

し尿処理施設整備基本構想

令和 6 年 8 月

栃 木 市

目 次

第 1 章 し尿処理施設整備基本構想策定の趣旨	1
第 1 節 基本構想策定の目的	1
第 2 節 対象区域	1
第 3 節 目標年次	1
第 2 章 し尿処理の現況把握と課題の整理	2
第 1 節 し尿等の収集・処理の状況	2
1. 収集状況	2
2. し尿等発生量	3
第 2 節 し尿等処理施設の現況	6
1. 施設概要	6
2. 運転管理体制	11
3. 維持管理費	12
4. 処理水の状況	13
5. し渣・汚泥等の処理状況	14
第 3 節 資源化有効利用の状況	14
第 4 節 下水道施設の概要	15
1. 下水道計画・施設概要	15
2. 下水道施設の処理実績	15
第 5 節 課題の抽出・整理	17
1. し尿・浄化槽汚泥の処理量	17
2. 施設の整備状況	17
3. 資源化有効利用	17
4. 公共下水道との連携	17
第 3 章 し尿処理技術及び整備方式等の動向把握	19
第 1 節 し尿処理の技術的動向調査	19
1. し尿処理方式の分類	19
2. 各し尿処理方式の成因と特徴	19
3. し尿処理方式の主流と実績	22
第 2 節 資源化の技術的動向調査	26
1. 資源化方式の概要	26
第 3 節 し尿処理施設の施設整備方式の動向調査	30
1. 施設整備手法の比較	30
2. 共同処理方式の比較	31
第 4 章 し尿等の計画処理量の推計	33

第 1 節 処理対象人口の設定	33
第 2 節 し尿・汚泥の計画処理量の推計	34
1. し尿等の計画処理量の推計手順	34
2. 計画処理量の予測結果	34
第 5 章 し尿処理システムの検討	36
第 1 節 し尿処理施設整備ケース案の抽出	36
1. し尿処理施設の整備方式案の抽出	36
2. 資源化方式の検討	38
3. し尿処理施設の整備ケース案の抽出結果	38
第 2 節 し尿処理施設の整備に関する基本的事項	39
1. 施設規模	39
2. 計画し尿等性状	39
3. 施設の整備方式	39
4. 計画放流水質	40
第 3 節 し尿処理施設の整備ケース案の比較・評価	40
1. ケース案別におけるライフサイクルコストの試算方法	40
2. し尿処理施設の費用項目における費用の設定	40
3. ライフサイクルコストの比較・評価	41
第 6 章 し尿処理施設整備基本構想	42
第 1 節 施設整備方針	42
第 2 節 新し尿処理施設整備予定地	42
第 3 節 事業スケジュールの検討	43
第 4 節 今後の課題	43
1. し渣・汚泥の処理方法	43
2. 整備方法の検討	43

第1章 し尿処理施設整備基本構想策定の趣旨

第1節 基本構想策定の目的

栃木市（以下、「本市」という。）は、現在、市内から発生するし尿及び浄化槽汚泥（以下、「し尿等」という。）のうち、栃木地域、大平地域、都賀地域及び西方地域については市内にある栃木市衛生センター（以下、「既存施設」という。）において、藤岡地域及び岩舟地域については佐野市が所管する佐野市衛生センターにおいて処理している。既存施設は昭和58年～59年度にかけて建設された計画処理量50kL/日の高負荷脱窒素処理方式（＋高度処理）によるし尿処理施設と、平成7年度に建設された計画処理量75kL/日の高負荷脱窒素処理方式（＋高度処理）によるし尿処理施設からなる施設である。平成22年度に50kL/日施設を停止し、現在では75kL/日施設のみで処理を行っている。75kL/日施設は「水処理棟」、50kL/日施設は「受入・貯留棟」として現在に至っている。

既存施設は稼働後38年、増設後28年が経過しており、施設の老朽化やし尿等の処理の効率化を図るために、今後の施設整備のあり方について検討する時期に差し掛かってきている。

「し尿処理施設整備基本構想」（以下、「本構想」という。）は、本市における最も望ましいし尿処理のあり方について、各種の観点から整備方針を検討することを目的として策定する。

第2節 対象区域

本構想の対象区域は、本市全域とする。

第3節 目標年次

本構想の目標年次は施設稼働予定年度の令和13年度とする。

第2章 し尿処理の現況把握と課題の整理

第1節 し尿等の収集・処理の状況

1. 収集状況

(1) 収集対象

収集対象は、し尿、浄化槽汚泥及び農集排汚泥である。

(2) 収集区域

本市における、現在のし尿等の収集区域は、本市全域である。

(3) 収集体制

し尿等は、本市の許可業者により収集運搬を行っている。し尿等の収集体制を表2-1-1に示す。

表2-1-1 収集体制

	し尿	浄化槽汚泥
収集業者	許可 7 社	許可 9 社
収集車両	1.8t	2 台
	2.4t	1 台
	3.0t	24 台
	3.7t	9 台
	10t	4 台
	合計	40 台

(4) 収集機材

本市のし尿等の収集機材は、収集箇所からし尿処理施設までバキューム車により収集・運搬を行っている。

2. し尿等発生量

本市におけるし尿等の発生量の実績について取りまとめる。なお、浄化槽汚泥には農集排汚泥を含む。

(1) 発生量実績

1) 栃木市全域

本市全域については、し尿・浄化槽汚泥ともに減少傾向を示している。また、浄化槽汚泥の混入率は令和4年度で86.3%となっており、浄化槽汚泥の割合が高い状況にある。

本市の過去5年間のし尿等の発生量実績を表2-1-2、図2-1-1に示す。

表2-1-2 し尿等の発生量実績（栃木市）

項目 年度	発 生 量				(365日平均)		月最大 変動係数
	合計 kL/年	し尿 kL/年	浄化槽汚泥		発生量 kL/日	搬入率 %	
				混入率 %			
平成30年度	31,563.3	4,786.3	26,777.0	84.8	86.5	115.3	1.11
令和元年度	32,508.1	4,811.0	27,697.1	85.2	88.8	118.4	1.14
令和2年度	30,887.4	4,506.4	26,381.1	85.4	84.6	112.8	1.25
令和3年度	31,150.5	4,203.0	26,947.4	86.5	85.3	113.7	1.20
令和4年度	30,464.2	4,185.8	26,278.4	86.3	83.5	111.3	1.15

