

伐採跡地における林地残材の収集費の試算

奥脇昭嗣^{1,2}・森 智和¹Costimation of Collection of Residual Biomaterials from the
Cutting Place on North Basement of Mt. Fuji

Akitsugu OKUWAKI, Tomokazu MORI

要 旨

平成19年度に実施された伐採跡地における林地残材収集の実地試験では、1.22haから約333m³ (62.9t、うち木質部40.2t)が林業センターに集積された。それに要した労務費、重機の燃料費から伐採跡地での取材・運搬費単価は248(円/m³)、そこからセンターまでの搬出費単価は、中小型トラック3台(2名乗車)運行の労務費と燃料費とから1,038(円/m³)であり、その他を合わせ林地残材収集費単価は合計1,390(円/m³)であった。搬出費はその75%を占め、特に高かった。しかし搬出費は、箱形荷台付7.5t車(1名乗車)で1/3~1/4程度に低減できること、伐採との連携により収集費をさらに下げられることから地産地消型林地残材利用の可能性が開けることが判った。

1. はじめに

温暖化抑制のため、自然エネルギー資源としての木質バイオマスの利活用は太陽電池、風力発電などと並びその一翼として重要である。東日本大震災に伴う原発事故はその重要性を一層強めている。

対象となる木質バイオマスには木材加工に伴って発生する端材や木くずなどの林産残材、用材生産の際発生する枝や梢材、根からなる林地残材、および切り捨て間伐材等が挙げられる。その中でも、現在、主に利用されているのは収集・輸送が容易で、ペレットとして容易に加工できる林産残材である。一方、林地残材の利用は研究や実施の報告が少ない。それは、現在ボイラー用チップがパルプ用チップより安い1~2円/kg程度で、辛うじて受け入れられていると言う厳しい現状のためではないかと考えられる。一般に林地残材は、収集コストが高み、その価格が化石燃料に対して相対的に高いため、経済的にも競争力に乏しいと考えられている。

林地残材は比較的多量に発生している地域でさえも、安価に収集できるものは量的に限られている。そのため、量を確保しようとする、コスト上昇が問題となる。しかし、研究分野では、輸送の容易な用材不適木など年間1万t程度の収集量が確保できれば、輸送コストの低減対策に

より、林産材副生物と同程度で収集できることが報告されている(久保山2004)。また、山土場と工場間35km輸送の場合で、その運搬費は、現地と工場チップ化とで、それぞれ515および441円/m³で大きな差はないと試算されている(森口ほか2004)。一方、実地試験、あるいは実用分野では、木質バイオマスエネルギーの利用に積極的な各県が主導して、平成15年度辺りから利用拡大計画が推進され、徐々に実績が積み重ねられており、それらの成果が各県のホームページに掲載されている。

例えば、山口県では、県西部地区の50km圏でセンターに集積された林地残材を石炭火力発電の混焼に用い、平成21年度には4,555tに達し、収集コストは全体の平均で4,255円、目標の4,500円を達成した。更に、年3万tに拡大予定とされる。また、岩手県では、平成22年度末で、20台のチップボイラーで、2,466tを利用したとされる。

富士北麓に約8千haの管理地を持つ、富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合(以下単に組合と略称)では、森林資源を活用するため平成16年度からプロジェクト研究を実施した。森林資源をエネルギーとして活用する、新しい事業計画についての基本方針を定め、更に、重点課題を検討した。

