

3. 枯渇しないエネルギー資源の開発とその実用化 ー再生可能な植物資源エネルギーの地産地消モデルの構築ー

Development and Practical Application of Undepletable Energy Resource Development of Local Production for Local Consumption Model Using Renewable Botanical Energy

永野 正展*

Masanobu NAGANO*

ABSTRACT: This study aims for a sustainable development of local community and the value creation contributing to the global environmental conservation by developing a sustainable circulatory energy system. It is important for Kochi prefecture, where 84% of the land is forest, to have the point of view that considering forest resources not only for the lumber use but also as a valuable energy resource, and it could be a new possibility to break through the current situation for Kochi. Since Japanese cedar and cypress trees planted after the War have not been taken care of, it is possible that not only their property value does not increase but also they could cause the devastation of mountainous area. Utilization of wood-based energy managed within their growth level is an effective method to maintain neutralization of CO₂ and has recently been recognized as an important circulatory energy. We have been taking economical, environmental, and social approaches to develop the circulatory wood-based energy system. In this report, we explain a survey on greenhouse farmers, development of the effective combustion appliance, assessment of the tree properness for fuel, evaluation of the process and calculation of the cost, and finally states direction of the future study.

KEYWORDS: local production for local consumption, sustainability, value creation

1 はじめに

地球環境問題への関心は日増しに高まりつつある。しかし、京都議定書が議決されて 10 年経過した今日、具体的取り組みによる成果は上がっているとは言い難い。目標達成年である 2012 年に刻一刻と秒針は進みつつある。

工業化社会に乗り遅れたと表現しても過言ではない高知県において、林業や農業は県経済のリーディング産業である筈だが、近年は生産高においても減少の一途にある。県土の 84% が山林である視点を、木材資源生産からエネルギー資源へと転換することにより、新たな価値創造が可能である。

* 高知工科大学 社会マネジメント研究所 Kochi University of Technology, Research Center for Social Management, 185 Tosayamada miyanokuchi, Kami-shi, Kochi, Japan 782-8502.

筆者らは、再生可能な植物資源エネルギーの地産地消を目標にした実証実験を加温ハウス農業に焦点を当て、06年4月から07年3月までの間、高知県安芸郡芸西村において、山林からの樹木伐採、燃料チップ加工、燃焼による花卉栽培を試みた。同時に新たな燃焼装置開発を行った。

2 研究の目的と背景

本研究の目的は、持続可能な循環型エネルギーの実用化を手段として、地域社会の持続的発展と地球環境保全に貢献できる価値創造を目指すものである。

山林面積が県土の84%を占める高知県において、山林資源は木材産出だけではなく、貴重なエネルギー資源として活用する視点を有することが、工業化社会に乗り遅れた高知県の新たな可能性となりうる。戦後に植林された杉や桧は、数十年の歳月を経た今日、間伐の手が十分に入らない状態で、資産価値が増大しないだけではなく、山地の荒廃につながる可能性を高めている。山林県において植物を燃料として使用することはCO₂のニュートラル状態を保つ有効な手段でもある。樹木の成長範囲内に管理された木質燃料の使用は、資源循環型エネルギーとしての価値はますます増大されつつある。

山林の伐採から搬出、加工、配給に至るシステム創りを、経済的・環境的・社会的側面から取り組むことにより、エネルギーの地産地消モデルの構築を目指すことは時代のニーズに合致している。

3 植物資源エネルギーの活用

人類社会の進歩は道具を用いることと、火を使用することから始まったといわれる。わが国においても、わずか半世紀前までは植物資源エネルギーの使用が主流であった。石炭の時代から石油の時代、原子力の時代へと急速に変遷してきた現代社会であるが、近年は再生可能な資源循環型エネルギーとして木質燃料やバイオエタノールの関心が急速に高まってきた。

実証実験を行った芸西村は、わが国のハウス農業発祥の地域であり、重油を燃料とした加温施設によって農業生産高は増大してきた。しかし、初期の加温燃料は地域内で調達された薪を用いた施設から始まっていることに着目した。加温ハウス農業自体を正当化することではなく、植物資源エネルギーの活用を促進してゆくための手段として位置づける必要性がある。

