

高知県バイオマス利活用地域説明会詳細報告

1. 日時：平成22年 1月30日（土） 12：30～16：50
2. 場所：高知県長岡郡本山町本山569-1 本山町プラチナセンター
3. メインテーマ：嶺北地方における木質バイオマス利活用の可能性を探る
4. ディスカッションテーマ：嶺北地方における木質バイオマス利活用の可能性を探る
5. プログラム
 - 12:30 開場（クールベジタブル農法に関する記事の展示）
 - 13:10 基調講演
森林バイオマス最前線～森林エネルギーで持続可能な社会を～
講師：株式会社森のエネルギー研究所代表取締役 大場龍夫
 - 14:10 話題提供
① C材で晩酌を！副業型自伐林家のススメ
講師：NPO法人土佐の森・救援隊 片岡正法
 - 14:40 ② クールベジタブル～炭堆肥でCO2削減～
講師：立命館大学衣笠総合研究機構地域情報研究センター 柴田 晃
 - 15:15 情報提供
高知県における木質チップの供給コストの試算
講師：高知県立森林技術センター主任研究員 市原孝志
 - 15:30 ディスカッション
テーマ：嶺北地方における木質バイオマス利活用の可能性を探る
コーディネーター：嶺北木材協同組合理事長・森昭木材株式会社代表取締役 田岡秀昭
パネラー：上記講師4名
高知大学農学部准教授 鈴木保志
愛媛大学農学部准教授 杉森正敏
 - 16:50 閉会

6. 各講演の要旨

・「森林バイオマス最前線～森林エネルギーで持続可能な社会を～」

○講演要旨

ご紹介頂きました(株)森のエネルギー研究所の大場と申します。弊社には約 30 名の株主がいて、林業家・有機農家の方、製材所の方、森林再生活動などで活躍されている人達がお金を出してくれてスタートしました。森林の再生や環境の保全などの社会貢献と利益追求を同時に実現しようとしてできた会社です。NPO 法人にするか株式会社にするか迷ったのですが、意志決定スピードを重視することと、お金儲けをしてそのお金でもって拡大再生産していく体制を目指して株式会社という組織にしました。



私の仕事は、木質エネルギーの活用をとおして森林を再生する事業をサポートしています。具体的には、森林・木材関係者、市町村などの行政、国の行政では林野庁、農林水産省、経済産業省などで、地域振興策や新しくバイオマスビジネスに参入したいといった事業者の方を対象としています。木質エネルギー事業のコンサルティングやプランニング、調査・計画・立案、コーディネートや普及啓発などを行っていますが、これらが新しく実際のビジネスになってきたということを感じていただきたいと思います

(1) 話題提供の流れ

あとのディスカッションに繋がる話題提供ができるように、①持続可能な社会と森林バイオマスのつながりについて、②木質バイオマスの利用方法、③実際の木質バイオマスの利用事例、④バイオマス導入時の工夫の仕方、⑤新ビジネスモデルとしての新しい話題やヒントについてお話ししていきます。

(2) バイオマスを取り巻く状況

バイオマスの流れですが、①京都会議があった 10 年ちょっと前から使われずに荒れている森林を活用することが注目されるようになってきました。そして、②「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネ法）」が平成 9 年 4 月に制定され、同年 6 月から施行されました。また③平成 10 年 6 月には「地球温暖化対策推進大綱」が決定されました。④平成 11 年 7 月には「ダイオキシン類対策特別措置法」が公布され、平成 12 年 1 月から施行されました。⑤平成 14 年 12 月には農林水産省をはじめとする関係府省が横断的に国家戦略として取り組む「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定されました。⑥平成 14 年 6 月には「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS 法）」が公布され、平成 15 年 4 月より施行されています。この頃から、⑦各県単位でも森林環境税や水源税など目的税の制度が導入され始めました。⑧平成 17 年 2 月には京都議定書が発効されています。こうした温暖化防止の大きな流れの中で市場原理を利用した、⑨カーボン・オフセットの取り組みや、炭酸ガス排出量取引の試行的実施がスタートしました。現在では環境省が中心となって、⑩炭素税をはじめとする様々な環境税の導入に向けた検討が行われています。ヨーロッパではいくつかの国で始まっていて非常に良い成果を上げているようです。アメリカではオバマ新政権がスタートして、再生可能なエネルギー産業の拡大を雇用創出に結びつける「グリーン・ニューディール」政策が掲げられ注目を浴

びました。日本でも、⑪「日本版グリーン・ニューディール」構想が発表されています。この政策の一つの柱でもある、森林の整備などの緑の公共事業で需要を創出するという流れは大きなトレンドとなっており、逆戻りするようなことはないと思います。従って地域としてもこの大きな流れに沿って動いていく必要があると考えます。

（３） 持続可能な社会の条件—４つの条件（ナチュラステップ）—

では持続可能とはどういったことでしょうか。そんなに難しい話ではなくて、地域も、国も、地球も、全てが続いていけるようにすれば良いということです。その４つの条件を示すと、①「地下から掘り出した物質を自然界で増やし続けてはならない」地下にあった物＝化石燃料は有限で物理的になくなります。②「人工的に作り出した物質を自然界で増やし続けてはならない」PCBのような自然分解できない、すなわち大自然の循環に乗らない物質を増やしてはいけないということです。③「自然界の循環を支える基盤を破壊してはならない」ここでの循環は大自然の大きな流れのことで、水・雨や風の流れ、炭素の循環などを意味します。我々はこれらの大きな流れの中で生活していて、この基盤を壊すことは自分達の社会や生活の基盤を足下から崩すということになります。本来は循環の流れに沿って社会生活があるわけです。④「世界の人々のニーズを満たすために、資源は公平かつ効率的に使用されなければならない」資源は限られているので、如何に公平かつ効率的に使い無駄を省くかということです。徹底した資源の効率化で、同じ物でも何回も使えるのです。日本の良き文化であった「もったいない精神」のことだと思います。

（４） 森林バイオマスの特徴

森林バイオマスの特徴についておさらいします。①「更新できる再生可能な資源である」こと、②「栽培植物の中で太陽エネルギーの受光率も高く、大きなストックを持っている」こと、③「わが国は恵まれた気候条件の森林国で、復元力も強く、潜在能力が高い」こと、そして補足するならば先進国の中でもこれだけの森林の割合を持っている国は日本くらいです。そして高知県も豊かな森林に恵まれているのでしっかり活用しましょう。④「化石燃料を代替すれば地球温暖化防止対策となる（カーボンニュートラル）」こと、ほかにも自然エネルギーは太陽や風力などがありますが、木質の場合は太陽光を受けて成長する過程で太陽電池プラス蓄電池という働きをこなすところが優れています。⑤「エネルギー密度も高く輸送・貯留が容易で利用しやすい」こと、⑥「焼却するときに公害の原因となる有害物質の発生が少ない」こと、⑦「灰等の焼却残さも有効な資源となる」こと、昔であれば畑に返すことや糞に使用するなど、捨てる部分のない貴重な資源だったわけです。⑧「構造材やエネルギーだけでなく、化学素材としても活用可能」なこと、具体的には木材は板・柱等のほかに壁やボードにも活用されますが、マテリアル利用、エネルギー利用のほかにも、石油からつくられているプラスチック製品のほとんどは木材からつくることが技術的には可能です。ただ普及させるにはコストがかかることが課題となっています。

（５） 持続可能な社会と森林バイオマス

今生活している資源のほとんどは木材から得られるはずなのです。そう考えると持続可能な社会、すなわちずっと続いていく社会では、木材などの森林バイオマスはなくてはならないもの、特に日本では中核資源であると私は思っています。

（６） 木質バイオマスの利用方法

続いて木質バイオマスの利用方法についてです。エネルギー利用というと難しいイメージですが昔からごく普通に使われていたものもあります。木質燃料の形態は、「薪・木炭」、「成形燃料」、

「破碎・チップ化」に分類できます。「成型燃料」は使いやすくした加工した燃料のことで、高知県でもつくっているペレットやオガライトなどのことです。また、おが粉を固めて備長炭の代わりに使うおが炭もそうです。「破碎・チップ化」は加工しないでチップやおが粉をそのまま使うことです。

エネルギーとして使用する方法は、「燃焼」、「ガス化」、「液化」の 3 つの変換方式くらいしかありません。そして最終的な利用形態は、「暖房・給湯」、「冷房」、「発電」、「自動車」くらいになってきます。木材を「燃焼」したり「ガス化」したり「液化」するには技術が必要になります。例えば、石油などの燃料は液体で大変便利ですが、木材から液体を製造するには色々と複雑な工程を経て製造されるわけです。つまり複雑ということはお金がかかるということです。さらには色々な操作を繰り返すために、使えるエネルギーが少なくなってしまうわけです。最終的には、全てコストに跳ね返ってしまいます。またエネルギー収支がマイナスになってしまう事態も想定されるので注意が必要です。ここでいうケース論というのは、最終的な利用・使用の形態を見極めて、選択する技術は適材適所なのであり一つしかないということではありません。

実は「焼却」という方法はシンプルでエネルギー効率も高いのです。薪ストーブなどでは沢山燃やすと熱が煙突から逃げていくということもあるかも知れませんが、最近の海外の薪ストーブなどで優れた製品になると 8 割ぐらいに熱効率が上がったりします。ボイラーでお湯を沸かす場合などは 8 割以上の熱回収率が出来ます。暖を取りたいとかお風呂に入るという場合には、シンプルな方法が良いのであり、一番コストも安くエネルギーの効率も高いのです。

ガス化はどういうことかという、LP ガスで走っているタクシーを想像してください。石油がなかった戦中戦後には、薪自動車や木炭自動車が蒸し焼き状にしてガスを発生させガスエンジンで走っていました。タイヤの代わりに発電機を付けければ、発電機が回ってくれるので発電ができるわけです。現在高知でも実証試験をやっていますが、ガスエンジンやガスタービンを使う発電は比較的小型でも効率が良いことから、ガス化というのはクローズアップされてきています。

(7) 木質バイオマスの利用事例ー木質チップボイラー

岩手県林業技術センターの木質チップボイラーの事例です。チップは破碎するだけですから入手しやすく燃料代としても安価です。しかしチップは容量がかさばるため貯蔵や、供給時にすぐ詰まってしまうため工夫が必要になります。またチップは結構含水率が高く燃えにくいので、乾燥させながら燃やしていく機能も導入されています。このボイラーは海外から輸入されたものですが、出力は 200kW~400kW で設備費は約 5 千万円です。200kW~400Kw の出力は温浴施設では中規模程度に用いられます。設備費 2 台で 5 千万、1 台 2~3 千万円は少し高いと思われるかもしれません。導入の条件としては、ある程度の規模があり年間を通して熱を利用している所で使用すると燃料代が安くできます。すなわちイニシャルコストが高いので、稼働率を高くして燃料代を安価にして投資を回収するのです。こういった性質がこのチップボイラーにはあります。

山梨県の製材工場での事例です。製材工場から製材端材やおが屑が発生して処理に困っていました。工場の隣が飲料水製造工場で、ペットボトルのお茶を 24 時間運転で大量製造していました。作り方はお店と同じで、お湯を沸かしたり殺菌するのに蒸気を使いますが、蒸気製造には重油を使用していました。そこで飲料水製造工場に蒸気を売ろうとしたのです。重油代より安くしたらコストを下げられるので飲料水製造工場にとってもプラスになるのではないか。チップを作れる値段にもよるが製材工場としても蒸気が売れるわけだから、プラスに持っていければビジネスチャンスです。検討の結果お互いプラスになるということでビジネスが成立しました。製材工

場にバイオマスボイラーを設置して蒸気を製造し、蒸気配管を隣の飲料水製造工場まで延長して動き始めて4年目位ですが、両方とも非常に儲かっていてラッキーなパターンです。

(8) 木質バイオマスの利用事例ー発電

岡山県真庭市にある大きな製材工場でエコ発電所がつくられています。発電出力は約2,000kWで燃料は自社のプレーナークズを使用して、焼却して蒸気を発生させタービンを回して発電機により発電します。電力のほとんどは自社で使用しますが、余剰電力は電力会社に売電されています。電気事業者が新エネルギー等から発電される電気を一定割合以上利用することを義務づけて、新エネルギー等の一層の普及を図るRPS法があります。規制緩和により電力自由化が図られているので、余った電力にプレミアム価格を付けて売ることが可能です。ただ2,000kWがどれ位の規模かという、1日24時間運転で木くずが60t必要で年間では18,000tになります。施設整備のイニシャルコストは約10億円強で、自社使用がメインということもあって採算としてはぎりぎりです。これぐらいの大きな工場でなければ今のところやっていけないのが実情です。

もう一つは、秋田県能代市で森林資源利用協同組合を設立して、森林組合や製材工場等の組合員からスギ樹皮や木質チップを集めてバイオ発電をしている事例です。発電出力は3,000kWで施設整備費は約14億円、電気とともに熱も回収するコージェネレーション発電設備です。バイオ発電所に隣接する組合員のボード工場に電気と蒸気を供給しています。電気は電力会社から買うと高く、電力会社へ売ると安いのが普通です。そこでボード工場が電力会社から買うよりは安く、組合が電力会社へ売るとより高くなる双方にメリットがある仕組みにしたのです。電気・熱の両方とも24時間ほとんど供給できますが、収支はこれもぎりぎりです。発電の場合はこの位の規模が必要になりますが、今や大きな発電所が次々に建設されている状況です。

(9) 木質バイオマスの利用事例ーファーストエスコのバイオマス発電事業

それから(株)ファーストエスコという上場企業がバイオマス発電事業に参入してきました。ウッドパワーという名称で岩国・白河・日田の3か所に建設しています。いずれも発電出力は10,000kW前後で、チップ燃料使用量は約10万t/年です。岡山県真庭市が2,000kWで18,000~20,000t位でしたから概ねの計算は合っていると思います。これはバイオマスだけを集めて専焼発電し、その電力は所内利用を除いて全量売電します。売り先は電力会社に販売するのではなく、電力が自由化された時に商社に販売します。商社は電力会社の送電線を借りて小売販売して、電力会社に送電線の借り賃を払います。これは託送というスキームですが、商業ベースにするにはこれぐらいの規模が必要になります。スギの単位体積重量を0.6t/m³とすると、10万t=約17万m³近くの材が必要になる計算です。

