

G-1 砂漠化の評価と防止技術に関する総合的研究

(6) 中国における砂漠化評価のための指標に関する研究

環境省国立環境研究所

生物圏環境部 環境植物研究室
地球環境研究センター

戸部和夫、高 永 (エコフロンティアフェロー)
清水英幸

平成 10～12 年度合計予算額 1,800 千円
(うち、平成 12 年度予算額 1,800 千円)

[要旨] 世界的に進行する砂漠化を効果的に防止するためには、砂漠化の進行状況を適格に把握するための実用的で高感度な指標が必要である。本研究は砂漠化指標に関する既存知見の収集・整理とその検討・評価を目的として実施した。中国における砂漠化研究の歴史は比較的長く、これまでに多くの砂漠化指標やその確立の基盤となるような基礎的知見が蓄積されてきていた。本研究では、これらの中国における砂漠化指標に関連する文献およびその他の世界の砂漠化指標に関連する文献のレビューを行うことにより、既往の砂漠化指標に関連する基盤的情報の整理がなされるとともに、既往の砂漠化指標に関する問題点を明確化した。また、砂漠化指標に関連する文献等の資料のデータベース化がなされ、砂漠化指標に関連する情報の有効活用が可能になった。研究結果の一部として、中国の典型的な砂漠化地域である内モンゴルの放牧地の羊草 (*Leymus chinensis*) 草原の砂漠化過程に注目し、砂漠化の進行度と植生の変化との関連性の解析を行った。羊草草原の砂漠化が進行すると、優占種のバイオマス、平均高さ、個体サイズおよび草原の種構成が大幅に変化する。砂漠化が進行すると、優占種の平均高さや個体サイズが減少する。また、良質の植物 (*Leymus chinensis* など) が減り、劣質の植物 (*Artemisia frigida* など) が優占種になるが、これは羊草草原の質が劣化し、草原の利用価値が極めて低い状態になっていることを示す。このように草原の砂漠化指標についての詳細な検討を通して、植物を基準とした砂漠化指標確立のための一手法を提示した。

[キーワード] 砂漠化指標、中国、砂漠化、草原、*Leymus chinensis*

1. はじめに

世界的に進行する砂漠化を効果的に防止するためには、砂漠化の進行状況を把握するための実用的で高感度な指標が必要である。砂漠化指標は、砂漠化に関する政策の決定、砂漠化環境の質の評価、および土地管理のために重要であり、特に、砂漠化防止対策の効果を判定するうえで重要な役割を担うと思われる。また、砂漠化指標は、砂漠化に関連する様々な政策の変更が国家レベルでの自然資源に及ぼす影響をモニターする目的のためにも使用可能である。国際レベルで見ると、様々な国の砂漠化指標を比較検討すれば、環境の質を評価する普遍的な基準が見いだせる可能性がある。したがって、砂漠化指標は、砂漠化関連の研究者のみならず、政策立案者、さらには、砂漠化の被害を受けている住民にとっても重要性を持っている。

2. 研究目的

本研究では、中国をはじめとする世界の砂漠化の指標に関連する文献を収集・整理し、そのレビューを行い、砂漠化指標に関する既存知見のデータベースを作成する。さらに、中国の典型的な砂漠化地域の一例として、内モンゴルの典型的な放牧地である羊草 (*Leymus chinensis*) 草原に注目し、この地域での砂漠化の進行と植生の状態の変異との関連性を詳細に検討し、植生を基準とした信頼性のある砂漠化指標に関する検討を行う。

3. 研究方法

(1) データ収集、文献調査、資料のデータベース化

中国を中心として、約 390 件の論文を収集・整理し、それらを基に砂漠化指標に関する既存知見のデータベースを作成した。データベースの様式は、表 1 に示すような形式である。コンピュータのモニター画面に表示された表題をクリックすると、その研究に関する要旨が表示されるように作成した(表 2)。

(2) 植生を基準とした砂漠化指標に関する検討

中国の内モンゴルは、砂漠化進行地域として注目されているが、この地域の典型的な放牧地である羊草 (*Leymus chinensis*) 草原を砂漠化地域の典型的な例として取り上げ、この地域での砂漠化の進行と植生の状態の変化との関連性を解析し、信頼性のある砂漠化指標に関する検討を行った。

