

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 15 導入検討手順

本技術の導入の検討に当たっては、下水道施設および再生水の利用対象地域について、現況および課題等を把握し、導入効果の評価を行い、適切な導入範囲および事業形態等について判断する。

【解説】

人が接触しても安全な信頼性の高い再生水利用技術を用いて、水需要の逼迫している地域において、新たな水資源を供給し、農業利用等による地域経済の発展に貢献することや、下水処理水の有効利用拡大による公共用水域等の環境への負荷低減などの観点から、導入の目的を明確にし、図 3-1 に示す検討フローおよび図 3-2 に示す導入検討詳細フローにしたがって、必要な情報を収集し、導入効果の概略試算を行い、導入範囲および事業形態等を含めた導入判断を行う。

試算結果が導入効果不十分であった場合には、導入シナリオを見直して複数回検討をすることが望ましい。

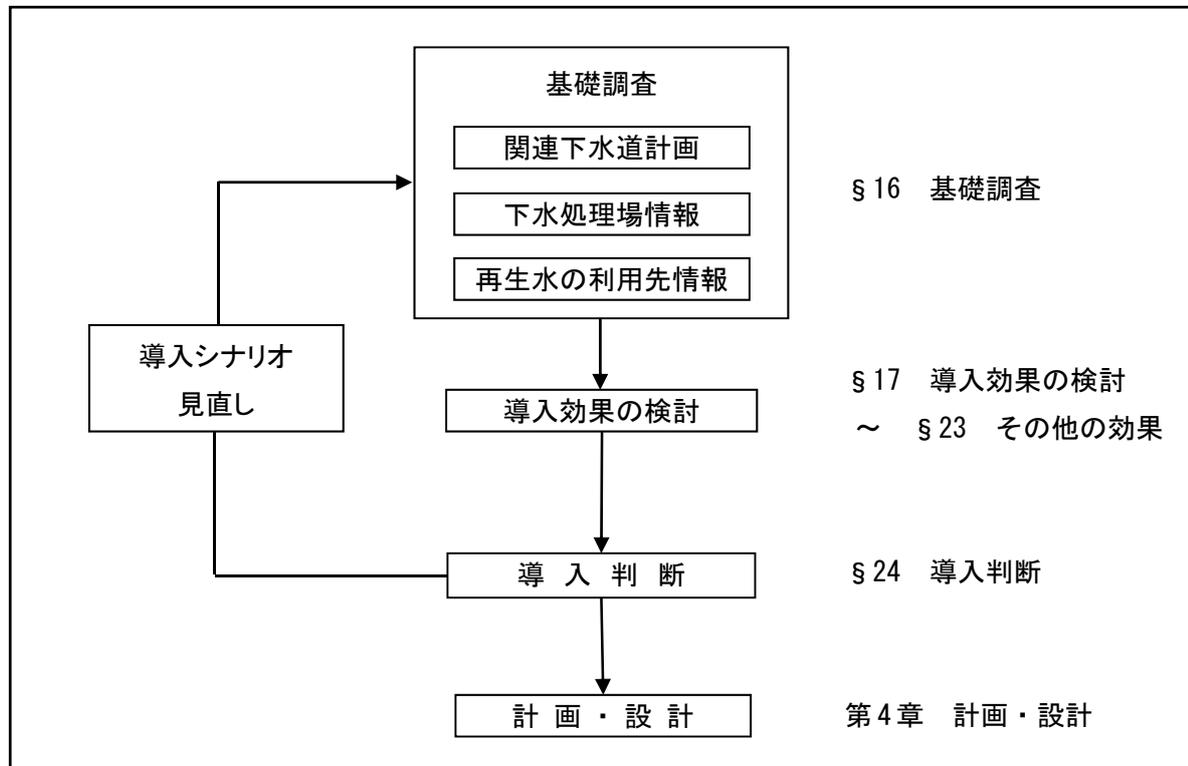


図 3-1 導入検討フロー

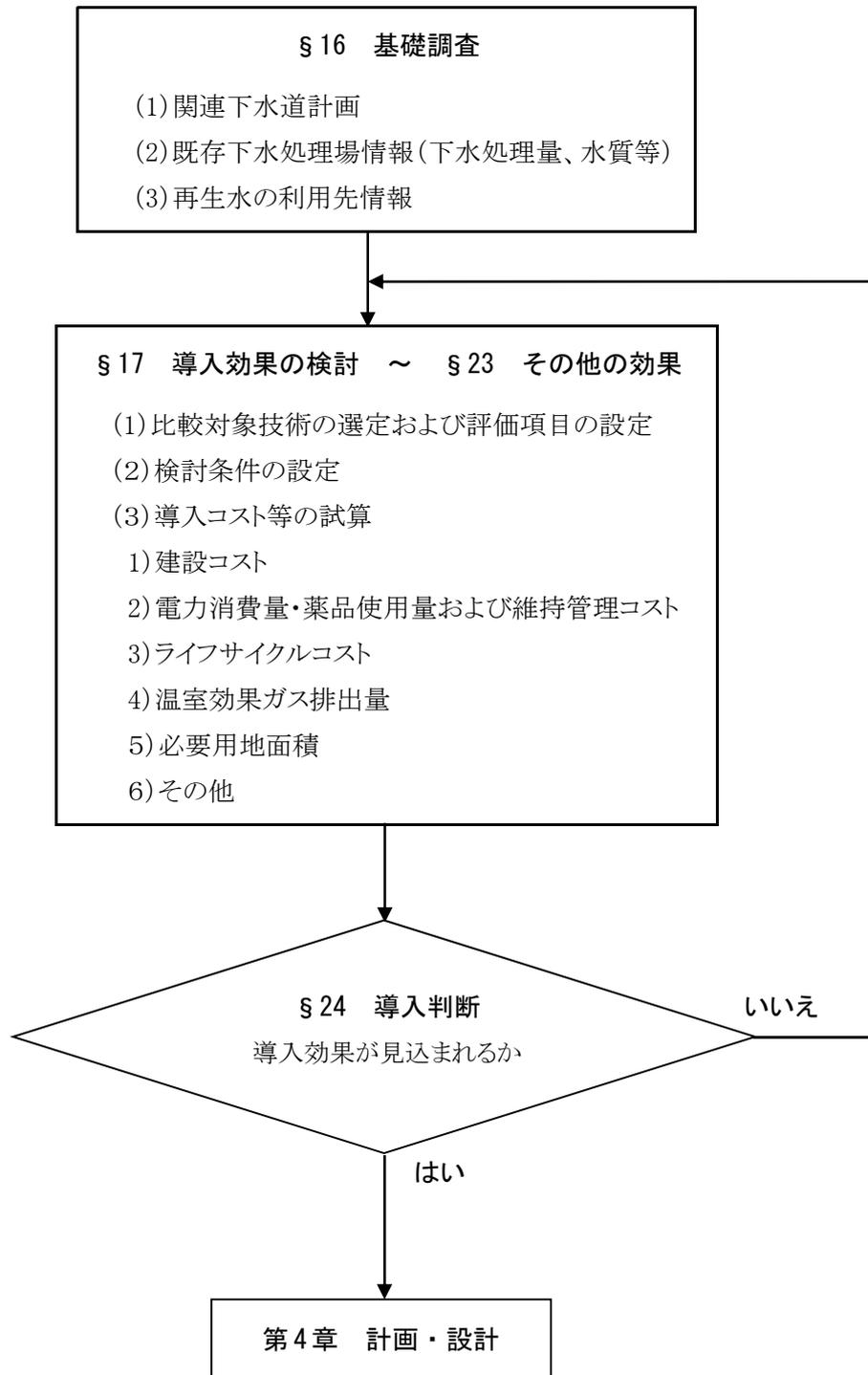


図 3-2 導入検討詳細フロー

§ 16 基礎調査

基礎調査では、下水道計画・施設、および再生水の利用先についての状況等を把握する。

【解説】

本技術導入の詳細な計画策定に先立ち、関連下水道計画の把握、ならびに下水道施設や地域の再生水利用の可能性に関する情報を把握する。

(1) 関連下水道計画

1) 下水道構想

下水道都道府県構想やマスタープランにおいて下水道の統廃合等の将来構想を把握する。

2) 下水道全体計画および事業計画

将来的な流入下水量・水質の予測や、予測を踏まえた施設計画の内容を把握する。

3) 下水道施設の更新計画または長寿命化計画

下水道施設の更新計画または長寿命化計画、ストックマネジメント計画およびこれらの計画策定時に行った劣化調査の結果について把握する。

4) 施設配置レイアウトに関する計画

下水処理施設の増強・増設に関する計画から、将来的な施設レイアウト構想や空地の見込みについて把握する。

5) 再生水事業計画

既存の再生水事業(せせらぎ用水事業など)を把握する。

(2) 既存下水処理場情報

1) 下水処理量

過去数年間の日毎、月毎、年毎の下水処理量を調査し、各年の日最大、日平均、日最少、月最大、月平均、月最少の数値を把握する。

2) 下水処理水質

過去数年間の下水処理水質を調査し、「§ 11 適用条件」に示した水質項目について、各年の日最大、日平均の数値および年間変動の状況を把握する。

3) 既設の再生水処理施設

再生水利用を行っている場合は、下水処理場の再生水処理施設について、過去に耐震・劣化調査等を行ったものがあれば、その結果を整理する。

4) 運転管理の状況

下水処理施設の運転管理に係わる体制・人員・委託先・委託内容について整理する。

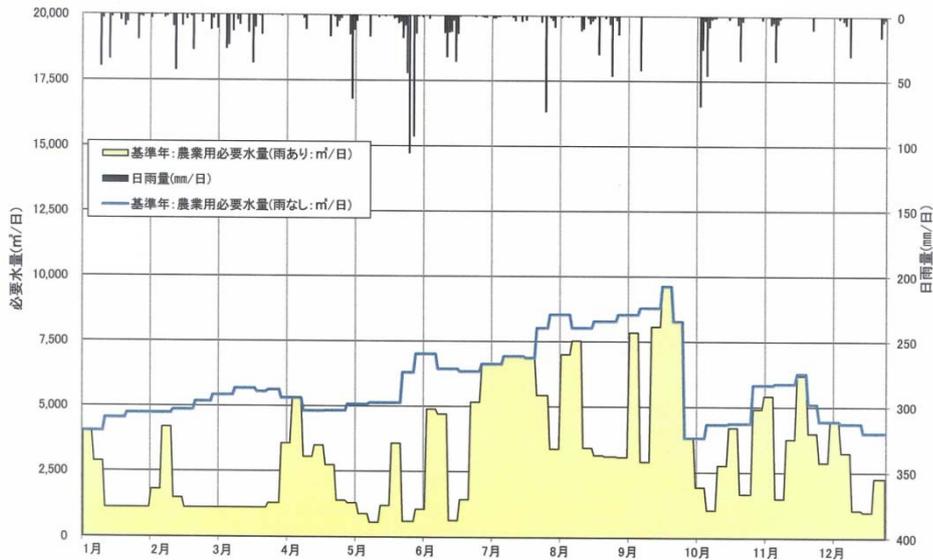
(3) 再生水の利用先情報

1) 再生水の需要量

再生水の利用先と、その水需要量について把握する。

農業利用に用いる場合は、将来的な灌漑面積から、面積当たり灌漑水量を用いて推定を行うこともできる。ただし、栽培する農作物によっては、灌漑期が異なるため、灌漑計画を把握して年間の灌漑水量の変動を推定しておくことが望ましい。

なお、農業利用の水需要量を推定する際には、過去数年間の降水量を把握し、渇水年を基準年として、灌漑水量から降水量を差し引いたものを再生水需要量とするなど、的確な需要予測を行うことが必要である。その予測例を図3-3に示す。



出典: 糸満市北部地区・再生水利用による畑地かんがい計画

図 3-3 再生水の需要量予測例

2) 再生水の必要水質

再生水の利用先において、必要とする水質について把握する。

