- (15) L. Glaser : *J. Biol. Chem.*, 235, 2095 (1960).
 (16) P. Ayengar, E. Roberts : *ibid.*, 197, 453 (1952).
 (17) 田中正生, 加藤 洋, 木下祝郎 : 本誌, 35, 1378 (1961).
 (18) E. Negelein, H. Brömel : *Biochem. Z.*, 300, 225 (1939).
 (19) K. Yagi, Y. Matsuoka, S. Kuyama, M. Tada : *J. Biochem.*, 43, 93 (1956).
 (20) 田中正生 : 本誌, 35, 210 (1961).
 (21) L. P. Vernon, H. R. Mahler, N. K. Sarkar : *J. Biol. Chem.*, 199, 599 (1952).
 (22) 久保秀雄 : 酵素化学シンポジウム, 5, 1 (1950).
 (23) K. Yagi, J. Okuda, T. Ozawa, K. Okada : *Science*, 124, 273 (1956).
 (24) K. Yagi, J. Okuda, T. Ozawa, K. Okada : *Biochim. Biophys. Acta*, 34, 372 (1959).
 (25) 林 弘祐 : 生化学, 32, 45 (1960).
 (26) K. Yagi, T. Ozawa, H. Harada : *Nature*, 184, 1938 (1959).
 (27) 八木国夫, 小沢高将, 原田 実 : 第 33 回日本生化学会総会 (1960).
 (28) D. Weller, A. Meister : *J. Biol. Chem.*, 235, 2013 (1960).
 (29) D. Keilin, E. F. Hartree : *Biochem. J.*, 42, 221 (1948).
 (30) K. Yagi, Y. Matsuoka : *J. Biochem.*, 42, 757 (1955).
 (31) L. G. Whitby : *Nature*, 166, 479 (1950).
 (32) 八木国夫 : 医学と生化学, 25, 266 (1952).

[農化 第 35 卷, 第 14 号, p.1385~1390, 1961]

高級溶解用パルプの製造研究 (第 9 報)*

ビスコース繊維の機械的性質とアルカリ繊維素の重合度分布

川 瀬 馨, 藤 岡 靖 雄 (日本パルプ工業株式会社研究所)

昭和 36 年 5 月 29 日 受理

緒 論

ビスコース繊維の機械的性質は原料パルプの化学的分析値のみならず、ビスコース化反応性、それともなうビスコースの溶解状態に非常に影響される^(1~3)。また繊維の微細構造との関連^(4~6)、従って紡糸条件によっても著しく異なった性質を示す。このために溶解用パルプの品質を最終的に判定するためには一定条件で製造された繊維の機械的性質を比較することが実用上は重要である。さらに高分子物質の機械的性質は分子量分布と密接に関係することも多く報告^(7~13)されているが、実際に重合度分布の異なる種々のパルプからビスコース繊維を製造し、パルプの特性と関連づけた研究は少ない。高橋等⁽³⁾はビスコースの溶解状態と再生繊維素の機械的性質の関係を詳細に研究し、溶解状態のよいビスコースがえられるようなパルプからすぐれた機械的性質のビスコース繊維が製造できるという傾向を認めている。本報では観点をかえてこのような溶解状態の良好なビスコースを作るパルプがもつべき特性の一として重合度分布の要因を推定し、重合度分布特に老成後のアルカリセルローズのそれとビスコース繊維の機械的性質について得られた結果を報告する。

実 験

試料パルプは亜硫酸塩法パルプ

第 1 表 試料パルプ分析値

	パ ル プ 種 類	重合度	α-セル ローズ	β-セル ローズ	ペント ザン	銅価
(SP), 水前加水分解酸塩法パルプ						
(KP), 亜硫酸塩蒸解と硫酸塩蒸	高粘度亜硫酸塩パルプ (SP-H)	1250	95.4%	2.8%	1.4%	0.27
解を組み合わせた二段蒸解法パルプ	中粘度 " (SP-M)	750	93.3	3.8	2.0	0.75
(ZP) ⁽¹⁴⁾ の 3 種類の蒸解方法によ	高粘度硫酸塩パルプ (KP-H)	960	96.0	2.4	2.5	0.20
って製造された種々の平均重合度	中粘度 " (KP-M)	780	95.3	2.3	2.1	0.22
のパルプ, 及び綿リントーパルプ	低粘度 " (KP-L)	640	94.2	3.5	2.5	0.43
(LiP) であり, パルプ分析値を第	高粘度二段蒸解パルプ (ZP-H)	940	97.0	1.8	1.7	0.15
	中粘度 " (ZP-M)	770	96.7	1.9	2.1	0.16
	綿リントーパルプ (LP)	700	97.9	1.1	—	0.13

* The Manufacture of a High Grade Dissolving Pulp. Part IX. Mechanical Properties of Rayon Fibers and Molecular Weight Distribution of Aged Alkali Celluloses.

