

エネルギー源としてのバイオマス利用とその変換技術

関西総合環境センター 生物環境研究所 小川 真

はじめに

人類文明は生物を燃やすこと、いわばバイオマスエネルギーの利用から始まった。19世紀に入って化石燃料を利用するようになり、産業革命を経て、エネルギーの大量消費時代へと進んでいった。その結果が現在進行している地球温暖化問題と環境破壊問題であることは周知の事実である。

よく知られているように、世界の各方面で温暖化ガスを削減し、吸収源を増やし、新エネルギーを開発普及させようという動きが盛んである。バイオマスのエネルギー資源としての利用開発もその重要な一環だが、資源の生産サイドと変換技術や利用サイドとの間の連携は必ずしも十分とはいえないのが現状である。そのため、2004年度からのリサイクル法施行や「バイオマスニッポン」構想の推進など、政府の施策と平行して、各地域で異分野の人が集まって、バイオマス利用のための具体的課題を検討する場をもつのは有意義なことと思われる。

現在大量に消費されている石油、石炭、ガスなどの化石燃料も、長い地球の歴史の中で、主に石炭紀以降蓄積されてきた生物の遺体そのものであり、もとを正せば生物資源、いわゆるバイオマスである。従って、現在使われているエネルギーのうち、太陽光や風力、水力、原子力、燃料電池などの物理化学的手段によって獲得される電力以外のあらゆるエネルギー源はすべて地球が生産してきたバイオマス起源のものということになる。

エネルギー供給のあり方が論議されるようになって、近年バイオマスが注目を集めているが、現存する生物が生産するエネルギー資源としてのバイオマスは量的にも質的にも到底化石燃料に対抗できるほどのものではない。現存の生物が生産し、蓄積できる量は限られており、生産可能な地域も限定され、分散している。また適当な変換を行わない限り、エネルギー源としての質も高いとはいえないものが多い。

一方、化石燃料は過去数億年にわたって地球上に蓄積されたものであり、量的に多だけでなく、燃焼しやすい形に変性しており、経済的にも十分成り立つ素地を持っている。ただし、現在もなお地球上で持続的に生産されているものは少なく、よく知られているように、いずれは枯渇する運命にある。いわば、生きているバイオマスと死んだバイオマスにはそれぞれ一長一短があるといえる。

将来のエネルギーと環境および生物資源問題を考えると、バイオマス利用を温暖化防止のための手段、いわゆる化石燃料代替としてとらえるだけでなく、将来のエネルギー供給とその資源生産のあり方として考えておくことも必要であろう。

利用可能なバイオマス—その範囲と問題点

通常、バイオマスとされるものは生物、とくに緑色植物が生産する有機物、とくに木質系材料と考えられがちだが、実際に利用する場合には、バイオマスの範囲をより広くとらえる必要がある。現在、海外も含めてエネルギー源として利用可能なバイオマスは 1) 木質系資材・・・未利用材、間伐材、林地残材、製材端材およびのこ屑、建築廃木材、パルプ廃材、製紙スラッジ等 2) 農畜産系資材・・・農業廃棄資材、籾殻等、家畜糞、畜舎敷料、畜産・水産汚泥等 3) 食品製造加工系資材・・・バガス、キャッサバ、発酵残渣、飲料等の製造残渣、廃棄食品等 4) 生活廃棄物系資材・・・可燃ごみ、廃プラスチック、生ごみ、下水汚泥等、である。

これらの資材は国内と海外で、量質ともかなり異なっており、正確なデータを欠いているものが多い。ここでは代表的なものを取りあげて、そのメリットとデメリットについて考えてみる。

