

道路メンテナンスにおける官民連携事業
導入検討調査

報 告 書

平成 30 年 2 月

田 原 市
フレスコ株式会社

目次

1. 本調査の概要.....	1
1-1 調査の目的.....	1
1-2 調査の流れ.....	1
1-3 自治体の概要.....	2
1-4 事業発案に至った経緯・課題.....	2
① 自治体が抱えている課題.....	2
② 上位計画との関連性.....	3
③ 上記課題への対策としてこれまで実施している施策や調査等.....	6
④ 当該事業の発案経緯.....	6
1-5 検討体制の整備.....	7
① 庁内の検討体制.....	7
② 民間の関係者との協力体制.....	7
2. 当該事業の概要.....	8
2-1 対象施設及び対象地の概要.....	8
2-2 当該事業の必要性.....	9
2-3 施設機能の検討.....	10
① 地域住民や関係者のニーズ等の整理.....	10
② 施設機能等の整理.....	11
3. 本調査の内容.....	14
3-1 市内バイオエタノール化対象物の賦存量調査.....	14
① 実施目的.....	14
② 実施内容.....	14
③ 調査結果.....	18
3-2 バイオエタノール生産試験.....	41
① 実施目的.....	41
② 実施内容.....	41
③ 調査結果.....	45
3-3 市内での生産物活用意向等調査.....	54
① 実施目的.....	54
② 実施内容.....	54
③ 調査結果.....	60
3-4 バイオエタノール生産残渣物の活用方法の検討.....	70
① 実施目的.....	70
② 実施内容.....	70
③ 調査結果.....	71
4. 事業化検討.....	75
4-1 事業化に向けた手法等の検討.....	75
① 事業手法・スキームの整理（事業化に向けた組織体制の整理）.....	75
② 手法を比較する際の評価の項目.....	80
③ 手法別の期待される効果.....	81

4-2	法令等の整理	82
①	制約となる法令等の解釈	82
②	利用できる補助金、行政からの支援又は規制緩和等.....	92
4-3	各リスク項目の整理.....	93
4-4	VFM等の財政効果の算出に資する情報の整理.....	96
①	概算での事業収支の試算実例	96
②	事業収支の試算実例のコスト構造と改善ポイント	101
4-5	検討結果・結論.....	106
①	本件調査の結果得られた示唆（一部再掲）	106
②	調査結果及び示唆に基づく結論.....	118
③	本件調査で得られた、他事業等で参考となる可能性のある事項.....	119
5.	今後の進め方.....	120
5-1	ロードマップ	120
①	事業化に向けてのスケジュール.....	120
②	今後の検討事項等	121
5-2	想定される課題.....	122
①	その後の検討、事業化の各段階で想定される課題、懸念点等	122
②	課題の解決のために想定される手段、検討すべき事項.....	124

1. 本調査の概要

1-1 調査の目的

田原市では、改訂版第1次田原市総合計画の都市整備分野において、市民協働モデル事業として、「グリーン・クリーン・道づくりプロジェクト」を掲げ、安全で快適な道路環境の維持を目指すことを位置づけている。

一方、田原市では、道路の維持管理コストのうち、除草費用が年間約85,000千円と大きく、本来理想的な頻度での除草を実施できていない状況である。そのため、今後も道路環境を維持していく上では、コスト削減が必要となっている。

また、除草で発生した刈草は、利活用先がなく処分場で積上げられ放置されている状況である。

そこで、田原市では、安全で快適な道路環境を創出しつつ、道路の維持管理コストの削減を図る手法として、毎年大量に発生する刈草等をグリーンインフラ資産として捉え、刈草からバイオエタノール（以下「BE」という。）を生産し、公共施設や農地などで消毒用資材として供給する事業の検討を行っており、本調査は、除草作業およびバイオエタノール生産事業のコスト削減と雇用の確保を図るため、PFI方式の採否判断に資する調査、分析、検討を行うものである。

1-2 調査の流れ

調査は、図1に示すフローの通りに実施した。

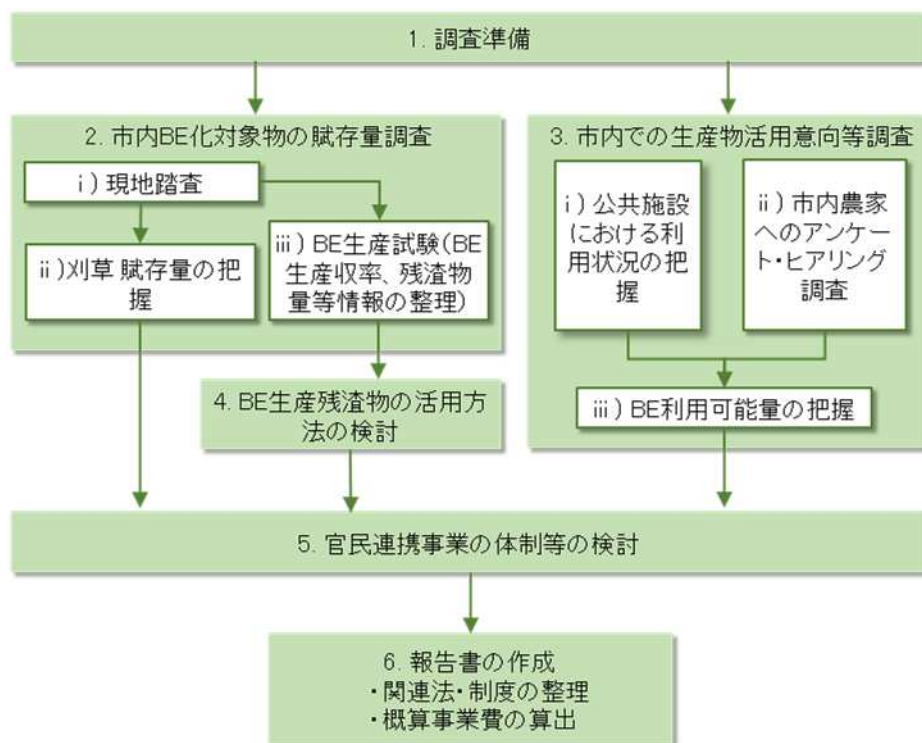


図1 調査フロー

1-3 自治体の概要

田原市は、平成 15 年に旧田原町が旧赤羽根町を編入合併したのち、さらに平成 17 年に旧渥美町を編入合併することで誕生した市であり、愛知県南端に位置し、渥美半島のほぼ全域が市域となっている。太平洋に沿い東西に細長く伸びる半島であり、東西延長は約 30km、南北延長約 10km で行政面積は 19,112ha となっている。

人口は、平成 17 年をピークにゆるやかに減少傾向にあり、平成 29 年 12 月 31 日現在で 63,151 人である。

田原市は、市全域が半島となっており、三方を太平洋および三河湾に囲まれている。そのため、黒潮の影響から年間を通して温暖であり、平坦な地形であるため日照時間が長いという特徴を有している。

上記の気象的な特徴から、農業が盛んであり、農業産出額は全国第 1 位、市の総土地面積 19,112ha のうち、耕地面積は 6,330ha と約 33%を占めている。特に、キャベツ、ブロッコリー、電照菊、トマトは作付面積および経営体数が多く、生産が盛んである。



1-4 事業発案に至った経緯・課題

① 自治体が抱えている課題

田原市内には、道路除草で発生する刈草を始め、河川除草の刈草、農業残渣などが発生している。道路や河川においては除草作業や刈草処分に費用が発生しており、刈草は活用できていない。また、田原市は農業が盛んでそれに伴い農業残渣も大量に発生しているが、刈草同様活用されていない。

(1) 道路

田原市は市内の国道および県道を含め、総延長 100km の道路を管理している。除草作業は同一路線で年 2 回実施しており、主に民間の業者へ委託している。それ以外は市の職員やシルバー人材センターへの委託によって行われている。除草作業にかかる費用は、年間約 85,000 千円である。

除草によって大量に発生する刈り草は、現在再利用先がなく、処分場に収集されたのちに破砕され、積上げられた状態で放置されている。

(2) 河川

河川も道路と同様、田原市が総延長 55km を管理している。除草作業は道路と同様に外部業者へ委託しており、年間約 40,000 千円の費用が発生している。道路の刈草と同様、河川で発生する刈草の再利用先はない。

(3) 農業残渣

田原市の主要作物であるキクは、出荷前に長さを切りそろえるため、茎や葉の残渣が発生する。現在、キクの集出荷場（JA 愛知みなみ マムポート）では、発生残渣をボイラー燃料として焼却している。しかしながら、残渣は水分が多くそのまま燃料として使用できないため、購入した木質バークを混ぜて攪拌し、水分を下げている。キク残渣の処分にかかる費用は年間約 12,500 千円である。

また、トマトはハウス栽培後に茎および葉をハウス内で乾燥させてから、外に出して処分することとなっている。発生残渣は各農家が処理をしており、有効な利用先はない状況である。

② 上位計画との関連性

田原市では、当事業の前提となる上位計画として、第1次田原市総合計画の都市整備分野における市民協働モデル事業「グリーン・クリーン・道づくりプロジェクト」を掲げ、安全で快適な道路環境の維持を目指している。

グリーン・クリーン・道づくりプロジェクト

プロジェクトの目的

きれいな道にはごみを捨てられにくいことから、個人・地域・行政などがそれぞれの役割分担の下でいつもきれいな道づくりを行い、田原市まるごとイメージアップにつなげます。

現状・課題

ごみや雑草の多い道路には、さらに多くのごみが捨てられるという悪循環が起き、美しい道路環境を維持することが困難になっています。また、成長した雑草が運転手や歩行者の視界を遮り、危険な場所も出ているため、安全で快適な道路環境を維持するための取組が求められています。

取組内容と役割分担

普段の生活の延長線上や、コミュニティ活動・団体活動の中で、道路や側溝等の清掃が継続的に行えるよう、地域に応じた仕組みや支援体制づくりを進めます。

- | | |
|----|--|
| 個人 | <ul style="list-style-type: none">・ 自宅周辺でのごみ拾いや草刈りの実施(ごみを捨てにくい環境にする)・ 自宅敷地内への花や木の植栽・ 清掃活動への子どもなど若い世代の参加促進(子どもにごみを捨てない心を根付かせる) |
| 地域 | <ul style="list-style-type: none">・ 地域の一斉清掃の日の設定と定期的な清掃の実施 |
| 団体 | <ul style="list-style-type: none">・ イベントに合わせた、楽しめる清掃活動の企画、実施・ 小中学校と連動した清掃活動の実施(子どもにごみを捨てない心を根付かせる) |
| 行政 | <ul style="list-style-type: none">・ 資機材の貸出などを通じた地区への支援・ 市内優良事例の広報により、個人や地域の活動機運を高める(良い取組を全市に広げる支援)・ 手入れが簡易となるような植栽や道路デザインの検討と導入・ ガードレールの塗装など、市民・地域が取組を深化できる仕組みづくり |

目指す姿

道路をきっかけに、まち全体が市民にとって「ただ使うもの」から「みんなで育てるもの」へと意識が変わり、また本市を訪れる人に「田原市は美しいまち」というイメージを持ってもらうことができます。

出典：愛知県田原市「改定版 第1次田原市総合計画」p.105

また、上記総合計画のほか、「たはらエコ・ガーデンシティ推進計画」として、資源循環を目指すことが位置づけられている。

基本理念として掲げる環境と共生する豊かで持続する地域を実現するため、以下に示す4つの推進目的を取組の柱に掲げて各種の施策を推進します。

① 環境負荷の少ない災害に強い地域づくり

これまで進めてきた低炭素社会の実現、循環型社会の形成、地域環境の改善の取組に加え、東日本大震災により災害に対応した地域づくりの重要性が再認識されたことから、防災・減災の視点を踏まえた環境負荷の少ない災害に強い地域を目指します。

1) 低炭素社会の実現

2) 循環型社会の形成

3) 地域環境の改善

4) 地域防災力の向上

② 地域資源の活用

環境負荷の少なかった時代の先人の知恵や習慣を活かした持続可能な社会を支える環境学習などを実施し、また、豊富な日射量や半島性の強い風、バイオマスなどの地域資源を積極的に利活用することで持続する地域を目指します。

1) 歴史・文化・自然環境資源の有効活用

2) 自然エネルギーの有効活用

③ 活発な産業と豊かな生活の実現

農業や工業など地域における産業活動やボランティア活動など市民参加の拡大による地域活動が活性化することで、日々の暮らしの中において幸福感を得られる豊かな生活の実現を目指します。

1) 地域（市民活動）の活性化

2) 地域産業の活性化

④ 世代を超えて引き継ぐ地域づくり

豊かな生活や産業活動の活性化に不可欠なエネルギーや食糧、水資源を安定的に確保できる環境を整備し、子や孫の世代まで引き継ぐことができる地域を目指します。

1) エネルギー自給率の向上

2) 食の地産地消

3) 水資源の確保

出典：愛知県田原市「たはらエコ・ガーデンシティ推進計画」p.11

当事業は、市総合計画と推進計画の目的に沿いつつ、市内での道路維持管理コスト削減と雇用の確保を図り、さらには収益性を確保した地産地消による資源循環と地域の活性化、並びに災害時等のバイオエタノールの燃料利用による

円滑な復興の実現を目指すものである。

③ 上記課題への対策としてこれまで実施している施策や調査等

平成 22 年度に道路刈草や下水汚泥などの廃棄物の削減及び有効活用についての検討を開始した。平成 23～26 年度の間、汚泥燃料化の実証試験を実施し、汚泥燃料化に成功。平成 26 年度に刈草からエタノールを生産する方法の情報を得て、有効活用の方策の検討を開始した。

【検討経緯】

平成 22 年：道路刈草、下水汚泥等の廃棄物の削減・有効活用の検討開始

平成 23 年：下水汚泥削減の実証試験開始

平成 25 年：下水汚泥燃料化に向けた検討開始

平成 26 年：下水汚泥燃料化の実証試験の開始・道路刈草の活用方策の検討開始

平成 27 年：道路刈草の有効活用に係る PFI 事業の検討開始

平成 28 年：道路メンテナンスの PFI 事業化の検討開始

④ 当該事業の発案経緯

道路の雑草対策や道路環境の向上に対する市民要望の増大、税収減等に伴う歳出コストの削減要請、公共事業費の減少に伴う雇用の場の減少といった市の問題の解決策を模索する中、草や木の枝といったセルロース系バイオマスからエタノールを作り出す第二世代バイオエタノールの情報を得た。

バイオエタノール生産技術は主に燃料用途として開発が進められてきたが、投入コストに比べエタノールは燃料用途では高く売れないという課題によって、普及が進んでいないのが現状である。

また、農研機構によって開発された低濃度エタノールによる土壌還元消毒の技術にも注目した。これは、低濃度のエタノール水を畑に撒くことによって、畑に発生する病害虫を駆除するものである。

これらの技術を互いに組み合わせることで、刈草からバイオエタノールを作り、そのエタノールを農業の盛んな市内で土壌消毒用途として消費する流れが考えられる。事業化できれば会社を設立し、原料調達のために除草作業を請け負う形も生まれる。市が抱える道路メンテナンスをはじめとする諸問題の解決の可能性が出てきた。

1-5 検討体制の整備

① 庁内の検討体制

本調査では、田原市内の道路・河川の維持・管理をとりまとめている田原市建設部が主体となり、調査を実施した。

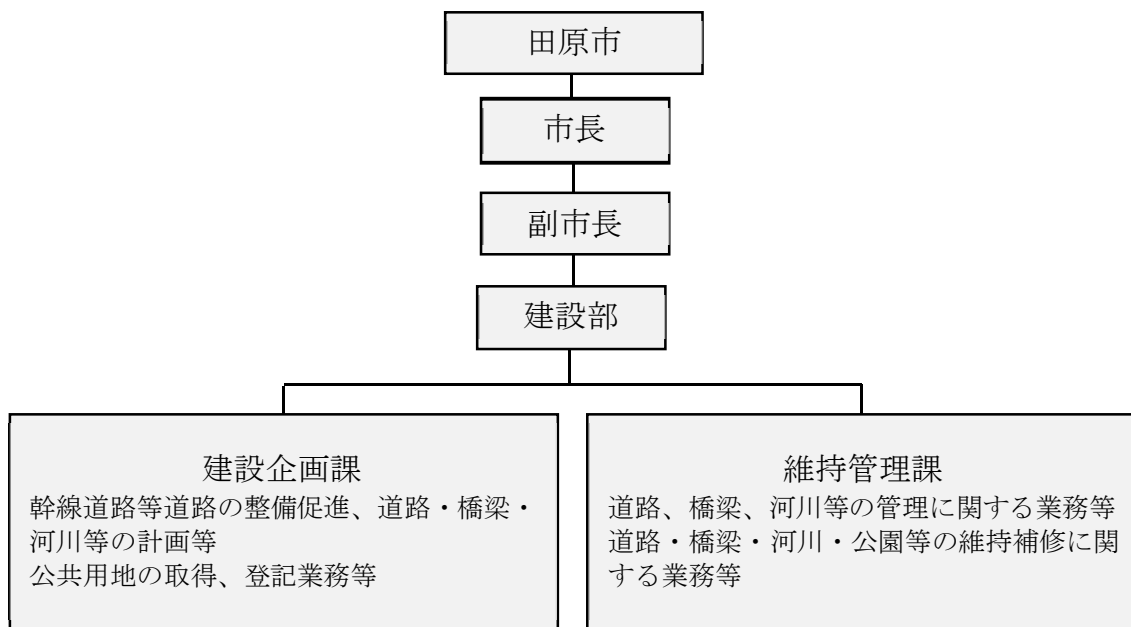


図 2 田原市役所の検討体制

② 民間の関係者との協力体制

本調査は専門的な知識・経験を要する調査項目が含まれることから、食糧と競合しないバイオマス系廃棄物からエタノールを生産する、いわゆる第二世代バイオエタノールの生産技術の専門家、および建設・環境分野の技術コンサルタント企業、大学の研究室が協働する体制とした。

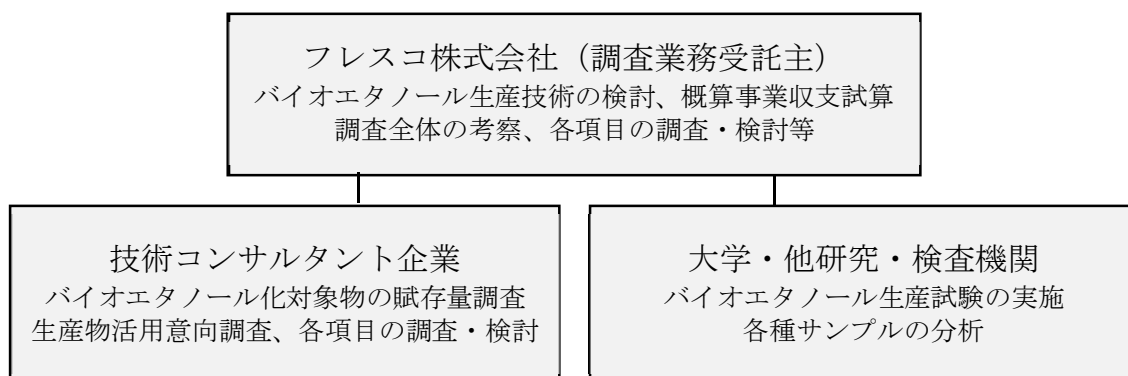


図 3 民間の関係者の検討体制

2. 当該事業の概要

2-1 対象施設及び対象地の概要

本調査で検討を行う事業のうち、除草事業の対象は、田原市が除草を実施している道路および河川である。

道路は、市内にある国道および県道についても除草等管理について市が委託を受けており、市道と合わせて計約 100km の道路を管理している。そのうち、除草作業を実施している道路は、総延長約 36km であり、多くが田原地域に集中している。

河川は、総延長約 55km が除草対象となっており、道路同様多くが田原地域に分布している。

地域別の除草対象道路および河川の延長を表 1 に、分布図を図 4 に示す。

表 1 地域別の除草対象道路・河川延長

地域	道路延長 (m)	河川延長 (m)
田原	25,620	45,790
赤羽根	1,530	1,260
渥美	5,700	8,420
計	35,850	55,470



図 4 除草対象の道路・河川分布（緑：道路、オレンジ：河川）

2-2 当該事業の必要性

田原市内には、道路除草で発生する刈草を始め、河川除草の刈草、農業残渣などが発生している。道路や河川においては除草作業や刈草処分に費用が発生しており、刈草は活用できていない。また、田原市は農業が盛んでそれに伴い農業残渣も大量に発生しているが、刈草同様活用されていない。

当該事業では、刈草を用いたエタノール生産の可能性を検討し、市内で大量に発生する刈草を有用な資源として活用するほか、エタノール販売で収入を得ることで除草費用の削減を図るものである。

2-3 施設機能の検討

① 地域住民や関係者のニーズ等の整理

(1) 道路および河川の除草状況

現在、田原市では主要な国道・県道・幹線市道、および河川の堤防の除草を年2回実施している。しかしながら、年2回の除草でも除草が行き届いておらず、市民からの除草要望が増えている。また、成長した草があることで、不法投棄が発生しやすくなるという懸念もある。除草に充てられる予算も税収の減少により、さらなる削減が求められている状況である。

除草後の刈草は市の資源ごみ・大型ごみの収集施設である赤羽根環境センターに集積後、減容のための破碎工程を経て、積み上げられたままになっている。その後の処分工程や有効な利用方法も無い状況で、集積されたままの刈草が発酵熱により発火する事故が約10年に1度の周期で起きている(図6参照)。



図5 道路脇の雑草の状況



図 6 除草後刈草の集積状況（赤羽根環境センター内）

(2) 市内で発生する農業残渣の処理状況

田原市は全国有数の農業が盛んな土地であり、平成 26 年の農業産出額は約 813 億円、平成 27 年の農業産出額は約 820 億円で、市町村別ではいずれも全国 1 位となっている。しかしながら、農作物の使われずにごみとなる葉や茎、つるといった農業残渣の処分について、有効な方法が確立されていないのが現状である。

たとえば、トマトの葉や茎などはコナジラミの繁殖を防止する理由から、残渣が発生した直後の水分がある状態で保管や栽培用ハウスの外へ出すことができず、ハウス内にて乾燥させなくてはならない。その後の処理方法としては、そのまま屋外へ放置か、地中へ埋められている状況である。他の農業残渣においても引き取り先がなく、有効利用されていない状況である。

② 施設機能等の整理

「1-4①自治体が抱えている課題」や「2-3①地域住民や関係者のニーズ等の整理」を踏まえ、本調査では、道路および河川の刈草、農業残渣を用いたバイオエタノール生産事業の事業可能性について検討を行った。

当該事業で新設するバイオエタノール生産プラントは、これまで活用されずに廃棄されていた刈草や農業残渣を活用するものであり、道路や河川刈草や農業残渣の受け入れ、乾燥、バイオエタノール生産の機能を持つものとする。

現状の刈草や農業残渣の発生から処分までのフローを図 7 に示す。現在、JA 選科梱包施設「mamポート」で発生する残渣以外は全て活用されずにごみとして処分されている。

これに対し、上記施設が導入されることで、図 8 に示すフローのように、ごみとなっていた地域資源に新たな価値が付与される。地域資源の有効活用のほか、雇用の創出等も期待できる施設である。

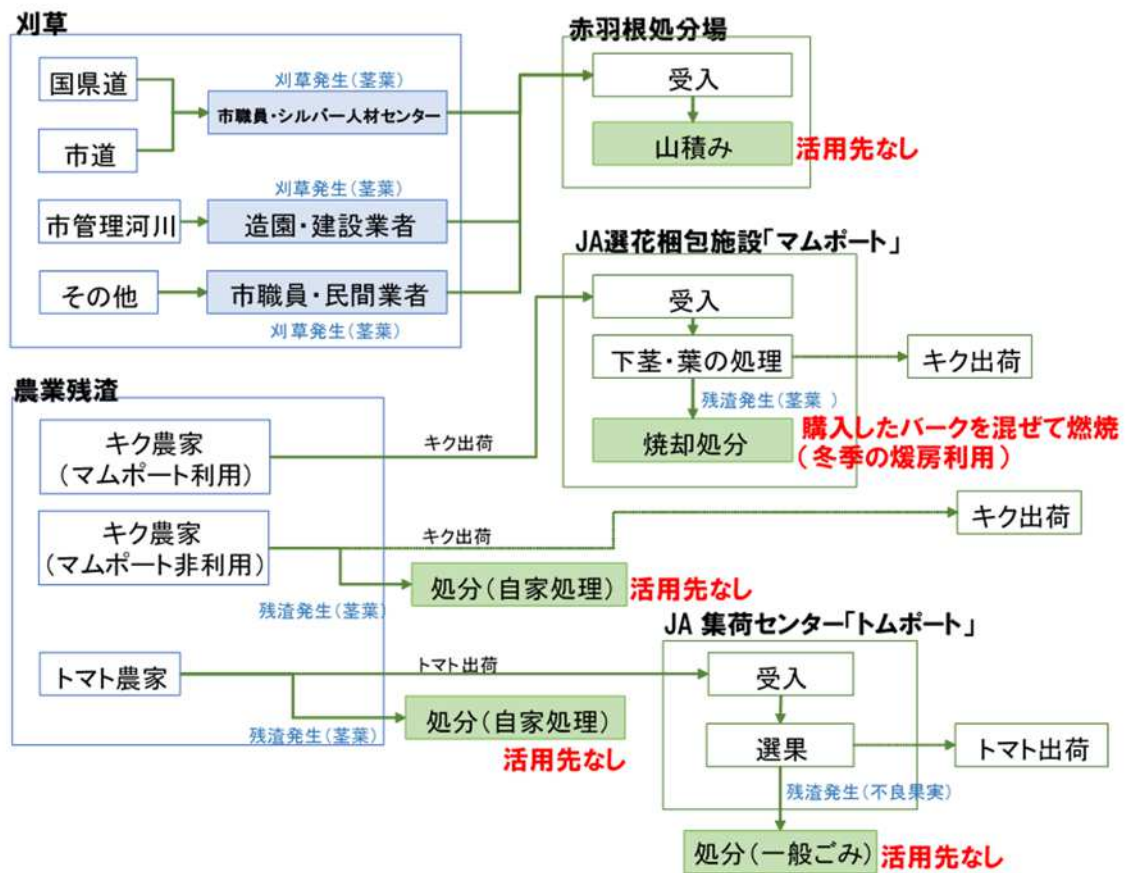


図 7 現在の刈草・農業残渣処分フロー

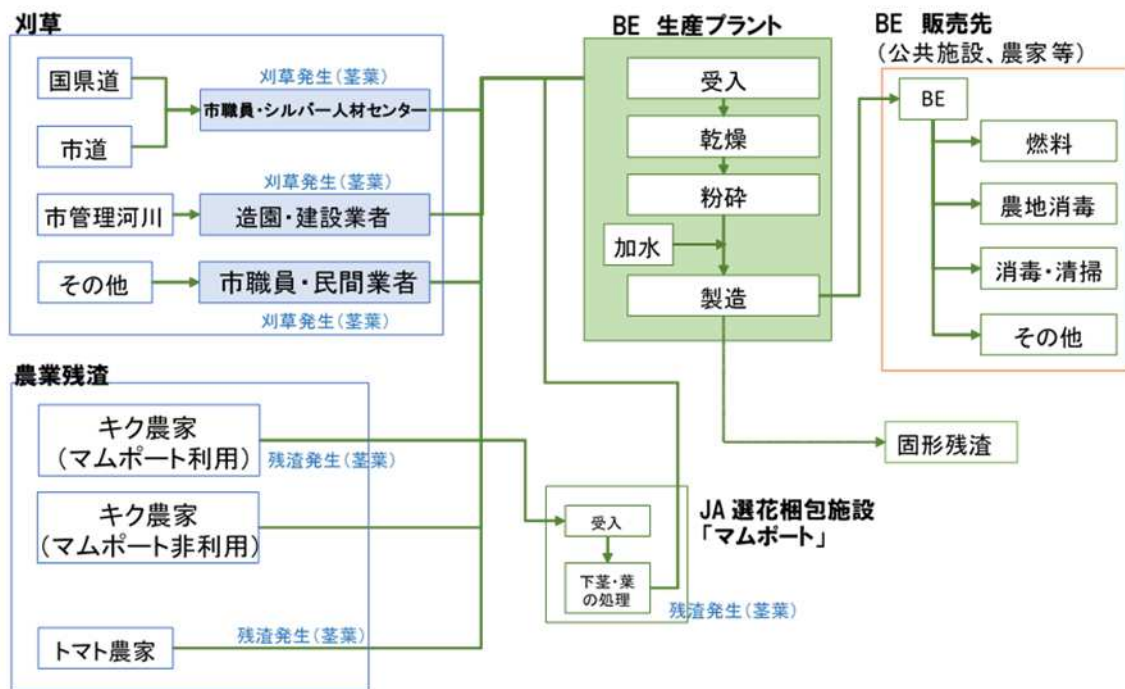


図 8 刈草・農業残渣活用フロー

3. 本調査の内容

3-1 市内バイオエタノール化対象物の賦存量調査

① 実施目的

バイオエタノール生産は、原料種によってその収率が異なることや、原料の季節的な変動や発生場所に応じて事業規模やプラント建設地等を検討する必要があるため、本事業の検討に際し、原料の草種や、発生時期および発生場所別の発生量を把握する必要がある。

そのため、本調査では、バイオエタノール化対象物を道路および河川の除草による刈草、農業で発生した茎や葉等の残渣を想定し、「植生調査」では、除草対象地の植生を、「賦存量調査」では、刈草および農業残渣の発生量、発生時期、発生場所について整理した。

② 実施内容

(1) 植生調査

表 2 に示す調査地 6 地点において、植物群落の生息分布と各植物群落における出現種の被度・群度、草丈、優占種の植被率を調査した。


表 2 調査地点一覧

調査地点 No.	調査地点	種別	地域
①	豊橋渥美線	道路	田原地域
②	越水川	河川	田原地域
③	赤羽根新田赤羽根中竜ヶ原線	道路	赤羽根地域
④	尾村崎川	河川	赤羽根地域
⑤	和地福江港線	道路	渥美地域
⑥	今堀川	河川	渥美地域

調査は、各地点において確認できる植物群落について、表 3 に示すように「優占して生息する植物種」、「群落を構成する植物種（出現種）」、「優占種、構成種の被度・群度、草丈」を記録した。

また、図 9 に示すように、調査地における各群落の分布状況を記録した。

表 3 調査票例

No.1	場所：1.豊橋湿美線		
群落名	チガヤ群落	面積：1m×1m	
優占種	高さ	植被率	
		全体	優占種
チガヤ	0~1.6m	90%	60%
構成種（出現種）			
被度・群度	種名	草丈	
4・4	チガヤ	1.1m	
2・3	クズ	0.7m	
2・2	セイタカアワダチソウ	0.7m	
1・2	タチスズメノヒエ	1.6m	
1・1	ヨモギ	0.3m	
			

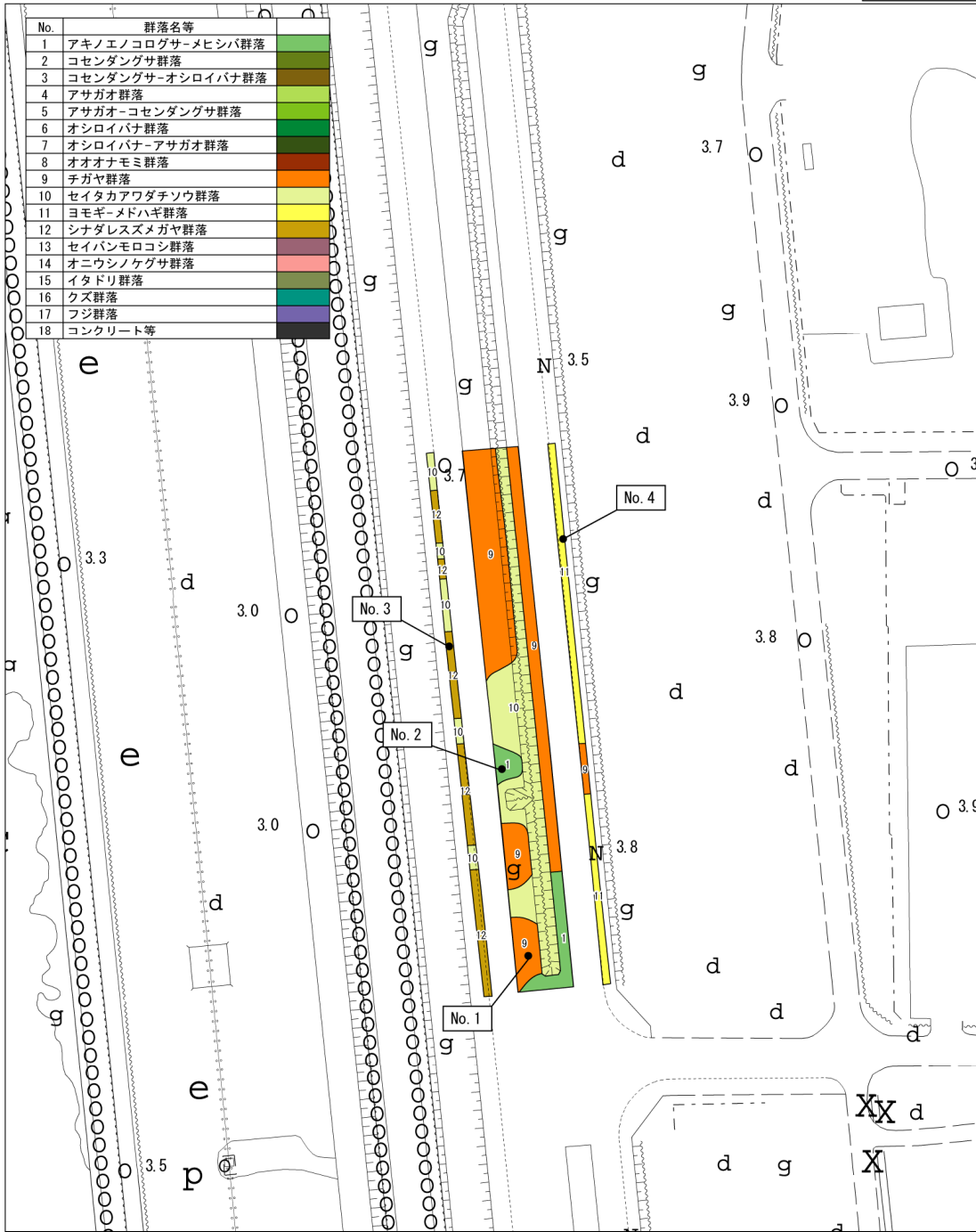


図 9 群落分布の調査票例

(2) 賦存量調査

田原市では、道路や河川の除草刈草を含む草類は、赤羽根処分場が処分先とされている。また、本事業では、JA 愛知みなみへのヒアリング結果から、キクの茎葉およびトマトの茎葉といった農業残渣が一定の発生量が見込まれ、エタノール原料として可能性があると思われる。

そこで、赤羽根処分場における持ち込み品の日報データ、JA 愛知みなみへのヒアリング結果をもとに、時期別・場所別の草類および農業残渣の発生量を集計し整理した。

集計は、赤羽根処分場に持込まれた草類の総量 (A)、A のうち市職員が除草を実施する公共施設における刈草量 (B)、B のうち道路除草による刈草量 (C)、A のうち河川除草による刈草量 (D)、農業残渣であるキクの茎葉残渣 (E) とトマトの茎葉残渣 (F) を対象に行った (表 4)。

また、道路刈草については、赤羽根処分場に持ち込まれず除草実施地に残置されているものが相当量あると予想されるため、文献値から刈草発生量の推計を行った。

表 4 集計を行った草類および農業残渣

No.	分類	集計対象	集計結果 記載ページ
A	刈草	赤羽根処分場持込	P. 23
B		うち市職員が除草を実施する公共施設	P. 26
C		うち道路※	P. 29
D		うち河川	P. 32
E	農業 残渣	キク残渣	P. 34
F		トマト残渣	P. 36

