



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

Title	改良キノン添加アルカリ蒸解に関する研究(第1報)
Author(s)	篠田, 善彦; 戸川, 英二; 田島, 俊雄
Citation	[岐阜大学農学部研究報告 = Research bulletin of the Faculty College of Agriculture Gifu University] no.[53] p.[291]-[299]
Issue Date	1988-12-25
Rights	
Version	岐阜大学農学部生物資源利用学科 (FACULTY OF AGRICULTURE GIFU UNIVERSITY, Department of Applied Bioorganic Chemistry)
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5650

この資料の著作権は、各資料の著者・学協会・出版社等に帰属します。

改良キノン添加アルカリ蒸解に関する研究 (第1報)

篠田善彦・戸川英二・田島俊雄

生物資源開発学講座
(1988年8月1日受理)

Improvement of Alkaline Anthraquinone Pulping I.

Yoshihiko SHINODA, Eiji TOGAWA and Toshio TAJIMA

Department of Applied Bioorganic Chemistry
(Received August 1, 1988)

SUMMARY

It is well known that anthraquinone in alkaline pulping has a remarkable effect on the rate of delignification. Recently, quinone additive cooking has received much attention as a new method of new pulping. Then we studied about soda and kraft cooking with addition of anthraquinone. And these pulps were compared with ordinary soda and kraft pulps. The results are as follows :

- 1) Addition of a small quantity of anthraquinone to soda or kraft cooking liquor accelerated the delignification.
- 2) In alkaline anthraquinone pulping, the residual carbohydrate of the pulp increased.
- 3) Anthraquinone had a more remarkable catalytic effect on soda cooking than on kraft cooking.
- 4) The effect of anthraquinone addition on alkaline pulping decreased with the increase of the sulfidity.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (53) : 291—299, 1988.

要 約

アントラキノンを添加アルカリ蒸解法は、クラフト蒸解法に代わる新しいパルプ化法として注目されている。そこで、従来のクラフト蒸解法およびソーダ蒸解法とアントラキノンを添加したそれぞれの蒸解法と蒸解条件を変えて比較検討した。パルプ収率、残留リグニン量、構成糖および粘度を測定し、アントラキノンを添加による影響を調べた。

その結果、アントラキノンを添加した蒸解は脱リグニン促進と炭水化物安定化の点で有効で、特にソーダ蒸解において顕著であった。また、アントラキノンを添加率の増加は、ソーダ蒸解では炭水化物収率、クラフト蒸解では脱リグニンにおいてあまり効果が認められず、アントラキノンの添加量は少量でよいと結論した。さらに、アントラキノンを添加効果は水酸化イオンの含有量に影響することを認めた。

結 言

現在、日本で生産される化学パルプの94%はクラフトパルプ(KP)法によって製造されている。これは木材チップをNaOH + Na₂Sで蒸解する方法である。KP法はあらゆる樹種に適用でき、良好な品質のパルプができる。また、廃液からの薬品回収も確立されているなどの多くの長所をもったパルプ化法であるため普及しているが、反面クラフト不快臭や多額な設備投資が必要などの問題がある。企業としてはパルプ収率を一層高めることも必要である。

KP 蒸解などの化学パルプ製造において蒸解歩留の低下する主な原因は、脱リグニンの非選択性と、リグニンの溶出にともなう、セルロース、ヘミセルロースなどの炭水化物も蒸解中に崩壊するためである。アルカリパルプ蒸解中の炭水化物の溶出は、そのピーリング反応とアルカリ性加水分解による崩壊のためと考えられる。一般に、グリコシド結合のアルカリ性加水分解は蒸解中最高温度に達するまではあまり進行しないが、蒸解初期に炭水化物の溶出が進行するのはピーリング反応による崩壊が支配的であるとされている。すなわち、炭水化物の還元性末端基が蒸解の進行とともに、ピーリング反応により分解されることに起因していると考えられている。パルプ収率を向上させるには炭水化物のピーリング反応を抑えて脱リグニンを進行させればよい¹⁾。このピーリング反応を抑えるには、ポリサルファイドや芳香族ニトロ化合物を添加して炭水化物の還元性末端基を酸化するか、水素化ホウ素ナトリウムやヒドラジンなどで還元する方法が知られている。しかし、これら添加物は炭水化物を酸化または還元してしまうと自身は分解するために、多量に添加しないと効果がない。そこで、蒸解中に安定して可逆的な酸化還元を行ないうる化合物があれば微量添加で効果的な蒸解歩留の向上が可能となる²⁾。このような酸化還元触媒としてアントラキノンおよびその誘導体が注目され、これらをクラフトおよびソーダ蒸解において添加すると、脱リグニン速度が増加するとともに、セルロースやヘミセルロースの炭水化物が安定化されパルプ収率が増加することが見出された³⁾。

