

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 14 導入検討手順

本システムは以下の手順で導入を検討する。

- (1) 基礎調査
- (2) 導入効果の検討
- (3) 導入判断

【解説】

本システムの導入検討においては、導入の目的を明確にしたのち、図 3-1 に示す導入検討フローに従って、(1) 基礎調査において必要な情報を収集し、(2) 導入効果の検討において費用関数等を用いて概略試算を行い、(3) 導入判断において導入範囲及び導入時期を含めた判定を行う。また、試算結果が導入効果不十分であった場合には、適用シナリオを見直して、複数回の検討を行うことが望ましい。

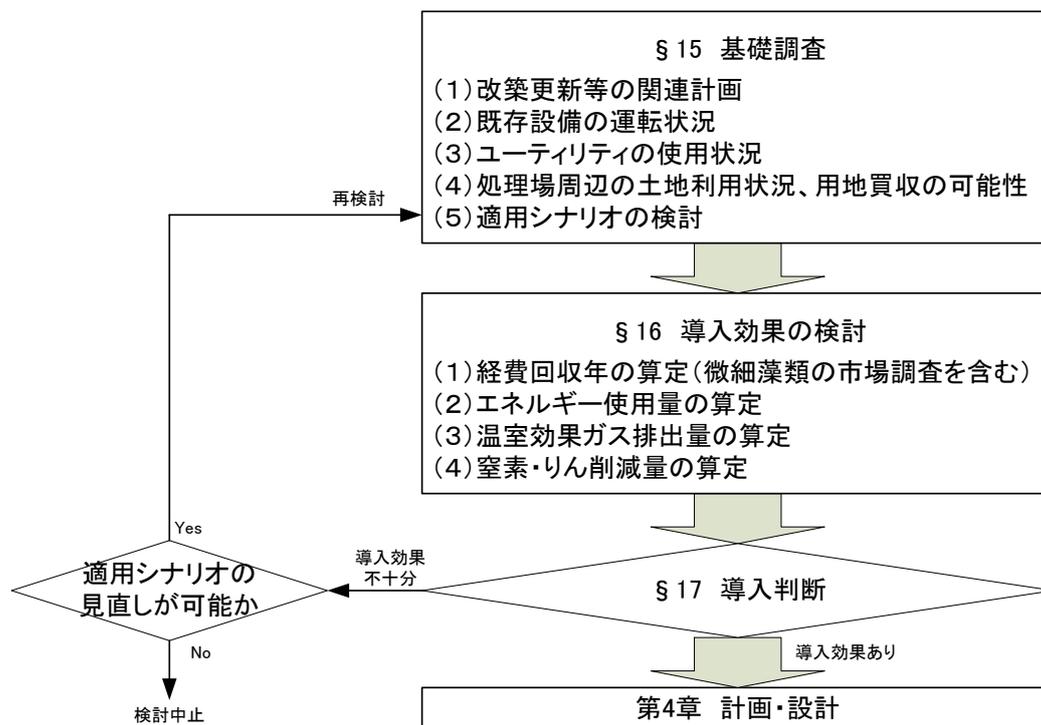


図 3-1 導入検討フロー

§ 15 基礎調査

基礎調査では主に以下について調査する。

- (1) 改築更新等の関連計画
- (2) 既存設備の運転状況
- (3) ユーティリティの使用状況
- (4) 下水処理場周辺の気象状況
- (5) 下水処理場周辺の土地利用状況、用地買収の可能性
- (6) 適用シナリオの検討

【解説】

基礎調査は、設計検討に先立ち、これまでの計画検討状況をまとめ、運転状況の調査を行うことにより現状を明確にし、§ 16 導入効果の検討に必要な基礎情報を取得することを目的として、関連計画、消化ガスの発生状況や汚泥処理施設の運転状況、ユーティリティの使用状況等を整理し、下水道施設や周辺の気象状況や土地情報の収集と整理を行う。

表 3-1 基礎調査の概要

項目		主な活用方法
改築更新等の関連計画	汚泥処理計画	設計ガス量、汚泥量、脱水分離液量等の設定 導入時期、導入シナリオの設定
	施設再構築計画	
	長寿命化計画	
既存設備の運転状況	濃縮汚泥発生量・性状	現状把握
	脱水汚泥発生量・性状	設計ガス量、汚泥量、脱水分離液量等の設定
	消化ガス発生量・性状	
	処理水量・水質	
ユーティリティの使用状況	電力消費量	現状把握
	重油使用量	
下水処理場周辺の気象状況	日射量	微細藻類収穫量、温調設備諸元、エネルギー使用量の設定
	気温	
下水処理場周辺の土地利用状況、用地買収の可能性		微細藻類培養施設規模の設定

(1) 改築更新等の関連計画

設備の導入検討にあたって、既存の改築更新計画等の関連下水道計画の確認を行い、導入を検討している設備の位置づけや適用法令等を調査する。

特に汚泥処理に関連する計画については、導入施設の設計や、段階的あるいは部分的な導入の計画にも関与し、導入効果に大きな影響を与えるため、妥当な計画となっているかも含めて確認する。

(2) 既存設備の運転状況

導入するシステムの容量を設定するため、汚泥処理関連を中心として現状の運転状況に関するデータを収集・整理する。

特に、本システムの導入による経済効果に最も大きな影響を及ぼす微細藻類培養量の算定については、厳密に行うことが求められる。本研究における試算では、分離回収したCO₂を全量用いて微細藻類を培養する場合、培養液として脱水分離液が不足せず、CO₂量が微細藻類培養量の制限因子になることが想定される。したがって、既存施設における消化ガスの発生状況（発生量、組成）に関するデータは必要不可欠である。また、CCU設備設計のため、消化ガスの圧力及び温度の条件も必要となる。これらのデータは発電設備の設計や発電量、CH₄ガス売却益の算出にも用いられる。また、汚泥可溶化設備の設計に向け、濃縮汚泥量及び性状についても整理しておく必要がある。

モデルケースにおけるCO₂分離回収量と、これを全量微細藻類培養に使用した場合に必要な脱水分離液量を表3-2に整理した。

表 3-2 CO₂分離回収量と脱水分離液量の関係（本研究におけるモデルケース）

下水処理水量	CO ₂ 量	脱水分離液量		
		発生量	微細藻類培養量	未使用量
m ³ /日	Nm ³ /日	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日
10,000	249	50	26	24
30,000	746	150	76	74
50,000	1,243	250	127	123
100,000	2,486	500	254	246

※CO₂量は汚泥可溶化技術を適用して消化ガス発生量を増加させた場合。

微細藻類培養には脱水分離液を3倍希釈して使用する。

表3-2はモデルケースであり、CO₂分離回収量と脱水分離液量のバランスは下水処理場により異なるため、基礎調査及び追加調査結果に基づいて検証を行う。特に、外部からバイオマスを受け入れることで消化ガス発生量を増加させるケースでは消化ガス発生量、CO₂濃度、脱水分離液量、栄養塩類濃度等のバランスが変化することに注意して検証を行うことが必要である。