※道路刈り草は、赤羽根処分場持込分の集計を行ったほかに、除草地に残置されている刈草量も含めた発生量を文献値から推計した。

③ 調査結果

(1) 植生調査

(1)－1 植物種別の草量の集計

各調査地で記録した植物群落の被度・群度、草丈、群落の分布割合等から、田原市内の除草対象となっている道路・河川の植物種別の草量の割合を推計した。

推計は、各植物の生息する面積割合に、草丈をかけ合わせることで、各植物の生息する面積割合は、田原市内の除草対象の道路・河川の総延長に対する各地域の道路河川の延長の割合に、各調査地点における植物群落の面積割合をかけ、さらに群落別の各植物の植被率をかけ合わせて算出した。

$$\begin{array}{cccc}
 \boxed{\text{(1)－1－1 除草対象の道路・河川の延長割合}} & \times & \boxed{\text{(1)－1－2 各調査地における植物群落別の面積割合}} & \times & \boxed{\text{(1)－1－3 各植物群落における植物別の植被割合}} & \times & \boxed{\text{(1)－1－4 各植物群落における植物の草丈}} \\
 & & & & & & \\
 & & & & & & = \text{(1)－1－5 植物の刈草量割合}
 \end{array}$$

(1)－1－1 除草対象の道路・河川の延長割合

田原、赤羽根、渥美の3地区の除草対象の道路、河川の延長とその割合は表5の通りである。また、道路と河川の分布状況を図10に示す。

除草対象地は田原地域に多く、田原地域の道路と河川が全体の約8割を占める。特に、最も総延長が長いのは、田原地域の河川であり市内全体の半分以上を占めている。

表5 地域別の道路・河川延長の割合

地域	分類	総延長 (m)	割合
田原	道路	25,620	29%
	河川	45,790	52%
赤羽根	道路	1,530	2%
	河川	1,260	1%
渥美	道路	5,700	6%
	河川	8,420	10%
計		88,320	100%

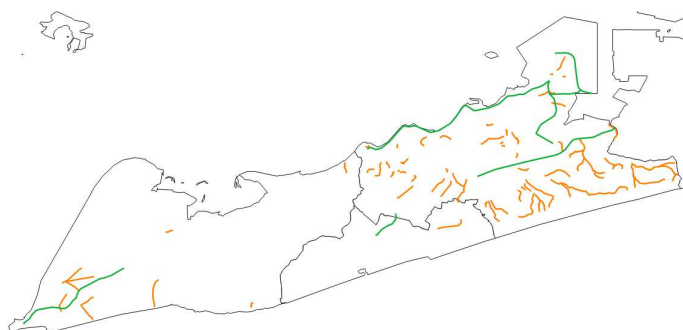


図10 除草対象の道路・河川分布（緑：道路、オレンジ：河川）

(1)－1－2 各調査地における植物群落別の面積割合

調査地において確認された植物群落について、優占種により区分した結果、17タイプの植物群落を確認された。各調査地点における群落面積の割合は表6の通りである。

セイタカアワダチソウが優占する群落（セイタカアワダチソウ群落）が広く見られ、調査地⑤以外の計5地点で確認されている。アキノエノコログサ等が優占する群落（アキノエノコログサ－メヒシバ群落）およびチガヤが優占する群落（チガヤ群落）は3地点で確認されており、その他は1～2地点で確認されている。

表6 調査地点別の群落面積割合

群落名	田原		赤羽根		渥美	
	道路	河川	道路	河川	道路	河川
	調査地①	調査地②	調査地③	調査地④	調査地⑤	調査地⑥
セイタカアワダチソウ群落	35%	17%	3%	49%	-	51%
チガヤ群落	42%	26%	-	-	-	28%
オシロイバナ－アサガオ群落	-	-	60%	-	-	-
コセンダングサ－オシロイバナ群落	-	48%	-	-	-	-
シナダレスズメガヤ群落	8%	-	-	-	38%	-
クズ群落	-	-	-	-	40%	-
イタドリ群落	-	-	5%	-	22%	-
コンクリート等	-	6%	-	15%	-	-
アサガオ－コセンダングサ群落	-	-	-	16%	-	-
アサガオ群落	-	-	15%	-	-	-
オオオナモミ群落	-	-	12%	2%	-	-
アキノエノコログサ－メヒシバ群落	7%	4%	2%	-	-	-
オシロイバナ群落	-	-	-	-	-	13%
オニウシノケグサ群落	-	-	-	9%	-	-
ヨモギ－メドハギ群落	9%	-	-	0%	-	-
コセンダングサ群落	-	-	-	1%	-	7%
フジ群落	-	-	-	7%	-	-
セイバンモロコシ群落	-	-	2%	-	-	-

(1)－1－3 植物群落における植物別の植被割合

調査において7段階で評価した被度に対し、表7の通りに植被率を設定した。ただし、各群落の優占種については、調査において百分率の植被率を記録しているため、その値を採用し、調査地別・群落別に植物種の植被割合とした。

表7 被度の定義と設定した植被

被度	定義 (参考「植生管理学」(福嶋司編、2005、朝倉書店))	設定した植被率
5	被度が3/4以上、個体数は任意	88%
4	被度が1/2～3/4、個体数は任意	63%
3	被度が1/4～1/2、個体数は任意	38%
2	非常に個体数が多い、または被度が1/10～1/4	18%
1	個体数が多いが被度は小さい、またはまばらだが被度が大きい(ただし1/10以下)	5%
+	まばらに生育し被度はごく小さい	2%
r	単独で生育	1%

(1)－1－4 各植物群落における植物の草丈

調査で記録した各植物種の草丈を、調査地点ごとに平均し使用した。

(1)－1－5 植物の草量割合

「(1)－1－1」～「(1)－1－5」を掛け合わせ、草量の割合を算出した結果を表8に、結果のグラフを図11に示す。

田原地域の道路、田原地域の河川、赤羽根地域の河川、渥美地域の河川でセイタカアワダチソウが占める草量が上位を占め、田原市全域で見た場合はセイタカアワダチソウが最も多い結果となった。

田原市全域で2番目に多いコセンダングサは、田原地域の河川でのみ多く見られるが、田原地域の河川は、除草対象地の多くを占めているため影響が大きく、全体で17%の草量になっている。

田原市全域では、セイタカアワダチソウ、コセンダングサ、チガヤ、オシロイバナが16～20%とほぼ同量であり、これらが全体の約7割を占めていた。本調査の結果からは、田原市の除草対象地の植生はほとんどがこれら4種で構成されていると言える。

今回の調査で最も植生範囲が広いセイタカアワダチソウは、農家にとって農作物に害を及ぼす虫を引き付ける厄介な雑草である。除草作業回数を今より増やすことができれば、農作物の被害を減らす効果も出てくる可能性が考えられる。

表 8 植物の草量の割合

植物種	田原		赤羽根		渥美		計
	道路	河川	道路	河川	道路	河川	
アオツヅラフジ	-	-	-	-	0%	-	0%
アキノエノコログサ	4%	-	0%	-	-	-	1%
アサガオ類	-	-	19%	17%	-	-	1%
イタドリ	-	-	6%	1%	25%	3%	3%
イヌビエ	-	-	0%	-	-	-	0%
エノキグサ	-	-	0%	-	-	-	0%
オオアレチノギク	0%	-	-	-	-	-	0%
オオオナモミ	-	-	14%	-	-	-	0%
オオキンケイギク	0%	-	-	-	-	-	0%
オギ	-	1%	-	-	-	-	1%
オシロイバナ	-	29%	56%	-	-	6%	16%
オッタチカタバミ	-	-	-	0%	-	-	0%
オニウシノケグサ	-	-	-	7%	-	-	0%
ガガイモ	-	-	-	-	-	1%	0%
カナムグラ	-	2%	0%	0%	-	-	1%
カモジグサ	-	-	-	-	-	0%	0%
カヤツリグサ科の一種	-	-	0%	-	-	-	0%
ギョウギシバ	-	-	-	-	-	1%	0%
クサギ	-	-	-	-	1%	-	0%
クズ	9%	-	-	-	32%	10%	7%
コゴメガヤツリ	-	-	0%	-	-	-	0%
コセンダングサ	0%	37%	0%	6%	0%	4%	17%
シナダレスズメガヤ	11%	-	-	-	29%	-	5%
シロツメクサ	-	-	0%	-	-	-	0%
スギナ	-	0%	0%	-	-	-	0%
ススキ	-	-	-	4%	-	4%	1%
セイタカアワダチソウ	11%	26%	1%	54%	1%	33%	20%
セイバンモロコシ	1%	-	2%	1%	-	-	0%
ゼニアオイ	-	-	0%	-	-	-	0%
タカサブロウ	-	-	0%	-	-	-	0%
タチスズメノヒエ	9%	-	-	-	-	1%	3%
チガヤ	44%	-	-	-	-	24%	16%
ツユクサ	-	-	-	0%	-	-	0%
ニガカシュウ	-	-	0%	-	-	-	0%
ヒメジョオン	1%	-	-	-	-	-	0%
フジ	-	-	-	9%	0%	-	0%
ヘクソカズラ	-	0%	-	0%	-	-	0%
マルバツユクサ	-	-	1%	0%	1%	1%	0%
メドハギ	3%	-	-	-	-	-	1%
メヒシバ	2%	-	1%	-	0%	-	0%
ヤハズソウ	0%	-	-	-	-	-	0%
ヤブガラシ	-	4%	-	-	-	0%	2%
ヤマアワ	-	-	-	-	-	3%	0%
ヨモギ	6%	-	0%	0%	11%	9%	4%

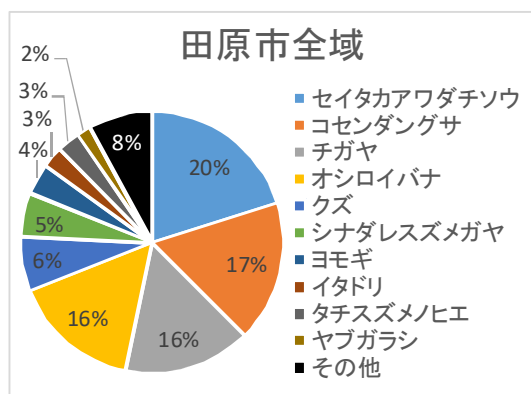
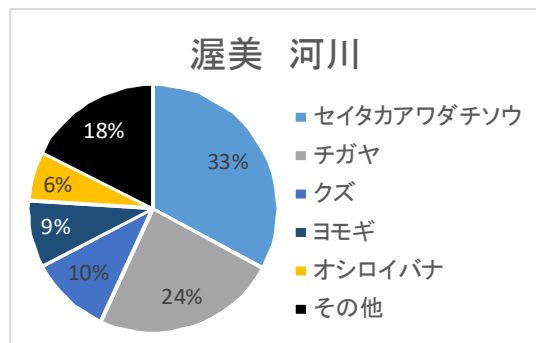
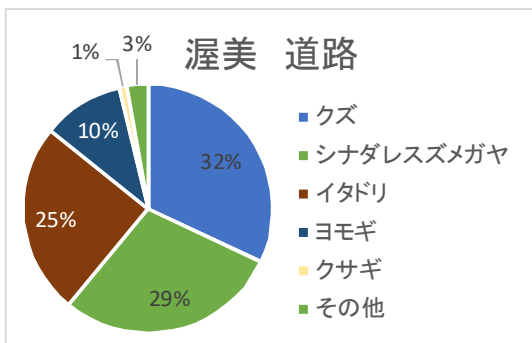
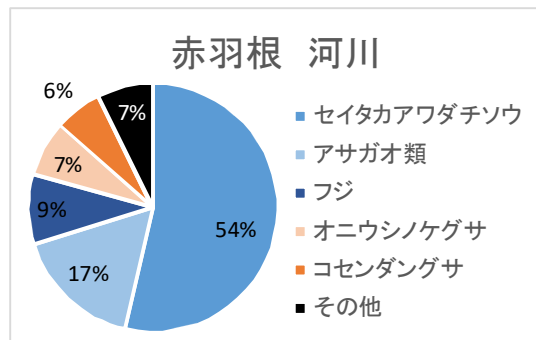
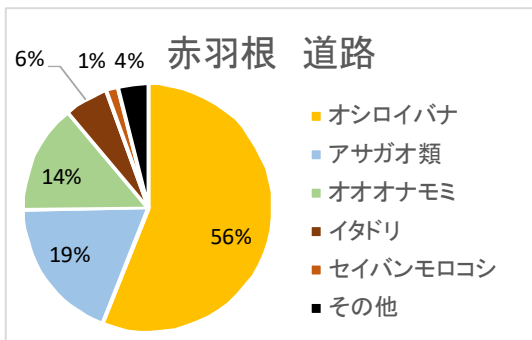
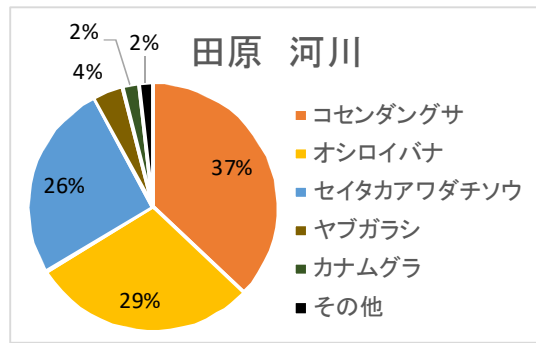
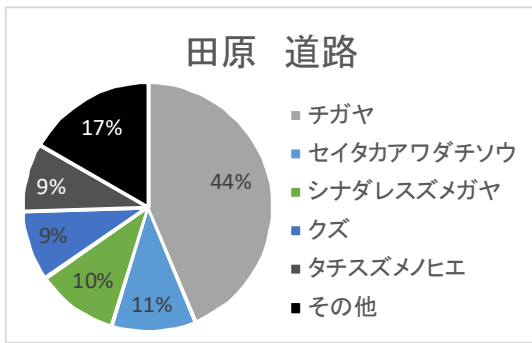


図 11 各地域の植物の草量の割合

(2) 賦存量調査結果

(2) -1 赤羽根処分場に収集される全刈草量

赤羽根処分場への持ち込み品のうち、品目を草類として持ち込まれたデータを集計した結果を表 9 および図 12 に示す。

どの年も、8月～10月の夏期に草類の持ち込み量が多く、12月～3月の冬期は少なかった。平成28年1月のデータのみ、他の年と比較して草量が多いため、平均値からは除外した。

持込元の地域を、旧市町村界である田原、赤羽根、渥美の3地域に分けて集計し、平成25年度～平成28年度の平均値を算出した結果を表 10 および図 13 に示す。なお、「地域不明」は、赤羽根処分場の持ち込み品重量データにおいて「市内全域」と表示されたものであり、複数地域にまたがり持ち込まれたものを指す。また、平成28年度1月分データは、除外し集計した。

地域不明の刈草が多くを占めるが、地域が判明しているものについては、田原地域から収集された刈草が最も多く、年間88.4tが収集されている。

表 9 赤羽根処分場の年度別草類持ち込み量

(t)

	H25	H26	H27	H28	平均
4月	11.0	10.6	24.9	42.0	22.1
5月	32.9	47.7	69.7	34.7	46.3
6月	83.5	79.6	102.3	152.7	104.5
7月	125.7	143.1	149.6	95.8	128.5
8月	175.4	165.9	125.1	116.6	145.8
9月	153.1	261.9	183.0	216.7	203.7
10月	186.9	124.0	198.0	247.7	189.1
11月	63.5	79.2	64.9	102.1	77.4
12月	56.6	76.8	70.7	76.7	70.2
1月	42.9	31.6	59.2	376.0	44.6
2月	97.3	75.0	80.7	58.4	77.8
3月	15.5	38.0	8.2	26.7	22.1
計	1,044.4	1,133.4	1,136.2	1,545.8	1,132.1

※赤羽根処分場日報データより、持込品目が草類に該当する全データを集計

※平均は平成28年1月分を除き集計

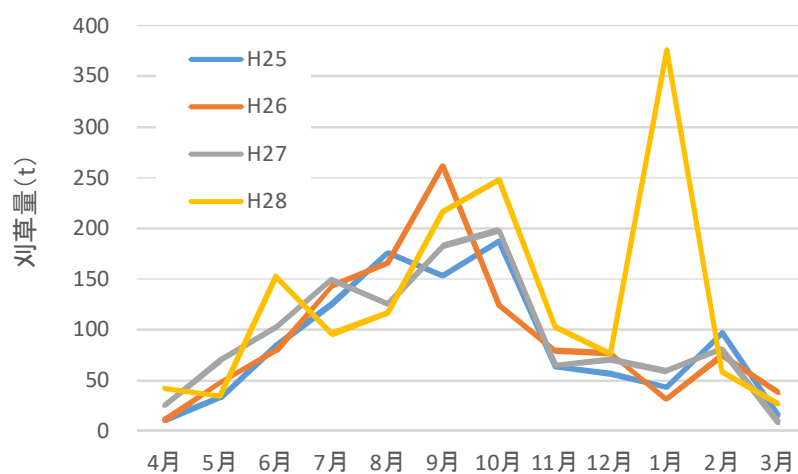


図 12 赤羽根処分場の年度別草類持ち込み量

表 10 赤羽根処分場の地域別草類持ち込み量

(t)

	田原	赤羽根	渥美	地域不明	計
4月	5.4	0.5	0.7	15.6	22.1
5月	10.0	2.2	3.4	30.6	46.2
6月	17.4	1.5	5.3	80.4	104.5
7月	9.0	0.5	2.2	116.9	128.5
8月	8.1	1.0	1.7	135.0	145.8
9月	11.6	1.8	3.4	186.8	203.7
10月	13.1	1.4	4.6	170.0	189.1
11月	6.4	0.8	0.9	69.3	77.4
12月	3.2	0.3	0.9	65.8	70.2
1月	1.0	0.0	1.4	42.1	44.6
2月	1.6	0.0	0.4	75.8	77.8
3月	1.5	0.2	0.3	20.2	22.1
計	88.4	10.1	25.2	1,008.4	1,132.1

※赤羽根処分場日報データより、持込品目が草類に該当する全データを持込住所別に集計し平成25年度～平成28年度の平均値を算出

※「地域不明」は赤羽根処分場日報データにおける「市内全域」表示に該当

※平成28年1月分を除き集計

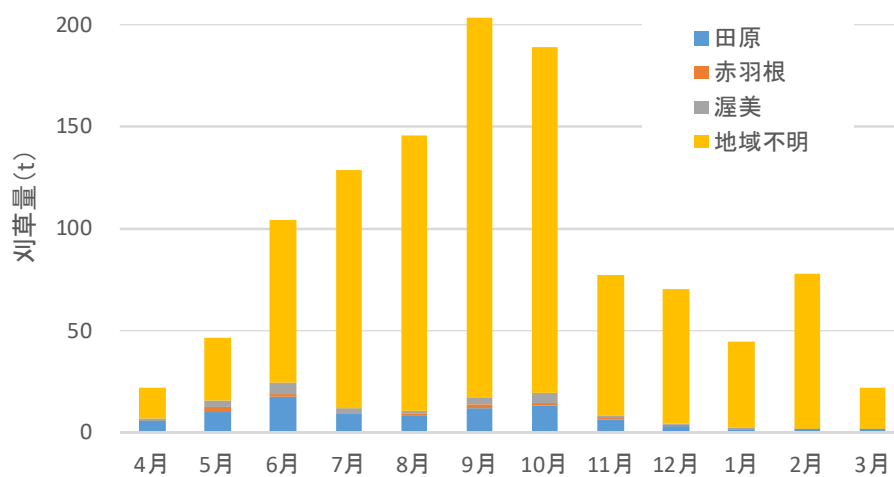


図 13 赤羽根処分場の地域別草類持ち込み量

(2)－2 公共施設（道路、公園等）の刈草量

赤羽根処分場に持ち込まれた草類のうち、田原市職員が実施した公共施設の除草刈草量の集計結果を、表 11 および図 14 に示す。これには、道路や公園等の除草刈草を含むが、河川の除草刈草量は含まない。

どの年も 4 月～10 月は一定量の刈草が発生し、11 月～3 月の冬期には発生量が減少した。平成 27 年度 7 月のみ、他の年と比較して刈草量が多いため、平均値からは除外した。

持込元の地域別に刈草量を集計し、平成 25 年度～平成 28 年度の平均値を算出した結果を表 12 および図 15 に示す。なお、平成 27 年度 7 月分データは、除外し集計した。

田原地域から収集された刈草が最も多く、次いで渥美地域、赤羽根地域の順となった。また、田原地域および赤羽根地域は、4 月～11 月にかけては季節による刈草量の変動が小さく、一定量が発生している。

表 11 公共施設の刈草量

(t)

	H25	H26	H27	H28	平均
4月	2.4	2.1	2.6	2.3	2.4
5月	2.9	4.4	4.9	1.9	3.5
6月	3.2	3.2	3.1	1.8	2.8
7月	1.8	2.7	10.9	3.6	2.7
8月	2.0	2.5	4.7	2.4	2.9
9月	4.2	5.0	3.2	2.1	3.6
10月	3.1	4.0	3.9	4.1	3.8
11月	1.0	3.2	2.2	2.0	2.1
12月	1.2	1.8	1.7	0.4	1.3
1月	1.6	0.4	0.2	0.2	0.6
2月	0.8	1.0	0.2	0.4	0.6
3月	0.2	1.4	0.5	0.7	0.7
計	24.3	31.7	38.0	21.9	26.9

※赤羽根処分場日報データより、持込品目が草類、持込者が田原市に該当するデータを集計

※平均は平成27年7月分を除き集計

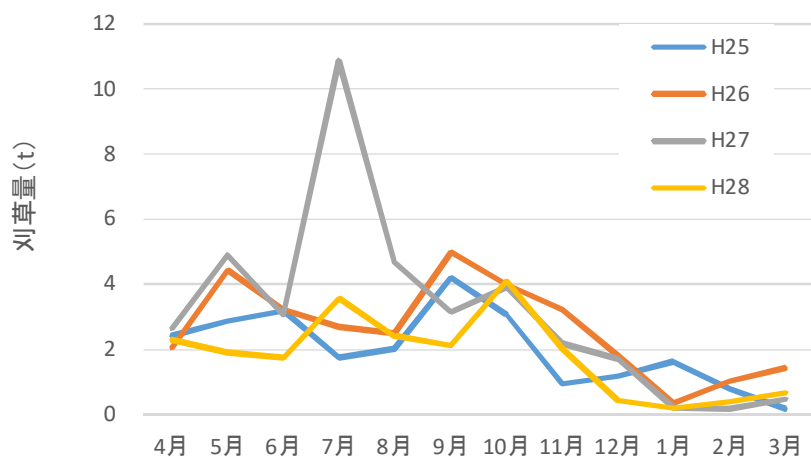


図 14 公共施設の刈草量

表 12 公共施設の地域別刈草量

(t)

	田原	赤羽根	渥美	地域不明	計
4月	1.7	0.2	0.5	-	2.4
5月	1.8	0.6	1.0	0.1	3.5
6月	1.6	0.5	0.5	0.2	2.8
7月	1.4	0.4	0.9	-	2.7
8月	1.5	0.3	1.0	0.0	2.9
9月	1.7	0.4	1.4	0.1	3.6
10月	2.0	0.4	1.1	0.2	3.8
11月	1.2	0.5	0.4	-	2.1
12月	0.5	0.2	0.6	-	1.3
1月	0.2	0.0	0.4	-	0.6
2月	0.4	0.0	0.2	-	0.6
3月	0.5	0.1	0.2	-	0.7
計	14.5	3.6	8.3	0.5	26.9

※赤羽根処分場日報データより、持込品目が草類、持込者が田原市に該当するデータを持込住所別に集計し、平成25年度～平成28年度の平均値を算出
 ※「地域不明」は赤羽根処分場日報データにおける「市内全域」表示に該当
 ※平成27年7月分を除き集計

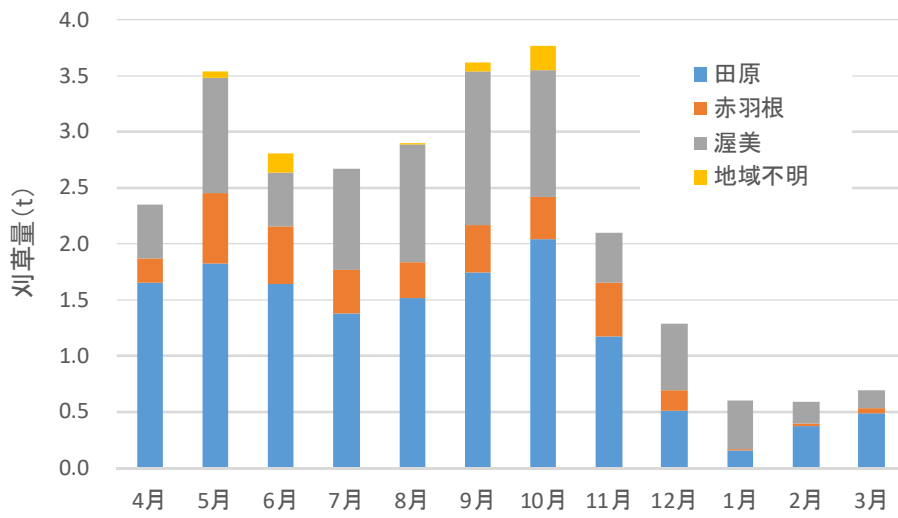


図 15 公共施設の地域別刈草量

(2)－3 道路の刈草量

(2)－3－1 道路刈草の赤羽根処分場持込量

「(2)－2 公共施設（道路、公園等）の刈草量」のうち、田原市職員による道路メンテナンス作業の日報上で除草作業を実施している日のデータのみ抽出し、道路の刈草量として集計した。結果を表 13 および図 16 に示す。

道路除草は、7月～8月と10月～11月の年2回実施しており、月に0.1～4.9t、年平均6tの刈草が発生している。

主要な対象道路である国道および県道の総延長は約33kmであり（表14）、刈草量を延長で除すと、1回の除草で発生する刈草量は、道路1kmあたり平均約90kgであった。

道路の刈草量を、持込元の地域別に集計し、平成26年度～平成28年度の平均値を算出した結果を表15および図18に示す。道路の刈草は、渥美地域が最も多く、次いで田原地域、赤羽根地域の順に多かった。

表 13 道路の刈草量 (t)

	田原	赤羽根	渥美	地域不明	計
4月	-	-	-	-	-
5月	-	-	-	-	-
6月	-	-	-	-	-
7月	0.5	0.1	0.8	1.2	2.5
8月	0.5	0.1	0.6	0.0	1.2
9月	-	-	-	-	-
10月	0.5	0.2	0.5	-	1.3
11月	0.3	0.2	0.2	-	0.7
12月	0.2	0.1	0.1	-	0.4
1月	-	-	-	-	-
2月	-	-	-	-	-
3月	-	-	-	-	-
計	1.9	0.7	2.2	1.2	6.0

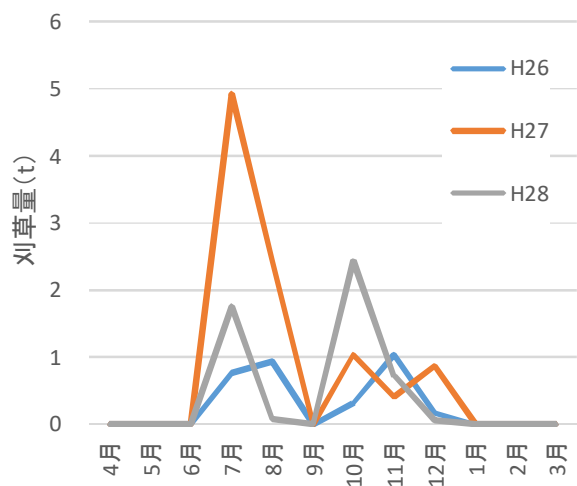


図 16 道路の刈草量

※公共施設の刈草のうち、道路メンテナンス作業の日報上で除草作業を行っている日に該当するデータを地域別に集計し、平成26年度～平成28年度の平均値を算出

表 14 田原市の主な除草対象道路

路線名	位置	地域	延長(km)
(国)259号	谷熊町江縄～大久保町七ツ釜	田原	6.8
(国)259号	亀山町小林～伊良湖町宮下	田原	5.7
(主)豊橋渥美線	緑が浜四号～浦町青尾新田	田原	3.2
(主)豊橋渥美線	緑が浜四号～野田町湊田	田原	12.2
赤羽根新田赤羽根竜ヶ原		赤羽根	1.5
(主)田原高松線	浦町川向～神戸町大坪	渥美	3.4
計			32.8

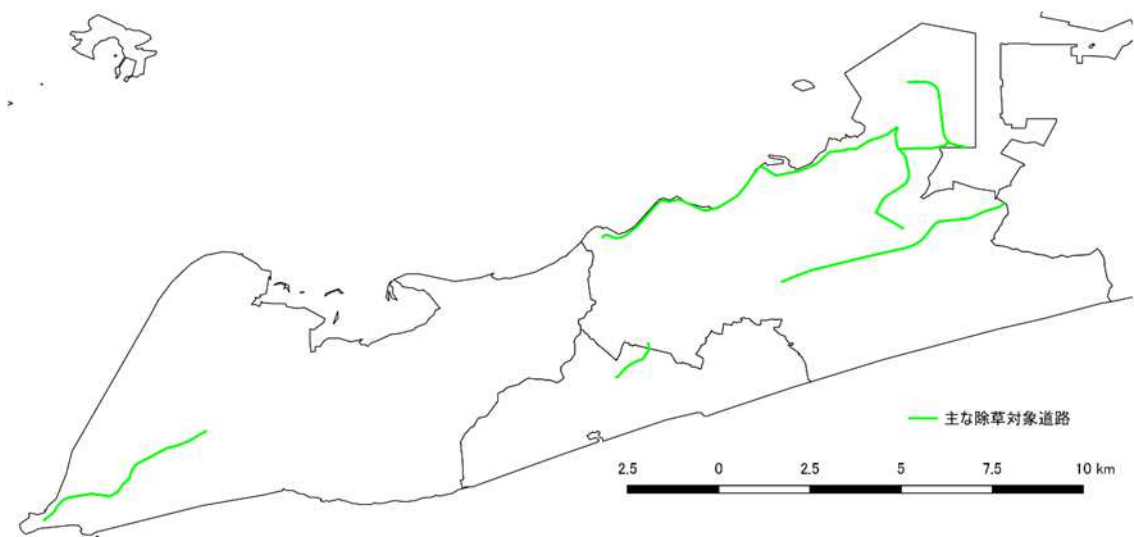


図 17 主な除草対象道路の位置

表 15 道路の地域別刈草量 (t)

	H26	H27	H28	平均
4月	-	-	-	-
5月	-	-	-	-
6月	-	-	-	-
7月	0.8	4.9	1.8	2.5
8月	0.9	2.4	0.1	1.2
9月	-	-	-	-
10月	0.3	1.0	2.4	1.3
11月	1.0	0.4	0.7	0.7
12月	0.2	0.9	0.1	0.4
1月	-	-	-	-
2月	-	-	-	-
3月	-	-	-	-
計	3.2	9.7	5.1	6.0

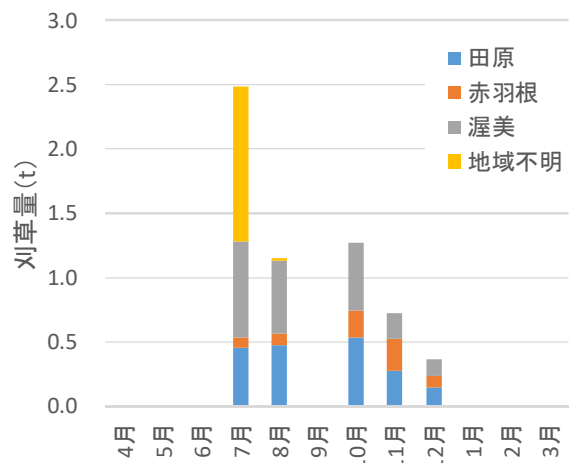


図 18 道路の地域別刈草量

※公共施設の刈草のうち、道路メンテナンス作業の日報上で除草作業を行っている日に該当するデータを集計

(2)－3－2 道路刈草の発生量

道路の除草作業においては、除草地に残置している刈草が相当量あると予想され、「(2)－3－1 道路刈草の赤羽根処分場持込量」の集計結果は、道路の刈草発生量のうち一部分と考えられる。

そこで、文献値を用いて刈草発生量の推計を行った。

河川財団の研究報告では、植物種別に 1m²あたりの刈草発生量を調査しており、田原市での生息割合が多いセイタカアワダチソウは 2.78kg/m²、チガヤは 2.33kg/m²の刈草が発生すると報告されている（表 16）。

表 16 1m²あたり刈草発生量

草種	刈草発生量（夏期）
セイタカアワダチソウ	2.78 kg/m ²
チガヤ	2.33 kg/m ²
平均	2.56 kg/m ²

出典：川井秀一「河川敷に自生する草本植物のリサイクル利用」（公益財団法人 河川財団 河川美化・緑化助成事業 平成 10 年度調査研究）

田原市の道路除草は、国道および県道計 33km のほかに、約 100km の市道が対象である。対象道路の両側の路側およそ 1m を除草するとし、除草面積を推計すると計 266,000m²と算出された（表 17）。

表 17 除草面積

草種	除草延長（km）	除草面積（m ² ）※
国県道	33	66,000
市道	100	200,000
計	133	266,000

※両側の路側 1m を除草するとして算出

1m²あたりの刈草発生量に除草面積を乗じ、道路刈草の発生量を推計すると、除草 1 回あたり約 680t の刈草が発生すると算出された。これは、現在赤羽根処分場に持ち込まれている全草量の約 6 割に相当する。

田原市では、道路除草は現在年 2 回の実施であるが、本来は年 5 回の実施が望ましく、年 5 回の除草を行った場合は、約 3,405t の刈草が発生すると推計される（表 18）。

表 18 刈草発生量推計結果

	刈草発生量
除草 1 回あたりの刈草発生量	681 t/回
年 5 回除草を行った場合の刈草発生量	3,405 t/年

(2) -4 河川の刈草量

河川の除草は、外部委託により実施しているため、委託業者より提出された赤羽根処分場持込伝票によりデータ集計を行った。結果を表 19 および図 19 に示す。

河川除草は、7月～10月に各河川1回ずつ実施しており、月に2～13t、年平均23tの刈草が発生している。

除草を実施している河川の延長は、年平均約43kmであり、刈草量を延長で除すと、1回の除草で発生する刈草量は、河川1kmあたり約550kgであった(表20)。

河川の刈草量を地域別に集計した結果を表21に、平成26年度～平成28年度の平均値のグラフを図21に示す。データのある平成26年度～平成28年度は、渥美地域での除草作業はなく、赤羽根地域の除草も平成27年度10月のみであったため、河川の刈草は、年間発生量の9～10割が田原地域で発生したものだ。

表 19 河川の刈草量

	(t)			
	H26	H27	H28	平均
4月	-	-	-	-
5月	-	-	-	-
6月	-	-	-	-
7月	-	2.9	-	1.0
8月	7.8	2.3	3.6	4.6
9月	3.3	7.2	10.8	7.1
10月	13.7	11.2	6.9	10.6
11月	-	-	-	-
12月	-	-	-	-
1月	-	-	-	-
2月	-	-	-	-
3月	-	-	-	-
計	24.8	23.5	21.4	23.2

※河川除草実施業者の赤羽根処分場持込伝票より集計

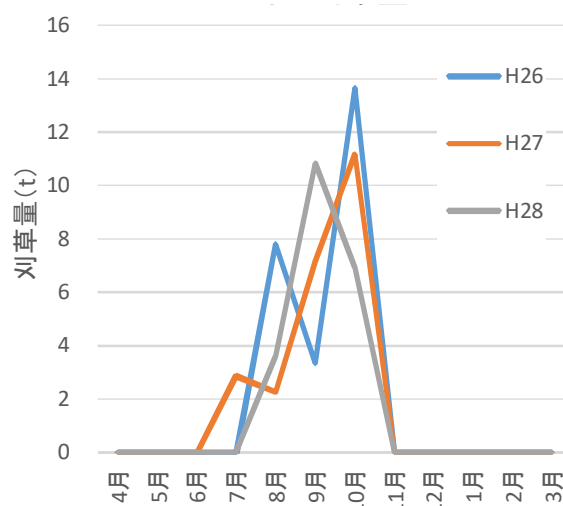


図 19 河川の刈草量

表 20 田原市の除草実施河川延長

		H26	H27	H28	平均
作業河川数		56	56	43	52
除草作業延長計	km	45.2	46.1	36.6	43
刈草量	kg	24,810	23,450	21,350	23,203
kmあたり刈草量	kg/km	549	509	583	547

