林業試驗報告

第三卷　第一號

帝室林野局林業試驗場

昭和十年十二月

本報告は人工林の小徑間伐材並に天然生林の未利用木を有利に處理せんとする目的を以て，我國森林の現狀に鑑み，簡單なる設備と操作方法の容易を旨とし，經濟的なる曹達木材パルプ製造法を考案したる試驗成績なり。右は未だ完成の域に到達せずと雖，實用上可能なりと認め，其の概要を報告す。

尙該方法は簡易曹達木材パルプ製造法として特許出願中に就き玆に之れを附記す。

昭和十年十二月

帝室林野局林業試驗場長

技師　中村賢一郎

簡易曹達木材パルプ製造場
Soda Wood Pulp Mill

簡易曹達木材パルプ製造法に關する研究

ON THE SIMPLE METHOD OF SODA WOOD PULP MAKING

By

TOICHI MIYOSHI

AND

KOZIRO MAKINO

(1935)

目　　次

	頁
緒　　言	1
I. 研究の目的	3
II. 原料木材の成分，性質並に蒸煮試驗	6
III. 木材パルプ製造の方法並に設備	13
IV. 收　　支	24
V. 總　　括	26
Résumé	29

簡易曹達木材パルプ製造法に關する研究

三　好　東　一
牧　野　幸　次　郎

緒　　　　言

爾來吾國に於ける森林は時勢の進展に伴ひて益々利用開發せられ，其の利用も亦著しく廣汎に亘り極めて集約的に實行せられつゝあるは周知の事實なり。然れども現在に於ける林業地を大觀すれば，山間僻地ににして交通の便至らざるが爲め未だ開發せざる未利用林，或は收支相償はずして現地に放置せらるゝ間伐木其の他の未利用木の如きは猶相當の材積に達するは誠に遺憾とする所なり。然るに是等未利用木の利用開發に當りては一生產業として相當なる收益を收め得ると同時に，是を最も適切なる方法に依りて原木を原地に於て加工處理するを得策となし，猶且つ其の製品は國家經濟上の見地より觀るも直接一般工業に資する處多大なるものたるべきを要す。玆に其の目的を貫徹せしむる一方法として木材パルプの製造に着眼し，是れが製造方法並に實際事業上に於ける利害得失を調査研究せんとす。

抑々本邦製紙の濫觴は遠く一千三百年前聖德太子を以て其の鼻祖となすも其の後原料に楮皮を用ひ，尙且つ製紙法の進步に依り本邦獨特の强靱なる紙を得るに至りたるは和紙としての特色を誇る所以にして，現今に於ても其の遺法を踏襲する所尠からざるは周知なり。

然るに明治初期に於ける時運の推移に應じて洋式製紙業は相踵いで起り，追年需要の增進に伴ひて斯業は益々膨張し生產量も亦顯著となり，尙且つ近年漸次技術の上達を促し上質洋紙の製作を見るに至り日本紙製造は遂次洋紙のため壓倒せらたる趨勢を示せり。

此處に於て日本紙製造業者はその製造法に機械的操作を加へ，或は原料の選擇に努め且つ時代の要求に伴ふべき新製品の考案製作を企圖し以て躍進的進步を示しつゝあるは現在に於て見る狀勢にして，特に原料として木材纖維を混合する方法著しく增進せしは斯業の面目を一新すると同時に和洋兩紙は其の製造方法に於て極めて接近しつゝある傾向を示すものにして，從つて優良なる木材パルプ利用の範圍を更に廣大ならしめたるは等閑に附し得ざる現象なり。

是等製紙工業の實狀に鑑みるも其の主原料たる木材パルプは逐時增加せられる傾向を示す

ものにして，此處に農林省山林局の調査に係る本邦木材パルプの生產狀況を參照すれば，木材パルプ生產額，原料木材使用量並に輸入狀況等を統計的に知るを得べくして，其の成績に依れば昭和九年に於ては本邦產パルプは 691,836 噸に達し，輸入パルプ 227,122 噸を示し，爾來需要額の增加と共に本邦內地生產額も著しく增加し，昭和九年に於ては本邦品 75%，輸入品 25%，の割合を示す。然るに昭和十年度本邦產木材パルプの見込生產額は 722,460 噸に達するも猶一般の需要に應じ得ざる事實に徵するも製紙工業の前途は益々有望と謂ふを得べし。

斯くの如き趨勢を示すに當りては，此處に操業簡易にして設備に多大の經費を要せざる簡易木材パルプ製造方法を考案し以て一般針濶樹材を原料とする木材パルプを經濟的に製造せんとするは，單に當局の所管に係る各地の御料地內より生ずる未利用木の利用開發に資するのみならず一般農山村に於ける副業的產業開發に適用し利する處尠からざるものと認む。

本研究は其の目的に資するため昭和拾年より着手し，ヒノキ，スギ，アカマツ，モミを主原料となす木材パルプ製造に關する試驗を實行せしに，實際事業として如上目的に應用し得る方法を發明し得たるを以て玆に其の成績を取り纒め報告す。

本簡易曹達木材パルプ製造法は特許出願中にして，本方法に依り木材パルプを製造する事を得す。

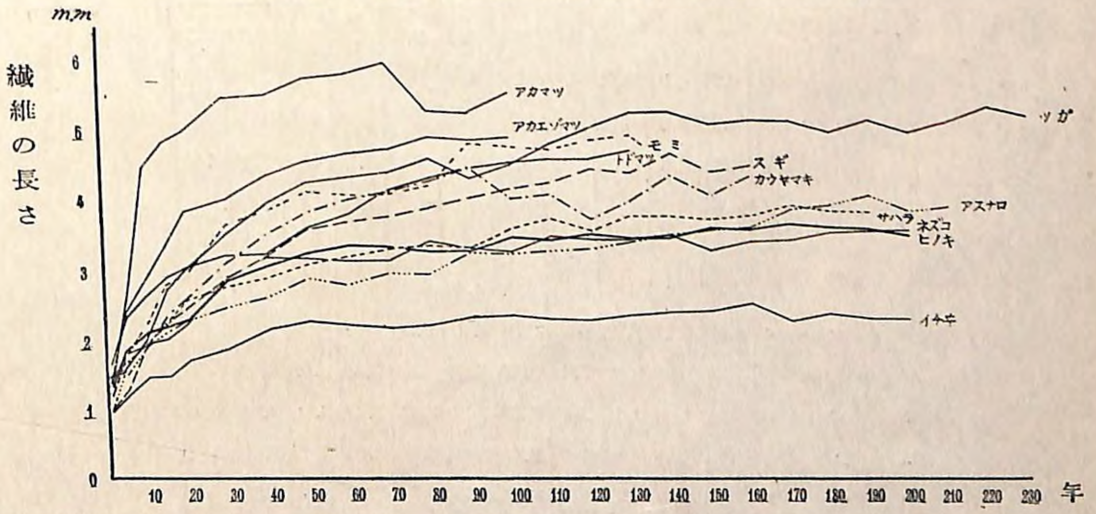
但し當林野局の認可を得たる場合は此の限りに非ず。

業に於ては最も肝要なる要件となす。

木材纖維の長さの樹令に依る變化に關しては Sanio 氏 (1872) *Pinus silvestris* に就きて調査研究せられたる所謂「サニオ」の法則に依り明かなるのみならず，本邦產，スギ，ヒノキ，アカマツ・モミ其の他の有用樹種に關しては諸氏の研究に係る成績の發表せられたるもの多く，尙著者の研究に係るヒノキ材の性質調査成績（1934）に於ても亦其の性質を發表せり。特に本研究の如く原料木材は針濶葉種に求むると共に比較的幼齡に屬する造林間伐木を利用せんとするを以て，各樹種に關する性質並に樹齡に依る木材要素の變化を知るを肝要となす。此處に著者はヒノキ，スギ，アカマツ，モミ其の他の有用樹種に關する纖維の長さを側定し樹齡別平均值を以て其の成績を揭載し比較に供せり。

其の成績は第一圖，第一表に示す如くにして纖維の長さ最も短きはイチヰにして樹齡 200 年に及ぶも 2.5*mm* に達せざるに反し，アカマツは樹齡 10 年にして既に 4.5*mm* に及び樹齡 70 年にして 6.0*mm* の長纖維を示せり。此處にアカマツに就き本邦に於ける森林の分布の現況を觀るに其の面積著しく廣汎に亘り蓄積も亦豐富なるは叙上せし成績と相俟つて極めて有利なる木材パルプ原料と認む，又是に亞ぐアカエゾマツ，ツガ，モミ，トドマツ，スギ，アスナロ，ヒノキ，サハラ等は樹齡 40 年に達すれば何れも纖維長さ 3.0*mm* 以上を示し，

第一圖 樹齡に依る纖維の長さの變化



且蓄積の豐富なるは前者と共に原料木材として等閑し附し得ざる有用樹種に屬す。カウヤマキ，ネズコは木材纖維の長さに於ては前者に劣らざるは研究せらるべき樹種に屬するも，其

の蓄積前者に及ばざるは周知なり。

第一表　本邦產主要針葉樹纖維の長サの樹齢に依る變化。單位 mm

樹種＼樹齢	1～2	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
イチキ	1.00	1.24	1.47	1.49	1.73	1.90	2.18	2.28	2.23	2.19	2.23	2.34
モミ	1.23	1.82	2.28	2.82	2.97	3.68	3.87	4.14	4.08	4.09	4.[illegible]2	4.83
トドマツ	1.70	2.35	2.66	2.92	3.06	3.23	3.25	3.62	3.82	4.15	4.31	4.47
ツガ	1.63		2.08	2.76	3.02	3.55	3.97	4.28	4.34	4.43	4.62	4.34
アカエゾマツ	1.42	2.45		3.36	3.86	4.03	4.36	4.58	4.69	4.74	4.91	4.87
アカマツ	1.38	2.59	4.48	4.86	5.01	5.50	5.52	5.76	5.83	5.97	5.28	5.26
スギ	1.00	1.31	2.00	2.27	2.49	2.91	3.24	3.60	3.71	3.77	3.90	4.05
カウヤマキ	1.44	1.85	1.93	2.38	2.64	3.14	3.54	3.86	4.02	4.14	4.2[illegible]	4.49
アスナロ		1.54	1.94	2.12	2.31	2.50	2.65	2.90	2.81	2.98	2.96	3.27
ネズコ	1.50	1.73	1.96	2.04	2.28	2.94	3.21	3.18	3.15	3.16	3.43	3.32
ヒノキ	1.40	1.88	2.14		2.56	2.89	3.09	3.27	3.37	3.50	3.43	3.44
サハラ	1.01	1.69	1.98	2-29	2.60	2.80	2.91	3.11	3.22	3.34	3.36	3.34

