

# 中国寧夏回族自治区の砂漠化地域でのODA植林事業

## —中国黄河中流域保全林造成計画実施概要—

三 島 征 一

### 1. はじめに

日本国政府は、1999年から地球環境保全に貢献するため海外の森林減少地域等の植林分野に対する無償資金協力（植林無償）を開始した。その本格実施の第1号案件である「中国黄河中流域保全林造成計画」の事業が2004年12月（契約期限としては2005年3月）に終了した。

同計画では中国の砂漠化地域の森林回復努力を支援するため、

- (1) 寧夏平原の砂漠化地域で人工造林により植生を回復させ保全林を造成する
- (2) 保全林が治砂固定のモデル保全林としての役割を果たす
- (3) 保全林造成のための雇用による周辺地域住民の所得の向上に資する

を目的として2001年秋から2004年秋までの3年間に中国寧夏回族自治区内の砂漠化した地域（陶楽県、塩池県、靈武市内の一部）に約4,300 haの飛砂防備モデル保安林を造成した。

同計画の対象地域は平均年間降水量が160 mmから300 mmの半乾燥地の砂地ではあるが、苗木に給水しない方式で植林し、また、3期事業では事業期間中の技術開発成果を適用し、大干ばつ年ではあったが植栽当年秋の活着率は中国の半乾燥地の造林検査基準の示す70%を越える成績を収めた。

筆者は同計画の設計・施工監理担当コンサルタント業務主任として5年間従事した。本件の成果は両国技術者に広く共有されるべきものと考え、本誌上に借りて以下に同計画の実施概要を報告する。なお、本概要報告は計画終了時に

---

Seiichi Mishima : An ODA Afforestation Project in Desertified Area of Ningxia Autonomous Region in China —Brief Report on the Project for Afforestation for Conservation of Middle Stream of Yellow River in China—  
海外林業コンサルタント協会、前中国無償植林事業チーフコンサルタント

中国側に提出した要約報告書とほぼ同じ内容のものである。

## 2. 黄河中流域保全林造成計画の実施経緯

中国の三北地域（華北，東北，西北地域の総称）では地球規模の気象変動による雨量の減少，過放牧等により砂漠化地域が拡大しており，中国政府は森林の回復のために懸命の努力を続けている。

このような状況の中で日本国林野庁・社団法人海外林業コンサルタント協会は1987年から10年間にわたり中国の寧夏林業局と協力して「砂漠化地域森林回復技術指針策定調査事業」を実施し，また，独立行政法人 国際協力機構（JICA：旧名称：国際協力事業団）は林野庁・森林総合研究所と協力して1993年から「森林保護研究計画」を5年間にわたり実施してきた。

さらに，日本政府は1999年に中国政府の要請をうけて，長年の林業協力による技術的成果を生かし，大規模な保安林のモデル林を造成するための無償資金協力を実施するための調査を実施することとした。このため，外務省は2000年に「黄河中流域保全林造成計画基本設計調査」をJICAに指示し，海外林業コンサルタント協会（JOFCA）が基本設計調査業務を受託し本計画の基本計画を取りまとめ，報告した。この報告内容は両国政府により承認された。

この結果を受けて，日中両国政府は，黄河中流域保全林造成計画の実施に関し2001年6月15日に1回目の交換公文を交わし，日本国外務省は2005年までの3工期に分けて植林事業及び資機材調達に必要な資金を中国政府に無償贈与した。

本計画の中国側の実施機関である国家林業局は，本計画の業務実施にあたり，設計・施工監理は1，2，3工期ともJOFCAと，1期事業の施工及び資機材調達は黄河共同企業体（三井物産林業 K.K. 及び三井物産 K.K.）と，また，2，3期事業の施工は日本製紙植林共同企業体（日本製紙総合開発 K.K. 及び日本製紙 K.K.）と契約を締結して本計画を実施した。現地で施工する協力会社は各工期とも「寧夏大樹緑化公司」及び「塩池県緑苑林治砂緑化公司」であった。

