

山口市木質バイオマス利活用計画

平成 29 年 3 月

山 口 市

目 次

第1章 本計画策定の目的など

本計画策定の目的	1
本計画について	2
計画の期間	2
策定の方法	3

第2章 本市の現状と課題

第1節 森林資源の現状と課題	5
第2節 木質バイオマス利用の現状と課題	8

第3章 木質バイオマス利活用の意義

第1節 利用のメリット	11
第2節 木質バイオマスの種類	12
第3節 木質バイオマス利活用の課題	13

第4章 木質バイオマスの賦存量、需要量など

第1節 木質バイオマスの賦存量及び利用可能量	14
第2節 木質バイオマスの需要量の見込みについて	23
第3節 現時点の木質バイオマス供給可能量	24
第4節 現時点の需給比較について	25

第5章 木質バイオマス利活用の目標及び導入工程

第1節 木質バイオマス利用に関する目標の設定	26
第2節 導入工程	27

第6章 木質バイオマス利活用の具体的な取組み

第1節	未利用間伐材等の有効利用	28
第2節	地域循環型の持続可能社会の創出	30
第3節	導入施設の安定経営及び地域の活性化	31

資料編

用語集	37
木材の特性	38

第1章 本計画策定の目的など

1 本計画策定の目的

本市は、1,023km²という広大な市域を有する中で、その約4分の3にあたる773km²を森林が占める緑豊かなまちです。このうち、人工林における伐採の時期を迎えたスギ・ヒノキ等を資源として積極的に活用していくことは、林業の成長産業化や関連産業を含めた雇用の創出の起点になると考えられます。

また、2020年以降の地球温暖化対策の新たな国際枠組となる「パリ協定」が昨年11月に発効し、わが国においては、2030年までに二酸化炭素排出量を26%削減(2013年度比)という目標の達成が必要であり、主伐・再造林や適正な間伐により、森林が持つ公益的機能を発揮できる適正な森林環境を保つことも急務となっております。

これらのことから、本市における豊富な森林資源を持続的に活用することに加え、これまで山林に放置されていた間伐材、造材の際の枝条などの未利用間伐材等を木質バイオマスとして有効利用することにより、以下の目標の達成を目的として、本計画を策定しました。

地域経済の発展

素材生産の規模拡大
未利用間伐材等の搬出による木材の付加価値の向上
林業従事者の増加、運搬等における新たな雇用創出

循環型社会の形成

木質バイオマスの利活用による、地域で生産するエネルギーの循環利用

地球温暖化の防止

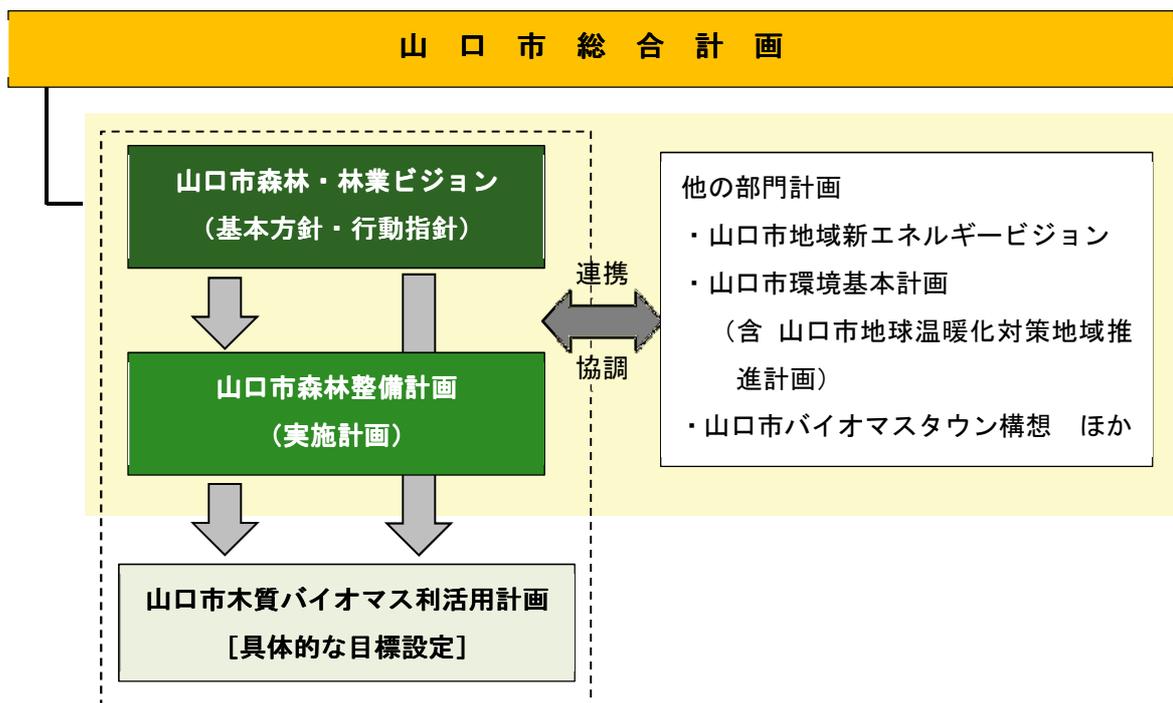
木質バイオマスの利活用による化石燃料使用量の抑制
森林の保全・再生活動による二酸化炭素の吸収

地域の活性化

地域内の人的ネットワークの形成・強化・拡大

2 本計画について

本計画は、「山口市総合計画」の部門計画である「山口市森林・林業ビジョン」、また、実施計画である「山口市森林整備計画」における、木材の安定供給、未利用間伐材等の付加価値化と利用拡大等について具体的な数値目標を定めるものであり、山口市地域新エネルギービジョン等の環境やエネルギーなどに係る関連計画と整合を図りつつ、本市のスギ・ヒノキの人工林における未利用間伐材等の木質バイオマスの利活用における方向性を定めるものです。



3 計画の期間

植栽から伐採まで、50～80年程度で循環する森林施業には、長期的な視点で林齢構成等を考えていく必要があることから、山口市総合計画や山口市森林整備計画の計画期間である10年間とします。ただし、社会・経済情勢、森林を取り巻く環境の変化、本市の状況等を踏まえ、必要に応じて計画の見直しを行うこととします。

4 策定の方法

(1) 調査等の実施

a) 木質バイオマス賦存量及び利用可能量調査

航空写真による林相[※]判読、その他データの解析及び現地調査等に基づき賦存量調査を実施しました。併せて、賦存量調査結果をもとに利用可能量を算出しています。対象地域、対象資源等は以下のとおりです。

- ・ **対象地域** 山口市全域の民有林
- ・ **対象資源** 森林簿記載の全樹種（全林齢）
- ・ **現地調査** 合計 63 地点
- ・ **その他データ** 森林基本図、植生図 [環境省]、山口地区航空レーザ測量業務業務成果・航空レーザ測量による精密基盤標高データ整備業務業務成果 [国土地理院]、佐波川航空レーザ測量業務業務成果・佐波川航空レーザ測量外業務業務成果 [国土交通省]

※林相…樹種・樹齢、枝や葉の茂り方や木の生育状態などによる森林の様子・形態

b) 木質バイオマス活用の現状把握

市域に賦存する全ての木質バイオマスを対象に、既存の利用量、利用方法、利用率を木質バイオマス別に集計・整理しました。調査にあたっては、既存統計資料等の収集・整理のほか、地域関係者・関係事業者等への聞き取り調査を実施しています。

- ・ **聞き取り調査対象** 山口中央森林組合、山口阿東森林組合、大林産業株式会社、山口県森林組合連合会
- ・ **聞き取り内容** 施業対象、搬出間伐時の作業システム（人員・機械等）、現在の生産量（素材生産、木質バイオマス）、流通先等、生産体制、その他

c) 木質バイオマス活用に関する目標の設定

本市で達成を図ることとする木質バイオマスの利用量及び利用率の目標について検討し、設定しました。なお、目標設定については、市有林の主伐・間伐の施業を中心としたもので、必要となる路網整備や高性能林業機械及び従事者を考慮したものとしています。

目標設定期間は、再生可能エネルギー固定価格買取制度における調達期間に合わせ、20年間の年次別としています。

d) 木質バイオマスに関する取組方針の検討

調査結果を基に地域課題を整理するとともに、将来の「あるべき姿」の展望について検討しています。

e) 実施体制の確立

木質バイオマスの利活用を推進する上で、連携を図るべき関係機関との役割分担、連携・協力の方針や体制について検討し、その方向性を示しています。

(2) 木質バイオマス資源の活用に対する検討

a) 願成就温泉施設への木質チップ焚きボイラの効果的な導入方法

導入が決定している願成就温泉施設への木質チップ焚きボイラについて、所管する観光交流課と連携し、効率的なシステム導入を検討しました。

b) 発電施設への木質チップ供給体制

山口県森林組合連合会が整備する北部木材センターを活用し、平成 31 年に稼働を予定している石炭混焼発電施設への年間 4,000 t の木質チップの安定供給体制を検討しました。

c) その他の導入施設

上記の願成就温泉施設、発電施設のほか、市内の公共施設等への導入可能性について検討しました。

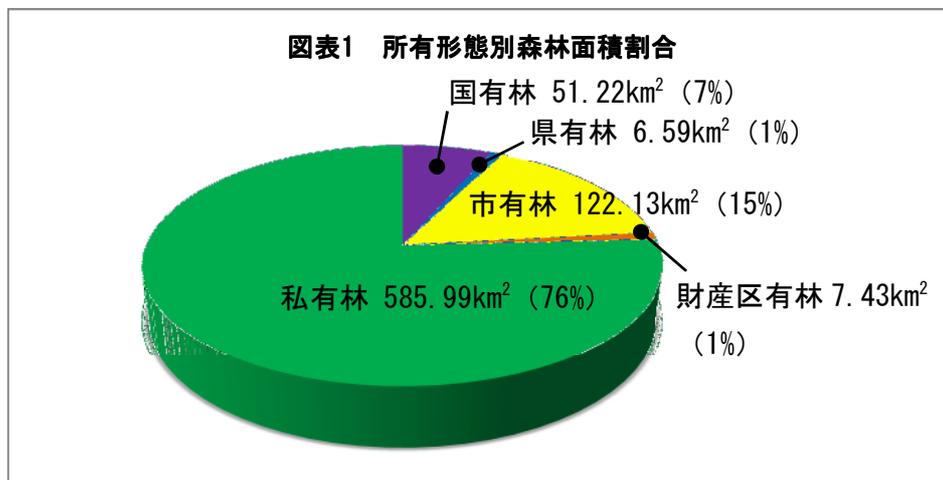
本計画の策定にあたっては、山口市地球温暖化対策地域協議会と意見交換・情報共有を図り策定しました。

