

砂漠化を防ぎ  
黄砂の発生を抑える  
**植林技術**

**AFFORESTATION TECHNIQUES  
TO PREVENT DESERTIFICATION  
AND DUST AND SANDSTORMS**



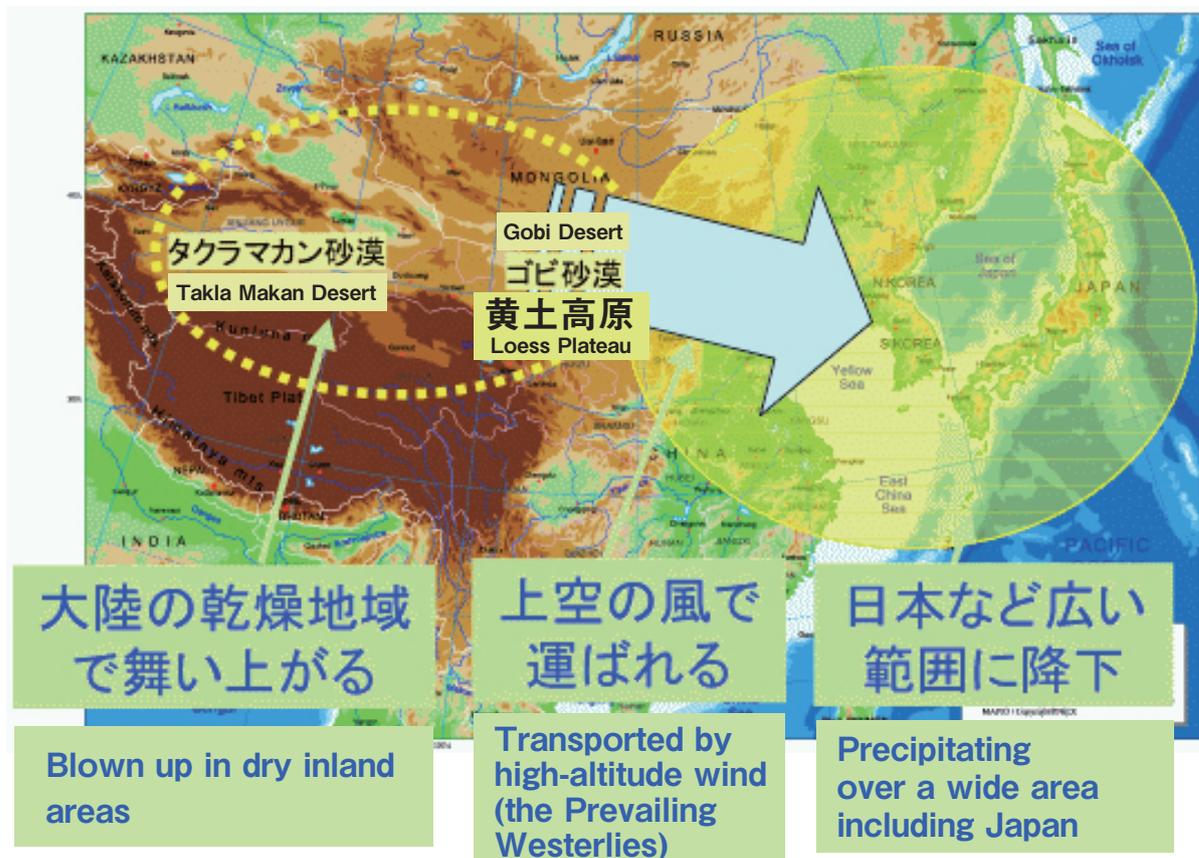
社団法人 海外林業コンサルタント協会  
JOFCA

## 黄砂の発生源

## Source of Dust & Sandstorms

黄砂とは、中国内陸部やモンゴルで風により上空に巻き上げられた砂塵が偏西風に乗って飛来し、大気中に浮遊し、または地上に降下する現象です。その黄砂は、発生源から遠く離れた中国東部、朝鮮半島、日本などにおいても、生活や産業への被害をもたらすことが多くなりました。日本では、視程悪化による交通機関への影響、洗濯物の汚れなどの被害に加えて、最近では健康への影響も懸念されるようになりました。

The “Dust & Sandstorms(DSS)” phenomenon involves airborne and sometimes precipitating fine sand particles, which have been blown up by wind in inland China and Mongolia and carried eastwards via the Prevailing Westerlies. DSS has come to affect daily life and industry in areas far from its origin, including Eastern China, Korean Peninsula and Japan. Commonly experienced problems in Japan include low visibility that affects transportation, staining of the laundry, and recently increasing worry of adverse effects on health.



出典：気象庁webサイト  
Source: Japan Meteorological Agency Website

黄砂の発生源は、中国内陸部やモンゴルに分布する砂漠と砂漠化土地<sup>(注1)</sup>です。これらの土地は、主に乾燥地における過開墾や過放牧などによる植生の破壊によって拡大してきました。中国における砂漠及び砂漠化土地は、1990年代後半には毎年0.344万km<sup>2</sup>の速度で拡大したといわれています。これらの面積は、2000年代に入って少し減少しましたが、国土面積の27.4%に相当する263.6万km<sup>2</sup>に達しています。

発生源での砂塵の飛散量は、風の強度に加えて、地表面の状態により大きく左右されます。砂漠化を防ぎ、黄砂の発生を抑制するためには、植生の改善・回復、そのための植林が重要な対策の一つとなっています。

DSS originates from deserts and desertified lands<sup>(1)</sup> in inland China and Mongolia, which have been expanding due to excessive reclamation and grazing that have destroyed vegetation. Deserts and desertified lands in China reportedly expanded at a rate of 3,440 km<sup>2</sup> per year in the late 1990s and, although the rate has been somewhat slowed down in the 2000s, the area of these lands have reached 2.636 million km<sup>2</sup>, or 27.4% of the total land area of the country.

