第3回国際木材およびパルピング化学 シンポジウムに参加して

東京大学農学部 中野 準三, 石津 敦, 飯山 賢治, 飯塚 堯介,
尾鍋 史彦, 鮫島 正浩, 松本 雄二, カレ・レボン

Report of The 3rd International Symposium on Wood and Pulping Chemistry

*Junzo Nakano, Atsushi Ishizu, Kenji Iiyama, Gyosuke Meshitsuka,
Fumihiko Onabe, Masahiro Samejima, Yuji Matsumoto and Kalle Levon*

Faculty of Agriculture, The University of Tokyo

1. はじめに

いつ来ても、バンクーバーは美しい。ここはモントリオール、トロントに次いでカナダでは3番目の都市であり、太平洋岸で最も重要な港町である。海岸山脈を背景にブリティッシュ・コロンビアのフィヨルド海岸の南端にあるパラード入江に接している。バンクーバーの地名はキャプテン・ジョージ・バンクーパーが1792年に英国から来て、太平洋岸の精巧な地図を作製した功績に対し、彼の名を地名として残したのに始まる。

1981年以来、隔年に開催されてきた「第3回国際木材およびパルピング化学シンポジウム」(略称 1985 ISWPC) は、1985年8月26~30日にバンクーバーの

中心街にあるホテル Hyatt Regency で開催された。シンポジウムは開会式および閉会式を兼ねての特別講演およびパネル討論を含めた18分科会とポスター部会からなり、また最終日の8月30日には「NMR および木材科学」および「1次壁の生合成および性状」に関するワーク・ショップが開催された。なお、シンポジウムに先立って、これとは別に8月23~24日には National Research Council 主催による「リグニンの生分解」に関するワーク・ショップも開催された。

以下、本稿ではシンポジウムおよび「リグニンの生分解」の模様を御伝えするが、紙面の都合で各発表のすべてが集録されていないことをおことわりしておく。

2. 分科会 I. 開会式における特別講演と パネル討論

分科会 I 基調講演およびパネル討論

プログラム委員長 R. Marchessault (カナダ, ゼロックス社) の「森林の生産性とバイオテクノロジー」と題する基調講演が行われ、木材工業にとってはバイオテクノロジーの進展による、生産性の向上がいかに重要であるかが指摘された。それに引き続いたパネル討論では、「紙パルプ産業の期待される方向性」をテーマに、司会 O. Forgacs (カナダ, マクミラン・ブローデル社), パネラーとして S. Danyluk (カナダ, ドムター), A. De Ruvo (スウェーデン, ズンドデファイブレーター社) および W. H. Rapson (カナダ, トロント大) らによって行われた。

写真1 バンクーバー中心街からノース
バンクーバーを望む

まず、*Rapson* は「木材化学研究と紙パルプ産業との結びつき」について、彼自身による ClO_2 漂白法の発明とその実用化の歴史的経過を例として説明した。また、*Ruvo* は「将来の環境規制と漂白技術の調和」と題し、1970年代以降のスウェーデンにおける環境規制の結果、塩素に代る漂白法として酸素漂白法が注目されるに至った経過を紹介した。さらに、将来の興味深い技術として、 NO_2 前処理法およびオゾン漂白法を指摘した。つづいて、*Danyluk* は「微生物学の進展と林産工業」と題して、バイオテクノロジーの現状を、(a)林木育種、(b)木材およびパルプ処理、(c)排水処理および(d)副生産物の転換利用の4分野に分けて紹介した。さらに、質疑応答のなかで、*Ruvo* は微生物漂白法について、実用化には多年月を要すると考えられるが、バイオテクノロジーの応用分野として集中的に研究開発する必要があるとした。

最後に、*W. Glasser* (米国、バージニア・ポリテク) が「林産学を学生にとって魅力あるものにするにはどのような方策があるか、真剣に考える必要があるのではないか」との問題提起を行ったが、我が国の実情と相通じるものがあり、非常に興味深く感じた。

3. 分科会Ⅱ～Ⅳの研究発表

分科会Ⅱ 木材および紙の機器分析による特性化

この分科会では木材、パルプ、紙の新しい機器分析・定量法が合計6件発表されたが、その内3件がFTIR関係であり、その応用も広範囲にわたっている。

1) FTIR分光法によるリグニンとリグニンの高分子モデルの研究

(O. Faix, 西ドイツ, 連邦林業・林産研究所)

各種のモデル化合物のIRスペクトルをFTIR(フーリエ変換型赤外)分光法で測定し、リグニンの分類法としてIRスペクトルを用いる場合、従来のIR法よりFTIR法のほうが多重回帰分析などの統計的処理が出来る点で優れていることを示した。

2) 光音響型FTIR法による機械パルプの白色化の研究

(F.G.T.St. Germain ら, カナダ, Paprican)

RMPの漂白工程での化学変化を追跡する目的で表題の方法と従来のFTIR法を比較し、光音響型は特別の試料調製を要せず、直接パルプ・紙シートからIRスペクトルが求められる点で優れていることを示した。

3) アルキルケテンダイマーとセルロース繊維の反応について

(L. Odberg ら, スウェーデン, 林産研究所)

紙の中の中性サイズ剤の微量分析の手段として

FTIR法を用いてラクトン環の吸収帯を調べ、ミクロカロリメーターを併用して反応機構を論じているが、共有結合という考え方には未だ疑問が残る。

4) 走査電顕法とエネルギー分散型X線分析法によるカバ材への薬液浸透の研究

(G. Bengtsson ら, スウェーデン, EKA 社)

木材の任意の位置の亜硫酸ソーダを表題の手法を用いて定量し、さらにこの方法で測定したNaとSの分布がイオンクロマト法、原子吸光法による値と良く一致することを示した。この方法で薬液の浸透状態を測定することにより、薬液浸透および蒸解の動力学がより解明されると思われる。

5) マイコンによる画像処理法の紙とパルプサスペンションの界面現象の定量的評価への応用

(尾鍋史彦, 東大農)

インキの浸透、パルプや填料の沈降、凝集の状態をマイコンを用いた画像処理法を用いることにより鮮明に視覚化し、かつ定量的に評価出来る方法を提示した。今後この分野では、さらに新しい展開が期待される。

分科会Ⅲ 木材バイオテクノロジー

この分科会での講演発表は6件であったが、内容は極めて多方面におよんでいた。

1) 環境汚染をうけた樹木から得た木材に関する生物学的・化学的・工学的研究

(J. Puls, 西ドイツ, 連邦林業・林産研究所)