By Kaoru KAWASE and Yasuo FUJIOKA (Nippon Pulp Ind. Co., Ltd. Research Laboratory)

第2表 普通スフ紡糸条件

老成後重合度	360	ノズル	0.07 mmφ, 2000 ホール
ビスコース組成	セルローズ 8% アルカリ 6%	第1浴	H ₂ SO ₄ 120 g/l, Na ₂ SO ₄ 350 g/l, ZnSO ₄ 15g/l, 48~50°
ビスコース粘度	30~50 秒	第2浴	70° 以上熱水
ビスコース熟成度	HR 価 10~13	延伸率	68%

1表に示す。これらのパルプの重合度分布は前報⁽¹⁵⁾で報告したが、LPは最も均一でありKP、ZPはよく似た分布をしており、SPは最も不均一である。

第3表 普通スフ単糸強度 (低亜鉛浴低重合度紡糸)

パルプ種類	繊維度 den.	強度 g/d		伸度 %		乾湿強度比 %	乾強伸率	屈曲強度
		乾	湿	乾	湿			
SP-M	2.15	2.80	1.99	18.5	23.2	71.1	51.8	1580
KP-M	2.12	2.84	2.01	19.0	23.8	70.8	54.0	3380
ZP-M	2.17	2.84	2.03	18.6	22.6	71.5	52.8	3030

各5回紡糸結果の平均値

第1図 老成中のセルローズの変化

○: SP ●: KP ×: ZP

第4表 強力スフ紡糸条件 (高亜鉛浴, 高重合度紡糸)

老成後重合度	420	ノズル	0.07 mmφ, 2000 ホール
ビスコース組成	セルローズ 6.5% アルカリ 6.0%	第1浴	H ₂ SO ₄ 130 g/l, Na ₂ SO ₄ 300 g/l, ZnSO ₄ 100g/l, 45~46°
ビスコース粘度	30~35 秒	第2浴	90° 以上熱水
ビスコース熟成度	HR 価 12~14	延伸率	68%

低分子物質の生成が少く、重合度分布的にも均一であること等⁽¹⁷⁾である。第3表の紡糸に使用した SP, KP, ZP の3種類のパルプの老成中の α -セルロー

第5表 強力スフ単糸強度

パルプ種類	繊維度 den.	強度 g/d		伸度 %		乾湿強度比 %	乾強伸率	屈曲強度
		乾	湿	乾	湿			
SP-H	1.44	3.34	2.40	20.9	25.1	71.8	69.8	3870
SP-M	1.47	3.27	2.21	22.3	25.7	67.6	73.2	3880
KP-H	1.31	3.46	2.35	21.5	24.3	67.9	74.4	5050
KP-M	1.42	3.30	2.28	23.7	24.6	69.1	78.2	4510
KP-L	1.40	3.30	2.17	22.1	23.5	65.8	72.9	3530
ZP-H	1.50	3.42	2.41	20.3	24.4	70.5	76.2	4510
ZP-M	1.46	3.32	2.22	20.5	24.9	66.9	68.1	4060
LP	1.38	3.45	2.48	20.8	25.9	71.3	71.8	5380

各5回紡糸結果の平均値

ズの変化を重合度との関係において第1図に示す。アルカリセルローズは過剰の10%酢酸中で中和再生して α -セルローズ及び稀薄銅安溶液による比粘度から Schulz の極限粘度式及び Staudinger の粘度律 ($K_m = 11 \times 10^{-4}$) を適用して算出する銅安重合度を測定した。原料パルプの α -セルローズの関係は老成後にも大体維持され、KP及びZPはSPより老成後にもかなり高い α -セルローズ含量を示している。

