

## ソーラー・ドライヤーの性能試験

中 篤 厚 野呂田 隆 史\*  
千 葉 宗 昭 奈 良 直 哉

### The Performance of a Solar - Dryer

Atsushi NAKAJIMA Takafumi NOROTA  
Muneaki CHIBA Naoya NARA

A solar-dryer with a capacity of 11m<sup>3</sup> was constructed and tests were performed on drying softwood lumber of an actual size with the dryer from July 28th to August 17th in 1983. The obtained results are summarized as follows :

It took 18 days to dry the lumber from a green state to a 20 percent moisture content using the solar dryer, approximately half days as many as it took air-drying in Asahikawa. The final moisture content of the lumber dried with the solar-dryer was expected to be less than 10 percent, a content which would be impossible for air-dried lumber. There were very few checks in the solar-dried lumber, but there was no recognizable difference in warp between the solar-dried and the air-dried lumber because of the low temperature. The cost of electricity needed for the test operation of the dryer for 20 days was approximately 780 yen per m<sup>3</sup>, and all the building materials cost roughly 1,550,000 yen. These results show that the solar-dryer has a performance suitable for practical use.

材積11m<sup>3</sup>入りのソーラー・ドライヤーを建設し、それにより1983年7月28日から8月17日まで針葉樹製材の乾燥試験を行った。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

生材から含水率20%をきるのに約18日間を要し、天然乾燥日数の約半分で仕上がっている。また最終含水率は天然乾燥では望めない10%以下まで期待できる。損傷の内、割れに関しては発生率が非常に少ない。狂いは低温度レベルのために天然乾燥との差は認められないと思われる。ソーラー・ドライヤーの乾燥経費は8基の送風機電力であるが、20日間にわたる今回の試験における電力費はm<sup>3</sup>当たり約780円であった。またソーラー・ドライヤーの建設資材金額を概算すると155万円となった。

以上の結果より、ソーラー・ドライヤーの実用化に向けて可能性を再確認できた。

#### 1. はじめに

太陽エネルギーの有効利用が叫ばれつつある今日、木材の乾燥方法への活用においても重要な位置を占めてきている。同時に北海道のような寒冷地気候の期間

が良い地方では、冬季、屋外での木材乾燥の進行が期待できず、より有効な乾燥促進方法として、太陽熱利用による木材乾燥（ソーラー・ドライヤー、以下S・D・と記す）が注目をあびてきている。

以上のニーズに答えるべく当場では、昭和53年より2m<sup>3</sup>入りソーラー・ドライヤーによる基礎的研究に着手した。これを足がかりに本年7月、11m<sup>3</sup>（約40石）入りの実用規模S.D.を設計・建設し、木材乾燥試験を行ってきた。今回はS.D.建設後の7月28日より20日間、乾燥試験を行ったので、装置の概要と併せて乾燥特性についての経過報告を述べることにする。

## 2. 乾燥装置の概要

### 2.1 基礎

基礎は天然乾燥場の整備と同じ方法で行った。南北方向に4m、東西方向に15m（作業場を含む）、深さ50cmまでショベルローダで根掘りし、下から火山灰（10cm）、割りぐり（30cmを埋め戻して整地した後、防腐処理した12cm角のまくら木を並べ、その上に防腐処理した10.5cm角の土台をボルト締めにした。なお防腐土台は縦つぎして9.2mの長さにし、まくら木の間には10cmの厚みで玉砂利を入れた。

