

蓄電池隔離板用材の研究（第一報）

Takeshi UYEMURA: Wood for storage battery separators in Japan

農林技官 上 村 武

I. 緒 言

一般化学工業や交通機関等に缺くべからざる重要品である蓄電池には通常陰陽兩極板を短絡させぬ様に隔離板が使用してある。隔離板は一部にはエポナイトや硝子等も用いられるが大部分は木製でありそれ以外のものは價格の點はもとより性能に於ても未だ木製に及ばぬものが多い様である。隔離板は電極1枚毎に1枚宛を必要とするし木製の場合原木に對する製造歩止りも悪いのでこれに要する木材は昭和24年度で約6萬石に達している。(蓄電池隔離板工業振興會調)。且木製隔離板はその樹種取扱法處理法等の如何により性能に著しい差違を生じるが、此等の點に關して材料的見地から系統的な検討はあまり加えられて居らず、國內では鐵道技研のほか、蓄電池製造業者等に於て行われた若干の研究成果を見るのみである。殊に有機酸としての木材の不均一性と蓄電池における未だに究明されつくしては居ない隔離板の受ける或は隔離板の果す複雑な電氣化學的作用を考えれば木製隔離板に關して系統的な研究を行つて隔離板用材の樹種、取扱法、處理法等の基礎を確立して置く事がのぞましい。日本標準規格によると隔離板は第1種(品質の優れたもの)がひのき又は之と同等品、第2種(品質の劣るもの)がしな又は之と同等品と定められてあるが、實際に市場に於て取扱われるものは大部分ひのき製で、一部にしな製のものが用いられるが他の樹種は殆ど實用に供されていない様である。之はひのき材が優良であるということ以外にひのきが標準規格に代表樹種と定めてある爲無批判に取上げられる事にもよるし、一面他樹種に對する隔離板としての性能試験或は實用試験が充分に行われて居ないからでもあつて、必ずしもひのき材の優秀性のみに基づくものではない。

ひのき材は隔離板として適材ではあるが種々の用途に對して競合多く蓄電池の品質を落す事なしに他樹種を以て置換える事が出来たなら6萬石のひのき材が他のより適切な用途に利用し得る譯であり、又此等の樹種或はひのき材に對してもより品質を向上せしめる處理方法を確立しておく事は木材の高度利用の見地から目下の急務であると思われる。當場に於ては兼て林野廳並に經濟安定本部の示唆を受けて、蓄電池隔離板用材として利用可能な若干樹種に對してその處理法と製品の性能を研究中であつたが若干の成果を得たので業界方面の要望もあり取あえずその一部を報告する次第である。本報告は豫報的なものであり試験は更に繼續して行いつつある。

本研究を行ふのに當り多大の便宜を供與された林野廳，經濟安定本部並に試材の供與を受けた關係各營林局署，豫備調査に關して多大の便益と惜しみなき援助を賜つた蓄電池隔離板工業振興會，試材の製作に當られた日本セパレータ製作所，直接試験の重要部分を分擔して頂いた古川電池株式會社富田清孝氏，鐵道技術研究所杉田藏信氏並に職員諸氏，實驗計算製圖等に協力して頂いた當場木材物理研究室の各位に深甚なる謝意を表する。

II. 試料並に處理方法

試験材は本試験のために次表の如き營林署から特に素性のいい丸太の送付を受けてこれを使用した。

樹	種	産	地	
ヒ	ノ	キ	長野營林局	王瀧營林署
ア	カ	マ	"	岩村田營林署
ヒ		バ	青森營林局	青森營林署
カ	ウ	ヤ	長野營林局	王瀧營林署
カ	ラ	マ	"	岩村田營林署
モ		ミ	"	王瀧營林署
ト	ゞ	マ	旭川營林局	奥士別營林署
ツ		ガ	高知營林局	大柄營林署
エ	ゾ	マ	旭川營林局	奥士別營林署
シ		ナ	"	"
イ	タ	ヤ	"	"

上記の丸太は通常の隔離板製法に従つてつき板法により心材(但しアカマツのみは邊材)より柁目木取で高 10 cm, 幅 11 cm の溝付標準隔離板(第 1 圖)を作り束ねて冷暗所に保存した。圖中 t は 1mm が標準であるが，多少厚さの不同があるため，強度試験，電氣抵抗試験については一々厚さを測定して單位厚さの場合に換算した。圖中平均厚さとあるのは t の變化に應じて電氣抵抗の計算に使用した平均断面厚さである。

隔離板の前處理としては電氣抵抗を減少し，且つ不純物による化學的惡影響を除くため一般に苛性曹達による抽出處理が行われる。即ち加工を終つた隔離板を苛性曹達稀薄水溶液と共に一定時間加熱して後，稀硫酸により中和し水洗して使用するもので，この際の苛性曹達溶液の濃度，加熱溫度，加熱時間の如何により隔離板の性質は大いに異つて來る。今回はまずその影響の程度を調べるべく，次の如き處理方法を選んだ。

- A 苛性曹達溶液濃度 3%，加熱溫度 80°C 加熱時間 2 時間，處理終了後直ちに流水にて洗滌し，20°C に於て比重 1.02 の硫酸中に一晝夜浸漬し後充分に水洗，試験迄水中に保存した。尙處理には恒温槽を用ひて溫度を一定に保つた。

- B 前と同一条件であるが時間を5時間にした。
- C 薬液濃度1%, 加熱温度 90°C, 加熱時間 2時間
- D C時間同様なるも加熱時間5時間
- E 薬液濃度 0.5%, 加熱温度 100°C, 加熱時間 1時間
- F 薬液濃度 6%, 加熱温度 100°C, 加熱時間 1時間, 後 80°Cの温湯にて2時間処理以下同前。