次に第4表の強力スフ紡糸条件により製造した強力スフの単糸強度試験結果を第5表に示す。第2表の普通スフ紡糸条件と異なる点は硫化前の重合度を360から420に高くしたこと、及びそれとともなってセルローズ濃度を薄くしてビスコース粘度を調節し、高亜鉛紡糸浴として強度水準を向上させた点にある。

第3表の結果と比較すると、強度の水準が向上するにつれ原料パルプの性格の相違が糸質にも次第に反映され、特に乾強度、湿強度、乾湿強度比及び屈曲強度に著しい変化が認められ、伸度或いは乾強伸率にはパルプによる差が明瞭でない。一般的に LiP の機械的性質は最もすぐれ、KP と ZP の両者の強度的性質はよく類似し、SP は最も劣ることが認められる。さらに同一種類のパルプ間の比較をすると、高重合度、高 α -セルローズのパルプ

重 合 度
第 2 図 老成後 LP, SP の積分分布曲線
— LP — SP-H SP-M

重 合 度
第 5 図 LP, SP 微分分布曲線
— LP — SP-H SP-M

重 合 度
第 3 図 KP 積分分布曲線
— KP-L KP-M — KP-H

重 合 度
第 6 図 KP 微分分布曲線
— KP-L — KP-H KP-M

重 合 度
第 4 図 ZP 積分分布曲線
— ZP-H ZP-M

重 合 度
第 7 図 ZP 微分分布曲線
— ZP-H ZP-M

ほど機械的性質のすぐれたビスコース繊維を与える傾向のあることは高橋等⁽⁹⁾の研究と同様である。

前報⁽¹⁷⁾においてこれらのパルプの重合度分布的性格が非常に異なっている事実を認めたので、老成後のほぼ同じ平均重合度 420 のアルカリセルローズを 10% 酢酸で中和再生した試料を前報⁽¹⁷⁾と同様の方法で硝化物の分別沈澱を行ない重合度分布を測定した。積分分布曲線を第 2 図～第 4 図に、これから図上微分して求めた微分分布曲線を第 5 図～第 7 図に示す。木材パルプの重合度分布は低重合度部分と高重合度部分に 2 の山があり、中間部分の少ない不均一な形であったが⁽¹⁷⁾、老成による平均重合度の低下にともない均一な狭い分布となり、高分子量部

第 6 表 パルプ及びアルカリセルローズの重合度分布特性

パルプ 種 類	アルカリセルローズ					不均 一度 u	不均 一度 u
	DP 100 以下 %	DP 200 以下 %	DP 200 ~750 %	DP 750 以上 %	DP 900 以上 %		
SP-H	8	20	68	12	6	0.80	1.70
SP-M	10	24	60	16	9	1.03	1.90
KP-H	5	15	72	13	3	0.59	0.82
KP-M	7	18	68	14	6	0.75	1.10
KP-L	7	20	67	13	5	0.81	0.93
ZP-H	6	16	72	12	4	0.62	0.79
ZP-M	6	16	72	12	5	0.78	1.02
LP	3	12	77	11	3.5	0.58	0.53

分は消失した互によく類似した形を示す。しかし細部においてはなお原料パルプの性格が保持されており、老成後にも LiP の分布は最も均一であり、SP は低分子量部分及び高分子量部分に多く、KP と ZP は非常によく類似した分布で LiP と SP の中間的性質である。また同一の蒸解方法によって製造されたパルプではパルプの平均重合度の高いほど老成後のアルカリセルローズの分布の形はすぐれているようである。老成によって高重合度部分が顕著に消失している事実は T. N. Kleinert⁽¹⁹⁾ や著者等⁽¹⁷⁾ の老成においてはまず長鎖長部分が選択的に崩壊するという見解を支持するとも考えられる。

各積分分布曲線から算分した各重合度部分の量的関係、及び Schulz による不均一度 U ⁽²⁰⁾ を前報⁽¹⁷⁾ において求めたパルプの不均一度とともに第 6 表に示す。LP の不均一度は最も小さく、SP は最も高い部類に属し、ZP 及び KP は前二者の中間の値である。ただし低重合度パルプである KP-L はパルプの不均一度は平均重合度のより高い KP-M よりも低いにもかかわらず、老成後には逆に不均一度は高くなっている。すなわち KP-L は不均一度の値としてはパルプでは小さいが、その分布の内容は比較的低い重合度部分が多いために老成による酸化崩壊につれて低分子部分の増加の割合が著しく、均一性を失うと考えられる。さらに同一種類のパルプにおいては前述した分布の形で認められたようにパルプの平均重合度の高いほど老成後のアルカリセルローズの不

