

Branch Spirit

九州支部

Kyutech/UPM MSSC を拠点とする
パームバイオマスの利活用研究

白井 義人

マレーシアとの出会い

私が本格的にマレーシアと関わりだしたのは1994年からだ。もう20年以上前だが、JICAの大型プロジェクトで現在も共同研究を続けるモハメッド・アリ・ハッサン先生(図1)の博士指導を依頼されたのがそのものの始まりである。当時、私は有機性廃液から生分解性ポリエステルであるPHAをつくるという発想を持っていた。嫌気処理を失敗させてメタンを発生させないで有機酸を蓄積させ、その中に光合成細菌や水素細菌といった古細菌を添加して有機酸を取り込み、PHAを合成させて菌体内に蓄積させるというアイデアである。アリ先生はこのテーマで博士を取ることに同意された。私はアリ先生にマレーシアではどんな廃液が問題なのか?と尋ねると、即座にパームオイル廃液と答えられた。私は油ヤシのプランテーションにも搾油工場にも行ったことがなかったので、彼に連れて行ってくれるように頼んだ。そして、当時、まだクアラルンプールの中にあつたブッキ・ラジャのSime Darby社の搾油工場に連れて行ってもらった。

一般的なバイオマスの難点

私の母校の京都大学で在籍した研究室が稲わらからエ



図1. FELDA社Sertig Hilir工場に設置された実験用メタン発酵タンクの前に立つモハメッド・アリ・ハッサン教授

タノールを作る研究をしていた。もちろん、研究としてはセルラーゼの反応動力学に関する顕著な成果をあげていたが、そもそも論として、秋以外に収穫できない季節性、かさばる稲わらの輸送効率の低さ、原料輸送に必要な燃料の問題等々、技術以前にロジスティックスに関する難しい問題があつた(今もある)。つまり、わざわざ稲わらからエタノールを作っても、それ以上のエネルギーが必要では?という疑問である。また、大学の講義では均質のバイオマスが1万トン集まっている場所でないといふ経済的なエタノール生産はできない、ということを知ったことも覚えていた。それが1994年の時点でも私の頭にあつた。

パームバイオマスの特殊性

搾油工場に行つてまず驚いたのは工場の正門から10台以上も続く、収穫された油ヤシの果実房(FFB)を満載したトラックの列だつた。当然だが、常夏のマレーシアでは果実房は毎日収穫されるので、これが毎日の光景だと聞いてさらに驚いた。工場に入るとまず目に入つたのが果実房から実を取つた後に残る空房(EFB)の山だつた。これらはFFBを入荷して空になったトラックに乗せられプランテーションに投棄されると聞き、啞然とした。後で知つたことだが、1搾油工場あたり年平均25万トンものFFBが消費されており、物質収支から考えると、その約1/4がEFBであるので、6万トンものEFBが排出されていることになる。私はここで日本ではバイオマス利活用に関して解決が困難なロジスティックスの問題がまったくないバイオマス源を見つけることができたのである。

そもそもなぜマレーシア?

当時、マレーシアにはバイオマスの利活用に関する国際水準の研究はほとんどなかつた。もちろん、その点、日本は世界を牽引していた。だが、日本にはその研究成果の経済性を実証する機会がほとんどなかつた。私はパームオイル搾油工場であれば日本の研究成果の社会実装に活用できると確信し、マレーシアに特別強い研究動機を持ったのだつた。それ以来、最初は毎月1回、1998年くらいからは月に2回ずつUPM(マレーシアプトラ大学)に共同研究のため訪ねるように努力した。

UPMはマレーシアで数少ない国立研究大学の一つであり、アリ先生もそうだが、彼の研究室に来る学生も飛び抜けて優秀な者が多く、論理建てた思考ができ、また、何より独学で基本を理解することができた。さらに、英語の原稿はいとも簡単に作る。また、学生が研究の壁に当たつても、ディスカッションでさまざまなアイデアを提供してやると、自分で気づいて壁を突破することがで

