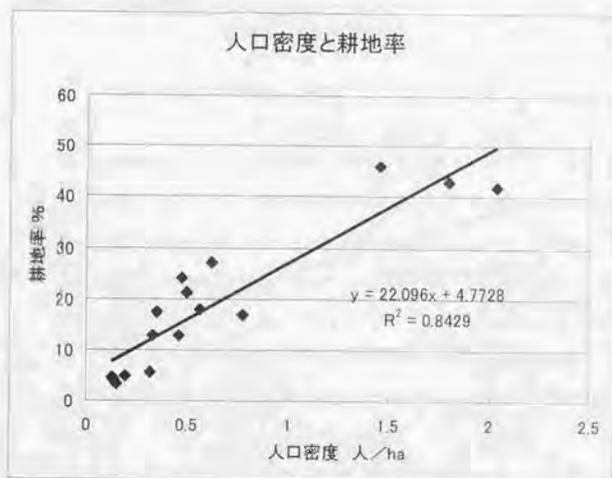


図3-9-1 人口密度と耕地率の散布図

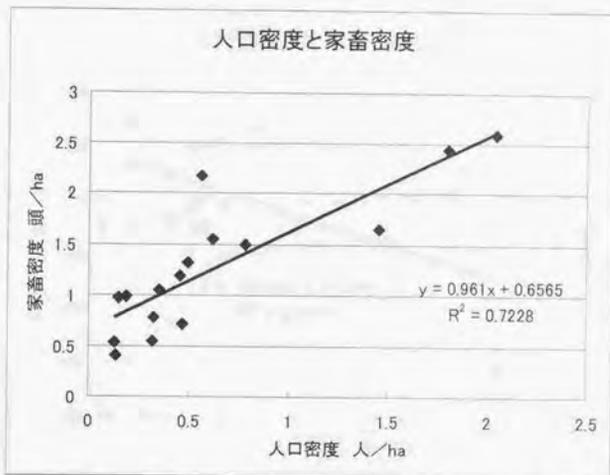


図 3-9-2 人口密度と家畜密度の散布図

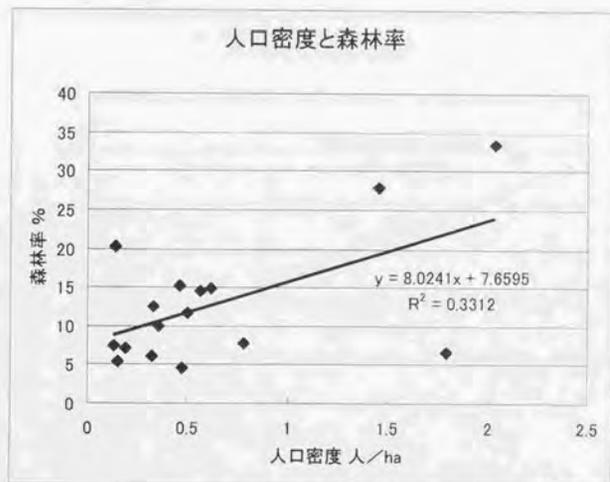


図 3-9-3 人口密度と森林率の散布図

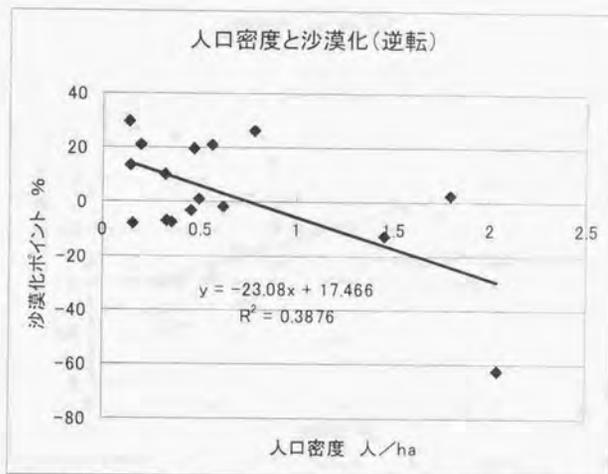


図 3 - 9 - 4 人口密度と沙漠化(逆転)の散布図

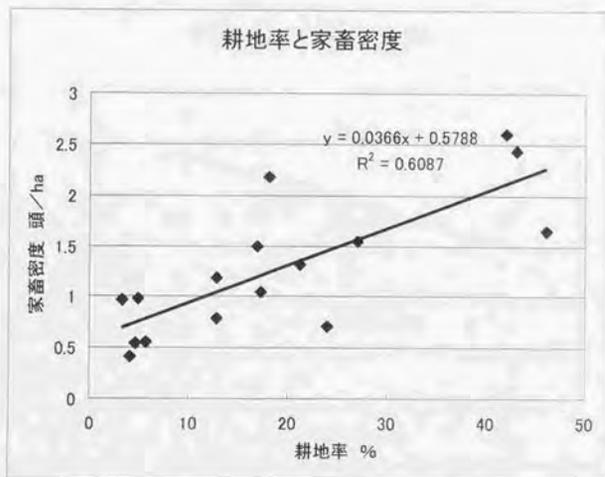


図 3 - 9 - 5 耕地率と家畜密度の散布図

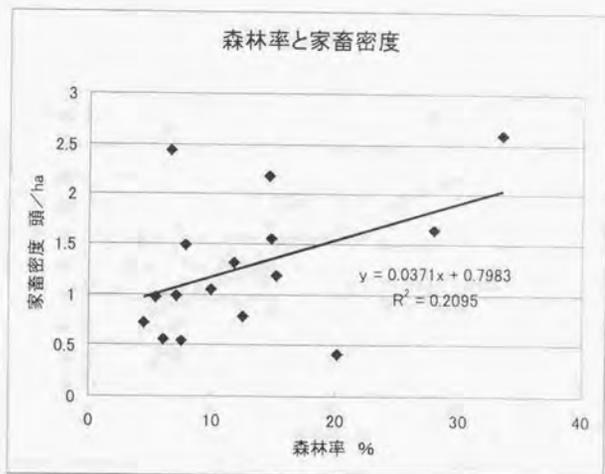


図3-9-6 森林率と家畜密度の散布図

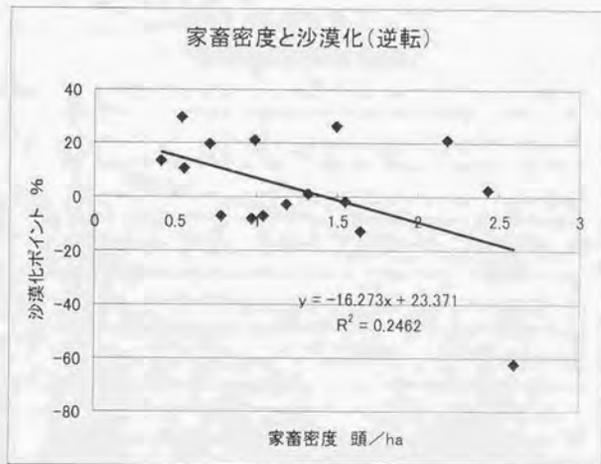


図3-9-7 家畜密度と沙漠化(逆転)の散布図

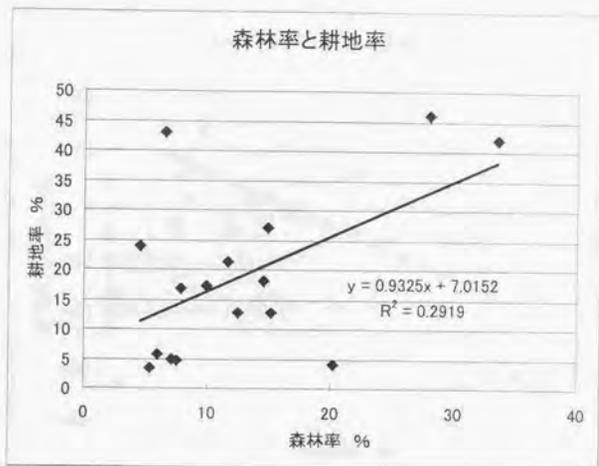


図 3 - 9 - 8 森林率と耕地率の散布図

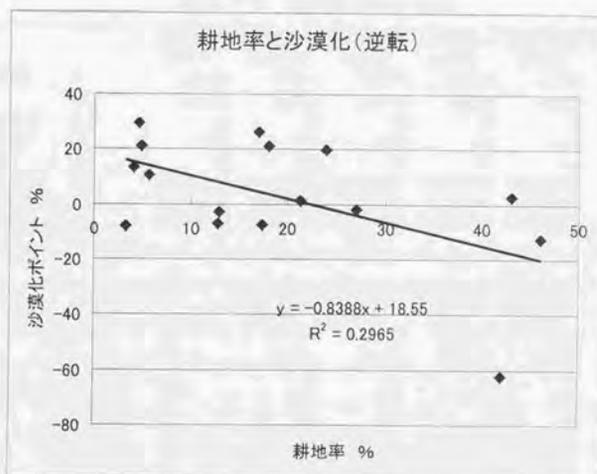


図 3 - 9 - 9 耕地率と沙漠化 (逆転) の散布図

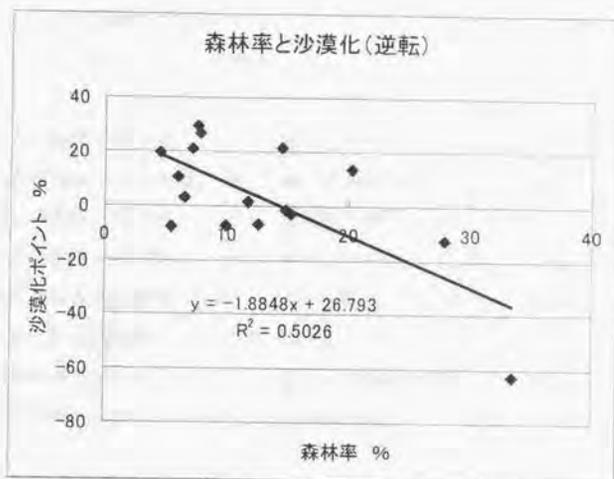


図 3-9-10 森林率と沙漠化(逆転)の散布図

表 3-6 無相関の検定結果

相関係数	R	人口密度と	人口密度と	人口密度と	人口密度と	耕地率と家	森林率と家
		耕地率	家畜密度	森林率	沙漠化	畜密度	畜密度
R		0.9181	0.8502	0.5755	-0.6226	0.7802	0.4577
R <sup>2</sup>		0.8429	0.7228	0.3312	0.3876	0.6087	0.2095
サンプル数	n	16	16	16	16	16	16
有意水準	$\alpha$	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
自由度	$\phi$	14	14	14	14	14	14
検定統計量	t値	8.66715237	6.04254472	2.63306327	-2.9769151	4.66682721	1.9261542
棄却値(両側)	t( $\phi, \alpha$ )	2.1447886	2.1447886	2.1447886	2.1447886	2.1447886	2.1447886
両側確率	p値	5.3258E-07	3.0256E-05	0.01966859	0.00999857	0.00036331	0.07463648
		*	*	*	*	*	

相関係数	R	家畜密度と	森林率と耕	耕地率と沙	森林率と沙
		沙漠化	地率	漠化	漠化
R		-0.4962	0.5403	-0.5445	-0.7089
R <sup>2</sup>		0.2462	0.2919	0.2965	0.5026
サンプル数	n	16	16	16	16
有意水準	$\alpha$	0.05	0.05	0.05	0.05
自由度	$\phi$	14	14	14	14
検定統計量	t値	-2.138439	2.4024761	-2.428879	-3.7607076
棄却値(両側)	t( $\phi, \alpha$ )	2.1447886	2.1447886	2.1447886	2.1447886
両側確率	p値	0.050594	0.03072287	0.02920015	0.00210828
			*	*	*

(\*は相関があると判断される)

無相関の検定の結果は、表3-6の通りで、相関関係があると判断された相関の強弱および正負は次のようである。

(a)人口密度と耕地率	→	強い正の相関あり	0.9181
(b)人口密度と家畜密度	→	強い正の相関あり	0.8502
(c)人口密度と森林率	→	弱い正の相関あり	0.5755
(d)人口密度と沙漠化	→	負の相関あり	-0.6226
(e)耕地率と家畜密度	→	正の相関あり	0.7802
(f)森林率と耕地率	→	弱い正の相関あり	0.5403
(g)耕地率と沙漠化	→	弱い負の相関あり	-0.5445
(h)森林率と沙漠化	→	負の相関あり	-0.7089

人口密度と耕地率が最も強い相関がある、次に強い相関は人口密度と家畜密度である。人間がある地域に住む時、穀物を主とする食料を確保するための耕地をつくる。一人あたりが必要とする耕地面積はほぼ等しいであろうから、人口密度が高ければ耕地率も高くなり、(a)は当然のこととして予想できる。また、一人あたりが必要な家畜の数もほぼ等しいであろうから、(b)も普通に納得できるであろう。そして、人間活動が媒介となって、その耕地と家畜の増減が決定されるであろうから、(c)も簡単に予想できる。

また森林面積が多いところでは沙漠は少なく、防護林帯による沙漠化防止および逆転が可能であることから、(h)も予想しやすいと思われる。

ところが、(c)(d)(f)(g)に関しては、一瞬不思議に思えるかもしれない。人口圧が高いところであれば森林は減少し、人間活動のインパクトが強ければ沙漠化が進行し、耕地をつくれば森林は減少し、また土地開墾によって沙漠化が進むであろうというのが一般的な考え方であるからである。

しかし、ホルチン地域は、沙漠化土地の面積が大きく森林が少ない地域である。森林がある場所は比較的豊かな土地であり、人々は優先的に森林がある場所に住み、その近くに耕地をつくることになる。また沙漠化が進行していない場所に住むのは当然のことである。そして沙漠化の逆転は、植林や防護林の建設という人間活動によって実現するものでもある。さらに森林や防護林帯があれば居住地お

よび耕地が保護される。したがって森林が多い場所に耕地も多く形成される。したがって、耕地が多い地域は森林も多く存在しており、そこは沙漠化が進行していない地域ということになる。また沙漠化が進んでいる場所に耕地をつくることはしない。

以上のように考えると、相関の正負についても納得ができるだろう。

## (2)重回帰分析—結果と考察—

次に、人口密度、家畜密度、耕地面積、森林面積を、それぞれ説明変数1、説明変数2、説明変数3、説明変数4として、沙漠化（逆転）のポイントを目的変数として、重回帰分析（田中 1995、内田 1996b）を試みる。

その際、まず表3-5のデータを標準化する。その結果は表3-7である。

表3-7 表3-5を標準化したデータの値

	人口密度	家畜密度	耕地率	森林率	沙漠化 70s-80s
通遼県	1.9405901	1.7288137	1.6825736	-0.76223	-0.00474
開魯県	0.228464	0.3235829	-0.147745	-0.605256	1.0780165
科左中旗	-0.290885	-0.833232	0.347513	-1.003729	0.7664513
科左后旗	-0.544128	-1.077612	-0.9271	-0.822605	0.3454297
奈曼旗	-0.314151	-0.130779	-0.430344	0.2882891	-0.256354
庫倫旗	-0.530335	-0.730657	-0.440047	-0.037734	-0.437117
扎魯特旗	-0.859538	-1.092403	-1.004157	-0.641481	1.2219904
科右中旗	-0.848285	-1.282636	-1.040372	0.892036	0.4889495
巴林左旗	-0.246223	0.0615348	0.1588903	-0.134334	-0.069688
巴林右旗	-0.826596	-0.455516	-1.093483	-0.895055	-0.482534
林西県	-0.132821	1.3423943	-0.068358	0.2037646	0.8395738
翁牛特旗	-0.490403	-0.342158	-0.118864	-0.351683	-0.452104
敖漢旗	-0.040836	0.4039995	0.5622024	0.2399894	-0.200945
阿魯科爾沁旗	-0.758714	-0.433213	-0.983553	-0.689781	0.827311
康平県	1.3633906	0.5481712	1.8913087	1.8218062	-0.701447
彰武県	2.350471	1.9697095	1.6115353	2.4980027	-2.962792

説明変数 説明変数 説明変数 説明変数 目的変数  
1 2 3 4

これらのデータをもとに、変数増減法によって重回帰分析を行うと、次のようになる。ここでは、「エクセル統計97」（社会情報サービス）を用いた。

表3-8 重回帰分析<変数増減法による>の結果

	変数1	変数2	変数3	変数4	目的変数
合計	1.33E-15	8.88E-16	-2.2E-15	-3.6E-15	0
平均	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
標準偏差	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
件数	16				

相関行列	変数1	変数2	変数3	変数4	目的変数
変数1	1.0000				
変数2	0.8502	1.0000			
変数3	0.9181	0.7800	1.0000		
変数4	0.5756	0.4576	0.5399	1.0000	
目的変数	-0.6227	-0.4961	-0.5446	-0.7089	1.0000

重回帰式											
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F値	T値	P値	判定	標準誤差	偏相関	単相関	下限値	上限値
変数4	-0.52419	-0.5242	5.5745	2.3610	0.0345	*	0.222019	-0.5478	-0.7089	-1.00384	-0.04455
変数1	-0.32097	-0.3210	2.0900	1.4457	0.1719		0.222019	-0.3722	-0.6227	-0.80061	0.158671
定数項	-9E-17		0.0000	0.0000	1.0000		0.175792			-0.37978	0.379776

精度	
決定係数	0.5715
修正決定係数	0.5056
重相関係数	0.7560
修正多重相関係数	0.7110
ダーヒントンの比	2.3751
赤池のAIC	36.8148

分散分析表						**1%有意	*5%有意
要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	判定	
回帰変動	8.5722	2	4.286092	8.668447	0.0041	**	
誤差変動	6.4278	13	0.494447				
全体変動	15	15					

この結果より、「沙漠化（逆転）」を目的変数とした場合、説明変数4である「森林率」の寄与率が最も高く、次に説明変数1の「人口密度」の寄与率が高いことがわかる。そして、この2変数で表現する場合は、（修正）重回帰係数が最大になることがわかる。また、説明変数4も説明変数1も、偏回帰係数がマイナスであり、どちらも「沙漠化逆転」に寄与することになる。したがって、森林率が高いところは沙漠化の逆転が進んでいると同時に、人口密度が高いところの方が沙漠化逆転に成功しているとい見読みとれそうである。

ただし、ここでは、〔人口密度・家畜密度・耕地率・森林率〕を入力側、〔沙漠化（逆転）〕を出力側とした仮定を前提とした場合であって、実際はもっと複雑な因果関係があり、重回帰分析を用いるためにはもっと十分な吟味が必要であると思われる。

## 第4章 環境教育林事業とその評価

### 4-1 環境教育林事業の概要

#### (1) 社会経済的背景

環境教育林事業は、中国・内蒙古自治区・哲里木盟・庫倫旗・額勒順鎮・烏旦他拉ガチャ（東経121度33分，北緯42度59分）で実施されてきている。ここでは，主に烏旦他拉ガチャの社会経済状況の現状を概観しておく。

哲里木盟には，5つの旗，2つの市，1つの県が存在する。庫倫旗は哲里木盟の南部に位置し，面積4645km<sup>2</sup>，人口約16.5万人である。旗の人民政府は庫倫鎮に存在し，そこから北西方向に約40km行ったところに額勒順鎮がある。その途中にターミンチャガン（地獄の沙漠）があり，沙地によって道路が埋没しそうになっている光景も所々に見られる。

烏旦他拉ガチャの総面積は約8000haで，その中で事業の直接的な便益を享受する地区は烏旦他拉村落と扎如都村落であり，その総土地面積は約2330haである（烏旦他拉ガチャにはもう一つ包力格沁という村落がある）。沙漠面積の割合は1996年当時それぞれ40%と60%であった。特に事業区内500haにおいては，50%が流動沙丘，40%が半固定沙丘であった。

烏旦他拉・扎如都両村落の総人口は520人（1998年調査）で，烏旦他拉は65世帯，扎如都55世帯である（包力格沁は73世帯）。1995年当時，1人当たりの年間純収入は594元であった。

烏旦他拉は，全員が蒙古族であり，半農・半牧業という兼営がほとんどである。現地調査によると，1人当たり約3～5畝（ム一）（15畝＝約1ha）の畑地が与えられ，そこでは主としてトウモロコシ，ソバ，豆類，ミーズ（アワの一種）などを生産しており，1980年代末頃から水稻の生産も行ってきている。また所有している家畜は，牛，羊，山羊，豚，鶏などである。北方にある程度広範囲にわたる共同使用の草原があるが，家畜の食害などによって沙地化している場所も所々見られる。

聞き取り調査によれば，額勒順鎮・烏旦他拉ガチャでは，沙地化は1960年代から70年代にかけて急速に進行し，80年代以降も沙地は激しく拡大していったという。それに対処するために，これまで多くの植林事業も実施してきたが，育林率はそれほど高くなく，

かなりのものが枯死してしまったという。また1980年代前半に、20～30haの土地で、囲柵と防護林帯を建設して、沙地緑化を図ったが、それも失敗してしまったという。その理由は、管理の責任が明確ではなかったためであるようだ。すなわち、囲柵は建設したものの、その囲柵の意味を理解する農民も少なく、農民の中にはそれを破壊してしまったり、盗んでしまったりした者もあった。また囲いの中で、山羊や羊を放牧することもあって、植林した苗木が食べられてしまうことがあったという。

そして、その教訓を踏まえて、1990年代に5ha～15ha規模（家庭レベル～数世帯レベル）で実施してきた囲柵による森林農場は成功してきている。ここでは、責任を明確にし、またそこから生産された農作物はその管理者が得ることができるようにし、自発的な動機を損なわないようにした点もよかったものと思われる。

しかし、経済的に余裕がない農村においては、数百haという農場レベルの沙地緑化は不可能であったというのが実状であった。つまり、家庭レベルにおける沙地化防治は成功した例ができたものの、それ以上の規模で一気に緑化していくことはできなかったのである。そこに、日本のNGOによるある程度大きな支援が導入されてスタートしたのが環境教育林事業ということになる。

## （2）環境教育林事業について

「環境教育林事業」は、日本のNGO（日本バイオペレッジ協会：事業主体、沙漠植林ボランティア協会）が、地元政府と地域住民および学校と協力して沙漠化の防治および自然生態系の回復をめざすプロジェクトである。事業区面積は500haで、その土地は1995年～2020年までの25年間にわたり、無償で貸与されている。投資額は1996年～98年の3年間で約1500万円（約90万元）である。これは、日本の環境事業団、イオングループ環境財団等の助成金と有志の寄付金によるものである。そして、事業自体は、地元の「民・官・学」が協力関係を結びながら施行されてきている。このプロジェクトは、中国社会の秩序を守りながらも、NGO活動として事業実行の際には地域住民の立場から物事を進めていくボトムアップ型をとっているところに特徴がある。

なお烏旦他拉（ウタンタラ）は、モンゴル語で「柳の木が生える草原」という意味で、この地が、かつては緑が豊かな森林草原であったことを証明する証拠の一つでもである。

## 烏旦他拉（ウタンタラ）環境教育林プロジェクト

（事業主体：日本バイオレッジ協会）



- 1996. 8. 環境教育林事業の起工式を行う
- 1996. 10～11. 全長 12.5km の囲柵をつくる（家畜の食害を防止）
- 1997. 4. 防護林帯の建設：楊と柳の樹木類 14 万本、灌木類 11 万本を植林
- 1998. 4. 樹木類 4.2 万本、灌木類 4.4 万本を補植する

図 4-1 環境教育林事業の概要

基本的理念としては、①囲柵の設置による土地の保護、すなわち、家畜による食害からの防止、②防護林帯（喬木と灌木）建設による防風・防砂および沙丘固定、そして③農地、林地、牧草地の創成という内容である。自然生態環境の条件に応じて、そのバランスの取り方はさまざまであるが、一つの例としては、森林（用材林・経済林・薪炭林含む）30%、農地30%、草地・牧草地30%を建設していくという考えもある。そして沙漠化が深刻で生態環境があまりよくない場所であれば、森林率を高めに設定する。

日本バイオレッジ協会では、1996年～1999年の3年間で、沙漠化防止および自然生態系回復をめざす環境教育林事業の基盤整備を主に行ってきた。なお、日本NGOと地元政府および農牧民との間で合意形成をしている事項は次の通りである。

1. 共通の利益となる基盤整備費用については日本側が資金を提供する。
2. 日本バイオレッジ協会担当地区（30ha）以外についての費用は地元負担とする。

3.実作業労働力は地元農牧民が提供する（労賃は10～20元/人・日程度）。

4.25年後（2020年）には日本の投資物件を無償で提供する。

### (3) 環境教育林事業の経緯

環境教育林事業の実行経緯に関しては、次の通りである。

まず1996年8月に、地元の夏祭りであるナーダム大会と同時に「環境教育林事業」の起工式が行われた。同年10月には500haの土地を整備し、またその周囲（12.5km）に牧柵を設置した。これは、家畜の食害を防止するためである。

そして1997年4月に、喬木類14万本（ポプラ12万本、柳2万本）、灌木類11万本（紫穂槐 *Amorpha fruticosa* 5万本、沙棘 *Hippophae rhamnoides* 6万本）を植林して防護林帯を建設した。図4-1のように、防護林帯は周囲にできると同時に、その内側には格子状に沿って築いている。楊や柳の植林の際は、開溝造林と呼ばれている技術を用いている。すなわち、数十cmの溝をつくって、そこに苗木を植えていくのである。この技術は庫倫旗における植林の知恵と経験とから生まれたもので、苗木の活着率をかなり高くすることができる。

また同年、農民たちは、事業区の微度沙漠地に、蕎麦（ソバ）や豆類を中心に、すでに農作物の生産を行い、秋にはある程度の収穫をあげている。

最初、農牧民の中には放牧が不可能になったということで、不満をもちあつたという。しかし、実際に沙地化が防止され緑が増加したのを見て、ほぼ全員がこの事業に対して納得したという。

そして1998年には、主に補植を目的として、防風林・防砂林など合計12万本を植林した。また用材として価値の高い樟子松 *Pinus sylvestris var Mongolica* 500本を植林した。そして灌漑に必要な深井戸（60m級）を2本設置し、強風や沙丘の移動によって倒壊した牧柵の修理を行った。それ以外に、地元の中学校（額勒順鎮中学校）生徒による植林も多少行われている。また97年とほぼ同様に農作物生産も行われている。

なお1998年、烏旦他拉ガチャを含む額勒順鎮においては、沙漠化の最大の原因と考えられていた山羊の放牧は全面禁止となった。そして実際に99年には、放牧されている山羊は皆無となったのである。

#### 4-2 評価の尺度について—「持続可能な発展」(成功)の基準と指標—

##### (1) 持続可能な発展論の系譜

この環境教育林事業はこれまで成功してきているのかどうか、あるいは持続的発展が可能であるのかどうか。プロジェクトの成功性を客観的に判断する上で、その評価の尺度を考えておく必要があるだろう。これは、すなわち「持続可能な発展 (Sustainable Development)」の基準と指標ということになるであろう。この「持続可能な発展」という概念が、これまでどのように用いられてきたかについては、森田ら (1992, 1993) によってその分析が行われている。

「持続可能な発展」という用語は、1980年代の後半、特にブルントラント委員会が「Our Common Future」(1987)の中で提案してから世界的に普及したものであるが、これと似た概念はかなり昔から見られる。

古くは林業分野における保続原則というものがあり、1713年にドイツのカルロヴィッツが「木材収穫の保続」という意味で使用している。その後、18世紀末から19世紀初頭にかけて林学(森林経理学)を体系化したコッタやハルティッヒらは、「森林の組織化」という問題も含めて林業経営における保続という概念を用いている(スバイデル 1971, 高橋・箕輪 1997)。

1776年のアダム・スミスの「国富論」の中には、農地の持続的利用等の資本のメンテナンスの概念が見られ、富をこれらのメンテナンスに要するコストを差し引いたもので評価している。20世紀に入ってケインズは、自然資源の利用において再投資や減価償却に向けるため余剰を確保しておく、いわゆるユーザーコストの概念を導入している(森田ほか 1992, 1993)。

また漁業の分野では、「最大維持可能漁獲量 (MSY)」という概念が、漁業資源保護の指針として1946年の国際捕鯨条約や1952年の北太平洋漁業協定の中に導入されている。

1970年代に入ってからエコ・ディベロップメントや発展のオールタナティブ・パターンといった「持続可能な発展」に近い概念さえ登場している。エコロジーとエコノミーの調和、すなわち、環境保全と経済成長の両立に向けた目標概念は、かなり以前から考えられていたのである。

しかし、1970年代までの環境と経済をめぐる論争は、ほとんどが平行線をたどっていたようである。そして、この状況に変化が見られたのは、1970年代の終わりから1980年代の初頭に至ってからである。1980年には世界保全戦略において初めて「持続可能な発展」という言葉が使われ、基本的な自然システムの維持、遺伝子資源の保護、環境の持続的利用の3つの配慮した開発の方向を示した。これらの提言はしばらくは大きな影響を及ぼさなかったが、1980年代後半以降、「持続可能な発展」という概念は急速に広まっていった。

ブルントラント女史は、1986年の演説の中で、「もし我々のために人間及び自然の一部を救おうとするならば、このシステム全体を救わなければならない。これが持続可能な発展の本質である」と主張した。そして、この発展のディメンジョンとして、①貧困とその原因の排除、②資源の保全と再生、③経済成長から社会発展へ、そして④全ての意志決定における経済と環境の統合の4つを示した。

これを受けて「環境と開発に関する世界委員会」(1987)は、「将来の世代が自らのニーズを充足する能力を損なうことなく、現在のニーズを満たすような発展」を提案したのである。これが契機となって、世界中で持続可能な発展論が論じられるようになった。そして、1992年の地球サミットを通じて、世界的な認識がさらに進んだのである。

## (2) 持続可能な発展の基準と指標

森田ら(1992, 1993)は、持続可能な発展論に関するレビューを行い、多様な概念規定を整理し、大きく3つに類型化している。

第一類型は、「自然条件を重視」して規定された概念である。これは、生物多様性の保護、環境容量の制約、天然資源の保全といった自然環境的な制約下で人間活動を営むという概念である。第二の類型は、「世代間の公平性に着目」した定義である。そして、第三の類型は、社会的正義や生活質などのより高次の観点から展開する持続可能な発展論である。

ここでは、Barbier, E. B. ら(1998)に従って、生態的側面、経済的側面、そして社会的側面からの事業評価を考えることにする。1992年の地球サミット以来、

この3つの尺度基準は、「持続可能な発展」を議論する際に最も一般的なものとなってきた（竹本ほか 1998, Manuel Winograd 1997）。

そして、各側面における指標に関しては、これまでの現地調査によって収集できたデータをもとに次のような項目を考えた。すなわち、生態的側面では「自然生態系の回復（土地状況）」、「生物多様性（植物の種類）」、経済的側面では「農業生産（費用便益分析）」、「事業区に隣接する住民の年間純収入」、そして社会的側面では「住民による事業評価－地域の受容性－」、「住民参加」、「住民の将来展望」、「環境教育」などである。ただし「環境教育」に関連する内容は、第6章で扱うことにする。

a) Biological System (生態システム)

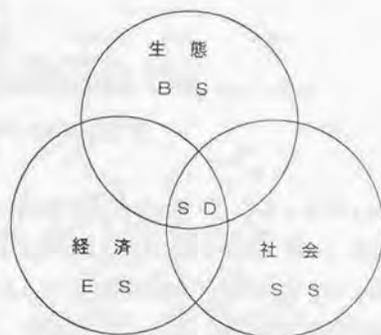
- ・ 沙漠化防止
- ・ 自然生態系の回復（土地状況）
- ・ 生物多様性（植物の種類）

b) Economic System (経済システム)

- ・ 農業生産
- ・ 脱貧困
- （1人当たりの年間純収入）

c) Social System (社会システム)