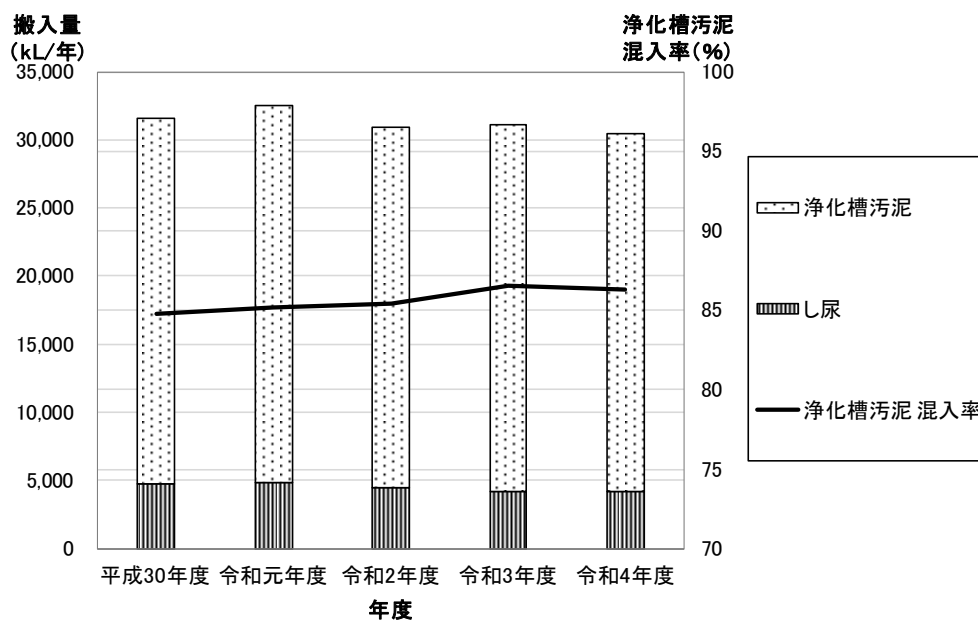


図2-1-1 し尿等の発生量実績（栃木市）

2) 栃木市衛生センター

既存施設の過去5年間のし尿等の搬入量実績を表2-1-3、図2-1-2に示す。なお、既存施設への搬入は栃木地域、大平地域、都賀地域及び西方地域からのし尿等となる。

表2-1-3 し尿等の搬入量実績（栃木市衛生センター搬入分）

項目 年度	搬入量				(365日平均)		月最大 変動係数
	合計	し尿	浄化槽汚泥	混入率	搬入量	搬入率	
kL/年	kL/年	kL/年	%	kL/日	%		
平成30年度	24,266.2	2,720.0	21,546.3	88.8	66.5	88.7	1.12
令和元年度	25,091.8	2,777.6	22,314.2	88.9	68.6	91.5	1.09
令和2年度	23,588.4	2,476.0	21,112.4	89.5	64.6	86.1	1.17
令和3年度	23,542.8	2,140.9	21,401.9	90.9	64.5	86.0	1.16
令和4年度	23,055.0	2,194.9	20,860.0	90.5	63.2	84.3	1.14

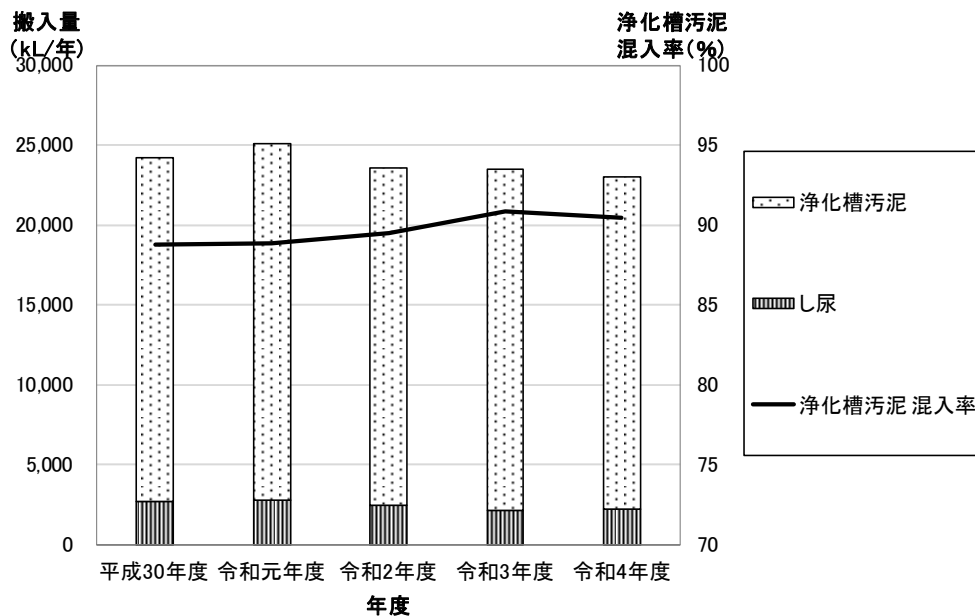


図2-1-2 し尿等の搬入量実績（栃木市衛生センター搬入分）

3) 佐野市衛生センター

本市の藤岡地域及び岩舟地域から発生するし尿等は、佐野市衛生センターで受入前処理後、佐野市水処理センターへ移送し処理している。

佐野市衛生センターの過去5年間のし尿等の搬入量実績を表2-1-4、図2-1-3に示す。

表2-1-4 し尿等の搬入量実績（佐野市衛生センター搬入分）

項目 年度	合計 kL/年	搬入量			(365日平均)		月最大 変動係数
		し尿 kL/年	浄化槽汚泥 kL/年	混入率 %	搬入量 kL/日	搬入率 %	
平成30年度	7,331.8	2,078.4	5,253.4	71.7	20.1	26.8	1.15
令和元年度	7,416.4	2,033.5	5,382.9	72.6	20.3	27.1	1.33
令和2年度	7,299.1	2,030.4	5,268.7	72.2	20.0	26.7	1.50
令和3年度	7,607.7	2,062.2	5,545.5	72.9	20.8	27.7	1.30
令和4年度	7,409.3	1,990.9	5,418.4	73.1	20.3	27.1	1.39