種種＼樹齢	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
イチキ	2.36	2.33	2.30	2.38	2.42	2.43	2.53	2.28	2.39	2.34	2.33
モミ	4.77	4.75	4.89	4.95	4.82						
トドマソ	4.55	4.61	4.61	4.74							
ツガ	4.53	4.85	5.08	5.2[illegible]	5.29	5.12	5.18	5.17	4.99	5.16	4.97
アカエゾマツ	4.91										
アカマツ	5.5[illegible]										
スギ	4.17	4.28	4.48	4.42	4.70	4.44	4.53				
カウヤマキ	4.04	4.11	3.75	4.01	4.39	4.10	4.38				
アスナロ	3.26	3.30	3.33	3.44	3.53	3.61	3.63	3.89	3.95	4.08	3.88
ネズコ	3.28	3.50	3.46	3.45	3.53	3.30	3.42	3.44	3.56	3.58	3.60
ヒノキ	3.49	3.45	3.53	3.47	3.48	3.64	3.60	3.67	3.62	3.60	3.51
サハラ	3.61	3.75	3.53	3.80	3.80	3.75	3.81	3.95	3.86	3.85	

敍上せし成績は當場附屬御料地及び札幌，木曾，東京，名古屋支局管內に分布する天然生林より採集せし供試材に就き顯微鏡的性質を調査し纖維の長さを樹齢別に比較せしものにして，樹

齢別に依る纖維の長さの變化は玆に省略するものとす。

（２）　原料木材の化學的成分並に蒸煮試驗の數例

原料木材の一部を粉碎機によりて細粉となし 0.5*mm* 目篩を通過し，0.25*mm* 目篩に止まりたる部分を分析試料に供せり。分析方法は主として Schorger 法に依りたるも概要を記せば次の如し。

エーテル，アルコール，ベンゼンアルコール抽出物は試料約 1.5*g* を Soxhlet 浸出器に入れ 8 時間抽出せしめたる後，溶媒を蒸發し去り殘渣を 105°C にて 15 時間乾燥秤量せしものなり。アルコール抽出物に用ひたる試料はエーテル抽出後の試料にしてベンゼンアルコールの混合比は 68：32 なり。冷水可溶物は試料 1*g* を Beaker に取り水 300*cc.* を加へ時々攪拌しつゝ 48 時間室溫に放置し，濾過，洗滌して乾燥 12 時間後秤量し減量を知る。

溫水可溶物は試料 1*g* を三角フラスコに入れ水 100*cc.* を加へ逆流冷却器を附して 3 時間煮沸水中に置き，濾過，洗滌し乾燥 12 時間後秤量す。1％ NaOH 可溶物は試料 1*g* を三角フラスコにとり 1％の NaOH100*cc.* を加へ，冷却器を附し煮沸水中に 1 時間放置したる後濾過し，溫水，醋酸稀釋液，次に水を以て洗滌し 12 時間乾燥し秤量す。リグニンは硫酸法により定量せしものにして卽ち脫脂試料 1*g* を Beaker に取り 72％ 硫酸 30*cc.* を加へよく攪拌し 18 時間室溫に放置したる後，1.5*l* の三角フラスコに移し，1200*cc.* に稀釋す。フラスコには逆流冷却器を附し，3 時間緩に煮沸せしめ，然る後濾過し充分洗滌し，乾燥 12 時間の後秤量す。灰分は試料 2 *g* を磁製坩堝に取り强熱灰化して秤量す。纖維素は Norman, Jenkins, 本多眞一氏に係る簡易定量法を採用せり。脫脂試料 1*g* を Beaker に取り，4％ の $Na_2SO_3$50*cc.* を加へ，更に水を加へて 100*cc.* となし煮沸水中に 15 分間放置したる後，濾別し溫水を以て洗滌す。次に之を再び Beaker に移し 33％ 漂白粉液 5*cc.* を加へ水を添加して 100*cc.* となし 10 分間放置し，後水洗す。

以上の Na_2SO_3 處理，及び漂白粉溶液處理を二回繰り返し，更に Na_2SO_3 處理をなしたる後，33％ 漂白粉液 5*cc.* 及び 20％ 硫酸 2*cc.* を加へ尙水を加へて 100*cc.* となし 10 分間放置す。次に又 4％の Na_2SO_3 處理を行ふ。此の酸性漂白粉液處理及び Na_2SO_3 處理の操作を反復すること約 6～7 回にして最早 Na_2SO_3 により着色せざるに至りたる後，乾燥秤量して纖維素とせり。是等化學的成分に就き調査成績は第二表に示す如し。

第二表　材の化學的成分（無水物%）

樹種 / 成分	アカマツ	モミ	スギ	ヒノキ
エーテル抽出物	2.86	0.52	4.06	1.46
アルコル抽出物	1.49	1.62	2.40	1.90
ベンゼンアルコール抽出物	3.91	1.51	4.97	4.09
冷水可溶物	2.95	2.05	2.55	3.46
温水可溶物	3.59	2.85	4.35	4.77
1%NaOH可溶物	15.99	11.48	13.21	13.46
纖維素	55.34	54.25	50.89	53.61
リグニン	27.43	31.13	33.18	32.18
灰分	0.25	0.32	0.79	0.16

上表に示せる如き，原料木材に就き種々の蒸煮條件の下にて行へる蒸煮試驗の結果其の數例に關し製成パルプの性質は次表の如し。

第　三　表

樹種 / 成分	アカマツ A	アカマツ B	アカマツ C	モミ D	スギ E	ヒノキ F
灰分	0.80	0.53	0.63	0.81	0.38	0.31
全纖維素	87.99	97.78	96.64	89.97	92.86	96.37
リグニン	9.03	3.75	2.46	9.20	6.12	3.48
ベンゼンアルコール抽出物	0.96	0.94	0.82	0.52	1.60	0.65
鹽素要量	20.3	6.0	3.7	19.2	15.0	6.0
水分	12.9	19.5	10.5	13.1	12.2	12.7

（鹽素要量は氣乾物%を示し他は無水物%を示す）

以上のパルプを得たる蒸煮條件は次の如し。

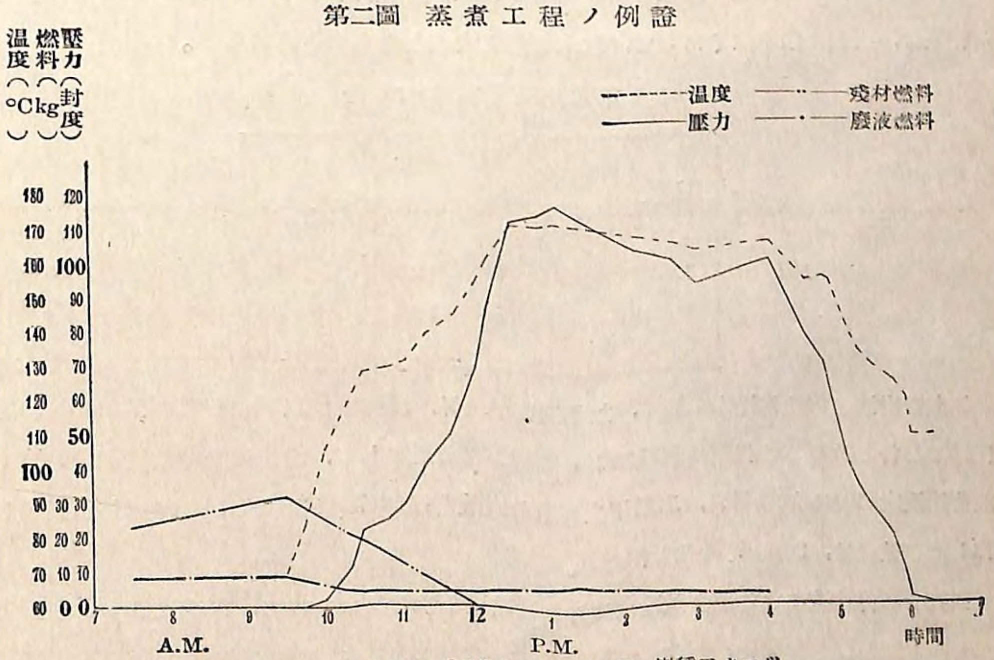
第　四　表

樹種 / 蒸煮條件	アカマツ A	アカマツ B	アカマツ C	モミ D	ズギ E	ヒノキ F
木材に對する苛性曹達の量(%)	15	25	40	25	26	30
苛性曹達濃度(Bé)	4	6	9	7	7	7
温度 (°C)	168～170	171～174	151～168	150～165	150～165	158～166
壓力 (lb)	100～110	108～115	65～100	63～98	63～98	82～99
所要温度に於ける時間	6	5	5	5	5	6

第五表　蒸煮工程並ニ燃料消費量

時間	壓力	温度	殘材燃料	廢液燃料
	ポンド		kg	
7.30	0	——	24	kg
9.30	0	70	32	8
9.45	0	85		9 〃
10.00	2	106		
10.20	13	122		
10.30	22	129		
10.50	25	130		4 〃
11.05	30	132		4 〃
11.20	41	140		
11.40	50	146		
12.00	70	155		
12.10	88	162		
12.30	113	172		8 〃
12.50	115	172		
1.05	118	173		4 〃
1.30	113	172		
2.10	105	169		4 〃
2.40	102	167		
3.00	95	165		3 〃
4.00	102	167		
4.30	80	156		
4.45	72	157		
4.50	65	156		
5.07	42	141		
5.15	35	135		
5.25	29	131		
5.35	20	126		
5.50	10	121		
6.00	2	110		
6.20	0	110		

第二圖　蒸煮工程ノ例證



昭和十年十一月十五日（平均氣温攝氏11度）樹種アカマツ

蒸煮液は NaOH の外，Na_2CO_3 を含み，其の量は全 Na_2O 中，Na_2O として 2.1% なり。パルプの漂白難易は有效鹽素要量を以て示し，測定方法は風乾パルプ各 3g を取り，水 60cc. を加へてよく離解せしめ漂白粉溶液 20cc.（有效鹽素量 0.745g を含む）を加へ時々硝子棒にて攪拌して室温に放置し，白色となりたる後，殘留鹽素を $\frac{N}{10}$ As_2O_3 溶液を以て滴定し消費せられし鹽素を計算したるものなり。

叙上の結果に依りて明かなる如く蒸煮條件を改變せしむる時は，漂白容易なるパルプをも得べく，要するに要求せらるるパルプの性質如何により操業するを得策となす。

濃縮せる廢液に鋸屑の如き可燃性及び吸濕性を有する有機粉狀物質を混和せしめたる物質は，蒸煮罐加熱の燃料として有效なるは其の成分より容易に想像され得べく，又實際に燃料として使用したる結果は第二圖第五表に示す例證に見る如く良好なるものと認めらる。

尙，本法に於ける如く廢液混合物質を蒸煮罐の燃料として利用するときは，特に回轉爐の如き焙燒爐の設備を要せず。燃燒後の灰は白色を呈し所々炭を混じて有機物の燃燒破壞を示す。Sutermeister に依れば曹達法工場に於て焙燒爐より出づる回收灰は注意して燃燒せし場合 65～80% の Na_2CO_3 を含有し，18～22% の炭及び少量の鐵，礬土，石灰，硫黄，硅酸を有すと云ふ。

