

施設園芸農家の木質バイオマス燃料転換意識のモデル化

馬淵 泰*, 植本琴美*, 永野正朗*, 中川善典*, 那須清吾*

A Modeling of Farmers' Mind Structure for Utilization of Woody Biomass Fuel

Yasushi MABUCHI, Kotomi UEMOTO, Masao NAGANO, Yoshinori NAKAGAWA, Seigo NASU

Department of Management, Kochi University of Technology, Tosa-Yamada, Kami City, Kochi 782-8502, Japan

Abstract

In this study, we developed a model of greenhouse farmers' mind structure in regard to the installation of woody biomass heating system as well as clarified challenges and issues to overcome for the future dissemination of biomass heating system in the target region. The results of this study indicate that the greenhouse farmers in Geisei village have high level of willingness to adopt woody biomass heating system due to concern for the fluctuation risk of oil fuel price and the increased interest in global environmental issues. At the same time, it is considered that the mitigation of financial burden for them to install the system and financial and physical burden for the maintenance of the system are the key challenges to future dissemination of the system.

Key words: biomass heating system, wood pellets, greenhouse farmers, mind structure model

1. はじめに

高知県芸西村は、ナス、ピーマン、花卉類などの施設園芸栽培を基幹産業として発展してきた人口約4,000人の小規模な自治体である。この地域の農業生産性は県内でもトップクラスの水準にあるが、近年の石油燃料価格の上昇傾向に起因するエネルギーコストの上昇や少子高齢化による担い手不足、さらには地球温暖化問題など施設園芸を取り巻く状況は急激に変化しており、村の基幹産業である施設園芸の経営を圧迫し始めている。この農業経営問題を解決する手段として注目されているのが木質バイオマス加温システムの導入である。

木質バイオマス加温システムは、効率的な運搬・貯蔵・自動運転のためにペレット化された木質バイオマス資源を燃焼させ、ビニールハウスを加温するために必要な熱エネルギーを得る仕組みである。木質バイオマス利用のメリットとしては、高知県土の84%が森林で覆われているため資源として豊富に存在する、循環利用が可能、地球温暖化を防ぐなどの効果があげられる。この木質バイオマス資源を有効に利用することで、不安定な燃料問題解決の鍵となるだけでなく、環境問題やエネルギー問題の解消が可能となり、高知県にとっても必要な技術として期待されている。

木質バイオマスの先進利用国は、北および西ヨーロッパ地域である。フィンランドでは、国内の総エネルギー生産高の約21.8%が木質バイオマスエネルギーとなっており、オーストリアでは国内の木質バイオマス資源による総発電量は136.2 PJであり、その量は国内総エネルギー量の約9.6%に相当する。これらの国では、脱化石燃料を掲げる政府の支援のもと、地域が主体的となってバイオマスエネルギーの普及に取り組んでいる。

これに対し、日本では木質バイオマスエネルギーの活用に関する様々な研究が進められているものの、木質バイオマスの地域への導入はあまり進んでいない。

* 高知工科大学 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮の口 185 Tel : 0887-57-2756

この原因について、河野(2005)は、日本の木質バイオマス普及の遅れは、林地残材の効率的な利用ができないことを原因としてあげ、効率的に収集・運搬する物流システムの確立の必要性を説いている¹⁾。また、農林水産省(2008)は、日本では原材料の輸送コストによりエネルギー生産コストが高くなる欠点を指摘しており²⁾、寺田(2010)は、日本のような急峻地形が多い地域では都市近郊部平地林においてのみ木質バイオマス資源が利用可能であることを示している³⁾。さらに、大木(2003)、久保山(2004)らは、エネルギー生産コストがかさむ理由として、木質バイオマス供給量の確保が最大の問題であり、その解決策として期待される林地残材の燃料利用が地形的な理由により困難であることを示している⁴⁾⁵⁾。また、利用面での課題として、加藤(2004)は、日本の木質バイオマス利用について諸外国と比較して、バイオマス関連補助金や電力買い取り制度などの支援・優遇策の遅れを指摘している⁶⁾。江藤(2010)は、日本と欧州の木質バイオマス関連政策を比較して、日本の木質バイオマス利用に関する普及促進政策の遅れを指摘し、電力買い取り制度、優遇税制制度などの導入が必要であると指摘している⁷⁾。また、前野(2004)は、日本において木質バイオマス利用を促進させるためには、地域活性化の視点から地域内で木材の伐採・搬出からペレット化を行い、大規模需用者のみならず一般家庭でのストーブなど地域内のエネルギー消費の自給率を上げる必要性を指摘している⁸⁾。

このように、既往の研究では、日本の地形に起因する原材料調達コストの問題や、自然エネルギー買い取り価格の問題など、主として技術面・法制度面でのアプローチが主となっている。

しかし、実際にシステムとして十分確立した技術であったとしても、その普及に際しては実際の施設園芸農家がどのような視点で導入を決めるか、また導入に際して考慮すべき点など受け入れ側のアプローチも重要である。筆者らは木質バイオマス資源の地域への普及を目指しているが、研究を始めるにあたって、施設園芸農家にヒアリングしたところ、自分にとって知識の少ない技術の導入に対して概して慎重になるとの意見が多かった。このことから、木質バイオマス加温システム導入に関わりのある各アクターに対して、導入時において何を考え、何を重要視したのか、また導入しない場合に対してその理由と何が障害になっているのかなどの認識の変化を明らかにすることで、技術が地域に受け入れられるための合意形成を図るものと考えられる。

そこで本研究は、高知県内安芸郡芸西村のビニールハウス施設園芸農家を対象に、木質バイオマス加温システム導入に関する意識構造のモデル化を行い、今後解析対象地で木質バイオマス加温システムを導入していくに当たっての課題と克服すべき点を整理した。

2. 研究対象地と導入予定の木質バイオマス加温システムの概要

研究対象地に導入する木質バイオマス加温システムは、細かく粉砕された乾燥木屑を造粒機で圧縮成形した「木質ペレット」とよばれるバイオマス固形燃料（直径 6-8 mm 程度、長さ 10-30 mm 程度、Photo 1）をベースとした加温システムである。

