

平成 25 年度
震災復興と資源循環のための社会システムの
調査研究報告書

平成26年3月

一般財団法人 エンジニアリング協会



RING!RING!
プロジェクト

この報告書は、競輪の補助金により作成しました。

<http://ringring-keirin.jp>



序

本報告書は、公益財団法人JKAより機械工業振興資金の補助（25-61）を受け、一般財団法人エンジニアリング協会 研究開発企画委員会の平成25年度事業として、調査研究を行った成果を取りまとめたものであります。

当協会は、創立以来、今日的な社会的諸問題の解決、将来の望ましい社会システムの構築等に資することを目的として、公共的かつ先導的・共通基盤的な課題等について幅広く産・学・官の英知を結集して新技術・各種システムに関する調査研究を実施しております。

平成25年度は平成24年度に引き続き、これまでの成果の蓄積等を踏まえながら、「先導的エンジニアリング力向上の為の調査研究 ―震災復興と資源循環のための社会システムの調査研究―」に取り組みました。調査研究の実施にあたっては、当協会の常設委員会である「研究開発企画委員会」の中の「循環型社会システム研究部会」が中心となって調査研究を行い、その結果を報告書として取りまとめたものです。

本調査研究では、持続可能な社会構築を目指した循環型社会、低炭素社会の実現に向けて、バイオマス利活用を中心とした循環型社会や、災害時にも対応できる静脈物流に焦点をあてた活動を実施しました。特に今年度は、震災復興を念頭においた被災地のバイオマス関連の復興計画や現地での調査に注力いたしました。また、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）の施行等新たな動きもあり、海外の事例等と合わせて比較検討も行いました。

最後に、本調査研究にご協力いただいた関係各位に対し心から謝意を表しますとともに、これらの成果が我が国エンジニアリング産業の競争力強化のために多少とも示唆、指針を与えることができれば望外の喜びであります。

平成26年3月

一般財団法人エンジニアリング協会
理事長 高橋 誠

まえがき

当部会では過去の調査研究成果を踏まえ、平成24年度より「震災復興と資源循環のための社会システムの調査研究」をテーマとして2カ年の活動を開始した。本年度はその2年目として、現地調査を主体とした調査活動を継続すると共に、エンジニアリング・建設産業としての貢献という観点からの検討を行ない、課題抽出および今後の方向性、改善策の提言を目指した。

東日本大震災から既に3年が経過し復旧は進んでいるが、復興に関してはまだ途上であり、また大規模災害等を想定した対策の検討、整備もその途上にある。特に大規模災害発生時の災害廃棄物対策、静脈物流については、人命救助、避難方法、物資供給等の対策整備に比較して、その検討状況が広く伝わってはおらず分かりにくい面がある。

一方、大震災に伴う原発事故の影響で、エネルギー基本計画も大きな見直しを余儀なくされた中で様々に揺れ、今やと固まりつつある状況ではあるが、今後の進展に不透明さも残っている。同時に、地球温暖化防止、CO₂削減に関する新たな枠組みへの対応など、持続可能な循環型社会、低炭素社会の実現に向けた動きも、長期の方向性は堅持されつつも短中期の動きは流動的である。このような状況の中で、再生可能エネルギーへの期待は大きく、固定価格買取制度(FIT)の施行もあって、その普及が進展しつつある。

以上のような背景の下、本部会では震災復興につながる再生可能エネルギー、特にバイオマスの利活用促進、および東南海地震等大規模災害発生時の災害廃棄物対策などの観点から循環型社会の在り方を検討するため、以下の2つのWGで調査研究を実施した。

1) 第1WG：日本の風土に沿ったバイオマス循環社会の提案

(バイオマス利活用のあるべき姿と震災復興への貢献)

2) 第2WG：大規模災害時対応を見据えた環境配慮型静脈物流システムの概念構築

第1WGでは昨年度の調査結果を踏まえ、代表的なバイオマス利用技術であるメタン発酵と木質利用を中心に、技術の現状、FIT運用の現状等を調査し、震災復興が本格化するにあたっての新しい街づくりにバイオマス利活用がさらに貢献できるような方策の検討を行なった。

第2WGでは大規模災害における広域処理事例の実態を調査し、当協会における過去の研究成果を踏まえ、震災廃棄物の静脈物流のあり方を、特に東南海地震を想定した災害廃棄物の処理計画策定状況の調査から検討すると共に、具体的な対応策の一例としてのリサイクルポートの震災時の活用可能性検討も含めて、調査研究を実施した。

当部会では、第1WG、第2WGともに現地調査を重視し、生の声を聞くことを最優先して問題点、課題、対策等の検討を行なった。本調査研究が、循環型社会、低炭素社会実現に向けての方向性、方策検討に少しでも役立ち、さらにはエンジニアリング・建設産業の発展の一助となることを期待する。

循環型社会システム研究部会長 神田伸靖

平成 25 年度 「循環型社会システム研究部会」 委員名簿

部会長 神田伸靖 三井造船（株） 技術開発本部 技術理事

第 1 ワーキンググループ

日本の風土に沿ったバイオマス循環社会の提案
(バイオマス利活用のあるべき姿と震災復興への貢献)

委員名	企業名	所属・役職
主 査 大島 義徳	(株)大林組	技術本部 技術研究所 環境技術研究部 副課長
副主査 池田 穰	(株)安藤・間	技術本部 環境開発部 担当課長
副主査 伊藤 忠彦	西松建設(株)	技術研究所 主席研究員
委 員 西村 伸	東急建設(株)	土木本部 土木技術設計部 技術グループ グループリーダー
委 員 新 隆之	(株)日立製作所 インフラシステム社	技術開発本部 技術・事業開発統括部 企画部 担当部長
委 員 田中 拓	三菱化工機(株)	環境営業部 ソリューション営業グループ 部長代理
委 員 中嶋 幸子	三井造船(株)	技術開発本部 千葉技術開発センター バイオプロセスグループ 主任
委 員 大平 泰生	コスモエンジニアリング (株)	環境新エネルギー技術開発部 風力発電統括グループ
オブザーバー 富内 芳昌	メタウォーター(株)	事業戦略本部 事業企画部 主任
オブザーバー 野入 菜摘	メタウォーター(株)	プラントエンジニアリング 事業本部 新事業技術部
アドバイザー(元部会長) 板谷 真積	三井造船(株)	エンジニアリング事業本部 本部長補佐

第2ワーキンググループ

大規模災害時対応を見据えた環境配慮型静脈物流システムの概念構築

委員名	企業名	所属・役職
主査 加藤 利崇	(株)竹中工務店	環境エンジニアリング本部 主任
副主査 竹尾 健一	大成建設(株)	環境本部 環境開発部 新エネルギー開発室 課長
委員 浜田 耕史	(株)大林組	技術本部 技術研究所 生産技術研究部 上席研究員
委員 齋藤 浩	日立造船(株)	事業企画本部 戦略企画部 担当部長
委員 南 亮太	新明和工業(株)	環境システム本部 営業部 課長代理
委員 西口 公二	(株)奥村組	土木本部 土木統括部 技術担当次長
委員 見角 一郎	東洋建設(株)	土木事業本部 営業第二部 課長
オブザーバー 井上 護	循環物流システム研究所	所長

事務局 牧尾 盛喜 一般財団法人エンジニアリング協会 技術部 研究主幹

平成25年度
震災復興と資源循環のための社会システムの調査研究

目 次

序

まえがき

循環型社会システム研究部会名簿

第 I 部 日本の風土に沿ったバイオマス循環社会の提案
(バイオマス利活用のあるべき姿と震災復興への貢献)

第 1 章 調査研究の経緯と目的	1
1.1 はじめに	1
1.2 調査研究の内容	3
1.2.1 調査研究の進め方	3
1.2.2 視察調査訪問先と講演会の一覧	3
第 2 章 バイオマス活用技術ごとの展望と課題、解決の方向性	5
2.1 メタン発酵	5
2.1.1 概観	5
2.1.2 現状	6
2.1.3 有望な原料ごとの事業化条件整理	8
2.1.4 注目される収益性の向上策	18
2.1.5 震災復興への貢献の可能性	26
2.1.6 まとめ（メタン発酵の活用促進に向けて）	28
2.2 木材利用に伴う木質バイオマス利用（木質バイオマス発電など）	30
2.2.1 林業および木質バイオマス発電の現状	30
2.2.2 林業振興策と森林組合の合理化策の流れ	38
2.2.3 木材の利用促進に向けた動き	42
2.2.4 まとめ（木質バイオマスの利用促進に向けて）	45
第 3 章 固定価格買取制度（FIT）導入後の動向と今後の展望	46
3.1 FIT 導入の背景	46
3.2 FIT 導入状況	47
3.3 バイオマス分野における FIT の課題	50
3.3.1 発電規模の適正化	50
3.3.2 熱電供給の実現	52
3.3.3 輸入材の取扱いについて	53

3.4	FIT 以外の支援制度	54
3.4.1	FIT と併用可能な支援制度	54
3.4.2	その他の支援制度	56
3.5	まとめ（バイオマス利用促進策の方向性）	57
第 4 章	震災復興に寄与するバイオマス利用技術	58
4.1	はじめに（震災復興とバイオマス利用）	58
4.2	バイオマス利用を盛り込んだ復興計画の現状と展望	60
4.2.1	バイオマス関連の復興計画の概要	60
4.2.2	宮古市ブルーチャレンジプロジェクト（事例）	61
4.2.3	仙台市の藻類バイオマス利用（事例）	62
4.2.4	気仙沼市の地域通貨を用いた木質バイオマス発電事業（事例）	64
4.2.5	森林バイオマスと放射性セシウム対策技術	67
4.3	優れたバイオマスタウン、地方都市モデルの調査	70
4.3.1	はじめに（バイオマス産業都市構想と復興）	70
4.3.2	牛久市の取り組み（地方中規模都市の広域連携の例）	71
4.3.3	新潟市の取り組み（地方中核都市の例）	75
4.3.4	東松島市のバイオマス産業都市構想としての取り組み	80
4.4	スマートコミュニティへのバイオマスの貢献の可能性と課題	84
4.4.1	スマートコミュニティの現状	84
4.4.2	バイオマス貢献の可能性と課題	87
4.5	まとめ（震災復興へのバイオマス技術とスマートコミュニティの寄与）	91
第 5 章	バイオマス利用の事例調査	93
5.1	あべのハルカスバイオガス発電	93
5.2	稚内市バイオエネルギーセンター	98
5.3	（株）中央環境 長崎バイオメタノール事業	104
5.4	（株）イデックスエコエナジー（福岡ブルータワー）	111
5.5	真庭バイオマスツアー（銘建工業株式会社）	117
5.6	講演会「バイオマス利用の最新動向」	123
第 6 章	まとめ	126
	参考資料：林業への助成と森林組合による林業施業の合理化の現状	130
	参考文献	164

第Ⅱ部 大規模災害時対応を見据えた環境配慮型静脈物流システムの概念構築

第1章 調査研究の経緯と目的	169
1.1 はじめに	169
1.2 調査研究の経緯と目的	169
1.3 前年度（平成24年度）の調査概要	171
第2章 津波を想定した災害廃棄物対策の検討状況	175
2.1 太平洋沿岸重要港湾における計画策定状況	175
2.2 事例調査①高知県	177
2.2.1 計画概要	177
2.2.2 高知県港湾・海岸課	186
2.2.3 高知県環境対策課	189
2.2.4 高知県リサイクル協会	195
2.2.5 高知県産業廃棄物処理業協会	197
2.2.6 住友大阪セメント	200
2.3 事例調査②中部地方	203
2.3.1 計画概要	203
2.3.2 中部地方環境事務所	207
2.3.3 四日市港管理組合	214
2.3.4 多治見市の事例	222
第3章 リサイクルポートの活用可能性	223
3.1 境港の状況調査	223
3.1.1 境港管理組合	224
3.1.2 三光株式会社	230
3.2 境港の活用可能性検討	235
第4章 港を活用した災害廃棄物の処理の提言	236
第5章 まとめ	239
参考文献	240
あとがき	241

第 I 部 日本の風土に沿ったバイオマス循環社会の提案
(バイオマス利活用のあるべき姿と震災復興への貢献)

第1章 調査研究の経緯と目的

1.1 はじめに

バイオマスは、再生可能エネルギーのひとつとして、また、世界的な人口増に伴う食料や資源の不足に対応する省資源・循環型社会形成の鍵となる技術のひとつとして、その利用への関心が高まっている。

バイオマス利用に関しては、2000年の循環型社会形成基本法の施行により、食品リサイクルや建設リサイクルの必要性が増したことから、国内での技術浸透が進んだ。更に、2002年に閣議決定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」に基づき、バイオマスを総合的に最大限利活用した持続的な社会の実現を目標とした取り組みが本格化し、以後も多様な施策がなされてきた。日本のバイオマス推進政策の流れを図1.1-1に示す。

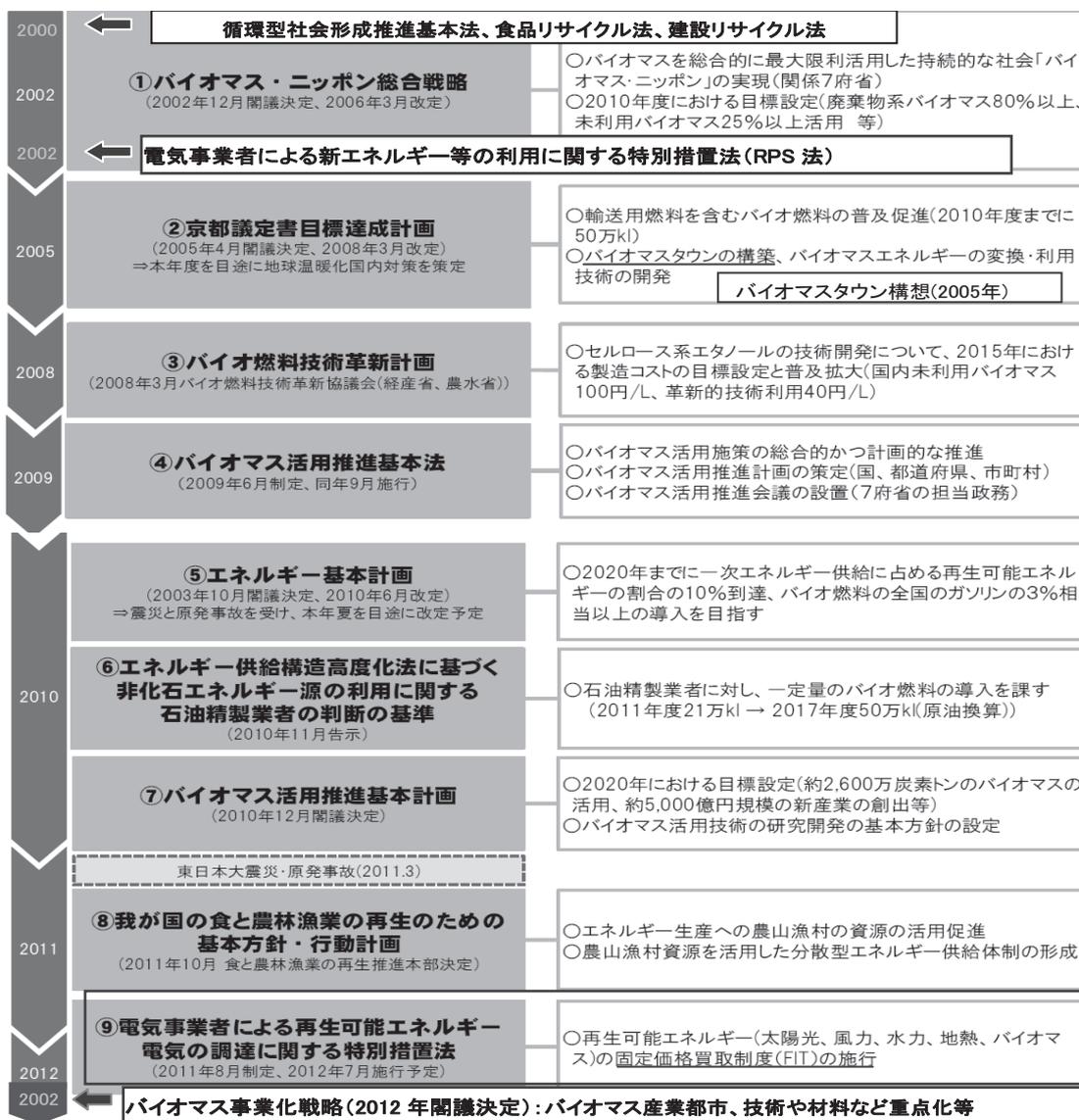


図1.1-1 バイオマス関連政策の主な経緯

出典：農林水産省HPに加筆

2002年に電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（RPS法）が施行され、以来バイオマス由来の発電量も年々増加していた。その後、上記のような社会的背景から、更なる再生可能エネルギーの導入促進を期して2012年の7月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が施行され、再生可能エネルギーのひとつとして、バイオマス発電の固定価格買取制度（FIT）が始まった。

バイオマスの再生可能エネルギーとしての側面として、世界では地球温暖化に対応した脱化石燃料社会形成への貢献が期待されている。特に、2011年3月に発生した東日本大震災と原発事故により、原子力発電への依存度を低減する基本理念が決定されてからは、再生可能エネルギーの比率を増加させることが強く求められている。

こうした背景を受けて、本報告書の目的を以下のように設定した。

【本研究の目的】

- 1) バイオマス利用技術（メタン発酵&木質発電）における先行事例からの優れた工夫の抽出と現状の課題整理、その解決方法の検討
- 2) 施行1年のFITのバイオマス促進面からみた現状の整理と改善の方向性の提言
- 3) 震災復興に資するバイオマス利用技術の調査と提案（被災地のバイオマス利用事例の現状と、バイオマス産業都市やスマートコミュニティの考え方の応用の検討）

最初に、主要なバイオマス利用技術としてメタン発酵と、木材利用を伴う木質発電に着目し、先行事例から優れた工夫を抽出し、現状の課題整理と解決の方向性を検討した。メタン発酵については、今後の事業に活用できることを目指して先行事例から優れた工夫の抽出を試みた。また、木質利用については、現状行われている施策の課題について考察し、解決方法を検討した。

次に、施行1年のFITのバイオマス促進面からみた現状の整理と改善の方向性の提言を行った。昨年度の調査研究において、我が国のFITと、先行してFITを導入したドイツの状況の比較、また、FITとRPS等の他の促進策との比較により、FITに対する期待と課題について検討した。本年度は施行後1年の状況を得た上で、日本のFITの現状と課題について検討し、解決の方向性の提言を目指した。

最後に、震災復興に資するバイオマス利用技術の調査と提案を行った。東日本大震災から3年あまりを経たが、かつての産業的な活気を取り戻せておらず、人々の暮らしの基盤を作る本格的な復興が、未だに大きな課題である。生活基盤の抜本的な再構築が必要な復興地だからこそ実施可能なバイオマスを有効活用する方策があると、考えられる。そこで、復興計画に活用できるバイオマス利用の方策について調査し、他の事業等の応用に資するようとりまとめた。まず、被災地でバイオマスを復興計画に活用している事例について調べ、その内容を調査し、他の復興地でも参考になると考えられる優れた点についてとりまとめた。また、復興地以外の優れた取り組みとして、バイオマスタウン構想の取り組みから新潟市と牛久市について調査し、復興計画への反映の可能性を調べた。さらにまた、スマートコミュニティの考え方をテコとして、地方都市がバイオマスを有効に利用するインフラ作りを進展させる可能性を調べた。こうした考え方は、街づくりを根本から考え直す復興地にも取り入れられる可能性があると考えた。

1.2 調査研究の内容

1.2.1 調査研究の進め方

1) バイオマス利用技術ごとの展望と課題、解決の方向性

社会の省資源化や低炭素化の実現に向けて、これまでもバイオマス利用促進を推進策が取られてきた。我が国の現状では、バイオ燃料の導入は不透明なところがあり、当面の期待すべき主なバイオマス利用技術としては、メタン発酵と木質発電・木質利用が代表である。このふたつの技術について、注目される事業の視察や資料調査などにより、事業化に向けた課題を整理し、解決の方向性を考察した。

2) 固定価格買取制度（FIT）導入後の動向と今後の展望

FIT 導入後の状況を調査し、また同制度の先行導入先であるドイツとの状況比較により、制度の課題を検討した。また、FIT を活用する上での参考資料とするため FIT と組合せ可能なバイオマス振興策について情報を整理した。

3) 震災復興に寄与するバイオマス利用技術

進行中の復興計画事例の中から、バイオマス利用を含むものについて、その内容と進捗状況を整理した。そのうち、技術的に先進性があると思われた事例について、盛り込まれる技術的な内容まで調べ、社会に与える影響として期待される点と、実現への課題について考察した。

また、バイオマス産業都市構想に採択された都市などから、注目される実施例を選び、バイオマス技術で復興に応用可能な技術の抽出を試みた。

1.2.2 視察調査訪問先と講演会の一覧

次に本年度、視察調査した訪問先と、講演会の内容を示す。

1) 視察訪問先

下記のバイオマス活用施設を視察した。

(1) あべのハルカスバイオガス発電

＜ホテルや百貨店、オフィス等が入居する大型商業ビルの地下に独立型のメタン発酵槽を設置し、電力や温水利用するシステムを視察＞

(2) 稚内市バイオエネルギーセンター

＜最終埋立処分場に隣接し、廃棄物減容と発電を目的とした施設＞

(3) (株) 中央環境 長崎バイオメタノール事業

＜建築廃材や間伐材などを原料としたバイオメタノールの製造と販売＞

(4) (株) イデックスエコエナジー 福岡ブルータワー

＜バイオマスガス化による水素ガス製造・供給事業＞

(5) 真庭市 真庭バイオマスツアー (銘建工業(株))

<原木市場や製品市場、製材所、市行政などが一体となった木質バイオマス産業の発展を目指した取り組み>

2) 講演会

「バイオマス利用の最新動向 ～再生可能エネルギー電力買取制度の開始と持続可能な利用へ向けて～」

講師：NPO 法人バイオマス産業ネットワーク(BIN)理事長 泊 みゆき 氏

2013年11月13日に一般財団法人エンジニアリング協会の会議室にて講演会を開催した。講師の泊みゆき氏は、NPO 法人 BIN の活動を通じて、バイオマスに関する調査や情報発信、企業等への助言などを通じて『持続可能なバイオマス利用』の推進を目指した活動を精力的に行っている。BIN では、毎年『バイオマス白書』として調査結果を書籍として刊行し、メールマガジンを毎週発行するなどの活動を行っている。

第2章 バイオマス活用技術ごとの展望と課題、解決の方向性

2.1 メタン発酵

2.1.1 概観

メタン発酵は嫌気性消化とも言われ、有機物が嫌気性条件で微生物の活動により分解し、最終的にメタンと二酸化炭素を生成するプロセスである。

メタン発酵では、通性嫌気性菌群により、高分子有機物から低分子有機物に分解し、この低分子有機物から有機酸とアルコール類などを生成し、さらに有機酸などから酢酸と水素を生成する。そして、嫌気性微生物の一種であるメタン菌群により、酢酸や水素などからメタンと二酸化炭素を生成する。標準的なシステムフローを図 2.1.1-1 に示す。

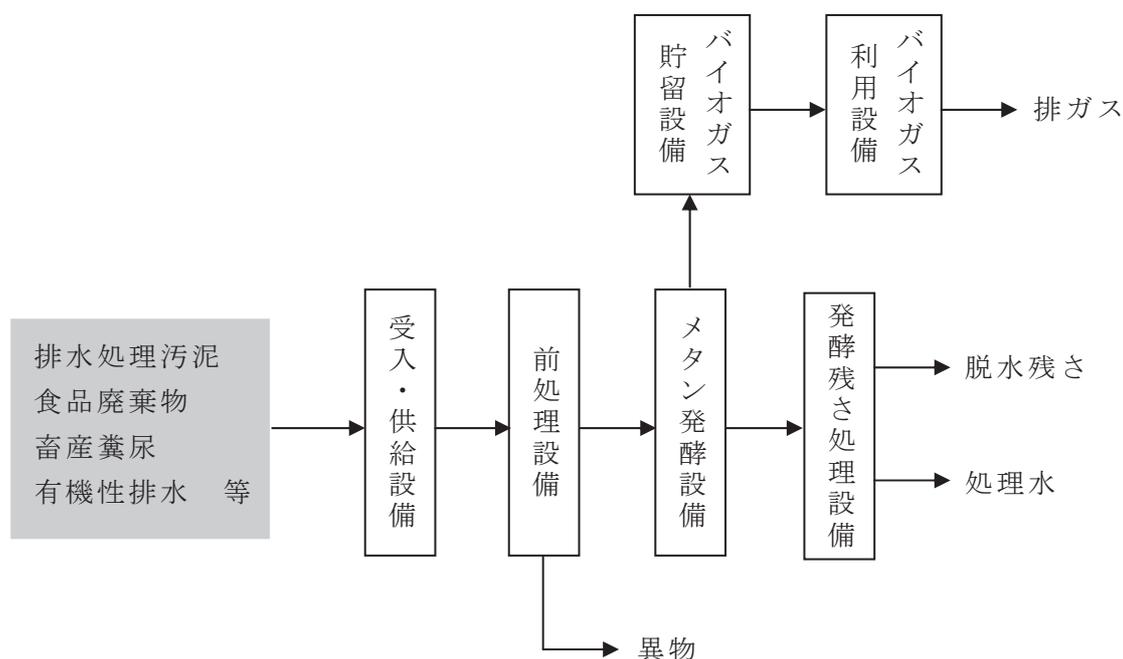


図 2.1.1-1 標準的なシステムフロー

「メタンガス化（生ごみメタン）施設整備マニュアル」及び
「平成 19 年度メタン発酵研究会活動報告」より作成

排水処理汚泥、食品廃棄物、畜産糞尿、有機性排水等のバイオマス原料は、メタン発酵での生分解性を高めるため、異物の除去、破碎・粉碎、スラリー化（液状化）といった前処理を行い、メタン発酵槽に投入される。

メタン発酵槽で、中温発酵の場合で35℃程度、高温発酵の場合で55℃程度の温度で発酵させると、メタン60%、二酸化炭素40%、N、H₂S等で構成されるバイオガス（組成比は代表値）を生成する。

メタン発酵槽で生成したバイオガスは硫黄等の有害物質を除去し、ガスホルダに貯蔵した後、発電機やボイラなどの燃料として利用される。その他にも、温室暖房、温水プール、工場内熱利用、地域暖房、堆肥発酵の加温促進、融雪、汚泥乾燥等に使われている。近年では、バイオガスを精製して自動車の燃料や都市ガスへ供給する等、その用途はますます

広がっている。

2.1.2 現状

1) 法整備・政策動向

メタン発酵は、国内バイオマスエネルギーの利用拡大に向けて導入促進が期待されている技術である。

近年では、バイオマスエネルギーに関する関連制度として「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律(エネルギー供給構造高度化法)」が2009年8月に施行され、電気事業者と石油事業者、ガス事業者に(1)非化石エネルギー源の利用(2)化石エネルギー原料の有効な利用の促進を義務づけている。

さらに「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が2012年7月から施行された。この法律では、再生可能エネルギーを一定価格で買取るFITを定めており、再生可能エネルギー普及の切り札としての期待が大きい。本制度では、メタン発酵ガス化バイオマスの調達価格は40.95円/kWh(税込)^{*1}と定められており、これまでの買取価格が15~20円/kWh程度であったことや、他国の制度と比較しても高い設定となっている。

*1: 施行後3年間の時限措置で「利潤に特に配慮」して規定された価格

また、震災・原発事故を受け、地域資源を活用した自立・分散型エネルギー供給体制の強化が重要な課題であると認識され、2012年2月にバイオマス活用推進会議(7府省の担当政務で構成)の下にバイオマス事業化戦略検討チームが設置され、同年9月に「バイオマス事業化戦略」が決定した。「バイオマス事業化戦略」では、技術ロードマップを作成し、事業化に重点的に活用する実用化技術とバイオマスを整理しており、この中に技術としてはメタン発酵、バイオマスとしては、食品廃棄物、下水汚泥、家畜排せつ物があげられている。

2) 市場動向

バイオマス・ニッポン総合戦略の推進のために、メタン発酵による廃棄物系バイオマスからのエネルギー回収が国策として推奨され、メタン発酵施設が建設されてきた。

環境省の「一般廃棄物実態調査(平成25年4月26日公表 ※平成23年度調査結果)」、NEDO「バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第3版)2010年1月発行」、地域資源循環技術センター「バイオマス利活用技術情報データベース(2010年06時点)」をもとに重複する施設を除いて整理すると、これまでに稼働したメタン発酵施設(実証試験設備を含む)は、食品廃棄物(固形)60施設、有機性排水47施設、し尿・汚泥50施設、畜産糞尿74施設の合計231施設であった(多種類の原料を処理する施設については、処理量の最も多いものについて分類)。また、環境省の調査期間後に稼働が公表された食品廃棄物(固形)6施設があり、さらに、上記の他に消化槽を持つ下水処理場280施設、汚泥再生処理センター20施設を加えて、日本国内におけるメタン発酵施設は総計で約500施設である。

メタン発酵施設は、1999年に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が制定、2000年に「食品リサイクル法」が成立して、畜産糞尿や食品系廃棄物の適正処理・再利用の必要性が認識されるようになると共に、2001年にはごみ処理施設性能指針に「ごみメタン施設」が追加されてメタン発酵施設への廃棄物処理施設整備費補助金（環境省）が使用可能になったことや、2001～2005年に実施されたバイオマス等未活用エネルギー実証試験事業（NEDO）、2003年から始まり名称が変わりながら継続されたバイオマス利活用フロンティア推進事業、バイオマスの環づくり交付金、地域バイオマス利活用整備交付金（いずれも農林水産省）の後押しもあり、2000年代に多くの新規施設が稼働開始した。また、2006～2009年に稼働開始した食品廃棄物のメタン発酵施設は22件あるがそのうち9件が焼酎粕を処理するための施設であった。これには、日本のロンドン条約への批准に際し、廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令が改正されて2007年から焼酎粕の海洋投棄を禁止するようになったことが大きな影響を与えている。

近年は、ある程度の規模の案件のもので年間 3～4 件程度で安定して稼働もしくは発注されてきていたが、「コンバインド型処理施設（焼却施設とメタン発酵施設）」の建設や「都心型バイオガスシステム」の開発による需要拡大の他、中国や東南アジアへの市場開拓を各社が積極的に検討していることや、FIT の後押しもあり、今後数年間は市場が活性化することが期待されている。

2.1.3 有望な原料ごとの事業化条件整理

メタン発酵は他のバイオマス利活用技術と比較して処理対象物の選択肢が広く、複数の原料を柔軟に組み合わせた事業構築が可能であるという特長を有している。

メタン発酵に用いられる原料は湿潤系のバイオマスが中心であるが、代表的な原料としては食品廃棄物、下水汚泥、畜産廃棄物（家畜排せつ物）があげられる。その発生量と利用率を表 2.1.3-1 に示す。

表 2.1.3-1 バイオマスの種類ごとの年間発生量と利用率

バイオマスの種類	年間発生量	利用率	2020 年 目標利用率
食品廃棄物	約 1,900 万 t	約 27%	約 40%
下水汚泥	約 7,800 万 t	約 77%	約 85%
畜産廃棄物	約 8,800 万 t	約 90%	約 90%

出典：平成 22 年 12 月 農林水産省「バイオマス活用推進基本計画」（抜粋）

事業化実現のためには原料の量と質をいかに効率よく確保するかが重要な鍵となるが、メタン発酵の原料となるバイオマスには種類ごとに賦存量や異物混入リスク等、様々な特性があり、それぞれの長所と短所を組み合わせることによって、より安定した事業の構築が可能となる。

各種文献等の調査および稼働施設へのヒアリング調査から得られた情報を基に、食品廃棄物、下水汚泥、畜産廃棄物の特性と留意すべき点について以下のとおり整理する。

1) 食品廃棄物

食品廃棄物の年間発生量は約 1,900 万 t となっており、他の汚泥系廃棄物や畜産廃棄物と比較して発生量は最も少ない反面、利用率が最も低いことから今後のエネルギー利用への展開が期待されるバイオマスである。

また、原料の種類によって差異はあるものの、食品廃棄物は他の廃棄物と比較して総じて分解率やガスの発生率が高く、メタン発酵のガス発生量確保に適した原料であると考えられる。

食品廃棄物は食品関連事業者から排出される事業系廃棄物と、一般家庭より排出される家庭系廃棄物に大別することができ、各々の発生量と再生利用量状況は図 2.1.3-1 に示す通りとなっている。事業系廃棄物と家庭系廃棄物はその特性が大きく異なっており、以下にその特徴を示す。

● 食品廃棄物等の利用状況等（平成22年度推計）〈概念図〉

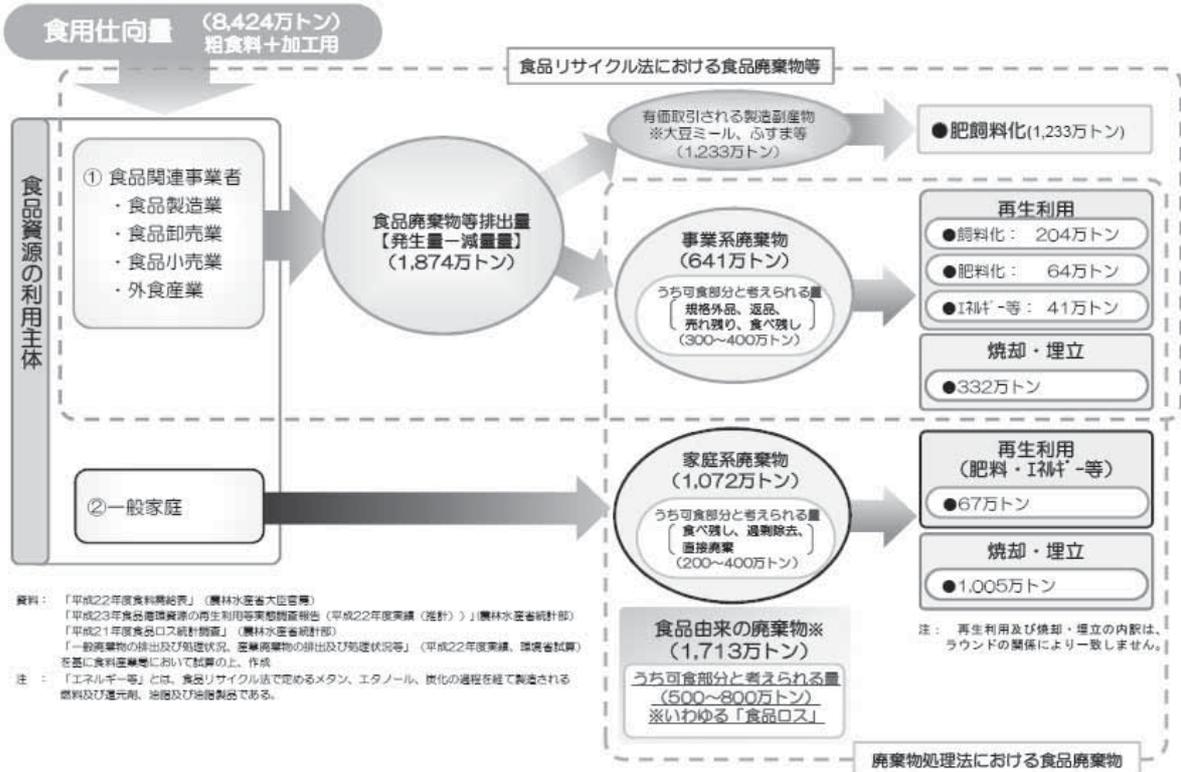


図 2.1.3-1 食品廃棄物の利用状況等

出典：農林水産省 HP

(1) 事業系廃棄物

食品関連産業は流通経路の川上より食品製造業、食品卸売業、食品小売業、外食産業に分類されるが、流通経路の川下に近付くにつれて再生利用等実施率が顕著に低下する傾向がある。表 2.1.3-2 に食品関連事業者の業種ごとの廃棄物発生量と再生利用等実施率を示す。

表 2.1.3-2 業種ごとの廃棄物発生量と再生利用等実施率

業種	年間発生量 (千 t)	再生利用等 実施率(%)
食品製造業	16,582	95
食品卸売業	222	57
食品小売業	1,275	41
外食産業	1,876	23
食品産業計	19,955	84

出典：農林水産省「食品廃棄物等の年間総発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率について」

食品製造業から排出される廃棄物は高品質で異物の混入が少ないため、エネルギー利用よりも優先順位の高い飼料化や肥料化に適しており、再生利用率は95%に達している。また、一部では有償取引が行われているケースもあることから、メタン発酵施設における入手可能量は限定的となる。また、水産物および農産物から発生する廃棄物は収穫時期や天候等の外的要因によって発生量や品質が大きく変動するといった問題点があり、事業化にあたっては季節変動や原料確保リスクについても十分に配慮する必要がある。

一方、食品卸売業、食品小売業、外食産業等の流通の中流から川下分野においては再生利用等の実施率が著しく低下する。この原因としては、調理の段階で塩分や糖分、油脂類等が加えられ、飼料化や肥料化に適さない物性となるケースが多いことや、外食産業等の末端の消費段階から回収された食品廃棄物は複数の食材が混合されるとともにビニールやようじ等の異物の混入率が上昇し、品質の確保や管理が困難になるといった問題があるものと推測される。

メタン発酵は飼料化や肥料化ほどの分別精度がなくとも運転が可能であることから、リサイクル率が低調に留まっている食品流通の中流から川下を中心とした分野からの廃棄物も問題なく受入れることができる。これらの川下分野の食品廃棄物は人口に比例して発生する傾向があるため、特に都市部における食品リサイクルの手段として今後メタン発酵施設の普及拡大が期待される。

(2) 家庭系廃棄物

家庭系廃棄物はその発生量のほとんどが有効利用されないままに焼却または埋立処分されており、潜在的なエネルギー利用可能量は大きい。しかしながら、家庭系廃棄物は異物の混入リスクが高く、その発生源も広く薄く分散しているため、安定的な事業運営のためには排出者である一般家庭における分別の徹底や、自治体による収集と啓発活動などの協力が不可欠となる。

家庭系廃棄物は地方自治体が処理を行う一般廃棄物に該当するため、PFI事業としての実施が可能であり、近年では表2.1.3-3に示すPFI事業の運営が開始されている。

こうしたバイオガス事業は高度な技術が要求され、民間企業の多様なノウハウを用いることによってより効率的な運営が期待できる分野であることから、PFI事業との親和性が高い分野と言える。

表 2.1.3-3 生ごみを主原料とした PFI 事業の実施例

発注者	事業名	共用開始年月	原料および事業規模
稚内市	生ごみ中間処理施設整備・運営事業	H24/4	生ごみ+下水汚泥+水産廃棄物等 約 20t/日
長岡市	生ごみバイオガス化事業	H25/7	生ごみ 65t/日

昨年度の調査において、一般家庭系の生ごみを対象としているメタン発酵施設では原料の確保が困難となっているケースが多数確認されており、これらの原料を用いた事業計画を行う場合には実際の入手可能量を慎重に見極める必要がある。こうした原料確保リスクに対しては下水汚泥や事業系廃棄物等の量的安定性の高いバイオマスとの混合処理が有効と考えられるが、稚内市のケースは下水汚泥との混合処理を行うことで原料確保リスクに対応している事例であり、中小規模の施設においては特に有効な手段と考えられる。

また、稚内市の事例においては隣接する最終処分場との連携処理が行われているほか、図 2.1.3-2 に示す長岡市の事例においては隣接する焼却処分場や下水処理場との連携が図られており、既存の社会インフラの能力を相互に共有・活用する取り組みが進められている。

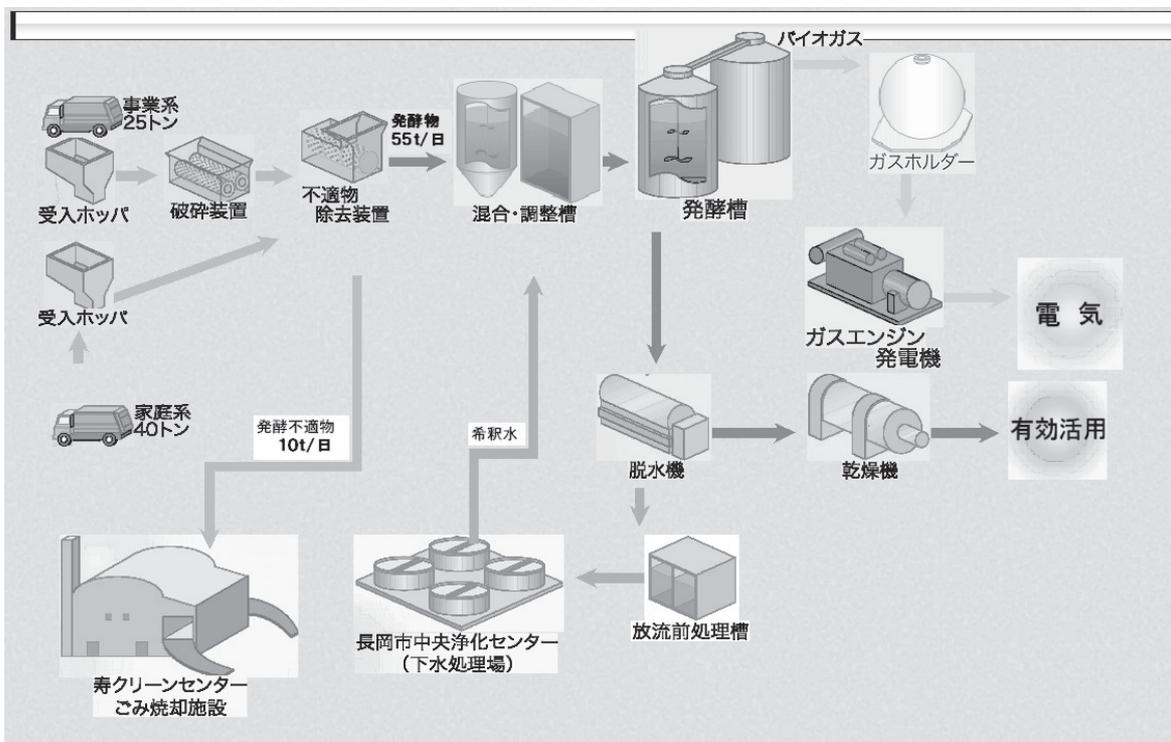


図 2.1.3-2 長岡市生ごみバイオガス化事業処理フロー

出典：(株)長岡バイオキューブ HP

2) 下水汚泥

表 2.1.3-3 に下水汚泥の発生量とリサイクル率の推移を示す。下水汚泥の発生量は年間約 7,800 万 t と多く、建材への再利用や固形燃料化等の取組も進められているが、有効利用率は 80% を切っており、利用率向上の余地が大きい廃棄物と言える。

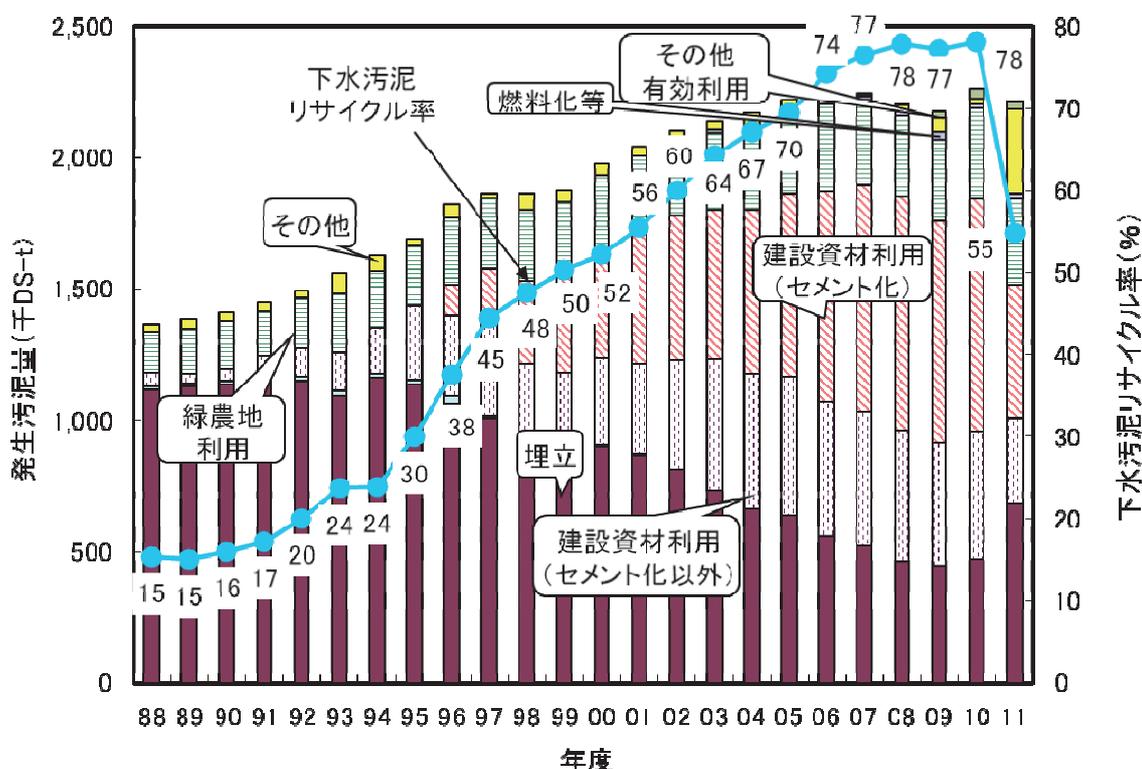


図 2.1.3-3 下水汚泥の発生量とリサイクル率の推移

出典：国土交通省 HP

下水汚泥は下水処理工程より廃棄物として発生するため、下水処理場において大量かつ安定的に発生し、収集が極めて容易であるという特長を有する。また、質・量の安定性も極めて高いため、メタン発酵の基材として事業化に有利な点を複数兼ね備えた原料と言える。

下水処理場は全国に 2,000 箇所以上存在しており、その内およそ 300 箇所の下水処理場には写真 2.1.3-1 に示す汚泥の減容化を目的としたメタン発酵施設(汚泥消化槽)が導入されている。



写真 2.1.3-1 下水汚泥消化槽

出典：国土交通省 HP

下水汚泥から回収した消化ガスには発電機等の設備故障の原因となるシロキサンが含まれる。シロキサンは下水に流入するシャンプーやリンスに含まれるシリコンに由来しており、エンジン等の内部で結晶化し、噛み込みや作動不良の原因となっていた。図 2.1.3-4 にシロキサンによるエンジン不具合の発生状況を示す。

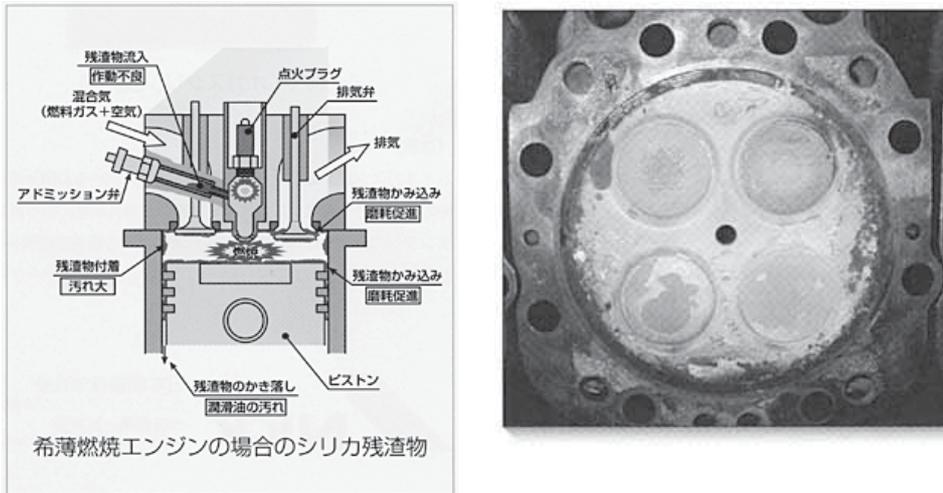


図 2.1.3-4 シロキサンによるエンジン不具合の発生状況

出典：(社)日本下水道施設業協会 HP

シロキサンは下水汚泥の消化ガスに特有の不純物であるが、消化槽の導入当初はこれら有害物質の除去技術が確立されていなかったため、消化ガスの利用用途は3～4割程度が消化槽の加温に用いられるのみで、残りの大部分は余剰ガス燃焼装置で燃焼廃棄されてきた。

平成10年頃よりシロキサンの除去技術の開発が進められ、発電利用への道が開かれるようになり、表 2.1.3-4 に示すように、採算性を確保しやすい大都市圏を中心に消化ガス発電設備の導入が開始され始めた。

表 2.1.3-4 消化ガス発電の実施状況

年間消化ガス発生量(千立方メートル/年)	処理場数	消化ガス発電実施	消化ガス発電実施割合
～5	4	0	0%
5～10	1	0	0%
10～50	27	0	0%
50～100	24	0	0%
100～500	130	1	0.7%
500～1000	44	3	6.8%
1000～3000	55	6	10.9%
3000～5000	5	3	60.0%
5000～	8	5	62.5%
合計	298	18	6.0%

出典：石川県 HP

近年では下水汚泥のエネルギー利活用の観点から、消化工程において回収される消化ガスを燃料として利用する発電設備の導入が急速に普及している。

下水汚泥も一般廃棄物同様、地方自治体が処理を行う廃棄物であるため、PFIとしての実施が可能であり、すでに表 2.1.3-5 に示す PFI 案件の内、4 件の事業の運営が開始されている。

表 2.1.3-5 下水道事業における消化ガス発電事業 (PFI) の実施状況

発注者	事業名	供用開始 年 月	原 料
東京都	森ヶ崎水処理センター常用発電事業	H16/4	下水汚泥
大阪市	津守下水処理場消化ガス発電設備整備事業	H19/9	〃
横浜市	北部汚泥資源化センター消化ガス発電設備整備事業	H21/12	〃
黒部市	下水道バイオマスエネルギー利活用施設整備運営事業	H23/5	(下水汚泥+農集排汚泥等+ディスポーザ生ごみ+コーヒー粕)
豊橋市	豊橋市バイオマス資源利活用施設整備・運営事業	H25 実施 方針公表	下水汚泥+し尿・浄化槽汚泥+生ごみ
愛知県	豊川浄化センター汚泥処理施設等整備・運営事業	H25 実施 方針公表	下水汚泥(将来他のバイオマスの追加受入れを検討)

下水汚泥は食品廃棄物と比較してガスの発生率はやや劣るため、生ごみと混合発酵することによってエネルギー回収効率の向上が期待できる。図 2.1.3-5 に示す黒部市バイオマスエネルギー利活用施設整備運営事業(平成 23 年運営開始)においては生ごみだけではなく、農業集落排水処理施設および浄化槽から排出される汚泥やコーヒー粕等、他のバイオマスとの混合処理を行っており、今後は地域インフラの有効活用の観点からもこうした混合処理案件が増加するものと予想される。

国土交通省ではこうした流れを受け、下水道施設におけるバイオガス化施設の新技術の普及・促進を含めた具体的な取り組みを支援しており、平成 26 年度下水道事業予算において、PPP/PFI の積極的な活用と再生可能エネルギーの利用促進等を図るために「民間活力イノベーション推進下水道事業(個別補助金制度)」を新規に創設している。

下水処理場は下水汚泥の排出拠点であると同時に巨大な排水処理設備であり、メタン発酵施設とは共存共栄の関係を構築しやすいため、下水処理場における混合型メタン発酵施設の併設は、今後地方自治体を中心となる事業化のモデルとして一つの大きな流れになるものと思われる。

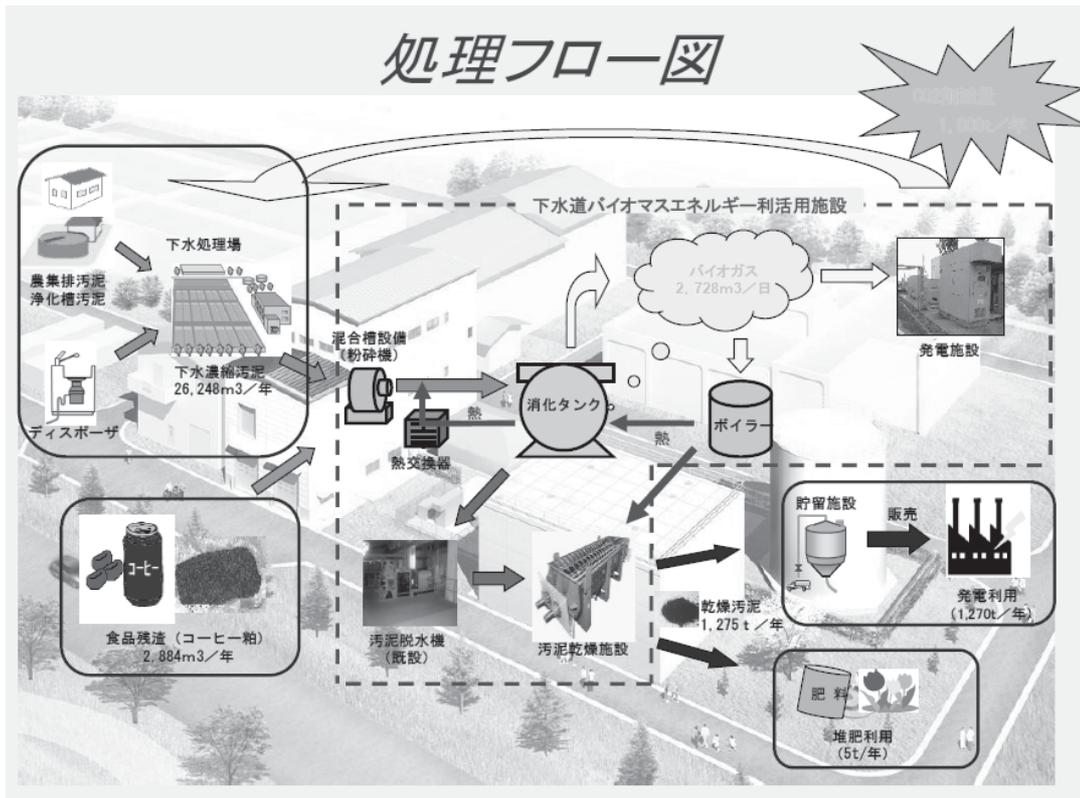


図 2.1.3-5 黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設整備・運営事業 フロー図

出典：黒部市 HP

3) 畜産廃棄物(家畜排せつ物)

畜産廃棄物はメタン発酵の原料として古くから利用されている原料であり、飼育頭数にはほぼ比例して安定的に発生し、原料確保リスクが低いという長所がある。また、畜産業は農村地域に立地しているケースが多く、近隣もしくは自らが農地や牧草地等を保有しているケースでは堆肥の引き取り先や消化液の散布先を確保しやすいというメリットがあるため、メタン発酵施設における採算性阻害要因の一つである消化液の処理への対応が容易な事業環境にある。

畜産廃棄物の発生量は年間約 8,800 万 t と非常に多いものの、リサイクル手法としてはメタン発酵等によるエネルギー利用よりも優先順位が高く、処理コストも圧倒的に安価な堆肥化によるリサイクルルートが確立されているケースが多く、利用率も 90%以上と非常に高い水準に達している。このため、畜産廃棄物の利用検討に際しては既存のリサイクルルートへの配慮が必要である。写真 2.1.3-2 に堆肥化施設の参考例を示す。



写真 2.1.3-2 堆肥化施設(発酵槽)全景

出典：土佐町 HP

しかしながら、畜産廃棄物のリサイクル手法の主流となっている堆肥は需要期の偏りや、需要量と供給量の整合性等の問題から過剰生産に陥っている事例が散見されるほか、周辺地域からの臭気苦情などの問題を抱えているケースも存在するため、より適正な畜産廃棄物の受け皿として、今後メタン発酵施設を導入する余地は少なくないものと推測される。

畜産廃棄物の発生源となる主な畜種と廃棄物の発生量を表 2.1.3-6 に示す。

表 2.1.3-6 主な畜種と廃棄物発生量

畜種	発生量 (万 t)
乳用牛	2,453
肉用牛	2,672
豚	2,292
採鶏卵	777
ブロイラー	501
合計	8,886

出典：農林水産省 平成 23 年 10 月「畜産の動向」

これらの蓄種の内、メタン発酵の原料に用いられるのは主に牛系の廃棄物が中心となっている。豚および鶏類に関してはメタン発酵の阻害物質であるアンモニアを生成しやすいことから、これらの畜産廃棄物の受入れを検討する場合にはアンモニアを除去するための処理工程が必要となる。また、特に鶏糞は含水率が低く、メタン発酵による処理よりも乾燥して燃料に用いるケースが多い。

畜産廃棄物は家畜の消化器官によって有機分の吸収が行われているため、メタン発酵の原料となる廃棄物の中でもガスの発生量が比較的低い分類に属しており、採算性を確保するためにはある程度まとまった飼育頭数が必要となる。このため、大規模畜産家においてはメタン発酵施設の導入が進んでいるが、中小規模の畜産家においては事業採算に見合う量の原料を確保できないために単独拠点毎のメタン発酵施設の導入が困難になっている。

また、畜産廃棄物は下水汚泥や生ごみと異なり収集手段が確立されていない上に、口蹄疫や豚コレラ等の家畜伝染病に対する防疫上の観点から同一車両が1回の収集で複数の畜産家を巡回することができないという畜産業界特有の制約条件があり、効率的な収集の阻害要因になっている。複数の畜産家から排出される畜産廃棄物を取り込む集約処理型のメタン発酵施設においては戸別に収集コンテナを設置して回収する方法が採用されている事例が多いが、集約処理型のメタン発酵施設を検討する場合には収集の効率化が課題の一つとなっている。

畜産業においては安価な堆肥化処理との競合により、入口の処理収入を確保しにくい点も集約処理型の普及が進まない要因にもなっていたが、平成24年に施行されたFITFIやバイオマス産業都市構想等の支援策によって事業収支は大幅に改善されており、今後は集約処理型の施設も増加するものと考えられる。

2.1.4 注目される収益性の向上策

メタン発酵は、国内約 500 程度の導入事例があり、基礎技術開発は一通り終了しているといえるが、一方で、原料の確保からエネルギー変換、回収エネルギーの利活用まで含めた事業全体として自立するためには多くの課題が存在する。視察活動ならびに各種文献調査から、先進的もしくは特徴的な事例を抽出し、バイオガスシステム事業が自立できるような収益性の向上策について検討した。

1) 先進的もしくは特徴的な事例

(1) あべのハルクスバイオガス発電

(a) 概要

あべのハルクスは、大阪・阿倍野に建設された近畿日本鉄道株式会社を事業主とする超高層ビルで、駅、百貨店、オフィス、ホテル、美術館、展望台が入居している。このビルの地下に、バイオガスシステムが設置されている。これまで、一部のビルや高層集合住宅ではディスポーザーが導入されている事例があるが、ディスポーザーには別途排水処理システムが必要であり、排水処理の余剰汚泥はバキュームカー等にて搬出されるため、従来の方法ではディスポーザーの導入と生ごみリサイクルの両立はできていたとは言えなかった。

そこで、あべのハルクスバイオガス発電では、ディスポーザー利用と生ごみリサイクルを両立させるとともに、エネルギー回収をオンサイトで小規模に行うことが可能な「都市型バイオガスシステム」を開発した。あべのハルクス全景を写真 2.1.4-1、施設のフローを図 2.1.4-1 に示す。



写真 2.1.4-1 あべのハルクス全景

出典：あべのハルクス HP より

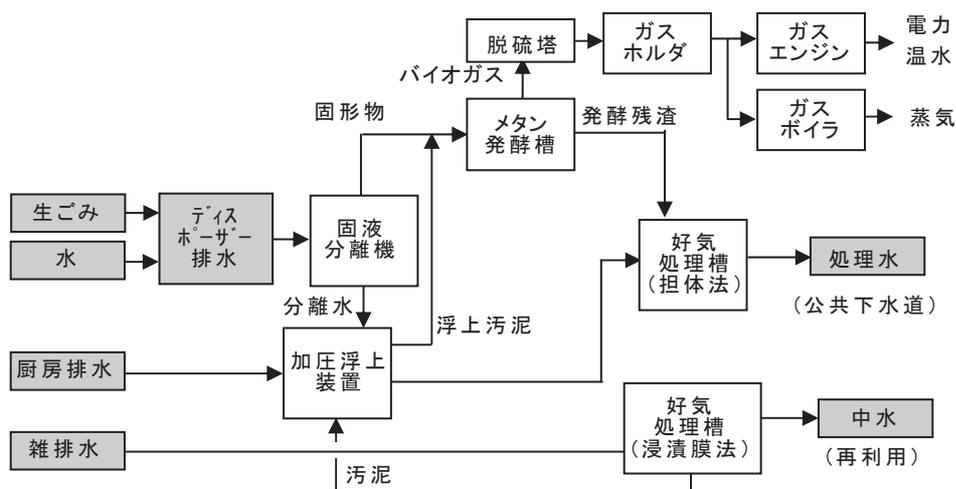


図 2.1.4-1 あべのハルクスバイオガス発電フロー

安東隆昭, 環境建築におけるバイオマス技術と超高層ビルにおける
オンサイト利用事例, 建築設備, 第 63 巻 1 号, (2012) より作成

(b) 収益性向上策

① 計画

日本のメタン発酵施設においては、補助金を受けるためや発電機のバリエーションが少ないこともあり、ガス発生量や発電規模を先に設定してしまい、それに見合う原料を確保するのに苦労するということが良く見受けられる。

あべのハルカスバイオガス発電においては、厨房排水の除害設備として設置される排水処理設備やガスエンジンコージェネレーションシステムがメタン発酵の有無に関らず設置されることになっており、これらに合致する規模でメタン発酵設備を組み込むことで、廃棄物を減容しながら、エネルギーも得る計画となっている。

また、あべのハルカス全体から発生する生ごみの総量が 5t/日程度と見積もられているのに対し、メタン発酵施設の処理量は 3t/日で計画されており、常に定格量の原料が確保できるため、事業計画も立てやすい。

② エネルギー利用

バイオガスは脱硫後、都市ガスと混合もしくはバイオガス単独でガスエンジンコージェネレーションおよびガスボイラに使用され、あべのハルカス内の電力・熱として利用されるが、このガスエンジンコージェネレーションは、現設計にもあった都市ガス用コージェネレーションシステムであり、バイオガス関連設備の中でも高額であるガスエンジン・発電設備を専用に設置する必要がなく、余分な出費を抑えた発電が可能となっている。

③ 発酵残さ

メタン発酵施設では発酵残さを処理するための排水処理設備が別途必要になり、小規模の導入では排水処理設備設置費用を踏まえると処理単価が高くなり、導入が見送られる理由のひとつになっているが、あべのハルカスバイオガス発電においては、メタン発酵の有無に関らず、厨房排水の除害設備として設置される排水処理設備をメタン発酵消化液の処理としても併用するため、消化液処理用の設備費が発生しない。また、このシステムでは汚泥がほとんど発生しないため、処分費が大幅に低減できる。

このような条件を満たす大型商業施設が、今後日本国内に建設されることは頻繁にあることではないが、既設設備もしくはメタン発酵の有無に関わらず設置される設備の活用により、消化液処理のコストオンを省略し、残さは搬出される廃棄物の大幅な削減として利点となるという考え方は、特に都市部における他のメタン発酵施設の事業計画においても参考になるのではないだろうか。

(2) 稚内市バイオエネルギーセンター

(a) 概要

埋立量の減量を目的として、微生物の発酵により減容化を行うとともに、発酵の

過程で発生するバイオガス（メタンガス）の回収を行いエネルギーとして活用を行う「稚内市バイオエネルギーセンター」を建設した。

廃棄物の減量を行う「廃棄物中間処理（減量）施設」と温室効果ガス削減や自然エネルギー活用を行う「環境施設」の二つの側面を併せ持つ施設である。施設のシステムフローを図 2.1.4-2 に示す。

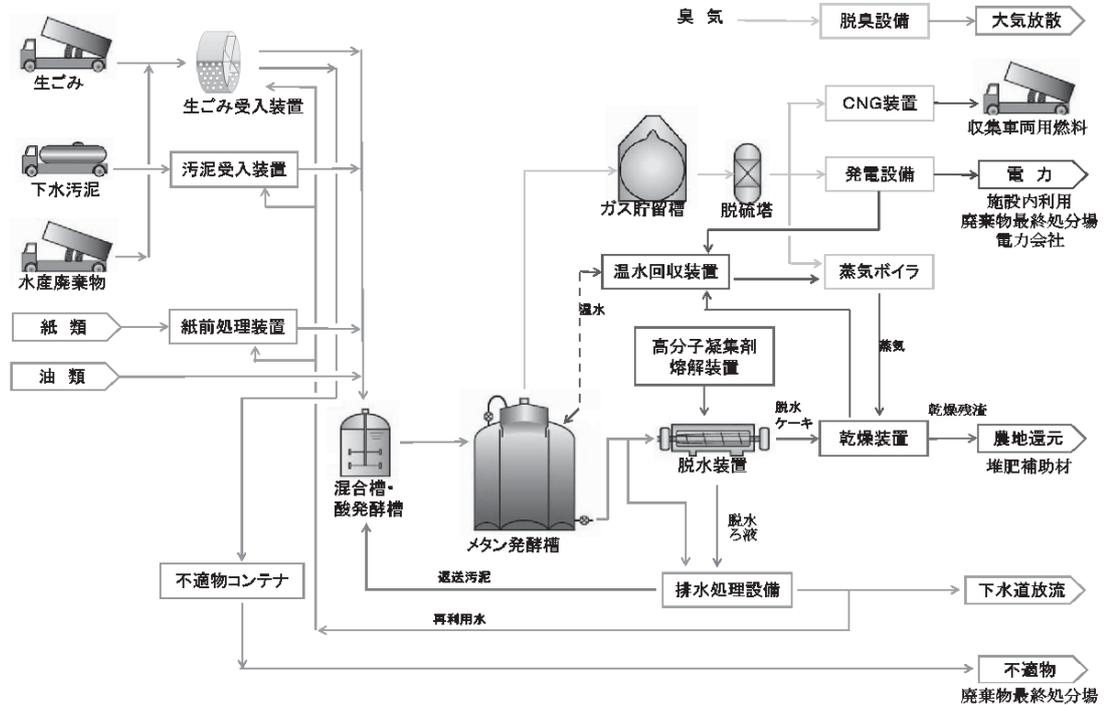


図 2.1.4-2 施設のシステムフロー

出典：稚内市生ごみ中間処理施設整備・運営事業 事業概要

(b) 収益性向上策

① 計画

稚内市バイオエネルギーセンターは、埋立量の減量とエネルギー(バイオガス)を得ることを目的として整備されており、処分場の横に併設されている。目的がごみの減容であるため、副産物処理が負担になるという発想がない点が特徴的である。

② 発酵残さ

稚内市バイオエネルギーセンターでは、多重円板式脱水機によりメタン発酵消化液の固液分離を行い、液分は排水処理して下水道放流し、固形分は脱水汚泥を蒸気ボイラからの蒸気を利用した間接加熱式の乾燥機により乾燥させて肥料としている。肥料については、計画時から無料配布の方針であり、余剰になった場合には、埋立廃棄物処分場に無料で持ち込むことができる。発酵不適物や発酵残さなどを廃棄できる場所が近く（隣）にあるのは、メタン発酵施設の運営上、かなりのメリットであろう。

③ 整備手法

稚内市バイオエネルギーセンターは、「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（PFI法）」に基づく特定事業（PFI事業）により整備された施設である。事業方式は、民間事業者が施設の設計・整備を行った後、稚内市に施設の所有権を譲渡し、引き続き維持管理・運営を行う BTO（Build Transfer Operate）方式となっている。

PFI事業とすることで、事業者の創意工夫やノウハウを活用することが可能となり、財政負担額は削減が見込まれるとともに、事業者へのリスク移転や公共サービス水準の向上も期待できるメリットがある。

2) メタン発酵の課題と収益性向上策

メタン発酵が事業として自立するための主な課題としては、①計画、②収集コスト、③異物混入、④エネルギー利用、⑤発酵残さの処理、⑥整備手法があげられる。

この6項目について、注目すべき事例を表 2.1.4-1 にまとめた。

表 2.1.4-1 注目事例の収益向上策

分類	注目事例と収益向上策	実施施設名*1
① 計画	メタン発酵の有無に関わらず設置される設備を活用した廃棄物の減容とエネルギー回収を目的としている。また、収集対象エリアから発生する原料の総量よりもメタン発酵施設の処理量を小さく計画することで常に定格量の原料を確保できる。	あべのハルカスバイオガス発電
	目的がごみの減容であるため、副産物処理が負担になるという発想がない点が特徴的。また、立地が埋立廃棄物処分場の横という点もメリットがある。	稚内市バイオエネルギーセンター
	下水汚泥、浄化槽汚泥、生ごみ等、数種類のバイオマスを集約処理するため、処理量が確保しやすく、個別処理と比べて経費削減となる。	珠州市浄化センター、黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設
② 収集コスト	従来 of 収集方法のまま可燃ごみとして一括収集し、施設内にてメタン発酵に適するごみとメタン発酵に適さない可燃物を機械選別するため、収集コストがメタン発酵導入前と比較して高くなることはない。	南但クリーンセンター
③ 異物混入	「バケツコンテナ方式」による生ごみ分別収集を実施している。異物の混入はほとんどなく、前処理設備が簡略化できてイニシャル・ランニングコストが低減できる。	おおき循環センターくるるん

④ エネルギー利用	現設計にもあった都市ガス用コージェネレーションシステムを利用してバイオガスによる発電を実施し、ガスエンジン・発電設備を専用に設置する必要がなく、余分な出費を抑えた発電が可能。	あべのハルカスバイオガス発電
	バイオガス発電時につくられる温熱を利用して南国果物を栽培している。また、出荷先として高値で全量販売ができるルートが確保されている。	瀬波バイオマスエネルギープラント
	FIT の設備認定を受けることで売電価格が従来と比べて大幅に上がり、大幅な増収を見込むことができる。	瀬波バイオマスエネルギープラント 鹿追町環境保全センターバイオガスプラント
⑤ 発酵残さの処理	厨房排水の除害設備として設置される排水処理設備をメタン発酵消化液の処理としても併用するため、消化液処理用の設備費が発生しない。	あべのハルカスバイオガス発電
	消化液固液分離液は、隣接の下水処理場に送って処理するため、排水処理設備費が発生しない。	(長岡)生ごみバイオガス発電センター
	発酵不適物や余剰の発酵残さなどを廃棄できる場所が近く(隣)にある。	稚内市バイオエネルギーセンター
	消化液は固液分離し、液分は排水処理を経て併設の焼却設備の冷却水に使用し、固形分は焼却設備で焼却するため、発酵残さが系外に出ることがない。	南但クリーンセンター
	消化液は脱水・乾燥し、乾燥汚泥は電力会社に販売して発電利用する他、農場で培養土原料として有効利用する。	黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設
⑥ 整備手法	PFI 手法により整備・運営を行うことで、民間の経営能力、技術的なノウハウを活用し、設計・建設、維持管理および運営コストの低減を図ることができる。	稚内市バイオエネルギーセンター (長岡)生ごみバイオガス発電センター 黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設

*1：代表例

事例から分析した収益向上策を課題ごとにまとめる。

(a) 計画

前述したように、日本のメタン発酵施設においては、補助金を受けるためや発電機のバリエーションが少ないこともあり、ガス発生量や発電規模を先に設定してしまい、それに見合う原料を確保するのに苦労するということが良く見受けられる。視察した2施設はいずれも、「廃棄物を減容しながらエネルギーも得る」との考え方が基本になっていること、メタン発酵の有無に関わらず設置される設備や既存施設を上手く活用している点が特徴であり、今後計画される施設にとっても参考になると思われる。

また原料確保の手段としては、ひとつ目として、ある特定の廃棄物を単独原料として処理するのではなく、複数原料との混合処理を行うことによって、原料不足を緩和できるものとする。特に、一箇所から大量に発生し、量的にも質的にも安定している下水汚泥および大規模事業系廃棄物等は混合の対象として適している。ただし、こうした混合処理を行う場合には、廃掃法における廃棄物区分や交付金・補助金の制限に注意する必要がある。

ふたつ目は、主に民間事業等の場合が想定されるが、収集可能エリア内の原料を全て収集・使用するような計画とするのではなく、発酵に適した原料を選択的に収集する、もしくは季節変動等の条件によらず年間通して確保できる量を計画値とすることで、常に施設の能力に合わせた運転が可能となる。

(b) 収集コスト

地域の有機資源を有効に活用するには、広く薄く分散する有機資源をいかに効率良く収集することができるかが重要である。

一般家庭から排出される生ごみについては、メタン発酵や堆肥化による生ごみリサイクルに取り組んでいる自治体の多くが分別収集を実施しているが、生ごみ分別収集実施に伴って収集運搬費が増大した自治体が半数以上を占めたとの報告もある。

そこで、従来の収集形態を変えずに、一般可燃ごみとして収集し、機械選別にて生ごみまたは、生ごみ+紙ごみを分離し、それ以外は埋立もしくは焼却する事例が出てきている。ただしこの方法は、収集運搬費は増大することはないが、メタン発酵施設に前処理設備を設置する必要が生じるため、施設のインシヤルコストが大きくなる場合があり、どちらの方式を選択するかについては、状況に応じた検討が必要である。

(c) 異物混入

ビニールやプラスチック、金属類はそもそもメタン発酵の原料とならないばかりでなく、プラント系に混入すると機器の閉塞や破損の原因となり、維持管理費

の増加につながる。

おおき循環センターくるるんでは、「バケツコンテナ方式」による生ごみ分別収集を実施している。異物の混入はほとんどなく、前処理設備が簡略化できてインシヤル・ランニングコストが低減できる。実際、おおき循環センターくるるんは、生ごみからの異物除去設備としては、生ごみ破碎分別装置が設置されているのみで、一般的な生ごみメタン発酵施設と比較して簡便な前処理となっている。

(d) エネルギー利用

バイオガスの利用方法としてはコジェネレーションを導入して発電を行っている事例が多いが、コジェネレーションシステムは、バイオガス関連設備の中でも高額である。そこであべのハルカスバイオガス発電では、現設計にもあった都市ガス用コジェネレーションシステムを利用してバイオガスによる発電を実施することで余分な出費を抑えた発電が可能となっている。ただし、あべのハルカスバイオガス発電のような対策はある特定の設置条件の場合に限定される。

ガスエンジンの発電効率は30～40%程度であり、発電廃熱を上手く利用することが、収益の向上につながる。メタン発酵施設では主に、メタン発酵槽の加温に熱が使用されるが、比較的温暖な地域では一年中、寒冷地でも夏場は余剰熱が発生して未利用のまま放出されている場合がある。瀬波バイオマスエネルギープラントでは、バイオガス発電時につくられる廃熱を利用して南国果物を栽培し、熱利用も含めた計画となっている。

さらに最近では、発電時の廃熱を冷房に使うことのできるコジェネレーションシステムが登場してきており、熱利用の用途拡大が期待される。

また、平成24年7月1日より実施された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」に基づくFITの設備認定を受けることで売電価格が従来と比べて大幅に上がり、大幅な増収を見込むことができるようになった。

(e) 発酵残さの処理

メタン発酵施設のコスト構成において、排水処理システムの占める割合は大きい。消化液に関してはこれまでも液肥等での利用も検討されており、一部地域では有効活用されているが、現実には需要と供給のバランスや需要期が限定的であるなど、大きな課題となっている。

例えば、(長岡)生ごみバイオガス発電センターでは、消化液固液分離液は、隣接の下水処理場に送って処理しており、排水処理設備を設置していない。このように、既設の下水処理場を利用することで、余分な出費を抑えた排水処理が可能となっている。

また、消化液固液分離の残さについては、脱水・乾燥し、乾燥汚泥は電力会社に販売して発電利用する他、農場で培養土原料として有効利用するなど、様々な利用方法が検討されている。

(f) 整備手法

自治体が管理者となる下水道事業、あるいは一般廃棄物処理事業等の公共事業として実施することによりPFIとして実施が可能となる。

メタン発酵の基礎技術は実用化の域にあるとはいえ、その処理方式（中温／高温、湿式／乾式、攪拌方式等）は各社多様である。また、発酵効率向上のための周辺技術や回収したバイオガスの利用技術についても各社の技術開発が進められており、民間企業のノウハウや先進的な技術の導入による性能向上が期待でき、PFIによる実施に適している分野であると考えられる。

2.1.5 震災復興への貢献の可能性

今回の東日本大震災では、東北地方の岩手、宮城、福島の3県が特に大きな被害を受けた。この3県は農林水産業の比率が高く、その被害額は2兆3,410億円と見積もられている。

復興とは、単に従前の状況に戻し復元するだけでなく、災害対策の強化はもちろん、長期的展望に基づき、市街地や住宅形態、社会経済を含めた地域の総合的な構造を抜本的に見直し、新しい市街地や地域の創出を目指すことである。

メタン発酵が震災復興に貢献できる事柄について検討した。

1) 小規模分散型メタン発酵システム

東日本大震災における原発事故による電力不足、やがて必ず到来する化石資源エネルギーの枯渇に対して、生ごみなどの廃棄物系バイオマスエネルギー資源として有効利用することが望まれている。

