

沙漠緑化と日中林業技術の交流

江 藤 素 彦

はじめに

1972年、日中国交回復が成って、翌1973年には、早くも中国政府林業技術考察団が来日した。福田林野庁長官の時代で、筆者は、林野庁研究普及課長として、技術交流の窓口役を仰せつかり、中国考察団のお世話をすることとなった。何しろ国交回復直後のことでもあり、人民服に身を固めた考察団一行を迎えて、やや緊張ぎみであったことを思い起す。

黒竜江省林業総局局長の張世軍氏が団長で、副団長が農林部林業局局長の楊延森氏、以下通訳を含め総員11名の考察団であった。現在では、中国政府の中で、林業部が独立していて、林業部長（わが国の呼称で言えば、林業省の林業大臣と言うことになる）が存在するが、当時は農林部林業局局長であり、黒竜江省の林業総局局長が、考察団の団長であったことが、受入側の我々にとつて、いささか不思議な気がした記憶がある。

いずれにせよ、林業に関する技術交流団が国交回復早々に他に先んじて来日したこと、又、その後、中国政府は林業部を独立させ、広大な国土の中の荒廃した地域の復旧に大きな力を注いでいることなどからみて、中国の並々ならぬ意欲を伺い知ることができるのである。

筆者は、職掌柄、受入れ側の窓口役であったと同時に、国内視察地として、名古屋の木材団地と九州地区（小国林業地等）の案内役を分担することとなった。東京から名古屋の新幹線車中で、楊延森林業局局長と同席した。何しろ中国語は将にチンプンカンパンで通じないが、幸に筆談が通ずることは有難かった。「中国林業之目標如何」と書いて示したところ、楊局長は直ちに「先人種

Etoh, Motohiko : Desert Restoration and Technical Exchange between Japan and China

海外林業コンサルタント協会

樹後人涼」と返してよこした。この字句は、まことに簡にして要を得ていて、私の心中に実に新鮮に響いてきたことが今でも忘れられない。その後、機会あるごとにこの言葉を使わせてもらって、その恩恵にあずかってきている。荒漠たる原野に先人が嘗々として樹木をいくつしみ植え育て（「種」の字にはそう言う意があると言う）、その樹木が育って後代の人が樹蔭で涼をとると言うことは、「涼」の一宇の中に「快適な生活」と言う響きが流れていて、これこそ将に、「荒廃地緑化」、「沙漠緑化」の精神である。

この第1回の中国考察団を契機として、日中の林業技術交流は、その後、年毎にきわめて積極的に行われてきている。筆者も職場の変る中で折にふれ中国の林業人と接する機会があったが、第1回考察団来日から丁度丸々10年を経た1983年9月に、熊本営林局長として、中国林業部の王殿文副部長を団長とする技術交流考察団一行を、熊本に迎えたことがあった。10年前は熊本に案内し、今度は熊本に迎えると言うことで奇しき因縁であった。王団長に10年前の思い出話をしたところ、王団長直筆の色紙（写真-1）を書いてくれた。

「先人種樹後人涼」、中国と筆者との関係は、この一語によって深められたようと思えてならない。

1. 中国の沙漠地帯

中国の沙漠は、主として中国西部および北部を中心に、一部北東部にもみられ、その面積は約1億2,800万haで、中国国土総面積の約13%を占めている。この沙漠地帯の中には沙礫の大きい礫沙漠があり、このような地域は戈壁（ゴビ）と称されている。これを省区別に分布面積で分けてみると表-1のようになる。図-1に示される通り沙漠地帯の含まれる範囲は北緯35°から50°、東経75°から125°の間の広大な地域に分布しているが、その90%は、東経110°以西に集中しており、これらの乾燥地の殆んどは、年間降水量300mm以下で、しかも蒸発量は3,000～4,000mmに達すると観測されている。東経110°