表一1 芸西村の山林面積と熱量*

樹種	面積 (ha)	材積量 (m ³)	熱量 (kcal×10 ⁸)
針葉樹林	1,258	442,500	6,195
広葉樹林	1,455	578,000	12,138
竹 林	81	213,800	4,490
計	2,811	1,234,300	22,823

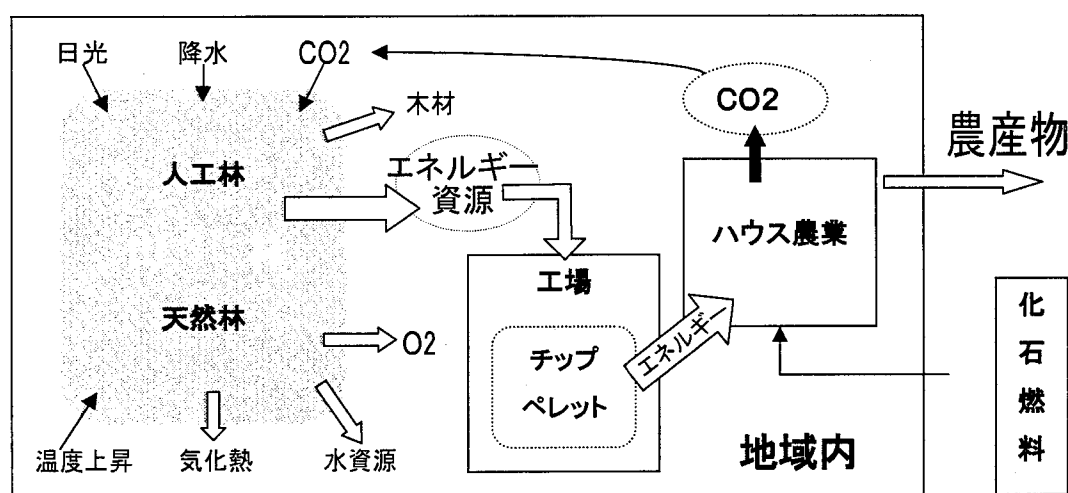
* 針葉樹は40年生を基準とした。針葉樹のm³/haは500m³、Kcal/m³は140万、広葉樹のm³/haは400m³、Kcal/m³は210万、竹のm³/haは3300m³、Kcal/m³は210万変換値を用いた。

芸西村のハウス農業で使用されているA重油は年間平均約7,000klあり、熱量は602Kcal×10⁸となり、山林が有する総熱量は約38年分に値する。使用A重油量から、山林の成長を見込んだ伐採循環面積を算出すれば、針葉樹林は25.1ha、広葉樹は36.1ha、竹林は20haを年間の伐採面積に設定

すれば持続可能である。針葉樹林は 50 年周期、広葉樹は 40 年周期、竹林は 4 年周期での想定伐採量となりそれぞれの成長度から勘案すれば妥当な周期と面積といえる。

4 地産地消モデル

ハウス農業への重油燃料の代替品として域内の山林から植物資源エネルギーを持続可能な循環によって用いることは、生産性を維持するばかりでなく、適度な山林の管理・運営、域内での新たな産業構築、CO₂ の発生抑制などの多面的な効果が生まれる。また、生産された農産物は環境にやさしい商品としてブランド化が可能である。