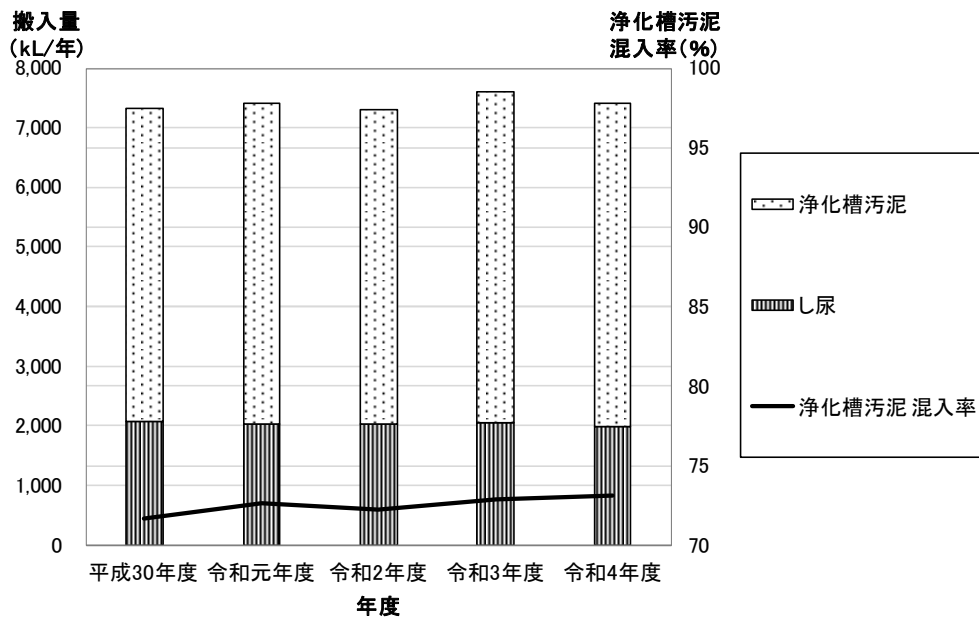


図2-1-3 し尿等の搬入量実績（佐野市衛生センター搬入分）

第2節 し尿等処理施設の現況

1. 施設概要

既存施設の概要は表 2-2-1 及び図 2-2-1 に、処理工程のフロー図は図 2-2-2 から図 2-2-5 に示すとおりである。

表2-2-1 施設の概要

施設名称	栃木市衛生センター		
施設所管	栃木市		
所在地	栃木県栃木市城内町 2 丁目 61 番 5 号		
計画処理能力	75kL/日（し尿 55kL/日, 浄化槽汚泥 20kL/日）		
処理方式	主処理　　： 高負荷脱窒素処理方式 高度処理　： 砂ろ過処理＋活性炭吸着処理 汚泥処理　： 遠心脱水 臭気処理　： 受入・貯留棟：薬液（酸洗浄＋アルカリ・次亜塩）洗浄 ： 高中濃度臭気：薬液（酸洗浄＋アルカリ・次亜塩）洗浄 		

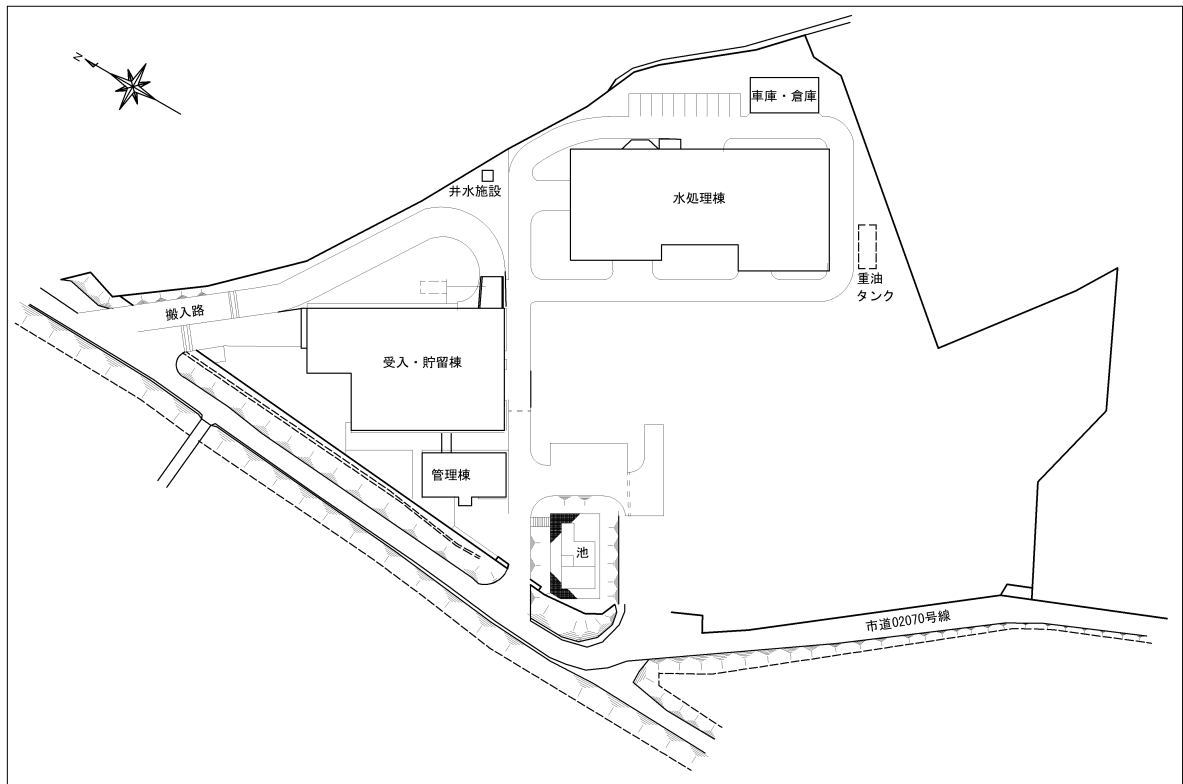
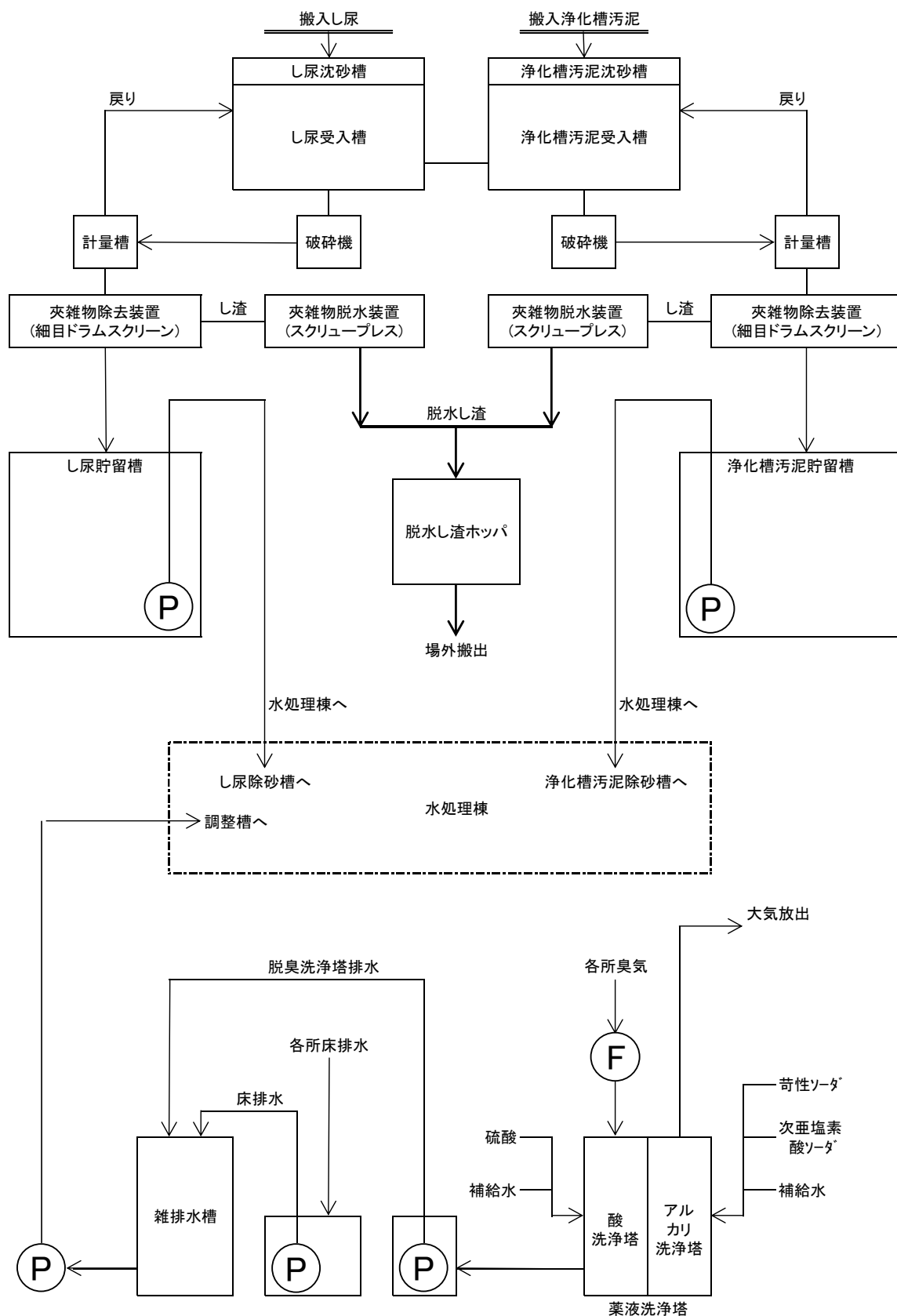
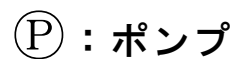


