

隠岐の島町バイオマス産業都市構想



平成 26 年 7 月

隠 岐 の 島 町 役 場

緑のコンビナート推進協議会

目 次

1. 地域の概要	1
1.1 計画策定主体	1
1.2 対象地域の範囲	1
1.3 地理的特色	1
1.4 社会的及び経済的特色	1
2. 地域のバイオマスの利用の現状と課題	4
2.1 利用の現状	4
2.2 利用の課題	4
3. 目指すべき将来像と目標	6
3.1 バイオマス産業都市を目指す背景と理由	6
3.2 バイオマス産業都市として目指すべき将来像	6
3.3 バイオマス産業都市として達成すべき目標	7
4. 事業化プロジェクトの内容	9
4.1 木質バイオマスリグノフェノール商品・研究開発（木質バイオマスメタン発酵事業）	9
4.1.1 まえおき	9
4.1.2 実験の部	9
4.1.3 事業化に向けた検討	10
4.1.4 メタン発酵事業の経済性評価	12
4.1.5 総括としての考察	13
4.2 木質バイオマスペレット事業	14
4.2.1 ペレット工場の費用対効果算出	14
4.3 木質バイオマスペレット発電の可能性評価	17
4.3.1 まえおき	17
4.3.2 検討の前提	17
4.3.3 計算の根拠	18
4.3.4 隠岐の島（島後）バイオ発電事業計画経済性評価	19
4.3.5 ペレット発電小規模型の施設の集合状況	20
4.3.6 各施設のエネルギー使用量	21
4.4 ごみ処理施設のメタン発酵事業	23
4.4.1 メタン発酵堆肥化によるバイオマス循環モデルの概要	23
4.4.2 本事業の可能性調査	24
4.5 各プロジェクト事業のまとめ	27
5. 地域経済波及効果	28
6. 実施体制	28
7. フォローアップの方法	29
8. 他の地域計画との有機的連携	29

資 料 編

資料1 バイオマス産業都市構想のイメージ図（提案書2）	資-1
資料2 発電レイアウト（提案書4-2）	資-2
資料3 委員会資料（提案書6）	資-3

1. 地域の概要

1.1 計画策定主体

当計画は、隠岐の島町と緑のコンビナート推進協議会が作成する。

1.2 対象地域の範囲

隠岐の島町全域を対象とする。



図 1-1 隠岐の島町の位置

1.3 地理的特色

隠岐の島町は平成 16 年 10 月に島後管内の 4 ヶ町村が合併し発足した。隠岐の島町が位置する島後は、島根半島の北東約 80km の海上に位置し、隠岐諸島の中で最も大きな島である。面積は 242.95 km²（琵琶湖の約 36%）で、その約 87%を森林が占めている。（竹島は隠岐の島町に属し、総面積は 21 km²である）

島はほぼ円形に近い火山島で、隠岐の最高峰大満寺山（標高 608m）を中心に標高 500m 級以上の山々が連なり、周辺の海岸全域は大山隠岐国立公園に指定され、雄大な海洋風景や急峻な山並み等が風光明媚な景観を醸し出している。また、平成 25 年 9 月には、大地の成り立ちや独自の生態系が認められて世界ジオパークに認定されたところである。



写真 1-1 白島海岸景勝地



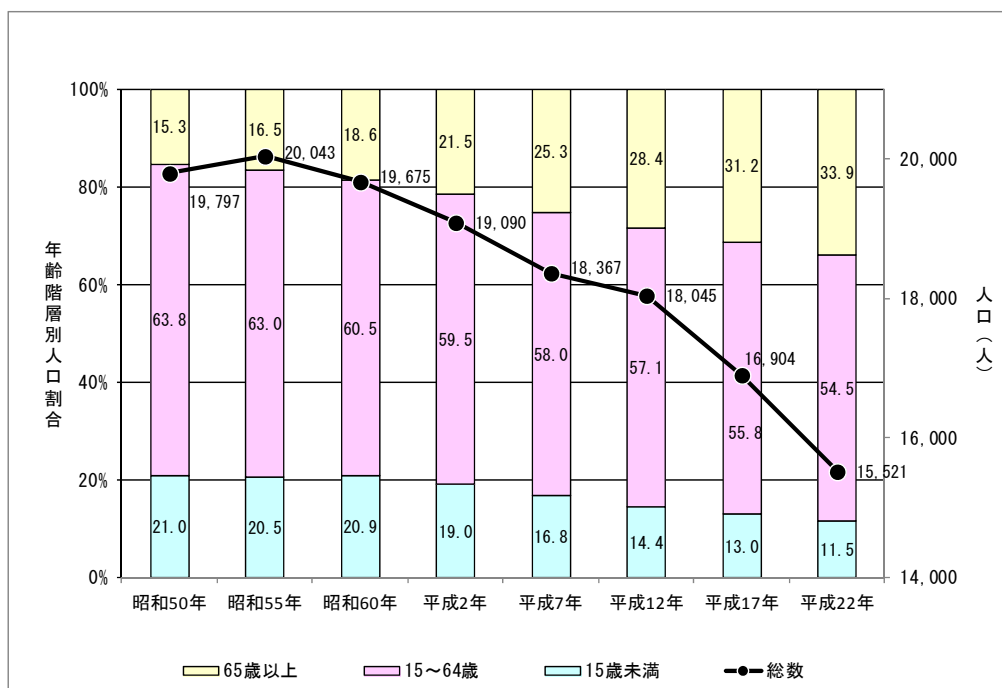
写真 1-2 隠岐の島町西郷港周辺

1.4 社会的及び経済的特色

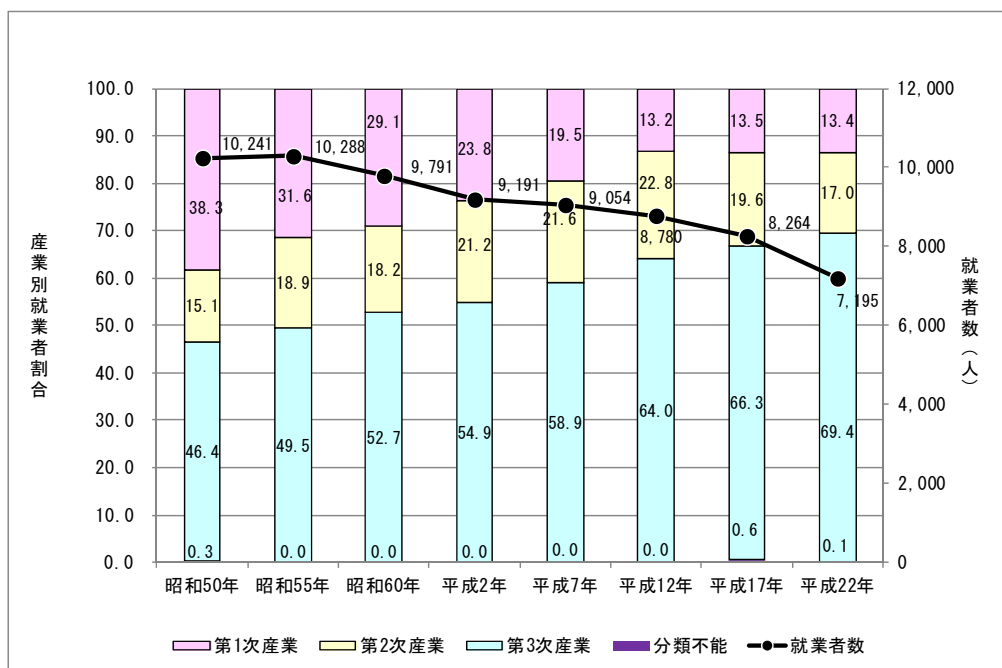
隠岐の島町には大規模な第二次・第三次産業は無く、水産業・林業といった第一次産業が主となっている。しかし水産業は天候や海洋条件に左右されるため安定的な収入確保は難しく、林業も外材との競争によって単価が落ち込んでいる。このような背景から、第一次産業に就く若者は年々減少し、島外へと流出しており、昭和 35 年に約 7,050 人だった第一次産業就労者数は平成 2 年に約 2,190 人、平成 22

年には約 960 人へと激減している。それに伴い、里山・里海の管理が疎かになり、切り捨て間伐材による土砂災害や漂着海藻による船の航行阻害といった問題も生じている。

■人口・年齢階層別人口割合の推移



出典：「国勢調査」（総務省統計局）（昭和 50 年から平成 12 年は町村合併（平成 16 年）以前の旧町村の合計）



出典：「国勢調査」（総務省統計局）（昭和 50 年から平成 12 年は町村合併（平成 16 年）以前の旧町村の合計）

島根県地域産業連関表隠岐圏域表（2005 年）によると、隠岐の島町の総生産額（GDP）は 847 億円となっており、そのうち 206 億円は社会資本等の減耗引当であるので、これを除くと 641 億円になり、そのうち、70%は公的補助で賄われている状況である。近年の国家財政の厳しい状況下においては、持続可能な構造でなく、隠岐の島の経済は生産額の増加をしないと成り立たないという結果が出ている。