The amount of airborne sand in the areas of origin depends on the strength of wind and the condition of the land surface. Afforestation for restoring and improving vegetation is therefore one of important measures against desertification and DSS.



写真1  
Fig. 1



写真2  
Fig. 2

寧夏回族自治区銀川市郊外の黄河沿いの農村。この一帯は、かつて「塞上の江南」といわれる豊かな土地でした。しかし、モウス砂漠に隣接する半乾燥地であり、砂漠化現象が起きやすい土地です。写真1はまだ砂漠化していない箇所、写真2は砂漠化した箇所。1987年夏に撮影。

Not yet desertified area (Fig. 1) and desertified area (Fig. 2) in rural villages on the Yellow River outside Yinchuan City, Ningxia Hui Autonomous Region (pictures taken in summer 1987). The villages, located in a semi-arid region near the Mu Us Desert, are susceptible to desertification, even though its fertility was once described as the lower Yangtze in the northern frontier.

注1 「砂漠化土地」とは、乾燥地域などにおける気候変動、人間活動などによって劣化した土地のことです。

<sup>(1)</sup> A desertified land means a land deteriorated by various factors including climate change and/or human activities in arid and/or semi-arid region.

タクラマカン砂漠、ゴビ砂漠などは、水蒸気の供給源である海洋から遠く離れているので降水量が少なく、植生が乏しい状態になっています。年降水量が数十mm以下の極乾燥地では、地表は土、砂、礫に覆われた砂漠です。少し降雨が多い場所では草や灌木などの植生がみられますが、過開墾や過放牧などの人間活動によって砂漠化土地となった場所もあります。

風が強い2～5月には砂塵嵐が度々発生し、風によって砂が飛ばされて道路や鉄道が通行不能になったり、屋外活動が困難になるほどの大きな被害が発生します。また、砂塵嵐は、その発生源から遠く離れた地域においても、黄砂による被害をもたらすことが多くなりました。

The Takla Makan Desert and the Gobi Desert have poor vegetations due to low precipitation because of the long distance from the sea. Highly dry areas, with annual precipitation not more than tens of millimeters, are deserts covered by soil, sand and gravel. Areas with more precipitation have some vegetation consists of grass or shrub, but even some of these areas have been desertified due to excessive reclamation and grazing.

Sandstorms often occur in the windy season of February to May, impeding road and railway transportation and making outdoor activities very difficult. In addition, they give damages in far distanced areas from the origin.



写真3 黄河のほとりまで押し寄せてきた砂漠 2007年6月 寧夏回族自治区陶楽県

Fig. 3 Desert closing upon the Yellow River. Taole District, Ningxia Hui Autonomous Region, June 2007.



写真4 砂を巻き上げる砂塵嵐 2005年4月  
モンゴル国ドンドコビ県

Fig. 4 Sandstorm blowing up sand, Dundgovi Prefecture,  
Mongolia, April 2005.



写真5 砂塵嵐の中を徐行運転するバス 2005年4月  
モンゴル国ドンドコビ県

Fig. 5 A bus crawling in sandstorm, Dundgovi  
Prefecture, Mongolia, April 2005.



写真6 流砂に埋もれて放棄された家屋群 2000年6月 寧夏回族自治区塩池県

Fig. 6 Abandoned houses sinking in wind-driven sand, Yandi District, Ningxia Hui Autonomous Region, June 2000.



写真7 唐代の兵屯地の残骸 2000年6月  
寧夏回族自治区塩池県

Fig. 7 A ruin of a garrison of Tang period, Yandi  
District, Ningxia Hui Autonomous Region,  
June 2000.

黄土高原は、粒径0.002~0.05mmの微細で均質な粒子からなる黄土が厚く堆積している地域です。年降水量は200~700mmで、しかも降雨は夏季に偏っていますので、その他の季節は著しく乾燥します。また、黄河文明発祥の地であり、長期にわたって森林が伐採されて農地が造成されてきました。現在は、条件の悪い箇所は耕作放棄されて、植生が少ない荒地となっています。このように砂漠化が進行した条件下で、夏季には黄土が雨水に浸食されて流出する一方、風が強い2~5月には砂塵嵐によって黄土が上空に巻き上げられます。

Loess Plateau is covered by a thick loess layer consisting of fine, uniform soil particles 0.002-0.05mm in diameter. Annual precipitation is 200-700mm and almost of the rainfall occurs in summer; other seasons are very dry. The area has a long history of farmland reclamation by clearing forests since the ancient Yellow River Civilization. Areas under unfavorable farming conditions are now abandoned and have been turned to wastelands with poor vegetation. With the advancement of desertification, loess is eroded by rainfall in summer and blown up by sandstorms in the windy season of February to May.



写真8 耕作放棄後に荒地化した土地 2001年11月 山西省蒲県

Fig. 8 An abandoned farmland turned into a wasteland, Pu District, Shanxi Province, November 2001.



写真9 砂塵嵐は農作業が始まる頃に多発します。砂塵によって日中でも薄暗くなります。2006年4月 山西省隰県

Fig. 9 Sandstorms often occur in the season when farm work begins, and make the sky gloomy due to dust blocking the sunlight, Xi District, Shanxi Province, April 2006.

