

レポート☆世界最大のバイオマスエネルギー会議

スウェーデン・ヨンショーピンで開催された WORLD BIOENERGY2012

(有)東京木質資源活用センター 川尻哲也

スウェーデン南部の都市ヨンショーピンで2年に1度開催されているバイオマスエネルギーの世界会議と見本市「WORLD BIOENERGY」。5月29～31日に開催された同会議に参加した(有)東京木質資源活用センターの川尻哲也氏が、そのレポートを寄せてくれた。同社は、東京・青梅市で「東京ペレット」の愛称で知られる木質ペレットの製造・ペレットストーブの設置・販売を手掛けている(編集部)。

はじめに

スウェーデン南部の人口8万人強の都市ヨンショーピンにあるエルミア国際展示場は、世界最大級の林業機械展「エルミア・ウッド」が行われることでも知られています。この展示場で2年に一度開かれるバイオマスの国際会議・見本市『ワールドバイオエナジー2012』に参加しました。

今年の展示会には170社が出展、世界各国から500人強が会議に集まりました。場所柄、ヨーロッパからの参加が大多数ですが、最新のバイオマスエネルギー情報を収集しようと南北アメリカ、アフリカ、アジアからの参加者の姿も目立ちました。

同会議の特長は“taking you from know-how to show-how”(知るから見るへ)をキャッチフレーズにしているように、見学ツアーやエクスカージョンなど現地見学プログラム

が充実していることです。

コペンハーゲンからの 見学ツアー

デンマーク・コペンハーゲン空港からエルミア国際展示場に向かうバスツアーでは、いくつかの地域熱供給プラントを訪問しました。

デンマークとスウェーデンは、海峡にかかるオーレスンド大橋でつながっていて容易に往来することができます。橋を渡る途中には、海上に風車が林立する様子が見られ、橋を渡るとスウェーデン第3の都市マルメに着きます。そこから北上しヘルシンボリへ。ここには港に面してオーレスン・クラフト社の大規模コージェネプラントがあります。この地域熱供給は総延長560kmの温水配管網を持ち、ヘルシンボリ周辺の人口約13万人の78%に温水を供給しています。このプラントは、燃料はほぼ100%ペレットであり、バイオマス専焼コージェネプラントとしてはスウェーデンでも最大級で



エルミア国際展示場の開場エントランスの風景

す。2006年に石炭からペレット仕様の発電設備に改修し、これによって、年間34万トンのCO₂を削減することができた、と担当者は胸を張ります。

このプラントでは年間約20万トンのペレットを消費しますが、それらは輸入ペレットで、70%はリトアニア・エストニアなどヨーロッパ産、30%はアメリカ産です。ピーク負荷時には天然ガスボイラーを使うこともあります。これは外気温がマイナス6℃以下になったときのみなので、燃料全体に占める割合は2%程度です。プラントに隣接して、ペレットを貯蔵できるヤードがありますが、3万トン分とあってその大きさに圧倒されます。中のペレットをみると、いわゆる工業用ペレットなので、崩れやすく、あまり質が高いわけでもなく、またペレットとブリケットの中間のような大きさのものもありました。

オーレスン・クラフト社以外にも、小型のコージェネプラントを視察しましたが、そこでは周辺地域で発生するチップや樹皮などを燃料にしていました。日本でいうところの地産地消エネルギーの考え方に一番近いと思ったのは、こういった小型コー



小型のコージェネ地域熱供給プラント。手前は燃料にする樹皮の山

ジェネプラントでした。ちなみにスウェーデンではバイオマス発電は全てコージェネで、メインは熱利用、電力が従、という関係になります。

スウェーデンで地域熱供給網がつくられたのは第二次世界大戦後（スウェーデンは中立国で参戦していない）からで、大幅に拡充したのは1960～70年代です。巨額のインフラ投資が必要ではありましたが、結果的には地域熱供給網の存在によって、化石燃料からバイオマスへの劇的な転換を果たすことができたとも言えます。かつては「土建国家」と呼ばれたほど公共工事が多い日本なのだから、たとえば札幌や盛岡や仙台の都市部に地域熱供給網があったら、などと思わず考えてしまいました。地域熱供給分野での設計・施工・