4. 結果・考察

(1) 砂漠化指標の評価

砂漠化指標に関する研究は、これまで数十年間にわたり行われてきた。1930 年代と 1950 年代に、アメリカ合衆国やオーストラリアをはじめとする先進諸国は、放牧地劣化の指標を提案しようと試みた。それらも有用な砂漠化指標の一つと言える¹⁾。1977 年に国連砂漠化会議が開催されると、砂漠化指標に取り組む研究者の数が増え始めた。Berry と Ford は 1977 年に指標体系を発表し、砂漠化の度合いを 4 段階に分類した²⁾。彼らは主に気候因子を用いて指標を算定した。ただし、この指標においては人間活動の影響は考慮されていない。ついで、Reining (1978)³⁾は、物理的要因、生物的要因、そして社会的要因のような、自然と人為の両要因を取り入れた指標体系を提案した。この指標体系に基づいて、Reining は旧ソ連の乾燥地域の 1:250000 縮尺地図を 1983 年に発表している。その一方で、土壌劣化を指標に用いた砂漠化の評価方法を提案する研究者もいた⁴⁾。このように、様々な背景を持つ研究者が、様々な砂漠化指標について提案してきている。

トルクメニスタン砂漠研究所の研究者は、植生劣化、風食、水食、塩類化といった土地劣化のタイプごとに、個別の砂漠化指標を確立する必要があると主張した。彼らは砂漠化の現状、進行速度、潜在的悪影響の 3 つの側面を考慮する方法を用い、様々なタイプの砂漠化に応じた評価基準の確立に取り組んだ。彼らが研究の基盤として参照したのは、4 段階分類の指標を 15 種類掲載した、"The Evaluation and Map-making Rules of Desertification Process" という題名の 1984 年版のハンドブックであった⁵⁾。この指標は理論的には信頼できるとされた。しかし、スーダン西部(1984 年)とマリ(1988 年)で実施された 2 件の現地調査から、実用性の低いことが明らかになった。提案された指標体系が複雑すぎて実用的ではなかったためである⁶⁾。

一方、多くの研究者が中国の砂漠化指標に取り組んできた。An は、自然条件、生態学的特性、

および人間活動を指標体系に取り入れるべきであると主張した⁶⁾。Hu は、砂漠化のタイプを規定する主要因を用いて、砂漠化の進行度を単一の指標で判定した⁷⁾。後に、彼は得られた結果からホルチン砂漠の砂漠化進行度を分類している。Li は、多くの指標と等級を取り入れた総合的評価モニタリング手法を提案した⁸⁾。この指標体系は生態学、生物学、社会経済学の 3 分野から取り入れた 87 の指標から構成されていた。Liu は、乾燥指数を指標として使用する体系を提案した⁹⁾。また、Zhu らは、地理的景観と土地劣化の進行を利用して砂漠化度を判断する手法を提案した⁹⁾。彼らは主に砂漠化の拡大率を指標として用いた。彼らの指標体系の中では、植被率が指標として用いられた。Wang らは、景観生態学の見地から砂漠化の状況と砂漠化の悪影響を指標として扱う指標体系を提案した^{10,11)}。Sun は、地形と生態学的条件の変化を基礎として、気候条件、土地利用類型および地表特性を内容とする指標体系を提案した¹²⁾。Gao は、植被率、砂面露出率および土質の 3 つの指標を定義した³⁾。Zhang は、砂丘の形状を指標として採用すべきであると考えた¹³⁾。

表 1 砂漠化指標に関連する文献等のデータベースの様式

著者	題目 or 書名	書(誌)名	書(誌)名(英文)	出版社 or 巻号
常学礼	ホルチン地域における植物多様性による砂地草原生産力に対する影響	応用生態学報	CHINESE JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY	Vol.11 No.3 2000 P.395-398
李勝功	不同放牧圧力条件下における草地微気象の変化および草地砂漠化の発生	生態学報	ACTA ECOLOGICA SINICA	1999 年第 19 卷第 5 期 Vol.19 No.5 1999
楊建設	定西半乾燥丘陵? 壩区における資源節約型農業技術の利用および評価	自然資源学報	JOURNAL OF NATURAL RESOURCES	1998 年第 13 卷第 3 期 Vol.13 No.3 1998
張 萍	農業土地資源の動態評価モデルに関する研究	国土資源選感	REMOTE SENSING FOR LAND & RESOURCES	No.1 2000 P.51-56
関文彬	中国東北の西部地区における砂漠化および植生変化に関する研究--群落多様性および砂漠化過程	生態学報	ACTA ECOLOGICA SINICA	Vol.20 No.1 2000 P.93-98
戸部和夫 ほか	Seed germination and radicle growth of a halophyte, <i>Kalidium caspicum</i> (Chenopodiaceae)		ANNALS OF BOTANY	85 (3) 2000 391-396
邱国玉	The quantitative research of drought resistance of <i>Calligonum</i>	中国沙漠	JOURNAL OF DESERT RESEARCH	8 (3) 1988 31-40
熊尚発	北京周辺 1.2Ma 以来黄土? 積および沙漠の東部へ拡大の指示	海洋地質与第四紀地質	MARINE GEOLOGY & QUATERNARY GEOLOGY	1999 年第 19 卷第 3 期 Vol.19 No.3 1999
常兆豊	河西走廊砂区における砂面穩定性指標に関する研究	中国沙漠	JOURNAL OF DESERT RESEARCH	1999 年第 3 期第 19 卷 Vol.19 No.3 1999
張登山	青海省共和盆地における砂漠化の影? 要素の定量分析	中国沙漠	JOURNAL OF DESERT RESEARCH	Vol.20 No.1 2000 P.59-62

