野積み中におけるチップの劣化防止

第3報 酸素しゃ断による劣化防止

京都大学木材研究所 西本孝一

東海パルプ株式会社 秋野精也, 筒井 功, 淀村勝哉, 津田正文

Prevention of Wood Deterioration During Outside Chip Storage

III Prevention of Wood Deterioration by O₂ Cut.

Koichi Nishimoto

Wood Research Institute, Kyoto University

Seiya Akino, Isao Tsutsui, Katsuya Yodomura and Masahumi Tsuda

Research and Development Department, Tokai Pulp Co., Ltd.

1. はじめに

前報¹⁾において、チップパイルは、酸素不在下では、全く温度が上昇しないことが確認された。

われわれは、上記のことを実際の野積みで再現することを試みた。すなわち、第2報で実験に供したチップを用いて、東海パルプのO.C.S.に約3カ月間野積みし

① チップ劣化に対しての炭酸ガスの影響(酸素しゃ断)

② ニュージーランドパイン(N.Z.P.)の劣化率

③ 小パイルによるシュミレーション

④ 薬品による劣化防止

に関しての基礎的な知見を得ることを目的とし、約500 t(B.D.相当)のパイル2個を構築し、一方をビニールシートで覆い、他方をブランクとした。同様に約10 tのパイル3個を構築して実験を行なった。

2. 実験方法

2.1 野積み期間

48.6.28~48.9.17

2.2 供試チップおよび測定用サンプル

前述のごとく、N.Z.P.を用い、パーク及び節を除き、30分以上攪拌し縮分後500~600 g(B.D.相当)を袋詰めし、重量減少率測定用サンプルとした。なお、サンプルは従来の実験で使用しているビニロン製網袋

(網目3 mm)を使用した。また、その一部を、105℃の熱風循環式乾燥機で絶乾にして水分率を測定、それより、袋中のB.D.重量を計算により求めた。今回は比重法をも併用するため、スクリーコンベア式のサンプリング装置で実験使用全チップからサンプリングし、比重測定に供した。

なお、パイルは、入荷チップをそのままブルドーザーを用いて構築した。

2.3 チップパイル(500 tパイル)

チップパイルは2パイルとし、1パイルあたり500~600 t B.D.をブルドーザーにより、図1のように構築した。両パイルの完成写真を図2及び3に示す。

2パイルのうち一つは、約1 tのドライアイスを埋め込み炭酸ガス発生源とした。ドライアイスは、20~30 kgを一塊として、適当に間隔をあけて埋め込んだ。

また、炭酸ガス濃度を維持するためのテストとして、7月18日~7月20日の間、炭酸ガスをパイル内に吹き込んだ。

なお、パイル完成後、パフシート(5×10 m)で覆い、張り合せ部分を粘着布テープで目張りし、その後ゴム引き布シートで同様に覆いをかけた。その写真を図4に示す。

残りのもう一つのパイルは、通常の野積みと同様に構築して比較用のものとした。

2.4 重量減少率測定用サンプル埋め込み

前述の袋詰めサンプルを、図5に示す地点に各点2

図1 チップパイルの模式図（シーulpパイルおよびblankパイルとも同様）

図2 blankパイルの側面写真

図3 シールパイルの側面写真

図4 パイルのシーリング

bottom layer

middle layer

top layer

図5 サンプル埋め込み位置の模式図

個を一組として埋め込んだ。

2.5 パイルの温度測定

サーミスター温度計をもちいて、両パイルとも、図5に示す2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26の各点について、最初の1カ月間は、ほぼ毎日、それ以後は、10日に1回、午前9時前後に測定。

2.6 ガス分析

前報のチップ船のガス分析に使用したものと同様の、スチールコイル入りビニールパイプを、両パイルとも図5の1~27の各点に埋め込み、温度測定と同時に、オルザットガス分析装置を用いて、ガス分析を行なった。

2.7 重量減少率測定

前述の袋詰めサンプルを、105℃ 熱風循環式乾燥機で恒量にし、減少率、水分率を算出。また、比重測定は、野積み実験終了時にパイル各部より、パイルを代表するようにランダムにサンプリングし、Tappi スタンダード T18m-53 の第2方法にて測定。

2.8 小パイルによるシュミレーション

2.8.1 チップパイル

前述の500~600 t のパイルとは別に、10 t 程度のパイルを3パイル構築し、パイルの大小による劣化率の差及び薬品の効果についての検討を加えた。パイルの模式図を図6に、6'にはその写真を示す。