環境汚染が樹木に与える影響を材質および木材成分の分析によって調べた。その結果、環境汚染をうけた樹木では健全な樹木に比べて辺材幅がせまいこと、ならびに新生辺材部では可溶性糖類が増加することを明らかにした。

2) キシランの生物工学的利用におけるキシラン側鎖の役割

(K. Poutanen, フィンランド, バイオテクノロジー研究所)

キシランの酵素糖化において、キシランを効率よくキシロースへ変換するためには、キシラン側鎖のアセチル基を切断するエステラーゼの存在が重要であると指摘した。

3) *Sporotrichum pulverulentum* 野生株およびその変異株によって腐朽された木材組織の微細変化

(J-P. Joseleau, フランス植物高分子材料研究センター)

野生株とセルラーゼ欠損変異株では、木材腐朽の形態的特徴が明らかに異なることを示した。

4) アセチルキシランエステラーゼ

(P. Biely, チェコスロバキア, 科学アカデミー)

キシラン側鎖のアセチル基を選択的に分解するエステラーゼが存在することを明らかにした。また、この酵素とキシラナーゼの組み合わせが、キシラン分解において相乗効果を生みだすことを明らかにした。

5) 木材を分解するバクテリア

(T. Nilsson, スウェーデン, 農業科学大学)

木材を直接分解できるバクテリアが存在することを報告し、またこのバクテリアがリグノセルロースの微生物変換において、極めて有用であることを指摘した。

6) 廃樹皮利用におけるバイオテクノロジー

(A. M. Dechamps, フランス工科大学)

樹皮中に存在するタンニン分解できるバクテリアや酵母をスクリーニングした。これらの微生物は樹皮からのタンパク質生産や有用フェノール物質の生産や有用フェノール物質の生産を可能にすると考えられる。

分科会Ⅳ 木材化学

6件の報告が行われた。「リグノセルロースの C-13NMR」(M. G. Taylorら, カナダ, ゼロックス社)を除く5件の要旨を紹介する。

1) セルロースの低配列領域に対する新しい化学的アプローチ

(M. Lewin, イスラエル, 繊維研究所)

セルロースを NaClO と NaHCO₃ の各水溶液で逐次処理し、溶解量から低配列領域の大きさを測定した。一方、臭素水からの臭素の吸着量に基づいて、アクセシビリティの測定も行った。この過程で、臭素の濃度が 0.02 モル/l を越えると、低配列領域に結晶化が起こることを見出した。

2) SO₂-ジエチルアミン-ジメチルスルホキシド系におけるセルロースの溶解機構

(石津ら, 東大農)

¹H-NMR を用いることにより、SO₂ と DEA からなる錯体が、セルロースのすべての水酸基と 1:1 で錯体を作り、セルロースを DMSO に可溶化することを証明した。この系を用いたセルロースの完全エーテル化についても紹介が行われ、多大の関心を集めた。

3) 弱アルカリ溶液中でのヒドロセルロースのピーリング分解とアンモニアによるその阻止

(V. I. Chang ら, 米国, ワシントン大)

pH 9~11, 140°C の条件で起こるピーリング反応は、アンモニアの存在で阻止されることを明らかにした。

4) 中間層リグニンの化学構造と反応性

(U. Westermark, スウェーデン, 林産研究所)

彼女らが開発した篩別法によって針葉樹材の中間層

区分を単離し、そのリグニンが p-ヒドロキシフェニル核の含有量および臭素化に対する挙動において、全木材リグニンと変らないことを見出した。圧縮アテ材のリグニンはこれらと大きく異なることも見出し、先に Whitning らが比重の違いに基いて単離した中間層リグニンは、圧縮アテ材のリグニンに類似していることを指摘した。

5) リグニンのチオアシドリシス・アルキルアリールエーテル型構造の新しい研究方法

(C. Lapierre ら, フランス, 生化学研究所)

ジオキサン・C₂H₅SH (0.2NBF₃-etherate 含有) による分解で、標記結合はジオキサン・水(塩酸含有)によるアシドリシスの場合よりも高収率でモノマーを生じることを見出した。

分科会Ⅴ 木材の超構造

このセッションでは、セルロース繊維の酵素処理に対する挙動に関する報告2件、NMR を用いた新しい分析法に関する報告2件、その他1件の計5件の発表が行われた。

1) セルロース結晶の酵素による分解

(H. Chanzy ら, フランス, CNRS)

セルロース・ミクロクリスタルに対するセルラーゼの作用を、4種のセルラーゼを用いて検討した。exo-セルラーゼは、ミクロクリスタルのどちらか一端から加水分解するのに対して、endo-セルラーゼの場合には、ミクロクリスタル中の「よじれ」や「欠陥部」から進行することを、電子顕微鏡により明らかにした。

2) ¹³C-CP/MAS NMR 法による木材リグニンの性状の研究

(R. H. Newman, ニュージーランド, DSIR)

スピノロッキング・パルスシーケンスを用いることにより、¹³C-CP/MAS NMR の分解能を改善することに成功している。その結果、シリリング核/グアイアシル核比、β-O-4型エーテル結合の存在割合、リグニン/タンニン比等に関する知見が得られたとしているが、リグニン化学構造に関する詳細な検討は依然として困難なようである。

3) ²⁹Si-NMR によるリグニン化学構造に関する研究

(R. Brezny, チェコスロバキア, 科学アカデミー)

この方法は試料を TMS 化したのち、導入された ²⁹Si の NMR スペクトルを測定するものである。シグナルが 16~25 ppm の比較的狭い範囲に現われるため、高い分解能を必要とすると考えられるけれども、¹H-NMR や ¹³C-NMR とは異なる知見が得られるも

写真2 レセプションでの一コマ

中央: Dr. C. C. Heitner

(カナダ, Paprican)

1985 ISWPC 運営委員長

のと期待される。

分科会VI 木材の爆砕処理とバイオテクノロジー

ここでは爆砕処理による木材主成分の性状の変化および酵素糖化との関連を中心に、6件の報告が行われた。

1) 木材の酵素糖化のための各種前処理法の比較

(H. H. Brownell ら, カナダ, Forintek)

爆砕処理による酵素加水分解性の著しい増大は、高温水蒸気処理によるもので、爆砕(圧力の急激な低下)自身によるのではないことを明らかにした。

2) フランスにおける木材の爆砕処理に関する研究

(D. Lachenal ら, フランス, 製紙研)

