

———— 高周波電流による木材乾燥 ————

木彫熊の高周波乾燥

高 見 勇

北海道に来た人がデパートなどの記念品売場でよく眼につくのは、アイヌ民芸品の各種の品々であります。中でも大小さまざまな木彫熊が何といても多く而もよけいに人目に立つようです。立った熊、坐つて熊、又鮭を背負つた熊等さまざまなのが見られます。なこの様な木彫熊は成程私達のみた目には何となく、聖なる、野性的な嚴肅さをあの黒光りのつやのある全体から感じとれます。茲に、アイヌ芸術の深さと伝統があるのです。彼等は、この伝統を毎日毎日たゆまず実証し、そしてより向上せんとして努力しているようです。現に、実祭に仕事場を訪れてみると全く真剣に精力をその芸に集中して彫刀を振っています。このような芸心には只只感服するの外はありません。

而し乍ら、科学技術の進歩は、このような神聖さの中にもヨウシヤなく進入します。彼等も亦絶えず期待していることも事実です。折角精魂を尽して出来上げたこの様な芸術品も、木材であるがために、木材材質のもつ多くの欠点を抑制して作り上げることは矢張り難しく、乾燥の不充分による割れ及び狂い、これが現在品質の決定的な要素となっているのです。このことについて、彼等に於てはすべて経験と感によるもの、即ち伝統によってなされて居ります。現在の木材乾燥の技術からみて、この様な処置は矢張り一考を要します。即ち、もっと合理的な嚴密性のある技術によってなすことの出来る、確実味のある方法を考えるべきで、これが前に述べました、乾燥による割れ及び狂いを殆んど抑制し得る手段としての、高周波電流による乾燥なのであります。

一般に、木彫熊の材料は、元来光沢性のあるくるみ、の木が用いられましたが、加工上からも、又製品の乾燥による欠点からも、特に大きなものは、現在は殆んど樺材によって作られているようです。樺材は非常に繊維が稠密であり材全体が他の樹種よりも、より均一な柔らかさをもっているため、加工上からの点の彫り易さから、又乾燥後の欠点からしても、それにこの材の豊富なことから、多く用いられる因をなしているのです。殊に6~70貫の実物大の大きなものになると、どうしても樺以外によい材は見当らないようで、実際にはこの樺材を山から伐つて来て彫ること

になります。所謂生材の水分のある状態で、約八分通りの加工彫りを行いそれを暖い部屋の屋根裏の棚におき、長いものは四、五年間、少くとも一冬期間位は置いて天然乾燥するのです。所謂カゲ乾しをするのです。

こうした状態で棚に置くと、はじめに大きく表面割れを起し、乾燥が進むにつれてその割れが小さくなっていくのです。と同時に狂いが、即ち四ツ足で立っているものがガタガタ動いてくるようになり、カタチンパになっていくのです。この様な状態のものの表面に手で触り、或いは加工の前後の重さをみたりして乾燥のでき具合を判断しているのです。このような全く原始的な方法で、殊にシンのあるもの等については乾燥判断の難しいものですが、とにかく、こうして乾燥ができたと思はれるものに、後の二分通りの仕上げ加工彫りをするのです。割れは細い挿木によって埋め、表面に染料を数回繰返して塗り、その染料のもつ水分によって、表面から吸水した水分を乾燥し（矢張り同じような屋根裏或いはストーブの廻りに一週間位置いて乾燥する）、後にワックスを塗ることによって出来上ることになるわけです。

