

## 東北地域における木質バイオマス発電のための未利用木材利用可能量推計

松岡佑典<sup>1</sup>・有賀一広<sup>1</sup>・林宇一<sup>1</sup>・白澤紘明<sup>2</sup>

1 宇都宮大学農学部

2 森林総合研究所林業工学研究領域

**要旨**：本研究では青森県，岩手県，宮城県，秋田県，山形県のスギ，ヒノキ，マツ，カラマツを対象として，用材と木質バイオマス発電のための未利用木材の供給ポテンシャルと利用可能量を推計した。その結果，供給ポテンシャルは用材 11,388,960m<sup>3</sup>/年，未利用木材 2,277,792m<sup>3</sup>/年，利用可能量は用材 1,630,207m<sup>3</sup>/年，未利用木材 326,041m<sup>3</sup>/年と推計され，利用可能量は供給ポテンシャルの 14.3%であった。平成 30 年度の素材生産量 4,667,000m<sup>3</sup>/年と間伐材・林地残材等由来木材チップ利用量 889,600m<sup>3</sup>/年と比較して，用材・未利用木材利用可能量は，それぞれ，35.0%，36.7%であった。また，発電容量 5MW で 10 万 m<sup>3</sup>/年として試算した需要量 951,740m<sup>3</sup>/年と比較して，未利用木材利用可能量は 34.3%であった。100%造林補助，間伐補助，両補助を考慮した場合は，需要量に対する未利用木材利用可能割合は 64.3%，173.5%，181.8%と向上し，この地域の需要を十分に賄えるものとなった。

**キーワード**：FIT，作業システム，補助金，木材交流，供給ポテンシャル

### Estimating the availability of unused materials for woody biomass power generation in Tohoku region

Yusuke MATSUOKA<sup>1</sup>, Kazuhiro ARUGA<sup>1</sup>, Uichi HAYASHI<sup>1</sup>, Hiroaki SHIRASAWA<sup>2</sup>

1 Fac. of Agric., Utsunomiya Univ., Utsunomiya 321-8505

2 Department of Forest Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute, Tsukuba 305-8687

**Abstract**: This study estimated the supply potential and availability of unused materials of cedar, cypress, pine, and larch for woody biomass power generation in Aomori, Iwate, Miyagi, Akita, and Yamagata prefectures. As a result, supply potentials of used and unused materials were estimated at 11,388,960 m<sup>3</sup>/year and 2,277,792 m<sup>3</sup>/year. Then, those availabilities were estimated at 1,630,207 m<sup>3</sup>/year and 326,041 m<sup>3</sup>/year. Therefore, the rate of availabilities to supply potentials was 14.3%. Since timber production, and wood chip usage from thinned woods and logging residues in 2018 were 4,667,000 m<sup>3</sup>/year and 889,600 m<sup>3</sup>/year, rates of used and unused material availabilities to those values were 35.0% and 36.7%, respectively. Furthermore, the demand was estimated at 951,740 m<sup>3</sup>/year from 100,000 m<sup>3</sup>/year with the generation capacity of 5 MW. The rate of unused material availability to the demand was 34.3%. The rates were increased to 68.7% with 100%-silvicultural subsidy, 187.5% with thinning subsidy, and 194.5% with both subsidies. Thus, the estimated availability with both subsidies met the demand sufficiently in this region.

**Key-word**: Feed-in Tariff, Harvesting system, Subsidy, Timber trade, Supply potential

#### I はじめに

2012 年 7 月に再生可能エネルギー固定価格買取制度 FIT(Feed-in Tariff)が開始され，木質バイオマス発電，特に買取価格が高値に設定された未利用木材を燃料とする発電施設が，2019 年 9 月時点で，全国で 112 ヲ所新規認定され，すでに 67 ヲ所で稼働している(7)。未利用木材を燃料として利用することは，林業振興や山村の雇用創出などに貢献すると期待されているが，一方で発電容量 5 MW で年間 10 万 m<sup>3</sup>程度(5)が必要とされる未利用木材を買取期間 20 年間，安定して調達できるか，さらには