本法に於て得たる黑灰を温水を以て浸出せしめ，浸出液中の Na_2CO_3・NaOH を定量したる結果は，次表に示す如くにして，叙上の例と大差なきものと認めらる。

第六表　黑 灰 の 成 分

成分＼黑灰	試料 A	試料 B
Na_2CO_3 %	64.1	57.1
NaOH %	7.5	19.5
殘渣 %（炭及不溶性灰分）	28.4	23.4

黑灰浸出液の苛性化操作に於て，加熱溫度の上昇，攪拌及び過剩の石灰の存在は，反應を促進せしむる效あるは從來の實驗によりて明かなる所にして，本法に於ける黑灰浸出液は炭酸曹達濃度 10Bé 液の場合，工業用生石灰を炭酸曹達の 70% 添加し，1 時間加熱煮沸し攪拌したる結果は，96% 苛性化し得たり。

回收せる曹達液による蒸煮試驗は良好なる結果を示したるを以て，循環使用するも差支なきものと認む。

III. 木材パルプ製造の方法並に設備

一般に曹達法に依るパルプ製造は木材其の他の纖維素原料を苛性曹達を以て蒸煮し非纖維素分を溶解除去し，纖維素を纖維狀として採集する方法にして既に西歷 1828 年頃にブラント氏に依り研究せられ，西歷 1864 年に實際事業として米國に工場を設立しパルプ製造を實行し今日に及ぶ。從つて是に要する設備並に蒸解，漂白其の他の操作に關しては調査研究せられたる成績を有し，就中曹達回收及び廢液の處分には相當なる研究を施し工業化せられたる例證を有す。

然れども本研究に適用せんとする曹達木材パルプ製造法は一般針濶葉樹種を原料木材として使用し且伐木事業地の移動に伴つて製造工場を移動し以て經濟的效果を發揮せしめんとする場合多きため，其の設備は全て運搬に便利ならしむると同時に小規模にして，且つ一般製紙術に經驗を有せざるものと雖も極めて容易に取扱はるゝ方法を必要となす。

此處にヒノキ，スギ，アカマツ，モミを原料木材となす木材パルプ製造方法に就き著者の考案設計せし設備並に操作方法の要旨を掲載せんとするも各地に於て實行せんとするに當りては，工場を設置する位置に依り資材の量，運搬の方法，工場の大さ，設備，配置等を異にする場合あるべし。

（1） 原料木材の伐木，造材並に搬出

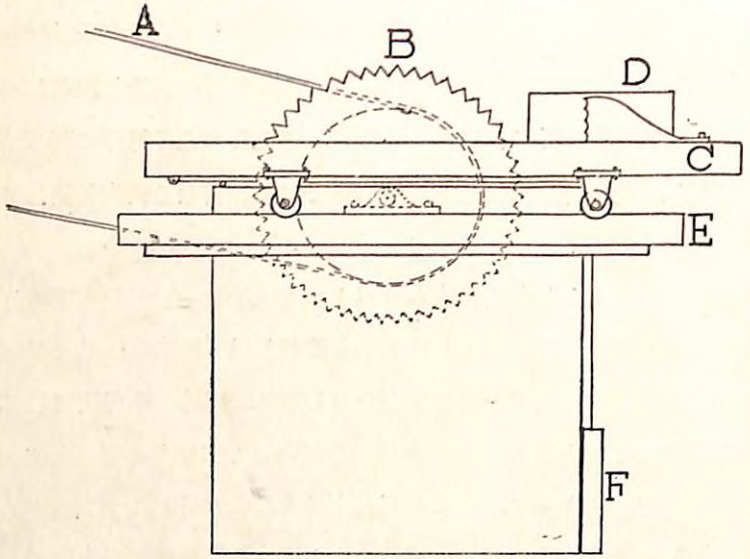
伐木作業地內或は是に近接して設置せんとする工場は豫め地形並に河川の水量，水質等を調査せし後其位置を定むべきは當然なるも，實際事業として實行する場合最も注意を要すべき事項は原料木材を簡易に集材し得る地點とす。是れを換言すれば工場の位置を設定するに際しては豫め原料木材を最も經濟的に集材し得る運材關係を考究すべきものにして，其の方法の如何に依りて直接原木價格の增減に影響を及ぼすは運材製材事業の實蹟に徵し明かにして最も重要なる事項となす。特に本研究に於ては原料木材を長さ一米に造材し搬出に便ならしめたるも，梢梢，樹枝等は燃料として運搬する必要あるを以て充分なる考慮を肝要となす。

（2） 製　　材

本方法に於ては削片（Chip）の製造に資するため原料木材は纖維方向と直角に厚さ 3cm の圓盤を製作す。是れに使用する製材機は著者の考案に係るものにして，其の構造はコンク

リート臺上に縦切圓鋸軸を固定し石油發動機（3.5H.P.）を以て直徑 40.cm 圓鋸を毎分速度 1,000 回轉せしむ。長さ 90cm, 幅 100cm を有する木製の製材臺を，其の中央部に圓鋸を

第三圖 製 材 裝 置



A 動力傳導調皮　B 丸 鋸
C 製材木臺　D 定 規
E 鐵板軌道　F 重 り

回轉せしめ得る樣に置き，且圓盤の厚さを一定に切斷せしむるため定規を固定す。斯くして操業に當りては製材臺上に原木資材を置き人力に依つて前後に移動して圓盤を製材せしむる方法にして，前後の運動を正確ならしむるために製材臺の下部に四個の鐵製車輪を置き鐵板軌道上にて直線運動を行はしめたり(第三圖參照)。特に本製材機械を考案せし目的は，正確なる厚さを有する圓盤を容易に採集し得ると共に操業工程の增進を期し且つ危險を防止するにありて此處に實行せし成績を示せば平均直徑 15cm 圓盤 3000 枚を一日一人の人夫を以て採取し得べくして蒸煮罐に填充する削片（Chip）の容積に對し五倍餘に該當す。

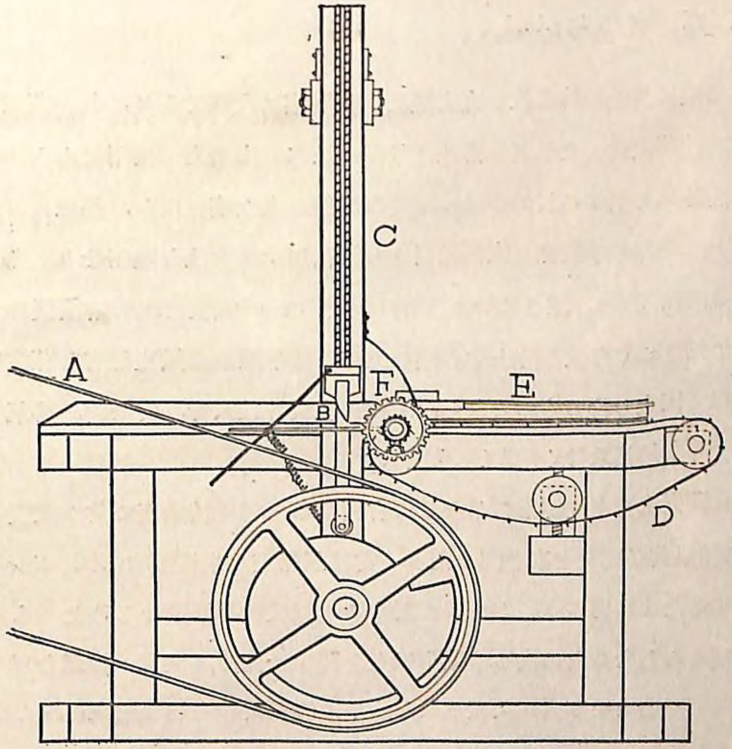
（3） 削片製造裝置（Chipper）

抑々削片（Chip）製造の目的は蒸解溶液を短時間に中心部迄滲透せしめ木片の各部分を均等に迅速に蒸解せしむるにありて，其の大さは長さ 12～25mm, 厚さ 3～5mm, を標準となすも，曹達法に於ては藥液の效力比較的強きため削片の大さは標準形態に比し大なるも差支なし。

一般製紙工業に於て使用せらるる削片製造裝置（Chipper）は回轉式（Revolving Chipper）多くして高速度回轉法に依り一時間 8 乃至 12「コード」の削片を製作し得ると雖も其の運轉には比較的強力なる動力を要すると共に木材は削片に變ぜしむるものなり。

然れども優良パルプ製品として長纖維を保有せしむる目的の爲めには，木材を削片とする方法に比較し木材の一般的性質たる割裂性を利用し纖維方向に從ひて割片となすは長纖維パルプを收得し得る曹達法の特徵を益々發揚せしむる目的のために極めて有利と認めたるを以て，著者は上下動式裝置（vertically acting Guilotine）に依り上下に往復滑動する齒刄を以て圓盤を一方より順次に薄ぎ材片に割取る方法を適用するものとせり。

第四圖 削片製造裝置（Chipper）



A 動力傳導調皮　B 齒 刄
C 立 枠　D 木材送調皮
E 木材押裝置　F 調皮(D)送齒車

著者の考案に係る削片裝置（Chipper）は幅 80cm, 長さ 150cm, 高さ 75cm の木製枠の中央部に上下運動を爲す鐵軸を有し，其の鐵軸に幅 20cm, 高さ 15cm, の大さを有する片齒

刄を垂直に取付け，石油發動機に依りて毎分 120 回の上下運動を與へ，厚さ 3*mm* の割片を製作するものとす（第四圖參照）。操業に當りては豫め製材機械に依りて製材せし圓盤を自動的に一定の間隔（距離3*mm*）を以て前進回轉する調皮上に置き上下運動をなす齒刄の間を通過せしめ連續的に圓盤を割片となす。其の作業功程は一日人夫一人を以て 1,5000 枚を細斷し得るものにして，其の削片容積は蒸煮鑵に塡充する削片の容積に對し三倍餘に達す。一般に曹達法は苛性曹達の作用激烈なるため木材削片の大さは亞硫酸法に於ける如く大さ形態の均等を必要とせず且つ除節を必要とする場合少きは削片製造功程の增進上極めて有利なるものにして，本裝置も亦相當の生節を細斷し得る構造を有するため割材の製材に當りて直徑二糎以下の有節材は連續的に作業を實行し蒸煮に供し得るものなり。

（4） 蒸 煮 鑵 (Digester)