運用ノウハウにおいては、スウェーデンの経験に学ぶものは多いと思います。

ワールド バイオエネルギー会議 と展示会

会議のオープニングの全体セッションと、最終日のまとめセッションを仕切ったのはトーマス・コーベリエル氏で、彼は前スウェーデン・エネルギー庁長官にして、現在は日本の新エネルギー財団（ソフトバンクの孫正義氏が設立）の代表理事を務めています。日本ではあまり知られていませんが、エネルギー庁長官時代にバイオマスエネルギー利用を強力に推進した人物として、スウェーデンの関係者間では大変尊敬



展示会場 ロシア・エネルギー庁のブース



展示会場 オーストリアのブース



屋外展示場でさまざまな大型チップパー



屋外展示場に積み上げられたチップの山

され、日本での活躍に多くの人が期待を持っていたことは一言触れておきたいと思います。

会議の冒頭、バイオマスエネルギー発展への貢献を表彰するワールド・バイオエナジー・アワードがアメリカのハリー・ストークス氏に贈られました。氏の主宰するプロジェクトガイア (www.projectgaia.com) は、アフリカの家庭での調理用に、燃焼がクリーンなエタノール・メタノールコンロを普及させる活動をしています。これによって、バイオマス利用に起因する、ばい煙による健康被害を低減させるのが目的です。技術的に最先端かどうかではなく、草の根運動による問題解決の実践が評価されるということは大変興味深いものでした。

会議、見学ツアーと並行して、ホールと屋外では見本市が催されました。バイオマスの収集、加工、利用とサプライチェーンに関わる様々な企業が出展していました。その中で目立ったのは政府機関が大きなブースを構えていたオーストリア、カナダ、ロシアの3国でした。ロシアはエネルギー庁、カナダは貿易部のブースで、機械製品よりもむしろ、

自国の豊富なバイオマス資源を積極的にPRしていました。

オーストリアは木質バイオマス技術最先進国の自負があるのででしょう、展示場の入り口付近に大きなブースを構え、KWB社やハーガスナー社といった、90%以上のボイラー効率をもつ高性能ペレット・チップボイラーを堂々と展示していました。オーストリアの製品は他国製品に比べて何割か高価ではありますが、高効率ゆえに国際競争力があります。一方、KWB社が以前発表した、スターリングエンジンを組み込んだマイクロコージェネ・ペレットボイラーは、スターリングユニットが高価すぎるということで残念ながら研究開発のみにとどまり、市販の予定はないとのことでした。

他の展示で興味深かったのは、ノルウェーのバイキング・ヒートエンジン社 (www.vdg.no) が開発中の「クラフトエンジン」という発電機です。これは小型の有機ランキンサイクル (ORC) の一種で、150 ~ 200℃の熱を入力し、タービンではなくピストンを駆動させ、5kW程度の電力を得るというものです。廃熱・太陽熱・地熱・バイオマス燃焼など多様な熱

源と組み合わせることができ、既存自動車エンジンの製造ノウハウを活用することでコストを抑え、価格競争力を持たせています。2013年初めよりフィールドテスト開始、同年後半にはテスト販売が予定されています。

木質ペレットの世界動向

会議は5つの分科会に分かれ、多くの国から様々なテーマの約100本のレポートが発表されました。

その中からペレットに関する動向をいくつかお伝えします。まずはペレットの世界的動向について、多国籍エンジニア企業 POYRY 社の発表から。2010年の世界全体のペレット消費量は年間1,600万ト^ンで、上位5か国 (アメリカ、スウェーデン、デンマーク、イタリア、ドイツ) で6割を超える1,000万ト^ンを消費しています。またイギリス、ベルギー、オランダは3か国で15% (240万ト^ン) を占めますが、ここでのペレットの消費の90%以上は発電に使われています。同社では年間17%の成長を見込み、2015年には世界全体で3,700万ト^ン、2030年には5,900万ト^ン



林内で高性能林業機械による小径木伐採のデモ



エルミア展示場の遠景

まで利用が拡大すると予測しています。現在、世界で80以上の大型ペレット工場プロジェクトが進行していて、ペレット供給源としてはアメリカ・ブラジル・カナダ・ロシアが見込まれています。

生物多様性保全、炭素貯留、また違法伐採の問題から、コンプライアンスが満たされない地域からのペレット供給は認められなくなる、これは当然ながら木材と同じ流れです。西ヨーロッパでは消費が今後も拡大する一方、供給力の拡大は限定的であるため、供給地（アメリカ・カナダ・ブラジル・ロシア）と