尚E処理は四樹種に適用してみた結果いずれも強度においてはA処理と大差なく電気抵抗は著しく多かつたので、他の樹種には適用を見合せた。処理に際し液量は濃度 0.5%の時 200 cc, 1%の時 100 cc, 3%, 6%の時 50 cc とした。これは従来の研究データから推して必要且充分な量と思われる¹⁾。

III. 試 験 方 法

隔離板の品質の検定のためには種々の方法があり、最も的確にこれを知るには實用試験によるほかないが、長時間を要するため我國では一般に臨時日本標準規格によつて、電気抵抗、抗張力揮発性有機酸の三者を測定している。本試験においてはほゞこの規格試験法に準據して、電気抵抗、抗張力、並びに揮発性有機酸の三者を測定し、又硫酸中に浸漬した場合の耐酸抗張力を調べた。

1) 電気抵抗試験

供試品を 25°C の硫酸(20°C において比重 1.200)中に約 24 時間連続浸漬した後 25°C の硫酸(20°C に於いて比重 1,200)を満たした電槽中でその電気抵抗を測定し、あらかじめ測定した硫酸のみの電気抵抗との差をもつて隔離板の電気抵抗と見做す、この場合電気抵抗測定には鐵道技術研究所郷氏の考案による電壓降下法によつた²⁾。

2) 抗張力試験

標準規格には、繊維に平行方向と直角方向の抗張力を規定してあるが、隔離板の如きものでは、その破壊は最も抗張力の弱い方向即ち繊維に直角方向に起り、この特徴は電池に使用して隔離板が脆弱化した後でも消え失せないこと第1表³⁾の如くである。それ故繊維方向の抗張力を測定する事は無意味と考へ、本試験に於いては繊維に直角方向の抗張力のみを測定した。試験片は第2圖に示す如き形状である。試験機は 5kg ショツパー抗張力試験機を用いた。強度算出には 10~6 枚の平均値をとり、夫々の平均の厚さにて除して單位當り強度を算出した。

第 1 表 木製隔離板の強度減少 (kg/mm²)

種 別	平 板				溝 付			
	繊維に平行		繊維に直角		繊維に平行		繊維に直角	
	使用前	10年後	使用前	10年後	使用前	10年後	使用前	10年後
ガラス I 型	40	24.7	1.20	0.29	25	18.1	1.29	0.27
ガラス I 型 (ハード)	40	14.3	1.20	0.15	25	15.3	1.29	0.30

3) 揮發性有機酸

95 mm×95 mm×1.5 mm の純鉛板 2 枚を陽極, 3 枚を陰極とし之等を交互に組合せ, 陰陽兩極板の間に 100 mm×100 mm の試験片を 1 枚宛挿入し, 之を硫酸(20°C に於て比重 1.200) 500 cc 中に浸漬して電流 1.2 A を 24 時間連続通電したる後, 其の硫酸 50 cc を採り, 之に其の 1 部が酸性硫酸ソーダとして残留する程度に苛性ソーダ溶液を加えて減壓蒸溜し, 其の蒸溜液に含まれる揮發性有機酸量をフェノールフタレインを指示薬として N/10 アルカリにて滴定し, 硫酸 300 cc に對する N/10 アルカリ消費量を以つて揮發性有機酸を表わした。

4) 耐 酸 強 度

2) に示した如き試験片を 20°C に於て比重 1.300 の硫酸中に浸漬して 40°C に保持し A, B, E, 處理材に於ては 24 時間, 48 時間, 96 時間, 240 時間, 720 時間, C, D 處理材に於ては 96 時間, 192 時間, 目に 2) と同様にして抗張力を測定した。これは蓄電池に於て發生するであろう最高と思はれる硫酸濃度及び温度を選んだものである。

IV. 實 験 結 果

上述の如くにして得られた實驗結果を第 2 表第 3 表に示したが, 以下少しくこの結果を検討してみる。

1) 電 氣 抵 抗

電氣抵抗は, A 處理と B 處理, C 處理と D 處理を比較すると概ね後の方が前者より稍低いがその減少率は最初の電氣抵抗の値に比較すると僅少で, 電氣抵抗の低下は處理の比較的初期になされている事がわかる。この減少の状態を A, B 處理(3% 80°C) C D 處理(1% 100°C) 毎にグラフに示すと第 3 圖, 第 4 圖の如くで, 電氣抵抗の減少は樹種を問わず最初 2 時間以内にほぼ完了している事がわかる。(圖中横軸の破線は規格値)従つて, この程度の温度で電氣抵抗を減少するために長時間處理を行う事は強度を低下せしめるのみであまり意味がない, これはアルカリ處理の場合電氣抵抗を増す因子である樹脂, 精油, 油脂其他多糖類の一部が比較的初期に抽出されるからであろう。又, C, D 處理は A, B 處理に比しはるかに電氣抵抗が低下している事は電氣抵抗を減少せしめるには藥液の濃度を濃くするよりも温度を上昇せしめる方

がはるかに有効な事を示してゐる。又日本標準規格に示した規格値(第1種)は $0.004 \Omega/\text{dm}^2/\text{mm}$ であるが、イタヤカエデ、カウヤマキのA、B処理、ヒノキのA処理を除く他は皆規格値より低い値を示している。E処理は電気抵抗が甚しく高いが、この程度の濃度温度では抽出が甚だ緩徐に行われる爲であろう。

