

## 木質バイオマスの有効利用に向けて カラマツの未利用バイオマス量調査

酒 井 明 香

### 注目を浴びる木質バイオマス

近年、化石燃料に代わる循環型資源の一つとして木質バイオマスが脚光を浴びています。木質バイオマス資源が“環境に与える負荷の小さいエネルギー源”とされる主な理由は以下の3つです。

化石燃料と違い、植林することで再生可能

植物体は、もともと光合成によって空気中の二酸化炭素を吸収してつくられたものである。したがって燃焼させても吸収したCO<sub>2</sub>が放出されるだけで、結果として空気中のCO<sub>2</sub>を増やさない(カーボンフリー、またはカーボンニュートラルと呼ばれる性質)

燃焼時に出す窒素酸化物・硫黄酸化物が少ない

一方で木質バイオマスには、単位あたりの熱量が小さく、嵩が張るといった難点もあります。このような資源特性から、運搬距離をなるべく抑えた“資源立地型”の利用、そして加工になるべく化石燃料を使わないペレットやチップという利用形態に注目が集まっているわけです。

既に道内でも、複数の市町村で木質バイオマスに関する勉強会や協議会が立ち上がり、効率的な利用方法についての検討が始まっています。一部では、既に林地残材からつくったペレットを燃料とするストーブを導入したり、温泉の加熱用に木くずボイラーを導入する等の具体的な動きもみられます。

### どれだけの量が集まるか

ところで、木質バイオマスを地域で利用する場合に問題となるのが「その地域ではどれだけの木質バイオマスが入手できるか」ということです。それを試算する上で、いわゆる林地残材、つまり採材後に林内や土場に残置される枝条や梢端などの未利用バイオマスの発生量が重要になってきます。現在、これらについては十分に明らかになっているとはいえません。バイオマスの発生量は、樹種、林齢、直径、樹高のほか、間伐の回数や採材方法によって大きく異なるからです。

ここでは、足寄町にて2002年の10月に行った、カラマツの間伐・主伐時に発生する木質バイオマス量の計測事例について、その方法と結果を紹介します。なお、木質バイオマスと言えば、通常は製材時の端材や建築廃材、街路樹の剪定枝条なども含まれますが、ここではもっとも賦存量が多く、発生量の試算が難しいとされる林地残材に限って話を進めることとします。

### 部位・集材方法で異なる収集可能性

林地残材は、造材作業時に林内に残置されたままの未利用資源ですが、これらがすべて効率的に利用出来るわけではありません。収集コスト・運搬コストとのかね合いになります。これらのコストを考慮する材料として、バイオマスの部位別の存在場所を表したものが図-1です。

収集コストは、集材方法によって異なります。濃い網がけ部分は、収集コスト・搬出コストが比較的抑えられるため、利用の可能性が高いと思われる部位です。全木集材で発生するバイオマスは、ほとんどが土場に集積されるため、利用価値が高いと言えます。薄い網がけ部分は、人力での収集にかなりの労力がかかり、利用対象とするには収集方法の十分な検討が必要な部位です。いずれにせよ、林地残材

部位	伐採・集材区分	除伐	間伐・主伐		
			短幹	全幹	全木
枝条	林内に残置	林内に残置	林内に残置	林内に残置	一部が集材過程で脱落 土場造材で大量発生、堆積
梢端					土場造材で発生、堆積
中抜き未利用部					土場造材で発生、堆積
幹(パルプ材) 幹(一般材)					林外搬出(現在利用されている)
元木未利用部		林内に残置	土場造材で発生、堆積	土場造材で発生、堆積	
伐根		林地に残存			

利用対象とするには環境面から好ましくない

図 - 1 バイオマスの部位別の存在場所

■ コスト面から利用対象として有望    □ 利用対象とするには要検討(搬出コスト次第)

の資源化には、それが町まで運ばれてくるようなインセンティブを与える補助制度を考える必要がでてくるでしょう。

集材方法については、樹種や集材する季節、あるいは造材業者により異なると思われませんが、出来るだけ多くのバイオマスを安価で収集するためには全木集材が望ましいでしょう。地域でバイオマス資源を効率的に利用するためには、搬出システムからの検討が不可欠ということになります。