## 3. 事業概要

### 3.1 計画対象地の位置

寧夏回族自治区は面積518万 ha，人口500万人（2000年時点）の小さな自治区である。中心都市の銀川市は北京から航空機で約1時間の距離にある。同自治区は中国の砂漠・砂地分布地域の中央に位置し，中央政府直轄組織の三北防

表 1 黄河中流域保全林造成計画 面積及び植栽数（検査対象数） 単位：千本

| 植栽対象箇所               | 実時期 | 1 期<br>春 | 2 期<br>春 | 3 期<br>春 夏 秋  | 3 期計    | 計      |
|----------------------|-----|----------|----------|---------------|---------|--------|
| 新植 1 期 1,474 ha      |     | 3,872    |          |               |         | 3,872  |
| 補植：1 期新植箇所の 1 回目     |     |          | 462      |               |         | 462    |
| 補植：1 期新植箇所の 2 回目     |     |          |          | 163           | 163     | 163    |
| 新植 2 期 1,789 ha      |     |          | 4,469    |               |         | 4,469  |
| 補植：2 期新植箇所の 1 回目     |     |          |          | 1,170         | 1,170   | 1,170  |
| 補植：2 期新植箇所の 2 回目     |     |          |          |               | 207 207 | 207    |
| 新植 3 期 944 ha        |     |          |          | 2,381         |         | 2,381  |
| 補植：3 期新植箇所の 1 回目その 1 |     |          |          |               | 666 666 | 666    |
| 補植：3 期新植箇所の 1 回目その 2 |     |          |          |               | 156 156 | 156    |
| 計                    |     | 3,872    | 4,931    | 3,714 666 363 | 4,743   | 13,546 |

護林建設局本部が設置されている。保全林造成計画対象地の現地は、銀川市から 100-200 km 離れた平羅県（旧陶楽県）、塩池県、靈武市にある。各工期別の事業実績（資機材調達含む）の概要は次のとおりである。

### 3.2 関連施設事業

第 1 期事業：林道建設 48 km, 防護柵 99 km, 深井戸 160 m 掘削 1 基及び配管事業 14 km（靈武市）、護林員詰所 5 棟、監視所 11 棟、地下水観測井戸 11 基。

第 2 期事業：関連施設事業：林道建設 12 km

### 3.3 資機材調達

第 1 工期：車輛類、パソコン、視聴覚資機材、気象観測資材、無線機

### 3.4 植林事業

植栽対象面積、植栽本数は表 1 の通りで、方格砂障設置率は、1 期は全ての場所で 1/3、2 期は塩池は 2/3 で、その他は 3/3、そして 3 期は全て 3/3 である。なお、3 期の夏植えにはポット苗を使用した。

## 4. 植林事業実施概要

### 4.1 植林事業計画作成の前提となる自然条件

#### 4.1.1 位置

行政的には寧夏回族自治区内の陶楽県（1 団地）塩池県（5 団地）靈武市（1 団地）の 7 団地に分かれている。計画対象地の含まれる範囲を GPS（WGS84 座標系）による計測値で経緯度を示すと北緯 38°44′（北端）～37°54′（南端）、

東経 106°24′（西端）～107°27′（東端）の範囲内にある。

#### 4.1.2 面積

計画対象地の全面積は 4,271 ha で、7 地区に分散配置されている。1 地区（団地）当たりの面積は平均 700 ha である。

#### 4.1.3 気象

陶楽、塩池、靈武対象地区の所在県（市）の気象台による 1999 年までの 20 年平均気温は 9℃、厳冬期（1 月）は平均 -7～-9℃、真夏（7 月）は 24～26℃、平均降雨量は陶楽 160 mm/年、塩池 300 mm/年、靈武 200 mm/年、蒸発量 1,600～2,000 mm/年、降雨パターンは夏雨型で 6～8 月に全体の 6 割の降雨がある。

#### 4.1.4 地形・土壌・地下水位・植生

##### (1) 陶楽県対象地

標高は約 1,000 m の沖積平地で西には黄河、東にはオルドス台地があり、大型の流動砂丘地（砂土）が 60～80% を占め、一部の丘間低地に Ca 質硬土、塩類集積土が見られる。利用可能な浅層地下水がある。一部の平坦な低地に白茨堆がある。植生は砂丘基部に砂蒿と砂米が僅かに見られる。

