

海外各国における木材化学の研究動向

種 田 健 造

木材化学の研究は大学における林産関係学科，国公立の林産関係試験場および民間のパルプ会社研究部門等で専門的に進められ，大学の化学関係学科，工業試験場および一般民間会社などでも一部これに関する研究を行なっているところがある。これらの研究動向を知ることが，木材の化学的利用の将来を展望するためにも必要と考えられる。しかしこれら各界の研究動向を全面的に調査することは困難であるので，こゝでは主に海外主要国の林産関係中央研究機関の研究内容を調査して紹介することにした。資料の取りまとめには副場長枝松博士の御指導に負うところが大きかった。記して感謝の意を表します。

1. アメリカ

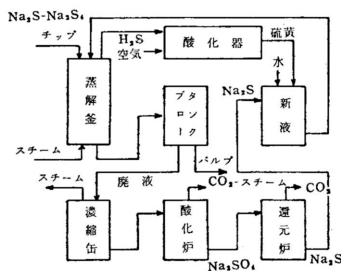
アメリカはマジソンに有名な農務省の林産試験場がある。こゝの木材繊維製品部門では¹⁾，主にパルプ化の研究を行なっているが，なかでも現在世界的に注目を集めているポリサルファイド蒸解によるパルプ化法の研究に力が注がれているようである。この方法はクラフト法の改良法ともいべき方法で，クラフト蒸解液中にポリサルファイド (Na_2S_x $x=2\sim5$) を加えてパルプ収率を著しく向上させ，またパルプの品質についても色々興味ある特性のあるものを与えることが判明しつつある。この方法の工業化には薬品回収，とくに硫黄を単体として回収する必要がある。この回収法は相当困難な問題であるが，この試験場では，蒸解中に生成する H_2S を空気で酸化し，硫黄単体を得るポリサルファイド蒸解液の薬品回収法を発表している(第1図)。このほか中性亜硫酸法のベースとしてソーダの代りにマグネシアを用いる方法の研究が行なわれており，これはイニシアルコストは大きいがマグネシ

アの回収がソーダに較べて簡単かつ経済的な点が特徴となっている。またセメケミカル廃液の亜硫酸塩回収法として硫化ソーダを用いる研究も行なわれている。

木材化学部門では，まずリグニンの研究で電子正磁気共鳴(EPR)スペクトルを用いて化学構造の研究が行なわれた。これはリグニンを含有する種々の物質がフリーラジカル(不共有電子対)をもっており，それが磁場を形成するのでこれを測定しようとするものである。この結果リグニン中にはジフェニルエーテル結合が存在するとの有力な証拠をつかんだといわれる。またリグニン試料を得るために新しい型のセルロース分解酵素を用い，木材から炭水化物を可溶化しようとする研究も行なわれた。

木材，樹皮の抽出物の研究では，数種の樹種についてその構造の研究が主体となっている。対象となったものは，例えば *Vitex lucens* およびジャックパイン樹皮で，前者の抽出物中には2つの糖残基が炭素原子を介してフラボノイド基に結びついている構造の化合物の存在が証明され，後者からはピナセンジオールという化合物の構造の確認が行なわれている。ピナセンジオールは日陰かずらの抽出物にも含まれ，通常その構造中に1個の七員環をもつものであり，既知のテルペン類の中ではめずらしいものといわれている。

セルロース関係では，その劣化特性が110~155間で測定され，紙の諸強度の劣化の見かけの活性化エネルギー等が求められ，また野外山積みチップの生化学的劣化についてもかなり詳細な研究が行なわれた。



第1図 ポリサルファイド法(マジソン)

