

ネマガリタケのファイバーボード 原料としての価値

鈴木 弘

ネマガリタケの利用開発が叫ばれたのは既に遠い過去のような気がするが、未だこの問題は未解決のままである。北海道の林業政策上、重要課題として取りあげられては、またいつの間にか忘れ去られてゆく。現在第2期北海道総合開発計画の中で、ネマガリタケの資源としての活用が閣議決定されているが、この機会に果してネマガリタケの利用ということが可能なのか、十分に検討を加え、結論をつけておかなければ、また間もなくやむやのうちに忘れられてゆくだろう。

工業原料としての価値を論ずるにあたって、問題となるのは、資源賦存量と集荷問題および何に利用するかである。

ネマガリタケ資源については、昭和38年から40年にかけて北海道開発庁で実施された最近の資料^{(1),(2)}がある。

伐採集荷法の問題はネマガリタケにとって特に重要な課題であり、過去における工業化の失敗の大きな原因となっている。しかし、この問題はその道の専門家に任せ、ネマガリタケの入手価格が木材と少くとも同じになったならば、果してその利用は可能であろうか考えてみたい。

ネマガリタケの用途としてはパルプ、ファイバーボード、パーティクルボードなどを、一応誰しも考えてみるだろう。未利用資源の利用にあたって、既存の工業の代替資源とならないか、とくに木材資源が不足している折柄、上記のような木材工業に利用できないか考えてみるのは最も安易な途である。しかしながら、自由経済下にあっては単に木材の代用として使いうるというだけではネマガリタケの利用は実現しない。ネマガリタケを利用することによって、これまでの木材原料を使用するよりも何らかのメリットが生れることが必要である。

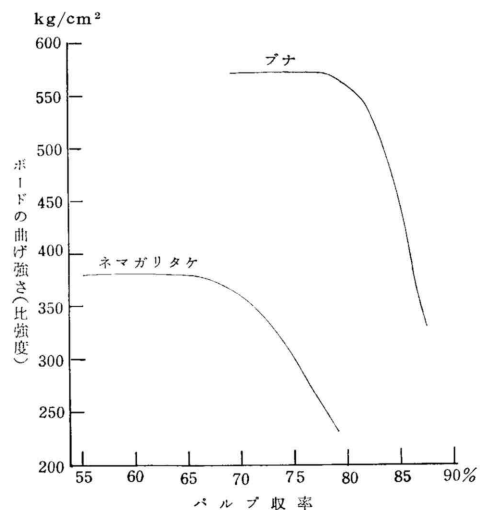
本稿においては、将来ファイバーボードの原料として利用しうる可能性が生ずるか論じてみたい。

アスブルンド法は万能か？

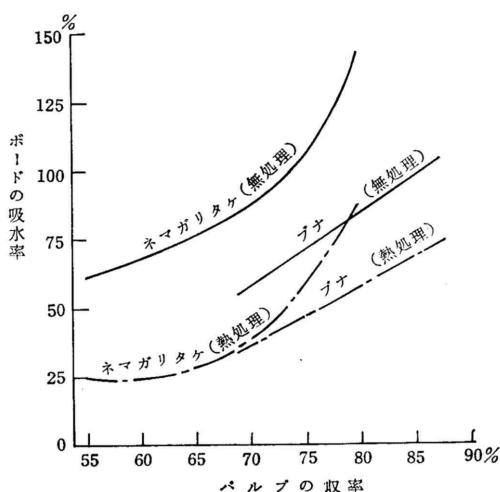
ファイバーボードの製造法として最もポピュラーな方法はアスブルンド法である。この方法はネマガリタケにも適用できるだろうか。また木材を原料とする場合と同程度の価値歩止りを期待することができるかどうか。参考文献からボードの収率や材質を推定し検討を加えてみよう。

ハードボードの曲げ強さおよび吸水率はパルプ収率と相関性があるので、文献(3,6)から相関グラフを画いてみたのが第1~2図である。曲げ強さおよび吸水率はいずれもボード比重1.00のときの値に換算した。なお、このときの蒸煮条件は蒸煮圧力8~14 kg/cm²、蒸煮時間2~20min.の範囲であり、ボードの成型条件は熱盤温度187℃、成型圧力50~5~30 kg/cm²、成型時間3~4~3min.の一定である。

