

マジソン林産研究所に滞在して

三井東圧化学株式会社北海道工業所 長 岡 宗 男

昭和53年6月から昭和55年6月まで、会社派遣の留学生として、米国ウィスコンシン州マジソソ市にある米国農務省林産研究所（FPL）に学ぶ機会を与えられました。暦の上で2年間という年月は長いように思いますが、実際に生活してみるとアツと言う間に過ぎてしまった感じがします。誌上をお借りして私が体験したことの一部を御紹介したいと思います。

マジソン市について

米国の中でも最も混み合っている空港の一つであるシカゴオヘア空港を飛び立ってから30分余り、眼下に湖に囲まれたマジソソの街が見えたと思うと、飛行機はローカル色たっぷりのマジソソ空港に到着しました。窓の外は緑の樹々ときれいに晴れ上がった青空が我々（私と妻）遠来の者を歓迎してくれるようです。6月のさわやかな北海道とそっくりなので、気ぜわしくタラップを降りた途端、30度を超える熱気と湿気が襲ってきて、たちまち体は汗だらけ。おまけに2個持って来たはずの荷物が、待てども待てども出てくる気配はありません。日本ではこんなことなどあるはずもないのにと憤慨し、カウンターに行くと、私と同じ事件にあった人たちが大勢おり、誰も騒ぎ立てる人もいないで整然と並んでいました。聞くとこんなことはしょっちゅうあり、2、3日中には必ず届けられるので心配するなどの御忠告。早くも日本との生活の違いが感じられました。

空港から15分程で車は街中に入ります。人口18万人の都府と言えども、人からここがダウンタウンだと教えられなければ、気づかずに通り過ぎてしまうような小さな中心街があります。ダウンタウンを過ぎてまもなくウィスコンシン大学のキャンパスに入りますが、日本の大学と違ってへい等の境界はありません。この大学は全米でも十指の中に数えられるくらいにスタッフ、施設共に充実した総合大学で、学生数4万人、海外からの留学生は3千人を超えています。この大学にいる

日本人は学生、スタッフとその家族を含め200人くらいはいると言われています。そして、このキャンパスの西端の小高い丘の上にFPLが位置しています。

住宅街は森や公園の中にあると言って良いくらい緑の中にあり、庭先でも野生のリスやウサギ、いろいろな種類の野鳥が餌を探しています。

気候は夏暑くて冬寒い大陸型で、北海道の名寄付近の感じがします。そして街の外はトウモロコシ畑と乳牛の牧場が広がっています。

FPLについて

この研究所は正式名をFOREST PRODUCTS LABORATORYと言って、世界でも有数な規模と設備を有し、職員は約350名（うち約100名が総務や司書等のサービス部門に従事）で、毎年多くの研究発表や報告書が出版されていますので、木材関係の研究や業務に携わっている方ならば、こ



写真-1 FPL の 前 景

の名前を御存じの方が多くと思います。

FPLは大きく二つの建物に分けられていて、中央の古い建物は主として木材工学、経済、それに管理部が入っており、正面右手の新館は化学系の部門が使用しています。またこのビルの裏手には立派な集成柱を使って建てられた製紙やパーティクルボード等を製造するパイロットプラントがあります。

国立の研究機関（農務省の林業部門に所属）と言うことから、国民へのサービスをするという精神が全職員に徹底しているのには驚きました。全米はもちろん、外国から大勢の専門研究者が訪問しますが、そういう場合には、相手が納得いくまで時間を割くのは当り前のこと、市民からの電話や手紙で寄せられる住宅に関する質問にも快く対応していました。また毎日午後2時から一般訪問者に対して、1時間半近くのガイド付きの見学時間を設けています。マジソンは外にこれと言った見学場所や娯楽が少ないからか、あるいは勉強熱心なためか（恐らくその両方の理由からでしょうが）毎日大勢の人が参加していました。特に夏休み中は子供を連れた家族の訪問が目立ち、手に手におみやげの集成材のミニチュア品や、パイロットプラントで作ったばかりの紙を持って満足そうに帰って行く光景をよく見かけました。

私はFPLではリサーチ・アソシエートという身分で仕事をしましたが、外国や国内企業から派遣されてきた人はすべてこう呼ばれ、FPLのリサーチ・サイエンティストとほぼ同等の扱いを受けます。すなわち独立したオフィスと実験室が使い、各グループ（日本ならば研究科に匹敵）に1人いる秘書のサービスが受けられます。ただし、サイエンティストにはテクニシャンと呼ばれる実験助手がありますが、我々には与えられません。私の滞在中はアソシエートとして私の外にイスラエルとナイジェリアの研究者、それに昨年秋から1年間の予定で兵庫県化成からのA氏が働いていました。