1) 木質系資材

日本国内の木質バイオマスについては、2001年12月の林野時報にその概要が報告されている。それによると、製材工場等から出る樹皮、端材、のこ屑などは年間約1510万立方メートルとされ、そのうち36%がパルプやパーティクルボード用チップとして、24%が畜舎の敷料（後堆肥化）として、22%が燃料として利用されており、7%、約100万立方メートルが焼却または廃棄されているという。このうち輸入材が約70%を占めており、中には海水を含むものも含まれている。したがって、木材そのものをエネルギー源として利用するためには、海外から輸入するか、国内の未利用材や間伐材を伐採搬出し、さらに加工して用いなければならない。

国内で発生する木質系資材の最大のものは林地に放置されているマツや広葉樹の枯れ材、間伐材の未利用のもの、枝や灌木などで、年間約970万立方メートルになると推定されている。ただし、傾斜地の多い日本の山林ではこれらの未利用材の搬出が困難で、すぐ利用できる状態ではない。西日本では近年竹林が拡大しており、その活用が考えられているが、同様の問題がある。また労働力不足の課題も大きい。

次いで多いのが建設工事などから発生する廃木材で、全国で年間630万トン、うちパルプやボード用チップとして利用されているものは40%にとどまっている。残り60%を体積換算すると、約900万立方メートルになる。ただし、この中には有害物や重金属を含むものが混じっており、その分別と前処理が問題になっている。日本で使用される木材の70%近くが輸入材である現状からみても、これらの廃材をエネルギー源として利用する必然性は高いと思われる。低く見積もっても、以上のように国内で発生する木質系廃材だけでも2000万立方メートルにのぼる。ただし、いずれも広域に分散しており、収集輸送コストが問題となっている。

一方、海外についてみると、輸入木材は加工品やチップにかわっており、端材が出る丸太の輸入は減少している。反面、東南アジアやオーストラリア、ニュージーランドなどでは木材、パルプや合板などの素材生産のための植林が大規模に展開しており、すでに伐採

が始まっている。今後はその伐採跡から出る大量の残材や廃棄物が利用の対象になると思われる。

インドネシアでの例では、通常一コンセッションが20～30万ヘクタールを所有し、そのうち約10万ヘクタールにアカシア マンギウムなどの外来樹種を植林しているケースが多い。8年ごとに伐採するが、年間の伐採面積は1万ヘクタール、生産されるパルプ用材は25万立方メートルにのぼる。伐採後、林地に残される材は全量の約25%とされるので、毎年8万立方メートルの細い幹や枝が捨てられていることになる。ただし、すべての残材を使いきると、伐採期間が短いために収奪が激しくなり、土壌劣化を招く心配がある。また、最近では生物多様性も云々されるようになり、資源確保や経済性だけでは生産地域を説得しきれない状況になっている。

さらに、木材を加工するパルプ工場や製紙工場などから出る樹皮や黒液などは、すでに燃料として利用されているが、それらの余剰分や製紙スラッジなどもエネルギー源として利用できるだろう。

天然林の伐採は各国で禁止される方向にあり、未利用材も加工利用されるようになったため、今後廃材の量が増加する可能性はない。従来例では、伐採した材の50%が放棄されたといわれており、膨大な量の資源が利用されないままになっていた。一般に天然林から生産されるものについては、持続性が期待できないだけでなく、自然破壊の汚名をこうむる恐れがある。

植林が可能な半乾燥地や広大な低利用地をもっているオーストラリアなどの各国ではパルプチップや木材生産のための植林を奨励している。いずれも木材生産を続けながら、CO₂吸収源の拡大を図ろうというもので、成長の早いユーカリやマツ類などが対象となっている。いずれも短伐期であるため、吸収源としての機能に疑問がもたれるようになり、計画の変更を検討している例もみられる。

この場合も伐採後の林地残材の量は多く、火災の危険性も高いために、今後はその処分が問題になると思われる。おそらく、これらの地域では乾燥する必要がほとんどないため、エネルギー源として利用する方向へ進むだろう。調査例を欠くが、北米など地域によっては木造建築の多いところがあり、建築廃材を処分しているのを見る。おそらく、将来はこれらの廃木材も再利用の対象になるであろう。

