

4 乾燥地緑化の諸問題 —内蒙古毛烏素沙地の例—

京都大学 小橋澄治

はじめに

わが国の緑化関係研究者が諸外国の乾燥地緑化の仕事に携わる機会が増加しつつある。わが国に乾燥地緑化に経験の深い人はまだ数少なく、勉強の時期ともいえるだろう。筆者は現在、“毛烏素沙地の総合的改善と合理的利用に関する研究”というプロジェクトで特に緑化問題を担当することで参加している。乾燥地といっても場所によって、その問題点は千差万別であろうが、ここでの問題を纏めることにする。

毛烏素沙地はオルドス高原に位置し、蒙古族の人々を中心に牧畜業を営んでいる。その経営規模は小さく、旱魃の頻発で生産は不安定であり、政府は多種経営の奨励によって生活を安定させるべく、砂漠地内に研究センターを設置し、緑化、生産性向上の指導を行っている。われわれの研究はこのセンターの研究者との共同研究で進められている。

1 気象、土地条件

この沙地は1000mを超える中世代砂岩よりなる高原に半月型の砂丘群が連続して並び、北西風によって、南東へ移動している。実測例では年間約1mの移動である。砂丘の間には低地があり、そこでの地下水位は高く、地下水は豊富である。この丘間低地が牧畜飼料の生産地である。年間降水量は平均約360mmで、植物生育可能温度期間が4月から9月であり、植物生長が困難な地域ではない。しかし5月まで乾燥期であり、植物生長期が3ヵ月しかない。また10-20年再現確率の旱魃年の降水量は平均より半減し、かなりの頻度で旱魃が発生する。基本的には草原化が可能な条件であるが、過去の過放牧、大規模な開墾で流沙地と化している地域が多い。

2 緑化に関する諸問題

飛砂防止、砂丘固定には緑化が急務である。早柳を主体とする大枝挿木による緑化技術、防護林体系は一応確立している。ここでの緑化技術の大問題は当然ながら飛砂と水分条件である。丘間低地の地下水位の高い箇所では過湿障害を生じ、砂丘面で地下水位と地表面との距離が大きくなると乾燥障害が生じる。早柳の生育の最適水位は1-1.5mである。地下水を利用して、砂丘下部に植栽し、砂丘上部の砂を季節風で飛ばし、砂丘の高さを減少させながら緑化固定を図るとというのが基本戦略である。砂丘上部の緑化を地下水のみに頼るのは限界があり、砂丘内部に保持する僅かな水を利用し、地被植物で被覆する必要がある。砂丘表面は当然乾湿の変動が大きい、深さ20cm以下は重量比3%程度の含水比を常に持つ。この水分を利用できる地被植物（沙蒿、ヤンツアイ）などの生理生態機構を解明する必要がある。

ここでの緑化の目標は単に飛砂固定だけでなく、早柳の盛んな植栽も葉の家畜飼料としての有用性、枝の利用という利点のためである。森林育成は牧畜民に有機資材を提供するという大きい目的がある。そのため早柳より材として価値があるモンゴルマツの植栽が希望されている。マツの上長生長期は7月までであり、苗木は乾燥期の4月上旬に植栽する必要がある。乾燥期には乾砂層といわれる乾燥した砂層が地表面下に発達し、この層厚と苗木の植栽深さの微妙な関係で活着の成否が左右される。また4-6月の風は風向が一定せず、防風対策が立てにくく、砂の侵食、堆積被害を生じやすい。

3 水資源の問題

現時点では地下水は豊富で水質も比較的良好のようである。しかしながら大規模な緑化、土地利用の高度化を図るとすると地下水の枯渇、塩害問題が心配になる。夏季は30度程度の高温で日中相対湿度が20%以下という気象条件であり、植物の蒸散量はわが国の数倍以上に達すると推定され、年間降水量からみて、全面緑化するとたちまち地下水は枯渇する。地下水の変動は夏季の植物生長期に0.3-0.5cm/dayの速度で低下し、夏季末期、秋季の雨で回復するというサイクルのようであり、生長期での地被植物の繁茂する丘間低地では午後遅くの最低値、夜明けの最高値で変動幅5cmの日変動を示す。

