

**山口市木質バイオマス利活用計画
に係る基礎調査等業務
報 告 書**

平成 29 年 1 月



目 次

第1章 業務概要	- 1 -
1.1 業務の目的	- 1 -
1.2 業務実施期間	- 1 -
1.3 業務項目	- 1 -
1.4 業務内容	- 2 -
1.4.1 賦存量及び利用可能量調査等業務	- 2 -
1.4.2 木質バイオマス資源の活用に対する提案業務	- 2 -
第2章 賦存量及び利用可能量調査	- 4 -
2.1 木質バイオマス賦存量調査	- 4 -
2.1.1 既存資料による業務対象の概況確認	- 4 -
2.1.2 航空写真による林相判読	- 5 -
2.1.3 航空レーザ計測データを用いた解析	- 12 -
2.1.4 現地調査	- 14 -
2.1.5 賦存量の算出	- 16 -
2.1.6 森林簿との突合せ	- 17 -
2.2 木質バイオマス利用可能量調査	- 19 -
2.2.1 20年間の森林成長量の予測と伐採可能量の推定	- 19 -
2.2.2 現状の生産システムによる利用可能量の算出	- 29 -
2.3 バイオマス利用の現状	- 37 -
2.3.1 既存統計資料等の収集・整理	- 37 -
2.3.2 地域関係者・関係事業者等への聞取調査	- 39 -
2.4 木質バイオマス利用に関する目標の設定	- 41 -
2.4.1 持続可能な森林資源の供給に向けた木質バイオマス利用可能量の算出	- 41 -
2.4.2 木質バイオマス利用に関する目標量	- 43 -
2.4.3 供給拡大に向けたシナリオに基づく目標設定	- 45 -
2.5 木質バイオマスに関する取組み方針の検討	- 57 -
2.6 実施体制の確立	- 64 -
2.6.1 木質バイオマス利活用事業の実施体制イメージ	- 64 -
2.6.2 事業実施時の要件	- 65 -
第3章 木質バイオマス資源の利活用に対する業務提案	- 66 -
3.1.1 生チップボイラー導入調査	- 66 -
3.1.2 報告書の作成について	- 66 -
3.2 願成就温泉施設への木質チップボイラーの導入	- 67 -

3.2.1 既存施設の現状	- 67 -
3.2.2 温泉施設の負荷調査（簡易診断）	- 68 -
3.2.3 熱負荷計算とボイラー能力算定	- 69 -
3.2.4 燃料使用量	- 69 -
3.2.5 生チップボイラーのメーカー比較	- 70 -
3.2.6 ボイラー室の配置	- 71 -
3.2.7 システムの特徴	- 72 -
3.2.8 イニシャルコスト	- 72 -
3.2.9 ランニングコスト	- 73 -
3.2.10 経済的評価	- 74 -
3.3 徳地総合支所	- 75 -
3.3.1 新徳地総合支所の規模	- 75 -
3.3.2 空調負荷の条件	- 76 -
3.3.3 熱計算と機種選定	- 76 -
3.3.4 年間生チップ使用量の試算	- 77 -
3.3.5 生チップボイラーのメーカー比較	- 79 -
3.3.6 木質バイオマスボイラーおよび吸収式冷温水機の設置場所	- 79 -
3.3.7 システムの特徴	- 79 -
3.3.8 イニシャルコスト	- 79 -
3.3.9 ランニングコスト	- 80 -
3.3.10 経済性評価	- 81 -
3.4 阿東老人ホーム	- 83 -
3.4.1 施設の現状	- 83 -
3.4.2 施設の負荷調査	- 85 -
3.4.3 熱計算とボイラー能力算定	- 86 -
3.4.4 生チップ必要量	- 87 -
3.4.5 生チップボイラーのメーカー比較	- 88 -
3.4.6 ボイラー室の配置	- 89 -
3.4.7 システムの特徴	- 90 -
3.4.8 イニシャルコスト	- 90 -
3.4.9 ランニングコスト	- 91 -
3.4.10 経済性評価	- 92 -
3.5 トマトハウス	- 93 -
3.5.1 ハウスの規模の想定	- 93 -
3.5.2 ハウスの負荷	- 93 -
3.5.3 熱負荷計算	- 94 -
3.5.4 生チップ使用量の試算	- 95 -
3.5.5 ハウス加温機メーカーの比較	- 96 -

3.5.6 生チップボイラー等の配置	- 96 -
3.5.7 システムの特徴	- 96 -
3.5.8 イニシャルコスト	- 96 -
3.5.9 ランニングコスト	- 98 -
3.5.10 経済性評価	- 98 -
3.6 経済性評価のまとめ	- 100 -
第 4 章 各施設の生チップ導入への考察	- 102 -
4.1 生チップボイラーの導入適正	- 102 -
4.1.1 願成就温泉	- 102 -
4.1.2 新徳地総合支所・阿東老人ホームおよびトマトハウス	- 102 -
4.2 木質バイオマスの比較	- 102 -
第 5 章 資料編	- 104 -
5.1 利用可能量に係る集計資料	- 104 -
5.2 乾燥チップの提案	- 124 -
5.2.1 利点	- 125 -
5.2.2 木質バイオマスの比較	- 125 -
5.3 灰の有効利用	- 126 -
5.3.1 燃焼灰発生に関する現状把握	- 126 -
5.3.2 木質燃焼灰有効利用の可能性調査	- 128 -
5.3.3 木質燃焼灰利用に関する法令等の整理	- 134 -
5.3.4 山口県における「特殊肥料」に係る条例	- 139 -
5.3.5 灰の有効利用に関する留意事項（品質の確保）	- 141 -
5.4 PR 用モニター	- 142 -
5.5 用語集	- 144 -
5.6 木材の特性	- 145 -
5.7 アンケート調査表	- 146 -

第1章 業務概要

1.1 業務の目的

山口市の豊富な森林資源を木質バイオマスとして有効利用することで、化石燃料の使用量を抑制し、森林の保全・再生活動を通じた地球温暖化対策、素材生産の規模拡大や林地残材搬出などによる雇用創出等の地域活性化を推進するため、木質バイオマスの賦存量及び利用可能量の実態調査、利用量の実態調査、利用のためのコスト検証等を実施し、循環型木質バイオマスエネルギーの利用体系の構築を目的とする。

1.2 業務実施期間

本業務の実施期間は以下のとおりである。

平成 28 年 8 月 23 日から平成 29 年 1 月 20 日

1.3 業務項目

(1) 賦存量及び利用可能量調査等業務

- ① 木質バイオマス賦存量及び利用可能量調査
- ② 木質バイオマス活用の現状把握
- ③ 木質バイオマス活用に関する目標の設定
- ④ 木質バイオマスに関する取組方針の検討
- ⑤ 実施体制の確立

(2) 木質バイオマス資源の活用に対する提案業務

- ① 願成就温泉施設への木質チップ炊きボイラー
- ② バイオマス発電施設への木質チップ供給
- ③ 公共施設等への導入
- ④ 上記①～③を踏まえた効果的な活用方策及び新たな活用方策の提案

1.4 業務内容

1.4.1 賦存量及び利用可能量調査等業務

(1) 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、その他の解析及び現地調査等に基づき賦存量調査を実施した。併せて、調査結果を基に利用可能量を算定した。対象地域、対象資源は以下のとおりとした。

- ・対象地域：山口市全域（民有林）
- ・対象資源：森林簿記載の全樹種（全林齢）

(2) 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、利用率をバイオマス別に集計・整理した。調査にあたっては、既存統計資料等の収集・整理によるほか、地域関係者・関係事業者等への聞き取り調査を実施した。

(3) 木質バイオマス活用に関する目標の設定

市域において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をバイオマス別に検討し、設定した。なお、目標設定は、市有林の主伐・間伐の施業による人工林残さ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た。

また、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 年間の年次別とした。

(4) 木質バイオマスに関する取組方針の検討

調査結果をもと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た。

(5) 実施体制の確立

木質バイオマス利用を推進する上で、連携を図るべき関係機関との役割分担、連携・協力の方針や協力体制について検討し、その方向性を提示した。

1.4.2 木質バイオマス資源の活用に対する提案業務

(1) 願成就温泉施設への木質チップ炊きボイラー

現時点は、年間 600～800t 程度の規模の施設導入を検討しているが、観光交流課と連携し、可能な範囲で効率的なシステム導入を提案した。

(2) 木質バイオマス発電施設への木質チップ供給

山口県森林組合連合会が整備する木材集積所及びチップ製造施設を活用し、木質バイオマス混焼発電施設に安定供給できる体制を提案した。

(3) 公共施設等への導入

上記の願成就温泉施設への木質チップ炊きボイラー、木質バイオマス発電施設への木質チップ供給のほか、公の施設等の更新に合わせ、順次、木質バイオマスエネルギーによるボイラー施設を導入予定であり、更新予定施設のうち、導入に適した施設を選定した。

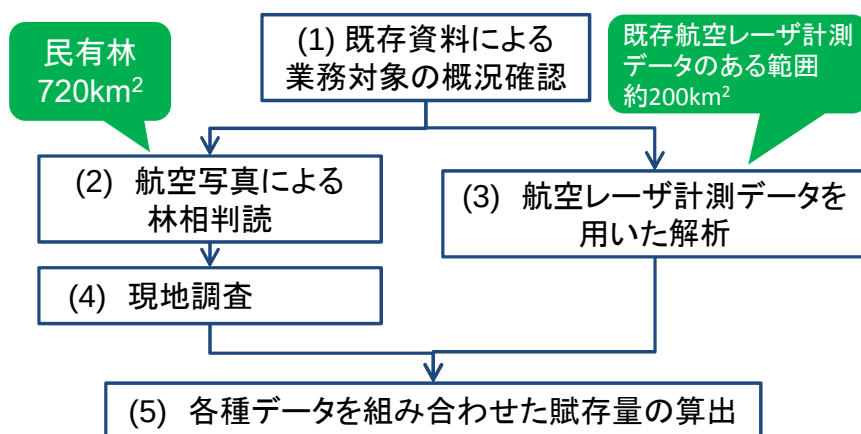
(4) (1) ～ (3) を踏まえた効果的な活用方策及び新たな活用方策の提案

上記(1)～(3)を踏まえて、効果的な活用方策及び新たな活用方策について、事業採算性を検討した上で提案した。また、各提案に対する二酸化炭素削減効果を算定し、山口市の現状を踏まえた課題とその解決策、地域活性化策にも言及した。

第2章 賦存量及び利用可能量調査

2.1 木質バイオマス賦存量調査

本調査では、木質バイオマス利用可能量を推定する際の基礎データとして、現存する森林簿の精度向上を図り、できる限り正確な木質バイオマス賦存量を推定することが求められている。そこで、最新の航空写真判読、航空レーザ計測データの解析等、既存データから得られる情報の特性に応じた調査を実施し、これらと現地検証データを組み合わせた解析を行うことで、可能な限り精度の高い賦存量を算出することとした。賦存量調査のフローを以下に示す。



図表 2-1 賦存量調査のフロー

2.1.1 既存資料による業務対象の概況確認

山口市より貸与された航空写真及び森林簿のほか、精度の高い賦存量算出に活用できるデータとして既存の航空レーザ計測データ、環境省植生図等の資料を独自に収集した。収集した資料一覧は(図表 2-2)に示すとおりである。

図表 2-2 収集資料一覧

データ名	データ年度	備考
航空写真	H26.2	
森林GISデータ	H25	小班・林道・作業道等
森林基本図	-	
環境省植生図	H20	S=1/25,000
山口地区航空レーザ測量業務業務成果	H26	航空レーザ計測データ
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	H22	航空レーザ計測データ
佐波川航空レーザ測量業務業務成果	H21	航空レーザ計測データ
佐波川航空レーザ測量外業務業務成果	H16	航空レーザ計測データ

2.1.2 航空写真による林相判読

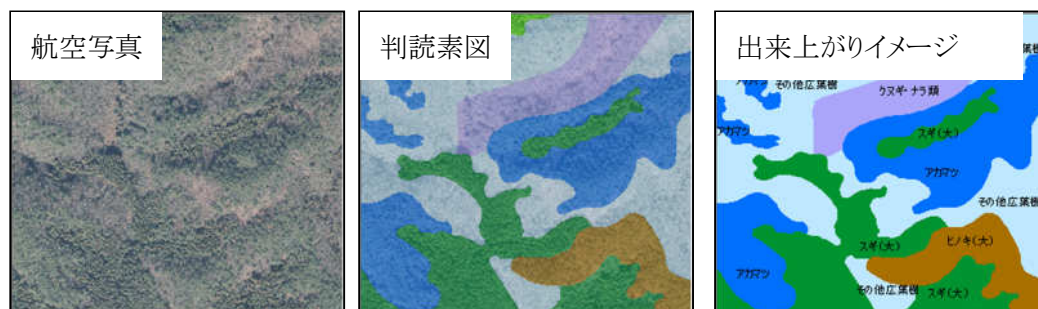
賦存量調査の基礎データとして、対象範囲で航空写真(平成 26 年度 2 月撮影)を用いて目視判読を行い、林相区分図を作成した。判読にあたっては縮尺 1/5000 の地図上で 0.5cm×0.5cm(実尺 25m×25m)を最小判読単位とした。

林相区分図凡例を図表 2-3 に、林相区分図作成イメージを図表 2-4 に、航空写真から読み取れる林相区分の例を図表 2-5～図表 2-7 に示す。

「スギ」、「ヒノキ」は樹冠のサイズに基づき、それぞれ大・中・小の 3 区分を設定した。「クヌギ・ナラ類」と「その他広葉樹」については、貸与される航空写真が冬季のものであるため、落葉広葉樹の細区分が困難である。そのため、落葉広葉樹に判読される群落については環境省植生図(S=1/25,000)を参照し、環境省植生図凡例のコナラ群落、アベマキ・コナラ群落に該当する林相は「クヌギ・ナラ類」に、それ以外の広葉樹に該当する林相は「その他広葉樹」に区分した。なお、環境省植生図がない箇所は森林簿を参照した。

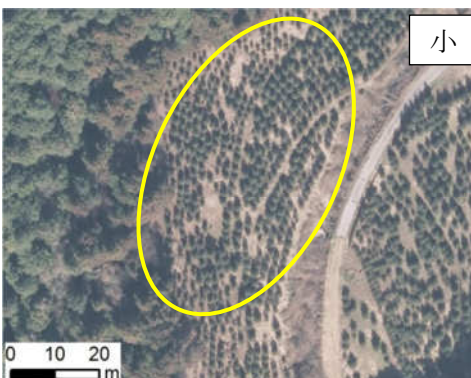
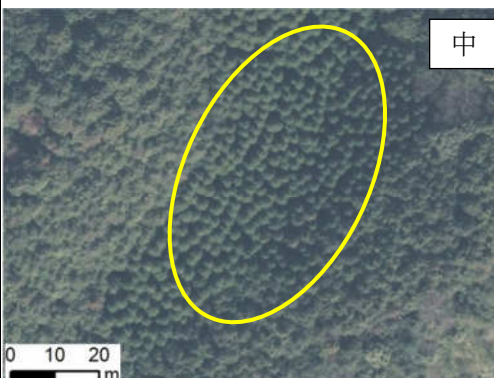
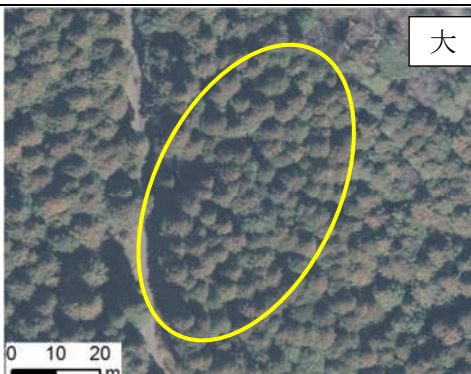
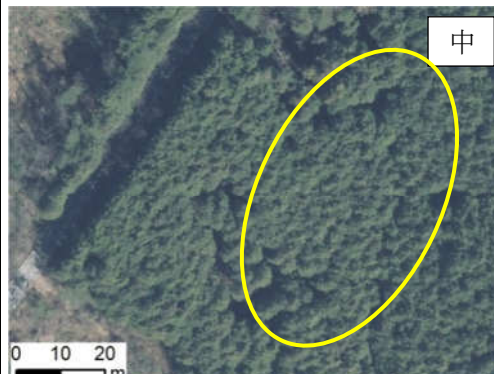
図表 2-3 林相区分図凡例

林相コード	林相名
11	スギ (小)
12	スギ (中)
13	スギ (大)
21	ヒノキ (小)
22	ヒノキ (中)
23	ヒノキ (大)
30	アカマツ
41	クヌギ・ナラ類
42	その他広葉樹
51	竹
52	侵入竹
60	新植地・伐採跡地
70	その他 (道路・構造物・宅地・水域)

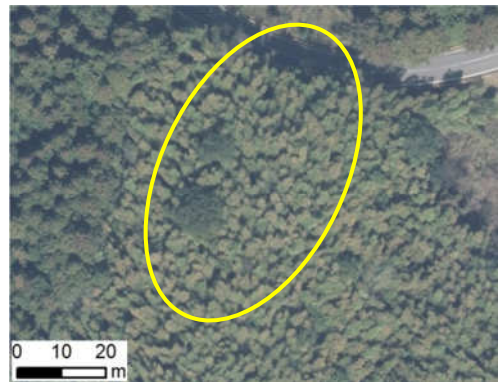
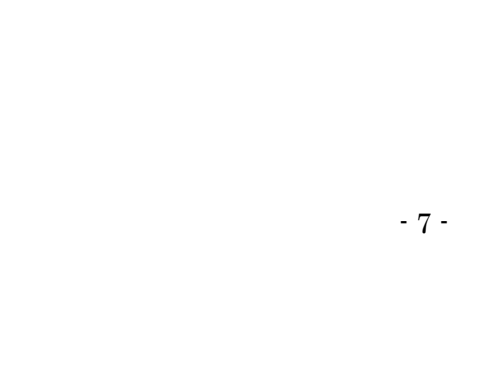


図表 2-4 林相区分図作成イメージ

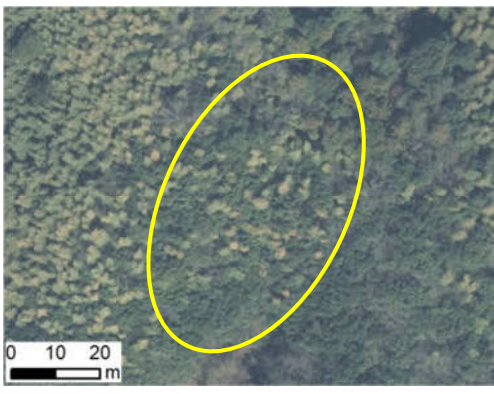
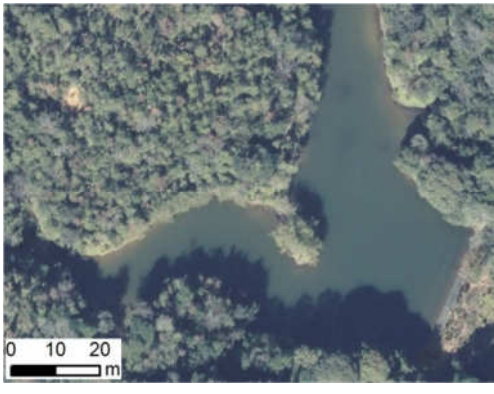
図表 2-5 航空写真から読み取れる林相区分の例 (1/3)

林相名	航空写真		
スギ			樹冠は円錐形が明瞭であり、ブツブツ感がある。赤みを帯びた深緑に見える。ヒノキに比べてきめが粗い。冬の画像では高齢級林樹冠の赤みが強い。 樹冠小：新植感があり、筋のはっきりして、地面が見える。 樹冠中：単木の樹冠が区別できる、樹冠大に比べて密な林分である。 樹冠大：樹冠が大きくはっきりしており、単木の樹冠が確認できる場合および樹高が高く、周囲に樹木の影がある場合もある。
			
ヒノキ			樹冠は鈍い円錐形であり、スギに比べてきめが細かい。若齢林は薄い黄緑色、壮齢～老齢林は深い黄緑色に見える。 樹冠小：新植感があり、筋のはっきりして、地面が見える。 樹冠中：キメが細かく滑らかなテクスチャで表現される 樹冠大：樹冠が大きく、ひとつひとつがはっきりしている。
			

図表 2-6 航空写真から読み取れる林相区分の例 (2/3)

林相名	航空写真	
アカマツ		
	青味かった緑色を呈する。樹冠が疎である箇所では林床を見ることができる。スギやヒノキに比べて色が薄く見える。ヒノキに比べてきめが粗い。	
広葉樹		
	針葉樹と比べて、樹冠が不明瞭である。一本一本の形は識別できず、ベッタリとしたものから、大きな形(樹冠)が識別できるものまでが広葉樹である。落葉樹林は薄いこげ茶色を呈する。	
竹林		
	個々の樹冠が明瞭に確認できる。他の樹種に比べて明るい黄緑色に見える。	

図表 2-7 航空写真から読み取れる林相区分の例 (3/3)

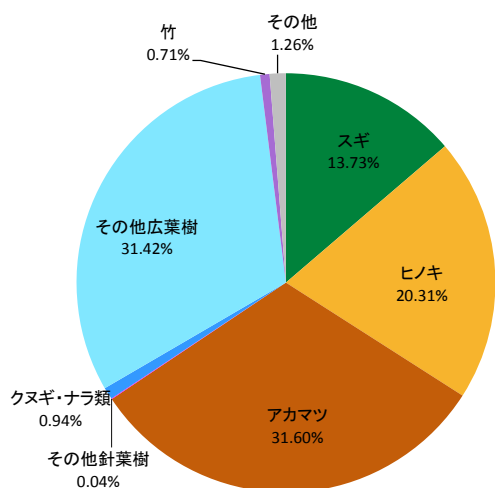
林相名	航空写真	
侵入竹林		
	他の林相への侵入度合は0-25%であり、分散している。	
伐採跡地		
	伐採跡地では地表面や伐出後に残る筋が確認できる。樹種の識別ができない新植地は全てこの凡例にする。	
その他		
	道路、構造物等と水域は形状で判別できる物であり、道路はコンクリート色で、細長い形状である。住宅は屋根の色で表される。水域は茶色～暗い青みがかった色に見える。	

判読した林相区分図から算出した林相別面積集計一覧を図表 2-8 に、林相別面積割合グラフを図表 2-9 に示した。また、林相区分図を図表 2-10 に、森林簿(第一樹種)による林相区分図を図表 2-11 に示した。

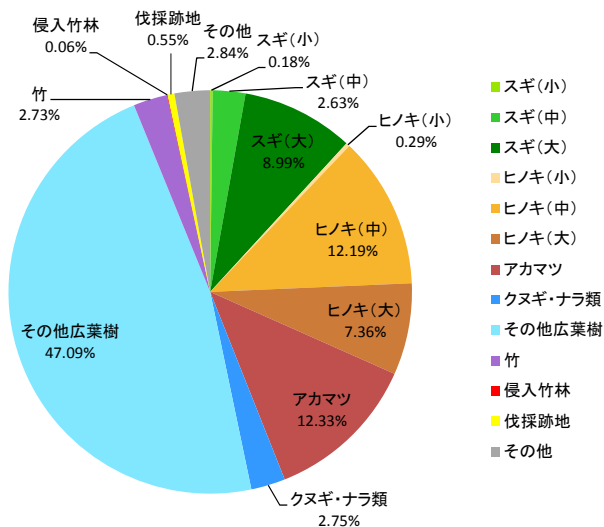
調査地に最も広範囲に分布している樹種は広葉樹で、クヌギ・ナラ類とその他広葉樹あわせて 36,079.07ha(49.75%) を占めた。次いで、ヒノキが 14,369.97ha(19.85%)、アカマツが 8,926.49ha(12.33%)、スギが 8,551.58ha(11.81%)であった。

図表 2-8 林相別面積集計一覧

林相ID	林相名	森林簿面積 (ha)	林相面積 (ha)	林相面積 割合(%)
11	スギ(小)	—	133.01	0.18
12	スギ(中)	—	1906.97	2.63
13	スギ(大)	—	6511.61	8.99
小計		9938.68	8551.58	11.81
21	ヒノキ(小)	—	211.52	0.29
22	ヒノキ(中)	—	8829.07	12.19
23	ヒノキ(大)	—	5329.38	7.36
小計		14707.63	14369.97	19.85
30	アカマツ	22875.3	8926.49	12.33
—	その他針葉樹	25.5	—	—
41	クヌギ・ナラ類	681.56	1988.67	2.75
42	その他広葉樹	22744.37	34090.40	47.09
51	竹	517.11	1976.45	2.73
52	侵入竹林	—	40.75	0.06
60	伐採跡地	—	399.10	0.55
70	その他	909.17	2055.90	2.84
統計		72399.32	72399.32	100

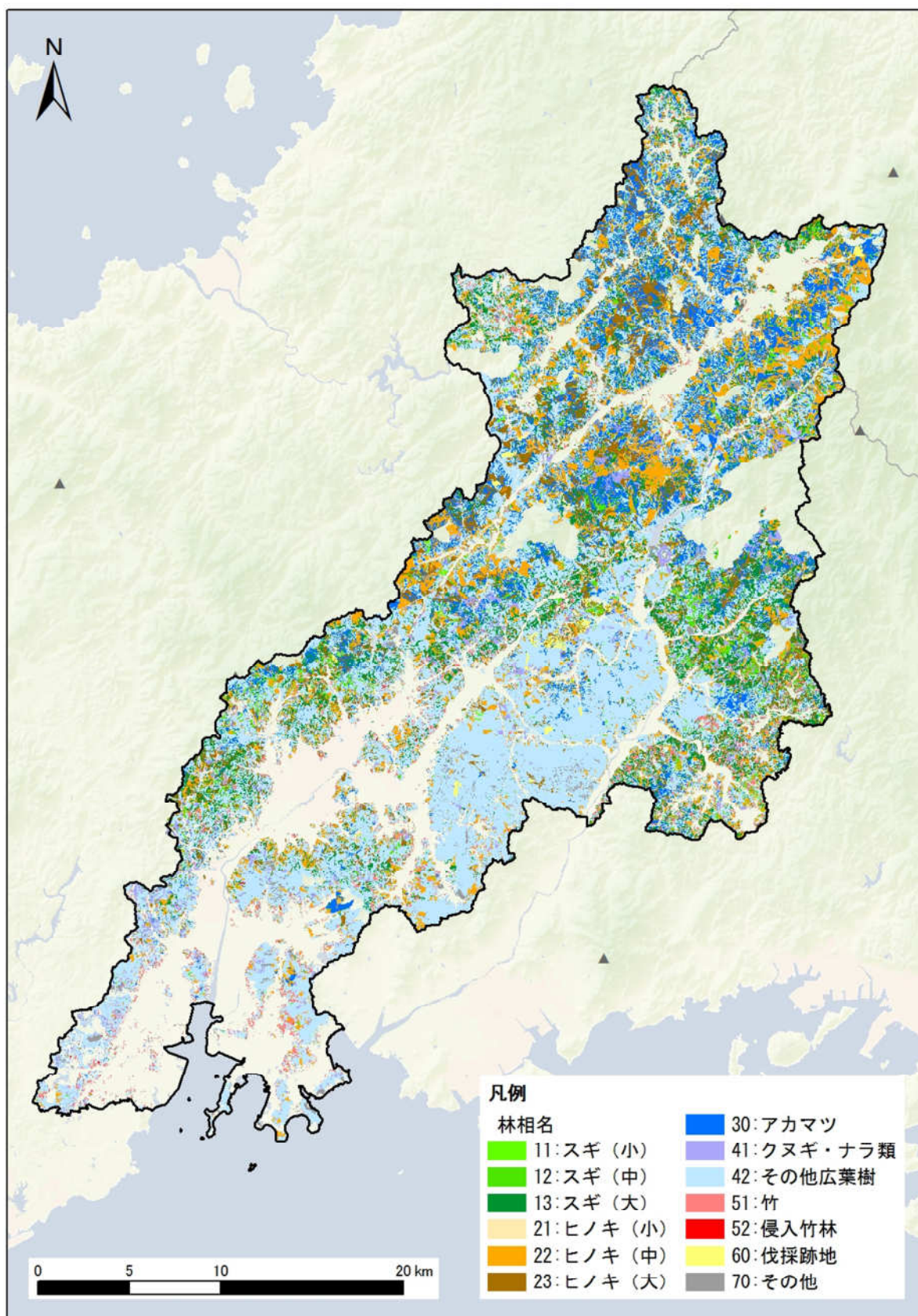


森林簿(第一樹種)面積割合

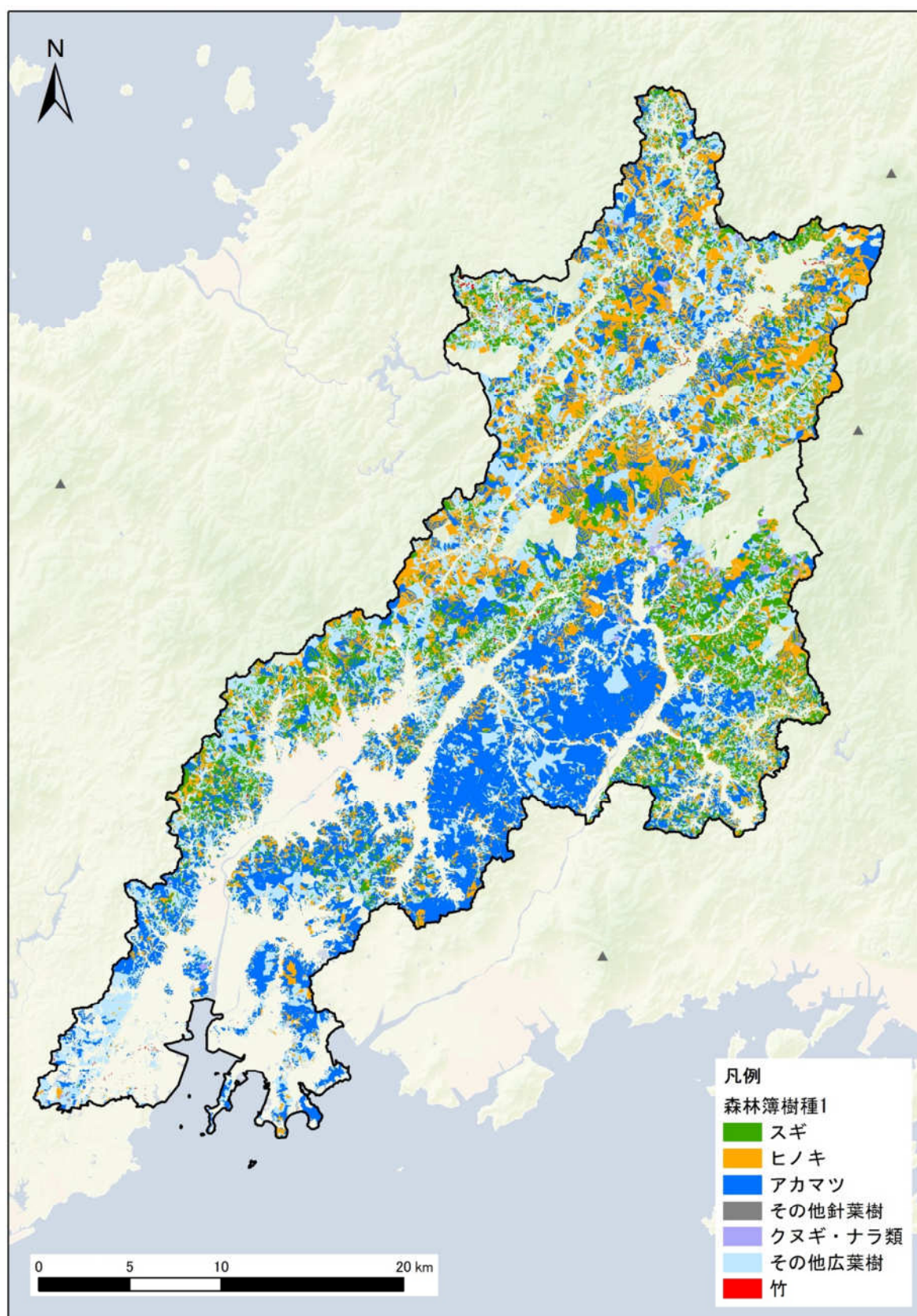


林相図樹種面積割合

図表 2-9 面積割合



図表 2-10 林相区分図（航空写真判読）

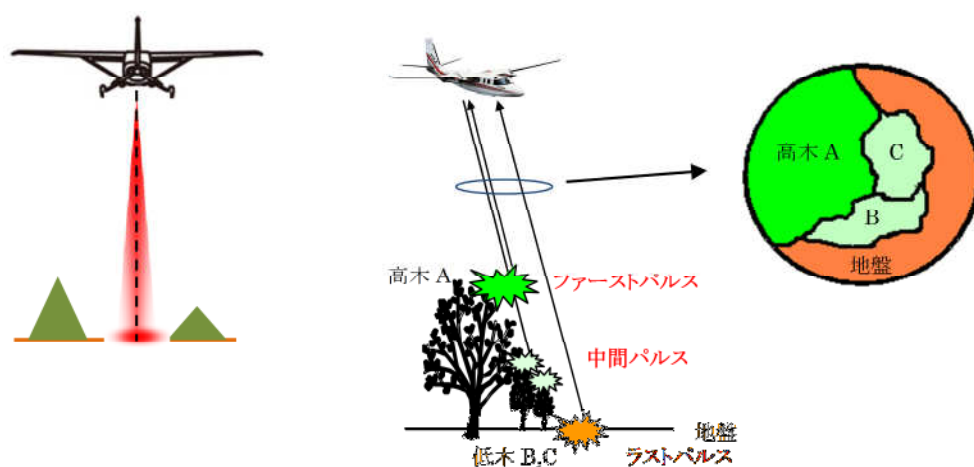


図表 2-11 林相区分図（森林簿）

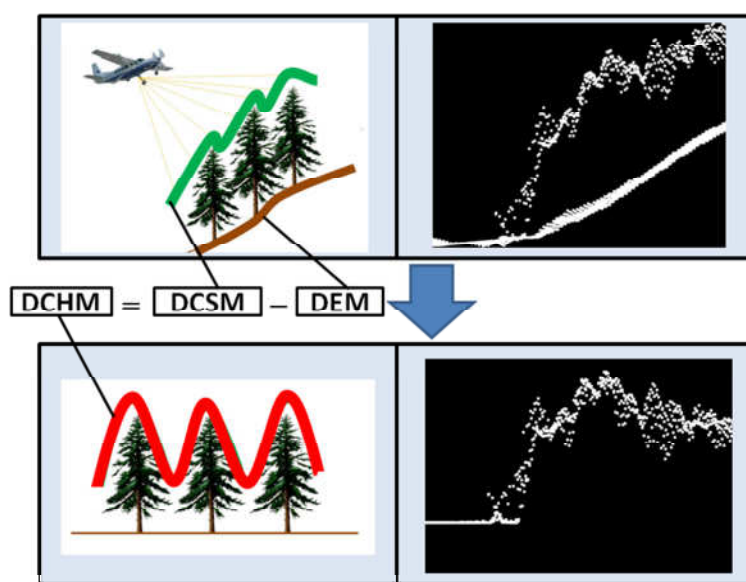
2.1.3 航空レーザ計測データを用いた解析

山口市内には既存の航空レーザ計測データ(国土交通省国土地理院及び国土交通省中国地方整備局が管理する航空レーザ測量データ)が約200km²の範囲で存在する。航空レーザ計測データを用いた解析を実施することで、高精度の樹高推定が可能であることから、林相ごとに平均樹高を算出し、林相判読に際する参考データとした。

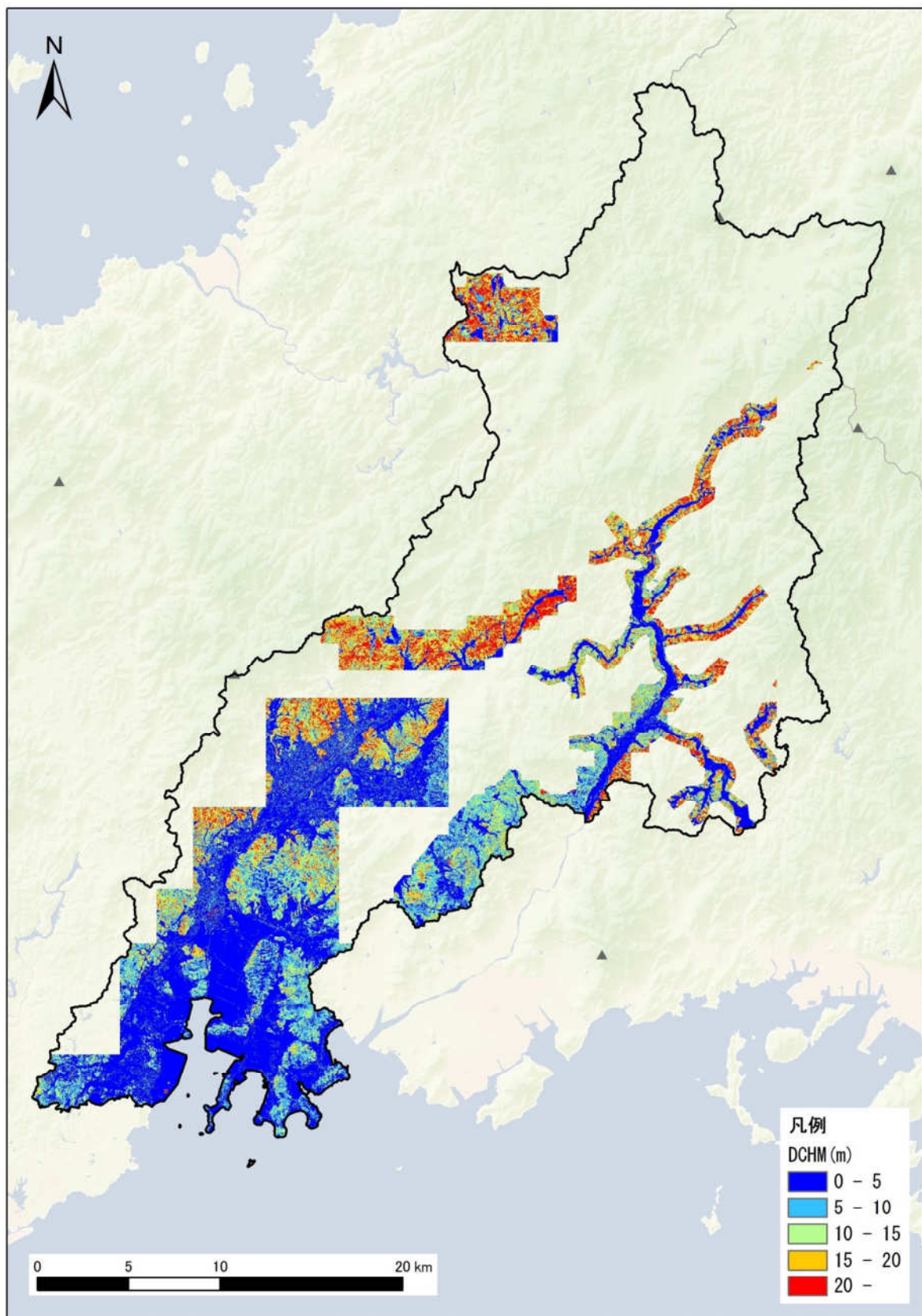
航空レーザ計測のイメージ図を図表 2-12 に示す。樹高解析では DCHM (Digital Canopy Height Model, 樹冠高モデル) を作成した。DCHM 作成イメージ図を図表 2-13 に示す。DCHM は DCSM (Digital Canopy Surface Model, 樹冠表層モデル) と DEM (Digital Elevation Model, 地盤高モデル) の差分から作成したものである。山口市内の樹高 (DCHM) 区分図を図表 2-14 に示す。この結果を、スギ、ヒノキの樹冠サイズ区分の参考資料とした。



図表 2-12 航空レーザ計測イメージ図



図表 2-13 DCHM 作成イメージ図



图表 2-14 樹高 (DCHM) 区分図

2.1.4 現地調査

現地調査は、航空写真判読による林相区分の精度向上を図るため、判読した主要な林相に対し、現地概況調査によって実際の森林分布状況を確認し、林相区分図に反映させた。また、林相単位の材積推定に資する基礎データを取得するために、各林相の標準地調査を実施した。

標準地1箇所の規模は、半径5.64m、水平投影面積で100m²とし、調査項目は、胸高直径、樹高、枝下高とした。材積の推定には、立木幹材積表西日本編(日本林業調査会 1970)を用いた。なお、竹林については、奥田ら(2006)の推定式(森林総合研究所,平成 18 年度研究成果選集)をもとに、胸高直径から地上部現存量(t)を算出した。

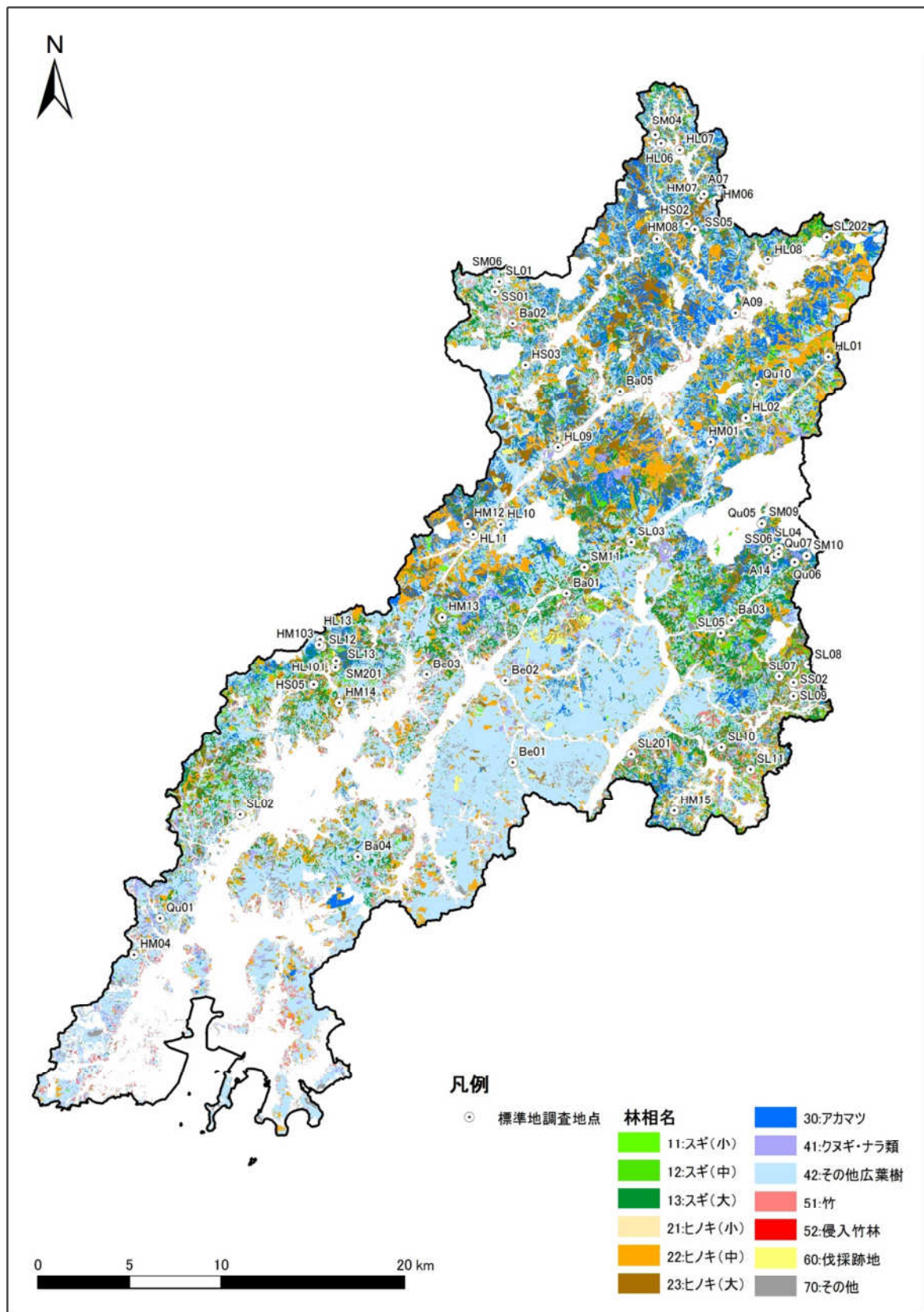
各林相における標準地調査結果一覧を図表 2-15 に、調査地点位置図を図表 2-16 に示す。

標準地調査は、スギ(小)で4地点、スギ(中)で6地点、スギ(大)で14地点、ヒノキ(小)で3地点、ヒノキ(中)で10地点、ヒノキ(大)で10地点、アカマツで3地点、クヌギ・ナラで5地点、その他広葉樹で3地点、竹林で5地点、計63地点で実施した。

図表 2-15 標準地調査結果一覧表

調査番号	林相	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	haあたり材積 (m ³ /ha)	調査番号	林相	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	haあたり材積 (m ³ /ha)
SS01	スギ(小)	15.8	8.4	2,300	195	HM12	ヒノキ(中)	28.7	18.2	1,100	643
SS02	スギ(小)	7.5	5.4	3,300	46	HM13	ヒノキ(中)	19.7	12.1	1,000	188
SS05	スギ(小)	14.2	10.1	3,100	255	HM14	ヒノキ(中)	26.0	15.6	1,400	629
SS06	スギ(小)	10.1	6.2	2,100	61	HM15	ヒノキ(中)	24.8	19.1	1,100	521
SM201	スギ(中)	14.6	12.1	2,500	270	HM103	ヒノキ(中)	22.7	17.7	1,400	518
SM04	スギ(中)	21.9	16.2	1,500	434	HL01	ヒノキ(大)	38.4	24.8	500	699
SM06	スギ(中)	29.5	17.3	1,300	712	HL02	ヒノキ(大)	27.7	21.4	1,400	944
SM09	スギ(中)	18.4	17.8	2,500	595	HL06	ヒノキ(大)	26.5	21.4	1,600	1,080
SM10	スギ(中)	26.7	21.4	1,000	580	HL07	ヒノキ(大)	35.0	24.5	800	950
SM11	スギ(中)	24.9	17.2	1,200	480	HL08	ヒノキ(大)	52.2	26.8	500	1,334
SL201	スギ(大)	34.4	24.3	900	950	HL09	ヒノキ(大)	35.7	22.6	600	670
SL202	スギ(大)	29.8	20.1	1,000	639	HL10	ヒノキ(大)	37.2	25.8	800	1,131
SL01	スギ(大)	34.7	21.9	1,100	1,031	HL11	ヒノキ(大)	31.0	21.6	800	659
SL02	スギ(大)	25.2	15.1	1,300	493	HL13	ヒノキ(大)	31.8	22.7	1,000	941
SL03	スギ(大)	33.5	29.6	1,300	1,576	HL101	ヒノキ(大)	29.5	22.2	1,300	1,007
SL04	スギ(大)	45.9	31.5	700	1,618	A07	アカマツ	27.1	19.7	900	474
SL05	スギ(大)	41.7	36.1	600	1,337	A09	アカマツ	14.5	10.3	1,500	164
SL07	スギ(大)	31.6	24.1	900	818	A14	アカマツ	29.9	24.5	1,200	970
SL08	スギ(大)	49.7	28.2	700	1,675	Qu01	クヌギ	19.1	14.3	900	167
SL09	スギ(大)	35.7	31.2	700	1,001	Qu05	クヌギ	13.8	7.1	1,000	51
SL10	スギ(大)	27.4	25.3	1,500	1,082	Qu06	クヌギ	29.7	23.3	900	735
SL11	スギ(大)	32.0	25.3	700	647	Qu07	クヌギ	28.6	16.9	1,000	490
SL12	スギ(大)	34.3	23.7	1,000	1,105	Qu10	コナラ	14.0	8.5	1,500	97
SL13	スギ(大)	35.6	25.0	1,200	1,418	Be01	広葉樹	12.2	12.2	1,200	88
HS02	ヒノキ(小)	8.0	5.9	3,000	56	Be02	広葉樹	17.8	13.7	1,300	266
HS03	ヒノキ(小)	11.8	6.4	1,600	57	Be03	広葉樹	17.6	12.2	1,200	193
HS05	ヒノキ(小)	13.3	7.0	2,300	118	Ba01	タケ	13.0	-	5,400	139
HM01	ヒノキ(中)	22.4	18.7	1,300	495	Ba02	タケ	5.8	-	6,500	28
HM04	ヒノキ(中)	23.6	15.5	1,100	378	Ba03	タケ	11.4	-	5,300	104
HM06	ヒノキ(中)	27.7	15.8	900	416	Ba04	タケ	9.6	-	6,300	86
HM07	ヒノキ(中)	28.5	14.9	1,100	500	Ba05	タケ	10.9	-	6,200	110
HM08	ヒノキ(中)	24.1	14.3	1,100	359						

※タケは地上部現存量の推定値として、ha あたり ton で算出した。



図表 2-16 標準地調査地点位置図

2.1.5 賦存量の算出

木質バイオマス賦存量を推定するため、前項の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、以下の式と拡大係数(国立環境研究所,2015)に基づいて、枝葉を含む地上部現存量を推定した。

各林相の賦存量推定基礎データを図表 2-17 に、算出した木質バイオマス賦存量に係る各推定値の一覧表を図表 2-18 に示す。ここでは、スギ、ヒノキの林冠サイズ(小)を林齢 20 年生以下、林冠サイズ(中)以上を林齢 21 年生以上と想定して拡大係数を取り扱った。

$$\text{地上部現存量(t)} = \text{立木材積(m}^3\text{)} \times \text{容積密度(t/m}^3\text{)} \times \text{拡大係数}$$

図表 2-17 賦存量推定基礎データ

林相区分	容積密度 (t/m ³)	拡大係数	
		林齢 20 年生以下	林齢 21 年生以上
スギ	0.314	1.57	1.23
ヒノキ	0.407	1.55	1.24
アカマツ	0.416	1.63	1.23
クヌギ・ナラ	0.619	1.40	1.26
その他広葉樹	0.619	1.40	1.26

(国立環境研究所「日本国温室効果ガスインベントリ報告書(2015)より改変)

図表 2-18 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	1906.97	976,044	376,968	113,090
スギ(大)	1099.28	6511.61	7,158,083	2,764,595	829,378
スギ小計		8551.59	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	8829.07	4,102,869	2,070,636	621,191
ヒノキ(大)	941.50	5329.38	5,017,611	2,532,288	759,686
ヒノキ小計		14369.97	9,136,767	4,613,199	1,383,960
アカマツ	536.00	8926.49	4,784,599	2,448,183	734,455
クヌギ・ナラ	308.00	1988.67	612,510	477,721	143,316
その他広葉樹	182.30	34090.4	6,214,680	4,847,077	1,454,123
竹* ¹	93.39	1976.45	184,581	184,581	55,374
計		69903.57	29,085,785	23,485,347	7,045,604

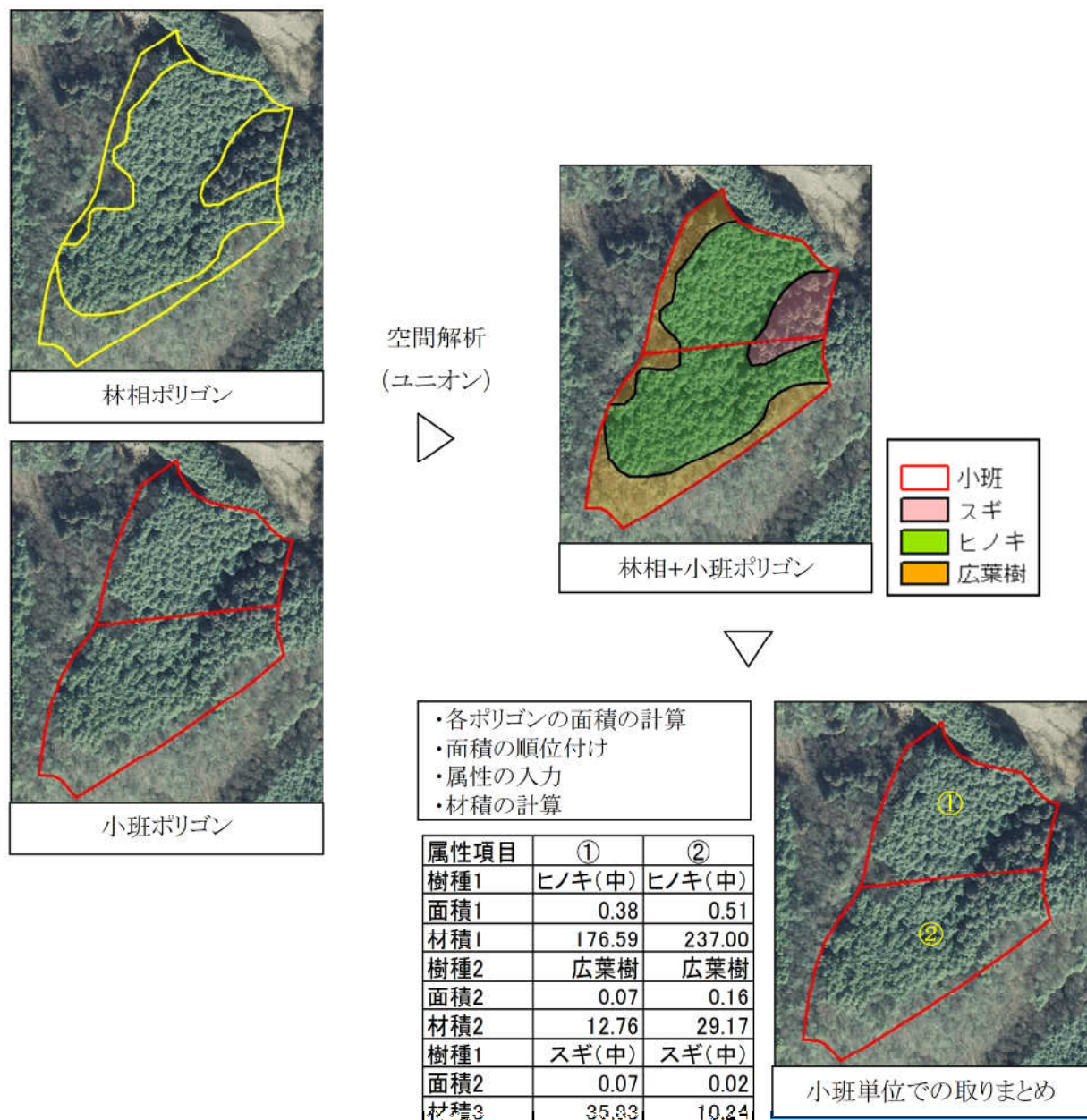
*1:竹林は ha あたり ton で計算した

*2:バイオマス賦存量は後述する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%とした。

2.1.6 森林簿との突合せ

林相区分の結果および各林相の面積、材積情報を森林簿に取りまとめた。

林相区分の結果を小班単位で集計するにあたり、一つの小班を構成する樹種が必ずしも 1 種類ではなく複数の樹種から構成される場合がある。とりまとめの際は、占有面積が最も大きい樹種を第 1 樹種として、順に第 10 樹種まで樹種名および面積を小班データの属性に付けた。また、現地調査で取得した各林相の ha あたりの材積(m³)の平均値を小班内の林相面積に掛けあわせ、各林相の材積を算出した。小班データまとめ例を図表 2-19 に、属性の整理結果のサンプルを図表 2-20 に示す。



図表 2-19 小班データまとめ例

図表 2-20 属性の整理結果

旧市町村 D	林班	準林班	小班	枝番	地区	樹種1	面積1	材積1	樹種2	面積2	材積2	樹種3	面積3	材積3	樹種4	面積4	材積4	樹種5	面積5	材積5	樹種6	面積6	材積6	樹種7	面積7	材積7	樹種8	面積8	材積8	樹種9	面積9	材積9	樹種10	面積10	材積10	樹種 Sup	Sug 面積	Sug 材積	樹種 Hinoki	Hinoki 面積	Hinoki 材積
203	1333	C	89	0	5	クスギ・ナラ類	0.27	83.16																											クスギ	0.07	73.80	ヒノキ	0.02	10.63	
203	1106	C	93	2	2	クスギ(大)	0.07	73.80	ヒノキ(中)	0.02	10.63																									クスギ	0.07	73.80	ヒノキ	0.02	10.63

