

## 現時に於ける紙の需要と電気用絶縁紙とに就て

會員 齋藤正平

### (一) 世界の製紙額と獨逸國製紙工業の狀勢

最近の統計に依るときは世界の製紙年額は總計一千萬噸にして其中米國は三割即ち三百萬噸獨逸は二割即ち二百萬噸英國は一割即ち百萬噸佛國は七分即ち七十萬噸奧國は四分即ち四十萬噸日本は二分三厘即ち二十三萬噸と算せらる又た一九〇六年クラフニー氏が英國及歐洲大陸諸國に於て一ヶ年一人當り平均に消費する紙量を調査したる統計を見るに次の如し

英	國	25.3 <sup>噸</sup>
獨	國	19.7
佛	國	14.0
奧	國	11.1
白	國	11.1
伊	國	7.5
露	國	2.20

同氏の說に依るときは紙の消費量は年々増加するものにして其増加率は約五%以上なりと云ふ又た一九一三年夏獨逸國ライプツヒ市に紙類博覽會を開設されたる時獨逸國製紙業協會書記長デッセ氏は次表の如き調書を發表して獨逸國製紙業の地位は世界第二位に當れることを示せり

一九〇九年調査に係る製紙生産額(米噸)

米	國	3,193,305
獨	國	1,486,100
英	國	952,600
佛	國	665,500
奧	國	398,200
加	奈 陀	282,700
瑞	典	258,500
露	國	255,300
伊	國	254,100
白	耳 義	145,200
諾	威	136,400

前表に示せる如く獨逸國産業上製紙工業は最も重要な地位を占むるものにして如何に獨逸國が製紙工業上に注意を拂ひたるかは次表に依りて豫知し易かるべし

一九一一年の輸出入統計表

品 名	輸入(噸)	輸出(噸)
銑 鐵	574,000	2,620,000
鐵 綿	289,000	3,179,000
鐵 塊 及 鐵 錠	90,000	2,660,000
電 氣 用 製 品	375,000	7,683,000
機 械 類	3,550,000	27,220,000
染 料	1,025,000	11,363,000
紙 及 製 品	1,456,000	11,387,000
玻璃及玻璃製品	1,003,000	5,420,000

又獨逸國に於ける抄紙製産額の状態を見るに次の如し

年次	數量(米噸)	價格(弗)
1909	1,663,574	98,705,912
1910	1,974,000	112,471,379
1911	2,032,454	115,135,243
1912	2,183,405	123,891,366

以上の生産表に依るときは一九〇九年より一九一二年に至る四ヶ年間に於ける生産額は約三〇%強の増加率を呈せり而して其の紙價は漸次低落的の傾向を示せり此等は主に生産の増加に伴ふ自然の結果に外ならざるなり

年次	價格(米噸に付弗)
1872	158.41
1874	151.20
1876	128.52
1878	112.32
1880	57.20
1882	89.64
1884	76.68
1886	64.80
1888	62.64
1890	61.56
1892	50.76
1894	47.52
1896	44.99
1898	49.68
1900	55.08
1902	49.14

1904	45.90
1906	47.52
1908	46.44
1910	46.44
1912	45.36
1914	45.36

次に獨逸國製造に係る紙は全世界の市場に向つて如何に供給されつゝありたるかは一九一三年の統計に徴して明かなり一九一三年獨逸國より英國に輸出されたる總額は七萬七千九百五十九噸にして獨逸國總輸出高の約二七、六%を占め居るも英國より獨逸國に輸出されたるものは僅かに二千百六十七噸に過ぎず尙ほ英國の外獨逸國より輸出する國別數量とを示せば次の如し

國 別	數量(噸)
ニ ー ゼ ー ラ ン ド	28,795
白 耳 義	20,819
米 國	15,935
ブ ラ チ ル	14,390
瑞 西	8,579
丁 抹	6,427
瓊 甸 國	6,250
佛 國	5,583
日 本	5,444
玫 馬	5,399
瑞 典	4,388
バ ル カ ン	3,615