ついで、平成17年度には、課題を「組合における林地残

1. 山梨県環境科学研究所
2. 東北大学

Corresponding author : Akitsugu OKUWAKI
E-mail : aokuwaki@io.ocn.ne.jp

材の新エネルギーとしての活用」に絞り、資源量、収集方法、利用方法など、更に検討を深め、林地残材利用の可能性が高いことをとりまとめた。

これらの報告に基づき平成18年度には、(A) 約1.2ha づつ2箇所の試験地を設け、“普通地拵”および“林地残材(枝梢端など)収集を伴う地拵”の実地試験を実施した。林地残材に関する国内の最近の研究報告は、その関係者がこれらの実地試験の成果をまとめたものである(小澤・岩岡ほか2008, 小澤・古屋ほか2009)。この試験では、皆伐跡地において枝や梢端を収集し、それを組合の林業センターまで3台の中小型トラックで搬出し、更に(B) そこから箱型荷台付き12t車で甲州市塩山の製材工場までトラック輸送し、(小澤2008) (C) それらのチップ化・燃焼試験が実施された。付着量が多かった土砂の分離などの問題点が指摘されている。しかし、山梨県内における製材端材・林地残材などは新エネルギー資源として技術的、経済的な利用可能性が報告されている(菅野2008)。

今回の実地試験における林地残材の技術的資料は公表されているものの、その収集費は公表されていない。これらの事業の具体化に際しては、対象が自然林であるため、その資源量および質が林地によって大きく変動することは避けられないが、技術的可能性と共にその経済性が重要と考えられる。

今回のように皆伐跡地に放置された残枝や梢端等からなる林地残材収集の実地試験の経済性はこれまで報告されていない。従って、その費用の取りまとめは、どのような形態であれば起業できるかを検討する基礎資料となり得る。ここでは、組合で実施された(A)の伐採跡地に散乱している林地残材の山土場への集材(収材・運搬)費と、そこからセンターまでのトラックによる搬出費などを、その総括資料(私信①、p1)から先ず示した。そこでは、跡地での重機による林地残材の集材と山土場から林業センターまでの搬出の労務費と燃料費が一括表示されている。それによると、山土場からセンターまで片道13km程であるにもかかわらず林地残材の収集費は極めて高くなった。

そのため、ここではどの作業に問題があり、どう改善すると収集費用がどの程度引き下げられるのか、概算の基になった詳細資料(私信①、2-3p)から、各作業の費用を積み上げ、収集費の高い原因とその低減対策を検討した。

2. 林地残材の収集費用

ここでは、林地残材収集の各作業の費用を提供された詳細資料を基に計算し、これらを積算して林地残材の収材、地拵・運搬および搬出などの総費用とした。この総費用から、似た条件の対象地での地拵の費用を同じ面積の基準費用に調整して算出される仮想的地拵の費用を差し引くと、林地残材の仮想的集材(収材、運搬)費用を算出できる。ここでは、この仮想的集材費および搬出費などの合計を林地残材の収集費と定義する。

試験における林地残材の収集単価を知るには、所要費用



図1 伐採跡地の林地残材
Fig.1 Residual Biomaterials Released on the Cutting Place



図2 センター前に集積された林地残材
Fig.2 Collected Residual Biomaterials at the Center

を収集量で割れば良い。この実地試験で伐採跡地の山土場から林業センターまで搬出された林地残材の総量は組合への報告書(小澤2008)および組合担当者との情報交換から約333m³と推算した。

2.1 林地残材の収集状況

山土場における林地残材の収材および林業センターにおける集積状況を図1および図2に示す。

2.2 組合による林地残材の収集費用

2.2.1 伐採跡地①(1.24ha)における普通地拵費

これは、山土場における林地残材の収集費を算出するとき、地拵の基準費用に用いるものである。対象地における地拵は、3台のパワーショベル三菱311(バケット容積:0.4m³)、日立125(バケット容積:0.4m³)および三菱322(バケット容積:0.7m³)を用いて、3人で2日間、延べ

26.1hの作業時間を要した。労務費、重機の燃料費はそれぞれ次の通りである。

労務費：延べ 6名	@14,500円	87,000
燃料費：		
重機燃料	242ℓ	20,008
人員輸送トラック燃料	7.5ℓ	930
燃料費小計	249.5ℓ、@124円/ℓ	30,938
合計		117,938 (円)