キノン添加蒸解法の原理は、キノン化合物を蒸解の際、微量添加するとキノンが蒸解反応の触媒として働き、リグニンの低分子化を促進して脱リグニン速度を向上させたり、炭水化物に対しては、その還元性末端基を酸化してアルドン酸に変え、ピーリング反応を抑制したりするとされている。その実施目的はパルプの蒸解歩留の向上、蒸解薬品の節減、製造品質の向上などさまざまであるが、今後省資源や省エネルギーパルプ増産を可能にする手段の一つとして、キノン添加蒸解法が検討されている。例えば、アントラキノン系助剤を用いたソーダ・キノン蒸解法は、クラフト法に代わる新しいパルプ化法として注目されている⁴⁾。

本研究では、このキノン系助剤を添加した蒸解法に注目し、従来のクラフト蒸解法およびソーダ蒸解法について、キノン添加系と非添加系について比較検討した。蒸解助剤としてアントラキノンを用い、蒸解条件を変えて蒸解を行い、脱リグニン速度およびパルプ収率を調べた。アントラキノン添加による蒸解中の安定化効果と蒸解過程におけるセルロース、ヘミセルロースの挙動を調べるために構成糖の分析を行った。さらに、パルプの品質についても粘度を測定することにより考察した。

材料および方法

1. 試料

1.1. 木粉

アルコール・ベンゼン (1 : 2) で脱脂したトウヒ木粉 (40~100メッシュ) を用いた。

1.2. 蒸解助剤

アントラキノンをを用いた。

2. アントラキノン添加アルカリ蒸解

木粉 1 g (絶乾) を精秤し、10 ml 容ステンレススチール製オートクレーブに入れ、蒸解薬液 10 ml を加えた。さらに、アントラキノンを木粉 (絶乾) に対して所定量ずつ加え、十分攪拌し、160℃で30、60、90および120分間蒸解した。用いた薬液濃度を以下に示す。

ソーダ蒸解; NaOH 1.0N (アントラキノン添加率, 0, 0.1, 0.5, 1.0%)

クラフト蒸解; 硫化度 14.6, 25.4, 42.3% 活性アルカリ 40.2 g/l (アントラキノン添加率, 0, 0.1, 0.5, 1.0%)

蒸解後 1 G 3 ガラスフィルターでパルプをろ過し、蒸留水でろ液が着色しなくなるまで十分洗浄した。その後、105℃で2時間以上乾燥し、パルプ収率を求めた。

3. パルプの残留リグニン量

クラソンリグニン (KL) を定量した。定量法は吉原らの改良法⁵⁾に従った。すなわち、パルプ 0.5 g

を精秤して、20 ml 容ビーカーに移し、72%硫酸を5 ml 添加した後、20°Cで3時間、時々、ガラス棒で攪拌しつつ静置した。後、硫酸の終濃度が3%になるよう蒸溜水189 ml で500 ml 容三角フラスコにそそぎ入れた。フラスコにアルミキャップをかぶせてオートクレーブで121°C, 30分間、第2次加水分解を行った後、1 G 3 ガラスフィルターでろ過し、熱蒸溜水で洗浄し、105°Cで恒量になるまで乾燥し秤量した。

4. 炭水化物収率

炭水化物収率は次の式を用い求めた。

炭水化物収率 (%) = パルプ収率 × (1 - パルプKL量 / 100)

5. 脱リグニン度

脱リグニン度は次の式を用い求めた。

脱リグニン度 (%) = 100 - (パルプ収率 × パルプKL量 ÷ 木粉KL量)

また、いわゆる Bulk phase の脱リグニン過程を本研究における蒸解に対して擬一次反応と仮定し、次のように速度式を定義し、log [L] をもとめた⁶⁾。

$$-(d[L]/dt) = k[L], \text{ すなわち } \log [L] = -kt + a$$

[L] : パルプ中リグニンの木粉に対する重量%

k : 脱リグニン擬一次反応速度定数

t : 蒸解時間 (分)

a : 初期定数 (t = 0)

6. パルプの構成糖の分析⁷⁾

パルプ0.3 g を精秤し小型試験管に入れ、72%硫酸3 ml を加え、室温で攪拌し、1時間放置した。これを200 ml 容三角フラスコ中に、蒸溜水84 ml を使って全量移した。121°Cオートクレーブ中で1時間処理し、冷却後、内部標準としてイノシトール0.1 g を精秤し加えた。その後、飽和水酸化バリウム溶液でpH 5.5にし、遠心分離し、上澄液に0.07 g の水素化ホウ素ナトリウムを加え、室温で2時間反応させた。反応後、酢酸を加えて過剰の水素化ホウ素ナトリウムを分解し、溶液を60°Cで減圧濃縮し、シロップ状にした。105°Cで15分間乾燥し、乾燥後7.5 ml の無水酢酸と0.5 ml の濃硫酸を加え、50~60°Cで1時間アセチル化した。アセチル化後、5分間放冷化し、約70 ml の氷水中へ攪拌しながら滴下し、ジクロロメタンで3回抽出した。75°C以下で濃縮乾固し、アセトン2 ml を加えガスクロマトグラフ用試料とした。ガスクロマトグラフィーは日立263-30型ガスクロマトグラフィー装置を使用し、次のような諸条件で行った。

