

木質バイオマス活用によるエネルギーの地産地消と地域づくり

前小諸市「緑の分権改革推進」事業プロジェクト・マネージャー

小島 健一郎

1. はじめに

小諸市では一昨年、2010年度の事業（実際は2009年度事業の繰越）として、総務省補助「緑の分権改革」推進事業を受託し、木質バイオマスのエネルギー利用について実証調査を実施しました。事業内容は、小諸市をはじめとする東信地域の森林資源を対象に、林業から出るバイオマス資源を発電と熱供給（この仕組みを熱電併給あるいはコージェネレーションと呼びます）に使えないかどうか検討することにあります。プラントの規模を最初から1万キロワット級と規定し、地域で生まれたエネルギーを地域で活用することを目的としています。本年3月末を事業の完了期間とするなかで、3月11日に東日本大震災が起きましたので、震災以前は「絵空事」と思われていた事業内容が急に現実味を帯びてきましたのではないかと考えています。

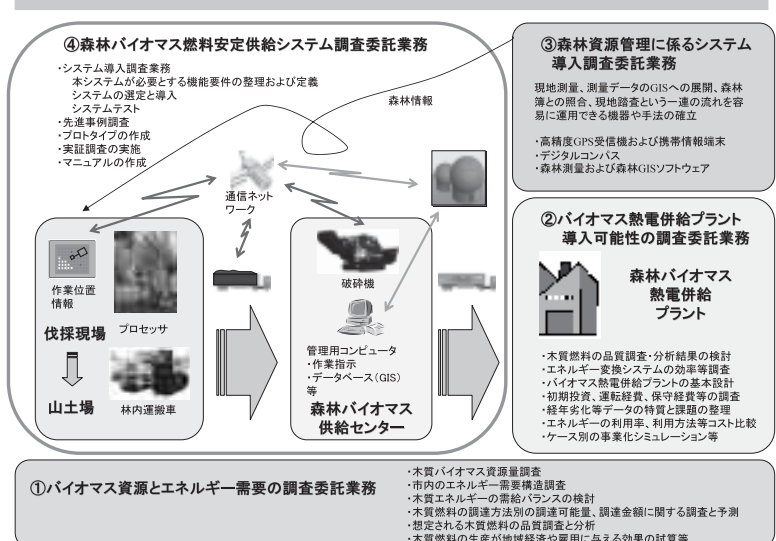
そもそも総務省のいう「緑の分権改革」とは、少し長いですがそのままを引用するならば、『地域主権改革の一環として、行財政制度の改革にあわせて、クリーンエネルギー、食料、歴史文化資源等の地域資源を最大限活用し、地域の活性化、絆の再生を図ることにより、中央集権型の社会構造を分散自立・地産地消・低炭素型に転換し、「地域の自給力と創富力（富を生み出

す力) を高める地域主権型社会」の構築を目指す』ことだとされます。

2. 事業内容

昨年度の実証調査では、森林バイオマス（木質バイオマスという呼び名もありますが、あえて森林から直接産出されるバイオマスをこう呼ぶことにしています）による熱電併給事業を「想定」し、それを導入するための基礎調査として実施しました。具体的には調査を4つの専門分野に分割し、①バイオマス資源とエネルギー需要調査、②バイオマス熱電併給プラント導入可能性調査、③森林資源管理に係るシステム導入調査、④森林バイオマス燃料安定供給システム調査としてそれぞれ入札

森林バイオマス資源活用調査イメージ図



を経て調査会社やメーカー、システム会社に発注しました。

事業費は2,420万円で、全て総務省からの補助でした。しかしながら、事業の実施にあたっては市役所側に専門的知識が必要ということで、私はこの事業の実施のためのプロジェクト・マネージャーとして採用いただき、単年度ではありませんでしたが補助とは別に市の単費から管理業務委託として発注いただき、事業を遂行しました。私の知る限りでは、この事業を遂行するために専門要員を外部調達した事例は他に事例がないと思いますし、財政事情がよくない中で尽力いただいた市役所の方々、ならびに小諸市民の皆さんに感謝しております。いずれにしましても、総務省「緑の分権改革」推進事業は2009年度分が計142都道府県、総額37億9,210万円、2010年度分が27都道府県、総額1億1,614万円で実施されました。県内で見ると、長野県3,484万円、上田市1,950万円、茅野市600万円、小布施町270万円、飯田市2,010万円（2ヵ年）です。