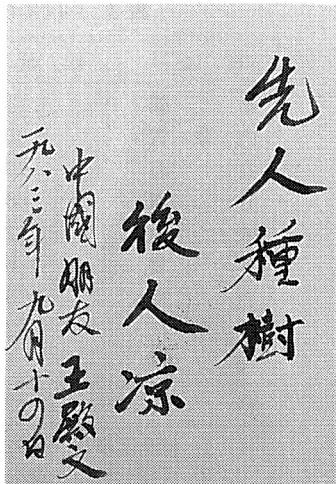


写真-1

表-1 中国における沙漠の分布面積（単位：万 ha）

省（区）	総面積	沙漠と沙漠化沙地	戈壁
新疆	7,130	4,200	2,930
内蒙古	4,010	2,130	1,880
青海	750	380	370
甘肃	680	190	490
陝西	110	110	—
宁夏	65	40	25
吉林	36	36	—
黑龙江	26	26	—
遼寧	17	17	—
合計	12,824	7,129	5,695

注 1. 緑化工技術（姚洪林）1986 より

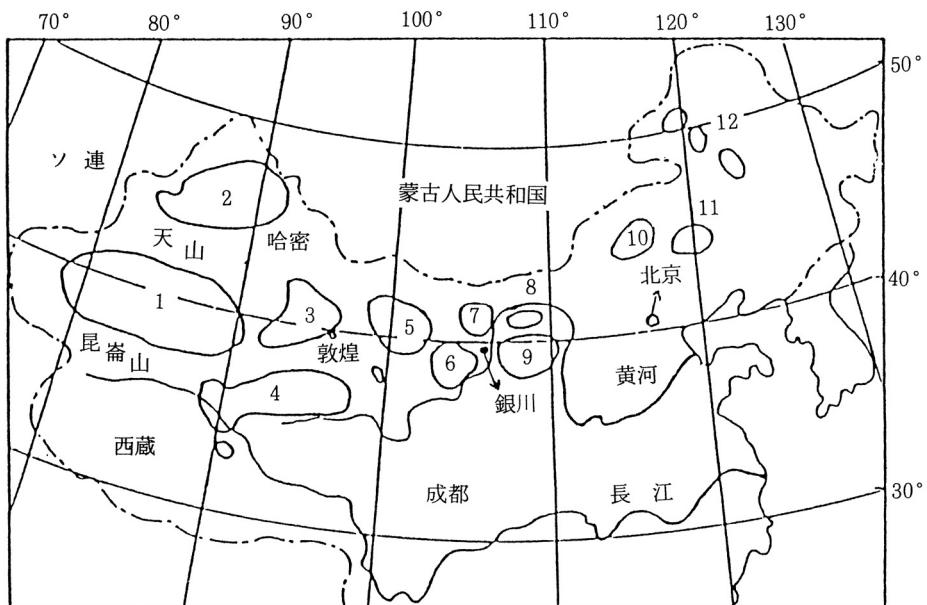
2. 戈壁(ゴビ)=礫沙漠

以東では、乾燥、半乾燥ステップに沙丘や沙礫地が点在する小規模のもので、中国の沙漠全体からするとわずかに 10% 程度にすぎない。

これらの沙漠は、それぞれの降水量や気温、地形などの地域的要素の影響を受けて自然特性に大きな差異がみられる。図に見られるように、1 から 8 までの地域と 9 から 12 までの地域については、大別して沙漠と沙地として区別している。沙漠と称している地域は、1 のタクラマカン沙漠のように、3,270 万 ha と言う中国最大級の沙漠もあり、巨大規模の移動沙丘が見られ、その高さは 100～150 m にも達していて、将に正真正銘の沙漠と言えるからである。又、一方、9 から 12 までの毛烏素沙地を始めとする地域は、水分条件が比較的によく、かつては草原であったもので、歴史的に不合理な土地利用により植被が破壊されたもので列状の移動沙丘が見られ、いわゆる沙漠化沙地と称される所以である。

