

埼玉県における木質バイオマス利用による環境負荷削減効果の推計

東洋大学大学院 学生会員 ○野方 直樹
東洋大学 正会員 村野 昭人

1. 研究の背景・目的

日本の再生可能エネルギーによる発電には、太陽光・風力・バイオマス・地熱等がある。再生可能エネルギーによる発電はここ数年で急激な成長を遂げている。その中で総発電量に占めるバイオマス発電の割合は年々減少傾向にある。

農林水産省 HP の 2015 年度バイオマスの発生量と利用可能量から、バイオマスの種類ごとに発生量と利用量に差があることがわかった（表 1）。目標は 2025 年まで日本が目指すバイオマスごとの利用率である。2 つの利用率の差、発生量と利用量の差が特に大きい林地残材、林地残材に関連性がある製材工場残材と建設発生木材の 3 つに焦点を当てる。

本研究では埼玉県を対象とし、これらの発電に使用される木質チップの品質ごとの賦存量、二酸化炭素削減量を算出することで木質バイオマス利活用の評価を行う。

表 1 2015 年度バイオマスの発生量と利用可能量

バイオマスの種類		発生量 (万t)	利用量 (万t)	利用率	目標
廃棄物系 バイオマス	家畜排せつ物	486	419	87%	約95%
	下水汚泥	90	61	68%	約85%
	黒液	403	403	100%	100%
	紙	1000	814	81%	約85%
	食品廃棄物	65	19	29%	約40%
	製材工場残材	320	310	97%	約97%
	建設発生木材	220	207	94%	約95%
未利用系 バイオマス	農作物非食用部	438	139	32%	約45%
	林地残材	420	56	13%	30%以上

2. 木質バイオマス賦存量の算出

(1) 木質チップのクラス分け

本研究では、日本木質バイオマスエネルギー協会が策定した品質規格（原料、チップの種類、水分）を基に、木質チップを 1~4 のクラスに分けて算出した。具体的には、クラスごとの原料を、クラス 1 は幹、全木、未処理工場残材、クラス 2 は灌木・末木・枝条、クラス 3 は剪定枝、樹皮、未処理リサイクル材、クラス 4 は化学処理工場残材、化学処理リ

サイクル材とした。

未処理とは、背板や端材などの無垢材を意味し、化学処理とは、合板、集成材、パーティクルボードなどの接着製品および保存処理を行った木材製品を意味する。

(2) 木質バイオマス賦存量の算出方法

原料ごとの賦存量を推計する式を表 2 に示す。クラス 1 の幹・全木は、針葉樹・広葉樹ごとの主伐および間伐の材積から求めた立木伐採量から算出した。クラス 1 の未処理工場残材やクラス 4 の化学処理工場残材は、製材所廃材から算出した。製材所廃材は、樹種別の製材用素材入荷量に、部位ごとの木質残廃材発生比率などを乗じて求めた。クラス 2 の灌木・末木・枝条は、立木伐採量に林地残材率を考慮して算出した。林地残材率は樹種によって異なり、スギ・ヒノキは 15%、マツ類は 19%であるのに対して、広葉樹は 35%と高い値となっている。クラス 3 の剪定枝は、公園、果樹、街路樹に分けて、それぞれ公園面積、結果樹面積、市区町村道延長を用いて算出した。結果樹面積は、栽培面積のうち生産者が果樹を収穫するために結実させた面積を意味する。

表 2 木質バイオマス賦存量の推計式

	原料	算出式
クラス1	幹・全木	樹種別立木伐採量 (m ³ /年) × 容積密度 (t/m ³)
	未処理工場残材	樹種別製材所廃材の背板、べら板、鋸屑の合計 (t/年)
クラス2	灌木・末木・枝条	樹種別立木伐採量 (m ³ /年) × 林地残材率 (%) × 容積密度 (t/m ³)
クラス3	公園剪定枝	埼玉県の公園面積 (ha) × 剪定枝発生原単位 (t/ha・年)
	果樹剪定枝	市区町村別結果樹面積 (ha) × 剪定枝発生原単位 (t/ha・年)
	街路樹剪定枝	市区町村道延長 (km) × 市町道発生原単位 (t/km・年)
	樹皮	樹種別製材所廃材の樹皮の発生量 (t/年)
クラス4	未処理リサイクル材	市区町村別着工延床面積 (m ² /年) × 廃木材発生原単位 (m ³ /m ²) × 容積密度 (t/m ³)
	化学処理工場残材	樹種別製材所廃材の端材、プレーナー屑、チップ屑の発生量の合計 (t/年)
	化学処理リサイクル材	市区町村別着工延床面積 (m ² /年) × 廃木材発生原単位 (m ³ /m ²) × 容積密度 (t/m ³)

【連絡先】 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学 TEL:049-239-1399,E-mail: s36E02200082@toyo.jp