伊	國	2,994
諾	威	2,687
英	領 印 度	2,136
露	國	1,845
西	班 牙	1,438
支	那	1,403

## (二) 米國及我國の製紙工業の狀勢

米國に於ける過去十ヶ年間の製紙工業の狀勢を見るに此れ又著しき發達を遂げ約七〇%強の生産増加率を見るに至れり

年次	工場數	生産額(米噸)
1904	761	188,761,000
1914	718	332,147,175
増減率	(-)5.8%	(+)76.6%

### 上等紙質製産状態

年次	紙量(米噸)	價格(弗)
1904	15,000	2,928,000
1914	52,377	5,407,661
増加率	(+)247%	(+)84.6%

### ライテングペーパー生産状態

年次	紙量(米噸)	價格(弗)
1904	132,000	19,321,000
1914	195,351	28,637,257
増加率	(+)47.9%	(+)48.2%

翻て戰時に於ける英國及歐洲大陸の紙の需要は非常なる旺盛を極め就中包裝用として脂肉バター、シート、チョコレート等を包み戰地に

發送せらるゝ小包用のもの極度に増加したる爲め相場も意外に昂騰せり英國政府は各種の重要貨物の輸出禁止を勵行すると共に又た輸入禁止令を發布し同時に紙、紙料及紙製品の輸入に對して政府は特に紙委員會 (Royal Commission of Paper) を設け二十三ヶ條の法案を設定し紙及紙料の輸入を標準年度内(一九一四年)の輸入額の三分の二に減少せしめたるが如きは確かに其用途の上に一定制限を與へたるものなるべし戰時に於ける紙及紙料の缺乏は獨り英國に止らず獨國尙ほ然り獨國は種々なる代用物を使用して一時的の補給を講じつゝあるものゝ如し戰時に於て紙製造工業として最も優勢なる位置を占めつゝあるものは米國及我日本なるべし米國は前表に示せる如く非常なる生産力を増加しつゝあり我日本に於ても近來稀れなる好況を呈し生産力の増加したるのみならず收益の點に於ても想定せざる激増を見るに至れり最近十三ヶ年の製紙狀勢を見るに次表の如し

年次	日本紙及西洋紙生産高(圓)
三六年	19,585,066
三七年	23,978,741
三八年	24,781,317
三九年	29,638,466
四〇年	31,983,243
四一年	31,417,998
四二年	31,411,113
四三年	35,127,948
四四年	38,224,826
大正元年	40,480,418
大正二年	43,939,051

大正三年	43,880,521
大正四年	52,105,208

本表に見る如く三十六年より大正四年に至る十三ケ年間の生産増加率の割合を見るに約一六六%と云ふ驚くべき發達を示せり

#### 最近四ケ年間に於ける紙類輸出高(圓)

大正二年	1,754,482
大正三年	1,676,722
大正四年	2,718,340
大正五年	7,780,422

#### 最近四ケ年間に於ける紙類及製紙用パルプの輸入高

年次	紙類(圓)	パルプ類(圓)
大正二年	5,870,764	4,620,477
大正三年	4,015,350	4,574,212
大正四年	2,714,219	5,974,892
大正五年	4,660,090	9,017,719

前表に依るときは我國製紙工業に於て外國原料の供給を仰がざるを得ざるものは主にパルプ紙料なりとす此等は追年内地の生産高を増加せしめつゝあるの狀勢を示せり一方我國の生産紙の主なるものを見るときは印刷料紙模造洋紙雁皮薄葉紙及板紙類其最たるものなり電氣工業上に使用せらるゝ特種の紙に至りては殆んど製造所なく唯だ僅かに静岡縣江尻に巴川製紙所ありて紙ケーブル用の絶縁紙を製造しつゝあるのみ電氣用各種の紙は電氣事業の勃興すると共に將來益々其需要増加するものにして一ケ年の總使用高は約二十五六萬圓のものなるべし此れを我國一ケ年總生産紙高の五千萬圓に比較するときは約五%に相當するものにして甚だ僅少なる消費額なり然れども今後數年を経過す

