

平成 23 年度 農林水産省補助事業（農山漁村 6 次産業化対策事業）

農山漁村
再生可能エネルギー導入可能性等調査

報告書

平成 25 年 3 月

実施地区	山梨県
実施主体	山梨県土地改良事業団体連合会

はじめに

この程、水土里ネットやまなしでは、(財)食品流通構造改善促進機構からの委託により、農山漁村再生可能エネルギー導入可能性調査を行い取りまとめた。

国では、「食と農林漁業の再生のための基本方針・行動計画」において、「エネルギー生産への農山漁村の資源の活用を促進する」とされている。

農山漁村に豊富に存在する資源を活用し、再生可能エネルギーを生産することにより、所得と雇用を創出し、農山漁村の活性化につなげていくことが重要となっている。

本県においては、全国でもトップクラスの日照時間と県土の約8割を占める森林や豊かな水など、再生可能エネルギー資源が県全域に豊富に存在している。しかし、具体的な導入適地や利活用方法が明らかになっておらず、取り組みが進んでいない状況である。

このため、水土里ネットやまなしでは、再生可能エネルギー導入の可能性について、県下全域の航空写真、地形図、農地筆図、水利施設等の情報と GIS（農地基盤地理情報システム）を所有していることから、これらを大いに活用し、より具体的な導入候補地の明確化を図るため検討を行ってきた。また、学識者による検討委員会を設け、3回の委員会を実施した中で、指導・助言を頂いた。

今後、本調査により、地域資源の活用や農山漁村の6次産業化が促進され、農山漁村の活性化につながれば幸いである。

最後に、検討委員の皆さんをはじめとし、山梨県・関係市町村・改良区等多くの機関から資料の提供を頂いたことに感謝申し上げたい。

平成25年3月

水土里ネットやまなし
山梨県土地改良事業団体連合会
石川幸三

山梨県農山漁村再生可能エネルギー導入可能性調査支援事業

目 次

第 1 章 事業内容	1
1.1 事業概要	1
1.1.1 事業主旨	1
1.1.2 事業目的	1
1.1.3 事業の実施期間	1
1.1.4 調査内容	1
1.1.5 検討委員会	2
1.2 調査工程	3
第 2 章 再生可能エネルギーについて	4
第 3 章 再生可能エネルギー導入可能性調査について	6
3.1 太陽光発電	6
3.1.1 太陽光発電のしくみ	6
3.1.2 導入の現状と課題	7
3.1.3 設置基準	8
3.1.4 選定方法	9
3.1.5 現地調査	13
3.1.6 適地候補地	16
3.2 小水力発電	17
3.2.1 小水力発電のしくみ	17
3.2.2 導入の現状と課題	20
3.2.3 設置基準	20
3.2.4 選定方法	21
3.2.5 現地調査	24
3.2.6 適地候補地	26

3.3 風力発電	27
3.3.1 風力発電のしくみ	27
3.3.2 導入の現状と課題	28
3.3.3 設置基準	28
3.3.4 選定方法	29
3.3.5 現地調査	33
3.3.6 適地候補地	33
3.4 木質バイオマス発電	34
3.4.1 木質バイオマス発電のしくみ	34
3.4.2 導入の現状と課題	38
3.4.3 設置基準	44
3.4.4 選定方法	45
3.4.5 適地候補地	47
第4章　まとめ	48

第1章 事業内容

1.1 事業概要

1.1.1 事業趣旨

山梨県は、全国トップクラスの日照時間と県土の約8割を占める森林や豊かな水など、再生可能エネルギー資源が多くの地域に豊富に存在するが、農山漁村では具体的な導入適地や利活用方法が明らかになっておらず、導入が進んでいない状況である。

このため、未利用資源の活用に向け再生可能エネルギーの賦存量調査を行い発電適地を明確化するとともに、新たな雇用と所得を生み出すことにより、農山漁村の活性化に繋げていく。

1.1.2 事業目的

本県では、2050年までに、「エネルギーの地産地消」を中長期目標に掲げており、恵まれた自然環境等を活用した太陽光、小水力、木質バイオマスなどの再生可能エネルギー導入が求められている。

のことから、再生可能エネルギー導入の可能性について、県下全域の具体的な導入候補地の明確化を図る。

また、事業により明確化された再生可能エネルギー発電候補地の地図を作成し、ホームページにより情報公開を行うことにより、再生可能エネルギー導入の検討及び具体的取組に向けて活用する。

1.1.3 事業の実施期間

平成24年11月16日～平成25年3月29日

1.1.4 調査内容

山梨県内全域27市町村に存在する以下の用地・施設を対象として、再生可能エネルギーの発電について導入可能性調査を実施した。

調査地	調査対象の内容
耕作放棄地（2ha以上のまとまった用地）	太陽光発電、風力発電
農業水利施設（未利用落差）	小水力発電
林地	木質バイオマス発電

2ha以上のまとまった耕作放棄地

- ・太陽光にて1,000kW以上の発電するための必要面積
- ・風力にて2,000kW以上の発電するための必要面積

【農林水産分野での再生可能エネルギー導入可能性の把握 手順書（案）参照】

1.1.5 検討委員会

有識者や関係者（5名）による検討委員会を開催し、調査方法や収集資料の解析方法及び調査内容に関しての指導助言や妥当性の検討、調査結果の取りまとめ方法に関しての指導助言を頂いた。（事業期間内に3回開催）

検討委員会開催内容

回数	開催日	検討委員会実施内容
第1回	平成24年11月27日	調査内容（事業概要）及び今後の日程の説明を行った。
第2回	平成25年1月30日	調査内容及び調査方法の具体的な説明を行い、検討委員から指導・助言を頂いた。
第3回	平成25年3月1日	第2回検討委員会の意見を反映させた調査内容の説明を行い、適地最終案及び取りまとめについての指導・助言を頂いた。

1.2 調査工程

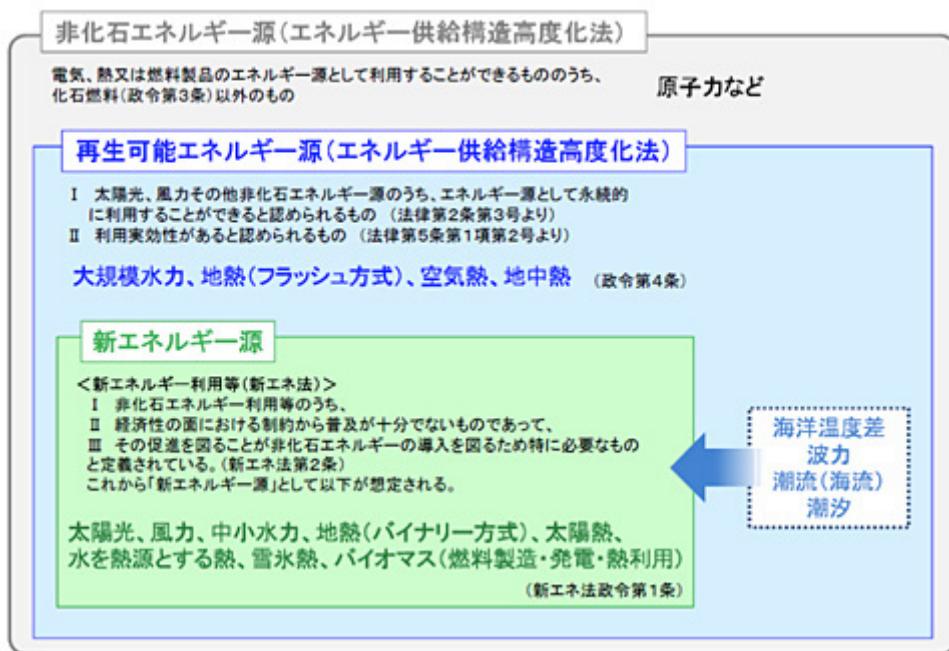
平成24年度		農山漁村6次産業化対策事業(農山漁村再生可能エネルギー導入可能性調査支援事業)				
実施内容		11月	12月	1月	2月	3月
事業開始準備	0.準備工					
	業務計画 関係機関調整	↔ ↔→				
資料収集	1.資料収集					
	太陽光 小水力、木質バイオマス 風力		↔→ ↔→ ↔→	↔→ ↔→ ↔→		
資料整理、解析 適地の選定	2.資料整理、解析					
	太陽光 小水力、木質バイオマス 風力		↔→ ↔→ ↔→	↔→ ↔→ ↔→		
現地調査	3.現地調査					
	太陽光 小水力、木質バイオマス 風力				↔→ ↔→ ↔→	
検討委員会	4.検討委員会	検討委員選任				
	検討会準備・調整 検討会開催	↔↔ ↔		第2回(1月30日) ↔	第3回(3月1日) ↔	
成果の作成、検討	5.成果の作成、検討	第1回(11月27日)				
	計画図(適地マップ)の作成 総合検討 取りまとめ報告書作成				↔→ ↔→ ↔→	
備考	具体的な内容	第1回 検討委員会 11月16日交付決定 ・調査内容の説明(事業の概要) ・今後のスケジュール		第2回 検討委員会 ・検討内容について ・適地の選定について		第3回 検討委員会 ・取りまとめ ・成果物 ・完成：3月19日 ・公表：3月22日(遅くても29日) ・公表前に関係機関との調整

第2章 再生可能エネルギーについて

再生可能エネルギーとは

再生可能エネルギーとは、自然界において利用する以上の速度で補充されていくエネルギーの総称であり、具体的には、太陽光や水力、風力やバイオマスなどを利用した自然エネルギー等である。これまでの、石油・石炭の化石燃料や原子力など限りある資源と比べて、永続的にエネルギー源として利用可能であるとされている。

以下に、再生可能エネルギーと新エネルギーの関係について概念図を示す。



出典：経済産業省 資源エネルギー庁ホームページ

再生可能エネルギーの必要性

近年、地球温暖化や枯渇性資源の対策等を目的に、再生可能エネルギーの導入拡大が必要となっている。国内では、2020年までに温室効果ガスを1990年比で25%削減するとの目標を掲げ、身近な生活の中で国民1人1人が行動していく「チャレンジ25」の取り組みを推進している。また、平成22年に閣議決定された「新成長戦略」においても、「グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」の中で、2020年までの目標として「日本の民間ベースの技術を活かした世界の温室効果ガス削減量を13億トン以上とすること（日本全体の総排出量に相当）」を目標とし、同年「エネルギー基本計画」においても、2020年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を10%にする目標を掲げていることから、普及に向け再生可能エネルギーの導入拡大が急務となっている。

再生可能エネルギー導入の現状

再生可能エネルギーの導入が重要視される中で、山梨県でも可能性が高く導入が進んでいる太陽光発電及び小水力発電に対し、国内の現状は以下の通りである。

太陽光発電の導入は、地球温暖化対策の一環とされ世界的に潮流となっている。世界的にも日本は高い導入実績であり、国の補助制度に地方自治体独自の補助制度も合わせ設置コストの削減になるなど、年々着実に伸びている状況である。

小水力発電の導入は、水力発電と比べまだ少ない状況ではあるが、消費地の近くで発電が行える地域分散型のため、地域の活性化・地域資源の利活用としても有効な手段であるといえる。しかし、全国的に集中豪雨の発生が増加するなど自然環境の影響を受けており、継続的な経営を行うために施設の維持管理を行いながら収益を確保することは容易ではなく、今後さらなる政策的助成の拡充に期待をよせている。

農村地域における再生可能エネルギー導入について

平成22年に閣議決定された食料・農業・農村基本計画の中で、「農村には、バイオマスの他にも、いまだ十分な活用が図られていない太陽光、水力、風力等の再生可能エネルギーが豊富に存在している。このため、これらの生産拡大と地域における利用の促進を図り、農業者の経営安定・発展につなげるなど、農村地域において新たな利益を生むシステムを育成する。このため、関係府省の連携を図りつつ、地域における再生可能エネルギー供給施設の整備やスマートグリッドの構築を促進するとともに、再生可能エネルギー電源の利用を促進するための一定の方法による全量固定買取制度の創設等、農村における再生可能エネルギーの生産・利用の拡大に向けた技術的・制度的な環境整備を推進する。」としている。(出典：農林水産省 食料・農業・農村基本計画)

以上のことから、本県の豊富な資源を活用し、再生可能エネルギーとしての太陽光発電、小水力発電、風力発電、バイオマス発電に対する考え方と、導入可能に向け適した地域条件及び場所について検討した。

第3章 再生可能エネルギー導入可能性調査について

3.1 太陽光発電

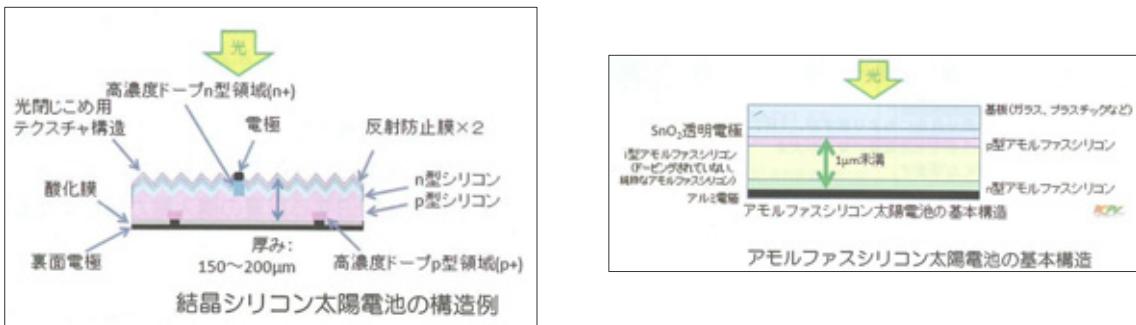
3.1.1 太陽光発電のしくみ

太陽光発電とは、シリコン半導体などに光が当たると電気が発生する現象を利用し、太陽の光エネルギーを直接電気に変換する発電方法であり、エネルギー変換器を「太陽電池」という。日光が入射した時に、光の日射強度に比例して発電する。

太陽電池は材料で分類でき、主にシリコン系・化合物系・有機系の3種類に分けられる。

①シリコン系太陽電池

最も古くから開発されていた単結晶シリコン太陽電池は、変換効率が高いがその分シリコン結晶の使用が多く高価である。現在もっとも広く使われている多結晶シリコン太陽電池は、比較すると変換効率は小さいが製造コスト及び生産に必要なエネルギーは少なくてすむ。アモルファスシリコン太陽電池は安価な量産化が期待できるが、変換効率が低く劣化しやすいという問題点もある。結晶シリコンとの組み合わせによる HIT 型（ハイブリッド型）太陽電池などとしても実用化されている。