従って、1.22ha当たりの基準費用に調整すると116,000(円)であり、単位面積当たり、約94,350(円/ha)である。

2.2.2 伐採跡地②(1.22ha)における林地残材の収集費

総括資料では、収集の総費用は次の通りである。

労務費：延べ31名	@14,500円	449,500
燃料費：重機燃料	784ℓ	101,308
合計		550,808 (円)

2.2.3 林地残材の収集費

上の値から、基準地拵費116,000円を引くと林地残材の収集費は

$$550,808 - 116,000 \div 134,808 \text{ (円)}$$

従って、収集費用の単価は333m³で割ると、

$$434,808 / 333 \div 1,310 \text{ (円/m}^3\text{)}$$

となる。さらに、木質部の総重量40,200kgで割ると、

$$435,000 / 20,200 \div 10.8 \text{ (円/kg)}$$

であり、いずれも、高価であることがわかる。

そこで、詳細費用の資料を用いて、以下に各作業の費用を別途計算し、そこから原因を調べ、低減対策を検討した。

2.3 積算による林地残材の収集費の試算

2.3.1 ①(1.24ha)における普通地拵費用

基準の地拵費を2.1.1と同じ資料で計算した。

労務費：延べ5.8名*	@14,500円	84,100
燃料費：重機燃料	242ℓ	30,008
人員輸送トラック燃料	7.5ℓ	930
小計	249.5ℓ、@124円/ℓ	30,938
合計		115,038 (円)

(*) 詳細資料を検討すると、13km離れた伐採跡地における作業員の正味の労働時間は4.5h/d、程度である。ここでは、労務費の扱いは時間に厳しく見積もった。現実的には組合総括資料の6名であろう。

①と②、2つの試験地の面積にわずかな差があるため、地拵の費用を1.22haに調整して、②における仮想的な地拵の基準費用を求める。

$$115,038 \times (1.22 / 1.24) = 113,183 \text{ (円)}$$

従って、1.22haの基準地拵費は113,000円程度である。単

位面積当たり地拵費用は約93,000(円)である。

2.3.2 ②(1.22ha)における林地残材の収集費用

この際、一連の少なくとも6種類の工程は次のような順序で実施された。

- (1) センターから山土場へのトラックによる人員輸送→
- (2) 伐採跡地での重機による残材集め(収材)→
- (3) 重機による地拵・林道脇山土場への運搬→
- (4) 重機による残った残材の山土場への運搬→
- (5) 中小型トラック3台による山土場からセンターへの搬出→
- (6) センターにおける残材の荷降ろしと集積

①の普通地拵の場合は、(1)と、(3)における地拵のみが行われ、(2)、(3)、(5)、および(6)の各作業は不要である。

これらの作業内容は以下のそれぞれの項目で順に補足した。

一般に、製品の原価は固定費(設備償却費、金利、労務費)および変動費(原料、水、電力、燃料費など)から成るが、ここでは作業員が現場ごとの日雇い契約であるため労務費は変動費扱いとするのが適切であろう。

2.3.2.1 作業員のトラック輸送燃料費

林地残材の収集作業は5日間にわたって行われ、ダットサントラックによるセンターから山土場までの作業員の輸送は5回、総走行距離は180km、その燃料は30ℓ(@124円/ℓ)であった。従って、その燃料費は次の通りである。

$$30 \times 124 = 3,720 \text{ (円)}$$

2.3.2.2 伐採跡地における林地残材の集材費

(3)の地拵・残材運搬作業の前処理として上記3台のパワーショベルを用いて、3人で集材が行われた。表1に重機の燃費など、この作業の状況を示す。

表1 集材における重機の稼働状況

重機の種類	作業時間	燃費(ℓ/h)*	燃料消費量(ℓ)
三菱311	3.5	9.09	311.8
日立125	3.8	9.64	36.6
三菱322	3.5	11.5	40.2
合計	10.8		108.6

