

序 章 調査概要

1. 調査の背景及び目的

近年、循環型社会の形成を目指して、エネルギー有効利用や環境保全等の観点から、多様な取組が進められているが、食品廃棄物、畜産廃棄物、木質系廃棄物等のバイオマスの利活用も有効な手段の一つとして注目されている。これらバイオマスの積極的な利活用は、バイオマスのカーボンニュートラル※という特性のため、地球温暖化防止に向けて寄与できるとともに、バイオマスエネルギーとして化石燃料を代替できるため、エネルギー有効利用の面でも貢献できるものと考えられている。

また、バイオマス関連産業を将来的な戦略的産業として育成することを通じて、我が国の産業競争力を強化することや、畜産廃棄物のように地域資源として農村部に多く存在するバイオマスの積極的な利活用を通じて、農林漁業や農山漁村を活性化することも期待されているところである。

このような社会的背景を踏まえ、国は平成14年12月、バイオマスの総合的な利活用に関する戦略として「バイオマス・ニッポン総合戦略（以下、総合戦略という）」を策定したところである。

バイオマスの利活用にあたっては、肥料化、飼料化、木質系素材化、工業用原料化等のマテリアル利用、直接燃焼、気体燃料化（バイオガス化）、液体燃料化等のエネルギー利用等の様々な方法が考えられるが、本調査では対象をバイオガス化に絞り、バイオガス化事業の導入を検討している事業者及び自治体に対して、事業計画段階で検討すべき事項や留意すべき課題等を明らかにすることで、今後のバイオガス化事業の推進を支援することを目的とする。

※カーボンニュートラル

バイオマスを燃焼すること等により放出される二酸化炭素（ CO_2 ）は、生物の成長過程で光合成により大気中から吸収した CO_2 であることから、バイオマスは私たちのライフサイクルの中では大気中の CO_2 を増加させないという特性を有している。この特性をカーボンニュートラルという。

2. 調査フロー

本調査の調査フローを整理すると、図1の通りとなる。

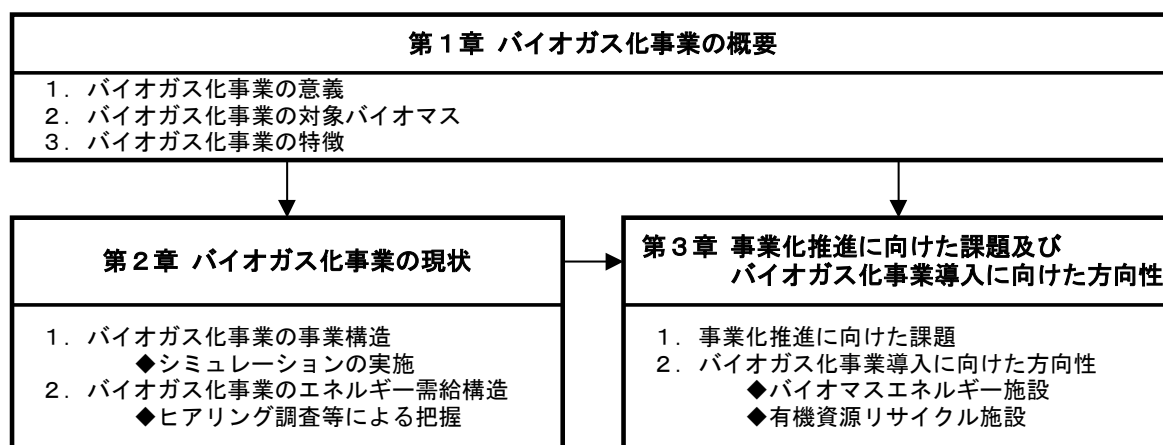


図1 調査フロー

第1章 バイオガス化事業の概要

1. バイオガス化事業の意義

20世紀後半はエネルギーや原材料の多くを石油等の化石燃料に依存した時代であった。この時代が社会の成長と発展をもたらしたことは事実であるが、同時に、有限な化石燃料の浪費、地球温暖化の進行、生態系の攪乱等の環境問題を引き起こしたことも事実である。これらの環境問題を克服し、持続的な発展が可能な循環型社会の形成が求められている21世紀を迎え、近年、バイオマスの可能性が注目されてきている。

バイオマスとは、生物資源（bio）の量（mass）を表す概念であり、「再生可能な生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」を意味する。バイオマスは地球に降り注ぐ太陽エネルギーを活用して、無機物である水とCO₂から生物が光合成により生成した有機物であり、私たちのライフサイクルの中では生命と太陽エネルギーが存続する限り、持続的に再生可能な資源である。具体的には、食品廃棄物、家畜排せつ物、建設発生木材、下水汚泥、稲わら、林地残材、資源作物等がバイオマスとして挙げられ、これらバイオマスの利活用には様々な方法が存在するが、バイオガス化施設においてメタンを主成分とするバイオガスを発生させるバイオガス化もその一つである。

我が国では近年、各地でバイオガス化事業が検討されているが、表1に示す通り、バイオガス化事業には脱化石燃料社会の実現、地球温暖化の防止、循環型社会の形成等の面で多くのメリットがあるため、今後、バイオガス化事業を推進することには大きな意義があるものと考えられる。

表 1 バイオガス化事業の意義

①脱化石燃料社会の実現

化石燃料の浪費による将来的なエネルギーの枯渇を回避することを目的に、バイオガス化事業を行うことで、バイオマスエネルギーの利用が進み、「化石燃料社会」を脱却して「バイオマス社会」へと転換することが可能となる。

②地球温暖化の防止

カーボンニュートラルという特性を持つバイオマスを対象に、バイオガス化事業を行うことで、CO₂の排出源である化石燃料をバイオマスエネルギーで代替し、温室効果ガスであるCO₂の発生を抑制することが可能となる。

③循環型社会の形成

自然の恵みによりもたらされる持続的に再生可能な資源であるバイオマスを対象に、バイオガス化事業を行うことで、限りある資源を有効利用することができ、持続的な発展が可能な循環型社会への移行を促進することが可能となる。

④肥料化・飼料化の有望な代替手段

食品廃棄物や下水汚泥等には、肥料化や飼料化が困難な質のものも多く、肥料や飼料の需要量にも限界があることから、肥料化や飼料化のみではバイオマスの利活用が行き詰まるものと考えられ、バイオガス化事業は、これらのバイオマスを利活用する場合の有望な代替手段となり得る。

⑤ダイオキシンの発生回避

食品廃棄物に代表される含水率の高いバイオマスをバイオガス化することで、焼却処理した場合に懸念されるダイオキシンの発生を回避することが可能となる。

⑥競争力のある新たな戦略的産業の育成

バイオガス化事業を行うことで、新たにバイオマスをエネルギー利用することにより、革新的な技術開発、ノウハウの蓄積、先駆的なビジネスモデルの創出等が可能となり、結果的に新たな環境調和型産業と新たな雇用の創出が可能となる。

⑦農林漁業・農山漁村の活性化

家畜排せつ物、稲わら、林地残材等農林漁業から発生するバイオマスをバイオガス化事業により有効利用することで、農林漁業における自然循環機能の維持増進が進み、農林漁業を活性化することが可能となる。さらに、農産物以外にエネルギー供給という新たな役割と可能性が加わることで、地域に新たな産業と雇用をもたらし、農山漁村を活性化することが可能となる。

2. バイオガス化事業の対象バイオマス

(1) バイオマスの種類

バイオマスの種類を整理すると、図2の通りとなる。バイオマスは大きく、廃棄物系バイオマス、未利用バイオマス、資源作物の3つのカテゴリーに分類される。

廃棄物系バイオマスとは、生ごみ等の食品廃棄物、牛糞尿等の畜産廃棄物、建設発生木材等の木質系廃棄物、下水汚泥等の生活系廃棄物等のことであり、現在、主に廃棄物として再資源化・処理されている。未利用バイオマスとは、稲わら等の農産系バイオマス、間伐材等の林産系バイオマスのことであり、現在、あまり利活用が進んでいない。資源作物とは、菜種油等のエネルギー用作物、飼料作物等の原料用作物のことであり、今後、未利用地等にエネルギーや製品の原料として栽培されることが期待されている。

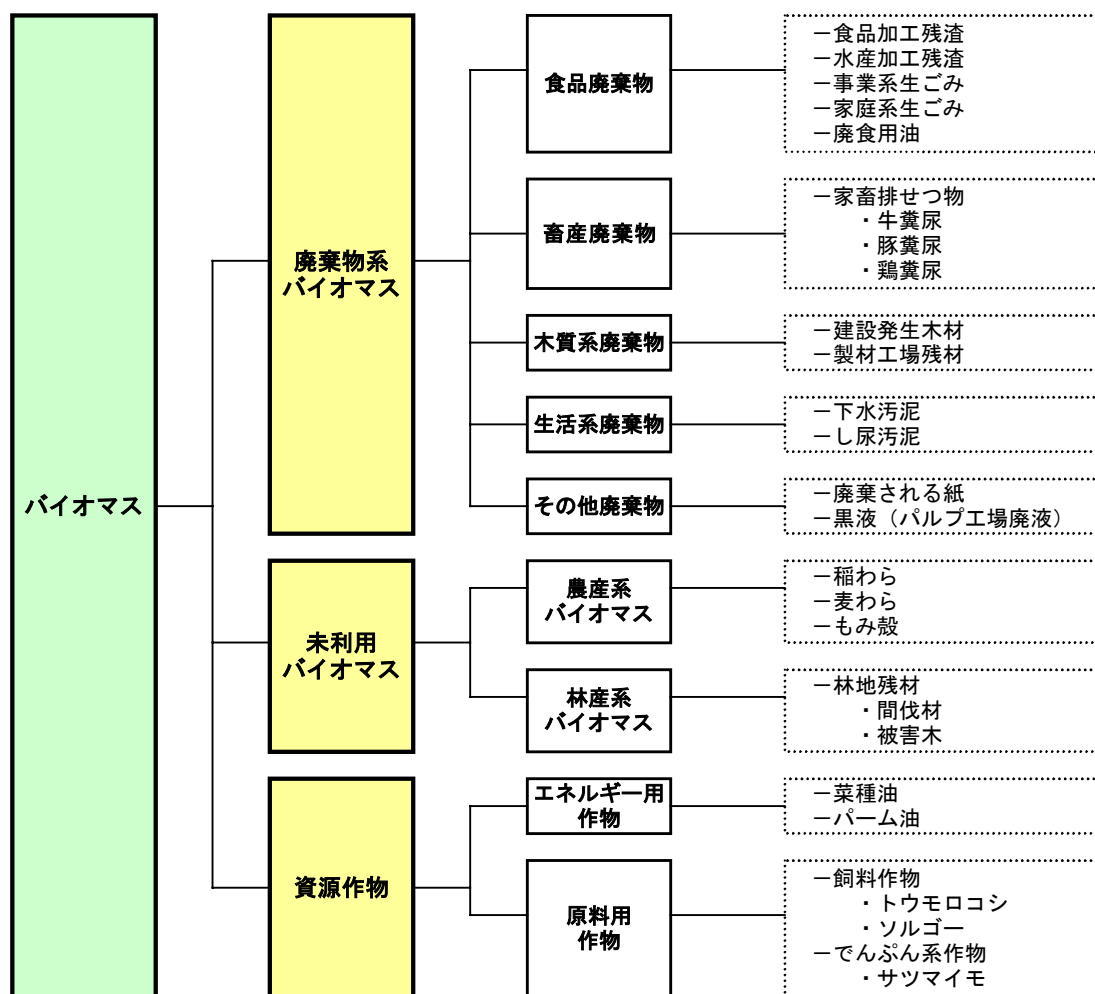


図2 バイオマスの種類

(2) バイオガス化事業の対象となるバイオマスの種類及び量

我が国では従来、下水処理場やし尿処理施設において、汚泥の自己処理の一形態としてバイオガス化施設を導入するケースがほとんどであり、エネルギー利用の観点からバイオガス化事業を行うケースはほとんどみられなかった。昭和40年代後半から昭和50年代前半のオイルショックの時期には、代替エネルギーの確保を目的に、畜産廃棄物を対象としてバイオガス化事業の導入が図られた時期もみられたが、その後の石油価格の下落や安価なプロパンガスの普及を背景に、その多くが挫折した経緯がある。

しかし近年、食品リサイクル法への対応、生ごみの焼却処理により発生が懸念されるダイオキシンへの対策、高濃度の有機物にも対応可能なバイオガス化施設の技術開発の進展等を踏まえ、バイオガス化事業の対象となるバイオマスの裾野が食品廃棄物にまで拡大してきている。

また、家畜排せつ物法への対応、家畜排せつ物の野積みや素掘りに起因する悪臭の発生や硝酸性窒素による地下水汚染等の地域環境問題への対策等を踏まえ、畜産廃棄物を対象とするバイオガス化事業の必要性が高まってきている。

このようなバイオガス化事業に係る社会的動向を踏まえ、また、バイオガス化には含水率及び含有カロリーが高い性状のバイオマスが適していることを考慮すると、今後、バイオガス化事業の対象となるバイオマスとしては、主に、食品廃棄物や畜産廃棄物が中心になり、下水汚泥やし尿汚泥が続くものと考えられる。

参考として、我が国における主なバイオガス化施設の普及状況を対象バイオマスごとに整理すると、表2の通りとなる。

表2 我が国における主なバイオガス化施設の普及状況

対象バイオマス	導入事例	処理量
食品廃棄物	宮城県白石市	3 t／日
	株式会社市川環境エンジニアリング（東京都大田区）	100 t／日
	新百合ヶ丘ビブレ（神奈川県川崎市）	1 t／日
	富山グリーンフードリサイクル株式会社（富山県富山市）	20 t／日
	バイオガス化技術実証研究プラント（京都府京都市） ^{注1}	3 t／日
	マイカル明石（兵庫県明石市）	1 t／日
	環境省地球温暖化対策実地検証事業（兵庫県神戸市）	6 t／日
畜産廃棄物	町村農場（北海道江別市）	17 t／日
	別海資源循環試験施設（北海道別海町）	45 t／日
	湧別資源循環試験施設（北海道湧別町）	6 t／日
	八木バイオエコロジーセンター（京都府八木町） ^{注2}	47 t／日
	鹿児島県屋久町 ^{注3}	1 t／日
下水汚泥	西部下水終末処理場（北海道旭川市）	145,781m ³ ／年
	南部下水終末処理場（北海道函館市）	154,834m ³ ／年
	西町下水処理センター（北海道苫小牧市）	130,087m ³ ／年
	北上川上流流域下水道都南城センター（岩手県）	139,036m ³ ／年
	山形浄化センター（山形県山形市）	70,018m ³ ／年
	池の川処理場（茨城県日立市）	48,366m ³ ／年
	小台処理場（東京都）	434,790m ³ ／年
	北部汚泥処理センター（神奈川県横浜市）	783,890m ³ ／年
	南部汚泥処理センター（神奈川県横浜市）	671,002m ³ ／年
	中央浄化センター（新潟県長岡市）	108,407m ³ ／年
	城北水質管理センター（石川県金沢市）	131,796m ³ ／年
	中浜下水処理場（大阪府大阪市）	178,700m ³ ／年
	猪名川流域下水道原田処理場（大阪府）	515,230m ³ ／年
	西部浄化センター（広島県広島市）	390,862m ³ ／年
	日明浄化センター（福岡県北九州市）	339,974m ³ ／年
	中部水処理センター（福岡県福岡市）	323,023m ³ ／年
	宮崎処理場（宮崎県宮崎市）	76,457m ³ ／年
	妙田下水処理場（宮崎県延岡市）	99,059m ³ ／年
	中部流域下水道那覇浄化センター（沖縄県那覇市）	276,670m ³ ／年
	名護下水処理場（沖縄県名護市）	19,704m ³ ／年
し尿汚泥	南宗谷衛生施設組合（北海道）	15kL／日
	西天北五町衛生施設組合（北海道）	20kL／日
	六つの国環境衛生組合（宮城県）	105kL／日
	上越地域広域行政組合（新潟県）	240kL／日
	新潟県津川町	66kL／日
	新潟地域広域清掃事務組合（新潟県）	149kL／日
	東蒲原広域衛生組合（新潟県）	23kL／日
	下伊那郡西部衛生施設組合（長野県）	16kL／日
	奈良県生駒市	80kL／日
	奈良県奈良市	90kL／日
	愛媛県久万町	3kL／日
	上五島地域広域市町村圏組合（長崎県）	69kL／日
	宮崎県串間市	35kL／日