パイルの処理条件は、下記の通りである。

- ① 薬品+炭酸ガス（ドライアイス）+シート
- ② シート
- ③ ブランク

なお、サンプル埋め込み点について、温度測定、ガス分析を行なった。重量減少率は、図6に示す各点に、2個を一組として埋め込んだサンプルから算出した。サンプルの作製は、大きいパイルのものと同時に作り、その一部を使用した。

2.8.2 薬品処理

片山化学工業株式会社提供ミラクルローレル CE-5 を、対チップ当り0.1%の濃度になるよう散布。

2.9 パルプ収率, 同品質

大小のパイル共、野積み後の実験使用チップについて新たにサンプリングし、1週間風乾後 B.D. 相当1,000 g を、固定垂直式10 l オートクレープで試験蒸解した。

蒸解条件

有効アルカリ添加率	16.5% (野積み後のチップ重量に対して)
硫化度	25.0%
液比	5:1

図6 小パイルの模式図

図6' 小パイル

昇温	80℃ より 90 分
最高温度	167℃ (健全材のみ 170℃)
保持	60分

蒸解後のサンプルは、20 l ダイノパルパーで10分間解繊後、熱水洗浄し、8カットゴザムスクリーン処理を行なった。ノットは、ふたたびダイノパルパー2分間、ゴザムスクリーン5分間の処理を行ない、スクリーン不通過をノットとした。

また、品質試験のため、ステンレス製 P.F.I. ミルにより叩解し、抄紙試験に供した。

叩解条件

チャージ量	30 g
濃度	10%

荷重 1.8 kg/cm
 回転数 ロール 1,430 r.p.m.
 ミルハウス 700 r.p.m.,

抄紙条件

JIS に準ずる。

2.10 木材分析

蒸解に使用した残りのサンプルにより、JIS に従って木材分析を行なった。

項目	JIS
灰分	P-8003
冷水可溶分	P-8004
熱水可溶分	P-8005
1% NaOH 可溶分	P-8006
リグニン分	P-8008
アルコール	P-8010
ベンゼン可溶分	P-8010
ホロセルロース分	P-8012

3. 結 果

3.1 野積み中の温度測定、ガス分析

野積み中の温度変化、及びガス組成変化を図7～9に示す。ただし、温度測定は、前述したごとく、2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26 の各点につき行ない、また、ガス分析は、当初全埋め込み点につき行なったが、

結果の表示は、5, 14, 23 の各層中央点にのみとどめる。これは、各層の中心部の測定結果で、十分各層の結果が代表でき、また中心部の方が、外的要因による変動が少ないと考えたためである。これとは別に、小パイルのガス分析結果を図10～12に示す。

3.2 サンプル掘り出し時における観察

ブランクパイルは、今までの野積みにもみられたように、表面から4～5mの内部まで水分が全面的に浸透しており、そこより一部、内部に水の通り道となるように深く水が浸入しているのが観察された。この状態を模式的に図13に示す。また、表面の水分の多いところには、白色の菌が、また比較的乾いている深部には、黒色の菌が認められた。

シートで覆ったパイルは、水の通り道がなく、図13に模式図的に示すように、水分に富んだところは少なかった。そして、パイルの裾の部分は、乾燥した色をしていた。菌の状態は、ブランクとほぼ同一の傾向が認められた。

3.3 チップ重量減少率、水分率

パイル内各点に埋め込んだサンプルについて測定した結果を表1に示す。また、表2には比重法による減少率を示し、表3には小パイルにおける3カ月野積み後の結果を掲げる。

図7 サンプル埋め込み位置⑥における温度及びガス濃度の経日変化

図 8 サンプル埋め込み位置⑭における温度及びガス濃度の経日変化

図 9 サンプル埋め込み位置⑬における温度及びガス濃度の経日変化

図 10 小パイルにおけるガス組成の経日変化 (ブランクパイル)

図 11 小パイルにおけるガス組成の経日変化 (シールおよび薬剤処理パイル)

図 12 小パイルにおけるガス組成の経日変化 (シールパイル)

