

富士山麓上九一色村上ノ原地区における植栽失敗の原因について

久保満佐子・松谷 順・林 敦子

Factors of the failure of planting in Uenohara-area at the foot of Mt. Fuji

Masako KUBO, Jun MATUTANI and Atsuko HAYASHI

Abstract : In Uenohara-area at the foot of Mt. Fuji, there has been approximately 43 ha of grass land spreaded over 50 years, where has been dealt as unsucceeded area for planting with some failed experimental planting conducted from 1954. Therefore, we investigated the factors of failure on planting to propose the efficient measures for planting in this opened area, where is uneven land with ridge and dale making 5 m difference in elevation between the upper site and the lower site. In our research, the lower site marked remarkably low temperature compared to the others and the upper site recorded 10 times as fast as the other sites recorded at the wind speed in the winter, which were considered to have resulted from. So the seedlings are considered to be attacked by freezing damage and cold wind damage. Moreover, we also observed that the root of many planted seedlings grew poorly due to poor drainage of the volcanic ashsoil and were damaged to be eaten by some insects. For planting in Uenohara-area, hospitable methods which might be conducted at sand hill or cold region are required; such as the windbreak fence and improvement of soil.

要旨 : 本試験は、富士山麓の不成績造林地である上ノ原地区における、植栽失敗の原因解明と植栽方法の確立を目的として行った。上ノ原地区では昭和 29 年から植栽活動が行われてきたがほとんど成功しておらず、現在は 43 ha になる草原が広がっている。草原内には比高 5 m ほどの違いで尾根や谷が存在し、その微地形の違いにより冬期の気象条件に違いが見られた。草原の低所では気温が低く、高所では風速が 10 倍ほど強く、要因が異なるもののいずれも冬期の気象条件が厳しい。このため、植栽木が枯死する原因としては凍害や寒風害が原因と思われた。またその他の枯死の原因として、立地が火山灰堆積土で水はけが悪いため植栽木の根の成長が悪いことや、ネキリムシによる被害を受けていることが確認できた。このため上ノ原地区で植栽を行う場合、防風柵や土壌改良を行うなど、砂丘地、寒冷地などを参考にした手厚い植栽方法が求められる。

1 はじめに

山梨県上九一色村上ノ原地区は植栽が困難で、43 ha になる草原が存在している。昭和 25 年以降打ち出されてきた造林政策のもと、日本全国で造林活動が進み（藤森 1997、藤田 1997）、こうした時代には、植栽困難な地域でも樹林化が試みられてきた（堀内 1979、笹沼 1986、笹沼・田淵 1987）。山梨でも昭和 30 年前後から造林事業が急速的に進み（山梨県林務部 1973）、現在では県土の 35% を占める県有林地のうちの 43% を人工林が占めている。上ノ原地区では昭和 29 年から植栽活動が行われ、様々な樹種を植栽し、試行錯誤的に現地

に適する樹種を選定することが試みられてきたが、これまで適切な樹種は見出されていない。現在では、人工林へのニーズの変化を背景に、こうした困難な植栽の必要性が問われているが、人工林に関わらず森林再生のために、植栽困難な地域での植栽方法を確立することが必要である。

本試験では、上ノ原地区で植栽木が枯死する原因を予測し、上ノ原地区での植栽方法の検討を行った。特に、上ノ原地区は冬期の気象条件が厳しいこと、火山灰堆積土で土壌条件が特殊であることが予想されることから、気象条件や土壌条件を地形の違いに対応して調べ、植栽木へどのような影響があるのかを調べた。その結果を基に、植栽の対策を検討した。

2 調査地概要

上ノ原地区は山梨県西八代郡上九一色村本栖の本栖湖南西、富士山のほぼ西北麓の標高約 980 m に位置する(図 1)。上ノ原地区の不成績造林地は広大な草原となっており、面積は約 43 ha である(図 1、写真 1)。草原内は幅 10-100 m 程度の尾根・谷(おおむね北西-南南東向き)が入り込んだ起伏のある地形をしている。地質は富士山の噴火に伴う溶岩から成り、その上をスコリア・火山灰等が覆っている。