##### (2) 塩池県対象地

標高は約 1,400 m、黄土高原の末端部に位置し各地区ともなだらかな丘陵地形である。塩池 IV 区については塩湖に隣接している。20～50% が流動砂丘に覆われている。低地と高台の窪地には塩類集積地がある。部分的に利用可能な浅層地下水があるが一部は塩分を含む。砂丘地以外には一部低地に白茨堆があるほか緩斜面には草本類が侵入している。

##### (3) 靈武市対象地

標高は約 1,000 m、旧黄河の河川敷で土壌は砂土、地下部は礫層と砂層が互層になっている。約 40～50% が流動砂丘により覆われている。丘間低地の一部の土壌は Ca 質硬土で、植生は丘間低地に砂蒿・砂米、砂丘上の一部にイネ科草本が見られる。

#### 4.2 設計基本概念

同事業ではモデル保全林の造成のために、中国が実施してきた寧夏回族自治区内の蘭州鉄道「砂波頭鉄道防災林」造成技術、日本政府林野庁—JOFCA—寧夏林業局が同塩池県で実施してきた「砂漠化地域森林回復技術指針策定調査」の開発した技術に寧夏林業局が長期間実行してきた技術を加えて総合化し、次の考え方で設計した。

(1) 年雨量は 160～300 mm であるが、無給水を前提として施工する。ただ

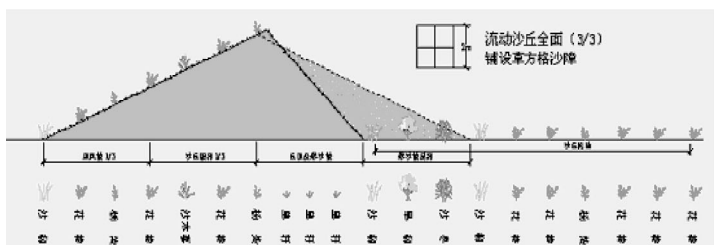


図 1 半湿潤型流動砂丘 (B1) の植林設計例及び植林後の風景

し、特に水持ちの悪い土壌の霊武では給水する。また、年変動が大きい降雨量と活着率に対応し、補植を計画する。

(2) 砂丘地は砂丘地のまま地元材料の稲や麦藁により小さな砂止め（方格砂障）を設置し、草本種子を播種する。（蘭州鉄道砂波頭鉄道防災林造成技術）

(3) 砂丘地には方格砂障の設置と灌木植栽・種子播種、丘間低地には高木の植栽を同時施工し、保全林機能を短期間に発揮させるようにする。(日本政府林野庁・JOFCA—寧夏林業局開発技術)

(4) 中国の地元産の樹種のみを使用する。また、11 樹種の多樹種混合植栽と

し、生態的に安定した森林生態系への移行を早め、森林被害の回避を図る。

(5) 当計画対象地に含まれる塩類集積地では、塩分濃度により樹種を選択するか、又は、植栽しない。

(6) 農牧民が自から実施できる範囲の材料、技術に限定して施工する。このことにより、農地、牧畜地の保護のための保安林造成を農牧民が自ら実施できるモデル林となることを目指す。

4.3 造林設計・実行内容の概要

4.3.1 造林設計

地区・林小班毎の砂丘タイプ、砂丘率、地下水位、土壌等の自然条件を勘察し 21 の造林典型を設定し、地区・林小班別・樹種別植栽本数を配分した。図 1 に造林典型図の 1 例と実施結果を示す。

使用造林樹種は、灌木類として砂柳、寧条、花棒、紫穗槐、砂木蓼、楊柴、砂拐棗、紅柳の 8 樹種、高木類として旱柳、楊樹（新疆楊）、砂棗の 3 種、草本種子 3 種を使用した。各樹種・草本種の地方名、和名、学名一覧を下表に示す。