カラム : ステンレスカラム 3 mm × 200cm

充填剤 : 液相 EGA + EGS + Silicone GX - XF - 1150

担体 Gaschrom P(100~200 mesh)

添着量 EGA 0.2%, EGS 0.2%, Silicone GX - XF - 1150 0.4%

カラム温度 : 190°C

キャリアーガス : 窒素

流速 : 30 ml/min

検出器 : 水素炎イオン化検出器

7. パルプの粘度測定

パルプから常法⁸⁾にしたがいホロセルロースを調製し、粘度測定用試料とした。試料0.05 g を精秤し、25 ml のカドキセン溶液に溶かして、恒温槽 (20°C) 中で Ostwald 粘度計を用いて相対粘度を測定した。粘度計標準液には JS50, LOT No. 19 (昭和シェル石油製) を用いた。

結果と考察

1. 脱リグニン度と炭水化物収率

アントラキノン (AQ) 添加の影響を調べるため、AQ を脱脂乾燥木粉に対して1%添加したソーダ蒸解、クラフト蒸解とAQを添加しないソーダ蒸解、クラフト蒸解を行なった。その結果は Table 1~4 に示した。まず、パルプ収率であるがソーダ蒸解の場合には、AQを添加しても同じ蒸解時間でコントロー

Table 1 Analytical results of soda pulps of spruce wood meal under various cooking times at 160°C

Cooking time min.	30	60	90	120
Pulp yield %	67.8	61.5	59.8	53.8
Lignin on pulp %	23.2	18.6	16.5	9.1
Lignin on wood %	15.8	11.6	9.9	4.8
Carbohydrate yield %	52.1	49.9	49.3	48.6
Delignification %	44.8	59.3	65.5	83.1
Log [L]	2.8	2.5	2.3	1.6

Notes : [L] : Lignin % on wood
Klason lignin of wood meal : 28.6%

Table 2 Analytical results of soda pulps of spruce wood meal with anthraquinone under various cooking times at 160°C

Cooking time min.	30	60	90	120
Pulp yield %	66.9	55.7	53.4	51.8
Lignin on pulp %	19.6	6.7	4.4	0.6
Lignin on wood %	13.1	3.7	2.4	0.3
Carbohydrate yield %	53.0	52.0	51.5	51.5
Delignification %	54.1	86.9	91.6	98.9
Log [L]	2.6	1.3	0.9	-1.2

Notes : [L] : Lignin % on wood
Klason lignin of wood meal : 28.6%
AQ content : 1% based on wood meal

Table 3 Analytical results of kraft pulps of spruce wood meal under various cooking times at 160°C

Cooking time min.	30	60	90	120
Pulp yield %	63.8	53.7	51.3	45.5
Lignin on pulp %	19.4	8.9	6.3	0.3
Lignin on wood %	12.4	4.9	3.3	0.1
Carbohydrate yield %	51.4	48.9	47.4	45.4
Delignification %	56.6	83.0	88.5	99.5
Log [L]	2.4	1.6	1.2	-2.3

Notes : [L] : Lignin % on wood
Klason lignin of wood meal : 28.6%

Table 4 Analytical results of kraft pulps of spruce wood meal with anthraquinone under various cooking times at 160°C

Cooking time min.	30	60	90	120
Pulp yield %	61.2	53.1	51.8	48.2
Lignin on pulp %	14.0	4.8	4.0	0.4
Lignin on wood %	8.6	2.6	2.1	0.2
Carbohydrate yield %	52.5	50.1	49.5	48.2
Delignification %	69.8	90.9	92.6	99.2
Log [L]	2.2	1.0	0.7	-1.6

Notes : [L] : Lignin % on wood
Klason lignin of wood meal : 28.6%
AQ content : 1% based on wood meal