そこで、今後の電力自由化や発送電分離の議論も見据え、消費者が多様な電源を選択できるとともに、災害時のリスク分散等のため、いっそう小規模分散電源に重点を移して、非常時には地域内で自給できるようにすることが重要である。

メタン発酵にて得られるバイオガスは、ガスエンジンの燃料とすることができ、ガスエンジンの出力規模は25～4,000kW程度でコンパクトであること、小規模であっても発電効率が高いため、小規模分散電源として採用するのに適している。

復興地での街づくりに際し、小規模分散型電源として、メタン発酵施設を備えた避難場所を作ることにも一案である。一定期間、独立電源と熱源を確保できる利点がある。また、避難場所を通常は環境教育の場として利用すれば、迷惑施設として考えられがちなメタン発酵施設への印象を変え、更なる普及を後押しするきっかけになることも期待される。

例えば、岩手県葛巻町では自然エネルギーを生かした「エコタウン」化を計画し、構想の具体化作業を進めている。太陽光や木質バイオマスを活用して災害時の電力を自ら調達する「エネルギーセンター」を整備するほか、町中心部の生ごみを畜糞バイオマスプラントで処理して電力に換える計画であり、エネルギーまで賄う地域完全循環型の町づくりをできるところから進め、災害時でも最低限の電力を確保することを目指している。

2) 環境に配慮した自立した街づくり

先述したとおり、メタン発酵施設を事業として自立させ、収益を向上させるには、効率的な原料の収集計画が立てられることと、エネルギー特に廃熱利用施設や排水処理施設、副産物利用施設などが隣接しており、設備を共用できることが大変有効である。このような好条件は、既存の地域では実現することは大変難しいが、新しい市街地や地域を創出することができる復興エリアでは実現可能であり、収益性の高いメタン発酵施設を建設・運営し、資源やエネルギーを有効活用した地産地消の持続可能な街を創出のできる機会であると考えられる。

3) 塩害の農地の利用に対するメタン発酵

津波による塩害の農地は、宮城県・岩手県全体で、23,600haに達している。このような塩害の農地にも、メタン発酵に適する資源作物を栽培することができれば、メタン発酵によりエネルギー生産を行うことが可能となる。実際、ドイツのメタン発酵施設では、多くのバイオガス設備でエネルギー作物を原料の一部として利用しており、ドイツのFITにおいては、資源作物（コーンサイレージ、ビートなど）を原料としたバイオガスによる電力も買取対象として認められている。

4) 放射性物質を含むバイオマスのメタン発酵

NPO法人再生可能エネルギー推進協会では、福島県伊達市霊山町下小国地区に実証プラントを設置し、放射性物質に汚染された農作物や家庭生ごみ等のバイオマスをメタン発酵することにより、放射性物質の濃縮・除去効果や、発生ガスのエネルギー利用について実験している。

2.1.6 まとめ（メタン発酵の活用促進に向けて）

メタン発酵の基礎技術はすでに完成の域に達しているものの、原料の確保からエネルギー変換、そして回収エネルギー等の利活用まで含めた事業全体として自立するためには多くの課題が存在する。以下に注目すべきメタン発酵の課題解決策とさらなる活用促進に向けた方策についてまとめる。

1) 事業計画

日本のメタン発酵施設においては、補助金を受けるためや発電機のバリエーションが少ないこともあり、ガス発生量や発電規模を先に設定してしまい、それに見合う原料を確保するのに苦労するということが良く見受けられる。

一方、視察した2施設はいずれも、「廃棄物を減容しながらエネルギーも得る」との考え方が基本になっていること、メタン発酵の有無に関わらず設置される設備や既存施設を上手く活用していることが、注目すべき点であり、今後のメタン発酵施設の事業計画においても参考になるのではないだろうか。

2) 発酵残さ処理（排水処理）

メタン発酵施設のコスト構成において、主に窒素濃度を下げるために設置される排水処理システムが占める割合は大きい。消化液に関してはこれまでも液肥等での利用も検討されており、一部地域では有効活用されているが、現実には需要と供給のバランスや需要期が限定的であるなど、大きな課題となっている。既存の排水処理設備を利用するなどして設備費を抑える工夫をしている施設も見受けられるが、立地等の制約により、河川放流を余儀なくされ、新規排水処理設備を設置しなければならないケースも多い。日本では、東京湾、大阪湾、瀬戸内海等の閉鎖性水域の水質に影響を与えないよう、窒素等の水質基準が厳しく設定されているが、一方で、播磨灘をはじめとする瀬戸内海では、海水中の栄養塩濃度（特に溶存態無機窒素:DIN）の低下によって、養殖ノリの色落ちや漁業生産量の低迷という問題が発生し、下水処理施設の調整運転（排出基準値内での窒素排出量増加運転）等の対応策が取り組まれているとの報告がある。

水質（有害物質以外）の過剰な清浄さを追求し続けるだけでなく、地域や施設種類ごとの適正な放流基準の設定が、排出（メタン発酵施設）側からも、流入（水域）側からも望ましいのではないか。

3) エネルギー利用

平成24年7月1日より実施された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」に基づくFITにより、メタン発酵施設の事業性は大きく向上した。しかしながら、FITの対象となる発電量は、ガスエンジンの発電効率から、バイオガスが保有するエネルギーの30～40%程度分であるが、熱電併給で行った場合には、総合エネルギー効率は80%程度となる。同じ原料からより多くの化石燃料代替ができるため、その分、日本の輸入依存を下げ、地域からの富の流出を減らす効果も大きい。熱電併給に対しては買取価格を上乗せするなどし、熱の有効活用を促す方法の検討が必要なのではないか。

4) 小規模分散電源としての活用

東日本大震災における原発事故による電力不足、やがて必ず到来する化石資源エネルギーの枯渇に対して、生ごみなどの廃棄物系バイオマスをエネルギー資源として有効利用することが望まれている。今後の電力自由化や発送電分離の議論も見据え、消費者が多様な電源を選択できるとともに、災害時のリスク分散等のため、いっそう小規模分散電源に重点を移して、非常時には地域内で自給できるようにすることが重要である。

メタン発酵にて得られるバイオガスは、ガスエンジンの燃料とすることができ、その出力規模は25～4,000kW程度でコンパクトであること、小規模であっても発電効率が高いため、小規模分散電源として採用するのに適している。この特性を活かして、復興地での避難施設への応用が有効な地域もあると考えられる。

2.2 木材利用に伴う木質バイオマス利用（木質バイオマス発電など）

2.2.1 林業および木質バイオマス発電の現状

1) 総論

わが国において太古から戦後しばらくまでは、木は材料としてあるいは燃料として身近に使用されていた。国土の約7割を森林が占める「森林国家」として国産材は十分に活用されており、むしろ産業の発展や人口の増加により木材が不足しがちであった。そのため戦後の復興期において拡大造林政策がなされた。その後価格の安い外材が輸入され、鋼やコンクリートが木材の代わりに広く使用されるようになった。またエネルギーにおいても石炭や石油が一般に使用されることになり、国産材の需要は大きく減少した。このため拡大造林時期から50年以上たち、伐採時期を迎えたものの山から材が出ない状態にある。A材と呼ばれる製材製品に用いる良質な材から林地残材(切り捨て間伐材ほか)にいたる木質バイオマスは十分活用されない状況にある。戦後しばらくまでわが国の山林は過度の伐採による禿山が多くみられたが(出典:森林飽和-国土の変貌を考える- 太田猛彦、NHKブックス2012)、現在そのような風景はなくなり、山は木であふれている。

このような状況をふまえ国産材の復活をかけて林業再生プランが作られた(2009年)。そこでは木材安定供給体制を構築し、儲かる林業を実現するための政策があげられている(図2.2.1-1)。

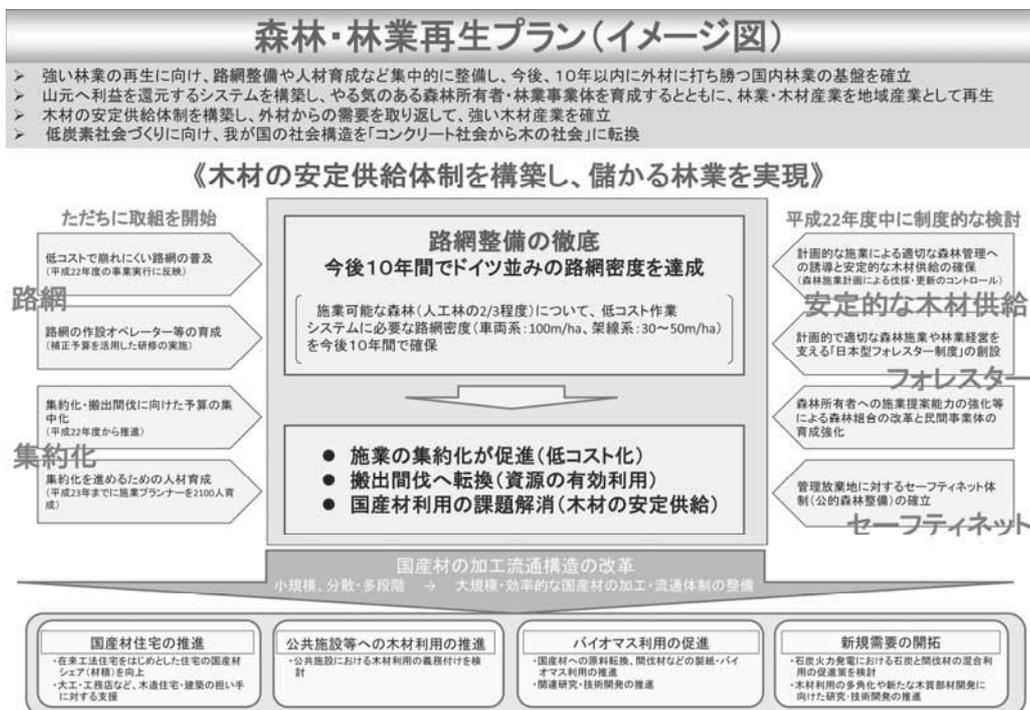


図 2.2.1-1 森林林業再生プラン

出典：林野庁 HP2013

また未利用のバイオマス資源として特に林地残材を活用するため、木質バイオマス発電において未利用木材を利用した場合には、高い買取価格が設定される固定価格買取制度（FIT）が発足した（2012年）。この制度を活用した第一号の木質バイオマス発電所（株式会社グリーン発電会津：総発電量5,700kW）が2012年7月より稼働している（写真2.2.1-1）。



写真 2.2.1-1 （株）グリーン発電会津の発電施設

これ以外にも現在計画中的の木質バイオマス発電所は目白押しである（表2.2.1-1）。昨年度の報告書において、(株)グリーン発電会津を含むいくつかの事例を調査し、まとめた。採算のあう木質バイオマス発電の出力は最低 5,000kW 級であること、その維持には、年間 6 万 t、10 万 m³の燃料としての木質バイオマスが必要で、運送コストの点から発電所からおおよそ 50km 以内で木質バイオマスを調達することが望ましいとされる。表 2.2.1-1 より、FIT 導入後の現状で計画されている案件は、小さくても 3,000～6,000kW 級で、半数以上が 1 万 kW を超える大型容量となっている。

一方で、RPS 法のもと、2011 年 3 月までに経済産業大臣により認定された木質バイオマス発電認定設備は 30 件あり、このうち定格発電出力 5,000kW 以下の小中規模発電施設は、19 件で全体の 6 割以上を占める一方で、1 万 kW を超えるものは、7 件であった（表 2.2.1-2 参照）。

FIT 導入を受けて、現在盛んに計画されている施設は、採算性の取りやすい大型の施設が優先されていることが分かる。

表 2.2.1-1 計画中的木質バイオマス発電施設

場 所	事業主体	規模、稼働時期、燃料種類等
青森県平川市	津軽バイオマスエナジー	6,250kW。2015年売電開始予定。未利用材等
青森県五所川原市	木質バイオマス発電所を立ち上げる会	3,000kW。木材ステーション設置構想も
青森県八戸市	木材卸売会社ほか	10,000kW。2013年度未稼働。間伐材、被災材
岩手県野田村	新エネルギー開発	11,500kW。2015年度商業運転開始。間伐材、PKS*等
岩手県宮古市	ウツティかわい	5,800kW。2012.12FIT認定。製材廃材、未利用材
岩手県宮古市	宮古市ブルーチャレンジプロジェクト協議会	3,000kW。2014年秋稼働を目指す。間伐材等。熱・水素利用も
福島県塙町	福島県	12,000kW。2014年稼働見通し。除染間伐材
福島県内4カ所	福島県	合わせて52,000kW。早ければ2013年度中着工。除染間伐材
山梨県大月市	大月バイオマス発電	11,500kW。2016.2運転開始予定。剪定枝、PKS等
長野県塩尻市	長野県	10,000kW。2015年稼働を目指す。間伐材、製材廃材。木材加工施設を新設。熱利用も
長野県南木曾町	南木曾木材工業工業協同組合、新エネルギー開発	10,000kW。2015.7稼働を目指す。PKS、地元の木材
岐阜県瑞穂市	岐セン	3,960kW。2015.3稼働を目指す。未利用材
静岡県富士市	王子マテリア	40,000kW程度。2014年までに稼働。主に間伐材
静岡県島田市	特殊東海製紙	最大30,000kW。2015.10運転開始を目指す。生木を含む木くず、タイヤチップ等
三重県松阪市	三重エネウッド協同組合	5,000kW。2014年秋稼働を目指す。未利用材
兵庫県赤穂市	日本海水	16,530kW(バイオマス部分)。2015.1稼働を目指す。間伐材、建築廃材等。熱利用も
島根県江津市	エネ・ビジョン	12,700kW。2015.4稼働予定。間伐材等
島根県松江市	ナカバヤシ	6,250kW。2015.4稼働予定。間伐材、林地残材、製材廃材
岡山県真庭市	真庭バイオマス発電	10,000kW。2015.4稼働予定。未利用材、製材廃材
広島県呉市	中国木材	1,800kW。2012年FIT認定。製材廃材、未利用材
高知県高知市	土佐グリーンパワー	5,000kW。2015.4発電開始予定
高知県高知市	イーレックス	20,000kW。2013.6工事完了予定。PKS
高知県内	グリーンエネルギー研究所	3,600kW。2014年度中の稼働を目指す。未利用材
熊本県八代市	日本製紙	5,000kW。2015.3から発電開始予定。未利用材
大分県日田市	グリーン発電大分	5,700kW。2013.11稼働予定。間伐材
宮崎県延岡市	旭化成	14,000kW。2012.9稼働開始。建築廃材等石炭との混焼
宮崎県都農町	グリーンバイオマスファクトリー	5,000kW。2013年春着工。間伐材など
宮崎県日南市	王子グリーンリソース	25,000kW。2015.3稼働予定。未利用材等
宮崎県日向市	中国木材	18,000kW。2015年稼働予定
鹿児島県薩摩川内市	中越パルプ	25,000kW。2015.11発電開始予定。未利用材

出典：バイオマス白書 2013、NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク

表 2.2.1-2 木質バイオマス発電認定設備（2010年度まで）一覧

番号	都道府県	設備名称	設備所在地	運転開始日	発電出力 (kW)	認定日	事業者名
1	北海道	津別単板協同組合バイオマスエネルギーセンター	北海道網走郡津別町字達美168番地	20071128	4700	20101117	津別単板協同組合
2	宮城県	セイホクバイオマス発電所	宮城県石巻市潮見町2番地の1	20051002	2300	20050930	セイホク株式会社
3	秋田県	能代バイオ発電所	秋田県能代市鍼淵字亥の台2番地6	20030201	3000	20030625	能代森林資源利用協同組合
4		木質バイオマス熱電併給設備	秋田県仙北市西木町門屋字屋敷田94-1	20100401	555	20100331	仙北市
5	山形県	山形バイオマス発電施設	山形県村山市	20070201	2000	20061107	やまがたグリーンパワー株式会社
6	福島県	大信発電所	福島県白河市大信中新城字塩沢45-5	20060710	11500	20060705	株式会社白河ウッドパワー
7	茨城県	勝田木質バイオマス発電工場	茨城県ひたちなか市高野1974-1	20050401	4990	20041129	株式会社バイオパワー
8		神之池バイオマス発電所	茨城県神栖市東深芝2番	20080301	21000	20080115	神之池バイオエネルギー株式会社
9	群馬県	吾妻木質バイオマス発電所	群馬県吾妻郡東吾妻町大字岡崎460-1	20100301	13600	20091111	株式会社吾妻バイオパワー
10	千葉県	市原火力発電所	千葉県市原市八幡海岸通1番地	20060912	49900	20060713	市原グリーン電力株式会社
11		フジコー白井ガス化発電施設	千葉県白井市折立字前原32-8	20071001	1800	20070821	株式会社フジコー
12	東京都	東京総合合材工場木質バイオマスコージェネレーション発電所	東京都江東区新砂3-10-1	20070901	1650	20070831	前田道路株式会社
13	神奈川県	川崎バイオマス発電所	神奈川県川崎市川崎区扇町12番6号	20101120	33000	20100927	川崎バイオマス発電株式会社
14	新潟県	糸魚川バイオマス発電所	新潟県糸魚川市上刈7-1-1	20040715	50000	20040629	サミット明星パワー株式会社
15	富山県	石原谷木質バイオマス発電所	富山県高岡市東海老坂水上2-2	20070404	990	20070914	石原谷発電株式会社
16	石川県	石川バイオマス発電施設	石川県羽咋郡宝達志水町針山丑21番地	20080501	2750	20080409	いしかわグリーンパワー株式会社
17	長野県	いづなお山の発電所	長野市中曾根3646-1	20050301	1300	20041101	長野森林資源利用事業協同組合
18	岐阜県	森林資源活用センター発電所	岐阜県加茂郡白川町三川1511	20030901	600	20030717	東濃ひのき製品流通協同組合
19		川辺木質バイオマス発電設備	岐阜県加茂郡川辺町上川辺252-1	20070501	4300	20070228	川辺バイオマス発電株式会社
20	静岡県	静岡製材協同組合木質バイオマス発電所	静岡県静岡市葵区牧ヶ谷2310	20040810	230	20070308	静岡製材協同組合
21	大阪府	日本ノボパン木質バイオマス発電所	大阪府堺市堺区築港南町4番地	20071211	6500	20080212	日本ノボパン工業株式会社
22		木質バイオマス発電設備	大阪市住之江区平林北1-2-158	20090401	175	20090831	越井木材工業株式会社
23	岡山県	銘建工業エコ発電所	岡山県真庭市勝山1209	19980301	1950	20030331	銘建工業株式会社
24	広島県	ウッドワン発電所	広島県廿日市市木材港南1-1	19980304	5900	20040519	株式会社ウッドワン
25		(中国木材)本社工場木質バイオマス発電所	広島県呉市広多賀谷2丁目3番28号	20050201	5300	20050207	中国木材株式会社
26	山口県	岩国発電所	山口県岩国市長野1805-7	20051005	10000	20051005	株式会社岩国ウッドパワー
27	高知県	バイオマスガス化発電設備	高知県高岡郡佐川町丙1494-1	20070402	150	20070918	仁淀川町
28	熊本県	星山工場発電所	熊本県菊池郡合志町大字福原3122-10	20050101	3120	20040916	株式会社大晶
29	大分県	日田発電所	大分県日田市大字東有田新山2813-10	20060901	12000	20060721	株式会社日田ウッドパワー
30	宮崎県	南宮崎ウッドパワー	宮崎県日南市南郷町榎原甲2091番地	20040911	1300	20050228	ウッドエナジー協同組合

注) 設備の公開に同意されていない事業者の設備情報は含まれない。

出典：経済産業省 HP

また、木材の利用やそれに付随する形での木質発電量を増加させるためには、我が国では、路網の発達が長年の課題とされてきた。ドイツやオーストリアといった、林業の盛んな国に比べ、森林面積では優位にあるものの、森林内の搬出用の導線が、1/10～

1/100のレベルに留まる（図2.2.1-2参照）。路網の発展に抜本的な改革がなされれば、森林資源の豊富さから、木材の自給率の向上や、部分的には輸出産業への転換への可能性もあると期待される。

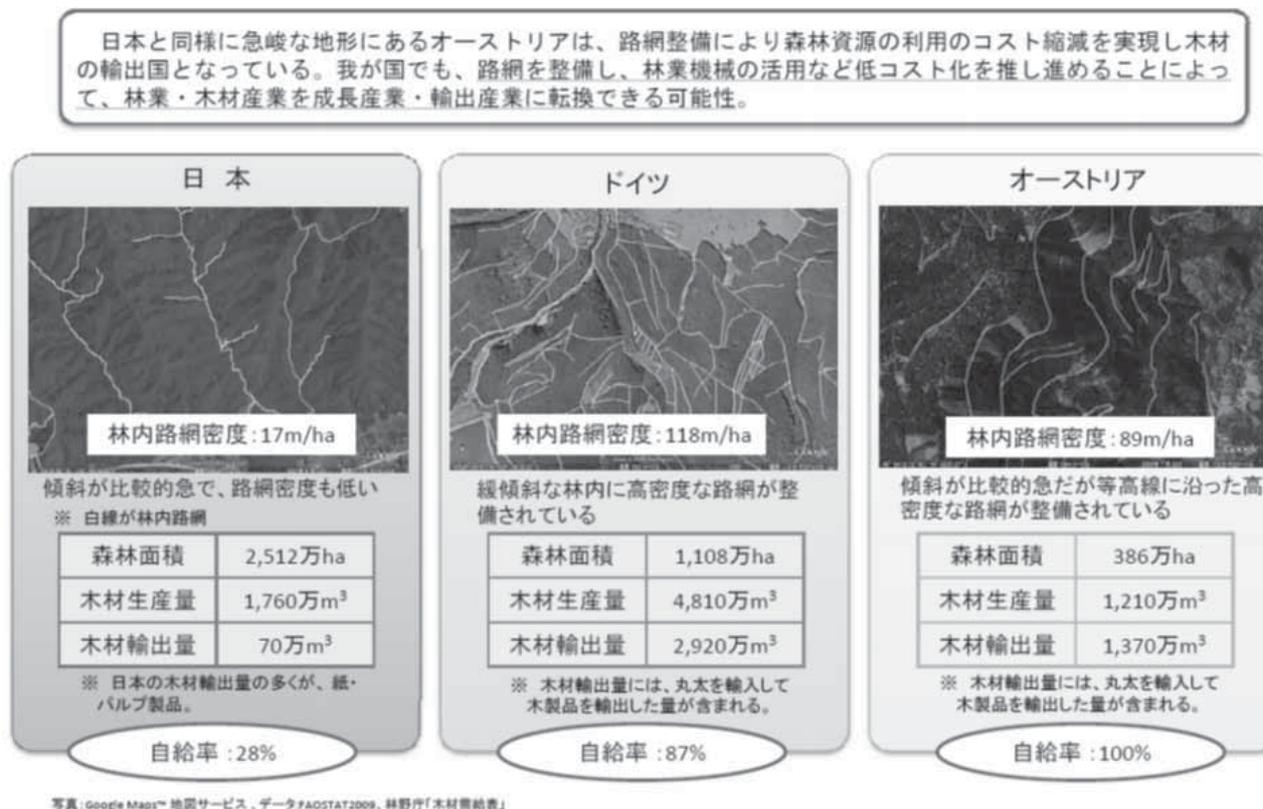


図 2.2.1-2 林内路網密度の海外との比較

出典：『森林・林業再生プラン推進総合対策について』農林水産省

2) 木質バイオマス発電所のモデル事例検討

これまでのわが国での木質バイオマス発電施設の事例をふまえると発電所と製材所、森林などの周辺事象との関係は図2.2.1-2のようにまとめられる。

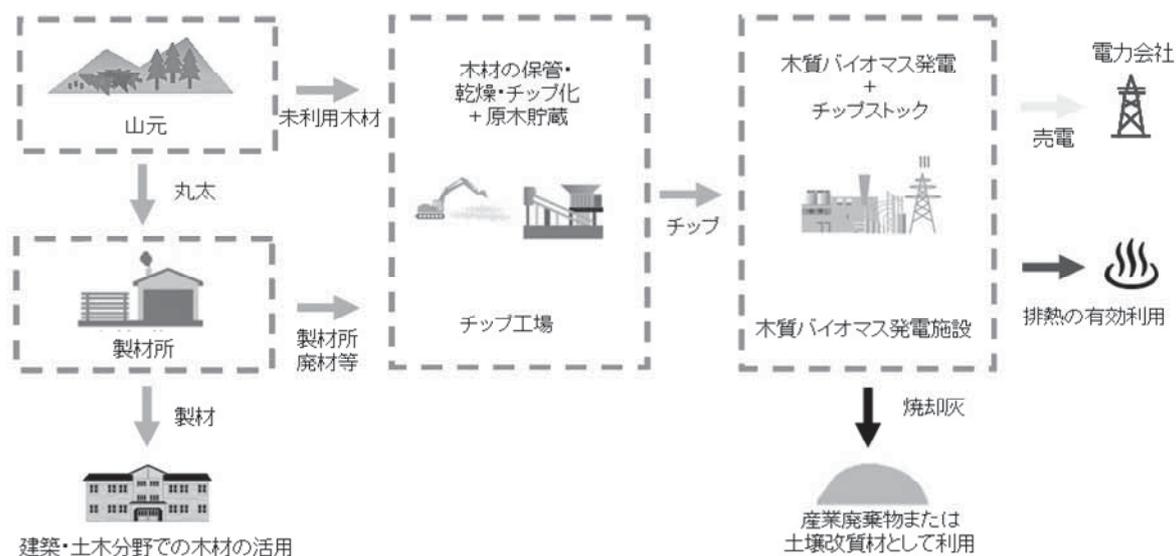


図 2.2.1-2 木質バイオマス発電施設と製材所、山元との関係概念図

発電所事業に必要な資金や運転費用などを表2.2.1-2のように想定したモデルケースにおいて、事業の採算性を評価した。プラントとしてチップ化設備を含むものとした。また補助金は、FITを適用するためなしとした。木質燃料として売電単価が32円/kWhと最も高い未利用材を約7割、一般木材（製材所の端材、売電単価24円/kWh）を約3割用いることを想定した。リサイクル木材（建設廃材、売電単価13円/kWh）は用いない。

表 2.2.1-2 想定した木質バイオマス発電所の事業モデル

項目	内容	値	備考
期間	事業期間(年)	20年	
イニシャルコスト	用地費	1.27億円	5,080円/㎡(周辺固定資産税路線価)/0.8×20,000㎡
	プラント	25億円	5,000kw級発電施設、チップ化施設、造成費込み
	土木・建築	5億円	ストックヤード、事務所、作業用建物
	調査設計費	3.127億円	(用地費+プラント+土木・建築)費の10%
	総計	約34億円	
資金	補助金比率(%)	0	
	自己資本比率(%)	15	
	長期借入金比率(%)	85	3%, 元金均等
収入	売電単価	29.8円/kWh	未利用木材72.4: 端材27.6
	売電収入(千円/年)	1,179,763	5,000kW×24hr×330日×(32円/kW×0.724+24円/kW×0.276)
	収入計(千円/年)	1,179,763	
支出	人件費(千円/年)	65,000	500万円/年/人×13名
	木質調達費(千円/年)	478,122	9,300円/t×49,386t/年+18,832t/年×1,000円/t
	灰処理費(千円/年)	15,150	20,000円/t×37,875t/年×0.02
	メンテナンス費(千円/年)	125,000	プラント費用×0.05
	一般管理費(千円/年)	6,500	人件費総額×0.1
	支出計(千円/年)	689,772	
	物価上昇率	2%	
	減価償却		償還期間20年, 定額法
税率等	評価率: 土地70%、償却資産100%、固定資産税率1.4%、都市計画税0.3%、法人税: 実効税率として29.91%、事業税: 収入の1.332%		
その他	短期借入金利子率3.0%、預金利息0%、利益準備金引当率9.09%、返済準備金引当率50%		
事業採算評価指標	PIRR(プロジェクト内部収益率)	8.0	

採算性を評価する指標として内部収益率（IRR）を用いた。内部収益率は、初期投資額と償却前利払前当期損益（売電収入とメンテナンス費や人件費等の支出を考慮した年間キャッシュフロー）の現在価値の合計額が等しくなるような割引率のことである。（図 2.2.1-3）。事業への投資（資本金および借入金を含む）に対する投資効率を表すことになる。ここでは木質バイオマス発電においてその採算性があうとされるIRR8.0%以上となるための木質バイオマス調達価格を求めた。

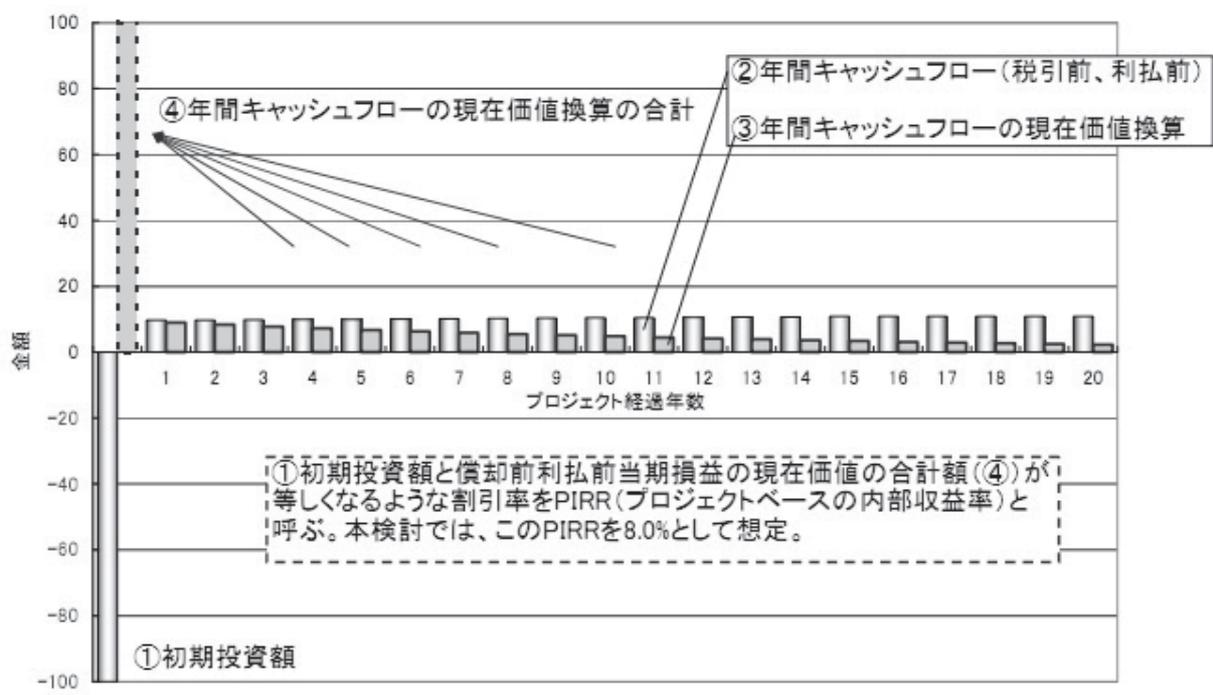


図 2.2.1-3 内部収益率の考え方

出典：国土交通省所管事業を対象としたVFM(バリュー・フォー・マネー)簡易シミュレーション, 国土交通省, 2003)

その結果、木質バイオマス調達価格は、9,300円/tとなった。木質バイオマス発電所としての固定価格買取制度の適用第一号で(株)グリーン発電会津の木質バイオマス調達価格は、当初12,000円/t程度となるように設計されたものの、実際は6,000円/t程度で取引されていると言われている。今回の評価による木質調達価格は、オーダーとして取引の実態と整合性があると思われる。

2.2.2 林業振興策と森林組合の合理化策の流れ

林業における施業の合理化とは、路網の整備、森林の集約化（分散している森林の所有者を束ねてひとつのまとまりとして施業を一括して実施できるように森林区画を整理すること）、高性能林業機械（タワーヤーダ、グラップル、プロセッサ等）の活用、人材の育成により、低コストの生産システムを構築することである（図 2.2.2-1）。ここでは森林組合等の合理化へ向けた事例を概観する。



図 2.2.2-1 林業施業の合理化策

1) 現状

我が国は国土面積の約 66%を森林が占め、先進国の中でも第三位の森林大国であるが、林業産出額は長期にわたり減少傾向で推移してきた。しかしながら、近年、森林資源に対する転換期を迎えている。ここで、我が国の森林施業の現状ならびに対応について記載する。

(1) 林業生産

近年の林業産出額は 4,000 億円程度であり、長らく継続して減少傾向に有る。木材生産額も同様に 2,000 億円まで低下し、施林業産出額に占める割合もピークの 84%から 50%へと比率が下がっている。

ただし、素材生産に限っては合板への利用拡大に伴い杉・桧とも増加傾向で、特に平成 23 年は住宅需要が回復した影響で製材用の生産量が増加し、前年比 7%増となっている。反面、素材価格は長期に亘り下落傾向にあり、前年比 7~19%減と非常に厳しい価格設定で、当然のことながら森林所有者は主伐の立木販売による収入だけでは育林経費を賄うことができず、森林の再造林が不可能な状況に陥っている。このため、公的支援等の補助がなければ植林から伐採までの長期にわたる林業経営は難しく、育林経費の削減が重要な課題となっている。

(2) 林業経営

我が国は森林保有の 6 割、人工林総蓄積の 7 割が私有林であり林業生産活動における主要な位置を占めている。ここで、林業経営体の 9 割は一世帯で林業経営体を組織している家族林業経営体が占めるが、保有山林面積の多数は一定規模以上の森林所有

者となっている。林業経営体の多数を占める家族林業経営体は高齢化も進み、大半は兼業であり、収入面では林業所得がほぼない状況から施業は間伐と保育が中心で、森林組合と民間事業者が委託または立木購入により代っての施業を行い、森林整備の中心的な存在となっている。

ただし、主伐の7割は民間事業者で、年々その割合が増加傾向にあり、経営規模が大きい林業経営体ほど機械化の普及効果により素材生産性が高い状況であると考えられる。

(3) 森林組合の動向

森林組合は、組合員への経営指導や森林施業の受託、林産物の清算・販売・加工等を業務としており、組合労働者は減少傾向で、現在、平均38人/組合程度である。

この状況で近年、間伐素材生産量を4割近くも増加させているが、これは森林所有者高齢化や経営意欲の衰退から、組合に対し森林整備のみならず、森林経営計画等の策定による管理・運営まで幅広く地域の森林管理の主体としての役割が求められ、前述計画に基づく施業を実施した事による。また、さらなる効率化を目指し、提案型集約化施業による組合員所有林の集約化を図っている。

(4) 林業労働力

林業労働者数は長期減少の一途にあり、高齢化率も進行して18%と高い割内になっているが、近年の林業就業に対する支援事業の効果で若手就業者（35才未満）の割合は増加傾向にある。また、林野庁が支援対策として森林委託を促進する各種施策がためされ、事業量増加と事業主体の季節型から通年型への移行で専門的就業者の割合も増加している。これは高性能林業機械導入で労働負荷低減、労働環境の安全確保等ができた事が背景にあると思われる。しかし、未だに給与体系が日給制による所が多く、負の要因として残っている。

林野庁はさらに高度な知識や技術・技能を有する林業労働者を確保するために、事業主による計画的で体系的研修体制や能力に応じた雇用体系を整備するキャリア形成に対し支援を行っている。

(5) 林業の生産性の向上

生産性の効率化には作業の機械化と兵站確保への路網整備が不可欠であるが、大多数を占める小規模森林所有者では単体での効率的施業は困難であり、また資金面からも路網作設や森林施業において施業の集約化が求められている。

集約化により、供給木材が増加すると共に均一な品質・径級を取りまとめられる事で、市場要求に応え、価格面で有利な展開が図れると考えられる。このため、森林組



写真 2.2.2-1 作業道の開設状況

出典：林野庁 HP

合では、施業方針や収支予想を含めた施業提案書を森林所有者に示し、まとめて受託をする『提案型集約化施業』を推し進めている。

集約化には現場へのアクセス改善、搬出時間短縮へと繋がる路網整備が観点である。しかし、我が国の国土特性により路網整備状況は悪く、未だ他先進諸国に対し 1/5～1/4 の整備率ではない。このため、林野庁では、緩傾斜地と急傾斜地に応じた路網システムと路網密度を設定し、現在、各都道府県による整備が進められている。

昭和 60 年に我が国で初めて高性能林業機械が導入されて以来、現在（平成 24 年度）5,089 台保有し、さらに導入促進が図られている。特に、プロセッサ（1,369 台）、ハーベスタ（924 台）、フォワーダ（1,349 台）の路網を前提とした車輛系機械が多く比較的高い稼働率を示して下り増加傾向となっている。

この様な状況の下、林野庁は林業機械の開発・改良を支援し、低コスト・高効率を目指す林業機械を組込んだ作業システムの普及に努めている。

2) 森林組合の効率化への取組

森林組合では森林施業プランナーを配置し、積極的に路網整備計画を含めた長期施業受託契約を提示・締結する事で集約化を進め、作業効率や生産性の向上を図っている。施業システムにおいては、機械化の普及促進と作業工程や生産コストのデータ分析・検証を行う事で、新たな作業システムに反映し労働生産性向上や生産コスト削減に繋げている。実際に素材生産では生産コストを 20～45%程度削減し、労働生産性も 50%向上しており、360%もの成果を発揮した組合もある。また、機械装備や人材育成を充実も図り更なる効率化、安全性の確保を目指している。

この様な効率化により生じる利益は森林所有者へ還元する事を目的として活動している。

3) 森林組合への支援

森林組合へは国を初め各種団体が支援を行っている。

国は森林機械の導入・各種作業機械化・機械を操作する人員の養成などに補助金を設定している。また、森林事業自体が活性化して森林事業自体が自立可能な状態を目指して、森林基盤を整備・再生する物や搬出された伐採材の流通を目的とした助成も行っている。

また、民間団体においても森林整備やCO₂クレジットを背景として、森林組合や林業経営体に対し資金援助や活動支援を行っている。



写真 2.2.2-2 多目的工程植付機

出典：林野庁 HP

3) まとめ（林業振興策と森林組合等の取り組みの流れと展望）

これまでに見てきたように、森林組合の生産活動を支援するために機械化や経営補助となるような施策を多面的に実施してきている。ただし、前述のように（2.2.1 項、 2.2.1-2）木材生産の盛んなドイツやオーストリアのように、豊富な森林資源を活かすには、道路網を現状の数十倍の規模といった、思い切った転換が望まれる。現状のように零細な林業家や、その互助会である森林組合を主体とした取り組みでは、大規模で効率的な路線網になることは困難であると予想される。

特に、FIT 導入後には、施設としての採算がとりやすい大型案件が優先されつつある現状を見ても、長期的かつ広範囲を見た路線整備が可能となるような大胆な取り組みが、望まれる。自治体の積極的な支援や、大規模計画と施工が可能な企業の参画を促す仕組みなど、現状を大きく変えるような取り組みを行う特区的な試みがあってもよいのではないか。

FIT 導入の効果を有効に活用するために、FIT と噛み合わせのよい取り組みを行う試験的で大胆な取り組みか、FIT だけに頼らない小型にも対応可能な支援策と FIT の組み合わせ策など、制度の細かい調整が望まれる。

2.2.3 木材の利用促進に向けた動き

近年、木材の利用の促進に向けた耐火・高強度集成材などの技術開発が展開している。こうした付加価値のある木材により例えば高層木造建築などこれまでにない用途に木材を活用することができる（写真 2.2.3-1）。土木分野でも木製遮音壁などへの活用が期待される（写真 2.2.3-2）。2010年に公共建築物における木材の利用の促進に関する法律が施行された。ここではこうした新技術について概観する。



写真 2.2.3-1 集成材を用いた木造建築

出典：浜松市パンフレット



写真 2.2.3-2 木製遮音壁（中央自動車道 供用後 20 年）

1) 集成材

集成材とは、断面寸法の小さい木材（板材）を接着剤で再構成して作られる木質材料である。構造用と造作用に分類され、主に建材やテーブルの天板などの家具素材として用いられる。強度や耐水性について厳格な規定、検査基準のもとで品質管理される構造用のものと、家具や内装などに使う造作用（強度に関する規格はない）とでは、一見した見た目が似ていても工学的な特性は異なる。メリットとして、通常の木材では得られない大きな断面のもの、湾曲した形状のものを作ることができる（図 2.2.3-1）。また、スギなどの間伐材や歪みの出やすいカラマツ、ゴムの木などを有効に活用できる。一方、技術的に未熟な製品では、接着面が剥離し隙間ができる場合がある。

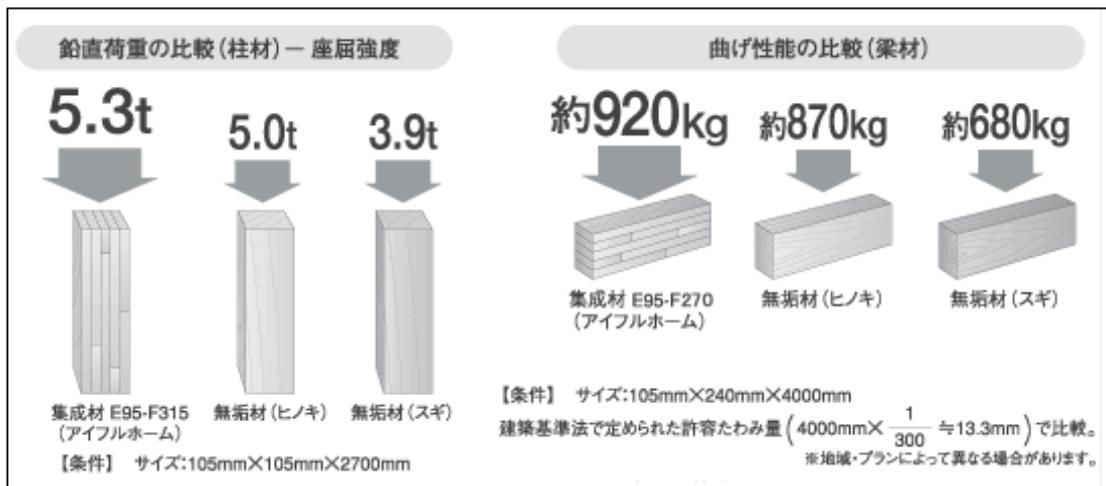


図 2.2.3-1 集成材の強度

出典：アイフルホーム HP

そのほか直交集成板（CLT：クロス・ラミネイテッド・ティンバー）といわれる新たな集成材に注目が集まっている。CLTは板の層を各層で互いに直交するように積層接着した厚型パネルであり、2013年月に日本農林規格（JAS）に規格化された。

CLT工法の優位性として、施工がシンプル（それぞれのパネル自体が柱・梁となり、接合12合部はビスと金具による接合が基本のため、従来の木造と比べて施工性が高い。また、RC造と比べて短い建築期間（欧州では9階建て集合住宅で、CLT工法では4名の技術者が9週間で施工完了＝これはRC造の場合と比べると20週間分の工期を短縮できたことになる）、そして優れた断熱性（断熱性能は「10cm厚CLTパネル」と「1.2m厚コンクリート」と「5cm厚ガラスウール」が同性能）、高い耐震性（同じ大きさのPCプレキャストコンクリートパネルと比べ、4分の1程度の重量であるため、建物が軽量になる）の4点の利点があげられる（写真2.2.3-3）。

また、国産のスギでも、十分な強度を有するCLTパネルを製作できる上、スギは比重が軽く断熱性能が高いことから、CLTに適しているとも考えられ、森林資源が豊富な国産スギの需要拡大の一つとして期待されている。なお、CLTは従来建築材として用いられず、合板やチップとして利用されていたB材/C材も活用することができるため、木材市場の活性化に寄与することが期待されている。



写真 2.2.3-3 CLT を利用した建築物

出展：CLT 建築推進協議会 HP

2) 耐火木材

木材は大断面部材の供給が困難であり構造材料としての限界、および火災時の防火性、避難安全性、都市大火を誘発する市街地火災等に対する法令上の規制があり、木材の利用は、住宅などの小規模建築物に限定される傾向があった。しかしながら、木製防火戸等の部材開発、木造3階建て共同住宅および燃え代設計基準等々の技術開発により、建築基準法の防火規定が改正された結果、一定の性能を有する木造建築物の建築が可能となり木材の有効活用の道が開かれた。木材の不燃化により大規模建築物を作る事例もあ

り、今後需要が期待できる分野の1つである（図2.2.3-2）。なお、耐火基準が構造材と内装材で異なり、両者とも「低層かつ中規模面積の建築物」であれば、耐火認定のハードルが低くなる（図2.2.3-3）。

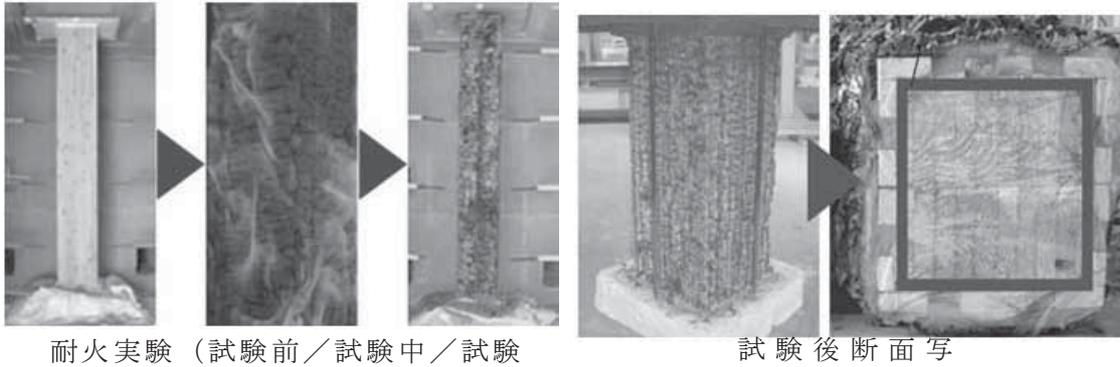


図 2. 2. 3-2 耐火木材の例

出典：竹中工務店 HP

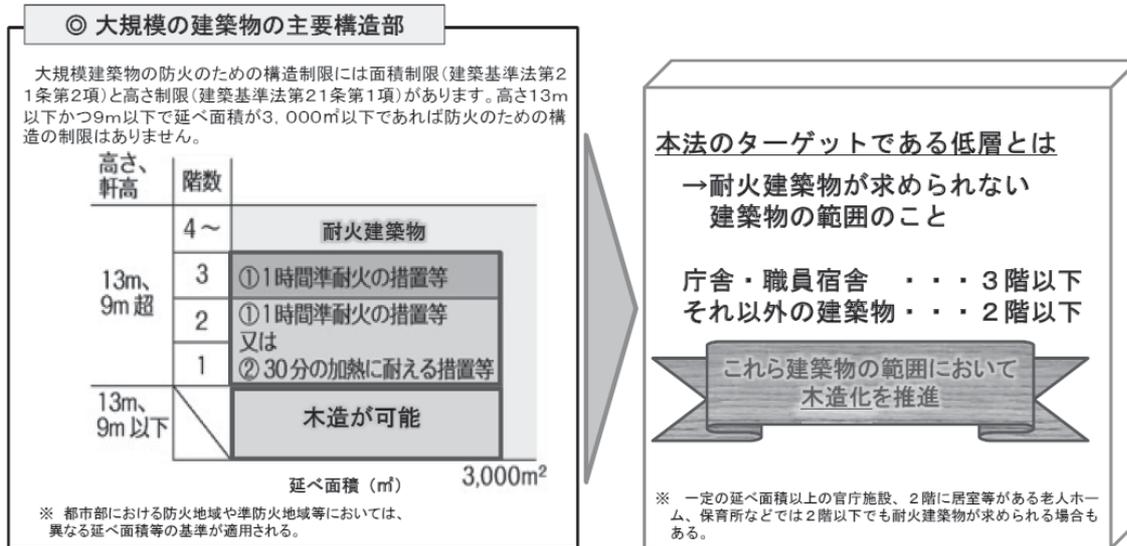


図 2. 2. 3-3 構造材の耐火基準

出典：ナイス(株)HP

2.2.4 まとめ（木質バイオマスの利用促進に向けて）

FITの導入後の様子から、これまで以上に大型事業が優先されつつあり、これが、必ずしも今まで行われてきた森林組合を実施主体とした林業振興策との相性が良くない可能性が分かった。一方で、視察した真庭市での木材利用振興の取り組みのように、自治体と改革意識の高い銘建工業（株）といった木材利用企業の多くが一致協力して、FITをも活用して、木材循環を更に盛んにしようという好例もある。こうしたよい先例に学び、自治体や企業群が一体となり先を見据えた取り組みを行うか、国や自治体主体で、大規模なインフラ事業を行うなど野心的な試みを行うモデル地域を作るか、FIT導入の追い風を受け、TPP等で競争力確保が求められる時期に相応しい取り組みを期待したい。

木質バイオマス発電による売電、林業施業の合理化および木材需要の拡大の3点セットにより、我が国の豊富な森林資源が活用され、林業の持続可能な開発に結び付くと考えられる（図2.2.4-1）。そのために木質バイオマス発電施設を設置し、山元、製材所および木質バイオマス発電施設を互いに連携させ、新たな木材の流通システムを構築する必要がある。また発電だけでなく、地域内での熱利用も必要である。こうした新たなシステムにより「森林国家」としての日本が活性化されることを願うものである。

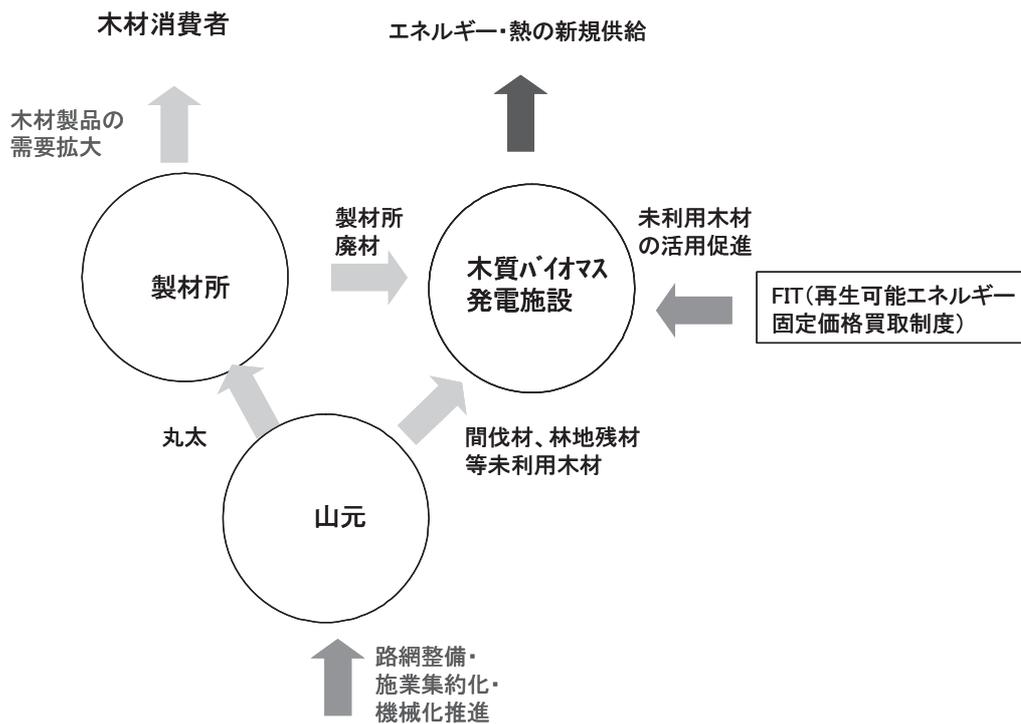


図 2.2.4-1 木質バイオマス発電施設、山元、製材所との関係

第3章 固定価格買取制度（FIT）導入後の動向と今後の展望

3.1 FIT 導入の背景

日本では、2002年にバイオマス・ニッポン総合戦略を閣議決定したことを契機にバイオマス推進策を進めてきた。直後の2003年には、電力会社に一定量の再生可能エネルギー電気の調達を義務付けるRPS制度が導入され、近年では2012年7月にエネルギー自給率の向上、地球温暖化対策、さらには将来の産業育成を期待して、電力会社に対しバイオマスをはじめ、太陽光・風力・水力・地熱について国が定めた調達価格・調達期間での再生可能エネルギー電気の調達を義務付ける固定価格買取制度（FIT）が導入された。

RPSが導入された2003年以降の総発電電力量に占める再生可能エネルギーの割合の変化を図3.1-1に示す。水力を除く再生可能エネルギーが総発電電力量に占める割合は、1%前後で推移しているものの、RPS開始以降の10年間で総発電電力量の1%分の増加を達成している。特に太陽光発電においては、2009年11月の余剰電力買取制度、2012年7月のFITの施行により、大幅に導入量を伸ばしており、設備認定を受けている設備が全て稼働した場合、太陽光発電のみで総発電電力量の1%の電力量を供給することが可能となる。

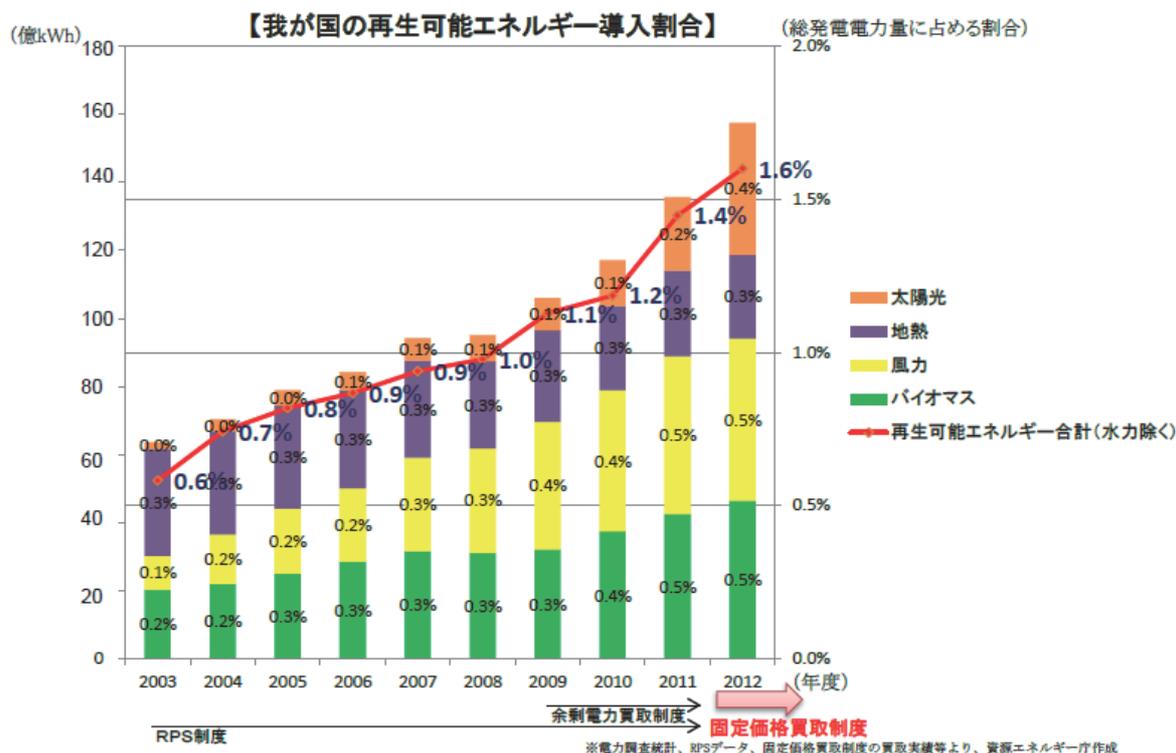


図3.1-1 我が国の再生可能エネルギー導入割合

出典：資源エネルギー庁

バイオマス発電においても、RPSの導入で年率（2003年から2010年まで）9%の伸びで設備導入されており、2011年には総発電電力の0.5%に達している。しかし、2011年の総務省まとめの政策評価では、農林水産省の施策を中心としたバイオマス利用促進の施策は、

バイオマス利活用施設の設置数の増加などの環境整備に一定の役割を果たしてきたものの、政策の有効性や効果が把握できず、施設の稼働率や採算性が低調であることが指摘されており、必ずしも導入目標を達成してきたとは言えない状況にあった。

再生可能エネルギーの導入促進効果は、一般的にRPSよりもFITの方が大きいことが知られており、ドイツやスペインでは、FITにより目標値を超える導入促進効果が得られている。RPSが、電力事業者にも必ずしも継続的で安定的な電力の販売を補償しないのに対し、FITでは、電力の販売計画が立てやすいため、小規模発電であっても新規事業参加が容易であることなどが、高い促進効果の要因と推測される。

次節では、FIT導入から1年を経過した時点での設備導入状況を整理する。

3.2 FIT 導入状況

2012年7月にFITが施行されて以降、バイオマス分野においても数十件ものバイオマス発電設備が同制度の認定を受けており、他の再生可能エネルギー同様にFITを利用したバイオマスの利活用が進んでいる。

経済産業省資源エネルギー庁から公表されている、2013年7月末時点の再生可能エネルギー発電設備の導入状況を表3.2-1に示す。設備認定容量において、導入前の合計値と同等である2,361kWの発電容量の計画が1年でなされたことになっていることから、FITは、再生可能エネルギーの普及拡大を大きく後押しする制度であることを再確認することができる。

表3.2-1 再生可能エネルギー発電設備の導入状況（平成25年7月末時点）

	設備導入量（運転を開始したもの）			設備認定容量
	固定価格買取制度導入前	固定価格買取制度導入後		固定価格買取制度導入後
	平成24年6月末までの の累積導入量	平成24年度 (7月～3月末)	平成25年度 (4月～7月末)	平成24年7月～ 平成25年7月末
太陽光（住宅）	約470万kW	96.9万kW	55.2万kW	175.1万kW (前月比+11.8万kW)
太陽光（非住宅）	約90万kW	70.4万kW	169.1万kW	2031.7万kW (前月比+56.2万kW)
風力	約260万kW	6.3万kW	0.3万kW	81.1万kW (前月比+0.6万kW)
中小水力	約960万kW	0.2万kW	0.1万kW	7.9万kW (前月比+0万kW)
バイオマス	約230万kW	3.0万kW*	7.1万kW	64.5万kW (前月比+0.6万kW)
地熱	約50万kW	0.1万kW	0万kW	0.5万kW (前月比+0.1万kW)
合計	約2,060万kW	176.9万kW	231.7万kW	2360.7万kW (前月比+69.3万kW)

※ 平成24年度に運転開始した設備容量には、上記の他、35万kWの石炭混焼発電設備を認定していますが、発電出力のすべてをバイオマス発電設備としてカウントすることは妥当でないと考え、便宜上、設備容量に含めていません。

出典：資源エネルギー庁

FITの導入後初期段階で再生可能エネルギーの普及拡大の中心となっているのが太陽光発電である。太陽光発電は、発電電力の買取価格が高く設定されていること、他の再生可能エネルギー発電設備と比べて設備の導入が圧倒的に容易で計画が立てやすいことから、

設備導入量が大幅に増加しており、2013年7月末時点における総設備導入量408.6万kWの95%を占めている。太陽光発電は、パネルなどの材料が輸入で賄えたり、維持管理の手間が少なかったりと、地元の雇用や他産業への影響力が他の発電方式よりも小さいことが知られている。太陽光発電による電気料金の値上げが進行し、また発電開始時期が揃うことで、発電の認定期間の終了時期が揃い、20年後に後継の再生可能エネルギーが問題とならないような、バランスのとれた価格設定や制度運用が重要である。

バイオマス発電においては、FITの認定を受けた設備の総発電容量は64.5万kWとなっており、発電容量が5,000kWを超える大型発電設備の新設が多く計画されていることが大幅な増加に繋がっている。しかし、運転を開始した設備の総発電容量は10万kW（年率4%増）にとどまっており、このペースではむしろ前述したFIT導入前のRPS等が主導の時期の伸び率（年率9%）を下回っている。認定された事業の運用開始が遅れている原因についての情報が不足していて不明であるが、適切に事業開始が進んでいかない限りは、FITの推進力が、バイオマスでは有効に働いていないことになる。認定設備の稼働の遅れが続く場合には、その原因について注意深く検証し、適切な対策を行うことが極めて重要である。

バイオマス発電について、設備認定状況を詳細に把握するため、都道府県ごとの認定出力と認定件数を価格設定の種別に表3.2-2に示す。なお、バイオマス分野においてFITの認定を受けた設備がない都道府県は表中より割愛した。

表3.2-2 再生可能エネルギー設備認定状況（平成25年7月末時点）

	バイオ (メタン発酵ガス)		バイオ (未利用木質)		バイオ (一般木質・農作物残さ)		バイオ (建設廃材)		バイオ (一般廃棄物・木質以外)		合計	
	認定出力(kW)	認定件数	認定出力(kW)	認定件数	認定出力(kW)	認定件数	認定出力(kW)	認定件数	認定出力(kW)	認定件数	認定出力(kW)	認定件数
北海道	2,190 (700)	19 (7)	74,000 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1,770 (1,770)	1 (1)	77,960 (2,470)	21 (8)
青森県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	7,650 (0)	1 (0)	7,650 (0)	1 (0)
岩手県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5,800 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	4,100 (0)	1 (0)	9,900 (0)	2 (0)
山形県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	50,000 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	50,000 (0)	1 (0)
福島県	0 (0)	0 (0)	8,700 (5,700)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8,700 (5,700)	2 (1)
茨城県	0 (0)	0 (0)	5,650 (0)	1 (0)	53,850 (0)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	3,000 (3,000)	1 (1)	62,500 (3,000)	4 (1)
栃木県	365 (0)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	265 (265)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	630 (265)	3 (1)
群馬県	420 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	480 (0)	1 (0)	900 (0)	2 (0)
埼玉県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,100 (2,100)	1 (1)	2,100 (2,100)	1 (1)
千葉県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	49,900 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	3,000 (3,000)	1 (1)	52,900 (3,000)	2 (1)
東京都	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	51,200 (9,700)	3 (1)	51,200 (9,700)	3 (1)
神奈川県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	49,000 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	5,900 (0)	1 (0)	54,900 (0)	2 (0)
新潟県	585 (25)	2 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	585 (25)	2 (1)
長野県	250 (0)	1 (0)	15,000 (0)	2 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	15,250 (0)	3 (0)
静岡県	95 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	95 (0)	1 (0)
愛知県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	75,000 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	4,270 (0)	1 (0)	79,270 (0)	2 (0)
三重県	30 (0)	1 (0)	5,800 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4,710 (0)	2 (0)	10,540 (0)	4 (0)
滋賀県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3,550 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	3,550 (0)	1 (0)
大阪府	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	16,800 (16,800)	2 (2)	16,800 (16,800)	2 (2)
兵庫県	732 (0)	2 (0)	16,530 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8,070 (8,070)	2 (2)	25,332 (8,070)	5 (2)
島根県	0 (0)	0 (0)	6,250 (0)	1 (0)	12,700 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	18,950 (0)	2 (0)
広島県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5,800 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	10,760 (10,760)	1 (1)	16,560 (10,760)	2 (1)
山口県	25 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	25 (0)	1 (0)
愛媛県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	6,600 (6,600)	1 (1)	6,600 (6,600)	1 (1)
高知県	0 (0)	0 (0)	12,750 (0)	2 (0)	29,500 (29,500)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	42,250 (29,500)	3 (1)
福岡県	190 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	16,700 (0)	1 (0)	16,890 (0)	2 (0)
佐賀県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4,500 (0)	1 (0)	4,500 (0)	1 (0)
長崎県	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2,750 (2,750)	1 (1)	2,750 (2,750)	1 (1)
大分県	50 (50)	1 (1)	5,700 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	5,750 (50)	2 (1)
合計	4,932 (775)	32 (9)	150,380 (5,700)	12 (1)	331,815 (29,765)	11 (2)	3,550 (0)	1 (0)	154,360 (64,550)	23 (12)	645,037 (100,790)	79 (24)

出典：資源エネルギー庁バイオマス発電の実績部分を抜粋

認定出力のほとんどは、木質および木質以外の一般廃棄物を利用する発電設備であるが、これらの発電設備はそれぞれが数千kW以上の大型発電設備となっているため、認定件数ではメタン発酵を利用したものが最も多い。バイオマス発電は発電に利用するバイオマス原料別に買取価格が決まっているが、発電容量の規模別には価格が設定されていない

め、発電効率をより高めるために大規模の発電設備が建設される傾向にある。FITのバイオマス発電の買取価格が規模別に設定されていないことが、大型の発電設備を優先する傾向に拍車をかけている可能性がある。この大型設備の優先が続くことのリスクについては、対処しておくべき課題と考える（3.3.1参照）。

地域ごとの認定状況についてみると、メタン発酵を利用したバイオマス発電設備が北海道で多く導入され、一般廃棄物を利用したバイオマス発電設備は主に都市部で導入されている。それぞれの要因としては、北海道では牧畜が盛んであるため家畜の糞尿を利用したメタン発酵が計画されていること、都市部は一般廃棄物が大量に発生するため、原料の調達計画が比較的容易に立てやすいことがあげられる。未利用材や一般木質等を利用する木質バイオマス発電設備については認定件数に地域差はほとんどなく、各地で導入が計画されている。以上のとおり、バイオマスは周辺産業との関わりが強いことから、地域産業の振興策とも合わせた実施が重要であることが示唆される。

3.3 バイオマス分野における FIT の課題

3.3.1 発電規模の適正化

2013年7月末までに設備認定を受けているバイオマス発電の多くは5,000kW以上の大型施設で、最大で75,000kWと巨大な木質バイオマス発電施設も計画されている。このように大型施設が計画されるのは、発電効率をより高めるためである。木質バイオマス発電は、バイオマス燃料を燃やして発生させた蒸気でタービンを回して発電しており、基本構造は他の火力発電と変わらず、発電効率は大型の設備ほど高くなる。図3.3.1-1にFITの認定を受けた設備の発電出力と事業費および費用単価のプロットを示す。発電出力と事業費および費用単価の相関を確認すると、発電出力が高まるにつれて事業費は上昇するが、費用単価は低下する結果となっている。このような状況から、発電事業者はより大型の発電施設を建設し稼働させることを目指しており、現在のFITも買取価格が規模に関わらず一律とされていることから、発電施設の大型化を後押しする結果となっている。

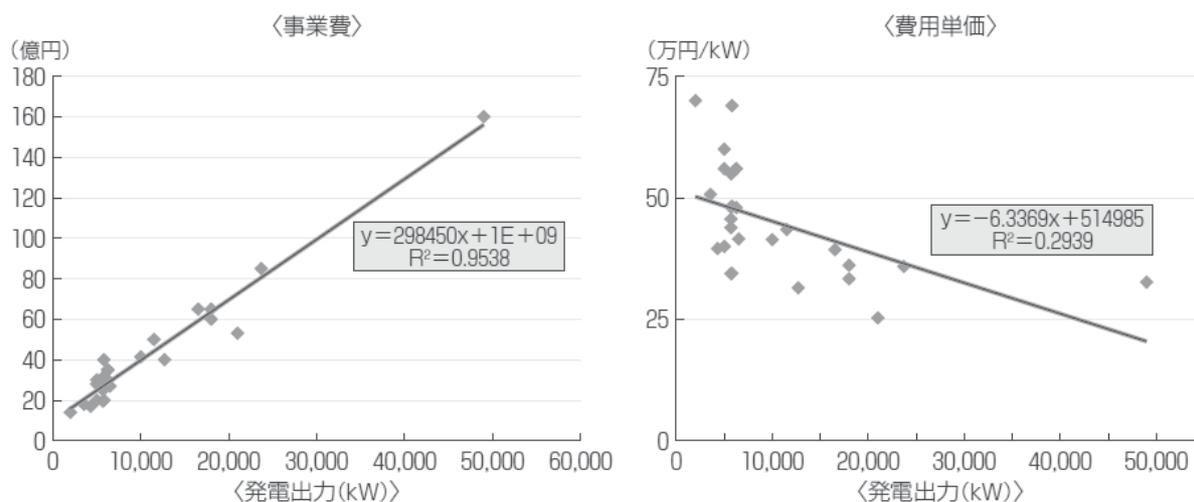


図3.3.1-1 発電出力と事業費および費用単価の関係
(FITの認定を受けた27施設)

出典：木質バイオマス発電の動向と課題への対応

しかしながら、大型バイオマス発電施設は大量の燃料を必要とすることから、森林資源に大きな負担をかけるとともに、事業リスクも高める。

発電規模5,000kWの設備において使用される燃料は年間約6万t（木材チップ・水分40%ベース）となっているが、燃料として想定されているのは間伐で発生した林地残材であり、丸太に換算すると8～10万m³に相当する。もっとも、間伐材は付加価値の高い丸太生産の過程で発生するため、バイオマス燃料を林地から収集しようとした場合、その3倍近い木材の生産が前提となる。よって、6万tのバイオマス燃料を確保するためには、少なくとも20万m³程度の木材生産が必要になる計算である。

事業者はこの量のバイオマス燃料を半径30～50km圏内で収集し、継続的に事業を進めていかなければならない。日本は戦後の植林活動で森林資源が成熟しており、実質的な保有量は60億m³にまで達しているが、林業を担う人材育成や路網整備、その前提としての森林情報の整備・小規模所有者の取りまとめなど、現代林業の基盤づくりはようやく本格化し始めた段階にある。このような林業の現状から大量の燃料の確保が可能な地域は限られ、大型発電設備の稼働後に想定した燃料が調達できなければ発電事業は行き詰まる。

このような日本の現況に対し、ドイツでは2010年頃からは500kW以下の小規模発電が急増している。ドイツにおいても、かつての制度では500kW以下、500～5,000kW、5,000～20,000kWといった3段階の規模別設定を設けていたため、高い発電効率を求めて5,000kW以上という大型の発電設備の建設がほとんどであったが、2004年夏の制度改正で5,000kW以下の発電設備に対して買取価格を引き上げる一方、5,000kW以上の大型発電設備に対しては価格を引き下げると共に、熱電併給および林地残材や工場残材の燃料利用に対しては買取価格を上乗せするボーナス制度を導入した。また、蒸気タービンによる発電では一定規模以上の大型設備となってしまふことから、中小規模の発電技術であるオーガニックランキンサイクル（ORC）や木質ガス化発電等の新しい技術に対するボーナス制度も導入している。この結果、2000年代半ば以降、大型発電設備の新設は下火となり、5,000kW以下の発電および熱電併給が増えることとなった。

2012年には熱電併給をFIT認定の条件とし、表3.3.1-1に示す買取価格が設定されている。熱電併給に対するボーナス制度は廃止されたが、基本価格が引き上げられた。ただし、5,000kW以上の大規模発電設備に対するボーナス制度は全て廃止し、買取価格は6セントに一本化されたことで、ドイツでは5,000kW以上の大型発電設備の新設は厳しい状況となった。また、現在のドイツにおけるFITの買取価格は、18円（5,000kW）～26円（150kW）と、日本の32円と比べるとかなり低い。このような状況においてもドイツでバイオマス発電の経営が成立し、発電量が拡大しているのは、FITの改正で地域環境に応じた、無理のない発電規模の設備を導入できるようになったからである。

日本においては、ドイツに比べて林業や農業などのバイオマスに関連の深い1次産業が産業力を低下させている現状にあり、資源不足や世界的な人口増に対応するため、またTPP導入後に対応できる1次産業の競争力向上が望まれている。こうした状況においては、制度改革をしつつもFIT中心に再生可能エネルギー生産を増やしているドイツの例に学びつつ、1次産業の発展を後押しするような、丁寧な制度運用が望まれる。規模別の設定を設けていくことはもちろん、初期投資の捻出が難しい中規模の1次産業事業主でも参入しやすいようなファイナンスの支援をFITに組み合わせるなど、我が国独自の柔軟な対応が望ま

れる。

表3.3.1-1 2012年のバイオマス発電の電力買取価格 (ct/kWh) (EEG2012)

発電容量		≤75kW	≤150kW	≤500kW	≤750kW	≤5MW	≤20MW
バイオガス・ 固体燃料	基本価格	14.3		12.3	11.0	11.0	6.0
	第Ⅰ投入原料部門	6.0			5.0	4.0	-
	第Ⅱ投入原料部門	8.0			8.0/6.0		-
	バイオガス精製ボーナス	精製施設容量: ≤700m ³ /h:3.0、 ≤1,000m ³ /h:2.0、 ≤1,400m ³ /h:1.0(※要天然ガスグリッド利用)					
生分解性産業廃棄物発酵原料(生ごみ原料)		16.0			14.0		
小規模家畜ふん尿設備		25.0	-	-	-	-	-

- 基本的な考え方:[基本価格+投入部門料金+バイオガス精製ボーナス]
- 第Ⅰ投入部門:資源作物、木質系・草本系原料
- 第Ⅱ投入部門:家畜ふん尿、景観保全作物・原料
- 生分解性産業廃棄物発酵原料及び小規模家畜ふん尿設備は、基本価格、第Ⅰ投入原料部門及び第Ⅱ投入原料部門との組合せはできない。

出典：農林水産省HP：FNR「Bioenergy in Germany: Facts and Figures (January 2012)」

3.3.2 熱電併給の実現

バイオマス発電の長期的な経営安定のためには、熱電併給による総合的なエネルギー効率向上は重要な論点である。

熱電併給においては、近年の化石燃料の高騰により、バイオマスの熱電併給の優位性が増してきている。エネルギーの効率的利用とCO₂削減に加え、これからの国際的なエネルギー価格の動向を考慮しても、バイオマス発電において熱電併給は不可欠の前提であるといえる。

ドイツにおけるバイオマス熱電併給における熱利用の実際を表3.3.2-1に示す。これによると、プラントが小さい場合の熱利用は、小規模の地域熱供給網や木材乾燥、農業利用（園芸ハウスや畜産など）となっており、発電規模が大きくなると熱需要者は大規模の地域熱供給網や産業プロセス熱となっていく。

以上のとおり、ドイツでは熱電併給によるバイオマスのエネルギー効率向上に活発に取り組んでいる。次節で示すとおり、現在日本では「再生可能エネルギー熱利用高度複合システム実証事業」でバイオマスの熱利用高度化を補助しているが、本補助金はFITとの併用は不可となっている。現状のバイオマス発電で8割近い熱エネルギーが捨てられていることから、エネルギー効率の高度化に向けた熱電併給の実現に向け、排熱利用時のFITの買取価格上乘せなども含めた制度の改正が求められる。

表3.3.2-1 バイオマス熱電併給における熱利用の実際

熱電併給 プラント 発電出力	プラント運営者 /熱需要者	熱利用方法
≤500kW	チップ販売業者	自家利用(農業等)
	木材産業	チップ乾燥
	温水プール	木材乾燥
	地域ユーティリティ会社	汚泥乾燥
	農家	小規模地域熱供給 クリーニング等
500 ~ 5,000kW	工業団地	大規模地域熱供給
	木材産業	産業プロセス熱
	地域ユーティリティ会社	

出典：木質バイオマスエネルギー利用の現状と課題

3.3.3 輸入材の取扱いについて

木質バイオマスを利用した発電では、間伐材等の「未利用木材」が最も買取価格が高く、32円/kWhに設定されている。3.2節で示した設備認定状況にもあらわれているとおり、バイオマス発電では「未利用木材」を燃料とする計画が多くなっている。手入れがされていない放置林が問題になるなか、間伐材や林地残材が有効に利用されれば、山林の維持管理にも繋がるわけであるが、エネルギー的に薄く分布している間伐材や林地残材の収集には多くの手間とコストがかかる。これに対し、未利用木材に分類されているパーム椰子殻はパームオイル製造工程で1箇所集中的に発生することから収集の手間とコストがかからず品質が一定であるため、発電事業者にとって利用しやすい原料であると言える。

しかし一方で、国内産木質バイオマスを利用する場合と比べ海外産木質バイオマスは海上輸送で国内に持ち込む必要があるため、輸送時のCO₂排出量が多くなるという問題があげられる。林野庁補助事業で木質バイオマスのLCA（ライフサイクルアセスメント）報告書がまとめられている。それによれば、原料調達から燃料の陸上輸送において排出されるCO₂は国内の方が大きいのが、燃料の海上輸送において排出されるCO₂が大きいこと、トータルの環境負荷では国内のチップ燃料の方が小さい結果となっている。本報告書では、チップを燃料とした場合のCO₂排出量を国内は3社の平均値、海外は文献値としており、正確な比較は難しいが、図3.3.3-1に示す国内調査と文献データの比較グラフより、燃料の海上輸送がCO₂排出に大きなインパクトがあることは明らかである。海外で発生した未利用木材を有効活用できたとしても、原料輸送により多くの化石燃料を消費し、大気中の温室効果ガスを増加させるのは、化石系燃料の代替燃料として温室効果ガス排出量を抑制する効果を期待されている面からは、望ましいことではない。

また、海外で発生したバイオマスで発電することは、地球規模で見れば未利用木材の有効利用ということではあるが、国産の自然エネルギーを利用している太陽光、風力、地熱、水力などの再生可能エネルギーとは異質のエネルギーとなっており、エネルギー安全保障の観点からも貢献度が小さいと言える。