図2-2-1 施設全体図

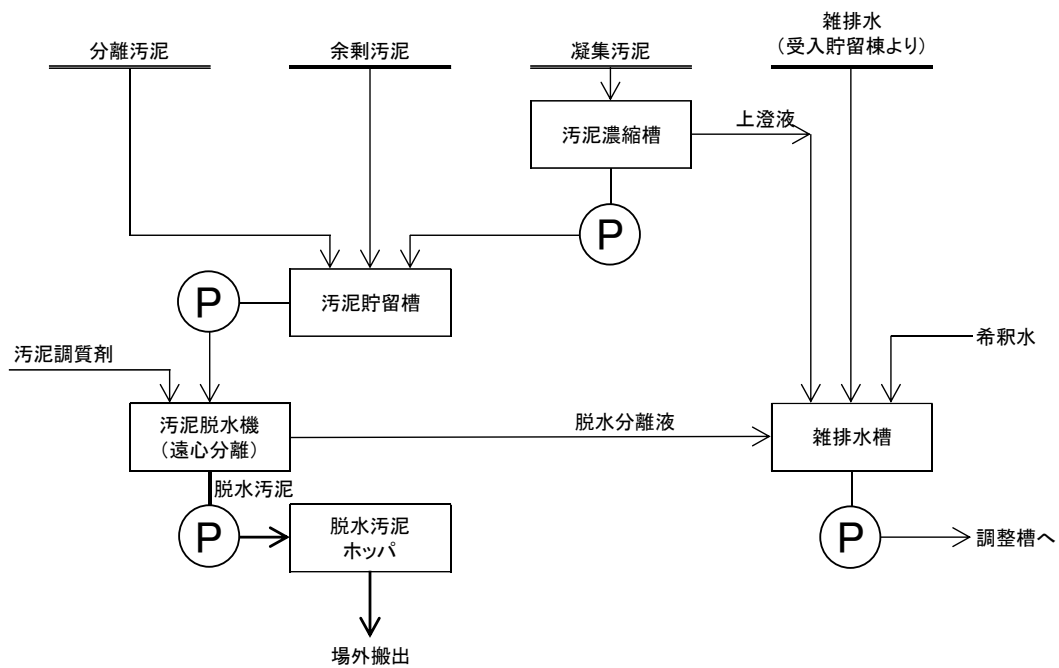


⒫：ポンプ、Ⓕ：ファン

図2-2-2 処理工程図(受入・貯留棟)