本システムは、既存の加温システムから容易に転換できること、燃焼効率が既存システムと遜色ないことをコンセプトとして、地元高知市内のコンサルタント会社及び芸西村農家、高知工科大学の連携のもと開発された。本システムの構成は、主に、木質ペレットを保管する貯蔵サイロ、燃料であるペレットを自動で燃焼室に入れる自動供給システム、ペレットを燃焼させるバーナー、燃焼室及び燃焼の際発生する灰を一時的に格納する灰



Photo 1 Wood Pellets

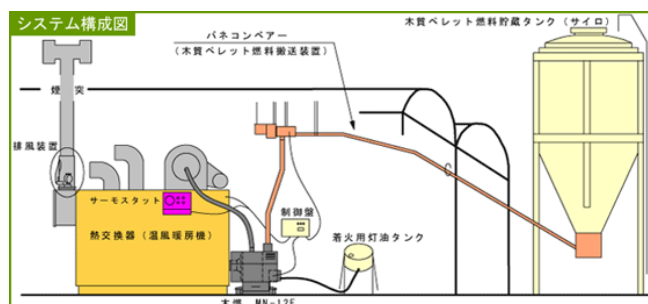


Fig. 1 Woody biomass heating system

出典：株式会社相愛企業資料

http://www.soai-net.co.jp/service_01/mokunen.html

タンク、そして熱交換器の4パーツから構成される (Fig. 1 参照)。

木質バイオマス加温システムの実験機を芸西村内の施設園芸農家のビニールハウスに導入し、隣接する同じ規模の吹き飛ばし式重油加温ハウスとの比較実証試験について高知工科大学の協力のもと行ったところ、従来重油燃料と木質ペレット燃料の熱量比はおよそ 2:1 であるのに対し、同システムでの加温では平均 1.7:1 の熱量比となっていることが確認され、これにより同システムの高いエネルギー効率が実証されている⁹⁾。

3. 検討手順

本研究の手順を Fig. 2 に示す。施設園芸農家の木質バイオマス加温システム導入に関する意識構造モデルに構築に当たっては、植本による研究アプローチ手法を適用した¹⁰⁾。はじめに 2009 年 1 月に木質バイオマス加温システムの導入済み農家や未導入農家を含む計 9 名を対象としたヒアリング調査を行い、導入にかかる

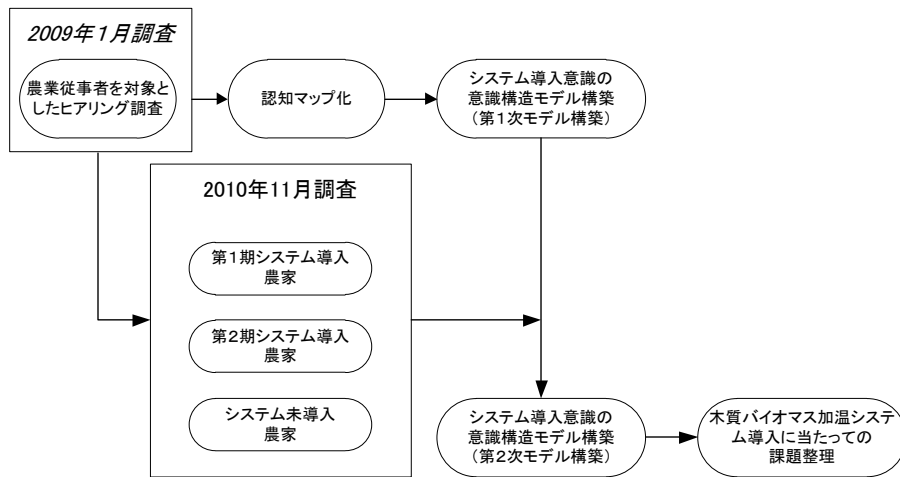


Fig. 2 Research process

意識構造モデル (第 1 次モデル) を構築した。なお、9 名の選定方法としては、農事組合法人「高知バイオマスファーム」により既導入の農家 7 世帯、及び導入地域内での未導入農家を農業協同組合の紹介により 2 世帯抽出した。なお、ヒアリング対象者は各々の農家世帯主である。これは、芸西村の総農家世帯数の約 2.7% に相当する。次に、芸西村の施設園芸農家を①2009 年 1 月時点で導入済みの農家、②2009 年 1 月時点では導入していなかったが 2010 年 11 月時点で導入済みの農家、③2010 年 11 月時点で導入していない農家の 3 パターンに分類し、それぞれを対象としたヒアリング調査を実施して第 1 次モデルを修正し、木質バイオマス加温システム導入の意識構造モデル (第 2 次モデル) を構築した。このように、木質バイオマス加温システムの導入にかかる意識構造を 2 段階経由して行った理由として、2009 年時点で導入した農家が時間の経過とともに意識がどう変化したか、2009 年時点で導入していない農家がどのような意識の変化により導入に踏み切ったか、また、導入していない農家の意識は変化しているのかの 3 点の理由による。

最後に、第 2 次モデルより、高知県芸西村において、木質バイオマス加温システム導入に当たっての課題と提言を整理した。

4. 木質バイオマス加温システム導入における施設園芸農家の意識構造モデルの構築

4.1 木質バイオマス加温システム導入に関する施設園芸農家の意識構造のモデル化 (第 1 次モデル)

提案する木質バイオマス加温システムの中で、木質ペレットの消費者として重要なアクターである施設園芸農家に対して、木質ペレットボイラーの導入意欲を向上させることができるかが、木質バイオマス加温システム導入の際の判断材料となる。そこで、施設園芸農家が木質ペレットボイラーを導入するかどうか判断する意識構造モデルを作成するために、高知県安芸郡芸西村の施設園芸農家を対象として、木質バイオマスに対する認識についてヒアリングを行った。ヒアリングは、2009 年 1 月 30 日に、木質バイオマス加温システム導入前の施設園芸農家 9 世帯を対象に実施した。