第2章 本市の現状と課題

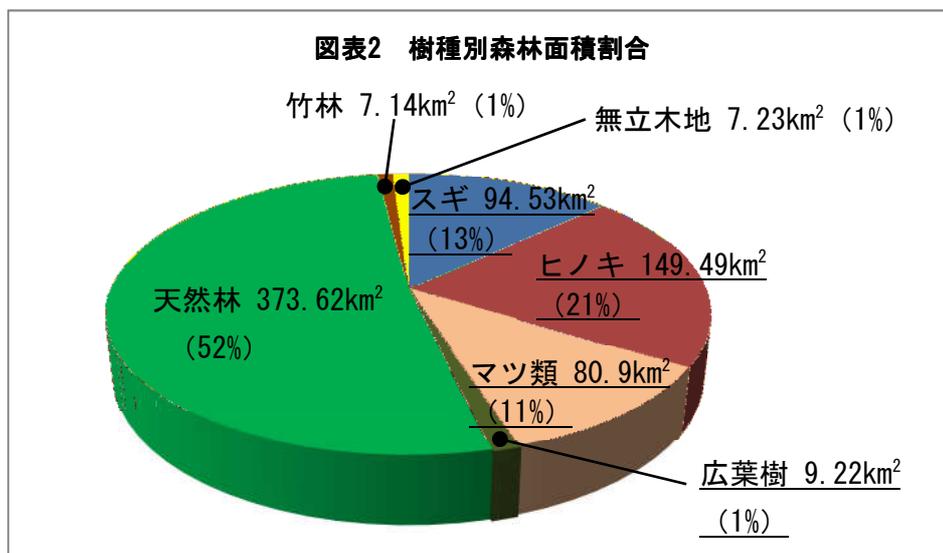
第1節 森林資源の現状と課題

「平成27年度山口県森林・林業統計要覧」によると、本市の森林面積は約773km²、国有林を除いた民有林の面積は約722km²と県内最大の面積を有しており、市内全面積の約76%を占めています。

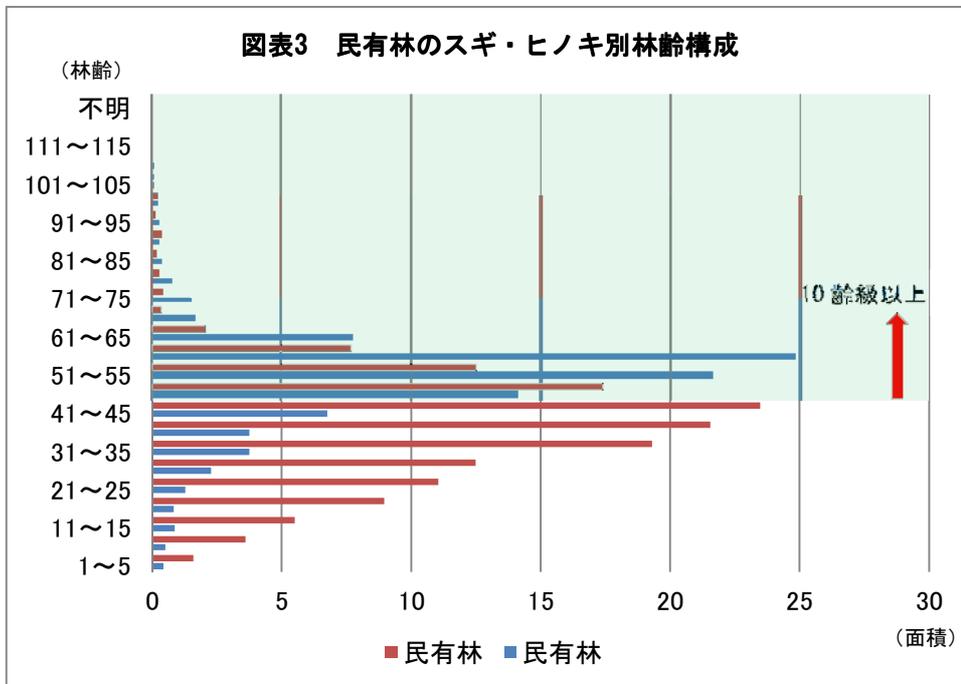
所有形態別の森林面積[図表1]は、個人等が所有する私有林が約586km²(76%)、市有林が約122km²(15%)となっています。国有林を除く民有林における市有林の占める割合は、県内で2番目に高い比率となっています。



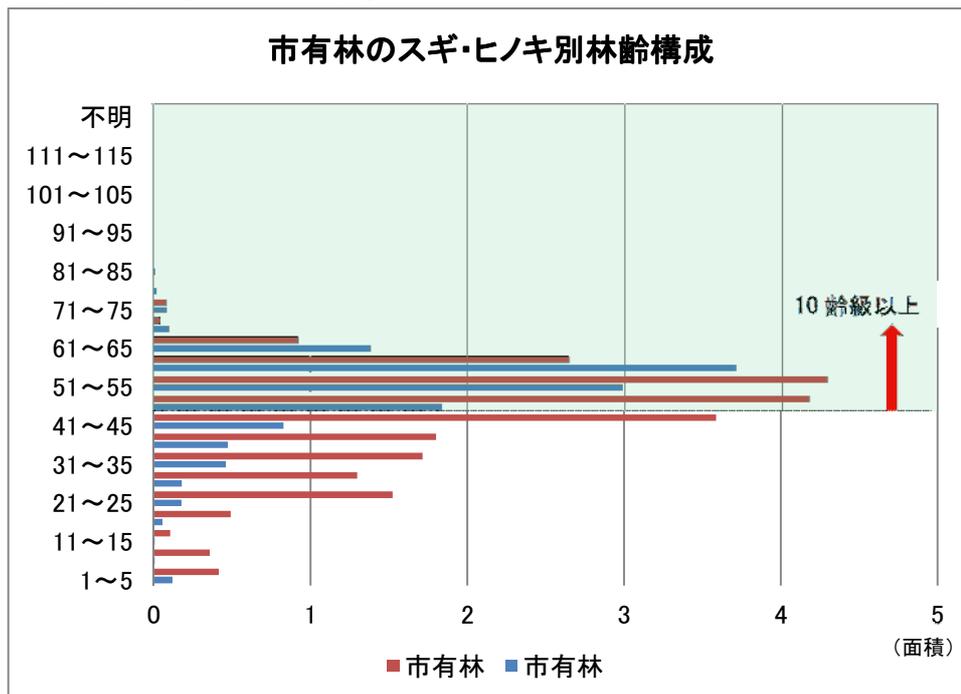
民有林のうち、人工林の面積[図表2]は、334km²で、約半数となる46%(下線部分)を占めており、県内の平均的な水準にあります。



次に、民有林におけるスギ・ヒノキの林齢構成をみますと、[図表 3] のとおりとなっています。多くは、昭和 30 年代の拡大造林期に造成されたもので、10 齢級（林齢 46 年以上）を超える割合をみますと、スギで 78%、ヒノキで 28%、スギ・ヒノキの合計で 48%と約半数となっています。



このうち、市有林におけるスギ・ヒノキの林齢構成は、[図表 4] のとおりとなっています。10 齢級（林齢 46 年以上）を超える割合をみますと、スギで 82%、ヒノキで 52%、スギ・ヒノキの合計で 62%となっており、民有林全体と比較して高齢級の割合が高くなっています。



本市の素材生産量は3万8千 m^3 で、県下では最も多くなっています。ただし、伐採の適期を迎えていないスギ・ヒノキを含め、約1,420万 m^3 （うち、スギ・ヒノキは1,213万 m^3 ）の人工林の蓄積量からみると、一部の森林資源しか活用できていないことも、林齢構成が高齢級に偏る一因となっています。

また、作業効率の向上や、採算性の観点から、用材として利用可能な部分以外を林内に放置している現状があり、この未利用間伐材等を利活用することにより、森林資源の付加価値の向上を図ることも林業の活性化に向けた課題となっています。

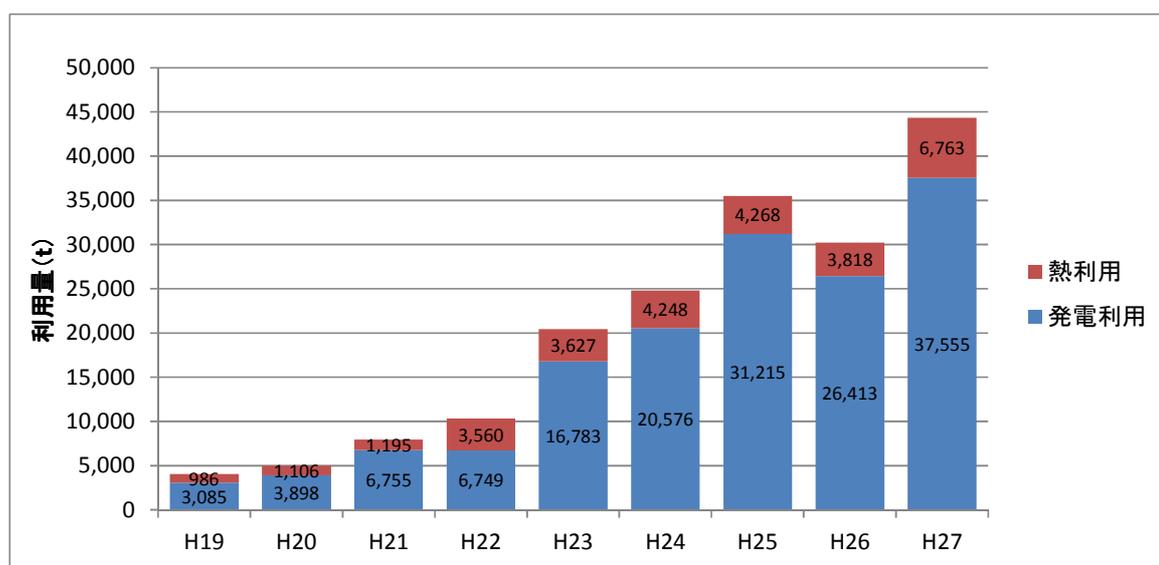
第2節 木質バイオマス利用の現状と課題

1. 山口県内における森林バイオマス利用量の推移

「平成 27 年度山口県森林・林業統計要覧」によると、山口県内における森林バイオマスエネルギー利用量 [図表 5] のうち、発電利用は平成 19 年度以降、増加傾向にあることが分かります。とくに、再生エネルギー固定価格買取制度 (F I T) が平成 24 年 7 月から導入されたことが、バイオマス利用量増加に寄与していると考えられます。

一方で、熱利用については同様に増加傾向にあるものの、その増加量は発電利用には及んでいません。潜在熱量の有効利用という観点では、エネルギー効率の良い熱利用量を増やすことが今後の課題の 1 つと考えられます。

図表 5 山口県内における森林バイオマス利用量の推移 (t)



	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27
発電利用	3,085	3,898	6,755	6,749	16,783	20,576	31,215	26,413	37,555
熱利用	986	1,106	1,195	3,560	3,627	4,248	4,268	3,818	6,763
合計	4,071	5,004	7,950	10,309	20,410	24,824	35,483	30,231	44,318

2. 主要な素材生産業者の現状

本市における主要な素材生産業者である山口中央森林組合、山口阿東森林組合、大林産業株式会社の関係者等への聞き取りによる施業体系、木質バイオマスの取扱量の調査結果を以下に示します。[図表 6]、[図表 7]