FIT 終了後の木質バイオマス発電の採算性が懸念されている。

Yamamoto ら(8)は栃木県全域を対象に，既存の発電施設への聞き取りと地理情報システム GIS を用いた解析により，栃木県における森林の更新費用も考慮した未利用木材の利用可能量を推計し，既存の発電施設における燃料調達の長期的な可能性について検証した。

近年，大型製材工場や木質バイオマス発電施設の設置進展に伴い，木材の流通は都道府県域を超えて広域化しており，より現実的な未利用木材の利用可能量を推計す

るためには、木材の交流を考慮して試算する必要がある。

そこで Battuvshin ら(1)は栃木県と木材交流がある福島県、茨城県、群馬県を対象に加えて試算を行った。本研究では新たに青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県を対象に試算した結果を報告する。なお、これまでに東北地域を対象とした木質バイオマス利用可能量推計には上村ら(4)、Furubayashi ら(2)があるが、上村ら(4)はコストを考慮した利用可能量を推計しておらず、Furubayashi ら(2)は大型木質バイオマス発電所1ヶ所を対象としている。本研究では各県の FIT で認定された発電所を対象として、コストを考慮した利用可能量を推計する。

## II 材料と方法

本研究では、国土地理院の国土基盤情報から 10m メッシュの数値標高モデル DEM、道路データ、各県より民有林の森林 GIS データ、林野庁より国有林の森林 GIS データを取得し、スギ、ヒノキ、マツ (アカマツ・クロマツ)、カラマツを対象として、小班を単位に推計を行った(表-1)。小班の平均面積は山形県で 0.43ha と最小、青森県で 0.93ha と最大で、対象5県では 0.70ha であった。

表-1. 面積と小班数

	面積(ha)	小班数	平均面積(ha)
青森	286,032	309,170	0.93
岩手	533,466	645,342	0.83
宮城	205,975	386,370	0.53
秋田	409,523	527,450	0.78
山形	196,444	452,230	0.43
合計	1,631,440	2,321,562	0.70

解析方法は1)供給ポテンシャルの算出、2)収入の算出、3)支出の算出、4)利用可能量の推計からなる(1)。供給ポテンシャルを算出するために、各県の地域森林計画を参考として伐期、間伐回数及び間伐林齢、間伐率を設定した。例として宮城県における施業林齢と伐採率を表-2に示す。次に、地位、樹種ごとに収穫表作成システム LYCS3.3 を用いてこれらの施業を行った場合の収穫量(m<sup>3</sup>/ha)を推計し、各小班の面積を乗じて伐期全体の収穫量を推計した。そして、伐期全体の収穫量を伐期で除すことにより、1年間あたりの収穫量を推計し、これを本研究では供給ポテンシャルとした。

収入に関しては、利用率を75%、未利用木材のうち15%を燃料材として利用することと想定し、平成30年木材需給報告書(6)における製材用(A材)、合板用(B材)、

木材チップ用(C材)素材価格にそれぞれの全素材に対する比率(表-3)を掛け合わせ、それらを足し合わせることで、用材の平均素材価格(円/m<sup>3</sup>)を求めた。未利用木材は現状、枝葉などの林地残材ではなく、C材と競合する小径材や曲がり材が燃料材として利用されていることから、未利用木材価格はC材価格とした。

表-2. 宮城県施業林齢と伐採率

		施業回数				
		1	2	3	4	5
スギ	施業林齢	15	20	25	35	50
	伐採率(%)	26	28	26	27	100
ヒノキ	施業林齢	18	23	30	42	65
	伐採率(%)	29	29	28	29	100
マツ	施業林齢	20	30	40	50	-
	伐採率(%)	25	17	20	100	-
カラマツ	施業林齢	16	21	29	48	55
	伐採率(%)	26	28	26	27	100

表-3. 素材価格と割合(例:スギ)