特に、林業においては、かつては林業で生計を支えた時期もあったが、外材等の移入により、木材コストの価格競争に抑えられて、現在は豊富な森林蓄積量がありながら、木材業の生産額は 3.83 億円となっており、総生産額の 1%にも満たない結果となっている。島が公的依存から脱却するには、林業の再生が必要不可欠となっている。

2. 地域のバイオマス利用の現状と課題

2.1 利用の現状

島の 87%に及ぶ森林資源（森林蓄積量 6,677 千 m^3 ）は、住民一人当たりの森林面積が世界トップクラスであり、森林に蓄積されている山元立木価格は約 229 億円の価値になると評価されている。特に隠岐のクロマツは約 2,000 千 m^3 蓄積されていて、「杢目の良さ、光沢・色調の美しさ」が好評で隠岐ブランド品として建築材に利用されている。また、木材搬出用の林道は、林道密度が 8.7m/ha あり、全国平均の約 2 倍、県平均の約 3 倍となっており、他の地域より整備が進んでいる。

しかし、経済的な資源としての活用を放棄され、ほとんどが管理されないままに放置されている。林野庁の調査データでは年間の資源賦与量は 98 千 m^3 であり、間伐の目標は 5 万 m^3 になっているが、間伐材の商品価値が具体的に設定されておらず、森林事業としての資源になり得ていない。

森林管理展開に中から出てくる未利用資源の間伐材、林地残材そして製材屑などを活用してバイオエネルギーや新素材の開発に向け、これまで隠岐の島町は地元の企業やコンサルタント、さらに大手企業からなる「緑のコンビナート協議会」を組織して、取り組んできて多くの成果を挙げようとしている。

平成 19 年から島のエコアイランド化を目指した「緑のコンビナート構想」を推進するために、官民が一体となって、林地残材や間伐材等の未利用資源を活かした里山の再生に繋がる取組を行ってきた。

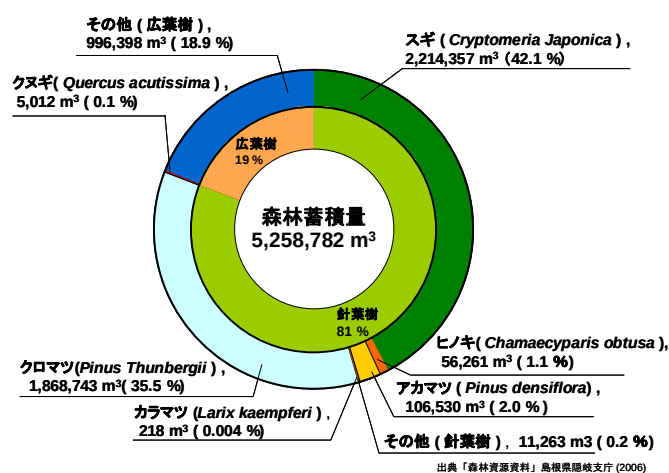
2.2 利用の課題

島の木材を島外へ出荷するために高性能機械を導入する等して、島内の木材搬出コストの大幅に改善された（8,000 円/ m^3 →5,000 円/ m^3 ）が、離島が故に海上の輸送コストが高く、23 年度の島外への製材加工の搬出は 100 m^3 程度であり、行政からの補助金（3,000 円/ m^3 ）がないと持続できない状況である。

加えて本町は離島であるがゆえに重油や灯油などの燃料費が高く、第一次産業や町営施設の経営を圧迫している。

都市部のようにエネルギー確保の手段として、廃棄物焼却による熱利用も考えられるが、採算がとれる規模のごみが確保できないことから、焼却するのみとなっている。特に生ごみは発熱量が低く、安定焼却の妨げとなる。今後プラスチック・紙類等の発熱量が高いごみの減量化・再使用・再利用が進展するに従い、焼却ごみに対する生ごみ混在比率が上がり、燃料使用による炉の高温維持が必要となるため、町の経済的負担が大きくなると考えられる。

隠岐地域の里山の状況



里山の管理放棄



松くい材の進行

■隠岐の島町の再生可能エネルギー量

区 分	賦 存 量	利 用 率
木質バイオマス	9,362 t/年	0
草本系バイオマス	280 t/年	0
畜産バイオマス	121,636 m ³ /年	0
農業廃棄物バイオマス	20 t/年	0
生ゴミバイオマス	143,869 m ³ /年	0
汚泥バイオマス	1,993 m ³ /年	0

※「木質バイオマス」は、林地残材、切捨間伐材、国産材製材廃材、建築廃材、新・増築廃材、果樹剪定枝、公園剪定枝の合計値。

※「草本系バイオマス」は、公園刈草、道路刈草、河川刈草の合計値。

※「農業廃棄物バイオマス」はもみ殻。

※「生ゴミバイオマス」は、家庭系厨芥類、事業系厨芥類、食品加工残渣の合計値

※「汚泥バイオマス」は、下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥の合計値。

また、未利用木材、生ごみを地域資源として有効活用・再構成することによって、安定的な雇用と収入源の確保、および新たなエネルギー源の創出を行える事業モデルの構築が必要である。

こういった地域資源を活用した取組が促進されれば、今後はソフト面においても隠岐ジオパークとの連携や森林吸収源のカーボンオフセットの導入を通して、環境・森・木材を通じた都市との持続的な交流が期待できる。



写真 2-1 世界隠岐ジオパークとの連携（イメージ）

3. 目指すべき将来像と目標

3.1 バイオマス産業都市を目指す背景と理由

海岸近辺まで植林された森林と特徴的で優れた漁場は隠岐の貴重な地域資源であり、里山・里海は基幹産業の第一次産業の基盤となっている。しかし、里山では林業の停滞による管理放棄や切捨間伐に伴う森林育成不足、里海では地球温暖化や土砂流入による漁場環境の変化、水産資源の減少、磯焼けの進行等の多くの問題に直面している。