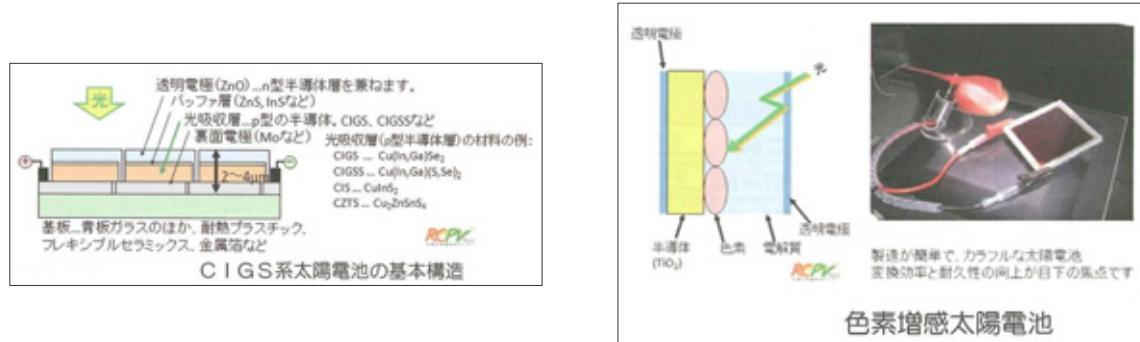
出典：再生可能エネルギー導入の手引き 財団法人 日本水土総合研究所

②化合物半導体系太陽電池

シリコン不足解消のため、比較的供給の安定している元素の組合せにより半導体的性質を持たせて開発された太陽電池である。現在、量産化されている化合物半導体系太陽電池には、CIGS 系太陽電池があり、低成本での製造が可能で光吸収係数が高く変換効率も比較的高く、今後に向けての生産拡大や普及が期待されている。

③有機系太陽電池

有機系太陽電池とされる色素増感太陽電池は、色素を用いて光起電力を得る太陽電池である。製造が簡単で材料も安価なことから、大幅な低コスト化が見込まれおり、今後に向けさらなる技術的改良が進められている。



出典：再生可能エネルギー導入の手引き 財団法人 日本水土総合研究所

3.1.2 導入の現状と課題

本県は、全国的に日射量が多く日照条件に恵まれていることから、近年住宅をはじめ公共施設や企業などで太陽光発電の導入が進みつつある。大規模発電所の設置としては、北杜市において 2006 年度から独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) が 2MW 級の太陽光発電システムを設置し、系統連係の実証研究を行っている。

また、県と東京電力の共同事業として、甲府市米倉山に面積 12.5ha、出力 10,000kW、年間発電量約 1,200 万 kWh が設置されている。



北杜サイト太陽光発電所

(山梨県北杜市長坂町)



米倉山太陽光発電所

(山梨県甲府市)

出典：北杜市ホームページ

太陽光発電の導入にあたっては、自然条件による発電量の変動と導入コストが高いことが問題となっており、気象条件により発電量も左右されるため、単独で電源として利用することが難しく、商用電力との系統連係を行うほか、蓄電池を併設するなどの対応が必要となってくる。

近年では、太陽電池の生産量が増加し技術が進歩していくにつれ、導入費用も年々低下してはいるが、従来の電源と比べると依然として高コストであるのが現状であり、さらなるコストダウンが求められている。

3.1.3 設置基準

太陽光発電の設置にあたり、1,000kW であるメガソーラーについて検討を行うことが前提とされている。公共用・産業用太陽光発電システム計画ガイドブックより、結晶系シリコン太陽電池の設置可能面積は、パネルを前後に配列する場合は約 $200 \text{ m}^2/\text{kW}$ が目安になるため、1,000kW の発電を行う場合は 2.0ha の敷地面積が必要となる。

そのため、財団法人食品流通構造改善促進機構より提供された 2.0ha 以上の集団的耕作放棄地の分布状況がもととなる適地の選定をおこなっている。

太陽光発電は、パネルを設置できる広い場所で、影がでないよう空間を確保できれば全国どこででも実施できる。このため、農村地域には適地が非常に多いと考えられる。

しかし、導入コストも施設自体も大きいため、導入のコンセプトを十分検討したうえで地域の合意形成を図っていくことが重要である。

太陽光発電システム本体の設置は、設置場所と設置方法を決め、設置スペースを算定したうえで配置計画を策定する。

アレイの設置方法には以下の 2 種類に分けられる。

①架台設置型

②建材一体型（建築物一体型）

本事業では、耕作放棄地での設置が前提に定められているため、①架台設置型となる。架台の上にモジュールを取り付け、アレイを構成していく設置方法である。地上設置は地形状態によって、平面設置や斜面設置があり、日影の影響を考慮した上で、敷地の選定をする必要がある。また、地上設置の場合に周辺の泥等の跳ね上げを防ぐため、必要に応じて芝、砂利、コンクリート床等の対策も必要であり、積雪地域ではさらに雪の滑落スペースを考慮しなければならない。

設置基準

1 箇所あたりの耕作放棄地面積	2. 0ha/1, 000kW
傾斜度	0 度以上 20 度未満
傾斜方向	南向き
アクセス状況	周辺道路の整備状況

3. 1. 4 選定方法

太陽光発電の設置にあたり、1, 000kW であるメガソーラーが対象であるため、2. 0ha の敷地面積が必要となる。そのため、県内全域で集団的な耕作放棄地 2. 0ha 以上が確保できる場所を選定したうえで、その他の設置基準に該当するかどうか検討を行った。

適地選定にあたり、収集した選定材料は以下の通りである。

1) 選定材料

①耕作放棄地の分布状況把握（2ha 以上の集団的耕作放棄地の抽出）

2010 年世界農林業センサス	旧市区町村単位耕作放棄地分布
財団法人食品流通構造改善促進機構	2. 0ha 以上の集団耕作放棄地
山梨県	H22 年度耕作放棄地実態調査

②傾斜度（0 度以上 20 度未満の傾斜位置を抽出）

山梨県土地分類図	地形の傾斜角度
----------	---------

③傾斜方向（南向き斜面の抽出）

国土地理院国土数値情報	傾斜方向
-------------	------

④日射量

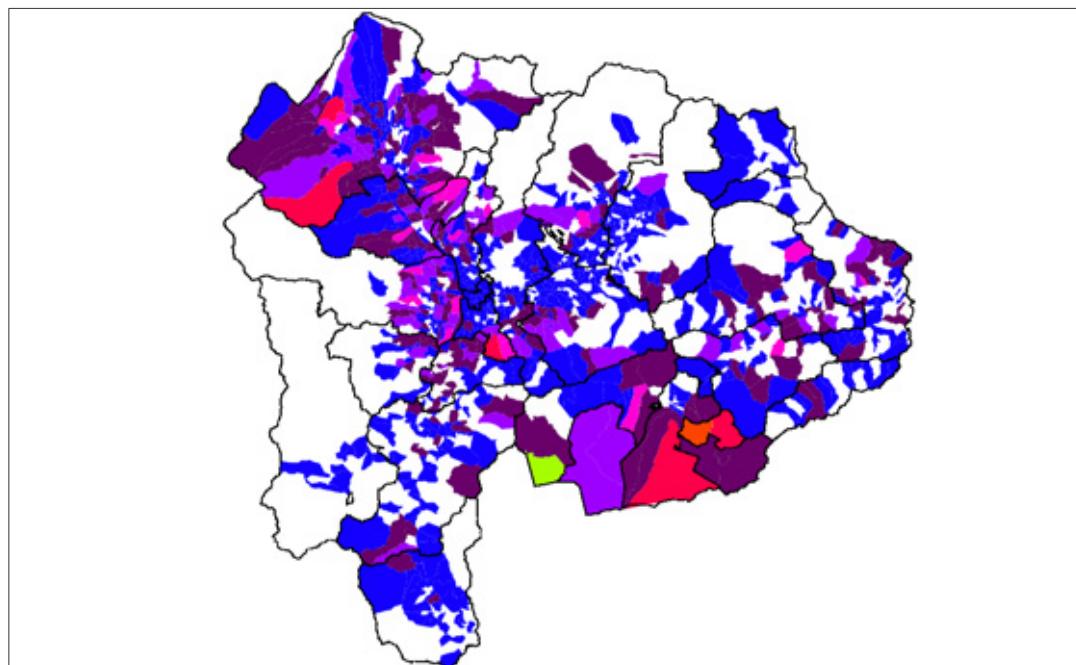
NEDO 日射量データベース	年平均全天日射量
----------------	----------

⑤立地条件

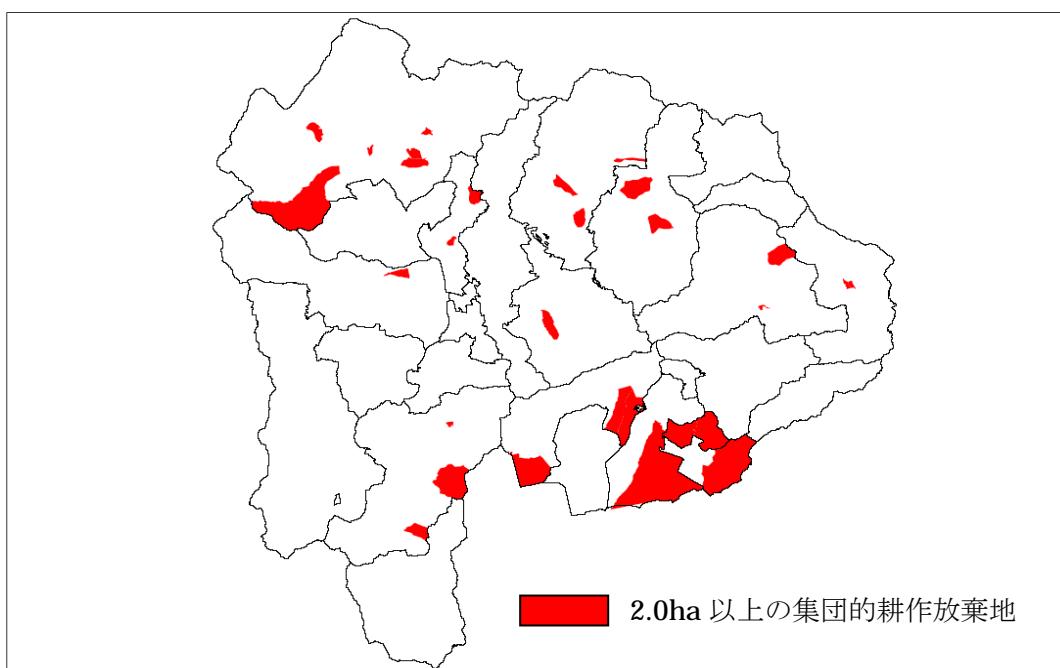
現地確認	周辺道路の整備状況
	送電線の有無
	周辺地の状況

2) 選定方法

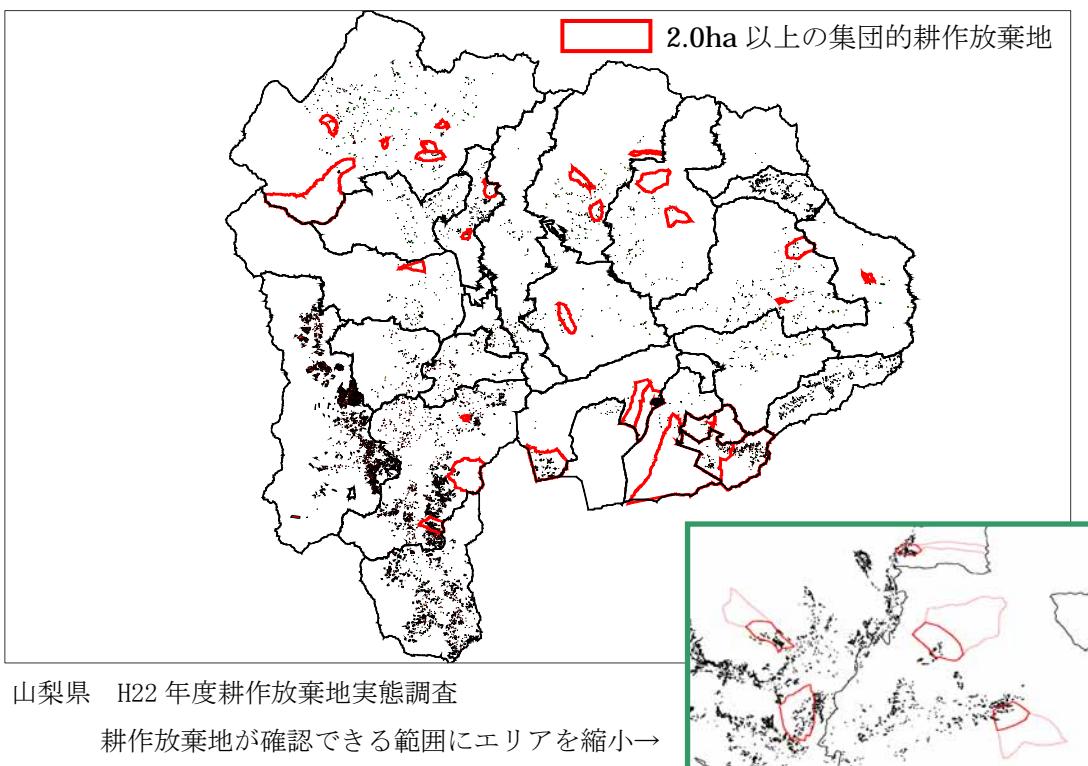
①集団的な 2.0ha の耕作放棄地が必要となるため、2010 年世界農林業センサスによる県内全域の耕作放棄地分布状況を確認した中で、財団法人食品流通構造改善促進機構からの情報をもとに該当する地域を把握する。さらに、平成 22 年度に山梨県で耕作放棄地実態調査を行っているため、データを重ね該当する地域を絞り込んだ。