F処理では薬液濃度も温度も高めてみたが短時間のためか、ほぼA処理と同程度である。此等の點に關しては更に詳細に研究を進める豫定である。

2) 抗 張 力

抗張力の場合にも電気抵抗と同様な處理時間の影響が多少現われるが、その程度は電気抵抗に比し可成り緩徐である。又温度及濃度に關しても電気抵抗の場合と同様の影響が見られる。但し、C、D處理の強度は試験片作製の際に型を用いて打抜いた爲(他はすべて剃刀の刃によつて成形した)その影響が相當現われていると見られこの點を考慮に入れて検討する必要がある。尙日本標準規格に於ける規格値(第1種) $0.05\text{kg}/\text{mm}^2$ を下廻るものは一つもなかつた。

3) 有 機 酸

有機酸量が蓄電池の品質に如何なる影響を及ぼすかについてはあまり判然と知られておらずその測定の必要性についても種々論議のある所であるが、一應規格による測定を行つてみた。規格値(第1種)は4ccであるが、E、F處理はこれより多く、且シナ、イタヤカエデの潤葉樹は針葉樹に比しはるかに有機酸量が多かつた。これは有機酸の生成源と思われるペントザン其他が潤葉樹には著しく多い事からうなすけよう。有機酸量に關しては處理時間の影響にあまり一貫性は認められない。F處理は總括的にA、B處理より酸量多く、從來薬液濃度を増せば有機酸量が増加すると言われている所と一致する。

4) 耐 酸 強 度

第5圖に示す如く最初急激に後徐ろに強度が低下する。特に潤葉樹の未處理材はその度が甚しかつたが、これは潤葉樹グリーンが針葉樹グリーンよりも硫酸による分解が容易なためであろう。概ね各樹種を通じ處理の程度が強い程耐酸強度も低下しており、この傾向は最後迄續くが夫々の強度は次第に接近して行き長時日のうちには殆んど類似の強度に落着く。各樹種間に於ても概ね同様な傾向が見られ、最初の強度差は次第に減少接近してゆく。圖中横軸の破線は非浸漬隔離板(第1種)に對する規格値である。C、D、處理材は試片数が少く全面的にこの數値に信頼は出來ぬが、傾向を知るために併記したもので實際には2)に記した理由で今少し高い數値をとるものと考えられる。今後耐酸強度を比較する場合には概ね變曲點に當る96時間浸漬の強度を比較する事で目的を達し得られよう。30日経過した後の最終耐酸強度の強いものを拾い上げてみるとヒノキ、アカマツ、モミ、トドマツ、エゾマツ等である。

以上述べた所により各樹種毎に處理法の影響並びに隔離板としての性能の一部が推定されるが勿論單に之だけの試験成績によつて各樹種の隔離板としての適否を判定する事は出來ず、更

に多くの処理方法の比較を行うと共に最終的には實用試験を行う事が必要である。

V, 摘 要

- 1) ヒノキ材以下 11 樹種につき蓄電池隔離板としての性能試験を行つた。
- 2) 苛性曹達處理は全般的に長時間行わず 2 時間程度で切上げた方が經濟的であり且つ良質のものが出来る。
- 3) 電氣抵抗並びに抗張力に對しては苛性曹達處理の際藥液濃度の影響よりも温度の影響の方がはるかに大きい。
- 4) 耐酸強度は未處理材も處理材も最初 4 日間位の間に急激に強度の減少をきたし、後漸次に強度を低下する。
- 5) 耐酸強度は樹種別處理法別共最初の強度の強いものが上位にあるが長時日の内にはその差が極めて接近して来る。
- 6) 有機酸は針葉樹より濶葉樹に多く、又處理藥液濃度の薄いものより濃いものに多かつた。
- 7) 以上の結果を綜合すると隔離板として、ヒノキ材以外の針葉樹で有望と思われるものはカウヤマキ、アカマツ、モミ、トドマツツ、エゾマツ、等でもモミ、トドマツ、エゾマツは工作性、歩留り等も良く、その面からも隔離板として使用し得ると思われる。尤もこれは規格試験の上での事であつて、更に他の諸適性を検討しなければならない。其他の樹種も處理法の選定如何によつては隔離板として使用し得る可能性が大きい。濶葉樹はその性質に於て針葉樹と異なる所多く處理法を更に検討する必要がある。

参 考 文 献

- 1) L. V. Peakes ; Wood for storage battery separators. Ind. & Eng. Chem., Vol. 38, NO. 8, 1946.
- 2) 郷功：蓄電池用隔離板抵抗の簡單なる測定法について G. S. News 昭 17. 11.
- 3) 鐵道技研業務研究資料