る内には倍額の需要を見る敢て難きにあらざるべし

### (三) 獨逸國製紙工業の進歩發達したる原因

獨逸國の製紙工業は現時に於て世界の第二位を占むるに至りたるは一朝一夕のことにあらず幾多の犠牲を拂ひたるの賜に如かず恐くは獨逸國の今日の如き製紙業を以て世界に其名聲を博したる所以は製紙技術者の養成法宜しきを得たるものと言はざる可らず英國の紙業評論の二月號(一九一六年發行)に製紙技術者養成に關し次の意見を發表されありたり我が同盟國竝に殖民地内の市場より少くとも獨逸の紙を一掃するには先づ學校教育の改善より着手する必要ありと何んとなれば英國の製紙工業は實地の經驗より割り出したるものにして理論より割り出したるものにあらず英國には多數の經驗家ありて此等の經驗家は紙を抄くことに於ては寸毫の申分なしと雖も事業を指導開發し生産能率を増加せしむる如き技能に至りては甚だ疑問なり將來の技術家は必ず研究家に俟たざる可らずと」決論せり最近獨逸國の偉大なる産業の發達したる原因は他にあらず彼等有望なる研究家の手腕に信賴したる賜に外ならず獨逸のダルムスダットの工科大學には今より十年前に製紙技師養成科を設けられ四箇年の課程を了したるものは製紙得業證書を授與せらるゝなり其他製紙技術者養成の學校及製紙職工長養成の學校ありて盛に製紙技術の發達に腐心しつゝあるなり故に獨逸國には他國に於て製造し得ざる特種の紙を能く製造し得るの技倆と極めて安價に紙及紙料を製造するの特種の技能あるを認むるなり我國に於ける製紙工業の前途を回想するときは英國人同様沈痛なる覺醒を要するの秋なりと言はざる可らず我國製紙家の多くは經驗に富めるも學理に疎なる英國者流の製紙家多きを感じざるなり故に在來より在り觸れたる紙類を製造するには敢て差支なしと雖も一歩進んで特種の紙を抄くには特



種の技能と研究とを要するなり特に電氣絶縁用に供する紙は普通の印刷料紙又は模造洋紙類を抄くとは其趣を異にするものにして此れ恰も窯業に於て普通の焼物と碍子と焼成の技術に於て異なるが如く又た護謨工業に於てタイヤー又はメカニカルラバーを製造すると電線電纜用護謨絶縁體を製造すると差あるが如きものなり然れども電氣用絶縁紙類の試験は碍子又は護謨絶縁物を試験するに比するときは其方法頗る簡易なるものにして其紙質の善良なるものに於ては變質することなき極めて安定なるものなり要するに紙の壽命は其原料問題に至大の關係を有するものにして原料善良にして抄紙方法適度なるときは従て其壽命甚久なるも此れに反し原料粗惡抄紙方法不適なるときは其壽命大に短縮せらるゝなり現時紙の壽命問題は其用途に依りて大に限定せらるゝものにして事實紙の壽命は永久的用途を充たすべきものと一時的用途を充たすべきものとあり電氣工業上に使用せらるゝ紙類の多くは永久的用途に屬すべきものなるも新聞紙の如きものは僅かに數時間の生命あれば足るゝなり。

#### (四) 電氣工業上に使用せらるる紙の分類と其品位

電氣工業上に使用する紙類を分別するときは次の五種類に大別するを得べし

- (一) 電信電話電燈電力ケーブルに使用せらるゝマニラ屬絶縁紙
- (二) 電氣器械器具の附屬材料として使用せらるゝヴァルカナイズトファイバー
- (三) 蓄電器等に使用せらるゝロールペーパー
- (四) 其他電氣器械製作上最も用途廣きプレッスパン、ローブペーパー、プレッスボード、フィッシュユペーパー、パーチメントペーパー