出典：「日本の下水道（平成13年）」「下水道統計行政編（平成11年度版）」「都市清掃（平成13年11月）」等

注1：処理量03t／日の中には、剪定枝等0.5t／日を含む。

注2：処理量47t／日の中には、食品廃棄物5t／日、わら・おがくず1t／日を含む。

注3：処理量01t／日の中には、食品廃棄物、古紙等を含む。

注4：計画事例を含む。

1) 食品廃棄物

食品廃棄物については、年間約1,900万tが発生していると推計されるが、このうち、肥料や飼料として利活用されているものは10%に満たず、残りの約90%は焼却処理後、埋立処分されているものと推計される。

表3 食品廃棄物の発生量及び処理状況

(単位：万t/年)

	発生量	処 理				
		焼却処理	再資源化			
			肥料化	飼料化	その他	計
一般廃棄物	1,600	1,595 (99.7%)	5 (0.3%)	—	—	5 (0.3%)
うち事業系	600					
うち家庭系	1,000					
産業廃棄物	340	177 (52%)	47 (14%)	104 (31%)	12 (3%)	163 (48%)
事業系合計	940	775 (83%)	49 (5%)	104 (11%)	12 (1%)	165 (17%)
合計から家庭系 一般廃棄物を除く						
合 計	1,940	1,772 (91%)	52 (3%)	104 (5%)	12 (1%)	168 (9%)

出典：厚生省資料（平成8年）等から推計

2) 畜産廃棄物

畜産廃棄物については、年間発生量約9,100万tのうち、約80%が利活用されているが、その大半は堆肥等の肥料としての利活用である。しかし、南九州地域等の畜産濃密地帯では、堆肥等の輸送性の悪さや土壌中の窒素等の成分量等を考慮すると、畜産廃棄物の肥料としての農地への還元は限界にきているものと推定される。

表4 畜産廃棄物の発生量及び処理状況

発生量	約9,100万t/年
堆肥・液肥利用	約8割
その他	約2割

出典：農林水産省推計（平成12年度）

注1：発生量は、牛、豚及び鶏のもの。

注2：その他の約半分が野積み・素掘り。

3) 下水汚泥

下水汚泥については、年間発生量約7,600万tのうち、約60%が建設資材や堆肥として利用されており、残りの約40%は埋立処分されているものと推計される。

表5 下水汚泥の発生量及び処理状況

発生量	約7,600万t/年
建設資材・堆肥利用	約6割
埋立処分	約4割

出典：バイオマス・ニッポン総合戦略（平成14年12月）

注：発生量は、濃縮汚泥ベース。

4) し尿汚泥

し尿汚泥については、年間発生量約3,200万tのうち、大半が焼却処理・埋立処分されているものと推計される。

表6 し尿汚泥の発生量及び処理状況

発生量	約3,200万t/年
焼却処理・埋立処分	発生量の大半

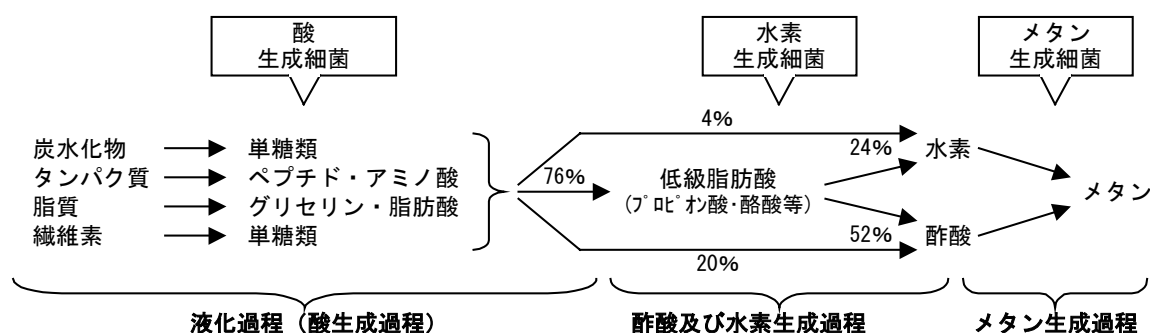
出典：バイオマス・ニッポン総合戦略（平成14年12月）

3. バイオガス化事業の特徴

(1) バイオガス化の原理

バイオガス化はメタン発酵とも呼ばれ、嫌気性条件下で進行する生物化学的な反応であり、微生物の働きにより高分子有機物が低分子有機物に分解された後、最終的にメタンを主成分とするバイオガスに変換される反応である。

バイオガス化は図3に示す通り、段階的に起こる反応である。第1段階の液化過程（酸生成過程）では、炭水化物やタンパク質等の高分子有機物が酸生成細菌の作用により、単糖類やアミノ酸等の低分子有機物を経て、酢酸や低級脂肪酸（プロピオン酸・酪酸等）等に変換される。第2段階の酢酸及び水素生成過程では、低級脂肪酸等が水素生成細菌の作用により、水素と酢酸に変換される。第3段階のメタン生成過程では、水素と酢酸がメタン生成細菌の作用により、メタンやCO₂等からなるバイオガスに変換される。



出典：バイオマスエネルギーの特性とエネルギー変換・利用技術（2002年4月）に加筆

図3 バイオガス化の原理

表7に示す通り、バイオガスの主成分はメタン（約60%）とCO₂（約40%）であり、その他に少量の窒素、酸素、硫化水素等が含まれる。メタン濃度が約60%と低いため、都市ガスと比較すると含有カロリーが低いものの、配管等に腐食を及ぼす硫化水素を脱硫して除去すれば、バイオガスは十分利用できるガスである。

表 7 バイオガスに含まれる成分

成 分	濃 度
メタン (CH ₄)	60.2%
二酸化炭素 (CO ₂)	38.5%
窒素 (N ₂)	1,300ppm
酸素 (O ₂)	580ppm
硫化水素 (H ₂ S)	脱硫前： 810ppm 脱硫後： <0.25ppm
備 考	<ul style="list-style-type: none"> ・ バイオガス発熱量：5,500kcal/Nm³ ・ バイオガス昇圧後の測定データ ・ 昇圧前のバイオガスはかなりの水蒸気 ・ を含む（湿度 90%以上）

出典：資源循環型食品産業モデル展開事業

富山地区ゼロエミッション推進委員会報告書（平成 14 年 3 月）

注：マイカル明石（兵庫県明石市）におけるバイオガスの成分分析結果。

（２）バイオガス化施設のタイプ

バイオガス化施設はメタン発酵槽とも呼ばれ、温度管理や濃度管理を適切に行い、メタン生成細菌等の微生物群を的確に制御することで、バイオガスを効率的に発生させるための施設である。表 8 に示す通り、発酵温度や固形物濃度によりバイオガス化施設のタイプは異なる。

表 8 バイオガス化施設のタイプ

発酵温度	高温発酵（約 55℃）		中温発酵（約 35℃）	
固形物濃度	乾式（20～40％）	湿式（0～10％）	乾式（20～40％）	湿式（0～10％）

発酵温度についてみると、高温発酵タイプと中温発酵タイプの 2 種類のバイオガス化施設があり、高温発酵タイプの発酵温度は約 55℃、中温発酵タイプの発酵温度は約 35℃である。高温発酵タイプは加温に必要なエネルギーが大きく、微生物群の制御技術が難しい面はあるが、有機物分解性に優れるためメタン発酵槽内における滞留時間が短く、高濃度の有機物にも対応でき、効率的にバイオガスを生成できるメリットがある。一方、中温発酵タイプは高温発酵タイプと比較すると滞留時間が長く、バイオガス生成の効率性には劣るものの、消費エネルギーが小さく、維持管理の負担も小さいといったメリットがある。

固形物濃度についてみると、乾式タイプと湿式タイプの 2 種類のバイオガス化施設があり、乾式タイプの固形物濃度は 20～40％、湿式タイプの固形物濃度は 0～10％である。乾式タイプは含水率の低い高濃度な有機物に対しても、バイオガス化を可能とする活性の高い微生物群を活用した技術である。残渣の炭化处理と組み合わせることで、消化液をほとんど排出しないシステムを構築することが可能であり、現在、実用化に向けた技術開発が進められている。一方、湿式タイプは既に確立された技術であり、近年、全国的に普及しつつあるが、発酵に長時間を要することや多量に排出される消化液の処理が課題として残されている。

参考として、我が国における主なバイオガス化施設の種類を整理すると、表 9 の通りとなる。

表9 我が国における主なバイオガス化施設の種類

施設種類	発酵温度	固形物濃度	メーカー	導入事例
① B I M A	中温	湿式	・大林組 ・三井鉱山	・京都府八木町 ・奈良県奈良市 ・宮崎県串間市 等
② D R A N C O	高温	乾式	・栗田工業	・鹿児島県屋久町 等
③ コンポガス	高温	乾式	・N K K ・石川島播磨重工業 ・川崎重工 ・クボタ ・タクマ ・日立造船	・京都府京都市 等
④ メタクレス	高温	湿式	・鹿島建設	・宮城県白石市 ・富山県富山市 ・兵庫県神戸市 等
⑤ メビウス	高温	湿式	・アタカ工業 ・荏原製作所 ・クボタ ・栗田工業 ・住友重機械工業 ・西原環境衛生研究所 ・三菱重工業	・新潟県 ・長野県 ・奈良県生駒市 等
⑥ リネッサ	中温 ↓ 高温 (2段階)	湿式	・N K K ・石川島播磨重工業 ・新日本製鉄 ・タクマ ・東レエンジニアリング ・日立造船 ・三井造船	・愛媛県久万町 等



図4 バイオガス化施設（B I M A：京都府八木町）



図5 バイオガス化施設（メタクレス：兵庫県神戸市）

(3) バイオガス化事業の事業スキーム

1) 前提条件の整理

バイオガス化事業を行うにあたっては、前提条件として、事業用地の確保及び対象バイオマスの確保について検討する必要がある。

事業用地の確保にあたっては、必要な面積をできるだけ低コストで確保することが望まれる。従って、事業を展開する地域において遊休地等の利用可能性について十分に把握するとともに、用地の取得方法として土地を購入する場合と借地する場合とで、どちらが経済的に有利になるかを比較検討する必要がある。

対象バイオマスの確保にあたっては、必要な量をできるだけ安定的に確保することが望まれる。従って、地域内における大口の排出事業者と協力してバイオマスを確保した上で、事業を展開することができれば理想的である。また、量だけではなく質についても、水分状態や異物混入状態等のバイオマスの性状に留意して、バイオガス化に適したバイオマスの品質を確保することが求められる。なお、バイオガス化事業を円滑に進めるためには、排出事業者の協力が得られ、かつ、事業性が保てるレベルで処理費を設定することや、地域における既存の処理システムとの連携を図り、効率的な事業スキームを構築すること等も重要になる。

2) 収集運搬システムの確立

広く薄く存在するというバイオマスの特性から、現在、バイオマスの利活用にとって収集運搬が大きな課題となっている。バイオガス化事業を行う場合も例外ではなく、コスト面や環境面に配慮して効率的な収集運搬システムを確立することが求められる。

対象バイオマスの確保とも重なるが、地域には食品廃棄物や畜産廃棄物等のバイオマスについて既に収集運搬システムが存在している。従って、バイオガス化事業の開始に向けて、新たに独自の収集運搬システムを確立することには大きな労力を要するとともに、その実効性にも疑問が残るため、可能な限り既存の収集運搬システムとの連携を図り、対象エリア、収集運搬を担う主体、収集運搬の方法等について条件を適切に設定して役割分担した上で、バイオガス化事業を行うことが望ましい。

また、食品廃棄物を対象とする場合には、分別等の手間のかかる前処理についても地域内で必要性を周知徹底し、事業者や住民の協力を得ることが必要になる。

3) バイオガス化プロセスの検討

1) 2) で述べた検討項目を明確化した後には、バイオガス化施設の規模や種類、導入施設や技術等のバイオガス化プロセスについて検討し、導入システムを確定する必要がある。

バイオガス化プロセスが受け持つ機能を表 10 に示す。バイオガス化プロセスは大きく①前処理工程、②バイオガス化工程、③後処理工程の 3 つに分類される。

表 10 バイオガス化プロセスが受け持つ機能

プロセス	機 能
①前処理工程	<ul style="list-style-type: none"> ・対象バイオマスの受入 ・バイオガス化不適物（プラスチック、金属等）の除去 ・バイオガス化促進のための調整（破碎、加水等）
②バイオガス化工程	<ul style="list-style-type: none"> ・バイオガスの効率的な発生（温度管理、濃度管理、微生物群管理等） ・バイオガスの品質管理（脱硫、除湿、濃度調整等） ・バイオガスの利用（ガス供給、発電、発熱等）
③後処理工程	<ul style="list-style-type: none"> ・消化液の再資源化・処理（液肥利用、排水処理、脱水処理等） ・脱水汚泥の再資源化・処理（堆肥化、焼却処理、埋立処分等）

バイオガス化プロセスにおける再生品と残渣及び導入施設の関係を図6に示す。

再生品としてはバイオガスが発生するが、バイオガスの利用方法には大きく①ガス利用、②電力利用、③熱利用の3つの形態が挙げられ、バイオガス化事業を展開する地域の特性（都市部／農村部）やバイオガスの利用先（自施設で利用／他施設で利用）等を踏まえ、コスト削減やエネルギー有効利用の観点から、最適な方法を選択することになる。

残渣としては前処理工程で分別残渣が、バイオガス化工程で消化液が、後処理工程で脱水汚泥がそれぞれ発生するが、このうち、地域特性によっては消化液はそのまま液肥として、また、脱水汚泥は堆肥化施設で再資源化した後に堆肥として、それぞれ再生利用することが可能であると考えられる。従って、残渣を再生利用する方法を優先的に検討した後、どうしても利用できない場合には、適正に処理処分することになる。