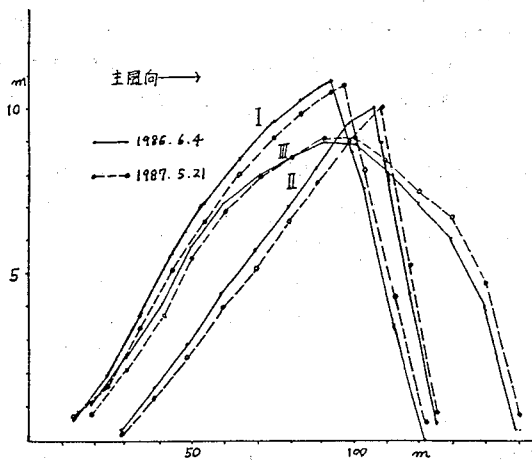
4 研究の方向と問題点

以上の実態から現在進めている研究の内容は以下の通りである。

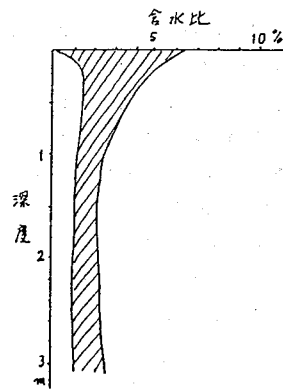
- (1)毛烏素沙地の緑化に役立つ樹種、地被植物の検討と導入試験。種子から導入しているので大変時間を要する上に緑化植物の地道な基礎試験に携わる日本の研究者は数少なく、急速な進展は難しい。米国の試験機関が30種余りの牧草類を持ち込み、試験しており、見習うべき点が多い。しかしエネ科植物で収量を上げるには肥料が多く必要で、現地で使っているマメ科の方がよさそうである。
 - (2)砂丘の動態解明と飛砂防止策。砂丘の動態は大体分かったが、冬季、春季の季節風による大きい砂丘移動は現地では余り問題でないようである。それは土地利用の疎放さのためだろう。むしろ苗木植栽、播種（航空機播種も行われている）時期（4-6月）は風向が定まらぬ時期で、飛砂が苗木活着、発芽上、問題である。柳枝による防風柵が使用されているが、材料に限りがあり、潤沢には使えない。(3)防護林造成樹種、地被植物の生長条件。最も力を入れており、当然水分生理が主体である。上述の通り、夏季の蒸散量は大きい。同じ旱柳でも地下水に近い位置では贅沢に水を使う。砂丘上部では蒸散量は少なく、根系を広く発達させ（根系の年間伸長量は数mにも達する）、僅かな砂丘内部の水を吸収している。風食による植物体の浮き上がり、埋没も問題である。丘間低地の水の豊富な箇所には蒸散量の大きい地被植物、砂丘上部では蒸散量の少ない植物が住み分け、水の豊富な箇所に蒸散量の少ない植物を導入して、水消費を節約することは難しいようである。とにかく丘間低地の地下水動態、砂丘内部の含水比分布とその動態と植物生長の関連を明らかにすることが急務である。
 - (4)新緑化資材導入試験。いかに風による侵食が激しいといっても、その基本機構は地表面の砂の各個運動の形で移動である。わが国には地表面の侵食を防止する資材の開発は盛んであり、いくつかの資材を持ち込み、試験している。マット形式の被覆材で砂丘面を完全に覆うと大変効果があること、侵食防止剤ももう少し工夫すれば有効であることも分かった。あるいは植生袋利用の工法も期待できそうである。
- しかしながら、これらの資材は現地にとって余りに高価すぎる。これらの資材の単価を100円/㎡以下に切詰めることはかなり困難である。現地の一般の緑化工の施工単価は10円/㎡以下、中国で最も保安度が高い鉄道沿線の緑化事業でも10数円/㎡とのことである。現地で安価な被覆材を大量に生産する体制が整うことが先決である。
- (5)地下水の動態解析。開発の成否を決めるのは水資源であり、重要問題の一つである。地形的にみて北西から南東方向にゆっくり移動していると考えられるが、分水界もよく分からず、マクロな動態の解明には時間を要する。当面は研究センター周辺部の小規模な範囲で移動方向、植物蒸散との関連を究明することになっている。
 - (6)緑化状況評価法の検討。広くかつ平坦な砂漠地では植物の分布、緑化植物の生長状況を把握するのは困難である。最近遺跡調査などで使用されている風による調査（カイトセンシング）を試みている。夏季でも日本と比べるとかなり強風があり、強風用風で詳細な解析が可能な写真を得られる見通しを得ている。
 - (7)緑化、開発計画のための自然土地条件図の作成。限られた水資源を枯渇、塩水化することなく、合理的な緑化、開発を進めるには十分な計画が必要である。その基礎資料として自然土地条件図の作成が必要である。すでにマクロなスケールでの土地条件図は中国研究者の手で作成されている。時間と共に変貌する土地条件、利用状況を把握するにはランドサット情報などリモートセンシング情報でモニタリングし、土地条件図を充実させていく必要がある。最近、中国でもランドサット情報の受信が可能になり、最新の情報が得られるようになったので、この面の研究をさらに進めたい。