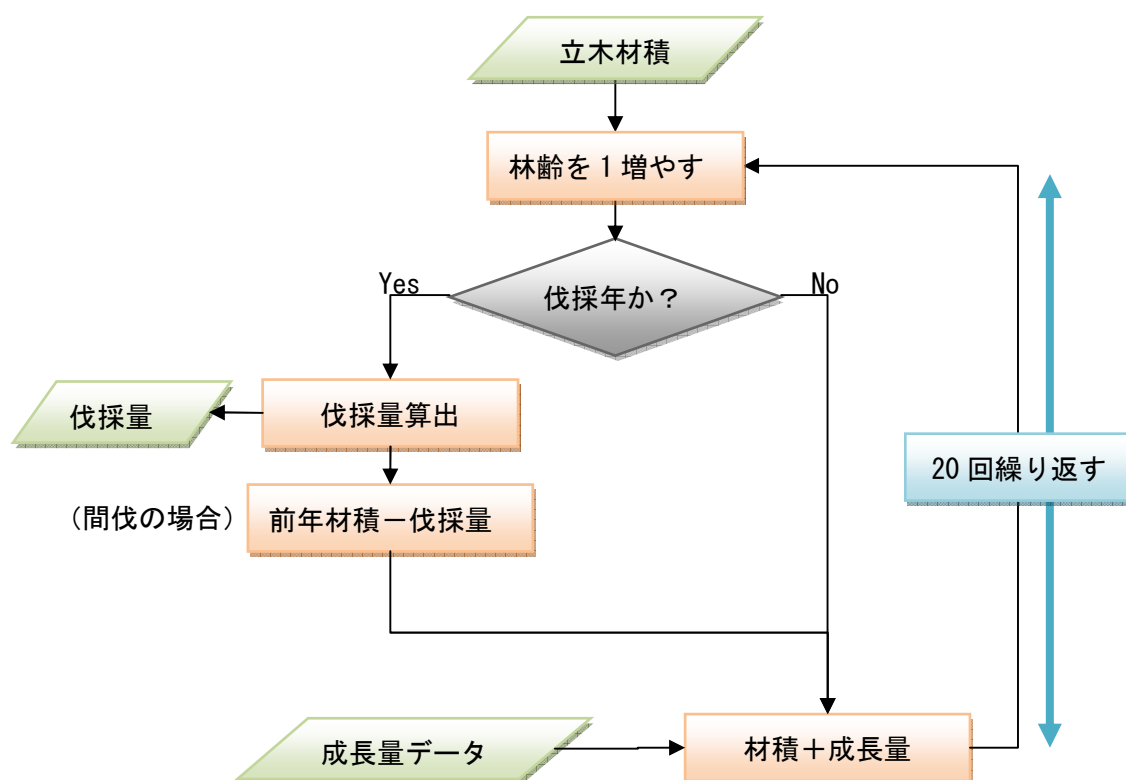
2.2 木質バイオマス利用可能量調査

2.2.1 20年間の森林成長量の予測と伐採可能量の推定

(1) 伐採可能量推定の方法

算出した材積データをもとに、後述する各樹種の収穫表を利用して、間伐及び主伐による収穫予測を試みた。再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)による調達期間が20年間であることから、今後20年間の伐採可能量を推定した。

今回の調査で算出した材積データと森林簿における林齢データから今後20年分の伐採可能量をMSAccess上で推定した。伐採量推定のフローを図表2-21に示す。



図表 2-21 伐採量推定フロー

まず、森林簿林齢データを用いて、一年ごとに林齢を1増やす。林齢が伐採年であるかを判定し、伐採年であった場合は伐採量を算出した。間伐を行った小班は前年度材積から伐採量の差分を取り、その年の成長量を加算している。また、伐採年でない小班については成長量を加算した。上記の処理を終了後、次年度の計算に進み、同じ処理を20回繰り返すことで20年分の伐採量を計算した。成長量の計算方法、伐採年の詳細については次頁に記載する。

<成長量の計算根拠>

各樹種の成長量は、下記の資料を参考に算出した。なお、後述するヒアリング調査結果に基づき、スギ・ヒノキの本数間伐率は 30%とした。木質バイオマスの利用の中心であるスギ・ヒノキの集計を本文中にまとめ、アカマツと広葉樹の集計は資料編に示す。

- ・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

<計算手順例>

- 1) Excel で林齢、目安本数、平均樹高、平均胸高直径値を入力
- 2) 林齢と平均樹高、林齢と平均胸高直径の散布図を作成し、近似曲線を作成
- 3) 近似式を平均樹高、平均胸高直径に適用
- 4) 幹材積表の式により平均幹材積を計算
- 5) ha あたり幹材積(施業体系の目安本数×平均幹材積)を計算
- 6) ha あたり幹材積の今年値-前年値により成長量を計算

<伐採年の根拠>

広葉樹を除いて、各樹種の成長量の計算根拠に既に間伐年が設定された上での成長量であるため、間伐年は上記資料に基づいて設定した。主伐年については、後述するヒアリング調査結果に基づき、各樹種で 54 年に設定した。

(スギ)

- ・保育間伐：10 年
- ・搬出間伐：16 年、21 年、31 年
- ・主伐：54 年

(ヒノキ)

- ・保育間伐：10 年
- ・搬出間伐：31 年
- ・主伐：54 年

(アカマツ)

- ・搬出間伐：30 年、40 年
- ・主伐：54 年

(広葉樹)

- ・主伐：54 年

(2) 伐採可能量推定結果

① 市有林における今後 20 年分の伐採可能量（立木材積）の推定

市有林全域において、今後 20 年間の搬出間伐の伐採可能量（以下、間伐可能量）、主伐の伐採可能量（以下、主伐可能量）、主伐と間伐を合計した伐採可能量（以下、出材可能量）をスギ・ヒノキ別に推計し、集計した。

また参考として、旧市町村区分の旧阿東町、旧徳地町、その他の 3 区分（以下、旧市町村区分）で伐採可能量を集計した。

(a) 間伐可能量

市有林全域における今後 20 年間の間伐可能量を推計した結果を図表 2-22 及び図表 2-25 に示す。

20 年間の間伐可能量を平均すると、スギは年間 1,075m³、ヒノキは年間 2,919m³であった。スギは年ごとに間伐可能量にばらつきがみられ、17 年目に材積が集中している。これは 1 年目に主伐を迎えた多くの林分の新植地が 1 回目の搬出間伐を行う林齢に達することによるものである。一方、ヒノキは 20 年間を通して材積に増減は少ない。ヒノキの搬出間伐は林齢 31 年での計算であるため、少なくとも 10～30 年前には一定量の主伐と新植が継続されてきたためと考えられる。

図表 2-22 市有林における今後 20 年間の間伐可能量（m³）

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	39	2,174	2,213	95	1,800	1,895	51	357	408	185	4,332	4,516
2年目	25	2,096	2,121	87	1,080	1,166	188	585	774	300	3,761	4,061
3年目	297	2,117	2,414	107	1,711	1,819	37	395	433	442	4,223	4,665
4年目	8	2,384	2,392	63	1,964	2,027	147	994	1,140	218	5,341	5,559
5年目	74	2,883	2,957	160	2,081	2,242	5	167	171	240	5,130	5,370
6年目	17	1,930	1,948	161	1,086	1,247	8	200	208	186	3,217	3,403
7年目	54	1,283	1,337	175	1,265	1,440	20	629	649	249	3,177	3,427
8年目	114	2,087	2,201	40	946	986	6	193	199	161	3,226	3,387
9年目	172	2,246	2,418	154	908	1,062	13	587	600	339	3,742	4,081
10年目	18	1,079	1,097	37	1,095	1,132	81	231	312	136	2,405	2,541
11年目	1,680	2,094	3,774	1,229	751	1,980	1,109	354	1,463	4,018	3,199	7,217
12年目	74	846	920	183	450	633	162	342	503	418	1,638	2,056
13年目	81	747	828	217	332	548	205	883	1,088	503	1,961	2,464
14年目	30	1,245	1,275	139	941	1,080	189	281	470	359	2,466	2,825
15年目	121	1,373	1,494	133	394	527	145	76	221	398	1,844	2,242
16年目	158	1,105	1,263	162	121	283	97	724	822	417	1,951	2,368
17年目	4,130	674	4,804	3,220	434	3,654	2,739	474	3,213	10,089	1,582	11,671
18年目	214	1,211	1,425	417	35	452	467	217	684	1,098	1,463	2,561
19年目	128	1,188	1,316	535	496	1,031	393	653	1,047	1,056	2,338	3,394
20年目	93	1,100	1,193	341	168	509	262	110	372	695	1,379	2,074
年平均	376	1,593	1,970	383	903	1,286	316	423	739	1,075	2,919	3,994

(b) 間伐可能量+主伐可能量

市有林全域における今後 20 年間の出材可能量を推計した結果を図表 2-23～図表 2-27 に示す。

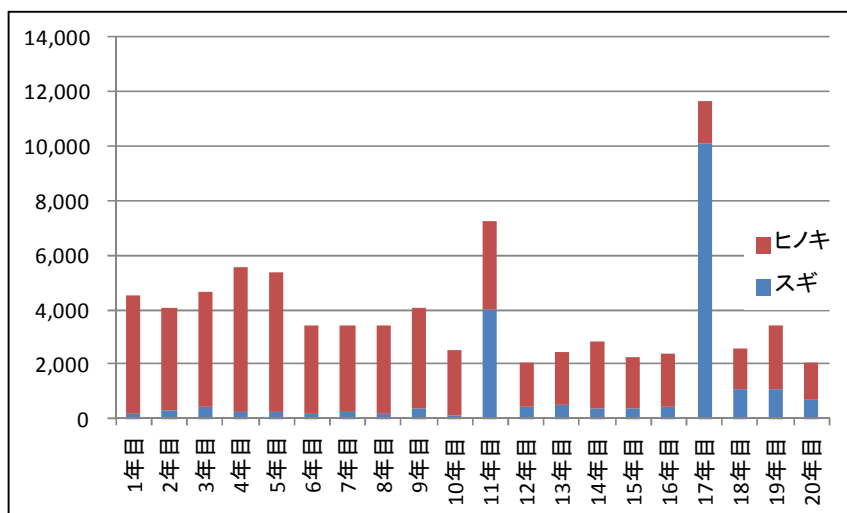
間伐量と主伐量を合計した出材可能量は 1 年目に 100 万 m³を超過し、2 年目以降はいずれも 20 万 m³を下回っている。これは市有林内のスギ、ヒノキ林は伐採可能な林齢に達する林分が大部分を占めているためである。現況では市有林の林齢構成に偏りがあり、伐期を迎えている林分が多く存在するため、これを平準化していくことが課題と考えられるが、仮に 20 年間の出材可能量を平均するとスギは年間 56,825m³、ヒノキは年間 65,079m³となり、スギ・ヒノキ合わせて年間 12 万 m³以上を生産できるポテンシャルを有していると考えられる。

図表 2-23 市有林における今後 20 年間の主伐可能量 (m³)

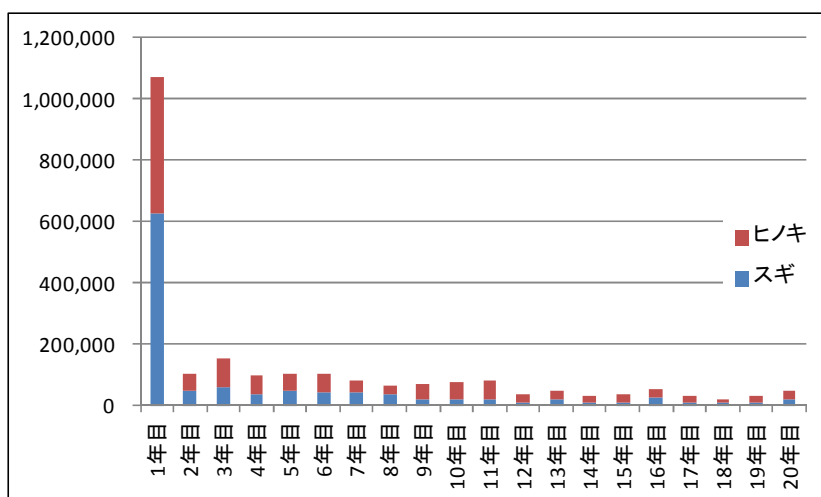
年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	262,726	308,153	570,879	187,917	66,846	254,763	178,061	68,480	246,541	628,704	443,479	1,072,183
2年目	8,489	37,087	45,575	15,925	14,811	30,737	23,913	5,129	29,042	48,327	57,027	105,354
3年目	6,684	39,333	46,016	26,052	47,551	73,603	26,316	10,447	36,763	59,052	97,330	156,382
4年目	2,442	21,738	24,181	15,464	33,122	48,587	17,213	6,013	23,226	35,120	60,874	95,994
5年目	3,273	13,882	17,155	20,237	29,959	50,196	26,951	11,056	38,008	50,461	54,898	105,359
6年目	10,511	25,899	36,410	22,428	28,026	50,454	10,209	8,673	18,882	43,149	62,598	105,747
7年目	8,585	15,437	24,022	29,715	21,665	51,380	5,254	3,280	8,534	43,554	40,382	83,936
8年目	4,040	16,693	20,733	16,365	10,515	26,880	15,333	3,172	18,504	35,738	30,379	66,117
9年目	2,378	20,666	23,044	15,748	23,630	39,379	1,917	5,113	7,030	20,043	49,410	69,452
10年目	7,466	22,744	30,210	8,614	27,466	36,080	1,811	9,667	11,478	17,891	59,877	77,768
11年目	1,788	35,195	36,983	14,825	24,272	39,096	3,060	1,519	4,579	19,673	60,986	80,659
12年目	801	14,220	15,021	5,513	10,953	16,466	1,736	2,777	4,513	8,050	27,950	35,999
13年目	692	3,054	3,745	10,984	15,970	26,954	7,358	10,256	17,614	19,034	29,280	48,314
14年目	1,582	9,491	11,073	7,468	13,226	20,694	240	2,246	2,485	9,290	24,963	34,253
15年目	2,276	7,592	9,868	4,633	12,657	17,290	483	6,874	7,357	7,392	27,123	34,515
16年目	416	16,143	16,559	21,968	13,016	34,984	1,194	1,294	2,488	23,578	30,453	54,031
17年目	2,542	11,409	13,951	6,097	7,181	13,277	876	2,655	3,531	9,515	21,244	30,760
18年目	4,603	6,908	11,511	3,348	4,667	8,015	75	2,721	2,796	8,026	14,296	22,322
19年目	5,027	8,612	13,640	5,010	2,681	7,691	197	10,247	10,444	10,235	21,540	31,775
20年目	5,849	12,270	18,120	9,066	13,057	22,123	3,250	3,788	7,038	18,165	29,116	47,281
年平均	17,109	32,326	49,435	22,369	21,064	43,432	16,272	8,770	25,043	55,750	62,160	117,910

図表 2-24 市有林における今後 20 年間の間伐可能量+主伐可能量 (m³)

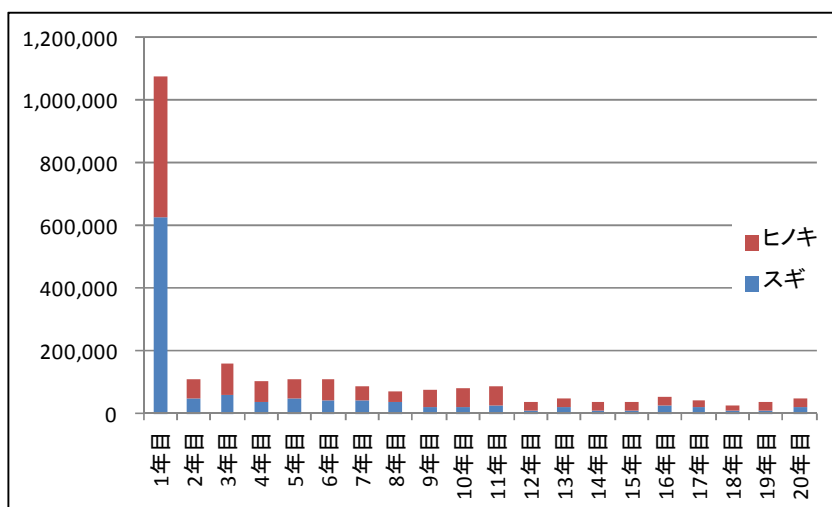
年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	262,765	310,327	573,092	188,011	68,647	256,658	178,112	68,837	246,949	628,888	447,811	1,076,699
2年目	8,514	39,183	47,696	16,012	15,891	31,903	24,101	5,715	29,815	48,627	60,788	109,415
3年目	6,981	41,449	48,430	26,159	49,262	75,421	26,354	10,842	37,196	59,493	101,554	161,047
4年目	2,451	24,122	26,573	15,527	35,086	50,614	17,360	7,007	24,367	35,338	66,215	101,553
5年目	3,347	16,765	20,112	20,397	32,041	52,438	26,956	11,223	38,179	50,701	60,028	110,729
6年目	10,529	27,829	38,358	22,589	29,112	51,701	10,217	8,874	19,091	43,335	65,815	109,150
7年目	8,639	16,720	25,359	29,889	22,931	52,820	5,274	3,909	9,183	43,803	43,560	87,362
8年目	4,155	18,779	22,934	16,405	11,461	27,866	15,339	3,364	18,703	35,899	33,605	69,504
9年目	2,550	22,913	25,462	15,902	24,539	40,440	1,930	5,700	7,630	20,382	53,151	73,533
10年目	7,484	23,824	31,307	8,652	28,561	37,212	1,892	9,897	11,789	18,027	62,282	80,309
11年目	3,467	37,289	40,757	16,054	25,022	41,076	4,169	1,874	6,043	23,690	64,185	87,876
12年目	875	15,065	15,941	5,696	11,404	17,099	1,898	3,118	5,016	8,468	29,587	38,056
13年目	772	3,801	4,573	11,201	16,302	27,503	7,564	11,139	18,702	19,537	31,241	50,778
14年目	1,612	10,736	12,348	7,607	14,167	21,774	429	2,526	2,956	9,648	27,429	37,078
15年目	2,397	8,966	11,362	4,766	13,052	17,817	628	6,950	7,578	7,790	28,967	36,758
16年目	574	17,248	17,822	22,130	13,137	35,267	1,292	2,018	3,310	23,996	32,403	56,399
17年目	6,672	12,083	18,755	9,316	7,614	16,931	3,615	3,129	6,745	19,604	22,826	42,430
18年目	4,817	8,119	12,936	3,765	4,702	8,467	542	2,938	3,480	9,124	15,759	24,883
19年目	5,155	9,801	14,956	5,545	3,177	8,723	591	10,900	11,491	11,291	23,878	35,169
20年目	5,942	13,371	19,313	9,407	13,225	22,632	3,512	3,899	7,410	18,860	30,494	49,355
年平均	17,485	33,919	51,404	22,752	21,967	44,718	16,589	9,193	25,782	56,825	65,079	121,904



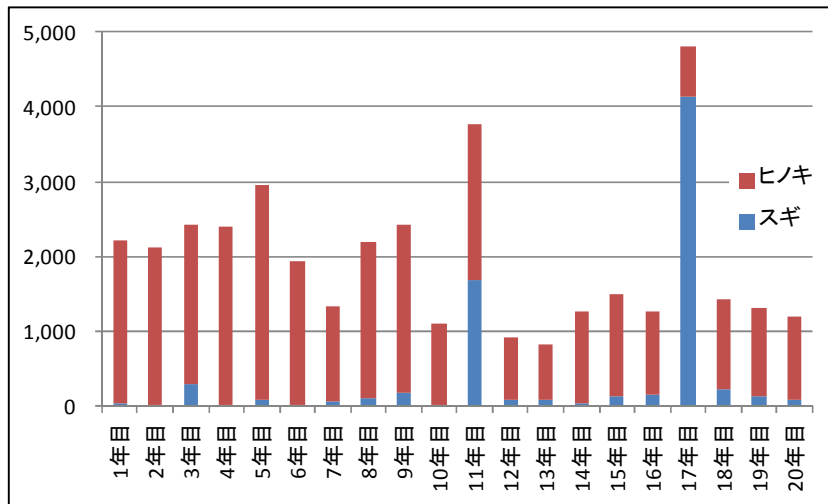
図表 2-25 市有林における今後 20 年間の間伐可能量 (m³)



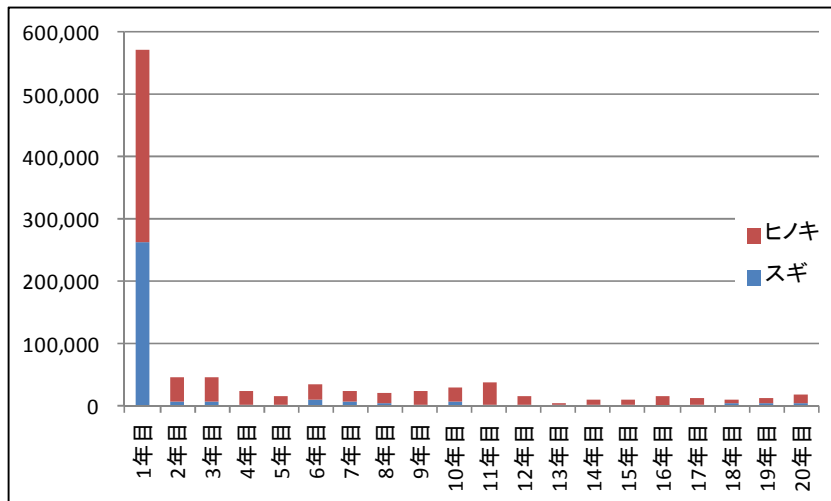
図表 2-26 市有林における今後 20 年間の主伐可能量 (m³)



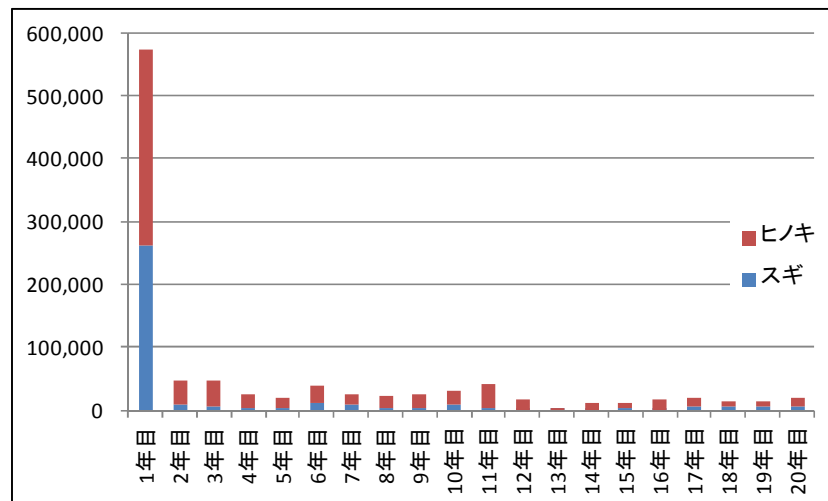
図表 2-27 市有林における今後 20 年間の出材可能量 (間伐+主伐) (m³)



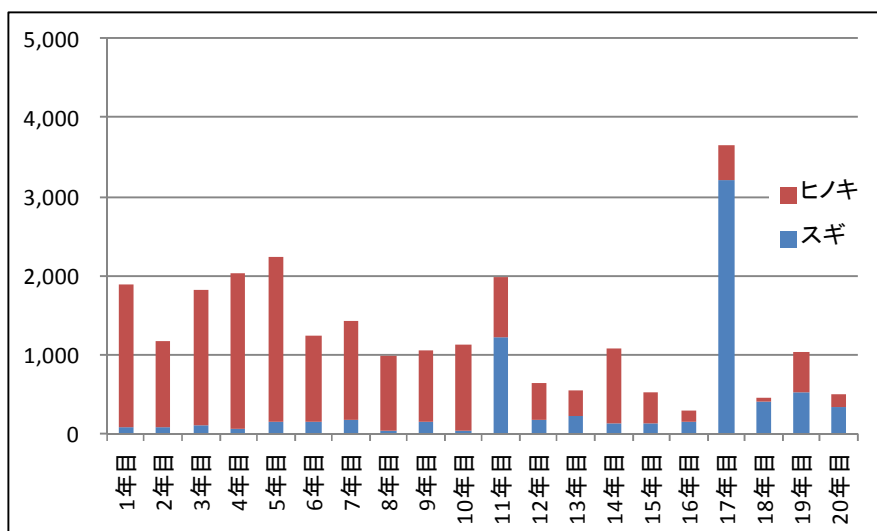
図表 2-28 市有林（旧阿東町）における今後 20 年間の間伐可能量（m3）



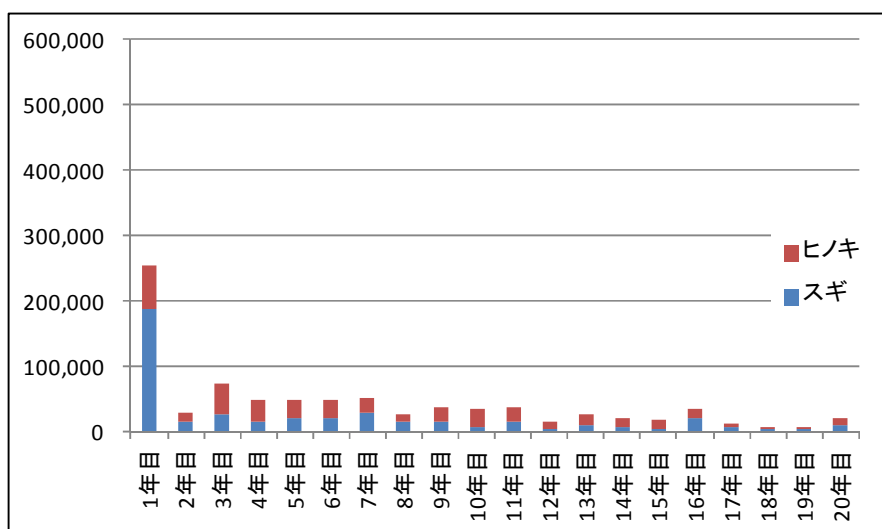
図表 2-29 市有林（旧阿東町）における今後 20 年間の主伐可能量（m3）



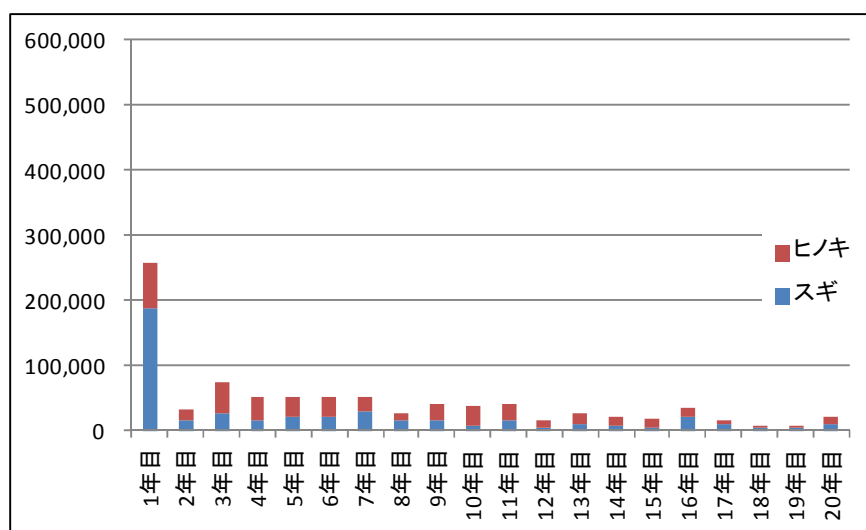
図表 2-30 市有林（旧阿東町）における今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m3）



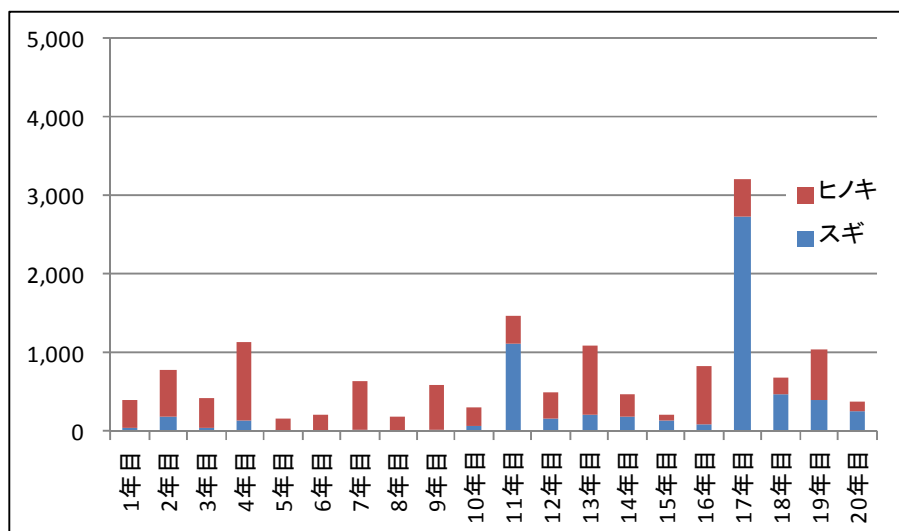
図表 2-31 市有林（旧徳地町）における今後 20 年間の間伐可能量（m³）



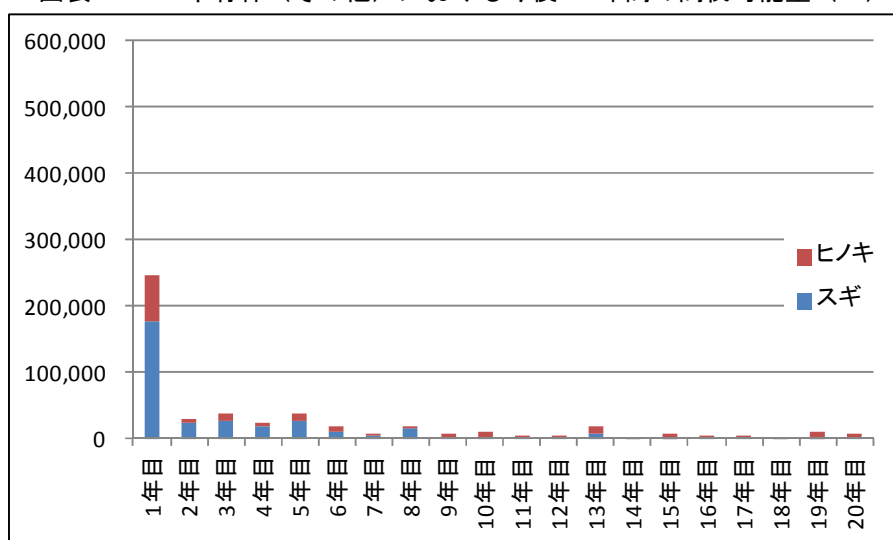
図表 2-32 市有林（旧徳地町）における今後 20 年間の主伐可能量（m³）



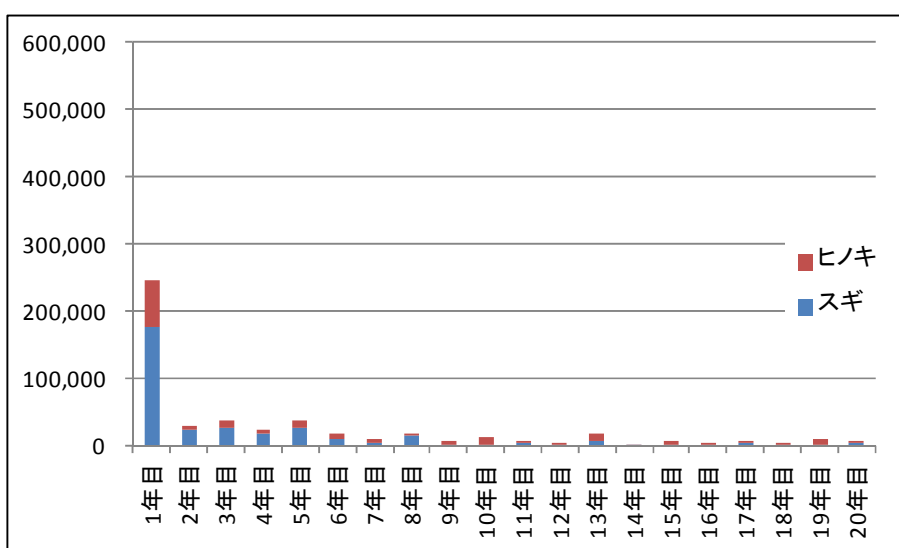
図表 2-33 市有林（旧徳地町）における今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m³）



図表 2-34 市有林（その他）における今後 20 年間の間伐可能量（m³）



図表 2-35 市有林（その他）における今後 20 年間の主伐可能量（m³）



図表 2-36 市有林（その他）における今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m³）

② その他の民有林における今後 20 年分の伐採可能量（立木材積）の推定

市有林を除くその他の民有林において、今後 20 年間の間伐可能量、主伐可能量、主伐と間伐を合計した出材可能量をスギ・ヒノキ別に集計した結果を図表 2-37 に示す。また、それぞれのグラフを図表 2-38～図表 2-40 に示す。

(a) 間伐可能量

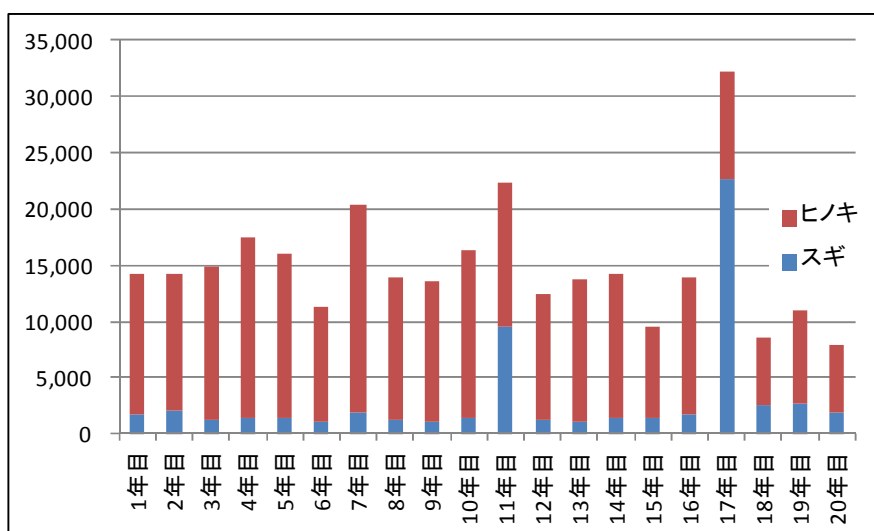
20 年間の間伐可能量を平均すると、スギは年間 7,894m³、ヒノキは年間 21,588m³であった。市有林の傾向と同様に、スギは年ごとに間伐可能量にばらつきがみられ、17 年目に材積が集中し、ヒノキは 20 年を通じて増減が少ない結果となった。

(b) 間伐可能量+主伐可能量

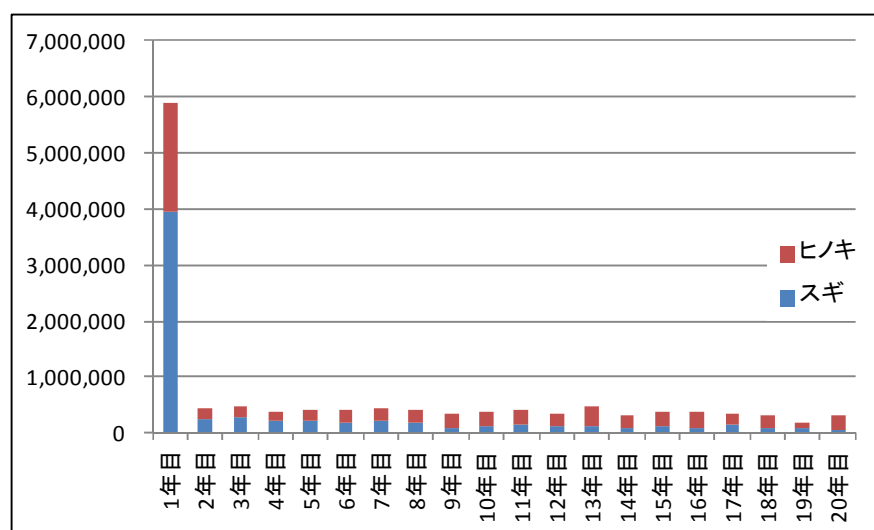
出材可能量は 1 年目に 500 万 m³を超過し、2 年目以降はいずれも 50 万 m³を下回った。これは市有林と同様に、その他の民有林においてもスギ、ヒノキ林は伐採可能な林齢に達する林分が大部分を占めているためである。現況では林齢構成に著しく偏りがあり、伐期を迎えている林分が多く存在するため、これを平準化していくことが課題と考えられるが、仮に 20 年間の出材可能量を平均するとスギは年間 338,445m³、ヒノキは 324,996m³となり、年間 66 万 m³以上を生産できるポテンシャルを有していると考えられる。

図表 2-37 民有林（市有林除く）における今後 20 年間の間伐可能量及び主伐可能量（m³）

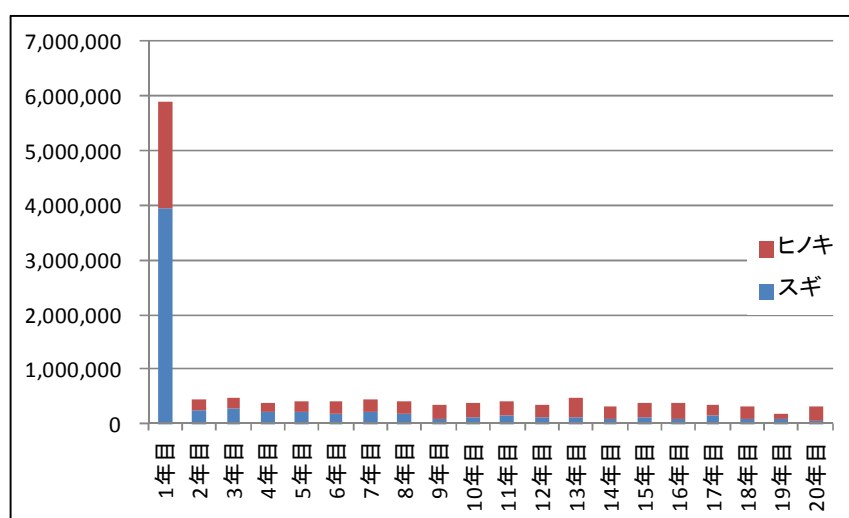
年次	間伐可能量			主伐可能量			出材可能量(間伐+主伐)		
	スギ	ヒノキ	計	スギ	ヒノキ	計	スギ	ヒノキ	計
1年目	4,717	23,821	28,537	3,944,218	1,928,522	5,872,739	3,948,934	1,952,342	5,901,277
2年目	5,190	23,876	29,065	252,167	152,286	404,453	257,357	176,161	433,518
3年目	4,397	21,978	26,375	273,817	185,275	459,091	278,214	207,253	485,467
4年目	3,406	22,725	26,131	207,037	142,677	349,714	210,442	165,402	375,844
5年目	3,218	23,872	27,090	199,938	190,703	390,641	203,156	214,575	417,731
6年目	2,993	22,786	25,778	189,636	196,185	385,821	192,629	218,971	411,600
7年目	3,183	28,336	31,518	213,513	214,225	427,738	216,696	242,560	459,256
8年目	2,525	22,590	25,115	170,512	209,066	379,577	173,037	231,656	404,693
9年目	2,397	21,608	24,005	82,833	224,512	307,345	85,230	246,120	331,350
10年目	3,648	25,419	29,067	122,515	229,033	351,548	126,164	254,452	380,616
11年目	26,534	25,823	52,357	118,737	234,117	352,855	145,271	259,940	405,211
12年目	2,988	21,109	24,097	111,476	216,354	327,830	114,464	237,463	351,927
13年目	2,924	25,040	27,964	123,190	328,034	451,224	126,114	353,074	479,188
14年目	2,991	22,341	25,332	89,354	209,874	299,228	92,345	232,214	324,560
15年目	3,914	17,876	21,790	108,937	246,659	355,596	112,850	264,535	377,385
16年目	4,437	22,717	27,154	80,910	266,856	347,766	85,347	289,572	374,920
17年目	62,271	17,187	79,458	76,202	200,596	276,798	138,473	217,783	356,255
18年目	5,898	13,723	19,621	92,509	202,970	295,479	98,407	216,693	315,100
19年目	5,632	15,512	21,144	88,925	273,693	362,617	94,557	289,204	383,762
20年目	4,608	13,430	18,039	64,612	216,523	281,135	69,220	229,953	299,173
年平均	7,894	21,588	29,482	330,552	303,408	633,960	338,445	324,996	663,442



図表 2-38 民有林（市有林除く）における今後 20 年間の間伐可能量（m³）



図表 2-39 民有林（市有林除く）における今後 20 年間の主伐可能量（m³）

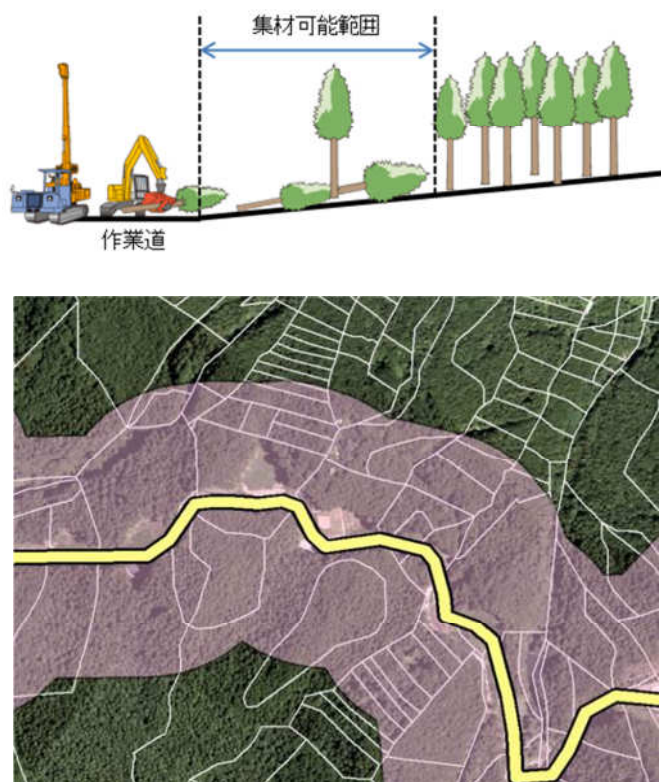


図表 2-40 民有林（市有林除く）における今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m³）

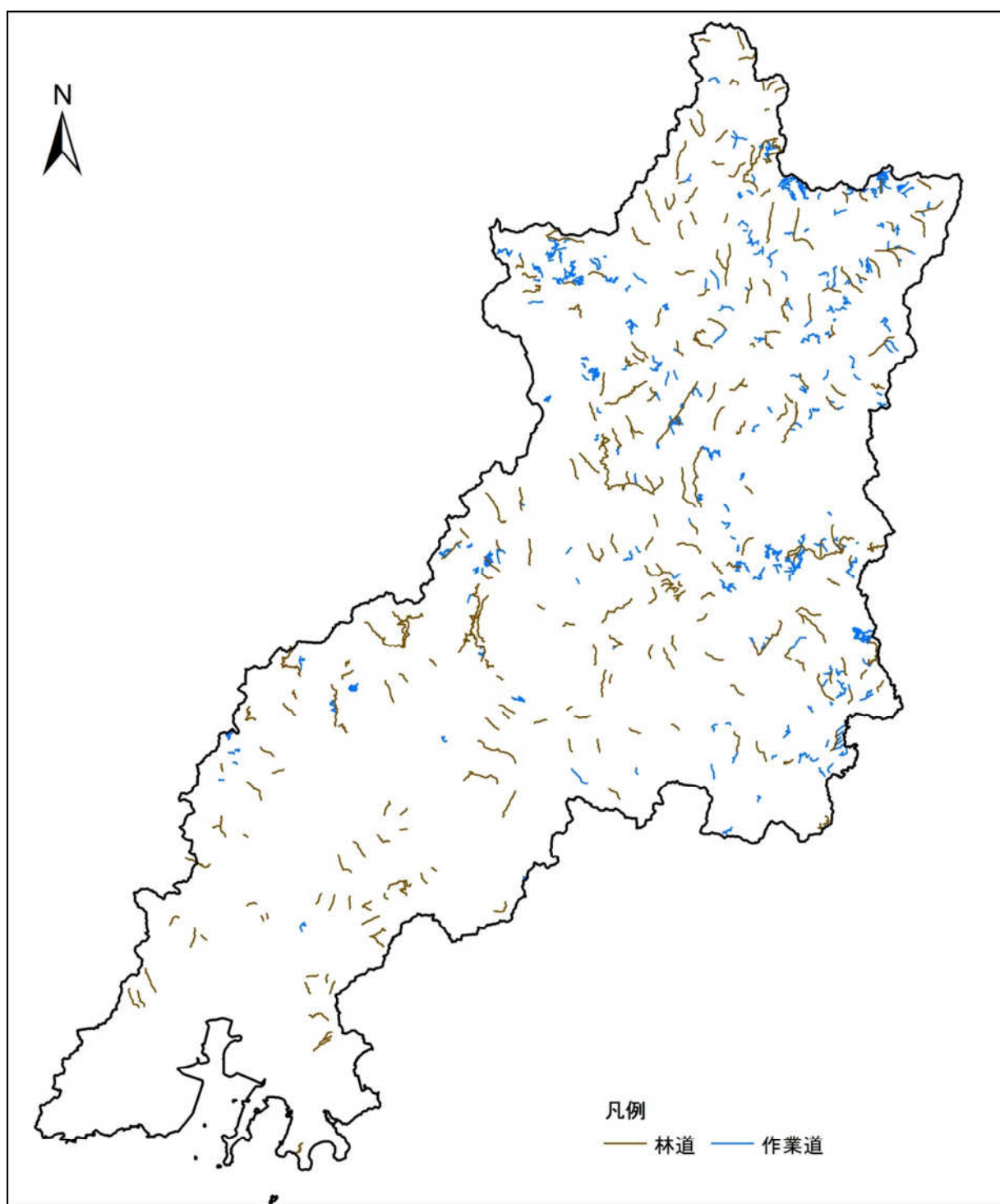
2.2.2 現状の生産システムによる利用可能量の算出

後述する「2.3.2 地域関係者・関係事業者等への聞き取り調査」によれば、山口市内における現状の生産システムでは、作業道からの集材可能範囲は片幅 30m であり、立木の地上部現存量に対するバイオマス量(チップ利用率)は少なくとも 25%程度であった。

そこで集材の可否については、GIS データ上の作業道から発生させた 30m バッファに含まれる小班を集材可能範囲とし、この小班を対象に伐採可能量を算出した。作業道データは収集資料のうち、森林 GIS データを用いた。GIS データ上の市域の路網図を図表 2-42 に示す。



図表 2-41 集材可能範囲の概念図



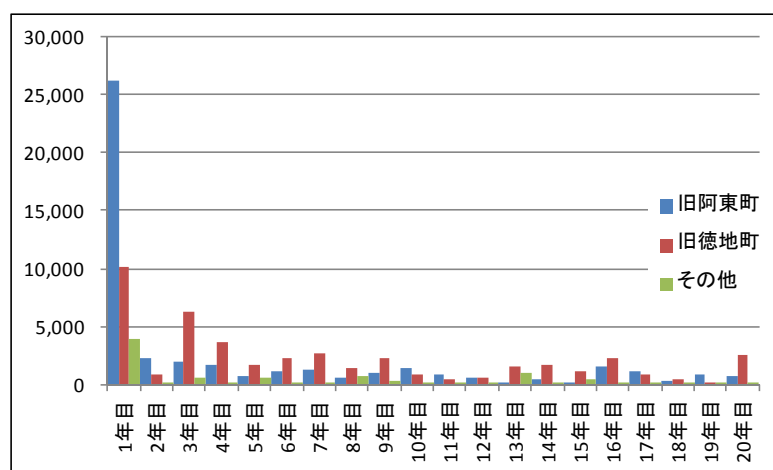
図表 2-42 路網図

(1) 市有林の木質バイオマス利用可能量

市有林の旧市町村の3区分における今後20年間における間伐可能量、主伐可能量、出材可能量を図表 2-45～図表 2-53 に示す。集計した出材可能量に対して、「2.1.5 賦存量の算出」で設定した式に基づき、木質バイオマスとしての利用可能量を算出した結果を図表 2-43～図表 2-44 に示す。

$$\text{木質バイオマス量(t)} = \text{立木材積(m}^3\text{)} \times \text{容積密度(t/m}^3\text{)} \times \text{拡大係数} \times \text{利用率 25\%}$$

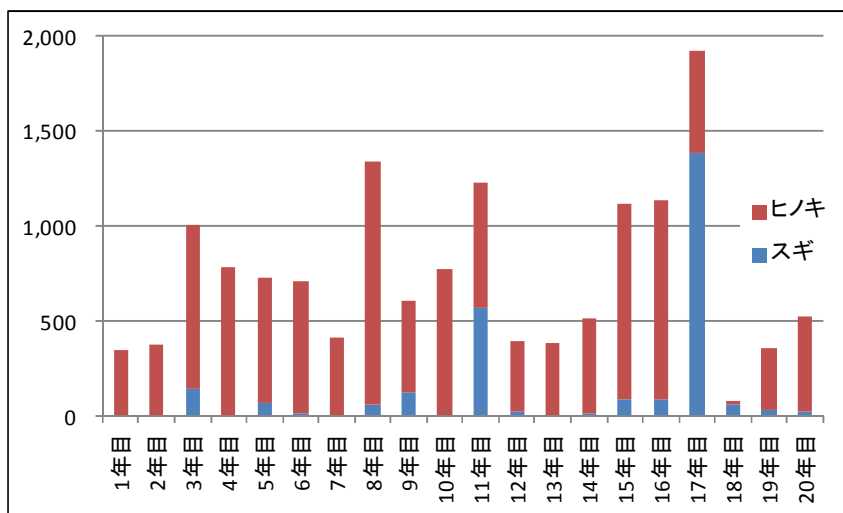
市有林における木質バイオマス利用可能量は1年目に4万tを超え、2年目以降はいずれも1万tを下回り、1年目を除けば年間平均3,000t程度であった。現況では林齢構成に偏りがあり、伐期を迎えている林分が多く存在するため、単純に計算すると木質バイオマス利用可能量が旧阿東町の1年目に集中する結果となっている。これを平準化していくことが課題と考えられるが、仮に20年間の木質バイオマス利用可能量の総計を平均すると年間4,000t以上を生産できるポテンシャルを有している。



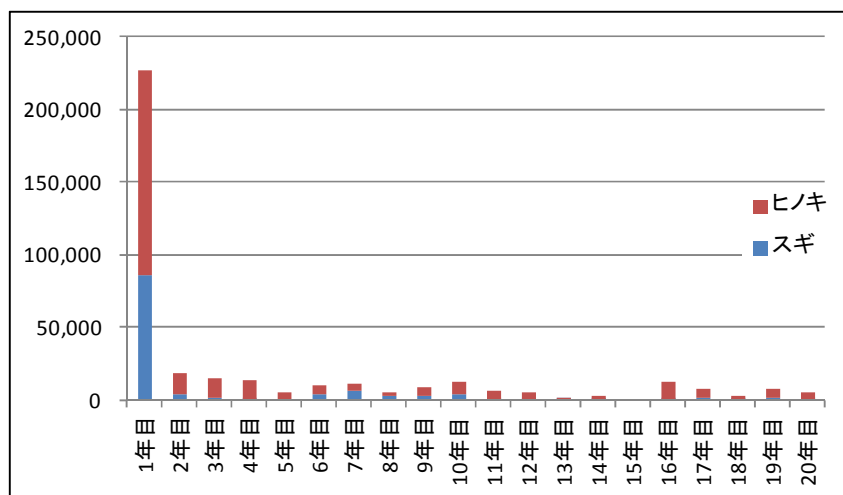
図表 2-43 市有林の集材可能範囲（30m）における今後20年間の木質バイオマス利用可能量（t）

図表 2-44 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）

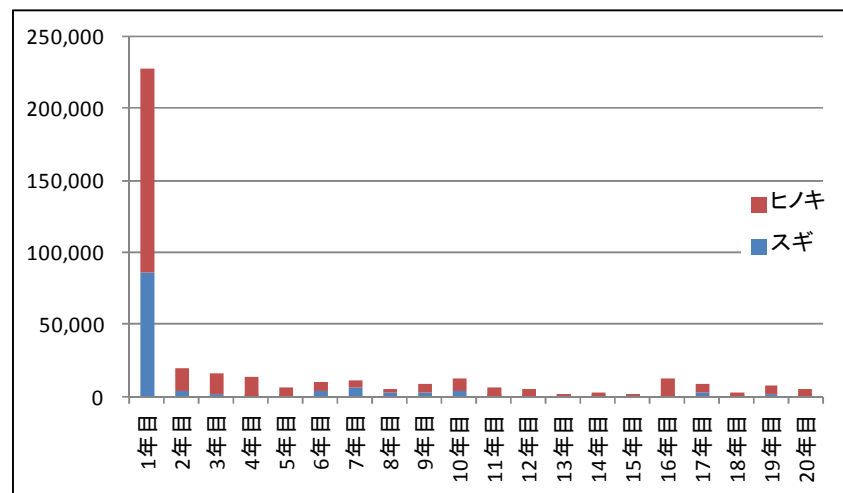
年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	8,286	17,896	26,182	7,694	2,513	10,208	2,506	1,404	3,910	18,486	21,813	40,300
2年目	349	1,964	2,312	369	452	822	190	35	225	908	2,451	3,359
3年目	183	1,795	1,978	2,152	4,156	6,307	530	76	606	2,865	6,027	8,891
4年目	67	1,671	1,738	828	2,808	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



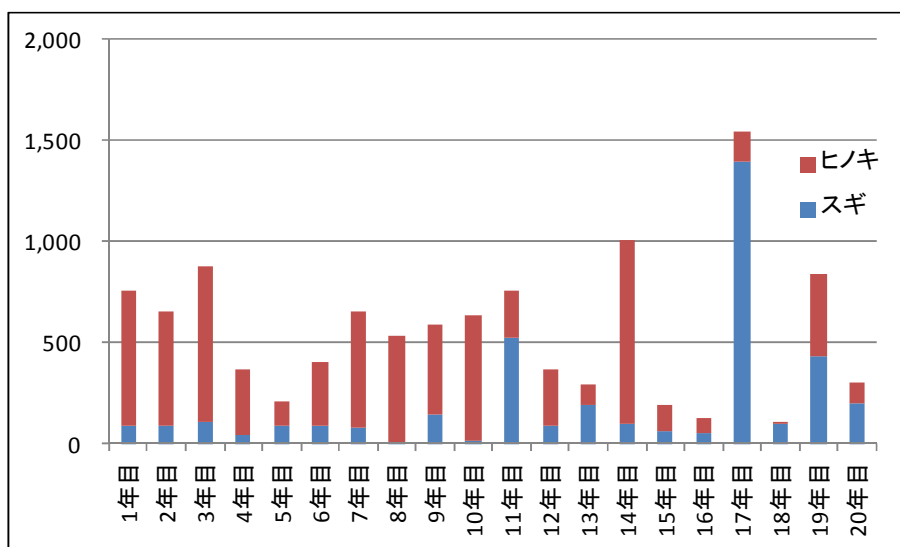
図表 2-45 市有林（旧阿東町）における集材範囲 30m の今後 20 年間の間伐可能量（m³）



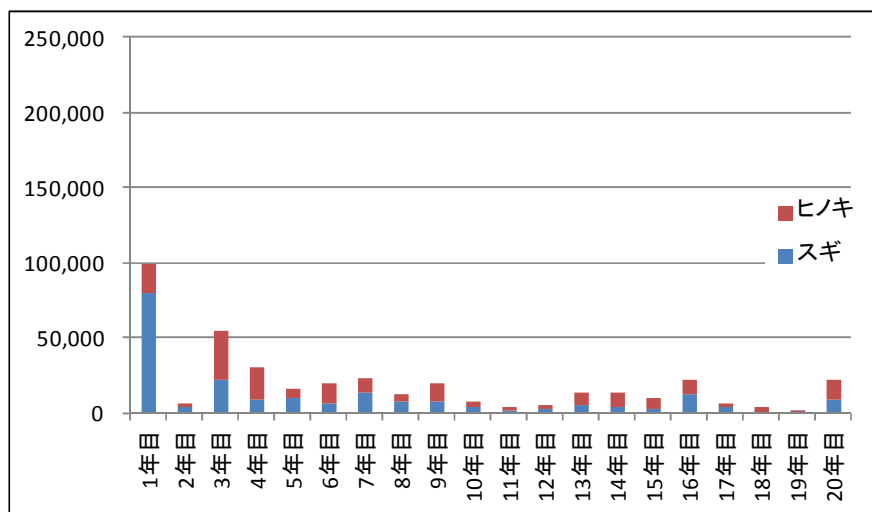
図表 2-46 市有林（旧阿東町）における集材範囲 30m の今後 20 年間の主伐可能量（m³）