	価格(円/m <sup>3</sup> )			割合(%)		
	A	B	C	A	B	C
青森	12,242	10,692	5,400	63	14	23
岩手	11,933	10,692	6,117	53	38	9
宮城	11,308	10,692	5,000	39	46	16
秋田	9,950	9,942	5,242	45	47	8
山形	12,100	10,692	5,550	60	28	12

支出の内、造林費用については、各県の地域森林計画と造林事業標準単価を参考に地拵・植付、下刈り、除伐で発生する費用を計上した(表-4)。なお、造林費用には補助率40%、査定係数1.7として68%の補助金を適用した。一方、除伐以降の間伐と主伐で発生する収穫費用(図-1)については、林分ごとに地形条件に合わせた作業システム(図-2)を設定したうえで算出した。作業システムの設定には、後藤(3)が提示した傾斜と起伏量による作業システム区分を用いた(図-3)。なお、ここでの収穫費用とは収穫林分内での森林作業道作設と材の搬出・輸送における各種作業で発生する費用の合計であり、収穫林分までの到達路網の作設費用は公的資金で賄うものとして、含まないものとした。材の輸送には10tトラックを用いると想定した。出荷先は、用材は原木市場、未利用木材はFIT制度で稼働している発電所とした。

上記で算出する伐期全体の収入と支出を比較し、収支が、山元立木価格(表-5)を上回る小班の供給ポテンシャルを利用可能量として推計した。なお、現状の間伐、それに付随する森林作業道作設に対する補助金は、作業地5ha以上に対して支出されるため、今回のベースとなる試算では、補助金を計上していないが、今後、団地化も含めたモデルを構築する予定であり、団地化した場合の利用可能量増加の可能性を検証するため、間伐及び森林作業道作設に対する補助金も含めた試算も行った。なお、補助金額は造林補助金同様、標準単価の68%とした。また、近年は主伐後の確実な更新を担保するため、各都道府県や市町村による追加の造林補助金により造林費用の100%補助が行われる場合があり、本研究でも100%造林補助金についても試算を行った。

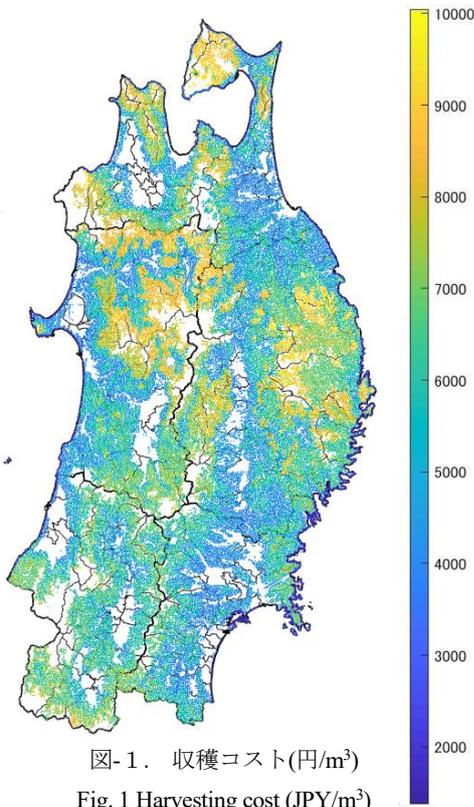


図-1. 収穫コスト(円/m³)  
Fig. 1 Harvesting cost (JPY/m³)

表-4. 造林費用(円/ha)

	スギ	ヒノキ	マツ	カラマツ
青森	1,853,200	1,987,400	1,576,600	1,396,600
岩手	1,798,000	1,987,400	1,418,000	1,508,000
宮城	1,842,400	1,987,400	1,385,800	1,508,000
秋田	1,999,969	1,987,400	1,385,800	1,819,600
山形	2,104,614	1,987,400	1,385,800	1,819,600