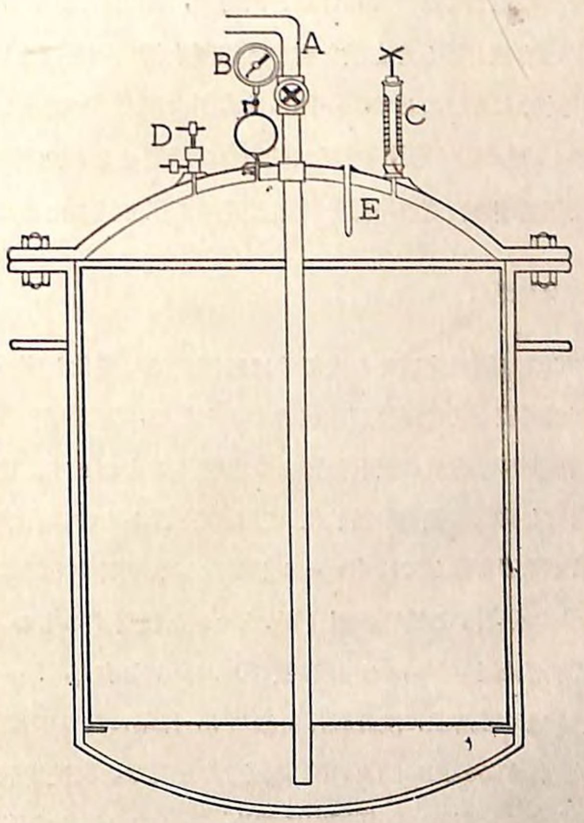
一般に蒸煮鑵は其の形態に依り直立鑵及び水平鑵に大別せられ，其の蒸煮熱源は直接蒸氣送入式又は間接蒸氣式となし其の構造は數種に及ぶ。本研究に使用せんとする蒸煮鑵は構造並に操業の簡易化を期する目的の爲めに其の形態は直立鑵となし，熱源には原料木材の調材に際して生ずる殘材及び拔條を直接燃料として利用する方法を適用せり。著者の設計に係る試驗蒸煮鑵は內徑 70*cm*，深さ 90*cm* を有し厚さ 3*cm* 鐵板を以て熔接製作して繼ぎ目を除き苛性曹達に犯さるゝ危險を防止す。鑵の上部には半圓形の鐵蓋を有し蒸煮鑵とは 32 個のボルトをを以て固定し得るものとなし，上面に寒暖計差入管，安全瓣，排氣裝置，壓力計及び廢液排出管等を熔接取付く（第五圖參照）。

攪拌裝置は蒸煮工程を均等ならしむるに有利なると認め該鐵蓋に其の裝置を熔接取付けたるも，實驗の結果其必要なき事を認めたり。當該蒸煮鑵は常用壓力 100 ポンドとなすも構造の安全を期するため壓力 300 ポンドに對する水壓試驗を終了せしめたるものにして，蒸煮鑵は操業に便ならしむるため高さの過半以上を竈中に沈め，周圍は煉瓦を以て組立て，下部に燃燒竈を設け煙道は長さ 4*m* 角型となし水平に置き其の先端に煙突を附して燃燒を助勢せしむるものとなす。

操業に當りては豫め乾燥せしし削片 (Chip) を蒸煮鑵の內徑に等しく且つ其の高さ 85*cm* を有する金網張圓筒枠に約 70*kg* 塡充して是れを蒸煮鑵內に入れ，苛性曹達溶液を充分に注ぎたる後鐵蓋を固定し直ちに加熱す。此處に原料木材としてヒノキ，スギ，アカマツ，モミを使用し二十五回に亘る蒸煮試驗並に苛性曹達溶液の濃度別試驗の成績に依れば苛性曹達濃

度を 6 乃至 7 Bé とし，原料木材に對し苛性曹達 20乃至30％ となし，壓力 100 ポンド內

第五圖 蒸 煮 鑵 (Digester)



A 廢液排出管　　B 氣壓計
C 安全瓣　　D 排氣口
E 寒暖計押入口

外を以て 6 乃至 7 時間蒸煮せしむるを最も適當なる工程と認めたるも，樹種原料木材の材質並に四季に依る氣候の變化に從ひて蒸煮工程に多少の變更する場合あり。斯くの如くして蒸煮を終りたる後は排氣管に依りて蒸煮鑵の壓力を漸次低減し，2 乃至 5 ポンドに減壓するに及び排氣管を開き自壓を以て廢液を排出す。蒸解せし木材パルプ原料は金網張鐵枠と共に取出し洗滌裝置に移すも，次回の蒸煮鑵の冷却せざる內に準備を整へ加熱蒸煮工程を連續的に實行せしむるを有利となし，猶蒸煮鑵を二個併用し相互的に連續作業を行ふは工程の增進に資す處大なるべきは本成績に鑑み極めて有利なる方法と認めらる。

蒸煮鑵を設置する竈は蒸煮鑵の外周と 5cm の間隙を置きて圓形に煉瓦を以て組立て，其

の底部は苛性曹達の回收に共せらるゝ黒灰掻出しに便ならしむるため，竈の燃口に向つて傾斜せしむ。長さ 4m を有する煙道は竈の上部に設け煉瓦組立となし其の終點に煙突を立つ。特に長き水平煙道を設置せしは燃燒を助勢せしむると同時に，煙道の上面には次回の蒸煮の爲め塡充する削片 (Chip) の容積と等しき容積を有する鐵製水槽二個を置き廢熱を利用して加熱せしむる目的の爲め設計せしものにして，一個には次回の蒸煮すべき乾燥削片 (Chip) を苛性曹達溶液に漬け加熱し，豫め苛性曹達を削片 (Chip) に滲透せしめ蒸解工程に對する豫備蒸煮を行ひ，他の水槽は蒸煮罐の廢液の一部を收容し濃縮工程を補ふために使用するものなり。

（5） 離解，洗滌及び漂白

蒸煮せし削片 (Chip) は纖維素以外の大部分は可溶解性に變化し廢液中に含有せらるゝも尙其の原形を止め蒸煮廢液と共に纖維間に包含するを以て，叩解裝置 (Beater) を使用し離解せしむると同時に纖維間に存在する廢液を完全に洗滌するものとす。而して叩解裝置 (Beater) を本方法に適用せし目的は纖維の粘狀化及び切斷を行ふものに非ずして，離解及び洗滌に資せんとするを以て離解に際しては「ロール」刄及び承刄間の壓擊に依り，洗滌に際しては叩解裝置 (Beater) に附屬する洗滌裝置 (Washer) を使用するものと爲す。

本方法に適用せし叩解裝置 (Beater) は容積 30 ポンドを有し，「ロール」回轉數一分間 160 にして一時間半を以て離解並に洗滌操作を終るも，操業に當りては「ローラ」を充分に上げ置き纖維の切斷されざる程度に除々に降すを適當と認む。又洗滌裝置 (Washer) は削片 (Chip) の原形消失するに到りて叩解槽内に沈め，一方より絕えず清水を注入しつゝ洗滌工程を迅速ならしむるため稀薄硫酸を添加するを有効となす。

斯くして叩解洗滌を終りたるパルプは直に水槽に移し濃縮，乾燥の操作を經て薄板狀の製品となすも，抄紙の目的に依りては漂白パルプを必要となす場合多し。漂白は上述せし叩解洗滌を終りたるパルプを漂白粉を以て酸化漂白を行ふものにして，パルプに對する液量卽ちパルプ濃度を 4～5% にし，之に漂白粉溶液を添加す。本法に於ては作業を簡易ならしめるため漂白粉溶解器に土瓶を使用し，漂白槽には木製桶又は「コンクリート」槽を使用するものとなし其の操作は豫め漂白槽中にパルプを入れ置き漂白液を注ぎつゝ攪拌するものにして其の溫度を平均攝氏 40 度に保たしむるため溫湯を加へ或は加熱す。漂白時間は 2 乃至 3 時間を要するも，漂白粉の要量は蒸煮方法の異るに從ひ異る。本成績に依れば 25% 苛性曹達液を以て蒸解せしパルプは有効鹽素として氣乾パルプに對し約 6% を必要とす。

點火するものとなし Z は共煙突とす。蒸煮を終りたる時は金網張圓筒鐵枠と共に原料を取り出し K 鐵槽に移して廢液の殘部を絞り出し L 洗滌選別槽に於て攪拌裝置を以て充分なる洗滌を行ふと共に不純物を選別し M 叩解裝置に移して叩解す。

叩解を了せし原料は O 貯藏槽に入れ置き未漂白パルプは直に P 壓搾裝置を以て充分に壓搾して水分を除き順次 E 屋外乾燥場にて陽光乾燥を施す。漂白を施さんとする原料は Q 漂白池又は屋内に備ふる土瓶に移して漂白したる後充分に洗滌し P 壓搾裝置にて壓搾して水分を除き順次 E 屋外乾燥場にて陽光乾燥を施す。製作を終了せし木材パルプは其一部を使用し性質調査並に木材パルプ製品の種類に依る實用範圍を比較調査する目的のため R 手漉製紙裝置を備ふ。

廢液の處置に關しては旣に蒸煮工程に於て記載せし如く蒸煮罐より自壓に依つて取り出したる廢液は直に S 鐵鍋に移して加熱し濃縮し粉狀可燃性物質を混合して泥狀乃至塊狀固形物となし T 蒸煮罐焚口より竈内に入れ燃料として燃燒せしめつゝ塊狀の黑灰となす。塊狀の黑灰は T 鐵製槽に入れ加熱し苛性化の操作を行ひて苛性曹達を回收し，一時是れを U 鐵製槽に貯へたる後 I 苛性曹達液槽に移す。是等の工程中に要する燃料は全て原料木材の調材に際して生じたる不用材，枝條，皮其他を使用するものにして豫め V 燃料置場に貯ふ。

是等の操業に要する機械設備中動力を必要とするは C 圓鋸製材機械 D 削片製造機械 L 洗滌選別裝置 M 叩解機械等にして本工場に於ては W 三馬力半石油發動機械一臺を以て全てを運轉せしむるため便宜上工場の中央部に設置し調皮に依つて原動力を傳達す。

尙蒸煮罐附屬の鐵蓋及削片(チツプ)を塡充して蒸煮罐内に差し入れ，或は蒸煮の後に取り出す金網張鐵枠等は相當の重量を有するを以て蒸煮罐と K 鐵製槽の間を往復し得る X 軌道を高さ三米の空間に架設し，二臺の木製トロリーを置き其各處は取付けたる半噸型「チエインブロツク」を以て釣り上げ移動するものとなし，又器具其他原料の運搬に便ならしむるため工場内を通して Y 軌道を敷設し，木製トロリー一臺を備ふ。而して本工場に要する用水は N 水道管に依つて貯水池より送水するものとす。

IV. 收　支

(1) 設 備 費

本パルプ工場の設備費は約3,000 圓を要せしも，創設に係る關係上器具，機械にして著者の考案に依るもの多きを以て試作或は改善に比較的經費を要せり。されども小屋の建設には當場附屬御料地より採集せし間伐材を使用せしため工場設立に所要せし經費は比較的低廉に實行し得たり。