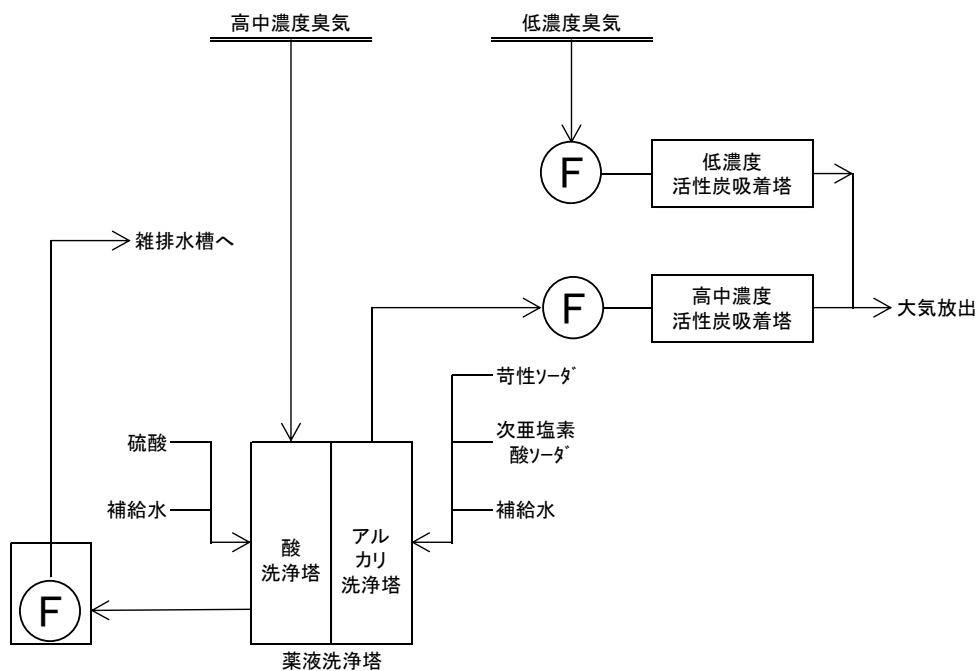


9



Ⓟ : ポンプ

図2-2-4 処理工程図(水処理棟 汚泥処理)



Ⓟ : ポンプ、ⓕ : ファン

図2-2-5 処理工程図(水処理棟 脱臭処理)

2. 運転管理体制

(1) 管理状況

施設の管理体制は表 2-2-2 に示すとおりである。

表2-2-2 管理体制（令和 6 年 7 月現在）

項 目		内 容
維持 管理 体制	管理人員	委託： 5 名
	夜間管理体制	警備業務委託
	土曜日・日曜日・祝日管理体制	警備業務委託
勤務 時間	月曜～金曜日	8:00～17:00
	土曜日	8:00～17:00
	日曜日・祝祭日	休日
有資格者 リスト	廃棄物処理施設技術管理者	2 名
	電気主任技術者	業務委託
	危険物取扱者	3 名
	酸素欠乏・硫化水素危険作業主任者	5 名
	特定化学物質等作業主任者	3 名
	有機溶剤作業主任者	3 名
	ボイラ技士	2 名
	衛生管理者	1 名
	高圧・特別高圧電気取扱者	3 名
	クレーン操作	3 名
	玉掛技能講習修了者	4 名
	フォークリフト運転技能講習修了者	2 名

3. 維持管理費

平成30年度から令和4年度の維持管理費は表2-2-3及び図2-2-6に示すとおりである。
令和3年度及び令和4年度の費用が大きく増加しているが、これは補修費が増加したためである。

表2-2-3 維持管理費

項目 \ 年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度
電力費 (千円)	42,060	47,482	36,869	39,763	54,546
搬入量1kL当たり (円)	1,733	1,892	1,563	1,689	2,366
水道費 (千円)	78	86	90	102	158
搬入量1kL当たり (円)	3	3	4	4	7
薬品費 (千円)	8,813	8,246	7,380	8,002	7,209
搬入量1kL当たり (円)	363	329	313	340	313
小計(ランニングコスト) (千円)	50,951	55,814	44,339	47,867	61,913
搬入量1kL当たり (円)	2,100	2,224	1,880	2,033	2,685
委託費 (千円)	42,381	38,355	47,904	59,577	51,398
搬入量1kL当たり (円)	1,747	1,529	2,031	2,531	2,229
補修費 (千円)	49,609	46,094	36,503	237,840	258,978
搬入量1kL当たり (円)	2,044	1,837	1,548	10,102	11,233
計 (千円)	142,941	140,263	128,746	345,284	372,289
搬入量1kL当たり (円)	5,891	5,590	5,458	14,666	16,148

維持管理費
(円/kL)

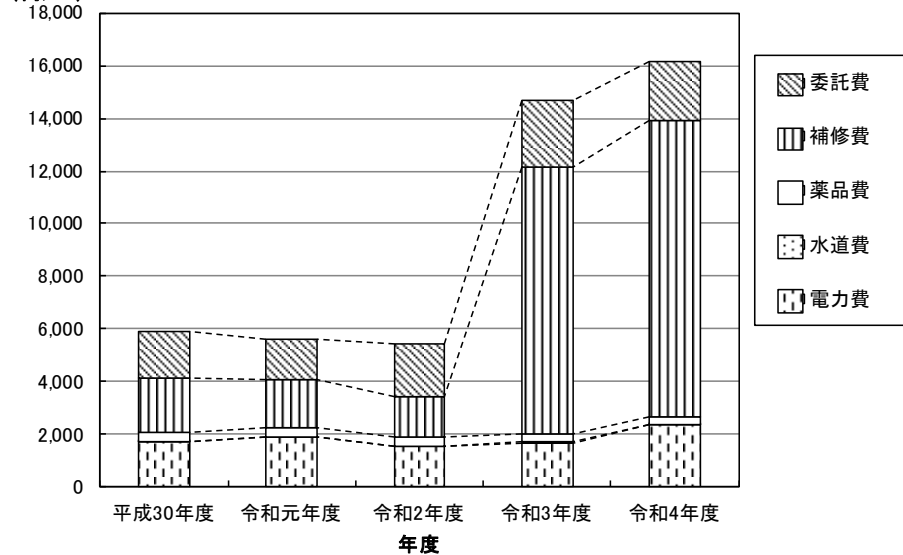


図2-2-6 搬入量 1kL 当たりの維持管理費

4. 処理水の状況

処理水（放流水）の令和2年度から令和4年度の月別の水質試験結果は表2-2-4～表2-2-6のとおりである。既存施設の放流水質は基準及び計画値を遵守しており、問題はない。