2010 年世界農林業センサス 旧市区町村単位耕作放棄地分布

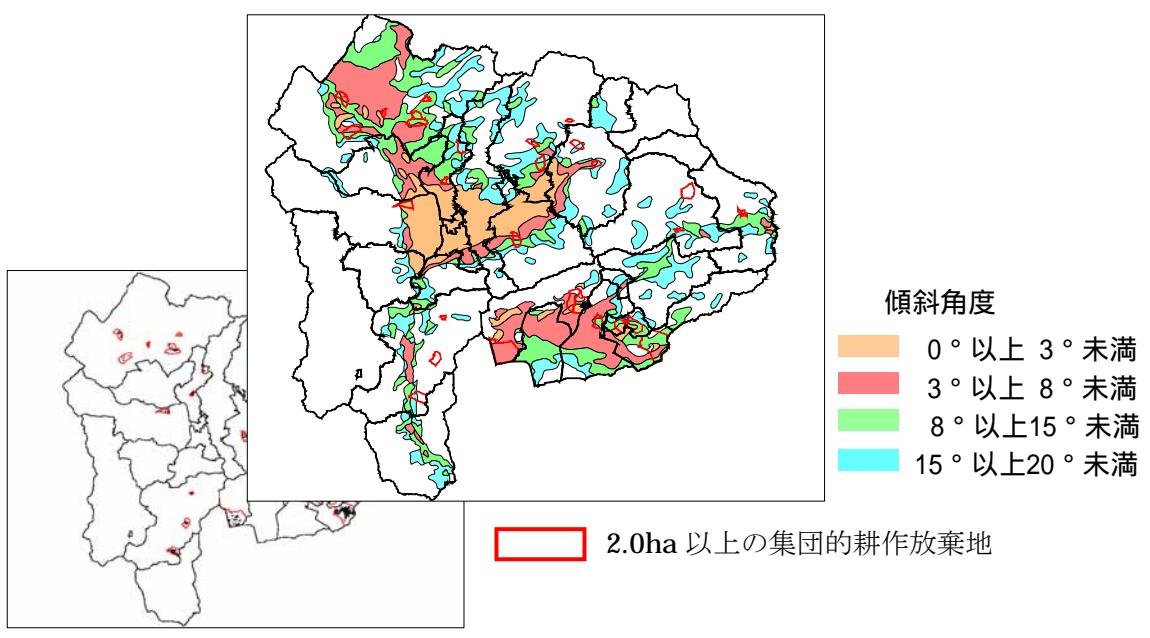


財団法人食品流通構造改善促進機構 2.0ha 以上の集団耕作放棄地



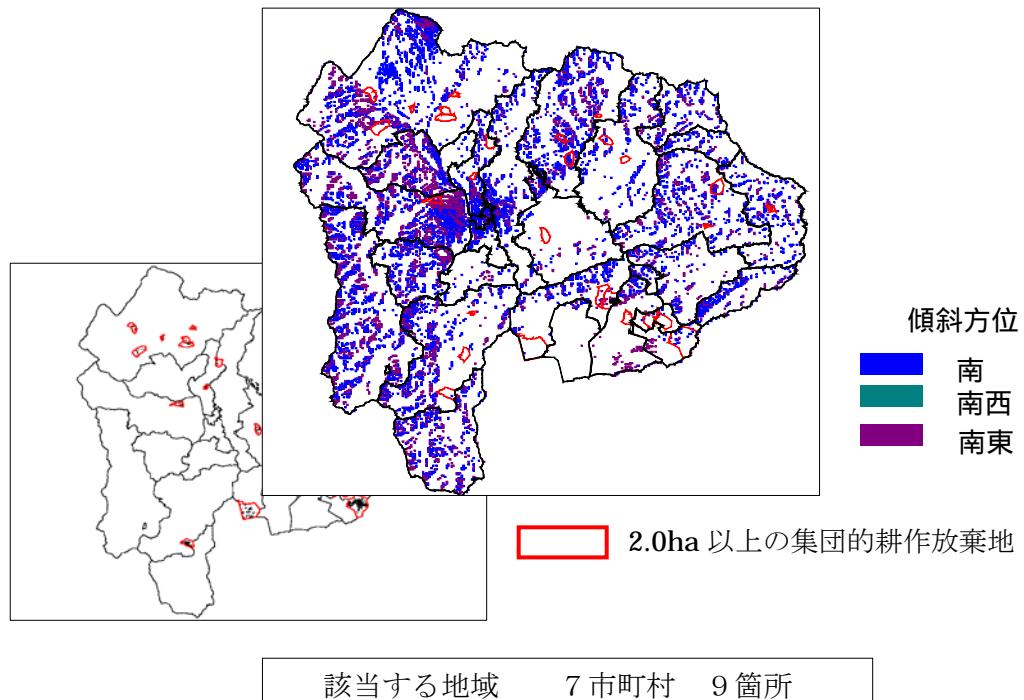
県内における 2.0ha 集団耕作放棄に該当する地域 13 市町村 29 箇所

②設置にあたり、地形が 0 度から 20 度までの傾斜範囲が適している。そのため、①のデータに山梨県土地分類図を重ね該当する耕作放棄地を抽出する。



該当する地域 13 市町村 25 箇所

③太陽光発電を行う場合、日射量を確保するため南向きが前提である。国土地理院国土数値情報ダウンロードサービスより南向き（南・南東・南西）の傾斜方向を抽出し該当する耕作放棄地を選定した。



①～③の検討を行った結果、該当箇所は9箇所となった。より具体的な場所を抽出するため、全ての情報を重ねたうえで2.0haの耕作放棄地が確保できるかどうか確認を行った。

その結果3箇所が該当し、6箇所においては地域全体では2.0haの耕作放棄地があるものの広範囲に分散しているため今回は適地対象から除いた。なお、太陽光発電の設置箇所としては適しているため、小規模発電としての可能性は十分にあるといえる。

3.1.5 現地調査

山梨県山梨市倉科



耕作放棄地面積	6.9 ha
地形の傾斜角度	8° 以上 15° 未満
傾斜方向	南向き
年平均全天日射量	140～150 MJ/m ³
現地調査	<input checked="" type="checkbox"/> 耕作放棄地 <input checked="" type="checkbox"/> 隣接道路 幅員 4m <input checked="" type="checkbox"/> 送電線 宅地などがあるため電力線有

山梨県山中湖村平野



耕作放棄地面積	3.6 ha
地形の傾斜角度	8° 以上 15° 未満
傾斜方向	南向き
年平均全天日射量	130～140 MJ/m ³
現地調査	<input checked="" type="checkbox"/> 耕作放棄地 山林原野化している <input checked="" type="checkbox"/> 隣接道路 幅員 4m 弱・老朽化 <input checked="" type="checkbox"/> 送電線 宅地などがあるため電力線有 ※設置にあたり周辺の山林に影響を受けるため、広範囲での伐採が必要になる。

山梨県北杜市小淵沢町下笠尾



耕作放棄地面積	3.2 ha
地形の傾斜角度	3° 以上 15° 未満
傾斜方向	南～南東向き
年平均全天日射量	140～150 MJ/m ³
現地調査	<input checked="" type="checkbox"/> 耕作放棄地 <input checked="" type="checkbox"/> 隣接道路 幅員 4m <input checked="" type="checkbox"/> 送電線 宅地やゴルフ場などがあるため電力線有 ※設置にあたり、隣接道路が候補地の手前で行き止まりとなっているため、整備が必要。 ※同集落内にメガソーラーを建設中であり、環境条件は概ね適しているといえる。

3.1.6 適地候補地

前項の調査結果について、検討委員会に提示し適地候補地を決定した。その中で、山中湖村については、本県の富士箱根伊豆国立公園普通地域内の富士五湖景観形成地域に該当するため、景観の保全を考慮し適地候補地から除いた。

よって、本県においての適地候補地は以下の2箇所とする。

- ・山梨県山梨市倉科
- ・山梨県北杜市小淵沢町下笹尾

位置図



3.2 小水力発電

3.2.1 小水力発電のしくみ

水力発電は、河川の落差をいかし、水が高いところから低いところへ流れ落ちる時のエネルギーを利用して、発電機を回転させ電気を起こす方法である。これを落差利用型発電という。

小水力発電は、数十 kW から数千 kW 程度、一般的に 2,000kW 以下とされ比較的小規模な発電の総称である。また、地域分散型として地域に利活用でき、日射量や風況など自然条件に左右される他エネルギーとは異なり、24 時間稼働し安定した発電量が見込まれるのが特徴である。

農村地域での主な発電方式は以下の種類が考えられる。

渓流水利用

渓流に堰を設けて取水し、沈砂池・導水路・水槽・水圧管路により発電所まで導水して発電を行い、その後再び河川に放流する方法である。

農業用水利用

既設農業用水路の落差工部に簡易な発電設備を設置するものである。豊富で安定的な水量が確保できる場合には、既設水路に水中式発電機一体型水車あるいは、投げ込み式発電機一体型水車を設置する場合がある。

また、連続している落差工あるいは急流工等、大きな落差が途中にある場合は、落差工をバイパスする形で取水し、発電後に再び水路に放流する方法もある。

小水力発電を検討する際、落差や流量によって水車の形式は様々な種類が利用されている。中でも、農業用水を利用した小規模な水力発電を前提とした主な水車については以下に示す。

主な水車の形式と特徴			
	形式名	模式図	特徴
衝動水車	ベルトン水車		<ul style="list-style-type: none"> ・小水力発電向けには、横軸の1～3ノズル（水車へ水を噴射する口）のベルトン水車が適しており、流量の大小でノズル数を調整する。 ・ノズルの構造には、ニードル弁により、射出口径を調整し流量制御を行うものと、バタフライ弁により、開閉のみを行う2種類が一般的であり、前者は、高機能であるが高価であり、後者は流量調整能力を持ち合わせていないが、安価である。両タイプを併用することも可能である。 ・ランナを覆うハウ징ングを簡素化しコスト抑制した場合、ランナパケットに衝突した水の跳ね返りで、ランナの回転を阻害したり、また騒音を発生したりすることがある。 ・小流量の場合、ノズルが小口径となるので、十分なゴミ対策が必要である。
	ターゴインパールス水車		<ul style="list-style-type: none"> ・ベルトン水車は、ランナにまっすぐ水を射出するが、ターゴインパールス水車の場合は、斜めにランナに射出する。原理は同一であるが、ランナパケットに衝突した水の排除の仕方が両者で異なる。 ・衝突後の水は、ランナの片側に排除されるので処理はし易くなるが、水スラスト力が偏ることで、回転体を支える軸受けの設計に配慮する必要がある。
	クロスフロー水車		<ul style="list-style-type: none"> ・流量変化に対する水車効率特性が良く、広い運転領域を有している。 ・水車及びケーシングを溶接主体で製造できるので、最も低成本となる。その反面、耐摩耗や耐キャビテーション性能が低く、また、他水車に比べ、効率が若干低い。 ・選定に際しては、ライフサイクルコスト（初期投資、修繕費等）とバリュー（発生電力量）から経済性を比較評価する必要がある。
反動水車	フランシス水車		<ul style="list-style-type: none"> ・流量、落差とも広範囲での適用が可能であるが、最大使用流量が大きな水車では落差の変化に、また有効落差の大きな水車は流量の変化を苦手とすることに注意が必要である。 ・渦巻きケーシングは、その構造から製造コストが高くなってしまうが、鋼管を利用してできる円筒型ケーシングの採用により、コスト抑制できる型式も増えてきている。
	プロペラ水車		<ul style="list-style-type: none"> ・低落差（～20m）向けの軸流れ水車であり、配管直線部への配置が可能である。直線配置により、高落差には複数台の直列配置も適用できる。 ・流量調整機能を持つ型式もあるが、その調整範囲は他水車に比べ、大きくはないことに注意する必要がある。

出典：再生可能エネルギー導入の手引き

財団法人 日本水土総合研究所

ポンプ逆転水車		<ul style="list-style-type: none"> 一般的に使われるポンプ（捲巻ポンプあるいは軸流ポンプ）に水を逆に流し、ポンプを逆方向に回転させることで発電に使用する水車。 ランナの羽根形状以外はポンプと同じ部品を使えるので安価であるが、効率は他の水車よりも低い。 捲巻ポンプには、回転軸の横方向から水が流入し、水車内で軸方向に向きを変えて流出するタイプ（片吸込形）と、流入、流出とも回転軸の横方向となるタイプ（両吸込形）がある。軸流ポンプは、流入、流出の何方が発電機を設置する側で水流を直角に曲げる必要がある。
水中式発電機一体型水車		<ul style="list-style-type: none"> 水車及び発電機が一体となっている水中ポンプに水を逆に流し、ポンプを逆方向に回転させることで発電に使用する水車。 ランナの羽根形状以外はポンプと同じ部品を使えるので安価であるが、効率は他の水車よりも低い。 水槽底部や配管内に水中設置することになるが、点検や部品交換のため水中から取り出せるような構付としなければならない。
重力水車		<ul style="list-style-type: none"> いわゆる水車のイメージそのもの。 利用しうる落差が低く小容量であること、効率が低いことから発電利用を考えた場合の価値は高くないが、最近ではモニュメントとして設置されることも多い。 構造が簡単でメンテナンスが容易。
らせん水車		<ul style="list-style-type: none"> らせん状の羽根を有し、農村の動力用として大正から昭和初期まで広く使用されていた、低落差・大流量に適している水車。 年間の流量変動の影響を受けにくく、ごみが詰まりにくいといった特長がある反面、流量に対して全体構造が大きくなる、回転数が低く大幅な増速が不可能であるという欠点を持つ。
		<ul style="list-style-type: none"> 風車で活用されている設備を水車用に転換した、流速に着目したタイプの金属製下掛け水車である。 水路中へ直角設置するため、剝水路は不要である。 小規模、安価かつ簡易に設置可能な小水力発電機である。
カスケード水車		<ul style="list-style-type: none"> 流水に対し一定角度を以て並べた羽根により、流水のエネルギーを直角方向への運動エネルギーへ変換し発電する、流速に着目した新しいタイプの水車である。 水路中へ直角設置するため、剝水路は不要である。 小規模、安価かつ簡易に設置可能な小水力発電機である。

出典：らせん水車、金属製下掛け水車、カスケード型水車以外は、マイクロ水力発電導入ガイドブック／平成15年3月／新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）を参考
らせん水車は、小水力エネルギー読本／平成18年10月10日／小水力利用推進協議会を参考

出典：再生可能エネルギー導入の手引き

財団法人 日本水土総合研究所

3.2.2 導入の現状と課題

本県では、水力発電所の設置は明治時代からはじまり、一時は大規模発電所への集約が進められてきたが、近年では小規模な開発の必要が見直されてきている。そのため、山梨県クリーンエネルギーによると、小水力発電開発支援室を設置し、市町村・民間企業等に対して調査及び設計段階から支援を行っている。

導入にあたり、発電地点によって使用可能な水量や有効落差などの条件に左右されることや河川法で定められている水利権を取得するのに時間を要することが課題である。



クリーンでん（北杜市村山六ヶ村堰水力発電所）

出典：北杜市ホームページ

3.2.3 設置基準

小水力発電には、安定的な水量と落差が必要となる。そのため、設置場所の条件により全て異なるという特徴がある。また、水は日常的に農業活動と密接なつながりがあり、導入においては、地域の水利権問題や土地改良施設等への電力供給と電力料等の経費節減など農村地域の電力の地産地消を推進していくことが必要である。

なお、概略ではあるが落差と流量から得られる発電量は以下の通りである

■落差と流量から得られる発電量

発電出力[kW] = $9.8 \times \text{有効落差}[m] \times \text{流量}[m^3/s] \times \text{水車効率} \eta_t \times \text{発電機効率} \eta_g$ により試算

(ここでは、概算値として、 $\eta_t \times \eta_g = 0.7$ と仮定)