玆に實際事業として各地に就き實行せんとする場合は作業地の遠近，地形並に器具機械の設備其の他の關係に因り設備費に多少の差異を生ずるは明かにして，猶本研究に於ては試驗蒸煮罐に塡充する削片(Chip)は氣乾材重量 70*kg* に該當するも實際事業としては削片(Chip) 300*kg* を標準となし，且蒸煮罐にして 150*kg* の削片（Chip）を塡充し得べきもの二個を相互に併用するを得策と認む，其の工場設備費は概算 2,500 乃至 3,500 圓の範圍內にて實行するを得べくして，幸に水利の便良好にして水力タービンを原動力として使用し得る場合は石油發動機購入費 250 圓に代るにタービン設備費約 600 圓を計上し得べくして，設備費に多少の增額を見るも後述せんとするパルプ生產費の低減に直接關係を有するを以て事業經營上得策と認むる場合多かるべし。

(2) 木材パルプ生產費

本研究に於てヒノキ，スギ，アカマツ，モミに就き 25 回に亘る蒸煮試驗を實行し是れに關聯する洗滌，叩解，漂白，並びに廢液の曹達回收の工程を調査研究せしも，創業に屬する研究たる關係上其の初期に於て原料木材の樹種の蒸煮工程の差異等に依り其の生產費も亦多少の變化を生ぜり。然れども後半に至りて統計的實驗を得たると共に器具機械の操作に經驗を重ねたるため現在に於ける設備の範圍に於て製造し得る稍實際的木材パルプの生產費を求め得たり。此處に其の要點を記述すれば削片（Chip）70*kg* を塡充し得る試驗蒸煮罐に於て原料木材，殘材，枝條等を使用する燃料，曹達回收に要する燃料，補給用炭酸曹達，石油，人夫賃等を以て一罐當り木材パルプ製造費は 3.50乃至3.80 圓に該當せり。

然るに一回蒸煮に對する木材パルプ收得量は平均 40% なるを以て未漂白パルプ一ポンド當り生產費は 6 乃至 7 錢となり漂白粉を使用して漂白する場合は一ポンド當り直接生產費約

I. 研究の目的

北海道並に內地に分布する御料林は林業地面積 1,073,900*ha* を有し，其の蓄積は針葉樹 66,758,400m^3 餘，濶葉樹 89,285,900m^3 餘に及び何れも有用樹種を以て構成せらるゝは將に天惠と云ふを得べくして，是れが森林資源の利用開發に努むるは最も肝要なる事項となす。從つて當局は保續的施業方法を實行すると共に，伐木運材には嶄新且つ有利なる機械的方法に依り漸次集約的に事業を遂行せられつゝあるは周知なり。然れども現在に於ける事業の全般を大觀すれば，搬出運搬に多大の經費を要し且材價低廉なるが爲に收支相償はずして徒らに林地に放置せらるゝ未利用木は比較的多額に達するを知る。特に現在に於ける人工造林地面積は 128,000*ha* 餘に達するのみならず，將來二十ケ年後に於ては 88,660*ha* 餘を增加する見込となす狀態に際しては，是等造林地より間伐せらるゝ資材も亦相當の材積に達すべくして，既に現在に於ける利用間伐材積は平均一ケ年當り 28,000m^3 餘を示し，造林間伐面積は平均一ケ年當り 3,200*ha* 餘に達し，處分困難となり林內に於て自然の腐朽に委するの止むを得ざる場合尠からざるを惟へば是が利用開發にも亦多大の考慮を肝要となす。

此處に於て實際的方法として其の例證を擧ぐれば，簡易且つ輕便なる運材裝置を適用するを可となす場合，製材事業を實行するを以て有利となす場合，或は間接的利用の方法として林產物製造の原料に供するを適當とする場合尠からざるも，現在に於ける一般化學製造工業の趨勢を考察し木材パルプ製造工業の資材として利用するを得ば，國家經濟の見地より觀るも極めて時勢に適當せる方法と認めらる。特に原料木材は御料地全般に亘りて生ずる針濶葉樹種を利用し，木材パルプ製造の方法は特に製紙に關する技術經驗を有せざる者も亦容易に實行し得べきものと爲すは實用上最も肝要なる事項となすを以て，本研究に於ては次ぎに示す諸項に就き研究するを主眼となす。

(1) 木材パルプ製造法の研究

現在製紙工業に於て一般に實施せらるゝ木材パルプ製造法は機械的木材パルプ（Mechanical Wood pulp）の製造即ち碎木パルプ（Ground pulp）の製造及び化學的木材パルプ（Chemical Wood pulp）の製造法に大別せられ，更らに化學的木材パルプは亞硫酸木材パルプ（Sulphite Wood pulp）の製造と曹達木材パルプ（Soda Wood pulp）の製造に類別せられ，尙曹達木材パルプ製造法は苛性曹達法と硫酸曹達法とに分たる。是れ等木材パルプ製

造法は各々特徴を有し實際製紙工業として適用せらるゝ場合は，原料の種類，操業上の關係其の他の因子に依り利害得失を有するは既往に於ける成績に徴して明かなり。

抑々本研究を實行するに當りて第一に考究すべき要項は御料地全般に亘りて生ずる未利用木の利用開發に資するを目的となす關係上，其の原料たるべき資材は針濶葉樹種全般に及ぶは當然にして，從つて木材パルプ製造の方法は木材パルプとして價値ありと認めらるゝ總ての樹種に適用せらるべきものたるを要す。而して第二に考究すべき要項は原料木材の伐木，運材に要する經費を可及的に輕減せしめんとするため，必然的結果として木材パルプ製造工場は是れを伐木作業地內或は是れに近接する位置に設置し，出來得べくは簡易薪材製材機械及び移動式簡易鐵索運材裝置等を巧に結合し努めて間接費の低減を期すべきものなり。

然るに伐木作業地は事業の進展に伴ひ逐時移動するは施業上當然なるを以て此處に第三の要項として，木材パルプ工場も亦伐木作業地の移動に從つて移動すべき必要を生ずる場合多きを以て器具機械等は重量を輕減し且つ構造簡單にして分解，組立てを容易ならしめ，又パルプ製造に使用せらるゝ藥品其の他の必需品は全て取扱簡易にして運搬に便なるを要す。

從つて實際事業上に適用せんとするに際しては是等間接的要項を參照し最も適切なる木材パルプ製造法の研究に資すべきは明かなり。

此處に於て現在一般的に實施せらるゝパルプ製造方法を観るに何れも大規模にして，重亞硫酸石灰法は藥品の回收を要せず且漂白容易なりと雖も樹脂を含む樹種に適用せられざると取扱はるゝ藥品の惡臭を發し，藥害を與ふる場合多く，操作も亦比較的複雜なる缺點を有し，硫酸曹達法は樹脂を有する樹種に適用し得べきも藥品の回收に惡臭を發し且操作比較的複雜にして小規模なる工場に適用し得ざる場合多し。苛性曹達法は漂白，廢液の曹達回收に稍困難を生ずる缺點を有するも，樹種の如何に係らず適用せらるゝと藥品の回收に惡臭を發せず且操作簡易なる特徴を有す。

斯くの如く其の方法には各々特異性を有するも，著者等は岐阜，愛知，靜岡，埼玉の諸縣下に於ける製紙工場並に和紙抄紙業の現況を視察し，猶既往に於ける調査試驗成績を參照せし結果，苛性曹達法にして曹達の回收を經濟的に實行するを得ば本目的に對し最も適當なる方法と認めたるを以て，此處に苛性曹達法をして有利に實行得べき實際的方法を研究せんとせり。

（2） 簡易にして操作容易なる設備の研究

事業地の移動に伴ひ逐時に位置を變更せんとする本工場は特に移動に便ならしむると同時に極めて小規模にして設備に多額の經費を要せざるものを適當となす。從つて從來一般製紙工業に實用せらるゝ機械中には直ちに是れを襲用し得ざる場合多きを以て，特に本方法に適用し得べき器具機械を考究し且操作容易なる設備の研究を必要となす。

（3） パルプ製造に關する工程並に廢液の曹達回收に關する研究

曹達木材パルプの製造に於て苛性曹達の濃度，蒸煮溫度の高低，蒸煮時間の長短，原料木材細斷の程度並に取扱の方法等は直接パルプの品質に影響を及ぼす事顯著なるものにして，特に特種なる蒸煮罐を使用する場合は特種なる工程を必要となすは明かなり。就中原料木材の樹種を異にする場合の如きは最も肝要にして，選別，叩解，漂白，の工程も亦相互關聯して適當なる操業方法の研究を要し，特に蒸煮に對して生ずる廢液より曹達を回收する方法の如何は實際事業上其の經濟的價値の如何を斷定せしむる要素にして，現在本邦に於て一般に曹達法の實用せられざるは主として曹達回收に要する燃料と燃燒爐の設備に多額の經費を要するとに起因するを以て，是れが簡易化には充分なる調査研究を必要とす。

（4） パルプ製品の性質に關する研究

爾來木材パルプは主として洋紙製造に資せられたるも輓近和紙抄紙工業に於て機械的抄紙方法の普及發達に伴ひ其の主原料たる楮中に木材パルプを調合する場合多く，手漉和紙に於ても亦原料中に木材パルプを混ずる傾向著しきを知る。而して木材パルプを主と爲す洋紙並に木材パルプを混用する和紙の製品の種類は近時夥しき數に達し，其の名稱も亦廣汎に及ぶは和紙抄紙技術の進展に伴ひ特種製紙の發達に起因する處多大なるべきも，他面に於ては當業者間に抄紙原料の種類並に性質に對し精細に亘る比較研究行はれ，各種の原料を巧に適用せんとする趨勢顯著なるに依るべし。斯くの如き時勢に際しては現在實用せらるゝ一般木材パルプに關する性質を知ると同時に本方法に依り製作せし製品の品質とを比較研究し其の特質を發揮せしめ缺點を補ひ，以て一般の需用に應ぜしむるは最も肝要なる事項となす。特に製紙原料として未だ利用せざりし樹種を原料木材となし，猶本邦に於て未だ製造せられざる曹達木材パルプを一般市場に供給せんとするに際しては豫め蒸煮，選別，叩解及び漂白等の操作が木材パルプの性質に及ぼす影響に關し充分なる研究を肝要となす。

II. 原料木材の成分，性質並に蒸煮試驗

本研究は凡そ製紙原料として利用し得らるゝ總ての針濶葉樹を資材として使用せんとするを以て，豫め其の性質並に成分の比較研究を肝要となす。又同一樹種と雖も地方的品種を有し其の性質並に成分には多少の相違を示す場合あるは既往に於ける調査成績により明かなるのみならず，林木個體の生育せし環境に依りても亦其の性質を異にする場合尠からざれば著者の研究に係るヒノキ材の産地別比較調査に依り窺知し得らる。從つて原料木材の選擇に際して各樹種に就き充分なる比較研究を要すべきは論を俟たざる處なり。

本報告は次ぎの四樹種を原料木材となすパルプの製造に關し研究せし成績を取纒めたるものにして，其の他の樹種の就きては後日改めて報告する處あるべきを以て，此處には主として本原料木材に關する成績の概要を掲載す。

ヒノキ　Chamaecyparis obtusa SIEB. et ZUCC.