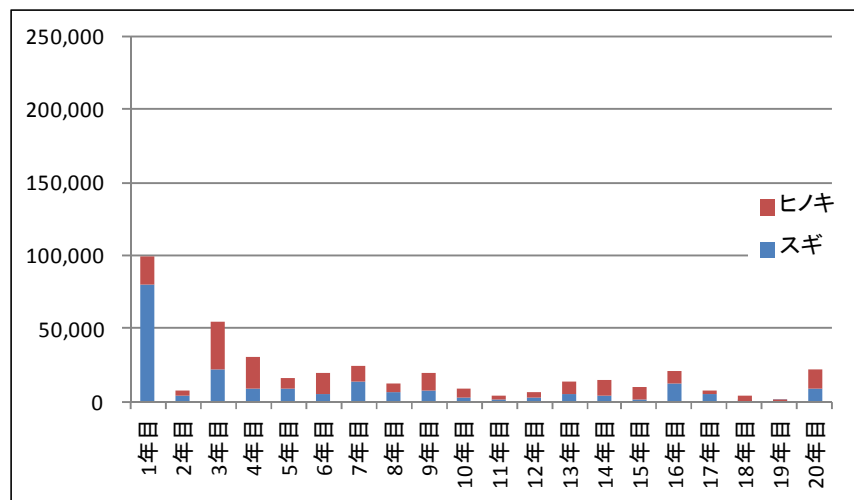
図表 2-47 市有林（旧阿東町）における集材範囲 30m の今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m³）



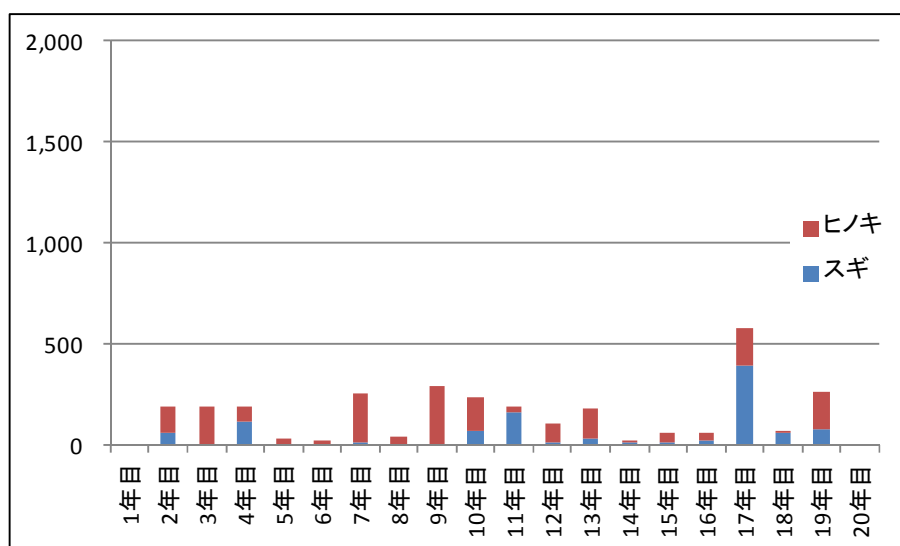
図表 2-48 市有林（旧徳地町）における集材範囲 30m の今後 20 年間の間伐可能量 (m³)



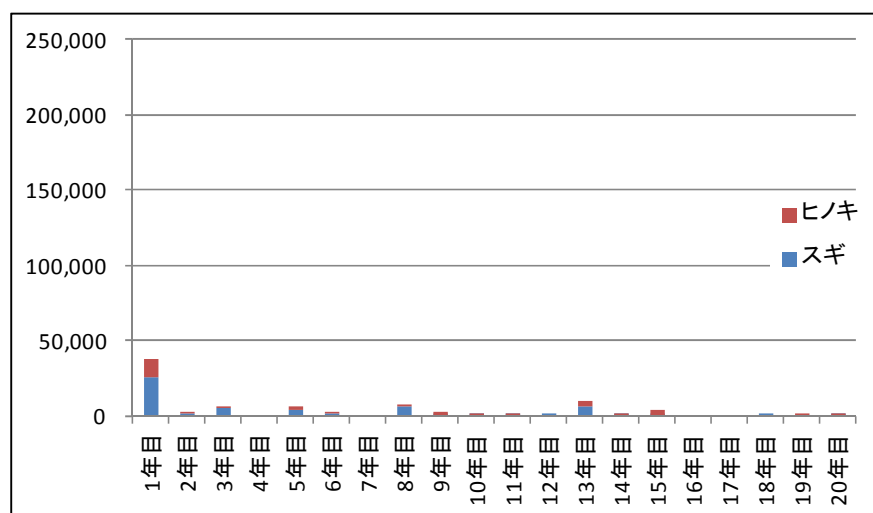
図表 2-49 市有林（旧徳地町）における集材範囲 30m の今後 20 年間の主伐可能量 (m³)



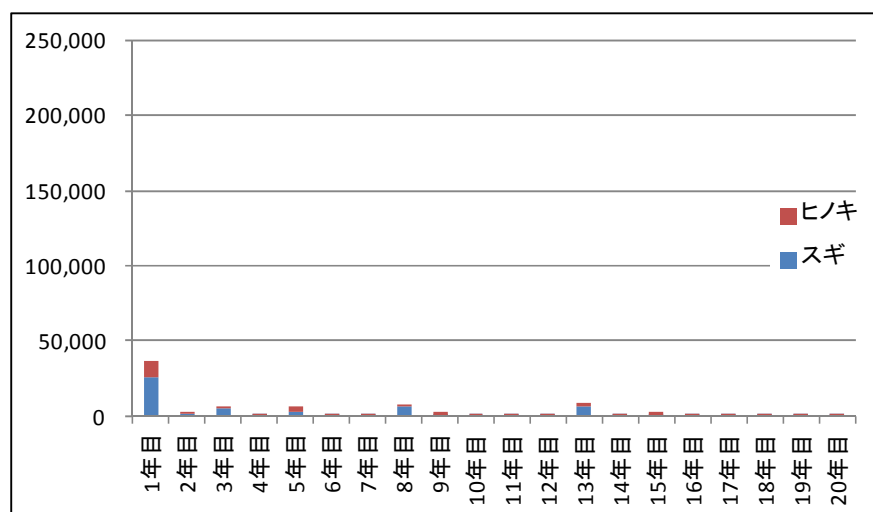
図表 2-50 市有林（旧徳地町）における集材範囲 30m の今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）(m³)



図表 2-51 市有林（その他）における集材範囲 30m の今後 20 年間の間伐可能量（m³）



図表 2-52 市有林（その他）における集材範囲 30m の今後 20 年間の主伐可能量（m³）



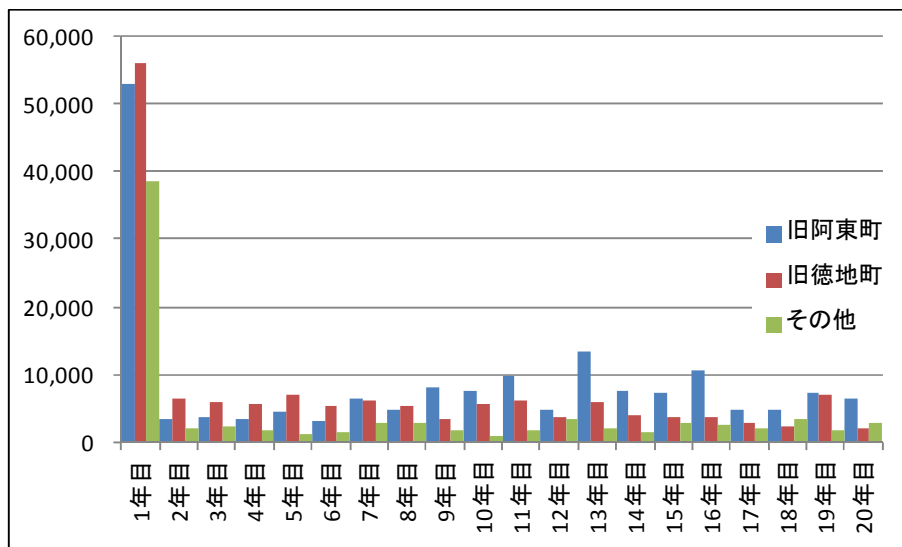
図表 2-53 市有林（その他）における集材範囲 30m の今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m³）

(2) その他の民有林の木質バイオマス利用可能量

その他の民有林における今後 20 年間ににおける間伐可能量、主伐可能量、出材可能量を図表 2-56～図表 2-58 に示す。集計した出材可能量に対して、「2.1.5 賦存量の算出」で設定した式に基づき、木質バイオマスとしての利用可能量を算出した結果を図表 2-54～図表 2-55 に示す。

$$\text{木質バイオマス量(t)} = \text{立木材積(m}^3\text{)} \times \text{容積密度(t/m}^3\text{)} \times \text{拡大係数} \times \text{利用率 25\%}$$

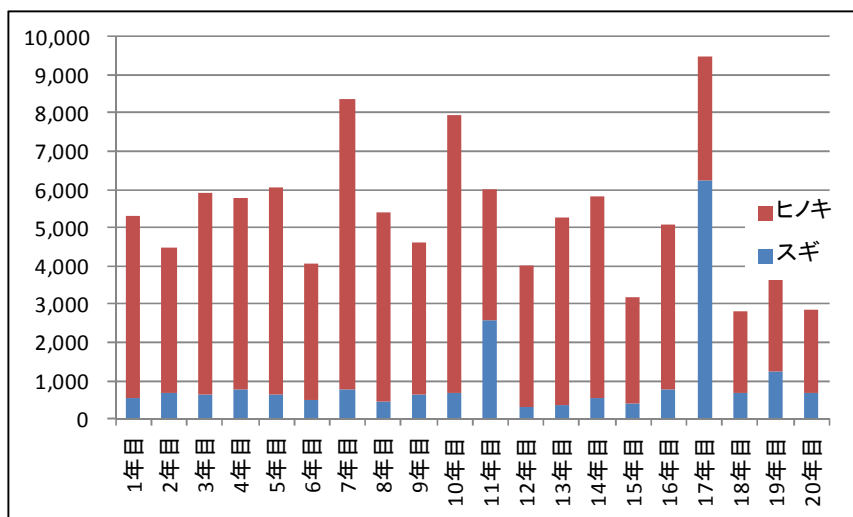
その他の民有林における木質バイオマス利用可能量は 1 年目に 14 万 t を超え、2 年目以降は年間 1 万 t 程度であった。現況では林齢構成に著しく偏りがあり、伐期を迎えている林分が多く存在するため、単純に計算すると木質バイオマス利用可能量が 1 年目に集中する結果となっている。これを平準化していくことが課題と考えられるが、仮に 20 年間の木質バイオマス利用可能量を平均すると年間 2 万 t 以上を生産できるポテンシャルを有している。



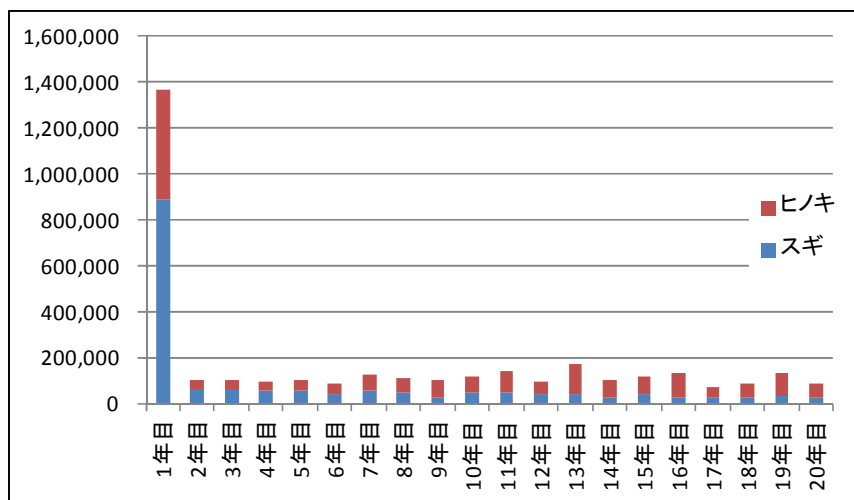
図表 2-54 民有林（市有林除く）の集材可能範囲（30m）における
今後 20 年間の木質バイオマス利用可能量（t）

図表 2-55 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）

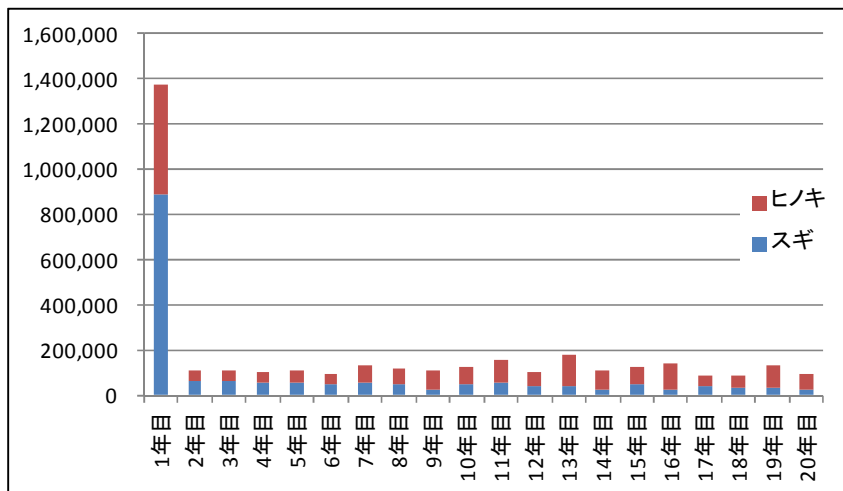
年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	26,552	26,486	53,038	36,228	19,778	56,006	22,789	15,735	38,524	85,569	61,999	147,569
2年目	956	2,353	3,308	3,711	2,744	6,455	1,195	930	2,125	5,862	6,027	11,888
3年目	1,457	2,359	3,816	3,016	2,913	5,929	1,402	1,019	2,422	5,876	6,291	12,167
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 2-56 民有林（市有林除く）の集材可能範囲 30m における今後 20 年間の間伐可能量（m³）



図表 2-57 民有林（市有林除く）の集材可能範囲 30m における今後 20 年間の主伐可能量（m³）



図表 2-58 民有林（市有林除く）の集材可能範囲 30m における出材可能量（間伐+主伐）（m³）

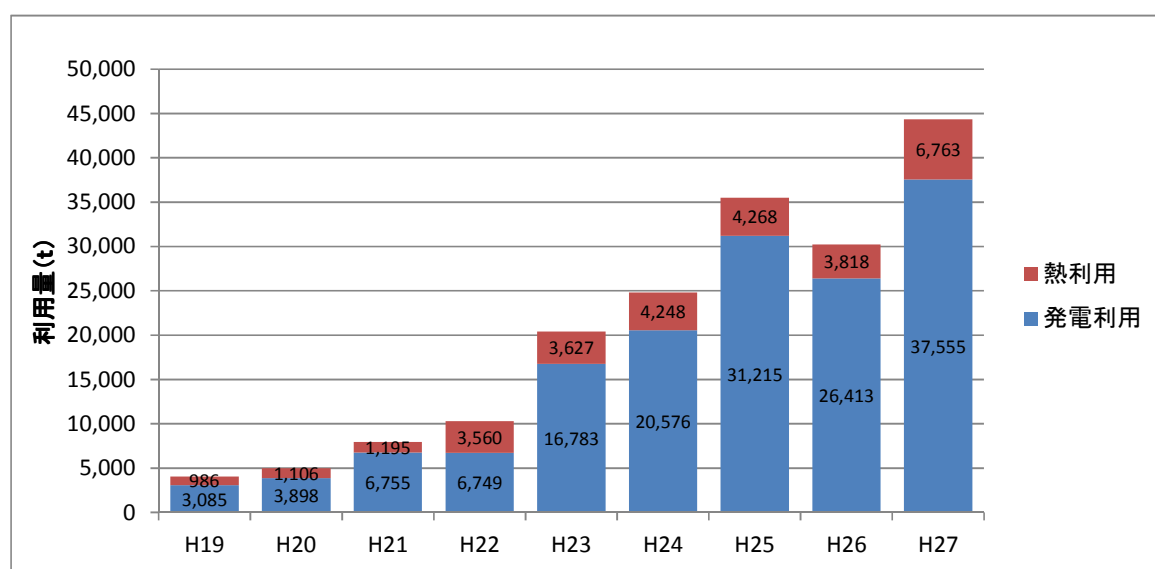
2.3 バイオマス利用の現状

2.3.1 既存統計資料等の収集・整理

(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(山口県農林水産部森林企画課, 平成 28 年 12 月)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のうち、発電利用は平成 19 年度以降、順調に増加していることがわかる。とくに、平成 25 年、平成 27 年におけるバイオマス利用量増加は再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)が平成 24 年 7 月から導入されたことが寄与していると考えられる。

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ない。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 つと考えられる。



	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

図表 2-59 山口県内における森林バイオマス利用量の推移 (t)

(2) 山口市内の森林組合における木質バイオマス取扱量

山口中央森林組合、山口阿東森林組合における近年の木質バイオマス等の取扱量を図表 2-60、図表 2-61 に示す。山口中央森林組合では、バイオマスの受託販売、受託生産、買取生産に関する取扱いがあり、平成 27 年度の合計数量は 944m³である。山口阿東森林組合では、林産事業におけるバイオマスの買取生産のみとなり、平成 27 年度の合計数量は 97m³で山口中央森林組合の 1 割程度の取扱数量である。

現状では、両組合の数量を合計すると平成 27 年度の実績でバイオマス約 1041m³を販売、または生産している。

図表 2-60 山口中央森林組合における近年の木質バイオマス取扱量

年度	販売事業		林産事業			
	受託販売		受託生産		買取生産	
	数量(m ³)	金額(千円)	数量(m ³)	金額(千円)	数量(m ³)	金額(千円)
H25	938	3300	-	-	-	-
H26	610	2181	-	-	428	1554
H27	868	3381	46	167	30	117

図表 2-61 山口阿東森林組合における近年のバイオマス取扱量

年度	販売事業		林産事業			
	受託販売		受託生産		買取生産	
	数量(m ³)	金額(千円)	数量(m ³)	金額(千円)	数量(m ³)	金額(千円)
H25	-	-	-	-	66	259
H26	-	-	-	-	26	111
H27	-	-	-	-	97	693

(3) 市有林における近年の施業実績

市有林における近年の施業実績を図表 2-62 に示す。

木質バイオマスの確保につながる主伐と搬出間伐に着目すると、主伐は約 20ha 弱／年、搬出間伐は約 50ha／年の施業実績となっている。

図表 2-62 山口市有林における近年の施業実績

項目	H25	H26	H27
主伐(ha)	—	19.10	18.51
再造林(ha)	8.93	2.00	12.33
保育間伐(ha)	94.19	103.14	65.40
搬出間伐(ha)	45.18		54.45
作業道等(m)	5,261	2,362	2,733

2.3.2 地域関係者・関係事業者等への聞き取り調査

山口市内の林業事業体、共販所に対し、木質バイオマス利用の現状についてヒアリングを実施した。

ヒアリング対象及び内容は以下のとおりである。

<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㈱、山口県森林組合連合会

<ヒアリング内容>

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

山口市内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㈱へのヒアリング結果の概要を以下に示す。

図表 2-63 主要な素材生産業者へのヒアリング結果概要

ヒアリング対象	山口市中央森林組合	山口市阿東森林組合	大林産業㈱
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・造材：プロセッサ ・搬出：フォワーダ ・D材搬出なし	作業システムは車両系 ・伐採：チェーンソー ・造材：プロセッサ ・運搬：車両系 ・全木集材主体
生産量(m3)	3,334m ³ /年	1,336 m ³ /年	43,000m ³ /年程度
間伐率(本数)	30%	—	—
主伐林齢	54 年	—	—
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	944m3 利用率は 30%程度	97 m3 利用率は 7%	発電所向けに県森連へ年 間 6,000t(原木ベース)供 給、利用率は 26% (15,000m3/年程度は供 給可能)

※ヒアリング結果の詳細については資料編（ヒアリング記録）を参照。

※木質バイオマス利用率：伐倒木全体量に対する木質バイオマスの発生割合。

前項で収集した既存統計資料及び地域関係者・関係事業者等の聞き取り調査のうち、木質バイオマスの利用に係る調査結果を図表 2-64 に示す。

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 30%程度であった。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%を下回っていた。

近年における木質バイオマスの利用率として、総生産量(地上部現存量)に対するチップの利用率は 3～31%と幅があるが、全木集材を行っている山口中央森林組合、大林産業の実績によると少なくとも約 25%は発生するものと考えられる。そこで、本業務では現状の集材システムでの利用率を 25%として木質バイオマス量利用可能量を算出することとした。

図表 2-64 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(m3)	3,025	2,349	2,891	1,825	959	1,314	58,000
うち バイオマス(m3)	938	610	944	66	26	97	15,000
利用率(%)	31	26	32	3	3	7	26

また、山口県森林組合連合会へのヒアリング結果によると山口市内(山口阿東森林組合の近く)にバイオマス発電用の木材チップ集積場及びチップ製造施設を新規に計画しており、バイオマス生産量が増産される予定になっている。その際、市有林から原木供給することで願成就温泉へのチップ供給も可能であろうと想定されている。

2.4 木質バイオマス利用に関する目標の設定

2.4.1 持続可能な森林資源の供給に向けた木質バイオマス利用可能量の算出

これまでの検討で整理したとおり、伐採可能量と木質バイオマス利用可能量は 1 年目に集中する結果となっている。そこで、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%)による毎年の伐採量をできるかぎり一定量となるようにしてバイオマス利用量を平準化した場合の毎年の利用可能量を推定した。

(1) 推定方法

1 年目に集中している伐採量を次年度以降に繰り越し、今後 20 年間で毎年の木質バイオマス利用可能量が一定量となるように伐採可能量を平準化した。その際、1 年目に集中している伐採可能量は 54 年生以上の林分からなるため、スギ・ヒノキの成長量を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」より算出し、伐採年を翌年に繰り越した場合はその成長量を見込んだ材積を加算した。

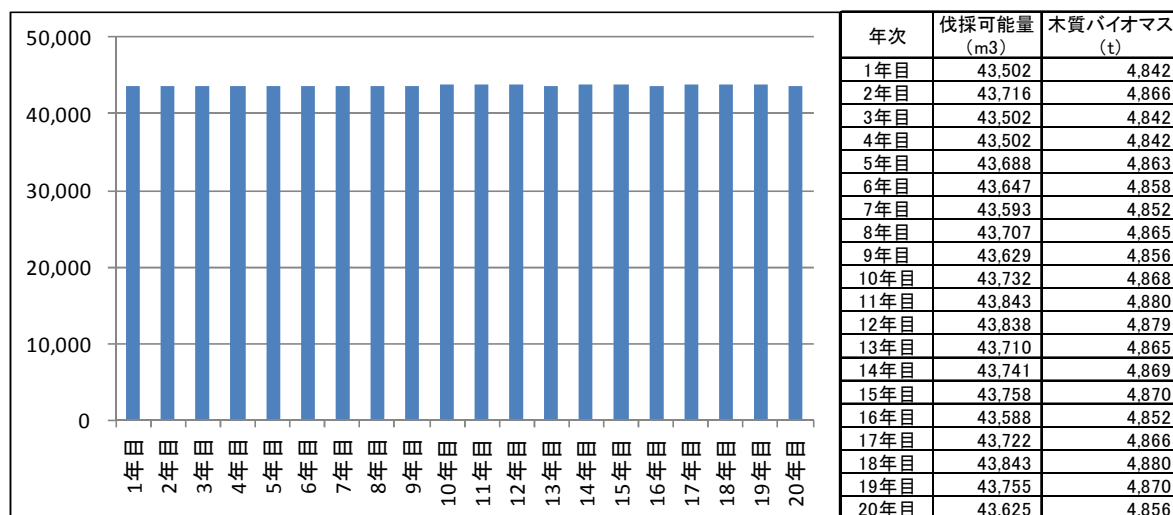
(2) 平準化した場合の木質バイオマス利用可能量

① 市有林

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。

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図表 2-65 に示す。

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今後 20 年間で利用可能と推定された。



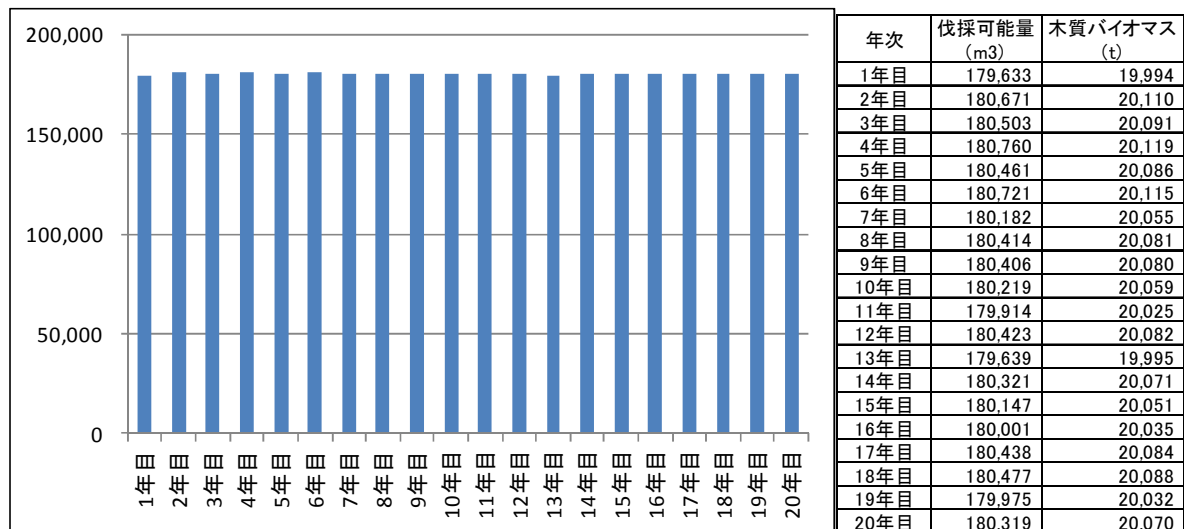
図表 2-65 平準化した市有林における今後 20 年間ににおける伐採可能量とバイオマス利用可能量

② その他の民有林

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。

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図表 2-66 に示す。

その結果、その他の民有林においては年間 20,000t 程度の木質バイオマスが今後 20 年間で利用可能と推定された。



図表 2-66 その他の民有林における今後 20 年間ににおける伐採可能量とバイオマス利用可能量

2.4.2 木質バイオマス利用に関する目標量

(1) 市有林からの木質バイオマスの目標量

市有林では、現状の作業システムにおける木質バイオマス利用可能量を推計した結果、年間約 4,800t の木質バイオマスが今後 20 年間で利用可能と推定された。

次章で検討している 4 つの施設における生チップボイラーが必要とする燃料を合計すると、合計 590t/年(願成就温泉施設約 371t/年、徳地総合支所約 100t/年、阿東老人ホーム 42t/年、トマトハウス 77t/年)となる。また、山口県森林組合連合会によって木材チップ集積場及びチップ製造施設が整備される予定となっており、これらの施設の利用に際して、山口県内のバイオマス混焼発電施設にも一定量のチップ燃料を供給することが求められている。

以上より、市有林からの木質バイオマス利用量の目標は、ボイラー施設等の熱利用に関しては今後の需要増加も加味し、木質バイオマス目標量を 800t とし、そのほか山口県内のバイオマス混焼発電施設に年間 4,000t、合計して年間 4,800t を目標量として設定する。

(2) 市有林における施業面積の目標

市有林において木質バイオマス利用量 4,800t/年の目標を達成するための施業面積の目安を推定することとした。前項の出材可能量をもとに、今後 20 年間の主伐、間伐ごとに施業が必要となる面積の目安を推定した。

① 主伐面積の目安

主伐は、平準化した年間の主伐可能量に対して、現地調査によるスギ・ヒノキの林冠サイズ(大)についての ha あたり材積を割り戻すことで年間の主伐面積の目安を推定した。

各林相の ha あたり材積はそれぞれ、スギ(大)は 1,099.28m³、ヒノキ(大)は 941.50m³ であるため、スギ(大)、ヒノキ(大)の ha あたり材積を平均した値である 1,020 m³/ha を目安に必要な主伐面積を推定すると、年平均面積は 41.1ha となる。

② 間伐面積の目安

間伐は、平準化した出材可能量からの主伐可能量の差分を間伐量とし、間伐率 30%と、現地調査によるスギ、ヒノキにおける林冠サイズ(中)の ha あたり材積を割り戻すことで間伐面積の目安を推定した。

各林相の ha あたり材積はそれぞれ、スギ(中)は 511.83m³、ヒノキ(中)は 464.70m³ であるため、スギ(中)、ヒノキ(中)の ha あたり材積を平均した値である 488 m³/ha を目安に必要な搬出間伐面積を推定すると、年平均面積は 10.5ha となる。

図表 2-67 木質バイオマス目標達成のために必要な施業面積の目安

年次	主伐可能量 (m3)	間伐可能量 (m3)	主伐による 木質バイオマス 利用可能量(t)	間伐による 木質バイオマス 利用可能量(t)	主伐面積目安(ha)	
					1020m3/haの場合	488 m3/haの場合
1年目	42,053	1,449	4,681	161	41.23	10.55
2年目	42,264	1,453	4,704	162	41.43	10.52
3年目	42,053	1,449	4,681	161	41.23	10.55
4年目	42,053	1,449	4,681	161	41.23	10.55
5年目	42,233	1,455	4,701	162	41.40	10.54
6年目	42,194	1,453	4,696	162	41.37	10.54
7年目	42,142	1,451	4,691	161	41.32	10.53
8年目	42,263	1,444	4,704	161	41.43	10.45
9年目	42,180	1,449	4,695	161	41.35	10.51
10年目	42,285	1,447	4,707	161	41.46	10.47
11年目	42,402	1,442	4,719	160	41.57	10.40
12年目	42,383	1,455	4,717	162	41.55	10.51
13年目	42,255	1,456	4,703	162	41.43	10.54
14年目	42,292	1,448	4,707	161	41.46	10.48
15年目	42,308	1,450	4,709	161	41.48	10.49
16年目	42,138	1,451	4,690	161	41.31	10.53
17年目	42,295	1,427	4,708	159	41.47	10.32
18年目	42,382	1,460	4,717	163	41.55	10.54
19年目	42,306	1,449	4,709	161	41.48	10.48
20年目	42,171	1,454	4,694	162	41.34	10.55
年平均	42,233	1,450	4,701	161	41.40	10.50

2.4.3 供給拡大に向けたシナリオに基づく目標設定

地域内雇用の創出や温暖化防止を目的として木質バイオマス資源を活用したボイラー施設や発電施設が計画されている。そこで将来の需要拡大に対応し、供給量拡大のためのシナリオを作成し、シナリオに基づく利用可能性を推定した。

(1) 作業システムの変更による供給拡大シナリオ

作業システムは架線系および車両系に大別される。また、集材方法(短幹集材、全幹集材、全木集材)によっても未利用材の供給可能性と収集コストが異なるため、この作業システムの変更により供給量の増加が可能かどうかを検討した。

① 推定方法

(a) 車両系から架線系への作業システムの変更シナリオ

市内の主要な林業事業体で採用している現状の作業システムは車両系を主として、集材可能範囲は路網から約 30m である。一方、急傾斜地において作業システムを架線系に変更した場合、細部路網からの最大到達距離は 150m 以上が可能と考えられる。また、緩傾斜地(～15°)においては車両系作業システムであっても基幹路網からは 150m の範囲で集材可能と考え、将来の作業システムを車両系と架線系を組み合わせることで集材可能範囲を 150m に拡大した場合の供給可能性を推定した。

図表 2-68 作業システムと最大到達距離の例

区分	作業システム	最大到達距離 (m)		作業システムの例			
		基幹路網から	細部路網から	伐採	木寄せ・集材	枝払い・玉切り	運搬
緩傾斜地 (0～15°)	車両系	150～200	30～75	ハーベスタ	グラブ	プロセッサ	フォワーダトラック
中傾斜地 (15～30°)	車両系	200～300	40～100	ハーベスタ チェーンソー	グラブ ウインチ	プロセッサ	フォワーダトラック
	架線系		100～300	チェーンソー	スイングヤーダ	プロセッサ	フォワーダトラック
急傾斜地 (30～35°)	車両系	300～500	50～125	チェーンソー	グラブ ウインチ	プロセッサ	フォワーダトラック
	架線系		150～500	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ	プロセッサ	フォワーダトラック
急峻地 (35°～)	架線系	500～1500	500～1500	チェーンソー	タワーヤーダ	プロセッサ	トラック

※路網・作業システム検討委員会最終とりまとめ資料より抜粋

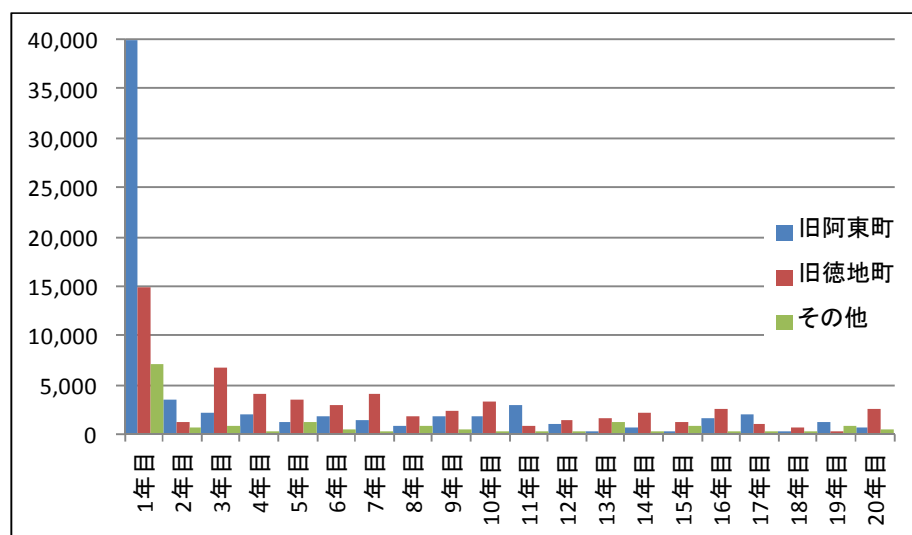
(b) 木質チップ利用率の増加シナリオ（木質チップ利用率を 25%から 30%へ増加）

市内の主要な林業事業体の現状における集材システムは、多くが全木集材となっているが、一部では短幹集材となっている。そこで、木質チップの供給量拡大に向けて短幹集材を全木集材に集材システムを変更し、木質チップの利用率を 25%から 30%へ増加した場合の供給可能性を推定した。

② 車両系から架線系へ作業システムを変更した場合の木質バイオマス利用可能量

架線系集材システムを組み合わせ、集材可能範囲を 150m に拡大した場合の今後 20 年間における木質バイオマスとしての利用可能量を算出した結果を図表 2-69～図表 2-70 に示す。

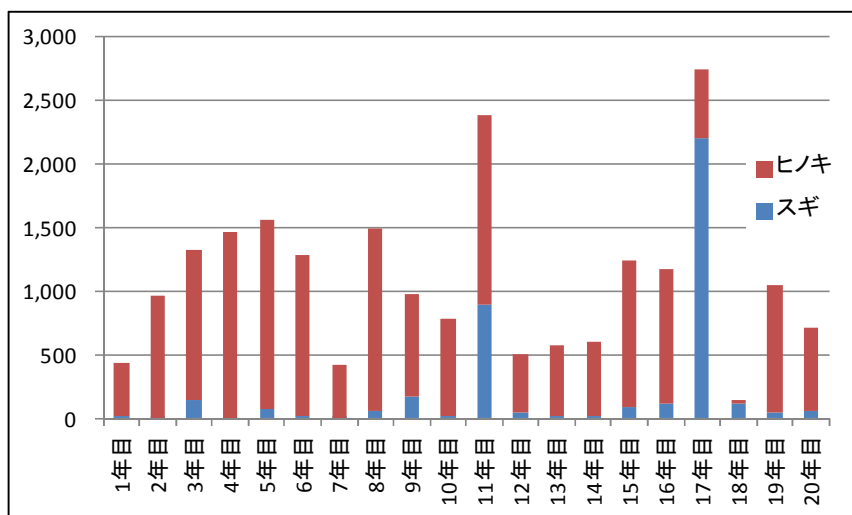
市有林における 20 年間の木質バイオマス利用可能量を平均すると、集材可能範囲を 30m とした場合の木質バイオマス利用可能量は年間 4,800t 程度であったが、集材可能範囲を 150m に拡大した場合は、平均すると年間 7,000t を生産できるポテンシャルを有しており、大幅な増産が可能となっている。



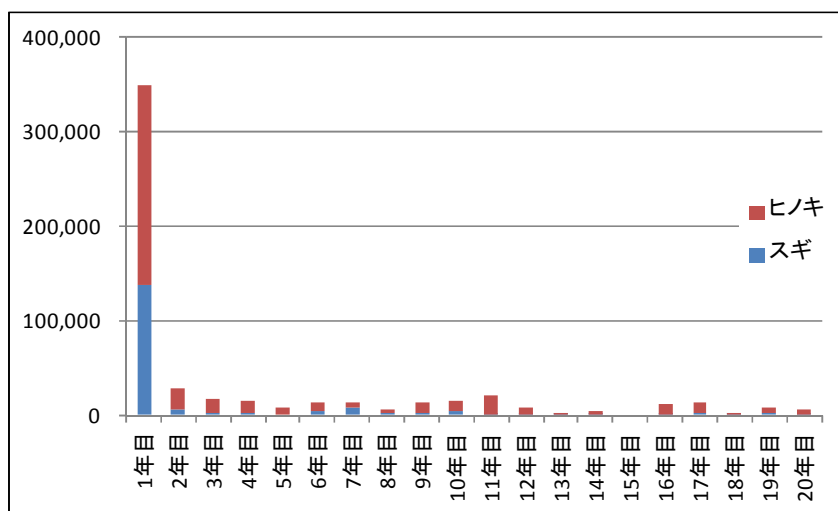
図表 2-69 市有林の集材可能範囲（150m）における今後 20 年間の木質バイオマス利用可能量（t）

図表 2-70 市有林の集材可能範囲（150m）における今後 20 年間の木質バイオマス利用可能量（t）

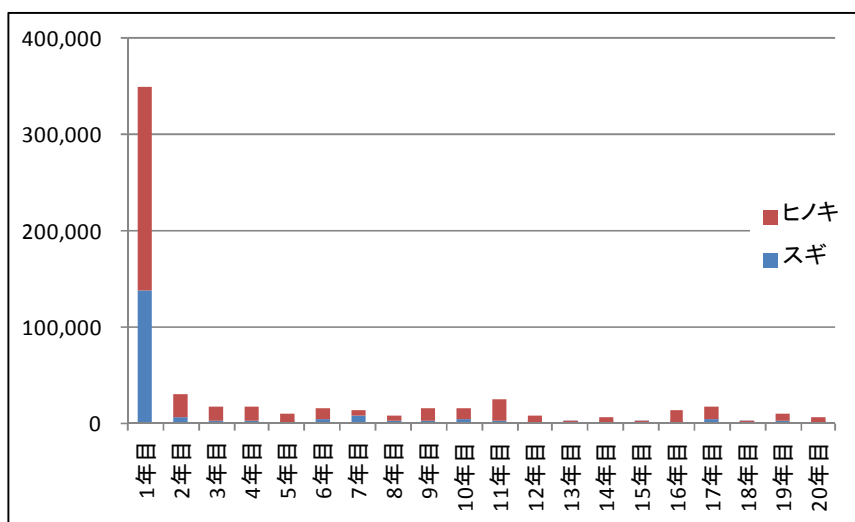
年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	13,223	26,670	39,894	10,333	4,624	14,957	4,403	2,701	7,104	27,959	33,995	61,954
2年目	618	2,934	3,551	496	640	1,136	451	183	634	1,565	3,756	5,321
3年目	259	1,932	2,191	2,230	4,468	6,697	621	177	799	3,110	6,576	9,687
4年目	169	1,881	2,051	1,032	2,996	4,028	198	36	234	1,399	4,914	6,313
5年目	7	1,127	1,134	1,607	1,924	3,532	655	611	1,266	2,269	3,663	5,932
6年目	447	1,300	1,747	1,069	1,812	2,881	218	200	419	1,734	3,312	5,046
7年目	727	763	1,490	2,180	1,821	4,001	2	35	37	2,909	2,619	5,529
8年目	268	594	862	869	860	1,729	610	210	820	1,746	1,664	3,410
9年目	240	1,506	1,746	716	1,721	2,438	37	394	431	993	3,621	4,614
10年目	388	1,452	1,839	650	2,739	3,389	10	119	128	1,047	4,310	5,357
11年目	199	2,761	2,960	263	621	884	86	86	173	548	3,468	4,017
12年目	77	906	984	467	1,002	1,469	90	40	130	635	1,948	2,583
13年目	59	95	154	520	1,018	1,538	702	474	1,175	1,280	1,587	2,867
14年目	24	682	706	611	1,498	2,109	31	143	174	665	2,324	2,989
15年目	9	145	154	217	1,028	1,246	49	732	781	274	1,906	2,180
16年目	40	1,564	1,604	1,388	1,101	2,489	4	11	15	1,432	2,676	4,108
17年目	457	1,508	1,965	544	412	956	69	28	97	1,071	1,947	3,018
18年目	30	294	324	257	429	686	17	0	18	304	723	1,027
19年目	192	963	1,156	78	116	194	14	773	787	284	1,852	2,137
20年目	58	679	737	900	1,660	2,560	267	102	369	1,225	2,441	3,666
年平均	875	2,488	3,362	1,321	1,625	2,946	427	353	779	2,623	4,465	7,088



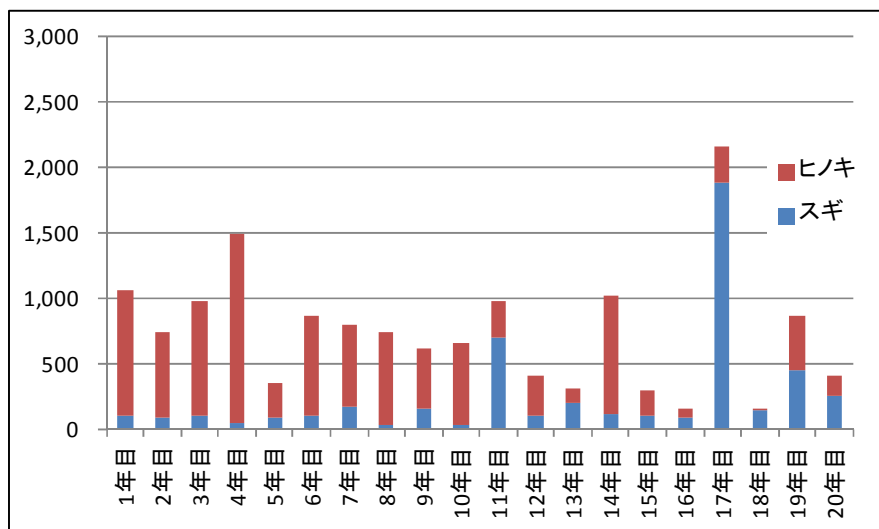
図表 2-71 市有林（旧阿東町）における集材範囲 150m の今後 20 年間の間伐可能量（m³）



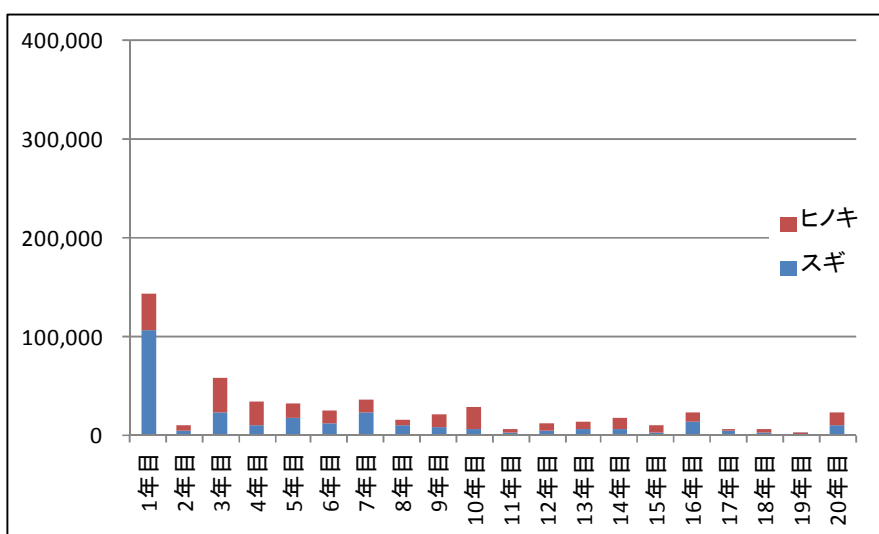
図表 2-72 市有林（旧阿東町）における集材範囲 150m の今後 20 年間の主伐可能量（m³）



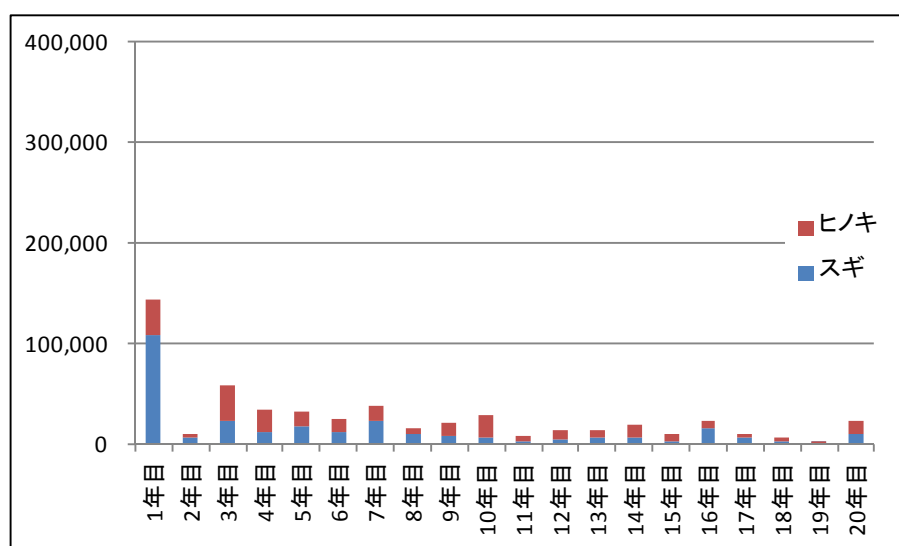
図表 2-73 市有林（旧阿東町）における集材範囲 150m の今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m³）



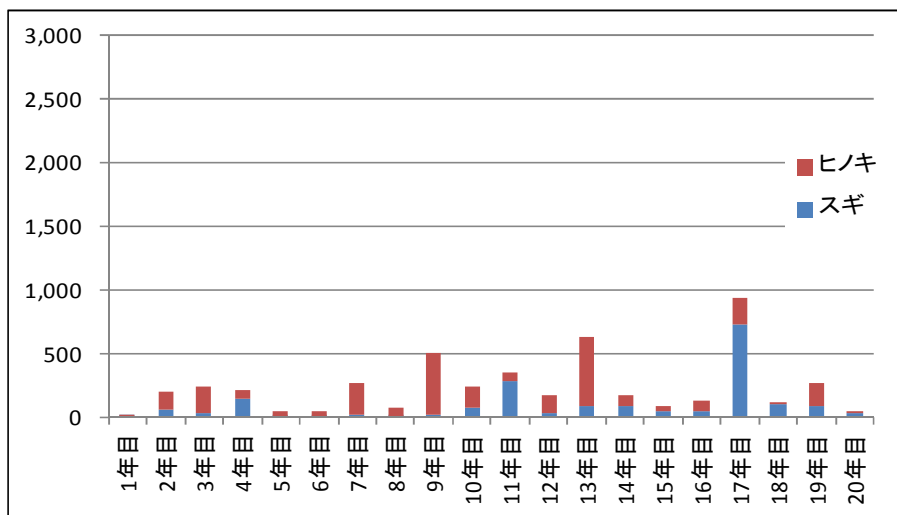
図表 2-74 市有林（旧徳地町）における集材範囲 150m の今後 20 年間の間伐可能量（m³）



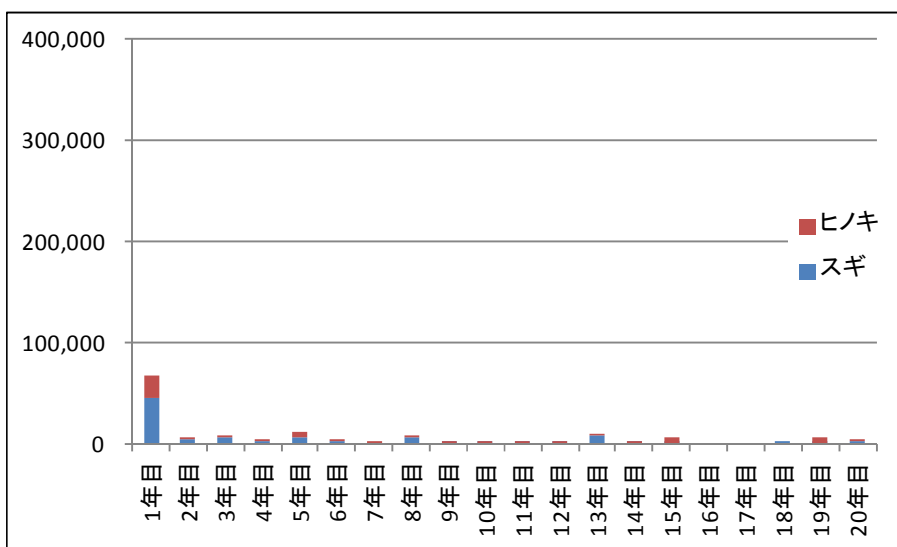
図表 2-75 市有林（旧徳地町）における集材範囲 150m の今後 20 年間の主伐可能量（m³）



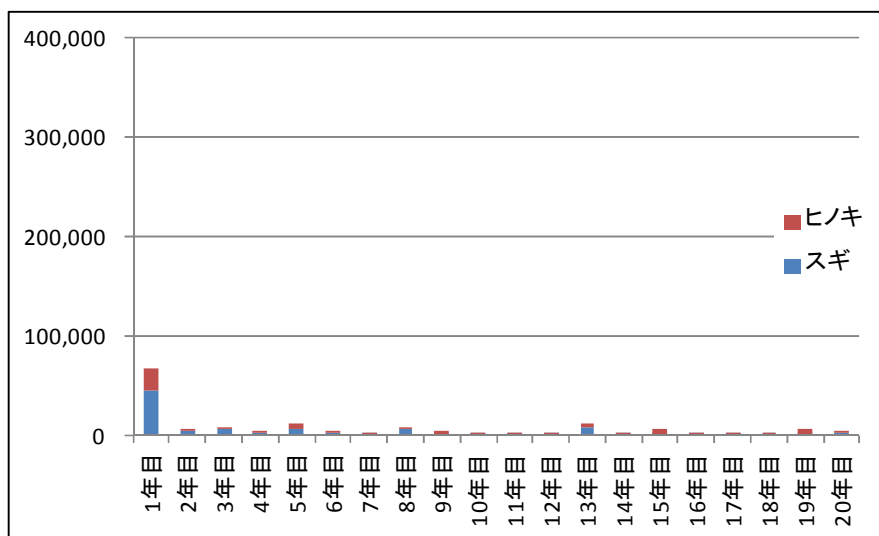
図表 2-76 市有林（旧徳地町）における集材範囲 150m の今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m³）



図表 2-77 市有林（その他）における集材範囲 150m の今後 20 年間の間伐可能量（m3）

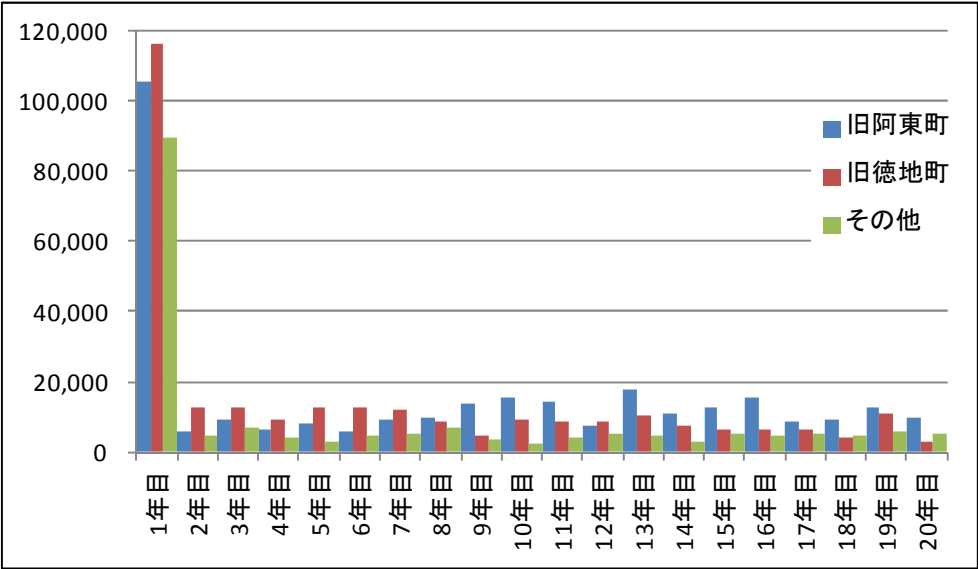


図表 2-78 市有林（その他）における集材範囲 150m の今後 20 年間の主伐可能量（m3）



図表 2-79 市有林（その他）における集材範囲 150m の今後 20 年間の出材可能量（間伐+主伐）（m3）

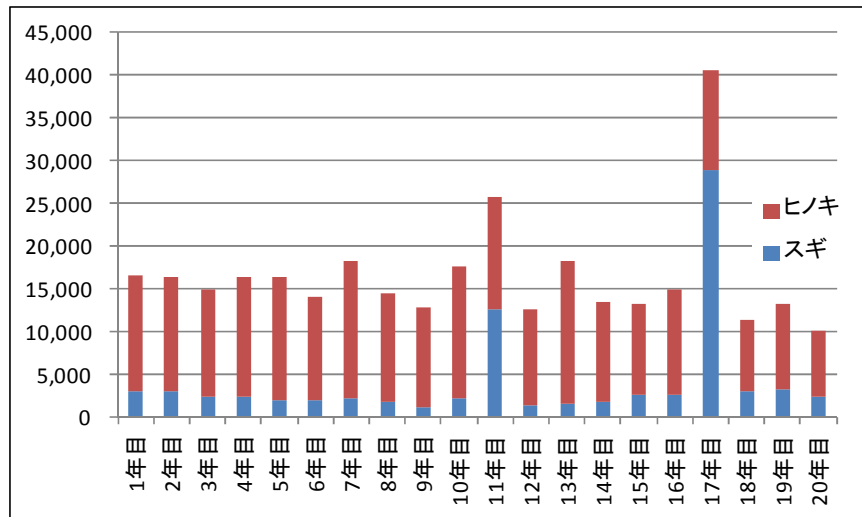
同様にその他の民有林における20年間の木質バイオマス利用可能量を平均すると、集材可能範囲を30mとした場合の木質バイオマス利用可能量は年間約2万tであったが、集材可能範囲を150mに拡大した場合は、平均すると年間38,000tを生産できるポテンシャルを有しており、大幅な増産が可能となる。



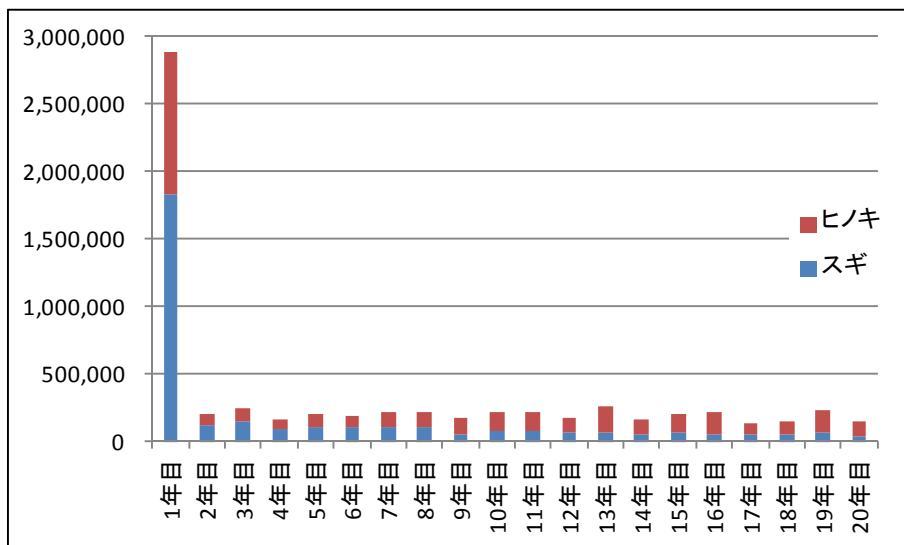
図表 2-80 民有林（市有林除く）の集材可能範囲（150m）における
今後20年間の木質バイオマス利用可能量（t）