(3) ユーティリティの使用状況

本システムを導入することにより、消化タンクの加温にかかる重油使用量が削減されたり、CH₄ガス発電を導入するケースでは商用電力の購入量が削減や、発電排熱の消化タンク加温への活用もできる。これらの費用削減効果を明確にするため、現状の使用状況について整理しておく。

(4) 下水処理場周辺の気象状況

微細藻類の収穫量（生長速度）は光量の影響を受けるため、下水処理場周辺の日射量を整理しておく。また、微細藻類の培養に適した水温範囲で制御するため、温度調整設備の設置が必要となるが、調整範囲の設定や温調にかかるエネルギー使用量を把握するため、周辺の気温を整理しておく。

(5) 下水処理場周辺の土地利用状況、用地買収の可能性

本システムでは、汚泥可溶化施設、CCU 施設、微細藻類培養施設の設置が可能な土地、区画が必要である。汚泥可溶化施設、CCU 施設については下水処理場内の空き区画等に設置できる可能性があるが、微細藻類培養施設の設置には広大な土地面積が必要となる。(50,000m³/日規模の下水処理場の場合、汚泥可溶化施設：約 40m²、CCU 施設：約 300m²、微細藻類培養施設：3ha 程度を想定)。ここでは、下水処理場においてこれらの用地が確保できることを前提としており、用地に余裕があることが必要であるが、下水処理場内に用地を確保できない場合には周辺に確保する方法も考えられる。その確保が本システムによる導入効果に大きく関わってくるため、下水処理場内の空きスペースや周辺の土地利用状況、用地買収の可能性を確認しておく。

(6) 適用シナリオの検討

導入効果の検討にあたっては、導入シナリオを設定する必要がある。基本的に一括導入シナリオは段階導入シナリオと比較して設備の最適配置が可能であることや、調達の本化等が可能なため経済効果が高くなるが、取得可能な土地条件等により段階導入や部分導入シナリオとするケースが想定される。このような場合でも導入効果を得ることができるか、検討する。

§ 16 導入効果の検討

§ 15 で調査した内容を踏まえて適切な評価シナリオを選択し、簡易算定式を用いて以下の項目について試算し、導入の効果を判定する。

- (1) 経費回収年の算定（微細藻類の市場調査を含む）
- (2) エネルギー使用量の算定
- (3) 温室効果ガス排出量の算定
- (4) 窒素・りん削減量の算定

【解説】

本システムの導入を検討する際には、経費回収年（コスト、収益）、エネルギー使用量、温室効果ガス排出量、窒素・りん削減量等を算出し、現状や他システムの導入を行った場合等と比較することで導入効果を評価する。なお、本ガイドラインで提示する簡易算定式は、実証試験の成果等に基づき、特定の条件（第2章第2節における評価条件）を前提として設定したものであり、例えば、消化ガス発生量や組成が異なる場合には年間の微細藻類培養量に差異が生じるため、培養量に応じて補正することが必要になる。他に詳細な建設費等の積算や、別途実証試験を行い維持管理費等の評価をした場合には、検討結果を踏まえ、当該下水処理場の実態に合わせた条件設定及び試算を行うことが望ましい。また、ここでは下水処理場において用地が確保されていることを前提としており、用地購入費用は見込んでいないため、用地の購入が必要な場合は別途追加する必要がある。なお、微細藻類培養にかかる条件は、実証研究で得られた最適条件（資料編 p.153,183 参照）とした。

導入効果の検討手順を図 3-2 に示す。

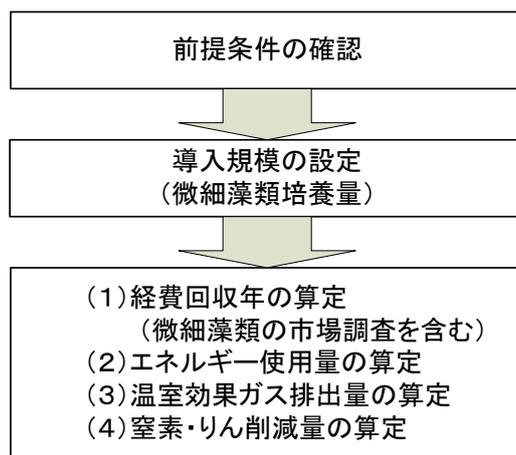


図 3-2 導入効果の検討手順

(1) 経費回収年の算定（微細藻類の市場調査を含む）

経費回収年は以下の式により算出する。

$$\text{○経費回収年（年）} = \frac{\text{建設費（百万円）}}{\text{本システムによる収益（百万円/年）} - \text{維持管理費（百万円/年）}}$$

注) メタンガスの有効利用にかかるコスト及び収益については、本研究では実証試験を行っていないため、既往の事例等を参考に算出する。

具体的な経費回収年については § 19 で検討する。

1) 建設費

建設費は表 3-3 に示す簡易算定式により算出する。

表 3-3 建設費の簡易算定式

微細藻類培養施設	$y = 127 \cdot x^{0.397}$
CO ₂ 分離回収施設	$y = 1.49 \cdot x^{0.557}$
汚泥可溶化施設	$y = 0.00294 \cdot x + 179$

x : 日最大水量 (m³/日) y : 建設費 (百万円)