2. 三北防護林の建設

中国政府が積極的にとり組んでいる生態環境工事として、(1) 三北防護林の建設、(2) 長江中流域水源涵養林の整備、(3) 海岸防護林の造成、(4) 太行山の緑化、(5) 平原の緑化、の五つの大きなプロジェクトがある。これらの五つの課題を解決することによって、広大な中国大陸の環境改善をはかり、すでに 10 億の大台をはるかに突破した民衆の生活に安定した基盤をもたらすことが目的である。



- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1 塔克拉瑪干沙漠 (タクラマカン) | 7 烏蘭布和沙漠 (ウランブフオ) |
| 2 古爾班通古特沙漠 (グルバントングト) | 8 庫布齊沙漠 (コフサイ) |
| 3 庫姆塔格沙漠 (クムダグ) | 9 毛烏素沙地 (マオス) |
| 4 柴達木盆地の沙漠 (ツアイダム) | 10 渾善達克沙地 (コンシャンタク) |
| 5 巴丹吉林沙漠 (バタンチリン) | 11 科爾沁沙地 (コルチン) |
| 6 謄格里沙漠 (テングリ) | 12 呼倫貝爾沙地 (フルンボイル) |

注:「日本森林各種機能活用技術交流・訪中団報告書」(1987・12)(財)日中経済協会
原典は「治沙造林学」(高畠武ほか) (1984・5)

図-1 中 国 沙 漠 分 布 図

中でも、乾燥・半乾燥地帯に属する中国の北部地域は、前項に述べたような沙漠地帯をかかえ、常に自然災害の脅威にさらされており、乾ばつ、風害が多発し、その上に流沙による沙漠化が進行しており、農業、工業生産が立ちおくれると言う問題をかかえてきた。このため、前述のような五大プロジェクトの中でも、その第一番目のプロジェクトとして、中国国務院は、1978年に「三北防護林体系工事」をビッグプロジェクトとして発足させ、中国の東北、華北、

西北（三北と言う）に及ぶ13省区、551県にまたがる広大な防護林造成事業を始めている。

東西は7,000km、南北は400～1,700kmに達すると言われ、総面積は3億9,000万haに及び、中国国土面積の約40%にあたる。中国の歴史をさかのぼってみると、三北地域のかなりの地域において、かつては森林や草地や農地が豊かに茂り、多数の居住民が繁栄していたと伝えられている。しかしながら長年の間の自然的、人工的压力によって森林が失われ、飛沙による被害や水土流出による災害が生じ、今や、看過できない問題が提起されるようになってきている。

この三北地域には、前表に掲げたような沙漠地帯が広大な面積を占めていて、しかもこれらの沙漠地帯の沙は風によって流動し、隣接する農地や草地を浸食し、常に脅威を与えていた。又、沙漠地帯に接する黄土高原地帯からは、毎年、大量の泥土が流出すると言われ、三北地帯を貫流する黄河に流入する土砂量は、年間16億トンに達するとも言われている。

三北防護林の造成計画は、現存する森林の保護、保存と同時に、大規模な植林と草地造成と言う両面で成り立っている。地形を考慮しながら現存する林帯や林網や点状の森林等を結びつけ大規模な防護林の造成をはかるもので、「緑の万里の長城の建設」とも称されている壮大な計画である。

3. 「沙漠化地域森林復旧技術指針策定調査事業」の推進

近年、グローバルな環境問題が世界の注目を集めてきているが、沙漠化問題に関しても国際的な関心が高まり、沙漠地帯が主として開発途上国に存在することから、沙漠化防止に関する資金的、技術的要請が強くなっている。