その結果、効率的な木質ペレットボイラーの技術開発による普及及び施設園芸農家の経営安定化を期待する一方で、地域内にペレット工場がなく、供給業者も存在しないため運送コスト高によるペレット価格に対する不安を抱えていることが分かる。つまり、施設園芸農家が木質バイオマス加温システムを導入するかどうかの判断は、導入することによる「導入促進要因」と「導入阻害要因」とに分類できる。例えば、施設園芸農家が木質バイオマス加温システムを導入した場合に生じる効果に関する内容を知らないあるいは知って

いても価値を見出していない場合、導入意識は低い。よって、導入意識を高めるためには、木質バイオマス加温システムを導入することによって CO₂ 削減効果による環境保全の貢献や排出権取引による収入増加といった波及効果を認識してもらう必要がある。一方で、木質バイオマス加温システムの導入にあたっては、ペレット価格の不安など導入意思を阻害する要因が存在している。農家個人が導入によるメリットを認識していても、初期投資が負担であったり、ペレットの安定供給が保障されていなかったり、社会的整備が十分でない場合、導入意識は低くなる。このように、農家が直感的に導入の是非を判断する論理的基本要素を意識構造モデル（第1次モデル）として Fig. 3 のとおり構築した¹¹⁾。

導入阻害要因

導入阻害要因として農家が特に感じていたことは、燃焼効率や耐用年数等の木質バイオマス加温システムに関する情報がないこと、重油ボイラーよりも高額となることから初期投資に対する不安やこれに伴う維持費用といった金銭的な負担の2項目が挙げられる。研究対象地は農村地域であり、農業生産や日常生活の面で家族もしくは地域を単位とした営み、役割が相対的に強いと考えられるため、木質バイオマス加温システムに移行することによって、長年付き合いしてきたボイラーメーカーに変更が生じることや周辺他者との関係性を危惧する雰囲気がある。さらに、木質バイオマス加温システムは、重油ボイラーではなかった灰の掃除を行う必要があることや木質ペレットを保管する貯蔵サイロを設置するスペースも確保する必要がある。特に、ボイラーの性能そのものと、燃料である木質ペレットが安定的な価格で安定的に供給されるか不安を持っている。また、木質ペレットは、森林資源を材料としており、森林伐採による災害の誘発を危惧する声もあった。

導入促進要因

2009年時点で農家が導入促進要因として感じていたことは、経営基盤の安定化に伴う栽培コスト削減期待および収入増加、排出量取引による収入増加の2項目が挙げられる。木質バイオマス加温システムが熱量の点では多少重油に劣っても価格的に安定かつ安価な木質ペレットによって重油を代替することができれば経営基盤は安定する。また、CO₂削減効果による環境保全の貢献に加え、加温システムの導入は、地域全体の波及効果が期待できる。なぜなら、間伐材や林地残材の利活用により、森林整備に繋がるだけではなく、地域のエネルギー問題を地域資源で賄うこととなるため現在、ハウス園芸農家が購入している重油資金が県外に流出することなく森林事業に流入（県内に資金が還流）されるようになる。地域全体で木質バイオマス加温システムの普及に当たった場合、カーボン・ニュートラルの状態での生産は環境的な負荷価値ともなり、実際「CO₂ゼロ野菜」というブランド化が市場で評価されるようになってきていることから波及メリットが期待できる。

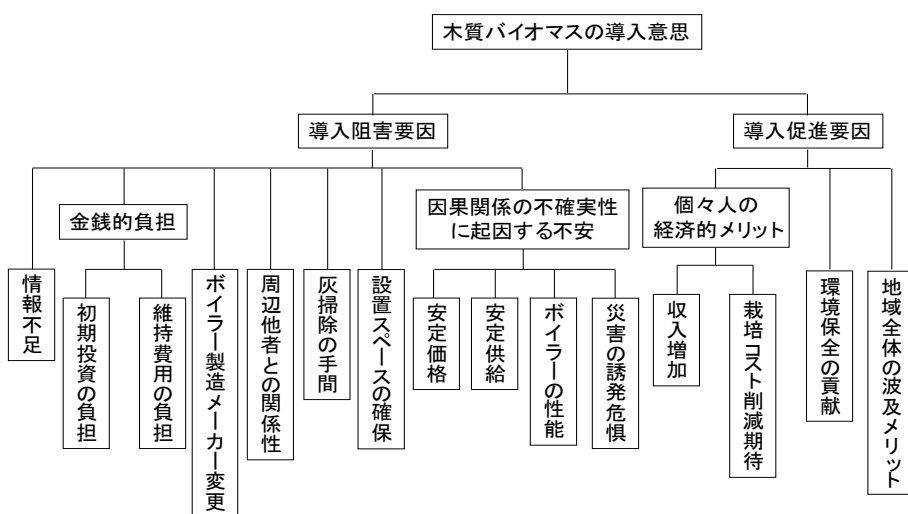


Fig. 3 Greenhouse farmers' mind structure model for woody biomass heating system (First model)

4.2 木質バイオマス加温システム導入後の施設園芸農家の意識構造の変化

時間とともに環境は変化しており、技術開発によって燃焼効率が向上した場合、デメリットが軽減され導入意識が向上する可能性がある。はじめに、2010年11月時点で木質バイオマス加温システムを導入した農家の導入意識変化を考慮して、以下の2項目について第1次モデルを修正した。

① 第1期導入農家（3世帯）

2008年時点で既に木質バイオマス加温システムを導入済みの農家。なお、木質バイオマス加温システムの導入に際しては、導入コストの一部を環境省補助事業により支出している。

② 第2期導入農家（4世帯）

2009年1月時点では木質バイオマス加温システムが未導入であったが、2010年11月までに導入済みの農家。なお、木質バイオマス加温システムの導入に際しては、導入コストの一部を林野庁補助事業により支出している。