(10) 木質バイオマスの利用事例ー石炭との混焼

石炭は他の化石燃料である石油や天然ガスに比べて、カロリーの割には二酸化炭素の排出量が多いので、石炭の使用量を減らそうという動きがあります。エネルギーシーンは刻々と変わっていますが、大規模な電力会社・セメント工場・ケミカルプラントなどで1億tという規模の石炭を日本は使用しています。こういうところでは二酸化炭素の排出量を削減するために、手っ取り早い方法として木を混ぜるのです。混焼することで二酸化炭素の何%かが減るので混ぜていく訳ですが、何万tという木くずを必要とします。大規模火力発電所や専焼発電施設の周辺では木材が無くなり、エネルギー側とボード工場などで取り合いになる現象が全国で起こりつつあります。森林資源は山にあるため電力会社は山の探索に入りつつあるし、富山に行った時は石油化学メーカーが木の収集可能量を調べにきていました。こういう動きが始まっているのです。

(1 1) 木質バイオマスの利用事例ーガス化コージェネレーション

ガス化の技術導入・開発で 30 社程度が参入しています。海外からの技術導入と国産開発ともに活性化し実証事例も増え始めています。実用機が高知県にはあるので見学も出来ると思います。埼玉県の秩父でも実際に温浴施設に設置されています。100kW 発電するのに 2 億円ですから少し高いといえます。原理は間伐材のチップを乾燥してガス化してきれいに冷やしてエンジンの中に入れます。エンジンの排ガスは熱を持っていますので、これでお湯を沸かしてお風呂に利用します。年間に 1 千万円の赤字が出ていて非常に厳しい状況です。

(1 2) 木質バイオマスの利用事例ーエタノール化

バイオエタノール化とは木からお酒を造ることですが、微生物の発酵が出来るように持つて行く前処理（糖化技術）のハードルが高く大変です。大阪では木質チップを原料として発電し、燃料用エタノールを製造する設備が約 40 億円で建設されています。かなりの規模でやっていて原材料は建設系廃棄物を中心にお金をもらって集めていますが採算は合っていない状況です。

(1 3) 木質バイオマスの利用事例ーディーゼル燃料製造 (FT 合成技術)

FT 合成という技術がありますが、液体燃料を作るのであればこちらの方が良いと思われます。原理は第 2 次世界大戦時代の Fischer-Tropsch という反応技術を復活させ、さらに触媒技術を応用させたもので、ガス化してばらばらになった物質を触媒でつなぎ直して液体燃料にする合成技術です。クリーンディーゼル燃料ができますが、現在は難航している状況です。

(1 4) 木質バイオマスの利用事例ースターリングエンジン

変わり種は幻のエンジンといわれるスターリングエンジンです。現在日本では潜水艦で使用されています。普通のエンジンは内燃機関で爆発させるので騒音が発生しますが、スターリングエンジンは外部から加熱したり冷却することで、膨張と圧縮によりピストンを動かすので極めて静かです。温度差を作り出して動かすので燃料は何でも良いのですが、基本的には大きくできないので 50kW 以下位の出力しかできません。東京のあきる野市では木くずを燃料として温泉に利用されています。

(1 5) 木質バイオマスの利用事例ー薪ストーブの世界

ヨーロッパには薪の文化がありセントラルヒーティングが普及しています。薪ボイラーに 1m くらいに切った薪を投入します。1 回入れると真冬でも 8 時間くらいは保てるので、朝・昼・夜と 3 回入れると 1 日中暖房することが可能です。

日本でも家で使う小型のボイラーや、都会でも廃木材を使用して銭湯で給湯したりされています。海外からハイテクな薪ボイラーも輸入されていて、上に薪を置いておくと炎が下から出て周囲をガス化しながら燃えるので生っぽい薪でも燃えるという特徴の機種もあります。1 回薪を入れると 5~6 時間は保てるので 1 日に 2~3 回位の薪投入作業となります。実際に山梨県早川町の温浴施設に地域バイオマス利活用交付金を使って導入されています。3 基の薪ボイラーが設置されていて、森林組合が薪や間伐材等を持って来てくれて、お客さんの利用状況に応じて人力で薪割りしながら投入し随時 1~3 台を稼働させています。

(1 6) 木質バイオマスの利用事例ー薪の宅配ビジネス

長野で自動薪割り木を導入して薪の宅配ビジネスをやっている会社があります。自動薪割り木で大量に作れるので、広大な敷地に薪を並べてありました。長野は結構涼しいですが、夏を挟んで 2~3 カ月すると十分出荷できる状態になります。宅配の方法は、薪用のケージを設置してトラックで定期的に循環して使用した量に応じて入れて補充して一杯にします。月極の契約にして

おき基本料金と1 kg 当たりの使用料金を毎月支払ってもらう契約のビジネスが成立しています。

(17) 木質バイオマスの利用事例ー木質ペレットの世界

ペレットストーブの構造ですが、ペレットのタンクがあつてその先に供給装置がありますが非常に小型です。ペレットストーブは小型装置ですから家庭でも使えハンドリング性が高いのが最大の特徴です。後ろにあるタンクから供給装置で自動でコントロールしてパチンコ玉みたいにペレットが降りてきて燃えます。自動着火・自動消火で、温度・室温のセンサーが付いていて室温コントロールが出来るように自動的に炎を上げたり下げたり、暑くなり過ぎると自動で止まり、寒くなったら自動的にまた着火が始まる機種もあります。排ガスは外に排気します。熱交換器があつてそこから温風が出てきますので、炎の見える温風ファンヒーターというイメージです。薪より手軽に使えて利便性としては良いです。熱効率は87%なので、普通の薪ストーブでは50%いけば良い方なので燃料効率としては良いというのが特徴です。自動でコントロールできますので無駄が少ないのもペレットの良さでローテクですが結構使えるので流行ってきました。

木質ペレットの特徴ですが、①燃料のハンドリングがよい、②エネルギー利用効率を高くできる、③簡易な装置で安定燃焼が容易、④輸送効率がよい、⑤貯留性がよい、⑥高度な技術開発は必要ない、ことなどがあげられます。木質ペレットの性状は、真比重は1.1~1.3で水に沈む位硬くしてあり高密度です。1 m³の重量は600~700 kg位でチップは200~300 kg位なので2~3倍の密度があります。また発熱量(カロリー)については、チップは2,000kcal位ですがペレットは4,000kcal位でやはり2倍位になります。そこで燃料としての性能はチップに比べ6倍位になることがペレットの良さといえます。

(18) 木質バイオマスの利用事例ー木質ペレット燃焼機器

今では日本にもペレットストーブは外国製を輸入したり国内製などたくさんあります。一生懸命やっている地域では、地場産業の振興になるだろうということで、鉄工所や既存の石油ストーブ屋に頼んだりしてペレットストーブの開発をやり始めたりしています。性能としても多種多様で電気を使って全自動のペレットストーブもあれば、電気は全く使わず薪のストーブでペレットも使えるようにした機種など様々です。さらに日本であればお湯を沸かせるようにヤカンを置けるタイプもあります。色々な機種が出てきていますが、安価なものでは石炭と一緒に燃やせて7~8万円程度、高価なものでは電気式全自動のストーブ代本体で25~30万円程度になります。変わり種では、電気を使わない「ゼンマイ式」の変ったペレットストーブもあります。自分でゼンマイを巻いてペレットがポロポロ落ちてくるようにしたものです。

その他の燃焼機器としては、チップ・ペレット兼用ボイラーや、ペレットを入れたら火が出て来るペレットバーナーなどもあります。ペレットボイラーのメーカーとして、従来は化石燃料を使用していたメーカーや農機具のメーカーなどもたくさん参入してきています。また施設園芸向けのハウス加温用などもあります。さらに家庭用の冷温水器や給湯器もありますがなかなか売れていません。

(19) 国内の木質ペレットの状況

国内のペレット工場は現在75工場くらいで、生産量は5万t/年程度となっています。業務用の機器導入数は200機以上で割合も拡大中です。この数年で急速に製造工場が増大していますが、「大規模で低コストの工場」と「地場の小規模な工場」とに二極化が進んでいます。市場にはまだ出てきていませんが、海外産も入って来ている状況です。関西電力の駿河発電所に石炭火力の混焼用に船で6万t/年カナダから輸入されたりしています。

（２０）木質ペレットのマテリアル利用

木質ペレットのエネルギー利用以外の例です。都会ではペットブームとなっていることもあり、ペット用のトイレ製品として「猫砂ペレット」が製品化されホームセンターで販売されています。このようなマテリアル利用は高く売れますので、岩手県に老舗のペレット工場がありますが、ここではエネルギー利用からマテリアル利用へシフトしてしまっているような例もあります。



その他にも山形県寒河江市では蘭栽培用のペレット製造なども行われているようです。

（２１）バイオコークス

最近では「バイオコークス」というものも出てきています。「石炭コークス」は主に製鉄産業にとっては欠かすことのできない燃料ですが、この代替燃料として期待されているのが「バイオコークス」なのです。木だけでなく農産廃棄物など全てのバイオマスから製造が可能です。コークスのように硬くするのですが、炭とガス化のちょうど中間のような物体です。この第１号が大阪 TLO（産学連携機関）推進事業で取り組まれていると思います。

（２２）バイオマス導入の工夫－エネルギー利用技術の選択

バイオマス導入にあたりエネルギー利用技術の選択について説明します。チップボイラーというのは、安定的な熱利用施設であれば最も収益性が有り収支が合います。ペレットボイラーの場合は、ペレットの製造量や工場からの距離によって結果に差が出ます。電気に関してはある程度の規模が必要であるため、リスクが少し高くなってきます。液体燃料は、FT 合成などの BTL 技術がこれから出てくる時なので、注目していく必要があります。

特に発電に関しては、これから情勢が急激に変化してくると思います。というのは、太陽光発電で高い費用を投じて太陽光発電設備を設置したので、それに対しては高い値段で買い取る固定買い取り制度がスタートされています。自民党政権時代に出来た制度ですが、今度民主党に政権交代したことでバイオマスに拡張してくると思っています。つまり製材用（A材）に回らないB材・C材を受け止める大きな受け皿を作っておこうという政策が出てくると思います。

（２３）バイオマス導入の工夫－適正規模による稼働率の向上

木質バイオマスボイラーは化石燃料ボイラーに比べると高価です。従って全設備の出力や需要をバイオマスでカバーしようとする、高額な設備導入費が必要となり投資回収が出来なくなるケースがあります。また急速な熱需要の変動に対するレスポンスが遅いという特性もあります。そこでベース需要をバイオマスボイラーで賄い、ピーク需要は化石燃料ボイラーで補うように組み合わせ、コストパフォーマンスの高い最適システムを創りあげることが良策といえます。

（２４）バイオマス導入の工夫－助成制度の活用

現在、バイオマス関連の助成制度はたくさんあります。林野庁、農林水産省、国土交通省、環境省、経済産業省など多くの省庁に制度があります。縦割りで実施されているため、他の省庁の制度を知らないことがないように、情報共有していく必要があります。バイオマスに取り組むときには必ずどこかに該当しますのでよく調べて下さい。

（２５）バイオマス導入の工夫－森林資源のカスケード利用

カスケード利用というのは多段階利用ということです。木材の場合は、エネルギー利用という

のは最後の最後の受け皿と考えるべきです。柱や板などの製材、合板、加工・集成材、木質ボードなど、木材本来の既存のニーズをきちんと把握する必要があります。

愛知県豊根村での木サイクル構想を紹介します。大径木は柱や板などの建築用材として活用されますが、小径木は建築用途が限られてしまうため未利用になっていました。そこでまずは小径木から積み木ブロックをつくり、さらに利用価値の少ない残部を木質ペレットに加工して地産地消することにしたのです。

森林コンビナートといことを考えています。山林からのバイオマス資源について、第1段階は無垢の製材品（用材）と加工品（集成材・合板）を生産し、第2段階で木質ボード用チップ、パルプ用チップ、バイオ燃料、化学製品として木材のマテリアル利用及び多目的加工・生産を行い、第3段階で木質ペレット、燃料用チップ（小規模燃焼用）、低質燃料用チップ（大規模燃焼用）などのエネルギー利用へと展開することです。日本にはまだありませんが、森林資源をカスケード利用しながら使えるというコンビナート構造が出来ないかということです。

（26）バイオマス導入の工夫ー森林資源の多様な価値を活かす

山にはこれまでお話ししてきたマテリアル・ケミカル・エネルギーなどの物理資源としての価値と、水源保全や土砂流出防止などの環境資源としての価値があります。その価値を活かす一例として、山は炭酸ガスを吸収しているので排出権取引への利用を考えることなどです。

林業の近代化・高度化を図る必要もあります。つまり路網（林道・作業道）整備、作業効率・機械稼働率の向上、林業機械の高性能化、人材育成などです。また自伐林家が利用できる簡易な集材システムの開発も必要になると思います。

（27）新たなビジネスモデルーESCO 事業

新たなビジネスモデルの一つに、省エネルギーの提案から施設の提供・維持管理などを包括的に行う ESCO 事業があります。木質ペレットを介した ESCO 事業の例もあります。ESCO 事業はエネルギー改修にかかる費用を光熱水費の削減分で賄う事業です。ESCO 事業者は、設備設置、保守・運転管理、省エネルギー効果の計測などエネルギー供給にかかる全てのサービスを提供し、顧客の省エネルギー効果の一部を報酬として受け取ります。このビジネスモデルは、ESCO 事業者のリスクは高いが、顧客としては拒否する理由がないというものです。

（28）新たなビジネスモデルーカーボン・オフセット

カーボン・オフセットは高知県が第1号です。東京の新宿にあるデパート会社が高知県から 899 t の CO2 排出削減量を購入して社員の通勤時の CO2 排出量をオフセット（埋め合わせ）したものです。デパート会社からすると地域環境貢献活動であると同時に、これをブランディング化、商品の差別化に展開していく訳です。