表2 砂漠化指標に関連する資料のデータベースの様式(要旨)

Indexes of Sand Surface Stability in Hexi Corridor (CHANG Zhao-feng, ZHONG Sheng-nian, HAN Fu-gui, ZHANG Xiao-qin) Research results from 9 indexes in Minqin, Linze and Wuwei-Gulang desert areas show that the sand surface stability is mainly correlated with vegetation coverage, fine sand grain (dia. =0.074 mm) content, medium sand grain (dia. 0.1 ~ 0.3 mm) content, height of sampling position, and coarse sand grain (dia. >0.5 mm) content. The higher the vegetation cover and the fine sand grain content as well as the coarse sand grain content is, the more stable the sand surface is. The medium sand grain content and height of sampling, the unstablest factors, are correlated with the sand surface stability negatively; The fine sand grain content, mainly composed of clay, is correlated with the sand surface stability positively. The combining functions mainly are that: (1) take fixed area, fine sand content, and vegetation cover as positive factors but height of sampling position and medium sand content as negative factors; (2) take medium sand content, fine sand content, vegetation cover as positive factors but 0.3 ~ 0.5 mm sand content as a negative factor; (3) take 0.074 ~ 0.1 mm sand content as a positive factor; (4) take height of sampling position and 0.3 ~ 0.5 mm sand content as positive factors but 0.074 ~ 0.1 mm sand content as a negative factor; (5) take soil density of sand surface and vegetation cover as positive factors but coarse sand content as a negative factor. On the average, if the area of fixed sand surface is required to be 100%, the vegetation cover in Xishawo of Minqin has to reach 30.9%, that in Xiaoquanzi of Linze to reach 38.5%, and that in Wuwei-Gulang to reach 40.6%; if the area of fixed sand surface is required to be 80%, the vegetation cover in Xishawo has to reach 25.0%, that in Xiaoquanzi to reach 32.6%, and that in Wuwei-Gulang to reach 34.7%; if the area of fixed sand surface is required to be 50%, the vegetation cover in the above regions has to reach 16.2%, 23.8% and 23.0% in order. The research results show that adding clay to the sand surface is an effective way to stabilize the surface, particularly suitable for the area with hush natural conditions and serious damage from shifting sand. In the Hexi area, a 6%~ 7% clay content in the sand surface can lead to the formation of crust on it. Scattering clay on the surface before raining can help the crust formation.

Key words : Hexi Corridor ; sand surface stability ; relativity

上述のように、個々の研究者の背景が異なるうえ、砂漠化とは何かということの認識が一樣でなかったことから、多様な砂漠化指標の提案がなされた。一般的に言って、上述の既往の研究のすべてに共通しているのは以下の点である。

- ①研究者は理論上完全な指標体系を追及する傾向が強かったため、その結果として、指標体系が複雑になりすぎて、実用性の低いものとなった。
- ②上記の指標では、砂漠化の相対性が十分に考慮されていなかった。

既往の砂漠化指標のうちの多くのは、砂漠化の進行度を評価する境界値を絶対値として提示するだけのものである。例えば、植被率を指標として用いることができるのは確かであるが、同じ植被率の値の条件下でも、乾燥地域と半湿潤地域では砂漠化の度合いが異なる。砂漠化の進行度を判定するための実用的で高感度な指標は現在のところ報告されていない。最近の研究で、砂漠化の指標として、植生の変化を適用する可能性が示された¹⁴⁻¹⁷⁾。