- ・ 地域社会の受容性
- ・ 住民参加
- ・ 住民の将来展望
- ・ 教育（環境教育）



S D : Sustainable Development

図4-2 持続可能な発展の3つの側面

#### 4-3 生態的側面—結果と考察—

環境教育林事業区（500ha=7500畝）に関して、事業実施前は、流動沙丘が約50%、固定沙丘が約40%を占めていたという。森林は皆無に等しく、ほとんどが沙地で、わずかに灌木の黄柳 *Salix fraxinoides* が約100畝、農地が約700畝（トウモロコシ・豆類：200畝、蕎麦：500畝）、草地在約150畝であった。

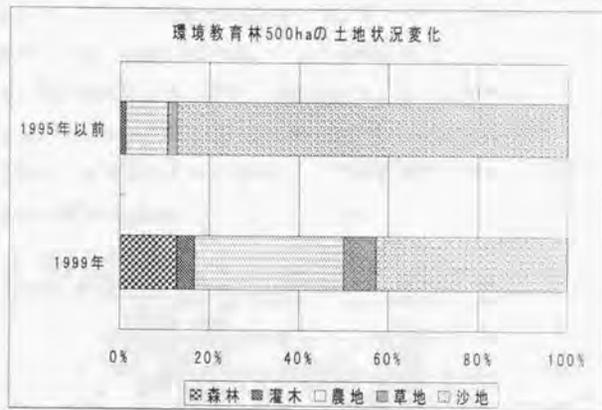


図4-3 事業地区の土地状況変化

ところで、1996年以降の環境教育林事業の実施において、この土地がどのように変化したかと言え、まず囲柵を建設して土地を保護するだけでも、植生の回復が見られる場所も少なくなかった。また事業実施前と1999年現在の土地状況の比較は、図4-3の通りである。1999年においては、森林（経済林含む）が1300畝、灌木類が300畝、農地が2500畝（トウモロコシ・豆類など：1500畝、蕎麦：1000畝）、そして草地在550畝になった。これは事業設計者（庫倫旗林業局・高級工師：楊占原氏）に尋ねると同時に、一緒に事業区内を歩いて確かめた土地状況である。

また、流動沙丘もほぼ固定沙丘になっており、沙漠化の拡大の恐れはほぼ皆無になったと言ってよい。このプロジェクトを通じて、2章で述べてきたように、環境負荷を取り除き、適切な措置を施すと、自然生態系が自動的に回復する可能

性を有する沙地であることが実証的に検証できたと考えてよいであろう。

さらに、事業区内の植物数に関しては、1996年に123種、97年に143種、そして98年には166種まで増加してきている。ちなみに、距離50～60kmほどの距離にあり、事業区から最も近い自然保護区である大青溝自然保護区では、528種類の植物が存在する。

樹種については、植林による増加（人工林）も含まれるが、1996年と97年には13種だったが、98年には16種、そして99年には21種と増加してきている。

なお、軽度沙漠化土地、湿地、強度沙漠化土地のそれぞれ2カ所（aとb）に指定した5m×5mのプロットにおいて過去3年間にわたって調査してきた植物数の変化は図4-4の通りである（巻末の「環境教育林事業区内の植物」を参照）。これは毎年8月末に調査してきたものである。

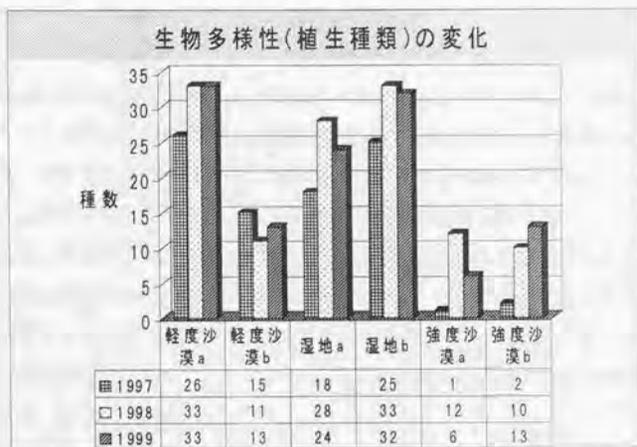


図4-4 6プロットにおける植物種数の変化

（調査協力：庫倫旗林业局 楊占原・高級工程師）

軽度沙漠化土地a：26種（97年）→33種（98年）→33種（99年）

軽度沙漠化土地b：15種（97年）→11種（98年）→13種（99年）

湿地a：18種（97年）→28種（98年）→24種（99年）

湿地b：25種（97年）→33種（98年）→32種（99年）

強度沙漠化土地a：1種（97年）→12種（98年）→6種（99年）

強度沙漠化土地b：2種（97年）→10種（98年）→13種（99年）

以上の結果から、5m×5mのプロット内においては、生育するとかなり広い面積を占有する植物も存在し、種の数においては必ずしも単純増加になるとは限らないことがわかる。

例えば、強度沙漠化土地bにおいては、1997年～1998年にかけて植物の種数が減少したが、それは背の高い *Artemisia macilenta*（蒙古細裂葉蒿）や *Phragmites communis*（芦葦）が繁茂し、その他の植物が生育できない環境になったからである。湿地aに関しては、1998年から植被率は90%程度となっている上に、*Phragmites communis*（芦葦）が最も多く存在するため、種の数が増加する余地があまりなかったと考えられる。

また強度沙漠化土地は、1997年の時には沙漠に生えるハイオニアとして有名な *Agriophyllum squarrosum*（沙蓬または沙米）という一年生の植物がわずかに生えている程度であったが、1999年ではaとbの両方において被覆率30%以上を占め、沙丘をほぼ完全に固定していた。強度沙漠地bの1998年時は、1999年と比較して種数に関しては多かったが、植被率は20%程度と少なかった。

そして、強度沙漠化土地aにおいては、土壌が豊かであることを示す指標植物である *Medicago falcata*（多花野苜蓿）が増加し、その存在が目立つようになった（植被率約10%）ことから、自然生態系の回復もかなり進んできたと考えられる。現在はまた農地にしていないが、農作物の生産も十分に可能な場所になっている。

鳥類では、1996年の時にはほとんど見かけなかった鶉（カササギ）が、1998～1999年には非常によく目にとまるようになり、その他の鳥類も増加してきている。また野生動物では、鼠（ネズミ）のほか、プロジェクト以前には存在していなかった兎（ウサギ）の生息も確認されている。

したがって、生態的側面である「沙漠化防止」および「自然生態系の回復」という観点では、かなりの成功をおさめてきていると言ってよいだろう。（写真9～18参照）

#### 4-4 経済的側面—結果と考察—

烏旦他拉ガチャ（総面積：約 8000ha）の中には、3つの小さな村落（モンゴル語では「ドキロン」と呼ぶ）が存在する。すなわち、烏旦他拉（ウタントラ）、扎如都（ザルド）、そして包力格沁（ポリガチン）である。環境教育林事業区 500ha は、その土地の 73% が烏旦他拉到、27% が扎如都に属している。したがって、このプロジェクトに直接関係している小村（ドキロン）は、烏旦他拉到と扎如都の 2 つで、包力格沁は間接的な関わりを持っていることになる。

環境教育林事業を経済的側面から評価する際、まずは直接的生産、すなわち、事業区内における農作物生産という指標があるだろう。また、事業区に隣接する 2 つの小村—烏旦他拉到と扎如都—の住民の暮らしぶりや経済状況変化も指標になると思われる。ただし、地域住民の経済状況の変化の要因は、さまざまなものがあり、この指標は参考程度であることを予め断っておく。

##### (1) 事業区の農作物生産

1996 年～ 1999 年の環境教育林事業区内における農作物面積の変遷は、表 4-1 の通りである。

表 4-1 500ha (7500 畝) 事業区の農作物面積

	1996	1997	1998	1999	2000 (年)
蕎麦	500	1000	1100	400	
玉米			50	400	
大豆	農地全体	300	300	300	
黒豆	(200)	400	400	700	
緑豆		200	200	200	
ササゲ		200	200	200	
ミーズ		300	300	300	

(単位：畝)

また各農作物に関する単位面積 (1 畝) 当たりの費用 C、収穫・便益 B、純便

益(B-C),そして収穫量は表4-2の通りである。この地域では、総収入を10割とすると、費用は約6割、純便益(純収入)は約4割であるという。

したがって、500haの事業区からの農業生産(1996年~1999年)は、表4-3のようになる。すなわち、農作物生産は1996年が3万2000元、97年が12万4800元、98年が13万4800元、そして99年が18万4000元と算出される。

表4-2 1畝当たりの純便益および収穫量

	純便益(B-C)	便益B	費用C	収穫量
蕎麦	32	80	48	80
玉米	136	340	204	350-400
大豆	80	200	120	100
黒豆	80	200	120	100
緑豆	48	120	72	70-80
ササゲ	52	130	78	80
ミーズ	56	140	84	100

(元) (kg)

表4-3 農作物生産による経済純便益(計算値)

	1996	1997	1998	1999年
蕎麦	16000	32000	35200	12800
玉米			6800	54400**
大豆		24000	24000	24000
黒豆	16000	32000	32000	56000
緑豆		9600	9600	9600
ササゲ		10400	10400	10400
ミーズ*		16800	16800	16800
総計	32000	124800	134800	184000**

(単位:元)

\*) ミーズは地域住民の主食の一つで、これは生産した農牧民たちの間で消費されることになる。\*\*) 1999年は降雨が少なく乾燥気候だったため、玉米(トウモロコシ)の生産は例年よりかなり少ない状況であり、実際はもう少し低い値になる。

## (2) 費用便益分析

ここで、プロジェクト評価における経済分析（ピアスほか 1994、松野 1999）を行う。まず、直接的な費用と便益のみを考えると次のようになる。

表 4-4 プロジェクトの直接的な費用と便益

年	基盤整備費用	維持管理費用	農作物生産
1996	300		32
1997	250	50	125
1998	250	50	135
1999		50	184
合計	800	150	476

(単位：千元)

純便益（割引率 0 とする場合）は

$$- 800 - 150 + 476 = - 474 \quad (\text{千元})$$

次に 2000 年を基準にして、割引率 5% の場合を考えると次のようになる。

表 4-5 割引率 5% とした場合の費用・便益

年	基盤整備費用	維持管理費用	農作物生産	(係数)
1996	364.65		38.90	1.2155
1997	289.40	57.88	144.70	1.1576
1998	275.63	55.13	138.38	1.1025
1999		52.50	193.20	1.05
合計	929.68	165.51	515.18	

(単位：千元)

この場合、純便益は

$$- 929.68 - 165.51 + 515.18 = - 580 \quad (\text{千元})$$

となり、さらにマイナス額が大きくなる。

すなわち、近視眼的に3～5年を期間とし、この期間だけを考えると、経済純便益はマイナスとなり、プロジェクトは棄却されてしまう。

しかし、3カ年で沙漠化は防止され、基盤整備はほぼ完成してきている。すなわち、500haの沙地に関しては約1500万円（約100万円）の投資—1ha当たり約3万円（約2000元）の投資—によって、沙漠化の逆転、ひいては森林草原復旧のための基礎がほぼできてきている。これは、庫倫旗で沙漠植林ボランティア協会が、先駆けて実行してきている「ウユン（烏雲）森林」（360ha）・「オリン森林」（200ha）の植林および基盤整備コストとほぼ同じである。同協会でも苗木・開柵・人件費・補植等を含めて1ha当たり3～5万円で沙地緑化の基盤をつくってきている。

その後は、維持管理費用を投入していけば、現在行われている農作物生産だけでも、やがては純便益をプラスに転じていくことができると期待できる。しかも農作物以外にも、まだ経済的価値で表現されていない、（防護林帯・用材林・経済林）からの有形・無形の生産物もある。

環境教育林事業の有効性あるいは経済便益等を正しく評価する際には、森林のさまざまな公益的機能をも含めた総合的評価が必要であり、これについては、長期にわたる費用便益分析と合わせて、第5章で触れる。

### (3) 500ha事業区で何人養えるか？

ところで、この500haの事業区から生産される農作物で何人ぐらいを養うことができるのであろうか。ここでは、経済、食糧保有量、そしてカロリーの側面から計算を試みる。

(i) 経済：1996年には総純便益は32000元となり、額勒順鎮における一つの貧困基準「年間純収入：1人当たり580元」で考えると、この農作物生産により $32000 \div 580 = \text{約} 55$ 人が養えるという計算になる。同様に97年には約215人、98年には約232人、そして99年には約317人となる。

(ii) 食糧保有量：中国では一人当たり年間食糧保有量の目標を400kgに置いている（白石1997）。つまり、一人が一年間に必要な食糧を400kgと考える。そし

て純利益を4割と考えると、1996年には、 $(60000 \times 0.4) \div 400 = \text{約 } 60$ 人を養えるということになる。同様に、97年には約211人、98年には約238人、そして99年には約343人となる。

(iii)カロリー：各農作物の「食部」および「100g当たりのカロリー」を『食物成分表』（1998）で調べて農作物の総カロリー計算をし、一人・一日当たりに必要な最低カロリーを2000calとして算出すると（ここでは全国代表値を使用した）、1996年には約112人を養うことができるという結果になる。同様に、97年には約400人、98年には約448人、そして99年には約652人となる。例えば、1999年の場合、カロリー合計は1191700000kcalである。その純利益4割分を365（日）で割り、さらに一人が一日に必要な最低カロリー2000kcalで割ると、約652となる（表4-6）。

(i)(ii)(iii)より、1996年には55～112人、97年には211～400人、98年には232～448人、そして99年には317人～652人という結果になる。多少の幅はあるが、ある程度の目安基準にはなるであろう。また99年には、鳥旦他拉と扎如都の全人口である約520人を養うのに必要な農作物生産の半分以上を生産していることになる。

表4-6 事業区の食糧・エネルギー生産（1999年）

	面積 (畝)	単収 (kg/畝)	収穫量 (kg)	純食料 (kg)	100g当たり カロリー (kcal)	カロリー (kcal)
蕎麦	400	80	32000	32000	324	103680000
玉米	400	375	150000	150000	335	502500000
大豆	300	100	30000	30000	359	107700000
黒豆	700	100	70000	70000	381	266700000
緑豆	200	75	15000	15000	316	47400000
ササゲ	200	80	16000	16000	322	51520000
ミーズ	300	100	30000	30000	374	112200000
合計	2500		343000			1191700000

#### (4) 事業区の隣接住民の経済状況変化

事業区の設計にあたった庫倫旗林業局によると、烏旦他拉と扎如都の両村において、1995年の一人当たりの年間純収入は、594元であったという。

1997年8月末に実施したアンケート調査（地域住民調査1997a）によると、烏旦他拉には65世帯280人、扎如都には55世帯238人が居住しており、1996年の一人当たりの年間平均純収入は、烏旦他拉が1010元、扎如都が518元であった。そして両者の平均は784元であった。両者の差は、山羊、綿羊、牛、馬、豚、鶏などの家畜頭数による影響が大きかった。また沙漠化土地面積に関して、烏旦他拉が40%、扎如都が60%（1996年時点）というように、沙漠化による被害面積が扎如都の方が大きかったこととも関係していたと思われる。

それから2年後、1999年8月末～9月初めに行った調査（地域住民調査1999）によると、1998年の一人当たりの年間平均純収入は、烏旦他拉が1708元、扎如都が1427元、そして両者の平均が1568元になる。

なお、烏旦他拉を含む額勒順鎮全体では、1997年が1100元、1998年が1511元である（鎮政府への聞き取り調査による）。鎮全体と烏旦他拉・扎如都の98年における年間純収入はほぼ等しいことから、烏旦他拉・扎如都の97年の年間純収入も約1100元と推測される。

ところで、中国の農民一人当たりの年間平均純収入は、1994年が1224元、1995年が1578元、1996年が1926元、そして1997年が2090元となっている（中華人民共和国1998）。この全国平均と比較すると、烏旦他拉・扎如都とも年間純収入は、この数年で急激に増加し、全国平均に近づいてきたことがわかる。

表4-7 一人当たり年間純収入の推移

	1994	1995	1996	1997	1998年
烏旦他拉・扎如都	……	594	784	1100*	1568
中国農民	1224	1578	1926	2090	……

\*は鎮全体 (単位:元)

また「あなたの生活水準は、この3年間でどう変わりましたか？」(地域住民調査 1999)という質問に対して、烏旦他拉・扎如都の村人の回答結果は、「よくなった」が50.0%、「ややよくなった」が33.3%、「変わらない」が13.3%、「やや悪くなった」3.3%であった。したがって、事業区に隣接する2つの小村の経済状況はよくなってきていると言えるだろう。

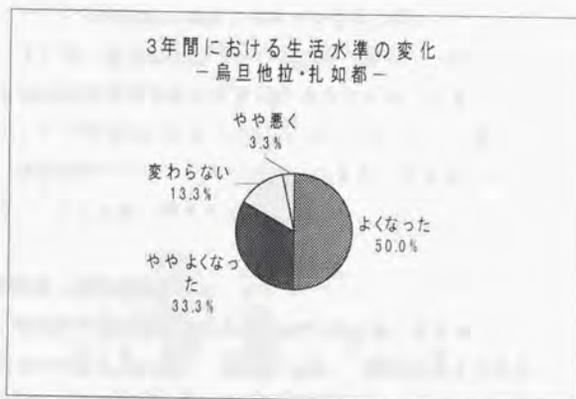


図4-5 烏旦他拉・扎如都の村人の3年間に於ける生活水準変化に対する認識

#### 4-5 社会的側面—結果と考察—

社会的側面の重要な指標である「地域の受容性」を見る上で、地域住民が、環境教育林事業に対してどのように評価しているのかをみておきたい。また、地域環境の「持続可能な発展」のためには、自主的かつ積極的な「住民参加」が必要不可欠である。そこで、「住民参加」に関わる観点からの環境教育林事業の持続的発展性についても考察しておきたい。

プロジェクト実施地区に隣接する村である烏旦他拉ガチャ（このガチャは、烏旦他拉、扎如都、包力格沁の3つの集落から成る）の農牧民45名（各集落15名ずつ）と額勒順鎮政府周辺の住民15名の合計60名（家長もしくはその代理人）を対象とした「地域住民調査 1999」によると次のような結果であった。この調査では、面接調査を実施したわけだが、回答拒否者はほとんどいなかった（5%未満）ということをつけ加えておく。

##### (1) 事業評価—地域の受容性—

「Q. 環境教育林事業を実行してよかったですか？」

- ①たいへんよかったです ②よかったです ③少しはよかったです  
④よかったですとは思わない ⑤わからない



図4-6 環境教育林事業の実行に対する住民の評価

この項目に対しては、「たいへんよかった」が53.3%、「よかった」が45.0%、「少しはよかった」が1.7%、そして「よかったとは思わない」「わからない」は0%であった。この結果、地域住民は、環境教育林事業を非常に高い評価をもって受け入れていると言ってよいだろう

「Q. 上記の回答に対して、それはどうしてですか?」という項目に対する回答は次の通りであった。

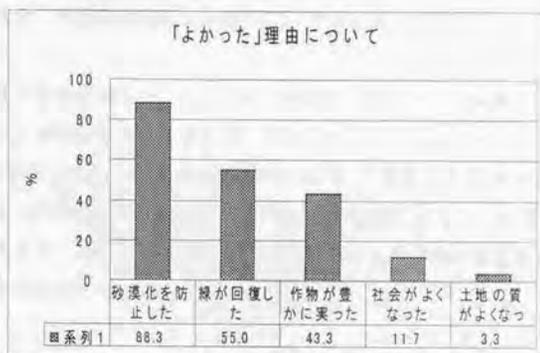


図4-7 事業評価に対する（「よかった」）理由

環境教育林事業を実行して「よかった」理由（複数回答可）については、「砂漠化を防止した」からという回答は88.3%、「緑が回復した」からという回答は55.0%、「作物が豊かに実った」からという回答は43.3%で、大部分はこの3つに集中していた。また「社会がよくなった」からという回答の意味は、「まず砂漠化を防ぐことができ、次に緑が豊かになって、そして人々の心が豊かになったこと」という意見がほとんどであった。また事業の実行を通じて砂漠化土地の緑化に対する自信を持てるようになった人々も多かったようだ。

したがって環境教育林事業は、「砂漠化防止」・「緑化」という点で、地域住民から非常に高く評価されていると言ってよいであろう。

## (2) 住民参加

### (i) 植林活動・環境改善

「Q 植林活動に参加したことはありますか？」という項目では、全員が参加したことがある（「はい」という回答で、一人当たりの平均植林本数は12577本であった。

中国では1970年代末から義務植林制度がスタートしていることもあるが、この地域の住民たちも、今まで毎年のように、自分の家の近くに植林をしていることがわかった。ただし、これまで生育できた林木はそれほど多くはなく、せいぜい2～3割程度しか現在は残っていないという声もあった。

また将来の参加意志について、「Q 地域で主催される『植樹祭』や『環境教育セミナー』が開催されるとすれば、参加したいと思いますか？」と尋ねたところ、「ぜひ参加したい」という回答が90.0%で、「参加したい気持ちはある」という回答が10.0%で、「あまり思わない」・「思わない」という回答は0%であった。したがって、将来に向けても、沙漠化防治および環境の発展などのために、積極的な参加意志をもっていることがわかる。

### (ii) 家庭生態経済圏

環境教育林事業とその理念や技術がほぼ同じ、家庭レベルのものが「家庭生態経済圏」（家族森林農場）（図4-8）と呼ばれるものである。すなわち、一家庭当たり面積約100畝（約6～7ha）の土地を政府から買い取り、①家畜の食害を防止する囲柵の設置、②防風・防沙および沙地固定のための防護林帯建設、そして③農・林・牧業の展開を実現していくのである。

これは、数百ha規模のモデル森林農場づくり（烏雲森林など）あるいは環境教育林事業の実行と同時に、地元政府によって奨励されてきているものである。

そこで、「Q 家庭生態経済圏（家族森林農場）は、自分でもつくりたいと思いますか？」という質問も行った。

その回答結果は、「ぜひつくりたい」が26.7%、「できればつくりたい」が35.0%、「つくりたくない」が1.7%、そして「既につくっている」が36.7%であっ

た。さらに「既につくっている」という回答者の中で、95.5%は「つくってよかった」と思っており、「効果がなかった」という人はわずかに4.5%であった。

したがって、家庭レベルにおいても、沙漠化防治および地域農業の活性化に向けての積極的な取り組みがあると言えるだろう。

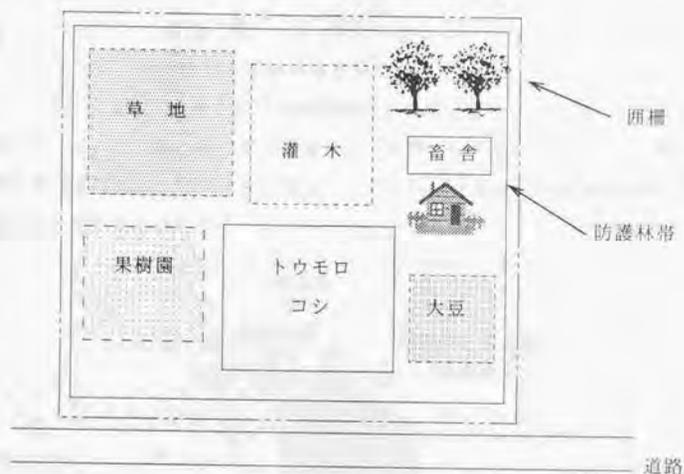


図4-6 家庭生態経済圏の一例

額勒順鎮においては、家庭生態経済圏の発展と環境教育林事業の成功との間には、相乗効果とも言える関係がある。なぜなら、「環境教育林事業」の理念は、もともと「家庭生態経済圏」の前身にあたる「生物圏」を発展させた構想であり、また「環境教育林事業」の実行によって、沙漠化土地の緑化は可能であるという自信と勇気が地域の農牧民の間に生まれ、「家庭生態経済圏」が自発的に普及・拡大されることにもなったからである。

(i)(ii)より、住民参加の観点から見た場合、沙漠化防止および緑化に対する意志は強く、また家庭レベルでの森林農場づくりも積極的になされてきており、環境教育林事業の持続的発展性はかなり高いと言ってよいであろう。

### (3) 地域住民たちの将来展望

また地域住民たちが、この地域の将来展望においてどのように考えているのかは、社会的側面の一つの指標になるだろう。これは、環境教育林事業の間接的な影響があると思われる。

「地域住民調査 1999」の中で、「これから先、地域の環境はよくなると思いますか?」という質問に対しては、「よくなる」が93.3%、「悪くなる」が1.7%、そして「人間次第でよくなったり悪くなったりする」が5.0%であった(図4-7)。すなわち、ほとんどの地域住民が地域の環境はよくなるという展望を持っている。これは、聞き取り調査の中でも何人かが触れていたが、沙漠化の深刻な事態を越えて、緑豊かな村落はつくれるといった自信と楽観的展望を抱いているからであると思われる。

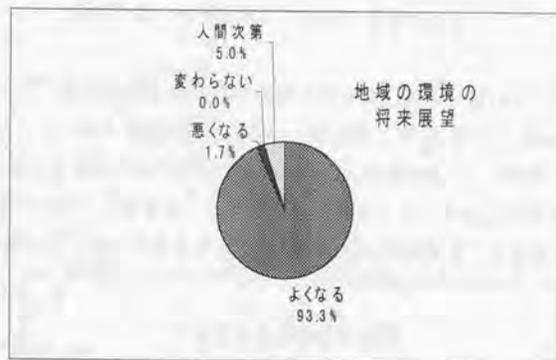


図4-7 地域の環境の将来展望

また「これから先、人々の生活は豊かになると思いますか?」という質問に対しては、「豊かになる」という回答が91.7%、「変わらない」が1.7%、「その人次第で豊かになったり貧しくなったりする」が6.7%という結果であった。やはり、ほとんどの地域住民が、将来ますます生活は豊かになるといった楽観的な見解を持っている。すなわち、沙漠の拡大等によって、生活が貧しくなっていくだろうと思っている人はほとんどいない。

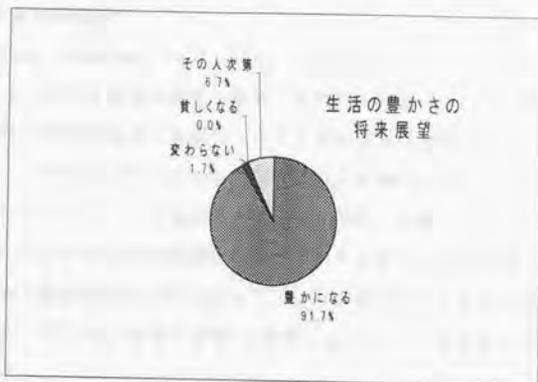


図4-8 生活の豊かさに関する将来展望

さらに、「これから先、人間の心の安らかさは、増すと思いますか？減ると思いますか？」という質問に対しては、「増える」が73.3%、「減る」が8.3%、「変わらない」が8.3%、「その人次第である」が10.0%という結果であった。先の2つと比べると、「増える」ことはない、あるいは「その人次第である」という考えが多少多くなっているが、全般的には楽観的な見通しである。

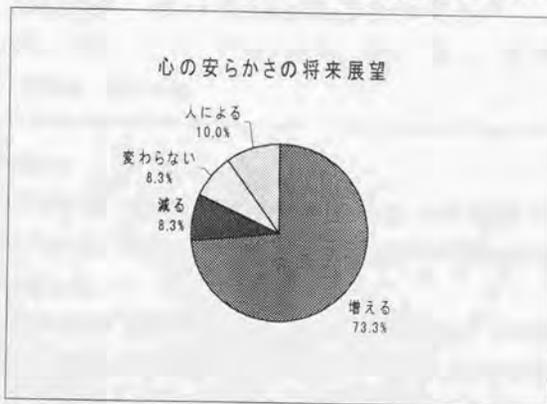


図4-9 心の安らかさの将来展望

#### 4-6 仮想評価法(CVM)による環境教育林事業評価

##### (1) 方法(仮想評価法)

仮想評価法(Contingent Valuation Method: CVM)(栗山 1997)を適用した場合の地域住民の「烏旦他拉環境教育林事業」に対する評価について考察する。

調査では「環境教育林の育成かつバイオビレッジの建設のための基金」という制度を設立した場合の地域住民の支払意志額(Willingness to pay: WTP)というものを考えることにした。すなわち、「環境教育林の育成かつバイオビレッジの建設」がもたらすさまざまな便益を考慮して、その便益の享受者が支払ってもよいと思う金額を直接尋ねることによって、この事業に対する評価を調べようというものである。そして、その「WTPの総額」をもって「環境教育林事業の価値」とする。

これに関する調査は、「地域住民調査 1997b」と「地域住民調査 1999」で2回実施しており、面接調査の中で、具体的には次のような質問を行った。

##### <質問>

環境教育林の育成かつバイオビレッジの建設のための費用負担に関してお伺いします。仮に、「環境教育林の保全およびバイオビレッジの持続的発展のための基金」のような制度が設立されたとします。お宅では、この「基金」の年会費が ※ 元であれば、負担されますか？

- ① 1   ② 3   ③ 5   ④ 10   ⑤ 20   ⑥ 30   ⑦ 50   ⑧ 70   ⑨ 100  
⑩ 150   ⑪ 200   ⑫ その他

##### (2) 結果と考察

この質問に対して、一家庭当たりの支払意志額は、1997年の場合、直接的な恩恵を受けるであろう2つの集落について、烏旦他拉が平均32.7円で、扎如都が平均20.0元であった。

また1999年の場合、烏旦他拉が平均60.3元、扎如都が24.7元であった。そして間接的な効果を受用するであろう包力格沁は平均24.9元、額勒順鎮政府周辺(政府関係者、学校の先生、商人など)が平均43.9元であった。

世帯数は、それぞれ烏旦他拉が 65 世帯、扎如都が 55 世帯、包力格沁が 73 世帯、そして政府周辺が 200 余世帯である。したがって、直接的な効果を受受する烏旦他拉と扎如都に限ると、基金としての集計額は、1997 年が 3225 元、1999 年が 5278 元となる（1997 年の 1.64 倍）。

また間接的効用を受受するであろう地域に関して、基金としての集計額（1999 年）は、包力格沁が 1818 元、政府周辺が 8780 元となる。ゆえに、1999 年の直接・間接両方の便益に対する WTP は、合計 15876 元となる。ただし、間接的効用を受受する人々は別の地域にも存在すると考えられ、これは最低基準の評価と考えてよいであろう。

そして、1997 年の直接・間接両方の便益に対する WTP は、およそ  $15876 / 1.64 = 9680$  元と推測される。

表 4-8 CVM による環境教育林事業の効用に対する評価

	1997 年	1999 年
直接的効用	3225 元	5278 元
直接・間接的効用	9680 元	15876 元

## 第5章 持続的計画および森林評価

### 5-1 持続的事業計画

沙漠化した土地において環境教育林事業のような森林農場を経営していく際には、3段階を経ていく必要がある。まず沙漠化防治のための基盤整備の段階があり、次に農地や草地の維持管理と同時に、森林建設を通して均等フローが永久的に生産される森林 (a fully regulated forest (Davis et al. 1987) 「充分規整林」(野村訓 1994)) に誘導していく段階があり、そして最終的には持続可能な森林農場を経営していくのである。今、基盤整備がほぼ完了したと言える段階で、森林経営の立場からして最も重要なテーマは、第2段階にあたる充分規整林への誘導に関する事業計画である。目標は、いかに未来永劫にわたって持続的生産が可能な森林組織の構造をつくるかということである。