本調査地は約 50 年前まで、飼料や燃料の採取のため入会地として利用されていたと考えられている。現在の植生はススキ、トダシバ、オオアブラススキなどを主体とするイネ科草原である。所々にクロツバラやズミなどの低木林がある他、場所によっては樹高 15 m ほどになる高木が孤立して生育していることもある。草原内の起伏のある地形の中でも、低木林は谷状の低所に、高木は尾根状の高所に生育している様子が観察される。草原の周囲は落葉広葉樹を主体とした二次林や、カラマツなどの造林地となっている。

3 調査方法

(1) 地 形

調査地は起伏に富んでおり、比高の違いにより立地条件が異なる可能性が考えられたため、0.32 ha の区域で微地形を調べた。100×32 m の調査区を設定し、100 m 方向に 10 m 間隔、32 m 方向に 8 m 間隔で標高と位置を測量した。

(2) 土 壤

土壌の状態を把握するため、平成 13 年 12 月に掘削調査を行った。小型のパワーショベルを用いて深さ 1 m の試験孔を掘り(配置:表 1)、土壌の構造を観察すると共に、各試験孔で 4 深度から土壌を採取した(計 36 試料)。得られたサンプルについては、固体(土壌粒子)、液体(含まれる水分)、気体(空気)の体積、および飽和透水係数(水の透しやすさ)を測定した。

(3) 気 象

主に冬期の気象条件を明らかにするために、気温と風速を測定した。草原内の微地形の違いが気象条件の違い

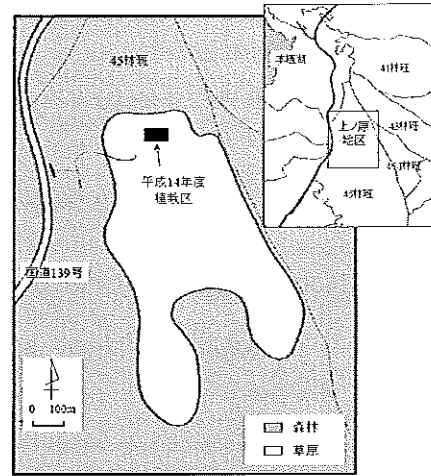


図 1. 調査地位置図



写真 1. 調査地全景

表 1. 土壌・気象観測地点

| 地 形 | 植 生 | 土壌試験孔数 |
|-----|-----|--------|
| 高 所 | 草 原 | 3 |
| 低 所 | 草 原 | 3 |
| 低 所 | 低木林 | — |
| 高 所 | 二次林 | 3 |

になることが考えられたため、草原の高所と低所、低所にある低木林、さらに比較として隣接する二次林内で測定した(配置:表 1)。

気温は自記温度計「HOBO C-8」(Onset 社)、「おんどとり Jr.」(T&D 社)を用いて測定した。風速は、風向風速計「KADEC-21-KAZE」、風速計「KADEC-UP」(ともにコーナシステム社)を用いた。風向風速計を草原・高所に固定して継続的に測定し、その観測値と風速計の測定値を比較した。

(4) 植栽試験

平成 14 年 6 月、草原内の起伏を十分に含む範囲で植栽を行った。これは地形調査の範囲と同一である。植栽木はポット苗で、カラマツ、ブナ、ケヤキ、マユミを使用した。カラマツとブナは過去の植栽の成績が比較的好かったこと、ケヤキは水分の多い立地に生育する樹種であること、マユミは自生の低木種の代表として、さらに、これらの苗が入手できるという経済的理由とから選定した。植栽は、4 種をそれぞれ 2 m 間隔で、同じ樹種を 1 列に 2 m 間隔で 50 本植栽した。これを 4 回繰り返して行ったため、植栽範囲は 100×32 m の 0.32 ha となった (図 2)。