ただし、現在、国内の未利用材を使用したバイオマス発電は、運搬収集コストが運営費を圧迫していることを考慮すると、国内バイオマス利用促進を目指しつつも運搬コストを大幅に低減できる輸入材を利用した発電設備の導入を進め、高効率な発電設備の技術開発、燃料バイオマスの運搬収集に対する課題を克服するためのデータどり、検討を行うことはFITを利用したバイオマス利活用の重要なステップになりうると考えられる。輸入材を用いつつ、その設備を国内産のバイオマス利用に繋げていくことが望ましいといった指針を示し、将来的な体質改善を促す方向性を促すことができれば、意義は深まる。

このような状況から、輸入した未利用材の利用については林業などの国内1次産業の発展との連動を念頭に、国から何らかのポリシーや、理想とする目標を示すことでも、事業者や事業者が存在する自治体の意識に働きかけることが可能と考える。まずは、そうしたソフト面からの工夫により、すでに認定された事業計画の腰を折ることなく、より意義深い取り組みにしていくことができるのではないかと。

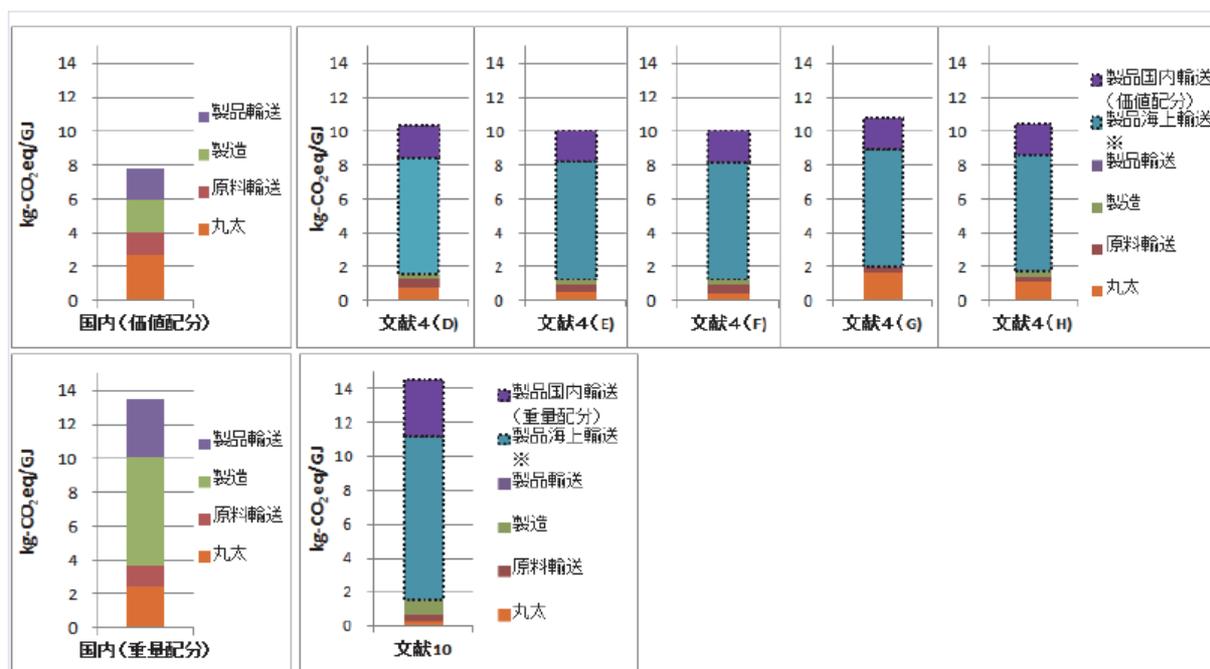


図3.3.3-1 国内調査と文献データの比較

出典：木質バイオマスLCA評価事業報告書

3.4 FIT以外の支援制度

3.2節で示したとおり、現在再生可能エネルギーはFITの活用により導入量を大幅に伸ばしている。バイオマス分野においても、2013年7月末時点で64.5万kWの発電設備が認定を受けており、今後も活発に事業が計画されることが見込まれている。本節では、さらにバイオマスの利活用を促進する補助金について、制度の概要と利用状況をまとめた。

3.4.1 FITと併用可能な支援制度

1) 再生可能エネルギー発電設備等導入促進支援対策事業

本事業は、東日本大震災後の電力供給不足への懸念に対応し、かつ、被災地の再生

可能エネルギーを中核とした雇用創出と関連産業の活性化を図るために、被災地において再生可能エネルギー発電設備に対する導入補助を行うことにより、内外の経済的社会的環境に応じた安定的かつ適切なエネルギーの需給構造の構築を図ることを目的としている。よって、補助対象設備は東日本大震災に対処するための特別の財政援助および助成に関する法律（平成23年法律第40号）第2条第3項で定める「特定被災区域」に設置する太陽光、風力、バイオマス、水力および地熱の再生可能エネルギー発電設備、およびそれに付帯する蓄電池や送電線に限定されている。「特定被災区域」には東北地方を中心とする東日本大震災で被害を受けた市町村が指定されている。

また、本補助金の交付を受けた発電設備については、「電気事業法による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成23年法律第108号）」に基づき、FITを利用することが可能となっている。

補助率は発電設備が補助対象経費の1/10以内、蓄電池および送電線が補助対象経費の1/3以内となっており、太陽光発電、風力発電においては別途上限が定められている。補助金額は補助対象経費に補助率を乗じた額であるが、1件当たりの年間の補助金額の上限額は、原則として発電設備は5億円、蓄電池および送電線はそれぞれ5億円となっており、補助期間の年数は最大2年間と定められている。

平成23年度、平成24年度の本事業の採択実績は、土地の確保ができれば比較的設備導入を進めやすい太陽光発電が735件と全体のほとんどを占めており、その他では、風力発電5件、水力発電3件、地熱発電2件となっている。バイオマス発電での実績は、間伐材、主伐材等を燃料として利用する八幡平バイオマス発電事業（発電能力5,800kW）の1件のみとなっている。

2) 福島県市民交流型再生可能エネルギー導入促進事業費補助金

東日本大震災復興構想会議でまとめられた「復興への提言～悲惨の中の希望～」(平成23年6月25日)において、福島県を再生可能エネルギー先駆けの地とすべきと提言されており、福島県内での再生可能エネルギー設備の一層の導入が求められている。本事業は、福島県内で市民が再生可能エネルギー設備の導入を実感し学習できる施設の導入に対するニーズが高まっていることから、福島県内における再生可能エネルギー発電設備等の導入事業に要する経費に対して補助することにより、福島県における震災からの復興をより一層促進するとともに、再生可能エネルギー先駆けの地の実現を図ることを目的としている。

本補助金の交付を受けた設備においても、「電気事業法による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（平成23年法律第108号）」に基づき、FITを利用することが可能となっている。

補助率は発電設備が補助対象経費の1/3以内となっており、太陽光発電、風力発電においては別途上限が定められている。補助金額は補助対象経費に補助率を乗じた額であるが、1件当たりの年間の補助金額の上限額は、原則として1.5億円（再生可能エネルギー導入設備は1.0億円、再生可能エネルギー体験学習施設等は再生可能エネルギー導入設備の補助金額の1/2（ただし上限0.5億円））となっており、補助期間の年数は最大3年間と定められている。

平成25年度の本事業の採択数は全11件となっており、太陽光発電が9件、水力発電が2件となっている。バイオマス発電での採択はなかった。

3.4.2 その他の支援制度

1) 再生可能エネルギー熱利用高度複合システム実証事業

本事業は、複数の再生可能エネルギー熱源、蓄熱槽、下水・河川等の公共施設などを有機的・一体的に利用する高効率システムの構築に向けた実現可能性調査を行う事業および再生可能エネルギー熱利用高度複合システムの実証を行う事業に要する経費の一部を補助することにより、データの取得・公表、制度的課題の抽出、ノウハウの共有化を図ることにより、当該システムの展開・普及を促していくことを目的としている。つまり、本補助金は直接的に発電設備の普及を促すものではないが、高度な熱利用システムの構築が図れば、間接的に熱源としてのバイオマスの利用が拡大するものと思われる。

調査事業の補助率は定額となっており、補助金額は「河川水熱エネルギー利用に係る河川影響検討指針（案）」を参考に実施する環境影響調査等は1件当たりの年間の補助金額の上限額は3,000万円、それ以外の案件形成調査事業については1件当たりの年間の補助金額の上限額は1,000万円となっている。また、実証事業の補助率は補助対象経費の1/2以内となっており、補助金額は補助対象経費に補助率を乗じた額であるが、1件当たりの年間の補助金額の上限は原則として10億円となっている。

2) 独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金

再生可能エネルギー発電は、エネルギー起源の温室効果ガスの排出抑制に寄与すること等から、平成24年7月1日より施行された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」により、その導入拡大を促すこととしているが、自家消費向けのものについては、再生可能エネルギー特別措置法の対象とされていない。再生可能エネルギーの抜本的な導入策として、本事業では自家消費向けの再生可能エネルギー発電システム等（蓄電池含む）に対する支援を行い、その導入促進を図ることを目的としている。

上記のとおり、本事業は自家消費向け発電設備へ補助金を交付するものであることから、FITを利用し電力会社へ売電を目的とする設備は補助を受けることはできない。

補助率は補助対象経費の1/3以内となっており、太陽光発電、風力発電においては別途上限が定められている。補助金額は補助対象経費に補助率を乗じた額であるが、1件当たりの年間の補助金額の上限額は、原則として4千万円（再生可能エネルギー発電設備に併せて蓄電池を設置する場合）となっており、補助期間の年数は最大2年間と定められている。

平成24年度、平成25年度の本事業の採択数は全121件となっており、太陽光発電が116件と全体のほとんどを占めており、水力発電が5件となっている。バイオマス発電は採択がなかった。

3.5 まとめ（バイオマス利用促進策の方向性）

本章では、FIT施行後1年を経過してのバイオマス発電設備の導入状況を整理し、現行制度における課題を抽出するとともに課題に対するアプローチを提案した。今後さらにバイオマス利活用が促進されることを望み、FITに関する意見を以下にあげる。

- ・日本においても、ドイツの例を分析し国内環境に応じた適切な規模別の設定を設けていくべき。
- ・さらに、農業や林業といった1次産業の競争力強化も期待される日本においては、ファイナンス面での優遇など、目的や規模に合わせて細かい制度運用が望まれる。
- ・総合的なエネルギー効率向上に向けた熱電併給の実現に向けた制度の改正が必要。
- ・輸入材については、国内の林業の発展と両立させるためのなんらかのポリシーを示すなどの工夫が必要。

また、FIT以外でバイオマスの利活用促進に利用できる補助金制度について、その概要と利用状況をまとめた。現状、各補助金における採択件数は少ないものの、導入コストへの補助率が大きいため、それぞれの公募要件に対応した積極的な利用を期待したい。

第4章 震災復興に寄与するバイオマス利用技術

4.1 はじめに（震災復興とバイオマス利用）

東日本大震災や福島第一原子力発電所の事故により、今後のエネルギー施策の根本的な見直しが議論されている。震災直後の2011年7月には、東日本大震災復興対策本部から「東日本大震災からの復興の基本方針」が示され、この中で地域の特性を踏まえた再生可能エネルギー（太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電、中小水力発電）の導入促進および利活用が再認識された。

現在被災地では、自治体ごとに震災復興計画が策定され、再生可能エネルギーを活用した地域復興を目指し、将来の街づくりに関する多数の復興計画が立案されている。しかし、復興のための街づくりとして実際に進んでいるプロジェクトは、住居地域の高台移転や公共インフラの復旧などが大部分を占めており、バイオマスを活用したスマートコミュニティ実現などの復興プロジェクトの進捗は、遅れている様子が見える。被災地域の今後の本格的な復興を考える場合、バイオマスを含めた再生可能エネルギーを中心にした、被災地域固有の特性に合わせたスマートコミュニティの実現が強く求められている。

本研究では、昨年度、被災地で実証されはじめたバイオマス関連の復興計画事例を調査し、その中の代表プロジェクト2例（宮古市ブルーチャレンジプロジェクト、仙台市・筑波大・東北大の藻類バイオマスの共同研究）を詳しく紹介した。本年度は、これらの進捗状況を追跡調査すると共に、地域通貨を用いたユニークな事例（気仙沼市の木質バイオマス発電事業）について報告する。また、2013年6月に新たに選定された「バイオマス産業都市」の中で、被災地域から唯一選定された東松島市の構想について述べる。

また、福島県では原発事故に起因する放射性物質とバイオマス（特に、森林バイオマス）との相性が悪いことから、県内で計画されていた木質バイオマス発電施設の事業化が凍結される等の影響が出てきている。これは、放射性物質が付着した木質バイオマスを燃焼すると、焼却主灰や飛灰に放射性セシウムが濃縮して残存し、加えて、水との接触により放射性セシウムが溶出するが、その処理・管理方法が十分に確立していないことが原因の一つと考えられる。これに関しては、新たな技術開発が必要な分野である。ここでは、福島県内で行われた焼却灰からの放射性セシウム除去の実証試験について紹介する。

さらに、再生可能エネルギーとしてのバイオマスを、どのように街づくりに生かして行くかは、被災地域に限らず、今後検討すべき大きな課題だと考えられる。バイオマス産業都市構想を活用した事例の中から注目される事例を示すとともに、注目されるスマートコミュニティの考え方を震災復興地へ応用することについて検討を試みた。

2013年6月に農林水産省からバイオマス産業都市構想の地域が発表された。バイオマス産業都市は、バイオマスの原料生産から収集・運搬、製造・利用まで経済性が確保された一貫システムを構築し、地域の特色を生かしたバイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強いまち・むらづくりを目指す地域である。ここでは、選定されたバイオマス産業都市構想の8地域の中から、地方中規模都市の広域連携の例として牛久市を、地方中核都

市の例として新潟市を、被災地の例として東松島市を取り上げ、その取り組みを紹介する。

2010年頃からスマートシティやスマートコミュニティという概念が新しい街づくりの指針として世界中で議論されるようになった。2011年には被災地である福島、宮城、岩手の東北三県の自治体を対象に、被災地復興の追加事業として、再生可能エネルギーを活用したスマートコミュニティ導入促進事業が開始された。そこで、スマートコミュニティの国内での現状を紹介し、さらにバイオマスのスマートコミュニティへの貢献の可能性と課題について、バイオマスの熱利用に着目して紹介する。

4.2 バイオマス利用を盛り込んだ復興計画の現状と展望

4.2.1 バイオマス関連の復興計画の概要

復興計画事例について、活用形態（エネルギー、マテリアル）別、内容・地域別に整理した結果を表4.2.1-1に示す。昨年度、計画段階であったプロジェクトに関して、進捗が一部見られるもの（試験稼働と表記）、あまり見られないもの（計画と表記）等があった。進捗があまり見られないプロジェクトは、地元でのガレキ処理や住民の高台移転等を優先的に実施・調整しているためと思われる。以下に、個別プロジェクトについて述べる。

表4.2.1-1 震災復興のバイオマス関連プロジェクトの進捗状況一覧

利用形態	内容	バイオマス	事例	事業体もしくは運営	場所	段階	備考
エネルギー	バイオマス発電	木質バイオマス、汚泥、農産物残さ	宮古市ブルーチャレンジプロジェクト協議会	宮古市	宮古市	計画	敷地総面積1ha、水素製造量40Nm ³ /h(予定:燃料電池自動車燃料、非常電源燃料)。発電出力3000kW(予定:FIT売電)。熱利用可能量(重油換算115万L/1年:園芸用暖房など)。⇒ http://www.city.miyako.iwate.jp/cb/hpc/Article-1852-9486.html
		木質バイオマス、廃材	やまがたグリーンパワー やまがたグリーンリサイクル	日本バイオマス開発株	山形県村山市	稼働 稼働	被災地ではないが、気仙沼から被災木を2年間受け入れている。⇒ http://www.jbmd.co.jp/index.html
		間伐材、木質チップ	気仙沼スマートシティ	気仙沼地域エネルギー開発株	気仙沼	試験稼働	間伐材を燃料としたバイオマス発電プロジェクト。気仙沼市では間伐材の買取対価を地域通貨で上乗せして支払う仕組みを構築。売電収入を地域通貨で流通させる新しい試みで地域経済の活性化を狙う。平成25年度内のプラント稼働(800kW)を目指す。⇒ http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1304/09/news013.html
		間伐材、木質チップ	釜石スマートコミュニティ	新日鉄住金釜石石炭火力発電所	釜石市	稼働	2010年11月から、「バイオマスタウン構想」を推進。市内でIPP(独立系発電事業)を営む出力14万4900kWの木質系バイオマス石炭混焼発電を実施中。混焼率は2%(重量比)で、釜石地方森林組合の協力を得て、年間5000トンの林地残材の活用を見込む。⇒ http://president.jp/articles/-/6153?page=4
	ペレットボイラー	木質バイオマス、廃材	木質ペレットによるエネルギー復興プラン	-	各地	-	小規模事例が多い。焼却灰からセシウムが検出される(盛岡市など)。
	メタン発酵	下水汚泥、食品残渣(水産系)	水産バイオマスも活用した地産地消エネルギー供給プロジェクト	気仙沼市	気仙沼	実証	水産関連施設の復旧に併せて、水産バイオマスと下水バイオマスとの混合消化施設を検討。ガス回収技術の活用や官民が連携した事業形態(PPPを含む)について検討。
	液体燃料	藻類(オーランチオキトリウム)	仙台市、筑波大、東北大との共同研究	仙台市	仙台市	試験稼働	藻類バイオマスに関する震災復興のプロジェクト(平成24年度からの5年間)。仙台市、筑波大、東北大との共同研究を実施。南蒲生浄化センターに藻類バイオマス技術開発実験室を設置し、基礎研究をスタート。⇒ http://www.city.sendai.jp/business/d/sourui.html
	エタノール発酵	ソルガム	南三陸復興プロジェクト:大型イネ科食物ソルガムによる焼酎作成	南三陸復興まちづくり機構	南三陸町	試験稼働	津波の塩害地域にも育つことのできる雑穀「ソルガム」を栽培して焼酎を作り、やがてはエタノールを生成する。被災農地等で試験栽培を開始。⇒ http://m3m-kikou.com/?p=31
マテリアル	地元木材利用	手のひらに太陽の家プロジェクト	NPO法人日本の森バイオマスネットワーク	宮城県登米市	稼働	建材やエネルギーを地産地消し、被災者、地域、環境に優しい復興共生住宅を目指す。現在、福島県の親子の保養滞在を中心に受け入れ。⇒ http://taiyounoie.org/	
		宮城県東松島市と復興まちづくり協定締結	住友林業株	東松島市	協定	東松島市との情報交換を通じて連携・協力しながら同市が今後推進する「木化都市」実現への取り組みをサポート。⇒ http://sfc.jp/information/news/2012/2012-07-13-1.html	
	南三陸復興プロジェクト:南三陸杉で自宅を建てる	南三陸復興まちづくり機構	南三陸町	計画	南三陸杉で、自分の家を作る。500坪100本の杉林で、一軒(30坪)の木造住宅を建造。移動製材機を使用。伐採したら植林する。⇒ http://m3m-kikou.com/?p=89		
植林⇒養殖漁業	フルボ酸鉄	森は海の恋人プロジェクト	NPO法人 森は海の恋人	気仙沼	活動再開	平成元年から3万本の広葉落葉樹を植樹。環境教育と保全活動に取組む。⇒ http://www.mori-umi.org/	
	バイオマス産業都市構想(平成25年6月選定)		東松島みらいとし機構	東松島市	計画	間伐材等を利用した木質バイオマス発電、食品工場廃棄物と家庭生ゴミを活用するメタンガス発電等を事業化。被災跡地で木質バイオマス発電の燃料生産等も計画し、将来の防災自立都市を目指す。環境交流特区の認定を活用し、バイオマス関連企業の集積を図る。⇒ http://hm-hope.org/about	

各自自治体等のHPを参考に作成(昨年度報告書に加筆修正)

4.2.2 宮古市ブルーチャレンジプロジェクト（事例）

宮古市ブルーチャレンジプロジェクトは、木質バイオマス施設（BLUEタワー）によって生み出される「電気・熱・燃料（水素エネルギー）」を多面的に活用する取組みで、宮古市面積の約9割を占める森林木材を利用する。ブルーチャレンジプロジェクトの全体イメージを図4.2.2-1に、施設概要を表4.2.2-1に示す。本施設の最大の特徴は、木質バイオマス発電施設で一般的な電気と熱を利用するコジェネレーションに加え、次世代燃料電池自動車の燃料となる水素を製造できる点である。

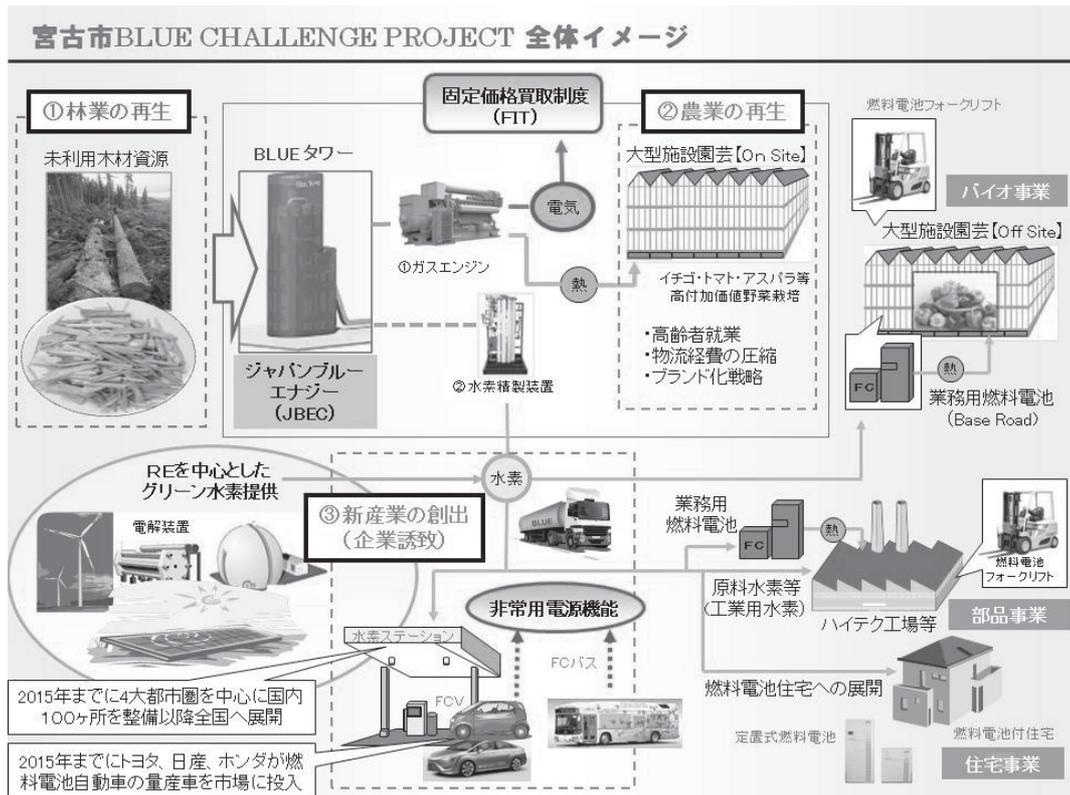


図 4.2.2-1 宮古市ブルーチャレンジプロジェクト全体イメージ

出典：宮古市ブルーチャレンジプロジェクトHP

表 4.2.2-1 木質バイオマス施設（BLUE タワー）の概要

項目	概要
施設総面積	ブルータワー敷地 1ha
事業主体	民間企業による SPC 設立
使用原料	木質バイオマス等
水素製造量	40Nm ³ /h（予定）
発電出力	3,000kW（予定）
熱利用可能量	重油換算で、115万リットル/年（3,500リットル/日）

出典：宮古市ブルーチャレンジプロジェクト協議会HP、
木質バイオマス施設、BLUEタワー

このプラントの中核を成すのがBLUEタワー技術である。現在、福岡県の大牟田エコタウンに本技術を用いた世界初の商用プラントが建設され、操業開始されているところである（5.4 (株)イデックスエコエナジー(福岡ブルータワー)111頁を参照)。福岡バイオ水素プロジェクトでは、最適な運転条件を判断・設定できる現場技術者の養成に多大な労力がかかっている。これは、運転ノウハウを含めた人材育成が極めて大切であることを示唆している。宮古市ブルーチャレンジプロジェクトは、技術だけでなく人材育成の先行事例として福岡バイオ水素プロジェクトを大いに参考にできると思われる。

宮古市ブルーチャレンジプロジェクトは、2013年8月に第1回協議会総会が開かれるなど、着実な進展が図られている。実際のプラント建設は未だであるが、将来の水素社会の構築に向け、中山間地域でも地産地消的に水素製造できる本技術は魅力的である。夢のあるチャレンジングなプロジェクトの今後の進捗に期待したい。

4.2.3 仙台市の藻類バイオマス活用（事例）

仙台市では筑波大学・東北大学と連携し、生活排水を吸収して石油成分を生産する藻類バイオマスの研究開発を推進している。津波により被災した南蒲生浄化センターを拠点として、藻類による燃料（炭化水素）生産と新しい循環型システムの研究開発に取り組んでいる。全体概要を図4.2.3-1に示す。下水から取り出した余剰有機汚泥から、オーランチオキトリウムなどの従属栄養性藻類の培養により炭化水素を生産する。さらに、下水の二次処理水から取り出した窒素やリン分から、ボトリオコッカスなどの独立栄養性藻類を培養し炭化水素を生産するしくみである。独立栄養性藻類の培養には光合成が必要であるため、屋外の培養フィールドが必要となる。

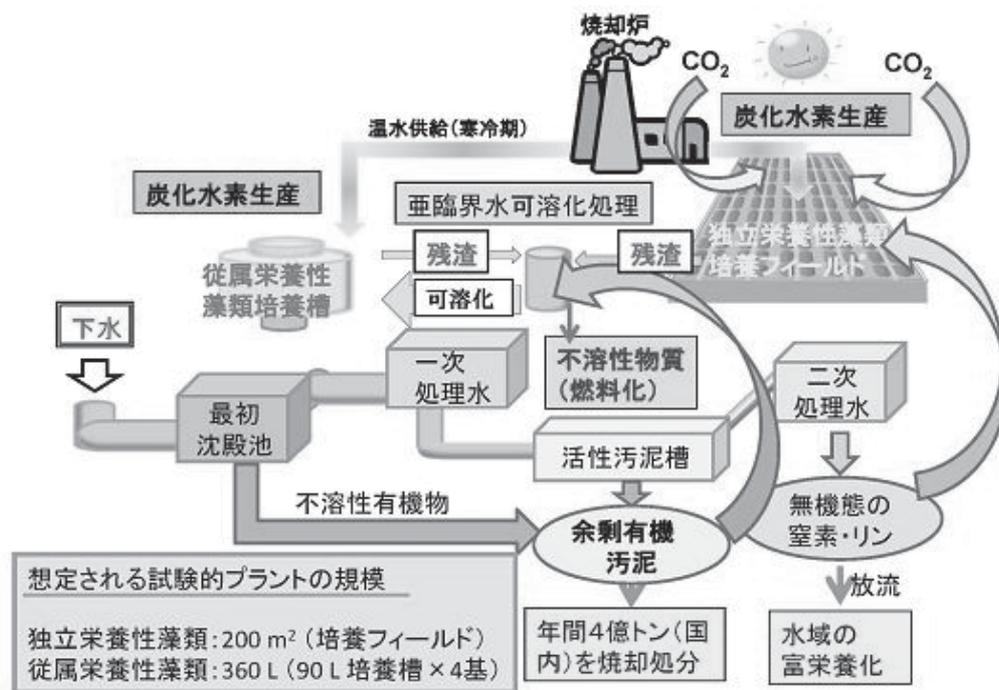


図4.2.3-1 藻類による炭化水素生産のしくみ全体概要

出典：仙台市HP、藻類バイオマスに係る研究開発の推進

本研究開発は、文部科学省の東北復興次世代エネルギー研究開発プロジェクト「東北復興のためのクリーンエネルギー研究開発推進事業」に採択されている。この事業は、東北の風土や地域性等に応じた再生可能エネルギー技術に関する研究開発を行うもので、東北大学を中核機関とし、2012年度からの5年間にわたって実施するものである。2013年度は南蒲生浄化センター内に藻類バイオマス技術開発実験室が設置されるなど、着実な進捗が図られている。来年度以降、研究成果が徐々に発表されると思われるので、今後の研究開発成果に注目したい。

	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度	平成 28 年度
実験室規模の基礎研究	培養、抽出、利用の最適化		高次のシステム構築に向けての基礎実験		
室内模培養施設による研究	藻類オイル生産利用の大規模化のための基礎実験		エネルギー効率化のデータ取得		
屋外施設による実証研究		屋外施設の設計	藻類オイル生産の最適化のためのデータ取得		

図 4.2.3-2 プロジェクトのスケジュール

出典：仙台市HP、藻類バイオマスに係る研究開発の推進



写真 4.2.3-1 南蒲生 藻類バイオマス技術開発実験室

出典：仙台市HP、藻類バイオマスに係る研究開発の推進

4.2.4 気仙沼市の地域通貨を用いた木質バイオマス発電事業（事例）

気仙沼市では、売電収入を地域通貨で流通させるユニークな木質バイオマス発電事業が推進されている。全体スキームを図4.2.4-1に、事業概要を表4.2.4-1示す。

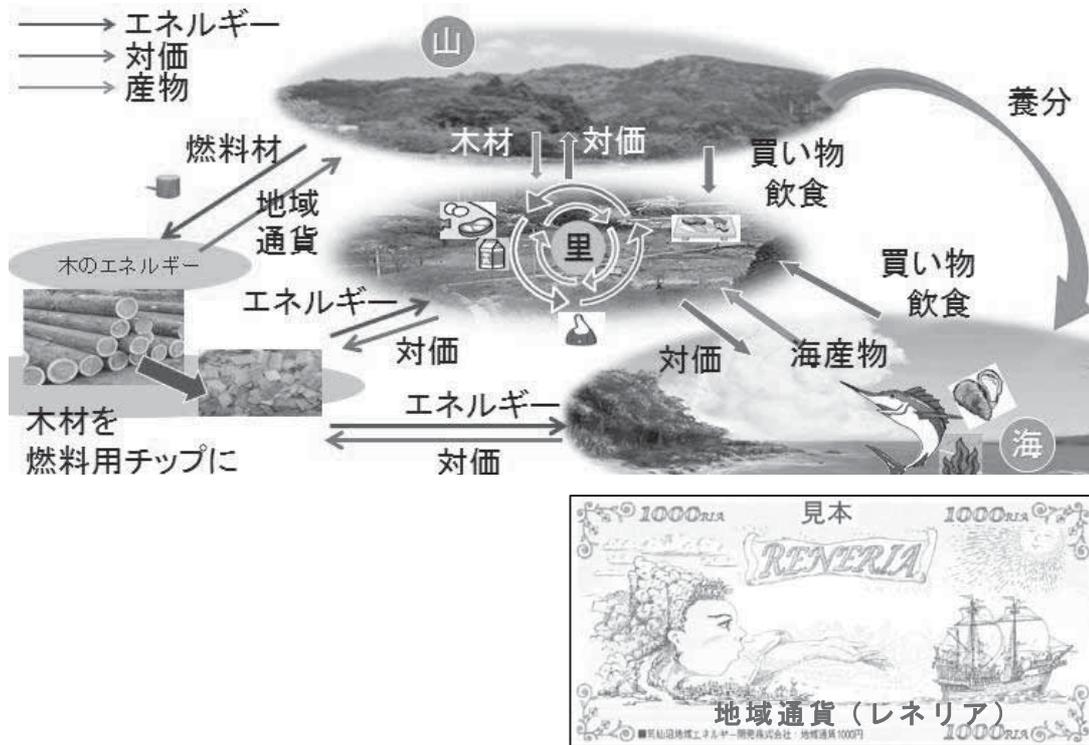


図 4.2.4-1 地域通貨による再生可能エネルギーの原材料調達

出典：気仙沼地域エネルギー開発（株）HP

表 4.2.4-1 木質バイオマス発電事業の概要

項目	概要
施設名称	気仙沼リアスの森 BPP（バイオマスパワープラント）
事業主体	気仙沼地域エネルギー開発（株）
出資・融資	気仙沼信用金庫、三菱商事、七十七銀行 他
発電出力	800kW（FIT 売電）2014年3月完成予定
熱利用	地元ホテル等（売熱）
地域通貨発行	RENERIA（レネリア）
事業費	約 20 億円（うち林野庁「木質バイオマス施設整備事業」7 億円）

出典：気仙沼地域エネルギー開発（株）HPを参考に作成

発電事業者は林業の従事者から C 材を現在相場の 3,000 円/t に地域通貨 3,000 円/t を上乗せして買い取る。地域通貨は市内の約 180 店舗（復興商店街、スーパー、ガソリンスタンド等）で使用可能であり、地域経済活性化に寄与する効果が期待されている。本事業スキームは、2012 年総務省「緑の分権改革」被災地復興モデル実証調査制度を活用し構築さ

れたもので、すでに間伐材の買い取り制度が先行実施されている（写真4.2.4-1）。



写真 4.2.4-1 間伐材買い取り実施

出典：気仙沼地域エネルギー開発（株）HP

また、発電事業者である気仙沼地域エネルギー開発（株）では、週末副業型個人林家のための林業講習会を開催し、自伐林業家の育成を実施している（写真4.2.4-2）。林業未経験者も多く参加しており、今後、林業活性化の効果も多いに期待できるものとなっている。

本事業は発電規模としては小型の部類に属するが、地元住民や地域経済がコンパクトに一体となった事業スキームであり、地元に沿ったバイオマス循環社会が好ましく構築されるものと思われる。この地域通貨を使った制度が効果を実証できれば、全国の森林地帯で再生可能エネルギーを拡大するための貴重な事例になると思われる。今後の事業推移に注目したい。本事業の概要を図4.2.4-2に示す。



写真 4.2.4-2 林業講習会

（左：チェーンソー伐倒実習 右：軽架線による搬出実習）

出典：気仙沼地域エネルギー開発（株）HP

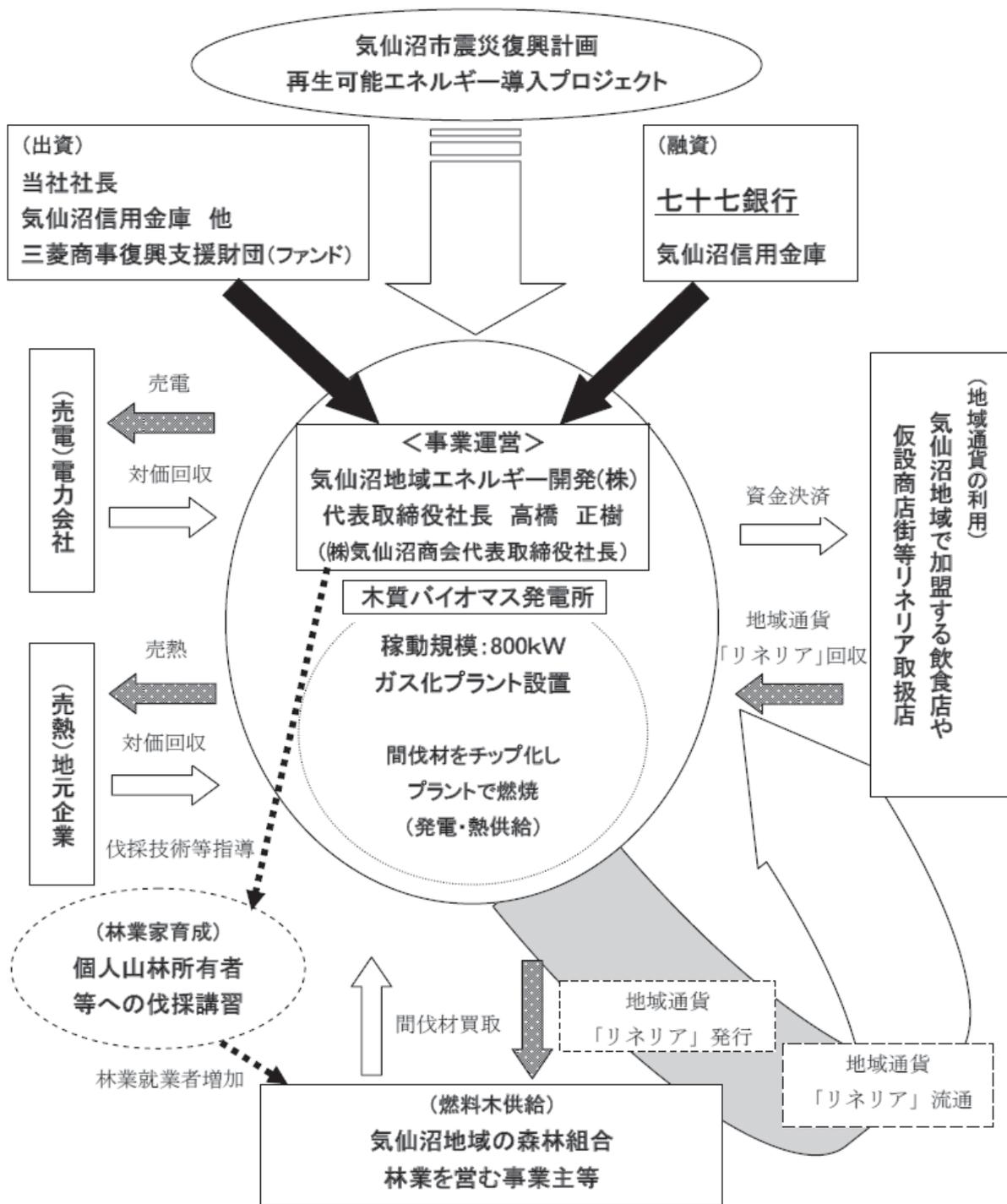


図 4.2.4-2 気仙沼市復興プロジェクト「木質バイオマス発電事業」の全体像

出典：(株)七十七銀行HP、ニュースリリース

4.2.5 森林バイオマスと放射性セシウム対策技術

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故以来、福島県を中心とした除染の推進が国家的課題として進められている。放射性セシウムが付着した植物系バイオマスを焼却した場合、放射性セシウムを高濃度に含む焼却灰が排出される。特に、集じん装置等で捕捉される飛灰は放射性セシウム濃度が高いこと、焼却灰と水との接触により放射性セシウムが溶出すること等が知られており、その処理・管理方法の確立が課題となっている。

独立行政法人産業技術研究所では、樹木の幹や枝などの植物系放射性セシウム汚染物の焼却灰から、ナノ粒子吸着剤（プルシアンブルー）を用いて放射性セシウムを除去回収する技術を開発し、福島県双葉郡川内村に設置した実証試験プラントで確認した。その概要を以下に述べる。

今回の実証試験プラントを図4.2.5-1に示す。この実証試験では、合計10t以上の植物系放射性セシウム汚染物を焼却し、約80kgの焼却灰にした。次に、焼却灰中の放射性セシウムを水に抽出し、その水をナノ粒子吸着剤充填カラムに通過させることで、焼却灰中のセシウムを60～90%を除去することに成功した。除去された放射性セシウムは、焼却灰重量の約1/500～1/3,000の重量（すなわち、焼却前の1/10,000以下の重量）のナノ粒子吸着剤で除去・回収できることが示された。

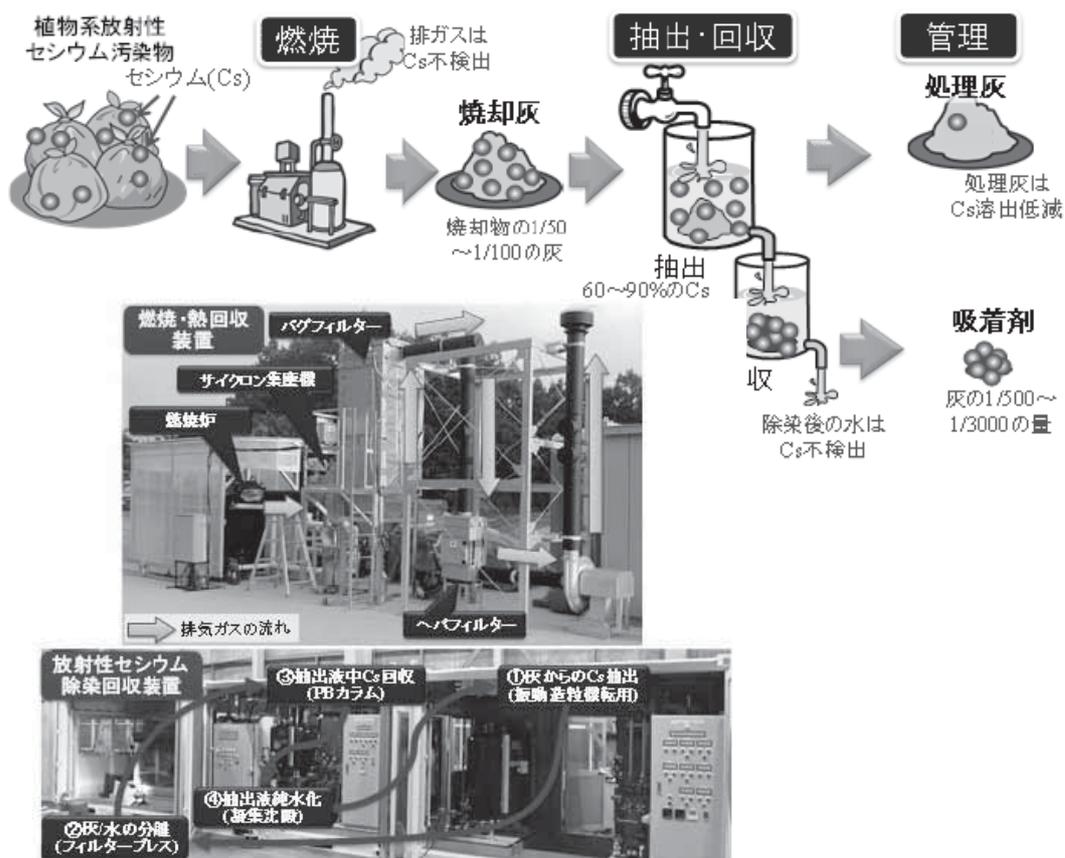


図4.2.5-1 実証試験プラントおよび実証試験の概要

出典：産業総合技術研究所HP、プレスリリース

ここに、ナノ粒子吸着剤（プルシアンブルー）は、1704年に初めて人工合成された青色顔料であり、一般的な組成式は $A_yFe[Fe(CN)_6]_x \cdot zH_2O$ (Aはセシウムイオンなどの陽イオン)である。金属錯体の一種でジャングルジムのような内部に空隙を持つ構造をしており、その空隙にセシウムを取り込むと考えられている（図4.2.5-2）。海水のように類似の陽イオンが存在している環境下でも、セシウムイオンを選択的に吸着する能力を持つ。

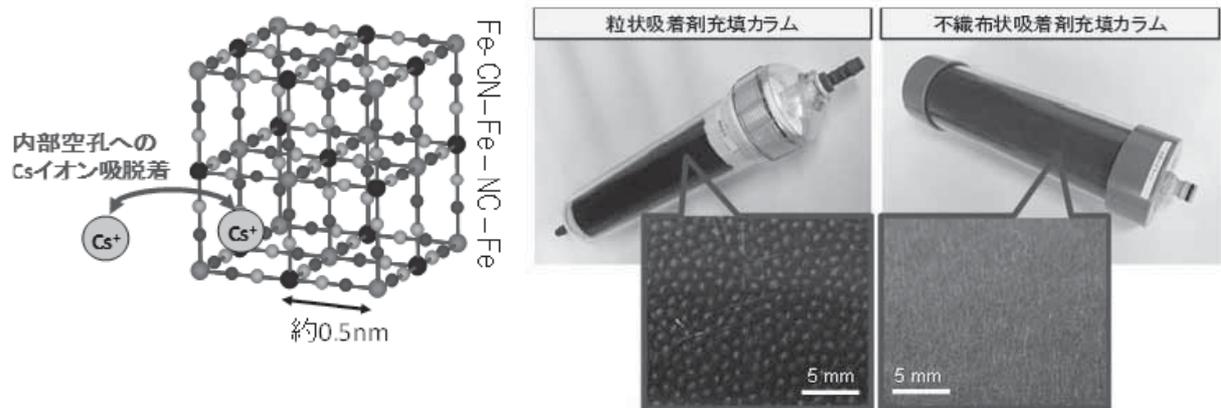


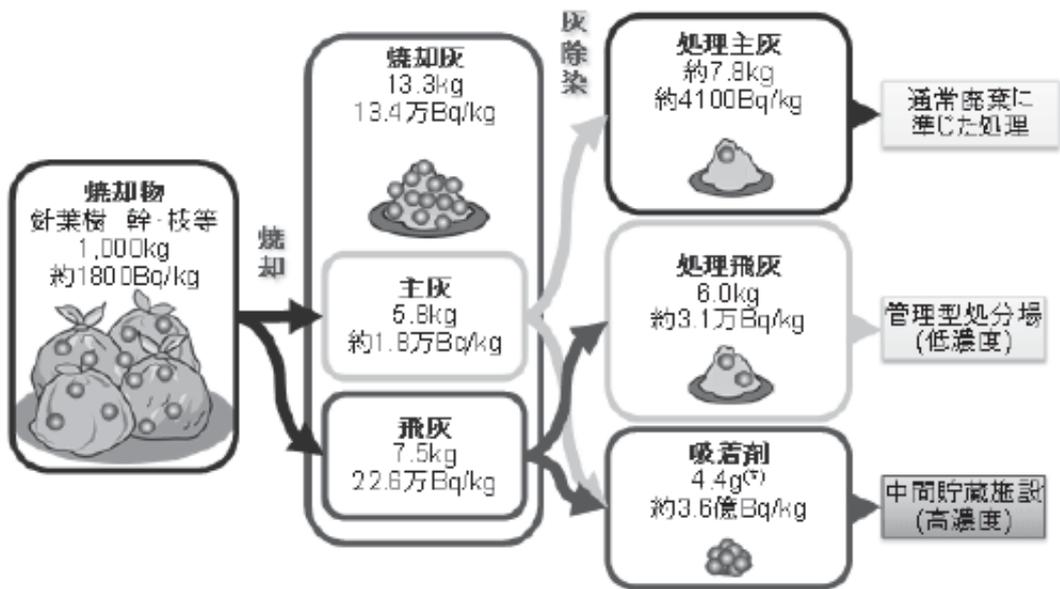
図4.2.5-2 吸着剤（プルシアンブルー）と吸着剤充填カラム

出典：産業総合技術研究所HP、プレスリリース

環境省は焼却灰について、8千Bq/kgと、10万Bq/kgという二つの基準値を提示している。除染作業以外で排出される場合は、8千Bq/kg超の灰のみ指定廃棄物として管理型処分場または中間貯蔵施設で管理される。さらに、10万Bq/kgを超える場合は、コンクリートピットで囲まれた遮断型処分場で管理される。このため、廃棄物に含まれる放射性セシウムの濃度を最終的に8千Bq/kgまたは10万Bq/kgという二つの基準値よりも下げることができれば、廃棄物の管理を合理的に区別することが可能と考えられる。

本試験で得られた知見から推定される汚染物の処理フローを図4.2.5-3に示す。ここでは一例として、1tの針葉樹の幹・枝（放射性セシウム濃度が約1,800Bq/kgと仮定）を処理したケースを示している。

まず、焼却により約80分の1の減量が見込まれる。しかしながら、逆に8千Bq/kg超、10万Bq/kg超の灰がそれぞれ5.8kg、7.5 kg生じる。これを今回実証された灰除染技術によって、8千Bq/kg未満の処理主灰7.8 kg、8千Bq/kg～10万Bq/kgの処理飛灰6.0kg、10万Bq/kg超の吸着剤4.4 gに区別する。ここに、吸着剤は放射性セシウムを高濃度に含むが、焼却灰に比べ大幅に減量化できる。



(*) 吸着剤使用量は焼却物中安定セシウム濃度に依存し、数倍～10倍程度の変動が生じる。

図4.2.5-3 実証試験結果から推定される汚染物の処理フローの一例

出典：産業総合技術研究所HP、プレスリリース

本技術の実用化により、除染廃棄物の減容化や除染作業の加速などが期待できる。また、放射性セシウムは吸着剤に高濃度に濃縮・固定されるため、使用済み吸着剤のみを厳重に管理すれば、焼却灰から放射性セシウムが浸出水に溶出する懸念が払しょくできる。

なお、浸出水から放射性セシウムを除去できる類似技術としては、ゼオライトによる吸着やRO膜（逆浸透膜）による除去等がある。このような技術が一般化すれば、森林除染等で発生する放射性物質が付着した廃棄物を焼却できるので、それらをバイオマス発電や熱利用などに適用できると思われる。

4.3 優れたバイオマスタウン、地方都市モデルの調査

4.3.1 はじめに（バイオマス産業都市構想と復興）

再生可能エネルギーとしてのバイオマスを、どのように街づくりに生かして行くかは今後検討すべき大きな課題であると考えられる。「バイオマス・ニッポン総合戦略」に基づき2007年までに93地域のバイオマスタウンが公表された。バイオマスタウンは、「域内において、広く地域の関係者の連携の下、バイオマスの発生から利用までが効率的なプロセスで結ばれた総合的利活用システムが構築され、安定的かつ適正なバイオマス利活用が行われているか、あるいは今後行われることが見込まれる地域」と定義され、「市町村が中心となって、地域のバイオマス利活用の全体プラン“バイオマスタウン構想”を作成し、その実現に向けて取組む」とされた。その後、2010年に「バイオマス活用推進基本計画」が閣議決定され、資源を提供する農林漁業者、バイオマス製品製造事業者、地方公共団体、関係府省等が一体となってバイオマスの最大限の有効活用を推進してきた。

そのような中、2011年に東日本大震災と原発事故が発生し、地域資源を活用した再生可能エネルギーの強化や地域の活性化が重要課題となり、「バイオマス事業化戦略」が2012年に策定された。この事業化戦略では、技術とバイオマスの選択と集中による事業化の推進がポイントとされ、地域のバイオマスを活用したグリーン産業の創出と地域循環型エネルギーシステムの構築に向けた“バイオマス産業都市”の構築を目指すこととなった。

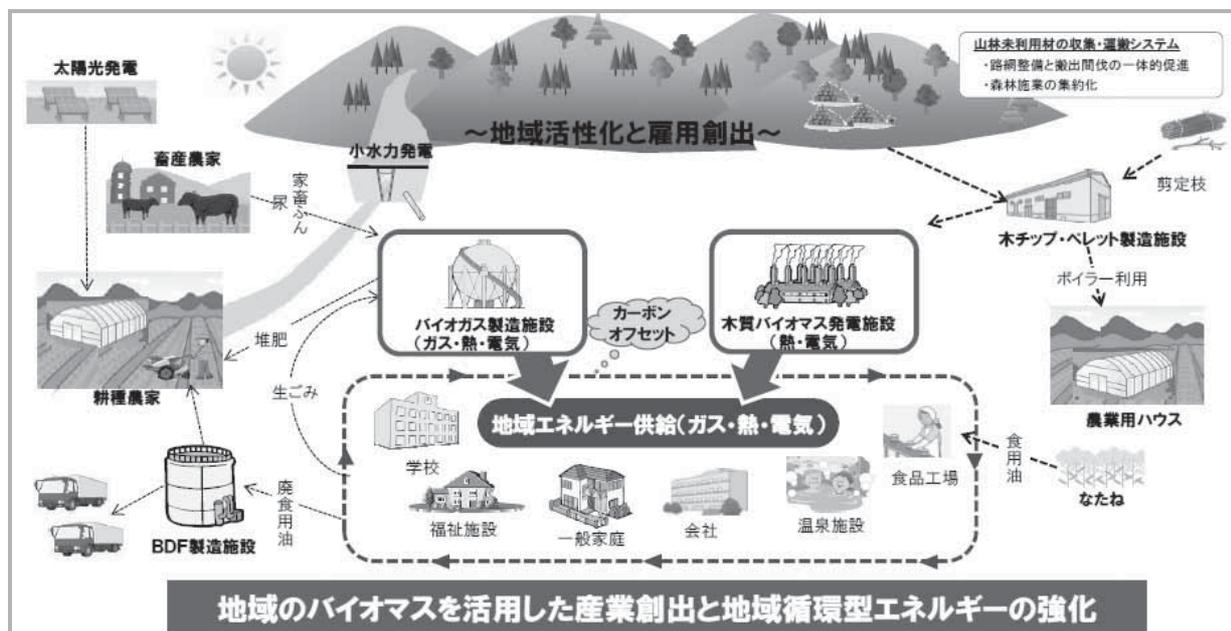


図 4.3.1-1 バイオマス産業都市の一次選定地域

出典：農林水産省HP

以上のような背景の下、2013年6月に農林水産省からバイオマス産業都市構想の地域が発表された。バイオマス産業都市は、図4.3.1-1に示すとおりバイオマスの原料生産から収集・運搬、製造・利用までの経済性が確保された一貫システムを構築し、地域の特色を生かしたバイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強いまち・むらづくりを目指す地

域で、関連7府省（内閣府・総務省・文部科学省・農林水産省・経済産業省・国土交通省・環境省）が共同で地域を選定し、連携して支援するものである。

発表されたバイオマス産業都市構想の地域の第一次選定結果を図4.3.1-2に示す。FITを踏まえ、バイオガス発電を中心とした計画が多くなっているのがわかる。関連7府省では、今後5年間で100地区程度の選定を目指している。これらの選定地域には、2014年度の予算で、構想づくりや普及活動などのソフト支援となる「地域バイオマス産業化支援事業」、ならびに施設整備や地産地消の取り組みを支援する「地域バイオマス産業化整備事業」が優先的に振り分けられると考えられる。

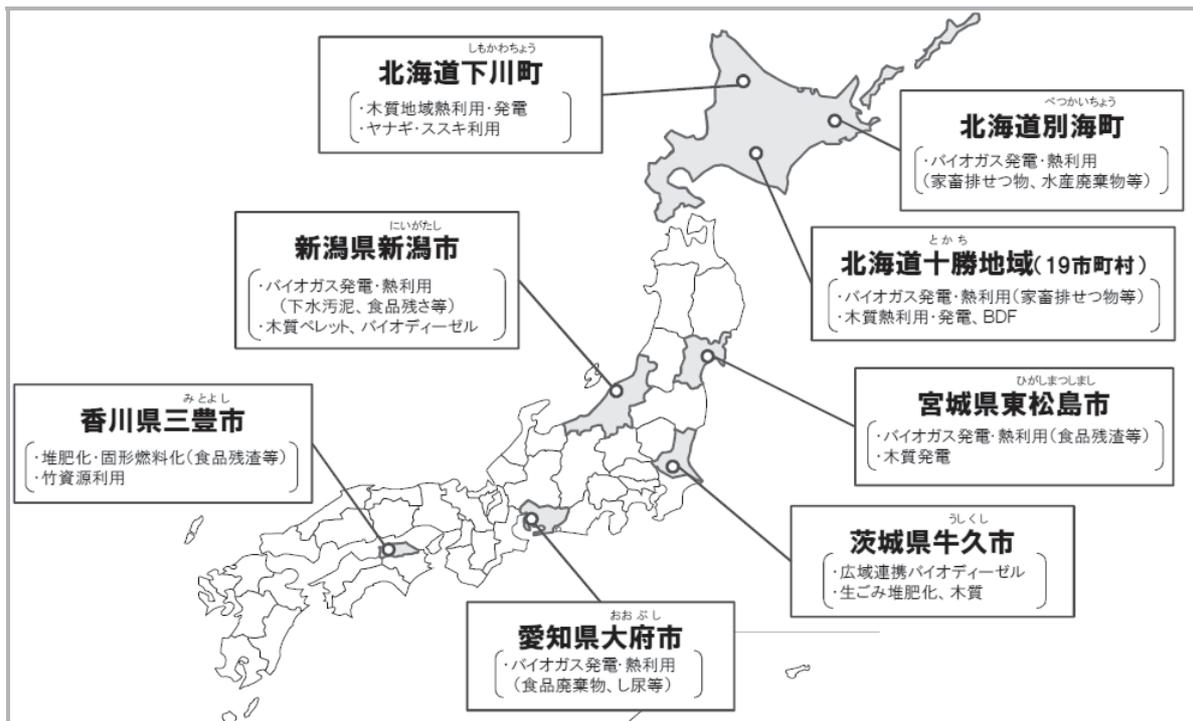


図 4.3.1-2 バイオマス産業都市の一次選定地域

出典：農林水産省HP

選定された上記8地域の中から、地方中規模都市の広域連携の例として牛久市の取り組みを、地方中核都市の例として新潟市の取り組みを、最後に被災地の例として東松島市の取り組みを以下紹介する。

4.3.2 牛久市の取り組み（地方中規模都市の広域連携の例）

牛久市は、茨城県南部、首都中央部から北東約50kmに位置する人口83,000人の中規模な市である。同市は、自然豊かで温暖なため農作物の産地として恵まれた条件を持つが、農業の担い手不足や耕作放棄地の増大など農業にとって厳しい問題を抱えている。同市の周囲には、つくば市、土浦市、稲敷市、龍ヶ崎市などの中規模の市が多数存在しているのも特長である。また当市は、茨城県で最初にバイオマスタウン構想を公表し、2009年には廃食用油を原料としたBDF製造施設の運転を開始した。

図4.3.2-1に、牛久市のバイオマス産業都市構想の概念図を示す。牛久市と周辺市町村による地域連合バイオディーゼル燃料化事業と、木質・食品系バイオマス利用事業を軸に、

太陽光発電、蓄電池や次世代自動車導入促進の取り組みを組み合わせ、地域循環型社会であるスローシティの実現を目指すのが本構想の概要となっている。

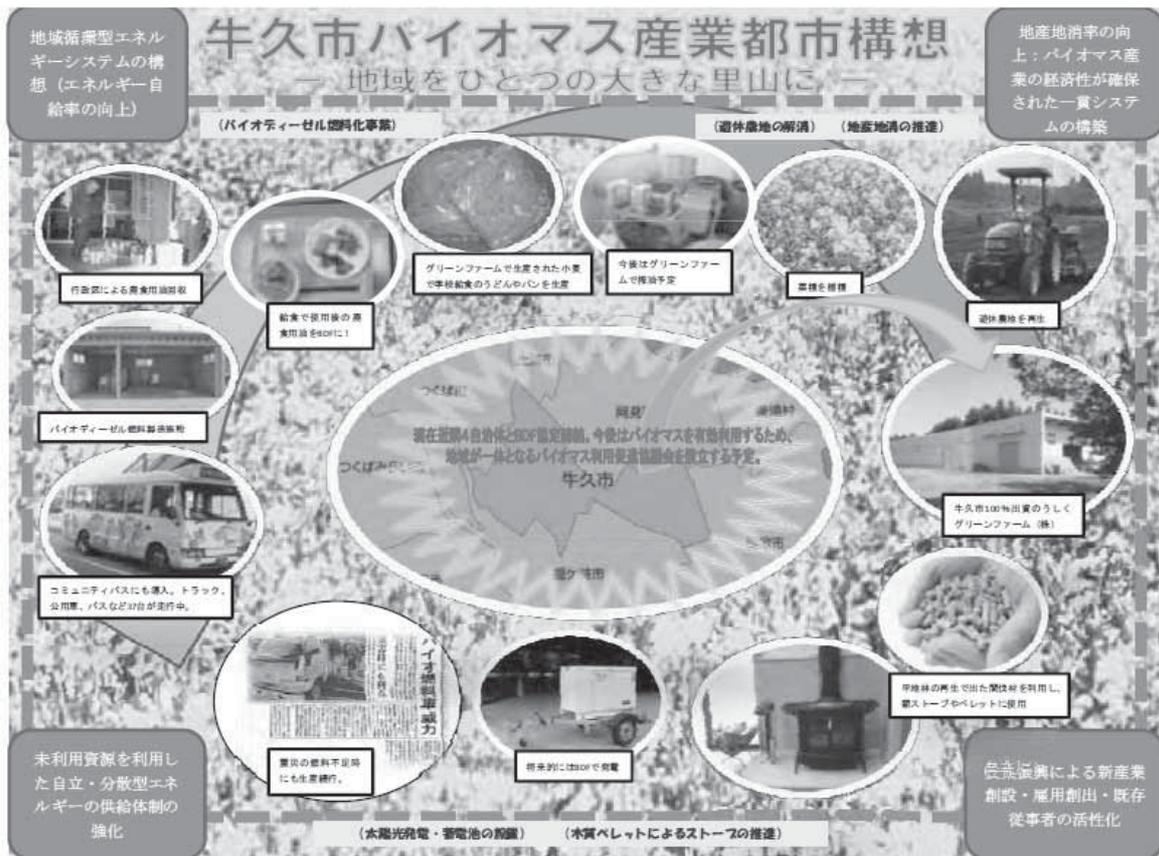


図 4.3.2-1 牛久市のバイオマス産業都市構想

出典：農林水産省HP

本産業都市構想では、「スローシティ～自然と暮らしが共生する人にやさしいまち」、「災害に強く地球温暖化を防止する地域循環型社会スローシティ」の二つを将来像に据え、以下の目標、実施体制、事業化プロジェクトで推進する予定となっている。

1) 目標〔10年後のバイオマス利用率〕

- ・ 食品廃棄物 : 20% (現2.5%)
- ・ 家庭系廃食用油 : 71% (39.2%)
- ・ 稲わら : 40% (0%)
- ・ 粃殻 : 60% (2.2%)
- ・ 野菜未利用部 : 40% (0%)
- ・ 果樹剪定枝 : 100% (0%)

2) 実施体制

- ・ 関係市町村と共同でバイオマス利用促進協議会を設置
- ・ 牛久市と、うしくグリーンファーム(株)が核となった実施体制
(市町村、NPO法人アサザ基金、大学・研究機関等)

3) 事業化プロジェクト

① 地域連合バイオディーゼル燃料化事業

- ・ 9市町村の地域連合による広域BDF燃料化事業
(廃食用油約150万L/年、4市町とは協定締結済)
- ・ 高品位BDF製造ライン設置とBDF生産施設の統合
- ・ 遊休農地を利用したなたね、ひまわり等の栽培

② 木質バイオマス（剪定枝等）の利活用

③ 食品廃棄物の堆肥化（生ごみの分別回収と堆肥化の拡大）

④ し尿汚泥利活用、野菜未利用部分の堆肥化・バイオガス化、稲わら・もみ殻の炭化利用

⑤ 防災拠点となる公共施設に太陽光発電及び蓄電池を設置

⑥ 次世代自動車導入促進のため、市内各所に充電器を設置

上記の事業化プロジェクトの中から、構想の中核となるバイオディーゼル燃料化事業について以下、詳細に説明する。

4) バイオディーゼル燃料化事業

本事業は、牛久市と、うしくグリーンファーム（株）が事業主体となり、**図4.3.2-2**に示すとおり、各家庭、学校、事業所等から廃食用油を収集し、BDF製造施設でBDF化したのちに、公用車、ごみ収集車、コミュニティバスなどに燃料として提供するものである。

事業図

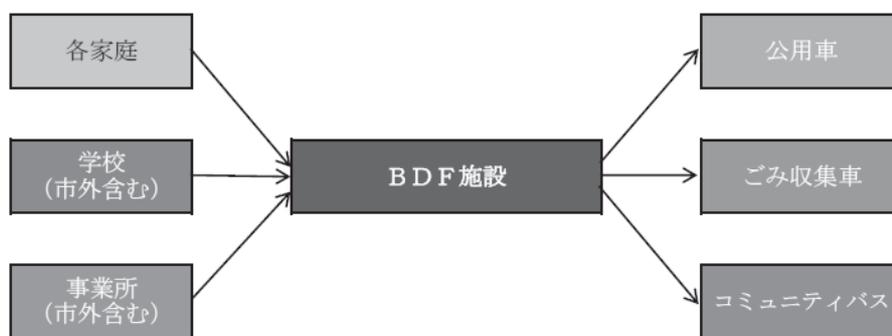


図 4.3.2-2 牛久市のバイオディーゼル燃料化の事業図

出典：農林水産省HP、牛久市バイオマス産業都市構想

牛久市と「地域循環型社会の実現に向けた廃食用油のバイオディーゼル燃料化に関する協定」を締結している自治体は阿見町、龍ヶ崎市、取手市、土浦市の4自治体である。これら4自治体と牛久市から、2013年3月時点で年間84,882Lの廃食用油を回収し、54,760LのBDFを製造して各自治体に提供している。**図4.3.2-3**に、本事業による廃食用油の回収量、製造量、販売額の推移を示す。2009年度の稼働開始から2012年度までに、回収量、製造量とも大きく伸びてきたことが分かる。将来的には年間回収量200,000L、年間BDF製造量180,000Lを目指している。



図 4.3.2-3 廃食用油の回収量、製造量、販売額

出典：農林水産省HP、牛久市バイオマス産業都市構想

写真4.3.2-1に廃食用油を回収する回収車と、BDF製造施設を示す。本製造施設のBDF製造能力は200L/日（廃食用油230LからBDFを200L製造）である。



写真 4.3.2-1 廃食用油回収車と BDF 製造施設

出典：農林水産省HP、牛久市バイオマス産業都市構想



写真 4.3.2-2 BDF 専用タンクローリ(左)と BDF で走る牛久市コミュニティバス(右)

出典：農林水産省HP、牛久市バイオマス産業都市構想

写真4.3.2-2にBDF専用タンクローリとBDFで走るコミュニティバスを示す。BDFは、写真に示した牛久市のコミュニティバス以外に、土浦市のコミュニティバスの燃料にも使われている。現在、牛久市とBDF化に関する協定を締結しているのは、先にあげた4

自治体であるが、今後の本事業の採算性と継続性を考えた場合、より広域な地域への拡大が必要であり、つくば市、稲敷市、美浦村、利根町など県南地区の近隣自治体との連携が今後の課題となる。

また、牛久市では、2014年6月からBDFの製造過程に不純物を取り除く高品質の蒸留機を導入することを計画している。これまでBDFに混入した不純物の影響で、利用が旧型のディーゼルエンジンに限られていたが、今回の高品質蒸留機の導入により、高性能な新型ディーゼルエンジンにも使えるようになり、一層のBDFの販路拡大が期待される。この蒸留機導入に併せ、同市の久野地区に製造施設を新設し、写真4.3.2-1に示した製造施設も移設する計画で、旧ラインと新設ラインを合わせて800L/日のBDFを製造し、それらを高品質蒸留機で精製して720L/日の高性能BDFを製造する計画である。

牛久市の描くバイオマス産業都市像は、地域に存在するバイオマス資源を、一自治体のみならず地域連合的な考え方を有効に活用し、これまでに広がりを見せた地域循環の輪を一層広げていくことである。将来的には複数の自治体による利用促進協議会を立ち上げ、責任や役割を分担し、各自治体内のバイオマス資源を有効に利用していくことが必要である。そのためには、自治体間で相互に利益のある関係を構築する必要がある。

また、現在BDFの原料として収集している廃食用油は、収集範囲を現状より拡大したとしても収集量には限界がある。今後、BDF製造事業の継続性を考えた場合、廃食用油に頼らないバイオマス原料を検討していくことも重要である。本年度視察で訪問した長崎バイオメタノール事業のように、一般の木質系廃材料からBDF原料を製造できる技術の開発が待たれる。

4.3.3 新潟市の取り組み（地方中核都市の例）

新潟市は、2005年の13市町村との合併により、人口約81万人の本州日本海側最大規模の新しい新潟市となり、2007年4月には政令指定都市に指定された。同市は、新潟県の県庁所在自治体であると同時に豊富な農業資源を持ち、都市と農村とが調和し互いに恵み合う「田園型政令市」の実現を目指している。

図4.3.3-1に、新潟市のバイオマス産業都市構想の概念図を示す。広大な田園から排出される稲わら・もみ殻・剪定枝などの農業系バイオマスに加え、里山の間伐材、都市から排出される食品残さや下水道汚泥など、市域全体に多様で豊富な資源ストックが賦存している。同市では、これまでもこの恵まれたバイオマス資源を活用し、地球温暖化の防止、循環型社会の形成、新たな産業の育成、農林漁業の活性化に取り組んできたが、今回「バイオマス産業都市」を標榜することで、一層のバイオマスの利活用に取り組むことを方針としている。

将来的には、「都市と田園が、豊かな価値の循環によって調和ある発展を遂げる持続可能な低炭素型都市」、「非常時においてもエネルギーを自給できる安心安全な防災首都」を目指す。環境にやさしく、域外調達の必要がないバイオマスを最大限活用し、温室効果ガスの削減や災害時の電力などのエネルギー確保が確実にできるよう、同市、企業と市民とが協働しながら、先駆的な取り組みにチャレンジし、国内外へ発信できる「田園型環境都市にいがた」の実現を目指すとしている。

新潟市バイオマス産業都市構想～田園型環境都市にいがたを目指して～イメージ図

●豊富な未利用バイオマス

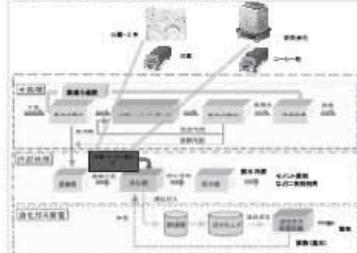
家庭系生ごみ(約1万t/年)
 家畜排泄物(約1.1万t/年)
 建設発生木材(約4.3万t/年)
 家庭系剪定枝等(約1.8万t/年)
 鹿糞紙(約13.5万t/年)
 稲わら(約13.6万t/年)
 もみ殻(約1.7万t/年)

※(数値:未利用エネルギーのCO₂換算値)

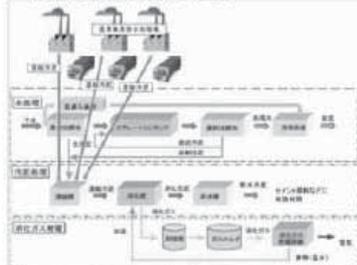
●事業化プロジェクト

- (1)下水汚泥の利活用の拡大
 - (2)し尿汚泥の利活用の拡大
 - (3)植物由来廃棄物等の徹底活用
- A 地域と取り組む再生可能エネルギー導入モデル事業の拡大
 B 廃食用油の回収事業の拡大
 C BDF活用事業の促進
 D 木質ペレット利用の拡大
 E 乾燥生ごみ拠点回収事業の拡大
 F 地域における生ごみ堆肥化活動支援事業の拡大
 G 学校給食残渣飼料化事業の拡大
 H 学校給食残渣等再生処理事業の推進
 I 地域循環型バイオエタノール事業の促進

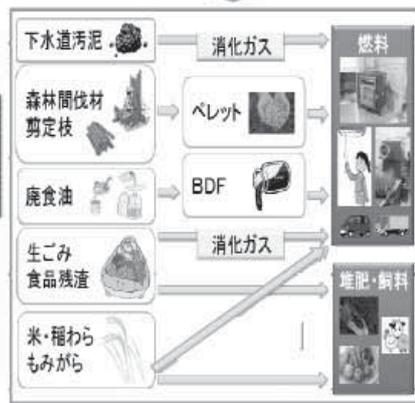
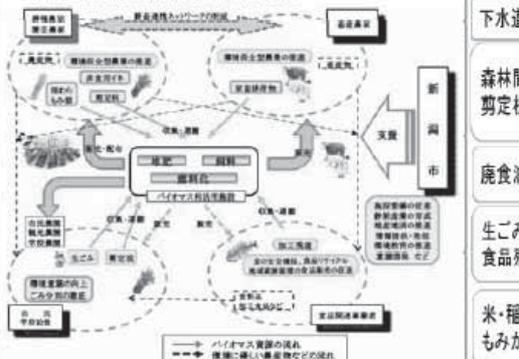
(1)下水汚泥の利活用の拡大



(2)し尿汚泥の利活用の拡大



(3)植物由来廃棄物等の徹底活用



●目指すべき将来像

「都市と田園が、豊かな価値の循環によって調和ある発展を遂げる持続可能な低炭素型都市」
 「非常時においてもエネルギーを自給できる安心安全な防災首都」

図 4.3.3-1 新潟市のバイオマス産業都市構想

出典：農林水産省HP

新潟市の産業都市構想では、以下の目標、実施体制、事業化プロジェクトで推進する予定となっている。

1) 目標〔2018年のバイオマス利用率〕

- ・廃棄物系 : 91% (現80%)
- ・下水汚泥等 : 97% (83%)
- ・未利用系 : 42% (23%)
- ・稲藁 : 50% (20%)
- ・果樹剪定枝 : 50% (1%)
- ・林地残材 : 50% (34%)

2) 実施体制

- ・新潟市バイオマス利活用推進協議会
- ・新潟市地球温暖化対策本部

3) 事業化プロジェクト

- ① 下水処理施設を拠点とする多種バイオマスとの混合消化事業(刈草、コーヒー粕、集落排水汚泥等)
- ② 植物由来廃棄物等の徹底活用事業

- ・木質バイオマス利活用
- ・廃食用油からのBDF活用事業(公用車のほか下水処理場の動力源に活用)
- ・木質ペレット利用拡大(市有林から民有林に拡大)
- ・乾燥生ごみ拠点回収・堆肥化、学校給食残さの飼料化・堆肥化
- ・地域循環型バイオエタノール事業の促進

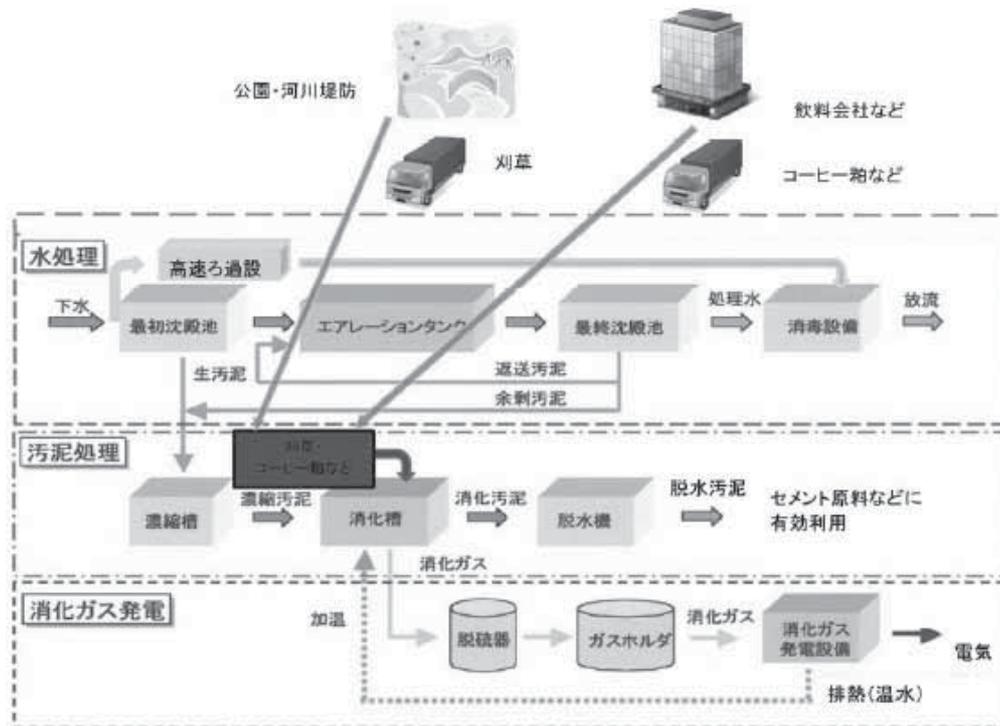


図 4.3.3-2 下水汚泥の利活用の拡大事業実施フロー

出典：農林水産省HP、新潟市バイオマス産業都市構想

以下、①多種バイオマスとの混合消化事業と、②植物由来廃棄物等の徹底活用事業について説明する。

4) 下水処理施設を拠点とする多種バイオマスとの混合消化事業

本事業は図4.3.3-2に示すとおり、下水処理場において、濃縮した下水汚泥に刈草やコーヒー粕などを混合し、それらを嫌気性消化した際に発生する消化ガスであるメタンガスを回収し、ガスエンジン設備による発電を実施するものである。

図4.3.3-3に、これらの事業の実施拠点である中部下水処理場の消化ガス発電の全体システムを示す。下水処理場で沈殿物として回収した汚泥は、濃縮槽で濃縮された後に消化槽で消化ガスと消化汚泥に分離される。消化ガスは脱硫器を経てガスホルダに備蓄され、写真4.3.3-1と表4.3.3-1に示す消化ガス発電施設にて電力に変換される。発生電力と排熱は、現時点では、場内で利用されている。消化汚泥はセメントなどの原料に有効利用されている。