国内で木質資材をエネルギー源として利用する場合は、未利用の木材そのものを燃料として用いるのではなく、いったんほかの用途に用いたものを最終的に燃料として使うほうが経済的にも加工輸送などの点からも望ましいだろう。

2) 農畜産系資材

国内で見ると、農業自体から発生する植物性廃棄物の大半は有機質肥料や灰などの形で農地に還元されており、ほとんど問題になっていない。施設栽培から出る廃プラスチックなどの資材も暖房用燃料などとして活用されだしている。

現在最も大きな問題になっているのが畜産業から出る廃棄物である。農林水産統計によ

ると、乳牛と肉牛ではかなり質が異なるが、糞尿をあわせて年間約6000万トン、豚では約2000万トン、ニワトリでは採卵鶏とブロイラーをあわせて約1500万トンになり、合計9500万トンに達する。かなりの量が堆肥として利用されているが、投棄されているものも多く、ところによっては水質汚染や環境汚染問題を引き起こしている。

地域によって飼育する種類や頭数が異なるので、糞尿の発生量にも地域差が見られる。乳牛は北海道に多く、発生量も約50%をしめ、肉牛は九州に多く、全国の約三分の一をしめている。豚は関東、東北、中部地方に多く、ニワトリは東北や九州に多い。

肉牛の場合は脱臭と吸湿をかねて、のこ屑を敷料に使っている例が多いので、炭化や燃焼に適している。しかし、乳牛の場合は畜舎を水洗するため、糞尿が液状化しており、下水汚泥と同様、脱水などの処理を必要とする。豚糞の場合も液状化している例が多く、処理に問題がある。また養豚業者は放牧地をもたないために、草地に還元することができず、その処理に困っているという。養鶏業の場合は乾燥鶏糞や堆肥材料としてかなり消化しているが、なお、余剰が出ており、大量に処理する必要に迫られている。

畜糞尿の成分もそれぞれ異なっており、植物質の飼料を取る牛ではCN比が高いが、豚やニワトリでは低く、燃料としては疑問がある。また、灰分が多く、牛の糞尿では食塩濃度が高いとされているなど、処理方法と用途に関連した問題が多い。

水産物ないしはその加工残渣についても同様の問題があるが、一部はコンポスト化されており、成分利用もされていると聞く。漁港や加工工場では大量の廃物や廃液が発生しており、畜産加工の場合同様、有効利用する方途が模索されている。

3) 食品製造加工系資材

コーヒーかすや茶がらを炭化したり、ジュースの絞りかすを有効利用する試みも多く、コンポストの材料などに使われていると聞く。国内で近年増加しているのがコンビニやスーパーなどから出る賞味期限切れ食品で、その有効利用が求められている。ただし、これらの食品は食塩濃度が高く、コンポストとして用いる場合にも、炭化する場合にも多少問題がある。このほかビールや焼酎の絞りかすなども、リサイクル資材の対象になっており、有効利用が望まれている。

海外ではサトウキビから砂糖をとった後のバガスやでんぷんを取った後のキャッサバの残渣、アブラヤシの実から油をとった後の残渣などが大きな資源として注目されている。バガスの一部は燃料や飼料として使われ、アブラヤシの殻やパンチ、汚泥なども燃料や炭、メタン発酵の原料などとして利用が検討されている。ただし、現在はまだ廃棄物として扱われており、今後は直接燃料として使うだけでなく、エタノールやメタン製造の原料として利用開発が進むものと思われる。

4) 生活廃棄物系資材

過去の生活ではあらゆるものが可能な限り使われ、捨てるものがないというのが常識だった。50年前の日常生活から出るごみや下水の量を比較してみると、その違いの大きさにおどろかされる。これらの廃棄物の大半も元はバイオマス資源であり、そのうちかなり