流 量		有効落差 単位 : kW (出力)							
		1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	10 m	15 m	20 m
0.1 m ³ /s	0.7	1.4	2.1	2.7	3.4	6.9	10.3	13.7	
0.2 m ³ /s	1.4	2.7	4.1	5.5	6.9	13.7	20.6	27.4	
0.3 m ³ /s	2.1	4.1	6.2	8.2	10.3	20.6	30.9	41.2	
0.4 m ³ /s	2.7	5.5	8.2	11.0	13.7	27.4	41.2	54.9	
0.5 m ³ /s	3.4	6.9	10.3	13.7	17.2	34.3	51.5	68.6	
1.0 m ³ /s	6.9	13.7	20.6	27.4	34.3	68.6	103	137	
2.0 m ³ /s	13.7	27.4	41.2	54.9	68.6	137	206	274	
3.0 m ³ /s	20.6	41.2	61.7	82.3	103	206	309	412	
4.0 m ³ /s	27.4	54.9	82.3	110	137	274	412	549	
5.0 m ³ /s	34.3	68.6	103	137	172	343	515	686	
10.0 m ³ /s	68.6	137	206	274	343	686	1029	1372	

出典：再生可能エネルギー導入の手引き（財団法人 日本水土総合研究所）

3.2.4 選定方法

小水力発電の設置にあたり、より多くの発電量が見込まれる水路施設を適地とするため、県内全域の水路を調査対象に検討を行った。

適地選定にあたり、収集した選定材料は以下の通りである。

1)選定材料

水路施設の概要把握

山梨県	平成 22 年度整備農業水利調査データ
山梨県	水資源と利用の現況（用水路施設名簿）
山梨県	山梨県農業水利現況調査

位置・状況

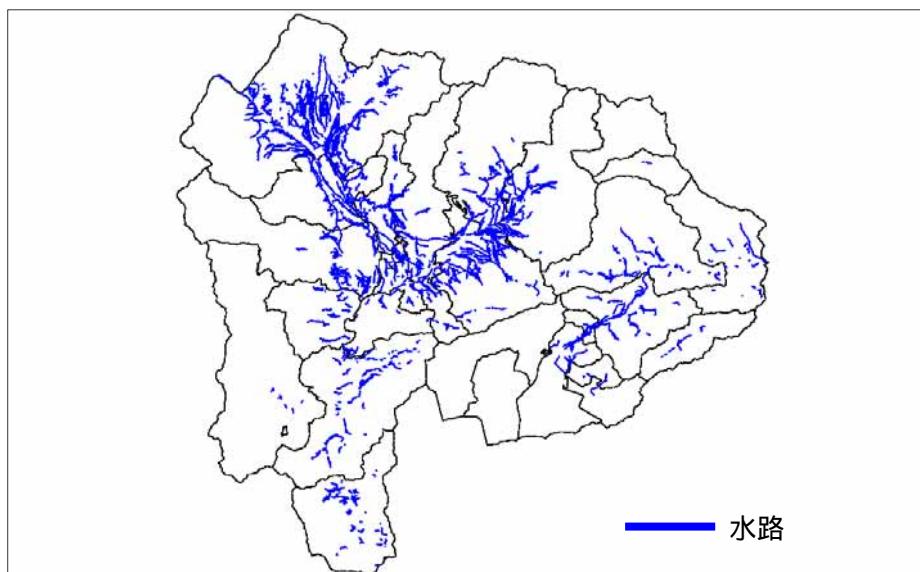
水土里情報システム	航空写真、地形図
-----------	----------

立地条件

現地確認	周辺道路の整備状況
	送電線の有無
	周辺地の状況

2)選定方法

県内の水路施設を対象に概要の把握を行った。その中で、目安として最大取水量 0.3 m³/s 以上であり、届出（届出済もしくは許可水利権）がされていること、さらに年間を通して発電が行えるよう通年取水であること、以上の 3 点について該当施設の絞り込みを行った。



堰名	市町村名	届出	利用形態	第一次支流名	第二次支流名	取水河川名	管理団体名	かんがい面積(ha)	最大取水量
徳島堰	韮崎市	許可水利権	通年	釜無川	釜無川	釜無川	徳島堰土地改良区	654	7.50
竜王用水	甲斐市	許可水利権	通年	釜無川	釜無川	釜無川	竜王町土改	350	4.27
近津堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	笛吹川	笛吹川	近津用水 土地改良区	76.4	3.29
四ヶ村堰	南アルプス市	許可水利権	通年	釜無川	釜無川	釜無川	四ヶ村土改	117	3.14
内野用水	忍野村	許可水利権	通年	桂川	桂川	桂川	内野土地改良区	106	3.14
谷村用水頭首工	都留市	届出済	通年	桂川	桂川	桂川	上谷部落	135	2.54
藤井堰	韮崎市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	韮崎市	107.5	2.35
六ヶ村堰	北杜市	届出済	通年	塙川	須玉川	川俣川	村山六ヶ村堰土地改良区	368	1.92
朝穂堰	北杜市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	朝穂堰土地改良区	217	1.81
橋無堰	韮崎市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	橋無堰土地改良区	211.4	1.76
車堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	金川	神座山川	金川水利組合	50	1.50
四ヶ耳堰	南アルプス市	届出済	通年	釜無川	御駒使川	御駒使川	御駒使川右岸土改	103	1.04
三ツ水門	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	荒川	三ツ水門管理組合	150	1.03
平井堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	金川	稻荷沢	金川水利組合	60.4	1.00
両村堰	北杜市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	両村堰土地改良区	123.1	0.961
田富河西堰	昭和町	届出済	通年	釜無川	常永川	常永川	田富村	108	0.86
新町堰	北杜市	届出済	通年	塙川	須玉川	鳩川	新町堰水利組合	51.9	0.825
住吉第1堰	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	荒川	住吉本町	110	0.82
箕輪堰	北杜市	届出済	通年	塙川	須玉川	川俣川	箕輪沢土地改良区	120	0.678
大口堰	富士川町	届出済	通年	富士川	戸川	戸川	大口水利組合	65.5	0.646
韮崎用水	韮崎市	届出済	通年	釜無川	釜無川	高川南沢(桐沢)	韮崎市	15	0.642
海老島用水	韮崎市	届出済	通年	釜無川	釜無川	釜無川	韮崎市	90	0.633
横手堰	北杜市	届出済	通年	釜無川	大武川	大武川	横手区	95	0.63
夏目堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	重川	鬱柳川	休息区	10	0.6
白井河原	中央市	届出済	通年	釜無川	釜無川	釜無川	田富村	97	0.56
馬鞍堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	笛吹川	笛吹川	正徳寺区	50	0.54
荊の木堰	韮崎市	届出済	通年	釜無川	釜無川	釜無川	祖母石部落	20	0.516
大口堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	日川	御手洗川(京戸川)		3	0.5
竜王上堰	甲斐市	許可水利権	通年	釜無川	釜無川	釜無川	竜王町土改	71	0.5
住吉第2揚水	甲府市	届出済	通年	笛吹川	濁川	濁川	甲府市	58	0.47
郷堰	韮崎市	届出済	通年	釜無川	釜無川	釜無川	若尾部落	29	0.462
小瀬堰	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	荒川	小瀬町	68	0.46
鳥の口堰	山梨市	届出済	通年	笛吹川	琴川	琴川	鳥の口水利組合	70	0.45
柳沢下町堰	北杜市	届出済	通年	釜無川	大武川	大武川	柳沢区	25	0.45
竹宇大堰	北杜市	届出済	通年	釜無川	尾白川	尾白川	白須区	75	0.45
御所堰	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	相川	相川土改	47	0.44
祖母石用水	韮崎市	届出済	通年	釜無川	釜無川	釜無川	祖母石部落	45	0.42
塙部堰	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	荒川	千塚町	68	0.41
12代第1堰	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	貢川	下河原町	60	0.41
中田川	韮崎市	届出済	通年	築地新居				46	0.38
大堰	北杜市	届出済	通年	釜無川	濁川	濁川	鳥原区	55	0.369
堀切水路	韮崎市	届出済	通年	釜無川	戸沢川	戸沢川	入戸野部落	10	0.36
成田堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	金川	稻荷沢	金川水利組合	70	0.35
池田1番堰	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	荒川	荒川町	50	0.34
山田堰	韮崎市	届出済	通年	釜無川	甘利沢川	甘利沢川	鍋山部落	3	0.34
東和田堰	北杜市	届出済	通年	塙川	須玉川	鳩川(宮川)	東和田堰水利組合	2.5	0.337
住吉第1揚水	甲府市	届出済	通年	笛吹川	濁川	濁川	甲府市	40	0.32
井戸尻水路	身延町	届出済	通年	富士川	波木井川	相又川	現取水者	1	0.3
高部取入	中央市	届出済	通年	笛吹川	淹戸川	七覚川(下北窪川)	高部区	34	0.3
大岱堰	甲斐市	届出済	通年	笛吹川	荒川	亀沢川	大岱堰土地改良区	92	0.3
呑川堰	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	荒川	千塚町	50	0.3

さらに絞り込みをおこなうため、上記 51 施設より概ね最大取水量 1 m³/s を抽出した結果、該当施設は以下の 8 市町村 15 施設となった。

なお、該当施設に対して水土里情報システムを用い、位置情報と落差箇所（航空写真により水しぶきが確認できる箇所）の確認、また取水から末端の標高をもとに概略での勾配を把握した。

堰名	市町村名	届出	利用形態	第一次支流名	第二次支流名	取水河川名	管理団体名	かんがい面積(ha)	最大取水量	高低差(m)	勾配(%)
徳島堰	葦崎市	許可水利権	通年	釜無川	釜無川	釜無川	徳島堰土地改良区	654	7.50	48.98	0.39
竜王用水	甲斐市	許可水利権	通年	釜無川	釜無川	釜無川	竜王町土改	350	4.27	6.41	0.79
近津堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	笛吹川	笛吹川	近津用水 土地改良区	76.4	3.29	9.96	0.67
四ヶ村堰	南アルプス市	許可水利権	通年	釜無川	釜無川	釜無川	四ヶ村土改	117	3.14	41.58	0.78
内野用水	忍野村	許可水利権	通年	桂川	桂川	桂川	内野土地改良区	106	3.14	73.81	1.82
谷村用水頭首工	都留市	届出済	通年	桂川	桂川	桂川	上谷部落	135	2.54	25.69	0.80
藤井堰	葦崎市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	葦崎市	107.5	2.35	69.46	1.46
六ヶ村堰	北杜市	届出済	通年	塙川	須玉川	川俣川	村山六ヶ村堰土地改良区	368	1.92	297.63	5.33
朝穂堰	北杜市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	朝穂堰土地改良区	217	1.81	91.00	0.82
橋無堰	葦崎市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	橋無堰土地改良区	211.4	1.76	44.82	0.54
車堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	金川	神座山川	金川水利組合	50	1.50	87.31	4.50
四ヶ払堰	南アルプス市	届出済	通年	釜無川	御勘使川	御勘使川	御勘使川右岸土改	103	1.04	50.74	3.17
三ツ水門	甲府市	届出済	通年	笛吹川	荒川	荒川	三ツ水門管理組合	150	1.03	7.34	0.27
平井堰	笛吹市	届出済	通年	笛吹川	金川	稻荷沢	金川水利組合	60.4	1.00	64.61	3.06
両村堰	北杜市	届出済	通年	塙川	塙川	塙川	両村堰土地改良区	123.1	0.961	22.57	0.46

該当箇所 15 箇所より通年取水を考慮した際、非かんがい期での取水量に影響を受けるため、渴水取水量でも概ね 1 m³/s 近くが見込まれる上位 5 箇所を適地候補地とした。

	堰名	市町村名	管理団体名	届出	利用形態	かんがい面積(ha)	最大取水量	渴水取水量
1	四ヶ村堰	南アルプス市	四ヶ村土改	許可水利権	通年	117	3.14	1.66
2	徳島堰	葦崎市	徳島堰土地改良区	許可水利権	通年	654	7.50	1.161
3	六ヶ村堰	北杜市	村山六ヶ村堰土地改良区	届出済	通年	368	1.92	1.1
4	藤井堰	葦崎市	葦崎市	届出済	通年	107.5	2.35	0.85
5	朝穂堰	北杜市	朝穂堰土地改良区	届出済	通年	217	1.81	0.706
6	四ヶ払堰	南アルプス市	御勘使川右岸土改	届出済	通年	103	1.04	0.56
7	三ツ水門	甲府市	三ツ水門管理組合	届出済	通年	150	1.03	0.55
8	竜王用水	甲斐市	竜王町土改	許可水利権	通年	350	4.27	0.46
9	両村堰	北杜市	両村堰土地改良区	届出済	通年	123.1	0.96	0.45
10	内野用水	忍野村	内野土地改良区	許可水利権	通年	106	3.14	0.409
11	谷村用水頭首工	都留市	上谷部落	届出済	通年	135	2.54	0.356
12	橋無堰	葦崎市	橋無堰土地改良区	届出済	通年	211.4	1.76	0.05
13	近津堰	笛吹市	近津用水 土地改良区	届出済	通年	76.4	3.29	
14	車堰	笛吹市	金川水利組合	届出済	通年	50	1.50	
15	平井堰	笛吹市	金川水利組合	届出済	通年	60.4	1.00	

渴水取水量が資料から確認できなかった 13~15 については、現地確認を行い、非かんがい期で水量が少なかったことと落差小さかったため、今回の候補地からは除いた。

上記の 5 候補地に対し現地調査を行い、その結果を検討委員会において提示したところ、以下の内容で 3 箇所を適地候補地から除いた。

- ・四ヶ村堰は水量が多いが等高線にそって流れるため落差が確保できない。
- ・徳島堰は、具体的な検討がすでに行われている。
- ・藤井堰は、受益地までの距離が短く、歩く程度の管理用道路しかない。

また、検討委員会にて「6:四ヶ払堰」について可能性調査を行ってほしいと要望があがったので、上記 3 箇所を除く六ヶ村堰・朝穂堰と、併せて四ヶ払堰含む 3 箇所についての現地調査結果を示した。