なお、農業利用においては、資料編9において示す利用開始時の情報開示の水質項目について、栽培する農作物に応じた適用可能な水質を把握しておくことが重要である。

3) 既存の水単価

再生水の利用先において、必要な水需要量を購入した水で賄っている場合には、その水単価を把握する。

なお、農業利用においても、遠方からの送水がある場合やダム貯水を利用する場合など、施設の管理費を負担する場合があるため、その負担に係る水単価を把握しておく必要がある。

4) 利用者情報の把握

再生水の利用先での利用者情報(ニーズ等)について、既存の関連下水道計画より把握し、本技術の適用性について確認する。

§ 17 導入効果の検討

導入効果は、コスト(建設・維持管理・ライフサイクル)、エネルギー消費量、温室効果ガス排出量の縮減効果等について比較対象技術と比較して検討する。また、本技術を導入検討する地域や利用用途に応じた評価項目を含めることができる。

【解説】

(1) 比較対象技術の選定および評価項目の設定

利用用途に応じて、必要とされる水量・水質を満足できる処理技術を、比較対象技術として選定する。なお、実証研究において比較対象とした技術の概要は、「§ 8 システム全体の特徴」に示すとおりである。評価項目として一般的なものは、「§ 18 建設コストの算定」～「§ 22 本システムの必要面積」に示す。これらの項目について、実証研究において比較対象技術との比較を行った例を「§ 14 評価結果」に示しているため参照されたい。

さらに、上記の一般的な評価項目以外にも、本技術を導入検討する地域や利用用途に応じた評価項目を含めることができる。農業利用する場合は、安定した灌水による農作物の生産性向上や高付加価値作物への転作等による「農業利用による地域経済の発展」や再生水に含まれる窒素等を作物の栄養塩として活用することによる「公共用水域の環境への負荷低減」等がその他の評価項目の例として考えられる。実証研究において検討したその他の評価項目の例を「§ 23 その他の効果」に示しているため参照されたい。

(2) 検討条件の設定

上記の一般的な評価項目の検討に必要な検討条件は以下のとおりである。なお、ユーティリティ単価の標準的な値については、「§ 18 建設コストの算定」に示しているため参照されたい。

- 1) 計画処理水量(日最大および日平均)
- 2) ユーティリティ(電力・薬品)使用量単価
- 3) 用地費単価

また、検討方法については、本技術導入による縮減効果は、本技術を導入した場合に想定される試算結果と比較対象とする技術等を導入した場合に想定される試算結果を比較して検討する。

(3) 導入コスト等の試算

本技術の導入による建設コスト・維持管理コスト・ライフサイクルコスト、エネルギー消費量、温室効果ガス排出量の試算にあたっては、「§ 18 建設コストの算定」～「§ 22 本システムの施設面積」の算定関数を用いて算出する。

§ 18 建設コストの算定

建設コストは、モデル設計を用いて作成した費用関数から算定する。

【解説】

建設コストの算出にあたっては、本ガイドラインにおいて示した施設設計の基準等をもとに、2,000m³/日、10,000m³/日、25,000m³/日の3規模のモデル設計を行い、それらのコストの積み上げから規模別建設コストを算定し、費用関数を作成した(表 3-1 および図 3-4 参照)。

表 3-1 建設コストの費用関数

対象	単位	費用関数	備考
機械	百万円	$Y_1 = 1.209 Q_{Dmax}^{0.708}$	Q_{Dmax} : 日最大再生水量 (m ³ /日) 最小水量は 1,000m ³ /日とする (「§ 11 適用条件」参照)
電気	百万円	$Y_2 = 3.276 Q_{Dmax}^{0.392}$	
土建	百万円	$Y_3 = 5.236 Q_{Dmax}^{0.426}$	