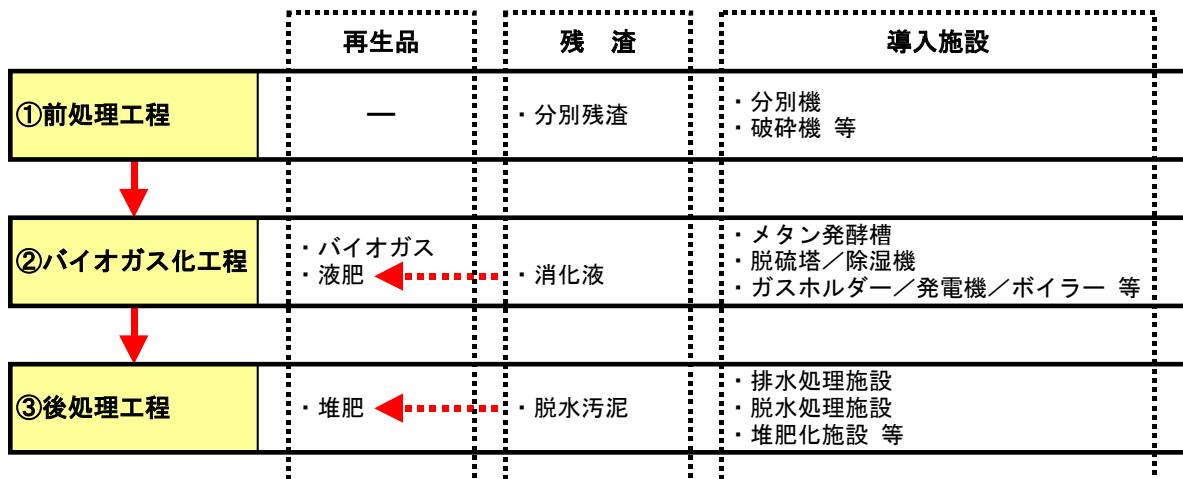


図 6 バイオガス化プロセスにおける再生品と残渣及び導入施設の関係

4）一般的な事業スキーム

バイオガス化事業の一般的な事業スキームを整理すると、図7の通りとなる。

事業用地や対象バイオマスに係る前提条件を整理した上で、地域で確立させた収集運搬システムにより、バイオガス化施設へバイオマスを受け入れる。受け入れたバイオマスは、分別機により異物除去を行うとともに、破碎機により破碎する。その後、加水等により対象バイオマスの固形物濃度を調整し、メタン発酵槽にスラリーとして貯留する。

メタン発酵槽を適度に加温して、一定時間スラリーを滞留させると、バイオガスが発生する。脱硫や除湿等によりバイオガスの品質を高めることで、バイオガス化施設内や周辺施設、あるいは、ガス会社や電力会社等において、ガスや電力として利用することができる。また、施設内にボイラーを設置し、メタン発酵槽の加温用熱源として利用することもできる。

バイオガス化プロセスで発生する残渣についてみると、プラスチック等の分別残渣については、焼却処理後に埋立処分することが考えられる。一方、消化液については、水処理後に処理水を下水道放流したり、水処理で発生した脱水汚泥を焼却処理後に埋立処分することも考えられるが、元々これらは有用なバイオマスであるため、消化液は液肥として、また、脱水汚泥は堆肥として、地域の農用地や公園緑地等での利用を図ることが望ましい。

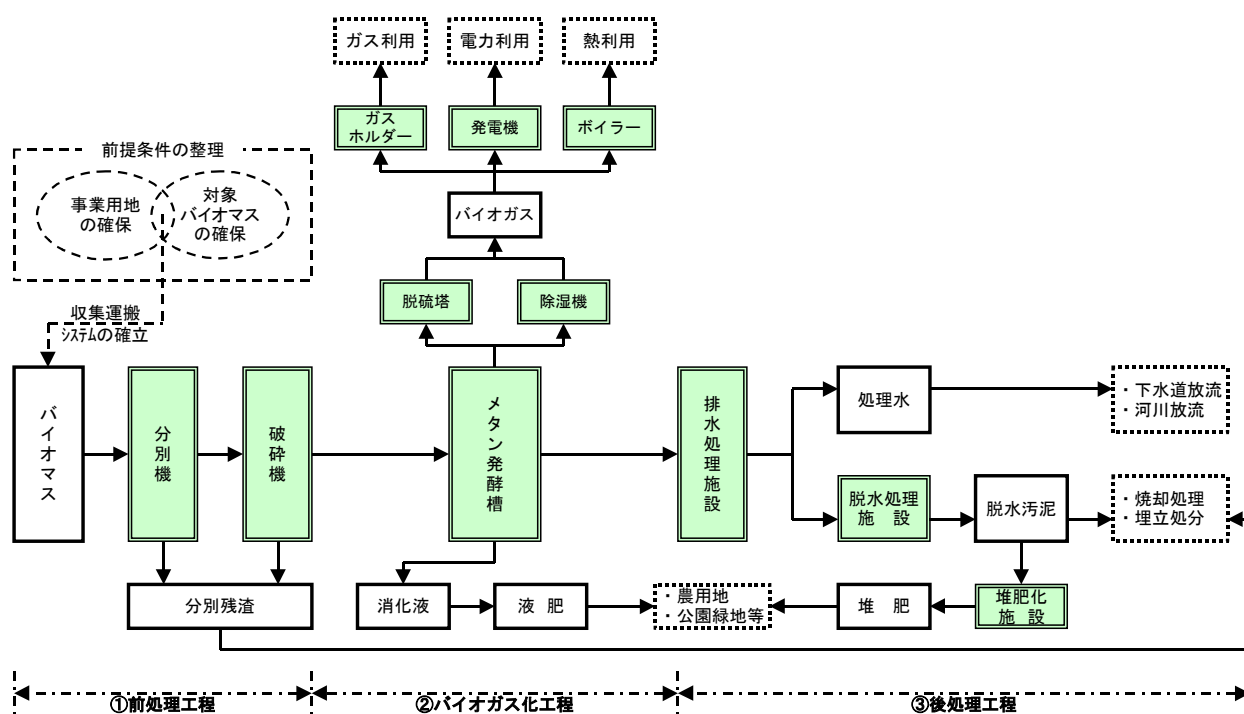


図7 バイオガス化事業の一般的な事業スキーム

(4) バイオガス化事業のメリット

バイオガス化事業の特徴としては、どこにでも広く薄く存在する身近なバイオマスを活用して、それぞれの地域特性に応じて事業規模や導入システムをフレキシブルに設定できる点が挙げられる。

つまり、人口過密で食品廃棄物が多く発生する都市部では、再生可能エネルギーの大規模供給を前面に打ち出し、バイオガス化施設を「バイオマスエネルギー施設」として位置づけることができる一方、畜産廃棄物や未利用バイオマスの潜在量が大きい町村部や農村部では、バイオガス化施設を分散型のエネルギー供給施設として機能させることと合わせて、液肥利用や堆肥利用の可能性も検討に入れた総合的な「有機資源リサイクル施設」として位置づけることも可能である。このように、地域特性に応じて事業を展開できる点に、バイオガス化事業の大きなメリットがあるものと考えられる。

第2章 バイオガス化事業の現状

1. バイオガス化事業の事業構造

本節では、バイオガス化事業の事業構造を検討整理することを目的に、事業性シミュレーションを実施する。シミュレーションの実施にあたっては、まず、基本ケースを設定して事業性を試算する。次に、事業性を左右するいくつかの要因について感度分析を行うことで、バイオガス化事業を事業構造面から概括する。

(1) 事業性シミュレーションの基本ケース試算結果

1) 基本ケースの設定

事業性シミュレーションの基本ケースにおける条件を、表 11 に示す通り設定した。

基本ケースでは、対象バイオマスとして食品廃棄物を想定し、事業性を試算した。試算にあたっては、バイオガスの利用方法として、最も一般的な電力利用を想定するとともに、残渣から堆肥を製造して、売却するものと想定した。なお、事業期間を15年間と設定し、定額減価償却法により試算した。

表 11 基本ケースにおける条件設定

項 目	設定値		備 考
事業用地面積	10,000	(m ²)	
事業用地費	2,000	(円/m ² ・年)	借地
施設建設費	1,000	(百万円)	耐用年数 15 年、残存価率 5%
補助率	50	(%)	補助対象は施設建設費
維持管理費	30,000	(千円/年)	対施設建設費 3.0%
作業員	5	(人)	
人件費	4,000	(千円/人・年)	
諸経費等（開業費）	20,000	(千円)	対施設建設費 2.0%
資本金	100	(百万円)	対施設建設費 10.0%
長期借入金金利	3.0	(%)	返済期間 15 年、据置期間 0 年
事業規模	20	(t/日)	対象バイオマスは食品廃棄物
処理単価	15,000	(円/t)	〃
バイオガス発生量原単位	150	(Nm ³ /t)	〃
バイオガス発熱量	5,500	(kcal/Nm ³)	
発電効率	20	(%)	発電量の 50% を売電
売電単価	5	(円/kwh)	
堆肥製造量	5	(t/日)	対象バイオマス量の 25%（重量ベース）
堆肥単価	2,000	(円/t)	

注 1：諸経費等（開業費）は事業初年度に償却するものとして試算。

注 2：法人税及び法人住民税；35.0%、法人事業税；9.6%、固定資産税；1.4%、都市計画税 0.3% で試算。

注 3：地価変動及び金利変動は考慮せずに試算。

2) 基本ケースにおける事業収支の経年推移

事業性シミュレーションの基本ケースにおける事業収支の経年推移を示すと、図 8 の通りとなる。

基本ケースでは、施設建設費の 2% にあたる 2 千万円を諸経費等（開業費）として計上し、事業初年度に償却するものとして試算しているため、1 年目の事業収支が極端に悪化している。図 8 に示す通り、

単年度黒字達成は事業開始後6年目、累積赤字解消は事業開始後14年目となっており、基本ケースの条件では、バイオガス化事業を軌道に乗せることが難しい様子が伺える。

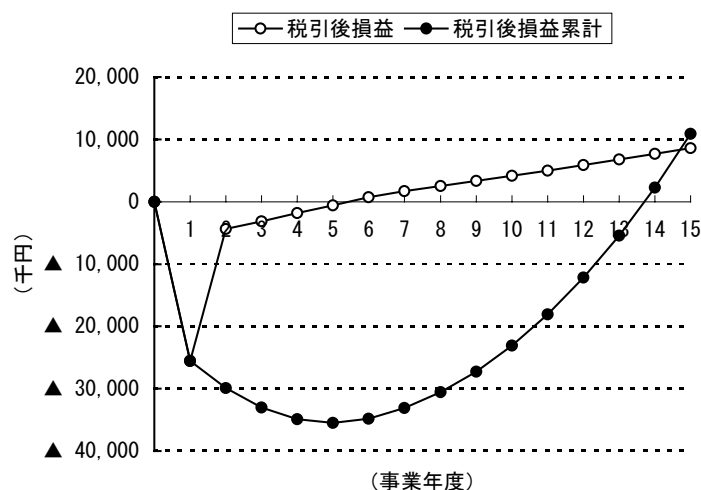


図8 基本ケースにおける事業収支の経年推移

3) 基本ケースにおける事業収支の構造比率

事業性シミュレーションの基本ケースにおける事業収支の構造比率（事業期間15年間の中間年度である事業開始後8年目について、単年度の事業収支を試算）を示すと、図9の通りとなる。

事業収入についてみると、基本ケースでは、廃棄物処理費が約94%を占めており、再生品の売上は売電（約3%）と堆肥（約3%）を合わせても約6%に過ぎず、バイオガス化事業は対象バイオマスの受入に著しく依存した事業構造となっている様子が伺える。

事業支出についてみると、基本ケースでは、減価償却費（約28%）と維持管理費（約26%）の占める比率が大きく、これら2項目で全体の5割を越えている。次に、事業用地費（約18%）と人件費（約18%）が続いている。なお、税と金利を合わせると約10%（約1,200万円/年）に達し、これらの負担も決して小さくはない様子が伺える。

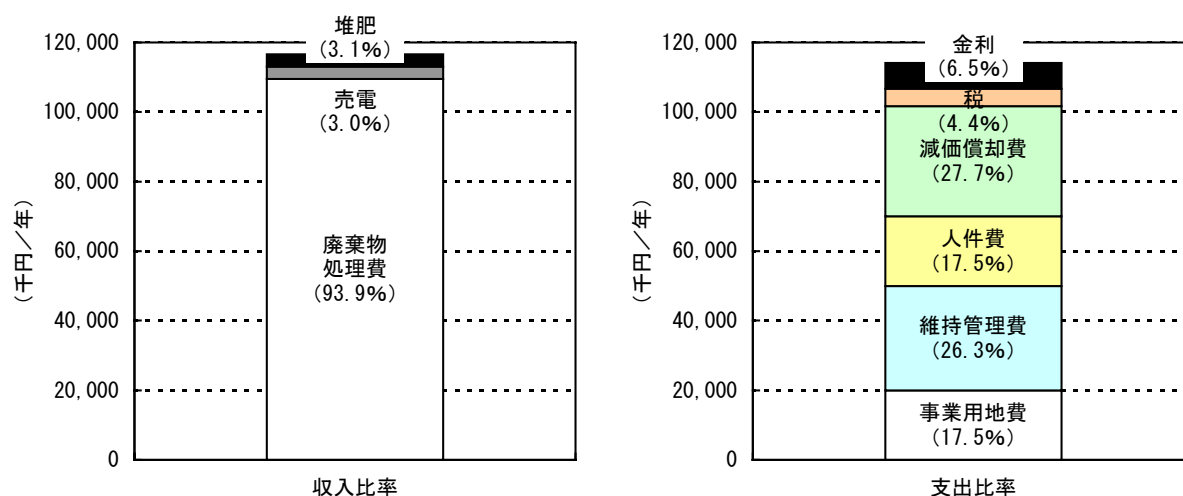


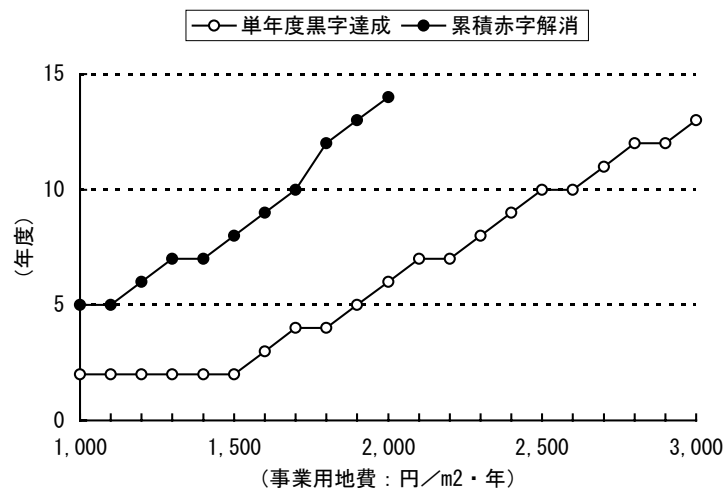
図9 基本ケースにおける事業収支の構造比率

（２）事業性シミュレーションの感度分析結果

１）事業用地費の影響

バイオガス化事業の事業性に与える事業用地費の影響を検証するため、基本ケースにおける事業用地費の設定値 2 千円／m²・年をベースとして、事業用地費を 1～3 千円／m²・年の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図 10 に示す。