さらに木材表面の安定化については、以前に内部にまで浸透させていた処理法では、コスト高と重量増および硬度増を来すので、5分間程度の簡単な浸漬処理で木材表面付近の繊維壁にフェノール樹脂を導入することでかなりの安定化が得られる事を明らかにした。その他ポリウレタンワニスのフィルムによるこの種の実験も行なわれている。またポリエチレングリコールによる寸度安定化の実験も行ない、分子量4000程度に縮合させたものを用いても、通常使われている分子量1000程度のものとはほぼ同じ効力で木材を安定化することを発見している。PEG - 4000の利点はワニス仕上の容易なこと、表面の感じを良くする点にあるという。

木炭に関する研究では、その揮発分含量が電気抵抗と明瞭な関係のあることを確め、この原理を応用した品質管理方式について実用化試験を行なっている。

2. カナダ

オタワとバンクーバーにカナダ林務省の林産試験場がある。この1964年度業務計画²⁾によると樹皮、鋸屑等の木質廃材からのボード類の製造試験、鋸屑をSO₂、NO₂およびCl₂等の酸性ガスでDMSO中に処理し、高級パルプをねらった試験等が行なわれている。リグニン関係では、部分脱リグニン木材のフロー特性、プロトリグニンの分離法、リグニン・セルローズ間の結合状態の研究等が行なわれているほか、酸化分解生成物のエタノリシス、アシドリシス等によって開裂生成物を研究し基礎的なリグニン構造式を描く努力もはらわれている。このほか抽出成分に関する研究で、バルサムファー、パイン、ウェスタンヘムロック、マウンテンヘムロック等、主にカナダ産木材の抽出物について比較的詳細な研究を行なっている。またBF₃、アミン類等による木材質の変化を調べ、乾燥時の加熱湿度が木材構成物に及ぼす影響について研究を行なっているほか、樹皮化学や木材汚染の原因とその防止法についても検討を行なっている。

3. ソ 連

ソ連における状況は、ソ連誌「木材加水分解と木材

化学工業」の昨年中に発行された各号³⁾の内容から推察することにして。この雑誌の研究内容は大きくわけて木材加水分解に関する報告、木材抽出物とくに生松脂製品についての報告および木質物の熱分解に関連する報告に三分できる。

ソ連は木材糖化に最も力を入れている国だけあって加水分解関係記事が最も多く、そしてその工業製品は現在も年々激しい増産が続けられており、注目に値する。これらの製品はエチルアルコール、飼料酵母、フルフラールおよび活性炭等で、このほか抽出物関係の主要な製品を合せて、1958年、1965年の生産実績と予定を参考までに下に示す。

	1958年実績	1965年予定
エチルアルコール	214千リットル	301千リットル
飼料酵母	9.3千トン	115千トン
テレピン油	26.6 "	46 "
松 脂	130.3 "	180.5 "
フルフラール		12.8 "
アセテート溶剤	36 "	79 "
活 性 炭		151 "

木材糖化に関する報告のうちでは、酵母製造関係が最も多く、続いてはフルフラール製造関係となっており、ソ連の木材糖化主製品がこの二品となる傾向が示されている。その他ろ過を主としたプロセス改善に関するもの、リグニン利用、工場の合理化、糖液処理等に関するものが内容となっている。抽出物関係の報告の中には増産を目的とした採取法、蒸留法のほか、分析、テレピン油の利用といった研究が盛んなようである。なお熱分解に関するものとしては、酢酸製造関係が主でこのほかタール、ガスの成分についての報告が一件ずつ見受けられる。膨大な木材資源に支えられてソ連の木材化学関連工業は、現在飛躍的な発展期にあるものとみられる。