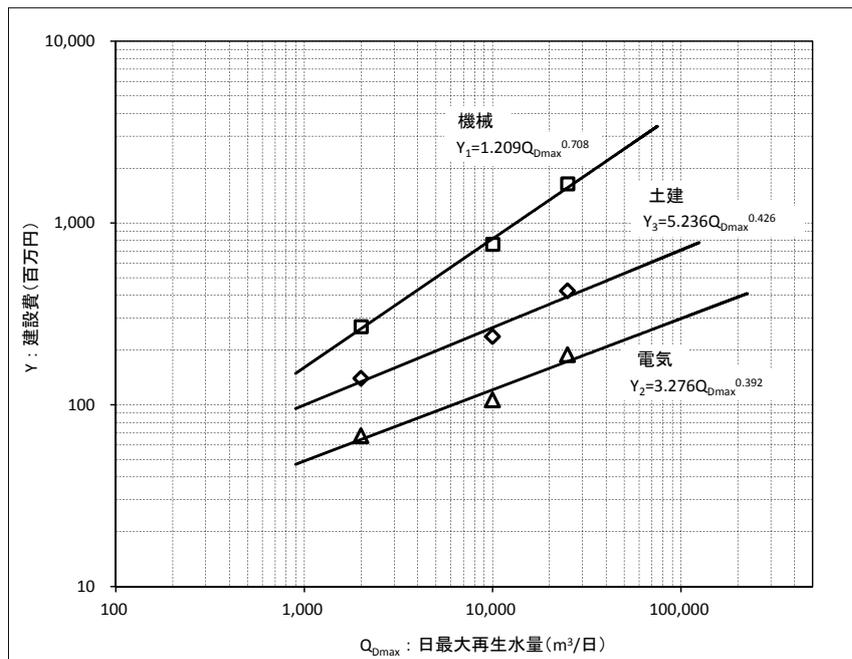


図 3-4 建設コストの費用関数

§ 19 電力消費量・薬品使用量および維持管理コストの算定

電力消費量・薬品使用量等のユーティリティ使用量および維持管理コストは、モデル設計を用いて作成した費用関数から算定する。

【解説】

維持管理コストの算出にあたっては、本ガイドラインにおいて示した施設設計の基準等をもとに、2,000m³/日、10,000m³/日、25,000m³/日の3規模のモデル設計およびコスト算定を行い、費用関数を作成した。電力および薬品(ユーティリティ)の使用量について表3-2ならびに図3-5および図3-6に、UF膜モジュールおよびUVランプの交換費について表3-3および図3-7に、補修費について表3-4および図3-8に、発生汚泥量について表3-5および図3-9に、そして汚泥処理費について表3-6および図3-10に示す。

なお、算定式の根拠となる単価、その他条件については、可能な限り導入を検討している下水処理場の実態に合わせて行うことが望ましい。

表 3-2 ユーティリティ使用量の算定関数

項目	単位	ユーティリティ 算定関数	参考単価	備考
電力	kWh/年	$U_1 = 0.180 Q_{Ave} \times 365$	$P_1 = 15 \text{ 円/kWh}$	Q_{Ave} : 日平均再生水量 (m ³ /日) 単価は、導入を検討している下水処理場の実態に合わせて設定を行うことが望ましい
薬品	次亜塩素酸 ナトリウム	$U_{21} = 4.923 Q_{Ave} \times 10^{-3} \times 365$	$P_{21} = 50 \text{ 円/kg}$	
	塩酸	$U_{22} = 0.036 Q_{Ave} \times 10^{-3} \times 365$	$P_{22} = 55 \text{ 円/kg}$	
	SBS (重亜硫酸 ソーダ)	$U_{23} = 0.080 Q_{Ave} \times 10^{-3} \times 365$	$P_{23} = 60 \text{ 円/kg}$	
	苛性ソーダ	$U_{24} = 0.066 Q_{Ave} \times 10^{-3} \times 365$	$P_{24} = 45 \text{ 円/kg}$	

※ ユーティリティに係る維持管理コスト M_1 および $M_{21\sim 24}$ は、 $M = U \times P$ により算定する。

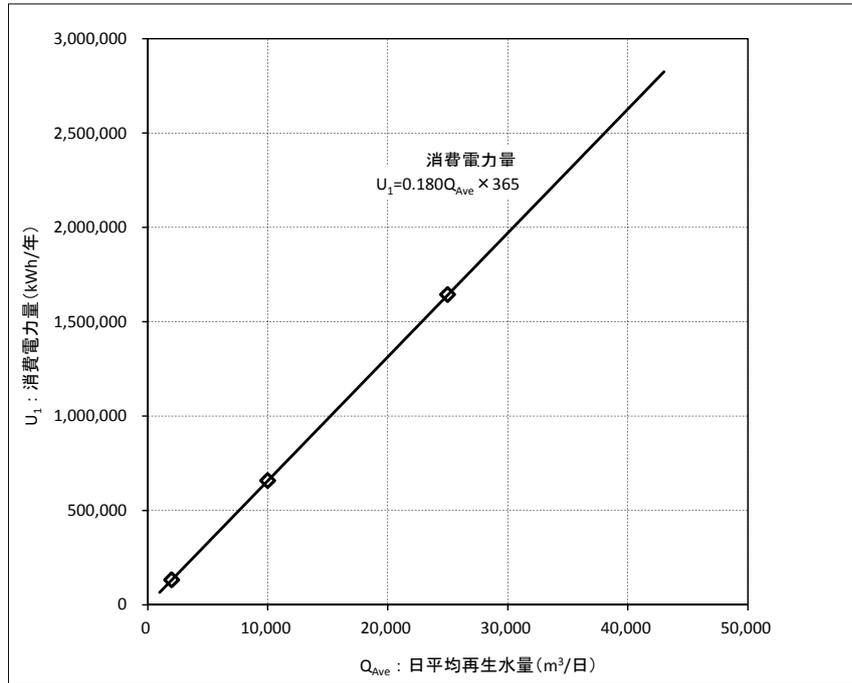


図 3-5 ユーティリティ(消費電力)使用量の算定関数

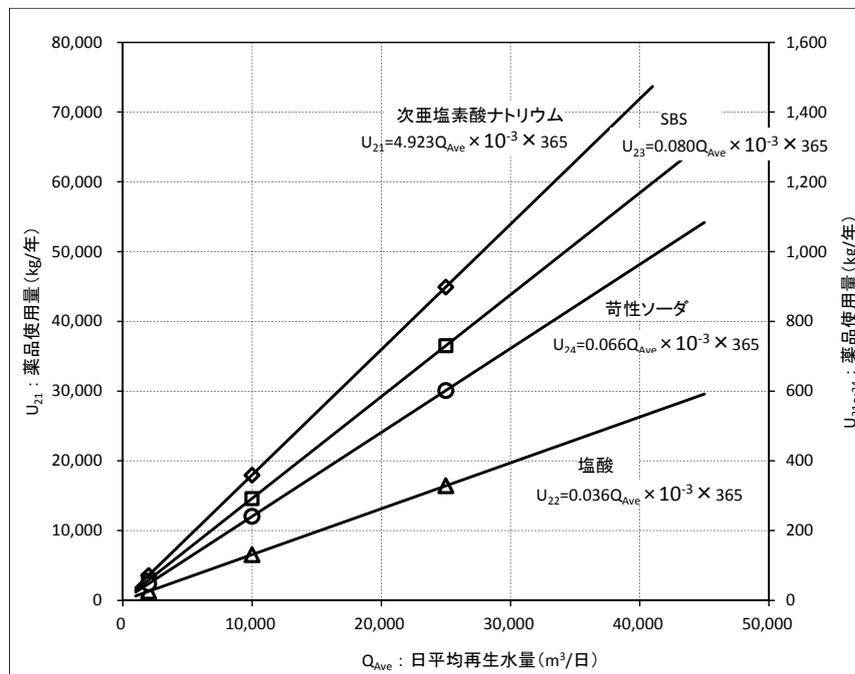


図 3-6 ユーティリティ(薬品)使用量の算定関数

表 3-3 UF 膜モジュール及び UV ランプ交換費の費用関数

対象	単位	費用関数	備考	
UF 膜モジュール	千円/年	$M_{31}=2.06 Q_{Ave}$	耐用年数 7年として算定	Q_{Ave} : 日平均再生水量 (m^3 /日)
UV ランプ	千円/年	$M_{32}=0.32 Q_{Ave}$	耐用運転時間 12,000 時間として算定	