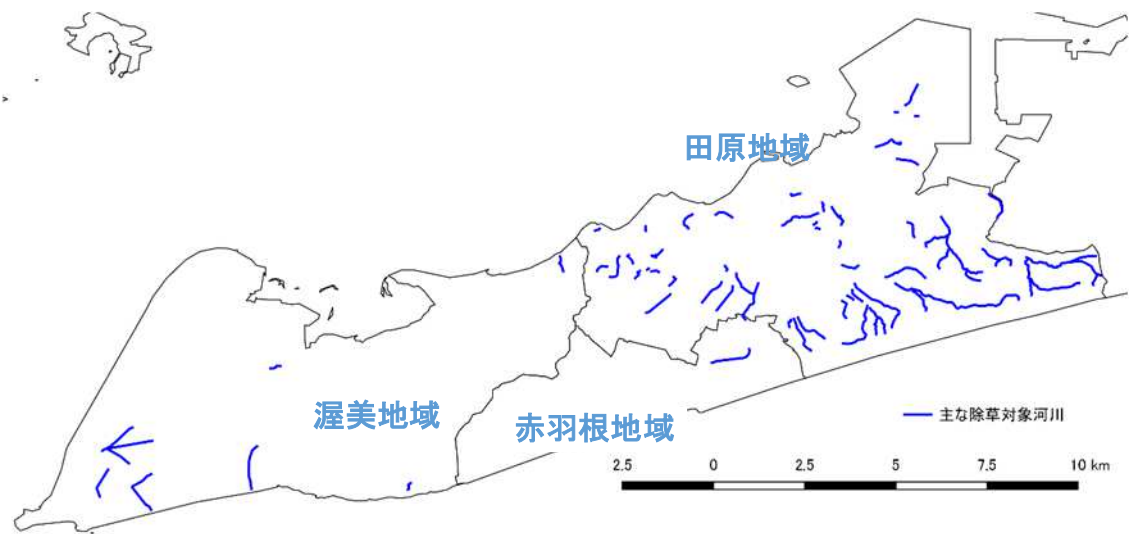


図 20 主な除草対象河川の位置

表 21 河川の地域別刈草量 (t)

	H26	H27		H28
	田原	田原	赤羽根	田原
4月	-	-	-	-
5月	-	-	-	-
6月	-	-	-	-
7月	-	2.9	-	-
8月	7.8	2.3	-	3.6
9月	3.3	7.2	-	10.8
10月	13.7	10.1	1.1	6.9
11月	-	-	-	-
12月	-	-	-	-
1月	-	-	-	-
2月	-	-	-	-
3月	-	-	-	-
計	24.8	22.4	1.1	21.4

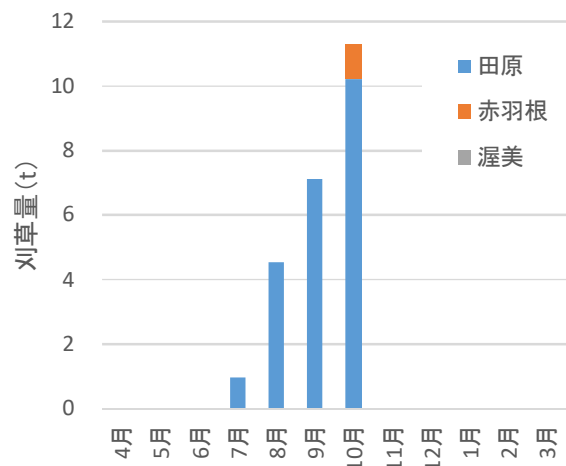


図 21 河川の地域別刈草量

(2)－5 農業残渣

(2)－5－1 キク

JA 愛知みなみへヒアリングした結果、キク 1 本の生産において約 9g の茎や葉が残渣として発生しており、JA の選花梱包施設「mamポート」では、年間約 102 百万本を取扱っているため、mamポート内では年間約 916t の残渣が発生していると推計される。

2015 年農林業センサスによると、各地域の花き（切り花）作付け経営体数は、表 22 の通りであり、農林水産省「平成 18 年 花き生産出荷統計」によると田原市全体のキク出荷数は約 362 百万本である。1 年間の月別出荷割合はmamポートの実績値を使用し、地域別の出荷割合を作付け経営体数の割合として、地域別に出荷量を推計した結果、表 23 の通りとなった。

以上から残渣量を推計した結果、市内全域から約 3,257t/年のキク残渣が発生しており、うち渥美地区では 916t/年が既にmamポートに収集されていると算出された（表 24、図 22）。キク残渣は、年間を通してほぼ一定量が発生しており、事業の安定性に寄与すると考えられる。

mamポートを通さず出荷されているキクの残渣は、現状では集積の場所や仕組み等はなく、各農家が独自に処分している。

表 22 キク作付け経営体数

	切り花類作付け経営体数
田原	158
赤羽根	352
渥美	711
計	1,221

出典：2015年農林業センサス

表 23 キク出荷数

(千本)

	mamポート 出荷数	市内 出荷数	地域別出荷数		
			田原	赤羽根	渥美
4月	8,286	29,450	3,811	8,490	17,149
5月	9,321	33,126	4,287	9,550	19,290
6月	9,458	33,614	4,350	9,691	19,574
7月	9,552	33,947	4,393	9,786	19,767
8月	10,409	36,993	4,787	10,665	21,542
9月	8,508	30,238	3,913	8,717	17,608
10月	7,304	25,959	3,359	7,484	15,116
11月	9,310	33,089	4,282	9,539	19,268
12月	7,603	27,023	3,497	7,790	15,736
1月	7,283	25,884	3,349	7,462	15,072
2月	6,642	23,605	3,055	6,805	13,746
3月	8,152	28,973	3,749	8,352	16,871
計	101,829	361,900	46,831	104,332	210,738

※mamポート出荷数：mamポート実績値

※市内出荷数：年間合計値は、農林水産省「平成18年 花き生産出荷統計」の市町村別データ輪ぎく出荷量を使用。月別出荷数は、年間合計値にmamポート

※地域別出荷数：市内出荷数に、市内花き農家経営体数の地域別割合を乗じて算出

表 24 キク残渣発生量

(t)

	田原	赤羽根	渥美		計
			マムポート	マムポート以外	
4月	34	76	75	80	265
5月	39	86	84	90	298
6月	39	87	85	91	303
7月	40	88	86	92	306
8月	43	96	94	100	333
9月	35	78	77	82	272
10月	30	67	66	70	234
11月	39	86	84	90	298
12月	31	70	68	73	243
1月	30	67	66	70	233
2月	27	61	60	64	212
3月	34	75	73	78	261
計	421	939	916	980	3,257

※地域別出荷数に、1本あたりキク残渣量(9g/本。JAヒアリングによる数値)を乗じて算出

※マムポートにおいて発生する残渣は、マムポート出荷数に1本あたりキク残渣量を乗じて算出

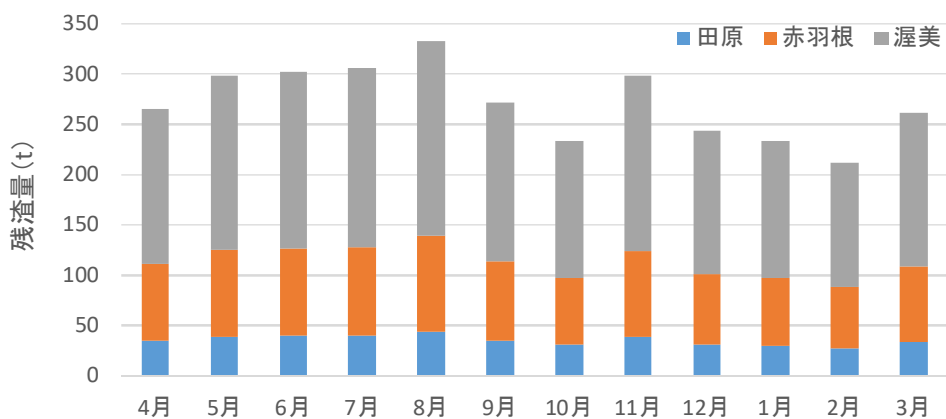


図 22 キク残渣発生量

(2)－5－2 トマト

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構の野菜茶業研究所の試験結果によると、トマト生産では1m²あたり平均約10kgの茎や葉が残渣として発生する(表25)。

市内のトマト作付け面積は、2015年農林業センサスによると148haであり、残渣量は約14,800t/年と推計された(表26)。

JAへのヒアリングによると、市内のトマト農家は8～9月に植付けを行うが、植付け前に約1か月土壌消毒を実施する。そのため、残渣発生時期は7～8月頃と予想される。

ただし、現在、トマト残渣は全て集積の場所や仕組み等はなく、各農家が独自に処分している。そのため、賦存量は多いが活用のためには残渣収集の仕組みを作ることが必要となる。

表 25 トマト残渣量

	茎葉(kg/m ²)
小果	12.6
中果	9.3
大果	8.4
平均	10

出典:農業・食品産業技術総合研究機構「野菜茶業研究所研究報告第12号 異なるタイプのトマト施設生産における残渣発生量および残渣処理条件の検討」

表 26 市内のトマト作付け経営体数および作付面積、残渣量

	トマト作付け経営体数	トマト作付け面積	トマト残渣量
	経営体	ha	t/年
田原	73	33	3,300
赤羽根	47	17	1,700
渥美	314	98	9,800
計	434	148	14,800

作付け経営体数および作付け面積出典:2015年農林業センサス

※残渣量は、作付け面積にトマト栽培1m²あたりの残渣発生量(10kg/m²。文献値)を乗じて算出

(2)－6 まとめ

(2)－6－1 草および農業残渣の賦存量

市内の草類や農業残渣類の賦存量として、現在の市内における発生量をまとめて表 27 に示す。また、全体量に占める各草類の割合を図 23 に示す。

全種合わせると、計約 23,000t/年の草および農業残渣が発生していると推計された。うち、最も多いのはトマト残渣であり全体の 66%を占めている。次いで多いのは、道路刈草発生量であり、年 5 回の除草を実施した場合は全体の 15%を占め、現在赤羽根処分場に持ち込まれている全量の約 2.7 倍の刈草が発生すると推計された。

表 27 市内全域の草および農業残渣の賦存量

No.	分類	集計対象	草量 (t/年)
-	刈草	道路刈草発生量 (年 5 回除草を実施した場合)	3,405
A		赤羽根処分場持込	1,272
B		うち市職員が除草を実施する公共施設	31
C		うち道路※道路刈草発生量の内数	6
D		うち河川	23
E	農業残渣	キク残渣	3,257
F		トマト残渣	14,800
計			22,618

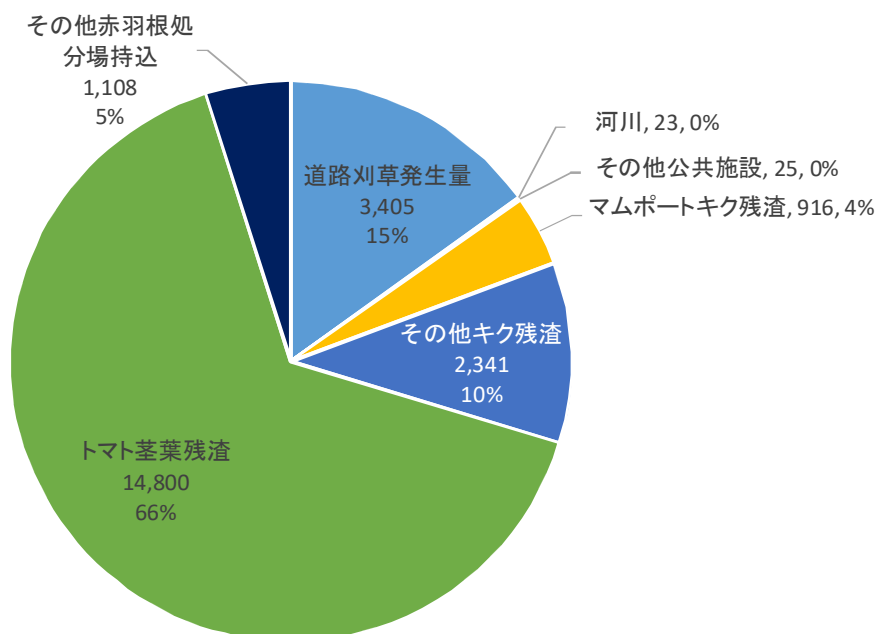


図 23 市内全域の発生草量の種類別割合

道路刈草発生量は、年 5 回の除草を実施した場合の予想量であるため、これを除いた草および農業残渣の賦存量を、表 28 および図 24 に示す。

1 年を通して多くの量が発生するのはキク残渣であり、マムポートと各農家で発生しているものを合わせて、毎月 212~333t/月が発生している。赤羽根最終処分場へ持込まれている草類は、季節的に量の変動があり、夏期に発生量が多く冬期に減少している。合計の発生量が最も少ないのは、1 月であり約 278t/月であった。

表 28 市内の草および農業残渣賦存量

	赤羽根処分場持込草類						キク残渣			トマト茎葉残渣	計
	計	公共施設		河川	その他	計	マムポート	その他			
		道路	その他								
4月	26	2.3	-	2.3	-	23	265	75	190	-	291
5月	51	3.8	-	3.8	-	47	298	84	214	-	349
6月	112	2.7	-	2.7	-	109	303	85	217	-	414
7月	129	5.7	2.5	3.2	1.0	123	306	86	220	7,400	7,835
8月	136	3.2	1.2	2.0	4.6	128	333	94	239	7,400	7,869
9月	221	3.4	-	3.4	7.1	210	272	77	196	-	493
10月	190	4.0	1.3	2.7	10.6	175	234	66	168	-	424
11月	82	2.5	0.7	1.8	-	80	298	84	214	-	380
12月	75	1.3	0.4	1.0	-	73	243	68	175	-	318
1月	45	0.3	-	0.3	-	45	233	66	167	-	278
2月	71	0.5	-	0.5	-	71	212	60	153	-	284
3月	24	0.9	-	0.9	-	23	261	73	187	-	285
計	1,272	31	6	25	23	1,218	3,257	916	2,341	14,800	19,329

※その他公共施設：市職員による除草刈草のうち、道路刈草を除いた量
 ※トマト茎葉残渣：予想発生時期の7~8月に半量ずつ発生すると仮定し表示
 ※赤羽根処分場持込草類の合計およびその他は、平成28年度1月分を除いて集計

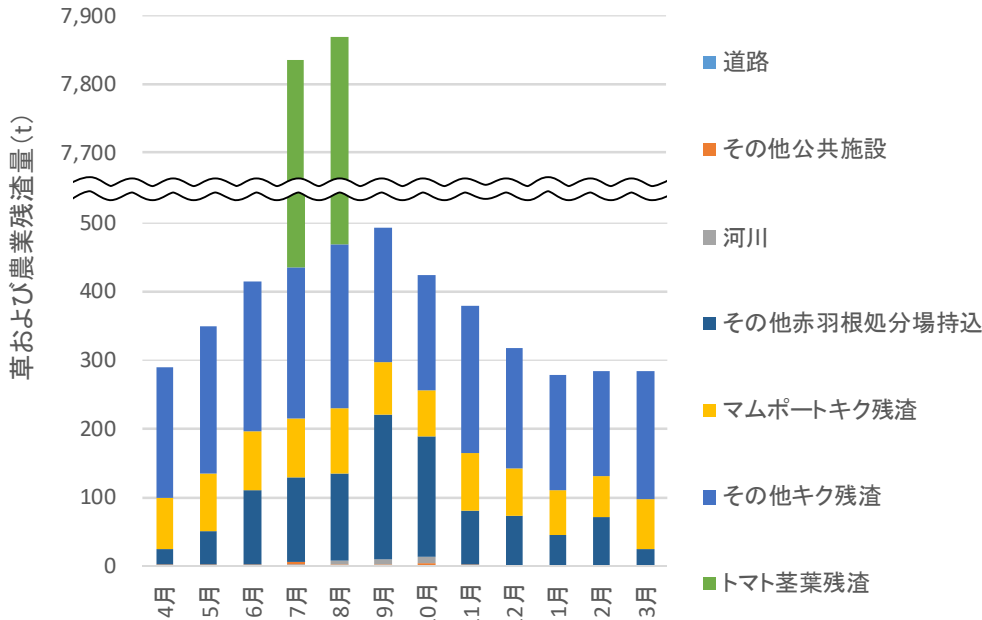


図 24 市内の草および農業残渣発生量

(2)－6－2 草および農業残渣の集積量

現時点で既に赤羽根処分場やマムポートに草類や農業残渣が集積されている「道路刈草」、「その他公共施設」、「その他赤羽根処分場持込」、「河川刈草」、「マムポートキク残渣」を発生地域別に集計した結果を表 29 および図 25 に示す。

これらは、既に収集の仕組みがあり、新たな施策等を必要とせず比較的スムーズに本事業に活用可能と考えられる草類等である。その他の「その他キク残渣」、「トマト茎葉残渣」は、各農家から収集するための新たな仕組みづくりが必要となる。

草および農業残渣量は、マムポートのキク残渣量が多い渥美地域が他地域と比較して最も多く、次いで道路や河川刈草量が多い田原地域の量が多かった。ただし、田原地域の草および農業残渣量は、季節によって変動がある。

表 29 地域別の草類および農業残渣集積量

(t)

	田原	赤羽根	渥美	地域不明	計
4月	4	0	75	20	100
5月	10	2	88	35	135
6月	14	2	90	90	197
7月	9	1	88	118	215
8月	12	1	96	121	230
9月	19	2	80	197	297
10月	23	2	71	160	256
11月	6	1	85	74	166
12月	3	0	69	70	143
1月	1	0	66	44	111
2月	1	0	60	69	131
3月	2	0	74	22	98
計	105	11	942	1,021	2,078

※道路刈草、その他公共施設、河川刈草、その他赤羽根処分場持込、マムポートキク残渣の草および農業残渣量を集計

※その他赤羽根処分場持込では、平成28年度1月のデータを除き集計

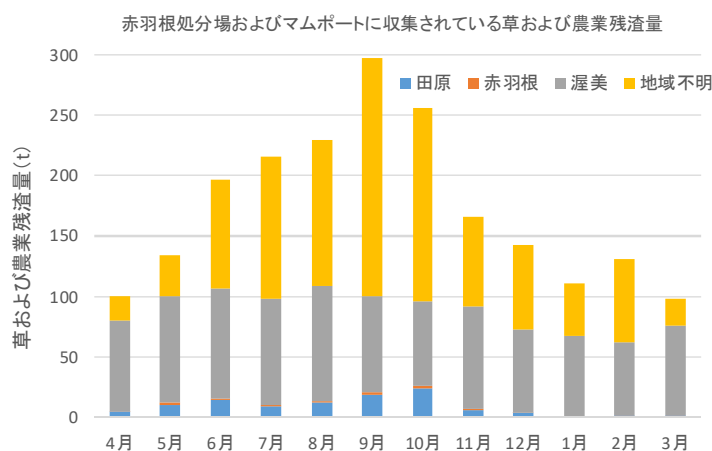


図 25 地域別の草類および農業残渣集積量

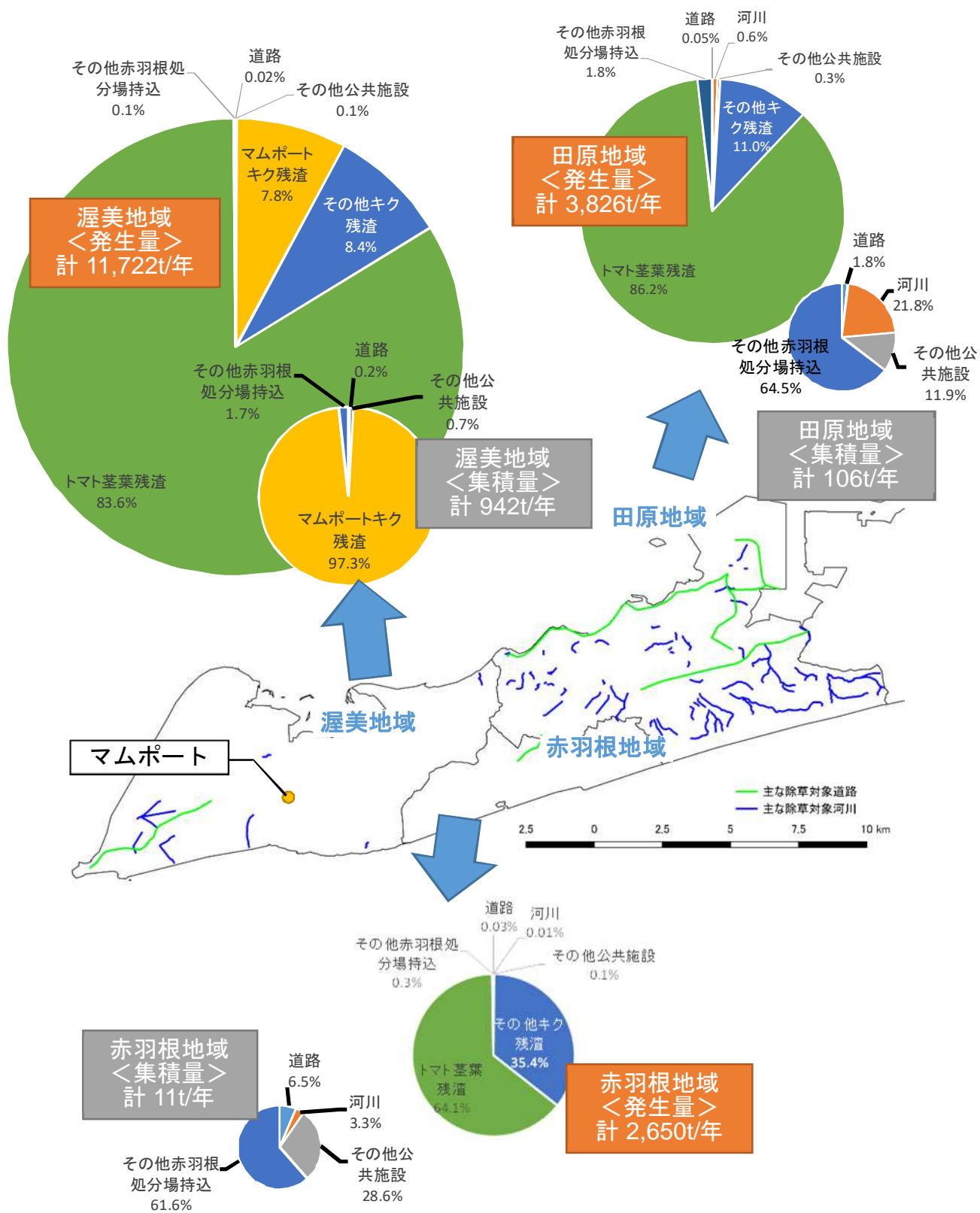


図 26 地域別の発生量および集積量

3-2 バイオエタノール生産試験

① 実施目的

市内から発生する代表的な刈草からバイオエタノールが生産できることを確認し、生産収率、残渣物量等の情報を把握する。また、把握した刈草賦存量及びバイオエタノール生産量を取りまとめ、PFI 事業としてのスキーム検討の資料とする。

② 実施内容

(1) 試験の流れ

バイオエタノール生産試験の流れを図 27 に示す。

乾燥は、繊維質の多い試料の粉砕を容易にするために行う。粉砕は試料の表面積を増やし、酵素分解を促進するため、糖化の前段階に行う。糖化は、酵母による発酵の対象となる還元糖を取り出すために行う。発酵は、還元糖を酵母の働きによってエタノールに変える段階である。

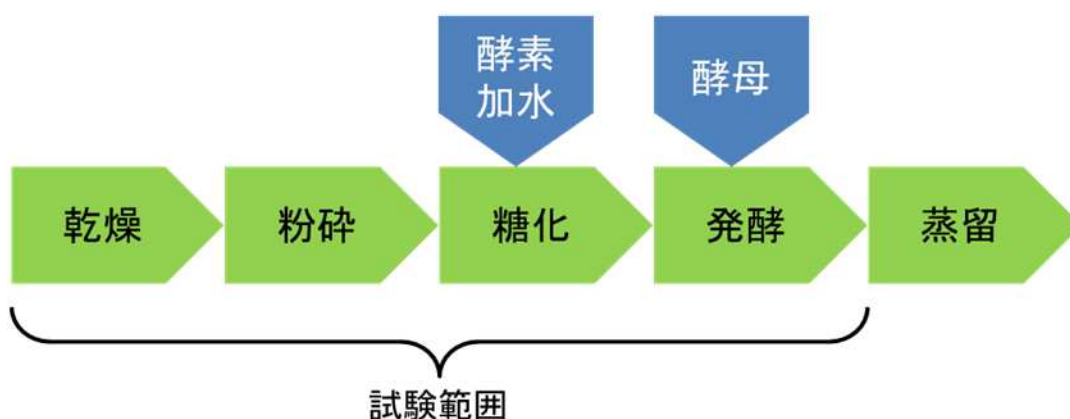


図 27 試験フロー図

(2) 試料準備・試験方法

バイオエタノール生産試験に使用する原料は、植生調査により明らかになった田原市の代表的な雑草および農業残渣を対象として選定して使用した。具体的な試験対象サンプルは下記ア～ウの通りである。

(ア) 市内の代表刈草 4 種

(セイタカアワダチソウ、コセンダングサ、チガヤ、オシロイバナ)

(イ) キク残渣 (葉、茎)

(ウ) トマト残渣 (脇芽)

試験の最初の工程として、原料は次工程の粉砕を容易にするために一旦乾燥させる必要がある。今回は機械的な乾燥は行わず、農業用ハウスを利用した天日乾燥を実施した。乾燥の前後の変化の写真を図 28～図 39 に示す。

(ア)代表刈草4種



図 28 セイタカアワダチソウ (乾燥前)



図 29 セイタカアワダチソウ (乾燥後)



図 30 コセンダングサ (乾燥前)



図 31 コセンダングサ (乾燥後)

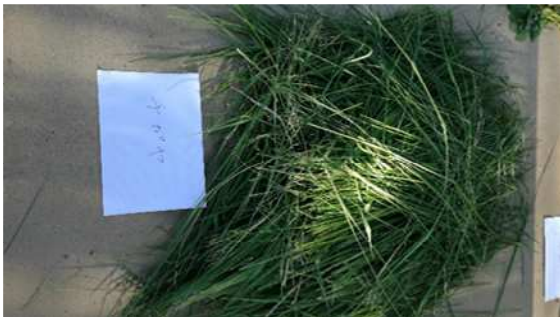


図 32 チガヤ (乾燥前)



図 33 チガヤ (乾燥後)



図 34 オシロイバナ (乾燥前)



図 35 オシロイバナ (乾燥後)

(イ)キク残渣



図 36 キク残渣 (乾燥前)



図 37 キク残渣 (乾燥後)

(ウ)トマト残渣



図 38 トマト残渣 (乾燥前)



図 39 トマト残渣 (乾燥後)

その次に、第二の試験工程として、試料乾燥後の試験サンプルをカッターミルで、可能な限りの細かさまで粉砕した。

図 40～図 45 は粉砕後の試料の写真である。大きいマスが 1 mm、大きいマスの 4 等分が 0.25 mm、5 等分が 0.2 mm である。粉砕は 0.2 mm 未満から、大きいもので 6 mm 程度の大きさとなった。とくにチガヤの場合では、試料が柔らかく、他の試料に比べて粉砕が進まなかった。

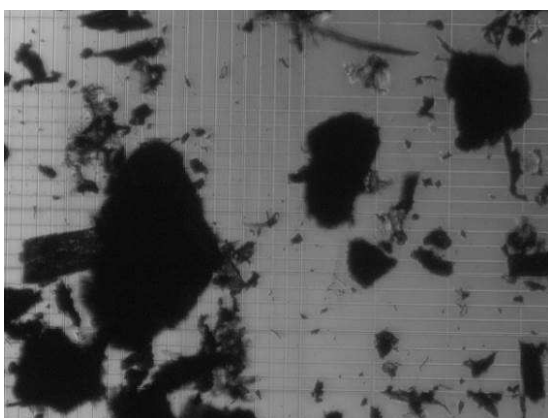


図 40 セイタカアワダチソウ

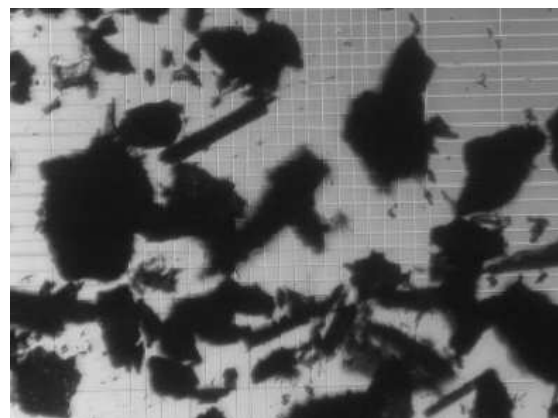


図 41 コセンダングサ

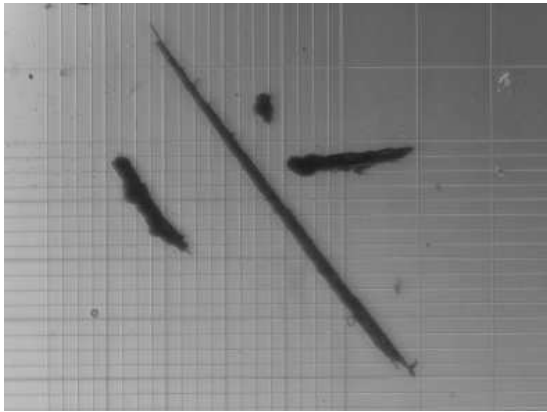


図 42 チガヤ

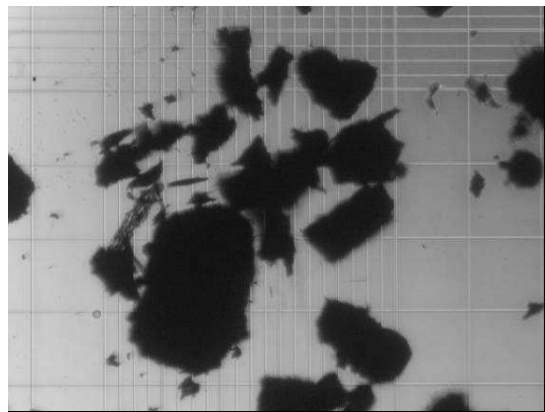


図 43 オシロイバナ

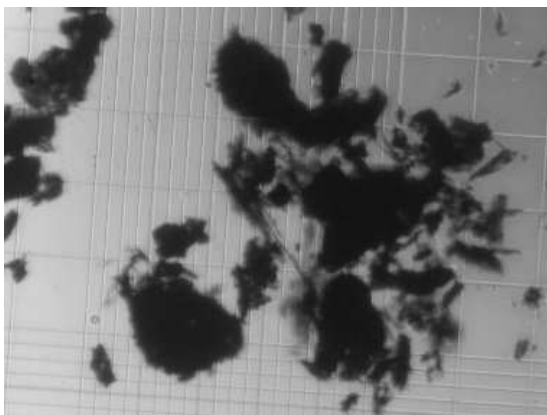


図 44 キク残渣

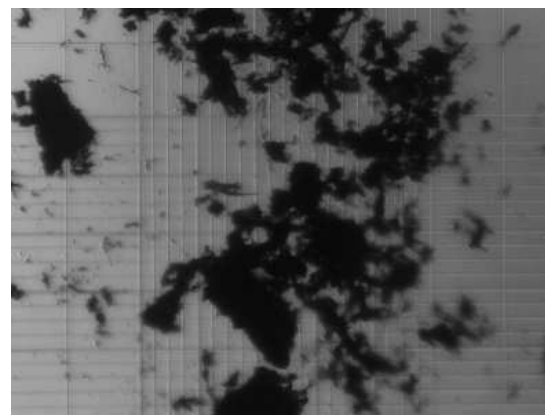


図 45 トマト残渣

第三の試験工程として酵素による糖化を行う。具体的には、刈草や農業残渣からエタノールを生産するために、エタノールへ変換させる元となる糖（主にグルコース）を原料から取り出す。これにより、グルコースは原料の繊維質（主にセルロース）を分解して得られるため、セルロースを分解する酵素を用いてグルコースを生成する。

酵素による糖化試験では、各乾燥試料を以下の条件で糖化した。なお、グルコースは還元糖量としてDNS法⁽¹⁾を用いた。酵素はフィルターペーパー法であらかじめ活性（繊維を分解する力）を測定し、重量当たりの活性を把握した。フィルターペーパー活性測定法の反応条件は表 30 に示した。

(1)文献：還元糖の定量、福井作蔵、化学と生物 3 巻 (1965) 9 号 p. 484-490

表 30 酵素活性反応条件

L 字管を使用
1cm 角ろ紙 (Advantec No3) 50mg
50mM 酢酸ナトリウム緩衝液 (pH4. 5) 4. 5ml
各濃度酵素 PBS 溶液 0. 5ml , 50°C, 60rpm

酵素活性を把握した後に、各試料の糖化を検討した。糖化の条件として、500ml 容の坂口フラスコに粉碎後の乾燥試料 1g および pH4.5 に調整した 20mM クエン酸緩衝液 45ml を投入した後、オートクレーブ 120°C 15 分の条件にて滅菌し、10U に調整した酵素 PBS 溶液を 5ml 加え、温度 50°C、回転数 150rpm の条件にて糖化を行った。各条件は表 31 に示す。

表 31 酵素による糖化実験の反応条件

500 ml 容坂口フラスコ
乾燥試料 1 g
20 mM クエン酸緩衝液 (pH4.5) 45 ml
オートクレーブ 120°C 15分
10U (10 μ mol/min = 0.158 mg)
酵素 PBS 溶液 5ml
50°C, 150rpm

エタノールの生産には、上記表 31 の反応終了後 (1 日後) に、酵母培養液 1ml (YPD 培地で生育した定常期の細胞) を加えて開始した。反応温度は 30°C で行い、一連の実験を 3 連で行い、その平均値を示した。エタノール発酵後の残渣は、発酵液からろ紙へ取り出したあと完全に乾燥させて重量を測定した。

③ 調査結果

(1) 試験結果

(1) -1 植物乾燥試料の水分含量測定の結果

セイタカアワダチソウ、コセンダングサ、チガヤ、オシロイバナ、キク残渣、トマト残渣について、130°C で 3 時間の乾燥処理を行い、試料に含まれる水分量を求めた。水分含量はそれぞれ、セイタカアワダチソウ(10.1%)、コセンダングサ(12.3%)、チガヤ(8.7%)、オシロイバナ(28.8%)、キク残渣(10.5%)、トマト残渣(13.2%)であり、オシロイバナを除くと 10%程度であった。

表 32 原料乾燥前後の含水率の変化

原料名	乾燥前含水率 (%)	乾燥後含水率 (%)
代表刈草 4 種 (混合)	77.2	15.0
キク残渣	82.0	10.5
トマト残渣	91.8	13.2

表 33 自然乾燥の期間

BE 原料サンプル	乾燥開始日	回収日
代表刈草 4 種	2017 年 9 月 29 日	2017 年 10 月 11 日
キク残渣・トマト残渣	2017 年 9 月 22 日	2017 年 9 月 29 日

乾燥場所：JA 愛知みなみ水稻育苗センター グラスハウス内

乾燥期間中、ハウス内の温度は天候が悪い時で 30°C 未満、天気が良ければ 40°C 半ばまで上昇し、湿度は雨天時約 55%、晴れの時で約 15%の状態となった。

キク残渣とトマト残渣は一週間ほどで握ると粉々になる程度に乾燥が進んだが、代表刈草 4 種は天候不順のため乾燥が進みにくく、キク残渣、トマト残渣よりも乾燥時間を要した。