3.2.5 現地調査

六ヶ村堰



状況：発電所～水路トンネルまでの区間
落差：なし
水量：多い
下掛け水車での可能性が考えられる。

状況：傾斜が続き流れが速い箇所
落差：なし
水量：分水により若干少量
流速を生かした発電が検討できる。

朝穂堰



状況：水車跡地
落差：2m（上流に 1.5m の落差有）
水量：分水により若干少量
上流とあわせ 3m 程度の落差が見込めるため、発電が期待できる。

四ヶ所堰



状況：河川への放流箇所

落差：なし

水量：多い

水量は豊富で勢いがあり、下掛け水車での可能性が考えられる。しかし、砂礫の流入が多いため対策が必要である。

状況：1m 弱の落差が続く箇所

落差：1m 弱（近辺で 3 箇所確認）

水量：多い

上流とあわせ 3m 程度の落差が見込めるため、発電が期待できる。

3.2.6 適地候補地

現地踏査を行った結果、小規模発電としての可能性は考えられる。今後、コスト面を含め地域での利用を視野に入れ検討を行う必要がある。

本県においての適地候補地は以下の3箇所とする。

- ・村山六ヶ村堰
- ・朝穂堰
- ・四ヶ埣堰

なお、本県においては農業用ダムが存在しないため検討の対象に含まなかった。

位置図



3.3 風力発電

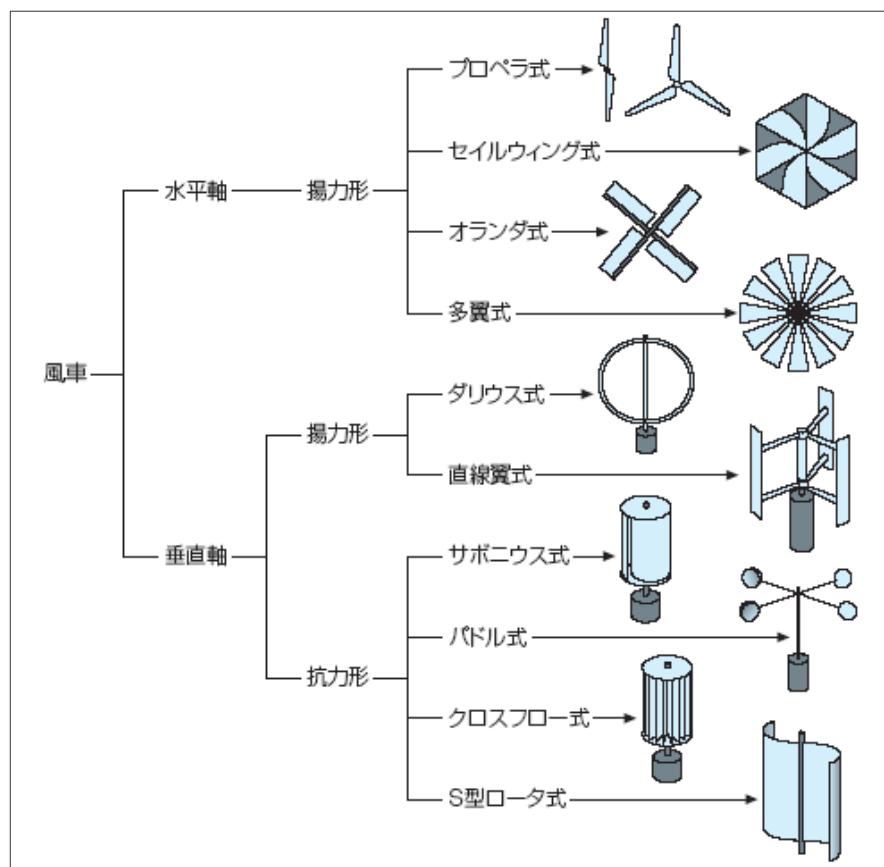
3.3.1 風力発電のしくみ

風力発電は、風の運動エネルギーにより風車（風力タービン）の回転運動を発電機に伝え電気エネルギーに変換して取り出す。

風力発電は、風が地上から上空に向かうほど強くなるため、風車の高さはできるだけ高くした方が有利であり、風車の取得エネルギーは風車の羽根（ブレード）の回転面の受風面積に比例するため、ブレードを長くしたほうが有利であると言われる。

また、定格出力が数百 kW 以上の大型風力発電の場合、年間を通じて強い風力（一般的には地上 30m 高で年平均風速 6m/s 以上）が必要とされている。しかし、近年では大型の風車だけでなく定格出力が数 kW 以下の小型風力発電は、中・大型風車に比べ、立地や風況などの条件がゆるやかな場所で導入されている。

風力発電には、以下のような風車の形式がある。



出典：風力発電導入 A to Z

3.3.2 導入の現状と課題

風力発電は、再生可能エネルギーのなかでは発電単価が比較的高く世界的導入量が大きく伸びている。しかし、風に左右されるため発電量が不安定であることや設置にあたりアクセス条件も考慮しなければならないことなど課題も多い。また、導入が進むにつれて騒音やバードストライクなどの環境問題も発生している。

国内においても、日本特有の地形や台風、落雷などの厳しい気象条件に対応した風車の開発を図る必要があり、騒音・振動・低周波等周辺地域に対数環境への配慮、渡り鳥など自然環境への配慮も必要である。

本県では、これまで可能性の検討が行われるものの中止設置には至っていない状況である。

3.3.3 設置基準

風力発電の設置にあたり、2,000kWが前提とされており、必要設置面積は太陽光発電同様 2.0ha と位置づけられている。そのため、財団法人食品流通構造改善促進機構より提供された 2.0ha 以上の集団的耕作放棄地の分布状況がもととなる適地の選定をおこなっている。

また、今回は再生可能エネルギー導入の手引き（財団法人日本水土総合研究所）により、定格出力が数百 kW 以上の大型風力発電の場合、年間を通じて強い風力（一般的には地上 30m 高で年平均風速 6m/s 以上）が必要であるとされており、NEDO のホームページにて公表されている局所的風況予測モデル LAWEPS は、気象庁から収集した風況データと全国 500m メッシュで解析した風況マップ（地上 30・50・70m、年平均風速）等のデータをもとにしているため、地上 30m 高・年平均風速 6m/s 以上を抽出し検討を行っている。

設置基準

1箇所あたりの耕作放棄地面積	2ha/2000kW
傾斜度	0 度以上 20 度未満
法規定	区域指定・景観への配慮
アクセス状況	周辺道路の整備状況

3.3.4 検討資料

風力発電の設置にあたり、2,000kWを対象とするため2.0haの敷地面積が必要となる。そのため、県内全域で集団的な耕作放棄地2.0ha以上が確保できる場所を選定したうえで、その他の設置基準に該当するかどうか検討を行った。

適地選定にあたり、収集した選定材料は以下の通りである。

1)選定材料

①耕作放棄地の分布状況把握（2ha以上の集団的耕作放棄地の抽出）

2010年世界農林業センサス	旧市区町村単位耕作放棄地分布
財団法人食品流通構造改善促進機構	2.0ha以上の集団耕作放棄地
山梨県	H22年度耕作放棄地実態調査

②傾斜度（0度以上20度未満の傾斜位置を抽出）

山梨県土地分類図	地形の傾斜角度
----------	---------

③風力（地上30m高・年平均風速6m/s以上）

NEDO風況マップ	風速
-----------	----

④法規制

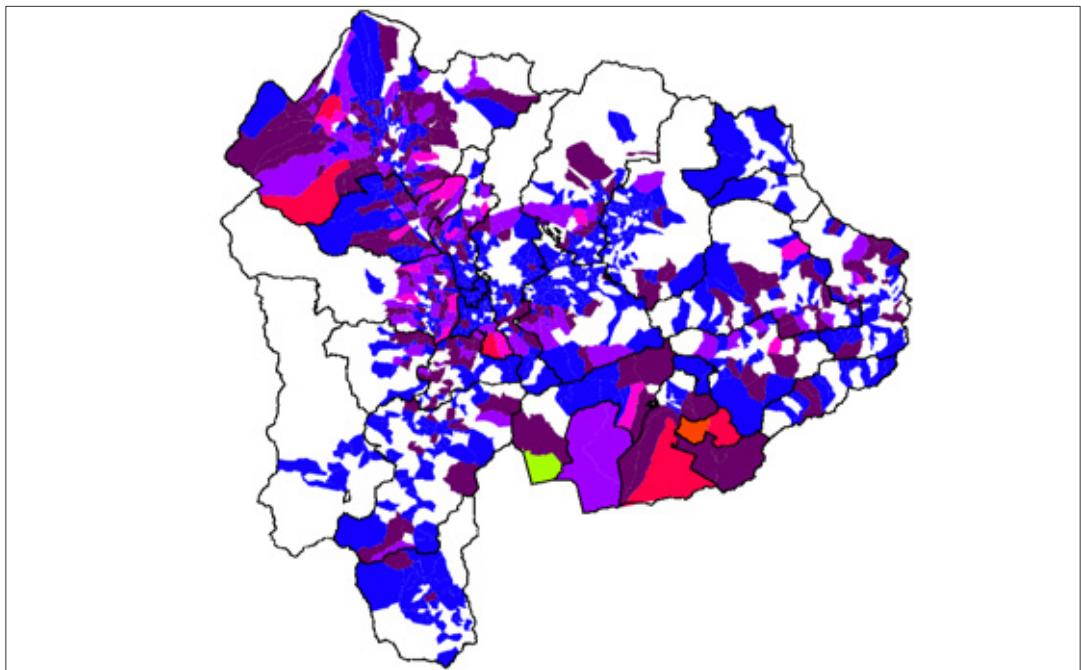
国土地理院国土数値情報	自然公園法
	自然環境保全法
	鳥獣害保護法

⑤立地条件

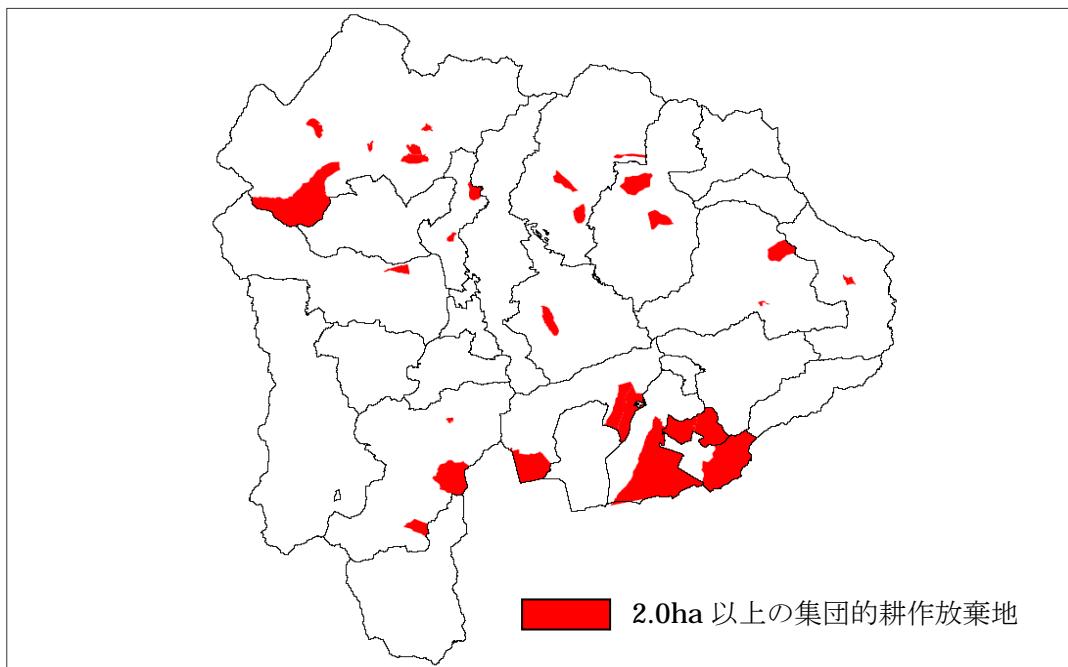
現地確認	周辺道路の整備状況
	送電線の有無
	周辺地の状況

2)選定方法

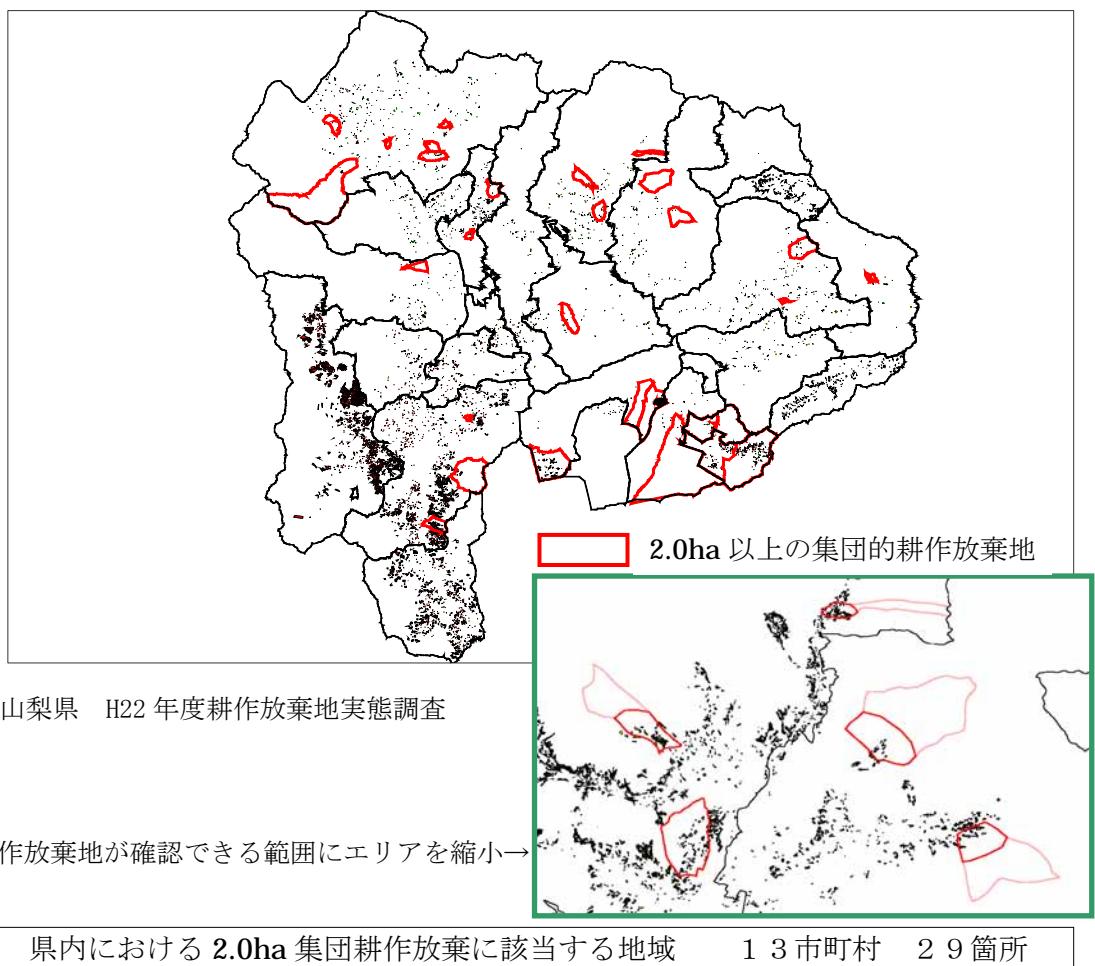
①集団的な2.0haの耕作放棄地が必要となるため、2010年世界農林業センサスによる県内全域の耕作放棄地分布状況を確認した中で、財団法人食品流通構造改善促進機構からの情報をもとに該当する地域を把握する。さらに、平成22年度に山梨県で耕作放棄地実態調査を行っているため、データを重ね該当する地域を絞り込んだ。