4. フランス

フランスはパリに木材技術研究所 (CTB) と熱帯林業技術研究所 (CTFT) がある。

これらの化学部門における研究は、CTBでは⁴⁾白ありの食害、各種樹脂による加工処理、鉄道枕木チー

木材の腐食，各種防火用仕上材中の不燃性物質の測定関係民間団体からの要求に応じた種々のプラスチックとワニスの物性に関する試験，チョコレート荷箱用にすする材の処理法，尿素・ホルムアルデヒド接着剤によって起る着色と脱色原因等の諸研究であって，フランス国内業界からの要望によってもたらされる問題の解決に当たっているようである。一方CTFTでは⁵⁾フランス旧植民地の熱帯樹を対象とした研究を行っており主なテーマは樹中のケイ酸塩の測定，各種熱帯樹ケイ酸塩含量一覧表の作成等ケイ酸関係の研究のほか，特殊な抽出物によって生起すると思われる木ねじの樹中での腐食に関する研究，鉄との接触によって起る材の変質，抽出物と鉄の結合によって生ずる沈澱についての研究等鉄と抽出物の相互作用についての研究が比較的多く行なわれており，さらに抽出条件の差違に基づく抽出物の比較，材のアルミニウムとの相互作用といった研究が行なわれている。

5. イギリス

イギリスはプリンセスリスボロウに林産試験場があり，その業績は，この運営委員会および場長の報告として工業大臣を通して毎年公表される。この報告⁶⁾によるとその木材化学部門では，まず分析化学関係で木材保存剤としてホウ素系化合物の使用が増加し木材中のホウ素の迅速な定量法を求める声の多いことから，これをメタール，硫酸，過酸化水素で処理してホウ化メチルとし炎色測定によって簡単に定量できる方法を案出した。この場合メタノールの存在はホウ素による光度を約10倍に強め感度を増加するもので，この方法は実際に使用されている濃度範囲の木材中のホウ素の測定に適しているという。

木材抽出物関係では，抽出物含量によって影響を受ける材の多くの性質のうち，自然耐朽性の問題をとりあげ二樹種の抽出物を各クラクションに分けて，その各成分の菌類に対する毒性を調べている。また二三の樹種によって起る皮膚刺激作用の原因は，一般にまだよく知られていないが，権威ある医者との協力によって，その種別の確認と出来れば原因となる化学成分を決定するための準備がなされた。

木材の含窒素成分の含量は非常に少量であるが，それが昆虫や菌類の栄養になる事から，材の生物による被害に関係がある。前年の報告で細胞壁に結びついていたたんぱく質にそってアミノ酸の存在することが示されたが，その後塩酸加水分解によって遊離するアミノ酸の定量法をイオン交換精製やペーパークロマトグラフによって発展させた。この分析法を用いて，年輪方向の窒素含量変化，種々の材中のたんぱく質等を調べ，また生物学的な材の分解の研究にこの方法を用いることを計画している。

木材のプラスチック処理関係では，前年メチルメタアクリレートモノマーを膨潤剤ジオキサンで木材の全細胞壁に含浸させガンマー線による放射重合によって固定した。この年度ではポリマー含量の影響を調べるため三段階（5，20，50%木材乾量基準）でポリマーを与え，4メガラド照射して種々の性状を調べた。この結果は弾性率については変化は少なかったが，密度と硬度はポリマー含量に比例して上昇し，その他の諸強度は樹種によってまちまちの傾向が出ており，寸度安定性については調査中という。また照射量を変化すると性状に影響を受ける。

赤腐菌 (*Coniophora cerebella* と *Poria vaporaria*) によって生ずる酵素の研究も続けられ，その人工培養法，濃縮法および分離法が研究された。カラムクロマトでセルロース，ヘミセルロース，ペクチンおよび澱粉等の各酵素は区分出来るが，完全に単離することには成功しなかった。また各酵素の分子量の測定も行なっている。これらの研究で，酵素の製造技術，分離法および活性度の測定法等有益な経験をつみ，木材各成分に働く純粋な酵素の作用を研究するために応用出来るようになった。

イギリス産軟材の亜硫酸パルプ化の研究では，上級紙用漂白パルプを高収率で得るための樹種別蒸解や混煮の大規模な実験を行ない，ストラプロセスのような二段蒸解法の適していることを認めている。実験室ではイギリス産，ヨーロッパ産および日本産の材について二段蒸解法が調べられた。また同一樹種で生育条件や諸物性の異なる場合のパルプへの影響について調べられた。