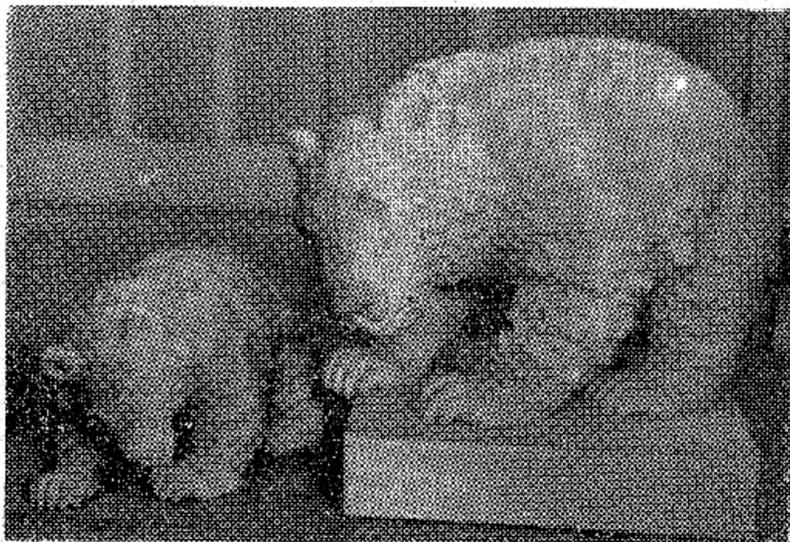
現在最も多く作られるのは、高さ7~8寸か1尺2~3寸の、1尺前後のものが殆んどであるようです。2尺~3尺の大きなものも、数は少ないが出るといえます。この様に多くの木彫熊が毎日作られますが、乾燥の充分なものは、このような天然乾燥では全く見られず、少し暖い乾燥した処に一月位置くと、貴重な芸術品も全く価値がなくなってしまう現状であります。実際に彫っている人に言わせると、『このような非良心的なものを出すのも、他に手段方法がないので致し方ないのですが、でもこの点については、いろいろ工夫努力しているのです』と言っていますが、このような点からみまして、尚更、この高周波乾燥による完全な乾燥が、必要となってくるのを特に痛感した次第です。

現在迄、当所で乾燥を取扱つた木彫熊は、数十個に及んで居りますが、大きいもので60貫目、小さいもので3貫目（何れも乾燥前の重量）のもので、その中天皇陛下をはじめ、皇族方及政界、財界の有名人に、又遠くアメリカの日産博覧会に至るまで数多くあります。

そのために、特に慎重に乾燥したのものもありますが、大きい60貫のものでも2日間で、小さい3貫位のは僅かに3時間位で乾燥できるのです。従来の天然乾燥からみれば、全く比較にならない位の短時間で、而も完全に仕上げ得るのです。未だに高周波乾燥によって乾燥したものには（比較的大きいものであるにもかかわらず）、割れとか狂いの欠点が出たことは一つも聞いて居りません。従って効果は充分あるものと思われ、貴重な芸術品たらしめるのに高周波乾燥が如何に役立つかが、実証出来ると思います。

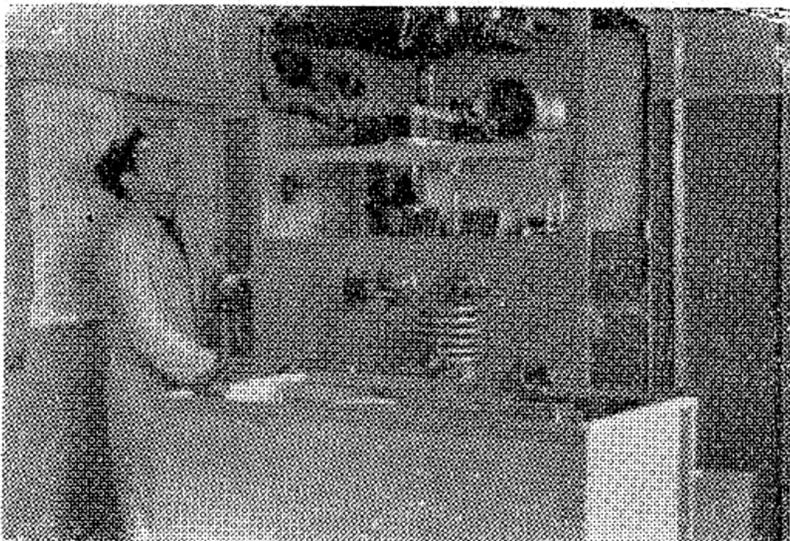
次に、最近高周波乾燥した木彫熊のそのデータについて述べることとなりますが、木彫熊は写真第1図に示しましたように大きいのは44kg（約12貫）、小さいのは12kg（約3貫）（何れも乾燥前の重量）です。