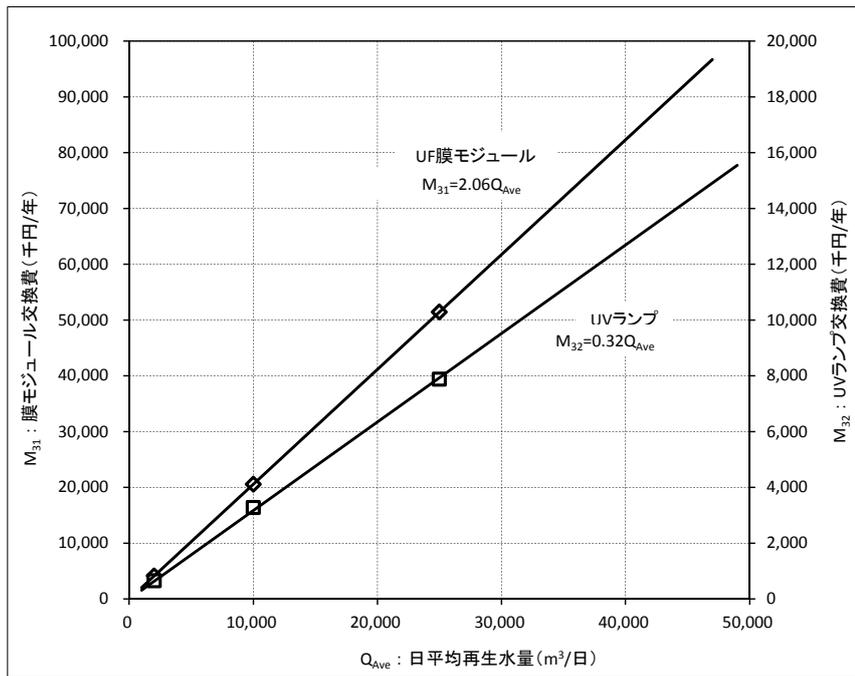


図 3-7 UF 膜モジュール及び UV ランプ交換費の費用関数

表 3-4 補修費の費用関数

対象	単位	費用関数	備考
補修費 (UF膜モジュールおよび UVランプ交換は除く)	千円/年	$M_{33} = 144.77 Q_{Dmax}^{0.384}$	機械・電気建設コスト (UF膜ろ過装置とUV消毒装置を除く) の3.0%として設定 Q_{Dmax} : 日最大再生水量 (m ³ /日) 最小水量は1,000m ³ /日とする (「§11 適用条件」参照)

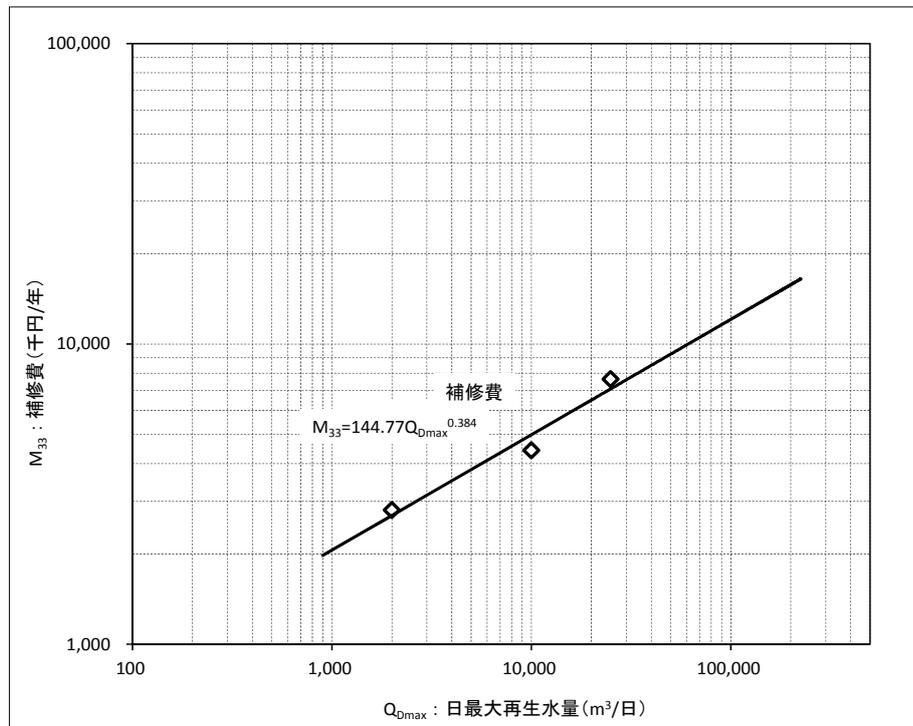


図 3-8 補修費の費用関数

表 3-5 発生汚泥量の算定関数

項目	単位	発生汚泥量 算定関数	備考	
発生汚泥固形物量	t-ds/年	$Q_{dsY} = (3.0 / 0.922 \times 10^{-6}) Q_{Ave} \times 365$	Q_{Ave} : 日平均再生水量 (m ³ /日)	
発生汚泥量	m ³ /年	$Q_{wetY} = Q_{dsY} / 0.01$		汚泥濃度 1.0%として算定
脱水ケーキ量	t/年	$Q_{cakeY} = Q_{dsY} / (1 - 0.80)$		ケーキ含水率 80%として算定

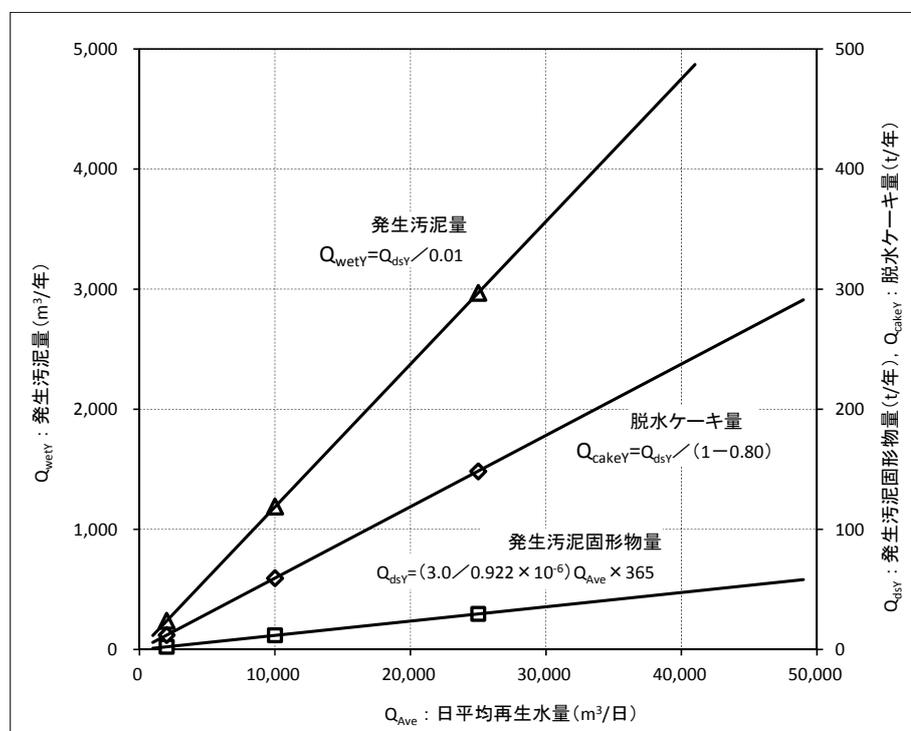


図 3-9 発生汚泥量の算定関数

表 3-6 汚泥処理費(本システム導入による増加分のみ)の費用関数

項目	単位	費用関数	備考
汚泥濃縮	千円/年	$M_{41} = 0.030 (Q_{\text{wet}Y} / 365)^{0.628} \times 10^3 \times (107.2 / 100)$	
汚泥脱水	千円/年	$M_{42} = 0.039 Q_{\text{wet}Y}^{0.596} \times 10^3 \times (107.2 / 100)$	
汚泥処分	千円/年	$M_{43} = Q_{\text{cake}Y} \times P_{43}$	P_{43} : 処分単価 (千円/t)