### 2.2 乾燥装置

乾燥装置は特に気密性が要求されるため、すべて乾燥した材を使用した。北面は9mm

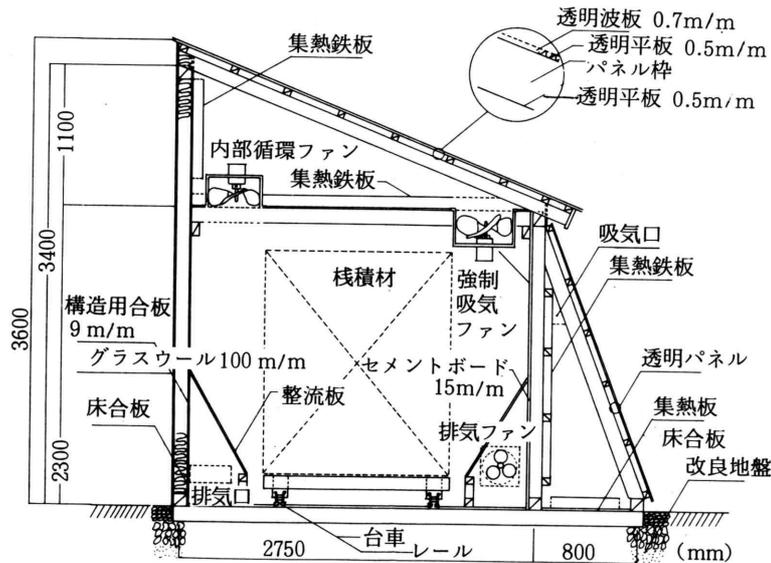
厚の構造用合板と100mm厚の断熱材で構成し、その他の面はすべて太陽の光が入り易いように、ポリカーボネートフィルム（0.5mm）を透過パネルとして張りめぐらしてある。高温が予想される南面の裏板には当場で開発したカラマツセメントボードを使用した。集熱板は亜鉛鉄板に黒色の耐熱塗料を塗り付けたものであり、天井部と南面それぞれに設置してある。また屋根と南面は積雪・衝撃に対して強度を必要とするため、ポリエステル波板で外面を覆った。S.D.の断面図を第1図に示す。

このS.D.の特徴の一つは、装置自体の構造が単純

であり手造りを基本にしているため、建設コストが割安となっていることである。今回紹介するS.D.はすべて当場職員による直営工事で建設した。規模は収容材積11m<sup>3</sup>、乾燥室床面積32m<sup>2</sup>であり、資材金額は約155万円である。写真1にS.D.の全景を示す。

### 2.3 透過パネル

透過パネルは第2図に示すような4.5cm角材を用いたフレームの両面に0.5mm厚のポリカーボネートフィルムを張ったものである。これには屋根パネルと壁パネルの2種類があり、それぞれ10枚用いた。この集熱



第1図 ソーラードライヤーの断面図

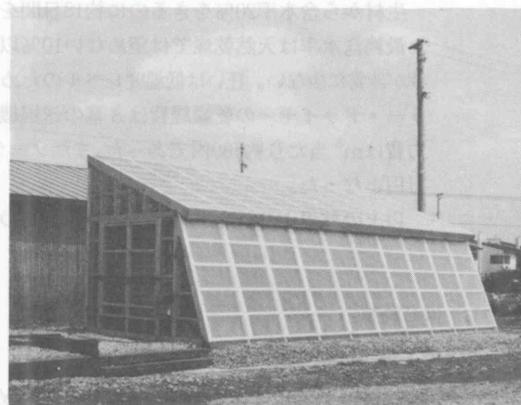
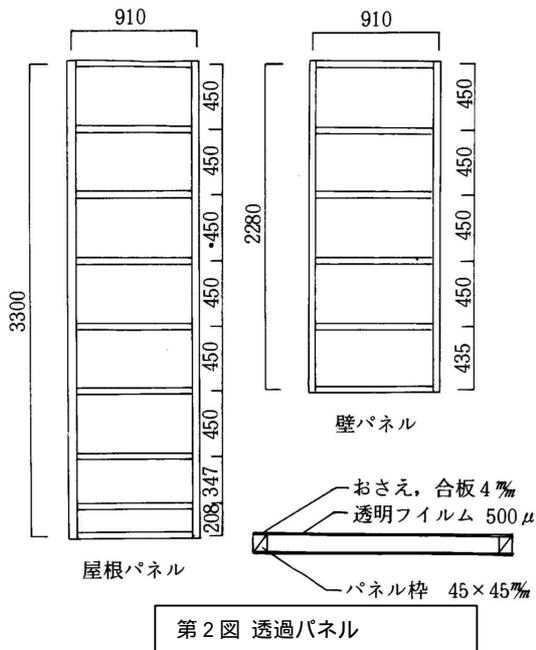