(1) - 2 植物乾燥試料の糖化試験の結果

表 31 に示した条件で反応を行った結果は表 34 と図 47 に示した。今回試験を行った乾燥植物試料については、図 46 の 5 日間の前段試験の結果より、コセンダングサは糖化前からもともと保持している還元糖が、他の試料と比較し高いと言える。一方で、チガヤは他の試料と比べて糖化量は最低となった。また、糖化によって増加した還元糖の量は、チガヤ以外の試料すべてがほぼ同じとなった。時間に注目すると、1 日の糖化でほぼ充分量の糖化が達成できると考えられる。

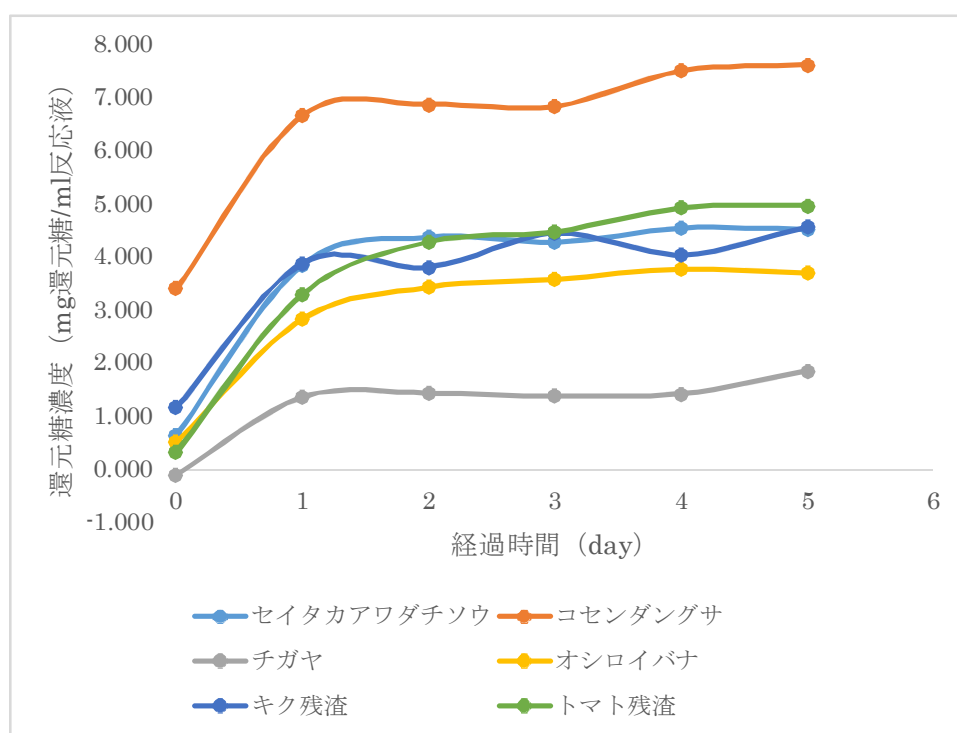


図 46 植物乾燥試料の前段糖化実験

表 34 の結果は、反応液 50ml 当たりの還元糖量を表している。これを試料の乾燥重量 1g 当たりで表現すると、1 日後の還元糖の収量は、セイタカアワダチソウ (15.0%)、コセンダングサ (30.4%)、チガヤ (5.4%)、オシロイバナ (14.9%)、キク残渣 (13.2%)、トマト残渣 (13.4%) となる。なお、1 日後に酵母を添加しているため、以降は還元糖量が減っている。

表 34 植物乾燥試料の糖化実験 (mg 還元糖/ml 反応液)

経過時間 (day)	0	1	2
セイタカアワダチソウ	0.828	3.001	1.916
コセンダングサ	3.356	6.079	2.719
チガヤ	0.191	1.075	0.069
オシロイバナ	0.397	2.989	2.087
キク残渣	0.491	2.647	1.623
トマト残渣	0.320	2.689	1.950

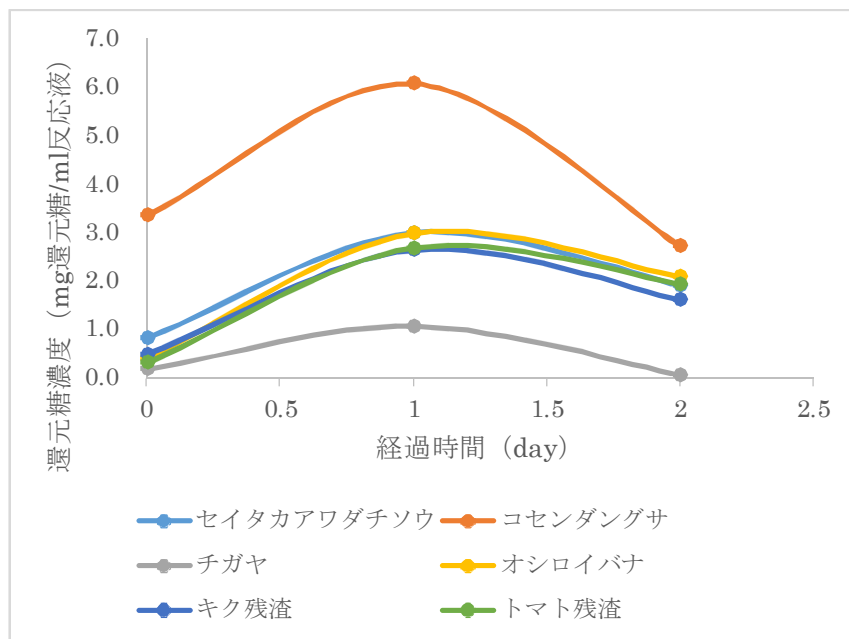


図 47 植物乾燥試料の糖化実験 (1日後に酵母を添加)

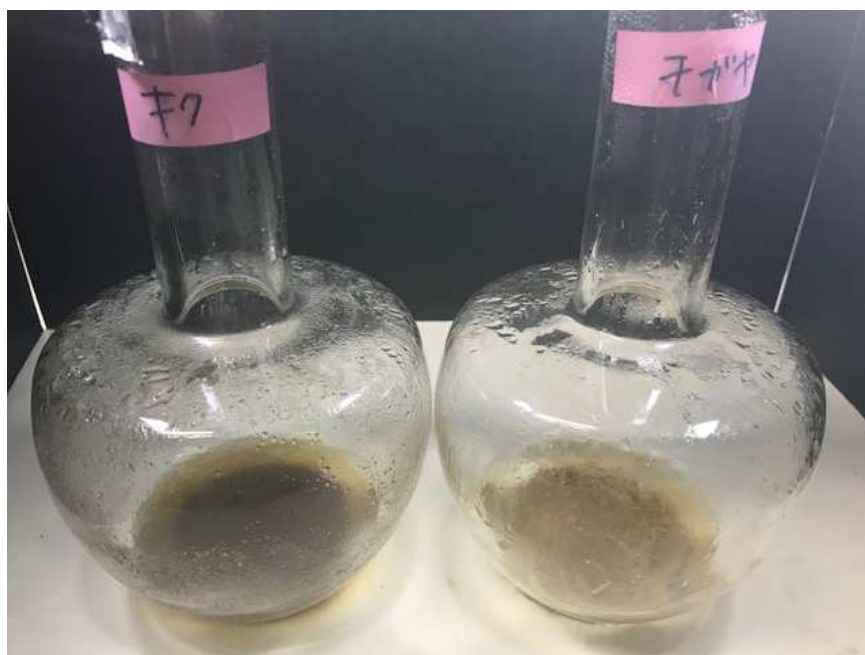


図 48 糖化状況（反応前）

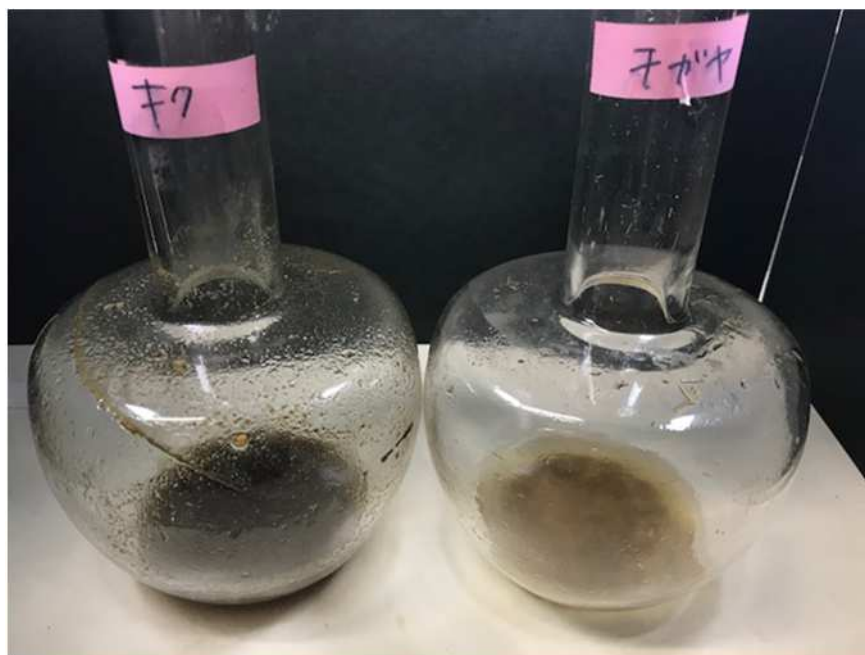


図 49 糖化状況（反応後）

(1) -3 エタノール発酵試験の結果

表 31 で示した糖化反応液を用いて、各植物乾燥試料を 1 日間糖化し、これに 1 ml の YPD 培地で定常期にまで生育した酵母を添加して 30℃にて発酵を開始した。発酵中は 60rpm で振盪した。発酵時間は図 50 の前段発酵試験にて発酵開始 1 日後でピークに達し、その後はエタノールの減少がみられた。そのため、本試験の発酵時間は 1 日間とした。

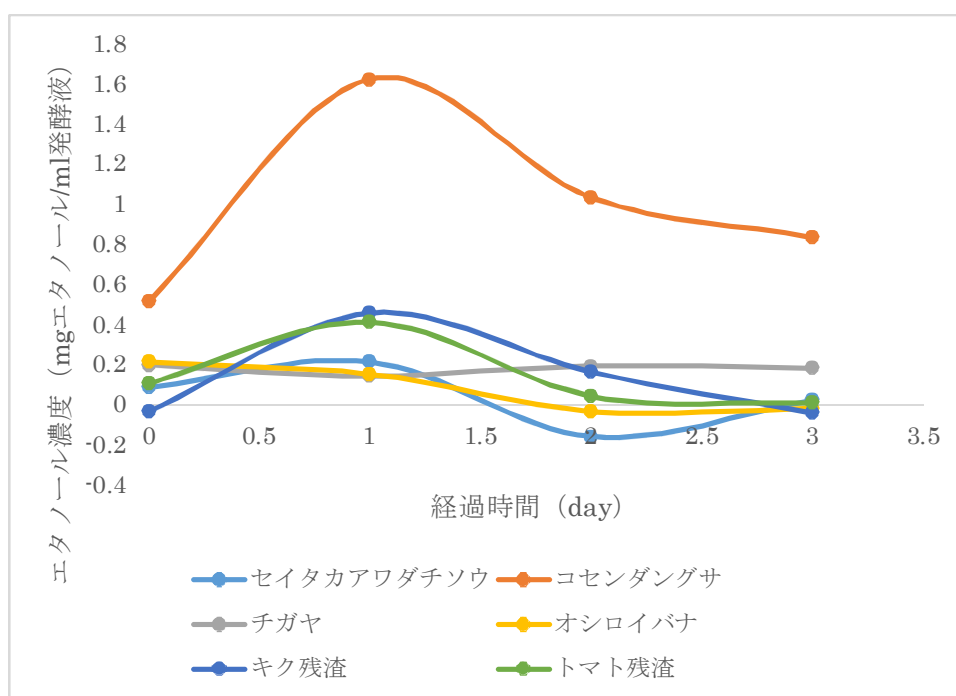


図 50 植物乾燥試料の前段発酵試験

発酵試験結果を表 35 にまとめた。還元糖と同様に試料の乾燥重量 1g 当りに換算したエタノール収率は、セイタカアワダチソウ (1.9%)、コセンダングサ (7.1%)、チガヤ (1.5%)、オシロイバナ (1.4%)、キク残渣 (3.0%)、トマト残渣 (2.0%)となった。平均すると、乾燥原料 1g 当りのエタノール収率は 2.8%となった。

また、各発酵液 50ml 当たりのエタノール濃度を計算すると、重量濃度はセイタカアワダチソウ (0.04w/v%)、コセンダングサ (0.14w/v%)、チガヤ (0.03w/v%)、オシロイバナ (0.03w/v%)、キク残渣 (0.06w/v%)、トマト残渣 (0.04w/v%)となり、体積濃度では、セイタカアワダチソウ (0.05v/v%)、コセンダングサ (0.18v/v%)、チガヤ (0.04v/v%)、オシロイバナ (0.04v/v%)、キク残渣 (0.08v/v%)、トマト残渣 (0.05v/v%)となった。これらを平均すると、発酵液 50ml 当たりのエタノール濃度は重量濃度で 0.06w/v%、体積濃度で 0.07v/v%となった。根拠とした計算式はあとで示す。なお、酵母未添加の条件ではエタノールは検出限界以下であった。

表 35 エタノール発酵の収率 (mg エタノール/ml 発酵液)

経過時間 (day)	0	1
セイタカアワダチソウ	0.090	0.373
コセンダングサ	0.247	1.421
チガヤ	0.114	0.292
オシロイバナ	0.178	0.284
キク残渣	0.071	0.591
トマト残渣	0.138	0.396

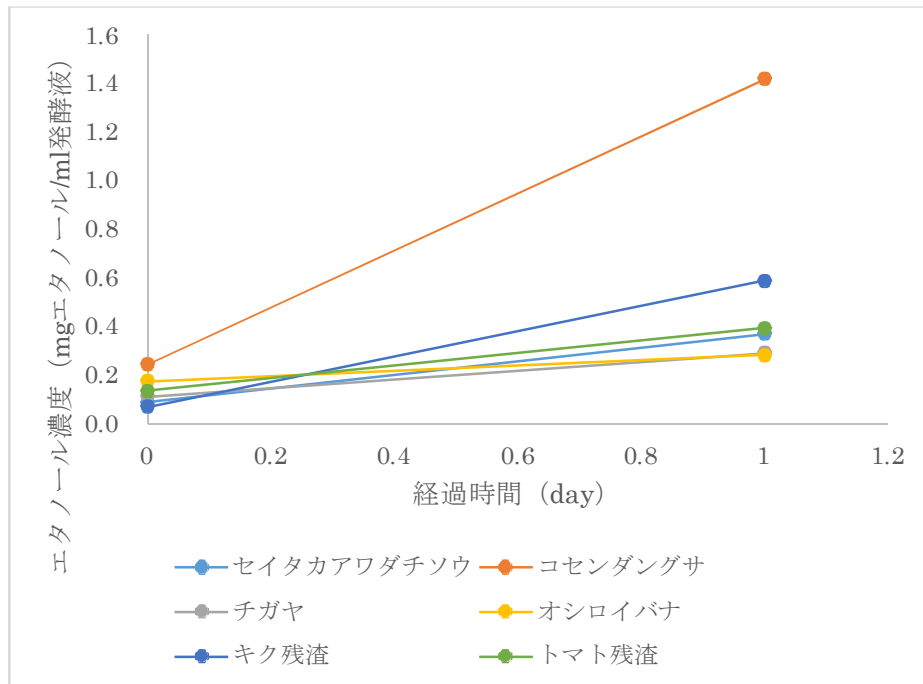


図 51 エタノール発酵の収率

今回のラボ環境での初回試験において、最終的なエタノール生産量としては、全体総計として重量濃度 0.06w/v%、体積濃度 0.07v/v%のエタノールが 300ml、乾燥原料 6g から生産することができた。

使用したエタノールの濃度計算方法を下記に示す。

【各乾燥試料 1g、発酵液 50ml のときのエタノールの重量濃度、体積濃度】

・セイタカアワダチソウ

$$0.373 \text{ mg/ml} \times 50 \text{ ml} = 18.65 \text{ mg}$$

⇒ (乾燥原料 1g から得られたエタノール量)

$$0.373 \text{ mg/ml} \times 100 = 37.3 \text{ mg/ml} = 0.0373 \text{ g/ml} = 0.0373 \text{ w/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの重量濃度)

エタノール比重を 0.789 とすると、

$$0.0373 \text{ w/v\%} \div 0.789 \div 0.789 \div 0.0473 \text{ v/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの体積濃度)

・コセンダングサ

$$1.421 \text{ mg/ml} \times 50 \text{ ml} = 71.05 \text{ mg}$$

⇒ (乾燥原料 1g から得られるエタノール量)

$$1.421 \text{ mg/ml} \times 100 = 142.1 \text{ mg/ml} = 0.1421 \text{ g/ml} = 0.1421 \text{ w/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの重量濃度)

エタノール比重を 0.789 とすると、

$$0.1421 \text{ w/v\%} \div 0.789 \div 0.789 \div 0.1801 \text{ v/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの体積濃度)

・チガヤ

$$0.292 \text{ mg/ml} \times 50 \text{ ml} = 14.6 \text{ mg}$$

⇒ (乾燥原料 1g から得られるエタノール量)

$$0.292 \text{ mg/ml} \times 100 = 29.2 \text{ mg/ml} = 0.0292 \text{ g/ml} = 0.0292 \text{ w/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの重量濃度)

エタノール比重を 0.789 とすると、

$$0.0292 \text{ w/v\%} \div 0.789 \doteq 0.0370 \text{ v/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの体積濃度)

・オシロイバナ

$$0.284 \text{ mg/ml} \times 50 \text{ ml} = 14.2 \text{ mg}$$

⇒ (乾燥原料 1g から得られるエタノール量)

$$0.284 \text{ mg/ml} \times 100 = 28.4 \text{ mg/ml} = 0.0284 \text{ g/ml} = 0.0284 \text{ w/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの重量濃度)

エタノール比重を 0.789 とすると、

$$0.0284 \text{ w/v\%} \div 0.789 \doteq 0.0360 \text{ v/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの体積濃度)

・キク残渣

$$0.591 \text{ mg/ml} \times 50 \text{ ml} = 29.55 \text{ mg}$$

⇒ (乾燥原料 1g から得られるエタノール量)

$$0.591 \text{ mg/ml} \times 100 = 59.1 \text{ mg/ml} = 0.0591 \text{ g/ml} = 0.0591 \text{ w/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの重量濃度)

エタノール比重を 0.789 とすると、

$$0.0591 \text{ w/v\%} \div 0.789 \doteq 0.0749 \text{ v/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの体積濃度)

・トマト残渣

$$0.396 \text{ mg/ml} \times 50 \text{ ml} = 19.8 \text{ mg}$$

⇒ (乾燥原料 1g から得られるエタノール量)

$$0.396 \text{ mg/ml} \times 100 = 39.6 \text{ mg/ml} = 0.0396 \text{ g/ml} = 0.0396 \text{ w/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの重量濃度)

エタノール比重を 0.789 とすると、

$$0.0396 \text{ w/v\%} \div 0.789 \doteq 0.0502 \text{ v/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの体積濃度)

【発酵液 50ml のときのエタノール濃度の平均】

$$0.0373 \text{ w/v\%} + 0.1421 \text{ w/v\%} + 0.0292 \text{ w/v\%} + 0.0284 \text{ w/v\%} + 0.0591 \text{ w/v\%} \\ + 0.0396 \text{ w/v\%} \div 6 = 0.3357 \text{ w/v\%} \div 6 \doteq 0.056 \text{ w/v\%}$$

⇒ (発酵液 50ml のエタノールの重量濃度の平均)

エタノール比重を 0.789 とすると、

$0.056 \text{ v/v}\% \div 0.789 \doteq 0.071 \text{ v/v}\%$
 ⇒ (発酵液 50ml のエタノールの体積濃度の平均)

【発酵液 300ml、乾燥原料 6g から得られるエタノール量およびその濃度】

$18.65 \text{ mg} + 71.05 \text{ mg} + 14.6 \text{ mg} + 14.2 \text{ mg} + 29.55 \text{ mg} + 19.8 \text{ mg} = 167.85 \text{ mg}$
 ⇒ (乾燥原料 6g から得られるエタノール量)

$167.85 \text{ mg} / 300 \text{ ml} \times 100 = 16,785 \text{ mg} / 300 \text{ ml} = 16.785 \text{ g} / 300 \text{ ml} \doteq 0.056 \text{ g/ml}$
 ⇒ (発酵液 300ml のときのエタノールの重量濃度：w/v%)

$0.056 \text{ g/ml} \div 0.789 \doteq 0.071 \text{ ml/ml}$
 ⇒ (発酵液 300ml のときのエタノールの体積濃度：v/v%)

エタノール生産後残渣の重量を測定した結果を表 36 に示す。試験前の乾燥原料 1g に対し、チガヤが 0.88g と最も重量の変化が少なく、トマト残渣が 0.62g と最も重量の変化が大きい結果となった。いずれの原料においても、減量した重量は生産されたエタノール量を大幅に超える値となった。

表 36 エタノール生産後残渣と生産前原料の重量比較 (g)

各乾燥原料 (1g)	発酵後の残渣重量 (g)	減量した重量 (g)
セイタカアワダチソウ	0.80	0.20
コセンダングサ	0.66	0.34
チガヤ	0.88	0.12
オシロイバナ	0.64	0.36
キク残渣	0.78	0.22
トマト残渣	0.62	0.38

(2) 試験結果からの考察

(2)－1 糖化試験 考察

過去の他の植物サンプルでの実例試験結果と比較すると、糖化率はやや低めの傾向がみられる。原因としては、試料の粉碎がやや粗めであったことが考えられる。とくにチガヤが比較的低い糖濃度を示しているのは、試料が柔らかく、今回粉碎に使用したカッターミルではこれ以上細かくできなかったためだと考えられる。もし粉碎がより細かくできれば、糖化量は向上する可能性が十分にある。

(2)－2 エタノール発酵試験 考察

本試験により、コセンダングサが最もエタノールの収率が高いことが明らかとなった。しかしながら、過去の他の植物サンプルでの実例試験結果と比較すると、どの植物乾燥試料においても十分なエタノールを生成できたとは考えられない。今回の初回ラボ試験では、さすがに最適条件に近いものとはならなかった。

具体的には、還元糖量とエタノール量の結果から考察すると、できた還元糖量に比してエタノール生成量が低い。おそらく、糖化試験では還元糖の構成でグルコース以外のキシロースやアラビノースが還元糖として検出されている。これらの単糖は今回使用した酵母ではエタノール発酵されないため、エタノール生成収率が低くなっていると考えられる。そのため、今回の結果から酵母の種類を再検討して最適化していくことにより発酵率をより改善し、試験の繰り返しによって、より最適な条件へ近づけていくことで、最終的に生産されるエタノール濃度をより高めることが可能であると考えられる。

エタノール生産後残渣物の重量は、生産されたエタノール分のほか、エタノール発酵時に発生するガスや、原料中の色素などが溶液中へ溶解出した結果、生産されたエタノール分以上の減量となったことが考えられる。

エタノール収率を向上させるために考えられる改善策は、4-5②調査結果及び示唆に基づく結論にて述べる。

3-3 市内での生産物活用意向等調査

① 実施目的

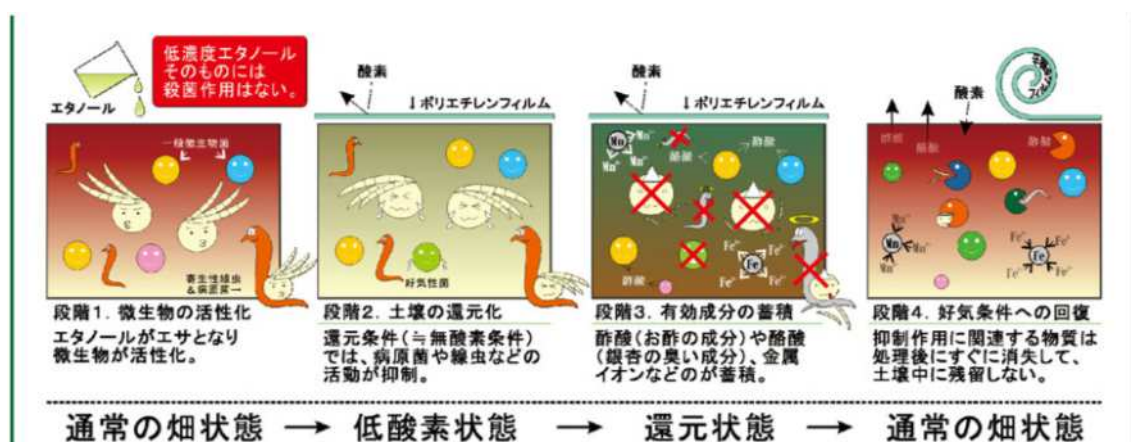
事業規模の検討に資するため、田原市内でのバイオエタノールの市場規模を推計した。また、農業者の使用に関しては、農業業界関係者にヒアリングを行い、市内での活用可能性について整理した。

② 実施内容

田原市内におけるエタノールの活用方法としては、現在、(A)土壌消毒剤、(B)手指消毒剤の二つの方法が案として挙げられる。

(A)土壌消毒剤は、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構(以下、農研機構)が開発した「低濃度エタノールを利用した土壌還元作用による土壌消毒技術」を指す。

土壌消毒とは、センチュウなどの病害虫による連作障害の防止のため、従来は主に土壌くん蒸剤の使用により病害虫の防除を行う作業である。農研機構が開発した技術は、体積濃度 0.5%程度の低濃度のエタノールを散布して農地を被覆することで、土壌を還元状態にし、病害虫を防除する手法であり(図 52)、農薬には該当せず土壌くん蒸剤のように人畜への有害な影響もない。田原市は、キク等年間で2~3作生産を行うため、土壌消毒の実施が必要となる。



出典：農研機構「低濃度エタノールを利用した土壌還元作用による土壌消毒技術 技術資料」

図 52 低濃度エタノールを用いた土壌消毒イメージ図

(B)手指消毒剤は、一般家庭や公共施設等で出入り口やトイレ等に設置された手指消毒用アルコールや、トイレ清掃用アルコールを指す。

上記の方法にてエタノールを販売する場合に、最大でどの程度のエタノール需要量が見込めるかを推計するため、土壌消毒材および手指消毒剤の市内需要規模を推計した。

また、土壌消毒剤への活用については、活用に向けた課題点等を把握するため、JA 愛知みなみおよび農研機構にヒアリングした。

土壌消毒剤への活用に関する調査は、現状の土壌消毒実施状況について JA 愛知みなみへヒアリングを行うことで把握した。ヒアリング票を図 53 および図 54 に示す。

土壌くん蒸剤の JA 愛知みなみからの販売量から、現在の土壌消毒実施面積を推計し、土壌消毒剤としての単位面積あたりエタノール使用量をかけて最大需要量を算出した。

また、JA 愛知みなみおよび農研機構を対象に、「市内農家のエタノール活用の可能性」、「低濃度エタノールを用いた土壌消毒の普及手段」、「本事業に関する懸念事項」等についてヒアリングを行った。

なお、農研機構を対象としたヒアリングでは、前述の項目に合わせて土壌消毒技術の効果や販売時の留意点等も合わせてヒアリングを行った。ヒアリング票を図 55 および図 56 に示す。

手指消毒剤としての活用は、田原市本庁舎での購入実績をまとめた。

JA 愛知みなみ様への質問事項

2017年10月3日

現在、田原市内で発生した道路河川の刈草や、キクやトマトの茎葉残渣を活用して生産した低濃度エタノールの、土壌消毒への活用可能性を検討しています。検討にあたり、市内の土壌消毒実施状況をお教えいただければ幸いです。

お忙しいところ恐れ入りますが、どうぞよろしく願いいたします。

- ① 土壌消毒を実施している作物について
 - 田原市内で土壌消毒が実施されている作物を教えてください。

- ② 土壌消毒方法について
 - 田原市内で行われている土壌消毒方法（土壌くん蒸消毒、太陽熱消毒など）は何かを教えてください。

- ③ 土壌消毒剤について
 - 作物別に、現在市内で使用されている土壌消毒剤を教えてください。
 - 各土壌消毒剤がどの病害虫に効果を発揮するのかを教えてください。
 - 各土壌消毒剤の使用量（夏期・冬期の被覆期間とガス抜き期間、使用量、使用水量など）を教えてください。
 - 各土壌消毒剤が、使用時に人や動物に影響するか（有害であり使用時はマスクの着用が必要、など）を教えてください。

※差し支えなければ、以前いただいた「キクで使用できる薬剤表＜土壌消毒剤＞」を、市内で生産されている作物別にいただければ幸いです。

- ④ 市内の土壌消毒剤の使用量
 - 差し支えなければ、JA 愛知みなみ様が販売している③の土壌消毒剤について、田原市内農家への販売量を土壌消毒剤別に教えてください。（土壌消毒用の低濃度エタノールの市場規模を検討するための質問です。）

- ⑤ 土壌消毒剤の価格
 - JA 様で販売している土壌消毒剤の販売単価を教えてください。（土壌消毒用の低濃度エタノールの販売価格を検討するための質問です。）

- ⑥ 土壌消毒の効果の判断について

図 53 JA 愛知みなみへのヒアリング票（1）

- 土壌消毒が十分にされているか否かについて判断基準等あれば教えてください。
(例えば、センチュウ数はゼロにする必要があるのか、数が一定以下まで減れば十分と考えるのか、など)

⑦ 市内農家の栽培スケジュール

- 市内では、年間に何期栽培しているか作物別に教えてください。
- 植付け、収穫、土壌消毒の時期を教えてください。(一期目は○月植付け・○月収穫・○月土壌消毒、二期目は・・・など)
- 作物別に、収穫から植付けまでの期間を教えてください。(低濃度エタノールによる土壌消毒の所要期間が当てはまる作物が何かを検討するための質問です。)

以上

図 54 JA 愛知みなみへのヒアリング票 (2)

農研機構 農業環境変動研究センター 殿

【低濃度エタノール土壌還元消毒に関する質問事項】

1. 土壌消毒期間を短縮する方法をお伺いしたいのですが、どうすれば土壌消毒期間をより短くできますでしょうか？土壌消毒期間を短くする為に考えられる手法は、マルチングによる土中の温度上昇の他にもございますでしょうか？

2. 低濃度バイオエタノールを土壌消毒剤として生産・販売・使用する際に必要な事をご教示頂けませんでしょうか？エコロジアルの生産・販売をする際に必要になった手続きをご教示頂きたく存じます。

3. マニュアルには、低濃度エタノールが直接病原菌を殺すわけではない為、低濃度エタノールは農薬ではないとありますが、こちらは今回考えている刈草や農業残渣由来のバイオエタノールも同様に農薬に該当しないといえますでしょうか？

4. 低濃度エタノールの原料は、現在、刈草・トマト残渣・菊残渣を考えております。生産されたエタノールを土壌消毒剤として使用するにあたり、エタノール自体の何らかの成分分析は必要と考えられますでしょうか？

5. 低濃度エタノールによる土壌消毒が有効な作物はなにか、最新のリストのようなものを頂くことは可能でしょうか？

6. 低濃度エタノールによる土壌消毒は、どの病原菌・害虫に効くのか、最新のリストのようなものを頂く事は可能でしょうか。

7. 田原市の栽培作物では、エタノール濃度、必要量、消毒期間等はどの程度必要かご教示願います。

・田原市の主な栽培作物（菊、トマト、キャベツ、ブロッコリー、メロン、スイカ、大根、レタス、水稲）

図 55 農研機構へのヒアリング票（1）

8. 土壌消毒完了と判断する際、指標や基準は何になりますでしょうか？実際にエコロジアルを使用して土壌消毒を実施されている方はどのように調べているのかご教示願います。

9. 低濃度エタノールの使用期限の設定はどのように行えばよいでしょうか？エコロジアルの場合はどのように設定されたのでしょうか？

10. 低濃度エタノールによる土壌消毒法の普及状況をご教示願います。

11. 土壌消毒以外の低濃度エタノールの農業への活用方法があればお伺いしたく存じます。

以上、宜しくお願い申し上げます。

図 56 農研機構へのヒアリング票（2）

③ 調査結果

(1) 土壌消毒への活用

(1) ー1 エタノールの最大需要量の推計

低濃度エタノールによる土壌消毒は、消毒に必要な期間が土壌くん蒸消毒と異なる場合があり、農家の栽培スケジュールによっては実施可能な作物が限られる可能性がある。そのため、推計は作物別に行った。

JA 愛知みなみへのヒアリングによると、市内で土壌消毒を行っている作物は主にキク、トマト、メロン、大葉、イチゴであるため、推計はこれらの作物を対象に行った。

需要ポテンシャルの推計は、JA 愛知みなみの土壌くん蒸剤販売実績から、現状の土壌消毒実施面積を算出し、面積あたりのエタノール必要量を掛けることで行った。エタノール需要ポテンシャルの作物別内訳は、どの作物も同程度に土壌消毒を実施していると仮定し、推定土壌消毒実施面積を、作物別の延べ作付面積で按分し単位面積あたりエタノール使用量を掛けて算出した。

推計結果を表 37 に示す。現在の土壌くん蒸剤販売実績から推計される土壌消毒実施面積は、計 1,113ha である。この面積全てにエタノールによる土壌消毒を実施した場合、エタノール需用量は、土壌消毒実施時の体積濃度である 0.5% エタノールで 556,492kL/年となった。

エタノールは、体積濃度 65%以上（重量濃度 60%以上）では消防法上の危険物に該当するため、農家の利便性を考慮すると体積濃度 65%以下で販売することが望ましい。0.5%エタノールの最大需要量を体積濃度 65%に換算すると、需要量 4,301kL/年と推計された。

表 37 エタノール最大需要量の推計結果

作物	推計土壌消毒 実施面積 (ha)	0.5%エタノール 最大需要量(kL/年)	65%エタノール 最大需要量(kL/年)
キク	942	471,125	3,641
トマト	84	42,071	325
メロン	71	35,414	274
大葉	14	6,935	54
イチゴ	2	946	7
計	1,113	556,492	4,301

※推計対象作物は、JA 愛知みなみへ「市内で土壌消毒を実施している主な作物」をヒアリングし決定した。

表 37 の推計は、次の手順で実施した。

- a) 各作物の作付面積（統計値）に作付け回数（JA ヒアリング値）をかけ、延べ作付面積を算出【表 38】

表 38 作物別の延べ作付面積

	作付面積 (ha)【A】	年間作付け回数 (回/年)【B】	延べ作付け面積 (ha/年)【C=A×B】
キク	829	2	1,657
トマト	148	1	148
メロン	144	1	144
大葉	9	3	28
イチゴ	39	1	39
計	1,169	-	2,017

【A】出典：(キク) 農林水産省「平成 18 年度花き出荷統計」の輪ぎくおよびスプレーぎくの作付面積合計値に、同統計の花き類総作付面積と農林業センサス「2015 年農林業センサス」の花き類総作付面積の比率を掛けて算出

(トマト) 農林水産省「2015 年農林業センサス」

(メロン) 農林水産省「2015 年農林業センサス」

(大葉) 愛知県 HP「愛知の大葉」(<http://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/239894.pdf>)より、県全体の作付面積 122ha に田原市出荷割合 7.7%を掛けて算出

(イチゴ) 農林水産省「2015 年農林業センサス」

【B】出典：JA 愛知みなみへのヒアリング結果

- b) 各土壌くん蒸剤の販売量（JA ヒアリング値）から、土壌くん蒸剤使用面積を推計【表 39】

表 39 土壌くん蒸剤使用面積推計

	内容量【D】		販売量【E】		10a あたり使用量【F】		推計土壌消毒 実施面積 【G=D×E÷ F/100】	
	数値	単位	数値	単位	数値	単位	数値	単位
D-D	20	L/缶	9,727	缶/年	20	L	973	ha
クロルピクリン	20	L/缶	895	缶/年	20	L	90	ha
ソイリーン	15	L/缶	261	缶/年	30	L	13	ha
ディ・トラペックス油剤	20	L/缶	356	缶/年	30	L	24	ha
ガスタード微粒剤	10	kg/袋	420	袋/年	30	kg	14	ha