#### (1) 持続可能な循環経営

最も単純なモデルは、「保続生産」を基本原則としてきた伝統的な森林規整(森

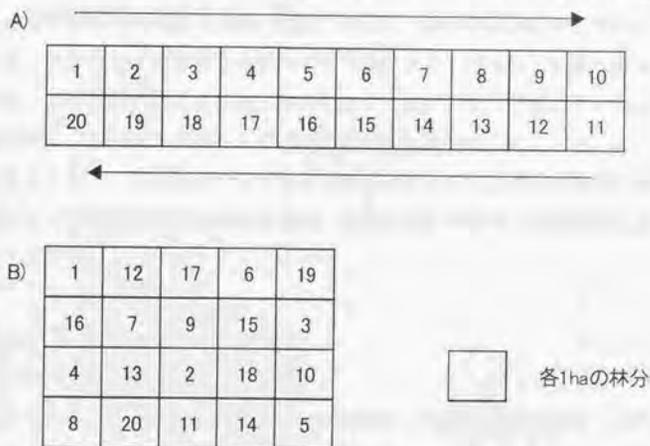


図5-1 20年輪伐期での20haの充分規整林の構造A), B)

林經理)から学ぶことができる(Davis et al. 1987)。

すなわち、ある一定規模の土地には単一樹種で構成されている森林をつくり、なおかつ各林齢(各齢級)が一つの林分タイプを形成し、それらが同面積ずつ存在するという構造をつくる。これは同齡林經營システムとして、持続可能な循環經營であると言える。

森林面積を $F$ とし、輪伐期を $u$ とすると、伝統的な規整林においては、森林における林地は $F/u$ (= $f$ :年伐面積)haが、1年生から $u$ 年生まで各林齢別に存在しているように配分されている。ここで輪伐期とは、連年作業の行われる森林全体を一巡伐採するに要する期間のことである(井上 1974)。そして森林には $u$ の林分タイプが存在している。 $F=20$ ha,  $u=20$ 年のものが図5-1である。

沙地植林においても、このような充分規整林を一つのモデルとして建設していく。すなわち、図5-1のような20haの森林をつくる計画を立てるならば、毎年1ha(あるいはそれ以上)ずつ植林していき、20年目に最も古い林齢(20年)の林分1haを伐採する。そして伐採箇所には、翌年、必ず再植林をしていく。他のすべての林齢の林分は適切な育林施業を行い、毎年一段階ずつ成長させていく。すると各林齢の林分は同じ面積(1ha)をもち、森林の構造は連年ほぼ一定にどどまり、林分当たりほぼ同数の樹木が毎年伐採され、ほぼ同じ収穫材積が毎年生産され、そして収穫量は生長量にほぼ等しくなる。これら一連のプロセスを循環させながら、未来永劫にわたって森林生産を繰り返していく。

あくまでも、これは最もシンプルなモデルにすぎない。現実の計画の際には、適地適木(適地適作)を基本理念とし、植林の場所や面積も臨機応変に決定していくことになる。

## (2) 樹木・果樹・農作物等の費用・便益

### (i) ポプラ・樟子松の場合

ここで、ホルチン沙地の環境教育林事業において最も有効な樹種とされているポプラ(白城41号楊)と樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)の費用と便益について、その植林から伐採までの流れに沿ってまとめておく。これらは庫倫旗および額勒順鎮の林業関係者への聞き取り調査に基づき、いくつかの仮定を所与したものである。森林建設までには少なくとも20年~30年かかるため、長期的

計画が必要となる。ここでは面積 1ha 当たりとする。

<ポプラの場合：1ha 当たり>

- ①植林 植林本数 約 1650 本 (開溝造林・挿し木)  
植林費用 約 2760 元 (地拵え・下刈り, 苗木代, 人件費等)
- ②育林 育林費用 一年当たり約 180 元 (× 18 年間)  
(枝打ち・間伐, 害虫保護, 人件費等)

③成長期間 20 年

(幼齡林：～ 10 年, 中齡林：11～ 15 年, 近熟林：16～ 20 年,  
成熟林：21～ 30 年, 過熟林：31 年以上)

④伐採 伐採本数 約 1200 本  
伐採費用 約 1200 元

⑤総費用 C 約 7200 元

⑥経済収益 B 約 60000 元

収穫量 150 m<sup>3</sup>

⑦純便益 B - C 約 52800 元 (割引率 0 の場合)

※ 20ha における 20 年後 (充分規整林の形成) 以降の純連年収入  
約 52800 元

<樟子松の場合：1ha 当たり>

- ①植林 植林本数 約 1200 本 (開溝造林・ポット苗)  
植林費用 約 1950 元 (地拵え・下刈り, 苗木代, 人件費等)
- ②育林 育林費用 一年当たり約 180 元 (× 28 年間)  
(枝打ち・間伐, 害虫保護, 人件費等)

③成長期間 30 年 (伐採齡)

(幼齡林：～ 20 年, 中齡林：21～ 30 年, 近熟林：31～ 40 年,  
成熟林：41～ 60 年, 過熟林：61 年以上)

④伐採 伐採本数 約 750 本  
伐採費用 約 1350 元

⑤総費用 C 約 8340 元

⑥経済収益 B 約 112500 元

収穫量 90 m<sup>3</sup>

⑦純便益 B - C 約 104160 元 (割引率 0 の場合)

※ 30ha における 30 年後 (充分規整林の形成) 以降の純連年収入

約 104160 元

(ii) 果樹の場合

果樹は、植栽した後の数年間にわたり成長期間が必要であり、やがて果実を多く採取できる盛果期を迎えていく。そして十数年～二十数年の後には、新しい果樹を再植林していく。ここでは、庫倫旗で奨励されている大扁アンズ、山アンズ、そして林檎・梨をつくる過程における費用と便益について、いくつかの仮定を所与してまとめておく。果樹の場合も、最初にある程度大きな費用が必要であるため、森林建設の時と同じように、少しずつ面積を拡大しながら、循環経営を行っていくのが賢明であると思われる。循環サイクル(輪伐期に相当するもの)は、アンズを 16 年、リンゴ・ナシを 21 年とする。ただし、現地視察によると、アンズは生育率が高くないため、大規模の植栽は実行しない方がよいと思われる。

<大扁アンズ: 1ha 当たり>

- ①植林 植林費用 7950 元
- ②育林 育林費 一年当たり 1350 元
- ③成長期間 5～8 年間, 9 年～盛果期 (～15 年まで)
- ④収穫量 果実 2250kg (盛果期)
- ⑤経済収益 15000 元
- ⑥盛果期の経済便益 13650 元

<山アンズ: 1ha 当たり>

- ①植林 植林費用 750 元
- ②育林 育林費 一年当たり 1350 元
- ③成長期間 4～5 年間, 6 年～盛果期 (～15 年まで)
- ④収穫量 果実 2250kg (盛果期)
- ⑤経済収益 6750 元
- ⑥盛果期の経済便益 5400 元

<林檎・梨：1ha 当たり>

- ①植林 植林費用 5400 元
- ②育林 育林費 一年当たり 1350 元
- ③成長期間 6～9 年間，10 年～盛果期（～20 年まで）
- ④収穫量 果実 4500kg（盛果期）
- ⑤経済収益 6000 元
- ⑥盛果期の経済便益 4650 元

(iii) 農作物・牧草の場合

事業区における農作物としては、土地状況を考慮して、トウモロコシ（玉米）や豆類を中心に生産をしていくことになる。また牧草地をつくっていくことも可能である。ソバ（蕎麦）は痩せ地でも生産できるが、沙地固定および緑化への貢献度も少ない。

農作物および牧草に関しては、おおよそ 6 割の費用を投入して 10 割の総便益を得るという勘定となる。すなわち、純便益は 4 割ほどである。

これらの費用・便益に関してまとめると、次の図表のようになる。

表 5-1 各農林産物の 1ha 当たりの費用と便益(額制順鎮における概数)

	造林C	植林本数	育林C /年	育林期間 年	育林C 小計	伐採C	費用C 総費用		収穫量	便益日 総便益	
<b>森林</b>											
楡	2760	1650本	180	18	3240	1200	7200	木材	1200本	150 m <sup>3</sup>	60000
柳	2760	1650本	180	18	3240	1200	7200		1200本	150 m <sup>3</sup>	60000
樟子松	1950	1200本	180	28	5040	1350	8340		750本	90 m <sup>3</sup>	112500
<b>果樹</b>											
大關杏	7950		1350	7	9450		17400	果実	2250	kg	15000
山杏	750		1350	3~5	6750		7500	果実	2250	kg	6750
林檎	5400		1350	6~8	10800		16200	果実	4500	kg	6000
梨	5400		1350	6~8	10800		16200	果実	4500	kg	6000
<b>農作物</b>											
							費用C			便益日	
玉米							3060		5600	kg	5100
大豆							1800		1500	kg	3000
黒豆							1800		1500	kg	3000
緑豆							1080		1100	kg	1800
蕎麦							720		1200	kg	1200
ミース							1260		1500	kg	2100
ささげ							1170		1200	kg	1950
米							6480		6750	kg	10800
牧草							1200		4000	kg	2000

(単位:元)

(聞き取り調査をもとに作成 1999)

表5-2a ポプラ林の循環経営実行時における費用・便益

年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25年	
林分1	費用C	2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
2			2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
3				2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
4					2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
5						2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
6							2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
7								2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
8									2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
9										2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
10											2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
11												2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
12													2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
13														2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
14															2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
15																2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
16																	2760	180	180	180	180	180	180	180	180	180
17																		2760	180	180	180	180	180	180	180	180
18																			2760	180	180	180	180	180	180	180
19																				2760	180	180	180	180	180	180
20																					2760	180	180	180	180	180

便益B

20年	B-C	-2760	-2940	-3120	-3300	-3480	-3660	-3840	-4020	-4200	-4380	-4560	-4740	-4920	-5100	-5280	-5460	-5640	-5820	-6000	52800	52800	52800	52800	52800	52800
-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

1年当たり便益  
B-C

		139	-147	-156	-165	-174	-183	-192	-201	-210	-219	-228	-237	-246	-255	-264	-273	-282	-291	-300	2640	2640	2640	2640	2640	2640	2640
--	--	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(単位: 元)

表5-2b 樟子松林の循環経営実行時における費用・便益

年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
林分1 費用C	1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	
2		1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
3			1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
4				1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
5					1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
6						1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
7							1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
8								1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
9									1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
10										1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
11											1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
12												1950	180	180	180	180	180	180	180	180	180
13													1950	180	180	180	180	180	180	180	180
14														1950	180	180	180	180	180	180	180
15															1950	180	180	180	180	180	180
16																1950	180	180	180	180	180
17																	1950	180	180	180	180
18																		1950	180	180	180
19																			1950	180	180
20																				1950	180
21																					180
22																					180
23																					180
24																					180
25																					180
26																					180
27																					180
28																					180
29																					180
30																					180

便益B

30年間の B-C	-1950	-2130	-2310	-2490	-2670	-2850	-3030	-3210	-3390	-3570	-3750	-3930	-4110	-4290	-4470	-4650	-4830	-5010	-5190
1ha当りの便益 B-C	-65	-71	-77	-83	-89	-95	-101	-107	-113	-119	-125	-131	-137	-143	-149	-155	-161	-167	-173







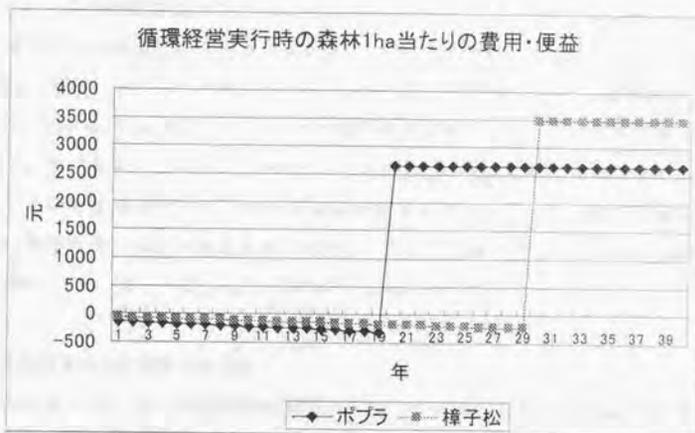


図5-2 循環経営実行時の森林1ha当たりの費用・便益

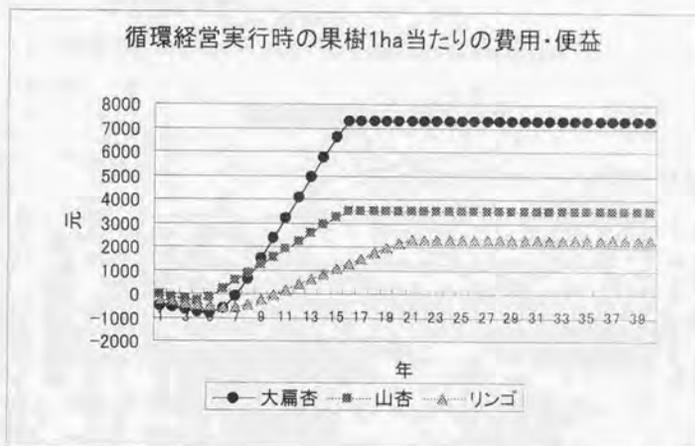


図5-3 循環経営実行時の果樹1ha当たりの費用・便益

## 5-2 農林業生産のシミュレーション

環境教育林事業の未来予測に関するものとして、5-1に基づいて、農林業生産のシミュレーションを行ってみたい。そこで、いくつかのシナリオを考え、1996年～2035年の40年にわたる費用便益分析を試みる。シナリオとしては、まず(1)事業を実行しなかった場合について考察し、次に(2)事業を実行してきている現在を基点として、2000年以降のさまざまなパターンの事業展開について純経済便益の未来予測を行う。ただし、ここでは純便益の現在価値(NPV)は  $NPV = \sum (B_t - C_t) / (1+i)^t$ 、割引率  $i=0$  とする。

### (1) 事業を実行しなかった場合

<シナリオ 0>もし環境教育林事業を実行しなかったならば、500haの事業区およびその周辺を含めた農業生産はどのようになったかを考える。

3-2で見てきたように、ホルチン沙漠全体としては、1970年代末～1980年代末までの10年間で沙漠化土地が23.64%拡大していた。すなわち、

$$(1 + 0.01 \cdot x)^{10} = 1.2364$$

より、一年間では平均  $x = 2.145\%$  拡大してきたことになる。

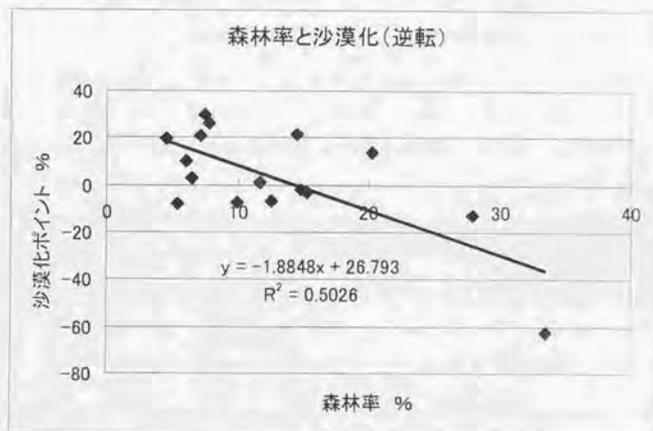


図5-4 森林率と沙漠化(逆転)ポイントの散布図と回帰直線

また、3-4で見てきたように、ホルチン沙地における森林率と沙漠化（逆転）の散布図において、環境教育林事業を実行しなかった場合は、森林率（x軸）がほぼ0のところを読めばよいこととなり、その時、近似式のy切片は26.793である。したがって、10年間では26.793%沙漠化土地が拡大してきていると考えてよいだろう。

すると、 $(1 + 0.01 \cdot a)^{10} = 1.26793$  より

一年間では、平均  $a = 2.402\%$  沙漠化土地が拡大してきているものと考えられる。

そこで、1996年（1年次）の沙地面積は約450haであり、そこから毎年約2%ずつ沙漠化土地が拡大されてきた、そして今後も拡大していくと考える。それが周辺の農作物（トウモロコシ、ソバ、豆類）に対して被害を及ぼすならば、それはマイナスの便益と考えてよいだろう。これらを踏まえ、また5-1に基づいて費用・便益分析を行うと次の図のようになる。すなわち、最初はわずかばかりのプラスの便益があるが、周囲への損害を含めると、そう遠くない将来にはマイナスに転じ、その損害は次第に拡大していくことになる。そして1996年～2035年における、純経済便益の合計は-3680（千円）になる。

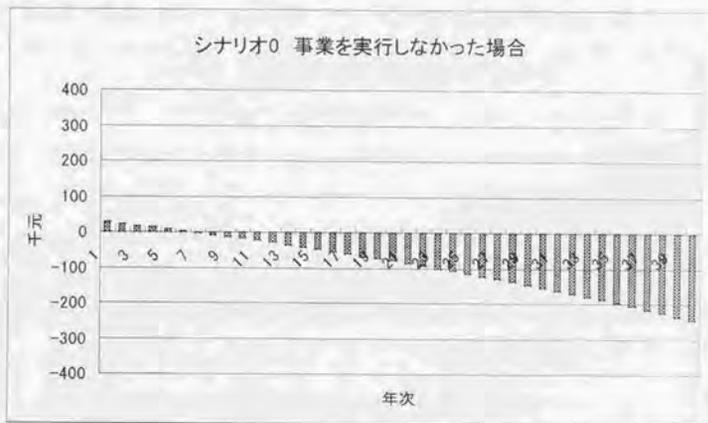


図5-5 事業を実行しなかつた場合の純経済便益

## (2) 基盤整備後のシナリオ

<シナリオ1>これまでの基盤整備の上で、2000年(5年次)以降、全体の割合として、森林40%、果樹20%、農地30%、草地10%となるような事業計画を考える。これは、設計者(庫倫旗林业局・高級工程師)が考案した計画に近いシナリオである。

森林の中には、すでに建設されつつある防護林帯(喬木と灌木)約20%も含まれている。そして、森林に関してはポプラ40haと樟子松60haを植林していく。果樹に関しては、犬扁アズ 20ha、山アズ 20ha、リンゴ・ナシ 10haを生産していく。また農地には、ソバ20ha、トウモロコシ50ha、そして豆類80haを生産していくこととする。防護林帯に関しては2020年(25年次)までは伐採せず、その後、さらに育林していくと同時に、循環的に一部を伐採していく。

5-1に基づき、費用便益分析を行うと、その結果は次の通りになる。1996年~2035年における純経済便益の合計は17043(千元)になる。

ここでは、各年次の費用便益分析の式は次の式を用いた。

$$NB(\text{純便益}) = B_t(\text{便益}) - C_t(\text{費用})$$

$B_t$ は直接的な農林産物に限るが、 $C_t$ は基盤整備のための建設費、農業・森林経営(植林・育林・伐採)の諸経費、そして事業の維持管理費を含む。

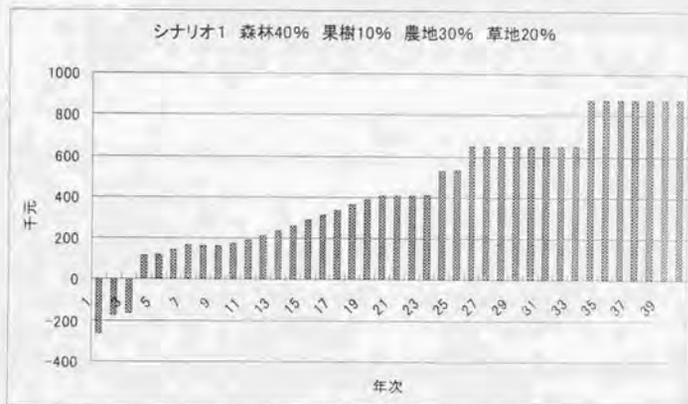


図5-6 森林40%、果樹20%、農地30%、草地10%の時の純経済便益

<シナリオ2>

次に、これまでの基盤整備の上で、2000年（5年次）以降、全体の割合として、森林60%、農地30%、草地10%となるような事業計画を考える。これは、極端に森林建設に力を入れた場合のシナリオである。

森林に関しては、ポプラを80ha、樟子松を120ha植林していく。農作物に関しては、シナリオ1と同様に、ソバを20ha、トウモロコシを50ha、そして豆類を80ha生産していくことを考える。

5-1に基づき、費用便益分析を行うと、その結果は次の通りになる。1996年～2035年における純経済便益の合計は13380（千元）になる。

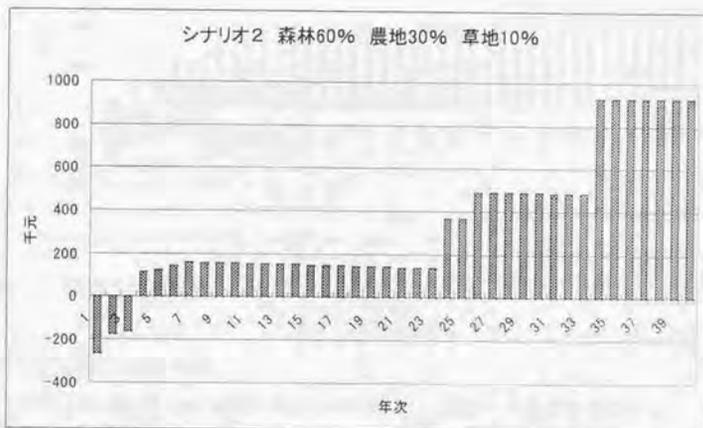


図5-7 森林60%、農地30%、草地10%の時の純経済便益

<シナリオ3>

次に、これまでの基盤整備の上で、2000年（5年次）以降、全体の割合として、森林20%、農地50%、草地30%となるような事業計画を考える。これは、できる限り農地面積を大きくした場合のシナリオである。

森林に関しては、防護林帯のみとし、新たな森林面積を設置しない。農作物に

関しては、ソバを 50ha、トウモロコシを 100ha、そして豆類を 100ha 生産していくことを考える。痩せている土地は限界があるため、極端に農地を増やすことはできない。

5-1に基づき、費用便益分析を行うと、その結果は次の通りになる。1996年～2035年における純経済便益の合計は 14890（千元）になる。

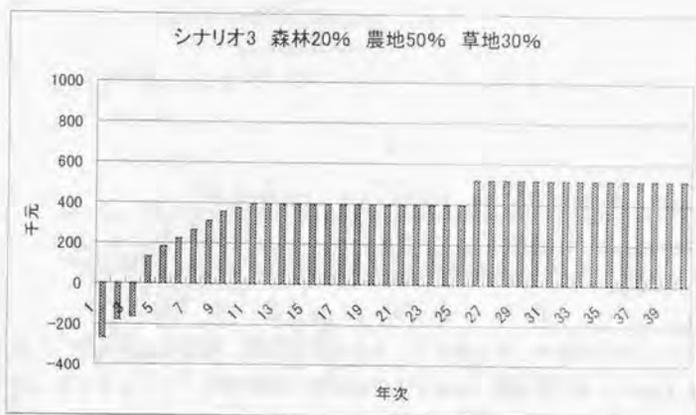


図5-8 森林20%、農地50%、草地30%の時の純経済便益

### (3)シナリオの比較と考察

これら3つのシナリオの純便益を比較すると、図5-9のようになる。

実際は、自然災害、農林産物の価格変動、そして適地適作であったかどうかなどによって、事態はさまざまに変化するであろう。ここでは、このシナリオ通りになるとする。その時、純経済便益が最も高いシナリオは、5年次（2000年）から19年次（2014年）までは、農作物面積をできる限り多くするシナリオ3であり、20年次（2015年）から33年次（2028年）までは、森林・果樹・農地づくりを行うシナリオ1であり、そして34年次（2029年）以降は、森林づくりをメインとするシナリオ2であることがわかる。つまり、考慮すべきプロジェクトの期間によって、そのプロジェクト評価は変わってしまうのである。

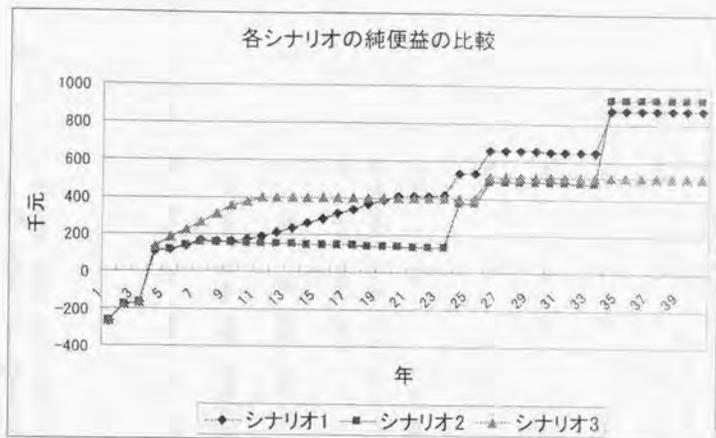


図5-9 各シナリオの純便益についての比較

つまり、短期的に見れば、農作可能地にはできる限り多くの農作物をつくり、トウモロコシを主とする農地面積を最大化することが、経済的に最も利益を上げることができる。しかし、その場合、持続的に農作物を生産できる範囲内で行う必要がある。森林や果樹の場合、種の選択および一連の施業を適切に行うならば、ある程度の沙漠化土地でも生物生産が可能であると経験的に言われるが、高い生産性が見込める農作物は劣化した土地では育たない。

そして、1996年～2035年の40年間にわたる純便益の合計は、シナリオ1が約1704万元と最も多く、ついでシナリオ3が約1489万元で、そして3番目がシナリオ2で約1338万元となる。また期間を十分に長くすれば、やがてはシナリオ2の純便益が最大になるであろうことが予想できる。

したがって、長期的に見れば、森林、果樹、草地を適切に育成・管理しながら、農作物生産を高めていく努力が必要であると言えよう。事業区のような沙地に因しては、投資できるコストが問題ではあるが、植林可能地であれば、できる限り早く、かつ、できる限り多く、植林をすることが望ましいと考えられる。もちろん、その際、適地適木であることが大前提であることを忘れてはならない。

表5-4 シナリオ1 森林40% 果樹10% 農地30% 農地20%

年次 (西暦年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<投資> 基礎整備 100ha	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
整地・開墾 防護林帯 薪木: 70ha 灌木: 20ha 焼畑・井戸 維持管理	-300	-250	-250	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
<森林> 100ha																				
樟・榎 40ha																				
樟子松 60ha																				
<果樹> 50ha																				
大扁杏 20ha																				
山杏 20ha																				
林檎・梨 10ha																				
<農作物> 150ha																				
蕎麦 20ha	16	32	35	13	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
玉米 50ha				54	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
豆類 80ha	16	92	100	117	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
<草地> 100ha				-20	10	30	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	-268	-176	-185	114	117.1	142.4	167.7	162.9	163.2	173.2	189.1	211.1	236.2	261.5	286.8	312.2	337.5	362.8	388.1	408

表S-4 シナリオ1 森林10% 農地10% 農地30% 農地50%

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
					120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
-11.3	-11.6	-12	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6	105.6
-9.66	-10	-10.4	-10.7	-11.1	-11.5	-11.8	-12.2	-12.5	-12.9	-13.3	-13.6	-14	208.3	208.3	208.3	208.3	208.3	208.3	208.3
145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5	145.5
69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88	69.88
15	17.21	19.43	21.64	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29	23.29
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40年
409.4	410.9	412.4	531.9	533.2	652.8	652.5	652.1	651.7	651.4	651	650.7	650.3	872.6	872.6	872.6	872.6	872.6	872.6	872.6

合計  
17043.04  
(単位:千円)

年次 (西暦年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<投資> 基礎整備 100ha	1996 -300	1997 -250	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
空地・田畑 防護林帯 喬木: 70ha 灌木: 20ha 補植・井戸 維持管理	-300	-250	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
<森林> 200ha					-11	-11.8	-12.5	-13.2	-13.9	-14.6	-15.4	-16.1	-16.8	-17.5	-18.2	-19	-19.7	-20.4	-21.1	-21.8
楊・柳 80ha																				
樟子松 120ha					-7.8	-8.52	-9.24	-9.96	-10.7	-11.4	-12.1	-12.8	-13.6	-14.3	-15	-15.7	-16.4	-17.2	-17.9	-18.6
<農作物> 150ha	16	32	35	13	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
蕎麥 20ha																				
玉米 50ha				54	80	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
豆類 80ha	16	92	100	117	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
<草地> 50ha				-20	10	20	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
年次 純受益	1 -268	2 -176	3 -165	4 114	5 121.2	6 139.7	7 158.3	8 156.8	9 155.4	10 154	11 152.5	12 151.1	13 149.6	14 148.2	15 146.8	16 145.3	17 143.9	18 142.4	19 141	20 139.6

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
						120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
	-22.6	-23.3	-24	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2	211.2
	-19.3	-20	-20.8	-21.5	-22.2	-22.9	-23.6	-24.4	-25.1	-25.8	-26.5	-27.2	-28	416.6	416.6	416.6	416.6	416.6	416.6	416.6
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
138.1	136.7	135.2	369.7	369	488.3	487.6	486.8	486.1	485.4	484.7	484	483.2	927.8	927.8	927.8	927.8	927.8	927.8	927.8	927.8

合計 13380.48  
(単位:千元)

年次 (西暦年)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<投資> 基礎整備 100ha	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
整地・固縛 防護林帯	-300																				
喬木: 70ha 灌木: 20ha 補植・井戸 維持管理		-250	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
<農作物> 蕎麥 50ha	16	32	35	13	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
玉米 100ha				54	80	100	120	140	160	180	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
豆類 100ha	16	92	100	117	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
<草地> 150ha	10	30	50	75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
年次 純増益	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	-268	-176	-165	134	185	225	265	310	355	375	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-50
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
395	395	395	395	395	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515
合計	14890																		
(単位:千円)																			

### 5-3 地域住民サイドからの森林評価

森林の費用便益効果は、短期的に見ればマイナスが続くばかりで、20～30年後になって初めてプラスの便益があらわれる。したがって、すぐに経済的效果を期待するところからは、植林をしようという意志は生まれにくいはずである。そこで、地域住民たちが、森林に関してどのように感じ、また森林をどのように評価しているかを調べておきたい。ここでは、地域住民の視点から見た森林の価値を新しい評価法に基づいて算出していく。

#### (1) 森林に対する親しみ度

「地域住民調査 1999」の中で、「Q 森林に対して親しみを感じますか？」という項目では、「非常に親しみを感じる」という回答が 73.3%、「ある程度親しみを感じる」という回答が、26.7%、その他、「あまり親しみを感じない」「親しみを感じない」という回答は 0%であった。

日本人の場合は、『森林・林業に関する世論調査』（総理府 1996）によると、「非常に親しみを感じる」が 42.1%、「ある程度親しみを感じる」が 48.0%、「あまり親しみを感じない」が 7.1%、そして、「ほとんど親しみを感じない」が 2.5%という回答結果である。

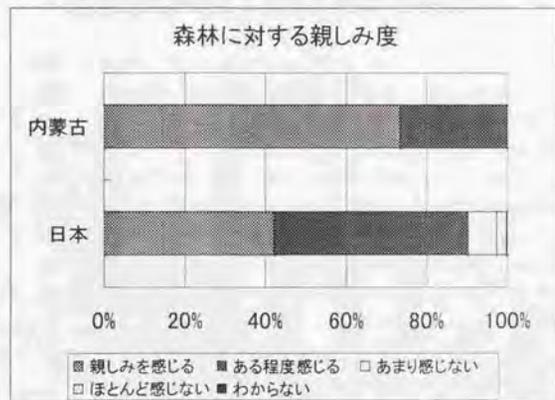


図5-10 森林に対する親しみ度

したがって、庫倫旗・額勒順鎮の地域住民は、日本人と比較すると、森林に対しての親しみをより強く感じていることがわかる。

## (2) 森林公益的機能の評価－結果と考察－

「地域住民調査 1999」の中で、「Q 森林のもつ重要な役割は何だと思えますか？（いくつ選んでもよい。重要度の順に答えて下さい。）」と尋ねた結果は次の通りである。