の貿易が拡大する、つまり国際商品化の流れが明らかになってきています。ペレット生産の多い国と利用の多い国は必ずしも一致しない、地産地消とは違ったペレットの姿があります。日・韓・中を中心とした東アジアでもペレットの消費は拡大し、カナダ・アメリカの西海岸寄りに製造拠点のあるペレット工場がアジア市場をターゲットにすることで、太平洋側のペレット貿易が大西洋側から自立して拡大していくという見通しも示されています。今後は原油や天然ガスのように、ペレットも先物取引市場で扱われるようになるだろう、というのが

POYRY社の予測です。

スウェーデンに限らず、その他の国でも、バイオマスを政策的に推進してきた動機の一つはエネルギー安全保障であったはずですが、ところがペレットの需要が拡大していくと大陸間の貿易も拡大していきます。その時に各国はエネルギー安全保障という考え方と輸入

拡大にどう折り合いをつけるのか。さらに、今後の供給拡大地はカナダ・アメリカ、国際的に批判の多い両国の気候変動対策との関連性を考えると、いつまでも輸出が続くのか。発表を聞きながらそのようなことを考えました。

ペレットを石炭のように使う技術

ペレットプラント大手のアンドリッツ社、またアメリカのジルカ社からは、ペレットのトレファクションについて発表がありました。トレファクションとは「焙煎」や「半炭化」といった意味で、原料バイオマスを低酸素下で250～300℃で高温処理をし半炭化させたものです。こうすることで単位重量あたりのエネルギー密度が通常のペレットに比べて約20%高くなり、輸送効率が向上します。また、物理的な性質が石炭に近くなるので既存の石炭発電所でバイオマス混焼用の設備改造が最小限で済むこと、石炭との混焼割合を高められること、ペレットと異なり耐水性があるので港湾など屋外での積み降ろしが容易になることなど

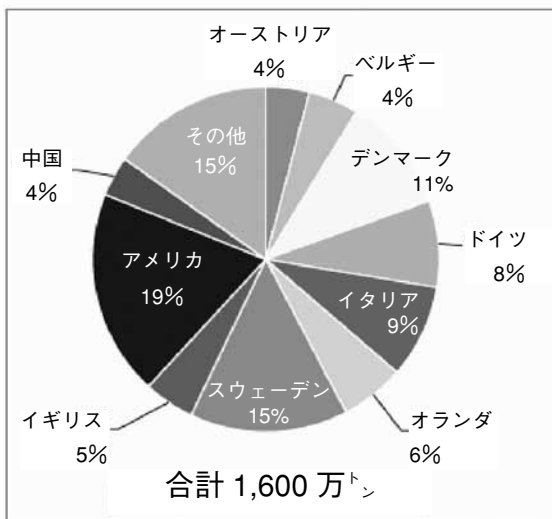


図1 ペレット国別消費量 (2010)

出典：POYRY 社資料

のメリットがあります。つまり、ペレットを石炭のように使うためにエネルギーの質をさらに向上させる技術と言え、これも前述のペレットの国際流通商品化・工業利用増加に今後関わってきます。

木材由来以外のバイオマスによるペレット

ミックスバイオペレット (www.mixbiobells.eu) という新しい取り組みもなされています。これはEUの財政支援のもとに7か国(ドイツ、スウェーデン、フィンランド、デンマーク、イタリア、オーストリア、スペイン)の研究機関が共同で行うプロジェクトです。木材由来ペレットの原材料確保の問題、また遊休農地の活用、気候変動対策を背景に、地域で発生する利用可能なバイオマスのペレット化、エネルギー利用が試みられています。麦わら、牧草、トウモロコシの穂軸、オリーブの搾りかす、ヨシ、ブドウの剪定枝、菜種粕、泥炭、アーモンド殻など地域性に富んだ多種多様な原料を対象にしています。このような新しいカテゴリーのペレットがエネルギー市場から認知されるために、市場に導入

する際のプラス・マイナス要因を抽出することがこのプロジェクトの主眼になっています。農業系ペレットというカテゴリーのEU規格の策定も準備段階に入っています。

このように、世界のペレット市場は拡大、国際商品化という大きな流れの中にあります。その中でトレファクション技術のようなエネルギーとしての質の向上、ミックスバイオペレットのように対象バイオマスを広げるすそ野の拡大など、全方位的に拡大しつつあるということを実感しました。