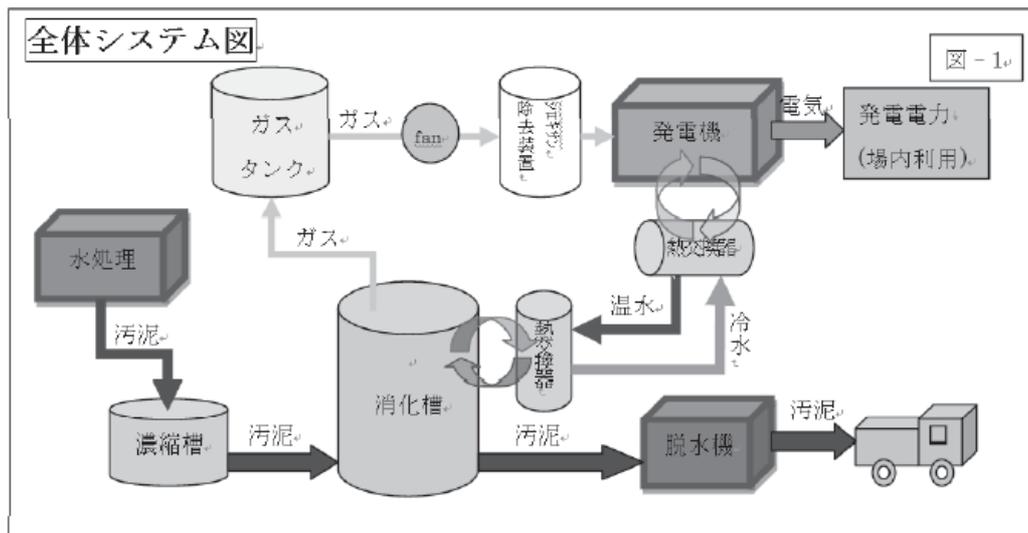


図 4.3.3-3 新潟市中心部下水処理場消化ガス発電の全体システム

出典：全日本建設技術協会 第597回建設技術講習会HP、新潟市中心部下水処理場消化ガス発電について

表 4.3.3-1 消化ガス発電施設の概要

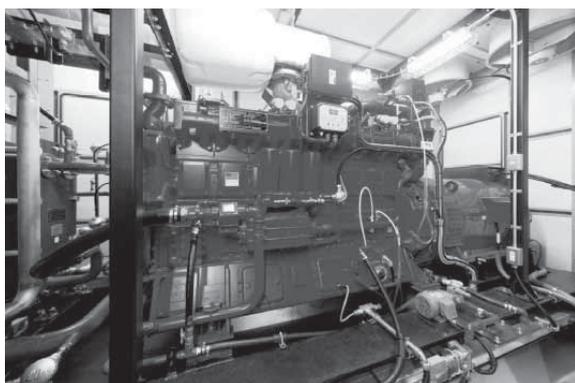


写真 4.3.3-1 消化ガス発電機

出典：全日本建設技術協会 第597回建設技術講習会HP、新潟市中心部下水処理場消化ガス発電について

項目	概要
原動機	ガスエンジン・水冷4サイクル電気点火式
発電機	三相交流同期発電機
出力・電圧	280kw・6,600V
発電効率	約33%
総合効率	約75%
台数	2台
消化ガス必要量	6,300Nm ³ /日
附帯設備	シロキサン除去装置 廃熱回収ユニット ラジエータなど
建設費	約10億円

写真4.3.3-1に示す発電機の定格出力は一台280kWであり、それを二台使用するため合計で560kWの定格出力になる。年間総発電量は、下水処理場の電力の40%をまかなえる約440万kWhを予定している。2012年度の実績は、消化ガス発電が61万kWhで、汚泥の有効利用量が、他の処理場とも合わせて12,560tであった。

公園などで発生する刈草や、飲料会社で排出されるコーヒー粕などは、現在、利活用されずに焼却処分等をされている。そこで、上記の下水消化槽を活用し、これらの未利用バイオマスを下汚泥と混合し、より多くの消化ガスを発生させ、発電量の増加を目指している。2012年度から、刈草について長岡技術科学大学と共同研究を行い、ある一定の結果を得られたので、2013年度は、コーヒー粕等についても実証実験を進めている。これらの実証実験による知見から、実用化を検討したうえで、2014年度に実施設計、2015年度より施工、2016年度に事業を開始する予定となっている。

し尿汚泥については、現在、農業集落排水事業の処理場で発生した脱水汚泥を乾燥し、

4.3.4 東松島市のバイオマス産業都市構想としての取り組み

東日本大震災の津波災害の被災地では、街づくりを抜本的に見直すことを余儀なくされ、バイオマスを含めた再生可能エネルギーを活用した、被災地域固有の特性に合わせられる街づくりが非常に重要となる。そのような背景の下、バイオマス産業都市に、東日本大震災の被災地では宮城県東松島市が唯一選定された。東松島市は、東日本大震災で死者1,000人以上、津波により市街地の65%が水没するなど甚大な被害を受けた。被災直後は、全人口の1/4にあたる約1万人が仮設住宅での生活を余儀なくされた。市では総合計画として復興まちづくり計画（計画期間2011年～2020年）を策定し、防災集団移転を契機とした新しい街づくりに取り組んでいる。本計画では、復興まちづくりを先導する以下の4つのリーディングプロジェクトを定めている。バイオマス産業都市構想は、この4つのプロジェクトと有機的に連携し具体化させるものである。

- ①安全で魅力ある暮らしプロジェクト
- ②地域コミュニティの再興プロジェクト
- ③地域産業の持続・再生プロジェクト
- ④散型地域エネルギー自立都市プロジェクト

これらのプロジェクト実現のため、市では地域内外の民間活力を集めた体制作りを目的として、「一般社団法人 東松島みらいとし機構（理事長：東北大学大学院 経済学研究科長／略称HOPE ; Higashimatsushima Organization for Progress and Economy, Education, Energy)」を組織した。HOPEは図4.3.4-1に示すように、復興事業の中間支援組織として、市上位政策や市民の意向を踏まえた構想の策定・改定、個別プロジェクトの企画・承認・調整・進捗管理、情報発信、会員募集、構想推進の成果測定などを行うものである。

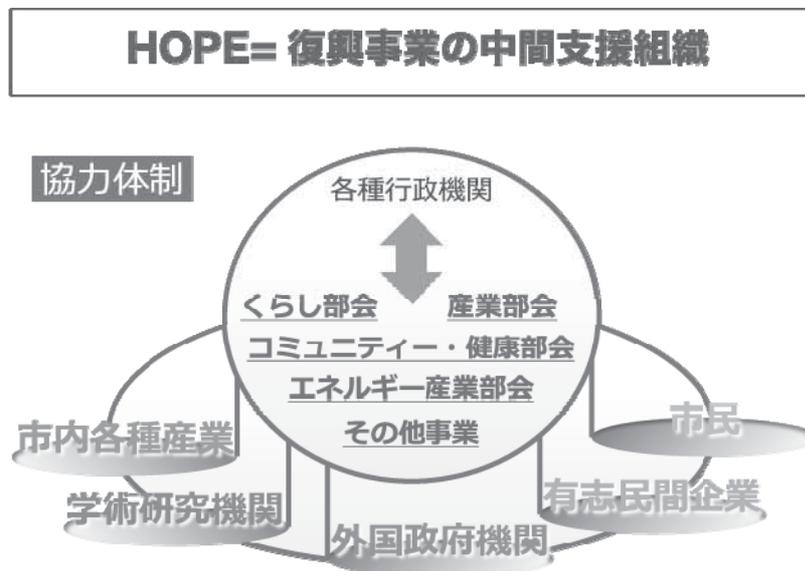


図4.3.4-1 東松島みらいとし機構（HOPE）

出典：東松島みらいとし機構HP

バイオマス産業都市構想全体図を図4.3.4-2および図4.3.4-3に示す。津波被災地域に再生可能エネルギー産業および食料供給産業を新たに誘致・集積させ、将来的に防災自立都

市を目指すこととしている。本構想は非常時でも地域内でエネルギー・食糧をまかなえるように、エネルギー・食糧自給力を高めつつ、スマートシティ化を図り、非常時の地域内自立を可能ならしめる計画となっている。

再生可能エネルギー関連では、木質バイオマス発電、食品残さバイオマス発電、風力発電、メガソーラ発電、住宅屋根貸ソーラ発電、藻類培養、等が計画されている。特徴的であるのは、木質バイオマス発電の燃料を従来からの間伐材の他、不可住地帯で新たな平地林業を展開し、燃料作物として供給する点と思われる。これには早生種の柳などの木本や藻類培養等が検討されている。また、メタン発酵発電施設からは温水・CO₂・液肥・堆肥等を回収し、連携する農業施設へ供給する計画である。これにより循環型農業として付加価値の高い農業6次化を構築する。また、日本三景「松島」の一角を成す観光地である点を踏まえ、平地林業の体験やスマートシティの取り組みなどをツーリズム拡大の枠組みに加え、地域循環経済、生業再生、雇用創出を行う計画となっている。

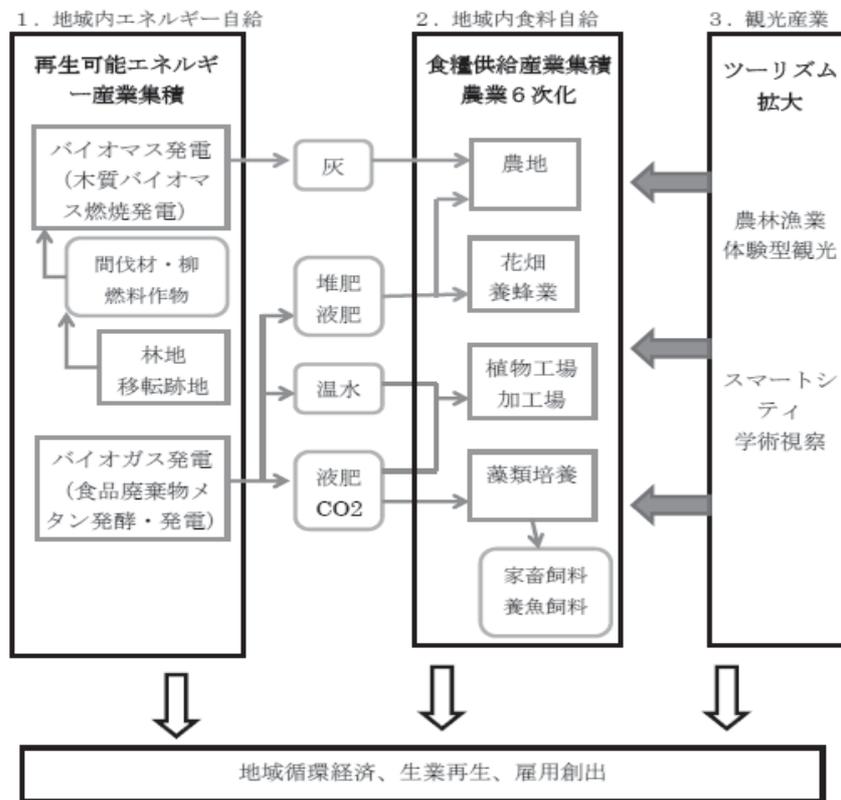


図4.3.4-2 構想全体図 (その1)

出典：東松島みらいとし機構HP

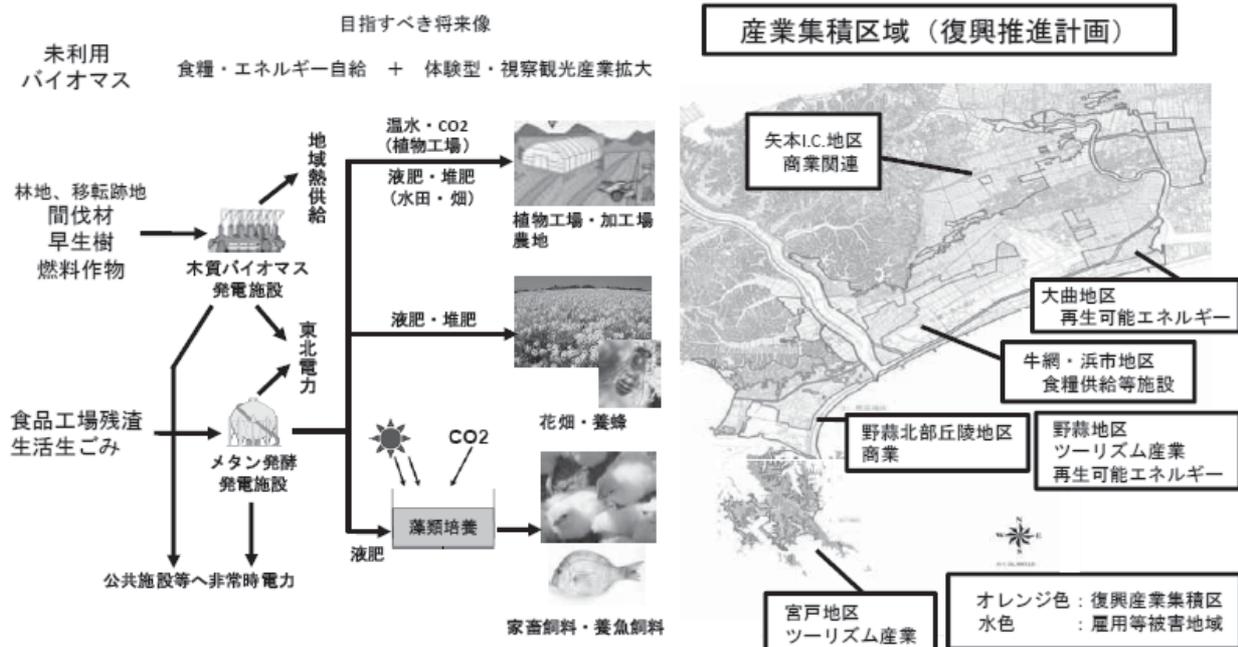


図4.3.4-3 構想全体図 (その2)

出典：バイオマス産業都市関係府省連絡会議

東松島市内のバイオマス賦存量と現状での利用量および10年後の目標利用量を表4.3.4-1に示す。目標利用量は、バイオマス産業都市として達成すべきものと位置付けられており、生活ごみや廃食用油の利用率向上があげられている。また、稲わら・粃殻・間伐材等の農林業由来のバイオマスは100%利用することとし、さらに河川敷雑草と新たな燃料作物で農林業由来バイオマスの約半分相当量の原料を創出するものとなっている。

表 4.3.4-1 東松島市のバイオマス賦存量と利用量 (年間量)

バイオマス	賦存量	現状利用量	目標利用量 (2023年)	目標利用率
生活ごみ	2,462wet-t	0 t	1,500wet-t	61%
動植物性残さ (産廃)	66dry-t	51dry-t	66dry-t	100%
廃食用油 (家庭、食堂)	128,300L	10,040L	51,400L	40%
家畜糞尿	2,508wet-t	2,258wet-t	2,258wet-t	90%
稲わら・粃殻	21,900dry-t	3,266dry-t	21,900dry-t	100%
間伐材	6,200dry-t	—	6,200dry-t	100%
河川敷雑草	1,700dry-t	0 t	1,700dry-t	100%
早生柳 (集団移転跡に作付可能)	1,050dry-t	—	1,050dry-t	100%
その他 燃料作物 (他作付可能)	12,500dry-t	—	12,500dry-t	100%

出典：東松島みらいとし機構HPより作成

参考までに、現状での実施体制を表4.3.4-2に示す。

東松島市および東松島みらいとし機構（HOPE）、市内外事業者が連携し、本構想を具体化させることとしている。従って、本構想は事業化の過程で市・HOPE・会員企業の評価を受け、計画修正や最適化が適宜行われる仕組みになっている。市民に対しては定期的な報告会を開催し、市民の評価を受けることとしている。

表4.3.4-2 構想の実施体制

事業	事業運営	施設整備	備考
バイオマス発電	HOPE会員企業等	市	経営民間委託を検討
柳、燃料作物栽培	HOPE会員企業	一部市が用地提供	移転跡地など活用
バイオガス発電、藻類	HOPE会員企業	事業主体	
植物工場・加工場	誘致企業、農家等	市	

出典：東松島みらいとし機構HP

東松島市はバイオマス産業都市に採択されたことで、バイオマス利活用を通じた各種施策に国の支援が得られ易くなったことから、今後、上記の構想が実現に向け実行可能なものから動き出すことが期待できる。

現状では、防災集団移転促進事業で市が住民から買い取った4地区（野蒜、牛網、浜市、立沼）約26.6ヘクタールの移転跡地を農業用地として整備する事業が始められている。すでに市内の農業法人6団体が土地利用の意向を示している。農業法人による利用が想定される土地は、移転跡地の買い取り手続きの進行に伴い、さらに約14.5ヘクタール拡大する見込みである。市は2013年度中に50cm程度の土盛りをする等の造成工事を行い、早い地区では、2014年4月ごろから農地として利用可能となる見込みである。バイオマス関連施設の整備はこれからであるので、今後の進捗に注目したい。



写真 4.3.4-1 野蒜地区の被災状況と現状
（左：震災直後 右：2013年11月）

出典：東松島市HP、災害情報、防災・危機管理

4.4 スマートコミュニティへのバイオマスの貢献の可能性と課題

4.4.1 スマートコミュニティの現状

米国IBM社が2008年に提唱した「スマートプラネット構想」を発端として、2010年頃からスマートグリッドやスマートシティ、スマートコミュニティという概念が新しい街づくりの指針として世界中で議論されるようになってきた。図4.4.1-1に示すように、日本では経済産業省のHPで、スマートコミュニティを、「地域の情報・エネルギー・交通が最適に管理された、ICT技術を応用した新しい街づくり」と説明されている。

またNEDOでは、「次世代送配電網（スマートグリッド）のような、新しい電力制御技術とICTを組み合わせた電気の有効利用に加え、熱や未利用エネルギーも含めたエネルギー全体の需要・供給体制の構築、さらには地域の交通システムや市民のライフスタイルの変革までも含む、エリア単位での次世代エネルギー・社会システム」とスマートコミュニティを定義している。



図 4.4.1-1 新しい街づくりとしてのスマートコミュニティのイメージ（経済産業省）

出典：経済産業省HP

経済産業省は、国内でのスマートシティ構築に向けた実証事業を2010年に立ち上げ、横浜市、豊田市、けいはんな学研都市、北九州市でそれぞれ実証事業を開始した。その後、2011年には東日本大震災で被災した福島、宮城、岩手の東北三県の自治体を対象に、被災地復興の追加事業として、再生可能エネルギーを活用したスマートコミュニティ導入促進事業が開始され、先に報告した岩手県宮古市、宮城県気仙沼市を含めた8自治体が選定さ

れ、支援が続けられている。

現在、スマートコミュニティとして国内で最も進んだ街づくりが進められている地域の一つに、千葉県柏市のつくばエクスプレス柏の葉キャンパス駅を中心とした広大な地域に三井不動産が開発を進めている「柏の葉スマートシティ」がある。その開発の中心となるのは駅前の148街区であり、ここでは図4.4.1-2に示すような地域レベルでのエネルギー管理を目指している。

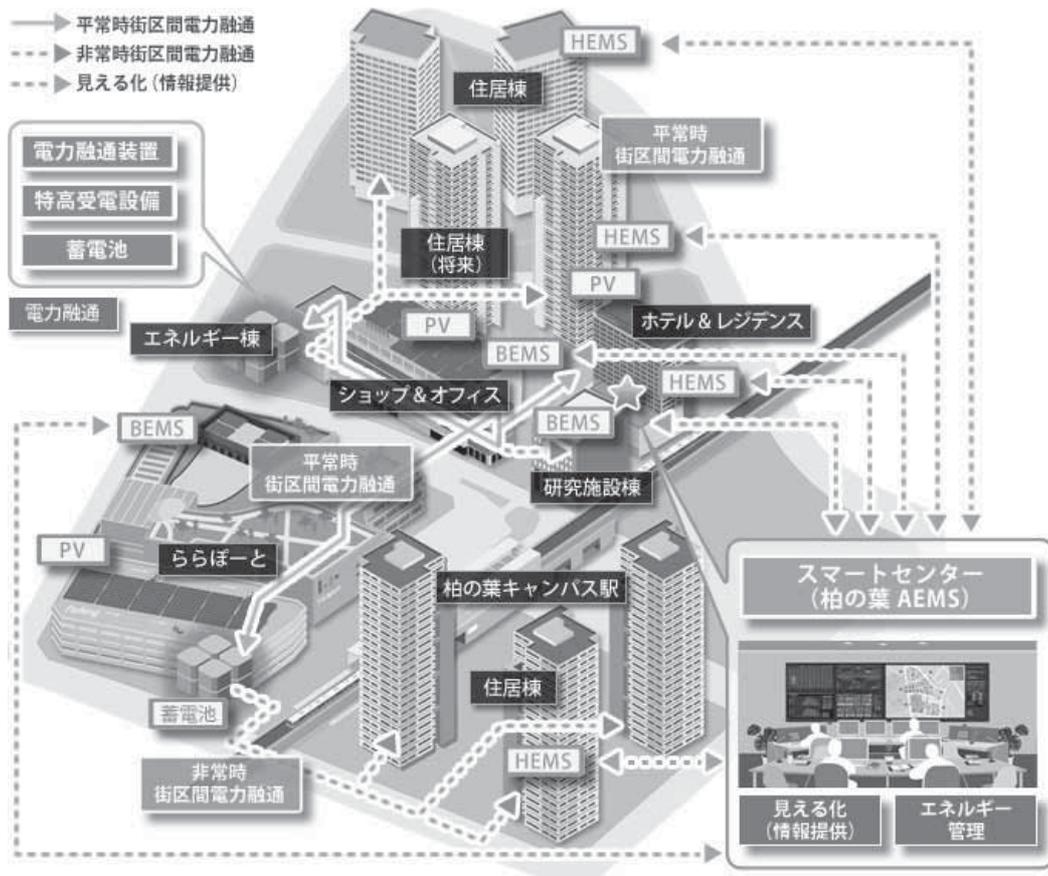


図 4.4.1-2 柏の葉スマートシティのエリアエネルギー管理ソリューション

出典：日立製作所HP

このエリアエネルギー管理ソリューションは、地域全体のエネルギーを運用・監視・制御するエリアエネルギー管理システムと、蓄電池システムや電力融通設備、受変電設備などの分散電源関連設備で構成されており、三井不動産と日立製作所が共同開発しているものである。エリアエネルギー管理システムは、オフィスや商業施設、住居、公共施設などに設置された HEMS や BEMS、中央監視システムなどからの情報をもとに、電力のみならず、水やガスなどの需給の使用量を見える化し、地域全体のエネルギー情報を把握・分析することで、エネルギーの一元管理や需要予測、需要情報の提供を実現する。また、蓄電池システムを中心とした分散電源管理設備は、電力会社より供給される電力（系統電力）と太陽光発電や風力発電、バイオ発電などの再生可能エネルギーを組み合わせ安定的に

運用するために不可欠な設備で、これらをエリアエネルギー管理システムで管理することで、再生可能エネルギーと蓄電池、系統電力を連携させ、地域内での電力安定化に貢献できる。

ここでは、200kWの太陽光発電や生ごみバイオ発電、ガス発電を行うとともに、発電の排熱、地中熱、温泉熱、太陽熱を空調や給湯に利用する。生ごみバイオ発電は、商業施設である、ららぽーとやホテルの食品残さを利用したバイオガス発電システムを導入している。このバイオ発電に加え、2,000kWの大規模非常用ガス発電や蓄電池、太陽光発電により、周辺5街区約12.7haの地域における停電時やガス供給遮断時でも、通常電力の約6割を72時間確保できるなど、災害時にも強い防災型スマートシティを特長としている。

柏の葉スマートシティの148街区は、2014年春から事業ベースでのシステム運用開始となり、具体的成果や実運用上の課題などが明確になってくると考えられる。

東日本大震災以降、防災型スマートコミュニティが注目され、上述した東松島市をはじめとした東北地区において各種計画が立案されつつある。エンジニアリング協会の震災復興プロジェクトでは、仙台港周辺地域への熱エネルギーセンターを基盤とした「防災型スマートシティ」構築を検討している。東日本大震災からの復興を契機に、エネルギー源を集約し供給する熱エネルギーセンターを拠点として、周辺4km以内に位置する施設のエネルギー需要を賄おうという計画である。この防災型新スマートシティ構想を図4.4.1-3に示す。

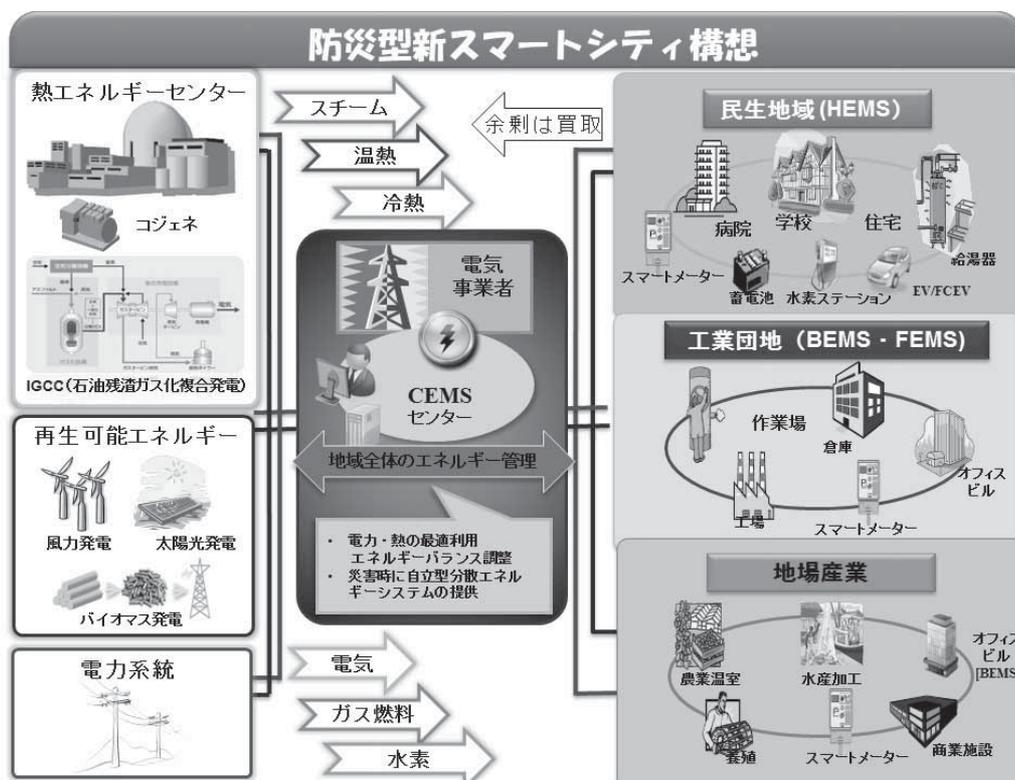


図 4.4.1-3 防災型新スマートシティ構想 (ENAA)

出典：エンジニアリング協会HP

この防災型新スマートシティ構想は、東北大学とエンジニアリング協会が連携し、宮城県、仙台市、宮城復興局、東北経済産業局がオブザーバとなって、産学官連結型で推進している。2012年度に準備委員会を立ち上げてFSを実施、2013年度から「震災復興プロジェクト推進委員会」として本格的な検討を開始した。2013年度からの2年間で、基本構想策定、事業主体確定や建設資金の確保を目指し、施設の建設は2015年度を予定している。全体構想実現には、10年規模の時間と1,000億円規模の資金が必要になると見込んでおり、当面は企業が保有し実用化している最先端技術を活用し、将来的には東北大学が行っている前述の藻類バイオマス燃料化や蓄熱・蓄電などの最先端研究開発成果を取り込むことを考えている。

4.4.2 バイオマス貢献の可能性と課題

前節においてバイオマスタウンや地方都市モデルとしてのバイオマス産業都市構想を、本節においてはスマートコミュニティの現状を述べてきた。しかし、バイオマス産業都市とスマートコミュニティの間には、少なくとも現状においては大きな乖離があるように考えられる。前述したスマートコミュニティには、再生可能エネルギーの一部としてバイオマス発電が想定されているがメインは太陽光発電や風力発電であり、バイオマス発電が明記されている計画は非常に少数である。これは、スマートコミュニティやスマートシティが電力網を対象とするスマートグリッドから発展してきた概念であることにも関係がある。また、発電を対象にした場合、バイオマス発電よりも太陽光発電や風力発電の方が、発電規模に対する柔軟性や拡張性に優れていることも関係していると考えられる。つまり、太陽光発電では発電パネル枚数を調整することで、風力発電では風車本数を調整することで、比較的柔軟に発電規模を設計でき、規模拡張時にも柔軟に対応可能である。一方、バイオマス発電ではバイオマスの種類や発電方法によって設備や機器も多様であり、標準化やN倍化がしにくいという不利な面がある。さらに都市部では、バイオマス資源を十分に確保するのは難しく、木質系廃材が大量に発生する地域以外では大きなバイオマス発電を運営するのは難しい。

一般的にスマートコミュニティが比較的規模の大きい都市部を対象にしているのに対し、バイオマス産業都市は新潟市などの例を除けば地方の中規模の市町村が対象となっている。バイオマスが大きく貢献できるのは、現時点ではバイオマス産業都市や以下の図4.4.2-1に示すスマートビレッジであると考えられる。スマートビレッジは農林水産省と環境省が共同で提唱しているもので、「水力、太陽光、木質バイオマスなど、農山漁村部に豊富にある再生可能エネルギーを活用した地域自立型エネルギーシステム」と定義され、エネルギー自給だけでなく、農林水産業の生産や経営そのものを効率化することで、農業や漁業従事者の経営基盤の安定までを含む概念と捉えられている。以下、このスマートビレッジを対象にしてバイオマスが街づくりに貢献するための課題を考える。

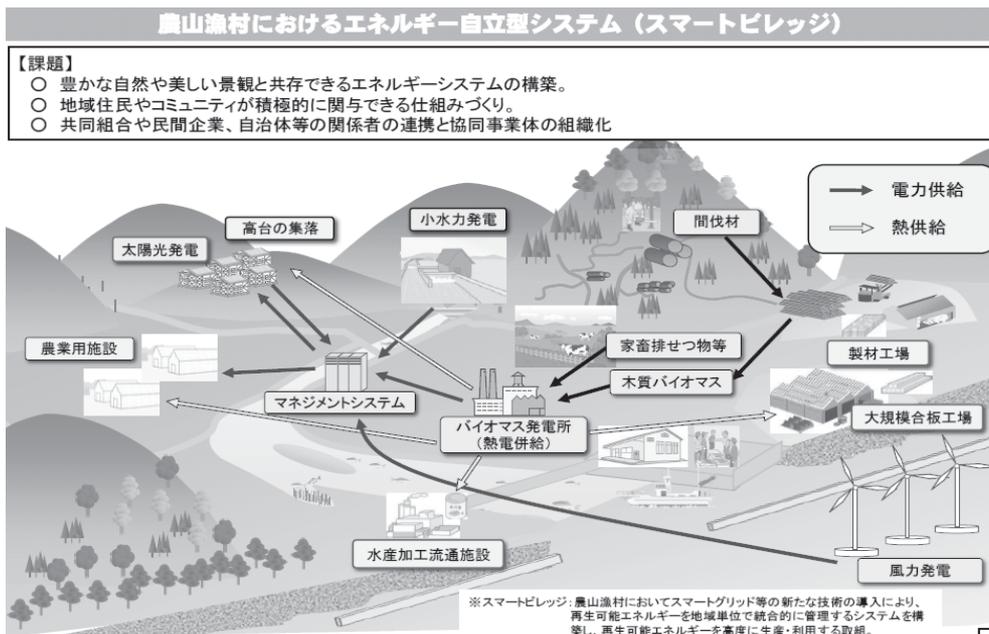


図 4.4.2-1 スマートビレッジのイメージ

出典：農林水産省HP

日本のエネルギー需要の半分は熱（空調、給湯、調理、工場等）として使われており、電気は20数%である。バイオマスは再生可能エネルギーで唯一運搬・備蓄が可能であり、また、太陽光発電・風力発電と比べ、バイオマス発電は発電と同時に熱も発生することが特長である。さらに、バイオマスをエネルギーに変換する場合、熱への変換効率が60～93%であるのに対し、電力への変換効率は8～40%と低く、熱への変換効率が圧倒的に高い。そこで、バイオマスの熱利用に着目して、その取り組みと課題を述べる。

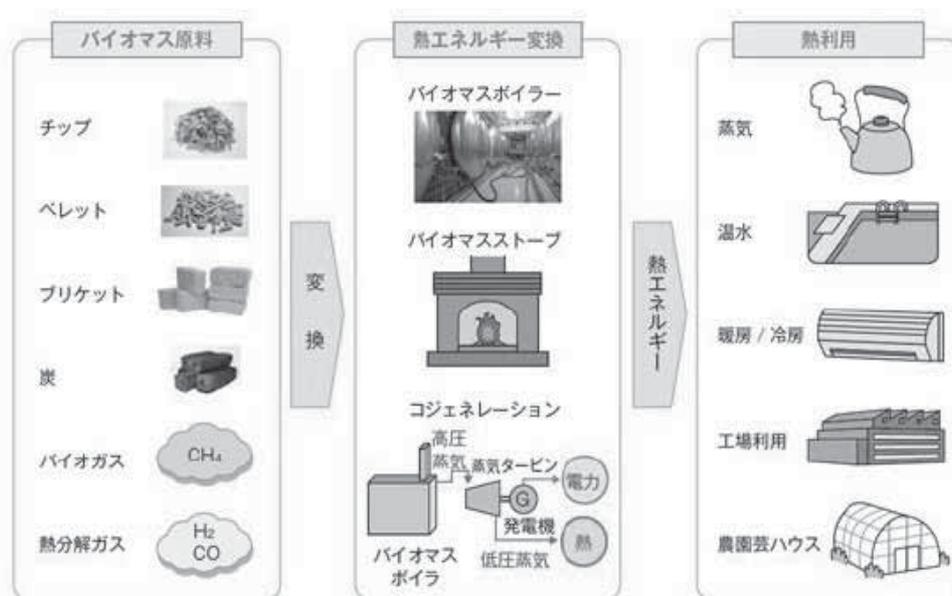


図 4.4.2-2 バイオマスの熱利用の流れ

出典：NEDO再生可能エネルギー技術白書2013、第4章バイオマスエネルギー

図4.4.2-2にバイオマスの熱利用の流れを示す。チップ、ペレット、バイオガスなどのバイオマス原料から、バイオマスボイラやバイオマスストーブ、コジェネレーションシステムで熱に変換され、直接、または熱輸送された後に熱利用される流れである。

バイオマスボイラは、今年度視察に行った真庭市役所でもチップボイラやペレットボイラが導入されていたとおり、最近重油・灯油焚きボイラに替わって導入が進みつつある。

バイオマスボイラの中でも、特に写真4.4.2-1に示した(株)アークが製造する「ガシファイアー」は、薪を直接燃料とし、二次燃焼させることで、高効率に熱エネルギーを発生させる木質バイオマスボイラで、最近各地で導入が進んでいる。ペレットやチップへの加工が不要で、木材を生木のまま投入できることが特長である。さらに、「ガシファイアー」は高い燃焼効率(81~89%)で、高温で安定して燃焼するためダイオキシンの発生リスクもない。スマートビレッジ内で、このようなバイオマスボイラでの熱利用が進めば、地産地消のバイオマス循環に貢献できるはずである。



写真 4.4.2-1 国産薪ボイラ「ガシファイアー」を導入した「道志の湯」

出典：(株)アーク、ガシファイアー導入実績パンフレット

スマートコミュニティやスマートビレッジに必要な熱のネットワークは、電力やガスのネットワークと同レベルに記載されているが、現実には実現に課題が多く、導入が遅れている。その原因は、熱輸送時のエネルギーロスが大きく、熱を遠距離に輸送することが困難なことである。現在、熱供給のエリア内ネットワークは、柏の葉スマートシティなど大都市の一部で実現されているだけであり、東北地方や北海道などの寒冷地での導入が期待される。

熱輸送では、温水を使った熱輸送と蒸気を使った熱輸送が一般的である。温水は60~80℃の温度レベルで、数10m以内の近距離の熱輸送が限界であり、給湯や暖房が用途とな

る。一方、蒸気は0.5～0.9MPaの圧力で、数kmの熱輸送が可能であるが、熱交換器など需要家側での設備コストが必要となる。

このように、熱の輸送限界のため、熱供給ネットワーク実現のためには、熱の大口需要家が集中していることが重要である。柏の葉スマートシティのように、ホテルや商業施設、公共施設、集合住宅などが集中する市街地では熱供給ネットワークの実現可能性が高い。一方、スマートビレッジで想定している農山漁村に代表されるような、個別住宅のみの地域や住宅が散在するような地域では実現が難しい状況である。そこで、農山漁村でのバイオマス熱利用に関しては、バイオマス発電施設を中心にして、公共施設や集合住宅、ビニールハウス、加温が必要な養殖施設など熱利用が必要な施設を隣接して配置する、コンパクトスマートビレッジの実現が重要と考える。あるいは、個別の熱利用施設に前述したようなバイオマスボイラを設置して熱利用を図ることも重要である。

最後に、熱の冷房利用に対する課題について述べる。日本は東北地方や北海道の一部地域を除いて、暖房需要と同様に冷房需要も大きい。そのため、欧州のようにセントラルヒーティングが住宅やビル施設に導入されにくく、エアコンによる冷房と石油やガスによる暖房がメインとなってきた。この状況は、今後も大きくは変わりにくいと考えられるため、バイオマスの熱利用など、温水を暖房に利用する施設は、ホテルや商業施設、公共施設、集合住宅などに限定されると考えられる。しかし、バイオマスの熱を冷房に用いることができる装置が最近導入されつつある。図4.4.2-3に示すのは矢崎エナジーシステム（株）が販売中の、吸収式冷温水機を搭載した木質ペレット焚き冷暖房システムである。木質ペレットを燃料とし、冷房も暖房も同じシステムで行うことができる。このシステムは視察に行った真庭市役所でも導入されており、年間10ヶ月近く冷暖房システムとして稼動している。このようなシステムが導入されることにより、バイオマスの熱利用がより一層促進されることを期待したい。

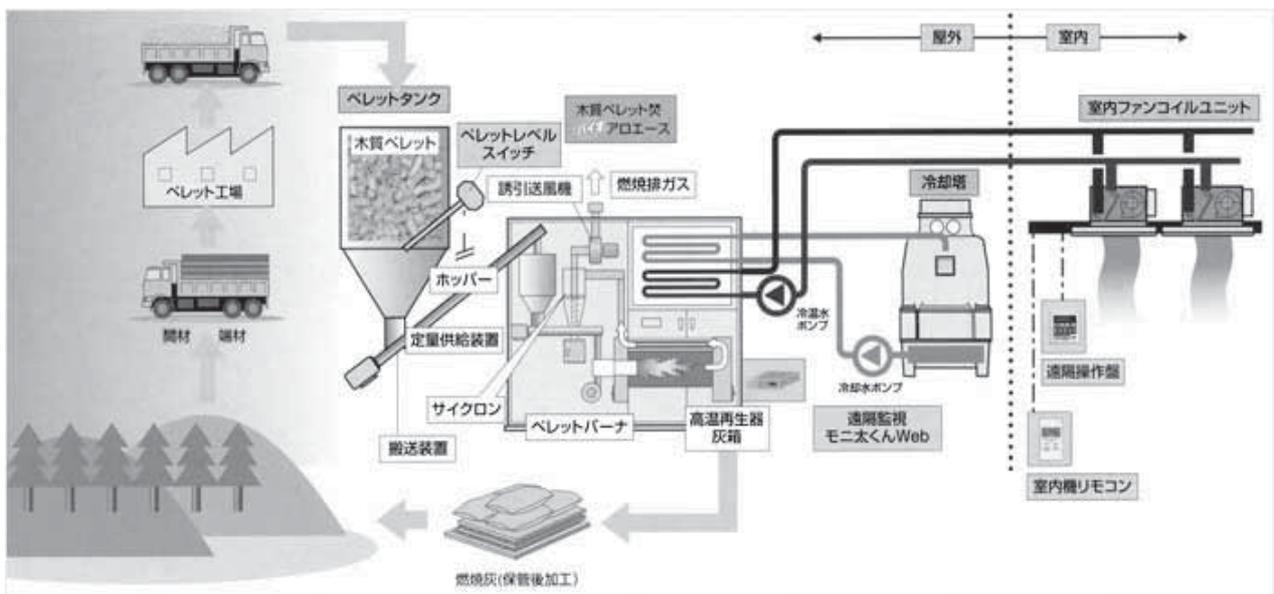


図 4.4.2-3 木質ペレット焚きバイオアロエース冷暖房システム

出典：矢崎エナジーシステム（株）HP

4.5 まとめ（震災復興へのバイオマス技術とスマートコミュニティの寄与）

震災復興に向けたバイオマス循環社会の構築に関して、被災地におけるプロジェクト計画およびプロジェクト進捗状況等を調査した。被災地では、甚大な津波被害等を踏まえ、防災型の街づくりを指向した復興基本計画が多く策定されている。以下に、地域の特性を反映した特徴的な街づくりにとバイオマス利用についてまとめた。

1) 将来の自給自足を目指す

東松島市の事例では、10年後の地域内エネルギー自給および地域内食料自給を目標にしている。海岸線沿岸の住宅地であった地域は、非居住地域として市が買収し、再生可能エネルギー関連施設や食料供給関連施設が集積される見込みである。このように被災地では、ゼロベースでのインフラ構築が可能である点が特徴と思われる。特にエネルギー面では、化石燃料に頼らない様々な再生可能エネルギーを前面に据えていることから、それらを効率的に連携させるスマートコミュニティ化は必須であると思われる。これは、自給自足型の防災街づくりと言えよう。

東北地方は一次産業が盛んな地域であり、農林水産業由来のバイオマスを再生可能エネルギーに活用するのは極めて合理的な考え方と思われる。農林水産業由来のバイオマスは広く薄く分布しているため、一般に収集・運搬にコストがかかり、広域で展開する場合は弱点の一つとなる。自給自足型の防災街づくりでは、地域のバイオマスを地産地消で利用するので、この点で合理的であり、持続可能性が高く評価できると思われる。

2) 次世代人材育成を見据える

気仙沼市の事例では、林地残材を地域通貨で上乗せ買い取りすることで、創エネと森林の整備および自伐林業家の育成を行っている。このプロジェクトでは、林業未経験者が新たに参入するなど、次世代の人材育成の効果もみられる。当然ながら、森林整備が進めば地域の防災対策にもつながる。これは、森林バイオマスを中心にした人材育成型の街づくりと言えよう。

また、本スキームは「C材で晩酌を！」をキャッチフレーズに全国的な広がり期待できるものである。このように人工林間伐のシステムの中で、新たなキャッシュフローを創設し、経済的に自立した循環型社会が上手く形成できれば、被災地以外でも適用可能なモデルとして高く評価できると思われる。

3) 夢を描いて挑戦する

被災地の街づくりで、もう一つ特徴をあげるならば、従来のバイオマス技術を利用しつつも、ある面チャレンジングで夢のある計画が取り入れられている点と思われる。例えば、東松島市の創エネの取り組み（平地林業、藻類培養等）、宮古市の水素社会への挑戦、仙台市の下水施設での創エネ（藻類培養）などである。甚大な被害から5年～10年先を見据える復興計画には、このようなチャレンジングな夢の存在も欠かせないと思われる。

また、本章では、震災復興への応用が可能なバイオマスを活用した街づくりの参考とする目的で、被災地以外の地方都市を対象にバイオマス産業都市に向けた取り組みを調査し、さらにスマートコミュニティの現状とバイオマスがスマートコミュニティにどのように貢献できるかを、熱利用の面から調査した。以下に、その結論をまとめる。

4) 地方都市の広域連携の重要性

バイオマス産業都市構想の例として牛久市と新潟市を調査した。両市のBDF事業を比較すると、市の規模が小さく、周辺の市町村と広域連携しなければ採算性や事業継続性が厳しい牛久市と、市の規模が大きく市単独でBDF事業を進められる新潟市という違いがあることが分かった。牛久市では、バイオマス産業都市構想として、バイオマス資源の地域連合的な有効活用を想定し、これまでに広がりを見せた地域循環の輪を一層広げていくことを目指しており、将来的には複数の自治体による利用促進協議会を立ち上げたいとしている。そのために責任や役割を分担し、各自治体内のバイオマス資源を有効に利用していくことが必要であり、自治体間で相互に利益のある関係の構築を目指している。この牛久市のBDF事業の取り組みにより、2013年3月時点で年間54,760LのBDFを製造し、新潟市のBDF製造量である年間23,000Lの倍以上の製造量を達成している。

両市のBDF事業への注力度合いも同じではないので、単純に比較はできないが、人口が新潟市の10分の1である牛久市で新潟市の倍以上のBDF製造を実現できていることから、バイオマスの利活用拡大には地方都市間の広域連携が非常に重要であることが理解できる。BDFは、製造精製施設が小型で済むため、比較的取り組みやすく、地産地消に向く技術と言える。比較的バイオマス資源に恵まれている震災復興地においても、BDF事業に取り組む両市の試みは参考にできる部分があると考えられる。

5) スマートビレッジにおけるバイオマス熱利用の重要性

農山漁村部に豊富にあるバイオマス資源を有効に利活用し、地域自立型のエネルギーシステムを実現するスマートビレッジにおいては、エネルギー変換効率から考えて、バイオマスの発電利用よりも熱利用が重要である。ただし熱利用には、距離的な熱輸送限界があるため、熱供給ネットワーク実現のためには熱の大口需要家が集中していることが重要である。そこで、農山漁村でのバイオマス熱利用に関しては、例えばバイオマス発電施設を中心にして、公共施設や集合住宅、ビニールハウス、加温が必要な養殖施設など熱利用が必要な施設を隣接して配置する、コンパクトスマートビレッジを検討すべきと考える。さらに、個別の熱利用施設には「ガシファイアー」などの高効率なバイオマスボイラや、「バイオアロエース」のような木質ペレット焚き冷暖房システムなどを設置することにより、バイオマスの熱利用拡大を図ることが重要である。

バイオマスの熱の部分に着目し、それを活用する施設や住宅のロケーションが重要であるという観点では、ゼロベースで街づくりを進めざるを得ない被災地の復興においても、比較的取り入れやすい考え方と言える。また、バイオマスの熱源利用の効率が良い点は、寒冷地の東北との相性が良く、ストックが効く特長は災害に強い街づくりに通じるところがある。被災地でのスマートビレッジの進展に期待したい。

第5章 バイオマス利用の事例調査

5.1 あべのハルカスバイオガス発電

調査日：2013年8月19日（月）13:00～15:30

場 所：〒545-0052 大阪府大阪市阿倍野区阿倍野筋 1-1-43

1) 説明者

株式会社竹中工務店

環境エンジニアリング本部 主任 加藤利崇氏

2) 入手資料

あべのハルカspanフレット

3) 概要

(1) 取り組みの背景

あべのハルカスのような高層建築は、土地面積あたりにおいて多量の廃棄物が発生する。これらの廃棄物はエレベーターで運搬され、貯留庫を経由してトラックにて場外搬出されるのが一般的であるが、発生減でオンサイト利用することが省CO₂に寄与できる。

また、一部のビルや高層集合住宅ではディスポーザーが導入されている事例があるが、ディスポーザーには別途排水処理システムが必要であり、排水処理の余剰汚泥はバキュームカー等にて搬出されるため、従来の方法ではディスポーザーの導入と生ごみリサイクルの両立はできているとは言えない。

そこで、あべのハルカスバイオガス発電では、ディスポーザー利用と生ごみリサイクルを両立させるとともに、エネルギー回収をオンサイトで小規模に行うことが可能な「都市型バイオガスシステム」を開発した。

(2) あべのハルカス建築概要

①事業主：近畿日本鉄道株式会社

②主要用途：駅、百貨店、オフィス、ホテル、美術館、展望台 他

③開業：2013年6月 あべのハルカス近鉄本店 先行オープン
2014年春 全館オープン

④敷地面積：約28,700m²

⑤延床面積：約306,000m²

⑥階数：地下5階・地上60階

⑦設計・監理：株式会社竹中工務店

(3) 施設概要

①処理方式：高温発酵方式（約55℃）

②設計：株式会社竹中工務店

- ③ 計画処理量：生ごみ 3 t/日
 厨房排水 700 m³/日
 雑排水 550 m³/日
- ④ 計画発生ガス量：約 540m³N/日（メタンガス濃度 約 60%）
- ⑦ 発生ガスの用途：都市ガス代替（ガスエンジン、ガスボイラ）
- ⑧ 排水処理方法：生物処理後下水放流

4) 処理施設

施設のシステムフローを図 5.1-1、あべのハルカス全景写真を写真 5.1-1 に示す。

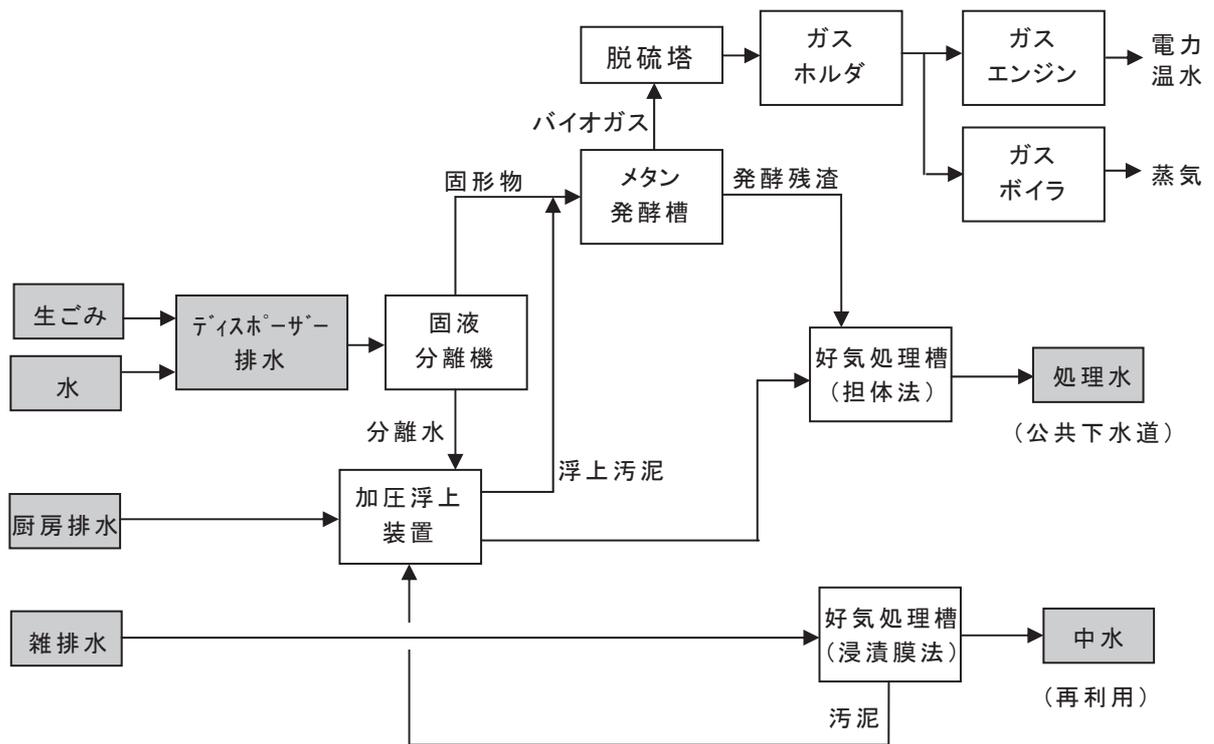


図 5.1-1 施設のシステムフロー

安東隆昭, 環境建築におけるバイオマス技術と超高層ビルにおけるオンサイト利用事例, 建築設備, 第 63 巻 1 号, (2012) より作成



写真 5.1-1 あべのハルカス全景

出典：あべのハルカス HP より

(1) ディスポーザー投入装置

計量機とディスポーザー投入装置の蓋開閉システムを連動させることで、計量しなければ蓋が開かないシステムになっており、未計量投入を防ぎ、確実な計量が可能となっている。

(2) ディスポーザー排水搬送システム

ディスポーザー排水配管の途中に中継タンクを設け、容積型の圧送ポンプを接続することで、大きな水槽を配置することなく途中階での横引きができる。配管の詰まる可能性を排除した形で長距離横引きが可能である。

(3) メタン発酵システム

ディスポーザー排水は、固液分離機により固形物と分離水に分けられ、固形物は直接、分離水は、厨房排水および中水余剰汚泥とともに加圧浮上処理を経た後、メタン発酵槽へ投入され、嫌気処理されることでメタンを含むバイオガスが生成される。

メタン発酵残さは、厨房除害設備の好気処理槽（担体法）に導かれ、加圧浮上装置の処理水とともに下水道に放流可能なレベルまで処理されて放流される。

(4) バイオガス利用

バイオガスは脱硫後、都市ガスと混合もしくはバイオガス単独でガスエンジンコージェネレーションおよびガスボイラに使用され、あべのハルカス内の電力・熱として利用される。

5) 経済性

メタン発酵装置では発酵残さを処理するための排水処理設備が別途必要になり、小規模の導入では排水処理設備設置費用を踏まえると処理単価が高くなり、導入が見送られ

る理由のひとつになっている。

あべのハルカスバイオガス発電においては、メタン発酵の有無に関らず、厨房排水の除害設備として設置される排水処理設備をメタン発酵消化液の処理としても併用するため、消化液処理用の設備費が発生しない。

また、メタン発酵によりバイオガス（メタン濃度約 60%）を回収し、都市ガスの代替燃料として使用することができるため、都市ガス使用量が削減できる。

つまり、厨房排水や雑排水由来の汚泥をメタン発酵槽に投入し、嫌気処理することで、エネルギーを得るとともに、固形分をほとんど分解した上で下水放流するため、汚泥発生量は大幅に減らし、その処理費を低減することができる。

6) エネルギーバランス（計画値）

エネルギーバランス（計画時点での試算）を表 5.1-1 に示す。

1日当たり、生ごみ 3t/日、厨房排水 700m³/日、中水利用のための雑排水 550m³/日进行处理するのに必要なエネルギーは、メタン発酵で約 6,000MJ/日、厨房除害設備で約 7,000MJ/日、中水処理施設で約 7,000MJ/日と見積もられている。

一方、メタン発酵により得られるバイオガスのエネルギーは約 12,000MJ/日である。

厨房除害設備および中水処理施設は、メタン発酵設備の有無によらず設置すべき設備であるため、バイオガスのエネルギーからメタン発酵設備で消費されるエネルギーを差し引いた約 6,000MJ/日がメタン発酵で得られるエネルギーとなる。

表 5.1-1 エネルギーバランス（試算）

【投入エネルギー】1日あたり			
	電力 (kWh)	加温 (MJ)	1次エネルギー換算 (MJ)
メタン発酵	180	4,240	約 6,000
厨房除害設備	780	0	約 7,000
中水処理施設	730	0	約 7,000

【創出エネルギー】1日あたり		
	バイオガス (m ³ N)	1次エネルギー換算 (MJ)
メタン発酵	540	約 12,000

※発電効率 37%、ボイラ効率 98%で計算

7) 所感

あべのハルカスバイオガス発電は、メタン発酵の課題とされている“消化液や残さ等副産物の処理”を解決する新しいタイプのバイオガスシステムであると言える。消化液は、厨房排水の除害設備として設置される排水処理設備にて処理されて下水放流される

ため、新たな追加設備を設置する必要がない。またこのシステムでは汚泥がほとんど発生しないため、処分費が大幅に低減できる。

発生したバイオガスについては、現設計にもあった都市ガス用コージェネレーションシステムに直接導入することで、バイオガス関連設備の中でも高額であるガスエンジン・発電設備を専用に設置する必要がなく、余分な出費を抑えた省エネが可能となっている。

このような条件を満たす大型商業施設が、今後日本国内に建設されることは頻繁にあることではない。しかし、既設設備もしくはメタン発酵の有無に関わらず設置される設備の活用により、消化液処理のコストオンを省略し、残さは搬出される廃棄物の大幅な削減として利点となるという考え方は、特に都市部における他のメタン発酵施設の事業計画においても参考になるのではないか。

5.2 稚内市バイオエネルギーセンター

調査日：2013年9月26日（木）15:00～17:00

場 所：〒097-0014 北海道稚内市新光町 1789 番地

1) 説明者

稚内市 生活福祉部 生活衛生課 廃棄物処理グループ 安田和生殿
三菱化工機株式会社 環境技術部 稚内市バイオエネルギーセンター 所長 山下祥二殿

2) 入手資料

施設パンフレット
稚内市バイオエネルギーセンター施設概要

3) 概要

(1) 取り組みの背景

従来、稚内市では生ごみを一般ごみとして収集し、廃棄物最終埋立処分場で埋立処分を行ってきた。そこで、埋立量の減量を目的として、微生物の発酵により減容化を行うとともに、発酵の過程で発生するバイオガス（メタンガス）の回収を行いエネルギーとして活用を行う「稚内市バイオエネルギーセンター」を建設した。

廃棄物の減量を行う「廃棄物中間処理（減量）施設」と温室効果ガス削減や自然エネルギー活用を行う「環境施設」の二つの側面を併せ持つ施設である。

(2) 整備手法

「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（PFI法）」に基づく特定事業（PFI事業）により整備。事業方式は、民間事業者が施設の設計・整備を行った後、稚内市に施設の所有権を譲渡し、引き続き維持管理・運営を行う BTO（Build Transfer Operate）方式

(3) 事業者

稚内エネサービス株式会社

① 出資者：株式会社大林組、三菱化工機株式会社、石塚建設興業株式会社

② 事業費：3,225,271 千円

整備分：1,781,610 千円

管理・運営分：1,443,661 千円

③ 国庫支出金：循環型社会形成推進交付金（環境省、交付率 1/2）

(4) 施設概要

① 事業期間：平成 22 年度～38 年度

設計・建設期間：平成 22 年度～23 年度

管理・運営期間：平成 24 年度～38 年度

② 事業期間：中温発酵方式（約 35℃）

③ 計画処理量： 生ごみ 11.51 t/日

紙類	1.40 t/日
油類（廃食用油）	0.08 t/日
下水道汚泥	5.73 t/日
水産廃棄物	1.37 t/日

- ④ 計画発生ガス量：約 3,136m³N/日（メタン濃度 50%換算値）
- ⑤ 発生ガスの用途：圧縮天然ガス、電力（場内利用、系統連結）、温水（発酵槽加温、暖房、ロードヒーティング）、蒸気（残さ乾燥用熱源）
- ⑥ 副産物：乾燥して肥料として農地や家庭菜園の肥料として活用
余剰分は廃棄物埋立最終処分場に廃棄
- ⑦ 排水処理方法：膜分離活性汚泥法にて処理後下水放流、場内希釈水や洗浄水など有効利用

4) 処理施設

施設のシステムフローを図 5.2-1 に、プラント設備の写真を写真 5.2-1～11 に示す。

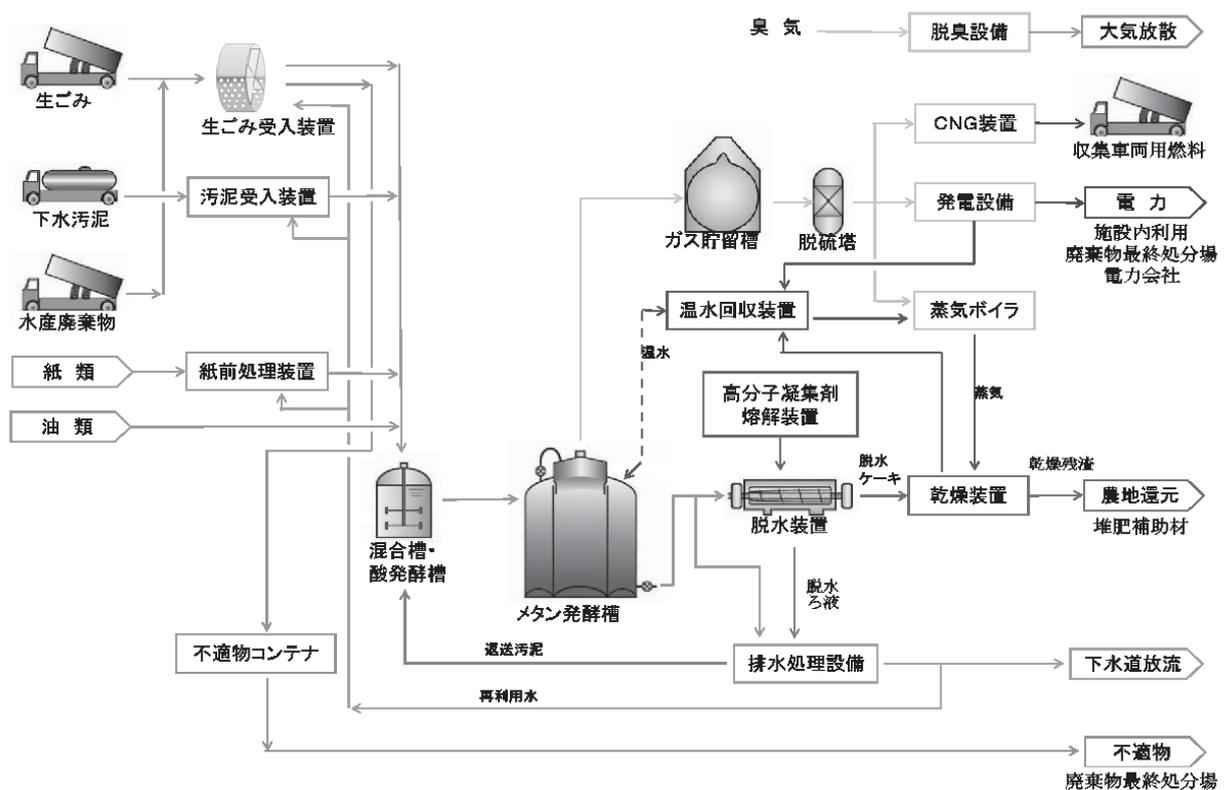


図 5.2-1 施設のシステムフロー

出典：稚内市生ごみ中間処理施設整備・運営事業 事業概要



写真 5.2-1 施設の外観

出典：稚内市生ごみ中間処理施設整備・運営事業 事業概要

(1) 受入前処理設備

- ・受入れた生ごみを選別破碎装置で有機物と発酵不適物に分離して破碎する。破碎した生ごみ、水産廃棄物、下水汚泥、紙類、廃食用油を混合槽にて混合してスラリー状にする。
- ・混合スラリーは、酸発酵槽で有機酸発酵の促進により、低分子化および予備発酵が行われ、メタン発酵の安定化を図っている。
- ・実処理量（平成 24 年度実績）は、下水汚泥は計画通りであったが、生ごみは計画値の約 50%、水産廃棄物は約 15%、紙類は約 20%であり、実処理量合計は計画値の約 60%となった。
- ・生ごみは稚内市指定のごみ袋で搬入され、選別破碎機で異物除去を行い細かく破碎する。異物として除去される発酵不適物量は生ごみ受入量の約 20%であり、その約 35%が指定ごみ袋、それ以外はほとんどが容器包装プラである。



写真 5.2-2 生ごみ・下水汚泥受入ホッパ

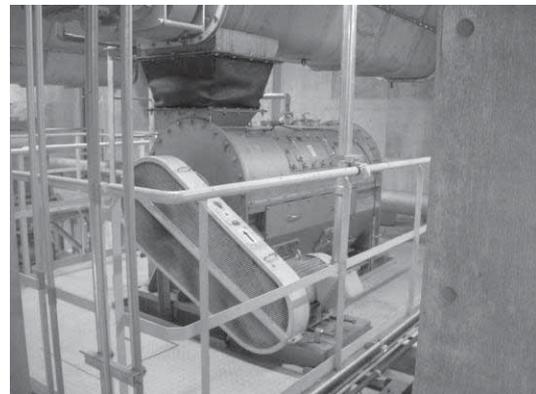


写真 5.2-3 生ごみ破碎選別装置

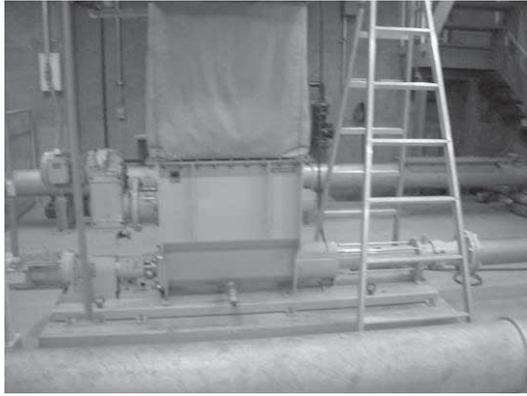


写真 5.2-4 下水汚泥受入・圧送



写真 5.2-5 紙類受入・破碎

(2) メタン発酵・ガス貯留設備

- ・メタン発酵槽は 1,500m³、ガスホルダは 250m³の容量となっている。
- ・メタン発酵槽の攪拌は機械動力を使用せず、発生するバイオガスを利用する無動力攪拌を採用しており、攪拌は1日8回以上繰り返し行われている。
- ・ガスホルダは吊下げ式で、樹脂製バッグを鋼板製の外装で保護している。



写真 5.2-6 メタン発酵槽



写真 5.2-7 ガスホルダ

(3) ガス精製・利用設備

- ・発生したバイオガスは脱硫塔、シロキサン除去塔、ガスフィルターにて精製される。
- ・精製後のバイオガスは、ガスエンジン式発電機、CNG ごみ収集車、ボイラの燃料として利用。
- ・ガス利用の優先順位は、①CNG ごみ収集車 ②メタン発酵槽加温 ③残さ乾燥 ④発電 である。
- ・発電電力は、稚内市バイオエネルギーセンターおよび隣の稚内市廃棄物最終処分場の施設内電力として供給し、深夜等の余剰電力については、FITにて売電している。
- ・ガスエンジン式発電機は、小型の 25kW を 8 台導入することで、ガス発生量に応じた発電量調整やメンテナンスの対応を容易にしている。



写真 5.2-8 脱硫塔・シロキサン除去塔(奥)



写真 5.2-9 CNG ごみ収集車

(4) 脱水および乾燥設備

- ・多重円板式脱水機によりメタン発酵消化液の固液分離を行う。
- ・脱水汚泥を蒸気ボイラからの蒸気を利用した間接加熱式の乾燥機により乾燥させる。
- ・含水率の推移は、消化液で 97% → 脱水汚泥 80%以下 → 乾燥汚泥 50%以下である。肥料用の場合はさらに 10%以下まで乾燥している。



写真 5.2-10 乾燥機



写真 5.2-11 肥料

5) 事業性

- ・処理委託費を稚内市と固定費および単位重量当たりの金額で契約している。受入量が計画値に対して少ない場合には、処理委託費を協議することになっている。
- ・肥料については計画時から無料配布の方針であり、余剰になった場合には、埋立廃棄物処分場に無料で持ち込めるため、肥料量の増減は運営に影響しない。
- ・施設の運転員は、職員 3 名、作業員 1 名の計 4 名。夜間は無人の自動運転している。

6) 所感

- ・生ごみの中間処理として、メタン発酵の他に焼却と堆肥化が候補であった。焼却は連続運転するだけの廃棄物が集まらないこと、堆肥化は畑作の北限の問題で堆肥のニーズが限定的であることから、メタン発酵施設が有効との結論にいたったとのこと。「生ごみを中間処理する」という施設建設の目的については、実際に廃棄物最終埋立処分場の延

命化が進んでいることもあり、十分達成されていると言える。

- ・計画受入量を実際に確保することが難しいというメタン発酵施設の課題の一つと言われる問題が稚内市バイオエネルギーセンターでも起こっている。稚内市では、平成 21 年にごみの有料化を行っているが、生ごみ用袋も一般ごみ用袋も 2 円/L と同額であることから、生ごみとして分別排出するかどうかは市民の意識にゆだねられており、これが当初計画よりも受入量が少ない原因の一つになっているのではないだろうか。

- ・ごみ有料化やリサイクル項目拡大といった稚内市の環境政策により、市民 1 人当たりのごみ排出量は平成 14 年度比で 24.6%減とのことで、市民の環境意識の高まりが感じられる。

- ・稚内市廃棄物最終処分場も見学させて頂いた。発酵不適物や発酵残さなどを廃棄できる場所が近く（隣）にあるのは、メタン発酵施設の運営上、かなりのメリットがあると思われる。

5.3 (株) 中央環境 長崎バイオメタノール事業

調査日：2013年11月28日(木) 13:00～15:00

場所：〒851-3101 長崎県長崎市西海町 2739 番地 4

訪問先：株式会社中央環境 (長崎バイオメタノール地域協議会)

1) 説明者

- ・株式会社中央環境 代表取締役 上田恭久 氏
- ・バイオマスエナジー株式会社 取締役会長 (兼 長崎総合科学大学名誉教授)
坂井正康 氏

2) 入手資料

- ・施設パンフレット：「バイオメタノール」「長崎バイオメタノール事業(1)(2)(3)」
- ・技術資料：「バイオマス 新しいエネルギー変換技術」(坂井氏 提供)

3) 会社概要

- ・株式会社 中央環境 (長崎バイオメタノール事業 事業実施主体)
- ・創業：1981年 (バイオメタノール事業 2011年7月～)
- ・資本金：1,200万円
- ・売上高：748百万円 (1999年度)
- ・従業員：100名 (内、バイオメタノール事業：2名)
- ・事業内容：バイオメタノールの製造・販売、産業廃棄物・一般廃棄物の収集運搬および処分、特別管理産業廃棄物の収集運搬、産業廃棄物・一般廃棄物のリサイクルおよびリサイクル品の賃貸・販売、他



写真 5.3-1 長崎バイオメタノール事業施設

出典：長崎バイオメタノール地域協議会「バイオメタノール」パンフレット

4) 事業内容

(1) 事業体制

平成 23 年から製造プラントを立ち上げた長崎バイオメタノール事業は、図 5.3-1 の体制図に示すとおり、長崎バイオメタノール事業地域協議会の委託により（株）中央環境が事業実施主体として行っている事業である。今回の視察で技術紹介を頂いた坂井氏が取締役会長を務めるバイオマスエナジー（株）が設備整備技術統括として位置づけられている。技術評価には長崎総合科学大学と九州大学も関与している。

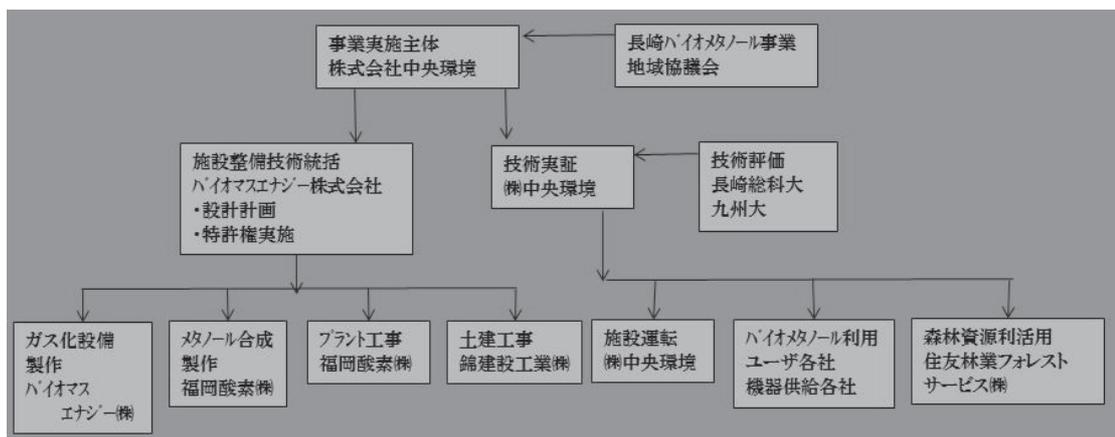


図 5.3-1 長崎バイオメタノール事業地域協議会事業の体制図

出典：長崎バイオメタノール地域協議会 HP

<http://www6.ocn.ne.jp/~nagameth/sub3.htm>

(2) 事業概要

- ① 入口：「バイオマス原料」
 - ・安定確保が可能な建築他各種廃材利用で事業性確保
 - ・並行して特に県内未利用森林資源（間伐材）利活用を予定
- ② 転換技術：「バイオメタノール製造技術」
 - ・農林バイオマス 3 号技術の実機展開
（高効率クリーンガス化技術・低圧メタノール転換技術）
- ③ 出口：「バイオメタノール利用・販売」
 - ・BDF エステル化剤・エネルギー利用
 - ・需要先・燃料販売会社と連携、販路確保中
 - ・所内電力および社有車燃料利用

本事業は、農林水産省の技術会議委託で農業・食品産業技術総合研究機構と長崎総合科学技術大学との共同開発により生まれた「農林バイオマス 3 号技術」を初めて実機展開する事業である。本施設は、木質バイオマス原料からバイオメタノールをクリーン、かつ高効率に製造する初の商用プラントであり、年間 700kL のバイオメタノールの生産能力を有する。原料となるバイオマス木質チップは、木質系であれば種類を問わない。今後、県内から出る間伐材なども利用していく方針である。製造したバイオメタノールは社有車での燃料利用とともに、販売を目的に販路確保に注力中である。本事業で生産されるバイオメタノールは、将来の燃料電池や自動車用燃料を革新する可能性を持っており、また、地域活性化につながる地産地消の取り組みとしても今後

が期待されている。

5) バイオメタノール製造施設

本バイオメタノール製造施設は、木質系燃料からバイオガスを製造するバイオマスガス化装置、バイオガスからバイオメタノールを製造するメタノール製造装置、バイオガスを燃料にガスエンジンで発電する発電装置、廃水処理装置、木質チップのストックピット等からなる。

(1) バイオマスガス化装置

ガス化装置は、下記の写真に示すとおり、原料受入・搬入コンベア、ガス化装置、ガスホルダから構成される。



写真 5.3-2 ガス化装置全体



写真 5.3-3 ガス化装置拡大

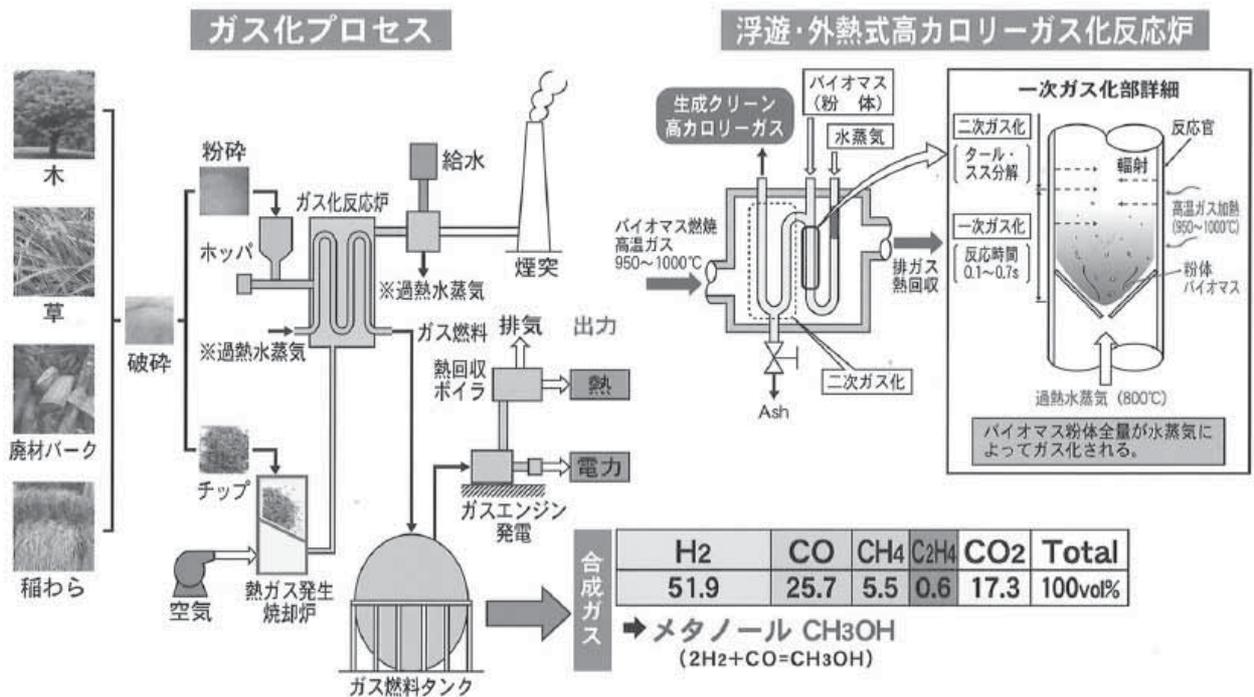


図 5.3-2 バイオメタノールの製造プロセス (ガス化プロセス)

出典：(株) 中央環境 パンフレット

図 5.3-2 にガス化プロセスとフローを示す。以下に特徴を述べる。

- ① 前処理：木質チップとそれを更に砕いた粉体を準備。チップは熱ガス発生焼却炉の燃料として、粉体はガス化反応の原料として用いられる。
- ② バイオマスガス化：バイオマスチップを燃焼させた高温雰囲気の中（950-1,000℃）、水蒸気とバイオマス粉体を反応させ水素ガスを生成する（浮遊外熱式ガス化法）。ガス化反応の温度は最低でも 800℃以上が必要。可能であれば 1,000℃以上が好ましいが、その場合高価な材料が必要となる。輻射熱での反応なので、粉体がどこにあってもガス化が可能であることが特長。ポイントは、粉体を投入する位置と、無触媒で粉体バイオマスを水蒸気でガス化できること。従来 of 石油ベースの合成ガス製法では、触媒がないとススが出てきてしまっていた。特に粉体の投入位置は非常に重要なノウハウとなる。

(2) メタノール製造装置

写真 5.3-4、写真 5.3-5 にメタノール製造装置の写真を示す。以下に特徴を述べる。

- ① メタノール製造：製造方法は、多段式採用による高効率低圧メタノール合成法で、高圧ガス保安法適用外であることが利点となる。生産能力は連続運転した場合、年間 700kL のメタノールを製造可能。
- ② バイオメタノールの利用：用途は自動車用の代替燃料、メタノール発電、BDF エステル化材などを想定。現状は商業化に至っていない。生成メタノールは、社用車燃料等へ使用中。