均一度は小さくなっていて、Samuelson⁽²¹⁾、Sihtola⁽²²⁾、越沢⁽²³⁾等の報告にもあるように蒸解或いは漂白工程におけるよりも老成によって解重合を行なう方がアルカリセルローズの重合度分布は均一となる事実が認められる。従って単にパルプの重合度分布のみによって老成後のアルカリセルローズの重合度分布を推定し、ビスコース繊維の機械的性質との関係を求めることは甲元等⁽¹¹⁾も指摘しているように危険であると考えられる。

アルカリセルローズの不均一度に対する繊維強度の関係を第 8 図～第 10 図に示す。甲元等⁽¹¹⁾は重合度 200 以下の低分子量部分の少ないほど屈曲強度は大きくなり、D. Bachlott 等⁽¹³⁾はパルプの β -セルローズ及びペントザンの少ないほどタイヤコードの疲労強度はすぐれていると報告している。一方、長野等⁽⁹⁾はアルカリセルローズの不均一度と繊維の伸度には一定の関係が認められず、抗張力は均一なほど大きいことを指摘している。本実験でも乾強度、湿強度、屈曲強度は不均一度によって変化する傾向が認められるが、伸度、乾強伸率への影響は認めがたい。さらに不均一度が或る範囲内では繊維強度の変化は少ないが、不均一度が或る値以下に小さくなると繊維の強度は急激に大きくなっている。すなわち LiP 及び LiP に近い分布を示す高重合度 KP 或いは ZP の 3 者から製造された繊維の強度は他のパルプよりも特にすぐれた値を示すが、不均一度がかなり大きい比較的低重合度の

第 8 図 不均一度と屈曲強度の関係

第 9 図 不均一度と抗張力の関係

○ 乾強度 ● 湿強度

第 10 図 不均一度と乾湿強度比の関係

KP 或いは ZP 及び高重合度の SP から作られた繊維の強度的水準はほぼ同じであり、最も不均一度が大きい SP-M との機械的性質の相違は僅かである。

以上の如くアルカリセルローズの不均一度とビスコース繊維の機械的性質との間には、一応相関関係のある事実が認められた。しかし従来の報告によればビスコース繊維の機械的性質に影響すると考えられているパルプの反応性^(1,23,24)、ビスコースの溶解状態^(2,9,26~29)や微細構造^(4,5,30,31)等においても KP は LiP に近くすぐれている点が多いことを考えると、重合度分布の性質が平均重合度における如く^(32~35)直接ビスコース繊維の強度に影響すると断定することはできない。重合度分布が均一になるようなパルプ製造工程においてはこれらの諸性質がともに LiP に類似してくる傾向から、それらの諸特性の総合的結果として繊維強度が増加するといえる。ただし同一種類の KP においてもパルプの平均重合度が低く α -セルローズ量が少いほど溶解状態はよくないと推定されている結果⁽³⁾からは、低分子物或いは高分子物が多く不均一であるほどビスコースの溶解状態は不良になるのではないかと推測される。いずれにしてもパルプ品質とビスコース繊維の機械的性質の関係をより一層明瞭にするためには多面的な研究が行なわれる必要があり、またさらに強度水準の高い、たとえばタイヤコードの強度的性質との比較においてパルプ特性との関連が一層明確になるのではないかと期待される。

総 括

種々の型のパルプすなわち木綿リントーパルプ (LiP)、亜硫酸塩法パルプ (SP)、水前加水分解硫酸塩法パルプ (KP)、亜硫酸塩蒸解と硫酸塩蒸解を組合せた二段蒸解法パルプ (ZP) の平均重合度を異にするパルプを試料として 2 種類の強度水準の異なるビスコース繊維を製造し、パルプ種類による繊維の機械的性質の変化を検討した。

強度水準の低い場合にはパルプの影響は少ないが、強度の向上にともなってパルプ品質の差が大きくなる傾向があり、LiP、高重合度 KP 或いは ZP は機械的性質、特に抗張力、屈曲強度がすぐれたビスコース繊維を与える。低重合度 KP 或いは ZP や SP から作ったビスコース繊維の機械的性質は前者よりもかなり劣っている。