ブナではボードの曲げ強さに対するパルプ収率の影



第1図 パルプ収率とボードの曲げ強さとの相関



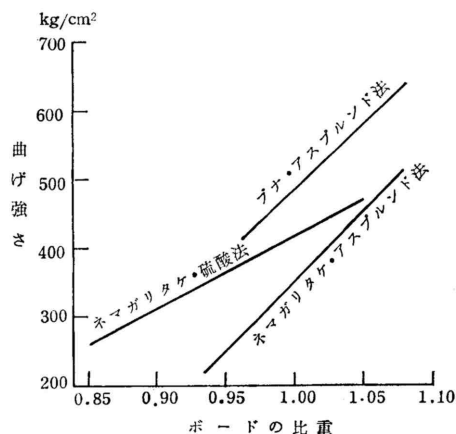
第2図 パルプ収率とボードの吸水率との相関

響が極めて顕著である。パルプ収率が87%から80%に減少するにしたがって曲げ強さは 350 kg/cm^2 から 560 kg/cm^2 まで直線的に増加し、収率77%で最大値 570 kg/cm^2 に到達する。これに対して、ネマガリタケではパルプ収率は比較的低く、かつ強度の上昇率も小さい。すなわち、パルプ収率77%から70%にかけて、曲げ強さは 250 kg/cm^2 から 360 kg/cm^2 までしか向上せず、最大強度も 380 kg/cm^2 にすぎない。

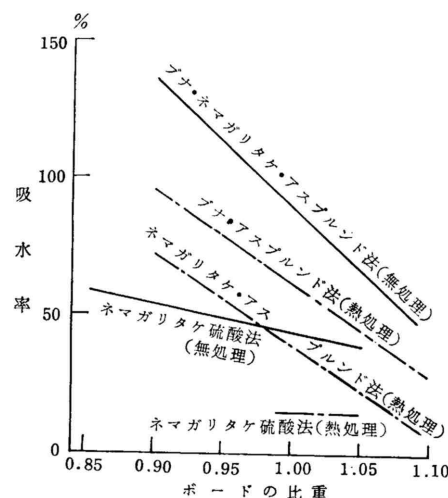
このグラフから S-350の規格に合格するハードボードをアスプルソド法で製造するためには、ブナではパルプ収率約87%の高収率が期待できるが、ネマガリタケでは収率は71%に低下するので、原料チップの原単位は22%増となる。すなわち、収率の点から原料の入手価格が2割以上安くなければ、ネマガリタケの利用は不可能であるということになる。

ボードの吸水率はブナおよびネマガリタケのパルプ収率が夫々87%、71%のとき、無処理のボードでは103%と89%であるが、熱処理を行なえばブナボードの72%に対しネマガリタケボードは41%と著しく低下し、熱処理の効果が極めて大きい特性を示している。

また、ハードボードの材質特性のうち、曲げ強さと吸水率はボードの比重との間に極めて相関性が強いので、文献(3,6)からその相関グラフを求めてみたのが、第3~4図である。



第3図 ボードの比重と曲げ強さの相関性



第4図 ボードの比重と吸水率

比重が同一水準の場合、ネマガリタケボードの曲げ強さはブナボードの約70%にすぎない。しかし、吸水率は、無処理の場合には両者の優劣が認められないが、熱処理による効果はネマガリタケの方がはるかに優ることが知られている。

以上のデータから、ネマガリタケからハードボードの製造を企図するならば、従来のアスプルソド法では若干耐水性の優れたボードをうることはできるが、強度と収率の点に難点があることが判る。

そこで、ネマガリタケの長所を一層助長し、欠点を補う何か従来のアスプルソド法に代る新規なプロセスはないだろうかという問題に当面する。ここで検討の

価値があるのは次に述べる硫酸法であろう。

硫酸法の可能性

パルプ化の方法として硫酸蒸解に着想することは、木材化学の常識からはかなり抵抗を感ずるであろう。しかし、この方法はかつて北海道パルプ工業株が岩内町で小規模に操業した方式である。

ネマガリタケを3%濃度の硫酸により 100 で 3 hr. 蒸煮し、ストーンレファイナーで解繊したパルプで製造したボードの比重と曲げ強さおよび吸水率との相関グラフを前掲第3~4図に併記した⁴⁾。

硫酸法によるボードの曲げ強さは、アスプルンド法のブナとネマガリタケの中間に位し、ネマガリタケボードの欠点の一つである強度の問題が若干改善されている。とくにここで注目すべき点は、ボードの比重が0.93以下になればブナボードに匹敵する強度を示すと推定されることである。

また、ボードの吸水率は熱処理を行わなくてもアスプルンド法による熱処理ボードに匹敵する耐水性を示し、これに熱処理を行なうならば、吸水率15%前後のボードを得ることができる。