## (五) 電信通信上に使用せらるゝ現字紙及鑽孔紙

以上五項の現字紙及鑽孔紙は其品質一項乃至四項のものに比し稍や劣等なるも一項乃至四項の類は主に次に掲ぐる原料纖維より製造されたるものなり

- 一、韌皮纖維より成れる紙。韌皮纖維は芭蕉科植物にありてはマニラ麻。琉球芭蕉。荳科植物にありては東印度麻。桑科植物にありては楮。桑。構。大麻。瑞香科植物にありては三椏。雁皮。禾木科植物にありては刺竹。稻等此れに屬す
- 二、韌皮纖維と化學的木材紙料とより成れる紙
- 三、韌皮纖維と稻藁纖維とより成れる紙
- 四、二及三の混合物より成れる紙
- 五、種子毛と化學的木材紙料とより成れる紙。種子毛は錦葵科植物の綿此れに屬す
- 六、種子毛と稻藁纖維と化學的木材紙料とより成れる紙。木材紙料に供する木材中楊柳科植物はヤマナラシ松柏科植物にありてはモミ。ツガ。トドマツ。アカエゾ。エゾマツ。等にして木材紙料の製法には化學的方法と機械的方法とあり化學的方法にはアルカリ法と亞硫酸法とありてアルカリ法とは一千八百五十三年英人 Watt & Buagess 二氏苛性ソーダにて木材を溶解せしめ纖維のみを抽出したるものなり亞硫酸法とは一千八百六十六年米人 Tilghmann 氏酸性亞硫酸石灰溶液にて木材を熱して纖維を抽出したるものなり其後一千八百八十三年獨人 Dahl 氏は木材を硫酸ソーダにて處理し纖維を抽出する方法を完成せり機械的方法は一千七百六十五年獨人 T. C. Schäffer 氏に依りて創業せられ其後一千八百四十四年獨人 Keller 氏は木材を回轉せる研

石 (Grindingstone) にて押し附けて繊維状態に碎きたる所謂  
木纖維紙料 (Grund pulp) 一名機械的木材紙料 (Mechanical wood  
pulp) を襤褸紙料中に混入して紙を製造せり

紙の壽命の長久を要求する場合は勢ひ靱皮纖維より成れる紙を使用  
するに如かざるべし昔日我國の紙類は主に楮のみを以て製造したるに  
因り現今保存せらるゝ古書類は依然として其耐久力不變なり然るに現  
今に於ては價格の關係上靱皮纖維のみを使用する能はざるに依り藁又  
は化學的木材紙料乃至機械的木材紙料を混入するが故に一般に昔日の  
日本紙等に比するときは脆弱に傾きつゝあり稻藁及化學的木材紙料は  
機械的木材紙料に比するときは其品質成分優良なれども決して永久的  
のものにあらざるを認知すること必要なり一千八百九十一年獨國政府  
は紙の規定標準を定め原料纖維に依る階級と強度に依る等級とを設定  
せり我國に於ても此の如き標準の下に紙類を取扱はるゝに於ては製紙  
工業の技術一般向上すると共に品質の統一上頗る見るべきものあるべ  
しと信ず

### 一、原料纖維に依る階級

第一級品位のもの 麻、亞麻、木綿等の襤褸破布に限る

第二級品位のもの 同上の外二五%以下の混合纖維紙料 (藁、黃  
麻、木纖維、エスパルト等の纖維) は許せど  
も機械的木材紙料を許さず

第三級品位のもの 機械的木材紙料以外の任意紙料

第四級品位のもの 任意の紙料を含むもの

### 二、強度に依る等級

等 級	一等	二等	三等	四等	五等	六等
斷 裂 長(米)	6000	5000	4000	3000	2000	1000

伸 長 率(%)	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5
耐折度(ニヨツバ式)	190以上	190以上	80以上	40以上	20以上	3以上