（29）新たなビジネスモデルー自治体間カーボン・オフセット

地域間でカーボン・オフセットをする事例もあります。東京都新宿区と長野県伊那市ですが、「地球環境保全協定（地域間協定）」が結ばれています。新宿区が費用負担して伊那市の市有林を間伐して、増加した CO2 の吸収量を新宿区内の CO2 排出量からオフセットします。ただこれだけでは面白くないので、切った材を都会に運び学校や公園など公共施設の材として利用します。またペレットをストーブやボイラーの燃料に利用します。伊那市から新宿区へ資源が動くわけです。逆にこれをネタにして、田舎に人が来て間伐してくれたり、都会にない憩いの場を用意したり、新宿区から伊那市へ人が動いて都市農山村交流につなげたい訳です。これはカーボン・オフセットだけではなくて、両者の地域間交流などの効果を狙っているといえます。

（３０）新たなビジネスモデル—オフセット・クレジット（J-VET）制度

カーボン・オフセットの取り組みを広めるために、オフセット・クレジット（J-VET）制度が創設されています。大きく２つで森林の吸収系とバイオマスの活用系があります。高知県はこの第１号ですが、東京の新宿にあるデパート会社が社員の通勤に係る排出量 899 t をクレジット化して 330 万円で買い取ったわけです。

（３１）新たなビジネスモデル—国内クレジット制度（国内排出量削減認証制度）

もう一つ国内クレジット制度があります。これまで大企業は海外からどんどん京都クレジットを買ってきていましたので海外にお金が出流していました。そこで国内から購入出来るように経済産業省が創設したのが国内クレジットという制度です。従って国内クレジットと京都クレジットは国内で同じように使用でき、自主的な物ですがかなり増加してきています。農業内での好事例として、静岡県ではメロン栽培農家がハウスの A 重油焚き温水ボイラーを木質バイオマス焚きボイラーに替えて 1,392 t/年の CO₂ 排出削減が出来て民間事業者が買ってくれました。山形県小国町はボイラー燃料をスギ間伐材チップに替えました。380t/年の二酸化炭素分をクレジット化して民間事業者が買ってくれました。福岡県清滝温泉ではボイラー燃料をチップに替えました。買ってくれたのは電力会社と商事会社でした。今は買ってくれますので、是非クレジット化して下さい。

（３２）山村再生支援センターの創設

このあたりの手続きが面倒で、どうやったら良いか分からないということがあると思います。それをサポートするところとして林野庁の事業で山村再生支援センターが創設されました。東京農業大学の図書館に本部があります。山のために企業と山村をマッチングさせる山村再生支援センターをご活用いただければと思います。

・「C材で晩酌を！副業型自伐林家のススメ」

○講演要旨

ご紹介いただきました NPO 法人土佐の森・救援隊の片岡と申します。我々の団体は平成 15 年 4 月創設、平成 15 年 8 月に法人化されました。事務所及び主たる活動拠点は高知県吾川群いの町です。設立目的は高知県内の森林整備をととして環境の保全、森林愛護や自然保護の啓発に寄与することです。そして「自分の山は自分で管理する」、「自分一人で出来なければ寄り合い（協働・地域コミュニティ力）で助け合う」、小規模林業（自伐林家的森業）を復活・再生させる活動を展開しています。

活動理念は、①NPO のマンパワーを森林環境保全、地域再生（地域づくり・地域おこし）につなげる、②森林を所有しない他伐林家を掘り起こし、林業に関われる仕組みをつくる、③都市部住民に森林・山林に気づいてもらう道筋を付ける、④森林・林業・農山村の課題を解決する人づくり・組織づくり・ネットワーク構築、⑤地域活性化のための取り組みを行う、⑥ボランティア精神を根底に、継続できる経済基盤のある組織と運営方法を確立することです。



役員は理事 8 名、監事 2 名、登録会員 72 名（平成 21 年 10 月現在）、賛助会員 31 団体となっております。

活動実績は、①毎年 10～20ha 程度の森林整備活動（間伐・搬出がメイン）、②間伐に伴う A 材 300 m³、C 材 300 t 集積、搬出、運搬活動、③近自然作業道の敷設、④学童を対象とした森林環境教育、⑤木質バイオマス（林地残材）の地域循環システムの実証実験、⑥森林証券（地域通貨券）の発行による森林環境保全直接支払制度の試行などです。

（1）プロローグ（いびつな構造）

林業界の人口ピラミッド構造の現状ですが、頂点には森林組合や素材生産業者などの専門集団が形成されています。高知県には約 1,700 人の専門の方がいます。

しかし、その下の副業的に林業を営んできた小規模自伐林家と農家やサラリーマンなど季節労働的・休日林家が激減してしまっているのです。そして自伐林家の繁忙期に協力するアルバイト的な林業者もいなくなっています。わずかにいるのは定年退職者や趣味の合間に自伐林家に雇われる人がいる程度です。

これに対して、都市住民や学生などの森林ボランティアなどが増えてきています。この層のポテンシャルは高いものと考えています。さらにこの下層には、地元や都市部の一般住民などが該当します。

このように中層が少ない「いびつな構造」が林業界を衰退させていると考えられます。本来は、一般住民→ボランティア→アルバイト→副業→専門というように、下層から上層へ少しずつ人・技術が供給されることが正常と考えられます。しかし森林組合や素材生産業者など専門の立場は、現場的にも経営的にも大変厳しい環境にあり、そのレベルにジャンプするには様々な困難を強いられます。そこで、下層から上層へ徐々にステップ・アップをできる仕組みや組織が必要となると考えます。

（２） 高知県仁淀川流域エネルギー自給システム

NEDO のバイオマスエネルギー地域システム化実験事業での仕組みを紹介します。年間の木材使用量は、全て林地残材で約 2,000 t/年程度で地域分散型となっています。川上（収集運搬）、川中（エネルギー転換）、川下（エネルギー利用）の 3 点セットで全体のバランスをとるようにしています。つまり設計段階に地域内循環で需給のバランスをとるシステム構築を考えたわけです。川上の特徴は、収集運搬の担い手として素材生産を対象にしている大規模林業者などに限定しなかったことです。すなわち、団地化・集約化された林地で間伐を行う森林組合などの中規模林業者、さらに個人や NPO などの小規模林業者も対象としています。これまでは川上から林地残材を集めるための収集運搬システムの採算が合わないために、国内での成功事例は見られない状況でした。

（３） 仁淀川町での事前アンケート結果

平成 18 年度にガス化プラントが設置される時に、仁淀川流域で大部分を占める仁淀川町の全戸（3,000 戸）に対して、山林所有の有無、所有面積、年間施業日数、山の手入れ状況、材の搬出実績、森林ボランティアへの参加意思と参加日数などのアンケート調査を実施したところ、3 割近くの 850 戸から回答を得ることができました。そのうち 704 戸は「山林所有者」であり、副業的に林業の施業が可能と想定された所有面積「3ha 以上」の回答は 431 戸で約半数でありました。年間施業日数「30 日以上」が 81 戸、山の手入れは「整備をしている」が 327 戸で「今後検討」が 192 戸、材の搬出は「自分で実施」が 107 戸という結果でした。材の搬出をしていない残りの約 600 戸について、材の搬出意志を尋ねてみたところ、「作業道・技術指導を受ければする」116 戸、「条件次第で検討」209 戸で計 325 戸となった。「自分で実施」と合わせると 432 戸が材の搬出意志ありとみられました。また森林ボランティアへの参加意思は、「参加する」364 戸、その理由は「防災対策」や「水源確保」となっていました。

このアンケート結果からは、地元在住の山林所有者が想定していた以上に多くいること、また材の搬出に対する意識も高いとみられ、森林ボランティアへの参加意志も高いことが伺えます。すなわち山林所有者の「我々は山を捨てたくない、かつてのように林業をしたい！たとえボランティアであっても」という悲痛な声が受け取れます。そしてこのアンケートの結果から、新たな施策（木質バイオマスシステム）への期待が現れているといえます。

（４） 小規模林産収集システム

小規模林産収集システムという一般的な定義は、地域の個人林家や森林ボランティア団体を主体としながら地域住民や企業など全てを対象とします。ところが、バイオマスエネルギー地域システム化実験事業の設計段階では、小規模林産収集システムの対象は NPO 法人だけを想定していました。

そこで、地域ぐるみの収集運搬システムを構築するために、ビジネスベースの企業や団体（大規模・中規模林業）だけでなく、環境保全ベースや地域づくり、趣味ベースの個人（小規模林業）なども対象としてきちんと位置づけることを提案したわけですが、この提案に対する専門家の意見は、「個人などの素人に材の搬出を期待するのは無理がある。対象に含めるとしても、搬出の割り当ては最小限にとどめる必要がある。」といものでした。そこで小規模林産者の搬出割り当ては 1 割に設定されたのです。

（５） 小規模林産の林地残材搬出状況

はじめに小規模林産の搬出者数の推移についてみます。平成 19 年度の初めには、個人の自伐

林家はわずか 6 人でした。5 月から搬出が可能となり搬出者数は順調に増え続けて 9 月には 10 人を超えていました。設計段階での目標値は 3 年間で 10 人確保でしたが、着手から 5 ヶ月で目標達成に至りました。そして初年度末の 3 月の搬出者数は 40 人を超える状況となっています。

続いて搬出量についてみます。設計段階での目標値は 2,000 t/年でしたので、月当たりの目標値は 150~160 t/月になります。搬出量が 6 月頃から増え始め、10 月には 50 t/月を超え 1 月からは月の目標値に近い材の搬出が可能となってきました。

こうした搬出者数と搬出量の実績は、先のアンケート結果にみられた「材の搬出意志の高さ」を証明しつつあると考えられます。つまり、「材の搬出意志がある」人はいなくなったのではなくて、隠れていただけであり、場さえ提供されれば動き出すということの一例といえます。

(6) 収集運搬割り当て計画の推移

平成 19 年度当初の収集運搬割り当ては、大規模 6 割：中規模 3 割：小規模 1 割で計画されておりました。ところが開始約 3 ヶ月で、民間企業と森林組合で形成されていた中規模 3 割分の林地残材が集まってこない状況が起きました。そこでこの中規模の一部を小規模が受け持つこととなり、大規模 6 割：中規模 2 割：小規模 2 割に変更となりました。さらに平成 20 年度の夏頃には、大規模 1 割：中規模 1 割：小規模 8 割に再度変更となりました。結果的には、自伐林家などの小規模林産者がこの事業における収集運搬システムの主役になったわけです。

(7) 規模別林地残材の搬出状況

平成 21 年 9 月までの規模別の収集運搬実績についてみます。開始当初は大規模もかなりの林地残材の搬出がありましたが、よく見ると全く搬出のない月もあり変動が激しいことがわかります。これは 1 団体のみによるため本業の繁閑の影響を受けやすいことや、施業場所と集積プラントまでの運搬距離による採算性などから、材の安定確保に問題がみられました。これに対して不特定多数で構成される小規模では、2,000/年を達成するための 150~160 t/月の目標値に対しては安定的に確保できている状況です。

(8) 自伐林家（小規模林業）の施業の特徴

集約施業では 15~20 年に 1 度の作業ですが、自伐林家は毎日のように森に入るため大変良い森をつくります。それは自分所有の山であるために愛情がこもり、頻繁に山に入り手入れをするため「いい森」がつくられるのです。そして水源涵養や生物多様性の保全、災害に強い機能を有した森が形成されるわけです。

毎年継続して収入を得るためにも 40~50 年で切るようなことは行わず、最低でも 100 年という長伐期施業化を行っています。また林内作業車とチェーンソー程度の低投資、かつ人海戦術であるため経費が少なく労働対価が多いので、現在の木材価格でも大儲けは出来なくともそこそこには収入的に成り立っているのです。また山での生活は林業だけではなく、椎茸や山菜などを栽培して農業利用もできるし、生業としてだけでなく農家やサラリーマンの副業としても十分やることは可能です。また都市部の住民を呼び込んで林家民宿などグリーンツーリズムの場としても活用することが出来ます。

(9) 小規模林業による収入

ここで小規模林業の収入を算出してみます。設定条件は、木材単価スギ約 1 万円/m³、ヒノキ約 2 万円/m³、立木数量約 300 m³/ha と仮定します。3 割間伐を実施したとすれば約 100 m³の材が発生してきます。このうち 7 割にあたる 70 m³が用材になったとすると、スギで 70 万円/ha、ヒノキで 140 万円/ha の収入となります。1ha の間伐にかかる作業期間は 1 週間~10 日間程度で、そ

の後少しずつ搬出作業を行います。最近では間伐や搬出に対する補助金なども見受けられます。さらに用材以外に残った3割部分からも収入が見込めたり、作業道を自ら造成することが出来れば、さらに増収に繋がります。これらを総合的に良い収入とみるか、安いとみるかの判断になってくるわけです。農家の方が農閑期に、あるいはサラリーマンの方が休日に、林内作業車とチェーンソー程度の機械で搬出できるのであれば、良い副業と考えられるのではないのでしょうか。さらに60年を超えるような長伐期施業になると生業としても成り立つ可能も出てくると思っています。

（10）林業界の現状と課題

しかし現在の林業界や行政は大規模集約林業に集中しているため、自伐林家は蚊帳の外でひっそりと隠れているのが現状です。しかし森をよくしていくためには、長伐期で多面的機能を発揮する人工林をつくっている小規模自伐林家が増えれば、画期的に山が良くなる可能性はあるのです。要するに、自伐林家的な施業を支援する仕組み、増加させる仕組みをつくることが重要になってきているのです。

（11）小規模搬出者の推移

仁淀川町の少規模搬出者はわずか6名だった頃と比べると、収集運搬業を中心とした業態で70名を超え現在も増え続けいます。全ての人が生業でやっている状況ではありませんが、新規に15～20名位は生業に近い業態でやっていると聞いております。

（12）C材で晩酌を！事業の概要

C材とは用材に向かない低質材や長さの短い短コロなどの林地残材を意味します。これをうまく活用して晩酌代を稼ごうというのがこの事業の発想でした。このシステムの概略は、軽トラックの所有者が森林ボランティアの活動地へ向かいC材や枝葉を荷台に積み込みます。帰途のついでに破砕地となっている木質バイオマス工場まで運搬します。荷下ろし後にNPO法人土佐の森・救援隊が発行する「モリ券」と呼ばれる独自通過券を入手して帰宅するというイメージです。発行額はチップ代金（5,500円/t）相当としており、1,000円券×6枚（6,000円/t）を発行することにしています。「モリ券」の財源は企業からの協賛金などです。