未利用バイオマス発生量調査の概要

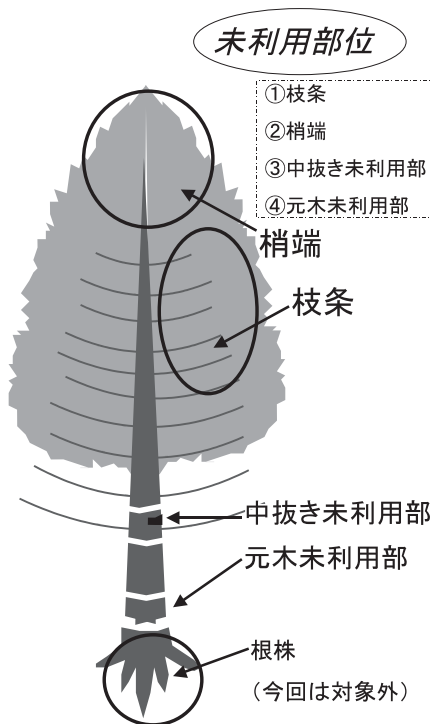


図 - 2 バイオマス重量の計測対象

足寄町は、2001年より木質バイオマスの地域内有効利用に向けての取組を進めています。2003年3月には足寄木質ペレット研究会が発足し、さまざまな原料を用いたペレットの試作が始まりました。今後、町内産のペレットを町内で消費するというエネルギーの地産地消に向けて、新庁舎などでのペレットボイラー導入を検討中です。

その足寄町において、造材作業でどれだけのバイオマスが発生するのか調査を実施しました。調査は2002年10月の10日から2日間、足寄町有林内のカラマツ林(268-40林小班ほか)にて、足寄町役場や足寄町森林組合、京都大学演習林、十勝森づくりセンター足寄事務所の協力の下に行われました。

まず伐採(間伐・主伐)を実施し、森林組合の職員の方に採材をお願いしました。採材されたものは一般材とパルプ材に、未利用部は 枝条, 梢端, 欠点があった場合の中抜き未利用部, 曲がりがあった場合の元木未利用部の計4部位に分類して計測しました(図-2)。この から

の合計重量は、全幹集材を行い、土場造材で発生した未利用部に加え、林内に残置された枝条も全て収集した場合の未利用バイオマス量に相当します。

部位ごとに人力、あるいは重機を使って持ち上げ、重量の計測にはバネばかりを使用しました(写真-1・2)。なお、サンプルを持ち帰り、絶乾後の乾重量から含水率を求めました。以後、重量に関する記述は、断りのない限りこの含水率を用いて換算した乾重量とします。



写真 - 1 枝条重量の計測



写真 - 2 重機を用いた幹重量の計測

### 間伐・主伐で未利用バイオマスはどれだけ発生するか

最初に、カラマツ25年生林分を定性間伐し(本数間伐率20%),枝条については林内で、その他の部位については土場で重量を計測しました。計測の結果、伐採木の総重量の66%は一般材やパルプとして出材されており、残りの34%がバイオマスとして未利用のまま林内に残置されていることがわかりました。なお、伐採木44本の平均直径は18cm,平均樹高は17mでした。伐採木1本当たりの重量およびバイオマス発生量の分布は図-3のとおりです。各伐採木について、立木材積とバイオマス発生量の間