※算定データは資料編 p.193 参照。

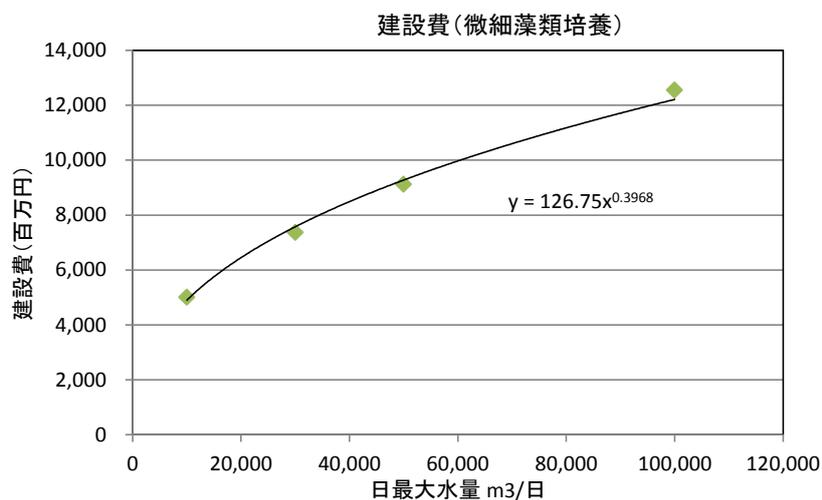


図 3-3 日最大水量と微細藻類培養施設建設費の関係

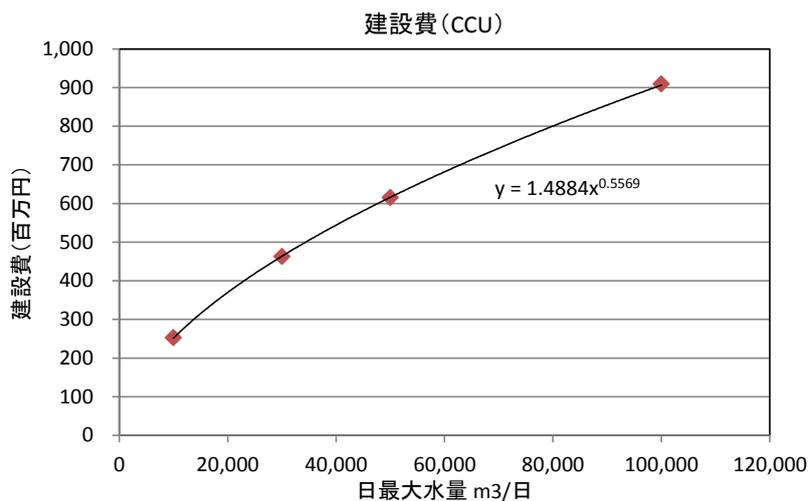


図 3-4 日最大水量と CO₂ 分離回収施設建設費の関係

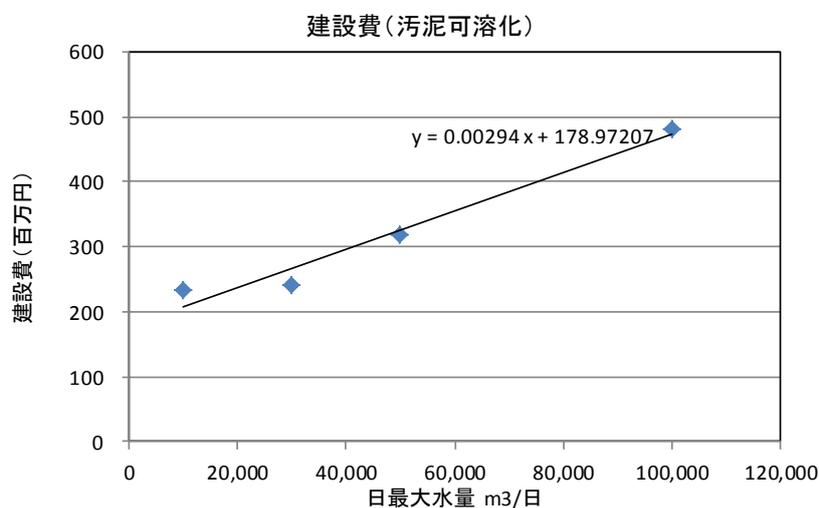


図 3-5 日最大水量と汚泥可溶化施設建設費の関係

2) 維持管理費

維持管理費は表 3-4 に示す簡易算定式により算出する。

表 3-4 維持管理費の簡易算定式

微細藻類培養施設	$y=0.0897 \cdot x^{0.846}$
CO ₂ 分離回収施設	$y=0.0233 \cdot x^{0.632}$
汚泥可溶化施設	$y=0.000134 \cdot x + 11.7$

x : 日最大水量 (m³/日) y : 維持管理費 (百万円/年)

※算定データは資料編 p.193 参照。

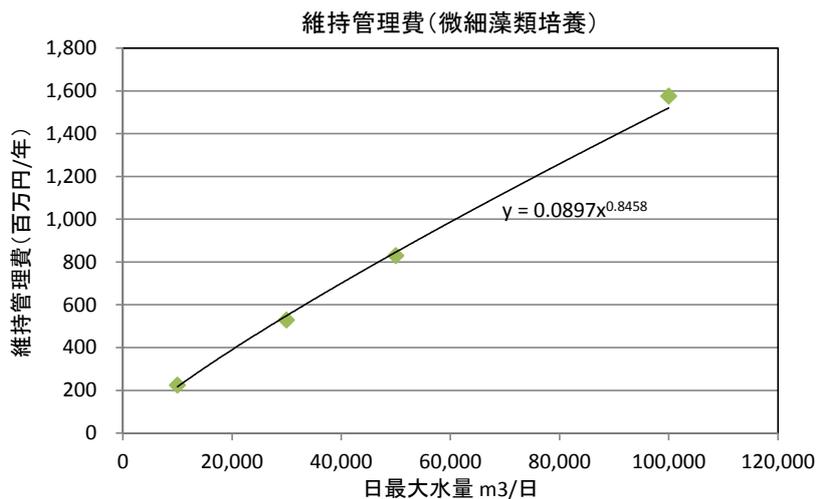


図 3-6 日最大水量と微細藻類培養施設維持管理費の関係

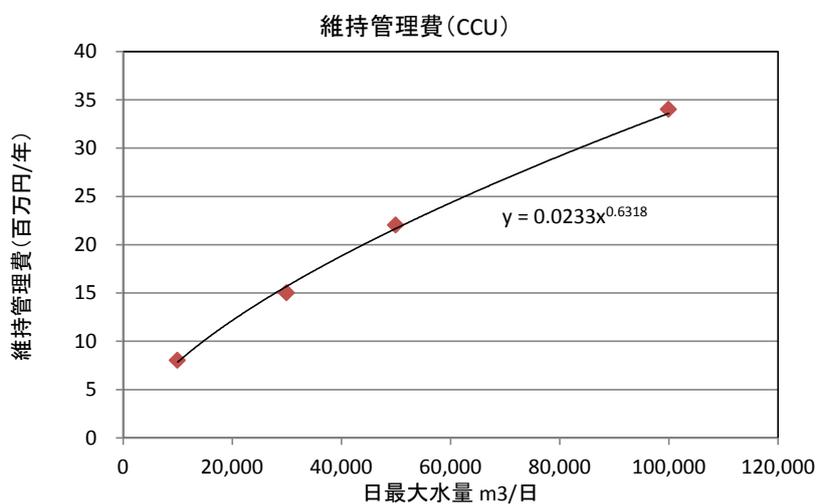


図 3-7 日最大水量と CO₂ 分離回収施設維持管理費の関係

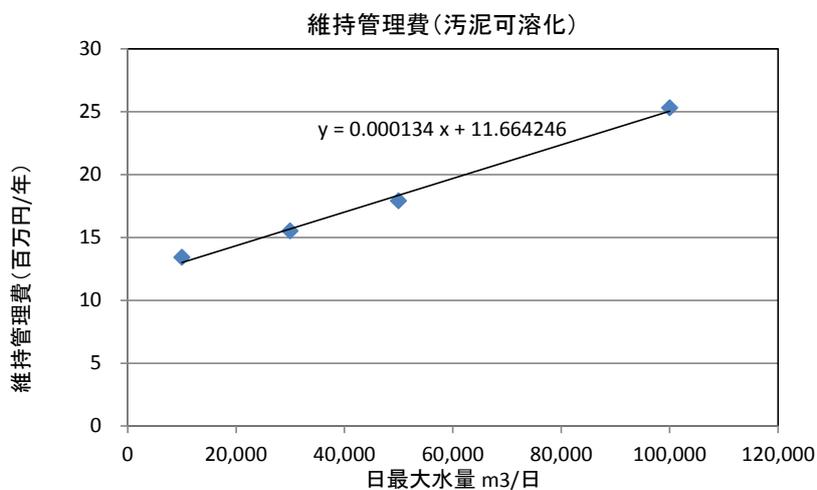


図 3-8 日最大水量と汚泥可溶化施設維持管理費の関係

3) 収益

本システムによる収益は表 3-5 に示す簡易算定式により算出する。

表 3-5 収益の簡易算定式

有価物売却益	微細藻類売却	$y = (0.00151 \cdot x - 0.0606) \cdot z$
	メタンガス売却	$y = 0.00111 \cdot x$
ユーティリティ使用量削減効果	汚泥温度上昇による重油使用量削減	$y = 0.0000539 \cdot x$