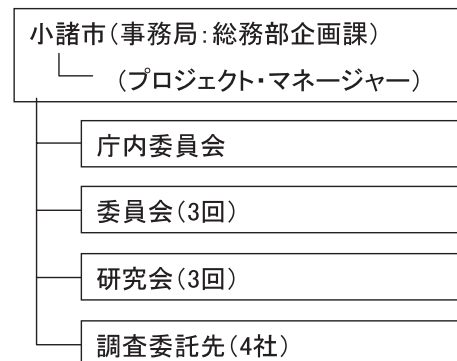
□

これまでバイオマスを含む再生可能エネルギーの調査は、今回の総務省「緑の分権改革」事業でいうところのクリーンエネルギー以外にも、経済産業省の資源エネルギー庁によって、その外郭団体である独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（略称NEDO）を通じて行ってきた通称「新エネルギービジョン（略称新エネビジョン）」と呼ばれる一連の調査事業が有名です。この調査と今回の「緑の分権改革」による調査が似通っている、あるいは縦割りによる予算執行上の重複だという指摘もありますが、実際、新エネビジョンは1998年度から2009年度までに1,389件が実施されており、北海道

を除く都道府県46団体の実に98%、市区町村は809団体（全体の47%）が調査を実施済みです（注1）。

この新エネビジョンには初期調査、重点調査、実行可能性調査（FS）と三段階の調査メニューが用意されており、新エネルギー全般からエネルギー別の調査、さらに発電や熱供給など個別の事業にあわせた経済検討を含む詳細調査が実施できるようになっていました。流れとしては①まずは地域のエネルギー資源を網羅的に調査する、②その中でも有望なものを重点的に調査する、③事業化が可能と思われるものを詳細に調査する、ということです。今回の「緑の分権改革」事業もNEDOの新エネビジョンと同様の調査手法が多く採用されたと思われますが、大きな違いとして1年という短い期間で実証調査までを実施しなければならないということで、小諸市としては、森林バイオマスによる1万キロワット級の熱電併給事業を出口と仮定することで、エネルギー源と事業化のイメージを絞り込んだ上で、必要な調査を実施することにしました。

調査にあたっては、庁内委員会を必要に応じて開催したほか、地元の関係者や市民団体、学識経験者を交えた委員会を計3回、そして小諸市民をはじめとする一般の方々に公開する場としての研究会を計3回開催しました。



3. フィンランドから学ぶ

私は1995年から木質バイオマスのエネルギー利用を専門として活動を続けていますが、日本においてこの分野で成功事例と呼べるものはほとんどありません。ゆえに原発事故による電力・エネルギー危機が生じて、メディアにおける報道で「自然エネルギー」に付く枕詞は「太陽光や風力など」ということになってしまっており、残念で仕方ありません。日本は森林資源があるのに使えない。それは産業としての林産業がうまく成立していないからで、それゆえバイオマス業界にも成功事例がないのです。新エネルギービジョンの策定やそれから派生した事業をみますと、まずは小さく始めてみようという事例が多いように感じます。確かに初期の事業リスクは小さくて済むのかもしれませんが、それが市場と呼べるまで成長するのか、産業を創出できるのか、常々疑問を持っておりました。

そのような中、2007年にフィンランドから専門家をお招きして長野で開催したペレットクラブの勉強会のなかで、講師のマルックさんが1つの経験とそこから得られた3つの教訓を教えてくださいました。彼いわく「我々の経験は何かといった時に、バイオエネルギーの重要なことというのは三つの言葉に尽きる、それは原料であり、原料であり、原料である」ということでした。

1つめの教訓は、「フィンランドでも『鶏が先か、卵が先か』ということで、燃料を作ったら誰が買ってくれるのか、プラントを作ったら誰が燃料を供給してくれるのか、という問題は常に存在します。大きな需要を作って、大きなリスクを伴いながら大きく前進するのか、それとも小さなプラントで小さなリスクで少しづつ

