

褐色碎木パルプの研究(其の1)

碎木パルプに関する研究(第9報)

木 村 良 次

(木材化学第1研究室)

Yoshitsugu KIMURA : Study on Brown Pulp (Part 1). Studies on Ground Wood Pulp. (9).

I 緒 言

褐色碎木パルプとは強靱な碎木パルプを得ようとする目的で予め釜の中で加圧加熱下に水蒸気処理を施した木材を碎木機で磨碎して、製造した碎木パルプであつて、色が褐色を呈する故この名称がある。

褐色碎木パルプは 1869 年 MORITE, BEHREND 及び OSWALD, MEYH に依つて始めて製造されたものであつて、1 気圧乃至 6 気圧の許で 5 時間乃至 15 時間蒸気処理を施した後これを磨碎して製造された。1876 年 JANSSON は 2 気圧 24 乃至 26 時間処理に依つて強いパルプを得たと報告している。1900 年 A. ZACHARIAS は加圧蒸気処理に於いて水と過熱蒸気を交互に供給する方法の特許を得た。¹⁾ 又 ENGE は 110°C で圧力はハイドリツクプレツシャーの方法に依り 10 乃至 12 気圧に高め、2 乃至 6 時間処理する事に依つて淡色の而も強度の大な紙料を得ている。²⁾ 1912 年 ZACHARIAS は蒸気処理並に蒸煮処理に際する木材の水分吸収量並に加圧加熱下に於ける水蒸気処理に際する木材強度の減少に関して徹底的な研究を行つた。³⁾

褐色碎木パルプの磨碎技術に関しては KIRCHNER は既に 1896 年に手を付けている。彼は Fichte, Kiefer を使用して褐色碎木パルプと白色碎木パルプとに就いてエネルギー消費量を比較した。⁴⁾

THICKENS は 3.3 気圧 6 時間蒸気処理を行つた木材を用いて周速 16.1 m/sec, 温度 56°C の熱碎処理を行い、褐色パルプに対しては磨碎圧力が比較的小なる時が良い事を結論した。⁵⁾

又 1935 年 ROBINOW 等は 2 × 2 × 5 cm の木片を試験片として、蒸気処理の時間を種々変化せしめて行つた実験の結果、最適条件は Fichte に対して 4 気圧 9 時間処理、Aspen に対しては 5 気圧 7 時間処理の場合であつたと報告している。⁶⁾

尙 1938 年 W. KILFFER は Fichte, 及び Kiefer に就いて蒸気処理の温度、並に時間を種種変化せしめた時の所要動力、パルプの品質等に関して詳細なる研究を行つた結果、所要動力、紙葉の強度等に関しては 150°C 附近に maximum point があり、生産速度に於いては minimum point がある事を見出した。⁷⁾

著者は置土産トド松を試料として KILPPER の実験を追試し、この 150°C 附近の特異性を確かめると同時に、この原因を探索しようとしてこの実験を行った。

Ⅱ. 実 験 の 部

1. 試料並に其の調製

試料は置土産トド松(*Abies Mayriana Miyabe et Kudo*), 直径 22 cm, 年輪 47, 年輪密度 2.2 (年輪数/毎 cm), 水分 15%, 容積 0.33 のものである。以上の試料木材を長さ（繊維方向に直角）10cm, 底面積 $2 \times 3 \text{ cm}^2$ の長方形六面体のブロックに調製し各実験毎に各々 8 本の該ブロックを使用し、其の平均値を以つて実験値とした。

2. 碎木機並に磨碎條件

碎木機は小型試験用の碎木機で当研究室に於いて試作したものである。⁸⁾

尚磨碎條件は次の様である。

磨碎 條 件

碎 木 機：小型試験用碎木機（当研究室試料）

碎 木 石：天然砂岩（長崎県産）

目立方法：Spiral 3" lead $\times$ 8 cut (dull burr)

磨碎角度：90 度（横攪磨碎）

注 水 量：1 立/24 秒

磨碎温度：30°C

磨碎速度：6 米/秒（表面速度）

磨碎圧力：2.1 キログラム/平方糎

3. 水蒸気処理の方法並に條件

常用 12 気圧、内容 20 立の圧力釜の底部に約 2 立の水を入れ、水面上に隔離台を置き、其台上に該試料を載せて、電熱加熱法に依り間接加熱を行い、可及的所要の温度到達までの時間を約 2 時間に調節した。主蒸気処理時間（最高温度処理時間）は予備実験の結果並に諸文献を参照して 2 時間と定め、主蒸気処理の温度に依る影響を観察しようとした。

