

山口県における木質バイオマスの集積システムの解析

山口大学 学生会員 ○藤川洋平

山口大学 正会員 浮田正夫, 樋口隆哉

1. はじめに

地球温暖化や化石資源の枯渇が懸念されるなかで、生物燃料であるバイオマスが持続可能なエネルギー源として、ふたたび脚光を浴びつつある。現在のエネルギー問題は、化石燃料への依存と大量消費とが原因であるといえる。現在のような世界的なエネルギー多消費型の生産や生活様式でも、計算上では、その全消費量を世界で生産されるバイオマスエネルギーでまかなえることになり、その管理、運用によっては、将来も枯渇することのない状態で、エネルギー源が供給できることになるのである。しかし、バイオマスエネルギーの供給源は低密度に分布しており、利用に際しては収集・運搬に費用・エネルギーを要することが指摘されている。そこで本研究では、収集段階で要する費用・エネルギーを最小化するという観点から、山口県における木質バイオマスの集積システムの解析を行った。

対象として扱ったものは、県内で発生する未利用間伐材、原木市場木くず、製材所木くず、未利用竹資源、剪定枝葉、建設木くずである。表1は山口県における木質バイオマスの主な供給地と推定供給量を示したものである¹⁾。

表1 バイオマス推定供給可能量

	県内供給量 (トン/年)	主な供給地				
		1位	2位	3位	4位	5位
間伐材	60343	鹿野町	阿東町	徳地町	美東町	美祢市
原木市場木くず	885	岩国市	福栄村	徳山市	山口市	豊田町
製材所木くず	6144	山口市	徳地町	徳山市	宇部市	下関市
竹資源	58629	徳山市	萩市	豊北町	美祢市	岩国市
剪定枝葉	5838	山口市	徳山市	阿東町	徳地町	美祢市
建設木くず	159943	下関市	宇部市	山口市	防府市	岩国市

2. 研究方法

2-1 バイオマス利用施設新設場所の検討

まず、県内の全市町村からのバイオマスを1ヶ所の利用施設に運搬・集積すると仮定した場合に、運搬コストの観点からどこに利用施設を設けるべきかを検討した。各市町村のバイオマス供給量と市町村間の距離をもとに、運搬費用やエネルギーと相関の高いトン・キロ（バイオマス重量と輸送距離の積）を最小化する市町村を明らかにする。

2-2 中間処理施設の数についての検討

ここでは木質バイオマスを利用するために、供給地からまず破碎処理などを行う中間処理施設へ運び、それから発電所などのバイオマス利用施設まで輸送することを想定し、中間処理施設の数の多少が全体の運搬コストにどのような影響を与えるか解析した。ケーススタディーとして、県内の森林系木質バイオマス（表1の剪定枝葉と建設木くずを除いたもの約126000トン）を各地域の中間処理施設（複数）まで2トン車で運搬し破碎処理を行い、破碎処理されたものを10トン車で利用施設（1箇所）まで運搬するとした。利用施設は宇部市とし、中間処理施設は表2に示すように19, 13, 6ヶ所の3ケースを検討した。

表2 中間処理施設の場所と数

東部 地域	周南 地域	山口・防府 地域	宇部・小野田 地域	下関 地域	長門・萩 地域
周東町	徳山市	山口市	宇部市	菊川町	三隅町
柳井市	下松市	防府市	楠町	下関市	福栄村
岩国市	光市		阿知須町	豊浦町	
和木町			小野田市		
東和町					

19ヶ所 13ヶ所 6ヶ所

運搬にかかる費用は、2トン車で1日・1台当たり人件費と燃料代込みで20000円、10トン車で60000円と設定した。また、運搬車両の走行速度は40km/h、2トン車の積載量は破碎処理前の状態で600kg、10トン車の積載量は破碎処理後の状態で9100kgとし、積込みにかかる時間や費用も考慮した。

一方、エネルギー消費量（運搬車両の燃料消費量）は以前の研究で提案されている式 $F = aX^bL$ を用いて算出した²⁾。ここで、 F ：燃料消費量 [kcal]、 X ：車両重量 [kg]、 L ：輸送距離 [km]、 a ：燃料消費係数、 b ：燃料消費指数 ($b=0.5$) である。また、 a の値はトラック協会の調査結果のデータ³⁾を用い、軽油の熱量を 9126kcal として $a=16.06$ を得た。車両重量は 2 トン車が 2500kg、10 トン車が 10000kg とし、往復のうち片道はこれに積載量を加えた。

3. 研究結果および考察

3-1 バイオマス利用施設新設場所

総トン・キロが小さい上位 5 市町村を表 3 に示す。この結果を見ると、全体的に県中央部に位置する山口市、小郡町、防府市等が優位性を有していることがわかる。建設木くずの集積地としては、都市の優位性が高く、都市と都市の中間に位置する阿知須町等も高い順位となっている。

表 3 総トンキロ上位 5 市町村

	間伐材	原木市場	製材所	竹資源	剪定枝葉	建設木くず
1	徳地町	新南陽市	小郡町	小郡町	山口市	小郡町
2	山口市	下松市	山口市	山口市	小郡町	防府市
3	小郡町	徳山市	防府市	美東町	防府市	阿知須町
4	防府市	熊毛町	徳地町	秋芳町	徳地町	秋穂町
5	美東町	周東町	秋穂町	防府市	新南陽市	山口市

3-2 中間処理施設の数と運搬コスト

森林系木質バイオマスを供給地から中間処理施設まで 2 トン車で、中間処理施設から利用地まで 10 トン車で運搬すると想定したときの運搬費用を図 1 に示す。中間処理施設の数が 6 ケ所のケースで 11347 円/トンと最も高く、19 ケ所のケースで 9914 円/トンと最も安くなった。運搬にかかるエネルギーが森林系木質バイオマス約 126000 トンの熱量に占める割合を図 2 に示す。バイオマスの持つエネルギーは 4000kcal/kg として計算すると、エネルギー消費も 6 ケ所のケースで 2.56% と最高で、19 ケ所のケースで 2.12% と最小になった。今回解析した 3 つのケースでは中間処理施設の数が少ないほど、運搬に要する費用とエネルギーはともに、大きくなった。

木質バイオマスの排出元（供給地）での運搬費用を含めない引渡し価格は全国平均で約 2.5 円/kg であり、この運搬費用を含めない価格を用いて、発電コストを計算すると約 10 円/kWh という比較的低い水準になるという調査結果⁴⁾がある。今回のケーススタディーでは 3 ケースとも、バイオマスの供給地から利用施設までの運搬費用が 1 万円前後と先の引渡し価格のおよそ 4 倍の値となり、集積に要する費用を誰が負担するかが問題となる。今後バイオマスの利用を拡大させていくには、何らかの公的支援が必要であると言える。

4. まとめ

中間処理施設の数の異なる 3 ケースでの検討結果より、中間処理施設の集約で少なくとも運搬コストは増大する可能性がある。またバイオマスを利用するには、バイオマス自体の価格に比べ高い運搬費用が必要となることがわかった。

参考文献 1) 山口県：やまぐち森林バイオマスエネルギー・プラン、平成 14 年 3 月、2) 城田久岳・康頼・浮田正夫・関根雅彦：ゴミの分別収集におけるエネルギー消費と効率に関する研究、土木学会論文集 No.685/Ⅶ-20, pp41-48, 2001, 3) 社団法人全日本トラック協会：省エネ運転モデル走行調査の結果、4) 富士総合研究所：木質系バイオマス取引価格調査結果