老成によってパルプの重合度分布は均一化され、高重合度部分は著しく減少して分布の幅も狭くなるが、老成後にもなおパルプの特性は明瞭に認められる。同一蒸解方法によって製造されたパルプでは元のパルプの重合度の高いほど老成後のアルカリセルローズの分布は均一である。

老成後のアルカリセルローズの不均一度は或る範囲内ではビスコース繊維の機械的性質に対する影響は比較的少ないが、LiP、高重合度 KP 或いは ZP の如く非常に小さくなると屈曲強度及び抗張力が顕著に向上する。伸度については明瞭な関係が認められない。しかし不均一性が直接強度に関与するのか或いは単に現象的な一致であって分布の均一なアルカリセルローズを作るようなパルプ製造方法によってその他の強度に影響する要因が好ましいものとなり、結果的に強度が向上するか等については今後の研究にまわるところが多い。

(1) 福田祐作, 堀尾正雄: 紙パ誌, 6, 392(1952).	981, 986 (1960).
(2) 近藤浩康, 佐々木俊雄: 第 23 回ビスコース研究会 (1958).	(15) 川瀬 馨: 本誌投稿中.
(3) 高橋昭之介, 藤岡靖雄: 紙パ誌, 13, 860(1959).	(16) 川瀬 馨: 本誌, 35, 905 (1961).
(4) 万木 正, 古矢 宏: 織学誌, 5, 34(1949).	(17) 川瀬 馨: 本誌投稿中.
(5) 前田弘邦: 同上, 12, 10 (1956).	(18) H. Haas: <i>Tappi.</i> , 35, 116 (1952).
(6) 相父江寛, 福原節夫, 守屋正夫: 同上, 14, 382 (1958).	(19) T. N. Kleinert: <i>Monatsh. Chem.</i> , 85, 627 (1954).
(7) W. E. Davis: <i>I. E. C.</i> , 43, 516 (1951).	(20) G. V. Schulz, H. Husemann: <i>Zeitschr. Phys. Chem.</i> , 52, 1 (1942).
(8) N. Schieber: <i>Paperfabr.</i> , 37, 245 (1939).	(21) O. Samuelson: <i>Svensk Kem. Tiask.</i> , 11, 59, 105 (1947).
(9) 長野正満, 村上浩一: 織学誌, 7, 530(1951).	(22) H. Sihtola, E. Kaila: <i>Paperi ja Puu</i> , 36, 341 (1954).
(10) R. W. Work: <i>Textile Res. J.</i> , 19, 381(1949).	(23) 祖父江寛, 越沢徳美: 織学誌, 12, 453(1956).
(11) 甲元康雄, 矢上一夫, 叶 昭親: 織学誌, 10, 205 (1954).	(24) 中尾統一, 大屋裕光, 石田伸彦: 織学誌, 14, 387 (1958).
(12) P. C. Sherer, S. N. Chiani: <i>Modern Textile Mag.</i> , 36, 48 (1955).	(25) 祖父江寛, 越沢徳美: 織学誌, 13, 81(1957).
(13) D. D. Bachlott, I. K. Miller, W. White: <i>Tappi.</i> , 38, 503 (1955).	(26) T. N. Kleinert, V. Mössmer: <i>Svensk Papperstidn.</i> , 51, 541 (1948).
(14) 川瀬 馨, 藤岡靖雄, 福田祐作: 本誌, 34,	

- (27) L. E. Akim, W. E. Kiljki : *Zellstoff u. Papier*, 3, 123 (1954).
 (28) T. N. Kleinert : *Pulp Paper Can.*, 56, 208 (1955).
 (29) W. Bandel : *Das Papier*, 9, 204 (1955).
 (30) O. Samuelson, H. Jonsen : *Svensk Papperstidn.*, 56, 866 (1953).
 (31) L. R. Parks : *Tappi*, 42, 507 (1959).
 (32) A. Sippel : *Rayon Zellwolle*, 11, 628 (1953).
 (33) J. R. Coley : *Textile Res. J.*, 23, 34 (1953).
 (34) 長野正満 : 工化, 46, 802 (1943).
 (35) 前田弘邦, 木下 正 : 織学誌, 6, 29 (1950).