- |                            |        |
|----------------------------|--------|
| ①風を防ぐ、砂を防ぐ                 | 88.3 % |
| ②水を蓄える                     | 20.0 % |
| ③土を豊かにする                   | 78.3 % |
| ④木材を生産する                   | 41.7 % |
| ⑤動物たちの生育の場となる              | 30.0 % |
| ⑥空気をきれいにする                 | 45.0 % |
| ⑦レクリエーション                  | 8.3 %  |
| ⑧地球の温暖化を防ぐ                 | 15.0 % |
| ⑨その他（人々と家畜の病気を防ぐ、人が長生きできる） |        |

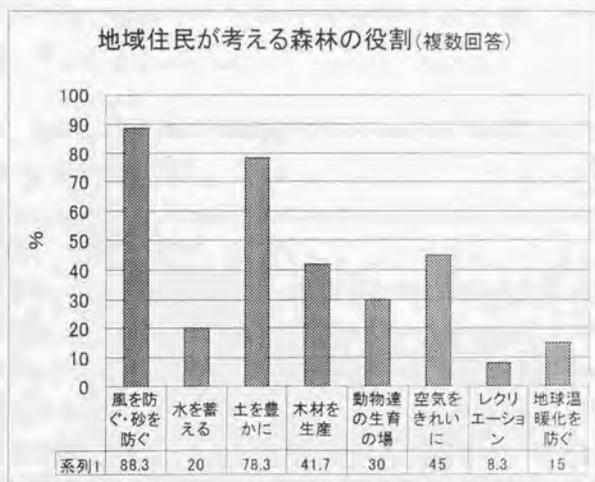


図5-11 地域住民が考える森林の役割

森林のもつ複数の役割について、重要だと思われる順番に回答してもらったため、1番目の回答を10点、2番目を9点、3番目を8点、……、として、総合計して算出したところ、表5-7のような結果を得た。

表5-7 地域住民が考える森林の役割（木材生産を10点とした時）

森林の役割	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
点数評価	507	91	420	204	139	194	23	54	12
対木材生産 (10点)比	24.9	4.5	20.6	10	6.8	9.5	1.1	2.6	0.6

全く同様の方法によって、「次世代調査1998」より、次世代を担う子供たち（当時の額勒順中学校2年生144人全員）が考える「森林の役割」は、表5-8の通りであった。

表5-8 子供たちが考える森林の役割（木材生産を10点とした時）

森林の役割	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
対木材生産 (10点)比	17.2	9.4	13.6	10	9.0	8.1	3.3	3.1	0.9

一方、庫倫旗・額勒順鎮・林業站（ステーション）の站长には以下のような質問を行い、次の回答を得た。

質問Q

森林は、有形・無形において、さまざまな機能を持ちますが、仮に「木材の生産」（直接的な経済効果）の価値評価を10点とすると、ホルチン沙地草原における森林の他の機能の価値はどのくらいの点数（相対評価）だと思いますか？

（例えば、0.1, 0.5, 1, 2, 5, 8, 10, 13, 17, 20, 25, 33, 50, …… , 100点など）

X<sub>1</sub>: 防風・防砂（風を防ぐ、飛砂や移動砂漠を防ぐ）…………… 23点

X <sub>2</sub> : 水を蓄える／土砂崩壊を防ぐ（水土保全）	.....	12 点
X <sub>3</sub> : 土を豊かにする（栄養を高める）	.....	18 点
X <sub>4</sub> : 木材を生産する（直接的な経済効果）	.....	10 点
X <sub>5</sub> : 動物たちの生育の場（生物多様性の保全）	.....	9 点
X <sub>6</sub> : 空気をきれいにする（酸素の供給）	.....	15 点
X <sub>7</sub> : レクリエーション（保健休養）／教育の場	.....	4 点
X <sub>8</sub> : 地球の温暖化を防ぐ（二酸化炭素の固定）	.....	8 点
X <sub>9</sub> : その他	.....	1 点

以上の結果を比較すると、地域住民、地域の子供たち、そして額勒順鎮林業站長の森林の役割に対する考えは、かなり近いことがわかる。

木材生産を 10 点とした時、森林の役割の総合的な点数は

（額勒順鎮林業站長）：（地域住民；家長たち）：（地域の子供たち）

$$= 99.0 \pm \alpha_1 ; 80.6 \pm \alpha_2 ; 74.6 \pm \alpha_3$$

となる。（ $\alpha$  は誤差）

そして、（額勒順鎮林業站長）＞（地域住民；家長たち）＞（地域の子供たち）というように、子供たちよりは大人たち、そして大人の中でも森林と関係の深い人が、木材生産と比べて木材生産以外の公益的機能をより高く評価していることがわかる。さらに森林の役割について詳しく知れば知るほど、別の公益的機能を見出すことになり、総合的な公益的機能はもっと高く評価される可能性は高い。

参考までに、Robert et al. (1997) が『Nature』で発表した北方林の総合的な生態系サービスの値段を見てみると、Raw materials : Total value = 25 : 302 (= 10 : 120.8) となっている。この比率に関しては、額勒順鎮の地域住民たちの考えとかなり近いと言ってよいだろう。

ここでは、地域住民サイドからの森林評価として、站長の意見を最重視し、森林公益的機能の点数  $\Sigma X_i$  :  $X_4$  (木材生産 10 点とした時) = 100 : 10

すなわち、10 : 1 と考えることにしたい。

### (3) 樹木の成長曲線

庫倫旗額勒順鎮の森林は、楊（ポプラ）、柳、樟子松、そして榆などが主であり、防護林帯として最も多く植林されている樹種は白城 41 号楊（ポプラ）である。したがって、地域住民が植林活動などで一番関係が深いのは、ポプラであると思われる。この白城 41 号楊は、青楊（*Populus cathayana* Rehd.）と北京楊（*Populus beijingensis* W.）をかけあわせたもので、比較的乾燥に強く、成長も早い。

そして、地域住民が森林の価値を判断する際、視覚的にインパクトが強い「樹高」が一つの基準になっていると考えてよいだろう。

そこで、まずポプラの樹高成長曲線を求める。S 字型成長曲線の基本型（南野・箕輪 1990）は Mitscherlich 式であるとされる。

樹高の成長は、毎年春にのびる新芽の長さによって決定され、その新芽の伸びは樹高に関係なくほぼ一定である（石田 1990）という。

そこで樹高を  $h$ 、時間を  $t$  とすると

$$dh/dt = a \quad (\text{ただし } a \text{ は常数})$$

である。

ここでもし樹高に上限があるとすると樹高に比例した負の速度の項をを入れて

$$dh/dt = a - kh \quad (\text{ただし } k \text{ は最大成長率に関する常数})$$

となる。これが Mitscherlich の成長式で、簡単に積分でき

$$h = M \{1 - \exp(-kt)\}$$

（ただし  $t=0$  のとき、 $h=0$  とし、 $M$  は  $a/k$  で限界樹高）

となる。このグラフは始めは直線的に勢いよく伸びるが、次第に伸びが小さくなり、ついには頭打ちになる。

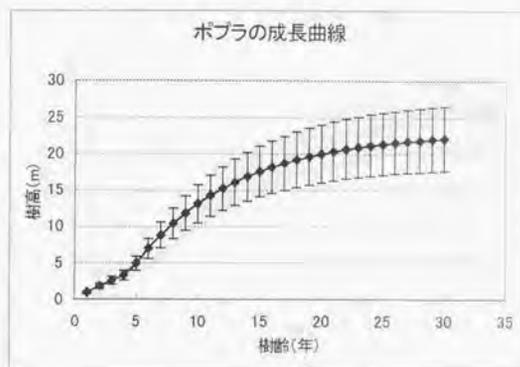
「内蒙古森林」（1989）に記録されている青楊および北京楊のデータ、また現地調査時の目測等を総合的に考慮すると、ポプラの成長曲線は次のようになる。

・ 樹齢 1～4 年まで	$h = 10 \times \{1 - \exp(-0.1 \times t)\}$
・ 樹齢 5 年以上	$h = 23 \times \{1 - \exp\{-0.12 \times (t-3)\}\}$

樹高は、各林木によって高低差があるため、上下誤差 20% を考えて、ポプラの成長曲線を描いたものが、図 5-12 である。

樹齡(年) 樹高(m)

1	0.951626
2	1.812692
3	2.591818
4	3.2968
5	4.907559
6	6.953445
7	8.767982
8	10.37733
9	11.8047
10	13.07066
11	14.19346
12	15.1893
13	16.07253
14	16.85589
15	17.55066
16	18.16687
17	18.7134
18	19.19813
19	19.62804
20	20.00934
21	20.34752
22	20.64746
23	20.91349
24	21.14943
25	21.35869
26	21.54429
27	21.7089
28	21.8549
29	21.98439
30	22.09923
31	22.20109
32	22.29143
33	22.37155
34	22.44262
35	22.50565
36	22.56155
37	22.61113
38	22.6551
39	22.6941
40	22.72869



幼齡林	中齡林	近熟林	成熟林	過熟林
10以下	11~15	16~20	21~30	31以上

図5-12 ポプラの成長曲線 (樹高)

同様にして、沙地植林における人工林として、この地域で最も高く評価されている樟子松の樹高成長曲線は、次のような式で近似できる。ここでは、「内蒙古森林」(1989)のほか、「中国沙地森林生態系統」(1998)を参考にした。

・ 樹齡 1～9 年まで	$h = 8 \times \{1 - \exp(-0.02 \times t)\}$
・ 樹齡 10 年以上	$h = 17 \times [1 - \exp\{-0.05 \times (t - 8)\}]$

したがって、樟子松の成長曲線は、図5-13のようになる。

樹齡(年) 樹高(m)

1	0.158411
2	0.313684
3	0.465884
4	0.615069
5	0.761301
6	0.904637
7	1.045134
8	1.18285
9	1.317838
10	1.617764
11	2.367964
12	3.081577
13	3.760387
14	4.40609
15	5.020302
16	5.604559
17	6.160321
18	6.688979
19	7.191853
20	7.670202
21	8.125222
22	8.55805
23	8.969769
24	9.361408
25	9.733946
26	10.08832
27	10.4254
28	10.74605
29	11.05106
30	11.34119
31	11.61717
32	11.8797
33	12.12942
34	12.36696
35	12.59292
36	12.80785
37	13.01231
38	13.20679
39	13.39178
40	13.56776
41	13.73515
42	13.89438
43	14.04584
44	14.18992
45	14.32697
46	14.45733
47	14.58134
48	14.6993
49	14.81151
50	14.91824
51	15.01977
52	15.11635
53	15.20821
54	15.2956
55	15.37872
56	15.45779
57	15.53301
58	15.60456
59	15.67261
60	15.73735

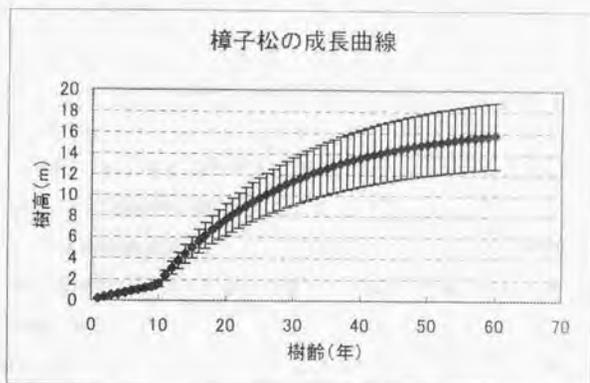


図5-13 樟子松の成長曲線 (樹高)

#### (4) 地域住民の視点から見た森林評価

(2) の結果より、地域住民による森林の公益的機能の評価は、木材生産(W)を10とする時、木材生産を含む森林の公益的機能(P)は100であった。すなわち、 $W:P=1:10$ である。

また5-2より、充分規整林構造をもつポプラ林1ha当たりの木材生産の収益は2640元、樟子松林1ha当たりの木材生産の収益は3472元であった。

ところで、ポプラの人工林の成熟林は21~30年であり、成熟林になるのは樹齢21年の時であり、また樟子松の人工林の成熟林は41~60年であり、成熟林になるのは樹齢41年の時である。

この成熟林になる時が  $W:P=1:10$  と考えてよいだろう。すなわち、樹齢21年のポプラ林1haの公益的機能は26400元であり、樹齢41年の樟子松林1haの公益的機能は34720元となる。

あとは(3)で求めた樹高成長曲線を用いて、地域住民の視点から見た森林の公益的機能の価値は、各樹齢において次のように表現してよいだろう。

$$\text{〈ポプラの場合〉 } Pt = \{h(t)/h(21)\} \times 26400$$

$$\text{〈樟子松の場合〉 } Pt = \{h(t)\} / h(41) \times 34720$$

(ただし、Ptは樹齢t年における森林の公益的機能の価値、h(t)は樹齢t年における樹高である)

すると、ポプラ林20haの充分規整林の公益的機能の評価は

$$\sum Pt = 31 \text{ 万 } 1535 \text{ 元} \quad (\text{ただし、} t \text{ は } 1 \sim 20)$$

樟子松林30haの充分規整林の公益的機能の評価は

$$\sum Pt = 40 \text{ 万 } 1253 \text{ 元} \quad (\text{ただし、} t \text{ は } 1 \sim 30)$$

となる。

地域住民から見たポプラ林および樟子松林の公益的機能評価(1ha当たり)は、図5-14、15のようになる。これは、伐採しない場合である。また、循環経営を実行し、伐採する場合は、図5-16、17のようになる。

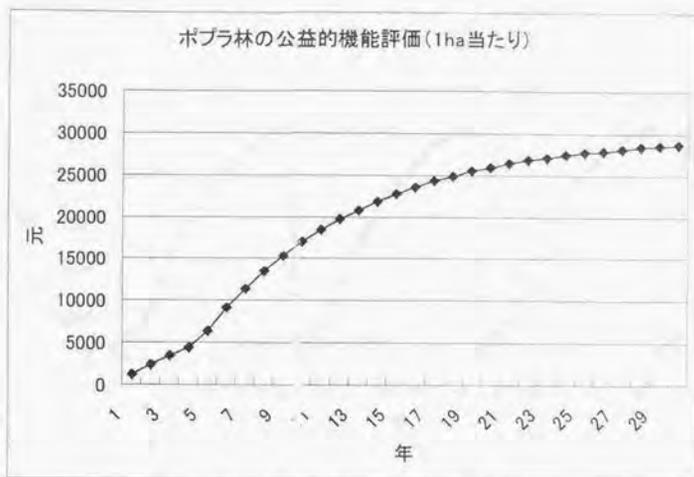


図5-14 ポプラ林の公益的機能の評価(1ha当たり)

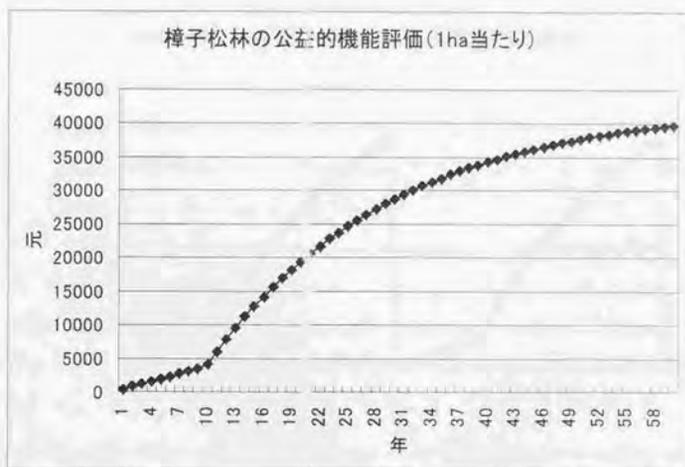


図5-15 樟子松林の公益的機能の評価(1ha当たり)

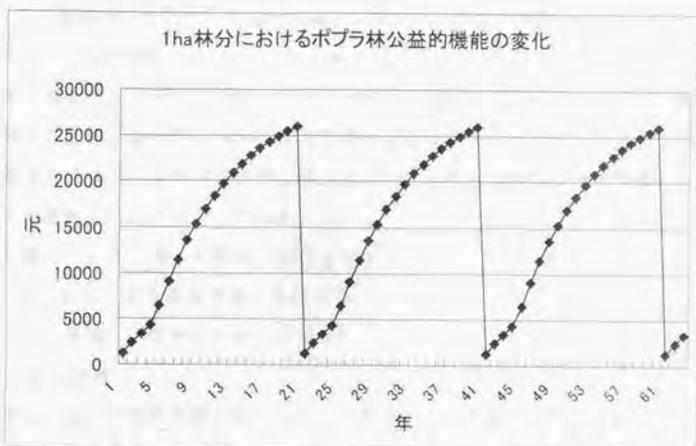


図5-16 1ha林分のポプラ林公益的機能の変化

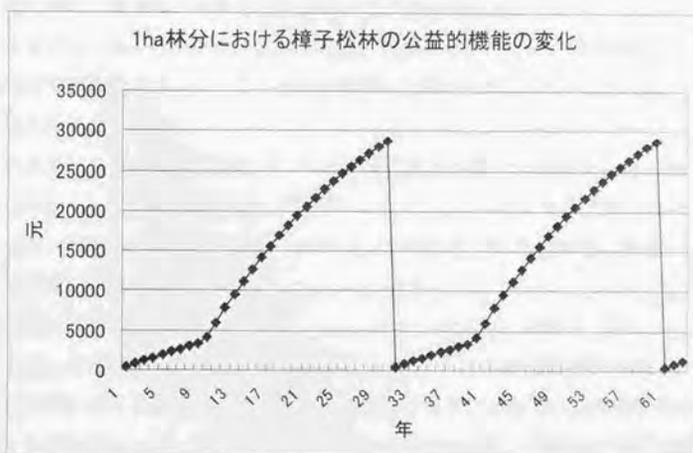


図5-17 1ha林分における樟子松林の公益的機能の変化

#### 5-4 経営サイドから見た森林評価—森林経営段階における—

ここでは森林経営の資本として、森林生産力の評価（平田 1983）についてまとめ、経営サイドから見た時の森林に対する評価を試みたい。ただし、これは沙丘固定や防風・防砂を主目的とする防護林帯を対象としたものではなく、充分規整林あるいはそれに準ずる森林を建設していき、それが森林経営の段階に入ってから森林を評価する方法である。

一般に、経営における資本の評価法には、次の2つの方法があるとされる。

(i) 収益による資本評価（収益価法）

(ii) 費用による資本評価（費用価法）

(i) 収益価法

たとえば、1億円の資本金（stock）があり、それを銀行に預けておくことにする。もし利率  $p$  が2%であれば、その資本金は毎年200万円の収益（flow）を生み出す。この時、 $200$ （万円） $\div 0.02$ （ $= p$ ）によって、その資本金が算出される。

同じ様に、農場はトウモロコシを生み出す源泉であると考えられる。そしてトウモロコシ（flow）の収益が農場（stock）の価値を産出するものと考えて、この農場の年純収益（ $B - C$ ）を一定の利率  $p$  で還元して、 $(B - C) \div p$  をもって資本評価とする。

ホルチン沙地の額勒順鎮のトウモロコシにおいては1ha当たり、約3000円の費用を投入して、約5000円の収益を得ることになる。そこで利率  $p$  を5%とすると、 $(5000 - 3000) \div 0.05 = 40000$  元、すなわち、1haの農場は、資本として4万元と評価されることになる。

(ii) 費用価法

一方、費用価法は（1）の逆の方法で、資本の大きさは資本財（Stock）の建設費用の合計によって定められるというものである。しかし、これだけでは不十分であると言われる。なぜなら、過去の（建設）費用は、資本財の現在価値に対して何らの影響も与えないという意見があるからである。

#### (1) 平田の $uv$ , $uk$ の概念

平田(1983)によれば、面積 $F$ の森林(皆伐・人工林)で、最近の(平均)年伐採面積 $f$ からの(平均)丸太材積が $v$ のとき、 $(F/f)$ を $u$ とかけば、この森林の生産力は、 $uv$ として示されるという。そして林業経営森林の生産力評価、すなわち、森林経営の森林資本評価は $uk$ であるという。 $k$ は $v$ 量を永久に連産するための現在(本年)の費用である。

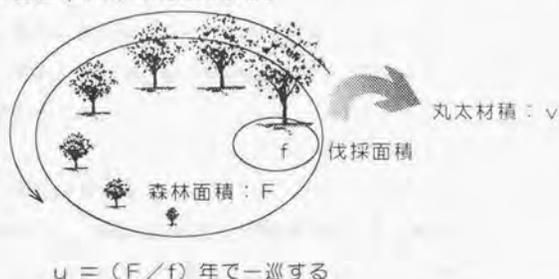


図5-18 平田の $uv$ の説明図

(\*)  $uv$ という概念

平田(1983)による「 $uv$ の説明」の要点をまとめておく。

①  $u$ は、 $(F/f)$ として経験的、もしくは計画的に求められる輪伐期である。部分 $v$ は我々にわかっているものであり、これから推定した森林 $F$ の内容値が $uv$ である、ということになる。

②  $uv$ は森林 $F$ の総地位である。 $u$ 個の各林分は全て平均的に、 $u$ 年という伐採齢で $v \text{ m}^3$ なる材積量を生産することができる、ということであるから、 $u$ は各林分の地位であり、したがって $uv$ は森林 $F$ の総地位に相当する値を示すものである。

③  $uv$ は人工林においては「増殖する蓄積」を示す量、いわば蓄積を動的に表現した量である。単に立木蓄積だけでは生態論的なダイナミクスさえも表現されず、林業的に増殖する蓄積こそ林業経営における蓄積の実体であり、 $uv$ はそれを示す量なのである。ふつうの蓄積のことを Growing Stock と呼ぶが、この字表をそのまま示すものは  $V$ ではなく、 $uv (\equiv V)$ である、と考える。ただし、過

熟の原生・天然林では、蓄積量の増減が目立たないので、ここでは現実蓄積がそのまま  $uv$  に等しいことになる。

④  $uv$  は林業経営（者）の立場においてつかまれた量である。森林所有（者）の立場では現在の立木蓄積  $V$  および林地  $B$  が最大関心事であり、伐出業（者）の立場では年伐量  $v$  が、土地所有（者）の立場では林地  $B$  が最大関心事であるが、これらはそれぞれ部分量であり、全体量  $uv$  に包まれる。

⑤  $uv$  は相当正確につかまえられる森林（人工林） $F$  の木材資源の（計画的な）埋蔵量と考えられる。

#### （\*） $uk$ という概念

平田（1983）は、物量  $uv$  を経済的価値で評価する概念として、 $uk = K$  を説明している。すなわち、 $v$  量を永久に連産するための現在（本年）の費用が  $k$  であるという。

もう少し詳しく見ると、 $k$  とは、(i) 丸太材積で  $v$  となる立木を伐採して市場まで搬出するのに必要な費用  $t$ 、および(ii) その伐採面 ( $f$ ) を造林し、残りの ( $F - f$ ) を撫育するのに必要な費用  $c$ 、さらに生産諸施設諸手段（既設の林道、建物、工作物、重機械、……等）の維持・補修費  $c'$  の和である。

すなわち、 $t + c + c' + \dots = k$

平田は  $uk = K$  として、これを林業経営森林の生産力評価、すなわち、森林経営の森林資本評価と定義している。

#### （2）結果と考察

木材の生産費は、ふつう直接（可変）費と間接（固定）費とに区別され、まず直接費だけを考えると、それは伐出費と育林費の和 ( $t + c$ ) =  $k$ 、ということになる。

5-2より、充分規整林のポプラ林 1ha の場合、 $k$  は 7200 元であるから、20ha に関しては、

$$uk_0 = u(t + c) = 20 \times 7200 \text{ (元)} = 14 \text{ 万 } 4000 \text{ (元)}$$

また充分規整林の樟子松林 1ha の場合、 $k$  は 8340 元であるから、30ha に関し

では、

$$u k_v = u (t + c) = 30 \times 8340 \text{ (元)} = 25 \text{ 万 } 200 \text{ (元)}$$

と評価されることになる。

次に、間接費その他も含めて考えると、5-2より、維持・管理費 $c'$ にあたっては、全体で50000元を計画の中で考えており、1haあたりに換算すると100元の投資になる。ここで、 $t + c + c' = k$  とする。

さらに、環境教育林維持基金のWTPは地域住民の消費者余剰(CS)に相当するものであり、4-6より、CSは1haあたり約30元(1999年)であった。

このCSは、ある意味では、地域住民の「参加意志」を表すものであり、また「未来への投資」あるいは「環境への思いやり(愛情)」を表現するものでもある。具体的には、CSをもって、地域における環境教育セミナーやワークショップを開催し、経営サイドと地域住民サイドの合意形成を図るようにする。すなわち、相互により理解を深めた上で、環境教育林の維持やバイオビレッジの発展に向けて、より建設的な施策を実行していくようにするのである。

すなわち、 $k_2 = CS$ とし、さらに $k = k_1 + k_2$  とすることによって、あくまでも経営サイド主体ではあるが、そこに何らかの形で住民参加という概念も含めて、森林評価を行うことができるものと思われる。これは平田の $u k$ を拡張したものであり、経営サイド主体かつ住民参加型の新しい評価法である。

すると、充分規整林のポプラ林1haの場合

$k = k_1 + k_2 = (7200 + 100) + (30)$ 元であるから、20haに関しては、

$$\begin{aligned} u k &= u (k_1 + k_2) = 20 \times \{(7200 + 100) + (30)\} \\ &= 14 \text{ 万 } 6600 \text{ (元)} \end{aligned}$$

また充分規整林の樟子松林1haの場合

$k = k_1 + k_2 = (8340 + 100) + (30)$ 元であるから、30haに関しては、

$$\begin{aligned} u k &= u (k_1 + k_2) = 30 \times \{(8340 + 100) + (30)\} \\ &= 25 \text{ 万 } 4100 \text{ (元)} \end{aligned}$$

と評価されることになる。

## 第6章 持続可能な発展の構図と可能性

### 6-1 持続可能な発展の構図

#### (1) 持続可能な発展の核

1992年のリオデジャネイロ宣言の中で謳われたように、「持続可能な発展」という概念の中心に位置するのは人間であり、また人間は自然と調和しつつ健康で生産的な生活を営む権利を有するということが確かな事実であろう。すなわち、自然環境における主体的な立場である「核」となるのが人間であるということになる。しかし、ここで人間が傲慢になることは禁物である。核というものは、それ自体だけでは存在できない。つまり、環境との相対的關係(Give and Take Actionの關係)において初めて存在するのであり、また環境において中心的な位置を占めるものが核というものである。

ところで、「持続可能な発展」型の社会(国家)づくりの基礎は、地域レベルにおける環境の回復および保全そして持続的管理にあると言えよう。そして、その地域社会(農村など)を構成する核となるのは家庭であり、さらに家庭的核となるのは人間(家長など)である。さらに人間における核とは何か?心か体かと言え、やはり心であると思われる。心と体は相互作用を及ぼす関係にあるが、

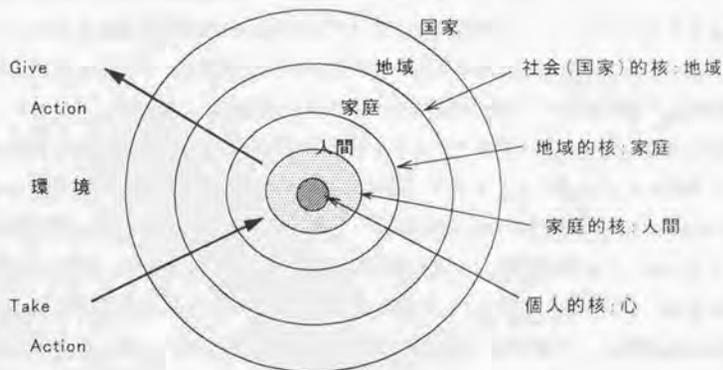


図6-1 重層的な「核-環境」の構造

やはり人間の外的行動は内的な意志が反映された結果であることが多く、心の力  
がより主体であると考えられるからである。

したがって、「持続可能な発展」の構図を考えると、それは重層的・多層的  
な「核-環境」の関係がある(図6-1)のであり、また「持続可能な発展」を  
達成していく上では、私たち一人ひとりが心においてそのための決意をする必要  
があるのである。

## (2)セル型モデル計画

「持続可能な発展」の基本的な理念は、「将来の世代が自らの欲求を充足する  
能力を損なうことなく、今日の世代の欲求を満たすような発展」(Our Common  
Future 1987)であり、またそれは「リオ宣言」や「アジェンダ21」を受けて、我  
が国で作成された環境基本法の中(第3条)にも見い出せるであろう。

要約すれば、「今日の環境問題が、将来の世代にわたる時間的広がり」と地球規  
模という空間的広がりを持ち、人類の存続の基盤である有限な環境を将来の世代  
を含め共有していることを認識し、現在及び将来の世代の人間が恵み豊かな環境  
の恵沢を享受するとともに、これが将来にわたって継承されるようにしなければ  
ならない」ということである(第3条「環境の恵沢の享受と継承等」)。すなわ  
ち、個人レベルの自然との付き合い方からはじまり、家庭レベルおよび地域レ  
ベルにおける持続可能な環境計画を確立していくと同時に、次世代を担う子供たち  
に、知恵・技術などを総合的に含んだ学問・文化を継承させていく必要がある。

幸いにも、ホルチン沙地にある庫倫旗・額勒順鎮では、沙漠化防治および自然  
生態系の回復を図りながら農業を活発化させていく事業が成功しつつある。家庭  
レベルでは「家庭生態経済圏」(4-5参照)であり、ローカルレベルでは「生  
物経済帯」および「環境教育林事業」・「沙漠森林モデル農場」などである。生  
物経済帯は、主要道路の両側に「家庭生態経済圏」を帯状に並べて、ローカルレ  
ベルにおける緑地帯(グリーンベルト)を建設していくことであり、「沙漠森林  
モデル農場」は、「環境教育林事業」とほぼ同様に、樹方格による防護林帯を建  
設し、その中で農作物生産を行っていくアグロフォレストリー事業である。

課題は、地元政府、地域住民、大学・学校、そして NGO など、さまざまな活  
動主体が存在する中で、相互の利害関係を越えて、いかに協力して環境計画を進

めていくかということであろう。そこで、有機的に連結された生命地域を創造していく上で「セル型モデル計画」に基づくバイオペレッジの建設を提案したい。このモデル計画は私自身の全くの独創というわけではなく、地元政府および地域住民そして NGO（日本バイオペレッジ協会）の合意形成のもとで、すでに庫倫旗・額勒順鎮において展開されてきているものに対して、新しい命名を行い、さらに広義の意味を付与したものである。

「セル（細胞）型モデル計画」は、佐藤（1971）が提案した「細胞式造林」を沙漠において、しかも造林・育林技術から緑化事業と農村・地域計画（空間的広がり）へ、さらに環境教育（時間的広がり）へ応用・拡張したものである。

細胞式造林とは、峯筋や尾根筋に、幅およそ 30 ～ 40m の保護樹帯において、内部の造林木を擁護するように仕組む造林法である。植物の細胞で、細胞質や核などの重要な原形質の部分を、丈夫で硬質の細胞膜で保護しているように、脆弱な造林木を丈夫な樹種で擁護するようにするのが、この造林法の狙いであり、また名称の起源であるという。

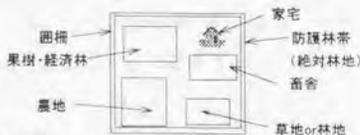
空間的・構造的には、沙漠における緑化事業を展開していくために、まず対象地域を囲むという作業が効果的であり、その周囲に沿って幅 10 ～ 20m の防護林帯を建設していく。この基盤の上で、林地、果樹園、牧草地、畑地などを造成していく。すなわち、生命体の基本単位であるセル（細胞）型モデルに相当する構造の環境を創造していく。そして、その構造体を連結させながら、緑地帯（グリーンベルト）を形成していくのである。ここでは、外部から保護する役割をもつ「細胞壁・細胞膜」に相当するものが「囲柵や防護林帯」であり、「葉緑体」が「森林や農作物」などであり、「リボソーム」が「家畜」などであり、そして「核」にあたるのが「人間（家庭）」である。