## 砂漠及び砂漠化土地での植林技術

### Afforestation techniques in deserts and desertified lands

砂漠及び砂漠化土地は、場所によって、次のように土地条件が様々です。

- ① これらの土地は、慢性的な乾燥状態にあります。特に高温で降雨が少ない時期には地表面は絶乾状態になります。
- ② 地表面は土または砂または礫に覆われていますが、砂が堆積している土地が面積で最多を占めます。砂に覆われた土地では、風に押された砂が堆積して砂丘となり、更にその砂丘から砂が飛ばされて、砂丘は時々刻々に移動していきます。
- ③ 砂丘の部位によって風衝の程度が異なります。砂丘の風上側は、強風に曝されて、砂の移動が特に激しくなります。
- ④ 場所によって、地下水位の高低、土壌塩分濃度に差がみられます。

Conditions in deserts and desertified lands vary by location, of which principal features are as follows;

- ① These areas are chronically dry; the surface is in absolute dryness particularly in hot season with little precipitation.
- ② The surface is covered by soil, sand and/or gravel. The sand-covered surface is the largest in area, where wind drives sand to form dunes and then blows sand particles again off from the dunes, making sand dunes incessantly moving.
- ③ The impact of wind on a dune varies, depending on impacted position: sands are more strongly driven on the windward side of the dune.
- ④ The groundwater level and soil salinity vary by location.



写真10 風に押された砂が堆積して形成された砂丘（右側が風上側） 2007年1月 寧夏回族自治区靈武市

Fig. 10 Dune formed by the wind-driven sands (the wind direction is right to left), Lingwu City, Ningxia Hui Autonomous Region, January 2007.



写真11 寧条（アオムレスズメ）

Fig. 11 *Ningtiao*



写真12 花棒（カボウ）

Fig. 12 *Huabang*

このような土地で植林を行うためには、場所ごとに、その土地条件に適した樹種や作業方法を選択することが重要です。

樹種については、基本的に耐乾性、耐熱性のある樹種に限定されますが、砂の移動が激しい場所ではまず砂の移動を止めるために草や灌木を利用することも有効です。

砂が堆積している土地では、砂丘の風上側、風下側、砂丘周囲の丘間低地で堆積している砂の厚さや地表面の固まり具合に差がありますので、それに応じてそれぞれ適切な樹種を選択します。砂丘の風上側は、砂の堆積が厚く、表面が固まっており、また強風が直接に当たるので、寧条（アオムレスズメ）<sup>(注2)</sup>、花棒（カボウ）、沙捌棗（サバクタデ）などの灌木を植栽します。風下側は、溜まった砂で地表面が柔らかく、しかも傾斜が急で崩れやすいので、多年生草本の黒沙蒿（クロサコウ）や1年生草本の砂米（サマイ）などの種を播きます。砂丘周囲の丘間低地は、砂の堆積が薄いので、沙柳（モンゴリカヤナギ）、寧条（アオムレスズメ）、沙棗（スナナツメ）などの灌木を基本とし、地下水位が高い場所ではポプラ類、旱柳（ウンリュウヤナギ）などの高木を混植します。

また、場所によっては土壌塩分濃度が高いところもありますので、生育可能な範囲の濃度であれば、紅柳（アラゲギョリュウ）を植栽します。

Afforestation in areas with these characteristics needs particular attention in selecting tree species and works that fit to local conditions.

Basically, only tree species resistant to dryness and heat are acceptable. Grass and shrubs can also be used to control sand in areas where the sand movement is more out of control.

In sand-piled areas, appropriate tree species should be planted, fully assessing the thickness and compactness of the sand layer of each location (windward or leeward side of a dune, or low lands between dunes). On the windward side of a dune exposed to strong wind, where the sand layer is thick and has compact surface, shrubs such as *ningtiao*<sup>(2)</sup>, *huabang*, *shabiezao* are suitable. In contrast, on the leeward side of a dune where the sand layer is unstable, the perennial *heishahao* or annual *shami* are suited to be sown. Main species for

low lands between dunes, where the sand layer is thin, are *shaliu*, *ningtiao*, *shazao* and other shrubs, on such land where the groundwater level is high, trees such as poplars or *hanliu* can be mixed.

*Hongliu* can be planted in areas with high soil salinity as the species is salinity resistant to a certain extent.



写真13 沙捌棗（サバクタデ）

Fig. 13 *Shabiezao*

注2	寧条(アオムレスズメ)	= <i>ningtiao</i> = <i>Caragana microphylla</i> (Pall.) Lam.
(2)	花棒(カボウ)	= <i>huabang</i> = <i>Hedysarum scoparium</i> Fisch. et Mey.
	沙捌棗(サバクタデ)	= <i>shabiezao</i> = <i>Calligonum klementzii</i> A. los.
	黒沙蒿(クロサコウ)	= <i>heishahao</i> = <i>Artemisia ordosica</i> Krash
	砂米(サマイ)	= <i>shami</i> = <i>Agriophyllum squarrosum</i> (L) Mog.
	沙柳(モンゴリカヤナギ)	= <i>shaliu</i> = <i>Salix mongolica</i> Siuzev.
	沙棗(スナナツメ)	= <i>shazao</i> = <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.
	旱柳(ウンリュウヤナギ)	= <i>hanliu</i> = <i>Salix matsudana</i> Koidz.
	紅柳(アラゲギョリュウ)	= <i>Hongliu</i> = <i>Tamarix ramosissima</i>



写真14 沙柳 (モンゴリカヤナギ)

