

木質バイオマス収集コスト算出モデルの構築とエネルギー利用システムの導入評価

環境システム学専攻 地球環境工学研究室

56735 井上 桂佑

1 背景

木質バイオマスのエネルギー利用は、近年の地球温暖化の顕在化などによる環境への関心が高まる中、化石燃料代替による温室効果ガス削減に向けた対策のひとつとして、あるいは再生可能なエネルギーとして注目を集めている。日本は森林資源を豊富に有しているが、国内林業の低迷などにより十分に資源を活用できているとは言えず、中には手入れ不足により荒廃しつつある森林もあるのが現状である。木質バイオマスのエネルギー利用は、環境・エネルギー対策としてのみならず、国内林業の活性化などに寄与するものとしても期待できる。しかし、技術的には実用段階にあるものの、未だ十分に普及が進んでいない。その最大の理由として、コスト面で既存のエネルギーに劣ること、特にバイオマスの収集にコストがかかることが指摘されている。木質バイオマスの収集コストは収集先の林分によって異なり、ある地域内でも空間的な分布を持つものであるが、それらを把握した詳細な検討はされていない。また、多くの研究は将来予測まで考慮せず、現時点での検討にとどまりがちである。実際にある地域への木質バイオマスの導入を検討する際には、それらは不可欠な検討事項である。

2 目的

本研究では以上のことを踏まえ、ひとつの町をモデル地域とし、モデル地域における木質バイオマス収集コストについて施業班レベルでの空間分布を把握し、モデル地域内で地産地消型の木質バイオマスのエネルギー利用システムの導入検討に活用する手法を提示することで、木質バイオマスエネルギーの導入促進に資することを目的とする。

3 研究の流れ

上記の目的のもと、次の2点を本研究内容とした。

- ・木質バイオマスの収集コストを空間的に把握するシステムを構築すること
 - ・構築したコスト算出モデルを用いて木質バイオマスエネルギーの利用コストを検討するとともに、需要と供給のバランスを捉えた上で、諸要素の将来予測を考慮したエネルギー利用システムの長期導入計画についての経済的な評価をケーススタディとして行なうこと
- 具体的な研究の流れを以下に示す。

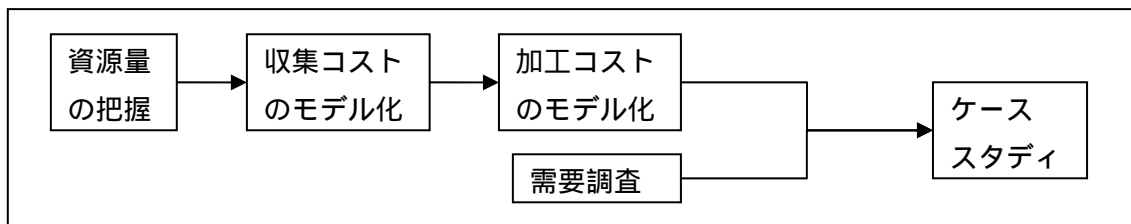


図1 研究の流れ概念図

4 研究手法

高知県梼原町を本研究でのモデル地域とした。梼原町は、人口 4,625 人、面積 23,651 ha、林野率が 91 %と豊富な森林資源を有する山間地域である。なお、木質バイオマスとは主伐時に発生する枝条・末木などの残材、および未利用間伐材のことを言うものとする。

4-1 モデル地域における資源量の推定

木質バイオマスの収集コスト算出モデルの構築に先立ち、林分密度管理図を用いた森林生態モデルを用いて、モデル地域における資源量とその分布についての推定を行なった。利用するのはスギ、ヒノキの人工林としいずれも間伐を行なうものとした。資源量、地理情報の把握材料として高知県にて作成された森林簿、および数値地図 25000（国土地理院）を用いた。また、空間的な分布や道路との位置関係の把握・解析のためのツールとして GIS を用いた。

