
論 文

鹿児島県における木質チップ燃料の供給・利用実態とその課題伊地知 秀太¹⁾・寺岡 行雄²⁾**Problems regarding the use of wood chips as fuel in Kagoshima**IJICHI Syuta¹⁾ and TERAOKA Yukio²⁾¹⁾ 鹿児島大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065²⁾ 鹿児島大学農学部 Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

Received Dec 2, 2011 / Accepted Jan 20, 2012

Summary

The availability of greater volumes of woody biomass would be advantageous for Japan. The objective of this study was to examine problems regarding the use of wood chips as fuel in Kagoshima through investigations of two sawmills that are wood chip fuel producers and three consumers. The consumers included an eel cultivation facility, a public spa, and an elder care facility. The available volume of wood chips from the sawmills was calculated and compared with the present fuel chip demand. The supply was sufficient because the present demand was estimated to be less than 5% of the production capacity. On the other hand, the production capacity of the dried (low-moisture content) chips was less than one and a half times the demand. The initial cost of introducing a wood chip boiler for high-moisture chip fuel would be higher than that of one for dried-chip fuel. It would be necessary to supply a sufficient volume of dried chips to meet the demand required for the use of a wood chip boiler.

Key words : percentage of moisture content, dry method, wood chip boiler**キーワード :** 含水率, 乾燥方法, 木質チップボイラー**I. はじめに**

近年, 地球温暖化防止や循環型社会, さらには林業活性化の観点から, 我が国では木質バイオマスのエネルギー利用が再び注目されている (熊崎, 2000)。エネルギーの利用法としては, 直接燃焼による熱利用が最もエネルギー効率が良い (熊崎, 2008)。また, ボイラーによる熱利用が直接燃焼発電やガス化発電, エタノール製造等と比較し二酸化炭素削減コストは低いことが報告されている (佐賀ほか, 2008)。

木質バイオマス一般を直接燃焼によりエネルギー利用する場合, ペレット等の成型燃料として用いられる場合もあるが, 日本の木質ペレット工場はまだ規模・数ともに小さいこと (ペレットクラブ, 2004) もあり, 木質チップとして用いられる場合が多い。チップとして使用される場合,

ペレットのように圧密加工する必要がなく, ある程度の低い含水率であれば利用することができる (岩手県, 2006)。しかし, 木質チップをボイラーで燃焼させる場合, 熱効率の面から含水率を一定の値以下に保つことが重要となってくる (Hakkila and Parikka, 2002; 熊崎, 2004)。

そのような現状の中, 鹿児島県内にはペレット工場が存在しないため, 木質チップボイラーの導入を推進しているが, まだ導入事例は多くない。鹿児島県が県内事業者を対象として実施した木質バイオマス需要アンケート調査 (鹿児島県, 2010) における「木質バイオマス焚きボイラーの導入・更新を検討しない, できない」理由として最も多かったのは, 「木質バイオマス焚きボイラーについてよく分からないため」という答えに次いで, その他の内容として「燃料の入手, 保管等具体的に分からない」というものが挙げられていた。また, 木質バイオマス焚きボイラーの導

入検討・導入可否判断にあたり必要な情報については「木質バイオマス焚きボイラーそのものに関する情報」が最も多く、次いで「燃料の入手・安定供給に関する情報」となっていた。これらのことから、県内事業者はボイラー自体の情報はもちろん、燃料に関する情報を必要としていることが分かる。つまり、燃料に関する情報を明らかにすることがボイラー導入の促進に繋がると考えられる。そこで本報告では、木質バイオマスの利用拡大と促進を図るため、鹿児島県における木質チップ燃料の供給・利用実態とその課題を明らかにするというを目的とする。

II. 調査地・調査方法

1. 調査地

調査地は、鹿児島県内本土（離島を除く、以下、県内）である。調査対象は木質チップ燃料生産事業者（以下、生産事業者）とそれを木質チップボイラー用の燃料（以下、木質チップ燃料）として使用している利用事業者である。