【D、E、F】出典：JA 愛知みなみへのヒアリング結果

- c) 延べ作付面積の割合で作物別に土壤くん蒸剤使用面積を按分し、作物別の土壤消毒面積を推計【表 40】

表 40 作物別の推計土壤消毒面積

作物	D-D		クロルピクリン		ソイリール		ディ・トラペックス油剤		ガスタード微粒剤		土壤消毒面積計 (ha) 【J】
	延べ作付面積割合 【H】	土壤消毒面積 (ha) 【I】	延べ作付面積割合 【H】	土壤消毒面積 (ha) 【I】	延べ作付面積割合 【H】	土壤消毒面積 (ha) 【I】	延べ作付面積割合 【H】	土壤消毒面積 (ha) 【I】	延べ作付面積割合 【H】	土壤消毒面積 (ha) 【I】	
キク	84%	815	90%	80	92%	12	92%	22	92%	13	942
トマト	7%	73	8%	7	8%	1	8%	2	8%	1	84
メロン	7%	71	-	-	-	-	-	-	-	-	71
大葉	1%	14	-	-	-	-	-	-	-	-	14
イチゴ	-	-	2%	189%	-	-	-	-	-	-	2
計	100%	973	100%	90	100%	13	100%	24	100%	14	1,113

【H】=各剤における使用対象作物の延べ作付面積【C（表 38）】の割合 ※使用対象作物は表 41 参照

【I】=【H】×【G（表 39）】

【J】=【I】の合計

表 41 作物別の使用土壤くん蒸剤

	D-D	クロルピクリン	ソイリール	ディ・トラペックス油剤	ガスタード微粒剤
キク	○	○	○	○	○
トマト	○	○	○	○	○
メロン	○				
大葉	○				
イチゴ		○			

出典：JA 愛知みなみへのヒアリング結果

d) 推計土壤消毒面積に単位面積あたりエタノール使用量（農研機構ヒアリング値）をかけ、エタノール需要ポテンシャルを推計【表 42】

表 42 エタノール最大需要量の推計結果（表 37 の再掲）

作物	土壤消毒対象面積 (ha) 【J】	0.5%エタノール 最大需要量(kL/年) 【K=J×M】	65%エタノール 最大需要量(kL/年) 【L=J×N】
キク	942	471,125	3,641
トマト	84	42,071	325
メロン	71	35,414	274
大葉	14	6,935	54
イチゴ	2	946	7
計	1,113	556,492	4,301

【M】：単位面積あたりの体積濃度 0.5%エタノール濃度使用量 50L/m²（農研機構へのヒアリング結果）

【N】：単位面積あたりの体積濃度 65%エタノール濃度使用量 0.39L/m²（エタノール比重 0.789g/cm³として 0.5%時の使用量から換算）

以上は、市内農家が現状と同様の頻度の土壤消毒を実施し、かつ全農家が土壤消毒用の資材をバイオエタノールに切替えた場合の「最大の市場規模」である。

一方、農研機構の経験では、エタノールによる土壤消毒は、土壤くん蒸と比較して効果が持続するため、土壤消毒頻度が 3 年に 1 度に減る場合がある。また、市内のどの程度の農家がエタノールによる土壤消毒を採用する意向があるかは、普及活動と同時に調査が必要である。

そのため、ここでは参考として、バイオエタノールの需要量の仮の想定を行った。仮設定は、「普及率が土壤消毒面積の 20%であった場合」、「全農家に普及したが、土壤消毒効果が 3 年間持続し需要が発生する頻度が少ない場合」、「普及率 20%かつ土壤消毒頻度が 3 年に 1 度となった場合」、「普及率 10%かつ土壤消毒頻度が 3 年に 1 度となった場合」の 4 パターンとした。

試算結果を、表 43 に示す。

表 43 エタノール最大需要量と需要量の下振れ例

	土壤消毒面積 計 (ha)	0.5%エタノール使用量 (kL/年)	65%エタノール使用量 (kL/年)
計(最大)	1,113	556,492	4,301
例) 低濃度エタノール土壤還元消毒の実施が、上記面積の 20%に留まる場合			
計	223	111,298	860
例) 土壤消毒効果が 3 年間維持できる場合			
計	371	185,497	1,434
例) 土壤還元消毒の実施面積が上記の 20%に留まり、効果が 3 年間維持できる場合			
計	74	37,099	287
例) 土壤還元消毒の実施面積が上記の 10%に留まり、効果が 3 年間維持できる場合			
計	37	18,550	143

(1)－2 活用意向および普及に関するヒアリング

市内農家のエタノール活用意向や普及可能性について、JA 愛知みなみおよび農研機構へヒアリングを行った。その結果を表 44 に示す。

表 44 JA 愛知みなみおよび農研機構へのヒアリング結果

ヒアリング内容	JA 愛知みなみ見解(2017年9月8日ヒアリング実施)	農研機構見解(2017年10月18日ヒアリング実施)
市内農家のエタノール活用の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 金額よりも、効果や手間・所要期間を重視して資材が選択される傾向にある。 ・ 低濃度エタノールは所要期間が長いと聞いており、作物によっては栽培スケジュールに合わない可能性がある。 <p style="margin-left: 20px;">＜参考＞現在の収穫から植付けまでの期間</p> <p style="margin-left: 40px;">キク:2週間 トマト:1ヶ月 メロン:2週間</p> <p style="margin-left: 40px;">大葉:2週間 イチゴ:1ヶ月</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低濃度エタノールの土壌消毒は、最短で2週間、地温等の条件によってそれ以上の期間を要する。ただし、効果が継続するため毎作の実施が不要になる可能性もあり、一度の消毒実施にかかる所要期間だけではなく、長いスパンでみた効果や所要期間を考慮し評価する必要がある。
低濃度エタノールを用いた土壌消毒の普及手段	<ul style="list-style-type: none"> ・ JA 愛知みなみでは、年2回の頻度で栽培講習会を開催している。植付けから収穫までの温度管理等の講習が行われており、会員はより多く参加するよう指導されている。低濃度エタノールを用いた土壌消毒の普及の場として適していると思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他地域で低濃度エタノールの土壌消毒を採用している農家は、以下の点を採用理由としており、普及のためのアピールに有効である。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 人獣に無害であり、防護具が不要 ▶ 初期費用が安い(土壌くん蒸はくん蒸機が高額) ▶ エタノールのみで、複数の土壌くん蒸剤に対応する効果がある ▶ 雑草の発生を抑制する効果がある
本事業に関する懸念事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 農業残渣を活用してバイオエタノールを製造する場合、農薬がバイオエタノールに残留しないかが懸念される。キクの農薬は食用に使用できないものもあるため、残留した場合はキク以外の作物の土壌消毒には使用できない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造したバイオエタノールに固形物が混じる場合、散布方法が問題となる。通常、低濃度エタノールを用いた土壌消毒では灌水チューブを使用するが、固形物がある場合はチューブの孔を通らないため別の手法を用いる必要がある。 ・ 消毒の実施方法(濃度、期間等)は、地域や作物に応じて変える必要があり、田原市に適した方法を検討する必要がある。

また、低濃度エタノールを用いた土壌消毒法の普及活動の一環として、2017年8月に農研機構によって田原市内の農家で土壌消毒の試験が行われた。試験地となった農家の見解は以下の通りである。

【農家 A】 アジサイ、ホオズキ等の鉢植え栽培農家

- ・ 試験後の土壌は、触った感触では問題は見られず、現在のところ試験を実施していない土壌と比較して、生育状況に差は見られない。
- ・ 効果があれば、使用してみたい。

【農家 B】 キク、西洋花栽培農家

- ・ 土壌消毒の所要期間が7～10日間程度であれば、使用を検討したい。
- ・ 低濃度エタノールの効果が持続し、土壌消毒作業が2年に1回の頻度となるのであれば、大きなメリットを感じる。
- ・ 頭上灌水式のハウスで実施したところ、土壌くん蒸以上の労力を要した。

低濃度エタノールは、土壌消毒の所要期間が長いことが懸念される見解もあったが、効果の持続性等の面は田原市内の農家にとってもメリットであり、低濃度エタノールを用いた土壌消毒に合わせて栽培スケジュールを検討するなどの取り組みによって活用可能性はあると考えられる。

一方、農研機構の見解にあるように、製造したバイオエタノールに固形物がある場合は灌水チューブによる散布は難しいため、濾過などの工程で固形物を取り除くか、灌水チューブ以外の散布方法を検討する必要がある。加えて、既存の土壌消毒剤と比べて消毒作業に不慣れな部分があり、手間がいつも以上にかかるといった意見も聞かれた。当手法の導入時には散布方法の指導実施も必要と思われる。

また、農家は新しい手法を導入することに保守的な傾向があるが、現在土壌消毒用の低濃度エタノールが最も売れている九州では、低濃度エタノール土壌還元消毒を推奨する強力なリーダーがおり、他の農家の導入につながっている。そのため、地域内のリーダーに対して低濃度エタノール土壌還元消毒の良さをアピールすることが農家への普及につながると考えられる。

加えて、普及活動の際、既存の土壌消毒用エタノールや土壌くん蒸剤と比較したコストや土壌消毒効果だけではなく、農作物が無農薬栽培として販売できる点や、土壌消毒作業への健康面での安全性・衛生の面、雑草の抑制などの付加価値となるメリットをしっかりとアピールしていくことが重要である。

<参考>

農研機構からのヒアリング回答票を図 57～図 59 に示す。

農研機構 農業環境変動研究センター 殿

【低濃度エタノール土壌還元消毒に関する質問事項】

1. 土壌消毒期間を短縮する方法をお伺いしたいのですが、どうすれば土壌消毒期間をより短くできますでしょうか？土壌消毒期間を短くする為に考えられる手法は、マルチングによる土中の温度上昇の他にもございますでしょうか？

(回答) 温度が還元化状態への移行の大きな要因です。マルチに用いるフィルムの素材、色等も大きな影響があります。

熱水土壌消毒機の水にエタノールを混合し初期温度を上昇させ、加温したエタノール希釈液を処理する場合があります。この場合には、熱水処理温度を下げる事ができる利点も有ります。また、施設栽培では、土壌中ヒーターがある場合には、加温する場合があります。

温度が低い場合には、エタノール濃度を少し高めにする事で、効果を安定させることができます。

2. 低濃度バイオエタノールを土壌消毒剤として生産・販売・使用する際に必要な事をご教示頂けませんでしょうか？エコロジアルの生産・販売をする際に必要になった手続きをご教示頂きたく存じます。

(回答) 農林水産省の担当部局、FAMIC 農業検査部と協議を重ねて、農業取締法の防除資材「農業、特定農業」として、または、「土壌改良資材」として、法律による位置付けを検討した。協議をするなかで、前記の何れの資材にも該当しないので、「土壌還元消毒資材」として定義した。「疑義資材」として疑われない措置をとった。
実施マニュアル、パンフレット、パッケージなどは、担当部局のチェックを受けた。

3. マニュアルには、低濃度エタノールが直接病原菌を殺すわけではない為、低濃度エタノールは農業ではないとありますが、こちらは今回考えている刈草や農業残渣由来のバイオエタノールも同様に農業に該当しないといえますでしょうか？

(回答) 室内実験により、代表的な土壌病害虫の「フザリウム (センチュウ)」を用いて想定しうる最大曝露濃度でも死滅しないことを実証し、協議を行いました。

4. 低濃度エタノールの原料は、現在、刈草・トマト残渣・菊残渣を考えております。生産されたエタノールを土壌消毒剤として使用するにあたり、エタノール自体の何らかの成分分析は必要と考えられますでしょうか？

(回答) エタノール濃度に加えて水溶性有機物含量 (BOD、有機酸濃度) などの情報があると、処理に関しての目安に有効です。

図 57 農研機構のヒアリング回答票 (1)

5. 低濃度エタノールによる土壌（還元）消毒が有効な作物はなにか、最新のリストのようなものを頂くことは可能でしょうか？

（回答）可能です。

6. 低濃度エタノールによる土壌（還元）消毒は、どの病原菌・害虫に効くのか、最新のリストのようなものを頂く事は可能でしょうか。

（回答）可能です。

7. 田原市の栽培作物では、エタノール濃度、必要量、消毒期間等はどの程度必要かご教示願います。

・田原市の主な栽培作物（菊、トマト、キャベツ、ブロッコリー、メロン、スイカ、大根、レタス、水稲）

（回答）処理濃度：0.5%、必要量：土壌の条件により加減が必要。本年行った試験では、50L/m²、処理期間：2週間以上（作物、栽培体系により消毒の時期により考慮する必要あり）

8. 土壌消毒完了と判断する際、指標や基準は何になりますでしょうか？実際にエコロジアルを使用して土壌消毒を実施されている方はどのように調べているのかご教示願います。

（回答）試験的に実施する場合には、酸化還元電位の推移を測定して判断している。また、これまでの経験から消毒時期により必要な期間を提案し、栽培体系の中で可能な期間を相談している。

9. 低濃度エタノールの使用期限の設定はどのように行えばよいでしょうか？エコロジアルの場合はどのように設定されたのでしょうか？

（回答）販売している土壌還元消毒用エタノールは濃度を体積濃度 65%、重量濃度 60% に設定していますので、特に使用期限は設定していません。購入して直ぐに使い切る場合が殆どです。

10. 低濃度エタノールによる土壌消毒法の普及状況をご教示願います。

（回答）年々増加していることは間違いありません。

11. 土壌消毒以外の低濃度エタノールの農業への活用方法があればお伺いしたく存じます。

図 58 農研機構のヒアリング回答票（2）

(回答) 施設内などの雑草の抑制にも応用可能です。還元状態を利用した、重金属の動態制御にも利用できるかも知れません。

以上、宜しくお願い申し上げます。

図 59 農研機構のヒアリング回答票(3)

(2) 公共施設における消毒用アルコールへの活用

田原市では、一部の公共施設においてトイレ清掃用および手指用の消毒にエタノールを利用している。

平成 28 年度の利用量実績は、公共施設の中でも施設利用人数が比較的多い田原市役所本庁舎で年間約 4 リットルであった。そのため、公共施設全体でも年間数十リットル程度の需要量であると予想され、本事業における収入等への影響は小さいと考えられる。

3-4 バイオエタノール生産残渣物の活用方法の検討

① 実施目的

バイオエタノール生産後には、エタノールの他に原料の残渣が発生する。資源の循環利用を目的とし、残渣の活用方法を調査した。

今回の調査では、肥料用途、燃料用途、メタンガス発酵原料の用途を検討した。

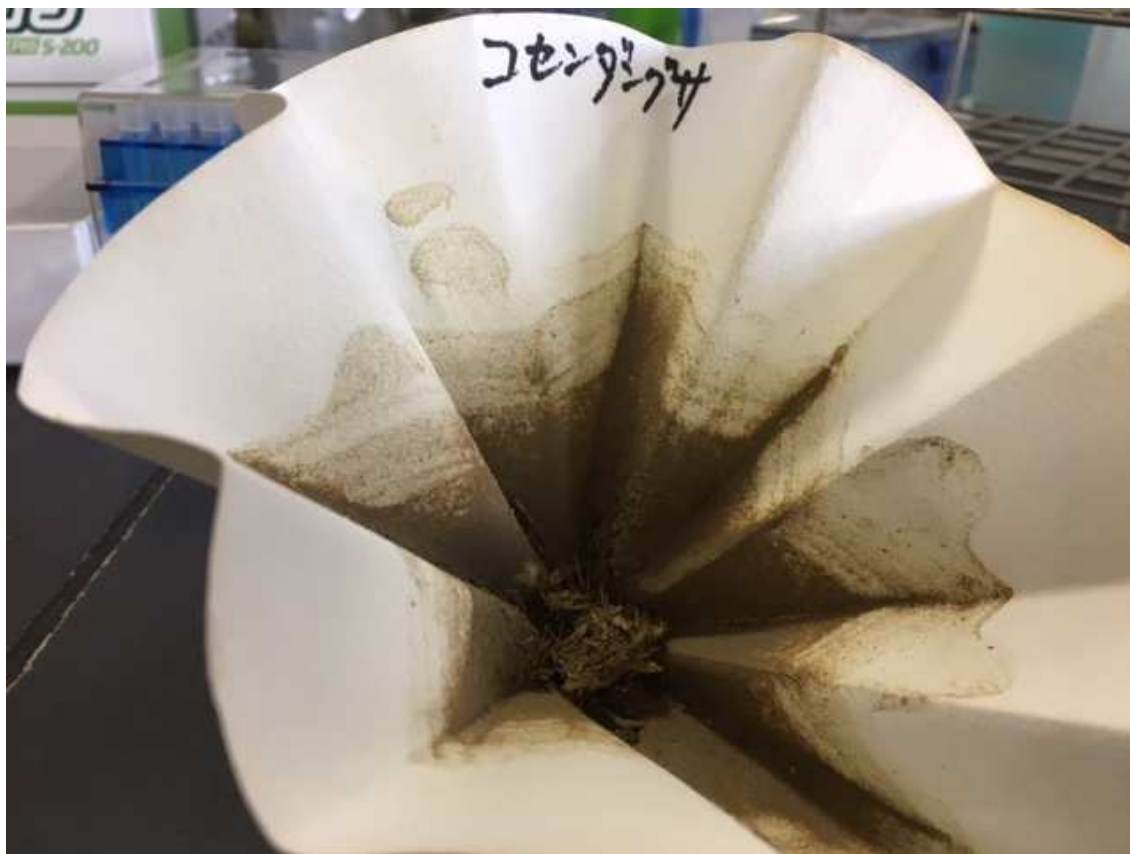


図 60 バイオエタノール試験後の残渣（コセンダングサ）

② 実施内容

(1) 肥料用途

今回は肥料分析に必要となる残渣量を確保することができなかつたため、バイオエタノール化前の原料の肥料分析結果と、バイオエタノール生産試験後のエタノール量の測定結果をもとに、概算値を想定した。

(2) 燃料用途

肥料分析同様に、残渣量に限りがあるため、少量で足りるボンブカロリメーターにて発熱量を測定し、その熱量を他の燃料と比較した。

(3) メタン発酵原料用途

現在のところ小規模で分析する手法がないため、バイオエタノール生産後の状態の想定値を文献値と比較した。

③ 調査結果

(1) 肥料用途

エタノール生産試験結果でエタノール濃度が非常に低濃度であることにより、試験前の各肥料成分はほとんど変化がみられないことが想定される。表 45 にバイオエタノール生産試験前の肥料分析結果を示す。

表 45 バイオエタノール生産試験前の肥料分析結果

検査項目	刈草 (4種混合) (%)	キク残渣 (%)	トマト残渣 (%)
水分	77.2	82.0	91.8
窒素 (T-N)	0.45	0.49	0.20
リン酸 (P ₂ O ₅)	0.17	0.19	0.08
加里 (K ₂ O)	0.65	0.69	0.37
有機炭素	10.0	7.7	2.6
炭素率 (C/N比)	22.2	15.7	13.2

上記結果より、各試料すべて窒素、リン酸、加里などの肥料成分がそれぞれ 0.2~0.45%、0.08~0.19%、0.37~0.69%と全体的に低く、堆肥であれば利用できる可能性が高いといえる。刈草については 22.2%と C/N 比が高く、窒素量が少ない。キク残渣、トマト残渣についてはそれぞれ 15.7%、13.2%と C/N 比が低めで、窒素量が多い。キク残渣・トマト残渣を堆肥として使用する際は、窒素過多にならぬよう、多量使用を避ける必要がある。また、バイオエタノール生産後の残渣を堆肥として使用する際は、水分を 55~60%に調整する必要がある。

同様の用途として、残渣物を炭化し土壌改良材として販売ができる可能性もある。もし炭化をするのであれば別途、残渣物に応じた炭化設備を設ける必要がある。ちなみに、田原市には市内で発生する一般可燃ごみ、一般可燃性粗大ごみの大型炭化処理施設、田原リサイクルセンター（通称：炭生館）がある。この炭生館に施設の利用可否についてヒアリングを実施した結果、炭生館では「炭化の前にピット内にて処理物を全て混合する工程があるため、バイオエタノール生産後の残渣のみを他のごみと分けて炭化することは不可能である」と回答を得ている。



施設名称	田原リサイクルセンター 炭生館
事業会社	グリーンサイトジャパン株式会社
所在地	愛知県田原市緑が浜二号二番地91
敷地面積	約11,400m ²
処理方式	流動床式炭化炉方式
処理能力	60 t /日 (30 t /24時間×2系)
炭化物利用方法	電気炉製鋼用 コークス代替品 電気炉製鋼用 保温材代替品
処理対象ごみ	可燃ごみ、可燃性粗大ごみ

出典：炭生館 施設概要 (<http://www.gsj-tanseikan.co.jp/introduction/business/outline/index.html>)

図 61 炭生館 施設概要

(2) 燃料用途

バイオエタノール生産後残渣の発熱量は、刈草 4 種の混合が 4,470kcal/kg、キク残渣 3,220kcal/kg、トマト残渣 3,560kcal/kg (いずれも高位発熱量※3) となり、平均値では 3,750kcal となった。木質ペレットに近い発熱量があり、燃料として利用できる可能性がある。他の燃料との発熱量との比較を表 46 に示す。

表 46 他燃料との発熱量の比較

燃料	低位発熱量 (kcal/kg)	高位発熱量 (kcal/kg)
BE 生産後残渣 (含水率 66%※1)	3,335※2	3,750※3
木質ペレット (含水率 10%※4)	3,705	4,063
A 重油※4	10,205	10,803

※1 BE 生産後残渣の含水率は、刈草 4 種、キク残渣、トマト残渣の各原料をエタノール発酵液からろ紙へ取り出し、ある程度水分を切った状態の平均値

※2 BE 生産後残渣の低位発熱量は、残渣に含まれる水分を蒸発させる熱量を試算し、高位発熱量から差し引いた見かけの低位発熱量

※3 BE 生産後残渣の高位発熱量はポンプカロリメーターによる各原料乾燥後発熱量の平均値

※4 木質ペレットと A 重油の発熱量の参考元：一般財団法人日本木質ペレット協会 web サイトより (<https://w-pellet.org/pellet-2/1-6/>)

バイオエタノール生産後の残渣を実際に燃料として利用するためには、エタノール液と残渣を分離後、水分を含む残渣を脱水あるいは乾燥し、必要に応じて扱いやすい形状へ加工する手間が発生することが想定される。

バイオマスボイラ・焼却炉メーカーへヒアリングしたところ、残渣物をエネルギーを取り出すための燃料として使用する場合、低位発熱量が 3,000kcal/kg 以上あり、なおかつ含水率 30~40%に調整する必要がある。バイオエタノール生産後残渣は低位発熱量の点ではクリアしているが、含水率が高いために、利用前の乾燥が必要になることが想定される。

残渣物からエネルギーを取り出さずに焼却処理をする場合は、他の燃焼物と一緒に燃やす助燃材として利用する方法も考えられる。

例えば、フィルタープレス式脱水機では、脱水後の含水率を70～80%台まで落とすことが可能で、脱水された後の残渣物は板状に成型されて扱いやすくなる特長がある。脱水機から排出された状態でも燃焼するにはまだ含水率が高いため、他の比較的含水率の低い物と一緒に燃やすことで、脱水後残渣物の含水率低下を図る。ある程度含水率が下がれば、あとは残渣自体の持つ発熱量によって自燃するといった処理方法も考えられる。そのほか、バイオマスボイラ・焼却炉メーカーによっては、炉の材質や構造を検討するために、事前の被焼却物の成分分析も必要となる。

残渣物の燃料利用を検討する際は、残渣を利用可能な状態へ加工するコストや処分費用と、燃料として利用する際に得られるメリットを比較する必要がある。

(3) メタン発酵原料用途

バイオエタノール生産後残渣は他のメタン発酵の原料よりもメタン発生率が低く、メタンガス発酵の原料としては不向きと考えられる。

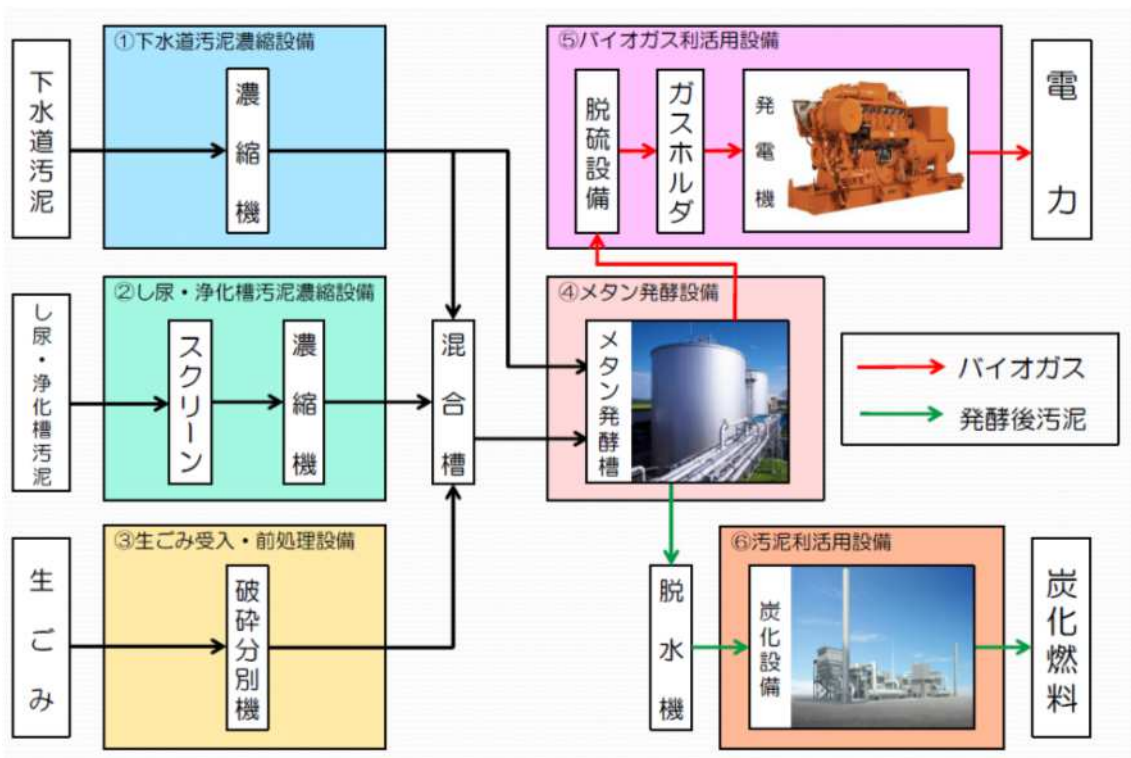
バイオエタノール化対象物のセルロースとヘミセルロースの約50%がエタノールになったと仮定し、メタン発酵に必要な窒素も補給されているとも仮定すれば、メタン発生率はおよそ0.1 Nm³/KgVSと考えられる。表47は、各メタンガス発生原料のメタン発生量になる。

表 47 各メタンガス発生原料のメタン発生量

メタン発生原料	メタン発生率 (Nm ³ /kgVS)
生ごみ	0.35～0.45
牛糞	0.21
豚糞	0.27
下水汚泥	0.25

参考出典：菊池慎太郎、浦野直人、海藤晃宏、藤井克彦、高見澤一裕『微生物工学』, 2004年, p. 85

また、最寄りの大規模メタン発酵施設である豊橋市の「豊橋市バイオマス資源利活用施設設備」の担当へ、当該残渣の活用可能性についてヒアリングを実施した。その結果、「同施設での受け入れは一般廃棄物であり、かつ、受け入れ範囲は豊橋市内に限定し、市外からの受け入れは行っていない」と回答を得ている。



出典：豊橋市上下水道局「豊橋市バイオマス資源利活用施設整備・運営事業」

図 62 豊橋市のメタン発酵施設 処理フロー

4. 事業化検討

4-1 事業化に向けた手法等の検討

① 事業手法・スキームの整理（事業化に向けた組織体制の整理）

(1) 事業手法の整理

想定される事業手法として、従来方式（公設公営）、DBO方式（公設民営）、PFI方式（BTO方式、BOT方式、BOO方式）が挙げられる。

各方式は、建設時点、運営時点といった各段階での施設所有権と業務主体が異なり、それぞれメリット・デメリットがある。事業の特徴を考慮して事業手法や事業スキームを検討し、それを踏まえて組織体制を構築する必要がある。

表 48 に、各手法と資金調達者、段階別施設所有権者、段階別事業実施主体について整理する。

表 48 事業手法の一覧

	資金調達	施設の所有			事業実施主体			
		建設時	運営時	事業終了時	建設時	運営時	事業終了時	
従来方式	行政	行政	行政	行政	行政	行政	行政	
DBO方式	行政	民間	行政	行政	民間	民間	行政	
PFI方式	BTO方式	民間	民間	行政	行政	民間	民間	行政
	BOT方式	民間	民間	民間	行政	民間	民間	行政
	BOO方式	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間

(ア)従来方式（公設公営）

従来方式は、施設の計画、資金調達、建設、運営までを行政が主体で行う事業方式である。

運営は行政が行い、維持管理については、行政の直営もしくは民間へ単年度契約で委託する。そのため、年度ごとの事業費の平準化が図りにくく、長期的な施設運営を考慮した効率的な運営・維持管理が行いにくい傾向にある。

(イ)DBO方式（公設民営）

DBO方式は、行政が資金調達を行い、施設の設計・建設、運営等を民間事業者に包括的に委託する方式である。

運営時点の施設所有権が行政にあるため、PFI方式と比較して民間事業者のノウハウ活用の余地は減るが、資金調達リスクを回避できる方式である。

(ウ)PFI方式

PFI方式は、民間の資金、経営能力及び技術的能力（ノウハウ）を活用して公共施設等の設計・建設、維持管理及び運営等を行うことで効率的かつ効果的な公共サービスの提供を図る手法であり、主に図 63 に示す事業方式（施設の所有権の違いに基づく方式）と事業類型（事業費の回収方法の違いに基づく類型）との組合せで整理されることが多い。

各方式には、それぞれメリット・デメリットがあり、事業の特徴を考慮して事業手法や事業スキームといった組織体制を構築する必要がある。

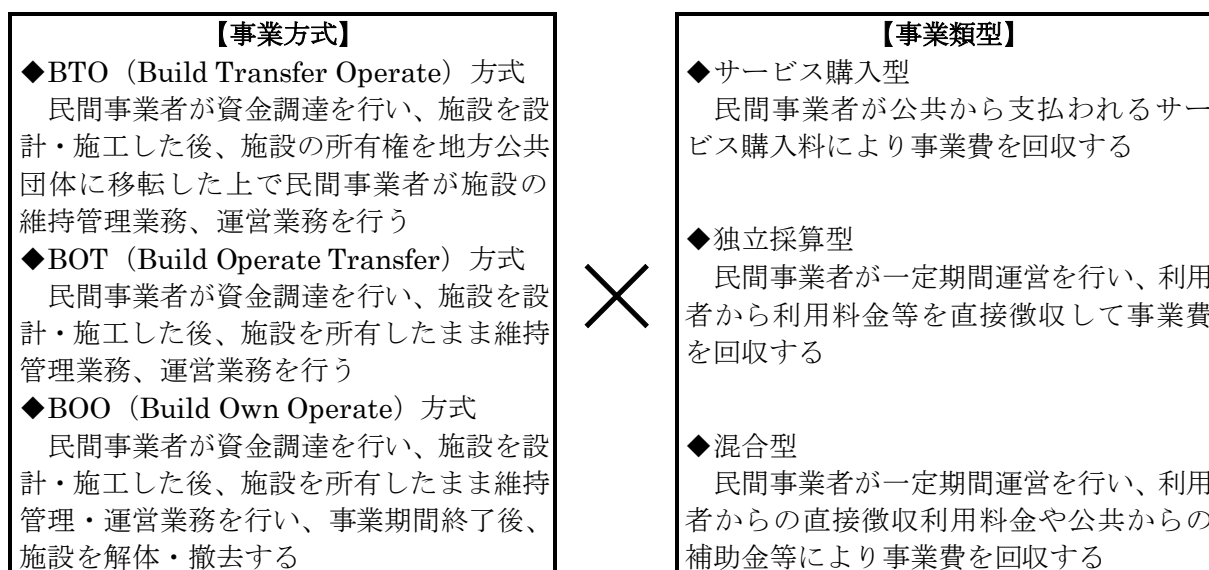


図 63 代表的な事業方式及び事業類型

●事業類型

PFI 事業の事業類型は、事業費回収方法によって、サービス購入型、独立採算型、混合型の3種類に分類される。

<サービス購入型>

サービス購入型は、民間事業者が公共施設を整備・運営し、公共が事業者に対して公共サービス料金を支払うことによって、民間事業者が整備費用を回収するものである。

事業収益が見込めないか、もしくは事業収益が小さい事業を行う場合、例えば、学校関係、庁舎、公営住宅、美術館等で行われる。

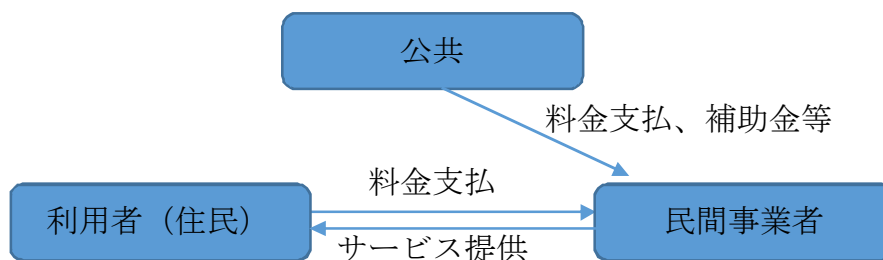


図 64 サービス購入型イメージ図

<独立採算型>

独立採算型は、民間事業者が公共施設を整備・運営し、施設利用者（住民）から直接徴収する料金収入によって、施設の整備費用を回収するものである。なお、公共は事業許可権を与えるのみであり、建設・運営のリスクは民間が負

担する。

この類型は、事業収益で総事業費を十分に賄える場合、例えば、有料駐車場、コンテナターミナル等で行われる。

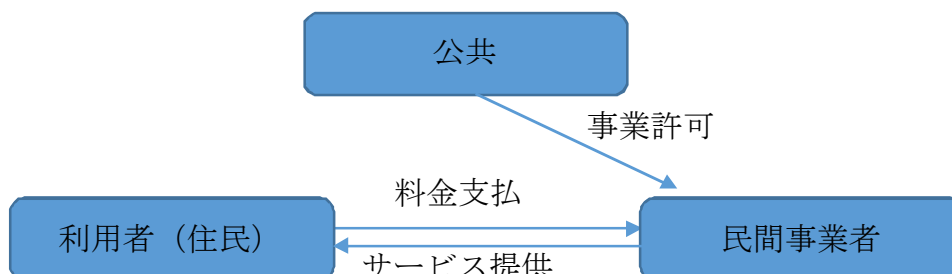


図 65 独立採算型イメージ図

<混合型>

混合型は、施設利用者（住民）から徴収する料金収入および補助金等の公的支援により、民間事業者が整備費用を回収するものである。

この類型は、政策的に利用者が支払う料金を低く設定する必要がある場合などに採用され、例えば、宿泊施設、温泉施設、余剰熱施設などがある。

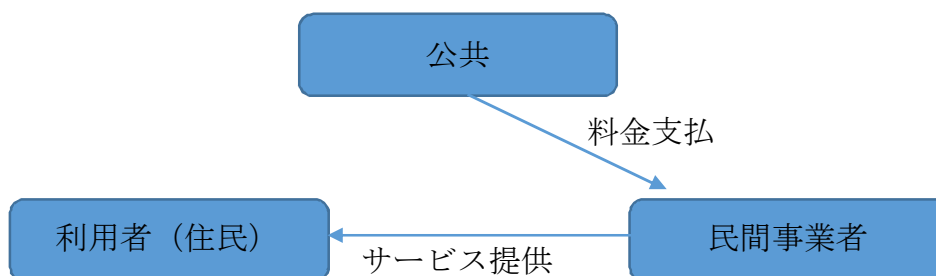


図 66 混合型イメージ図

●事業方式

事業方式は、施設の所有形態によって分類したものであり、主なものとしてBOT方式、BTO方式、BOO方式がある。

どの方式でも、資金調達および設計建設期間は民間事業者の所有となるが、公共へ所有権を移行するタイミングが異なる。

<BTO方式 (Build Operate Transfer) >

BTO方式は、民間事業者が自ら調達した資金で施設を建設 (Build) し、その後、施設の所有権を公共に移管 (Transfer) した上で、民間事業者が施設を管理・運営 (Operate) する方式である。