※ 汚泥濃縮および汚泥脱水に係る維持管理費 (M_{41} および M_{42}) は、「バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル(平成 16 年 3 月)」(国土交通省都市・地域整備局下水道部、社団法人日本下水道協会)の費用関数を用いた。

なお、平成 25 年度デフレーター値(107.2)に換算を行っている。

※ 処分単価 P_{43} は、地域の実情に応じた単価を用いるものとする。

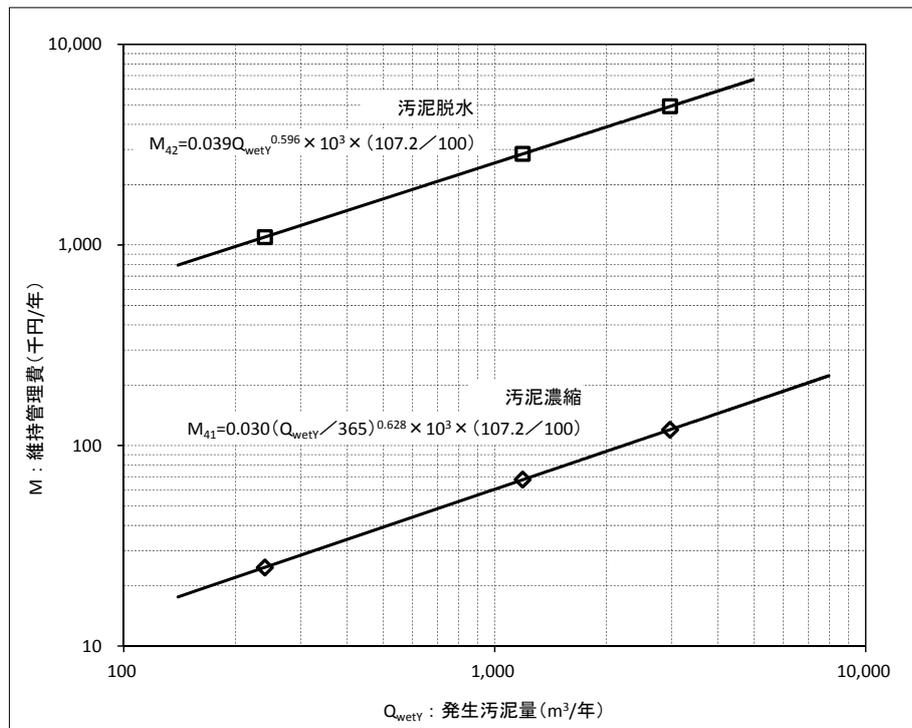


図 3-10 汚泥処理の増加分に係る維持管理コストの費用関数

§ 20 ライフサイクルコスト(LCC)の算定

ライフサイクルコストは、建設コストを年価換算し、維持管理コストを加えることにより算定する。

【解説】

建設コストについては、建設年価換算を行う。建設コストの年あたりの費用は、「バイオソリッド利活用基本計画策定マニュアル(平成16年3月国土交通省都市・地域整備局(社)日本下水道協会)」⁶⁾の計算例に基づき以下の係数を乗じて算出する。

$$\text{建設費年価 } C = Y \times i(1+i)^n / \{(1+i)^n - 1\} \dots\dots\dots \text{(式 3-1)}$$

- Y: 建設費
- i: 利子率 2.3%
- n: 耐用年数

試算に使用する耐用年数については表 3-7 に示すものを標準とする。機械・電気設備は、いずれも15年とし、土木・建築施設の耐用年数は、50年とした。ただし、可能な限り導入を検討している下水処理場の実態に合わせて設定を行うことが望ましい。

表 3-7 耐用年数の設定

対象	耐用年数	備考
機械	$n_1 = 15$ 年	導入を検討している下水処理場の実態に合わせて設定を行うことが望ましい。
電気	$n_2 = 15$ 年	
土建	$n_3 = 50$ 年	

§ 21 温室効果ガス排出量の算定

温室効果ガス排出量は、モデル設計を用いて作成した排出量関数から算定する。

【解説】

維持管理コスト算定に用いた各ユーティリティ(電力・薬品)に由来する温室効果ガス排出係数の一例を表 3-8 に示す。温室効果ガス排出量の算定にあたっては、各ユーティリティを算定関数により算定し、これに表 3-8 の各排出係数を乗じて算定を行うことができる。

表 3-8 温室効果ガス(GHG)排出係数

対象		排出係数		備考	
		数値	単位		
管理に係るもの	電力消費		$G_{11}=0.587$	kg-CO ₂ /kWh	※1
	薬品使用	次亜塩素酸ナトリウム	$G_{21}=0.320$	kg-CO ₂ /t	※2
		塩酸	$G_{22}=0.620$	kg-CO ₂ /t	※3
		SBS (重亜硫酸ソーダ)	$G_{23}=1.940$	kg-CO ₂ /t	※4
		苛性ソーダ	$G_{24}=0.938$	kg-CO ₂ /t	※4
	汚泥処理	濃縮・脱水に係るもの	$G_{31}=0.474$	kg-CO ₂ /kg-ds	発生汚泥量あたり※5
		埋立処分に係るもの	$G_{32}=28.35$	kg-CO ₂ /t-wet	脱水ケーキ量あたり※6
建設に係るもの		管理に係るものの24%		※6	
解体に係るもの		管理に係るものの0.06%		※6	

※1 地球温暖化対策課ウェブサイト「電気事業者別のCO2排出係数」、環境省地球環境局、平成27年度実績 (http://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/h29_coefficient.pdf)⁷⁾

※2 下水道における地球温暖化防止推進計画策定の手引き、下水道における地球温暖化防止推進計画策定委員会、平成21年3月⁸⁾

※3 化学関連産業分野におけるCO2対策技術評価法の調査、NEDO、1992.3⁹⁾

※4 LCA実務入門、社団法人産業環境管理協会、1998¹⁰⁾

※5 「21世紀型都市水循環系の構築のための水再生技術の開発と評価」に関する調査研究報告書、土木研究所資料第4313号、平成28年1月¹¹⁾

※6 下水道におけるLCA適用の考え方、国土技術政策総合研究所資料第579号、平成22年2月¹²⁾

§ 22 本システムの施設面積

本システムの施設面積は、モデル設計を用いて作成した面積の算定関数から算定することができる。

【解説】

本技術の必要な施設面積は、本ガイドラインにおいて示した施設設計の基準等をもとに、2,000m³/日、10,000m³/日、25,000m³/日の3規模のモデル設計を行い、規模別の必要面積を算定し、面積算定用の関数を作成した(表 3-9 および図 3-11 参照)。なお、用地形状が特殊な場合や、確保できる面積が小さい場合には、別途、施設配置検討を行うことが望ましい。

既存処理場の敷地に、表 3-9 により算定した必要施設面積が確保可能であるか、また、既存処理場内に確保できない場合は、他の用地を確保可能か判断を行う。

表 3-9 必要用地面積の算定関数

算定関数 (ha)	備考
$A = 22.07 \times Q_{Dmax}^{0.39}$	Q_{Dmax} : 日最大再生水量 (m ³ /日) 最小水量は 1,000m ³ /日とする (「§ 11 適用条件」参照)