爆砕処理による木材主成分の分離を利用して、溶解パルプ製造の可能性について報告した。爆砕中にはセルロースとリグニンの解重合が並行して進行するため、残渣中のリグニン含量を10%以下とする場合には、セルロースの重合度も200以下になることを明らかにした。

3) 植物資源の有効利用を目的とした爆砕処理

(沢田ら, 金沢大)

爆砕処理の実用化を考える場合、高圧水蒸気による短時間処理($P \geq 3.53$ MPa, 3~6分)が成分分離のうえからも、それに引き続く酵素糖化のうえからも最適であることを明らかにした。

4) アスペン材の水蒸気加水分解におけるリグニン性状の変化

(D. R. Robert ら, フランス, CENG)

爆砕処理(Iotech プロセス)によってアスペン材リグニン中のフェノール性尿酸基量が、2ないし2.5

倍にも増加する。これはアルキル-アリアルエーテル結合の開裂を示す。また、 ^{13}C -NMR (DEPT 法)により、芳香核縮合構造の増加を明らかにした。

分科会VII 超高収率パルプ化

Na_2SO_3 や NaOH 前処理法による高収率パルプの製造に関連して5件の発表、高収率パルプの抄紙工程における水溶性成分の生成および対策に関する1件の発表があった。

1) サルファイト・AQ法で製造したジャックバイン材 CMP

(C. N. Tay ら, カナダ, Abitibi-Price 社)

サルファイト液(pH 6~10)に0.1% AQ(対チップ)を加えて蒸煮すると、脱リグニンが促進され、チップのレファイニング・エネルギーが減少し、紙力も増加した。ただし、ピッチ定着に用いたアラムはパルプを黄変するので、この対策を必要とする。

2) 広葉樹材からの超高収率パルプ

(T. Granfeldt ら, スウェーデン, チャルマース工科大学)

高密度のヨーロッパ産カバ材からCMPを製造する場合、チップの軟化には3.5~4.0% NaOH 前処理(対チップ)が望ましい。しかし、白色度の低下を来す。これを防止するため、 NaOH および H_2O_2 による2段浸漬法を提案した。

3) CMP からリグニンおよび炭水化物の水浸出

(J. M. Willis ら, カナダ, Paprican)

サルファイト法CMPを水浸出すると、リグニンや炭水化物の約1%(対パルプ)が溶出する。この結果、新聞用紙の製造において抄紙速度の低下や品質の劣化を引き起こす。この対策の一つとして、パルプのホルムアルデヒド前処理を提案した。

4) 広葉樹材 CMP の品質に及ぼす NaOH および Na_2SO_3 前処理の影響

(K. N. Law ら, カナダ, Quebec and Trois-Riveres 大学)

広葉樹材4種について NaOH または Na_2SO_3 前処理し、加圧レファイニングした。 NaOH 前処理の方が Na_2SO_3 前処理よりも、パルプ品質は優れている。

5) ノールウェイ・スプールのスルホン化反応動力学

(P. Engstrand, スウェーデン, 林産研究所)

蒸煮温度、 Na_2SO_3 濃度および pH を種々に変えて、15秒~15分間と短時間のスルホン化反応を検討した。 Na_2SO_3 2~4%(対木粉), pH 8~11で処理すると、15分間で到達するスルホン化度の75%は初めの1分間で達する。蒸煮温度および Na_2SO_3 濃度が高

ければ初期の反応速度は早い。

6) アスペン材のサルファイト処理—スルホン酸基およびカルボキシル基の生成に影響する因子

(R. P. Beatson ら, カナダ, Paprican)

アスペン材を全 SO_2 濃度 0.25~1.0 モル/l のサルファイト液で 120~140°C で蒸煮した。スルホン化度は高 pH ほど迅速である。スルホン酸基はグアイアシル・プロパンに多く分布しているの、これはシリニル核の遊離フェノール性水酸基が少ないことを示す。カルボキシル基の生成は高 pH および高温で促進され、全 SO_2 濃度には依存しない。高強度のサルファイト系 CMP の製造には、高い全 SO_2 濃度と pH 7 付近の蒸煮液が望ましい。

分科会Ⅳ 木材の化学処理

オルガノソルブ・パルプ化の分野で 3 件の発表、ソーダ・AQ 蒸解とサルファイト排水のアルコール発酵について、各 1 件の発表があった。

1) 酢酸によるオルガノソルブ・パルプ化

(H. H. Nimz, 西ドイツ, 林業・林産物研究センター)

0.1% 塩化水素を含む 95% 酢酸を用い、110°C で 2~5 hr 蒸解し、この末期に 3~5% H_2O_2 (対木材) を加えて 80°C, 8 hr 処理すると脱リグニンは著しく促進される。これは選択的な脱リグニン剤である過酢酸の生成に基づく。ブナ材およびスプルース材チップから得られたパルプのシート強度は優れており、また排水から単離したリグニン (アセトソルブ・リグニン) は縮合度が低く、接着剤として有効である。

2) ソーダ・AQ 蒸解におけるエタノール添加の影響

(Y. Z. Lai, USA, ニューヨーク大学)

ノールウェイ・スプルースのソーダ・AQ 蒸解において、エタノール添加の触媒効果を検討した。エタノール濃度 50% 以上では蒸解効率著しく低下する。エタノール添加率と AQ の脱リグニン効果には明らかな相関は認められなかった。

3) 木材の有機酸パルプ化 (I) —適用の展望

(R. A. Young ら, USA, ウィスコンシン大学)

アスペン材およびスプルース材チップの良好な脱リグニンは 50~95% 酢酸, 175~220°C で得られる。針葉樹材の蒸解条件は広葉樹材のそれよりも強めなければならない。酢酸の回収は酢酸エチルによる液—液抽出が有望であろう。新しい蒸解液として、酢酸エチル/酢酸/水系を提案した。

4) サルファイト排水からブタノールおよびエタノ

ールの製造

(M. Wayman ら, カナダ, トロント大学)

サルファイト排水の発酵を阻害する物質の大部分は、排水を pH 4.3 またはそれ以上に調整し、スチーム・ストリップングすることによって除去される。この排水にブタノール生成菌は適応し、*S. cerevisiae* による工業化は可能であろう。エタノール製造には *C. shehatae* が優れている。

分科会Ⅴ パルプ漂白

この分科会では漂白の化学に関する 6 件の報告が行われた。

1) NO_2/O_2 段を前処理とする酸素漂白法

(O. Samuelson, スウェーデン, チャルマース工科大学)