このように従来の製造方式にとらわれず、例えば硫酸法のような新規な方式の開発を計るならば、ネマガ

リタケの欠点を補ない長所を一層発揮する方法がなきにしもあらずである。

また、この場合の製品は高比重のハードボードではなく、硫酸法の特徴をいかして、中比重の厚物ボードを製造し、外装材などの用途を計画すべきであろう。

しかしながら、この硫酸法でも低収率の不利はまめかれることができない。パルプ収率はせいぜい 165~70 %位しか期待できないだろう。それは多量のヘミセルローズが加水分解抽出されるためである。したがって、この方法が企業的に成功するのは、ヘミセルローズの回収利用が可能となったときである。

乾式法にも問題

ネマガリタケからファイバーボードを製造する場合、湿式法ではボードの収率が低くなるので木材原料と競合することは甚だ困難である。

そこでボード収率における不利を避けるため乾式法の適用が考えられる。乾式法によれば水溶性物質や微細繊維の流失がないので、原料樹種の如何にかかわらず、殆んど 100%に近いパルプ収率を期待することができる。

しかし、果してネマガリタケに乾式法を適用した場合、木材を原料としたものに遜色のないボードを製造

第1表 乾式法によるハードボード製造試験結果

No.	1	2	3	4	5	6
樹種混合率						
ネマガリタケ %	100	50	0	57	58	0
シナ %	0	50	100	43	42	100
パルプ化条件						
蒸煮力圧 Kg/cm ²	8	8	6	8	6	8
蒸煮時間 min	5	5	5	5	5	5
レジン添加率 %	2	2	2	1.9	1.9	1.8
ワックス添加率 %	0	0	0	1.9	1.8	1.8
解繊電力量 KWH/ton	—	—	—	300	390	410
成型条件						
パルプ水分 %	—	—	—	7.4	7.3	7.7
成型圧力 Kg/cm ²	50-5-10	〃	〃	〃	〃	〃
成型時間 min	0.25-1.75-4	〃	〃	〃	〃	〃
ボード材質						
比重	0.89	0.91	0.92	1.07	1.06	1.06
曲げ強さ Kg/cm ²	293	321	340	520	441	537
吸水率 %	55.5	58.3	52.5	23.3	21.4	19.4
吸水厚膨 %	—	—	—	18.4	18.0	17.9
吸水長膨 %	—	—	—	0.56	0.55	0.22

注：No.1~3 ボード寸法 40×40cm 小規模実験
 No.4~6 ボード寸法 91×182cm 工場実験
 吸水による長さ膨脹率は縦横方向の平均値である。

することができるだろうか。当社における試験結果の一例を第1表に紹介しよう。

この試験成績のみから判断すれば、ネマガリタケからも充分乾式ハードボードを製造することができる。しかしながら、木材を対象とした乾式法の技術をそのまま安易に適用すれば失敗する危険性が大きい。

ネマガリタケから常法によって製造したパルプの形状は針状で剛直であり、木材パルプのように枝条化していないので抱絡性が非常に小さい。そのためパルプマットの強度が木材の約半分しかなく、マットを搬送用鉄板に搭載する工程で破損してしまうので、この工程の改良が必要である。試験工場においてネマガリタケ100%の場合の実験が行なえなかったのはこのためである。パルプマットの強度を増すため、やむをえずシナチップを約40%混煮して試験を行なった。

また、空気流中におけるパルプの挙動が、その形状や比重の違いから、木材パルプとかなり相異してくるので、抄造技術の改善も必要となる。そのほか、ネマガリタケの表皮部が粗大片となって混入したり、柔細胞部から多量の微細繊維を生ずるので、製品ボードの表面外観を著しく損ない、シナチップとの混煮においても商品価値のあるボードの試作は極めて困難である。乾式法でネマガリタケを充分使いこなすためには、なお多くの技術改良と経験を必要とするであろう。

フルフラールの副産は

湿式法における問題点はヘミセルロースの回収利用であることを先に述べたが、このためフルフラールを副産する研究などが行なわれている。

ネマガリタケの化学組成は第2表に示した通り、広葉樹材に較べて灰分と抽出物が非常に多いことが特徴であり、ヘミセルロースも若干多い傾向にある。この

ヘミセルロースの大部分はキシロースその他のペントース類によって構成されているので、ヘミセルロースの利用としては当然フルフラールあるいは結晶キシロースの製造が考えられる。