産地 (1) 當場附屬廿里御料地

(2) 木曾支局王瀧出張所鯎川御料地

スギ　Cryptomeria japonica D. DON

産地 (1) 當場所屬廿里御料地

(2) 當場附屬谷山御料地

アカマツ　Pinus densiflora SIEB. et ZUCC.

産地 (1) 當場附屬廿里御料地

(2) 當場附屬志田山御料地

モミ　Abies firma SIEB. et SUCC.

(1) 産地當場附屬高尾山御料地

(2) 當場附屬廿里御料地

(1) 顯微鏡的性質

木材パルプの本質たるべき木材纖維はパルプ製造法の如何に依りて多少の變化を生じ，就中叩解，漂白のパルプの性質に及ぼす影響尠からざるを以て，木材パルプの製造に當りては其の品質の向上並に損失の輕減を計るは當然となすも，製紙工業に於て强靱にして且長纖維を有する原料の賞用せらるゝは製品の品質を優良ならしむるに外ならずして，特に和紙抄紙

漂白を終りたるパルプは沃度加里澱粉紙に依りて鹽素の反應を呈せざる程度迄洗滌を充分に行ふものにして，其の際洗滌を迅速ならしむる意味に於て脫鹽素劑なる亞硫酸曹達等を使用する場合あり。

(6) 木材パルプの取扱

叩解操作を終了せしパルプは是を水槽中に移すも相當なる水分を含有するため濃縮せしむる必要を有す。本方法に於ては簡單なる木製箱を幅 60 糎，長さ 50 糎，深さ 30 糎，に製作し中央部に一枚の板を置きて仕切り，其の底部には金網を張り濃縮に際し排出する水分を流出せしむ。斯くして一定量のパルプを箱に流し入れては木綿布を置き更に一定量のパルプを流し入れ順次數回重ねたる後簡單なる起重機を以て壓縮す。壓縮せし板狀パルプは箱より取出して重ね更に起重機を以て壓縮し充分に水分を絞りたる後屋外にて陽光乾燥を施す。漂白パルプも亦上述せし方法に依り濃縮するも屋外乾燥を施す場合は充分なる注意を要するものにして寧ろ煙道の廢熱を利用し屋內乾燥を實行するを以て得策となす。

乾燥せし板狀木材パルプは樹種其の他の備考を明記して是を貯藏するは一般林產物の貯藏法と何等異る事なし。

(7) 廢液の曹達回收及廢液の處分

一般曹達法に於ては木材パルプ 100kg を製造するに木材 $0.6m^3$(約330kg) を要し，是れを蒸解する 60-80kg の苛性曹達を要す。然して蒸煮の後には苛性曹達分 60-80kg と有機物 230kg とを含有する廢液約 $1.6m^3$ を生ずると謂ふも，曹達以外の溶解物は是れを回收せられず曹達のみを燃收するを普通となす。然して曹達回收には廢液の濃縮に多効罐式蒸發裝置を燃燒には回燒爐を使用せらるゝも其の設備に相當の多額の經費を要するがため實際事業上實行困難と認めらるゝ場合を多しとなす。

本木材パルプ製造法に於て廢液の曹達回收並に廢液の處分は極めて重要なる事項にして是れが回收處分に適用せらるべき經濟的方法の効果の如何は本方法の實用的價値の可否を斷定する根本的因子とす。然して曹達回收に要する設備に多大の經費を要し且つ其の操業複雜なる場合は簡易を目的となす本パルプ製造法の全般に亘る作業工程にも亦影響する處尠からざるを以て，是れが回收處分にして極めて有利なる方法を考案するは最も肝要なる事項となす。

著者は實驗に依り濃縮せし廢液は他の燃燒物と共に燃燒せしむる時は直ちに引火して燃燒

するを認めたり。斯くの如き現象は既往に於ける廢液の分析結果に依り相當の可燃性成分の含有せらるゝ成績並に燃燒爐内に於ける濃縮廢液の黒灰となる經過狀態等を參照し明かなるを以て，著者は其の性質を本方法に適用し極めて簡易なる設備に依り曹達の回收を實行し得れば利する處多大なるを認たり。此處に於て廢液を適當に濃縮したる後に原料木材の製材に際して生じたる鋸屑並に削片細斷に當りて生じたる粉狀の可燃物質を乾燥して廢液中に混合して是れを濃縮し，泥狀乃至塊狀固形物となし是れを原料木材蒸煮罐加熱の燃料として利用する方法を考案實行せしに其の効果顯著なる成績を得たり。

茲に操作の要旨を記述すれば蒸煮作業を終了せし蒸煮罐は排氣口を開きて漸次減壓したる後廢液排出管に依りて自壓排除を行ふ。斯くして得たる高温なる廢液は直に鐵鍋に移して加熱濃縮し，一定濃度となし豫め乾燥を施せし粉狀可燃質物を加へ泥狀乃至塊狀に達するまで加熱す。次回に蒸煮すべき原料木材の削片（Chip）は前回の蒸煮行程を終ると同時に蒸煮罐に塡充せらるゝを以て直に加熱行程を實行し得らる。此處に於て原料木材調材の際に生じたる樹皮樹葉其の他不用材 30 乃至 50 瓩を燃料として燃燒し火力旺盛となるに及びて該混合物を徐々に供給しつゝ燃料として燃燒せしむ。然して一回の蒸煮作業に依りて生じたる廢液混合物の量は次回の蒸煮の燃料として使用するに適當なる分量に相當する如く調製混和せしむるは極めて肝要なり。

斯くして爐中に於て生成せる燃燒生成物は白色の炭酸曹達を主成分とする塊狀となり，一部には黒色の炭素を含む。該塊狀の黒灰は蒸煮竈より搔出し，鐵製の苛性化槽に移し，水に溶解し加熱攪拌し，是れと同時に操作中に損失せし蒸煮液の曹達の約 20-30% を補給する目的のために炭酸曹達を添加し生石灰或は消石灰を以て苛性化す。苛性化作業は次式に基づくものにして，$Na_2CO_3+CaO+H_2O=2NaOH+CaCO_3$ 添加すべき生石灰の量は實際操作上，計算量より稍々多量卽炭酸曹達量の 70%～80% を適當とす。而して約 2 時間煮沸せしめ，其の間は攪拌を行ひつゝ苛性化を終るものとす。

本方法に依つて回收し得たる苛性曹達は次回の蒸煮に使用するものにして是等の工程を順次循環せしむる事に依り比較的高價なる苛性曹達の購入を除き得たるのみならず，普通燃料の輕減を計り得たるは本方法の特徴と爲す處にして，又一般に使用せらるゝ燃燒爐の設備を要せざるため及び其の燃料を除きたるためにパルプ生產費の低減に資する處多大なるを得たり。而して回收したる曹達を使用して製作せしパルプは實驗の結果其品質並に收得量に何等影響を認めざりき。是れに加ふるに蒸煮竈煙道は燃燒を完全ならしむるために長さ四米の水平溝を煉瓦にて組立て，猶其上部に二段に角形鐵鍋を裝置し次回に蒸煮すべき乾燥せる削片（Chip）を曹達液に漬け豫め吸收且つ加温せしめ是れを長時間行ふときは其の蒸煮に當り蒸煮時間を短縮するため更らに燃料を節約し且蒸煮を均等ならしめたるは極めて有利なるものと認めたり。

（8） 工場設備並に機械の配置

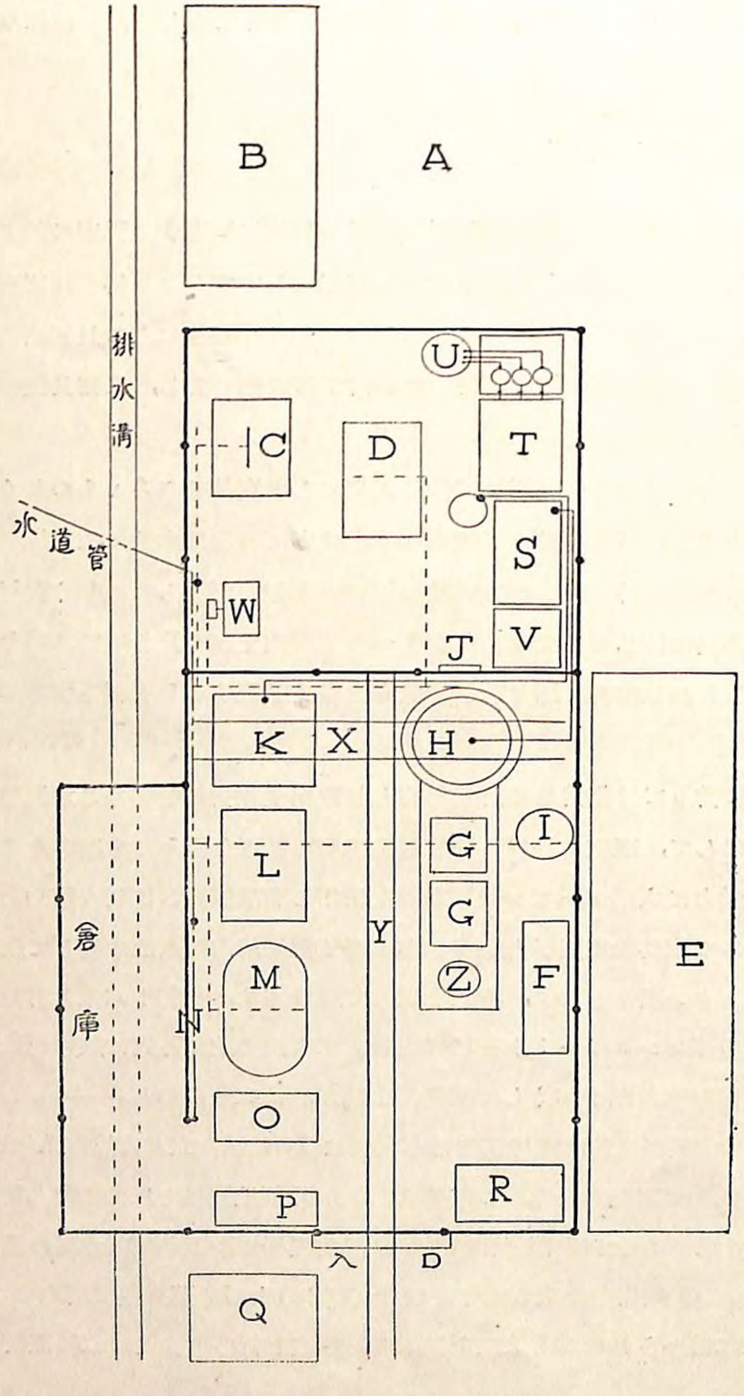
一般工場に關する設備並に機械の配置は事業の目的に適應する程度に於て經濟的効果を充分に發揮せしむるを肝要となし，就中機械の配置にして宜しきを得ざれば直接作業工程に影響する處多大なるは周知なるも，本方法に於ける如く小規模にして且經濟的効果を充分に發揮せしめんとする工場にては特に其目的に適當する設備を要し，又器具機械は極めて操作容易なるを必要とす。