県内の生産事業者は2箇所、利用事業者は3箇所であった。その内訳は、生産事業者である製材加工業者のA木材株式会社、そこから供給される木質チップ燃料の利用事業者であるb養鰻施設、c温泉施設と同じく製材加工業者である生産事業者のD産業株式会社、同利用事業者であるe福祉施設である（図-1）。

2. 調査方法

生産事業者と利用事業者それぞれについて現地を訪問し、木質チップ燃料に関する聞き取り調査を行った。

生産事業者には木質チップ燃料生産量、同供給先、および乾燥や輸送等に関する独自の取り組みを聞き取り調査した。特に、A木材株式会社には原木消費量、製品出来高、およびオガ粉生産量も調査項目とした。利用事業者には木質チップボイラー稼働時期、木質チップ運搬方法、保管のための木質チップ燃料用サイロの状況について、および木



図-1. 調査地

質チップ燃料消費量を聞き取り調査した。

3. 解析方法

聞き取り調査によって得られた原木消費量、製品出来高、およびオガ粉生産量の数値から消費丸太に占める木質チップの生産割合を算出し、その比を用いて県内の製材由来のチップ生産可能量を試算した。またその数値と県内の木質チップ燃料の需要量とを比較した。

III. 結果

1. 事業者概要ならびに木質チップの生産から利用の流れ

1) A木材株式会社

A木材株式会社（以下、A会社）は「林業・木材産業構造改革事業」を活用して6t/hの木くず焚き蒸気ボイラーを導入し、平成19年10月より稼働している（写真-1）。燃料は全て自社内で発生した製材残材を使用している（平成20年度は製材残材を3,158t/年消費、二酸化炭素排出量を1,555tCO₂/年削減）。木くず焚きボイラーのほか、バックアップ用として重油焚きボイラー2基を稼働し、高温木材乾燥機10基と低温木材乾燥機1基を稼働しており、年間約10,000m³の人工乾燥材を生産している。その時に発生する約150度の余剰排熱を利用し、乾量基準で含水率15%（以下、15%d.b.と記す）程度の乾燥チップを生産している（写真-2）。平成22年度の乾燥チップの生産量は木質チップの体積で3,750m³（以下、3,750空m³と記す、600乾t/年）であった。また、平成23年度から乾燥チップと生チップを混ぜ含水率を60~70%d.b.に抑えたチップ（以下、調整チップ）を生産している。

同会社は5km圏内のb養鰻施設に乾燥チップと、10km圏内のc温泉施設に調整チップを供給している。生産された木質チップ燃料は供給先別に保管されている（写真-3）。



写真-1. 木くず焚きボイラー



写真-2. 乾燥チップの生産設備

写真-3. 保管されている木質チップ燃料
(奥：b養鰻施設用, 手前：e温泉施設用)

2) b養鰻施設

b養鰻施設（以下、b施設）はスイス・シュミット社製の550kwの乾燥チップ用の木質チップボイラー（燃焼可能な含水率は50%d.b.以下を標準とし最大55%d.b.）1基を導入し、平成21年度1月より稼働し、養鰻池の温水加温を行っている。木質チップ燃料用のサイロは地下式で70m³である。

鰻は養鰻池で養殖されており、用水はほとんどが19度前後の地下水を使用する流水養殖である。水温が鰻の歩留まりや成長速度に大きく影響するため、通常は水温を常時30度程度に保つ必要があることから、加温設備が用いられる。また、加温効率を向上させるため、養鰻池はハウス化されている（鹿児島県，2010）。

当施設は木質チップボイラーを導入することで養鰻池27面（概ね90坪/面）の約1/4程度の加温をまかなっている。木質チップ燃料の運搬は、A会社からオガ粉購入をしている近隣農家に運賃を払い、運んでもらっている。4tトラック一杯の乾燥チップを2日に1回程度の頻度で搬入している。平成22年度の乾燥チップの消費量は3,750空m³/年（600