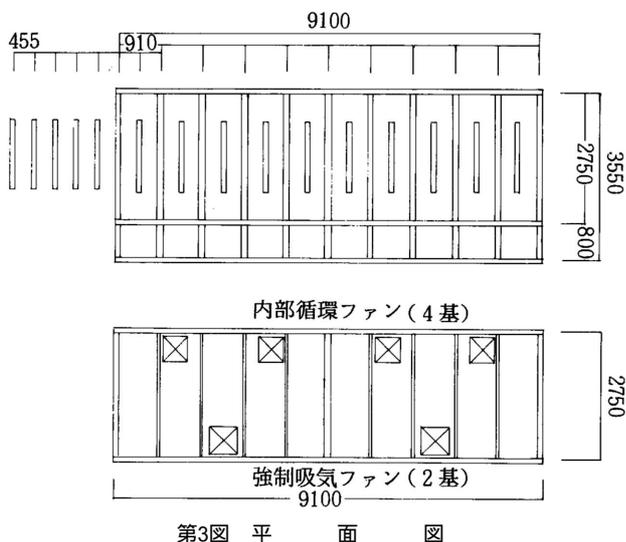
写真1



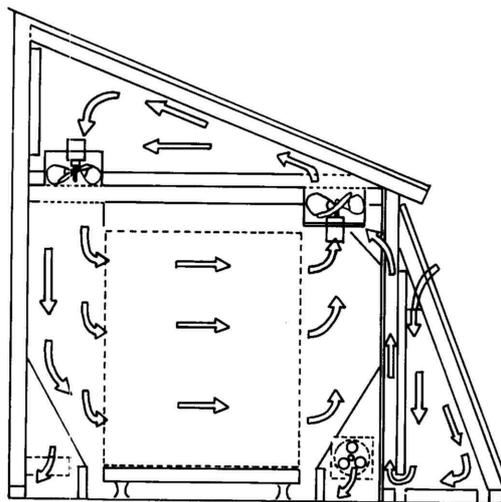
パネルに使用する透明な材料としては、ガラスとプラスチックが考えられるが、今回は作業性と価格を考慮してプラスチック（ポリカーボネートフィルム）を使用した。

#### 2.4 送風機

送風機は、内部循環ファン（風量：49m<sup>3</sup>/min）4基、強制吸気ファン（風量：73m<sup>3</sup>/min）2基、強制排気ファン（風量：49m<sup>3</sup>/min）2基の計8基を設置



〔林産月刊 No. 386 1984年3月号〕



した。設置位置を第1図と第3図に示す。温風の流は第4図に示すとおりであり、スムーズな流れをつくるため棧積材両側に整流板を設置した。また送風機の運転は、タイマー制御機能によって連続運転と間欠運転が行えるようになっている。

### 3. 乾燥試験

#### 3.1 試験条件

7月28日から8月16日までの20日間にわたって乾燥試験を行った。エゾマツ・トドマツ込みの10.5cm角・長さ3.65mの一般建築用構造材を供試材とし棧

積材は約11m<sup>3</sup>（294本）である。送風機の運転は、内部循環ファン4基を連続運転とし、強制吸気ファン2基は室内の温度低下を防ぐため日中のみ運転した。また強制排気ファン2基はカビの発生し易い乾燥初期のみ連続運転とし、その心配がなくなれば自然排気とした。

#### 3.2 測定方法

##### 3.2.1 装置内温・湿度

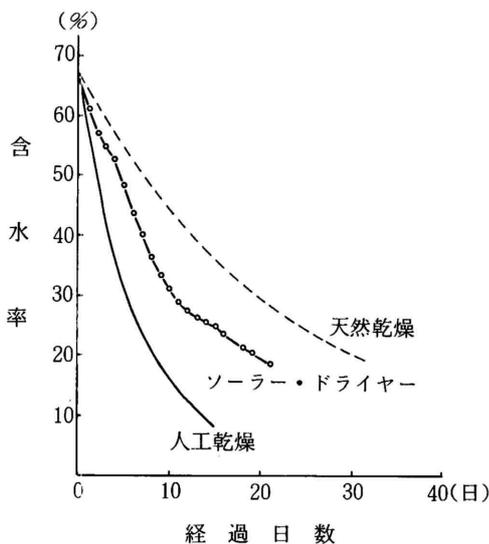
S.D.の温湿度はC-C熱電対と自記温湿度計で連続的に測定した。このとき同時に外気温湿度を百葉箱（毛髪パイメタル式自記温湿度計）により測定した。

3.2.2 含水率経過

含水率測定用コントロール材を選び、棧積材と同時に乾燥した。1日1回重量を測定し乾燥終了後、全乾にして含水率を求めた。

3.2.3 材間風速

風速は熱線風速計で棧積材一台車分について、上下方向の材間12カ所を吹き込み側と吹き出し側に分けて測定した。測定位置は扉側、中間部、中央部である(第8図)。また内部循環ファンのみ運転した場合と内部循環ファンと強制吸気ファンとの併用運転の場合の2条件について風速測定を行った。