フルフラールは既に古くから石油あるいは油脂類の精製溶剤あるいはナイロンとか合成樹脂の原料としての需要がある。市販品の多くはトウモロコシ穂軸やバガス、綿実殻など農産廃物から製造されており、わが国では溶解パルプの副産物として木材からも製造され、キシロースからの生成反応機構やその需要見通しについてもかなり詳細に知ることができる。

しかし、結晶キシロースは最近ノンカロリー・シュガーとして糖尿病患者や美容食など甘味剤としての評価が高く、また有機合成原料としての需要も想定されるが、未だ市場に出廻ったことがないので、その価値は判然とせず、製造技術も未知数な点が多い。

したがって、ヘミセルロースの利用法としてはフルフラールの製造を計画してみるのが捷徑である。ハードボードの市場価格を屯当り35,000円、フルフラールがその4倍の約140,000円と仮定すれば、ネマガリタケからのボード収率は木材からよりも約16%は低くなるから、原料に対して4%以上の収率でフルフラールを収得することができてはじめて、製品価値歩止りは同等になる。

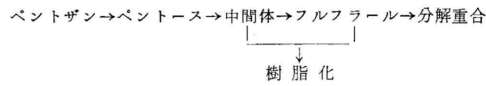
現在、フルフラールの工業的収率は原料中のペントサン量をPとすれば $P/3$ が常識とされているので、ネマガリタケを原料にすれば、7%以上の収率でフルフラールが製造できるはずである。しかしながら、これはフルフラールの製造を主目的としたときの収率であり、このときの残渣繊維は損傷が甚だしく、最早ファイバーボードの原料として利用することは不可能である。残渣繊維をファイバーボードの原料として利用するためには、フルフラールの収率を犠牲にして繊維の

損傷を防止するか、新しい方式を開発しなければならない。

植物質中のヘミセルロースの大部分はペントザンであり、下記の段階を経てフルフラールが生成され、さらに分解重合を起してゆく。

第2表 ネマガリタケと広葉樹材の平均化学組成

樹種	成分					
	灰分 %	アルベニ抽出物 %	温抽出物 %	水抽出物 %	ヘミセルロース %	セルロース %
ネマガリタケの平均組成	2	5	9	23	40	21
道産広葉樹材の平均組成	0.5	1.5	3	22	53	20



ペントザンからペントースを生成する加水分解反応の速度は、ペントースがフルフラールへ転化する反応速度より数倍ないし10数倍速い。したがって、比較的緩和な反応条件を選択すれば、殆んど繊維を損傷することなく大部分のヘミセルロースを加水分解抽出することができる。このとき生成されたペントースは未だ殆んどフルフラールへ転化していない。そこで加水分解抽出したペントースを一旦分離し、次いで苛酷な反応条件下でフルフラールに転化する。

このようにペントザンからフルフラールへの生成反応を前段と後段に分けて行なう方法を二段法と呼ぶ。これに対して、比較的苛酷な条件下でペントザンからフルフラールまでの生成反応を完結させ、フルフラールを分離回収する方法を一段法と称している。

フルフラールの製造のみを目的とする場合には、専ら一段法が工業的に採用され、硫酸などの鉬酸触媒のほか無機塩類を添加することがある。この方法では反応器が一つですみ、比較的高濃度のフルフラール液をうることができるので経済的であるが、繊維の損傷を防ぐことができない。

したがって、残渣繊維の利用を計るときには二段法が有利となるが、先ず相当高濃度のペントース液を分離して、これからフルフラールを製造しなければ熱消費量が増大し工業的に採算をとることが困難になる。しかし、高濃度のペントース液をえようとすれば、抽出残渣繊維に附着する液の濃度も高くなるので、ペントース損失量は増加する。さらにペントースからフルフラールへ転化するときの中間体の濃度が高くなるため、樹脂化の副反応が促進されるなど、フルフラールの収率を低下させる種々な因子が加わるので、工業的に成功している例がない。

そこで、この場合考えられるのは二段法の変法ともいべき次の方法の検討である。

ペントザンをペントースに加水分解する緩和な条件で原料チップを処理し、分離したペントース液で次ぎ次ぎ繰返し新しいチップを蒸煮する方法である。この条件では繊維が過度の加水分解をうけることがないので、残渣繊維は充分ファイバーボードの原料として利用可能である。また、抽出されたペントース液は繰返

し蒸煮液として使用されているうちに、ペントースからフルフラールへゆっくり転化反応を継続してゆくのので、生成されたフルフラールは反応器から蒸気とともに分離してゆく。