の部分が輸入されたものである。いわば、小さな日本列島が巨大な胃袋のように働き、膨大な資源を絶え間なく消化し、排泄物を放出しているとも言える。これらの廃棄物の処理に要する費用も莫大な額に達している。ごみを燃料化したごみ発電や地域暖房の試みも増えているが、爆発事故に見られるように問題を残しており、産業廃棄物を資源化するのに、まだ多少の時間を要すると思われる。生活から出る廃棄物を利用するためには、徹底した分別回収が必要で、住民の参加意識の向上が必須といわれている。

産業廃棄物のなかで現在最も多いのが汚泥で、その量は全体の50%を超えている。下水汚泥や畜産汚泥を有効利用するために、炭化やコンポスト化、メタン発酵など、さまざまな方法が試行されているが、完全にリサイクルできるまでにはいたっていない。汚泥はその種類によって性状が異なっており、そのまま燃料化できないものや重金属を含むためにコンポスト化できないものなど、それぞれに問題を抱えている。汚泥を燃焼させるためには脱水乾燥する必要があるが、排ガスや灰の処分方法についても十分配慮されなければならない。廃プラスチックや古紙など可燃性のものについては、建築廃材などと一緒に燃焼させる試みがあるので、将来はかなりの量が燃料源になるであろう。

エネルギー源としての形態－燃料として

現在の燃焼器具の大半は、趣味的なものを除いて、すべて石油、ガス、石炭に適合するように作られており、薪や石炭をそのまま燃やすといったケースはほとんどない。そのため、バイオマスをエネルギー源とするには、性状や形態を使いやすく輸送しやすい形に変えることが必須の要件である。現在試みられている変換方法を挙げると以下ようになる。詳細についてはそれぞれの専門領域から説明を受けることができるので、省略する。

1) スラリー化：バイオマスを重油のように液状化し、燃料にする方法で、物理的な手法と化学反応による方法が提案されている。ひとつは日揮株式会社によって開発されたもので、高温の水中で加圧しながら、バイオマスを変性させる方法である。原理は石炭生成の過程に近いといわれており、均質な木質資材を大量に処理するのに適しており、汎用性も高い。もうひとつは北海道林産試験場の本間氏によるもので、低温で加熱した木質材料を化学反応によって液状化させる方法である。いずれも新しい変換技術として注目されているが、原材料への適合性やコスト、二次産物の処理などが課題である。

2) アルコール化：イーストや糸状菌、細菌などの微生物を用いて炭水化物の多いバイオマスを発酵させ、エタノールを採る技術は醸造業で完成しており、ブラジルやアメリカなどではすでに工業的に生産され、燃料として使われている。生産力の高い熱帯では農産廃棄物などから得られる原料が入手しやすいため、バイオマスからアルコール類を生成しようという試みは、今後増加すると思われる。

一方、木質材料からエタノールなどのアルコールをとる試みも数多くなされてきたが、リグニンや五炭糖が多いために、かなり困難とされていた。現在では月島機械株式会社から提案されているように、遺伝子組み換えによって改質された細菌を使って、五炭糖を分

解させ、効率よくエタノールが得られるようになった。この方法も前処理や組換体を使う問題が解消できれば、将来重要な技術になると思われる。

3) ガス化：石炭のガス化はすでに工業化されており、その方法をバイオマスに適用しようという試みがある。この方法も適用範囲は広く、種々の原料に用いることができる。また、その工程は炭化に類似しており、熱分解反応と燃焼反応、Charのガス化反応からなりたっており、COが得られる。木炭自動車を走らせていた時代からくらべれば、技術的には飛躍的に進歩しているので、原料が大量にある場合には適用できるであろう。

原料の種類は異なるが、メタン発酵によってメタンガスを取る技術も進んでおり、各地でモデルプラントが作られ、エネルギー源として使う試みがある。下水汚泥、家畜し尿、アブラヤシの搾油かすなどが原料となっている。微生物反応を主とするため、気候条件や原材料による違いがあるという。メタン発酵によって得られるガスはそのまま燃焼させたり、メタンとして利用されるので、安定的に生産されれば有望な手段である。