図表 6 主要な素材生産業者の現状についての概要

ヒアリング対象	山口中央森林組合	山口阿東森林組合	大林産業株式会社
施業対象	主にスギ・ヒノキ 保育中心	主にスギ・ヒノキ 保育中心	スギ・ヒノキのみ 皆伐のみ
作業システム	作業システムは車両系 ・伐採 ハーベスタ ・集材 スイングヤード、 グラップル ・造材:プロセッサ ・搬出:フォワーダ ・全木集材主体	作業システムは車両系 ・伐採 チェーンソー ・集材 プロセッサ ・造材 プロセッサ ・搬出:フォワーダ ・D材(枝葉等)の搬出なし	作業システムは車両系 ・伐採:チェーンソー ・集材 プロセッサ ・造材 プロセッサ ・運搬 車両系 ・全木集材主体
生産量(m ³)	3,334m ³ /年	1,336 m ³ /年	43,000m ³ /年程度
流通先	山口共販所・飯森木材	山口共販所・福栄共販所	自家消費 (伐採、製材、プレカット、販売まで実施)
生産体制	現場作業員 43 名	直営 2 班と下請け 17 班	直営 4 班と下請け 12 班
木質バイオマス 生産量、利用率	944 m ³ (約 660t) 利用率は 30%程度	97 m ³ (約 68t) 利用率は 7%	発電所向けに山口県森林 組合連合会へ年間 6,000t (原木ベース)供給 利用率は 26% ※4,000t/年程度は拡大可 能

図表 7 木質バイオマスの利用に係る既存資料及び地域関係者・関係事業者等の聞き取り調査結果

木質バイオマス 利用量	山口中央森林組合			山口阿東森林組合			大林産業
	H25 年度	H26 年度	H27 年度	H25 年度	H26 年度	H27 年度	H27 年度
総生産量(m ³)	3,025	2,349	2,891	1,825	959	1,314	58,000
うち バイオマス(m ³)	938	610	944	66	26	97	15,000
利用率(%)	31	26	32	3	3	7	26

調査の結果、山口阿東森林組合を除き、総生産量に対する木質バイオマスの利用率は、現状では 25%程度となりました。山口阿東森林組合の総生産量は他事業者より少なく、利用率も 10%を下回っています。これは、木質バイオマスについては下関、宇部、岩国のいずれかへの搬入が必要で、他の素材生産事業者よりも施業地からの運搬距離が長くなることから、輸送コストの面で不利であることが要因です。

今後、山口県森林組合連合会により、阿東地域に用材とバイオマスの集積・販売を行う北部木材センターが整備されることもあり、取扱量の増加に向け、市有林からの安定的な原木供給や、全木集材できる作業体系の構築が可能となります。

第3章 木質バイオマス利活用の意義

第1節 利用のメリット

1. 森林資源の有効活用

これまで、山林に放置されていた間伐材や枝条、用材に適さない曲がり木などの未利用間伐材等を搬出し、燃料として活用することにより、木材の付加価値が高まり、森林所有者の森林整備に対する意欲の向上を見込むことができます。

また、森林整備が進むことで、水源かん養等の森林が持つ公益的機能が発揮され、土砂災害等の自然災害の軽減も期待できます。

2. 循環型社会づくりによる地域の活性化

これまでの石油等に依存した再生不可能な化石資源を利用した社会から、地域で生産できる再生・循環が可能な資源を利用していくことで、エネルギー利用に係る資金が地域内で循環することとなり、地域経済の発展に寄与することが期待されます。また、森林施業や収集・運搬に係る新たな雇用の創出を見込むことができ、地域の活性化も期待できます。

3. 地球温暖化防止への貢献

木質バイオマスをエネルギーとして利用することによるメリットには、地球温暖化防止に貢献できる点もあります。これは、燃焼により発生する二酸化炭素は、成長の際に吸収されたものに相当するという考え方から、二酸化炭素発生量をゼロとみなすためです。

また、循環資源として持続的に利用可能な森林を形成していくために、老齢木の主伐・再造林による林齢の平準化などを進めることにより、二酸化炭素をより吸収できることとなります。

化石燃料に代わり木質バイオマスをエネルギーとして積極的に利用することは、地球環境にも優しい資源の活用方法となります。

第2節 木質バイオマスの種類

1. 木質バイオマス燃料について

代表的な木質バイオマス燃料には、以下の3種類があり、それぞれの特徴を示します。[図表 8]

図表 8 代表的な木質バイオマス燃料

	薪	チップ	ペレット
内容	木材を切断し乾燥させたもの	木材を小さく破砕したもの	おが屑等を圧縮形成したもの
メリット	製造が容易	製造が容易	取り扱いやすい 燃焼効率が良い
デメリット	火力調整が困難	大きさにバラツキがある	製造コストが高い

次に、本市で推進を検討している生チップと、比較対象として新たに開発が進められている乾燥チップ、ペレットと灯油の熱量等について示します。[図表 9]

図表 9 チップ・ペレット・灯油の熱量等の比較

	生チップ	乾燥チップ	ペレット	灯油
燃料水分 %	45	27	10	
燃料コスト 円/kg	11	30	45	65
低位発熱量 KW/kg	2.1	4.2	5.0	10.2
KWあたり単価 円/kW	5.3	7.2	9.0	6.4
燃料製造事例	○	△	○	

※燃料製造事例：○…市場流通しているもの／△…研究開発段階、実証実験である程度の見込有

生チップは、kWあたりの単価を化石燃料である灯油より低く抑えることが可能ですが、発熱量が低く、チップ形状や水分のばらつき具合によっては、ボイラ故障の原因となります。また、乾燥チップやペレットは、現在の灯油単価と比較すると、kWあたり単価が割高となります。

第3節 木質バイオマス利活用の課題

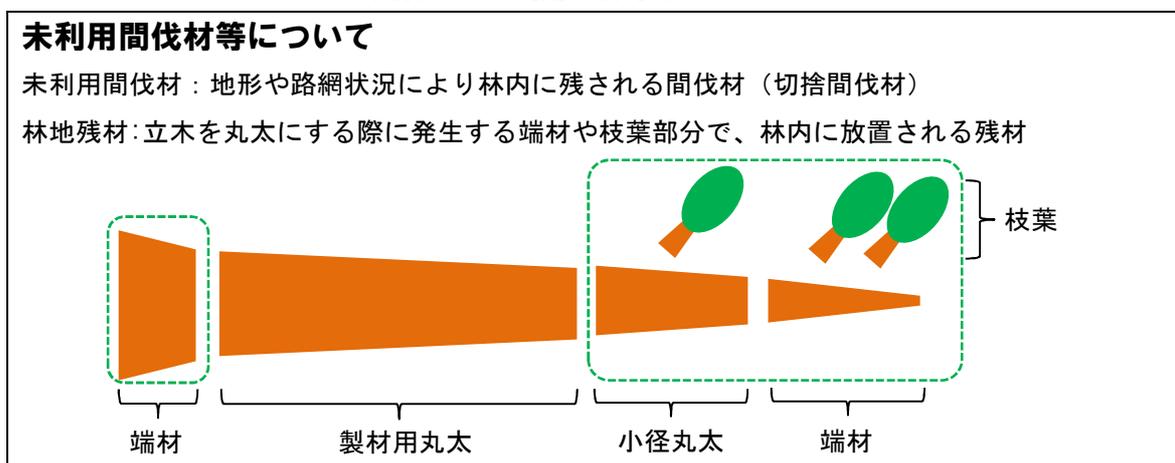
1. 調達の段階

市内で木質バイオマスエネルギーを循環利用していくためには、必要量に見合った原木の安定供給による素材生産量の拡大を図る必要があります。

また、木質バイオマスとして利用を想定している木材は、C材又はD材※に分類される低質材であり、これらは取引価格が低いこともあり、採算が取れない場合は、林内に放置されていました。このため、これらの未利用間伐材等 [図表 10] を効率的、かつ、低コストで搬出・運搬できる体制の構築が必要となります。また、効率を高める意味では、施業場所や面積についても検討していく必要があります。

※木材の品質（曲がりなどの形状）や用途による分類。A材は製材、B材は集成材や合板、C材はチップや木質ボード、D材は搬出されない間伐材等に分けられます。

図表 10 未利用間伐材等について



2. 加工・配送の段階

木質チップは、山口県森林組合連合会が阿東地域に整備する北部木材センター内の加工施設から提供を受ける計画としていますが、石炭混焼発電施設向けの生チップ製造体制であるため、水分量にバラツキがあります。これは、通常の生チップボイラでは故障の原因となる場合がありますので、水分量が50%以下となるような対応が必要となります。また、生チップの品質の均一化及びその他の乾燥チップ、ペレットを含めた製造コスト削減、配送についても、効率化等による低コスト体制の構築を検討していく必要があります。

3. 利活用の段階

木質バイオマスの熱利用は、化石燃料を使用するボイラと比較して、導入費用が高いことや燃焼過程で生じる灰の処理費用等が生じること、自力でのメンテナンスが必要であることなどの費用と手間がかかります。導入経費と維持管理経費の縮減について検討していく必要があります。

第4章 木質バイオマスの賦存量、需要量など

第1節 木質バイオマスの賦存量及び利用可能量

1. 木質バイオマス賦存量

(1) 林相別面積

本市の森林の状況について、航空写真等を判読した林相区分図をもとに算出した林相別面積集計一覧 [図表 11]、林相別面積割合 [図表 12]、林相区分図 [図表 13] を示します。

調査の結果、最も広範囲に分布している樹種は広葉樹となり、クヌギ・ナラ類を含め、約半分を占めています。次いで、ヒノキが2割程度、アカマツ・スギが1割強となりました。

図表 11 林相別面積集計一覧

林相名	森林簿面積 (km ²)	林相面積 (km ²)	林相面積割合 (%)
スギ (小)	-	1.33	0.18
スギ (中)	-	19.07	2.63
スギ (大)	-	65.12	8.99
小計	99.39	85.52	11.81
ヒノキ (小)	-	2.12	0.29
ヒノキ (中)	-	88.29	12.19
ヒノキ (大)	-	53.29	7.36
小計	147.08	143.7	19.85
アカマツ	228.75	89.26	12.33
その他針葉樹	0.25	-	-
クヌギ・ナラ類	6.82	19.89	2.75
その他広葉樹	227.44	340.9	47.09
竹	5.17	19.76	2.73
侵入竹林	-	0.41	0.06
伐採跡地	-	3.99	0.55
その他	9.09	20.56	2.84
総計	723.99	723.99	100.0