図 10 に示す通り、事業用地費が上昇するにつれて、事業性が悪化していく一方、事業用地費が下降するにつれて、事業性が改善していく様子が伺える。



注：事業用地費 2,100 円／m²・年以上では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 10 事業性に及ぼす事業用地費の影響（借地）

基本ケースと比較するため、事業用地費が異なる 2 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 12 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 11 の通りとなる。なお、試算にあたっては、事業用地費以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

事業用地を 1 千円／m²・年で借地するケース①－1 では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 5 年目、中間年度における税引後損益は約 8 4 0 万円／年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。一方、事業用地を 3 千円／m²・年で借地するケース①－2 では、単年度黒字は事業開始後 1 3 年目に達成されるものの、累積赤字は 1 5 年間の事業期間中には解消されず、中間年度における税引後損益は約 6 6 0 万円／年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 12 感度分析結果（借地）

試算ケース	事業用地費 (円／m ² ・年)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	2,000	6 年目	14 年目	2,505	—
ケース①－1	1,000	2 年目	5 年目	8,438	237
ケース①－2	3,000	13 年目	解消されず	▲6,618	▲364

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

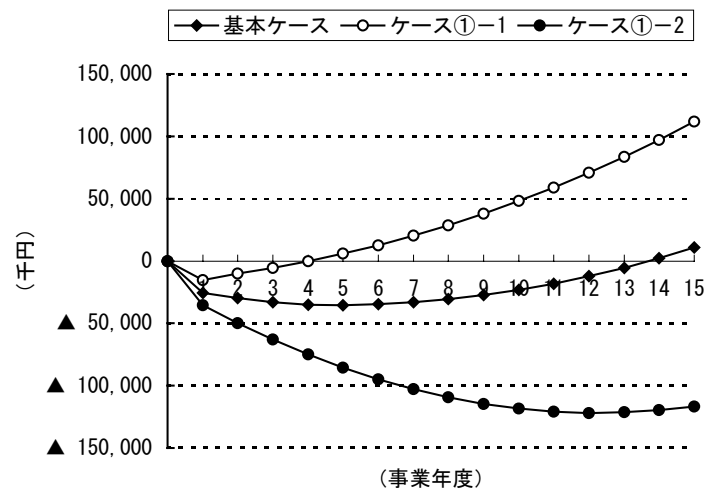
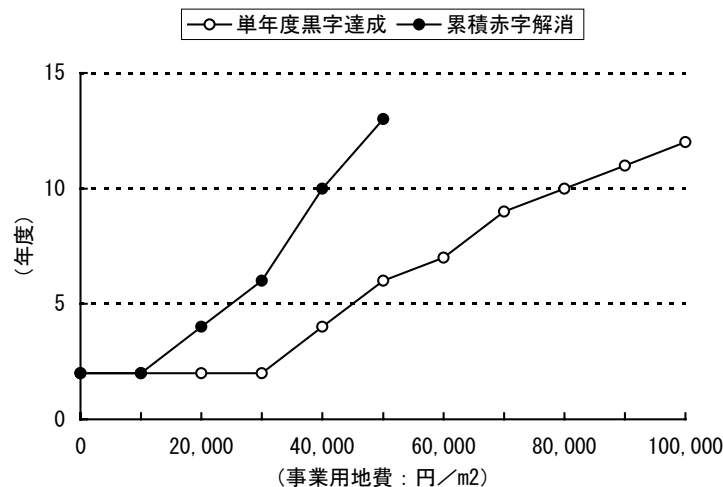


図 11 税引後損益累計の基本ケースとの比較（借地）

また、基本ケースでは、事業用地を借地するものと想定しているが、事業用地を購入するものと想定した場合について、事業用地費を 0～10 万円/m² の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図 12 に示す。

図 12 に示す通り、事業用地費が上昇するにつれて、事業性が悪化していく一方、事業用地費が下降するにつれて、事業性が改善していく様子が伺える。



注：事業用地費 60,000 円/m² 以上では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 12 事業性に及ぼす事業用地費の影響（購入）

基本ケースと比較するため、事業用地費が異なる 3 つのケースについて、事業性を試算した結果を整理すると、表 13 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 13 の通りとなる。なお、試算にあたっては、事業用地費以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

図 13 から明らかなように、税引後損益累計に関して、基本ケースとケース①-3 では、同様の傾向を示している。つまり、事業用地を 2 千円/m²・年で借地する場合と 5 万円/m² で購入する場合では、事業性がほぼ等しくなるものと考えられ、これらの条件では、バイオガス化事業を軌道に乗せることが難しい様子が伺える。

事業用地が無償で提供されるケース①－４では、単年度黒字達成は事業開始後２年目、累積赤字解消は事業開始後２年目、中間年度における税引後損益は約１，４４０万円／年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。一方、事業用地を１０万円／㎡で購入するケース①－５では、単年度黒字は事業開始後１２年目に達成されるものの、累積赤字は１５年間の事業期間中には解消されず、中間年度における税引後損益は約１，１３０万円／年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 13 感度分析結果（購入）

試算ケース	事業用地費 (円／㎡)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	2,000 (円／㎡・年)	６年目	１４年目	2,505	－
ケース①－３	50,000	６年目	１３年目	4,453	78
ケース①－４	0	２年目	２年目	14,368	474
ケース①－５	100,000	１２年目	解消されず	▲11,258	▲549

注１：税引後損益＝事業期間１５年間の中間年度である事業開始後８年目の税引後損益

注２：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×１００

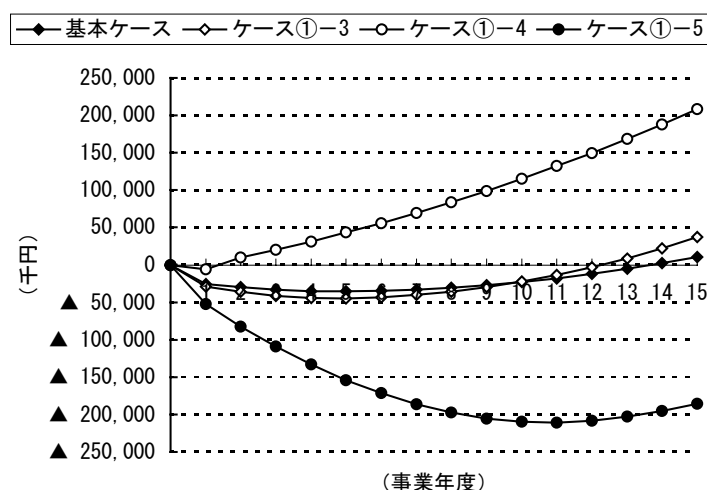
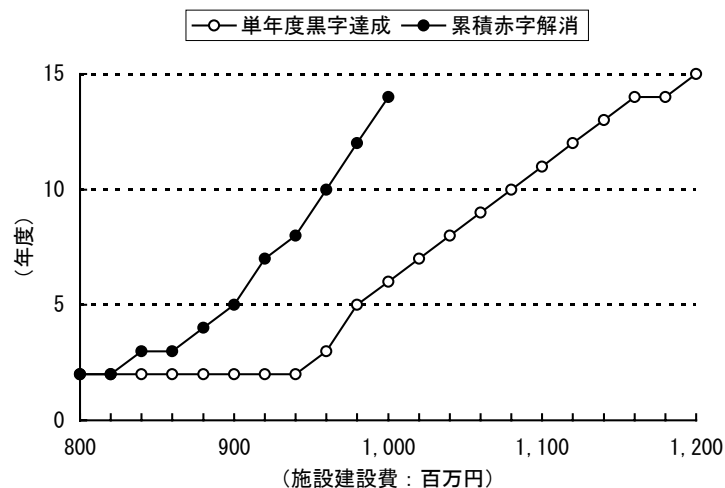


図 13 税引後損益累計の基本ケースとの比較（購入）

２）施設建設費の影響

バイオガス化事業の事業性に与える施設建設費の影響を検証するため、基本ケースにおける施設建設費の設定値１０億円をベースとして、施設建設費を８～１２億円の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図 14 に示す。

図 14 に示す通り、施設建設費が上昇するにつれて、事業性が悪化していく一方、施設建設費が下降するにつれて、事業性が改善していく様子が伺える。



注：施設建設費 1,020 百万円以上では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 14 事業性に及ぼす施設建設費の影響

基本ケースと比較するため、施設建設費が異なる 2 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 14 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 15 の通りとなる。なお、試算にあたっては、施設建設費以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

施設建設費が 9 億円であるケース②－1 では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 5 年目、中間年度における税引後損益は約 6 8 0 万円／年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。一方、施設建設費が 1 1 億円であるケース②－2 では、単年度黒字は事業開始後 1 1 年目に達成されるものの、累積赤字は 1 5 年間の事業期間中には解消されず、中間年度における税引後損益は約 3 9 0 万円／年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 14 感度分析結果

試算ケース	施設建設費 (百万円)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	1,000	6 年目	14 年目	2,505	－
ケース②－1	900	2 年目	5 年目	6,802	172
ケース②－2	1,100	11 年目	解消されず	▲3,944	▲257

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

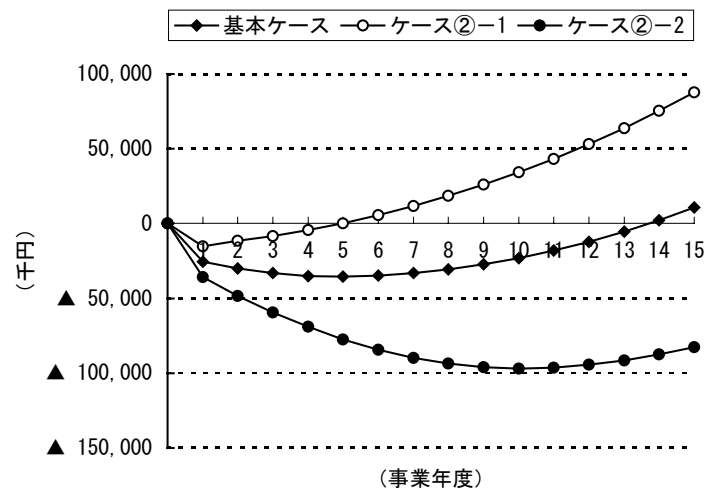
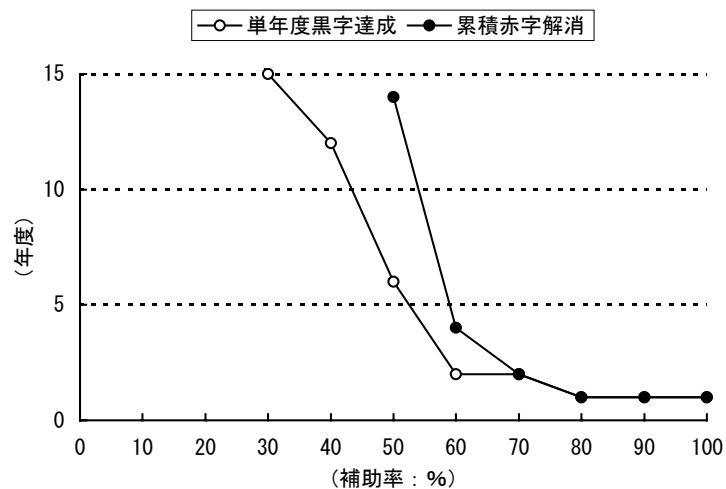


図 15 税引後損益累計の基本ケースとの比較

3) 補助率の影響

バイオガス化事業の事業性に与える補助率の影響を検証するため、基本ケースにおける補助率の設定値 50% をベースとして、補助率を 0～100% の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図 16 に示す。

図 16 に示す通り、補助率が上昇するにつれて、事業性が改善していく一方、補助率が下降するにつれて、事業性が悪化していく様子が伺える。



注 1：補助率 20% 以下では、15 年間の事業期間中には単年度黒字は達成されない。

注 2：補助率 40% 以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 16 事業性に及ぼす補助率の影響

基本ケースと比較するため、補助率が異なる 2 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 15 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 17 の通りとなる。なお、試算にあたっては、補助率以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

補助率が 60% であるケース③-1 では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 4 年目、中間年度における税引後損益は約 770 万円/年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。一方、補助率が 40% であるケース③-2 では、単年度黒字は事業開始後 12 年目

に達成されるものの、累積赤字は15年間の事業期間中には解消されず、中間年度における税引後損益は約560万円／年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 15 感度分析結果

試算ケース	補助率 (%)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	50	6年目	14年目	2,505	—
ケース③-1	60	2年目	4年目	7,695	207
ケース③-2	40	12年目	解消されず	▲5,554	▲322

注1：税引後損益＝事業期間15年間の中間年度である事業開始後8年目の税引後損益

注2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

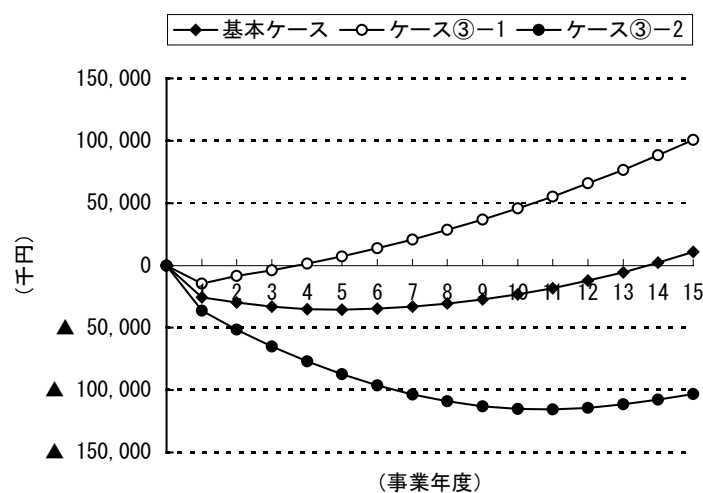
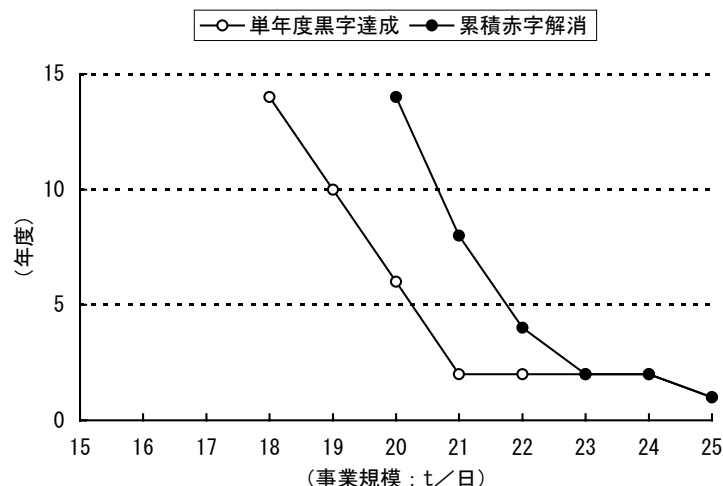


図 17 税引後損益累計の基本ケースとの比較

4) 事業規模の影響

バイオガス化事業の事業性に与える事業規模の影響を検証するため、基本ケースにおける事業規模の設定値20t／日をベースとして、事業規模を15～25t／日の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図18に示す。

