

木質バイオマス燃料の有効利用に関する研究 (I)*¹

—日本における木質バイオマス燃料の生産と利用—

吉田茂二郎*² ・ 今田 盛生*²

近年、日本でも木質バイオマス燃料の利用に大きな関心が寄せられるようになってきている(2, 3)。本研究では、著者らが行ってきた文献調査、現地調査結果から、まず日本における木質バイオマス燃料の利用形態を整理し、それぞれについて概説した。その中で、木質バイオマス燃料の生産と利用を一貫して行っている事例を取り上げ、それについて詳細に分析した。その結果、徳島県での事例では木質ペレットの生産から販売までを行っているが、現在では関連の機関内での流通にとどまっておらず産業的に成立しているとは言えない状態であることが明らかとなった。さらに、木質バイオマス燃料の生産から消費を今後考えていく上で、生産ラインの構築と消費流通経路の確保を同時に検討していくことが重要であることが示唆された。

I. はじめに

温暖化防止対策では森林の役割が重要視されている。しかし、国内の森林に目を向けると「自然保護」あるいは「森林の保全」的な話題は絶えないが、戦後の莫大な木材需要に応えるために造成された国土の1/4の広さに相当する人工林は、大量の輸入外材と農山村の過疎化による労働者減少の影響でほとんど管理が行われず危機的な状況になっている。その打開策として木質バイオマス(以下、バイオマスと記す)の利用が国内でも盛んに叫ばれるようになっており、林野庁でも検討を始めている(2)。

本研究では、海外の事例を参考にしながら日本におけるバイオマス燃料の生産から消費までのシステムを構築して、バイオマス燃料の利用拡大を目指している。このとき、原料としては製材廃材のみではなく、現在実施されている緊急間伐等で発生する低質の間伐材ならびに林地残材(末木枝条等)を想定している。

今回は、日本におけるバイオマス利用の実態を調査した結果を整理し、今後必要と思われる生産から消費まで

を一貫して行っている形態について調査した結果を報告するとともに、今後のバイオマス燃料利用の課題と問題点を明らかにすることを目的としている。

本研究は文部省科学研究費補助金(地域連携推進研究)「炭素循環と環境保全を実現する森林バイオマス・畜産廃棄物発電による地域振興」(研究代表者; 今田盛生)によって行われたものである。

II. 対象地域の概況

文献調査等(1, 2)からバイオマス燃料の利用形態が異なることが予想されたので、その形態ごとに候補地を選定し、それぞれについて現地を訪問し、バイオマス燃料の利用に関する聞き取り調査と同関連施設の見学を行った。

日本で現地での聞き取り調査を行ったのは、岡山県真庭郡勝山町の銘建工業、宮崎県日南市の王子製紙日南工場および徳島県阿波郡市場町の筒井産業の3社である。

III. 木質バイオマス燃料の利用形態

現地調査を行った結果、日本におけるバイオマス燃料の利用形態(以下、単に形態と記す)には、製材・集成材工場併設型、製紙工場併設型および木質燃料生産販売流通型の3つがあることがわかった。これらの概要を次に示す。

(1) 製材・集成材工場併設型

この形態は、製材の過程や集成材製造の過程で発生する樹皮、製材廃材、残材およびプレナーかすを利用するものであり、この典型的な例を岡山県真庭郡勝山町の銘建工業に見ることが出来る。基本的には、自社の集成材工場ならびに関連の製材工場で大量に発生する木質廃棄物(約20~25トン/日)の処理が目的である。他からの廃棄物の搬入は一切行っていない。

この会社では、木質廃棄物を1970年代から乾燥ボイラーの燃料として利用していた実績があり、その後

*¹ Yoshida, S. and Imada, M.: Research on the effective use of wood fuel (I)

*² 九州大学農学研究院 Fac. of Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

175kWhの発電機を導入し、1998年からは1,950kWhの発電器に更新し、現在に至っている。発電器を設置するに当たって当初は地域の電力会社に売電する予定であったが、電力会社の買い取り価格が非常に低かったことと、売電のためには電気の質的向上が必要であったために売電できなかったため、出力を抑えて自社工場内での利用にとどめている。よって、2000年には新工場を建設し、それに要するすべての電力を賄い始めている。