x : 日最大水量 (m³/日)

y : 収益 (百万円/年)

z : 微細藻類想定売却価格 (千円/kg)

注) 日最大水量とメタンガス売却益及びユーティリティ使用量削減効果の関係については図 3-10, 図 3-11 に示す。微細藻類売却については日最大水量と微細藻類の生産量 (図 3-9 の a) の関係を求めた上で、微細藻類の想定売却価格 : z を乗じて売却益を算出する。なお、微細藻類想定売却価格については、前述 (p.24 参照) のとおり売却単価を設定し難かったため、市場調査を行って想定する (p.42~43 参照)。

※算定データは資料編 p.193,199,200 参照。

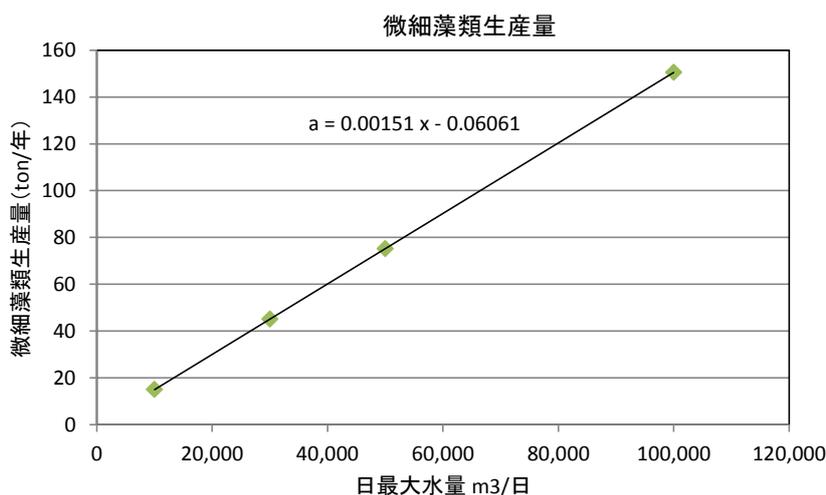


図 3-9 日最大水量と微細藻類生産量 (a) の関係

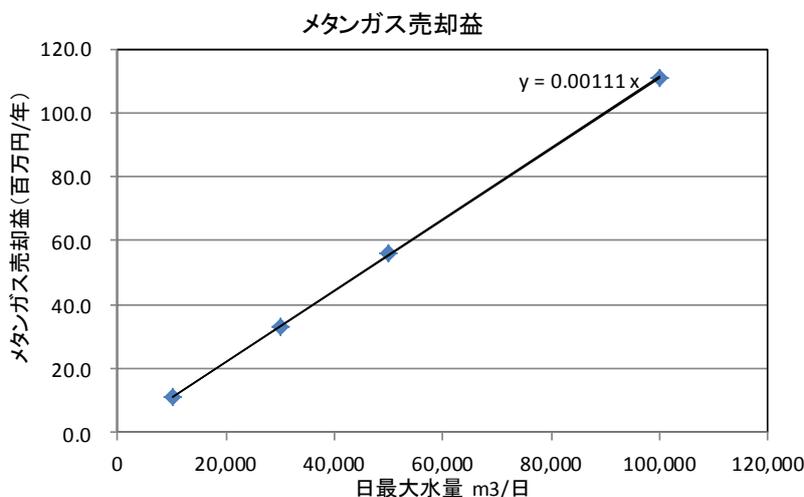


図 3-10 日最大水量とメタンガス売却益の関係

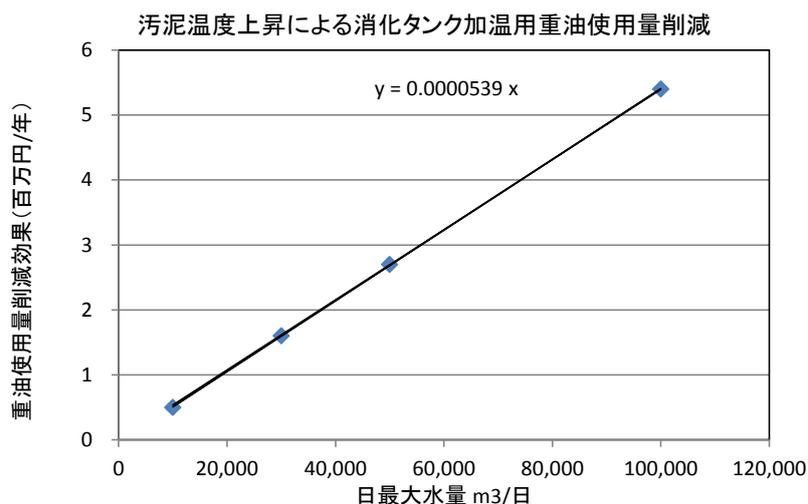


図 3-11 日最大水量と汚泥温度上昇に伴う消化タンク加温用重油使用量削減効果の関係

本技術では微細藻類培養にかかるコストが大きい一方、微細藻類の売却により得られる収益も大きくなる可能性があるため、微細藻類の市場性について把握しておくことが重要である。しかし、本技術では微細藻類培養に下水由来の脱水分離液を用いるため、収穫した微細藻類の有力な市場である食品としての利用が制限される可能性がある。したがって、食品以外の市場性についても調査し、経済効果が得られることを検証し、売却単価を想定しておく必要がある。微細藻類の売却単価は、その利用方法や市場規模、加工コストを調査して想定する。

現在、微細藻類の利用範囲は多岐にわたって開拓されつつあるが、その市場規模は限定的である。したがって、その市場規模が微細藻類培養量の制限要因となる可能性がある。微細藻類の用途と付加価値、法規制等との関係を図 3-12 に整理した。