乾t/年）、二酸化炭素排出削減量は571tCO₂/年であった。

3) c温泉施設

c温泉施設（以下、c施設）は「平成22年度地域グリーンニューディール基金事業」を活用しスイス・シュミット社製の360kwの生チップ用の木質チップボイラー（燃焼可能な含水率は100%d.b.以下を標準とし最大120%d.b.）1基を導入した。平成23年度4月より稼働し、給湯用に温水加温を行っている。木質チップ燃料用のサイロは地下式で30m³である。木質チップ燃料の運搬は、A会社に直接引き取りに行き、2tトラックにより週に2、3日程度の頻度で行われている。平成23年度の調整チップの消費量予定値は856t/年、二酸化炭素排出削減量予定値は436tCO₂/年である。

4) D産業株式会社

D産業株式会社（以下、D会社）は平成22年度における燃料用の生チップの生産量が1,780空m³/年（516生t/年）であり、生チップの含水率を100%d.b.以下に抑えるため、丸太時に樹皮を剥ぎ土場で天然乾燥を行った後、製材加工し背板をチップ化している。

同会社は、生チップを5km圏内のe福祉施設に供給している。

5) e福祉施設

e福祉施設（以下、e施設）はスイス・シュミット社製の300kwと150kwの生チップ用の木質チップボイラー（燃焼可能な含水率は100%d.b.以下を標準とし最大120%d.b.）をそれぞれ1基ずつ導入した。平成22年度4月より稼働し福祉施設の給湯、冷暖房用に温水加温を行っている。当施設は50床の介護老人福祉施設で、吸収式冷凍機を設置することで給湯だけではなく、冷暖房への活用も可能となっている。夏場と冬場以外の冷暖房を使用しない時には、150kwの木質チップボイラーで給湯を行っている。木質チップ燃料用のサイロは地下式で60m³である。木質チップ燃料の運搬は、D会社が4.8m³積載可能な1.8t程度のトラックで、週に3、4日程度の頻度で行っている。冷暖房期間には、木質チップボイラーが2基ともフル稼働することから、毎日燃料を運搬している。平成22年度の生チップの消費量は1,780空m³/年（516生t/年）、二酸化炭素排出削減量は106tCO₂/年であった。

2. 製材工場からの木質チップ生産構造

A会社で実施した原木消費量、製材出来高、オガ粉生産量の聞き取り調査から得た数値をもとに、月ごとの原木消費量に占める製品出来高とその他の背板等の生産割合の推移を求めたものが図-3である。製材歩留まりはほぼ一定の値で推移しており、その平均値は43%であった。背板等の内、オガ粉を除いた物を今回チップ化可能量とし、チッ