施設の所有権を移管する時点で建設費が支払われることが多く、PFI事業者にとっては、事業当初の大きな負担が軽減されるなどのメリットがある。

< BOT 方式 (Build Transfer Operate) >

BOT 方式は、民間事業者が自ら調達した資金で施設を建設 (Build) 並びに所有し、事業期間にわたりその施設を管理・運営 (Operate) する。そして、事業期間終了時に無償もしくは有償で公共に所有権を移管 (Transfer) する。

施設の所有権が民間事業者にあるため、柔軟な施設管理が可能になるなどのメリットがある。また、BTO 方式とくらべて長期にわたり民間事業者が施設を所有するため、民間事業者は効果的・効率的に施設の維持管理を行う上でのインセンティブが働きやすい傾向にある。

< BOO 式 (Build Own Operate) >

BOO 方式は、民間事業者が自らの調達した資金で施設を建設 (Build) し、そのまま所有 (Own) した上で、施設を管理・運営 (Operate) する方式であり、BOT 方式と異なる点は、事業期間終了後は民間事業者が施設をそのまま所有し、単独で事業を継続するか、もしくは施設を撤去し事業を終了させることである。

民間事業者に事業全般の裁量を委ねるため、民間事業者のノウハウが最も反映しやすく独立採算型の事業に適した事業方式である。ただし、民間事業者が施設を所有するため、民間事業者に税負担が発生するとともに、BOT 方式と比較して資金調達の際の金利負担が事業化への課題となる。

以上の各方式のメリット・デメリットについて、表 49 の通り整理した。

表 49 事業手法別のメリット・デメリット

	メリット	デメリット
従来方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地方債により民間より低い資金調達コストで財政負担平準化が図られる。 ・ 施設の整備運営等に公共の意向を反映しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施設整備段階において運営事業者のノウハウを反映させることはできない。 ・ 運営管理業務に運営事業者のノウハウを活用できる余地が少ない。 ・ 施設の瑕疵と運営の瑕疵を分けて対応する必要がある。
DBO 方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地方債により民間より低い資金調達コストで財政負担の平準化が図られる。 ・ 施設整備段階から運営事業者のノウハウを活用できる。 ・ 運営管理業務に運営事業者のノウハウの活用余地が大きい。 ・ 施設の整備運営等に公共の意向を反映しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施設の瑕疵と運営の瑕疵を分けて対応する必要がある。
BTO 方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 財政負担の平準化が図られる。 ・ 施設整備段階から運営事業者のノウハウを活用できる。 ・ 運営管理業務に運営事業者のノウハウの活用余地が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間資金の調達により資金の調達コストは高い。 ・ 施設の整備運営等に公共の新たな意向を反映するためには協議となる。 ・ 施設の瑕疵と運営の瑕疵を分けて対応する必要がある。

	メリット	デメリット
BOT 方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 財政負担の平準化が図られる。 ・ 施設整備段階から運営事業者のノウハウを活用できる。 ・ 運営管理業務に運営事業者のノウハウを活用の余地が大きい。 ・ 施設の瑕疵と運営の瑕疵への対応は民間に一元化される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間資金の調達により資金調達コストは高い。 ・ 民間が施設を所有することの税負担が増える。(PFI法により固定資産税、都市計画税、不動産取得税は1/2免除) ・ 施設の整備運営等に公共の新たな意向を反映するためには協議となる。
BOO 方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 財政負担の平準化が図られる。 ・ 施設整備段階から運営事業者のノウハウを活用できる。 ・ 運営管理業務に運営事業者のノウハウを活用余地が大きい。 ・ 施設の瑕疵と運営の瑕疵は民間に一元化される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 民間資金の活用により資金調達コストは高い。 ・ 民間が施設を所有することの税負担が増える。 ・ 施設の整備運営等に公共の新たな意向を反映するためには協議となる。 ・ 事業期間終了後までに新たな施設の整備が必要となる。

参考文献：八王子市「第5回新館清掃工場基本計画検討委員会 資料5 DBO等導入可能性調査について」
http://www.city.hachioji.tokyo.jp/kurashi/gomi/005/003/p002355_d/fil/5-siryou5.pdf をもとに作成

以上は、下記を参考として作成した。

- ・ 全国地域 PFI 協会「PFI について」(http://pfi-as.jp/pfi/pfi/post_8.html)
- ・ 国土交通省「国土交通省における PFI への取り組み」(<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/policy/h19seminar/0130yokohama3.pdf>)
- ・ 八王子市「第5回新館清掃工場基本計画検討委員会 資料5 DBO等導入可能性調査について」(http://www.city.hachioji.tokyo.jp/kurashi/gomi/005/003/p002355_d/fil/5-siryou5.pdf)

(2) 事業スキームの整理

現時点での本事業のスキームイメージ図を図 67 に示す。本事業では、SPC が道路および河川の除草の実施と、除草刈草や農業残渣を用いたバイオエタノール製造・販売を一括して行うことが想定される。

田原市は SPC が行う除草に対しサービス対価を支払うことを想定しており、加えて SPC は農家へのバイオエタノール販売による収入が見込まれる。

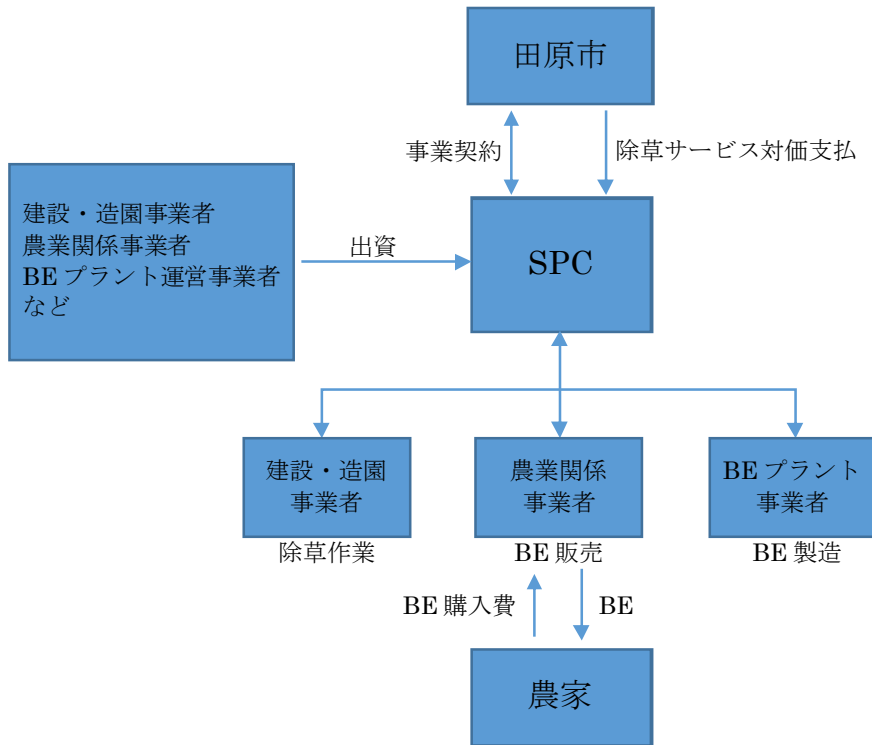


図 67 事業スキームイメージ図

② 手法を比較する際の評価の項目

本事業は、除草作業の実施、農業残渣の収集、バイオエタノール製造プラントの運営、バイオエタノール販売など、運営事業者のノウハウ活用の機会が多いため、「民間ノウハウの発揮しやすさ」が評価項目の一つに挙げられる。

また、バイオエタノール製造プラントは新規施設かつ公共性が低い施設である。そのため、リスクを民間事業者が負担する事業手法が望ましい。

今後、手法決定にかかる詳細な検討をする際は、上記の評価項目に留意することとする。

③ 手法別の期待される効果

田原市の道路・河川の維持管理費削減に向け、市に適した事業スキームとして考えられる方式は、現在の段階では BOO 方式と DBO 方式に絞られる。そのうち、以下の課題がクリアできる場合、最も民間のノウハウが発揮でき、市にリスク負担のない BOO 方式の採用が望ましい。

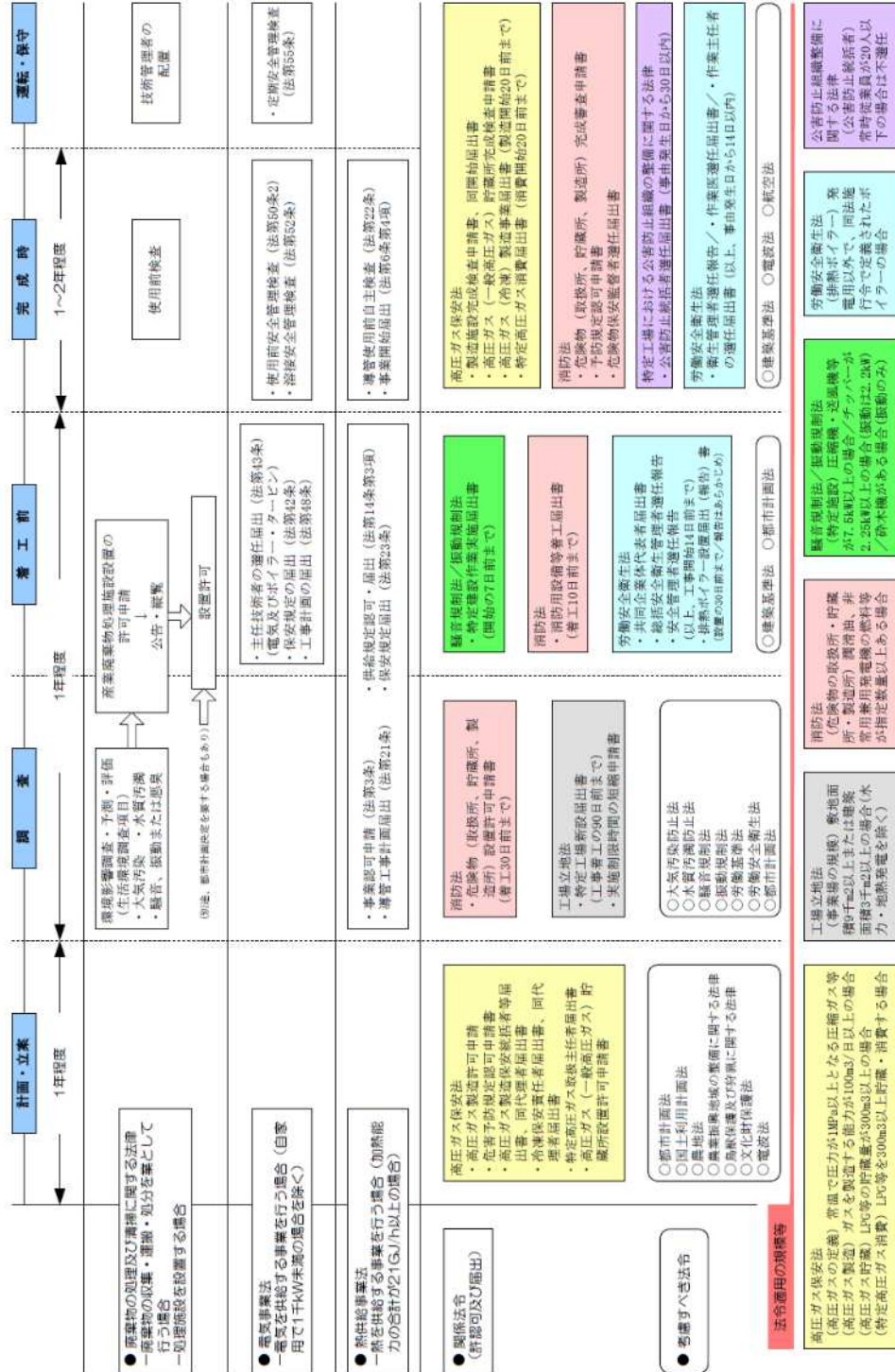
BOO 方式は、前項で挙げた「民間ノウハウの発揮しやすさ」や、「リスクを民間事業者が負担する」などのメリットを得ることができ、民間事業者が資金調達から設計・施工、運営までを担うため、事業費の削減を見込むこともできる。ただし、民間事業者による資金調達は、事業採算性が確実に見込めることが前提条件となるため、後述の「4-4VFM 等の財政効果の算出に資する情報の整理」で試算した表 57、図 72 の試算条件を達成できれば、BOO 方式による事業化も可能となる。

一方、資金調達が容易な手法として、DBO 方式があげられる。DBO 方式は、行政が資金調達を行うため、民間が行う場合と比較して確実に事業化を進めることができる。また、本事業は除草刈草を活用するため、一般廃棄物の取扱許可を得る必要がある。その他にも、「4-2 法令等の整理」で挙げる法制度に対応して許認可を得る必要があるが、施設の所有が市にあるため、民間事業者が行う場合と比較して、許認可手続がスムーズになると思われる。

4-2 法令等の整理

① 制約となる法令等の解釈

参考として、各事業段階のフロー図を下記に示す。



出典：NEDO「バイオマスエネルギー導入ハンドブック」p. 248

図 68 関連する法令フローシート

(1) 本事業に関わりの深い法令の説明および各法律上の判断

本事業の場合、バイオエタノールを生産する観点から、とくに関わりの深い法令について詳しく述べる。なお、酒税法については飲料とすることができるものが対象となるため、4-2①(2)-5 運転保守・販売段階での説明に留める。

(1)-1 アルコール事業法（経済産業省）

生産したバイオエタノールが、アルコール分（温度 15℃時の原容量 100 分中に含有するエタノールの容量）90 度以上になる場合、アルコール事業法の対象となる。同法の対象となった場合、製造・販売・輸入・使用するには経済産業大臣の許可を受ける必要がある。

アルコール事業法におけるアルコールは工業用アルコールと呼ばれ、下記の二種類に分類される。特定アルコールについては、酒類原料への不正利用を防止するため、加算額が設定されている。

【一般アルコール】

加算額が含まれていない低廉な価格のアルコール。使用にあたっては事前の許可が必要。また、使用等の記帳、使用数量等の定期報告が必要になる。

【特定アルコール】

酒類原料への不正利用防止のため、加算額を含むアルコール。使用にあたっては事前の許可や、使用等の記帳等の手続きは不要。

表 50 特定アルコールの加算額

アルコール度数	加算額(1Lの場合)	加算額(1KLの場合)
99度	990円	990,000円
98度	980円	980,000円
97度	970円	970,000円
96度	960円	960,000円
95度	950円	950,000円
91度~94度	910円~940円	910,000円~940,000円
90度	900円	900,000円

(平成26年3月 現在)

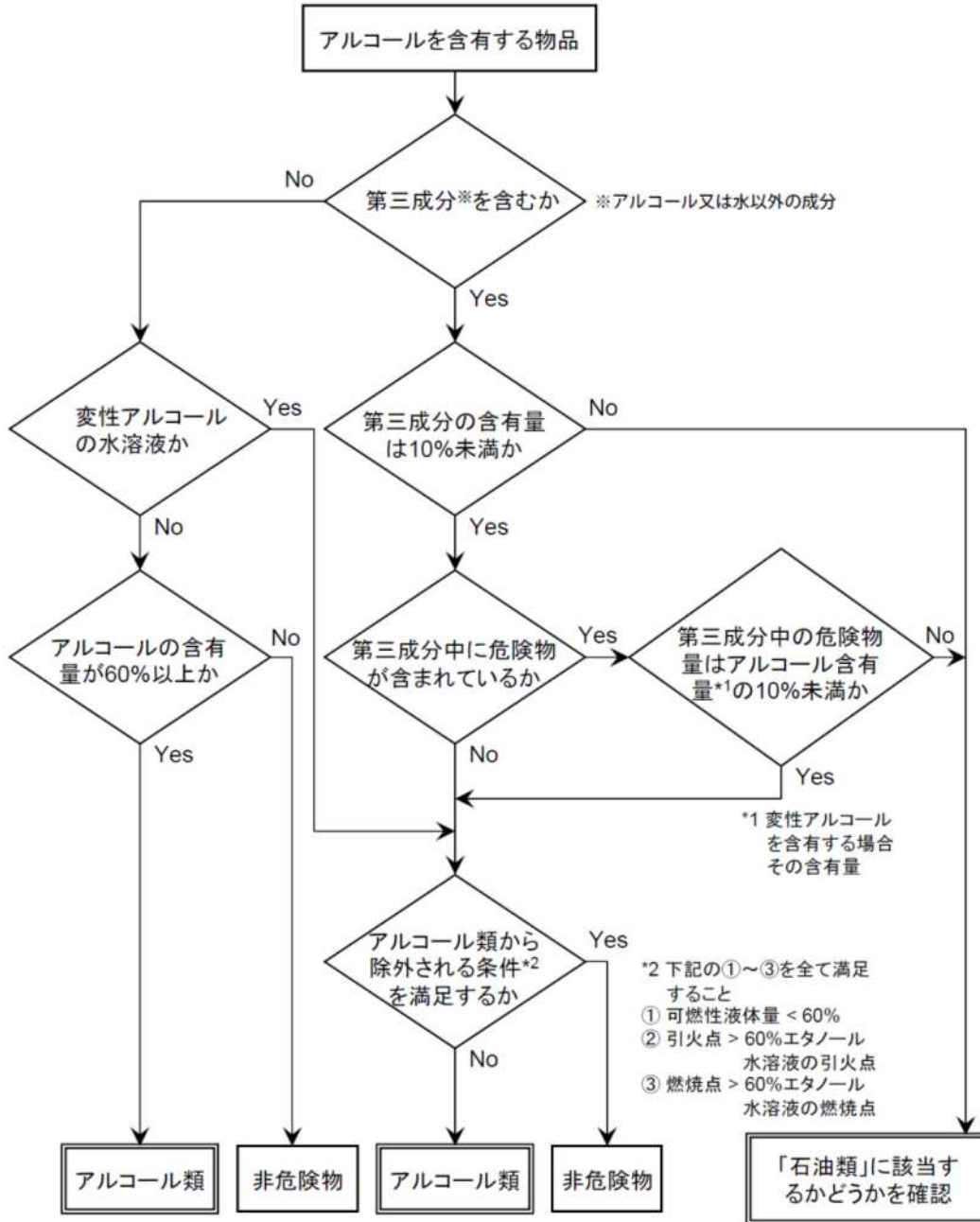
出典：経済産業省経済産業局アルコール室「アルコール事業法の理解を深める」

(1)-2 消防法（総務省）

生産したバイオエタノールがアルコール含有量 60%以上になる場合、消防法上の危険物（アルコール類）に該当する。該当した場合は、貯蔵時および取扱い時に最大数量の制限（指定数量、アルコール類の場合は 400L）を受ける。指定数量以上保管をする場合は、消防長への届出が必要になる。

また、田原市火災予防条例によって、指定数量が上記の 5分の 1、つまり 80L 以上になると、消防長への届出が必要となる。その他、危険物を取り扱う際の資格や手続きが必要となる。

アルコール類判断フローチャート



出典：総務省消防庁

図 69 アルコール類判断フローチャート

(1)－3 肥料取締法（農林水産省）

バイオエタノール生産後の残渣を肥料として利用（生産・販売）する場合は、肥料取締法に則った手続きが必要になる。指定された肥料成分を分析したのち、都道府県知事への届出が必要になる。

田原市を管轄する愛知県東三河農林水産事務所農政課に問い合わせた結果、今回のバイオエタノール残渣は肥料取締法上の特殊肥料のうちのいずれかに分類される可能性が高い。

今回のバイオエタノール生産残渣の場合、食品のお酒と同じ製造状況、工程であれば、「はっこうかす」と判断される。もし製造途中に、通常酒造りに使用しないような化学薬品などが入るようであれば、「はっこうかす」になる可能性は低くなる。

「はっこうかす」であれば、届出時に必要な「生産する肥料の分析成績書」の分析項目として、窒素全量、リン酸全量、加里全量、水分全量の4つの項目が必要になる。もし石灰を添加するのであれば、石灰の分析結果も必要である。C/N比の分析は必須ではない。

もし、残渣にさらに発酵の工程を加えた場合では、同法上の「堆肥」に該当する。堆肥の場合、分析項目にはC/N比も必要になる。

有害物質分析（カドミウム、ヒ素、鉛、ニッケル、クロム）は原料の内容からすると必須ではない判断を受けた。

【はっこうかす】

アルコールかす、ビールかす、焼酎かす、ウイスキーかすなど、発酵法による蒸留かすの総称。加里を含むが、原料により含有量は一定しない。

【堆肥】

わら、もみがら、樹皮、動物の排せつ物その他の動植物質の有機質物（汚泥及び魚介類の臓器を除く）を堆積または攪拌し、腐熟させたもの。

(2) 関連法制度の整理

事業の実施に際して関連する法制度・規制について、計画・立案・調査、設計、着工前、完成時、運転保守・販売の各段階において整理した。

なお、計画・立案・調査段階では、後の設計段階において関連する法制度・規則について事業を実施しようとする土地の条例や規則等を把握しておく必要がある。

以下の一覧表は、資源エネルギー庁「再生可能エネルギー事業支援ガイドブック平成29年度版」

(<https://new-energy-guide.jp/static/data/guidebook.pdf>) を元に作成し、不足するものについては独自に追加した。

(2) - 1 計画・立案・調査段階

法律名	関連許認可手続・制限	内容
農地法	農地転用許可手続	農地を農地以外のものにする場合又は農地を農地以外のものにするために所有権等の権利を設定又は移転する場合には、都道府県又は指定市町村の長の農地転用許可を受けなければならない。 なお、農業振興地域制度において農用地区域内とされている土地については、農用地区域から除外するために市町村の農業振興地域整備計画を変更しなければならない。
農業振興地域の整備に関する法律		
生産緑地法	生産緑地解除手続	生産緑地に指定されている農地の場合、農地転用を行うには指定解除を受けなければならない。
森林法	森林における開発許可等手続	地域森林計画の対象となっている民有林（保安林、保安施設地区、海岸保全区域の森林は除く）内において、面積が1haを超える規模で開発を行う場合は、都道府県知事の許可を受けなければならない。また、保安林に指定された森林において土地の形質の変更や森林以外の用途に供する場合は、農林水産大臣又は都道府県知事に申請しなければならない。
都市計画法	開発許可手続	市街化区域等で開発行為を行う場合、開発面積に応じて、都道府県又は指定市町村の長の農地転用許可を受けなければならない。
国土利用計画法	土地売買等の契約届出手続	土地の売買等の契約を締結した場合、締結日から2週間以内に市町村長を経由して都道府県又は指定市町村の長へ届出なければならない。
土地区画整理法	土地区画整理事業の施行地区内における建築行為等の許可手続	土地区画整理事業の施工地区内において、開発行為を行う場合、都道府県知事等の許可を受けなければならない。
文化財保護法	埋蔵文化財包蔵地土木工事等届出手続	埋蔵文化財が確認されている土地において開発行為を行う場合、事前に都道府県または政令指定都市等の教育委員会に届出なければならない。
	史跡・名勝・天然記念物指定地の現状変更の許可	史跡・名勝・天然記念物指定地において開発行為を行う場合、事前に文化庁長官又は都道府県教育委員会又は市町村教育委員会の許可を受けなければならない。
砂防法	砂防指定地における行為許可等	砂防指定地において開発行為を行う場合、事前に都道府県知事の許可を受けなければならない。
急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	急傾斜地崩壊危険区域内の行為許可	急傾斜地崩壊危険区域内において開発行為を行う場合、事前に都道府県知事の許可を受けなければならない。

法律名	関連許認可手続・制限	内容
地すべり等防止法	地すべり等防止法	地すべり防止区域内において開発行為を行う場合、事前に都道府県知事の許可を受けなければならない。
自然公園法	自然公園法	国立公園や国定公園等で開発行為を行う場合、事前に環境大臣又は都道府県知事の許可を受けなければならない。
自然環境保全法	自然環境保全地域等における行為の許可又は届出	原生自然環境保全地域、自然環境保全地域、都道府県自然環境保全地域で開発行為を行う場合、事前に環境大臣又は都道府県知事の許可を受けなければならない。
絶滅のおそれのある野生動植物の保全に関する法律	生息地等保護区等の管理地区内等における行為の許可等手続	絶滅のおそれのある野生動植物の保護区域で開発行為を行う場合、環境大臣の許可を受ける又は届出を行わなければならない。
鳥獣の保護及び管理並びに狩猟の適正化に関する法律	特別保護地区内における行為許可手続	鳥獣の特別保護区域内で開発行為を行う場合、特別保護地区（国指定特別保護地区）にあっては環境大臣の、特別保護地区（都道府県指定特別保護地区）にあっては都道府県知事の許可を受けなければならない。
景観法	景観法等に基づく届出	鳥景観計画区域内で建築物や工作物の新築や増改築等を行う場合、事前に景観行政団体の長に届出なければならない。 また、景観地区内で建築物の建築等を行う場合、事前にその計画が都市計画に定められた建築物の形態意匠制限に適合するものであることについて市町村長の認定を受けなければならない。
港湾法	臨港地区内における行為の届出	臨港地区内で開発行為を行う場合、事前に港湾管理者の許可を受けなければならない。
海岸法	海岸保全区域の占用の許可等	海岸保全区域や一般公共海岸区域内で開発行為を行う場合、事前に海岸管理者の許可を受けなければならない。
航空法	空港周辺における建物等設置の制限	空港周辺で開発行為を行う場合、制限表面の上に出る高さの建造物、植物その他の物件を設置等してはならない。
工場立地法	工場立地法に基づく届出	敷地面積 9,000m ² 以上又は建築面積 3,000m ² 以上の規模の製造業等に係る工場を新設又は変更する場合、事前に市町村へ届出なければならない。
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	一般廃棄物収集運搬業及び処分業の許可手続 産業廃棄物収集運搬業及び処分業の許可手続	一般廃棄物や産業廃棄物を用いるために収集・運搬等を行う場合、事前に市町村長の許可を得なければならない。
	一般廃棄物処理施設の設置許可手続 産業廃棄物処理施	一般廃棄物や産業廃棄物を用いるために処理施設を設置する場合、事前に都道府県又は政令指定都市の長の許可を得な

法律名	関連許認可手続・制限	内容
	設の設置許可手続	なければならない。
愛知県環境影響評価条例	環境影響評価制度	一定規模以上の事業（例えば、燃料使用量 11.25t/h 以上又は特定排出水の量 7,500m ³ /日以上「工場・事業場」等）を行う場合、環境への影響について事業者自らが調査、予測及び評価を行い、その結果を公表しなければならない。

【出典】

愛知県環境影響評価条例: 愛知県 (<http://www.pref.aichi.jp/soshiki/kankyokatsudo/0000059702.html>)

(2) - 2 設計段階

法律名	関連許認可手続・制限	内容
土壌汚染対策法	土地の形質変更に係る届出手続	土地の掘削その他の土地の形質の変更であって、その対象となる土地の面積が 3,000m ² 以上の場合、事前に都道府県知事に届出なければならない。
大気汚染防止法	ばい煙の排出に関する届出手続	ばい煙（物の燃焼等に伴い発生するいおう酸化物、ばいじん(いわゆるスス)、有害物質(1)カドミウム及びその化合物、2)塩素及び塩化水素、3)弗素、弗化水素及び弗化珪素、4)鉛及びその化合物、5)窒素酸化物))の発生を伴う設備を設置する場合、事前に都道府県知事へ届出るとともに、排出基準を遵守しなければならない。また、排出者は施設から排出されるばい煙量又はばい煙濃度を測定し、その結果を記録しておかなければならない。 対象となるばい煙発生設備は、設備ごとに規模要件が定められている。
	揮発性有機化合物の排出に関する届出手続	揮発性有機化合物(大気中に排出され、又は飛散した時に気体である有機化合物(浮遊粒子状物質及びオキシダントの生成の原因とならない物質として政令で定める物質を除く))の発生を伴う設備を設置する場合、事前に都道府県知事へ届出るとともに、排出基準を遵守しなければならない。また、排出者は施設から排出される揮発性有機化合物濃度を測定し、その結果を記録しておかなければならない。 対象となる揮発性有機化合物排出施設は、9 項目に分かれ、それぞれ規模要件および排出基準が定められている。
	粉じんの排出に関する届出手続	粉じん（物の破碎やたい積等により発生し、又は飛散する物質）の発生を伴う設備を設置する場合、事前に都道府県知

法律名	関連許認可手続・制限	内容
		<p>事へ届出るとともに、排出基準を遵守しなければならない。また、排出者は工場等の敷地境界における石綿濃度を測定し、その結果を記録しておかなければならない。</p> <p>対象となる施設は、一般粉じん発生施設と特定粉じん発生施設に分かれ、それぞれ発生機械ごとに規模要件が定められている。</p>
	有害大気汚染物質の排出抑制	有害大気汚染物質を排出する事業者は、排出の抑制に取り組むことが責務とされている。
騒音規制法	騒音規制に関する届出手続	騒音の規制が行われる指定地域で特定施設の設置もしくは特定建設作業を行う場合、事前に市町村長に届出なければならない。
振動規制法	振動規制に関する届出手続	振動の規制が行われる指定地域で特定施設の設置もしくは特定建設作業を行う場合、事前に市町村長に届出なければならない。
水質汚濁防止法	水質汚濁に関する施設設置の届出手続	排水の水質の規制が必要な特定施設を設置する場合、事前に都道府県知事等に届出なければならない。
悪臭防止法	悪臭に関する規制	都道府県知事（市の区域内の地域については、市長）が定める適用地域においては、特定悪臭物質濃度規制と臭気指数規制を遵守しなければならない。
高圧ガス保安法	高圧ガス貯蔵所設置届出手続	容積 300m ³ 以上の高圧ガスを貯蔵する場合、事前に都道府県知事に届出なければならない。
田原市火災予防条例	火を使用する設備の位置、構造及び管理の基準	火を使用する設備の設置や、消防法における指定数量未満の危険物等の貯蔵および取扱いを行う場合は、条例で定める設備設置位置、構造、管理基準等を遵守しなければならない。

【出典】

大気汚染防止法：環境省「大気汚染防止法の概要」(<http://www.env.go.jp/air/osen/law/index.html>)

田原市火災予防条例：田原市 (http://www1.g-reiki.net/city.tahara/reiki_honbun/i587RG00000347.html)

(2)－3 着工前段階

法律名	関連許認可手続・制限	内容
建築基準法	建築確認申請	発電設備及び付帯する建物を設置する場合、特定の要件に該当する場合を除いて、建築主事等の確認を受けなければならない。
消防法	危険物製造所等設置許可申請	危険物に指定される物資を一定量以上使用する場合、事前に市町村長等の許可

法律名	関連許認可手続・制限	内容
		を受けなければならない。 なお、重量パーセント濃度 60%未満のアルコール水溶液は、危険物から除外される。
電波法	伝搬障害防止区域における高層建築物等に係る届出	建設地が伝搬障害防止区域であり、施設の最高部が 31m を超える場合、事前に高層建築物等予定工事届等を総務大臣へ届出なければならない。
道路法	道路の占用許可手続等	道路区域内で設置や施工をするために、道路を占有する場合、事前に道路管理者の許可を受けなければならない。また道路に関する工事を行う場合には、道路に関する工事の設計及び実施計画承認申請書を提出し、承認を得た上で自費で施工しなければならない。
	道路法に基づく車両制限手続	建設時において幅、高さ、長さ又は回転半径が車両制限令で定める最高限度を超える工事車両を通行させる場合、事前に道路管理者の許可を受けなければならない。
道路交通法	道路使用許可手続	設置工事、作業の際に道路を使用する場合、事前に所轄警察署長の許可を受けなければならない。
	制限外積載許可手続	運搬時に、車両の積載物の重量、大きさ又は積載方法の制限を超えて運転する場合、車両の出発地を管轄する警察署長の許可を受けなければならない。

【出典】

消防法：総務省消防庁 (http://www.fdma.go.jp/kasai_yobo/about_shiken_unpan/houbeppyou.html)

(2) - 4 完成段階

法律名	関連許認可手続・制限	内容
航空法	昼間障害標識設置物件の届出	昼間において航空機からの視認が困難認められる煙突、鉄塔その他の物件で地表又は水面から 60m 以上の高さのもの設置者が、当該物件に昼間障害標識を設置した場合、遅滞なく国土交通大臣に届出なければならない。
労働安全衛生法	ボイラー取扱作業主任者に係る規制	ボイラーの取扱作業主任者は、ボイラー技士免許を受けたものから選任しなければならない。 なお、一定規模以下のボイラーは、ボイラー技士のほかにボイラー取扱技能講習修了者が取扱うことができる。
	ボイラーおよび圧力容器設置届出	ボイラーもしくは第一種圧力容器を設置する場合は、事前に所轄労働基準監督署に届出なければならない。
田原市火災予防条例	防火対象物の使用開始の届出	防火対象物を使用しようとする場合、使用開始前に消防庁に届出なければならない。

法律名	関連許認可手続・制限	内容
		ない。
ガス事業法	準用事業の開始の届出	バイオガスを製造・使用等する事業を行う場合、事業開始後、遅滞なく産業保安監督部長へ届け出なければならない。なお、バイオガスの製造（発生）能力又は供給能力が一定規模以上の場合には、当該設備に技術基準適合義務等の保安規制が適用される。
労働安全衛生法	安全衛生管理体制の届出	事業者は、事業場の業種と規模に応じて、必要な管理者、産業医等を選任し、遅滞なく所轄の労働基準監督署へ届出なければならない。

【出典】

労働安全衛生法：安全衛生情報センター

(<https://www.jaish.gr.jp/anzen/hor/hombun/hor1-1/hor1-1-1-5-0.htm>)

(2)－5 運転保守・販売段階

法律名	関連許認可手続・制限	内容
労働安全衛生法	ボイラー及び第一種圧力容器の検査に関する規則	ボイラー又は第一種圧力容器で、規則が定めるものを設置している場合は、所轄労働基準署又は登録性能検査期間が行う性能検査を受け検査証の交付を受けなければならない。 また、1ヶ月毎に1回、定期自主検査を行い、その結果を記録し保存しなければならない。
農薬取締法※1	農薬の製造、販売等に係る手続	農薬（作物（樹木及び農林産物を含む。）を害する菌、線虫、だに、昆虫、ねずみその他の動植物又はウイルスの防除に用いられる殺菌剤、殺虫剤その他の薬剤（その薬剤を原料又は材料として使用した資材で当該防除に用いられるもののうち政令で定めるものを含む。）の製造等を行う場合、農林水産大臣の登録を受けなければならない。 また、農薬を販売しようとする場合は、事前に販売所の所在地を管轄する都道府県知事に届出なければならない。
肥料取締法※1	肥料の製造、販売等に係る手続	肥料（植物の栄養に供すること又は植物の栽培に資するため土壌に化学的変化をもたらすことを目的として土地にほどこされる物及び植物の栄養に供することを目的として植物にほどこされる物）の製造を行う場合、農林水産大臣または都道府県知事の登録を受けなければならない。 また、肥料を販売しようとする場合は、事前に販売所の所在地を管轄する都道府県知事に届出なければならない。

法律名	関連許認可手続・制限	内容
地力増進法※1	土壌改良資材の販売等における品質表示義務	土壌改良資材を製造、販売しようとする場合、品質表示規定に従い、表示を行わなければならない。
アルコール事業法	アルコール製造、販売、使用に係る手続	アルコール（アルコール分(温度 15 度の時に原容量百分中に含有するエチルアルコールの容量)が 90 度以上のアルコール)の製造や販売、使用を行おうとする場合、経済産業局長の許可を受けなければならない。
酒税法	—	酒類(アルコール分 1 度以上の飲料(飲用に供し得る程度まで水等を混和してそのアルコール分を薄めて 1 度以上の飲料とすることができるものや水等で溶解してアルコール分 1 度以上の飲料とすることができる粉末状のものを含む)の製造を行う場合、所轄税務署長から製造免許を受けなければならない。また、酒税の課税対象となる。 なお、明らかに飲料以外の用途に供されると認められるもの(当該物品を飲用に供することとしたものを除く。)については飲料に該当しないことに取り扱う。