4) 炭化：炭化はバイオマスを熱効率のよい燃料に変換するための、最も古くて単純な方法である。化石燃料が使われるようになるまで、燃料の主力は薪炭であった。木炭は家庭用だけでなく、工業用にも使われ、日本では1948年で最大270万トンの炭が消費されていた。当時の炭化技術では収炭率が20～25%だったことから、およそ1000万トンを超える木材が炭化されていたことになる。そのほとんどが広葉樹であったことも注目に値する。日本の山林は潜在的にそれだけの木材を生産する能力を持っていたのである。もっとも、このような状態が後10年も続いていたら、多くの地域が再生産不能なげ山になっていたかもしれない。

現在、わが国の炭の消費量は年間約15万トンに減っており、50%近くが輸入品である。燃料以外の用途は1980年代に入って徐々に増加し、農畜産業用を中心に年間5万トンを超えている。活性炭は多くの場合、石炭系のものに置き換わっており、木質系の活性炭が使われる例は減っている。最近、木材や竹から活性炭を作ろうという試みがふえているが、国内資源の活用という点からみて、これは望ましい傾向とである。

炭化技術については近年改良が進み、ロータリーキルンや揺動炉、大型のバッチ式炉など、工業的に使用できる機器が実用化されている。その中でも極東開発工業株式会社によって開発された炉は昇温過程で発生するガスを燃焼させ、熱の利用率と炭化効率を上げ、同時に水蒸気賦活して、活性炭を作ろうとするもので、機能性が高い装置である。適用範囲も広く、下水汚泥の炭化だけでなく、木質材料にも適している。最近はごみ処理の一手法として炭化が注目されるようになり、RDFを炭化し、燃料化する例がふえており、製鉄業などが取り組み始めた。

生産される炭についても、従来の黒炭や白炭と異なる成型炭や粉炭など燃焼機器に適したものが開発されている。また、炭素の賦存率を高めるため、低温で炭化して得られた弱酸性の炭を農業などに用いることも試みられている。

炭化物は燃料として適しているだけでなく、用途は広い上に、バイオマスのかさや重量

を減らし、輸送しやすい形に変えられるという利点を備えている。炭化は過去の経験にてらしても、資源が分散しているわが国のような立地条件に適した変換技術であるとも言える。

バイオマス利用を実行する側の問題点

今のところ、バイオマスエネルギー源とする主な目的は、化石燃料代替とすることによって環境問題へ貢献するである。そのため、ひとつのプロジェクトを実施した際に、化石燃料を使っていたときよりもコストが高くなるばかりではなく、二酸化炭素の発生量が多くなるようでは意味がない。また、プロジェクトを実施した結果、二次的な環境負荷が発生したのでは意義が低減される。

それを検証するために、その事業のライフサイクル アセスメント（LCA）と環境アセスメントおよび経済収支評価を行わなければならない。実際にはマニュアルにしたがって原材料の収集輸送、乾燥、変換、加工などの装置の製造と運転にかかわるエネルギーとそれにもなって発生する二酸化炭素量などを算出し、その値を化石燃料の場合と比較する。さらに、周辺環境へのプラスとマイナスの波及効果を列挙して判定する。また、実施する際に必要となる建造物や施設、機器類、人件費、維持費、減価償却費などをもれなく計算し、化石燃料を使用していた場合と比較する。またこれらの経年変化を計算し、長期的に成り立つか否かを評価する。事業を実施しようとする場合はこれらの点を十分考慮して、フィージビリティ スタディをすすめてほしい。

これまでで見聞した例をみると、残念ながら成立可能なものは少なく、成功しているごみ発電でも公共事業として地方自治体が経費負担している率は高い。少なくとも現段階では経済的には成り立たないとみておいたほうがよい。