演者等によって提案されている NO_2/O_2 漂白法 (PRENOX プロセス) は、酸素漂白段において高い選択的反応性が得られること (同一 Kappa 価での高いパルプ粘度) を特徴としており、大きな関心もたれている。今回は N・UKP および L・UKP の漂白特性を詳細に比較検討するとともに、漂白過程における NO_2 の再生機構および実用的な再生プロセスを提案している。

2) 酸素漂白過程におけるリグニン化学構造の変化

(G. Gellerstedt, スウェーデン, 林産研究所)

酸素漂白排水および同漂白パルプ中のリグニンは、芳香核の開裂によってカルボキシル基量に富むとともに、難分解性の縮合型構造を多く残す。しかし、分子量がクラフトリグニンと大差がないことは興味深い。

3) 酸素漂白における OH ラジカルの影響

(M. Ek ら, スウェーデン, 王立工科大学)

酸素漂白において生成する OH ラジカルは、極めて反応性の大きな活性種であり、セルロースを解重合する原因ともいわれている。OH ラジカル作用を、 γ 線 (^{60}Co) 照射によって調製した OH ラジカル単独系を用いて検討した。

4) なぜ塩素—アルカリ段では完全脱リグニンを達成出来ないか?

(R. M. Berry, カナダ, CIL 社)

塩素—アルカリ 1 段処理に比較して塩素—アルカリ繰返し処理により、極めて効果的な脱リグニンが可能である。これは、アルカリに対し不安定であるけれども、塩素処理に対しては抵抗性ある構造が、塩素漂白中に生成し保護基の働きをしているためである。

ポスター部会

8月28日 14時半から17時に行われた。当日朝にはほぼすべて展示され、十分に見る時間が、保障さ

写真3 ポスター部会の一コマ

れていた。

ポスター部会には66件が登録されていたが、6件が中止で60件が一斉に展示された。国別では日本17件、米国16、カナダ12、フィンランド5、スウェーデン3、中国2、フランス、ソ連、インド、韓国、台湾各1であった。また、内容別にみるとパルプ化・漂白反応18件、木材成分利用17、リグニン基礎研究14、微生物利用7、木材成分分析6、セルロース誘導体5、その他2となった。パルプ化・漂白反応の内訳はAQ-アルカリ蒸解、有機溶媒蒸解、KP、など多岐にわたっていた。木材成分の利用では糖化や液化などはなく、主として木粉や高収率パルプから種々の誘導体を調製し、その性状について検討するといった全材利用ともいえる研究が中心であった。微生物関係の発表が少なかったのは、口頭発表やワークショップにその多くがふりむけられたためであろう。

60件の展示が一斉に実施されたこと、さらにいくつかの展示に対しては人が多く集まり、詳細に内容を知らうとしても困難な状態であった。それでも、要旨集が完備されていればまだしも、要旨集に集録されていたのは47件にすぎず、特に米国、カナダの報告が欠けていたのは残念であった。

展示のうちの幾つかを紹介しよう。*Gierer*の共同研究者である *Wännström* (スウェーデン、王立工科大学) はアルカリ蒸解中にリグニン・糖のエーテル結合が生成することをモデル化合物を用いて明らかにした。彼は β -エーテル解裂によって生ずるエポキシ環への糖の親核的付加反応で C_{β} - C_6 の LCC 結合が生成し、これが蒸解終期でも脱リグニンしない原因であると考えた。この報告は種田ら(東大農)が C_{α} - C_6 の LCC モデルを合成し、その蒸解反応への抵抗性を実験的に証明したこととあわせて興味ある知見であった。

Forss (フィンランド、パルプ・紙研究所) はリグノスルホン酸を種々の方法で分別し、リグノスルホン

酸-糖結合区分を得、とくにキシロースとアラビノースが化学的に結合していると報告した。

Furman (米国、紙化学研究所) はチオリグニンの色への電荷移動錯体の寄与について検討した。リグニンにキノンを添加すると錯体形成にもとづく吸収が認められることから、 P -キノンとフェニル核との間の錯体の存在を推定している。しかし、リグニン中に P -キノンの存在は考えにくく、またキノンを添加した場合とちがって、3次元構造中に固定されているフェニル核とキノンの錯体形成は困難とも考えられる。この点についての十分な説明は得られなかった。

Rajanayagam ら(カナダ、ブリティッシュ・コロンビア大学) は CT-NMR を丸太に応用し、水分分布などについての知見を得ていたが、まだ測定したにとどまっており、今後の発展が期待される。

分科会X モデル化したパルプ化および漂白反応

この分科会では *J. Gierer*, *H. Rapson* を初めとして、6人の著名な研究者が発表したことは極めて印象的であった。

1) 昇温時におけるホウ酸イオンとグリコシドの反応

(*J. Janson*, フィンランド、パルプ・紙研究所)

この研究は蒸解液の自動苛性化の際にホウ酸を加えるが、蒸解中でのホウ酸と糖の反応について検討したものである。 α -L-アラビノピラノシドおよび β -D-ガラクトピラノシドのような1,2-トランス・グリコシドはホウ素と強い複合体を形成し、速やかに分解されてしまうが、1,2-シス・グリコシドはホウ素の存在に影響されない。その反応機構は示されていなかった。

2) 塩素漂白排水中の突然変異誘導物質の発見、予言、合成および確認

(*H. Rapson*, カナダ、トロント大学)

塩素漂白排水中に存在する突然変異誘導物質の検索と突然変異発現機構について検討した。その結果、3,5,5-トリクロロベント-4-エン-2-オンのように、カルボニル基の隣りの炭素に塩素がついた化合物および二重結合の炭素に塩素がついた化合物は、DNAの塩基を親電子的に攻撃してアルキル化し、塩基の水素結合形成に基づく再配列(遺伝子の再生)を妨害することにより、突然変異を引き起こすことを明らかにした。

4) パルプ化中の電子移動反応

(*D.R. Dimmel*, 米国、紙化学研究所)

核に種々の置換基を有する β -アリアルエーテル型の C_6 - C_3 および C_6 - C_2 化合物を用い、ソーダ/AQ蒸解した。それらモデル化合物の反応性の差からAQ脱リグニンにおける2つの説、すなわち電子移動機構

(Dimmel ら) および付加物生成機構 (J. Ralph) の解明を試みた。しかし、現状ではいずれか一方であるとの結論を出すにいたっていない。

分科会Ⅺ 脱リグニン

化学的な方法から微生物的な方法までを含め、新しい脱リグニン反応およびリグニン分解反応について6件の発表が行われた。

1) 白色腐朽菌による塩素化リグニンおよび塩素化有機物の分解

(H-M. Chang ら, 米国, ノースカロライナ州立大)