* 作業における実測値で、2、3表でも同様である。

表1から、労務費と燃料費を足した合計の集材費は次のようになる。

労務費：延べ2.40名、@14,500円	34,800
燃料費：108.7ℓ、@124円/ℓ	13,479
合計	48,279 (円)

作業人員の2.4名であるが、この作業は他の作業と一連で行われているので、端数の残りの分は他の作業に従事したと考えれば問題ない。以下の作業においても人員に端数が出る場合があるが、同じ様に取り扱った。

2.3.2.3. 地拵・残材の運搬費

切り離せないこの作業に要した重機、その燃料費および作業員の時間数などは表2の通りである。

表2 地拵・残材の運搬における重機の稼働状況

重機の種類	作業時間	燃費(ℓ/h) *	燃料消費量(ℓ)
三菱 3 1 1	8.5	9.09	77.3
日立 1 2 5	5.9	9.64	56.9
三菱 3 2 2	8.5	11.5	97.8
小松 PC125	3.1	5.66	17.6
合計	26.0		249.6

これから、労務費と燃料費を足した地拵・残材の運搬費は次の通りである。

労務費： 人員5.78名、@14,500円	83,810
燃料費： 249.4ℓ、@124円/ℓ	30,926
合計	114,736 (円)

2.3.2.4. 運搬費

この費用は、地拵・運搬の同時作業で林道脇に集めきれなかった林地残材を後日、重機で土場まで運搬したときのものである。その作業状況を表3に示す。

表3 運搬における重機の稼働状況

重機の種類	作業時間	燃費(ℓ/h) *	燃料消費量(ℓ)
三菱 3 1 1	1.2	9.09	10.9
日立 1 2 5	4.3	9.64	41.5
小松 PC125	2.2	5.66	12.5
合計	7.7		64.9

従って、労務費と燃料費を足した運搬費は、次の通りである。

労務費：延べ1.71名、@14,500円	26,334
燃料費： 64.8ℓ、@124円/ℓ	8,035
合計	34,369 (円)

2.3.2.5 山土場から林業センターへの搬出費

以上の作業により林道脇山土場に集められた林地残材のセンターへの搬出は、3台の中・小型トラック(各1台2名乗車)を使い、4日間にわたって合計43回実施された。

その結果、林業センターに林地残材333m³が集積された。

各トラックの運行状況を表4に示す。

表4 中・小型トラックの搬出における運行状況

	往復回数(回)	走行距離(km)	燃料消費量(ℓ)
コンドル (7.5t 車)	11	270	114
ファイター (4t 車)	15	416	112
日野ダンプ (5t 車)	16	418	105
合計	43	1,104	331

従って、労務費と燃料費を足した搬出費は次の通りである。

労務費： 延べ21名、@14,500円	304,500
燃料費： 331ℓ、@124円/ℓ	41,044
合計	345,544 (円)

搬出の延べ人員は3(台)×2(名/台)×4(d)により見かけ上24名となる。しかし、作業表を細かく見ると、4日目は搬出回数が少ないので、この差3名分に相当する人員は、例えばブルドーザー CT35による次の集積作業に従事したとも考えられる。

この値から、山土場から林業センターまでの搬出の労務費が林地残材収集費の中で極めて高い割合を占めることがわかった。これは、組合手持ちの中小型普通トラックを1台2名乗車で利用したこと、またそのトラックに残材を最大限積むための箱型荷台が付いていないことなどのためであろう。

2.3.2.6. 林業センターにおける集積費

ブルドーザー (CT35) 1台により、3日間、トラックから降ろされた林地残材の集積に延べ12.2h* 作業が行われた。従って、労務費と燃料費を足した集積費は、

労務費：人員 2名、@14,500円	29,000
燃料費： 33ℓ、@124円/ℓ	4,092
合計	33,092 (円)