きる。つまり、普通にまともな研究ができるのである。これらが、私がマレーシアとUPMに執着している理由である。

顕著な成果と現在の研究

パームオイルの搾油プロセスからは5万ppm以上のBODを含む廃液が排出されるが、一般的にこれは広大な処理池で自然な嫌気、好気処理で処理されている。そのため、年間平均的に千五百トンものメタンが無為に放出されている。炭酸ガスに換算すると3万トンもの温暖化効果を示す。アリ先生と私は2003年から当時世界最大のパームオイル企業であったFELDA社と、タンク式の嫌気処理法で回収したメタンを用いた売電事業を目的とした共同研究を始めた。その結果、処理池からのメタン放出量や嫌気発酵の基礎的研究をまとめ、FELDA社はそれらを基に、地球温暖化ガス防止法として京都議定書で認められた、途上国と先進国の共同温暖化ガス事業であるCDMに2009年に登録された(図2)。これは我々の研究が社会実装された顕著な成果である。これらの成果が認められた形で、現在、私たちはJICA/JSTの地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)に「生物多様性保全のためのパームオイル産業とのグリーン経済の推進」という題目で採択され、研究を続けている。ここでは、サバ州の天然林の生物多様性を保全しつつ、パームオイル産業から排出される余剰のバイオマスとエネルギーをうまく活用して、新たなグリーン経済の推進を計り、マレーシアで最も貧しい州であるサバ州のパームオイル産業の環境への影響を無理なく大きく低減させるとともに、雇用の創出とGDPの増加につながる方法論の提案が求められている。この中で、もしサバ州の余剰パームバイオマスをすべて発電に用いれば、サバ州の現在の電力需要を軽く上回ることが明らかになった。このことは、現在未利用の余剰バイオマスを有効に活用されれば現在のサバの経済の倍以上の経済規模を



図2. FELDA社 Seriting Hilir工場に完成したパームオイル廃液の嫌気処理システム。2009年CDMとして国連に登録。

維持できることを意味しており、その際、この純然たるグリーンエネルギーを有効に利用すれば、より容易にパームオイル産業の環境保全と新産業展開の可能性が拓けると期待できる。

UPMとの共同研究の成果

アリ先生との国際共同研究は1994年に始まったが、1997年にアリ先生が博士学位を取得してからはさらに本格的に進捗した。ほとんどがパームバイオマスの利活用に関する研究であるが、この結果、100報以上の共著論文を査読付き学術雑誌に掲載させ、各々の大学から計30人(九州工大から17名、UPMから14名、内1名はデュアル・ディグリー・プログラムで両大学から学位を授与される)の博士号取得者を輩出させた。彼らの多くはマレーシアや母国の大学の教官、公立、あるいは、企業の研究所の研究者となっている。

Kyutech/UPM MSSCの設置と発展

九州工大もUPMも我々の20年以上の強固な共同研究と国際人材育成の仕組みに注目し、2013年UPM内にKyutech/UPM海外研究教育拠点MSSCを設置した。これは日本人とマレーシア人の極端に違う性格への着目ともいえる。私の長年の経験から言うと、マレーシアの人たちは仕事を60%まで仕上げるのは驚異的に早い。しかし、それ以降、100%にするのは異常な長時間を要する。と言うか、その気がない。一方、日本人は、仕事は100%でないと気が済まない。たとえば、研究の独創性についてである。マレーシア人の私の学生に研究の独創性を聞くと、パームバイオマスでは誰もやったことがない、という答が返ってきて、がっかりしてしまう。だから、Impact Factor(IF)が付いている雑誌に投稿すると、リジェクトばかりされて私のところに尋ねてくる。そこで別の視点からパームバイオマスだからではなく、たとえば、ここで述べたロジスティックスの問題がないパームバイオマスの特殊性に着目した独創性を指摘し、論旨を展開して論文が通るようにする。このような共同作業を、特に、21世紀に入ってから継続して続けている。

この拠点の研究に関する大きな役割の一つは、さらなる両大学の共同研究の活性化であり、このような成果と共同研究に及ぼす両大学それぞれの特色に基づく効果を両大学内に宣伝し、さらに共同研究を発展させる努力をしてきた。その結果、MSSC設置後、アリ先生と私の共同研究グループ以外に六つの共同研究グループが生まれた。その結果、MSSC設置以前の3年間の学術雑誌への掲載論文の評価指数(総数30報、平均IF:1.6/論文)が、MSSCの設置以降の3年間のそれらは60%以上も増加した。(総数50報、平均IF:2.6/論文)このように、我々の方法論は、これから先も、さらにスケールアップして受け継がれて行きつつある。