Fig. 14 *Shaliu*



写真15 新疆楊 (シンキョウボブラ)<sup>(注3)</sup>

Fig. 15 *Xinjiangliu*<sup>(\*)</sup>



写真16 紅柳 (アラゲギョリュウ)

Fig. 16 *Hongliu*

注3  
(\*) 新疆楊(シンキョウボブラ) = *Xinjiangliu* = *Populus bolleana* Lauche



写真17 砂丘風上側での植林地  
方格砂障と3年生の花棒（カボウ）及び楊柴（ヨウシバ）<sup>(注4)</sup> 2004年9月 寧夏回族自治区陶楽県

Fig. 17 Afforestation on the windward side of a dune. Three-year-old *huabang* and *yangchai* <sup>(4)</sup> in straw checkerboards, Taole District, Ningxia Hui Autonomous Region, September 2004.



写真18 砂丘周囲の丘間低地での植林地  
6年生のポプラ、旱柳（ウンリュウヤナギ）及び沙棗（スナナツメ）2007年6月 寧夏回族自治区塩池県

Fig. 18 Afforestation in a low land between dunes, consists of six-year-old poplar, *hanliu* and *shazao*, Yandi District, Ningxia Hui Autonomous Region, June 2007.

<sup>(4)</sup> 楊柴(ヨウシバ) = *yangchai* = *Hedysarum sp. Laeve Maxim*

砂漠及び砂漠化土地では、風による砂の移動が激しいので、草や苗木を植栽する前に、方格砂障とよばれる防風垣を設けます。これによって砂丘表面の風速を減少させ、砂の移動を抑えた後、方格砂障の中に草や苗木を植栽します。その後、苗木に枯損が生じた場合には必要に応じて補植を行います。

これらの各種作業は、植物の1年周期の生活リズム（生物季節）と気象条件に基づいて作業種ごとに適期が定められていますので、その適期に実施することが肝要です。

In deserts and desertified lands, straw checkerboards are arranged as windbreak hedges before planting in order to control sand movement. After the straw checkerboards reduce the wind velocity on the dune surface and sand movement, grass seeds are sown and tree seedlings are planted in the checkerboards. Supplementary planting are done as required.

Each step of these operations should be performed in an appropriate time according to the annual phenological cycle of plant life and climate conditions.

方格砂障は、次の手順で造成します。

- ① 方格砂障は、1辺1mの方形が連続する格子模様の形状に造成します。
- ② 最初の辺を風向に対して直角になる位置に定めます。この辺を基準にして、巻尺などを用いて、1m間隔の平行線をひきます。
- ③ その平行線の位置に、深さ10cmの溝を掘ります。
- ④ その溝に、稲わらや麦わらを二つ折りして、垂直に立てるように差し込みます。
- ⑤ 溝に、先に掘り出した砂を戻し、稲わらや麦わらを固定します。これによって平行な砂障列ができます。
- ⑥ この砂障列の直角方向に、1m間隔の平行線をひきます。この位置に、③、④、⑤と同様の作業を行います。
- ⑦ これらを繰り返すことによって、1辺1m、高さ10cm程度の方格砂障ができあがります。

The straw checkerboard is arranged in the following procedure.

- ① The straw checkerboard consists of contiguous squares, each one of which is of one meter on each side.
- ② Set a first line in the direction perpendicular to the wind direction. Draw parallel lines to the first line at a distance of one meter, using a measuring tape.
- ③ Dig ditches of 10cm deep in each parallel lines.
- ④ Fold rice or wheat straws into two and insert them into the ditches vertically.
- ⑤ Fix the straws by refilling the previously removed sand into the ditches so as to make parallel rows of windbreak hedge.
- ⑥ Draw parallel lines at a distance of one meter in the direction perpendicular to the above hedge. Perform the same operations of ③, ④ and ⑤ above along these lines.
- ⑦ Straw checkerboards about 10cm height with 1m interval, are thus formed by repeating these operations.



写真19 等間隔の平行線をひきます。  
Fig. 19 Draw parallel lines with equal distance.



写真20 溝を掘って、わらを垂直に差し込みます。  
Fig. 20 Dig ditches and insert straws into them vertically.



写真21 格子模様の形状に砂障を造成します。  
Fig. 21 Arrange windbreak hedges in the checker pattern.



写真22 完成した方格砂障  
Fig. 22 Completed straw checkerboards

植栽に当たっては、砂漠化土地は乾燥していることに留意し、苗木の乾燥を防ぐよう細心の注意を払って実施することが肝要です。一般的に使用する裸根苗の植栽作業は次の手順で実施します。

- ① 苗木は、苗畑で、植栽の前日に掘り取ります。一定本数ずつ束ねて、仮植します。
- ② 植栽当日の朝、苗木を袋に詰めて、さらに苗木全体をシートなどで覆い、速やかに植栽現場へ輸送します。植栽現場に苗木が到着したら、寒冷紗などで日陰を作って仮植を行います。
- ③ 苗木を苗木袋に入れて植栽箇所へ運搬し、植栽箇所付近に一旦仮植します。植栽作業の速度に合わせて、苗木を必要本数だけ掘り出して使います。
- ④ 植穴を掘るときは、湿砂層が現れるまで、地表面の乾砂層を取り除きます。
- ⑤ 湿砂層に植穴を掘ります。その際、掘り出した湿砂が乾砂と混じりあわないように留意し、湿砂を一時植穴の横にまとめて置きます。
- ⑥ 植穴へ苗木を入れます。その際、苗木の根は四方へ広げて入れます。
- ⑦ 植穴へ、一時保管していた湿砂を戻します。その際、乾砂が混じらないように留意します。苗木を揺すりながら少し持ち上げて土と苗木の根をよくなじませ、苗木の周囲を踏み固めます。
- ⑧ 苗木を頂部がわずかにでる程度に乾砂で覆います。このほか、砂の移動や水分蒸発を抑制するために、苗木周囲の地表面を稲わら・麦わら、ビニールシート、小石などで被覆することがあります。
- ⑨ 必要に応じて、補植または方格砂障の修理を行うことがあります。

In doing planting in desertified lands of dry condition, seedlings should be handled with extreme care to prevent drying. Commonly used bare-root seedlings are planted through the following procedure.