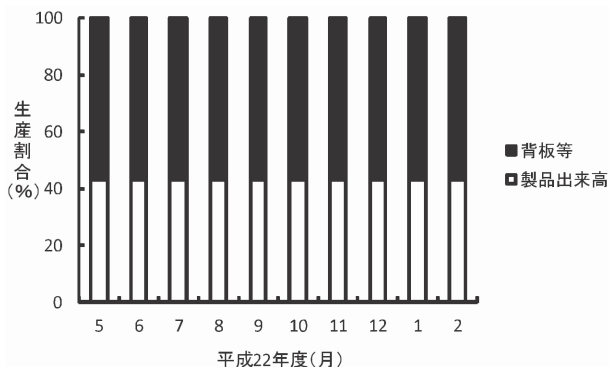


図-2. 月別の原木消費量に占める製品出来高と背板等の生産割合

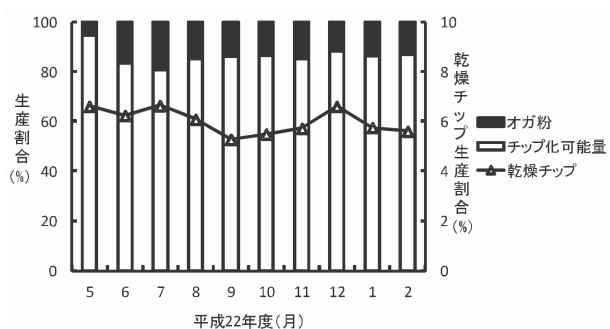


図-3. 月別の背板等からのオガ粉、乾燥チップ生産割合

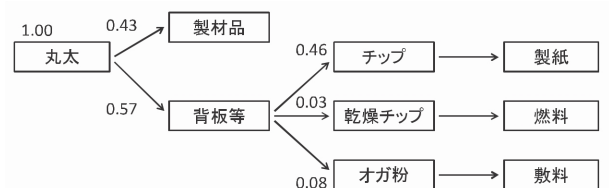


図-4. 丸太からの生産割合のフロー図

チップ化可能量の中で乾燥チップとして生産された割合を図-4に示す。

図-3からオガ粉は5月に特に生産割合が少なくなったが、概ね14%で推移していた。乾燥チップは平均5%で推移していた。A会社では乾燥チップを燃料用として木質チップボイラーを導入している施設に販売し、それ以外のチップは製紙用として製紙会社に全量販売している。また、オガ粉は家畜敷料として近隣農家に全量販売している。つまり、消費された原木丸太を1.00とするとそれから製材品が0.43生産され、その他の背板等が0.57発生する。その0.57の背板等から、0.46のチップ（製紙用）、0.03の乾燥チップ（燃料用）、0.08のオガ粉（敷料用）が生産されている（図-5）。

この数値を用い自社内に木材乾燥施設を備えているであろう、県内の出力規模150kw以上の全製材所の原木消費量（約163,000m³、平成20年度）から製材由来のチップ生産可

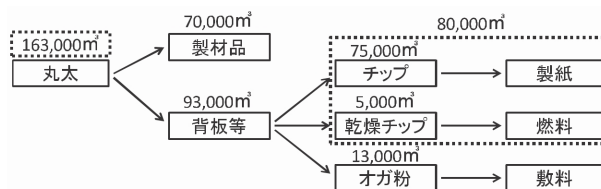


図-5. 出力150kw以上の全製材所の原木消費量からのフロー図

量を試算すると、それは約80,000m³になる。また、A会社と同様の乾燥施設を備えていると仮定すると、その内5,000m³が乾燥チップとなる（図-6）。県内の木質チップボイラーの木質チップ燃料消費量の合計（b, c, およびe施設の合計）は原木丸太換算で約3,500m³/年であることから、県内の木質チップ燃料消費量は、出力規模150kw以上の製材所の製材由来のチップ生産可能量の5%以下である。しかし、必要な木質チップ燃料が乾燥チップに限定されてしまうと、出力規模150kw以上のすべての製材所がA会社と同様の乾燥チップ生産施設を備えていると仮定しても、その生産余力は現状の需要に対し1.5倍にも満たないことになる。

IV. 考 察

木質チップをボイラーの燃料として利用する場合、含水率が低いことが望ましい。木質チップの乾燥方法としては、丸太の状態乾燥後にチップに加工する方法や、チップに加工した後に乾燥する方法、および製材所等における加工工程での乾燥等が考えられる。丸太の乾燥については、伐倒後50~60日間の葉枯らし乾燥を実施することによって、スギは含水率が70~100%*d.b.*に、ヒノキでは50~70%*d.b.*に低下する事例（全国林業改良普及協会, 1990）が報告されている。また、宮田ら（2006）によってヒノキ丸太を舗装土場で自然乾燥させることによって、乾燥期間3カ月で含水率が82%*d.b.*から38%*d.b.*に低下する事例が報告されている。チップ加工後の乾燥については、山積みして自然乾燥した場合、チップのごく表層部は乾燥するが、山積み内部のチップを乾燥するには定期的な攪拌を繰り返す必要がある。週1回の定期的な攪拌を実施することで、含水率は開始時の150%*d.b.*程度から98日後には60~80%*d.b.*まで低下し、攪拌に加えチップの乾燥には送風が有効であるという事例が報告されている（宮田ほか, 2008）。また、市原ら（2009）は回転ドラム式乾燥機を用いる有効性を報告している。さらに今回の調査対象地で実施されていたように、排熱を利用しての乾燥や、乾燥チップと生チップを混ぜることで含水率を下げる等のように乾燥方法はいくつかある。

