



日本における広葉樹の乾燥技術と乾燥システムを考えるための資料として、アメリカの乾燥法別の広葉樹乾燥コストについての文献を紹介します。この概要は、標準的な乾燥システム別の広葉樹乾燥コストの特徴について述べると同時に、コスト計算用のコンピュータプログラムを使用して65項目をチェックして、主要3種類の乾燥システム、すなわち(1)天然乾燥+人工乾燥、(2)プリドライ+人工乾燥、(3)生材からの人工乾燥、についてコスト試算を行い、広葉樹乾燥の考え方を示しています。

**まえがき**

広葉樹乾燥は、針葉樹乾燥に比べエネルギーと時間がかかり、また乾燥による品質低下が時として伴うため木材加工全コストに占める乾燥コストの割合は大きくなります。重厚で、価格が高い広葉樹材の乾燥コストは、一般的には約9,200円/m<sup>3</sup>(1ドル=145円)程度となりますが、さらにエネルギー費が高騰すればそれだけ乾燥コストは高くなっていきます。

新しい乾燥システムについては、従来のシステムとの比較を行い評価する必要がありますが、とくに知りたいのは乾燥コスト、乾燥による欠点の発生程度です。これらの程度については、現場担当者などは、実際よりも低く見積もりがちです。

ここでは、いくつかの主要乾燥システムにおける乾燥コスト試算およびいくつかのモデルについてのコスト試算を行いました。

**乾燥コスト試算の考え方**

図1に示したのは、広葉樹材の乾燥コストに影響を及ぼす様々な因子の概念モデルです。このうち、乾燥コスト形成に主として影響を及ぼす因子

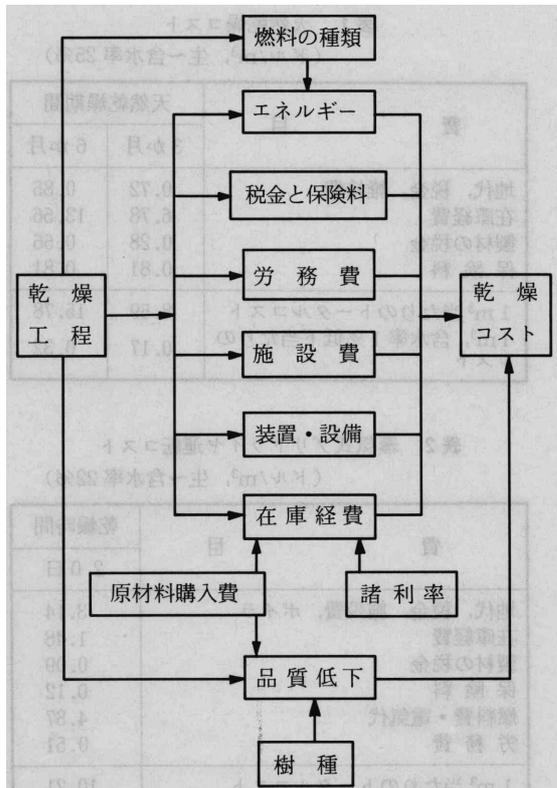


図1 乾燥コスト試算のための概念

は、エネルギー費、税金と保険料、労務費、施設および装備費、在庫にかかる経費等です。これらすべてはどの乾燥システムを考えるかによってそれぞれ変化します。

さらに乾燥システムによって使用する燃料の種類に制限があるため、エネルギー費はなお一層影響を受けます。

それに加えてシステムの違いは品質低下の違いをもたらすため、乾燥材コストに影響します。

品質低下による乾燥材コストの変動は、乾燥する樹種と原材料購入費によって影響を受けます。

さらに、原材料購入費と諸利率は、在庫経費に影響します。

### 主要乾燥システムにおける乾燥コスト

乾燥コスト計算については、1970年後半に検討を開始しました。表1～4には、主要乾燥システ

表1 天然乾燥コスト  
(ドル/㎡, 生~含水率25%)

費 目	天然乾燥期間	
	3 か月	6 か月
地代, 税金, 維持費	0.72	0.85
在庫経費	6.78	13.56
製材の税金	0.28	0.56
保 険 料	0.81	0.81
1 m <sup>3</sup> 当たりのトータルコスト	8.59	15.78
1 m <sup>3</sup> , 含水率1%低下当たりのコスト	0.17	0.32

表2 蒸気式ブリドライヤ運転コスト  
(ドル/㎡, 生~含水率22%)

費 目	乾燥時間
	20日
地代, 税金, 施設費, ボイラ	3.14
在庫経費	1.48
製材の税金	0.09
保 険 料	0.12
燃料費・電気代	4.87
労 務 費	0.51
1 m <sup>3</sup> 当たりのトータルコスト	10.21
1 m <sup>3</sup> , 含水率1%低下当たりのコスト	0.19

ムにおける運転コストを示しました。すなわち、天然乾燥のコスト、蒸気使用のブリドライヤの運転コスト、電気を使用した除湿乾燥の運転コスト、通常の蒸気式の乾燥室の運転コストです。