4. 実験結果

実験結果は第 1 表並に第 1 図以下に示した。尚收量は絶乾百分率を以つて重量比にて示した。又ピット中より流出する碎木パルプ原質を直径 2 mm の円形小孔を有するスッチェを通過せしめ木綿布袋に当まる部分を以て収量とした。

尚生産速度はパルプ絶乾 1 kg を生産するに要した時間を分、秒にて表わし、消費動力はパルプ絶乾 1 kg を生産するに要したエネルギー量を Kw. hr. にて表わした。

消費エネルギーの測定は既報の様に積算電力計を以て測定し算出した。⁸⁾ 猶全動力消費量とは実測上の全消費エネルギーにて、其は空転動力消費量と純動力消費量の和と考えられる。空転動力

消費量とは木材磨砕を行わず碎木機を空運転した場合の動力消費量であつて、従つて純動力消費量は全動力より空転動力を差し引いて算出した消費動力エネルギーを以つて表わし、木材磨砕にのみ純粹に消費されたエネルギー量を意味するものである。

(1) 収率、並びに損失量と処理温度の関係

a. 水蒸気処理に依る溶解損失量

木材ブロックを水蒸気処理に附して後、之を乾燥して重量を計り、原木材ブロックの絶乾量にて其の減量を除した数で之を表わした。

其の結果は第1表に示した。又、之を図示すると第1図の如し。溶解損失量は 100°C に於いて 1.53 % であるが 180°C になると 18.8 % の値を示している。処理温度と共に除々に増大している。

b. 磨砕に依る損失量

収量より計算に依つて得た全損失量より前記の蒸気処理に依る損失量を差し引いたものを原木材ブロックの絶乾量で除した数で之を表わした。

其の結果は第1表並に第1図に示した通り、 100°C より 150°C 附近までは大差なく、 160°C 附近で少し減少し、 180°C 附近で又上昇曲線を示し増加の傾向を示している。尙磨砕に依る損失量はパルプの形状と関連性を有するものと思われるが、 160°C 附近に於いてパルプの微細部分、(粉末化された繊維) が比較的少い事を示している。 180°C 附近で増加するのは、 180°C 程度に於いては繊維の加熱に依る化学変化が相当著しく、従つて磨砕に際して粉末化される繊維が多くなつたと考えられる。

c. 全損失量

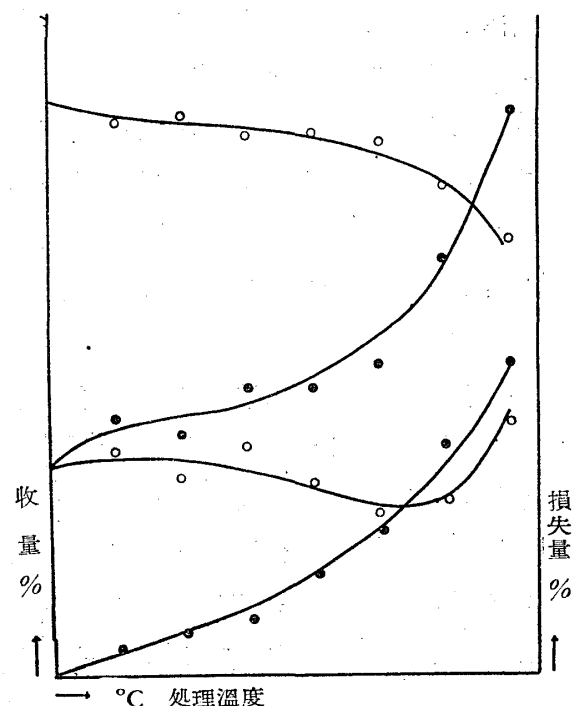
原木材ブロックの絶乾量より収量を減じたものを原木材ブロックの絶乾量で除した数でこれを示した。之は (a) と (b) との和である。結果は第1表並に第1図に示す如く、温度と共に増大しているが 160°C 附近より其の増大の割合が上昇している。

d. 収 量

収量は第1表並に第1図で示した様に 160°C 附近まで略直線的に減少しているが、 170°C に達すると急激に下向きの傾向を示して来ている。

160°C 附近で約 80 % 内外のものが 170°C に於いては 75 % 内外、 180°C に於いては 65 % 内外に減少している事は注目すべきである。更