である。

(*) この場合、作業員の移動がないので労働時間は6h/d程度であろう。

2.3.2.7. 林地残材の総収集費および収集費

以上の計算結果から、先ず総収集費を積算し、これから地拵の基準費用を引いて林地残材の収集費を求める。

(1) 林地残材収集の総費用

先ず以上の積算結果を表5に示す。

表5 ②における林地残材収集の総費用

人員輸送費	：	3,720
集材費	：	48,279
地拵・運搬費	：	114,736
運搬費	：	34,369
搬出費	：	345,544
集積費	：	33,092
総計	：	579,740 円

総費用は579,740円となった。組合の算出した総費用550,808円より29,000円ほど高くなったが、これは作業員の延べ数の扱いなどの相違によるものと考えられる。

(2) 林地残材の収集費

この総費用の値から(1)人員輸送費および2. 2. 1における基準地拵費113,186円を引くと、定義による林地残材の収集費が計算できる。

$$579,740 - (3,720 + 113,186) = 462,834 \text{ (円)}$$

すなわち、1.22haの伐採跡地に放置された林地残材333m³の収集費は462,834円である。組合の概算値が示すように大変高価であることが判った。なかでも搬出費は345,544円で、収集費の約75%を占め、搬出費の削減が林地残材収集費を引き下げる鍵であることがわかる。

(3) 林地残材収集の諸単価

単位体積および重量および面積当たりで林地残材の収集費を評価するとそれぞれ、次の通りである。

$$462,834 \div 333 \quad \approx \quad 1,390 \text{ (円/m}^3\text{)}$$

$$462,834 \div 40,200 \quad \approx \quad 11.5 \text{ (円/kg)}$$

$$462,834 \div 1.22 \quad \approx \quad 379,000 \text{ (円/ha)}$$

(4) 集材費および運搬費

両者の和は伐採跡地で林地残材を林道脇の山土場へ集めるのに必要な費用である。これに搬出費を加えたものが、ほぼ林地残材の集材費に相当する。

$$48,276 + 34,369 = 82,648 \text{ (円)}$$

両者が林地残材収集費に占める割合は、17.9%である。すなわち、森林育成に不可欠な地拵の費用に重機稼動のための変動費82,648円を加えると、伐採のときに発生した林地残材を山土場に集める事ができる。

その単価は、1ha当り、

$$82,648 / 1.22 \approx 67,744 \text{ (円/ha)}$$

であり、およそ8万円/haである。

3 搬出費低減の課題および対策

林地残材収集費低減の鍵は搬出費の削減であり、その労務費を引き下げることであることが明らかになった。

そのためには、(1)トラック乗車人員の削減、(2)トラックへの箱形荷台の取り付けと大型化、(3)集材作業の合理化などが考えられる。

(1)の場合、試験での搬出には手持ちの中小型トラックをそのまま使用しているので、必ずしも収集費を十分意識したものではないと想定される。従って、1名乗車で搬出作業を全て実施できれば労務費は半減する。

また、(2)では、箱の付いていない中小型トラックを3

台使用したので、山土場とセンターとの間の往復が43回と多くなった。しかし、箱形荷台を取り付け、更に大型トラックが山土場まで入ることが出来れば、その回数をも削減できるため、人員が削減でき、燃料費も同時に減らすことができる。

さらに、(3)については、今回伐採跡地で収集した林地残材は土砂の含有率が36%もあって、高品質なものではなかった。これについては、伐採当初から林地残材の利用に配慮した集材作業を行えば、残材の形状制御や、土砂の付着量を十分削減できる。その結果、伐採跡地における集材(収材・運搬)費も相当削減できると考えられる。

塩山への輸送試験では、箱型荷台付き12t車(33.1m³)に土砂36%の付着した林地残材を1回に付き約40m³、5回で約200m³運ぶことができた。この値が山土場からセンターへの林地残材の搬出に適用できると仮定すると、山土場で333m³の林地残材はセンターでは276m³に縮減できることになる。