しかし、それぞれの乾燥方法には時間やコストがかかるため、乾燥チップは生チップに比べて生産量が極端に少ない。

一方、生チップ用のボイラーは、ボイラー内に木質チップ燃料を乾燥するための装置が必要となることから、構造が複雑かつ大型化するため、乾燥チップ用のボイラーと比較し価格が高い（ボイラーメーカーへの聞き取りによると、同出力でも、出力規模によっては500万円以上ボイラー価格が異なる）。木質チップボイラーの普及を考えた場合、現時点では重油ボイラーと比較してボイラー価格が非常に高いので、少しでも初期投資を抑えることができる乾燥チップ用のボイラーが主流になると思われる。

本研究から、現在の県内における木質チップ燃料の総需要量は、出力規模150kw以上の全製材所の製材由来のチップ生産可能量の5%にも満たない状態であり、潜在的な木質チップ燃料に対する県内製材加工業からの供給余力は十分にあると考えられる。しかし、乾燥チップに限定すると供給余力は非常に低い状態であることが明らかとなった。そのため、今後は木質チップボイラー導入の意欲がある事業者が、利用する木質チップ燃料の種類を選択できるように、乾燥チップの生産量を増加させることが望ましく、またそのことが木質チップボイラーの普及、ひいては木質バイオマス利用の促進に繋がるのではないかと考えられる。

引用文献

- Hakkila, P. and Parikka, M. (2002) Fuel resources from the forest. In *Bioenergy from Sustainable Forestry: Guiding Principles and Practice*. Richardson, J., Bjorheden, R., Hakkila, P., Lowe, A. T., and Smith, C.T. (eds.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 19-48.
- 市原孝志ほか（2009）回転ドラム式乾燥機を用いた木質チップの乾燥. 森林バイオマス利用学会誌, 4:13-20
- 岩手県林業技術センター（2006）チップボイラー導入の手引き. 3.
- 鹿兒島県（2010）鹿兒島県木質バイオマスエネルギー利活用指針.
- 熊崎実（2000）木質バイオマス発電への期待. 182pp. 全国林業改良普及協会, 東京.
- 熊崎実（2004）木質バイオマスの含水率と発熱量. 木質エネルギー 2:22-23
- 熊崎実（2008）木質ペレット市場の現状と展望－ヨーロッパと日本－. 日本エネルギー学会誌, 87:425-429.
- 宮田大輔ほか（2006）林道端と舗装土場における林地残材の自然乾燥. 日林誌, 88:245-253
- 宮田大輔ほか（2008）木質チップの自然乾燥における攪拌

の効果. 日林誌, 90:75-83

ペレットクラブ（2004）木質ペレット関連事業に関する全国調査の結果（2000年1月～2003年12月）. 3, ペレットクラブ, 京都.

佐賀清崇ほか（2008）木質バイオマスのエネルギー利用におけるCO₂削減コスト分析. 日本エネルギー学会大会講演要旨集, 17:142-143.

佐々木誠一ほか（2006）製紙用チップ工場で生産した土場残材チップの供給コスト試算. 岩手県林業技術センター研究報告, 14:3-8

全国林業改良普及協会編（1990）葉枯らし乾燥. 20-23, 創新社, 東京.

要旨

日本での木質バイオマス利用拡大と促進が必要である。この報告の目的は、木質チップ燃料生産事業者である製材加工業者2箇所、利用事業者3箇所についての聞き取り調査から、鹿兒島県における木質チップ燃料の需要と供給実態を明らかにすることである。利用事業者は養蠶施設、温泉施設、および福祉施設であった。製材由来のチップ生産可能量を試算し、現在の木質チップ燃料の需要量と比較した。木質チップ燃料の需要量は、製材由来のチップ生産可能量の5%にも満たなかった。しかし、乾燥チップになると供給余力は木質チップ燃料の需要の1.5倍にも満たなかった。生チップ用のボイラーは乾燥チップ用のボイラーと比較し、木質チップボイラー導入のための初期投資が高額になる。木質チップボイラー導入の意欲がある利用事業者のためにも、乾燥チップの生産量を増加させることが望ましいのではないかと考えられた。