スウェーデンのペレット工場

会期中には3か所のペレット工場を見学しました。デローメ社(年間生産量5万ト)、フェーゲルフォー社(同3万5千ト)、ラントマンネン農協(同10万ト)です。

日本国内の年間ペレット生産量が6万トといわれているので、1工場で日本の70~80工場を全部合わせた量のペレットをつくっているようなものです。とはいえ、とんでもなく大きいペレット製造機があるわけはありません。ペレット成型機は日本では時間当たり1トクラスのものがよく見られますが、こちらでは時間当たり3~4トの製造能力のものを並列に複数並べています。また夏休み以外は工場を止めない、3交代で24時間操業の形が多いので、8時間稼働に比べると3倍の設備稼働率になります。毎時3ト×3基×24時間×330日=7万ト/年、といった計算です。

2010年にはスウェーデン全体で160万トのペレットが生産されています。今では需要が拡大し、近隣国や北米からのペレット輸入国にもなっています。スウェーデンに最初のペレット工場ができたのが日本と同じ1982年、オイルショックの経験から国産エネルギーの必要性、という背景も同じです。スウェーデンでは1991年から二酸化炭素税(環境税)を導入、化石燃料に課税することで再生可能エネルギーに価格競争力が生まれ、これが市場の発展を後押ししました。

一方、その頃の日本はバブル経済が崩壊、その後の「失われた10年」はペレット産業にとっても空白期間であったといえます。スウェーデンのペレット市場を一文でまとめると「森林産業が健全であることで豊富な資源が存在、強力な政策支援の

一方、その頃の日本はバブル経済が崩壊、その後の「失われた10年」はペレット産業にとっても空白期間であったといえます。スウェーデンのペレット市場を一文でまとめると「森林産業が健全であることで豊富な資源が存在、強力な政策支援の



ペレット工場では袋詰めされ出荷を待つペレットの在庫



ペレット工場内の成型機



ペレット工場に、近隣からプレーナー屑が搬入される様子。荷台が横向きにダンプする



ナッカ市の小規模ペレット熱供給のペレットサイロ

もと市場が発展」とでもいえないでしょうか。そうすると、日本でキャッチコピーとして目にする「バイオマスで低迷する林業を活性化」というのはやはり物事の順序が逆であるわけで、それを限定的な政策支援のもとでどうやって普及をさせられるだろうか、日々思い悩むことがさらに重くのしかかるスウェーデン滞在でした。

電気に偏らない エネルギー論議を

現在、日本のエネルギーをめぐる議論は、電力供給をめぐる問題に矮小化しています。まずこの時点で低温熱利用——バイオマスや太陽熱利用——が政策の枠組みから外れてしまうことは問題だと思います。

エネルギーとは「輸送・熱・電力」を合わせた全体量の問題、つまり電力はその一部に過ぎず、車の燃料やシャワーのお湯も含めてエネルギー問題であるという認識が、エネルギー議論の前提に必要ではないかと思えます。その上で「日本は木質バイオマスを使わない」という選択肢はあり得ないだろうから、生活に必

須の熱需要に対して木質バイオマスをどのように位置付けていくか、どのような利用形態に普及可能性が高いか、それを実現するインセンティブは何か、といったことを、各国の事例に学びつつ現実的に考える必要があると思います。FIT制度の導入で再生可能エネルギー機運が高まったことはプラス材料ですが、政府のエネルギーシナリオ選択肢でも熱利用政策について触れていないことには違和感があります。

スウェーデンの放射能対策

ペレット、またその燃焼灰の放射能汚染の問題について、チェルノブイリ事故に対するスウェーデンの対応を調べてみました。スウェーデンでは環境省管轄下の放射線安全庁が原子力を監督しています。スウェーデンでは岩盤に含まれるラドンなどが多いため、バックグラウンドの自然放射線による平均被曝が年間3ミリシーベルトと日本の2倍以上ありますが、これ以外の被曝量を1ミリシーベルト/年以内に抑えるよう、安全の指針が定められています。

灰の処理については、セシウム

(Cs) 137が5,000ベクレル/kg未満のものは林地還元や通常埋め立て処分が可能、5,000ベクレル/kg以上のものは特別管理が必要になります。これはコージェネプラントや大型ボイラーなど大量の灰が発生する場合です。

家庭用の薪ストーブ、ペレットボイラー、ストーブなど小規模利用の場合には、特に法の定めはありません。家庭での使用で発生する程度の量を測定するのは現実的でなく、考えられるリスクも無視できるレベルである、ということでしょう。庭に散布する場合は「畑でないところ」に撒くことが推奨されています。リスクが無いのなら畑に撒いてもいいのではないかとはいえそうな気もしますが、必要性のない被曝は可能な限り減らす、という原則に立てばこれも妥当な措置だと思います。