このような情勢に対応して、林野庁としても林業技術の分野から沙漠緑化にとり組む方針を定め、海外林業協力室による平成元年度から4年度にいたる補助事業として、「沙漠化地域森林復旧技術指針策定調査事業」に着手することになった。海外林業コンサルタント協会が本補助事業の実施主体となり、早速、対象国の選定が進められ、世界最大のサハラ沙漠のあるアフリカのマリ国と、わが国に最も近い関係にある中国が、その対象国として定められた。

中国については冒頭にも記した通り、1972年の国交回復以来、林業に関する技術交流を深めてきた関係もあり、中国林業部の外事司を通して協力を要請したところ、黄河上游の寧夏回族自治区の塩池県に分布する毛烏素沙地の現地を対象として共同調査が行われることとなった。中国林業部はもとより、寧夏

回族自治区人民政府及び寧夏林業庁もきわめて友好的にこれを受入れ、現地に共同で 50 ha のモデル林を造成し、沙漠緑化に関する技術指針のためのデータをとりながら調査を進めることとなった。すでに 3 年を経て、最終年度の 4 年目に入るが、協力体制はきわめて緊密であり、現地の人たちも明るく友好的で、調査事業はきわめて円滑に進んでいる。

4. 現地の概況

寧夏回族自治区は、広大な中国の中で回族が集まり住んでいる主要地域の一つであって、中国大陸の北部中央地帯に位置する。北は内蒙古自治区に接し、東南と西南部を甘肅省に囲まれ、東北部で陝西省に接している。全区の総面積は約 664 万 ha で、わが国における九州と四国を合わせたくらいの面積であり、全中国の 0.7% と省区内では小さい方である。東に毛烏素沙地、西に騰格里沙漠が走り、平野部が 31.5%，山地が 23.5%，丘陵が 36%，沙漠は 9% となっている。中部から北部にかけて半乾燥区から乾燥区となり、年間平均気温は 5~9°C で、年間降水量は南部では 650 mm 程度になるが、中北部では 180~300 mm 程度である。しかも降水量は 7, 8, 9 月の 3 カ月に集中するので、中北部にかけて沙漠化の進行することが憂慮されている。中でも毛烏素沙地は、黄河の湾曲する地域の内蒙古自治区、寧夏回族自治区そして陝西省北部の地域にまたがっている。面積は約 100 万 ha で、主要部分は新月形の沙丘の鎖を形成し、東北から西南へと配列している。高さは約 4~6 m から 10~15 m に達する。北部はその大半が固定及び半固定の沙丘であり、南部の万里の長城に沿った地帯は流沙の状態で、過去毎年、東に向って約 3~5 m の移動を続けていることが観察されている。

今回のプロジェクトの対象地域となる寧夏回族自治区の塩池県は、毛烏素沙地の西南部に位置し、南北の長さは約 120 km で、東西の巾は約 100 km、面積は約 676,000 ha で、わが国の栃木県もしくは高知県程度の面積である。自治区の首都銀川からは約 170 km の地点で、北は内蒙古自治区、東は陝西省に接している。

5. 現地適応の緑化技術

沙漠化してしまった土地を回復し、沙漠化の進行を防止する方策としては、緑化が最も有効な手段で、緑化により牧野、農耕地の生産性を驚異的に増加させ得ることは、先に記した三北防護林建設の第一期工事（1978~1985）の成果

などから、近年、とくに明らかにされてきている。

それなら、効果的な沙漠緑化技術をどこから求めたらよいのであろうか。沙漠や沙漠化地帯は、発展途上国のみならず、アメリカ合衆国の西部やオーストラリアなどにも存在しているが、これらの国においては、所謂、沙漠化問題は技術的な解決分野である。これら先進国の技術による方策も考えられるが、資本集約的な先進国の技術は、発展途上国におけるぼう大な沙漠化問題に対して永続的な手段になり得ない。

この点、寧夏回族自治区には、隣接する甘肅省の首都蘭州に置かれている中国科学技術院の蘭州沙漠研究所の附属機関である沙婆頭治沙站を始め、中衛の鉄道固沙林場や塩池の沙地乾生植物園等があって、現地にそった研究が進められており、経験の蓄積が豊富であると言う利点があった。