第1図 高周波乾燥に用いた木彫熊



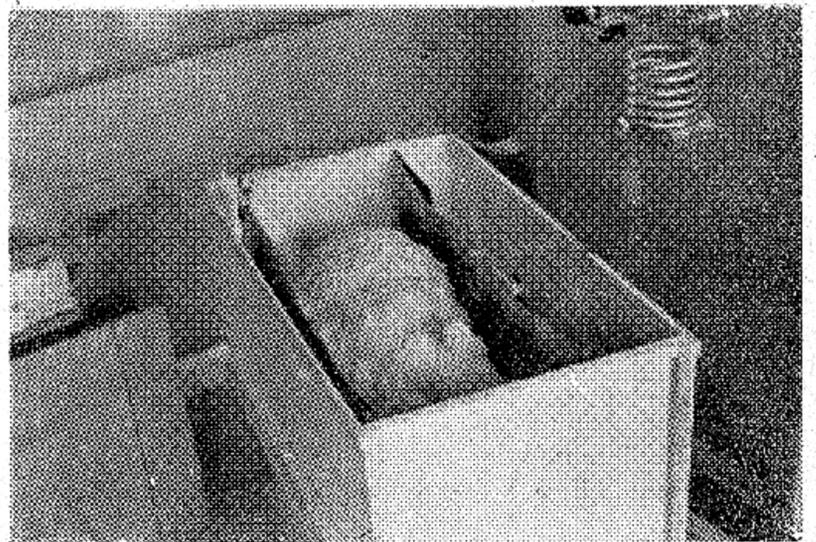
材は楡材で、両木彫熊とも、腹部全体にわたってシンが通って居り、その他の欠点はみられませんでした。含水率は比較的少ない様で、彫ってから大分たっているのに、推定80~100%のように思われます。只、シンがあるため割合に水分があるようでこの木彫熊に、

第2図 高周波加熱器及乾燥方法
(出力7.5KWH)



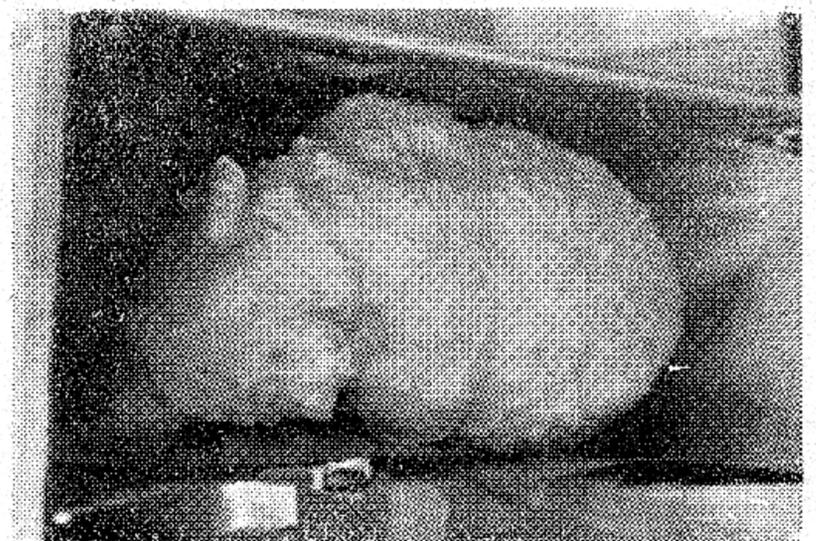
写真第2図の如き高周波加熱器によって電流を通じるのでありますが、手前にある箱の中に入れて上からフタをし、蒸気の逃げるのを防ぎ乍ら（これは表面割れの起ることを防ぐためと、安全性から用いたわけです）乾燥したのであります。実際には、この様な箱によって蒸気を防ぐことは余り必要でなく、写真第3図の様に、両側から銅板によって狭むだけで充分よいのです。