第5図 乾燥方法別含水率経過(夏季)

4. 結果と考察

4.1 含水率経過

夏期に、初期含水率のほぼ等しいエゾマツ・トマトツ込みの供試材を、S.D.による乾燥、天然乾燥、人工乾燥を行った場合、それぞれの含水率低下の経過を第5図に示す。S.D.による乾燥速度はほぼ天然乾燥・人工乾燥の中間的位置を示し、天然乾燥に比較して乾燥初期から早い含水率低下が認められる。含水率20%をきる時点ではS.D.と天然乾燥及び人工乾燥の間で約10日程の差がみられる。1日の平均含水率低下速度は

人工乾燥5.4%/day, S.D. 2.4%/day, 天然乾燥

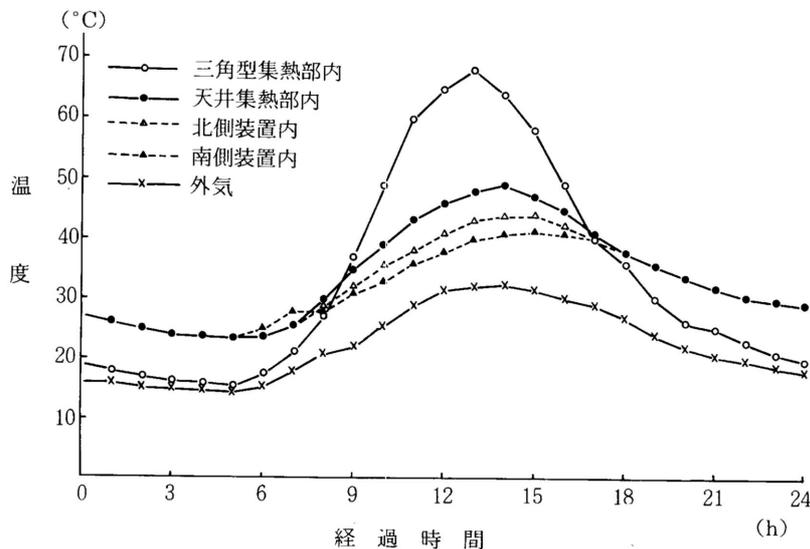
1.5%/dayである。特に快晴であった7月29日の含水率低下速度は初期段階ではあるが4.8%/dayと人工乾燥に匹敵する速さである。

4.2, 装置内温・湿度

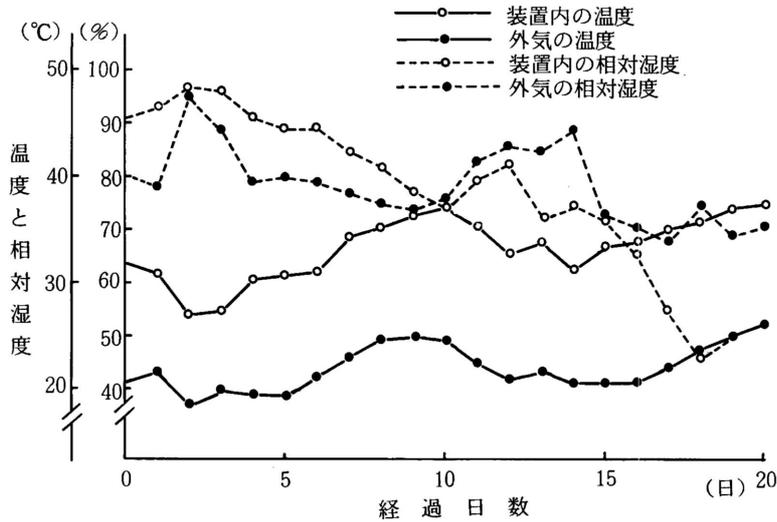
装置内の温度分布を第6図に示す。昼・夜間とも装置内温度は外気温度より10前後高く保たれ夜間の温度低下が小さいのは棧積材の蓄熱効果が大きいためと思われる。

特に快晴の8月15日には装置内の最高温度は54 まで達している。また、装置内最低温度は今回の試験期間を通じて25.5 であり、天然乾燥の促進効果としては十分な温度条件と考えられる。