6. 本調査事業の前提

(1) 調査事業期間の短期性

わが国の予算編成に当って、本補助調査事業の計画期間が、平成元年度から4年間と定められたので、期間内に調査事業を推進するべく日中間の協議が進められた。中国側の意向としては、広大な沙漠に対する調査として、モデル林の設定は 200 ha ぐらいをとりたいと言うことと、調査期間もなるべく長い期間にしたい旨が述べられた。しかしながら、日本側としては、林野庁として始めてとり組む調査でもあり、ともかく定められた期間にどのくらいの成果を挙げ得るか、与えられた条件で実施することで中国側の同意を得た。モデル林としては 50 ha を造成することとなった。

元来、林業技術の成果は長期間を要するものであり、さらには対象地域が沙漠地域と言うことで、この種の事業は短期で実施することに、いささか無理が生じないかとの不安の面もあったが、反面、押し迫った沙漠の脅威に対し、短期間で治沙造林を実施することも必要な場合があると考えられるのである。

(2) 無灌漑造林

沙漠化地域の緑化には、灌漑による植生の定着が有効な手法であることは広く実証されている。しかし、限界的な水資源の問題や、経済コストや、さらには地域性の問題等から、おのずから実施できる可能性は限定されていて、広大な沙漠に広範囲に適用するとなると、その原点として「無灌漑造林」によって本調査事業を進めることとした。

7. モデル林の設定

50 ha のモデル林区域内の地形は、高低差が 8 m あり、沙丘の浅層地下水も浅深を異にしている。このため、地下水位と沙層水分の状況に基づいて、湿潤型、半湿潤型、乾燥型の 3 種類の類型の流動沙地に区分した。類型区の区分は、かなり精密に行なわれ、初年度設定時から次年度にさらに一部修正をしている。

(1) 湿潤型流動沙丘

地下水表面 2 m 以内。50 ha 中、1991 年の最初の調査では 27 ha、56% であったが、1991 年の調査で、24.33 ha となり、48.66% を占める。

(2) 半湿潤型流動沙丘

地下水表面 2~3 m。50 ha 中、最初の調査では 4.7 ha、9.4% であったが、1991 年の調査で 7.67 ha となり、15.34% を占める。

(3) 乾燥型流動沙丘

地下水表面 3 m 以下。50 ha 中、最初の調査では 17.3 ha、34.6% であったが、1991 年の調査で 18 ha となり、36% を占めている。

8. 流沙の固定

流沙を固定するために、植生の導入に先立って、沙障を作設することが一般的に行われている。沙婆頭治沙站や中衛固沙林場では、長年にわたって麦藁を使っての沙障についての実験研究が行われてきている。どのような方式の沙障が最も効果的かと言うことで、いろいろな試験が行われた結果、1 m × 1 m の方格沙障（写真-2）が、最も効果的であることが明らかになった。以来、この地区では、この手法が広く実行されてきている。しかし麦藁が 4~5 年を経ると損壊すると言うことで、補完することを 4~5 回くり返し、約 20 年ぐらい後、流沙の固定をみて、植生を導入すると言うまことに気の長い手法である。



写真-2 施工中の麦藁方格沙障



写真-3 沙柳沙障

藁以外にも現地で容易に調達し得る材料として粘土が用いられていたが、モデル林を設定した地区の附近では、乾燥に強い沙性植物として沙柳 (*Salix mongolica*) が豊富に生育し、4~5年で4m位に達し、これを収穫すると萌芽によって再び伸長すると言う特性がある。これを利用することを提案し、現実にモデル

林内で実施した結果（写真-3）、大変良好な結果が出ている。又、部分的には防風ネットを使用すること等も実験的に行ってみた。

さらに、現地附近で豊富に産する石炭利用によるアスファルト乳剤による被覆策も考えられ、このための設備投資を含めた生産コストがどの程度になるか等も検討してみる必要がある。