ル蒸解のパルプ収率を越えることはなかった。これはパルプ中の残留リグニン量の差によると考えた。クラフト蒸解の場合には、AQ添加パルプ収率が蒸解90分間後からコントロール蒸解のパルプ収率を越えた。これはコントロール蒸解では蒸解が進むにつれ、脱リグニンとともに炭水化物の溶出も大きくなったためであろう。蒸解時間に対する脱リグニン度は Fig. 1, 2 に示した。ソーダ蒸解の場合においてAQ添加による大きな効果があった。60分間後でコントロール蒸解では脱リグニン度が59.3%に対して、AQ添加では86.9%と著しい脱リグニン効果があった。クラフト蒸解では、蒸解初期に効果があったが、120分間後では明らかでなかった。脱リグニン速度係数はソーダ蒸解、クラフト蒸解ともにAQ添加の方が大きかった。特に、ソーダ蒸解において顕著であった。(Fig. 3, 4)

蒸解時間に対する炭水化物収率は Fig. 5, 6 に示した。ソーダ蒸解の場合には、パルプ収率はAQ添加パルプが低かったが、炭水化物収率は高かった。クラフト蒸解についても同様の結果であった。AQ添加により炭水化物の分解を抑制しているといえる。炭水化物収率と脱リグニン度の関係を Fig. 7, 8 に示した。ソーダ蒸解、クラフト蒸解ともにAQ添加蒸解の方が脱リグニン度に対する炭水化物収率の大きいことがわかった。AQ添加が選択的に脱リグニンしていると結論できる。なぜなら、同じ収率のパルプのとき、パルプ中に残留するリグニン量はAQ添加パルプの方が少ないからである。

以上のことより、ソーダ蒸解、クラフト蒸解ともAQ添加により、炭水化物の溶出が抑制され、脱リグニンを促進していることがわかった。特に、ソーダ蒸解においてこの効果が顕著にでた。これは後述するが、水硫化イオンの存在が関係しているためだと推論した。

2. パルプの構成糖

AQ添加による蒸解中の炭水化物の安

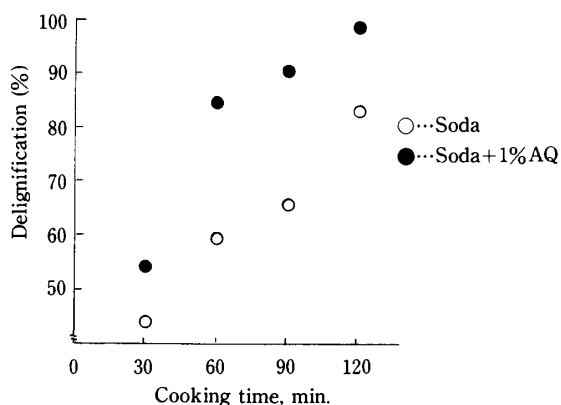


Fig. 1. Delignification during soda cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

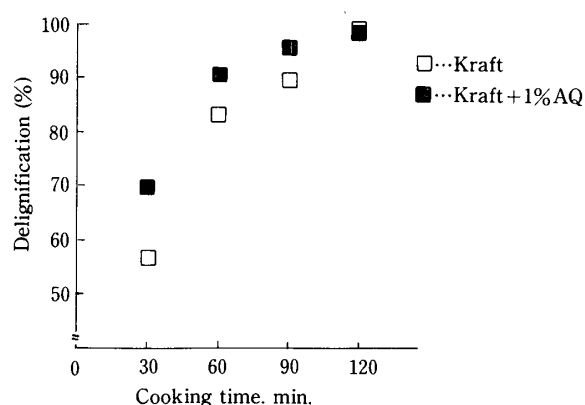


Fig. 2. Delignification during kraft cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

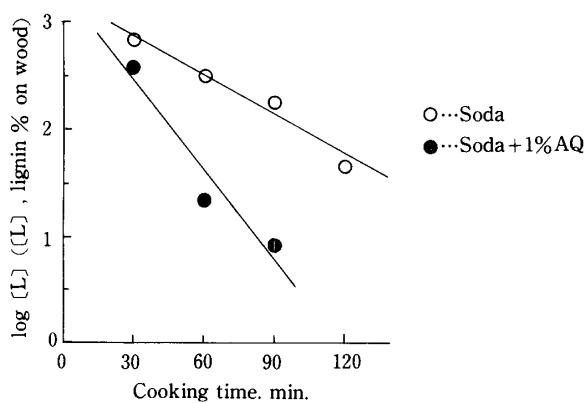


Fig. 3. Delignification of spruce wood meal during soda cooking with and without anthraquinone.

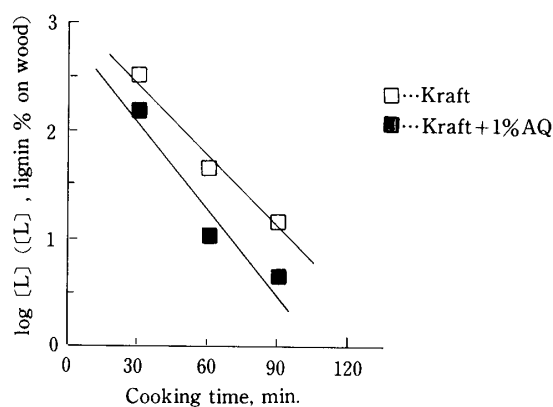


Fig. 4. Delignification of spruce wood meal during kraft cooking with and without anthraquinone.