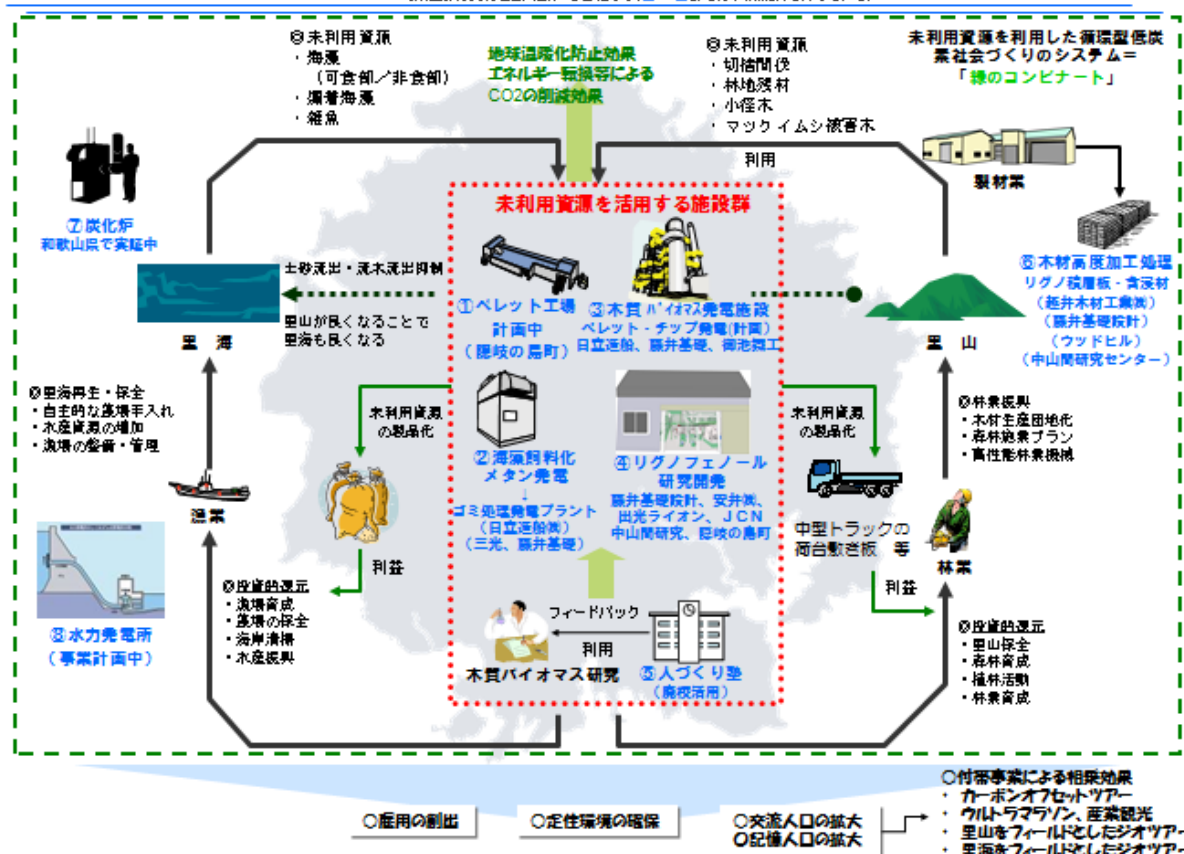
3.2 バイオマス産業都市として目指すべき将来像

この全国的にもみられる問題に対し、隠岐では地元林業者・漁業者を中心に、里山では密度の高い林道整備や利用間伐の推進、里海では造成漁場整備や海藻の商品化・ブランド化等に取り組んでおり、今後はこれらの取組を推進するとともに、里山・里海での未利用資源の発掘・活用により、第一次産業の復興と里山・里海環境の恒常的な保全・再生の両立を目指す。そのうえで、石油代替製品の新規開発や林産・水産加工品（特産品）の新規開発等により第二次産業の振興を目指すとともに、エコツーリズム等による体験交流に展開する（「緑のコンビナート」の構築）。このような取組を通じることで、京都議定書の目標達成に資する島の低炭素社会づくりを目指す。

まずはこれらの環境産業の促進による第一次・第二次産業の基盤整備により新たな雇用の場と定住環境を確保し、それにより再生される里山・里海環境・資源を活用したグリーンツーリズム・ブルーツーリズム等による体験交流の促進により交流人口を獲得していく。

緑のコンビナートのイメージ

緑のコンビナート構築のために農林水産等の地元関係者を一体的に連携させながら、エコビジネスとして具体的な事業化を推進する必要がある。これにより、里山から里海、里地までの再生を更に加速させ、島の未利用資源の総合的な利活用による低炭素社会の実現と雇用創出を目指す。（①～⑥までの事業展開を行っている）



3.3 バイオマス産業都市として達成すべき目標

島の森林木材蓄積量は約 520 万 m^3 となっている。戦後に植林した木材は伐採期に入っているが、採算性がないため放置状態となっている。木材の成長から判断すると里山保全のために約 10 万 m^3 /年間は伐採できるといわれている。島根県の林業長期計画では約 5 万 m^3 /年間の伐採としているが、島の現在の伐採量は多い時で 1 万 2 千 m^3 /年間しか達成されていない。

隠岐の島町は、平成 19 年度に隠岐の島町木質バイオマス重点ビジョンを策定しており、その中で、木質バイオマス調達量を 3 万 m^3 /年間と定めている。本計画においてもこのビジョンを参考にしながら、バイオマスペレット発電への木材調達量を 3 万 m^3 /年間で達成目標と定めている。

隠岐の島町の可燃ごみの実態は、島後清掃センターで約 6,100 t が焼却処理されており、設備の老朽化が著しく毎年のメンテナンス費用が相当な額となっている。この状態で使用すると年々費用が嵩み、町の財政を圧迫する要因となりつつある。町としては、ゴミの再利用を考え、将来は民間委託を目標とした計画を定めている。

3.3.1 木質バイオマスリグノフェノール商品・研究開発（木質バイオマスメタン発酵事業）

木材資源の中に主成分として含まれるリグニンおよびセルロース双方を有効に活用する総合プロジェクト計画である。従来の繊維産業や製紙工業はリグニンを廃棄しセルロースだけを活用する産廃系事業であり、産業的にも環境的にも多大なロスと汚染源をもたらしてきた。本提案のテーマはリグニンをリグノフェノールという化学修飾した安定した商品に精製して取出し、一方セルロースは補助材料の硫酸回収後に嫌気性バイオ発酵技術により天然ガスと同等のメタンガスを製造し、新エネルギー源として活用する構想である。

リグノフェノール事業は間伐材や林地残材などの未利用資源を年間 5,000 トン用い、1,000 トンを製造することを目指している。新エネルギー源のメタンガス製造事業については、あくまでもリグノフェノール工場から副生するものとして、付随的に計画している。最終的な発酵収率を 60% と見て、年間 380 m^3 の生産量を推定し、売上高を 300 万円ほど期待している。



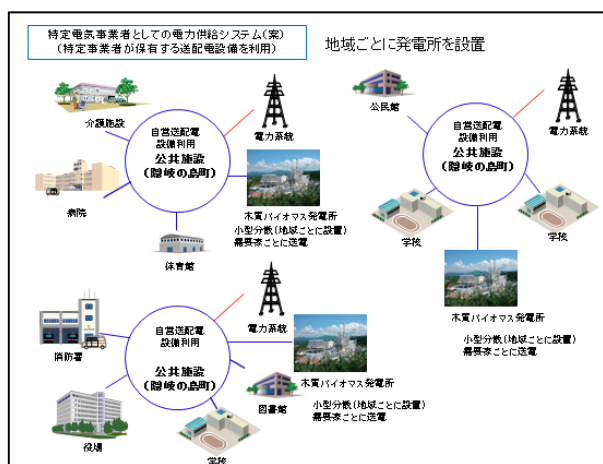
3.3.2 木質バイオマスペレット事業

隠岐の島の森林資源管理に必要な間伐材の伐採量は3万tと指定されていて、資源利用計画案とは大きな乖離がある。その差をなるべく埋めていくためには間伐材等を利用したペレット事業を起業していく必要がある。人口16,000人の隠岐の島でのペレット市場を戸建住宅、公共施設およびハウス栽培などの拡張などの面から予測しても、ペレット生産量は年間2,000tほどであり、島内の受け皿としては、指定管理移設の町有施設（福祉施設、温泉施設、庁舎等）を予定しており、ペレット導入に向けての行政経費の削減効果（1千万円）を期待している。

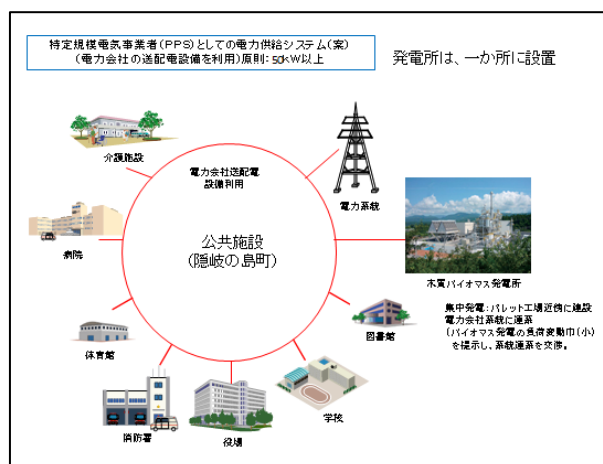
町はペレット工場を公設民営（町が整備し民間が運営）で考えており、計画では平成27年度に建設予定となっている。この雇用は15名（生産工場5人、間伐作業員8名、搬出要員2名）を予定していて、島内における雇用効果は大きい、採算性は厳しいのが現状である。

3.3.3 木質バイオマスペレット発電事業

ペレット発電は小規模（160kW）と中規模（3,000kW）の発電を計画しており、小規模は地域ごとに発電所を設置し、自営送配電により地域で集合している公共用施設を新電力で賄う事としている。目標としては3地区で480kWの新電力を供給することと定めている。また、中規模発電については、遊休地に発電所を設置し、電力会社の送電網を活用して3,000kWの新電力を供給する事としている。将来は電力自由化による一般家庭への新電力を供給し、バイオマスを通じてクリーンエネルギーによる地産地消型の離島モデルの構築を期待している。



小規模発電のイメージ



中規模発電のイメージ

3.3.4 ごみ処理施設のメタン発酵事業

これまで焼却処理されていた食品廃棄物など1,200t/年をバイオマス資源として有効活用する。発酵残渣および消化液は有機肥料として町内で利用することにより、農産物の価値を向上させるとともに、バイオマス循環利用を推進する。また、発生したバイオガスは、農業ハウス等への熱利用を行い、農業振興を図る事で、新たな雇用創出による民間委託の可能性を探りたい。

本計画では民間委託を前提に可燃ごみの約20%（1,200t/年）を受入れ対象として、バイオガスの熱利用（ハウス）を達成目標と定めている。

4. 事業化プロジェクトの内容

4.1 木質バイオマスリグノフェノール商品・研究開発（木質バイオマスメタン発酵事業）

4.1.1 まえおき

石油資源の枯渇への危機感、地球温暖化ガス抑制の使命そして最近の円安傾向の強まりなどから、石油に依存することの経済的な脆さや、環境問題の顕在化などが話題になり、バイオマス原料による新エネルギーの創生や新素材の開発が急がれるようになってきた。