(2) 砂漠化進行度の判定

中国の内モンゴルの典型的な放牧地である羊草 (*Leymus chinensis*) 草原の砂漠化過程に注目し、植物群落の類型、植物個体および環境要因の間の相互関係を野外データに基づいて解析した。つづいて、データのサンプルを、環境傾度と植物種の変遷に応じて整理した。最終的に、*Leymus chinensis* 草原の砂漠化進行度を、「砂漠化なし」「軽度砂漠化」「中度砂漠化」「重度砂漠化」の4段階に分類した。分類基準は以下のとおりである。

- ①軽度砂漠化草原：良質な植物 (*Leymus chinensis*、*Stipa grandis* など) が個体数で 15% 減少、または、バイオマスで 30% 減少
- ②中度砂漠化草原：良質な植物が個体数で 30% 減少、または、バイオマスで 45% 減少
- ③重度砂漠化草原：良質な植物が個体数で 50% 減少、または、バイオマスで 70% 減少

砂漠化の段階と各段階の優占種を表 3 に示す。

表 3 砂漠化の進行段階と各段階の優占種

砂漠化進行度	優占植物種
なし	<i>Leymus chinensis</i> 、 <i>Stipa grandis</i> 、 <i>Artemisia commutata</i> 、 <i>Serratula ccutaruoides</i>
軽度	<i>Leymus chinensis</i> 、 <i>Stipa grandis</i> 、 <i>Agropyron cristatum</i> 、 <i>Artemisia frigida</i>
中度	<i>Leymus chinensis</i> 、 <i>Artemisia frigida</i> 、 <i>Stipa grandis</i> 、 <i>Agropyron cristatum</i>
重度	<i>Artemisia frigida</i> 、 <i>Leymus chinensis</i> 、 <i>Cleistogenes squarrosa</i> 、 <i>Agropyron cristatum</i>

(3) 優占種の遷移

本研究では、植生の変化を観測する指標として相対バイオマス (植物群落全体のバイオマスに占める各植物種のバイオマスの比率) を使用した。図 1a に見るように、良質な植物 (*Leymus chinensis* と *Stipa grandis*) の相対バイオマスは砂漠化の進行とともに減少する。砂漠化の進行していない段階における *Leymus chinensis* の相対バイオマスの値はおよそ 35% であるのに対し、重度砂漠化段階では 10% に減少している。*Stipa grandis* の相対バイオマスの変動にも同じ傾向が見られる。一方、劣質な草本 (*Artemisia frigida*、*Cleistogenes squarrosa* など) の相対バイオマスは顕著に増加している。砂漠化の進行していない段階における *Artemisia frigida* の相対バイオマスはほぼ 0% だが、重度砂漠化段階では 50% に増えている。同時に *Cleistogenes squarrosa* の相対バイオマスは 0% から 15% に増えている (図 1b)。

注目すべきは、中度および重度砂漠化段階において、*Leymus chinensis* と *Stipa grandis* に代わって *Artemisia frigida* が優占種になっている点である。*Artemisia frigida* は家畜に踏まれると枝から不定根が形成されるという特性をもち、放牧に強い草本である。したがって、*Artemisia frigida* が優占する草原は、明らかに放牧過多の草原であり、*Leymus chinensis* 草原におけるきわめて深刻な劣化の局面であることを示している。この段階で放牧過多を継続すれば、*Leymus chinensis* 草原は、利用価値の低い、きわめて劣質な状態に移行すると予測される。以上のことから、優占種 (*Leymus chinensis*、*Stipa grandis*、*Artemisia frigida*、*Cleistogenes squarrosa* など) を、砂漠化の進行度を判定するための指標として用いることが有用であると判断された。