写真 5.3-4 メタノール製造装置と発電装置

写真 5.3-5 メタノール製造装置本体

(3) 発電装置

写真 5.3-6 に発電装置、写真 5.3-7 に廃水処理装置の写真を示す。以下に発電装置についてまとめる。

- ① 軽油とバイオガスの混合燃焼方式（軽油の比率は 10%程度）。エンジンの排熱は乾燥炉で乾燥熱として利用している。

- ② 発電能力としては、現在 1 系列で 50kW 程度だが 100kW が目標。人件費などを考慮すると、最低でも全 3 系列で 300kW の発電能力が必要。FIT での売電を狙っていく。現在、発電した電力は施設内で使用していて、売電は行っていない。
- ③ ガスエンジン前段の処理としてスクラバとフィルタが必要。
- ④ 諫早市にある農林バイオマス 3 号機は売電を目的としている。



写真 5.3-6 発電装置



写真 5.3-7 廃水処理装置

6) バイオマス原料

原料チップのストックピットは 5 日分が確保できる容量であり、木質チップは近隣から容易に調達することができる。将来的には今よりも安価な材料への切り替えを目指しており、樹皮なども含む間伐材の利用や幅広いバイオマスへの適用を検討することである。写真 5.3-8 から写真 5.3-12 に原料チップ関係の写真を示す。また、以下に原料チップについてまとめる。

- ① 建築廃材、竹、杉、稲わら、コーヒー滓、サトウキビ（ここでは杉を多く使用）。
- ② 熱ガス燃料用として木質チップ(30-50mm)、ガス化原料用として粉体(3mm 以下)を使用。
- ③ 原料の中でも灰が一番少ないのが木質系で 0.5%程度。草系だと 0.8~15%と多くなる。
- ④ 使用する原料は、建築廃材がメイン（リサイクルセンタ内に施設がある）。
- ⑤ 原料は破碎されストックヤードで一時保管。ストックヤードは雨ざらし状態。
- ⑥ 原料は原料乾燥ピットで穴の開いた鉄板上に置き、プラント余剰熱源からの温風を下部から送風して乾燥している(含水率 15%以下へ)。自然発火を避けるため、乾燥温度は 80℃以下に設定。



写真 5.3-8 チップのストックピット



写真 5.3-9 チップのストック状態



写真 5.3-10 木材チップ



写真 5.3-11 ストックピットへの乾燥排熱パイプ



写真 5.3-12 各種木材チップ（サンプル）

7) その他、質疑での情報

- ① メタノール生産能力：年間 700KL だが、現状の販路での需要はまだ少なく販路を拡大中。
- ② 設備投資額：7 億円程度。うち、2/3 は農林水産省からの補助金であり、そのほとんどが建設費。運転費は別となる。
- ③ メタノールの収率：ドライベースのバイオマス原料 2kg に対し、メタノール 1L が収率の目標。現在、その 8 割程度の収率まで実現できている。

- ④ オペレーション人員：2名で実施している。熱ガス燃焼においては、必ず1名は監視員が必要となる。
- ⑤ 技術的課題：粉体の供給部位でのトラブルが一番多い。ガス化した後は問題ない。
- ⑥ 廃水処理：専用の廃水処理施設で処理を実施。長崎市と契約書を締結し、このプラント外への未処理放流は厳禁となっている。
- ⑦ 収益性：現状の価格は150円/L程度。100円/Lにできればガソリンと同じレベルなので道が開けてくるが、まだ難しい。ただし、120円/Lで買ってくれるというところがあれば、販路としてお願いしたい状況とのこと。

8) 所感

本施設は、国内で初めての木質廃棄材（杉、麦わら、竹、住宅廃材など）からバイオメタノールを生産する事業施設である。ガス化炉から出た水素と一酸化炭素の合成ガスから、メタノールを合成して生産する事業プラントで、農林水産省の助成金を使って開発した農林バイオマス3号というガス化・バイオメタノール製造技術を転用して事業用設備を作ったものである。本施設は業界では非常に有名な施設で、ようやく見学できるような状況になったため、今回実稼動状況での視察ができて感無量であった。

メタノールの生産能力は100L/時で年間700kLの製造能力があるが、現状では需要が少なく、非常に少量の製造しか行っていない。販売先としては、バイオディーゼル用、DMFC型燃料電池用メタノール燃料などを想定しているが、出口の市場拡大が伴わず、販路確保に注力している状況。

昨年からの電力買い取り制度のFITが国内でも始まって、バイオマスは発電に有利な政策や動きになってきたので、この設備でも発電に重点を移し、事業運営して行こうとしている。EVインフラ、水素インフラが脚光を浴びて、国の予算が付いていく中で、バイオメタノールやBDFは一段落している状況である。バイオメタノール燃料の普及は抵抗勢力である石油会社などが考え方を变える必要があると感じた。今後、米国でのシェールガス革命で米国やブラジルでのバイオ燃料生産に陰りが見えれば、より一層厳しい方向に行く可能性もある。

しかし、本バイオメタノール技術のように、日本発の先端優位技術は今後のグローバル化戦略に必要不可欠であり、国による継続した研究開発投資と事業化への予算確保が必要と感じた。

5.4 (株) イデックスエコエナジー(福岡ブルータワー)

調査日：2013年11月29日(金) 13:00～15:00

場 所：福岡県大牟田市健老町 475 番地 2 大牟田エコタウン内

1) 説明者

(株) イデックスエコエナジー

- ・代表取締役社長 檜原徹也 氏
- ・テクニカルディレクター 磯崎忠造 氏

2) 入手資料

- ・施設パンフレット
- ・福岡バイオ水素プロジェクトの概要と水素社会への取組み

3) 会社概要

- ・(株) イデックスエコエナジー ((株) 新出光の 100%出資子会社)
- ・資本金：5,000 万円
- ・事業内容：バイオマスガス化による水素ガス製造供給事業

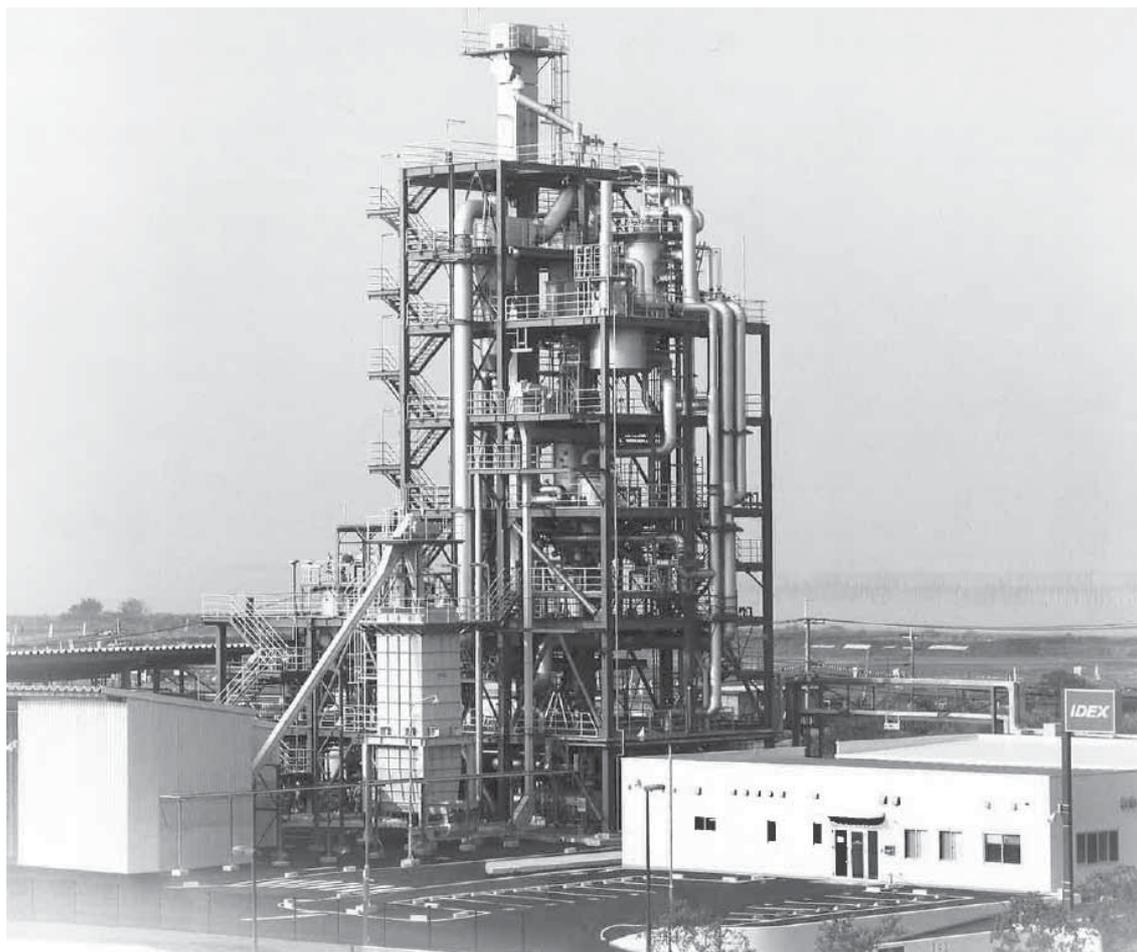


写真 5.4-1 福岡ブルータワー

出典：(株) イデックスエコエナジー パンフレット

4) プロジェクト経緯

- ・平成 21 年度農林水産省「地域資源利用型産業創出緊急対策事業」に採択
- ・平成 21 年 8 月：福岡バイオ水素地域協議会設立
- ・平成 22 年 8 月～平成 23 年 9 月：プラント建設工事
- ・平成 23 年 10 月～平成 24 年 3 月：プラント試運転（6 ヶ月）
- ・平成 24 年 4 月～：試験操業開始
- ・平成 25 年 4 月～：操業開始

5) プロジェクト概要

新出光＝IDEX が提案するバイオマス水素事業は、世界的にも例のない木質バイオマス原料から水素を製造する商用プラント「福岡ブルータワー※」であり、本プラントでは、1 日 15t（乾燥重量）の木質チップから 7,200m³の水素ガスを製造する能力を有する。原料となるバイオマスである木質チップは地域から出る間伐材から調達し、製造した水素は工業用水素「ブルー水素※」として地域に供給する。本プロジェクトは地域活性化につながる地産地消の取り組みとして期待されている。

本プラントで製造するブルー水素は、従来の天然ガス由来の水素と比べて約 75%の CO₂削減が可能になるため（図 5.4-1 参照）、新しいエコエネルギーとしての期待も強く寄せられている。当面、ブルー水素は工業用水素としての利用が計画されているが、将来的には、自動車用水素ステーションや家庭用燃料電池等のエネルギー源として利用拡張が可能であり、来たる水素社会の到来を見越した先駆的なプロジェクトとなっている。

※）ブルータワー/ブルー水素は株式会社ジャパンブルーエナジーの登録商標

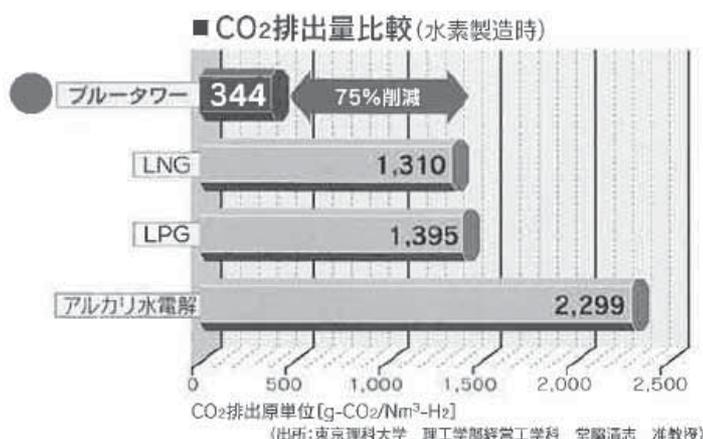


図 5.4-1 水素製造時の CO₂ 排出量の比較

出典：(株) イデックスエコエナジー パンフレット

6) 施設概要

図 5.4-2 製造フローを示す。バイオマスガス化設備は、ガス化に用いる熱媒体(アルミナセラミックボール)を上から下に重力で落とすというプラントの特性から、プラン

ト高さは約 35m となっている。敷地内には原料（木質チップ）のストックヤード、プラント本体、水素精製装置と水素充填装置、水素の運搬車の駐車スペース、管理棟などが配置され、敷地総面積は約 9,000m² である。

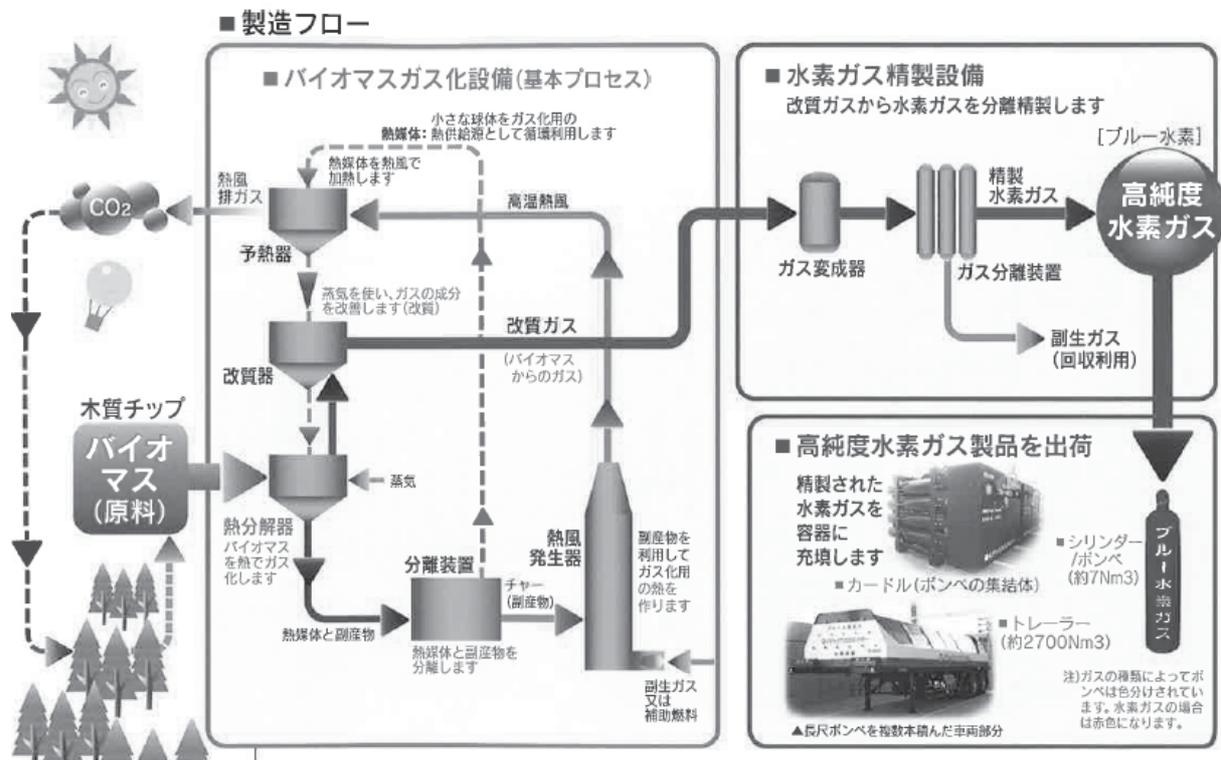


図 5.4-2 バイオマス水素の製造プロセス

出典：(株) イデックスエコエナジー パンフレット

- ① 原料の木質チップを熱分解器（550℃）に投入。
- ② 熱媒体（アルミナセラミックボール）と原料が接触し、ガスとチャーが発生。
- ③ チャーは燃料として熱風発生器に送られ、約 1,200℃程度の熱風となる。熱媒体はリフトで予熱器（1,100℃）に運ばれる。
- ④ 熱分解器で発生したガスに約 650℃の過熱蒸気を吹き込むと一緒に改質器に昇り、改質され、水素を多く含む改質ガスになる。
- ⑤ 改質ガスには水素の他にメタンや CO、CO₂ も含まれているが、CO をガス変成器で変成し、より水素濃度の高いガスにする。
- ⑥ 水素濃度の高いガスをガス分解装置（PSA）に送り込み、水素のみを分離精製する。水素以外のガスは副生ガスとして熱風発生器に送る（チャーと同様の燃料になる）。
- ⑦ 熱媒体は予熱器で約 1,000℃に熱せられ、改質器、熱分解器へと降ろす。

本技術の特徴は、「非酸化・水蒸気雰囲気でのガス化であること」「アルミナセラミックボールを熱の媒体として使用すること」などユニークなもので、従来の木質バイオマ

スガス化プラントのネックとなっているタールの発生を抑え、水素リッチなガスを生産可能なことである。定常運転時は熱的に自立しており、LPG 使用は始動時の昇温時のみである。

なお、本技術は（株）ジャパンプルーエナジーの特許であり、（株）イデックスエコエナジーは同社より実施許諾を受けて事業を行っている。



写真 5.4-2 熱媒体(アルミナセラミックボール)と原料(木質チップ)

7) 材料

原料のストックヤードは5日分が確保できる仕様であり、木質チップは近隣から容易に調達することができる。将来的には今よりも安価な材料への切り替えを目指しており、樹皮なども含む間伐材の利用や幅広いバイオマスへの適用を検討するとのことである。



写真 5.4-3 スtockヤード(左)と木質チップ(右)

8) 試験操業

本施設は、木質材料から水素製造までを一貫して行う実用を目指している点で、世界的にも極めて先進的な試みであるため、試験操業を重視している。現在は、試験操業として高品質な木質チップを利用し、安定した材料に対して、運転条件を変えることで、

最適な運転条件とこの施設の水素生産の最大能力などを把握している。また、装置の改良や次期施設での改良点の抽出を行うと伴に、技術者の育成マニュアルの作成等を行っている。バイオマスからの水素生産のような新しい技術が定着するには、高効率な装置やシステムと伴に、技術者の育成が非常に重要との考えであった。

製品の水素ガスを用いて、小規模ながら 0.7kW 燃料電池による自家発電も試験的に実施している。現状では、ガスボンベ設置のための安全対策（鉄筋コンクリート壁による防爆仕様など）等が厳重に義務付けられており、将来的に規正緩和が望まれる部分である。



写真 5.4-4 製品の水素ガス(左)と燃料電池(右)

9) 所感

水素社会の到来は水素燃料電池の普及にかかっている。定置型は「家庭用燃料電池(エネファーム)」が一般に普及しつつあるが、車載型は「燃料電池車 HFCV」であり、日本車メーカーが 2015 年の発売を計画しているところである。ブルー水素は天然ガス由来の水素ガスと比較し、CO₂ 排出量等の環境パフォーマンスは圧倒的に有利であるので、コストが同程度であれば大いに普及するものと思われる。

また、水素インフラの整備が進むことも重要な課題である。HFCV 普及が 2020 年に 500 万台とすると、水素ガスは年間 40~50 億 Nm³ の新規需要が見込める。また、全国で水素ステーション 1,000 箇所程度とすると、例えば中山間部の高速道路などに供給ステーションを設置する場合等は、臨海工場から液体水素で運ぶよりも、ブルー水素のような地産地消ベースで製造可能な技術に優位性があると思われる。

現在、プラントが動いたり停止したりしているのは、深刻なトラブルがあるというよりは、安定稼働に向けて最適条件を出すためにデータ取りを繰り返しているためとこのことであった。現場では、適切な運転条件を判断・設定できる技術者の育成に多大な時間とノウハウが必要だという。世界初の装置を実稼働させるご苦労を感じるとともに、IDEX の「車社会と共に水素社会へ」というエネルギーのパラダイムシフトの一端を拝見することができた。

水素社会の到来への期待の大きな要因は、地球温暖化対策としての省 CO₂ 社会の実現がある。本プロジェクトで製造施設の高効率化と小規模化がなされて、中山間部で収

集可能な木材原料から水素を製造して地域ごとに地産地消的な水素を供給するという(株)イデックスエコエナジー社の構想が実現すれば、地域産業の育成に寄与する技術としても期待される。技術者育成のマニュアル化と技術移転が、新たな技術の普及には重要になるとの同社の考え方も示唆に富むもので、同プロジェクトの発展に期待したい。

また、東北の被災地では、中山間部を通る幹線道路も多いため、こうした技術の適性が高く、復興に寄与する技術になる可能性もある。

5.5 真庭バイオマスツアー（銘建工業株式会社）

調査日：2013年10月30日（水）13:30～14:30

場 所：〒717-0013 岡山県真庭市勝山 1209

1) 説明者

銘建工業株式会社 説明担当者
（真庭バイオマスツアー説明者）

2) 入手資料

バイオマスタウン真庭ツアーガイドンス
バイオマスタウン真庭見学先紹介
バイオマスタウン真庭ツアーリーフレット

3) 概要

(1) 取り組みの背景

1993年高速道路の建設による産業衰退化の危惧から地元若手経営者や各方面のリーダー達を中心と成り、将来の真庭について積極的な意見交換や取組をなす「21世紀の真庭塾」と言う組織を立上げ、検討していたテーマの中で現在のバイオマスタウンの推進力に繋がっていった。さらに平成16年10月の台風23号による大量の風倒木を処理する必要に迫られ、この処理対策として一気に森林機械化が押し進んだ事で、全国的には林業従事者は高年齢化、従事者減少の傾向にある中、当該地区は30代40代の若い林業従事者が育成されている。

地域環境として原木市場（3市場）から製品市場（1市場）、製材所（30社）まで存在しており、木質バイオマス産業の土台が確立されこの礎の上にバイオマス産業が構成される状況であり、地域に根付いた木材利用活動が行われている。また、地域における大人から子供までの幅広い層に対するバイオマス普及啓発活動や今回参加したバイオマスツアーを初めとする地域外への情報発信等の滑動により、より高い環境意識が地域に根付いている。特に木材利用についてはバーク活用を初め、森林バイオマス資源の更なる有効活用を目指している。

(2) 会社概要（銘建工業株式会社）

①会社設立：大正12年 中島木材店として製材所を創業
昭和45年 銘建工業株式会社に社名変更

②資本金：3,780万円

③取扱品目：集 成 材 部 門：構造用小・中断面集成材、構造用大断面集成材
製 造 部 門：杉・桧製材
バイオマス部門：電力事業、木質ペレット

④売上高：平成24年 159億円

⑤現 状：製品原料としては欧州赤松（60%）、ホワイトウッド（30%）国産杉（10%）で輸入材が90%を占めている。これは輸入材が高品質、高強度であり、価格も安く、安定供給が可能な事による。因みに岡山県全

体で山から搬出される丸太の量は年間 30 万 m³ であり、当工場が使用する消費素材 35 万 m³ (丸太 60 万 m³) のため、供給量が全く及ばない。

(3) 施設概要

- ①発 電 開 始 : S59 年 (175kW) H10 年 (1,950kW)
- ②木屑焚ボイラ : タクマ N - 600H 型
- ③設 備 費 用 : 10 億円
- ④蒸 発 量 : 20t/h
- ⑤発 電 出 力 : 1,950kW
- ⑥蒸 気 圧 力 : 16kg/cm²G
- ⑦蒸 気 温 度 : 270℃
- ⑧燃 料 : ブレーナ屑、バーク等

4) 処理施設

施設のシステムフローを図 5.5-1 に、プラント設備の写真を写真 5.5-1~4 に示す。

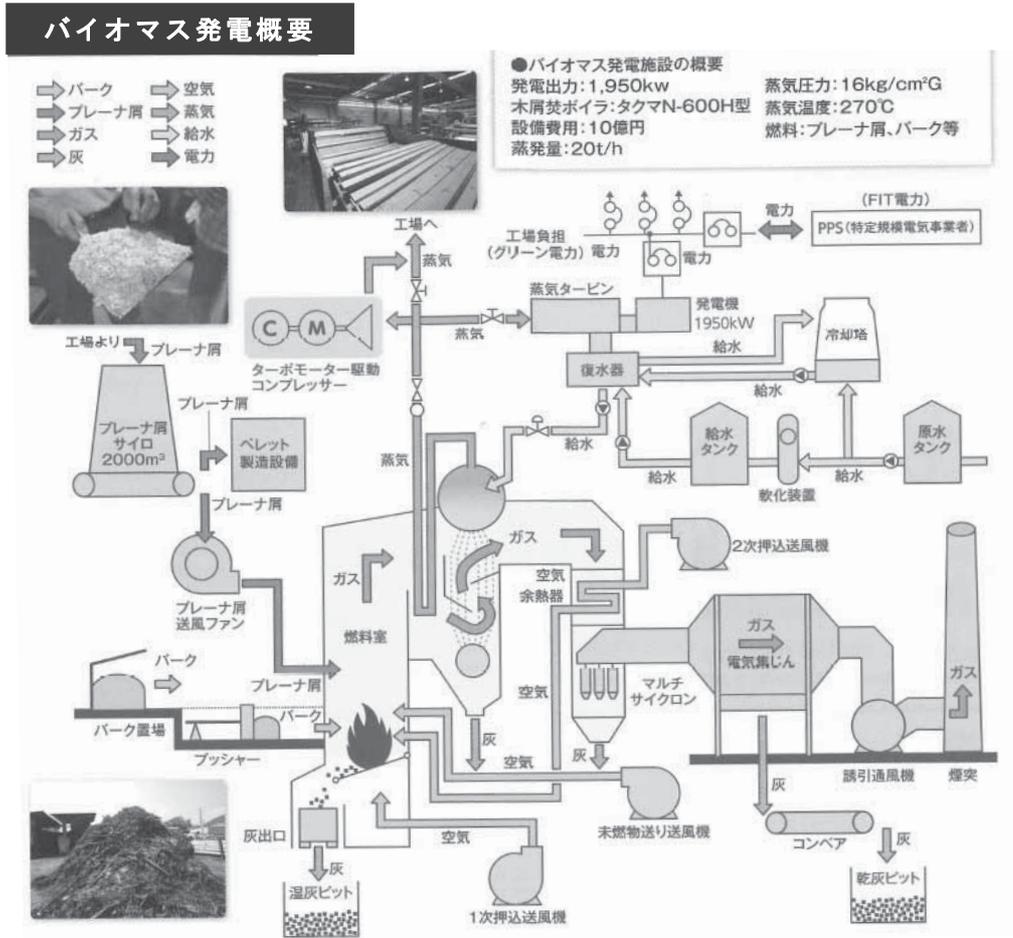


図 5.5-1 施設のシステムフロー

出典：バイオマスツアー真庭 見学先紹介より

表 5.5-1 銘建工業エコ発電所設備概要

貯留設備	
ブレナーダストサイロの規格	2,000m ³
燃焼炉・ボイラ	
ボイラの規格	タクマN-600H型 1.57MPa*270℃*20.0t/h
ボイラ蒸気量	20.0t/h
ボイラ蒸気圧	1.0MPa
発電設備仕様	
発電機の規格	蒸気タービン 6,600V*1,950kW*1,800rpm
その他の設備	
集塵設備の方式	電気集じん装置 マルチサイクロン

出典：バイオマス利用活用技術情報データベース 社団法人 地域環境資源センター



写真 5.5-1 ブレナー屑サイロ



写真 5.5-2 マルチサイクロン



写真 5.5-3 燃料投入状況



写真 5.5-4 燃料投入状況

(1) 発電燃料

発電に伴う燃料は銘建工業内で発生する端材並びにカンナ屑、および、真庭バイオマス集積基地にて収集されたバークによる。おが屑は年間 130 t 発生しているが、この内、80 t をバイオマス発電燃料、50 t をペレット材としている。おが屑については送風ファンによる投入を行っているが、端材についてはトラックによる直接投入もある。また、バークについては半分を場内発生品、残り半分を真庭バイオマス集積基地にて含水率 50% に抑えた物を購入の上搬入し、ボイラにて発生する熱を利用し含水率を 10% 以下にした上で燃焼している。ただし、バークについては熱量が低く (1,800kcal/kg)、燃焼後の灰が多いなどボイラへの負担が大きい。

(2) 燃焼

ボイラ内燃焼温度は 800℃。20t/h で蒸気を発生し 16t/h は発電用タービン (1,950kW) に使用。残り 4t/h は工場内に於いてエアコン動力 (小型タービン) や暖房として利用している。ここで焼却灰の発生量は 1t/日程度、年間 320 日稼働している。焼却灰は週に 1 日管理業務として搬出作業を行い、産業廃棄物廃にて処理をしている。

(3) 電気使用

発電された電気は工場内使用としているが、工場での使用電力は昼間 2,800 kW /h を必要としており、不足分については中国電力より購入としている。ただし、夜間については全量 (1,200 kW /h) 余剰分売電システムにより、パナソニック (PPS 事業者) に売電している。

5) 関連施設・組織

(1) 真庭バイオマス集積基地

未利用材や製材所で発生する端材、樹皮 (バーク) を利活用する事を目的として製材所や森林組合を主とした真庭木材事業協同組合を設立し、2008 年度に建設された。建設費 3.5 億円の内、50% を補助金で活用した。



写真 5.5-5 施設全景



写真 5.5-6 施設状況

出典：バイオマスツアー真庭 見学先紹介

ここでは、総合集積基地や製材所を初めとして地域内の素材生産者や山主等の市民までもから、木材や樹皮を受入れ、製紙用、燃料用チップを製造している。持ち込まれた材料は車単位で検収され、配布された車単位のカードによる個人管理で買取を行っている。持ち込まれた材料分類は雑木、杉、桧、松、樹皮の五種類で、持ち込んだ

本人による自己申告としている。購入による支払は2回/月で現金払いである。

丸太から樹皮の剥ぎ取りについては機械によるまくりと叩き作業により、最終的に銘建工業へ販売する燃料用チップ化処理を行っている。



写真 5.5-7 検収器



写真 5.5-8 持込材集積状況



写真 5.5-9 樹皮剥皮機



写真 5.5-10 樹皮破砕機



写真 5.5-11 パークチップ集積状況

(2) 新バイオマス発電事業

地元9団体（真庭市、銘建工業、森林組合、木材事業協同組合他）の共同出資による「真庭バイオマス発電」を設立し、前述、真庭バイオマス集積基地に近接する位置において10MW/hの発電規模能力を有する木質バイオマスを使った発電プロジェクトを進めている。年間15万tの木質燃料をこの施設へ安定供給を目的として「真庭バイオマス発電」を中核とした間伐材や端材を集積するシステムを構築した。

発電された電力は固定価格買取制度を利用して13.65～33.6円/kWh（一般材・間伐材）で売電する事を計画している。因みにこの施設で発生するエネルギーは1,411TJで市のエネルギー自給率約27%に相当する。

(3) 真庭市役所

十数年前から木質資源の有効活用を検討してきた経緯より、平成の合併を機に平成17年度に「真庭市バイオマスタウン構想」および「真庭市バイオマス利用計画」を策定するとともに、市内全域における木質資源をエネルギーとして活用するための実験事業を開始して地域内のエネルギー循環基盤整備を施してきた。

この中で平成23年4月に開庁された市役所本庁舎では、木材をふんだんに活用すると共に、太陽光発電システムやバイオマスボイラを利用した各種エネルギーシステムが採用されている。採用されているシステムについては市役所正面のガラスを展示ルームとして広報活動を実施している。



写真 5.5-12 真庭市役所エントランス・入口・ホール木材使用状況



写真 5.5-13 真庭市役所正面玄関説明図

写真 5.5-14 自動車急速充電器

庁舎の冷暖房についてはチップボイラ（主）とペレットボイラ（従）を設置し、市内産の燃料を使用してボイラ発電を行っている。

- ① チップボイラ：550kW、サイロ 27m³、燃料使用量 0.8t/日（150t/年）
- ② ペレットボイラ：450kW、サイロ 27m³、燃料使用量 0.4t/日（75t/年）
- ③ 建設費(機械設備)：1 億円（10 年程度で償還予定）
- ④ 補助金：特例債（実質負担 2,000 万円）

また、地域での森林バイオマスを促進するために、生産者と合意形成を図り、ペレット 20 円/kg、チップ 12.5 円/kg（工場渡し）として重油・灯油に対し発熱量単価で 50～60%の安価な地域内価格を設定して利用促進を図っている。

6) 所感

銘建工業のバイオマス発電事業は数々の報告書において成功例として取り上げられているが、単に 1 施設、1 企業の活動だけではこの様な成果を上げる事は困難であったと思われる。これは当該地域が積極的に森林資源を活用しようとする意識の下、行政、企業、地域住民が積極的に関与する事で、輸入材も含め原材料から製品、流通、廃材に至るまで大量の森林バイオマス資源が動脈、静脈とも源流として機能している事が礎となっている。安定した資源供給と価格が設定されることで本事業は成果を上げていると考えられる。

5.6 講演会

- 1) テーマ : バイオマス利用の最新動向～再生可能エネルギー電力買取制度の開始と持続可能な利用へ向けて～
- 2) 講演年月日 : 2013年11月13日
- 3) 場所 : 一般財団法人エンジニアリング協会
- 4) 講演者 : NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク理事長 泊みゆき氏
- 5) 講演概要

(1) NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク

NPO法人バイオマス産業社会ネットワークはバイオマスに関する調査、アドバイス、月1回ペースでの研究会開催などを行なっている。また毎年バイオマス白書等の書籍を発行するとともにメールマガジンを運営している。個人会員約500名、法人会員50名の組織である。

(2) 内容

2008年の世界の最終エネルギーに占める自然エネルギーは19%である。他は化石燃料が78%、原子力が2.8%である。また自然エネルギーのうち約7割を薪、墨等の伝統的バイオマスが占める。バイオマスにおいては、薬剤原料などは単価が高いが比較的需要が小さい。一方エネルギー資材は需要が多いものの、単価が安い。

5,000kWの木質バイオマス発電は、採算性があるとされる最低規模とされる。しかし燃料となる未利用材に関して収集システムが確立していない。またこの規模では熱利用が困難である。

また木質バイオマス発電においては、木質燃料の出所（未利用、一般、リサイクル）の証明が必要である。輸入材は一般木材となる。輸入材の証明は合法性ガイドラインに準じている。

木質バイオマスのエネルギー利用においては発電よりは、エネルギー効率が80%以上と高い熱利用が有利である。発電効率が低いと温室効果ガスの発電端原単位が高くなる。しかし熱を運ぶのは難しく、需要のあるところに供給するローカルなシステムとなり小規模となるが、重油より安く採算性がある場合が多い。小規模での取り組みが成功の秘訣である。熱利用に必要な機器としては、薪ボイラ、ペレットボイラ、チップボイラなどがあるが、欧州と比較して日本製はいずれも高価である。日本では全般に過剰な安全対策、補助金の制約などの規制でしばられている。そうした規制にとらわれないためにも補助金なしのほうがうまくいく。熱利用の方法としては、園芸ハウス、温水プールでの利用などがある。通年利用できるものとしてヒートポンプによる冷房があげられる。

総じて林業が発展していない地域で木質バイオマス発電の導入はリスクとなる。未利用材は、水分も高く、不揃いで燃料としては使い勝手が悪い。欧州ではあまり利用されていない。しかしながら日本においてはバイオマス発電の計画は目白押しである。FIT認定も増えつつある。このような状態では木質燃料の取り合いになる恐れがある。石炭と木質バイオマスを混焼させる発電はリスクも低い。

木質バイオマス発電を成功させるには発電だけではだめである。発電はおまけと考

えたほうがよい。鍵となるのは、林業の振興特に製材所が製品をきちんと生産販売していることが重要である。山元もビジネスマインドをもつことが大切である。

6) 所感

バイオマスは熱利用が主体ということはエネルギー効率からみて理解できる。欧州では石油に代わる燃料として普及しているのもうなずける。熱輸送はローカルな範囲での需給体制で成り立つことから、地域の自立に結びつく。日本ではこうした小規模分散型の熱インフラの整備の展開はこれからである。ここに新たなビジネスチャンスがあるとも考えられる。

木質バイオマス発電事業がうまくいくためには、その地域で山元から製材所までを含む林業の上下流の流れが継続していなければならないという指摘は重要である。日本では林業が産業として自立していない。農業と同じく、補助金にたよる「甘えの構造」に浸っている。一方ドイツでは林業は自動車産業に匹敵する一大産業として自立しているとのこと。また林業フォレスターは地域の名士として医師なみの社会的地位が与えられている。彼吾の差はどこからくるのだろうか。先に述べたこととも関係するが地域の自立がキーポイントのように思う。

昔ながらの「お上」意識によるのではなく、自分たち地域のことは自分たちで考え行動することが肝要である。中央集権から地域分権へ、かなり前からいわれてきていることだが、なかなか進展していない。しかしながら林地残材の活用を「地域通貨」を使って推し進めるといった動きもあるようだ。こうした草の根からの動きを地域自立の萌芽ととられ、支援していくべきではないかと思う。



写真 5.6-1 講演風景

日本で利用可能なバイオマス

- 日本のエネルギー需要全体に占めるバイオマスの割合は1～2%程度。利用可能な量は6%程度と推定
- 日本で利用可能なバイオマス資源の半分以上が森林由来のバイオマス
- 廃棄物バイオマス(量的限界、ひっ迫)、資源作物、輸入バイオマスの問題点
- 今以上のバイオマス利用拡大には、林産業再生が不可欠。路網整備、素材業者の再生、需要ブルの木材産業推進。森林・林業再生プラン(集約化)と自伐林家育成の両輪か。
- 今後利用拡大が可能な林地残材は、利用効率の低い液体燃料化や発電よりも、小規模でも80%以上の利用効率が可能な熱利用が有利

日本で利用可能なバイオマスの半分以上が森林由来

バイオマス＝熱利用が鍵！
熱なら小規模でも効率80%も可能！

「未利用材」を発電に使う困難さ

- 「未利用材」のポテンシャルは膨大だが、収集システムが確立していない
- 5000kW規模でも発電効率は20%台。この規模では熱利用は難しい。化石燃料代替効果、温暖化対策効果は？
- 大量(5000kW規模で10万m³)の材を一定価格以下で20年以上調達可能か(岩手県の素材生産量の約1/10に相当)→資源バッテイング
- 「FITの未利用材」となるのは、間伐材か森林経営計画対象林等。でなければ、未利用材でも一般木材扱い
- 価格的にバイオマスは副産物利用。バイオマスの2倍程度の木材搬出量が必要
→皆伐の拡大？ 再造林は？ 林業、林産業が発展していない地域で木質バイオマス発電の導入は大きなリスク
- 事業主体、利益の行き先、地域への波及効果、エネルギー自治
- 未利用材は生材。水分率が高く、ふぞろい(未利用材で木質バイオマス発電のみを行う例はヨーロッパでもまれ)

→未利用材発電を計画しているが計画通り集まらない場合、輸入材で賄う？
輸入材の問題:持続可能性・LCA、地域活性化やエネルギー自給に結び付かない。安定調達は可能か？

→未利用材は発電燃料の一部とする or 小規模コジェネ、熱利用

輸入材の活用に関しては、バイオマス利用に対する根幹のポリシーを示し、そこから考えるべき。
なぜ、バイオマスを使うとよいのか？

持続可能性の問題

- LCA(ライフサイクルアセスメント)を実施し、限られたバイオマス資源の使い道としての有効性を比較し、政策誘導を図るべきではないか
バイオ液体燃料では、エネルギー収支、温暖化ガス収支が悪い燃料が出回り問題に。食料との競合、森林生態系破壊、農地収奪などの問題も。
- (特に輸入バイオマスに関連し)持続可能性基準導入の必要性
- 2013年にEUが固体バイオマスの持続可能性基準を策定か。基準に合わない(持続可能ではない)バイオマスが日本に流入するおそれ

持続であることが大切。
・欧州基準も参考に
・林業から考える
・バイオマスの2倍の木材利用が必要

第6章 まとめ

バイオマス利用を更に推進していくための方策について調査し、また、震災復興にバイオマス利用が貢献する方策についても検討した。

【代表的な技術の観点から】

1) メタン発酵施設について

都市部の複合商業施設「あべのハルカス」に導入した事例と、稚内の処分場に隣接する「稚内市バイオエネルギーセンター」を視察した。これらの施設においては、従前の廃棄物処理フローを元に、減容化施設としての役割を中心とした規模で計画・設計したため、原料収集や副産物処理で無理がかかりにくい事業形態となっている点が特に注目される。特に、「あべのハルカス」については、生ごみ等の排出量を大幅に削減できることで1商業施設の廃棄物を対象とした発酵施設でも事業採算の可能性があることを示す好例であり、都市型のメタン発酵施設の今後の普及のヒントになる面が多いものと考えられる。

また、その他の先行事例についても、注目すべき収益向上策の抽出を試みた。廃液を液肥利用するなどの好例が見られるが、厳しい排水基準の適用を迫られて、水処理設備のコストが増大する例もある。地域によっては、行政判断により排水の環境中への還元レベルを調整することで、メタン発酵の適用と窒素肥料の低減などが図れる可能性がある。地域性にあった、排水等の処理基準の緩和を検討できるような思い切った施策が望まれる。

また、メタン発酵は比較的小型の独立電源として活用できる。非常時には熱利用も有効であることから、避難場所などを兼ねた防災拠点として機能する可能性がある。普段から防災拠点を兼ねた環境教育の場として地域で活用することで、メタン発酵が迷惑施設との偏見からも解放されることも期待できる。復興にあたって、こうした側面からの自治体の推進策もあり得るのではないかな。

2) 木質発電と木質利用について

行政と企業が一体となって木材利用に取り組んでいる真庭市と銘建工業を視察した。また、木質を中心に「持続可能なバイオマス利用」の推進を目指す NPO 法人のバイオマス産業ネットワーク代表泊みゆき氏にご講演をいただいた。持続可能な木質利用のためには、FIT 導入による発電にも起爆材として期待しながらも、「林業施業の合理化」や「木材需要の拡大」も合わせた対応策が重要であることが分かった。

特に、FIT 導入後は、大型事業が優先されて計画されている様子が窺える一方で、林産業の変化が対応していない。つまり、森林の利用効率が悪いまま、FIT 導入による発電利用目的の推進力が働いていると推定される。森林組合の取り組みや木材利用の推進策も行われているが、必ずしも FIT との整合がとれていない。このことから、FIT による木質の発電利用と、森林利用効率向上策が、噛み合うための方策が喫緊の課題であることが分かった。

一方で、真庭市の行政と木材生産とその周辺産業の一体となった取り組みは、FIT も取り込んで、新たな可能性を模索して前向きな取り組みが行われていた。林業が小さな事業者を中心に行われている現状でも、地域で有機的に連携することで、現状を変えていける可能性を示す好例であり、他の地域でも参考になる面が多い。

【FIT 導入後の状況と今後の推進策】

FIT の導入以降に申請された施設は、平成 24 年度 7 月から平成 25 年度 7 月の 1 年間の合計の認定容量で、64 万 kW と大幅に増加した。ただし、運転開始分は 10kW（年率 4%）にとどまり、このペースでは、むしろ FIT 導入前の RPS 等が主導の時期の伸び率（年率 9%）を下回る。バイオマスは、周辺産業との関わりが強いことから調整に時間がかかることと、地域産業の振興策とも合わせた実施が重要であることが示唆される。この周辺産業とも合わせた振興に利用可能な補助施策は、現状でも存在していることが分かった。自治体や他方面からの広報の強化などにより、こうした制度の有効活用を促すとともに、多様な地域性に対応してバイオマスのエネルギー利用を促すには、多様な促進策のあり方が重要である。

また、実施しやすい大型施設などから計画が先行している状況が分かった。今後も事業を促進していくためには、採算性を確保しにくい小規模施設への配慮が重要になる。ドイツで実施しているように小型施設に配慮した価格体系を導入していくことや、初期投資の負担がかかりやすい小型施設に対しては、初期費用のファイナンスが楽になるような施策を組み合わせることなども念頭におく必要がある。このように、FIT の 20 年価格補償だけに拘り過ぎない柔軟な施策運用が必要である。

さらにまた、20 年の長期保証の固定価格を決めるにあたっては、『FIT の導入により一時的にバイオマス発電が増えればよいのか、林業や農業などのバイオマス利用周辺の一次産業と結びついた発電量の向上に重きを置くのか』、大方針を決めた上で取り組む必要がある。特に輸入材の取り扱いについて、このような方針が周知されていれば、輸入材の利用を中心に計画された事業の施設も、国産材の利用普及に貢献できるような関係自治体との連携や企業努力などが期待できるため、こうした努力を進めることが望まれる。

【震災復興に寄与するバイオマス利用技術】

被災地では、インフラ・都市計画をゼロベースで再構築しなければならない。これを、チャンスに変える野心的な取り組みが、東松島市や宮古市などで計画されており、期待される。宮古市が掲げる水素生産技術の類例として、「福岡ブルータワー」を視察した結果、新たな技術を開発する段階と、その技術を普及させるための要件、すなわち水素補給所の設置など社会機運や人材育成などの段階と、それぞれの段階が、大切であり、それぞれに対応した社会的注目と支援が重要であることが分かった。

気仙沼市では、林地残材を地域通貨で上乗せ買い取る『創エネと森林の整備および自伐林業家の育成』プロジェクトを進めている。林業未経験者が新たに参入するなど、次世代の人材育成の効果もみられる。視察した（株）イデックスエコエナジーでも、地元採用の技術者の育成に力を入れていた。協力者の輪を広げ、地域技術者の育成に繋がる

プロジェクトが重要であると感じられた。

また、被災地の街づくりで、もう一つ特徴をあげるならば、従来のバイオマス技術を利用しつつも、ある面チャレンジ精神を喚起する、夢のある計画が取り入れられている点に着目した。例えば、東松島市の創エネの取り組み（平地林業、藻類培養等）、宮古市の水素社会への挑戦、仙台市の下水施設での創エネ（藻類培養）などである。甚大な被害から5年～10年先を見据える復興計画には、このような関係者の心を結びつけることに繋がる夢の存在が有効である。

さらにまた、スマートコミュニティの考え方をテコとして、バイオマス利用を進める可能性を検討し、それが復興計画に活用される可能性を検討した。比較的バイオマス資源が豊富な農山漁村部が多い被災地においては、スマートコミュニティに類する中でも小規模都市を対象としたスマートビレッジと呼称される考え方が参考になる。農村部に豊富にあるバイオマス資源を有効に利活用し、地域自立型のエネルギーシステムを実現するスマートビレッジにおいては、エネルギー変換効率から考えて、バイオマスの発電利用よりも熱利用が重要であり、効率的な熱供給ネットワーク実現のためには熱の大口需要家が集中していることが重要である。例えばバイオマス発電施設を中心にして、公共施設や集合住宅、ビニールハウス、加温が必要な養殖施設など熱利用が必要な施設を隣接して配置することなどが有効と考えた。バイオマスの熱の部分に着目し、それを活用する施設や住宅のロケーションを大切にすることが重要という側面では、ゼロベースで街づくりを進めざるを得ない被災地の復興においては、比較的取り入れやすい考え方である。また、バイオマスの熱源利用の効率がよい点は、寒冷地の東北との相性がよく、ストックが効く特長は災害につよい街づくりに通じるところがある。被災地でのスマートビレッジの進展が重要である。

【今後の課題】

- 1) 木質バイオマス利用について、FITによる発電面の支援と、木材利用や林産業振興への支援とが一体化するような仕組み作りの具体的な提案。
- 2) バイオマス関連産業である農業や林業の振興が遅れている日本において、FIT導入により達成したい社会の姿の明確化（バイオマス利用において優先されるべき指標≒数値目標「ものさし」の設定等）。

謝辞

最後に「日本の風土に沿ったバイオマス循環社会の提案」に関する調査に取り組むに当たり、地方自治体および先進的事業会社の施設を訪問させていただきました。それぞれの事業背景や現状について、大変貴重なご意見やアドバイスを拝聴することができました。

また、講演いただいた泊みゆき氏には、講演を通じて日本のバイオマスについて明快な見方と整理された情報をご提示いただき、本調査を進めるにあたって大きな示唆をいただきました。

ここに成果報告書の発行に際し、紙面をお借りして関係各位に心より厚く御礼申し上げます。

参考資料：林業への助成と森林組合による林業施業の合理化の現状

1 森林組合による林業施業の合理化

1) 現状

我が国は約 2500 万 ha の森林を有し、その内、約 1300 万 ha は天然林、1000 万 ha が人工林、残りの 200 万 ha が無立木地や竹林等の状況である。森林が国土面積の約 66% と言う事で先進国の中でもフィンランド、スウェーデンに次ぐ世界有数の森林大国に成っている。この世界有数の資源を有しているにも関わらず、昭和 55 年より林業産出額は長期にわたり減少傾向を示し、労働人口の高齢化、減少の問題も抱え推移して来たが、近年、森林資源に対する転換期を迎える状況となっている。以下において、我が国の林業施業の現状と対応について記載する。

(1) 林業生産

林業産出額は昭和 55 年をピーク（約 1.2 兆円）として継続して減少傾向を示し、近年の産出額は 4,000 億円程度、ピーク時の約 36%まで凋落している。また、木材生産額も同じく昭和 55 年の 1 兆円をピークに 2,000 億円まで低下し、施林業産出額に占める割合も 84%から 50%までに比率が低下している。

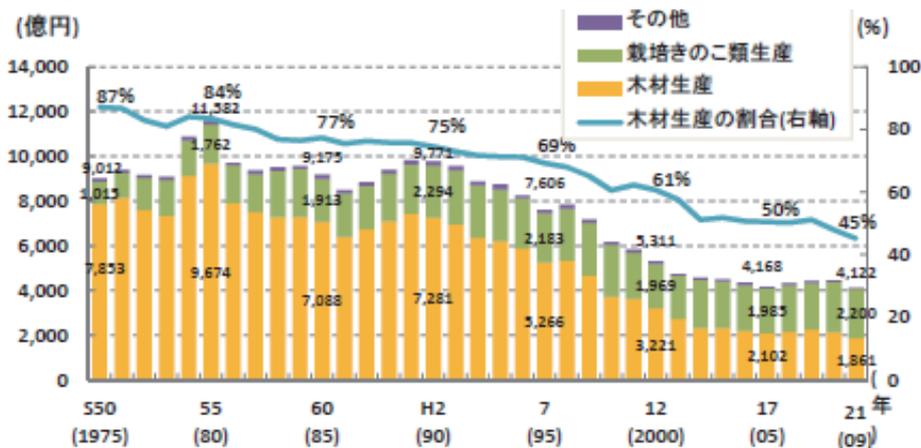


図 参考資料-1 林業産出額の推移

出典：林野庁 HP

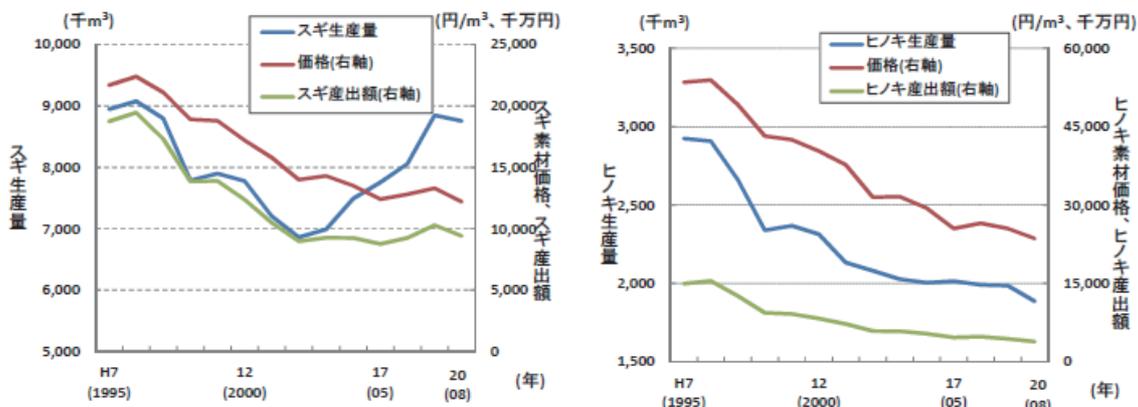


図 参考資料-2 杉・桧の素材生産量・素材価格・産出額の推移

出典：林野庁 HP

しかしながら、木材生産の中で素材生産について見てみると、杉は住宅需要の低迷から昭和 59 年まで減少傾向に有つつも、一時、住宅着件数の増加から増加傾向に転じたが、平成 7 年より再び減少傾向となってしまった。だが再度、平成 14 年から合板への利用拡大に伴って、再び増加傾向を示す状態となっている。桧も同様に長期に亘る減少傾向にあったが、平成 20 年以降は増加傾向に転じている。

特に平成 23 年は住宅需要の回復に伴い製材用の生産量が増加し、杉が前年比 7% 増の 965 万 m³、桧も前年比 7% 増の 217 万 m³ を示している。しかし、素材生産量は増加しているものの、素材価格は長期に亘り安値傾向に有ったが、特に平成 24 年度において国産材需給のミスマッチを原因とする杉が前年比 7% 安の 11,400 円/m³、桧は前年比 15% 安の 18,500 円/m³ と言う大幅な価格低下を招いた。このため、森林生産者の収入となる山元立木価格（市場における素材価格から伐採・運搬に掛る経費を差し引いた物）が、杉が前年比 8% 減の 2,600 円/m³、桧が 19% 減の 6,856 円/m³ と言う価格になり、主伐の立木による販売では到底、育林経費を賄う事が出来ない状況と成っている。

杉人工林における造成費用には、植栽から 50 年林までの造林・保育には平均で 231 万円/ha もの費用が必要とされており、この内の 7 割に相当する金額 156 万円/ha が植栽してから 10 年の間に費やされてしまう。しかしながら、前述丸太価格から算定すると、収入は 117 万円/ha しか成らず、当然の事ながら森林の再造林は森林所有者にとって不可能な状況と成っている。この様に収支金額が大きく乖離している状況では、公的支援等による補助がなければ植林してから伐採に至って回収するまでの長期的な林業経営は難しく、育林経費を削減する事が重要な課題となっている事が分かる。

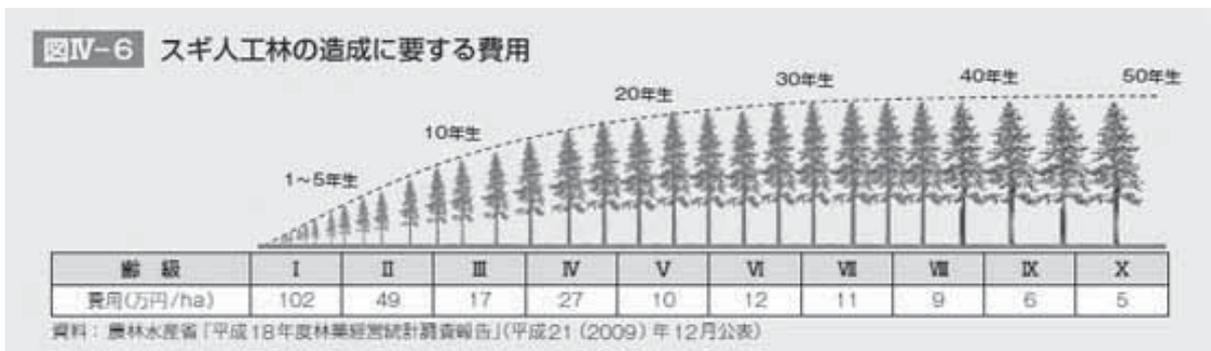


図 参考資料-3 杉人工林の造成に要する費用

出典：林野庁 HP

(2) 林業経営

我が国の森林保有状況は 6 割が私有林、3 割が国有林、残り 1 割が公有林の状況であるが、この内、人工林総蓄積の 7 割が私有林となっていて、林業生産活動における主要な地位を占めている。

林業構造の基本形態としては『林家』と『林業経営体』の 2 体形あるが、『林家』とは「保有林施業計画を作成している。」「委託を受けて育林を行っている。」または、「委託や立木の購入により過去 1 年間に 200 m³以上の素材生産を行っている」の何れかに該当している者であり、現在、14 万経営体存在し、保有山林面積は 518 万 ha と

なっている。

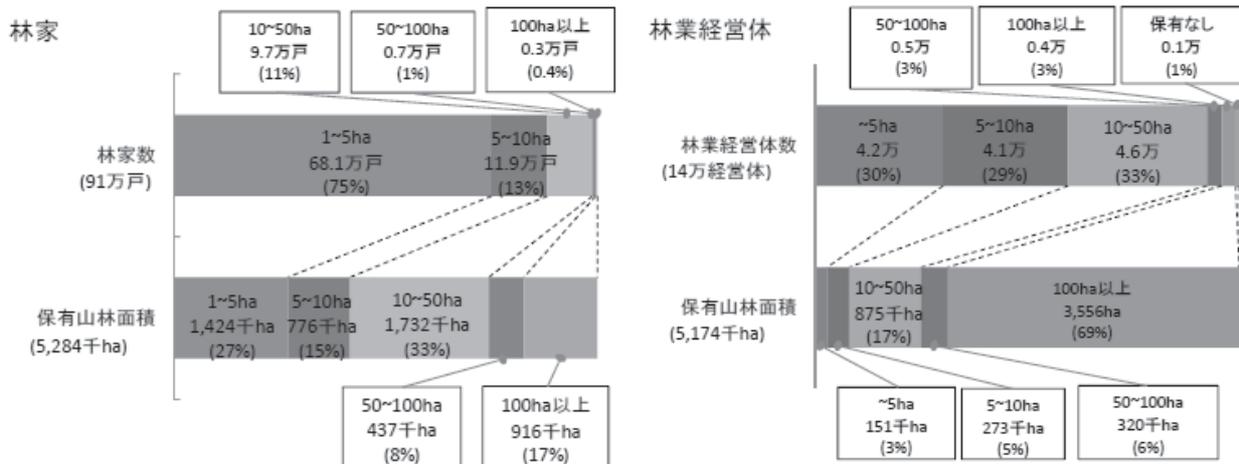


図 参考資料-4 林家・林業経営体の数と保有山林面積

出典：林野庁 HP

ここで、一世帯で林業経営体を組織している『家族林業経営体』が『林業経営体』の9割と成っていて、保有山林面積の小さい森林所有者が多数で存在しているが、大多数の保有山林面積は一定規模以上の山林面積を保有する林業経営体によって大半を占有されている状況と成っている。また、森林所有者の高齢化が進んでおり、『家族林業経営体』の経営主の約7割は60歳以上で有り、林家の大半が林業専業ではなく、他の収入によって生計を立てていると言う状況にある。一定規模以上の林業経営体において年間林業粗収益（平成20年度）は178万円、林業経営費を差し引いた林業所得は10万円しか残らない状況で、現実、施業は間伐と保育のみが主体となり、主伐を行うと言う意識までは繋がらない。

項目	単位	平成19 (2007) 年度	平成20 (2008) 年度	増減
林業粗収益	千円	1,904	1,784	▲ 120
素材生産	"	1,246	1,041	▲ 205
立木販売	"	275	206	▲ 69
その他	"	383	537	154
林業経営費	"	1,613	1,681	68
請負わせ料金	"	539	557	18
雇用労賃	"	270	300	30
原木費	"	125	130	5
その他	"	679	694	15
林業所得	"	291	103	▲ 188
伐採材積	m ³	125	125	0

図 参考資料-5 林業所得の内訳

出典：林野庁 HP

このため、森林組合と民間事業者が主に森林所有者からの委託または立木購入をする事で造林、伐採の施業を行っているが、特に森林組合では植林、下刈等、間伐に対する受託が5割を超える状況で森林整備の中心的な存在となっている。

民間事業者は主伐の7割は担っていて、年々、その割合が増加傾向にある。大規模林業経営体ほど素材生産性が高く、経営規模が小さく成る程生産性が悪い状況にあると言われているが、これは機械化の浸透の差が原因であると考えられている。

(3) 森林組合の動向

森林組合は農業協同組合、漁業協同組合と同じく、『森林組合法』に基づいた森林所有者による協同組織で、組合員への経営指導や森林施業の受託、林産物の清算・販売・加工等を業務として取り扱っている。この中で、素材生産量は近年、増加傾向を示していて、主伐間伐の内訳では主伐146万m³、間伐154万m³と成っている。但し、素材生産量において主伐材は伸びていないが、間伐による物が4割近くも増加している。

森林組合で働いている労働者は長期的に減少していて、全国で約2.6万人(平成22年度)、平均38人/組合程度となっている。

森林所有者高齢化や林業経営意欲が衰退している事で、森林組合に対して森林整備に関する業務だけではなく、森林経営計画等の策定から管理・運営までの幅広い森林管理の地域主体として、役割を担う事が望まれている。

(単位:千円、%)

部門別	事業別	取扱高	事業別割合	部門別割合
森林整備	森林整備	111,705,216	43%	61%
	利用等	36,781,342	14%	
	購買	11,525,299	4%	
販売	林産	36,442,243	14%	25%
	販売	29,223,537	11%	
加工	加工	33,978,775	13%	13%
指導	指導	1,985,414	1%	1%
計		261,641,826	100%	100%

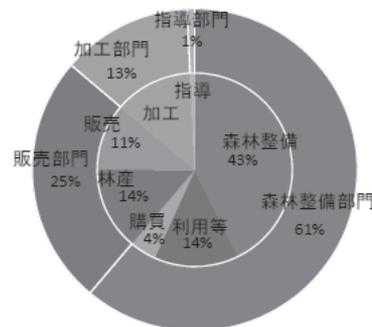


図 参考資料-6 森林組合の事業割合

出典：林野庁 HP

	新植	保育	素材生産量 (右軸)
H14 (2002)	22	497	2,503
15 (03)	20	469	2,506
16 (04)	19	424	2,681
17 (05)	19	364	2,818
18 (06)	17	351	3,004
19 (07)	19	381	3,287
20 (08)	19	368	3,467

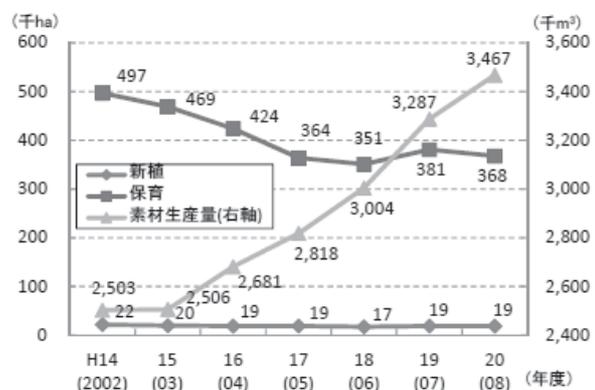


図 参考資料-7 森林組合の事業量の推移

出典：林野庁 HP

現在、森林組合では委託を受けて森林施業計画の作成を推進し、この計画に基づいて施業を実施する事で素材生産量（平成 22 年度）を 360 万 m³へと増加させている。さらに、提案型集約化施業を最優先とする事で組合員所有林の集約化する事を目指している。

森林整備の質を確保しつつ低コスト化を図るには、林業事業体間の適切な競争が確保可能な事業環境が必要とされ、林野庁は意欲と能力の有る者に森林委託が促進されるために通知すると共に、現在、各自治体においてその各種対応がなされている状態である。

(単位:人、%)

	造林	伐出	その他	計	60歳以上の占める割合(右軸)
H14 (2002)	36,517	5,210	6,614	48,341	44.3
15 (03)	34,509	4,946	6,088	45,543	40.4
16 (04)	30,498	4,816	5,956	41,270	37.2
17 (05)	24,567	4,274	5,030	33,871	33.9
18 (06)	22,707	4,719	4,627	32,053	42.0
19 (07)	18,306	4,436	4,503	27,245	39.7
20 (08)	16,681	4,330	4,551	25,562	37.7

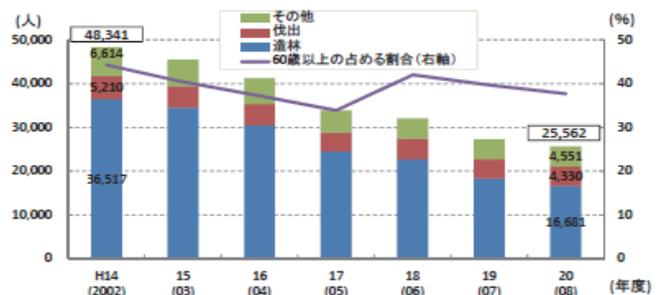


図 参考資料-8 森林組合の雇用労働者数の推移

出典：林野庁 HP

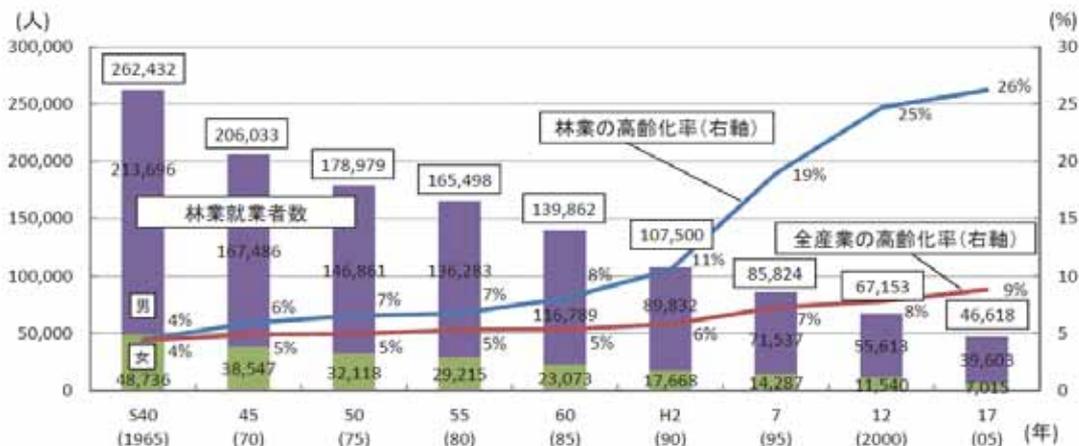


図 参考資料-9 林業就業者数及び高齢化率の推移

出典：林野庁 HP

(4) 林業労働力

林業労働者数は長期的に減少の一途にあり、H22年の国勢調査では約 6.9 万人となっている。また、高齢化率（65 歳以上の就業者を示す割合）も進行しており、全産業では平均 10%で有るが、18%と高い割合になっている。

しかし、35 才未満の割合を見てみると全産業が低下傾向にある中で逆に増加傾向を示していて、この原因は『緑の雇用』を初めとする林業就業に意欲ある若者に対する支援事業の結果と考えられる。また、季節的な要因に左右されて事業量の変動する植栽や下刈等の作業から通年して作業が可能である素材生産等の作業へ移行すると共

に、その事業量も増加した事で働く環境が良くなり専門的就業者の割合も増加している。しかしながら、給与体系は月給制が増えているものの、相変わらず日給制による所が多く、まだ、全般的な就業環境の好転とは言えない。

また、高性能林業機械の導入した事で労働負荷低減や安全環境確保に繋がり、労働環境が良くなっている事もこの背景になっていると思われる。このような状況の下、更に高度な知識や技術・技能を有する林業労働者を確保する事を目的として、林野庁では『林業労働力の確保促進に関する基本方針』から、事業主が計画的で体系的研修体制や能力に応じた雇用体系を整備するキャリア形成を行う事に対し支援を実施している。

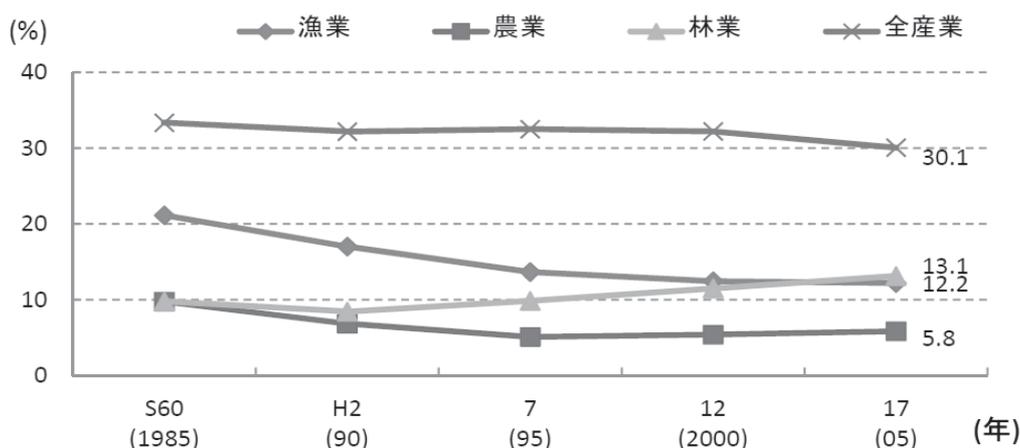


図 参考資料-10 農林水産業における若年者率の推移

出典：林野庁 HP

(5) 林業の生産性の向上

生産性を向上するために、機械化の普及と運搬に即した路網の整備が不可欠とされているが、資金的な側面と我が国の林業経営体の多くを占める小規模森林所有者では単独で効率的な施業を実施する事は困難であり、当該地域の森林所有者が集約化し路網作設や森林施業を一括する『施業の集約化』が求められている。集約化する事で一施業箇所から供給される木材量が増加し、数量が多くなる事で均一した品質や径級毎に取り纏めて出荷する事が可能と成る。これは市場が要求する事項に答えられ、その事で価格面に対し有利な展開へと繋がる事が想定される。この施業の集約化に向けて森林組合では、森林所有者に対し施業方針や集約化事業を実施した場合の収支予想を含めた『施業提案書』を示す事で、まとめて受託をする『提案型集約化施業』を推し進めている。

集約化において重要なのは路網整備である。路網が整備される事で作業現場へのアクセスが改善され、機械の搬出入が容易となる事で機械化の促進が図られ、安全性の向上、搬出時間の短縮へと繋がっていく。しかしながら、我が国の国土特性から路網整備は進んでおらず、路網密度は 18m/ha であり、ドイツ (118m/ha)、オーストリア (89m/ha) と比較して貧弱な状況にある。このため、林野庁は緩傾斜地 (0°~15°) では車輛系作業システムの路網密度を 100m/ha 以上、急傾斜地 (30°~35°) の架線系作業システムで 15m/ha 以上へとする様見直しを行い、各都道府県で整備が推し進

められている。

昭和 60 年に我が国で初めて高性能林業機械が導入されたが、現在（平成 24 年度）、5,089 台もの高性能林業機械が保有され、今後ますます導入促進が図られる方向にある。

機種内訳的にはプロセッサー（1,369 台）、ハーベスタ（924 台）、フォワーダ（1,349 台）と、路網を前提とした車輛系機械が主体であり、数量自体も増加している。さらに稼働率も比較的高い状態にある。一方、架線集材や伐採材を其の俣運搬する事を目的とするタワーヤーダやスキッド等は減少傾向にある。

この様な中、林野庁は林業機械の開発・改良を支援し、低コスト・高効率を目的として林業機械を取り入れた作業システムも開発・改良し全国へ普及する様に努めている。現在、国内 5 地区においてモデル事業を設定し、作業システムの生産性、コスト等に対する検証・分析・評価を実施している。

また我が国の森林経営では造林・保育経費が高く、支出費用の多くを占めているが、それに関わる費用を如何に効率化させて低コスト化に繋がるシステムが確立できるかが、林業施業の上で重要な事になっている。現在、苗木のコンテナ化による地拵え、植栽等作業の一貫化、大きな苗の植林で空間占有率を向上させ雑草等の育成障害に繋げる事で下刈回数を減少させて人件費抑制に繋げる方法や害獣による食害による二重植栽の防止方法等が提案されている。



写真 参考資料-1 森林機械（プロセッサー）

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-2 森林機械（ハーベスタ）

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-3 森林機械（フォワーダ）

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-4 森林機械（スキッダ）

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-5 森林機械（タワーヤダ）

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-6 森林機械（グラップル）

出典：イワフジ工業 HP

2) 森林組合林業機械化への取り組み

以下に各森林組合が取り組んでいる林業効率化への取り組みを記載する。

(1) つがる森林組合

① 事業概要

- ・年間素材生産量 6,600^m（うち 間伐の占める割合80%）
- ・主な生産樹種 スギ

② 取り組み内容

高性能林業機械（ハーベスタ等）を活用する事で低コスト生産に繋げ、森林施業が自家労力中心であったのを森林組合に受委託施業する様、森林所有者に働きかけている。効率化に向けて、作業工程上の支障部分を各工程のタイムを計測等によりボトル

ネックを解明して改善を行い、新たな伐採から運材までのシステムを確立して来ている。

また、ロジスティック確保の上で重要と成る路網整備は搬出が困難であった森林を中心に基幹作業道を新たに約8,000m開設して、高性能林業機械利用可能な状況を確保しコストの低減を図っている。

作業路の施工については、実績のある業者に委託し、構造的工夫としては崩壊抑制を目的として緩傾斜地を中心に路網線形を配置すると共に、雨水洗掘防止として要所に簡易横断工を設置した。

今後、各作業場間移動の時間削減を目的として、作業道の開設も可能な機能を備えたグラップルを1台導入する予定としており、更なる低コスト化を目指している。

低コスト化による利益配分として森林所有者への還元を高める事で、森林所有者との長期受委託契約の締結を進め、更なる集約的かつ安定的な事業量の確保を図っている。



写真 参考資料-7 造材作業状況

出典：林野庁 HP



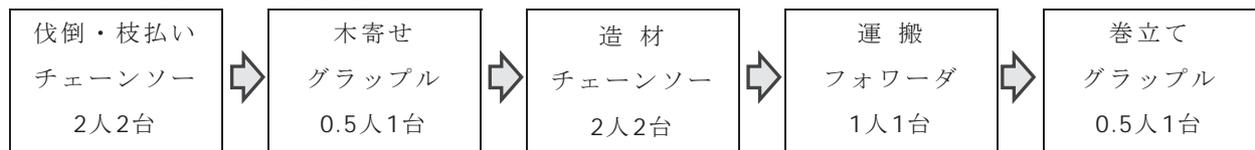
写真 参考資料-8 巻立て作業状況

出典：林野庁 HP

③作業システム

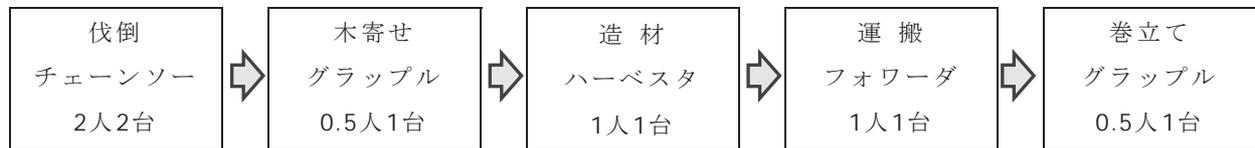
【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 6名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 5名/セット



④労働生産性及び素材生産コスト

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	2~3	8,000~10,000	4~6	6,000~8,000

現行システムは労働生産性を約 50% 向上。素材生産コストが約 25% 削減。

(2) 浄安森林組合

①事業概要

- ・年間素材生産量 13,822m³ (うち 間伐の占める割合74%)
- ・主な生産樹種 スギ、カラマツ

②取り組み内容

森林施業プランナー2名を配置して、積極的に路網計画を含めた長期施業受委託契約の締結を森林所有者に働きかけ、官民連携森林共同施業団地など森林施業の集約化

を強化すると共に多数のの林業機械を保有し、複数作業に対応できる多能工的な現場技能者を確保育成する事で安全で効率的な生産体制を整備している。

伐材集積・搬出に当たっては、道路際の支障木を木寄せ時の犠牲木として残す事で効率化に繋げている。搬出間伐は3セット体制で定性を基本として実施している。この内、新システムの1セットは、集約化した大規模で緩傾斜の団地を優先し、旧システムの2セットは、分散した小規模事業地や急傾斜地で作業する様に分担分けを行っている。

作業路は、運材車（4t）を想定する事で、巾員3～4m、勾配15%以内で無理のない線形とするように努めている。

今後、路網計画を含めた長期施業受委託契約の締結など、引き続き森林所有者への施業提案による森林施業の集約化を更に拡大し、作業工程や生産コスト等のデータ分析・検証を行い機械装備や人材育成を充実すると共により安全で効率的な作業システムの構築を目指している。また近隣地域へも視野に入れ、安定供給先の確保や流通の効率化に取り組む。

③作業システム

【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 4名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 3名/セット



④労働生産性及び素材生産コスト：

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	5.0	4,300	6.2	3,700

現行システムは労働生産性を約24%向上。素材生産コストを約14%削減

(3) 南三陸森林組合

①林業事業体の概要

- ・年間素材生産量 17,100m³（うち 間伐の占める割合は不明）
- ・主な生産樹種 スギ



写真 参考資料-9 被災林の状況

出典：林野庁 HP

②取り組み内容

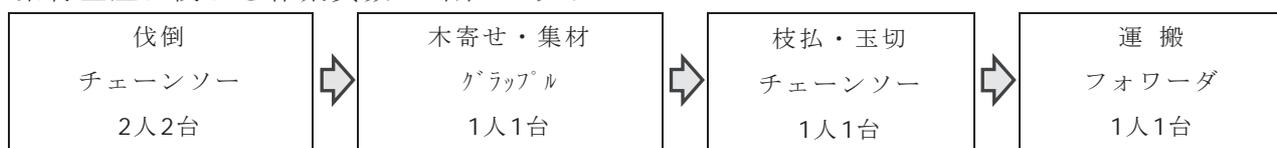
津波被害による立ち枯れたスギ（約40ha）を対象に枝払・玉切工程に対し森林機械（ハーベスタ）を導入して処理の加速化を図った。伐採材はチップ化処理しバイオマス燃料として利用。作業路は等高線に沿い勾配を10～20%、法面高は2m以内として開設した。路網密度は200m/haを目標とし、開設単価は400円/m以内とした。