この林地残材から土砂を取り除いた木質部分の見かけ密度は、121kg/m³である。

伐採跡地における333m³の集材量を含めて、この値は議論のあるところであろう。しかし、ここでは、この体積を基準に以下の試算を行った。

3.1 箱形荷台付7.5t車、1名乗車による搬出費の低減

3.1.1 搬出回数と人員の削減

これは荷台を箱型に改造するだけであるうえ、現在の林道でも山土場まで入れることが実証されているので、直ちに実施できる可能性があり、現実的である。

先の例では、12t車の箱(33.1m³)に約40m³積めたことから、比例計算すると7.5t車の箱型荷台(体積:20.7m³)には、山土場で約25m³の林地残材が縮減して積み込める。この場合、搬出回数は、

$$333 \div 25 \approx 13.3 \text{ 回}$$

である。

3.1.2 山土場からセンターまでの一日の搬出回数

この場合、センターから試験地までの距離は13km程度で距離が長くないので、山土場における残材のトラック荷台への積み込み、センターへの搬出、センターでの積み下ろしを含めて、1日4回程度往復して搬出された。一般には、山土場とセンターとの距離、道路状況、作業員の技術などにより変るはずである。

今回の条件下では、慣れた作業員ならば1日2から3往復できるとすると、搬出費を形成する労務費と燃料費は、それぞれ

$$\begin{aligned} \text{労務費} &: @14,500 \text{円} \times (13.3 / 2 \sim 3) = 96,400 \\ &\sim 64,300 \text{ (円)} \end{aligned}$$

燃料：(26 km (輸送距離) × 13.3 (回) ÷ 2.2 (km / ℓ : 燃費)) = 157 (ℓ)	～ 48,300 (円)
燃料費： 157 × @124 (円 / ℓ) ≙ 19,500 (円)	燃料費： 26 × 10 ÷ 2 = 130ℓ 130 × @124円 / ℓ = 16,120 (円)
合計 115,900 ～ 83,800 (円)	合計 88,620 ～ 64,420 (円)

であり、搬出費は 34%～24% に低下する。
したがって、林業センターでの縮減された林地残材の搬出費用は

$$116,900 \sim 83,800 \div 276 \div 321 \sim 304 \text{ (円 / m}^3\text{)}$$

である。
重量基準にすると、その見かけ密度121 (kg / m³) から搬出単価は

$$420 \sim 304 \div 121 \text{ (kg / m}^3\text{)} \div 3.47 \sim 2.51 \text{ (円 / kg)}$$

に低減できる。

3. 1. 3. 伐採跡地における集材費：

一方、伐採跡地における集材費は先に求めた試験値 82,648円を集積量333m³で割ると、

$$82,648 \div 333 \div 248 \text{ (円 / m}^3\text{)}$$

単位体積当たり 248 (円 / m³) である。縮減されてセンターに集積された 1 m³の残材は、その縮減率から伐採跡地では 1.21 m³ 収集する必要があるからセンターに集積されたものの集材単価は

$$248 \times 1.21 \div 300 \text{ (円 / m}^3\text{)},$$

従って、搬出費と合わせたセンターに集積された林地残材の収集単価は

$$300 + (420 \sim 304) = 720 \sim 604 \text{ (円 / m}^3\text{)}$$

重量基準で

$$(720 \sim 600) \div 121 = 5.95 \sim 4.99 \text{ (円 / kg)}$$

5～6 (円 / kg) 程度に低下する。

3. 2. 箱形荷台付き 10 t 車の場合

3. 2. 1. 搬出費単価の低減

同様に、この場合は箱型荷台27.6m³に山土場で33.4m³の残材が積める計算である。従って、積み込み、積み下ろしを含めたトラックの往復回数は、次のように10回で済む。