このシステムは森林ボランティア団体が収入を得るものではなく、ボランティアに参加して活動している個人が直接収入を得られるようにしたことで、多くの人が喜んで実践するようになったのです。仁淀川町では数万円～10万円/月の収入を得始める方々が続出するようになりました。専門的にやっている方で20万円/月の収入もまれにいます。そして大事なことは、従事者や後継者が不足している林業界の中で、この地域では新たに林業を始める人達が増えているということです。また農家やサラリーマンの副業としても、地域にとってなくてはならない存在になっていることなのです。

（13）残材を通貨に！環境支払制度の導入

取り組みの初年度は山側の収入として3,000円/tで始めていました。搬出者から増額を求める声が出始めたため、新たな制度の導入を考えました。個人林家などが間伐を行うことは直接的に

は森林整備であるが、間接的には CO2 の吸収増大にも繋がっています。また搬出されたC材や枝葉は木質バイオマスプラントに搬入されて、直接的には燃料としてエネルギー転換されますが、間接的には化石燃料のエネルギー代替として CO2 削減に貢献しています。これらの 2 つの効果は地球環境保全活動であることに着目して、環境支払いという制度を提案したのです。

仁淀川町にはこの制度の導入決定と、自主財源として地域振興費（商工労働費）を確保していただきました。3,000 円/t を環境支払いするとして、年間 2,000 t が目標値でしたので、財源として町に 6 百万円負担してもらうことになりました。この負担金はエコツリーという名で「地域通貨券」として個人林家等に発行されます。そして地域内の商店限定で使用可能になっているため地域経済の浮揚に役立てられます。

このシステムは、木質バイオマス利活用推進活動が間接的に地球環境保全活動に貢献していることを行政が評価して、その対価の行き先として商業を巻き込んだ地域経済の活性化につながる仕組みとしたものです。これは持続可能な木質バイオマス地域循環システム構築の先進事例と考えております。

（14）このシステムのアピール点

搬出者へのアンケートを基に、このシステムのアピール点を整理します。①小規模な NPO 法人や個人が多数参入することにより、材の安定供給が実現しています。②小規模林業を下支えする仕組みであり、さらには拡大させる仕組みになっています。要するに小規模山林所有者へ新たな収入の道を開き、新たな林業参画者を開拓・創出しているのです。これらのことは、ある意味「画期的な林業改革システム」といえるものかもしれません。アンケートでは、搬出者のほぼ全員が「間伐の促進につながっている」と回答しています。③小規模林産が入ることにより、特定の企業・団体だけの仕組みでなく、地域住民や NPO 法人を巻き込み、「エネルギー自給システムを核とした地域づくり・地域内循環システム」として展開できていることです。④中山間地域における農家・林家・住民の副収入先となり、地域の雇用や経済の拡大につながっています。⑤山村地域の雇用のセーフティーネット及び林業のセーフティーネットになっています。⑥エリア外の都市部の住民や企業も巻き込むことができ、グリーンツーリズム・都市との交流事業としての付加価値も生まれています。これらのアピール点は、山村再生の中核となる可能性を秘めたシステムであると評価しています。

（15）林地残材の搬出経費

高知大学農学部森林科学科の学生による積み込みと運搬にかかる算出コストをみます。前提条件として、運搬距離 25 km、運搬時間 1.5h を設定しています。積み込みにはグラップル、運搬には 2 t トラックを使用したコストは 1,718 円/t になっています。一方で、人力による積み込み、軽トラックによる運搬でのコストは 2,372 円/t となっています。現在の取引価格は 4,000～6,000 円/t 程度ですから、これとの差額分が自分の人件費になるわけです。

運搬距離と出荷量の関係は、距離 30 km 前後で出荷量の 40～50% が占められていて、最大でも 40 km 程度で出荷量は 95% にまで達しています。運搬距離と搬出経費との関係について、積み込みと運搬手段ごとにみてみます。意外なことに 10 km 以内であれば軽トラ＋人力が一番コストが安い結果となっています。

（16）土佐の森方式 収集・搬出方法（軽架線キットの開発）

「土佐の森方式軽架線キット」を開発して商品化しました。これは簡易架線を敷設して、主に林内作業車のウィンチと滑車を用いて搬出する方法です。要するに簡易な器具を組み合わせでス

ウィングヤーダーと同じ作業を可能にしたのです。作業に要する人員は3～7人で、1日(5h)の搬出量は5m³、重量で4t程度となっています。設置時間は約30分、撤去時間は約20分程度です。150万円程度の林内作業車を所有していれば、このキットを20万円で購入すれば合計170万円の投資でスウィングヤーダーに近い材の搬出が可能になるのです。

昨年の8月から「副業型自伐林家養成塾」を企画開催しており、県内外から21名が参加しているところです。また広がる土佐の森方式として、県内はもとより岐阜県の恵那市などでも同じような取り組みが展開され始めています。

(17) 副業型自伐林家になった方の事例

NPO法人土佐の森・救援隊のOBの一人が、集落内の山林所有者を集め「生産森林組合」を組織して「集落営林」を開始しました。所有山林面積はスギ・ヒノキで約50haです。畜産出身者であり重機が使えるため「生産森林組合」は作業道作りに専念し、我々のNPO法人が間伐・搬出運搬を担当するように役割分担しています。丸鋸製材機も設置して製品加工までを手がける予定にしています。現在ではこのように「生産森林組合」とNPO法人の協働による事業展開を検討しているところです。

(18) 本来の林業構造ピラミッド

本来は、一般住民→ボランティア→アルバイト→副業→専門というように、下層から上層へ少しずつ人・技術が供給されることが正常です。「いびつな構造」から「本来の構造」に戻すためには、下層から上層へのステップ・アップを支援する仕組みや組織が必要となります。我々のNPO法人では「木質バイオマス収集運搬システム」を通して、ボランティア→アルバイト→副業→専門へとステップ・アップさせる効果があると考えています。

・「クールベジタブル～炭堆肥で CO2 削減～」

○講演要旨

ご紹介いただきました京都立命館大学の柴田と申します。「クールベジタブル」というあまり聞いたことのない話をさせていただきます。

(1) はじめに

2009 年 9 月 22 日国連気候変動首脳会議において「日本は 1990 年比で 2020 年までに 25% の削減を目指す」と鳩山首相が表明しました。日本の温室効果ガス排出量の達成目標は COP3 で基準年の排出量に比べ 6%削減となっています。温室効果ガス排出量の現状は+7.6%で、減るどころか増えている状況ですから、6 %減を京都議定書約束期間内に達成することでさえ極めて厳しい状況です。しかし 25%削減を目指して達成出来たとしても 75%は出ているという訳です。これからは、①CO2 問題を中心とした地球温暖化防止対策の取り組み、②化石資源を使わないようにするための循環型社会の形成 ③低炭素社会の実現に向けた取り組み、が益々活発化せざるを得ない状況といえます。



(2) カーボンニュートラルとカーボンプラス及びマイナス

カーボンニュートラルは聞いたことがある方もおられると思いますが、これは炭素の循環のことを表しています。光エネルギーを使って光合成により CO2 が植物の中に固定化されて有機物になる訳です。有機物はバイオマスと言われているように生物です。有機物は最終的に燃焼されています。燃焼には、生分解と熱分解があります。人間は有機物を食べて口から酸素を吸って体内で燃やして肺から二酸化炭素を出していますがこれも燃焼です。生分解をするのはバクテリアなどの分解です。一般的に熱分解は燃えやすいのですが、酸素が少ないところに分解すると炭が出来ます。十分な酸素がある場合は全て二酸化炭素になります。その二酸化炭素は、また光合成を繰り返します。これをカーボンニュートラルと言います。

(3) バイオマス等有機成分の分解

バイオマス等有機物の燃焼について説明します。熱分解は燃焼すると CO2 になります。炭化した時も一部 CO2 は当然出ますが、CO2 になりきれない物が炭となり炭素の塊として残るわけです。発酵がいわゆる生分解であり、バクテリアになり CH4 と CO2 になります。

(4) 炭素循環の概略

炭素循環の概略ですが先程の説明と基本的に同じ構図です。二酸化炭素が地球温暖化ガスとして空気中に上がり、それが光エネルギーで植物によって固定化され、バイオマスとしての動植物が海中とか陸上などに生息し、最終的に発酵・熱分解してエネルギーを放散しながら地球温暖化ガスになるわけです。これを繰り返すことがカーボンニュートラルなのです。

さらには地下蓄積炭素というものがあります。何億年前に石油か石炭になって地下にある化石燃料を近年掘り出して使用しています。そこで今までにはなかった循環系に化石燃料が入ってきたため炭素が増えてカーボンプラスの要因になっています。バイオマス利活用を増やしたとしても地表上の炭素量は増えており、100%を仮に 25%削減できたとしても、いつも地下から 75%

は出ているのです。

(5) 大気中の二酸化炭素濃度の上昇抑制

大気中の二酸化炭素濃度の上昇を抑制するには、排出量を削減するか、吸収・固定量を増大するか2つの手法しかありません。前者には化石燃料の使用量削減と省エネ技術の開発・普及があります。同時に吸収・固定量の増大をしていかなければならないわけですが、バイオマス賦存量の増大はその1つで、山に木を増やす造林、木を燃やさないで建材として長期利用することなどもバイオマスの賦存量の増大になります。もう1つには炭素隔離があります。CO₂を地層内や深海層に注入することです。この手法には多大な投資とエネルギーが必要となるので、私は無機還元炭素（炭）の物理的使用が良いと考えています。

排出量の削減はカーボンプラスが削減するという事です。炭素隔離がカーボンマイナスです。いわゆるバイオマスの賦存量の増大等は、カーボンニュートラルです。カーボンニュートラル、カーボンプラス、カーボンマイナスの3つの側面があります。

(6) カーボンプラスとカーボンマイナス

カーボンマイナスとは、地表上からの総炭素量を地下に埋め戻す事や、地球の圏外（宇宙）へ放り出すことなどを意味します。化石燃料の使用（カーボンプラス）により増え続ける地表上の循環炭素総量を減少させるには、カーボンプラスと同等量のカーボンマイナスが必要になります。地下から掘り出してきた炭素量と同等量を埋め戻すことをしなければ地表上の総炭素量は絶対減らないわけです。カーボンマイナスは地表上の総炭素総量の減少を意味します。これには短期で循環するバイオマスによる炭素固定とは異なる長期安定的なカーボンマイナス(炭素隔離)が必要になります。欧米ではカーボンネガティブという言葉を使用するところもあります。

(7) カーボンマイナスの考え方

カーボンの存在には地表上と地下があります。地表上の動植物をバイオマスで増やすことは、1つのオフセットかもしれませんが、それはカーボンニュートラル内におけるオフセットです。本当の意味でのオフセットは化石燃料から出たカーボン量に対して安定的に隔離することが基本と考えられます。つまりバイオマスを炭にして、地中とか海中に安定的に使うことが出来れば化石燃料の使用量とオフセット出来るわけです。つまり地下への蓄積炭素の増大が必要です。

(8) 炭素回収・貯留技術（CCS：Carbon Capture & Storage）とバイオマス炭化

有機物(バイオマス)を炭化した炭は無機還元炭素ですが、大気中に炭を置いておいた場合の半減期は約5万年位といわれ安定性は非常に高いといえます。ただ土壌内に入れた場合の半減期は不明確ですが、10分の1だったと仮定しても5,000年ということです。CO₂の増加が地球環境の問題として取り上げられていますが約100年～200年のオーダーの話です。

(9) カーボンマイナスの積極的解釈

バイオマス廃棄物を炭化して燃やさずに利用することで、CO₂を排出しないようにすることで炭素隔離できることになります。このカーボンマイナスを積極的に解釈すると、動植物を炭化して地中とか海中に安定的に隔離するという事は、その炭素量と同等量の石油などの化石燃料を使用しても良いということです。現実的には化石燃料に匹敵するほど炭化量は多くありませんが、化石燃料を使う技術を生かしておいた上で同等量の炭素量を地中に埋めるというのは、非常に面白い話になる可能性があると考えているのです。

(10) カーボンマイナスプロジェクトの概要

今日一番話しておかなければならないのは、「バイオマス炭化による循環型社会の形成」とい

うことです。カーボンマイナスプロジェクトの概要を説明します。地域にある廃棄バイオマスや未利用バイオマスをリサイクル施設でエネルギー的に一番良い方法で、堆肥化、ガス化、飼料化などを行います。そしてカスケード利用の話になりますが、一番最後の方法としてそのカスを炭化します。そして炭化物を農林畜産漁業者や土木業者などに販売します。土木の場合では、コンクリートに混ぜたり、基盤材に使用したりします。燃やさないで使用することが一



番理想的で、カーボンクレジットを発生させます。このカーボンクレジットは、二酸化炭素排出権が不足する企業等に販売します。ただし、そのカーボンクレジットは申請・発行・販売の状況について、確認・証明・検証などを担う社会的機構（地域行政等の管理団体）は当然必要となります。炭の場合は炭素量が計りやすく、Cが何トンあるかで $C \times 44 \div 12$ で原子量を計算すると、CO₂量が出ますので二酸化炭素の貯留量がわかります。これでクレジットが発生するわけですが、それだけでなく出来た野菜や魚など農畜水産物を販売する実験をしています。すなわち、出来た野菜を「クールベジタブル」という名称で消費者に販売して、「農家が儲かる」、「地域が儲かる」というシステムの構築に取り組んでいます。

（１１）カーボンマイナスプロジェクト実現のための要件

CO₂のカーボンクレジットだけでは、それほど大きな儲けにはなりません。しかしそこでやっている活動を、地域のブランドとして商品に付加価値を付けて販売する訳です。カーボンマイナスプロジェクト実現のための要件としては、①二酸化炭素排出権枠の設定、②カーボンクレジット発行のための認証制度などです。キャップ・アンド・トレードなど国からの義務化が無ければ前に進まないということも想定されますが、証明書の発行が重要になります。