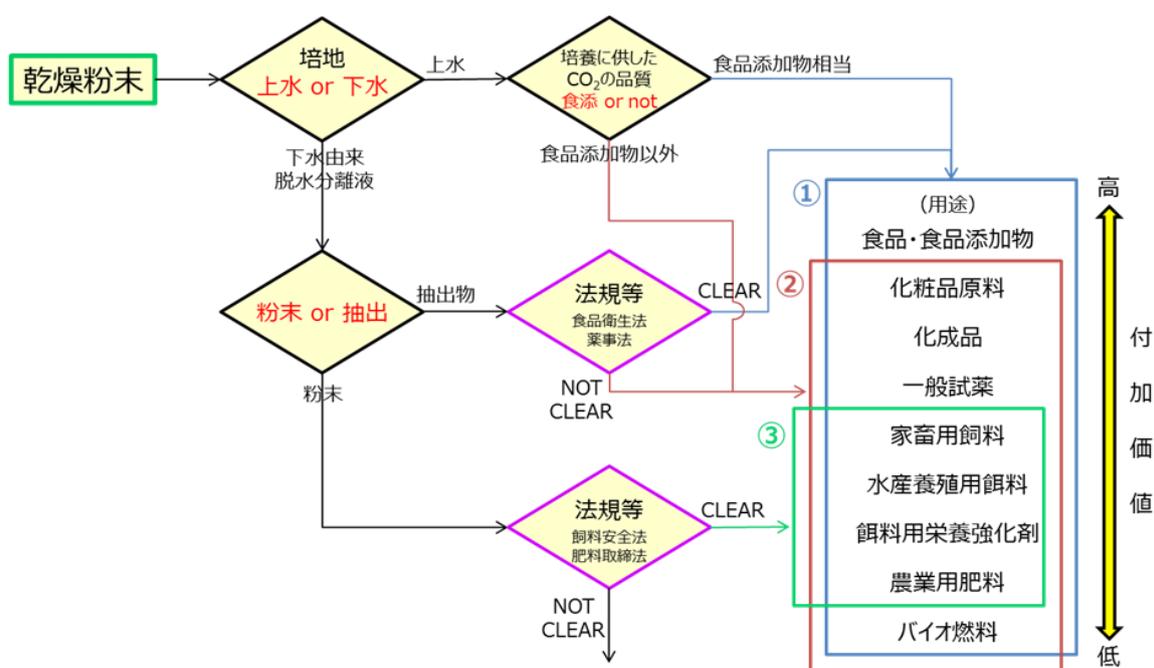


図 3-12 微細藻類の市場調査に向けた用途と法規制等との関係

食品として販売する場合、法的には食品衛生法に則り、消費者の健康を害する可能性のあるものについては検査をする必要がある。具体的には、有害重金属は法定の基準値以下とするなどの対応が必要である。また、化粧品の製造・販売に際しては医薬品医療機器等法（旧薬事法）に則り、化粧品に配合される量に制限のある成分と配合が禁止される成分に充分留意しつつ、最終製品に含まれる成分量を調整する必要がある。その他、家畜等の飼料として用いる場合は飼料安全法に、肥料として用いる場合は肥料取締法に則る必要がある（詳細は p.162～163 参照）。

微細藻類の生産量は、図 3-12 を参考に用途を設定し、市場における流通量や販売価格、用途に向けた製造コスト等を加味して検討する。

（２）エネルギー使用量・創出量・使用量削減効果の算定

1) 運転に係るエネルギー使用量

本システムにおける運転に係るエネルギーの使用は、電力使用による。本システムによるエネルギー使用量は以下に示す簡易算定式により算出する。

$$y = 7.66 \cdot x$$

x : 日最大水量 (m³/日) y : エネルギー使用量 (GJ/年)

※算定データは資料編 p.200 参照。

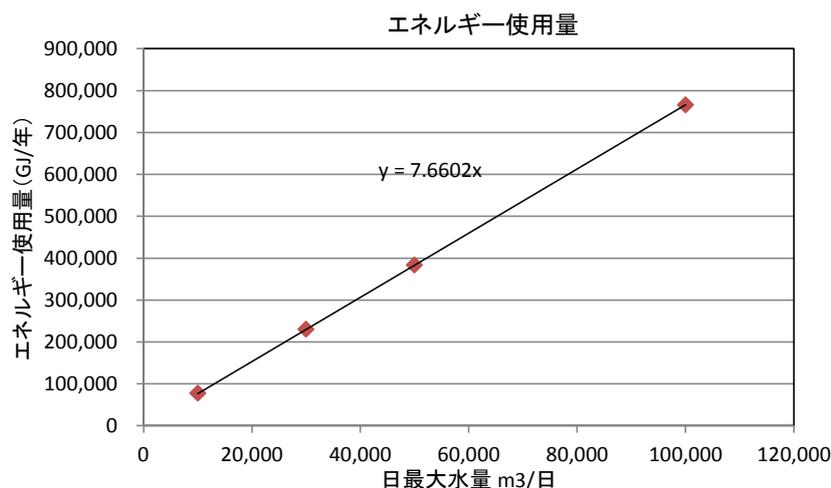


図 3-13 日最大水量とエネルギー使用量の関係

2) エネルギー創出量

本システムにおけるエネルギーの創出は、汚泥可溶化に伴う消化ガスの増量によるものである。本システムによるエネルギー創出量は以下に示す簡易算定式により算出する。

$$y = 0.0568 \cdot x$$

x : 日最大水量 (m³/日) y : エネルギー創出量 (GJ/年)

※算定データは資料編 p.200 参照。

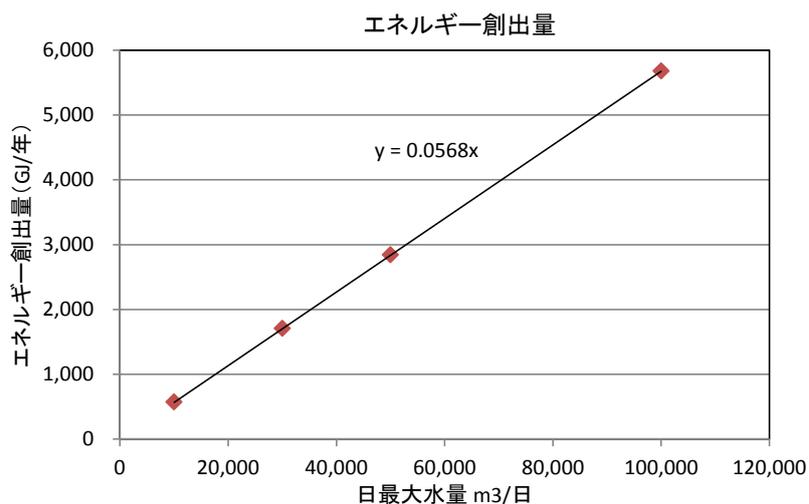


図 3-14 日最大水量とエネルギー創出量の関係

3) エネルギー使用量削減効果

汚泥可溶化の副次的効果として汚泥温度が上昇するため、後段の消化タンクにおける加温のためのエネルギーが削減される。これを以下の簡易算定式により算出する。

$$y = 0.0232 \cdot x$$

x : 日最大水量 (m³/日) y : エネルギー使用量削減 (GJ/年)