第 2 表

日本標準規格による試験成績

試 樹	料 種 處理方法	電 氣 抵 抗 $\Omega/\text{dm}^2/\text{mm}$	抗 張 力 kg/mm^2	揮 發 性 有 機 酸 N 10 アルカリ消費量(cc)
ひ の き	O	0.01275	0.2889	7.25
	A	0.00412	0.1897	2.20
	B	0.00379	0.1363	1.59
	C	0.0024	0.1690	
	D	0.0021	0.1280	
	E	0.00707	0.1855	8.19
か ら ま つ	F	0.00329	0.2694	5.26
	O	0.02410	0.2400	11.70
	A	0.00389	0.1349	3.51
	B	0.00260	0.1360	3.51
	C	0.0019	0.0990	
	D	0.0018	0.0980	
ひ ば	E	0.00328	0.2562	4.66
	O	0.02410	0.1978	14.04
	A	0.00383	0.1291	3.51
	B	0.00321	0.1301	4.97
	C	0.0020	0.0730	
	D	0.0015	0.0600	
か う や ま き	E	0.00283	0.0991	7.62
	O	0.01020	0.4048	9.36
	A	0.00422	0.2100	3.22
	B	0.00429	0.1858	2.63
	C	0.0025	0.1460	
	D	0.0018	0.1260	
あ か ま つ	E	0.00403	0.2081	7.31
	O	0.00800	0.3231	12.87
	A	0.00347	0.2160	4.07
	B	0.00267	0.1951	3.51
	C	0.0020	0.1190	
	D	0.0015	0.1010	
も み	E	0.00283	0.2142	4.10
	O	0.01260	0.2791	5.58
	A	0.00361	0.2856	2.93
	B	0.00306	0.3524	2.63
	C	0.0020	0.1930	
	D	0.0018	0.0800	
み	E	0.00463	0.2695	8.19
	F	0.00269	0.2374	5.85

試料		電 氣 抵 抗 $\Omega/\text{dm}^2/\text{mm}$	抗 張 力 kg/mm^2	揮 發 性 有 機 酸 $\frac{\text{N}}{10}$ アルカリ消費量(cc)	
樹 種	處理方法				
と	O	0.01600	0.2188	15.79	
	A	0.00330	0.2249	5.27	
	ゞ	B	0.00334	0.2171	1.46
		C	0.0028	0.1750	
	ま	D	0.0019	0.1200	
		E			
つ	F	0.00306	0.1607	5.85	
つ	O	0.02780	0.2797	9.36	
	A	0.00361	0.1747	1.76	
	B	0.00278	0.1828	2.34	
	C	0.0021	0.1900		
	D	0.0019	0.1400		
	が	E	0.00620	0.1924	11.12
F		0.00308	0.2148	4.10	
え	O	0.02260	0.3771	10.21	
	A	0.00278	0.2512	1.75	
	ぞ	B	0.00259	0.1828	0.70
		C	0.0025	0.1650	
	ま	D	0.0017	0.1300	
		E	0.00556	0.2852	8.78
つ	F	0.00270	0.1434	5.85	
し	O	0.01010	0.6233	5.57	
	A	0.00315	0.1978	7.60	
	B	0.00360	0.2263	11.20	
	C	0.0011	0.1310		
	D	0.0010	0.1360		
	E				
な	F	0.00287	0.1789	4.10	
い	O	0.01140	0.5175	64.18	
	A	0.00452	0.2225	10.53	
	B	0.00464	0.1846	5.26	
	た	C	0.0034	0.1830	
		D	0.0030	0.1740	
	E				
や	F	0.00357	0.2390	4.39	

第 3 表

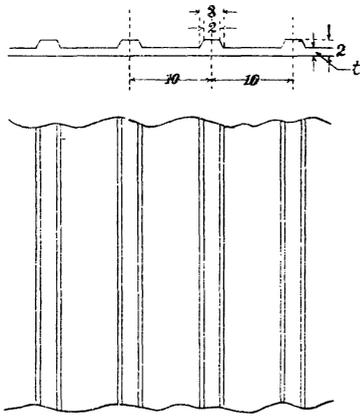
隔離板耐酸強度 (kg/mm²)

試料		硫酸浸漬時間 (時)					
樹種	処理方法	0	24	48	96	340	720
ひのき	O	0.2889	0.1543	0.1387	0.1246	0.1290	0.0620
	A	0.1897	0.1447	0.0996	0.1040	0.1026	0.0550
	B	0.1363	0.0905	0.0963	0.0995	0.0750	0.0427
	C	0.169			0.098	0.056	
	D	0.128			0.097	0.090	
	E	0.1855	0.1200	0.1151	0.1107	0.0886	0.610
からまつ	O	0.2400	0.1095	0.1070	0.1173	0.0948	0.0863
	A	0.1349	0.0482	0.0987	0.1080	0.0650	0.0280
	B	0.1360	0.0779	0.0738	0.0832	0.0619	0.0218
	C	0.099			0.050	0.040	
	D	0.098			0.045	0.039	
	E						
ひば	O	0.1978	0.1274	0.0956	0.1074	0.0728	0.0432
	A	0.1291	0.0844	0.0800	0.0748	0.0470	0.0506
	B	0.1301	0.0953	0.0593	0.0640	0.0725	0.0457
	C	0.073			0.50	0.031	
	D	0.060			0.46	0.017	
	E						
かうやまき	O	0.4048	0.2750	0.1593	0.1558	0.1170	0.0948
	A	0.2100	0.1498	0.1389	0.1347	0.0880	0.0393
	B	0.1858	0.1745	0.1495	0.1281	0.1084	0.0387
	C	0.146			0.090	0.079	
	D	0.126			0.063	0.062	
	E						
あかまつ	O	0.3231	0.2078	0.1853	0.1485	0.1406	0.0997
	A	0.2160	0.2078	0.1550	0.1310	0.1135	0.0780
	B	0.1951	0.1758	0.1330	0.1270	0.1080	0.0760
	C	0.119			0.082	0.067	
	D	0.101			0.075	0.056	
	E						
もみ	O	0.2791	0.1538	0.1380	0.1191	0.1121	0.0548
	A	0.2856	0.1103	0.1760	0.1464	0.1282	0.0800
	B	0.3524	0.1858	0.1646	0.1732	0.1264	0.0687
	C	0.193			0.077	0.051	
	D	0.080			0.053	0.052	
	E	0.2695	0.1513	0.1432	0.1172	0.1269	0.0920
とゞまつ	O	0.2188	0.1430	0.1076	0.0975	0.0790	0.0598
	A	0.2249	0.1210	0.1010	0.0950	0.0815	0.0454
	B	0.2171	0.1042	0.1100	0.1065	0.0953	0.0462
	C	0.175			0.096	0.059	
	D	0.120			0.072	0.039	
	E						