今後、継続した作業システムの検証により生産性の向上を図ると共に、施業外注先を高性能林業機械所有者が前提とする事で事業連携手法の再構築を図る事としている。

③作業システム

【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 5名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 4名/セット



④労働生産性及び素材生産コスト

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	3.9	8,273	6.0	7,900

新作業システムの導入による素材生産コストの削減率は約5%にとどまったものの、労働生産性を約54%向上させた。

(4) 最上広域森林組合

①林業事業体の概要

- ・年間素材生産量 10,732m³（うち 間伐の占める割合39%）
- ・主な生産樹種 スギ

③ 取り組み内容

高性能林業機械をリース機械として導入すると共に効率的な作業路網を開設した事により、ハーベスタの活用で木寄せ作業が排除される共に、グラップルとフォワーダでの小集積・積み込み作業を行い、作業効率と労働生産性の向上に繋がった。作業路作設は0.45 m³級クラスバックハウにより実施し、間伐作業区域面積11.7ha、作業路開設延長1,321m、路網密度112m/haとした。開設単価は1,451円/mであった。

新作業システムに移行したにより森林所有者への利益還元につながった事で、今後、利用間伐の増加が想定されるため、新作業システムの普及・定着を図る事により地域

一体型提案型集約化施業を目指すものとしている。



写真 参考資料-10 森林作業開設状況

出典：林野庁 HP



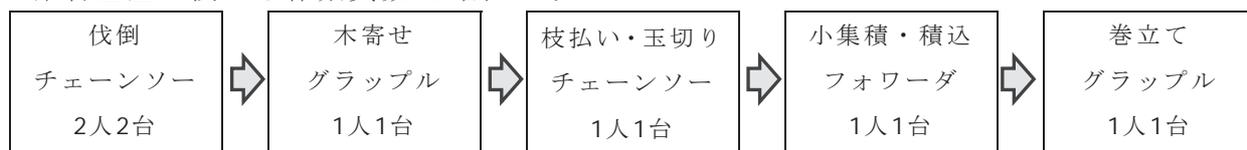
写真 参考資料-11 フォワーダ-による運搬

出典：林野庁 HP

③ 作業システム

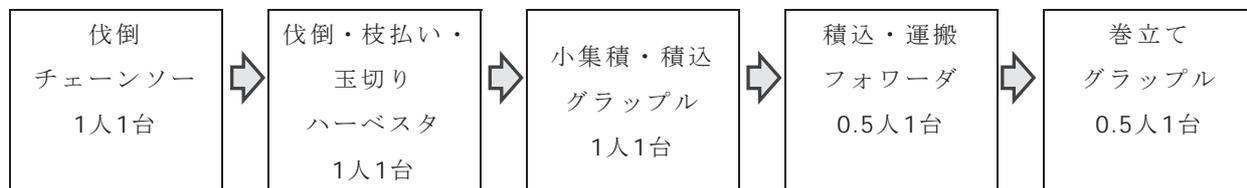
【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 6名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 4名/セット



④ 労働生産性及び素材生産コスト

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	3~4	7,000~8,000	6~8	4,000~6,000

現行システムは労働生産性を約 100%向上。素材生産コストが約 25~43%削減。

(5) 千葉県森林組合安房支所

① 事業概要

- ・年間素材生産量 6,000m³ (うち 間伐の占める割合80%)
- ・主な生産樹種 スギ、ヒノキ

③ 取り組み内容

地区推進委員や行政区長等の地区における中心人物が中心と成り、森林所有者との合意形成や事業地確保を図っている。路網整備は路網密度210m/haと高密度に配

置する事で、高性能林業機械を活用して高効率作業を目指すと共に、施業地の作業条件に応じて各作業

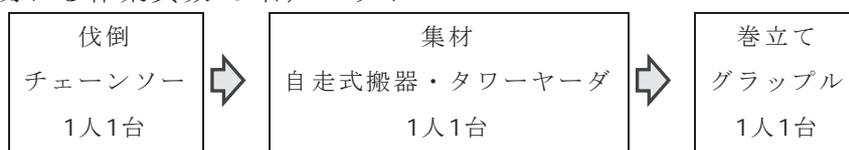
工程を考慮し、バランスの取れた作業計画や機械配置により機械稼働率を高めている。ここで作業路開設単価は2,050円/mであった。

高性能林業機械導入を促進するためオペレーター育成を目的として積極的に各種研修や講習会に参加する事で作業技術の向上に努めている。また、現地に適した路網の配置設計をすることで、現地に適した高性能林業機械の機種・規格・性能を選定して配置し、機械稼働率・作業効率・生産性コストでの最適モデルを実践しながら模索するものとしている。

④作業システム

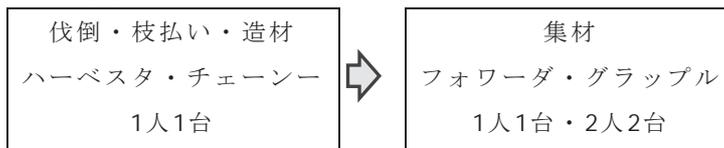
【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 3名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 5名/セット



④労働生産性及び素材生産コスト

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ //人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	2.4	10,500	6.2	8,000

現行システムは労働生産性を約 2.5 倍に向上。素材生産コストが約 24%削減。

(6) 佐渡森林組合

① 事業概要

- ・年間素材生産量 450m³ (うち 間伐の占める割合100%)
- ・主な生産樹種 スギ

② 取り組み内容

島内と言う環境から高性能林業機械はプロセッサ、小型フォワーダ各 1 台毎しかないために本来の使用法と異なる運用まで行っていたため、非常に非効率な施業状況であった。このために、新たに島外からリース対応による導入を行い機械化の拡充を図った。

作業路作設に当たっては建設業者に委託する事で50万円の費用で529mの「作業路を開設延長した。これにより路網密度168m/haとして機械化による活用につなげている。

この切り捨て間伐から新作業システムに移行した事で発生した利益は森林所有者に還元可能となり、利用間伐の増加が想定されている。また、地域一体型の「提案型集約化施業」による森林整備を図り更なる効率化を目指すとしている。



写真 参考資料-12 作業道の開設状況

出典：林野庁 HP



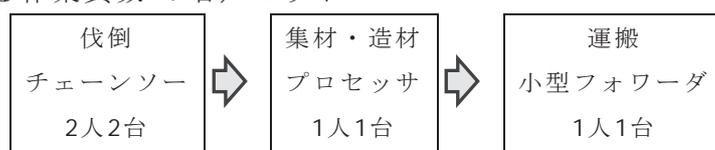
写真 参考資料-13 プロセッサによる造材状況

出典：林野庁 HP

③ 作業システム

【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 4名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 4名/セット



④ 労働生産性及び素材生産コスト

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	1.56	15,000	2.87	8,330

現行システムは労働生産性を約 84% 向上。素材生産コストが約 44% 削減。

(7) 長野森林組合北部支所

① 事業概要

- ・年間素材生産量 25,292m³ (うち 間伐の占める割合100%)
- ・主な生産樹種 カラマツ、スギ、広葉樹

② 取り組み内容

平成15年から高性能林業機械を本格的に導入し、現在16台を保有している。当該地は比較的緩勾配箇所が多いため、搬出間伐には適している土地が多いが、今までは足回りの悪い林内作業環境の中、木寄せをスイングヤード若しくは作業道を作設する事で対応していた。このため、林内走行可能なホイール式林業機械を導入すると共に、ハーベスタ（伐倒・造材工程）、フォワーダ2台（集運材工程）と一緒にセットにして、作業員2名による作業チームを構築した。



写真 参考資料-14 ホール式ハーベスタ

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-15 ホール式フォワーダ

出典：林野庁 HP

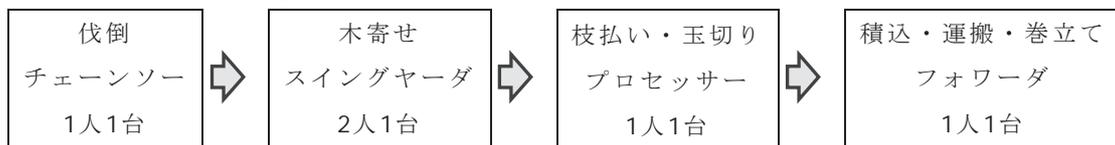
ホイール式林業機械への移行により、空調システム下にあるキャビン作業で労働環境の大幅な向上となった。アーティキュレート式（フォワーダ後輪はさらに左右別に上下揺動可）を使用しているが、株乗越え等の林内走行に支障はなく、GPS及び車載コンピュータを搭載する事で国土調査図を活用し、敷地境界が確認しつつスムーズな素材の仕分け作業が可能となっている。

現在、列状と点状による労働生産性、残存樹木の損傷、土壌攪乱等の間伐方法の差異を確認中で、上り作業・下り作業におけるホイール式、従来式機械の差異についても調査中との事である。

③ 作業システム

【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 4名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 2名/セット

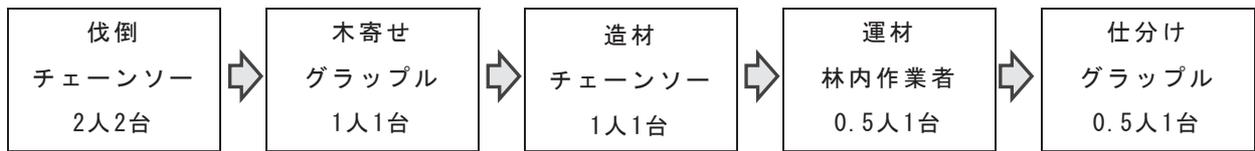


を図っており、集約化施業と密接する森林経営計画は、地域説明会の実施と当該地区のモデル作成事例として他の先導的な立場と成っている状況である。

① 作業システム

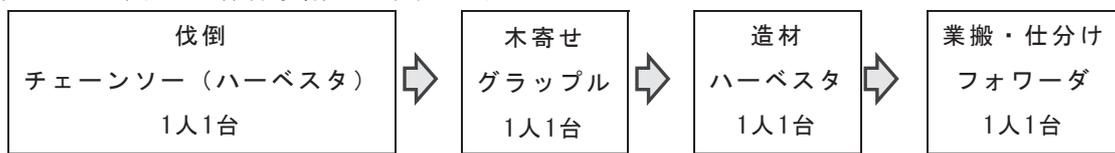
【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 6名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 4名/セット



④ 労働生産性及び素材生産コスト

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	4~5	9,500	7~8	8,000

現行システムは労働生産性を約 160%向上。素材生産コストが約 16%削減。

(9) 鹿児島県曾於市森林組合

① 事業概要

- ・年間素材生産量 15,507m³ (うち 間伐の占める割合80%)
- ・主な生産樹種 スギ、ヒノキ (割合9:1)

② 取組内容

当地域の多くの人工林では高齢級化による主伐期を迎え皆伐が増加傾向にあるが、森林所有者の高齢化、材価低迷等により森林経営意欲の減退で再造林がされない箇所も増加傾向にある。適正な森林管理と循環型林業の確立に対し造林推進を図っているが、伐採後3~5年経過後の雑竹木繁茂が造林コストへの高騰に対し進へ苦慮している状況である。このため、刈払機やチェーンソーによる地拵から、ロータリークラッシャーを利用したシステムに移行しコストの低減を図っている。

また、伐採から植栽までの工程の一元化を目的として、高性能林業機械の利用による造林未済地での地拵方法やマルチキャビティコンテナ苗の採用による時期に固定されない植栽との取り組み合わせ等で更なるコスト減を図っている。

人材育成でも、高性能林業機械操作対応作業班を増加させるために、操作技術研修や林業事業者との技術交流会を継続的に行い、作業種、工程別・機械別等のコス

ト分析と作業員自身による能率上への取り組みが可能な体制づくりも推進している。



写真 参考資料-16 ロータークラッシャー地拵え状況

出典：林野庁 HP



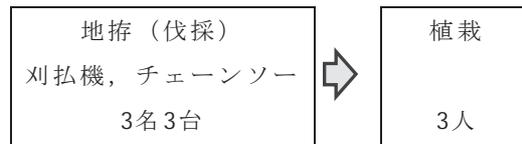
写真 参考資料-17 植栽状況

出典：林野庁 HP

③ 作業システム

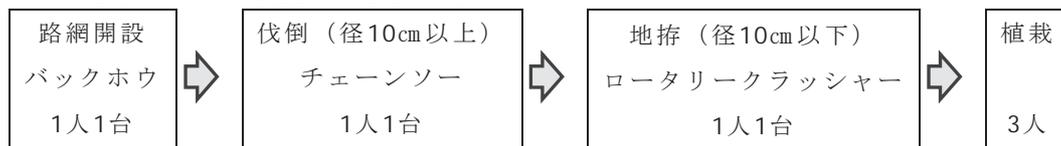
【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 6名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 6名/セット



④ 労働生産性及び素材生産コスト

		旧作業システム		現行システム	
		労働生産性	生産コスト	労働生産性	生産コスト
利用間伐	地拵	57 人日・ha	513,000 円	15.5 人日・ha	380,572 円
	植栽	200 本・日	112,000 円	217 本・日	96,500 円

地拵えは現行システムから労働生産性を約 360%向上。素材生産コストが約 25%削減。植栽は大きな大きな作業効率の変化とは成らなかったが、良好な作業環境確保とつながった。

(10) 信州上小森林組合

① 業事概要

- ・年間素材生産量 26,000m³（うち 間伐の占める割合85%）
- ・主な生産樹種 カラマツ

② 取り組み内容

当該地での綿密な事前踏査により、現地把握と最善と思われるシステム(安全性、作業効率向上、検討等による)を選定。広範な事業地(88ha)に対し最適と思われる2セットのシステムを配備した。エリアを条件によって設定し、岩盤急傾斜エリアにおいては直取りを基本として安全性と木寄作業の効率化を前提に、路網密度は粗とする物のロングアームハーベスタ、スイングヤードを配置する事で対応可能とし、長距離の集搬を必要とするエリアにおいては大型フォワーダ(6tクラス)を配置し作業の効率化を図っている。

路網整備は現地踏査から各作業システムの線形を検討して適切は配置計画を立案し、継続的に使用でき安全に作業可能な考慮を行っている。また、埋蔵文化財包蔵地や猛禽類の営巣実績地にはそれらの諸事情を考慮の上、実施をしている。作業路は0.25 m²クラスバックホウを用いて開設し、基本幅員は3 mとしているが、作業エリア等では余裕を持たせた幅としている。法面は早期緑化を目的として土ブロック積みを施すと共に、路面凍結によるスリップ事故防止を目的として、路側にある根株をガードレール代わりに残置している。



写真 参考資料-18 ロングアームハーベスタ

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-19 大型フォワーダ 積込・運搬状況

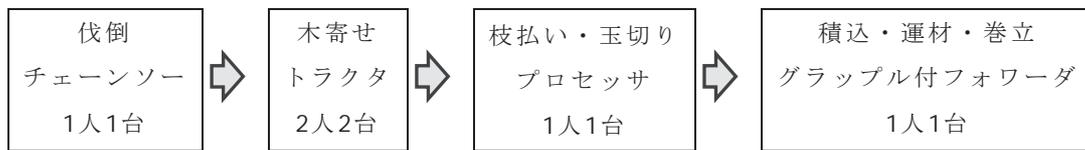
出典：林野庁 HP

技術の向上、安全対策の充実、仕様に沿って的確で効率的な施工が対応可能な人材育成を目的として、各種研修会・講習会・各種資格を積極的に展開すると共に、当該地域の国有林請負事業で培った技術・知識・データ・作業システムを活用して、民有林においても利用間伐に展開が図れるよう積極的に取り組み、コストの分析・作業システムの改良等によりトータルコストの削減を図っている。

③ 作業システム

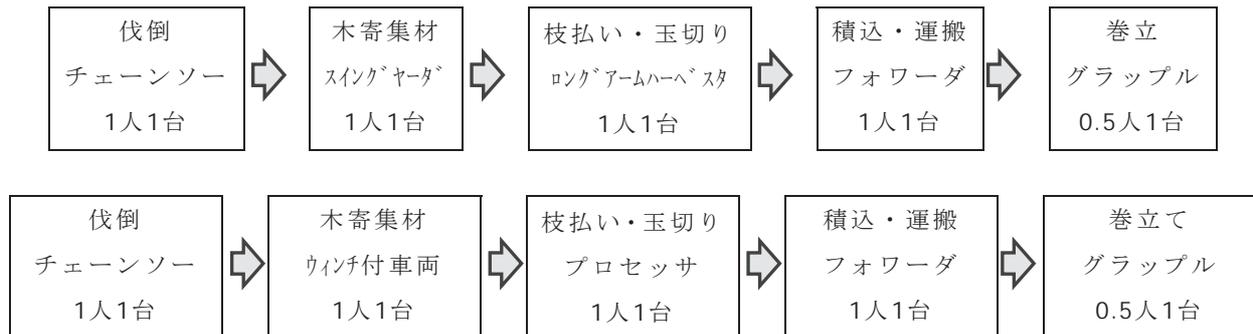
【旧作業システム】

素材生産に関わる作業員数 5名/セット



【現行システム】

素材生産に関わる作業員数 3~5名/セット



④ 労働生産性及び素材生産コスト

利用間伐	旧作業システム		現行システム	
	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)	労働生産性 (m ³ /人・日)	素材生産コスト (円/m ³)
	5.81	12,300	8.85	9,750

現行システムは労働生産性を約 52%向上。素材生産コストが約 20%削減。

特に木寄せ作業は、トラクタによるウィンチ、スイングヤード共に 2 人 1 組で行っていたが、ロングアームハーベスタの使用により木寄せ工程が 1 台の機械とオペレータ 1 名での作業が可能となり、人工数の削減とコストの縮減に繋がった。

2 各種助成事業

ここにおいては、国並びに民間による林業育成への各種支援事業を明記する。

(1) 行政

[機械化]

① 先進林業機械開発促進事業（継続）【平成 25 年度予算】

a) 目的

林業再生へ間伐対象林の集約化、路網整備、人材の育成と、なおの一層生産性が高く低コストの作業システムを普及する。また、我が国の条件に合致した先進的な機能を有する林業機械の開発を促進する事を目的としている。

b) 目標

素材生産量に占める高性能林業機械を使用した生産量の割合を平成27年度に6割へ拡大（3割（平成16年）→6割（平成27年））

c) 内容

従来我が国で普及している機械とは異なる先進的なコンセプトを有しつつ、我が国の条件に合致した林業機械を開発する。事業主体は民間団体とし、1/2を補助。事業期間は平成24年度から26年度までとなっている。

以下に実施されている促進事業を列記する。

・育林省力化技術開発促進事業

育林工程（地拵・植付・下刈等）の省力化のための育林機械・技術の開発・改良を行い、様々な条件下の林業事業体へ育林体系の分析・評価を実施。

・先進林業機械改良・新作業システム開発事業
先進林業機械を現地条件に適合するように改良を行い、導入した作業システムの生産性やコストに関する分析・検証・評価を実施。

・森林整備効率化支援機械開発事業

地域の作業システム、地形条件、林分の条件などに対応した林業機械の開発改良を実施。

② 地域林業・木材産業機械設備リース導入支援事業 【平成 25 年度予算】

a) 目的

域に根差した林業の活性化を図るため、持続的な森林経営の確立と木材の安



写真 参考資料-20 多目的工程植付機

出典：林野庁 HP



写真 参考資料-21 高性能フォワーダ

出典：林野庁 HP

定供給体制を構築するため、「森林・林業基本計画」に基づき、木材生産の低コストで効率的な作業システムの普及及び定着、効率的な加工・流通体制の整備を図り、地域材の利用を促進させる必要がある。このために木材の低コスト生産に必要な林業機械や品質・性能の確かな木材製品の安定供給に必要な木材加工設備のリースによる導入を支援する。

b) 目標

高性能林業機械を使用した素材生産量の割合を向上
(4割(21年度)→6割(27年度))

c) 内容

i. 高性能林業機械リース導入支援

木材生産を効率的かつ低コストで実施する上で必要となる高性能林業機械等のリースによる導入を支援。補助率は定額で事業実施主体は全国木材協同組合連合会となっている。

ii. 木材加工設備リース導入支援

品質・性能の確かな木材製品を安定的に供給する上で必要となる木材加工設備等のリースによる導入を支援。補助率は定額で事業実施主体は全国木材協同組合連合会となっている。

③ 森林・林業再生基盤づくり交付金(うち、高性能林業機械の整備)【平成25年度予算】

a) 目的

国産材の利用拡大を通じた林業・木材産業の振興、活性化を図るため、持続的な森林経営の確立と木材の安定供給体制を構築し、「森林・林業基本計画」に基づき、木材生産の低コストで効率的な作業システムの整備、効率的な木材加工・流通体制の整備等を図る必要がある。このほか、森林資源を保護するため、森林病虫害等の被害及び林野火災の防止、山地防災体制の強化や林業労働災害撲滅に向けた取り組みが必要。

b) 目標

高性能林業機械を使用した素材生産量の割合の向上
(4割(21年度)→6割(27年度))

c) 内容

i. 再生基盤の整備等

以下について都道府県に対し一体的に支援を実施。補助率は1/2以内で事業実施主体は地方公共団体、民間団体となっている。

ア. 高性能林業機械等の整備

森林整備の効率的かつ円滑な実施及び林業再生の担い手育成や林業生産コストの低減を図るために必要な高性能林業機械等の整備を支援。交付率は定額(1/2、4.5/10、1/3等)で事業実施主体は都道府県、市町村、森林組合、林業者等の組織する団体、林業事業体等としている。

イ. 森林づくり活動基盤の整備(実習林等フィールド整備等)

森林環境教育など継続的な体験活動の場、知識から技術まで林業体験学習の場となる森林・施設の整備を支援。交付率は定額（1/2、4/10等）で事業実施主体は都道府県、市町村等となっている。

ii. 市町村広域連携支援

上記の事業について、県域を越えて複数の事業主体が連携して実施する取り組みに対して支援する。補助率は1/2以内等で事業実施主体は市町村、民間団体となっている。

* [人材育成]

④ 森林・林業再生基盤づくり交付金（うち、林業担い手等の育成確保）

【平成 25 年度予算】

a) 目的

国産材の利用拡大を通じた林業・木材産業の振興、活性化を図るため、持続的な森林経営の確立と木材の安定供給体制を構築し、「森林・林業基本計画」に基づき、木材生産の低コストで効率的な作業システムの整備、効率的な木材加工・流通体制の整備等を図る必要がある。このほか、森林資源を保護するため、森林病虫害等の被害及び林野火災の防止、山地防災体制の強化や林業労働災害撲滅に向けた取り組みが必要。

b) 目標

高性能林業機械を使用した素材生産量の割合の向上
（4割（21年度）→6割（27年度））

c) 内容

以下について都道府県に対し一体的に支援を実施。補助率は1/2以内で事業実施主体は地方公共団体、民間団体となっている。

ア. 林業担い手の確保・育成

林業事業体の経営の合理化を促進し、森林整備を担う人材を確保・育成するため、以下の取り組みに対して助成。

- ・林業経営の合理化指導及び高性能林業機械のメンテナンス等の講習会実施
- ・地域の実情に応じた林業就業者に対する技能研修等の実施

イ. 林業労働災害の防止

森林整備を担う林業就業者の安全かつ適切に作業ができる労働環境をつくるため、以下の取り組みに対して助成。

- ・実践的伐木作業技術や高性能林業機械等の災害防止のための現地研修会等の実施
- ・安全管理指導専門家等の養成及び安全衛生改善対策セミナーの実施
- ・振動障害予防対策や蜂毒に対する認識及び危険性の普及啓発

⑤ 「緑の新規就業」総合支援事業 【平成 25 年度予算】

a) 目的

林業の持続的かつ健全な発展のため、施業集約化等の推進、低コストで効率的な作業システムによる施業の実施とともに、これらを担う人材の確保・育成を目的と

している。

特に、有望な人材を確保する上で就業希望者の裾野を広げると共に、新規就業者が定着できる環境を整えるものとしている。これからの地域の森林づくりのビジョンに基づき、間伐や道づくり等を効率的に行える現場技能者を段階的かつ体系的に育成し、定着させるものとしている。

b) 目標

平成32年度までに現場管理責任者等5,000人を育成。

平成25年度までに森林作業道作設オペレーター1,500人を育成。

c) 内容

以下について補助率は下記に定める通り定額であり、事業実施主体は都道府県等、民間団体としている。

i. 緑の青年就業準備給付金事業

林業への就業に向け、林業大学校等において必要な知識の習得等を行い、将来的に林業経営をも担い得る有望な人材として期待される青年に対して、安心して研修に専念できるよう資金を給付。就業希望者1人当たり150万円/年を最大2年間給付

ii. 「緑の雇用」現場技能者育成対策事業

ア) 新規就業者の確保・育成・キャリアアップ

就業希望者を雇用して行う以下の研修等に必要な経費を支援。

α) 林業への新規就業者の確保に向けた就業体験やガイダンス、作業実態等の理解を図るためのトライアル雇用

β) 林業経験のない方が基本的な技術を習得するための3年間のOJT研修等に加え、育成する人材の定着に向け、安全教育を徹底させるためOJT研修の2ヶ月延長及び就業環境整備

γ) 現場管理責任者等に必要な知識・技術を習得するためのキャリアアップ研修

※ 研修生1人当たり9万円/月等を助成(①のトライアル雇用は3ヶ月、②のOJT研修は、1年目10ヶ月、2,3年目8ヶ月を上限)。

※平成24年度補正予算(第1号)において、林業就業者の早期育成・確保を図るため、「緑の雇用」事業の一環として、トライアル雇用、新規就業者に対する基本的な研修等を一部先行実施

ii. 森林作業道作設オペレーターの育成

丈夫で簡易な森林作業道を作設するオペレーターを育成するための研修の実施に必要な経費を支援。

* [環境整備]

⑥ 森林整備事業・治山事業(公共)〈森林整備事業〉【平成25年度予算】

a) 目的

我が国の森林資源の活用へ森林・林業を再生するとともに、森林吸収源対策の算入上限値3.5%(平成25年から平成32年の平均)を確保するため、森林施業の集約化、路網の整備、間伐等を推進する。

b) 目標

森林吸収量の確保に向けた間伐の実施

(平成25年度から平成32年度までの8年間の年平均：52万ヘクタール)

c) 内容

i. 集約化を進め、間伐やこれと一体となった丈夫で簡易な路網の整備等を推進
森林環境保全直接支援事業のうち、林業専用道整備対策。補助率は10/10、1/2、3/10等に分かれる。事業実施主体は国、都道府県、市町村、森林所有者等となる。

ii. 所有者の自助努力によっては適正な整備が期待できない条件不利地等を対象として、公的主体による間伐等の森林整備を支援

環境林整備事業のうち、水源林造成事業等。補助率は10/10、3/10等に分かれる。事業実施主体は都道府県、市町村、(独)森林総合研究所等となる。

iii. 森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法を改正し、地方財政措置の特例を継続するとともに、国から市町村に交付金を直接交付する現場の創意工夫が活かせる柔軟な助成を引き続き実施

美しい森林づくり基盤整備交付金。補助率は1/2。事業実施主体は市町村、森林所有者等となる。

⑦ 林業金融対策 【平成25年度予算】

a) 目的

我が国の森林資源を最大限有効に活用して森林・林業を再生し、持続的な森林経営を確立するとともに国産材の安定供給体制を構築するためには、森林施業の集約化、路網の整備、搬出間伐等の推進や木材の加工・流通体制の改革を目的としている。

b) 目標

林業者・木材産業者等の地域材利用、森林整備、経営改善等に必要な資金調達の円滑化

c) 内容

i. 利子助成による地域材利用の促進

地域材利用を促進し、木材自給率の向上に資するため、林業の経営改善や木材の生産または流通の合理化に取り組む意欲ある林業者等に対し、最大2%の利子助成(実質無利子化)を行う。地域材利用促進緊急利子助成事業融資枠は80億円で、補助率は定額とし、事業実施主体は全国木材協同組合連合会としている。

ii. 無利子資金による森林整備の推進

森林整備を推進するため、施業規模を集積させた林業者に対し、有利子の日本政策金融公庫資金等と無利子資金(森林整備活性化資金)を併せて貸し付けることにより、金利負担を軽減する。森林整備活性化資金造成費・利子補給金融融資枠は17億円で、補助率は定額。事業実施主体は独立行政法人農林漁業信用基金としている。

iii. 無利子資金による林業・木材産業の経営の改善

林業者・木材産業者等の先駆的取り組みによる経営改善を支援するため、都道府県を通じて無利子資金の貸付を実施。林業・木材産業改善資金造成費補助金融融資枠は100億円で補助率は2/3。事業実施主体は都道府県としている。

⑧ 森林施業プランナー実践力工場対策事業 【平成 25 年度予算】

a) 目的

森林施業プランナーは森林所有者に対し施業の提案を行うが、現状、技能・実践力のレベルにが様々である中、平成24年度から森林経営計画の作成の中核となることが求められている。このため、森林施業プランナーの一定の質を確保すると共に、その能力向上を図る上でインセンティブとなる森林施業プランナーの認定制度の円滑な運用を目的としている。

b) 目標

平成27年度末までに2,100人の森林施業プランナーを認定

c) 内容

森林所有者に対し、施業の提案を行う森林施業プランナーの実践力向上を目指して行う、次の取り組みに対して支援を行う。

i. 森林経営計画作成・提案型集約化施業の中核を担う森林施業プランナーと林業事業体の組織としての実践力向上の取り組み

ア) 集合研修（ステップアップ研修、専門的技能・能力研修）の開催

イ) 専門家チームの派遣やOJTによる個別実践指導の実施

ii. 森林経営計画の作成や施業の集約化について、広範な林業事業体で取り込まれるようにするためのワークショップの開催

iii. 林業事業体の実践体制の評価

iv. 森林施業プランナーの資格認定制度の普及・評価

補助率は定額で1/2。事業実施主体は民間団体としている。

⑨ 持続的な森林経営の確立に向けた総合対策 【平成 25 年度予算】

a) 目的

1つの林班または複数林班を面的にまとめて計画を作成する事で、将来の施業も見通した効率的な路網の配置や、搬出間伐等の施業の集約化など効率的・合理的な森林施業を可能とする森林経営計画は、持続的な森林経営にとって不可欠のものである。

林業経営に意欲的な地域では集約化の取り組みが定着しつつあるが、森林所有者の所在が不明な場合や不在村である場合などでは、同意取り付けに多大な手間と時間を要するため、森林経営計画の策定が進んでいない地域も見られる。このため、市町村や関係団体が中心となって、集約化に向けた取り組みを進めていく必要があり、これを支援する物としている。

b) 目標

民有林における森林経営計画の作成率向上

(25%(24年度) → 39%(26年度) → 80%(32年度))

c) 内容

持続的森林経営確立総合対策実践事業

i) 森林所有者等の基礎的な情報整備・普及啓発活動

登記簿等から現在の森林所有者の探索、国土交通省の実施する山村境界基本調査

等との連携による境界明確化などを通じた森林所有者情報の整備、不在村の森林所有者等に対する集約化説明会の実施等の取り組みを行う協議会に対して支援。補助率は定額で、事業実施主体は市町村等協議会としている。

ii) 森林経営計画作成・施業集約化に向けた条件整備

施業集約化や不在村者対策を進める上で不可欠な路網を確保するため、既存路網の簡易な改良等条件整備について支援。補助率は定額で、事業実施主体は民間団体としている。

⑩ 木質バイオマス産業化促進事業 【平成 25 年度予算】

a) 目的

林地残材等が年間約2,000万m³発生し、森林資源が年々増加する中で木質バイオマスを活用した産業化の取り組みで森林整備や山村地域の活性化等を図ることが必要となっている。このため、「森林・林業基本計画」に基づいた木質バイオマスの利用拡大に向けて、取り組み上の課題解決に向けた支援体制の構築や効率的な加工・利用システムのための新たな技術開発、木質バイオマス利活用施設等の整備を支援するものである。

b) 目標

木質バイオマス利用量の増加 (71.7万m³(23年度)→300万m³(27年度))

c) 内容

i. 木質バイオマスの利用促進のための支援体制構築

未利用木質バイオマスを利用した発電・熱供給・熱電併給推進のために必要な調査を行うとともに、全国各地の木質バイオマス関連施設の円滑な導入に向けた全国的な相談・サポート体制の確立に対し支援。

ii. 新たな木質バイオマスの加工・利用システムの技術開発等

ア) 未利用間伐材等を原料とする熱効率が低い新たな固形燃料や発電効率の高い新たな木質バイオマス発電システム等の開発・改良、実証プラントの整備等に対する支援

イ) 木質バイオマス利活用施設等の整備に係る資金の借入に対する利子助成

補助率は定額で、事業実施主体は民間団体等としている。

(2) 民間

① 公益社団法人 国土緑化推進機構

国土緑化運動を推進することにより、森林資源の造成、国土の保全及び水資源のかん養並びに生活環境の緑化をはかり、もって心豊かな国民生活の実現、日本の文化的発展、さらには地球環境の保全に寄与すること及び国際貢献を目的としている。

主な活動としては『全国植樹祭』や『全国育樹祭』を初めとする普及啓発・緑化支援中心的役割を担うと共に、『緑の羽根募金活動』や『学校林運動』等において国土緑化運動の高揚を図って来た。

具体的には「緑と水の森林ファン」を設立 [1988 (昭和 63) 年 3 月に国土緑化推進機構内に「緑と水の森林基金」として設立されました。(2011 (平成 23) 年 7 月 改名)] し、より豊かな森林づくりを推進するために一般市民・企業・団体な

どからの自発的な募金により森林基金を造成し、その運用益により「国民参加の森林づくり」運動推進のための事業を実施している。現在までの基金造成額は 174.3 億円となっている（2009（平成 21）年 6 月 30 日現在）。

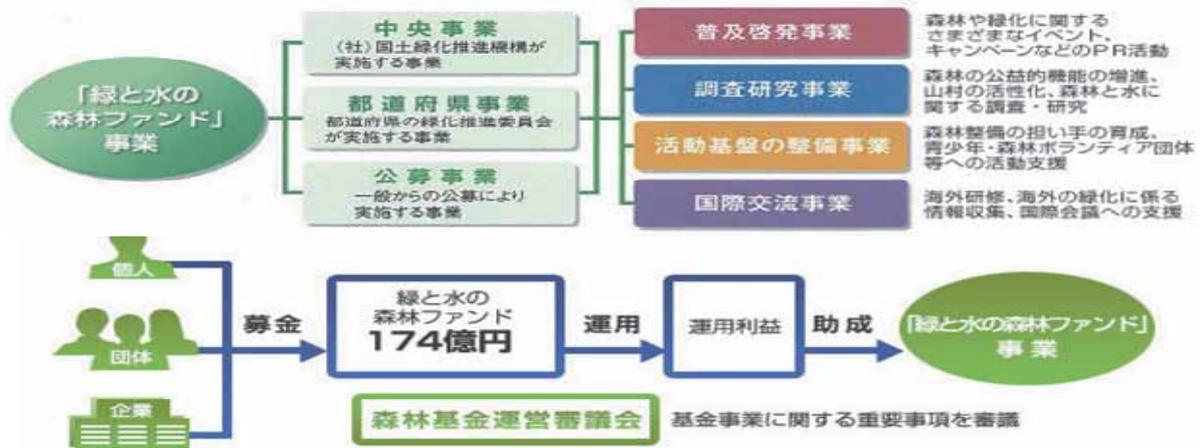


図 参考資料-12 募金から助成まで

出典：国土緑化推進機構 HP

a) 事業内容

基金は、国債、地方債などで運用し、その利子収入によって「国民参加の森林づくり」のための各種事業を実施している。事業は、その目的により、(1)普及啓発、(2)調査研究、(3)活動基盤整備、(4)国際交流の 4 分野に分かれ、実施主体によっても、(1)中央事業、(2)都道府県事業、(3)公募事業の 3 つに分かれている。

以下に事業までの流れについて記す。

b) 事業推移

事業費の普及啓発費がほぼ半分を占めており、その割合については継時的にも大きな変化はない。また、一般からの公募により実施する事業に 6 つについては最近 5 年間で 130 件程度で推移している



図 参考資料-13 分野別事業費昭和 63 年～平成 20 年

出典：国土緑化推進機構 HP

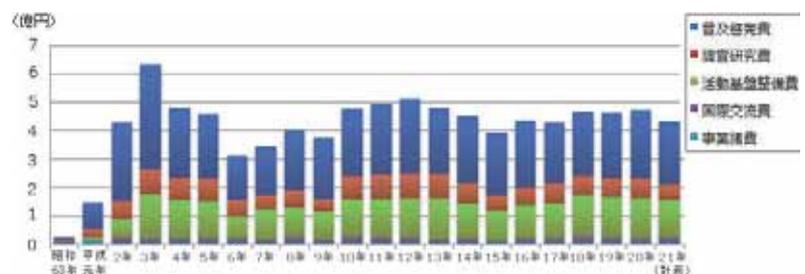


図 参考資料-14 分野別事業費の推移

出典：国土緑化推進機構 HP

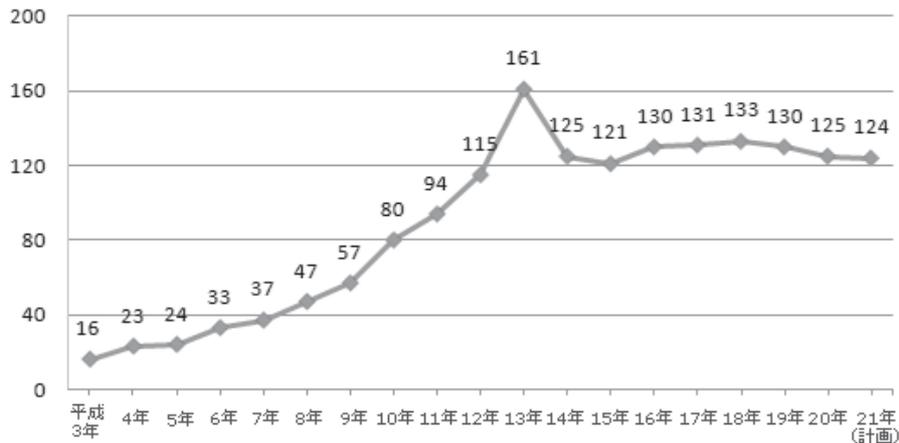


図 参考資料-15 公募事業による事業実施件数の推移

出典：国土緑化推進機構 HP

c) 各種事業

i) 中央事業

中央事業は国土緑化推進機構が直接実施する事業で、普及啓発・調査研究・活動基盤整備・国際交流について、年間約 70 件の事業を実施している。主な事業内容は以下のとおりである。

- ・ 広報誌「ぐりーん・もあ」の発行、緑の感謝祭等の緑化普及啓発イベント開催等の「普及啓発事業」
- ・ 森林と水、山村の振興等に関する「調査研究事業」
- ・ 森林ボランティア団体への情報提供とネットワーク化、次世代を担う緑の少年団運動への助成等の「活動基盤整備事業」
- ・ 国民参加の森林づくり運動指導者海外研修、林業専攻高校生海外派遣研修の実施等の「国際交流事業」

ii) 都道府県事業

各都道府県緑化推進委員会から提出された事業計画を採択し、年間約 200 件の事業を実施している。近年、重点的に取り組んでいる事業を以下に記載する。

- ・ 行政・林業団体等との各種イベント、普及・啓発活動
- ・ 地域材の利用促進、山村の活性化
- ・ 森林ボランティア活動の支援、リーダーの育成
- ・ 環境教育、次世代の育成、緑の少年団活動等
- ・ その他

iii) 公募事業

幅広い民間の非営利団体等の主体的・多様な参加による「国民参加の森林づくり」運動の推進を図るため、「緑と水の森林基金」事業の公募を行い、毎年 100 件程度の事業が実施している。

助成対象者は、民間の非営利団体、法人、個人（調査研究に限る。）で、対象活動は、普及啓発、調査研究、活動基盤整備、国際交流の 4 分野、助成金の限度額は、団体 200 万円、個人 100 万円となっている。

(3) フォレストック協会

平成20年8月に社団法人日本林業経営者協会（以下、「日本林業経営者協会」といいます。）により創設されたフォレストック認定制度は、平成21年3月以降、同協会及び同協会内部に設置されたフォレストック運営管理委員会が、その制度趣旨・目的に沿って支障なく制度全般の運営管理業務を行ってきたが、平成22年4月1日に新設・独立の組織として一般社団法人フォレストック協会が新たに、フォレストック認定制度の運営管理業務の全てが移管され、制度の一層の整備を行った上で、新しいフォレストック認定制度の運営・管理を始めている。

具体的には持続的な森林経営および生物多様性を保全することができる森林を認定、その森林のCO₂の吸収量・貯蔵量を価値化することにより、健全な森林を保有し管理・経営している者に対し、森林整備の支援を行っていく制度である。さらに持続的な森林整備支援を達成するために、森林に対する社会問題解決に参画して社会的責任を果たす意思のある企業を巻き込み、活動に対し持続して数多くの賛同を感受し、多様な消費活動の場において個人の選択と結び付けるものとして、協会活動に参画する企業の商品・サービスを個人一人々が選択する度に、参画企業がフォレストック協会の認定した森林が吸収し貯蔵するCO₂を購入し、その購入代金を森林整備支援に供するものと成っている。

a) 事業内容

本協会は、フォレストック認定制度の運営管理を通じて、企業や個人が日本の森林や環境保全の担い手として参加可能な仕組みを提供し、森林整備保全の推進をサポートすることで、日本の森林が有する水源涵養機能、災害防止機能、森林吸収源としての機能、生物多様性保全機能の維持拡大と、日本の森を通じて地球温暖化防止と地球規模の生物多様性保全に取り組む事を目的として以下の業務を実施している。

- ・森林の二酸化炭素吸収量及び生物多様性レベルの認定制度の設計、企画、開発、運営管理、販売、調査、情報収集、研究ならびにコンサルティング

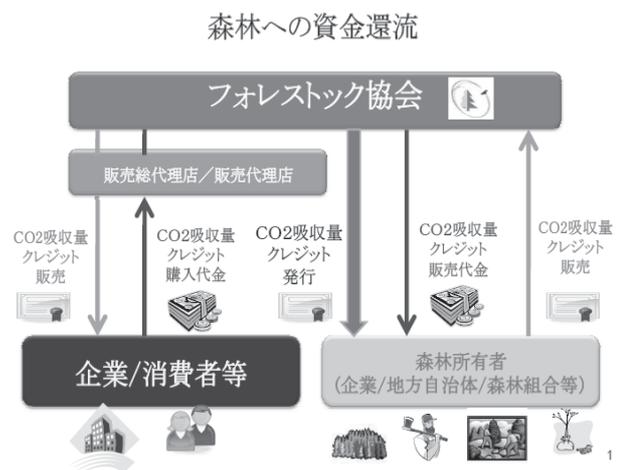


図 参考資料-16 フォレストック認定制度概要

出典：フォレストック協会パンフレット

- ・二酸化炭素を含む温室効果ガスの排出削減及び相殺に関する事業ならびにコンサルティング業
- ・二酸化炭素を含む温室効果ガス削減クレジットの売買及びそれを用いたカーボンオフセット業務ならびにコンサルティング業務
- ・二酸化炭素を含む温室効果ガス削減クレジットの創出に関する業務ならびにコンサルティング業務
- ・森林等の天然資源の利用に関する企画、開発、調査、情報収集、研究ならびにコンサルティング
- ・植林、森林整備、緑地化推進に関する事業ならびにコンサルティング業
- ・生物多様性の保全、再生、利用に関する企画、開発、調査、情報収集、研究ならびにコンサルティング
- ・生物多様性クレジットの創出に関する業務ならびにコンサルティング業務
- ・生物多様性クレジットの売買及びそれを用いた生物多様性オフセット業務ならびにコンサルティング業務
- ・環境保全・整備等に関する企画、開発、調査、情報収集、研究及びコンサルティング
- ・エネルギーの有効利用、再生可能エネルギーに関する企画、開発、調査、情報収集、研究及びコンサルティング
- ・二酸化炭素を含む温室効果ガスの排出量の算出、管理、削減に関する支援業務
- ・インターネット、携帯情報端末等を利用した情報サービスの提供
- ・前各号に附帯関連する一切の業務

b) フォレストック認定制度

i) フォレストック認定制度の概略

森林整備による森林吸収源をCO₂吸収量クレジットとして認証、価値化する制度で、日本国内森林（FSG/SGECの森林認証または森林施業計画認定森林）を対象とし、適切かつ持続的な森林管理の実施に加え、生物多様性保全が図られており、フォレストック認定基準を満たした森林について、森林整備により創出された森林吸収源をフォレストック協会が認証し、CO₂吸収量クレジットの発行を行い、売買流通、カーボンオフセット等への利用を認める制度である。

ii) フォレストック認定制度の目的

森林所有者/事業者に対し森林整備による森林吸収源を、フォレストック認定を通じてCO2吸収量クレジットとして価値化し、同クレジットの販売収益を森林所有者/事業者、地方自治体等認定取得者を通じ森林整備保全費用に還元する。森林所有者/事業者に対して新たな継続的事業収益機会を提供し、森林及び森林整備の経済的価値を向上させ、日本の森林の自主的継続的整備保全を推進する物としている。さらに、森林保全整備、生物多様性保全、地球温暖化防止、地域再生、山村里山再生、森林機能強化（水源涵養/防災等）、雇用拡大等への貢献、推進も目的とすると共に、京都議定書目標達成計画における日本の森林吸収源を確立するとしている。

フォレストック認定制度概要

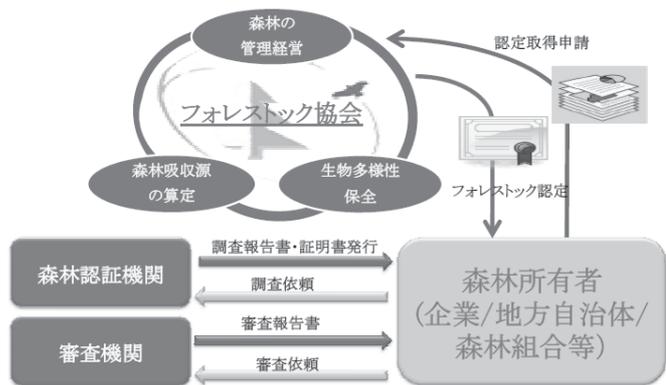


図 参考資料-17 森林への資金還元

出典：フォレストック協会パンフレット

フォレストック認定森林マップ



図 参考資料-18 フォレストック認定森林マップ

出典：フォレストック協会パンフレット

iii) フォレストックCO₂吸収量クレジットの特徴

本クレジットの特徴は以下の通りである。

○日本国内の森林吸収源と認められる森林のCO₂吸収量クレジット

- ・地球温暖化防止、生物多様性保全への貢献、推進
- ・森林整備保全、地域再生、山村里山再生、林業再生、雇用拡大への貢献、推進
- ・水源涵養機能、災害防止機能等、森林機能の強化保全への貢献、推進

○生物多様性保全基準を内包したCO₂吸収量クレジット

- ・生物多様性保全への貢献

iv) フォレストック認定基準/評価基準

○認定対象森林の条件

森林認証を取得している森林（FSC/SGEC）または森林法に基づく森林施業計画の認定を受けている森林

○森林の管理・経営評価

「社会貢献面と経済面」の定性評価12項目と「林況主要定量指標」5項目、合計17項目

○生物多様性保全レベルの評価

「生物多様性・水度保全面」15項目と「生物多様性主要定量評価」5項目、合計20項目

○CO₂吸収量の算定

森林簿/収穫予想表に基づき、対象森林の材積成長量調査など現地調査を行い、京都議定書報告に採用された拡大係数、地下部率、容積密度、炭素含有量等の数値を用い、J-VERの算定方法に準拠して算定（京都議定書の第1約束期間と同等の算定方式であるグロスネット方式により算定）

v) 森林認証機関/審査機関について

フォレストック認定制度では、正確性・論理性・専門性・中立性・第三者性等を確保するため、協会が認め「森林認証機関」によるフォレストック認定のための調査及び同報告書・証明書の作成、協会への提出及び認定取得後のモニタリング時の調査及び同報告書の作成及び、協会が認める「審査機関」による審査・検証認定書の発行を義務付けている。

[森林認証機関]

社団法人日本森林技術協会

社団法人全国林業改良普及協会

株式会社アミタ環境認証研究所

株式会社富村環境事務所]

[審査機関]

KPMG あずさサステナビリティ株式会社

参考文献

- 1) 平成 21 年度エコ・ヒューマン・エンジニアリングに関する調査研究報告書第 1 分冊<循環型社会関連分野>財団法人 エンジニアリング振興協会 2010 年 3 月
- 2) 河村清史,有機性廃棄物の資源化技術－嫌気性消化によるメタン回収－,廃棄物学会誌 Vol.11, No.5,pp.344-354, (2000)
- 3) 竹森憲章・兵主充正,メタン発酵処理普及に向けた研究,月刊廃棄物, 33(7), 10-14, (2007)
- 4) 「メタンガス化(生ごみメタン)施設整備マニュアル」及び「平成 19 年度メタン発酵研究会活動報告」,財団法人廃棄物研究財団 メタン発酵研究会, (2008)
- 5) 汚泥再生処理センター等施設整備の計画・設計要領,全国都市清掃会議, (2007)
- 6) 中久保亮他,牛ふん尿のメタン発酵における食品廃棄物投入の効果,廃棄物学会論文誌, Vol. 19, No. 6, pp. 392-399, (2008)
- 7) 李玉友,メタン発酵技術の概要とその応用展望,日本環境衛生施設工業会, No.53, (2005)
- 8) 木田建次,食品系廃水・廃棄物のメタン発酵によるサーマルリサイクル,食品と技術,422号,1-11, (2006)
- 9) 農林水産省 HP,バイオマス事業化戦略
<http://www.maff.go.jp/j/press/shokusan/bioi/120906.html>
- 10) 環境省 HP,一般廃棄物実態調査 ※平成 22 年度調査結果
http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html
- 11) バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第 3 版), NEDO, (2010)
- 12) 社団法人地域環境資源センター,バイオマス利活用技術情報データベース
<http://www2.jarus.or.jp/biomassdb/>
- 13) バイオマス事業化戦略 バイオマス活用推進会議, (2012)
- 14) 赤松 佑介・林 まゆ・遠藤 正史・斉藤 芳人, 食品廃棄物を対象としたバイオガス化実証事業, 前田建設技術研究所報, Vol.51,(2010)
- 15) 農林水産省 HP,バイオマス利活用の取組事例(2009年 取りまとめ)
<http://www.maff.go.jp/j/shokusan/kankyo/seisaku/utilization.html>
- 16) バイオガスプラントの稼働実績調査業務 概要版,帯広市, 平成 24 年 2 月
- 17) NEDO HP,北の大地 自然エネルギーとの共存
http://www.nedo.go.jp/introducing/nedohokkaido_kitanodaichi_index.html
- 18) 南但広域合成事務組合 HP,施設整備基本計画
http://sr-co.mail-box.ne.jp/nantan/html/sisetuseibi_kihonkeikaku.html
- 19) 「平成 19 年度地球温暖化問題と廃棄物問題に対応した新エネルギー技術・リサイクル技術等関連エンジニアリングの動向と今後のあり方に関する調査報告書 第 1 分冊<環境とリサイクル分野>(財)エンジニアリング振興協会 2008 年 3 月
- 20) 平成 20 年エコ・ヒューマン・エンジニアリングに関する調査研究報告書 第 1 分冊<循環型社会関連分野>(財)エンジニアリング振興協会 2009 年 3 月

- 21) 図解 バイオエタノール最前線 株式会社工業調査会 2007年4月20日初版4刷
- 22) 平成24年度震災復興と資源循環のための社会システムの調査研究報告書 一般財団法人 エンジニアリング協会 平成25年3月
- 23) 食品リサイクル合同会合ヒアリング(資料 2-4) 食品リサイクルとバイオガス事業 バイオガス事業推進協議会 平成25年5月10日
- 24) 安東隆昭,環境建築におけるバイオマス技術と超高層ビルにおけるオンサイト利用事例,建築設備,第63巻1号,(2012)
- 25) 農林水産省 HP,バイオマス事業化戦略検討チーム(第4回会合)配布資料
http://www.maff.go.jp/j/biomass/b_kenntou/04/pdf/siryo7.pdf
- 26) 黒部市 HP,黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設
<http://www.city.kurobe.toyama.jp/guide/svGuideDtl.aspx?servno=3821>
- 27) 平成25年度廃棄物資源循環学会主催第2回講演会 バイオマスのリサイクル,一般社団法人廃棄物資源循環学会,2013年11月
- 28) 南但広域行政事務組合 HP,高効率原燃料回収施設
<http://www.nantan.hyogo.jp/html/clean1.html>
- 29) おおき循環センターくるるん HP
<http://kururun.jp/>
- 30) メタン発酵第1号のFIT認定発電施設に,月刊廃棄物,日報ビジネス,39巻1号,(2013)
- 31) 鹿追町 HP, 鹿追町環境保全センターバイオガスプラント
<http://www.town.shikaoi.lg.jp/machizukuri/seisaku-keikaku/kakusyuu-sengen/kankyoubikasengen/kankyouhozocenter/biogasplant>
- 32) 長岡市 HP,生ごみバイオガス化事業
<http://www.city.nagaoka.niigata.jp/kurashi/biogas/>
- 33) メタンガス化(生ごみメタン)施設整備マニュアル,環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課,平成20年1月
- 34) 中村修(長崎大学環境科学部),自治体における家庭系生ゴミの資源化状況についてー社会的技術の視点からー,長崎大学総合環境研究 6(1), p.17-30,2003
- 35) 野池達也,震災復興に貢献するメタン発酵,再生と利用, Vol. 36 No. 135,2012
- 36) 農林水産省 HP,東日本大震災について～東北地方太平洋沖地震の被害と対応～
<http://www.maff.go.jp/j/press/keiei/saigai/111125.html>
- 37) 岩手日報,葛巻町が電力自給へ施設整備 自然エネルギー活用
<https://www.iwate-np.co.jp/311shinsai/sh201106/sh1106053.html>
- 38) 永井克治,関西におけるエネルギー自治の可能性,季刊政策・経営研究 2012 vol.3
- 39) 原田和弘,海域の貧栄養化によるノリ養殖への影響と対応策,第5回瀬戸内海水産フォーラム
- 40) 平成22年12月 農林水産省 バイオマス活用推進基本計画
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/pdf/keikaku.pdf
- 41) 農林水産省「食品廃棄物等の利用状況等(平成22年度推計)」
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/pdf/syokuhinhaikifuro22.pdf

- 42) 農林水産省「食品廃棄物等の年間総発生量及び食品循環資源の再生利用等実施率について」
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syokuhin/pdf/h23_zentai_suikai.pdf
- 43) (株)長岡バイオキューブ HP 長岡市生ごみバイオガス化事業 処理フロー
http://nagaokabiocube.sakura.ne.jp/sisetugaiyou_5.html
- 44) 国土交通省 HP 資源・エネルギー循環の形成
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html
- 45) (社)日本下水道施設業協会 HP 消化ガス精製装置(シロキサン除去)
<http://www.siset.or.jp/contents/?CN=200&RF=K&RFID=10&ID=82>
- 46) 石川県 HP 消化ガスを利用したマイクロガスタービン・コージェネレーションシステムの本格導入について
<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/mizukankyo/gesui/maikuro.html>
- 47) 黒部市 HP 黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設整備・運営事業
<http://www.city.kurobe.toyama.jp/attach/EDIT/000/000982.pdf>
- 48) 農林水産省 平成 23 年 10 月 畜産の動向
http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/pdf/tikusan_doko.pdf
- 49) 土佐町 HP 土佐町堆肥センター
<http://www.town.tosa.kochi.jp/taihi/system.htm>
- 50) 安藤範親, 木質バイオマス発電の動向と課題への対応, 農林金融, 2013 年 10 月
- 51) 平成 23 年度 林野庁補助事業 地域材供給倍増事業 木質バイオマス利用に係る環境影響評価調査等支援のうち木質バイオマス LCA 評価事業報告書, 株式会社森のエネルギー研究所, 平成 24 年 3 月
- 52) 梶山恵司, 木質バイオマスエネルギー利用の現状と課題 -FIT を中心とした日独比較分析-, 富士通総研 (FRI) 経済研究所, 2013 年 10 月
- 53) 経済産業省資源エネルギー庁 HP 再エネ設備認定状況
<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/kaitori/index.html#setsubi>
- 54) 【生産・調達段階における論点】再生可能エネルギーの拡大, 資源エネルギー庁, 2013 年 6 月
- 55) 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会 HP
<http://www.nepc.or.jp/>
- 56) 森林・林業再生プラン推進総合対策について,平成 22 年 9 月農林水産省 HP,
http://www.maff.go.jp/j/budget/2010_3/pdf/sinrin.pdf
- 57) バイオマスをめぐる現状と課題, バイオマス活用推進会議, 農林水産省 HP,平成 24 年 2 月
http://www.maff.go.jp/j/budget/2010_3/pdf/sinrin.pdf
- 58) バイオマスの活用の推進, バイオマス産業都市, 農林水産省 HP
http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_kihonho/index.html
- 59) 地域事業の紹介, 新潟市中部下水処理場消化ガス発電について,
第 597 回建設技術講習会, 一般社団法人 全日本建設技術協会 HP
http://www.zenken.com/kensyuu/kousyuukai/H25/597/597_yamamoto1.pdf

- 60) 新しい街づくりとしてのスマートコミュニティのイメージ、経済産業省 HP
http://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3751394/www.meti.go.jp/policy/energy_environment/smart_community/doc/smartcommu.pdf
- 61) 【千葉】柏の葉スマートシティ（日立の取り組み）、株式会社 日立製作所 HP
<http://www.hitachi.co.jp/products/smartcity/case/kashiwanoha/activity.html>
- 62) 震災復興プロジェクト、一般財団法人 エンジニアリング協会 HP
<http://www.ena.or.jp/research/reconstruction>
- 63) 農山漁村におけるエネルギー自立型システム（スマートビレッジ）、農林水産省 HP
http://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/nousin/bukai/h23_2/pdf/data3-6.pdf
- 64) NEDO 再生可能エネルギー技術白書 2013、バイオマスエネルギー、NEDO HP
<http://www.nedo.go.jp/content/100544819.pdf>
- 65) 木質ペレット焚バイオアロエース、矢崎エナジーシステム株式会社 HP
http://airconditioner.yazaki-group.com/product/aroace_pellet.html

第Ⅱ部 大規模災害時対応を見据えた環境配慮型
静脈物流システムの概念構築

第1章 調査研究の経緯と目的

1.1 はじめに

2011年3月11日、未曾有の災害である東日本大震災が発生した。この大震災では大規模な津波が沿岸部を襲い、多量の災害廃棄物が発生した。その発生量は都市によっては都市ごみ100年分にも相当するものであった。災害廃棄物は一次仮置場に集められその処理を待つこととなったが地形上保管場所を確保するのが困難な地域が多く、生活圏に隣接した地域に確保される事例も目立ちこのような場所では悪臭、飛散の問題が起こった。また、生活圏に隣接した仮置場では災害廃棄物の存在によりその後の復興住宅の建設が進まないなどの問題も見られた。さらに自然発火による火災の問題などもあり、災害廃棄物を短期間で処理することが求められた。

一方、災害廃棄物が多量なため、自治体で持っているごみ処理施設のみでは処理能力が足りず、短期間での処理には仮設の処理施設の整備を必要とした。しかしながら一次仮置場すら足りない状況の中、仮設の処理施設の建設場所を確保することが困難であり十分な面積を確保することができず、短期間で全量を処理するだけの満足な規模の処理施設を建設することが困難であった。このため非被災地を含めた広域処理が必要とされた。

昨年度の調査では、主に、実際に災害廃棄物処理もしくはその対策の担当者となった自治体職員が、過去の事例を実態に即して把握できることが危機意識の向上に繋がると考え、災害廃棄物の広域輸送について、東日本大震災を事例として可能な限り実態に即した生の声を集めることを目的として調査を実施した。調査内容は災害廃棄物にかかわる事項として、阪神・淡路大震災、紀伊半島大水害の災害廃棄物処理事例についての文献調査、東日本大震災の災害廃棄物の広域処理の実態調査（気仙沼市、宮城県庁、災害廃棄物処理石巻ブロック、北九州市（受入先）、やまがたグリーンパワー、やまがたグリーンリサイクル（受入れ先））、災害直後の混乱期に大量の災害廃棄物を処理しなければならない担当者が直面した課題について生の声を通じて報告書としてとりまとめた。

本年度は、大規模な災害が発生した際に、効率良く早急に災害廃棄物の処理が可能となるような日常の対策のあり方、特に広域処理、静脈物流をキーワードとした、大量の災害廃棄物の発生を見越した対策のあり方について提言を試みた。提言に際し、現状の対策の立案状況、先進事例の調査が必要と考え、その調査も実施した。

1.2 調査研究の経緯と目的

循環型社会では廃棄物を単に処分するのではなく、新たな原材料として活用することが求められる。さまざまな性状や形態によって広範囲に発生する廃棄物を分別、回収し、利用するための施設へ効率的に輸送することが廃棄物利用の第一歩である。これは震災時も例外ではなく、最終処分場が逼迫していることから可能な限りリサイクルできるものはリサイクルするべきである。

リサイクルの推進には分別が不可欠であり、震災時には現地で分別して一次仮置場に搬入することが望まれるが、震災時の混乱期には困難なことが多い。この場合、災害廃棄物は混合状態のまま一次仮置場に搬入されることとなり、そこでの分別作業が必要となって

しまう。可能な限りリサイクルを進めるためには効率的な運搬が必要であり、分別運搬体制が整備されて初めて分別搬入が可能となる。

過去エンジニアリング協会では「CO₂削減に向けた高度静脈物流システムの構築」について調査研究を進めており、その中で意見をとりまとめ、次の点がピックアップされている。

- ① 理想的な静脈物流システムを構築するためには、短距離輸送の場合にはミルクラン方式、また、長距離輸送の場合にはモーダルシフトによる海運や鉄道の活用が効果的である。
- ② ミルクラン方式やモーダルシフトによる輸送形態での問題は従来と同様で、廃棄物の排出者と輸送業者そして動脈側の生産者間とのネットワークを構築することが重要である。また、モーダルシフトでは従来の輸送と同様に、空荷対策（帰り便対策）や空いている時間帯の活用等、更に海運の場合には埠頭整備（廃棄物の保管の促進）が重要な要素となる。これら問題の解決により、CO₂削減が成された新たな静脈物流システムの道が開けると考える。
- ③ CO₂の削減に効果的であると推奨されるモーダルシフトに於いても、排出者側と受入側で最低限のトラック輸送は発生する。このトラック輸送では、化石燃料の使用量削減やエコドライブの推進、更には BDF 燃料への切り替え等が今後の課題である。昨今のハイブリッドカーや電気自動車等技術革新により、将来既存のモーダルシフトの有効性も希薄になることも考えられる。

これらの意見を踏まえ、2か年にわたる本調査研究では大規模災害における広域処理事例の実態を調査し、エンジニアリング協会における過去の研究成果を踏まえ、災害廃棄物の静脈物流のあり方、災害に備えた平常時の静脈物流施設・体制のあり方を提言することを目的とした。

本年度は南海トラフ巨大地震を想定した計画の策定状況について調査し、その先進事例を調査するとともに、あるべき姿についての検討を試みた。

1.3 前年度（平成24年度）の調査概要

2012年度の調査報告では、災害廃棄物の静脈物流のあり方や災害に備えた平常時の静脈物流施設・体制のあり方を提言することを目的とし、東日本大震災において実施された広域処理の事例について、可能な限りそれに関わられた方の生の声を集め、その輸送方法や経緯、効果等の詳細を事例集的に報告書としてまとめた。調査対象とした広域処理ルートを図1.3-1に示す。

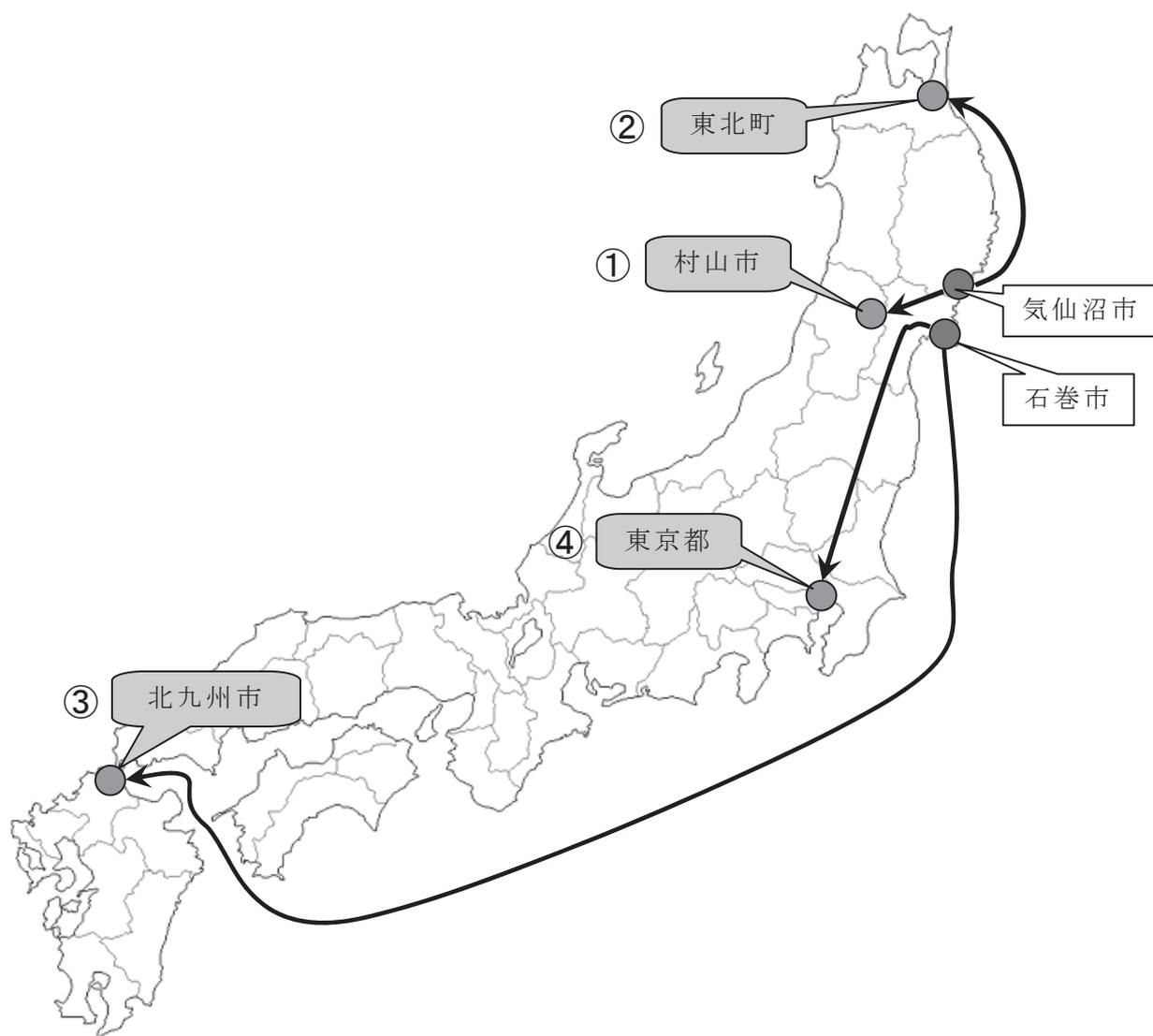


図 1.3-1 調査対象の広域処理ルート

以下に各広域処理の実施内容の概要を示す。

① 宮城県気仙沼市 → 山形県村山市

処理廃棄物：木くず（一次仮置場でチップ化し、村山市へ運搬）

運搬方法：トラックによる陸送

処理方法：バイオマス発電用燃料として使用（やまがたグリーンパワー（株））

ヒアリング調査概要

- ・ 処理先までの運搬はトラックによる陸上輸送とし、手配は気仙沼市で実施。
- ・ 気仙沼の被災木の受入れに対応するため、一廃及び産廃処分業の許可を追加取得。
- ・ 被災木の受入れにあたり、頻繁に住民説明会を開催。
- ・ 地元では被災地復興への協力という意識が高く、受入れに好意的な意見が多数。
- ・ 放射線の測定は、車両ごとに現地の排出時と施設搬入時の2回実施。



写真 1.3-1 気仙沼から運搬された被災木



写真 1.3-2 やまがたグリーンパワー(株)

② 宮城県気仙沼市 → 青森県東北町

処理廃棄物：木くず（破碎せず角材を中心に搬出）

運搬方法：気仙沼港から小川原港までガット船（バラ積み）にて海上輸送

処理方法：燃料用チップに破碎

ヒアリング調査概要

- ・ 一次仮置場から港までの運搬を気仙沼市、船への積み込みを民間業者が実施。
- ・ 大量運搬によるコスト低減、陸上輸送による交通渋滞回避を考慮し、海上輸送を選定。
- ・ 船降ろし時に六ヶ所村と東北町の担当者の立会いを行い、混入物の有無を確認。
- ・ 荷降ろし時に放射能の測定を実施、いずれも基準値以下を確認。



写真 1.3-3 木くずの積み込み状況



写真 1.3-4 気仙沼港利用状況

③ 宮城県石巻市 → 福岡県北九州市

処理廃棄物：可燃物（二次仮置場にて選別）

運搬方法：仙台港から太刀浦コンテナターミナルまでコンテナ船にて海上輸送

処理方法：市の焼却炉にて焼却処分後、焼却灰は市の最終処分場に埋立

ヒアリング調査概要

- ・市議会の全会一致で、災害廃棄物受入を決定。
- ・市長自らが説明を行うタウンミーティングの開催や、全7区で住民説明会を開催。
- ・災害廃棄物は、日明積出基地でパッカー車へ積み替えられ、焼却工場に運搬。
- ・主灰と飛灰は別々に分け、防水シートを被せた上に覆土を行う等、細心の対応を実施。
- ・放射能レベルは市の管理目標値を大幅に下回っていたことを確認。



写真 1.3-5 太刀浦コンテナターミナル



写真 1.3-6 パッカー車への積替作業

④ 宮城県石巻市 → 東京都

処理廃棄物：混合廃棄物（二次仮置場にて選別）

運搬方法：仙台貨物ターミナルから東京貨物ターミナルまで鉄道輸送

処理方法：都内民間業者にて選別、焼却後、焼却灰、不燃物は都の最終処分場に埋立
ヒアリング調査概要

- ・JR貨物用特注コンテナを用いた鉄道輸送。
- ・東京都は積極的に岩手県、宮城県の災害廃棄物の受入を実施。
- ・2013年度末までに50万tの受入を予定。
- ・東京都環境公社が災害廃棄物の運搬処理に係る総合調整を実施。



写真 1.3-7 二次仮置場での積込作業



写真 1.3-8 民間施設での選別作業

(前年度調査まとめ)

- ・東日本大震災では廃棄物の多くが臨海部で発生しており、大量輸送が必要であった。
- ・そのため、鉄道輸送に加え海上輸送も多用された。
- ・一方、放射能問題による受入先の住民による反対運動の影響から広域処理体制の確立には困難を極めた。
- ・被災範囲が広域であり行政の手も足りていなかったことから、民間主導での提案による広域処理が先陣を切って実施されていた。
- ・これは、民間業者の手によって受入れ先の自治体の合意を含めた提案があり、手の足りない行政がそれを活用したものであった。
- ・海上輸送による広域輸送は長距離（石巻市→北九州市）であっても、処分費を含めた処理コストは大差がなかった。
- ・東日本大震災では電子マニフェストの活用による効率的な物量管理も行われていた。
- ・臨海部に廃棄物を集積し、現地で処理のできないものは船舶で効率的に運搬し、施設能力のある自治体や被災地外の民間業者の手を借り効率的に処理することが望まれる。
- ・船舶による遠距離輸送を考慮すれば受入施設数は格段に増える。
- ・臨海部に適地を設定することができない自治体も多くあり、日常的な港湾施設と一体となった災害時用の仮置場を無駄なく整備していくことが災害時における静脈物流の効率化に繋がる。

第2章 津波を想定した災害廃棄物対策の検討状況

2.1 太平洋沿岸重要港湾における計画策定状況

東日本大震災を背景に、地方自治体では、地域防災計画の見直しが行われており、神奈川県以西の重要港湾が所在する都道府県および市町村の地域防災計画に関し、廃棄物処理計画の有無、廃棄物量算出の有無および広域処理に関する事項について調査を行った。調査対象とした地方自治体を表 2.1-1 に、また調査結果を表 2.1-2 に示す。調査の結果から各自治体の地域防災計画に示された内容について全般的に以下のことがいえる。

- ①各自治体で地域防災計画を作成されているが、具体性を欠いている。
- ②被災規模を定量的に設定していないため、具体的な行動計画が記載されていない。
- ③大規模な災害が発生した場合の想定が希薄である。

東日本大震災では被災地全体で推定 2 千万 t(津波土砂を除く)の災害廃棄物が発生し、処分量が膨大であったことから、災害廃棄物の仮置場の確保および焼却等の処理に関する諸機関の調整に多くの手間と時間が必要とされた。また、災害廃棄物は、被災の自治体の処理能力だけでは不足であったことから、廃棄物の一部は他の自治体において処理が行われ、大規模な災害時には廃棄物の処理においては広域的な対応が必要となることが明らかとなった。しかしながら、現状の地域防災計画では、東日本大震災クラスの被害が発生した場合の災害廃棄物の処理に対する対策が考慮されていないと言わざるを得ない。

今後の発生が予想される首都直下型地震や南海トラフ巨大地震では、東日本大震災を上回る廃棄物の発生も見込まれており、首都直下型地震では建物の全壊・焼失等により発生する災害廃棄物が最大 1 億 t、南海トラフ巨大地震では 2 億 5 千万 t の発生が想定されている。この様な想定に備え、環境省において、全国を 7 地域に分け、災害廃棄物の仮置場の設置や処理施設の修理、輸送手段の確保などについて都道府県をまたいだ具体策を計画する方針が示され、今後 2 年程度でまとめられることとなっている。

表 2.1-1 調査対象とした自治体

項目	名称	件数
対象とした重要港湾	川崎港、横浜港、横須賀港、清水港、田子の浦港、御前崎港、名古屋港、三河港、衣浦港、四日市港、津松阪港、堺泉北港、阪南港、大阪港、日高港、和歌山下津港、徳島小松島港、橘港、高知港、宮崎港、細島港、油津港、志布志港、鹿児島港、西之表港、川内港、名瀬港	27
重要港湾所在の都道府県	神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、大阪府、和歌山県、徳島県、高知県、宮崎県、鹿児島県	10
重要港湾所在の市町村	川崎市、横浜市、横須賀市、静岡市、富士市、御前崎市、名古屋市、豊橋市、碧南市、半田市、四日市市、津市、松阪市、堺市、泉大津市、高石市、泉北郡忠岡町、岸和田市、貝塚市、大阪市、御坊市、美浜町、和歌山市、海南市、有田市、徳島市、小松島市、阿南市、高知市、宮崎市、日向市、日南市、志布志市、鹿児島市、西之表市、薩摩川内市、奄美市	37

表 2.1-2 調査結果

項目	内容	件数	比率(%)*1
防災計画の有無	有	47	100
廃棄物処理計画記載の有無	有（具体的記載）	5	11
	有（具体性無し）	27	57
廃棄物量算出の有無	有	5	11
広域処理に関する記載の有無	有（他自治体に要請する）	12	26
その他 ・名古屋、三河、衣浦、四日市、津松阪の5港については、国土交通省中部地方整備局が中心となって「地震・津波対策に関する基本方針」を策定し、この中で災害廃棄物処分場の仮置場として位置付けられている。			

*1：比率は、都道府県および市町村を合わせた47自治体を母数とする百分率

2.2 事例調査①高知県

2.2.1 計画概要

太平洋岸沿いに長い海岸線を持つ高知県では、近未来に想定されている南海トラフ巨大地震に備え、2005年3月に詳細な防災計画を策定している。また2011年3月の東日本大震災を受け、高知市を対象とした南海地震長期浸水対策の検討を行い、2013年3月にその結果を公表している。この検討結果報告は表2.2.1-1に示す全11章の内容で構成されており、東日本大震災で実施された事例を基に、詳細な対応策に関して提言している。

表 2.2.1-1 南海地震長期浸水対策検討の内容

第1章	南海地震による長期浸水について
第2章	長期浸水対策の検討
第3章	対策の実施体制
第4章	長期浸水対策項目
第5章	止水・排水対策
第6章	住民避難対策
第7章	救助・救出対策
第8章	燃料対策
第9章	医療対策
第10章	衛生対策
第11章	廃棄物対策

出典：高知県庁HP 南海地震長期浸水対策

第11章 廃棄物対策では、被害想定から予想される廃棄物発生量から、東日本大震災で被害を受けた宮城県石巻市の廃棄物処理の事例を基に、必要となる具体的な対応について提言されている。以下に「南海地震長期浸水対策報告書」に記された災害廃棄物への対応の概要を示す。