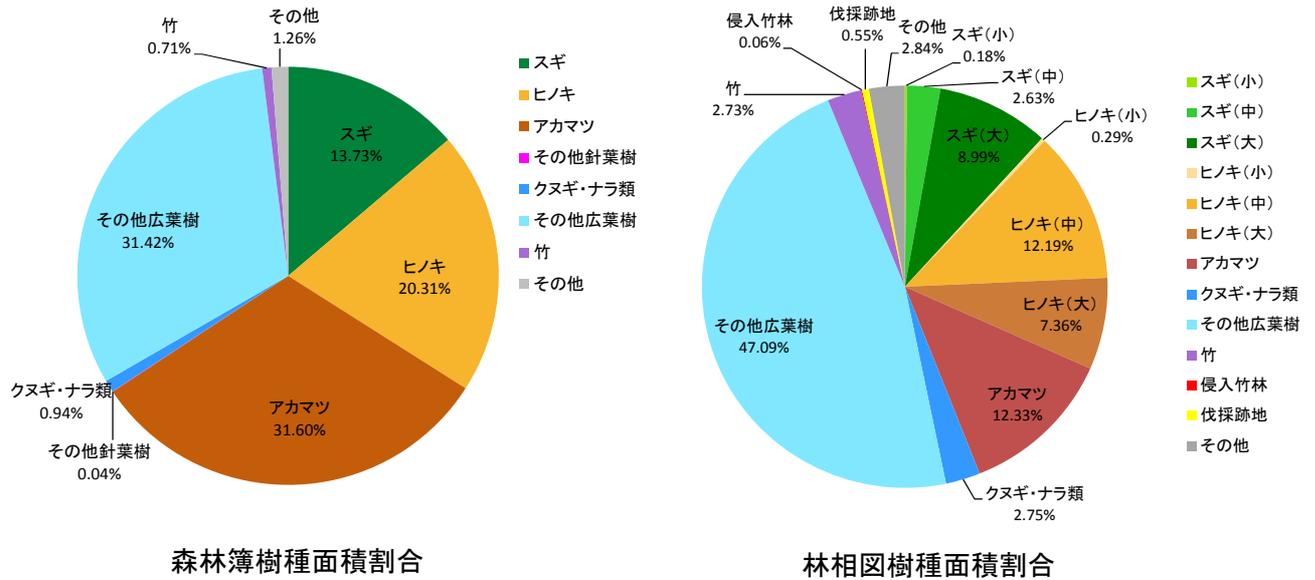
※スギ・ヒノキにおける (小) …樹高 10m 未満 / (中) …樹高 10m 以上 20m 未満 / (大) …樹高 20m 以上で区分

※林相面積…航空写真の判読、現地調査による補正により集計したもの

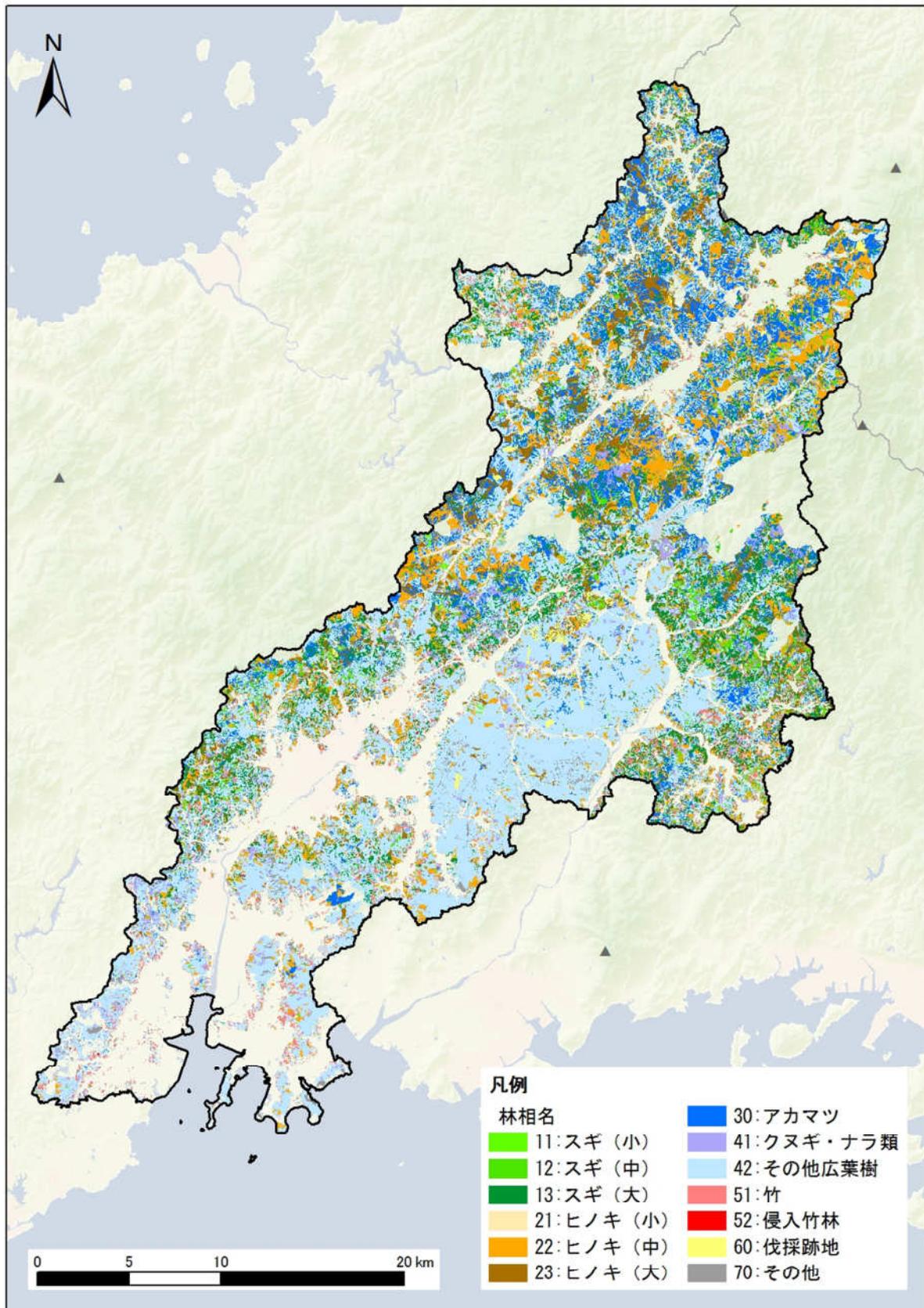
森林簿面積と判読結果である林相面積の乖離についての主な理由は、森林簿では樹種が 6 区分まで掲載されているものを 10 区分に細分化したこと、また、アカマツの枯損等後の広葉樹林化など、森林状況の変化を反映していることによるものです。

また、平成 27 年度森林・林業統計要覧における本市の民有林面積は 722.13km² で、合計値とは約 1.86km²（約 0.3%）の乖離があります。この差は、林班の座標データの重複による誤差と考えられます。

図表 12 林相別面積割合



図表 13 林相区分図（航空写真判読）



(2) 木質バイオマス賦存量の推定結果

木質バイオマス賦存量を推定するため、現地調査で取得したデータに基づき、各林相の ha あたりの材積 (m³) の平均値を算出しました。これを林相区分の面積に掛け合わせることで、各林相の立木材積を算出し、立木材積に対して、枝葉を含む地上部現存量を推定しました。[図表 14]

図表 14 各林相のバイオマス賦存量に係る推定値

林相名	ha あたり材積 (m ³ /ha)	林相面積 (ha)	立木材積 (m ³)	地上部現存量 (t)	バイオマス 賦存量(t)* ²
スギ(小)	139.25	133.01	18,522	9,131	2,739
スギ(中)	511.83	1,906.97	976,044	376,968	113,090
スギ(大)	1,099.28	6,511.61	7,158,083	2,764,595	829,378
スギ小計		8,551.59	8,152,649	3,150,693	945,208
ヒノキ(小)	77.00	211.52	16,287	10,275	3,082
ヒノキ(中)	464.70	8,829.07	4,102,869	2,070,636	621,191
ヒノキ(大)	941.50	5,329.38	5,017,611	2,532,288	759,686
ヒノキ小計		14,396.97	9,136,767	4,613,199	1,383,960
アカマツ	536.00	8,926.49	4,784,599	2,448,183	734,455
クヌギ・ナラ	308.00	1,988.67	612,510	477,721	143,316
その他広葉樹	182.30	34,090.40	6,214,680	4,847,077	1,454,123
竹林	93.39* ¹	1,976.45	184,581* ¹	184,581	55,374
計		69,903.57	29,085,785	23,485,347	7,045,604

*¹ : 竹林は 1 m³あたり 1t で計算

*² : バイオマス賦存量は、ヒアリング結果に基づき、地上部現存量に対する最大利用率である 30%に設定

3. 木質バイオマス利用可能量

(1) 20年間の成長予測と伐採可能量

各樹種の成長量は、下記の資料を参考に算出しています。なお、スギ・ヒノキの本数間伐率は30%としました。

今後の木質バイオマス利用の中心であるスギ・ヒノキの集計を本文中にまとめます。

- ・スギ: 山口県林業指導センター(2004)「山口県スギ・ヒノキ人工林林分収穫表」
樹種スギ、地位級 2、植栽本数 3,000 本、除伐本数 15%、間伐本数率 30%と仮定
- ・ヒノキ: 山口県林業指導センター(2004)「山口県スギ・ヒノキ人工林林分収穫表」
樹種ヒノキ、地位級 2、植栽本数 3,000 本、除伐本数 15%、間伐本数率 30%と仮定
- ・アカマツ: 林野庁(1956) 中国内海地方アカマツ林林分収穫表調整説明書
- ・広葉樹: 岐阜県林政部(1992) 広葉樹林分収穫表

上記のスギ・ヒノキの成長量は、間伐年を加味した上のものであるため、参考資料の設定年数のおり間伐年を設定しました。[図表 15]

主伐年については、ヒアリング調査結果に基づき、各樹種で54年に設定しました。

図表 15 間伐年・主伐年の設定値

	スギ	ヒノキ	アカマツ	広葉樹
保育間伐	10	10	—	—
搬出間伐	16,21,31	31	30,40	—
主 伐	54	54	54	54

また、現状の生産システムによる集材可能範囲は、林道・作業道から30mであることから、このエリアを含む森林簿上の小班を伐採が可能な範囲として設定しました。これらの条件により、伐採可能量を推定しました。

(2) 市有林の今後 20 年間の木質バイオマス利用可能量の推定

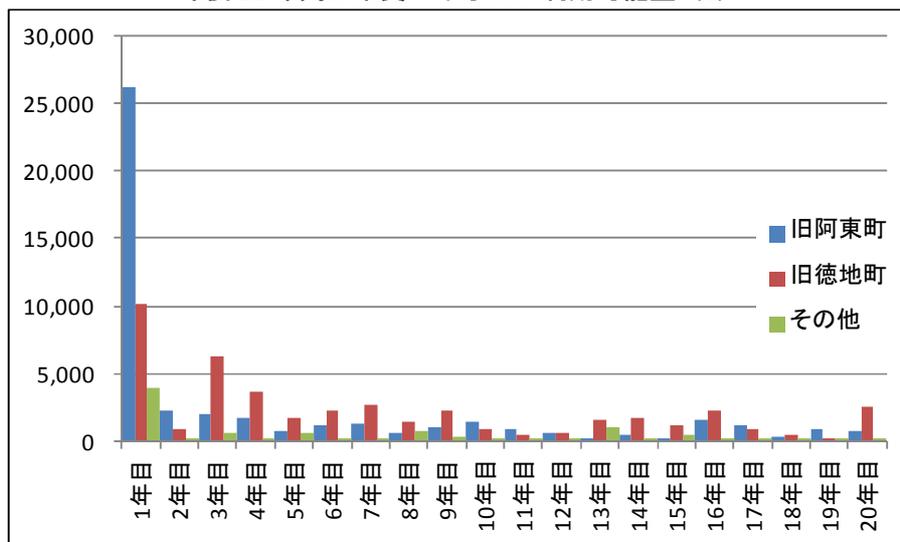
a) 単純計算の結果

市有林の旧市町村の 3 区分（旧阿東町、旧徳地町、その他）における伐採可能量の推定結果をもとに、聞取調査結果である現状の木質バイオマス利用率の 25%を加味した木質バイオマス利用可能量は、以下のとおりとなりました。[図表 16]、[図表 17]