図表 2-81 民有林（市有林除く）の集材可能範囲（150m）における
今後20年間の木質バイオマス利用可能量（t）

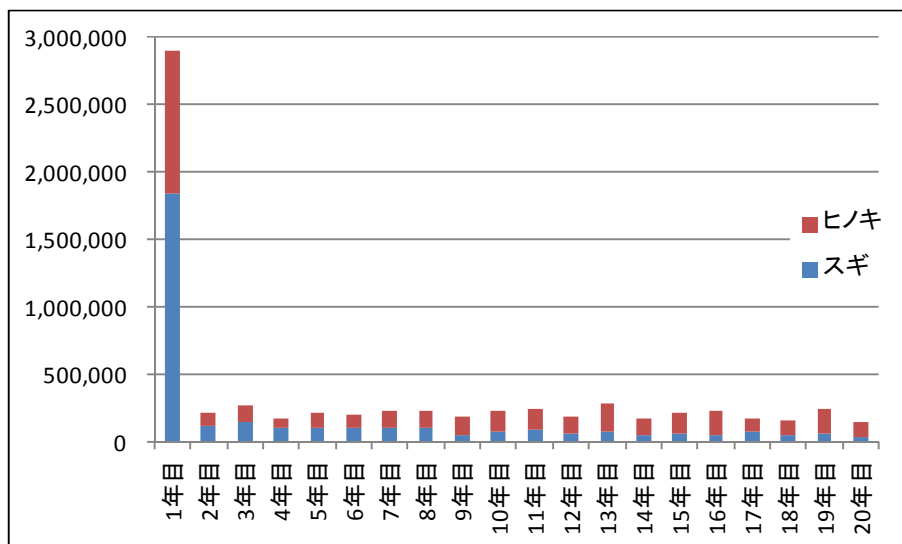
年次	旧阿東町			旧徳地町			その他			計		総計
	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	小計	スギ	ヒノキ	
1年目	52,657	52,905	105,562	74,550	41,620	116,171	50,165	39,587	89,752	177,373	134,112	311,485
2年目	1,725	4,075	5,800	7,014	5,712	12,726	2,672	2,143	4,815	11,411	11,930	23,342
3年目	3,011	6,234	9,245	7,425	5,375	12,800	3,997	2,995	6,993	14,434	14,604	29,038
4年目	2,175	3,964	6,139	5,184	4,320	9,504	2,289	1,733	4,022	9,648	10,017	19,665
5年目	2,519	5,694	8,213	6,731	6,094	12,825	1,001	1,871	2,872	10,251	13,658	23,910
6年目	1,416	4,136	5,552	6,033	6,791	12,824	2,442	2,124	4,566	9,892	13,050	22,942
7年目	1,314	7,880	9,194	6,280	5,911	12,192	2,511	2,693	5,204	10,106	16,484	26,590
8年目	2,018	7,549	9,568	3,958	4,959	8,917	3,656	3,305	6,961	9,632	15,814	25,446
9年目	1,859	11,717	13,577	1,332	3,143	4,475	1,361	2,282	3,644	4,553	17,143	21,696
10年目	1,948	13,628	15,576	4,864	4,447	9,311	560	1,616	2,177	7,373	19,691	27,064
11年目	2,430	12,190	14,620	4,299	4,533	8,831	1,700	2,146	3,847	8,429	18,869	27,298
12年目	1,269	6,286	7,556	3,260	5,223	8,482	1,887	3,074	4,961	6,416	14,583	20,999
13年目	1,595	16,303	17,898	3,281	6,954	10,234	1,986	2,964	4,950	6,862	26,220	33,082
14年目	1,559	9,650	11,210	2,950	4,361	7,311	451	2,295	2,746	4,960	16,306	21,267
15年目	2,887	9,844	12,731	2,895	3,630	6,525	626	4,812	5,439	6,409	18,286	24,695
16年目	1,778	13,822	15,600	1,940	4,498	6,437	851	4,003	4,855	4,569	22,323	26,892
17年目	1,987	6,497	8,484	3,306	3,050	6,356	1,648	3,661	5,309	6,940	13,208	20,149
18年目	1,572	7,848	9,420	1,665	2,160	3,825	1,336	3,507	4,844	4,572	13,516	18,088
19年目	1,456	10,915	12,371	3,096	7,987	11,082	1,655	4,310	5,965	6,206	23,212	29,418
20年目	1,233	8,730	9,963	817	2,234	3,050	1,172	3,973	5,145	3,222	14,937	18,159
年平均	4,420	10,993	15,414	7,544	6,650	14,194	4,198	4,755	8,953	16,163	22,398	38,561



図表 2-82 民有林（市有林除く）の集材可能範囲 150m における今後 20 年間の間伐可能量（m3）



図表 2-83 民有林（市有林除く）の集材可能範囲 150m における今後 20 年間の主伐可能量（m3）

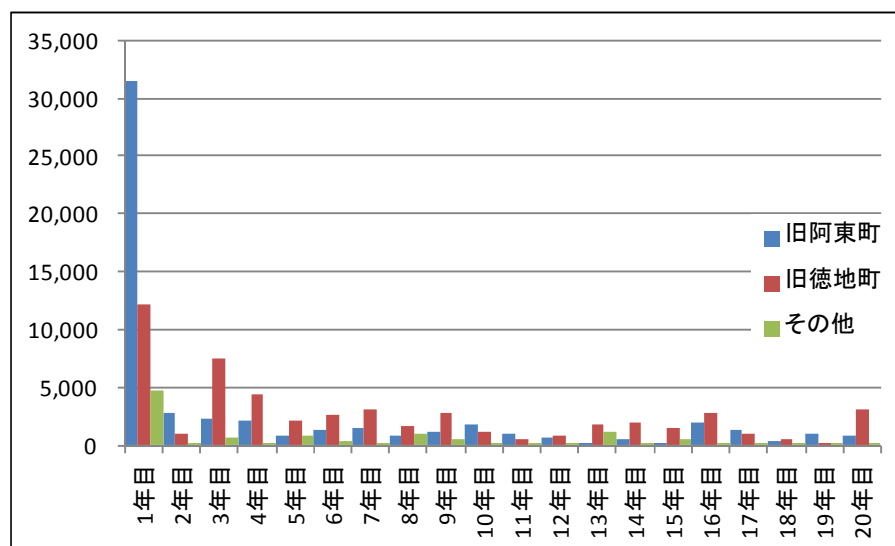


図表 2-84 民有林（市有林除く）の集材可能範囲 150m における出材可能量（間伐+主伐）（m3）

③ 木質チップ利用率を 25%から 30%へ増加した場合の木質バイオマス利用可能量

全木集材に集材システムを変更し、木質チップの利用率を 25%から 30%へ増加した場合の今後 20 年間ににおける木質バイオマスとしての利用可能量を算出した結果を図表 2-85～図表 2-86 に示す。

市有林における 20 年間の木質バイオマス利用可能量を平均すると、木質チップ利用率が 25%の場合の木質バイオマス利用可能量は年間 4,000t 程度であったが、30%に増加した場合は、平均すると年間 5,900t を生産できるポテンシャルを有しており、年間 2,000t 程度の増産が可能となっている。



図表 2-85 市有林の集材可能範囲 (30m)・利用率 30%における
今後 20 年間の木質バイオマス利用可能量 (t)

図表 2-86 市有林の集材可能範囲 (30m)・利用率 30%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	9,943	21,475	31,418	9,233	3,016	12,249	3,007	1,685	4,692	22,184	26,176	48,360
2年目	419	2,356	2,775	443	543	986	228	42	270	1,090	2,941	4,031
3年目	219	2,154	2,374	2,582	4,987	7,569	636	91	727	3,437	7,232	10,669
4年目	80	2,005	2,085	994	3,370	4,363	13	12	25	1,087	5,387	6,474
5年目	8	897	905	1,103	1,031	2,134	371	429	800	1,482	2,357	3,839
6年目	421	989	1,410	667	2,043	2,710	105	191	297	1,193	3,224	4,417
7年目	764	760	1,524	1,596	1,561	3,157	1	37	39	2,361	2,358	4,719
8年目	320	461	780	808	844	1,652	731	244	976	1,859	1,549	3,408
9年目	269	987	1,256	840	1,925	2,765	41	435	476	1,149	3,348	4,497
10年目	450	1,301	1,751	393	747	1,141	10	142	152	853	2,190	3,043
11年目	80	948	1,027	191	364	555	85	49	133	356	1,360	1,716
12年目	85	651	736	281	527	809	13	15	28	380	1,193	1,573
13年目	70	87	157	610	1,220	1,830	702	506	1,207	1,381	1,813	3,194
14年目	26	463	489	486	1,546	2,031	26	104	129	537	2,112	2,650
15年目	10	157	167	255	1,201	1,457	32	470	502	297	1,828	2,126
16年目	46	1,875	1,921	1,480	1,321	2,801	3	5	9	1,529	3,201	4,731
17年目	303	1,034	1,337	598	473	1,071	46	27	73	947	1,534	2,481
18年目	30	351	380	87	470	557	16	1	17	133	821	954
19年目	229	794	1,023	67	133	200	9	265	274	305	1,191	1,497
20年目	66	791	857	1,074	1,986	3,060	18	6	25	1,158	2,783	3,941
年平均	692	2,027	2,719	1,189	1,465	2,655	305	238	543	2,186	3,730	5,916

(2) 路網密度増加による供給の拡大

森林 GIS データにおける林道延長と作業道延長を図表 2-87 に示す。作業道延長は属性データに延長が入っていなかったため、延長は GIS 計測に基づく。森林 GIS に基づく小班の森林面積を合計すると 72397.85 ha であることから、路網密度は 7.07 m/ha(林道密度 4.09 m/ha、作業道密度 2.98 m/ha)となる。

図表 2-87 山口市域の路網延長（森林 GIS データによる）

総延長 (m)	511,811	
	林道(m)	296,423
	作業道(m)	215,388

山口県平均では、林道密度が 3.72 m/ha、路網密度が 4.68m/ha であることから(山口県 2014)、県内では山口市の路網整備は比較的進んでいることがわかる。

山口県林業統計要覧によれば、山口市内における平成 27 年次の素材生産量は針葉樹 30 千 m³、広葉樹 9 千 m³であった。現況の路網密度をすべて活用したと仮定すると、路網密度 1 m/ha あたり 5,516m³の素材生産能力を有すると推定される。したがって、1m の路網を新設すれば、素材生産能力が 13m³ 向上すると推定される。

なお、地形傾斜・作業システムに対応する路網整備水準の目安(図表 2-88)を参照すると、急峻地の路網密度の目安が 5～15m/ha であることから、山口市現状の路網密度を考慮すると、今後も路網整備を推進していくが必要があると考えられる。

図表 2-88 地形傾斜・作業システムに対応する路網整備水準の目安（単位：m/ha）

区分	作業システム	基幹路網			細部路網	路網密度
		林道	林業専用道	小計	森林作業道	
緩傾斜地 (0～15°)	車両系	15～20	20～30	35～50	65～200	100～250
中傾斜地 (15～30°)	車両系	15～20	10～20	25～40	50～160	75～200
	架線系				0～35	25～75
急傾斜地 (30～35°)	車両系	15～20	0～5	15～25	45～125	60～150
	架線系				0～25	15～50
急峻地 (35°～)	架線系	5～15	－	5～15	－	5～15

※傾斜区分図について

近年、路網整備は丈夫で簡易な道の作設が求められていることから、林道および作業道の設計に地形状況がより重要になっている。そこで、収集した航空レーザ計測による精密な地盤高データ及び、国土地理院の基盤地図情報から、山口市域の傾斜区分図を作成した。既存の航空レーザ計測範囲においては傾斜角を5m×5mメッシュ単位、基盤地図情報データにおいては10m×10mメッシュ単位で算出した。詳細な計算の方法は下記のとおりである。市域の傾斜区分図を図表 2-89 に示す。また、森林 GIS データにおける林道と作業道を重ね、現状の集材範囲 30m と供給量拡大シナリオに基づく集材範囲 150m の区域を重ねた資料を図表 2-90 に示す。これは、集材するのに到達できない区域において、緩傾斜地で路網を計画する基礎資料となる。

※傾斜区分図作成方法について

傾斜角は対象セルとその近隣セルとを比較し、それらの値の最大変化率を計算したものである。原則として、対象セルとその 8 つの近隣セルの高度を比較したとき、距離に対するそれらの最大高度変化が、対象セルからの最も急な降下傾斜となる。

a	b	c
d	e	f
g	h	i

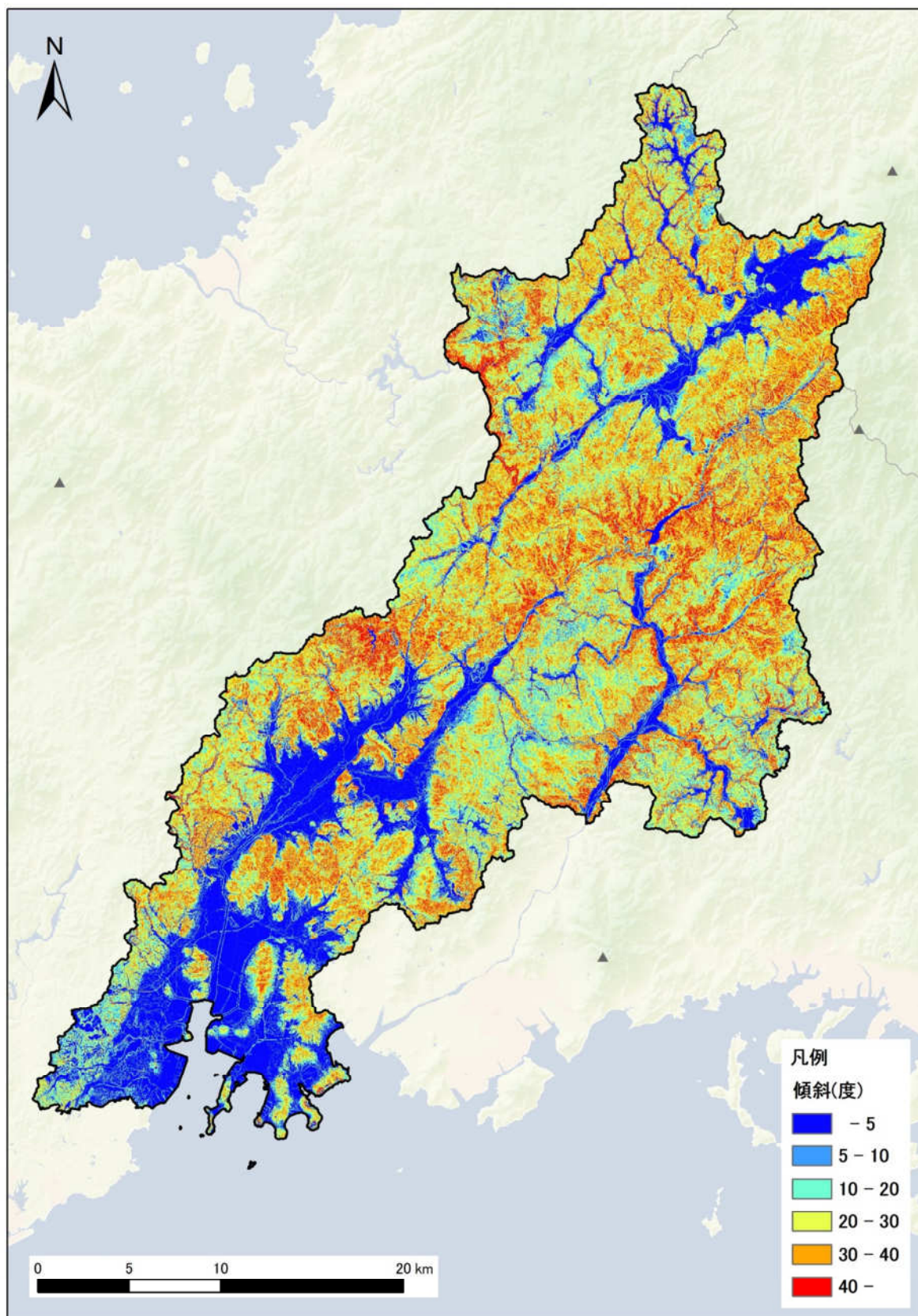
中央セル(e)から水平方向(dz/dx)及び垂直方向(dz/dy)へのサーフェスの変化率(差分)が傾斜角を決定する。

$$\text{slope_degrees} = \text{ATAN}(\text{rise_run}) * 57.29578$$

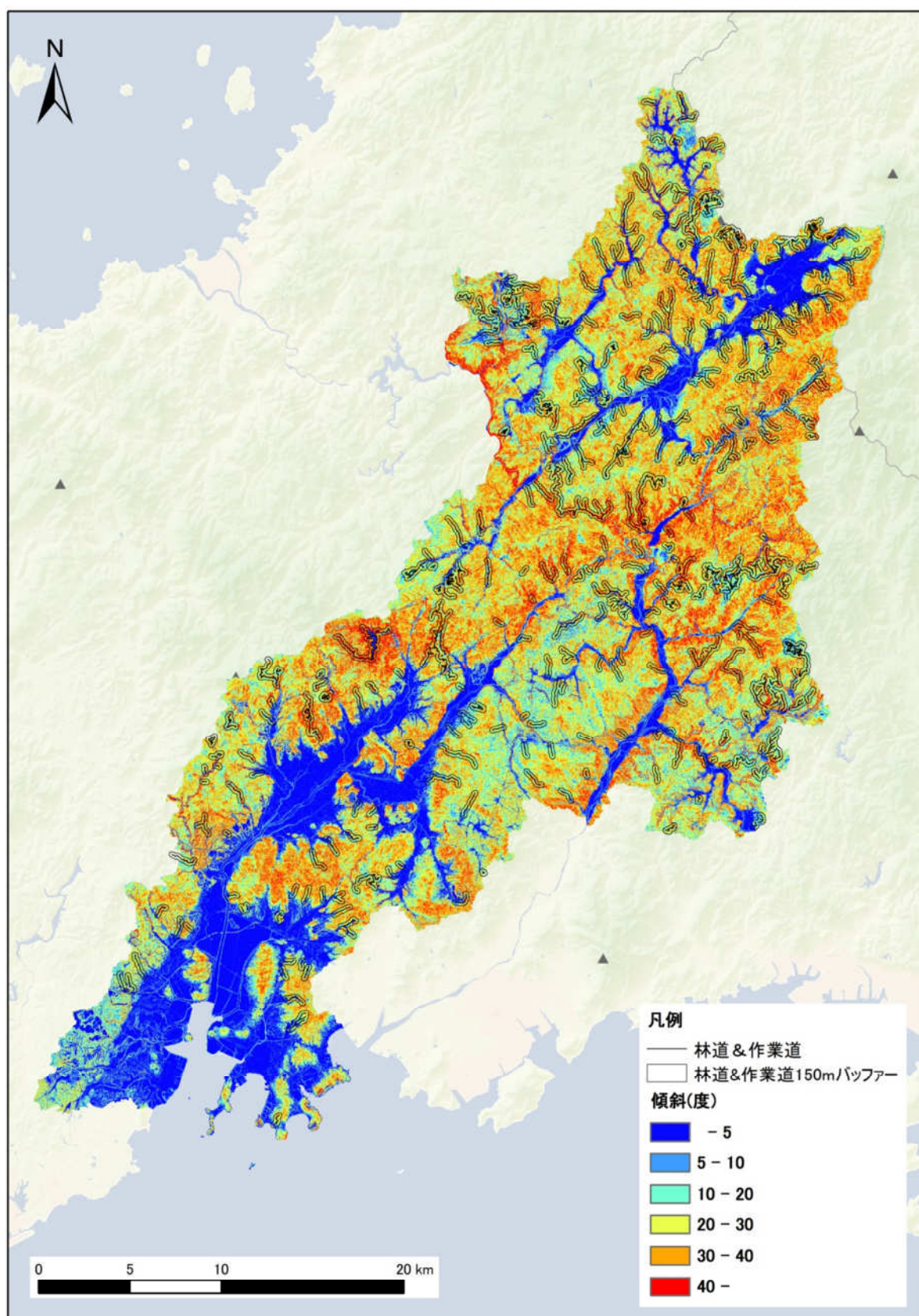
$$\text{rise_run} = \sqrt{[\text{dz/dx}]^2 + [\text{dz/dy}]^2}$$

$$[\text{dz/dx}] = ((c + 2f + i) - (a + 2d + g)) / (8 * x_cellsize)$$

$$[\text{dz/dy}] = ((g + 2h + i) - (a + 2b + c)) / (8 * y_cellsize)$$



图表 2-89 傾斜区分图



図表 2-90 傾斜区分図及び集材可能範囲位置図

2.5 木質バイオマスに関する取組み方針の検討

今後、山口市内において予想される木質バイオマスの需要増に対して、エネルギーとして持続的に有効活用していくための取組み方針を以下に設定した。

□木質バイオマス燃料の安定確保のための計画的な主伐と再造林

<課題>

今後 20 年間のスギ・ヒノキ林(市有林及びその他の民有林)における利用可能量を平準化すると、市有林では年間 4,800t 以上、その他の民有林では年間 20,000t 以上の木質バイオマスが利用可能と推定された。ただし、現状では伐期を迎えている人工林が大部分を占めており、齢級構成に偏りがある。バイオマス資源を持続的に利用するためには、計画的な主伐と再造林をすすめ、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る。

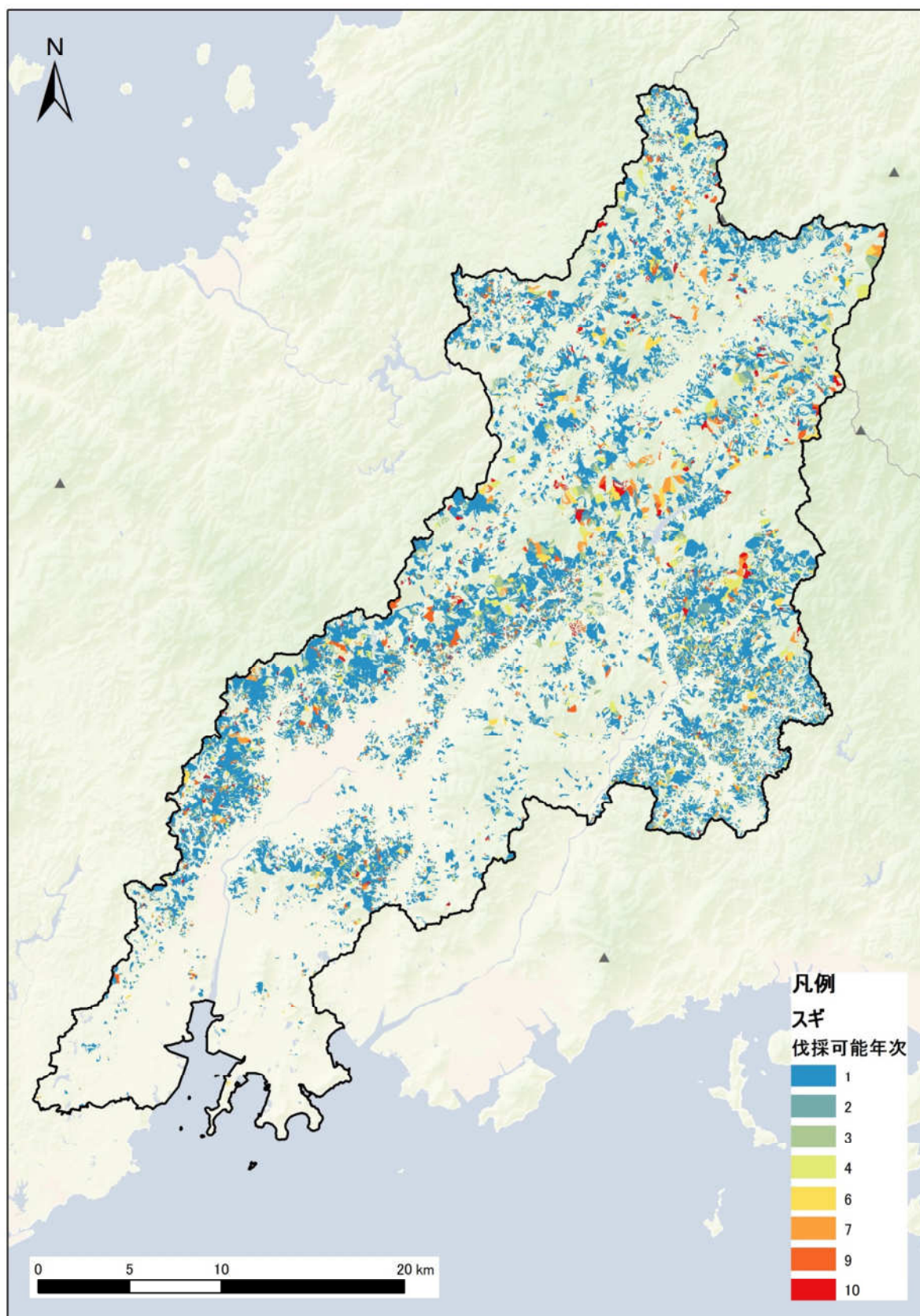
<取組み方針>

木質バイオマス燃料という新たな需要増を踏まえ、計画的な主伐の実施のため森林経営計画を樹立し、施業を進めていく。計画の参考として現時点で伐期を迎えている小班、今後 10 年間に伐期を迎える小班について図表 2-91～図表 2-96 に整理した。

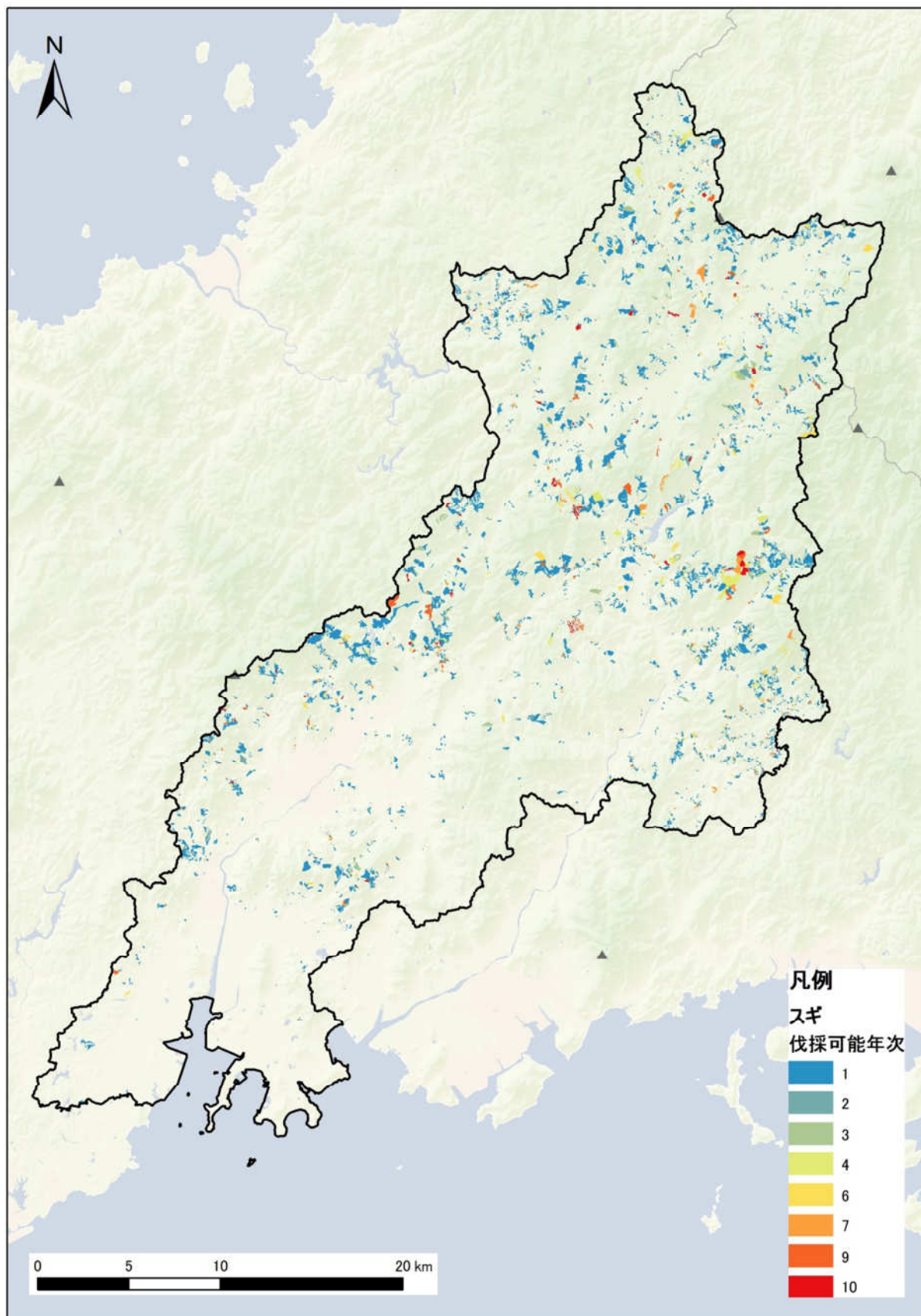
市有林における近年の施業実績では主伐面積は約 20ha／年であることから、木質バイオマス目標量を達成するための主伐面積の目安である 41ha／年とするためには、現状の年間の主伐面積を倍増することが必要である。

一方、主伐は木材需給等の経済状況などに左右されるため、多くの面積を確保することが困難となることも考えられるが、完全な平準化にならなくても、木材市況や低コスト造林等への取組を見つつ、可能な限り主伐を導入していくことが必要である。

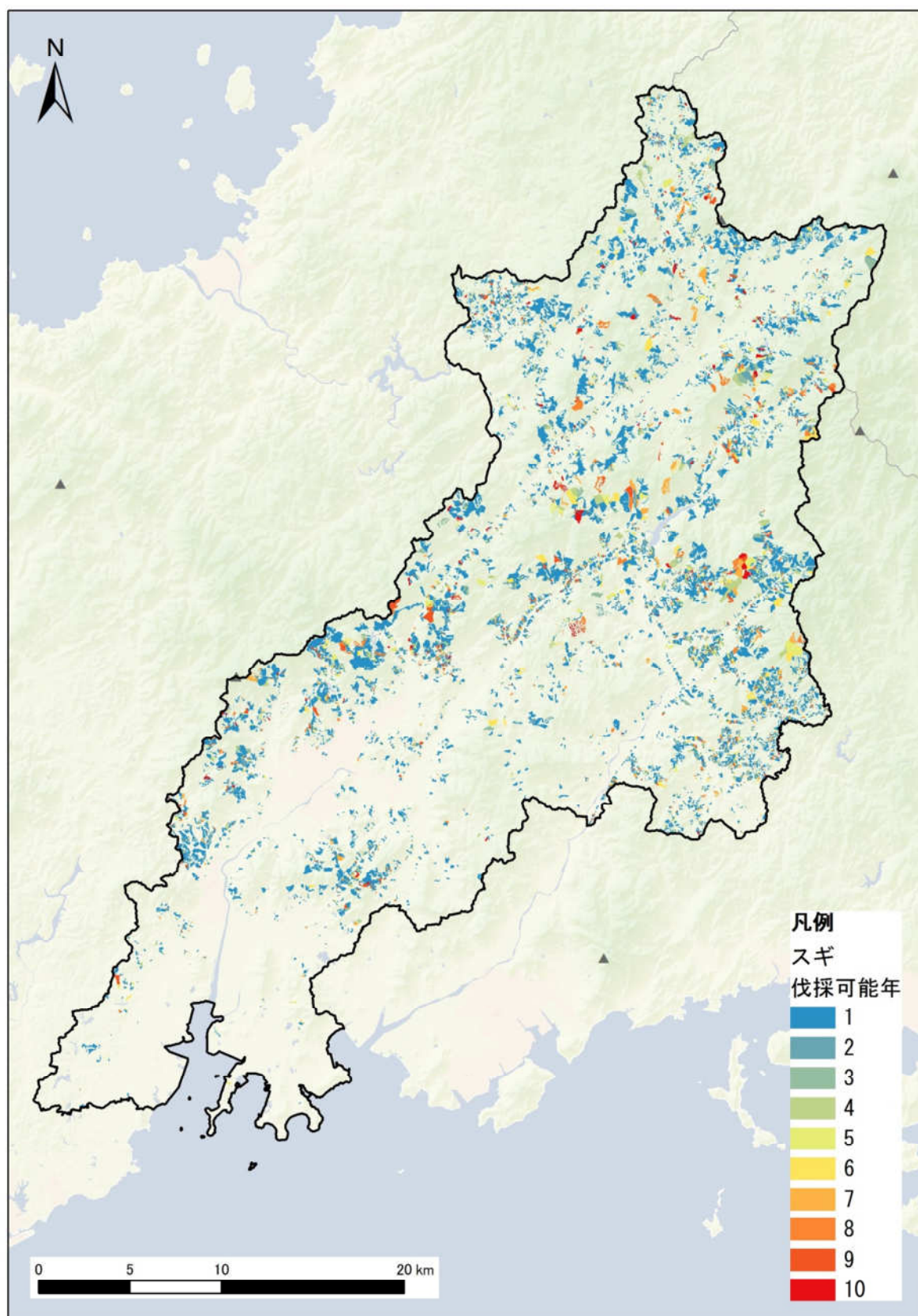
同時に、林業の担い手育成を含めた林業従事者数の増員、施業の集約化、路網整備の加速化、高性能林業機械等の導入といったインフラ整備等の取組みを強化していく。



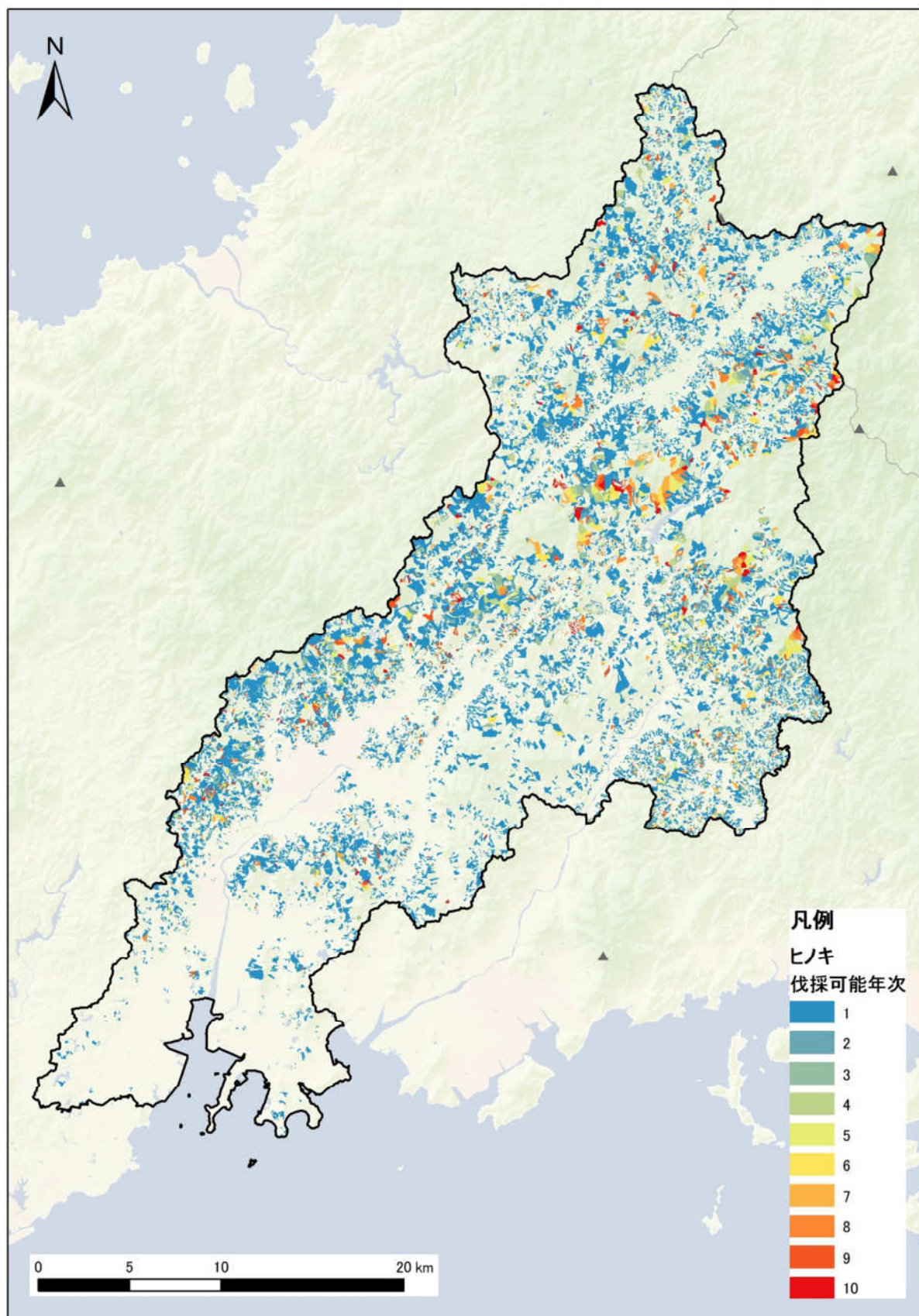
図表 2-91 今後 10 年間に伐期を迎える小班位置図（スギ）



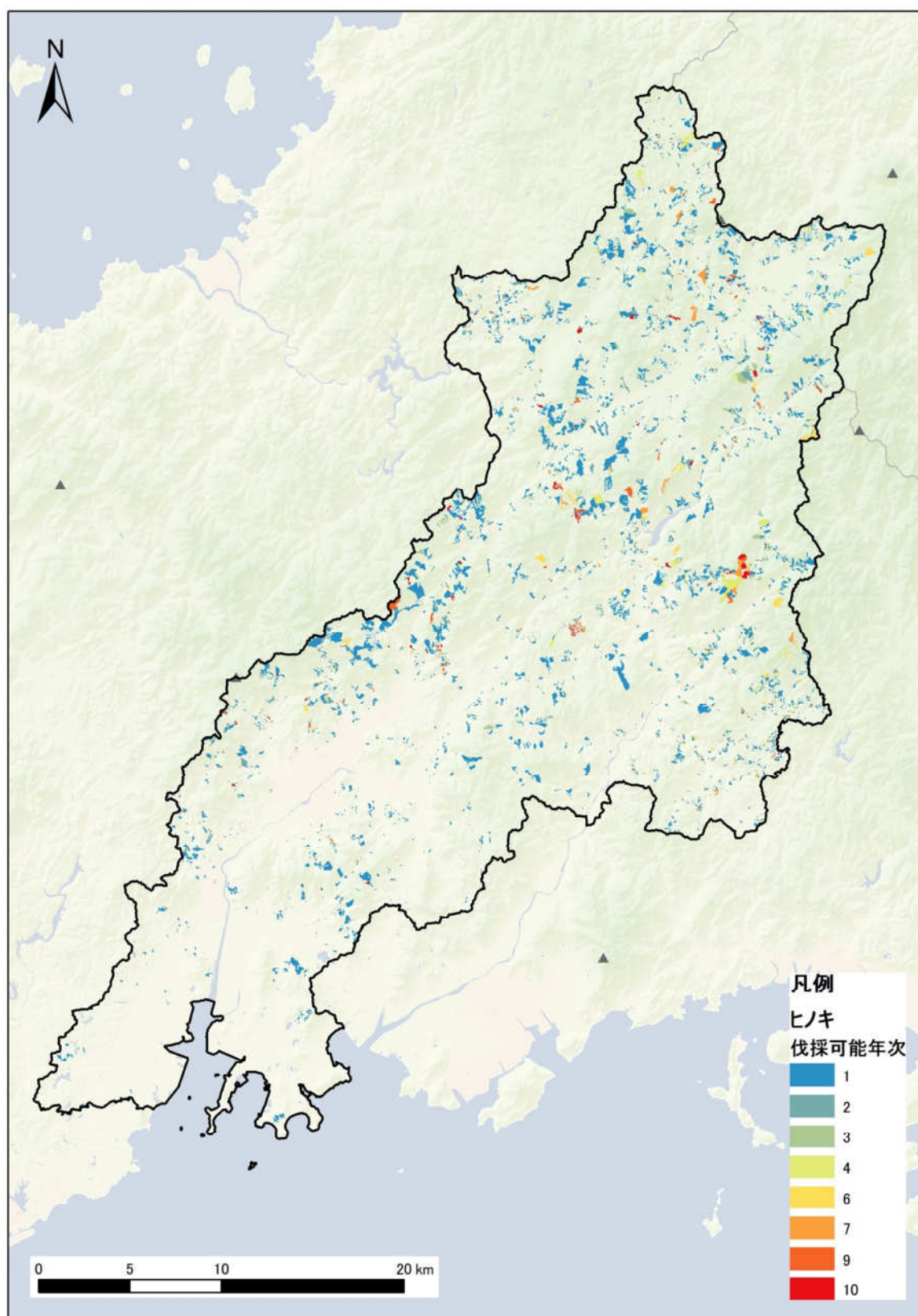
図表 2-92 今後 10 年間に伐期を迎える小班位置図（スギ・路網から 30m 範囲）



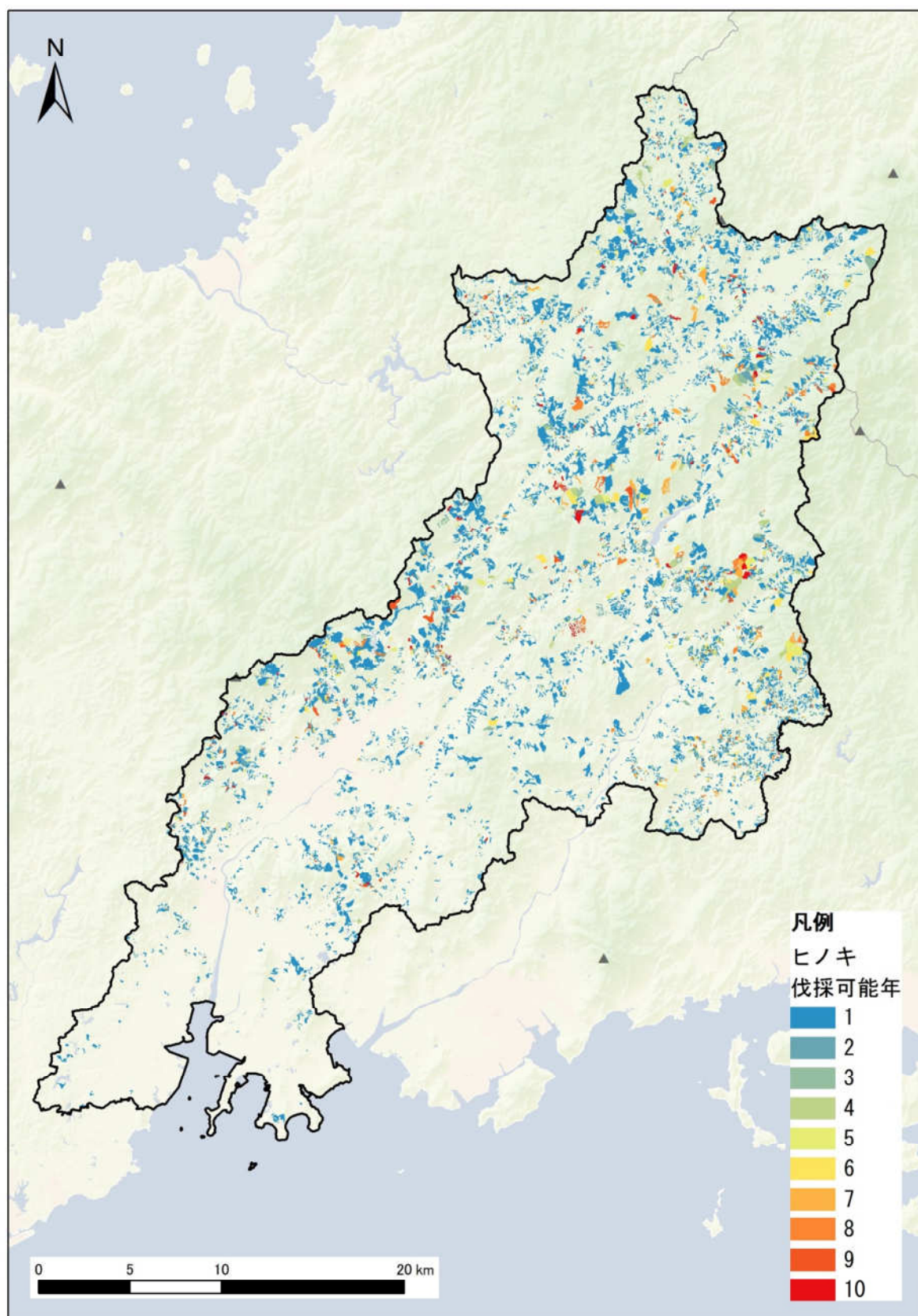
図表 2-93 今後 10 年間に伐期を迎える小班位置図（スギ・路網から 150m 範囲）



図表 2-94 今後 10 年間に伐期を迎える小班位置図（ヒノキ）



図表 2-95 今後 10 年間に伐期を迎える小班位置図（ヒノキ・路網から 30m 範囲）



図表 2-96 今後 10 年間に伐期を迎える小班位置図（ヒノキ・路網から 150m 範囲）

2.6 実施体制の確立

2.6.1 木質バイオマス利活用事業の実施体制イメージ

山口市内の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、伐採・搬出、流通、加工、利用拡大へ至る川上から川下までが一体となって取り組み、森林資源のカスケード利用を推進することが求められている。そのため、素材生産業者（山口中央森林組合、山口阿東森林組合等）、素材加工業者（チップ製造を担う山口森林組合連合会等）、熱利用・発電事業者といった各主体が連携した実施体制（図表 2-97）を構築する。

(1) 森林所有者、素材生産業者

山口市や市内の森林組合等の林業事業体は、持続可能な森林経営計画に基づき計画的に主伐と再植林を実施し、木質チップ利用率 30% を目標に素材加工業者へ C・D 材を供給する。

(2) 素材加工業者

木質チップ燃料の品質によるトラブルが発生しないように、木質バイオマス発電所向けの生チップのほか、熱利用施設（木質バイオマスボイラー）に適したチップ加工にも取り組む。

(3) 熱利用・発電事業者

山口市内の熱利用施設において木質バイオマスボイラーの導入を順次拡大していく。山口市は利用拡大のための推進・調整役を担うこととする。



図表 2-97 川上から川下までが一体となった実施体制の確立

2.6.2 事業実施時の要件

(1) 山口県森林組合連合会

- ・ チップの形状は、50mm×50mm×20mm(厚み)程度となる。篩いは一度のみであるため、多少規格外の物も混ざる。
- ・ チップの含水率は 50～55%(WB)程度となる。
- ・ 運搬はスライドデッキ 30t 車で計画している。
- ・ チップコストは 11～12 円/kg にする予定であるが、原木の買取金額により変わる。

(2) 熱設備での生(高水分)チップ使用条件

- ・ 県森連のチップ供給体制における搬送・含水率等の条件は発電所対応であるため、小口の熱利用では正常な燃料確保ができない。
- ・ 搬送にスライドデッキ 30t 車を用いた納入では、大きなサイロが必要になるため、搬送方法の検討も必要になる。
- ・ 含水率が 50～55%では低燃焼時に火が消える事が想定される。

(3) 市の対応

- ・ チップ搬送は市が手配し 4t ダンプにコンパネを立てて運ぶ。
- ・ チップの含水率は 45%程度になるように伐採方法を変更する。または、伐採してからある期間で乾燥させた物をチップにする。

第3章 木質バイオマス資源の利活用に対する業務提案

3.1.1 生チップボイラー導入調査

生チップボイラー導入調査を行うに当り、次の手順で取り組むことにした。

- ① 生チップボイラーの導入に適切な施設のリストアップ
- ② 該当施設へのアンケート調査
- ③ 現地調査ヒアリング
- ④ 報告書（基本設計）作成

アンケート調査は、施設の運用・施設規模・源泉温度・市水の月別温度・入浴者の人数等を調査するためにアンケート調査表を作成し、お客様に説明し記入して頂く方法で実施した。アンケート調査表は、資料編に添付する。

3.1.2 報告書の作成について

報告書は、市の要望である生チップを燃料とすることを前提条件としてまとめている。また、各施設の導入検討は次の項目に沿って実施した。

- ① 現状把握
- ② 熱負荷調査（簡易診断）
- ③ 熱計算とボイラーの能力選定
- ④ 燃料使用量
- ⑤ メーカー比較
- ⑥ ボイラー設置場所
- ⑦ システムの特徴
- ⑧ イニシャルコスト
- ⑨ ランニングコスト
- ⑩ 経済性評価

3.2 願成就温泉施設への木質チップボイラーの導入

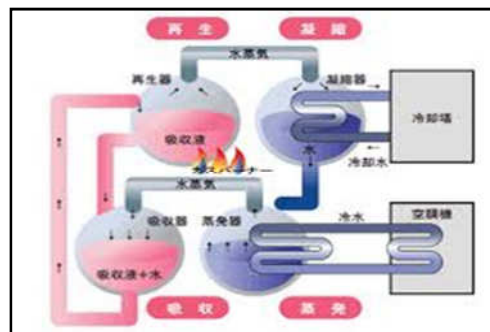
3.2.1 既存施設の現状

当温泉施設の熱源は、ヒートポンプを採用し冷温水熱源として夜間電力を使用している。温水側の負荷は、源泉の加温、浴槽お湯の温度維持、給湯(シャワー、蛇口)等を加温している。冷水側は居間、大広間、脱衣場等をファンコイル(空気調和機)を使用し冷房している。

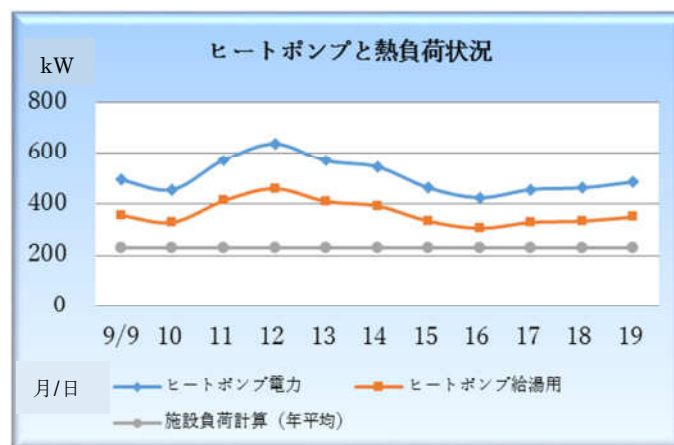
また、省エネ対策としては、お風呂の排水の熱を使用し、ヒートポンプの効率(COP)を上げてランニングコストを下げる工夫をしている。20 年前導入した時点では画期的なシステム(図表 3-1)で、効率の良い設備であり、経済的にも優れた施設であったと推測されるが、約 20 年の歳月の経過によりヒートポンプ機器の劣化、蓄熱タンク、配管等の保温の劣化等で設備全体の放熱ロスも多く進んでいるように見受けられることも考慮し、計測機器(データロガー)を持ち込み 9 月 9 日~19 日(データは中間期として使用)まで関連する機器の電流値を計測した。

測定結果からヒートポンプ(暖房・冷房)で使用している電気量は、平均 500kWh/日で、今回、生チップボイラーで対応可能な範囲は、お湯側(暖房のみ)で電力は約 380kWh/日(冷房を使用しない中間期から割り出す)であった。

これに対し、温泉施設簡易診断で施設規模・運用方法等を加味し施設負荷を試算すると、年間平均で 220kW/日になり、機器・断熱材等の老朽化により無駄な電力が使用されている事が図表 3-2 から推測された。



図表 3-1 既存施設（ヒートポンプ）のフロー



図表 3-2 熱負荷状況

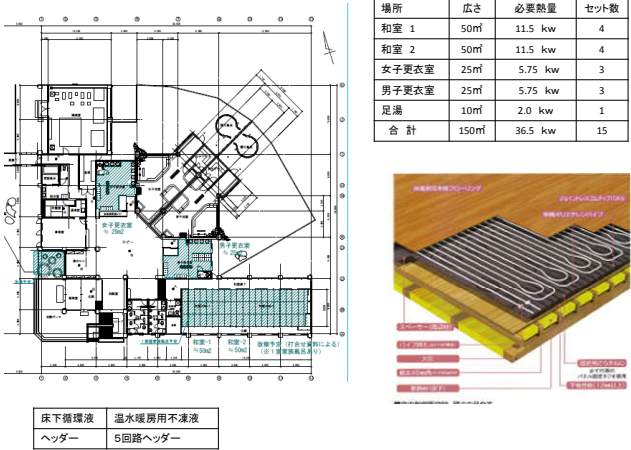
3.2.2 温泉施設の負荷調査（簡易診断）

温泉熱負荷調査では、施設の規模、運用方法及び利用者の数等の 15 項目（図表 3-3）から施設負荷計算により、必要熱量を算出する。その結果をもって、適正な規模のボイラー選定を実施する。また、床暖房負荷は暖房面積（図表 3-4）から検討し試算を行う。

図表 3-3 施設負荷条件

項目		
1	市水温度	該当施設周辺の川の水温
2	源泉温度	年間を通し 17～18℃で計算する
3	浴槽温度	冬場 41～42℃ 夏場 39～40℃
4	お風呂の種類	ろ過循環方式、かけ流し、打たせ湯
5	お風呂容量	お風呂の面積×0.6m
6	お風呂の掃除水張り	週に何回お風呂の掃除、水張りを行うか
7	入浴者数	年間稼働日の平均
8	営業時間・日数	毎日の稼働時間、稼働日数
9	上り湯使用量	男性 40L、女性 60L
10	循環量	貯湯系、ボイラー循環の配管サイズから算出
11	循環加温熱量	加温熱温度（冬場 5℃、中間期 2℃、夏場 1℃）
12	床暖房	床暖房面積（表図 3—5）参照
13	厨房使用量	食数
14	手洗い	蛇口の数×利用率
15	熱損失率	ボイラー効率
16	必要熱量	Excel シートで算出

床暖房実施場所と詳細



図表 3-4 床暖房面積

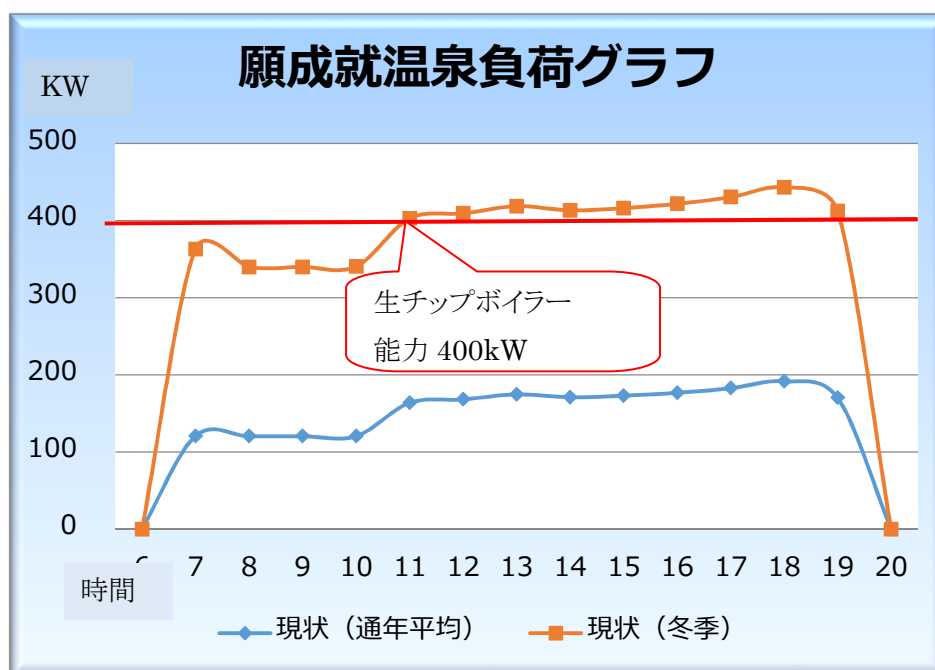
3.2.3 熱負荷計算とボイラー能力算定

生チップボイラー能力は、お風呂の大きさ、入浴者数等を冬季の条件で計算して必要熱量を計算しボイラー能力を決定する。

化石燃料ボイラーと生チップボイラーを選定する時の大きな違いは、計算で出たボイラー能力に対し化石燃料ボイラーは、制御性が良いので少し大きめのボイラーを選定する。一方、生チップボイラーは、高負荷を掛けて運転することでボイラー効率を上げ燃料使用量を減らす事でランニングコストを下げるができるため、安全率を見ないで計算数値のボイラーを選定する。。

冬季や観光シーズンなど、生チップボイラーだけでは熱供給が不足する場合のため、バックアップボイラー(灯油ボイラー)を立上げ使用する。

願成就温泉の場合、生チップボイラー能力は、設備規模及び運用上検討を加えて計算した、グラフ(図表 3-5)からも分かるように 400kW 程度が妥当と考えられる。バックアップとして使用する灯油ボイラーは、生チップボイラーに 20%の安全率を見て 480kW 程度が適当である。



図表 3-5 ボイラー能力選定

3.2.4 燃料使用量

簡易診断により、年間1日平均熱量を計算し、その熱量に稼働日数を掛け年間必要熱量を出す。施設の稼働状況等を踏まえ、この年間必要熱量の 80%を生チップボイラーによる代替率とし、残りの 20%を灯油ボイラーにより熱供給する設定とした。この熱量に燃料の低位発熱量及びボイラー効率で除して燃料必要量を算出した。

