

土木用木材の循環利用システムの検討

安藤ハザマ 技術本部 正会員 ○池田 穰

1. はじめに

日本は国土の 7 割を森林が占める世界でも有数の森林国家であり、森林から伐採される木材は国産資源として木材製品や燃料の形での持続可能な活用が望まれる。ここでは土木用木材に限定した循環利用システムを想定し、木材とエネルギーの流れを定量化するとともに、システムの核となる熱電併給施設の事業性を検討した。

2. 土木用木材の循環利用システム

土木用木材はカスケード利用の有無により 2 種類に分けられる(表 1)。木杭などカスケード利用が難しい木材は、半永久的に地中に固定されることで炭素が貯蔵される。一方木橋、木製遮音壁、木製ガードレールなどは二酸化炭素のライフサイクルアセスメントの観点からサイクル年数後カスケード利用することにより、温暖化ガスの排出削減効果が高まることが報告されている(加用他、2011、2017)。ここでは年間推計利用量 100 万 m³/年とされるカスケード利用可能な土木用木材(木橋、木製遮音壁、木製ガードレール)に焦点をあて、それらを生産する素材消費量 20,000 m³/年の標準的な製材工場を想定した。さらに製材工場に熱電併給施設を併設し、図 1 のよ

表 1 主な土木用木材の推計利用量(丸太換算)

分類	推計利用量 (万 m ³ /年)	サイクル(年)	備考
治山治水構造物	12	-	カスケード利用不可
地中海洋利用	150	-	
歩道チップ舗装	30	1	
小計	192		
木橋	18	50	カスケード利用可能
遮音壁	9	10	
ガードレール	73	10	
小計	100		
計	292		

参考文献 1) をもとに作成

うな循環利用システムとした。

このシステムでは全木集材により 8 割の用材と 2 割の未利用材が山から搬出されるとした。また製材工場の歩留まりは 5 割とし、10,000 m³/年の土木用木材が生産されるとした。熱電併給施設の燃料は、カスケード利用する木材(10,000 m³/年)、未利用材(4,000 m³/年)および製材工場残材(10,000 m³/年)とした。

3. 熱電併給施設のエネルギーとその利用

表 2 に循環利用システムの核となる熱電併給施設における木質燃料の種類ごとの潜在エネルギーをまとめた。未利用材、製材工場残材およびカスケード利用材による潜在エネルギーは 5,368kW となった。ここで蒸気タービンによる総合エネルギー効率 60%(電気 10%+熱 50%)の CHP(熱電併給システム)を想定すると発電量は 537kW、有効熱量は 76,524GJ/年(2,684kW)となる。発電量 537kW は全て熱電併給施設や製材工場での自家消費電力として利用する。また有効熱量は製材工場での乾燥に 14,256GJ/年(500kW)分売熱し、残りの 62,270GJ/年(2,184kW)は地域での健康増進、医療・介護施設の温水プールや施設園芸(野菜類、花き類、果樹類栽培)の冷暖房に売熱し活用する。

ちなみに 62,270GJ/年の熱量は、25m 温水プール 1 基の年間稼動に必要な熱量である。また平均的な施設園芸農家 13 戸分のハウス面積(41,000 m²)の冷暖



図 1 土木用木材の循環利用システムにおける木材とエネルギーのフロー

表 2 想定する熱電併給施設の潜在エネルギー

木質燃料の種類	単位低位発熱量 (kcal/kg)	比重	水分 (%WB)	材積 (m ³ /年)	潜在エネルギー	
					GJ/年	kW (稼働日数330日)
未利用材	2,000	0.70	50	4,000	23,520	825
製材工場残材	3,000	0.50	30	10,000	63,000	2,210
カスケード利用材	3,600	0.44	20	10,000	66,528	2,333
計				24,000	153,048	5,368