（１２）カーボンマイナスプロジェクト実現のための課題

カーボンマイナスプロジェクトを実現させるための課題は、①バイオマス炭化における経済性、②環境安全性とLCA-CO₂、③炭化物の用途開発と品質規格の３点です。①の経済性については、プロジェクトの概要で説明したとおりです。②はプロジェクトの初めから終わりまでの間で、本当にCO₂は減っているかということです。お金は回っていても環境に適合していなかったり、プロジェクトの過程で膨大なエネルギーを使用してCO₂が増加するなど、本末転倒した状況になってくると長期的に持続することは困難になってきます。③は炭化物の付加価値の付け方ですが、炭は土壌改良材、水質浄化材、調湿材、海藻基盤材など色々な用途になるのですが、それぞれの用途・目的に対して品質規格を作らなければならないということです。これを現在、国際的に作ろうと画策はしているところです。

（１３）カーボンマイナスプロジェクトにおける炭素隔離量の試算

日本全体での炭素隔離量を試算してみました。日本の田畑の総面積は465万ha(田253万ha, 畑212万ha)です。1haあたりの年間標準炭投入量を25t ($10,000\text{m}^2 \times 0.2\text{m}$ (耕作深度) $\times 5\%$ (投入量 v/v) $\times 0.25$ (比重))と設定します。日本の総田畑への炭投入量は1億1,625万tになります。炭の炭素含有率を80%、水分含有率を25%と想定すると、日本の総田畑で7,000万tの炭素隔離量になります。 $C \times 44 \div 12$ で計算するとCO₂換算隔離量は2.57億tとなります。日

本の年間 CO₂ 排出削減必要量 1.99 億 t (温室効果ガスインベントリオフィス GIO2008 年 5 月版) ですから、これに対して 1.3 倍位の量を農地だけでまかなえることになります。炭の値段など経済的な条件もありますが、物理的側面だけから考えるとこのようになります。

バイオマス炭化物を用いることによる日本全体における CO₂ 削減の経済的効果を推計してみます。1 t・CO₂ あたりの EU 排出量取引制度価格 13.2 ユーロですから 33.924 億ユーロとなります。1 ユーロ=127.6 円とすれば、CO₂ 排出枠換算で年間約 4,328 億円の経済的利益となるわけです。

(14) バイオマス炭化物(炭)の農業利用における経済的利益(推計)

カーボンマイナスプロジェクトによる農業における炭素隔離量について試算してみます。10a あたりの年間標準炭投入量を 2.5 t ($1,000\text{m}^2 \times 0.2\text{m}$ (耕作深度) $\times 5\%$ (投入量 v/v) $\times 0.25$ (比重))と設定して、炭の炭素含有率を 80%、水分含有率を 25%と想定すると、バイオマス炭化物による炭素隔離量は 1.5 t / 10a となります。C $\times 44 \div 12$ で計算すると CO₂ 換算隔離量は 5.5 t / 10a となります。1 t・CO₂ あたりの EU 排出量取引制度価格 13.2 ユーロですから 72.6 ユーロとなります。1 ユーロ=127.6 円とすれば、CO₂ 排出枠換算で 9,300 円 / 10a の経済的利益となりますが、10a あたり約 1 万円では大した利益とはいえません。

(15) 農作物のブランド化と各種地域資源の活用

そこで持続可能な農業生産と炭素隔離の組み合わせで、カーボンシンクによるエコブランド農作物 COOL VEGETABLE へとつなげるのです。この地域社会モデルが目指す概要を説明します。企業や都市関連地域では CO₂ 排出の抑制・削減への対応が迫られています。これに対して農山村部では地域バイオマス炭化による炭素の回収・貯留 (CCS) を行います。この両者の間で農山村部から企業・都市関連地域に排出権を販売し、企業・都市関連地域から農山村部へ資金が流入する循環スキームを作り出すことです。特にエコ農産物と排出権の販売で利益を出して、農山村部の持続的発展が可能となる社会的仕組みとするものです。

(16) 循環型社会の形成と大都市との炭素クレジット取引

そこで「地産地活・地産地消地域循環」というスキームを提案します。地産地活とは、地域の廃棄物を地域で活かそうという静脈型を意味し、地域の産物を地域で消費する動脈型の地産地消と合わせて一つのスキームを地域でつくるものです。すなわち、炭化による炭素クレジット販売、農畜産業からの農畜産製品販売、食品産業から加工食品販売などの総合ブランド力を都会に販売するような形が出来れば面白いと思っています。

地域未利用廃棄バイオマスの有効利用方法としての炭化と、炭化物(炭)を燃やさずに使う CCS としての農地利用とを組み合わせ、CO₂ 排出権の販売とエコブランド農産物 COOL VEGETABLE の販売につなげることが、農村部における持続的発展を可能にします。

京都の亀岡市駅前の農地で「炭素貯留・埋設 クールベジタブル農法」として実証実験を行っています。また「コープこうべ ツカシン店」などでは、店頭でクールベジタブルが炭素貯留としての野菜として販売されています。

(17) おわりに

昨年来、世界的にバイオマス炭 (BIOCHAR) を農業に使用して、排出権取引が行われようとしています (International Biochar Initiative)。また農林水産省も農地の炭素貯留としての可能性を認め、各地の大学との連携を含め地域活性につなげられるシステムの研究を進めようとしています。

・「高知県における木質チップの供給コストの試算」

○講演要旨

(1) はじめに

最初に、ハウスボイラに木質チップを使用する理由などについて説明します。施設園芸は高知県の基幹産業として重要な位置を占めておりますが、ハウスボイラの燃料としてはA重油が大量に使用されています。またその一方では、高知県における森林率は84%で、多くの森林資源に恵まれています。このような背景から、ハウスボイラの燃料を木質チップに転換することを考えました。

その効果としては、①林地残材等の森林資源の有効利用が図れる、②重油を木質バイオマスに転換する事で温室効果ガスの削減が図れる、③燃料を地元で作るという事で地元雇用の確保が期待される、④今まで重油の燃料代として地域外に出ていたお金が地域に残り中山間地域の振興が図れる、以上のような事が考えられます。

(2) 木質バイオマス利用の課題

木質バイオマスの利用の課題として、乾燥と供給の2つの課題があります。

木材というのは木自体が水を大量に含んでおり、それを伐採して森林に放置されている林地残材は含水率が高いままの状態になっています。ボイラー燃料として使用するためには、安定した燃焼と高い発熱量を保つことが条件となり、乾燥が必要になってきます。今回はハウスボイラに使用するという事で、小型のチップボイラーを想定しています。小型のチップボイラーの仕様は低含水率チップボイラーとなっているため、乾燥したチップしか使えないので、特に乾燥が重要になってきます。



供給につきましては、木質バイオマスはかさの大きいので林地残材をそのままダンプトラックに積み込むと空間が多くなるため、一度に大量には運べないという事が問題になります。また伐採は森林のあちこちで行われ木質バイオマスは広く薄く分散しているため、収集・運搬にコストがかかることになります。以上が課題となります。

(3) 残材の定義と対象

残材というのは、建築用材の生産過程で発生した株元・曲がり・梢端部などですが、それには土場に集まってくるものと林道端に集まってくる残材があります。今回のハウスボイラの燃料に使用するチップの原料としては、林道端の残材について対象と考えています。

(4) 木質チップ利用の全体像

木質チップ利用の全体像としては、まず①残材をダンプに積み込み・運搬します。次に②天日乾燥した後、③チップに加工し、④フレコンパックに詰め込み、⑤4tユニックに積み込みチップの搬送、⑥4tユニックでサイロに投入してチップボイラーで燃焼して園芸ハウスに使用するという流れになります。

(4) チップ供給コストの試算について

残材の収集運搬方法について、次の5つの方法について検討しています。

①架線集材で土場に材を集めて、そこで玉切りする事により残材は一箇所に集まってきています。そのような残材をダンプに直接積み込む方法が、「土場残材（ダンプ）」と言っています。

②列状間伐等で林道端に集まった残材をトラックで移動しながら収集していく方法を「林道端残材（ダンプ）」と言っています。

③日本人が開発した脱着装置付き運搬車による方法です。作業車の後ろについているコンテナの積み降ろしが可能なため、作業道端にコンテナを降ろし作業の合間にバイオマスを投入し、満杯になった時点で運搬車で積みだしていく方法で、「作業道端残材（脱着式運搬車）」と言っています。

④グラップル付きフォワーダで作業道端に分散している残材を集めながら移動していく方法で、「作業道端残材（フォワーダ・散在）」と言っています。

⑤フォワーダで作業道端に集められている残材を集材していく方法で、「作業道端残材（フォワーダ・集積）」と言っています。

（6）チップ供給工程

以上の 5 つの方法を一覧表にまとめてあります。①「土場残材（ダンプ）」と②「林道端残材（ダンプ）」については、4 t ダンプに積み込んでチップの加工場まで運びます。それを乾燥、チップに加工、袋詰めして、4 t ユニックで農家のサイロに持って行く方法です。③「作業道端残材（脱着式運搬車）」、④「作業道端残材（フォワーダ・散在）」、⑤「作業道端残材（フォワーダ・集積）」については、作業道端の残材を脱着式運搬車またはフォワーダを使用し、ダンプが入って来れるような集積土場まで一旦移動させ、そこから 8 t ダンプに積み込み、後は同じ工程をたどるという方法について検討しています。

（7）チップ供給コスト

チップの供給コストについて、先ほどの 5 つの収集方法とチップ 1 m³当たりの供給コストの関係についてみます。残材を 10 km 運びチップに加工した後 10 km 運ぶ場合と、残材を 50 km 運びチップに加工した後 50 km 運ぶ 2 パターンのコストを検討しました。コストの算定に当たっては、山元での残材代金とチップ加工場所における固定資産税等は加味していません。

10 km 運ぶ場合で最も安いのは、土場残材をダンプで運ぶ方法が 2,500 円/m³前後で、林道端残材についてもダンプで運ぶとそれほどかわらない結果となっています。最も高いのは、作業道端残材をフォワーダで散在している残材を移動しながら収集していく方法が最も高くなっています。距離を 50 km に伸ばしていくと、約 1.5～2 倍近く金額が高くなります。

これらのことから、①ダンプでの運搬が最も有利であるという事、②フォワーダで収集運搬しなければならない場合には、残材をまとめておく工程が必要になるということです。そして③残材とチップ運搬距離は短いほど有利であるため、コストを下げるためには燃料は「地産地消」、つまり発生したところで消費することが基本になります。

（8）物部川流域での木質チップの供給

先ほどのチップ供給コストの傾向について、物部川流域を事例として試算してみます。

物部川流域は、高知市東部に位置していて香美市と香南市に分かれております。園芸ハウス対象作物の作付面積（平成 16 年）からみると、170ha のうち約 9 割は香南市で栽培されているため、チップの消費地としては香南市になります。一方の香美市は県下で 3 番目の森林面積を有し、森林資源の豊富な地域です。従って香美市で発生する林地残材を香南市に運搬して利用するというパターンになります。

(9) 物部川流域での木質チップ供給試算の条件

物部川流域を事例としてチップ供給コストを試算する条件を設定します。残材土場とチップの加工場は香南市に設置します。残材の平均運搬距離は約 29 km、チップの平均配送距離は約 3 km となります。チップの加工は園芸ハウスへの加温が行われる 10～4 月の 7 ヶ月で計算しました。

(10) 物部川流域での木質チップ供給コスト

先ほどと同様に、物部川流域における 5 つの収集方法とチップ 1 m³当たりの供給コストの関係についてみます。土場残材をダンプで運ぶ方法が 2,900 円/m³で最も安く、作業道端残材をフォワーダで散在している残材を移動しながら収集していく方法が最も高くなっています。チップの平均供給コストについては、もっとも高くなる方法では収集をしないものとして除外した平均値を算出すると、平均単価は 3,450 円/m³になります。

木質チップの一般的な傾向は、ランニングコストにあたる燃料代としては安価といえます。しかしながらチップボイラーのイニシアルコストが高いため、トータルコストとして検討する必要があります。この点について検討したいと思います。

(11) チップボイラ（100kW）の使用年数と価格

チップボイラーとA重油ボイラーの使用について比較してみました。ハウス面積が 6a の場合と 10a の場合について、チップボイラーの価格と加温コストがA重油ボイラーと同等になる使用年数との関係についてみていきます。

設定条件としては、A重油ボイラーの温湯式 116kW が 170 万円程度、耐用年数は 10 年、A重油の価格が 80 円/ℓとします。チップボイラーは代表的な 100kW で 900 万円、耐用年数は 20 年と言われており、チップの価格は先程算出した 3,450 円/m³と仮定します。900 万円のチップボイラーを導入したとすると、6a のハウス面積ではA重油ボイラーと同等の加温コストになる使用年数は 19 年かかり、それ以降でチップボイラーが有利になる事がわかります。ハウス面積が 10a になると 12 年程度でA重油ボイラーとトントンになる計算になります。

A重油価格は変動が大きいですから 60 円/ℓで計算してみます。このA重油価格ではチップボイラーの耐用年数である 20 年以内に加温コストがA重油ボイラーと同等にならないため、900 万円のチップボイラーの導入は不可能です。逆にA重油価格が 60 円/ℓの条件で 20 年以内にA重油ボイラーと同等の加温コストにするには、ハウス面積 6a の場合 500 万円以下にする必要があります。またハウス面積 10a についても 600 万円以下のボイラー価格にする必要があります。このようなA重油価格の条件の下では、園芸ハウスにチップボイラーを導入するに当たっては、チップやボイラーの購入に対する助成などが大前提になってきます。

(12) チップ供給のまとめ

チップの供給についてまとめると、①残材の収集はダンプに直接積み込むことが有利となるので、「ダンプの走行可能な作業道を開設」する事が大切です。②フォワーダで残材を収集する場合は、残材を集積すると有利になるので、「作業の待ち時間等に残材を集積する」作業が重要になります。③木質バイオマスの供給コストは、運搬距離に大きく影響されるので、「燃料の地産地消」が重要になります。

(13) 物部川流域での試算のまとめ

物部川流域での試算で分かった事は、園芸ハウスにチップボイラーを導入するに当たっては、チップ供給コストの削減も大切ですが、木質チップやチップボイラーの購入に対して助成制度の活用を検証する必要があります。またチップボイラーについては低価格化を推進する必要があります。