4.3.2 植林事業の実行

表 2 植栽樹種及び播種草本の一覧

| 植物名<br>(中国語) | 植物名<br>(日本語) | 当計画内<br>通り名 | 標準和名      | 植物名 (学名)                                                                  |
|--------------|--------------|-------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1 砂柳         | 1 砂柳         | さりゅう        | モンゴリカヤナギ  | <i>Salix mongolica</i>                                                    |
| 2 寧条         | 2 寧条         | ねいじょう       | アオムレスズメ   | <i>Caragana microphylla</i>                                               |
| 3 花棒         | 3 花棒         | かぼう         | カボウ       | <i>Hedysarum scoparium</i>                                                |
| 4 砂木蓼        | 4 砂木蓼        | さぼくりょう      | サボクリョウ    | <i>Atraphaxis bracteata</i>                                               |
| 5 紫穗槐        | 5 紫穗槐        | むらさきえんじゅ    | クロバナエンジュ  | <i>Amorpha fruticosa</i>                                                  |
| 6 楊柴         | 6 楊柴         | ようしば        | ヨウシバ      | <i>Hedysarum fruticosum</i> subsp. <i>laeve</i>                           |
| 7 沙拐棗        | 7 沙拐棗        | さかいぞう       | トウキョウタデノキ | <i>Calligonum klementzii</i>                                              |
| 8 紅柳         | 8 紅柳         | こうりゅう       | タマリクス     | <i>Tamarix ramosissima</i>                                                |
| 9 旱柳         | 9 旱柳         | かんりゅう       | ウンリュウヤナギ  | <i>Salix matsudana</i> Koidz.                                             |
| 10 新疆楊       | 10 新疆楊       | しんきょうよう     | シンキョウヨウ   | <i>Populus alba</i> var. <i>pyramidalis</i> and other <i>Populus</i> spp. |
| 11 砂棗        | 11 砂棗        | すななつめ       | ホソグミ      | <i>Elaeagnus angustifolia</i>                                             |
| 種子           | 種子           |             |           |                                                                           |
| TS1 楊柴種子     | TS1 楊柴種子     | ようしば種子      | ヨウシバ種子    | <i>Hedysarum fruticosum</i> subsp. <i>laeve</i>                           |
| GS2-1 黒沙蒿    | GS2-1 黒沙蒿    | さこう         | クロサコウ     | <i>Agriophyllum squarrosum</i>                                            |
| GS2-2 沙米     | GS2-2 沙米     | さいまい        | サマイ       | <i>Aritemisias ordosica</i>                                               |

施工年の雨量等の変動や現地の状況に即応して設計変更、実行上の調整をしつつ、全体としては計画どおり植林事業を実施した。植林事業の箇所別樹種別植栽本数は、基本設計を基礎にして中国側と協議し、実行段階で現地の状況に適合するよう細部を設計変更・微調整して実施した。微調整した内容はつぎのとおり。

(1) ソフトコンポーネント（付帯技術援助）の技術開発結果の実行への反映（第3期夏ポット苗植栽、草生地での1m幅耕耘地拵え）

(2) 砂丘率調査結果による植栽樹種・本数調整、方格砂障幅に合わせた灌木類の植栽間隔の調整、前生樹生育地での植栽本数調整

(3) 活着率調査結果による次期補植量/方格砂障設置量の設計段階での調整、

(4) 施工前年の雨量等の変動による塩害発生見込み地の増加予想に対応した実施中の設計変更

(5) 直栽直前に細部が判明する箇所ごとの土壌・地下水位・植生の状況に即応した設計の枠内で実施する植栽内容の微調整等。

なお、設計変更による保全林造成面積そのものの変更はない。植栽本数は、当初設計と実行結果では全体で約100万本（数%）減少したが、塩類集積地への植栽中止や適地適木原則により植栽設計の内容を変更したためである。

## 5. 実行結果と自己評価

### 5.1 技術的側面の評価

植林事業の結果は、各工期及び各事業箇所で中国の造林検査基準により検査した。乾燥地造林の活着率の合格水準は70%であるが、第2工期には干ばつの影響もあり一部地区で基準を下回ったが、第3工期には夏補植の実施などが寄与して、全地区で多雨年並の高い活着率を示している（表3）。