FPLでの研究テーマは、私の場合、自分から希望したものではなく、先方が考えていたテーマ

の中から、たまたま私の経験を生かした分野を選んでくれましたが、外の人たちも同様にしてテーマを与えられたようです。もっとも、事前に似たような研究を通じて交流がある場合には、自分の希望するテーマで研究することが可能だろうと思います。と言いますのは、テーマの遂行は我々を受け入れてくれるサイエンティストの能力によるため、もしも、我々からのテーマが彼の専門やグループ全体の研究方針からはずれている場合には、サイエンティストの負担が増えることと、予算上の制約があるため、あらかじめ知り合う必要があると思います。

FPLの研究テーマの設定は政府や業界の強い要求のあるものが主体となりますので、研究終了後、すぐに社会に応用できるものが多いようです。毎年2月にFPLで連絡会議が2日間の予定で開催されますが、これには政府、研究所、大学、業界から大勢の人たちが招かれ、FPLで行われているすべての研究テーマを、それぞれのサイエンティストが紹介します。また各グループには業界等の代表で構成された諮問委員会があり、そこで彼らと各テーマの内容について細々と討論します。そこでは単にテーマの設定について話し合うだけでなく、実際の試験方法や外の研究機関での進め方についてまで議論が交わされるのに驚かされると同時に、委員諸氏の博識さ、勉強熱心さに感心しました。

ウイスコンシン大学のキャンパス続きにあることから、大学との研究協力関係は密接で、大学に設置されている大型コンピューターを利用するのを初めとして、各種施設の利用や、セミナーに参加したりしています。興味を引いたのはFPLで働く研究者たちが自分の不得手なところを学ぶために、大学で行われている講義に参加していることです。例えば、FPLで木材の塗装と耐久性を研究していた友人は大学の林学科で行われている「木材化学」を受講していたのですが、一般の学生と同じようにレポートを提出したり、試験も受けていました。その講義には十余名出席していたそうですが、その半数はFPLからの人たちだっ

たとの事です。その外にも統計学、木材工学等いろいろな講義に多くの人たちがFPLから参加していたのは、日本とは違って珍しく思いました。大学からも、先生や学生がFPLのセミナーに出席しますし、また大学院の学生が修士や博士論文のための実験をFPLの施設を利用して行っていました。

FPLでのセミナーは活発に行われています。全職員を対象にした公開討論会フォーラムは隔週1時間余の予定で行われています。所長や部長が講師となり、今後の林産分野の研究体制や海外へ行った時の報告をしたり、外部から人を招いて木材だけではなくいろいろな話題で講演をしていました。発表の後には必ず質問時間を設けかなり活発に意見が出ていました。

その外にも各研究グループではセミナーを開いて、自分たちの研究の進捗状況や学会等の参加報告をして互いの意志疎通をはかっていました。私も所属していた接着改善グループで計3回発表しました。初回は私の到着早々で、挨拶代わりにということで「北海道の合板工業について」と題して、持参した道合板組合の資料を使いながら1時間程話しました。出席者の中には、日本は人口密度が高く、森林生産が少ないので合板を製造しているとは知らなかったという人や、米国にセンヤカバの合板が輸出されているという話に驚いている人がいました。出席者の中から、「日本はどうして高い輸入材を使用してまで、収率の悪い合板を生産するのだろうか、むしろ小径木でも利用できるパーティクルボードの製造に指向すべきではないのだろうか」との意見が出されましたが、これは、北海道の木材工業の将来を考えると確かに検討を要することと思います。

パネルから発生するホルムアルデヒドの研究

米国へ出発する前にFPLから、上記のようなテーマで研究を行ってほしいとの連絡を受けましたが、正直な話、米国ではフェノール樹脂を使って合板やパーティクルボードを製造しているはずで、それからはホルムアルデヒド（以下Fと略す）