図表 16 市有林の集材可能範囲（30m）における
今後 20 年間の木質バイオマス利用可能量（t）

年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	8,286	17,896	26,182	7,694	2,513	10,208	2,506	1,404	3,910	18,486	21,813	40,300
2年目	349	1,964	2,312	369	452	822	190	35	225	908	2,451	3,359
3年目	183	1,795	1,978	2,152	4,156	6,307	530	76	606	2,865	6,027	8,891
4年目	67	1,671	1,738	828	2,808	3,636	11	10	21	906	4,489	5,395
5年目	7	748	754	919	859	1,778	309	358	667	1,235	1,964	3,199
6年目	351	825	1,175	556	1,703	2,259	88	159	247	994	2,687	3,681
7年目	637	633	1,270	1,330	1,301	2,631	1	31	32	1,967	1,965	3,933
8年目	266	384	650	674	703	1,377	610	203	813	1,549	1,290	2,840
9年目	224	823	1,047	700	1,605	2,304	34	363	396	957	2,790	3,747
10年目	375	1,084	1,459	328	623	950	8	118	126	711	1,825	2,536
11年目	67	790	856	159	303	462	71	41	111	296	1,134	1,430
12年目	71	542	614	235	440	674	11	12	23	317	994	1,311
13年目	58	73	131	508	1,017	1,525	585	421	1,006	1,151	1,511	2,662
14年目	22	386	408	405	1,288	1,693	21	87	108	448	1,760	2,208
15年目	9	130	139	213	1,001	1,214	26	392	418	248	1,524	1,771
16年目	38	1,563	1,601	1,233	1,101	2,334	3	4	7	1,274	2,668	3,942
17年目	253	861	1,114	498	394	892	38	23	61	789	1,278	2,067
18年目	25	292	317	73	391	464	14	0	14	111	684	795
19年目	191	661	853	56	111	166	8	221	228	255	993	1,247
20年目	55	659	714	895	1,655	2,550	15	5	21	965	2,319	3,284
年平均	577	1,689	2,266	991	1,221	2,212	254	198	452	1,822	3,108	4,930

図表 17 市有林の集材可能範囲（30m）における
今後 20 年間の木質バイオマス利用可能量（t）



高齢級の割合が高いため、市有林における木質バイオマス利用可能量は1年目は4万tを超え、2年目以降年間平均が3,000t程度となりました。

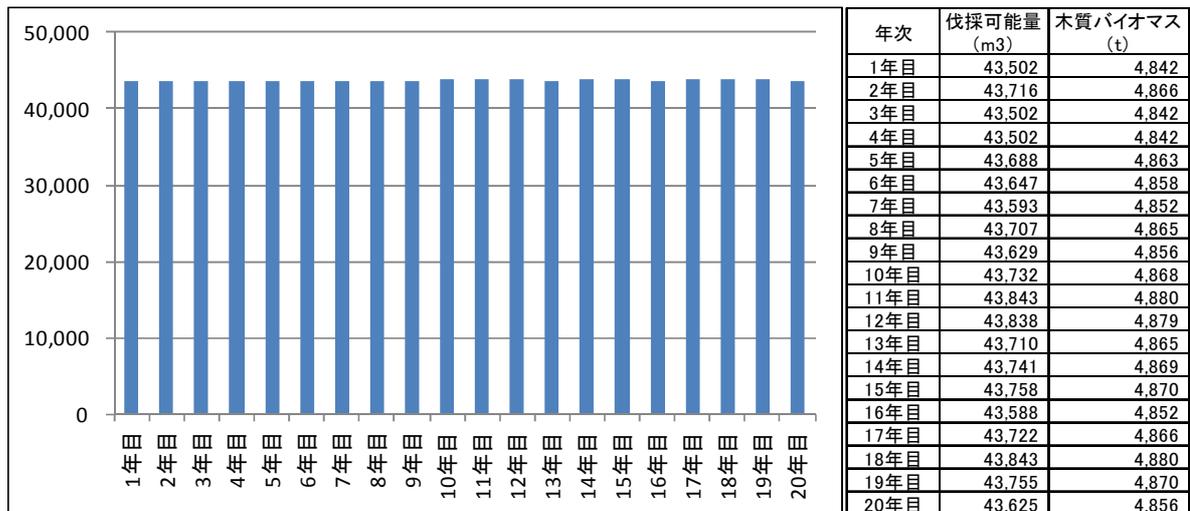
現況では林齢構成に偏りがあり、伐期を迎えている林分が多く存在するため、単純に計算すると木質バイオマス利用可能量が1年目に集中する結果となっており、これを平準化していくことが課題と考えられます。仮に20年間の木質バイオマス利用可能量の総計を平均すると、年間4,000t以上を生産できる潜在力を有しています。

b) 平準化した結果

現状の作業システム（車両系：集材可能範囲は作業道より片幅30m、木質バイオマス利用量25%）において木質バイオマス利用可能量が毎年一定量となるように伐採可能量を平準化した場合の市有林における今後20年間の伐採可能量及びバイオマス利用量を示します。〔図表18〕

その結果、市有林においては年間約4,800tの木質バイオマスが20年間利用可能と推定されました。

図表18 平準化した市有林における今後20年間における伐採可能量とバイオマス利用可能量



(3) その他民有林の今後20年間の木質バイオマス利用可能量の推定

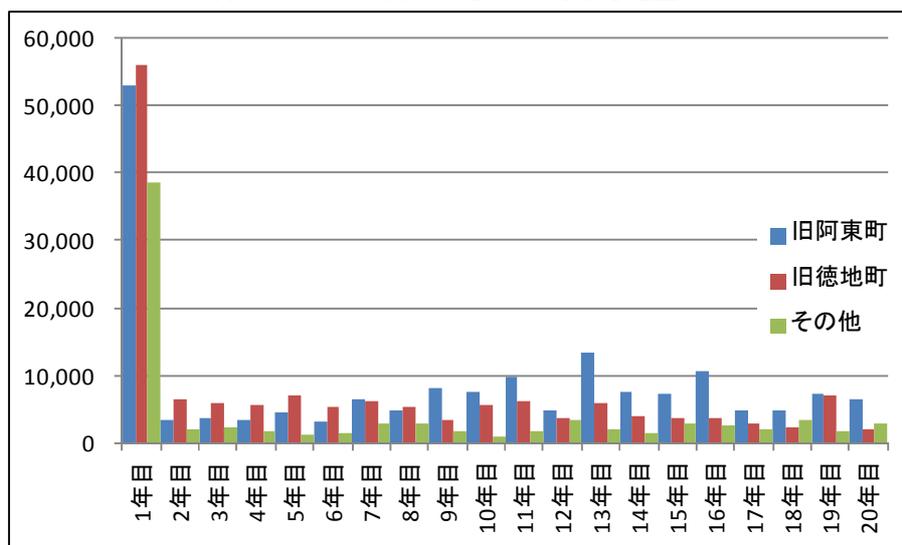
a) 単純計算の結果

市有林を除く、その他民有林について旧市町村の3区分（旧阿東町、旧徳地町、その他）における伐採可能量の推定結果をもとに、現状の木質バイオマス利用率の25%を加味した木質バイオマス利用可能量は、以下のとおりとなりました。[図表19]、[図表20]

図表19 民有林（市有林除く）の集材可能範囲（30m）における今後20年間の木質バイオマス利用可能量（t）

年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	26,552	26,486	53,038	36,228	19,778	56,006	22,789	15,735	38,524	85,569	61,999	147,569
2年目	956	2,353	3,308	3,711	2,744	6,455	1,195	930	2,125	5,862	6,027	11,888
3年目	1,457	2,359	3,816	3,016	2,913	5,929	1,402	1,019	2,422	5,876	6,291	12,167
4年目	1,322	2,059	3,381	2,897	2,876	5,773	1,215	619	1,834	5,435	5,554	10,988
5年目	1,369	3,042	4,411	3,523	3,442	6,965	417	748	1,165	5,309	7,232	12,541
6年目	668	2,468	3,136	2,887	2,594	5,481	738	690	1,428	4,293	5,752	10,045
7年目	836	5,569	6,405	2,811	3,258	6,069	1,554	1,269	2,823	5,201	10,096	15,298
8年目	870	3,826	4,696	2,264	3,047	5,311	1,335	1,639	2,974	4,469	8,512	12,980
9年目	946	7,226	8,172	707	2,601	3,308	593	1,092	1,685	2,246	10,918	13,164
10年目	935	6,725	7,660	2,996	2,627	5,624	436	634	1,069	4,367	9,986	14,352
11年目	1,444	8,315	9,759	3,115	3,108	6,223	879	867	1,746	5,438	12,290	17,728
12年目	875	4,033	4,908	1,373	2,213	3,586	1,386	2,079	3,466	3,634	8,326	11,960
13年目	838	12,626	13,465	1,868	4,005	5,873	1,109	975	2,084	3,814	17,607	21,421
14年目	815	6,634	7,448	1,454	2,421	3,876	146	1,374	1,520	2,415	10,429	12,844
15年目	2,269	4,963	7,232	1,763	2,084	3,847	243	2,714	2,958	4,275	9,761	14,037
16年目	894	9,848	10,743	1,149	2,528	3,677	215	2,393	2,608	2,258	14,769	17,027
17年目	1,030	3,775	4,804	1,588	1,432	3,019	917	1,167	2,084	3,535	6,373	9,907
18年目	979	3,748	4,727	929	1,266	2,194	821	2,543	3,363	2,728	7,557	10,285
19年目	735	6,522	7,258	1,726	5,315	7,040	508	1,309	1,817	2,969	13,146	16,115
20年目	858	5,517	6,375	548	1,494	2,042	832	2,051	2,883	2,239	9,061	11,300
年平均	2,332	6,405	8,737	3,828	3,587	7,415	1,936	2,092	4,029	8,097	12,084	20,181