- ① Dig up seedlings from the nursery bed one day before planting. Make bundles of a specified number of seedlings and temporarily lay them in the soil.
- ② Put the seedlings in bags in the morning of the planting day for prompt transportation to the planting site with the whole freight covered by a sheet. Keep the seedlings temporarily under shade of cheesecloth.
- ③ Carry the seedlings in bags to a place near the planting location. Lay the seedlings temporarily in the soil. Take out the necessary number of seedlings in accordance with the progress of the planting operation.
- ④ Remove the dry sand layer on the surface until the wet sand layer is exposed before digging planting holes.
- ⑤ Dig planting holes in the wet sand layer. Pile up the removed wet sand beside the planting holes, separating from the dry sand.
- ⑥ Plant a seedling in each hole, spreading up its root at planting.
- ⑦ Fill the hole with the wet sand previously removed, avoiding mixing with dry sand. Lift the seedling slightly and shake it to ensure an close contact of the root with the soil, and then stamp around the planted seedling.
- ⑧ Cover the seedling with dry sand with only a top tip portion exposed. In addition, the surface around the seedling may be covered with straw, vinyl sheets or gravel to prevent sand movement and water evaporation.
- ⑨ Do supplementary planting and/or repair the checkerboard as necessary.



写真23 苗木を仮植して、根の乾燥を防ぎます。

Fig. 23 Laying the seedlings in the soil temporarily to prevent the roots from drying.



写真24 苗木を植栽現場へ輸送するときは、ムシロで覆います。

Fig. 24 Cover the seedlings with straw matt in transportation.



写真25 苗木を寒冷紗で覆って、仮植します。

Fig. 25 Keep the seedlings again temporarily under the shade of cheesecloth.



写真26 植穴を掘ります。湿砂を植穴の横にまとめて置きます。

Fig. 26 Dig a planting hole while pile up the wet sand removed beside the hole.



写真27 苗木を、根を広げて、植穴に入れます。

Fig. 27 Plant a seedling into the hole spreading up the root.



写真28 植穴に湿砂を戻し、苗木の周囲を踏み固めます。

Fig. 28 Stamp the soil around the seedling after filling the hole with the wet sand previously removed.



写真29 必要に応じて補植を行います。

Fig. 29 Do supplementary planting as necessary.



写真30 必要に応じて方格砂障の修理を行います。

Fig. 30 Repair straw checkerboard as necessary.

ポプラ類、旱柳（ウンリュウヤナギ）を植栽するときは、他の樹種と異なり、挿し木で植栽を行います。これらの樹種は地下水位が高い場所に限って植栽が可能ですので、事前に穴を掘って地下水位を確認しておくことが肝要です。

- ① ポプラ類は、苗畑で掘り取る前に十分に吸水させ、植栽前日に掘り取ります。幹を2m程度の長さに切断し、根を付けたままで、植栽現場へ輸送します。到着後は、根を付けたままで仮植します。
- ② 旱柳（ウンリュウヤナギ）は、植栽の1～2週間前に、挿し穂とする枝を採取し、2m程度の長さに切り揃えます。これを植栽現場へ輸送します。植栽現場では、これを真水に浸し、十分水を含ませます。
- ③ ポプラ類、旱柳（ウンリュウヤナギ）ともに、輸送する場合は、全体をシートなどで覆い、速やかに輸送します。
- ④ 植穴を掘るときは、湿砂層が現れるまで、地表面の乾砂層を取り除きます。湿砂層に植穴を掘ります。その際、掘り出した湿砂が乾砂と混じりあわないように留意し、湿砂を一時植穴の横にまとめて置きます。
- ⑤ 植穴は、地下水が浸出する深さまで掘り下げます。
- ⑥ 植穴に挿し穂を入れます。その際、挿し穂の根元が地下水に確実に浸るように留意します。なお、ポプラ類は、植穴へ入れる前に根を切断することもあります。
- ⑦ 植穴へ、一時保管していた湿砂を戻します。その際、乾砂が混じらないように留意します。苗木の周囲を踏み固めます。
- ⑧ 植栽した後は、湿砂層を乾砂で覆います。

Poplars and *hanliu*, unlike other tree species, are planted using “Cutting”. These trees are viable only in areas with high groundwater level: the groundwater level on the planting site must previously be checked by conducting boring.