また、福島原発事故以来、ますますこの傾向が顕著になっていて、国家を上げてこの分野への補助制度適用を PR し、開発促進への支援を公表している。

開発の主たる流れとしては、木質バイオマスから粉末、チップあるいはペレットなどにして（１）燃焼させボイラーでスチームをつくり発電する方法、（２）ガス化して発電する方法および（３）化学的な処理をしてセルロースとリグニンに分離し、セルロース成分から発酵によりメタンガスやエタノールなどのエネルギー源を製造する方法、などがあり、この（３）の方法は a. アルカリ蒸解法と b. 硫酸処理法（隠岐の島法）の二つに分けられる。

これらの中で、（２）のガス化発電はまだ工業化できた例はなく、（１）は最も単純な方法であるため多くの開発事例があるが、大量の木質原料を収集し、それも適正な価格で品質を守り、安定供給を要求されることから、本格的な事業にするには相当のハイレベルの課題をクリアしなければならず、これからの事業として注目されている段階である。

また、（３a）のアルカリ蒸解法では高温による処理のためにリグニンが変質してしまい、工業的な素材にならず、現状では低級な燃料として使用されるだけであり、必然的にセルロース成分だけからエネルギー源を製造することになり、多くの例が示すように経済評価が悪く、工業化への道は閉ざされたままである。これまでは繊維工業や製紙事業がこのアルカリ蒸解法を採用し、製品を製造してきたが、その主力企業である日本製紙がアルカリ蒸解法では新エネルギー事業は成立たず、リグニンを新素材化し付加価値の高いものにしていかなければ事業性は考えられないと発表した（2014 年 1 月 18 日日刊工業新聞）。

我々は、これまで 7 年間にわたって基礎実験から隠岐の島における実証プラントまで、（３b）法の開発に従事してきたが、その中の濃硫酸溶液としての分解セルロース部（以下バイオ糖液と呼称）から、硫酸回収した後のメタン発酵による開発成果をまとめて報告する。

4.1.2 実験の部

硫酸濃度 0.5% (30mM) を含むバイオ糖液 27% (1.5M) を苛性ソーダで中和し、嫌気性雰囲気下で、菌の培養液として酵母エキス、塩化アンモニウム NH_4Cl およびリン酸水素カリウム K_2HPO_4 をそれぞれ 1 g/L になるように添加したものを 25°C で発酵させた。

この 27% バイオ糖液のままでは嫌気性発酵が進まず、液全体が酸性になることを確認し、それを 5～10 倍に希釈すると急激にメタン発酵反応が進むことを実証した。このことは液を酸性にする物質がメタン発酵を阻害するものと断定し、GC で調べた結果、酸性物質は酢酸 (C6)、酪酸 (C4) およびカプロン酸 (C6) などであることを認証した。従って、液を希釈するのではなく、積極的に菌の餌にもなるアンモニア水で液を中和することで、メタン発酵がさらに進行することまで確認することができた。

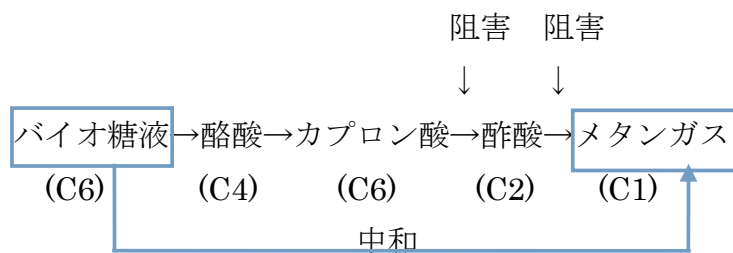


図 4-1-1 メタン発酵反応のスキームメカニズム

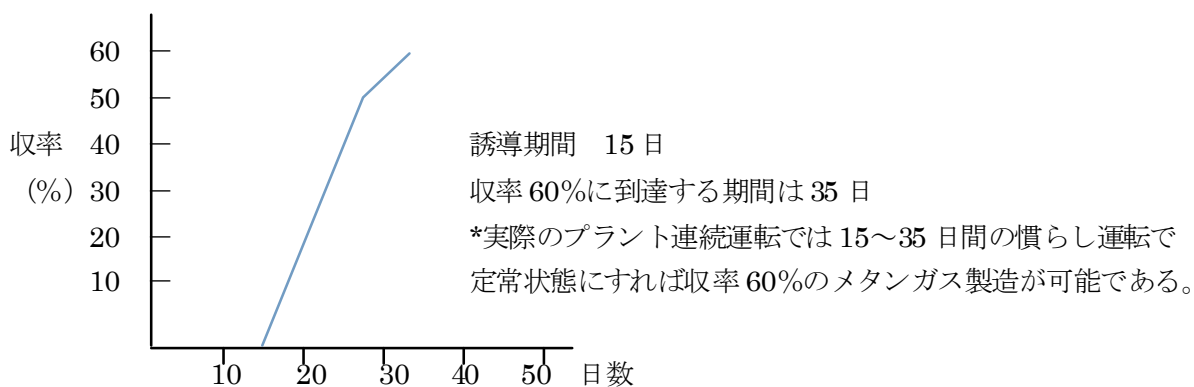


図 4-1-2 メタン発酵の経時変化

4.1.3 事業化に向けた検討

(1) 製造プロセスの決定

以上の実験結果から図 4-1-3 に示すような前処理硫酸回収プロセス・フローシートを設定した。

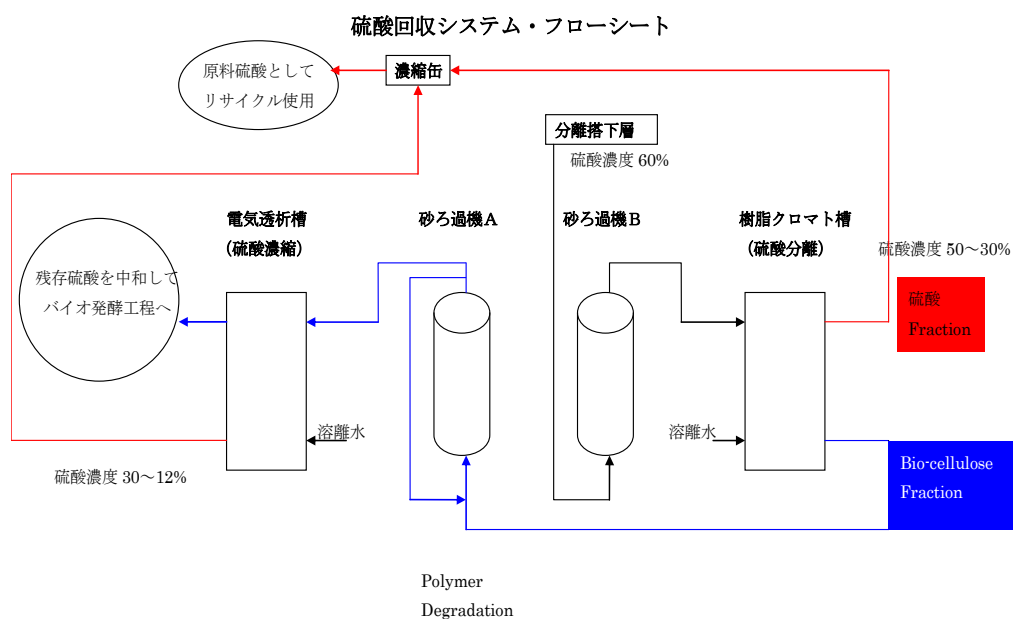


図 4-1-3 前処理硫酸回収プロセス・フローシート

（２）メタン発酵プロセス・フローシートおよびマスバランス表

さらに、前項実験の部から得たデータから図 4-1-4 にメタン発酵プロセスおよびそのマスバランス表を示す。（リグノフェノール生産量年間 1,000 t を基準にした数値）

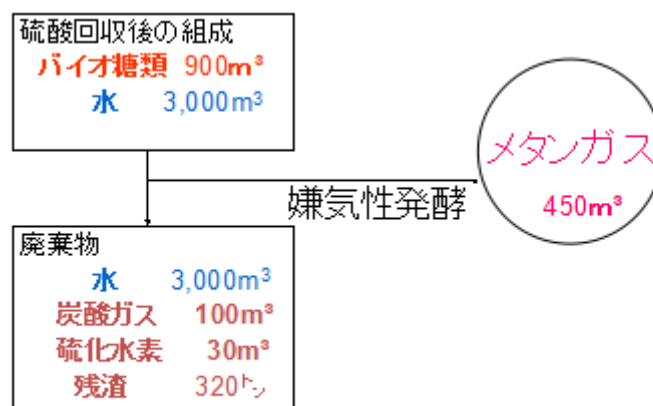


図 4-1-4 メタン発酵マスバランス

（リグノフェノール生産量年間 1,000 t を基準にした数値）

嫌気性発酵では、硫酸回収で残存する 0.5%の硫酸ナトリウムから派生する硫化水素および嫌気性発酵菌が生命活動として放散するものと、化学量論的に発生するものと合わせて炭酸ガスがメタンガスの 1/3 程生成するが、これらのガスはスクラバーによって苛性ソーダ水溶液で洗浄することで簡単に除去し、精製することができる。