9. 植生の導入

ある特定な地域を有刺鉄線等の柵で囲み、放牧や入山を禁止することを、中国では「封山」と称しているが、これを行うと自然植生の回復は驚く程早い。この場合の植生の遷移過程を立地条件別に把握しておくことは、植物生態的にも興味があると同時に、沙漠緑化の指針を得るためにも必要であろう。

一般に寡雨地帯の土壤水分は、植生の存在によって減少すると言われるが、沙漠地帯の植生は耐乾性が強く、きわめて節水型にできている。その上、植生の存在による地表面の温度の低下が蒸発量を抑制すると言う結果をもたらし、相対的に土壤水分が増加する場合もあると言われる。これらは植物の種類や群落の組成によるとも考えられるので、植生のタイプ別に土壤水分の変化を調査する必要がある。この点、モデル林地区は、これを区画して、いろいろのタイプに区分しているので、かなりのデータの集積が可能になると思われる。

また、塩池県の緑化に当っては、合作楊や新彊楊 (*Populus bolloana* 写真-4) 等、ポプラ類を中心とした造林樹種が選定されている。このことは、育苗を含めたポプラ類の造林方法が確立されていることや、成長の早いことなどから妥当な手段ではあるが、落葉期の防風効果や、一斉林による虫害発生の危険

性などの問題点も孕んでいる。これに対する課題としては、常緑樹を採用することを提案し、樟子松(*Pinus sylvestris* var. *mongolica*)や油松(*P. tabulaeformis*)について、モデル林内に導入し実験することとなった。

元来、沙漠緑化は、沙固定から植生の定着まで、かなりの年月を要し、沙婆頭や中衛で行われているように、かなりの年月の中で災害と修復をくり返し自然との戦いが続けられてきている。しかしながら今回のモデル林の造成にあたっては、沙固定と植生導入を同時に進め、満3年ではほぼ安定した様相を呈している。真の安定かどうかについて今後の調査がなお残されているが、仮に永続的成果が見られれば、今後の沙漠緑化手法に新たな展開をもたらすであろう。



写真-4 新疆楊

10. 本調査事業の成果

(1) 湿潤型沙丘地における植被率の増加

この区域の当初の植被率は、17.5%であった。本調査事業の実施によって、新疆楊、旱柳(*Salix matsudana*)、白榆(*Ulmus pumila*)、臭椿(*Ailanthus altissima*)、刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、花棒(*Hedysarum scoparium*)、紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)等を、当初の沙蒿群落に人為的に導入し、新たな群落が形成された。新群落の植被率は81%に達している。これは原生沙蒿群落にくらべて、63.5%高くなっていることを示している。ただし、この地域の年降水量は270mmに過ぎず、新群落の必要とする水分量は降雨による供給量を超過している。したがって浅層地下貯水量は年々低下し、たまたま試験地内低地にあった深さ1.6mの井戸は枯渇した。この点、今後の観察を要するところである。

(2) 半湿潤型沙丘地における植被率の増加

この地域は、当初、苦豆子(*Sophora alopecuroides*)、蒙古冰草(*Agropyron mongolicum*)等が天然甘草と混生している群落であり、植被率は約15%であった。本調査事業の実施によって、合作楊、河北楊(何れも *Populus* sp.)