- ① Poplar seedlings should be given sufficient water before digging up from the nursery bed, which is a day before the planting. At that time, the trunk of each seedling is cut to a length of about two meters, leaving the root intact. The cuttings are then transported to the planting site, where they should be laid in the soil temporarily with the root intact.
- ② For *hanliu*, 2m long branches are cut to be used as scions one or two weeks before the planting. They are then transported to the planting site, where they should be dipped in fresh water for sufficient water uptake.
- ③ Cover the whole cuttings of poplars and *hanliu* with a sheet for transportation. Transportation should be conducted as quickly as possible.
- ④ Remove the dry sand layer on the surface until the wet sand layer is exposed before digging planting holes in the wet sand layer. Pile up the removed wet sand beside the holes, separating from the dry sand.
- ⑤ Dig planting holes until groundwater oozes.
- ⑥ Put a cutting in each hole in the way that the root touches the groundwater. Roots of poplars may sometimes be cut off before planting.
- ⑦ Fill the hole with the wet sand previously removed, avoiding mixing with dry sand. Stamp around the planting cutting.
- ⑧ Cover the wet sand around the planted cutting with dry sand.



写真31 ポプラ類は、植栽現場へ輸送し、根を付けたままで仮植します。  
Fig. 31 Poplar cuttings with roots transported to the planting site and are laid in the soil temporarily.



写真32 旱柳は、植栽する前に挿し穂を水に浸します。  
Fig. 32 *Hanliu* cuttings are put into fresh water before planting.



写真33 植穴は、地下水が浸出する深さまで掘り下げます。  
Fig. 33 Planting holes are dug down to the groundwater level.



写真34 植穴に挿し穂を入れ、湿砂を戻します。

Fig. 34 Put a cutting into the hole and refill the hole with wet sand.



写真35 地下水位が低い場所では、灌水を行います。

Fig. 35 Watering is done in location with a low groundwater level.



写真36 ポプラ類の植栽後の様子

Fig. 36 Poplar cuttings after planting.

方格砂障を造成した場所では、砂の固定に伴って、砂に埋もれていた草本の種子が自然に発芽してきます。地表面が不安定で方格砂障を造成しにくい場所では、まず、草本種子の人工播種によって砂の固定を図ります。人工播種を実施する場合は、天気予報を注視し、翌日に降雨があることが確実な場合に実施します。

In the locations where the straw checkerboards are arranged, grass seeds in the sand come to germination naturally as the sand movement stabilized. In locations where arranging straw checkerboards are impractical because of unstable ground surface, firstly grass seeds are sown to stabilize the sand. This should be done only when rainfall is assured on the following day.



写真37 人力による播種作業

Fig. 37 A farmer is sowing grass seeds.



写真38 播種後の発芽、生育状況

Fig. 38 Germination after sowing seeds.

## 黄土高原での植林技術

## Afforestation techniques in Loess Plateau

黄土高原では、黄河文明発祥の頃は森林が分布していましたが、これらが伐採されて砂漠化が進行し、現在は荒地が広がっています。保水性が劣る黄土が堆積し、また、夏季を除いて降雨が少ないので、大半の季節は乾燥しています。とりわけ、植物が生長を開始する春季に乾燥が著しいことが大きな問題です。従って、植林を成功させるためには、乾燥に耐える樹種を選択すること、苗木の乾燥を防ぐよう細心の注意を払って作業を行うことが肝要です。

また、植栽場所の方位によって乾燥の程度が異なるので、方位に応じた樹種の使い分けが必要です。より乾燥しやすい南向きの箇所では側柏（コノテガシワ）<sup>(注5)</sup>、刺槐（ニセアカシア）、山桃、山杏などを選択し、北向きの箇所では油松、元宝楓などを選択します。

Loess Plateau was covered by forests in early days of the Yellow River Civilization, but by now most parts of the forests have been cleared, which has resulted in wide-spread waste land. The plateau is dry through a large part of a year because rainfall is limited to summer and the thick layer of loess has poor water retention capacity. It is particularly problematic that the land is very dry in spring, when plants begin growing. Choosing drought-resistant tree species and preventing seedlings from drying are therefore prerequisite for successful afforestation.

The site direction is also an important factor for the choice of the species to be planted because there is some difference in dryness. *Cebai*<sup>(5)</sup>, *cihuai*, *shantao* and *shanxing* are preferred for the more dry south-facing slopes, while *yousong* and *yuanbaofeng* are suitable for north-facing sites.



写真39 側柏 2006年6月 山西省吉県  
Fig. 39 *Cebai*, Ji District, Shanxi Province, June 2006.



写真40 油松 2007年6月 山西省隰県  
Fig. 40 *Yousong*, Xi District, Shanxi Province, June 2007.

注5  
(5) 側柏（コノテガシワ） = *Cebai* = *Platycladus orientalis* (L.) Franco  
刺槐（ニセアカシア） = *cihuai* = *Robinia pseudoacacia* L.  
山桃 = *shantao* = *Prunus davidiana*  
山杏 = *shanxing* = *Prunus armeniaca* var. *ansu* Maxim.  
油松 = *yousong* = *Pinus tabulaeformis* Carr.  
元宝楓 = *yuanbaofeng* = *Acer truncatum* Bge.



写真41 刺槐 2006年6月 山西省大寧県

Fig. 41 *Cihuai*, Daning District, Shanxi Province, June 2006.



写真42 元宝楓 2005年7月 山西省大寧県

Fig. 42 *Yuanbaofeng*, Daning District, Shanxi Province, July 2005.

黄土高原における植林技術を特徴づけるものは整地作業です。植林を行う場合は、まず整地を行い、続いて植栽、保育を行います。また、必要に応じて補植を行います。これらの各種作業は、他の砂漠化土地での植林同様に、適期に実施することが重要です。

整地は、次の目的のために、苗木植栽に先立って行う作業で、植林の成績に大きな影響を与える重要な作業です。

- ① 等高線に沿って畦と溝を作ることにより、雨水を溝内に集め、徐々に溝内の土壌中へ浸透させます。
- ② 溝内を耕耘することにより、土壌を膨軟にし、保水性、通気性を高めます。

Afforestation techniques in Loess Plateau is characterized by its land preparation work. The land preparation is followed by planting and then tending. Supplementary planting may sometimes be required. These operations should each be conducted at an appropriate time, like planting operations in other desertified lands.