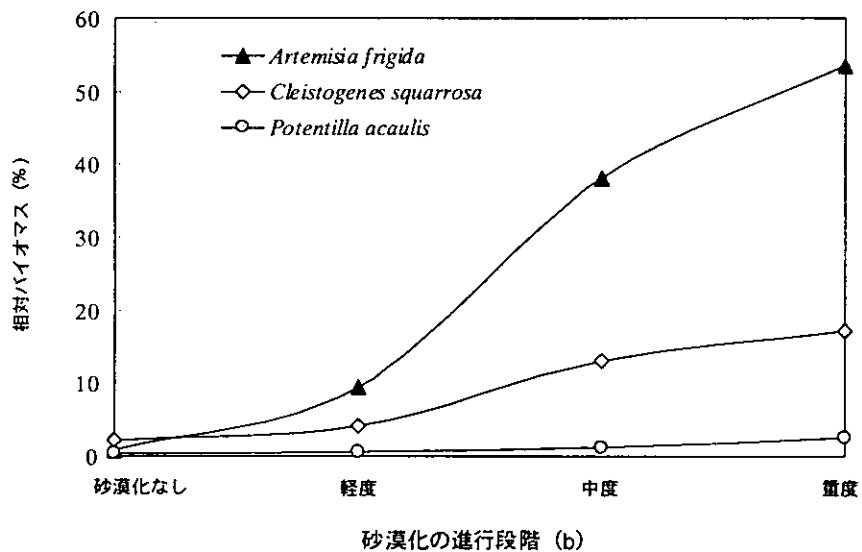
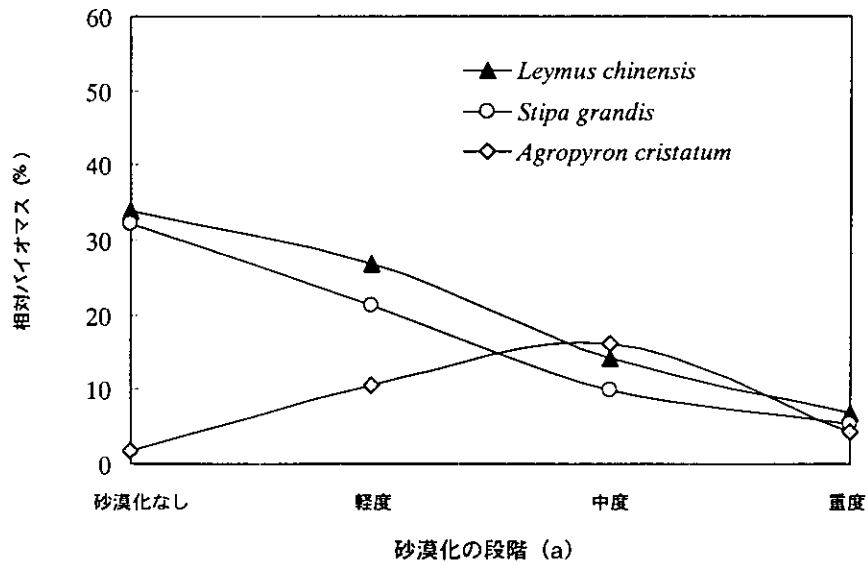


図1 様々な砂漠化の進行段階における相対バイオマス (群落全体のバイオマスに占める各植物種の割合)の変動

(4) 優占種の個体サイズの小型化

草原の放牧過多が甚だしく長期に及ぶと、植物個体の高さやサイズは減少する。図2のように、*Leymus chinensis* の平均高さは、砂漠化の進行していない段階で15cmであったものが、重度砂漠化段階で8cmに減少している。減少率は約50%である。他の種についても、およそ同一傾向の変動が見られた。平均高さの減少率は、*Stipa grandis* で33%、*Artemisia frigida* で32%、*Cleistogenes squarrosa* で50%、そして*Artemisia commutata* で61%である。

一方、放牧地が砂漠化から回復すれば植物の平均高さは徐々に増加する。図3は放牧を7年間中断した場合における群落全体の平均高さの回復過程を示している。放牧中止から1年後の平均

高さは15cm程度だったものが、7年後は35cm程度にまで回復した。

高さやサイズが減少すればバイオマスも減少する。一般的に植物個体のバイオマスは砂漠化草原で1/3に減少する可能性がある¹⁹⁾。本研究で得られたバイオマス比率(正常な個体に占める最小化個体の割合)は、*Leymus chinensis*で21.8%、*Stipa grandis*で11.4%、*Artemisia frigida*で8.4%、*Cleistogenes squarrosa*で36.5%、*Artemisia commutata*で20.5%である。