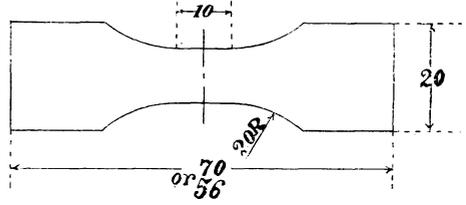
試料		硫酸浸漬時間 (時)					
樹種	処理方法	0	24	48	96	240	270
つ	O	0.2797	0.1205	0.1162	0.1044	0.0580	0.0425
	A	0.1747	0.1278	0.0937	0.1037	0.0637	0.0350
	B	0.1828	0.0947	0.0510	0.0468	0.0851	0.0338
	C	0.190			0.086	0.085	
	D	0.140			0.071	0.065	
が	E	0.1924	0.1588	0.0924	0.0923	0.0700	0.0656
	O	0.3771	0.1405	0.1462	0.1319	0.1341	0.0512
え そ ま つ	A	0.2512	0.1065	0.0953	0.1246	0.0951	0.0687
	B	0.1828	0.1197	0.1123	0.0755	0.0896	0.0533
	C	0.165			0.070	0.038	
	D	0.130			0.059	0.039	
	E	0.2852	0.1961	0.1588	0.1172	0.1046	0.0844
し な	O	0.6233	0.3496	0.1570	0.1465	0.1036	0.0850
	A	0.1978	0.1175	0.0786	0.0840	0.0563	0.0380
	B	0.2268	0.1383	0.1123	0.0936	0.0910	0.0518
	C	0.131			0.039	0.023	
	D	0.136			0.046	0.023	
い た や	E						
	O	0.5175	0.2353	0.1538	0.1448	0.1600	0.0957
	A	0.2225	0.1261	0.1190	0.1199	0.0826	0.0750
	B	0.1846	0.1218	0.1000	0.0796	0.0410	0.0394
	C	0.183			0.105	0.051	
D	0.174			0.098	0.045		
E							