※算定データは資料編 p.200 参照。

注) 本式は汚泥可溶化装置出口における温度上昇をエネルギーに換算したものであるが、実施時には消化タンクまでの送泥過程で温度が低下することに注意し、補正する。

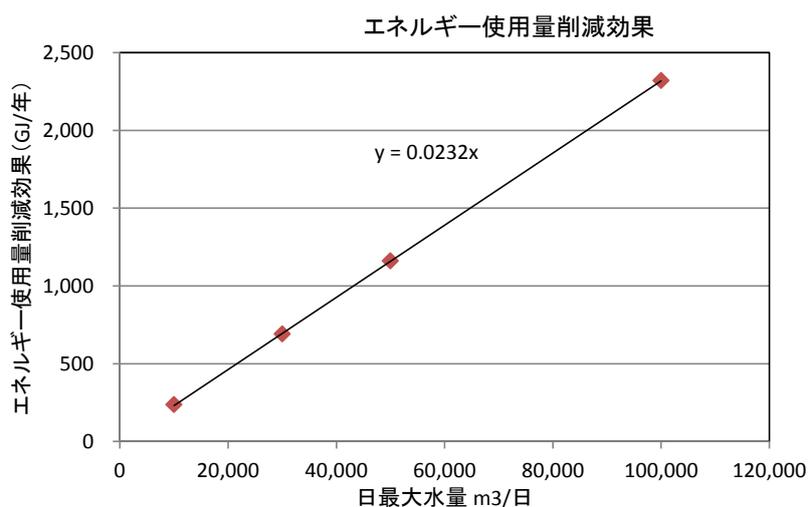


図 3-15 日最大水量とエネルギー使用量削減効果の関係

(3) 温室効果ガス排出量・削減量・有効利用量の算定

1) 運転に係る温室効果ガス排出量

本システムにおける運転に係る温室効果ガスの発生は、電力使用と微細藻類培養液の pH 調整にかかる硫酸の使用によるものである。本システムによる温室効果ガス (CO₂) 発生量は以下に示す簡易算定式により算出する。

$$y=0.475 \cdot x$$

x : 日最大水量 (m³/日) y : CO₂ 発生量 (t-CO₂/年)

※算定データは資料編 p.201 参照。

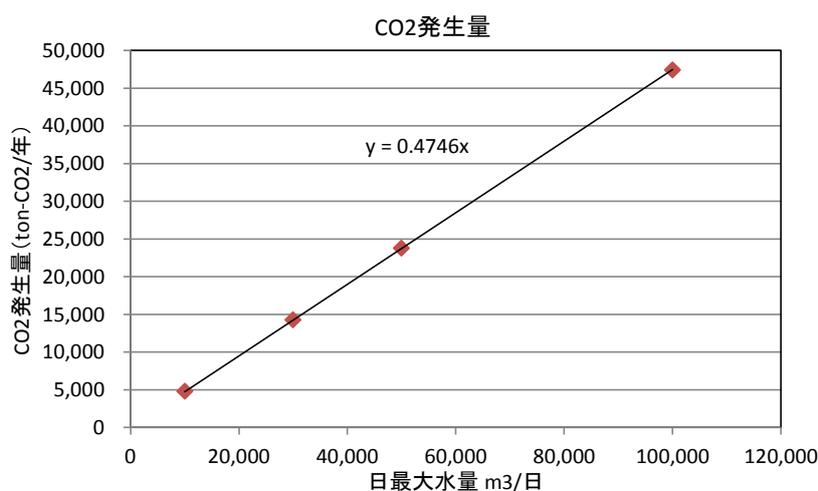


図 3-16 日最大水量と CO₂ 発生量の関係

2) 温室効果ガス削減量

本システムにおける温室効果ガスの回収は、汚泥可溶化に伴って増加した消化ガスを都市ガスの代替として利用する場合に削減される都市ガスの使用量と、汚泥温度の上昇によって削減される消化ガス加温用の重油使用量によるものである。また、高度処理を実施している下水処理場においては、微細藻類に取り込まれる窒素及びりん処理に係る電力や薬品費の削減による温室効果ガス削減を見込むことができるが、窒素の取込による電力の削減はごく僅かであるため、ここではりん処理に係る PAC 使用量が削減されると仮定し、その削減に伴って温室効果ガスの排出量も削減できるとした。本システムによる温室効果ガス (CO₂) 削減量は以下に示す簡易算定式により算出する。

$$y=0.0052 \cdot x$$

x : 日最大水量 (m³/日) y : CO₂ 削減量 (t-CO₂/年)

※算定データは資料編 p.201 参照。

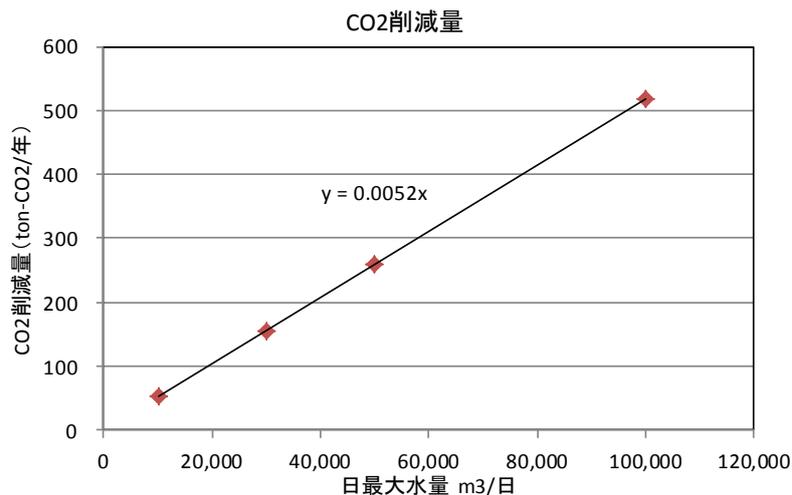


図 3-17 日最大水量と CO₂ 削減量の関係

3) 温室効果ガス有効利用量

本システムの特徴として、これまで未利用であった消化ガス中の CO₂ を微細藻類培養に有効利用する点が挙げられる。微細藻類中の炭素が全て吹き込まれた CO₂ ガス由来であるとする、有効利用される CO₂ 量は以下に示す簡易算定式により算出する。

$$y = 0.0026 \cdot x$$

x : 日最大水量 (m³/日) y : CO₂ 有効利用量 (t-CO₂/年)