（３）建設費の見積もり

これらのマスバランス表から算定した機器リストおよび建設費を表-4-1-1 に示す。

表-4-1-1 メタン発酵に機器リストおよび建設費

種類	主要機器	金額(百万円)
槽	発酵槽 メタンガス貯蔵タンク	40
機械	ポンプ 圧縮機 冷凍機 スクラバー 排水処理設備	50
建設費	電気計装 土建 配管	30
合計	—	120

4.1.4 メタン発酵事業の経済性評価

以上に述べたように、リグノフェノール製造プロセスから副生するバイオ糖液を原料として得られるメタンガス収率および建設費用などを総合して、表 4-1-2 にバイオ発酵メタンガス事業性評価を示し、さらに参考として表 4-1-3 にはリグノフェノール事業と統合した経済性評価結果を示す。

表 4-1-2 メタン発酵事業性評価

項目	金額(百万円)	備考
比例費 用役のみ	2	
固定費 労務費	10	4人×2.5
減価償却	14	残存簿価10% 8年定額
修繕費	4	建設費の3%
一般管理費	3	投資金額の3%
金利	4	
製造費合計	35	
ガス販売費収入	45	
事業部利益	10	

表 4-1-3 リグノフェノール事業全体として統合した経済性評価

比例費 原料費	304,144	内訳 木粉35,000 7,500円/トン
用役費	255,440	
物流費	2,000	
(小計)	(561,554)	
固定費 労務費 工場要員	32,400	工場要員 12名
管理者	7,000	管理者 2名
減価償却費	221,294	建設費1,962,612 8年償却
修繕費	40,852	建設費の2%
金利	58,278	建設費の3%
一般管理費	14,000	
(小計)	(373,824)	
工場原価合計	935,378	
販売経費	45,000	
総コスト	980,378	
売上高	1,475,000	生産量1,100トン 売価1,300円/Kg
事業利益	494,622	投資資本回収年 3.8年 損益分岐点 39%

4.1.5 総括としての考察

リグノフェノール製造工程で派生的に生じるメタン発酵事業は、環境保全の観点からも重要な事業であり、僅か1.2億円の投資で1,000万円の利益を上げることができる小規模な事業である。この事業が赤字ではなく、小規模ながらも利益を生むことは、リグノフェノール事業を促進させ、しかも環境保全の観点でも廃棄物発生量を抑えることで、重要な意義ある事業ということができる。

一方、これまで主流として事業化を目指してきたアルカリ蒸解法や、リグニンを混在させたままでの特殊発酵法などは、このメタンまたはエタノール発酵で利益を上げようと試みてきたことにより、経済性評価に耐えることが不可能となり、今では多くのプロジェクトが断念し、中止になっている状況である。その象徴として、天然資源であるリグニンおよびセルロース双方を有効に利用する新事業開発を日本製紙グループが公表したことは特記すべきことである。

4.2 木質バイオマスペレット事業

4.2.1 ペレット工場の費用対効果算出

4.2.1.1 仕様書（簡略版）

（１）生産量 年間 1,000 t （目標 2,000 t）

（２）ペレット製造機

①生産能力 1.0 t/h

1 日 5 時間稼動 20 日/月 200 日/年 $1 \times 5 \times 200 \text{ 日} = 1,000 \text{ t/年}$

1 日 10 時間稼動 20 日/月 200 日/年 $1 \times 10 \times 200 \text{ 日} = 2,000 \text{ t/年}$

②基本プロセス・フロー



③その他

*ペレット形状 10mm φ × 20mmL → (±25%精度 可変範囲で制御 木材種類で変動可)

*ペレット水分 15%以下

*供給原木は丸太以外にも小枝など小径木にも対応可能にすること

*スギ・バークは混入可

*その他の項目は協議の上決定

4.2.1.2 見積書

（１）主要機器リスト&金額

	(単位千円)
粉体化装置	60,040
ペレタイザー式	67,100
冷却&空気輸送装置	60,940
据付&2次側電気工事	62,900
(小計)	(250,980) × 80% ≒ 200,000
土木建築基礎工事(42m×18m)	
1次側&受電電気工事	
給排水工事など	
(小計)	50,000
合計	250,000 千円

4.2.1.3 事業性評価

(1) 1次評価（直接効果） 1年当たりで計算 (単位千円)

CACE	年産 1,000 t	年産 2,000 t	備考
売上高	35,000	70,000	ペレット販売単価 35 円/kg
比例費 原料費	3,000	6,600	間伐材 3500 円/ t (全体の量の 70%使用)
電力費用	5,800	11,600	製材屑 2000 円/ t (全体量の 30%使用)
製品輸送コスト	800	1,600	原材料費平均単価≒3000 円/ t
(比例費合計)	(9,600)	(19,800)	※生産 2,000 t の場合は 85%が間伐材
固定費 労務費	9,000	15,000	一人年間 3,000 (千円) 3～5 人雇用
減価償却 (機械)	25,000	25,000	実質投資額 200,000 千円/8 年
建設工事費	2,000	2,000	実質投資額 50,000 千円/25 年
保全費	4,000	4,000	決定金額の 2%
一般管理費	4,000	4,000	決定金額の 2～3%以内
(固定費合計)	(44,000)	(50,000)	
製造コスト合計	50,622	69,800	
事業利益	▲18,600	200	

*注記 ペレットは真庭市単価 35 円/kg (船賃含む) を参考とする。

(2) 2次評価（副次的効果）

・年産 2,000 t に対する森林面積 2 ha のケースで算出

①森林整備効果項目

森林整備の効果項目については、「林野事業における事前評価マニュアル」を参考に、貨幣価値に換算できる項目を中心に設定した。

評価可能な機能	便益項目	経済的な評価の方法
水源涵養機能	洪水防止	代替法: 洪水防止機能を持つ治水ダムの価値で評価
山地保全機能	土砂流出防止	代替法 土砂を保全する砂防ダムの価値で評価
環境保全	炭素固定	森林の二酸化炭素蓄積量の金額換算で評価

2 ha の森林整備による経済効果を上記の項目で算定した結果は以下の通りである。

評価可能な機能	便益項目	年間便益	評価期間便益額	評価期間
水源涵養機能	洪水防止	218 千円	3,840 千円	70 年
山地保全機能	土砂流出防止	217 千円	3,819 千円	70 年
環境保全	炭素固定	10 千円	737 千円	70 年
合計		445 千円	8,396 千円	

※評価期間 70 年、社会的割引率 0.4 で現在価値化した便益額

※上記の項目について、「林野公共事業における事前評価マニュアル」等を参考にして算出している。

②経済・文化的効果項目

・観光客増加効果

隠岐の島町の入込客数及び宿泊客単価を基に計測する。

平成 24 年度隠岐の島町入込客数 114,947 人 島根県全体 29,181,357 人 隠岐の島町割合 0.4%

平成 24 年島根県山岳観光客数 406,405 人 隠岐の島町観光客数割合 0.4%を乗ずる

平成 24 年隠岐の島町山岳観光客数 1,626 人

平成 24 年県内、県外、日帰り、宿泊客数割合

隠岐の島町山岳客割合

県内客で宿泊客 0.9% $\rightarrow 1,626 \times 0.9\% = 15 \times 17,282 \text{ 円} = 259,230 \text{ 円}$

県内客で日帰り 36.1% $\rightarrow 1,626 \times 36.1\% = 587 \times 3,661 \text{ 円} = 2,149,007 \text{ 円}$

県外客で宿泊 19.9% $\rightarrow 1,626 \times 19.9\% = 324 \times 25,939 \text{ 円} = 8,404,236 \text{ 円}$

県外客で日帰り 43.1% $\rightarrow 1,626 \times 43.1\% = 701 \times 7,736 \text{ 円} = 5,422,936 \text{ 円}$

合計 16,235,409 円 (現状)

5%増加分 800,000 円増加

・雇用創出効果

年間 2,000 トン産出及び、植林等の森林整備のための作業人員の雇用が発生する。

山の雇用 2.0 人/2ha $\times 200 \text{ 万円} = 4,000,000 \text{ 万円}$

合計 ①+② 5,245,000 円/年

総合評価 (1) + (2) 5,445,000 円/年

4.3 木質バイオマスペレット発電の可能性評価

4.3.1 まえおき

石化資源の枯渇および地球温暖化ガス抑制などへの対応として、バイオマス燃料の開発について関係省庁が重点テーマとして取り上げてきたが、2012年3月11日の東北大震災で起きた福島第1原発事故で、原発への安全信頼性が揺らぎ、発電燃料のバイオマス転換計画は喫緊の重要テーマとして注目されている。