$$333 \div 33.4 = 10.0 \text{ 回}$$

この場合も 1 日に 2～3 回往復できるとすると、その費用は次の通りである。

$$\text{労務費：} @14,500 \text{円} \times (10 / 2 \sim 3) = 72,500$$

センターへの林地残材の搬出費は更に

$$(88,600 \sim 64,400) \div 276 \div 321 \sim 233 \text{ (円 / m}^3\text{)}$$

1 / 7～1 / 9 と大幅に低下する。

3. 2. 2. 林業センターにおける収集費単価

従って、集材(収材、運搬)費を含めて収集費単価は

$$300 + (332 \sim 241) = 632 \sim 541 \text{ (円 / m}^3\text{)}$$

$$(632 \sim 541) \div 121 = 5.22 \sim 4.47 \text{ (円 / kg)}$$

5 (円 / kg) 前後に低下する。

3. 3. 伐採と集材との連携および箱形荷台付き中型車による搬出の場合

3. 3. 1. 集材費の推定

さて、伐採跡地では伐採、地拵・運搬作業、集材などの計画的連携作業が実施されたとき、実地試験における集材費がどの程度まで低減できるかは実施して見ないとわからないのが実情である。しかし、一つの目標値としてその費用が切り捨て残材の実地試験費用の半分程度、150円 / m³ に低下できるものとする。

3. 3. 2. 箱型荷台付き10 t 車(1名乗車)の場合の収集費

これは、究極の目標値といえるものである。上の目標集材単価とそれぞれのトラックによる搬出費と合わせて、林地残材収集費が計算できる。

搬出費と合わせて、林地残材収集費は

$$150 + (332 \sim 241) = 482 \sim 391 \text{ (円 / m}^3\text{)}$$

である。

重量基準では、

$$(482 \sim 391) \div 121 = 3.98 \sim 3.23 \text{ (円 / kg)}$$

3.5 (円 / kg) 程度まで低下する。

先の報告(久保山2004)では、ユニック付10 t トラックの償却費や補修費は人件費を上回り、燃料費の10倍にも達するとされる。従って、新規に重機や大型トラックを購入してその償却をしながら経営を行う一般的な事業としては、今回のような林地残材のエネルギー利用の経済性が極めて厳しい事は明らかである。

一方、山口県の例で、石炭昆焼の火力発電用ボイラーチップ用の実績では、50 km の県内から収集した林地残材のセ

ンターへの平均集積単価は4.2 (円/kg) であり、発電所内にチップ化システムを構築すればチップ化費用も現在の1万円程度から2千円弱に低下でき、年間3万t規模の利用を目指している。

したがって、10 t 箱形荷台程度の中型車が伐採跡地の山土場に入れるような林道整備に加え、伐採作業と集材との連携による高品質林地残材の効率収集計画などの改善策により地産地消を前提とすると、林業センターはもちろん周辺地域までの集積費用は、山口県、岩手県など全国各地で始まっている林地残材の利用拡大によるコストと同等以下の水準まで低下出来ることがわかった。

組合の運営上、伐採による用材販売や跡地の地拵、植林、下刈り、間伐など森林の管理・育成は不可欠な事業である。そして、管理地は主に演習場であるため、立ち入り日数が制限されており、通年行えるものではない。そのため、所有している重機やトラックをそれらの遊休時に活用することを前提とした企画と考えると、このような林地残材の利活用の可能性は大きい。

4 むすび

ここでは、林地残材と重油とのエネルギー基準での価格の比較により、その可能性を指摘して結びとする。

林地残材と重油とのエネルギー基準での価格評価は報告書(小澤2009)に試算結果が示されているが、その一部を修正して以下に示す。

この実地試験で収集した林地残材からの試料は

A重油のエネルギー換算で19.98 (ℓ/m³)