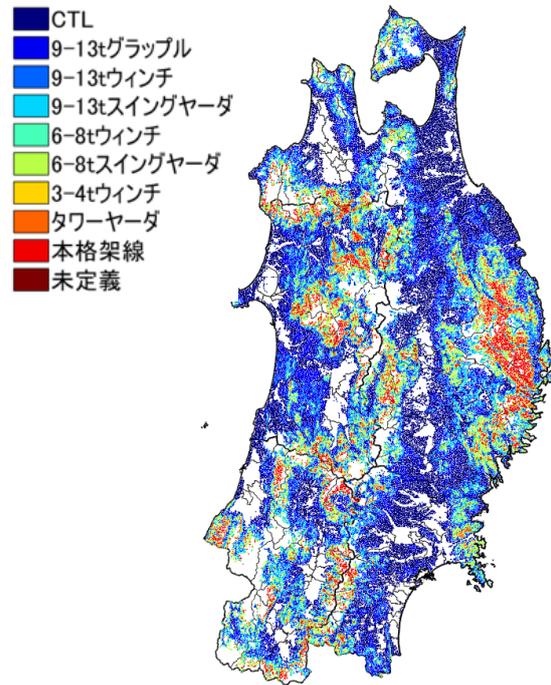


図-2. 作業システム  
Fig. 2 Harvesting system

	起伏量				
	100m未満	100~200m	200~300m	300~400m	400m以上
15° 未満	CTL	CTL	CTL	-	-
15~20°	9-13t	9-13t	9-13t	9-13t	-
	グラップル	グラップル	ウィンチ	スイングヤーダ	-
20~25°	9-13t	9-13t	9-13t	9-13t	9-13t
	グラップル	ウィンチ	ウィンチ	スイングヤーダ	スイングヤーダ
25~30°	-	6-8t	6-8t	6-8t	6-8t
	-	ウィンチ	スイングヤーダ	スイングヤーダ	本格架線
30~35°	-	3-4t	6-8t	6-8t	6-8t
	-	ウィンチ	タワーヤーダ	本格架線	本格架線
35° 以上	-	-	本格架線	本格架線	本格架線

図-3. 作業システム設定(3)

Fig. 3 Harvesting system classification

### III 結果と考察

供給ポテンシャルは用材 11,388,960m³/年、未利用木材 2,277,792m³/年、利用可能量は用材 1,630,207m³/年、未利用木材 326,041m³/年と推計され、利用可能量は供給ポテンシャルの 14.3%であった(表-6)。各県を見ると、宮城県が利用可能量は供給ポテンシャルの 27.5%と最も高かった。宮城県は傾斜が比較的緩く、車両系システムが 67.8%を占め(図-2)、収穫コストが低く(図-1)、利用可能量割合が高くなったものと考えられる。青森県も車両系システムが 73.1%を占めるが、下北半島など原木市場や発電所までの距離が遠い場所で、収穫コストが高く、利用可能量割合が低くなったものと考えられる。岩手県、秋田県、山形県の車両系システム割合は、それぞれ、52.4%、60.0%、53.1%であったが、秋田県は平均素材価格が全般的に低く、山形県はスギ、カラマツで造林費が

高く、利用可能量割合が低くなったものと考えられる。

次に実績値と比較すると、対象5県の平成30年度の素材生産量4,667,000m<sup>3</sup>/年と間伐材・林地残材等由来木材チップ利用量889,600m<sup>3</sup>/年と比較して、用材利用可能量1,630,207m<sup>3</sup>/年と未利用木材利用可能量326,041m<sup>3</sup>/年は(表-6)、それぞれ、35.0%、36.7%であった。また、発電容量5MWで10万m<sup>3</sup>/年として試算した需要量951,740m<sup>3</sup>/年と比較して、未利用木材利用可能量は34.3%であった。100%造林補助、間伐補助金、両補助を考慮した場合は、需要量に対する未利用木材利用可能量割合は64.3%、173.5%、181.8%と向上し、この地域の需要を十分に賄えるものとなった(表-7)。