まず手始めに、石炭とバイオマス燃料の混焼からスタートした開発事業は、木質チップからの水分や樹液の蒸出で粉末石炭が塊状に固化するために、燃焼効率が低下し、計画の進展は阻止されたままである。ただ、住友重工が開発した連続流動床燃焼炉(Continuous Fluid Bed System)によると石炭 40%/チップ 60%の混焼が可能となり、現在旭化成延岡動力部で実務運転に入っているため、これからのバイオマス燃料化の主流になるであろう。

また一方で、重油の高騰によりほとんどの火力発電所は石炭燃料に転換しているが、石炭は重油よりも20%ほど炭酸ガスの放出を増やし、これも環境保全からすると大きな禍根を残している。

さらにまた、全国発電所データベースが示しているように、ほとんどの離島発電所は今もなお重油発電であり、軒なべて採算性が悪く苦戦していることに目をつけて、以前から離島発電のバイオマス燃料化を提案してきた。

協議会では、バイオマス事業都市化構想策定委員会を組織し、隠岐の島における温泉および介護施設でのバイオマス発電計画を立案中であり、同時に西郷発電所のバイオマス燃料転換を提案しているところでもあって、以下にその検討内容と結果についてまとめ、報告する。

4.3.2 検討の前提

- (1) この発電燃料転換事業は永続するものであり、一方で、買取制度はいつまで続くか不明であり、買取価格も毎年変動して不安定なこと、また補助金を受給した場合には制度の適用ができないことなどもあり、検討では買取制度の適用を受けず、隠岐の島における平均売電価格で経済性評価を実施した。
- (2) 世間一般ではバイオマス燃料はチップを採用しているが、この検討では表-1に基づいてペレットを燃料に採用した。ペレットはチップよりも3倍も高価であるが、発熱量とかさ比重から換算すると1/6の投入量で済み、設備投資金額で高価なデメリットは払拭できると判断した。また、コジェネで副生するエネルギーを“給湯システム”として販売する事で増益を図った。
- (3) 発電所設備関係の減価償却は17年で、経済性評価への影響は微小であるが、小規模発電の場合の補助金と中規模発電は、1/2の補助金受給を前提とした。なお、減価償却の残存簿価は10%とした。
- (4) 買取制度の適用は受けない方針で計算した。(公共用施設との契約見込料金で計算)
- (5) 発電効率は25~30%とした。したがって、小規模発電についてはバイオガスを原料としたガス化発電を採用した。
- (6) 発電効率以外の副生するエネルギーとしてのコジェネ温水量は、原料エネルギーの58~61%として温水供給の金額に評価した。残り10%は自然放熱で失われる。

(付記1) 以上の検討結果を「隠岐の島バイオ発電事業計画」総合表として表示した。

(付記2) 現在計画中の代表的なバイオマス発電計画を隠岐の島計画と比較して表示した。全国のバイオマス発電計画は数えきれないほど多数上がっているが、いずれも実現性に乏しいものばかりで、その大半は省略した。

4.3.3 計算の根拠

- (1) 電力使用量は支払金額から 21～22 円/kWh で換算した。
- (2) 隠岐の島には工業用水がないために高価な上水（水道水）を使用している。当計画ではコスト低減のために別途井戸を掘って供する計画である。
- (3) 総発電量の 5～8%を発電運転に消費するエネルギーとして差し引く。
ちなみに小規模は 5%、中規模は 8%

- (4) 燃料必要量計算および給湯可能量（金額）計算の表示表

規模	小規模 160kW	中規模 3,000kW	備考
発電効率	0.25	0.30	
コジェネ率	0.65	0.60	
放熱率	0.10	0.10	
燃料必要量ペレット（水分 10% 4,200kcal/kg） 乾燥チップ（水分 20% 3,500kcal/kg） PKS（水分 10% 4,200kcal/kg）	400 t 650 t	3,000 t 15,800 t	
総発電量 kW×8,000Hr(a)→kWh	$1,280 \times 10^3$	$24,000 \times 10^3$	
コジェネ給湯エネルギー (a)×(0.65/0.25) →kWh (a)×(0.60/0.30)	$3,330 \times 10^3$	$48,000 \times 10^3$	
コジェネ給湯エネルギーkcal 換算(*)	$2,860 \times 10^6$	$41,280 \times 10^6$	1kwh=860kcal
LPG 換算 金額換算(120 円/L) 単位千円(*)	320m ³ 38,400	4,640m ³ 556,800	10,000kcal/kg →8,900kcal/L

*経済性評価の総合表では、小規模の場合、この理論値の 25%を、また中規模の場合では 10%を販売する仮定で数値を挿入した。

このコジェネ・エネルギーは本来ならばアンモニア媒体のカリーナ発電または地球温暖化ガスではないフロン系のガス媒体を使う神戸製鋼法などの発電で、電気として回収すればそのままの数値を経済性評価に使用することが可能になり、優れた事業として経営に寄与できる。

- (5) 減価償却費計算

○建設費

単位：千円

	小規模(160kW)	中規模(3,000kW)
発電機	20,000	
ボイラー	61,000	
サイロ&配管	10,000	
燃料供給系	20,000	
用水施設	10,000	
給油設備	15,000	
合計	136,000	1,500,000

○減価償却 補助金 1/2

年数 17 年

残存簿価 10%

4.3.4 隠岐の島（島後）バイオ発電事業計画経済性評価

（ケース：民間企業主体、FIT 制度提要なし、小規模と中規模ともに補助制度適用）

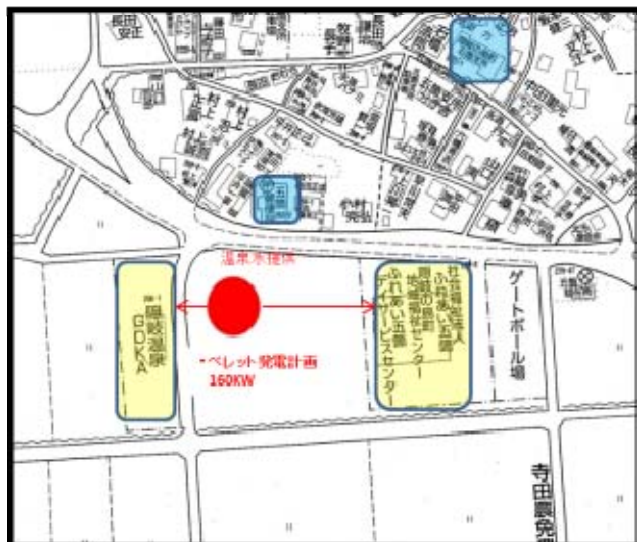
単位千円

区分 項目	小規模 五箇温泉	小規模 五箇施設	小規模 ウッドヒル	中規模	備考
支払電力 (KWh 換算) (a)	15,645 (720×10 ³)	20,860 (960×10 ³)	5,734 (260×10 ³)		21～22 円/KWh
重油/灯油	7,000	5,380	566		
上水	－	4,389			
(合計) ①	22,645	30,529	6,300		
導入発電機	160kW	160kW	160kW	3,000kW	8,000Hr/年 95～92%
総発電量	1,280×10 ³	1,280×10 ³	1,280×10 ³	24,000×10 ³	
実質発電量 (b)	1,216×10 ³	1,216×10 ³	1,216×10 ³	22,100×10 ³	
売電可能量 (b-a)	496×10 ³	256×10 ³	956×10 ³	22,100×10 ³	
売電収入 ②	11,408	5,888	21,988	507,840	23 円/KWh 計算参照
給湯収入 ③	9,600	9,600	9,600	55,680	
実質収入①②③	43,653	46,017	37,880	563,520	
比例費ペレット チップ	13,600	13,600	13,600	102,000 158,000	計算参照 ペレット 34 円/kg PKS10 円/kg
PKS	6,500	6,500	6,500		
(合計) ④	20,100	20,100	20,100	260,000	
⑥限界利益 ④-⑤	23,553	25,917	17,780	303,520	
固定費 労務費	兼任	兼任	兼任	45,000	15 人×300 万 17 年償却 建設費×1/2× 3.0%
減価償却	3,600	3,600	3,600	39,710	
修繕費	4,080	4,080	4,080	45,000	
金利	2,040	2,040	2,040	22,500	
(合計) ⑦	9,720	9,720	9,720	152,210	
経常利益 ⑥-⑦	13,833	16,197	8,060	151,310	保険代含む
一般管理費	4,500	4,500	4,500	35,000	
事業利益	9,333	11,697	3,560	116,310	