近年野外での山積みチップが大量に利用されるようになり、チップの水分も40~180%と大きな範囲にまたがるようになった。こゝでは最高の収率と均質な製品を得るために、蒸解用チップの水分と繊維の割合を迅速に、正確にそして出来れば連続的に測定する方法として、放射技術を用いた装置で、中性子の拡散とガンマー線放射の拡散密度によって水分を測定する実験が行なわれた。その結果、1分間で±2%以内の再現性をもって水分を連続的に測定出来るようになった。これは工業界で極めて有用な技術であり、すでにその研究内容の概要は公表されている。

三年前から教材繊維の形態学的、物理学および化学的性質と生成パルプの品質との関係について研究が行なわれており、紙の断裂長と破裂度は繊維の柔軟性に関係のあること、叩解パルプではセルロースの重合度が第二に重要であること、一方引裂抵抗は繊維の硬直性によって決せられ、繊維長による影響は少ない等を明らかにしてきた。この年度では圧縮材から調製したパルプを普通材からのパルプと比較し、諸強度が弱くなることを発見し、また単位繊維束の引張り強さも圧縮材からのものが問題なく低く、セルロースの粘度を低くしていることに関係のあることを明らかにした。

6. オーストラリア

次にオーストラリアの連邦科学および工業研究局林産部の年報⁷⁾から化学関係の情報をひろってみよう。まずリグニン関係では4種の広葉樹実生中の分布と性質を調べている。そのうち3種は実生に彎曲部を作っておくと、その上部ではリグニン含量が少なく、酸化生成物中のシリングアルデヒドとバニリンの比は大きい。その下部ではリグニン含量は通常の樹幹と比較して変りないが、シリングアルデヒドのバニリンに対する比は小さかった。しかし他の一種は上下部で殆んど変化は認められなかった。解剖学的調査で、あて材部に普通材からのリグニンの移行がみられ、そのリグニンはメチル化を受け易かった。

抽出物関係では、オーストラリアに巨樹が多いといわれるユーカリ属250種の葉からポリフェノール類を調べ、この結果をもとにして現在の分類法を批判して

いる。またこれらの知識からポリフェノール類の生合成の研究も行なっている。

木材利用部門との協同研究で、加工刃物類の摩耗と木材抽出物の関係が調べられ、ポリフェノール類中の燐接水酸基が刃物金属とキレート現象を起すことによつて、pH4~5の間では酢酸によるよりも摩耗は急速に進むと述べられ、この防止法も考えられている。

その他オーストラリア各地に産する植物の分泌樹脂(Plant Gums)の分類と同定の研究、セルロースとキシランその他木材多糖類の赤外吸収スペクトル、核磁気共鳴およびX線回折等を用いた結晶学的な研究、糖の環状異性体であるピラノース化合物に関する研究木材および紙の赤外吸収スペクトルの研究等基礎的な仕事も行なわれている。

7. オーストリア

オーストリアはウィーンに木材研究所がある。こゝの化学部門の長はリグニンで有名なK. Kratzlであるが、年次報告⁸⁾によるとリグニンの研究は行なわれていない。

こゝではまず塗料および接着剤に関する研究がこれらの専門の部門と協力して行なわれ、塗料の特性、耐候試験中の変質の測定、接着剤中のN₂の迅速な測定法、接着剤と生成物諸強度との関連性等が研究された。

木材保存関係では電柱、枕木等の防腐剤の変質を調べるためにカリウム、ナトリウム、フッ化物、重クロム酸塩、ホウ酸、ジニトロフェノール等をマイクロおよび半ミクロ的に分析し、組成の変化について調査された。また砂地の場合の電柱は深さごとのフッ化物、塩化物、ヒ素、銅、鉛等が測定された。