4-2 収集コスト算出モデルの構築

木質バイオマスの収集のための作業・加工工程を、「伐倒」、「造材」、「集材」、「運搬」、「破碎」の 5 工程に分け、それぞれの作業工程で使用する林業機械を複数設定した（表 1）。価格や減価償却率などの各種機械データをもとに、モデル地域における各施業班にて資源収集を行なったときの諸経費を算出するモデルを作成した。モデルに用いる各数値は、現地森林組合でのヒアリングの結果を用い、不足するデータについては文献値を引用した。

表 1 各作業にて使用する機械

作業工程	使用機械
伐倒	チェーンソー、ハーベスタ、フェラーバンチャ
造材	チェーンソー、プロセッサ、グラブソー
集材	集材機、ラジキャリー、タワーヤーダ、スイングヤーダ
	スキッド、トラクタ、フォワーダ、林内作業車
運搬	7.5t トラック、4t トラック
破碎	中型チップバ、小型チップバ

4-3 モデル地域における木質バイオマス需要量

木質バイオマスの需要量を推定するために、モデル地域におけるエネルギー消費の現状を調査した。調査方法は、現地役場関係者を中心にヒアリング、および、町内の一般家庭に対して全戸発送による郵送アンケートによって行なった。対象は、町内の公共施設を中心とした主要施設と一般家庭の電力使用量、灯油・A 重油使用量とした。各施設については、ペレットストーブ、ボイラー、ガス化発電設備などの木質バイオマスエネルギーの導入がされるものとして、木質バイオマスの需要量を推定した。一般家庭では、家庭へのバイオマスエネルギーの主要な導入法と考えられるペレットストーブの導入意向についても同時に調査し、その結果と、年間の暖房用燃料（主に灯油）使用量から需要量を推定した。

4-4 ケーススタディ

4-1、4-2、4-3 より得られた結果から、現状の社会・経済の状況下での木質バイオマスのエネルギー利用システムの導入評価を行った。また、現状以外のケースとして、環境省にて作成された日本国シナリオ（A1、A2、B1、B2）において予測される将来の社会・経済状況（図 2）下での木質バイオマスエネルギー利用システムの導入についての検討を行った。日本国シナリオは、IPCC の排出シナリオ SRES を踏襲したものである。

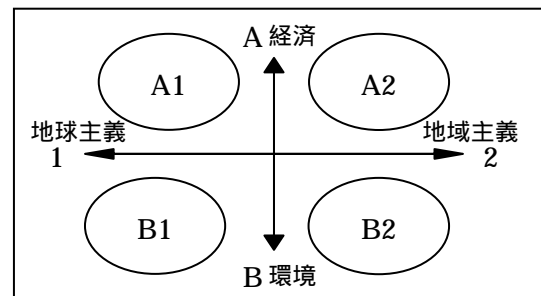


図 2 各シナリオにおける社会の方向性

5 結果 80 年伐期で林業を行なった場合の検討

5-1 モデル地域における資源量の分布

主伐時期を 80 年とした場合の、資源の発生量は、表 2 のようになった。木材生産にともない発生する残材と、40 年以下の間伐材全木を木質バイオマスとした。年間エネルギーとして利用できる木質バイオマスの最大量は、15,000 t であった。

表 2 80 年伐期林業で得られる森林資源量

	総材積		木質バイオマス量	
	(千m ³)	(千 t)	(千m ³)	(千 t)
主伐	8091	4046	1214	607
初回間伐	(388)	(194)	(58)	(29)
間伐	3068	1534	708 + 460	354 + 230
80 年間 計	11159	5580	2382	1191
年間	139	70	30	15

40 年以下の間伐材の全木量

5-2 低コスト施業方法

低コストとなる施業方法は各施業班で異なる。木質バイオマス収集コスト算出モデルによって求められたコスト結果から、各施業班で低コストの施業が可能な機械の組み合わせは 6 通りだった。最も広範囲にわたって低コストの施業が可能なのは、フェラーバンチャもしくはチェーンソーで伐倒し、スイングヤードで集材する組み合わせで、その木材生産コストは 4,496 ~ 15,016 円 / m³ だった。