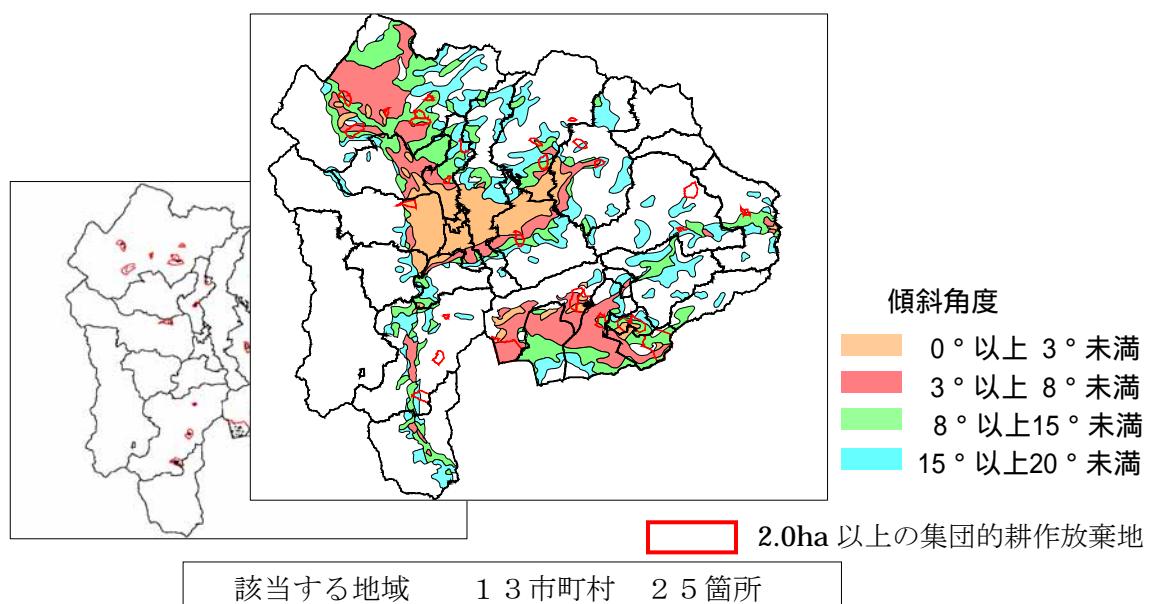
2010 年世界農林業センサス 旧市区町村単位耕作放棄地分布



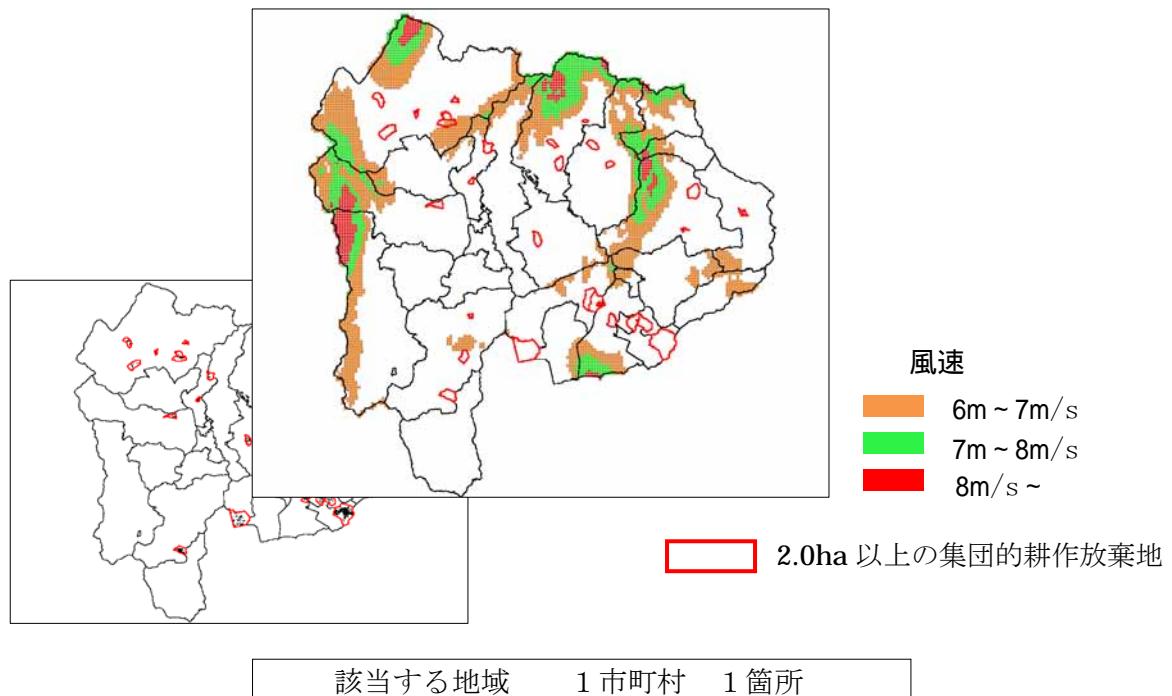
財団法人食品流通構造改善促進機構 2.0ha 以上の集団的耕作放棄地



②設置にあたり、地形が 0 度から 20 度までの傾斜範囲が適している。そのため、①のデータに山梨県土地分類図を重ね該当する耕作放棄地を抽出する。



③設置にあたり、地上 30m 高・年平均風速 6m/s 以上が適している。そのため、①のデータに NEDO 風況マップを重ね該当する耕作放棄地を抽出する。



3.3.5 現地調査

山梨県北杜市明野町



耕作放棄地面積	24 ha
地形の傾斜角度	8° 以上 15° 未満
風速（地上高 30m）	6m～7m/s
法規制	該当なし
現地調査	<input checked="" type="checkbox"/> 耕作放棄地 山林原野化している <input checked="" type="checkbox"/> 隣接道路 幅員 4m <input checked="" type="checkbox"/> 送電線 宅地などがあるため電力線有

3.3.6 適地候補地

今回現地調査を行った結果、遮るものがない風通しが良い場所であった。しかし、耕作放棄地解消の施策が進められていることから、耕作放棄地を対象とした発電計画は不適切と考えられる。

そのため、県内において適地候補地は該当しなかった。

3.4 木質バイオマス発電

3.4.1 木質バイオマス発電のしくみ

山梨県では、平成20年度に「山梨県木質バイオマス利用推進協議会」を設置し、平成21年3月に「山梨県木質バイオマス推進計画」を策定した。この「山梨県木質バイオマス推進計画」は、利用を推進するうえでの課題を整理し、本県の現状に即した、それぞれの主体の取り組みを提示し、木質バイオマスの利用を推進することを目的としている。また、「バイオマスタウン」の指定に向け複数の市町村で検討が行われている。「バイオマスタウン」は、バイオマスの発生から利用まで総合的な利活用システムが構築された地域、またはこれから行われることが見込まれる地域で、早川町、山梨市、笛吹市、韮崎市、道志村の5市町村がすでに指定を受け「バイオマスの利用推進」を行っている。

本県で一般的に利用可能な木質バイオマス資源は、森林の伐採現場で発生する未利用のまま残置された木材（林地未利用材）や、製材所等で製材加工する際に出る樹皮や端材（製材未利用材）、果樹や街路樹の剪定枝、各種の建設廃材などがあげられる。

バイオマス資源は未利用資源系と生産資源系に大別でき、各々に分類される資源の例を下表に示す。（出典）NEDO バイオエネルギー導入ガイドブック（第3版）

バイオマス資源の体系			
バイオマス資源	未利用資源	木質系バイオマス	森林バイオマス 林地残材 間伐材 未利用樹 製材残材 建築廃材 その他木質バイオマス（剪定枝など） 古紙 製紙汚泥 黒液
		農業残さ	稻作残さ 稻わら もみ殻 麦わら バガス その他農業残さ
		家畜ふん尿・汚泥	牛ふん尿 豚ふん尿 鶏ふん尿 その他家畜ふん尿 下水汚泥 し尿・浄化槽汚泥
		食品系バイオマス	食品加工廃棄物 卸売市場廃棄物 食品販売廃棄物 食品小売業廃棄物 厨芥類 家庭系厨芥 事業系厨芥 廃食用油 埋立地ガス 繊維廃棄物
		生産資源	木質系バイオマス 短周期栽培木材 牧草 草本系バイオマス 水草 海草 その他 糖・でんぶん 植物油 パーム油 菜種油

木質バイオマス資源の利用は、収集した資源をエネルギー利用に適した形態に加工する「燃料化」と、加工された燃料からエネルギーを取り出す「エネルギー変換」で構成される。また、利用可能なバイオマス資源はほとんどが未利用資源系でありバイオマスエネルギー利用技術の体系バイオマス資源には多種多様なものが存在し、その性状(発熱量、比重、含水率等)、発生形態、発生規模等が異なるため、エネルギー利用のための変換技術も様々なものが実用化／研究開発されている。

バイオマスエネルギーの変換技術は、理的変換(チップ化、ペレット化等)、熱化学的変換(燃焼、ガス化、炭化等)、生物化学的変換(メタン発酵、エタノール発酵等)と様々であり、また固体燃料化、液化、ガス化と技術分野が多岐に渡るため新規市場や雇用の創出に資する高い潜在性を有している。下図はバイオマス利用技術体系を示す。
 出典) NEDO バイオエネルギー導入ガイドブック(第3版)



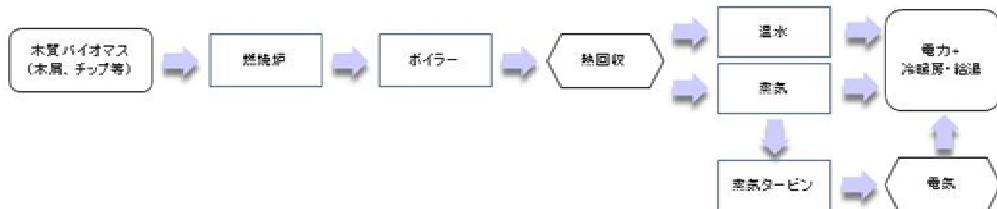
さらに、それぞれにおいてエネルギーの利用方法が次表のように区分される。

<木質バイオマスエネルギー変換技術>

技術区分		概要
直接燃焼	熱	木質バイオマス(チップ、ペレット等を含む。)を燃焼させ、温水や蒸気として熱を回収する。 暖房や給湯としてストーブ、ボイラー等に利用する。 チップ、ペレットボイラーと吸式冷凍機の組合せにより冷房を利用する。
	発電	木質バイオマスを燃焼させ発生した蒸気によりタービンやエンジンを回して発電する。 電気とともに熱を同時に取り出す方法は、コーチェネレーションと呼ばれている。
熱化学的分解	熱分解	木質バイオマスを部分燃焼させ、酸素不足下での加熱により分解し、CO、H ₂ 等の混合ガスや炭、油を得る。
	ガス化(発電)	CO、H ₂ 等のガスでタービンやガスエンジンを駆動させて発電する。
	液化	発生したガスを化学反応により、メタノールやDME(ジメチルエーテル)等の液体燃料を得る。
	炭化	木質バイオマスを酸素が希薄な環境下で加熱し、活性の高い木炭を得る。
生物化学的分解	エタノール発酵	糖類又は木質バイオマスに含まれるセルロース類を糖化し、微生物で発酵させてエタノールを回収し、自動車の燃料等に活用する。
	メタン発酵	微生物や酵素を利用して発酵させてメタンを回収し、燃焼させて発電する。 畜産廃棄物、下水汚泥で実用事例が多い。
	コンポスト化	都市からの生ゴミや下水汚泥、家畜糞尿、木質資源等を、好気的に(酸素がある状況下で)発酵させ、有機肥料を製造する。

現時点で実用段階にあるのは、「破碎燃料(薪やチップ)・成型燃料(ペレット)」+「ストーブ・ボイラー」の組み合わせによる燃焼熱利用である。また、ボイラ - から発生する蒸気を利用した発電や、排熱の利用も含めたコーチェネレーションも実用化しているが、発電機を十分に動かすことができる高温・高圧の蒸気を得るために大量のバイオマスを投入することが必要であり、熱を直接利用する方法に比べて総合エネルギー効率が劣ることが多い。

〈直接燃焼によるコーチェネレーションの基本フロー〉

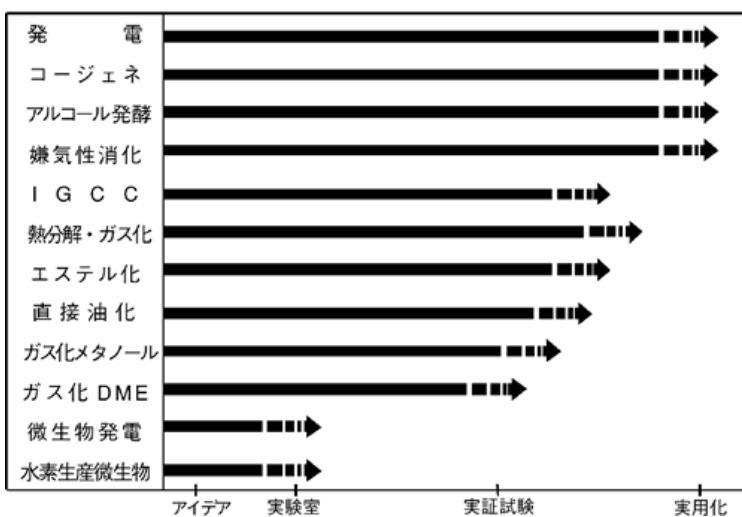


〈ガス化方式によるコーチェネレーションの基本フロー〉



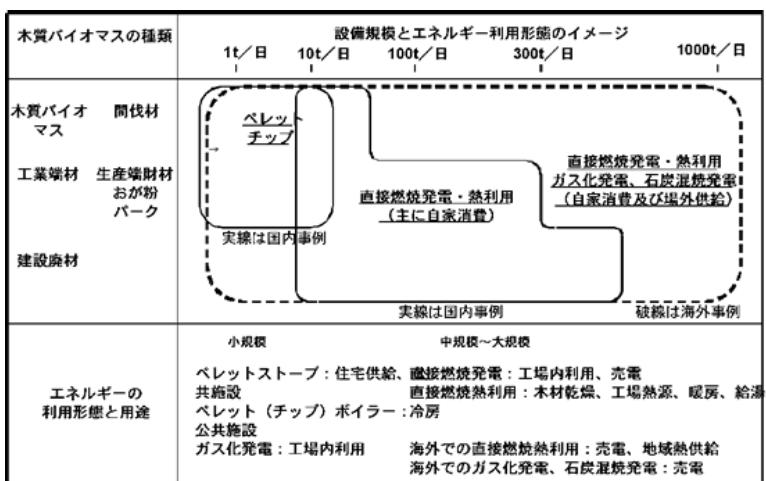
木質バイオマスを分解によりガス化して利用するガス発電は、技術的には確立しているが課題が多い。ガス化装置を安定して稼働させるためには、投入する木質資源の質を厳格に管理することが必要である上、機器は極めて高額で、ガス化装置と発電設備の合計で現状 200 万円/kW 程度とされる。