図 13 野積後のチップパイルの断面の模式図

表 1-1 3 カ月野積み後の重量減少率, 水分率

位 置 No.	重量減少率 (%)	**** 水分率 (%)	位 置 No.	重量減少率 (%)	**** 水分率 (%)	位 置 No.	重量減少率 (%)	**** 水分率 (%)
* S - 1	1.8	46.4	10	1.6	44.2	19	2.4	44.4
2	1.6	47.4	11	1.8	43.9	20	2.2	44.3
3	2.0	45.8	12	1.8	43.2	21	1.4	44.5
4	2.2	46.6	13	1.9	44.9	22	0.6	52.6
5	2.5	47.0	14	1.2	44.8	23	0.8	41.9
6	2.1	45.0	15	(3.8) **	45.4	24	2.8	43.3
7	3.0	46.4	16	1.4	47.2	25	0.2	48.3
8	1.5	44.8	17	1.6	44.2	26	1.8	42.7
9	1.3	44.9	18	1.6	45.0	27	1.3	—
*** B - 1	4.7	46.6	10	2.7	63.8	19	0.0	64.9
2	3.4	45.4	11	2.6	44.8	20	+0.4	44.1
3	3.8	46.1	12	2.4	44.2	21	+0.6	65.1
4	3.0	46.4	13	2.9	43.0	22	1.4	53.4
5	3.6	47.2	14	4.2	43.4	23	0.8	41.0
6	3.0	46.4	15	3.6	42.5	24	0.6	65.6
7	4.0	46.8	16	3.1	67.4	25	0.2	64.3
8	4.0	46.6	17	3.0	64.6	26	1.0	65.0
9	2.2	44.2	18	2.2	58.4	27	+0.7	64.3

* シールパイル

** 150°C, 24 時間乾燥

*** ブランクパイル

**** 野積み前の水分率=48.6%

表 1-2 各部における重量減少率、水分率の平均値

	シールパイル		ブランクパイル	
	重量減少率 (%)	水分率 (%)	重量減少率 (%)	水分率 (%)
全平均	1.7	42.3	2.3	49.7
下 部	1.9	43.0	3.5	43.3
中 部	1.7	41.5	2.9	49.6
上 部	1.4	42.5	0.2	56.1

表 2 3 カ月野積後の容積重減少率

サンプル	野 積 前	シ ー ル パ イ ル	ブ ラ ン ク パ イ ル
1	0.534	0.529	0.514
2	0.529	0.528	0.509
3	0.534	0.526	0.504
4	0.544	0.511	0.501
5	0.525	—	—
6	0.534	—	—
平均	0.534	0.524	0.507
容積重 減少率(%)	—	1.9	5.1

3.4 パルプ収率、同品質及び木材分析

これらの結果を総括して表 4 及び 5 に示す。

4. 考 察

4.1 パイルにおける炭酸ガス発生、酸素しゃ断

一方のパイルを炭酸ガスリッチにするため、ドライアイスの埋め込み、炭酸ガスの吹き込み、及び外気のしゃ断などの方法を構じたが、ドライアイス埋め込み量が少なかったことと共に、外気とのしゃ断方法が不完全だったことにより、その効果は期待した程度ではなかった。すなわち、ドライアイスに起因する両パイル間の炭酸ガス濃度の差は、パイル完成時においては認められなかった。

パイル完成時に両パイルとも、炭酸ガス濃度が高くなったのは、チップの呼吸による炭酸ガスの発生に起因するものと思われる。この炭酸ガスは、温度の上昇に伴う煙突現象により、すみやかにパイル外に排出されることが、ブランクパイルのガス分析により確認された。

表 3 小パイルにおける 3 カ月野積み後の重量減少率、水分率

パイル No.	位置	重量減少率 (%)	水分率 (%)	野 積 中 の 水分率変化 (%)
1**	下部 1	2.0	40.3	-10.8
	2	1.5	36.1	-15.0
	上部 1	4.0	65.0	+13.9
	2	3.1	63.8	+12.7
	平均	2.7	—	—
2***	下部 1	+0.7	49.2	- 1.9
	2	+1.7	49.9	- 1.2
	上部 1	—	—	—
	2	+1.2	61.6	+10.5
	平均	+1.2	—	—
3****	下部 1	0.4	34.9	-16.2
	2	0.6	35.7	-15.4
	上部 1	1.7	34.9	-16.2
	2	0.7	36.2	-14.9
	平均	0.9	—	—