さらに生態系の広がりを見ると、同じ形と働きをもつ細胞が集まった「組織」に相当するのが「生物経済帯」であり、いくつかの組織が集まり、共同して一つの働きをするようになる「器官」に該当するのが、「環境教育林事業」や「沙漠森林モデル農場」などと考えられる。さらに上位の存在が「個体」になるわけだが、これが「バイオペレッジ」ということになるだろう。なお、「核-環境」の関係は重層的な構造になっており、「家庭生態経済圏」や「環境教育林事業」は、「バイオペレッジ」の沙漠化防治における「核」と言えるだろう。

そして時間的広がりとしては、細胞がDNAを複製することによって遺伝情報を伝達するように、人間社会においては教育によって、親から子へ、すなわち現在世代から次世代へさらには将来世代へと、思想・知恵・技術等を継承させ、持続可能な発展を実現していくのである。

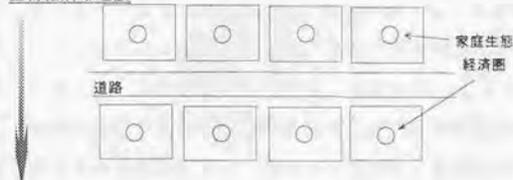
### 家庭生態経済圏

<セル型モデル>

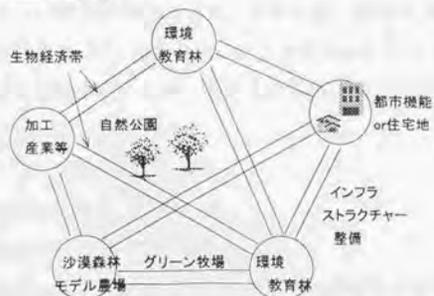


- ① 囲柵により家畜の食害を防止
- ② 防護林帯(防風・防砂)の育成
- ③ 農業生産(農作物、経済林、果樹園、草地、家畜etc)

### 生物経済帯建設



### バイオビレッジ建設



### 細胞の構造

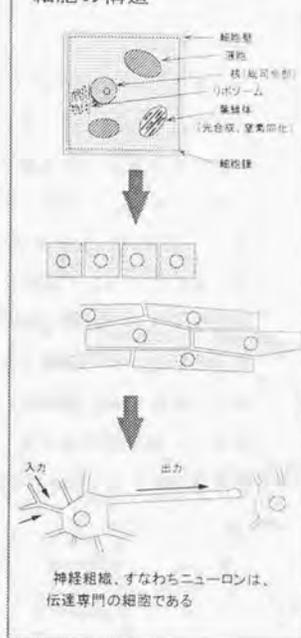


図6-2 「セル型モデル計画」によるバイオビレッジの建設

## 6-2 次世代を担う子供たちの意識—「持続可能な発展」の可能性—

ある地域社会において、次代を担うのは、間違いなく、その地域社会の子供たちである。特に、この環境教育林事業の場合は、500ha事業区の約10%の土地は、環境教育を考慮して地元の中学校（額勒順中学校）が担当してきている。従って、この環境教育林事業の「持続可能な発展」を考える上で、その子供たちの意識と関心は重要な「核」となるであろうし、また、その結果から環境教育の方向性について考察することもできるであろう。

### (1) 調査対象と方法

内蒙古自治区・庫倫旗・額勒順鎮においては額勒順中学校が最高学府であり、この中学校は環境教育林事業区から4kmほどの距離にある。そして、日本バイオビレッジ協会（事業主体）・地元政府・中学校の間で相談し、環境教育を重視して、プロジェクト開始以来、この中学校が事業区の一部を担当してきている。

そこで、この額勒順中学校の2年生全員144人（1998年当時）を対象に、「次世代を担う子供たちの自然環境等に対する意識調査」を実施した。ここでは、子供たちの意識をよりよく理解するために、項目によっては、東京の子供たちの意識との比較も行った。比較対象としたのは、東京都文京区第六中学校2年生全員85人（1999年当時）である。回収率は、前者が100%（回収票144）、後者が97.6%（回収票83）であった。そこで得られたデータを、まずは単純集計し、次にクロス集計を行い比較・検討を行った。なお同違を判断する際には「同等性の検定（ $\chi^2$ 検定）」を用いた。

### (2) 結果

#### ① 環境問題に対する関心

東京では、環境問題全般に対して、内蒙古では地域の環境計画（バイオビレッジおよび環境教育林）を含む環境問題に対する関心について聞いてみた。その結果、東京の子供たちは「非常にある」という回答が8.4%と少なく、「かなりある」(26.5%)や「あまりない」(51.8%)が多かった。また「全然ない」も13.3%に及んでいる。それに対して、内蒙古の子供たちは、「非常にある」という回

答が55.6%と過半数を占め、続いて「かなりある」(34.0%)、「あまりない」(9.7%)という結果であった(図6-3)。同等性の検定では、「両者の関心度の割合は同じ」という帰無仮説が有意水準5%で棄却され、両者に明らかな差が見られた。すなわち、内蒙古の子供たちの方が環境問題に対する関心が強いという結果を得た。

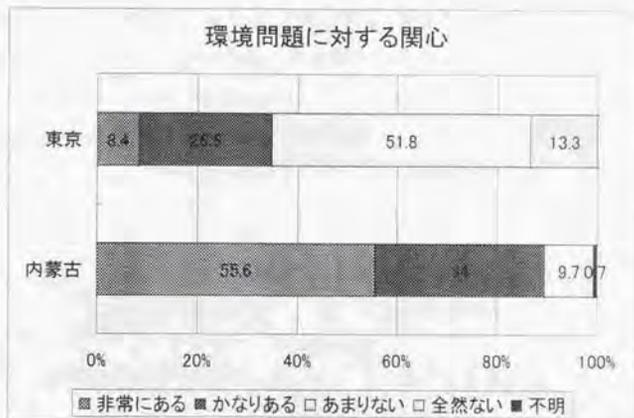


図6-3 環境問題に対する関心

### ②過去の環境認識

鳥旦他拉地域は、昔、緑豊かな森林草原だったことを知っていたかどうかを尋ねた結果、「知っていた」は48.6%、「今回知った」は37.5%、そして「知らない」という回答は13.2%であった。「知っていた人」は5割未満、すなわち、「最近になって初めて知った人」と「知らない人」とを合計すると過半数を越えている。したがって、これまでは、鳥旦他拉が昔は緑豊かであったことを知っていた人は、それほど多くはなく、また今回の環境環境教育林事業を契機に、過去に対する認識が広まったと言える。

### ③森林の公益的機能

森林のもつ重要な役割について、複数回答可で尋ねた結果、東京では、「空気

をきれいにする」(88.0%)が最も多く、以下「動物たちの生育の場」(66.3%)、「水を蓄える」(55.4%)、「風を防ぐ・砂を防ぐ」(44.6%)、「土を豊かにする」(43.4%)、「地球の温暖化を防ぐ」(42.2%)、「土砂崩壊を防ぐ」(42.2%)、そして「木材を生産する」(28.9%)という順になっている。一方、内モンゴでは、「風を防ぐ・砂を防ぐ」という回答が82.6%で最も多く、続いて「土を豊かにする」(76.4%)、以下「木材を生産する」(63.9%)、「動物たちの生育の場」(59.7%)、「空気をきれいにする」(52.8%)、「水を蓄える」(52.1%)、「レクリエーション」(31.3%)となっている(図6-4)。



図6-4 森林の役割に対する認識

#### ④知っている樹木

樹木に関する知識について、知っている樹木名をべて記述してもらった結果、東京では、スギ、イチヨウ、サクラ、マツ、モミジ、ヤナギ、エンジュなど、平均5.86種が挙げられ、内モンゴでは、ポプラ、ヤナギ、マツ、ニレ、クヌギ、アズナギなど、平均3.73種であった。

### ⑤植林活動

植林活動に参加したことがあるかどうかを尋ねた結果、東京では、「はい」(10.8%)、「いいえ」(88.0%)と、参加した人がほとんどいないが、それとは対照的に、内蒙古では、「はい」(93.8%)、「いいえ」(4.2%)と非常に多くの人に参加していることがわかった。また、植林経験者における一人あたりの植林木数は、東京の子供たちが 2.8 本であるのに対し、内蒙古の子供たちは 437.2 本で圧倒的に多かった。

### ⑥沙漠に対する評価

沙漠に対する評価は、東京では「大損害である」(28.9%)、「損害である」(25.3%)、「価値はない」(31.3%)、そして「価値がある」(12.0%)という回答に対して、砂漠化の問題が現実的である内蒙古では「大損害である」(64.6%)、「損害である」(12.5%)、「価値はない」(4.9%)、「価値がある」(16.3%)という回答であった(図6-5)。同等性の検定では、仮説は有意水準 5%で棄却され、両者の間に差があるという結果が出た。

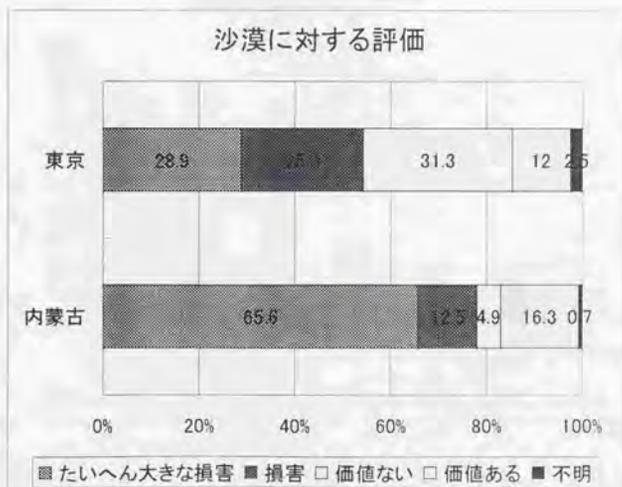


図6-5 沙漠に対する評価

### ⑦ 沙漠化の原因について

沙漠化の原因について、複数回答可で尋ねたところ、「人口が増えて土地を開墾したこと」が 86.8 % で最も多く、続いて「森林をひどく伐採したこと」が 75.7 %、そして「山羊の過放牧」は 73.6 % であった。その次は、パーセンテージが一気に下がり、「雨が少ないこと」が 27.8 %、「風が強いこと」が 20.8 % という自然的要因が挙げられている。そして「政治や制度による影響」が 15.3 %、「戦争や人々の争い」が 12.5 % という回答であった（図 6-6）。

大人たちの認識（「地域住民調査 1999」）は、「山羊の過放牧」91.7 %、「人口増加による土地開墾」63.3 %、「風が強いこと」48.3 %、「雨が少ないこと」36.7 %、「森林の過伐」31.7 %、「政治や制度による影響」6.7 % であったことから、子供たちは、現代における沙漠化の直接的原因のみならず、歴史的あるいは背景的要因にまで意識が及んでいることがわかる。これは学校教育による効果や影響が大きいものと思われる。

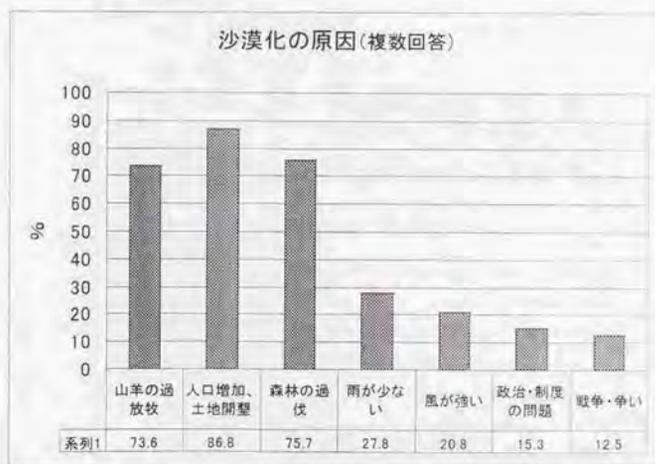


図 6-6 沙漠化の原因について（複数回答）

⑧現在の興味・関心

「現在、最も興味や関心のあることは何ですか？」という質問に関しては、東京では、「スポーツ」が19.3%と最も多く、続いて「特にない」という回答が13.3%もあった。そして「音楽」8.4%、「テレビ」4.8%、「ゲーム」、「遊ぶこと」、「環境問題」がそれぞれ3.6%ずつであった。これに対して、内蒙古では「勉強・知識を学ぶこと」が50.0%であり、「自然環境を緑にすること」が7.6%、「祖国に役立つ人間になる」が6.9%、「自然や社会の変化あるいは発展」、「本を読むこと」が5.6%であった。特徴的なことは、東京の子供達は「特にない」という回答が多かったことであり、また内蒙古の子供達は勉学意欲が強いということである（図6-7）。

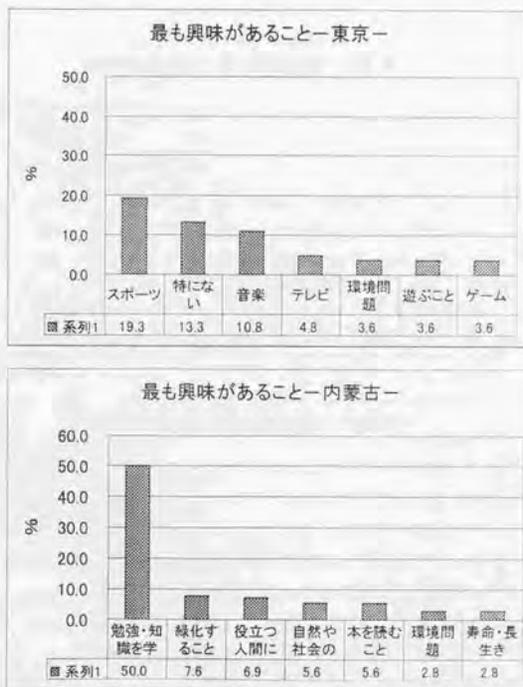


図6-7 最も興味があること—東京（上）と内蒙古（下）—

⑨放課後の過ごし方

「学校から帰った後は、どんなことをしていますか?」という質問に関しても、東京と内蒙古の間では顕著な差が現れた。東京では、「寝る」が25.3%で最も多く、順に以下「ゲーム・TVゲーム」が18.1%、「遊ぶ」が15.7%、「勉強」が13.3%、「手伝い」、「テレビを見る」が12.0%という回答であった。一方、内蒙古では、「家事・手伝い」が54.2%で最も多く、順に以下「家畜の世話」20.1%、「宿題をする」12.5%、「遊ぶ」4.9%という回答であった。つまり、東京の子供達は学校生活等で疲れてしまっているのか、帰宅後に「寝る」時間をとる人が多い。これに対して、内蒙古の子供達は、お昼休みの時間が長いことがあるのかもしれないが、「寝る」という回答は皆無であり、帰宅後には家の手伝いをする人が多い(図6-8)。

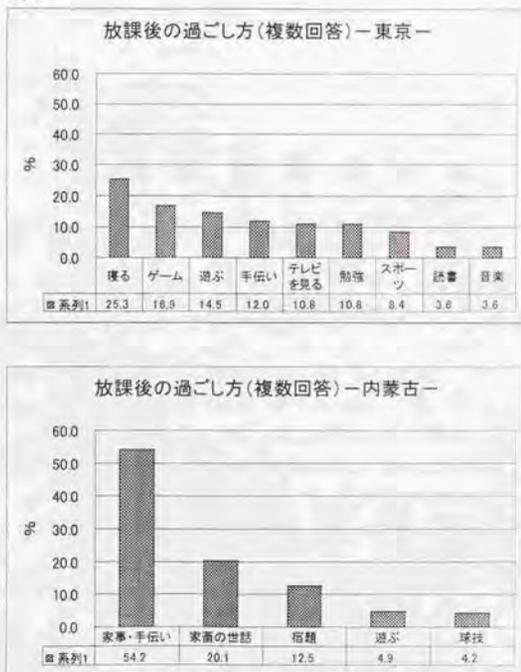


図6-8 放課後の過ごし方－東京(上)と内蒙古(下)－

## ㊸家の手伝い

さらに「家の手伝いとしては、主に何をしていますか?」という質問に関して、東京では「後片づけ・皿洗い」が24.1%で最も多く、次に多かったのが「あまりしていない」という回答で18.1%であった。以下、「風呂掃除」13.3%、「料理・ご飯の準備」12.0%、「買い物」8.4%と続いていく。一方、内蒙古では「家畜の世話」という回答が最も多く54.9%にもなっており、「水汲み」が38.9%、「草刈り」が16.0%、「農業」12.5%、そして「料理・食事の支度」9.7%と続いている。このことから、内蒙古の子供達は、家族における役割もしくは責任が、それを担っているとといった様子が見えてくる(図6-9)。

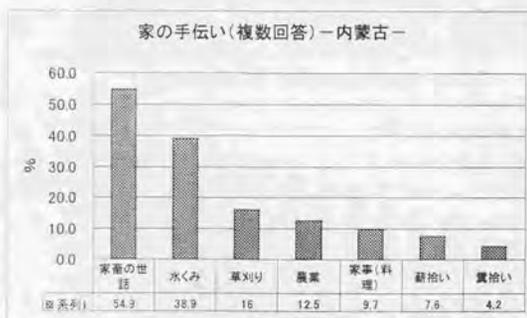
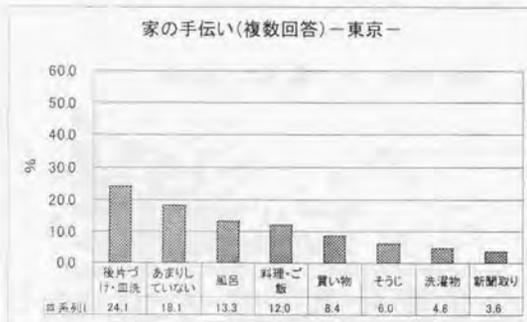


図6-9 家の手伝いー東京(上)と内蒙古(下)ー

## ㊹自然との触れあい

自然の中で、どのような動物・昆虫・植物と接することが多いかを尋ねた結果、東京では、「特にない」「あまりない」という回答が21.7%で目立ち、続いて「鳥類(ハト・カラス・スズメ)」(13.3%)、「アリ」(12.0%)、「植物・草」(12.0%)、「犬」(9.6%)、「カブトムシ」、「ハエ」、「花」、「蚊」(各7.2%)という回答で、一人当たりの平均は1.7種であった。それに対して内蒙古では、「蚊」(32.6%)、「木(ポプラ・ヤナギ・マツなど)」(31.9%)、「犬」(31.9%)、「豚」(27.8%)、「ハエ」(27.1%)、「牛」(27.1%)、「アリ」(25.0%)、「馬」(24.3%)、「スズメ」(22.9%)、「虫」(21.5%)などと接する機会が多いという回答で、一人当たり平均4.9種が挙げられた(図6-10)。

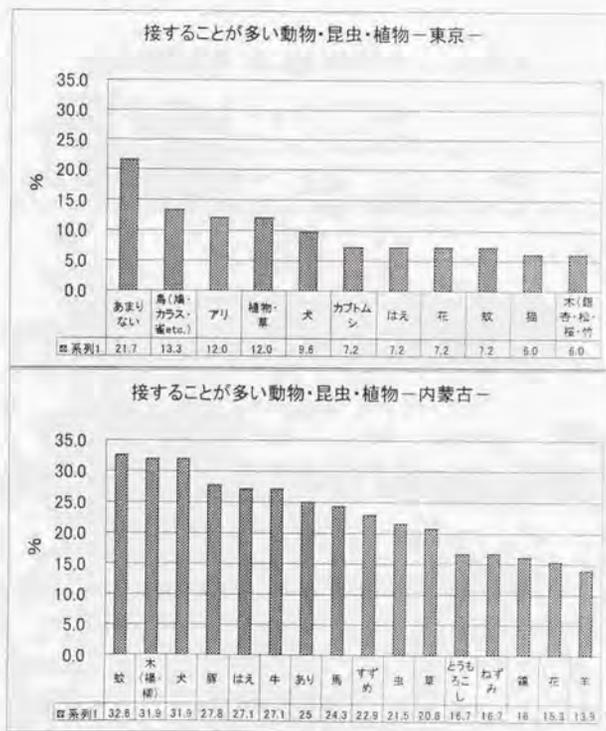


図6-10 接することが多い生物・自然—東京(上)と内蒙古(下)—

### ㊫参加意志

地域主催の植樹祭や環境教育セミナーへ参加したいと思うかどうかを聞いた結果、東京の子供たちは、「あまり思わない」という回答が47.0%で最も多く、「思わない」も25.3%と目立ち、「参加したい気持ちはある」は21.7%、「ぜひ参加したい」は6.0%にとどまっている。一方、内蒙古の子供たちは、「ぜひ参加したい」という回答が74.3%と圧倒的に多く、続いて「参加したい気持ちはある」が22.2%、そして「あまり思わない」は0.7%、「思わない」は2.8%しかいなかった(図6-11)。同等性の検定では、有意水準5%で棄却され、両者に差があるという結果を得た。すなわち、内蒙古の子供たちの方が、地域の植林・環境問題に対する参加の意志が強いという結果を得た。

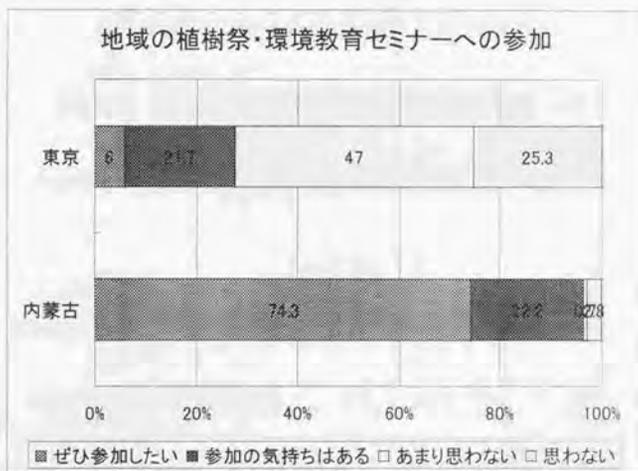


図6-11 地域の植樹祭・環境セミナーへの参加意志

### ㊬自然とのつきあい方

人間が幸福になるための自然とのつきあい方を尋ねた結果、東京では、「自然に従う」(32.5%)、「自然を利用する」(54.2%)、「自然を征服する」(7.2%)という割合になった。一方、内蒙古では、「自然に従う」(22.9%)、「自然を利用

する」(50.7%)、「自然を征服する」(15.3%)という回答を得た(図6-10)。同等性の検定を行うと、仮説は有意水準5%で棄てられない。従って、人間が幸福になるための自然とのつきあい方の考えに関して、東京と内蒙古の子供たちの間に統計的には差はないという結果を得た。

ところが、「国民性の研究」(統計数理研究所 1999)および「地域住民調査 1999」より、日本人および内蒙古・額勒順鎮の大人の考えを調べてみると、両者は全く対照的な結果であった。日本では、人間活動の拡大が環境問題を生み出しているという認識が強く、もつと自然の法則に従うべきであると思われるのに対し、内蒙古では沙漠を治め豊かな生態系を回復する必要があることから自然を征服すべきだと思われるものと考えられる。

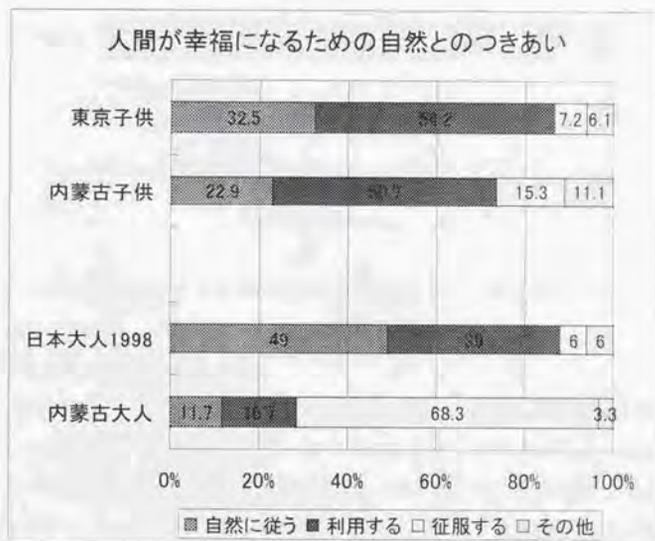


図6-12 人間が幸福になるための自然とのつきあい

㊦「今よりも将来のために努力する」という考え

子供たちの意識面において、「今よりも将来のために努力する」という考えについてどう思うかを尋ねた結果、東京では、「全くそう思う」(27.7%)、「どち

「どちらかというと思う」(38.6%)、「そうは思わない」(14.5%)、「わからない」(13.3%)という回答を得た。それに対して、内蒙古では、「全くそう思う」(77.1%)、「どちらかというと思う」(15.3%)、「そうは思わない」(5.6%)、「わからない」(2.1%)という回答だった(図6-13)。同等性の検定では、仮説は有意水準5%で棄却され、両者の間に差があるという結果を得た。

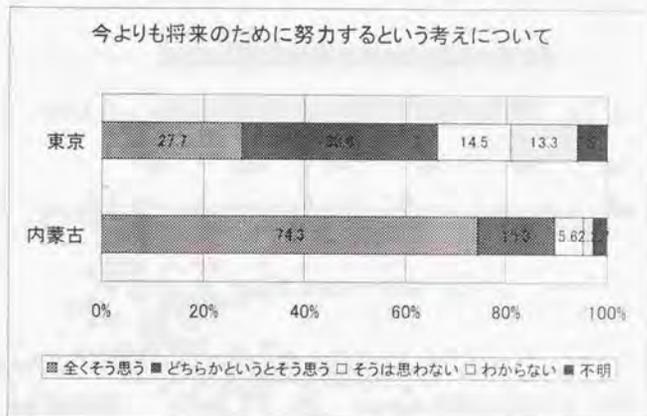


図6-13 今よりも将来のために努力するという考えについて

#### ⑤心の豊かさか物質的豊かさか

心の豊かさやゆとりある生活に重きをおきたいか、まだまだ物質的な面で生活を豊かにすることに重きをおきたいかを尋ねた結果、東京の子供たちは、「心の豊かさやゆとり」(78.3%)・「物質的豊かさ」(16.9%)という意見だった。一方、内蒙古の子供たちは「心の豊かさやゆとり」(78.5%)・「物質的豊かさ」(9.7%)という回答を得た(図6-14)。同等性の検定によると、仮説は有意水準5%で棄却されず、統計的には両者の間に差はないという結果を得た。

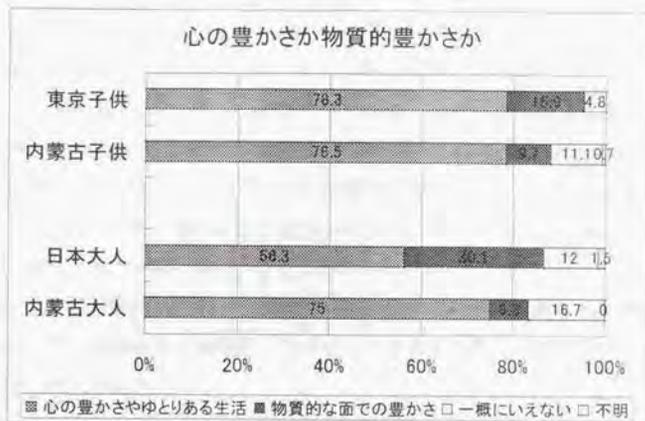


図6-14 心の豊かさか、物質の豊かさか

### (3) 考察

環境教育の準拠すべき枠組みとして、ベオグラード憲章の中で示されている「関心」、「知識」、「態度」、「技能」、「評価能力」、「参加」という6項目(文部省 1991)があり、環境計画の中では、長期的に「循環」「共生」「参加」「国際的取り組み」が必要と言われている。ここでは、「①関心」、「②知識」、「③共生」、「④参加(態度)」、「⑤未来指向性」、「⑥質的發展」という観点から、東京と内蒙古の子供たちを比較し考察しておきたい。これらはまた、「持続可能な発展」の潜在的な可能性の要素とも考えられるだろう。

まず、「①関心」については、「環境問題に関する関心」の項目において、「非常に関心がある」と「かなり関心がある」の合計ポイントを比較してみると、 $R = \{(\text{東京}) : (\text{内蒙古})\} = 34.9 : 89.6 = 1 : 2.57$ となる。

次に「②知識」については、「森林の公益的機能」の総ポイントを見てみると、 $R = 433.9 : 454.8 = 1 : 1.05$ となる。また「知っている樹木」の名前の平均種類は、 $R = 5.9 : 3.7 = 1.59 : 1$ となる。

「③共生」に関しては、「自然との触れあい」の項目で、接する生物種の数を比べてみると、 $R = 1.7 : 4.9 = 1 : 2.88$ となる。ただし、人間が幸福になるため

の自然との付き合い方という観点では、ほぼ同じ意識をもっていた。

「④参加（態度）」に関しては、「地域主催の植樹祭や環境教育セミナーへの参加について」の項目で、「ぜひ参加したい」と「参加したい気持ちはある」の合計ポイントを比較してみると、 $R = 27.7 : 96.5 = 1 : 3.48$ となる。

「⑤未来指向」については、「今よりも将来のために努力するという考えについて」の項目で、「そう思う」と「どちらかと言うとそう思う」の合計ポイントに着目すると、 $R = 66.3 : 92.4 = 1 : 1.39$ となる。

そして、「⑥質的發展」については、「心の豊かさか物質的な豊かさか」という項目で、「心の豊かさ」を回答したポイントで見ると、 $R = 78.3 : 78.5 = 1 : 1$ ということになる。

これらをまとめると図6-15のようになり、「知識」に関しては東京の子供たちの方が多岐にわたる面もあるが、「関心」、「参加（態度）」、「共生」、「未来指向性」の特徴に関しては、内モンゴルの子供たちの方が東京の子供たちよりもかなり強いと言える。したがって、子供たちの意識と関心を見る中で、額勒順鎮における環境教育林事業の「持続可能な発展」の可能性は潜在的にはかなり高いと言えることができるであろう。重要なことは、科学的知識ならびに伝統的に培ってきた知恵や技術を教授していくことであり、また適切な指導ができるリーダーの存在ということになるであろう。

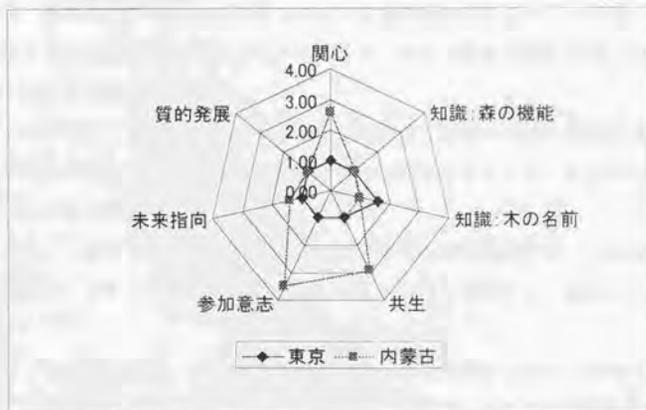


図6-15 「持続可能な発展」の潜在的可能性の要素の比較

## 第7章 総合的考察および応用化への展望

### 7-1 沙漠化問題に関する総合的考察

#### (1) 沙漠化の直接的要因

ホルチン地域の沙漠化に関する一般的な認識は次のようなものになるであろう。第2章で見てきたように、ホルチン地域は、中国北方地区においては比較的恵まれた自然環境条件を有する。もともとは樹木の多い草原地帯であったが、脆弱な生態環境であるため、ある衝撃が加えられると、生態環境の表面が損傷されてしまう可能性が大きい場所でもある。しかも、森林草原のすぐ下には沙質の厚い層が存在しており、一度、生態系が破壊されると、そこから沙地が出現してくる。

気候条件として、降雨は年間を通して350～450mmほどで、それが夏季(6月～8月)に集中しており、特に春季には強風が吹くため、それらの自然的要因によって沙地は拡大していく。そして、それがひどい場合には移動沙丘・流動沙丘が形成され、沙漠による被害が増大していくようになる。