下図は、バイオマス変換技術の成熟度を示したもので、比較的乾燥した木質系バイオマスは燃焼、ガス化、あるいはガス化を経由した間接液化が適する。



利用技術の体系として木質バイオマスの種類ごとに処理規模との関連をとりまとめた下図のようになる。

図中、実線が国内事例、波線が海外事例となっている。処理量については、小規模な場合はペレット利用、チップボイラーでの利用、一部ガス化発電による。中・大規模では、直接燃焼発電や熱利用が行われている。電力・熱の利用方法は、主に自家消費である。



出典)季報 エネルギー総合工学 第28巻 第3号 横山伸也氏

3.4.2 導入の現状と課題

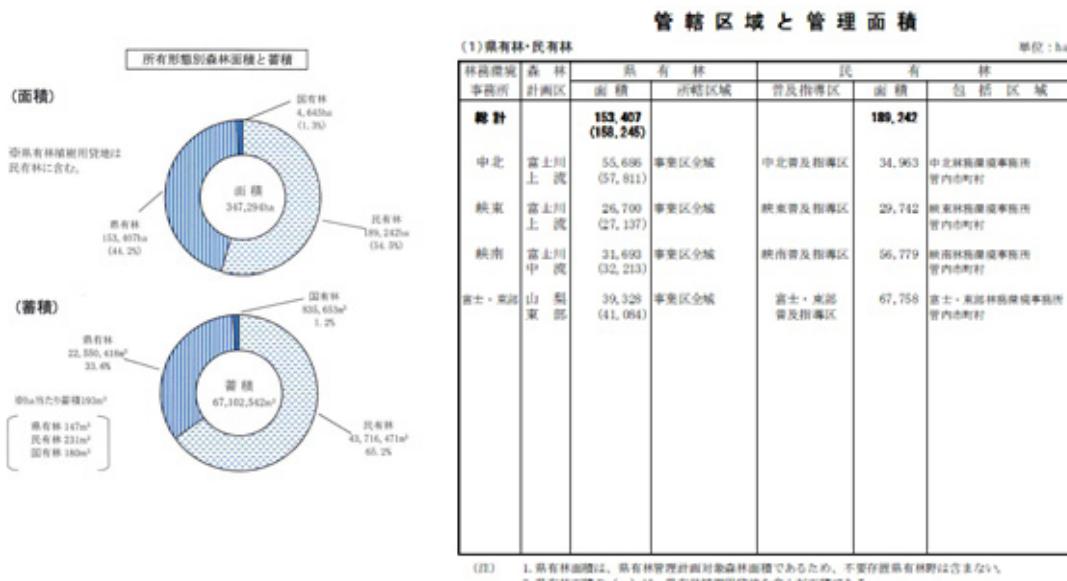
山梨県は県土の約8割が森林で、これら森林の木材生産や間伐実施跡地には、利用されずに残されている未利用木材資源が存在する。これらの資源を様々な木質バイオマス原料として利用することで、持続可能な社会の実現に繋がる。また、森林保全や地域林業に相当量の木材需要や関係する就業の創出等により地域経済活性化や化石燃料の使用削減による地球温暖化防止への効果が期待できる。



出典) 山梨県木質バイオマス推進計画

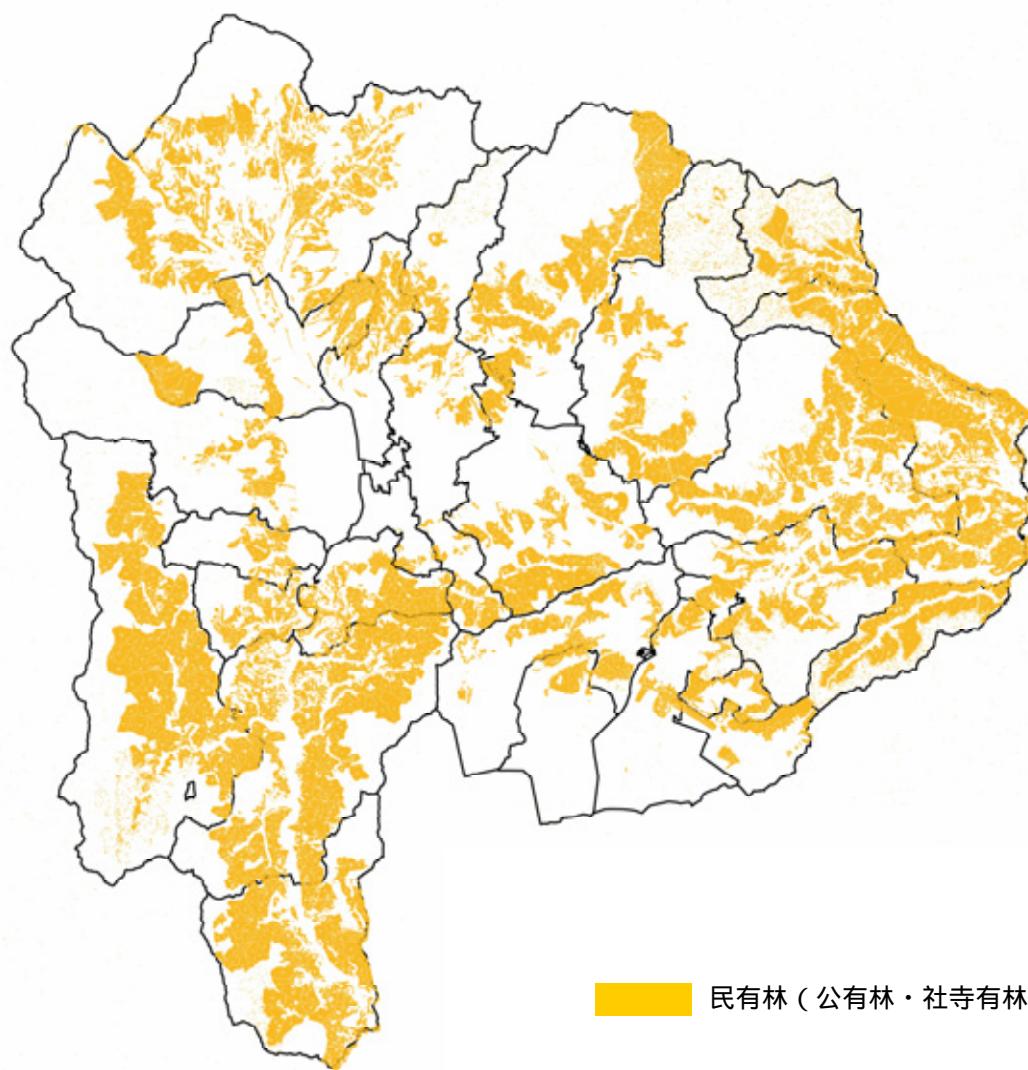
・山梨の森林資源の状況

本県の森林面積は、348,000 haで内訳は、国有林 5,000 ha(全体の 1%)、県有林 153,000 ha(44%)、民有林 190,000 ha(55%)で、他県に比べ、国有林面積が少なく、県有林面積が大きいことが特徴となっている。また、県内森林のうち、法規制等(自然公園法、森林法等)の状況から、資源利用の対象となる可能性が低い国有林、県有林は除き民有林を対象に検討を行う。



出典) 山梨県林業統計書

山梨県民有林分布図

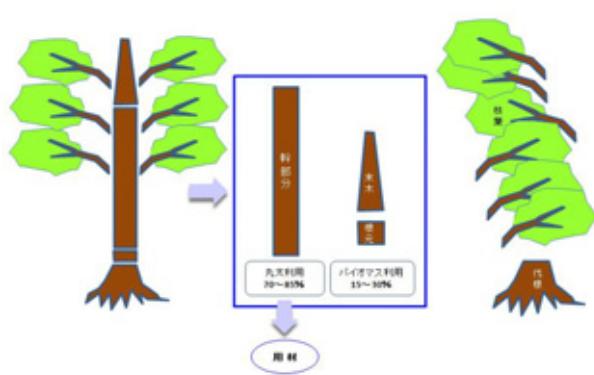


「山梨県森林位置図」参照作成

・林地未利用材

森林で立木を伐採した際に、細すぎたり、曲がっていたりして、建築・建設用材として利用するには難しい部分は、林内から搬出されず残される状態が多くある。(写真)

また、根元や末木の部分も用材としての利用価値は低いため、未利用のまま残されており、幹部全体の15~30%程度が見込まれる。(下図参照)



<伐採木の部位と利用区分>



<林内の未利用材>



・製材未利用材

森林から伐採された丸太を製材する際に出る樹皮、背板、端材、オガ粉などで、その発生割合は、丸太積の30~49%程度になる。製材未利用材全体における種別ごとの発生率は、樹皮15%、背板・端材55%、オガ粉等30%を占め、これらの残材は製紙原料や家畜の飼料などに利用されている。しかし、畜産農家の減少に伴い「製材未利用材」の消費も落ち込んでいる。(山梨県森林組合連合会より聞き取り)

実態調査に基づく製材残材の発生量推計値

利用・処理区分 及び 用途	[a] アンケート結果での製材残材発生量(t)				[b] 全事業所推計(t)			
	おが粉等	木くず類	パーク	合計	おが粉等	木くず類	パーク	合計
既利用	1,760	888	216	2,874	6,769	3,454	831	11,054 (53.6%)
マテリアル利用	1,475	429	190	2,094	5,673	1,650	731	8,054 (39.0%)
キノコ菌床	158	0	0	158	608	0	0	608 (2.9%)
家畜飼料・堆肥副資材	1,227	0	190	1,417	4,719	0	731	5,450 (26.4%)
建設・産業資材	90	429	0	519	346	1,650	0	1,996 (9.7%)
燃料利用	285	469	26	780	1,096	1,804	100	3,000 (14.5%)
未利用(廃棄物処理)	0	2,449	42	2,491	0	9,419	162	9,581 (46.4%)
合 計	1,760	3,347	258	5,365	6,769	12,873	993	20,635 (100.0%)

[a] アンケート調査で有効回答のあった26事業所の実数。

[b] a / 26(有効回答事業所数) × 100(調査対象事業所数)

調査対象事業数は、調査票を発送した事業所のうち、廃業・宛名不在等の理由で除外した18事業所を除く、計100事業所。

賦存量の推計結果詳細【製材残材】

圏域	中北		嶽南	嶽東	富士・東部	県 計
	狭中	嶽北				
[a] 製材残材発生量(t)	10,703	3,632	7,071	1,736	2,507	5,689
[b] [基礎情報] 製材業の従業員数(人)	333	113	220	54	78	177
[c] 賦存量(TJ)	142	48	94	23	33	75
						273

[a] 製材所アンケート調査結果から推計される県全体の残材量を圏域の製材業従業者数(b)で按分。

[b] 「平成21年度工農統計調査結果報告」における「産業中分類別木材・木製品製造業従業員数」。

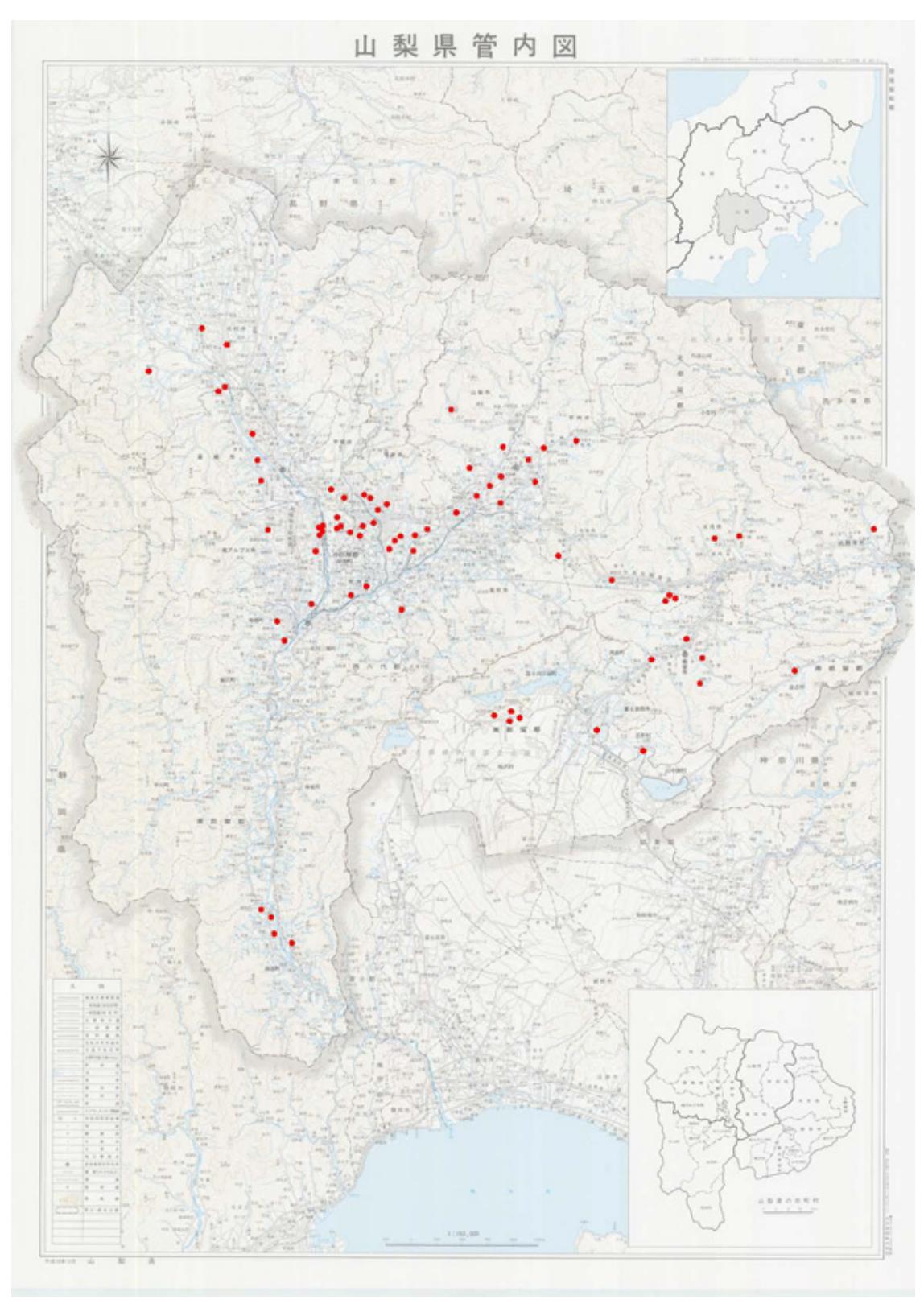
[c] a × 木材低位発熱量(15.6GJ/t) × ボイラ効率(85%)

計算方法・各係数は「バイオマスエネルギー量の推計方法(改訂版)」(2009 NEDO)による。

出典) 山梨県クリーンエネルギー賦存量等調査報告書(平成23年3月)