註. C. D處に於ては硫酸浸漬時間 240 時間の欄に記入してあるのは 192 時間のもので作表の都合上この欄に記入したものである。

第 1 圖

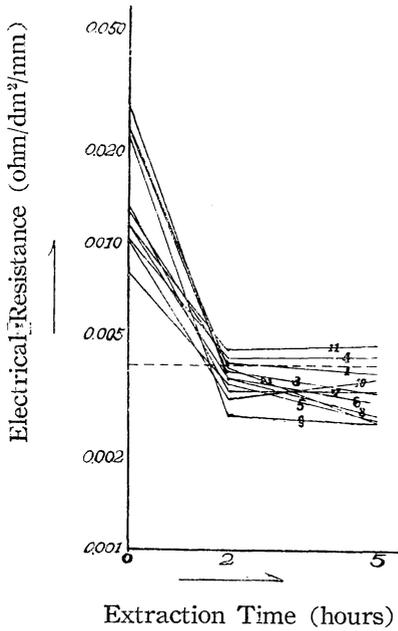


第 2 圖

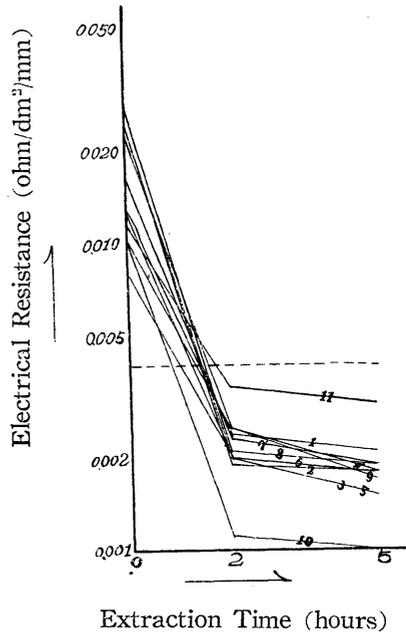


寸	平均厚み
1.00	1.25
1.05	1.30
1.10	1.35
1.15	1.40
1.20	1.45

第 3 圖

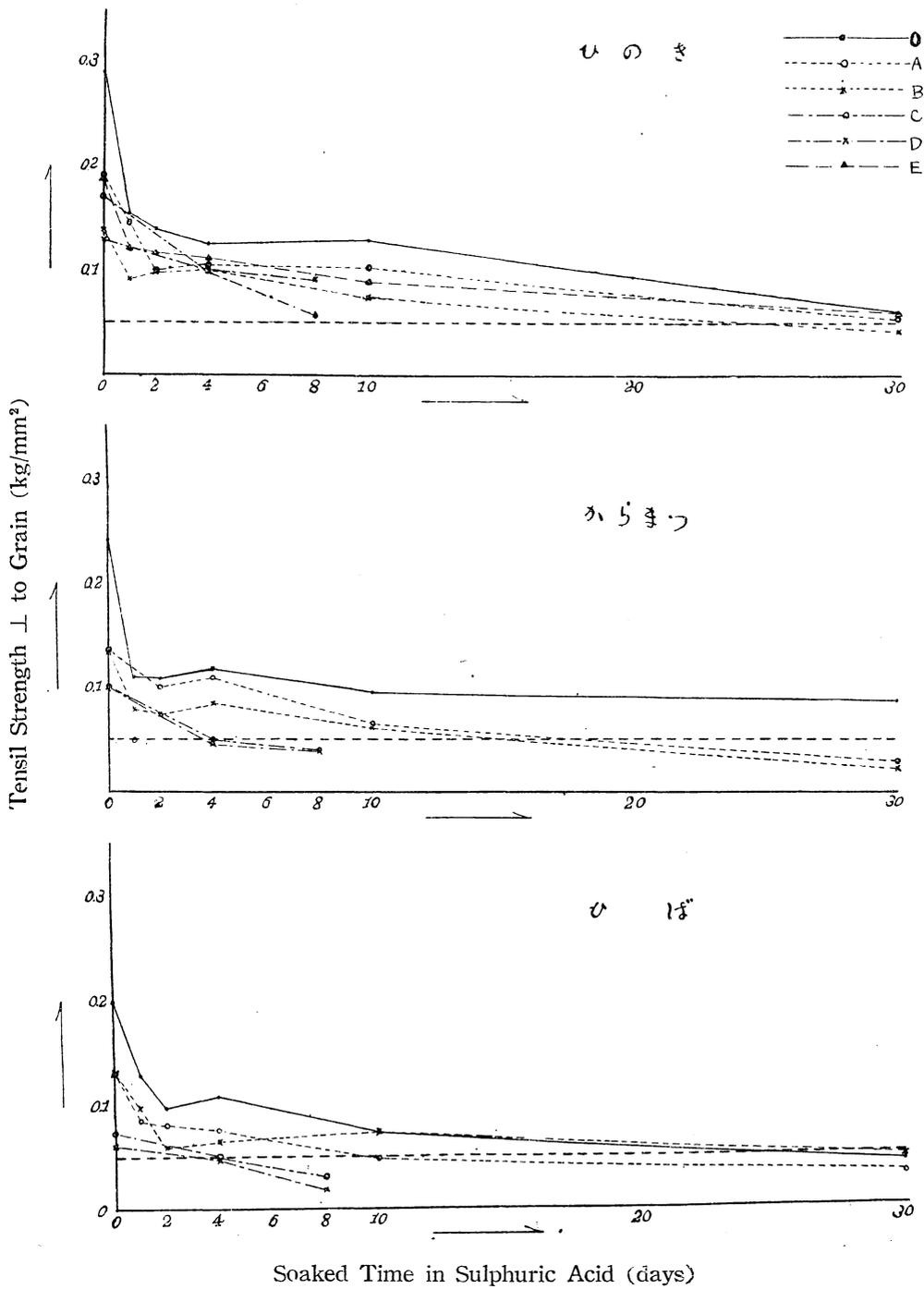


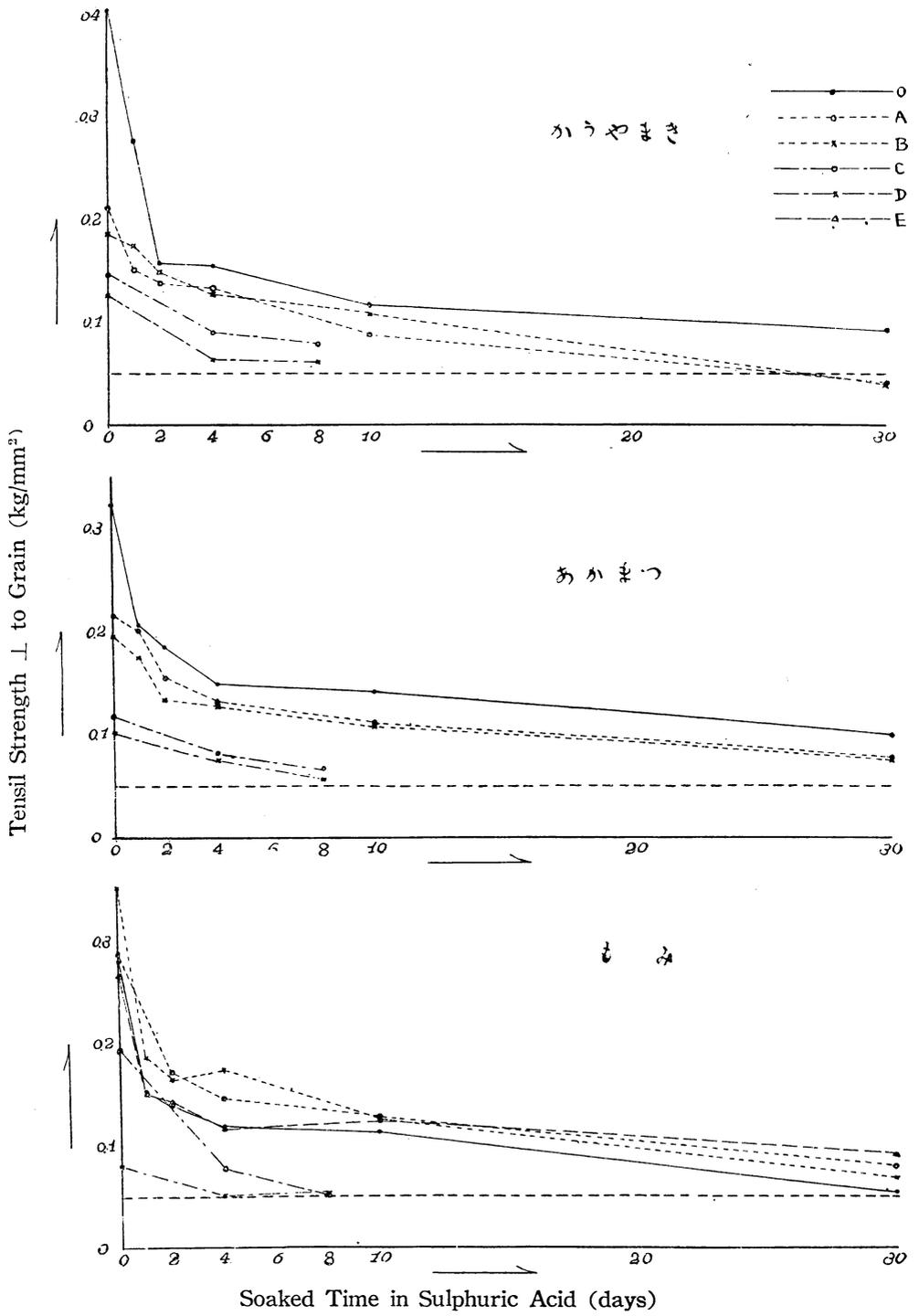
第 4 圖

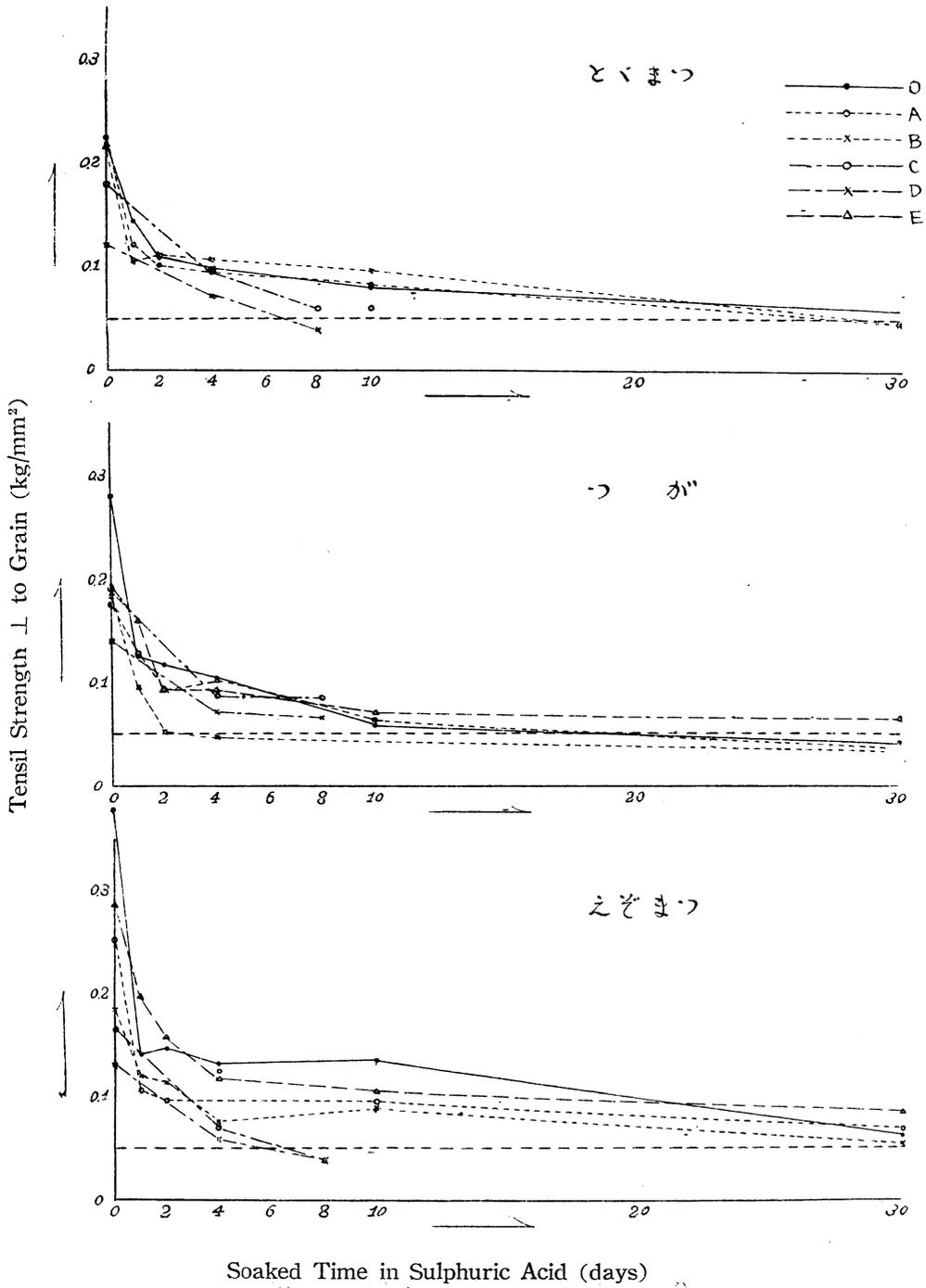


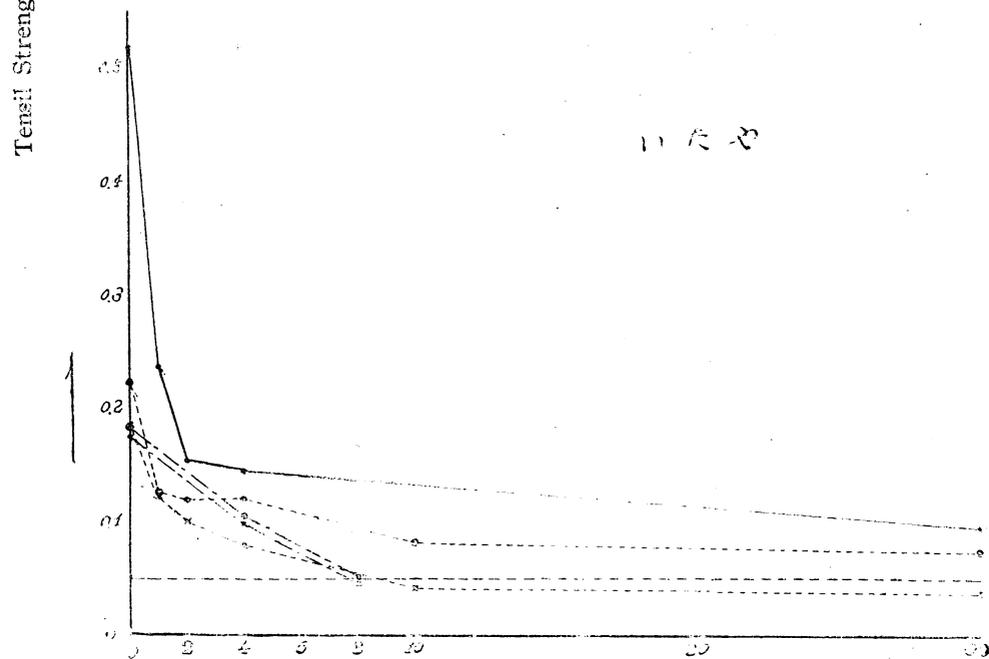
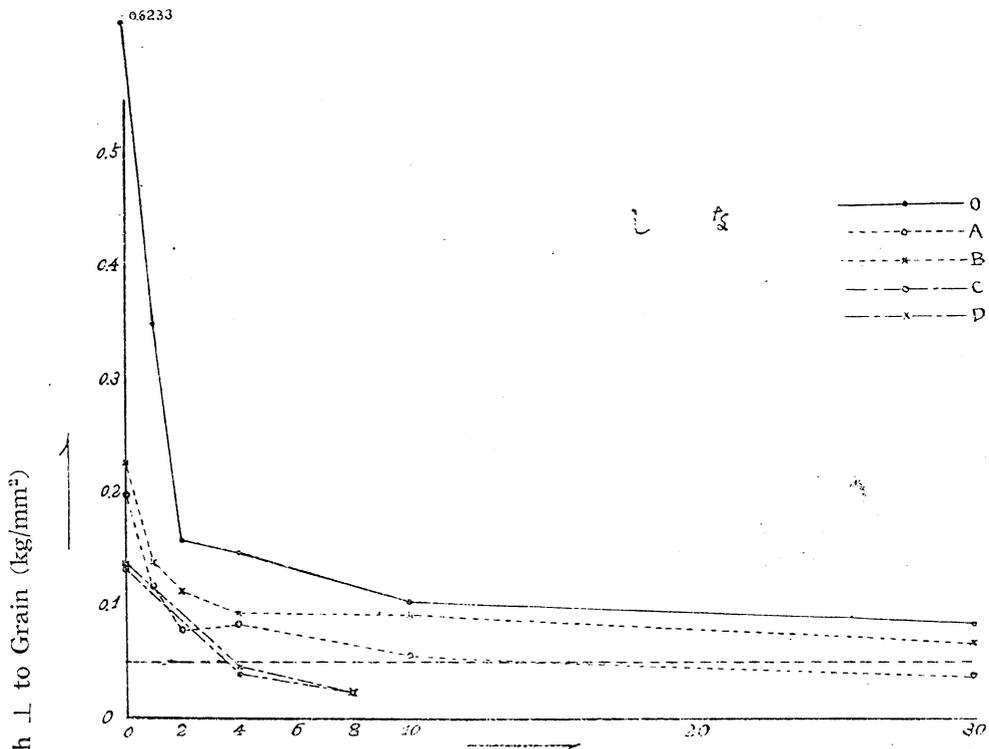
- | | | |
|---------|--------|--------|
| 1—ひのき | 5—あかまつ | 9—えぞまつ |
| 2—からまつ | 6—もみ | 10—しな |
| 3—ひば | 7—とどまつ | 11—いたや |
| 4—かうやまき | 8—つが | |

第 五 圖









Soaked Time in Sulphuric Acid (days)

Résumé

- 1). We have undertaken such tests to find applicability of those woods for the work of storage battery separators as electric resistance, tensile strength perpendicular to grain, volatilizing organic acid content, and tensile strength against sulphuric acid soaking as to 11 species of Japanese wood.
- 2). In 2 hours sodium hydroxide treatment produced separators having fair to good electric resistance.
- 3). The influence of treating temperature was working stronger on decrease of electric resistance and tensile strength of separators than that of sodium hydroxide concentration.
- 4). Tensile strength against sulphuric acid soaking showed a very decrease for the first four days and gradually less.
- 5). Woods holding high strength remained as much after sulphuric acid soaking in various kinds of woods and treatments, but difference in strength become scarce later.
- 6). Volatilizing organic acid was found out more in broad-leaved-woods than in coniferous woods, so much as treated woods with high concentration liquor than in the other.
- 7). As the result of the above experiments, hopeful woods for this purpose beside Hinoki are Kōyamaki, Akamatsu, Momi, Todomatsu, Tsuga and Ezomatsu etc, among which Momi, Todomatsu, Ezomatsu are supposed to be very hopeful.
This investigation is still being undertaken.