ここで、平成 14 年 8 月に植栽直後の活着状況を見るために、11 月には植栽した年の生存状況を見るために、平成 15 年 5 月には冬期の気象条件と植栽木が枯死する原因を調べるために、12 月には植栽 2 年目の生存状況を見るために、植栽木の生存を調べた。

また、平成 15 年 5 月の調査後には、秋 (平成 14 年 11 月) には生存していたが春 (平成 15 年 5 月) には枯死していた個体、つまり冬期間に枯死した個体、を根系から掘り起こして持ち帰り、それらが枯死した原因を可能な範囲で調べた。

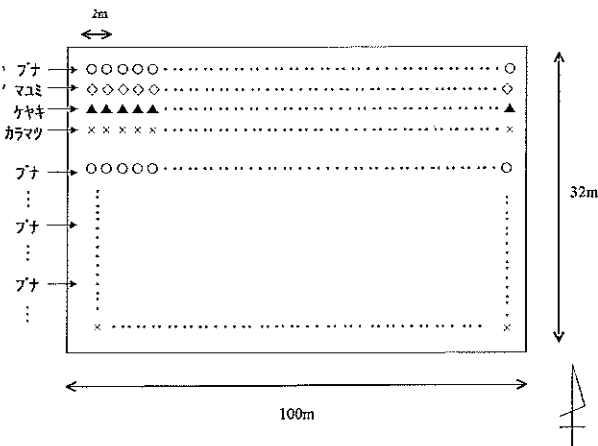


図 2. 植栽木の配列

4 結果と考察

(1) 地 形

図 3 は 8×10 m の区画の平均の高さを 1 m ごとに区分し、色分けしたものである。尾根状の高所、谷状の低所を横切るような形で、試験区が設定されていることがわかる。高低差は最大で 5 m である。

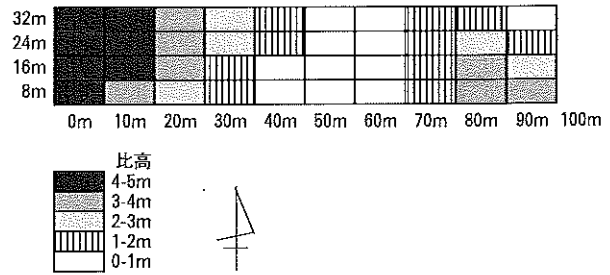


図 3. 調査地微地形

(2) 土 壤

土壌断面の観察から、土壌はほとんどが黄褐色の火山灰堆積土壌で、有機物に富む黒色の層はごく表面 (10 cm 程度) に限られる。火山灰の堆積部では、表層にくらべて土壌が固かった。また場所によっては表面より深い部分に厚さ 5 cm 程度の黒色の層がみられ、噴火の間と間に植生が発達していたことが推測された。しかし層の数、厚さ、深度などは場所によって異なり、連続した層として各地点を結ぶことは困難であった。また、色以外の性質は、上下の火山灰と特に違いは観察されなかった。

採取した試料の測定結果を、図 4 (体積比)、図 5 (透水性) に示す。ここで、一般森林土壌との比較のため、山梨県須玉町 (花崗岩地域) の人工林内での結果をグラフに加えた。固体：液体+気体 (間隙) の比率は、おおむね 15 : 85 で、立地による違いは特にみられなかった。この程度の値は火山灰堆積地ではよく見られるが (土壌物理性測定法委員会 1972)、一般の森林土壌と比較すると間隙率は高い。含水率は、表面の 5-10 cm でも 40-50% 程度で、さらに深い部分ほど高くなる。これは一般の森林土壌と比べて高い。透水性は、一般の森林土壌と比較して同程度～不良で、特に深部で悪い。以上のことから、この地域の土壌は間隙は多いが細かく、含まれる水分量が多いものの水はけが不良と考えられる。