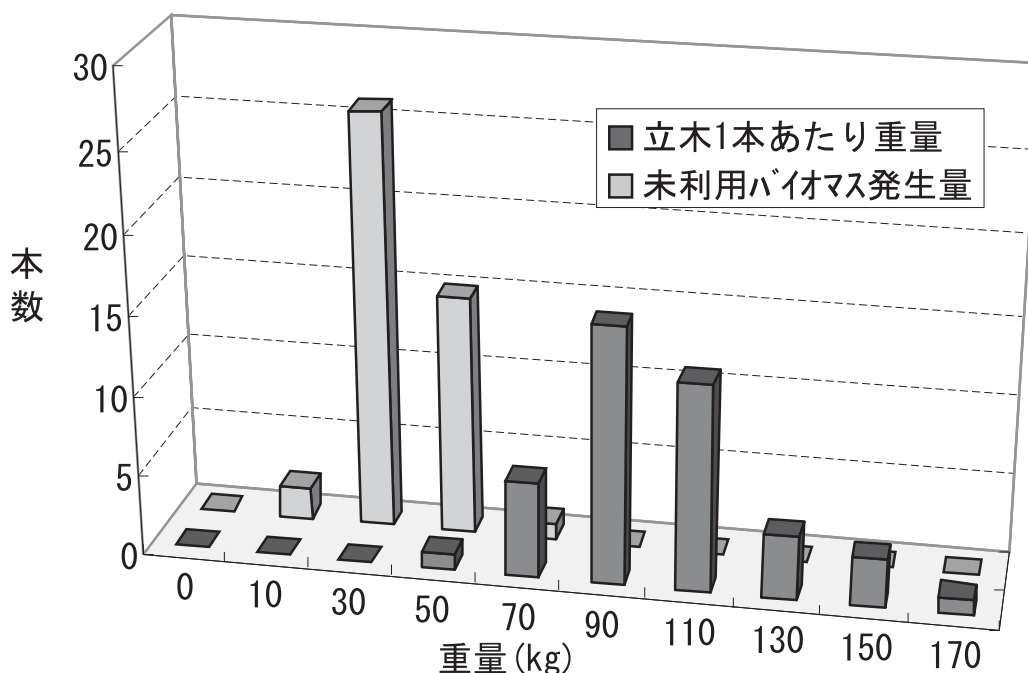


図 - 3 伐採木1本当たりの重量およびバイオマス発生量の分布(間伐)

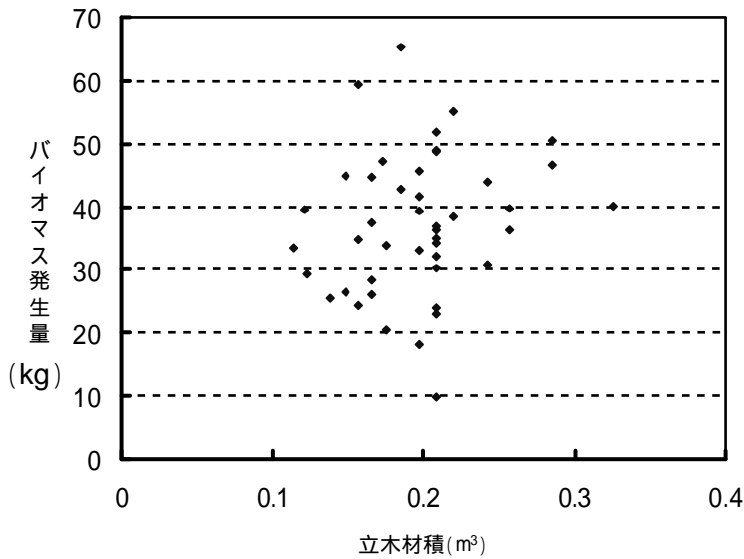


図 - 4 立木材積とバイオマス発生量 (間伐)

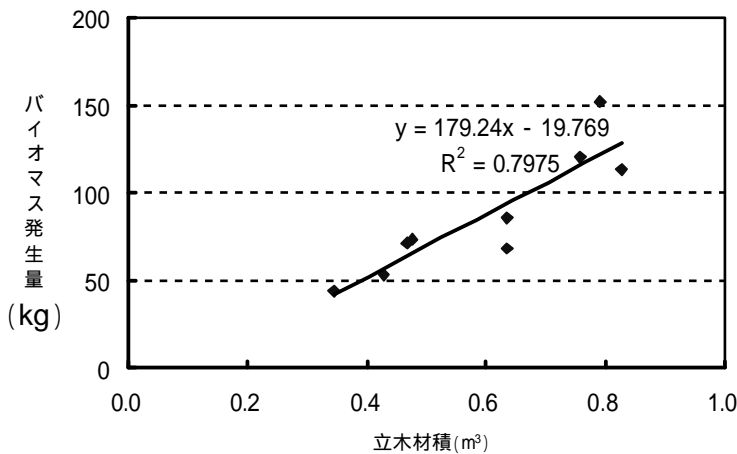


図 - 5 立木材積とバイオマス発生量 (主伐)