表2-2-4 放流水 定期水質試験結果（令和2年度）

年月	項目	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群数 (個/cm ³)
令和2年	4月	7.7	1 未満	3.3	1 未満	2.2	0.1 未満	210	2.2	0
	5月	7.5	1 未満	6.7	1 未満	2.6	0.1 未満	270	1.4	0
	6月	7.3	1.3	8.5	1 未満	2.4	0.1 未満	240	2.0	0
	7月	7.6	1 未満	7.3	1 未満	3.0	0.1 未満	268	2.3	0
	8月	7.2	1 未満	2.5	1 未満	3.7	0.1 未満	240	1.5	0
	9月	6.7	1.3	4.4	1 未満	6.9	0.1 未満	245	0.7	0
	10月	7.2	1.6	6.1	1 未満	3.3	0.1 未満	352	1.6	0
	11月	7.6	4.1	6.5	1 未満	2.6	0.1 未満	230	1.4	0
	12月	7.4	1.4	8.7	1 未満	2.5	0.1 未満	276	2.4	0
令和3年	1月	7.6	1 未満	16.6	1 未満	4.5	0.1 未満	463	4.1	0
	2月	7.5	1 未満	17.5	1 未満	8.4	0.1 未満	339	5.9	0
	3月	7.4	1.6	1 未満	1 未満	3.1	0.1 未満	101	0.6	0
	平均	7.4	1.4	7.4	1 未満	3.8	0.1 未満	270	2.2	0
	最大	7.7	4.1	17.5	1 未満	8.4	0.1 未満	463	5.9	0
	最小	6.7	1 未満	1 未満	1 未満	2.2	0.1 未満	101	0.6	0

表2-2-5 放流水 定期水質試験結果（令和3年度）

年月	項目	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群数 (個/cm ³)
令和3年	4月	8.1	1 未満	5.6	1 未満	3.4	0.1 未満	300	1.0	0
	5月	8.0	1.6	7.2	1 未満	2.5	0.1 未満	293	1.6	0
	6月	7.6	1 未満	7.9	1 未満	2.3	1 未満	187	2.9	0
	7月	7.3	1 未満	1 未満	1 未満	3.0	1 未満	6	0.5 未満	0
	8月	7.5	1 未満	2.9	1 未満	1.3	1 未満	275	1.4	0
	9月	7.6	1 未満	2.9	1 未満	1.3	1 未満	368	1.4	0
	10月	7.5	1 未満	3.6	1 未満	1.2	1 未満	281	0.8	0
	11月	7.7	1.6	8.6	1 未満	1.4	1 未満	269	2.5	0
	12月	7.9	1 未満	5.4	1 未満	1.4	1 未満	154	1.7	0
令和4年	1月	7.4	1 未満	13.2	1 未満	2.9	1 未満	200	3.8	0
	2月	7.3	1.6	4.1	1 未満	2.9	1 未満	130	0.5 未満	0
	3月	7.2	1.1	8.2	1 未満	3.9	0.1 未満	233	2.5	0
	平均	7.6	1.2	5.9	1 未満	2.3	0.1 未満	225	1.7	0
	最大	8.1	1.6	13.2	1 未満	3.9	1 未満	368	3.8	0
	最小	7.2	1 未満	1 未満	1 未満	1.2	0.1 未満	6	0.5 未満	0

表2-2-6 放流水 定期水質試験結果（令和4年度）

年月	項目	pH	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群数 (個/cm ³)
令和4年	4月	7.5	1 未満	6.8	1 未満	2.2	1 未満	300	0.8	0
	5月	7.5	4.0	7.5	1 未満	2.2	0.1 未満	267	2.4	0
	6月	7.3	3.2	8.5	1 未満	1.7	0.1 未満	197	3.5	0
	7月	7.3	6.5	2.2	1 未満	1.2	0.1 未満	246	0.5 未満	0
	8月	7.4	1.7	4.0	1 未満	1.0	0.1 未満	270	0.8	0
	9月	7.1	1.0	3.4	1 未満	1.2	0.1 未満	200	0.7	0
	10月	7.8	2.1	3.8	1 未満	1.1	0.1 未満	250	1.2	0
	11月	7.4	2.8	4.8	1 未満	1.1	0.1 未満	225	1.1	0
	12月	7.1	1 未満	5.9	1 未満	1.0	0.1 未満	199	1.9	0
令和5年	1月	7.6	1 未満	6.8	1 未満	1.3	0.1 未満	195	3.2	0
	2月	7.5	2.4	8.6	1 未満	1.9	0.1 未満	169	3.4	0
	3月	7.2	1.5	7.9	1 未満	1.9	0.1 未満	231	3.2	0
	平均	7.4	2.4	5.9	1 未満	1.5	0.2	229	1.9	0
	最大	7.8	6.5	8.6	1 未満	2.2	1 未満	300	3.5	0
	最小	7.1	1 未満	2.2	1 未満	1.0	0.1 未満	169	0.5 未満	0

5. し渣・汚泥等の処理状況

し尿処理に伴って発生するし渣及び汚泥等の処理状況について整理する。既存施設から発生するし渣及び汚泥は脱水後、民間事業者で資源化、沈砂は洗浄後、最終処分場へと搬入されている。

直近 5 年間の脱水汚泥、し渣及び沈砂の搬出量実績を表 2-2-7 に示す。

表2-2-7 脱水汚泥量、し渣及び沈砂の搬出量実績

単位：t/年

	脱水汚泥	し渣	沈砂等
平成 30 年度	1,454.47	76.15	13.81
令和元年度	1,450.59	67.67	14.57
令和 2 年度	1,386.79	59.06	29.08
令和 3 年度	1,373.40	54.05	24.95
令和 4 年度	1,301.82	37.70	33.64

第3節 資源化有効利用の状況

前述のとおり、既存施設から発生する汚泥については、脱水後、民間事業者にて堆肥化処理をしている。また、し渣については民間事業者にてガス化処理をしている。

過去 5 年間の脱水汚泥量及びし渣の搬出量実績は表 2-2-7 を参照とする。

第4節 下水道施設の概要

1. 下水道計画・施設概要

栃木市にある公共下水道の計画概要について表 2-4-1～表 2-4-4 に示す。

表2-4-1 巴波川流域下水道の計画概要（栃木県資料より）

関連市町村	栃木市（栃木、大平、都賀、西方）、壬生町			
下水道終末処理場名	巴波川浄化センター			
下水道終末処理場の所在地	栃木市城内町2丁目57-62			
下水道終末処理場の敷地面積	10.9ha			
排除方式	分流式			
処理水の放流先	一級河川 巴波川			
処理方式	標準活性汚泥法			
計画諸元	全体計画 （令和8年度）	処理区域面積	処理区域内人口	計画処理能力
		2,662.6ha	81,161人	54,000m ³ /日
	事業計画 （令和5年度）	処理区域面積	処理区域内人口	計画処理能力
		2,501.2ha	79,238人	54,000m ³ /日