白色腐朽菌 (*P. chrysosporium*) 処理によって塩素化リグニンは分解するとともに有機塩素は無機塩素に還元され、いわゆる“解毒反応”と同様の反応が菌体内で行われていることを明らかにした。

2) 亜硫酸によって促進された脱リグニン

(N. G. Lewis ら, カナダ, Paprican)

亜硫酸蒸解初期に溶出する低分子リグニン (Mw < 3300) とそれ以降に溶出する高分子リグニンは化学的な構造が異なり、高分子区分の中には repeating unit の存在が認められないことを示唆した。

3) 高収率亜硫酸法パルプのアルカリによる脱リグニン

(N-S. Cho, 韓国, 靈南大)

中性およびアルカリ性亜硫酸法によって得た高収率パルプを更にアルカリ蒸解すると、その初期において脱リグニンが大幅に促進されていることを見出し、フェノール性水酸基を持つフェニルプロパン単位の側鎖 α 位に導入されたスルホン基もアルカリ性下で β -エーテルの解裂に寄与し得ることを示唆した。

4) 過酸化水素および酸素による酸性下での脱リグニン-POs 処理

(H. V. Suss ら, 西ドイツ, Degussa 社)

POs 処理による未晒亜硫酸パルプの脱リグニンは、酸素および過酸化水素単独効果の和、または両者の逐次処理よりも効果的であることが認められ、それに基づいて脱リグニン機構を提案した。同処理によって得たパルプは、アルカリとの接触によって著しい粘度低下を引き起こすが、排水の COD および毒性低下のメリットは大きい。

5) アスプレンドパルプの酸素・アルカリ脱リグニンにおけるコバルト錯体の効果

(目黒ら, 九大農)

コバルト錯体が実際の酸素・アルカリ脱リグニンに効果を有するには電気化学的性質の他に、アルカリ性下での安定性、基質 (リグニン) と錯体を作り得るか

否かが重要な要素になることを示した。

6) Black cottonwood からのアルカリおよびオルガノソルブリグニンの巨大分子的性質

(F. Pla ら, 米国, ワシントン大)

蒸解中に継時的・連続的に抽出したリグニンの分子量の分析を通じ、リグニン分子中の分枝点の検討を行った。

分科会Ⅻ リグニン・バイオテクノロジー

リグニンの微生物分解に関しては、ISWPC に先だって開催されたワークショップで多数の発表が行われたため、本分科会では *Phanerochaete chrysosporium* によるリグニン分解に関する総括的な講演を中心に、4件の発表がなされた。

1) バイオリジカルパルピング

(K-E. Eriksson, スウェーデン, 林産研究所)

バイオリジカルパルピングを行うためにはセルロース非分解性で、また高いリグニン分解活性を有する微生物が必要である。本研究ではこのような微生物を *P. chrysosporium* のセルラーゼ欠損変異株と野生株との交雑育種によって調製することに成功した。ある変異株は2週間の培養で木材中の総リグニンの約21%を分解することができる (野生株の場合は約17%) が、このさいセルロースの分解はほとんど認められない。したがって、これらの新しい菌株を利用するバイオリジカルパルピング法やリグノセルロース酵素糖化の前処理法として期待がもてる。

2) *Phanerochaete chrysosporium* のリグニナーゼ

(T. K. Kirk, 米国, 林産試験場)

最近話題のリグニン分解酵素 (リグニナーゼ) がプロトヘム区を含有するペルオキシナーゼであることを示した。また、リグニンの分解は、この酵素の作用によって芳香環上に生成したカチオンラジカルが引きがねになって進行することを明らかにした。

3) *Phanerochaete chrysosporium* および *Coriolus versicolor* によるアリルグリセロール- β -アリルエーテル型モデル化合物の分解経路およびその機構

(樋口ら, 京大木材研)

β -0-4 型および β -1 型モデル化合物が、in vivo でも精製したリグニナーゼによる場合とほぼ同様の機構で分解されることをアイソトープでラベルしたモデル化合物を用いた代謝実験によって明らかにした。一方、in vivo においては、リグニナーゼの作用だけでは説明できない分解反応も存在することを指摘した。

4) *Pseudomonas* 属細菌 TMY 1009 株による

リグニンモデル化合物の分解機構

(鮫島ら, 東大農)

種々のリグニンモデル化合物に対して強力な分解能力を有する *Pseudomonas* 属細菌 TMY 1009 株から調製した変異株を用いた代謝実験から, 本菌によるモデル化合物の分解には異なる3種の脱O-メチル機構と2種の環開裂機構が関与することを指摘した。

分科会XIII 木材の化学処理

酸加水分解, パルプ化, 水素化分解から排液の限外汚過まで, 内容がかなり異なる6件の報告があった。

1) リチウム, カルシウム, 亜鉛存在下における木材中のセルロースの濃塩酸加水分解

(J. S. Singh ら, 米国, ノースカロライナ州立大)

20~50°C で37%塩酸による加水分解を行い, 標記金属の塩化物の存在が加水分解を著しく促進し, 重量当りの添加効果は $Li > Zn > Ca$ の順であることを明らかにした。

写真4 サーマンステーク・パーティの一コマ

左: D. A. I. Goring 博士

(カナダ, Paprican)

右: U. Westermarck 博士

(スウェーデン, 林産研究所)

2) 有機溶媒パルプとクラフトパルプの比較検討

(J. H. Lora ら, 米国生物エネルギー協会)

同一 Kappa 価で比較すると, アスペンからパイロット規模で製造したアルコールパルプはKPより高い収率と優れた漂白性を示した。また, この晒パルプは同一白色度のKPに匹敵する強度的性質を示した。

3) パルプ工場排液の限外汚過の数学的モデル

(D. L. Woerner ら, 米国, ワシントン大)

演者らのモデルは文献上のデータと正確に相関があり, 工場排液の限外汚過のパッチ式操作の規模と操作を予測するのに役立つとしている。

4) 化学パルプ中の残リグニンの性質

(J. Sundquist, フィンランド, 紙パルプ研)

KP 中には塩素を使わなければならないリグニンが残存している。このようなリグニンを作らないという見地から, 過酸による蒸解とアルカリ性過酸化水素による1段漂白からなる晒パルプの製造法を開発した。本法は針葉樹材にも適用できる。

5) 木材中のポリフェノールの分析

(A. F. A. Wallis ら, オーストラリア, CSIRO)