1) 災害廃棄物の想定と処理

表 2.2.1-2 災害廃棄物の種類

大項目	小項目	具体例
可燃物	木材類	生木、解体木材など
	粗大・混合ごみ(可燃)	廃プラスチック類、廃タイヤ、家具、絨毯、畳、冷凍水産物、漁具
不燃物	がれき類	コンクリートがら、アスファルトがら
	金属くず	鉄、非鉄金属など
	家電リサイクル4品目	テレビ、冷蔵庫・冷凍庫、洗濯機、クーラー
	粗大・混合ごみ(不燃)	ガラス・陶磁器くず、瓦、家電製品、船舶
	自動車	自動車
その他	津波堆積物	津波堆積物、泥状物など
	有害廃棄物	爆発性や毒性等があるもの

出典：高知県庁HP 南海地震長期浸水対策

震災によって発生する廃棄物は、表 2.2.1-2 のように分類される。

一方、発生量の推計には、東日本大震災での廃棄物発生量の算出事例を用いており、表 2.2.1-3 の廃棄物発生原単位(延床面積 1 m²あたりの発生量)によって算出している。

表 2.2.1-3 1 m²あたりの廃棄物発生原単位

木造 (t/m ²)		鉄筋コンクリート造 (t/m ²)		鉄骨造 (t/m ²)	
可燃	不燃	可燃	不燃	可燃	不燃
0.194	0.502	0.120	0.987	0.082	0.630

出典：高知県庁HP 南海地震長期浸水対策

2012年5月10日高知県公表の津波浸水予測、及び「第2次高知県地震対策基礎調査報告書」(2004年3月)による高知市の暫定の廃棄物推計量は、約1,000万tとなっている。また津波廃棄物については、上記津波発生予測により約200万tが発生すると推計されている。この発生予測量は、岩手県全体の発生推計量(災害廃棄物：395万t、津波堆積物：130万t)の2倍に相当する。

2) 仮置場の選定条件整理

仮置場は、被災エリアごとに設置される一次仮置場と選別、焼却処理を想定した中間処理を行う二次仮置場を別々に想定している。

一時仮置場の選定方針は、以下の項目を挙げている。

(1) 被災状況に応じた方針

被害想定データを踏まえ、被害が大きくなる可能性の高い地域周辺で配置

(2) 収集運搬作業を考慮した方針

搬入・搬出及び運搬ルートが確実かつ容易に確保できること

緊急輸送道路等における道路啓開の対策方針と調整を図る

(3) 収集・分別・処理期間が長期にわたることを考慮した方針

貯留可能期間、使用可能期間が十分に確保できること

二次災害(ガス漏れ、陥没、悪臭、発火等)や住環境への影響(運送や作業に伴う騒音や粉塵等)が小さいところ

(4) 災害時の他対策との整合を考慮した方針

緊急輸送拠点(道路・水域)、支援受入拠点、避難場所などと競合しないこと

仮設住宅建設地と競合、または近接しないこと

東日本大震災で設定された一次仮置場の多くが国公有地であったことから、高知市内における国公有地を選定候補として示している。表 2.2.1-4 に高知市の国公有地を示す。

表 2.2.1-4 高知市の主な国公有地の状況（学校、団地、公共施設は除く）

所有区分	利用用途	用途地域	浸水区域	面積(ha)
高知県	埋立地	商業地域	浸水区域内	3.41
〃	埋立地	商業地域	一部浸水	3.48
〃	埋立地	商業地域	一部浸水	5.35
〃	埋立地	商業地域	浸水区域内	3.10
〃	埋立地	準工業地域	—	5.03
〃	埋立地	工業専用地域	—	3.69
〃	埋立地	工業地域	一部浸水	7.87
〃	その他利用	市街化調整区域	—	1.12
高知市	供給処理施設	市街化調整区域	—	7.61
〃	供給処理施設	市街化調整区域	—	10.94
〃	供給処理施設	市街化調整区域	—	10.97
〃	民生施設	市街化調整区域	—	24.42
〃	民生施設	市街化調整区域	—	17.29
〃	供給処理施設	工業地域	浸水区域内	5.74
〃	供給処理施設	工業地域	浸水区域内	10.19
〃	供給処理施設	工業地域	浸水区域内	4.91
〃	その他利用	工業地域	浸水区域内	2.65
〃	公共空地	第二種中高層住居専用地域	—	10.69
〃	公共空地	第二種中高層住居専用地域	—	1.32
〃	公共空地	第二種中高層住居専用地域	—	2.68

出典：高知県庁HP南海地震長期浸水対策

二次仮置場面積の試算については、図 2.2.1-1 の手順が示されている。

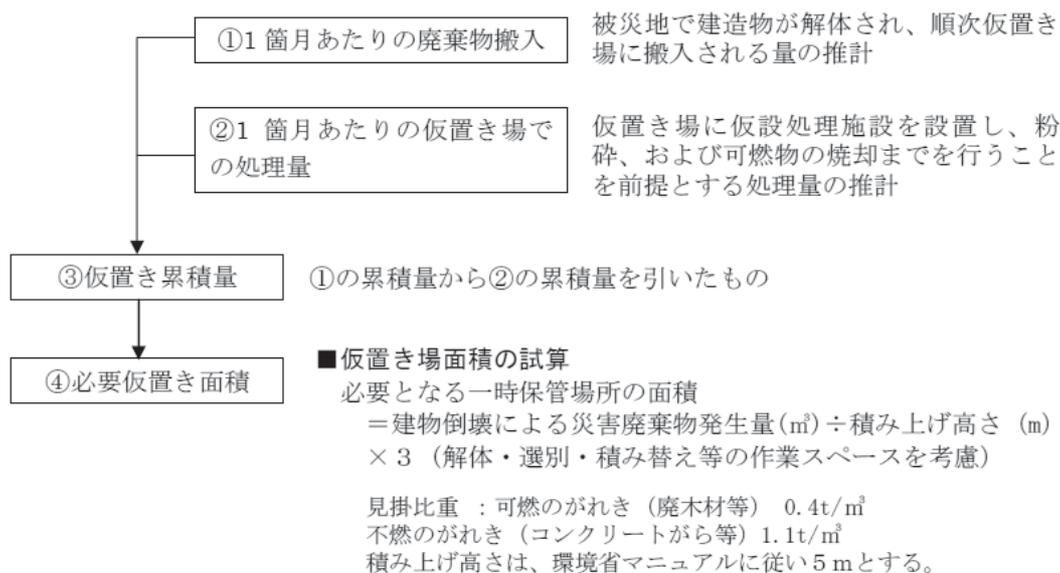


図 2.2.1-1 二次仮置場面積の試算手順

出典：高知県庁HP南海地震長期浸水対策

二次仮置場での設定処理は、阪神淡路大震災において最長 3 年、東日本大震災においても 3 年を目標に進められたことから、処理期間の目標を 3 年として試算されている。二次仮置場の面積は、仮置き量が最大となる時点の必要面積を算出している。表 2.2.1-5 に二次仮置場の必要面積の暫定推計値を示す。

表 2.2.1-5 必要な二次仮置場面積（暫定推計値）

仮置場での最大廃棄物保管面積（ha）			概算の大きさ（目安）
可燃	不燃	合計	
約 120	約 220	約 340	2,000m×1,700m

出典：高知県庁 HP 南海地震長期浸水対策

二次仮置場の面積の比較を表 2.2.1-6 に示す。試算では、東日本大震災時の石巻市、阪神・淡路大震災の西宮市及び兵庫県の事例よりも、廃棄物発生量あたりの仮置場面積が多く必要であることを示している。

表 2.2.1-6 二次仮置場面積の比較

	廃棄物発生量 （千 t）	仮置場面積 （ha）	廃棄物発生量あたり の仮置場面積
高知市分試算	約 10,000	約 340	0.34 m ² /t
東日本大震災時の石巻市	4,458	95	0.20 m ² /t
阪神淡路大震災時の西宮市	2,137	23	0.11 m ² /t
阪神淡路大震災時の兵庫県	14,518	125	0.09 m ² /t

出典：高知県庁 HP 南海地震長期浸水対策

上記の試算から、高知市における課題として以下の項目が列挙されている。

- ①処理能力：高知市の直営処理施設は最大 600t/日（焼却）であり、それと同等もしくはそれ以上の処理能力の焼却施設（仮設）の設置可能性を検討する必要がある。処理施設新設が困難な場合は、他自治体・民間業者等による広域的な協力支援により、処理能力を確保する必要がある。
- ②仮置場：オープンスペースの少ない高知市の現状を踏まえて、可能な限り仮置場面積を小さくする必要がある。
- ③処理期間：早期復興や確保できる仮置場面積の制約の観点から、3 年を目標とすることは妥当であると考えられる。

3) 廃棄物処理シナリオの検討

災害発生時から時系列シナリオを設定し、各フェーズで検討すべき課題を整理している。

図 2.2.1-2 に 3 つの各フェーズと課題を示す。

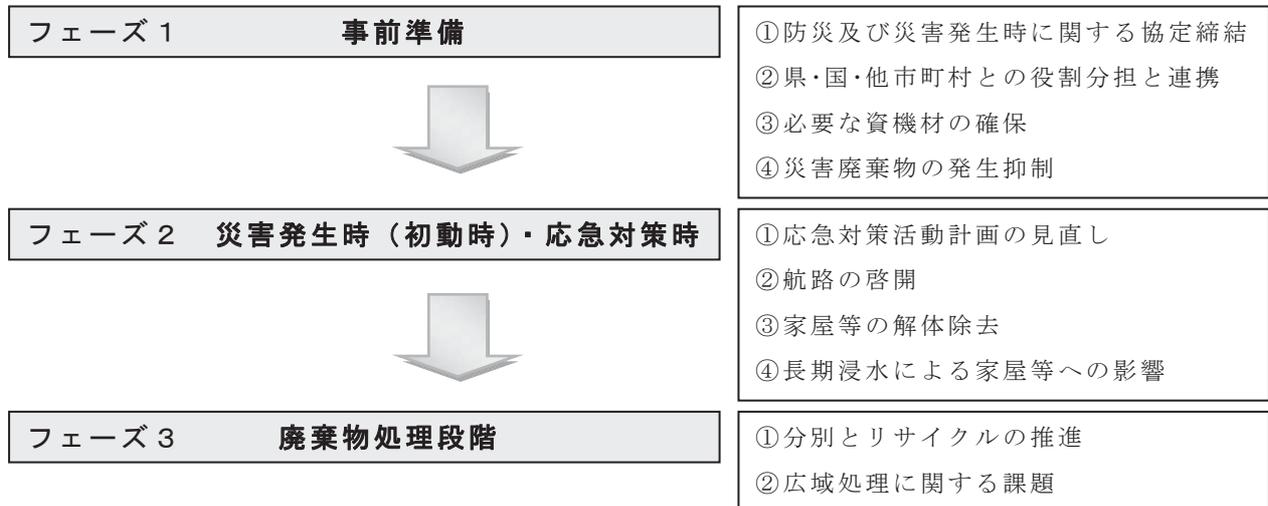


図 2.2.1-2 廃棄物処理の各フェーズと課題

出典：高知県庁 HP 南海地震長期浸水対策

(1) フェーズ 1：事前準備

(a) 防災及び災害発生時に関する協定締結

高知県、高知市それぞれに防災に関する協定を各関連団体と締結しているが、高知県は、災害廃棄物処理に係る協定を高知県リサイクル協会、及び高知県産業廃棄物協会と締結、大規模災害時発生時における支援活動に関する協定を高知県建設業協会と締結している。両協会との協定に関するヒアリング調査に関しては、2.2.4、2.2.5 にて詳述する。

(b) 県・国・他市町村との役割分担と連携

東日本大震災においては、2011年5月に環境省より表 2.2.1-7 に示す「処理推進体制」が示されたことから、高知県および高知市では、南海トラフ巨大地震による被害想定を受け、県と市の連携を一段と強化して対策に当たる取組みを進めている。

表 2.2.1-7 東日本大震災発生時に示された処理推進体制

国	災害廃棄物処理指針の作成 専門家の派遣 処理施設の情報提供 財政支援
県	市町村との総合調整 災害廃棄物処理の実行計画作成 市町村からの事業委託→処理の実施
市町村	災害廃棄物処理の実施

出典：高知県庁 HP 南海地震長期浸水対策

(c) 必要な資機材の確保

高知市で所有する資機材はほとんど無く、産業廃棄物の収集運搬許可業者や、建設事業者が大量に所有する車両に依存する必要性を示している。長期浸水区域及び津波浸水区域を踏まえ、緊急車両、重機等の保管場所については、可能な範囲で高台移転を検討すべきであると指摘している。

(d) 災害廃棄物の発生抑制

発生量を減らすための検討として、放置艇率が過半数を超えている高知県内のプレジャーボートの放置艇対策の必要性を示している。

(2) フェーズ2：災害発生時（初動時）・応急対策時

(a) 応急対策活動計画の見直し

早期復旧・復興のための道路や港湾の啓開、長期浸水区域周辺からの災害廃棄物撤去についていち早く着手できるように、事前対策とあわせて初動時～応急対策時の行動計画を検討しておくことの必要性を示している。

(b) 航路の啓開

海上交通・物流の拠点である港湾は、災害時においても被災者の生活支援のための緊急物資輸送活動等の拠点となるため、湾内に漂流する廃棄物の撤去による緊急の航路（水域）啓開が必要となる。そのため、段階的な啓開の実施方法に言及している。図 2.2.1-3 に水域啓開の実施方法（案）を示す。

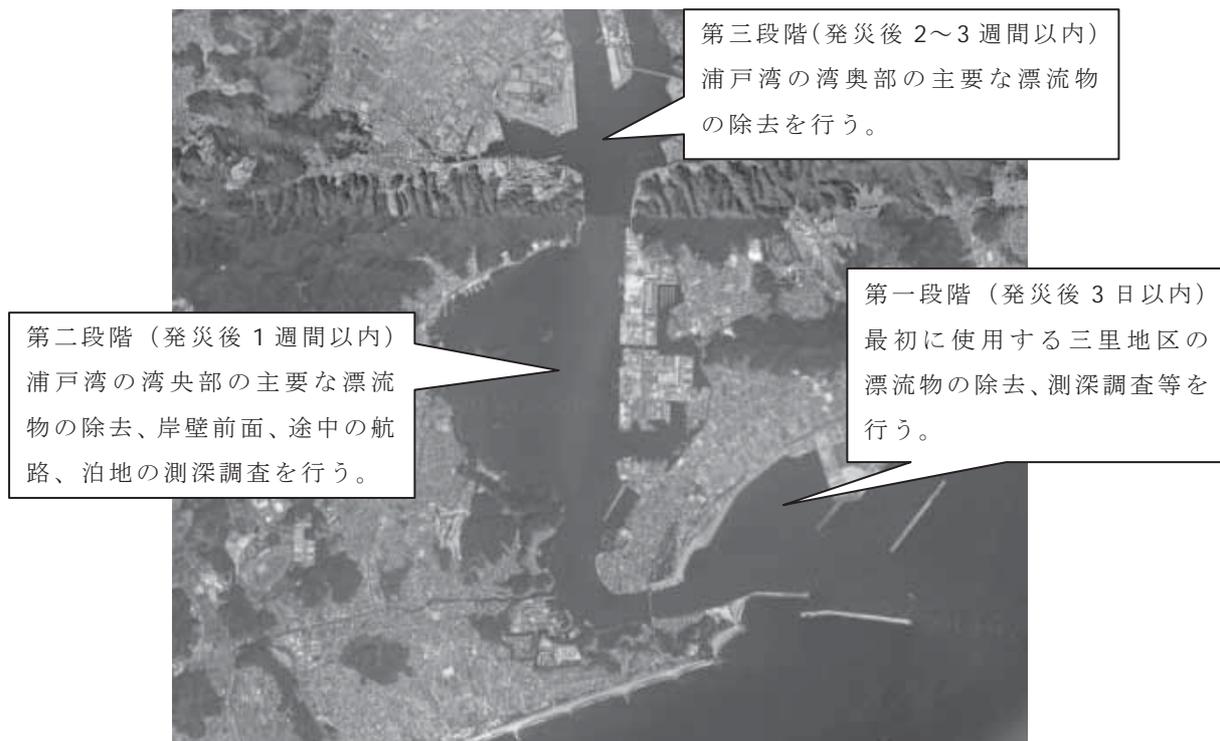


図 2.2.1-3 水域啓開の実施方法(案)

出典：高知県庁 HP 南海地震長期浸水対策

(c) 家屋等の解体除去

長期浸水区域内においては、ほぼ全ての建物が解体・撤去の可能性があるので、作業量が膨大になると想定し、阪神大震災、東日本大震災で行われたように、個人住宅及び中小企業に係る建物の解体・撤去を国庫補助事業として実施した場合の家屋解体フローを示している。

(d) 長期浸水による家屋等への影響

長期浸水する場合、建物構造（躯体）の腐食等により、倒壊していない建物も解体撤去することが考えられる。そのため、津波によって浸水した住宅への対処法が示されている。

(3) フェーズ3：廃棄物処理段階

(a) 分別とリサイクルの推進

解体撤去時から廃棄物を分別し、混合廃棄物の発生量を最小限に抑えることにより災害廃棄物処理の効率化と資源化が図れることを示している。選別した各廃棄物とリサイクル方法を図 2.2.1-4 に示す。

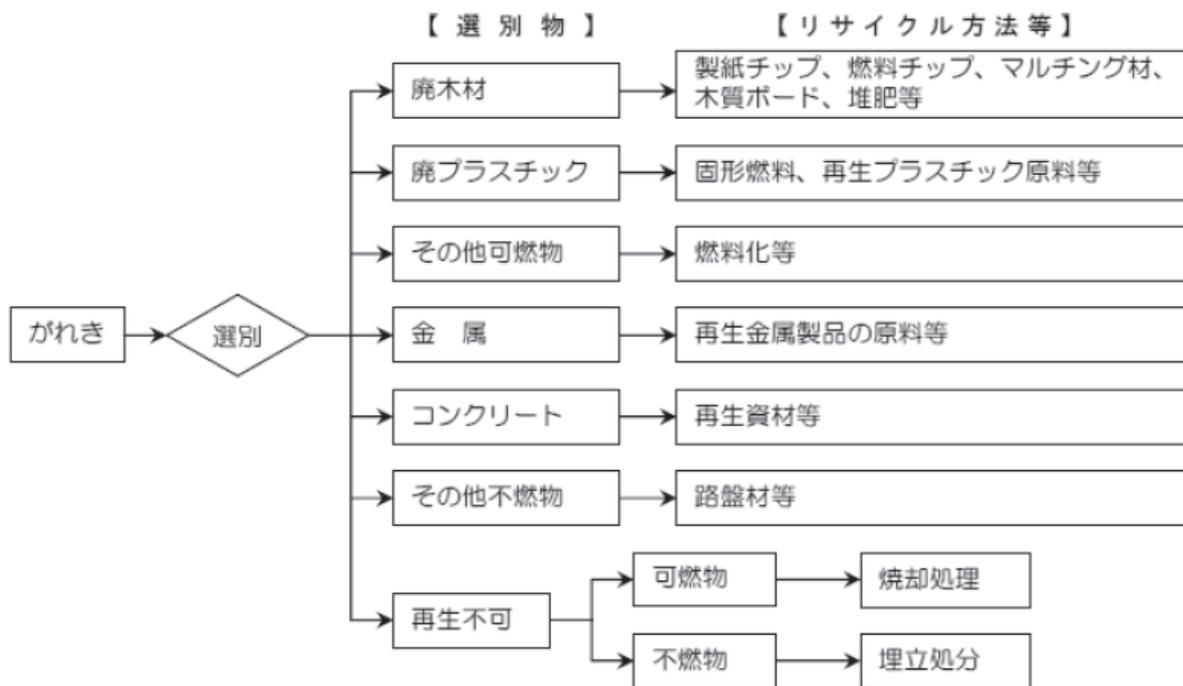


図 2.2.1-4 選別物とリサイクル方法等

出典：高知県庁 HP 南海地震長期浸水対策

(b) 広域処理に関する課題

一般廃棄物である災害廃棄物は市域内処理が原則となるが、一定期間内での処理が困難な場合は、広域処理体制による処理を実施する必要がある。広域処理を実施するための留意点としては、①連携・協力体制の構築、②廃棄物の海上輸送の2点が挙げられている。

① 連携・協力体制

県内資源を有効に活用し、県内処理拡大に向けた関係機関等との連携・協力が必要。

② 廃棄物の海上輸送

高知港が広域処理の輸送拠点となることが想定されるため、港湾区域及び周辺での仮置場の選定においては、広域処理のあり方を踏まえた検討が必要。

2.2.2 高知県土木部港湾・海岸課

東日本大震災では、災害廃棄物の仮置場および処理場として港湾部が利用された経緯があったことから、高知県で想定される災害廃棄物の処理に関する港湾部利用の検討状況を調査する目的で、2013年7月19日（金）に高知県土木部港湾・海岸課を訪問した。

以下に、防災拠点港の配置計画とヒアリング結果を記述する。

1) 防災拠点港の配置計画

高知県では南海地震発災後の救出・援助及び復旧・復興にあたり、広域的な体制を構築するために、県内の港湾を一次防災拠点港、二次防災拠点港に分類した配置計画を策定している。各防災拠点港の主な役割を以下に示す。

① 一次防災拠点港

- ・主に総合防災拠点（広域拠点）と連携し、県外等から海上輸送ネットワークにより、背後圏全域に必要な救援部隊や緊急物資、避難者の輸送、復旧資機材の受入を行い、仕分け後、総合防災拠点へ搬送する。
- ・離島や孤立地域及び補完港として配置される二次防災拠点港に向けて、二次輸送を行う。
- ・救命に関わる緊急時には、港内や近隣のオープンスペースを利用し、ヘリコプターによる二次輸送を行う。
- ・緊急物資等の一時保管や、必要に応じて救援・復旧活動の拠点や発災時における港湾利用者や労働者等の避難地として利用する。

② 二次防災拠点港

- ・離島や孤立地域を支援するため、一次防災拠点港から緊急物資等の二次輸送を行う。
- ・一次防災拠点港の補完港として、総合防災拠点港と連携し、救援部隊や緊急物資、避難者の輸送、復旧資機材の搬入等を行う。

図 2.2.2-1 に各拠点港の配置計画、表 2.2.2-1 に整備状況（2013年7月現在）を示す。



図 2.2.2-1 高知県防災拠点港の配置計画

出典：高知県庁より受領の資料

表 2.2.2-1 防災拠点港の整備状況

配置エリア	一次防災拠点港					二次防災拠点港				
	港名	地区	水深	延長	整備状況	港名	地区	水深	延長	整備状況
安芸	奈半利港	奈半利	5.5m	200m (100m×2)	共用	甲浦港	甲浦	6.0m	100m	整備検討中
						室津港	室津	7.0m	183m	一定の耐震性あり
						室戸岬漁港	—	6.0m	100m	共用
						安芸漁港	—	3.0m	80m	整備中
中央	高知港	潮江	7.5m	172m	共用	—	—	—	—	—
		三里	11.0m	190m	整備中					
高幡	須崎港	港町	① 7.5m	① 130m	整備計画あり ①②で検討中	久礼港	小草	5.0m	80m	整備検討中
			② 10.0m	② 185m		佐賀漁港	—	5.5m	100m	整備中
幡多	宿毛湾港	池島	① 13.0m ② 7.5m	① 130m ② 170m	整備計画あり ①②で検討中	清水漁港	越	5.0m	90m	整備中
						沖の島漁港	弘瀬	4.0m	40m	共用
						あしずり港(移動式係留施設): 宿毛～佐賀のエリアに対応				
						構造諸元 長さ×幅×高さ: 50×10×3.3m 乾舷: 1.3m 喫水: 2.0m(1.25～2.0m)、最大積載量: 500t				

出典：高知県庁より受領の資料

2) 高知港の概要

高知県内の中心に位置する高知港の内港は、5,000t 対象の岸壁しかなく、船舶の大型化や貨物増大等の港湾需要に対応できない状況である。現在、外洋に面した高知新港の建設により、浦戸湾内との機能を分担し、港湾機能の強化を図ることとなっている。図 2.2.2-2 に高知港の全体図、写真 2.2.2-1、写真 2.2.2-2 に整備中の高知新港を示す。



図 2.2.2-2 高知港全体図

出典：高知県庁より受領の資料



写真 2.2.2-1 高知新港（整備中）



写真 2.2.2-2 高知新港（整備中）

3) 災害廃棄物への対応

以下に、港湾部の災害廃棄物への対応について、ヒアリングした結果を記述する。

- ・高知県は北側に山地が多く平野が狭い地形となっており、南海トラフ巨大地震を想定した被害が出た場合、緊急物資の輸送や復旧資材の搬入などは海上輸送に頼らざるを得ない。そのため、早期の拠点港復旧と航路啓開は大きな課題である。
- ・早期に航路啓開するための体制作りをしておく必要がある。
- ・特に県東部へのアクセス道路は1本しかないため、港湾等の復旧が重要となる。
- ・高知港は地盤沈降の発生により後方道路が利用できない可能性もある。
- ・今後、高知港 BCP を参考としながら、他の一次防災拠点港の事業継続計画（BCP）の策定を検討していく予定である。
- ・岸壁復旧に時間が掛かる場合は、浮棧橋の設置も有効であると考えられる。
- ・港湾の廃棄物は航路啓開によって発生するものであり、それ以外は港湾管理者との協議が必要である。
- ・航路啓開で発生した廃棄物は港湾内に仮置きされることを想定している。
- ・震災復旧に必要な港は早急な整備が必要。早期の復旧が困難と判断される港湾が、一時的に災害廃棄物の仮置場に選定される可能性はある。
- ・浦戸湾内は民間に売却された土地があり、地権者の合意が得られれば仮置場に利用される可能性はある。
- ・東日本大震災では、災害廃棄物から作った建材を港湾の拡張予定部分への埋戻しに利用した事例があるが、浦戸湾内は閉鎖されたエリアであり、廃棄物による埋立ての対応は困難である。

2.2.3 高知県環境対策課

南海トラフ地震が発生した際には津波が発生し地震の影響が予想される太平洋側沿岸自治体において、高知県が県都である高知市と連携し、他の自治体に先駆けて具体的な諸対策の検討に着手している。

そこで高知県の廃棄物対策を所管している高知県環境対策課へ、2013年7月19日に訪問してヒアリングを実施したので報告する。

1) 経緯

南海トラフ地震が発生した際、県庁所在地の高知市(県民の45パーセントが居住)の中心部の広い地域が地盤沈降により、数ヶ月規模の長期間にわたり浸水すると予想される。

こうしたことから、長期浸水対策について高知県が事務局となり、学識経験者、国、県、市の行政関係者による検討会を行うとともに、個別具体的検討を行うため7つの検討項目を掲げワーキンググループを設けて詳細な検討を実施した。環境対策課は検討項目の1つである廃棄物対策分野を検討した。

2) 過去の実態と今回の想定

(1) 昭和南海地震発生時の状況

入り口が狭く奥が広くなった形状の浦戸湾では、入り口付近の桂浜付近で3m程度の津波が発生した。

併せて市内の地盤沈下による海面上昇の影響と地震動により法面の亀裂や崩落が発生した河川堤防では強度が低下し、数カ所で堤防が決壊して高知市内は数ヶ月間水浸しとなった。



写真 2.2.2-1 昭和南海地震後と現在の高知市内の状況

出典：高知県発行「南海地震長期浸水対策検討結果」より抜粋

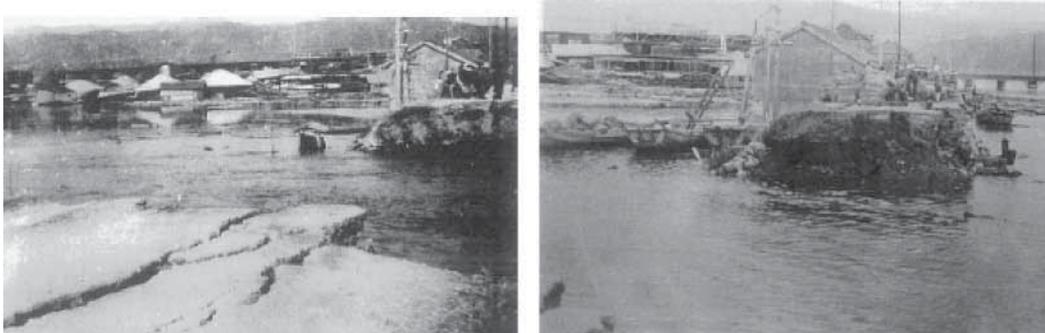


写真 2.2.2-2 昭和南海地震発生後の堤防決壊状況

出典：高知県発行「南海地震長期浸水対策検討結果」より抜粋

(2) 南海トラフ地震発生時の想定

高知県で地震発生後に高知市中心部で最大クラスの長期浸水が発生する場合を想定し検討した（図 2.2.2-1参照）。



図 2.2.2-1 想定される高知市中心部の長期浸水エリア

出典：高知県発行「南海地震長期浸水対策検討結果」より抜粋

想定される浸水エリアは、高知市内の中心市街地や国道32号線をはじめ、県庁・市役所などの行政機関、広域災害拠点病院、石油基地などとされ、災害の復旧にも大きな影響を及ぼすものと懸念される。

3) 課題抽出と対策の検討

こうした状況から以下目標を達成するため、課題の抽出を行い浸水対策の検討を行った。

- ・ 浸水抑制による被害軽減
- ・ 浸水域からの安全な非難・救助
- ・ 迅速な排水による早期復旧

(1) 課題の抽出

長期浸水が発生した場合に想定される様々な影響とそれに対する主な課題を下表のとおり整理した（表 2.2.2-1参照）。

表 2.2.2-1 長期浸水による影響と課題

項目	影響事象	主な課題
上水	止水機能喪失（海水の流入） 地震（液状化）による沈下・損傷 津波の越流、堤防道路の通行不能	耐震化・液状化対策 復旧資材の確保 被災箇所への復旧
排水	排水機能喪失（排水困難） 地震による損傷 浸水による機能支障 動力（電気・油）不足	耐震・耐水化 早期復旧 燃料の確保 排水ポンプ車の配置、応急ポンプの配備
住宅非難	浸水域外への避難困難（避難ビル 滞在の長期化） 避難所の浸水・被災（収容力不足） 災害時要援護者への支援 物資やトイレの不足	避難ビルの確保 避難所の確保・耐震化 福祉避難所確保 食料などの備蓄、仮設トイレの確保
救助・救出	浸水域内の多数の避難者救出 ボートの不足	避難者所在確認、避難の優先順位 ボートの確保
燃料	石油基地（タナスカ）の被災 供給ルートの途絶	石油基地機能確保 供給体制の確保
医療	医療施設の被災・孤立 医薬品不足	ボートによる搬送、搬送先の確保 医薬品備蓄
衛生	衛生状態の悪化 有害物質の流出 ご遺体の収容・埋葬の遅れ	防疫対策 流失防止 ご遺体収容・埋葬体制
廃棄物 処理	大量の災害廃棄物処理 処理場所不足	搬送体制、分別処理 処理場所の確保

出典：高知県発行「南海地震長期浸水対策検討結果」より抜粋

浸水地域内では、食料などの物資が不足するとともに、緊急避難の長期化により衛生状態の悪化も懸念される。

これらの課題を解決し、被害を最小限に留め復旧・復興を行うため、長期浸水対策の検討が行われた。

(2) 対策の検討

前述(1)項の課題をふまえて、長期浸水に特化した課題解決方法を検討されたので、表 2.2.2-2のとおり整理した。

表 2.2.2-2 対策の検討項目と内容

対策項目	内容
止水・排水	浸水の防護及び早期排除の前提となる水際構造物及び排水施設の現況を把握し、事前対策の優先箇所の設定、復旧対策案を検討した。 また、道路啓開についても検討
住民避難	浸水域内（緊急避難場所）及び収容避難場所における収容力・避難可否について検討するとともに、緊急避難場所の被災者へのフォローアップについても検討
救助・救出	市街地が水没した状態で、長期浸水域内に取り残された被災者を安全に救助・救出するために必要な対策を検討
燃料	生活や復旧活動に欠かすことのできない燃料は、浦戸湾に面したタナスカから供給されており、長期浸水によりその供給が停止する可能性を想定し、発災後も安定した石油製品の供給を行えるような体制及び対策について検討
医療対策	浸水域内に所在する医療機関・社会福祉施設における対策についてとりまとめるとともに、医薬品備蓄などの事前・事後の対策について検討
衛生	主に浸水域内における衛生状態の悪化、感染症・伝染病などの健康被害に関して予測される被害と事前・事後の対策について検討
廃棄物	地震・津波・長期浸水により発生する災害廃棄物などの廃棄物の概要を把握し、長期浸水により生じる処理場の問題点を検討し、災害廃棄物処理計画等に反映

出典：高知県発行「南海地震長期浸水対策検討結果」より抜粋

4) ヒアリング結果

廃棄物対策について、高知県環境対策課へヒアリングした結果は以下のとおりである。

(1) 具体的かつ詳細な廃棄物対策が現段階で計画策定された経緯

南海トラフ地震による震災及び津波、あわせて地盤沈降による長期浸水が発生すると、市域全域で膨大かつ処理が困難な災害廃棄物が発生することから、円滑な復旧と早期復興のため、発生する廃棄物の種類と性状及び量を想定したうえで事前に検討すべき項目について明らかにし、取組の課題と方向性を取りまとめたものである。

(2) 高知市の廃棄物発生量を試算した根拠

災害廃棄物等の発生量の推計については、「平成25年5月15日公表（高知県版／南海トラフ巨大地震による被害想定について）」のデータを使用した。

災害廃棄物量=①「災害廃棄物」+②「津波堆積物」

建物の全壊・焼失による「災害廃棄物」、津波により陸上に運ばれて堆積した土砂・泥状物等の「津波堆積物」の発生量の合計とした。

なお、予測方法は以下のとおりである。

① 災害廃棄物

厚生労働省（1998）「震災廃棄物対策指針」における災害廃棄物発生量の推定式を用いた。原単位としては、阪神・淡路大震災の際の種別原単位を用いた。

② 津波堆積物

廃棄物資源循環学会（2011）より、東北地方太平洋沖地震における津波堆積物の堆積高測定結果を参考に推定した。推定された体積量に対して、汚泥の体積重量換算係数を用いて、津波堆積物の重量を推定した。

なお、高知市の「災害廃棄物等の発生量」は、最大で災害廃棄物1,500万t、津波堆積物170万t～180万tで、合計約1,700万t～1,800万tと推計している。

(3) 高知港を広域処理の輸送拠点となることを想定しているが、高知港の被害が甚大で利用できない場合の代替可能な港の検討

高知港が甚大な被害を受けるとすれば、他の港湾等も同様の被害が想定されることから、今後、代替機能を有する港湾について広域的な視野をもって検討する必要があると考えている。

(4) 試算した廃棄物発生量に対する仮置場候補地の選定

試算した廃棄物発生量に対する仮置場の確保は、仮設住宅用地やその他の用地も検討する必要があることから、関係各課と連携のもと、土地の使用の優先順位に応じて調査と検討を行う必要がある。

(5) 収集・洗浄・選別ヤード・仕分物毎のストックヤードを考えた場合の仮置場の最小敷地面積規模

仮置場の敷地面積は、作業スペース割合を100%（仮置場の必要面積は、廃棄物容量と積み上げ高さから算出される面積に車両の走行スペース及び分別等の作業スペースを加算する必要がある。阪神淡路大震災の実績では、廃棄物置場面積と同等以上の面積がこれらスペースとして用いられたことから、仮置場の必要面積は廃棄物容量から算出される面積と同じ面積を想定する。）として考えている。

(6) 「災害時における災害廃棄物処理等の協力に関する協定書」の以下具体的な内容について

協定では、県内において南海地震、風水害等大規模な災害が発生した場合に、当該災害により発生した廃棄物の撤去、収集・運搬、処分等に関し、県が協定団体（一般社団法人高知県産業廃棄物協会、一般社団法人高知県リサイクル協会）に協力を要請するに当たっての必要な事項を定めており、周囲の生活環境を損なわないように十分配慮することとか、廃棄物の再利用及び再資源化に配慮し、その分別に努めることなど留意事項を設けている。

(a)扱える廃棄物の種類

(b)収集方法

(c)運搬方法

(d)保管について、保管場所の面積、受入れられる廃棄物量、場所

(e)中間処理方法（焼却、破碎、選別・リサイクル等）

(f)処分について、廃棄物の種類による受入可能量

なお、高知県では具体的な実効性のある災害廃棄物処理計画の策定に取り組んでいる。

2013年11月に県の重要な役割である関係者間の事前調整等の必要な基本的事項を整理した「県の基本計画」を策定、続いて、平成25年度に発災後、速やかに処理に着手し、迅速に復旧・復興ができるよう、東日本大震災の教訓や最新の知見に基づいた専門家の意見も踏まえ、より具体的なアクションプランとして位置付ける「県の実施計画」の策定に取り組んでいる。

さらに、市町村の廃棄物処理計画策定支援のための具体的な支援ツールとなりうる「市町村災害廃棄物処理計画のひながた」の作成にも取り組んでいる。

2.2.4 高知県リサイクル協会

前述のように、高知県・高知市において南海トラフ巨大地震の津波を想定した災害廃棄物の処理計画に関する検討内容の詳細を調査する目的で、2013年7月18日（木）に高知県リサイクル協会を訪問した。以下に、協会の概要とヒアリング結果を記述する。

1) 高知県リサイクル協会について

循環型社会の早期実現のために、国の基本方針に基づき2001年4月に有志30名が集まり任意団体『高知県リサイクル協会』を設立した。その後、2012年7月に、一般社団法人化している。

任意団体設立時、高知県には廃棄物処理や環境保全等種々の団体があったものの、廃棄物処理法の規制が強化されたことから、処理業者だけでなく排出業者までの処理責任が問われることとなった。このような背景を踏まえ、できる限りリサイクルを促進して環境保全の維持向上及び産業活動の健全な発展に寄与することにより、循環型社会の実現に役立つことを目的として『高知県リサイクル協会』が設立された。

産業廃棄物協会との大きな違いは、産廃協会が廃棄物の焼却や埋め立てといった適正処理の遂行を第一の目的としているのに対し、リサイクル協会では前述のような循環型社会の構築を目指していることにある。

高知県リサイクル協会の事務所外観を写真2.2.4-1に示す。

また、協会内の有志で株式会社リサイクル高知を設立し、廃木材・廃石膏ボードのリサイクル等に取り組んでいる。同社の工場概観を写真2.2.4-2に示す。



写真 2.2.4-1 リサイクル協会事務所外観



写真 2.2.4-2 リサイクル高知の処理工場

リサイクル協会では、会員同士の情報交換や技術の向上を図るための情報収集の提供、再生資源等の目標を要請すること等により、リサイクルを促進する考えに基づいて、以下の事業活動を実施している。

- ・リサイクルについての情報収集および提供と行政官庁からの指導事項の会員に対する周知徹底に関すること。
- ・リサイクルについての各種印刷物及び書類の配布及び販売に関すること。
- ・リサイクルについての研修会、講習会等の開催に関すること。
- ・リサイクルについての研究、調査等に関すること。
- ・再資源の収集や再生資材の販売に関すること。
- ・解体工事の見積業務に関すること。

- ・ 産業廃棄物の収集運搬、中間処理、最終処分等に関すること。
- ・ 建設業法に関する業務相談。

2) 南海地震長期浸水対策検討会における廃棄物対策に関して

災害廃棄物に関しては、2008年11月に高知県と「災害時における災害廃棄物処理等の協力に関する協定」を既に締結している。しかし、締結後、協定に係わる具体的な行動はない。また、会員の保有する資機材および人員の調査を行って状況は常に把握している。

一方、リサイクル協会は南海地震長期浸水対策検討会に高知市の呼びかけで参加した。震災時に関わらず、豪雨など災害の多い高知県では、何かあればボランティアとして県民のために協力することが必要である。特に大きな被害が想定されるのは、人口の密集地域である高知市が中心になる。リサイクル協会の会員には、リサイクル工場、建設業から解体、運送、警備など多岐の業種が含まれる。これら多様な業種で災害処理に取り組んでいく意向である。

高知県内では、南海地震によって数十メートルの津波が予想されている。災害の初期段階においては、人命を守ることが第一であり、災害廃棄物までも考慮することは難しい。海に流出した災害廃棄物の状況等を踏まえ、集積場所や処理方法・場所の選定等、臨機応変に対策を講じていくことが重要であると考えている。このため、前述のように協会会員企業の保有する機材等の情報を集め、災害時に有効利用するための取組みを進めている。

最後に、写真 2.2.4-3 にヒアリング調査の概況を示す。



写真 2.2.4-3 リサイクル協会事務所でのヒアリング調査

2.2.5 高知県産業廃棄物協会

2013年7月19日、高知県内の産業廃棄物に関連する企業について災害廃棄物に関する取り組み状況を調査するため、一般社団法人 高知県産業廃棄物協会を訪問してヒアリングを実施したので、以下にその状況について報告する。

1) 協会の概要

協会は1990年9月に任意団体として設立され、1992年9月に社団法人として認可された。主な事業は、産業廃棄物に関する情報の提供、調査・研究事業、相談指導、広報啓発事業、研修及び講習会の開催、行政機関等との協力、連携、専門部会活動などである。協会の組織は、図2.2.5-1に示すとおりであり、全国的には図2.2.5-2のように四国および全国組織との連携がある。組織活動としては総会（年1回開催）、委員会、部会（年1～2回開催）があり、特に青年部会の活動は積極的である。現在の会員数は120社である。

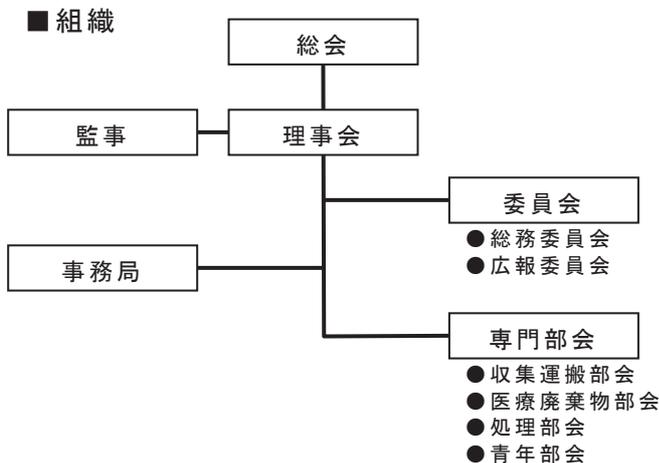


図 2.2.5-1 協会組織

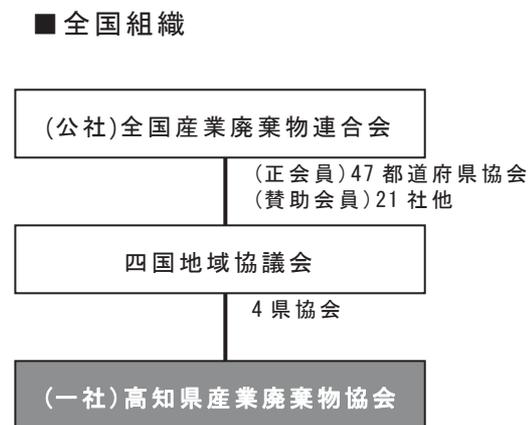


図 2.2.5-2 全国組織

出典：高知県産業廃棄物協会より受領の資料

2) 災害廃棄物処理等の協力に関する協定

高知県と2008年11月に「災害時における災害廃棄物処理等の協力に関する協定」(表2.2.5-1)が締結されたが、締結後、協定に係わる具体的な活動は行われていない。また、会員各社とは災害廃棄物等に関する協力規程が結ばれており、会員の保有する資機材および人員の調査を実施することでその状況は把握されている。

災害情報の情報伝達訓練がこの6月徳島県で実施されたが、高知県でも今年行う計画があり、実施されれば協会として訓練に参加することになる。

高知県内における廃棄物処理施設は以下のとおりであるが、処理能力および受入量については特に把握されていない。

- ・安定型処分場 6箇所
- ・管理型処分場 1箇所（エコサイクルセンター（クローズドシステム処分場））
- ・中間処理場 62箇所（破砕施設、焼却施設12箇所 等）

表 2.2.5-1 災害時における災害廃棄物処理等の協力に関する協定書（抜粋）

（趣旨）

第 1 条 この協定は、県内において南海地震、風水害等大規模な災害(以下「災害」という。)が発生した場合に、当該災害により発生した廃棄物(以下「災害廃棄物」という。)の撤去、収集・運搬、処分等に関し、甲が乙に協力を要請するに当たっての必要な事項を定めるものとする。

（協力の要請）

第 2 条 甲は、被災した市町村(一部事務組合を含む。以下「被災市町村」という。)から次に掲げる事業(以下「災害廃棄物処理等」という。)について協力の要請があった場合に、乙に対し応援協力を要請するものとする。

- (1) 災害廃棄物の撤去
- (2) 災害廃棄物の収集・運搬
- (3) 災害廃棄物の処分
- (4) 前各号に伴う必要な事業

2 甲は、乙に対し前項の要請を行うときは、次に掲げる事項を文書により通知するものとする。ただし、文書により難しい場合には、口頭により通知し、後に速やかに文書により通知するものとする。

- (1) 被災市町村名
- (2) 協力の要請内容
- (3) その他必要な事項

（災害廃棄物の処理等の実施）

第 3 条 乙は、甲から前条第 1 項の要請を受けたときは、乙の会員の中から必要な人員、車両及び資機材を確保する等、被災市町村が実施する災害廃棄物処理等に協力するものとする。

2 災害廃棄物処理等は、被災市町村の指示に従い、乙の会員が実施するものとする。

3 乙は、必要に応じて災害廃棄物処理等を実施する会員の調整、被災市町村と会員との調整を行い、災害廃棄物処理等が円滑に実施されるよう協力するものとする。

4 乙は、災害廃棄物処理等を実施する会員に対して、次に掲げる事項に留意するよう周知するものとする。

- (1) 周囲の生活環境を損なわないように十分配慮すること。
- (2) 災害廃棄物の再利用及び再資源化に配慮し、その分別に努めること。

（情報の提供）

第 4 条 甲は、災害廃棄物処理等に円滑な協力が得られるように、乙に被災、復旧の状況等必要な情報を提供するものとする。

2 乙は、災害廃棄物処理等に関し、協力が可能な会員の状況を甲に報告するものとする。

(実施の報告)

第 5 条 乙は、その会員が実施する災害廃棄物処理等が終了したときは、次の各号に掲げる事項を文書で甲に報告するものとする。

- (1) 市町村名
- (2) 実施内容
- (3) その他必要な事項

(費用の負担)

第 6 条 第 2 条第 1 項の要請により乙の会員が実施した災害廃棄物処理等に要した費用の負担については、原則として当該被災市町村が負担するものとし、その額等は、災害発生直前における適正な価格を基準として、協力要請を行った被災市町村と当該乙の会員とが協議のうえ決定するものとする。

(災害補償)

第 7 条 第 3 条の要請に基づき実施した災害廃棄物の処理等に従事した者が、そのために死亡し、負傷し、または疾病にかかった場合の損害補償については、当該乙の会員と協力要請を行った被災市町村とで協議するものとする。

(連絡窓口)

第 8 条 この協定に関する連絡窓口は、甲においては高知県文化環境部環境対策課、乙においては社団法人 高知県産業廃棄物協会 事務局とする。

(他被災都道府県への応援)

第 9 条 甲が、被災した他の都道府県における災害廃棄物の処理等についての応援を行うために協力要請を行った場合においても、乙は、この協定に準じて、可能な限り協力するものとする。

2.2.6 住友大阪セメント

木質系の災害廃棄物の域内受入可能性を検討するため、2013年7月18日（木）に、大量に木材を燃料として活用している住友大阪セメント高知工場へヒアリングした。

1) 住友大阪セメントにおける木質バイオマス事業

住友大阪セメント高知工場では工場内の電力需要を自前で賄うために発電機を設置している。表 2.2.6-1 に発電機概要を示す。1号機は1986年に稼動を開始した、セメント製造時の廃熱を用いた単気筒復水タービン発電機である。2号機は1999年に稼動を開始した、場内電力を賄うために建設された石炭火力発電であり、循環流動層ボイラを備え単気筒抽気復水タービン発電機である。3号機は売電を主目的として2005年に建設された2号機と同タイプの発電設備である。

表 2.2.6-1 発電施設緒元

		1号機	2号機	3号機	
主要機器	ボイラー	型式	廃熱	循環流動層	
		蒸発量	33t/h	230t/h	237t/h
		圧力・温度	2.4Mpa/400℃	12.85Mpa/541℃	
	タービン	型式	単気筒復水	単気筒抽気復水	
		出力	10,500KW	61,000KW	61,500KW
	発電機	型式	3相交流同期発電機		
	出力	10,778KVA	67,778KVA	68,339KVA	
環境保全対策設備	脱硫設備	方式	乾式石灰石吹込み法		
		容量	全量		
	脱硝設備	方式	低温、二段燃焼法		
		容量	全量		
	集塵装置	方式	電気集塵機	バッグフィルター	
		容量	全量	全量	

出典：住友大阪セメントパンフレット



3号発電タービン・発電機
能力：61,500kw × 68,339KVA

写真 2.2.6-1 3号発電機タービン

出典：住友大阪セメントパンフレット



写真 2.2.6-2 3号発電設備全景

出典：住友大阪セメントパンフレット

2) 木質バイオマスの利用

住友大阪セメント高知工場における木質バイオマス利用は2005年2月から開始され、まず、2号発電機で木質チップの利用を開始した。利用可能量は熱量にして石炭の20%までである。2006年10月にRPS法の認定を受け、2008年3月に3号機でも木質チップの利用を開始した。2号機、3号機合わせて年間13万t弱の木質チップを利用している。

- ・チップの活用は社会的な省 CO₂の流れを受けただけでなく、石炭よりコストが安く利用できたことも大きな導入インセンティブとなっている。
- ・場内のストック量は 2,000t 程度のストックしかなく、ほぼ数日で入れ替わる程度の量であり、毎日搬入されてくる。
- ・木質チップへの要求性状は大きさ 50mm から 100mm 程度で土砂等の付着が少ないことを規定しており、塩分については特に規定はしていない。
- ・木質チップの輸送はトラックもしくは 400～500t 程度をバラ積み船で運搬している。調達先は四国内がほとんどである。
- ・生木の受入も購入という形で行なっている。写真 2.2.6-6 に示すような破碎機を導入しており、これで破碎してから利用している。2013 年度から FIT への移行をしている。
- ・生木やチップの受入は自動更新の年間契約としており、買取金額は重量当たりの単価を年間で固定している。売主は地元の森林組合、製材関係会社、商社である。
- ・最近建廃チップの話も多くあるが、容量がいっぱいなので断っている。製紙業界が落ち込んでいることが影響しているようである。
- ・RPF も利用している。こちらは塩分の規定をしている。
- ・写真 2.2.6-3～2.2.6-7 にチップ、原木、設備を示す。

3) 震災時の木材受入について

- ・現状、可能受入最大容量まで購入しており、追加での受入は困難である。



写真 2.2.6-3 木質チップ



写真 2.2.6-4 生木チップ



写真 2.2.6-5 搬入された生木



写真 2.2.6-6 生木の破碎機



写真 2.2.6-7 作業場兼ストックヤード

2.3 事例調査②中部地方

2.3.1 計画概要

1) 地震・津波対策立案の経緯

前述の太平洋沿岸重要港湾における地震・津波対策の立案状況の調査結果を基に、災害廃棄物対策等の計画が策定されつつある中部地方の取組みを事例調査の対象として選定した。以下に、中部地方の太平洋沿岸重要港湾における地震・津波対策を検討するに至った経緯を簡単に記す。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震およびこれに伴う津波は、多数の尊い命を奪う未曾有の災害となった。港湾における被害についても、設計外力を大きく上回る津波による防波堤、防潮堤等の被害、地震動による係留施設、護岸等の被害、液状化による埋立地等の被害が顕著であったほか、浸水に伴う荷役機械の電気系統損傷による稼働不能、臨海部企業の生産停止、危険物施設の火災や流出事故、航路・泊地の閉塞等の被害が発生した。

国土交通省交通政策審議会港湾分科会防災部会では、被災要因とともに港湾における津波対策のあり方が検討され、2011年7月に中間取りまとめが公表された。また、2011年9月28日、中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」によって、2つのレベルの想定津波の考え方や地震・津波対策の方向性等を提示した報告がとりまとめられた。これらの最新の知見を活用して、2012年6月「港湾における地震・津波対策のあり方～島国日本の生命線の維持に向けて～」が策定された。

一方、中部地方においては、今後30年以内に東海地震および東南海地震が発生する確率はそれぞれ88%（参考値）、70～80%程度（文部科学省地震調査研究推進本部、2013年1月1日時点）と予測されており、更に発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらすとして内閣府中央防災会議で想定する南海トラフの巨大地震も含め、地震・津波に対する総合的な対策が喫緊の課題となっていた。

このような背景から、静岡県では沿岸部の津波対策施設の安全性と機動性、さらには「避難計画策定指針」等東海地震に対する県の津波対策について、ソフト面及びハード面の両面にわたり、緊急かつ総合的に総点検を行った。現状、課題・問題点、対応を整理し、県として必要な対策を講じるため、2011年4月より「静岡県津波対策検討会議」を設置し対策の検討を進めた。

また、中部地方整備局では、東海・東南海・南海地震対策中部圏戦略会議にて、中部圏の国、地方公共団体、学識経験者、地元経済界が幅広く連携し、巨大地震に対して総合的かつ広域的視点から一体となって重点的・戦略的に取り組むべき事項を「中部圏地震防災基本戦略」として協働で策定している。港湾部門では、防災部会中間取りまとめを受けて、2011年10月より、三河湾を含む“広義の伊勢湾”の主要港湾（名古屋港、三河港、衣浦港、四日市港、津松阪港）の防災・減災対策を推進することを目的として、有識者、港湾管理者、地元市町村、港湾関係企業、経済団体、国等で構成される「地震・津波対策検討会議」を順次設置し、検討を進めている。この成果として、防災・減災目標の明確化を図り、防災施設等の整備や避難対策の強化、港湾機能の早期復旧に関する計画策定等を盛り込んだ地震・津波対策に関する基本方針を策定した。さらに、2011年

11月より、静岡県津波対策検討会議及び各港地震・津波対策検討会議等の情報共有、および広域的課題検討への助言を得ることを目的として、「中部の港湾における地震・津波対策に関する懇談会」を設置し、中部地域としての検討も進めている。

2012年度には、伊勢湾・駿河湾において、上記の主要港湾の地震・津波対策に関する基本方針、または静岡県津波対策検討会議での検討を踏まえた対策の具体化に向けた取り組みを始めた。

以上の中部地方における取組状況の概要を図 2.3.1-1 に示す。



図 2.3.1-1 中部地方の太平洋沿岸重要港湾における地震・津波対策の検討経緯

出典：中部地方環境事務所 HP

以上のように、中部の港湾における地震・津波対策は基本方針に沿って、「避難対策の強化」、「官民連携した防護のあり方」、「耐震性・耐津波性能の向上」の3本の柱の下、10の検討項目について、多面的に取り組みを進めている。2012年度（2013年3月時点）の取り組み状況を表 2.3.1-1 に示す。

同表より、災害廃棄物に関連する検討項目は以下である。

基本的な方針	主な取り組み状況
《広域連携》	<ul style="list-style-type: none"> ・広域的な災害廃棄物処分場の確保について検討中（各港） 今後の取り組み ・災害廃棄物処分場の候補地選定、及び広域連携体制構築（各港）

表 2.3.1-1 中部の港湾における地震・津波対策の2012年度取組み状況

	基本的な方針	主な取組み状況	今後の取組み
避難対策の強化	《避難誘導計画》 ・堤外地の企業従業員及び外来者等の避難誘導計画の策定	・堤外地における避難誘導計画の策定に向け検討中（各港） ・霞ヶ浦地区における避難誘導計画の策定（四日市港） ・「津波・高潮対策における水門・陸間等管理システムガイドライン」の見直しに向けて検討中 ・「港湾の避難対策に関するガイドライン」の策定に向けて検討中（以上、国土交通省）	・堤外地における避難誘導計画の策定（各港） ・霞ヶ浦地区で策定した避難誘導計画の四日市地区への展開（四日市港） ・新たな管理システムガイドラインの地域展開（中部地方整備局） ・「港湾の避難対策に関するガイドライン」の策定（国土交通省）
	《GPS波浪計》 ・GPS波浪計を活用した情報提供システムの強化	・伊勢湾口GPS波浪計の設置位置決定 ・通信網等の強化実施中（発電機増設、回線多重化） ・GPS波浪計の観測情報の有効な提供方法について検討委員会を設置し検討中（以上、中部地方整備局）	・伊勢湾口GPS波浪計の試験運用開始（H25.7予定） ・GPS波浪計の観測情報の効果的な提供 ・避難に係る情報提供システムの強化に向けた検討（以上、中部地方整備局）
官民連携した防護のあり方	《港湾BCPの策定》 ・災害時の輸送ルートの確立に向けた調査・復旧体制の確保 ・緊急物資輸送にかかる行動計画体制（案）作成 ・緊急物資以外の物流活動の復旧方策の策定	・港湾の航路啓開活動手順（指針（案））作成（第四管区海上保安本部、中部地方整備局） ・航路啓開「くまで」作戦の公表（中部地方整備局） ・港湾機能継続計画（港湾BCP）作業部会の設置 ・港湾機能継続計画（案）＜緊急物資輸送活動編＞の作成（以上、伊勢湾の主要な港湾） ・静岡県内の港湾における機能継続計画を検討中（静岡県内の港湾）	・港湾機能継続計画（案）＜緊急物資輸送活動編＞の拡充 ・港湾機能継続計画＜緊急物資以外の物流復旧活動編（仮称）＞の検討・作成（以上、伊勢湾の主要な港湾） ・「港湾防災対策協議会（仮称）」の設置・運営により防災関連情報の周知等を行う。（四日市港、名古屋港） ・静岡県内の港湾における機能継続計画の策定（静岡県内の港湾）
	《基幹的広域防災拠点》 ・防災拠点の広域的なネットワークの形成	・名古屋港が基幹的広域防災拠点に位置付け（名古屋港） ・名古屋港内の金城地区を整備候補地として選定（名古屋港）	・港湾計画への位置付け（名古屋港） ・具体的な施設の整備方針の検討（名古屋港） ・国の防災対策に関する計画への位置付け（名古屋港）
	《広域連携》 ・湾内の航路に対する迅速な航路啓開 ・大規模災害時における広域的な港湾間連携の実現（港間、湾内、湾間連携）	・三大湾の「緊急確保航路」の指定について検討中（伊勢湾の各港） ・大量の漂流物の発生を想定した広域連携訓練の実施（各港） ・広域的な災害廃棄物処分場の確保について検討中（各港）	・伊勢湾における緊急確保航路の指定に向けた検討（伊勢湾の各港） ・広域的な連携体制の構築、フォローアップ（各港） ・災害廃棄物処分場の候補地選定、及び広域連携体制の構築（各港）
耐震・耐津波性能の向上	《防波堤》 ・防波堤の津波に対して粘り強い構造化	・防波堤の耐震性・耐津波性能の照査（御前崎港、名古屋港、三河港等） ・防波堤の耐津波設計ガイドライン（案）の公表 ※防波堤の粘り強い構造化の指針（国土交通省）	・防波堤の粘り強い構造化推進（御前崎港、名古屋港、三河港等）
	《臨港道路》 ・緊急物資輸送、避難ルートの確保	・避難ルートとしても活用できる臨港道路を整備中（四日市港）	・臨港道路の整備推進（四日市港）
	《海岸保全施設》 ・海岸堤防の老朽化・液状化対策推進 ・防護ライン（陸間等の常時閉鎖化・壁体化を検討）の整備	・海岸保全施設を整備中（各港）	・海岸保全施設の整備推進（各港）
	《耐震強化岸壁等》 ・耐震強化・液状化対策の整備推進	・耐震強化岸壁を整備中（清水港、衣浦港） ・港湾における液状化相談窓口を開設（名古屋港湾空港技術調査事務所）	・耐震強化岸壁背後のふ頭用地の整備推進（清水港） ・耐震強化岸壁の整備推進（衣浦港） ・港湾施設等の耐震・耐津波性点検・評価（各港）
	《維持管理》 ・港湾施設等の適確な維持管理の推進	・港湾施設等の維持管理計画書の策定 ・維持管理計画書に基づく点検（以上、各港）	・老朽化に関する緊急点検等の実施 ・予防保全の考え方に立った維持管理の推進（以上、各港）

出典：中部の港湾における地震・津波対策に関する基本方針（2013年3月改訂）

これまでの震災や台風などの大規模災害においては、災害を主因とする大量の廃棄物が発生した。防災対策としては副次的ではあるものの、災害からの復旧・復興を早急に進めるには、この災害廃棄物の迅速な処理が不可欠である。

前述の“災害廃棄物処理のための広域的連携体制の整備”については、中部地方環境事務所が中心となって具体的な検討を行うとされ、関係機関の参加を得て「大規模災害時の廃棄物処理に関する連絡会」を設置し、大規模災害時の廃棄物処理あり方について情報共有を行うとともに、必要な対応について検討を進めている。この概要を図 2.3.1-2 に示す。

2) 連絡会における現状調査結果の概要

前述の中部圏地震防災基本戦略を受けて、大量の災害廃棄物の処理を行うために、以下を推進することが求められている。

「優先的に取り組む連携課題－災害廃棄物処理のための広域的連携体制の整備」に係る取りまとめ

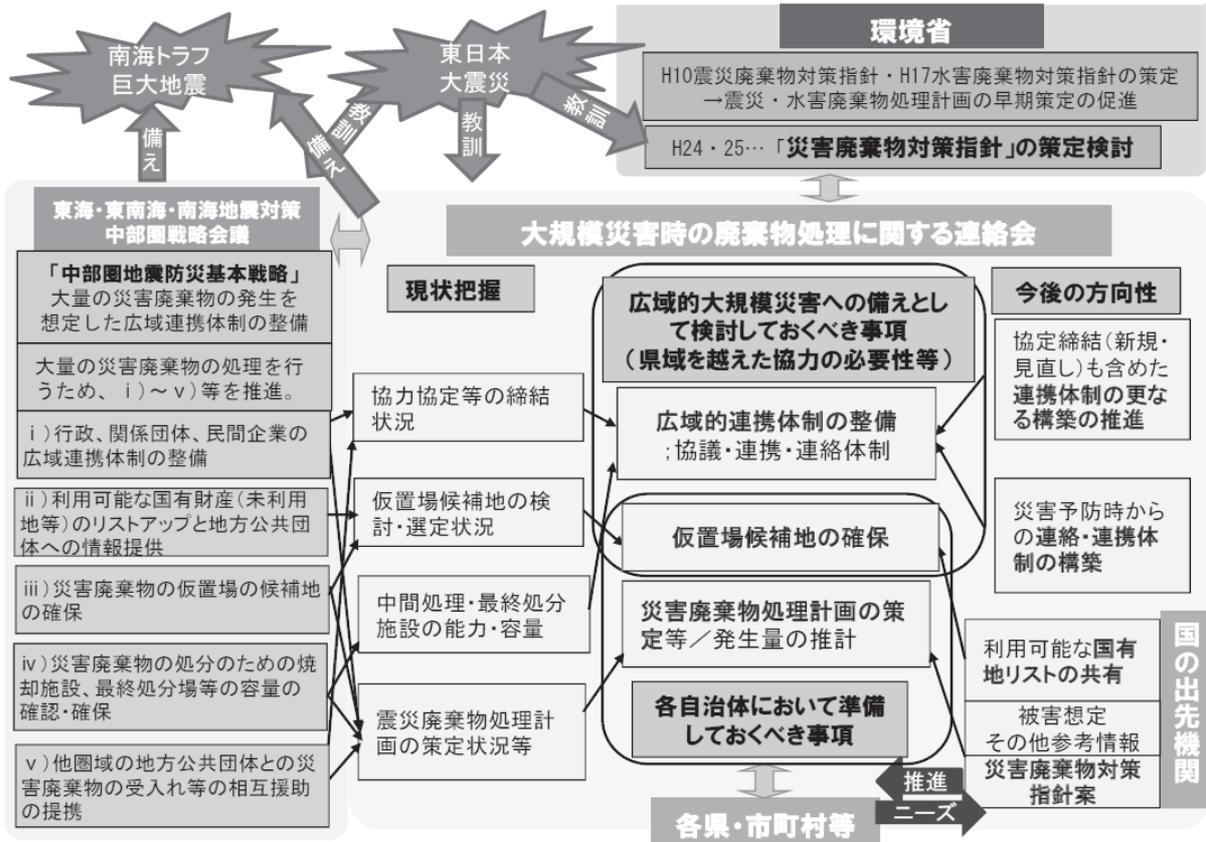


図 2.3.1-2 災害廃棄物処理のための広域的連携体制の整備

出典：中部地方環境事務所 HP

- ① 行政、関係団体、民間企業の広域連携体制の整備
- ② 利用可能な国有財産（未利用地等）のリストアップと地方公共団体への情報提供
- ③ 災害廃棄物の仮置場の候補地の確保
- ④ 災害廃棄物の処分のための焼却施設、最終処分場等の容量の確認・確保
- ⑤ 他圏域の地方公共団体との災害廃棄物の受入れ等の相互援助の提携

上記の①と⑤に係る「協力協定等の締結状況」、③に係る「仮置場候補地の検討・選定状況」、④に係る「中間処理・最終処分施設の能力・容量」の現状調査が行われた。次に三連動地震に備えた広域的な連携方策や体制の整備のため「広域的大災害への備えとして検討しておくべき事項（広域を越えた協力の必要性等）」、また広域体制整備の大前提となる「各自治体において準備しておくことが適当な事項」を連絡会で取り扱う論点・課題として抽出を行い、連絡会を通じた対応が示された。その上で、今後の方向性が取りまとめられている。これらについては、2.3.2で詳述する。

2.3.2 中部地方環境事務所

中部地方での東海、東南海、南海地震を想定した災害廃棄物処理のための広域的連携体制の整備に関する検討内容の詳細を調査する目的で2013年12月5日(木)に中部地方環境事務所を訪問した。以下にヒアリング内容を記述する。

1) 中部地方環境事務所の概要

地方環境事務所は、環境省の地方支分部局として全国7箇所を設置されている。中部地方環境事務所は、富山県、石川県、福井県、長野県、岐阜県、愛知県、三重県を管轄区域として、廃棄物・リサイクル対策や地球温暖化対策、環境教育・環境保全活動の推進、公害・化学物質対策、自然環境の保全整備、野生生物の保護管理等の業務を行っている。

管内には、長野自然環境事務所、松本自然環境事務所と10箇所の自然保護官事務所が設置されている。

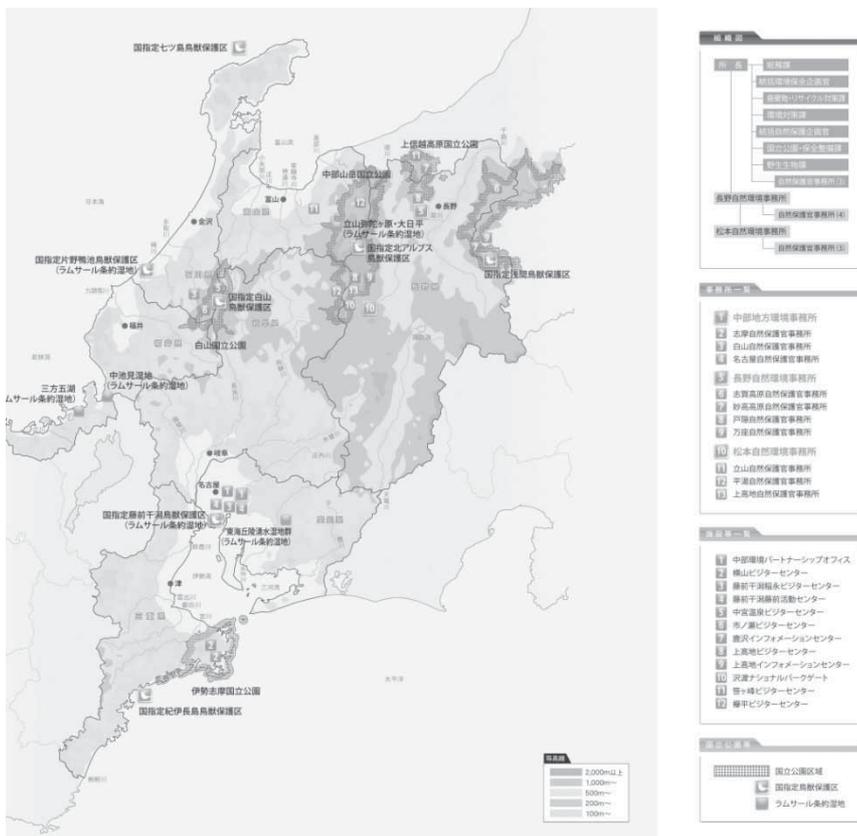


図 2.3.2-1 中部地方環境事務所管内図

出典：中部地方環境事務所パンフレット

2) 災害廃棄物に対する中部地方環境事務所の取組

(1) 大規模災害時の廃棄物処理に関する連絡会

中部圏においては、「中部圏地震防災基本戦略」が2011年12月末に策定された。本戦略は広域的大災害に対し、中部圏の実情に即した予防対策や応急・復旧対策などの対応方針を示すものとされている。この中で、10の分野が中部圏として優先的に取

り組むべき課題として選定された。

上記分野のうち、「多量の災害廃棄物の発生を想定した広域連携体制の整備」については、中部環境事務所が中心となって具体的な検討を行うこととされた。

これを受け、「大規模災害時の廃棄物処理に関する連絡会」（以下連絡会）が設置され、大規模災害時の廃棄物処理のあり方について情報共有を行い、必要な検討をすることとなった。

(2)参加者

愛知県、岐阜県、三重県、静岡県、長野県、名古屋市、岡崎市、豊田市、豊橋市、岐阜市、四日市市、静岡市、浜松市、愛知県産業廃棄物協会、中部経済連合会、有識者（国立環境研究所）、中部地方整備局、中部地方環境事務所等から約40名が参加し、災害廃棄物の性状はほぼ産業廃棄物に近いため愛知県の産業廃棄物協会も参加している。また、災害発生からの早期経済復旧の検討のために、中部経済連合会も参加している。

(3)連絡会での審議内容など

連絡会では、下記の課題に関し、各機関の対応に関する情報共有、各機関間で連携が必要な項目、連携体制の構築や役割分担及び新たに対応が必要な取組の検討等を行っている。

- ・行政間の連携に関すること（災害時の廃棄物収集運搬、処理に関する近隣自治体との協力協定等の締結状況の把握、広域大災害への備えとして検討しておくべき事項の検討）
- ・行政と事業者の連携に関すること（災害時の廃棄物収集運搬、処理に関する民間事業者、団体との協力協定の把握、広域大災害への備えとして検討しておくべき事項の検討）
- ・各自治体において準備しておくことが適当な事項に関すること（災害廃棄物の処理計画の策定及び発生量の推計、仮置場候補地の確保等）
- ・その他（東日本大震災を踏まえた災害廃棄物処理対策指針の策定状況等、過去の比較的大規模な災害への対応に関する体験、課題、教訓など）
- ・三連動地震に備えた災害廃棄物処理計画の策定等の取組状況、本地域で想定される広域的大災害の規模に関すること

(4)連絡会での取組状況

連絡会での取組内容は下記のとおりである

- ① 仮置場の候補地選定状況の共有 ※運搬方法物流までの検討は行っていない
- ② 現状の中間処理場、最終処分場の能力・容量の整理
- ③ 民間事業者との廃棄物収集運搬、処理に関する協定の整理
- ④ 災害廃棄物処理計画等の策定状況などの把握

(5)ヒアリング内容等

- ①連絡会審議内容など

- ・災害廃棄物処理計画については、環境省（環境庁）にて平成 10 年度に震災廃棄物対策指針、平成 17 年度に水害廃棄物対策指針を策定し、各自治体への指針としたが、東日本大震災で、予想出来ない広域的大規模な震災発生、津波による二次的被害の発生、放射能の問題などが発生し、各自治体が上記指針での対応が困難であった。そのため、各都道府県、自治体が災害廃棄物処理計画の策定にあたっては、各自治体の意見の確認、また東海、東南海、南海連動型地震も想定が必要と考えている。そのためには本連絡会は意思決定機関ではないが各自治体間の情報共有、意見交換が必要と考えている。
- ・連絡会はこれまで 2 回開かれ、仮置き場候補地の検討・選定状況の調査、各自治体等にある最終処分場、中間処理施設の能力・容量の把握や、災害時の廃棄物収集運搬、処理に関する民間事業者、団体との協力協定の締結状況の把握を行った。しかしながら、連絡会の中では、災害廃棄物の収集運搬体制をどうするか議論には至っていない。
- ・環境省では災害廃棄物処理の研究会を立ち上げている。内容等は HP に掲載している。参加者の中には港湾関係の方や阪神淡路大震災、東日本大震災を経験された方も参加しており、より実情に即した意見が反映されると考えている。また、同研究会において収集運搬についても今後整理されていくと思われる。
- ・連絡会の調査内容、検討内容のまとめ方は、今後協議するが、各自治体でもこのような取組を行うことを期待している。
- ・連絡会は都道府県が計画を策定するための一助となればと考えている。
- ・災害廃棄物の発生量推計は内閣府で東海、東南海、南海連動型地震の想定をしており、内閣府が一元的に行っている。それを踏まえ推計のやり直しをしている自治体もある。大阪府、東京都などは、さらに見直して被害統計を出している。静岡県は東海地震を想定した被害統計を出している。また、本連絡会では推計は行っていないが推計手法の共有を行っている。

②連絡会での意見等

- ・自治体単独では、災害廃棄物の処理は困難である。そのため都道府県への処理委託、自治体が災害で壊滅状態の時の対応の検討も行うべき等の意見が出ている。
- ・災害発生時にはまず人の派遣やパッカー車等物資の協力など具体的になにも整備されていないため、そのような自治体の役割や具体的対応方策について議論を始めるべきである。
- ・仮置場の確保が第一であるとの意見もあり、収集、運搬方法の議論に至っていない。
- ・東日本大震災時は放射能の問題があったため、災害廃棄物処理の広域連携に時間がかかったが、東海、東南海、南海連動型地震を想定した場合は、船舶での運搬は有効な手段であるとする。
- ・阪神淡路大震災の時はフェニックス計画、神戸の埋立処分場の計画があり、災害廃棄物処理の対応が突発的ではあったが可能であった。

③ 調査結果等

- ・ 協力協定の締結状況については、表 2.3.2-1～表 2.3.2-4 のとおりである。

表 2.3.2-1 協力協定等の締結状況（県からの報告分）

		長野県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県
県が締結した協定	2者間協定	1	3	0	0	0
	複数当事者間の協定	3	1	0	1	0
県内市町村内の協定 (注)3	2者間協定	0	1	4	0	1
	複数当事者間の協定	1	2	3	5	1
県外市町村内の協定 (注)3	2者間協定	0	18	4	0	0
	複数当事者間の協定	0	1	2	2	0

表 2.3.2-2 協力協定等の締結状況（本連絡会参加市からの報告分）

		岐阜市	静岡市	浜松市	名古屋市	岡崎市	豊田市	豊橋市	四日市市
県内市町村との協定	2者間協定	0	0	0	0	0	0	0	0
	複数当事者間の協定	0	1	0	3	4	2	1	2
県外市町村との協定	2者間協定	0	0	0	0	0	0	0	0
	複数当事者間の協定	0	1	0	2	2	0	0	2

表 2.3.2-3 協力協定等の締結状況（県からの報告分）

	長野県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県	計
県が締結した協定	2	4	2	3	2	13
県内市町村が締結した協定	0	12	19	28	2	61
計	2	16	21	31	4	74

表 2.3.2-4 協力協定等の締結状況（本連絡会参加市からの報告分）

岐阜市	静岡市	浜松市	名古屋市	岡崎市	豊田市	豊橋市	四日市市	計
0	2	0	7	3	1	3	0	16

出典：中部地方環境事務所資料（表 2.3.2-1～表 2.3.2-4）

- ・ 連絡会で、各自治体へ仮置場確保状況、災害廃棄物処理計画の策定状況の調査を行ったが、各自治体の防災計画の中のひとつで廃棄物処理があるという程度から、仮置場を確保し、協定まで締結しているという自治体まであり差がある。
- ・ 仮置場候補となっても使用可能かどうかまでは決定しておらず、防災用として用地を確保しているだけで使用用途までは決まっていないという意見もあった。
- ・ 協定の締結は行っているものの、具体的な応援策などはこれから検討するという自治体が多かった。
- ・ 連絡会では中間処理、最終処分場の能力、容量の整理を行った。その結果を表 2.3.2-5 に、また、表 2.3.2-6～7 には震災廃棄物処理、水害廃棄物処理計画策定状況について掲載する。