4.2.1 第1期導入農家の木質バイオマス加温システムに対する認識の変化

初期（第1期）導入農家は、2008年度に導入した施設園芸農家であり、木質バイオマス加温システムを既に2年間運用している。初期から携わっているため、「ボイラーの性能」を含め木質バイオマスに対する信頼感は十分に持っており、現在は、所有している施設園芸ハウスの全てに木質バイオマス加温システムを導入している。このような状況にある第1期導入農家の現在の意識構造モデルをFig. 4に示す。なお、Fig. 4において罰点は、認識されなくなった要素であり、破線の要素が、当初見られなかったが今回のヒアリングで新たに追加された要素である。

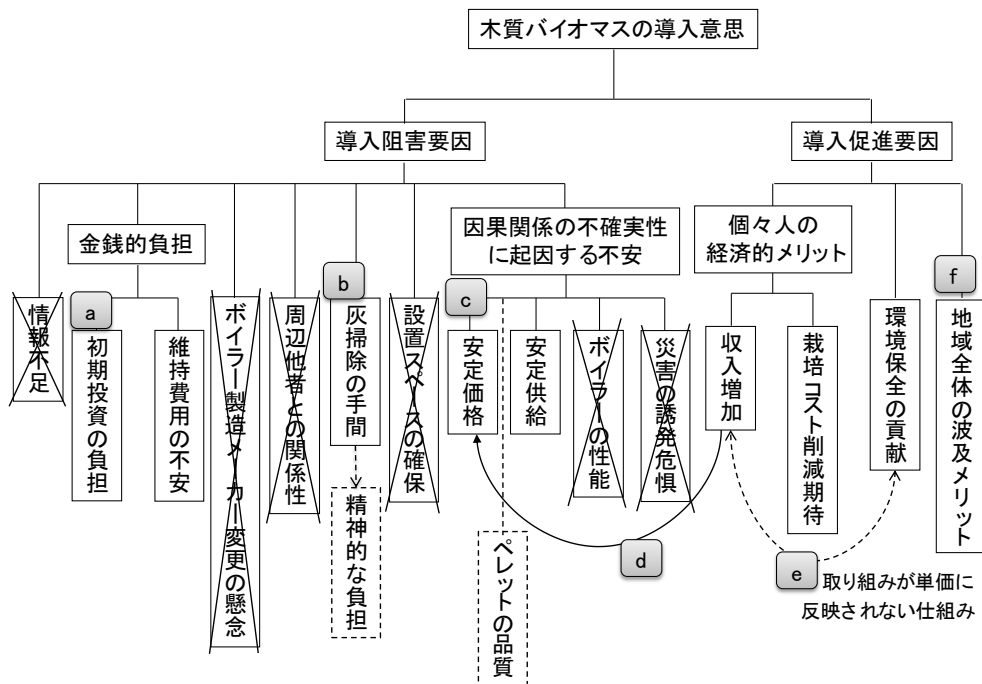


Fig. 4 Mind structure of greenhouse farmers (first adopters)

導入阻害要因

第1次モデルでデメリットと挙げられた項目については、導入後時間の経過により木質バイオマス加温システム運用のノウハウが蓄積され、「ボイラーの性能」に対する不安がなくなっていた。また、加温システムを導入する意思が固まると、「ボイラー製造メーカー変更の懸念」「周辺他者との関係性」らは導入に踏み切る導入阻害要因ではなくなる。サイロの設置スペースに関して、設置スペースを確保できるよう自ら工夫し、導入に至っている。森林伐採による「災害の誘発危惧」の不安は、木質ペレットが間伐材や林地残材が原料であることを認識しているため取り除かれている。

導入阻害要因で最も大きな障壁として上げられるのが、木質バイオマス加温システムの追加導入時の初期

投資コストである (Fig. 4-a)。木質バイオマス加温システム全体のコストは約 300 万円であり、現在の農家経営の不安定さからすれば、現状からさらに追加で導入することが困難となっている。効果を十分認識している第 1 期導入農家であっても、補助金がなければ追加導入に踏み切れないのが実情であり、補助金が導入判断の大きな原動力であることには変わらない。

また、「灰掃除の手間」が、木質バイオマス加温システムの導入台数を増加させることに伴う「精神的な負担」となって新たに出現している (Fig. 4-b)。この灰の掃除や灯油の補給は、時期に影響されるが平均的に 2~3 日に 1 回しなければならぬ作業であり、灰掃除自体は簡易な作業であっても導入台数の増加とともに時間がとられることが大きな原因となっている。

さらに、第 1 期導入農家は導入時に木質ペレットの安定的な供給に不安を感じていたが、現在では、木質ペレットの供給不安よりも品質基準と単価の 2 点で不安を感じている。木質ペレットの品質によって灰の残り方が異なるため、作り手の論理だけではなく、木質ペレットを利用する需要側の意向も踏まえた基準を設定する必要があるため、第 1 期導入農家側としてはこの点について協議できる環境の必要性を感じている (Fig. 4-c)。

導入促進要因

このグループの農家は、環境に対する意識が高く、木質バイオマス加温システム導入の初期投資もかなりの部分が自己負担である。このため、導入阻害要因はある程度無視しても、導入促進要因を肯定的にとらえる傾向にある。第 1 次モデルで導入促進要因と感じた項目については、2010 年 11 月のヒアリング調査においても引き続き認識している結果となった。

一方で、木質バイオマス加温システムの普及に際しては、木質バイオマス加温システムを利用することが環境に優しい取り組みであり、その点が単価に反映される仕組みが必要である (Fig. 4-e) と指摘している。また、地域全体に木質バイオマス加温システムが普及し始めており、燃料である木質ペレットの需要規模が確保できつつある。よって、第 1 期導入農家は木質バイオマス加温システム導入を好機ととらえ、今後期待できる新たな取り組みとして下記を掲げ、実施に向けて活動している (Fig. 4-f)。

- 木質ペレットの配送と同時に灰掃除のシステムの確立

木質バイオマス加温システムが普及することにより、木質ペレットの需要規模が確保されれば、毎日地域内に木質ペレットが配送されることとなる。そのため、配送業者が貯蔵タンクにペレットを納入する時に灰の掃除も並行して行うことが可能となり、灰処理作業の負担軽減と同時に新たな雇用の創出を期待している。