(2) 製紙工場併設型

この形態は、基本的には先の製材・集成材工場併設型の例と同様で、自社製品（紙）の製造過程で発生する木質バイオマス系の廃棄物を利用して、自社で利用する電力を発電している。この中でもっとも利用率ならびに利用出力が高いのが、製紙工場での例である。日本におけるバイオマス発電状況によれば、10,000kWhを越える出力を有しているのは、ここにあげた製紙工場の場合のみで、その他の場合は先に挙げた銘建工業の約2,000kWhがこれに次ぐ程度である。

聞き取り調査を行った製紙工場の話によれば、木材チップから紙を製造する段階で、製紙に必要な繊維質のみを化学薬品を利用して抽出するが、その反面パルプに含まれる繊維質以外のたとえばリグニン等を多く含む「黒液」が大量に発生する。工場の創業以来、この黒液の処理は大問題で、以前は単に焼却処分を行っていたが、エネルギー危機や他国の製紙業界との競争の中で、工場内で利用することが行われるようになった。

この工場では、黒液（約1,000トン/日）を中心に、近隣の製材所から持ち込まれる製材廃材（チップを含む100トン/日）、タイヤ屑（約40トン/月）、廃紙（風乾で約4,000トン/日）、薬品袋、剪定枝等を燃料として、約40,000kWhの電力と、さらに補助的に重油を用いて約3,400kWhの発電を行っている。これらの電力は、自社工場内で利用する電力の約83%に相当し、バイオマス燃料だけを取っても約80%にもあたる。この形態は、発電能力が非常に高く、良質の電力を供給していると考えられるが、燃料としては廃棄物処理型となろう。

(3) 木質燃料生産販売流通型

これまで見てきた2つの形態では、バイオマス燃料はほとんど加工せずそのままの形で自社用のボイラー燃料として利用されている、自己完結型のシステムであった。しかし、この木質燃料生産販売流通型の形態では生産と流通が別の機関の中で行なわれることを前提にしており、今後の木質バイオマス燃料の有効利用を考えた場合の一つのモデルとなろう。

この形態を取っているのは、日本では現在、岩手県の葛巻林業と徳島県の筒井産業の2社しかなく、今後増えていく兆しが見られる。徳島の筒井産業の例では、これまでの自社内でバイオマス燃料を消費する形態とは

違って、木質の廃棄物（樹皮、オガクズ、製材廃材、建築廃棄物、最近では間伐材）から木質ペレットやオガライトを生産し、それを販売している。原料の樹皮は自社で木材チップを生産する過程から、オガクズ・製材廃材は近隣の木材工業の町から、建築廃材は廃棄物業者からそして間伐材は木材業者から得ている。ちなみに、間伐材については有料で購入するが、それ以外はすべて無料で得ている。製品の木質ペレットの販売価格は25円/kgであり、販売当初は、病院、花卉用ハウス、町営プール、苗木生産用ハウスおよび個人の消費（風呂等）であったが、近年では関連病院への供給が約90%を占めている。岩手県の葛巻林業でも、木質ペレットを生産販売しているが、この会社の場合には化学会社と共同で燃料用の木質ペレットの開発も行っている。

IV. 木質燃料生産販売流通型の詳細

ここでは、先にのべた木質燃料生産販売流通型の詳細についての説明ならびにその課題について分析を行う。

(1) 会社の概要

この会社は広葉樹のチップ製造業者で、現在は王子製紙に出荷している。従業員は21人で、この会社の製品は表-1の通りである。

表-1 製品の内訳

広葉樹チップ	3,000生t/年 (1,800絶乾t)
針葉樹チップ	1,200生t/年 (700絶乾t)
木質ペレット	1,200t/年
オガライト	1,000t/年
シイタケ培地原料	

(2) 木質ペレット製造の経緯

18年前に地元のコロナ産業（新商品開発販売会社）が木質ペレットストーブを製造するにあたり、燃料の木質ペレット生産をチップ生産の過程で発生する樹皮の処理に困っていた筒井産業に話を持ちかけ、それによって生産が始まった。筒井産業はペレット生産を現在でも継続しているが、ストーブならびにボイラーが不完全であったために次第に利用者が減り、ストーブ会社はすでにその生産を停止している。

(3) 木質ペレット製造の工程

原料は、木材チップの製造過程で発生する樹皮、建築廃材（屋根材と柱材）、製材工場からのオガクズが主である。このうち、建築廃材は廃材業者の持ち込み（無料）であり、この入荷は2年前くらいから始まった。はじめは釘や合板パネル等の異物が混入した悪質な材もあって、異物摘出に多くの時間を要していたが、良材（屋根材と柱材に限る）でしかも適当な長さに揃えられたものを納入してくれるように依頼した結果、今年から良質の短材が入荷している（ただし、良質の建築廃材といえども、釘、ボルトや塗装などの異物は含まれている