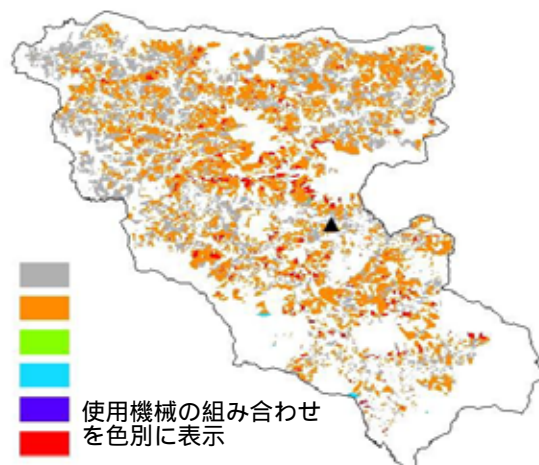


図 2 各施業での低コスト施業

5-3 モデル地域における木質バイオマス需要量

モデル地域における全調査対象施設のエネルギー消費量の合計は、電力 1,199 MWh / 年、灯油 143 kL / 年、A 重油 161 kL / 年であった。全一般家庭のエネルギー消費量の総量は、電力 10,937 MWh / 年、灯油 1,144 kL / 年であった（図 3、図 4）。ここで、比較的エネルギー消費規模の大きい 2 施設にガス化発電設備を導入するものとする、モデル地域の施設全体で必要となる木質バイオマスの需要量は 2,522 t / 年と推定された。また、一般家庭におけるペレットストーブの導入意向調査にもとづき、木質バイオマスの需要量を試算したところ、17.5 戸分にあたる 18 t / 年であった。なお、アンケートの回収率は 30.4 % だった。

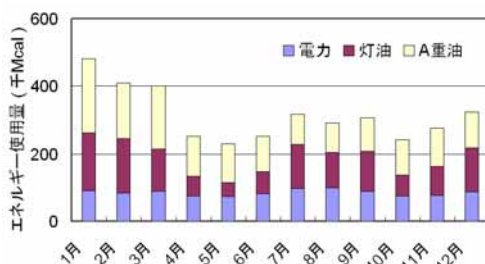


図 3 全施設におけるエネルギー消費量の合計

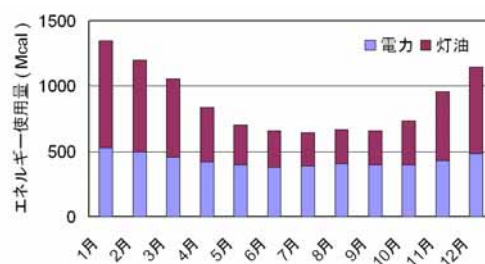


図 4 全家庭におけるエネルギー消費量の合計

5-4 ケーススタディ

シナリオ	社会・経済情勢	バイオマス	対策
現状	現状	既存燃料と同程度の価格 導入は進みやすい	需要確保 動機付け
A1	市場主義、合理主義 エネルギー安価	既存燃料より高価 導入は非常に進みづらい	他の有効利用策 (家畜飼料など)
A2	変化好まず 現状並み	既存燃料より安価 導入は進みやすい	供給過多の防止
B1	脱マテリアル 環境志向	既存燃料と同程度の価格 導入は進みやすい	需要確保 付加価値の創出
B2	地域主義 持続可能な自立社会	既存燃料より安価 導入は非常に進みやすい	ガス化発電 効率的なエネルギー利用

6 結論

本研究にて構築した木質バイオマスの収集コスト算出モデルを利用することで、森林資源分布状況や収集コスト分布状況の把握、最も低コストとなる施業方法の決定が可能であると同時に、需要量に応じた木質バイオマスの収集コストの算定が可能であることが示された。また、ケーススタディを通じて、地域の社会特性に適した木質バイオマスのエネルギー利用システムの導入検討に、広く活用できる手法として示した。

== 参考文献 ==

4 つの社会・経済シナリオについて 環境省地球環境局 (2001)

岐阜県石津町における里山林のバイオマス利用に関する基礎研究()

津田格ら(2001) 日林学術講 115