年間の生チップ使用量(図表 3-6)は、約 370t、CO₂ 削減量は約 175t-CO₂/年(既存設備(218t-CO₂/年)-新設設備(42.8 t-CO₂/年)であった。灯油使用量は約 17kL/年で CO₂ 排出量は約 43t-CO₂/年となる。

生チップを使用する場合、点火及びバックアップの灯油が必要になる。

図表 3-6 年間燃料使用量

項 目	単位	既存設備	新設設備	
			生チップ	灯油
年間平均 1 日熱使用量	kWh/日	2,054	2,054	
稼働日	日/年	365	365	
年間必要熱量	kwh/年	749,628	749,628	
年間使用電力量	kwh/年	299,851	0	0
燃料比率	%	100%	80%	20%
低位発熱量	kwh/kg(l)		2.02	9.69
設備効率(COP)		2.5	0.8	0.9
年間使用量	kg(l)/年		371,103	17,191
CO2 発生量	t-CO2/年	218	-192.6	42.8

3.2.5 生チップボイラーのメーカー比較

生チップボイラーは、海外及び国内で稼働実績のある 3 社の比較(図表 3-7)をした。

O 社の生チップボイラーは 500KW で能力が過大であったことから不適とした。D 社、T 社を比較したところ、ボイラー本体及び燃料サイロの形状、大きさに若干の違いはあるものの機能的には、甲乙付けがたい同等である。2 社の違いは納期であり、T 社は受注生産によるため 6 ヶ月の納期が必要である。一方 D 社は工場ではボイラー製造し製品として保管、輸入しているため約 3 か月で対応可能である。また、一般的に、実際の入札価格は約 30~40%値引きの期待ができるので、実際の導入においては、見積もりを取得し、経済性を再検証することが必要である。

図表 3-7 ボイラーメーカー比較

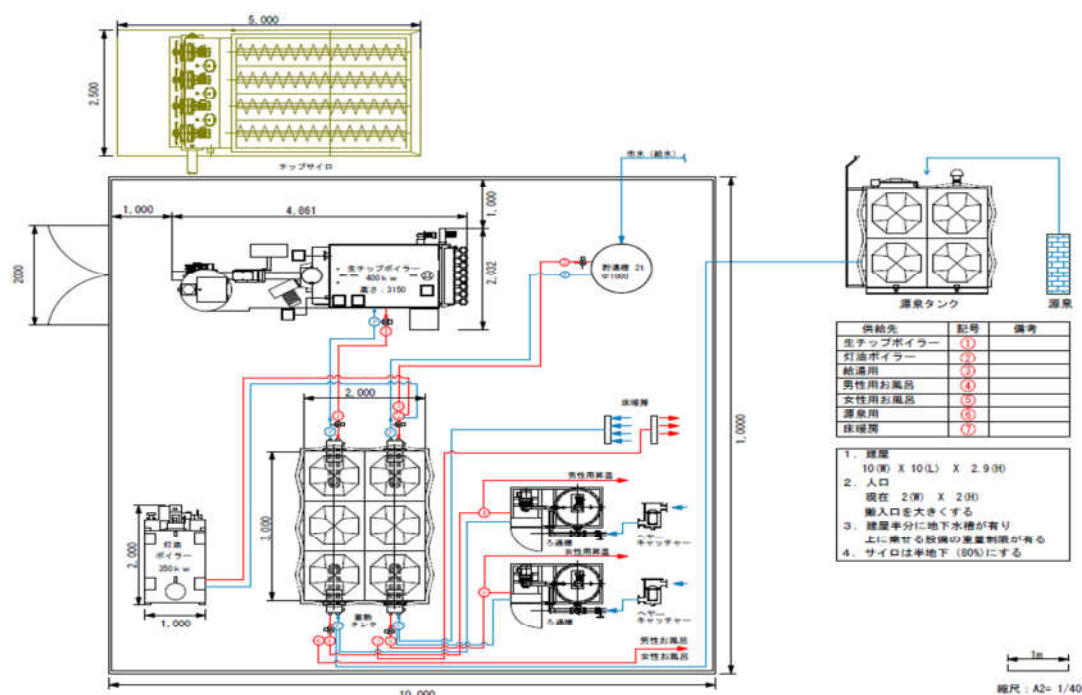
取扱メーカー	○社	D社	T社
商品製造元	国産	イタリア	スイス
姿 図			
ボイラー能力	500kw	300kw	360kw
必要台数	1 台	1 台	1 台
燃料消費量	275kg/h	265kg/h	232 kg/h
水分率	推奨 50%以下(上限 56%)	50%以下	平均 50%以下(上限 54%)
ボイラー効率	≥80%	≥90%	80%
着火	自動(灯油バーナー)	自動(電気ヒーター)	手動(オプションで可)
炉床構造	固定床(押込みブッシャー一段有)	階段式ストーカー炉	水平可動火格子ストーカー
灰処理方法	自動灰出し	自動灰出し	自動灰出し
機器の大きさ	1.7L× 4.6W×3.6H	1.3L×4.4W×2.5H	1.3L×3.5W×2.6H
ボイラー本体価格	29,000 千円	25,000 千円	28,000 千円
総合評価	国産で実績もある。 高さが高く設置場所の選定が必要	設置スペースが広い 高さが高く設置場所の選定が必要	ボイラーの上部に給水タンクが付き 高さが高くなる 納期が長い

3.2.6 ボイラー室の配置

願成就温泉は竣工から約 20 年が経過し、温泉施設建屋、ヒートポンプ、水槽及び配管等がかなり老朽化している。施設の使い勝手、熱源システムの見直しを含めリニューアルに合せて、木質バイオマスの利用を検討し、森林資源の活用と林業事業の活性化を目的とした取組みを計画に取り入れ検討を進めて行く。

生チップボイラーは、既存のヒートポンプを設置してある機械室 100 m² (10m×10m)を更地化し、設置する方向で検討を進めることとしたが、既存のヒートポンプは重量が約 4t、今回、新設する生チップボイラーは、約 7t あり床荷重が許容値以上で機械室にボイラーが設置できない事が判明した。したがって、生チップボイラーとサイロは、別の場所に建屋を新設する必要がある。

参考までに生チップボイラーシステムの配置図を図表 3-8 に作成した。



図表 3-8 ボイラー設置図 (案)

3.2.7 システムの特徴

木質チップは品質管理が難しく、製造時に規格外チップ(長尺チップ)が発生し易いため、サイロ搬送装置で詰まりやすく、運転が停止してしまう場合がある。このような場合に備えて、バックアップボイラーとして灯油ボイラーを設ける。バックアップボイラーの能力は、能力選定でも説明した通り、480KW程度のボイラーが適当である。

今回初めて、蓄熱タンク内に熱交換器を複数台(5 台)設置する方法を採用し、省エネ、省スペース化を行う新しい仕組みを取り入れた。

その際、注意する事として次の事が挙げられる。

- ① 熱交換器は、蓄熱タンク内に化石燃料ボイラー用、源泉加温用、男女温泉循環用(2 台)、床暖房用の5 台を設ける。
- ② 貯湯用は別に貯湯タンク内に熱交換器を設ける。
- ③ 独立の熱交換器を設けないため機械室がシンプルで、省スペース化、ポンプ台数減少を実現。また、省エネの観点からは、熱交換器の放熱削減、配管の短縮、ポンプの台数が減少により熱ロスの減少が可能。

3.2.8 イニシャルコスト

イニシャルコスト(図表 3-9)は、ボイラー設置図に示した仕様(機器や台数等)の範囲で、ボイラー本体及び燃料サイロ及び化石燃料ボイラーの購入価額は45,000,000 円程度。実際の運用においては、付帯施設として蓄熱タンク、熱交換器および貯湯タンク等も仕様に加える事が必要で有り、実際に工事を進める場合は仕様を明確にしてメーカーから概要図、見積書を取って進める必要がある。

図表 3-9 イニシャルコスト

項 目	仕様	数量	単位	単価	金額
生チップボイラー	3 社の中から選ぶ	1	台	25,000,000	25,000,000
灯油ボイラー	400KW、サービスタンク含む	1	台	4,000,000	4,000,000
生チップサイロ	土木工事及び搬送装置含む	1	台	16,000,000	16,000,000
蓄熱タンク	SAS 12m ³ 、パネル方式及び熱交換器含む	1	式	7,500,000	7,500,000
貯湯タンク	2m ³ ・(株)ベルテクノ、熱交換器付き、第二種圧力タンク	1	基	2,000,000	2,000,000
基礎工事	ボイラー、タンク基礎工事	1	式	700000	700,000
ポンプ	2.2 kw、80×700 L/min、荏原ラインポンプ	5	台	130,000	650,000
ポンプ	0.25 kw、32×45 L/min、荏原ラインポンプ	1	台	76,000	76,000
三方弁	熱交換器の前に設置し二次側温水のコントロールを行う	6	台	120,000	720,000
濾過器・	ヘアーキャッチャー含む	2	基	4,000,000	8,000,000
配管工事	参考図の場合	1	式	4,000,000	4,000,000
電気工事		1	式	600,000	600,000
制御盤・計装工事	既存ボイラーとバイオボイラーの一括制御が必要な場合	1	面	1,000,000	1,000,000
煙突工事		1	基	1,500,000	1,500,000
試運転	ボイラー、サイロ、搬送装置	1	式	900,000	900,000
運搬(4t平)	ボイラー、サイロ、搬送装置	3	台	50,000	150,000
小計 1(設備費＋運転費)					72,796,000
仮設工事				10%	7,279,600
小計 2(設備費＋工事費＋運転費)					80,075,600
諸経費				10%	8,007,560
合計(税抜)(設備費＋工事費＋運転費＋諸経費)					88,083,160
消費税				8%	7,687,258
合計(税込)					95,770,418

3.2.9 ランニングコスト

木質バイオマスボイラーの場合、ランニングコストに占めるメンテナンスコストは、運用管理者の対応によって大きく変わる。化石燃料設備と同様に考えメーカーに依頼すると、年間約 50 万円(図表 3-10)が掛かる。一方で、こまめに灰の掃除等管理すれば、従来のヒートポンプ設備と同様に費用は殆んど掛からない。不具合発生の対応、部品交換のみメーカーに依頼する事により、メンテナンス費用は大幅に削減できる。

なお、木質バイオマスボイラーの場合、排ガス分析は県条例により年 2 回の測定が義務付けられており、費用を見込んでおく必要がある。。

図表 3-10 ランニングコスト

単位 千円/年

	項目	目安	年数 内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合計
1	定期メンテ費		清掃・整備 (年2回)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	6,000
2	制御機器	5年	状況判断					100					100						200
3	モーター類	10年	状況判断					100					100						200
4	燃焼室耐火 ブロック	5年	状況判断					400					400						1,600
5	チップ 搬送設備	5年	スクリュ羽 根修理判断					400					400						1,200
6	ばい煙分析	2回/ 年		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,500
10	合計			500	500	500	500	1500	500	500	500	500	1500	500	500	500	500	500	18,350

3.2.10 経済的評価

既存のヒートポンプを更新した場合と木質バイオマスボイラーに更新した場合を比較する。現在のヒートポンプメーカーに更新をする場合の概算見積りを依頼したが、既存のヒートポンプは製造中止しており同様な設備に更新する事は不可能であり、新タイプのヒートポンプ5～6台の設置が必要となることが判明した。

一方、木質バイオマスボイラーは、重量が7t近くあり、既存の機械室には設置出来ず新たにボイラー室の新設が必要となることから、単純な設備ごとの経済性評価(イニシャルコスト、ランニングコスト含む)の比較は困難であるが、既存の設備をユニモヒートポンプに置き換える事にして経済評価(図表 3-11)を比較すると、お湯を作るための電力費は約750万円/年となる。これに対し木質バイオマスボイラーとバックアップの灯油ボイラーの燃料費を加えると520万円/年掛かる。仮にイニシャルコストは国の補助金を利用し、残りを市で負担したと仮定して減価償却に加えないで、ランニングコストだけ比較すると230万円/年のコストダウンにつながる。

また、行政の役割としては、目先の収支だけでは無く、木質バイオマスの導入により、①温暖化防止への貢献、②地域の雇用創出、③地域内での経済循環の仕組み構築等、子孫のために対策を講じることを考えると今回の計画を積極的に進める事が必要である。

木質バイオマスに燃料を置換えるだけでCO₂削減量は、175t-CO₂/年になる。また灰の量はチップの質量により変わるが1t/年程度で有り現状では畑等に肥料として撒いている。

灰の有効活用等は資料編の「灰の有効利用」を参照。

図表 3-11 経済評価

項 目	単位	既存設備	新設設備	
		ユニモ	生チップボイラー、サイロ	灯油ボイラー、サービスタンク
年間使用熱量	kWh/年	749,620	749,620	
年間電力使用量	kWh/年	299,848	0	0
年間燃料使用量	kg(l)/年		371,099	17,191
燃料単価	円/kWh(kg・l)	25	11	65
年間燃料費	千円/年	7,496	4,082	1,117
年間燃料費合計	千円/年	7,496	5,199.5	
設置費用	千円	80,000	45,000	3,500
メンテナンス	千円/年	0	164 人件費 0.2 人/日 単価 900/人	0
メンテ費	千円/年		500	0
灰処理費	t/年	0	1	0
ランニングコスト合計	千円/年	0	664	0
CO2 削減	t-CO2/年	218	-193	43

3.3 徳地総合支所

山口市の森林面積は市全体の 75%を占めており、徳地総合支所は、森林資源が豊富な地域に立地しており、林業・木材産業が比較的盛んな町である。

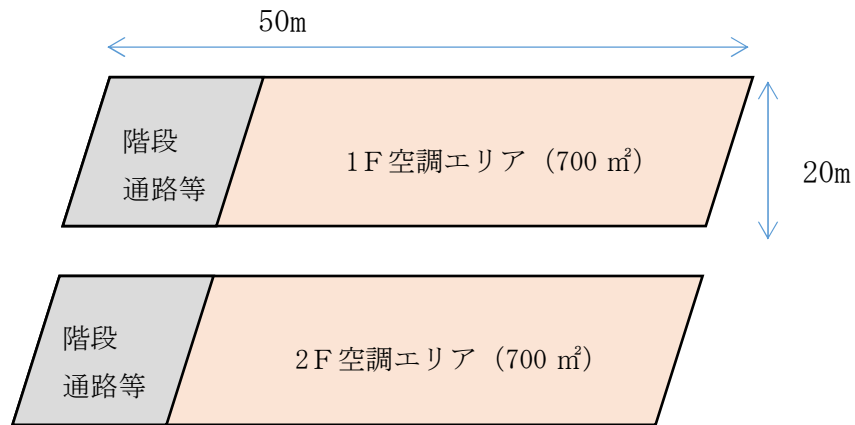
徳地総合支所は長年の使用で老朽化が進み、建て替え時期を迎えている。建築に合せ地域交流センター、保健センターを 1 ヶ所に集め市民の利便性や森林資源の利活用、環境(CO2 削減)等を検討に加えて新徳地総合支所の計画を進める事としている。

この建屋の冷暖房は木質バイオマス燃料を利用したシステムを採用できないか検討を進めており、地域起こしの 1 つの事業としてPR 啓蒙を図ることも期待されている。

3.3.1 新徳地総合支所の規模

市では推進協議会において、設置場所、入所施設、人員、規模、用途及び空調システム等の検討を行っている。現在は、具体的な建設予定地、仕様が明確になっていなかったため、関係者へのヒアリングを基に、建屋規模約 2,000 m²(20m×50m×2 階)程度と推測し、生チップの利用可能性、年間使用量について検討を行った。

建屋の大きさ 50m(横幅)×20m(奥行き)×2 階を想定し空調エリア(図表 3-12)の内空調エリアとして通路・階段・コア一部分は空調をしない事で検討を進める。



図表 3-12 空調エリア想定

3.3.2 空調負荷の条件

空調負荷は、建屋面積 (2,000 m²) の内、通路・階段及びコア一部分を除く約 1,400 m² (70%) を空調エリアとする。

- ・ 空調面積 1,400 m² (建屋の 70%)
- ・ 負荷 冷房 93W/m² h、 暖房 69W/m² h
(都市環境エネルギー協会発行の地域冷暖房技術手引き書より)
- ・ 空調稼働率 (冷暖房共) 70% (弊社の経験値)
- ・ 吸収式冷温水機の COP (メーカー値)
冷房時 1.05 暖房時 0.83 (メーカーのカタログ値)

3.3.3 熱計算と機種選定

上記条件で負荷計算 (図表 3-13) すると、冷房負荷 152,343W/空調エリア、暖房負荷 142,988W/空調エリアになる。

これを機種選定するために冷凍トン (冷凍機能力を示す単位で RT で表す) に換算すると

- ・冷房能力 152,343W/3,859W (日本冷凍トン) $\div$ 39RT
- ・暖房能力 142,988W/3,859W (日本冷凍トン) $\div$ 37RT

図表 3-13 熱負荷計算

項目	単位	冷房	暖房	備 考
建屋面積	m ²	2,000		
空調エリア	m ²	1,400		
負荷	w/m ² h	93	69	都市環境エネルギー協会 地域冷暖房技術所引用
空調稼働率		70%	70%	
建屋負荷	kw/空調エリア	186	138	
COP		1.05	0.83	
設備負荷	kw/空調エリア	152	143	
RTに換算	RT	39	37	日本冷凍トン 1RT=3.86kw
吸収式冷凍機	RT	30×2	30×2	

- ・月別負荷率は一日の温度変化及び月間の温度変化を想定して決める
- ・月間熱量は、日熱量×月別比率×稼働日数で算出する
- ・暖房負荷も同様に算出する

以上の結果(図表 3-16)となり、この結果から年間生チップ必要量を求めると約 61t/年(202 m³/年)になる。

なお、条件設定の参考とした阿知須総合支所は、瀬戸内海の近く温暖な場所に設置され冬場の暖房時期・時間も短い、夏場は冷房を必要とする期間・時間も長い。一方、新徳地総合支所が建設される場所は中間山地で冬場の暖房期間・一日に運短時間長い、また、夏場の冷房は期間・時間も短い等の違いがあることを考慮する必要は有るが、阿知須総合支所のペレット使用実績から、年間必要熱量を算出した。また、灯油は着火用として使用しているので、有効熱としては計算しなかった。比較をするには若干無理もあるが、一つの目安として検討を進める資料としては有用と考える。

建物の面積、燃料の種類・低位発熱量等も異なるので比例計算を行い燃料使用量、CO₂ 削減量を算出(図表 3-17)した。

参考までにペレットボイラーを導入している同じ総合支所である阿知須総合支所は、年間必要熱量 98MWh/年、ペレット使用量 12t/年の実績となっている。これは、冷暖房全てをペレットボイラーで賄うには余りにも少なすぎることから、暖房には灯油(価格が安い)またはエアコン等を使用しているものと推測される。また、灯油使用量は着火用のみの使用であり、年間灯油使用量は 1.5kLにとどまっている。

新徳地総合支所年間必要熱量 122MWh/年を生チップ 80%、着火及びバックアップ用に 20%を使用すると生チップ約 61t/年、灯油は 4.5kL/年になる。

図表 3-16 月別冷暖房負荷

項目	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
冷房負荷	kw/日					716,011								
月別負荷率	%					10%	30%	85%	85%	85%	10%			
稼働日数	日/月	21	21	20	21	21	22	21	20	22	21	21	21	
月間熱量	Mw/月	0	0	0	0	1,504	4,726	12,781	12,172	13,389	1,504	0	0	46,075
生チップ効率	%	80%												
必要チップ量	t/月	0	0	0	0	0.9	2.9	7.9	7.5	8.3	0.9	0	0	29
	m ³ /月	0	0	0	0	3	10	26	25	28	3	0	0	95
暖房負荷	m ³ /日	660,604												
月別負荷率	%	85%	85%	50%	20%							50%	85%	375%
稼働日数	日/月	21	21	20	21	21	22	21	20	22	21	21	21	252
月間熱量	Mw/月	11,792	11,792	6,606	2,775	0	0	0	0	0	0	6,936	11,792	51,692
生チップ効率	%	80%												
必要チップ量	t/月	7	7	4	2	0	0	0	0	0	0	4	7	32
	m ³ /月	24	24	14	6	0	0	0	0	0	0	14	24	107
冷暖必要チップ量	t/月	7	7	4	2	1	3	8	8	8	1	4	7	61
	m ³ /月	24	24	14	6	3	10	26	25	28	3	14	24	202

図表 3-17 徳地総合支所と阿知須総合支所

項 目		徳地総合支所		阿知須総合支所	
立地条件		立地条件を阿知須総合支所に比較し 1) 冬場の暖房期間が長い 2) 一日の暖房時間が長い 3) 夏場は冷房期間が短い 4) 一日の冷房時間が短い		1) 灯油単価が安くペレットを控えた物と考えられる 2) 冬場の暖房期間が短い 3) 一日の暖房時間が短い 4) 夏場は冷房期間が長い 5) 一日の冷房時間が長い	
空調エリア	m ²	1,400		550	
年間必要熱量	MWh/年	202		44	
燃料の種類		生チップ (主燃料)	灯油 (着火・バックアップ)	ペレット (主燃料)	灯油 (着火)
低位発熱量	kWh/kg(L)	2.0	9.7	4.3	9.7
使用比率	%	80%	20%	100%	0%
ボイラー効率	%	80%	90%	85%	90
燃料使用量	t(kL)/年	100.1	4.6	12.0	1.5
CO2 排出量	t-CO2/年	-49.4	11.0	-13	3.6
CO2 削減量	t-CO2/年	38.4		9.1	

3.3.5 生チップボイラーのメーカー比較

先にも述べた様に、化石燃料を使用した冷暖房温水機は数社あるが、木質バイオマスで運用出来る冷暖房温水機は Y 社の吸収式冷温水機のみである。実績も有り、安定稼働していることによって Y 社の吸収式冷温水機をお勧めする。

3.3.6 木質バイオマスボイラーおよび吸収式冷温水機の設置場所

機器の設置場所は、現在では決める事が出来ないが、先に述べたペレットによる吸収式冷温水機は屋内外問わず、スペースがあれば設置可能である。

3.3.7 システムの特徴

現在、生チップ燃料で対応出来る冷暖房機は発売されていない。生チップボイラーと組み合わせた空調システムをY社へお願いする事になる。

吸収式冷温水機で冷温水を作り、室内のファンコイルで冷暖房を行う事になる。

山口市が計画している生チップを燃料として使用している所は、現状では実績が無く、新たに試行することに当っては、Y社と詳細な仕様の詰めが必要である。ペレットボイラーを取外し、その代りに生チップボイラーを設置することになる。イニシャルコストは 35 百万円程度高くなることが予想される。

生チップの場合チップに規格外(長尺チップ)が混入し易くトラブルの発生に繋がる事が考えられるので、安定的に稼働させるためには、バックアップ機を設置する事が必要となる。

3.3.8 イニシャルコスト

現在、生チップを燃料として利用できる吸収式冷暖房システムは無いため、Y社と調整を行う必要がある。そこで現在、販売されているペレット炊き吸収式冷温水機と生チップを比較しながら検討を進める。ペレット式吸収式冷温水機は、Y社で汎用品として発売しており、この設備を利用するとイニシャルコストは 38.2 百万円程度。生チップボイラーを吸収式冷温水機と組み合わせると 77.5 百万円(図表 3-18)

程度となり約 40 百万円程度高くなると推測される。

資料編で説明する、生チップを乾燥させた乾燥チップ方式に変更すれば、ペレットと同様に乾燥チップと吸収式冷温水機で対応できコストも安く制御性も優れる。

図表 3-18 コスト比較

単位 千円

	生チップボイラー対応	灯油ボイラー対応
方式	生チップ吸収式冷温水機	灯油吸収式冷温水機
燃料	生チップ	灯油
燃料サイロ	地下式 生チップ搬送を 4t ダンプ	サービスタンク
蓄熱タンク	必要(3m3 程度) 制御性追従の遅れ	無し
仕様	特別注文	汎用品
ボイラー・サイロ	38,500	6,000
吸収式冷温水機	38,000	38,000
機器の設置・配管	上記に含む	上記に含む
合 計	76,500	42,000

3.3.9 ランニングコスト

ランニングコストは、設備運用管理者の取組みによって大きく変わる。何もしないでメーカーに依頼すれば、ランニングコスト表(図表 3-19)の通り、約 70 万円/年掛かる。こまめな灰清掃等を実施することにより、摩耗機器の交換で済ませることが可能となる。なお、これもメーカー教育を受講することにより自前での実施も可能と考える。

排ガス測定は、専門会社へ委託する事を勧める。

図表 3-19 ランニングコスト表

(単位 千円)

項目	目安	年数 内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合計
ボイラー・ 吸収式冷 温水機等		清掃・整備	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	9,000
		(年2回)																
制御機器	5年	状況判断					200					200						400
モーター類	10年	状況判断					150					150						300
燃焼室耐 火	5年	状況判断					400					400						800
チップ	5年	スクリュ羽					400					400						800
搬送設備		根修理判 断																
ばい煙分 析	2回/ 年		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,500
合 計			700	700	700	700	1850	700	700	700	700	1850	700	700	700	700	700	12,800

3.3.10 経済性評価

生チップボイラーと灯油ボイラーを比較検討した。イニシャルコストは経済性評価表(図表 3-20)でも分かるよう灯油ボイラー・吸収式冷温水機方式約 42.0 百万円、生チップボイラー・吸収式冷温水機方式は 76.5 百万円になる。また、ランニングコストは、生チップボイラーは、灰の清掃等約 33 万円/年掛かる。

行政の役割としては、目先の収支だけでは無く、木質バイオマスの導入により、①温暖化防止への貢献、②地域の雇用創出、③地域内での経済循環の仕組み構築等、子孫のために対策を講じることが考えられる。

また、CO₂削減量は、約 46t-CO₂/年になる。

灰の量はチップの質量により変わるが 1t/年前後と思われる。(灰の有効活用等は資料編の灰の有効利用を参照)

図表 3-20 経済性評価表

項 目	単位	灯油ボイラー		生チップボイラー			
		数値	コメント	数値	コメント	数値	コメント
設備名	-	灯油ボイラー サービスタンク		生チップボイラー サイロ		灯油ボイラー サービスタンク	
設置費用	千円	6,000	2台	37,000	ボイラー・ サイロ	3,500	ボイラー・ 燃料タンク
アロエース	千円	36,000	2台	18,000	1台	18,000	1台
イニシャルコスト	千円	42,000		55,000		21,500	
燃料の比率	%	100%	-	80%	全体熱量	20%	全体熱量
燃料単価	円/L・(kg)	65	灯油	11	生チップ	65	灯油
燃料低位発熱量	kWh/kg・(L)	9.69	-	2.02	-	9.69	-
必要熱量	kWh/年	202,000		202,000			
ボイラー効率	%	90%	-	80%	-	90%	-
年間使用量	t・(kl)/日	23.2	-	100	-	4.6	-
年間燃料費	千円/年	1,506	-	1,100	-	301	-
年間燃料費合計	千円/年	1,506		1,401			
メンテナンス	千円/年	0	-	328	メンテナンス 1h/日 単価=900 円/h		
機器定期メンテ費	千円/年	1,400	ボイラー 400 アロエース 900 分析費用 100	1,400	ボイラー 400 アロエース 900 分析費 100(50×2)		
灰処理費	t/年	-	-	1	畑へ肥料として撒く		
ランニングコスト	千円/年	1,400		1,728			
CO2 発生量	kg-CO2/年	57,675		-51,907		11,535	

3.4 阿東老人ホーム

阿東老人ホーム(図表 3-21)は、周辺は小高い山々に囲まれ季節の流れが手に取る様に感じられ、春は新緑に、夏は小鳥や蝉の声に、秋は紅葉に、冬は白い雪に包まれ、地震・豪雨等の自然災害も発生し難い立地条件の場所に造られている、また、火災対応も建屋全体にスプリングクーラーを配置し停電時でもスプリングクーラー圧力タンクから多量の水が噴射される装置、停電に対しては大きな自家発電機を設置し入居者の方が安心して暮らせる施設となっている。



図表 3-21 阿東老人ホーム施設現状

当施設は環境上の理由及び経済的な理由により居宅での生活が困難な 65 歳以上の方が入居出来る施設である。

3.4.1 施設の現状

山口市が森林資源の活用、地域の活性化及び環境問題(CO₂ の削減)に取り組んでいる事を説明し施設の協力の元、木質バイオマス(生チップ)をこの施設で利用する検討を進める許可を得て、運用状況、水、電力、灯油の使用量等の光熱費(図表 3-22)のデータの提供を受けた。また、ヒアリングや現地調査を進めるための協力を頂いた。

この施設で使用する、お湯は、お風呂、厨房、床暖房及び洗濯等に使用されている。お風呂は、大浴場(図表 3-23 と家族風呂(図表 3-23) (5 個)があり、大浴場は、月・水・土曜日。家族風呂は、火・金・日曜日に沸かして入浴している。木曜日は清掃等のため休みになっている。厨房は、毎日 6 時～19 時まで食事の支度や片づけに使用されている。床暖房は談話室の床暖房(図表 3-25)として 5ヶ所に有り、12 月～3 月まで毎日 9～18 時まで利用されている。

熱源は、お風呂用は(株)ノーリツ 3 台と厨房用は(株)ノーリツ 2 台で合せて 232.5kW 瞬間型湯沸かし器を使用しており、機器仕様は(図表 3-26)、機器形状は(図表 3-27)となっている。

図表 3-22 施設の光熱費

H27 年	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	合計
水道														
使用量	t/月		1.16	0.00	1.15	0.00	1.20	0.00	1.27	0.00	1.26	0.00	1.09	7.12
金額	千円/月		191		191		198		209		208		181	1,178
電気														
使用量	MW/月	23	15	12	13	18	13	13	18	27	39	45	33	268
金額	千円/月	532	431	379	392	473	396	381	446	574	726	811	653	6,194
灯油														
使用量	kL/月	0.70	1.18	0.76	0.43	0.71	0.77	0.44	0.87	1.37	1.33	1.73	1.47	11.7
金額	千円/月	60	105	68	38	59	61	35	69	104	89	106	91	885



図表 3-23 大浴場



図表 3-24 家族浴場



図表 3-25 談話室

図表 3-26 ㈱ノーリツ瞬間型湯沸かし器の仕様

給水方式	水道直結式
加熱形態	瞬間型
形式	OQB-407WZF
使用燃料	灯油
燃料消費量	5.4L/H
給湯出力	46.5L/H
効率	84%
排気温度	260℃以下



図表 3-27 ノーリツ湯沸かし器

3.4.2 施設の負荷調査

施設の負荷調査は次の手順で行った。最初にお風呂の大きさ、使用時間、曜日等からお湯の使用量、市水の温度冬季は 5℃、夏季は 23℃としてお風呂での使用温度を 42℃とし熱量計算を行い、お風呂のお湯の使用量、熱量を把握した。

次に中間期(4 月～11 月)の灯油使用量から熱量を計算し、その熱量からお風呂の熱量を引いて厨房で使用する熱量(お湯量)とした。また、12 月～3 月は灯油熱量からお風呂と厨房で使用了熱量を引いた残りを床暖房で使用了熱量とする。

灯油使用量は、毎月の灯油購入量で有り、使用量と事なるので季節ごとに平均値を求めた(図表 3-28)。

図表 3-28 熱負荷計算

項 目	単位	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	合計
大浴場														
水使用量	L/回	6000												
お風呂回数	回/月	13	13	13	14	13	13	13	13	14	13	13	13	
水使用量	t/月	78	78	78	84	78	78	78	78	84	78	78	78	948
上り湯	t/月	23	23	23	25	23	23	23	23	25	23	23	23	284
家族風呂														
水使用量	L/回	800												
お風呂回数	回/月	13	13	13	14	13	13	13	13	14	13	13	13	
水使用量	t/月	10.4	10.4	10.4	11.2	10.4	10.4	10.4	10.4	11.2	10.4	10.4	10.4	126.4
上り湯	t/月	11.7	11.7	11.7	12.6	11.7	11.7	11.7	11.7	12.6	11.7	11.7	11.7	142.2
水使用量合計		124	124	124	133	124	124	124	124	133	124	124	124	1501
市水温度	°C	15	16	20	22	22	20	15	10	5	5	5	8	
お風呂温度	°C	40	39	39	38	38	39	39	40	41	41	41	40	
お風呂 使用熱量	kWh/月	3,590	3,303	2,728	2,474	2,298	2,728	3,447	4,308	5,567	5,170	5,170	4,595	45,379
	kWh/日	120	110	91	82	77	91	115	144	186	172	172	153	1,513
床暖房 使用熱量	kWh/月									247	652	3,908	2,739	7,546
	kWh/日									8	22	130		160
厨房 使用量	kWh/月	2,124	6,269	3,417	1,042	3,498	3,539	135	2,733	5,345	4,963	4,963	4,412	42,438
	kW/日	71	209	114	35	117	118	4	91	178	165	165		509
灯油 購入量	kW/日	120	110	91	82	77	91	115	144	186	172	172	153	683
4～10、12 ～3 月平均	kW/日	98	98	98	98	98	98	98	144	171	171	171	171	684
灯油熱用 から換算	kWh/月・L	6,802	11,395	7,316	4,186	6,899	7,461	4,264	8,382	13,285	12,839	16,715	13,983	113,528
損失熱量	kWh/月・L	1,088	1,823	1,171	670	1,104	1,194	682	1,341	2,126	2,054	2,674	2,237	18,164
施設 使用熱量	kWh/月・L	5,714	9,572	6,145	3,516	5,795	6,267	3,581	7,041	11,159	10,785	14,041	11,745	95,364

3. 4. 3 熱計算とボイラー能力算定

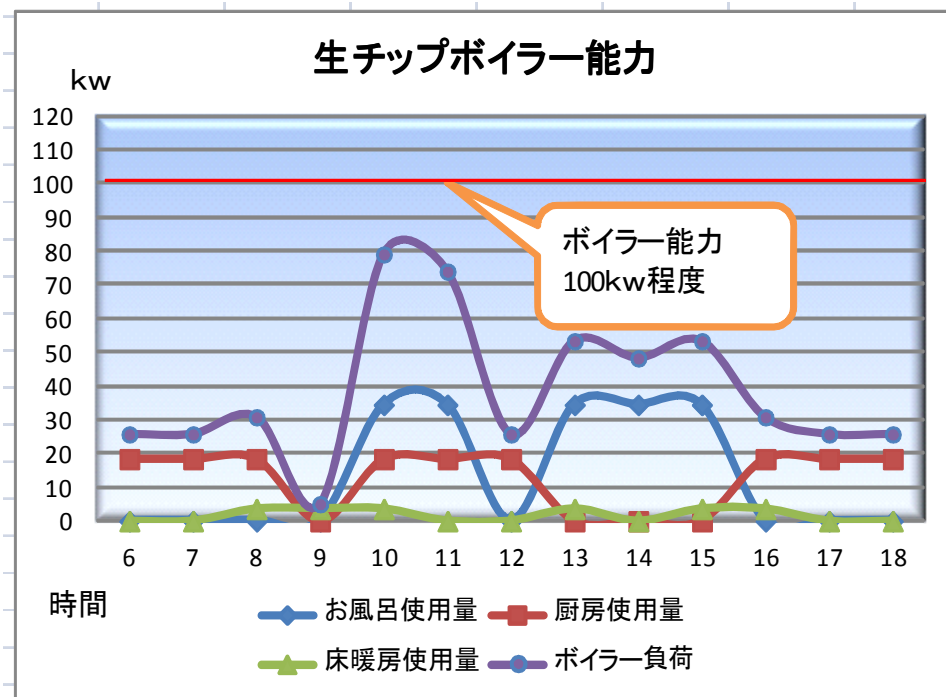
冬季(1月)の外気温度が低い時期が燃料使用量が多い、日/月平均を求め、その量を1日の使用時間別に分け計算(図表 3-29)してボイラー能力(図表 3-30)を算出した。

施設で必要最大熱量は約 85kWh である。これにボイラー効率と機器・配管等の放熱ロスを加え 120kWh となった。これを生チップボイラー能力としボイラーメーカーを選択する。

現状の(株)ノーリツの瞬間湯沸かし器は 5 台合計で 230kW と余裕のある能力設定となっているが、灯油瞬間湯沸かし器は能力が大き過ぎても制御性が優れていて運用上の問題は無い。約 10 年使用しているため伝熱面にスケール(シリカ等)が付着し瞬間湯沸かし器の効率が 70%まで落ちているものと推測されるが、現状の負荷であれば対応できている。

図表 3-29 ボイラー能力の算定

時 間	時間	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	合計
お風呂の利用						1	1		1	1	1				5
比率						0.2	0.2		0.2	0.2	0.2				100%
お風呂使用量	kWh	0	0	0	0	34	34	0	34	34	34	0	0	0	172
厨房	kWh	1	1	1		1	1	1				1	1	1	6
比率	kWh	0.1	0.1	0.1		0.1	0.1	0.1				0.1	0.1	0.1	100%
厨房使用量	kWh	18	18	18	0	18	18	18	0	0	0	18	18	18	110
暖房	kWh			1	1	1			1		1	1			6
比率	kWh			0.2	0.2	0.2			0.2		0.2	0.2			100%
床暖房使用量	kWh	0	0	3.6	3.6	3.6	0.0	0.0	3.6	0	3.6	3.6	0	0	14
	kWh														
施設負合計	kWh	18	18	22	4	56	53	18	38	34	38	22	18	18	359
熱損失	kWh	7	7	9	1	23	21	7	15	14	15	9	7	7	144
ボイラー負荷	kWh	26	26	31	5	79	74	26	53	48	53	31	26	26	503



図表 3-30 生チップボイラー能力

3.4.4 生チップ必要量

生チップ必要量は前年度の灯油使用量から熱量換算して生チップ必要量を算出した。現在の(株)ノーリツの瞬間湯沸かし器は長年使用し老朽化も進み、メンテナンスもされていない。また、1台は水漏れで電氣的に故障している状況であり機械効率は60%まで落ちていると考えられる。

また新設を予定する木質バイオマスボイラーは、メーカーの効率は80%前後であるが、設置後の負荷の状況から低負荷運転となる可能性が高く、更に効率は低くなり瞬間湯沸かし器と同程度の効率60%と見なした。

生チップ使用量は、現在の灯油使用量から熱量換算し必要量を算出すると、年間約 42.6t(図表 3-31)になる。

また、CO₂ 削減量は、現在約 28t-CO₂/年排出している。生チップを燃料として使用する事で約 21t-CO₂/年削減出来るが、瞬間湯沸かし器をバックアップとして使用する事で約 5t-CO₂/年排出する。差し引き約 16t-CO₂/年削減に繋がる。

サイロの大きさは、サイロの底に残るチップもあり、2~3 週間の備蓄が出来る 8~10 m³程度が適当と考える。

図表 3-31 生チップ必要量と CO₂ 削減量

項 目		現状 (瞬間湯沸かし器)	生チップ導入後	
施設で必要熱量	MWh/年	85.1	85.1	
燃料の種類		灯油	生チップ (主燃料)	灯油 (着火・バックアップ)
低位発熱量	kWh/L(kg)	9.7	2.0	9.7
使用比率	%	100%	80%	20%
ボイラー効率	%	75%	80%	85%
燃料使用量	t(kL)/年	11.7	42.1	2.1
CO ₂ 排出量	t-CO ₂ /年	29.2	21.9	5.1
CO ₂ 削減量	t-CO ₂ /年	16.1		

3.4.5 生チップボイラーのメーカー比較

生チップボイラー選定は、安全率を見過ぎると実際の運用の際、ボイラーが低負荷燃焼で効率の悪い運用になるため、必要熱量相当の能力のボイラーを選定する。。

化石燃料ボイラーの場合、燃焼制御が自由にでき若干大きめのボイラーを選定しても問題はないが、木質バイオマスボイラーは、制御性が悪く、生チップは低位発熱量が小さい等負荷への追従性も悪いため、これをカバーするために蓄熱タンクが必要となる。

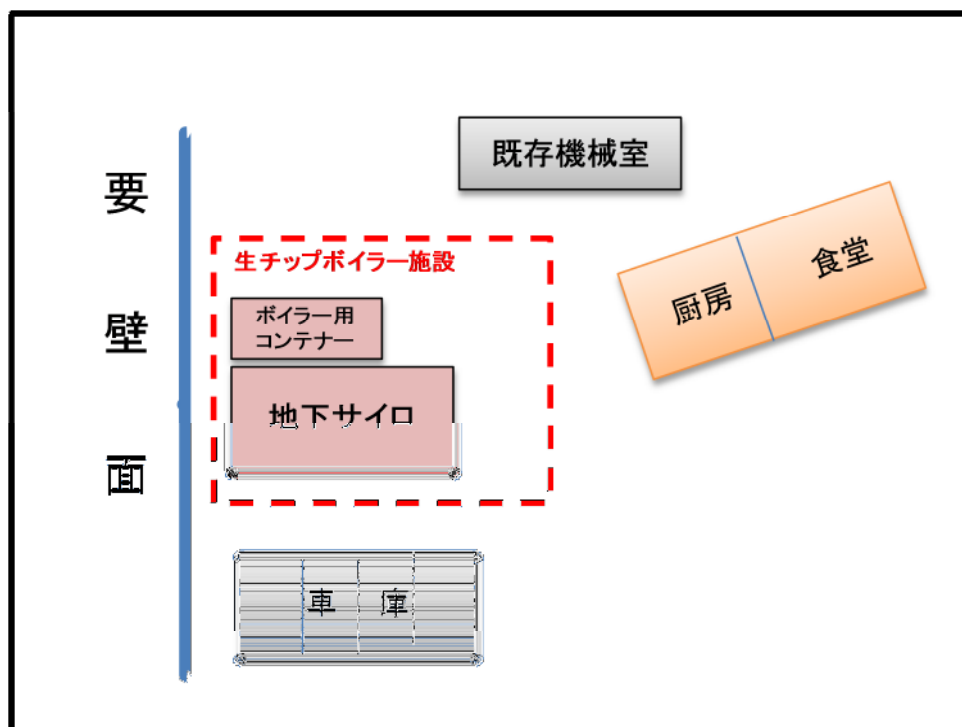
メーカーは、下表(図表 3-32)のメーカーであればどのメーカーでも採用できるが、先程述べた様に能力は余力を持たない物にすることが必要となる。

図表 3-32 生チップボイラーのメーカーの比較

メーカー	O社	D社	T社
ボイラー製造元	国産	海外製	海外製
姿図			
形式	エコモス WB-100 型	CSA-130	UTSR-100
	屋外設置型パッケージ	屋内設置	屋内設置
ボイラー能力	100kW	130kW	180kW
燃料消費量	50 kg/h	75 kg/h	90 kg/h
水分率	高含水木質チップ対応 推奨 50%以下(上限 56%)	推奨 50%以下	推奨 50%以下(上限 54%)
着火方式	自動着火(灯油バーナー)	自動着火(電気ヒーター)	オプションで設置可
炉床構造	固定床 押し込みプッシャー一段有	階段式ストーカー炉	水平稼働火格子 ストーカー
灰の処理	自動灰出し	自動灰出し	自動灰出し
納期	3ヶ月	3ヶ月	6ヶ月
機器の大きさ	3.5m×1.0m×2.5m(H)	3.5m×1.0m×2.5m(H)	3.5m×1.0m×2.5m(H)
価格(円)	25,000,000(機器一式) サイロ(地上式・8m3)	25,000,000	27,700,000

3.4.6 ボイラー室の配置

ボイラー室と地下サイロは既存の車庫の前に設置(図表 3-33)する。ボイラーはコンテナを改造しボイラーを設置する。生チップの搬入が 4t ダンプ車なのでサイロは地下式とする。



図表 3-33 ボイラーとサイロ配置図

3.4.7 システムの特徴

生チップボイラーは、制御性・追従性が化石燃料より劣るので、これをカバーするため 蓄熱タンクを設けお湯の安定供給を行うことで、熱需要への追従性を確保する。蓄熱タンクの大きさは、時間当たり最大お湯使用量の 120%程度の容量を選定する必要がある。

燃料サイロは、生チップの運搬方法により 4t ダンプカーで運ぶ方法であればサイロは地下式となる。

3.4.8 イニシャルコスト

当施設の瞬間湯沸かし器も設置して約 10 年が経過しており、先日施設の視察時も、タンクの下部から水漏れを起こし電気盤に水が掛かり、使用できていない状況にあり、更新時期に来ている。

木質バイオマスボイラーに更新するイニシャルコストはボイラー本体、地下サイロ及び蓄熱タンク等が必要で約 50,000 千円(図表 3-34)になる。

図表 3-34 イニシャルコスト

項 目	仕様	数量	単位	単価	金額
生チップボイラー	3 社の中から選ぶ	1	台	20,000,000	20,000,000
生チップサイロ	地下式及び搬送装置含む	1	台	14,000,000	14,000,000
貯湯タンク	3m ³ ・熱交換器付き	1	基	2,500,000	2,500,000
コンテナ	改造含む	1	基	1,500,000	1,500,000
ポンプ	2.2 kW、80×700 L/min	2	台	130,000	260,000
ポンプ	0.25 kW、32×45 L/min	1	台	76,000	76,000
三方弁	二次側温水のコントロール用	1	台	120,000	120,000
配管工事	参考図の場合	1	式	1,000,000	1,000,000
電気工事		1	式	300,000	300,000
煙突工事		1	基	1,300,000	1,300,000
試運転	ボイラー、サイロ、搬送装置	1	式	500,000	500,000
運搬(4t 平)	ボイラー、サイロ、搬送装置	2	台	50,000	100,000
小計 1(設備費＋運転費)					41,656,000
仮設工事				10%	4,165,600
小計					45,821,600
諸経費				10%	4,582,160
合計					50,403,760

3.4.9 ランニングコスト

木質バイオマスボイラーの場合、ランニングコストに占めるメンテナンスコストは、運用管理者の対応によって大きく変わり、何もしないでメーカーに頼ると費用(図表 3-35)が掛かる。設備を自分の持ち物と思い、こまめに管理すれば既存の灯油式瞬間湯沸かし器と同様に費用は掛からない。トラブル時にメーカーに連絡して処置をお願いする事になる。

また、排ガス分析は県条例により年 2 回の測定が義務付けられている。

図表 3-35 ランニングコスト

(単位 千円)

項目	目安	年数 内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合計
定期メンテ費		清掃・整備 (年 2 回)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	6,000
制御機器	5 年	状況判断					100					100						200
モーター類	10 年	状況判断					100					100						200
燃焼室耐火 ブロック	5 年	状況判断					400					400						1,600
チップ 搬送設備	5 年	スクリュ羽 根修理判断					400					400						1,200
ばい煙分析	2 回/ 年		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,500
合計			500	500	500	500	1500	500	500	500	500	1500	500	500	500	500	500	18,350

3.4.10 経済性評価

既存の灯油炊き瞬間湯沸かし器を更新して利用する場合と、新たに木質バイオマスボイラーを設置し施設へお湯を供給した場合を比較する。

経済性評価表(図表 3-36)見ると、木質バイオマスボイラーはイニシャルコストが非常に高く、比較検討に値しないことが一目瞭然である。施設運用管理者の視点から見れば、ランニングコストも重要である。

行政の役割としては、目先の収支だけでは無く、木質バイオマスの導入により、①温暖化防止への貢献、②地域の雇用創出、③地域内での経済循環の仕組み構築等、子孫のために対策を講じることが考えられる。

イニシャルコストは、国の補助金及び市の補助を行うことを想定すれば、燃料費のみで比較すると木質バイオマスボイラーを利用する方が、約 16 万円/年コストダウンにつながる。

CO₂ 削減は、24t-CO₂/年の削減につながる。

図表 3-36 経済性評価表

項 目	単位	既存設備	新設設備	
		数値	数値	数値
設備対応		ノーリツ	生チップボイラー、サイロ	灯油ボイラー、サービスタンク
設置費用	千円	6,000	37,000	3,500
燃料の比率	%	100%	80%	20%
単価	円/kg (L)	65	11	65
年間燃料使用量	kg・(L)/日	11,700	42,554	2,067
年間燃料費	千円/年	761	468	134
年間燃料費合計	千円/年	761	602	
メンテナンス	千円/年	0	328 メンテ 0.1h/日 時給 900/人	0
機器定期メンテ費	千円/年	0	500 メーカー400/年 分析費 50×2	0
灰処理費	t/年	0	1 畑へ費用として撒く	0
ランニングコスト合計	千円/年	0	828	0
CO ₂ 発生量	kg-CO ₂ /年	29,160	-21,870	5,146

3.5 トマトハウス

山口市では、ハウス農家が多くあると聞いている。現在、ハウスの加温燃料は化石燃料を使用し、ハウス加温してトマト・キュウリ・ナス・イチゴ等の栽培が盛んに行われている。この化石燃料に替えて生チップ燃料を使用出来ないか検討した。

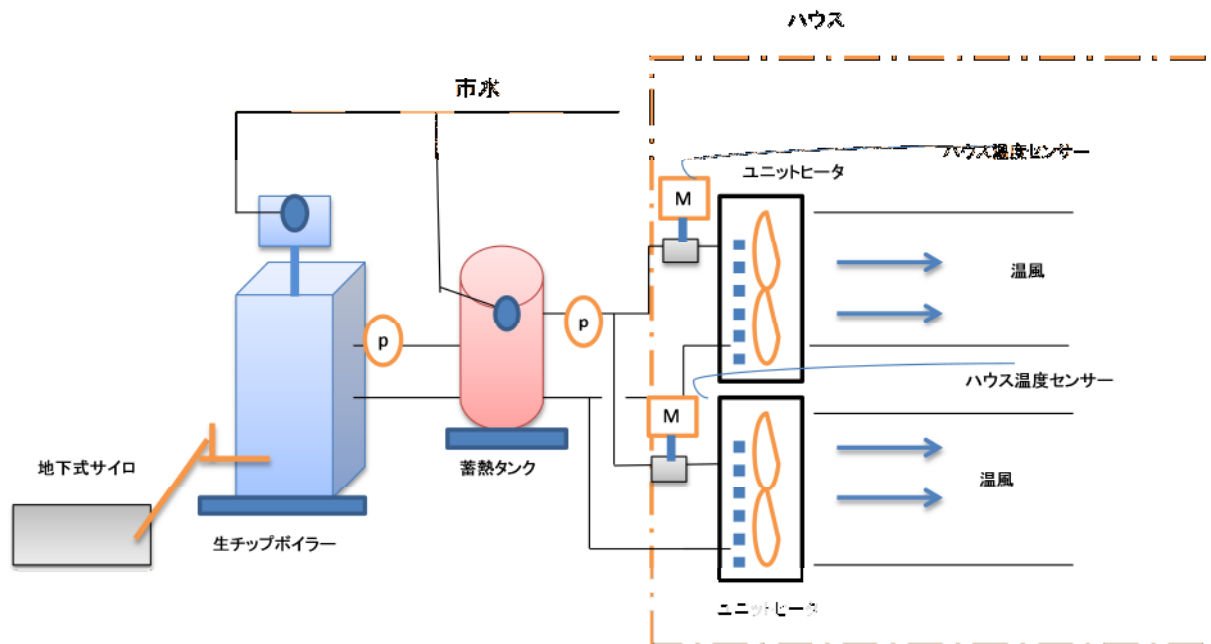
生チップを燃料とする場合は、木質バイオマスボイラーでお湯を作り、一度蓄熱タンクにお湯をため、各ハウスにお湯を送り、ハウス内のファンコイルでハウス内の温度を指定温度で管理する。また、最近では土の中に配管を通し、植物の根を暖めて植物の成長を早め収穫を行う方法も研究されている。

3.5.1 ハウスの規模の想定

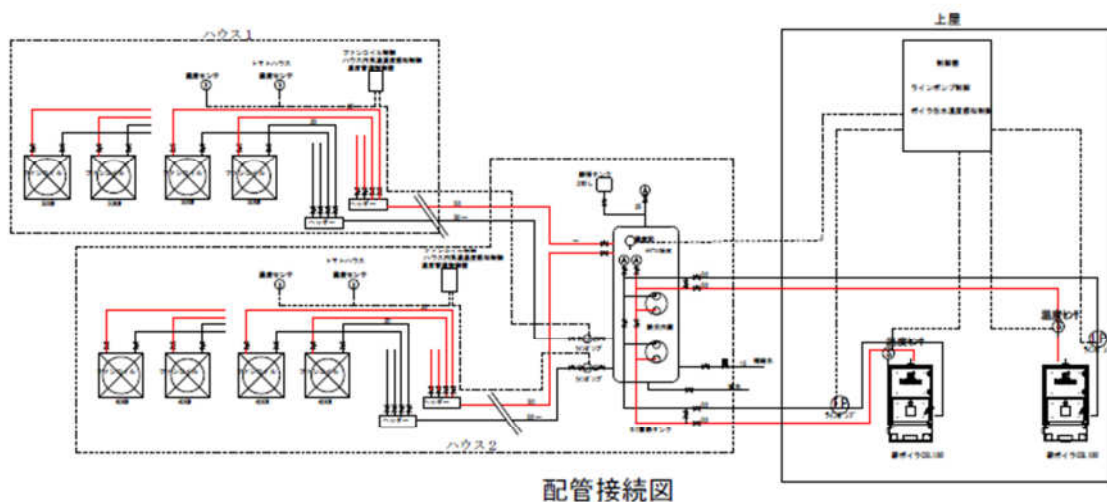
今回は、大規模ハウス(図表 3-37)で作物(トマト等)育成する事をイメージして検討を進めた。大規模ハウスのイメージ図と大規模ハウスの事例(図表 3-38)を紹介する。

3.5.2 ハウスの負荷

大規模ハウスのイメージ図の木質バイオマスボイラーは、能力を 180kWh に設定した。180kWh に設定した理由は、木質バイオマスボイラーの最小規模の物を選定した。また、この木質バイオマスボイラーでどの程度の規模までのハウスが加温できるか検討した。



図表 3-37 大規模ハウスのイメージ図



図表 3-38 大規模ハウスの事例

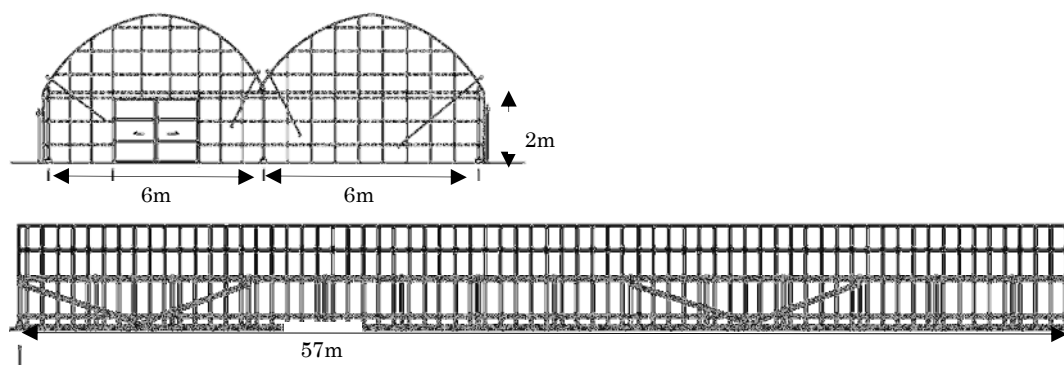
3.5.3 熱負荷計算

山口市の冬季の外気温度(図表 3-39)は、約 0℃まで下がり、この外気を温めハウス内でとマトを育成するためには、ハウス内を 15℃に保つ必要があるので、ハウス内温度を 15℃と設定した。

ハウスの大きさは、一般的な大きさで間口 12m (6m×2 台)、奥行き 57m 高さ 2m 屋根の高さ 2.5m (図表 3-40)として計算をした。

図表 3-39 山口市の外気温

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
最高気温(℃)	9.2	10.4	13.9	19.7	24.2	27.2	30.7	32.1	28.3	23.1	17.3	11.9
平均気温(℃)	4.3	5.3	8.5	13.9	18.5	22.4	26.2	27.2	23.3	17.3	11.6	6.5
最低気温(℃)	0.2	0.9	3.5	8.3	13.3	18.3	22.7	23.5	19.4	12.5	6.8	2.2



図表 3-40 ハウスの概要

ハウスは、軽量鉄骨と金属パイプで骨組みを建て全面をポリオレフィン系フィルムで囲って仕上げる。
外気温度は山口市の最低温度からトマトを栽培するに必要な温度 15℃を設定し、次の様に計算した。

