

報 文

ふるさとの木によるふるさとの森づくり

— 潜在自然植生による森林生態系の再生法 —

(宮脇方式による環境保全林創造)*

Native Forest by Native Trees

— Restoration of Indigenous Forest Ecosystem —

(Reconstruction of Environmental Protection

Forest by Prof. Miyawaki's Method)*

宮脇 昭**・藤原 一繪**・小澤 正明***

Akira MIYAWAKI**, Kazue FUJIWARA** and Masaaki OZAWA***

1. 地球環境問題と環境植林

昨今の地球環境問題に対する関心の高まりと共に、地球上の動・植物の生存基盤である緑への再認識とその保全・再生が官民共通の課題となっている。その中で、既に1970年以来日本全国で300事例以上のサイトで在来樹種による環境保全林を創造してきた宮脇方式につき紹介する。

1. Global Environmental Issues and Reforestation

With rising concerns over global environmental issues, nature is highly recognized as a basic life-support system for every living thing on the earth. To conserve and regenerate green environments has become a common task for every sector.

This booklet introduces the Miyawaki method for creating "Environmental Protection Forests", based on more than 300 successful cases throughout Japan and other countries since 1970.

2. 宮脇方式の沿革

本再生法は1958年より2年間のドイツ国立植生図研究所留学により、宮脇がチュクセン教授の下で修得した潜在自然植生の概念と日本の伝統的な「鎮守の森」

2. History of Miyawaki's Method

Miyawaki's Method was devised by integrating the concept of potential natural vegetation, which Miyawaki studied from

* Contributions from the Department of Vegetation Science, Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National University No. 214.

** 横浜国立大学環境科学研究センター植生学研究室

Department of Vegetation Science, Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National University, Japan.

*** 横浜国立大学環境科学研究センター生物圏保全学客員講座 (三菱商事株式会社地球環境室)

Department of Biosphere Conservation, Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National University, Japan (Environmental Affairs Department, Mitsubishi Corporation).

思想を統合し、その土地固有の植生の主構成樹種を使った本来の森林生態系を創造・回復・再生する手法である。

荒廃した無立木地で二次的遷移により森が回復するのに200~500年を要すると言われるのを、エコロジカルなシナリオに沿って2~3年の短期間、集中的に金と人手を掛け、後は自然の生長に任すことにより、通常の遷移の十分の一程度の時間で再生を図るものである(Miyawaki 1982, 栗原・近藤・宇野1983)。宮脇(1992)は新遷移論と位置づけた(Figure 1)。

3. 従来の植林との相違

1) 従来の植林は投資額を少しでも早く回収できる針葉樹や早成樹種の単植による商業植林(経済植林または工業植林とも言われる。日本ではスギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツなどの針葉樹、熱帯ではユーカリ、ファルカタ、アカシアなどの早成樹種)が主体であった。

針葉樹植林は生長過渡期に林内への光不足の為、林床が全く裸地になり、集中豪雨時に土砂崩壊を起こすなどの被害を受け易い(宮脇・藤原1974)。

また、桜井(1992)は、熱帯アジアの人工造林地を調査し、次の通り問題指摘している。

- (1) 伐採・造林の繰り返しで表土流亡を始めとする地力低下を促進するとともに、土砂流出等の下流への被害を惹起する。短伐期施業では特に著しい。
- (2) 単一樹種の大量植栽は、病虫害等による被害を招きやすい。
- (3) 土地の利用権や所有形態の大幅な変更を必要とする為、森に依存する地域住民との摩擦を生じやすい。これらは、森林造成に対する反対勢力を生み出すことになる。
- (4) 客員樹種の導入は地域生態系の構成を変えたとともに、それ以上にナショナリズムを刺激する要因となり得る。

Prof. Dr. Drs. h. c. Reinhold Tuexen when he was staying at the National Institute of Vegetation Map Germany from 1958 to 1960, and the Japanese traditional idea of ancient Shrine Forest (Chinju-no-Mori).

The purpose of this method is to restore original forest ecosystems using the tree species native to the region.

This method is intended to shorten the time span for regenerating quasi-natural forests in barren or non-tree land to 1/10 the normal period of secondary succession, 200 to 500 years (Miyawaki 1982, Kurihara, Kondo, Uno 1983). Miyawaki (1992) named this theory the New Succession Theory (Figure 1).

3. Differences from Commercial Reforestation

1) Traditional commercial (economic or industrial) reforestation uses conifers like cedars, cypress, larch and red pine in Japan, or fast-growing tree species like *Eucalyptus*, *Paraseria falcateria* and *Acacia* of the tropical regions in order to recover the return on their investments as soon as possible.

Conifer reforestation is easily damaged by landslides during the time of heavy rain, as its floor becomes bare due to lack of sunlight under the canopy of the growing forest. (Miyawaki & Fujiwara 1970).

Regarding reforestation with fast-growing species in tropical Asia, Dr. Sakurai (1992) pointed out the following problems :

- (1) Repetition of clear cutting and monoculture plantation causes degradation of soil fertility and loss of topsoil. Degradation gets worse when the cycle becomes shorter.
- (2) Big-scale monoculture plantations cause damage by harmful insects.
- (3) As big-scale monoculture plantation needs to alter users' rights or proprietorship, conflicts often arise with local people who heavily depend on the surrounding forests

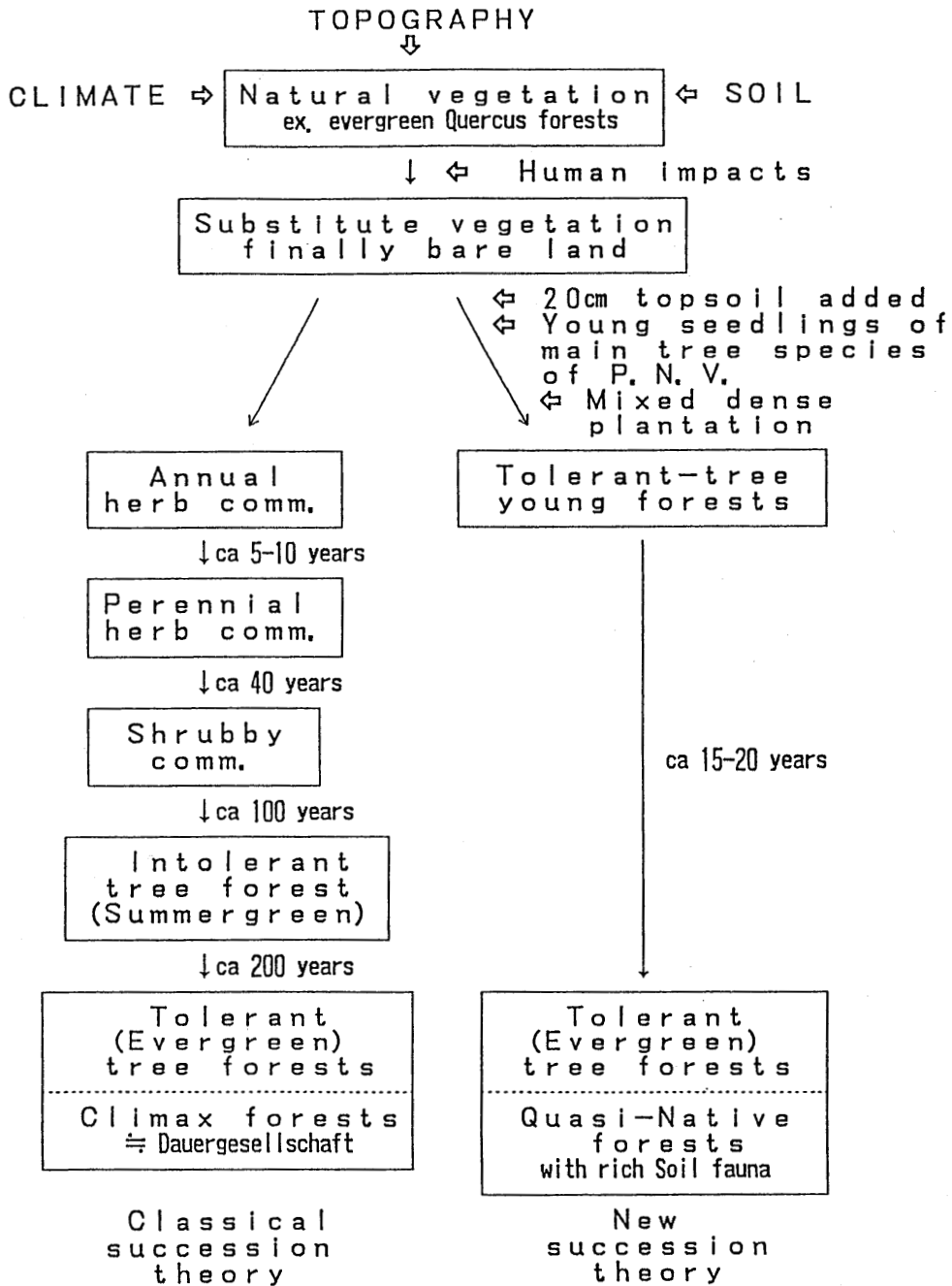


Figure 1. 新遷移論と従来の遷移論の比較.

Comparison between new succession and classical theory (Miyawaki, 1992).

(5) 種の多様性の破壊, 消失が起こり, とりわけ野生鳥獣にその打撃が大きい。

2) 宮脇方式による環境保全林づくりは, 日本古来の「鎮守の森」に習い, 潜在自然植生を調べてその土地本来の固有高木樹種を主体に植林を行い, その土地本来の自然生態系を創造・回復する。したがって, 早期に多層群落の若齢林を形成する為, 早成樹種よりも炭素固定は大きい。また, 成林となれば伐採, 用材化も可能である。

さらに, 樹種選定においては, 自然林の高木構成種の多種混植と, 根群の発達した幼苗を密植する為, 1年後には立地保全に寄与し, 土壌小動物群集の発達も含めて, 生態系を確実に早期に回復出来る(青木, 原田, 宮脇, 1977, Miyawaki, Aoki & Harada 1977)。

4. 手法

1) 具体的手法は, 植林予定地の現場で, 植物生態学的基礎調査(植生調査)を行い, 土地本来の潜在自然植生を把握する(Figure 2)。

潜在自然植生を基礎に, 高木樹種(主木)を選定する。

日本国内では, 関東以南は常緑広葉樹のシイ, タブ, カシ類, 関東以北では主に落葉広葉樹のブナやミズナラが主木とされる。

熱帯アジアでは, フタバガキ科の樹種が選定される(Figure 3)。

and movements against reforestation projects are organized.

(4) Introduction of exotic tree species alters the original ecosystem in the region and may also arouse nationalism.

(5) It also destroys species, especially birds and mammals.

2) On the other hand, Miyawaki's Method uses mainly indigenous or native tree species to create original quasi-natural forests which restore the original ecosystem to the region. The fixation rate of carbon by the Miyawaki method is higher than monoculture tree plantation since it soon creates the young stage of multi-storey forests. Besides, when the forests mature, it is possible that trees can be cut and used commercially.

Furthermore, as main tree species are selected from natural forests, the original ecosystem, including small soil animals, will be surely and quickly restored (Aoki, Harada, Miyawaki 1977; Miyawaki, Aoki, Harada 1977).

4. Methodology

1) Intensive field research work is carried out to determine the type of potential natural vegetation in the area (Figure 2). Then native main tree species are selected for reforestation. In southern Japan, evergreen broad-leaved trees like *Castanopsis*, *Persea*, and evergreen oak are used, while in northern Japan, deciduous broad-leaved trees like beech (*Fagus*) and deciduous oak (*Quercus*) are usually selected. In tropical Asia, the *Dipterocarpaceae* are the main tree family (Figure 3).