- 灰の再利用

岩手県(2008)が実施した木質ペレットの燃焼実験により生成した灰の化学成分試験によると、ダイオキシンなどの化学物質は基準値以下との結果であった¹²⁾。また、灰の中にカリウムが多く含まれている。よって、現在、産業廃棄物として取り扱われている灰は、ビニールハウスの土壌改良材として問題がないものと考えられる。ペレットの焼却灰は木質バイオマス加温システムの普及に比例して排出量も増えるため、これを肥料として商品化することで、施設園芸農家にとって新たな収入の増加を期待している。なお、灰の再利用については、法整備の必要性が挙げられる。

- CO₂ 排出権取引の一部をペレット工場に出資 (Fig. 4-d)

施設園芸農家がペレット工場に一部でも出資することで価格・品質面での影響力を持つ。そのことで燃料価格変動等のリスクを低減できる。そのための出資金の一部に排出量取引によって得た収益を充てる仕組みが考えられる。このように施設園芸農家がペレット業者の経営に参加することで、木質ペレットの安定価格、安定供給に繋がり、導入への阻害要因の軽減に繋がるものと期待している。

4.2.2 第 2 期導入農家の木質バイオマス加温システムに対する認識の変化

第 2 期導入農家とは、第 1 期導入農家が 2008 年度に導入し稼働している状況を見て、2009 年度あるいは 2010 年度に導入に踏み切った農業従事者を指す。第 2 期導入農家に導入時と現在との意識の変容についてヒアリング調査を行い、その結果を踏まえて第 1 次モデルを Fig. 5 の通り修正した。

導入阻害要因

このグループの施設園芸農家は、第 1 期導入農家の存在により、木質バイオマス加温システムに関する情報が容易に得られる環境になっており、木質バイオマス加温システム導入への阻害要因は当初より軽減され

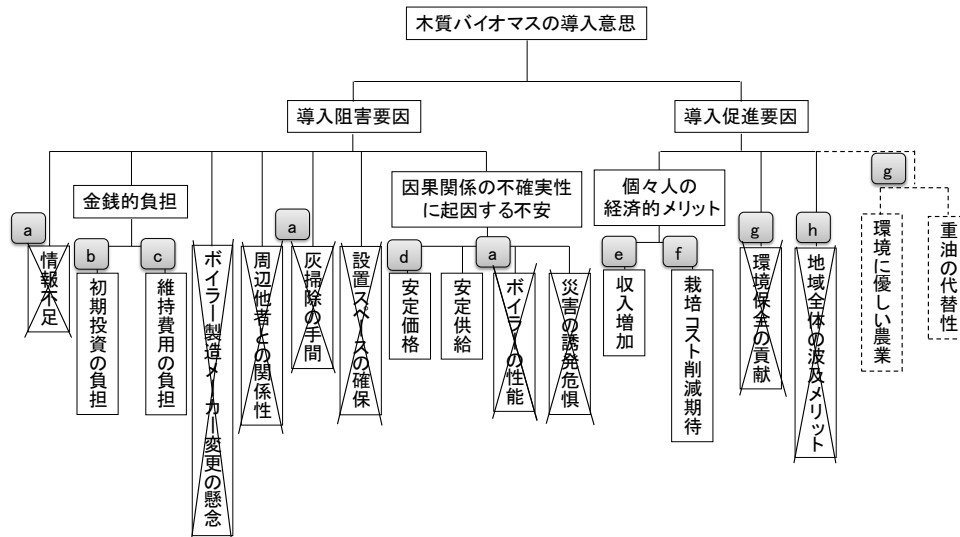


Fig. 5 Mind structure of greenhouse farmers (second adopters)

ていた。加温システムの導入に踏み切った第2期導入農家も第1期導入農家と同様、「ボイラー製造メーカー変更の懸念」「周辺他者との関係性」「設置スペースの確保」「災害の誘発危惧」らの不安はなくなっている。

木質バイオマス加温システムの未導入者にとっては、木質バイオマス加温システム本体の「金銭的負担」に加え、「灰掃除の手間」が導入のためらいとして常に挙げられる。しかし、本グループの農業従事者は第1期導入農家との情報共有によって、灰の掃除に対する負担感は薄れており、「ボイラーの性能」についても導入農家の実績により信頼感が増している（Fig. 5-a）。つまり、導入農家が存在している環境においては、「情報不足」による導入阻害要因が改善されている。

一方で、「金銭的負担」特に「初期投資の負担」は、プロジェクト発足当初から依然として導入の阻害要因となっている（Fig. 5-b）。第2期導入農家は、国からの全額補助で導入しており、この補助により3年間は木質ペレットが38円/kgと据え置かれているため、全額補助は導入への阻害要因であった「初期投資の負担」のハードルを大きく下げている。

初期投資に対する補助額は、導入の判断材料として重要な項目であり、「初期投資の負担」は恒常的に存在する要素である。しかし、導入を検討する段階では「初期投資の負担」が最重要判断項目であったのに対し、導入後は「維持費用の負担」に関して不安が生じていることが分かった（Fig. 5-c）。これは、ハウス内に温風を循環させるダクトが消耗品であり、その費用も無視できないことから、今後の交換のために必要な費用負担として「維持費用の負担」が認識されるようになってきている。このように、導入時においてあまり気に止めていなかった要素が、導入後負担要素として認識され直すことがあることがわかる。

また、補助によって導入している場合、補助条件に左右されてくる要素がある。第2期導入農家は、国からの補助で木質ペレットを安価で購入できているが、補助期間が終了する3年後の木質ペレット価格について不安を抱えている（Fig. 5-d）。

導入促進要因

第1次モデルでは、収入増加や栽培コスト削減、環境保全効果、地域全体の波及メリットなどの期待感が挙げられていた。しかし、2010年11月のヒアリング調査からは、第2期導入農家への導入促進要因の認識は広がっていない結果となった。