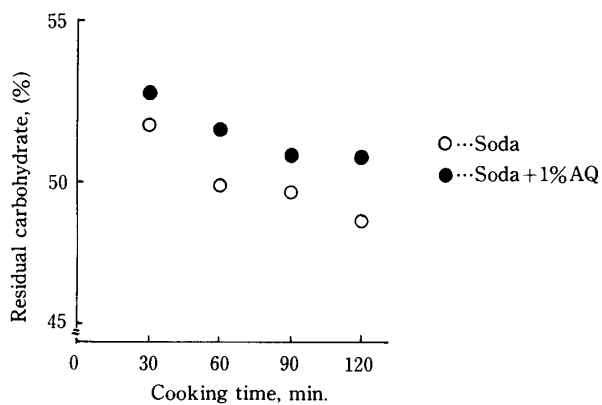


Fig. 5. Residual carbohydrate yield during soda cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

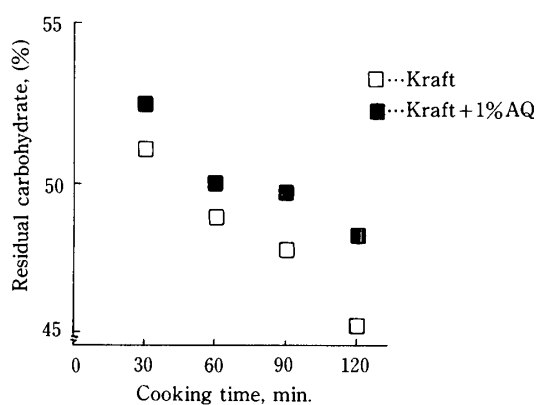


Fig. 6. Residual carbohydrate yield during kraft cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

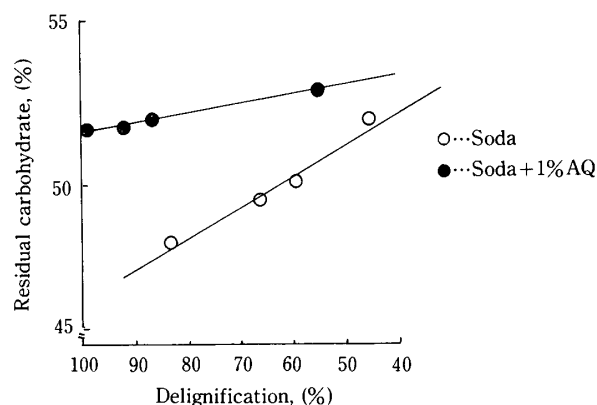


Fig. 7. Relation between residual carbohydrate and delignification during soda cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

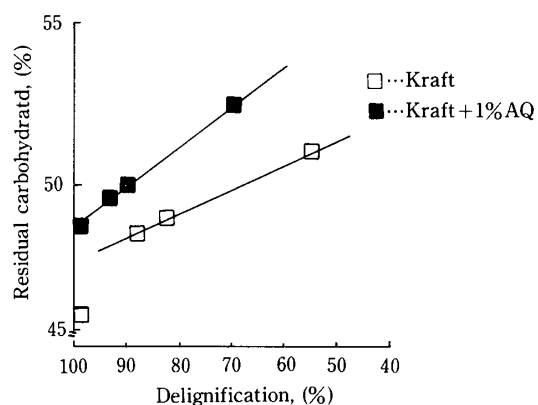


Fig. 8. Relation between residual carbohydrate and delignification during kraft cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

定化効果と蒸解過程におけるセルロース、ヘミセルロースの挙動を調べるため、パルプの構成糖の分析を行った。結果は Table 5 に示した。各構成糖の残存率は、未蒸解木粉中の当該構成糖を100%として、パルプ中の各構成糖の残存率(%)としてもとめた。キシロース残存率はソーダ蒸解でAQを1%添加すると蒸解時間60及び90分で7%弱増加している。クラフト蒸解ではAQ添加によってソーダ蒸解ほどの差はなかった。キシロース残存率はクラフト蒸解よりソーダ蒸解の方が良い結果を示した。マンノース残存率はAQを1%添加することにより、90分間蒸解した時にソーダ蒸解で2%、クラフト蒸解で5%増となり、クラフト蒸解の方が効果があった。グルコース残存率は60分間以上の蒸解ならば、ソーダコントロール蒸解とクラフトコントロール蒸解は同程度となったが、AQを1%添加することにより、60分間蒸解ではソーダ蒸解で5%、クラフト蒸解で3%増となり、グルコース残存率はAQ添加の場合はソーダ蒸解の方が良