図表20 民有林（市有林除く）の集材可能範囲（30m）における今後20年間の木質バイオマス利用可能量（t）



市有林と同様に、高齢級の割合が高いため、その他の民有林における木質バイオマス利用可能量は1年目に14万tを超え、2年目以降は年間1万t程度となりました。

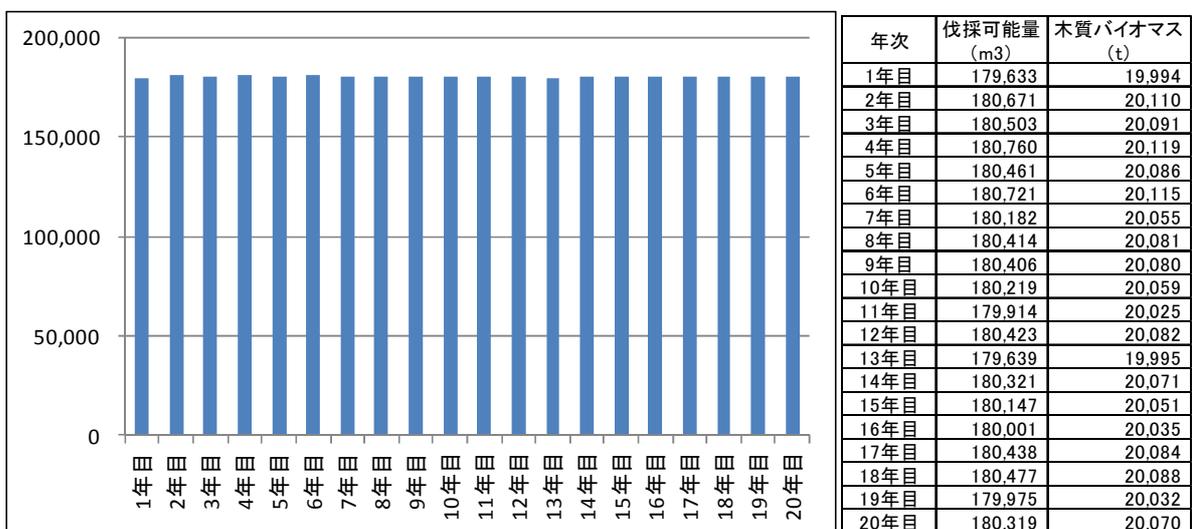
現況では林齢構成に偏りがあり、伐期を迎えている林分が多く存在するため、単純に計算すると木質バイオマス利用可能量が1年目に集中する結果となっており、これを平準化していくことが課題と考えられます。仮に20年間の木質バイオマス利用可能量を平均すると年間2万t以上を生産できる潜在力を有しています。

b) 平準化した結果

現状の作業システム（車両系：集材可能範囲は作業道より片幅30m、木質バイオマス利用量25%）による木質バイオマス利用可能量が毎年一定量となるように伐採可能量を平準化した場合のその他の民有林における今後20年間の伐採可能量及びバイオマス利用量を示します。[図表21]

その結果、その他の民有林においては年間2万t程度の木質バイオマスが20年間利用可能と推定されました。

図表21 その他の民有林における今後20年間における伐採可能量とバイオマス利用可能量



第2節 木質バイオマスの需要量の見込みについて

1 現時点の需要量

現在、本市で見込まれる木質バイオマスの必要量は、石炭混焼発電施設への年間4,000 tと、温泉施設の372 tの合計4,372 tとなっています。これらの必要量は、供給を確実にするため、市有林からの原木供給により対応していきます。

2 今後見込まれる需要量

今後は、公共施設等への拡大について、環境への影響や経済性も踏まえながら推進していく中で、昼間の開館が中心となる市役所の総合支所等の空調、24時間体制の養護老人ホーム等の給湯と、農業用園芸施設等の熱利用についての試算結果を示します。[図表 22]

図表 22 各施設等の試算結果

	施設規模	ボイラ規模	種類	生チップ必要量
公共施設の空調	2,000 m ²	生チップボイラ180kW 吸収式冷温水機105kW	空調	96 t/年
公共施設の給湯	2,723 m ² 定員50人	生チップボイラ100~180kW	給湯	43 t/年
農業用園芸施設	1,368 m ²	生チップボイラ180kW	加温	97 t/年

※各施設とも灯油によるバックアップボイラを組み合わせることを想定

第3節 現時点の木質バイオマス供給可能量

市有林の施業を実施している市内の2つの森林組合における現在の木質バイオマス生産量は約700tあります。また、市有林の施業実績から見ますと、主伐が約1,800t、搬出間伐が約600tで、合計3,100tの供給が可能と考えられます。

【主伐の試算】

$[500 \text{ m}^3/\text{ha} (\text{見込材積}) \times 0.25 (\text{現行利用率}) \times 20\text{ha} \times 0.7 (\text{m}^3 \rightarrow \text{t} \text{ の換算})]$

∴約1,800t

【間伐の試算】

$[70 \text{ m}^3/\text{ha} (\text{見込材積}) \times 0.25 \times 50\text{ha} \times 0.7]$

∴約600t

このほか、現在、市内の事業者により、山口県内で稼働している発電施設へ約6,000tを供給しています。

【本市の木質バイオマス供給可能量】

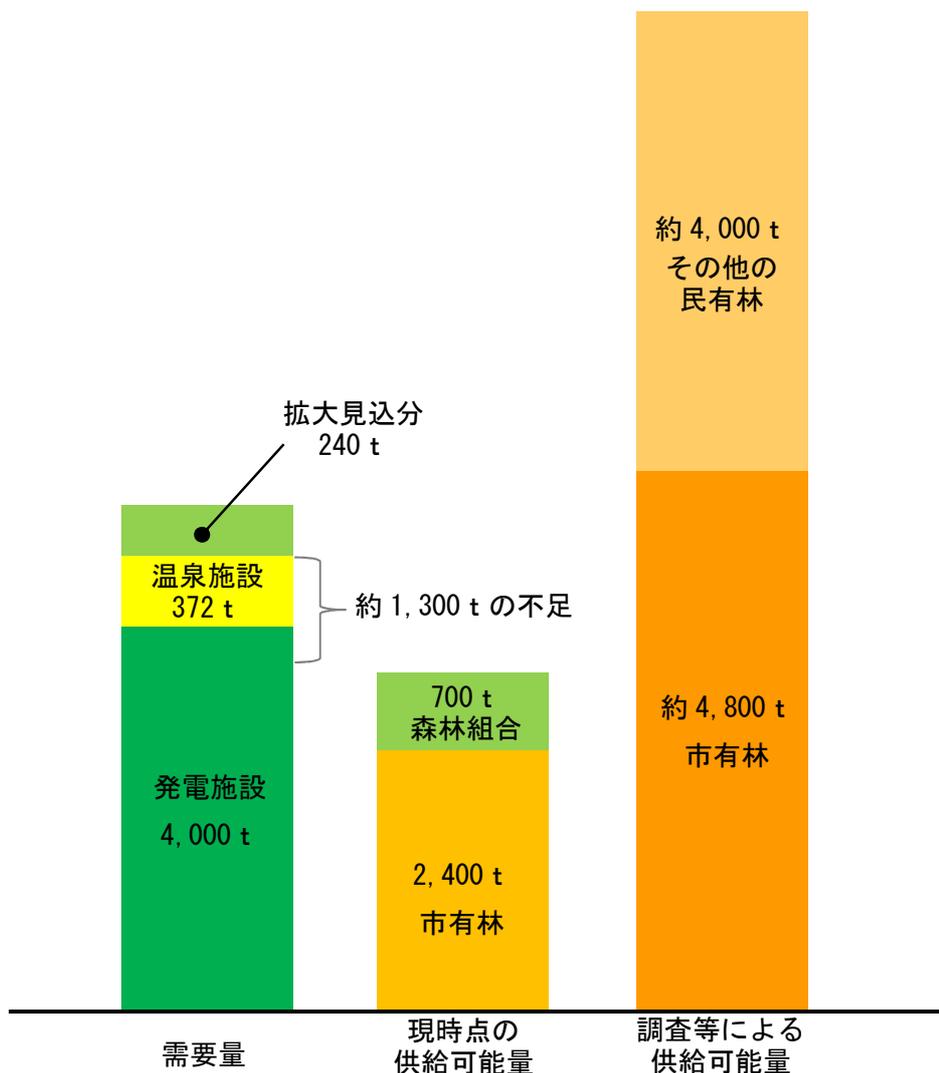
これらのことから、現時点での供給可能量は、市有林とその他の民有林を合わせ、9,100tとなります。

第4節 現時点の需給比較について

第2節での需要量と第3節の供給可能量を比較しますと、すでに流通先が確定しているその他の民有林における 6,000 t を除いた場合、約 1,300 t が不足しています。ただし、調査結果によりますと、市有林の供給可能量は年間 4,800 t、その他の民有林の供給可能量は、ヒアリング結果から、4,000 t 程度の拡大が可能となっています。

[図表 23]

図表 23 木質バイオマス燃料の需給バランス



需要量を満たすだけの森林資源量を有しながら、現時点の供給可能量は需要量を下回っています。今後、木質バイオマス燃料の供給量を増やしていくためには、素材生産量を拡大することに並行して調達コストを採算ベースに乗せることに取り組む必要があります。

第5章 木質バイオマス利活用の目標及び導入工程

第1節 木質バイオマス利用に関する目標の設定

これまでのとおり、本市の状況や課題を踏まえ、今後の目標を以下のとおり設定します。

1 未利用間伐材等の有効利用

1. 素材生産の規模拡大
2. 未利用間伐材等の搬出による木材の付加価値の向上
3. 林業従事者の増加、運搬等における新たな雇用創出

2 地域循環型持続社会の創出

1. 木質バイオマスの利活用による化石燃料使用量の抑制
2. 森林の保全・再生活動による二酸化炭素の吸収
3. 木質バイオマスの利活用による、地域で生産するエネルギーの循環利用

3 導入施設の安定経営及び地域の活性化

1. 導入施設の安定経営の検討
2. 地域内の人的ネットワークの形成・強化・拡大
3. 他施設への拡大に向けた検討

第2節 導入工程

第1節の目標を達成するための工程表を以下【図表24】のとおり示します。

図表24 工程表

項目	内容	施設等	平成29年度	平成30年度	平成31年度	平成32年度
各種計画	市有林伐採計画		策定			
	市有林路網整備計画		策定			
合議機関	地域協議会		設立			
導入施設	公共施設	願成就温泉	導入			
	公共施設	その他の施設	導入の検討			
	産業部門	農業用園芸施設	導入の検討			
	民間部門		企業等への導入促進			

発電施設へのチップ供給を開始する平成31年度には年間供給可能量が4,800t程度となるよう施業体系や収集・運搬体制を構築する必要があります。

第6章 木質バイオマス利活用の具体的な取組み

第1節 未利用間伐材等の有効利用

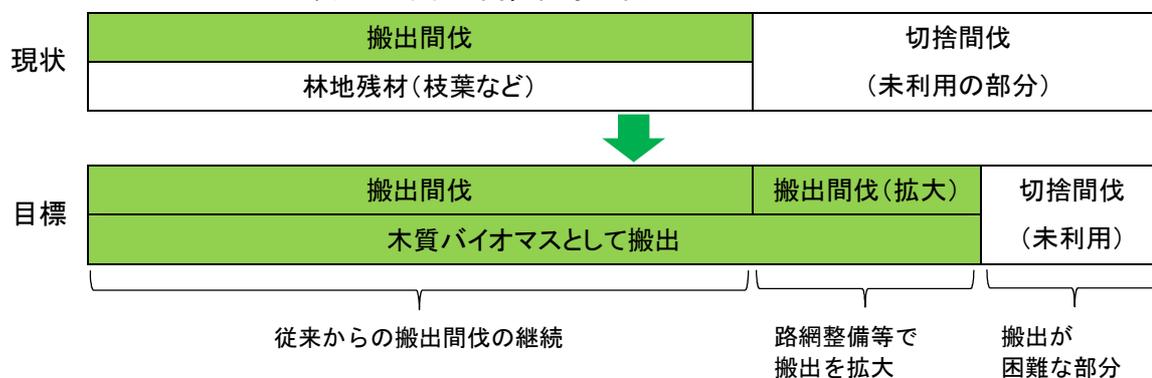
1 素材生産の規模拡大

木質バイオマス資源を持続的に利用するためには、計画的な主伐と再生林を進め、毎年利用できるバイオマス量を平準化していく必要があります。このため、森林経営計画との整合を図りつつ、高齢級に偏った林齢構成の平準化を進めていくため、また、林業事業者や森林所有者の意向も反映しながら長期的にめざす森林の姿を検討し、長期的スパンで林齢を平準化していくための市有林の伐採計画、路網整備計画を策定し、計画的な市有林施業の実施を通じた素材生産量の拡大を図ることで、木質バイオマスの生産量も拡大していきます。主伐については、これまで市有林の再生林を手掛けてきた森林組合の協力を得ながら、主伐から再生林までを一体的に実施する施業体系を導入していきます。