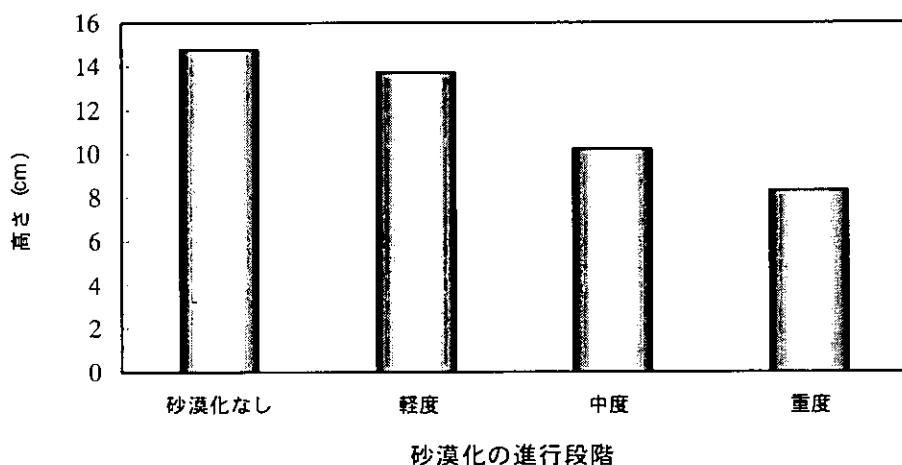


図2 砂漠化の様々な進行段階における *Leymus chinensis* の平均高さ

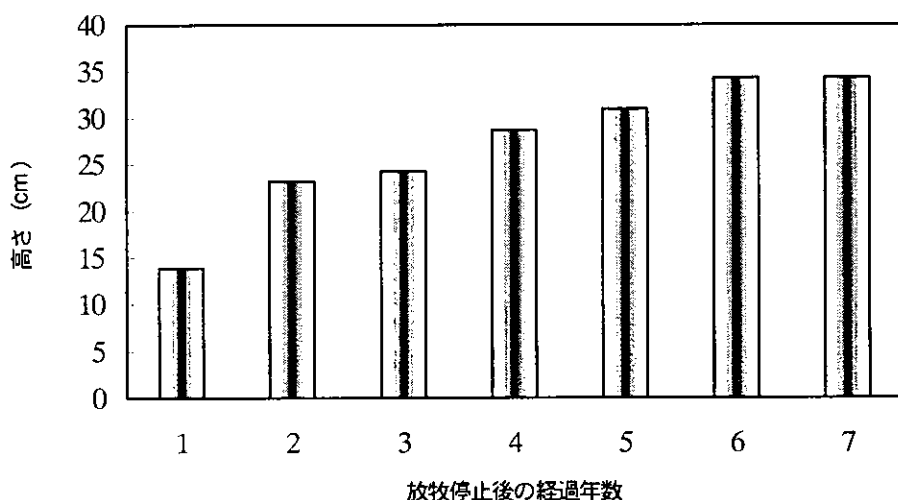


図3 放牧停止状態における群落の平均高さの増加

(5) 草原の植物種構成の変化

砂漠化が進行すると良質な植物が減少し、劣質な植物が徐々に増え、草原の植物種構成が変化する。本研究では、砂漠化の進行度合いを示す指標として、次式で表される、草原の特徴を示す植物種占有率(SDR)を用いることにした。

・植物種占有率 [SDR = (相対植被率+相対バイオマス)/2 × 100%]

図 4 は、様々な砂漠化進行段階にある様々な質の植物の SDR の変化を示している。砂漠化の進行に伴い、良質な植物と中質な植物は減少している。良質な植物の SDR は、砂漠化の進行していない草原で 35%であり、軽度砂漠化草原では 33%に減少し、中度砂漠化草原では 25%、重度砂漠化草原では 24%である。一般に中質植物の SDR は良質の植物の SDR よりも 5%高い。このことは中質植物がこの草原の最重要構成要素であることを示している。

