林地から生み出される新しい資源とその利用

A New Resource in Regional Forest — Utilization of forest residues and low grade logs —

川井 秀一*
Shuichi KAWAI

1. はじめに

わが国林業の多くは、スギ・ヒノキの柱仕立て林業である。日本農林規格の素材規格もまた製材加工を前提にしており、中小径材の多くは柱、土台等に製材加工されるので、長さ3 mあるいは4 mの直材が基準になっている。

しかしながら、山土場や原木市場には、曲り、節、腐れ等の欠点のある、いわゆる製材不適材が混在し、林地には根曲がり、端材等の残材が利用されないまま残されている。さらに、周辺の小規模製材工場では、木粉や樹皮等の廃材が排出される。このような山元の低質木質資源の有効利用とゼロエミッション化が山村に新たな環境保全型産業と雇用を生み出し、林業地域の活性化につながると期待される。

本稿では、このような山元の低質未利用資源の現状を事例を含めて紹介し、地域資源の質・量に合う総合的な高度有効利用のあり方を探る。

2. 低質未利用木質資源の総合利用プロセス

山元に散在する各種の未利用木質資源とその加工技術、ならびに製品の関係を図1に示す。

一般に、山元の未利用資源は、少量分散型であり、品質および量の変動が大きい。一方、木材加工技術の多くは、近代工業的な生産性重視の大量投入・大量生産システムで構成され、地域の林産資源の有効利用に適合するものは少ない。このため、小規模分散型資源に対応する加工技術の開発が緊要である。例えば、表において、曲がり材や林地残材は丸太の形態を残しているため、挽き板への製材加工やLVL(単板積層材)・木トレーなどの単板加工に適しているが、小規模生産のための技術開発が未だ十分確立していない。

樹皮は機能炭や堆肥に、また木粉は機能炭のほか、家畜の敷料、キノコの菌床として利用後、堆肥化するなど、小規模生産が可能であり、山元の産業を有機的に連結するのに適している。その他、木粉・プラスチック混合による複合成型体の技術開発が盛んである。

他方、製材端材や背板はチップ加工が可能であるが、付加価値が低く、また製品のボードや紙は装置産業であって、大きな初期投資と大量の原料が必要であり、山元の小規模生産には向かない。

3. 小規模単板加工システム

岡山県真庭や熊本県球磨の林業地域における筆者らの現地調査によると¹²⁾、原木市場に持ち込まれる素材のなかには製材不適材が10~20%程度含まれている。これらが「元オチ」した場合には、造作用の2 m材、さらにはチップ材となり、その価格は並材のそれぞれおよそ1/2および1/4程度まで下がる。輸入される針葉樹合板原木の価格を考慮すると、2 m材、あるいは2 m以下の短材でチップ化される原木を50 cm/1 mの単板加工用原木として活用するのが望ましい。原木市場には製材原木が集積されるので、混在している製材不適材を得やすい。さらに、1 m材や50 cm材の需要が喚起されれば、新たな原木の市場が

図-1 山元の未利用木質資源とその加工技術、ならびに製品の関係

*京都大学木質科学研究所

形成され、これまで林地に放置されていた端材を有効に活用できる可能性も高い。例えば、年間域内原木取扱高がおおよそ5万 m^3 の原木市場であれば、5,000~10,000 m^3 の単板用原木の潜在的な集荷力が期待できることになる。

林野庁では、平成10年度より「ニュータイプベニヤ製造システム開発事業」を実施し、山元で簡易に単板を製造するベニヤレース、ドライヤーおよびその単板から合板・LVLを製造するシステム開発を行っている。³⁾ 初年度は、簡易型レースの開発を中心にした単板加工システムの開発を行い、次年度以降では、実地試験を通じてシステムを改良し、併せてスギ単板の材質の把握、合板・LVL化による性能試験を行い、事業化に関する見通しを得ることを目標にしている。

本事業では廉価で、操作ならびにメンテナンスが容易なシステムの開発のために、具体的な目標と条件を設定している。すなわち、

- 1) システムの概要：剥皮・荒剥き→チャージャー→ロータリー・レース→クリッパー→スタッカー→（簡易乾燥）
- 2) 目標価格：4000万円
- 3) 対象原木：スギ等の中小径材、1m通直、末口径14~30cm、平均径25cm
- 4) システムの能力：原木消費量500 m^3 /月、最大切削速度40m/分、単板厚さ2~4mm、剥き芯60mm

この事業において、2本のバックアップローラーをもつ外周駆動式ロータリーレース（写真1参照）と剥皮に粗整形を兼ねた荒剥き機を組み合わせたシステムが新たに開発された。林野庁の当該委員会が試算した単板製造コストの試算をみると、長さ1m、末口平均径240mmの原木丸太の平均単価を7000円/ m^3 とするなど、諸条件を設定して得られる単板製造原価は17963円/ m^3 である。いま、1m角未乾燥単板の販売価格を20000円/ m^3 とすると、営業粗利益は約10%程度となる。

原木市場でスギ材の単板加工が行われると、大量のスギ樹皮ならびに単板くずが廃材として原木市場に排出される

ことが予測される。後述のように、これを乾燥等の熱源、バーク炭、あるいは堆肥として総合的に利用することも重要である。一方、剥き芯は径・長さが共に揃い、心材で耐久性も期待できるので、園芸用の杭や土木・外構部材に適している。したがって、製品としての付加価値を十分付けることができる。（写真2）