* (—)は健全材の含水率より減少したことを示す。

** ブランクパイル

*** 薬剤処理、ドライアイソ埋め込み、シールパイル

**** シールパイル

また、炭酸ガス保持に対するシートの効果に関しては、実験前は非常に安易に考えていたが、予期した以上に困難であり、二重にシートをかけても、2～3日で1回、パイル内の空気が交換される。そのため、前報¹⁾のチップ船のハッチと同じ効果を期待するには、サイロのような構造を考えるか、容易にシート化しうる発泡剤を考慮する必要がある。

4.2 重量減少率と水分

表 2 に示した各層の平均値だけで判断すると、水分率が高い方が劣化が少ないと結論されるが、個々のデータを検討してみると、水分率と劣化には、重大な相関は認められない。そして、従来から指摘されている、高水分率＝高劣化率の結論は、本実験においても認められない。この原因としては、水分率が60%（含水率150%）と非常に高く、菌の生育に最も適した水分率25%～40%（含水率30%～70%）を、大きく上回っていることが指摘される。

下層、中層の大部分の水分率は、菌の生育にとって

表 4 3 カ月間野積みされたチップより得られたパルプの収率および同品質

サンプル	パ ル プ				パルプ品質 *						
	ロー エ 価	全収率 (%)	精選収率 (%)	ノット率 (%)	比破 裂度	裂断率 (Km)	伸び (%)	比引裂	緊度	リングク ラッシュ 比圧縮度	フライト ス ネ (%)
野 積 前	7.9	49.8	48.6	1.2	7.37	7.81	4.4	149	0.78	21.2	15.4
シ ー ル パ イ ル	7.9	48.2	47.5	0.7	7.17	7.81	5.1	137	0.76	19.5	16.8
ブランク パ イ ル	7.9	48.7	47.7	1.0	6.62	7.54	4.9	144	0.76	16.6	16.0
小パイル1	7.7	48.2	47.6	0.6	6.83	7.25	5.3	143	0.75	17.3	16.8
2	8.0	48.6	47.6	1.0	6.85	7.36	5.4	138	0.75	21.6	16.6
3	7.3	47.8	47.1	0.7	6.94	7.36	5.1	137	0.76	19.5	16.8

C.S.F. 400ml換算値

* C. S. F. 400 ml 換算値

表 5 3 カ月野積み後チップの木材分析結果

分析項目および分析法 サンプル	灰 分 % P-8003	冷水抽出分 % P-8004	熱水抽出分 % P-8005	1%NaOH 抽出分% P-8006	クラ・ソニリ グニン分% P-8008	アル・ベン 抽出分 % P-8010	ホロセルロ ース分 % P-8012
ブランクパイル	0.22	2.5	3.2	15.6	28.0	2.6	55.0
シールパイル	0.33	2.0	3.7	16.7	27.9	2.6	54.8
小パイル1*	0.24	1.8	2.3	17.0	28.3	2.6	54.8
2**	0.22	1.3	1.9	16.4	27.8	3.5	54.0
3***	0.33	1.5	2.1	15.3	28.1	3.4	55.7
野 積 み 前	0.24	—	2.6	14.2	27.5	2.3	57.0

* ブランクパイル

** 薬剤処理, ドライアイス埋め込み, シールパイル

*** シールパイル

の最適値に近く、このことが、上層部が意外に劣化の少なかった原因であると思われる。

4.3 重量減少率と温度

本実験パイルでは、野積み直後より、1日 1~2℃の割合で温度が上昇し、パイル中心部では 60℃ 前後まで達した。このエネルギーの放出が、どのような機構によるかは後述することとして、このエネルギー量をシートをかけたパイルで概算してみると、

(1) チップパイルの温度を 1℃ 上昇させるに必要なエネルギー

その概算を表 6 に示す。ただし、チップパイルのチップ重量を B. D. 500 t, 空気量は、かさ比重を 0.25 として計算した。

(2) チップパイルよりの熱の発散

輻射による熱の放射は考えず、空気の回転による熱の発散を考える。シートで覆ったパイルでは、少なく

とも 3 日で 1 回の空気の交換があることが、ガス分析の結果から認められる。そこで、3 日に 1 回の割合で新しい空気が、その時期の気温の状態でチップパイル内に入り、60℃ 前後まで暖められて頂部より発散し

表 6 チップパイルの温度を 1℃ 上昇させるに必要な熱量

	比 熱 (cal/gr.deg)	重 量 (gr)	熱 量 (cal)
チップ	0.33	5.00×10^8	1.65×10^8
水	1.00	5.40×10^8	5.40×10^8
空 気	0.25	1.95×10^6	0.05×10^7
合 計			7.05×10^8