2 未利用間伐材等の搬出による木材の付加価値の向上

これまで林内に放置されていた未利用間伐材等を木質バイオマスとして活用することで、木材の付加価値を向上させていきます。このために必要となる低コストの林業経営に向け、林道・作業道等の基盤整備により未利用間伐材等〔図表 25〕の収集・運搬の効率化を検討していきます。また、全木集材を行うための高性能林業機械の整備を進め、安定性と収益性を高める体制を確立することで、現行の木質バイオマスの利用率を 25%から 30%まで高めることを目指します。さらに、地形等の理由で車両系の搬出が困難な箇所への対応のため、架線系集材の導入についても検討を進めます。

図表 25 未利用間伐材等の活用イメージ図



3 林業従事者の増加、運搬等における新たな雇用創出

北部木材センターでは、3人の地元雇用が予定されています。また、素材生産の拡大を進めるための市有林における長期的な伐採計画を示し、確実な事業実施を担保することで、林業事業体における植林・下刈り・間伐等の森林施業の事業量を増大し、従事者の増加を図ります。さらに、木質バイオマス燃料の利活用という新たな需要を踏まえ、効率的に収集・運搬・加工するシステムを構築し、林業事業体や運送業者等の関連産業による新たな雇用の創出を目指します。これらの森林整備活動の活性化は、森林所有者の所得向上も期待できます。

第2節 地域循環型持続可能社会の創出

1 木質バイオマスの利活用による化石燃料使用量の抑制

(1) 木質バイオマスの利用量増加への取組み

a) 公共施設への導入

木質チップボイラの導入にあたっては、熱利用の変動状況、設備設置のための敷地の確保、チップの輸送コストなどを考慮する必要があるため、主に北部地域の温泉・福祉施設、その他の公共施設への導入を図っていきます。

b) 公共施設への導入

現在検証中の施設の状況等を紹介し、木質バイオマス使用への理解を深め、採算性を確保できる規模への施設の集約及び加温設備の導入に向けた取り組みを進めていきます。

c) 民間施設等への情報発信

本市の公式ウェブサイト等を利用し、宿泊施設、スポーツ施設、福祉施設、医療機関等に対し、利活用に協力していただけるよう、情報を発信していきます。

2 森林の保全・再生活動による二酸化炭素の吸収

高齢級の人工林の主伐・再造林や適正な間伐の実施により、森林の有する公益的機能が発揮できる環境を整えます。こうした林齢の平準化により、二酸化炭素の吸収量も増加します。

3 北部木材センターの木質チップ使用への対応

北部木材センターの製造する木質チップに関する規格等は、以下のとおりです。

- ・形状 50mm×50mm×20mm 程度で、多少の規格外も混ざる状態
- ・含水率 50～55% (WB) 程度
- ・価格 11～12 円/kg
- ・運搬 スライドデッキ 30t 車

発電施設への木質チップ供給を前提としたものであるため、小規模の熱利用となる願成就温泉施設、その他の施設における木質チップ焚きボイラにそのままの状態で使用すると、低燃焼時に火が消えてしまう恐れがあります。また、スライドデッキ 30t 車による搬入に対応するには、過大なサイロが必要となります。

このため、木質チップの含水率が 45% を下回る程度に乾燥できる体制及び 4t 車程度の車両により搬入できる体制を整えていきます。

第3節 導入施設の安定経営及び地域の活性化

1 導入施設の安定経営の検討

(1) 願成就温泉

平成30年3月の木質チップボイラ導入に向け準備を進めている願成就温泉施設において、現在使用している電気によるヒートポンプ式給湯器を、木質チップ焚きボイラに転換します。導入経費は95,770千円、燃料費は年間5,319千円のほか、灰の処理や点検費用等のランニングコストが年間664千円程度と見込まれています。また、ボイラの転換による燃料使用量、燃料費、CO₂排出削減量の試算結果を〔図表26〕に示します。

図表26 願成就温泉における木質チップ焚きボイラ導入による燃料費等の試算

	既存施設		新規施設	
	使用エネルギー	電気 364kW/日	生チップ 372t/年	灯油 17kl/年
年間燃料費	7,496千円/年	4,201千円/年	1,117千円/年	
		5,319千円/年		
ランニングコスト	0	664千円/年		
CO ₂ 排出削減量	(218t- CO ₂ /年)	—	△43t- CO ₂ /年	
		175t- CO ₂ /年		

試算によれば、燃料費とランニングコストで1,513千円の減少となっています。安定経営のためには、今後、決定される導入設備における実際の運営経費等の検討を行い、当該施設及び他施設への木質バイオマスの導入拡大に必要なコスト削減対策等をさらに進めていく必要があります。

(2) 発電施設

平成31年度中の稼働を予定している発電施設には、県内から年間4万tの木質チップが燃料として供給される予定となっています。北部木材センターからは1万tを供給する予定で、うち、本市から4,000tの木質チップを供給します。調査結果をもとに、山口県森林組合連合会が整備する北部木材センターに対し、市有林施業による原木の安定供給を進めていきます。

2 地域内の人的ネットワークの形成・強化・拡大

地域の森林・林業を発展させながら木質バイオマス事業を持続的に成り立たせるためには、事業者・チップ製造・原木供給を担う主体の連携、流通の仕組みと需給調整の体制構築が必要です。そのための合意形成を図る場として、地域で連携して燃料を安定的に供給するための地域協議会の設立を進め、各機関の役割分担を明確にした上で、実施体制を確立します。[図表 27]

図表 27 地域協議会構成員のイメージ



こうした取組みを通じ、川上（材の生産）から川下（材の消費）までが一体となった実施体制の確立を目指します。[図表 28]

図表 28 川上から川下までが一体となった実施体制の確立

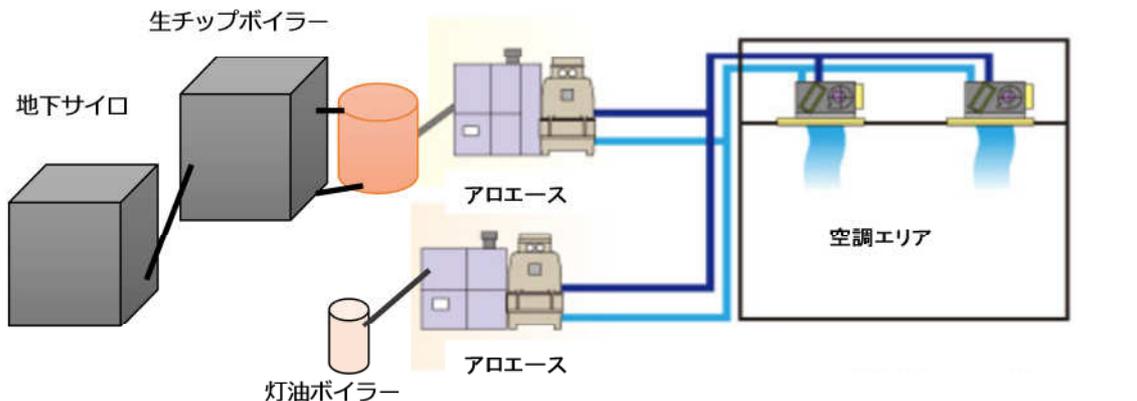


3 他施設への拡大に向けた検討

(1) 公共施設の空調システム

建屋規模約 2,000 m² (20m×50m×2 階) の建物で、このうち約 7 割のエリアの空調を以下のシステム [図表 29] で賄うことを想定します。

図表 29 生チップボイラと一体化したシステム



この場合、導入経費は 76,500 千円、燃料費は年間 1,359 千円のほか、灰の処理や点検費用等のランニングコストが年平均で 1,728 千円程度と見込まれています。また、転換による燃料使用量、燃料費、CO₂ 排出削減量の試算結果について [図表 30] に、今後の拡大推進について [図表 31] に示します。

図表 30 公共施設の空調における木質チップ焚きボイラ導入による燃料費等の試算

	比較施設	新規施設	
		生チップ 96t/年	灯油 4.6kl/年
使用エネルギー	灯油 23.2kl/年	1,058 千円/年	301 千円/年
年間燃料費	1,506 千円/年	1,359 千円/年	
ランニングコスト	1,400 千円/年	1,728 千円/年	
CO ₂ 排出削減量	(58t- CO ₂ /年)	—	△12t- CO ₂ /年
		46t- CO ₂ /年	

図表 31 公共施設の空調における木質チップ焚きボイラ導入の拡大推進

	施設目標数	想定面積	必要チップ量
今後の拡大推進	3 ヲ所	3,700m ²	生チップ 181t/年

試算によれば、灯油ボイラのみを使用した施設と比較した場合、年間燃料費は 147 千円低く抑えられますが、ランニングコストまで含めると 181 千円高くなります。また、生チップによる空調システムが市販されていないこともあり、導入経費は 34,500 千円程度高くなると想定されるため、乾燥チップ等への燃料の変更を含め、導入の検討を進めていく必要があります。

(2) 公共施設の給湯システム

市内の養護老人ホーム（定員 50 人）をモデルに、灯油による瞬間型湯沸かし器から木質チップ焚きボイラへの転換について試算しました。

この場合、導入経費は 50,404 千円、燃料費は年間 602 千円のほか、灰の処理や点検費用等のランニングコストが年平均で 828 千円程度と見込まれています。また、転換による燃料使用量、燃料費、CO₂ 排出削減量の試算結果を [図表 32] に、今後の拡大推進について [図表 33] に示します。

図表 32 公共施設の給湯における木質チップ焚きボイラ導入による燃料費等の試算

	既存施設	新規施設	
		生チップ 43t/年	灯油 2.1kl/年
使用エネルギー	灯油 11.7kl/年	生チップ 43t/年	灯油 2.1kl/年
年間燃料費	761 千円/年	468 千円/年	134 千円/年
		602 千円/年	
ランニングコスト	0	828 千円/年	
CO ₂ 排出削減量	(29t- CO ₂ /年)	—	△5t- CO ₂ /年
		24t- CO ₂ /年	