7. ディスカッションの概要

コーディネーター：田岡秀昭（嶺北木材協同組合理事長・森昭木材株式会社代表取締役）

パネラー：大場龍夫（株式会社森のエネルギー研究所代表取締役）

片岡正法（NPO法人土佐の森・救援隊）

柴田 晃（立命館大学衣笠総合研究機構地域情報研究センター）

市原孝志（高知県立森林技術センター主任研究員）

鈴木保志（高知大学農学部准教授）

杉森正敏（愛媛大学農学部准教授）

田 岡 私達は、「いなかインターンシップ」に取り組んでおります。この取り組みは全国的にも行われており、そこでは「田舎と都会を結びつける」様々な取組がなされております。今年高知県で全国大会が開かれます。ここ嶺北をターゲットにやっております。

また「田舎と学生をつなぐ」取り組みも全国的に展開されています。今日はその中心メンバーの学生が来ておりますので、ご紹介します。クールベジタブル（炭化プロジェクト）にも参加されています高知大学の井上さんです。この全国大会は2月に開催されます。

地元の人も含め、北海道から沖縄まで全国の方が参加される会です。興味のある方は是非ご参加下さい。

それでは、ディスカッションに入りたいと思います。本日は、大変貴重な話題提供を頂きました。1つ1つの話題で1つのパネルディスカッションが出来るような内容の濃いもので、時間が十分無くて申し訳なかったと思っております。今までの話は、木質バイオマスがテーマで進んできました。

さて私は、森林が循環するためにはもちろん木質バイオマスも必要だと思いますが、A材といわれる建築に使用される木材がどのように循環できるかが大きな問題だと考えています。その建築に使用される木材について、リーマンショック以降大変危機的な状況を迎えております。この嶺北地域の林業もこのまま存続できるかどうかという大変な危機的な状況に陥っており、意気消沈しているのも事実です。この危機解決に向け少しでも前進させるためにはA材とともに、B・C・D材といわれる木質バイオマス系の材と車の両輪として機能しなければならないと思います。

そこで、コーディネーターを務めさせていただく私が取り組んでおります「れいほくスケルトン」について説明させていただき、A材についての話をしたいと思います。

山の現状は、「緑の砂漠」と言われる地面に全く光の射さない森と、手入れがなされ光が射し込む森とで大きな違いがあります。「緑の砂漠」といわれる状況が日本の森林の6割以上を占めているといわれています。間伐や枝打ちがされない森林では、地面に直射日光が届かず、下草が全く生えず、まるで砂漠のような状態になっているのです。しかし、間伐や枝打ちなど人の手入れがなされることで、下草は伸びてきます。杉という「資源の森」と広葉樹でできた「環境の森」という2つの森が両立できるのです。そして「植えて、育てて、切って、使うという循環を取り戻そう。」というのが私達の原点です。という事は、切った木材を使う事が、とても重要になります。切って使わない限り経済の良好な状況は戻ってきません。そこで、どうすれば使う事が出来るのか、という事で取り組んでいます。

ところで、高知県は84%が森林で日本一です。昔は大阪城の築城にも土佐木材が使用され、土佐から



吉野川を下り大阪まで運ばれて木材市場を形成しました。今でも大阪市内を運搬していた運河の名称「土佐堀」が現在まで残っている位、土佐の木材は広く活躍していました。このように嶺北地域は森林資源が豊富で木材事業が盛んな所でした。

現在、町と森を結ぶ運動として「木の家づくり」の取り組みが始まっています。コープ自然派のこだわり生協さんの取り組みから始まりました。安心安全なお米を食べて頂く、そのために棚田を守り、保全をしながら、安心安全なお米を食べていく、すなわち消費者として消費行動が棚田を守る取り組みをされていますが、その源流の良い水を育むべき森が荒れていることに気付いたのです。それなら、「森の木を木材として使うことで源流の森を守ろう」という家づくりがスタートしました。こうして「食」から「住」へと繋がり、消費者の皆さんに山に来てもらい、ツアーを行い伐採の現場を見てもらい、実際に製材の工程あるいはプレカットの工程を見てもらいながら、実際の「木の家づくり」を進めていく取り組みをしています。この取り組みの中で、木の良さを説明するのですが、木材が量的に動くことにはなかなかありません。木材を量的に動かすにはどうすればよいか。そこで始まったのが「嶺北規格材」と「れいほくスケルトン」です。

まず「嶺北規格材」ですが、国産材による木造住宅を増やしていくため、実用的でわかりやすい規格が求められていました。ここでとても大切にしている事は、ヤング係数や含水率などのデータを示して基準に適合した杉の強度は十分あり、最大のライバルである米松と比べても、安心して使えることを理解してもらうことです。このような普及活動のセミナーを開催して説明しています。



「嶺北規格材」でのセミナー会場から課題が出され、「れいほくスケルトン」という木造キットの販売構想が誕生しました。「木材の骨組み（スケルトン）を販売し、町（工務店）の皆さんに使ってもらおう。町に届け、町の方々に内装などは自由にいただきましょう。スケルトンと設計を別々に考えて、町に木の家を建ててもらいましょう。町に森を作ってもらいましょう。木の家で森を作ってもらいましょう。」という取り組みです。

そして一番の目的は、「れいほくスケルトン」という木の家が町に沢山でき、それが森づくりに還元できるシステムを確立することです。木という素材の家でなければ、なかなか森への循環を取り戻す価格の形成はできません。チーク材、合板材は木質バイオマスであり安価というのは分かっています。ところがその価格では、森を循環するという事はできません。森の循環を達成できる価格を形成出来る力を持つことができるのは木の家です。この木の家を沢山建ててもらう事が、ひいては嶺北地域や林業の再生に繋がっていくと確信して取り組んでいます。

さて、「れいほくスケルトン」の基本的特徴は、間取りの寄せ集めから骨組みを考えるのではなく、骨組みと間取りとを同時に考えていくということです。一つの例を紹介しますと、6本の隅柱を六隅に、中心（田の字型）の大黒柱は6寸以上を使用する方法です。そして、木材の履歴、強度特性をはっきり示す家づくりを目指しています。

そして、販路としては、「里町の家」や「里山の家」といわれるネットワークとパートナー工務店があります。パートナー工務店は現在 20 社近くなりました。「町で木の家をやりたいのだけど方法が分からない。」「これから安心安全の家づくりをしたいが方法が分からない。」そのような工務店を対象とし

て、サポートしながらパートナー工務店と一緒に「れいほくスケルトンを広めていきましょう。」という取り組みをしています。パートナー工務店がネットワーク化（徳島のグループ）され、「里町の家」や「里山の家」という取り組みをしています。その建築現場の一例を紹介します。大阪府高槻市で「れいほくスケルトン」の家5棟、内1棟がオーガニックレストランとして開店しました。

そして工務店が構造をあらわして使う「あらわしの家」というシステムも展開しています。50年、100年もつ住まいのためには、構造材の経年変化がわかり、いつでもメンテナンスが出来る構造の家であることが重要です。すなわち、構造が出来るだけ見えている方が良い構造といえます。まさに、「れいほくスケルトン」構造が当てはまります。

最後になりますが、二酸化炭素を切り口にして家づくりを考えてみました。私達が取り組んでおります「里山の家」といわれるネットワークの家では、大変沢山の木材を使います。1坪当たり約 1.5m^3 使う事があります。最大約 1.5m^3 /坪使用したとすると、使用木材が40坪の家では 60m^3 の木材を使用します。そこで木材の比重 0.4 t/m^3 （スギとヒノキの平均比重）とします。よくスギの比重は0.3ちょっと、ヒノキの比重は0.4ちょっとしかないと言われますが、私どもの感覚としてはスギの比重は0.35位、ヒノキの比重は0.45位あると思われるので、平均を 0.4 t/m^3 とします。そうすると24tの炭素を蓄えます。24tが絶乾重量となりますので、その50%が炭素となります。12tのC（炭素）を蓄えた家といえます。そして、50年使えば50年、100年使えば100年、200年使えば200年炭素を固定した家という事になります。先程の柴田先生が示された二酸化炭素換算係数をかけますと、この家は44tの二酸化炭素を固定した家という事になります。

さらに木の家がすばらしいというのは、森の循環がきちとなされるということです。すなわち、「植えて、育てて、切って、使う。」という循環が成立しているというのが条件となりますが、この家を建てるために山の木を切るということは、実はどれだけの物が森林で育つのだろうと考えてみます。製品 60m^3 を取る為に、原木からの歩留まりは約50%ですので、それに比重をかけ、炭素量をかけ、二酸化炭素換算係数をかけ、更に、京都議定書で認められている拡大係数（幹材積を枝・葉・根を含めた樹木全体の体積にするための係数）

1.95 を乗じますと、50年間で約172tの二酸化炭素を吸収してくれていることとなります。私達が生きる間の時間係数（時間軸）で考えれば、木の家という山を増やしても良いのではないのか。木の家を建てる事は、二酸化炭素の固定・削減につながっています。検証した訳ではないのですが、そのように考えても良いのではないかと思います。木質バイオマスを使う事は、実はCO2削減につながっていくという思いがしております。

現在、消費者の皆さんに二酸化炭素を切り口に説明することは非常に有効で、理解して貰い易い状況にあります。そして私の取り組み・立場は、A材の利用推進が二酸化炭素削減に繋がっているという方向で考えております。

それでは、ディスカッションから加わっていただく、鈴木保志先生（高知大学農学部）、杉森正敏先生（愛媛大学農学部）のお二人の先生に自己紹介を兼ね、研究や取り組みを説明していただきたいと思っています。鈴木先生からよろしくお願いいたします。



鈴木 高知大学の鈴木と申します。よろしくお願いします。森林化学コースの林業工学研究室に所属しています。集材作業、林業用架線など、林業の内、木材を収穫し利用する場所へ搬入するまでの生産性、作業性についての研究をしています。講義としては、森林生産施設学（林道・架線）、森林作業システム学（作業道・路網・経費）等をしています。



研究事例の紹介をします。林地残材の収集コストについては、先程、土佐の森・救援隊の片岡さんの説明にもありましたが、次のことを少し補足させていただきます。この残材の買い取り価格に対して、軽トラ、2tトラックで運ぶ時の差額分が利益になると考えると、どのくらい受け取りが発生しているかについてです。自伐林家ということで、計算には人件費を含めません。人件費が0だと、儲け・手取りが無いという事で、逆にこの差額分を最後に要した時間で割ることにより、実際の時給換算或いは日給換算の手取りがどのくらいあるかということを数値化することができます。そして、時間当たりの利益と運搬距離の関係をグラフ化すると、軽トラでは40km以下だと赤字にはなりません、収入としては1km当たりアルバイトの時間給500円～1,000円位の収入を得ようとする15kmが手頃という結果が得られます。

先程の仁淀川町の例で考えます。仁淀川町の事業の場合、小規模収集では林地残材があまり搬出されないのではないかという予測もありましたが、これは小規模収集の場合も、1日当たり10,000円～20,000円の普通の人件費を想定して経費を予測すると、どうしても赤字になってしまうことが一因と考えられます。私達専門科が、従来の考え方で人件費を設定して残材を収集することを考えると、軽トラを用いると赤字になってしまいます。しかしながら実際には集まっているという実態から考えると、C材で回収する場合、副業として少しの収入でも構わないとなれば残材を出せるということだと考えられます。すなわち、「赤字ではなく、そこそこの収入があり、世の中の役に立てる。」と考えた方が多かったことが、成功の要因ではないかと思います。実際に運搬された距離は30～40km程度の範囲が多かったということですが、森林利用学では迂回計測という考え方があり、直線距離に対して実際の走行距離はどのくらいかということを考えるのですが、だいたい日本の場合（日本山岳地帯の場合）は、実際運搬距離は直線距離の1.5倍になる場合が多いです。これを迂回係数といいますが、30～40kmを迂回係数1.5で割ると、直線距離だと20～30km位の範囲になります。ここで、仁淀川のプラントは佐川町にありますが、プラントから半径約20～30kmの範囲がちょうど収集圏と重なります。したがって、この位が地域の林地残材を収集する範囲としては適した収集圏だと思われます。

さて、この林地残材収集範囲に適していると考えられる収集圏を嶺北地域に置き換えてみますと、本山町を中心として半径30kmの円を描くとだいたい嶺北地域、大豊町から旧本川村まで含まれる距離になります。少し西側に伸びていますので、中心を本山町にすると旧本川村は、範囲外になりますが、嶺北地域において残材を収集する事業を始めるとしますと、嶺北地域の規模は基本としては適正であると思われます。なお、距離の遠いところに対しては、中間の集積地を設ける事が有効であると考えられます。この中間収集地ですが、先進事例の岡山県真庭市をみても、中間集積地を設けて収集することが行われています。

市原さんが講演された木質チップの地産地消、すなわち、なるべく地域で利用することが望まれることを説明していただきました。そして、大場さんの講演では経費の面とエネルギー効率の考え方を説明していただきました。最後に私から、林地残材の運搬距離がどの程度重要かについて少し説明させていただきます。これは日本大学吉岡先生の研究から引用したのですが、枝梢等を含めて残材を集めて回

収し、チップにして燃焼し、発電するという想定で求めた LCA の結果です。エネルギーの入力が 31TJ/年、出力が 174 TJ/年、エネルギー収支（＝出力/入力）は 6 程度が良好なシステムであろうと推定されました。そして、使用エネルギーの内訳は、実際の作業に要するエネルギーのうち運搬に要するエネルギーが全体の約 3 割、施設や設備に要するエネルギーのうち施設内運搬に使われているエネルギーは全体の約 6.5% ですので、両方合わせると運搬に使われるエネルギーは約 4 割近くになります。この様にエネルギー収支から見ても、運搬距離というのは結構重要で、地域で発生した物は、地域で利用するという事が大切ということがわかります。以上です。ありがとうございました。

田 岡 引続き杉森先生お願い致します。

杉 森 愛媛大学農学部で杉森と申します。よろしくお願いします。私は愛媛大学農学部森林資源学コースを担当していますが、附属演習林で木だらけのところで生活しています。今日は車で来ましたが、杉の山もだいぶ茶褐色になり、杉花粉症なので、今日は帰ると発作が起こるのではないかと恐れています。さて、現在、愛媛県南予地域や石鎚山の山麓付近で、古民家の調査をしていますので、後ほどお話をさせていただきます。