酸化分解法により, ユーカリ材中のリグニンとポリフェノールの分別定量を試みた。

6) 木材および単離リグニンの接触水素化分解

(J. M. Pepper ら, カナダ, サスカチュワン大)

ジオキサン: 水 (1:1), Rh-C (5%) をそれぞれ媒体と触媒として, アスペン木粉とリグニンを加熱下に高圧水素化分解を行い, 主生成物であるアリールプロパンとそのアルコール誘導体の収率に及ぼす要因を検討した。

分科会XIV 非木材パルプ化

4件のうち3件までが, 中国からの研究報告であった。中国にも先端の機器が備わりつつあるという印象があった。

1) バガスの脱リグニン

(N. Fernandez ら, キューバ, 砂糖キビ副産物研)

ソーダ蒸解パルプ中に残留するリグニン量は, ヘミセルロース抽出前処理を行うことによって低下できた。脱リグニン量/脱炭水化物量の比は木材の場合とは異なり, 蒸解度の進行と共に単調に減少した。

2) クラフトおよび亜硫酸マグネシウムによるバガスの脱リグニンの SEM-EDXA による研究

(G.-X. Wu ら, 中国, 華南工業学院)

クラフトパルプ化では 90°C に達するまでに全リグニンの79.4%が除去され, セルコーナー・複合中間層, 2次壁での脱リグニンがほぼ同じ速度で進行した。Mg(HSO₃)₂ による脱リグニンは 135°C まででは僅かに18.5%で, その大半は2次壁からであった。

3) ワラに対する *Panus conchatus* の攻撃の電子顕微鏡による研究

(H.-S. Yu ら, 中国, 天津紙パ研)

標記の白色腐朽菌はまず柔細胞を破壊し, 次いで繊維の中間層を完全に分解して繊維を分離させる。一方, 木材の白腐れで見られる2次壁が, ルーメン側から薄くなる現象はワラでは認められなかった。以上のことから, この菌はワラのパルプ化に利用できるものと思われる。

4) 小麦ワラリグニンの特性づけ

(李忠正ら, 中国, 南京林学院)

MWLについて各種の化学分析, 機器分析を行った結果, カバ材の MWL に比べて, グアイアシル核, フェノール性水酸基の含量は高く, 分子量は低いことを見出した。

分科会XV ウッドケミカスおよび木材製品

この分科会では, 工業リグニンの利用に関するものを中心に6件の報告が行われた。

1) リグニンの工業的利用の展望

(W.G. Glasser, 米国, バージニア・ポリテクニック)

リグニンの工業的利用のための要件を, リグニンの物理的, 化学的および資源的観点から論じたもので, リグニン利用の研究を進めるうえで興味深いものであった。

2) クラフトリグニンおよびクラフトリグニン製品の化学的性状

(B. F. Griggs 等, 米国, ノースカロライナ州立大)

クラフトリグニンおよびそれから調製したホルマール化クラフトリグニン, スルホメチル化クラフトリグニンおよびラジカルスルホン化クラフトリグニンの性状を, ^{13}C -NMR, GPC, 酸化分解法などを用いて詳細に比較検討した。

分科会XVI 化学パルプ化

当初プログラムに掲載された6件のうち, 1件は主催者側の手配ミスでポスターに廻った。残り5件のうち, 3件がアントラキノン添加蒸解に関係するものであった。

1) 過酸化水素前処理アルカリパルプ化

(R. W. Allison ら, 米国, ノースカロライナ州立大)

南部マツ当り1.4%の H_2O_2 と3.3%の NaOH で50°C, 45分以内の前処理を行うと, Kappa 価35のバルブを調製するのに要するクラフトあるいはソーダ/AQ 蒸解の時間が, 170°C で30分間短縮できることを見出した。バルブの漂白性と手抄紙の強度は, 前処理をしない場合と同様であった。

2) アルカリパルプ化における針葉樹型および広葉樹型リグニンモデル化合物の反応

(近藤ら, 九大農)

アリールグリセロール- β -アリールエーテル型構造をもつモデル化合物のソーダおよびクラフト蒸解を行い, シリンガル核をもつ広葉樹リグニンモデルの方がグアイアシル核のみからなる針葉樹リグニンのモデルよりも迅速に開裂されることを見出した。

3) フェニルクマラン型リグニンモデルのキノンメ

チドと AHQ/Anthranol との反応

(J. Ralph ら, ニュージーランド, 林業試験場)

γ 位にヒドロキシメチル基を有するモデルでは, この基の脱離が速やかに起こる。その結果このモデルからのキノンメチドは, AHQ やアントラノールとの結合よりも, スチルベンへの変化を優先的に受けることを認めた。

4) アントラキノンパルプ化に対する2価金属イオンの影響

(M. S. Steltenkamp, 米国, Champion-International 社)

2価金属イオンを加えると, パルプ収率は一般に向上するが, 特に $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 添加の効果が大きい。この効果は還元性末端基を安定化させる, いわゆる停止反応の促進で説明できる。

5) 多糖のアルカリ分解に及ぼすアントラキノンの影響

(A.F.A. Wallis ら, オーストラリア, CSIRO)

綿セルロースのソーダ蒸煮のさいにAQを加えると, 回収率, カルボキシル基含量は増加したが, 粘度は低下した。木材のソーダ蒸解のさいには, AQ 添加量の増加と共にゼロスパン断裂長の低下が認められた。アルカリパルプ化においてAQにグリコシド結合開裂促進効果のあることを示唆した本研究には, 多数の質問とコメントが出た。

分科会XVII 抄紙に関する表面およびコロイド科学

この部門では抄紙工程のウェットエンドケミストリーに関する理論的諸問題および測定法を中心に6件の発表がなされたが, ポリマーの架橋形成の動力学を扱ったものが2件, 有機コロイドの物理化学が3件, 非水系の界面化学が1件であった。

1) 紙におけるポリマーの架橋形成の流体力学的側面

(T. G. M. Van de Ven, カナダ, Paprican)

モデル粒子の挙動を扱うマイクロレオロジーの流体力学の理論をリテンションの制御・解析に適用しようと試み, 流体力学的な力とコロイド化学的な力の相対的な大きさを制御することにより, リテンションを任意に制御することが可能とした提案であるが, 膨潤・不均一粒子よりなり, かつヘテロ分散系である抄紙系への応用には果たして可能かの疑問が残る。

2) セルロースサスペンションと高分子電解質—動的側面について

(T. Lindstrom, スウェーデン, 林産研究所)