第1図 収量、損失量と蒸気処理温度との関係



に170°Cに於いては 其の原因が水蒸気処理に依る 溶解損失の 為であるに反し、180°C にありては、溶解損失量の増大と共に磨砕に際して粉末化する部分が多く従つて流失に依つて損失したパルプが相当量ある事を示している。

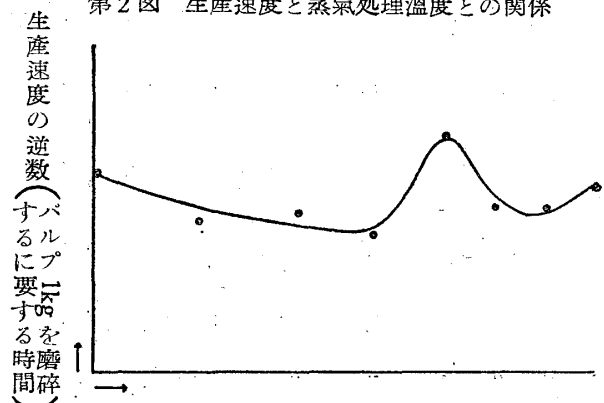
第1表 実 験 結 果

実験番号 実験項目	1	2	3	4	5	6	7	8
蒸 気 処 理 温 度 (°C)	無処理	100	120	125	150	160	170	180
蒸 気 処 理 圧 力 (気圧)		1	2	3.2	4.7	6.1	7.8	9.8
蒸 気 処 理 時 間 (時間)	0	2	2	2	2	2	2	2
蒸気処理に依る溶解損失率 (対原木絶乾量) (%)	0	1.58	2.62	3.40	6.10	8.82	14.25	18.80
磨砕に依る溶解損失率 (木絶乾量) (%)	13.00	13.82	11.78	14.10	11.60	9.98	10.95	15.20
全 溶 解 損 失 率 (対原木絶乾量) (%)	13.00	15.40	14.40	17.70	17.70	18.80	25.20	34.00
收 率 (対原木絶乾量) (%)	87.0	84.6	85.6	82.5	82.3	81.2	74.8	66.0
生産速度 (パルプ 1kgを磨砕するに要する時間)	31' 8"	22' 48"	26' 0	20' 46"	36' 5"	25' 27"	25' 16"	28' 43"
所要動力 (パルプ 1kgを生産するに要するエネルギー量 (kw))								
全 動 力 (kw)	0.707	0.560	0.630	0.529	0.841	0.605	0.612	0.613
純 動 力 (kw)	0.366	0.305	0.334	0.290	0.392	0.276	0.238	0.220

(2) 生産速度と処理温度の関係

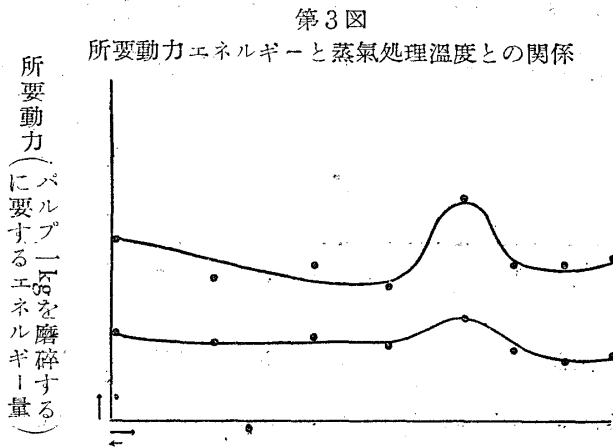
これ等の関係は第1表並に第2図より明かな如く 150°C 附近に最低値を示している。第2図は生産速度の逆数を示している事に注意あり度し、此の様に 150°C 附近に生産速度の最低値を示す事は KILPPER の実験結果と良く一致を示した。その原因に関しては明らかでないが、後述する如く恐らく木材の物理的並に化学的变化により主として柔軟度或は木材膨張率の差に原因するものと思われる。

第2図 生産速度と蒸気処理温度との関係



(3) 所要動力エネルギーと処理温度の関係

これ等の関係は第1表並に第3図で示した。全動力並に純動力共に 150°C 附近に最高値を有



している。之等の原因は生産速度に於いて最低値を示す事からも当然起り得る事であるが、更に根本的の原因に関しては充分な説明を与える事が出来ない。

(4) パルプ強度と処理温度の関係

パルプの強度は試験に試験紙葉の調製法が厳密に規定されたものに依らなければ其の意味が少い。其の意味に於いて当研究室に於いては、英国パルプ・エバルエーション・コミッテイの標準法に準じた紙葉調製