このグループの農家の主たる導入目的は、農家経営におけるコスト削減、あるいは収益増であり、環境保全面までは考えられない（Fig. 5-e,g,h）。よって、木質バイオマス加温システムにより生産された野菜に対して「CO₂ゼロ野菜」のように販売価格に付加価値を付け販売を行うことを考えても、系統出荷である限り、個別の施設園芸農家にその利益が還元されるわけでもないため、「収入増加」・「地域全体の波及メリット」の2項目の意識向上につながるまでに至っていない。一方で、A重油加温システムを導入するよりも、木質バイオマスの方がCO₂排出量取引を行う価値があると認識されるため、この面で「収入増加」を期待して

いる (Fig. 5-e)。

さらに、木質バイオマス加温システムの技術開発も図られており、第2期導入農家は、第1期導入農家よりも加温効率が向上した木質バイオマス加温システムが導入されるとあって、「栽培コスト削減の期待」感も高まっている (Fig. 5-f)。

また、このグループの農家は、社会的に環境にやさしい農業が求められていること、重油に変わる代替燃料としての木質資源の有効利用という社会的必要性も認識しており、木質バイオマス加温システムについて肯定的にとらえている (Fig. 5-g)。

4.3 未導入農家の木質バイオマスに対する認識の変化

周囲で木質バイオマス加温システムが普及していく中、導入に対する認識に変容があったかどうか未導入施設園芸農家 (30代の2世帯) にもヒアリングを行い、なぜ木質バイオマス加温システムを導入しないかに関する意識構造モデルを構築した (Fig. 6 参照)。

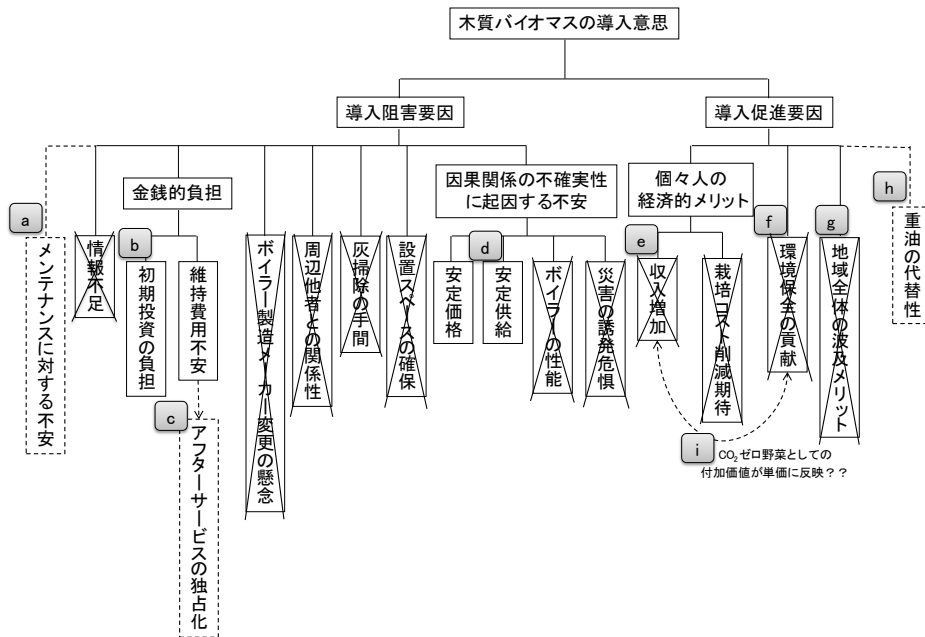


Fig. 6 Mind structure of greenhouse farmers (non-adopters)

導入阻害要因

第1期導入農家、第2期導入農家が地域に存在するにもかかわらず、施設園芸農家が木質バイオマス加温システム導入に至らない理由として、重油ボイラーの買換え時期が関係しているのではないかという意見が多かった。しかし、未導入農家は、重油の価格が今後下がることはないだろうと考えており、重油の代替として木質バイオマス加温システム導入を検討する必要性は認識している (Fig. 6-h)。

木質ペレット「ボイラーの性能」や「灰掃除の手間」「災害の誘発危惧」といった要素については、第1期導入農家との情報共有によって阻害要因として認識されなくなっている。また、既に導入している農家が存在していることから導入に踏み切る際の「ボイラー製造メーカー変更の懸念」「周辺他者との関係性」についても抵抗はなくなっている。なお、未導入農家においても、加温システムを導入するとなった場合、サイロの「設置スペースの確保」が困難だったとしても導入するとのことであった。そのため、加温システムを導入するかどうか判断する際、「設置スペースの確保」についてはあまり考慮されていないことが分かった。しかし、木質バイオマス加温システムは故障した場合自身で修理することは難しいとの情報により、導入へのためらいとして新たに「メンテナンステキに対する不安」要素が追加されている (Fig. 6-a)。

また、重油ボイラーの買換え時期でないことため導入に踏み切れない未導入農家については、現在行われている補助事業がいつまで継続するのかということについて関心をもっている (Fig. 6-b)。さらに、現在民間企業から販売されている木質バイオマス加温システムは、システム本体とペレットの一体販売により行われている事例が多い。農家側からすれば、この販売形態では、メンテナンスなどが販売会社のみで行

うことができないという「アフターサービスの独占化」により、メンテナンスにかかる経費の競争が働かないのではとの懸念を持っている (Fig. 6-c)。

一方で、施設園芸ハウス全体が重油ボイラーから木質バイオマス加温システムに移行した場合、木質ペレットを安定的に供給できるのか不安を口にしており、地域内に木質バイオマス加温システムが普及していくにつれて、「安定供給」に対する不安は高まっていることがわかる (Fig. 6-d)。これは、身近に木質ペレット工場がなく、安定的なペレット供給が不透明であること、未利用間伐材だけでペレット供給を賄っているのか、需要が小規模だからこそのシステムは成立しているのではないかという懸念を持っていることによるものである。

導入促進要因

筆者らは、木質バイオマス加温システムの普及推進にあたって、地域経営システムの必要性と導入による効果として CO₂ 削減による環境保全や林業活性化の波及効果を芸西村に広報してきた。そのため、ヒアリングした未導入農家は、木質バイオマス加温システムの導入による効果の内容について認識していたが、第1期導入農家が今後の仕組みとして必要性を訴えていた栽培作物の単価に反映される仕組みについて可能かどうかについて懸念を示している (Fig. 6-i)。