このような沙漠化現象の引き金となり、さらに沙漠化を促進させてきたのが、さまざまな人為的活動である。すなわち、歴史を通しての戦争、過度の土地開墾および農地の拡大、そして森林の破壊などである。

しかし、歴史の変遷の中で、過去の遊牧・放牧時代などのように、環境への負荷が小さくなると、沙漠化は停止するどころか、むしろ森林草原が自然と回復するという現象も生じていた。

そして現代においては、人口増加に伴う土地開墾、過度の放牧、過度の森林伐採および薪炭採取、そして道路・鉱工業地帯の建設などによって、沙漠化が急激に進行してきたと言える。

したがって、沙漠化は、自然的要因と人為的要因の相乗効果によって引き起こされてきたが、主に人為的要因によってもたらされたと考えてよいであろう。

しかし、第3章の結果、これらの直接的要因の量的問題だけでは、沙漠化の拡大現象を単純には説明できないことがわかった。つまり、ホルチン地域において

現代の沙漠化の最大原因と考えられている「山羊の放牧」を禁止したからと言って、必ずしも沙漠化を停止できるとは限らなかった。ただ一つ明確に言えるであろうことは、防護林帯をメインとする森林建設によって、沙漠化をストップさせ、また逆転させることが可能であるということである。そして、沙漠化を逆転をさせるための森林率 $x$ の一つの目安基準は、

$$y = -1.8848x + 26.793 = 0 \quad (\text{図} 3-9-10) \text{より} \quad x = 14.2$$

すなわち、森林率が約 14～15%ということになる。

そして、森林率の高い地域は土地も豊かであると考えられ、森林率と人口密度は弱いながらも正の相関があった。また人口密度と耕地率は強い正の相関があるため、森林率と耕地率も正の相関があるという結果が出ている。

もちろん、相関関係は因果関係とは異なり、沙漠化の原因をより明確にしていく上では、数量的問題よりも本質的問題を重視しなければなるまい。すなわち、沙漠化の直接的要因と考えられる「過度の土地開墾」「家畜の過放牧」「森林の過伐」などの背景要因あるいは根本原因を考察し、それに対応する政策や計画が必要になる。

## (2) 沙漠化の背景要因

2-3でも触れたように、ホルチン地域において沙漠化が最も急速に進行した時期は、1950年代末から80年代初めであると考えられている。すなわち、1958年からの大躍進、1960年からの自然災害対策、そして1966年～75年までの文化大革命の時期である。

当時は中国政府の指令によって、穀物生産が最優先され、森林伐採や草地開墾が全国で徹底的に行われた。また毎年の農業生産あるいは穀物収穫量を最大化させ、経済を拡大・成長させることが大きな目標になっていた。

また哲里木盟における放牧家畜頭数に関しては、図3-2からわかるように、1960年代の半ば以降には綿羊が急激に増加していき、1980年代以降は山羊が急増している。「地域住民調査1999」の聞き取り調査によると、1960年代半ばに綿羊の品種改良がなされ、山羊よりも高値で売ることができ、大きな利潤をあげる

ことができるようになったという。また 1980 年代以降は、家畜財産の私有化が許可され、農牧民の労働意欲が向上すると同時に、家畜頭数全体が急増した。特に 80 年代後半以降は、カシミア製品が高く売れるようになり、その原料である山羊の頭数が急激に増加していった。すなわち、家畜の過放牧の背景には、やはり経済至上主義的な考えがあったと考えられる。

また「地域住民調査 1999」の聞き取り調査の際にわかったことだが、額勒順鎮では、中国森林法の成立（1984 年）以前は、森林伐採および薪炭採取は、無許可で自由奔放に行われていたという。また植林をしたとしても、その場所は保護されていない上に、家畜の放牧が自由に行われたため、苗木あるいは幼齢林の段階で多くが食害に遭い、成長できた樹木は非常に少なかったという。ところが、森林法成立後は、森林の伐採が非常に厳しくなり、きちんとした手続きが必要になった。例えば烏旦他拉ガチャの森林であれば、額勒順鎮政府を通じて庫倫旗林業局の許可を得て、そこで初めて、伐採が可能になったという。また 1990 年前後から、「開墾および防護林帯」の建設という政策もとられるようになり、土地の保護も実施されるようになった。

烏雲女史へのインタビュー調査（資料参照）でも、沙漠化の原因として「過度の森林伐採」「家畜の増加・過放牧」「土地質のよい所ばかりを求めての自由開墾」などが指摘されており、その背後に、経済・生産に対する過大な欲望といった意識の問題があったであろうことが推測される。

すなわち、環境劣化・沙漠化の背景要因を追求すると、どうしても政治・経済・社会・制度・人間の意識や責任などといった問題が浮上してくることになる。また別の視点——すなわち「エゴ (ego)」と「エコ (eco)」の二つの側面（箕輪 1989、カブラ 1995）——で見ると、「土地開墾」も「過放牧」も、そして「森林過伐」も、生態環境の維持や保全といった「エコ・アクション」は軽視され、生産の増大および量的な拡大をめざす「エゴ・アクション」が激しく実行された結果であると言ってよいであろう。「エゴ」は自己中心的かつ非環境的思考であり、「エコ」は全体的なバランスを重視して環境を意識する思考のことである。つまり、「エコ・アクション」よりも「エゴ・アクション」が優先された結果、草原の退化が進み沙漠化が拡大したと言える。「エコ」か「エゴ」かといった問題は、本質的には、人間行動の動機に相当する意識や心の問題であると言える。

生態環境（エコ）よりも経済優先（エゴ）という意識から、自然資源略奪型の行動がとられ、その影響によって環境劣化および沙漠化が拡大し、その結果として、貧困の危機に直面するといった悪循環をもたらすことになったのである。

また歴史を通じた戦争や土地所有権をめぐる問題に関しては、人間対人間の関係において、共生関係よりも対立・競争関係あるいは公共意識よりも独占欲といった、やはり「エゴ・アクション」による影響が大きかったものと考えられる。

人間－自然・環境との関係、あるいは人間－人間関係における「ギブ アンド テイク アクション（Give and Take Action）」の関係で言えば、人間の行動が「テイク」（受けること・奪うこと）ばかりに偏り、「ギブ」（授けること・与えること）を怠ってきた結果として、環境劣化・沙漠化が進行してしまったと言えるだろう。

なお家庭生態経済圏のように、個人所有化によって各自がある土地に対して責任をもつようになり、与えれば返ってくるということを認識できれば、より自主的な動機が強くなり、沙漠化防治も成功できる可能性が高くなっていくことも確かである。

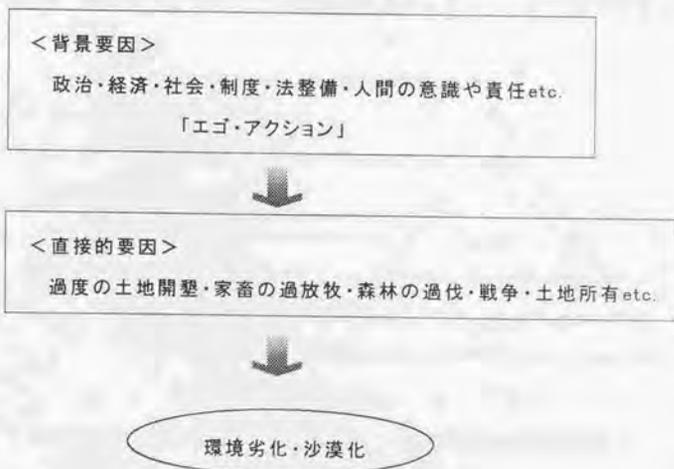


図7-1 環境劣化・沙漠化の直接的要因および背景要因

## 7-2 沙漠化地域における持続可能な発展

### (1) 合自然性(生態)を重視した計画

ホルチン地域では、人為的な過度の経済活動(「エゴ・アクション」)の影響を弱めれば沙漠化の進行は徐々に小さまり、場所によっては自己回復も可能である。ところで、より積極的に沙漠化を防止し逆転させていくためには、自然に対する人間の責任によって、沙漠化の原因要素を取り除き、自然生態系回復のための条件を整えていく活動(「エコ・アクション」)が必要である。

その一つの有効な方法が、囲欄および防護林帯による土地の保護と管理である。この建設によって沙地は封鎖され、自然生態系はある程度回復していくのである。そこに森林や果樹もしくは草地をつくりながら、農作物生産も可能な耕地へと回復させていくのである。もちろん、大前提として、地域社会における「平和」や「法整備」は必要不可欠であり、政府と地域住民あるいは「民・官・学」の協力関係も重要であることは言うまでもない。

つまり、「エゴ」から「エコ」へと重点を移動し、両者の調和的關係を基礎とした環境にやさしい発展をめざすべきである。すなわち、持続可能な発展を目標とすれば、合自然性を重視した地域計画を実行していくべきであると思われる。

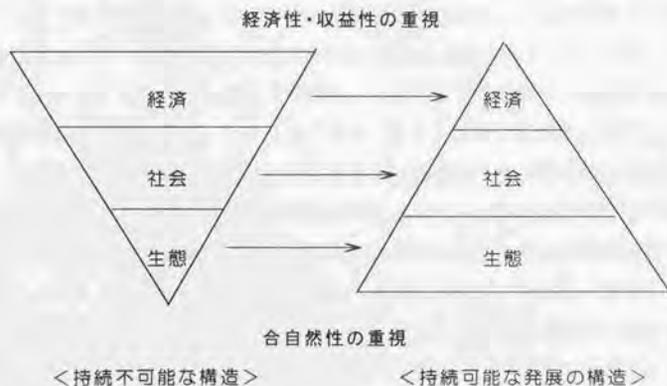


図7-2 「持続可能な発展」のための三角構造

自自然性（生態）を重視した計画とは、かつて蘭部（1940）が述べたように、森林科学の立場では、まず「絶対的林地」を設定するところから始めるべきであろう。「絶対的林地」とは、「到底農業を営み能はず、又は営むべきにあらず、林業のみに充てられるべき土地」をいい、「相対的林地」とは「農業にも使用し得、且つ農業に使用して差し支えない土地ではあるが、現に林地として存在する土地」をいう。ここでは防護林帯が、絶対的林地に相当すると考えられる。

防護林帯は、絶対的価値を有する防風・防砂林であると同時に沙漠のオアシス林であり、また生態環境および農地を保護するバックボーンとも言えるだろう。7-1でも触れたように、防護林帯をメインとする森林の割合は最低14～15%は必要である。「エゴ・アクション」であった「森林の過伐」の代わりに、植林、育林、そして持続可能な森林管理を実行していく。これは、まさに「エコ・アクション」の代表であると言える。

さらに、森林および草原の比率の増加が推奨される。林牧用地を拡大していく他に、牧畜業の発展の見地から考えると、管理放牧あるいは飼育制度を採用する必要があると思われる。囲柵および防護林帯によって、放牧可能面積が縮小してきている中で、利用可能な草原に対する家畜圧力は増加していく。そこで農地もさることながら、適切な人工牧草と飼料基地をつくり、自然草原の不足を補っていくことも必要である。傾斜が緩やかな半固定沙丘もしくは固定沙丘であれば、封沙育草によりある程度の植生を回復させることもできる。ここでは、「エゴ・アクション」であった家畜の「過放牧」の代わりに、家畜の「適切な管理」および「草地の管理・保護」といった「エコ・アクション」を実行していく。

そして、沙漠化地域において自然生態系の回復および持続可能な発展をめざす時、環境の諸条件が次第に遷移する地域において、各土地の特徴に適する形で、農・林・牧畜業を有機的に結びつけた土地利用計画を立てることが重要である。

以上をまとめると、まず「環境劣化・沙漠化の原因」を正しく認識して、それらを完全に排除くと同時に、「自然生態系回復」のための適切な措置を見つけた上で、持続可能な発展を実現する「意思決定」を下していくことになる。すなわち、絶対林地の設定を基礎として、農業・林業・牧畜業をバランスよく展開していくのである。そして、さらに時間・空間を拡大させて、地域レベルにおける持続可能な発展の達成をめざしていくことになる（図7-3）。

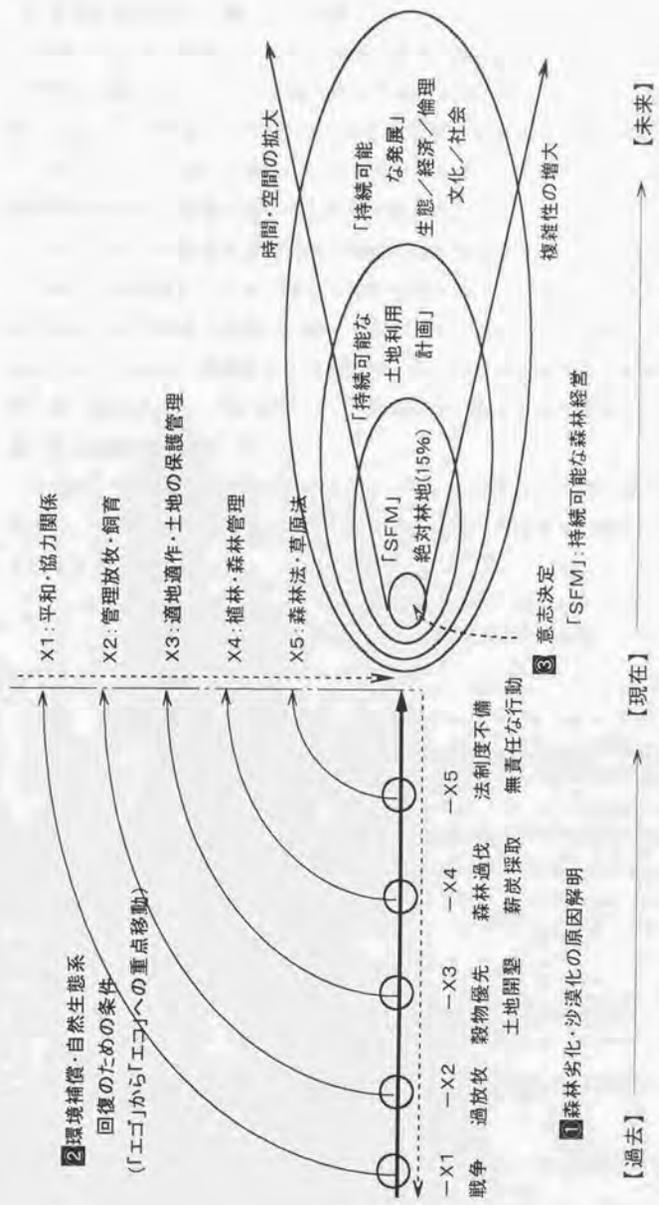


図7-3 持続可能な発展に向けての環境計画

## (2) 費用便益分析と「持続可能な発展」

先程、ホルチン沙地における「持続可能な発展」を実現していくためには、合自然性（生態）を重視した計画が必要であると述べた。しかし、「持続可能な発展」の基本的理念は、「将来の世代が自らの欲求を充足する能力を損なうことなく、今日の世代の欲求を満たすような発展」をいうのであり、現在世代における経済便益も非常に重要であることに違いはない。

プロジェクトの影響が及ぶ期間が長期である場合、そのプロジェクト評価に際しては、非常に低い、ないしはゼロの割引率を用いるべきだという主張や提案がなされることがあり（植田 1996）、5-2のシミュレーションでは、割引率0%を用いた。しかし、地域住民の立場では、やはりできる限り早く経済的効果も期待したいであろうし、同じ額であった場合には、数十年後の利益よりも今年の利益の方を選択するであろう。

そこで、5-2で考えたのシナリオ1, 2, 3において、割引率5%の場合を考えて、現在純価値を計算し、各シナリオを比較してみると、図7-4（表7-1）のようになる。



図7-4 割引率5%時の各シナリオの現在純価値の比較

すなわち、割引率5%とした場合、6年次（2001年）～15年次（2010年）ま

表7-1 各シナリオにおける割引率0%（左），5%（右）の現在純価値

年次	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3	割引率5% 割引係数	年次	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3
1	-268	-268	-268	1.215506	1	-325.756	-325.756	-325.756
2	-176	-176	-176	1.157625	2	-203.742	-203.742	-203.742
3	-165	-165	-165	1.1025	3	-181.913	-181.913	-181.913
4	114	114	134	1.05	4	119.7	119.7	140.7
5	117.13	121.16	185	1	5	117.13	121.16	185
6	142.39	139.72	225	0.952381	6	135.6095	133.0667	214.2857
7	167.66	158.28	265	0.907029	7	152.0726	143.5646	240.3628
8	162.92	156.84	310	0.863838	8	140.7364	135.4843	267.7897
9	163.18	155.4	355	0.822702	9	134.2486	127.848	292.0594
10	173.19	153.96	375	0.783526	10	135.6989	120.6317	293.8223
11	189.08	152.52	395	0.746215	11	141.0944	113.8128	294.7551
12	211.11	151.08	395	0.710681	12	150.0319	107.3697	280.7191
13	236.23	149.64	395	0.676839	13	159.8898	101.2822	267.3515
14	261.54	148.2	395	0.644609	14	168.591	95.53104	254.6205
15	286.84	146.76	395	0.613913	15	176.0949	90.09791	242.4957
16	312.15	145.32	395	0.584679	16	182.5076	84.96559	230.9483
17	337.45	143.88	395	0.556837	17	187.9048	80.11777	219.9508
18	362.77	142.44	395	0.530321	18	192.3847	75.53897	209.4769
19	388.07	141	395	0.505068	19	196.0017	71.21458	199.5018
20	407.95	139.56	395	0.481017	20	196.2309	67.13075	190.0018
21	409.44	138.12	395	0.458112	21	187.5692	63.27436	180.9541
22	410.93	136.68	395	0.436297	22	179.2874	59.63303	172.3372
23	412.43	135.24	395	0.415521	23	171.3732	56.19501	164.1307
24	531.88	369.72	395	0.395734	24	210.483	146.3108	156.3149
25	533.17	369	395	0.376889	25	200.9462	139.0722	148.8713
26	652.81	488.28	515	0.358942	26	234.3212	175.2644	184.8553
27	652.45	487.56	515	0.34185	27	223.0399	166.6723	176.0527
28	652.09	486.84	515	0.325571	28	212.3018	158.5011	167.6692
29	651.73	486.12	515	0.310068	29	202.0806	150.7302	159.685
30	651.37	485.4	515	0.295303	30	192.3514	143.34	152.0809
31	651.01	484.68	515	0.281241	31	183.0905	136.3118	144.839
32	650.65	483.96	515	0.267848	32	174.2755	129.6279	137.9419
33	650.29	483.24	515	0.255094	33	165.8848	123.2714	131.3732
34	872.59	927.84	515	0.242946	34	211.9925	225.4153	125.1174
35	872.59	927.84	515	0.231377	35	201.8976	214.6813	119.1594
36	872.59	927.84	515	0.220359	36	192.2835	204.4583	113.4851
37	872.59	927.84	515	0.209866	37	183.1271	194.7222	108.0811
38	872.59	927.84	515	0.199873	38	174.4068	185.4497	102.9344
39	872.59	927.84	515	0.190355	39	166.1017	176.6188	98.03272
40年	872.59	927.84	515	0.18129	40年	158.1921	168.2084	93.3645
合計	17043.04	13380.48	14890		合計	5799.524	4094.865	6149.711

での 10 年間を見ると、農作物を多くつくるシナリオ 3 の場合が、最も大きな利益を享受できることがわかる。この時期では顕著な差が生じており、次にシナリオ 1 が続き、最も利益が少ないのがシナリオ 2 である。

40 年期間全体における現在純価値の合計に関しては、シナリオ 1 が 5799.52 (千元)、森林を多くするシナリオ 2 が 4094.86 (千元)、そして農作物を多くするシナリオ 3 が 6149.71 (千元) となる。したがって、費用便益分析によって、この結果を判断すると、農作物を多くするシナリオ 3 が経済的に最大の利益をあげることができることになる。

森林の場合は、経済便益が生まれるまでに、植林してから 20 ~ 30 年は時間がかかる。したがって、もし地域住民が近視眼的な見方しかせず、次世代が享受できるであろう便益のことを無視してしまえば、あるいは、森林の木材生産以外の公益的機能を認識していないならば、できる限り農地面積を拡大することを選択することになるだろう。

建国以前の 1940 年頃 (旧満州国の時代)、農民の造林に対する観念は、消極的なものであった (松江 1941) という。例えば、「苗木の配給を受けて造林を行う場合、もし各戸毎に配給されて成長後その収益が各個人のものとなるなら喜んで植えるであろう」。「林業は利益があることは判っているが収益をあげるまでは長い年月を要するからなかなか一般に理解せしめ得ない」。「燃料としての野草類は充分であるから特に造林する必要を認めない」などの報告がある。

もしこのような意識であれば、環境教育林事業の今後の計画において、合自然性 (生態) を重視した計画は不可能となってしまいうだろう。

しかし、今日の庫倫旗・額勒順鎮では、5-3 で見てきたように、地域住民は木材生産以外の森林の公益的機能をかなり理解していると言える。特に農地を保護し、土地を豊かにするためにも森林は重要であると認識している。「地域住民調査 1999」のよると、木材生産 10 点に対して、「風を防ぐ・砂を防ぐ」に 24.9 点、「土を豊かな意する」を 20.6 点という高い評価を与えている。また実際に植林に対する態度も非常に積極的である。したがって、この地域においては、自主的な住民参加型の森林建設も十分に可能であり、合自然性を重視した「持続可能な発展」を実現できる可能性は高いと言える。

### (3)環境教育の方向性

「持続可能な発展」を実現していくためには、各人が環境に関心を持ち、自然に対する人間の責任と役割を理解し、環境保全活動に参加する態度及び環境問題解決に資する能力が育成されることが重要である。このため、子供たちから大人まで、学校、家庭、地域、野外活動の場などにおいて相互の連携を図りつつ、環境の回復および管理に関する教育及び主体的な学習を総合的に推進していくべきであろう。

その際、自然のシステム、人間の活動が環境に及ぼす影響、人間と環境の関わり方、その歴史・文化など幅広い分野において深い理解が得られるようにすると同時に、知識の伝達だけでなく、自然に対する感性や環境を大切に思う心を育てることを重視していく必要がある。特に、次世代を担う子どもに対しては、人間と環境の関わりについての理解を深めるための教育を実施していくことが重要であろう。また沙漠化の防治および生態系の回復に関しては、沙漠化の原因および経緯、人間活動と沙漠化の相互関係、生態系回復のための知恵と技術、そして社会・経済的視点を含めた総合的な対策について把握できるようにする必要がある。

内蒙古・庫倫旗・額勒順鎮の住民たちは、植林活動を熱心に行ってきており、また沙漠化防治に対する参加意志や未来指向性が強いのも確かである。しかし、過去の歴史や環境に対する認識はそれほど深くはなく、また実際は今日・明日あるいは近未来の生活のことで頭が一杯であるという人々が少なくない。

一方、6-2で見てきたように、額勒順鎮の子供たちは、環境問題に対する関心が高く、勉学に対する意欲や積極的に参加しようとする態度も強く、また自然との触れあいも多い。したがって、「持続可能な発展」の潜在的な可能性は非常に高いと思われる。しかし、過去の環境に対する認識はそれほどではなかった。また森林の役割において、「空気をきれいにする」・「地球温暖化を防ぐ」という回答が少ないことから、光合成の仕組みやグローバルな環境問題に対する認識は今一步ということになるだろう。

したがって、まず人間と環境の関わりについて、過去を正しく認識することと

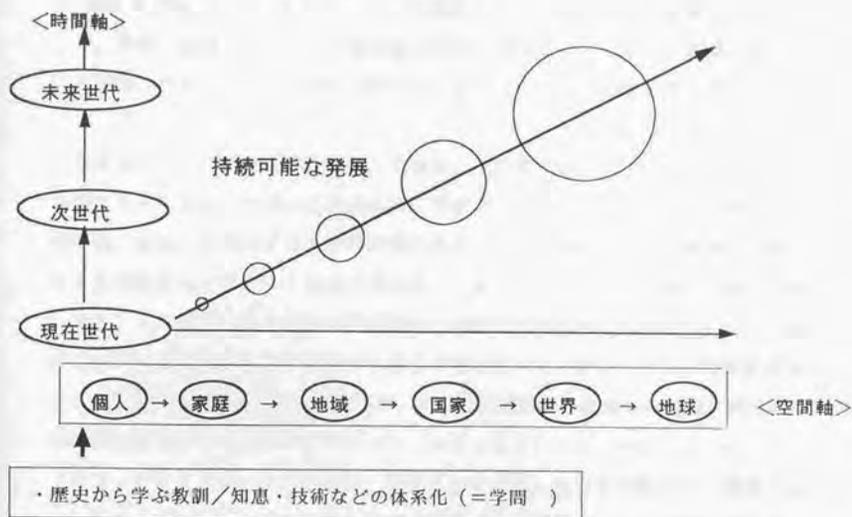
歴史から教訓を学ぶようにすることを重視すべきであると思われる。環境劣化・沙漠化のプロセスを反面教師として、また環境回復の成功例はそのままその長所を学ぶことができるだろう。その教訓より学び得る知恵と技術を体系化し、一つの教科書とすることが考えられる。

次に、日々触れ合う自然や環境の真価を理解することが重要であるが、そのためには、それらを十分に把握できる知性や感性を、認識主体である人間が備えておくことが必要である。Education (=教育) とは、もともと「引き出す」という意味であり、したがって、教育とは本来もって生まれた天賦の性質(本性)を開花させるという意味もあるものと考えられる。他者をアイデンティファイするためにも、自己のアンデンティティの確立が必要であり、環境教育の中にはアイデンティティの確立も含めるべきであると思われる。

そして、幅広い視野と長期的視点から見つめられる目を養うために、空間的にも時間的にも関係性の意識(倫理意識)を拡大させていくことが、環境教育の重要な方向であると言える。一つは、子供の成長段階にしたがって、個人から家庭へ、家庭から地域へ、地域から国家へ、そして国家から世界あるいは地球へといった倫理意識の拡大である。中国には古くから儒教の教えがあるが、「正心・修身・整家・治国・平天下」(宇野 1983) という思想が再評価されるべきであると思われる。もう一つは、世代間の公正の問題と関わるが、現在世代から次世代へ、さらには未来世代へといった時間的な意識の広がりである。次世代あるいは未来世代の環境や社会は、まちがいなく現在世代の選択によってその影響を受ける。そこで、「持続可能な発展」を達成しようとするならば、「未来世代に対する責任」「未来世代に対する義務」というものが生じてくるのは必然的なことと思われる。

長期的な展望としては、環境基本計画で謳われている「循環」「共生」「参加」「国際的取り組み」のうち前3つものがキーワードになると思われる。すなわち、①環境への負荷の少ない循環を基調とする経済システムの実現(捨てずに循環)、②自然と人間との共生の確保(生き物と分かち合う共生)、③公平な役割分担の下でのすべての主体の参加の実現(自ら汗かく参加)である。この地域の場合、②と③はすでにある段階まで進んでおり、最大の課題は①ということになるだろう。

環境教育の理念—持続可能な発展をめざして—



- ・教育 = Education (引き出すこと) : アイデンティティーの確立 → 自然・環境の真価を把握
- ・空間的な広がり (環境倫理意識の拡大) : 正心・修身・齐家・(地域管理)・治国・平天下
- ・時間的な広がり (未来世代に対する責任) : 現在世代 → 次世代 → 未来世代

図7-5 環境教育の方向性

### 7-3 むすび

#### (1) 結論

本論文では、中国内モンゴルホルチン沙地における「環境教育林事業」を事例として、沙漠化地域において、持続可能な発展を実現していくための環境計画について考察してきた。今回の研究で明らかになったことは次の通りである。

①中国東北部に位置するホルチン地域は、中国北方地区では比較的恵まれた自然環境条件を備え、かつては樹木の多い草原が広がっていた。しかし、脆弱な生態環境、強風・少雨などの自然的要因に加えて、長い歴史にわたる戦争、農耕中心の土地開墾などによって沙漠化が進行してきた。そして現代（建国以降）においては、人口増加に伴う過度の農地開墾、過度の森林伐採・薪炭採取、そして過度の放牧によって、さらに急激に沙漠化地域が拡大してきた。これらの背景要因としては、政治的政策、経済優先政策、そして法制度の不備などの問題が存在し、その共通点として「エゴ・アクション」があったということが言える。そして、「エゴ・アクション」の力を弱め、環境保全を重視した適切な措置——囲柵による土地の保護や防護林帯の建設など——（「エコ・アクション」）を実行すると、沙漠化はストップし、場所によっては、沙漠化の逆転も起こり、森林草原が自動的に回復する地域である。このことは、自然環境の特性から、歴史的経緯の事実から、そして今回は特に環境教育林事業を通じて実証的に証明された。

② 環境教育林事業の評価に関しては次の通りである。

生態（環境）的側面では、沙漠化は防止され、自然植生もかなり回復してきた。例えば、5m×5mの6プロットにおける植生調査によると、強度沙漠化土地においては *Agriophyllum squarrosum*（沙米）が急増して沙地を固定し、軽度沙漠化土地においては土壌が豊かであることを示す指標植物が増加していた。また草本植物総数は増加してきており、野生生物に関しても、カササギやネズミが増加し、皆無であったウサギの生息も確認されるまでになった。

経済的側面では、ある程度の農作物生産が可能となり、経済純便益も増加してきている。事業における1996年～1999年の費用便益分析ではマイナスになるが、

数年後には大きくプラスに転化されることが予想される。また事業による間接的な効果として、隣接住民の経済状況を調べた結果、この3年間でかなり水準が上がっていることが明らかになった。

そして社会的側面では、地域住民の事業に対する評価は非常に高いことが明らかになった。すなわち、地域の受容性の側面においても成功していると言える。その評価の理由としては、「沙漠化を防止した」「緑が回復した」「作物が豊かに実った」などが挙げられており、事業の目標をほぼ達成してきていると言える。住民参加に関しては、地域住民による植林活動や家庭生態経済圏（家族森林農場）への取り組みも積極的であり、今後の事業の「持続可能な発展」の可能性も高いと考えられる。

さらにCVM（仮想評価法）を適用して環境教育林事業を評価した。その結果、地域住民の「環境教育の育成かつバイオレッジの建設のための基金」への支払意思額（WTP）の総額は、1999年において、直接的効用を享受する世帯に関しては5278元、直接・間接的効用を享受する世帯の合計金額は15876元と算出され、地元では高く評価されていることが明らかになった。

したがって、生態的側面、経済的側面、そして社会的側面からも、この事業は成功してきていると言え、さらに今後の持続可能な発展の可能性もかなり高いと言える。

③環境教育林事業の持続的計画において、森林および果樹地の建設の際には、森林経営の伝統的な思想を応用した「持続可能な循環経営」が有効であることを明らかにした。またその計画に基づいて、いくつかのシナリオを想定し、1996年～2035年の40年期間におけるシミュレーションを行った結果、もし事業を実行しなかった場合は、沙漠化地域が拡大してその被害額が徐々に増加していくことが予想された。そして、森林・果樹・農地・草地のバランスを考えたシナリオ1、できる限り森林面積を大きくするシナリオ2、そしてできる限り農耕地面積を大きくするシナリオ3を考えた場合、短期的に見れば、シナリオ3が経済的に最も利益を上げることができる。しかし、40年間にわたる純便益の合計は、シナリオ1が最も多く、ついでシナリオ3、そして3番目がシナリオ2となる。そして期間を十分に長くとれば、やがてはシナリオ2の純便益が最大になり、つい

でシナリオ1, 最低はシナリオ3ということになる。

したがって、長期的視野で考えて、森林、果樹、草地を適切に育成・管理しながら、農作物生産を高めていく努力をするのが最も賢明な選択であると考えられる。この実行可能性に関しては、地域住民の植林活動への参加態度および森林の公益的機能の評価の観点から考察して、十分に可能であると考えられる。