図一1 域内での循環

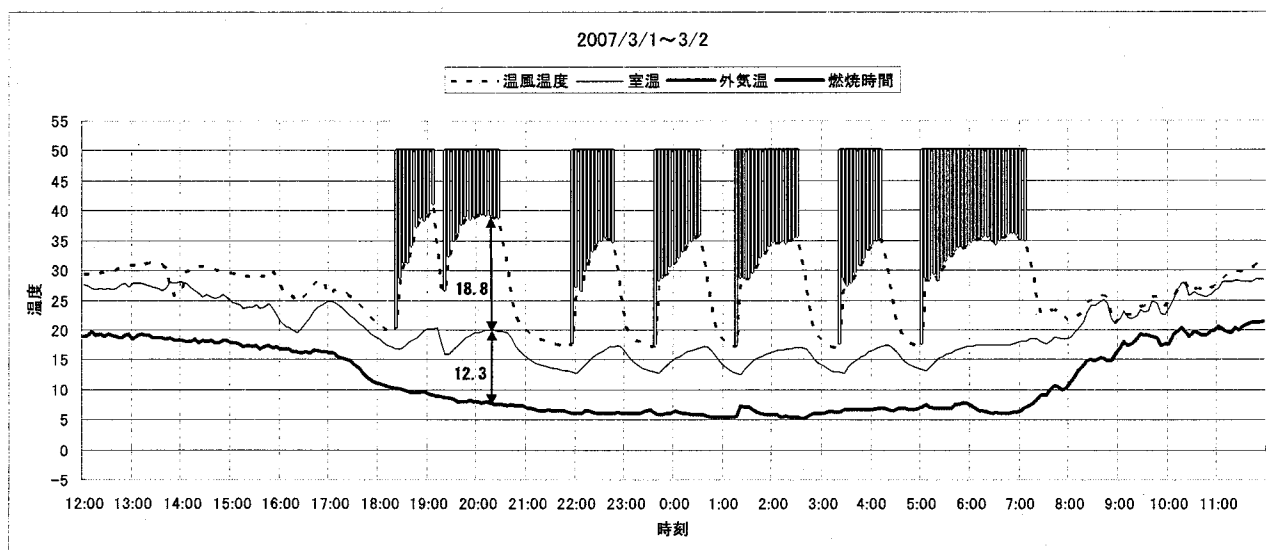
5 燃焼装置

現在、農業用ハウスで使用している燃焼装置(バーナー)は、生産品目によって異なるが 10a 当たり 10～12 万 kcal/h の発熱量を要求されている。液体燃料を使用する場合には小型のバーナーであっても十分な能力を有することができるが、木質チップなどを使用する場合には装置が大容量化する難点がある。新燃焼装置開発に当たっての課題は、可能な限り小型で効率的で高発熱量が得られることが課題となる。また、装置自体や周辺の必要機器コストが低額であること、さらに維持・メンテナンスコストが安価であることが望まれる。開発に当たって事前のアンケート調査により、農業者の意思決定価格を聞くことができたので、それらを設定条件に置いて開発に着手した。

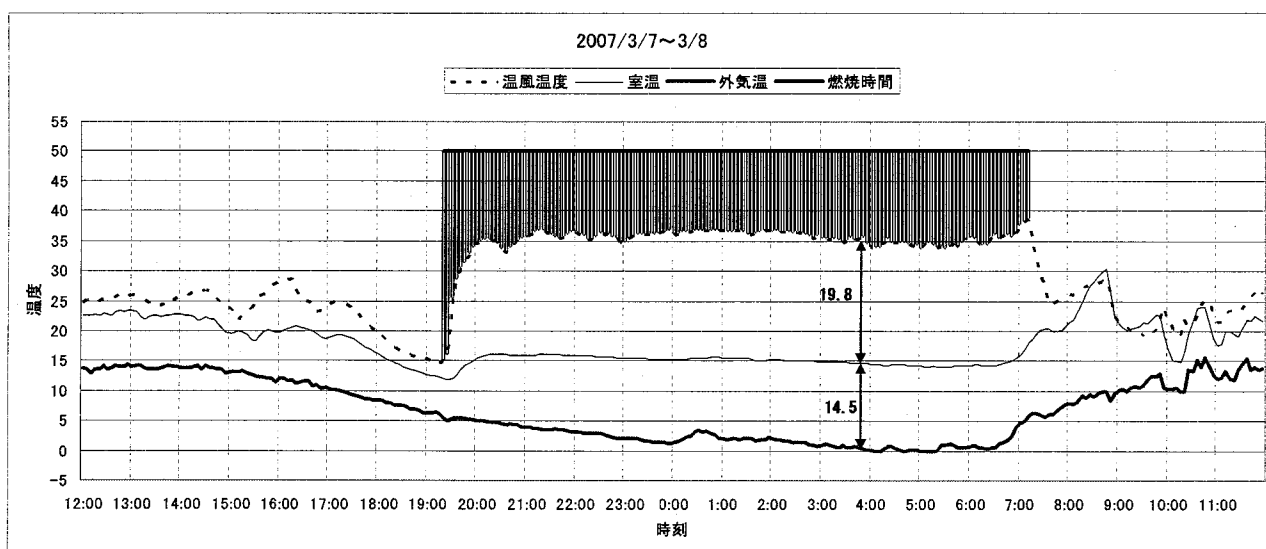
123 日間の連続運転により、幾つかの改良点が見出されたので完成を目指している。