図18に示す通り、事業規模が拡大するにつれて、事業性が改善していく一方、事業規模が縮小するにつれて、事業性が悪化していく様子が伺える。



注 1：事業規模 17t/日以下では、15 年間の事業期間中には単年度黒字は達成されない。

注 2：事業規模 19t/日以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 18 事業性に及ぼす事業規模の影響

基本ケースと比較するため、事業規模が異なる 2 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 16 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 19 の通りとなる。なお、試算にあたっては、事業規模以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

事業規模が基本ケースより 1 割大きい 22t/日であるケース④-1 では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 4 年目、中間年度における税引後損益は約 940 万円/年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。一方、事業規模が基本ケースより 1 割小さい 18t/日であるケース④-2 では、単年度黒字は事業開始後 14 年目に達成されるものの、累積赤字は 15 年間の事業期間中には解消されず、中間年度における税引後損益は約 830 万円/年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 16 感度分析結果

試算ケース	事業規模 (t/日)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円/年)	増減比 (%)
基本ケース	20	6 年目	14 年目	2,505	—
ケース④-1	22	2 年目	4 年目	9,425	276
ケース④-2	18	14 年目	解消されず	▲8,283	▲431

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

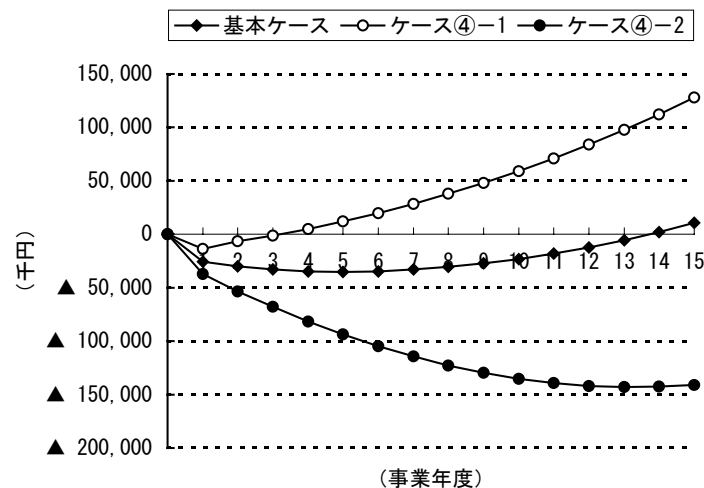
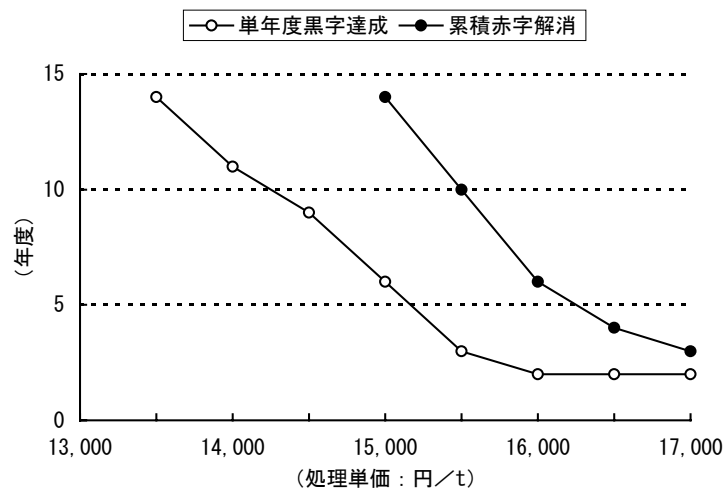


図 19 税引後損益累計の基本ケースとの比較

5) 処理単価の影響

バイオガス化事業の事業性に与える処理単価の影響を検証するため、基本ケースにおける処理単価の設定値 15 千円/t をベースとして、処理単価を 13～17 千円/t の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図 20 に示す。

図 20 に示す通り、処理単価が上昇するにつれて、事業性が改善していく一方、処理単価が下降するにつれて、事業性が悪化していく様子が伺える。



注 1：処理単価 13,000 円/t 以下では、15 年間の事業期間中には単年度黒字は達成されない。

注 2：処理単価 14,500 円/t 以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 20 事業性に及ぼす処理単価の影響

基本ケースと比較するため、処理単価が異なる 2 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 17 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 21 の通りとなる。なお、試算にあたっては、処理単価以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

処理単価が 17 千円/t であるケース⑤-1 では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 3 年目、中間年度における税引後損益は約 1,120 万円/年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。一方、処理単価が 13 千円/t であるケース⑤-2 では、単年度黒字

達成及び累積赤字解消ともに、15年間の事業期間中にはなされず、中間年度における税引後損益は約1,120万円／年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 17 感度分析結果

試算ケース	処理単価 (円／t)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	15,000	6 年目	14 年目	2,505	—
ケース⑤-1	17,000	2 年目	3 年目	11,166	346
ケース⑤-2	13,000	達成されず	解消されず	▲11,218	▲548

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

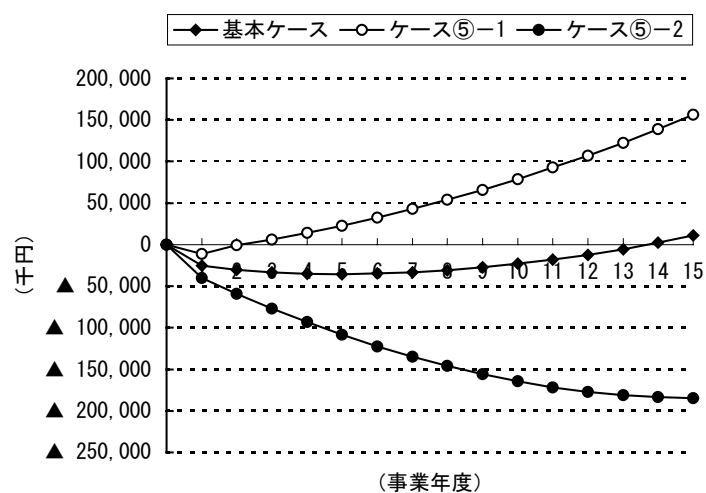
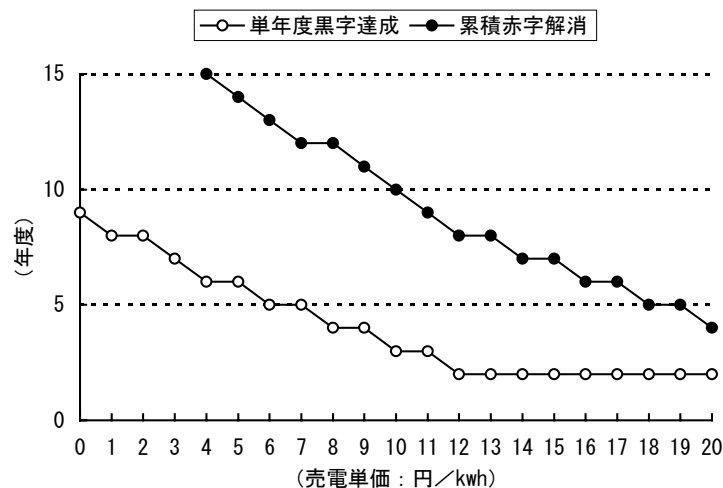


図 21 税引後損益累計の基本ケースとの比較

6) 売電単価の影響

バイオガス化事業の事業性に与える売電単価の影響を検証するため、基本ケースにおける売電単価の設定値 5 円／kwh をベースとして、売電単価を 0 ～ 20 円／kwh の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図 22 に示す。

図 22 に示す通り、売電単価が上昇するにつれて、事業性が改善していく一方、売電単価が下降するにつれて、事業性が悪化していく様子が伺える。



注：売電単価 3 円/kWh 以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 22 事業性に及ぼす売電単価の影響

基本ケースと比較するため、売電単価が異なる 3 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 18 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 23 の通りとなる。なお、試算にあたっては、売電単価以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

売電単価が 20 円/kWh であるケース⑥-1 では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 4 年目、中間年度における税引後損益は約 870 万円/年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。また、売電単価が 10 円/kWh であるケース⑥-2 でも、単年度黒字達成は事業開始後 3 年目、累積赤字解消は事業開始後 10 年目、中間年度における税引後損益は約 460 万円/年の黒字となり、基本ケースと比べて幾分、事業性が向上している様子が伺える。一方、売電単価が 0 円/kWh、つまり、無償で電力を供給する場合のケース⑥-3 では、単年度黒字は事業開始後 9 年目に達成されるものの、累積赤字は 15 年間の事業期間中には解消されず、中間年度における税引後損益は約 10 万円/年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 18 感度分析結果

試算ケース	売電単価 (円/kWh)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円/年)	増減比 (%)
基本ケース	5	6 年目	14 年目	2,505	—
ケース⑥-1	20	2 年目	4 年目	8,737	249
ケース⑥-2	10	3 年目	10 年目	4,584	83
ケース⑥-3	0	9 年目	解消されず	▲119	▲105

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

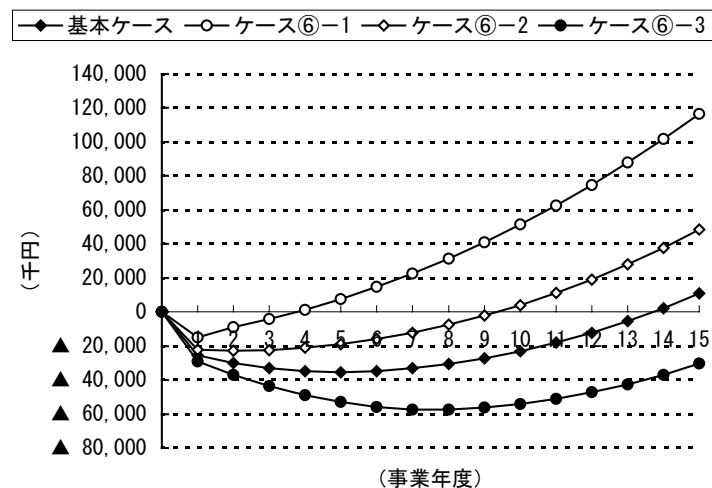
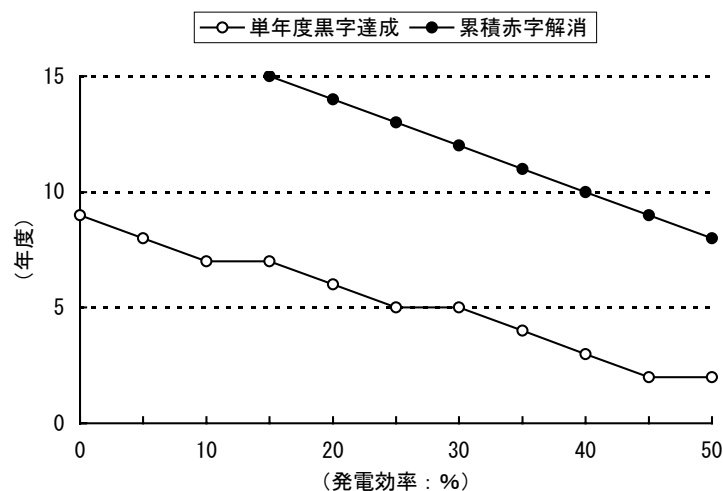


図 23 税引後損益累計の基本ケースとの比較

7) 発電効率の影響

バイオガス化事業の事業性に与える発電効率の影響を検証するため、基本ケースにおける発電効率の設定値 20 % をベースとして、発電効率を 0 ～ 50 % の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図 24 に示す。

図 24 に示す通り、発電効率が上昇するにつれて、事業性が改善していく一方、発電効率が下降するにつれて、事業性が悪化していく様子が伺える。



注：発電効率 10% 以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 24 事業性に及ぼす発電効率の影響

基本ケースと比較するため、発電効率が異なる 3 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 19 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 25 の通りとなる。なお、試算にあたっては、発電効率以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

発電効率が 40 % であるケース⑦-1 では、単年度黒字達成は事業開始後 3 年目、累積赤字解消は事業開始後 10 年目、中間年度における税引後損益は約 460 万円／年の黒字となり、事業性を確保できる様子が伺える。また、発電効率が 30 % であるケース⑦-2 でも、単年度黒字達成は事業開始後 5 年

目、累積赤字解消は事業開始後12年目、中間年度における税引後損益は約350万円／年の黒字となり、基本ケースと比べて幾分、事業性が向上している様子が伺える。一方、発電効率が10％であるケース⑦-3では、単年度黒字は事業開始後7年目に達成されるものの、累積赤字は15年間の事業期間中には解消されず、事業性を全く確保できない結果となった。

表 19 感度分析結果

試算ケース	発電効率 (%)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	20	6年目	14年目	2,505	—
ケース⑦-1	40	3年目	10年目	4,584	83
ケース⑦-2	30	5年目	12年目	3,545	42
ケース⑦-3	10	7年目	解消されず	1,505	▲40

注1：税引後損益＝事業期間15年間の中間年度である事業開始後8年目の税引後損益

注2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

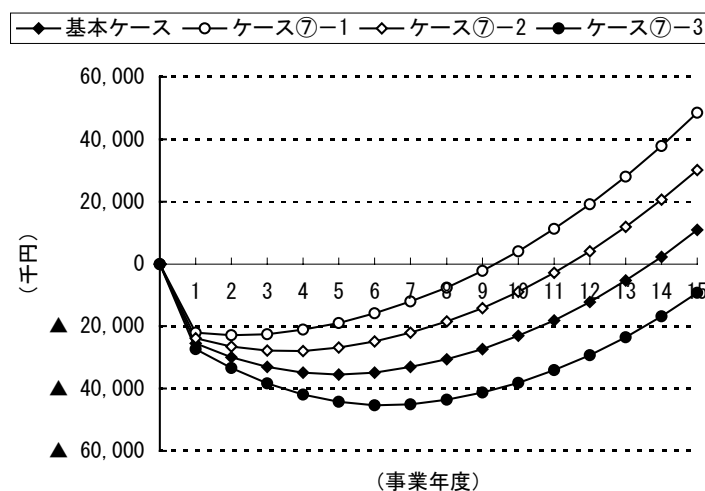
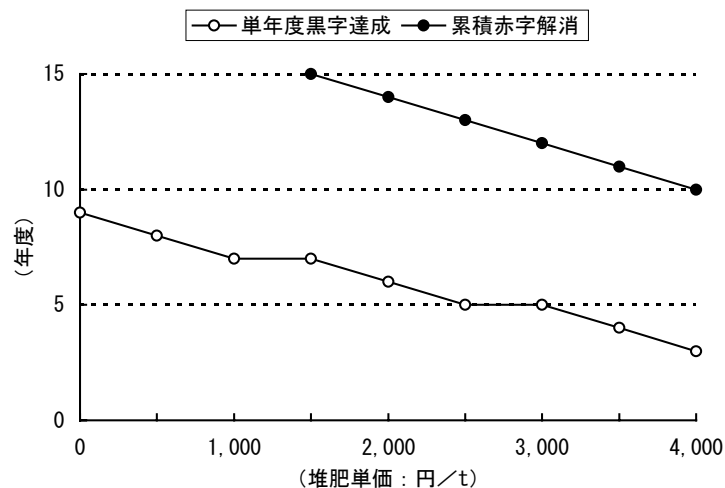