ので、除去作業は必要)。オガクズは、近隣の町の製材所群から無料で自社のトラックで回収されている。

製造工程は、原料を粉砕し、乾燥機で乾燥させた後に、圧縮機にかけてペレットを製造するという非常に単純なものである。ペレットを製造する場合には、原料の材料の種類、粉砕した原料の粒子および原料の乾燥度合い等に注意が必要である。乾燥工程の燃料としては、異物を多く含んだ建築廃材と製材端材（ただし、消火に向けての終業時に熱量管理用として利用）を利用しており、重油等の燃料は一切利用していない。乾燥に利用する材は3～4トン/日程度である。ちなみに、この工場での建築廃材の処理量は、約80～100トン/月にも及んでいる。

(4) ペレットの販売

現在、木質ペレットの90%は系列病院のボイラー用（暖房、冷房、給湯用；月に3回ペレットを配送充填）として配達・供給している。残りの10%は、森林組合（大川村；冬場の苗木ハウスの熱源）、鳥根の益田産業（木質ボイラーを利用している旧顧客に販売；冬場が中心、夏少ない）そして町民プール（近隣町の町民プール用の熱源として利用；1、2月の休館月をのぞく通年。ただし、夏は少ない）に供給している。

現在の販売価格は、徳島県内で25円/kgで、20kgの袋で販売し、大口には配達し個人の場合は店頭販売を行っている。15年前の価格は、15円程度であり、販売当初は、農家の花卉ハウス用（ラン栽培）の燃料としても利用されていたが、ボイラーが不完全であったので故障が多く、手間もかかる傾向にあったので、ボイラーを交換するときに他の燃料のものに代わっていき、したがって現在では病院以外では利用されなくなった。

オガライトは、炭化用の原料、工業用（高炉の保温剤として利用）、家庭用（風呂用で大阪、岡山、兵庫などの県外に出荷）として販売されている。

(5) その他

チップ製造システムの価格は、創業当時で約1億円であり、まったくの補助金なしで作られた。

今年に入ってから、このペレット生産システムの見学者が多く、さらに現行の製造システムを作った機械製造会社も見学を訪れており、バイオマス燃料に対する関心の高さが窺える。

原料の一つにあげられている間伐材は、最近、近隣の木材業者が、市場で売れない間伐材（直径が約20cm以下のものが多い）をチップとペレット両方の材料として持ち込んでいる。購入価格は、3,000円/生トンで、約100トン/年を購入している（件数では1～2件）。建築廃材に比べ、異物の混入がないために均質であり、原料としては好ましいが、粉砕に付加的なエネルギーが必要であることなどから、オガクズ、パーク等の廃棄物の原料と一緒に利用して採算がとれるのであって、間伐材だ

けでは採算が取れないとの判断であった。

(6) 利用に当たっての問題点等

実際にこの会社で生産される木質ペレットを利用してある病院では、重油を利用した場合と比較すると、多少経費が割高（ボイラーマン2人の人件費、煙突の掃除費、灰の処理経費等が必要）であると思われる。灰については数件の農家がもらい受けて利用しているが、その量は微々たるもので殆どは埋め立て処分を行っている（4）。

原料は先に述べたように、製材工業の廃棄物であるが、管理を司る県は、原料はすべて無償で得ているので廃棄物の処理にあたらないと判断している。したがって、廃棄物の取り扱い等に関連した規制は全く適応されておらず、県も原料が無償であるかをチェックするのみである。さらに、廃棄物処理ではないので排気に関しても全く規制を受けていないのが実状である。

V. 海外の木質バイオマス燃料の利用形態

日本における木質燃料の利用を促進する前提として、現在の利用形態を整理し、特に広く木質燃料の利用を考えたときに基本と考えられる形態について詳しく実態を見てきた。ここでは、これらに加えて海外での利用形態を明らかにする。

まず木質燃料の利用が盛んなスウェーデンでは、地域暖房の燃料として利用されている（1）。それには、主に木材チップが燃料として利用されており、近年、ペレットストーブの改良が進むにつれて木質ペレットの需要も拡大している。これらの燃料の原料としては、製材廃材とともに林地残材が利用されており、地域暖房の場合には林地残材を原料とした木材チップがその大半を占めている。この例は、これまで挙げた日本における形態の範疇には含まれない。さらには早生樹種のヤナギを休耕畑地に植栽するなど、エネルギー植物の利用についても検討を行っている。