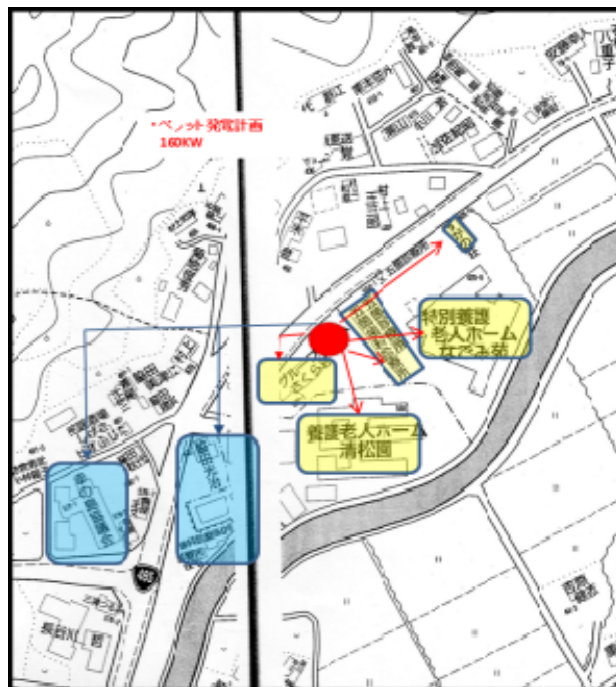
4.3.5 ペレット発電小規模型の施設の集合状況

- ① 五箇温泉+ふれあい五箇（ディサービス）
- ② 老人ホーム2箇所+グループホーム+診療所
- ③ 木材団地内（製材所+事務所+ペレット工場+木材乾燥）

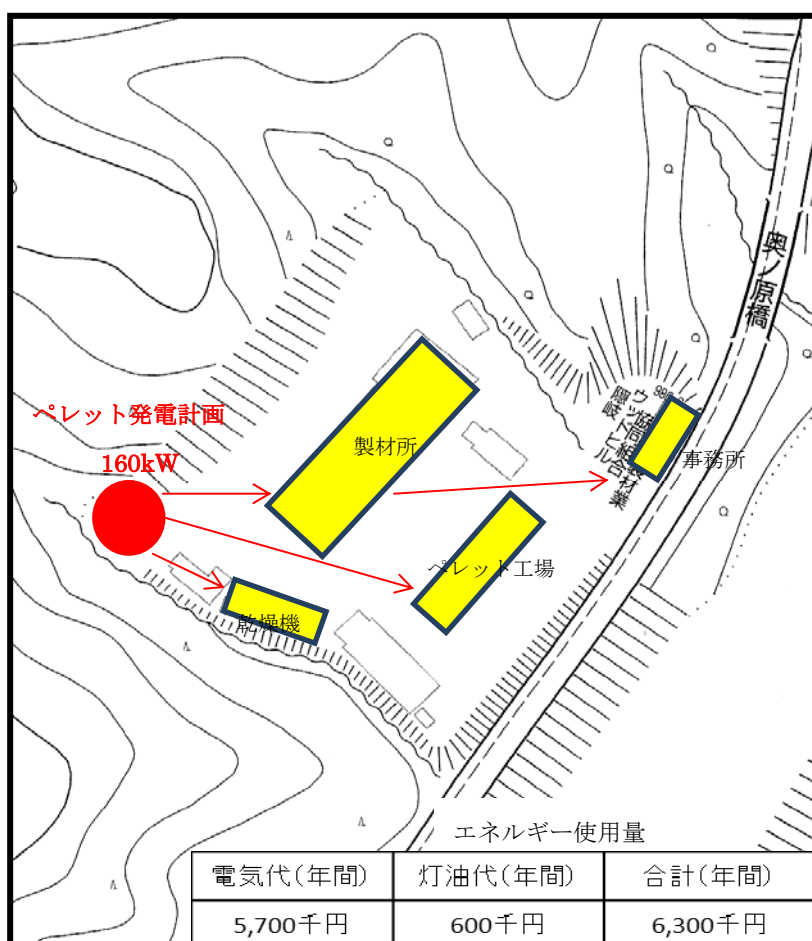
①五箇温泉、ふれあい五箇



②老人ホーム（ふれあい五箇、新田町、大谷町、ナガサキ、新田町）



③ウッドヒル工場



4.3.6 各施設のエネルギー使用量

隠岐温泉GOKA 光熱水費年度別実績

平成22年度								
月	重油		灯油		水道		電気	
	ℓ	円	ℓ	円	t	円	kw	円
4	8,000	711,900	450	40,635	413	103,540	8,531	162,811
5	4,500	415,800	0	0	371	91,930	9,826	177,547
6	0	0	0	0	348	85,720	7,272	120,637
7	4,000	361,200	350	31,973	427	104,620	6,865	146,575
8	1,000	90,300	710	64,859	335	82,480	8,035	169,773
9	2,400	216,720	600	54,810	295	71,410	5,639	140,143
10	3,000	261,900	0	0	484	122,710	7,698	165,695
11	1,300	120,120	0	0	305	74,380	6,908	148,048
12	8,500	760,200	290	27,101	398	99,490	6,763	146,679
1	1,500	144,000	700	68,355	444	111,910	7,483	151,878
2	7,000	648,000	300	30,555	404	101,110	8,426	165,809
3			600	62,370	318	77,890	7,756	151,759
計	41,200	3,730,140	4,000	380,658	4,542	1,127,190	91,202	1,847,354
合計	4,110,798				2,974,544			

なごみ苑

月	電 気						プロパンガス		水道料		その他
	契約電力kwh	基本料金	使用料kwh	料金	その他料金	合計料金	使用料m	料金	使用料t	料金	
4月	125	219,778	23,400	232,028	15,210	467,016	715.6	306,628	482	128,870	
5月	125	219,778	18,938	187,469	14,771	422,018	576.2	248,080	662	177,470	
6月	125	219,778	22,155	222,345	21,711	463,834	634.1	272,398	535	143,180	
7月	132	232,085	36,495	396,610	48,901	677,596	480.3	207,802	551	147,500	
8月	132	232,085	44,314	483,876	53,176	769,137	458.1	198,478	628	168,290	
9月	132	232,085	28,212	301,581	27,082	560,748	441.5	191,506	584	156,410	
10月	132	232,085	20,054	200,355	14,637	447,077	501.9	216,874	563	150,740	
11月	132	232,085	32,873	325,684	21,038	578,807	630.3	270,802	618	165,590	
12月	132	232,085	53,664	527,616	29,515	789,216	710.6	304,528	610	163,430	
1月	132	232,085	53,602	526,186	28,408	786,679	906.2	386,680	627	168,020	
2月	132	232,085	46,160	456,549	25,387	714,021	979.6	417,508	622	166,670	
3月	132	232,085	35,247	347,696	26,787	606,568	689.6	295,708			
計	1,563	2,748,099	415,114	4,207,995	326,623	7,282,717	7,724	3,316,992	6,482	1,736,170	

清松園

月	電 気						プロパンガス		水道料		灯油代		その他
	契約電力kwh	基本料金	使用料kwh	料金	その他料金	合計料金	使用料m	料金	使用料t	料金	使用料	料金	
4月	127	223,294	25,968	257,331	9,205	489,830	234.6	110,853	656	178,295	405	43,801	
5月	127	223,294	20,946	206,868	7,703	437,865	172.0	84,486	888	240,935	303	30,223	
6月	127	223,294	19,908	198,689	11,885	433,868	192.6	93,204	686	186,395	192	18,343	
7月	127	223,294	32,946	359,752	36,468	619,514	146.8	73,854	803	217,985	0	0	
8月	127	223,294	38,214	418,631	37,481	679,406	129.4	66,509	861	233,645	254	24,269	
9月	127	223,294	25,056	267,352	16,944	507,590	125.0	64,671	770	209,075	272	27,700	
10月	127	223,294	22,194	221,135	8,272	452,701	149.1	74,811	757	205,565	0	0	
11月	127	223,294	33,720	334,347	12,524	570,165	202.5	97,277	848	230,135	548	55,810	
12月	127	223,294	51,918	510,890	21,106	755,290	234.4	109,760	817	221,765	1,100	114,118	
1月	127	223,294	54,252	533,633	21,152	778,079	252.4	118,338	830	225,275	1,048	116,782	
2月	118	207,470	48,372	478,462	19,701	705,633	268.9	125,288	867	235,265	1,097	123,243	
3月	118	207,470	38,268	377,785	21,705	606,960	246.3	115,758			801	87,225	
計	1,506	2,647,880	411,762	4,164,875	224,146	7,036,901	2,354	1,134,809	8,783	2,384,335	6,020	641,514	