<木材市場に集められた木材>



<県内製材所位置図>

・果樹剪定枝等

桃やぶどう等の果樹栽培から発生する木質バイオマスであり、特に果樹生産量が多い本県においては、安定的に一定量の発生が見込まれる。

桃、ぶどうの剪定枝発生量は 10a あたり年間 250 ~ 300kg 程度である。本県には、桃 3,500ha、ぶどう 4,300ha 等の約 11,000ha の果樹の栽培面積があるため、総計で年間に約 27,000t の果樹剪定枝が発生していることになる。

しかし、これらの多くは焼却や、細かく碎いて畑に鋤きこむなどの処理をされており、利用するためには、収集するためのシステムを新たに検討する必要がある。

また、嵩張りや水分含有量の多さなど、運搬方法やエネルギー利用における効率の面で課題を抱えていることや、一般廃棄物として扱われるため、廃棄物処理法等の規制の対象となるなどの問題がある。

賦存量の推計結果詳細【果樹剪定枝】

圏域		中北	嶺中		嶺南	嶺東	富士・東部	合 計
			嶺中	嶺北				
[a] 果樹 栽培面積	ブドウ (ha)	1,085	878	207	72	3,194	5	4,356
	モモ (ha)	754	668	86	44	2,724	-	3,522
	スマモ (ha)	523	492	31	40	409	-	972
	合計 (ha)	2,362	2,038	324	156	6,327	5	8,850
[b] 剪定枝 排出量	ブドウ (t)	3,038	2,458	580	202	8,943	14	12,197
	モモ (t)	3,016	2,672	344	176	10,896	-	14,088
	スマモ (t)	942	886	56	72	736	-	1,750
	合計 (t)	6,996	6,016	980	450	20,575	14	28,035
[c] 賦存量 (TJ)		47.3	40.7	6.6	3.0	139.0	0.1	189.4

[a] 「山梨農林水産統計年報」(2008 農林省関東農政局)に基づく。

[b] 「バイオマスエネルギー量の推計方法(改訂版)」(2009 NEDO)に基づく。ブドウ:2.8、モモ:4.0、スマモ:1.8(t/ha)。

[c] 総剪定枝排出量 × 果樹剪定枝低位発熱量(7.95GJ/t) × ボイラ効率(85%)

計算方法・各係数は「バイオマスエネルギー量の推計方法(改訂版)」(2009 NEDO)に基づく。

出典) 山梨県クリーンエネルギー賦存量等調査報告書 (平成 23 年 3 月)



<果樹栽培から発生する桃やぶどうの剪定枝>

・建設廃材

山梨県における建設発生木材の排出量は 51,400 t（平成 17 年度建設副産物実態調査：国土交通省）で、このうちの約 40%は、燃料用のチップ等への活用等で再利用されており、残りの 60%が焼却処分されている。しかし、建設廃材の中には、薬剤処理や塗料等が含まれているものも混在しているため、燃料用として燃焼させる場合には、ダイオキシン等、化学物質発生への対応が必要となる。

発電施設等大規模なプラントでは、有害物質除去のための装置や検査費用などの捻出も比較的に対応しやすいが、小規模な利用施設では難しく、利用は困難と考える。

・木質バイオマス利用の課題

利用可能な木質バイオマス資源としては、林地未利用材、製材未利用材、果樹剪定枝、建設廃材等がある。しかし、林地未利用材にあっては、急峻な地形や搬出路の確保ができないことから、資源を効率的に利用されているとはいえない状況にある。また、果樹剪定枝については、一箇所あたりの排出量が少なく、形状も様々であるため、効率的な収集方法等が課題となる。建設廃材においては、薬品や塗料など木材以外の物質が含まれており、燃焼にともなう有害物質発生への対応が困難となる。

3.4.3 設置基準

木質バイオマス資源を利用するにあたっては、資源の安定的な確保が最も重要となる。本県の場合、現状では利用可能な資源量が少ないため、比較的少ない資源量でも利用が可能な施設が適切と考える。以下の 2 点について十分検討し、設置場所や施設規模を決定する。

・小規模分散化

林地残材や建設発生木材は少量かつ分散して発生することから、プラントを大規模化すればするほど、木質バイオマスの収集エリアが拡大して収集・運搬コストが割高になる。また、木質バイオマスが局地的に供給不足となり、安定的発電ができなくなる。こうした事態を回避するには、小規模分散型を前提とした木質バイオマス利用システムの構築を検討していく必要がある。木質バイオマス発電では、小規模でも高効率化できるガス化技術の開発・普及を推進することが、熱利用では、小型のチップボイラー、ペレットボイラー、ペレットストーブなどを開発・普及することが望ましい。

・地域住民や地場産業との連携

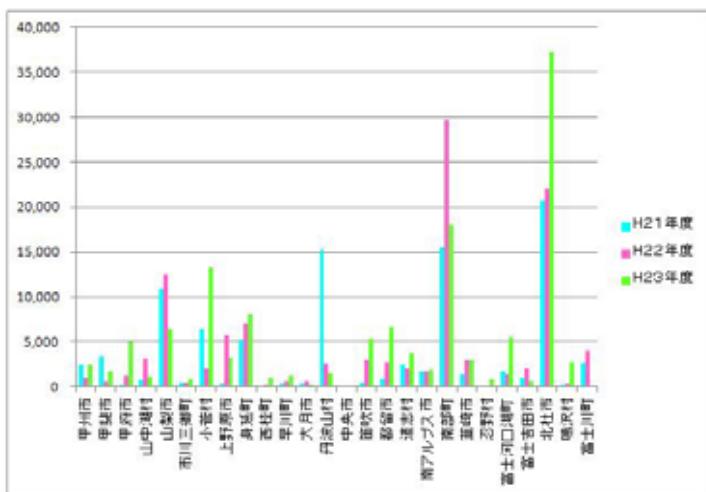
上述の小規模分散化を効果的に進めるには、木質バイオマスの利用を地域住民や地場産業と結び付けていくことが重要である。地場産業で発生する木質バイオマスの利用と、木質バイオマスが生んだエネルギーの地域住民や地場産業による利用をうまく組み合わせることで、地域の活性化にも貢献できる。

3.4.4 選定方法

木質バイオマス資源を安定的かつ安価に確保するため、製材未利用材をバイオマス資源とし検討を行うこととする。木材生産や利用間伐材から発生する製材残さを資源とし、木質バイオマス発電を想定する。賦存量については、山梨県林業統計書（山梨県森林環境部）資料により県内の民有林の伐採量推計値から県内の圏域別日供給量を推計し、公共施設、製材所等を考慮し適地（市町村単位）を決定する。

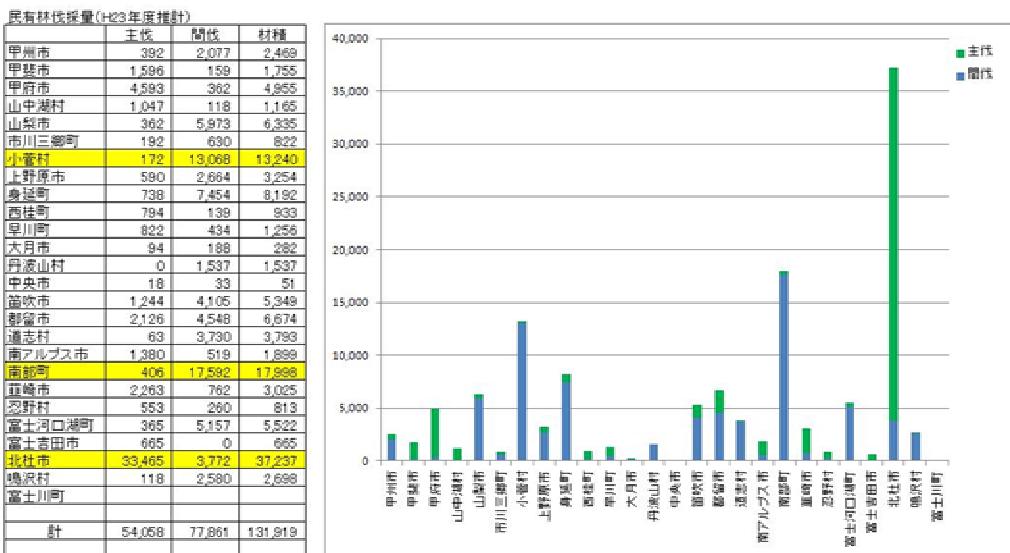
下表・グラフは、H21～H23 年度の 3 年間の伐採量推計値で、表中の数字は材積(m^3)を表す。材積は、主伐材、間伐材を合算したもの。

市町村名	H21年度	H22年度	H23年度
甲州市	2,443	1,001	2,469
甲斐市	3,901	659	1,755
甲府市	261	1,215	4,955
山中湖村	777	3,136	1,165
山梨市	10,048	12,477	6,335
市川三郷町	518	481	822
小菅村	6,409	2,031	12,240
上野原市	344	5,699	3,264
奥多摩町	5,233	6,950	8,192
西桂町	169	278	933
笛吹町	411	638	1,256
大月市	408	550	282
丹波山村	15,316	2,630	1,537
中央市	36	0	51
南牧市	466	3,009	5,349
都留市	802	2,771	6,674
道志村	2,802	1,934	3,793
南アルプス市	1,680	1,789	1,899
南都留町	15,547	29,733	17,998
韮崎市	1,307	3,036	3,025
忍野村	59	133	813
富士河口湖町	1,785	1,331	5,622
富士吉田市	945	2,020	665
北杜市	20,683	22,010	37,297
鳴沢村	223	340	2,698
富士川町	2,616	4,015	
計	95,168	109,874	131,919



今回の検討では、最新の数値とし H23 年度の伐採量推計値を使って利用可能な製材未利用材を推計する。

本資料は県有林を除く民有林において森林法第 10 条の 8 及び第 15 条の規定により届出された数字をもとに伐採量を推計したものである。（山梨県森林環境部 森林整備課資料）



この推計量は、H23 年度の民有林伐採量推計値 を基に、県内 4 圏域の製材未利用材を推計した。H23 年度の伐採量推計(上表・グラフ)は約 132,000 m^3 で、このうち主伐が約 54,000 m^3 、間伐が約 78,000 m^3 となっている。

ただし、資源収集コストの面から県内を 4 つの圏域で検討し、製材所における木材生産の残さを利用する想定とした。

本資料は県有林を除く民有林において森林法第 10 条の 8 及び第 15 条の規定により届出された数字をもとに伐採量を推計したものである。(山梨県森林環境部 森林整備課資料)

<主伐材 + 間伐材 (利用間伐材と想定) 利用の場合 >

H23 年度民有林の伐採量推計 132,000 m^3

未利用材推定量 $132,000 \text{ } m^3 \times 43\% \times 30\% = 17,000 \text{ } m^3$ (伐採量推定 × 幹部割合 × 利用可能割合)

H23年度 民有林伐採量推計(主伐材+間伐材)

圏域名称	年間伐採量(m^3 /年)	未利用材推定値 (年間伐採量×43%×30%)	換算重量(t/年)	日換算重量(t)	備考
中北圏域	48,922	6,311	3,156	8.6	
峡東圏域	14,153	1,826	913	2.5	
峡南圏域	29,201	3,767	1,884	5.2	
富士・東部圏域	39,643	5,114	2,557	7.0	
計	131,919	17,018	8,510	23.3	

※換算重量: 気乾比重(0.5t/ m^3)含水比15%想定

※日換算重量: 换算重量(t/年) ÷ 365日

<主伐材のみ利用の場合>

H23 年度民有林の伐採量推計 54,000 m³

未利用材推定量 54,000 m³ × 43% × 30% 7,000 m³ (伐採量推定 × 幹部割合 × 利用可能割合)

H23年度 民有林伐採量推計(主伐材のみ)

圏域名称	年間伐採量(m ³ /年)	未利用材推定値 (年間伐採量×43%×30%)	換算重量(t/年)	日換算重量(t)	備考
中北圏域	43,315	5,588	2,794	7.7	
峡東圏域	1,998	258	129	0.4	
峡南圏域	2,952	381	191	0.5	
富士・東部圏域	5,793	747	374	1.0	
計	54,058	6,974	3,488	9.6	

※換算重量: 気乾比重(0.5t/m³)含水比15%想定

※日換算重量: 換算重量(t/年) ÷ 365日

上記の推計結果より、

<日供給量>

中北圏域は、日供給量 7.7 ~ 8.6t/日 程度であるが北杜市の占める割合が大きい。

峡東圏域は、日供給量 0.4 ~ 2.5t/日 程度で山梨市の占める割合が大きい。

峡南圏域は、日供給量 0.5 ~ 5.2t/日 程度で南部町の占める割合が大きい。

富士・東部圏域は、日供給量 1.0 ~ 7.0t/日 程度で小菅村の占める割合が大きい。

<製材所の位置>

中北圏域は、甲府周辺から北杜市にかけ多く存在する。

峡東圏域は、山梨市、甲州市にかけ多く存在する。

峡南圏域は、南部町に存在する。

富士・東部圏域は、富士河口湖町、都留市、大月市に存在する。

3.4.5 適地候補地

本県において、木質バイオマス資源利用はチップ、ペレット等の熱利用がほとんどで、木質バイオマス発電を検討した場合、プラントを大規模化すればするほど、木質バイオマスの収集エリアが拡大して収集・運搬コストが割高になる。また、上記の推計結果からも1日に供給できる資源は少量であるため、製材所や公共施設の位置を考慮し、小規模分散型を前提とした木質バイオマス利用「小規模ガス化発電」による「地産地消」が相当と考える。

供給量と製材所から、中北圏域の北杜市が候補地として可能性は高い。

第4章　まとめ

本調査を行った結果、山梨県では再生可能エネルギー導入可能性候補地として5箇所を選定した。選定箇所は、太陽光発電で2箇所「山梨市倉科」「北杜市小淵沢町下笠尾」を候補地とし、小水力発電では3箇所「六ヶ村堰」「朝穂堰」「四ヶ埣堰」を候補地とした。

今回の調査は、業務規定により耕作放棄地又は農業水利施設において行われる太陽光発電、小水力発電又は風力発電とし、バイオマス発電については森林資源を活用して行うこととされている。それに基づき、関連情報を収集し基礎的な条件で選定を行っているため、実際に設置を計画する際には詳細調査を行い、県や市町村をはじめとする関係者との連携を図りながら具体的な検討を行う必要がある。

また、本県においては、2050年までに県内の消費電力を全てクリーンエネルギー発電で賄う「エネルギーの地産地消」を目指している。このため、今後も再生可能エネルギーの導入を検討する場合には、それぞれの地域の必要電力量を精査し、地域毎のエネルギー計画を検討したなかで、低炭素社会の実現に取り組んでいく必要があると考えられる。

平成 23 年度 農林水産省補助事業(農山漁村 6 次産業化対策事業)

**農山漁村
再生可能エネルギー導入可能性等調査
報告書**

平成 25 年 3 月
山梨県土地改良事業団体連合会