〔農化 第35巻, 第14号, p.1390~1394, 1961〕

高級溶解用パルプの製造研究(第10報)*

酸アルカリ二段蒸解におけるチオ硫酸塩の影響

川瀬 馨, 藤岡 靖雄 (日本パルプ工業株式会社研究所)

昭和36年6月12日受理

緒 論

Ca-ベース亜硫酸蒸解廃液は、大部分が廃棄されているが、Na-ベース亜硫酸蒸解においては工業的には経済的見地からソーダ分の回収が重要な問題であり、種々の回収方法が提案されている⁽¹⁻⁸⁾。いずれの方法も硫酸塩パルプ工場のクラフト蒸解廃液の回収と同様にして廃液を濃縮、燃焼、溶解した炭酸ソーダを主成分とするいわゆる緑液を亜硫酸化して酸蒸解液に再生するものである。この際共存する硫化ソーダは亜硫酸と反応してチオ硫酸塩を生成する恐れがある。亜硫酸蒸解においては蒸解液中にチオ硫酸が一定量以上存在すると異常蒸解現象を起し、いわゆる黒煮となってパルプ化は不能となる⁽⁹⁻¹¹⁾。ので回収緑液の亜硫酸化に際してはこのチオ亜硫酸塩の生成を最小にするために種々の考慮がはらわれている。

Na-ベース亜硫酸蒸解と硫酸塩蒸解を組合せた二段蒸解においては既報⁽¹²⁻¹⁴⁾の如く前段の亜硫酸蒸解は酸加水分解によってペントザンの大部分を溶出するか、或いは易溶性にするとともにリグニンの一部をも除去する目的で行われるが、通常の亜硫酸蒸解に比較すればその程度は遙かに弱く、パルプ化の主体は後段の硫酸塩蒸解にある。従ってチオ硫酸塩の影響も通常の硫酸塩蒸解の場合とは異なることが予想される。

広葉樹のNa-ベース亜硫酸蒸解及び二段蒸解におけるチオ硫酸塩の影響を検討し、亜硫酸蒸解廃液の一部をそのまま再亜硫酸化して酸蒸解に使用する実験を行った。

実 験

混合広葉樹の工業的チップを4 l 容オートクレーブを用いて蒸解した。硫酸塩パルプ工場の緑液 (NaOH 20 g/l, Na₂S 26 g/l, Na₂CO₃ 85 g/l) を85°でpH 10まで亜硫酸化し、遊離した硫黄を濾過後、濾液を再亜硫酸化して調製した酸性亜硫酸塩液(緑液-1)、緑液を全ソーダ分2% (NaOHとして)に稀釈し、常温で亜硫酸化した液(緑液-2)及び工業用NaOH液に亜硫酸ガスを吹きこんで製造した液(NaOH)に一定量のチオ硫酸ソーダを添加した液をそれぞれ蒸解液として亜硫酸蒸解を行った結果が第1表である。チオ硫酸はO. Samuelson⁽¹⁵⁾の方法により試料5 ccに少量の水を加えNaOH液で中和しホルマリン5 ccを加え酢酸酸性としてヨード滴定した。

濃厚な緑液を直接亜硫酸化すると硫黄が析出し、チオ硫酸の生成量も多くなるが、稀薄緑液を亜硫酸化すれば

第1表 亜硫酸蒸解におけるチオ硫酸の影響

	ベース用 Na	緑液-1	緑液-2	NaOH		
				0.10	0.20	0.30
チオ硫酸 %		0.30	0.15	0.10	0.20	0.30
総 酸 %		7.5	7.5	7.6	7.6	7.6
化 合 酸 %		1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
KMnO ₄ 価				13.1	25.9	
粘 度		黒煮	黒煮	13.0	5.6	黒煮

硫黄は析出せずチオ硫酸の生成量も比較的少い。しかし緑液を使用した場合はいずれも140°の蒸解温度に達したとき(5時間)に既にチップは黒化し黒煮の現象を呈し、パルプ化は全く不可能な状態である。軒原等⁽¹¹⁾はCa-ベース亜硫酸蒸解でチオ硫酸が2.1 g/l以下であればこの異常蒸解現象を起さないことを報告し

* The Manufacture of a High Grade Dissolving Pulp. Part X. The Influence of Thiosulfate in Acid-Alkali Two Stage Cooking.

By Kaoru KAWASE and Yasuo FUJIOKA (Nippon Pulp Ind. Co., Ltd. Research Laboratory)