進めていくのかという問題もあります。中央フィンランドの場合は、大型のボイラを導入して大きく変わりました。大きな投資に引きずられるように大きな燃料の流れができていくので、それが良い影響を及ぼすことを狙ってのことです。その中でもいくつかの会社がそれぞれ競いあって、また燃料供給の保障体制を展開することで、燃料供給も拡大しています。」ということでした。

□

2つ目に、「1つの燃料生産業者と1つの利用者というのはマーケットと呼べない。このような状態では遅かれ早かれ、持続不可能なものとなってしまいます。ですから我々が計画を進める時は1対1を対象としているのではなく、その対象エリアにある複数の生産者と複数の需要家といったものを対象にしながらか計画を進めます。関係者を複数存在させる必要があります。」とお話になりました。

3つ目は、「研究集会より現場でバイオマス供給システムを紹介せよ」というもので、「実際に現場に行ってみると、いろいろなことが見えてきます。セミナーで考えているだけだと失敗する原因がいくらでも思いつくのですが、現場に行ってみるとそういう消極的なことではなく、どうやったら開発がもっとうまくいくかというようなことを考えるようになってくるものです。」というものでした。

そして最後に、「どういう場合に成功するかというと、政策を決める人が十分な情報に基づいて判断する場合です。バイオマスの場合は、システムが地域社会に深く根付いているため、関係者が非常に多くなる傾向があります。関係者は政府、行政だけでなく、土地所有者や燃料

を供給する人、あるいはプラントに関わる人、技術者などと、関係者が多くなっていく傾向があります。バイオマスのプロジェクトを始める場合には、そういう関係者の数を特定することが非常に重要です。そして、場合によっては訓練をすることが重要になってきます。例えば効率の問題がありますが、木材の伐出も人によって50%の効率の差が出る場合があります。こうした差は簡単に埋まるものではなく、むしろ訓練によって埋めていくものです。」と教えていただきました。大変示唆に富む内容だと思います。

この説明は、まさに私が95年以来思い描いてきた活動に明光を与えてもらったといっても良いほどの衝撃でした。ですので今回、プロジェクト・マネージャーを拝命したときに目指した理想は、中央フィンランドにおいて「ダイナミック・バイオエナジー」プロジェクトを牽引したマルックさんだったといえるかもしれません。



Keljonlahti熱電併給プラント

マルックさんたちが関わったユバスキラ市にある最新式の熱電併給プラント。2010年運転開始。熱出力41万キロワット、うち発電は21万キロワットで残り20万キロワットは地域暖房に使用。湖水を使った冷却装置を装備しているため、夏場でも発電のみで運行可能。燃料は森林バイオマスと泥炭

4. 調査結果

まず、資源量に関しては、現時点で未利用となっている森林バイオマスを対象とするということで、C材（大きく曲がった材、短尺材）とD材（小径木、根元、梢短部）、枝葉が地域にどれくらい存在するか、また利用可能なのかを調べました。結果、事業に必要な資源量が年間11万5,670トン（生重量：水分30%）であることに対して、東信地域の森林資源（国有林含む）からは8万8,316トン、約76%が調達可能とわかりました。試算は森林の成長量を対象に行い、かつ保安林などは除きましたのでこれだけの量を調達しても、森林資源は枯渇しません。



鉄道による木材の輸送（フィンランド）

未利用部分であるC、D材の発生比率を現在の利用部位であるA、B材に対して約3割と想定しているのですが、この比率も森林の状況によっては変動しますので、必要な資源の76%という数字は辛めにみた数字だと認識しています。いずれにしても、少し足りないのですが、足りない分は北信地域から鉄道で輸送できないかどうか、検討しました。北信地域は森林資源が豊富で、民有林だけでも未利用材が8万7,314トンもあるので、輸送の問題が解決するならば現実的な数字だと思います。