機を試作し、其の標準法に従つて紙葉調製並に強度試験を行つた。

試験項目はミューレンの比破裂強度、エレメンドルフの引裂強度、及びショツパーの断裂長を測定した。使用せる試験機は島津製作所製のものである。

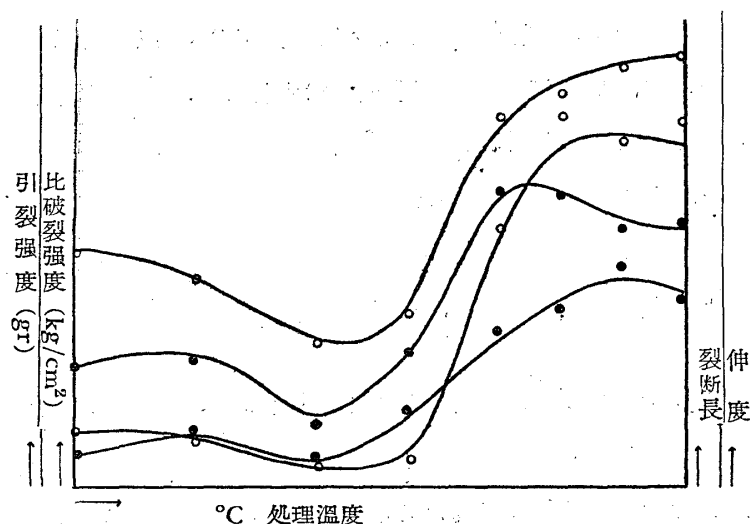
尙紙葉調製に当つては、パルプを遊離状にする目的で小型ホレンダーに依り、1時間低濃度の軽いフリービーテングを行い、ショツパー・リーグラの叩解度試験機に依つて其叩解度を測定した。

実験結果は第 2 表並に第 4 図で示した。

第 2 表 パルプ強度試験結果

処理温度	強度伸度 (一 時 後) °SR	坪 量 紙葉 1m ² の gr 数	水 分 風乾試料 に対する %	厚 さ 紙葉 1 枚 の厚さ mm	比 破 裂 度 平均強度 坪量 × 100 kg/cm ²	比 引 裂 度 t < 100 坪 量 t: 1 枚紙葉 の強度を gr にて表 した力	断 裂 長 平均抗張力 (kg) 坪 量 × 66700	伸 長 率 伸長距離 紙葉の長さ	か さ 厚 さ 坪 量
(1) 無処理	29	92.6	12.6	0.268	0.09	17.27	771	0.76	2.89
(2) 100°C	25	86.3	12.2	0.254	0.17	16.99	804	0.67	2.94
(3) 120°C	20	61.6	12.5	0.208	0.06	8.65	379	0.45	3.37
(4) 135°C	29	85.1	12.5	0.240	0.07	23.00	816	0.53	2.82
(5) 150°C	37	85.4	14.4	0.200	0.81	49.00	1868	1.16	2.34
(6) 160°C	31	108.6	13.3	0.240	1.18	57.35	1842	1.22	2.21
(7) 170°C	30	99.9	12.3	0.266	1.09	74.67	1622	1.31	2.66
(8) 180°C	36	89.5	11.8	0.193	1.15	61.03	1639	1.34	2.16

第4図 パルプ強度伸度試験結果



比破裂度に於ては 150°C に於いて急激に増大し、135°C 以下の数倍に達している事は注目すべき現象である。

更に 160°C に於いては 150°C に比較して僅かに増大している。

尙引裂強度に於いても 150°C に於いて 135°C の約 2 倍の強度を示している点も注目すべき所である。

更に断裂長（抗張力を表している）に於いても 150°C に於いて 135°C の約 2 倍の強度を示し、135°C より 150°C の間に於いて飛躍的な強度の増大を示す事は熱処理に依り木材の化学的变化がこの温度附近に於いて著しい差を与える事を暗示している。

Ⅲ. 実験結果の考察

以上の実験結果に於いてパルプの色調に関するデータは欠いたも、これは白色度試験機を有せざるため数字的に表わす事困難なるためであつたが、135°C までは殆んど其の色調は普通の白色碎木パルプと異なる事なく 150°C に到り急激に褐色を帯び、160°C、170°C となるに従つて其の度合を増大した。