図 25 税引後損益累計の基本ケースとの比較

8) 堆肥単価の影響

バイオガス化事業の事業性に与える堆肥単価の影響を検証するため、基本ケースにおける堆肥単価の設定値2千円／tをベースとして、堆肥単価を0～4千円／tの範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図26に示す。

図26に示す通り、堆肥単価が上昇するにつれて、事業性が改善していく一方、堆肥単価が下降するにつれて、事業性が悪化していく様子が伺える。



注：堆肥単価 1,000 円/t 以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 26 事業性に及ぼす堆肥単価の影響

基本ケースと比較するため、堆肥単価が異なる 2 つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表 20 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 27 の通りとなる。なお、試算にあたっては、堆肥単価以外の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

堆肥単価が 4,000 円/t であるケース⑧-1 では、単年度黒字達成は事業開始後 3 年目、累積赤字解消は事業開始後 10 年目、中間年度における税引後損益は約 470 万円/年の黒字となり、事業性を確保できる様子が伺える。一方、堆肥単価が 0 円/t、つまり、無償で堆肥を供給する場合のケース⑧-2 では、単年度黒字は事業開始後 9 年目に達成されるものの、累積赤字は 15 年間の事業期間中には解消されず、中間年度における税引後損益は約 30 万円/年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表 20 感度分析結果

試算ケース	堆肥単価 (円/t)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円/年)	増減比 (%)
基本ケース	2,000	6 年目	14 年目	2,505	—
ケース⑧-1	4,000	3 年目	10 年目	4,672	87
ケース⑧-2	0	9 年目	解消されず	▲268	▲111

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

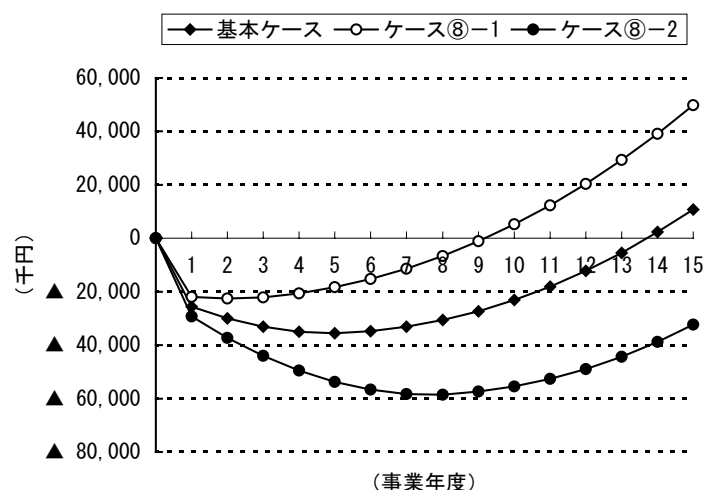


図 27 税引後損益累計の基本ケースとの比較

9) 対象バイオマスの影響

バイオガス事業の事業性に与える対象バイオマスの影響を検証するため、以下では、対象バイオマスを基本ケースの食品廃棄物から、畜産廃棄物及び下水汚泥・し尿汚泥へと変更することにより、感度分析を行った。

対象バイオマスごとに、バイオガス発生量原単位を整理すると、表 21 の通りとなる。バイオガス化プロセスでは、対象バイオマスの種類により、バイオガス発生量原単位が異なる。バイオガス発生量は対象バイオマスに含まれる有機分の量に左右されるため、有機分の多い食品廃棄物では、バイオガス発生量が大きくなり、有機分の少ない畜産廃棄物及び下水汚泥・し尿汚泥では、バイオガス発生量が小さくなる傾向がみられる。

表 21 バイオガス発生量原単位の比較

対象バイオマス	食品廃棄物	畜産廃棄物	下水汚泥 し尿汚泥
バイオガス発生量原単位 (Nm ³ /t)	70~200	20~50	5~15

試算にあたっては、表 21 に示したバイオガス発生量原単位の相違を踏まえるとともに、食品廃棄物の場合には、処理単価を 15 千円/t と設定したが、畜産廃棄物の場合には、畜産農家の経営状況が厳しいことに配慮すると、処理単価を同等に設定することは妥当ではないため、食品廃棄物の 20% である 3 千円/t と設定した。なお、下水汚泥・し尿汚泥については、便宜上、処理単価を食品廃棄物と畜産廃棄物の中間である 9 千円/t と設定した。

対象バイオマスごとの条件設定を整理すると、表 22 の通りとなる。

表 22 対象バイオマスごとの条件設定

項 目	設定値	
	畜産廃棄物	下水汚泥 し尿汚泥
処理単価 (円/t)	3,000	9,000
バイオガス発生量原単位 (Nm ³ /t)	30	10

注：その他の条件設定は全て基本ケースと同等とした。

基本ケースと比較するため、対象バイオマスが異なる2つのケースについて、事業性を試算した。結果を整理すると、表23の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図28の通りとなる。

対象バイオマスが畜産廃棄物であるケース⑨-1では、単年度黒字達成及び累積赤字解消ともに、15年間の事業期間中にはなされず、中間年度における税引後損益は約8,700万円／年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。同様に、対象バイオマスが下水汚泥・し尿汚泥であるケース⑨-2でも、単年度黒字及び累積赤字解消ともに、15年間の事業期間中にはなされず、中間年度における税引後損益は約4,370万円／年の赤字となり、事業性を全く確保できない結果となった。

表23 感度分析結果

試算ケース	対象 バイオマス	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	食品廃棄物	6年目	14年目	2,505	—
ケース⑨-1	畜産廃棄物	達成されず	解消されず	▲87,019	▲3,574
ケース⑨-2	下水汚泥 し尿汚泥	達成されず	解消されず	▲43,686	▲1,844

注1：税引後損益＝事業期間15年間の中間年度である事業開始後8年目の税引後損益

注2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

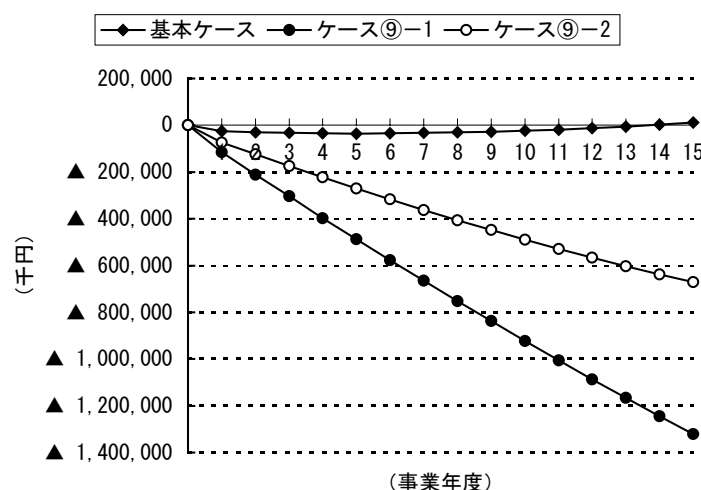
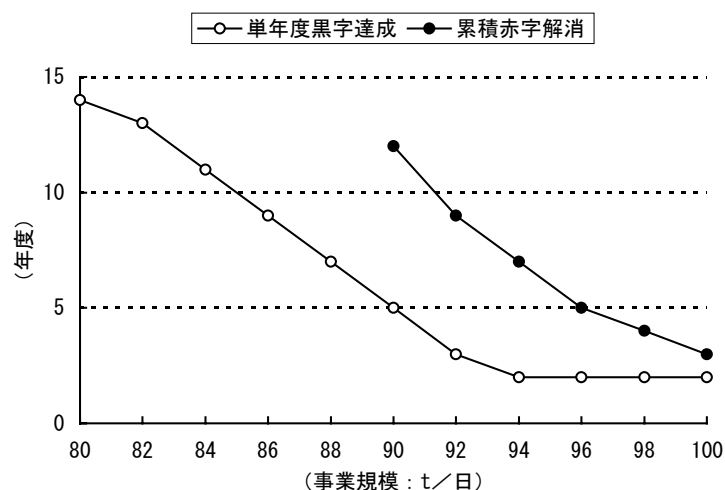


図28 税引後損益累計の基本ケースとの比較

以上のことから、対象バイオマスが畜産廃棄物及び下水汚泥・し尿汚泥である場合には、食品廃棄物と同様に事業規模20t／日レベルでは、事業性を確保することが難しい様子が伺える。

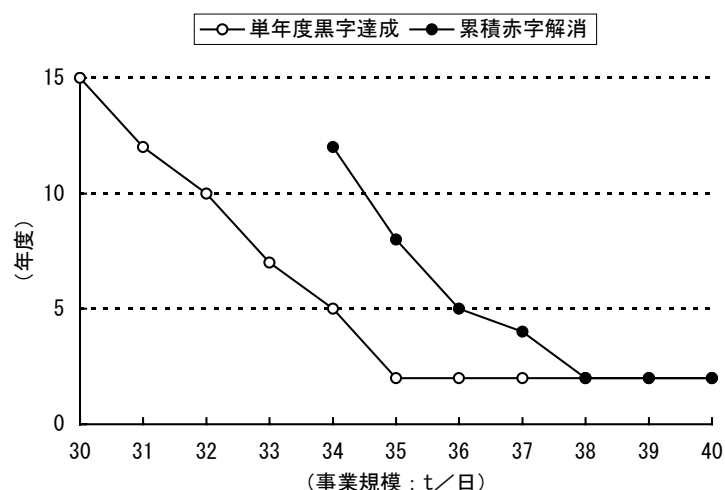
そこで、対象バイオマスごとに、バイオガス化事業の事業性に与える事業規模の影響を検証するため、畜産廃棄物の場合には、事業規模を80～100t／日の範囲で変動させ、また、下水汚泥・し尿汚泥の場合には、事業規模を30～40t／日の範囲で変動させ、感度分析を行った。結果を図29及び図30にそれぞれ示す。

図29及び図30に示す通り、畜産廃棄物及び下水汚泥・し尿汚泥いずれの場合にも、事業規模が拡大するにつれて、事業性が改善していく一方、事業規模が縮小するにつれて、事業性が悪化していく様子が伺える。



注：事業規模 88t/日以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 29 事業性に及ぼす事業規模の影響（畜産廃棄物）



注：事業規模 33t/日以下では、15 年間の事業期間中には累積赤字は解消されない。

図 30 事業性に及ぼす事業規模の影響（下水汚泥・し尿汚泥）

上記の感度分析結果を踏まえて、対象バイオマスごとに事業性を確保できるレベルに事業規模を設定して、事業性を試算した。結果を整理すると、表 24 の通りとなる。また、基本ケースと試算ケースを税引後損益累計で比較すると、図 31 の通りとなる。

対象バイオマスが畜産廃棄物であり、事業規模を 100t/日に設定したケース⑨-3では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 2 年目、中間年度における税引後損益は約 1, 120 万円/年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。同様に、対象バイオマスが下水汚泥・し尿汚泥であり、事業規模を 40t/日に設定したケース⑨-4では、単年度黒字達成は事業開始後 2 年目、累積赤字解消は事業開始後 2 年目、中間年度における税引後損益は約 1, 590 万円/年の黒字となり、十分に事業性を確保できる様子が伺える。

つまり、畜産廃棄物及び下水汚泥・し尿汚泥を対象にバイオガス化事業を行う場合には、食品廃棄物の場合と比較すると、事業規模をある程度拡大することが不可欠になるものと考えられる。

表 24 感度分析結果

試算ケース	対象 バイオマス	事業規模 (t/日)	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円/年)	増減比 (%)
基本ケース	食品廃棄物	20	6 年目	14 年目	2,505	—
ケース⑨-3	畜産廃棄物	100	2 年目	3 年目	11,166	346
ケース⑨-4	下水汚泥 し尿汚泥	40	2 年目	2 年目	15,860	533

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

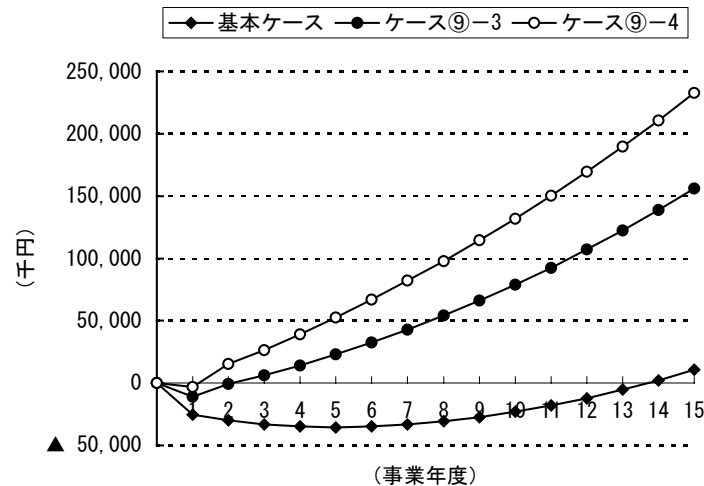


図 31 税引後損益累計の基本ケースとの比較

10) 感度分析結果のまとめ

上記の感度分析結果を整理すると、表 25 の通りとなる。表 25 に示す通り、9 つの条件をそれぞれ個別に変動させ、感度分析を行った。

基本ケースと試算ケースの条件設定の乖離度合も踏まえて、基本ケースの損益に対する試算ケースの損益増減分である増減比についてみると、9 つの条件のうち特に、事業用地費、施設建設費、事業規模、処理単価、売電単価、対象バイオマスの種類の 6 つの要因の影響が、事業性に対して大きいものと考えられる。

表 25 感度分析結果のまとめ

試算ケース	基本ケースとの 条件設定の相違	単年度黒字 達成	累積赤字 解消	税引後損益 (千円／年)	増減比 (%)
基本ケース	—	6 年目	14 年目	2,505	—
ケース①-1	事業用地費 1 千円／m ² ・年 (借地)	2 年目	5 年目	8,438	237
ケース①-2	事業用地 3 千円／m ² ・年 (借地)	13 年目	解消されず	▲6,618	▲364
ケース①-3	事業用地費 5 万円／m ² ・年 (購入)	6 年目	13 年目	4,453	78
ケース①-4	事業用地費 0 円／m ² ・年 (無償用地提供)	2 年目	2 年目	14,368	474
ケース①-5	事業用地費 10 万円／m ² ・年 (購入)	12 年目	解消されず	▲11,258	▲549
ケース②-1	施設建設費 9 億円	2 年目	5 年目	6,802	172
ケース②-2	施設建設費 11 億円	11 年目	解消されず	▲3,944	▲257
ケース③-1	補助率 60%	2 年目	4 年目	7,695	207
ケース③-2	補助率 40%	12 年目	解消されず	▲5,554	▲322
ケース④-1	事業規模 22t／日	2 年目	4 年目	9,425	276
ケース④-2	事業規模 18t／日	14 年目	解消されず	▲8,283	▲431
ケース⑤-1	処理単価 17,000 円／t	2 年目	3 年目	11,166	346
ケース⑤-2	処理単価 13,000 円／t	達成されず	解消されず	▲11,218	▲548
ケース⑥-1	売電単価 20 円／kwh	2 年目	4 年目	8,737	249
ケース⑥-2	売電単価 10 円／kwh	3 年目	10 年目	4,584	83
ケース⑥-3	売電単価 0 円／kwh (無償電力供給)	9 年目	解消されず	▲119	▲105
ケース⑦-1	発電効率 40%	3 年目	10 年目	4,584	83
ケース⑦-2	発電効率 30%	5 年目	12 年目	3,545	42
ケース⑦-3	発電効率 10%	7 年目	解消されず	1,505	▲40
ケース⑧-1	堆肥単価 4,000 円／t	3 年目	10 年目	4,672	87
ケース⑧-2	堆肥単価 0 円／t (無償堆肥供給)	9 年目	解消されず	▲268	▲111
ケース⑨-1	畜産廃棄物、 事業規模 20t／日	達成されず	解消されず	▲87,019	▲3,574
ケース⑨-2	下水汚泥・し尿汚泥、 事業規模 20t／日	達成されず	解消されず	▲43,686	▲1,844
ケース⑨-3	畜産廃棄物、 事業規模 100t／日	2 年目	3 年目	11,166	346
ケース⑨-4	下水汚泥・し尿汚泥、 事業規模 40t／日	2 年目	2 年目	15,860	533