試算に用いたこれらの各コストは、工場における平均値を基礎としましたが、1983年前半に修正を加えたものです。このコストには、棧積み経費、管理費、乾燥材品質別コストなどは含んでいません。

天然乾燥のコストでは在庫にかかる経費が最も大きな割合を示します。一方、他の3つの乾燥システムではエネルギー費が主要な要素となっています。これらの乾燥法別の乾燥コストを比較するのに都合の良い方法は、単位材積当たりの含

表3 電気式除湿乾燥運転コスト  
(ドル/㎡, 生~含水率22%)

費 目	乾燥時間
	20日
地代, 税金, 施設費, コンプレッサ	3.81
在庫経費	1.48
製材の税金	0.09
保 険 料	0.12
電 気 代	6.06
労 務 費	0.51
1 m <sup>3</sup> 当たりのトータルコスト	12.07
1 m <sup>3</sup> , 含水率1%低下当たりのコスト	0.23

表4 一般的蒸気式乾燥運転コスト  
(ドル/㎡, 生~含水率6%)

費 目	乾燥時間	
	7日	20日
装置の減価償却	1.02	3.06
保 険 料	0.68	0.68
維 持 費	1.38	1.38
補給品費	0.51	0.51
蒸気・電気代	5.40	16.21
労 務 費	5.36	5.36
土地・建屋	0.91	2.73
在庫経費	0.52	1.57
1 m <sup>3</sup> 当たりのトータルコスト	15.78	31.50
1 m <sup>3</sup> , 含水率1%低下当たりのコスト	0.23	0.46

水率 1%を除去するのに要するコストを求めて比較することです。すなわち、千ボードフィート (MBF = 約2.36m<sup>3</sup>) の材積について、初期含水率と最終含水率を元にして含水率1%低下当たり に要するコストを求めて比較しました。各表には、材積 1m<sup>3</sup>あたりに換算したコスト (ドル) の値を示しました。

これらの表には含まれていませんが、棧積みにかかわる経費は、8~11ドル/m<sup>3</sup>の範囲であると思われる。また品質低下によるロス分は、乾燥する樹種、原材料価格、使用する乾燥システム、どの程度“品質重視の乾燥”を考慮したか等の影響を受けますが、およそ、3~43ドル/m<sup>3</sup>の範囲 になると思われます。

**乾燥コスト削減について**

乾燥工程はそれ単独で成り立つものではなく、製材に始まり最終の家具製品にいたる木材加工工程の流れの中の一部です。

乾燥結果の善し悪し、とくに乾燥に伴う欠点の増加は、直接木取り工場の業績、また後に続く加工工程に影響を与えます。

したがって、乾燥に伴う品質低下は油断ができない問題です。乾燥が良好でない場合には、木取り等の原材料工場での歩留まり低下、高次加工部材、パネルなどはね率の増加、他の機械加工、接着加工、組み立て・仕上げ工程などでの問題等

の原因となり、様々な工程でロスを増加させます。

このように木材加工のトータルコストに与える乾燥の品質低下に伴うロスの潜在的影響は大きい ため、乾燥中の品質低下を極力防ぐ必要があります。仮に、乾燥工程でエネルギー費、時間等を節約し乾燥コストをわずかに軽減しても、もし乾燥材の品質低下によるロスが大きければ、後の加工ライン等で歩留まり低下が大きくなり、せっかく乾燥工程でわずかなコストダウンを図ってもすぐに相殺されてしまいます。

表 5は、こうした乾燥工程のもつコストに及ぼす潜在的な影響について、千ボードフィート (2.36m<sup>3</sup>) の部材を生産する場合について示したものです。表には1m<sup>3</sup>当たりのコストをドルで示しました。これを見ると、乾燥経費は原材料購入費に比較してその14%程度です。明らかに、原材料費は著しく乾燥経費よりも高くなります。

仮に、乾燥経費が表 5に示すように31.8ドル/m<sup>3</sup>から28.8ドル/m<sup>3</sup>へ10%程度軽減 (これは非常に大きな軽減です) できたと考えてみましょう。しかし、この場合に乾燥による材の品質低下による後の木取り工場での製品歩留まり (製材から木取りまで) が53%から52%となり差し引き 1%低下があるとすれば、この乾燥経費の軽減によるコストダウンは、木取り時の製品歩留まり低下を補うための原材料購入費の増加分により相殺され、トータルコストを比較すると 516ドルと 519ドル

表 5 2つの製品歩留まりと乾燥コスト別の部材 1m<sup>3</sup>当たりの生産コスト例

費 目	木取り工場での製品歩留まり <sup>a)</sup>			
	53%		52%	
	材積 (m <sup>3</sup> ) <sup>b)</sup>	経費(ドル) <sup>c)</sup>	材積 (m <sup>3</sup> ) <sup>b)</sup>	経費(ドル) <sup>c)</sup>
製材価格 (233ドル/m <sup>3</sup> )	1.887	440	1.923	448
棧積み経費 (8.5ドル/m <sup>3</sup> )	1.887	16	1.923	16
乾燥運転コスト (31.8ドル/m <sup>3</sup> )	1.887	60		
乾燥運転コスト (28.8ドル/m <sup>3</sup> )			1.923	55
生産コスト		516		519