次に考究すべき問題は紙に及ぼす日光作用と吸水性との關係にあり紙料に依り日光作用と吸水量との値は大に異なるものなり紙料纖維中に機械的木材紙料を混和するときは自然に變質する機會を與ふること多きと濕氣を吸收するの作用多きとの缺點あるは次の成績に徴して明かなり故に電氣用絶縁紙の如きものは全然機械的木材紙料を混和したるものを使用せざることも尤も肝要なりとす

(一) 機械的木材紙料の混和したる紙を日光に曝露したる時の耐伸強度(機械的木材紙料を混和せざるもの>耐伸強度を一〇〇とす)

機械的木材紙料の混和量%	原 紙	二十四時間曝露したるもの	四十八時間曝露したるもの	七十二時間曝露したるもの
10%	90	88	85	82
20%	85	80	78	72
30%	72	69	65	60
40%	61	55	51	48

(二) 紙の吸水量は空中濕度と紙料の種類とサイズの有無及其仕上表面の粗密度に關係を有するもにして其表面をして可成平滑ならしめたるものに付試験したる成績を示せば次の如し

空中比較濕度%	吸 水 量 %				
	A	B	C	D	E
40	4.5	4.8	5.0	6.9	8.5
50	5.0	4.9	5.2	7.3	8.8
60	5.7	5.8	5.9	7.9	9.0
70	6.2	6.0	6.3	8.2	9.8
80	7.0	7.5	7.8	8.9	10.5

表中 A は木綿纖維八割含有のもの B はマニラ纖維八割含有のもの C は亞麻纖維八割含有のもの D は化學的木材紙料(ソーダ法)八割含有のもの E は機械的木材紙料八割含有せるもの

### (五) 電氣用絶縁紙の品位試験法

#### (一) 顯微鏡試験 (Microscopical test)

本試験は纖維及バルブの性質並に其成素の割合を鑑識するに最も必要なるものなり

#### (二) 物理的試験 (Physical test)

- a. 破裂強 (Bursting Strength)
- b. 抗張強 (Tensile Strength)
- c. 斷裂長 (Breaking Length)
- d. 伸長率 (Elongation)
- e. 耐折度 (Folding Endurance)
- f. 重量 (Weight per ream)
- g. 吸收 (Absorption)
- h. 膨張 (Expansion)
- i. 加熱試験 (Heat test)

#### (三) 化學的試験 (Chemical test)

- a. 灰分量 (Percentage of ash)
- b. 樹脂サイズ量 (Percentage of rosin size)
- c. 動物サイズ量 (Percentage of animal size)
- d. 定量試験 (Qualitative test)

澱粉 (Starch) 酸 (Acid) 硫黃 (Sulphur)

鹽素 (Chlorine) 膠 (Glue)

混和物 (Loading matter) 色素物 (Colouring matter)

e. 吸揚試験(Suction test)

本試験は攝氏百度に熱したる蓖麻子油中に供試片を懸垂し十分間三十分間六十分間後の吸揚高さを測定するものとす

(四)電氣的試験(Electrical test)

- a. 空中比較濕度六五%中に供試片を參時間以上放置したる後の紙の絶縁耐力(一耗厚に付ゞオルト)を測定すること
- b. 空中比較濕度六五%中に供試片を參時間以上放置したる後の紙に對し折疊回数と絶縁耐力との關係を試験すること
- c. 攝氏百度の溫度に於て五時間以上乾燥したる供試片を百度に熱したる蓖麻子油中に十分間、三十分間、六十分間浸したる後の絶縁耐力を試験すること

品位試験方法の詳細に關しては他日を期して更に報告すべし