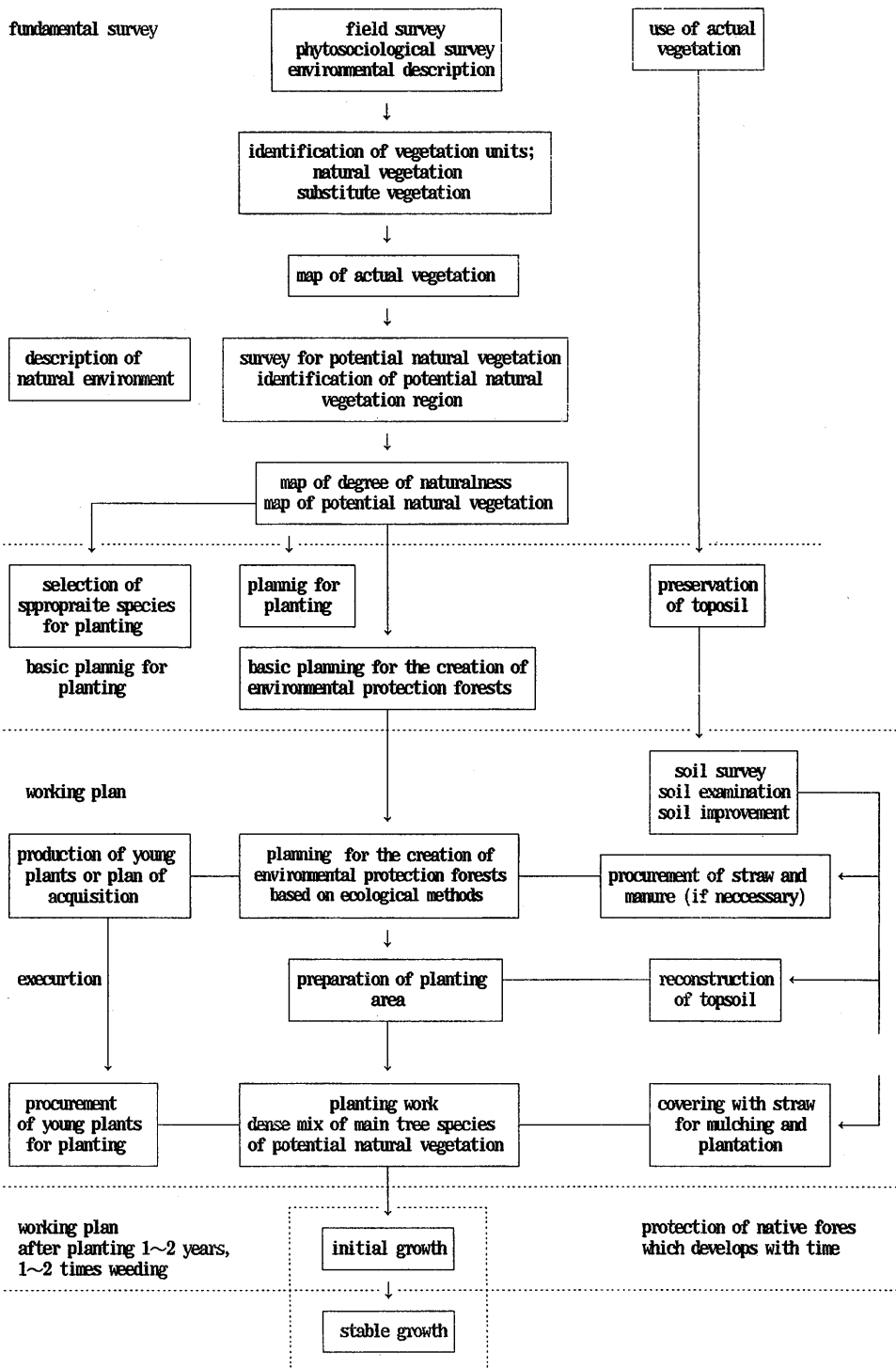


Figure 2. 自然林回復、創造の作業フローチャート。

Flow chart for the restoration and creation of native forests.

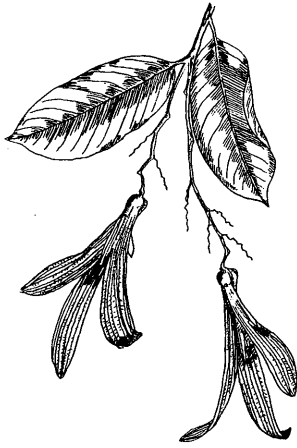


Figure 3. ラワン(Shorea)の種子.
Seeds of *Shorea* spp.

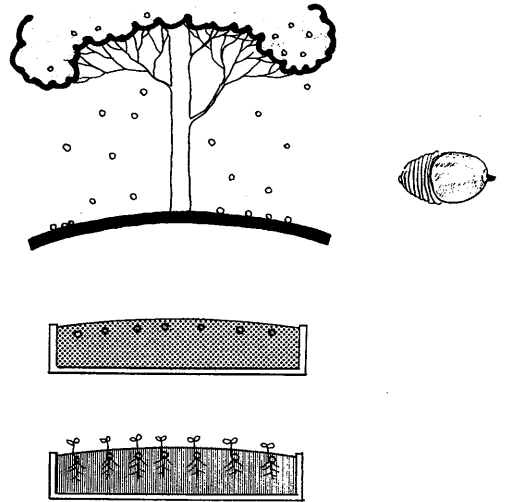


Figure 4. 落下したカシの種子(上図)の苗床における播種(中図), 発芽(下図).

Sowing of seeds of evergreen *Quercus* (above) in the seed-bed (middle) and their germination (below).

2) 選定された樹種の種子を集め苗床に播種する (Figure 4), 発芽後2~6葉程度開葉した幼苗を発芽床からポットに移植する。また, 自然林内の主木周辺の林床にある実生の幼苗を採取しポットに移植しても良い。その場合高さ10~20cm程度の幼苗を選択すると生存率が高くなる (Figure 5)。

3) ポット用土は主木(親木)のあった林床の土質を参考に有機物が豊富で通気性の良い土壌を使う。

4) 熱帯雨林の主木は陰樹が主体である為, ポット苗への光度は樹種により適度となる様, 成長段階に応じ遮光幕等により調整する (Figure 6)。

2) Collect seeds of various native main tree species and immediately sow in a germination bed (Figure 4). Young seedlings, with two to six leaves, are transplanted into plastic pots.

As an alternative, young wildling under parent trees in the natural forest are also collected and transplanted into pots. In this case, a higher survival rate will be expected when wild seedlings 10 to 20 cm high are selected (Figure 5).

3) The quality of the potting medium should be similar to that of the soil where the parent trees stand, with good organic content and good aeration.

4) Considering that most of the main trees of tropical rainforests are shade-tolerant in their early stage, the light intensity is adjusted in accordance with the nursery period using a shadenet (Figure 6).

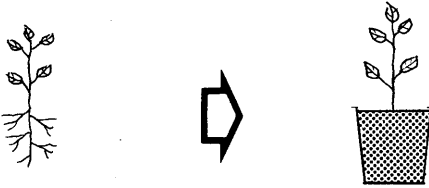


Figure 5. 1～2年生苗木のポットへの移植。
Transplanting young seedling from
seed-bed into the plastic pot.

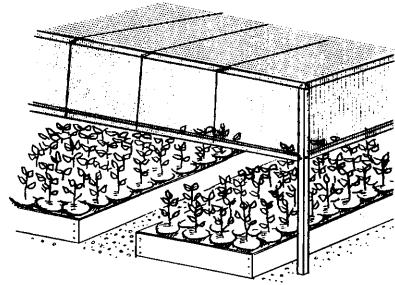


Figure 6. 熱帯樹種ポット苗木の遮光幕下における養生。
Nurturing potted seedlings of tropical
species under the shade-net.

5) 苗木の丈が30～50cm, 5～8葉程度で, 根がポットの中に万遍なく充満した苗木を植栽する。

6) 植栽地の土壌が極端に悪い場合は, 出来るだけ有機質に富んだ表土を厚さ20～30cm程度還元するか, 有機物を混ぜて耕耘する。

急傾斜地や谷部においては, 表土の流亡と侵蝕を防ぐ為, 粗朶, 木杭, 編棚, 蛇籠等により土留め工事を施す。

平坦で水はけの悪い場合はマウンドを造成する。

(Figure 7)

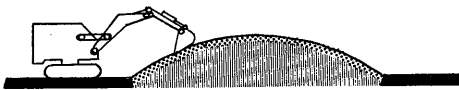


Figure 7. マウンド形成。
Mounding.

7) 植栽は種々の苗木を混ぜて混植し, 線状にはなくランダムに密植する。

密植度は1㎡あたり3～4本とする。

混植・密植をする理由は, 微気候を保たせ, 競争共存させ, 幼苗の段階から森林の状態を作ることにある。

5) Seedlings suitable for planting must have
(1) 30～50cm in height
(2) 5～8 leaves
(3) well-developed root system.

6) In case the soil is very poor at the plantation site, topsoil should be brought in to a thickness of 20～30cm or the soil should be plowed, adding humus into the soil.

In steep or valley areas, brushwood, lattice work, wooden sticks or anti-erosion work shall be applied in order to prevent soil loss and erosion.

In flat areas with poor drainage, a mound should be constructed for plantation (Figure 7).

7) Plant seedlings densely and randomly (not in lines), mixing as many species of canopy tree as possible. The density should be 3～4 seedlings per square meter. Mixed, dense planting enables planted seedlings to get accustomed to the natural forest conditions from the infant stage and enhances the natural selection among them.

- 8) 苗木植栽後速やかに敷藁やそれに類する有機物で根囲いを施す。これは、土壌の侵食を抑え、土の乾燥、雑草の侵入防止と共に、腐食すれば有機養分となる。
- 9) 植栽後1~2年間は必要に応じ除草を行うと共に表土が極度に乾燥した場合は、適宜散水する。
- 10) 植栽後3年目からは、基本的には自然の管理(自然淘汰)に任せる。
- 11) 15~20年後には昔その土地にあった原生林に近い森林の再生が見られ始める。

5. 具体的事例

1970年以來、日本全国で293事例、さらにタイ(Figure 8)、マレーシア(Figure 9-15)、ブラジル(カラー写真12-14)、チリ(カラー写真15)の海外で7事例が、宮協理論を基礎として実施されている。それぞれの事例はFigure 16 およびその凡例に示されている。

6. ポット苗の生産と植栽法

A. ポット苗の生産

1. 種子の採取

天然落下種を採取、または母樹より直接採取する

- (1) 天然落下種: 虫、鳥、獣の食害を受けぬうちに、早めに採取する。

(2) 直接採取:

- ① 母樹の痛みが少なくなるよう、球果を摘み取るか、球果のついている小枝を切り取る。幹または枝を揺すって落果させる。
- ② 作業効率を上げる為、球果のついている枝を切り取るか、伐採予定地の母樹を伐倒する。

2. 種子の精選

水選によって行う。一晩水に漬け、精選、殺虫、水の補給を行う。

(水より比重の大きいものは内容充実粒、小さいものは、虫害粒などの不良種子)

- 8) Immediately upon planting, the area should be mulched with rice straw or similar organic material. Mulching will prevent weed growth and drying of soil and will then become fertilizer when decomposed.
- 9) 1~2 years after planting, the seedlings must be weeded and watered, especially in extremely dry periods.
- 10) By 3 years after plantation, the seedlings will be in the hands of nature, leading to natural selection among seedlings.
- 11) 15~20 years later, the early stage of a quasi-natural forest will be established.

5. Illustration of forests established by Miyawaki's method

293 illustrations inside Japan and 7 cases abroad (Thailand: Figure 8, Malaysia: Figure 9-15, Brasil and Chile: color photo 12-15) were successfully implemented based on this method (Figure 16).

6. How to produce and plant seedlings

A. Production of Seedlings

1. Seed Collection

- (1) Collect seeds fallen naturally from a mother tree. Collection should be done as soon as possible after seed fall, in order to avoid infestation by insects or attack by birds and other animals.