第2図 高周波乾燥装置



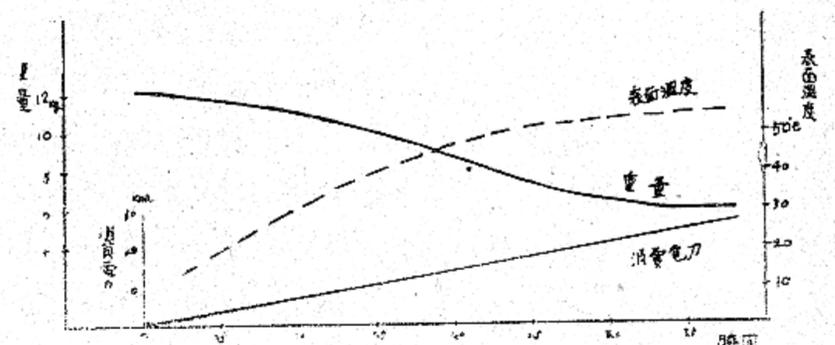
真上から見ると、写真第4図の様になりますが、この様な程度で充分間に合うようです。然し乍ら、余り大きなものになると、内部と外部の温度差が大きくなる

第5図 木彫熊の位置及加熱極板



第4図

木彫熊の高周波乾燥による消費電力、重量減少及表面温度の時間的变化（但し消費電力は真空管の水冷用ポンプの動力用電力が入っている）



ため、表面割れのことを考慮に入れなければならないのです。

今回はデータをとるために、この様に箱の中に入れて行ったのでありますが、小さな木彫熊についての加熱及乾燥経過のデータについて、第5図に示しましたが、それぞれのカーブを示して居ります。

これをみますと、消費電力の直線的な増加に対して表面温度及び重量減少も同じ様な勾配をもっています。乾燥初期にあつては、表面温度の増加する割合に重量減少は大きくなく、中期にあつてはそれがぐんと大きくなってきます。これは、内部蒸気が表面層に出ることが容易になってきたことを示しています。後期にあつては、それが亦小さくなってきます。表面温度も上らず、重量もさほど減少しません。このことは、この程度の電力での出るべき水分系は、すべて出てしまったことを示します。即ち、漸次平衡状態に移行してゆくようです。こゝで乾燥前後のデータを表にまとめて、大小二個の木彫熊について比較してみます。

表 大・小二頭の木彫熊の乾燥前後における比較

	乾燥前		乾燥時		乾燥後	
	含水量 (推定) (%)	重量 (kg)	時間	消費電力 (動力を 含む) KWH	含水率 (%)	重量 (kg)
小の木彫熊	90	12.1	3.5	24.5	15~20	6.0
大の木彫熊	90	44.3	6.5	59.2	15~20	22.0

この様に、結論として非常に効果があることがわかります。電気量も、現在はKWH当り6円以下ですから、そう目立った値ではありません。従つてこの様な貴重材の乾燥には全く適していることが、この様な結果からも充分うなづけ得るところなのです。只、材料によつて、たとえば、非常に曲型の烈しい長いもののような時には、電流を、即ち、電気エネルギーを材に均一に与える方法が少し複雑になりますが、これは高周波の加熱極板等の取扱いの技術になり、専門家が種々研究して居りますので、それもその方に期待して居ればよいのです。そこで加熱の方法と言いますか、それは先づ乾燥する材の大きさに比例して、電力のかけ具合を調節すればよいのです。初めに小電力をかけて、材の温度上昇した時分を見計らつて大電力をかけ、ついで、終りに又僅かの電力をかけて（これは除いても良いのですが）、よりよく含水状態の平衡を