表2-4-2 巴波川浄化センターの施設概要（栃木県資料より）

	処理能力 (A)	日平均流入水量 (B)	稼働率 (B/A)	保有施設	
				反応槽	最終沈殿池
全体計画 （令和8年度）	50,400m ³ /日	—	—	8池	8池
事業計画 （令和5年度）	50,400m ³ /日	—	—	8池	8池
現有能力 （令和4年度）	37,800m ³ /日	25,356m ³ /日	67.1%	7池	7池

表2-4-3 渡良瀬川下流流域下水道の計画概要（栃木県資料より）

関連市町村	栃木市（大平、藤岡、岩舟）			
下水道終末処理場名	大岩藤浄化センター			
下水道終末処理場の所在地	栃木市藤岡町藤岡4018			
下水道終末処理場の敷地面積	6.65ha			
排除方式	分流式			
処理水の放流先	一級河川 渡良瀬川			
処理方式	標準活性汚泥法			
計画諸元	全体計画 （令和8年度）	処理区域面積	処理区域内人口	計画処理能力
		1,616.4ha	36,860人	20,350m ³ /日
	事業計画 （令和7年度）	処理区域面積	処理区域内人口	計画処理能力
		1,272.1ha	32,530人	17,390m ³ /日

表2-4-4 大岩藤浄化センターの施設概要（栃木県資料より）

	処理能力 (A)	日平均流入水量 (B)	稼働率 (B/A)	保有施設	
				反応槽	最終沈殿池
全体計画 （令和8年度）	20,350m ³ /日	—	—	6池	9池
事業計画 （令和7年度）	17,390m ³ /日	—	—	6池	9池
現有能力 （令和4年度）	11,600m ³ /日	7,600m ³ /日	65.5%	4池	4池

2. 下水道施設の処理実績

巴波川浄化センターにおける令和元年度～令和4年度の年度別流入実績を表 2-4-5 に

示す。

稼働率は処理施設の能力に対しての流入量の占める割合を示している。

処理能力と流入量実績から稼働率を算出すると、日最大稼働率は 134.1%～305.9%、年平均稼働率は 71.0%～76.0% となり、日最大流入量が処理能力を大幅に超過している。

このことから、巴波川浄化センターは下水処理施設として、高い稼働率となっており、処理能力に余力がない状況となっていると考えられる。

表2-4-5 年度別流入量実績（巴波川浄化センター）

	令和元年度		令和2年度		令和3年度		令和4年度	
	流入量 (m^3)	稼働率 (%)	流入量 (m^3)	稼働率 (%)	流入量 (m^3)	稼働率 (%)	流入量 (m^3)	稼働率 (%)
日最大	115,620	305.9	50,682	134.1	74,864	198.1	78,075	206.5
日最小	19,615	51.9	21,751	57.5	22,346	59.1	22,230	58.8
年平均	27,242	72.1	26,830	71.0	28,723	76.0	27,281	72.2
処理能力($\text{m}^3/\text{日}$)	37,800		37,800		37,800		37,800	

第5節 課題の抽出・整理

1. し尿・浄化槽汚泥の処理量

し尿等は、下水道処理区域以外の区域から発生することから、し尿処理施設は本市において必要となる施設である。

本市におけるし尿等の搬入量は全体として減少傾向にあるものの、下水道処理区域以外の地域については、今後も汲取し尿や合併処理浄化槽、農業集落排水施設等での処理が行われるため、長期的にはし尿等の適正処理を継続していく必要がある。

ただし、計画処理量については年々減少していくことが想定されるため、処理施設の整備を検討する場合には、適正な規模及び適切な処理方式を選定する必要がある。

また、藤岡地域及び岩舟地域から発生するし尿等は、佐野市に委託して処理を行っているが、本来一般廃棄物は当該区域内で処理するものとされるため、2地域のし尿等も栃木市内で処理することを踏まえ検討する必要がある。

2. 施設の整備状況

既存施設である栃木市衛生センターは昭和59年度の施設供用開始から40年近く、平成7年度の増設から30年近く経過しており、全国のし尿処理施設の更新事例に基づく、施設更新を検討する時期にきているといえる。

また、令和4年12月に実施したし尿処理施設精密機能検査結果から、施設の処理機能は良好であり、支障は見られず適正に処理されているものの、設備・装置の状況については、施設稼働及び増設当初に設置した機器・装置類が多いため、今後は部品調達等に支障が生じることが想定されるため、更新対象機器を区分して維持補修計画を策定していくことが求められている。

また、土木建築設備についても床や壁の塗装の剥離やクラック、水槽マンホールの腐食等、多数の不具合が報告されている。

既存施設を継続して長期使用していくためには、処理水槽の防食補修や構造補強、浸水対策改造工事等が必要であり、老朽化した設備や機器類の補修の部品調達等に苦慮することを想定する必要がある。

これらを踏まえて、既存施設の延命化及びし尿処理施設の更新を検討していく必要がある。

3. 資源化有効利用

既存施設から発生する汚泥は、脱水後、民間事業者により堆肥化処理を行っている。施設の更新にあたり、循環型社会形成の観点から、汚泥の資源化有効利用について検討する必要がある。

4. 公共下水道との連携

近年のし尿処理施設の整備において、下水道終末処理場に余力がある地域では、下水道投入によるし尿処理施設の整備が増えてきている。また、下水道を含む汚水処理の広域化・共同化事業によるし尿処理施設の建設は、平成30年度から国土交通省の社会資本

整備総合交付金の交付金対象事業に下水道広域化推進総合事業が追加されたこともあり、下水道投入によるし尿処理施設の整備方式が増加していく可能性がある。

し尿処理施設の整備においては、下水道終末処理場と連携した共同処理方式の採用についても検討する必要がある。

第3章 し尿処理技術及び整備方式等の動向把握

第1節 し尿処理の技術的動向調査

し尿処理施設の水処理設備の主要な処理技術については、近年はどの整備によってもほぼ共通して、生物学的脱窒素処理方式を採用している。生物学的脱窒素処理方式は近年の主流方式であるが、日本各地にはまだ古い処理方式による施設がかなり残っており、処理方式の比較検討に際し、その分類と各処理方式の成立要因等を明らかにしておくことも重要である。