注 a) 製品歩留まり：製材 乾燥 製品の間の歩留まり  
 b) 材積：1m<sup>3</sup>の部材を生産するために必要な製材量  
 c) 経費 = 価格 × 材積

になりほぼ等しく差がなくなってきました。

つまり、乾燥コストの軽減を、乾燥材の品質低下という犠牲の上で実行することはできないことを意味しています。

### 乾燥コスト計算のコンピュータプログラム

広葉樹の乾燥コスト計算に関する最も実際に合った研究成果は、マクミランとベンガートが行ったもので、著書「Drying Eastern Hardwood Lumber」, USDA Agriculture Handbook No.528の中に現れています。この分析を発展させて、乾燥コストに関係する65の因子を評価してトータル乾燥コストを求めるプログラムを作成しました。

図2に示したのは、そのプログラムのアウトラインです。分析に必要なデータはキーボードからインプットしますが、以下の(1)から(3)を入力します。

- (1) 使用している乾燥システム
  - (a) 天然乾燥+人工乾燥
  - (b) プリドライヤ+人工乾燥

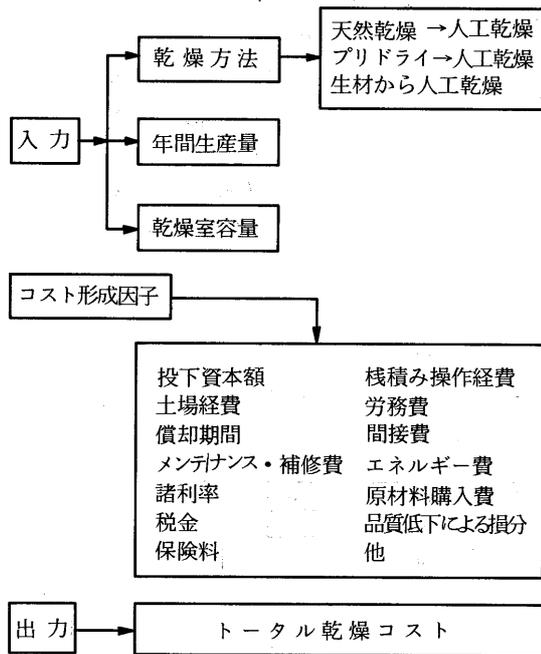


図2 乾燥コスト計算のためのコンピュータプログラムの概念

(c) 生材から人工乾燥

- (2) 乾燥材の年間生産量
- (3) 乾燥室の全容量

コスト計算に使用する65の因子は特微別にグループ化され図2に示すような様々の項目のコストに分類されます。これらの65の実際の数値は1983年の前期における業界の平均的値があらかじめコンピュータに入れてあります。

このプログラムを使用するユーザーは、これらの各コスト項目を知りたい場合には、わずか3つのデータを入力することにより分析できます。このプログラムでは、ユーザーが入力したデータとコンピュータ内に蓄えられたデータから、トータル乾燥コストを計算します。また65の因子の数値は必要であればユーザーが適当であると思う数値に変更することが可能です。分析の結果、はじめ入力してあった数値を使って計算されたコストが不適當であれば、これらの係数訂正操作を行い、あらかじめ入力してあった数値を変更し再分析できます。

表6は、こうして計算したコストの例です。プログラムの言語はBASICであり、IBM PC、およびApple eコンピュータで使用できます。

### 乾燥工程の考え方

乾燥の基本的考え方は、あくまで木材加工の一工程であり、乾燥した品質の良い材を供給することを第一として考える必要があります。さらに、乾燥工程は、図3に示したように、材を乾燥する

表6 コンピュータプログラムによる乾燥コスト試算例

入力データ	
乾燥方法	: 天然乾燥→人工乾燥
年間生産量	: 6356m <sup>3</sup>
乾燥室容量	: 212m <sup>3</sup>
出力結果	
天然乾燥コスト	: 23.4ドル/m <sup>3</sup>
人工乾燥コスト	: 23.6ドル/m <sup>3</sup>
トータルコスト	: 47.0ドル/m <sup>3</sup>

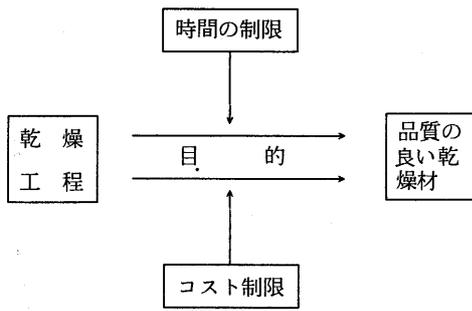


図3 乾燥工程の考え方

い乾燥材を供給することを考える必要があります。しかし、乾燥コスト上の制限は単なるひとつの条件であって、乾燥の目指す目的はあくまで品質向上にあります。

ための時間およびコストの制限が付いてまわります。したがって、乾燥では、これら時間とコストの制限を考慮しつつ、その中で最大限に品質の良

（林産試験場 乾燥科）  
（現東京大学 農学部）