(2) Picking directly

- ① Picking off seeds directly from branches or cutting twigs with seeds. Shaking the trunk or branches of the tree can make the seeds fall.
- ② A more effective way is to cut big branches or trunks which are scheduled to be harvested.

2. Seed Selection

Soak collected seeds in water for one night to sort good seeds (sinking) from bad ones (floating). Soaking is also effective for killing worms inside the seed and water-absorption.



Figure 8. 都市部におけるエコロジー緑化の例1。サイアムジャスコ・バンコクSC。(1991年11月5日開店直後)。Illustration of ecological greening in urban area. Siam JUSCO Bangkok SC just after opening day (Nov. 5, 1991).

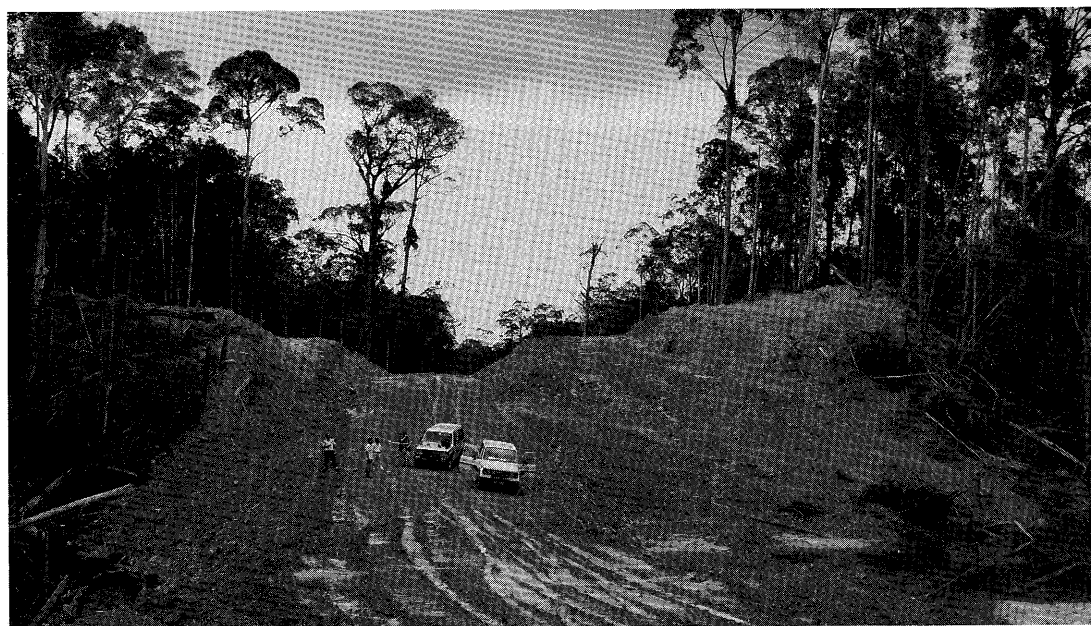


Figure 9. 東南アジア各地に散在する焼き畑跡地への熱帯林再生には、まず在来主木のフタバガキ科樹種（商業名：フィリピンではラワン、マレーシア・サバ州ではセラヤ、マレーシア・サラワク州およびインドネシアではメランティなど）の種子集めから始まる。マレーシア、サラワク州ビンツル町の北50kmにあるシミラジャウ原生林内で見られる樹高50m以上のフタバガキ優占林（1990年7月）。For regeneration of tropical rainforests on abandoned shifting-cultivation lands, collection of seeds of Dipterocarpaceae (commercially called Lauan in the Philippines, Serayah in Sabah, Malaysia and Meranti in both Sarawak, Malaysia and Indonesia) is the first step. Dominant Dipterocarpaceae trees more than 50m high inside primary forest of Similajau, 50km north to Bintulu Town, Sarawak, Malaysia (July 1990).



Figure 10. ポット苗の育成。試行錯誤の結果、30数種類の熱帯雨林を構成する在来主木の苗作りに成功（マレーシア農業大学・ピンツル校苗圃，1992年 5月）。
Nurturing pot-seedlings. After trial and error, raising more than 30 species of main trees composing the tropical rainforest in this region succeeded (at newly built nursery in University of Agriculture Malaysia, Bintulu Campus, May, 1992).



Figure 11. マレーシア農大内，第1期植栽およびピンツル植樹祭予定地。1987年にマレーシア農大が建設されるまでは，焼き畑後放棄されていた荒地(1990年 5月)。
Planting site 1 and site for Bintulu Arbor Day. This area was abandoned barren land (after shifting-cultivation) when UPM was constructed in 1987 (May, 1990).



Figure 12. 同左地にて1991年7月、サラワク州政府および三菱商事首脳や現地住民・小中学生1,200人が参加して植樹祭が開催された。17ヵ月目の同地。エコロジー的シナリオ通りに混植、密植したところは、すでに2 m以上に生長している (1992年12月11日)。

In July 1991, high ranking officers of Sarawak government and Mitsubishi Corporation with 1,200 local residents and students planted pot-seedlings of native trees. Same site, 17 months after plantation. Height of planted seedling reached 2 meters where a mixed dense plantation was made strictly in accordance with the ecological scenario (Dec. 11, 1992).



Figure 13. 第2期植栽地にてサラワクセミナー参加者による記念植樹 (1992年9月7日)。Memorial plantation by the participants of the Sarawak Seminar at Planting site 2 (Sep. 7, 1992).



Figure 14. 都市部におけるエコロジー緑化の例2。マレーシア・マラッカ市郊外の荒廃地に建設されたジャヤジャスコ・マラッカSC背後の境界環境保全林。ポット苗植栽後11ヵ月で1.5mと見事な生長を見せている(1992年2月18日)。

Illustration of ecological greening in urban area. EPF generated behind JAYA JUSCO Malacca SC constructed on barren land in suburbs of Malacca City, Malaysia. Pot-seedlings reached as high as 1.5m 11 months after planting (Feb. 18, 1992).



Figure 15. 緑豊かな地球環境の回復は、政府、企業、個人が各々出来る範囲で、自ら額に汗し、手を土に接して足元から今すぐ始めなければ手遅れになる(ピンツル第3期植栽地。1992年12月11日)。

In order to regenerate, rehabilitate and restore global green environment, every sector of government, corporations and individuals has to go into actual greening project, with sweat on their bodies and dirt on their hands (Planting site 3 in UPM. Dec. 11, 1992).

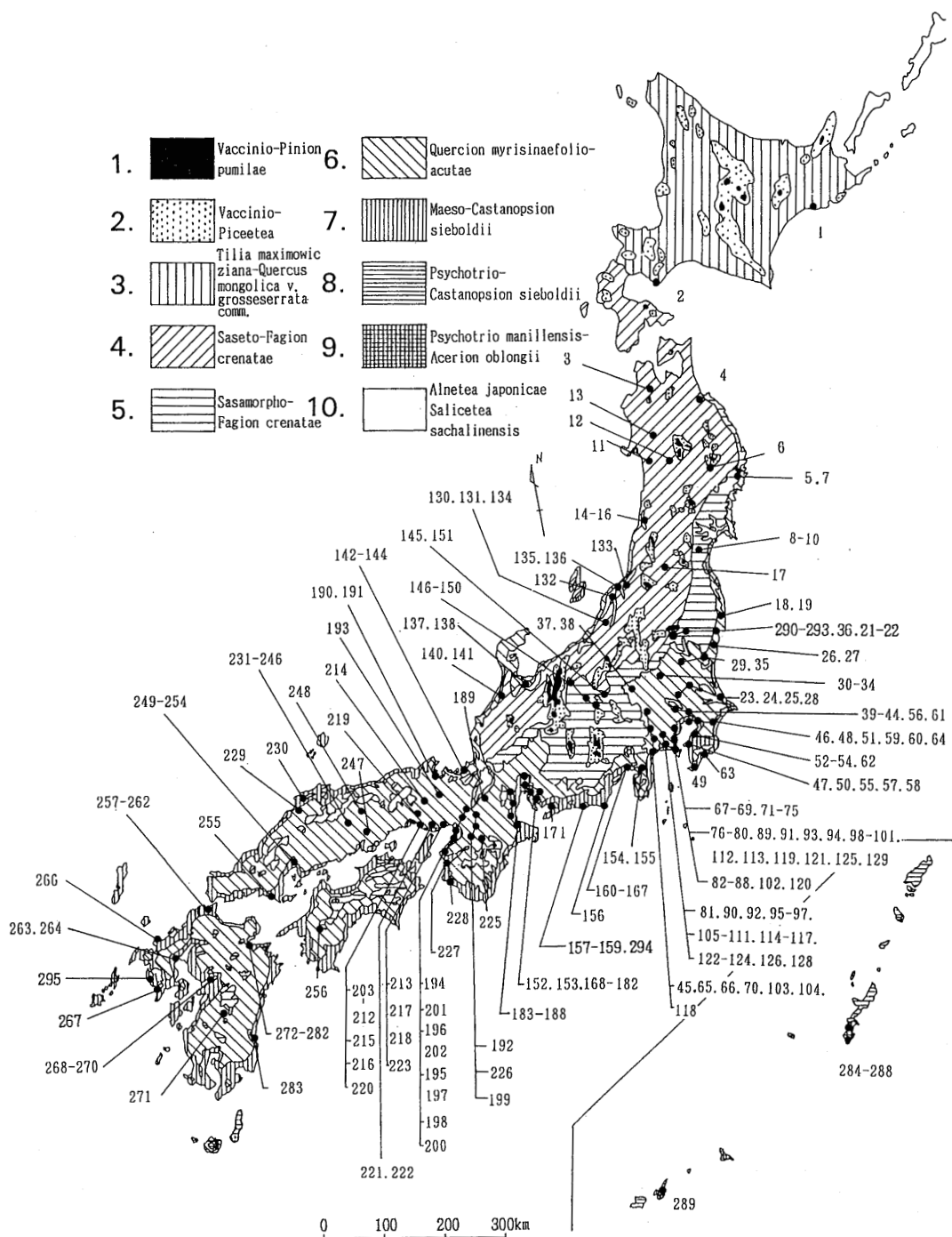


Figure 16. 日本列島各地でのふるさととの森実施例.

Map of the places where "Furusato-no-Mori" (Native trees in Native land) were generated (see location number in the legend).