The purposes of land preparation are as described below. It should be emphasized that these operations are of vital importance for successful afforestation.

- ① Provide ridges and ditches along contour line to harvest rainwater and permeates it gradually into the ground.
- ② Cultivate the soil inside the ditches to improve water retention and air permeability of soil.



写真43 整地作業により等高線に沿って造成された水平溝 2005年7月 山西省吉県

Fig. 43 Horizontal terraced ditches along contour lines formed by land preparation work, Ji District, Shanxi Province, July 2005.

整地作業で大事なことは、堅固な畦を作ること、溝内をよく耕耘することの二つです。その作業は次の手順で実施します。

- ① 畦と溝は、水平になるように、また等間隔になるように、位置決めを行います。
- ② 畦を作る箇所は、畦が地面と一体化するよう、草を除去します。
- ③ 溝を掘る箇所は、先ず、深さ30cm程度の表土を掘り取って、斜面上部に一時保管します。
- ④ その下の水分を多く含む心土をさらに掘って、その心土を用いて畦を作ります。畦は十分に踏み固めるとともに、表面を平滑にします。
- ⑤ 溝の中は、定められた深さまで更に耕耘します。
- ⑥ 斜面上部に一時保管していた表土を、溝の中に戻します。

The most important works in land preparation are to construct solid ridges and to cultivate ditches well. These are carried out as follows.

- ① Do careful positioning to form horizontal and equidistant ridges and ditches.
- ② Remove weeds from the bed for the ridges to ensure close contact between the ridges and the ground.
- ③ Remove the surface soil of the locations for the ditches down to about 30cm. Pile up the removed soil temporarily on the upper part of the slope.
- ④ Dig further into the moist core soil and use it to form ridges. Stamp the ridges to tighten the soil and make the surface smooth.
- ⑤ Cultivate the soil inside the ditches down to a specified depth.
- ⑥ Refill the ditches with the surface soil piled up temporarily beforehand.



写真44 表土を斜面上部に一時保管します。2005年4月  
山西省大寧県

Fig. 44 Pile up the removed surface soil on the upper part of the slope, Daning District, Shanxi Province, April 2005.



写真45 心土を用いて畦を造成します。2005年5月  
山西省蒲県

Fig. 45 Form a ridge with core soil, Pu District, Shanxi Province, May 2005.



写真46 溝の中を定められた深さまで耕耘します。2004年4月 山西省大寧県

Fig. 46 Cultivate the ditch down to a specified depth, Daning District, Shanxi Province, April 2004.



写真47 表土を溝の中に戻します。2003年8月 山西省大寧県

Fig. 47 Refill the ditch with the surface soil, Daning District, Shanxi Province, August 2003.

植栽に当たっては、苗木の乾燥を防ぐよう細心の注意を払って実施することが肝要です。その作業は次の手順で実施します。

- ① 苗木は根が乾燥しやすいので、苗畑で苗木を掘り取る際も常に根を土で覆います。苗木を植栽現場へ輸送するに当たっては、袋に詰めて、更に苗木全体をシートで覆い、速やかに輸送します。植栽現場に苗木が到着したら、日陰を選んで仮植を行います。
- ② 苗木を仮植箇所から植栽箇所へ運搬する場合は、苗木袋に入れて運搬し、植栽直前まで苗木袋に保存します。
- ③ 溝の中に、定められた間隔で定められた大きさの植穴を掘ります。
- ④ 苗木を植穴へ入れます。その際、裸根苗の場合は、苗木の根は四方へ広げて入れます。植穴へ土を戻し、苗木を揺すりながら少し持ち上げて土と苗木の根をよくなじませ、苗木の周囲を踏み固めます。
- ⑤ 苗木を植栽した後は、直射日光による土の乾燥を防ぐため、植栽した苗木の周囲を草で覆います。秋季に植栽する場合は、苗木を寒風害から保護するため、苗木を土で覆います。

In planting, preventing the seedlings from drying with extreme care is essential. The operations are follows.

- ① Roots of seedlings are to be covered with the soil when dug up from the nursery bed as they are susceptible to dryness. Transport the seedlings quickly to the planting site in bags, with the whole freight covered by a sheet. After arriving at the planting site, keep the seedlings temporarily under appropriate shade.
- ② Carry the seedlings to the planting location, and keep them in bag until immediately before actual planting.
- ③ Dig specified size of planting holes in the ditches at specified space.
- ④ Put a seedling in the hole; in case of planting bare-root seedlings, the root should be spread out. Refill the hole with the soil previously removed, lift slightly and shake the seedling to ensure an close contact of the root with the soil, and then stamp around the planted seedling.
- ⑤ Cover the soil around the planted seedling with grass to prevent the direct sunlight to dry up the soil. When planting in fall, cover the seedling with soil to protect it from winter wind desiccation.



写真48 苗木は、根の乾燥を防ぐため、常に土で覆います。2005年10月 山西省吉県

Fig. 48 Seedlings are covered by soil all the time before planting to protect their roots from drying, Ji District, Shanxi Province, October 2005.



写真50 苗木は植栽直前まで袋に保存します。2005年8月 山西省大寧県

Fig. 50 Keep the seedlings in the bag until immediately before actual planting, Daning District, Shanxi Province, August 2005.