房に要する熱量である。これらの施設は熱電併給施設から数 km 以内に設置する必要がある。

4. 熱電併給施設の事業性

想定した熱電併給施設の収支を表 3 に示す。収入は、有効熱量 76,524GJ/年の売熱 (A) による。支出は、資本費 (B)、運転維持費 (C) および燃料費 (D) である。投資回収期間 (年) は $(B/(A-C-D))$ となる。投資回収期間と売熱単価および代替燃料となる A 重油換算単価との関係を図 2 に示す。売熱単価が 1.85 円/MJ (A 重油換算単価で 72 円/L) 以上であれば投資回収期間は 10 年未満となり、事業としての採算が見込まれる。

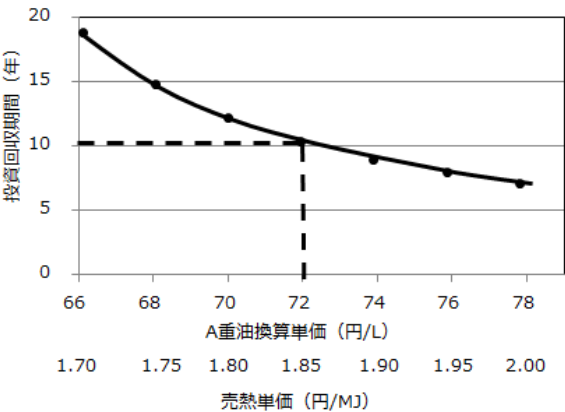


図 2 想定した熱電併給施設の投資回収期間と売熱単価および A 重油換算単価との関係

表 3 想定した熱電併給施設の収支内訳

項目		単価	数量	金額	備考
収入	売熱	X円/GJ	76,524GJ/年	76,524X円/年 (A)	代替するA重油の発熱量単価の例：1.8円/MJ = 70 (円/L) / 38.9 (MJ/L) (平成29年12月A重油納入価格調査および総合エネルギー統計2013年度、資源エネルギー庁)
支出	資本費	49万円/kW	537kW	26,313万円 (B)	単価：資源エネルギー庁 調達価格等算定委員会 (第34回、2017年12月) 配布資料想定値 (未利用材及び建設資材廃棄物を利用した2,000kW未満の木質等バイオマス発電の想定値の平均)
	運転維持費	6.4万円/kW/年		3,437万円/年 (C)	単価：資源エネルギー庁 調達価格等算定委員会 (第34回、2017年12月) 配布資料想定値 (未利用材を利用した2,000kW未満の木質等バイオマス発電の想定値)
	燃料費	534円/GJ		8,173万円/年 (D)	単価：資源エネルギー庁 調達価格等算定委員会 (第34回、2017年12月) 配布資料想定値 (未利用材900円/GJ、一般木材等750円/GJ、建設資材廃棄物200円/GL) から按分

5. おわりに

土木用木材の利用量を種類ごとに分類し、温暖化ガスの排出削減効果が高まる土木用木材の循環利用システムを想定した。本システムの核となる熱電併給施設を中心に木材とエネルギーのフローを定量的に推察し、熱電併給施設の事業性を検討した。その結果、事業化には通年利用可能な熱需要が必須であり、地域における熱導管や熱利用施設といった熱エネルギーインフラの整備が重要であることがわかった。各地域でこのような循環利用システムが稼働し土木用木材が活用され、地域創生に繋がることが期待される。

参考文献

- 1) 土木における木材の利用拡大に関する横断的研究会、(社)土木学会、木材工学特別委員会、土木における木材の利用拡大に関する横断的研究報告書、p63-74、2010
- 2) 加用千裕、橋本征二、山内仁人、坂崎友美、池田穰、土木分野における木材利用のLCA～木製ガードレールのCO₂収支を対象として～、土木学会第66回年次学術講演会講演概要集、p37-38、CS13-019、2011
- 3) 加用千裕、野田龍、山内仁人、柴田直明、木材および森林の炭素貯蔵量を考慮した木製遮音壁の温室効果ガス収支、木材利用研究発表会講演概要集16、p44-50、2017