Figure 16 凡例:

1~2:北海道(1:釧路市 釧白工業団地, 2:新日本製鐵(株) 室蘭製鐵所); 3~4:青森県(3:イオン興産(株) イオン柏村ショッピングセンター (S C), 4: 同 イオン下田町 S C); 5~7:岩手県(5:新日本製鐵(株) 釜石製鐵所, 6: J R 東日本 東北本線厨川・滝沢間, 7:岩手県土木部 宮古港藤原地区); 8~10:宮城県(8:ジャスコ(株) 多賀城 S C, 9:ミドリ安全工業(株) 白石市白石工場, 10: J R 東日本 東北本線仙台・東仙台間); 11~13:秋田県(11:イオン興産(株) 秋田市御所野 S C, 12: J R 東日本 田沢湖線田沢湖駅構内, 13: 同 奥羽本線鷹巣駅構内); 14~17:山形県(14:酒田市 酒田市泉小学校, 15: 同 第3中学校, 16: 同 下水処理場, 17:高島町 高島町グラウンド周辺); 18~22:福島県(18:東京電力(株) 広野火力発電所, 19: 同 福島第二原子力発電所, 20:立正佼成会 両沼教会, 21:運輸省第二港湾建設局 小名浜港ケーソンヤード, 22:いわき市 J. C. 小名浜岬公園); 23~29:茨城県(23:環境庁 国立環境研究所, 24:茨城県 霞ヶ浦流域下水処理事務所(土浦), 25:鹿島共同火力(株) 鹿島共同火力発電所, 26:伊勢基ジャスコ(株) 北茨城店, 27: 同 東海店, 28:三井不動産(株) パークシティ守谷, 29: J R 東日本 常磐線赤塚・水戸間); 30~35:栃木県(30:本田技研工業(株) 本田技術研究所 栃木 P G, 31: 同 栃木製作所 真岡工場, 32: 同 本田技術研究所 栃木センター, 33: 同 栃木製作所 芳賀工場, 34: 同 ホンダエンジニアリング 栃木技術センター, 35:キリンビール(株) 栃木工場); 36~38:群馬県(36:電源開発(株) 沼原揚水発電所, 37: J R 東日本 信越本線高崎駅構内, 38:東京電力(株) 新榛名変電所); 39~45:埼玉県(39:本田技研工業(株) 埼玉製作所和光工場, 40: 同 狭山工場, 41: 同 本田技術研究所和光センター, 42: 同 本田技術研究所朝霞センター, 43:ジャスコ(株) 吉川店, 44: 同 大宮店, 45:東京電力(株) 新潟部変電所); 46~64:千葉県(46:本田技研工業(株) 習志野モータプール, 47:イオン興産(株) イオン富津 S C, 48:扇屋ジャスコ(株) 大綱白里店, 49: 同 館山店, 50:(株)木更津グリーンシティ S C 木更津グリーンシティ, 51:東京電力(株) 千葉火力発電所, 52: 同 五井火力発電所, 53: 同 姉崎火力発電所, 54: 同 袖ヶ浦火力発電所, 55: 同 富津火力発電所, 56: 同 新野田変電所, 57:千葉県土木部港湾建設課 木更津港富津緑地, 58:新日本製鐵(株)津製鐵所, 59:東レ(株)千葉工場, 60:佐倉市 グラウンド周辺, 61:(財)電力中央研究所 我孫子事業所, 62: J R 東日本 内房線姉ヶ崎駅構内, 63:八雲神社建設委員会 安房鴨川市八雲神社, 64:三井不動産(株) 三井パークシティ舞浜); 65~75:東京都(65~66:秋川市 2カ所, 67: J R 東日本 山手線原宿・代々木間, 68: 同 中央本線市ヶ谷・四谷間, 69: 同 東海道本線田町・品川間, 70:東村山市国立多摩全生園, 71~75:東京都 東京港(5カ所)); 76~129:神奈川県(76:電源開発(株)磯子火力発電所, 77:ジャスコ(株) 相模原店, 78:文部省 横浜国立大学, 79: 同 横浜国立大学付属立野横浜小学校, 80: 同 横浜国大付属山手小学校, 81:三井不動産(株)百合ヶ丘住宅地, 82~86: 同 湘南国際村 5カ所, 87: 同 横須賀久里浜住宅, 88: 同 県立久里浜高校裏切土斜面, 89: 同 横浜下永谷住宅地, 90: 同 横浜平塚住宅地, 91: 同 山手台住宅地, 92: 同 片瀬山住宅地, 93:三菱造船(株) 横浜工場, 94: 同 金沢工場, 95:神奈川県 江ノ島婦人総合センター, 96:白百合女学院 藤沢校, 97:横浜市 北部下水場, 98: 同 フェリス女学院高校, 99: 同 横浜市大医学部・周辺企業, 100: 同 横浜市大医学部付属病院周辺, 101:日産自動車(株) 海外研修センター, 102: 同 横須賀市追浜工場, 103:神奈川県 箱根下水処理場, 104: 同 丹沢塔ヶ岳登山道沿い, 105: 同 湘南海岸辻堂, 106: 同 汐見台海岸, 107: 同 柳島海岸, 108: 同 平塚海岸, 109: 同 県立大磯高校, 110: 同 酒匂川西湘整備事務所, 111: 同 茅ヶ崎海岸下水処理場, 112:東京電力(株) 東扇島火力発電所, 113: 同 横浜火力発電所, 114: 同 藤沢変電所, 115:藤沢市 石名坂焼却場, 116: 同 大清水下水処理場, 117:海老名市 今泉第2中学校, 118:小田原市 小田原小学校, 119:建設省・横浜市 国道16号線保土ヶ谷バイパス(左近山), 120: 同 横浜・横須賀道路(金沢自然公園 I C), 121:トヨー(株) 金沢, 122:キャノン厚木中央研究所, 123:栗田工業(株) 厚木中央研究所, 124:東洋テクノ 厚木森の里電子技術センター, 125:三菱石油 川崎製油所, 126:日本電気硝子 藤沢工場, 127:車体工業(株)海老名工場, 128:N K K 綾瀬研究所, 129:運輸省第二港湾建設局運輸省第二港湾 建設局庁舎内); 130~136:新潟県(130:小千谷市 小千谷小学校, 131:長岡市 地域開発公園造成団地, 132:ジャスコ(株) 新潟東店, 133: 同 新村上店, 134:東京電力(株) 柏崎刈羽原子力発電所, 135:運輸省第一港湾建設局 新潟空港内緑地, 136: J R 東日本 白新線東新潟駅構内); 137~138:富山県(137:富山市 稲荷町稲荷公園, 138:北陸ジャスコ(株) コスモタウンジャスコ砺波店); 139~141:石川県(139:東レ(株) 石川工場, 140:北陸ジャスコ(株) 金大市杜の里店, 141:キリンビール(株) 北陸工場); 142~144:福井県(142:関西電力(株) 大飯発電所, 143: 同 高浜発電所, 144: 同 美浜発電所); 145~151:長野県(145:日置電気(株) 上田市本社・寮の周り, 146:国鉄・岡谷市 中央本線岡谷・川岸間, 147: 同 塩嶺トンネル入口, 148:岡谷市 中央公園貯水池・道路, 149:信州ジャスコ(株) 新白馬店, 150: 同 南松本店, 151: J R 東日本 篠ノ井線稲荷山駅構内); 152~153:岐阜県(152:東レ(株) 岐阜工場,

153: 可児市 調整池); 154~167: 静岡県(154: 東レ(株) 三島工場, 155: 同 沼津工場, 156: 中部電力(株) 浜岡原子力発電所, 157: 本田技研工業(株) 浜松製作所, 158: 浜松市 新幹線沿い工業団地, 159: 同 高速道路沿い, 160~164: 富士市 5箇所(道路・工場・グラウンド・貯水池周辺・中央公園), 165~166: 同 岩本山幼稚園・小学校, 167: 小田急電鉄(株) 西富士カントリークラブ); 168~182: 愛知県(168: 運輸省第五港湾建設局 名古屋空港内緑地, 169: ジャスコ(株) 名古屋市南陽店, 170: 同 八事店, 171: 愛知県 三河港三河臨海緑地, 172: 名古屋港管理組合 名古屋港東浜緑地, 173: 東レ(株) 愛知工事業場, 174: 同 名古屋事業場, 175: 同 東海事業場, 176~177: 刈谷市 各小中学校, 178~179: 半田市 小・中学校, 180: 新日本製鐵(株) 名古屋製鐵所・同関連工場, 181: 中部電力(株) 碧南火力発電所, 182: 同 知多第二火力発電所); 183~188: 三重県(183: 本田技研工業(株) 鈴鹿製作所, 184: ジャスコ(株) 新久居S C, 185: 松坂商業開発(株) 松阪S Cマーム, 186: ジャスコ(株) 大安店, 187: 中部電力(株) 川越発電所, 188: 同 四日市L N Gセンター); 189~194: 滋賀県(189: I B M 野州工場); 190~194: 京都(190: 関西電力(株) 宮津エネルギー研究所, 191: 同 宮津ガスタービン発電所, 192: 同 喜撰山発電所, 193: 同 新綾部変電所, 194: 同 西京都変電所); 195~202: 大阪府(195: 新日本製鐵(株) 堺製鐵所, 196: 関西電力(株) 南港発電所, 197: 同 堺港発電所, 198: 同 多奈川第二発電所, 199: 同 南河内変電所, 200: 同 泉南変電所, 201: 同 淀川変電所, 202: 大阪市 大阪港南港野島公園); 203~223: 兵庫県(203~207: 新日本製鐵(株) 広畑製鐵所・周辺5カ所, 208: 関西電力(株) 相生発電所, 209: 同 赤穂発電所, 210: 同 姫路第一発電所, 211: 同 姫路第二発電所, 212: 同 高砂発電所, 213: 同 東灘ガスタービン電所, 214: 同 奥多々良木発電所, 215: 同 西播変電所, 216: 同 姫路変電所, 217: 同 北摂変電所, 218: 同 猪名川変電所, 219: ジャスコ(株) 新山崎店, 220: 同 姫路リバーシティ, 221: 同 新三木店, 222: 同 明石市土山店, 223: 神戸市 神戸港ポートアイランド南公園); 224~226: 奈良県(224: 建設省 名阪国道沿い, 225: 同 橿原バイパス, 226: 関西電力(株) 新生駒変電所); 227~228: 和歌山県(227: 関西電力(株) 海南発電所, 228: 同 御坊発電所); 229~230: 島根県(229: 仙波(株) 出雲S C, 230: 山陰ジャスコ(株) 平田店); 231~248: 岡山県(231: 岡山県 空港道路, 232: 同 岡山県健康の森, 233~240: 同 健康の森道路沿い8カ所, 241~243: 同 健康の森学園周辺3カ所, 244~246: 同 吉備高原都市3カ所, 247: 同 岡山県立大学, 248: 八束村 グラウンドの周り); 249~271: 広島県(249~254: 三井不動産(株) 美鈴ヶ丘住宅地6カ所); 255: 山口県(255: 新日本製鐵(株) 光製鐵所); 256~262: 愛媛県(256: 建設省 野村ダム周辺); 257~262: 福岡県(257: 新日本製鐵(株) 八幡製鐵所, 258~262: 同 戸畑製鐵所各5カ所); 263~266: 佐賀県(263: 九州ジャスコ(株) 江北店, 264: 同 佐賀南店, 265: 立正佼成会 筑豊教会, 266: 九州電力(株) 玄海原子力発電所); 267: 長崎県(267: 三菱造船(株) 長崎造船所,); 268~271: 熊本県(268: 本田技研工業(株) 熊本製作所, 269: 運輸省第四港湾建設局 熊本空港, 270: グリンピック事務所 熊本市立公園・一林一森運動記念, 271: 九州ジャスコ(株) 人吉店); 272~282: 大分県(272~282: 新日本製鐵(株) 大分製鐵所8カ所, 280: 三井不動産(株) パークシティ青葉台, 281: 同 医大住宅団地斜面, 282: ジャスコ(株) 大分市高城店); 283: 宮崎県(283: 宮崎県 宮崎港内港地区緑地); 284~289: 沖縄県(284: 北谷町 宮城海岸, 285~286: 同 北谷第2小学校2カ所, 287: ジャスコ(株) 那覇店, 288: 沖縄電力(株) 具志川発電所建設サイト, 289: 同 石垣第2発電所)。

追加 290~293: 栃木県 塩那道路4カ所(栃木県); 294: 浜松市 佐鳴湖公園(静岡県); 295: 大島造船所(長崎県)。

Figure 16 legend :