はかり終ることになります。

この様に、乾燥加熱に三段階をとることは、材の内部の水蒸気をスムーズに外に出すためのもので、特に大きなものになると、内部で破裂することもあるので特に注意しなければなりません。そのほかに表面割れも、即ち一度に局部的に蒸気の出路が集中して、(桐材ですと大きく割れても、乾燥が進むにつれて、又もとに戻つて割れがちになり、見掛上なくなりますが、然しセイン破損は飽く迄残留し、何かの場合に又出て来易くなつて居るわけです) 大きく割れが出て困ることになるので、注意しなければならないのです。又中骨作用(内部が余りにも高熱になつて木材が焦げる)も後半の乾燥時になつてしばしば見受けまますので、このことも大きなものの乾燥には注意しなければならないのです。蒸気の出る具合、重量の減少程度からの判断をして、それらの近くなつた頃に電力を落して乾燥する方法をとらねばならないわけです。今迄の経験からみますと、普通の生材で重量が大凡半分位になつた程度が限度で、この程度の乾燥状態では割れや狂ひも現われないで、而も高周波加熱も割合に難しくない、丁度よいものと思はれます。もつとも乾燥前に、木を柔らかくするために煮沸したとか、又水分の極めて多いものに於ては、別に考慮しなければなりません。大体重量の半分位になつた処で一応加熱を止め、特殊なものについては引続きもう少し漸進的に、かけてゆくのが良いのではないかと思います。

では次に、木材を高周波電気で乾燥したものが、天然乾燥したものより、どうして優れているかと言いますと、現在では次のような理由から解釈されているのです。

一般に、木材が含んでいる水分は、自由水と結合水とに大別して考えられます。自由水とは、細胞の内腔や間隙等の空隙部分にある水で、比較的移動及び蒸発が拘束されない水系です。それに反し結合水の方は、細胞膜中に浸潤している水分で、自由水がなくなると普通取り出せない水系です。従つて天然乾燥に於てはこの自由水を或る限度までは、分離することができますが、結合水を分離することは到底むづかしいのです。と言いますのは、自由水の自由に動き得るエネルギーの単位と結合水のそれとは、後者の方がずっと高いからです。

即ち、この結合水を引張り出すエネルギーは、まことに大きいものなのです。天然乾燥に於ては、先づ太陽エネルギー(空気中の気温及湿度の問題をも含めて)の一部を木材表面に与え、この部分の自由水を先づ動かすのですが、結合水を動かすまでかのエネルギーは

与え得ないのです。然し繰返して与えている中に、表面の一部の結合水をも動かすと同時に、表面から内部に向ってエネルギーを伝達して、内部の自由水を漸次動かしてゆく、これが時間の函数として一つの勾配をつくってゆくかたちなのです。然し乍ら、内部までの結合水をも動かすことは全く不可能で、逆に言えばそれを維持した状態のポテンシャルエネルギーは一つの低い値をもっている事になります。ですから何かの作用で、例へば少し高温で乾いた空気中に置く様なこれ以上のポテンシャル状態にすると、内部の自由水及び結合水の一部が活動し、その結果そこに不安定な状態を起すことになるわけです。これが高周波乾燥になると、状態の変化が丁度天然乾燥の場合と逆になるようなことになるのです。即ち、電気的なエネルギーをそこに与えると、その部分の電氣的に動かされる物質のために、自由水、結合水共に激しく揺すぶられ、この激しい振動によって熱を発生し、自由水も結合水の一部も居れなくなって外に出てしまうのです。安全なポテンシャル状態にならうとするのです。この電気エネルギーが、高ければ高い程それに比例して、あるポテンシャル以下の値をもっている自由水、結合水はすべて出てしまい、残りのポテンシャル状態はまこ