然るに現在本邦に於は苛性曹達法に依る工場にして實施せらるゝものなく，從つて參照すべき成績を有せざるは誠に遺憾とする處なり。此處に著者は本法に依る操業の順序を考察し可及的に能率の增進を計り得べき設備並に機械の配置を考案し次の如く實行せり。然れども實際的作業の進展に伴ひては猶改良を要すべき個所生ずべく且各地に工場を建設せんとするに際しては地形其他の影響に因り設備配置等を多少變更するを有利とする場合多き事論を俟たず。

本工場設置に當りては相當なる落差を有し且流出量相當に豐富なる水源地を近くに求むるは極めて肝要にして，現在に於ける一般製紙工場の狀況を鑑みるも明かなり。特に諸機械の運轉に要する動力に水壓タービン式發動機を使用し石油機關の燃料の節約を期せんとする場合に於ては極めて重要なる因子となす。本工場は當場構內貯水池に接して建設せしものにして屋根を小波トタン張りとなす，木造小屋にて間口六米，奥行十六米を有し內部は作業に便ならしむるため「コンクリート」を以て固む。工場內部並に外周に設けたる設備並に機械の配置は第六圖見取圖に示す如くして其概要を述ぶれば次ぎの如し。

A，原料木材積置場に於て造材剝皮せし資材は B に積み立て自然乾燥を施し順次に C 圓鋸製材機械に依りて圓盤を製作す。圓盤は D 削片製造機械を以て細斷し削片（Chip）を製作し E 屋外乾燥場に於て陽光乾燥を施し F 屋內置場に貯ふ。原料木材の蒸煮に當りては煙道上に設けたる G 鐵鍋中に豫め浸せる削片（Chip）を H 蒸煮罐に塡充すると同時に I 苛性曹達溶液槽に貯へられたる曹達液を注入し，罐蓋を行ひたる後は J 竈焚き口より燃料に

第六圖　本工場設備並に機械配置圖



8 乃至 9 錢に該當す。

叙上せし成績は本工場の設備を以て木材パルプを製造せし範圍內に於て得たる結果にして，此處に水利の便を有するため石油發動機に代りて水力タービン 4H. P. を設備し得れば更らに石油燃料費を除外し得べく，倘伐採地より燃材を採集し得るものとすれば燃料費をも除外し得べき場合あるべし。斯くの如き地況に於ては是等の所要經費を除くため未漂白パルプーボンド當り約 5 錢，漂白パルプーボンド當り約 6~7 錢となし得べし。

更に本試驗成績に依れば蒸煮罐の容積を增大せしめ猶且つ 2 個を併用すれば總ての工程に於て所要經費を節約を計り得るを以て更らに生產費の低減を期し得べきものと思慮せらる。

V. 總　　括

（1） 北海道並に內地に分布する御料林は其の面積宏大にして蓄積も亦豐富なるは將に天惠と謂ふを得べくして，是れが森林資源の利用開發には有利且得策なる方法を實施し，以て收益の增進を期するは論を俟たざる處なり。然れども現在に於て收支相償はざるが爲め徒に林地に放置せらるゝ未利用木は相當の材積に達するを知るに及びては是れが利用開發に努むるは極めて肝要なる事項と認む。此處に其の一方法として木材パルプ製造の資材として利用するを得ば蓋し一般製紙工業の現況に鑑みて最も適切なるものとす。

（2） されども其の目的を達成せしむる爲めには操業容易にして小規模なる木材パルプ製造工場を伐木作業地或は是れに近接して設立し以て資料の運搬費を低減せしむるを必要とす。猶該工場は各御料林に亘りて建設し事業を實行するを有利となす關係上原料木材は一般針濶葉樹に求むべきは必然的結果なり。

玆に各種製造の方法を比較研究せしに曹達木材パルプ製造法に依るを得策と認めたり。

（3） 試驗に當りては小規模なる工場に適當すべき製材機（第一圖版參照）削片製造裝置（第一圖版參照）を考案し以て削片（Chip）の製作を行ひ，是れを氣乾削片（Chip）70*kg* を塡充し得る蒸煮罐に依り苛性曹達 20乃至30% 壓力 100 ポンド前後にて 6 乃至 7 時間蒸煮し更らに洗滌，選別，叩解並漂白の各工程を連續實行せしに極めて優良なる木材パルプの製作に成功し得たり。然れども曹達法に於ける廢液の曹達回收は極めて主要なる事項にして其の方法の如何はパルプ製造法の經濟的價値を斷定する據點なり。

（4） ヒノキ，スギ，アカマツ，モミ等に就き木材パルプを製造せし成績に依れば一回蒸煮に際して木材パルプ平均 40% を收得し得たると同時に約 370 立の廢液を生ぜり。是れが廢液の曹達回收に關して數回に亘る實驗を試みたる結果，濃縮に際して鋸屑其の他の粉狀可燃性物質を乾燥して混合し，泥狀或は塊狀となし蒸煮罐並に廢液の濃縮に要する燃料として使用し極めて有効なる方法を發明せり。從つて一般曹達法に於て經濟的に困難とせられたる燃燒爐の設備並に是れに要する燃料を除き得たるは直接パルプ生產費の低減に効果あらしめたると共に曹達回收設備の簡易化を計り得たり。

（5） 斯くして器具機械並に設備費を努めて輕減せし結果約 3,000 圓の經費を以て設置し

得たるは唯に當局より產出する未利用木の開發に資せらるゝのみならず，一般農山村の副業として實行し極めて有利なる事と認む。加ふるに本方法に依つて生產せらるゝ木材パルプは生產費未漂白パルプを 6 乃至 7 錢，漂白パルプを 8 乃至 9 錢を以て實用に供し得る製品を製造し得たるは現在に於ける一般製紙工業の趨勢に鑑み極めて有利なるものと信ず。

是れを要するに本工場は一般針濶葉樹種の原料として木材パルプを製造し且つ操業簡易にして設備に多額の經費を要せざるを以て，山間僻地に於て事業を有利に經營し得べき特徵を有す。從つて一般抄紙業と相俟つて各地に進展し得れば吾邦製紙工業に資する處尠からざるべきものと考察す。

参考文献

厚木勝基： パルプ及紙 昭和五年
今岡顯： 製紙の學理及實際 大正六年
高橋直乾： 製紙工業 昭和九年
前橋孝： 最新製紙工業 大正十五年
佐伯勝太郎
村井操： 製紙術 大正十四年
磯田清藏： 抄紙機械解說 昭和十年
佐伯勝太郎： 製紙原質篇 明治四十二年
鐵道省運輸局： 和紙洋紙パルプに關する研究 大正十五年
農林省山林局： 本邦に於ける木材パルプの生產狀況 昭和十年
纖維素協會： 纖維素工業
紙業雜誌社： 紙業雜誌

Hägglund, E.: Holzchemie, 1928.
Schorger, A. W.: The Chemistry of Cellulose and Wood, 1926.
Cross, C. E., and Bevan, E. J.: A Text Book of Paper Making, 1920.
Schwalbe, C. G., und Sieber, R.: Die Chemische Betriebskontrolle in der Zellstoff und Papier Industrie, 1922.
Sutermeister, E.: Chemistry of Pulp and Paper Making, 1929.
Technik und Praxis der Papierfabrikation, Band I, Band II, Band III.
Hawley and Wise: The Chemistry of Wood. 1926.
Freudenberg: Tannin, Cellulose, Lignin. 1933.

BULLETIN

OF THE

FOREST EXPERIMENT STATION OF THE IMPERIAL HOUSEHOLD

Vol. III. No. 1.

TOKYO

1935

ON THE SIMPLE METHOD OF SODA WOOD PULP MAKING

By

TOICHI MIYOSHI

AND

KOZIRO MAKINO

Résumé

There is a far greater accumulation of woods in Japan than actually required for building materials. The forests in our country contain many species of conifers and broad leaved woods, and some of them remain not utilized.

For the utilization of these woods, a simple method of economical pulp making was studied. A soda process was adopted for the reason that it is possible to use woods which are too resinous to be treated by the sulphite process and also it is carried out easily.

The outline of this process is as follows:

1. The wood is cut into disks 3 cm. long with a circular saw. (PL. I.)
2. The disks are chipped with a vertically acting guilotine. (PL. I.)
   The length of each chip is 3 cm.
3. The chips go next to the digester. It is the usual stationary type and is shown in PL. II. The digester is heated by burning waste woods and fuel

prepared by mixing the black liquor and sawdust. The cooking condition and chemical compositions of pulp are as follows:

COOKING CONDITION

Sample	A	B	C	D	E	F
Percentage of NaOH to wood	15%	25%	40%	24.5%	26%	30%
Conc. of NaOH (Bé)	4	6	9	7	7	7
Temperature (°C)	168–170	171–174	151–168	150–165	150–165	158–166
Time in hours	6	5	5	5	5	6

COMPOSITION OF PULP

Sample	A	B	C	D	E	F
Ash	0.80	0.53	0.63	0.81	0.38	0.31
Cellulose	87.99	97·78	96.64	89.97	92.86	96.37
Lignin	9.03	3.75	2.46	9.20	6.12	3.48
Benz. alc. ext.	0.95	0.94	0.82	6.55	1.60	0.65

(Dry matter %)

A: Akamatsu (Pinus densiflora SIEB. et ZUCC.)
B: " "
C: " "
D: Momi (Abies firma SIEB. et ZUCC.)
E: Sugi (Cryptomeria japonica D. DON)
F: Hinoki (Chamaecyparis obtusa SIEB. et ZUCC.)

4. After the cooking, the black liquor is sent to the open pans or other evaporaters by the pressure of steam of the digester. Digested chips are beaten and washed in the beater.

5. The black liquor is evaporated in open pans or other evaporators and concentrated to at least 30° Bé. The concentrated black liguor is mixed with such organic inflammable and hygroscopic powders as sawdust or bark powders and dried to a black mass in open pans. The dryness of black liquor is accelerated by the addition of sawdust. Black substances which consist of strong black liquor and sawdust are used as fuel in the furnace. This fuel plays a great role so as to do without the recovery furnace. The ash obtained from this fuel has the following chemical compositions. Sodium carbonate and sodium hydroxide was titrated with normal acid from water extract of the ash using phenolphthalein and methyl orange as indicator.

