

大学内で発生するバイオマス廃棄物量の推計とリサイクルに関する一考察

岡山大学 学生会員 ○米田 康人
岡山大学 正会員 藤原 健史

1. 研究の目的

地域の循環型社会の構築に再生可能なエネルギーである廃棄物系バイオマスの利活用が注目されており、それを実践するスケールの1つとして事業所単位での循環システムが考えられる。岡山大学は、面積639,621km²の広大なキャンパスを有し13,188人の学生と2,612人の教職員が活動する大規模事業所であり、構内では食堂からは食品残渣、草木樹からは雑草、落ち葉と剪定枝葉、農場からは作物残渣と家畜ふん尿が多量に発生している。大学がこれらのバイオマス廃棄物をエネルギーや肥料として積極的に有効利用する「キャンパスゼロエミッション化」に取り組むことの意義は大きい、そのためには、キャンパスで1年間に発生するバイオマス廃棄物量を把握することが必要である。本研究では、大学内の食堂、植込み、農場から発生する有機性廃棄物の量を推計し、それをエネルギーに変換した場合の熱量を把握することを目的とする。なお、し尿と古紙については、それぞれ下水放流、学内リサイクルを行っているのでバイオマス廃棄物に含めなかった。

2. 研究方法

(1) バイオマス廃棄物の発生量推計

本研究の対象エリアを津島キャンパス及び津高牧場とし、同キャンパスの食堂やカフェテリアから廃棄される食品残渣については、大学生生活共同組合にヒアリング調査を行い、月別排出量を把握した。植え込みの剪定は学内職員が行うかあるいは民間剪定業者に外注しているが、ヒアリング調査の結果、剪定枝の発生量は把握されていなかった。また、植え込みの樹木から発生する落ち葉は学内職員やボランティアが清掃しているが、それらの量も把握されていないことが分かった。そこで、大学の樹木台帳に記録されている2,856本の樹木の幹径、樹高のデータから、アロメトリーの手法を用いて葉量を推計することにした。アロメトリーとは生物の形作りの規則を意味し、ここでは葉量と関係が深い他の樹木パラメータとの関係式を用いて葉量を推計する方法である¹⁾。落葉樹については計算した緑量を落葉の量とした。また、それ以外の樹木については、葉と枝の1年の成長量を純一次生産量²⁾から推計した。

農場については岡山大学山陽園フィールド科学センター³⁾が公表している2012年度の野菜耕種概要や作付概要をもとに作物残渣を推

表 1 バイオマス廃棄物発生量推計方法

項目	バイオマス廃棄物発生量推計方法
剪定枝	各樹木土地面積(m ²)*純一次生産速度(kg/m ²)
※果樹剪定枝	各果樹栽培面積(ha)*剪定枝発生率(t/ha/年)
刈り草	芝生・雑草面積(ha)*年間成長量(t/ha)
※稲わら	水田・水田雑草群落の面積(ha)×発生量(t/ha・年)×(100－含水率(%))
落ち葉	落葉樹を対象にアロメトリーを用いた推計方法
厨芥ごみ	岡大生協にヒアリング調査
作物ごみ	各作物収穫量(kg)*(各非食部発生率+各出荷残差率)
※家畜糞尿	飼養頭数(頭)×ふん排泄量(DW-t/日・頭)×飼育日数(日)
※NEDOによるバイオマス賦存量・有効利用可能量の推計を参考	

計した。家畜ふん尿に関しては、同センター報告書にある津高牧場の年間飼育移動状況をもとに、飼育牛の年齢と種類から排出する糞尿量を推計した。表1に賦存量計算方法をまとめる。

(2) バイオマス廃棄物のエネルギー換算

剪定枝、果樹剪定枝、刈り草、稲わら、落ち葉は、焼却によるエネルギー換算、厨芥ごみ、作物ごみ、家畜糞尿はメタン発酵によるエネルギー換算を行った。エネルギー換算の方法は国立研究開発法人新エネルギー・

表 2 エネルギー換算方法

項目	エネルギー換算方法
剪定枝	各バイオマス廃棄物発生量(DW-t)*各低位発熱量(GJ/t)
果樹剪定枝	
刈り草	
稲わら	
落ち葉	
厨芥ごみ	発生量(DW-t)*有機物量(VS/TS)*有機物(VS)分解率*分解VSあたりのガス発生量(Nm ³ -CH ₄ /t)*メタンの低位発熱量(GJ/Nm ³)
作物ごみ	発生量(DW-t)*有機物量(VS/TS)*分解VSあたりのガス発生量*メタンの低位発熱量
家畜糞尿	発生量(DW-t)*有機物量(VS/TS)*有機物(VS)分解率*分解VSあたりのガス発生量(Nm ³ -CH ₄ /t)*メタンの低位発熱量(GJ/Nm ³)
NEDOによるバイオマス賦存量・有効利用可能量の推計を参考	

産業技術総合開発機構（NEDO）⁴⁾による推計方法を参考にしている。

3. 結果と考察

表 3 に学内バイオマス廃棄物の発生量および低位発熱量の推計結果を示す。バイオマス賦存量は合計で年間1928.3t発生していることがわかった。表 3 に示すようにバイオマス種類に応じて焼却処理とメタン発酵処理に

表3 学内バイオマス廃棄物の賦存量および低位発熱量

項目	バイオマス発生量(t)	低位発熱量(GJ)	
		焼却	メタン発酵
剪定枝	484.7	3734.3	-
落ち葉	89.6	335.1	-
刈り草	37.0	392.0	-
稲わら	7.1	81.6	-
果樹剪定	5.0	28.6	-
作物ごみ	59.5	-	128.4
厨芥	50.2	-	206.0
家畜	1021.8	-	5885.5

分けることにすると、前者については焼却の発電効率を11.92%⁵⁾と仮定して、4,572 GJ のバイオマス廃棄物から545GJの電力が得られる計算となる。後者については6,220 GJの熱量を持つメタンが発生することになり、生成したエネルギーの総量は6,765 GJとなる。岡山大学環境報告書⁶⁾によると、平成25年度に岡山大学津島キャンパスで使われた電力、ガス、A重油、その他化石燃料はエネルギー換算で合計281,316GJであり、年間光熱費は約436百万円であった。したがって、計算で得られたバイオマス廃棄物由来のエネルギー生成量は、現在のエネルギー消費量の2.4%に相当し、費用換算すると10.5百万円に相当することになる。

4. 結論

本研究では、岡山大学津島キャンパス内で発生するバイオマス廃棄物の推計を行い、リサイクルの可能性を検討した。その際に、把握されていないバイオマス廃棄物量を推計する手法を整理して用いた。大学のような一事業所において、発生するバイオマス廃棄物の量を把握することが、地域の資源循環社会を検討するときの基礎データとして重要と考えられる。今後は、事業所単位でバイオマス廃棄物リサイクルを行うフィージビリティの検討を行いたい。

参考文献

- 1) Sumida, A. et. al., Ground-based estimation of leaf area index and vertical distribution of leaf area density in a *Betula ermanii* forest, *Silva Fennica* 43(5), 799-816. (2009)
- 2) 寺島一郎、植物の生態、裳華房出版社、第12章、(2013)
- 3) 岡山大学山陽圏フィールド科学センター、岡山大学農学部センター報告、35巻、運営編、(2013)
- 4) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）HP：<http://www.nedo.go.jp/>
- 5) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課「一般廃棄物の排出及び処理状況等（平成24年度）について」2015,4.10,p.11.
- 6) 岡山大学環境管理センター、岡山大学環境報告書2014（2014）