

学 位 論 文 要 旨

国産の丸太・製材および製材残材のエネルギー利用を対象とした
ライフサイクルアセスメントに関する研究
Study on life cycle assessment of domestic logs, lumber and
effective use of sawmill residues to energy

環境資源共生科学専攻 森林資源物質科学大講座
一重 喬一郎

本研究では、木材製品の原材料である国産丸太および、国産丸太の最大の供給先である国産材製材、製材工場において副製品として生産される製材残材のエネルギー利用を対象としてライフサイクルアセスメント(LCA)を実施した。その結果、国産丸太および国産材製材の製造、並びに製材残材のエネルギー利用による環境影響を定量的に明らかにすることができ、そこから環境負荷の削減に向けた提言をえた。さらに、木材を対象としたLCAの方法論に資する知見を提供することができた。得られた結論は以下のとおりである。

北海道、四国、九州の3地区において国産丸太の生産にかかるフォアグラウンドデータを収集し、地拵え・植付けから利用間伐と主伐による丸太の収穫までを範囲とするLCAを実施した。国産丸太1 m³あたりのCO₂排出量は11.2 kg、日本版被害算定型ライフサイクル影響評価手法(LIME2)により評価した社会コストは73.3円であった。社会コストへの寄与が最も大きかった環境負荷はCO₂排出であり、全体の37%を占めた。工程別にみると、利用間伐と主伐からなる収穫作業による環境影響が全体の98%を占めたことから、収穫作業の改善に努めるべきであることが分かった。具体的には、収穫作業のうち造材および集材工程における高性能林業機械の使用がCO₂排出量の増加につながっていたことから、高性能林業機械を用いた作業の効率化による軽油消費の抑制が重要であると考えられる。今後は、林況や施業計画、事業体の力量等、様々な要素が結果に及ぼす影響を調べ、より具体的な環境影響の低減策の提案が課題である。

三重県の製材工場において国産材製材の製造にかかるフォアグラウンドデータを収集し、製材工場で生産される主製品と副製品への環境負荷の配分方法について、①主製品のみに配分、②材積基準で配分、③価格基準で配分の3通りの

方法を検討した。その結果、国産材製材のライフサイクルインベントリ分析（LCI）において、材積基準で配分を行うと、主製品である製材の環境負荷を過小評価することになるため、この配分方法は適切でないことが分かった。主製品のみを適正に評価するためには、環境負荷を主製品のみに配分するか価格基準で配分するかのどちらを採用しても問題ないが、副製品も評価する必要がある場合には、価格基準による配分が望ましいと考える。製材乾燥の熱源に製材残材を用いたシナリオの場合も、配分方法の違いが LCI 結果に及ぼす影響は同様であったことから、国産材製材の LCI における望ましい配分方法は上述の提言が妥当である。

国産材製材 1 m³あたりの CO₂ 排出量は 287 kg、社会コストは 1250 円であった。社会コストへの寄与が大きい工程は乾燥工程および、市場から製材工場までの丸太輸送工程であり、これらの工程の改善が重要であることが分かった。乾燥工程における対策として熱源を灯油から製材残材へ切り替えた場合、CO₂ 排出量を 50%、社会コストを 22%それぞれ低減できることが示された。丸太調達工程の対策としては、輸送の短距離化が挙げられるが、現実的なシナリオを作成した上で評価することが今後の課題である。

製材残材を製材乾燥用燃料に利用するシナリオを 2 通り、蒸気式木質バイオマス発電用燃料に利用するシナリオを 2 通り、木質ペレットの原料とし家庭用暖房の熱源に利用するシナリオを 3 通り設定し、製材残材のエネルギー利用の LCA を実施した。その結果、製材残材を製材乾燥の燃料に利用することは、地球温暖化防止策と社会コストの低減策の両面から見て、他のシナリオで想定した利用方法よりも効果的であることが分かった。製材残材を木質バイオマス発電の燃料として利用する場合、ボイラーにストーカ炉を用いると効果は小さいながらも地球温暖化防止策になり得るが、流動床炉を用いると N₂O 排出量が大きいとされているために、商用発電による電力よりも温室効果ガス（GHG）排出量が増加する恐れがあり、社会コストの低減にもつながらないことを明らかにした。製材残材から製造した木質ペレットをストーブ燃料として利用することにより、石油ストーブまたはガスストーブの利用を代替するならば、製材残材を製材乾燥用燃料に利用した場合と同等の比較的高い GHG 排出削減効果が認められたが、エアコン利用の代替では GHG 排出削減効果はほとんど認められないかごくわずかであることが分かった。これより、暖房の熱源への木質ペレットの利用という地球温暖化防止策は、石油ストーブやガスストーブによる暖房がより一般的な地域においてのみ進めるべきである。ただし、ペレットストーブによる木質ペレット燃焼時の大気汚染物質排出量を過小評価している恐れがあるので、今後、実測データを蓄積した上で社会コストの低減効果を評価する必要がある。また、木質バイオマス発電については、本研究で評価の対象とした数千 kW 規模の専焼方式の蒸気式木質バイオマス発電の他に、より小規模な熱電併給や数十万 kW 規模の石炭火力発電所での混焼など、他の技術による木質バイオマス発電の評価が今後の課題である。