注 1：税引後損益＝事業期間 15 年間の中間年度である事業開始後 8 年目の税引後損益

注 2：増減比＝（試算ケースの税引後損益－基本ケースの税引後損益）÷基本ケースの税引後損益×100

注 3：基本ケースにおける条件設定については、表 11 を参照。

2. バイオガス化事業のエネルギー需給構造

本節では、バイオガス化事業のエネルギー需給構造を検討整理することを目的に、バイオガス化施設製造メーカーを対象に実施したヒアリング調査等に基づき、バイオガス化事業をエネルギー需給構造面から概括する。

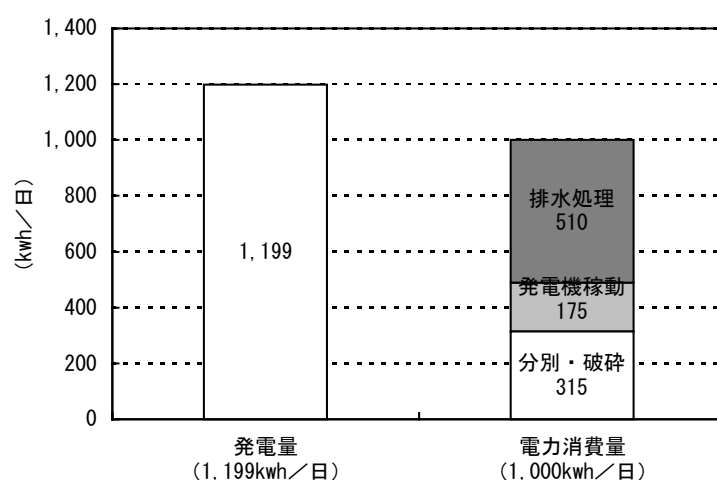
(1) バイオガス化施設全体のエネルギー収支

1) 食品廃棄物の場合

バイオガス化事業を行う場合には、バイオガス化施設で消費するエネルギーについては、バイオガスを利用することで、施設内で自給することが望ましい。

過去の実証事例やヒアリング調査等によれば、食品廃棄物を対象とするバイオガス化事業の場合には、事業規模が3～5t/日以上であれば、地域の気象条件、発酵プロセスにおける季節変動や日変動の影響、食品廃棄物の種類や分別状況、個々のプラントの性能等による相違はあるものの、施設内で消費するエネルギーをほぼ自給できるものと推定される。

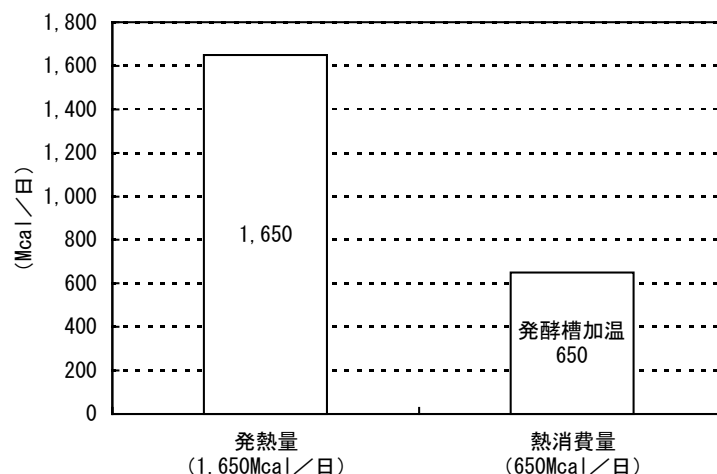
一例として、事業規模5t/日の場合について、バイオガス化施設全体のエネルギー収支を試算したところ、図32及び図33に示す結果となった。エネルギー自給のための制約条件は、主に、電力の需給構造にあり、熱は余剰傾向にある様子が伺える。



注1：バイオガス発生量原単位＝150Nm³/t、バイオガス発熱量＝5,500kcal/Nm³、発電効率25%で試算。

注2：電力消費量については、ヒアリング調査等により設定。

図32 発電量と電力消費量の関係（事業規模5t/日）



注 1：バイオガス発生量原単位=150Nm³/t、バイオガス発熱量=5,500kcal/Nm³、熱効率 40%で試算。

注 2：熱消費量については、ヒアリング調査等により設定。

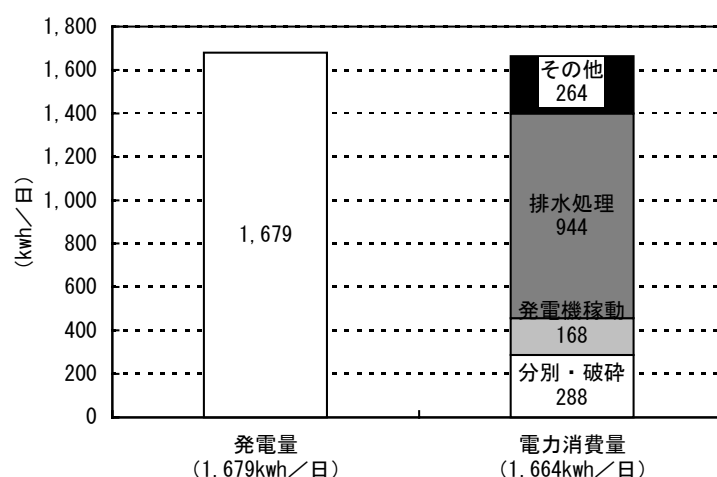
図 33 発熱量と熱消費量の関係（事業規模 5t/日）

2) 畜産廃棄物の場合

畜産廃棄物の場合には、食品廃棄物と比較すると、バイオガス発生量原単位が小さいため、施設内でエネルギー自給を実現するためには、事業規模をある程度拡大することが求められる。

過去の実証事例や現在の実事例、及び、ヒアリング調査等によれば、畜産廃棄物を対象とするバイオガス化事業の場合には、事業規模が 30～35t/日以上であれば、地域の気象条件、発酵プロセスにおける季節変動や日変動の影響、畜産廃棄物の種類、個々のプラントの性能等による相違はあるものの、施設内で消費するエネルギーをほぼ自給できるものと推定される。

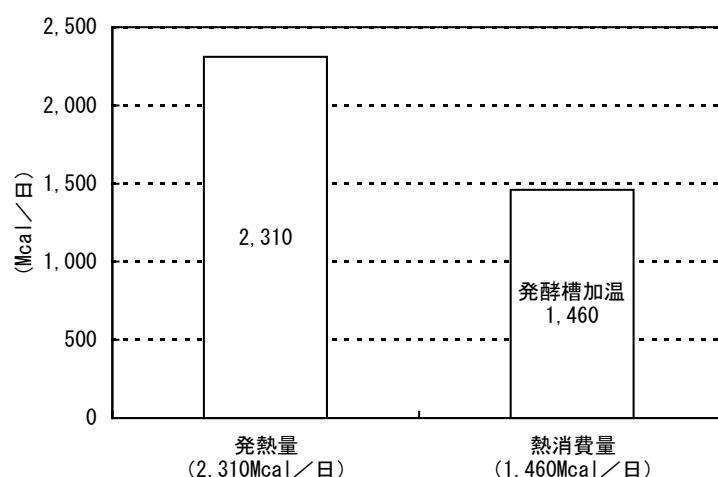
一例として、事業規模 35t/日の場合について、バイオガス化施設全体のエネルギー収支を試算したところ、図 34 及び図 35 に示す結果となった。食品廃棄物と同様に、エネルギー自給のための制約条件は、主に、電力の需給構造にあり、熱は余剰傾向にある様子が伺える。



注 1：バイオガス発生量原単位=30Nm³/t、バイオガス発熱量=5,500kcal/Nm³、発電効率 25%で試算。

注 2：電力消費量については、ヒアリング調査等により設定。

図 34 発電量と電力消費量の関係（事業規模 35t/日）



注1：バイオガス発生量原単位=30Nm³/t、バイオガス発熱量=5,500kcal/Nm³、熱効率40%で試算。

注2：熱消費量については、ヒアリング調査等により設定。

図35 発熱量と熱消費量の関係（事業規模35t/日）

（2）バイオガス化プロセスごとのエネルギー消費

バイオガス化施設製造メーカーへのヒアリング調査等に基づき、複数の異なるバイオガス化施設について、各プロセスにおけるエネルギー消費量を整理すると、表26の通りとなる。また、エネルギー消費割合を整理すると、図36の通りとなる。

対象バイオマスの種類や事業規模、及び、個々のプラントの特性等により、エネルギー消費量自体は大きく異なるが、エネルギー消費割合についてみると、図36に示した通り、ほとんどの施設に共通した傾向がみられ、発酵槽加温に必要なエネルギーが最も大きく全体の4～5割を占めており、次いで、排水処理に必要なエネルギーが大きく全体の3割程度を占めている。これら2つのプロセスで、バイオガス化施設全体で消費するエネルギーの7～8割に達する様子が伺える。

表26 バイオガス化プロセスごとのエネルギー消費量

(Mcal/日)

メーカー プロセス	A社	B社	C社	D社	E社
対象バイオマス	主に畜産	主に畜産	食品のみ	食品のみ	食品のみ
事業規模 (t/日)	46	95	30	20	30
①分別・破砕	310	929	480	798	310
②発酵槽加温	1,825	4,050	2,310	1,964	9,160
③発電機稼動	181	172	22	443	86
④排水処理	1,015	0	1,434	1,313	748
⑤その他	284	4,025	581	20	705
合 計	3,615	9,176	4,826	4,538	11,009

注1：単位統一のため電力量を熱量換算して表示している。

注2：B社施設では、排水処理プロセスの代替として、乾燥・炭化プロセスを設けている。

注3：（乾燥・炭化プロセスにおけるエネルギー消費量は「その他」として計上。）

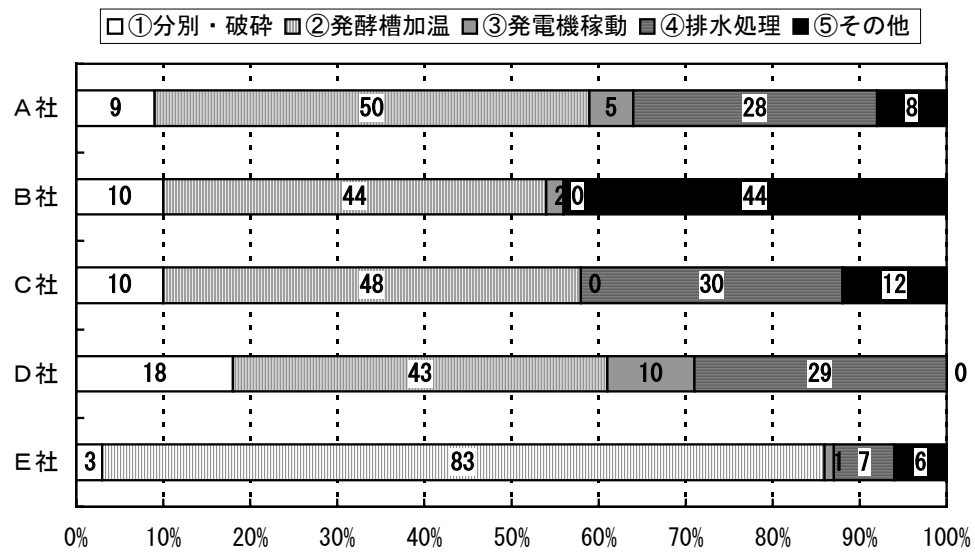


図 36 バイオガス化プロセスごとのエネルギー消費割合

第3章 事業化推進に向けた課題及びバイオガス化事業導入に向けた方向性

1. 事業化推進に向けた課題

(1) 事業用地の適正確保

感度分析結果からも明らかなように、事業用地費がバイオガス化事業の事業性に及ぼす影響は極めて大きい。

従って、事業者としては当然、バイオガス化事業を行う地域においてできるだけ安価に事業用地を確保した上で、事業を展開することが不可欠になる。そのためには、シミュレーションでも検討したように、地域における遊休地の存在状況や土地取得コストの実状を踏まえ、事業期間中継続的に用地を借地して事業を行う場合と、事業開始前に予め用地を購入して事業を行う場合とで、どちらが事業性に有利に働くかを慎重に検討することが求められる。

一方、行政としては、地域活性化の観点から、地域内に存在する工場跡地等の遊休地の有効活用を図ることを踏まえ、バイオガス化事業を行う事業者を対象とした税制上の優遇や、用地内のユーティリティ設備の整備等の支援措置を検討するとともに、土地に係る情報を恒常的に開示して、地域内にバイオマス産業を積極的に誘致・育成していく姿勢が求められる。

(2) 施設建設費の適正化

我が国におけるバイオガス化施設の施設建設費を整理すると、表 27 の通りとなる。バイオガス化施設製造メーカーや施設規模により異なるが、欧州と比較すると非常に施設建設費が高くなっている。特に、施設規模が小さい場合には、施設のスケールメリットが働かないため、その傾向が一層強く現れている。

表 27 バイオガス化施設の施設建設費の例

メーカー		施設規模	施設建設費
国内	A社	50 t/日	1～2 千万円/t/日
	B社	3 t/日	8～20 千万円/t/日
		20 t/日	5～8 千万円/t/日
		50 t/日	3～5 千万円/t/日
		100 t/日	2～3 千万円/t/日
	C社	3 t/日	15～20 千万円/t/日
		20 t/日	6～7 千万円/t/日
		50 t/日	5 千万円/t/日
		100 t/日	4 千万円/t/日
	D社	3 t/日	10～15 千万円/t/日
		20 t/日	5～8 千万円/t/日
		100 t/日	3～5 千万円/t/日
	E社	3 t/日	34 千万円/t/日
		20 t/日	8 千万円/t/日
		50 t/日	6 千万円/t/日
		100 t/日	5 千万円/t/日
欧州	G社（デンマーク）	30 t/日	900 万円/t/日
	H社（デンマーク）	350 t/日	300 万円/t/日
	I社（ドイツ）	20 t/日	70 万円/t/日

このように、我が国におけるバイオガス化施設の施設建設費が高い理由としては、表 28 に示す通り、人件費が高いこと、スペックが安全側に設定されていること、排水処理施設に要するコストが高いこと、プラントを輸入するケースが多いことの 4 点が挙げられる。