天井集熱部は温風の流れの通路になっているため、三角型集熱部温度ほど上がらないが、太陽高度の高い



第6図 ソーラー・ドライヤーの温度分布(夏季)



第7図 ソーラー・ドライヤーの温・湿度 (夏季)

ている。このため、乾燥初期に日射が強すぎて低湿になり割れが発生するという心配はないと言える。またこの装置内温・湿度データから平衡含水率を求めた結果、初期で約22%、末期では約9%の値を示した。このことから、天然乾燥では望めない最終含水率の低下を目的とした利用方法も考えられるであろう。

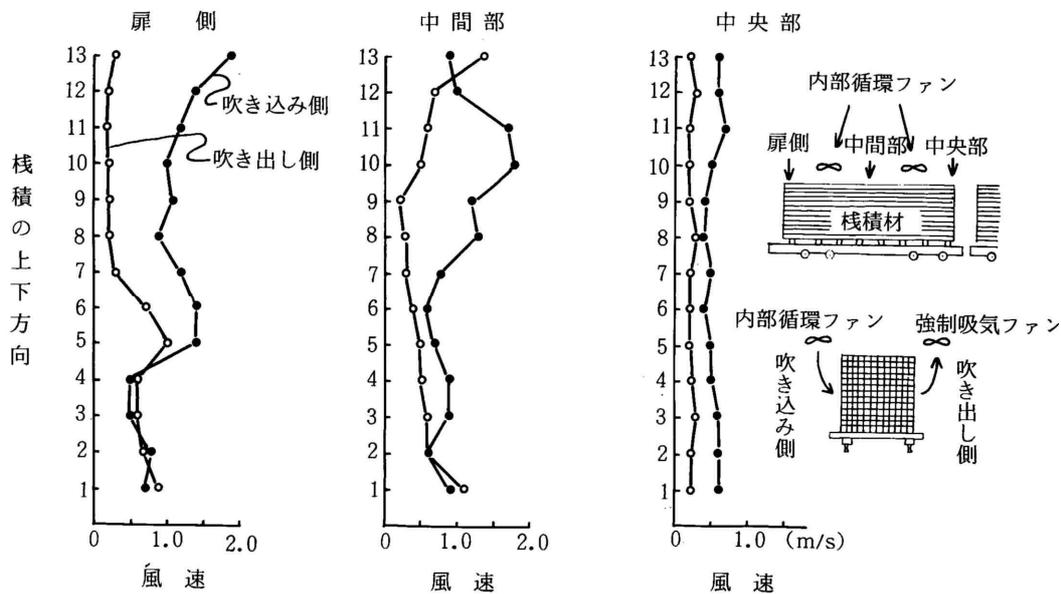
4.3 材間風速分布

材間風速分布を第8図に

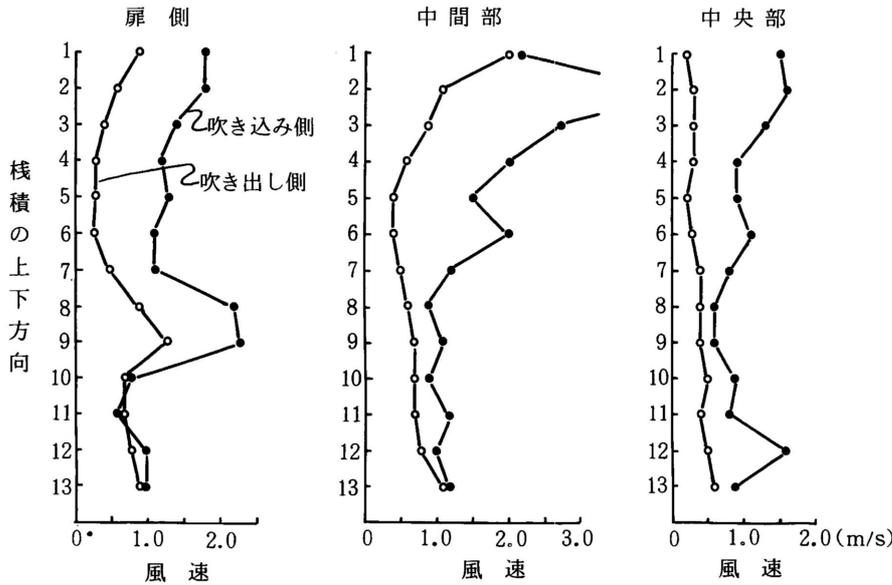
夏季における集熱率は大きいと思われる。三角集熱部は冬季の集熱と重要である。夏季においても日中の装置内温度上昇に果たす役割は大きいと思われる。