1~2:Hokkaido(1:Senpaku industrial housing in Kushiro City, 2:Muroran Works (Nippon Steel Co.)) ; 3~4:Aomori Pref. (3:Aeon Kashiwa - mura S. C, 4:Aeon Shimoda S. C); 5~7:Iwate Pref. (5:Kamaishi Works (Nippon Steel Co.), 6:JR East japan Railway Company Tohoku - line (Kuriyagawa St. ~Takizawa St.), 7:Miyako port(Fujiwara park)); 8~11: Miyagi Pref. (8:Tagajo S. C (JUSCO), 9:Kagitori S. C(JUSCO), 10:Shiroishi factory, 11:JR East japan Railway Company Tohoku -line (Sendai St. ~Higashisendai St.)); 12~13: Akita Pref. (12:Akita - City Gosyono S. C (Aeon), 13:JR East japan Railway Company Tazawako - line (Tazawako St.)); 14~17: Yamagata Pref. (14:Sakata - City Izumi junior high school, 15:Sakata - City Daisan junior high school, 16:Sewerage plant in Sakata City, 17:Takahata - Town ground); 18~22: Fukushima Pref. (18:Hirono thermal power station (TOKYO ELECTRIC POWERCOMPANY), 19:Fukushima Daini nuclear power station (TOKYO ELECTRIC POWERCOMPANY), 20:Rissyou koseikai church, 21:Fukushima onahama port (Caisson yard), 22:Port of Onahama Misaki park); 23~29: Ibaraki Pref. (23:National environment institute, 24:Kasumigaura basin sewerage plant, 25:Kashima kyodo thermal power plant, 26:Kita - ibaragi S. C (JUSCO), 27:Tokai S. C (JUSCO), 28:Park City Moriya (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 29:JR East japan Railway Company Joban -line (Akatsuka St. ~Mito St.)); 30~35: Tochigi Pref. (30:Tochigi proving ground, Honda RD, 31:Mooka plant , Tchigi factory Honda Motor, 32:Tochigi center, Honda RD, 33:Haga plant, Tchigi factory Honda Motor, 34:Tochigi technical center, Honda Engineering, 35:Kirin Brewery Tochigi Plant); 36 ~38: Gunma P ref. (36:Numappara yousui power plant, 37:JR East japan Railway Company Shin - etsu - line (Takasaki St.), 38:Shin - Haruna transformer substation (TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY)); 39 ~45: Saitama Pref. (39:Factory Wako plant, Saitama factory, Honda Motor, 40:Factory Sayama plant, Saitama factory, Honda Motor, 41:Wako center, Honda RG, 42:Aska center, Honda RG, 43:Yoshikawa S. C (JUSCO), 44:Omiya S. C (JUSCO), 45:Shin - Okabe transformer substation (TOKYO ELECTRIC POWER COMPANY)); 46 ~64: Chiba Pref. (46:Narashino Motorpool, Honda Motor, 47:Aeon Futtsu S. C, 48:Oamishirasato - Town S. C (JUSCO), 49:Tateyama S. C (JUSCO), * 50:Kisarazu Green City, 51:Chiba thermal power station (TEPCO), 52:Goi thermal power station (TEPCO), 53:Anegasaki thermal power station (TEPCO), 54:Sodegaura thermal power station (TEPCO), 55:Futtsu thermal power station (TEPCO), 56:Shin - Noda transformer substation (TEPCO), 57:Kisarazu port (Futtsu park), 58:Kimitsu Works (Nippon Steel Co.), 59:Chiba factory (TORAY), 60:Sakura - City ground, 61:Abiko office, 62:JR East japan Railway Company Uchibo - line (Anegasaki St.), 63:Awa - kamogawa Yagumo Shrine, 64:Mitsui Park City Maihama (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.)); 65~75: Tokyo Metro. (65 ~66:Akigawa - City, 67:JR East japan Railway Company Yamanote -line (Hrajuku St. ~Yoyogi St.), 68:JR East japan Railway Company Chyuo - line (Ichigaya St. ~Yotsuya St.), 69:JR East japan Railway Company Tokaido -line (Tamachi St. ~Shinagawa St.), 70:Higashi - Murayama - City, 71~75:Port of Tokyo); 76~129: Kanagawa Pref. (76:Isogo thermal power plant, 77:Sagamihara S. C (JUSCO), 78:Yokohama National University IN Yokohama City, 79:Yokohama National University attached Tateno Yokohama elementary school in Yokohama City, 80:Yokohama National University attached Yamate elementary school in Yokohama City, 81:Yurigaoka housing (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 82 ~86:Shonan Village (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 87:Yokosuka Kurihama housing (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 88:Kurihama high school (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 89:Yokohama Shimonagaya housing (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 90:Yokohama Hiratsuka housing(MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 91:Yamatedai housing (MITUI FUDOSAN CO., LTD.), 92:Kataseyama housing (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 93:Yokohama factory (MITSUBISHI SHIPBUILDING COMPANY), 94:Kanazawa factory (MITSUBISHI SHIPBUILDING COMPANY), 95:Enoshima women's center, 96:Shirayuri

jogakuin in Fujisawa City, 97:Hokubu sewerage in Yokohama City, 98:Felice jogakuin high school, 99:Yokohama municipal university in Yokohama City, 100:Yokohama municipal university the school of medicine in Yokohama City, 101:Foreign countries institute center (NISSAN), 102:Yokosuka factory (NISSAN), 103:Hakone sewerage, 104:Mts. Tanzawa Mt. Tougatake, 105:Shonan tsujido beach, 106:Shiomidai beach, 107:Yanagishima beach, 108:Hiratsuka beach, 109:Oiso high school, 110:Sakawagawa-nishi repair office, 111:Chigasaki beach sewerage, 112:Higashi-Ogishima thermal power station (TEPCO), 113:Yokohama thermal power station (TEPCO), 114:Fujisawa transformer substation (TEPCO), 115:Ishinazaka incineration plant in Fujisawa City, 116:Oshimizu sewerage in Fujisawa City, 117:Imaizumi Daini junior high school in Ebina City, 118:Odawara elementary school, 119:National highway 16 Hodogaya bypass (Sakonyama), 120:Yokohama-Yokosuka highway, 121:Kanazawa factory (TOYO), 122:Atsugi central institute (Canon), 123:Atsugi central institute (Kurita industries Co., Ltd.), 124:Atsugi Morinosato electrical technology center (TOYO CORPORATION), 125:Kwasaki oil factory (MITSUBISHI OIL COMPANY), 126:Fujisawa factory, 127:Ebina factory (Syatai industries Co., Ltd.), 128:Ayase institute (NKK), 129:Ministry of Transport The 2nd District port Construction Bureau; 130~136: Niigata Pref. (130:Ojiya elementary school in Ojiya City, 131:Nagaoka-City housing lot, 132:Niigata-higashi S. C (JUSCO), 133:Shin-Murakami S. C (JUSCO), 134:Kashiwazaki Kariwa nuclear power station (TEPCO), 135:Niigata Airport Park, 136:JR East Japan Railway Company Hakushin-line (Higashinigata St.)); 137~138: Toyama Pref. (137:Inariyama park in Toyama City, 138:Cosmo Town JUSCO Tonami S. C (JUSCO)); 139~141: Isikawa Pref. (139:Ishikawa factory (TORAY), 140:Morinosato S. C, 141:Kirin Brewery Hokuriku Plant); 142~144: Fukui Pref. (142:Ohi nuclear power plant (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 143:Takahama nuclear power station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 144:Mihama nuclear power station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.)); 145~151: Nagano Pref. (145:Ueda-City (HIOKI), 146:Enrei-tunnel, 147:JR East Japan Railway Company Chyuo-line (Okaya St. ~Kawagishi St.), 148:Central-park reservoir in Okaya City, 149:Shin-Hakuba S. C (JUSCO), 150:Minami-Matsumoto S. C (JUSCO), 151:JR East Japan Company Sinonoi-line (Inariyama St.)); 152~153: Gifu Pref. (152:Gifu factory (TORAY), 153:Adjustment pond in Kani City); 154~167: Shizuoka Pref. (154:Mishima factory (TORAY), 155:Numazu factory (TORAY), 156:Hamaoka nuclear power station (CHUBU ELECTRIC COMPANY), 157:Hamamatsu factory (HONDA MOTOR CO., LTD.), 158:Hamamatsu-City industrial housing, 159:Hamamatsu-City expressway, 160~164:Fuji-City road, factory, ground, reservoir, central park, 165~166:Fuji-City Iwamotoyama kindergarten, elementary school, 167:Nishi-Fuji country club (ODAKYU)); 168~182: Aichi Pref. (168:Nagoya Airport Park, 169:Nanyo S. C (JUSCO), 170:Yagoto S. C (JUSCO), 171:Port of Mikawa Marine Park, 172:Port of Nagoya Higashihama Park, 173:Aichi office (TORAY), 174:Nagoya office (TORAY), 175:Tokai office (TORAY), 176~177:Kariya-City elementary school, junior high school, 178~179:Handa-City elementary school, junior high school, 180:Nagoya Works (Nippon Steel Co.), 181:Hekinan thermal power station (CHUBU ELECTRIC COMPANY), 182:Chita No. 2 thermal power station (CHUBU ELECTRIC COMPANY)); 183~188: Mie Pref. (183:Suzuka factory (HONDA MOTOR CO., LTD.), 184:Shin-Hisai S. C (JUSCO), 185:Matsuzaka S. C. MARM, 186:Taian S. C (JUSCO), 187:Kawagoe thermal power station (CHUBU ELECTRIC COMPANY), 188:Yokkaichi LNG-Center (CHUBU ELECTRIC COMPANY)); 189~194: Shiga Pref. (189:Yasu factory (IBM)); 190~194:Kyoto Pref. (190:Miyazu Energy Research Center (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 191:Miyazu Gas Turbine Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 192:Kisenyama Pumped Storage Hydro Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 193:Shin-Ayabe transformer substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 194:Nishi-Kyoto transformer substation (THE KANSAI

ELECTRIC POWER CO., INC.));195~202: Osaka Pref. (195:Sakai Works (Nippon Steel Co.), 196:Nanko Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 197:Sakaiko Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 198:Tanagawa No. 2 Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 199:Minami - Kawachi substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 200:Sennan substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 201:Yodogawa substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 202:Port of Osaka South Port Natural Bird Sanctuary in Osaka City); 203~223:Hyogo Pref. (203~207:Hirohata Works (Nippon Steel Co.), 208:Aioi Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 209:Ako Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 210:Himeji No. 1 Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 211:Himeji No. 2 Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 212:Takasago Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 213:Higashi - Nada gasturbine Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 214:Okutataragi Pumped Strage Hydro Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 215:Seiban Substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 216:Himeji substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 217:Hokusetsu substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 218:Inagawa substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 219:shin - Yamazaki S. C (JUSCO), 220:Himeji River City S. C (JUSCO), 221:Shin - Miki S. C (JUSCO), 222:Shin - Tsuchiyama S. C (JUSCO), 223:Port of Kobe Port Island South Park); 224~226:Nara Pref. (224:Meihan National road, 225:Kashihara bypass, 226:Shin - ikoma substation (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.)); 227 ~228:Wakayama Pref. (227:Kainan Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.), 228:Gobo Power Station (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.)); 229~230:Shimane Pref. (229:Izumo S. C (SENBA), 230:Hirata S. C (JUSCO)); 231~248:Okayama Pref. (231:Okayama airport road, 232:Okayama healthy forest in Atetsu country, 233 ~240:Okayama healthy forest road in Atetsu country, 241~243:Okayama healthy forest school in Atetsu country, 244~246:Kibikogen - toshi, 247:National road, 248:Yatsuka - village ground); 249~254:Hiroshima Pref. (249~254: Misuzugaoka housing (MITSUI FUDOSAN CO., LTD)); 255:Yamaguchi Pref. (255:Hikari Works (Nippon Steel Co.)); 256~284:Ehime Pref. (256:Nomura dam); 257~262:Fukuoka Pref. (257:Yahata Works (Nippon Steel Co.), 258~262:Tobata Works (Nippon Steel Co.)); 263~266: Saga Pref. (263:Kohoku S. C (JUSCO), 264: Saga - minami S. C (JUSCO), 265:Rissyo kouseikai Chikuho church)266:Genkai power plant (KYUSHU ELCTRIC POWER CORPORATION); 267: Nagasaki Pref. (267:Nagasaki shipyard (MITSUBISHI SHIPBUILDING COMPANY));268~271:Kumamoto Pref. (268:Kumamoto factory (HONDA MOTOR CO., LTD.), 269:Kumamoto airport, 270:Kumamoto municipal park, 271:Hitoyoshi S. C (JUSCO)); 272~282:Oita Pref. (272~279:Oita Works (Nippon Steel Co.), 280:Park City Aobadai (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 281:Kumamoto medical college housing (MITSUI FUDOSAN CO., LTD.), 282:Takajo S. C (JUSCO)); 283 ~284:Miyazaki Pref. (283:Port of Miyazaki Inner Harbour Park); 284 ~289:Okinawa Pref. (284:Tyatan - Town Miyagi beach, 285~286:Tyatan Daini school, 287:Naha S. C (JUSCO), 288:Gushikawa power plant (THE OKINAWA ELECTRIC POWER COMPANY), 289:Ishigaki No. 2 power plant (THE OKINAWA ELECTRIC POWER COMPANY))

ADDITION 290~293:Enna Road (Tochigo pref.);294:Sanaru lake park (Shizuoka pref.);295:Ohshima shipyard (Nagasaki pref.)