ていくと考えると、表6より

$$0.05 \times 10^7 \text{ cal/}^\circ\text{C} \times 20^\circ\text{C} \times 30 = 3.00 \times 10^8 \text{ cal}$$

ただし、気温とチップパイルの温度差を 20°C とし、野積み期間中に、30回の空気の交換があったと仮定する。

(3) 水の蒸発熱

シートで覆ったパイルでは、表1に示したように、平均で約6%の水分が減少している。よって蒸発量は、

$$5.40 \times 10^8 \times 0.06 = 3.24 \times 10^8 \text{ (gr)}$$

雨水の浸入による水分の増加がないと仮定すると、蒸発のために必要な熱量は、水の蒸発熱を 540 cal とし、

$$540 \text{ cal/gr} \times 3.24 \times 10^8 \text{ gr} = 1.74 \times 10^8 \text{ cal}$$

(4) 太陽よりの輻射熱

表面だけで内部に対しては無視する。

以上の概算により、1カ月でチップパイルの温度が 20°C 上昇し、それが2カ月間持続したとすると、

$$7.05 \times 10^8 \text{ cal/}^\circ\text{C} \times 20^\circ\text{C} + 3.00 \times 10^8 \text{ cal} \\ + 1.74 \times 10^8 \text{ cal} = 1.61 \times 10^8 \text{ Kcal と なる。}$$

このような多量のエネルギーの発生源としては、菌による発熱によることも一つの因子ではあるが、むしろ柔細胞の呼吸、及び自動酸化がその主体をなすと考えるのが妥当だと思われる。呼吸及び自動酸化の発生物質としては、種々考えられるが、明確に定量的に述べることはできない。そのため、このエネルギー量と重量減少率を直接に結びつけることは困難であるが、一つの試みとして、このエネルギー量を D-グルコースが完全に燃焼したときの重量に換算してみると、

D-グルコースの発熱量 674 Kcal/mol 、分子量 364

$$1.61 \times 10^8 \text{ Kcal} \div 674 \text{ Kcal/mol} = 2.33 \times 10^4 \text{ mol}$$

$$\therefore 2.33 \times 10^4 \times 364 = 8.58 \times 10^6 \text{ gr.}$$

となり、これはパイルの絶乾重量の1.7%にあたる。

4.4 重量減少率と炭酸ガス

シートとブランクの両パイル間の重量減少率を比較すると、全点54個の平均値の差は0.6%、またチップの絶対量の少ない上、外気の影響を受け易く、温度変化の大きいパイル上部の値を除いて比較すると、その差は、1.4%と大きなものになる。

これは、小パイル間においても、同様の傾向を示している。

このシートの効果は、炭酸ガスの効果に帰結されうる。すなわち、図7～9に示したように、ブランクとシートパイルで炭酸ガス濃度にかなりの差が認められた下層においては、重量減少率の平均値が、シート1.9%、ブランク3.5%となり、その差は、1.6%と大

きくなっている。このことは、3カ月程度の野積みでは、炭酸ガス濃度が5%程度でも、かなりの劣化防止が可能であることを示している。

4.5 重量法と比重法の比較

本実験においては、劣化率の測定のために、従来の重量法と比重法との2方法で行ない、その結果を比較検討することとしたが、比重法では、ブランクパイルの劣化率が重量法に比較して、非常に大きな値となっている。この原因については、一応サンプリングの片寄りが考えられるが、比較個数が少なく、確かなことは言えない。

チップパイル全体の劣化率を算出する実験においては、今回の袋詰めによる重量法には、疑問の余地もあり、比重法による劣化率測定がそれに適していると考えられるが、測定精度、サンプリング精度、及び時間などを考慮に入れると、今後の実験においても重量法が主であり、比重法は従であると思われる。

しかしながら、パイル全体を十分に縮分できうるならば、比重法が適当であろう。以後の実験においても両方を併用するのが望ましい。

4.6 小パイルとの比較

これは、従来から指摘されている通り、小パイルの方が、劣化が少ないという結論がそのままではあまりそうである。しかしながら、小パイルのサンプル数が少ないために、そのような傾向があるとの結論にとどめておく。