※算定データは資料編 p.201 参照。

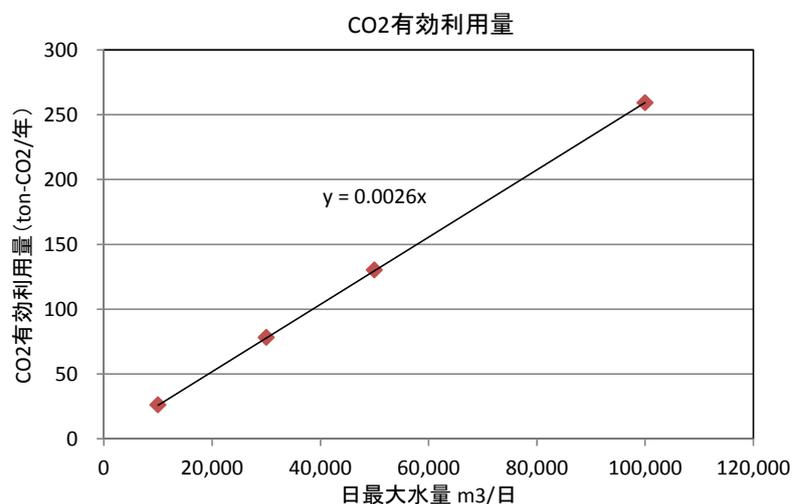


図 3-18 日最大水量と CO₂ 有効利用量の関係

(4) 窒素・りん削減量の算定

汚泥処理返流水を用いた微細藻類の培養により、窒素・りんが栄養塩として藻体に取り込まれ、これを収穫することによって返流水中から除去される。

微細藻類による NH₄-N または PO₄-P 除去量 : L_N または L_P は以下の計算式により想定する。

なお、ここに示す培養液は、脱水分離液を3倍希釈したものである。また、藻体による NH₄-N または PO₄-P 除去率は、培養液中における値である（下水処理場全体における NH₄-N、PO₄-P 除去率は p.30 を参照）。

$$L_{N,NP} \text{ (kg/d)} = Q \text{ (m}^3\text{/日)} \times C_{in} \text{ (mg/L)} \times C_{RN,CrP} \text{ (\%)} \div 10^3$$

Q (m³/日) ……………微細藻類培養液供給量

C_{in} (mg/L) ……………培養液中の NH₄-N、PO₄-P 濃度

C_{RN,CrP} (%) ……………藻体による NH₄-N または PO₄-P 除去率

なお、実証研究において7日間培養した場合の C_{RN,CrP} はそれぞれ以下のとおりであった。

C_{RN} ……平均：10%

C_{RP} ……平均：100%

(5) 下水熱利用の可能性

本システムでは、微細藻類培養において温度調整を行うことで微細藻類収穫量を増加させることが可能であることが明らかとなった。実証研究では電力を用いてヒーター、チラーにより温度調整を行ったが、下水処理場では下水熱を用いた温度調整できる可能性がある。これにより、電力使用量、の削減に繋がることが期待される。

下水熱利用については以下のマニュアル、ガイドラインが発行されている。

- ・ B-DASH プロジェクト No.5 管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用導入ガイドライン (案), 平成 26 年 8 月, 国土交通省 国土技術政策総合研究所
- ・ 下水熱利用マニュアル (案), 平成 27 年 7 月, 国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部

§ 17 導入判断

本システムの導入可否は、§ 16 で算定した定量的な導入効果から総合的に判断する。また、検討条件によって導入効果が小さい、または得られない場合には、その原因を分析し再度シナリオを見直して検討を行うことが望ましい。

【解説】

本システム導入時のコスト等を算出後、従来技術や他システムとの比較を行い、本技術の導入判断を行う。経費回収年のみならず、温室効果ガス排出量等の全ての項目で優位性を示すことが望ましいが、導入自治体及び導入下水処理場が持つ固有の優先順位を設定し、例えばコストを重視して導入判断をすることも構わない。

検討を行った結果、優位性が得られなかった場合においても、検討シナリオの見直しにより優位性が得られる可能性がある。例えば、処理場外から地域バイオマスを取り込むことで消化ガス発生量を見直し、微細藻類培養量を増加して規模の効果の享受を期待することや、施設規模をCCU 設備や汚泥可溶化設備のラインナップ容量に合わせることで効率化すること等が有効である。

第2節 導入効果の検討例

§ 18 試算条件

以下の条件で導入効果の検討を行った。

- ①導入シナリオ : 一括導入とする。
- ②日最大水量 : 30,000、50,000、70,000m³/日の3ケースとする。
- ③汚泥可溶化による消化ガス増加率 : 10%とする。(全汚泥量の30%を可溶化する。)

【解説】

本システムは、微細藻類培養量を最大化することで得られる利益が最大となる可能性が高いことと、微細藻類培養量はCO₂の量によって制限されていることが明らかとなっている。したがって、CO₂分離・回収量を最大化し、短期間で建設コストを回収できる一括導入シナリオとする。

汚泥可溶化施設については、実証試験では濃縮汚泥の30%を対象としたが、本来は全量を対象とするものである。しかし、実証試験によって全量可溶化による消化ガス増加の効果が検証できなかったため、ここでは実験で得られた10%増量と設定した。全量可溶化時の消化ガス増加効果の検証は今後の課題である。

なお、微細藻類売却益を算出して経費回収年で評価することが望ましいが、客観的な微細藻類売却単価を設定することが困難であったため、ここでは微細藻類売却単価と経費回収年の相関式を策定することとした。

§ 19 導入効果の検討結果

導入効果は経費回収年により評価する。

ここでは微細藻類売却単価と経費回収年の相関式を策定し、目標とする経費回収年を達成可能な微細藻類売却単価を試算することとした。

【解説】

①建設費の算出

表 3-3 より、システム全体の建設費は以下の式により算出する。

$$\text{建設費 (百万円)} = 127 \times Q^{0.397} + 1.49 \times Q^{0.557} + 0.00294 \times Q + 179$$

Q : 日最大処理水量 (m³/日) (以下同じ)

②維持管理費の算出

表 3-4 より、システム全体の維持管理費は以下の式により算出する。

$$\text{維持管理費 (百万円/年)} = 0.0897 \times Q^{0.846} + 0.0233 \times Q^{0.632} + 0.000134 \times Q + 11.7$$

③収益の算出

表 3-5 より、微細藻類売却による収益は以下の式により算出する。

$$\text{微細藻類売却による収益 (百万円/年)} = (0.00151 \times Q - 0.0606) \times z$$

z : 微細藻類想定売却価格 (千円/kg)

また、その他収益は以下の式により算出する。

$$\text{その他収益 (百万円/年)} = 0.0000539 \times Q + 0.00111 \times Q$$

④経費回収年の算出

①～③の結果に基づき、以下の式より経費回収年を算出する。ここでは、微細藻類売却価格を14～35千円/kgの範囲で適宜5段階に変動させ、各Qにおいて微細藻類想定売却価格と経費回収年の関係式を策定した。

$$\text{○経費回収年 (年)} = \frac{\text{建設費 (百万円)}}{\text{本システムによる収益 (百万円/年)} - \text{維持管理費 (百万円/年)}}$$

Q=30,000、50,000、70,000の場合、各Qにおける経費回収年は以下に示すとおりとなった。

表 3-6 微細藻類想定売却価格と経費回収年の検討結果 (30,000m³/日の場合)