※1：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センターによると、土壌消毒用エタノールとして既に販売が行われている「エコロジアル」は、農林水産省担当部局や FAMILIC 農薬検査部と協議を重ね、農薬、特定農薬、土壌改良資材に該当しないとの結論に至り、土壌還元消毒資材として定義している。なお、疑義資材として疑われないよう実施マニュアル、パンフレット、パッケージの文言に留意し、担当部局のチェックを受けている。

【出典】

労働安全衛生法：安全衛生情報センター

(<https://www.jaish.gr.jp/anzen/hor/hombun/hor1-1/hor1-1-1-5-0.htm>)

農薬取締法：農林水産省 (http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_kaisei/zenbun.html)

肥料取締法：農林水産省非安全技術センター (http://www.famic.go.jp/ffis/fert/hourei/sub1_torihou.htm)

アルコール事業法：経済産業省 (<http://www.meti.go.jp/policy/alcohol/index.html>)

酒税法：国税庁 (<https://www.nta.go.jp/shiraberu/zeiho-kaishaku/tsutatsu/kihon/sake/2-01.htm>)

② 利用できる補助金、行政からの支援又は規制緩和等

今後の検討事項とする。

4-3 各リスク項目の整理

本項では、事業実施時に考えられるリスクについて整理した。

まず、PFI事業で一般的に想定されるリスクとして、表51の項目が挙げられる。

表51 PFI事業におけるリスク一覧

リスクの種類		リスクの内容	
共通	募集リスク	応募手続リスク	募集要項等公表資料の誤り、内容の変更により生じる追加費用等
		契約リスク	行政の責めに帰すべき事由により、民間事業者と契約が結ばない、又は契約手続きに時間がかかる場合に生じる追加費用等
			民間事業者の責めに帰すべき事由により、契約が結ばない、又は契約手続きに時間がかかる場合に生じる追加費用等
	制度関連リスク	法令変更リスク	法令の変更・新設による増加費用等
		税制変更リスク	税制の変更・新設による増加費用等
		許認可リスク	行政が取得すべき許認可の遅延により生じる増加費用等
			民間事業者が取得すべき許認可の遅延により生じる増加費用等
	政策変更リスク	行政の政策変更により、事業の内容が変更又は中止される場合に生じる増加費用等	
	社会リスク	住民対応リスク	行政の提示条件に関する地域住民の要望、訴訟等への対応により生じる増加費用等
			上記以外の要望、訴訟等への対応により生じる増加費用等
		環境問題リスク	民間事業者が行う業務に関する騒音、振動、有害物質の排出等により生じる増加費用等
	第三者賠償リスク	行政の提示条件、指示により第三者に損害を与えた場合の賠償責任	
		上記以外の事由により第三者に損害を与えた場合の賠償責任	
	経済リスク	資金調達リスク	事業に必要な資金の確保に関する費用等
		金利リスク	市場金利の変動による追加費用等
		物価変動リスク	物価変動による追加費用等
	事業中止・延期リスク	行政の政策変更、指示等による事業の中止又は延期	
		上記以外の事由による事業の中止又は延期	
	不可抗力リスク	地震・風水害等の自然災害、又は戦争・暴動等の人為的な事象により公有財産に関して生じる増加費用等	

リスクの種類		リスクの内容	
設計／ 修繕 更新／ 工事 監理 段階	計画変更リスク	行政の指示による設計変更に伴う追加費用等	
		上記以外の事由による設計変更に伴う追加費用等	
	工事費増大リスク	行政の指示により生じる追加費用等	
		上記以外の事由により生じる追加費用等	
	工事遅延リスク	行政の指示による工事完了の遅延に伴う追加費用等	
		上記以外の事由による遅延に伴う追加費用等	
	工事監理リスク	工事監理の不備等による増加費用等	
性能リスク	要求水準の未達による増加費用等		
施設損傷リスク	行政への引渡し前に施設に生じた損傷		
維持管理・ 運営 段階	計画変更リスク	行政の指示により生じる追加費用等	
		上記以外の事由により生じる追加費用等	
	性能リスク	要求水準の未達による増加費用等	
	維持管理 リスク	維持管理費増大リスク	行政の指示により生じる追加費用等
			上記以外の事由により生じる追加費用等
		施設瑕疵リスク	民間事業者の瑕疵担保期間中に発見された施設の瑕疵の修復費用
	民間事業者の瑕疵担保期間終了後に発見された施設の瑕疵の修復費用		
	施設損傷リスク	施設の劣化に対して民間事業者が適切な維持管理業務を実施しなかったことによる施設の損傷に伴う費用等	
		民間事業者の責めに帰すべき事由による事故・火災発生等による施設の損傷に伴う費用等	
		利用者、生物に帰すべき事由による施設の損傷に伴う費用等	
	運営 リスク	運営費増大リスク	行政の指示により生じる追加費用等
			上記以外の事由により生じる追加費用等
		需要変動リスク	利用者の増減
		利用者対応リスク	民間事業者の業務範囲についての利用者からの苦情やトラブル等への対応
上記以外の利用者からの苦情やトラブル等への対応			
生物リスク	生物の病気、死滅等に伴う費用等		
契約 終了 時	性能リスク	事業終了時における施設の性能の確保	
	移管手続リスク	事業終了時の業務移管に関する諸費用及びSPCの清算手続きに伴う評価損益等	

また、バイオエタノール製造・販売事業のリスクとして、表 52 のリスクが想定される。

表 52 バイオエタノール製造・販売事業で想定されるリスク

段階	リスク内容
計画・建設段階	先行事例がほとんどないプラントであることから、建設や機器調達が計画どおり進まない
運営段階	除草刈草および農業残渣の収集量不足
	除草刈草および農業残渣の保管時の火災
	バイオエタノール需要が想定を下回る
	バイオエタノール生産効率が想定を下回る
	バイオエタノール保管時の品質劣化、腐敗、揮発
	糖化酵素の高騰、販売停止
	競合するバイオエタノールや土壌くん蒸剤の価格低下による競争性の低下
バイオエタノール製品についての農家からのクレーム発生	

参考文献：新エネルギー財団「バイオマス技術ハンドブック」をもとに作成

4-4 VFM等の財政効果の算出に資する情報の整理

① 概算での事業収支の試算実例

VFM等の財政効果の算出に資する情報として、現時点での情報をもとに事業収支を試算した。各項目における概算費用および収益の一覧を表53に示す。

「現在の田原市内の除草費用」は田原市役所建設部からの聞き取り情報から、約85,000千円となる。

「刈草の処理・管理費にかかる費用」は赤羽根環境センターへの聞き取り情報から、12,350千円と想定される。

「現在の農業残渣の処分にかかる費用」はマムポートセンターへの聞き取り情報から、12,500千円と仮定される。

「エタノール土壌消毒剤の価格」は、既存廉価製品の販売価格175円/L（体積濃度65%）と同じ価格での設定とした。販売数量は賦存量調査と試験の生産量から計算したところ、約140,000千円と想定された。

なお、生産されるバイオエタノールの濃度は、今回の初回生産試験ではさすがに最適条件に近いものとはならず、結果で得られたエタノール収率が過去に存在する他植物サンプルの試験の平均的データよりも大きく下回ったため、より正確な予測のために、その濃度を過去試験の平均値を前提として計算した。（今回の試験結果から得られた生産条件に対する改良方法については、4-54-5②に記載している。）詳細な計算方法は表53の後に記す。

「PFI事業にかかる費用」については、今回の調査はプラント簡易設計・本格的FS調査にかかる前段階の基礎調査ではあるものの、現時点の情報から、過去の類似規模の調査案件における設備・運転概算費用をもとに簡易試算した金額を提示する。

表53 各概算費用および概算収益

現在の田原市内の除草費用	
除草業者委託費※1 （うち、市職員作業費） （シルバー人材センター作業費）	85,000千円/年 (10,000千円/年) (5,530千円/年)
現在の刈草処理・管理にかかる想定費用	
赤羽根環境センター※2 破砕処理・管理作業委託費	12,350千円/年
現在の農業残渣の処分にかかる想定費用	
マムポートキク残渣処理・処分費※3 （他の農業残渣は各農家で個別処理）	12,500千円/年
バイオエタノール想定売上高※4	
0.5%エタノール販売	140,000千円/年
PFI事業にかかる想定費用※5 （年間稼働日数300日前提）	
製造原価	
材料費（刈草・農業残渣）	0円（現在の除草費用と相殺）

材料費（酵素・酵母）	863,807 円/日
水道費	6,047 円/日
電気代	38,680 円/日
燃料費	209,280 円/日
労務費	46,667 円/日
消耗品費	20,797 円/日
保守費（建設費の 1%）	21,667 円/日
販売費および一般管理費	
人件費 （プラント運転作業、運転管理者）	40,000 円/日
その他販管費	8,000 円/日

※1 田原市役所建設部への聞き取り情報。

※2 赤羽根環境センターへの聞き取り情報より想定。

※3 マムポートセンターへの聞き取り情報より仮定。

※4 バイオエタノール想定売上高は、(A) 販売想定価格 × (B) 販売想定数量で計算した。

(A) 販売想定価格は、既存廉価製品と同じ価格に設定。バイオエタノール販売価格の参考値：既存廉価製品の販売価格 175 円/L（体積濃度 65%）から、0.5%使用時（単純に希釈後）の価格を 1.365 円/L（体積濃度 0.5%）と計算。

(B) 販売想定数量は、賦存量調査と生産試験結果を改善した場合からバイオエタノール生産予想量を計算し、生産されたバイオエタノールがすべて販売された前提で販売数量を計算。

a. バイオエタノール原料重量: 20,685t/年: 賦存量調査「田原市内の草および農業残渣賦存量」の数字に現在刈り倒している刈草量（681t×2回/年）を足し、重複する道路の刈草 6t 分を引いた量。

b. 以下の「低濃度エタノール収量の計算根拠」も参考

c. 乾燥重量の約 17%が濃度 100%のエタノールになると仮定。

d. エタノール比重を 0.789 とする。

e. 生産バイオエタノール：119.950kL（0.43%）

f. 調整後バイオエタノール：103,157kL（0.5%）

【低濃度エタノール収量の計算根拠】

3-2③(1)-3 エタノール発酵試験の結果より、今回のバイオエタノール生産試験の結果を平均すると、体積濃度 0.06%のエタノール水が 50ml できたことになる。この濃度を過去の他の植物サンプルの平均試験データまであげられるとすると、0.43%になる。

過去の実験による乾燥原料の重量あたりのエタノール収率=17 %

乾燥原料を 1 g とすると、1 g の乾燥原料から濃度 100%のエタノールが 0.17 g できる。

⇒1 g×17%=0.17 g

エタノール生産試験では 1 g の乾燥原料に対し 50ml の発酵液を作成。もしエタノール収率が過去の実験と同じ値が得られたならば、50 ml の溶液に、濃度 100%のエタノールが 0.17 g 溶けているといえる。そして、このときの濃度を次のように計算すると、

⇒0.17 g÷0.789÷0.215 ml（乾燥原料 1g からとれるエタノール重量を体積に変換）

⇒0.215 ml÷50 ml×100=0.4309 %（1g の乾燥原料に対し体積濃度 0.43%のバイオエタノール 50ml ができる）

これから水分を若干飛ばして農研機構が示す土壌消毒に使用する時の濃度 0.5%へ微調整した場合を前提として計算する。

- (ア) バイオエタノール原料重量：20,685t/年
 ⇒賦存量調査「田原市内の草および農業残渣賦存量」の数字に現在刈り倒している刈草量（681t×2回/年）を足し、重複を避けるために道路の刈草6t/年を引いた量
- (イ) 原料の乾燥後重量：2,399t/年
 ⇒表 32 原料乾燥前後の含水率の変化で示す各原料の乾燥前の含水率を、賦存量調査の刈草量、キク残渣量、トマト残渣量にあてはめて算出した量
- (ウ) 生産バイオエタノール：103,157kL/年（体積濃度 0.5%）
 ⇒1g の乾燥原料に対し体積濃度 0.43%のバイオエタノール 50ml ができると仮定。乾燥原料が 1t の場合、体積濃度 0.43%のバイオエタノールが 50kL できる。
 ・ $2,399t \times 50kL = 119,950kL$ （体積濃度 0.43%）
 ・ $0.43 \div 0.5 \times 119,950 = 103,157kL$ （体積濃度 0.5%）
- (エ) バイオエタノール販売価格の参考値
 ・ 既存製品の販売価格 175 円/L（体積濃度 65%）
 ・ 使用時（希釈後）の価格 1.365 円/L（体積濃度 0.5%）
- (オ) （ウ）と（エ）の値より、エタノール販売額は 140,809,305 円（約 140,000 千円）

※5 現時点の情報から、過去の類似規模の調査案件における設備・運転概算費用をもとに簡易試算した数値。

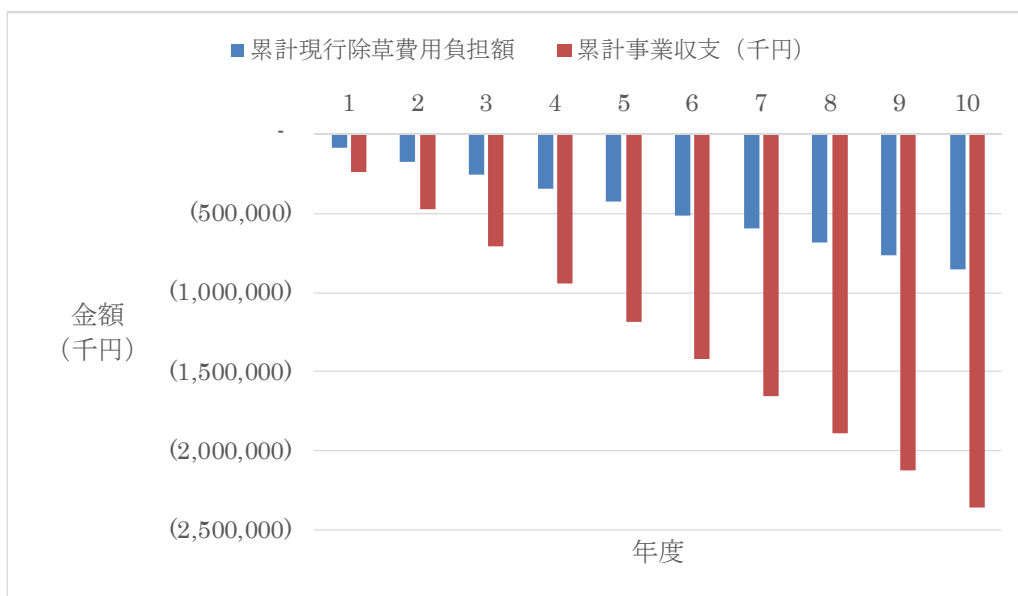
- 材料費（酵素・酵母）は、フレスコ（株）が共同研究締結する共同研究機関から特許実施権を得て販売する酵素の前提。
- 水道費は田原市の固定料金除く従量料金を参考にし、76 円/m³ と仮定。
- 電気代はバイオエタノール生産プラントの最大使用電力量に想定係数 0.8 をかけ、工場の想定電気料金 17 円/kWh をかけた概算値。
- 燃料費は 2t 炊きボイラーを 24 時間稼働させた場合に消費する A 重油の量に想定係数 0.8 をかけ、A 重油 50 円/kg をかけた概算値。
- 労務費はプラントの運転作業員×4 人分と仮定。
- 消耗品費は糖化反応前の pH 調整用試薬代（クエン酸等）を想定。
- 保守費はプラントの初期費用の 1% を仮定。
- 人件費はプラント作業員×2 名、運転管理者×1 名を想定。
- その他販管費は営業にかかる経費を仮定し仮置き。

表 52 の情報をもとに、バイオエタノール原料収集費用と現在の除草費用が相殺され、原料収集費用をゼロとした場合の PFI 事業収支大概算（表 54）と現行の累計除草費用を比較したグラフを図 70 に表す。

表 54 調査結果による PFI 事業収支大概算

項目	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
0.5%エタノール販売	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	362,082	362,082	362,082	362,082	362,082
材料費(酵素・酵母費)	259,142	259,142	259,142	259,142	259,142
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	11,604	11,604	11,604	11,604	11,604
燃料費	62,784	62,784	62,784	62,784	62,784
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
単年事業収支(千円)	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673
累計事業収支(千円)	-235,673	-471,346	-707,019	-942,692	-1,178,365

項目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
0.5%エタノール販売	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	362,082	362,082	362,082	362,082	362,082
材料費(酵素・酵母費)	259,142	259,142	259,142	259,142	259,142
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	11,604	11,604	11,604	11,604	11,604
燃料費	62,784	62,784	62,784	62,784	62,784
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
単年事業収支(千円)	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673
累計事業収支(千円)	-1,414,038	-1,649,711	-1,885,384	-2,121,057	-2,356,730



- ※ 赤羽根環境センターの破砕処理・管理作業委託費は含んでいない。
- ※ マムポートのキク残渣処理・処分費用は含んでいない
- ※ 建設費は含んでいない

図 70 調査結果による事業収支大概算

この試算では事業収支が大幅なマイナス数字、つまり損失になることが予想される。現行の除草費用に対してもより大きな損失を生むことが想定される。

なお、赤羽根環境センターの破砕処理・管理費用およびマムポートのキク残渣処理・処分費用は現在の除草費用に加算していない。また、PFI 事業収支の試算に建設費は含んでいない。

② 事業収支の試算実例のコスト構造と改善ポイント

想定収入に対して想定支出が上回るということであるが、事業収支の改善のために、まず、想定される当 PFI 事業全般にかかる費用の削減のポイントを表 55 にまとめる。

表 55 当 PFI 事業全般における費用の削減のポイント

費用削減検討の対象工程	想定費用の削減のポイント
1. 原料の収集・運搬	・各原料発生場所から最も効率の良い収集場所の選定、運搬ルートの検討
2. 乾燥	・送風機やヒーターなど、電気や燃料を使用せず天日干しを実施 (その際、温度上昇しやすい空き農業用ハウスなどの使用も検討)
3. 破碎・粉碎	・破碎機の効率アップのため、複数段階に分けて粉碎する、破碎機、粉碎機の検討 ・複数の粉碎方式の検討
4. 糖化・発酵	・廉価版酵素の検討(製品は国内外問わず) ・糖化、発酵の温度維持に電力消費の少ない発熱素材の使用を検討 ・糖化槽、発酵槽の素材の検討 ・槽の保温材、断熱構造の検討
5. ろ過・固液分離(蒸留)	・脱水、固液分離方式の検討 ・工程省略の検討(バイオエタノールと残渣の混合状態での使用検討)
6. エタノール製品の保管	・受注生産の検討
7. エタノール製品の販売	・製品の高付加価値化による値上げ ・パッケージの簡略化 ・製品運搬ルートの最適化

さらに、売上原価と販売費に関して、事業支出の主要因を分かりやすくするため、図 71 に、支出全体のうちの各割合のグラフを示す。

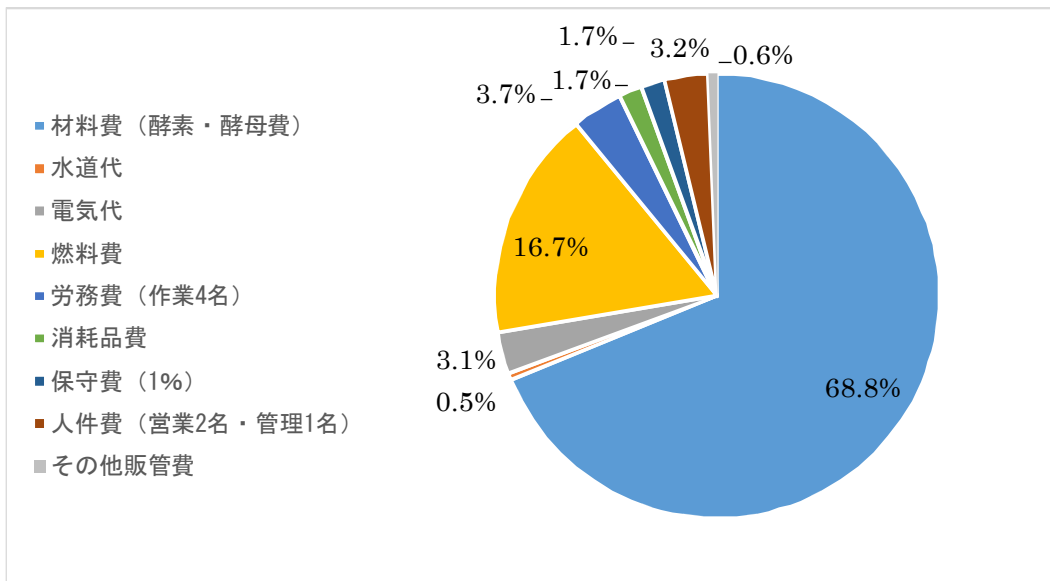


図 71 事業支出の内訳

図 71 より、支出のほとんどを材料費（酵素・酵母）と燃料費が占めていることが分かる。

使用を想定している酵素はバイオエタノール生産に適したもので、これはセルロースなどの繊維質を還元糖へ分解する能力（活性）が一般の酵素と比較して高いものである。酵母は一般的なものを使用している。燃料費は主に、バイオエタノール生産工程中の糖化工程と発酵工程において必要になる温度維持のためにボイラーで消費する燃料費である。

支出の大部分を占める材料費（酵素・酵母）と燃料費を集中的に削減することは、事業収支の改善に大きく寄与することが予想される。

一方で、事業収支の観点において、エタノールの販売価格も、支出以外で着目すべき大きな点である。今回の参考価格は 175 円/L の農業資材用のエタノールだが、参考までに一般に大量販売されている安価なエタノール製品の例を表 56 に示す。また、表に挙げた例以外にも、用途が変われば価格が倍になるようなエタノール製品も多数販売されている。

表 56 他エタノール製品との価格の比較

	参考商品	商品 A	商品 B	商品 C
単価（65vol%）	175 円/L	423 円/L	235 円/L	264 円/L
販売単位/ エタノール濃度	20L/ 65vol%	18L/ 75vol%	18L/ 86vol%	18L/ 65vol%
用途	土壌消毒	食品用・汎用	業務用除菌	台所用除菌

※各エタノール濃度は 65vol% に換算して単価を算出

エタノールの販売価格に関して、参考価格とした既存廉価製品のエンドユーザーへの販売価格は、一般人が同量の飲料水を買うのと同じくらいの値段であり、通常市販されているエタノール製品よりもかけ離れて安いことも大概算試

算での収支不良の一因として挙げられる。

ここで、一つの新しい可能性として、一般的に販売可能なバイオエタノール完全品を生産することを目指すのではなく、あくまで農地の土壌消毒に特定して利用するための「特定農用・廉価型バイオエタノール」を製造するという手法により、事業収支が改善するという新構想を提示する。もしこれが可能であれば、この農地特用・廉価型品の製法により、工程が減ることで、材料費と燃料費を大幅に削減することができる。

また、生産したバイオエタノールをただ単に販売するだけでなく、SPCに民間の専門メンバーを参加させることで、土壌消毒作業や土壌消毒完了後の分析作業もPFI事業に組み込むことも考えられる。このように、事業体が「土壌消毒作業」や「土壌分析」という消毒業務までも請負う場合、その中の製品価格自体にも付加価値（取り扱い手数料）を加えた金額を設定できることで、収支改善につながる可能性がある。これは、農家の声として「土壌消毒時にはマスクや防護服を着て作業する必要があり、労力を費やしている」というコメントを入手していることから、実際の需要が見込めるサービス提供だと推測される。

得られた調査結果を活用しつつ、さらに調査当初の前提の一部について次の3点を変更して、再度試算した。試算の結果を表52、図71に示す。

第一に、「特定農用・廉価版バイオエタノール」だけを製造する前提として、糖化に使用する酵素の能力を落とした廉価なものへ変更する。

第二に、糖化・発酵は最低限の温度を維持できればよいため、ボイラーは昇温のみの機能とし、まだバイオエタノールの製造設備での実用可否は検証されていないが、電気消費の少ない発熱素材を温度維持用に利用する新しい方法を。そうすることで、燃料にかかる費用を大幅に減らす効果が期待できる。

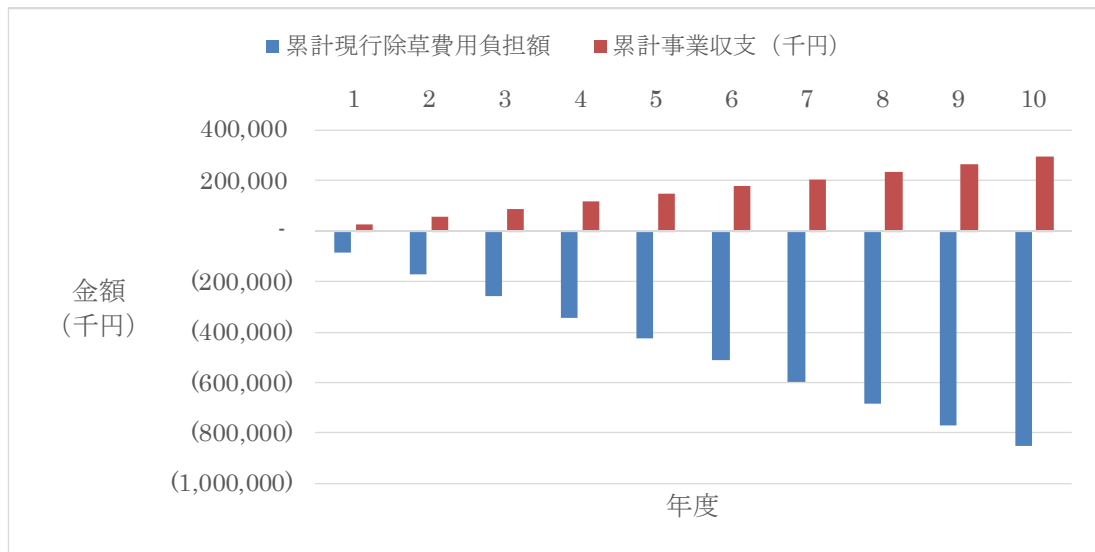
第三に、製品供給の際には販売土壌消毒サービスや土壌分析サービスを付加し、製品の価格を仮に1.3倍にする。なお、1.3倍の価格だとしても、一般的なアルコール販売価格と比較すれば格安の部類に入る。

いずれもこれから検証が必要になる内容ではあるが、この「特定農用・廉価版バイオエタノール」の条件へ変更した場合、事業収支は下記のようにプラスへ転じた。

表 57 収支改善後の試算

項目	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
糖化液(半糖化液)販売	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	138,939	138,939	138,939	138,939	138,939
酵素費	86,381	86,381	86,381	86,381	86,381
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	10,974	10,974	10,974	10,974	10,974
燃料費	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	3,332	3,332	3,332	3,332	3,332
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
単年事業収支(千円)	29,713	29,713	29,713	29,713	29,713
累計事業収支(千円)	29,713	59,425	89,138	118,850	148,563

項目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
糖化液(半糖化液)販売	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	138,939	138,939	138,939	138,939	138,939
酵素費	86,381	86,381	86,381	86,381	86,381
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	10,974	10,974	10,974	10,974	10,974
燃料費	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	3,332	3,332	3,332	3,332	3,332
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
単年事業収支(千円)	29,713	29,713	29,713	29,713	29,713
累計事業収支(千円)	178,275	207,988	237,700	267,413	297,125



- ※ 赤羽根環境センターの破碎処理・管理作業委託費は含んでいない。
- ※ マムポートのキク残渣処理・処分費用は含んでいない
- ※ 建設費は含んでいない

図 72 収支改善後の試算グラフ

先述の通り、この改善後のモデルの課題は次の3点である。一つ目が、あくまで「特定農用・廉価版バイオエタノール」は現段階では実在せず、製品としての利用可能性を今後、検証していく必要がある。原理的には可能である。二つ目として、温度維持に使用する電気消費の少ない素材もバイオエタノール生産に使用された例がない。しかし、すでに他製品の製造工程で使われているので可能性は十分にある。最後に、生産した廉価版エタノールが希望以上の価格で販売することが可能かどうか、という点がある。事業収支改善へ向けた方策として、まずはこれらの検証が必要である。

また、重要なポイントとして、今回は設備簡易設計や初期投資金額試算が調査外であることから製造プラントや建屋等への初期投資の想定金額が加味されていない。過去の調査事例から想像すると、初期投資は数億円の規模になることが予想される。

4-5 検討結果・結論

① 本件調査の結果得られた示唆（一部再掲）

(ア) 植生調査

市内のメンテナンス対象となっている道路と河川を対象にした植生調査の結果、市内の雑草の種類は、セイタカアワダチソウが最も多いことが分かった。

最も植生範囲が広いセイタカアワダチソウは、農家にとって農作物に害を及ぼす虫を引き付ける厄介な雑草である。除草作業回数を今より増やすことができれば、農作物の被害を減らす効果も出てくる可能性が考えられる。

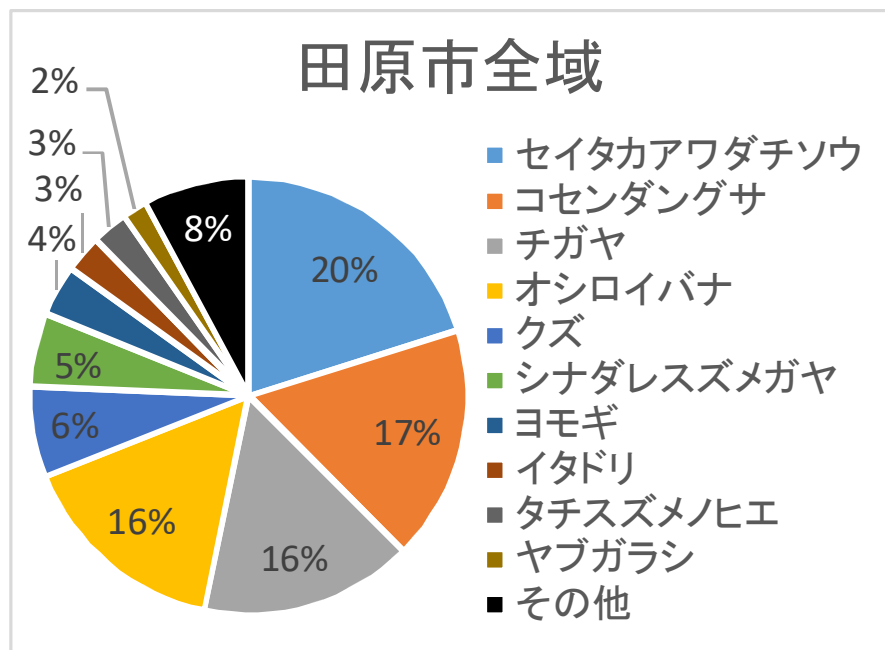


図 73 田原市全域の植物の草量の割合

(イ) バイオエタノール化対象物の賦存量調査

田原市内では、計約 23,000t/年の草および農業残渣が発生していると推計された。うち、最も多いのはトマト残渣であり全体の 66%を占めている。次いで多いのは、道路刈草発生量であり、年 5 回の除草を実施した場合は全体の 15%を占め、現在赤羽根処分場に持ち込まれている全量の約 2.7 倍の刈草が発生すると推計された。

表 27 市内全域の草および農業残渣の賦存量

No.	分類	集計対象	草量 (t/年)
-	刈草	道路刈草発生量 (年 5 回除草を実施した場合)	3,405
A		赤羽根処分場持込	1,272
B		うち市職員が除草を実施する公共施設	31
C		うち道路※道路刈草発生量の内数	6
D		うち河川	23
E	農業残渣	キク残渣	3,257
F		トマト残渣	14,800
計			22,618

道路刈草発生量は、年 5 回の除草を実施した場合の予想量であるため、これを除いた草および農業残渣の賦存量を、表 27 に示す。

1 年を通して多くの量が発生するのはキク残渣であり、マムポートと各農家で発生しているものを合わせて、毎月 212~333t/月が発生している。赤羽根最終処分場へ持込まれている草類は、季節的に量の変動があり、夏期に発生量が多く冬期に減少している。合計の発生量が最も少ないのは、1 月であり約 278t/月であった。

表 28 市内の草および農業残渣賦存量

	赤羽根処分場持込草類						キク残渣			トマト茎葉残渣	計
	計	公共施設			河川	その他	計	マムポート	その他		
		計	道路	その他							
4月	26	2.3	-	2.3	-	23	265	75	190	-	291
5月	51	3.8	-	3.8	-	47	298	84	214	-	349
6月	112	2.7	-	2.7	-	109	303	85	217	-	414
7月	129	5.7	2.5	3.2	1.0	123	306	86	220	7,400	7,835
8月	136	3.2	1.2	2.0	4.6	128	333	94	239	7,400	7,869
9月	221	3.4	-	3.4	7.1	210	272	77	196	-	493
10月	190	4.0	1.3	2.7	10.6	175	234	66	168	-	424
11月	82	2.5	0.7	1.8	-	80	298	84	214	-	380
12月	75	1.3	0.4	1.0	-	73	243	68	175	-	318
1月	45	0.3	-	0.3	-	45	233	66	167	-	278
2月	71	0.5	-	0.5	-	71	212	60	153	-	284
3月	24	0.9	-	0.9	-	23	261	73	187	-	285
計	1,272	31	6	25	23	1,218	3,257	916	2,341	14,800	19,329

※その他公共施設：市職員による除草刈草のうち、道路刈草を除いた量
 ※トマト茎葉残渣：予想発生時期の7~8月に半量ずつ発生すると仮定し表示
 ※赤羽根処分場持込草類の合計およびその他は、平成28年度1月分を除いて集計

(ウ) バイオエタノール生産試験

今回のラボ環境での初回試験において、最終的なエタノール生産量としては、全体総計として重量濃度 0.06w/v%、体積濃度 0.07v/v%のエタノールが 300ml、

乾燥原料 6g から生産することができた。

糖化試験では、過去の事例と比較すると、糖化量はやや低めの傾向がみられた。原因としては、試料の粉碎がやや粗めであったことが考えられ、もし粉碎がより細かくできれば、糖化量は向上する可能性がある。

表 34 植物乾燥試料の糖化実験 (mg 還元糖/ml 反応液)

経過時間 (day)	0	1	2
セイタカアワダチソウ	0.828	3.001	1.916
コセンダングサ	3.356	6.079	2.719
チガヤ	0.191	1.075	0.069
オシロイバナ	0.397	2.989	2.087
キク残渣	0.491	2.647	1.623
トマト残渣	0.320	2.689	1.950

発酵試験では、どの植物乾燥試料においても十分なエタノールを生成できたとは考えられない結果となった。

表 35 エタノール発酵の収率 (mg エタノール/ml 発酵液)

経過時間 (day)	0	1
セイタカアワダチソウ	0.090	0.373
コセンダングサ	0.247	1.421
チガヤ	0.114	0.292
オシロイバナ	0.178	0.284
キク残渣	0.071	0.591
トマト残渣	0.138	0.396

(エ) 市内での生産物活用意向調査

(エ) - 1 土壌消毒への活用

(エ) - 1 - 1 エタノールの最大需要量の推計

市内でのエタノール最大需要量の推計をした結果、土壌消毒実施面積合計は 1,113ha となり、この面積全てにエタノールによる土壌消毒を実施した場合のエタノール需用量は、土壌消毒実施時の体積濃度である 0.5%エタノールで 556,492kL/年となった。また、0.5%エタノールの最大需要量を体積濃度 65%に換算すると、需要量 4,301kL/年と推計された。

表 37 エタノール最大需要量の推計結果

作物	推計土壤消毒 実施面積 (ha)	0.5%エタノール 最大需要量(kL/年)	65%エタノール 最大需要量(kL/年)
キク	942	471,125	3,641
トマト	84	42,071	325
メロン	71	35,414	274
大葉	14	6,935	54
イチゴ	2	946	7
計	1,113	556,492	4,301