4.7 薬品の効果

表3に示す結果に見られるように、薬品の効果があり、劣化はほとんどなかったと考えてよい。これはチップが比較的新しく、菌が木材内部に十分侵入していなかったことがその補助的要因と考えられ、さらに内地産広葉樹などによる追試を必要とする。

4.8 パルプ収率及び同品質

結果は表4に掲げる。健全材と比較してみると、各パイルとも全収率、精選収率が低下している。パルプ品質に関しては、3カ月程度の野積みでは、各パイル間の差は認められないが、健全材と比較すると若干の強度低下が認められる。また、劣化後の蒸解サンプル重量に対する精選収率も各パイル間で認むべき差はなかった。

4.9 木材分析

結果は表5に示すが、これらの値は健全材を除き、劣化後の重量を基準としたものである。

これらの値のうち、注目すべき点としては、1% NaOH 抽出分の増加、ホロセルロース分の減少が指摘できる。これらのことは、従来より、劣化の結果と

して指摘されているところのことである。

1% NaOH 抽出分の増加は、ヘミセルロースの分解によるものと思われ、これは、ホロセルロース分の減少と対応している。

約3カ月の野積みで、ホロセルロースは野積み後の重量を基準として2~3%（野積み前の重量基準、すなわち、劣化率を考慮に入れると3~4%）減少しているが、これは前述のように、比較的低分子のヘミセルロースが主体であり、表4の全収率の項に示すように、ほぼその半分程度が蒸解時の収率低下に寄与するものと結論される。

Klason リグニンの若干の増加は、野積みによる重量減少によるものであり、野積み中には、リグニン量の変化はほとんどなかったと思われる。

5. 結 論

5.1 劣化に対する温度、ガス組成

炭酸ガスによる劣化防止は可能であり、その場合、炭酸ガス濃度が5%以上あれば劣化防止に効果がある。しかし、完全に劣化を防止するには、どの程度の炭酸ガス濃度が必要であるかは、以後の実験に待つべきである。

また、チップパイルにおける発熱量が莫大であることから、この発生源を菌の生育、呼吸に求めることは、その菌体の数があまりに少ないため困難であり、この主因は、放射線細胞の呼吸によると考える。

5.2 ニュージーランドパインの劣化率

N.Z.P. は、約3カ月で野積みによる劣化は、3~4%に達する。

5.3 劣化と水分率

水分率が65%を越えると劣化が少ない。

5.4 薬品の効果

薬剤の効果は認められたが、実際の使用には、まだいくつかの問題点がある。

5.5 大小パイルの比較

小パイルは大小パイルにくらべ、温度が15~20℃低く、劣化も少ない。それゆえに、完全なシュミレーションは期待できないが、傾向などを知るには十分である。

ただし、最終的な結論を得るためには、実際の野積み規模の実験が必要である。

5.6 パルプ品質、同収率

3カ月間程度の野積みでは著変はない。

6. おわりに

チップ劣化の問題は、昨今のチップ不足にともなう備蓄の減少から、従来ほど問題化するには至っていない。また将来とも、この状態が続いていくことが予想されており、2~3年前のような重大な問題となるとは思われない。

しかしながら、万一の事態に備えるため、10日~2週間程度の備蓄はかならず必要であり、それを野積みしておき、それ以外のチップをただちに木釜へ送るのが最善のシステムだと言えよう。この場合、備蓄されたチップの野積み期間は、チップの劣化等の問題のゆるすかぎりの長時間にすることが適当であろう。

このような観点に立って、あながちチップの劣化問題は解決したとも思われない。上述のように、少量のチップを長時間保存する方法の開発が不可欠であり、このような時、今回の実験は、一つの方針を示したものとする。すなわち、炭酸ガスでチップの劣化が防止しうるのは、サイロなどに密閉して備蓄しておくことが一つの解決策であることを示しているし、また簡単にフォーミングできる発泡剤などの開発に目を向ける必要があることを示している。

なお、諸外国でも、サイロの活用はO.C.Sの面積の減少、ハンドリングの単純化、先入れ、先出しによる劣化防止の観点から注目される方法であり、立地面積の増加をはかれない工場にとって、サイロにチップを貯蔵することは、O.C.Sの面積の減少の点からも有利であろう。

7. 謝 辞

本実験に際し、薬品の提供及び木材分析に御尽力頂いた、榊山化学工業研究所に心から謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 野積みにおける劣化防止第2報紙パ技協誌投稿中