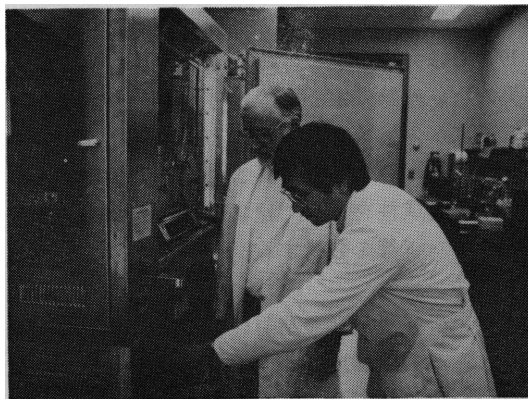


写真 - 2 FPLの実験室でMyers博士と

が問題となるレベルで発生するはずはないのにと疑問に思っていました。

FPLに着いて分かったことは、確かに針葉樹合板はフェノール系接着剤を使用していますが、パーティクルボードはそのほとんどが尿素・ホルムアルデヒド接着剤（UFと略す）を使用して製造されています。パーティクルボードの主な用途は床下地材と台所等のキャビネットに使われています。そして当時、特にモービルホームに住んでいる人の中にF臭に由来していると思われる健康障害が問題となっていました。広さは21～24m×2.4mの寸法で、2LDKの間取りですか、最近では、これを二つ合わせたサイズの家も好評のようです。このホームはすべて工場生産で、カーペットや収納棚等がすべてセットされており、シングルサイズで約1万4千ドルくらいと安価なことから、若い夫婦や退職した老夫婦を主体に需要が年々増加し、今では全米で2千万人くらいの人モービルホームを利用していると言われています。

このモービルホームでのF臭問題は新聞やテレビでも報道され、政府や業界はその対応策を検討しているところでした。FPLとしては、それまでの文献調査を行っていた程度で、私の今回の留学に合わせて、主としてパーティクルボードから発生するFの測定法と、居住条件を想定して、温度、湿度、空気換気量とそれに使用するボードの量をいろいろ変えて、Fの発生量の検討を行う

ことになりました。

まず最初にモービルホームの調査から仕事を始めました。モービルホームは機密性にすぐれていますので、冷蔵庫の本体のような機能性を発揮しています。これは、省エネルギーの点から言うと利点ですが、反対に衛生面から見た空気置換量と言うと、室内の空気は1時間当り0.5~1.2回程しか置換されず、しかも、永い間、エアコンの生活に慣れているためか、夏暑くなると窓を閉めてクーラーを使うのですから、モービルホーム内の空気は汚れていきます。それに、気が付いたことですが、モービルホームには、日本の住宅のような各部屋に換気口はありません。これは一般住宅でも同様でした。

F臭で問題となっていたモービルホームのF濃度は0.6~2.4ppm程の範囲にありましたが、同一メーカーの製品がすべてこの範囲にあるのではなく、ごく一部がこの値を示していたようで、メーカーはどうすればF臭問題が解決できるか、その対応に真剣に取り組んでいました。F臭の発生源は、モービルホームの主要構成材料であるパーティクルボード、合板、それにカーペットやカーテン等であるとして、FPLでは主としてパーティクルボードのF濃度を調べることにしました。

パーティクルボードのF濃度はJISには5ppm以下と規制されていますが、米国では規制はおろか、その測定法すら決まっていない状態でした。したがって、私はJISのデシケーター法を用いて市販しているパーティクルボードのF量を測定しました。その結果、多くのボードは15ppm前後の値を示しましたが、中には30ppmを超える物もかなりあり驚きました。接着剤を調べたところ、日本では遊離F量が0.6%以下が普通ですが、米国品は2.5%を上回る状態で、しかも、私が訪ねたボード工場では熱圧時間を短縮し、生産量を増やすためにとの理由で、接着剤に更にホルマリンを加えていました。こんな状態ですから、パーティクルボードからのFは高い値を示すのも当然だと思いました。

米国のF臭対策とは、住宅に使われている個々

の材料について規制するのではなく、居住環境条件の一つとして、室内のF濃度を規制しようとしており、実際にはウィスコンシン州では本年から0.4ppm以下に、そして来年中にはその値を0.2PPm以下に規制する方針ですが、米国政府としての規制値は検討中です。

FPLでは、スウェーデンに倣いF量0.1ppm以下という値が将来の規制値上限となるだろうとの仮定に立って、そのような低領域を再現性良く測定する方法の検討を行いました。結局、現在広く行われている室内の空気を一定量、洗気ビンを通し吸引し、水に溶け込んだF量を試薬を用い定量し、気中濃度を算出する方法をとりました。試薬としては、蒸留精製したアセチルアセトンを用い、精製水を用いてFの蛍光を調べる方法¹⁾を用いたところ、低領域でも短時間で効率良く測定できることが分かりました。