COMPOSITION OF THE ASH

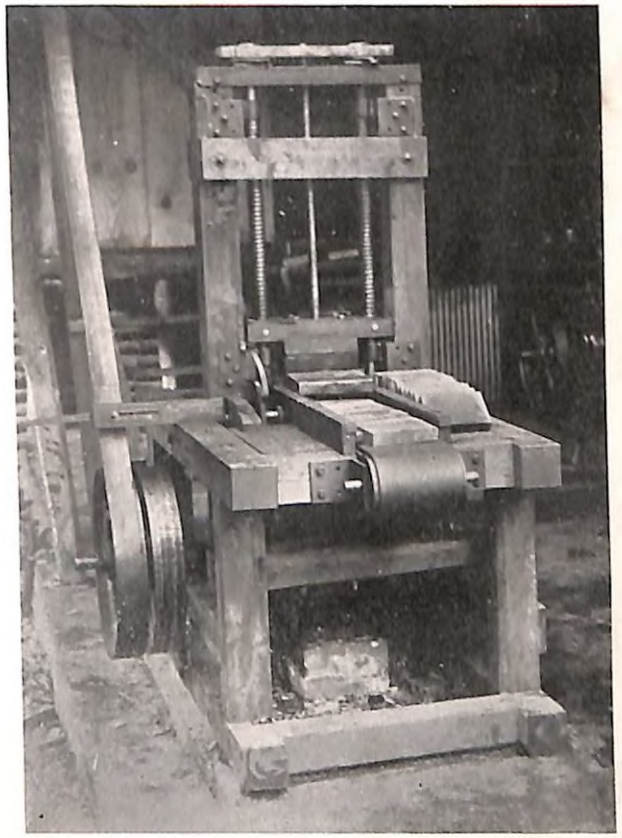
Sample	A	B
Sodium carbonate	64.1%	57.1%
Sodium hydroxide	7.5%	19.5%
Residue (Carbon, insoluble ash)	28.4%	23.4%

6. The soda in the black ash is dissolved and causticized by quick lime as the usual process and sent to a caustic soda tank. This recovered soda is used again as the cooking liquor.

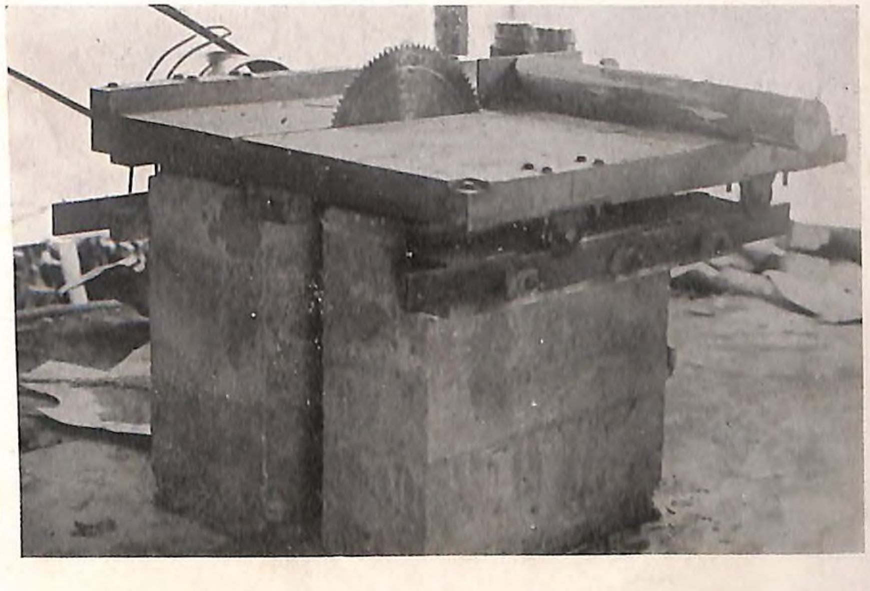
In this method of pulp making, the equipment required for the recovery is not expensive and the cost of production is so cheap that it can be practised economically.

(A patent has been applied for)

I. 削片製造裝置 (Chipper)

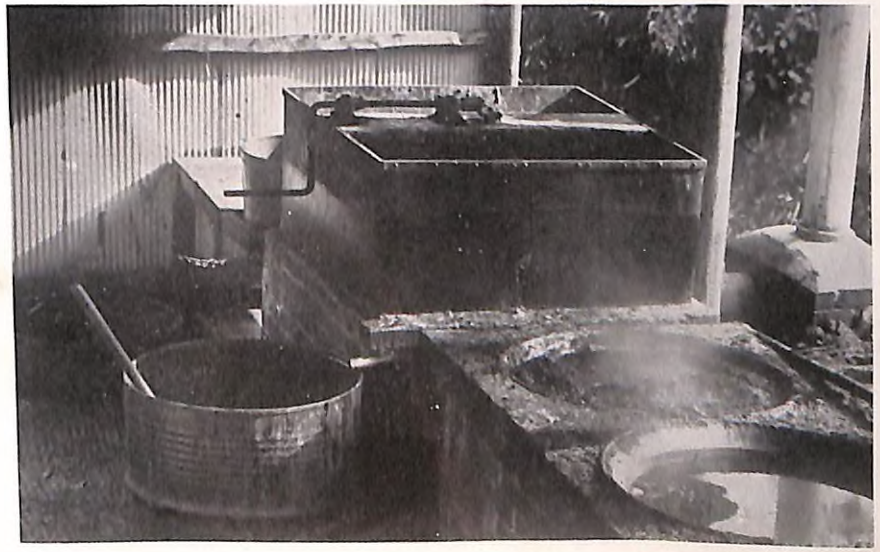


II. 製 材 裝 置 (Cross Cut Saw)

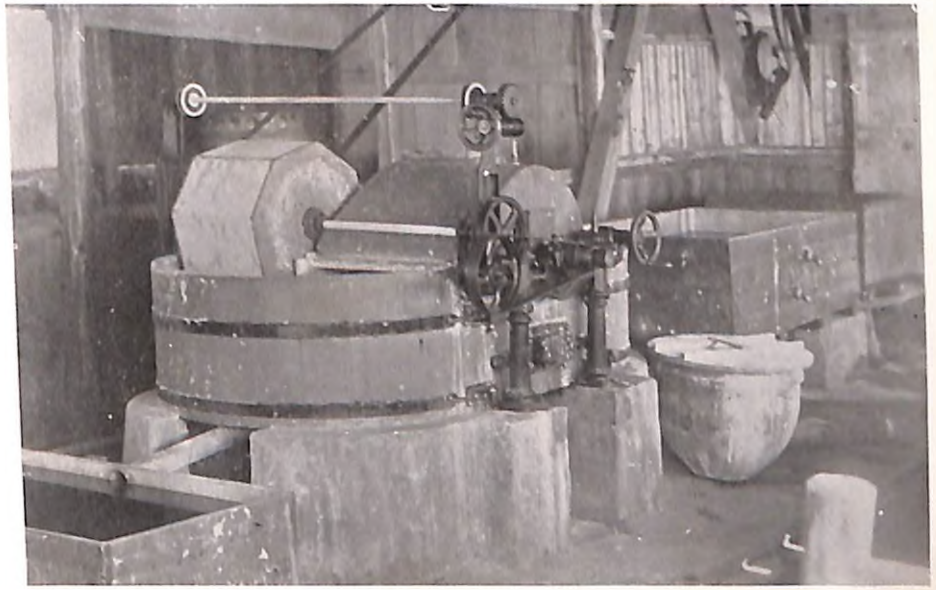


I. 蒸　煮　罐 (Digester)

II. 曹達回收裝置 (Soda Recovery Equipment)



I. 叩解裝置 (Beater)



II. 手漉裝置 (Hand Process of Paper Making)

I. 原料樹種 ヒノキ

ヒノキ パルプ	70%
楮	30%

II. 原料樹種 アカマツ

アカマツ パルプ	70%
楮	30%

III. 原料樹種 スギ

スギパルプ 70%
楮 30%

IV. 原料樹種 モミ

モミパルプ 70%
楮 30%

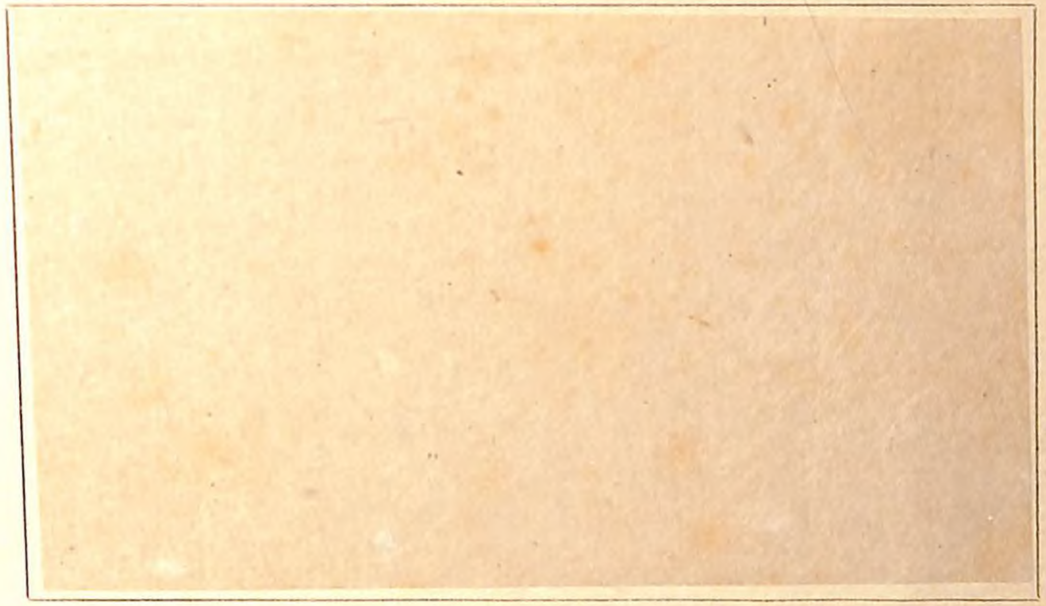
V. 原料樹種 ヒノキ

ヒノキ パルプ	70%
楮	30%

VI. 原料樹種 アカマツ

アカマツ パルプ	70%
楮	30%

VII. 原料樹種 スギ



スギパルプ	70%
楮	30%

VIII. 原料樹種 モミ

モミパルプ	70%
楮	30%

IX. 原料樹種　アカマツ　ブナ

アカマツ パルプ	70%
ブ　ナ パルプ	30%

X. 原料樹種　モミ　ブナ

モ　ミ パルプ	70%
ブ　ナ パルプ	30%

昭和十年十二月二十二日印刷
昭和十年十二月二十五日發行

帝室林野局林業試驗場
東京府下南多摩郡横山村

印刷者　吉岡清次
東京市丸ノ内有樂町二丁目七番地

印刷所　朝陽印刷株式會社
東京市丸ノ内有樂町二丁目七番地

〔非賣品〕