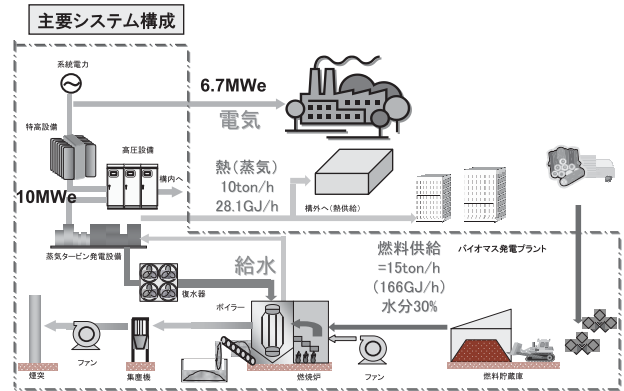
次に燃料の価格ですが、当然のことながら資

源が存在しても価格が折り合わなければ燃料として出てきません。試算の結果、5,000円/トン（生重）の場合は約2割、8,000円/トン（生重）の場合は約9割が調達可能とわかりました。



道路脇へのバイオ燃料集積

バイオマス熱電併給プラントの導入可能性調査については、ボイラの容量を1万キロワットとした時、実際の発電出力は6,700キロワット、熱（蒸気）の供給量が毎時10トンという想定になりました。受け入れ可能な燃料チップの水分は最大30%です。初期投資は43億円、売電価格を18～23円/kWh、売熱単価を5,876円/トン（蒸気）、事業期間15年で事業化シミュレーションを行った結果、燃料単価5,000円/トン（生重）で売電単価20円/kWhもしくは燃料単価6,500円/トン（生重）で売電単価23円/kWhの時に事業として成立することがわかりました。現在、国会で再生可能エネルギーによる発電の全量買取法（FITと呼びます）が審議されていますが、この法案が通れば売電単価20円/kWhで15年の固定価格は保証されることになっています。ちなみに23円/kWhの想定は、バイオマスが燃料であるが故に電源としての可変性を考慮しプレミアム価格として+3円/kWhが見込めるという考えによります。



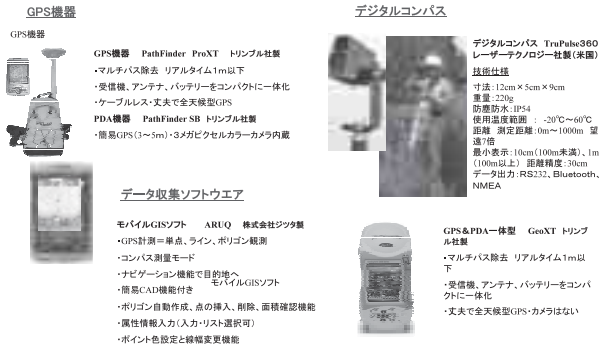
プラントの概略フロー

今回の小諸市の調査で特徴的なのは従来の資源量調査やプラントの事業採算性調査のほかにシステム面での調査を実施した点にあると思います。というのも、上述したとおり、バイオマスのエネルギー利用は燃料の調達に命であり、作業員への指示や輸送が事業性や採算性を大きく左右するため、それらを適切に管理するためにはシステムというソフトが欠かせないからです。この「システム」に関して、今回は2つの分野に分割して調査を行いました。

一つは森林の管理システムです。森林バイオマスは森林から算出されるわけですから、その管理が適切にできないと、いつ、どこで、どんな資源がどれだけ伐られるのか、予測ができません。また、間伐や皆伐、保育などの作業を計画的に実施することができません。最近では、林業の近代化にあわせて林業の現場にもデジタル測量機や森林GIS（地理情報システム）が導入されるようになってきました。これらの機器やソフトを使って、森林の管理とバイオマスの生産を管理する手法について調査を行いました。

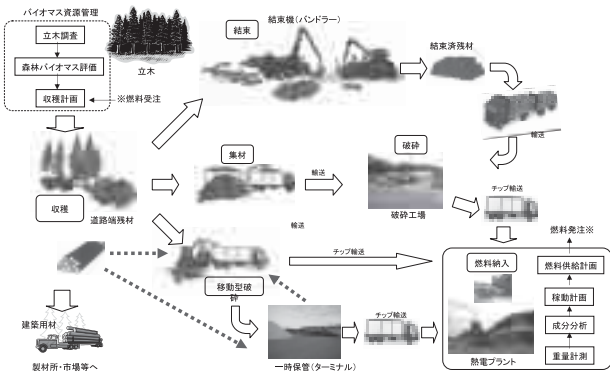
森林管理の手法として、林業用の測量システムに立木の評価機能を持たせることでバイオマス資源の情報（地理情報を含む）が入手可能と