(ア)ハウスの大きさ

$$\begin{aligned} \text{前面面積} & (12\text{MW} \times 2\text{mh}) + \text{屋根側面の面積} (6.0\text{m} \times 2.5\text{m} \times 3.14) / 2 \times 2 \text{ 面} = (24 + 23.6) \times 2 \\ & = 95.1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{側面面積} \quad 57\text{m} \times 2\text{m} \times 2 \text{ 面} = 228 \text{ m}^2$$

$$\text{屋根面積} \quad 57\text{m} \times \text{円錐} (6\text{m} \times 2.5\text{m} / 2) = 13.9\text{m} = 792.3$$

$$\text{全面積} \quad 95.1 + 228 + 792.3 = 1115.4 \text{ m}^2$$

(イ)熱伝達率 全面をポリオレフィン系フィルムで囲って有り暖房負荷係数 3.9(kt.W/(m²・℃))
係数は出典一般社団法人日本施設園芸協会のデータを使用

(ウ)加温温度 ハウス内温度(15℃)－外気温度(0℃)
外気温度は山口市のデータを引用(気象庁)(図表 3-39)

$$(エ) \text{加温必要熱量} \quad 1115.4 \text{ m}^2 \times 3.9\text{k}(\text{kt.W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})) \times 15^\circ\text{C} = 65259\text{W} \div 66\text{kWh}$$

$$(オ) \text{地面への放熱量} \quad 57\text{m} \times 12\text{m} \times 12\text{W}/\text{m}^2 = 8200\text{W} \div 8.2\text{kWh}$$

$$(カ) \text{加温機的能力} \quad (66\text{kW} + 8.2\text{kW}) \times \text{安全率 } 20\% = 89.0 \div 90\text{kWh}$$

上記の条件で約 90kWh/ハウス(図表 3-41)であり、180kWh の生チップボイラーで対応できるのは
ハウス 2 棟である。

図表 3-41 熱計算表

	間口 (m)	奥行き (m)	高さ・ 円周 (m)	天井半径 (m)		面数 (個)	1 棟 面積 (m ²)	暖房負 荷係数 (Kt.W/ (m ² ・℃))	ハウス 内 (℃)	外気 温度 (℃)	温度 差	伝熱量 (kWh)
側面の面積		57	2			2	228	3.9	15	0	15	13.3
前後の面積	12		2			2	48	3.9	15	0	15	2.8
天井部分の 側面面積				6	2.5	2	47.1	3.9	15	0	15	2.8
天井面積		57		6*2.5	13.9	1	792.3	3.9	15	0	15	46.3
								W-m-2				0.0
地面への放熱	12	57						12				8.2
合計(加温機能力)							1,115.4					73.5

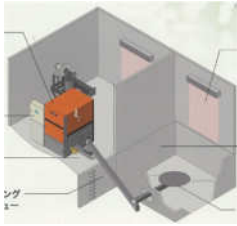
3.5.4 生チップ使用量の試算

ハウスの加温は、11月中旬～4月末日まで必要である。ハウス規模を間口 6m、奥行 57m、2 棟、軒高 2m＋屋根の高さを加え熱負荷計算を「温室暖房燃料消費試算ツール 提供(野菜茶業研究所)」で試算する。ハウスの温度を維持するに必要な熱量は、約 194MWh/シーズン、灯油換算 19.1kL/シーズンまた、生チップ換算 91.6t/シーズン必要となる。1ヵ月平均で 18t/月となる。

3.5.5 ハウス加温機メーカーの比較

ハウス加温を温水で行う方法は、イニシャルコストも掛かるが、大規模ハウスでの実績はある。今回は、生チップボイラーの実績(図表 3-42)がある 2 社について比較した。また、燃料を乾燥チップで行う事例も合わせて紹介する。

図表 3-42 小型生チップボイラーの比較

	D社	T社	T社
形状	CSA-180	UTSR-180	ENER-D100
写真			
熱出力	180kW	180 kW	100kW
燃料使用量	生チップ 116 kg/h	生チップ 116 kg/h	乾燥チップ
価格 (円)	28,000,000 (定価)	35,000,000 (定価)	8,880,000 (定価)
その他	生チップ運搬をダンプ車で行うので地下サイロとなる	生チップ運搬をダンプ車で行うので地下サイロとなる	サイロは搬送装置のみ、建屋は、別費用になる。

3.5.6 生チップボイラー等の配置

ハウスの場合は、ハウスの端に簡単な基礎を打ち設置する事が多い。

3.5.7 システムの特徴

ハウスの加温を生チップ燃料を利用するシステムは、研究開発的な取り組みである。生チップボイラー能力 180kW でハウスの加温は、1 棟($57\text{m} \times 12\text{m} = 684 \text{ m}^2$) $\times$ 2 棟になる。

3.5.8 イニシャルコスト

ハウス加温で生チップ燃料を使用する事は初めての事であり、サイロも地下式にすると湧き水等がある等、設置条件も変わることが予測される。試算の結果、イニシャルコスト(図表 3-43)は、約 3,900 万円となった。

図表 3-43 イニシャルコスト

項 目	仕様	数量	単位	単価	金額
生チップボイラー	社の中から選ぶ	1	台	20,000,000	20,000,000
生チップサイロ	土木工事及び搬送装置含む	1	台	6,000,000	6,000,000
蓄熱タンク	S、パネル方式及び熱交換器含む	1	式	1,500,000	1,500,000
基礎工事	ボイラー、タンク基礎工事	1	式	500000	500,000
ポンプ	2.2 kW、80×700 L/min、 荏原ラインポンプ	2	台	130,000	260,000
三方弁	熱交換器の前に設置し二次側温 水の コントロールを行う	2	台	120,000	240,000
配管工事	参考図の場合	1	式	1,000,000	1,000,000
電気工事		1	式	100,000	100,000
煙突工事		1	基	100,000	100,000
試運転	ボイラー、サイロ、搬送装置	1	式	200,000	200,000
運搬(4t 平)	ボイラー、サイロ、搬送装置	1	台	50,000	50,000
小計1(設備費＋運転費)					29,950,000
仮設工事				10%	2,995,000
小計2(設備費＋工事費＋運転費)					32,945,000
諸経費				10%	3,294,500
合計(税抜)(設備費＋工事費＋運転費＋諸 経費)					36,239,500
消費税				8%	3,162,720
合計(税込)					39,402,220

3.5.9 ランニングコスト

運転時間も短い、運用開始(11 月末日頃)までに、メーカーと契約して整備を行うことを勧める。年間メンテナンス費用(図表 3-44)は 20 万円程度である。管理者が手入れをすれば、メンテナンス費用は大幅に下げることが出来る。

図表 3-44 年間メンテナンス費用

(単位 千円)

項目	目安	年数 内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
定期メンテ費		清掃・整備 (年 2 回)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2,000
制御機器	5 年	状況判断						100					200
モーター類	10 年	状況判断						100					200
燃焼室耐火 ブロック	5 年	状況判断						200					1,600
チップ 搬送設備	5 年	スクリュ羽 根修理判断						200					1,200
合計			200	200	200	200	2500	800	200	200	200	200	2,600

3.5.10 経済性評価

生チップボイラーの特徴は、燃料コストが安い、発電事業等の高負荷燃焼で負荷が安定している時は、魅力的な木質バイオマスである。今回のトマトハウスは、一日の負荷変動が大きく、木質バイオマスボイラーでは燃焼制御が追従できないため適さない。一方、乾燥チップは、トマトハウスの様に一日の負荷変動が大きく燃料制御が必要な場合に適しているが、燃料コストが灯油より高く(灯油熱量換算で 73 円/L)なる。

経済性評価表(図表 3-45)で示すように、生チップボイラーは、乾燥チップボイラーに比較しイニシャルコストは、約 11 百万円高くなるが、ランニングコストは、約 58 万円安くなる。

生チップボイラーは、CO₂ 削減は、約 62t-CO₂/年削減出来る。

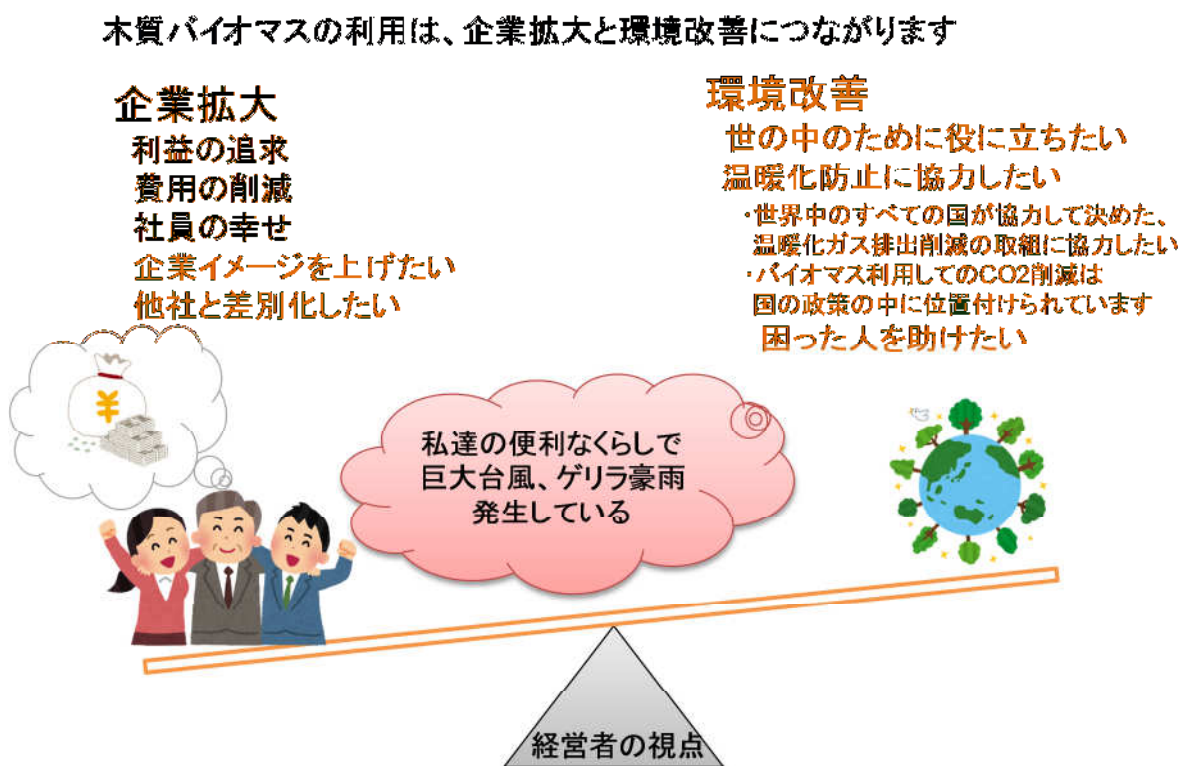
図表 3-45 トマトハウス経済性評価

項 目	単位	生チップボイラー対応	乾燥チップトボイラー (ペレット兼用)
		数値	数値
ハウス規模	m ²	12m×57m×2 棟 684 m ² ×2	12m×57m×2 棟 684 m ² ×2
能力	kW	180kw×1 台	100kw×2 台
ボイラー本体価格	千円	28,000	17,760
燃料		生チップ	乾燥チップ
必要熱量	kWh/年	194,003	194,003
燃料低位発熱量	kWh/kg	2.02	3.6
燃料使用量	kg/年	96,041	54,495
ボイラー効率		0.80	0.85
燃料単価	円/kg	11	30
燃料費	円/年	1,056,452	1,634,857
機器定期メンテ 費	千円/年	500 メーカー 400 分析費 50×2	500 メーカー 400 分析費 50×2
灰処理費	t/年	0.5 畑に撒く	0.3 畑に撒く
CO2 発生量	kg-CO2/年	-62,315	-58,650

3.6 経済性評価のまとめ

今回は4施設について経済性評価をまとめて見ると、行政・経営者としてどの様な視点で考え、どの様な行動を取るかは、不特定多数の方が利用する願成就温泉、新徳地総合支所は行政の視点、また、願成就温泉、阿東老人ホーム、トマトハウスは経営者視点で考え事業展開を行う必要がある。したがって事業主体によって目的が異なり、採用するシステムも異なる。

多少不便で、コストが高くても、地球環境の改善(温暖化ガス排出削減)、人類が地球を何時までも使い続け、子孫にこの素晴らしい地球をプレゼントするため、環境改善(図表 3-46)に視点を置いて、4施設の取組みを検討してもらえことを期待する。



図表 3-46 行政・経営者の視点

また、4施設の現状と生チップ導入後の具体的な比較(図表 3-47)をしてみると、イニシャルコストは4施設全体で2.5億円となった。また、CO2削減量は、約307t-CO2削減となる。

木質バイオマスは、化石燃料に比べ手間もコストも掛かるが、経済性のみの判断でなく、子供や未来人のためにも木質バイオマスを利用し、使い勝手の改善、コストダウンに挑戦し、何時かは化石燃料以上の燃料にする覚悟で取り組むことを期待する。

図表 3-47 経済性評価のまとめ

項目	単位	願成就温泉			新徳地総合支所			阿東老人ホーム			トマトハウス	
		現状	生チップ導入後		現状	生チップ導入後		現状	生チップ導入後		生チップ導入後	
燃料		電力	生チップ 水分 45%	灯油	灯油	生チップ 水分 45%	灯油	灯油	生チップ 水分 45%	灯油	生チップ 水分 45%	乾燥チッ プ 水分 30%
機種		ユニモ				アロエース30RT		瞬間湯 沸かし器				
設備能力		6台	400	480	300	200	200	230	120	150	180	100×2
機器単価	千円		88,030			77,300			50,400		36,230	
必要熱量	kWh /年	749,620	749,620	749,620	202,000	202,000	202,000	85,108	85,108	85,108	194,003	194,003
設備効率 (COP)		2.5	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	0.85
燃料比率	%	100%	80%	20%	100%	80%	20% ²	100%	80%	20%	100%	100%
燃料低位 発熱量	kWh/kWh・ L・kg	1	2.02	9.69	9.69	2.02	9.69	9.69	2.02	9.69	2.02	3.56
燃料使用量	kWh(kg) /年	299,851	371,099	17,191	23,162	100,000	4,632	11,711	42,133	2,067	96,041	64,112
燃料単価	円/kWh kg、L	25	11	65	65	11	65	65	11	65	11	30
燃料費	千円/年	7,496	4,082	1,117	1,506	1,100	301	761	463	134	845	1,923
CO2 発生量	t-CO2/年	218	-193	43	58	-52	12	29	-22	5	-62	-59
CO2 削減量	t-CO2/年	175			46,			24			62	

第4章 各施設の生チップ導入への考察

山口市は、木質バイオマス等資源の活用と林業事業の活性化を推進し、年々事業拡大を行って行く取組みを計画している。

今回、検討を行った願成就温泉では県森連から発電用の生チップの一部を購入し供給する計画であり、その他利用拡大していく施設(新徳地総合支所、阿東老人ホーム、トマトハウス)についても生チップ導入に際しての考察を行った。

4.1 生チップボイラーの導入適正

4.1.1 願成就温泉

生チップ供給側の品質管理(水分(45%)と形状を規定内に入れる)をしっかりと行えば安定燃焼出来る。

生チップの水分を 45%までの乾燥は、木材の伐採時期、材木を広場に置いておく期間で決まる。45%前後が維持できれば問題ない。形状を規定内に納めるのは難しく、長尺チップや分厚いチップが混ざり、サイロからボイラーへの搬送装置で詰まる(1~3回/月)ことがある。メーカーでは、詰まった時のトラブル対応として事務所等に警報を出す仕組みを取っている。

4.1.2 新徳地総合支所・阿東老人ホームおよびトマトハウス

新徳地総合支所の冷暖房は、生チップを燃料として運転出来る冷暖房装置が無い。イニシャルコストも汎用品の物に比較し、4 千万円程度は高くなるためメーカーは販売していない。

また、阿東老人ホームおよびトマトハウスボイラー能力は 100kW 程度が適正と考えるが、メーカーは負荷が小さすぎ安定運転が出来ない 180kW 以下の生チップボイラーは勧めていない。これは、過去に設置実績もあるが運用で問題が発生したためであり、現在はボイラーの生産を中止している。今回、トマトハウスのボイラー能力を 180kW で検討をおこなったのは、最小のボイラーに合せてハウスの規模を検討したためである。

この 3 施設は、生チップより他の燃料を勧める。

4.2 木質バイオマスの比較

ペレットは、品質は安定しているがコストが 45 円/kg(灯油熱量換算で 92 円/L)と高い。

生チップは前述の通り、安定燃焼、小規模施設への適用に向かない。そこで乾燥チップをの利用検討を提案する。

乾燥チップコストは、30 円/kg(灯油熱量換算で 86 円/L)程度で品質も安定している。乾燥チップボイラーは、生チップで対応が難しい小規模設備、負荷変動のある施設に適している。

乾燥方法は、まだまだ確立されておらず研究開発の段階であるが、現在開発中(実証実験済み)の乾燥は機械式乾燥装置で安定した乾燥が可能となっている。

それ以外にも乾燥チップを作っている所はあり、更に乾燥方法を検討しコストダウンの取組みが必要である。

山口市が乾燥チップ事業でもモデル都市として事業に取り組むことを提案する。

提案する機械式乾燥機は、コンテナに納めて納品できる。乾燥チップ製造量は約 500t／年以上生産するとコストが下がる、今回の 4 施設が賄える量である。ただし、乾燥用熱源に灯油を使用(14.4kL/年)することとなる。

願成就温泉で生チップを使用した場合、代替率 80%としている、この理由は冬場、入浴者が多い時のバックアップとして灯油ボイラーを使用しているが、この灯油使用量は(17kL／年)必要となり、乾燥チップの製造に必要な灯油の量と同等であり、他の 3 施設への乾燥チップの供給も賄えることとなる。

生チップの付加価値も高め、乾燥作業および運搬作業等で雇用(1～2 名)も生れる。環境に優しく乾燥チップモデル都市として PR も出来る。(詳細は資料編を参照)

下表の燃料比較表(図表 4-1)は、燃料の種類とコスト・低位発熱量から kW 当り何円になるかを示したものである。燃料製造事例は国内での実績の有無を示したものである。灯油は現在の価格 65 円/L で計算している。

図表 4-1 燃料の比較

項目	単位	生チップ	ペレット	乾燥チップ	灯油
燃料水分	%	45%	10%	30%	
燃料コスト	円/kg	11	45	30	65
灯油 65 円/L に換算	円/灯油(65 円/L)	55	96	86	65
低位発熱量	kwh/kg	2.02	4.78	3.56	10.2
kwh当りの円	円/kwh	5.4	9.4	8.4	6.4
燃料製造事例	-	○	○	△	○

第5章 資料編

5.1 利用可能量に係る集計資料

図表 付-1 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表（1年目）

区分	地区	樹種	1年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	87,883.1	39.2	262,725.8	262,765.0	37,702.6	5.8	85,811.3	85,817.1	48,081.1	17.5	136,934.1	136,951.6
		ヒノキ	512,607.2	2,174.2	308,153.0	310,327.2	196,617.0	346.5	141,490.3	141,836.8	280,361.6	421.3	210,961.9	211,383.2
		アカマツ	274,223.7	275.2	328,866.6	329,141.8	74,635.4	32.9	103,851.3	103,884.1	133,286.7	67.7	185,025.8	185,093.5
		広葉樹	88,462.6	0.0	146,373.4	146,373.4	25,065.5	0.0	41,790.9	41,790.9	38,558.8	0.0	75,475.3	75,475.3
	旧徳地町	スギ	251,264.1	94.7	187,916.6	188,011.3	120,236.2	93.7	79,595.2	79,688.9	159,821.4	94.7	106,922.4	107,017.0
		ヒノキ	356,206.0	1,800.5	66,846.4	68,646.8	168,647.2	659.2	19,260.3	19,919.5	216,115.9	964.9	35,680.8	36,645.6
		アカマツ	208,946.8	104.1	134,143.3	134,247.3	72,872.2	80.2	60,285.6	60,365.7	110,227.8	80.2	83,571.0	83,651.2
		広葉樹	137,645.6	0.0	244,233.1	244,233.1	37,197.5	0.0	59,334.2	59,334.2	60,255.7	0.0	91,606.9	91,606.9
	その他	スギ	151,093.5	50.6	178,061.1	178,111.7	29,080.4	2.7	25,951.1	25,953.8	45,763.0	2.7	45,595.3	45,598.0
		ヒノキ	136,682.2	357.1	68,479.8	68,836.9	28,407.3	0.0	11,131.2	11,131.2	42,697.7	3.5	21,407.8	21,411.3
		アカマツ	76,524.1	202.1	88,762.6	88,964.6	12,048.1	0.0	20,974.3	20,974.3	22,595.7	0.0	32,922.4	32,922.4
		広葉樹	169,648.1	0.0	333,517.5	333,517.5	34,587.5	0.0	67,183.6	67,183.6	62,641.0	0.0	122,638.7	122,638.7
その他 民有林	旧阿東町	スギ	782,948.4	1,536.6	1,005,695.0	1,007,231.6	284,512.2	437.7	274,556.2	274,993.9	485,932.6	872.4	544,487.7	545,360.1
		ヒノキ	2,889,421.8	10,309.9	658,060.6	668,370.5	1,027,488.8	4,115.3	205,811.3	209,926.7	1,720,179.1	6,089.1	413,225.9	419,315.0
		アカマツ	1,009,169.4	2,290.2	1,288,599.2	1,290,889.3	285,521.3	969.2	280,957.1	281,926.3	561,831.0	1,789.5	639,880.5	641,670.0
		広葉樹	403,737.7	0.0	718,973.1	718,973.1	108,306.1	0.0	159,607.2	159,607.2	219,189.3	0.0	363,630.7	363,630.7
	旧徳地町	スギ	1,557,430.5	1,549.5	1,575,148.7	1,576,698.2	474,950.6	792.3	374,414.0	375,206.3	883,939.4	1,207.1	770,895.3	772,102.4
		ヒノキ	1,687,251.4	8,567.0	584,489.6	593,056.6	527,051.2	2,584.9	154,174.4	156,759.4	950,394.8	4,518.6	325,357.1	329,875.8
		アカマツ	455,627.1	1,127.6	570,786.2	571,913.8	114,079.3	267.7	101,965.2	102,232.9	220,320.8	807.0	238,652.8	239,459.8
		広葉樹	511,628.8	0.0	1,004,539.3	1,004,539.3	127,559.9	0.0	184,749.6	184,749.6	263,159.2	0.0	427,274.2	427,274.2
	その他	スギ	852,623.1	1,630.7	1,363,373.8	1,365,004.5	181,652.5	385.7	235,636.3	236,022.1	396,370.4	960.7	518,591.7	519,552.3
		ヒノキ	1,304,181.1	4,943.6	685,971.8	690,915.4	297,534.0	1,372.9	123,337.3	124,710.2	674,503.9	2,865.0	310,892.4	313,757.4
		アカマツ	148,133.3	815.8	233,391.0	234,206.8	47,170.5	460.3	50,080.8	50,541.1	86,944.2	556.1	120,767.8	121,323.9
		広葉樹	698,807.0	0.0	1,787,214.3	1,787,214.3	130,760.0	0.0	309,451.3	309,451.3	311,567.8	0.0	710,378.5	710,378.5

区分	地区	樹種	2年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	82,325.5	25.0	8,488.6	8,513.6	35,160.3	0.4	3,613.2	3,613.7	43,239.9	0.9	6,397.8	6,398.7
		ヒノキ	482,837.5	2,095.9	37,086.8	39,182.7	184,750.7	374.1	15,188.8	15,562.9	262,373.0	955.8	22,295.6	23,251.3
		アカマツ	252,018.4	262.1	32,432.3	32,694.5	69,812.5	189.0	7,795.2	7,984.2	117,198.8	190.0	21,530.3	21,720.3
		広葉樹	80,471.3	0.0	12,044.8	12,044.8	23,306.9	0.0	2,941.4	2,941.4	32,639.3	0.0	7,942.9	7,942.9
	旧徳地町	スギ	240,588.0	86.9	15,925.3	16,012.3	118,996.1	86.9	3,739.2	3,826.1	158,075.7	86.9	5,055.1	5,142.0
		ヒノキ	345,817.3	1,079.5	14,811.3	15,890.8	167,382.4	567.6	3,016.7	3,584.3	214,111.4	659.4	4,409.5	5,068.9
		アカマツ	187,997.5	189.6	26,004.8	26,194.4	70,243.3	103.3	4,679.3	4,782.5	107,521.5	148.2	5,631.0	5,779.2
		広葉樹	127,815.4	0.0	16,197.9	16,197.9	37,677.9	0.0	1,125.1	1,125.1	59,118.3	0.0	3,621.3	3,621.3
	その他	スギ	130,141.9	188.1	23,912.6	24,100.7	27,690.3	65.6	1,902.3	1,967.9	42,033.0	65.6	4,603.4	4,669.1
		ヒノキ	133,282.3	585.5	5,129.1	5,714.6	28,667.2	126.2	152.0	278.2	42,069.4	127.9	1,322.6	1,450.5
		アカマツ	60,783.3	0.5	18,608.5	18,609.0	12,368.8	0.0	295.4	295.4	19,702.2	0.0	3,906.5	3,906.5
		広葉樹	155,189.0	0.0	23,056.7	23,056.7	32,993.7	0.0	3,375.0	3,375.0	60,813.8	0.0	5,043.0	5,043.0
その他 民有林	旧阿東町	スギ	758,274.0	1,796.2	41,910.3	43,706.5	281,158.5	512.1	9,383.9	9,896.0	479,516.8	1,239.8	16,629.4	17,869.2
		ヒノキ	2,886,471.6	10,552.6	45,782.9	56,335.5	1,028,099.0	3,111.4	15,534.1	18,645.5	1,720,554.4	6,318.5	25,979.9	32,298.4
		アカマツ	994,697.2	2,751.1	53,270.7	56,021.8	280,067.7	939.0	14,544.3	15,483.3	551,747.2	1,630.0	30,006.8	31,636.8
		広葉樹	406,554.4	0.0	16,777.3	16,777.3	110,422.0	0.0	2,487.8	2,487.8	221,227.6	0.0	8,114.9	8,114.9
	旧徳地町	スギ	1,440,243.6	1,727.4	148,416.4	150,143.9	446,070.2	791.2	37,645.2	38,436.4	829,106.2	1,322.2	71,319.9	72,642.1
		ヒノキ	1,635,622.6	7,247.4	76,535.0	83,782.3	515,158.2	2,179.4	19,569.8	21,749.2	923,039.6	4,128.0	41,143.1	45,271.2
		アカマツ	411,650.5	1,249.5	60,822.5	62,072.0	100,025.2	515.5	17,156.4	17,671.8	198,306.9	749.1	29,246.1	29,995.2
		広葉樹	472,229.8	0.0	65,359.2	65,359.2	115,866.5	0.0	16,740.8	16,740.8	246,628.6	0.0	27,943.5	27,943.5
	その他	スギ	809,698.9	1,666.2	61,840.2	63,506.4	173,367.6	150.9	12,223.1	12,374.1	377,753.1	537.6	27,137.4	27,675.1
		ヒノキ	1,294,266.4	6,075.6	29,968.0	36,043.6	295,970.5	1,471.2	5,900.7	7,371.9	670,873.6	2,859.9	14,126.3	16,986.2
		アカマツ	149,170.4	372.6	5,623.2	5,995.8	48,291.6	177.7	392.7	570.4	88,832.2	241.5	1,646.4	1,887.8
		広葉樹	699,262.6	0.0	44,515.4	44,515.4	130,951.3	0.0	7,725.4	7,725.4	312,354.5	0.0	17,442.5	17,442.5

図表 付-2 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(2年目)

区分	地区	樹種	3年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	296.9	296.9	6,683.7	6,980.6	34,304.0	141.2	1,752.2	1,893.4	42,048.5	141.2	2,543.8	2,685.0
		ヒノキ	450,344.3	2,116.7	39,332.8	41,449.5	174,042.9	865.4	13,364.7	14,230.1	252,071.9	1,186.6	14,123.5	15,310.1
		アカマツ	225,359.7	157.9	37,373.8	37,531.7	58,934.4	64.3	14,056.9	14,121.2	107,260.2	157.9	15,664.6	15,822.4
		広葉樹	69,482.6	0.0	15,237.4	15,237.4	19,044.8	0.0	5,493.4	5,493.4	28,862.8	0.0	5,931.8	5,931.8
	旧徳地町	スギ	219,550.7	107.3	26,051.8	26,159.2	99,226.9	105.4	22,181.1	22,286.5	138,282.2	107.3	22,986.1	23,093.4
		ヒノキ	301,802.4	1,711.4	47,550.8	49,262.2	136,684.9	775.8	32,160.5	32,936.3	181,648.8	872.7	34,536.7	35,409.4
		アカマツ	171,723.9	21.4	21,801.0	21,822.4	61,428.7	21.3	10,994.8	11,016.1	98,767.4	21.3	11,861.6	11,882.9
		広葉樹	123,664.5	0.0	10,778.2	10,778.2	36,240.2	0.0	3,054.8	3,054.8	56,042.8	0.0	5,610.6	5,610.6
	その他	スギ	106,731.1	37.4	26,316.1	26,353.5	22,766.9	0.9	5,486.8	5,487.8	36,505.7	34.2	6,401.2	6,435.5
		ヒノキ	124,684.0	395.3	10,446.8	10,842.2	28,612.4	192.8	406.9	599.7	41,478.9	199.3	1,204.9	1,404.2
		アカマツ	54,405.5	12.7	9,463.3	9,476.0	12,595.6	0.5	392.4	392.8	20,120.5	5.4	637.7	643.0
		広葉樹	149,801.9	0.0	14,353.1	14,353.1	33,098.2	0.0	1,729.7	1,729.7	60,342.2	0.0	3,763.2	3,763.2
その他民有林	旧阿東町	スギ	716,952.4	1,080.7	58,939.6	60,020.3	272,501.8	541.2	14,550.2	15,091.4	459,634.7	736.4	30,452.6	31,189.0
		ヒノキ	2,852,598.5	11,595.9	74,893.2	86,489.0	1,028,434.2	4,316.9	14,378.1	18,694.9	1,703,480.4	7,324.1	42,082.5	49,406.6
		アカマツ	928,474.8	3,266.3	104,969.5	108,235.8	266,604.7	814.5	22,803.1	23,617.5	515,335.9	1,867.8	56,361.0	58,228.8
		広葉樹	378,916.7	0.0	47,450.6	47,450.6	107,625.2	0.0	7,420.7	7,420.7	212,410.3	0.0	19,068.9	19,068.9
	旧徳地町	スギ	1,347,645.7	1,987.6	122,066.9	124,054.5	424,030.5	786.2	30,453.0	31,239.3	769,322.8	1,258.3	75,640.6	76,898.9
		ヒノキ	1,596,622.5	6,436.5	63,665.7	70,102.3	501,625.1	2,497.8	20,591.1	23,088.9	897,813.6	3,398.9	39,203.9	42,602.8
		アカマツ	375,360.4	608.7	54,459.6	55,068.3	82,005.0	226.3	21,604.7	21,831.0	174,952.6	350.6	31,316.3	31,666.9
		広葉樹	441,275.7	0.0	57,960.7	57,960.7	106,884.9	0.0	14,294.6	14,294.6	229,347.5	0.0	29,131.3	29,131.3
	その他	スギ	735,677.4	1,328.7	92,810.1	94,138.8	162,822.1	73.7	14,450.3	14,524.0	345,205.7	397.2	41,001.3	41,398.5
		ヒノキ	1,269,417.9	3,946.1	46,716.0	50,662.1	293,613.0	867.0	7,210.5	8,077.5	660,343.4	1,753.6	21,986.6	23,740.2
		アカマツ	146,207.4	250.2	9,788.9	10,039.1	49,245.6	36.8	693.3	730.1	88,933.9	135.8	3,543.0	3,678.8
		広葉樹	680,955.4	0.0	63,913.9	63,913.9	127,360.9	0.0	11,615.5	11,615.5	301,400.3	0.0	29,422.4	29,422.4

図表 付-3 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(3年目)

区分	地区	樹種	4年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	78,573.5	8.5	2,442.3	2,450.8	34,630.8	4.9	689.0	694.0	41,763.1	8.5	1,746.3	1,754.8
		ヒノキ	434,793.4	2,383.7	21,738.4	24,122.1	164,138.7	775.2	12,466.2	13,241.5	241,985.6	1,455.8	13,456.3	14,912.1
		アカマツ	204,786.6	59.6	31,831.8	31,891.3	52,558.9	20.2	9,766.2	9,786.4	97,573.0	20.2	15,730.4	15,750.6
		広葉樹	66,552.4	0.0	7,425.9	7,425.9	18,719.1	0.0	1,646.9	1,646.9	27,237.3	0.0	3,876.5	3,876.5
	旧徳地町	スギ	208,897.3	62.8	15,464.5	15,527.3	92,967.4	43.1	8,533.4	8,576.5	130,685.3	43.5	10,641.7	10,685.2
		ヒノキ	271,489.8	1,963.9	33,122.4	35,086.3	116,384.1	327.9	21,927.5	22,255.4	160,522.8	1,450.7	22,296.6	23,747.3
		アカマツ	150,274.0	159.8	27,104.0	27,263.8	54,760.7	159.8	8,842.5	9,002.3	92,775.9	159.8	9,104.0	9,263.8
		広葉樹	109,161.7	0.0	21,293.1	21,293.1	34,811.6	0.0	3,091.4	3,091.4	52,712.0	0.0	5,951.4	5,951.4
	その他	スギ	92,083.6	146.5	17,213.1	17,359.6	23,169.2	113.5	0.0	113.5	35,306.9	135.7	1,912.4	2,048.1
		ヒノキ	119,804.2	993.6	6,013.3	7,006.9	29,062.8	80.3	0.0	80.3	41,984.2	80.7	205.1	285.7
		アカマツ	54,943.2	3.0	2,672.5	2,675.5	13,220.1	0.0	0.0	0.0	21,148.4	0.0	41.1	41.1
		広葉樹	140,786.5	0.0	18,210.3	18,210.3	33,549.8	0.0	1,410.2	1,410.2	61,124.0	0.0	2,569.8	2,569.8
その他民有林	旧阿東町	スギ	693,022.0	1,142.7	40,933.8	42,076.5	265,101.1	614.2	13,082.3	13,696.5	448,140.2	889.9	21,633.5	22,523.4
		ヒノキ	2,832,781.4	13,212.7	58,227.7	71,440.4	1,030,993.7	4,578.2	11,737.2	16,315.3	1,703,856.1	9,257.0	22,160.7	31,417.7
		アカマツ	888,854.4	1,977.0	80,822.5	82,799.5	261,567.1	1,136.3	14,305.2	15,441.6	499,439.6	1,520.6	36,823.3	38,343.9
		広葉樹	368,950.3	0.0	30,417.8	30,417.8	106,757.7	0.0	5,555.3	5,555.3	210,111.0	0.0	12,757.3	12,757.3
	旧徳地町	スギ	1,267,777.3	1,274.2	108,943.0	110,217.2	402,907.6	547.5	29,458.9	30,006.4	732,066.0	866.5	52,824.0	53,690.4
		ヒノキ	1,562,046.5	7,007.8	57,740.0	64,747.8	488,080.2	1,693.5	21,100.5	22,794.0	880,383.7	3,203.6	31,035.3	34,238.9
		アカマツ	363,978.5	837.5	29,962.3	30,799.8	79,457.6	355.8	6,260.6	6,616.4	169,573.9	516.0	13,548.6	14,064.5
		広葉樹	430,238.3	0.0	38,943.6	38,943.6	103,268.1	0.0	9,150.8	9,150.8	223,671.8	0.0	17,973.5	17,973.5
	その他	スギ	696,878.4	988.7	57,160.0	58,148.7	154,099.5	286.1	12,295.8	12,581.8	330,008.7	553.1	23,152.9	23,706.0
		ヒノキ	1,265,496.1	2,504.5	26,709.0	29,213.5	294,353.1	695.1	4,213.7	4,908.8	659,591.8	1,567.6	12,170.2	13,737.8
		アカマツ	148,361.6	158.5	4,868.3	5,026.8	48,458.6	23.3	2,454.8	2,478.1	89,708.1	35.7	3,006.2	3,041.9
		広葉樹	683,028.2	0.0	44,544.7	44,544.7	127,819.9	0.0	7,752.3	7,752.3	301,426.6	0.0	18,911.4	18,911.4

図表 付-4 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(4年目)

区分	地区	樹種	5年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	77,993.3	74.4	3,272.7	3,347.2	35,579.4	67.5	0.0	67.5	43,147.2	67.6	0.0	67.6
		ヒノキ	426,233.1	2,882.5	13,882.1	16,764.6	161,412.7	661.1	5,264.6	5,925.7	237,686.2	1,486.3	7,447.6	8,934.0
		アカマツ	188,632.4	121.8	27,732.2	27,854.1	49,437.8	43.1	6,606.9	6,650.0	90,953.1	111.0	12,762.5	12,873.5
		広葉樹	66,912.8	0.0	4,255.7	4,255.7	19,327.9	0.0	738.8	738.8	28,635.5	0.0	916.4	916.4
	旧徳地町	スギ	193,192.0	160.4	20,237.0	20,397.4	85,655.9	86.1	9,434.4	9,520.5	117,000.1	86.1	16,561.5	16,647.6
		ヒノキ	243,763.6	2,081.2	29,959.4	32,040.6	111,269.0	119.7	6,688.6	6,808.2	147,623.6	266.5	14,985.3	15,251.7
		アカマツ	119,824.4	373.4	36,213.6	36,587.0	46,481.1	217.7	10,498.4	10,716.1	72,591.2	373.4	23,188.8	23,562.2
		広葉樹	107,366.1	0.0	8,927.4	8,927.4	32,723.1	0.0	3,796.7	3,796.7	51,021.3	0.0	4,401.4	4,401.4
	その他	スギ	67,716.6	4.7	26,951.5	26,956.2	20,483.8	3.0	3,197.0	3,200.0	29,357.7	3.0	6,783.0	6,786.0
		ヒノキ	110,657.7	166.7	11,056.2	11,223.0	26,770.8	26.6	2,809.3	2,835.9	37,942.8	46.4	4,797.8	4,844.2
		アカマツ	42,431.5	243.9	15,513.1	15,757.0	8,876.2	120.0	4,848.5	4,968.4	14,132.6	233.5	7,851.8	8,085.3
		広葉樹	132,724.3	0.0	17,551.0	17,551.0	31,112.9	0.0	4,316.8	4,316.8	56,037.7	0.0	8,472.4	8,472.4
その他民有林	旧阿東町	スギ	655,582.1	1,308.1	53,968.4	55,276.4	257,126.0	527.4	13,651.2	14,178.6	432,941.0	777.7	25,307.9	26,085.6
		ヒノキ	2,779,120.7	12,264.4	92,056.4	104,320.8	1,025,517.7	5,276.7	18,831.8	24,108.6	1,690,144.9	8,136.2	36,992.3	45,128.5
		アカマツ	814,178.3	2,020.4	116,730.2	118,750.6	242,254.7	862.4	28,991.9	29,854.3	467,719.8	1,525.6	53,034.9	54,560.5
		広葉樹	363,412.1	0.0	26,440.0	26,440.0	107,022.1	0.0	4,499.3	4,499.3	207,985.8	0.0	12,760.1	12,760.1
	旧徳地町	スギ	1,176,878.1	1,285.0	119,248.1	120,533.1	375,180.5	743.6	35,743.4	36,487.0	678,517.9	957.6	68,754.3	69,711.9
		ヒノキ	1,506,509.5	7,674.7	77,104.1	84,778.8	469,754.4	2,983.5	24,298.0	27,281.5	848,454.7	4,248.1	44,049.7	48,297.8
		アカマツ	336,034.0	504.2	47,182.6	47,686.8	71,085.3	182.8	12,324.1	12,507.0	155,603.4	347.9	22,457.1	22,805.0
		広葉樹	410,558.0	0.0	48,187.7	48,187.7	98,772.3	0.0	10,166.3	10,166.3	209,366.0	0.0	26,876.2	26,876.2
	その他	スギ	688,409.0	624.9	26,721.8	27,346.6	153,529.8	103.9	4,217.3	4,321.2	327,936.3	337.6	10,034.7	10,372.3
		ヒノキ	1,265,043.3	3,933.2	21,542.5	25,475.7	293,993.1	772.1	5,154.5	5,926.7	657,589.7	2,015.2	12,812.8	14,828.0
		アカマツ	144,145.7	432.5	11,015.2	11,447.7	44,056.0	130.9	5,990.3	6,121.2	84,583.8	243.5	8,730.3	8,973.8
		広葉樹	673,855.9	0.0	56,436.7	56,436.7	127,434.0	0.0	8,703.4	8,703.4	299,719.3	0.0	20,913.4	20,913.4

図表 付-5 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(5年目)

区分	地区	樹種	6年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	70,185.3	17.5	10,511.4	10,528.9	32,954.1	11.5	3,618.9	3,630.4	39,954.1	15.2	4,616.9	4,632.1
		ヒノキ	406,413.6	1,930.5	25,898.8	27,829.2	157,965.6	702.3	5,832.8	6,535.1	231,891.0	1,267.5	9,032.4	10,300.0
		アカマツ	160,892.4	227.1	39,541.1	39,768.3	45,493.4	73.6	7,476.9	7,550.5	82,544.1	73.6	14,738.8	14,812.4
		広葉樹	62,986.9	0.0	8,728.2	8,728.2	20,020.2	0.0	713.0	713.0	28,696.5	0.0	2,319.1	2,319.1
	旧徳地町	スギ	175,099.6	160.6	22,428.4	22,589.0	82,017.4	89.1	5,668.3	5,757.4	108,737.5	103.4	10,963.8	11,067.2
		ヒノキ	218,589.7	1,086.4	28,026.1	29,112.4	99,367.6	313.3	13,181.5	13,494.8	135,409.5	759.1	13,602.2	14,361.4
		アカマツ	103,860.4	59.4	22,468.0	22,527.4	42,032.5	38.2	6,967.5	7,005.7	61,510.5	57.3	14,670.6	14,727.9
		広葉樹	108,299.7	0.0	6,351.9	6,351.9	31,501.9	0.0	3,003.3	3,003.3	50,385.3	0.0	3,430.4	3,430.4
	その他	スギ	59,893.3	7.9	10,209.3	10,217.1	20,061.4	7.8	901.3	909.1	27,877.2	7.8	2,253.8	2,261.6
		ヒノキ	103,714.5	200.4	8,673.2	8,873.6	26,021.0	13.7	1,250.1	1,263.8	37,102.3	37.1	1,550.9	1,587.9
		アカマツ	34,683.3	37.5	11,118.4	11,155.8	8,280.9	0.0	1,266.2	1,266.2	13,648.6	0.0	1,624.9	1,624.9
		広葉樹	121,237.0	0.0	21,299.9	21,299.9	29,886.9	0.0	3,191.1	3,191.1	50,435.8	0.0	9,149.6	9,149.6
その他民有林	旧阿東町	スギ	642,686.2	888.4	29,420.8	30,309.2	256,269.9	408.8	6,511.9	6,920.7	428,916.8	601.9	14,066.1	14,668.0
		ヒノキ	2,737,853.0	8,881.8	81,818.8	90,700.6	1,024,318.5	3,240.9	16,319.3	19,560.2	1,688,212.1	5,648.7	27,133.1	32,781.8
		アカマツ	777,555.0	1,886.9	80,150.7	82,037.6	230,802.9	780.6	21,540.8	22,321.4	454,342.8	1,472.5	35,338.0	36,810.5
		広葉樹	361,891.5	0.0	22,948.4	22,948.4	108,431.9	0.0	3,446.6	3,446.6	207,848.8	0.0	11,019.2	11,019.2
	旧徳地町	スギ	1,100,098.7	1,261.4	104,191.0	105,452.4	353,836.7	699.7	29,199.6	29,899.2	631,723.8	1,012.5	61,472.4	62,484.9
		ヒノキ	1,442,321.5	9,651.2	82,656.1	92,307.3	457,837.7	1,806.2	18,756.7	20,562.9	810,387.1	4,123.7	49,697.4	53,821.1
		アカマツ	321,963.5	255.6	34,092.0	34,347.6	67,825.9	97.3	7,432.2	7,529.5	148,959.4	200.6	15,526.8	15,727.4
		広葉樹	412,186.1	0.0	27,752.0	27,752.0	99,540.0	0.0	5,082.1	5,082.1	207,765.9	0.0	14,649.1	14,649.1
	その他	スギ	650,149.6	842.8	56,024.6	56,867.4	149,574.6	297.9	7,342.3	7,640.2	310,817.8	454.6	24,839.0	25,293.6
		ヒノキ	1,253,717.9	4,252.8	31,710.2	35,963.0	294,017.2	1,358.0	4,110.9	5,468.8	653,380.9	2,312.7	14,519.7	16,832.4
		アカマツ	132,044.5	204.3	19,238.0	19,442.3	43,698.9	90.3	2,049.2	2,139.5	79,936.2	120.3	8,467.3	8,587.6
		広葉樹	667,210.7	0.0	54,955.6	54,955.6	124,682.6	0.0	11,250.8	11,250.8	294,456.5	0.0	24,892.6	24,892.6

図表 付-6 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(6年目)

区分	地区	樹種	7年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	64,202.4	53.8	8,585.4	8,639.2	27,357.5	9.0	6,583.2	6,592.2	33,840.5	9.2	7,525.3	7,534.5
		ヒノキ	397,315.5	1,283.4	15,436.8	16,720.2	155,979.8	407.6	4,612.9	5,020.5	230,231.6	407.6	5,639.3	6,046.9
		アカマツ	141,888.9	136.6	31,359.5	31,496.1	36,629.5	69.3	12,488.2	12,557.5	66,767.1	97.4	22,256.8	22,354.2
		広葉樹	62,919.9	0.0	6,163.9	6,163.9	19,694.2	0.0	2,071.0	2,071.0	28,493.7	0.0	3,214.3	3,214.3
	旧徳地町	スギ	149,506.2	175.0	29,714.5	29,889.5	70,306.6	76.1	13,696.1	13,772.2	88,864.5	173.8	22,405.7	22,579.5
		ヒノキ	199,266.3	1,265.2	21,665.3	22,930.5	90,525.5	582.0	9,728.5	10,310.5	123,007.9	619.5	13,815.4	14,434.9
		アカマツ	86,440.5	123.5	24,123.7	24,247.2	37,365.1	29.3	7,275.4	7,304.7	50,766.0	42.4	14,520.6	14,563.0
		広葉樹	109,057.8	0.0	8,545.1	8,545.1	31,302.2	0.0	2,495.8	2,495.8	49,002.4	0.0	4,948.5	4,948.5
	その他	スギ	56,929.7	20.4	5,253.8	5,274.2	20,523.9	11.6	0.0	11.6	28,619.6	18.3	0.0	18.3
		ヒノキ	101,664.0	628.8	3,280.1	3,908.9	26,276.9	245.6	0.0	245.6	37,556.2	246.6	30.5	277.1
		アカマツ	35,895.9	0.0	2,325.0	2,325.0	8,966.9	0.0	0.0	0.0	14,808.8	0.0	0.0	0.0
		広葉樹	126,848.4	0.0	7,167.6	7,167.6	31,935.2	0.0	493.9	493.9	54,486.6	0.0	606.8	606.8
その他民有林	旧阿東町	スギ	633,988.3	1,694.2	24,195.3	25,889.5	253,607.4	705.5	7,956.1	8,661.5	425,820.6	1,214.8	12,393.4	13,608.2
		ヒノキ	2,675,508.5	16,629.2	93,786.6	110,415.8	998,208.4	6,743.1	37,395.0	44,138.2	1,656,076.1	9,556.4	52,899.4	62,455.8
		アカマツ	754,030.7	2,923.6	66,884.4	69,808.0	219,981.4	1,666.0	20,242.1	21,908.1	433,264.2	2,348.2	42,523.1	44,871.2
		広葉樹	372,377.9	0.0	16,926.1	16,926.1	110,623.0	0.0	3,961.9	3,961.9	213,852.7	0.0	7,894.6	7,894.6
	旧徳地町	スギ	984,070.8	807.0	143,038.1	143,845.1	333,013.0	270.7	28,843.1	29,113.8	581,871.5	470.7	64,572.5	65,043.2
		ヒノキ	1,373,827.5	6,482.0	89,025.9	95,507.8	440,326.0	2,457.5	23,367.6	25,825.1	778,618.7	4,233.0	42,619.4	46,852.4
		アカマツ	292,133.3	501.4	49,993.6	50,495.0	65,357.8	305.7	6,513.6	6,819.3	138,465.0	413.0	19,336.9	19,749.9
		広葉樹	407,927.4	0.0	41,968.7	41,968.7	100,401.7	0.0	6,515.4	6,515.4	204,326.6	0.0	20,074.1	20,074.1
	その他	スギ	621,290.6	681.7	46,279.8	46,961.4	137,100.6	324.3	15,766.3	16,090.6	292,769.1	413.8	25,597.1	26,010.8
		ヒノキ	1,241,232.2	5,224.3	31,412.1	36,636.4	289,357.8	1,024.2	9,035.3	10,059.5	644,441.8	2,294.5	19,049.3	21,343.8
		アカマツ	130,747.5	125.8	8,732.3	8,858.2	41,013.4	9.7	4,479.9	4,489.6	76,983.5	63.7	6,924.6	6,988.3
		広葉樹	705,001.0	0.0	25,407.3	25,407.3	131,006.5	0.0	4,777.7	4,777.7	308,676.7	0.0	11,368.9	11,368.9

図表 付-7 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(7年目)

区分	地区	樹種	8年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	62,639.9	114.4	4,040.5	4,154.8	25,548.6	57.6	2,700.3	2,757.9	32,431.4	57.6	2,719.2	2,776.8
		ヒノキ	385,921.2	2,086.9	16,692.5	18,779.4	155,897.0	1,284.4	1,757.2	3,041.6	229,819.6	1,426.3	3,279.2	4,705.5
		アカマツ	137,622.3	417.2	16,706.4	17,123.6	37,895.2	96.6	2,476.6	2,573.3	70,029.6	171.4	3,401.6	3,572.9
		広葉樹	63,931.1	0.0	5,278.9	5,278.9	20,587.3	0.0	908.1	908.1	30,337.1	0.0	1,281.7	1,281.7
	旧徳地町	スギ	137,175.4	40.1	16,365.1	16,405.2	65,291.5	7.3	6,968.6	6,975.8	82,401.6	38.0	8,958.8	8,996.7
		ヒノキ	191,109.5	946.4	10,514.9	11,461.3	86,301.0	523.9	5,050.3	5,574.2	118,035.0	706.5	6,110.3	6,816.8
		アカマツ	86,418.4	112.9	7,010.9	7,123.8	36,682.8	98.6	3,304.1	3,402.7	50,642.0	112.9	3,996.9	4,109.9
		広葉樹	105,061.5	0.0	13,558.8	13,558.8	29,503.5	0.0	4,141.8	4,141.8	46,752.1	0.0	5,920.8	5,920.8
	その他	スギ	43,866.2	6.3	15,332.9	15,339.2	14,689.8	1.6	6,311.6	6,313.2	23,072.9	1.6	6,311.6	6,313.2
		ヒノキ	100,079.6	192.7	3,171.6	3,364.3	25,159.3	39.5	1,572.3	1,611.9	36,606.2	76.7	1,588.5	1,665.2
		アカマツ	35,235.8	225.6	3,999.6	4,225.2	7,952.5	0.0	1,700.4	1,700.4	14,085.3	2.6	1,881.1	1,883.7
		広葉樹	129,240.5	0.0	10,678.2	10,678.2	31,761.3	0.0	2,748.7	2,748.7	53,855.4	0.0	5,335.2	5,335.2
その他民有林	旧阿東町	スギ	619,790.7	1,224.9	29,879.6	31,104.6	250,489.5	455.3	8,553.2	9,008.6	415,271.0	799.7	20,104.2	20,903.9
		ヒノキ	2,613,009.9	11,410.4	97,789.2	109,199.5	985,365.6	4,386.7	25,935.3	30,322.1	1,625,756.2	7,259.9	52,575.9	59,835.7
		アカマツ	735,624.3	2,777.3	62,611.4	65,388.7	216,453.9	1,021.8	13,788.3	14,810.1	426,577.1	1,647.3	29,268.1	30,915.4
		広葉樹	377,831.2	0.0	22,330.1	22,330.1	111,146.9	0.0	5,697.2	5,697.2	215,148.9	0.0	12,770.7	12,770.7
	旧徳地町	スギ	941,270.1	804.1	68,737.1	69,541.2	317,660.9	347.4	23,103.1	23,450.5	555,615.4	560.0	40,434.8	40,994.8
		ヒノキ	1,329,709.2	6,048.5	63,799.8	69,848.3	424,153.5	1,997.0	22,154.2	24,151.2	753,777.8	3,635.1	35,668.1	39,303.2
		アカマツ	275,330.3	353.4	37,675.4	38,028.8	63,930.5	117.1	5,720.5	5,837.6	128,736.2	188.6	19,001.4	19,190.0
		広葉樹	423,727.0	0.0	23,077.3	23,077.3	104,330.1	0.0	3,674.0	3,674.0	211,513.6	0.0	9,975.8	9,975.8
	その他	スギ	566,630.5	495.8	71,895.1	72,390.9	126,749.4	68.6	13,755.1	13,823.7	262,645.6	327.2	37,535.6	37,862.8
		ヒノキ	1,212,231.1	5,131.4	47,476.7	52,608.1	281,627.1	929.4	12,059.2	12,988.6	630,340.8	2,012.2	24,186.1	26,198.2
		アカマツ	111,572.0	44.1	26,792.4	26,836.4	29,477.0	7.8	13,385.3	13,393.1	59,088.2	29.0	21,981.7	22,010.7
		広葉樹	713,097.9	0.0	55,797.9	55,797.9	132,766.0	0.0	9,467.4	9,467.4	309,098.3	0.0	25,456.0	25,456.0

図表 付-8 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(8年目)

区分	地区	樹種	9年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	62,643.7	172.1	2,377.6	2,549.7	24,162.0	125.2	2,192.8	2,318.0	31,299.4	168.6	2,313.0	2,481.6
		ヒノキ	370,150.6	2,246.4	20,666.3	22,912.7	152,287.3	484.8	6,037.2	6,521.9	222,115.2	811.0	11,126.1	11,937.1
		アカマツ	139,140.1	37.6	11,486.1	11,523.7	38,878.0	29.1	2,852.1	2,881.1	69,939.4	29.1	6,930.7	6,959.8
		広葉樹	69,007.4	0.0	1,413.7	1,413.7	22,017.0	0.0	428.2	428.2	32,702.1	0.0	825.8	825.8
	旧徳地町	スギ	125,161.9	153.5	15,748.1	15,901.6	59,928.8	145.5	7,101.9	7,247.4	77,414.5	153.2	7,266.5	7,419.7
		ヒノキ	169,688.8	908.2	23,630.5	24,538.7	74,859.0	442.4	12,275.2	12,717.6	106,154.8	466.5	13,177.0	13,643.5
		アカマツ	76,634.3	14.7	16,947.3	16,962.0	29,744.2	1.0	9,691.1	9,692.2	44,172.2	7.7	10,489.0	10,496.7
		広葉樹	100,287.5	0.0	14,635.8	14,635.8	29,173.0	0.0	2,763.4	2,763.4	46,632.0	0.0	3,929.2	3,929.2
	その他	スギ	44,095.5	13.4	1,916.9	1,930.4	14,768.1	1.6	348.0	349.6	23,399.3	11.7	373.4	385.1
		ヒノキ	96,099.7	587.0	5,112.8	5,699.8	22,754.3	291.1	2,583.5	2,874.5	34,173.1	486.9	2,632.1	3,119.0
		アカマツ	38,566.3	12.3	246.8	259.0	8,566.1	4.2	88.0	92.2	15,117.6	12.3	137.3	149.6
		広葉樹	136,280.0	0.0	6,311.1	6,311.1	31,788.1	0.0	2,605.8	2,605.8	55,615.6	0.0	3,058.7	3,058.7
その他民有林	旧阿東町	スギ	609,642.3	953.8	25,782.7	26,736.5	246,489.0	498.8	9,298.0	9,796.8	406,162.1	722.4	18,534.2	19,256.6
		ヒノキ	2,508,185.1	11,028.9	138,837.6	149,866.6	945,082.7	3,230.7	54,041.2	57,271.9	1,561,496.1	6,260.7	86,609.4	92,870.0
		アカマツ	729,471.5	1,689.1	52,040.3	53,729.4	211,241.6	576.0	16,036.5	16,612.5	416,970.1	1,202.8	32,889.4	34,092.2
		広葉樹	392,551.1	0.0	13,724.9	13,724.9	114,182.7	0.0	3,307.6	3,307.6	222,411.8	0.0	7,112.7	7,112.7
	旧徳地町	スギ	941,712.5	834.2	24,857.0	25,691.2	318,221.2	174.3	7,151.0	7,325.3	556,194.0	292.1	13,502.6	13,794.7
		ヒノキ	1,296,976.5	4,665.9	52,754.7	57,420.5	411,111.3	1,298.5	19,313.4	20,611.8	742,718.8	2,434.7	22,478.6	24,913.4
		アカマツ	271,478.4	455.8	25,042.6	25,498.4	67,371.1	85.2	945.0	1,030.2	134,957.5	402.1	3,049.0	3,451.1
		広葉樹	451,191.2	0.0	12,200.6	12,200.6	110,715.5	0.0	1,375.2	1,375.2	224,882.4	0.0	4,159.4	4,159.4
	その他	スギ	550,972.2	609.2	32,193.1	32,802.2	123,969.5	67.4	6,073.6	6,141.0	255,976.7	206.0	13,894.7	14,100.7
		ヒノキ	1,196,258.5	5,912.8	32,919.8	38,832.6	278,066.2	1,379.3	7,272.5	8,651.8	623,985.7	2,919.2	15,168.0	18,087.2
		アカマツ	114,942.4	159.8	4,439.2	4,599.0	30,880.1	90.2	518.9	609.1	62,751.2	98.3	607.9	706.2
		広葉樹	750,666.7	0.0	27,704.0	27,704.0	140,703.6	0.0	3,529.9	3,529.9	327,491.5	0.0	8,117.8	8,117.8