植林事業箇所には、植栽樹木が活着し、また、草本類が広く定着しており、飛砂防止効果を発揮しつつある。保全林造成の第一段階は完成した。ただし、保全林の機能が安定して発揮出来るようになるにはさらに数年が必要である。保全林機能の安定発揮までには、草本類だけでなく、木本類も保全林の大部分を被覆し、砂の移動が止まり、さらに地表面に微粒子及び地衣類の被膜が出来て地表面が安定する必要がある。最終的な植林事業の技術的側面に関してはさらに数年間追跡調査し、その後に評価する必要がある。

### 5.2 モデル保全林としての評価

流動砂丘地を固定する大型事業としては、寧夏回族自治区内の砂波頭鉄道防

表 3 寧夏第 1, 2, 3 期の新植年秋活着率一覧 (単位: %)

| 期別→    | 1 期         | 2 期         | 3 期         | 備考          |            |            |
|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| 植栽時期   | 02 年春<br>新植 | 03 年春<br>新植 | 04 年春<br>新植 | 04 年夏<br>補植 |            |            |
| 調査時期   | 02 年秋       | 03 年秋       | 04 年秋       |             |            |            |
| 地区↓    | 新植分<br>活着率  | 新植分<br>活着率  | 新植分<br>活着率  | 補植分<br>活着率  | 3 期<br>活着率 | 3 期<br>補植率 |
| 陶楽     | 81.0        | 89.5        | 63.4        | 68.4        | 78.9       | 30.0       |
| 塩池 I   | —           | 66.2        |             |             |            |            |
| 塩池 II  | 90.6        | —           | 60.7        | 76.1        | 81.1       | 35.0       |
| 塩池 III | 86.7        | 69.2        | 59.3        | 77.1        | 81.0       |            |
| 塩池 IV  | 78.5        | 74.0        | 66.7        | 73.5        | 86.1       |            |
| 塩池 V   | —           | 70.6        |             |             |            |            |
| 塩池計    | 84.8        | 68.7        | 62.2        | 75.6        | 82.7       |            |
| 靈武     | 88.8        | 73.7        | 67.9        | 84.6        | 88.2       | 25.0       |
| 合計     | 84.5        | 73.7        | 64.2        | 75.2        | 83.8       |            |

災林が有名である。同防災林は、鉄道を保全対象として必要不可欠の施設として建設された。同防災林は 20 数年を経た現在でも良好に維持管理されており、有効に機能を発揮し、治砂関係者の立ち寄るべき良い見学地となっている。

本件事業は、寧夏回族自治区内で流動砂丘を固定する大型事業としては、沙波頭鉄道防災林造成事業以来のものであった。本件事業は、大面積に実施したため自然条件の異なる場所を多く含み適用する技術の幅が広いこと、また、技術的には沙波頭鉄道防災林造成事業以降の技術進歩の成果を集大成し、一部改良を加えて適用している。

この結果、技術的に次のような特徴のある治砂固定保全林造成のモデル林が造成された。

A. 早い施工速度で保全林を造成できることを実証したこと

方格砂障、草本種子播種・樹木植栽を同時に実施し、さらに 3 工期では夏補植を加え、1 年で保全林造成の第一段階を完了できる技術体系を確立・展示している。

B. 場所毎に自然条件の変化の幅が大きいこと、技術的選択肢を示すことが出来たこと

造成した保全林の自然条件は場所により年降雨量 (160~300 mm)、土壤条件

(砂土、硬土、塩類土)、地下水の有無と深度等の自然条件に対応した造林技術を21の造林典型にまとめて現地造成展示している。また、霊武地区では補水つき植栽の技術を展示している

C. 年降雨量の変動がある3年間に実施し、大干ばつでも高い活着率を確保出来ることを実証したこと(図2)

20年間の平均雨量と対比すると1期の植栽は多雨年、2期の植栽は平均的干ばつ年、3期目の植栽は大干ばつ年という雨量条件下で造林を実施することとなった。特に、3年目の大干ばつ年には、いくつかの新技術を組み合わせて多雨年と同等の活着率を維持している。このため大干ばつ年でも安心して適用出来る技術を展示している。