現地の土壌は植物にとっては、降水量が少なくても必要な水分を得やすいという点でメリットがある。他方で、土壌間隙が細かくその多くを水分が占めていることは、土壌中の間隙空気が限られ、根の呼吸にとって条件が悪いものと考えられる。また裸地では霜柱が多く観察されたが、これは水分量が多かつ細かい間隙の中にあるため毛細管現象によって地表面に連続的に吸い上げられ、霜柱が発生しやすいものと考えられる。

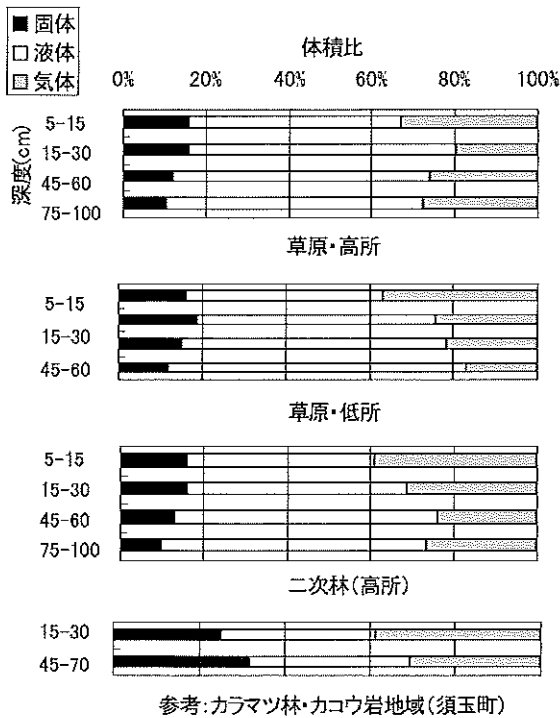


図4. 土壌中の固体・液体・気体部分の体積比(立地別)

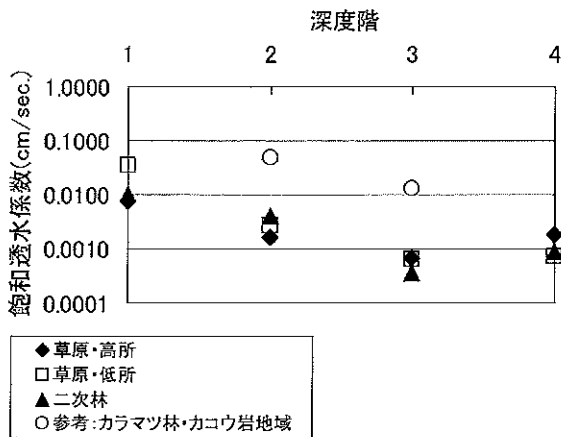


図5. 土壌の透水性(立地・深度別)
 深度階 1: 5-10cm 2: 15-30cm
 3: 45-70cm 4: 70-100cm

(3) 気象

気象は、気温、風速共に各地点で異なる特徴的な観測結果が得られた。図6に観測期間中の日最低気温を示す。この図は横軸に河口湖測候所の値を、縦軸に同じ日の上ノ原各所の値を落としたものである。二次林内の気温は河口湖の値にほぼ等しく、二次林>草原高所>草原低所=低木林の順に低い値を取る。このような温度差は気温が下がるほど拡大する傾向が読み取れる。

風速の観測値を図7に示す。この図は、横軸に草原・

高所に設置した風向風速計の観測値(時間平均風速)を、縦軸に同時刻の風速計の観測値を落としたものである。測器の性質の違いから風速の数値そのものの比較は困難であるが、立地ごとの風の特徴は把握できる。すなわち低木林<草原低所=二次林<<草原高所の順で風速は速くなる。特に草原の高所は他に比べ特に風が強く、10倍ないしはそれ以上に達するものと思われる。

冬期の晴天時には、夜間に地表の熱が大気に奪われる放射冷却現象が発生する。また冷たい空気は暖かい空気より重いので、地形が低い部分に溜まる。さらに低所は風が弱いため、溜まった冷気がその場で保持される。このため、低所では周辺に比べて極端な低温状態になることが今回の観測で示された。また草原・高所では周囲に比べ風当たりが極端に強いこともわかった。