図表 付-9 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(9年目)

区分	地区	樹種	10年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	57,682.8	17.7	7,466.1	7,483.7	21,187.3	5.8	3,879.3	3,885.2	28,606.2	11.9	4,004.9	4,016.9
		ヒノキ	353,146.4	1,079.4	22,744.3	23,823.7	146,492.7	769.5	7,822.0	8,591.4	214,632.2	773.0	10,732.5	11,505.4
		アカマツ	140,736.9	271.6	11,302.1	11,573.7	37,058.9	0.7	5,712.4	5,713.1	71,131.7	42.1	5,712.4	5,754.5
		広葉樹	73,904.5	0.0	1,672.3	1,672.3	23,106.3	0.0	787.7	787.7	35,137.6	0.0	798.2	798.2
	旧徳地町	スギ	120,266.1	37.4	8,614.3	8,651.7	58,364.3	18.3	3,374.3	3,392.6	73,053.9	31.5	6,698.6	6,730.1
		ヒノキ	143,977.4	1,094.6	27,465.9	28,560.5	71,080.0	617.5	4,319.3	4,936.8	86,062.3	625.6	21,086.8	21,712.4
		アカマツ	76,664.9	65.2	7,276.9	7,342.1	30,069.5	62.0	2,478.2	2,540.3	42,433.3	65.2	5,821.0	5,886.3
		広葉樹	105,820.7	0.0	4,726.5	4,726.5	31,431.7	0.0	240.9	240.9	47,690.5	0.0	2,856.8	2,856.8
	その他	スギ	44,359.3	81.0	1,810.7	1,891.7	15,112.5	73.4	14.0	87.4	24,020.6	75.4	23.6	99.0
		ヒノキ	87,874.7	230.5	9,666.8	9,897.3	22,267.8	160.5	774.1	934.6	33,895.4	162.1	777.1	939.3
		アカマツ	41,956.8	0.0	201.1	201.1	9,272.9	0.0	0.0	0.0	16,300.1	0.0	0.0	0.0
		広葉樹	144,168.0	0.0	5,700.1	5,700.1	33,068.5	0.0	1,402.7	1,402.7	56,104.9	0.0	4,395.2	4,395.2
その他民有林	旧阿東町	スギ	598,187.4	1,244.9	26,589.3	27,834.1	242,534.2	588.6	9,096.7	9,685.2	395,991.5	908.8	19,268.4	20,177.3
		ヒノキ	2,393,089.9	13,634.2	144,833.8	158,468.0	908,146.9	6,498.8	46,798.6	53,297.4	1,481,067.5	9,323.7	98,685.8	108,009.4
		アカマツ	712,720.4	950.8	63,912.6	64,863.4	206,167.3	259.1	16,383.9	16,643.0	399,603.3	441.6	41,751.2	42,192.9
		広葉樹	408,701.7	0.0	12,717.6	12,717.6	117,145.0	0.0	3,467.3	3,467.3	229,285.8	0.0	7,693.5	7,693.5
	旧徳地町	スギ	880,797.5	1,718.1	85,064.9	86,782.9	294,998.7	567.1	30,463.8	31,030.9	520,062.8	905.1	49,470.5	50,375.7
		ヒノキ	1,244,895.2	6,532.0	69,300.3	75,832.3	397,595.1	1,661.8	19,162.1	20,823.9	720,933.3	3,240.5	32,007.4	35,248.0
		アカマツ	273,577.8	1,029.6	18,786.8	19,816.4	63,343.0	214.5	8,290.7	8,505.2	133,170.2	842.5	10,636.5	11,478.9
		広葉樹	466,193.6	0.0	25,138.5	25,138.5	111,169.4	0.0	7,390.8	7,390.8	230,460.7	0.0	12,141.1	12,141.1
	その他	スギ	556,294.0	685.5	10,861.1	11,546.6	122,779.4	165.7	4,344.8	4,510.4	257,484.2	359.0	5,445.6	5,804.7
		ヒノキ	1,198,449.9	5,252.8	14,898.8	20,151.6	278,012.1	1,197.6	3,825.1	5,022.7	622,653.4	2,924.7	9,884.4	12,809.1
		アカマツ	114,077.0	492.8	8,383.3	8,876.2	31,521.1	223.9	1,148.9	1,372.8	62,638.6	353.2	4,130.3	4,483.5
		広葉樹	790,711.2	0.0	25,979.1	25,979.1	142,504.2	0.0	9,774.4	9,774.4	336,308.7	0.0	17,951.5	17,951.5

図表 付- 10 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (10 年目)

区分	地区	樹種	11年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	79,237.0	1,679.6	1,787.8	3,467.5	21,387.9	574.0	114.8	688.9	27,849.3	896.7	1,165.6	2,062.3
		ヒノキ	311,729.9	2,093.9	35,195.4	37,289.3	142,780.6	652.7	5,605.7	6,258.5	196,416.1	1,487.2	20,393.1	21,880.4
		アカマツ	199,328.7	529.1	11,255.7	11,784.7	40,222.4	16.1	779.8	795.9	70,889.9	79.6	7,172.9	7,252.5
		広葉樹	97,116.8	0.0	2,726.1	2,726.1	24,659.4	0.0	261.1	261.1	37,174.8	0.0	1,125.8	1,125.8
	旧徳地町	スギ	87,652.6	1,229.2	14,824.8	16,053.9	58,536.2	529.7	1,118.2	1,647.8	72,665.9	699.3	2,020.3	2,719.6
		ヒノキ	67,751.9	750.8	24,271.5	25,022.3	69,750.0	224.9	2,179.4	2,404.3	82,484.6	282.7	4,642.8	4,925.5
		アカマツ	102,154.7	61.4	10,489.5	10,550.9	32,094.8	60.0	807.4	867.3	43,611.8	60.0	2,973.9	3,033.9
		広葉樹	136,096.2	0.0	5,800.3	5,800.3	32,189.6	0.0	1,747.6	1,747.6	47,982.2	0.0	3,673.2	3,673.2
	その他	スギ	53,644.0	1,109.1	3,060.0	4,169.1	14,810.8	159.5	572.9	732.4	23,840.7	288.0	607.4	895.4
		ヒノキ	71,720.8	354.4	1,519.1	1,873.5	22,351.6	30.5	290.8	321.3	33,813.6	57.2	626.9	684.0
		アカマツ	59,206.6	135.1	2,920.0	3,055.1	9,004.3	0.0	975.4	975.4	15,535.6	78.2	1,869.0	1,947.2
		広葉樹	178,675.8	0.0	7,939.6	7,939.6	33,950.9	0.0	1,820.0	1,820.0	58,189.4	0.0	2,882.9	2,882.9
その他 民有林	旧阿東町	スギ	589,872.6	7,173.8	29,942.2	37,116.0	233,202.8	1,900.4	13,052.3	14,952.7	380,675.0	3,726.9	21,439.2	25,166.1
		ヒノキ	1,762,012.5	11,624.9	140,451.8	152,076.8	857,553.8	3,144.4	62,758.8	65,903.2	1,409,980.6	5,761.1	90,855.7	96,616.7
		アカマツ	819,383.3	977.1	52,676.2	53,653.3	194,070.1	451.5	23,378.4	23,830.0	383,982.1	651.9	40,240.1	40,892.0
		広葉樹	480,462.6	0.0	11,372.6	11,372.6	119,499.2	0.0	4,088.5	4,088.5	237,100.4	0.0	6,815.3	6,815.3
	旧徳地町	スギ	793,363.8	10,553.2	60,050.1	70,603.3	270,445.2	2,730.9	29,528.5	32,259.4	489,614.5	5,378.2	39,141.2	44,519.3
		ヒノキ	949,902.2	6,050.1	61,056.4	67,106.5	379,767.4	2,115.1	22,520.4	24,635.6	697,517.1	3,863.9	32,062.7	35,926.6
		アカマツ	340,806.3	1,522.7	16,001.7	17,524.4	63,132.3	88.6	4,686.0	4,774.6	135,277.5	310.9	7,370.1	7,681.0
		広葉樹	549,937.8	0.0	27,235.1	27,235.1	107,891.8	0.0	11,263.5	11,263.5	231,487.3	0.0	16,971.8	16,971.8
	その他	スギ	567,597.3	8,806.9	28,745.0	37,551.9	116,937.0	1,621.3	7,485.1	9,106.4	247,131.9	3,601.2	14,009.0	17,610.2
		ヒノキ	1,053,450.6	8,147.9	32,609.0	40,756.9	275,809.1	1,120.4	5,750.6	6,871.0	616,385.2	3,491.2	13,520.5	17,011.7
		アカマツ	128,436.6	609.5	11,361.3	11,970.7	33,330.5	82.6	126.3	208.9	63,936.9	505.4	2,594.7	3,100.1
		広葉樹	914,177.8	0.0	38,606.2	38,606.2	148,302.1	0.0	5,899.0	5,899.0	347,706.3	0.0	15,597.1	15,597.1

図表 付- 11 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (11 年目)

区分	地区	樹種	12年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	59,510.2	74.1	801.1	875.2	21,948.2	27.7	708.1	735.8	28,995.3	50.6	751.9	802.5
		ヒノキ	314,864.4	845.9	14,219.5	15,065.4	141,798.4	372.2	3,927.3	4,299.5	194,011.2	456.2	6,725.5	7,181.7
		アカマツ	153,174.1	32.5	2,440.3	2,472.8	43,720.7	15.0	453.8	468.8	77,369.7	15.0	594.0	609.1
		広葉樹	81,680.2	0.0	458.4	458.4	25,799.4	0.0	114.6	114.6	39,200.5	0.0	145.8	145.8
	旧徳地町	スギ	106,696.7	182.5	5,513.0	5,695.5	58,288.5	88.4	2,341.1	2,429.5	70,636.8	95.4	4,742.8	4,838.3
		ヒノキ	112,585.0	450.3	10,953.3	11,403.5	67,440.9	278.1	3,205.8	3,484.0	76,095.6	308.3	7,635.4	7,943.6
		アカマツ	78,937.5	29.0	2,174.1	2,203.1	33,695.4	0.7	1,299.3	1,300.0	46,386.4	29.0	1,441.4	1,470.4
		広葉樹	114,612.0	0.0	2,957.4	2,957.4	33,415.3	0.0	521.4	521.4	49,855.0	0.0	927.4	927.4
	その他	スギ	43,354.0	161.9	1,735.7	1,897.7	15,240.1	16.3	97.7	114.0	23,830.3	30.7	903.6	934.3
		ヒノキ	86,130.4	341.6	2,776.8	3,118.3	22,751.5	96.0	0.0	96.0	34,260.2	140.2	176.4	316.6
		アカマツ	45,707.4	0.0	408.4	408.4	9,722.1	0.0	0.0	0.0	16,737.8	0.0	0.0	0.0
		広葉樹	152,863.5	0.0	6,559.0	6,559.0	35,658.1	0.0	131.8	131.8	59,589.6	0.0	2,010.8	2,010.8
その他 民有林	旧阿東町	スギ	582,858.5	858.9	14,220.1	15,079.0	230,970.0	218.4	8,841.1	9,059.5	379,761.1	391.0	12,756.7	13,147.7
		ヒノキ	2,233,476.4	10,451.6	81,095.6	91,547.3	841,731.0	3,300.9	28,666.3	31,967.2	1,387,782.0	6,060.6	43,762.5	49,823.0
		アカマツ	726,987.8	723.4	29,489.0	30,212.4	199,317.3	413.9	6,310.5	6,724.4	392,014.3	573.7	17,077.9	17,651.6
		広葉樹	440,026.1	0.0	5,819.3	5,819.3	122,504.3	0.0	1,346.2	1,346.2	244,004.7	0.0	2,951.2	2,951.2
	旧徳地町	スギ	801,114.5	1,274.7	65,587.1	66,861.7	265,314.9	377.3	13,845.6	14,222.9	472,995.3	638.0	33,120.6	33,758.6
		ヒノキ	1,117,458.0	5,148.7	102,136.5	107,285.2	369,695.3	1,137.0	16,401.4	17,538.4	670,416.5	1,952.7	39,442.3	41,395.0
		アカマツ	286,998.8	344.5	13,046.4	13,390.9	63,892.7	171.7	3,679.5	3,851.2	139,049.3	224.4	5,859.0	6,083.4
		広葉樹	480,388.7	0.0	26,902.6	26,902.6	106,930.0	0.0	6,649.6	6,649.6	228,501.4	0.0	15,545.8	15,545.8
	その他	スギ	525,528.8	854.5	31,668.5	32,523.0	106,817.5	95.9	14,262.7	14,358.6	237,027.4	391.4	19,150.9	19,542.3
		ヒノキ	1,165,189.5	5,508.7	33,122.3	38,631.0	264,785.9	1,976.8	14,504.1	16,480.9	604,777.2	3,149.5	21,215.9	24,365.4
		アカマツ	116,296.2	91.9	1,988.8	2,080.7	34,770.1	36.1	536.4	572.5	67,178.3	77.4	1,091.0	1,168.4
		広葉樹	842,593.8	0.0	19,153.5	19,153.5	153,376.0	0.0	2,582.0	2,582.0	360,074.4	0.0	5,373.6	5,373.6

図表 付- 12 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (12 年目)

区分	地区	樹種	13年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	64,613.8	80.6	691.6	772.2	23,355.8	10.1	593.8	604.0	31,489.9	14.7	593.8	608.5
		ヒノキ	319,625.2	747.0	3,053.6	3,800.6	144,858.9	373.1	203.6	576.6	198,514.7	552.2	203.6	755.8
		アカマツ	165,722.9	363.4	516.7	880.1	47,671.6	8.2	11.7	19.9	84,439.6	12.6	11.7	24.3
		広葉樹	85,735.4	0.0	373.9	373.9	26,923.1	0.0	108.1	108.1	41,182.5	0.0	108.1	108.1
	旧徳地町	スギ	101,635.7	216.8	10,984.4	11,201.2	55,900.6	191.2	5,072.6	5,263.8	68,971.5	196.9	5,187.6	5,384.5
		ヒノキ	98,938.1	331.7	15,969.8	16,301.5	60,537.0	104.8	7,954.0	8,058.8	69,558.1	111.8	7,954.0	8,065.8
		アカマツ	84,685.0	19.8	1,828.5	1,848.3	35,006.6	19.8	1,584.1	1,603.9	49,042.9	19.8	1,584.1	1,603.9
		広葉樹	118,019.2	0.0	3,663.5	3,663.5	32,740.3	0.0	2,432.3	2,432.3	50,223.9	0.0	2,432.3	2,432.3
	その他	スギ	40,256.2	205.5	7,358.3	7,563.8	9,951.2	36.0	6,019.1	6,055.1	17,886.1	85.1	7,181.1	7,266.2
		ヒノキ	76,937.8	882.6	10,256.1	11,138.7	19,920.2	142.0	3,197.2	3,339.2	31,297.4	537.5	3,215.8	3,753.3
		アカマツ	48,647.5	56.9	627.7	684.6	9,825.1	9.3	605.5	614.8	17,277.6	56.9	605.5	662.4
		広葉樹	159,086.8	0.0	3,091.9	3,091.9	35,180.3	0.0	2,276.5	2,276.5	60,676.7	0.0	2,291.8	2,291.8
その他 民有林	旧阿東町	スギ	585,357.3	657.8	25,593.7	26,251.5	231,263.3	151.4	8,531.5	8,683.0	379,805.3	380.9	16,140.3	16,521.3
		ヒノキ	2,060,595.3	11,503.2	205,715.8	217,219.1	757,974.6	4,628.0	95,444.8	100,072.8	1,286,603.2	7,619.9	121,594.6	129,214.5
		アカマツ	730,650.4	3,935.3	42,034.4	45,969.7	193,594.4	1,257.7	16,488.6	17,746.3	392,880.0	2,563.5	22,419.4	24,982.9
		広葉樹	450,097.0	0.0	9,424.4	9,424.4	124,173.5	0.0	2,688.9	2,688.9	248,580.3	0.0	5,260.7	5,260.7
	旧徳地町	スギ	789,531.3	1,345.9	55,339.5	56,685.4	258,046.1	448.6	18,893.3	19,341.9	462,227.6	786.3	33,190.4	33,976.7
		ヒノキ	1,062,565.5	7,924.9	72,560.4	80,485.3	345,652.9	3,861.9	27,883.0	31,744.9	630,053.2	5,701.5	49,411.8	55,113.3
		アカマツ	299,541.5	353.2	9,465.7	9,818.9	66,101.5	130.8	2,300.7	2,431.5	142,743.8	229.3	5,980.0	6,209.4
		広葉樹	499,666.3	0.0	8,222.4	8,222.4	109,207.5	0.0	3,336.2	3,336.2	235,567.7	0.0	5,509.3	5,509.3
	その他	スギ	515,654.6	920.0	42,256.7	43,176.7	101,360.0	139.5	11,341.4	11,481.0	229,958.8	452.8	20,114.8	20,567.6
		ヒノキ	1,136,214.8	5,612.1	49,757.9	55,370.0	262,610.0	1,120.1	6,611.3	7,731.4	594,474.9	3,294.8	20,196.0	23,490.8
		アカマツ	119,632.1	46.3	4,823.0	4,869.2	36,506.4	18.6	261.0	279.6	69,746.0	31.3	1,819.2	1,850.6
		広葉樹	859,944.0	0.0	25,665.5	25,665.5	157,433.2	0.0	3,564.2	3,564.2	369,521.7	0.0	8,211.5	8,211.5

図表 付-13 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(13年目)

区分	地区	樹種	14年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	68,987.8	29.7	1,581.8	1,611.5	25,178.7	12.0	213.5	225.5	34,420.6	22.8	222.8	245.6
		ヒノキ	318,090.2	1,244.9	9,491.5	10,736.3	145,693.0	502.7	2,555.0	3,057.6	198,730.0	579.7	4,829.4	5,409.1
		アカマツ	177,070.2	164.1	1,915.1	2,079.2	51,174.7	6.6	460.5	467.1	90,201.0	6.6	1,325.0	1,331.6
		広葉樹	89,812.8	0.0	188.0	188.0	28,023.0	0.0	65.7	65.7	43,053.5	0.0	149.3	149.3
	旧徳地町	スギ	100,362.1	139.5	7,467.9	7,607.4	54,693.5	99.9	4,091.9	4,191.8	66,482.2	111.9	6,213.8	6,325.7
		ヒノキ	87,559.2	940.8	13,225.9	14,166.7	51,546.6	902.8	9,306.0	10,208.8	59,316.1	903.9	10,972.3	11,876.1
		アカマツ	91,085.1	49.8	1,165.7	1,215.6	37,568.6	40.2	330.2	370.4	52,421.1	49.8	849.6	899.4
		広葉樹	124,389.8	0.0	710.8	710.8	34,502.7	0.0	22.4	22.4	52,876.2	0.0	155.1	155.1
	その他	スギ	44,555.8	189.3	239.8	429.1	10,488.8	12.0	208.5	220.5	18,898.4	85.7	231.3	317.0
		ヒノキ	76,420.5	280.8	2,245.7	2,526.4	19,735.6	17.0	668.9	685.9	30,966.5	85.3	1,051.1	1,136.4
		アカマツ	52,228.7	0.0	49.2	49.2	10,549.5	0.0	0.0	0.0	18,485.3	0.0	0.0	0.0
		広葉樹	163,622.2	0.0	4,714.0	4,714.0	36,771.8	0.0	240.3	240.3	63,804.2	0.0	276.8	276.8
その他民有林	旧阿東町	スギ	591,492.5	1,015.4	21,984.4	22,999.8	231,851.4	436.3	8,003.6	8,439.9	380,335.2	778.9	15,370.0	16,148.9
		ヒノキ	1,980,946.3	11,600.5	111,420.3	123,020.8	721,122.5	4,356.6	48,219.5	52,576.1	1,237,615.1	6,608.6	69,877.8	76,486.4
		アカマツ	758,749.9	1,758.4	20,105.0	21,863.4	200,564.3	550.7	4,646.6	5,197.4	411,130.1	1,012.7	6,748.1	7,760.8
		広葉樹	461,680.0	0.0	7,530.6	7,530.6	125,055.9	0.0	3,437.3	3,437.3	253,904.8	0.0	4,393.9	4,393.9
	旧徳地町	スギ	783,504.5	1,157.1	51,355.7	52,512.8	255,346.2	386.8	14,674.4	15,061.2	455,534.1	609.1	29,945.4	30,554.5
		ヒノキ	1,025,533.5	4,997.0	58,022.8	63,019.8	334,218.1	1,314.3	17,876.4	19,190.7	610,446.4	1,967.0	32,596.5	34,563.5
		アカマツ	312,790.2	535.4	8,666.2	9,201.6	67,546.9	181.2	3,032.0	3,213.2	147,154.7	490.9	5,056.9	5,547.8
		広葉樹	516,167.5	0.0	10,504.5	10,504.5	112,083.8	0.0	2,619.3	2,619.3	242,209.4	0.0	5,693.7	5,693.7
	その他	スギ	532,704.6	818.7	16,013.7	16,832.4	105,941.6	177.6	1,332.8	1,510.5	239,028.1	363.0	4,305.6	4,668.6
		ヒノキ	1,116,975.4	5,743.0	40,430.9	46,173.9	257,355.9	1,328.2	9,565.7	10,893.9	589,750.1	3,059.7	15,131.7	18,191.4
		アカマツ	119,594.2	61.4	8,231.7	8,293.1	31,714.2	0.5	6,809.4	6,810.0	67,202.5	5.0	6,974.9	6,979.8
		広葉樹	879,007.2	0.0	23,902.7	23,902.7	160,798.6	0.0	4,225.1	4,225.1	375,608.8	0.0	11,489.2	11,489.2

図表 付- 14 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (14 年目)

区分	地区	樹種	15年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	73,181.9	120.5	2,276.1	2,396.6	27,328.9	88.3	0.0	88.3	37,820.5	88.3	0.0	88.3
		ヒノキ	318,801.3	1,373.4	7,592.1	8,965.5	148,750.6	1,033.9	0.0	1,033.9	203,471.5	1,151.0	0.0	1,151.0
		アカマツ	188,121.7	66.7	2,325.7	2,392.4	55,141.0	8.3	0.0	8.3	97,279.8	28.3	0.0	28.3
		広葉樹	93,580.0	0.0	411.7	411.7	29,170.3	0.0	0.0	0.0	45,030.0	0.0	0.0	0.0
	旧徳地町	スギ	102,577.1	132.8	4,633.2	4,766.0	55,867.4	59.6	2,143.9	2,203.5	68,519.1	106.8	2,143.9	2,250.8
		ヒノキ	77,563.0	394.4	12,657.2	13,051.5	44,990.0	130.2	7,804.9	7,935.1	52,960.1	187.6	7,963.3	8,150.9
		アカマツ	97,136.4	158.5	1,414.6	1,573.1	39,245.8	113.5	1,141.3	1,254.8	55,404.2	158.5	1,141.3	1,299.7
		広葉樹	130,177.1	0.0	1,126.5	1,126.5	35,394.5	0.0	872.0	872.0	54,748.0	0.0	885.6	885.6
	その他	スギ	49,289.0	144.7	482.9	627.5	11,066.0	17.6	256.6	274.2	19,873.7	38.7	464.6	503.3
		ヒノキ	71,565.0	76.3	6,874.1	6,950.3	17,131.5	45.6	3,061.0	3,106.7	25,972.5	52.7	5,750.5	5,803.2
		アカマツ	55,585.9	0.0	273.8	273.8	11,273.9	0.0	0.0	0.0	19,693.1	0.0	0.0	0.0
		広葉樹	170,704.2	0.0	2,042.8	2,042.8	38,361.6	0.0	245.2	245.2	66,798.8	0.0	400.3	400.3
その他 民有林	旧阿東町	スギ	584,484.2	1,105.3	37,491.5	38,596.8	218,013.0	331.8	23,165.5	23,497.4	368,363.6	598.8	29,305.9	29,904.7
		ヒノキ	1,883,575.5	7,691.2	132,984.8	140,675.9	697,328.6	2,592.5	36,745.0	39,337.5	1,186,996.9	4,824.0	73,196.5	78,020.5
		アカマツ	797,882.3	1,254.1	9,731.1	10,985.2	209,359.7	369.4	3,020.4	3,389.8	430,013.9	689.1	6,464.1	7,153.2
		広葉樹	474,131.2	0.0	6,451.7	6,451.7	127,268.0	0.0	2,104.7	2,104.7	259,206.5	0.0	4,352.2	4,352.2
	旧徳地町	スギ	778,437.2	2,445.9	53,254.7	55,700.5	250,397.6	1,197.0	17,065.2	18,262.2	451,433.0	1,842.8	28,141.8	29,984.6
		ヒノキ	996,282.7	5,657.4	50,068.4	55,725.7	325,520.2	1,653.3	14,862.7	16,516.0	596,811.4	3,317.4	25,455.5	28,772.9
		アカマツ	326,480.8	513.3	8,318.7	8,832.0	70,686.3	42.2	1,499.5	1,541.8	151,788.7	354.9	5,005.7	5,360.5
		広葉樹	532,247.0	0.0	10,647.8	10,647.8	114,935.0	0.0	2,568.6	2,568.6	249,239.9	0.0	5,176.8	5,176.8
	その他	スギ	551,509.4	362.4	18,190.7	18,553.1	110,114.3	78.1	2,442.6	2,520.8	247,647.7	190.2	6,296.1	6,486.2
		ヒノキ	1,076,322.5	4,527.6	63,605.6	68,133.2	241,573.0	965.6	20,546.8	21,512.4	565,361.4	2,369.7	35,771.8	38,141.4
		アカマツ	123,695.4	140.5	4,100.9	4,241.4	30,928.1	17.9	2,861.2	2,879.1	68,597.8	48.8	3,068.9	3,117.7
		広葉樹	891,248.2	0.0	30,692.3	30,692.3	161,896.0	0.0	6,476.9	6,476.9	378,232.8	0.0	14,930.3	14,930.3

図表 付-15 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(15年目)

区分	地区	樹種	16年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	79,237.0	158.0	416.4	574.4	29,178.4	92.5	303.9	396.4	40,920.2	112.3	303.9	416.2
		ヒノキ	311,729.9	1,105.0	16,142.6	17,247.5	140,698.3	1,045.1	11,341.7	12,386.8	197,315.3	1,054.0	11,341.7	12,395.7
		アカマツ	199,328.7	62.3	2,198.1	2,260.4	57,096.8	21.7	1,996.4	2,018.1	102,351.5	21.7	2,010.9	2,032.6
		広葉樹	97,116.8	0.0	567.8	567.8	29,747.8	0.0	551.6	551.6	46,417.6	0.0	566.7	566.7
	旧徳地町	スギ	87,652.6	162.1	21,967.5	22,129.6	46,575.5	55.7	12,716.8	12,772.6	58,587.0	91.8	14,280.7	14,372.6
		ヒノキ	67,751.9	121.4	13,016.1	13,137.5	37,719.9	66.8	8,656.7	8,723.6	46,183.0	67.9	8,656.7	8,724.6
		アカマツ	102,154.7	27.4	2,583.8	2,611.2	40,719.6	4.0	1,460.5	1,464.5	57,694.7	9.5	1,984.7	1,994.2
		広葉樹	136,096.2	0.0	920.1	920.1	36,669.4	0.0	448.2	448.2	56,985.5	0.0	489.8	489.8
	その他	スギ	53,644.0	97.4	1,194.2	1,291.6	11,905.6	28.2	0.0	28.2	21,360.6	40.2	0.0	40.2
		ヒノキ	71,720.8	724.2	1,294.1	2,018.4	17,586.2	34.9	0.0	34.9	26,686.8	90.1	0.0	90.1
		アカマツ	59,206.6	5.8	7.6	13.5	11,998.2	0.0	0.0	0.0	20,900.8	0.0	0.0	0.0
		広葉樹	178,675.8	0.0	974.4	974.4	40,110.0	0.0	34.7	34.7	69,998.4	0.0	108.8	108.8
その他民有林	旧阿東町	スギ	589,872.6	1,444.7	25,141.9	26,586.6	218,451.3	681.9	8,581.6	9,263.5	368,019.5	945.6	17,464.8	18,410.4
		ヒノキ	1,762,012.5	11,293.2	153,699.8	164,993.0	634,795.7	4,196.7	73,858.1	78,054.8	1,104,878.2	6,193.3	103,357.0	109,550.3
		アカマツ	819,383.3	2,763.9	25,905.2	28,669.1	213,869.6	981.2	6,707.3	7,688.5	440,505.8	1,921.4	13,658.4	15,579.8
		広葉樹	480,462.6	0.0	12,349.2	12,349.2	127,197.9	0.0	4,367.1	4,367.1	262,172.6	0.0	6,604.4	6,604.4
	旧徳地町	スギ	793,363.8	2,085.6	34,883.6	36,969.2	252,092.1	604.3	11,297.1	11,901.4	457,805.7	1,216.9	18,872.0	20,088.8
		ヒノキ	949,902.2	6,310.2	67,539.4	73,849.7	313,632.0	1,558.4	18,476.3	20,034.6	576,918.8	3,252.1	32,396.2	35,648.3
		アカマツ	340,806.3	119.5	8,159.0	8,278.5	73,762.2	9.0	1,611.3	1,620.3	158,895.0	106.4	2,829.0	2,935.4
		広葉樹	549,937.8	0.0	8,693.9	8,693.9	118,718.0	0.0	1,581.5	1,581.5	257,381.7	0.0	3,847.7	3,847.7
	その他	スギ	567,597.3	906.6	20,884.9	21,791.5	114,684.1	130.4	2,092.8	2,223.2	254,158.4	412.4	8,404.3	8,816.7
		ヒノキ	1,053,450.6	5,113.2	45,616.5	50,729.7	228,303.9	1,649.6	17,319.4	18,968.9	547,527.2	2,836.6	28,893.3	31,729.8
		アカマツ	128,436.6	155.1	3,485.6	3,640.7	31,368.5	65.0	1,619.2	1,684.2	71,083.7	67.0	1,992.2	2,059.2
		広葉樹	914,177.8	0.0	19,840.5	19,840.5	164,571.7	0.0	4,934.6	4,934.6	384,948.4	0.0	10,879.3	10,879.3

図表 付-16 各樹種の今後20年間の伐採可能量集計表(16年目)

区分	地区	樹種	17年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	79,558.3	4,130.0	2,542.5	6,672.4	28,915.2	1,386.4	1,229.8	2,616.3	39,868.7	2,194.9	2,542.5	4,737.4
		ヒノキ	310,385.9	673.9	11,408.6	12,082.5	138,331.5	540.7	6,286.5	6,827.3	191,850.7	543.3	11,408.6	11,951.9
		アカマツ	211,085.4	37.5	1,692.3	1,729.8	60,533.5	19.5	538.3	557.9	107,763.2	21.3	1,692.3	1,713.6
		広葉樹	100,750.7	0.0	47.1	47.1	30,772.1	0.0	9.5	9.5	48,137.6	0.0	47.1	47.1
	旧徳地町	スギ	85,924.0	3,219.8	6,096.7	9,316.4	45,050.5	1,395.7	3,761.2	5,156.9	57,644.8	1,872.7	3,761.2	5,633.9
		ヒノキ	63,743.5	433.8	7,180.6	7,614.4	36,140.7	144.8	2,980.8	3,125.6	45,000.5	282.6	2,980.8	3,263.4
		アカマツ	109,525.6	36.1	250.8	286.9	43,423.6	1.2	249.5	250.7	61,749.9	1.8	249.5	251.4
		広葉樹	138,310.1	0.0	4,034.0	4,034.0	38,084.7	0.0	150.3	150.3	59,338.7	0.0	150.3	150.3
	その他	スギ	56,142.5	2,738.9	876.2	3,615.1	12,440.0	398.2	0.0	398.2	22,293.1	719.5	0.0	719.5
		ヒノキ	70,922.3	474.2	2,655.2	3,129.4	17,918.7	179.0	0.0	179.0	27,314.6	218.7	0.0	218.7
		アカマツ	62,732.3	0.0	107.9	107.9	12,722.6	0.0	0.0	0.0	22,108.5	0.0	0.0	0.0
		広葉樹	186,572.4	0.0	69.2	69.2	41,708.0	0.0	0.0	0.0	72,923.7	0.0	0.0	0.0
その他民有林	旧阿東町	スギ	586,950.0	16,616.1	19,857.7	36,473.8	217,889.5	4,448.6	6,217.4	10,666.0	366,311.4	9,052.9	11,525.5	20,578.4
		ヒノキ	1,698,920.5	8,669.0	97,954.4	106,623.4	620,080.6	2,925.6	26,990.4	29,916.0	1,080,522.7	6,187.9	45,308.3	51,496.2
		アカマツ	858,181.3	1,436.3	10,143.3	11,579.6	222,646.4	936.0	2,527.7	3,463.7	461,229.5	1,186.5	4,250.9	5,437.4
		広葉樹	491,897.0	0.0	5,539.8	5,539.8	129,348.0	0.0	1,824.4	1,824.4	268,107.5	0.0	2,794.0	2,794.0
	旧徳地町	スギ	786,616.1	24,937.7	36,830.4	61,768.1	250,018.1	5,848.4	10,595.6	16,444.0	451,660.7	11,927.3	22,307.6	34,235.0
		ヒノキ	936,936.8	3,640.1	37,551.8	41,191.9	310,597.4	1,108.0	10,238.6	11,346.5	568,993.6	2,543.8	21,632.4	24,176.2
		アカマツ	360,621.5	94.5	2,783.1	2,877.7	78,095.3	46.8	333.9	380.7	168,285.4	81.8	597.7	679.5
		広葉樹	568,669.2	0.0	5,309.3	5,309.3	122,709.7	0.0	986.7	986.7	265,872.7	0.0	2,503.6	2,503.6
	その他	スギ	567,124.1	20,716.9	19,514.0	40,231.0	112,301.5	3,627.3	5,871.0	9,498.3	253,160.5	7,969.9	9,095.6	17,065.5
		ヒノキ	1,011,965.3	4,877.8	65,089.6	69,967.4	224,807.3	1,048.7	8,197.3	9,246.0	532,595.4	2,787.7	26,227.1	29,014.8
		アカマツ	134,908.8	47.1	1,896.1	1,943.2	33,361.6	9.1	137.8	146.9	74,664.1	24.7	959.3	984.1
		広葉樹	940,800.0	0.0	11,882.4	11,882.4	170,298.5	0.0	1,139.7	1,139.7	396,977.2	0.0	3,877.5	3,877.5

図表 付- 17 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (17 年目)

区分	地区	樹種	18年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	83,072.1	214.1	4,603.0	4,817.1	31,464.8	62.3	193.8	256.1	43,943.0	117.8	193.8	311.7
		ヒノキ	313,517.9	1,211.2	6,907.9	8,119.1	140,673.6	13.7	2,301.4	2,315.1	196,241.3	26.2	2,301.4	2,327.6
		アカマツ	223,864.1	115.1	608.6	723.7	64,490.5	20.5	21.2	41.7	114,841.6	42.6	21.2	63.8
		広葉樹	104,195.5	0.0	131.0	131.0	31,772.7	0.0	0.0	0.0	49,845.7	0.0	0.0	0.0
	旧徳地町	スギ	90,978.0	416.9	3,348.0	3,764.9	48,428.6	100.1	651.3	751.4	60,386.7	139.5	2,523.9	2,663.3
		ヒノキ	63,033.0	34.7	4,666.9	4,701.6	34,733.7	10.6	3,091.4	3,102.1	43,901.3	19.9	3,376.7	3,396.6
		アカマツ	116,702.3	129.1	353.3	482.5	46,011.3	16.4	353.3	369.7	65,685.1	20.6	353.3	373.9
		広葉樹	144,301.9	0.0	188.0	188.0	39,530.9	0.0	88.9	88.9	61,601.7	0.0	174.3	174.3
	その他	スギ	62,681.6	467.0	74.8	541.8	13,358.1	65.8	74.8	140.6	24,005.4	101.8	74.8	176.6
		ヒノキ	70,420.3	217.0	2,721.0	2,938.0	18,444.1	3.8	0.0	3.8	28,191.6	3.9	0.0	3.9
		アカマツ	66,222.0	100.4	44.8	145.2	13,386.9	60.1	0.0	60.1	23,256.1	60.1	0.0	60.1
		広葉樹	193,357.5	0.0	1,082.2	1,082.2	42,629.5	0.0	662.8	662.8	75,154.6	0.0	689.2	689.2
その他民有林	旧阿東町	スギ	593,481.5	1,595.5	30,148.9	31,744.4	219,112.1	533.4	9,603.9	10,137.3	371,405.9	869.6	15,406.9	16,276.5
		ヒノキ	1,629,565.0	5,872.1	107,359.0	113,231.1	605,720.8	2,111.9	27,597.9	29,709.8	1,045,776.0	3,627.4	58,575.8	62,203.2
		アカマツ	898,754.0	1,254.7	8,577.5	9,832.2	232,019.4	407.4	2,434.2	2,841.6	482,223.7	765.4	4,377.0	5,142.4
		広葉樹	502,948.3	0.0	5,775.2	5,775.2	131,798.1	0.0	1,497.4	1,497.4	273,348.9	0.0	3,419.1	3,419.1
	旧徳地町	スギ	804,935.3	2,815.0	42,308.4	45,123.4	256,718.8	690.3	8,928.4	9,618.7	466,511.9	1,373.5	15,867.7	17,241.2
		ヒノキ	914,014.4	3,250.2	49,238.2	52,488.4	309,220.2	1,035.3	8,996.7	10,032.0	568,826.4	2,027.6	15,091.8	17,119.4
		アカマツ	379,022.9	90.8	4,224.0	4,314.8	82,203.5	19.6	585.1	604.8	177,304.1	44.4	1,006.4	1,050.8
		広葉樹	586,963.7	0.0	5,315.2	5,315.2	125,702.5	0.0	1,923.1	1,923.1	273,950.8	0.0	2,736.0	2,736.0
	その他	スギ	592,075.0	1,488.0	20,051.7	21,539.6	112,063.8	315.8	8,185.5	8,501.3	257,983.5	751.3	13,086.7	13,838.0
		ヒノキ	989,928.7	4,600.7	46,372.9	50,973.6	210,491.8	1,252.5	18,899.2	20,151.7	519,111.1	2,650.7	25,149.0	27,799.7
		アカマツ	142,408.3	1.1	932.5	933.6	35,154.0	0.3	348.4	348.7	78,796.1	0.4	441.2	441.6
		広葉樹	970,699.7	0.0	8,476.7	8,476.7	175,614.1	0.0	1,503.6	1,503.6	408,691.8	0.0	4,091.8	4,091.8

図表 付- 18 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (18 年目)

区分	地区	樹種	19年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	85,097.6	127.8	5,027.1	5,154.9	31,941.9	36.3	1,943.5	1,979.8	45,767.9	48.3	1,943.5	1,991.8
		ヒノキ	315,176.5	1,188.3	8,612.5	9,800.8	140,127.6	319.3	4,922.8	5,242.0	195,374.8	990.9	6,643.6	7,634.6
		アカマツ	236,968.9	1.1	392.0	393.1	68,260.1	0.0	227.4	227.4	121,751.7	0.9	227.4	228.3
		広葉樹	107,397.4	0.0	271.3	271.3	32,627.4	0.0	121.6	121.6	51,401.6	0.0	121.6	121.6
	旧徳地町	スギ	93,755.8	535.0	5,010.3	5,545.3	51,759.9	428.8	147.7	576.4	64,729.0	441.4	361.6	803.0
		ヒノキ	64,054.5	496.3	2,681.0	3,177.3	35,627.1	413.5	463.5	877.0	45,375.8	420.0	501.9	921.9
		アカマツ	123,905.4	200.4	255.5	455.9	48,767.7	0.0	203.2	203.2	69,740.7	0.0	255.5	255.5
		広葉樹	149,719.3	0.0	587.9	587.9	40,563.7	0.0	458.9	458.9	63,427.5	0.0	540.2	540.2
	その他	スギ	68,635.8	393.3	197.5	590.8	14,258.8	79.7	0.0	79.7	25,586.2	91.8	57.4	149.2
		ヒノキ	61,993.2	653.3	10,246.6	10,899.9	17,228.8	181.5	1,566.7	1,748.2	22,959.1	181.7	5,943.2	6,124.8
		アカマツ	66,067.9	89.8	3,697.6	3,787.5	12,290.5	1.2	1,818.4	1,819.6	20,910.8	11.5	3,540.3	3,551.8
		広葉樹	199,984.4	0.0	1,104.9	1,104.9	44,079.4	0.0	120.7	120.7	77,173.5	0.0	849.3	849.3
その他 民有林	旧阿東町	スギ	605,199.3	1,771.9	20,557.1	22,329.0	221,689.3	712.9	6,903.3	7,616.1	375,381.3	1,137.2	13,938.0	15,075.3
		ヒノキ	1,531,520.4	7,133.7	134,683.1	141,816.8	569,349.2	2,678.2	49,016.2	51,694.5	986,526.7	5,281.0	81,229.1	86,510.1
		アカマツ	942,798.2	824.6	5,566.3	6,390.9	241,930.2	212.6	2,093.3	2,305.9	503,597.2	708.0	4,065.7	4,773.7
		広葉樹	516,156.1	0.0	3,327.3	3,327.3	134,540.1	0.0	1,137.3	1,137.3	279,763.7	0.0	2,092.8	2,092.8
	旧徳地町	スギ	817,584.7	2,220.7	43,390.1	45,610.8	253,989.3	558.7	17,312.6	17,871.3	464,111.3	1,263.7	30,800.1	32,063.8
		ヒノキ	858,121.6	3,572.9	82,339.3	85,912.2	275,951.6	909.2	41,215.7	42,124.9	522,838.9	2,263.3	61,036.3	63,299.7
		アカマツ	397,424.0	183.8	4,171.6	4,355.4	85,169.6	24.5	1,726.9	1,751.4	184,591.6	130.9	2,659.1	2,790.0
		広葉樹	605,448.9	0.0	4,818.9	4,818.9	129,129.5	0.0	1,457.1	1,457.1	281,643.1	0.0	2,999.2	2,999.2
	その他	スギ	606,603.2	1,639.8	24,977.7	26,617.5	114,192.8	271.5	4,989.1	5,260.6	257,569.2	798.1	16,338.6	17,136.7
		ヒノキ	957,232.0	4,805.1	56,670.1	61,475.3	205,825.6	1,138.2	9,237.5	10,375.7	499,148.8	2,400.4	31,761.2	34,161.6
		アカマツ	148,040.5	23.5	2,787.7	2,811.2	36,216.9	16.5	1,065.6	1,082.0	81,521.8	18.8	1,833.9	1,852.7
		広葉樹	994,674.9	0.0	13,832.3	13,832.3	180,708.7	0.0	1,621.3	1,621.3	419,679.1	0.0	4,536.0	4,536.0

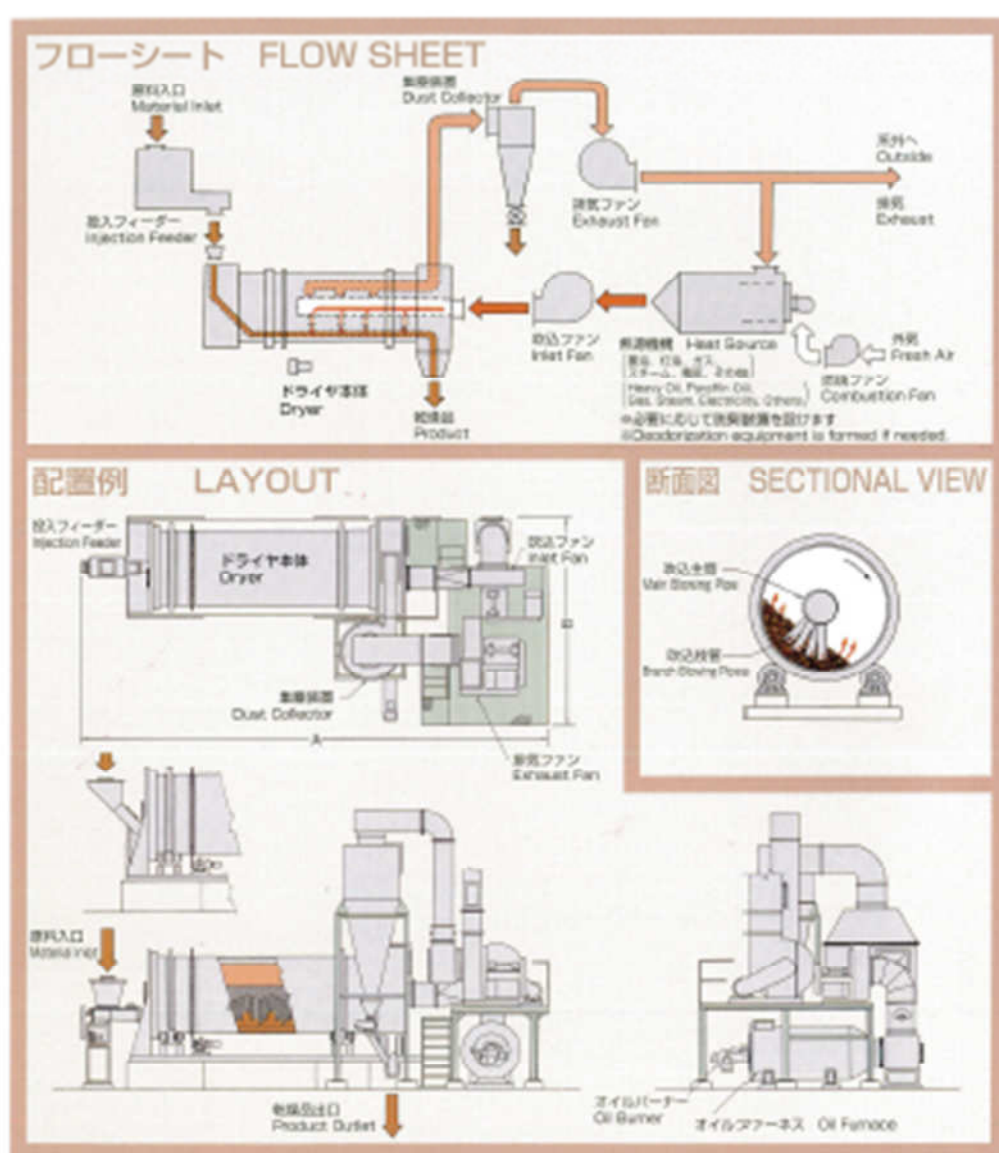
図表 付- 19 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (19 年目)

区分	地区	樹種	20年目											
			全体				林道から30m				林道から150m			
			材積	伐材積			材積	伐材積			材積	伐材積		
				間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計		間伐	主伐	合計
市有林	旧阿東町	スギ	86,364.0	92.6	5,849.3	5,941.9	33,845.2	28.9	542.1	570.9	48,993.5	57.1	542.1	599.1
		ヒノキ	313,821.7	1,100.4	12,270.4	13,370.8	139,781.4	500.2	4,723.5	5,223.8	197,062.8	655.6	4,723.5	5,379.1
		アカマツ	250,117.8	107.5	245.8	353.2	72,242.1	17.5	0.0	17.5	128,865.5	26.9	0.0	26.9
		広葉樹	110,502.3	0.0	338.3	338.3	33,570.8	0.0	25.6	25.6	53,036.6	0.0	25.6	25.6
	旧徳地町	スギ	92,963.3	341.1	9,065.7	9,406.8	46,601.5	204.3	9,063.9	9,268.2	60,790.8	257.4	9,063.9	9,321.3
		ヒノキ	55,445.7	167.9	13,057.0	13,224.9	24,476.9	100.3	13,014.8	13,115.1	34,839.7	144.5	13,014.8	13,159.3
		アカマツ	131,040.3	105.9	416.9	522.8	51,329.5	18.2	382.0	400.1	73,651.4	18.2	385.0	403.1
		広葉樹	154,247.2	0.0	1,249.8	1,249.8	41,108.5	0.0	910.6	910.6	64,688.5	0.0	1,048.0	1,048.0
	その他	スギ	71,807.5	261.8	3,250.0	3,511.8	15,135.3	0.1	159.0	159.0	24,600.5	30.4	2,737.1	2,767.5
		ヒノキ	60,591.3	110.2	3,788.4	3,898.6	17,741.2	2.9	39.0	41.9	23,027.1	3.9	805.6	809.5
		アカマツ	69,248.8	219.0	272.1	491.1	12,906.6	126.8	0.0	126.8	21,992.6	163.1	0.0	163.1
		広葉樹	205,183.0	0.0	2,459.0	2,459.0	45,499.2	0.0	116.5	116.5	79,697.7	0.0	311.9	311.9
その他 民有林	旧阿東町	スギ	616,102.1	1,331.1	22,124.8	23,456.0	223,072.8	471.6	8,416.1	8,887.7	381,860.9	827.8	11,943.7	12,771.6
		ヒノキ	1,450,566.8	5,693.0	119,679.2	125,372.3	540,977.2	2,084.9	41,638.1	43,723.1	944,850.8	3,387.9	65,804.6	69,192.5
		アカマツ	985,162.8	470.1	7,615.2	8,085.3	250,806.1	191.7	3,156.1	3,347.8	524,723.4	257.7	4,770.5	5,028.1
		広葉樹	529,220.9	0.0	3,309.5	3,309.5	136,612.3	0.0	1,787.8	1,787.8	285,826.2	0.0	2,374.8	2,374.8
	旧徳地町	スギ	863,211.5	2,184.0	10,891.2	13,075.3	263,566.7	638.4	5,040.7	5,679.1	485,613.9	1,102.5	7,354.0	8,456.5
		ヒノキ	844,051.2	4,450.7	40,311.7	44,762.3	272,946.4	1,875.0	9,967.0	11,842.0	522,601.5	3,073.0	14,629.7	17,702.7
		アカマツ	417,467.7	278.9	2,468.8	2,747.6	88,806.7	49.0	1,048.7	1,097.8	192,777.8	228.9	1,681.9	1,910.8
		広葉樹	626,347.0	0.0	2,299.2	2,299.2	133,393.0	0.0	619.9	619.9	291,133.0	0.0	1,187.7	1,187.7
	その他	スギ	615,816.5	1,093.1	31,595.9	32,689.0	113,076.1	214.4	8,403.9	8,618.3	262,485.8	482.1	11,658.2	12,140.3
		ヒノキ	926,869.4	3,286.6	56,531.9	59,818.5	195,386.8	806.6	15,446.3	16,252.8	482,092.7	1,343.6	30,146.5	31,490.1
		アカマツ	155,393.8	192.6	925.9	1,118.4	38,156.8	61.0	154.2	215.2	85,432.5	155.7	530.4	686.0
		広葉樹	219,746.9	0.0	14,526.7	14,526.7	185,392.1	0.0	2,020.2	2,020.2	430,513.7	0.0	4,685.0	4,685.0

図表 付- 20 各樹種の今後 20 年間の伐採可能量集計表 (20 年目)

5.2 乾燥チップの提案

乾燥チップは、生チップを機械的(図表 付-21)に乾燥させ水分を 30%以下にしたチップのことを言う。乾燥機については、いくつかのメーカーがあるが、弊社も協力した製品でコンテナに納めたコンパクトなものがある(定価 3 千万円)。製造能力は約 500t/年(8H/日×250 日/年)で、コンテナに納めるためコンパクトな乾燥用温風機(灯油を使用)を採用している。灯油の使用量は、7.2L/h×8h/日×250 日/年=14.4kL/年で(実機でのテスト結果)、生チップやペレットに比べ利点が多くあるが、まだ実績は無い。乾燥チップ導入のメリットとしては、①乾燥チップボイラー導入によるインシタルコスト低減(生チップボイラーと比較)、②市の木質バイオマス導入計画の推進、③森林資源の更なる活用・林業の拡大、④地域の雇用拡大、⑤環境改善(CO2 削減)が考えられる。



図表 付- 21 乾燥機の概要

5.2.1 利点

乾燥チップの主な利点を図表 付-22 にまとめた。

図表 付- 22 主な利点

	長 所
1)	乾燥機はコンテナに納めて納入する
2)	短時間(1kg/7 分)で乾燥できる
3)	導入設備費が安い
4)	チップの付加価値を高める 低発熱量が 1.6 倍になる お客様の設備導入費が大幅に下がる 負荷変動に追従出来る
5)	小さな雇用が生まれる
	短 所
1)	乾燥用熱源に灯油を使用している

5.2.2 木質バイオマスの比較

乾燥チップはペレットに比べ設備導入コストも安く製造も簡単である。また生チップに比較し燃料単価は高いがユーザーでの利用価値も高い等の利点も多く(図表 付-23)、導入する事を勧める。

図表 付- 23 木質バイオマスの比較

	熱量	水分	単価	灯油換算	評価
単位	Mj/kg	%	円/kg	円/Mj	
乾燥チップ	11.0	27	30	2.73	スイッチONでOK 灰の清掃が必要
生チップ	7.3	45	11	1.51	規格外チップが混入し トラブルが発生の可能有り 灰の清掃が必要
ペレット	16.0	7	45	2.81	スイッチONでOK 灰の清掃が必要
灯油	43.5	0.5	65	1.49	スイッチONでOK

5.3 灰の有効利用

木質バイオマスボイラーが普及することで、副産物である「燃焼灰」も増加することとなり、処分に係る費用やスペースの問題も懸念されることが予測される。

そこで、木質バイオマス熱利用施設から発生する灰の有効利用についても、実態把握を実施し、有効活用について検討した。

5.3.1 燃焼灰発生に関する現状把握

(1) 市内の木質バイオマスを燃料とした熱利用施設の状況

平成 25 年度の県の調査によれば、山口市内においては、下表の通り 6 つの公共施設で木質バイオマスを燃料としたボイラーまたは吸収式冷温水器を利用している。

図表 付- 24 市内木質バイオマス燃料利用施設の状況（平成 25 年度調査時）

施設名	山口県十種ヶ峰青少年自然の家	山口県林業技術指導センター	徳佐小学校	山口きらら博記念公園水泳プール	山口市役所阿知須総合支所	山口市立阿東図書館
施設区分	学校・教育施設 (自然体験活動を中心とした教育的体験的プログラムを提供する社会教育施設)	その他 (林業関係研究・研修施設)	学校・教育施設 (小学校)	プール・運動施設 (屋内温水プール)		学校・教育施設 (図書館)
導入目的	CO2排出削減、資源活用、その他	普及啓発、CO2排出削減、資源活用	CO2排出削減	CO2排出削減、資源活用	CO2排出削減、資源活用	CO2排出削減、資源活用
ボイラー利用用途	暖房、給湯	冷暖房	暖房(床暖房)	暖房、給湯、プール水加温	冷暖房	冷暖房
木質バイオマス設備1 種類	ペレットボイラー	ペレットボイラー	木質チップボイラー	ペレットボイラー	ペレット炊き吸収冷温水機	ペレット炊き吸収冷温水機
木質バイオマス設備1 出力(kW)	150	150	30	150	冷暖房:105 暖房:83.4	冷暖房:105 暖房:83.4
木質バイオマス設備1 出力(kcal/h)	129,000	129,000				
木質バイオマス設備1 台数(台)	2	1	1	1	1	1
木質バイオマス設備1 製造メーカー	スイス シュミット社	スイス シュミット社	スイス シュミット社	KOB社	矢崎エナジーシステム	矢崎エナジーシステム
木質バイオマス設備1 機種名	UTSL-150T	UTSL-150T	UTSL-30T	PYROT150	CH-KP30PS	CH-KP30PS
バックアップ 有無		有り	無	無	有り	無
木質燃料1 年間使用量(m3・t/年) 近年の実績	H23年度 14.4t/年 H24年度 25.2t/年	H23年度 21.1t/年 H24年度 12.6t/年	H23年度 6.5t/年 H24年度 1.8t/年	H23年度 43.2t/年 H24年度 23.4t/年	H23年度 13.8t/年 H24年度 12t/年	H24年度 2.4t/年
木質燃料1 燃料単価(円/m3・t)						
化石燃料等1 種類		A重油			灯油	
化石燃料等1 年間使用量(L・m3/年)		400L/年			1,851.6L/年	
化石燃料等1 燃料単価(円/m3・L)		105円/L			99～111円/L (山口市単価契約による)	
データの年度	平成20年度実績	平成24年度実績			平成24年度	
稼働開始年月		2005年4月	2009年12月	2011年5月	2010年1月	2013年2月
年間稼働日数(日/年)		130 (平成24年度実績)		102		81
休みの日程		土日祝日		月曜日、12月29日～1月31日		
稼働時間 平均(時間/日)		7～8時間/日			7	6
稼働時間 詳細		8時～15時30分頃				
灰 発生量		70.59kg/年	不明	0.4m ³ /年	1～2ドラム缶/年	
灰 回収頻度	2回/年	5回/年		1～2回/年	1～2回	稼働後未だ回収していない
灰 処理方法		今のところ計測して溜めています。	ゴミ	山口県森林組合連合会引き取り	あわせ産廃として、一般廃棄物とあわせて処理	燃えないゴミとして処理
灰 販売価格						
よかった点		・CO2削減効果がある ・地域産業の活性化に少しでも貢献している。 ・ペレットボイラーを切っても、しばらくは冷房・暖房が効く。	床暖房用に利用しているが、ほんのり暖かく心地よい。 ボイラー周辺に匂いがしない。	・灯油使用量を抑制できる ・県の森林資源を有効活用できる		燃費が良く灰が少ない