3. 播種

精選後、直ちに発芽床に播種し、2～3cm覆土する。覆土には砂、砂質土壌、表土を用いる。

4. ポットへの移植

葉が2～3枚出たところに、発芽床より丁寧に抜き取り、ポットに移植する。ポット用土は、有機物に富む土（表土または堆肥）に殺虫剤を混入したものをを用いる。

移植後、第一回灌水はたっぷりを行い、二回目は鉢の中心まで水がしみ込む様に灌水する。

5. 育苗

乾燥と灌水を数週間繰り返し、側根が万遍なくポット内に充満する様に灌水管理を行う。

追肥はやり過ぎないこと。

B. ポット苗の植栽方法

1. 植栽予定地が平坦な場合は、通気と排水を良好にする為にマウンドを造成する。

マウンドの基部にはコンクリート、鉄、特に伐採木、建築廃材などの有機物は全て土に盛り込み、その上に基土を盛り重ねていく。

基土が貧養土の場合は、20～30cmの厚さで表土を客土し、計画の高さプラス50cm～100cmとなる様にばっかりと盛る（Figure 17,18）。

高さは基底部幅の1/2を目処とする（スロープの斜度45度）。

2. 斜面の法面が30～45度で急傾斜の場合は、粗朶材、タケ材、或いは、雑木などで土留めをして土を盛ることが土木的に基本条件となる。

急傾斜地、谷部等では、崩壊や表土流亡防止の為、編籠工事を行う（Figure 19）。

3. 植栽用の穴はポットの直径の1.5倍に掘る。

斜面の場合、掘り取った土は穴の上部に置く。

4. 根の良く発達したポット苗を植え付ける直前にさっと水に浸ける。

5. ポットから苗を丁寧にはずし、根元をやや引っ張り気味に穴に入れる（Figure 20）。

3. Seeding

Sow seeds upon selection onto the propagation bed and cover sown seeds with soil at a thickness of 2–3cm. Sand, sandy soil and topsoil will be used as a cover soil.

4. Transplanting young seedlings into pots

Pick up young seedlings from the propagation bed and transplant them into pots at the stage of budding 2–3 leaves. A potting medium should be made by mixing rich soil (topsoil with humus) with some quantity of insecticide.

Sprinkle with water immediately after transplanting, twice a day.

5. Nurturing pot-seedlings

For several weeks, the moisture inside the pots should be carefully managed to enhance the development of the rootsystems of the seedlings. No overfertilizing.

B. Planting seedlings

1. In case the planned planting site is on flat land, a mound should be constructed for plantation. As base materials, industrial debris such as concrete, iron, and other construction materials can be used. In case the base soil is poor in nutrients, rich topsoil should be introduced, to the thickness of 20–30cm (Figure 17, 18). The height of the mound should be made a half or one meter higher than the final height, due to subsequent compaction. The recommended final height of the mound is 1/2 the width of the mound (i. e. slope of 45°).

2. On steep slopes or in valleys, lattice work should be employed in order to avoid soil erosion (Figure 19).

3. The diameter of the planting hole shall be 1.5 times bigger than that of the pot.

4. Potted seedlings (with well-developed root systems) should be dipped in water just before planting.

5. Take the seedling from the pot using a paper-knife or by hand. Be careful not to break the soil surrounding the rootsystem (Figure 20).

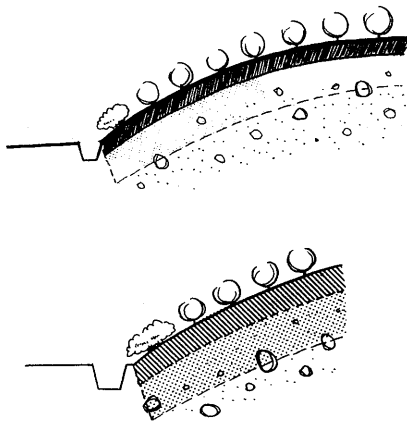


Figure 17. マウンド形成時には、内部に捨土、
 廃材、瓦礫、礫岩などを基盤として
 いて、表層土を30~50cm被せること
 により、マウンド高を上げ排水を
 よくし面積を拡大する効果が得られ
 る。
 As base materials of mounds,
 industrial debris such as dicked
 soil, stones, gravel, rocks, const-
 ruction materials, can be used.

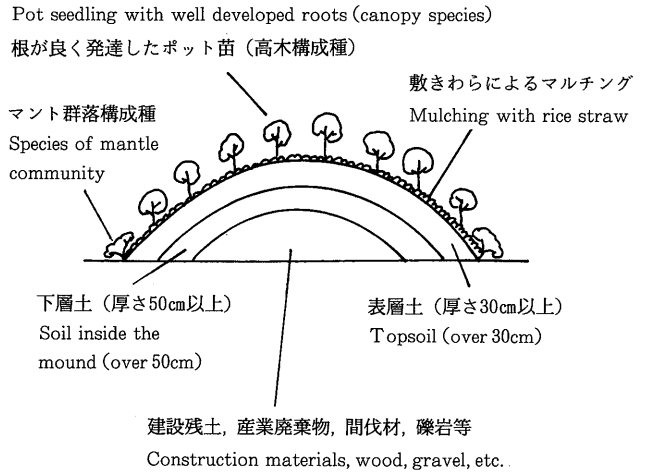


Figure 18. マウンド形成と植栽例。
 An example of mound and
 plantation of seedlings.

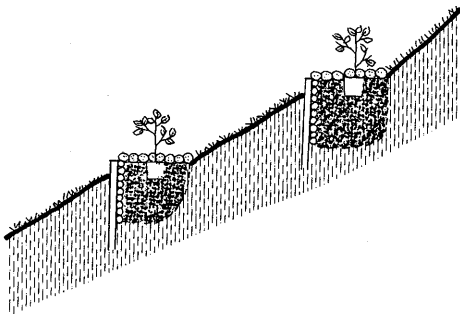


Figure 19. 斜面法面 (30° 以上の急斜面) における
 ソダ材, タケ材, 雑木などによる土留め。
 Terracing in order to avoid soil ero-
 sion.

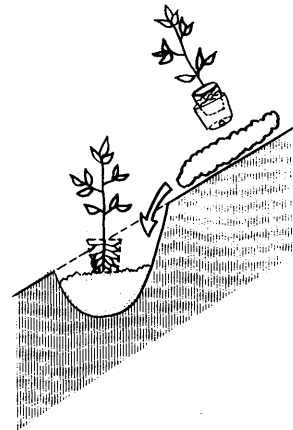


Figure 20. ポットから苗木を丁寧にはずし、根元を
 やや引っ張り気味に植え穴に入れる。
 Take out seedling from the pot by
 hand and put gently into the planting
 hole .

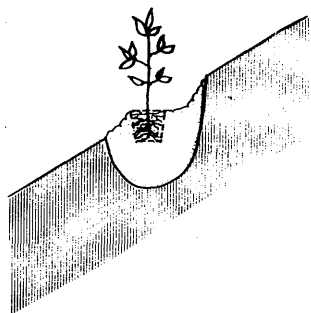


Figure 21. 根群の上部の土面が穴より少しでる程度に、引っ張り気味にして植える。
Put seedling into the planting hole to the same surface level.

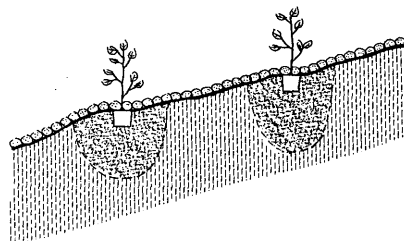


Figure 22. 植栽後は敷きわら、落ち葉、バーク等でマルチングする。
After planting, mulching with rice straw, weeds, dropped leaves, bark, etc.

6. 根群の上部の土面が穴より一寸出る位に高さを調節してから、土をかぶせる (Figure 21)。

7. 根群の周り (根元をはずす) を指でおさえて固定する。必要に応じて、苗木の根部を持って軽く持ち上げ、土に馴染ませる。

8. 稲わら、落ち葉、おが屑などの適当な有機物を根の回りに敷く (マルチング=根囲い) (Figure 22)。敷わらの場合は、斜面に直角の方向に敷き、荒縄などの植物性のもので止める。

斜面、のり面の場合は、敷葉が最もマルチング効果が高い。のり面や斜面の崩壊防止、土の水分の蒸散防止、雑草抑制、そして最後には土に還元する複合効果が高い (Figure 23)。

9. 植栽後1~2年間は雑草が苗木より大きくなることのない様、人力で抜き取り、マルチングとして利用する。干ばつなどで乾燥が極端の際には、水遣りを行う。なお、有機肥料の他は化学農薬、肥料は原則として使用しない。

6. Put the seedling into the planting hole. The depth of the hole should be adjusted by putting topsoil into the bottom of the hole. After placing the seedling, more topsoil is put to fill the inner space (Figure 21).

7. Upon filling the hole, the edge of the hole should be pressed with fingers. Do not press directly on the newly planted seedling.

8. Mulching materials, such as rice straw, weeds, oil-palm leaves etc., should be placed around the seedling (Figure 22). Mulching materials should be put horizontally to slopes. Mulching has multiple effects not only to protect against soil erosion, but also to keep soil moisture and protect seedlings from weeds, decomposed mulching materials become humus for the soil (Figure 26-28).

9. Weeding work should be made to prevent weeds growing higher than planted seedlings for one or two years. Pulled weeds are used for mulching. Watering should be done if it is too dry.

Besides organic humus, no chemical fertilizer, pesticide nor herbicide should be applied.



Figure 23. 潜在自然植生を基礎とした環境保全林形成ノウハウ例1。横浜国立大学正門付近の通学道路沿い斜面に形成した例。かつては外来牧草が播種され、荒廃していた幅2~3m, 45°以下の斜面に竹や粗朶で土留めのしがらを組む(1979年5月)。

The know-how to generate environmental protection forest by diagnostic prescription based on potential natural vegetation theory. Illustration 1: Along schooling path near the main entrance of Yokohama National University. This slope 2-3 meters wide was once covered by exotic grasses, then abandoned because of poor maintenance, Latticework with bamboo or brushwood were constructed to prevent soil erosion (May 1979).



Figure 24. 表土を掘り出した後に20~30cm 客土をする。
The topsoil is applied to the slope to a thickness of 20-30cm.



Figure 25. 植栽直後に実施するマルチング用の稲藁を 1 m^2 4 kg の割合で準備する。
Prepare enough rice straw (4kg per 1 m^2) for mulching.

Figure 26. 当地の潜在自然植生の主木であるシラカン、アラカン、タブノキ、スダジイなどのポット苗を 1 m^2 当たり 2~3 本、樹種を混ぜて、ランダムに植える (1979年6月)。
Pot-seedlings of *Quercus myrsinaefolia*, *Q. glauca*, *Persea thunbergii*, and *Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii* which are main tree species in this region, were planted densely, 2-3 seedlings per m^2 , at random and mixed (June, 1979).