このように上ノ原草原における微地形の違いによる気象条件の違いの原因は異なるが、いずれも冬期の厳しい気象条件を表していた。これに対して林内では気温・風とも草原より気象条件が緩和されている。

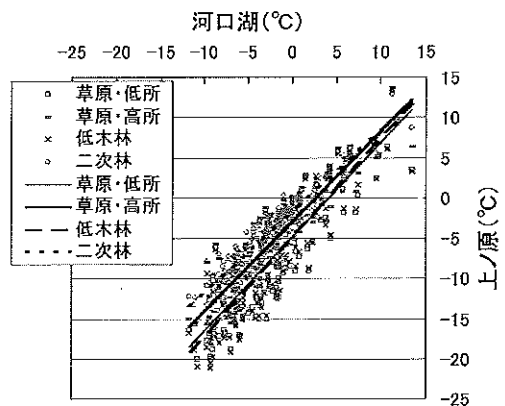


図6. 日最低気温(立地別)

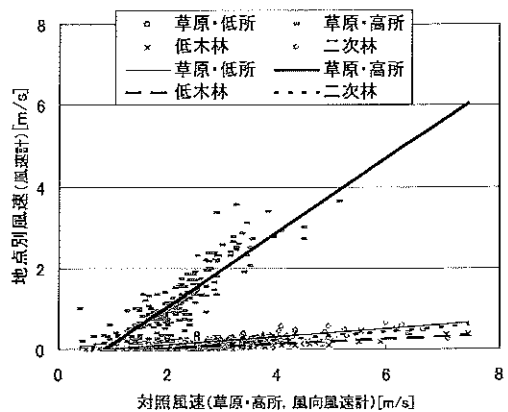


図7. 風速(立地別)

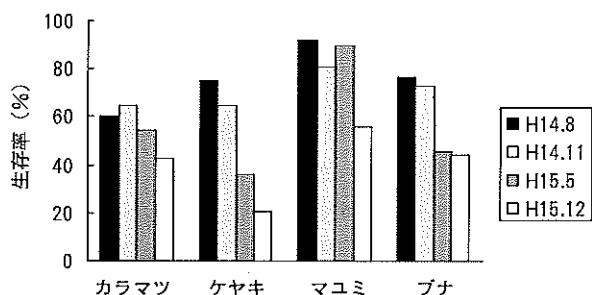


図8. 植栽木生存率の変化 (季節・樹種別)

(4) 植栽木の生存率

平成14年6月に植栽してから8月、11月、平成15年5月、12月における、各樹種の平均生存率を図8に示した。全体の生存率は時間と共に減少したが、樹種・季節により生存率に違いが見られた。植栽直後の全体の平均生存率は76%、1年目を生存した平成14年11月の生存率は71%、1年目の冬を越えた平成15年5月の生存率は56%、2年目を生存した平成15年12月の生存率は41%であった。

樹種毎に見ると、低木種のマユミが調査期間を通して最も生存率が高く、他の樹種が冬の間によく枯死してしまったのに対し、春の生存率も高かった。マユミはシカの好物であったため食害を受けるものが多く、1年目の秋に生存率が下がった原因と考えられるが、完全に枯死するほどではなく、多くが春に回復した。

それに対して、高木樹種であるカラマツ、ブナ、ケヤキの3種は一律に生存率が低下した。まずカラマツは、植栽直後に生存率が高種よりも低くなり、初期の活着が他の樹種より悪かったことが考えられた。しかし、ブナやケヤキが冬の間によく枯死したのに対し、カラマツは冬期の大量の枯死は起こらなかった。このためカラマツは、過去の植栽試験の報告にもあるように、冬期の厳しい環境に対する耐性があるものと考えられた。