この方法は先に述べた日本パルプ工業株が溶解パルプ製造の前処理工程として工業化し、フルフラールを副産しているものである。ここでは鉬酸触媒を使用せず、木材から副生される有機酸のみを触媒としているので、反応圧力は8~10kg/cm²の比較的高圧蒸煮となっているようである^{16,17)}。しかしながら、この加圧下ではフルフラールの気化が抑制され、気相中のフルフラール濃度は常圧の場合の1/2以下になる。したがって、硫酸などの鉬酸を触媒として用い、できるだけ低圧で反応を行なった方が有利のように推定される。また、有機酸よりも硫酸の方がヘミセルロースを選択的に加水分解し、ある範囲の条件下ではセルロースに対する分解作用が小さいのでより有利になるように思われ^{7,13)}、現在現場では硫酸触媒を用いる方法について試験中である。

結晶キシロースの副産

結晶キシロースは未だ殆んど市場に出廻ったことがないので、まぼろしの商品である。しかし、その価格はキログラム 3,000円ともいわれ、フルフラールよりも非常に高価に取引されることは間違いないだろう。したがって、将来ネマガリタケからの製品の附加価値を高めるために重要な役割を果すものとなる。

結晶キシロースはペントース液を精製し濃縮、結晶化すればよいわけであるが、ネマガリタケは木材よりも灰分や抽出成分の量が非常に多い。そのためネマガリタケからえられるペントース液には多量の不純物を含むことが予想され、木材を原料とするよりも精製工程が複雑にならざるをえないだろう。このようにネマガリタケは結晶キシロースの原料として有利な立場にはないので、この技術確立にはかなりの困難を伴うであろう。

むすび

以上述べてきたように、ネマガリタケをファイバーボードの原料として利用するためには、従来のアスブルンド法は不適當である。

ネマガリタケからファイバーボードの製造が、メリ

ットを生ずるようになる一つの可能性は、硫酸法による中比重のファイバーボードを製造しながら、原料チップに対して収率4%以上でフルフラールを副産することに成功したときである。また結晶キシロースの副産に成功すれば、一層附加価値の向上が期待される。現在当場ではこのような構想に基づいて必要な技術開発を実施中であり、結論は試験結果をまたなければならぬ。

参考文献

1. 北海道開発局：林産資源開発調査資料
ネマガリ竹資源開発について，（'65 - 3）
ネマガリ竹資源利用工業の見通し，（'66 - 1）
2. 北海道開発局：林産資源開発計画調査報告，（'66 - 3）
3. 新納 守ら：ネマガリタケを原料としたハードボード製造試験，北林指月報 No.99，（'60）
4. 新納 守ら：ネマガリタケを原料としたハードボード製造試験(2)，同上，No.102，（'60）
5. 池田修三ら：ネマガリタケを原料としたハードボード製造中間工業試験，同上，No.129，（'62）
6. 新納 守ら：ブナとネマガリタケを原料としたハードボード製造試験，同上，No.142（'63）
7. 荒木邦夫ら：根曲竹ペントサンの希硫酸中での加水分解，工化誌，62，10，1602（'59）
8. 田畑恒夫ら：根曲竹ペントサンの酢酸および塩化カルシウム添加溶液中での加水分解，同上，64，6，1103（'61）
9. 田畑恒夫ら：根曲竹ペントサンの酢酸中における加水分解におよぼす無機塩類添加の影響，同上，65，2，295（'62）
10. 末広吉生ら：酸性ペントース液からフルフラールの製造法道工試報告，昭和36第1巻，1
11. 荒木邦夫：硫酸溶液中におけるフルフラール分解速度，同上，5
12. 田畑恒夫ら：希硫酸中における根曲竹成分の溶出，同上，15
13. 田畑恒夫：根曲竹セルロースの希硫酸中における崩解，同上，19
14. 田畑恒夫ら：根曲竹セルロースの酢酸および塩化カルシウム添加酢酸液中での崩壊，同上，22（'61）
15. 田畑恒夫ら：根曲竹を原料とする高濃度ペントース液および硬質繊維板の製造研究，道工試報告，No.163（'61 - 3）
16. 石垣 昭ら：前加水分解硫酸塩蒸解による広葉樹溶解パルプとフルフラール製造の基礎的研究，工化誌．67，4，509（'64）
17. 石垣 昭ら：前加水分解硫酸塩蒸解による広葉樹溶解パルプとフルフラール製造の中間工業化試験，同上，67，4，514（'64）

- 林産試 試験部長 -