図表 33 公共施設の給湯における木質チップ焚きボイラ導入の拡大推進

	施設目標数	想定使用熱量	必要チップ量
今後の拡大推進	1 カ所	95,364kWh/月	生チップ 43t/年

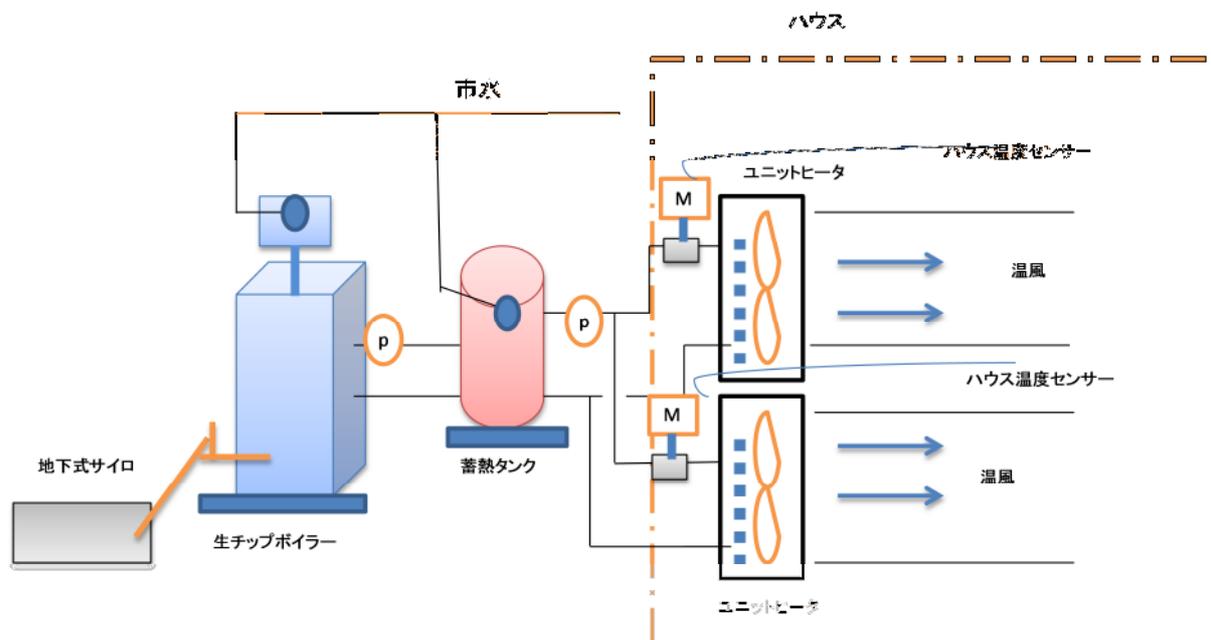
試算によれば、灯油による瞬間湯沸かし器のみの使用と比較した場合、年間燃料費は 159 千円低く抑えられますが、ランニングコストまで含めると 669 千円高くなります。小規模施設の場合は、効率的なボイラ稼働の面からも、給湯だけでなく、空調も含めた導入を検討していく必要があります。

願成就温泉、公共施設の空調・給湯設備における木質バイオマス燃料とするボイラの導入にあたっては、灯油等の化石燃料を使用するボイラに比べて負荷追従性が低く価格も高額であることから、灯油ボイラをバックアップボイラとして使用することを想定しています。

(3) 農業用園芸施設の加温システム

化石燃料を使用して加温を行っている農業用園芸施設について、現在、市販されている小型木質バイオマスボイラ 180kW に転換可能か検討しました。想定するシステムは以下の [図表 34] のとおりとなります。

図表 34 大規模ハウス加温システムのイメージ図



熱負荷計算により、180kW のボイラ能力で加温可能な範囲は、57m×12m のハウス 2 棟 (1,368 m²) となりました。この場合、導入経費は 39,402 千円、燃料費は年間 1,056 千円のほか、灰の処理や点検費用等のランニングコストが年平均で 500 千円程度と見込まれています。また、新規導入による燃料使用量、燃料費、CO₂ 排出削減量の試算結果を [図表 35] に、今後の拡大推進について [図表 36] に示します。

図表 35 農業用園芸施設における木質チップ焚きボイラ導入による燃料費等の試算

	既存施設	新規施設
使用エネルギー	灯油 25.0kl/年	生チップ 97t/年
年間燃料費	1,627 千円/年	1,056 千円/年
ランニングコスト	0	500 千円/年
CO ₂ 排出削減量	—	62t- CO ₂ /年

図表 36 農業用園芸施設における木質チップ焚きボイラ導入の拡大推進

	施設目標面積	必要チップ量
今後の拡大推進	12,750m ²	904t/年

試算によれば、灯油によるボイラ使用と比較した場合、年間燃料費は 571 千円低く抑えられ、ランニングコストを含めても 71 千円低くなります。ハウス 2 棟で約 40,000 千円必要となる初期費用を抑えることや、団地化による効率化も含め、検討していく必要があります。

今後の拡大の可能性について、灯油などの化石燃料の価格が低下している場合は、木質バイオマス燃料による熱利用システムの導入による経済性は低い結果となります。ただし、木質バイオマス燃料の場合、化石燃料と比較して価格が安定していることから、燃料価格により経営が左右されるリスクは少ないと考えられます。

これらの施設への普及にあたっては、補助事業の活用を前提に初期費用を抑えること、生チップ燃料の水分を可能な限り低く均一にすること等の工夫や、乾燥チップなど、生チップ以外の燃料使用についての検討も必要となります。

また、木質バイオマス燃料の普及・拡大にあたっては、経済性のみでは判断できない二酸化炭素排出量削減による次世代への環境維持・改善など、地球規模の課題への対応ということもあり、それらのバランスを勘案しながら、化石燃料の使用から移行していく必要があると考えます。

資料編

1. 用語集

(1) SI 接頭語

十進の倍量単位を作成するために、単一記号で表記する単位。

頭語の記号	名称	科学的記数法
k	キロ	10^3
M	メガ	10^6
G	ギガ	10^9

(2) 熱量・仕事エネルギー単位

エネルギー単位としては、J（ジュール）：熱量の単位。以前は cal（カロリー）が利用されていました。

	MJ(メガジュール)	kWh(キロワット時)	kcal(キロカロリー)
MJ	1	0.278	239
kWh	3.6	1	860
kcal	0.04186	0.00116	1

※1J は 1W の仕事率を 1 秒間行ったときの仕事とも定義され、1 時間行った場合 3,600J=1Wh となる。

(3) 発熱量について

発熱量には、高位（総）発熱量と低位（真）発熱量があり、高位発熱量は一般的な熱量計によって測定された値で水蒸気の蒸発熱を含んだ発熱量をいいます。一方、高位発熱量から水蒸気分の蒸発熱を減じた発熱量を低位発熱量といいますが、水蒸気となって排気される発熱量は回収システムを取り入れなければ利用出来ません。したがって、本事業における燃料の発熱量は低位発熱量を用います。

(4) 熱量計算と二酸化炭素排出係数について

燃料区分	発熱量(ジュール単位)	二酸化炭素排出係数※2
原油	38.2 MJ/L	—
ガソリン	34.6 MJ/L	2.32 kg-CO ₂ /L
軽油	37.7 MJ/L	2.62 kg-CO ₂ /L
灯油	36.7 MJ/L	2.49 kg-CO ₂ /L
A 重油	39.1 MJ/L	2.71 kg-CO ₂ /L
C 重油	41.7 MJ/L	2.98 kg-CO ₂ /L
LP ガス(プロパン)※1	51.2 MJ/ kg	3.00 kg-CO ₂ / kg
生チップ(含水率45%)	7.27 MJ/ kg	0 kg-CO ₂ / kg※3
ペレット	18.0 MJ/ kg	0 kg-CO ₂ / kg※3

資料：「総合エネルギー統計」(経済産業省・日本エネルギー経済研究所)

※1：1kg = 0.5 m³として質量(kg)から容積(m³)に換算

※2：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条(平成 18 年 3 月 24 日一部改正)

※3：バイオマス資源のカーボンニュートラルの特性から、二酸化炭素排出は 0 kg-CO₂/ kg と定義する。

2. 木材の特性

【木の含水率について】

木の含水率には、木材の基準により乾量基準含水率（ドライベース：DB）と湿量基準含水率（ウェットベース：WB）が存在します。

○ 乾量基準含水率（ドライベース：DB）

乾量基準含水率○%は、木材に含まれる水分の重量（kg）対全乾状態（水分無し）での木の重量（kg）の割合ことである。

$$\text{乾量基準含水率 } \circ \% \text{ (ドライベース : DB)} = \frac{\text{木材に含まれる水分の重量 (kg)} \times 100}{\text{木材の乾燥重量 (kg)}}$$

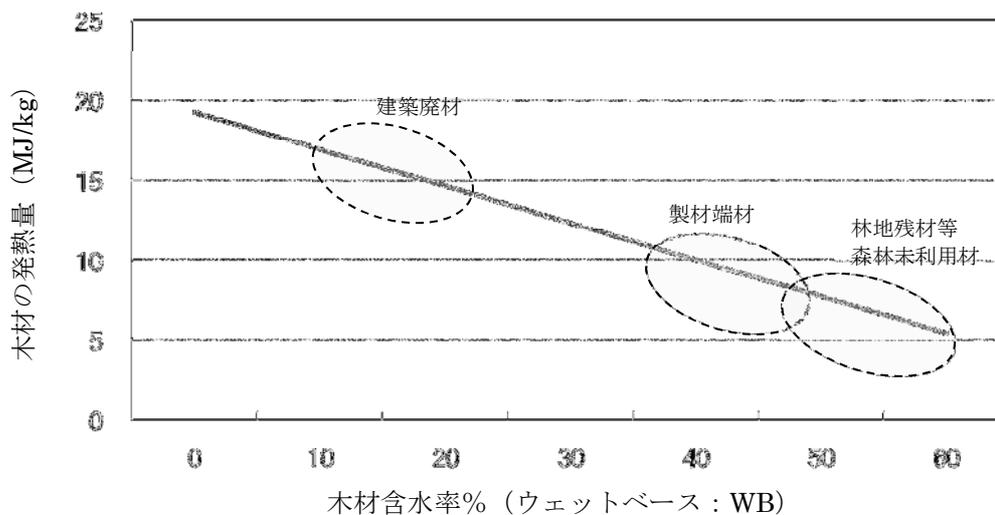
○ 湿量基準含水率（ウェットベース：WB）

湿量基準含水率○%は、木材に含まれる水分の重量（kg）対 生木（湿った木）の重量（kg）の割合ことである。

$$\text{湿量基準含水率 } \circ \% \text{ (ウェットベース : WB)} = \frac{\text{木材に含まれる水分の重量 (kg)} \times 100}{\text{生木の重量 (kg)}}$$

【木の発熱量について】

木質バイオマスをエネルギー利用する場合、ほぼ均一の規格（熱量）をもった化石燃料（低位発熱量 A 重油 37.1MJ/L、灯油 34.9MJ/L）とは異なり、木質資源は木材に含まれている水分量（含水率）により、その木材の持つ発熱量が大きく異なります。以下に木質バイオマス資源の含水率と低位発熱量の関係を示します。



図表 木質バイオマスの含水率と低位発熱量の関係 (目安)

林地残材や間伐材といった生木に近いものは含水率が高く発熱量は小さく、建材の

ように加工（人工乾燥）されたものは、含水率が低く発熱量は高くなる。したがって、燃料コストの重量単価が同じであっても含水率の低いほうが、熱量単価が低くなるため、エネルギー利用には有利である特性があります。