それでは、住宅のバイオマスストックの説明をさせていただきます。柴田先生の講演でも話がありましたカーボンマイナスですが、森林関係で言うと京都会議の時には、森林への二酸化炭素蓄積が第 1 約束期間で二酸化炭素吸収源として考慮されていました。第 2 約束期間では、森林だけではなく、田岡さんの講演でもありましたが、町の中に森林を作り、炭素のストックを作ろうと話があり、7 年前その関連で、環境省などからの依頼で、住宅のバイオマスストックを測定しました。バイオマスストックとは、森林から出てきた木がどの位世の中にストックされているのかということですので、これを測定するわけです。細かい話は置いておくとして、バイオマスストックを正確に測定するには、図面から測定したり、或いは家の梁、柱等の大きさを直接測定していくという作業をしています。同時に、エネルギー量としての換算もしています。当初はエネルギー量としての換算は考えてもみなかったのですが、現在はしております。

具体例を示します。大阪市内の個人の住宅（昭和 28 年築、延べ床面積 154.2m²）そんなに大きな家ではありませんが、町中の普通の家 1 軒を解体しながら調べました。12.6 t の木くずが発生しました。その他、金物、ガレキ、混廃、コンクリートが発生しました。発生量の測定は、例えば、トラックに積んで処理場に行くと、トラックはコンクリートを載積したまま重量を測定し、帰る時に空荷でトラックの重量を測定し、その差で重量が算出されます。我々は、再利用率を知りたかったのですが、基本的には皆さん 100% 再利用されていると答えられます。この当時で木くずの内、角材に関しては 43% がパルプ（紙の燃料）、パーティクルボード（家、家具に使用するボード）の原料として再生されており、57% が端材でボイラー燃料に利用されていました。我々の実感としては、この角材の中には非常に太い物もあり、削れば再利用できそうなものも結構ありました。

現在、四国電力からの依頼で、愛媛県南予地域で古民家再生をしています。この取り組みが、木材ストック調査に入るきっかけになりました。先程、田岡さんの講演で木材量を計算されていましたが、林野庁が計算している時は、木材の使用量は、1m² 当たり 2.0m³ で計算していました。1 坪あたり 6.6m³ です。実際に我々が測定した結果は、1m² 当たり 1.73m³ でした。サンプル数がそんなに多くないので、林野庁が示している 2.0m³ と大差ない値だと思います。もう一つは、林野庁が木材使用量から炭素量に換算する際の木材の重さは、密度としては 1m³ 当たり 500kg となっていました。田岡さんは 1m³ 当たり

で 400kg と説明されておられました。我々が実測した時は、450kg/m³でした。なお、絶乾容積重量とは、水分が全くない状態での密度のことです。木材の場合は、2m³持ってきた時にその重さは、だいたい約半分位と考えて 1t 程度です。更に、その中の炭素量は半分です。したがって、2m³の木材の炭素量は 500kg となります。

我々は、このような「ストック量調査」と「平成 10 年住宅・土地統計調査（総務省）」調査から、戸建住宅、長屋建て、共同住宅等のストック量（マンション等も若干含む）を計算しておりまして、日本全体でどれ位のストック量があるかを試算しました。その試算結果は 3 億 419 万 t になりました。この数値の持つ意味を把握するため、発熱量に換算してみました。個人の住宅の木材ストック 3 億 419 万 t × 木材の高位発熱量 18.5MJ/kg = 5,628PJ となります。これを原油換算すると 1.45 億 kl になります。当時の原油換算した結果、日本における 1 年間当たりの一次エネルギー総供給量 24,000PJ の約 4 分の 1 程度はあるのではと推定されました。ですから、日本中の家を全て焼却しても 4 分の 1 にしかありません。住宅の寿命が 25 年と仮定すると、25 分の 1 ずつが廃棄されると考えてよいので、毎年約 240 万 kl 分の廃材がエネルギーに回せることになります。

また、木質チップは水分が含まれていて含水率が高いという話がありましたが、住宅解体材のエネルギー利用を考える時には、住宅解体材の場合は、水分はだいぶ少なくなっています。当然 20 年～30 年経過しており、その間は大気中の水分とやりとりするだけなので含水率が低い状態、すなわち燃焼に適している状態になっています。

我々は当時から、解体材をエネルギー利用した方が良いのではないかと提言していたのですが、これを調査した頃はエネルギー利用ほとんどされず、団地内に放置・放棄されたり、色々な問題が起っていました。最近は事情が変化してきたため、解体材は、紙会社、ボードメーカーなどで取り合いになっています。この調査の少し後、中間処理業者の調査もしております。解体材はだいたい中間処理業者で細かくチップ等にして販売しますが、質の良い物が紙パルプとボードに回り、質の悪い物がエネルギー利用に回っていました。以上です。ありがとうございました。

田 岡 ありがとうございました。今日はパネリストの方、そして皆さん方に是非参加していただき、ディスカッションを進めていきたいと思っておりますのでよろしくお願いします。

これまでの講演を振り返ってみます。大場さんから世界的な流れ、或いは日本中の色々な大きな流れを同時にお話いただき、ここまで来ているのかという感じがしました。大きなトレンドが森林に向かっているという事をはっきり認識させていただきました。

片山さんからは「C 材で晩酌を！」と身近な取り組み、そして上手く仕組みを作っていく大切さを教えていただいたと思います。

柴田先生からは、今回カーボンマイナスプロジェクトという炭で地球を冷そうという面白い発想の取り組みをご紹介頂きました。

鈴木先生からは、木質バイオマスは広く浅く存在しているため収集運搬の距離がとても重要だという話をいただきました。

杉森先生からは、住宅は多量のバイオマスエネルギーをストックしていること、そして森の恵みを全て活用する重要性を認識させていただきました。

それでは、嶺北地域での木質バイオマスの利用方法とその課題について議論したいと思います。話題提供していただいた皆さんから、直面している課題などの事例を交えて簡単にお話いただきたいと思います。まず、大場さんからお願いします。



大 場 どこから始めたら良いのか。例えば、全くベースが無い状態でどのように立ちあげたらよいのか。こういう場合、ニーズを探します。この地域の中で身近に使える場所はないのかと言うと、全くないというのは珍しいケースで、大体はあります。温浴施設、熱使用している場所、要するに化石燃料を沢山使用しているところをまず調査します。



次に、どこからどう入っていけばよいか。先ずニーズから見ていく。初めから難しい事はしないで、「熱を取り出せるところがあるじゃないか。道ばたの残材や流木処理などに困っている。それにお金をかけて処理しているならば、それをこっちへ流すとすぐ利用できる。」というところから入っていけばよい。やり易いところから入っていくことです。その時にニーズを見てそこから入る事が大切です。小さい流れでも、初めを作る。0から1に立ち上げる時が一番大変ですが、小さいところから入っていくと、後は大きな流れになっていきます。そのようにやれば良いと思います。

田 岡 やり易い所から、出来るところから、そう考えると嶺北地域においてもまだまだやっていけるところは沢山あるのではないかとご指摘を受けました。ありがとうございました。

続きまして、木質バイオマスの利活用を推進する課題について、市原さんお願いします。

市 原 木質バイオマスを林内から出してくるという事は、コストがかかり出来ません。残材を林道端、作業端あるいは土場に来ている残材を活用しようとしていますが、それでも不定形な形でなかなか大量にトラックに積めない等があり、コストがかかります。この様な事がまずあります。次に、残材を利用するという事は、それだけ用材で出ていないと残材自体も続きませんので、林業産業を活性化することが一番大切なことではないかと思ひます。



田 岡 ありがとうございます。続きまして、低コストで林地残材を収集・運搬できるシステムをつくるための考え方やポイントについて、鈴木先生お願いします。

鈴 木 残材の利用という事については、先程市原さんの話にもありましたが、残材は廃棄物で余り物ですので、通常の林業の活動で出た物を利用するという考え方がまず必要だと思います。



また、熱利用する事を考える場合、含水率を下げておく事が必要です。大学と森林技術センターで研究していますが、「道端にしばらく置いておくと乾燥するので、それを使用したらよいだろう。」という話が最初あったのですが、調べてみるとだいたい高知県の山は標高の高いところが多いので、道端に置いておいても乾燥しません。一度下に降ろして乾燥させる必要があるという事が分かりました。

運搬の時にも、一度中間集積施設を設けるという事が大切であろうという事がわかってきました。集めて利用する際に中間収集場所をまず構えるという事が、これから必要になって来るのではないかと考えています。

田 岡 ありがとうございます。森林技術センターと大学あるいは産業界が協同して様々な取り組みがされていますので、皆さま立ち寄って頂ければと思います。続きまして、木質バイオマスの利活用を推進する際の行政に期待したい支援体制などについて、片岡さんお願いします。

片岡 私どもの活動のフィールドはいの町ですが、間伐のフィールドをいの町役場から与えていただきました。そして 150 万円位の林内作業車などの初期装備を貸与してもらい、おりからの仁淀川町バイオマスプラントに計画的且つ安定的に供給できるようになりました。このような機械装備の初期投資と同様に、チェーンソー等にも行政支援が欲しいところです。ソフト面の支援につきましては、計画的な作業道作りの先行もしくは並行整備などです。作業道が整備されれば効率は上がるのです。また、建機リースへの助成、或いは役場におけるユンボのリース等も考えられます。欲を言えば、これら道具類を保管する場所、宿泊所（無料で宿泊できる公民館等）の斡旋もしていただきたいと思います。さらに、地域、特に商店を巻き込む為の「地域通貨券」制度にも行政に参画して欲しい。一方、我々 NPO、地域の人々は、行政におんぶにだっこの状態ではいけません。自ら CSR 活動に熱心な企業の環境助成金等を積極的に活用する事も必要だと思われま



田岡 ありがとうございます。実際 NEDO のバイオマス発電事業において、その原材料を供給する役割は、当初は大規模な事業体を想定していたのですが機能しなかった。しかし地域の自伐林家や森林ボランティアの方々が環境保全ベースや地域づくり、趣味に近いたちで始めた取り組みが、今や原料供給の主體的役割を確立されました。ここ嶺北地域について改めて考えてみますと、これまでこの地域の林業を支えてきた根幹は、地場の父ちゃん母ちゃんを基幹としたシステムだと思います。その人達が将来にわたって機能する仕組みを作ることが大切だということを、今のお話は物語って頂いているのではと思います。

続きまして柴田先生にお伺いします。「カーボンマイナスプロジェクト」や「クールベジタブル」という大変新しい取り組みがなされています。今後 1 次産業を活性化するために、「カーボンマイナスプロジェクト」あるいは「クールベジタブル」を推進する上での課題について、お話をいただきたいと思います。

柴田 炭と一般に言いましても、色々な種類の炭があります。農業での炭の利用を説明すると、「炭を使用することは良いということとは分かるが炭は価格が高いため無理です。」という話になります。私の経験から炭を農業に使用すると、今までの約 1.2~1.5 倍の収穫量と、連作障害がほとんど出ないという効果があります。葉物・根菜類など作物の種類、土地の種類によって若干違ってきますが、基本的には安い炭を作ることが一番のポイントだと考えられます。



特にカスケード利用の話が先程ありましたが、林業、農業において使える物は徹底的に使用し、その残りをその場で炭に焼く。炭を焼くとても簡単な方法も結構あります。その場で焼くと、容積的に 30% 以下になるので、それを後でまとめて軽トラで運び、量的に測り農地に投入します。

できれば堆肥屋に運び堆肥に炭を混入します。そうすると好気発酵が促進し、今まで嫌気発酵で約 3 カ月かかっていた発酵が 2 カ月で処理でき悪臭も消えるようになります。こういう良い事もあるのですが、悪い事も若干あります。水分吸湿率が高いので冬場は堆肥化に時間がかかる場合もあります。それは好気条件と嫌気条件にもより異なってはきます。このように堆肥と一緒に混ぜ込んだ炭堆肥を農地に入れ込むと、案外手間はかかりません。普通の堆肥を入れる段取りと同じです。炭堆肥を購入した時点で含まれる無機炭素量は分かっているので、「炭堆肥を入れた農地は何 t の二酸化炭素を固定しました。」と言えます。

そこで出来た作物を、例えば「クールベジタブル」と名前を付けて販売します。現在のところ全国で6、7箇所色々な先生と協同してやっています。嶺北地域にも1箇所その実験場があり、そこで「クールベジタブル」を試作しています。また、店頭のニーズを満たす必要があります。畑が1箇所では農作物が1作物では棚が一杯にならないので、色々な地域から色々な物を集めて、「クールベジタブルコーナー」を作れるようにすることが大切だと考えています。今後はそのような取り組みをしていければと思っています。

最後に、基本的に木質バイオマスは何でも炭になりますが、問題点は水が多いことです。水を飛ばした後でないと炭にならない。しかし、それにエネルギーがかかるといけない。それを考えますと、炭も備長炭の様な良い品質を目指してはダメです。消し炭の様な、質は良くないが誰でも簡単にできる炭が求められます。

田 岡 ありがとうございます。嶺北地域は、一次産業でこれから生き残りをかけようとしている地域です。また、嶺北八菜やISO部会などで農業に取り組んでいる地域ですので、クールベジタブルを取り入れて地域一体で売り出していく。それが林業、畜産、農業が皆一緒になって取り組める課題ではなかと感じました。ありがとうございます。

続きまして、杉森先生にお伺いします。我々は住宅ストック、あるいはその事による森林循環に対する好影響を消費者の皆さんと接している訳ですが、こういった価値がクレジット化までもっていける可能性があるのではないかと思われるのですが、そのあたりも含めお話を頂ければと思います。

杉 森 住宅のクレジット化については、あまり考えていませんでしたが、最近、流通業者から炭素表示をしたいと言う話を聞き、「簡単にできますよ」と答えました。必要であれば、炭素表示位までは我々でもお手伝い出来ます。価格などの経済的な助言までは無理ですが、専門の方と一緒にすれば出来るのではないかと思います。クレジット化の取り組みが、ここまで来ている事を再認識させていただいたので、農学の中でも経済の方と少しお話してみたいと思いました。田岡さんには、ぜひ頑張ってくださいと思います。