Table 5 Sugar composition of the hydrolyzates from various pulps

Cooking condition		Xylose %	Mannose %	Glucose %
Soda	30min.	61.1	40.5	81.2
Soda + 1%AQ	30min.	65.2	46.9	91.0
difference		4.1	6.4	9.8

Kraft	30min.	37.3	40.0	88.8
Kraft + 1%AQ	30min.	39.8	49.4	93.0
difference		2.5	9.4	4.2

Soda	60min.	48.9	38.3	80.2
Soda + 1%AQ	60min.	55.8	39.6	85.5
difference		6.9	1.3	5.3

Kraft	60min.	31.7	35.9	81.0
Kraft + 1%AQ	60min.	32.3	43.1	84.2
difference		0.6	7.2	3.2

Soda	90min.	34.9	32.9	75.3
Soda + 1%AQ	90min.	41.3	34.9	83.4
difference		6.4	2.0	8.1

Kraft	90min.	27.6	30.0	75.4
Kraft + AQ	90min.	27.7	35.2	79.1
difference		0.1	5.2	3.7

% base on sugar in wood

い結果となった。

キシロース、マンノースは蒸解初期において40~60%溶出している。そして、中期以降はなだらかになっている。グルコースは蒸解中を通じてなだらかな減少を示している。また、AQ添加により、グルコースの残存率は高くなり、セルロースの安定化効果がソーダ蒸解およびク

ラフト蒸解ともに表われている。AQは蒸解初期に溶出するヘミセルロースよりも蒸解中を通じて崩壊するセルロースの溶出防止に効果があると結論した。

3. パルプの粘度

パルプの品質を検討するため粘度測定を行った。パルプの物性はそれを構成するセルロースの分子量または重合度、およびその分布状態に大きく依存する。また、高分子としてのセルロースが熱的、機械的、化学的な処理を受けると、解重合し重合度が低下する。従って、重合度が測定できればパルプの品質、崩壊の程度を推定できる⁹⁾。一般に、高分子溶液の粘度は溶液濃度が極めて希薄であるならば、分子量すなわち重合度に比例するという Staudinger の粘度則が成り立つ¹⁰⁾ことから、各パルプの相対粘度を測定し比較した。結果は Table 6 に示した。ソーダ蒸解ではAQ添加の有無にあまり関係なかった。粘度は60分間蒸解以降急に小さくなった。これは60分間蒸解後、急に重合度が低下したと推定できる。クラフト蒸解ではAQ添加蒸解の方が顕著に大きな値となった。AQ添加により、粘度低下が抑制されていることは、重合度低下が抑制されていることであり、AQ添加が炭水化物の崩壊溶出反応を抑制しており、良質なパルプの得られたことを示している。その効果はソーダ蒸解よりもクラフト蒸解の方が大きいと推定した。

4. AQ添加量

AQの添加量の影響を検討するため、AQ添加量だけを絶乾木粉に対して0, 0.1, 0.5%と変え、同一条件で蒸解を行った。結果は Fig. 9~12 に示した。ソーダ蒸解ではAQ添加量が増すにつれて、各蒸解時間後のパルプ中のリグニン量は少なくなる傾向を示したが、クラフト蒸解ではあまり効果がなかった。炭水化物収率においては、ソーダ蒸解ではAQ添加の有無についての差はあったが、0.1%でも0.5%でも同程度であり、添加量の効果は認められなかった。クラフト蒸解では、90分間蒸解時で0.5%添加が0.1%添加に比べ、1%増であり、効果があった。

以上のことより、ソーダ蒸解においては、AQ添加率をあげれば脱リグニン効果もあがるが、クラフト蒸解においてはソーダ蒸解ほどの効果は認められなかった。これは水硫化イオンの存在によると考えられる。水硫化イオンもAQもどちらもリグニンのβ-0-4結合を開裂させる。AQの多量添加は水硫化イオンによる脱リグニン効果を抑制すると推論した。次に、炭水化物安定化効果については、ソーダ蒸解よりもク

Table 6 Viscosity of various pulps at 20°C (Pa·s)

Cooking time min.	30	60	90
Soda	0.0088	0.0083	0.0068
Soda + 1%AQ	0.0089	0.0088	0.0069
Kraft	0.0071	0.0066	0.0059
Kraft + 1%AQ	0.0077	0.0073	0.0071

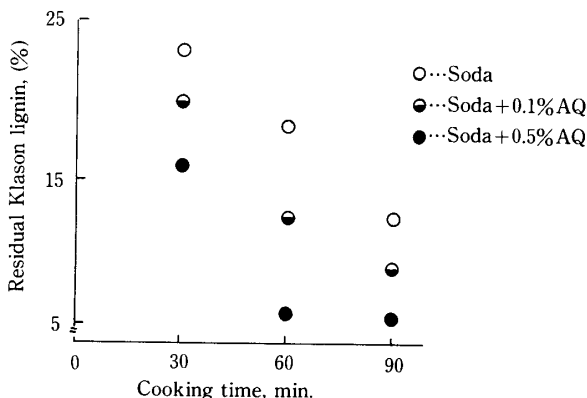


Fig. 9. Residual lignin content during soda cooking of spruce wood meal with anthraquinone (0%, 0.1%, 0.5%).