相当であった。一方、この実地試験でセンターに集積された333 m³の林地残材の収集費単価は1,390 (円/m³)である。

この値から重油の熱量とこの林地残材の熱量とをエネルギー基準でその価格(円/m³)を比べると、重油の相当価格は

$1,390 \text{ (円/m}^3) \div 19.98 \text{ (ℓ/m}^3) \div 69.6 \text{ (円/ℓ)}$

と、算出される。センターに集積した林地残材1 m³は、エネルギー基準で1ℓ当たり70円のA重油相当であることが判った。

この実地試験における試算価格は変動費のみとはいえ、この場合原価に相当するものである。現在の重油価格は80 (円/ℓ) 程度であるが、重油バーナーは使いやすく、安価なため、この価格帯の林地残材では重油との競争は難しいと思われる。

しかし、十分練られた計画により、縮減された高品質の残材が収集できると単位体積当たりの密度は約1.21倍に上昇するので、単位体積当たりの発熱量も1.21倍に上昇する。すなわち、この場合A重油のエネルギー換算で約24.2 (ℓ/m³) に達する。そこで、現在でも山土場に入れる可能性

があり、現実的な箱型荷台付き7.5 t 車で搬出できたとすると、その収集費原価は570～454 (円/m³) であるから、相当の重油価格は、

$(570 \sim 454) \text{ (円/m}^3) \div 24.2 \text{ (ℓ/m}^3) \div 23.5 \sim 18.8 \text{ (円/ℓ)}$

である。

すなわち、センターに集積された林地残材は、エネルギー基準で1ℓ当たり20円程度のA重油相当である。

この程度の価格にまで林地残材の収集原価が低減できれば富士北麓地域には魅力的な木質エネルギー資源が林業センターに集積できる可能性がある。

また、この林地残材利用により、A重油換算で6,660ℓが節約でき、重機、トラックなどの軽油消費量を差し引くとエネルギー換算で6,300ℓ相当のA重油となり、約17,000 kg (14,000kg/ha) の二酸化炭素を削減できる。

これからの自然エネルギー活用によるエネルギー確保と二酸化炭素の排出削減、原油価格の上昇傾向などを考慮すると、富士北麓地域においても林地残材の利用者を含めたプロジェクトチームにより、具体的な検討を進めることが望まれる。

謝辞

本報告をまとめるにあたり、その機会と様々な資料や情報を快く提供していただいた富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合に厚くお礼を申し上げます。

引用および参考文献

- 小澤雅之、岩岡正博、古屋清人、菅野明芳 (2008) 林地残材の輸送およびチップ化作業の実測調査. 日本エネルギー学会大会講演要旨集 (17) : 156-157
- 小澤雅之、古屋清人、菅野明芳 (2009) 林地残材の輸送およびチップ化作業の実測調査. バイオマス科学会議発表論文集 (4) : 2-3
- 小澤雅之 (2008) 林地残材の輸送の実証試験結果に関する報告書 (富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合)
- 菅野明芳 (2008) 製材工場における製材端材・林地残材のチップ化とチップボイラー燃焼に関する検討. 森林利用学会誌22 (4) : 301-304
- 久保山裕史 (2004) 林地残材の低コスト収集の可能性について. 日本エネルギー学会大会講演要旨集 (13) : 224-225
- 私信 (2008) “富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合” 造林事業(地拵)における林地残材の木質バイオマス利用可能量の調査; ①1 pの総括資料と2 pの詳細資料、②収集状況の写真集
- 富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合要覧 (2009) “森林への誘い”
- 富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合 (2005) 地域新エネルギービジョン策定等事業報告書

富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合(2006) 地域新
エネルギービジョン策定等事業(重点テーマに係る詳細
調査) 報告書

森口敬太、鈴木保志、後藤純一、稲月秀昭、山口達也、白
石祐治、小原忠 日本林學會誌(2004) 林地残材を木質
バイオマス燃料として利用する場合のチップ化と運搬コ
スト.86(2):121-128

山口県、岩手県の各ホームページ掲載資料