【キーワード】 木質バイオマス、木質チップ、賦存量、環境負荷削減効果

(3) 木質バイオマス賦存量の算出結果

推計式を用いて求めた埼玉県における木質バイオマスの賦存量を表3に示す。幹・全木が14.2万トンと最も多く、次いで剪定枝が4.6万トン（公園0.9万トン，果樹0.3万トン，街路樹3.4万トン），未処理リサイクル材が4.3万トンとなった。クラス別に見ると，クラス1が最も多く16.1万トン，次にクラス3が9.7万トンとなり，全体で29.6万トンとなった。クラス2の灌木・末木・枝条などの林地残材は，埼玉県が他の県と比較して森林面積が狭く，さらに伐採量も少ないため賦存量が少ない結果となった。

表3 木質バイオマスの賦存量の算出結果

クラス	原料	賦存量(万t/年)	
		原料別	クラス別
クラス1	幹・全木	14.2	16.1
	未処理工場残材	1.9	
クラス2	灌木・末木・枝条	2.7	2.7
クラス3	剪定枝	4.6	9.7
	樹皮	0.8	
	未処理リサイクル材	4.3	
クラス4	化学処理工場残材	0.4	1.1
	化学処理リサイクル材	0.7	

3. 二酸化炭素削減量の算出

木質チップを燃料利用することによる二酸化炭素削減量を求めるために，使用するボイラーを選出した。燃料形状，出力範囲，常用時のボイラー効率，最大水分，燃料輸送の方式をもとに，現在使用されている17種類のボイラーの中からクラスごとに使用する4種類のボイラーを選出した（表4）。

チップの種類には切削チップと破砕チップがあり，クラス1には切削チップ，クラス2～4にはボイラーの性能によって適したチップを選択した。クラス1にはM25（水分≤25%），M35（水分25%～35%）から選択し，クラス2～4にはM25，M35，M45（35%～45%），M55（45%～55%）から選択した。

ボイラーの最大水分から水分を求め，その水分をもとに木材の低位発熱量（kWh/kg）を決定した。低位発熱量を決定する際には，針葉樹，広葉樹の違いを考慮した。低位発熱量に，賦存量，クラスごとに選出したボイラーのボイラー効率，発電効率20%を乗じて，発電量を算出した。木質チップの燃料利用により発電した電力は，石炭火力発電所によって発

表4 クラスごとに選出したボイラーの主な特徴

	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4
燃料形状	チップ	チップ	ピンチップ、切削チップ	チップ
出力範囲	100kW～200kW	200kW～400kW	300kW～6000kW	2000kW～10000kW
常用時のボイラー効率	80%	85%	80～86%	80～85%
最大水分	20%	33%以下	55%	60%
燃料輸送の方式	スクリュウコンベア	スクリュウ	フライトコンベア又は油圧プッシャー式	ストーカーによる押込方式

表5 バイオマス利用による二酸化炭素削減量

クラス	原料	原料別CO ₂ 削減量(万t-CO ₂)		クラス別CO ₂ 削減量(万t-CO ₂)	原料1t当たりのCO ₂ 削減量(t-CO ₂ /t)
		針葉樹	広葉樹		
クラス1	幹・全木	17.6	1.6	21.7	1.35
	未処理工場残材	1.0	1.5		
クラス2	灌木・末木・枝条	3.1	0.3	3.4	1.22
クラス3	剪定枝	3.3		6.9	0.71
	樹皮	0.2	0.3		
	未処理リサイクル材	3.1			
クラス4	化学処理工場残材	0.1	1.3	1.8	1.67
	化学処理リサイクル材	0.4			

電された電力を代替するとみなした。石炭火力発電所の発電効率を42%とし，石炭のCO₂排出量原単位を乗じて二酸化炭素削減量を算出した。

二酸化炭素削減量の算出結果を表5に示す。クラス1が最も多く21.7万t-CO₂，次にクラス3が6.9万t-CO₂となり，全体で33.8万t-CO₂の削減となった。原料1トンあたりの二酸化炭素削減量を比較すると，クラス4が最も大きく，クラス3が最も小さい結果となった。

4. 結論および今後の課題

本研究では木質バイオマス利活用の評価を行うことを目的として，埼玉県を対象に，木質バイオマス賦存量および，燃料利用時の二酸化炭素削減量を算推計した。その結果，埼玉県の木質バイオマス賦存量は29.6万トンとなり，33.8万t-CO₂の二酸化炭素削減効果があると推計された。チップの含水率が低いほど大きな二酸化炭素削減が見込まれることから，未利用熱等を利用した乾燥を推進することが求められる。

参考文献

- 1) 日本木質バイオマスエネルギー協会 HP <https://www.jwba.or.jp/>
- 2) 林野庁 HP <https://www.rinya.maff.go.jp/>