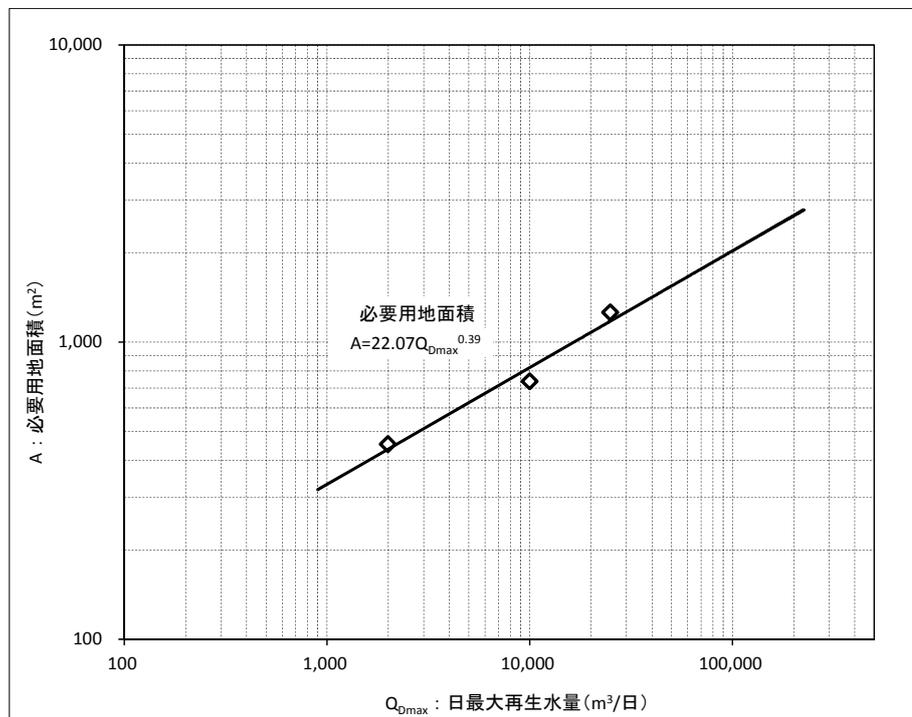


図 3-11 必要用地面積の算定関数

§ 23 その他の効果

再生水を農業灌漑利用する場合は、原水中に含まれる窒素が農地に還元されることによる施肥量の削減や、残留塩素による農作物の生育阻害リスクの回避がその他の効果として期待されることから、栽培試験によりその効果を検討することが望ましい。

【解説】

(1) 窒素施肥量の削減効果について

窒素については、本技術ではほとんど除去が行われない(資料編1参照)。そのため、本技術による再生水を農業灌漑用水として供給する場合には、農作物に対して再生水中の窒素を栄養塩として利用できる。一般的な野菜の窒素施肥量は 50～300kg/ha・年とされており¹³⁾、年間灌漑水量を 10,000m³/ha・年 (FAO 灌漑用水ガイドライン¹⁴⁾における水質指標の算定根拠水量)とし、灌漑用水中の窒素が農作物にすべて吸収されることはないと考えられるが、仮に灌漑用水中の窒素がすべて利用されるとすると、灌漑用水の T-N 水質が 5～30mg/l で窒素施肥は不要となる。灌漑用水中の窒素の吸収効率は、農作物の種類や土壌など種々の条件により異なると思われるが、条件によっては、農作物の栽培における窒素の施肥量はある程度は削減できることが期待される¹⁵⁾。

なお、定量的な施肥量の削減効果の把握にあたっては、栽培試験により判断を行うことが望ましい。

一方、再生水中の窒素が高濃度であることによる農作物の生育阻害などの悪影響についての判断においては、ISO16075 下水処理水の灌漑利用ガイドライン¹⁶⁾では、灌漑用水の T-N 水質指標は平均 25 mg/l 以下(資料編9参照)とされていることから、これを判断基準として用いることができる。なお、本技術の導入判断においては、既設処理場の二次処理放流水の T-N 水質を、ほぼ再生水の T-N 水質と推定して判定を行うことができる。これは、本技術では、T-N はほとんど除去されない(「§ 29 基本条件の設定」参照)こと、既設処理場の消毒処理においても T-N はほとんど除去されないことによるものである。なお、最終沈殿池流出水において T-N 水質を測定している場合は、これを再生水の T-N 水質と推定して判定を行うものとする。

既設処理場の T-N 水質の実績値が、連続的に 25 mg/l を超えることがなく、平均 25 mg/l 以下を下回る場合には導入可能と判断される。また、T-N 水質の実績値が高く、再生水利用に懸念がある場合においては、農作物の種類や土壌など条件により、灌漑用水中の窒素の吸収割合が異なり、条件によっては再生水利用が可能であることも考えられるため、既設処理場における最終沈殿池流出水を用いた栽培試験により導入判断を行うことが望ましい。

【実証試験による事例】

実証試験においては、従来栽培で利用している水路水よりも、再生水を利用した方が生育が早い傾向が見られる作物もあった。このことから、再生水を利用することにより窒素の施肥量を削減しても、従来栽培方法と同様な収穫量が得られる可能性が示されている。

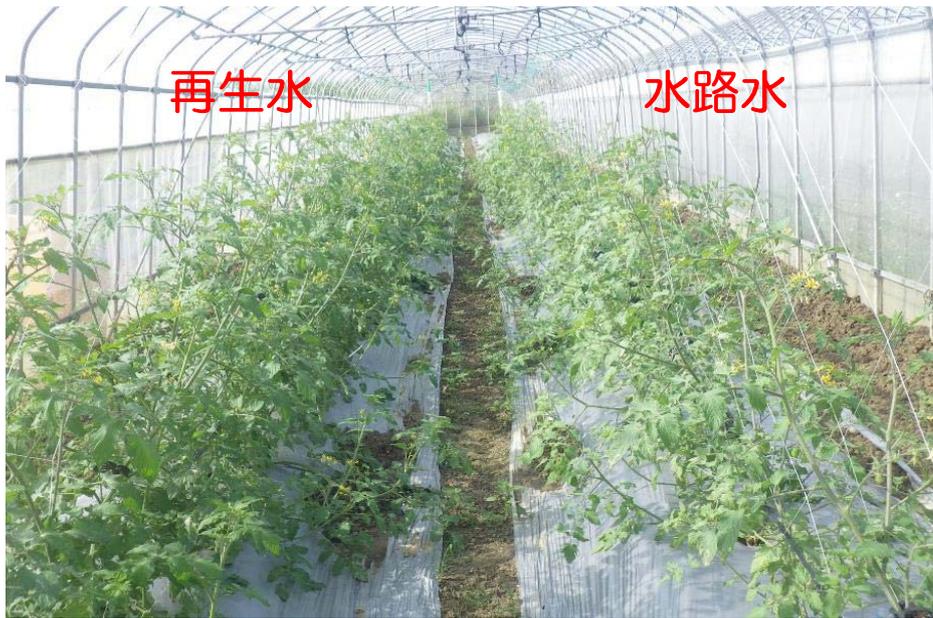


図 3-12 実証栽培試験における農作物生育状況(ミニトマト)

(2) 残留塩素による農作物の生育阻害リスクの回避効果について

塩素消毒を行った再生水を農業灌漑利用した場合、塩素消毒による残留塩素が農作物への根枯れなどによる生育阻害を引き起こす¹⁷⁾ことが懸念されるが、本技術では継続的な塩素消毒を行わないことから、農作物への生育に対しても影響がなく、通常の水処理水を利用することと比較して効果があると期待される。

なお、既存の農作物の栽培において、下水処理施設の直近下流の水源を利用している場合や、水道水を利用している場合には、残留塩素による農作物の影響を受けている可能性があるため、本技術による再生水を農業灌漑利用することが有利であると判断される。本指標は定性的な判断となる。定量的な判断を行う必要がある場合には、既設処理場における最終沈殿池流出水等を用いた栽培試験と、水道水や消毒処理を行った処理水を含んだ灌漑用水を用いた栽培試験の収穫量の比較を行うことが望ましい。