D. 適用技術は、地元材料、人力作業の組み合わせに限定しており、農牧民が容易に実施出来る範囲で組み立てていること

以上の本計画で造成した保全林の造成技術の類似条件の砂丘地に対する適用可能性は、当保全林が誕生後間もない段階にあるため断定は出来ないが、類似条件の砂丘地に対する適用可能性は高い。

おわりに

本計画は、中国国家林業局、日本の外務省・JICAの指導・指示を得ながら、設計施工監理担当のJOFCA、施工担当の日本企業・協力企業、計画対象地の管理者である寧夏林業局・各地方林業局の三者が実施に関し相互に連携し、また、技術的にも意見を出し合い協力しながら設計に反映させて実施してきた。現時点までに、中国国务院曾副主席以下の多くの幹部見学者が保全林を来訪しており、設計・造成の考え方と造成結果について賛同を得ている。ただし、中国の林業格言に造林1分保護管理9分とあるように、本モデル保全林をモデル

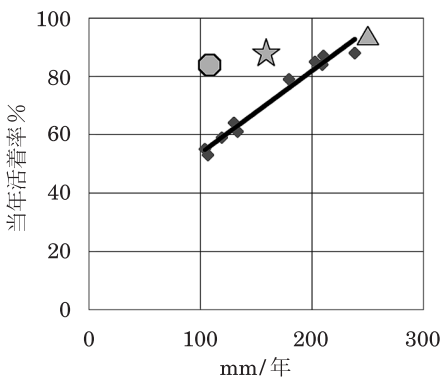


図2 全工期の年降雨量と活着率の関係(陶楽県)  
(過去10年間の実績との比較)  
◆ 1990-99年の各年の雨量と活着率の回帰線  
当事業の実績  
▲ 2002年春1期新植 多雨年  
☆ 2003年春2期新植 普通の干ばつ年  
● 2004年春夏3期新植と夏補植 大干ばつ年

林としてさらに有効に機能させるためには中国側による次の実施が必要である。

(1) 適切な維持管理

本モデル保全林は現時点では誕生して間がないものである。樹木がさらに生長して保全林として完成するまでには今後の適切な維持管理が不可欠である。

(2) 技術評価の実施

完成した森林になるまでの経過観察調査を実施し、また、技術評価を後年度に実施すべきである。

(3) 経済的側面からの評価

保全林の効果は、樹木が植栽されたばかりの現時点では十分に評価出来ない。保全林が完成した時点で経済的側面からの評価も実施すべきである。

(4) 積極的広報活動

見学者の来訪は、多いに好ましい。今後とも見学者の招待に努める必要がある。特に幹部見学者の来訪は重要である。ただし、幹部見学者の来訪が保全林造成を拡大する資金の供給に直ちに繋がるとは言えない。

日本の海外林業技術協力の成功例であるインドネシア南スマトラ森林造成計画、タイ造林研究訓練計画ともに開発した技術を社会経済・政治的に受け入れ適用する基盤が出来るまでに5-10年を経過している。大規模な植林の実施の決断は、確実に実施出来る技術の裏付けが不可欠であり、幹部・実務者ともに可能な技術があることを知っている必要がある。今後とも見学者の招待に努める必要がある。

(5) 技術資料の整備提供とさらなる技術の改良・改善

幹部見学者は、本保全林を見学し、やれば出来るという印象を周囲に述べ、実務担当者の来訪のきっかけを作る。

次に来訪する実務担当者に必要な情報はより技術的に詳細なものとなる。この需要に対応するためパンフレット、技術マニュアルなど普及材料の整備・配布が必要である。また、技術は社会経済の深度に合わせて改良されなければならない。その意味で、今後とも技術開発が必要であり、あらゆる資金ソースを利用し、必要ならば諸外国政府またはNGOとの連携協力を続けて行くように体制整備をしつつ、より安全・確実・安価な保全林造成技術開発を進めていくことが重要である。