とに高いものとなっているのです。又、まことに都合のよいことには、このポテンシャル状態が内部程高く表面程低い様な勾配で働き続けているのです。従って電気エネルギーを与えるのを中止すると、材全体が安定な状態になるため、即ち内部に比して不安定な表面の水系は内部の方に移行し、全体が一様に安定なものへとなるのであります。この様な考察からして高周波乾燥によって与えられる電気エネルギーは実に大きいもので、普通天然ではこれに近いエネルギーをも与えることは先づなく、又それ以上の処に置くこともないので、欠点も生じないわけなのです。良く長年月放置した木材が、非常に安定性があるのは、長時間に与へられたエネルギーが、僅かずつではあるが蓄積されて、その様な安定なポテンシャル状態になったもので、只、高周波ではそれを時間的に僅かの間に与へたと解釈して差支へないものと思はれます。電氣的エネルギーによって、揺すぶられる激しさの中に生ずる物理、化学的变化というものが、或いはこの安定性のあるものにするのか、と云うことについては、現在までは何等究明されては居りませんが、とにかく安定な状態のものにしてくれることは、実験上からも立証されているのです。

—指導所研究部—

製材用ナラ素材に見られた腐朽とその被害について

寺 江 国 勝
鈴 木 博 司

此の考察は木材利用の第一段階である製材に於てはその集約化を計るために木材の特質就中、瑕疵に対する適切なる把握が最も重要なものであつて、そのためには、従来の基礎的な研究と共に、各々の利用部門に於いて、その対象としている素材の詳細なる検討がなされなければならないと思う。此の点直接製材の木取り試験を担当して居るものとしては、平常痛感させられて居る事である。以上の様な理由から、実際に製材工場に搬入挽立てせられて居る各種素材の欠点について、継続して考察を行つてきたものゝうち、見られた腐朽がその利用価値に大きく影響を与えている点、又その製材資料としてのものが少い点から、特にナラ材の腐朽について加えたものゝ概要について此の機会に発表させて戴くわけであり、従つてその考察の立場は利用者としての必要なものを追求するための

ものであり、扱つた腐朽の範囲も、製品価値に甚だしく支障を来す限度のもの、(日本農林規格或は輸出材規格等を参照し)腐朽経過上から見て、木材腐朽菌の菌糸が木材内部で発育して、相当の年月を過し、肉眼的に色沢、材質に変化を来し腐朽菌による独特の腐朽形態を呈する典型的な状態のものによつた訳である。此の点真の腐朽という見方からすると、初期的なものに於てさえも、利用上強度に大きな変化があり、留意すべき多くの余地は残されて居るであろうが、通常私達が需要面から考えられた状況により、此のように決めたのである。

◎その調査期日は、昭和29年6月より昭和30年12月迄になされたものであり、その供試材は、同期間中に林業指導所製材工場に入工せる、北海道産ナラ材で第1表の如き産地の材876本2・351石を対象とした。

高周波電流による木材乾燥

木彫熊の高周波乾燥

高 見 勇

北海道に来た人がデパートなどの記念品売場でよく眼につくのは、アイヌ民芸品の各種の品々であります。中でも大小さまざまな木彫熊が何といても多く而もよけいに人目に立つようです。立った熊、坐った熊、又鮭を背負った熊等さまざまなのが見られます。なおこの様な木彫熊は成程私達のみた目には何となく、聖なる、野生的な厳肅さをあの黒光りのつやのある全体から感じとれます。茲に、アイヌ芸術の深さと伝統があるのです。彼等は、この伝統を毎日毎日たゆまず実証し、そしてより向上せんとして努力しているようです。現に、実際に仕事場を訪れてみると全く真剣に精力をその芸に集中して彫刃を振っています。このような芸心には只只感服するの外はありません。