さくら荘

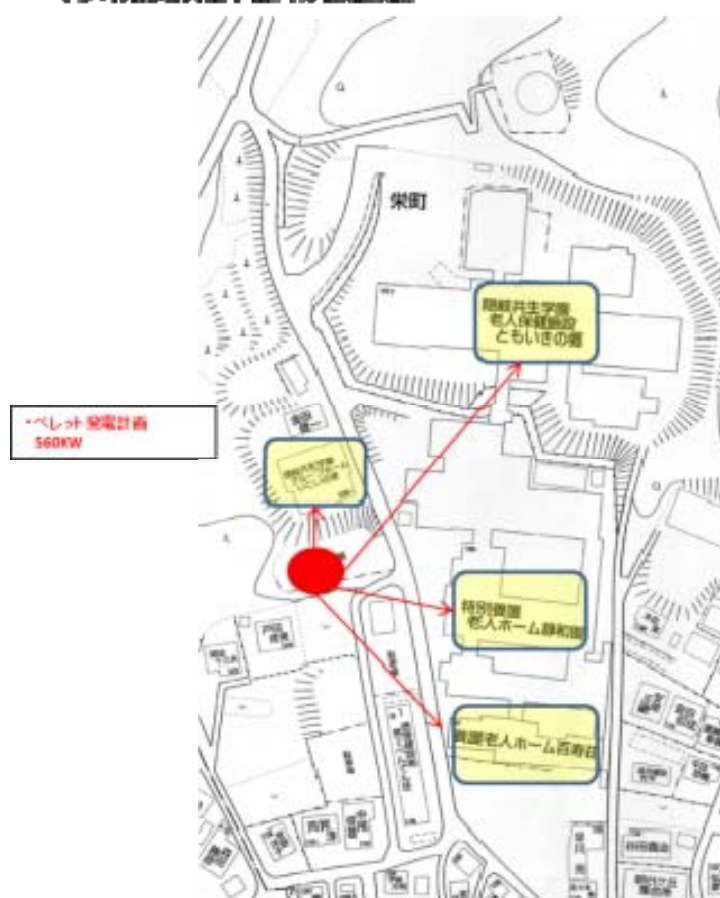
月	電 気						プロパンガス		水道料		灯油代		その他
	重量電灯B kwh	料金	低圧電力kwh	料金	その他料金	合計料金	使用料m	料金	使用料t	料金	使用料	料金	
4月	2,220	62,056	476	12,522		74,578	47.7	22,922	82	20,870	62	6,901	
5月	1,770	50,891	204	8,849		59,740	35.1	17,630	114	29,510	0	0	
6月	1,329	39,926	46	6,690		46,616	35.5	17,798	91	23,300	0	0	
7月	1,752	51,431	541	14,451		65,882	25.0	13,388	89	22,760	0	0	
8月	2,250	64,099	814	18,579		82,678	17.9	10,383	97	24,920	0	0	
9月	1,401	41,734	205	9,141		50,875	13.0	8,274	93	23,840	0	0	
10月	1,572	45,747	282	9,905		55,652	20.7	11,582	89	22,760	0	0	
11月	3,600	97,017	1,076	20,677		117,694	35.5	17,798	100	25,730	0	0	
12月	5,730	150,439	1,631	28,062		178,501	41.3	20,234	94	24,110	131	13,619	
1月	5,283	139,047	1,306	23,648		162,695	47.3	22,754	98	25,190	190	21,138	
2月	5,022	132,561	1,218	22,485		155,046	53.5	25,358	100	25,730	190	21,346	
3月	3,411	92,608	651	14,970		107,578	45.9	22,166			208	12,883	
計	35,340	967,556	8,450	189,979	0	1,157,535	418	210,287	1,047	268,720	781	75,887	

(参考) 隠岐共生学園内の福祉施設

(単位:円)

施設名	電気(年間)		プロパンガス(年間)		重油(年間)		灯油(年間)	
	使用料 kWh	料金	使用料 m3	料金	使用料 L	料金	使用料 L	料金
清和園		17,417		1,995		—		5,754
百寿荘		7,457		873		—		2,388
ともいきの郷		10,023		1,310		2,483		117
グループホームいこいの家		1,516		—		—		30
グループホームやすらぎの家		1,549		—		—		—
施設合計		37,962		4,178		2,483		8,289

(参考) 隠岐共生学園内の福祉施設



4.4 ごみ処理施設のメタン発酵事業

隠岐の島町におけるバイオマスの島内処理および有効利用が可能なメタン発酵技術を用いた『バイオマス循環モデル』の事業化『ごみ処理のメタン発酵事業』の可能性を調査したので報告する。

4.4.1 メタン発酵堆肥化によるバイオマス循環モデルの概要

メタン発酵技術を用いたバイオマス循環モデルは、未利用バイオオマスをメタン発酵させ、バイオガスを有効利用するとともに、発酵液を堆肥(液肥)として農地還元・林地還元するコンセプトのモデル(離島モデル)である。

図4-4-1に、そのモデル構想の概要を示す。

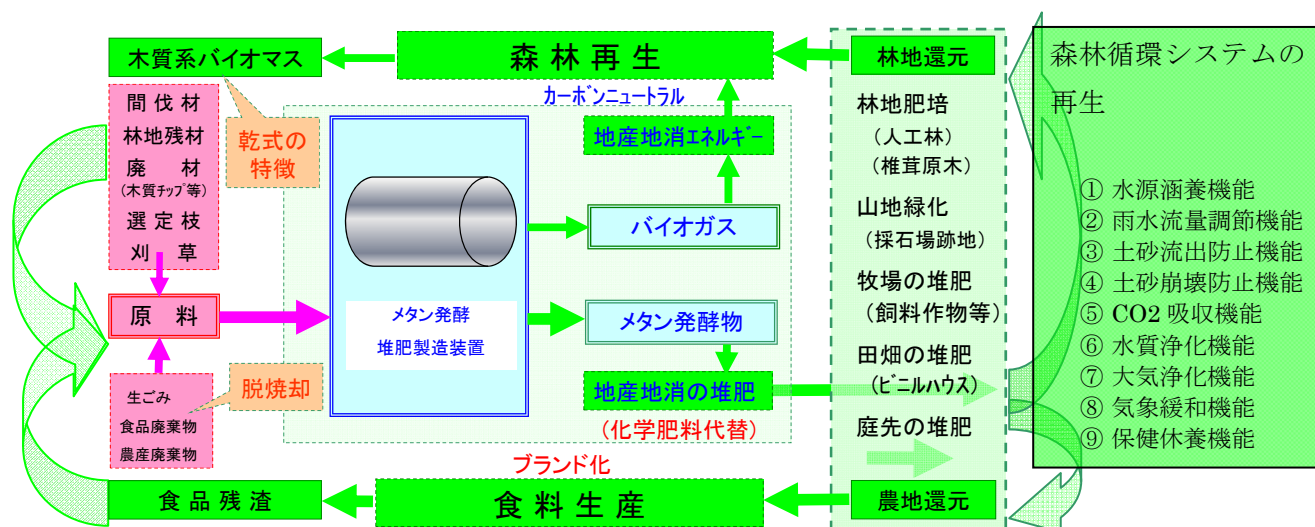


図4-4-1 バイオマス循環モデル(メタン発酵堆肥化)構想の概要

本モデルは、その地域（離島等）で発生する未利用バイオマス（木質系バイオマスおよび食品廃棄物など）をメタン発酵させ、発生するバイオガスを地域のエネルギー源として有効利用（地産地消の安定エネルギーの自給率向上）するとともに、都市型のごみ処理（メタン発酵処理）では全量焼却処理せざるを得ない状況にある発酵残渣（発酵液）の全量又はその一部を堆肥（液肥）として取り扱い、農地還元・林地還元することで、地域内のバイオマスの循環を指向するものである。

木質系バイオマスや食品廃棄物（厨芥類、学校給食残飯等）の処理と同時に、発酵液は化学肥料の代替として安全・安心な島内ブランド堆肥（液肥）として生産し、動脈産業へ利活用できる。

発酵液の農地還元では、地域の食料自給率（地産地消）の上昇や、その地域特有の農産物の生産により（動脈産業）のブランド化（有機農業との連携）の推進にも寄与する。また、林地還元では、里山の再生、さらには衰退した林業（動脈産業）の再生に寄与する。さらに、山林への施肥により、衰退した山林の森林循環システムを再生させ、副次的効果（水源涵養機能、雨水流量調節機能、土砂流出防止機能、CO₂吸収機能、水質浄化機能、大気浄化機能、気象緩和機能、保健休養機能等の向上）も得ることが可能である。

本モデルの実現により、対象地域におけるバイオマスの循環サイクルの実現と共に、現地での雇用の創出等の副次的効果へ寄与でき、離島等の条件不利地域の先駆的循環モデルとなりえる。