林野庁が木質バイオマスについて検討した結果をみると、バイオマス発電の場合、原料値段が安く、電力を自家消費すれば、成り立つが、まだ問題が多いという。実際、林業を主とする町村で、間伐材や製材から出る端材などをペレット化し、燃料として発電し、電力を公共施設等に使うというケース スタディをみても、採算が取れないという結果になっている。

これまでの検討結果から、成立するための条件を挙げると次のようになる。

1) 資源の量と集中度：原材料が輸送に便利な場所に大量に集中しており、均質で供給に持続性があり、低価格か、もしくは無償であること。海外ではオーストラリアやアメリカ、ニュージーランド、インドネシア、マレーシア、中南米などの人工林地帯で計画的に森林経営が行われ、製材製紙業、アブラヤシ油や砂糖の生産業などが安定的に動いているところに限定される。温帯北部の森林地帯でも木質資源の利用が盛んだが、気候的に再生産に時間がかかり、余剰資源を生み出すほどの成長量が期待できない。国内では少量の資源が分散している例が多く、廃材やごみ、汚泥などに限られる。

2) 資材と事業内容の複合性：国内の小地域で実施する際は、収益性だけでなく、持続性

の点からも材料を木質などに限定せず、可燃ごみや畜産廃棄物、汚泥なども含めて複数の材料を扱うのが望ましい。そのためには汎用性の高い変換技術が要求される。また、例えば木質材料を炭化して汚泥の脱水脱臭材として利用し、炭化や発電の余熱で乾燥させた後燃焼させるといった複合的な方法も検討に値する。

3) 変換技術と装置の開発及び低コスト化：バイオマス利用のための機器・装置類は対象とする材料によって異なるが、汎用性が高く、多種類の原材料に適応できて、耐久性のたかいものが望ましい。小型で扱いやすく、移動可能なものも場合によっては要求される。低価格でメンテナンスが容易なだけでなく、国際競争力があることも重要な要件である。

4) 事業の持続性と自立性：プロジェクトを企画する段階でLCAやコスト、事業の採算性などだけでなく、関連する事業の可能性についても考慮し、将来複合事業として自立できるか否かについて調査検討する。また、事業に伴う種々のリスクについても、その対応策を検討しておくことが必要である。

参考例として、以下に国内と海外で最近おこなっている「炭化と植林による炭素乖離プロジェクト (CFC Project)」のFS結果を紹介しておく。

1) <インドネシア 南スマトラ州、企業型プロジェクト>

南スマトラ州、パレンバン近郊に27万ヘクタールの土地を所有し、そのうち19万ヘクタールにアカシア マンギウムを植林している会社、ムシフタン ペルサダ社がある。1991年、この会社は焼畑耕作のために草地になっていた土地にアカシアを植栽し、1999年以降、八年の短伐期で伐採した木材をすべてパルプ原料として、同じ地域にあるタンジエンエニム社のパルプ工場へ送っている。

毎年、伐期に達した林分が15000ヘクタールずつ伐採されるため、林地には大量の枝や細い幹など、伐採木の約20～25パーセントが残り、ヘクタールあたり15トンの残材がでている。これを簡単な伏せ焼き法やドラム缶を使った方法で炭化し、一部は地元民の燃料や商品として、一部は農地や林地の土壌改良に用いて、炭素の不活性化を図ることになっている。

東南アジアの熱帯林地帯では、地域住民との協調関係をいかにして保つか、植林事業を成功させるキイになっており、ムシ社でも分収造林制度や農業技術指導などを取り入れた新しい試みを始めている。27万ヘクタールの植林予定地のなかには、移民政策で移り住んだ住民の集落が点在しているため、彼らの雇用機会を増やし、植林事業に参加させることもたいせつな仕事になっている。