また、筆者らが提案している地域経営システムについても、地域全体の取り組みとして必要であり、取り組んでいくことに賛同してくれているが、一農家として農業経営していけるかどうか重要な判断材料となり、「CO₂ ゼロ野菜」としての付加価値や CO₂ 排出量取引を期待して導入を判断する所まで至らないとのことであった (Fig. 6-e,f,g)。

4.4 芸西村での施設園芸農家の木質バイオマスに対する現在の意識構造モデル

3 グループの施設園芸農家を対処としたヒアリング調査結果から、現在の芸西村における木質バイオマス加温システム導入に関する意識構造モデル (第2次モデル) は Fig. 7 の通りとなった。

当初仮定していた第1次モデルには、木質バイオマス事業の導入を判断する際に考えられる全ての要素が網羅されていたが、ヒアリングを通して更新された第2次モデルは、導入農家との情報共有によって不安要因が和らいだ「情報不足」「ボイラーの性能」等の項目は削除されている。

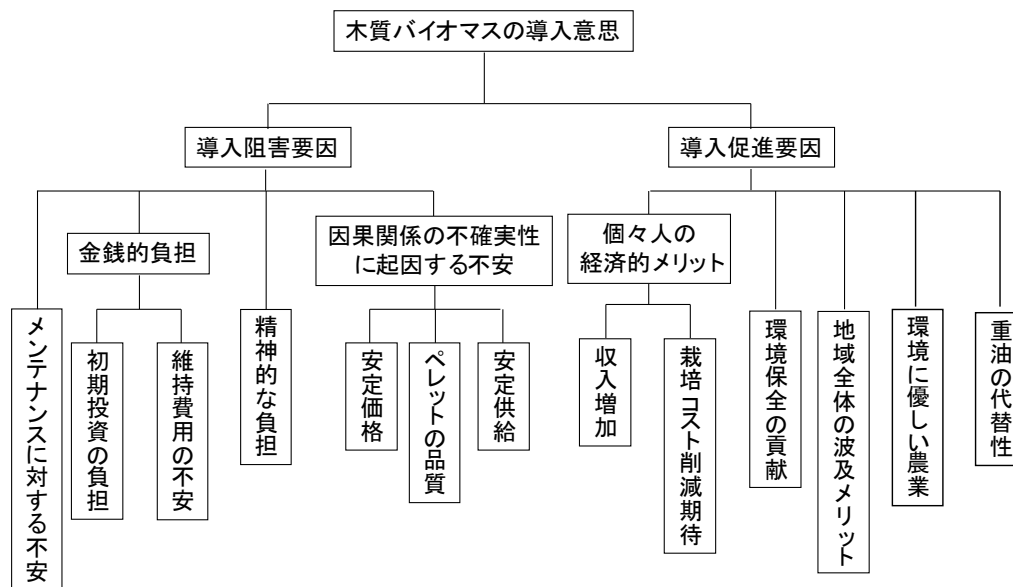


Fig. 7 Greenhouse farmers' mind structure model for woody biomass heating system (Second model)

5. 木質バイオマス加温システムの芸西村適用にあたっての課題

Fig. 7 を元に、高知県安芸郡芸西村で木質バイオマス加温システムを普及する際の留意すべき点を整理した。

① 金銭的負担感の解消

木質バイオマス加温システムの導入コストは、既存の A 重油加温システムから全交換することを前提とすると約 300 万円であり、これが木質バイオマス加温システム導入の大きな障壁となっている。この問題の対応策としては、現在のところ、公的機関による補助を受けることが考えられる。また、農協や銀行などの金融機関による木質バイオマス加温システム導入にかかる資金調達をさらに低減することも考えられる。これについては、木質バイオマス加温システム導入にかかるビジネスモデルの経済性評価手法を確立し、金融関係者に対して明確なメリット提示が不可欠である。

さらに、金銭的負担感の解消策としては、木質バイオマス加温システム導入増による機器の生産コスト低減効果が期待できる。現在のところ、木質バイオマス加温システム導入は日本ではあまり進んでいない状況であるが、A 重油の価格変動リスクや地球環境問題の意識向上により木質バイオマス資源に注目が高まると、木質バイオマス加温システムの導入事例が増加することが今後見込まれる。これにより木質バイオマス加温システム市場が形成され、製造単価が安くなることが考えられる。

② メンテナンスに関する負担感解消

木質バイオマス加温システムのメンテナンスは基本的に製造業者が担当するので、農家が行う項目としては基本的に灰掃除のみである。しかし、4 章で述べたように、灰処理は 2~3 日に 1 回実施する作業であり農家にとって手間となっているだけでなく、処理コストも大きくなっている。灰処理の負担感軽減として、灰の再利用と製造業者による灰処理サービス導入の 2 点が挙げられる。灰処理にかかる作業量とその内容などの情報をわかりやすく説明することにより、導入者側の不安感を和らげる必要がある。

③ 木質バイオマス加温システム導入の必要性の広報

木質バイオマス加温システムは、政府や自治体からの補助金の有無が導入に大きな比重を占めているだけでなく、導入メリットも限定的である。このため、施設園芸農家が木質バイオマス加温システムを導入するには、彼らに導入する強い動機付けが必要である。

このためには、施設園芸農家に対して、石油資源を利用することよりも木質ペレットを利用していく自然エネルギー利用意識を持っていただくとともに、環境に配慮した農業の実践に関する必要性を説いていくことが必要である。これについては、木質バイオマス加温システム導入農家や非導入農家を含めた定期的なセミナー・対話会の開催し、導入によるメリットのみならず、地球環境の現状と今後など我々の世代が抱える諸問題を共有していくことが重要である。また、政府や高知県、芸西村に対して、国が定める基本計画や県や村の行政政策に木質バイオマス普及や補助金制度の拡充を働きかける必要がある。