※推計対象作物は、JA 愛知みなみへ「市内で土壤消毒を実施している主な作物」をヒアリングし決定した。

ただし、本推計で示したのは、市内農家が現状と同様の頻度の土壤消毒を実施し、かつ全農家が土壤消毒用の資材をバイオエタノールに切替えた場合の「最大の市場規模」である。

農研機構の経験では、エタノールによる土壤消毒は土壤くん蒸と比較して効果が持続するため、土壤消毒頻度が3年に1度に減る場合がある。また、市内のどの程度の農家がエタノールによる土壤消毒を採用するか意向があるかは、普及活動と同時に調査が必要である。エタノール需要量の下振れ例を、表 43 に示す。

表 43 エタノール最大需要量と需要量の下振れ例

	土壤消毒面積 計 (ha)	0.5%エタノール使用量 (kL/年)	65%エタノール使用量 (kL/年)
計(最大)	1,113	556,492	4,301
例) 低濃度エタノール土壤還元消毒の実施が、上記面積の20%に留まる場合			
計	223	111,298	860
例) 土壤消毒効果が3年間維持できる場合			
計	371	185,497	1,434
例) 土壤還元消毒の実施面積が上記の20%に留まり、効果が3年間維持できる場合			
計	74	37,099	287
例) 土壤還元消毒の実施面積が上記の10%に留まり、効果が3年間維持できる場合			
計	37	18,550	143

(エ)－1－2 活用意向および普及に関するヒアリング

農家は新しい手法を導入することに保守的な傾向があるが、現在土壤消毒用の低濃度エタノールが最も売れている九州の例を参考に、地域内のリーダーに対して低濃度エタノール土壤還元消毒の良さをアピールすることが農家への普及につながると考えられる。

加えて、普及活動の際、既存の土壤消毒用エタノールや土壤くん蒸剤と比較

したコストや土壌消毒効果だけではなく、農作物が無農薬栽培として販売できる点や、安全性・衛生の面、雑草の抑制などの付加価値となるメリットをしっかりとアピールしていくことが重要である。

(エ)ー 2 公共施設における消毒用アルコールへの活用

消毒用アルコールは、市内の公共施設の中でも施設利用人数が比較的多い田原市役所本庁舎で、約 4 リットルの利用量であった（平成 28 年度）。そのため、公共施設全体でも年間数十リットル程度の需要量であると予想され、本事業における収入等への影響は小さいと考えられる。

(オ) バイオエタノール生産残渣物の活用方法の検討

(オ)ー 1 肥料用途

バイオエタノール生産残渣物は、堆肥用途であれば利用できる可能性が高いと考えられる。堆肥利用の際の注意点として、キク残渣・トマト残渣を使用する場合は、窒素過多にならぬよう、多量使用を避ける必要があり、刈草の残渣物を使用する場合も含めると、水分を 55～60% に調整する必要がある。

同様の用途として、残渣物を炭化し土壌改良材として販売ができる可能性もある。もし炭化をするのであれば別途、残渣物に応じた炭化設備を設ける必要がある。表 45 に、バイオエタノール生産試験前の肥料分析結果を示す。

表 45 バイオエタノール生産試験前の肥料分析結果

検査項目	刈草（4種混合） （%）	菊残渣（%）	トマト残渣（%）
水分	77.2	82.0	91.8
窒素（T-N）	0.45	0.49	0.20
リン酸（P ₂ O ₅ ）	0.17	0.19	0.08
加里（K ₂ O）	0.65	0.69	0.37
有機炭素	10.0	7.7	2.6
炭素率（C/N比）	22.2	15.7	13.2

(オ)ー 2 燃料用途

残渣物の燃料利用を検討する際は、残渣を利用可能な状態へ加工するコストや処分費用と、燃料として利用する際に得られるメリットを比較する必要がある。

バイオエタノール生産後残渣の発熱量は、木質ペレットに近い発熱量があり、燃料として利用できる可能性がある。しかしながら、バイオエタノール生産後の残渣を実際に燃料として利用するためには、エタノール液と残渣を分離後、水分を含む残渣を脱水あるいは乾燥し、必要に応じて扱いやすい形状へ加工する手間が発生することが想定される。他の燃料との発熱量との比較を表 46 に示す。

表 46 他燃料との発熱量の比較

燃料	低位発熱量 (kcal/kg)	高位発熱量 (kcal/kg)
BE 生産後残渣 (含水率 66%※1)	3,335※2	3,750※3
木質ペレット (含水率 10%※4)	3,705	4,063
A 重油※4	10,205	10,803

※1 BE 生産後残渣の含水率は、刈草 4 種、キク残渣、トマト残渣の各原料をエタノール発酵液からろ紙へ取り出し、ある程度水分を切った状態の平均値

※2 BE 生産後残渣の低位発熱量は、残渣に含まれる水分を蒸発させる熱量を試算し、高位発熱量から差し引いた見かけの低位発熱量

※3 BE 生産後残渣の高位発熱量はポンプカロリメーターによる各原料乾燥後発熱量の平均値

※4 木質ペレットと A 重油の発熱量の参考元：一般財団法人日本木質ペレット協会 web サイトより (<https://w-pellet.org/pellet-2/1-6/>)

(オ)－3 メタン発酵原料用途

バイオエタノール生産後残渣は他のメタン発酵の原料よりもメタン発生率が低く、メタンガス発酵の原料としては不向きと考えられる。また、最寄りの大規模メタン発酵施設である豊橋市の「豊橋市バイオマス資源利活用施設設備」からは、豊橋市外からの受け入れは行っていないと回答を得ている。

他のメタン発酵原料と比較したメタンガス発生量を表 47 に示す。

表 47 各メタンガス発生原料のメタン発生量

メタン発生原料	メタン発生率 (Nm ³ /kgVS)
生ごみ	0.35～0.45
牛糞	0.21
豚糞	0.27
下水汚泥	0.25

参考出典：菊池慎太郎、浦野直人、海藤晃宏、藤井克彦、高見澤一裕『微生物工学』, 2004 年, p. 85

(カ) 事業化に向けた手法等の検討

(カ)－1 事業手法の整理

想定される事業手法として、従来方式（公設公営）、DBO 方式（公設民営）、PFI 方式（BTO 方式、BOT 方式、BOO 方式）が挙げられる。

表 48 事業手法の一覧

	資金調達	施設の所有			事業実施主体			
		建設時	運営時	事業終了時	建設時	運営時	事業終了時	
従来方式	行政	行政	行政	行政	行政	行政	行政	
DBO 方式	行政	民間	行政	行政	民間	民間	行政	
PFI 方式	BTO 方式	民間	民間	行政	行政	民間	民間	行政
	BOT 方式	民間	民間	民間	行政	民間	民間	行政
	BOO 方式	民間	民間	民間	民間	民間	民間	民間

(カ)－2 事業スキームの整理

本事業では、SPC が道路および河川の除草の実施と、除草刈草や農業残渣を用いたバイオエタノール製造・販売を一括して行うことが想定される。

田原市は SPC が行う除草に対しサービス対価を支払うことを想定しており、加えて SPC は農家へのバイオエタノール販売による収入が見込まれる。

現時点での本事業のスキームイメージ図を図 67 に示す。

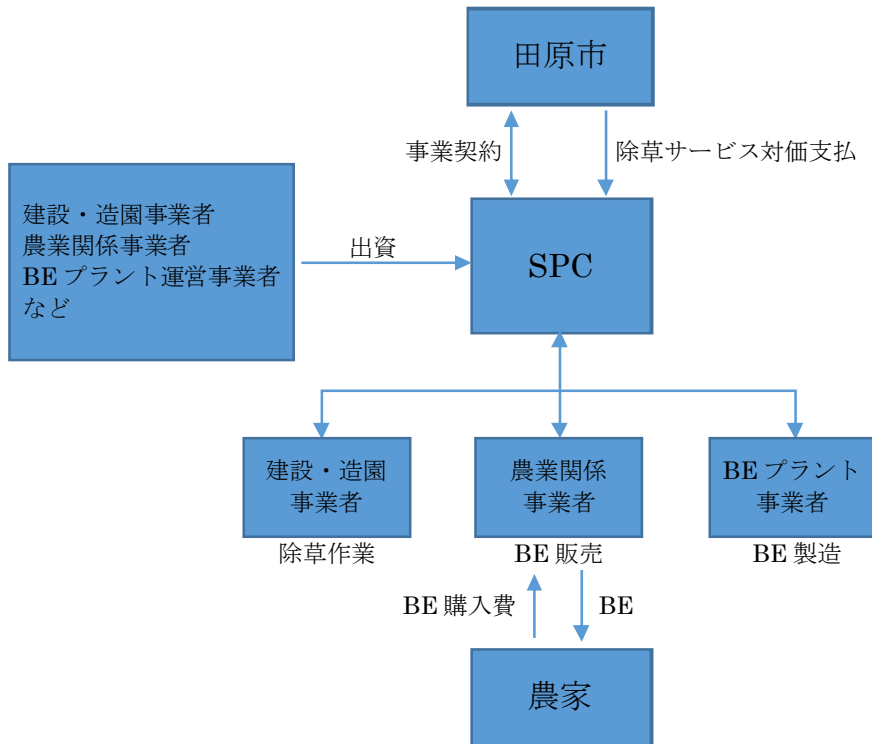


図 67 事業スキームイメージ図

(カ)－3 手法を比較する際の評価の項目

本事業は、除草作業の実施、農業残渣の収集、プラント運営、バイオエタノール販売など、運営事業者のノウハウ活用が多いため、「民間ノウハウの発揮しやすさ」が評価項目の一つに挙げられる。

また、バイオエタノール製造プラントは新規施設かつ公共性が低い施設である。そのため、リスクを民間事業者が負担する事業手法が望ましい。

今後、手法決定にかかる詳細な検討をする際は、上記の評価項目に留意することとする。

(カ)－4 手法別の期待される効果

田原市の道路・河川の維持管理費用削減に向けて現段階で想定される事業手法は、BOO 方式と DBO 方式が考えられる。そのうち民間ノウハウが発揮しやすく、市の負担がない BOO 方式が望ましい。

BOO方式は、民間ノウハウの発揮しやすさや、民間事業者のリスク負担などのメリットを得ることができ、さらに民間事業者が資金調達から設計・施工、運営までを担うため、事業費の削減を見込むこともできる。ただし、民間事業者による資金調達は、事業採算性が確実に見込めることが前提条件となる。

一方、資金調達が容易なDBO方式があげられる。DBO方式は、行政が資金調達を行うため、民間が行う場合と比較して確実に事業化を進めることができる。また、次の(キ)法令等の整理で挙げる法制度に対応して許認可を得る際、許認可手続がスムーズになる可能性もある。

(キ) 法令等の整理

(キ)－1 アルコール事業法（経済産業省）

生産したバイオエタノールが、アルコール分（温度15℃時の原容量100分中に含有するエタノールの容量）90度以上になる場合、アルコール事業法の対象となる。同法の対象となった場合、製造・販売・輸入・使用するには経済産業大臣の許可を受ける必要がある。

(キ)－2 消防法（総務省）

生産したバイオエタノールがアルコール含有量60%以上になる場合、消防法上の危険物（アルコール類）に該当する。該当した場合は、貯蔵時および取扱い時に最大数量の制限（指定数量、アルコール類の場合は400L）を受ける。指定数量以上保管をする場合は、消防長への届出が必要になる。

また、田原市火災予防条例によって、指定数量が上記の5分の1、つまり80L以上になると、消防長への届出が必要となる。その他、危険物を取り扱う際の資格や手続きが必要となる。

(キ)－3 肥料取締法（農林水産省）

バイオエタノール生産後の残渣を肥料として利用（生産・販売）する場合は、肥料取締法に則った手続きが必要になる。指定された肥料成分を分析したのち、都道府県知事への届出が必要になる。

(キ)－4 関連する法律の整理

なお、計画・立案・調査段階では、後の設計段階において関連する法制度・規則について事業を実施しようとする土地の条例や規則等を把握しておく必要がある。

(ク) VFM等の財政効果算出に資する情報の整理

調査結果と仮条件のもと、PFI事業収支を試算したところ、今の試算条件では支出が収入を上回り、事業収支が大幅なマイナスになる結果となった。

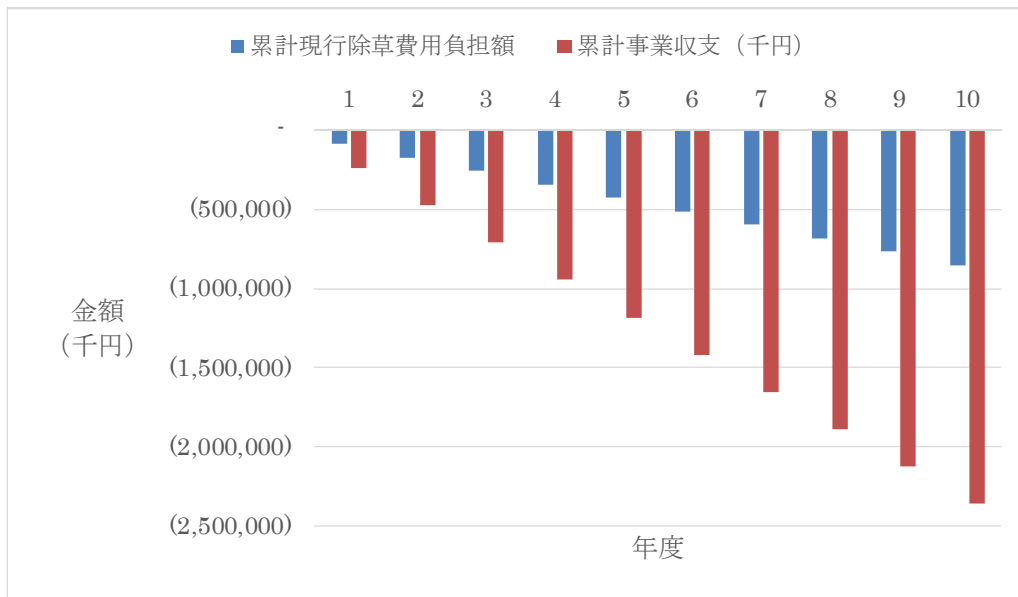
表 54 調査結果によるPFI事業収支大概算

項目	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
0.5%エタノール販売	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	362,082	362,082	362,082	362,082	362,082
材料費(酵素・酵母費)	259,142	259,142	259,142	259,142	259,142
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	11,604	11,604	11,604	11,604	11,604
燃料費	62,784	62,784	62,784	62,784	62,784
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400

単年事業収支(千円)	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673
累計事業収支(千円)	-235,673	-471,346	-707,019	-942,692	-1,178,365

項目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
0.5%エタノール販売	140,809	140,809	140,809	140,809	140,809
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	362,082	362,082	362,082	362,082	362,082
材料費(酵素・酵母費)	259,142	259,142	259,142	259,142	259,142
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	11,604	11,604	11,604	11,604	11,604
燃料費	62,784	62,784	62,784	62,784	62,784
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	6,500	6,500	6,500	6,500	6,500
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400

単年事業収支(千円)	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673	-235,673
累計事業収支(千円)	-1,414,038	-1,649,711	-1,885,384	-2,121,057	-2,356,730



- ※ 赤羽根環境センターの破砕処理・管理作業委託費は含んでいない。
- ※ マムポートのキク残渣処理・処分費用は含んでいない
- ※ 建設費は含んでいない

図 70 調査結果による事業収支大概算

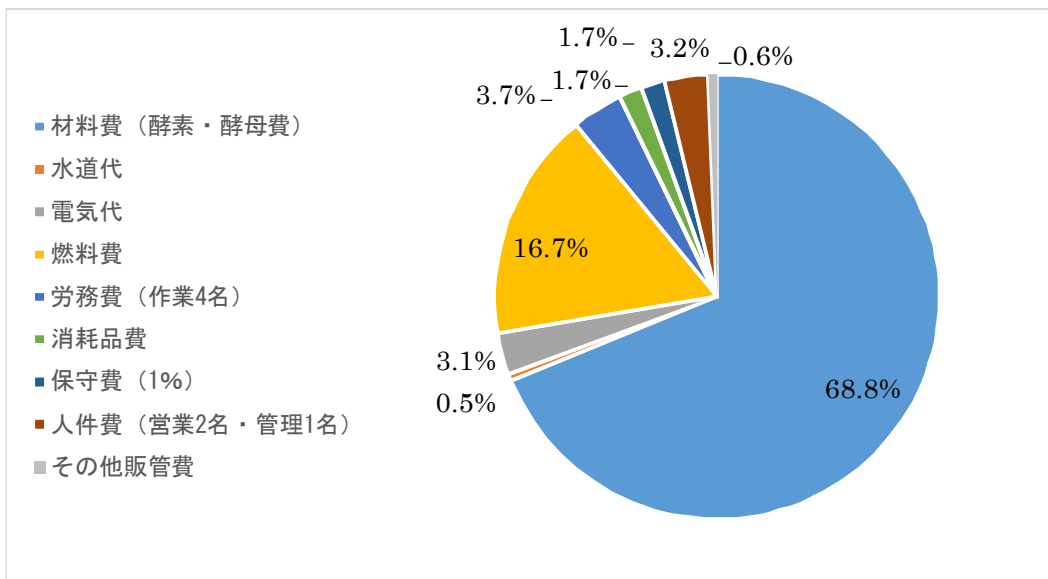


図 71 事業支出の内訳

収支悪化の要因として、バイオエタノール生産にかける材料費（酵素・酵母）や燃料費などのランニングコストが非常に高いこと、および既存のエタノール土壌消毒製品が同量の水と同じくらいの価格で、一般のエタノール製品よりも比較にならないほど安いことが挙げられる。

つまり、バイオエタノール生産ランニングコストの削減と、エタノール販売価格の値上げによって大幅な事業収支改善が見込めるといえる。

バイオエタノール生産コスト削減のためには、一般的に販売可能なバイオエタノール完全品ではなく、農地の土壌消毒に特化した「特定農用・廉価型バイ

オエタノール」の生産をする手法や、今までバイオエタノール製造への利用実績のない省エネ素材の利用が検討できる。廉価型バイオエタノール製品として、材料となる酵素を安価なものへ変更することや、ボイラーによる糖化・発酵時の温度維持に代わり、電力消費の少ない素材を利用する方法がある。

エタノール販売価格の値上げは、事業者が「土壌消毒作業」や「土壌分析」という消毒業務を請け負い、製品価格に付加価値（取り扱い手数料）を加えた金額を設定できる可能性がある。

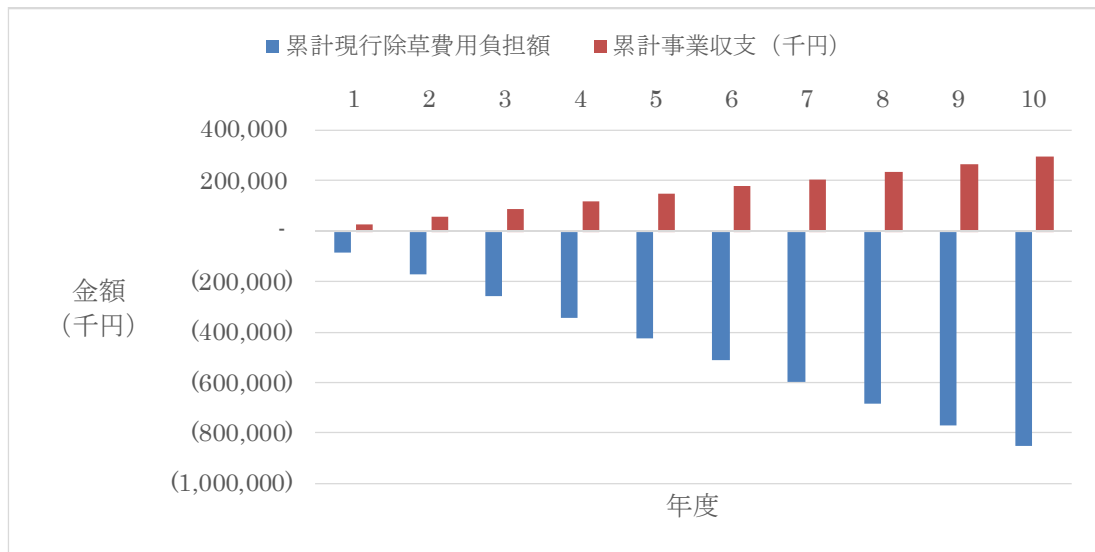
表 57 収支改善後の試算

項目	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
糖化液(半糖化液)販売	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	138,939	138,939	138,939	138,939	138,939
酵素費	86,381	86,381	86,381	86,381	86,381
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	10,974	10,974	10,974	10,974	10,974
燃料費	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	3,332	3,332	3,332	3,332	3,332
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400

単年事業収支(千円)	29,713	29,713	29,713	29,713	29,713
累計事業収支(千円)	29,713	59,425	89,138	118,850	148,563

項目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
BE原料 量(トン/年)	20,685	20,685	20,685	20,685	20,685
売上高(千円)	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
糖化液(半糖化液)販売	183,052	183,052	183,052	183,052	183,052
原料収集運搬料	-	-	-	-	-
売上原価(千円)	138,939	138,939	138,939	138,939	138,939
酵素費	86,381	86,381	86,381	86,381	86,381
水道代	1,814	1,814	1,814	1,814	1,814
電気代	10,974	10,974	10,974	10,974	10,974
燃料費	16,200	16,200	16,200	16,200	16,200
労務費(作業4名)	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
消耗品費	6,239	6,239	6,239	6,239	6,239
保守費(1%)	3,332	3,332	3,332	3,332	3,332
販売費(千円)	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
人件費(営業2名・管理1名)	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
その他販管費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400

単年事業収支(千円)	29,713	29,713	29,713	29,713	29,713
累計事業収支(千円)	178,275	207,988	237,700	267,413	297,125



- ※ 赤羽根環境センターの破碎処理・管理作業委託費は含んでいない。
- ※ マムポートのキク残渣処理・処分費用は含んでいない
- ※ 建設費は含んでいない

図 72 収支改善後の試算グラフ

しかしながら、これはあくまで「特定農用・廉価版バイオエタノール」に土壌還元消毒効果があり、温度維持に使用する省エネ素材も使え、生産物が希望の価格で販売できた場合を想定している。これに加え、今回調査外であったため加味されていない製造プラントや建屋等への初期投資の想定金額が数億円規模で発生することが想定される。

② 調査結果及び示唆に基づく結論

PFI 事業収支の試算結果により、バイオエタノール生産にかかるランニングコストが莫大となり、加えて参考売価とした既存の最廉価の土壤消毒用エタノール製品の売価が極端に安いことから、単純にバイオエタノールを製造・販売しても採算を取ることが難しいことが分かった。酵素や酵母などの材料費およびエタノール生産にかかる燃料費などのランニングコストが収支悪化の大きな原因となっている。

一方で、その改善策を検討した結果、全く新しい方法として、生産コストが安く、土壤消毒用に特化した廉価型バイオエタノールを生産する方針に切り替えることが大きな打開策となることが判明した。当初のバイオエタノール生産から農地の土壤消毒に特定して利用するための「特定農用・廉価型バイオエタノール」の生産に切り替え、SPC による土壤消毒作業サービスなどの付加価値を付けてバイオエタノールの販売価格上昇を図ることで事業収支を改善し、事業成立の可能性を高めることができる。この改善後の事業モデルについては、今後、製品化とコスト削減の程度について検証が必要になるが、実現の可能性は十分にあると考えられる。

また、酵素・酵母に関係なく、バイオエタノールの収量を上げるためには、糖化時に粉碎をより細かくすることや、糖化の時間を延長させることなどで糖化率の向上が期待できる。糖化率の向上に加え、酵母の種類を再検討してより最適化していくことによってもエタノール収量を向上させる可能性がある。これには還元糖の中身を精査する必要もある。

田原市は、恵まれていることに、本基礎調査により、バイオエタノール原料の賦存量と農地消毒の需要量の両面においてポテンシャルが高いことが示唆されており、農地消毒に特化した地産地消の廉価型バイオエタノール製造手法を目指すことが十分に可能である。まさに「田原市モデル」とも呼べる新構想である。

需用面の課題に関し、バイオエタノールの原料となる刈草、農業残渣からは、年間およそ 103,157kl(体積濃度 0.5%)のバイオエタノールが生産可能であり、それは市内で消費可能な最大量の約 20%に相当する量だと想定される。ただし、これを事業化の数字とするには、エタノールの収量向上(濃度向上)と、農家の消費量の確保が条件となる。バイオエタノールの農地の消毒利用について、農家の需要を広げるためには、農家達自身が、実際に現地現物で土壤消毒効果と農作物の育成状況を試験して確認し、その効果ともたらされるメリットを実感することが必要不可欠となる。

事業形態に関し、当事業を PFI 方式で行う場合、民間ノウハウが大きく発揮できる BOO 方式が最も望ましいが、現段階では BOO 方式採用の前提条件となる資金調達のための事業採算性の確度が不明確である。今後、新手法への実地モニタリング試験や小規模実証事業などにより、事業に採算性が得られることがある程度の確度で見込める場合、BOO 方式での事業運営が可能となる。一方で、他の選択肢としては、DBO 方式も第二案として考えられる。

事業形態に関わらず、当事業が実現できた場合、雇用の場の創出のほか、最終的には道路・河川の維持管理上で画期的な効果がもたらされる。従来発生し

ていた除草費用の軽減に加え、処分されずに積み上げられたままになっている刈草の有効利用、草むらが作り出す死角でのごみや不法投棄、ドライバーや歩行者の視界を遮るといった課題も解決されることが予想される。

③ 本件調査で得られた、他事業等で参考となる可能性のある事項

「バイオエタノール製造と土壌消毒」を活用することは、田原市のみならず、全国の「道路・河川管理の課題」と「農業の土壌消毒」の2大の課題を同時に解決するすばらしい新手法となる可能性が十分にある。

第一に、道路・河川の維持管理費用、とくに除草費用削減の問題を抱えた地域の場合では、除草費用の削減といった大きなメリットにつながる可能性がある。

第二に、低濃度エタノールによる土壌還元消毒の手法の長期的な効果としては、低濃度エタノールを土壌くん蒸剤の代わりに使用することによって、「農薬不使用で安全な農作物」をアピールすることにつながる。無農薬生産ブランドというように、農作物に新たな付加価値がつき、農家の増収や長期的な競争力の増大につながることも想定される。国民も、昔よりも農薬使用／無農薬についての意識は徐々に高まっており、このメリットは、いずれは大きく注目されることが必須である。

本モデルの他の地域での活用の可能性について、あくまで農地消毒に特化する製造手法を想定していることから、「道路・河川の刈草などの植物性原料」「農家の農地消毒の需要」の二つが十分に存在する地域であることが第一条件となる。また、当初は農家の保守的な反応が予想されることから、地域行政や農業団体が共同して広報活動し、小さな範囲から試験的に実証モデルを進めていく体制が作れることも重要となる。

このように、道路・河川の維持管理費用、とくに除草費用削減の問題を抱えた地域において、刈草と農業残渣の地産地消モデルを小規模で実証できれば、原料が確保できて農業が行われている他県でも同様の事業が成立する可能性がある。

5. 今後の進め方

5-1 ロードマップ

① 事業化に向けてのスケジュール

道路・河川の刈草等から生産されたバイオエタノールを農地消毒に使用するための事業化スケジュールを表 58 に示す。今後は、バイオエタノール生産の低コスト化に向けた試験や、田原市内の農地における土壌消毒試験、FS 調査などを経て、7年目にプラント建設を行うことを目指す。

表 58 事業化に向けたスケジュール

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	以降
量産目的 FS 調査	➡							
小規模実証 FS 調査	➡							
新 BE 作成 土壌消毒試験	➡							
SPC 発足・整備 事業計画		➡						
小規模実証 計画・準備		➡						
新 BE 使用 実地育成試験		➡						
小規模実証			➡					
新土壌消毒手 法の普及活動			➡					
量産プラント 建設							➡	
量産プラント 稼働								➡

② 今後の検討事項等

- (ア) 量産前提でのプラント・各設備の設計基本条件の作成
- (イ) 廉価版バイオエタノールの原料調達・保管の手法の検討
- (ウ) 廉価版バイオエタノール製品の販売手法の原案作成
- (エ) 量産前提での導入収支試算（財務 FS）
- (オ) 法律・税務関係事項及び主要な課題と対応案の想定
- (カ) 事業組織体制の原案作成
- (キ) 小規模実証試験を実施した場合の概算 FS 作成
- (ク) 小規模実施試験を初期に行う場合の主要な課題の想定
- (ケ) 廉価版酵素（バイオエタノール化の効率低下）の検討・選定
- (コ) 廉価版バイオエタノールでの土壌消毒効力試験

5-2 想定される課題

本報告書の最後に、道路・河川維持管理のコスト低減と品質向上を目指した新手法の実現に対して、想定される課題と検討すべき事項を考察する。繰り返しとなるが、今後の最も重要かつ基礎的な今後の課題は次の2つである。

第一に、「特定農用・廉価版バイオエタノール」は今回起案された新しい手法であるため、製品としての利用可能な程度を今後、検証していく必要がある。これは原理的には十分に可能性があり、またこれにより大きく製造コストが改善される。

第二に、生産した廉価版エタノールが希望以上の価格で十分な量を販売できるかどうか、という課題について検証する必要がある。むしろ、検証というより、実地でのモニタリング実証事業などを通して、需要を少しずつ啓蒙していく活動が不可欠となる。

その他の項目を含め、主要な想定される課題と今後検討すべき事項を以下に記す。

① その後の検討、事業化の各段階で想定される課題、懸念点等

(ア) バイオエタノール生産におけるランニングコストの削減

今回の調査により明らかとなった、材料費（酵素・酵母）と光熱費の二つの事業収支悪化の要因を改善する必要がある。

(イ) 新土壌消毒法の効果の成否確認

PFI 事業収支の改善策として、「特定農用・廉価型バイオエタノール」を使用する新土壌消毒手法が考えられるが、この手法は全く新しい構想であるため、どのような条件の廉価型バイオエタノールであれば、求める最低限の効果が得られるのかが現時点では未知である。

(ウ) バイオエタノールを用いた土壌消毒の普及性

本事業では、製造したバイオエタノールを土壌消毒用資材として販売することを想定しているが、現在田原市内ではほとんどの農家が D-D 剤やクロルピクリン剤等を用いた土壌くん蒸消毒を行っており、バイオエタノールを用いた土壌消毒はほとんど行われていない。

市内農家にバイオエタノールを用いた土壌消毒を普及させ、土壌くん蒸消毒からバイオエタノールを用いた土壌消毒に転換する農家を一定数以上確保し定着させることが、事業の採算性に大きく影響すると考えられる。

(エ) 設備の初期投資に必要となる資金の調達

図 70 調査結果による事業収支大概算・図 71 事業支出の内訳・図 72 収支改善後の試算グラフ各図の条件は、あくまでもバイオエタノール生産に必要なプラント費用を含まない形の試算条件である。廉価版バイオエタノール生産に切り替えるなどの事業収支改善の方法以外にも、当事業を実現させるためには初期投資に充てる資金の調達、財源の確保が必須となる。

(オ) 事業体(SPC)への市などの行政委託金

事業体において、前項の初期投資額の金額にも関係するが、ある程度の初期投資金額は少なからず想定される。その償却費用も勘案し、現時点の委託内容よりも範囲の広い業務を委託することから、事業体への継続的な支援を得る必要がある。

(カ) 事業者の一般廃棄物運搬・処分業の取得

本事業では、事業者が除草を実施し、除草刈草や収集した農業残渣を用いてバイオエタノールを製造・販売することを想定している。除草刈草や農業残渣は一般廃棄物に該当するため、事業者は一般廃棄物収集運搬業及び処分業の許可を受けている必要がある。

また、除草作業に必要な機器や車両等が必要となる。

(キ) 除草状況の品質維持

除草作業を本事業の事業者が一括して担うことになるため、単年度ごとに委託していた従来と比較し、除草作業結果について行政のチェックが届かない場合が想定される。

(ク) 農業残渣回収の仕組みづくり

事業採算性を向上させるためには、プラント規模を一定以上とする必要があり、本事業では農業残渣を活用することでプラント規模を大きくすることを想定している。

ただし、農業残渣は、現在では JA 愛知みなみの選花梱包施設「マムポート」で発生しているもの以外は、各農家が個別に処分をしている。そのため、各農家で発生する農業残渣を回収する仕組みをつくり、普及させる必要がある。

(ケ) BOO 方式採用の条件整備

PFI 事業とする場合は BOO 方式が望ましい。しかしながら、現時点では BOO 方式採用の前提となる新手法での事業採算性の確度が不明確な状態である。

② 課題の解決のために想定される手段、検討すべき事項

前項で挙げた課題や懸念に対し、以下の通り想定される手段、検討すべき事項を整理した。

(ア) バイオエタノール生産におけるランニングコストの削減

材料費削減の方法として、酵素は価格を重視し、その活性は「特定農用・廉価型バイオエタノール」を製造するために最低限満足するものを国内外問わずに選定する。また、燃料費削減の方法としては、廉価版酵素によって「特定農用・廉価型バイオエタノール」を製造する条件から、最低限必要となるエネルギーを得られる設備を検討する。

(イ) 新土壌消毒手法の効果の成否確認

サンプルの作成から土壌消毒効果の確認作業まで実際の試験を重ねてその効果を調べる必要がある。これにはまず、廉価な酵素の選定から始め、実地テストに必要となる農地の確保が必須となる。

(ウ) バイオエタノールを用いた土壌消毒の普及性

解決のために想定される手段として、実際に作ったバイオエタノールを土壌消毒に使用する小規模実証試験を行い、農家に実感してもらう方法が最も有効と思われる。さらには、市内農家と既につながりもしくは農家に対して影響力がある事業者や団体を、本事業のスキームに含め、バイオエタノールを用いた土壌消毒の技術的普及やバイオエタノールの販売広告を担うことが考えられる。

また、バイオエタノールを用いた土壌消毒は、土壌くん蒸消毒と比較して、人獣への有害な影響がないことや、バイオエタノールのみで複数種類センチュウ、ウイルス、細菌に効果があり、雑草の発生を抑制する効果も期待できる、効果が長く持続するなどの利点があるため、それらの点を効果的に宣伝する必要がある。

(エ) 設備の初期投資に必要となる資金の調達

設備の初期投資金額は、事業者にとって負担が大きく、最初の資金調達は一つの課題となる。主な手段としては、プラント購入に利用可能な補助金を検討し、その取得を目指すことが挙げられる。

(オ) 事業者（SPC）への市などの行政からの委託料

事業規模が大きくなり、収益性の面で事業が成り立つまでには時間がかかることが推察される。初期投資を別にしても、小規模時からの事業者の運転収支が、稼働初期から黒字を想定することは難しい。考えられる手段としては、市のインフラ整備を行うにあたり、市などの行政機関から事業者へ相応の委託料を支払うことが適切である。

(カ) 事業者の一般廃棄物運搬・処分業の取得

解決のために想定される手段として、許可取得済みの民間事業者を本事業の

スキームに含めることが考えられる。

また、除草作業に用いる機器や車両についても、現在同様の事業を行う事業者を採用することで、必要機器購入にかかる初期費用を抑えることができると考えられる。

(キ) 除草状況の品質維持

解決のために想定される手段として、PFIの事業契約の際に除草作業について明文化し契約締結をすることが考えられる。例えば、年間除草回数、除草対象地、刈草の残置可否、住民からの除草要請に対する対応などの項目が挙げられる。

また、行政による定期モニタリングを実施することも有効と考えられる。

(ク) 農業残渣回収の仕組みづくり

解決のために想定される手段として、無償での残渣受入、集出荷場など農家がよく立ち入る場所での受入などが考えられる。

今後検討すべき事項として、農家に持込意欲があるかの意向調査が必要である。

(ケ) BOO方式採用の条件整備

事業採算性を確実に見込めるように改善する手段として、新手法に対する実地モニタリング試験やその結果を用いた事業収支試算、小規模実証事業の実施などを進めていくことが必要となる。

以上