炭化と炭の利用や商品化も地元住民側のメリットが大きいため、すでに実験をはじめたほどで、その効果が期待されている。さらに、一定の面積を住民に貸して、アカシアを植栽管理させて、伐採時に買い取る制度を作っている。さらに、その森林の周辺に経済価値の高いフタバガキを植えさせ、自分たちの所有林という意識を植え付けるよう指導してい

る。

一方、パルプ工場では原木の樹皮を剥いでチップ化する過程で、膨大な量の樹皮や木片、チップダストなどが出てくる。乾燥重量で約 20 万トン出る廃材のうち、50~60 パーセントは工場のエネルギーをまかなう自家発電の燃料として使われているが、残りはそのまま放置されている。これを炭化して、一部は林地へ還元して、伐採による土壌の疲弊を抑えるのに用い、一部は活性炭や燃料炭の原料として利用する方向で、現在検討をすすめている。

これらのさまざまな過程で排出、固定される二酸化炭素の量を測定し、その収支を計算して、現状と比較し、CO₂の削減量を求める。同時に使用されるエネルギー量を算出し、同時に木質資源を使うことによって、どれほど化石燃料の代替が可能になったかを求める。最後にすべての所要経費について計算し、経済的効果を判定し、事業としての実現可能性を評価し、炭素の価格を算定する。これらの過程をへて得られた結果にもとづいて、いわゆる CDM、クリーン ディベロップメント メカニズムがなりたつ条件を求める。

2) <オーストラリア 西オーストラリア州、多目的植林プロジェクト>

オーストラリア大陸はきわめて古い地層からなる平坦な大陸で、内陸ほど塩類濃度の高い水が浅く分布している地域が多い。移民が天然林や灌木林を伐採して放牧地や農地に変える以前は、ユーカリなどの樹木が根を深くおろして地下水を吸い上げ、塩類濃度の高い水が地表に達しないように調節していた。ところが、森林の跡に栽培されるようになった牧草やムギなどの作物は根が浅いために、水の吸収力が弱く、低地では次第に地表に塩がふき出すようになった。この土壌の塩性化は、今急速に進行しており、あと 30 年ほどでオーストラリアの農地の 40 パーセント近くが失われるとされている。

その対策のひとつとして、乾燥地に強いマリー ユーカリを植える運動が数年前から農民の間に広がり、それを州政府も支援することになって、海外の企業にも協力を求めてきた。この事業は植林と農業を両立させようというもので、趣旨は熱帯での例に似ている。

まず、塩がふき始めた場所のまわりに、等高線沿いに一定の間隔をとって、マリー ユーカリを植える。この樹は乾燥地や塩類土壌に強く、大きな根株をつくり、萌芽する性質をもっているため、火災にも強く、バイオマスも大きくなるという利点がある。また、在来種のために植生や生物相をかく乱するおそれも少ない。

一部は数年ごとに伐採し、葉からユーカリ オイルをとって商品化し、その残渣を炭化して農地にまき、牧草や作物を育てるのに利用する。植林面積が広がった場合には伐採収穫してバイオマス発電の燃料にし、灰を林地に還元する。一部は炭化して活性炭を生産し、余剰分は林地や農地にかえす計画を立てている。この事業は 1999 年以降、すでにはじまっており、2003 年度から関西電力も 1000 ヘクタールの植林を始めた。こんご排出権取引が進展すると、植林も大規模化するものと思われる。

3) <日本 樹木等の炭化による温暖化防止等複合環境対策技術>

地球温暖化を防止するために植林させてほしいといっても、なんらの具体的な努力もしていない国にその国土を割いてくれる国はない。たとえ、資金を出したとしても、よるこんで協力してくれる国はない。国内でも活動しなければと提案したのが、この計画、CFCプロジェクト国内版である。このプロジェクトは経産省、NEDOの予算でRITEを介し、2000年から三年計画で、おこなった可能性調査事業である。