県森連へのヒアリング調査によれば、今年(平成 28 年)度、阿東総合支所と秋穂総合支所の 2 ヶ所へもバイオマス燃焼設備が導入され、11 月より運用が開始されたとのことであった。

燃料の供給は、全施設とも県森連から供給されており、そのほとんどがペレットを燃料としている。(徳佐小学校のみ「チップ」との回答となっている)。

灰の発生量について、きらら博記念公園プールが年間で 200kg 程度（県森連ヒアリングによる）、その他の施設では、アンケート回答より、年間 50kg～100kg 程度となっている。

さらに、灰の処分に関する県森連へのヒアリングでは、きらら記念公園プールについては、県森連が無償回収を実施しているとの回答であった。その他の施設については、県の調査結果では廃棄物やごみとしての処理（一部使途不明もあるが）となっている。

(2) 県森連での灰の回収状況及び活用状況（ヒアリング調査結果）

県森連では、山口市以外の施設へもペレットを中心として、木質バイオマス燃料を供給しており、県全域での灰の収集状況と活用状況をヒアリングした。結果は以下の通り。

① 県内からの灰の回収現況

山口市内ではきらら博記念プール 1 ヶ所から 200kg/年を、山口市以外からは 2 か所から回収をしており、きらら博記念プール含めて回収量は 700kg/年となっている。

② 現状活用状況

今後の利用拡大について現状、特殊肥料としての登録はしているが、有償での販売は出来ていない。

県森連の顧客の中に「農場」があるので、そこに無償提供し、肥料・土壌改良材として使ってもらっている。

③ 今後の利用拡大について

セメント等の骨材としての利用も考えられるが、量がそれほど多くないこと、セメントへの活用事業を既に実施している事業者が居る（活用事例でも紹介している）ことから、県森連が事業として取り組む意思はないとのことであった。

5.3.2 木質燃焼灰有効利用の可能性調査

(1) 木質燃焼灰の活用事例

① 国内の活用事例

国内における木質燃焼灰の活用事例を下表に示す。

図表 付- 25 国内における活用事例

利用方法	利用例
土壌改良剤、肥料	木灰は化学肥料では補充することが困難な微量元素を含んでいるため、堆肥と混ぜて使用することによって地力を維持する効果が得られる。
コンクリートの骨材利用	木質材由来のボイラから排出される「ばいじん」と「クリンカー」の2種類の灰を混合造粒方式又は成型粉碎方式にて、路盤材用骨材(下層路盤材)として再資源化し、利用している。路盤材用骨材として、製品品質(RC40規格)もクリアしている。
融雪促進剤	降雪地帯で農地に灰や炭等の黒色の粉状物を雪上に散布することで、太陽熱を集めて雪を溶かす方法が一般に用いられている。大規模な農地への散布としては、肥料、土壌改良資材と組合せることによる散布が効率的である。
山菜(食材)の灰汁抜き	チップ原料となる木材が化学的に未処理のものであれば、チップボイラーから発生する灰は安全なものといえる。そのため山菜の灰汁抜き等の山菜加工に利用することも可能である。(灰の重金属の溶出分析試験を実施し安全性を確認することが必須)。ただし、外材や建設廃材等が入ると品質保証が出来ないため利用出来ない。
蒟蒻(こんにやく)の凝固剤	蒟蒻を製造する際に燻すために利用する桜、くぬぎ、ならの木等の焼却灰を、蒟蒻の凝固剤として有効利用する。現在では安価な水酸化カルシウム等を凝固剤として利用して大量生産する方法が主流だが、強い石灰臭を伴うことになる。一方で、木灰を凝固剤として利用すると、木灰抽出液はカリウム、ナトリウムを多く含むため、石灰臭が軽減され、良質な製品が出来る。なお、山菜の灰汁抜きと同様に、原料に外材や建設廃材等が入ると品質保証が出来ないため、凝固材として利用出来ない。
藍染め(媒染剤利用)	藍染めの工法として、現代の藍建法である天然藍(薬品建て)と合成藍の割立てではなく、薬品を全く使用せずに天然藍(すくも)100%+灰汁+石灰+ふすま+加温により絹の藍染めを行っている。
沖縄そば「木灰そば」のかん水として利用	沖縄そばは小麦粉と塩、かん水で作られている。戦前、かん水の代わりに使われていたのが木灰。木灰はガジュマルやデイゴなどの硬い樹木を燃やして作られる。木灰を水に入れてできた上澄み(灰汁)を、かん水の代わりに使われているのが木灰そばとなる。近年では木灰の入手が困難となってきたため、既成のかん水を用いて製造するようになっている。
麴の品質保持	明治以前の時代、木灰を利用した麴の品質保持がなされていた。
囲炉裏・火鉢の灰	生活の場、道具での利用(住環境資材)。広葉樹の木灰利用が多い。
灰干しワカメ、灰ワカメにまぶす灰として利用	新鮮なわかめにシダの葉を焼いた木灰をまぶしては数回、天日乾燥をくり返したもの。真水で灰を洗い落とすと、鮮やかな緑色になる。徳島県独特の加工法(鳴門わかめ)。最近では活性炭を利用した商品が多くなっている。また、木灰原料に建築廃材等の燃焼灰が混入すると食品衛生法第6条(竹林又は木灰を灰化して得られたものを言い、加工(薬剤や化学物質等の添加又は付着等)がなされていない自然木)に違反するため利用できない。
小鹿田焼の釉薬	小鹿田焼の釉薬の原料として、白土、さび石、ワラ灰、木灰、鋭粉などを用いる。小鹿田焼には釉薬を使って、多彩な釉色が出来上がり、地釉(色: 鉛色、成分: 長石・サビ・木灰・ワラ灰、下地用)、青フラシ(色: 薄緑色、成分: 長石・木灰・ワラ灰・銅粉、白化粧した上にかける)、フラシ(色: 無色、成分: 長石・木灰・ワラ灰、下地用)、青地(色: 濃緑色、成分: 長石・木灰・ワラ灰・銅粉、白化粧した上にかける/流しにも利用)、ドウケ(色: 班鉛色、成分: 長石・サビ・木灰、伊羅保風となる)、黄釉(色: 濁黄色、成分: サビ・木灰・ワラ灰、地釉の上にかける)、黒(色: 黒色、成分: 長石・サビ・木灰・ワラ灰、地釉の上にかける)、白釉(色: 白色、成分: 長石・木灰・ワラ灰、地釉の上にかける)がある。常に木灰が利用されており雑木をたいかまどの残灰が用いられている。
台所用洗剤	木灰は石鹼水や中性洗剤等が用いられるようになる以前、米ぬかや粉石けん、クレンザーとともに洗剤として用いられていた。木灰の洗浄効果は使用時の濃度により洗浄力に差が出来、PH10.5以上で高い洗浄効果があることがわかっている。

② 海外での活用事例

海外(オランダ)の事例としては、下表のような研究発表がなされている。

図表 付- 26 海外での活用事例（研究報告文献より）

No	応用	機能	部門
1	標準的なセメントのバインダー代わり	コンポーネント	建築産業 ／土木工事
2	硬質煉瓦生産(セメント)	原料	
3	C-fix	充填剤	
6	低品質コンクリート(製品)	(反応性)充填剤	
7	道路工事材料	接合剤／原料	
8	サンド-ライム・レンガ	充填剤／石灰	
9	インフラ関連作業 (盛り土、充填物)	充填剤原料	
10	地盤改良	接合剤／石灰	
11	(コンクリート製造用の)骨材	原料	
12	燃料	燃焼	エネルギー製品
13	埋もどし	充填剤	鉱業
14	ポリマー	充填剤	製造業
	金属	充填剤	
	蛍光体製品	原料	
	ゼオライト	原料	
	金属回帰	原料	
	鉱物遷移	原料	
20	土壌改良・肥料	製品／原料	農業／林業
21	廃酸の中和	製品	環境技術
22	吸着材料	原料	
23	鉱物処分サイト	原料	

(2) 木質燃焼灰活用の代表事例

① セメント・コンクリート分野での利活用

この分野では古くから石炭燃焼灰の積極的な活用が進められており、近年燃料範囲の拡大(汚泥燃焼灰や木質燃焼灰へ)してきている。身近な例として、神戸市におけるコンクリートブロック品質基準の制定や、山口エコテック(株)の取り組みがある。

図表 付- 27 神戸市のコンクリートブロック品質基準（神戸市 HP より一部抜粋）

下水汚泥溶融スラグ混入ブロック製品の審査基準について					
1. 対象製品について					
表に示す下水汚泥溶融スラグ混入ブロック（以下スラグ混入製品）を対象とする。					
(表)					
	呼び名		記号	寸法	規格
(1)	歩車道境界ブロック	J I S 中	A	15 × 17 × 20 × 60cm	JIS A 5371
	歩車道境界ブロック	J I S 大	B	18 × 20.5 × 25 × 60cm	JIS A 5371
	歩車道境界ブロック	J I S 特大	C	18 × 21 × 30 × 60cm	JIS A 5371
(2)	歩車道境界ブロック	セミフラット型 (Aタイプ)	F A	15 × 17 × 20 × 60cm	
	歩車道境界ブロック	セミフラット型 (Bタイプ)	F B	18 × 20.5 × 25 × 60cm	
(3)	地先境界ブロック	J I S 小	D	12 × 12 × 12 × 60cm	JIS A 5371
(4)	歩車道境界ブロック	中 (神戸市型)	A 2	15.8 × 17 × 12 × 60cm	神戸市型
	歩車道境界ブロック	大 (神戸市型)	B 2	19.3 × 20.5 × 12 × 60cm	神戸市型
	歩車道境界ブロック	乗入用大 (神戸市型)	B 3	19.9 × 20.5 × 10 × 60cm	神戸市型
(5)	歩車道境界ブロック	切下用 (カラー) (神戸市型)	L B	20 × 20.8 × 10 × 60cm	神戸市型
(6)	公園用縁石ブロック	神戸市型	C	10 × 20 × 60cm	神戸市型
(7)	公園用縁石ブロック	切下用 (無色) (神戸市型)	F	20 × 20.8 × 10 × 60cm	神戸市型
(8)	植樹柵用ブロック	神戸市型	I	15 × 15 × 80cm	神戸市型
	植樹柵用ブロック	神戸市型	II	15 × 15 × 60cm	神戸市型
	植樹柵用ブロック	神戸市型	III	15 × 15 × 35cm	神戸市型
2. 使用する溶融スラグについて					
スラグ混入製品に使用する溶融スラグは揖保川浄化センター（兵庫西流域下水汚泥広域処理場）で製造された溶融スラグを使用するものとし、混入量は骨材配合比 10% とする。					



■ 沿革

地域環境問題への国民的関心の高まりの中で、限りある資源・エネルギーの循環的・効率的な利用が、あらゆる場面で強く求められています。

山口県は、平成9年5月に「山口県ごみ処理広域対策協議会」を設置しました。この中で、県下の焼却施設から排出される多量の焼却灰の、広域的な処理が大きな課題として浮かび上がってきました。

このため、平成10年9月に産・学・官による「山口ゼロミッション推進協議会技術検討部会」が設置され、さらに技術検討が深められました。

その後、平成11年、12年度の2か年にわたって、「ごみ焼却灰のセメント原料化」の実証試験が行われ、その安全性と経済性が確認されました。

■ 特徴

山口エコテック株式会社では、県内のごみ焼却施設から排出される焼却灰を、セメント工場の受け入れ基準に適合するように前処理して、再資源化します。ここで前処理された焼却灰は、セメント工場に送られて、汎用性の高い「普通ポルトランドセメント」を製造する原料となります。

その特徴は、次の通りです。

- ① 県下全域のごみ焼却灰を対象とした取り組みは、全国でも初である。
- ② ごみ焼却灰のセメント原料化工程に、全国で初めて脱ダイオキシン処理＋水洗脱塩素処理の工程を採用した。
- ③ 脱水ケーキは、全量、セメントキルンに投入して、1,400℃以上の高温で処理するので、安全性の高い安定的で無害なりサイクルシステムを構築できる。

図表 付- 28 山口エコテック（株）の取り組み（同社 HP より抜粋）

② 農業分野への応用（土壌改良材・肥料）

木質燃焼灰の利活用として最も一般的な取り組みとしては、肥料・土壌改良材（有償・無償両方のケースがある）である。

現代農業（2006年1月号）によれば、

- ・特有の臭いがあるため、害虫の忌避効果がある。
- ・アルカリ性が苦手な病原菌の活動を抑制する。
- ・作物の生育に不可欠なミネラル類すべてを網羅している。（ただし、ごく微量な物も含まれる）
- ・土にまくと、放線菌や納豆菌などのアルカリ性を好む有効菌が増え、ミネラル類を餌に多くの微生物の働きが活発化する。
- ・葉面散布することで、作物そのものについての害虫の忌避効果も期待できる。
- ・窒素を含む化成肥料や堆肥などの有機物と一緒に施用すると、アルカリ作用で窒素がアンモニアで揮散するので注意が必要。
- ・その一方で、有機物の分解を進める作用もあり、有機物の早期利用も可能となる。

とされておりまた、木質燃焼灰が該当する肥料の種類については、肥料取締法第二条2項で「この法律において「特殊肥料」とは、農林水産大臣の指定する米ぬか、たい肥その他の肥料をいい、「普通肥料」とは、特殊肥料以外の肥料をいう。」とされており、「農林水産省告示第

百七十七号 特殊肥料等の指定」の中で、「草木灰(じんかい灰を除く)」と定義されている。

したがって、木質燃焼灰は「特殊肥料」と判断でき、届け出の実施により販売が可能となっていることから、最も一般的な活用方法されている。

下記に幾つかの事例を紹介します。

・高知県における自己活用手引きの制定

高知県においては、県内の木質バイオマス燃焼施設から出る灰を、安全かつ有効に利用するため、「利用の手引き」を制定し利用推進を図っているので、手引きの概要を紹介する。

木質バイオマス燃焼灰の
自ら利用の手引き(概要版)

木質バイオマスボイラーから排出される燃焼灰を自らが有効利用することが可能となりました。有効利用するには、下記のことにご注意してください。

- 1. 利用可能な燃焼灰**
製材由来のものや林地残材からの木材等（塗料や薬剤など有害な化学物質により処理された木材、海中貯木された木材、建築廃材などの解体木材、砂塵付着が多い根株及び履歴不明な木材を除く。）を、「チップ」、「おが粉」、「ペレット」などの燃料用に加工したものを、木質バイオマス専焼ボイラー（焼却炉タイプで燃焼中に外部から物が入られる投入口を有する物を除く。）で燃焼させて生じた灰とします。
- 2. 燃焼灰を自ら利用する方の務め**
燃焼灰を自ら利用する方は、灰を飛散、流出及び地下に浸透させないように保管すること、並びに適正に利用することに細心の注意を払い、地域住民の生活環境の保全に支障のないようにしてください。
- 3. 自らが排出する燃焼灰についての整理と記録**
有効活用が確実で、かつ不要物と判断されないことを証明するために、以下の点について整理し、記録しておきます。様式は任意ですが、手引きに参考様式を掲載しています。また、記録したものは個人又は部会やグループで管理し、必要に応じて提出できるようにしておいてください。

- ・使用燃料について：燃料の種類、購入業者名、製造業者名、原料の樹種や使用部位等（燃焼灰の成分分析データがあれば添付）
 - ・ボイラーについて：型式、メーカー、製品名、型番、購入業者等
 - ・年間燃料使用（予定）量と燃焼灰発生（予定）量
 - ・燃焼灰の保管状況について：保管場所所在地、面積、保管方法等
 - ・利用形態（自ら利用、販売、譲渡）及び利用目的（肥料、その他）と年間利用計画
 - ・利用方法：面積当たりの施用量（草木灰として利用の場合）、年間利用（予定）量

※ 燃焼灰の発生量、利用量、保管量の各実績についても、記録が必要です（様式は任意）。
- 4. 適正な利用**
燃焼灰を炭酸石灰（炭カル）や苦土炭酸石灰等の石灰質資材の代替として使用する場合は、以下の点にご注意してください。

- (1) 土壌pHが栽培作物の適正域より低い場合に施用します。
 - (2) 施用量は、土壌pHや土壌の種類、燃焼灰のアルカリ分によっても異なりますが、必要な炭酸石灰量の80％が目安です。
 - (3) 土壌分析結果を基に施用量を決定し、毎年一定量を機械的に施用しないでください。
 - (4) 加里分（6～14％程度）を含むため、基肥の加里成分を減らすことが可能です。
 - (5) 露地ほ場では、飛散防止のため施用後速やかに耕うんしてください。
 - (6) 土壌pHの測定及び施用量の確認等については、最寄りの農業振興センター又は農業改良普及所にご相談ください。

○詳細は「木質バイオマス燃焼灰の自ら利用の手引き」を参照してください。手引きは、高知県庁ホームページ内木材利用推進課のページからダウンロードできます。
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/031001/bionensyobai-tebiki.html>

図表 付- 29 木質燃焼灰利用の手引き（高知県の事例 出展：高知県 HP）

・木質バイオマス発電所の灰活用事例

株式会社 **コダマ**

[ホーム](#)
[株式会社コダマについて](#)
[健康米の販売](#)
[飛灰・パークの販売](#)
[レシビ・コラム](#)
[お知らせ](#)

飛灰・パークの販売

> 健康米 > 飛灰・パークの販売

飛灰について画像一覧



国内産木材
 バイオマス発電所資材
 MKCバイオマス粉砕100%
 1日生産量50〜80
 原木の種類 杉・ひのき



原料木材



チップ



原料



シビヘルカー



主灰



飛灰



フレコン



ストック倉庫



農薬



山林

MKバイオマス肥料とは

杉と樟のみを蒸焼した木質バイオマス発電の副産物に発生した木質灰のことです。杉と樟100%なので、不純物は含まれていません。この木質灰を有機肥料（特殊肥料）として使用しています。

ドイツでは水力発電が殆どなく、再生可能エネルギーはバイオマス発電が主流であり、そこから発生した木質灰が有機肥料（特殊肥料）として販売・使用されています。

MKバイオマス肥料の使用用途

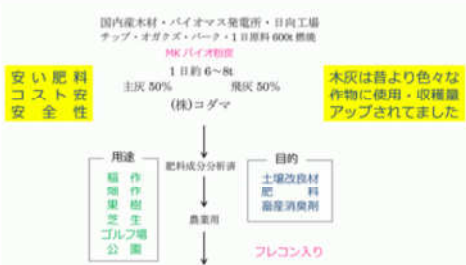
水稲・野菜・果樹・お茶・花卉等の農業用肥料・ゴルフ場・芝生・公園・土壌改良材・畜産消費剤、民有林・村有林・県有林・国有林等の山林への散布等を使用目的とし、パークは畜産用敷材・土壌改良材・除糞材・表土流出防止等で使用されています。

サンプルの提供を致します

現在試験的にこの肥料を使用してくださる方にサンプルを提供（価格の相談）します。
 ※フレコン入り500kgからの提供になります。

日本では成分分析の結果特殊肥料として使用されています。成分分析結果は以下のとおりです。

飛灰販売代理店 フローチャート図



国内産木材・バイオマス発電所・日向工場
チップ・オガクズ・パルク・1日原料600t 焼焼

MKバイオマス

1日約6〜8t

**安い肥料
コスト安
安全性**

主灰 50%
 飛灰 50%
 (株)コダマ

木灰は様々な作物に使用・収穫量アップされました

用途
稲作
果樹
芝生
ゴルフ場
公園

肥料成分分析済
↓
農業用

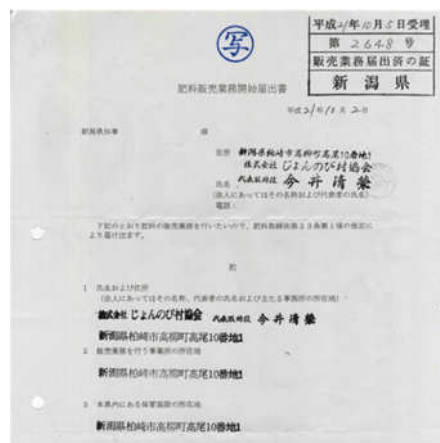
目的
土壌改良材
肥料
畜産消費剤

フレコン入り

図表 付- 30 (株) コダマの取り組み (同社 HP より抜粋)

・燃料(ペレット)供給事業者による灰活用事例(新潟県柏崎市)

燃料(ペレット)供給事業者が、顧客であるボイラー導入先から出る灰を回収し、それを肥料・土壌改良材として販売している。



左:焼却灰の農地散布利用状況、右:肥料販売業務開始届書

③ その他の活用方法

その他の活用事例としては、鹿児島県枕崎水産が、鰹節の生産工程で発生する「広葉樹の燃焼灰」を囲炉裏や火鉢の灰として販売している例がある。



図表 付- 31 木灰販売の事例（囲炉裏本舗 HP より抜粋）

その他研究段階の応用例としては、「木質燃焼灰を原料に製造した水酸アパタイト複合材」や「水質浄化剤」の研究が行われている。

(3) 山口市において有効と思われる活用方法

山口市における灰の有効活用方法としては、木質燃焼灰の発生の状況（推定）や上記事例等を参考に検討すると、下記の方法が最も有効と考えられる。

- ・山口市には、多くの農地が存在しており、肥料・土壌改良材としての需要が見込めることと、現状の木質バイオマス燃焼灰の発生量もそれ程大量ではない点を考慮すると、「肥料・土壌改良材」としての活用が最も有効であると考えられる。
- ・山口市と隣接する萩市においては「萩焼」が有名ですが、木質燃焼灰は焼き物の釉薬としても使用されており、萩焼にも応用が期待される。

5.3.3 木質燃焼灰利用に関する法令等の整理

木質燃焼灰を有効利用する場合、活用分野により適用される法令が異なり、製品によっては品質規格が定められているものもある。代表的な事例としては、セメントへの適用がある。セメントへの適用においては、建築基準法のコンクリートの強度基準の定めや JIS 規格が制定されている。また、食品への応用では食品衛生法の、洗剤への応用では家庭用品品質表示法等の規制を受けることになる。これら考えられる応用分野に関する法規制を全て網羅することは、同一応用分野でもその性状等により適用範囲や対応が変わるため、困難である。

木質バイオマスボイラーの導入利用により発生する燃焼灰だが、木質燃料の原材料が間伐材等ピュアな木材であれば草木灰*と同等と考えられ、キメが細かく品質も整っているため、農業分野等において土壌改良剤や堆肥等に有効活用可能な潜在需要が高いと考えられることから、

本調査においては、農業分野へ応用する場合に関連する法令・条例について概要を述べる。

なお、有害物質の規制について、今回対象とする「燃焼灰」そのものを規制するものではないが、安全性の面で規制値があることを認識するため、関係法令の規制値も記載している。

(1) 対象となる法令とその概要

① 廃棄物処理法（廃棄物の処理および清掃に関する法律）

廃棄物および清掃に関する法律（以降、廃棄物処理法と呼ぶ）では、「廃棄物の排出を抑制し、及び廃棄物の適正な分別、保管、収集、運搬、再生、処分等の処理をし、並びに生活環境を清潔にすることにより、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを」目的に、廃棄物の定義、種類、排出抑制、分別、保管、収集、運搬、再生、処分方法等について規定している。また、「国民は、廃棄物の排出を抑制し、再生品の使用等により廃棄物の再生利用を図り、廃棄物を分別して排出し、その生じた廃棄物をなるべく自ら処分すること等により、廃棄物の減量その他その適正な処理に関し国及び地方公共団体の施策に協力しなければならない」と定めている。

② 木質燃焼灰の位置付け

燃焼灰は、一般的には「廃棄物」とみなされ、「廃棄物処理法」の規制を受けることとなる。

廃棄物処理法では、灰およびその原料である木くずについて、施行令で以下のように記述されている。

第二条 法第二条第四項第一号の政令で定める廃棄物は、次のとおりとする。

二 木くず（建設業に係るもの（工作物の新築、改築又は除去に伴って生じたものに限る。）、木材又は木製品の製造業（家具の製造業を含む。）、パルプ製造業、輸入木材の卸売業及び物品賃貸業に係るもの、貨物の流通のために使用したパレット（パレットへの貨物の積付けのために使用したこん包用の木材を含む。）に係るもの並びにポリ塩化ビフェニルが染み込んだものに限る。）

十二 大気汚染防止法（昭和四十三年法律第九十七号）第二条第二項 に規定するばい煙発生施設、ダイオキシン類対策特別措置法第二条第二項に規定する特定施設（ダイオキシン類（同条第一項 に規定するダイオキシン類をいう。以下同じ。）を発生し、及び大気中に排出するものに限る。）又は次に掲げる廃棄物の焼却施設において発生するばいじんであつて、集じん施設によつて集められたもの

イ 燃え殻（事業活動に伴って生じたものに限る。第二条の四第七号及び第十号、第三条第三号ヲ並びに別表第一を除き、以下同じ。）

ロ 汚泥（事業活動に伴って生じたものに限る。第二条の四第五号ロ（1）、第八号及び第十一号、第三条第二号ホ及び第三号ヘ並びに別表第一を除き、以下同じ。）

ハ 廃油（事業活動に伴って生じたものに限る。第二十四条第二号ハ及び別表第五を除き、以下同じ。）

ニ 廃酸（事業活動に伴って生じたものに限る。第二十四条第二号ハを除き、以下同じ。）

ホ 廃アルカリ（事業活動に伴って生じたものに限る。第二十四条第二号ハを除き、以下同じ。）

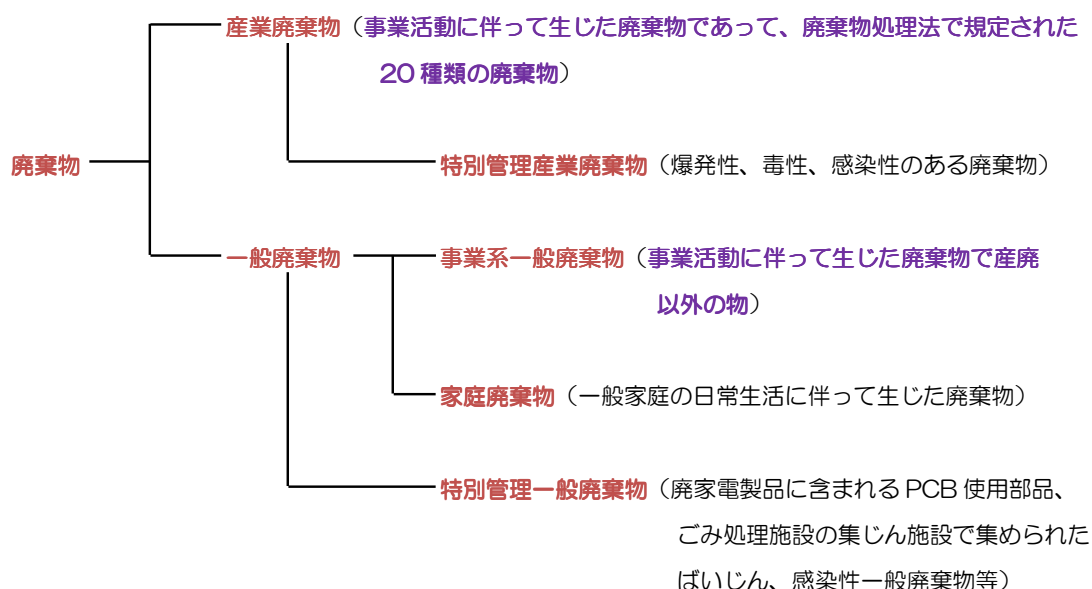
ヘ 廃プラスチック類（事業活動に伴って生じたものに限る。第二条の四第五号ロ（5）を除き、

以下同じ。)

ト 前各号に掲げる廃棄物(第一号から第三号まで及び第五号から第九号までに掲げる廃棄物にあつては、事業活動に伴って生じたものに限る。)

十三 燃え殻、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類、前各号に掲げる廃棄物(第一号から第三号まで、第五号から第九号まで及び前号に掲げる廃棄物にあつては、事業活動に伴って生じたものに限る。)又は法第二条第四項第二号 に掲げる廃棄物を処分するために処理したものであつて、これらの廃棄物に該当しないもの

また、「廃棄物」は以下の分類に分けられている。



図表 付- 32 廃掃法の分類

一般的に廃棄物と定義されている「灰」を有効利用するためには、灰が有価物としての価値を持つと判断されなければならない。これは、下記のような条件を考慮し総合的に判断される。

③ 廃棄物の定義および判断基準

環境省通達「環廃産発第 1303299 号(平成 25 年 3 月 29 日)」によれば、廃棄物の定義および判断基準は次のようになっている。

【廃棄物該当性の判断について】

廃棄物とは、占有者が自ら利用し、又は他人に有償で譲渡することができないために不要となったものをいい、これらに該当するか否かは、その物の性状、排出の状況、通常 of 取扱い形態、取引価値の有無及び占有者の意思等を総合的に勘案して判断すべきものであること。

廃棄物は、不要であるために占有者の自由な処理に任せるとぞんざいに扱われるおそれがあり、生活環境の保全上の支障を生じる可能性を常に有していることから、法による適切な管理下に置くことが必要であること。したがって、再生後に自ら利用又は有償譲渡が予定される

物であっても、再生前においてそれ自体は自ら利用又は有償譲渡がされない物であることから、当該物の再生は廃棄物の処理であり、法の適用があること。

また、本来廃棄物たる物を有価物と称し、法の規制を免れようとする事案が後を絶たないが、このような事案に適切に対処するため、廃棄物の疑いのあるものについては以下のような各種判断要素の基準(ア～オ)に基づいて慎重に検討し、それらを総合的に勘案してその物が有価物と認められるか否かを判断し、有価物と認められない限りは廃棄物として扱うこと。

ア 物の性状

利用用途に要求される品質を満足し、かつ飛散、流出、悪臭の発生等の生活環境の保全上の支障が発生するおそれのないものであること。実際の判断に当たっては、生活環境の保全に係る関連基準(例えば土壌の汚染に係る環境基準等)を満足すること、その性状について JIS 規格等の一般に認められている客観的な基準が存在する場合は、これに適合していること、十分な品質管理がなされていること等の確認が必要であること。

イ 排出の状況

排出が需要に沿った計画的なものであり、排出前や排出時に適切な保管や品質管理がなされていること。

ウ 通常の取扱い形態

製品としての市場が形成されており、廃棄物として処理されている事例が通常は認められないこと。

エ 取引価値の有無

占有者と取引の相手方間で有償譲渡がなされており、なおかつ客観的に見て当該取引に経済的合理性があること。実際の判断に当たっては、名目を問わず処理料金に相当する金品の受領がないこと、当該譲渡価格が競合する製品や運送費等の諸経費を勘案しても双方にとって営利活動として合理的な額であること、当該有償譲渡の相手方以外の者に対する有償譲渡の実績があること等の確認が必要であること。

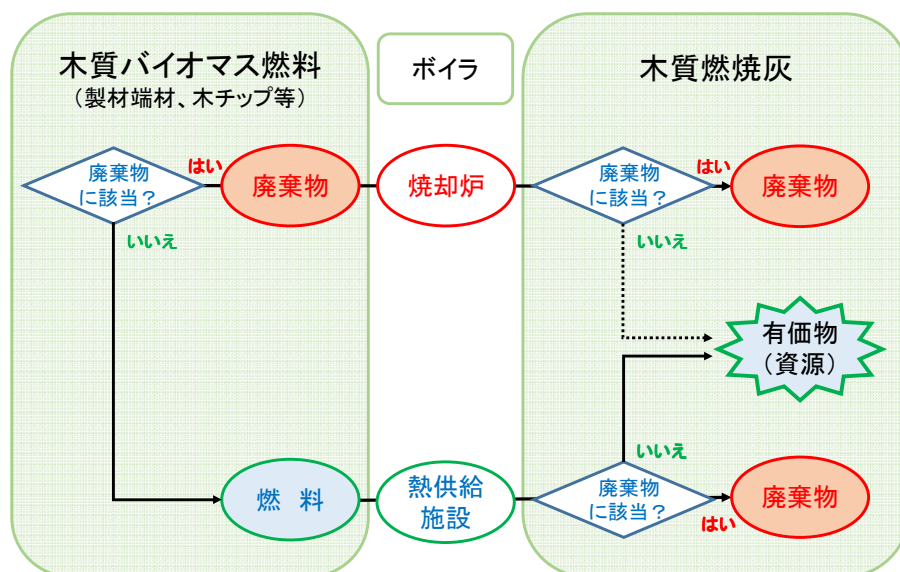
オ 占有者の意思

客観的要素から社会通念上合理的に認定し得る占有者の意思として、適切に利用し若しくは他人に有償譲渡する意思が認められること、又は放置若しくは処分が認められないこと。したがって、単に占有者において自ら利用し、又は他人に有償で譲渡することができるものであると認識しているか否かは廃棄物に該当するか否かを判断する際の決定的な要素となるものではなく、上記アからエまでの各種判断要素の基準に照らし、適切な利用を行おうとする意思があるとは判断されない場合、又は主として廃棄物の脱法的な処理を目的としたものと判断される場合には、占有者の主張する意思の内容によらず、廃棄物に該当するものと判断されること。

なお、占有者と取引の相手方間における有償譲渡の実績や有償譲渡契約の有無は、廃棄物に該当するか否かを判断する上での一つの簡便な基準に過ぎず、廃プラスチック類、がれき類、木くず、廃タイヤ、廃パチンコ台、堆肥(汚泥、動植物性残さ、家畜のふん尿等を中間処理(堆肥化)した物)、建設汚泥処理物(建設汚泥を中間処理した改良土等と称する物)

等、場合によっては必ずしも市場の形成が明らかでない物については、法の規制を免れるため、恣意的に有償譲渡を装う場合等も見られることから、当事者間の有償譲渡契約等の存在をもって直ちに有価物と判断することなく、上記アからオまでの各種判断要素の基準により総合的に判断されたいこと。

上記の法令および環境省通達から、木質燃焼灰を有効利用するための概略フローは下図のようになる。



図表 付- 33 燃焼灰の有効活用の可能性判断フロー

④ 肥料取締法

肥料取締法とは、「肥料の品質等を保全し、その公正な取引と安全な施用を確保するため、肥料の規格及び施用基準の公定、登録、検査等を行い、もって農業生産力の維持増進に寄与するとともに、国民の健康の保護に資することを目的とする」と定義されており、肥料の定義、種類、公的規格等について定められている。

「肥料」とは(肥料の定義と用途としての注意事項)、 肥料取締制度(肥料取締法第二条)においては、肥料とは次のように定義されている。

- ・植物の栄養とするため、土地に施用するもの。
- ・植物の栄養とするため、植物の葉などに施用するもの。
- ・植物の栽培に役立つよう、土壌に化学変化をおこさせるため、土地に施用するもの。

植物栄養学においては、多くの物質(元素)が植物の栄養であることがわかっている。しかしながら、それらの物質(元素)は、植物にとって多量に必要なもの、微量ですむもの、自然界に通常あるので肥料として施用する必要がほとんどないものなど、多種多様である。

このようなことから、肥料取締制度においては、施用する必要がある物質(元素)を制度の

対象とすることが基本になっている。

したがって、肥料取締制度では、窒素(N)、りん酸(P2O5)、加里(K2O)、石灰(CaO)、苦土(MgO)、マンガン(MnO)、けい酸(SiO2)、ほう素(B2O3)を肥料の主成分として定め、制度の対象の骨格としており、この他、硫黄分(SO3)、鉄(Fe)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、モリブデン(Mo)などについては別途の取扱いとなっている。

なお、「これは肥料ではない。」と主張したとしても、上記の①から③に該当していれば、肥料取締制度の対象となり、また、「これは肥料である。」と主張したとしても、やはり上記の①から③に該当していなければ、制度の対象にはならないことに注意が必要である。

⑤ 有害物質の含有基準

木質燃焼灰を肥料として活用する場合、有害物質に対する法的な規制はないが、作物や土壤に直接施肥する点から、一般殊肥料の「汚泥肥料の含有有害物質規制値」との比較を用いることが、安全性の目安として適切と考えられ、その内容は下表の通り。

図表 付- 34 汚泥肥料における有害物質含有量の規制値

規制項目	規制値	単位
水銀	2	mg/kg
カドミウム	5	
鉛	100	
クロム	500	
ひ素	50	
ニッケル	300	

5.3.4 山口県における「特殊肥料」に係る条例

肥料取締法では、各県に「肥料取締法施行細則」を制定することを求めており、ホームページでの細則そのものの開示はされていないが、申請書はWebからの入手が可能となっており、担当部門(農業振興課)への届け出が必要となる。(以下、申請書ダウンロード用ホームページ)

◎ 平成28年（2016年）7月 13日

◎ [農業振興課](#)

農業振興課 申請書ダウンロード

特殊肥料の生産業者（輸入業者）届

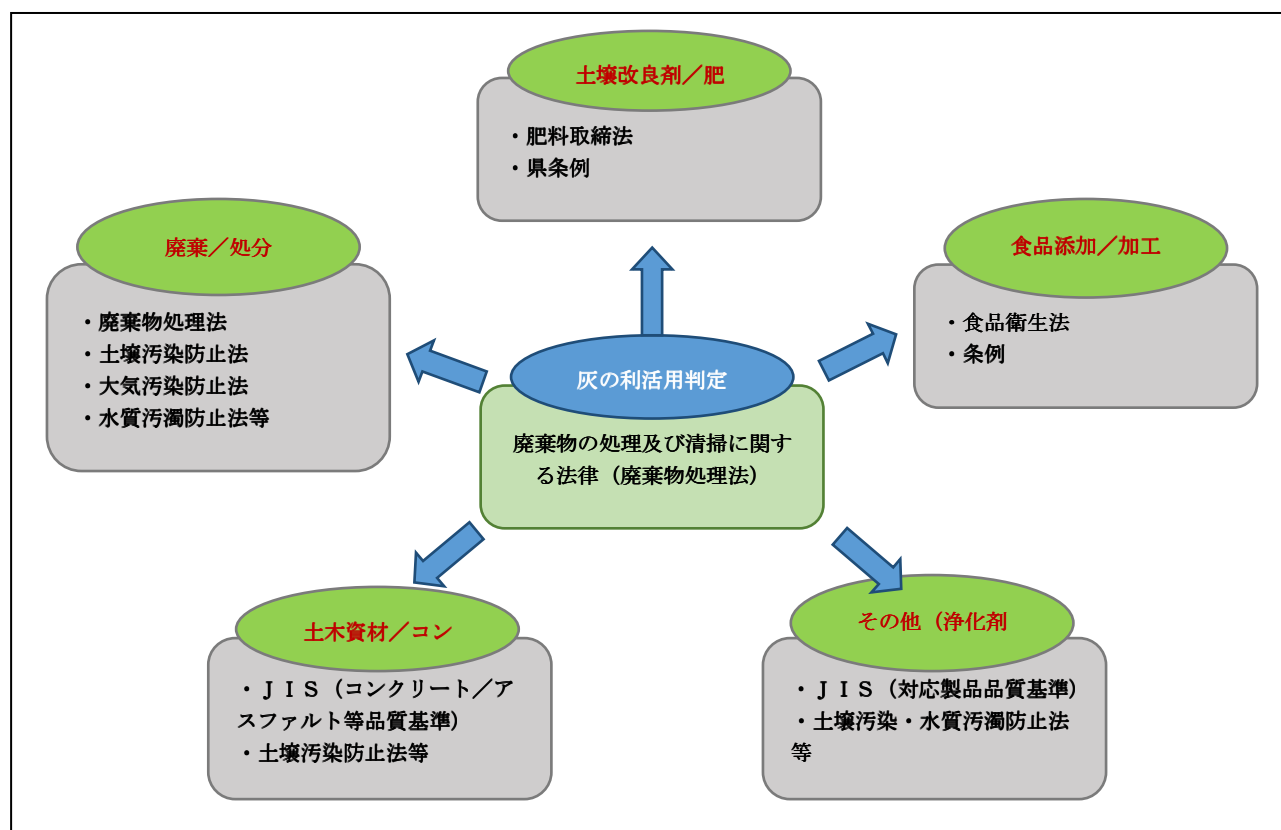
特殊肥料の生産業者（輸入業者）届	
概要説明	肥料取締法第22条第1項の規定に基づく特殊肥料の生産（輸入）を行う場合の届出書です。 ※届出は銘柄ごとに必要です。 ※県内事業所で販売する場合は、あわせて「肥料販売業務開始届出書」の提出が必要です。
必要な書類	1 特殊肥料生産業者（輸入業者）届出書 2部 ※1部を副本としてお返ししますので、大切に保管してください。 2 申請者を確認できる書類 1部 (1) 法人の場合：定款（原本証明） (2) 個人の場合：県内に住所のある方は不要。県外に住所のある方は、住民票の写し（原本）。 3 生産及び保管場所を示す地図 1部 4 生産する肥料の見本 500g程度 5 成分分析成績書 1部 6 生産工程の概要書（フローチャート等） 1部 7 その他参考となる資料 8 副本返送用封筒 1部 ※送料分の切手を貼り、宛名記載済みのもの
受付期間	随時 ※書類の作成にあたっては、定型的なお問い合わせ事項があります。提出する際は事前に農業振興課までご相談ください。
受付窓口	山口県 農林水産部 農業振興課
お問い合わせ先	担当部署 農業振興課 電話番号 083-933-3366 FAX番号 083-933-3399 E-mail a17300@pref.yamaguchi.lg.jp
記載の手引き 記載例	 特殊肥料生産届出（開始）について（PDF：208KB）
様式ダウンロード	 特殊肥料生産開始（様式）（Word：28KB）
備考	・  品質表示の説明（PDF：10KB） ・  山口県内で肥料分析できる業者一覧（PDF：114KB） ・ 肥料生産状況報告 特殊肥料生産業者は、毎年8月31日までに、その前年の7月1日からその年の6月30日までの間に生産し、又は販売した当該肥料及び当該肥料の原料にした肥料の数量等を肥料生産状況等報告書により知事に報告しなければならない。（肥料取締法施行細則（昭和25年9月20日山口県規則第93号の2）第5条第1項の規定による）。 肥料生産状況等報告様式  エクセル（Excel：31KB） ・ 特殊肥料輸入状況報告 特殊肥料輸入業者は、毎年8月31日までに、その前年の7月1日からその年の6月30日までの間に輸入し、又は販売した当該肥料の数量等を特殊肥料輸入状況等報告書により知事に報告しなければならない。（肥料取締法施行細則（昭和25年9月20日山口県規則第93号の2）第5条第2項の規定による）。 特殊肥料輸入状況等報告様式  エクセル（輸入）（Excel：29KB）

図表 付- 35 特殊肥料生産・販売届（山口県 HP より）

5.3.5 灰の有効利用に関する留意事項（品質の確保）

(1) 木質燃焼灰の応用分野別法規制・規格の概要

活用事例の項や法令整理でも述べたとおり、木質燃焼灰を様々な分野に応用して利活用をしようとした場合、それぞれの分野によって法の規制や規格（基準）の遵守が必要となり、大まかにまとめると下図の通りとなる。



図表 付- 36 応用分野と法規制・規格の関係（概要）

(2) 木質燃焼灰に求められる品質

上記のような法規制や規格に対応しようとする場合、灰その物の品質が問われることとなる。

灰の品質に影響すると考えられるものとして、以下に挙げる事象が考えられ、それらへの対処も必要となってくる。

① 建築廃材、建設廃材や抜根、またその他のごみ類（結束バンドなど）も含め、木質燃焼灰の品質確保に影響を与えと考えられる燃料を混在しないことが必要。

（建築廃材は薬品混在の可能性、建設廃材は金属類を含む異物混入の可能性、抜根は砂塵等の異物混入の可能性があるため。）

② 伐採地域によっては、土壌の影響により含有成分が特異な場合があることから、通常使用している以外の地域産品を用いる場合は、成分分析等の確認を実施することが望ましい。

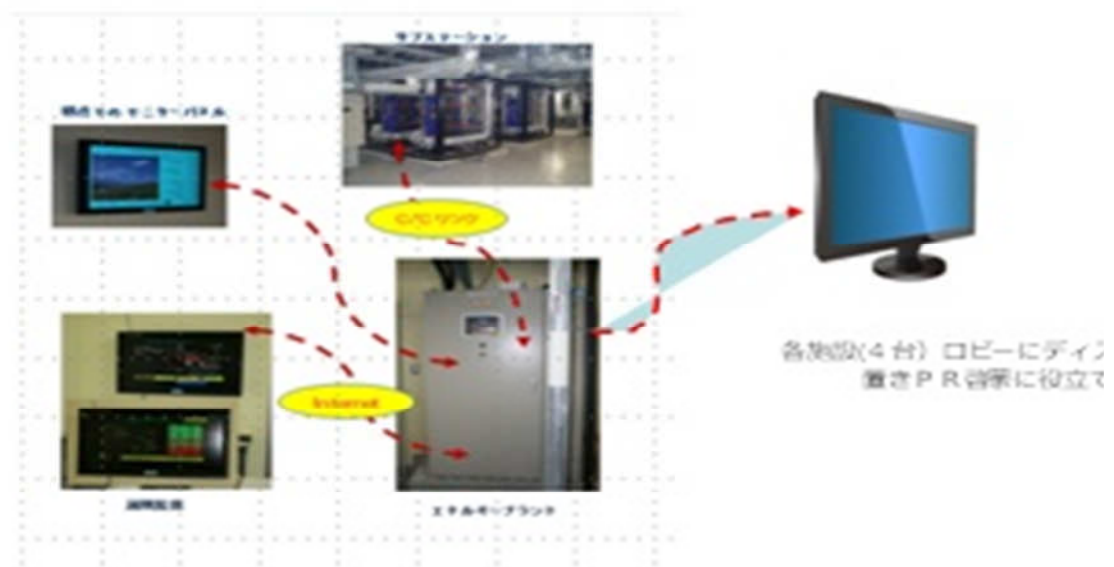
③ 雨水、泥等により燃料が汚れてその品質が変わることも考えられ、また、大量の燃料を長期間集積すると、発酵による蓄熱等のためボヤなど火災等が発生する可能性もあり、これらを防止可能な場所や方法で貯蔵することが必要となる。

- ④木質燃焼灰を「安全性が確保された」有価物として適切に管理・保管するため、近隣への生活環境影響等にも配慮し、灰成分の流出防止、飛散防止の措置が望まれる。
- ⑤メッキは重金属類が含まれているため、ボイラー炉内が劣化する、切り傷が発生すると、木質燃焼灰への重金属類の有害成分混入が懸念されます。混入防止のため、炉の劣化、木質燃焼灰の取り出し、保管容器への移し替え作業時等に注意が必要となる。

5.4 PR 用モニター

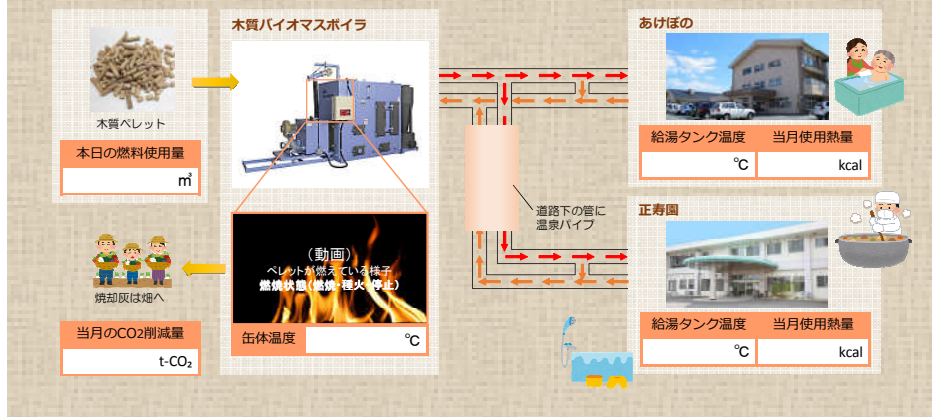
木質バイオボイラーを導入した際、市民、来場者へいかに普及啓発を行うかは重要である。

システムの稼働状況や燃料の使用量、CO₂ の削減量等をサーバーを経由し、ディスプレイに視覚的に表示することで取組み内容を PR することができる(図表 付-37～図表 付-39 は他の導入事例で採用されたシステム)。



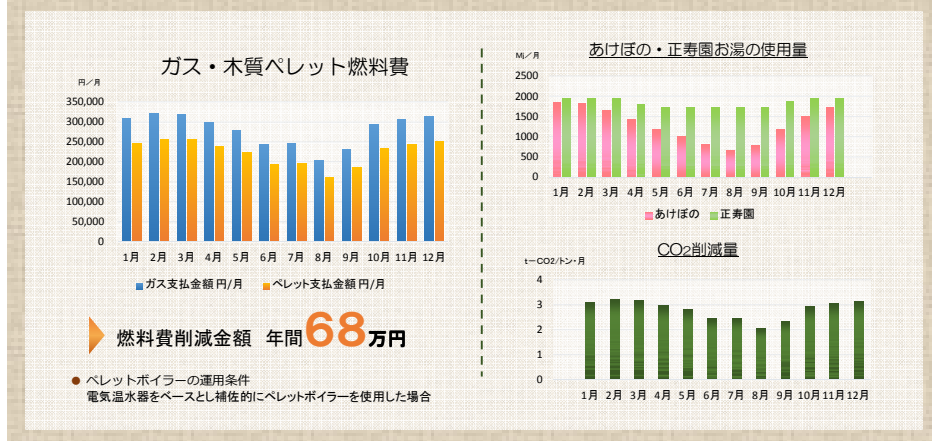
図表 付-37 PR 用モニター

木質バイオマスによる地域熱供給システム



図表 付-38 パネルの一例

木質ペレットボイラー導入による効果



図表 付-39 モニターに映す画動の紹介

5.5 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。

接頭語の記号	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う。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うが、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ない。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る。

(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-CO2/L
軽油	37.7 MJ/L	2.62 kg-CO2/L
灯油	36.7 MJ/L	2.49 kg-CO2/L
A 重油	39.1 MJ/L	2.71 kg-CO2/L
C 重油	41.7 MJ/L	2.98 kg-CO2/L
LP ガス(プロパン)※1	51.2 MJ/ kg	3.00 kg-CO2/ kg
生チップ(含水率 45%)	7.27 MJ/ kg	0 kg-CO2/ kg※3
ペレット	18.0 MJ/ kg	0 kg-CO2/ 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。

5.6 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)が存在する。

○ 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。

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

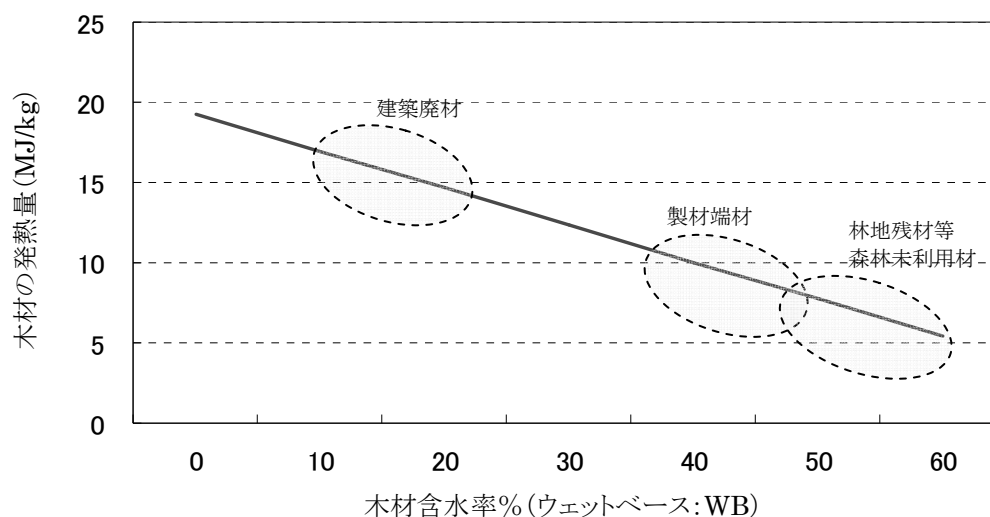
○ 湿量基準含水率(ウェットベース:WB)

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。

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

【木の発熱量について】

木質バイオマスエネルギーを利用する場合、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る。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る。

5.7 アンケート調査表

今回の温泉施設等の簡易診断は次の調査票を利用した。

温浴施設等の省コスト診断アンケート

調査機関：株式会社森のエネルギー研究所
業務推進役： 村上 多計男
電話：042-578-5130 FAX：042-578-5131

1. 施設概要

①施設名称	
②所在地	
所属：	
氏名：	
TEL：	

①敷地面積(m ²)	
②建屋面積(m ²)	
③延床面積(m ²)	

2. ボイラー・冷温水式冷凍機等の概要

設備の種類	メーカー	型式	出力		使用用途	使用燃料	設置年	年間燃料費	燃料単価
			(kW/h)	(Mcal/h)				(万円)	
例 温水ボイラー 又は冷温水冷凍機	機 ○○工業	MORI-100	233	200	暖房・給湯・昇温	A重油	平成5年	280	90円/L
①									
②									
③									
④									
⑤									

給湯タンク	タンク有無		タンクの大きさ	使用温度
	有り	無し	m ³	℃

3. エネルギー消費量

1) 契約電力と電力消費量

契約種別：	
契約電力：	kW

2) 電力 単位：kWh

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
平成26													0
平成25													0
平均													0

3) 燃料消費量 単位：L

A重油 灯油 (該当に○) 単位：L

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
平成26													0
平成25													0
平均													#REF!

LPガス・その他 (該当に○) 単位：m³

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
平成26													0
平成25													0
平均													#REF!

4. 施設及び設備の稼働時間

季節	区分	営業時間		ボイラー運転時間		冷房期間(年月日)		暖房期間(年月日)	
		開始	終了	開始	終了	開始	終了	開始	終了
夏季(5～10月)	平日	9:00	20:30						
	土日祭日								
冬季(11～4月)	平日								
	土日祭日								

5. 営業状況についてお尋ねします

項 目	定休日数	備 考
1) 年間稼働日	350	
2) 毎週定休日を設けている	1回/月	
3) 年末年始休み		
4) 5月連休		
5) 8月連休		

※湯船の水の張り替え プルダウンメニュー選択様

記号	内容
A	毎日全量張り替える
B	2日に1回全量張り替える
C	週に2回(3日に1回)張り替える
D	週に1回張り替える
E	その他

6. 温泉の張り替え状況について

温泉は、循環式又はかけ流しですか？（ 循環式 かけ流し ）どちらかに○をお願いします

◆内風呂

湯船名称	湯張深さ m	面積 m ²	容量 m ³	循環量 m ³ /h	かけ流し量 m ³ /h	湯交換方式
例 内湯 男	0.6	15.0	9.0	4.5	1.0	A
①内風呂小(2ヶ)			5.4			
②内風呂大(2ヶ)			21.2			
③						
④						
⑤						
⑥						

◆源泉及び上水温度

源泉温度	冬	27℃
	夏	28℃
上水温度	冬	5℃
	夏	25℃

◆露天

湯船名称	湯張深さ m	面積 m ²	容量 m ³	循環量 m ³ /h	かけ流し量 m ³ /h	湯交換方式
①露天(2ヶ)			8.5			
②						
③						
④						

7. 入浴者人数

◆月別入浴者数

年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
平成26年度	5,559	5,807	3,872	4,448	6,346	5,488	6,295	7,020	3,790	5,959	4,508	4,160	63,252
平成27年度	5,593	6,643	4,140	4,197	6,041	6,955	6,872	6,145	4,490	6,109	3,895	4,394	65,474
平均	5,576	6,225	4,006	4,323	6,194	6,222	6,584		4,140	6,034	4,202	4,277	64,363

平日の平均的入浴者数の比率（ボイラー施設の運転パターンを把握するのに使います）

時間	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	入浴者数 人/日
入浴者割合 %														
時間	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	合計		
入浴者割合 %												0		

長期連休及びゴールデンウィークなどお客様の多い時の比率（特にボイラー能力を決めるのに重要です）

時間	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	入浴者数 人/日
入浴者割合 %														
時間	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時	24時	合計		
入浴者割合 %														

8. 機器配置及び搬入検討のため関係図面をお借りします

No.	図 面	用 途
1	周辺図及び建物図	バイオマスボイラーの設置候補地を検討するため
2	機械室の給平面・立面図及び系統図	熱供給のフロー浴槽の容量把握するため
3	空調実施場所図	空調負荷を計算するため
4	機器図	既存ボイラーや熱交換器の仕様等を確認するため