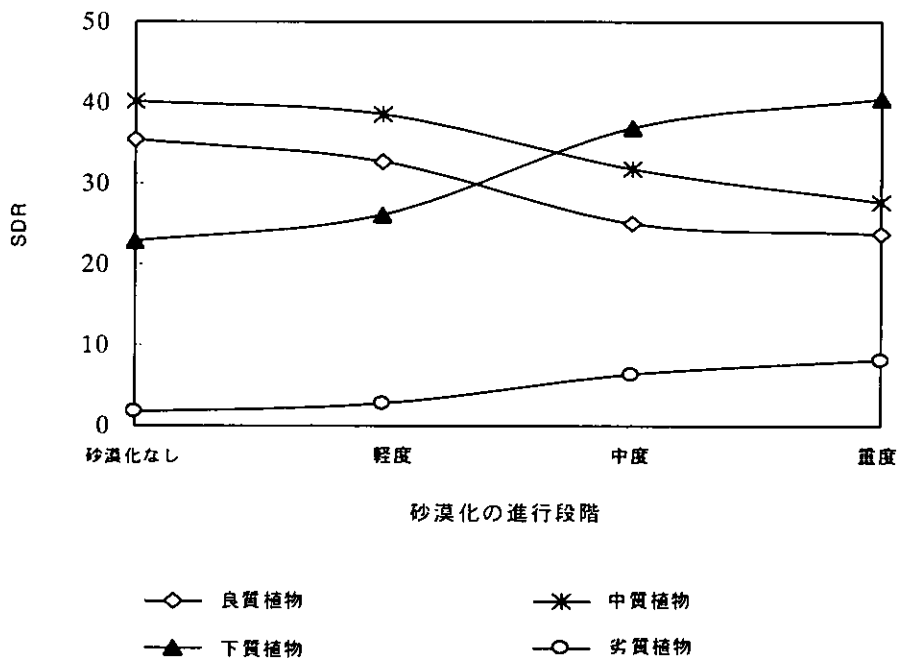


図 4 : 様々な砂漠化の進行段階における *Leymus chinensis* 草原の植物種占有率(SDR)の変動

また、図 4 からは、砂漠化が進行すると下質草本と劣質草本の SDR が増加することが分かる。砂漠化の進行していない草原における下質草本の SDR は 23%である。それが軽度砂漠化草原では 25%に増加し、中度砂漠化草原では 38%、重度砂漠化草原では 40%になっている。劣質植物の SDR は通常 10%未満である。したがって、劣質植物は草原にそれほど影響を及ぼさない。注目すべきは、中度および重度砂漠化段階において、下質植物の SDR が中質植物および良質植物の SDR よりも高くなる点である。前述のように、下質植物群落の主たる植物種は *Artemisia frigida* なので、この植物種は草原の砂漠化の指標種として使用可能であると思われる。

5. 本研究により得られた成果

中国における砂漠化研究の歴史は比較的長く、これまでに多くの砂漠化指標やその確立の基盤となるような基礎的知見が蓄積されてきている。本研究では、これらの中国における砂漠化指標に関連する文献およびその他の世界の砂漠化指標に関連する文献のレビューを行うことにより、

既往の砂漠化指標に関連する基盤的情報の整理がなされるとともに、既往の砂漠化指標に関する問題点を明確化した。また、砂漠化指標に関連する文献等の資料のデータベース化がなされ、砂漠化指標に関連する情報の有効活用が可能になった。さらに、中国の典型的な砂漠化地域である内モンゴルの放牧地の羊草 (*Leymus chinensis*) 草原の砂漠化過程に注目し、砂漠化の進行度と植生の変化との関連性の解析を通して、植物を基準とした砂漠化指標確立のための一手法を提示した。

6. 引用文献

- 1) UNEP : World atlas of desertification, Eds. N. Middleton and O.S.G. Thomas, London. Edward Arnold (1991).
- 2) Gao, S.W., Wang, B.F., Zhu, L.Y., Wang, J.H., and Zhang, Y.G. : Monitoring and evaluation indicator system on sandy desertification of China. *Scientia Silvae Sinicae*, 34 (2), 1-12 (1998)
- 3) Reining, P. : Handbook on desertification indicators [M]. Washington D.C.: Tempest Publishing, 4-21 (1978)
- 4) Liu, Y.P. : Theoretic framework for desertification assessment. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 12(3), 75-82 (1998)
- 5) FAO and UNEP : Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. FAO, Rome (1984)
- 6) An, Y., Xu Z., and Yan, Z.J. : The difference between the grass and soil in different stage of grassland deterioration. *Grassland of China*, 4, 35-42 (1999)
- 7) Hu, M.C. : A primary research about the quantitative classification indexes of desertification prone land Horqin Sandy Land. *Journal of Desert Research*, 11 (3), 57-60 (1991)
- 8) Li, Y.H. : Accordance of the grassland dynamics on temporal gradient of restoration succession to their changes on spatial gradient of grazing. *Research on Grassland Ecosystem*, 4, 1-8 (1992)
- 9) Zu, Z.D. and Chen, G.T. : Sandy desertification in China. Science Press, China, 250 pp. (1994)
- 10) Wang, S.P. and Li, Y.H. : Degradation mechanism of typical grassland in Inner Mongolia. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 10 (4) (1999)
- 11) Wang, W., Liang, C.Z., and Lui, Z.L. : Research on restoring succession of degenerated grassland in Inner Mongolia. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 13 (4), 44-55 (1999)
- 12) Sun, W., Nan, H. R., and Li, B.S. : An approach to the designing principle of desertification indicators. *Journal of Natural Resources*, 15 (2), 160-163 (2000)
- 13) Zhang, J.T. : Canonical principal component analysis and its application to the study of vegetation climate relationships in Shanxi, China. *Acta Geographica Sinica*, 53 (3) (1998)
- 14) Qiu, G.Y., Shimizu, H., Tobe, K., Gao, Y., and Omasa, K. : Application of vegetation to indicate desertification in Mu Us sandy land and its applicability in remote sensing. *Journal of Arid Land Studies* (in press)
- 15) Qiu, G.Y., Shimizu, H., Tobe, K., Gao, Y., and Omasa, K. : Use of vegetation as an indicator of desertification and its applicability in remote sensing. Proc. of International Workshop of the Asian Regional Thematic Network on Desertification Monitoring and Assessment (TPN1), June 28-30, Tokyo, Japan (2000a)