6 加温装置による実証実験

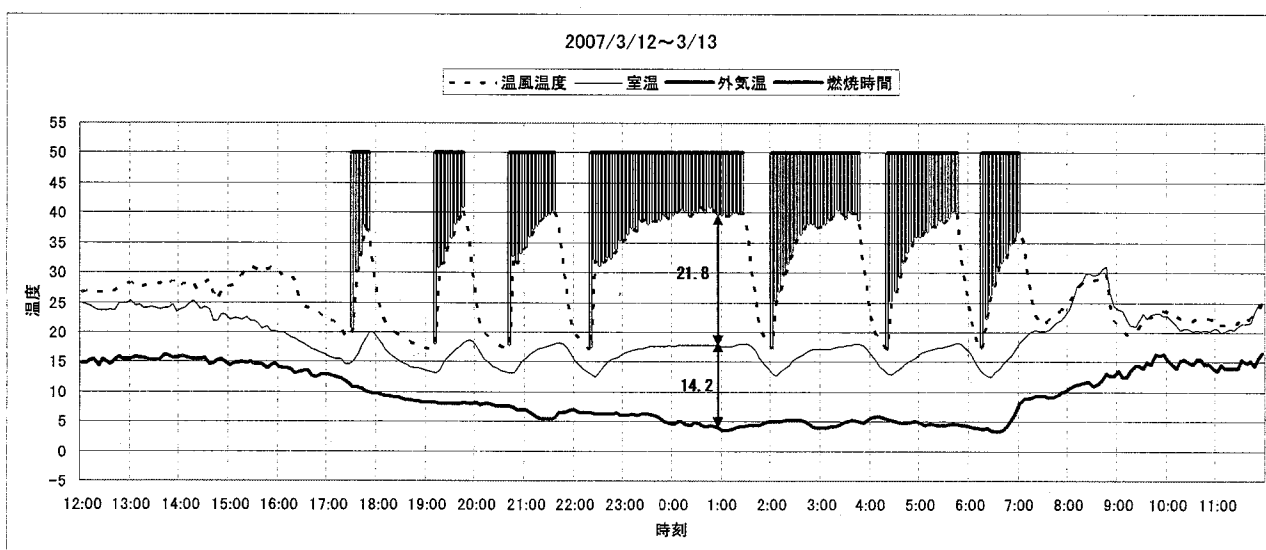
実証実験は芸西村内で 6a の既存施設を用いてトルコ桔梗の栽培を行った。トルコ桔梗の必要温度は 13℃以上を保つ必要がある。期間は 11 月 29 日から 3 月 31 日まで連続 123 日間行った。使用したバーナーは 60,000kcal/h 出力に設計開発したものをを用いて、市販されている加温装置(ボイラー)に接続して稼働させた。



図—2



図—3



図—4

室内温度管理は、ハウス内に 6 箇所の温度センサーを配置し、室内温度の設定を 13℃から 20℃の範囲に保たれるようにした。

図-2 は竹チップを燃料としたとき、図-3 は広葉樹チップ、図-4 は杉・ヒノキ混合チップを使用したデータを示す。

表-2 (図-2.3.4 のデータ)

燃焼体	3/1 竹	3/7 広葉樹	3/12 杉・ヒノキ
総稼働時間	465 分	710 分	530 分
含水率	16.2%	16.2%	16.2%
設定温度	13.5~20.0℃	13.0~17.0℃	14.0~18.0℃
使用重量	105.0kg	185.9kg	112.8kg
投入回数	84 回	143 回	141 回
残灰量	792g	2574g	515g
残灰率	0.754%	1.384%	0.213%