わかりました。また、携帯式の端末を応用することで、建築用材の生産時にバイオマスの二次情報（生産情報）が入手可能とわかりました。

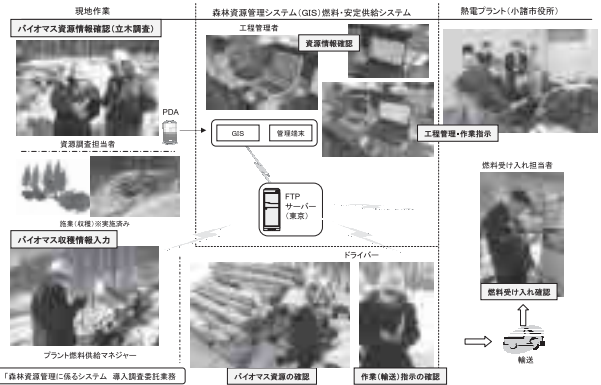


システム構成（調査機器）

もう一つのシステムはいわゆるサプライ・チェーン・マネジメントと呼ばれるシステムで、森林バイオマス燃料安定供給システムと呼んでいますが、プラントの運転に必要な燃料の安定供給を支援するシステムです。必要とされる機能要件を定義し、プロトタイプを作成、システムテスト（実証調査）を実施しました。上述した森林管理システムとの統合により、資源量や燃料の調達時期、品質、コストの予測が可能になり、事業の計画性が向上することがわかりました。また、収穫時の破碎や輸送など作業指示を通じてサプライ・チェーン・マネジメントを



サプライチェーン



実証調査の概要

構築することができるようになりました。さらに、建築用材の調達システムと統合することで林業との相乗効果が確認できました。

5. まとめ

以上の調査から、東信地域における森林バイオマスを活用した1万キロワット級の熱電併給事業は、資源量は東信だけで8割弱、北信も入れると十分に存在することがわかりました。プラントは全量買取法の成立により燃料単価5,000円/トン（生重）で売電単価20円/kWhもしくは燃料単価6,500円/トン（生重）で売電単価23円/kWhの時に事業が成立することもわかりました。さらに既存の森林GISで燃料供給のための森林管理が可能であることと、森林バイオマス燃料安定供給システムの導入により、事業の計画性が飛躍的に高まり、大量に必要な燃料チップの供給が可能になることがわかりました。

しかしながら一方で、C、D材だけの収集は無理があるので、A材からD材まで森林から産出される全ての資源を活用する仕組みが必要である、つまり大型の製材所や合板工場など建築用材の活用施設の設置も同時に必要ということ

がわかりました。これらの工場を導入することで、熱電併給プラントから発生する熱（蒸気）も活用できるので、プラントの採算性も向上します。つまり、この規模で事業を成立させるためには、製材（年産10万立方メートル級）とエネルギープラントの両方の導入が必要ということになります。

6. 今後の予定

この規模で事業を進めていくには、1万キロワット級の熱電併給プラントと10万立方メートル級の製材（あるいは合板）工場がセットで導入されなければなりません。このような事業は行政が実施するよりも民間事業として実施するのが望ましいという判断のもと、今年度は市が民間の事業主体や地元の市民団体などと協議しながら、事業の詳細な計画を詰めていく予定です。残念ながら2011年度の総務省補助は不採択でしたが、森林資源情報の確度向上と資源管理の手法確立を目的に、資源活用によって森林所有者に利益を還元し、もって地域のエネルギー自給率を向上させたいと考えています。

7. おわりに

なぜ森林バイオマスに焦点を絞り込んだのか、どうして1万キロワットなのかという質問をよく受けます。まず、バイオマスに関して、長野県では森林資源が未利用だからです。県土も広く森林率も高いのに実際に伐採されている森林の量は決して多くありません。バイオマスは太陽光や風力など他の自然エネルギーと比べて大きく3つの違いがあります。最大の違いは、他のエネルギー源は人が何もしなくても装置さえ