次に第7図に試験期間中の装置内温・湿度経過を示す。温度に関しては前に述べたように、外気温度に比べ10 前後高く推移している。相対湿度は、初期、被乾燥材から蒸発する水分のため高湿度を示すが、その後は外気湿度に多少影響されるものの相対的に低下し

示す。内部循環ファンのみを運転した場合、平均材間風速は吹き込み側の扉側で1.1m/s、中間部で1.0m/s、中央部で0.5m/sが得られた。また吹き出し側の扉側で0.5m/s、中間部で0.6m/s、中央部で0.2m/sであった。次に内部循環ファンと強制吸気ファンの併用運転の場合の風速分布を第9図に示すが、吹き込み側の扉側で1.4m/s、中間部で1.7m/s、中央部で1.0m/s、吹き出し側の扉側で0.7m/s、中間部で0.81m/s、中央



第8図 材間風速分布 (内部循環ファン)



第9図 材間風速分布 (内部循環ファン, 強制吸気ファン)

部で0.4m/sの平均材間風速が得られた。併用運転の場合は、内部循環ファンの場合に比べおしなべて約0.3m/s高い値を示している。太陽熱利用乾燥のように温度レベルが低く乾燥日数もある程度必要な装置では平均材間風速が0.7m/s程度あればよいとした従来の結果<sup>1)</sup>から言えば、内部循環ファンだけの風速でも十分対応できると思われる。しかし、位置的に吹き込み側に比べ大きく減速された値を示す中央部の吹き出し側は、棧積上下方向における風速のむらこそ少ないが、必要風量に乏しいと思われる。

#### 4.4 仕上がり乾燥材

日本農林規格に基づき、品等判定を行った結果、心持ち材10本について1ランクの低下を見たが、残り284の品等低下は確認されなかった。温度レベルが低く初期に高温度を保つため、割れによる乾燥歩留まりの低下はあまり認められなかった。

#### 4.5 乾燥コスト

S.D.の乾燥コストの直接経費は風速機による電力費のみである。今回、20日間にわたる乾燥試験では、積算電力量428.2kWとなり、 $m^3$ 当たり約780円の乾燥コストとなった。人工乾燥の運転経費に比べかなり割安となっている。

### 5.まとめ

今回の試験はS.D.の建設後、第1回目の乾燥試験であるため十分なデータは得られなかったが、実用化の可能性を再確認できたと思う。今後は通年試験により乾燥特性、装置性能の把握を引き続き行う予定である。以下、S.D.の特徴と試験結果について要約する。

- 1) 含水率経過は人工乾燥と天然乾燥との中間的位置を示す。生材から含水率20%をきるのに約18日間を要し、夏季の天然乾燥日数の約半分である。
- 2) 夏季では、最終含水率10%前後まで期待できる。
- 3) 損傷の中で割れは発生率が非常に少ない。狂い(幅ぞり、曲がり、弓ぞり、ねじれ)は低温度レベルのため天然乾燥との差はあまり認められないと考えられるが、今後の検討課題である。

4) S.D.の乾燥コストの直接経費は送風機の電力費であるが、今回の乾燥試験20日間にわたる電力費は約8,560円、 $m^3$ 当たり約780円であった。通常の熱気による人工乾燥に比べ非常に安い乾燥経費といえる。

5) 今回の手造りを基本とした11 $m^3$ 入りS.D.の建設コストは、資材金額を概算して約155万円となった。

文献

- 1) 野呂田隆史, 千葉宗昭, 奈良直哉: 林産試験場研究報告 第72号 (1983)

—木材部 乾燥科—

—\* 林務部 林産課—

(前木材部 乾燥科)

(原稿受理 昭58. 12. 27)

林産試験場月報

1984年3月号 (第386号)

(略号 林産試月報)

編集人 北海道立林産試験場編集委員会

昭和59年3月20日発行

発行人 北海道立林産試験場

印刷所 植平印刷株式会社

郵便番号 070 旭川市緑町12丁目

郵便番号 070 旭川市9条通7丁目

電話 0166-51-1171番(代)

電話 0166-26-0161番(代)