*広葉樹の残灰率が高いのは樹皮の割合による結果と考えられる

表-3 実証実験の結果より燃焼体別の特性、

	重量/分	投入間隔	投入量/回
杉チップ	178g	4.3 分	750g
杉・桧混合	174g	4.5 分	800g
竹チップ	234g	5.5 分	1250g

123 日間の連続稼働で要した燃料チップの総重量は 9,753.70kg、容量 54.35 m³であった。総熱量は推定 3700 万 kcal 程度であったと考える。実験年は暖冬であったため、A 重油燃料使用農家では平年の 1/2 弱の使用量であった。

7 解決すべき課題

植物資源エネルギーの地産地消モデルの構築にあたり、解決すべき課題は燃料の供給システムを確立することと燃焼装置の開発が主要な課題であった。

燃料供給システムの構築は、伐採～集材～貯木～乾燥～加工～配送の工程を安価で合理的な作業工程に仕上げることである。今回の調査・実験では、伐採、乾燥と加工に関しての作業方法と工程に重点をおいて調査・実験を行い、以下の結果を得た。

伐採作業においては山林の地形や植栽状態また、樹種によつての効率が異なり一定しない。また、集材については作業道の有無や地形によつて大きく変動する。乾燥については、機械乾燥をさせて自然乾燥に重点を置いた。冬季であったためチップ化したものを農業用ハウスと実験棟によつて実施して含水率を 25%程度まで下げることができた。加工はザラメチップ機を使用して、広葉樹・針葉樹・竹・製材残材をチップ化した。最も効率がよいのは製材残材で針葉樹、竹、広葉樹の順番であった。特に広葉樹は幹や枝の曲がりが多くて一定長さに切ってからチップ化する手間がかかる。

表一4 に示すように、今回の実験ではチップ 1kg 当たりのコストが 15～30 円の範囲に収めることが出来ることが掴めたが、目標値である 21 円/kg(A 重油 1 045 円換算)に安定的な供給システムに仕上げる必要があり今後の課題である。

表一4 燃料コスト(チップ/1kg)

燃焼創知の開発は、目標とする燃焼効率を維持することがほぼ確立したといえるが、燃焼室が 800～1000℃の高温になるため使用材料の再検討を行う必要がある。また、付属機器としてチップを貯蔵タンクから燃焼装置まで配給に関する装置の安定化とコスト削減を目指さなければならない。また、木質の燃焼による残灰の取り除きやメンテナンスに対する対応も今後の課題として残る。今回の実験で用いた装置の改良後に量産化した場合には、農家アンケートに基づいた要望価格の範囲以内に至る可能性が十分持てた。

工程	最小値	最大値
施工計画費	1 円	
伐採費	5 円	8 円
集材費	2 円	5 円
乾燥費	1 円	4 円
加工費	5 円	8 円
配送費	1 円	4 円
計	15 円/kg	30 円/kg

8 あとがき

わが国のエネルギー資源は、風力・水力・地熱を除けばほぼ 100%が国外からの輸入に依存している。国土の大半を占める山林資源とそれを育む気候条件に恵まれた優位性を再評価すると共に、持続可能なエネルギーの地産地消を目指すことは、環境や経済面からも重要な政策である。当調査・研究は、平成 18 年度森業・山業創出支援総合対策事業「森(しん)・アグリエネルギー転換(重油から木質エネルギーへ)促進事業」として「産・官・学」の共同事業として実施した。

木材価格の低迷により、ほとんど放置状態の山林を有効活用するばかりでなく、原油高により燃料コストがハウス農業に打撃を与えている現状を解決する手段として、植物資源の燃料化に取り組んだ。

この実証実験の成果が今後さらに完成度を高めて実用化されることにより、緑豊かな山林の維持や農家の生産向性上、CO₂の排出抑制という 3 つの課題が同時に解決されることは、新しい社会システムの構築と価値創造につながる。

実証実験を 123 日、24 時間絶え間なく支えていただいた株式会社相愛の前田・松下・茨木・伊藤・福田の各氏には心より感謝します。また、燃焼装置の開発に携わっていただいた有限会社サットシステムズの猪野社長をはじめ関係者の方々にお礼申し上げます。