② 沙漠化地域における持続可能な発展を実現していく上で、その基本的構図の一つになると思われる「セル（細胞）型モデル計画」を考案した。このモデル計画は全くの独創ではなく、地元政府および地域住民そして NGO（日本バイオビレッジ協会）の合意形成のもとで、すでに庫倫旗・額勒順鎮において展開されてきているものに対して、新しい命名を行い、さらに広義の意味を付与したものである。「セル（細胞）型モデル計画」は、「細胞式造林」（佐藤 1971）を沙漠において、しかも造林・育林技術から緑化事業と地域・農村計画（空間的広がり）へ、さらには環境教育（時間的広がり）へと拡張・応用したものである。

空間的・構造的には、沙漠における緑化事業を展開していくために、まず対象地域を囲むという作業が効果的であり、その周囲に沿って幅 10 ~ 20m の防護林帯を建設していく。その基盤の上で、林地、果樹園、牧草地、畑地などを造成していく。すなわち、生命体の基本単位であるセル（細胞）型モデルに相当する構造の環境を創造していく。そして、その構造体を連結させながら、グリーンベルトを形成していくのである。ここでは、外部から保護する役割をもつ「細胞壁・細胞膜」に相当するものが「囲柵や防護林帯」であり、「葉緑体」が「森林や農作物」などであり、そして「核」にあたるのが「人間（家庭）」である。また「核-環境」の関係は重層的な構造になっており、「環境教育林」は地域レベル（バイオビレッジ）の沙漠化防治事業の核にもなる。

一方、時間的な広がりにおいては、環境教育を通じて次世代を担う子供たちの意識を高め、沙漠化防治の知恵や技術を継承させていくのである。

なお、次世代を担う子供たちの意識調査の結果、「関心」、「参加（態度）」、「共生」、「協力」、「未来指向性」、「質的発展」などの特徴に関して、比較的強い意欲をもっていることがわかった。したがって、額勒順鎮における環境教育林事業の「持続可能な発展」の可能性は潜在的にはかなり高いと言えることができる。

また科学的研究および計画的サイドと地域住民サイドの両者の統合を図るためにも、できる限り地域住民の視点を重視して考察した点は次の通りである。

#### ① 沙漠化の原因についての考察

「沙漠化の形成要因」の割合については、これまで科学者の研究的見地からの分析はあったが、地域住民の認識における分析はほとんどなかった。そこで、面接調査（「地域住民調査 1999」）の結果をもとに、点数を付けて沙漠化要因の割合を新しく算出した。その結果は、次の通りであった。

	<科学研究>	<地域住民>
1.過度の土地開墾	45 %	33.4 %
2.家畜の過放牧	29 %	46.5 %
3.過度の森林伐採	20 %	16.2 %

この「科学的研究の解析」と「地域住民の認識」のギャップの理由に関して、地域住民の回答は、経験に基づくところが大きく、主として最近の20年～30年程度に限られるものと思われる。つまり、1970年頃までに過度の土地開墾や森林の過伐によって沙漠化した土地はすでに認識の対象外になり、「家畜の過放牧」に多くの回答が集まったためと考えられる。

#### ② 住民参加型の新しい森林評価法の確立

地域住民による森林の公益的機能評価については、額勒順鎮・林業站長へのインタビューや面接調査（「地域住民調査 1999」）結果をもとに、森林が有する各公益的機能を点数化し、対木材生産比を算出した。木材生産を10点とした時、森林の役割の総合的な点数は

（額勒順鎮林業站長）：（地域住民；家長たち）：（地域の子供たち）

=  $99.0 \pm \alpha_1$  :  $80.6 \pm \alpha_2$  :  $74.6 \pm \alpha_3$

となった。（ $\alpha$ は誤差）

また、地域住民による森林評価において、視覚的にインパクトが強い「樹高」を一つの基準とし、樹高の成長とともに、森林の公益的機能が上昇するように認識されるという仮定のもとで、地域住民の視点から森林の公益的機能の評価する新しい方法を考案した。

さらに、経営サイドからの森林評価法である「平田の $uk$ （林業経営森林の生産力評価、林業経営の森林資本評価）」という概念の $k$ の部分に、住民参加を意味すると考えられる「支払意志額（WTP）」すなわち「消費者余剰（CS）」を組み入れた新しい評価法を考案した。ここで、 $u$ は輪伐期であり、 $k$ は $v$ 量を永久に連産するための本年の費用である。

すなわち、木材の生産費において、まず直接費だけを考えると、それは伐出費と植林・保育費の和 $(t+c)=k$ 、ということになり、次に間接費である維持・管理費 $c^*$ を含めて考え、 $(t+c+c^*)=k$ とする。ここで、さらに $k_0 = CS$ （：地域住民の支払意志額 WTP）を組み込む。

つまり、 $uk = u(k_0 + k_1)$  とすることによって、あくまでも経営サイド主体ではあるが、そこに何らかの形で住民参加という概念も含めて、森林評価を行うことができるようになる。

## (2) 研究の課題および応用化への展望

4-2でも述べたように、「持続可能な発展」の基準と指標に関する概念は、「自然条件」を重視したもの、「世代間の公平性」を扱ったもの、そして「社会的正義・生活質」など高次な内容を取り入れたもの等、さまざまなものがあるが、ある地域における「持続可能な発展」を論ずる際には、その地域の条件や性質によるところが大きい。さらに、その計画の目標をどこに置くかによってかなり違うものになってしまう。また目に見える量的な指標はある程度正確に測ることができるが、目に見えない質的な指標に関しては、その表現の仕方が非常に難しく、その方法によっては異なる結果も生じてしまう。

ここでは、生態的側面では「自然生態系の回復（土地状況）」・「生物多様性（植物の種類）」、経済的側面では「農業生産」・「年間純収入」、そして社会的側面では「地域社会の受容性」・「住民参加」・「環境教育」などを取り扱ってきたが、その他にも取り入れるべき基準と指標があるだろうと思われる。また各論で考えると、もっと専門的な指標および測定方法があることは確かであろう。例えば、生態的側面においては、土壌の指標（ $C/N$ 比など）、塩類集積に関する指標があるであろうし、さらに生物多様性に関しても、遺伝子種、そして生態系のレベルなどさまざまな対象が考えられる。また、生態・経済・社会的な指標は、非

常に複雑なシステムの中で相互に関連している部分もあるはずだが、その関係性についてはまだ明らかにされていないのが実状である。

したがって、総合的なバランスという観点を持ちながら、生態・経済・社会的側面の各専門的な内容も取り入れ、さらにそれぞれの関係性などが加味された基準・指標が開発されれば、「持続可能な発展」をより客観的に判断できるものと思われる。この基準・指標は、その地域性を熟慮した上で、つねに新しく考案されることが必要であると同時に、時空を超越して適用できる基準・指標を開発することが要請される。これは、今後の研究の重要な課題の一つであろう。

また環境教育林事業に関しては、25年間（1996～2020年）の期間ということを考えても、まだ始まったばかりである。これまでは順調に進んでいたとしても、いつ何が起こるか全くわからない。そこで、継続的かつ長期的な調査を行い、より実証的な見地からの評価を続けていくことも今後の課題の一つであろう。

さらに環境教育林事業をベースとしてバイオペレჯづくりをめざす際には、持続可能な森林管理を基本としながら、持続可能な土地利用計画を確立し、さらには、さまざまな産業を含む複雑な社会システムを考慮する必要がある。つまり、地域における持続可能な発展を論じようとするれば、政治、経済、文化、生態、教育などを総合的に含んだ計画が要請される。そこで、バイオペレჯを含む農村計画を考える場合は、佐藤（1998）が指摘するように、キーワードはやはり「融合」であり、「農村計画学が実際の計画づくりに役立つとともに、他方、計画づくりという実践を通して獲得された情報・知識を農村計画学へと抽象化すること」は、今後の重要な課題であると思われる。

また応用化への展望については、環境教育林事業（あるいは「セル型モデル計画」）の方法が、ホルチン沙地内における別の場所、そしてホルチン沙地以外における荒廃地・沙漠化土地において応用できるかどうかということがある。約5万km<sup>2</sup>にわたって広がっているホルチン沙地においては、多少の差はあるが、気温、降水量、風などの気候条件は、ほぼ同じであると言える。また地域住民の人間性や持っている能力、さらには社会経済状況に関してもほぼ同様である。しかし、地質および土壌の性質や現在の様子、地表水・地下水の有無、その他の環境条件によっては、農地、牧草地、森林に適する場所、そして造林困難地など、さ

さまざまな場所がある。したがって、時機と場所をよく考慮して、防護林帯（防風林・防砂林、耕地保護林）、用材林、薪炭林、水源林、そして風致林など、さまざまな森林建設を行う必要があると思われる。ただし、基盤整備（囲柵と防護林帯の建設）を行い、適切な措置を実行すれば、沙漠化防治と自然生態系の回復はある程度可能であろう。このホルチン地域はもともと樹木の多い草原であったこともあり、植林した苗木の活着率も50～70%と、沙漠においては高いからである。実際、環境教育林事業以外に、庫倫旗には既に3つの森林農場がつけられてきており（事業主体：沙漠植林ボランティア協会）、最近では、家庭レベルの家庭生態経済圏も急激に増加してきている。

他の地域における荒地・沙漠化土地においては、もちろん臨機応変な措置が必要であろうが、「セル型モデル計画」が生命地域を回復していく上で、共通して応用できる可能性もあると考えられる。これも今後の研究の課題であろう。

また図1-3は、今回のプロジェクト研究における7段階プロセスであるが、まず重要なことは「対象地域の現状認識」であった。現在をよく知るためには「地域住民との接点づくり」が必要であり、歴史的・社会的な背景とともに「地域の問題」を把握する必要がある。その現状認識を十分に行った上で、本質と思われる問題点を絞り込み、その本質的な問題を克服する戦略を考案し実行していく。すなわち、「地域の環境劣化の原因」を解明し、その諸原因をすべて取り除き、さらには逆の経路をたどることを念頭に置きながら、回復のためのプロセスを実行し、「持続可能な発展」に向けて有効な経営計画を立てるようにする。

その際に、生態的側面、経済的側面、そして社会的側面という3側面におけるバランスを配慮するということは、いろいろな機会に応用できるものと思われる。

また自然生態系の回復を考える際には、植物地理学的な潜在的な植生を知ることが重要なことである。もともと沙漠である場所に、森林や草原などの自然生態を建設することは、ほとんど不可能に近い。また万が一できるとしても非常に大がかりな設備や多額の投資が必要であろう。そこで、重要なことは場所の選択の意志決定である。すなわち、人為的要因によって土地荒廃化あるいは沙漠化した土地を対象として、まずはその土地の回復を図り、その上で「持続可能な発展」をめざしたプロジェクトを実行していくべきであろう。その際、樹木が多かった場所であれば森林建設をメインとするプロジェクトが有効であるに違いない。も

ちろんその地域性に合った樹種を選ぶ必要があるのは言うまでもない。要するに、各地域性に見合った形で、「エコ・アクション」による事業を展開していくことが重要であるということになろう。

なお「持続可能な計画」において、循環思想を導入することは、非常に有効な方法であると思われる。ある地域を考える時、その空間は有限であり、さまざまな資源や生物生産も、もちろん有限である。その一つの閉鎖系において、永続的な運動を展開しようとするれば、円環運動もしくは循環運動が有効である。そこで、循環型の経営をしていくならば、理論的には持続可能な経営が実行できることになる。その際、把握すべきことは生物の成長期間および1サイクルの期間である。森林の場合、人工林の同齢林経営システムであれば輪伐期が、天然林などの異齢林であれば回帰年が、一つの重要なサイクル期間となる。最もシンプルな構造は5章でも扱ったが、これの応用モデルは、いろいろな計画において役立つものと思われる。

また住民参加型の新しい森林評価法は、さらに改善あるいは発展できる余地も残っているが、いろいろな機会にさまざまな地域で応用できるものと思われる。

## 謝 辞

本論文を作成するにあたり、常日頃から懇切なご指導と適切なご助言を賜った専攻指導教官の箕輪光博教授（森林経理学研究室）に深く感謝申し上げるとともに、非常に貴重なアドバイスをいただいた副専攻指導教官の佐藤洋平教授（農地環境工学研究室）をはじめ、八木久義教授（造林学研究室）、白石則彦助教授（森林経理学研究室）、井上真助教授（林政学研究室）、廣嶋卓也助手（森林経理学研究室）等に厚く御礼申し上げる次第である。

中国ホルチン沙地の5回にわたる現地調査においては、特に日本バイオビレッジ協会会長の長濱直氏をはじめ、阿古達木氏・斯琴さん（通訳）たちに、非常に多くの面でご協力を賜った。また沙漠植林協力隊に参加する形でホルチン沙地を2回訪問し、その時の農林業指導などでは、沙漠植林ボランティア協会会長の菊地豊氏、塔木扎布氏にたいへんお世話になった。そして庫倫旗の農林業全般や動植物関係においては、庫倫旗林業局・高級工程師の楊占原氏から非常に多くのご教示を賜った。さらに哲里木盟政協副主席・庫倫一中名誉校長の烏雲（日本名：立花珠美）女史はじめ、地元の政府関係者、学校関係者、そして地域住民の方々に多岐にわたりさまざまな面でご協力をいただいた。ここに心より御礼申し上げる次第である。

最後に、「持続可能な森林経営」を中心テーマに、「持続可能な発展」をめざして、お互いに激励し合いながら同じ時間と空間を共有してきたすべての学生たちに対しても心より感謝申し上げる次第である。

## 引用文献

- 包福舜主編 (1993) 庫倫概覽. 182pp, 天馬函書有限公司.
- Barbier, E.B. (1998) *The Economic of Environment and Development*. p.1-21, Edward Elgar.
- カブラ, F. (1995) 新ターニングポイント (吉福・田中・上野・管訳). 330pp, 工作舎.
- 地球環境法研究会編 (1999) 地球環境条約集—第3版—. P.203-226, 中央法規.
- 地球・人間環境フォーラム (1999a) 森林の保全と持続可能な管理のあり方に関する調査報告書.
- 地球・人間環境フォーラム (1999b) 平成10年度砂漠化防止対策推進支援調査業務報告書.
- Conctanza, R. · d'Arge, R. · Groot, R. · Farber, S. · Grasso, M. · Hannon, B. · Limburg, K. · Naeem, S. · O'Neill, R. · Paruelo, J. · Raskin, R. · Suttor, P. · Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* VOL.387, 15 MAY 1997.
- Davis, L.S. · Johnson, K.N. (1987) *Forest Management*. 790pp, McGraw-Hill, Inc..
- デイビス L.S. · ジョンソン K.N. (1994) 森林経営学 (上・下) (野村勇訳). 739pp, 日本林業調査会.
- FAO (1997) *State of the World's Forests* / 国際食糧農業協会誌 (1998) 世界森林白書 1997. 230pp, 国際食糧農業協会.
- FAO (1982) *Forestry in China*. 野村勇監修 (1988) 中国の森林資源と林業. 298pp, 農村文化社.
- 高耀山・魏紹成編 (1994) 中国科爾沁草地. 520pp, 吉林科学技術出版社.
- 平田種男 (1983) 林業経営原論—現代林学講義1—. 158pp, 地球社.
- 胡孟春 (1994) 東部半湿潤与半乾燥過渡带沙地的活化和治理. 中国土地沙質荒漠化157-179, 科学出版社.
- 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p.89-103, 日本地理学会.
- 今川俊明 (1996) 宇宙から見た中国東部の砂漠化. 土壤の物理性第74号p.29-37, 土壤物理研究会.

- 井上由扶 (1974) 森林経理学. 298pp, 地球社.
- 石田正次 (1990) 森林の形成. 計量生物学・行動計量学p.151-159, 放送大学教育振興会.
- 岩永雅也・大塚雄作・高橋一男 (1996) 社会調査の基礎. 245pp, 日本放送出版協会.
- 門村浩 (1988) 砂漠化研究の系譜と課題. 地理学評論p.205-228, 日本地理学会.
- 門村浩 (1991) 地理学とその周辺分野における砂漠化研究の流れ. 環境変動と地球砂漠化 p.23-51, 朝倉書店.
- 国際林業協力研究会 (1996) 持続可能な森林経営に向けて—日本と世界の取り組み—. 454pp, 日本林業調査会.
- 河野通博 (1986) 中国における砂漠化の現況と防治策. 国際農林業協力, p.53-67, Vol.9, No3.
- 久米均・飯塚悦功 (1987) シリーズ入門統計的方法2・回帰分析. 242pp, 岩波書店.
- 栗山浩一 (1997) 公共事業と環境の価値—CVMガイドブック—. 174pp, 築地書館.
- 李桂芝・呉小海主編 (1996) 哲里木盟地理. 33pp, 中国地図出版社.
- 真木太一 (1996) 中国の砂漠化・緑化と食料危機. 信山社
- 松田昭美 (1994) 砂漠化概説. 地球環境ハンドブックp.404-414, 朝倉書店.
- 松江賢修 (1941) 満州国アルカリ地帯の林産. 実験林時報, 第3巻第3号, p301~339, 満州帝国林野局.
- 松本聡 (1995) 農業生産, 産業活動と砂漠化. 地球環境科学p.107-114, 朝倉書店.
- 松野正・矢口哲雄 (1999) 開発プロジェクトの評価. 139pp, 築地書館.
- 箕輪光博 (1989) 農林業思想と環境問題—エゴとエコの二つの側面—. 森林文化研究第10巻p.7-15, 森林文化協会.
- 森田恒幸・川島康子・イサム イノハラ (1992) 地球環境経済政策の目標体系—「持続可能な発展」とその指標—. 環境研究1992.No.88, 環境調査センター.
- 森田恒幸・川島康子 (1993) 「持続可能な発展論」の現状と課題. 三田学会雑誌85巻4号.
- 長濱直 (1998) 中国内モンゴルホルチン沙漠におけるバイオレッジ建設構想—庫倫旗額勒順鎮における沙漠化防治モデル事業—. 沙漠研究, p.71-76, vol.8 no.1.
- 南雲秀次郎・箕輪光博 (1990) 測樹学—現代林学講義10—. 243pp, 地球社.
- 内モン古森林編集委員会 (1989) 内モン古森林. 432pp, 中国林業出版社.
- 大黒俊哉 (1997) 中国北東部の草原地域における放牧活動が土地・植生の退化および回復に及ぼす影響. 東京大学学位論文.

- 大黒俊哉・根本正之（1996）中国北東部半乾燥地域の砂地草原における過放牧による植生  
退行過程．第10回環境情報科学論文集p.31-36，環境情報科学センター．
- ピアス,D.W.・マーカンジャ,A.・バーピア,E.B.（1994）新しい環境経済学—持続可能な  
発展の理論—（和田憲昌訳）．206pp,ダイヤモンド社．
- 佐藤啓二（1971）新造林学—造林の理論と実際—．P.368-370,地球社．
- 佐藤啓二（1941）満州国の造林に関する考察．実験林時報,第3巻第1号,p11~65,満州  
帝国林野局．
- 佐藤洋平（1998）農村計画学原論の確立を—会長就任にあたって—．農村計画学会誌17巻  
1号p.3,農村計画学会．
- 七戸長生（1991）周年的継続調査による中国乾燥地域の典型的牧畜経営の実態把握のため  
の共同調査．平成2年度科学研究費補助金,研究成果報告書．
- 石敏俊・田中洋介・趙哈林（1998）農牧地域における土地利用の展開と沙漠化問題—中国  
・ホルチン沙地の事例—．筑波大学農林社会経済研究第15号;p.1-26．
- 白石和良（1997）中国農業必携．569pp,農文協．
- 藪部一郎（1940）林業政策．P174,西ヶ原刊行会．
- 総理府（1996）森林・林業に関する世論調査．世論調査報告書平成8年1月調査．
- スパイデル,G.（1971）林業経営経済学（有賀美彦・中村三省訳）．344pp,地球出版．
- 杉浦俊弘・小林裕志・岩瀬聡（1998）中国半乾燥地域における退化草原の持続的な改良．  
Grassland Science 43 p.352-356,日本草地学会．
- 高橋勇一・箕輪光博（1997）グローバルチェンジ時代における森林経理学の再評価—保続  
性（sustainability）の概念を中心テーマとして—．日林論108 p.111-114,日本林学  
会．
- 高橋勇一・長濱直（1998）環境教育林およびバイオビレッジに関する研究—中国内モン古自  
治区ホルチン沙漠を事例として—．日林論109p.189-192,日本林学会．
- 高橋勇一（2000予定）次世代を担う子供たちの森林・環境等に対する意識—内モン古と東京  
の中学生を比較して—．第51回日本林学会関東支部大会発表論文集,日林会関東支部．
- 竹本和彦・森口祐一（1998）「持続可能な発展」という概念．岩波講座・地球環境学10 持  
続可能な社会システムp.87-126,岩波書店．
- 武内和彦（1996）東アジアの土地荒廃と持続的土地利用システムの確立．p.3-6,農村計画  
学会誌Vol.14,No.4,農村計画学会．

- 武内和彦 (1991) わが国の砂漠化防止への取り組みの現状と課題。環境変動と地球砂漠化 P.231-238, 朝倉書店。
- 田中豊・垂水共之 (1995) Windows版:統計解析ハンドブック:多変量解析。236pp, 共立出版株式会社。
- 統計数理研究所 (1999) 国民性の研究 第10次全国調査-1998年全国調査-。統計数理研究所リポート83, 統計数理研究所。
- 内田治 (1996a) すぐわかるEXCELによる統計解析。209pp, 東京図書。
- 内田治 (1996b) すぐわかるEXCELによる多変量解析。206pp, 東京図書。
- 植田和弘 (1996) 環境経済学。220pp, 岩波書店。
- 宇野哲人 (1983) 大学。126pp, 講談社学術文庫。
- Winograd, M. (1997) Vertical and horizontal linkages in the context of indicators of sustainable development. SUSTAINABILITY INDICATORS. p.92-95, SCOPE58, WILEY.
- World Commission on Environment and Development (1987) Our Common Future. 大来佐武郎監修 (1987) 地球の未来を守るために。440pp, 福武書店。
- 徐文鈞他 (1998) 中国沙地森林生態系統。403pp, 中国林業出版社。
- 吉川賢 (1998) 砂漠化防止への挑戦。215pp, 中公新書。
- 吉野正敏 (1997) 中国の沙漠化。大明堂
- 張啓徳・王玉秀 (1994) 科爾沁沙地与大気環境。122pp, 科学出版社。
- 中国森林編集委員会編 (1997) 中国森林第1巻総論。584pp, 中国林業出版社。
- 中国林学会編 (1997) 中国森林的変遷。135pp, 中国林業出版社。
- 朱俊風・朱震達他 (1999) 中国沙漠化防治。中国林業出版社。
- 朱震達・陳広庭他 (1994) 中国土地沙質荒漠化。科学出版社
- Zhu zhenda・Di xinmin・Chen Guangting (1988b) Desertification and Rehabilitation —Case study in Horqin Sandy Land. 113pp, Institute of Desert Research, Academia Sinica.
- Zhu zhenda・Liu Shu・Di xinmin (1988a) Desertification and Rehabilitation in China. 222pp, The International Center for Education and Research on Desertification Control.

注) 中国語文献の場合, 著者名のアルファベットはピンインによる

資料1:

## 環境教育林事業区(5m×5mの6プロット)内の草本植物

	植物名(中国名)	ラテン名	出典	ページ
1	沙蓬(沙米)	<i>Agriophyllum squarrosum</i>	沙植	1巻404
2	小糠草	<i>Agrostis gigantea</i>	沙植	1巻103
3	羊草	<i>Aneurolepidium chinense</i>	科草	514
4	沙蒿	<i>Artemisia arenaria</i>	沙植	3巻279
5	金黄蒿	<i>Artemisia aurata</i>	科草	510
6	光叶沙蒿	<i>Artemisia campestris</i>		
7	冷蒿	<i>Artemisia frigida</i>	沙植	3巻295
8	艾蒿	<i>Artemisia lavandulaefolia</i>	沙植	3巻268
9	蒙古细裂叶蒿	<i>Artemisia macilenta</i>	沙植	3巻271
10	穗头蒿	<i>Artemisia monostachya</i>	科草	510
11	红足蒿	<i>Artemisia rubripes</i>	科草	510
12	茵陈蒿	<i>Artemisia scoparia</i>	沙植	3巻27
13	大籽蒿	<i>Artemisia sieversiana</i>	沙植	3巻293
14	天门冬	<i>Asparagus cochinchinensis</i>		
15	沙打旺	<i>Astragalus adsurgens</i>	沙植	2巻282
16	雾冰藜	<i>Bassia dasyphylla</i>	沙植	1巻417
17	扁穗莎草	<i>Blysmus rufus</i>	沙植	1巻154
18	打碗花	<i>Calystegia hedracea</i>	沙植	3巻054
19	大麻	<i>Cannabis sativa</i>	沙植	1巻294
20	绿珠藜	<i>Chenopodium acuminatum</i>	科草	498
21	刺藜	<i>Chenopodium aristatum</i>	沙植	1巻421
22	刺菜	<i>Chenopodium aristatum</i>	沙植	1巻421
23	灰绿藜	<i>Chenopodium glaucum</i>	沙植	1巻422
24	红心藜	<i>Chenopodium rubrum</i>	沙植	1巻424
25	虎尾草	<i>Chloris virgata</i>	沙植	1巻089
26	丛生隐子草	<i>Cleistogenes caespitosa</i>	科草	514
27	肥披碱草	<i>Elymus excelsus</i>	科草	514
28	虫买	<i>Corispermum mongolicum</i>	沙植	1巻409
29	日本兔丝子	<i>Cuscuta japonica</i>	科草	507
30	苳芥	<i>Cymbaria daurica</i>	沙植	1巻178
31	雀瓢	<i>Cynanchum australe</i>	沙植	3巻045
32	细叶白前	<i>Cynanchum thesioides</i>		
33	莎草	<i>Cyperus esculentus</i>	沙植	1巻16
34	头穗莎草	<i>Cyperus glomeratus</i> L.	沙植	1巻161
35	毛马唐	<i>Digitaria ciliaris</i>	沙植	1巻13
36	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>	沙植	1巻13
37	长芒野稗	<i>Echinochloa caudata</i>		
38	羽毛荸荠	<i>Eleocharis wichurii</i>	科草	516
39	问荆	<i>Equisetum arvense</i>	科草	495

40	节节草	<i>Equisetum ramosissimum</i>	科草	495
41	画眉草	<i>Eragrostis pilosa</i>	沙植	1卷041
42	牻牛儿苗	<i>Erodium stephanianum</i>	沙植	2卷296
43	地锦	<i>Euphorbia humifusa</i>	沙植	2卷333
44	猫儿眼	<i>Euphorbia kansui</i>	沙植	2卷341
45	荞麦	<i>Fagopyrum esculentum</i>	科草	497
46	羊茅	<i>Festuca ovina</i>	科草	514
47	硬阿魏	<i>Furula bungeanum</i>		
48	海乳草	<i>Glaux maritima</i>	科草	506
49	野大豆	<i>Glycine soja</i>	沙植	2卷188
50	水葫芦苗	<i>Halerpestes cymbalaria</i>	科草	500
51	白茅	<i>Imperata cylindrica</i>	沙植	1卷138
52	日本旋覆花	<i>Inula japonica</i>	沙植	3卷324
53	东北苦菜	<i>Ixeris chinensis</i>	沙植	3卷465
54	细叶苦苣菜	<i>Ixeris denticulata</i>	沙植	3卷466
55	灯心草	<i>Juncus bufonius</i>	沙植	1卷193
56	圆叶鸡眼草	<i>Kummerowia stipulacea</i>	沙植	2卷185
57	东北鹤虱草	<i>Lappula myosotis</i>	沙植	3卷08
58	达乌里胡枝子	<i>Lespedeza davurica</i>	沙植	2卷186
59	柳穿鱼	<i>Linaria vulgaris</i>	沙植	3卷166
60	野苜蓿	<i>Medicago falcata</i>	沙植	2卷197
61	女娄菜	<i>Melandrium apricum</i>	沙植	1卷462
62	黄香木樨	<i>Melilotus officinalis</i>	沙植	2卷193
63	沙引草	<i>Messerschmidia rosmarinifolia</i>	沙植	3卷066
64	列当	<i>Orobanche coerulescens</i>	沙植	3卷184
65	野稷	<i>Panicum bisulcatum</i>		
66	狼尾草	<i>Pennisetum Rich.</i>	沙植	1卷128
67	旱芦苇	<i>Phragmites communis</i>	沙植	1卷034
68	芦苇	<i>Phragmites communis</i>	沙植	1卷034
69	毛蓬菜	<i>Picris davurica</i>	沙植	3卷417
70	平车前	<i>Plantago depressa</i>	沙植	3卷196
71	酸模叶蓼	<i>Polygonum lapathifolium</i>	沙植	1卷331
72	小叶杨	<i>Populus simonii</i>	沙植	1卷261
73	菊叶委陵菜	<i>Potencilla tanacetifolia</i>	科草	502
74	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	科草	502
75	朝天委陵菜	<i>Potentilla Supina</i>	沙植	2卷134
76	红鳞扁莎	<i>Pycrus sanguinolentus</i>		
77	酸模	<i>Rumex acetosa</i>	科草	498
78	黄柳	<i>Salix flavide</i>	科草	496
79	旱柳	<i>Salix matsudana</i>	沙植	1卷273
80	蒙古柳	<i>Salix mongolica</i>	沙植	2卷282
81	猪毛菜	<i>Salsola collina</i>	沙植	1卷357
82	翅沙蓬	<i>Salsola pestifer</i>	科草	499
83	刺沙蓬	<i>Salsola ruthenica</i>	沙植	1卷362

84	金狗尾草	<i>Setaria glauca</i>	沙植	1卷127
85	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	沙植	1卷127
86	东北苣荬菜	<i>Sonchus brachyotus</i>	沙植	3卷446
87	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	沙植	3卷44
88	百里香	<i>Thymus mongolicus</i>	科草	508
89	长苞香蒲	<i>Typha angustata</i>	沙植	1卷018
90	小香蒲	<i>Typha minima</i>	沙植	1卷017
91	广布野豌豆	<i>Vicia cracca</i>	沙植	2卷201
92	苍耳	<i>Xanthium sibiricum</i>	沙植	3卷242
93	白城41号扬			
94	西丰快柳			

<出典>沙植:「中国沙漠植物志」(科学出版社)

科植:「中国科爾沁草地」(吉林科学技术出版社)

資料2:インタビュー調査

(1998.9.4./哲里木盟政府)

庫倫一中名誉校長 烏雲(ウユン)老師

聞き手・高橋勇一/長濱直

通訳・阿古達木

——先生は、どこで生まれ育ったのですか？また、かつて額勒順鎮の烏旦他拉の地域は、どのような場所だったのでしょうか？

生まれた(1940年)のは徳島県徳島市ですが、2才の時に中国に移り、その後哲里木盟科左中旗の小・中学校で育ちました。

1958年～1994年まで、庫倫一中の先生を務めました。その間はずっと、学校の方で教えていて遠方に出かけることはほとんどありませんでした。1988年に一度だけ額勒順中学校に行ったことがあるだけです。

1950年代～1960年代は、額勒順鎮から甘旗下までは森林草原があり、背の高い黄柳がたくさん生えていたそうです。そして、牛や馬が一度その中に入ったら、探し出すのがたいへんだったと聞いています。自然環境も美しくきれいだったそうです。

——いつ頃、沙漠化してしまったのでしょうか？

60年代末から70年代にかけて、沙漠化が急速に進みました。

——沙漠化の原因は何とお考えですか？

人為的要因としては、主に二つの理由があると思います。

一つは人々の森林伐採です。以前は黄柳がたくさんありましたが、燃料に使う薪のために、またいろいろなものをつくるため、それらを多量に使ってしまいました。もう一つは、1981年～の改革開放で、牛や山羊が急増したことです。山羊は直接的に沙漠化に関連します。