写真52 直射日光による土の乾燥を防ぐため、植栽した苗木の周囲を草で覆います。2005年8月 山西省大寧県

Fig. 52 Cover the planted seedling by grass to protect the soil from drying up by sunlight, Daning District, Shanxi Province, August 2005.



写真49 苗木は袋に詰めてシートで覆い、速やかに輸送します。2005年10月 山西省吉県

Fig. 49 Transport the seedlings quickly in bags, covering the freight by a sheet, Ji District, Shanxi Province, October 2005.



写真51 苗木は、根を四方へ広げて、植穴へ入れます。2004年3月 山西省大寧県

Fig. 51 Put a seedling in the hole, spreading out the root, Daning District, Shanxi Province, March 2004.



写真53 秋植の場合は、苗木を寒風害から保護するため、苗木を土で覆います。2005年10月 山西省吉県

Fig. 53 Cover the planted seedling with soil to protect it from winter wind desiccation in case of planting in fall, Ji District, Shanxi Province, October 2005.

植栽された苗木が一定の大きさに育つまでは、手入れを継続する必要があります、その作業を保育といいます。次のような作業を行います。

- ① 整地の畦が破損している場合は修理します。
- ② 溝の中の表土を掻き起こすことにより、土壌中の毛管水の連続を断って乾燥を防止するとともに、雨水が浸透し易いようにします。
- ③ 雑草を除去します。刈り取った雑草は、地表の乾燥を防止するため、苗木の周囲に置きます。
- ④ 広葉樹は一般に多数萌芽するので、主幹を生長させるため、不必要な萌芽枝を除去します。二年目以降も、主幹を生長させるとともに無駄な蒸散を抑制するため、不必要な枝を除去します。

It is necessary to take continuous care of seedlings until they grow to a certain stage. This operation is called “Tending.” It involves the following works.

- ① Repair, as necessary, damaged ridges.
- ② Cultivate the surface soil in ditches to prevent soil from drying by arresting capillary water movement and to make penetration of rainwater easier.
- ③ Remove weeds and put them around the planted seedlings to prevent surface soil drying.
- ④ Cut unnecessary sprouting branches of broadleaf trees, as they usually produce many sprouts. This is done to promote growth of the main trunk. This operation is necessary in the following years for the same purpose and to control unnecessary transpiration as well.



写真54 畦が破損している箇所を修理します。2004年6月  
山西省大寧県

Fig. 54 Repair a damaged ridge, Daning District, Shanxi Province, June 2004.



写真55 溝の中の表土を掻き起こします。2006年6月  
山西省大寧県

Fig. 55 Cultivate the surface soil in a ditch, Daning District, Shanxi Province, June 2006.



写真56 苗木の周囲に雑草を置きます。2007年8月 山西省大寧県

Fig. 56 Put weeds around the planted seedlings, Daning District, Shanxi Province, August 2007.



写真57 不必要な枝を除去します。2006年10月 山西省大寧県

Fig. 57 Cut unnecessary branches, Daning District, Shanxi Province, October 2006.

砂漠及び砂漠化土地は土地条件及び気象条件ともに植林には厳しい条件にありますが、適切な樹種を選択し、適期に作業を行い、しかもその作業を正しい方法で行えば、植林は成功します。「作業を正しい方法で行う」ことは、言うことは簡単ですが、実際に実行するにはかなりの努力が必要です。その努力を惜しまなければ、失敗や無駄な投資を繰り返すことなく、一回で成功させることができます。

Although the soil and climate conditions of deserts and desertified lands are difficult for afforestation, it is certainly possible if the right tree species are chosen and right operations are conducted at right time. It is easy to say but difficult to do the above; still it is possible with enough efforts. If one does not spare the efforts, afforestation will be successful without experiencing failures and without fruitless investments.



写真58 4年生の側柏 2007年9月  
山西省大寧県

Fig. 58 Four-year-old *cebai*, Daning District, Shanxi Province, September 2007.



写真59 5年生の刺槐 2007年9月  
山西省大寧県

Fig. 59 Five-year-old *cihuai*, Daning District, Shanxi Province, September 2007.



写真60 植林前の荒地の様子 2001年11月 山西省大寧県

Fig. 60 Wasteland before forestation, Daning District, Shanxi Province, November 2001.



写真61 植林後の様子 2006年5月 山西省大寧県

Fig. 61 The same area after planting, Daning District, Shanxi Province, May 2006.



## 社団法人 海外林業コンサルタント協会

〒112-0004 東京都文京区後楽1-7-12 林友ビル3階  
Tel. 03 (5689) 3435 Fax. 03 (5689) 3439  
E-mail [hq-jofca@jofca.or.jp](mailto:hq-jofca@jofca.or.jp)

発行 2008年3月

## Japan Overseas Forestry Consultants Association

Rin'yu Bldg. 3rd Floor, 1-7-12 Koraku, Bunkyo-ku, Tokyo 112-0004  
Phone: 03-5689-3435  
Fax: 03-5689-3439  
E-mail: [hq-jofca@jofca.or.jp](mailto:hq-jofca@jofca.or.jp)

Issued March 2008

表紙写真 3年生刺槐 2006年6月 山西省隰県

裏表紙写真 砂漠から集落を守る防風林 2004年6月 内モンゴル自治区オールドス

Front cover : Three year-old *cihuai*, Xi District, Shanxi Province, June 2006.

Back cover : A windbreak forest protecting a village against the desert, Ordos, Inner Mongolia Autonomous Region, June 2004.