この方法を用いて、居住条件を基に、温度、湿度、ボードの使用量と空気の換気量を変えて、パーティクルボードから発生するF量の測定を行いました。詳しい結果²⁾は省きますが、温度15~40℃、湿度20~75%、換気量毎時0.4~1.5回の範囲では、温度が7℃上昇すると、あるいは湿度が30%から70%になると、Fの発生量が2倍となることが分かりました。すなわち、例えば、20℃、30%RHでF濃度が1ppmとすると、同じボード使用量、換気量で、27℃、70%RHでは4ppmとなります。また換気量を2倍にしたら、使用ボード量を半分に減らすと、F濃度が半分減ることが分かりました。

また、この研究と併行して、米国のホルムアルデヒド協会、パーティクルボード協会等と協力してボード類から発生するFの測定法の確立の仕事をしました。昨年夏、二人の担当員が、全米の接着剤メーカー、ボード工場、各種研究機関を訪ね、F量測定法を調査したところ、35種もの異なった方法が採られていることが分かりました。ホルムアルデヒド協会の技術部会が、その中から、誰もが簡単にでき、かつ再現性の良い方法として、FPLで行っていたデシケーター法と、ジョージア

・パシフィック社のジャーメソッドと呼ばれる、2個のガラスびんを用いた方法を選び、今年の春に、FPLを含む全米6カ所の研究所で、同じサンプルボードを用いてF量の測定をして、これらの方法の検討を行いました。また正式にどちらの方法になるかの発表はありませんが、先日届いたFPLからの連絡では、技術部会ではデシケーター法に決めたとの事です。このデシケーター法の原理は日本のJISと同じですが、デシケーターや木材サンプルの寸法や蒸留水を入れる容器が400mlのピーカーと少々異なっているためJISの方法による値とは違います。市販の合板やパーティクルボードを用いて、その相関関係を調べたところ、米国のデシケーター法はJISの方法と比べ、約半分の検出性能を持つことが分かりました。

現在FPLでは、引き続き居住条件を想定してのF量測定を行っている他に、UFの化学的構造の解析をコロラド大学と共同で検討していますし、またUFの耐久性を向上させるべく各種添加剤を使い、その耐水性能の変化も調べています。これは最近の原油価格の上昇で、フェノール樹脂の値段も上がってきたために、UFをもう一度見直し、耐久性を向上させることによって安いUFを使うことができる範囲を拡大しようという動きの現れです。日本でも最近、九州大学の樋口先生たちが中心となって研究を進めています。この耐久性を向上させることが結果的にUFの酸加水分解で生じるFを減少させるので、今後この分野の研究が大勢の人たちで進められることを期待しています。

マジソン生活を振り返って

私の滞在していた2年間に、マジソンと言う中西部の田舎町にもアラブの原油に端を発するインフレの波が押し寄せ、米人の生活は根本から変わってきました。今まで省エネと言っても名ばかり

で、安いガソリン、灯油、電気を使用していたのが、2年間に2倍近くも上昇したのですから家計を守るために一生懸命でした。例えば隣に住んでいた米人夫婦は毎月の暖房費を節約するために、耐えられるギリギリの湿度にしていると言って、室温を130cに調節していましたし、多くの家庭でも180c位が普通でした。また、自動車も日本車を初めとする小型車を買求め、新聞投書欄には、「米国自動車業界は自分たちの開発の遅れを認めもしないで、日本車の悪口を言うのほおかしい。フォードやGMが日本車と同等の性能の車を作ってくれるなら、我々は喜んでそれを買うであろう」と言った内容の手紙が多く載っていました。

パーティクルボード工場を見学した時、現場の人たちに、「皆さんは本当に良く働きますね」と言ったところ、即座にその中の人から「そうしなければ我々なんかすぐにレイオフさ」と真面目顔で話した言葉が印象に残っています。

今年の住宅着工数はどのくらいまで落ちるか見当もつきませんが、中古の家でさえ実質所得の減少と金利負担の増大で売れなくなっていて、不動産屋が倒産しているのが現状です。木材業界でわずかに景気が良いのは、住宅の内装ボードを製造販売している会社で、住宅の買い控えにより、内部改装が増えているためです。

このような一部の企業だけが収益を上げるのではなく、一日も早く全体の経済が回復してくれることを願っています。そうすれば、不振の道内の輸出合板も再び増えてきて、それにつれ木材産業も明るきを取り戻してくれるでしょうから。

文献

- 1) Berge, A. et al. : Forest Products Journal 129No. 1 (1979)
- 2) 著者とMyers, G. E. : Forest Products Journalに投稿済