以上の諸結果を通覧するに、加熱温度は 135°C より 150°C 間に於いて其の差を著しく明瞭に示し、木材の加熱に依る化学的变化が 150°C 附近に於いて著しく顕著に起る事を示している。

即ちパルプの色、並に強度に於いては 150°C を境として急激に増大している現象は、木材繊維の中間層を形成する所の物質が溶解或は溶融又は熱軟化等の化学的变化を惹起し、為に繊維が単繊維に分離開裂し易くなつたためと想われる。

尙斯る考え方よりするならば、磨碎速度即ちパルプ生産速度は 150°C に於いて増大すべきであると考えられるに反し、KILPPER の示す如く 150°C 附近では反対に減少し、最低値を示す原因は何であるかの問題は残念乍ら明瞭に説明する事は困難であるが、強いて説明を与えるならば、150°C 附近に於いては所謂中間層形成物質が化学的变化を起しては居るが、未だ不充分か或は溶解、溶融状態に未だ達せざる程度に化学变化が起り、従つて木材は柔軟度を大にし膨張し容積増大を来す結果と説明する事が出来る。容積の増大はパルプの生産速度即ち磨碎速度を減少せしめる結果となり、従つて又所要エネルギーの増大を来す事になる。尙又木材の柔軟度が増す

時はブレヒトの説の如く滑り磨擦の増大を来し、所要エネルギーの増大を惹き起す結果となると考えられる。160°C に達すると化学変化は一層進捗し、単繊維が相互に分離し易き状態に達するため、生産速度の上昇、所要エネルギーの減少を来たすと考え得る。170°C 或は其以上に達すると木材成分の化学変化が著しく、従つて磨砕に際して溶解或は粉末化して流失する部分多くなりパルプの質は寧ろ脆弱化の傾向を示すと共に収率が減少する。

従つて加熱温度は 160°C 附近が最適であると考えられる。

Ⅲ. 總 括

- (1) トド松 (*Abies Mayriana Miyabe et Kudo*) を原料として褐色碎木パルプの製造実験を行つた。
- (2) 水蒸気に依る加熱温度を 100°C より 180°C まで変化せしめ、加熱温度のパルプ収量、パルプ品質、生産速度、所要エネルギーに及ぼす影響を観察した。
- (3) 150°C を境としてパルプの着色度は急激に大となると同時にパルプ強度は又急激に大となつた。
- (4) 生産速度は 160°C 以上になつて著しく増加し、所要エネルギーは著しく減少した。
- (5) 生産速度の最小値、並に所要エネルギーの最大値は 150°C 附近にあり、この点 KILPPER の実験結果と同様なるを認めた。
- (6) パルプ品質、所要エネルギー等を考慮して褐色パルプ製造に当り水蒸気処理温度の最適條件は 160°C 附近である事を認めた。

本研究に当り種々御指導を賜つた館教授、並に種々御助言に与つた梶田所長に対し深甚なる謝意を表すると共に、終始協力を頂いた川瀬節男、前多正三の両君に感謝するものである。尙本研究に当り公私多大の御後援を賜つた齊藤徳次、高田莊五郎、岸本六三郎の諸氏に対し衷心より謝意を表するものである。

本研究は文部省科学研究費に依るものにして、記して謝意を表するものである。

Summary

- (1) Some experiments on the production of Brown Pulp on Todo Matsu (*Abies mayriana Miyabe et Kudu*) was carried out.
- (2) The influence of steam-temperature on pulp-quality, production, and energy-consumption was observed.
- (3) Brown colour and the strength of pulp increase at 150°C.
- (4) Production increase at 160°C and Energy-consumption decrease at 160°C,
- (5) The minimum points of production and the maximum point of Energy-consumption exist in about at 150°C, and this abnormal phenomena was recognized.

ed by W. Kilpper at 1938.

(6) It is seemed that the optimum temperature of steaming was about at 160°C.

文 献

- 1) A. Zacharias : D. R. P. Nv. 117380 (1900)
- 2) Enge : D. R. P. Nv. 2887173.
- 3) A. Zacharias : Papier-fabr. Heft 3—18 (1294)
- 4) Kirckner : "Pie Holzstofffabrikation," S. 2—26.
- 5) Thickens : Papier-fabr Heft 11, S. 312 (1912)
- 6) Robinow : Zup Heft 1 (1935)
- 7) W. Kilpper : "Technologische Untersuchungen über die Herstellung von sogenanntem Braunschliff aus Ficht und Kiefernholz" (1938)
- 8) 渡辺護 : 日農化 16, 602 (1940)