表 28 我が国におけるバイオガス化施設の施設建設費が高い理由

①人件費が高い
我が国の人件費は諸外国に比べて高く、それが施設建設費に反映されてしまう。
②スペックが安全側に設定されている
一つの民間企業がバイオガス化施設を施工・運営する場合でも、「発電機」「ボイラー」「排水処理施設」等の個別工程では、複数の機械メーカー等に外注しているのが実状である。機械メーカー等は自主的な「性能保証」という考え方に基づき、独自にスペックを安全側に設定する傾向があるため、必要以上に高度な技術を採用し、それが施設建設費に反映されてしまう。
例えば、欧州では一般的に、バイオガスに含まれる硫化水素濃度の上限値を数百 ppm に設定しているのに対し、京都府八木町の事例（八木バイオエコロジーセンター）では、公的基準ではないものの配管等の腐食対策等に配慮して、メーカーが自主的に上限値を 10ppm と厳しく設定している。
③排水処理施設に要するコストが高い
欧州では、バイオガス化施設から発生する消化液を液肥として農地に還元しているが、我が国では、牧草地等液肥を散布できる農地が不足している状況にあるため、消化液を排水処理するケースが多く、その分だけ施設建設費が高くなる傾向にある。また、施設建設費に占める排水処理施設の比率も高い傾向にある。
④プラントを輸入するケースが多い
我が国では、バイオガス化施設を整備する場合にプラントを輸入するケースが多く、その場合には、中間に多数のセクターが介在するためにマージンが発生し、それが施設建設費に反映されてしまう。

一例を挙げると、京都府八木町の事例（八木バイオエコロジーセンター）では、メタン発酵槽として B I M A 消化槽を導入しているが、B I M A は元々オーストリアのエンテック社が開発したメタン発酵技術であり、国内のゼネコンメーカーがプラントを輸入して技術導入している状況にある。

また、八木町の事例では、下水処理場が敷地に隣接しているものの、バイオガス化施設と下水処理場の所轄官庁が異なるため、消化液の下水道放流が認められておらず、排水処理後に河川放流することが余儀なくされている。さらに、処理水の河川放流にあたっては、自治体の上乗せ基準として表 29 に示す通り、国の定める公的基準よりもかなり厳しい排水処理基準が適用されている。こうした状況により、排水処理に関する施設建設費や維持管理費が高くなっているのが実状である（施設建設費の約 20 % を排水処理施設が、維持管理費の約 40 % を排水処理に必要な薬品が、それぞれ占めている）。

表 29 京都府八木町の事例にみる河川放流基準の比較

項 目	水質汚濁防止法が定める基準 (国の基準)	条例が定める基準 (京都府八木町の基準)
pH	5.8～8.6	5.8～8.6
BOD	160 mg/L	020 mg/L
COD	160 mg/L	160 mg/L
SS	200 mg/L	050 mg/L
T-N	120 mg/L	120 mg/L
T-P	016 mg/L	016 mg/L

以上のような背景により、我が国でバイオガス化事業を立ち上げる場合には、事業性確保の観点から補助金を投入しないで事業を行うことが難しい状況にあるものと考えられる。実際に、富山県富山市の事例（富山グリーンフードリサイクル株式会社）では、施設建設費約15億円のうち50%が国庫補助対象、1%が富山市補助対象となっており、八木町の事例でも、施設建設費約5億7千万円のうち50%が国庫補助対象、5%が京都府補助対象となっている。

今後、バイオガス化事業を普及推進していくためには、バイオガス化施設の過剰設備を見直すことや、既存の排水処理施設を有する食品工場等の拠点への導入を図ること等により、施設建設費を適正化することが重要になるものと考えられる。

（３）対象バイオマスの適正確保

事業収入の構造比率からも明らかなように、バイオガス化事業は対象バイオマスの受入に大きく依存した事業構造となっているため、事業開始にあたっては、事業規模を適正に設定して、事業対象量を確実に集めることが不可欠になる。事業性シミュレーションの感度分析結果から推測すると、対象バイオマスが食品廃棄物である場合には20t／日程度が、畜産廃棄物である場合には100t／日程度が、事業性を確保できる事業規模の境界値と考えられ、シミュレーションと同等の条件下でバイオガス化事業を行う場合には、これだけのバイオマスを収集確保することが必要になる。

従って、バイオガス化事業開始前の準備として、事業を展開する地域における対象バイオマスの潜在量や収集可能量を的確に把握し、事業対象量を絞り込むことが求められる。その上で、バイオガス化事業を行う事業者と、収集運搬事業者、食品製造業者、畜産農家等の地域内における既存産業との連携を図り、広く薄く存在するバイオマスを効率的に集めるため、対象バイオマスや対象エリア、収集運搬主体や収集運搬方法等について、条件を適切に設定して役割分担した上で、バイオガス化事業を展開することが望ましい。

（４）処理単価の適正化

感度分析結果からも明らかなように、処理単価がバイオガス化事業の事業性に及ぼす影響は極めて大きい。また、処理単価の高低により、対象バイオマスを確保できるかどうかが大きく左右されるため、処理単価の適正化は事業面における最大のキーポイントと考えられる。

バイオガス化事業を行う事業者の立場では、新たに事業に参入するわけであるから、処理単価の設定にあたっては、該当地域における既存料金、つまり、地域内の一般廃棄物処理手数料や産業廃棄物処理手数料に準拠せざるを得ないのが現状である。

従って、今後、バイオガス化事業を普及推進していくためには、自治体や広域組合等の公共セクターが決定権を握る一般廃棄物処理手数料を、焼却処理や埋立処分等の廃棄物処理コストとして現状実際に要している額を踏まえ、バイオガス化事業が事業的に成立するレベルまで高めること、つまり、処理単価を適正化していく姿勢が求められる。

（５）再生品の利用推進

１）バイオガスの利用推進

事業収入の構造比率からも明らかなように、バイオガス化事業は対象バイオマスの受入に大きく依存した事業構造となっており、今後、バイオガス化事業を普及推進していくためには、バイオガスの利用推進を図り、収入に占めるの再生品の売上比率を高めていく必要がある。そのためには、バイオガスの

利用方法として一般的なバイオガス発電の優位性を高めること、つまり、売電価格を適正化していくことが必要になる。

現在、バイオガスの利用方法としては、質的劣化のない電力利用を検討するケースがほとんどだが、廃棄物発電等とは異なりバイオガス発電が余剰電力とみなされている現状では、表 30 に示す通り、売電価格が 2～5 円/kwh 程度と極めて安価で取引されていることが、事業性確保の障害となっている。このような状況に対抗するため、例えば、八木町の事例では、関西電力へ売電する場合には約 4 円/kwh と売電価格が極めて安価であることを踏まえ、敷地に隣接している下水処理場に対して、優先的に約 2.9 円/kwh で売電しているが、同様の取組は我が国ではまだほとんどみられない状況にある。

表 30 バイオガス発電における電力会社への売電価格事例

売電事例	売電価格 (円/kwh)	備 考
町村農場 (北海道江別市)	2.5～4.3	北海道電力 一般余剰電力扱い
八木バイオエコロジーセンター (京都府八木町)	3.0～4.0	関西電力 一般余剰電力扱い

こうした状況を踏まえ、平成 15 年 4 月 1 日より、「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（通称 R P S 法）」が完全施行され、電力事業者は販売電力量に応じて一定割合以上の新エネルギー電気の利用が義務づけられることとなった。R P S 法の対象エネルギーとしてバイオマスも含まれていることから、今後、バイオガス発電が促進されるものと期待されている。ただし、現時点では、バイオガス発電の売電価格については上限でも 1.1 円/kwh で検討されており、事業性向上のためにはさらなる売電価格の上昇が望まれる。

また、バイオガス発電の発電効率は現在 25 % 程度であり、今後、さらなる発電効率の向上が望まれるとともに、発電時に発生する熱の利用方法についても、例えば、バイオガス化施設を熱需要の見込める施設に隣接させる等の工夫により、エネルギーの有効利用を総合的に推進していく必要がある。

なお、バイオガスを発電せずにそのままガスとして利用できれば、変換ロスがなく効率的であるため、電力利用と合わせてガス利用についても、積極的に検討することが求められる。実際に、富山市の事例では、敷地に隣接している木質系廃棄物リサイクル施設へ炭化炉の燃料として、バイオガスを供給することが決定している。

2) 液肥・堆肥の利用推進

バイオガスの利用推進と合わせて、残渣である消化液や脱水汚泥の利用推進も、処理コストの削減や資源有効利用の観点から重要である。

消化液の液肥利用については、牧草地等の農用地が不足していること、液肥の品質や散布方法に関する公的基準が定められていないこと、品質の確保や安定供給が難しいこと、環境面や作業面での問題等により、我が国ではほとんど液肥利用が進んでいない状況にある。そのため、やむを得ず消化液を排水処理する必要が生じてしまい、そのコストが事業性に対して大きなマイナス要因となっている。

表 31 消化液を液肥として利用する場合の問題点

①農用地の不足

牧草地に恵まれている欧州では、消化液をそのまま液肥として直接散布することが可能であるが、食料自給率が低下し、都市と農村の乖離が進んだ我が国では、バイオガス化事業の対象地域周辺に液肥散布のために必要な十分な農用地を確保することが難しい。

②公的基準がない

普通肥料や特殊肥料の登録基準の中に、液肥というカテゴリーが存在しないため、広範な利用が進まない面がある。

③品質及び安定供給の問題

化学肥料と同等レベルまで液肥の品質を安定させることや、液肥を一定量以上、安定的に製造・供給することが難しい。

④悪臭の発生

液肥散布に伴い悪臭が発生するため、都市部では、公害問題となることが懸念される。

⑤地下水汚染の危険性

スプリンクラーを用いて傾斜地に液肥を散布したところ、液肥のほとんどが地表面上を流出してしまった事例がある。また、透水係数の大きい畑地では、散布した液肥がそのまま地下水層に浸透してしまい、窒素過多を引き起こし、地下水汚染が進行する危険性が残る。

⑥ハンドリングの困難性

営農的な問題として、農家が現状保持している設備では、液肥を散布することが難しい。特に、傾斜地では、作物に肥料成分を確実に吸収させるため、インジェクターを用いる等の新たな設備コストが生じる可能性がある。また、実際に液肥を利用する場合には、希釈することが必要となり、そのための手間がかかる。

こうした状況を踏まえ、八木町の事例では、過去数年かけて消化液の液肥利用実験を進めており、地域の大学等と連携してインジェクターを備えた特殊車両による液肥の散布方法を開発したり、水田や畑地への液肥散布の影響を、継続的にモニタリングしているところである。その結果、収量の増加、病害への抵抗性の向上、食味の向上等、液肥の散布が作物の生育に対して良好に作用することが判明している。今後、同様の取組が全国的に進むとともに、液肥散布に関する技術が進展することが期待されるところである。

脱水汚泥の堆肥利用については、今までは特に、食品廃棄物をそのまま堆肥化したケースにおいて、堆肥中に含まれる塩分や油分の影響により、作物への悪影響が指摘されていたが、バイオガス化施設から発生する脱水汚泥には、発酵プロセスを経ているため塩分や油分が少なく、堆肥化した場合には土壌に還元しやすい堆肥を製造することができるため、液肥と同様にその利用を推進することが望まれる。

以上のような液肥・堆肥の利用推進にあたっては、例えば、地域内の公共事業等で堆肥を土壌改良材として積極的に利用したり、地域内で顔の見える関係を構築した上で地域独自の液肥や堆肥の品質保証制度を設ける等、様々な工夫が必要になるものと考えられる。

(6) 対象バイオマスの複合化

感度分析結果からも明らかなように、バイオガス発生量原単位が小さく、かつ、含有カロリーが小さい畜産廃棄物や下水汚泥・し尿汚泥を対象として、バイオガス化事業を行う場合には、事業規模をある程度拡大することが不可欠になり、現実的ではないものと考えられる。従って、これらを対象として事業を行う場合でも、含有カロリーの大きい食品廃棄物や古紙等を取り込んで事業性を高めることが求められる。

なお、食品廃棄物を対象にバイオガス化事業を行う場合には、処理単価をある程度高く設定でき、バイオガス発生量も大きいという事業面での利点がある反面、異物混入を防止するための分別を実施することが必要になり、対象地域において、収集運搬面も含めて効率的な前処理システムを構築することが求められる。また、設備的には、前処理プロセスを整備する必要が生じることになる。

2. バイオガス化事業導入に向けた方向性

バイオガス化事業導入に向けた方向性としては、対象地域の地域特性（都市部、町村部、農村部等）に応じて、①主に、都市部において食品廃棄物を中心にバイオマスを大量に受け入れ、発生するバイオガスを電力やガスとして、広範かつ大量にエネルギー供給する「バイオマスエネルギー施設」、及び、②主に、町村部や農村部において食品廃棄物や畜産廃棄物、下水汚泥・し尿汚泥等様々なバイオマスを適正規模で受け入れ、発生するバイオガスを地域内にエネルギー供給するとともに、消化液や脱水汚泥を地域内の農用地等において液肥や堆肥として積極的に利用する「有機資源リサイクル施設」の2つの方向性があるものと考えられる。それぞれの特徴を整理すると、表32の通りとなる。

表32 バイオガス化施設の位置づけの比較

	①バイオマスエネルギー施設	②有機資源リサイクル施設
対象となる地域	・主に都市部が対象となる	・主に町村部・農村部が対象となる
バイオマス受入面	<ul style="list-style-type: none"> ・食品廃棄物の比率が高い ・バイオマスの収集にあたって発生源が広範多岐にわたるため異物混入を防ぎにくい ・バイオマスの量的確保を優先して異物混入の条件を緩和 	<ul style="list-style-type: none"> ・食品廃棄物に限らず、畜産廃棄物や下水汚泥・し尿汚泥等も対象 ・バイオマスの収集にあたって発生源が限定されるため異物混入を防ぎやすい ・バイオマスの質的確保を優先して異物混入の条件を厳格化
バイオガス利用面	<ul style="list-style-type: none"> ・施設外へのエネルギー供給が中心 ・バイオガス化施設を既存施設^{注1}に隣接できればエネルギー需給面で効率的 ・電力会社への積極的な売電を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・施設内でのエネルギー利用が中心 ・地域内における分散型エネルギー供給施設としての機能を強化
残渣処理面	<ul style="list-style-type: none"> ・残渣の有効利用によるマテリアルリサイクルの可能性を検討 ・農用地以外の緑地、最終処分場跡地等での液肥利用、堆肥利用が中心 ・農用地での液肥利用や堆肥利用を検討 ・残渣の有効利用が困難な場合には処理 ・バイオガス化施設を既存処理施設^{注2}に隣接できれば輸送コスト面で効率的 	<ul style="list-style-type: none"> ・残渣の有効利用によるマテリアルリサイクルを積極的に推進 ・農用地での液肥利用や堆肥利用が中心 ・農用地以外の緑地、最終処分場跡地等での液肥利用、堆肥利用を検討 ・液肥や堆肥について、地域独自の品質保証システムや認証システムの確立

注1：バイオガス需要がある工場やリサイクル施設、ガス精製工場、下水処理場等の公的施設等。

注2：焼却処理施設、最終処分場等。