ケヤキは植栽した樹種の中で、最終調査である2年目の生存率が最も低く、冬の間によく枯死した割合も高いため冬期の環境に対する耐性は低いことが予想された。春に生存が確認できたものでも、萌芽により生存し、主軸は枯死しているものも多かった。このためケヤキは、現在生存しているものでも、今後の樹高成長は期待できないかもしれない。

調査最終の平成15年12月に、マユミの次に生存率の高かったブナは、冬の間によく枯死する割合が高かったが、その他の季節では枯死の割合が低かった。ブナはケヤキ

のような萌芽によるものではなく、多くが主軸も健全であったため、次の冬をどの程度生存できるのか、冬期の環境に耐性を持つようになるのかが今後の生存を決めると思われる。

(5) 植栽木の枯死原因

凍害は、植物の細胞や組織が限度を超えた低温により凍結してしまうために起こる、冬の低温による被害である(笹沼・坂上 1979)。これは、被害を受けた幹の皮は材部より少し浮き上がり、剥がれやすく、材部が褐色になる、などの外見に被害が現れるので確認ができる。1年目の冬の間によく枯死したものについて、マユミ以外の種で、幹の根元の付近に凍害の痕が多く確認された(写真2)。このため、特に気温が低い草原の低所では凍害の可能性が高い。しかし、凍害の痕はあるものの、それが致命的になったとは考えにくい個体も多く、その他の要因との複合的なものもあると思われる。

また、草原の高所では低所より気温は高いものの、他の地点に比べて極めて風速が強いことから、気象条件からみた冬期における植栽木の枯死の原因としては、寒風害の可能性が考えられた。寒風害は、土壌が凍結してしまい樹木が根から水分を吸収することができなくなった状態で、風または日射をうけて地上部の樹木体が強制脱水されることで発生する、冬の乾燥害である(笹沼・坂上 1979)。ただし、寒風害に関しては、凍害のような明確な痕はできない。このため確定は不可能であり、可能性にとどまるが、凍害が致命的になったとは考えられない樹木などでは、寒風害による枯死も考えられる。

また、枯死した樹木の根の状態を見ると、マユミ以外の樹種では細い根が発達していなかったり、ポットにあった状態のままのものも多く、植栽後に根が成長していないものが多かった(写真3)。また、ネキリムシ(山家 1994)により根が食べられてしまっているものや(写真4)、根が腐って衰退しているようなものも観察された。このため、植栽した後に根系が発達せず、もしくは虫などの害により根系が衰退し、それにより個体が弱ってしまうことも考えられた。また、特殊な土壌条件(図4、5)が根の成長を妨げることも考えられた。個体が弱っている状態で冬期の厳しい環境にさらされることも枯死の原因の一つになると思われる。

気象の違いは地形の違いと関係しているが、植栽位置の高低差の違いによる植栽木の生存率の違いは明確にはみられなかった。このため、枯死の原因は場所によって

異なり、かつ複合的なものと考えられる。以下、今回確認できた枯死の原因をまとめた。

- ・凍害
- ・凍害+根腐れ
- ・凍害+ネキリムシ
- ・部分的凍害+その他の要因（可能性として寒風害）
- ・凍上により抜ける（裸地に限る）
- ・不明（痕跡を残さない寒風害の可能性もある）