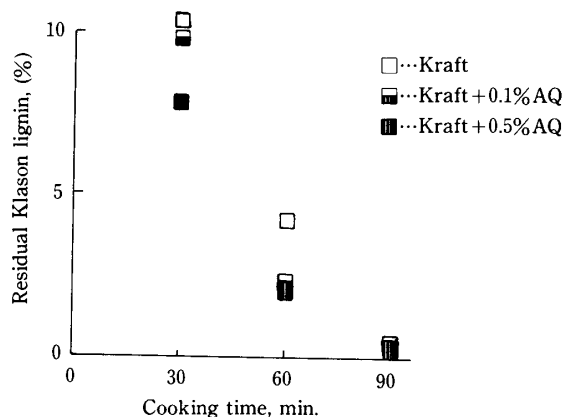


Fig.10. Residual lignin content during kraft cooking of spruce wood meal with anthraquinone (0%, 0.1%, 0.5%).

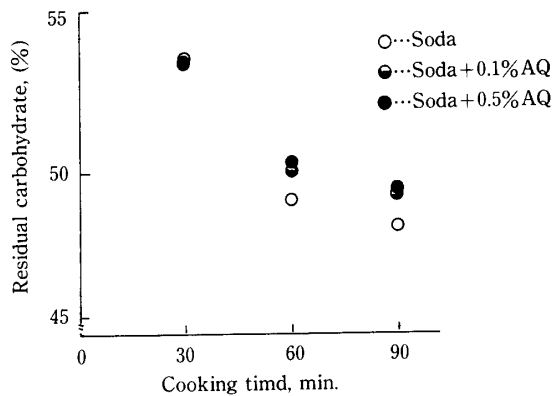


Fig.11. Carbohydrate yield during soda cooking of spruce wood meal with anthraquinone (0%, 0.1%, 0.5%).

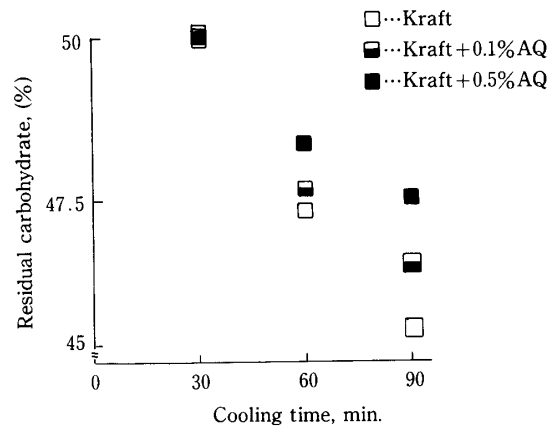


Fig.12. Carbohydrate yield during kraft cooking of spruce wood meal with anthraquinone (0%, 0.1%, 0.5%).

ラフト蒸解で強く見られた。実際の蒸解系において、セルロースもリグニンもアントラキノンに対して還元剤となり、アントラヒドロキノンに対しては酸化剤になると考えられている¹¹⁾。クラフト蒸解では、水硫化イオンが存在し、これが脱リグニン反応を主に促進し、AQがセルロース類の安定化に働くと考えられる。さらに、クラフト蒸解においてある率以上のAQ添加がなされた場合、その余剰分は炭水化物安定化のみに働き、脱リグニンに対しては働かないのではないかと考えた。従って、この場合は適正なAQ添加量が存在するとも考察できた。また、この決定は高価なこの薬品の節約にもなるとも考えられる。

5. 硫化度

AQ添加効果が水硫化イオンの存在で影響されるかどうか検討するために、硫化度を変えてクラフト蒸解を行い、その効果を調べた。結果は Fig. 13, 14 に示した。パルプ中の残留リグニン量は硫化度の高い場合の方が少ないが、これはAQ添加による脱リグニン促進効果というよりは、高い硫化度によるものと考えられる。一方、炭水化物収率は硫化度の高低に関係なくAQ添加の効果があったと判定できる。工業的に考えれば、本法は蒸解液の硫化度を下げることで薬剤の節約を計り、AQを添加することにより、脱リグニンの促進と炭水化物安定化が期待でき、良質なパルプ収率の向上が期待できるという両方の効果が得られる。また、硫化度を下げることによって、クラフト不快臭の欠点も少なくなるだろう。これらの点から、今後硫化度を下げ、品質のよいパルプを得るため、脱リグニン効果を高める適当な薬剤、例えば亜硫酸ナトリウムを添加した改良キノ添加アルカリ蒸解が期待できる。