微細藻類売却単価	千円/kg	15	20	25	30	35
微細藻類生産量	kg/年	45,239	45,239	45,239	45,239	45,239
微細藻類売却益	百万円/年	679	905	1,131	1,357	1,583
その他収益	百万円/年	35	35	35	35	35
収益合計	百万円/年	714	940	1,166	1,392	1,618
建設費合計	百万円	8,339	8,339	8,339	8,339	8,339
維持管理費合計	百万円/年	582	582	582	582	582
経費回収年	年	63.2	23.3	14.3	10.3	8.0

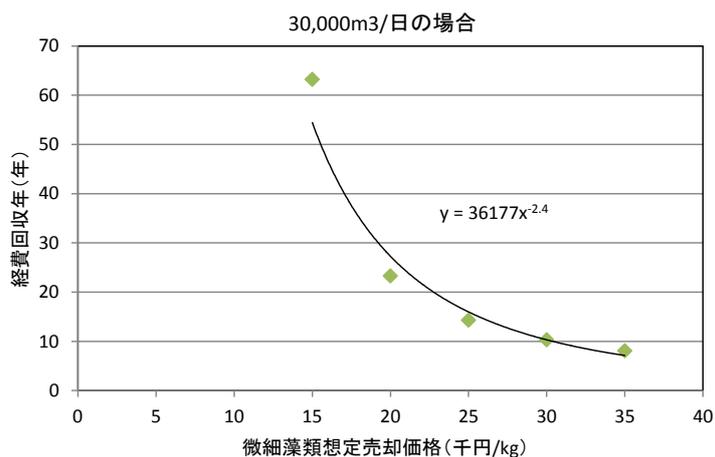


図 3-19 微細藻類想定売却価格と経費回収年の関係 (30,000m³/日の場合)

表 3-7 微細藻類想定売却価格と経費回収年の検討結果 (50,000m³/日の場合)

微細藻類売却単価	千円/kg	14	15	20	25	30
微細藻類生産量	kg/年	75,439	75,439	75,439	75,439	75,439
微細藻類売却益	百万円/年	1,056	1,132	1,509	1,886	2,263
その他収益	百万円/年	58	58	58	58	58
収益合計	百万円/年	1,114	1,190	1,567	1,944	2,321
建設費合計	百万円	10,261	10,261	10,261	10,261	10,261
維持管理費合計	百万円/年	879	879	879	879	879
経費回収年	年	43.7	33.0	14.9	9.6	7.1

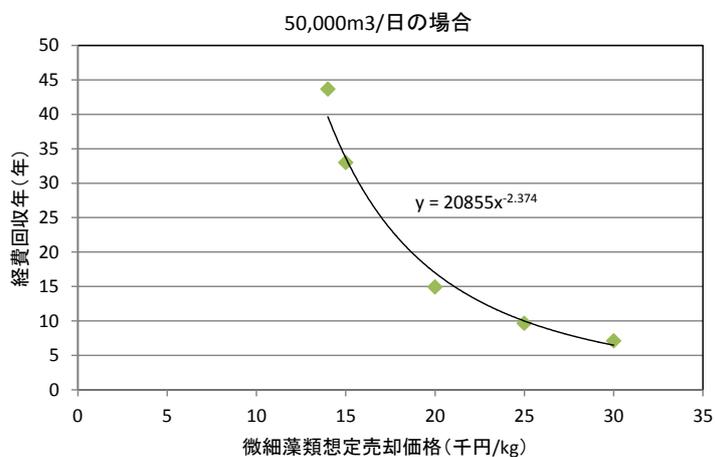


図 3-20 微細藻類想定売却価格と経費回収年の関係 (50,000m³/日の場合)

表 3-8 微細藻類想定売却価格と経費回収年の検討結果（70,000m³/日の場合）

微細藻類売却単価	千円/kg	14	15	20	25	30
微細藻類生産量	kg/年	105,639	105,639	105,639	105,639	105,639
微細藻類売却益	百万円/年	1,479	1,585	2,113	2,641	3,169
その他収益	百万円/年	81	81	81	81	81
収益合計	百万円/年	1,560	1,666	2,194	2,722	3,250
建設費合計	百万円	11,778	11,778	11,778	11,778	11,778
維持管理費合計	百万円/年	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158
経費回収年	年	29.3	23.2	11.4	7.5	5.6

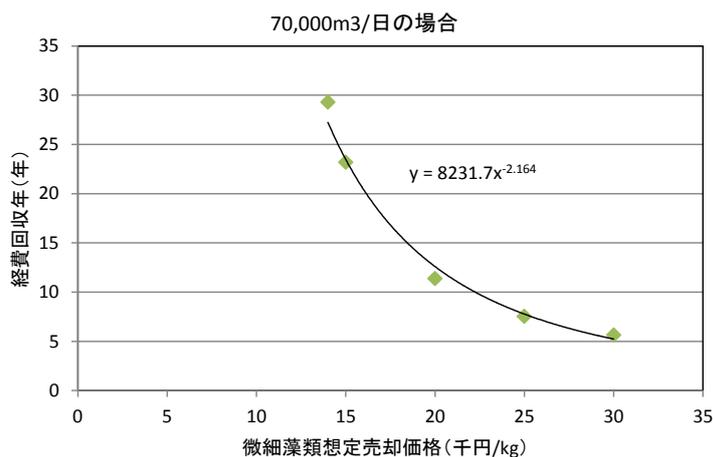


図 3-21 微細藻類想定売却価格と経費回収年の関係（70,000m³/日の場合）

以上より、経費回収年：y（年）は、微細藻類売却単価（千円/kg）との間に以下の式で表された。

$$30,000\text{m}^3/\text{日の場合} : y = 36,177 \cdot x^{-2.40}$$

$$50,000\text{m}^3/\text{日の場合} : y = 20,855 \cdot x^{-2.37}$$

$$70,000\text{m}^3/\text{日の場合} : y = 8,232 \cdot x^{-2.16}$$

したがって、経費回収年：10～15年程度を目標とする場合、概ね以下に示す微細藻類売却価格で継続的に販売することが必要であると想定される。

$$30,000\text{m}^3/\text{日の場合} : \text{約 } 25,700 \sim 30,400 \text{ 円/kg}$$

$$50,000\text{m}^3/\text{日の場合} : \text{約 } 21,200 \sim 25,200 \text{ 円/kg}$$

$$70,000\text{m}^3/\text{日の場合} : \text{約 } 18,600 \sim 22,400 \text{ 円/kg}$$

なお、ここでは図 3-3～図 3-11 に示した費用関数等に基づいて建設費、維持管理費、収益を算出している。したがって、積算に基づいて建設費、維持管理費、収益を算出した結果（図 2-11 参照、50,000m³/日の場合： $y = 20,997 \cdot x^{-2.375}$ ）とはやや異なる結果となっていることに注意が必要である。