而し乍ら、科学技術の進歩は、このような神聖さの中にもヨウシャなく進入します。彼等も亦絶えず期待していることも事実です。折角精魂を尽くして出来上げたこの様な芸術品も、“木材であるがために”木材材質のもつ多くの欠点を抑制して作り上げることは矢張り難しく、乾燥の不十分による“割れ及び狂い”これが現在品質の決定的な要素となっているのです。このことについて、彼等に於いてはすべて経験と感によるもの、即ち伝統によってなされて居ります。現在の木材乾燥の技術からみて、この様な処置は矢張り一考を要します。即ち、もっと合理的な厳密性のある技術によってなすことの出来る、確実味のある方法を考えるべきで、これが前に述べました、乾燥による割れ及び狂いを殆ど抑制し得る手段としての、高周波電流による乾燥なのであります。

一般に、木彫熊の材料は、元来光沢性のある“くるみ”の木が用いられてきましたが、加工上からも、又製品の乾燥による欠点からも、特に大きなものは、現在は殆ど小舞材によって作られているようです。小舞材は非常に繊維が稠密であり材全体が他の樹種よりも、より均一な柔らかさをもっているのです。加工上からの点の彫り易さから、又乾燥後の欠点からしても、それにこの材の豊富なことから、多く用いられる因をなしているのです。殊に6~70貫の実物大の大きなものになると、どうしても小舞以外によい材は見当たらないようで、実際にはこの小舞材を山から伐って来て彫ることになります。所謂生材の水分のある状態で、約八分通りの加工彫りを行いそれを暖かい部屋の屋根裏の棚におき、長いものは四、五年間、少なくとも一冬期間位はおいて天然乾燥するのです。所謂カゲ乾しをするのです。

こうした状態で棚に置くと、はじめに大きく表面割れを起し、乾燥が進むにつれてその割れが小さくなって来るのです。と同時に狂いが、即ち四ツ足で立っているものがガタガタ動いてくるようになり、カタチンパになって来るのです。この様な状態のものの表面に手で触り、或いは加工の前後の重さをみたりして乾燥の出来具合を判断しているのです。このような全く原始的な方法で、殊にシンのあるもの等については乾燥判断の難しいものですが、とにかく、こうして乾燥ができたと思われるものに、後の二分通りの仕上げ加工彫りをするのです。割れは細い挿木によって埋め、表面に染料を数回繰り返して塗り、その染料のもつ水分によって、表面から吸水した水分を乾燥し(矢張り同じ様な屋根裏或いはストーブの廻りに一週間置いて乾燥する)、後にワックスを塗ることによって出来上ることになるわけです。

現在最も多く作られるのは、高さ7~8寸か、1尺2~3寸の、1尺前後のものが殆どであるようです。2尺~3尺の大きなものも、数は少ないが出るようです。この様に多くの木彫熊が毎日作られますが、乾燥の充分なものは、このような天然乾燥では全く見られず、少し暖かい乾燥した処に一月置くと、貴重な芸術品も全く価値がなくなってしまう現状であります。実際に彫っている人に言わせると、『このような非良心的なものを出すのも、他に手段方法がないので致し方ないのですが、でもこの点については、いろいろ工夫努力しているのです』と言っていますが、このような点からみまして、尚更、この高周波乾燥による完全な乾燥が必要となって来るのを特に痛感した次第です。

現在迄、当所で乾燥を取扱った木彫熊は、数十個に及んで居りますが、大きいもので60貫目、小さいもので3貫目(何れも乾燥前の重量)のもので、その中天皇陛下をはじめ、皇族

そのために、特に慎重に乾燥したものもありますが、大きい 60 貫のものでも 2 日間で、小さい 3 貫位のものは僅かに 3 時間位で乾燥できるのです。従来の天然乾燥からみれば、全く比較にならない位に短時間で、而も完全に仕上げ得るのです。未だに高周波乾燥によって乾燥したものには(比較的大きいものであるにもかかわらず)、割れとか狂いの欠点が出たことは一つも聞いて居りません。従って効果は充分あるものと思われ、貴重な芸術品たらしめるのに高周波乾燥が如何に役立つかが、実証出来ると思います。