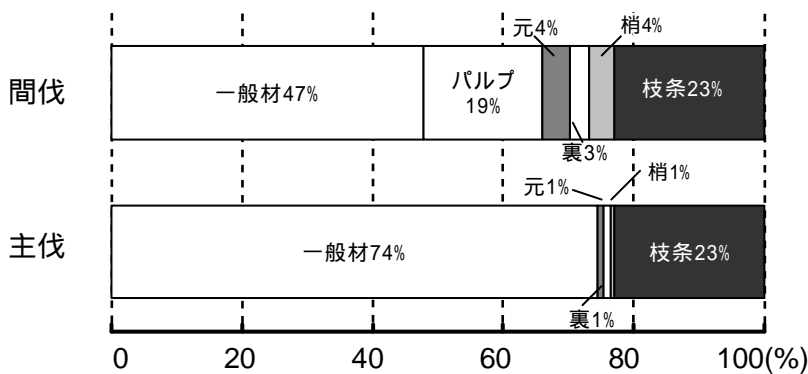


図 - 6 全木に占めるバイオマス発生量の部位別割合  
 元：元木未利用材  
 裏：中抜き未利用材

相関はみられませんでした(図 - 4)。これは、枝条は木の大きさに比例して多くなるのに対し、元木未利用部・中抜き材などの端材の発生が不規則であること、つまり採材の仕方が大きく響いていると思われる。

次に主伐です。現在までに3回の間伐を実施している、カラマツ32年生林分を対象としました。枝条は林内で、その他の部位は土場にて重量の計測を行いました。その結果、この事例ではパルプ材としての利用がなく、伐採木の74%は一般材として利用されており、残りの26%が未利用であることがわかりました。なお、主伐木は間伐木に比べ重量の計測に多大な労力と時間を要するため、今回は9本分の計測にとどめました。あらかじめさまざまな直径の立木を選んで伐採しました。伐採木の胸高直径、材積、重量は表 - 1のとおりです。

伐採木について、立木材積を横軸に、バイオマス発生量を縦軸にとると、高い相関関係がみられました(図 - 5)。

間伐・主伐それぞれのバイオマス発生量を全木に占める割合で比較すると(図 - 6)、未利用部のうち、枝条部の割合はほとんど差がないことがわかります。つまりこの例では、間伐・主伐を問わず、乾重量のおよそ2割強が枝条として発生し、さらに間伐の場合は根曲がりや中抜きなどいわゆる欠点部分が約1割、端材として加わっていたこととなります。

表 - 1 伐採木の直径・材積・重量 ( 主伐 )

胸高直径(cm)	樹高(m)	立木材積(m <sup>3</sup> )	全木重量(kg)	未利用部重量(kg)
22	19.0	0.343	204.8	44.1
24	20.2	0.427	226.5	53.1
24	21.5	0.468	294.9	71.6
26	19.0	0.476	286.5	73.1
28	21.5	0.635	302.0	68.4
28	21.8	0.635	371.7	86.2
30	23.2	0.758	470.9	120.4
32	21.1	0.789	504.6	151.6
32	21.8	0.825	441.1	113.6

集材距離を考慮すると

足寄町の事例では、枝条の重量計測を林内にて実施したため、集材距離を考慮していません。カラマツは、全木集材を行うと集材過程で枝条が脱落しやすいことが知られています。

そこで、集材距離を考慮したバイオマス量について、道有林空知管理区26-54林小班（赤平市赤間の沢）にて2000年7月に行った計測事例を合わせて紹介します。39年生のカラマツ人工林の間伐の事例です。伐採箇所から土場までトラクタで全木集材したのち採材を行い、その結果残った未利用バイオマスの重量を、枝条と端材に分けて計測しています。なお、重量の計測は単木ではなく、一度に集材した数本分をまとめて計測しました。集材は計8回で、伐採箇所から土場までの距離はそれぞれ24m, 58m, 163m, 163m, 213m, 263m, 263m, 295mです。

結果は図 - 7 のとおりです。この事例では、集材距離がおおむね200mを超えると、枝条量はおよそ半分ほどに減少しました。足寄と赤平の事例をそれぞれ立木材積1m<sup>3</sup>あたりのバイオマス発生量で比較す