あればエネルギーが発生することに対して、バイオマスは「燃料」であるバイオマス資源を収穫、運搬し、燃料化しないとエネルギーが生み出せないことにあります。労働集約的ともいえるかもしれませんが、それが故に利用が進んでいないのですが、逆に言えばヒトが介在する産業が創出されることを意味し、雇用につながるということです。もう一つの大きな違いは、バイオマスはそれこそ「燃料」であることです。燃料であるがために必要なときに必要な量のエネルギーを取り出すことができます。例えば現在問題になっている電力の需要ピークにあわせて発電することや、逆に需要の少ないときに絞ることができます。発電（プラント）容量も燃料の量にあわせて増減が可能です。最後の違いは電気だけでなく熱も利用できることです（あるいは、熱を利用したうえで電力も取り出すことができるということかもしれません）。福島原発の事故が起こるまでは、新築の家庭において圧倒的に多く採用されていたのはオール電化でした。原子力発電所の稼働率を高めるために夜間電力を使ってお湯を作るというのがその仕組みですが、ウランを燃やしてできた熱でタービンを回して作った電気を遠くまで送電し、再びお湯にかえることの不条理をどのように考えるべきでしょうか。原発では発生したエネルギーの7割を冷却に使ってしまいます。バイオマスを例えばストーブやボイラで利用すれば、総合利用効率は7割を超えるでしょうから、その点、大規模発電よりも効率的といえます。つまり、暖房用の熱源ならばバイオマスで十分であり、燃料であるから必要に応じて出力を変えることができ、しかもその資源は地域に存在する、ということなのです。

次になぜ1万キロワット級かということ、前述

のエネルギー利用効率のお話とは矛盾する（発電のみでは総合利用効率が低くなる）部分もあるのですが、その理由は①発電を一つの出口と考えるときに国内で若干の取り組みのある2千キロワット級では事業として採算性が取れないこと、最低でも5千キロワット、希望として1万キロワットの出力がないと初期投資に耐えられない（経済計算が成立しない）こと、②資源（燃料）の収集を考える際に、今回は林業との棲み分けを考慮し、いわゆるC、D材と呼ばれる建築用材不適木や枝葉などの林地残材を対象としましたが、これらの材を集めるためにはA、B材と呼ばれる高く売れる部分も集める必要があります（木は1本なので）、そうするとAB材を使った新しい産業（今回の場合は年10万立方メートル級の製材あるいは合板施設）を同時に導入する必要が生まれます。そこで必要となる木材乾燥用の熱が毎時約10トンの蒸気ですので、そこに蒸気を送気してなおかつ成立するプラントの規模はやはり1万キロワットということになります。

電力危機を契機にスマートグリッドが取り上げられていますが、小規模な電力網を構築するためには、その中心にエネルギー源がなければグリッドを小さく区切る意味がありません。ブドウの房のように小さな実がそれぞれに閉じたグリッドを構成し、それらをつなぐ枝が送電網となり、全体として大きな電力網が構築されるという図は少なくとも実の中に種がないと最小単位が成立しないからです。地方自治における最小単位、ブドウの実は基礎自治体だと思います。これまでエネルギー政策も自治政策と同様、極めて中央集権的に取り扱われてきました。しかしながら、震災によってエネルギーが自治の基本的な要素という認識を持たれた自治体職員

も多いと思います。小諸市では今回の取り組みの成果の一つとして総務部企画課内に「緑のエネルギー担当」を設けました。みなさんも分散型エネルギーの活用から地方分権を考えてみられてはいかがでしょうか。

脚注

1. NEDOによるビジョン事業は2010年度をもって所期の目的を達したものとして2011年度以降は実施されていない。なお、NEDOの予算は石油石炭税を原資とする旧石油特会と電気への課税を原資とする旧電源特会により運営されている。

引用文献

- ・黒田武一郎「緑の分権改革序説－地域経営のパラダイムシフト－」地方財務2010年5月号
- ・総務省「緑の分権改革」ホームページhttp://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/c-gyousei/bunken_kaikaku.html
- ・NEDO「平成21年度事業原簿（ファクトシート）」<http://www.nedo.go.jp/content/100098091.pdf>
- ・マルック・パーナネン「中央フィンランドにおけるバイオエネルギーの発展」2009年7月13日、ペレットクラブ政策研究・勉強会
- ・小諸市「森林バイオマスを燃料とする熱電併給事業の実行可能性調査」成果報告書、2011年3月<http://www.city.komoro.nagano.jp/www/contents/1306309284918/index.html>