それから、もちろん自然環境の問題もあるでしょう。雨が少ないということは、森林や草木が育つにあたり不利な条件です。また春には強い風も吹きます。

また額勒順鎮マンハンでは、かつては人口が少なく土地は多くありました。そこで、土地質がよいところばかりを求め、自由に開墾したことも沙漠化の原因に

なっていると思います。耕地の拡大のしすぎや過放牧も大きな要因ですね。

土の質はもともとよくありません。そこで、水田をつくったり、穀物の畑をつくったりして、土地が劣化していったとも言えます。

——哲里木盟で、最も力を入れている教育問題は何ですか？

教育の資金投入ですが、まだまだ投入不足です。都市部では、教育施設、校舎、教育材料などがまだある方ですが、農村部では校舎が傷んだり、材料が不足しています。例えば、体育で使用するボールや器具がなかったり、音楽で必要なピアノや楽器がなかったりします。また実験用の機材や図書館の本も充実していないのが現状です。

——日本では、青少年問題が深刻化しており、心の教育ということが特に強調されているのですが、内蒙古の子供たちの「心の問題」についてはどうですか？

日本のような問題は起こっていませんが、不登校の問題はあります。学校の圧力や親の圧力のため、勉強したいと思わなくなってしまうのです。

また一人っ子政策のマイナス面として、働くのが好きでないとか、自分勝手であるとか、また言うことを素直に聞かないといった生徒が増えているのも確かです。子供たちを、家庭と学校と地域社会が一つになって教育していく必要があります。

——中学の先生の時、どのような人になってもらいたいと思って、教育に取り組んでいましたか？教育のめざす理想像について教えて下さい。

健全な思想と健康な体、そして社会にとって必要となる人づくりをめざしてきました。分野は、農業でも工業でも、あるいは教育文化でも何でも、とにかく社会のために人類のために役立つ人間になってほしいと願いながら、先生という職を務めてきました。

——ホルチン草原の生態系回復のためには、環境教育が重要になるとと思いますが、学校教育におけるその理念や具体的なプログラムは何かありますか？

校庭の環境を整備することや樹木や植物や花々愛する、そして動物を愛するこ

とを学ぶというカリキュラムがあります。

また、1996年頃から「環境保護」という科目もつくられたり、「生態環境」について学習する教科書もつくられたりしています。そこでは、ホルチン沙漠の形成原因から生態建設事業の必要性まで記されていて、生態バランスをとっていくことが重要であるということについても触れられています。

—今後の沙漠植林や生態村建設に対して、期待することは何ですか？

この地域では、これまでは環境問題に対して、あまり意識を払ってきませんでした。つまり、それほど強調されてこなかったのです。しかし、日本の沙漠植林ボランティア協会やバイオペレッジ協会と出会ってから、環境意識が高まってきました。

ですから、資金的な援助だけではなく、いろいろと教えてもらっていると思います。日本の方は、普通の人でも、環境保護について話したりして意識が高いように思います。

また日中の協力の面でも、感動的なことが多くあります。ある一人のおばあさんは、旦那さんが残しておいてくれた10万円を沙漠植林のために寄付して下さいました。中国側も、ますます自分で頑張らないといけないと思うようになっていきます。日中の協力によって事業を成功できるようにお互いがんばりましょう。

(文責・高橋)

資料3:

地域住民の森林・環境・生活などに対する意識調査

- ・調査方法：面接調査（モンゴル語に訳した質問票を渡して、通訳を通して、一人ひとりに直接尋ねる形をとる）
- ・対象者：中国・内蒙古・庫倫旗・額勒順鎮の地域住民 60 人（家長あるいは代理人）  
（烏旦他拉 15 人、扎如都 15 人、包力格沁 15 人、政府周辺 15 人）
- ・調査日：1999.8 月末～9 月初
- ・回答拒否率：約 4.8%（= 3 / 63）

Q 1. 環境の保護は、あなたにとってどれくらい重要な問題ですか？

- ①非常に重要である 49 人
- ②重要である 10 人
- ③あまり重要ではない
- ④重要ではない
- ⑤その他 1 人（わからない）

Q 2. 「環境教育林」事業を実行してよかったですと思いますか？

- ①たいへんよかった 32 人
- ②よかった 27 人
- ③少しはよかった 1 人
- ④よかったとは思わない
- ⑤わからない

Q 3. 「2 の回答」に対して→それはどうしてですか？その理由（根拠）を教えてください。

- ①沙漠化を防いだ 53 人
- ②緑が回復した 33 人
- ③作物が豊かに実った 26 人
- ④社会がよくなった 7 人
- ⑤その他

（土地の質がよくなった 2 人 土地の保護 2 人 植物・鳥・動物が増えた 1 人）

Q 4. 森林に対して親しみを感じますか？

- ①非常に親しみを感じる 44 人
- ②ある程度親しみを感じる 16 人
- ③あまり親しみを感じない
- ④ほとんど親しみを感じない
- ⑤わからない

Q 5. 森林のもつ重要な役割は何だと思いますか？（いくつ選んでもよい。重要度の順に答えて下さい。）

- ①風を防ぐ、砂を防ぐ 53 人

- ②水を蓄える 12人
- ③土を豊かにする 47人
- ④木材を生産する 25人
- ⑤動物たちの生育の場となる 18人
- ⑥空気をきれいにする 27人
- ⑦レクリエーション 5人
- ⑧地球の温暖化を防ぐ 9人
- ⑨その他

(人々と家畜の病気を防ぐ、人が長生きできる)

Q 6. 植林活動に参加したことはありますか？

①はい 60人

→ 今まで、何本ぐらいの木を植えましたか？ (平均 12577 本)

②いいえ 0人

Q 7. もともと沙漠化の原因は何だったと思いますか？ (いくつでも選んでよい。原因の大きな順に答えて下さい。)

- ①山羊の過放牧 55人
- ②人口が増えて土地を開墾したこと 38人
- ③森林をひどく伐採したこと 19人
- ④雨が少ないこと 22人
- ⑤風が強いこと 29人
- ⑥政治や制度による影響 4人
- ⑦戦争や人々の争い
- ⑧その他

(土地の保護をしなかった 2人、 牛の過放牧 1人)

Q 8. 沙漠化の原因と考えられていた「山羊の放牧」が禁止されましたが、そのことについては、どう思いますか？

- ①当然のことである 47人
- ②仕方がないことである 12人
- ③そうすべきではない 1人
- ④わからない

Q 9. 現在、最も興味や関心のあることは何ですか？

- 農牧業 26人
- 経済(商売含む) 8人
- 環境 7人
- 教育 6人
- 政治 5人
- 植林・森林 4人

Q 10. 地域で主催される「植樹祭」や「環境教育セミナー」が開催されるとすれば、参加したいと思いますか？

- ①ぜひ参加したい 54人
- ②参加したい気持ちはある 6人
- ③あまり思わない
- ④思わない

Q 11. 家庭生態経済圏（家族森林農場）は、自分でもつくりたいと思いますか？

- ①ぜひつくりたい 16人
- ②できればつくりたい 21人（土地の分配が不公平である意見あり）
- ③つくりたくない 1人
- ④既につくっている 22人

（21人はつくってよかった、1人だけ効果はなかったと答える）

Q 12. 人の暮らし方には、いろいろとありますが、次にあげるもののうちで、どれが一番、あなた自身の気持ちに近いものですか？

- ①一生懸命働き、金持ちになること 16人
- ②まじめに勉強して、名をあげること 5人
- ③金や名誉を考えずに、自分の趣味にあった暮らし方をすること 5人
- ④その日その日を、のんきにクヨクヨしないで暮らすこと 3人
- ⑤世の中の正しくないことを押しつけて、どこまでも清く正しく暮らすこと 10人
- ⑥自分の一身のことを考えずに、社会のためにすべてを捧げて暮らすこと 18人
- ⑦その他 3人

Q 13. 「今よりも将来のために努力する」ことについての考えについて、どう思いますか？

- ①全くそう思う 52人
- ②どちらかというと思う 8人
- ③そうは思わない
- ④わからない

Q 14. 人間が幸福になるためには自然に従うのがよいと思いますか、自然を利用していくのがよいと思いますかか、自然を征服していくのがよいと思いますか？

- ①自然に従う 7人
- ②自然を利用する 10人
- ③自然を征服する 41人

Q 15. 現在、心の豊かさやゆとりのある生活をするのに重きをおきたいですか、それとも、まだまだ物質的な面で生活を豊かにすることに重きをおきたいですか？

- ①心の豊かさやゆとり 45人
- ②物質的な面での生活の豊かさ 5人
- ①と② 10人

Q 16. あなたの生活水準は、この3年間でどう変わりましたか？

- ①よくなった 30人
- ②ややよくなった 23人
- ③変わらない 5人
- ④やや悪くなった 2人（今年は乾燥が強く農作物が枯れてしまった）
- ⑤悪くなった

Q 17. これから先、人間の心の安らかさは、増す（増える）と思いますか？減ると思いますか？

- ①増える 44人
- ②減る 5人
- ③変わらない 5人
- ④その他 6人（増す人もいれば、減る人もいる）

Q 18. 人々の生活は豊かになると思いますか、貧しくなると思いますか？

- ①豊かになる 55人
- ②貧しくなる
- ③変わらない 1人
- ④その他 4人

Q 19. 地域の環境はよくなると思いますか、悪くなると思いますか？

- ①よくなる 56人
- ②悪くなる 1人
- ③変わらない
- ④その他 3人

Q 20. 地球環境と自分たちの生活との関係について、次の2つの意見があります。あなたの気持はどちらに近いですか？

- ①自分たちの生活が今より多少不便になっても、地球環境を守るために、ひとりひとりが努力すべきだ 41人
- ②またまた自分たちの生活を、より便利にすることを考えるべきだ 18人
- ③その他 1人

Q 21. 環境教育林の育成かつバイオレッジの建設のための費用負担に関してお伺いします。仮に、「環境教育林の保全およびバイオレッジの持続的発展のための基金」のような制度が設立されたとします。お宅では、この「基金」の年会費が ※ 元であれば、負担されますか？

- ① 1 ② 3 ③ 5 ④ 10 ⑤ 20 ⑥ 30 ⑦ 50 ⑧ 70 ⑨ 100 ⑩ 150 ⑪ 200
- その他

2283 / 60 → 全平均 38.05 元 / 家庭

Q 22. 最後に、次世代を担う子供たちに期待することは何ですか？

<フェイスシート> .....

1. 性別 ①男 ②女

2. 年齢

① 10～19才 ② 20～29才 ③ 30～39才 ④ 40～49才  
⑤ 50～59才 ⑥ 60～69才 ⑦ 70才以上

3. 家族の人数

1人 2人 3人 4人 5人 6人 7人 8人以上

4. 家族における年間収入

～1000元 2000元 3000元 4000元 5000元  
6000元 7000元 8000元 10000元 15000元  
20000元 30000元 40000元 50000元以上  
( )

5. 家庭の収入の中で、主要な農業生産は何ですか？（複数可能）

①穀物 ( )  
②果樹 ( )  
③家畜 ( )  
④その他 ( )

どうもありがとうございました（謝謝）。

資料4:

内蒙古の次世代を担う子どもたちの自然環境に対する意識調査

- ・調査方法：集合調査（日本語教師によりモンゴル語に訳してもらった質問に対して、回答者が自らが記入する自計式調査）
- ・対象者：中国・内蒙古・庫倫旗・額勒順中学2年 144人（男子70人・女子74人）
- ・調査日：1998.8.31.
- ・回収率：100%

Q 1. 環境問題（バイオレッジおよび環境教育林）に興味・関心がありますか？

- ①非常にある 80人
- ②かなりある 49人
- ③あまりない 14人
- ④全然ない 0人

Q 2. 植林活動に参加したことはありますか？

- ①はい 135人
- ②いいえ 6人

一人あたりの植林本数：平均 57282 / 131（有効回答）= 437.2本

Q 3. 森林のもつ重要な役割は何だと思いますか？（いくつ選んでもよい。）

- ①風を防ぐ、砂を防ぐ 119人
- ②水を蓄える 75人
- ③土を豊かにする 110人
- ④木材を生産する 92人
- ⑤動物たちの生育の場となる 86人
- ⑥空気をきれいにする 76人
- ⑦レクリエーション 45人
- ⑧地球の温暖化を防ぐ 39人
- ⑨その他「天気のバランスがよくなる」「(学校の)景観がよくなる・きれいになる」

Q 4. 烏旦他拉地域は、昔、緑豊かな森林草原だったということは知っていますか？

- ①知っていた 70人
- ②今回知った 54人
- ③知らない 19人

Q 5. 砂漠化の原因は何だと思いますか？（いくつでも選んでよい。）

- ①山羊の過放牧 106人
- ②人口が増えて土地を開墾したこと 125人
- ③森林をひどく伐採したこと 109人
- ④雨が少なこと 40人

- ⑤風が強いこと 30人
- ⑥政治や制度による影響 22人
- ⑦戦争や人々の争い 18人
- ⑧その他 「経済問題もある」「森林を守ろうとしなかった」「植林しなかったから」「車が増えたから」

Q 6. 砂漠についてどのように思いますか？

- ①たいへん大きな損害である 93人
- ②損害である 18人
- ③価値はない 7人
- ④価値がある 22人
- ①と④ 3人

Q 7. 木の名前について、どのくらい（何種類）知っていますか？具体的に名前をあげて下さい。

柳、楊、松、榆、樺、杏子、林檎、梨、桃、杜松、槐樹など  
(平均 3.73 種類)

Q 8. 木の建物は好きですか（住んでみたいですか）？

- ①はい 115人
- ②いいえ 21人
- ③わからない 6人

Q 9. 学校を建てるとしたら、土造、木造、鉄筋のうち、どれがいいですか？

- ①土造 23人
- ②木造 65人
- ③鉄筋 13人
- 土造か木造 14人
- 土造か鉄筋 3人
- どれでもよい 19人

Q 10. 地元で作れるもので、好きな食べ物（飲み物）は何ですか？（いくつでもよい）

- ①果物 102人
- ②野菜 38人
- ③肉類 45人
- ④飲み物 32人

Q 11. 現在、最も興味や関心のあることは何ですか？

- 勉強・知識を学ぶ 72人
- 自然環境を緑にすること（沙漠植林含む）11人
- 将来祖国に役立つ人間になる 10人
- 自然・社会の発展や変化 8人

本を読むこと	8人
環境問題	4人
人の寿命・長生き	4人
空を飛ぶこと（パイロット・飛行機）	3人
故郷を豊かにすること、果樹を育てる、車の運転、猫、アクロバチック、将来の仕事	

Q 12. 友達との遊びの中で、最も面白いと思うものは何ですか？

バレーボール	36人
サッカー	26人
バスケットボール	23人
勉強で助け合う	12人
クイズ	5人
碁子	5人
歌と踊り	4人
球技	4人
縄跳び	3人
相撲	3人
競走	3人
森林で遊ぶ	3人

Q 13. 学校から帰った後は、どんなこと（遊びや仕事）をしていますか？

家事・手伝い（食事の支度・食器洗い・水汲みを含む）	78人
家畜の世話（放牧含む）	29人
宿題をする	18人
遊ぶ	7人
球技（バレー・バスケ・サッカー）	6人
木を植える、農業、水撒き、相撲、碁子、テレビを見る、縄跳びなど	

Q 14. 自然の中で、どのような動物・昆虫・植物と接することが多いですか？

蚊	47人	犬	46人	豚	40人
蠅	39人	牛	39人	蟻	36人
馬	35人	雀	33人	虫	31人
木	31人	草	30人	どうもろこし	24人
鼠	24人	鶏	23人	花	22人
羊	20人	山羊	15人	蜂	15人
猫	14人	トンボ	14人	蛾	12人
燕	11人	柳	11人	狐	10人
蜘蛛	9人	向日葵	6人	豆鼠	6人
鳥	5人	ロバ	5人	松	4人
トマト	4人	野菜	4人	きび	4人

平均 4.91 種

Q 15. 家の手伝いとしては、主に何をしていますか？

(例) 農業・草刈り・薪拾い・家畜の世話・水汲み・糞拾いなど

家畜の世話(放牧含む)	79人
水汲み	56人
草刈り	23人
農業	18人
家事(食事の支度・料理)	14人
薪拾い	11人
家畜の糞拾い	6人

Q 16. 土曜日や日曜日などの休日は、何をして過ごしていますか？

本を読む	45人
宿題をする	44人
洗濯する	36人
家事をする	28人
遊ぶ	16人
テレビを見る	9人
農業	6人
放牧	5人
バスケットボール	4人
家畜の世話(放生)	4人
草刈り	4人

Q 17. 今後、地域で主催される「植樹祭」や「環境教育セミナー」が開催されるとすれば、参加したいと思いますか？

①ぜひ参加したい	107人
②参加したい気持ちはある	32人
③あまり思わない	1人
④思わない	4人

Q 18. 「今よりも将来のために努力する」ことについての考えについて、どう思いますか？

①全くそう思う	111人
②どちらかというと思う	22人
③そうは思わない	8人
④わからない	3人

Q 19. 将来はどこで暮らしたいと思いますか？

①現在の家	31人
②別の農村	6人
③国内の都市	76人
④外国	39人

(日本23人、英国7人、米国4人など)

Q 20. 将来はどんな仕事をしたいと思いますか？

学校の先生	74人
政府の仕事	26人
農林業	23人
医者	14人
軍人	8人
科学者	5人
牧畜業	5人
果樹産業	3人

財政関係の仕事、パイロット、建築家、次世紀の有能な人材、駅で働く人、お店で働く人、コンピュータ関係の仕事、バレーボールの選手、バスケットボールの選手など

Q 21. 人間が幸福になるためには自然に従うのがよいと思いますか、自然を利用していくのがよいと思いますかか、自然を征服していくのがよいと思いますか？

①自然に従う	33人
②自然を利用する	73人
③自然を征服する	22人
①と②	6人
②と③	6人
①と③	1人
①と②と③	3人

Q 22. 現在、心の豊かさやゆとりのある生活をするに重きをおきたいですか、それとも、まだまだ物質的な面で生活を豊かにすることに重きをおきたいですか？

①心の豊かさやゆとり	113人
②物質的な面で生活の豊かさ	14人
①と②	16人

資料5:

## 次世代を担う子どもたちの森林・環境等に対する意識調査(東京)

- ・調査方法: 集合調査(アンケート調査用紙に対して、回答者が自ら記入する自計式調査)
- ・対象者: 東京都文京区立第六中学校2年生 85人(男子54人、女子31人)
- ・調査日: 1999年7月1日
- ・回収率: 97.6%(回収票: 男子52人、女子31人)

Q1. 環境問題に対して、関心はありますか?

- ①非常にある 7人
- ②かなりある 22人
- ③あまりない 43人
- ④全然ない 11人

Q2. 環境問題の中で、関心のあるものはどれですか?(いくつ選んでもよい。関心度の高い順に答えてください。)

- |           |     |         |     |
|-----------|-----|---------|-----|
| ①地球温暖化    | 46人 | ②森林減少   | 41人 |
| ③オゾン層破壊   | 32人 | ④酸性雨    | 33人 |
| ⑤海洋汚染     | 19人 | ⑥砂漠化    | 23人 |
| ⑦生物多様性の減少 | 28人 | ⑧大気汚染   | 30人 |
| ⑨ゴミの問題    | 42人 | ⑩環境ホルモン | 11人 |

Q3. 森林に対して親しみを感じますか?

- ①非常に親しみを感じる 14人
- ②ある程度親しみを感じる 39人
- ③あまり親しみを感じない 14人
- ④ほとんど親しみを感じない 2人
- ⑤わからない 13人

Q4. 森林のもつ重要な役割は何だと思えますか?(いくつ選んでもよい。重要度の順に答えて下さい。)

- ①防風・防砂 37人
- ②水を蓄える 46人
- ③土を豊かにする 36人
- ④木材を生産する 24人
- ⑤動物たちの生育の場となる 55人
- ⑥空気をきれいにする 73人
- ⑦レクリエーション 17人
- ⑧地球の温暖化を防ぐ 35人
- ⑨土砂崩壊を防ぐ 35人

⑩その他

1人

Q 5. 今まで植林活動に参加したことはありますか？

①はい 9人

②いいえ 73人

・「はい」と答えた人一人あたりの植林本数： $25 \div 9 = 2.8$ 本

Q 6. 木の名前について、どのくらい（何種類）知っていますか？

具体的に名前をあげてください。

（杉、柳、銀杏、モミジ、リンゴ、ミカン、モミ、桜、梅、エンジュ、松など）

（平均 5.86 種類）

Q 7. 木の建物は好きですか（住んでみたいですか）？

①はい 55人

②いいえ 6人

③わからない 22人

Q 8. 学校を建てるとしたら、木造、鉄筋、その他で、どれがいいですか？

①木造 23人

②鉄筋 48人

③その他 9人

①と②どちらでも 3人

Q 9. 砂漠についてどのように思いますか？

①たいへん大きな損害である 24人

②損害である 21人

③価値はない 26人

④価値がある 10人

Q 10. 現在、最も興味や関心のあることは何ですか？

スポーツ 16人（野球5人、バスケット3人含む）

（特に）ない 11人 音楽 9人

テレビ 4人 遊ぶこと 3人

ゲーム 3人 環境問題 3人

友達 2人 動物 2人

アニメ 2人 PC・インターネット 2人

ノストラダムスの大予言 2人

Q 11. 友達との遊びの中で、最も面白いと思うものは何ですか？

おしゃべり	18人
バスケット	6人
ゲーム・TVゲーム	5人
スポーツ	4人
ない	4人
買い物	4人
ボールを使った遊び	3人
外で遊ぶ	3人
野球、テニス、バレー、サッカー、音楽	各2人

Q 12. 学校から帰った後は、どんなこと（遊びやお手伝い）をしていますか？

寝る	21人
ゲーム・TVゲーム	15人
遊ぶ	13人
勉強	11人
手伝い	10人
テレビをみる	9人
スポーツ	7人
読書、音楽	各3人

Q 13. 自然の中で、どのような動物・昆虫・植物と接することが多いですか？

あまりない・特にな	18人	鳥（鳩・カラス・雀含む）	11人
アリ	10人	植物・草	10人
犬	8人	カブトムシ	6人
はえ	6人	花	6人
蚊	6人	猫	5人
木（銀杏・松・桜・竹）	5人	いろいろ	4人
チョウチョ、クワガタ、蜂、ムカデ	各3人		

平均：1.70種

Q 14. 家の手伝いとしては、主に何をしていますか？

後片づけ・皿洗い	20人
あまりしていない	15人
風呂掃除	11人
料理・ご飯	10人
買い物	7人
掃除	5人
洗濯物	4人
新聞取り	3人
ゴミ捨て	2人

Q 15. 土曜日や日曜日などの休日は、何をして過ごしていますか？

遊ぶ・友達と遊ぶ	21人	部活	16人
スポーツ	14人	(野球6人、バスケット3人、テニス2人など)	
寝る・ゴロゴロ過ごす	10人	買い物	5人
塾・習い事	4人	読書	3人
ボーイスカウト・ガールスカウト	3人		
勉強、マンガ、ゲーム	各2人		

Q 16. 地域で主催される「植樹祭」や「環境教育セミナー」が開催されるとすれば、参加したいと思いますか？

①ぜひ参加したい	5人
②参加したい気持ちはある	18人
③あまり思わない	39人
④思わない	21人

Q 17. 世界の森林を守り育てていくために、あるいは、砂漠を防ぐために、海外で実際に森林づくりのボランティア活動を行いたいと思いますか？

①活動したい	10人
②どちらかといえば活動したい	20人
③どちらかといえば活動したくない	19人
④活動したくない	9人
⑤わからない	24人

Q 18. 「今よりも将来のために努力する」ことについての考えについて、どう思いますか？

①全くそう思う	23人
②どちらかというそう思う	32人
③そうは思わない	12人
④わからない	11人

Q 19. 将来はどこで暮らしたいと思いますか？

①現在の家	10人
②東京都内の別の家	37人
③国内の地方	19人
④外国	13人

Q 20. 将来はどんな仕事をしたいと思いますか？

- ①会社員 4人
- ②学校の先生 3人
- ③政府の仕事 3人
- ④お店で働く 8人
- ⑤スポーツ選手 11人
- ⑥音楽家・芸術家 11人
- ⑦農林水産業 2人
- ⑧コンピュータ関係 7人
- ⑨その他 (未決3人、医者2人など)

Q 21. 人間が幸福になるためには自然に従うのがよいと思いますか、自然を利用して  
くのがよいと思いますかか、自然を征服していくのがよいと思いますか？

- ①自然に従う 27人
- ②自然を利用する 45人
- ③自然を征服する 6人
- ①と② 1人

Q 22. 現在、心の豊かさやゆとりのある生活をするに重きをおきたいですか、それ  
ども、まだまだ物質的な面で生活を豊かにすることに重きをおきたいですか？

- ①心の豊かさやゆとり 65人
- ②物質的な面で生活の豊かさ 14人

写 真



写真1 ターミンチャガン（「地獄の沙漠」という意味）の光景（1997年5月）



写真2 ターミンチャガンの夏の光景（1998年8月）



写真3 ホルチン沙地の様子(1998年8月)



写真4 ホルチン地域には所々湿地帯もある(1998年8月)



写真5 ホルチン沙地草原の様子 (1999年8月)



写真6 ウタンタラ (「柳の生える草原」という意味) の沙地  
-かつては柳の生える草原であった- (1999年8月)



写真7 沙漠化の原因と考えられていた「山羊の放牧」(1997年10月)



写真8 綿羊の放牧の様子ー草原内に沙地も見られるー (1999年8月)



写真9 環境教育林事業の植林後の風景（1997年5月）



写真10 囲柵により植生の回復が進む（左が柵内、右が柵外）（1998年8月）



写真 11 環境教育林事業の植林直後の様子－入口から北を臨む－（1997年5月）



写真 12 環境教育林事業による成果－入口から北を臨む－（1999年5月）



写真 13 環境教育林事業の植林直後の様子—東南端より西を臨む— (1997年5月)



写真 14 環境教育林事業による成果—東南端より西を臨む— (1999年5月)



写真15 沙米による沙丘固定(1998年8月)



写真16 1997年4月に植林した防護林帯のポプラ(1999年8月)



写真 17 強度沙漠化土地 a 付近の状況 (1997 年 5 月)



写真 18 生物多様性 (植生) の調査の様子 - 強度沙漠化土地 a - (1999 年 8 月)



写真19 事業区内のトウモロコシ畑 (1999年8月)



写真20 事業区内のソバ畑 (1999年8月)



写真 21 家庭生態経済圏の様子 (1998 年 8 月)



写真 22 道路の両側に家庭生態経済圏を連結させて生物経済帯をつくる  
(1998 年 8 月)



写真 23 額勒順中学校の先生および生徒たちと共に

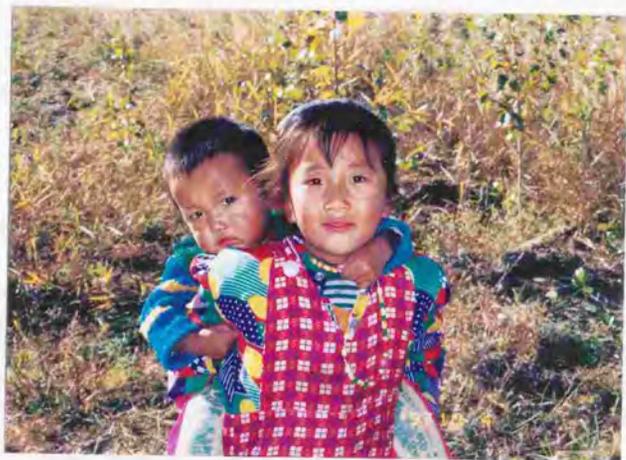
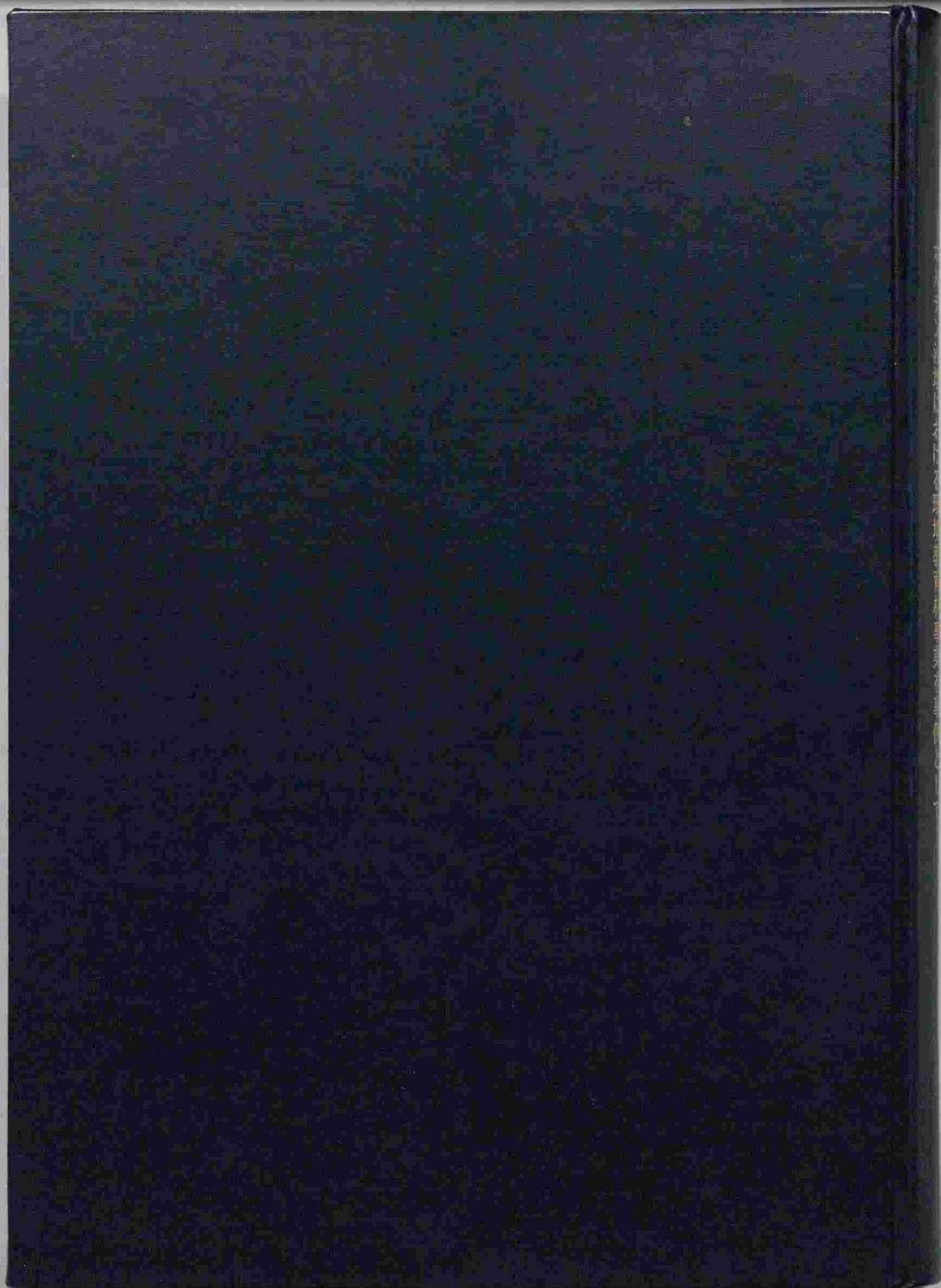


写真 24 未来を担う烏旦他拉ガチャの子供たち



inches 1 2 3 4 5 6 7 8  
centimeters 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

### Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM, Kodak



### Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM, Kodak

**A** 1 2 3 4 5 6 **M** 8 9 10 11 12 13 14 15 **B** 17 18 19