【実証試験による実例】

一例として、実証試験と並行して行っていたパイロットプラント施設における栽培試験の結果を示す。栽培試験では玉レタスを用いて、再生水・湧水・水道水で比較を行っており、残留塩素を含む水道水より再生水の方が収穫重量が増える結果であった。この事例では、湧水時に水道水を利用する場合には、再生水を利用する方が有利と判断される。また、良好な水質の湧水と比較しても収穫重量に大きな差はなく、再生水の優位性があることを示している。

表 3-10 パイロットプラントによる玉レタスの栽培試験結果(一例)

項目	再生水区			湧水区			水道水区		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③
品質	○	○	○	○	△	○	○	○	○
概略寸法(cm)	31×28	36×32	29×22	36×34	25×23	38×35	32×21	34×37	35×32
重量(g)	521.4	369.0	384.3	475.8	355.1	471.2	304.3	412.0	365.7
重量合計値(g)	1274.7			1302.1			1082.0		
重量平均値(g)	424.9			434.0			360.7		

※品質(目視)内容 ○:正常 △:外葉腐敗

出典:沖縄型水循環システム導入に向けた再生水利用検討委員会資料
(沖縄県農林水産部南部農林土木事務所)

(3)その他

りんについては、不溶解性りん(下水試験法より:ここでは、UF 膜で除去できたりんを言う)をほぼすべて除去できることから、実証研究においても除去効果が見られており、再生水の T-P 水質は 0.1mg/ℓ以下となる(資料編1参照)。ISO16075 下水処理水の灌漑利用ガイドライン¹⁶⁾では、T-P の水質基準は平均 5 mg/ℓ(資料編9参照)であり、灌漑用水として再生水を利用することにより、りんの過剰摂取による農作物の生育阻害などの悪影響について実質的な問題は無い。

また、一般的な野菜のりん施肥量は 50～200kg/ha・年とされており¹³⁾、年間灌漑水量を 10,000m³/ha・年(FAO 灌漑用水ガイドライン¹⁸⁾)における水質指標の算定根拠水量)とし、灌漑用水中のりんがすべて利用されるとすると、灌漑用水の T-P 水質が 5～20mg/ℓでりん施肥は不要となる。しかしながら、再生水中の T-P 濃度は 0.1mg/ℓ以下程度であり、実質的なりんの施肥量の削減や栽培作物の増量などの定量的評価までは至らないと考えられる。

このことから、りんに関しては、農業灌漑利用についての導入判断指標としては不要といえる。

§ 24 導入判断

導入判断は、コスト縮減効果等、比較対象とする技術との比較による優位性と導入の意義・目的を確認しながら総合的に判断する。

【解説】

「§ 17 導入効果の検討」において選定した比較対象技術に対して、同セクションで設定した評価項目について、本技術との比較を行う。実証研究において行った一般的な評価項目については、従来技術との比較事例を「§ 14 評価結果」に示す。

なお、導入判断においては、一般的な評価項目の他に、農業利用による地域経済の発展や環境への負荷低減効果および「§ 23 その他の効果」に示すような、地域や利用用途に応じた評価項目を含めることも考えられ、本技術を導入する意義・目的を確認しながら総合的に導入判断する。

第2節 本技術の導入コスト等試算例

§ 25 試算条件

導入コスト等の試算条件を示す。

【解説】

導入コスト等の試算条件は、以下のとおりである。

(1)コスト試算条件

① 既設処理場流入水量

日平均流入水量は、日最大処理水量の0.7倍と仮定する。

$$Q_{T_{Dmax}} \text{ (日最大既設処理水量)} = 10,000\text{m}^3/\text{日}$$

$$Q_{T_{Ave}} \text{ (日平均既設処理水量)} = Q_{T_{Dmax}} \times 0.7 = 10,000 \times 0.7 = 7,000\text{m}^3/\text{日}$$

② 再生水処理施設規模(日最大再生水量)

既設処理場の流入水全量の再生水処理を行うものとする。

$$Q_{Dmax} \text{ (日最大再生水量)} = Q_{T_{Dmax}} = 10,000\text{m}^3/\text{日}$$

③ 日平均再生水量

既設処理場の流入全量の再生水処理を行うものとして、既設処理場の日平均流入水量7,000m³/日の全量とする。

$$Q_{Ave} \text{ (日平均再生水量)} = Q_{T_{Ave}} = 7,000\text{m}^3/\text{日}$$

④ 利子率

年価算定に用いる利子率は以下のように仮定する。

$$i \text{ (利子率)} : 0.023 \text{ (2.3\%)}$$

⑤ 耐用年数

建設費の年価算定に用いる耐用年数は以下のように仮定する。

$$n_1 \text{ (耐用年数(機械))} : 15 \text{ 年}$$

$$n_2 \text{ (耐用年数(電気))} : 15 \text{ 年}$$

$$n_3 \text{ (耐用年数(土建))} : 50 \text{ 年}$$

⑥ ユーティリティ単価

維持管理費に用いる耐用年数は以下のように仮定する。

$$P_1 \text{ (電力)} : 15 \text{ 円/kWh}$$

P₂₁ (次亜塩素): 50 円/kg

P₂₂ (塩酸): 55 円/kg

P₂₃ (SBS): 60 円/kg

P₂₄ (苛性ソーダ): 45 円/kg

⑦ 用地単価

用地費に用いる用地単価は以下のように仮定する。

P_A(用地単価): 120 千円/m²

※平成 27 年度「全国公示地価」の平均的な値とした。

§ 26 導入コスト等の試算例

導入効果の検討結果を示す。

【解説】

導入効果の検討結果は、以下のとおりである。

(1) 建設コスト

① 再生水量条件

既設処理場の処理水の全量を処理するものとして、既設処理場の計画処理水量を再生水量と仮定する。

$$Q_{Dmax}(\text{日最大再生水量}) = 10,000\text{m}^3/\text{日}$$

$$Q_{Ave}(\text{日平均再生水量}) = 7,000\text{m}^3/\text{日}$$

② 建設費

$$Y_1(\text{機械}) = 1.209 Q_{Dmax}^{0.708} = 1.209 \times 10,000^{0.708} = 821 \text{ 百万円}$$

$$Y_2(\text{電気}) = 3.276 Q_{Dmax}^{0.392} = 3.276 \times 10,000^{0.392} = 121 \text{ 百万円}$$

$$Y_3(\text{土建}) = 5.236 Q_{Dmax}^{0.426} = 5.236 \times 10,000^{0.426} = 265 \text{ 百万円}$$

$$Y_T(\text{合計}) : 1,207 \text{ 百万円}$$

③ 必要用地面積

$$A(\text{用地面積}) = 22.07 Q_{Dmax}^{0.39} = 22.07 \times 10,000^{0.39} = 801\text{m}^2$$

④ 用地費

$$P_A(\text{用地単価}) = 120 \text{ 千円/m}^2$$

$$Y_A(\text{用地費}) = A \times P_A = 801 \text{ m}^2 \times 120 \text{ 千円/m}^2 \times 10^{-3} = 96 \text{ 百万円}$$

⑤ 建設コスト(合計)

$$Y(\text{事業費}) = Y_T + Y_A = 1,303 \text{ 百万円}$$

(2) 維持管理コスト

① ユーティリティ年間使用量

$$U_1(\text{電力}) = 0.180 Q_{Ave} = 0.180 \times 7,000 \times 365 = 459,900\text{kWh}/\text{年}$$

$$U_{21}(\text{次亜塩素}) = 4.923 Q_{Ave} = 4.923 \times 7,000 \times 10^{-3} \times 365 = 12,578\text{kg}/\text{年}$$

$$U_{22}(\text{塩酸}) = 0.036 Q_{Ave} = 0.036 \times 7,000 \times 10^{-3} \times 365 = 92\text{kg}/\text{年}$$

$$U_{23}(\text{SBS}) = 0.080 Q_{Ave} = 0.080 \times 7,000 \times 10^{-3} \times 365 = 204\text{kg}/\text{年}$$

$$U_{24}(\text{苛性ソーダ}) = 0.066 Q_{Ave} = 0.066 \times 7,000 \times 10^{-3} \times 365 = 169\text{kg}/\text{年}$$