ポリマーによる架橋が時間とともに転移することを吸着およびゼータ電位より示し, ポリマー架橋の形成

と転移の動力学を論じた。

3) 古紙の脱インキのコロイド化学

(A. Larsson 氏, スウェーデン, 表面化学研究所)

脱インキの各工程すなわち分散, 浮遊, 再沈着, 洗浄をコロイドの安定性との関係から論じたもので脱インキ工程の理論を一步進めたものである。

4) 紙料中の有機コロイドの挙動研究のための回転型フェルト法

(岡川氏, 日本紙パルプ研究所)

ピッチ, ラテックス, ホットメルト粒子などの有機コロイドを簡便に測定できる機器を開発した経験と応用例を示した。

5) 抄紙のための顔料

(Y.C. Chang 氏, 米国, Amoco Minerals 社)

活性化させたタルクやクレーをピッチなどの有機コロイドの吸着媒として用いた実験例を示した。

6) セルロースと有機分子の酸-塩基反応

(A. Larsson 氏, スウェーデン, 表面化学研究所)

非水系の界面化学を扱ったもので, セルロースの反応性を調べる目的で各種のセルロース試料への有機溶媒の吸着曲線から相互作用を調べ, セルロースは両性の吸着媒であると結論した。

4. 分科会XIII 閉会式における特別講演

閉会式に先立ち, K. V. Sarkanen (米国, ワシントン大) および D. A. I. Goring (カナダ, Paprican) による結びの講演が行われた。

Sarkanen は「バイオマス研究の優先性の判定」と題して講演し, バイオマスの加水分解とアルコール発酵による燃料用エタノールの生産が, 最も重要な実現性ある研究課題であり, ここではセルロースのみではなく, ヘミセルロースおよびリグニンを含めたバイオマスの全体利用を考える必要があると指摘した。また, リグニン化学, とくに側鎖構造の研究に関連して, 中野氏 (東大農) のオゾン分解法および演者自身の過マンガン酸カリウム酸化分解法を紹介した。

Goring は「木材化学研究の楽しみと果実」と題する講演を行い, 世界中で極めて多数の研究者が熱心に研究を行っているのは, 木材化学の研究が非常に大きな「楽しみ」であるからと結論した。その格好の例として, 木材細胞壁各部のリグニン研究を, Westermarck (スウェーデン), 飯塚 (東大農) および Goring 自身等が競合して行っている例を紹介した。また, 最近の新しい興味深い研究として, Attala (アメリカ) によ

るリグニンの配向性に関するもの, Chanzy (フランス) のセルロース鎖の配向に関するもの, 島田 (京大木研) のバイオミメティックに関するものなどを挙げた。最後に, バイオテクノロジーの将来の発展を祈念し, Bolker (カナダ, Paprican) とともにジングルベルをシングルセルに換えて合唱し締めくくった。

5. ワークショップ—NMR と木材科学—

ワークショップは, とりあえず「研究会」とでも訳されるが, 我が国ではこのような形式のものはあまり実施されていないように思われる。テーマに関連する研究にたずさわっている研究者がリーダー (本ワークショップでは米国の L. Landucci, 林産研究所) の指示のもとにスライド等を用いて講演したが, 講演途中でもどんどん質問がとびだし, 論議が深められていく。1つの講演が終ると, リーダーがコメントしながら一般討論をすすめ, それが一段落すると, 次の講演に入るといった具合であった。講演途中でスライドを用いながらの討論であるから, 内容が理解しやすくなる。一般討論でも随時スライド等を用いる。なお, 本ワークショップは ISWPC の終了翌日に Univ. of British Columbia の化学科の教室で約 60 名をあつめて開催された。

最初に, Nimz はここ数年間研究してきたリグニンの ^{13}C -NMR のデータを細部にわたって整理した。それをうけて, 一般討論で Landucci は ^{13}C -NMR 測定技術とシグナルの解析法についての基本を解説した。引続いて, 米国 Colorado 州立大学の若い研究者である G. R. Hatfield は固体 2 次元 ^{13}C -NMR を木材に対して適用し, セルロースの C_2 または C_3 位の炭素とリグニンの芳香核の炭素がスピン交換している, すなわち「化学結合」とは断定できないが, それに近い関係にあることを明らかにし, 万場の強い関心をよんだ。

1 次壁の生合成と性状

8月30日午後2時から「NMR 木材科学」ワークショップが開催されている隣の教室で, フランス CNRS の Joseleau をリーダーとして開催された, わずか3時間半しかないなかに D. Delmer (セルロースの生合成), 東大農の山口 (ユーカリの組織培養), U. Westermarck (リグニン生合成中のペクチン酸カルシウムのとりこみ), G. MacClachlen (1次壁中のキシログルカンとセルロースの関係), N.G. Lewis (リグニン生合成) および東大農の飯山 (細胞壁中の木材成分間の会合) の6件の講演があったため, 討論時間があまりとれず (「NMR と木材科学」と異な

り一般討論の時間が準備されていなかった), ワークショップの「本来の意味」が失われた感があった。

Lewis はトランス型のフェルラ酸がリグニン生成にとって重要であることを強調したが, これに対してリグニン生成にたずさわってきた京大木研島田氏から鋭い質問がなげかけられた。また, 木粉のカルボキシメチル化から化学的にセルロースリグニン間の化学結合の存在を提案した飯山の講演にひきつづき東大農中野教授が非水系溶媒中でのパルプの完全メチル化の研究に基づいて, パルプ中に残存するリグニンの一部は糖の C₆ 位に結合していると発言したが, Gratzl から2次的に生成した可能性もあるのではないかとの指摘があった。これは今後に残された研究課題でもある。

6. ワークショップーリグニン微生物分解ー

ISWPC に先だつ 8 月 23 日, 24 日に, カナダ, NRC の Dr. I. Reid がリーダーとなってブリティッシュ・コロンビア大学で開催された。発表件数は講演 32 件およびポスターセッション 7 件であり, 参加者も 100 名を越えたいへん活気にあふれたワークショップであった。

今回のワークショップでのハイライトは, 何と言っても最近 *Phanerochaete chrysosporium* から単離されたリグニン分解酵素 (リグニナーゼ) に関する話題であった。また, もう一つの新しい動きはリグニン分解に関連する酵素の遺伝子についての発表が 3 件なされたことがあげられよう。