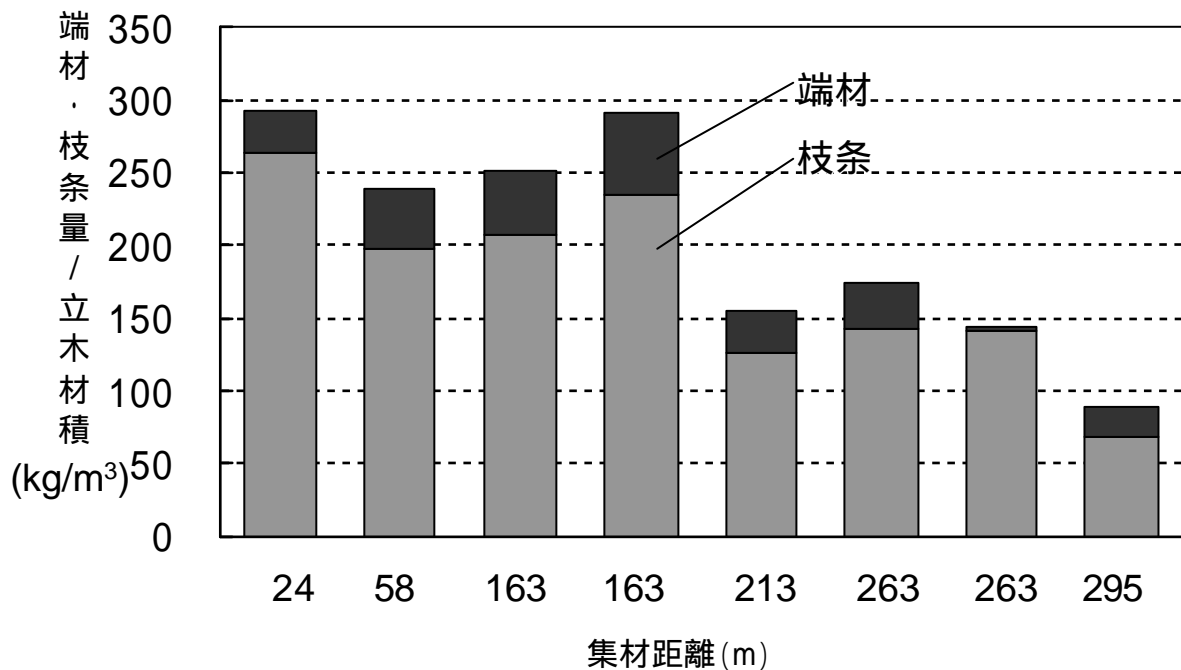


図 - 7 集材距離と立木 1 m<sup>3</sup>あたりバイオマス発生量 ( 生重量 )

ると、それぞれ足寄間伐196kg/m<sup>3</sup>、足寄主伐146 kg/m<sup>3</sup>、赤平間伐104 kg/m<sup>3</sup>のようになりました(表 - 2)。また、haあたりに換算すると、足寄間伐が約2t、足寄主伐が約43t、赤平間伐で約1tとなっています。

表 - 2 未利用バイオマス発生量比較

	足寄町間伐	足寄町主伐	赤平町間伐
樹種	カラマツ	カラマツ	カラマツ
林齢(年)	25	32	39
平均直径(cm)	18	32	26
測定場所(枝条)	林内	林内	土場
測定場所(枝条以外)	土場	土場	土場
立木1m <sup>3</sup> あたり未利用バイオマス発生量(kg/m <sup>3</sup> )	196	146	104
全木に占める割合(重量%)	34	25	-
haあたり発生量(t)	2	43	1

注 赤平町の事例では全木重量未計測のため「全木に占める割合」は記載なし  
 足寄町間伐「haあたり発生量」は、0.8haから44本伐採し、約1600kgの未利用バイオマスを得たことから1haあたりに換算  
 足寄町主伐「haあたり発生量」は500本/haを皆伐することを想定  
 赤平町間伐「haあたり発生量」は調査面積9.28haの未利用バイオマスを1haあたりに換算

#### 木質バイオマスの活用に向けて

市町村単位のような小さな地域で、木質バイオマスをを用いた循環型エネルギー利用システムを検討する際の基礎的な資料として、カラマツの未利用バイオマス発生量の調査を行いました。足寄町の例では、未利用バイオマスは重量ベースで全木の約2割強発生し、間伐の場合はそれに加えてさらに約1割の端材が発生しました。全木集材の事例では、集材過程がおおむね200mを超えると枝条は約半分に減少しました。

どんな林分からどれだけのバイオマスが発生するかを一般化するにはさらに多くの事例と比較し検討する必要があります。経営科ではそれに加えて「バイオマスがいくらかで町まで出てくるか」という点も検討し、情報を提供していく予定です。

なお、本調査に当たり、足寄町・足寄町森林組合・京都大学演習林・小室産業有限会社の諸氏に多大なご協力をいただいたことに、深く感謝の意を表します。

(経営科)