② ユーティリティ費

電力費:

$$M_1(\text{電力費}) = U_1 \times P_1 = 459,900 \text{ kWh/年} \times 15 \text{ 円/kWh} \times 10^{-3} = 6,899 \text{ 千円/年}$$

薬品費:

$$M_{21}(\text{次亜塩素}) = U_{21} \times P_{21} = 12,578 \text{ kg/年} \times 50 \text{ 円/kg} \times 10^{-3} = 629 \text{ 千円/年}$$

$$M_{22}(\text{塩酸}) = U_{22} \times P_{22} = 92 \text{ kg/年} \times 55 \text{ 円/kg} \times 10^{-3} = 5 \text{ 千円/年}$$

$$M_{23}(\text{SBS}) = U_{23} \times P_{23} = 204 \text{ kg/年} \times 60 \text{ 円/kg} \times 10^{-3} = 12 \text{ 千円/年}$$

$$M_{24}(\text{苛性ソーダ}) = U_{24} \times P_{24} = 169 \text{ kg/年} \times 45 \text{ 円/kg} \times 10^{-3} = 8 \text{ 千円/年}$$

$$M_2(\text{薬品費・合計}) : 654 \text{ 千円/年}$$

③ 交換・補修費

$$M_{31}(\text{UF 膜モジュール交換}) = 2.06 Q_{\text{Ave}} = 2.06 \times 7,000 = 14,420 \text{ 千円/年}$$

$$M_{32}(\text{UV ランプ交換}) = 0.32 Q_{\text{Ave}} = 0.32 \times 7,000 = 2,240 \text{ 千円/年}$$

$$M_{33}(\text{その他補修費}) = 144.77 Q_{\text{Dmax}}^{0.384} = 144.77 \times 10,000^{0.384} = 4,974 \text{ 千円/年}$$

$$M_3(\text{交換補修費・合計}) : 21,634 \text{ 千円/年}$$

④ 発生汚泥量(本システムの導入による増加分)

$$\begin{aligned} Q_{\text{dsY}}(\text{発生汚泥固形物量}) &= (3.0 / 0.922 \times 10^{-6}) Q_{\text{Ave}} \times 365 \\ &= (3.0 / 0.922 \times 10^{-6}) \times 7,000 \times 365 = 8.31 \text{ t-ds/年} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{wetY}}(\text{発生汚泥量}) = Q_{\text{dsY}} / 0.01 = 8.31 / 0.01 = 831 \text{ m}^3/\text{年}$$

$$Q_{\text{cakeY}}(\text{脱水ケーキ量}) = Q_{\text{dsY}} / (1 - 0.80) = 8.31 / (1 - 0.80) = 42 \text{ t/年}$$

⑤ 汚泥処理・処分費(本システムの導入による増加分)

$$\begin{aligned} M_{41}(\text{濃縮処理費}) &= 0.030 (Q_{\text{wetY}} / 365)^{0.628} \times 10^3 \times (107.2 / 100) \\ &= 0.030 (831 / 365)^{0.628} \times 10^3 \times (107.2 / 100) = 54 \text{ 千円/年} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{42}(\text{脱水処理費}) &= 0.039 Q_{\text{wetY}}^{0.596} \times 10^3 \times (107.2 / 100) \\ &= 0.039 \times 831^{0.596} \times 10^3 \times (107.2 / 100) = 2,298 \text{ 千円/年} \end{aligned}$$

$$M_{43}(\text{汚泥処分費}) = Q_{\text{cakeY}} \times P_{43} = 42 \text{ t/年} \times 16,000 \text{ 円/t} \times 10^{-3} = 672 \text{ 千円/年}$$

$$M_4(\text{汚泥処理処分費・合計}) : 3,024 \text{ 千円/年}$$

⑥ 維持管理コスト(合計)

$$\begin{aligned} C_M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 &= 6,899 + 654 + 21,634 + 3,024 = 32,211 \text{ 千円/年} \\ &\approx 32 \text{ 百万円/年} \end{aligned}$$

(3) ライフサイクルコスト

① 建設費年価

$$C_{Y1}(\text{機械}) = Y_1 \times \frac{i(1+i)^{n_1}}{(1+i)^{n_1}-1} = 821 \times \frac{0.023(1+0.023)^{15}}{(1+0.023)^{15}-1} = 65 \text{ 百万円/年}$$

$$C_{Y2}(\text{電気}) = Y_2 \times \frac{i(1+i)^{n_2}}{(1+i)^{n_2}-1} = 121 \times \frac{0.023(1+0.023)^{15}}{(1+0.023)^{15}-1} = 10 \text{ 百万円/年}$$

$$C_{Y3}(\text{土建}) = Y_3 \times \frac{i(1+i)^{n_3}}{(1+i)^{n_3}-1} = 265 \times \frac{0.023(1+0.023)^{50}}{(1+0.023)^{50}-1} = 9 \text{ 百万円/年}$$

$$C_Y(\text{建設費年価・合計}) : 84 \text{ 百万円/年}$$

② ライフサイクルコスト

$$C = C_Y + C_M = 84 + 32 = 116 \text{ 百万円/年}$$

(4) 温室効果ガス(GHG)排出量

① 電力消費量に係る GHG

$$G_{11} = 0.587 \times U_1 = 0.587 \times 459,900 \text{ kWh/年} = 269,961 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

② 次亜塩素酸ナトリウム使用量に係る GHG

$$G_{21} = 0.320 \times U_{21} = 0.320 \times 12,578 \text{ kg/年} \times 10^{-3} = 4.0 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

③ 塩酸使用量に係る GHG

$$G_{22} = 0.620 \times U_{22} = 0.620 \times 92 \text{ kg/年} \times 10^{-3} = 0.1 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

④ SBS(重亜硫酸ソーダ)使用量に係る GHG

$$G_{23} = 1.940 \times U_{23} = 1.940 \times 204 \text{ kg/年} \times 10^{-3} = 0.4 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

⑤ 苛性ソーダ使用量に係る GHG

$$G_{24} = 0.938 \times U_{24} = 0.938 \times 169 \text{ kg/年} \times 10^{-3} = 0.2 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

⑥ 汚泥処理(濃縮・脱水)に係る GHG

$$G_{31} = 0.474 \times Q_{dsY} \times 10^3 = 0.474 \times 8.31 \text{ t-ds/年} \times 10^3 = 3,939 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

⑦ 汚泥処分に係る GHG

$$G_{32} = 28.35 \times Q_{\text{cake}Y} = 28.35 \times 42 \text{ t/年} = 1,191 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

⑧ 建設に係る GHG

$$G_{41} = (G_{11} + G_{21} + G_{22} + G_{23} + G_{24} + G_{31} + G_{32}) \times 0.24 = 66,023 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

⑨ 解体に係る GHG

$$G_{42} = (G_{11} + G_{21} + G_{22} + G_{23} + G_{24} + G_{31} + G_{32}) \times 0.0006 = 165 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

⑩ 温室効果ガス(GHG)排出量(合計)

$$G = G_{11} + G_{21} + G_{22} + G_{23} + G_{24} + G_{31} + G_{32} + G_{41} + G_{42} = 341,284 \text{ kg-CO}_2/\text{年}$$

(5)用地面積

$$A(\text{用地面積}) = 22.07 Q_{D\max}^{0.39} = 22.07 \times 10,000^{0.39} = 801\text{m}^2$$