- 16) Qiu, G.Y., Shimizu, H., Tobe, K., and Gao, Y. : Plant as desertification indicators in Mu Us sandy land. International Symposium: Integration and Regional Researches to Combat Desertification - Present State and Future Prospect - The 16th "Global Environment Tsukuba" , p.10, December 7-8, Tsukuba, Japan (2000b)
- 17) Gao, Y., Shimizu, H., Tobe, K., and Qiu, G.Y. : Vegetation indicators of grazingland desertification. International Symposium: Integration and Regional Researches to Combat Desertification - Present State and Future Prospect - The 16th "Global Environment Tsukuba" , p.46, December 7-8, Tsukuba, Japan (2000)
- 18) Wang, W., Liang, C.Z., Liu, Z.L. and Hao, D.Y. : Analysis of the plant individual behaviour during the degradation and restoring succession in steppe community. Acta Phytocologica Sinica, 24 (3), 268-274 (2000)

[国際共同研究等の状況]

本研究は地球環境研究総合推進費の国際交流研究制度(Eco-Frontier Fellowship Program)により実施されたものである。また、本研究は内蒙古農業大学および中国林業科学院との共同研究であり、これらの機関から本研究を実施するうえで必要な情報や資料の提供を受けた。

[研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表

- ① G.Y. Qiu, Y. Gao, H. Shimizu, K. Tobe and K. Omasa : Journal of Arid Land Studies, 11(1), 63-70 (2001)
"Study on the changes of plant diversity in the established communities for rehabilitation of desertified land."
- ② K. Tobe, L. Zhang, G.Y. Qiu, H. Shimizu and K. Omasa : Journal of Arid Environments, 47 (2), 191-201 (2001)
"Characteristics of seed germination of five non-halophytic Chinese desert shrub species."
- ③ G.Y. Qiu, H. Shimizu, K. Tobe, Y. Gao and K. Omasa : Journal of Arid Land Studies (in press)
"Use of vegetation as an indicator of desertification and its applicability in remote sensing."

(2) 口頭発表

- ① G.Y. Qiu, H. Shimizu, K. Tobe and Y. Gao : The Workshop of the Asian Regional Thematic Programme Network on Desertification Monitoring and Assessment (TPN1), June, 2000, Tokyo (2000)
"Use of vegetation as an indicator of desertification and its applicability in remote sensing."
- ② K. Tobe, X. Li, G. Qiu, H. Shimizu and K. Omasa : The 43rd Symposium of the International Association for Vegetation Science, July, 2000. Nagano, Japan, (2000)
"Effects of NaCl on seed germination and early seedling growth of three species from a Chinese desert region."

- ③ G.Y. Qiu, H. Shimizu, K. Tobe, and Y. Gao : International Symposium: Integration and Regional Researches to Combat Desertification — Present State and Future Prospect — The 16th "Global Environment Tsukuba", December 7-8, Tsukuba, Japan (2000)
"Plant as desertification indicators in Mu Us sandy land."
- ④ Y. Gao, H. Shimizu, K. Tobe, and G.Y Qiu : International Symposium: Integration and Regional Researches to Combat Desertification — Present State and Future Prospect — The 16th "Global Environment Tsukuba", December 7-8, Tsukuba, Japan (2000)
"Vegetation indicators of grazingland desertification."
- ⑤ K. Tobe, L. Zhang, X. Li, H. Shimizu and K. Omasa : International Symposium: Integration and Regional Researches to Combat Desertification — Present State and Future Prospect — The 16th "Global Environment Tsukuba", December, 2000. Tsukuba, Japan (2000)
"Seed germination of Chinese desert plants distributed at locations differing in the degree of desertification. "

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし