

木材資源の完全利用

とくに林地残材の利用について

遠藤 展

はじめに

木材資源の有効で、かつ完全な利用は、資源の乏しい我が国にとっては、重要な課題です。木材資源の中でも、残廃材と呼ばれている製材工場等から排出されるノコクズ、樹皮、カンナクズなどは、一部を除き長い間廃棄物と考えられ有効に利用されないできました。ところが、今ではその47%が何らかの方法で有効に使われています。しかし、膨大な量になる建築古材と林地残材は、そのほとんどが利用されないまま放置されているのが現状です。

本小文では、このうちの林地残材をとりあげ、その有効な利用のための機械化搬出方法について述べます。

新しい機械化搬出方法についての提案

まず、本道における森林伐採の現状を見ると、昭和55年度の主伐は10万3千ha、間伐は3万8千ha、その他5千ha、総計14万6千haで、その伐採材積は880万m³となっています。作業形態では主・間伐を問わず伐倒にはチェーンソーが使われ、ブルドーザーによる全幹集材の形で搬出されています。しかし、間伐においては、集材距離や胸高直径によって小型のブルドーザーなどの機械作業と人力による搬出が行われています。そして、造材作業全般ではつぎのような課題をかかえています。

路網密度を高めること

小径間伐木で伐倒後林地に棄却されている枝条材、末木などを林地に残さず、利用するための搬出方法を見い出すこと

白ろう病などの振動障害をおこさない林業

機械を開発すること

このような本道林業のかかえる課題の中で、とくにこの問題が重要と考えられます。

間伐については、間伐経費が現状の間伐方法及び、木材市況ではまかなえず、大幅に遅れており、将来の優良、大径木生産が危ぶまれています。しかし、資源の乏しい我が国において間伐の遅れや、伐倒された間伐小径木、末木、枝条が林内に棄却されていることは、資源の有効利用の面から極めて大きな問題です。この状況を打開するためには、間伐材の有効利用をはかるいっぽう、今回のテーマにとりあげた能率的な搬出方法の開発が重要であると考えられます。

間伐小径木、末木、枝条の量

本道のカラマツ資源は、全道の木材総供給量のなかに占める割合が、1979年には10%であったものが、1987年には32%、2000年には41%になると推定されています。現在、間伐が行われていますが、初期段階の間伐のため、胸高直径は10cm前後で、この場合約50%が搬出されても売却される見通しがなく、止むを得ず林地残材として伐倒後林

表1 林地残材量の1例

調査地の状況			残材の排出量	
樹種	トドマツ		末木	3.05m ³ /ha
林齢	90年		枝条	49.2 m ³ /ha
面積	3.04ha		合計	52.3 m ³ /ha
蓄積	280m ³ /ha		蓄積に対する割合……………18.7%	
傾斜	13度			
伐根数	428本/ha			
伐採量	244m ³ /ha			
伐出法	全幹			

注) 昭和55年度、林野庁大型プロジェクト研究、林地残材および木材工業における残廃材の排出・処理に関する調査：鎌田昭吉ほか、未発表、より引用

地に放置されています。

また、末木、枝条については表1に示したように、末木が $3.05\text{m}^3/\text{ha}$ 、枝条 $49.2\text{m}^3/\text{ha}$ が残材として林地に放置されており、その比率は全蓄積の20%にものぼっています。

搬出方法における問題点

木材資源は、石油などと比較すると不定形であり、さらに流体でないだけにはなはだ取り扱いが困難です。したがって、機械化されても立木の形状がそれぞれ異なるため、一定の形に造材されたのち、末木、枝条、端材などの不定な形状のものが林地や山土場に放置されることとなります。これらが放置される理由の一つは、その形が不ぞろいのためと、重量に対してみかけの体積が大きくなるため運材しづらい点にあると考えられます。そこで、つぎの方法により一定の形状に整えることによって、運材しやすい状態にしたのち搬出する方法が考えられます。

ア 切断による方法

イ 破碎による方法

ウ 押しつぶしによる方法

現在、実際にはこれらの方法で処理する機械は移動チップperを除いてありませんが、他分野の機械類を参考にして、製作が可能と思われる機械を考えてみましたので、それらの特徴についてつぎに述べることにいたします。

新しい機械化搬出方法

ア 切断による方法

小径間伐木、枝条、曲がりのある丸太などは、

図1に示すような移動切断機によって、一定の形状になるように切断します。この方法により運材しやすい形状に整えることができます。切断に要する力はその径級に比例しており、直径10cmの材では約5トンです。

この移動切断機の特徴は、振動部分が少ないためチェーンソーのように、連続作業による白ろう病の心配がないことです。したがって、一人の作業員で連続運転が可能であるので、生産性が上がるという利点があります。さらに、チェーンソーと異なり切りくずが出ないため、一定の形状に整えるため何回切断しても、歩留まりが変わらないという利点もあります。

イ 破碎による方法

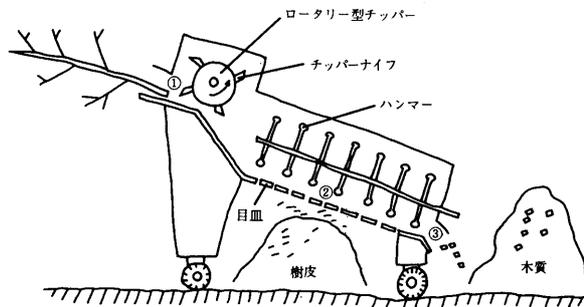


図2 移動式破碎分離機

末木、枝条や径級の小さい間伐材は、破碎によって一定の形状に整えることにより体積が約1/10に減るので、かさを約1/10にして運材することが可能と考えられます。用いる破碎機の例を図2に示

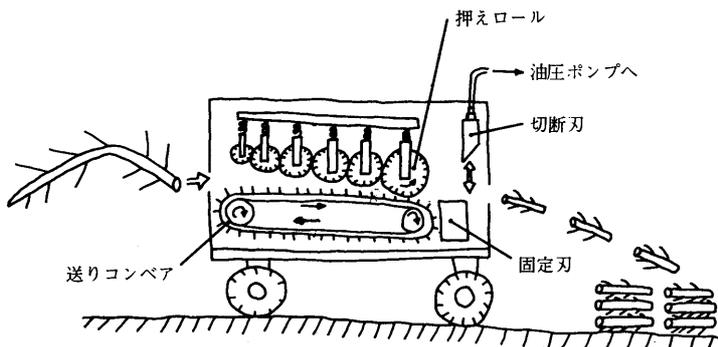


図1 移動式切断機

しました。

原料は、投入口から投入します。内部には、ロータリータイプのチップperがあり、この刃によって繊維方向の切断を行います。切断された原料はつぎの破碎室に送られ繊維に直角の方向が破碎されます。破碎室の下部には目皿が装着されており、

破碎されやすい樹皮は目皿部 から、樹皮より破碎されにくい木質は出口 から排出されます。この方法によって破碎と、木質・樹皮の分離を同時に行うことができます。

皮つきチップの価格は、白チップ価格の約1/2であり、樹皮と木質の分離は重要です。従来のチップ化の工程は、はく皮、チップ化の2工程であるが、今回提案した方法は1工程であり、枝条や小径間伐木の処理には最適であると考えられます。

表2には、この同時操作の実験結果を示します

表2 破碎機操作条件と目皿部の樹皮率

(原料: トマトツ皮つきチップ, 樹皮率60%)

破碎機回転数	目皿部樹皮率	目皿の直径	目皿部樹皮率
500 rpm	84.4 %	10mm	88.6 %
1,000 rpm	88.6 %	20mm	80.4 %
1,700 rpm	90.6 %	50mm	73.4 %

使用目皿径: 10cm 回転数: 1,000rpm

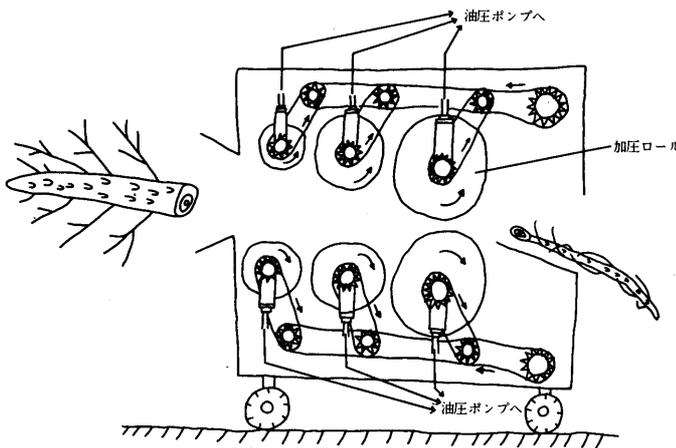


図3 移動式押しつぶし機

た。実験では、目皿部の樹皮率を90%にすることができました。なお、破碎に要する動力は原料乾燥重量 1トン当たり約 8kWhだと推定されます。

ウ 押しつぶしによる方法

押しつぶしは図3に示したロール型圧碎機によって行います。材に加える圧力は約 200kg/cm²程度と推定されます。圧碎後みかけの体積は約1/10となり運材しやすい状態となります。

押しつぶし法では、チップベースの繊維の短い原料に対し、長い繊維を保っている原料が得られるので、これを原料として強度の大きいボードを作り出す研究を行うこともおもしろいと思います。

以上 3つの処理方法について表 3にまとめました。

表3 処理方法と処理後の形

処理方法	原料の形態	所要動力他	処理後の形	体積の変化
切断	間伐木・末木	5 ton	短木	1/2 に
破碎	小径間伐木	8kWh/ton	チップ状	1/10 に
押し潰し	末木・枝条	200kg/cm ²	すだれ状	1/10 に

各種処理方法の経済性について

立地条件、経済条件その他いろいろな制約があると考えますが、比較的これらの制約を受けない地域という条件で、以下に示したように各種処理方法の経済性を比較して表4に示しました。まず、切断について述べます。

切断によって形状、長さを整えた小径間伐木は、用途として坑木、緑化支柱木を考えました。価格は約 1万円 / m³です。道内の間伐経費の最低額は、8千円 / m³ であるので、山土場までの搬出費は一応この値にしました。処理費は機械価格 200万円、10年償却とし、人員 1名 250万円 / 年、250日/年稼働、1日30m³処理、燃料費560円/m³として計算すると、

表4 処理方法別経費試算

(単位: 円/m³)

処理方法	切断	破碎		押しつぶし	
	坑木 緑化木	チップ (木質)	燃料 (樹皮)	ボード 原料	
価格 (A)	10,000	10,000	2,400	9,000	
搬出費	8,000	1,000	0	1,000	
処理費	900	900	0	900	
輸送費	未処理	2,899	13,333	13,333	13,333
	処理	1,450	1,333	1,333	1,333
合計	未処理	10,899	14,333	13,333	14,333
	処理(B)	10,350	3,233	1,333	3,233
A-B	△ 350	6,767	1,067	5,767	

900円/m³がかかります。輸送費は11トン車で50km輸送するとして、一台約2万円です。すると輸送費は未処理で2,899円/m³、処理後みかけ体積が約1/2になると考えられるので、1,450円/m³、したがって合計では、未処理10,899円/m³、処理10,350円/m³となります。用途として坑木、緑化支柱木を考えたので処理によってもマイナス350円となりました。

破砕については、分離した木質は製紙用チップ、樹皮は燃料とします。搬出費は8千円/m³かけて搬出した間伐木の副産物を原料とするのでゼロと考えても良いのですが、一応山土場まで技つきのまま搬出する経費として1m³当たり1,000円をみました。樹皮については搬出費ゼロとしました。処理費は切断処理と同額にしました。また、樹皮の処理費についてはゼロとしました。輸送費は、11トンチップ車にチップ状で実質15m³、技条のままで1.5m³積載するとして求めました。この結果、利益は木質で6,767円/m³、樹皮で1,067円/m³となりました。

押しつぶし処理では用途をボード原料とし、価

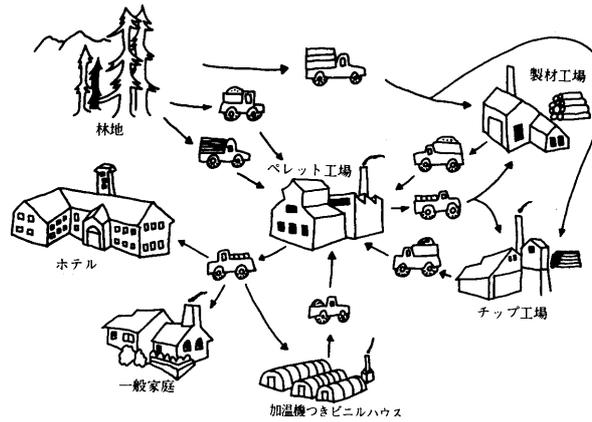


図5 木質エネルギーを軸としたエネルギー的クローズドシステム

林地残材の利用—特に熱エネルギー源としての利用について

ローカルエネルギーを軸とするクローズドシステム

昭和48年のオイルショック以後、石油代替エネルギーの開発が重要になってきています。木材資源もバイオマスとして、再生産可能な熱エネルギー源としてその一端を担っています。

バイオマスとしての木材、特に林地残材、間伐小径木、工場残材は、量としてはかなりありますが、その量が石油や石炭の様に集中していません。したがって、その集荷と消費の範囲はかなり限定され、ローカルなエネルギー源として位置づけられると思われれます。そこで、各地域に、地域の資源特性に適したクローズド（完結した）なシステムが考えられます。

このシステムを図5に示しました。このシステムは、林業、林産業、農業の複合化システムです。資源としては林地残材、間伐小径木の樹皮、ダスト、工場残材、及び2～5年で廃棄され公害問題化

しつつある農業用廃フィルムを考えています。これらを地域内の工場で10mm程度のペレット状に成型し、地域内の製材工場の暖房用、乾燥・合板工場熱源、ビニルハウス熱源、業務用・家庭用として用いるシステムです。

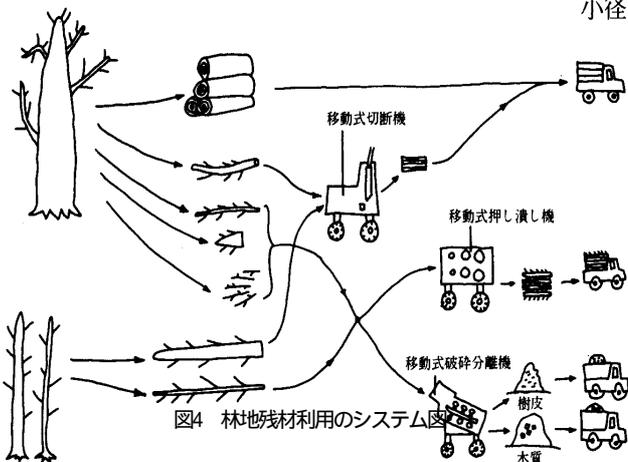


図4 林地残材利用のシステム

格は製紙用チップ原料より1割安く9千円/m³としました。この場合5,767円/m³の利益となりました。図4には、このシステムの全体を示しまし

システムの成立条件

このシステムの成立条件を試算しますと、以下のようになると思われます。

- 集出荷距離が半径50km以内であること
- 原料の価格が6千円/トンであること
- 生産量が6万トン/年であること
- 製品価格が3万円/トンであること

この条件はかなりきびしいですが、本道のように、林地が比較的平坦で林地作業が機械化されていること、熱エネルギー多消費地域であること、及び前項で提案した各種林地作業機械の導入によれば立地可能であると推定されます。

このシステムの林業・林産業に対する貢献については

- 雇用の機会が得られる
- 製材、チップ工場の暖房ができる
- 作業環境が良くなることにより、林産業が若者にとっても魅力的な職場となり、従業員の高齢化に歯止めができる

等があげられます。

ペレット工場の操業

このシステムの対象は、地域の林業・林産業のみならず、農業をも含めた個人、団体です。その中でも、このシステムの中核であるペレット工場は、森林組合、製材協同組合の協業化によって運営することが好ましいと考えられます。その理由は、本道においては、冬山、夏山の比が1対3で

あり、冬期間は森林組合の要員がペレット工場を運転し、夏期の製材工場は、廃材を出す熱エネルギーを必要としないので、冬期の燃料確保のためペレット工場に要員を出す……ような交替制の生産活動ができるからです。

ま と め

以上をまとめると、林地又は山土場に棄却されている枝条、末木、小径間伐木を有効に利用するための機械化搬出方法として、切断、破碎、押しつぶし等の方法を考えました。この方法により、これらの棄却材を一定の形状に整え、さらにみかけ体積を小さくすることができます。したがって、運材しやすくなり、林地に材を残さず木材資源の完全利用を図ることが可能になります。さらに、これらの方法の経済的側面についても述べました。

また、ローカルなエネルギー源として林地残材等の木質エネルギーに着目し、林業、林産業、農業で従来廃棄されてきた資源をもとに、地域内で雇用を作るペレット成形工場と、自家廃棄物を成型された良質なエネルギー源として受けとり利用していく事業体とを結びつけた、クローズドなシステムを示しました。このシステムの中では、自家廃棄物が良質なエネルギー源として還元されることとなります。

(林産試験場 繊維板試験科)