以上のようにオーストリアでは、化学部門が独自の研究を行なうことはなく、塗装、接着および保存等の問題について、これら化学薬剤の変質を調査するといった面で、各専門分野の仕事に協力するという性格をもっているようである。

8. 北欧三国

スウェーデン、フィンランドおよびノルウェーの三国

はともに林業国で、その研究機関が充実しているものと思われる。まずスウェーデンは⁹⁾、商工大臣管轄下の林産試験場があり、これは化学、製紙および木工の三部門に分かれている。また文部大臣の管轄下にはセルロース、紙、木工および木材の四部門からなる王室技術研究所が置かれている。また商工大臣と五年契約の関係をもつ林産研究財団があり、上の試験場のほか各所各部門の研究の推進を計っている。

ここの業績は一般学術誌に公表されているが、そのリプリントが統一番号でMeddelande¹⁵⁾として発行されている。

比較的最近のMeddelande¹³⁾によるとその化学関係の研究は大きく四分できよう。その第一は木材中の糖類に関するもので、多糖類、配糖体類の単離・構造等の研究のほか、酸化、メチル化、シアノエチル化等がモデルを使って行なわれ基礎的である。このほかグルコースの亜硫酸塩処理による変質、ペントザン類の定量法について詳細な研究が発表されている。第二はリグニン関係で硫酸塩蒸解中のリグニンの挙動について一連のモデルを用いて行なわれているこの研究は有名であるが、ほかに漂白中のリグニンの反応、メルカプトアルキル・アリルエーテル結合のアルカリによる開裂、リグニンモデルのスルホン類の合成と反応等の研究がある。第三はパルプ工業における化学工学的問題に関する研究で、混合、ストックフロー、保存、ピッチコントロールに関する研究が行なわれている。第四は立体的な繊維網状構造の剪断率、粘弾性等に関する研究でその報告も比較的多い。

フィンランドには工業全般を対象とした国立の技術研究所と民間の機関であるパルプ紙研究所がともにヘルシンキにある。前者には木材関係の実験室があり¹⁰⁾、セルロースのスペクトル研究、X線回折によるセルロース中の鉄の測定、セルロース中の根跡量の酸類の確認といったセルロース分析関係の仕事が行なわれている。パルプ研究所の方では¹¹⁾、パルプ工業に関する諸問題の解決に重点がおかれている。その主なものの一部を示すと、塩化物を含む ClO_2 液中での耐酸ステールの腐食、水路および水の問題の物理化学的・生物学的な研究、亜硫酸法での金属表面に粘着したピッチへの界面活性剤の作用、廃液中の糖の利用、パルプ化温度でのpHの測定とその変化、高収率サルフェートパルプ化、チップの野外貯蔵問題、過酢酸溶液のセル

ロース、酸化セルロースへの作用、セルロースへの合成高分子物のグラフト化、繊維溶解現象の写真再現、輸出パルプの品質管理等である。

ノルウェーには木材工業および木材技術研究所とパルプ紙研究所がともにオスローにある。後者¹²⁾の研究項目はフィンランドのパルプ研究所のものと同様のもものが少なくない。その主なもの一部を示すと、チップ山積貯蔵とその樹脂成分への影響、カバ材の貯蔵の研究、パルプの黄色化、ポリサルファイドプロセスによる硫酸塩パルプ化、ゲルろ過技術によるヘミセルロースの分級、薄層クロマトグラフによる蒸解生成物の定量、ピッチレジン分析についての研究、液安によるパルプの処理等となっている。なお前者の工業技研の方は資料が集まらなかったため省略します。

このほか西ドイツには連邦研究所があり、またその他の諸国にもそれぞれ林産試験場をもっているところが少なくないが、資料、紙面の都合で省略させていただく。なお日本の農林省林業試験場では、以前より年報を出版しており、当場でも昨年からは毎年年報を出版することになった。それぞれ有効に活用されるようすすめします。

一 林産試 木材化学科一