基本構想は大型のガス化熔融炉によるごみや産業廃棄物の焼却によって発生する余熱を利用して発電する一方、木質廃棄物や木材を工業的に炭化し、生産される炭を農業や工業など、多方面に活用し、炭素の長期封じ込めを図ろうというものである。ただし、事業として実施する際にはその候補地のさまざまな条件に制約をうけるため、調査対象として、農林畜産業主導型の都城市と中小湾岸都市型の舞鶴市を選んで、ケーススタディをおこなった。

ガス化熔融炉の場合は燃焼室の温度が600～800度に上昇するので、炉内に流動炭化炉をセットして炭化する方法が考えられる。発生するガスは1300度の高温で分解処理され、灰はスラグにして廃棄される。排熱は発電や乾燥用に用いる。この方法で生産される木炭は乾溜されているため、通常の木炭よりも炭素の収率が70%と高くなる。また、木酢液や木タール、ピッチなどもできるので、これらについても用途を開発する。

木炭の用途は家畜し尿などと混合発酵させて作る炭堆肥、土壌改良材、床下調湿材や壁材、脱臭材、水浄化材、工業用炭、代替燃料などである。炭と木酢液を組み合わせた農業用や畜産用の資材などである。大量に生産される炭を使いこなすためには、価格が低だけでなく、大量に利用する場面を作り出す必要がある。

植林と炭化を組み合わせた地球温暖化対策を本格的に進めようとする場合は、この大規模プラントの周辺にCO₂固定用林を造成する。そこに植栽する樹種についても生産力や成長速度、種々のストレスに対する耐性、更新方法、養分を自給させる共生微生物の有無などだけでなく、気候や土壌、地形などの立地条件についても考慮する必要がある。また、短伐期林業となるため、地力が減退しないように炭を施用するなどの新しい方法も試みることにしている。

ケーススタディの対象となる宮崎県都城市は人口三十万の中規模都市であるが、周辺の農畜産業と林業を主とする農山村地帯を含む都市でもある。現地では、最近畜糞の処理が問題になっており、リサイクル法との関係もあって、早急な対応が求められている。ここでは牛糞や豚糞をメタン発酵させて、その熱で鋸屑の入った牛糞を乾燥し、炭化する一方、木材加工団地の製材工場から出る端材をチップ化し、これも炭化して肥料に混合し、農地に還元する方策が検討されている。

京都府舞鶴市では年間6000トンの建築廃材を、市が関係する焼却場で焼却処分しているが、リサイクル法が施行されるために施設を改善する必要があった。そのため有害物をふくんだものと含まないものに建築廃材を分別し、前者を燃焼、後者を炭化することにし手

調査した。また周辺地域に多いタケを加えて炭化することも検討されている。生産された炭は、主として舞鶴湾とそこに流入する河川の水浄化に用い、一部は農業用や緑化工事に使う。

いずれの場合も、従来の処理方法にくらべて、CO₂排出量が低下し、同時に、できてくる炭化製品を土壌や水質の改善に使うことによって、炭素の封じ込めが可能で、LCAの上では有効とされた。しかし、実際には経済的問題が大きく、採算が取れる状況ではない。将来、各地域でバイオマス利用と環境対策を平行させる事業が始まると思われるが、事前に資源の質と量、その収集方法、エネルギー化と副産物の生産と販売ルートなどを十分検討し、対象地域の実情に応じた独自のプロジェクトを立案していただきたい。

参考資料

林野庁 木材課：木質バイオマスエネルギーを取り巻く状況と今後の課題、林野時報 2001.12 2001

NEDO：バイオマス資源を原料とするエネルギー変換技術に関する調査(I)(II)、1999. 2000

RITE：樹木等の炭化による温暖化防止等複合環境対策技術の開発 成果報告書 H11, H12, H13年度、2000,2001,2002

環境計画センター：環境の計画 2002.6別冊特集号(No. 8) 2002