田 岡 ここまでのところで何かご質問などございませんか。無いようですので次に進みます。

今までご講演をいただきましたが、これからは、「木質バイオマスをどう生かしていくのか」、「どうすれば地域の活性化につながるのか」、「木質バイオマスの持つ可能性と嶺北地域の活性化につながる可能性」について、先生方にお聞きしたいと思います。

高知県森林技術センターは決して学問的なところだけを追求するところではなく、産業発展のための研究をなされている機関です。そういう観点から見て、今後どういう事をしていけば地域活性化に繋げることが出来るのかという提案をいただければありがたいと思います。それでは、市原さんをお願いします。

市 原 話が少しはずれるかもしれませんが、高知県内のバイオマスの活用事例を紹介します。四万十町ではペレットボイラーが徐々に導入されてきています。須崎市では、住友大阪セメントが石炭にチップを混ぜて発電し工場内の電気を賄っています。明德義塾は、野球部合宿所に給湯用のペレットボイラーが入っています。構内では、第三セクターでペレット製造工場を運営し、ペレットボイラーがホテル、工場、民俗資料館、中学校、老人保健福祉施設の冷暖



房用に利用されております。仁淀川町では、NEDO の事業で木質チップによるガス化発電、その電力は最終的に製材工場と電力会社に売電することを考えているようです。また、ペレットを製造しており、町内の温泉施設と温水プール、福祉施設、園芸ハウスに設置されているボイラーに供給されています。香美市では、温泉の給湯用にチップボイラーが 1 台導入予定で、今年 3 月までに稼働する予定になっています。芸西村では、昨年度に高知バイオマスファームが設立され、5 軒の農家に、7 台の木質ペレットボイラーが入っています。このように県内において昨年から今年にかけ木質バイオマスの利用や、ペレットボイラーの導入事例が多く出てきております。

また、県外の事例ですが、大型チップボイラーから複数の施設にエネルギーを供給している事例を紹介します。山形県最上町の福祉施設が並ぶ「ウエルネスタウン最上」で進められている「NEDO 木質バイオマスエネルギー地域冷暖房システム実験事業」で、町が設置した 2 基目のチップボイラーの運転が始まりました。福祉センターとグループホーム、園芸ハウスのみの熱供給でしたが、町立病院と健康センター、老人保健施設、リハビリ施設でも冷暖房や給湯に利用できるようになりました。

以上の事を嶺北地域にどう活かすことができるかを考えてみます。嶺北地域は森林に囲まれ、森林資源に恵まれた地域という事が言えます。製材工場で材の乾燥機に使用することは、既にされているようですが、園芸ハウス、事務所、病院、公共の福祉施設等で、冷暖房供給に使用できるのではないかと考えられます。

田 岡 高知県の色々なところにペレットを使用したボイラーが沢山導入され始めています。ペレットの利用促進を図るためにはハード（施設）をどのようにして導入していくかが大問題になると思います。こういった意味では行政の果たすべき役割は非常に大きいと思います。今回のシンポジウムを通して、国に働きかけてもらいたいと思います。

続きまして、柴田先生にお伺いします。クールベジタブルは亀岡で実際に販売を始めているとの事でしたが、将来の展望、そして農家への還元、消費者の皆さんへのメリットなどについて、大きな枠組みを含めてお話頂ければと思います。

柴 田 全国で 6 ～ 7 箇所、地域的なことをしています。京都亀岡市の事例を紹介します。地元の放置竹林の整備の一環で竹を伐り出し、その場で炭に焼き、その炭を堆肥センターに集め、炭堆肥を作ったうえで、農地へ投入しています。そこでできた農作物「クールベジタブル」をコープこうべで販売しています。しかし、最初にこの取り組みを農家へ紹介したときは色々な話が出てきました。それを一つずつ潰して、だんだん広げていく訳です。各業者、各農家とも「農業の状況は厳しい。経費が上がることは無理です。」と言いますが、「今より悪くなるということはない。」といいながら進めて行きます。失礼な言い方ですが、この嶺北地域はこれ以上悪くならないと思います。ですから恐れる物は何もない。



嶺北の良いところは、農畜林の資源があり、広くてまばらに人が住んでいるところです。どういう意味かと申しますと、同じ部落で同じ物を作ることになれば気候リスクが下がります。ある部落では全滅しても、こちらでは大丈夫であれば市場は維持できる訳です。亀岡でも山側と川側とでそれぞれ分けてやっています。そして、地産地消と食育を兼ねて小学校、幼稚園で教育活動します。小学生に今日のような話をしても分かりませんが、目的は母親に聞かせることです。家に帰って子供と母親がこのテーマで話ができる。そこから地域ブランドを広めていき、地域内で循環させていく。その中で余った

物を高知市へ持って行き、高知市からお金をいただく。このように取り組んでいただけると、面白い話ではないかと思われます。

田 岡 ありがとうございます。是非、クールベジタブルを嶺北地域の産物に育てていきたいと思えます。

続きまして、片岡さんにお伺いしたいと思います。片岡さんは仁淀川町を中心に他にはない素晴らしい取り組みをされておられます。「モリ券」にしる「地域通貨券」にしる、行政と一緒に取り組まないと難しいと思われます。また先程から距離の問題が出ましたが、バイオマス資源は売却する場所が近くに無いと成り立たないという課題もあります。嶺北地域ではペレット工場の誘致など色々な課題がありますが、いずれにしても行政とともに取り組まないといけない問題だと思うのです。嶺北地域にとって参考になると思われることをお聞かせいただければと思います。

片 岡 県外から約 80~100 団体が視察に来ていますが、その多くの方が、「すぐ近くにバイオマスプラントがあって良いですね。」と言われます。確かに私どもは、NEDO 事業に関与して有利な展開をする事が出来ました。それをそのまま嶺北に活かせるかという点と難しく、規模的に赤字は確実です。私どもも仁淀川町の運営を任される中で、NPO のマンパワーを使い出来るだけ赤字を減らしていこうと努力しています。そのような手法は、一般企業、営利団体には出来ない事です。可能性として、NPO が自らバイオマスプラントの運営にかかわっていくことが一つの突破口になるかと思います。川上に当たる収集運搬システムは、コスト的にはアルバイト感覚とはいえ地域住民巻き込み型で行けるという事を実感している段階です。



「モリ券」は、地域作り、地域おこし、地域ぐるみという取り組みを結び付ける一つのツールとして、有効性を確信しております。例えばご当地には、レストランがすぐ近くにあり、早明浦ダムの湖畔にもあります。ブドウ園なども巻き込んで「モリ券」が使える、商品が購入できるようなシステム作りを地域全体で取り組んでいけば合意形成が得られやすくなります。そのようにすることで行政の参画も得やすくなると考えられます。

田 岡 ぜひ嶺北地域にも、可能性があるペレット工場の誘致が実現すれば、これだけでもかなり大きな進展になると思います。今後更にペレット製造まで進展できるように考えていかなければなりません。片岡さんらが作られた仁淀川町の仕組みを参考に、大儲けは出来なくとも山で自活でき、森と暮らしていく仕組みが作れるかという事が大事な観点になると思われます。

続きまして、杉森先生にお伺いしたいと思います。大学では色々な年齢の方々に対しての教育活動にも携わっておられますが、森林を守っていく或いは森林をきちんと循環させていく上で、教育活動とバイオマスとの関連等について、ご意見をお伺いしたいと思います。

杉 森 我々の森林教育というのは、どうしても山側から始まっていて、自分達の生活スペースにまでいかないのが常です。私は木材の研究が中心ですので、出来るだけ自分達のスペース内に木材を使用しようとしています。今の学生たちは、木のあるスペースで生活していない人が多い。残念ながら今日のこのスペースにも木が少ない。大学も鉄筋コンクリートで、非常に木材が少ない。出来るだけ木のスペースを増やしたいと常々考えています。そこで実験的に板を壁に張ったりして温湿度をコントロール測定している時に、学生たちは、「やっぱりここが居心地が



良い。」と言い出します。それを増やそうと思っているところで、これは実物教育で非常に効果があります。さらに、大学の研究室にペレットストーブを導入し「火」が燃えているのを見せてやりたいと思っていて、そこまでいけばエネルギーもまかなえることがわかり、相当効果があるのではないかと考えています。我々よりも上の世代は、木の生活が当たり前だったし、木とか炭とか沢山使用していました。しかし今の人達は何も知らないので、「数本の薪でお湯が沸く」という経験ありません。それを、一つ一つ大学内でやっていこうと思っています。

我々の研究室は、大量に木材のチップを使うので、外に積んで置くと色々な人がやって来て「欲しい。」と言われます。欲しいという物は色々と替わるのですが、最近では「薪が欲しい。」という人が多くなっています。松山はわりと都市化が進んでいますが、薪ストーブは少しずつ増えていると聞いています。このような地道な分かりやすい木の利用が大切だと思っています。

田 岡 ありがとうございます。やはり学生の頃から木に親しもう。そういうところから入っていこう。大変重要な事です。本当に大切なのは、木を身近なものにしていく事です。色々なところに木をもっと使用することが大事なことでないかと感じました。

最後に大場さんに、これまでの話から嶺北地方はどうすればよいのか、どうしたら木質バイオマスを生かした地域活性化が出来るのか、提案も含めてお話頂ければと思います。

大 場 この地域は恵まれている地域だと思います。近くにバイオマスを使用している例もあり見に行こうと思えば行ける。土佐の森救援隊が取り組んでいる集材方法もあるではないですか。この地域は昔から林業が有名なところですが、現在のところ日本の林業パターンをたどっています。しかし、既に林業は死んでいる地域もある中で、この地域の林業、林産業は生きている訳です。身近にもモデルがあり、木質バイオマスを生かした地域活性化が出来ない方がおかしいと感じています。



ではどこから始めますかということですが、出来るところから、小さい流れのところから始めましょうということです。政権が替わりましたが、施策が出来てから動いてもダメです。今から一生懸命しているところを見せなければいけません。小さいところから動いていて大きな流れに乗ることが大切です。ニーズは調べてみると必ずあるはずです。温浴施設、また、公共施設、老人福祉施設等にお風呂はないですか。熱を使用している所、重油、灯油を使用していませんか。どこかにあるはずなので、そこをバイオマスエネルギーに変えていけば良い。大がかりなビジョンも必要ですが、大きな氷山の手前のところから崩していけば必ず崩れます。抽象的な話をしていますが、パターンとしては同じです。土佐の森・救援隊の事例も初めは、一人或いは少人数でもよいから始め、そのうちに支援者が現れ、情報発信しているうちに大きな流れになっています。人材も初めは頼れば良い。自分1人でもやろうと活動を始めると支援者が集まって来るのです。出来るところから始めることが大切です。

田 岡 以上皆さんから、嶺北地域に対しての提言をいただきましたが、会場の皆さんからこれだけは聞いてみたいという質問がありましたらお願いします。何かございませんでしょうか。また、先生方の中で、これだけ言い足りなかったという事はありませんか。

柴 田 炭化の写真をお見せしたいと思います。炭化の簡単な方法です。これが実際の圃場ですが、3a位が実験圃場で炭を入れたところと入れていないところとの違いを調べています。調査内容は、



炭を農地に入れて、農地から発生する二酸化炭素量にどれくらいの差があるかを測定しています。これが測定している実験圃場の実験風景です。真中に鍋の様な物があります。この鍋の中からガスがいくら出ているかを測定しています。 N_2O （亜酸化窒素）も測定しています。 N_2O （亜酸化窒素）は CO_2 （二酸化炭素）の300～400倍の地球温暖化効果があります。

これはキャベツの畑です。そして収穫された野菜にブランドマーク「クールベジタブル」を付けて出荷するとともにアンケートを取り、クールベジタブルの説明をした上で、クールベジタブルと普通の野菜とで、クールベジタブルがどれくらい高くても購入するか等を調査しています。クールベジタブルの説明は「クールベジってなあに？」と題して、①木は二酸化炭素を吸収する、②その木を燃やすと二酸化炭素が放出される、③普通の木を土の中に埋めても微生物に分解されて二酸化炭素に替わっていきます。④炭にすると炭素が固定されます。⑤炭は地中に埋めても分解されず二酸化炭素に戻りません。⑥そのような場所で作った野菜がクールベジタブルです。というように行っています。

炭堆肥は、土に混ぜて使用しますが、混ぜた途端に、堆肥の炭素量がわかります。重さから簡単に計算できます。亀岡で実際に試験使用していますが、地域教育で、皆に少しずつブランド教育をしていこうと取り組んでいます。

この写真は簡単な炭化です。燃やしているだけです。燃やした後水をかけると炭化収率は約25～30%になります。簡単な機械で軽トラに乗せ、投入するピッチへ運び残材を処理する。また次ぎの場所へと運ぶわけです。炭にすると量が30～20%になります。そこに放置しておき水を掛けただけでできます。燃料用に上質な炭を作るものではありません。それを農地に投入するだけですからどんどん燃やせます。燃やすイメージですが煙はあまり出ません。この機械は炎が上がり燃えると、下から完全に酸欠状態でだんだんに炭がたまっていくシステムです。バイオマス炭の土壌適正投入量は体積比で25～26%であり、収率から言うと一番良いのですが、ポイントは炭の値段です。

田 岡 ありがとうございます。様々な可能性を秘めているように感じられました。以上色々な話を伺い、大変参考になりました。今日得られたことを地域の活性化につなげていく事が最大の目的です。黙ってじっとしていると死を待っているのと同じ状況といえます。まず、自分から、一人から始められることから実際に始めていく事が大切です。ニーズは見つけていないだけで、必ずあります。政府も二酸化炭素25%の削減、そして木材自給率を50%に高める事を公約にしています。50%に高めるためには、木の家という木材の基幹の産業の部分だけではなく、その他の物をどのように使用するかが、重要な問題になってきます。50%の自給率にするためには、A材を使用した木の家と木質バイオマスに代表されるようなバイオマスの利活用、この2つを両輪として取り組まなければ達成できないと思います。大きな流れはそこまで来ています。

最後になりましたが、これからも皆さんと一緒に嶺北地域の活性化に繋がるような行動をしていきたいと思っています。先生方には、今後ともご意見を頂きたいと思っております。本日は、先生方ありがとうございました。そして会場の皆さんありがとうございました。