4. 小規模LVL生産システムの開発

筆者らは、これまで小規模LVL生産システムの標準的な条件を設定し、その採算性について検討してきた。⁴⁾ すなわち、事業規模を、1500 m^3 /月（18000 m^3 /年、1シフト）に設定し、生産設備費を10億円（生産機械設備費8.6億円、建屋等1.4億円）、原木の50%は原木市場に出る柱不適材を使うとしてその価格を8000円/ m^3 、残り50%を仮に低質柱材として14000円/ m^3 、したがって、平均原木価格を11000円/ m^3 と仮定して、販売原価を試算すると、製品価格と拮抗し、事業はほぼ損益分岐点にあると推定された。製造コストに占める割合は、原木代金（約28%）が最も大きく、次いで設備費（約20%）となっている。

上述した単板加工用原木の出材量の調査から、製材不適材のみを対象原木とした場合、原木価格は64%まで低減するが、投入量が1/3に減少するので、原木市場を事業単位とすると、生産能力が処理量を大きく上回り過剰設備となる。したがって、現状では事業規模を500 m^3 /月（6000 m^3 /年、1シフト）に縮小し、生産設備費を4億円程度に抑制したLVLシステムが求められる。残念ながら、このような小規模・低価格のLVL生産システムは未だ実現していない。今後の重要な課題である。

幸い、林野庁事業で適性規模の簡易レースが開発されているので、流域の各原木市場で製材不適材の単板加工を行い、未乾燥生単板を集荷して、乾燥工程から製品までを加工する1000~1500 m^3 /月、すなわち、12000~18000 m^3 /年規模（2~3シフト）のLVL工場を設置するのが合理的と思われる。つまり、単板加工とLVL加工を分離する

写真-1 開発された小規模単板加工用ロータリーレース

写真-2 国産小径丸太を用いた土木用外構材

写真-3 平炉による簡易なパーク炭の製造

ことによって、それぞれの生産効率を高め、原木代金と設備費を大幅に抑制することが可能になる。

5. 炭化焼成加工

真庭地区、U商店では製材工場から排出される樹皮から炭を生産、販売している。¹⁾ 炭化炉は、いわゆる平炉であり、写真3に示されるように、9×9 mの面積に1 mの深さをもち、底には30×30 cm断面の煙道が4本通されている。この炉に約30 トンのパーク原料を投入し、10 トンのパーク炭を得ている。炭化に要する日数は10日間であり、合計4基の平炉で80-100 トン/月を生産している。

パーク炭は、粒度に応じて2種類に分類され、細粒炭(65%)は土壌改良剤として33000-35000 円/トン、粗粒炭(35%)は床下調湿剤として90000 円/トンで販売されている。生産設備が極く簡易であること、原料および生産エネルギーに要する費用がほとんどないことを考え合わせると、極めて付加価値が高い製品といえる。

木粉もまた、これまでペレット燃料や家畜の敷料などに用途が限られていたが、木粉連続炭化装置の開発によって活性炭、水処理・ろ過剤、土壌改良材、調湿・断熱材などの機能炭としての実用化が試みられている。

6. 堆肥化

パーク堆肥とは樹皮を粉碎または爆砕し、これに家畜の糞尿や鶏糞を混合し、好気性高温醗酵させ、醗酵堆積期間中に5~6回の切り返しを行い、その後さらに十分熟成したものである。木粉、農産廃棄物、水産廃棄物、食料廃棄物等を加えることもある。パーク堆肥は、有機質肥料あるいは土壌改良材として、近年需要が急速に拡大している。

パーク堆肥は、家畜の糞尿と混合するので、家畜の敷料に樹皮を使用した後、堆肥化し、農耕地でこれを消費する

図-2 パーク堆肥の地域完結型リサイクル利用システム

のが理想である。すなわち、林業、畜産業、農産廃棄物を利用して、地域に必要な肥料を自給できるばかりでなく、林業→畜産・養鶏→農業へのバイオマスリサイクルシステムの構築が可能であり、地域活性化に対する貢献が大きい。図2はこのようなパーク堆肥の一連のリサイクル利用システムの概念を表している。そのほかに、パーク堆肥は有機質土壌改良材として法面緑化や造園緑化資材として利用分野が広がられている。⁵⁾

木炭のもつ多様な機能を複合的に段階利用しようとする試みもなされている。たとえば、木粉をシタケなどキノコの培地や生ゴミ処理の菌体保持剤として用いた後、これを有機肥料として再利用するシステムも完成している。活性炭としての脱臭機能を利用して家畜の敷料としたのち、これを醗酵させて有機質肥料として用いる。同時に、土壌の中和作用に優れ、抗生作用や土壌病害に強いなど、土壌改良剤としても優れた機能を発揮する。同様に、河川の水質改良剤として利用したのち、肥料に利用する試みもなされている。このように廃材を数段階にわたって繰返し利用し、最後に土に戻すことができれば、炭素をほぼ永久に地表に固定することができるので、これもまた環境保全に大変有益である。

文献

- 1) (社)全国林業改良普及協会編：平成9年度地域異業種交流技術開発推進事業報告書（岡山県）
- 2) 同上：同平成10年度事業報告書（熊本県）
- 3) 川井秀一（1999）：合板技術講習会テキスト、5-16
- 4) 加藤昭二、川井秀一、佐々木光（1999）：木材工業54(1)、26-28
- 5) 秋山俊夫編著（1998）：木材のリサイクル、産調出版