5 共同研究、技術援助を進める上での問題点

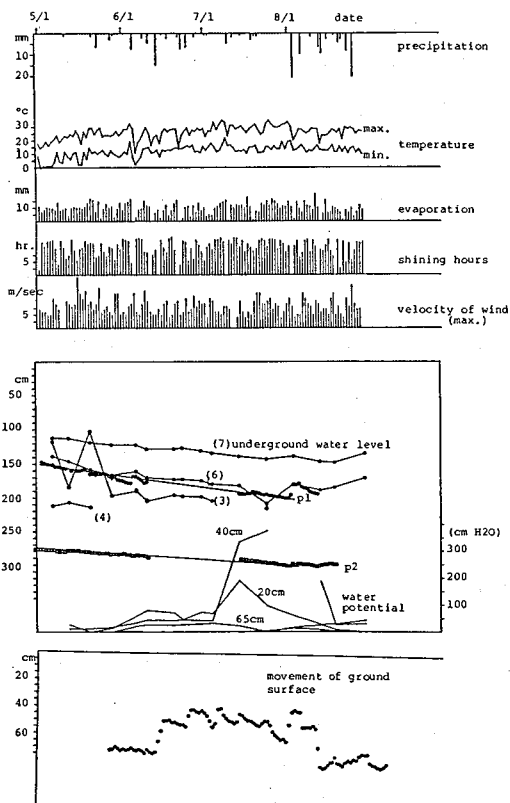
日本で開発された資材を紹介するには現地にとって余りに高価過ぎるのは保全対象物の保全度の違いによる。土工機械を持ち込み、砂丘を崩して丘間低地に砂を入れると優良な大規模圃場が建設できるであろうが、それが直ちに現地蒙古族の人々の生産力向上に繋がるか疑問である。ある地域の技術はその社会的、経済的条件を前提として発達するものである。共同研究、技術援助は現地の社会的、経済的諸条件の理解がないと有効でないことを痛感する。それはわれわれ自然科学系の研究者、技術者にとって非常に難しい問題である。社会科学系、人文科学系研究者の調査が先行するのが理想であろう。現時点では現地との付き合いを長



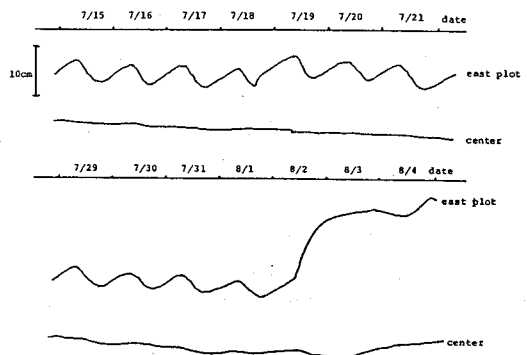
図一 1 砂丘の年間移動状況



図一 2 砂丘内部の含水比(重量比)の変動。丘頂に近い位置
(1987.5/30-6/17, 5回測定)



図一 3 夏季の気象、地下水位、
砂丘頂部の地表変動



図一 4 地下水位の日変化
(east plot: 丘間低地
center: 研究センター内)