表-5. 山元立木価格(円/m<sup>3</sup>)

	スギ	ヒノキ	マツ	カラマツ
青森	2,805	6,020	2,449	2,449
岩手	2,977	6,020	3,084	3,084
宮城	3,264	6,292	1,467	1,467
秋田	2,884	6,020	1,767	1,767
山形	3,089	6,020	1,914	1,914

表-6. 供給ポテンシャル・利用可能量(m<sup>3</sup>/年)と割合(%)

	供給ポテンシャル		利用可能量		割合
	用材	未利用	用材	未利用	
青森	2,169,859	433,972	337,619	67,524	15.6
岩手	3,219,069	643,814	492,307	98,461	15.3
宮城	1,371,059	274,212	377,726	75,545	27.5
秋田	3,172,587	634,517	236,646	47,329	7.5
山形	1,456,387	291,277	185,910	37,182	12.8
合計	11,388,960	2,277,792	1,630,207	326,041	14.3

割合：供給ポテンシャルに対する利用可能量の割合

表-7. 補助事業と未利用木材利用可能量割合(%)

	需要量	100%造林補助	間伐補助	両補助
青森	125,000	81.8	232.6	239.5
岩手	399,500	63.6	136.1	143.2
宮城	17,600	465.8	1,121.0	1,159.9
秋田	142,600	63.6	293.9	312.7
山形	267,040	30.8	75.2	78.2
合計	951,740	64.3	173.5	181.8

割合：需要量(m<sup>3</sup>/年)に対する利用可能量の割合

#### IV おわりに

本研究では、伐期全体の収穫量を伐期で除すことにより、1年間あたりの収穫量を推計し、これを供給ポテンシャルとした。さらに供給ポテンシャルを用いて、利用可能量を推計しているため、本研究の推計は単年度ごとの未利用木材需要を賄うことを担保するものではないことに注意を要するが、補助金を考慮することにより需要量の倍近い利用可能量があることが確認された。ただし、この利用可能量を実際に利用する際には、作業を行う人・機械の確保や、伐採後の更新作業の労力が供給できるのかを検討する必要がある。また、補助金も利用可能な小班にはすべて適用可能として試算したが、予算には限りがあるため、今後はこの点についても検討する必要がある。森林GISデータを提供いただいた各県及び林野庁に感謝いたします。

#### 引用文献

- (1) Battuvshin B, Matsuoka Y, Shirasawa H, Toyama K, Hayashi U, Aruga K (2020) Supply potential and annual availability of timber and forest biomass resources for energy considering inter-prefectural trade in Japan. Land Use Policy 97(104780): 12pp
- (2) Furubayashi T, Nakata T (2018) Cost and CO<sub>2</sub> reduction of biomass co-firing using waste wood biomass in Tohoku region, Japan. Journal of Cleaner Production 174: 1044-1053
- (3) 後藤純一(2016)平成27年度林業機械化推進シンポジウム 林業の成長産業化と求められる作業システム. 機械化林業 752 : 1-8
- (4) 上村佳奈・久保山裕史・山本幸一(2009)北東北三県における木質バイオマス供給可能量の空間的推定. 日本エネルギー学会誌 88 : 877-883
- (5) 農林水産省：小規模な木質バイオマス発電の推進について. オンライン [https://www.meti.go.jp/shingikai/santei/pdf/018\\_02\\_00.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/santei/pdf/018_02_00.pdf). (2020年12月25日参照)
- (6) 林野庁：木材需給報告書. オンライン <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokuzai/index.html#y>. (2020年8月1日参照)
- (7) 資源エネルギー庁：再生可能エネルギーオンライン [http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saieue/kaitori/index.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saieue/kaitori/index.html). (2020年8月1日参照)
- (8) Yamamoto T, Aruga K, Shirasawa H (2019) Availability for small-scale woody biomass power generation from the view of forest resources in Tochigi prefecture, Japan. International Journal of Forest Engineering 30: 210-217