ナッカ市の小規模 ペレット熱供給システム

会議後はストックホルムに滞在し、いくつかの視察をしました。ストックホルム県ナッカ市は、ストックホルム中心部から西へ5kmほど



蓄熱槽 2,000ℓ×2 基のカバーは木製

行った、ショッピングセンターなどもある市街地です。この町にあるペレットを使った小規模熱供給システムを訪問しました。

フォルクサムという保険会社が所有している賃貸住宅で、4棟、合計106軒の住宅があります。各戸に集中ボイラー室から給湯と暖房の熱を供給しています。

建物・ボイラー室ともに、1960年代に建てられたものですが、ボイラーは5年前に灯油からペレット熱源に切り替えられました。

建物の駐車場の裏側に、円筒型のペレットサイロがあり、手前にペレット配送バルク車からの吹き込み用ホース接続口があります。ボイラー室は10×15mほどの広さで、ペレットボイラーとバックアップ用の灯油ボイラーが並んでいます。

このボイラーからの熱が、2,000ℓ×2槽の蓄熱槽を経由して106世帯の給湯と暖房をまかなっています。ボイラーの更新時に灯油ボイラーの3倍の設備投資額が必要でしたが、熱量あたりのペレット価格は灯油の30～40%ほどなので、投資差額は4年弱で回収することができ、その後は化石燃料よりランニン

グコストが安い分得になります。

スウェーデンでは灯油に二酸化炭素税が課されていますが、仮に炭素税を抜きにしても、今ではペレットのほうが安い状況になっており、これはスウェーデン政府による市場誘導策の成果といえます。

ここでは180kmほど離れたペレット工場からペレットを購入しており、毎年7～8月にペレットの価格交渉を行うとのこと。各戸に対する熱使用料金ですが、スウェーデンでは一般的に、賃貸住宅では給湯・暖房費は家賃に含まれるとのこと、戸別の熱量計はここでは見ることができませんでした。また、家賃に給湯費が定額で含まれていることは、熱を節約するモチベーションにつながらないようです。分譲住宅の場合は戸別の熱量で料金を徴収します。

1世帯あたり5kW以下の出力で運用

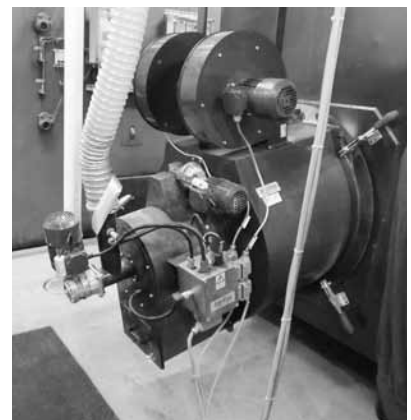
ボイラー室は清潔で整理整頓されており、運転トラブルは起こったことがないとのこと。このシステムの設計者によると、トラブルなく長期間運用するキーポイントは、日常のメンテナンスであり、取扱者がメンテナンス技術を正確に習得することが必要、ということでした。ここでの灰掃除など日常のボイラー管理は、ビル管理人が行っています。

ナッカ市の熱供給システム仕様

ボイラー：ヤンファイヤ社製ペレットガンバーナー 500kWを組み込んだ温水ボイラー
 ペレットサイロ容量：80m³ (約50ト)
 ペレット年間使用量：約300ト
 180kmほど離れたペレットメーカーより購入
 ペレット購入価格：約19000円/ト (年間579万円)
 ボイラー設備投資金額：約2500万円

約100世帯の熱需要(調理除く)が一括で再生可能エネルギー由来に切り替えられる点、利用者には何ら手間がかからない点に加え、コスト的にもメリットがあります。

スウェーデンの冷涼な気候の中、106世帯で500kW、つまり1世帯あたり5kW以下で暖房・給湯が可能であるというところに、大きな魅力を感じました。日本の生活文化では入浴(浴槽にお湯を張る)があるので、熱需要やそのピークが大きく、同様のシステムを組む場合には、ボイラーの容量をもう一回り大きくする必要があると思われます。しかし日本でも条件を整えば、このような小規模な地域熱供給システムは、たとえば集合住宅などで、非常に有効なシステムではないかと思います。



500kWのペレットバーナー(ヤンファイヤ社製)