Figure 27. ポット苗植栽後直ちに、地肌が見えない様に、稲藁でマルチングを施す。
Upon planting pot-seedlings, mulching with rice-straws should be made to cover the ground around roots of seedlings.

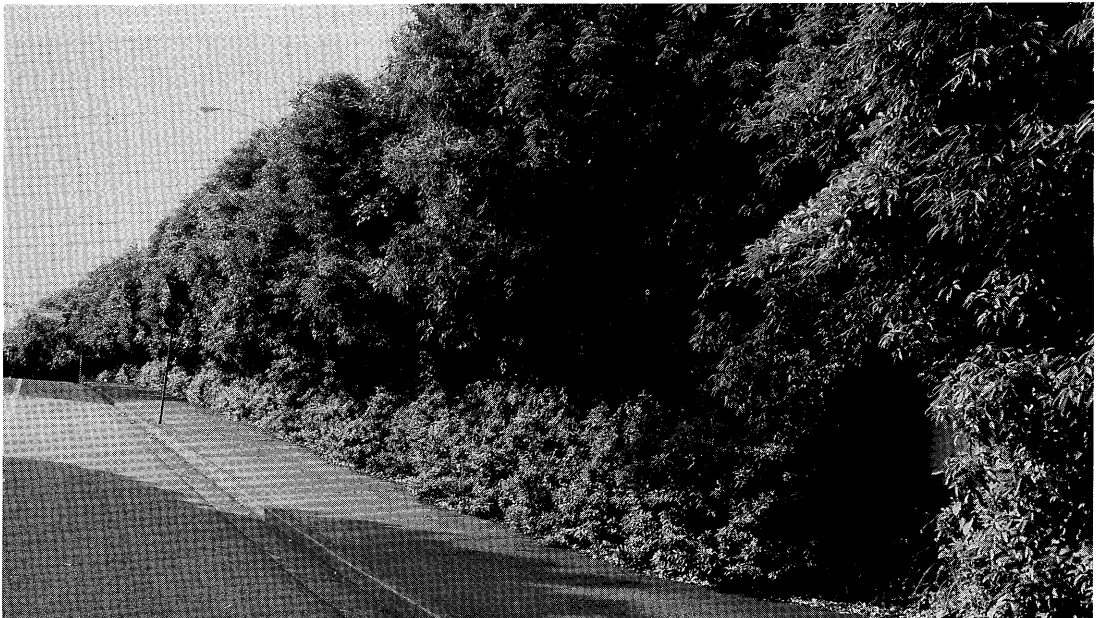


Figure 28. 植栽後11年目。予算の関係で、除草、施肥などの管理は一切行われなかったが、樹冠の高さ10mの立派な森となっている (1990年7月)。
11 years after planting. Although no manual maintenance such as weeding or fertilizing is done, due to lack of budget, the tree crowns grew to 10 meters high (July, 1990).

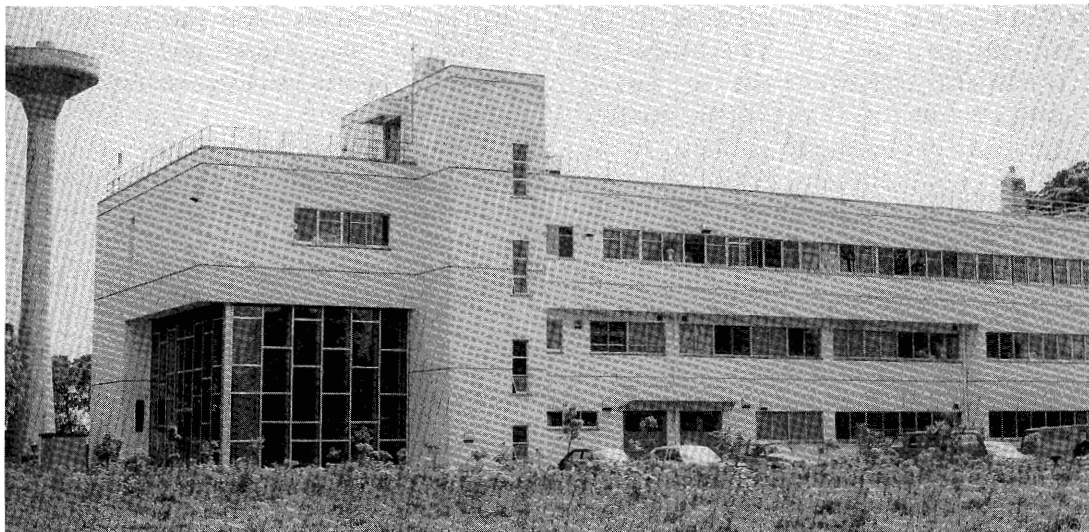


Figure 29. 潜在自然植生を基礎とした環境保全林形成ノウハウ例2。横浜国大環境科学研究センター駐車場、道路沿いのポット苗植栽後11ヵ月目。

The know-how to generate environmental protection forest by diagnostic prescription based on potential natural vegetation theory. Illustration 2: Along path to and around the car parking area of Institute of Environmental Science and Technology, Yokohama National Univ. 11 months after planting pot-seedlings.



Figure 30. 同上。3年目。樹高2.5~3m (1981年4月)。

Same place after 3 years. Crown height became 2.5-3m (Apr. 1981).

10. 植栽2～3年後、苗木が互いに枝葉を触れ合う状態に人為的管理は不要となり、自然の手に委ねる。3年程度経過後には自然林の若齢林（3～5m）の姿が見られる様になる（Figure 29,30）。具体的な植栽法システムはFigure 32および33に示されている。

10. Two or three years after planting, when the crowns of the planted seedlings become crowded, further human care is no longer necessary.

Three years later, the initial stage of a quasi-natural forest will be observed (Figure 29, 30). The concrete planting method is shown in Figure 31 and 32.

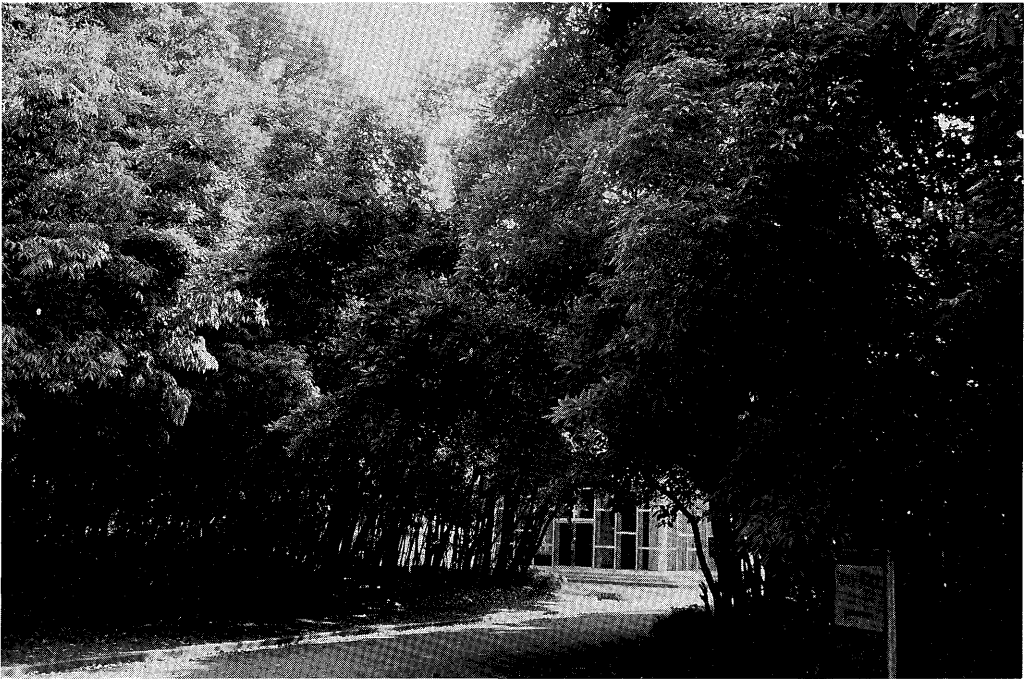


Figure 31. 植栽後、11年目。樹高10mの見事な環境保全林が形成されている。管理費が全く掛けられなかったために、林縁沿いに美化も考慮したカンツバキ、クチナシなどの花木によるマント群落の形成が十分ではない（1990年7月10日）。

After 11 years. Beautiful environmental protection forest with 10m crown height was generated. Because of lacking funds, *Camellia sasanqua* and *Gardenia jasminoides* var. *grandiflora*, which were planted to make a mantle, were not well developed (July 10, 1990).

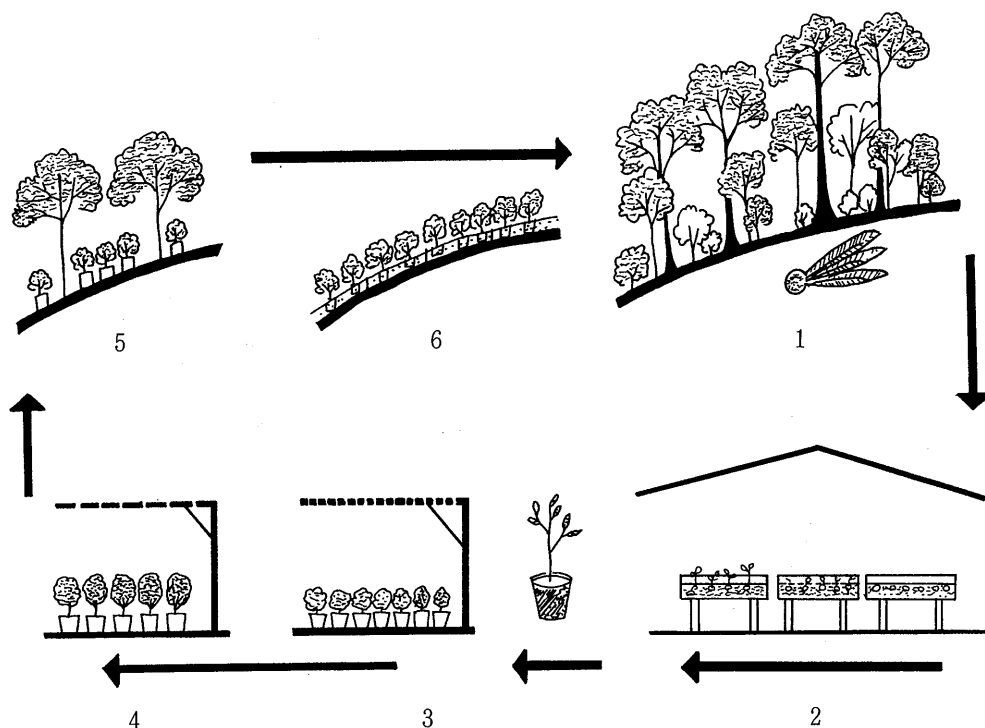


Figure 32. 宮脇理論による熱帯林エコシステム回復チャート.

The rehabilitation of the tropical rainforest ecosystems by Miyawaki's method.

1. 熱帯多雨林より種子や幼樹を採集する。
Collecting seeds and wildings just after germination from natural tropical rainforest.
2. 苗床に種子を播く。2～3枚の子葉が出たらポットに移植する。屋根の下で養生する。(完全な遮蔽下)。
Germinate seeds in a propagation bed. Transplant them into pots at the stage of budding 2 to 3 leaves. Nurturing them under a roof (full shade).
3. 苗床より60%以上の遮蔽下に苗を移し1～2ヵ月養生する。
Transfer to seedling bed under a 60% shaderoof. Nurture one to two months.
4. 1～2ヵ月30～40%の遮蔽下で養生する。
Nurturing one or two months more under 30-40% shade.
5. 1週間～1ヵ月自然環境状態に慣れさせる。
Have seedlings adapted to natural environmental conditions in the existing forests for one week to one month.
6. 植栽地に苗木を植栽する。1～3年の雑草とり、マルチングなどのメンテナンスが必要。その後は自然にまかせる。管理なしが最良管理となる。
Plant seedlings into planting site. Maintenance is necessary for one to three years. After that, nature will foster the planted seedlings. No management is best management.