アメリカでは、木材を利用した大型工場で自社の製造工程で出てくる樹皮を燃料に木材乾燥の熱源として利用している形態と、建築廃材・生活廃材、林地残材および製材廃材を集めて発電を行い、電力会社に売電をしている例を確認している（3）。前者は日本の製材・集成材工場併設型であり、後者はスウェーデンの地域暖房の例に近く日本では見られない型であるが、強いて分類を行うとすれば3番目の生産販売流通型の変形であろう。

VI. 今後の木質バイオマス燃料の利用

国内外の事例から、バイオマス燃料の利用は、単なる製造工程で発生する程度の廃棄物利用のみでは、各工場の熱・電力の一部をまかなうことにしかならない。我々が目指している広域的なバイオマス燃料の利用（出来ればエネルギー産業の創出）を想定するのであれば、建築

廃材、生活廃材、製材廃材に加えて林地残材をも原料とし、しかもそれを安価、大量かつ恒常的に集めることが不可欠である。さらにバイオマス燃料は、熱と発電を組み合わせることで熱効率を上げることが必要であるため、熱供給のみの場合を含めて、プラントの近くに熱を恒常的に利用するものの存在が不可欠である。以上から、国内の事情を勘案して以下の形態が考えられる。

1) 製材・集成材工場併設型：木材加工が盛んな町などで可能な形態で、最も実現の可能性が高い。自己完結型の利用形態である。

2) 製紙工場併設型：現在も行われている形態であり、今後も廃棄物処理が問題となる中では重要な形態である。出力が大きいという点で高度な利用形態ではあるが、自己完結型であり広域的な利用にはならない。

3) 木質燃料生産流通型：林地残材を想定できるか否かでその規模ならびに形態が異なる。林地残材は期待できないが、建築廃材を含めた形で木質系原料が安価かつ大量に確保でき、さらにプラント周辺に強力な利用者（又は買い取り者）が存在すれば、成立が可能である。

4) 広域的利用型：3)の場合で、林地残材の利用が想定できる場合である。このときのエネルギー供給の方法として、自然エネルギーによって発電された電力として電力会社に売電するか、あるいは木材チップをボイラー燃料として利用するかあるいは木質ペレットを製造して一般へ販売することも考えられる。

広域的に利用することを考えると3)と4)の発電か木質ペレット（あるいは木材チップ）の生産しか考えられない。しかし、発電を行う場合、売電可能な規模の発電システムの建設には莫大な経費がかかること、一方木質ペレットの生産・利用の場合、生産ラインの建設にはさほど費用はかからないが、年間を通じての利用者確保が重要な課題である。とにかくこれらの形態を維持していくためには、林地残材が大量、安定的にかつ安価で供

給されなければならない。したがってこの実現のためには、これまでの伐木造材および集運材の方法を根本から検討する必要がある。

Ⅶ. おわりに

これまで筆者らが「木質バイオマス燃料の有効利用に関する研究」に関連して行ってきた、文献調査と現地聞き取り調査とから得られた知見を整理し、かつ今後日本で実現可能な形態とその課題についてとりまとめを行った。

このバイオマス燃料の広域的な利用は、温暖化防止と地域林業の振興、ひいては地方都市の振興を同時に満たすものであるが、その実現にはいくつもの難問をクリアしなければならない。しかし、スウェーデンは約20年をかけてこれをクリアしており、温暖化防止が大命題となっている現在ではその実現は容易になっていると思われる。

本来、森林資源の収穫は保続が大原則であったが、それは木材にエネルギー資源としての利用が含まれていたためであり、再度このエネルギー供給が森林に対して求められているのである。この機能は特に現在問題となっている人工林の主な機能となりうる可能性があり、森林が再びエネルギーを供給する源になれば、森林の地位は確実に向上することになる。

引用文献

- (1) 遠藤保仁：自然エネルギーの活用と木質系バイオマス活用の方向性について，PP. 75, JETRO 新規事業開拓支援専門家派遣事業，2000
- (2) 熊崎実：木質バイオマス発電への期待，pp. 134, 林業改良普及双書135, 全国林業改良普及協会，2000
- (3) 勝久彦次郎：木材情報，10, 28～30, 2000
- (4) 松下幸司：森林応用研究，2000（投稿中）