6. まとめと今後の課題

本研究では、重油の価格不安定に起因する施設園芸農家の経営問題の解決のみならず、地球温暖化問題やエネルギー問題の解決策としても期待されている木質バイオマス加温システムの地域への普及に対して、導入側である施設園芸農家の視点から導入に際しての意識構造をモデル化した。

その結果、木質バイオマス加温システムについての現在の意識構造を整理すると次の通りとなる。

① 第 1 期導入農家

第 1 期導入農家は、地球環境に対する関心が高く、環境保全に貢献しているという意識が灰処理、維持費用等の様々なデメリットよりも強く、それが木質バイオマス加温システム導入につながっている。灰の再利用、CO₂ 排出権取引の積極的な活用など木質バイオマス加温システムによるビジネスモデル構築に積極的である。しかし、このグループの農家であっても、システム初期投資の負担感は大きく、補助金の拡充が追加導入に対する選択要因として不可欠となっている。

② 第 2 期導入農家

第 2 期導入農家は、第 1 期導入農家から様々なメリット面を聞いて木質バイオマス加温システムを導入している。また、システム導入の初期投資も全額補助により行われているため、負担感はあまり感じていない。

このため、このグループの農家は第1期導入農家と比較して地球環境の保全よりも、コスト・利益などの農業経営を重視して導入している。

しかし、地球環境問題は徐々に農業の世界にも拡大してきており、社会的に環境にやさしい農業が求められている。このグループの農家も、木質バイオマス加温システムを導入したことを肯定的にとらえている。

③ 未導入農家

導入に至らない主要な理由として、A重油ボイラーの買換え時期ではないという意見が多数を占めた。このグループの施設園芸農家は、筆者らが実施している地域への木質バイオマス普及活動および第1期導入農家の啓発活動などに影響を受けて、木質バイオマスの導入による効果の内容について認識していたが、一農家として農業経営していけるかどうか重要な判断材料となっており、それが木質バイオマス加温システム導入のメリットまで考慮する余裕をなくしている。

以上を整理すると、芸西村の施設園芸農家は、A重油の価格変動リスクや近年の地球環境問題への関心の高まりから木質バイオマス加温システム導入意識は高いが、システム導入にかかる金銭的負担感とメンテナンスに関する金銭的・作業的負担感の解消が木質バイオマス加温システム導入の鍵であると考えられる。

今後の課題としては、以下の2項目が挙げられる。

① 木質バイオマス加温システムの導入にかかる意識構造モデルの精緻化

本研究では、施設園芸農家9世帯を対象として、2009年時点で導入済み、2009年時点で導入していないが2010年時点で導入に踏み切った、2010年時点で導入していない、の3グループに分け、それぞれにヒアリング調査を実施し、木質バイオマス加温システム導入に関する意識構造モデルを構築した。今回、各グループ2~3世帯であったため、本研究で提示した結果にはある程度個人の嗜好による影響が出ているものと考えられる。今後は、さらにヒアリングの対象を拡大し、より意識構造モデルの精緻化を図っていく。

② 林業経営を考慮した地域経営システムの構築

本研究は、木質バイオマス加温システムの需要側である施設園芸農家に着目し、施設園芸農家の視点から木質バイオマス資源利用の可能性を検討するとともに、地域への普及に対する課題を整理した。今後は、供給側である林業経営者やペレットや木質バイオマス加温システムの製造業者を含めた地域経営システムを構築し、ステークホルダーごとの意識構造モデルの構築、システム導入による地域への影響評価などを通して、木質バイオマス資源の効果的普及策に関するアプローチを実施していく。

(原稿受付 2012年3月1日) (原稿受理 2012年8月8日)

参考・引用文献

- 1) 河野元信(2005)：“木質バイオマス利用の現状と今後の課題”，環境技術, 34(1), pp.52-56.
- 2) 農林水産省(2008)：“バイオマス・ニッポン総合戦略”, p. 28.
- 3) 寺田 徹, 横張 真, 田中 伸彦(2010)：“収穫・輸送コストからみた都市近郊部平地林の木質バイオマス利用の可能性”，ランドスケープ研究, 73(5), pp.663-666.
- 4) 大木祐一, 佐々木宏一, 斎藤晃太郎(2003)：“木質バイオマス発電導入のための課題調査-岩手県遠野市におけるケーススタディ-, エネルギー経済, 29(4), pp. 128-152.
- 5) 久保山 裕史, 西園 朋広, 家原 敏郎, 奥田 裕規(2004)：“林業・林産バイオマスのエネルギー利用の可能性について”，日本林学会誌, 86(2), pp.112-120.
- 6) 加藤三郎他(2004)：“バイオマスの利活用を促進するための諸課題とその克服策についての提言”，循環社研究所報告, <http://www.kanbun.org/lab/pj/biomas.pdf> (参照：2012年8月6日)。
- 7) 江藤寛子・佐々木ノビア(2010)：“欧州と日本における木質バイオマス利用促進政策の比較”，日本林業学会誌, 92, pp. 88-92.
- 8) 前野真吾, 糸長浩司, 藤沢直樹(2004)：“木質ペレットによるエネルギーの地産地消の可能性”，農村計画学会誌, 23, pp.109-114.
- 9) Masao NAGANO, Seigo NASU, Masanobu NAGANO, Yasushi MABUCHI, Yoshinori NAKAGAWA, Masahiro ITO(2009)：“Utilization of wood biomass energy in greenhouse horticulture experiment in energy efficiency of the

heating system”, 6th international symposium on environmentally conscious design and inverse manufacturing, pp. 1109-1112.

- 10) 植本琴美(2009)：“少子・高齢化社会に対応した地方行政の新たな施策立案システムに関する研究～介護負担感軽減の為の施策立案プロセスの提案～”，博士論文，高知工科大学。
- 11) 馬淵泰,植本琴美,永野正朗,中川善典,那須清吾(2010)：“木質バイオマス導入に関する農家の意識モデルの構築”，日本地理学会発表要旨集, No.77, p. 155.
- 12) 岩手県(2008)：“木質資源利用ボイラー導入指針”，
http://www.pref.iwate.jp/~hp0552/biomass/boiler/boiler_guide.pdf（参照：2012年8月6日）。