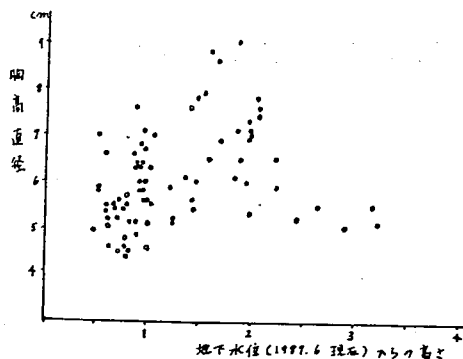


図-5 旱柳の地下水位の高さと樹高直径

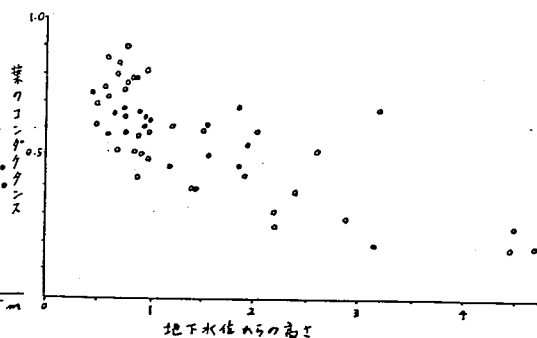


図-6 旱柳の葉のコンダクタンスと
地下水位の高さ
(1987.5/27 AM11.00-PM1.00)

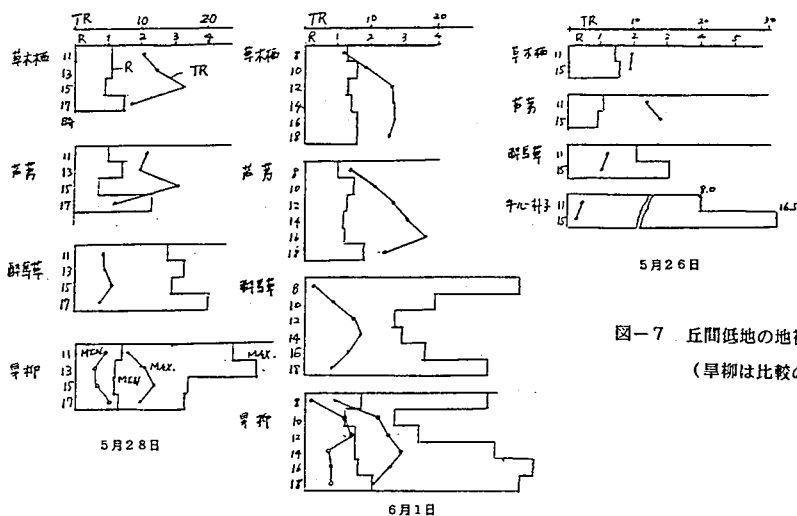


図-7 丘間低地の地被植物の蒸散量
(旱柳は比較のため表示)

くし、時間を掛けて理解していくしか方法はない。

中国の研究者の45-60歳代の指導者は経験、知識が豊富であり、教わる点が多い。問題は30歳代の活動期の研究者が乏しいことで、共同研究は20歳代の若年研究者と進めなければならない、共同研究というより教育の色彩が強くなるざるを得ない。共同研究の成果を挙げるには現地の若年研究者の生長がまず必要であり、これも時間のかかる問題である。

“緑化研究”といっても日本での問題と中国毛烏素沙漠での問題は全く異なるのは当然であり、先方の要望に即応できる研究者が日本にいるわけではない。勉強しながら対応していとしても、広い分野にわたる基礎知識を持っている必要がある。日本での研究は細分化、専門化せざるを得ないが、一方では常に世界的視野での問題を意識していないと外国で研究に携われる研究者は育たない。今後の研究者養成の大きい課題である。

引用文献

- 内蒙古沙漠開発研究会(1987): 中国の乾燥地における砂漠化の機構解明と動態解析(予備調査)一特に毛烏素沙漠において一(トヨタ財団助成研究報告書 NO.005)
- 小橋澄治(1987): 中国内蒙古自治区毛烏素沙地の緑化研究について(緑化工技術 13-1)