表 2.3.2-5 中間処理・最終処分施設の能力・容量

		長野県	岐阜県	静岡県	愛知県	三重県
焼却施設	年間処理量(t/年度)	472,862	588,921	1,092,209	2,055,436	428,977
	処理能力(t/日)	2,610	2,699	6,705	11,057	2,219
粗大ゴミ処理施設	年間処理量(t/年度)	7,899	22,436	46,262	165,826	22,393
	処理能力(t/日)	166	388	850	1,252	533
資源化等を行う施設	年間処理量(t/年度)	54,025	24,297	26,165	79,321	36,748
	処理能力(t/日)	91	351	317	762	661
ごみ燃料化施設	年間処理量(t/年度)	1,257	12,064	29,625	12	84,818
	処理能力(t/日)	7	90	150	21	485
その他ごみの中間処理施設	年間処理量(t/年度)	2,305	209	0	722	91
	処理能力(t/日)	20	4	0	68	80
保管施設	年間保管量(t/年度)	30,553	11,233	42,162	49,777	21,534
	屋内面積(m ²)	8,877	10,809	6,326	7,855	9,167
	屋外面積(m ²)	23,618	24,222	22,594	19,563	30,739
最終処分場	埋立容量(m ³ /年度)	53,770	54,530	91,796	136,407	75,710
	残余容量(m ³)	1,349,216	2,320,413	1,501,516	2,652,464	1,691,419

出典：中部地方環境事務所資料

表 2.3.2-6 震災廃棄物処理計画等の策定状況等について

問1 震災廃棄物処理計画の策定状況	自治体数	割合(%)	(問1で(1)を選択) 問2 震災廃棄物処理計画の今後の改訂予定	自治体数	割合(%)	(問1で(1)または(2)を選択) 問3 当該計画の策定方法	自治体数	割合(%)	
(1) 策定済み	135	57	(1) 改訂作業中	16	12	(1) 単独の計画として策定	36	22	
(2) 策定作業中	11	5	(2) 改訂予定あり	10	7	(2) 市町村地域防災計画内に明記	73	45	
(3) 今後策定予定	13	5	(3) 改訂を検討中	38	28	(3) 水害廃棄物処理計画と一体	46	28	
(4) 策定を検討中	36	15	(4) 改訂する予定はない	73	53	(4) その他	9	5	
(5) 策定する予定はない	41	17	南海トラフの巨大地震に備えた策定	10	7				
南海トラフの巨大地震に備えた策定	17	7							
(問1で(1)または(2)を選択) 問4 当該計画への記載状況			自治体数				(問4で(2)を選択) 問5 災害廃棄物の発生量推計	自治体数	割合(%)
(1) 収集運搬体制の整備について記載している			110				(1) 見直し作業中	2	3
(2) 災害廃棄物の発生量を推計している			80				(2) 今後見直しの予定	4	5
(3) 災害廃棄物の仮置場の確保・配置計画について記載している			113				(3) 見直しを検討中	24	31
(4) 災害廃棄物の処理・処分計画について記載している			115				(4) 見直しの予定はない	47	61
(7) 有害廃棄物対策について記載している			64						
(5) (4)で特に最終処分先を確保している			55						
(6) (4)で特に周辺市町村等との協力体制を確保している			66						
(8) (7)で特にアスベスト対策について定めている			61						

※出典：中部地方環境事務所資料

表 2.3.2-7 水害廃棄物処理計画等の策定状況等について

問1 水害廃棄物処理計画の策定状況	自治体数	割合 (%)	(問1で(1)を選択) 問2 水害廃棄物処理計画の今後の改訂予定	自治体数	割合 (%)	(問1で(1)または(2)を選択) 問3 当該計画の策定方法	自治体数	割合 (%)
(1) 策定済み	122	53	(1) 改訂作業中	11	9	(1) 単独の計画として策定	31	20
(2) 策定作業中	10	4	(2) 改訂予定あり	8	7	(2) 市町村地域防災計画内に明記	67	43
(3) 今後策定予定	17	7	(3) 改訂を検討中	27	22	(3) 水害廃棄物処理計画と一体	48	31
(4) 策定を検討中	33	14	(4) 改訂する予定はない	76	62	(4) その他	7	7
(5) 策定する予定はない	50	22						

(問1で(1)または(2)を選択) 問4 当該計画への記載状況	自治体数
(1) 被災地域の予測について記載している	55
(2) 水害廃棄物発生予測量について記載している	57
(3) 仮置場の確保と配置計画について記載している	91
(4) 収集運搬、仮置場、中間処理及び最終処分場等の処理手順について記載している	82
(5) 市町村で処理が困難な場合を想定した周辺市町村との協力体制について記載している	70
(6) 仮置場での破碎・分別体制について記載している	41
(7) 収集処理過程における粉じん・消臭等の環境対策について記載している	27
(8) 収集運搬車両とルート計画について記載している	30

出典：中部地方環境事務所資料

- ・災害廃棄物の処理処分計画の記載について 115 自治体（57%）あるが、平成 10 年度の震災廃棄物対策指針を出しており、震災はいつどこで発生するかわからないため 100%となることを期待している。
- ・災害廃棄物の仮置場の確保、配置計画について記載している自治体は、113 自治体あったが、災害廃棄物の発生量を把握して確保できているかは不明である。
- ・仮置場については、その管理者との調整が必要であるが具体的に調整まですんでいる自治体は少ない。
- ・仮置場を確保するためには例えば、河川管理者との協議、港湾であれば港湾管理者との調整等が有事の際に円滑に行うために、平常時から関係機関と調整を行っておく必要があると考える。そのためには自治体としては、事前にフロー、方法、指針などがあると調整を行いやすい。
- ・協定締結の中には広域的連携（岐阜県と北海道など）も数か所あった。
- ・広域連携については、環境省（国）の先導が必要であると思われる。

④その他

- ・災害廃棄物処理における港湾利用については連絡会では議論されておらず、中部圏地震防災基本戦略会議では議論されているため、連絡会では動向の把握を行っている。

⑤静岡県地域防災計画等

先進事例として連絡会にも参加している静岡県の震災対策（災害廃棄物処理計画等）の概要を以下に示す。

静岡県では、国による南海トラフ巨大地震の被害想定との整合を図り、第 4 次地震被害想定を策定を行っている。今回の被害想定では、駿河トラフ・南海トラフ沿いと相模トラフ沿いで発生するレベル 1 とレベル 2 の地震・津波による震度分布や津波高、浸水域等の自然現象の想定結果と、その地震・津波による人的被害、物理的被害の想定結果

及びライフラインや交通施設等の被害、経済被害等を取りまとめるとともに、災害対策を行ううえで重要な視点、タイミングを明らかにした被害・対応シナリオを取りまとめている。また、この被害想定において推計された被害をできる限り軽減するため「地震・津波対策アクションプログラム 2013」を、併せて取りまとめている。（詳細は静岡県 HP に掲載）

また、災害廃棄物処理に関しては、災害対策基本法第 40 条の規定により、静岡県民の生命、身体及び財産を災害から保護するため、静岡県の地域に係る防災対策の大綱を定める静岡県地域防災計画を策定（表 2.3.2-8）しており、地震対策の巻にてその災害廃棄物処理の指針について示している。

表 2.3.2-8 静岡県地域防災計画名称、概要

計画の名称	対策の概要
共通対策の巻	各災害対応における共通事項
地震対策の巻	地震による災害対策
津波対策の巻	津波による災害対策
原子力災害対策の巻	原子力災害対策
風水害対策の巻	風水害による災害対策
火山災害対策の巻	伊豆東部火山群及び富士山の火山噴火による災害対策
大火災対策の巻	大火災、爆発による災害対策
大規模事故対策の巻	航空機、列車など大規模な事故対策

出典：静岡県 HP

2.3.3 四日市港管理組合

四日市港における津波を想定した災害廃棄物対策や地球環境に優しい物流の補助事業内容等を調査するために、2013年12月6日（金）に四日市港管理組合を訪問した。

1) 四日市港管理組合の概要

四日市港管理組合は、三重県と四日市市によって設立された特別地方公共団体である。県や市などの普通地方公共団体に準じ、執行機関と議決機関からなっている。管理者は三重県知事、副管理者は四日市市長と常勤副管理者、議会は県・市議会から選出された議員で構成されている。組合の組織図を図2.3.3-1に示す。

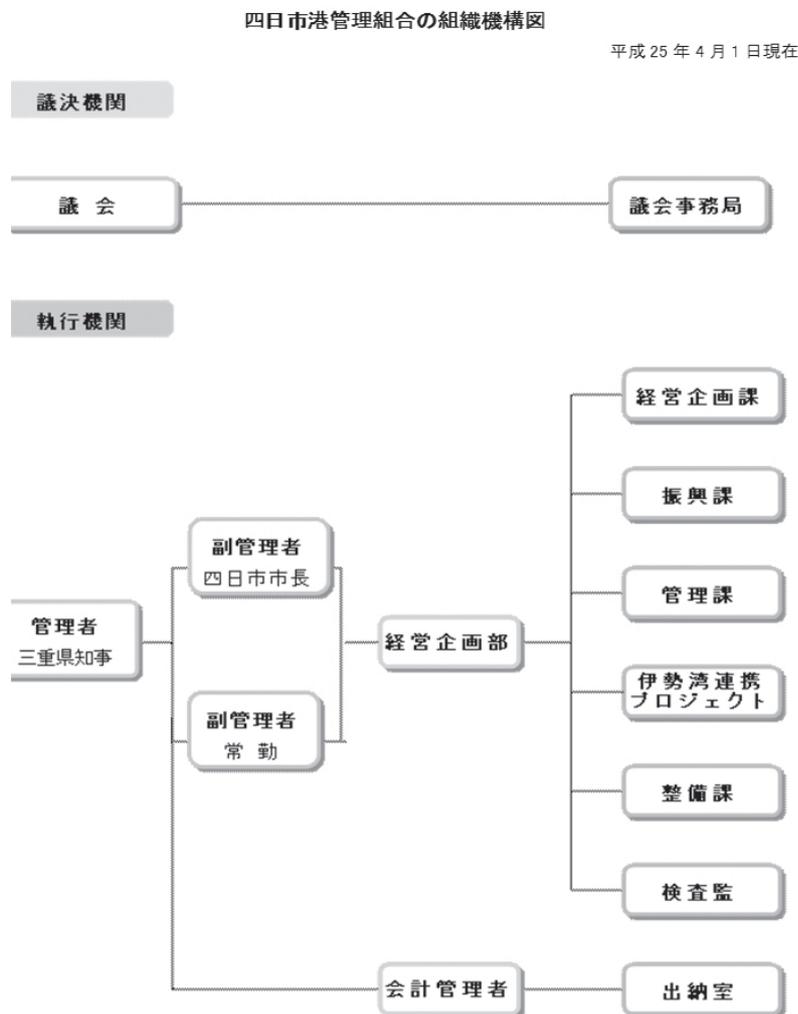


図 2.3.3-1 四日市港管理組合の組織図

出典：四日市港管理組合 HP

2) 四日市港の概要

四日市港は、1899年8月4日に開港した。当初、主に羊毛、綿花の輸入港として栄え、1952年には、外国貿易上、特に重要な港として特定重要港湾に指定され、2011年には国際拠点港湾に名称が改められた。

四日市港は中部圏における代表的な国際貿易港として、また、我が国有数の石油コンビナート等を擁するエネルギー供給基地として重要な役割を担っている。さらに、1969年からコンテナ貨物の取り扱いを開始するなど国際海上輸送のコンテナ化にも対応し、東南アジア、中国航路をはじめとするコンテナ定期航路網は年々充実しつつある。

四日市港における 2011 年の取扱量を外貿と内貿に分けて、表 2.3.3-1 および表 2.3.3-2 に示す。

表 2.3.3-1 から明らかなように、四日市港の輸入貨物の大半が原油や LNG 等のエネルギー原料であり、エネルギー港湾として発展してきた。原油は主に沖合約 6km の海上に設置されている 2 基のシーバースから海底パイプラインを通じて、陸上に設置されたタンクへと送られている。四日市港にはこのようなシーバースを含め、原油や石油製品の荷揚げのための外航大型タンカー用さん橋が 6 バースあり、臨海部の石油化学コンビナートへの原材料供給や国内の石油エネルギー需要に役立っている。一方、四日市港の輸出貨物は、コンビナート周辺工場からの石油製品と完成自動車が上位を占める。

表 2.3.3-1 2011 年の四日市港における外貿貨物品種（単位：t、%）

輸出品種	貨物量	前年比	構成比	輸入品種	貨物量	前年比	構成比
総計	4,415,378	87.7	100.0	総計	38,372,342	106.9	100.0
1 (1) 石油製品	1,251,491	72.2	28.3	1 (1) 原油	17,256,721	113.6	45.0
2 (2) 完成自動車	796,940	82.2	18.0	2 (2) L N G	13,496,575	114.7	35.2
3 (3) 化学薬品	772,731	108.5	17.5	3 (3) 石炭	2,245,812	70.8	5.9
4 (4) 自動車部品	591,107	91.7	13.4	4 (4) L P G	1,645,733	86.1	4.3
5 (5) 合成樹脂等	512,063	83.6	11.6	5 (5) 石油製品	1,145,301	106.1	3.0

出典：四日市港管理組合 HP

表 2.3.3-2 2011 年の四日市港における内貿貨物品種（単位：t、%）

輸出品種	貨物量	前年比	構成比	輸入品種	貨物量	前年比	構成比
総計	14,029,063	110.6	100.0	総計	4,593,355	88.3	100.0
1 (1) 石油製品	5,906,188	132.8	42.1	1 (2) 石油製品	1,224,532	90.2	26.7
2 (2) 重油	2,778,571	115.8	19.8	2 (1) 化学薬品	1,206,843	80.0	26.3
3 (3) 完成自動車	1,565,770	103.7	11.2	3 (3) 重油	675,062	69.7	14.7
4 (5) 化学薬品	1,100,158	92.6	7.8	4 (4) 完成自動車	415,010	110.0	9.0
5 (6) セメント	995,099	109.0	7.1	5 (5) L P G	340,192	102.4	7.4

出典：四日市港管理組合 HP

表 2.3.3-2 から、内貿の貨物量は、外貿の 43%程度と半分以下となっている。

近年、生産拠点が国外に移りつつあることから、今後、内貿の貨物量を増やすための取り組みも不可欠となっている。

図 2.3.3-2 に四日市港の全体図を示す。

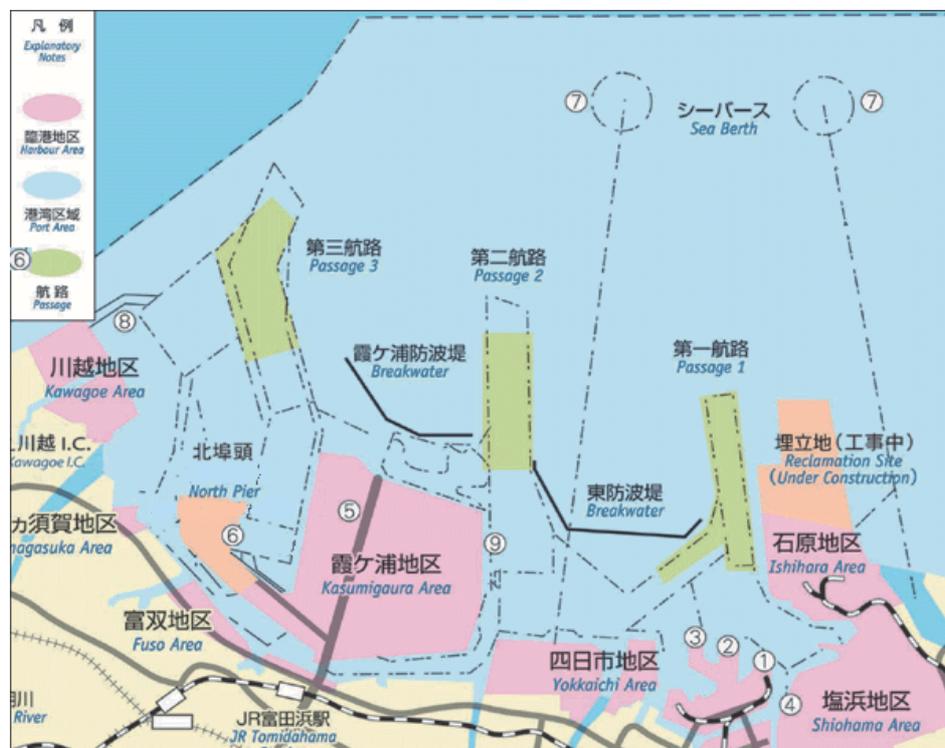


図 2.3.3-2 四日市港の全体概要

出典：四日市港管理組合 HP

図中の丸数字は、以下を表す。

番号	主な係留施設	船隻数	延長(m)	水深(m)	主な取扱貨物
①	第 1 ふ頭	6	799	-3~9	化学工業品、化学肥料、非金属鉱物
②	第 2 ふ頭	8	1,040	-5~10	輸送機械、農作物、非鉄金属
③	第 3 ふ頭	6	962	-5.5~12	農作物、鉄鋼、金属鉱
④	石炭ふ頭	1	125	-7.5	化学薬品、化学工業品
⑤	霞ヶ浦南ふ頭	29	3,540	-4.5~14	石炭、輸送機械、コンテナ貨物
⑥	霞ヶ浦北ふ頭	1	360	-14	コンテナ貨物
⑦	シーバース	2		-20.8~22	原油
⑧	LNG 受入栈橋	1		-14	LNG
⑨	LNG・LPG 受入栈橋	1		-14	LNG・LPG

3) 四日市港グリーン物流促進補助事業について

この補助事業は、四日市港を利用することによってコンテナ貨物輸送から生じる環境負荷(CO₂排出)の低減を図ろうとする荷主企業の取り組みを支援する目的で始められた。以下に示す 4 つの要件を全て満たす必要がある。

・コンテナ貨物輸送から生じる CO₂ 排出量の削減または抑制を企図した取組みである

- ・四日市港において、直接、船舶へのコンテナ貨物の揚げ積みを行う
- ・四日市港の利用率向上に努める
- ・事業実施期間終了後も取組みを継続して行うよう努める

以下に示すような事業を対象としている。

① モーダルシフト等事業(陸上輸送から海上輸送へのモーダルシフト等)

コンテナ貨物の国内輸送において、四日市港に寄港する船舶を用いて海上輸送することによって貨物輸送時に発生する CO₂ 排出量を削減または抑制しようとする事業

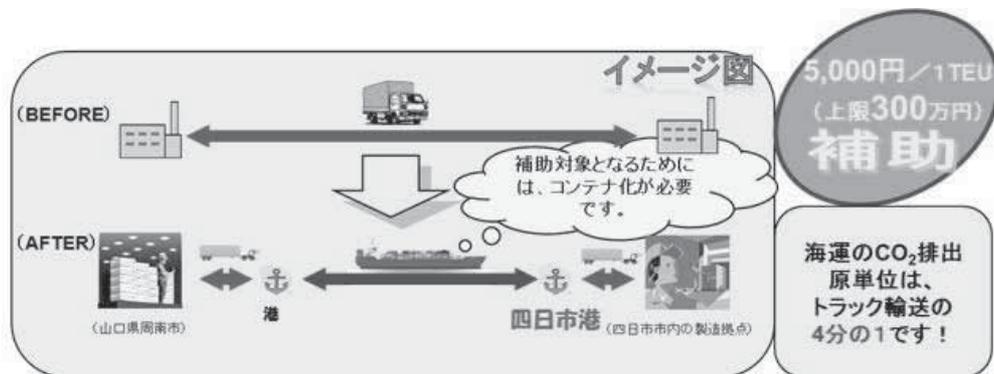


図 2.3.3-3 モーダルシフト等事業のイメージ図

出典：四日市港管理組合 HP

② 最寄港利用事業(最寄港利用による陸上輸送距離の短縮)

国際海上輸送に供するコンテナ貨物の国内輸送において、四日市港を利用することによって陸上輸送距離を短縮し貨物輸送時に発生する CO₂ 排出量を削減または抑制しようとする事業

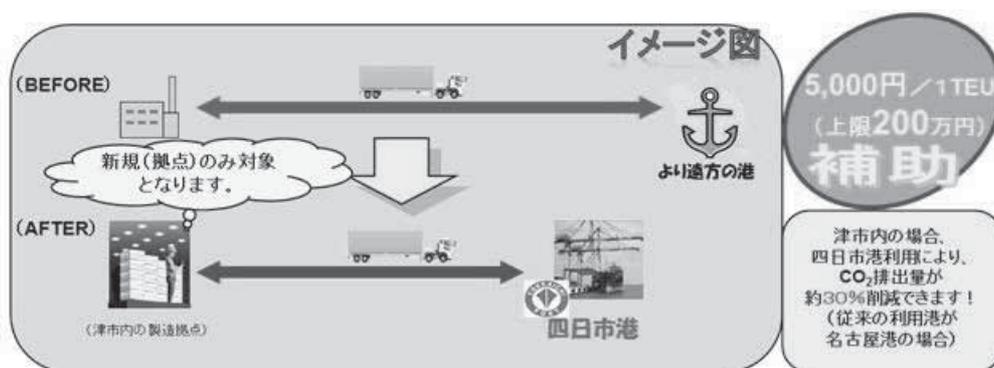


図 2.3.3-4 最寄港利用事業のイメージ図

出典：四日市港管理組合 HP

③ コンテナラウンドユース事業(コンテナの実入り往復利用による空コンテナの輸

送距離の短縮)

国際海上輸送に供するコンテナ貨物の国内輸送において、四日市港を利用する際に同一コンテナを実入り往復利用することによって陸上輸送距離を短縮し、貨物輸送時に発生する CO₂ 排出量を削減または抑制しようとする事業

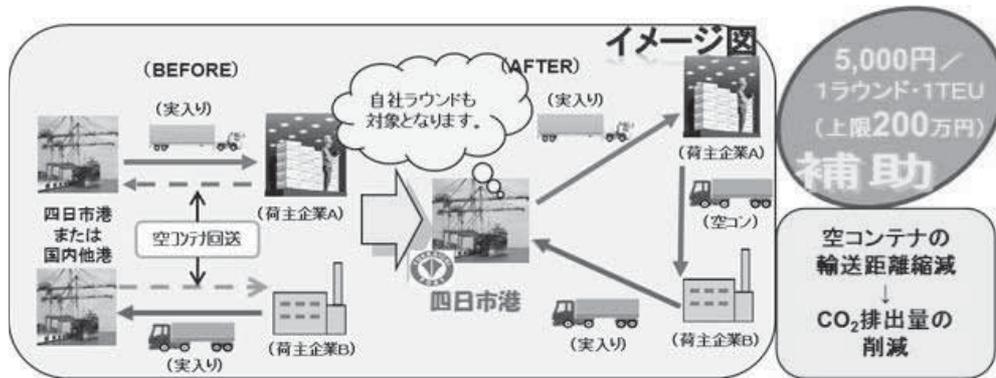


図 2.3.3-5 コンテナラウンドユース事業のイメージ図

出典：四日市港管理組合 HP

④ 45 フィートコンテナ利用事業(45 フィートコンテナ利用による輸送効率の向上)

海上輸送に供するコンテナ貨物の輸送において、45 フィートコンテナを利用することによって貨物輸送時に発生する CO₂ 排出量を削減または抑制する事業

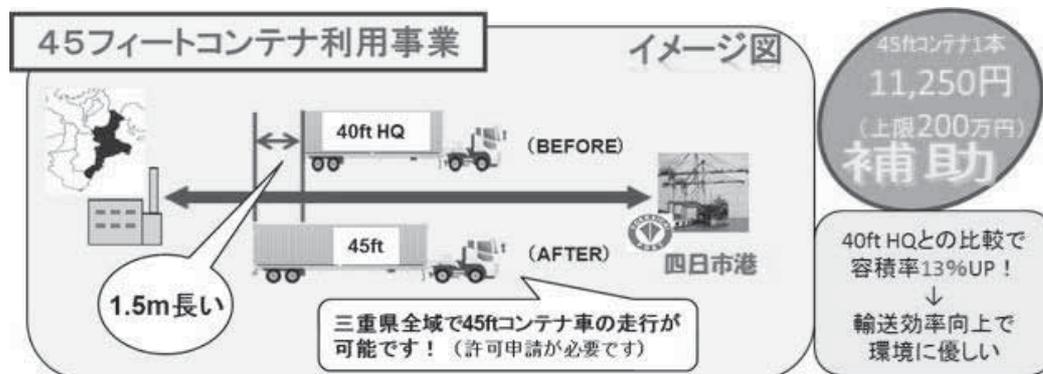


図 2.3.3-6 45 フィートコンテナ利用事業のイメージ図

出典：四日市港管理組合 HP

2013 年度（7 月 10 日時点）には、モーダルシフト等事業 2 件、最寄港利用事業 9 件、コンテナラウンドユース事業 4 件の 15 件が採択され、合計 1,041 万円が交付される。CO₂ 排出量の削減・抑制効果は、1,032.8t となる予定である。これは、森林 159 ヘクタールの吸収量に相当する。

4) ヒアリング結果

以下に、前述の本文中に記載しなかったヒアリング内容を記す。

- ・東日本大震災の災害廃棄物の受入れを四日市港でも検討したが、実現しなかった。

- ・地震、津波対策については別の部署が担当しているが、災害廃棄物の物流の詳細検討までには至っていない。
- ・内航船企業から静脈物流を実施したいといった働きかけはあるが、外貿主体の港であるため、実現は難しい点も多い。
- ・図 2.3.3-7 に示すように、今後、周辺の大型港（名古屋港や大阪港など）と比較して距離の少ない地域（背後圏：三重県全域、滋賀県の米原・栗東・甲賀等）からの貨物を増やしていきたいと考えている。

最後に、四日市管理組合が入居する四日市港ポートビルの外観（写真 2.3.3-1）と、四日市港関連の写真（写真 2.3.3-2～写真 2.3.3-4）を掲載する。

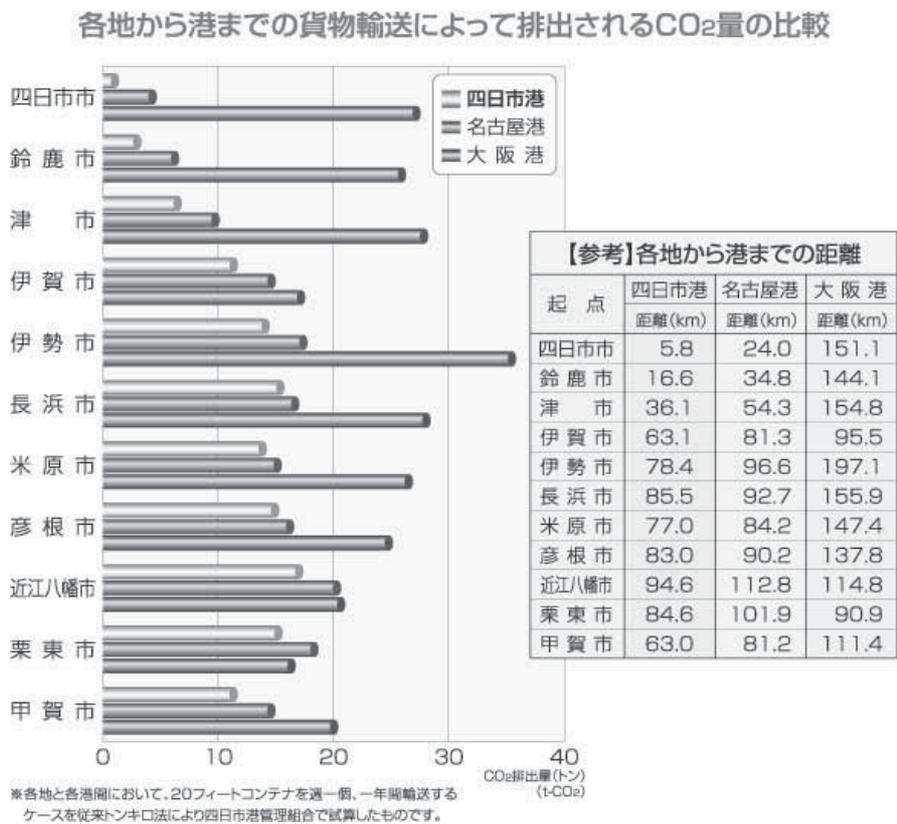


図 2.3.3-7 各地から港までの貨物輸送によって排出される CO₂ 量の比較

出典：四日市港管理組合 HP



写真 2. 3. 3-1 四日市港ポートビルの外観



写真 2. 3. 3.-2 霞ヶ浦北埠頭（左上）と南埠頭（右）



写真 2.3.3-3 霞ヶ浦地区全景



写真 2.3.3-4 コンテナヤードと周辺モータープールの状況

2.3.4 多治見市の事例

中部地方における取組みについて、ホームページで公表されている事例で取組みの進んでいると考えられるものを紹介する。これは多治見市におけるものである。

多治見市では 2010 年 3 月に多治見市震災廃棄物処理計画（案）を公表し、災害廃棄物発生量を災害廃棄物以外で 6,136t、可燃物系災害廃棄物 102 千 t、不燃物系災害廃棄物 448 千 t と試算している。この試算とともに必要な仮置場面積を算出し 17 万 6 千 m² と試算している。

特徴的な進んだ取組みとして、2011 年 1 月に仮置場となる民間用地について、その所有者と協定を締結している。これを表 2.3.4-1 に示す。このような取組みは仮置場の確保に時間を要し、災害廃棄物の撤去が遅れることが多くあるため、震災後の復旧を進める上で重要な取組みであると考えられる。

表 2.3.4-1 仮置場の協定

災害時における災害廃棄物の仮置場確保に関する協定（環境課）	2011 年 1 月 24 日 王春工業株式会社	小名田木節株式会社
		寿和工業株式会社
		日章産業株式会社
		株式会社博国砕石

出典：多治見市 HP

第3章 リサイクルポートの活用可能性

3.1 境港の状況調査

境港は、山陰地方のほぼ中央、弓ヶ浜半島の先端に位置し、境水道を挟んで北側の島根半島を天然の防波堤として、往古より日本海交通の要衝として栄えてきた港である。地理的に敦賀・下関両港のほぼ中央に位置し、阪神・山陽・九州の各経済圏とも密接な関係を有するのみならず、対大陸貿易の拠点として格好の位置を占める（図3.1-1）。背後地域は、1966年に中海地区新産業都市に指定され、以後、工業団地の形成が進められ、境港においても、背後地域の産業・経済を支える国内流通拠点港湾、またフェリー・旅客輸送の拠点として港湾整備、振興がなされた。

1989年に外貿コンテナ定期航路が開設、さらに2004年に水深14mの国際コンテナターミナルや江島大橋が相次いで供用開始され、2009年には、国際定期貨客船が就航する等、国際港湾としての拠点性も高まりつつある。また、近年、循環資源の取扱等のニーズも高まっており、2011年にはリサイクルポートの指定を受け、循環資源物流の推進が積極的に進められている（図3.1-2）。

このようなことから、リサイクルポートの活用の可能性について境港の調査を行った。

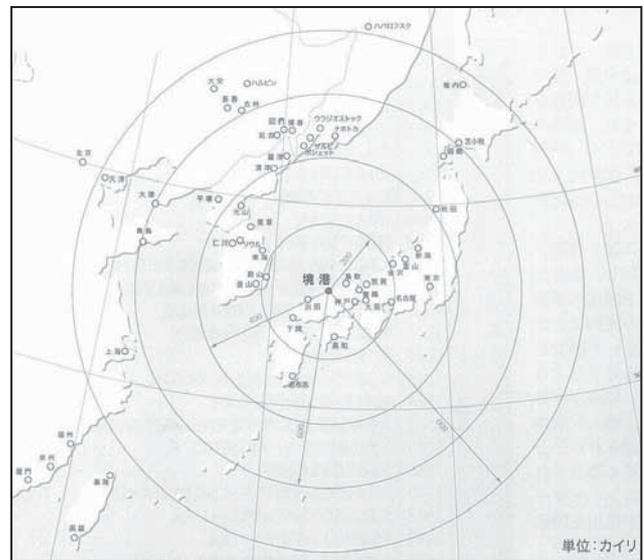


図 3.1-1 境港の位置

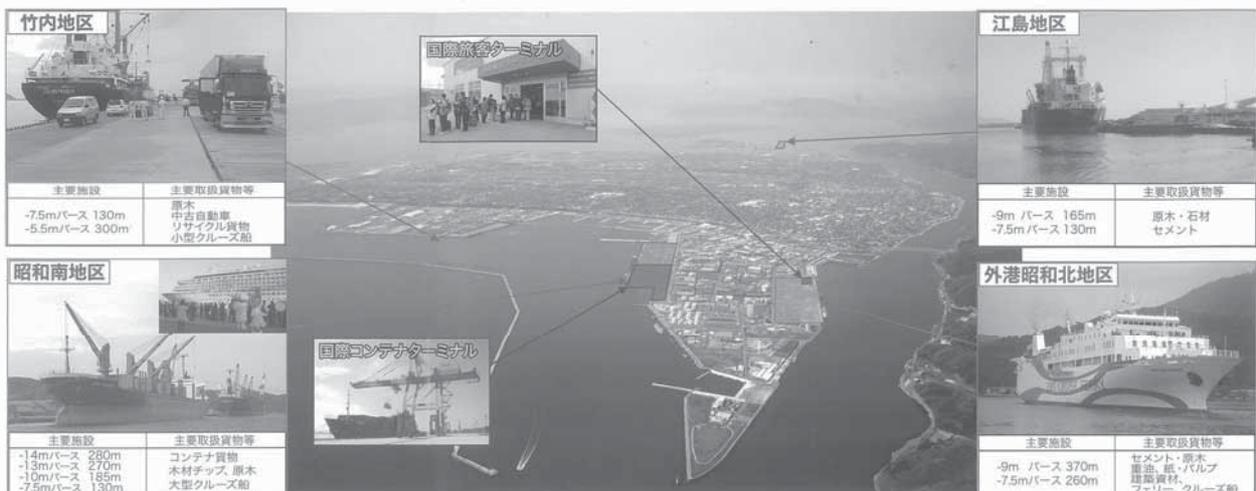


図 3.1-2 境港概要

出典：境港管理組合より受領資料

3.1.1 境港管理組合

2013年10月25日、リサイクルポートの活用の可能性を調査するため、リサイクルポートに指定された最も新しい港という観点で注目し、境港管理組合を訪問し、ヒアリングを実施した。以下にその内容について報告する。

1) リサイクルポート

国土交通省では、循環資源の広域流動の拠点となる港湾を総合静脈物流拠点港（リサイクルポート）として指定し、港湾を活用した静脈物流の促進による循環型社会の構築に向けた取組が進められている。境港では、2008年に、国が主体となった「静脈物流拠点の整備に関する検討委員会」の調査において循環資源の取扱いについて潜在的需要のあることが明らかにされ、2011年にリサイクルポートとして指定された（図3.1.1-1）。

境港のリサイクルにおける役割として、①対大陸貿易の拠点として格好の地歩を占め、現在も韓国、中国、台湾、ロシア等との対岸貿易が増加していること、②「とっとり発グリーンニューディール」において、特に2009年就航した国際定期貨客船等の港湾を生かした物流の優位性が着目されていること、③循環型社会システムの構築の面から、低コストで大量輸送できる海上輸送が脚光を浴びていることから、リサイクル貨物の国際静脈物流拠点としてのポテンシャルは高く、日本海沿岸の国内静脈物流拠点となりうる。図3.1.1-2にリサイクルポートのイメージを示す。

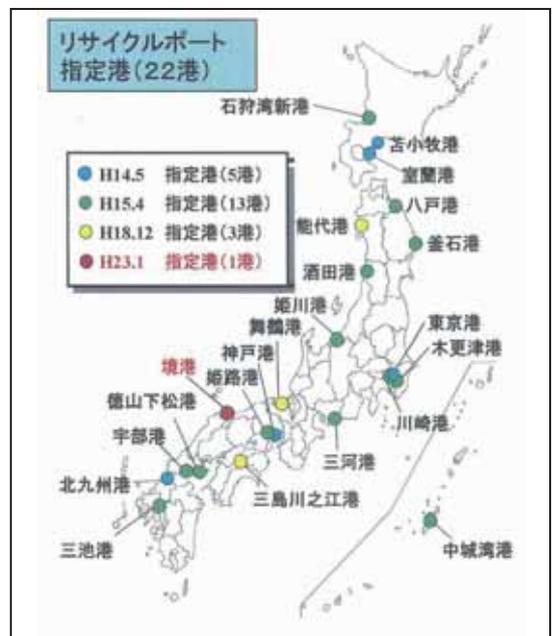


図3.1.1-1 リサイクルポートの指定

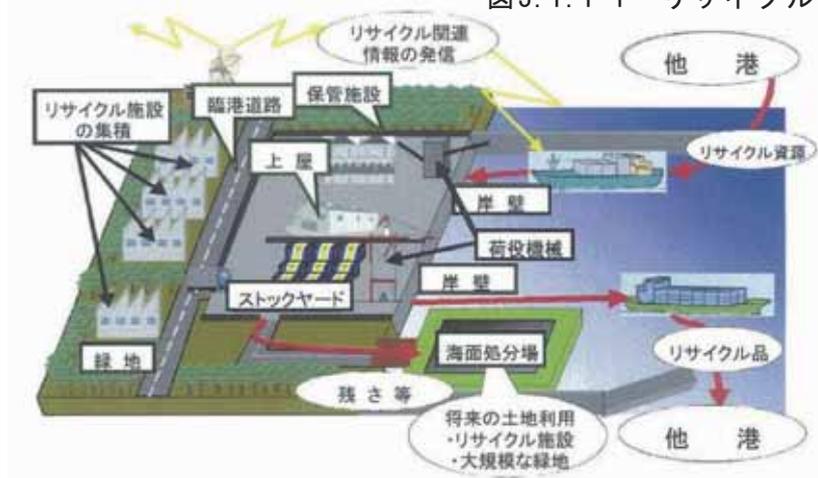


図3.1.1-2 リサイクルポートのイメージ

出典：国土交通省HP

(1) リサイクルポート指定の経緯

境港のリサイクルポートの申請は早くから行われていたが、リサイクル量が少なかったことからなかなか指定に至らなかった。しかし、ニーズがあり今後の増加が見込めることから、今後リサイクル荷物の取扱量を増やしていくという方針で認められ、指定を受けた。荷物量は、指定当時リサイクル品は年間2万3千tであったが、現在は3万tとなっている。現在の港全体での取扱荷物量は350～400万tであり、リサイクル品は全体量からみると1%未満である。

リサイクルポートとしてのメリットとしては、リサイクルで港を積極的に利用して行こうという意識的なプラス効果があり、港湾の計画時もリサイクルポートを考えていく面での効果が見込めるということがある。

(2) 循環資源の港湾取扱貨物

境港では、循環資源である、金属くず、ゴムチップ、古紙、廃プラスチック、RPF 等の取扱品目の特性等を勘案し、利用岸壁・野積場を配置し、効率的な港湾利用が進められている（図 3.1.1-3）。用地が少ないため囲うなどの工夫をすることによってヤードの有効利用が図られており、有価なものについては、荷役作業取扱要領に置き方を定めるなど管理が行われている。RPF 用の積替保管ヤードも囲いの整備を必要としているが、小規模であることからなかなか予算がつかない状況にある。

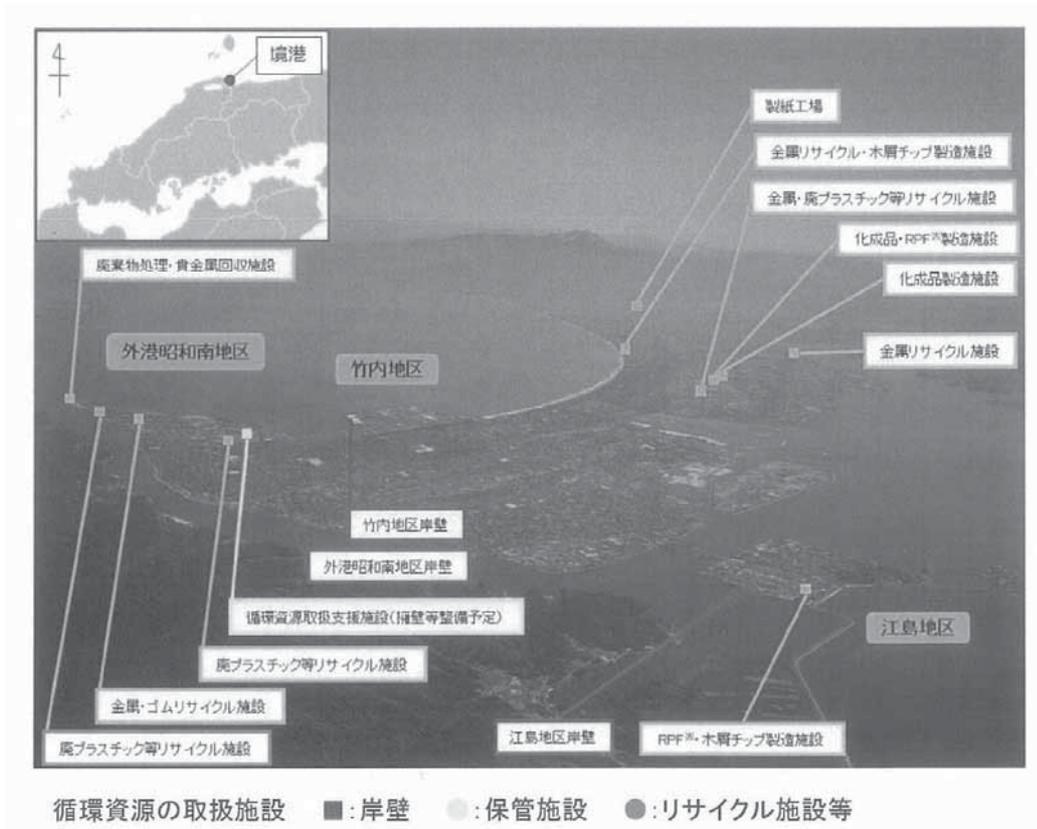


図 3.1.1-3 循環資源の取扱施設

出典：国土交通省HP

境港の主な取扱資源は製紙会社に持ちこまれるチップと合板に加工される原木である。また、この地域で製造されるRPFは主に米子及び四国の製紙会社に運ばれている（図3.1.1-4）。

2010～2012年の港湾貨物として取り扱われた循環資源の種類および量は表3.1.1-1の通りである。廃タイヤはオーストラリアや韓国などから輸入され、廃タイヤのゴムチップは最終的に製紙会社の燃料として使用されている。



図3.1.1-4 リサイクルポートとしての取組

表3.1.1-1 循環資源の品目と貨物量

品目	輸出入	(単位:トン)					
		H22		H23		H24	
		発着場所	貨物量	発着場所	貨物量	発着場所	貨物量
金属くず	輸出	韓国・中国・台湾・東南アジア	9,608	韓国	22	韓国・中国	3,000
	輸入	韓国・中国・東南アジア	3,571	中国・東南アジア	3,424	中国・韓国・東南アジア	2,008
	移出	長崎	754	長崎・岡山・福井	5,049	長崎	10,389
	移入	松江	320			西郷	30
RPF	輸出					韓国	114
	移出	愛媛・福井・北海道	2,908	愛媛・福井	4,856	愛媛	5,303
	移入			福井	1,300		
廃タイヤ	輸入				イギリス	156	
ゴムチップ(タイヤチップ)	輸入					オーストラリア・アメリカ・イギリス・韓国	3,920
	移入	熊本	961	熊本	580	熊本	556
再生プラスチック製品(エコマウツ)	輸出	韓国	14	韓国	2	韓国・東南アジア	43
廃プラスチック	輸出	中国・東南アジア	3,559	中国・東南アジア	3,262	中国	2,730
	輸入	韓国・ロシア	43	韓国	39	中国・韓国	576
古紙類	輸出	中国	1,407	中国	1,602	中国	394
古布	輸出					韓国	179
汚泥炭化燃料	移出						
合計			23,145		20,136		29,398

出典：境港管理組合より受領資料

(3) 境港リサイクルポート推進協議会

境港のリサイクルポートの指定に伴い、増大する循環資源に対応した効率的な物流拠点として、海上輸送を活かし、国内外の資源循環ネットワークとの連携強化を進め、リサイクル企業の活動を支援していくことを目的として「境港リサイクルポート推進協議会」が設立された。協議会の組織は、有識者、経済団体、民間企業、公共機関から構成され、事務局は境港管理組合内におかれ、会合は年1回程度開催されている。現在、民間企業からは地域の港湾を利用するリサイクル企業を中心に13社が参加している。図3.1.1-5に主なリサイクル関連企業の位置を示す。更に、進出の計画を進めている企業がある。



図3.1.1-5 主なリサイクル関連企業の位置

出典：境港管理組合より受領資料

2) トライアル輸送

境港では、新たな物流ルートの確立を目指し、各種のトライアル輸送が進められている。その一つに環日本海定期貨客船(DBS フェリー)により境港と韓国の東海、ロシアのウラジオストックを結んでいるルートがあり、フェリーは時間短縮、コスト面で強味があることから、このフェリーを活用したリサイクル貨物のトライアル輸送が実施されている。具体的には、DBS フェリーに RPF（100~150t）を入れたコンテナを積載し、韓国のセメント企業に試験輸出された（図 3.1.1-6）。

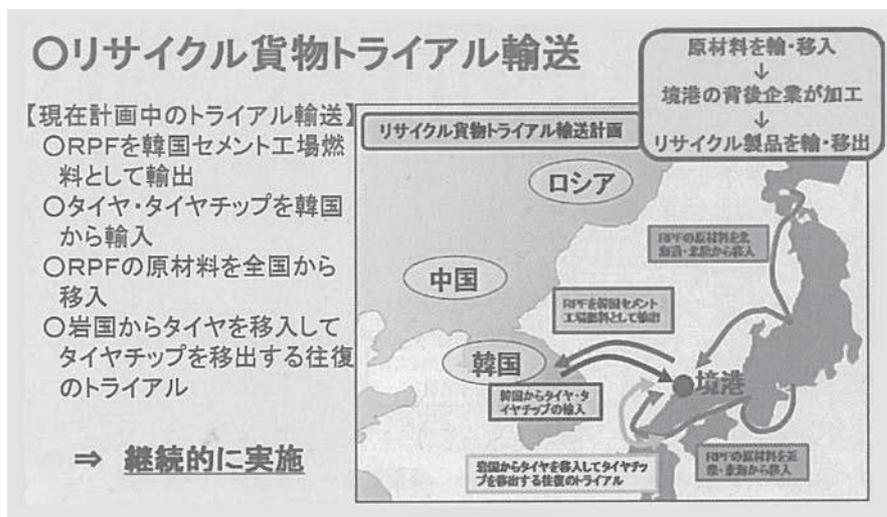


図 3.1.1-6 リサイクル貨物トライアル輸送

出典：境港管理組合より受領資料

韓国の企業も初めての取組であったため、通関手続き、法解釈（バーゼル法、産業廃棄物処理法）に時間がかかった。法解釈の違いについては、RPFは韓国では廃棄物、日本では製品の扱いである。今回の事例は、輸出コスト、通関手続きなどの検証を目的として行われたが、RPFの韓国への輸出はコスト的に厳しいものがあり、今のところは日本国内で回されている状況にある。

また、国内の新たな定期航路の開拓も進められており、境港と新潟港、苫小牧港を結ぶ RORO 船のトライアル輸送により、農産品や原木などを移入し、農機や合板、リサイクル製品、機械製品などが移出された。

3) 今後の取組等

(1) 港の拡張

現在中野地区は、原木の取り扱いをメインとした岸壁や野積場の整備が進んでおり、2015～2016年に完成の予定である。現在の原木の野積場に空きスペースができ、多くの貨物が利用可能となる。貨客船については、今の旅客ターミナルは仮のものであり、将来的には竹内南地区に整備する計画がある。また、循環資源の取扱量の増大に対応するため外港竹内地区に新規岸壁が計画されている（図 3.1.1-7）。

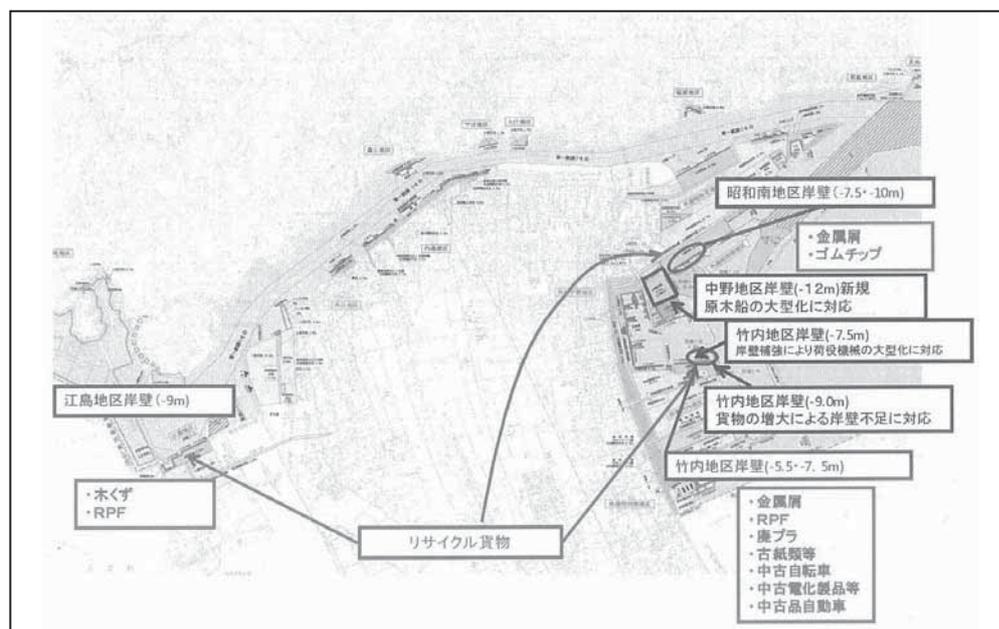


図 3.1.1-7 将来の対応（境港全体図）

出典：境港総合静脈物流拠点整備計画（案）平成 22 年 2 月

(2) リサイクルポートへの補助

積荷保管施設に関し、スクラップの保管ヤードの囲いについて、国交省の補助事業である港湾機能高度化施設整備事業で整備を行った。RPFの保管ヤードの囲いについても、同事業で整備を行うよう進めている。

(3) 廃棄物の取扱について

静脈物流の中でもタイヤチップや RPF などは、廃棄物由来ではあるが製品であるの

で有価物となり廃掃法の制限を受けないが、それらの原材料の中には廃棄物となるものがあり、境港で取り扱う際には県の条例により積替保管施設が必要となる。施設の整備に当たっては、廃棄物は多種多様であるため、個別の条件をどのように施設に反映させていくかがこれからの課題となっている。

(4) 災害廃棄物の取り扱い

災害廃棄物については、放射能対策や背後の自治体の受入れ体制などの問題がクリアされていれば、境港での取り扱いを拒否するものではない。なお、東日本大震災では、背後の自治体が受入れの検討を行ったが、実際には受入は行われていない。

南海トラフ巨大地震の際には、太平洋側の広域に被害が及ぶと考えられるので、日本海側の港の重要性が高いと考えられる。境港は太平洋側の港湾が被災した場合のリダンダンシー港としてのポテンシャルを有しており、災害の際には大きな役割を果たしていくこととなる。

(5) リサイクルポートの広域連携

現在、リサイクルポートの運用をふまえ、既にリサイクルポートに指定された酒田港、能代港と、リサイクルビジネスのマッチングなど、静脈物流を促進するための連携を進めているところである（図 3.1.1-8）。

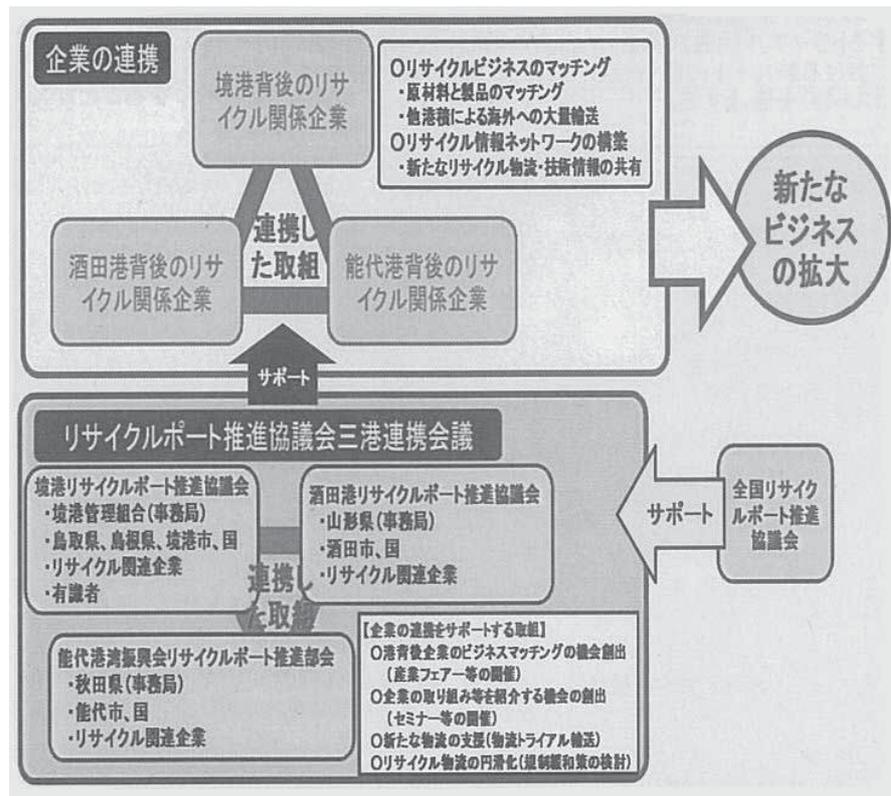


図 3.1.1-8 リサイクルポート広域連携

出典：境港管理組合より受領資料

3.1.2 三光株式会社

境港リサイクルポートを利用する民間企業から現況を調査するために、2013年10月25日（金）に、三光株式会社を訪問した。また、同社では、バイオマスという観点から汚泥の炭化施設やエネルギーの有効利用を実施されており、その運用状況についても現状調査を行った。

1) 会社概要

表 3.1.2-1 に、三光株式会社の概要を示す。島根県（松江市：江島工場）と鳥取県（境港市：潮見工場・昭和工場）に主要廃棄物処理工場を3か所保有し、あらゆる廃棄物の処理・リサイクルを行っており、全国規模で独自の処理ネットワークを持っている。自治体のごみ処理委託や RPF 化以外にも、キャタピラーなどゴム加工製品の燃料化、トナーの燃料化、焼却廃熱を利用した魚の養殖など、下表のように広範な事業を展開している。

表 3.1.2-1 会社概要

設 立	昭和 54 年 9 月
資本金	4,800 万円
売上高	51 億円
従業員	208 名（全グループ：平成 25 年 4 月 1 日現在）
住 所	〒684-0034 鳥取県境港市昭和町 5-17
事業内容	・ 産業廃棄物の収集、運搬、保管、処理 ・ 石油製品及び各種燃料物資の販売、保管、輸送、管理 ・ 廃油の収集、運搬、保管、処理、販売 ・ 産業廃棄物の再資源化及び販売 ・ 飼料、有機質肥料及びこれからの原料の製造、販売 ・ 古物商 ・ 公害処理機械器具及び公害処理用資材の販売 ・ 医療用器具、医療用資材及び各種薬品の販売 ・ 鳶土工、コンクリート工事及び解体工事 ・ 農産物の栽培、販売

また、品質向上に向けて、以下を実践している。

- ・ 安全衛生委員会、環境管理委員会の毎月開催により社内、社外に向けた安全と環境を考え、行動する。
- ・ 各工場の環境分析の他、出来た製品の定期的な分析による環境と品質の管理を行なっている。
- ・ 廃棄物セミナーなどによりお客様を含めた勉強会を行ない、知識と情報の提供を行なっている。
- ・ 全車両に GPS を搭載し、万全の運行管理をしている。

2) 株式会社ウェストバイオマス見学

(株) ウェストバイオマスは、三光(株)の子会社として設立後、日本臓器製薬(株)と豊田通商(株)の第三者割当増資を得て、下水汚泥の資源化事業に参画した。近隣市町村の下水道汚泥および有機系の産業廃棄物を主な原料とし、炭化処理してリサイクル品(成型炭)を製造している。施設の外観を写真 3.1.2-1 に示す。



写真 3.1.2-1 炭化処理工場の外観

乾燥処理は蒸気乾燥機により 70t/日を 2 基であり、宍道湖、中海、大山圏域(人口約 50 万人)に相当する下水道汚泥処理能力を保有する。膨大な下水道汚泥を炭化処理により有効利用することは地球温暖化防止(CO₂削減)、リサイクル、未使用エネルギーの活用の点から大変重要である。

炭化処理は回転炉床内燃式炭化炉により 36.2t/日の能力となっている。現状の稼働率は 50%程度であり、2014 年度から本格稼働を予定している。

乾燥施設のエネルギーは、隣接する産業廃棄物焼却炉と炭化炉の廃熱蒸気を合せて利用している。乾燥機は 2 系統とし、受託量に応じた稼働としている。汚泥搬入から炭化物になるまでの工程を全て自動で行い、写真 3.1.2-2 に示すように、基本的に監視画面での操作を行っている。

処理フローを図 3.1.2-1 に示す。



写真 3.1.2-2 監視室の状況

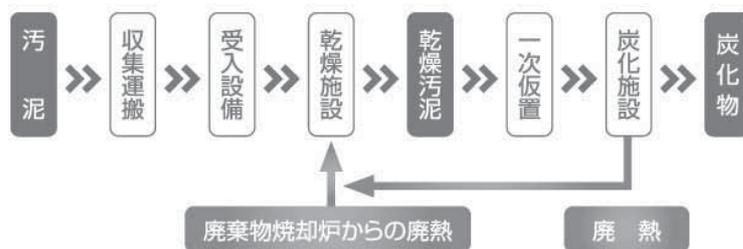


図 3.1.2-1 処理フロー

出典：三光株式会社 HP

3) 廃タイヤリサイクル施設（昭和工場）の見学

三光株式会社昭和工場では、タイヤ、工業ゴムなどの合成ゴムのリサイクルをメインに行っている。昭和工場の外観を写真 3.1.2-3 に示す。この施設で加工されたゴムチップは、マテリアル・サーマルともほぼ 100%リサイクルされている。

工場内には、タイヤ専用大型破砕機（写真 3.1.2-4）、タイヤビードワイヤー抜取機（写真 3.1.2-5：タイヤの補強として両内輪部にある鉄ワイヤーを除去）などを導入し、小型タイヤから大型タイヤまでを 7t/時間（168t/日）の処理能力で 50mm 角のタイヤチップを製造している。



写真 3.1.2-3 昭和工場の外観



写真 3.1.2-4 タイヤ専用大型破砕機

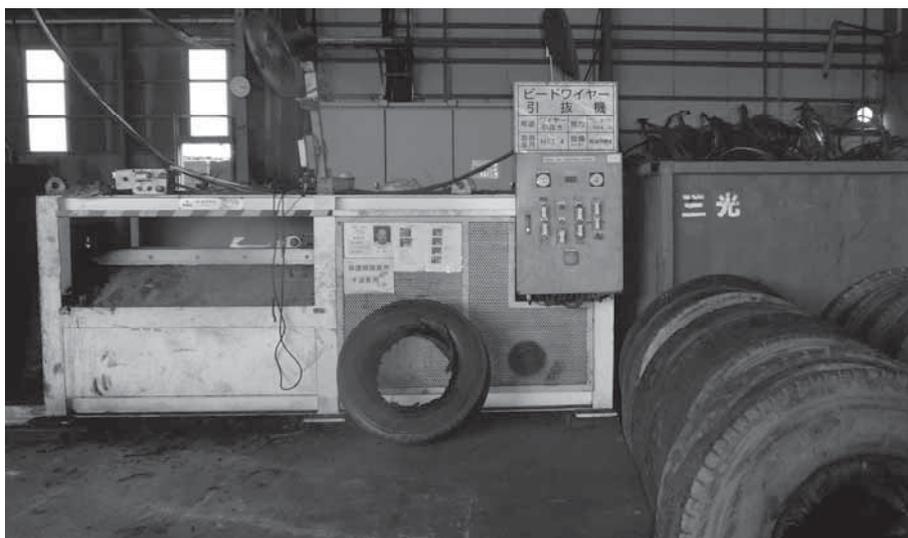


写真 3.1.2-5 タイヤビードワイヤー抜取機

4) リサイクルポートに関するヒアリング

三光株式会社における 2012 年度の境港の利用実績は、外貿が英国から廃タイヤの輸入（161t）、内貿が愛媛への RPF 移出（約 4,820t）であった。境港全体のリサイクル貨物の取扱実績が約 29,400t だったことから、同社の利用実績が約 17%に及んだ。

リサイクルポートとしてのメリットとして、以下のご意見を伺った。

- ・福井県の企業と連携して、RPF を船便で共同輸送している。船便の荷姿はバラ積みで、愛媛県へリサイクル品として輸送している。輸送コストが 1/2～1/3 までに削減できている。リサイクルで港を積極的に利用しようと、県が共同配送を主導的に進めていただいた。
- ・廃棄物由来の RPF を広域に輸送する場合、廃掃法の解釈などで事前の調整に手間取ることも多い。リサイクルポートであれば、この種の事務手続き等をスムーズに進めることができたので、メリットも大きかった。

また、RPF の輸出トライアル事業に取り組まれたことに関して以下のご意見を伺った。

- ・県の支援もあって、RPF の輸出トライアル事業に対し、補助金を得て実施した。
- ・海運（DBS フェリー）を利用して、RPF を韓国に輸出する事業のトライアルである。コンテナ 5 本程度のトライアルを実施したが、コスト的に合わないため、現状、継続を断念している。
- ・コストが合わない大きな理由は、韓国内の RPS 法による。韓国内で生産したものには、国からの助成金で販売価格を抑えられるが、日本国産のものは該当しない。
- ・リサイクルポートをストックヤードとして利用できるメリットは大きいと考える。ただ、現状の賃借料は高すぎるため、低料金化を協議会にお願いしている。

3.2 境港の活用可能性検討

前節で述べた境港の現状調査を基に、災害廃棄物処理に関する港の活用性を検討する。前述してきたように、南海トラフ巨大地震は、今後近いうちに高い確率で発生が予想されている。さらに、南海トラフ巨大地震は、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらすと想定されている。これらの震災による津波は、日本列島の太平洋沿岸へ甚大な被害を及ぼすと予測されており、地震・津波に対する総合的な対策が喫緊の課題となっている。これらについては、高知県・市や中部地方の取り組みについて、前述してきたとおりである。しかし、日本海沿岸や瀬戸内海沿岸の港湾では、地震・津波に対する総合的な対策の点で、太平洋沿岸とは温度差があるのも現状である。ただ、太平洋沿岸の地域における BCP（Business continuity planning：事業継続計画）の観点から、被災時に日本海沿岸の港湾と「広域連携」する必要性を指摘する報告も多い。

境港をはじめとした日本海沿岸のリサイクルポートには、次の点からの活用可能性が想定できる。

1) リダンダンシー（Redundancy：冗長性、多重性）な海のネットワーク構築

陸路に関して、東日本大震災では、太平洋沿岸の国道 45 号は被災・寸断されたが、部分的に供用していた三陸沿岸道路等の高速道路は高台に整備されていたため、損傷がほとんどなかった。この冗長性により、発災後も国道 45 号の迂回路や緊急輸送路として大きな役割を果たした。このように、自然災害等による障害発生時に、一部施設の破壊が全体の機能不全につながらないように、国土計画上、あらかじめ交通ネットワークやライフライン施設を多重化したり、予備の手段を用意する必要がある。列島の中央を山地が貫くわが国では、沿岸部の平地中心に陸路を確保せざるを得ないため、欧州のような縦横無尽なネットワークを張り巡らせることは困難である。このことは、リダンダンシーな海のネットワークの構築も求められる。

2) 日本海沿岸リサイクルポート間の広域連携

前節でも述べたように、既に境港・能代港・酒田港ではリサイクルビジネスのマッチング等の取組みを、3 港の連携会議を設けて推進している。日本海沿岸でリサイクルポートに指定されている港は少ないが、これらの連携がリダンダンシーの点からも重要な事項であると考えられる。

3) 日常時と非常時

リダンダンシーの点から、非常時の備えは必要であるものの、我が国の財政状況から非常時専用のインフラは非効率である。つまり、日常は他の目的や用途でも広く利用される必要がある。前述のように、境港は韓国・中国・ロシアをはじめとした北東アジアへの玄関口（ゲートウェイ）の構想も策定されている。フェリーも含めた国外の海上輸送も進展させつつある。具体的な港の拡張として、原木の取り扱いをメインとした岸壁やターミナルの整備が進みつつある。これらの整備についても、今後、太平洋沿岸で想定される巨大地震・津波の影響も加味した前倒しの検討が必要であると考えられる。港内の緑地といった遊休地なども、災害廃棄物の仮置場として機能する可能性もある。単に太平洋沿岸地域のみに地震・津波への対策を実施するだけでなく、我が国全体の物流を想定した対策を国が主導して策定する必要があると考えられる。

第4章 港を活用した災害廃棄物の処理の提言

4.1 災害廃棄物の広域処理の必要性

災害廃棄物の処理については2つの考え方がある。一つは地域内に災害廃棄物を保管しておき、少しずつ地域内で処理する。もう一つは地域内からできる限り早く搬出し処理する方法である。前者は地域内の雇用を生むことができるが復興が遅れることとなる。後者は地域内の雇用は生まないが復興は早まると考えられる。

一方、発生する廃棄物の性状を考えると、初期に集められる廃棄物は人命救助等優先の早期道路確保、物資輸送のための航路啓開等による混合廃棄物であり、時間が経つにつれ分別された廃棄物が発生する。分別された廃棄物は有価での売却、他での活用など地域での処理が可能であるが、混合廃棄物の処理には時間を要する一方、腐敗等による周辺環境の悪化等の問題が生じる。実際、東日本大震災では広域処理に委ねられたものの多くは混合廃棄物である。

本章では、地域内で処理することよりも広域で早期に処理することを優先することを前提として検討する。また、集積時に容易に分別可能で売却や後にリサイクル可能な安定した性状のものは地域に残すこととし、初期に発生する混合廃棄物とその後発生する焼却や分別を必要とするものを対象とする。

4.2 広域処理スキームについて

南海トラフ巨大地震を想定し、東北を除く太平洋岸の広範囲が被災することを想定する。震災発生時に広域処理先は日本海側の都市とする。災害発生時には大量の災害廃棄物を早期に搬出する必要があることから、効率良く運搬するためには輸送手段は船の利用が適している。図4.2-1に概要を示す。



図 4.2-1 広域処理スキームの概要

震災発生時には、事前に取り決めをしておいた仮置場（耐震岸壁へのルートが震災時にも容易に確保できる港湾付近に配置する）に混合廃棄物を集積させる。集積した廃棄物は船（バラ積み）により日本海側のリサイクルポート等の事前に受入協定を結んでいる港に搬入し、周辺自治体及び周辺企業で処理を行なう。廃棄物は受入れた港もしくは運搬先の処理場で分別し、可燃物は焼却を、建設資材等に活用できそうなものは被災地へ送り返すことができるよう保管する。被災地が落ち着き、搬入時に分別ができるようななった場合には、混合廃棄物のみを同様のスキームで運搬する。この段階では船による運搬もバラ積みではなく、コンテナ等、運搬先の港からの運搬方法の容易さを考慮した運搬手段によることが望ましい。

4.3 4つの事前準備

4.2 で述べたスキームをスムーズに実行に移すために、次の事前準備が必要であり、この事前準備が震災発生時の迅速な対応の可否に影響する。

準備1：広域処理か地域内処理かを事前決定する

震災発生時に広域処理により迅速な処理を目指すか、地域内処理による地元雇用の確保を目指すかを決定する必要がある。これを震災発生後に検討することは、行政機関が混乱している中では時間のかかることである。実際、東日本大震災でもかなりの日数を要している事例がみられる。このため、広域処理、地域内処理のどちらであっても迅速に開始できるうよう、事前に平常心で深く検討し、どちらの手段をとるかこれを決定しておくことが望ましい。地域内の処理施設の能力を調査し、処理施設の被災状況に応じて一定量、一定の品目のみを地域内処理し、残りを広域処理に頼るという決定も考えられる。震災廃棄物の発生量に応じた段階的な対応シミュレーションも考えられる。

準備2：仮置場の確保について事前に用地提供の協定を結ぶ

災害廃棄物の早期撤去には仮置場の確保が重要であるが、国有地や県有地のみでは仮置場が足りなくなることが予測される。不動産業者や民間事業者が仮置場に転用可能な土地を有している場合にはその土地の利用が考えられるが、地権者が複数存在する、遠方に存在する、避難して行方不明である等のために、震災直後にはその同意を得ることが困難である。実際、東日本大震災では仮置場の確保に数ヶ月を要している事例も見受けられた。したがって、事前に活用可能な土地情報を集約し地権者リスト等を作成して震災発生時には同意なしで仮置場として利用できるよう、そのルール等を協定にて締結しておくことが有効である。

準備3：輸送先の港とその港の存在する自治体と事前に受入れ協定を結ぶ

災害廃棄物を広域処理に委ねる場合、その受入れ先の自治体においても、港湾管理者との協議、港湾の使用ルール等の整備に時間を要するため、震災発生後即運搬することは困難である。また、搬出元の港湾管理者と被災自治体との協議も必要であり、震災時の混乱時に広域処理を即座に実施することは困難となる。したがって、平常時に、搬出元となる港湾管理者、仮置き可能な周辺土地所有者、搬出先の港湾管理者、搬出先の自治体と使用方

法、使用可能期間を協定で締結しておき、震災発生時の具体的な手続きフローについても取決めておくことが好ましい。

準備 4：輸送先の港周辺のリサイクル団体等と事前に受入れ協定を結ぶ

準備 3 と同様の理由により、搬出先の港湾周辺のリサイクル企業と協定を締結し、処理費用の扱い、具体的な手続きフロー、指示系統（自治体経由）担当者（逐次更新）について取り決めておくことが好ましい。

準備 5：輸送手段となる船の確保について事前検討をする

震災発生時に災害廃棄物の処理担当となる担当者は、港湾や海運会社との日常的な接点はなく、即座に運搬の手配等を行うことは困難である。したがって、平常時から、どのようにして港湾に災害廃棄物を集積させ、船を確保し、広域処理先の港湾へ災害廃棄物を輸送するか事前にシミュレートしておくことが必要である。

第5章 まとめ

エンジニアリング協会研究開発企画委員会でこれまでに静脈物流に関する調査が行われている。一方、2011年に東日本大震災の発生により多量の災害廃棄物が発生した。域内のみでの処理では限界があり、迅速な処理のために広域処理が必要とされ、大規模な廃棄物の輸送が実施されることとなった。しかし、放射能汚染の問題から当初に予定されていた量の量は広域処理に委ねられなかった。

昨年度（2012年度）は災害廃棄物の静脈物流に関して調査し、今後の同規模の災害時に迅速な対応がとられるために、参考となる調査を実施した。

本年度は、大規模な災害が発生した際に、効率良く、早急に災害廃棄物の処理が可能となるような日常の対策のあり方について検討した。特に広域処理、静脈物流をキーワードとした、大量の災害廃棄物の発生を見越した対策のあり方についての提言を試みた。提言に際し、現状の対策の立案状況、先進事例が必要と考え調査を実施した。

第1章では本年度の調査実施にあたり経緯と目的をまとめ、昨年度の調査結果についてその概要を述べた。

第2章では南海トラフ巨大地震を想定した各自治体における災害廃棄物対応計画について調査した。南海トラフ巨大地震の影響を受ける太平洋沿岸部の重要港湾の立地する自治体について計画策定状況を調査し、比較的、詳細な計画を策定していた高知県、中部地方（中部地方環境事務所）について、関連する団体を含めてヒアリング調査を実施した結果について述べた。

第3章では、広域処理を大規模に進める一つの方法としてリサイクルポートの活用について検証した。南海トラフ巨大地震の際には太平洋岸の多くの都市が被災することを考え、その災害廃棄物を日本海側のリサイクルポートへ運搬することを想定した。そのため、2011年にリサイクルポート認定を受けた鳥取県の境港を対象とし、認定を受けるまでの経緯及び現状についてヒアリング調査を実施し、その結果を述べた。

第4章では調査結果から、港湾を活用した災害廃棄物の処理をスムーズに実施するための準備について提言をとりまとめた。

災害廃棄物について、詳細な計画を策定している自治体は非常に少ないことがわかり、比較的詳細な計画を策定している自治体についても、現実味のある具体化された計画を策定している自治体はほとんどなかった。ヒアリング調査から、比較的検討の進んでいる自治体でも、日頃の行政事務に忙殺され、人間的にも予算的にも制約のある中で、具体的な計画を策定することの難しさを感じた。

国、県等の上位機関による関係団体への危機意識の啓発、計画策定への協力指導、専門人員の配置、予算の整備が必要であると考えられる。

最後に、今回のヒアリングに於いて、日々の業務に忙しい中貴重な時間を割き対応して頂いた行政、企業の皆様にこの場を借りまして厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 平成 24 年度震災復興と資源循環のための社会システムの調査研究報告書、財団法人エンジニアリング振興協会、2010 年 3 月
- 2) 南海地震長期浸水対策検討結果第 11 章廃棄物対策、高知県危機管理部南海地震対策課、2013 年 3 月
http://www.pref.kochi.lg.jp/uploaded/life/84591_289976_misc.pdf
- 3) 静岡県 HP <http://www.pref.shizuoka.jp/bousai/seisaku/keikaku.html>
- 4) 【図 3.1.1-1】、【図 3.1.1-2】国土交通省：リサイクルポート施設の概要
<http://www.mlit.go.jp/common/000133691.pdf>
- 5) 【図 3.1.1-3】国土交通省：リサイクルポート指定港—境港—
<http://www.mlit.go.jp/common/000133584.pdf>
- 6) 高知県リサイクル協会 HP <http://association.environment5.net/index.php>
- 7) 四日市港管理組合 HP <http://www.yokkaichi-port.or.jp/>
- 8) 三光株式会社 HP <http://www.sankokk-net.co.jp/index.html>
- 9) 多治見市 HP
<http://www.city.tajimi.lg.jp/kurashi/bosai/bosai/saigaikyote/index.html>

あしがき

今年度は、2カ年研究の2年目にあたり、新たな調査を行なうと共に前年度調査結果も含めた形で、震災復興と資源循環のための社会システムのあり方について検討し、現状の課題を抽出、整理することができた。また一部課題については、その対策案も提言した。

第1WGではメタン発酵と木質バイオマス利用に関して先進事例、成功事例を調査し、その成功要因の一般化と水平展開策について検討した。メタン発酵施設については、都市部の複合商業施設での導入事例や、地方の処分場に隣接するバイオエネルギーセンター等の事例調査から、廃棄物減容化等の主目的を重視し、必ずしもFIT活用の発電事業にこだわらない、すなわち発電規模の確保にこだわらない着実な事業計画が大きな成功要因であると認識された。一方、木質バイオマス利活用では、自治体と企業が一体となって木材利用に取り組んでいる例などから、持続可能な木質資源利用のためには、FIT活用による発電事業も起爆剤ではあるが、林業事業の合理化や木材需要の拡大等を合わせた対策がより重要であることが分かった。またFITの運用条件も、現状では木質バイオマスに関して課題が多く、小規模施設への配慮等が必要であることを提言した。また、現在進行している東日本大震災に関連する復興計画を調査し、その計画に反映可能と思われるバイオマス利用事業の事例を、2年間の調査結果からピックアップして取りまとめた。

第2WGでは東南海地震を想定した災害廃棄物処理計画の策定状況について、太平洋岸の重要港湾の立地する自治体を対象として調査した。港湾26カ所、10府県、37市町村の計画策定状況調査結果を取りまとめると共に、計画内容の充実していた自治体、港湾組織を訪問調査した結果、先進的な活動をしている自治体であっても、人命救助や避難方法、物資供給の対策計画策定に重きが置かれ、災害廃棄物対策の本格的な策定までは取り組めていない実態が見えて来た。本来備えるべき計画事例を、先進モデルとして国の支援等で一つでも策定することが効果的と思われる。一方、東南海地震発生時に太平洋岸は津波で被害を受けるため、日本海側での受入れ・処理が有効と考え、日本海側のリサイクルポートの活用可能性を、最新の取り組み状況の調査により検討した。リサイクルポートは災害廃棄物を受入れることは可能であり、港湾担当者自体は受入れにも前向きであるが、廃棄物が滞留することには危惧を抱いており、周辺自治体の受入れ・処理態勢との協調が極めて重要であることが認識された。

この2年間の活動で、震災復興に貢献しその備えにも資する循環型社会システムのあり方およびその課題と一部対策を、バイオマス利活用や静脈物流の観点から明確化できたと考えている。これらの成果が、今後のエンジニアリング・建設産業の社会への貢献に僅かでも寄与できれば幸いである。また、この方向での研究調査がさらに進展することを期待している。

最後になりますが、施設見学、個別ヒアリング、講演会等で貴重なご意見、ご指導を賜りました関係者の方々、および委員の皆様には深く感謝いたします。

循環型社会システム研究部会長 神田伸靖

書名 平成 25 年度
震災復興と資源循環のための社会システム
の調査研究報告書
発行 平成 26 年 3 月
一般財団法人 エンジニアリング協会
〒105-0001
東京都港区虎ノ門三丁目 18 番 19 号
TEL 03 (5405) 7201 (代表)
印刷 ホクエツ印刷株式会社