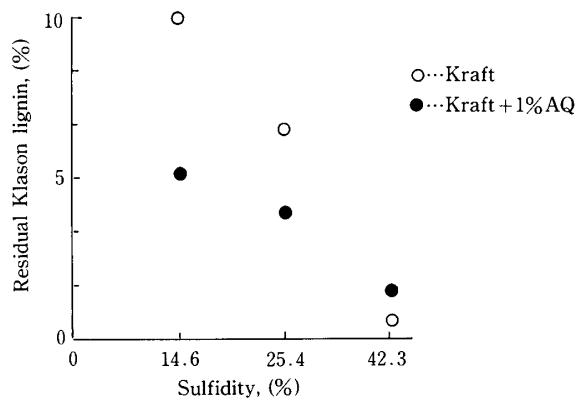


Fig.13. Relation between residual lignin content and sulfidity during kraft cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

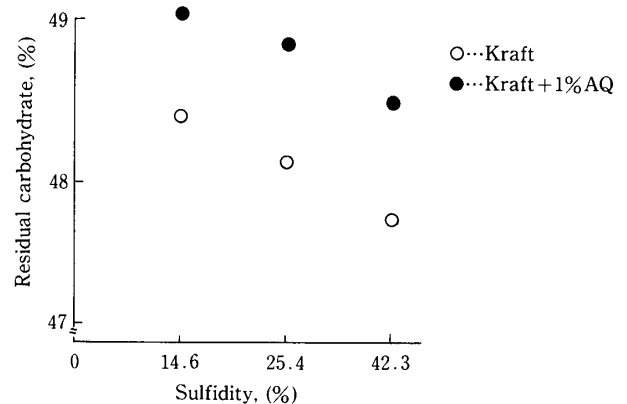


Fig.14. Relation between carbohydrate yield and sulfidity during kraft cooking of spruce wood meal with and without anthraquinone.

結 論

アントラキノンを助剤に用い、トウヒ木粉をクラフト及びソーダ蒸解し、それぞれの無添加蒸解とを比較検討し、次の結果を得た。

1. A Qを絶乾木粉に対して1%添加することにより、脱リグニンが著しく増加し、炭水化物収率もソーダ蒸解で3.5%、クラフト蒸解で2%程度増加した。
2. A Q添加率の増加は、ソーダ蒸解では炭水化物収率において、クラフト蒸解では脱リグニンの点で、あまり効果がみられず、適当なA Qの添加量が存在すると考えた。
3. A Q添加蒸解による脱リグニンと炭水化物安定化効果は硫化度が低いほど効果が大きかった。
4. A Q添加によりパルプの構成糖の残存率が向上し、相対粘度の低下が抑制された。

文 献

- 1) 日本木材学会編：“林産工業における新しい加工利用技術” 東京：日本木材学会，9-26，1985.
- 2) 佐藤惇夫・野村芳禾・中村正人・中野準三・石津敦：アルカリ蒸解におけるキノンの反応機構について，紙パ技協誌，**33**（6）：410-417，1979.
- 3) 野村芳禾：キノン添加蒸解について，紙パ技協誌，**34**（1）：50-55，1980.
- 4) 飯塚堯介：アントラキノン系化合物を助剤とするパルプ製造，繊維学会誌，**43**（8）：299-305，1987.
- 5) 吉原一年・小林武・藤井利郎・赤松勲：Klason lignin 定量法の改良法，紙パ技協誌，**38**（4）：466-475，1984.
- 6) 大井洋・石津敦・中野準三：針葉樹材および広葉樹材のアルカリ性サルファイト・キノン蒸解における脱リグニン速度，紙パ技協誌，**41**（5），409-416，1987.
- 7) Borchardt, L. G. & Piper, C. V. : A gas chromatographic method for carbohydrates as alditolacetates. *Tappi*. **53** : 257-260, 1970.
- 8) 日本木材学会編：“木材科学実験書 II化学編” 東京：中外産業，155-156，1985.
- 9) 日本木材学会編：同上，東京：中外産業，176-181，1985.
- 10) 中野準三・樋口隆昌・住本昌之・石津敦：“木材化学” 東京：ユニ出版，38-45，1983.
- 11) 堺和昭・西沢進一郎：キノン添加蒸解の現況，紙パルプ技術タイムス，**29**（3）：16-22，1986.