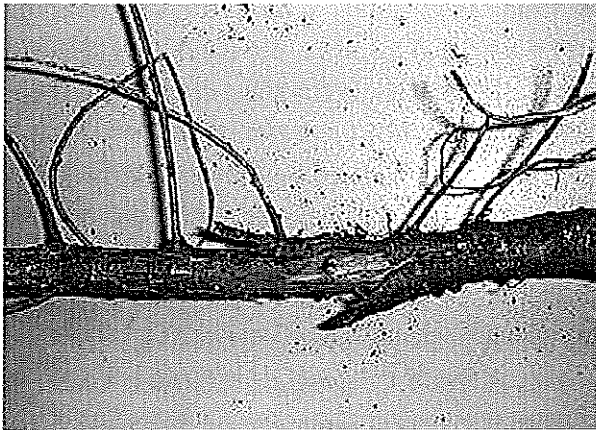


写真2. 凍害の痕

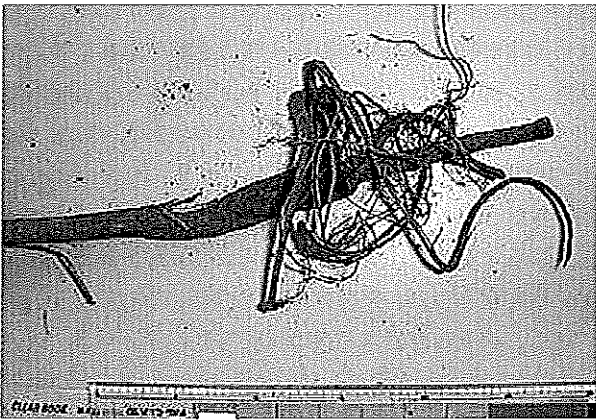


写真3. ポット苗の形状を残す根系



写真4. ネキリムシによる被害

5 対 策

上ノ原地区は、冬期は低温と強風という厳しい気象条件にさらされる場所で、さらに土壌条件なども、植物が生育するには厳しい条件であることが明らかになった。寒害は造林を行う上で日本各地でその被害が報告され、様々な研究や対策が行われてきた（堀内 1979、笹沼 1986、吉武 1986、笹沼・田淵 1987）。上ノ原地区での植栽に関しても、一般の造林地で行われている方法では植栽木の生存は期待できない。草原の周りには二次林が成立し、森林の存在が気象条件を緩和していることを考慮すると、そうした林縁から植栽をすすめていくことが比較の有利と考えられる。

植栽の際には、強風の影響を受けやすい高所では防風柵を設置し、低温被害が問題となる低所では、場所によっては低木林が成立していることもあるため、そうした耐性のある樹種を植栽することが望ましい。また、土壌に関しては、水はけの改善を目的とした客土・土壌改良を行うことも有効と考えられる。しかし凍上による被害を誘発する可能性もあり、単木ごとの囲いを設置することも考慮される。このように、砂丘地、寒冷地などを参考に、手厚い植栽法が求められる。

謝 辞

本試験を行うにあたり多くの方々からご協力いただいた。現地での測量と植栽の際には、同研究所の清藤城宏副所長、長池卓男研究員、齊藤 寛副主査、田中 格研究員、山梨県南アルプス市在住の齊藤美咲氏、昭和町在住の堀口京子氏、にご協力いただいた。植栽木の枯死の原因に関して、同研究所の大澤正嗣研究員には、ネキリムシの被害や寒害の影響に関して多くのご助言をいただいた。富士吉田市試験園の馬場勝馬氏には植栽木の寒害による枯死の同定をしていただいた。ここに心より御礼申し上げる。

引用文献

- 土壌物理性測定法委員会（1972）土壌物理性測定法。養賢堂。東京。29。
堀内孝雄（1979）スギ幼齢木の幹の凍害と防除に関する研究。90回日林論：1-3。

藤森隆郎 (1997) 日本のあるべき森林像からみた「1千万ヘクタールの人工林」, 森林科学 19: 2-8.
藤田佳久 (1997) どうしてできたか1千万ヘクタールの人工林, 森林科学 19: 9-14.
笹沼たつ (1986) 秩父山地におけるスギ造林地の凍害と耐凍性獲得期の日射量, 37回日林関東支論, 129-130.
笹沼たつ・坂上幸雄 (1979) 造林地の寒害とその対策,

日本林業技術協会, 東京.
笹沼たつ・田淵和夫 (1987) 生育期の気象因子とスギ苗木の凍害, 98回日林論: 425-426.
山家敏雄 (1994) 3 食根性害虫, 「森林昆虫—総編・各論—」(小林富雄・竹谷昭彦著) 養賢堂, 東京, 369-393.
山梨県林務部 (1973) 山梨県の造林のあゆみ,