リグニナーゼの作用機構に関しては Kirk らのグループ (米国, 林産試験場) および Gold らのグループ

(米国, オレゴン大学院センター) から合計 8 件もの発表があった。それによると, リグニナーゼは当初考えられていたような H₂O₂ 依存性モノオキシゲナーゼではなく, ペルオキシダーゼであることが示された。また, リグニン分解は H₂O₂ によって活性化されたリグニナーゼによる芳香環上でのカチオンラジカルの生成が引きがねとなって起こることが明らかにされた。さらに, Kirk らのグループはペラトリルアルコールの培地への添加がリグニナーゼ生産を促進することならびに *P. chrysosporium* は少なくとも 5 種のリグニナーゼ活性を有する異なるヘムタンパク質を生産していることなどを報告した。

一方, 梅沢ら (京大木材研) はアイソトープでラベルしたモデル化合物の in vivo での代謝実験で, また島田 (京大木材研) は人工ポルフィリン触媒を用いた実験で, リグニンモデル化合物がリグニナーゼの場合とほぼ同様に分解されることを報告した。

Crawford (米国, ミネソタ大学) は *P. chrysosporium* の培養液中から NADPH やグルタチオンなどを酸化し, H₂O₂ を発生させるペルオキシダーゼを単離した。そして, このペルオキシダーゼの酸化反応による H₂O₂ 生成とリグニナーゼとの共役系によるリグニン分解機構を提案した。これと同様の活性を有するペルオキシダーゼは Gold や桑原 (香川大) によっても単離された。さらに, *P. chrysosporium* 以外の微生物でも, リグニン分解に H₂O₂ が関与していることが Hatakka (フィンランド, ヘルシンキ大学) や Ramasamy (インド, 農業微生物研究センター) によって報告された。

リグニン分解とラッカーゼに関して, 割石ら (東京農工大) は *Coriolus versicolor* の生産するラッカーゼⅢが β-0-4 型モデル化合物を分解すると報告した。一方, Evans (イギリス, テームズ工科大学) はラッカーゼ活性を抑制するとリグニンの低分子化が促進されると報告した。

リグニン分解に関与する酵素の遺伝子クローニングについて, Broda (イギリス, マンチェスター工科大学), ならびに Trudel (カナダ, シェルブルク大学) はそれぞれ *P. Chrysosporium* および *Trametes versicolor* からリグニン分解活性発現に関与する遺伝子ライブラリーを構築したと報告した。今後は, これらの遺伝子の構造解析および発現のコントロールが重要な課題となるであろう。また, Brunel (ベルギー, ICP) は *Pseudomonas fluorescens* からバニリン酸の脱 O-メチル酵素の遺伝子クローニングに成功したと報告した。

写真 5 ワーク・ショップ「リグニン微生物分解」の昼食会 左側手前から

2 人目 K. Kirk 博士 (米国, 林産研究所)

3 人目 K.-E. Eriksson 博士 (スウェーデン, 林産研究所)

固定化菌体による KP 漂白廃液処理に関して, Paice ら (カナダ, Paprican) は *C. versicolor* のボール状菌塊を利用する連続型脱色装置を紹介した。また, 松本 (米国, ノースカロライナ州立大) は *P. chrysosporium* 菌体を固定化した回転型バイオリアクターによる廃液の脱色ならびに有機塩素化合物の脱塩素化に関して報告した。

7. む す び

1981年6月9～12日にスウェーデン, スtockホルムにおいて「国際木材およびパルピング化学シンポジウム」(各語の初文字をとって ISWPC と略称)が開催された。周知のように, スウェーデンは木材化学およびパルプ・紙の分野において, 古くから優れた業績を挙げてきた国である。スウェーデンでの開催を機として, 第2回は日本で開催できないかという要望が強く, これを受けて1983年5月23～27日に筑波研究団地において, 紙パルプ技術協会の主催によるシンポジウムが開催された。今回のパンクーパーはカナダ・紙パルプ技術協会の主催による第3回に相当する。

過去3回の開催状況を整理したのが次表である。すなわち, 第1回は19カ国, 350名が参加し, 第2回は15カ国, 450名が参加したが, 今回は18カ国, 320名に止まった。日本での開催は紙パ業界の支援によるところが大きかったが, 今回のシンポジウムではカナダ・紙パ業界からの参加が少なかったようである。カナダの紙パ業界の知人の一人が, 「本シンポジウムは基礎的であり, 難しい研究報告が少なくない」という意見を述べていたが, これは今後の開催国にとって心すべき貴重な忠告であるかもしれない。また, 中国からの参加が第2回では3人だったのが, 今回は6人に増加したことは注目に値しよう。彼等の研究手法が, 近代化していることも確かである。

シンポジウムの開催が隔年ではあるが, 第3回ともなると, 各国の研究者, 技術者間の親近感が増し, 会議の間のコーヒー・ブレイクでは旧交を暖め, 研究成果を交換するといった和気あいの雰囲気のみられた。

第1～3回 ISWPC の発表件数

国	1981		1983		1985	
	口頭	ポスター	口頭	ポスター	口頭	ポスター
米 国	24	3	17	3	18	16
カナダ	5	0	8	1	21	12
日 本	10	3	45	26	8	17
スウェーデン	13	12	6	3	16	3
フィンランド	8	2	2	2	2	5
西ドイツ	6	2	3	0	7	0
フランス	3	2	6	1	6	1
そ の 他	10	5	16	14	13	6
合 計	79	29	103	40	91	60

註1: 1981 ISWPC の参加者 19カ国, 350名

1983 " 15カ国, 450名

1985 " 18カ国, 320名

註2: 中国の参加者は1983年に3名(うち台湾1名), 1985年に6名(うち台湾1名)

第4回のシンポジウムが1987年にフランス, パリで開催されることは既に決定しているが, このプログラム委員会がシンポジウム前日(8月25日)に開催され, これには中野準三(東大農)が出席した。ここでは分科会の題目, 特別講演の講師の範囲, 申し込み研究発表の審査方法などについて, それらの大綱を決定したが, フランス側の用意周到さが伺われた。

第5回は1989年にTappiの主催で米国で開催されるようであり, 1991年は中国またはオーストラリアで開催してはといった蔭の声も聞かれた。このように考えると, 1990年代の後半には, 日本での再度の開催が要望されるかもしれない。

今回の日本からの出席は, カナダ, 米国について35名もの大勢であった。とくに, 20余名の若手研究者が出席したことは, 日本の木材化学, パルプ・紙分野にとって誠に頼もしい限りと言えよう。私共は今後一層の努力を進めて, 技術立国にふさわしい研究・技術の開発に邁進しなければならない。