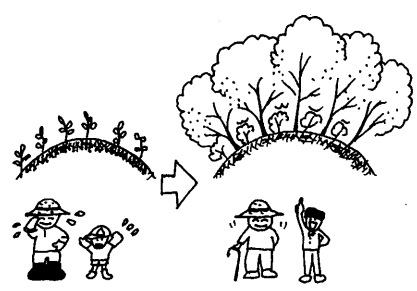
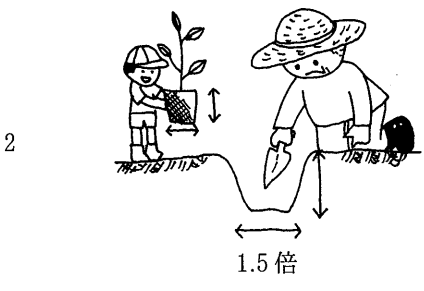
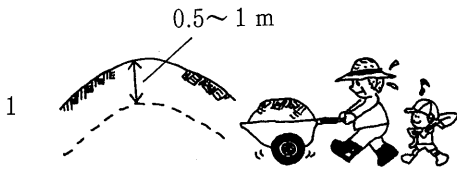


Figure 33. 植栽チャート.
Planting chart.

Figure 33. 植栽チャート.

Planting chart.

1. 平坦地ではマウンドを作る。マウンドは計画の高さプラス0.5~1m内の高さにぼっこり盛る。
Mounding on flat land. The height of the mound should be a half or one meter higher than the desired final height (due to compaction of the soft mound).
2. ポットの1.5 倍の大きさに穴を掘る。
Dig the hole 1.5 times bigger than that of the pot.
3. 根の良く発達したポット苗を空気の泡がおさまるまで水につける。
Soak seedlings with well developed root systems in water until bubbles disappear.
4. ポットからはずして穴に入れる。
Take seedling out of the pot and put into the hole gently.
5. 深植えしないように注意して、上から土をかぶせる。
Take care not to plant too deeply and add soil into the hole.
6. 穴の縁を指でおさえる。
Press the edge of the hole gently.
7. 斜面に直角の方向にシキワラを敷き、ナワなど植物性のものでとめる。
Put rice straw horizontally on the slope as mulch and fix with strings made of organic material.
8. はい、できあがり。
That's all.
1, 2年めは雑草とりをして、雑草はマルチングとして利用する。
3年後からはメンテナンスフリー、
5年後には立派な森に成長する。
Weeding is necessary in one or two years, use weeds for mulching.
Maintenance-free from third year, it will grow young forest within five years.

引用文献

References

- 栗原秀人・近藤千秋・宇野光義. 1983. 森につつまれた下水処理場 〈上〉. 霞ヶ浦浄化センターにおける自然植生種を用いた植栽の紹介. 月間下水道 10(3):62-64.
- 栗原秀人・近藤千秋・宇野光義. 1983. 森につつまれた下水処理場 〈下〉. 霞ヶ浦浄化センターにおける自然植生種を用いた植栽の紹介. 月間下水道 10(4):60-64.
- 青木淳一・原田洋・宮脇昭. 1977. 神奈川県下の主要自然林域における人為的影響と土壌ダニ相. 横浜国大環境研紀要3(1): 121-133.
- Miyawaki, A. 1982. Umweltschutz in Japan auf Vegetationsökologischer Grundlage. Bull. Envir. Sci. Tech. Yokohama Natn. Univ. 8: 107-120.
- 宮脇昭. 1992. 新遷移説-日本からマレーシアへ-. 第39回 日本生態学会大会講演要旨集. p. 62. 名古屋.
- Miyawaki, A. 1993. Restoration of native forests from Japan to Malaysia. Lieth and Lohman (eds). Restoration of tropical forest ecosystems, pp. 7-28. Kluwer Academic Publishers.
- Miyawaki, A., Aoki, J., Harada, H. 1977. Biozönotische Beziehungen zwischen den Pflanzengesellschaften und ihrer Bodenfauna, besonders Orbatidengesellschaften. Vegetation und Fauna. Ber. Inter. Symp. d. Inter. Vereinigung f. Vegetationskunde :87-102. Vaduz.
- 宮脇昭・藤原一繪. 1974. 植生と崩壊. 昭和47年7月豪雨の調査と防災研究. pp. 82-85(付着色植生図1). 京都.
- Miyawaki, A., Fujiwara, K. 1988. Restoration of Natural Environment by Creation of Environmental Protection Forests in Urban Areas. -Growth and Development of environmental protection forests on the Yokohama National University campus-. Bull. Inst. Environ. Sci. Technol. Yokohama Natn. Univ. 15(1):95-102. Yokohama.
- 桜井尚武. 1992. 熱帯アジアの人工造林. 森林科学 (6): 18-27.



図1. 最初の生態学的環境保全林植栽の例（新日鐵君津製鉄所 1973年6月）。

First attempt to of generate an "Environmental Protection Forest" based on the ecological vegetation scenario (Nippon Steel Corporation, Kimitsu, Chiba, Japan. July 1973).



図2. 0.3-0.5mのポット苗のタブノキ, スダジイ, アラカシ, クスノキなどの幼苗を混植, 密植して13年目, 10m以上の境界環境保全林に生長（新日鐵君津製鉄所 1986年7月）。

13 years after planting 30 to 50 cm high, pot-seedlings of *Persea thunbergii*, *Castanopsis cuspidata*, var. *sieboldii*, they grew to 10m high to constitute a peripheral environmental protection forest (Nippon Steel Corporation, Kimitsu, Chiba, Japan July, 1988).



図3. 橿原バイパスの小学生 1,300人植栽（建設省奈良国道事務所。1982年3月10日）。

1,300 primary school students and planting seedlings along the Kashiwara by-pass road (Nara Highway Office, Ministry of Construction. Mar.10,1982).



図4. 同上。4年目で樹高4m（1986年6月）。
Same place after 4 years : the trees became four meters high (March, 1986).



図5. 神奈川県長洲一二知事提唱による1万人10万本植栽(湘南海岸。1987年3月1日)。
"100 thousand tree planting by 10 thousand people" day advocated by Dr. Kazuji Nagasu, Governor of Kanagawa Prefecture (Shonan Seaside. March 1, 1987).



図6. 1年半後。引き続き1989年4月に行われた2万人20万本植栽で植えられた幼苗も順調に育っている(湘南海岸。1988年12月12日)。
Same place after 1.5 years: the 200 thousand young seedlings of planted in April 1989, by 20,000 people are also growing very well (Shonan Seaside. December 12, 1988).



図7. 岡山県長野士郎知事の提唱による「ふるさとの森」作りは、毎年知事を先頭に3千人、3万本植栽が行われている(県立「健康の森」造成地の道路沿い斜面。1990年6月12日)。
"Native forest in Okayama" advocated by Mr. Shiro Nagano, Governor of Okayama Pref. 3,000 citizens, led by Governor Nagano, are planting 30,000 indigenous trees every year. (Slope area for plantation alongside a path in the prefectural "Kenko-no-Mori (Forest for Health)" (June 12, 1990).



図8. 2年後(1991年9月19日)。
Same place after two years (Sep. 19, 1991).



図9. マレーシア，サラワク州，ビンツル町における熱帯雨林再生プロジェクト。1990年5月から2年間に32種のフタバガキ科ポット苗30万本を育てている（共同研究をしているマレーシア農業大学，ビンツル校キャンパスに新設されている熱帯雨林再生プロジェクト特設苗床。1992年12月）。Malaysia Reforestation Project (Rehabilitation of Tropical Rainforest Ecosystems—a Joint Research Project of UPM/YNU) at Bintulu, Sarawak, East Malaysia. 300 thousand pot-seedlings of 32 Dipterocarpaceae species were raised over the two years since May, 1990. (The new nursery of University Pertanian Malaysia—University of Agriculture Malaysia Bintulu Campus. December, 1992).



図10. ビンツル植樹祭（第1期植栽地。1991年7月15日）および再生実験への資金援助を得ている三菱商事の長坂常務を迎えて，第3期植栽地にて記念植樹（1992年12月11日）。Planting Festival at the First Planting site (July 15, 1991) and the Memorial Plantation at the Third Planting site by Mr. Z. Nagasaka, Managing Director of Mitsubishi Corporation, the sponsor of the Bintulu project (Dec. 11, 1992).



図11. 植栽後1年目のマレーシア熱帯雨林地域固有樹種生育状況。活着率は平均60～70%，優良な Fig.1地区では80～90% となっている（1992年12月）。One year after planting indigenous tree species in Malaysian Tropical Rainforest. The average survival rate is between 60 and 70%, and higher rates (from 80 to 90%) are observed in favorable sections (Dec., 1992)



図12. アマゾン熱帯林再生プロジェクト（三菱商事、ブラジル永大木材の資金援助により、ブラジル国立パラ農科大学と共同研究）。ピローラ、スマウマ他92種の当地在来主要構成樹種8万本のポット苗育成（1992年5月）。Amazonian Tropical Forest Regeneration Project, a cooperative research project among FCAP (University of Agriculture Para), Eidai do Brasil Madeiras S.A. and YNU, sponsored by EDB and MC. 80,000 pot-seedlings of 92 species of main native trees in Amazonian lowland rainforests, such as *Virola* and *Sumauma*, are nurtured in EDB's nursery (May, 1992).



図13. パラ州、ベレン市郊外、ブラジル永大木材敷地内での当地最初の生態学的シナリオに沿った国際植樹祭（1992年5月22日）。Planting Festival for the project held at the experimental planting site in EDB's factory area, the first international plantation trial based on the ecological scenario (May 22, 1992).



図14. 村角ブラジル特命全権大使夫妻も植栽に参加（1992年5月22日）。Ambassador to Brasil and Mrs. Murazumi are planting seedlings at the festival (May 22, 1992).



図15. チリ在来樹種植林実験プロジェクト(三菱商事およびFTC社資金援助により、チリ森林研究所と共同研究)。チリ自生種の南極ブナ類を主とした南半球最初のブナ植林。チリ、第8州、コンセプション市、FTC社実験地での植樹祭(1992年5月26日)。Chilean Native Tree Reforestation Project, a cooperative research project among Instituto Forestal (INFOR), Forestal Tierra Chilena Ltda. (FTC) and YNU, sponsored by FTC and MC. This project is the first trial in the southern hemisphere to restore a quasi-native forest ecosystem using *Nothofagus* tree species. The figure shows the planting festival held at FTC's experimental site in Cocalan, Concepcion, 8th state, Chile (May 26, 1992).



図16. 東日本旅客鉄道(株)の全鉄道線路沿い環境保全林作りを目指した植樹祭。山下会長、住田社長、松崎労組委員長はじめ関連企業70社の役職員も共に汗を流しての植樹(四谷駅近辺。1992年6月4日)。Eastern Japan Railway Co. is planning to generate "Environmental Protection Forests" alongside its railway in northern Japan. Chairman Yamashita, President Sumita, Mr. Matuzaki, the leader of EJRC labor union, staff and members from 70 related companies are planting seedlings with sweat on their faces (Planting site near Yotsuya Station, Tokyo. June 4, 1992).



図17. 国際生態学センターなどが建設されている湘南国際村でも、三井不動産(株)により、毎年5月に1千人1万本植栽を地域住民と共に行っている(1992年5月17日)。

In May every year at Shonan International Village (under construction), which includes the Japanese Center for International Studies in Ecology (JISE), the Mitsui Real Estate Co. is holding "10,000 tree planted by 1,000 people," a festival for inviting the neighbors (May 17, 1992).