次に、最近高周波乾燥した木彫熊のそのデータについて述べることとなりますが、木彫熊は写真第 1 図に示しましたように大きいのは 44kg(約 12 貫)、小さいのは 12kg(約 3 貫)(何れも乾燥前の重量)です。

第 1 図 高周波乾燥に用いた木彫熊

材は小舞材で、両木彫熊とも、腹部全体にわたってシンが通って居り、その他の欠点は見られません。含水率は比較的少ない様で、彫ってから大分たっているのも、推定 80~100%のように思われます。只、シンがあるため割合に水分があるようでこの木彫熊に、

第 2 図 高周波加熱器及乾燥方法

(出力 7.5kwh)

写真第 2 図の如き高周波加熱器によって電流を通じるのでありますが、手前にある箱の中に入れて上からフタをし、蒸気の逃げのを防ぎ乍ら(これは表面割れの起ることを防ぐためと、安全性から用いたわけです)乾燥したのであります。実際には、このような箱によって蒸気を防ぐことは余り必要でなく、写真第 3 図のように、両側から銅板によって挟むだけで充分よいのです。

第 2 図 高周波乾燥装置

真上から見ると、写真第 4 図の様になりますが、この様な程度で充分間に合うようです。然し乍ら、余り大きなものになると、内部と外部の温度差が大きくなる。

第 5 図 木彫熊の位置及加熱極板

第 4 図

木彫熊の高周波乾燥による消費電力、重量減少及表面温度の時間的变化(但し消費電力は真空管の水冷用ポンプの動力用電力が入っている)

方及政界、財界の有名人に、又遠くアメリカの日産博覧会に至るまで数多くあります。

与え得ないのです然し繰返して与えている中に、表面の一部の結合水をも動かすと同時に、表面から内部に向かってエネルギーを伝達して、内部の自由水を漸次動かしてゆく、これが時間の函数として一つの勾配をつくってゆくかたちなのです。然し乍ら、内部までの結合水をも動かすことは全く不可能で、逆に言えばそれを維持した状態のポテンシャルエネルギーは一つの低い値をもっている事になります。ですから何かの作用で、例えば少し高温で乾いた空気中に置く様なこれ以上のポテンシャル状態にすると、内部の自由水及び結合水の一部が活動し、その結果そこに不安定な状態を起すことになるわけです。これが高周波乾燥になると、状態の変化が丁度天然乾燥の場合と逆になるようなことになるのです。即ち、電気的なエネルギーをそこに与えると、その部分の電氣的に動かされる物質のために、自由水、結合水共に激しく揺すぶられ、この激しい振動によって熱を発生し、自由水も結合水の一部も居れなくなって外に出てしまうのです。安全なポテンシャル状態になろうとするのです。この電気エネルギーが、高ければ高い程それに比例して、あるポテンシャル以下の値をもっている自由水、結合水はすべて出てしまい、残りのポテンシャル状態はまことに高いものとなっているのです。又、まことに都合のよいことには、このポテンシャル状態が内部程高く表面程低い様な勾配で働き続けているのです。従って電気エネルギーを与えるのを中止すると、材全体が安定な状態になるため、即ち内部に比して不安定な表面の水系は内部の方に移行し、全体が一様に安定なものへとなるのであります。この様な考察からして高周波乾燥によって与えられる電気エネルギーは実に大きいもので、普通天然ではこれに近いエネルギーをも与えることは先ずなく、又それ以上の処に置くこともないので、欠点も生じないわけなのです。良く長年放置した木材が、非常に安定性があるのは、長時間に与えられたエネルギーが、僅かずつではあるが蓄積されて、その様な安定なポテンシャル状態になったもので、只、高周波ではそれを時間的に僅かの間に与えたと解釈して差支えないものと思われれます。電気的エネルギーによって、揺すぶられる激しさの中に生ずる物理、化学的变化というものが、或いはこの安定性のあるものにするのか、と云うことについては現在迄は何等究明されては居りませんが、とにかく安定な状態のものにしてくれることは、実験上からも立証されているのです。

指導所研究部