旱柳，沙柳，紫穗槐，沙蒿（*Artemisia ordosica*）等の高低木及び草本を導入した。その結果、植被率は 41.9% となった。しかしながらこの地域についても人為的新組成群落の安定性について、今後、継続した観測が必要である。

(3) 乾燥型流動沙丘における植被率の増加

この地域は、老瓜頭（*Cynanchum komarovii*）群落と称され、沙米（*Agriophyllum squarrosum*）等が混在し、原生植被率は 10% 程度であった。本調査事業によって、榆樹（白榆），毛条（*Caragana korshinskii*），沙柳，沙米，沙蒿等を人為的に導入した結果、植被率は、37.5% になっている。

(4) 総括的所見

以上を総括してみると、モデル林造成による 2 年間の造林（3 年間のうち初年度はモデル林の区画設定を行った）によって、50 ha の区域内の平均植被率は、55.9% に達した（写真-5）。これは、原生植被率が平均 14.2% と観測されていたので、これに対して 41.7% 高めたことになる。又、現地における測定の結果、流動沙丘の移動速度は、当初、年間に 3.2~4.2 m と測定されたのに、現在の測定値では、年間 0.5 m と減速された。さらに輸沙量は、 $1.77 \text{ m}^3/\text{m}$ から $0.025 \text{ m}^3/\text{m}$ と急減している。

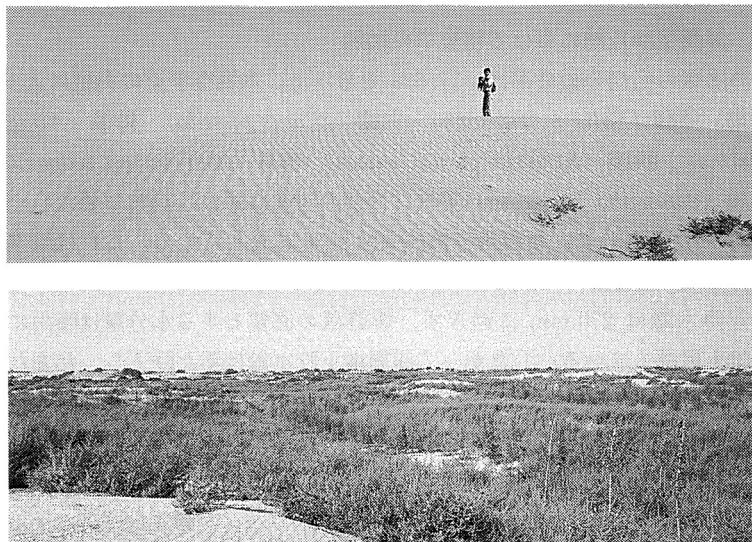


写真-5 事業実施前の現地（上）と 1991 年植被成果（下）

これらの測定結果からしても、現時点ではモデル林造成によって、流沙の固定と植被率の回復に十分に顕著な成果を挙げたことになる。ただし、短期間の調査によるものであるので、今後の推移について、観測が継続され補完されて行くことが望ましいことは、これまででも随所に述べてきた通りである。

おわりに

日中間の林業技術の交流が深まる中で、中国の沙漠地帯にモデル林を造成し、沙漠緑化の技術指針を策定する調査事業が、林野庁の補助事業として推進された。1989年から1992年までの4年間の調査事業で、初年度から通して、筆者を始め、同じメンバーで本調査事業の実施に当ってきた。北京から銀川、銀川から塩池への行程、そして塩池の街並や現地である高沙窩林場等の景観は、すでに私たちの脳裡にやきついてはなれない。中国側の協力メンバーも、1人も変らずいつも同じ顔に接しながら、まことに友好的かつ意欲的にこの調査事業を推進してきた。

毎年、日中協同で報告書をとりまとめてきたが、紙面の都合上、本稿に紹介したのはごく概要のみである。詳細はそれぞれの報告書に述べてある。なお、平成4年度は、本調査事業の最終年度となり、4年間を総括した報告書をとりまとめる予定である。

最後に一つだけおことわりしておきたいのは、文中、「沙漠」を「砂」ではなく「沙」にしたのは、中国における慣用をそのまま踏襲したためである。中国では石が少ないとより、水の少ない方が「沙漠」の実感である。ただし、補助調査事業の正式名称には、そのまま「砂」を使っている。 (完)