1. し尿処理方式の分類

し尿等の処理方式を分類すると次のとおりとなる。

(1) 生物学的脱窒素処理方式

- ① 標準脱窒素処理方式
- ② 高負荷脱窒素処理方式
- ③ 膜分離高負荷脱窒素処理方式
- ④ 浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式

(2) その他の処理方式

- ① 嫌気性消化・活性汚泥法処理方式
- ② 好気性消化・活性汚泥法処理方式
- ③ 物理化学処理方式
- ④ 浄化槽汚泥専用処理方式

2. 各し尿処理方式の成因と特徴

し尿処理方式は、変遷の途中段階に物理化学的処理方式が実用化されてきたが、その中心となったものは生物学的処理方式であり、嫌気性消化・活性汚泥法処理方式（当初は活性汚泥法の代わりに散水ろ床法を採用）、好気性消化・活性汚泥法処理方式、標準脱窒素処理方式、高負荷脱窒素処理方式さらに膜分離高負荷脱窒素処理方式の順に実用化されて今日に至っている。各し尿処理方式の特徴をまとめると以下のように整理できる。

(1) 生物学的脱窒素処理方式

標準脱窒素処理方式に代表される生物学的脱窒素処理方式は、公害防止の必要性が社会問題化し、し尿処理もBODやSSの除去にとどまらず、富栄養化防止のための窒素やリンの除去、CODや色度の削減が要求されるようになった昭和50年代になって開発されたものである。

標準脱窒素処理方式（旧名称：二段活性汚泥法処理方式・低希釈）は、BODと窒素を同時に除去する生物学的脱窒素処理技術であり、希釈水がし尿収集量の約10倍以下で他の処理方式と同等以上の水質が得られる。また、凝集分離、オゾン酸化、砂ろ過、活性炭吸着等の高度処理設備が付加されて処理水質が大幅に向上できるようになって

いる。

高負荷脱窒素処理方式は、標準脱窒素処理方式よりやや時期が遅れているが、脱窒素技術を発展させ、し尿を無希釈で処理できること、処理施設の面積をさらにコンパクト化することなどを目標として実用化されたものである。

さらに、高負荷脱窒素処理方式の問題点とされていた固液分離に限外ろ過膜あるいは精密ろ過膜を採用した膜分離高負荷脱窒素処理方式が実用化され、今日に至っている。

また、浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式（以下、「浄化槽汚泥対応型脱窒素処理方式」という。）は、高負荷脱窒素処理方式または膜分離高負荷脱窒素処理方式において、浄化槽汚泥の質的変動が大きいという特性に合わせて、生物処理にかける前に凝集分離等で性状の均等化を図り、安定した処理が行えるように改良した処理方式である。

（2）嫌気性消化・活性汚泥法処理方式

嫌気性消化・活性汚泥法処理方式の処理フロー概要を図 3-1-1 に示す。

本処理方式は、処理時間が非常に長いため投入の変動に対して安定した処理水が得られること、処理の過程で発生するメタンガスが再利用できること、肥効性の高い低含水率の消化汚泥が得られるなど維持管理面で優れた点が多く、昭和 30 年～40 年までし尿処理方式の主流であった。

しかし、希釈水をし尿処理量の約 20 倍必要とすること、水槽類が分散し敷地面積を多く必要とすること、景観や臭気対策に問題があることなどから、近年建設される例はほとんどなくなっている。

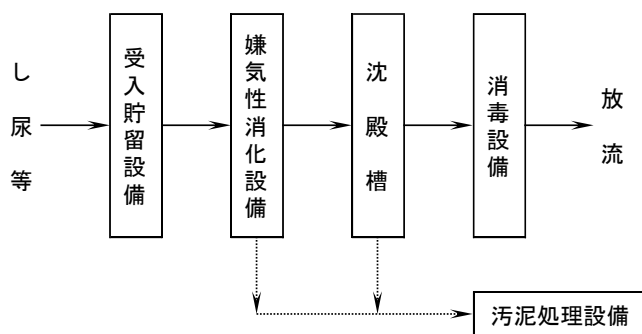


図3-1-1 嫌気性消化・活性汚泥法処理フロー

（3）好気性消化・活性汚泥法処理方式

好気性消化・活性汚泥法処理方式の処理フロー概要を図 3-1-2 に示す。

本処理方式は、昭和 40 年代に入って施設の小型化、臭気公害防止等が重要な要件となってきたことを受け、し尿を好気的条件下で処理する方法として開発されたものである。

本処理方式は、一次処理設備の水槽容量を嫌気性消化処理方式の約 1／3 にできること、処理施設を一体構造で建設できること、臭気の捕集及び処理を向上できることなどの特徴を有し、嫌気性消化処理方式の問題点をかなり解消するものとなっている。

しかし、希釈水を多量に必要とすること等の問題は残っている。

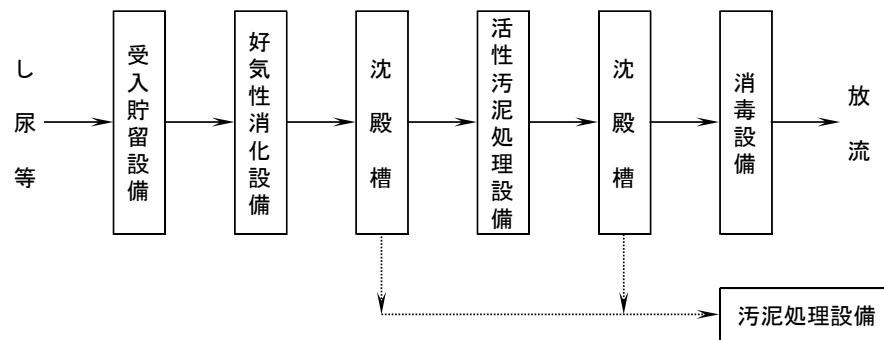


図3-1-2 好気性消化・活性汚泥法処理フロー

(4) 物理化学処理方式

物理化学処理方式の代表的な方式である湿式酸化処理方式の処理フロー概要を図3-1-3に示す。

湿式酸化処理方式は、し尿を空気とともに密閉容器の中で液状のまま高温、高压に保つことにより、し尿中の有機物を熱分解・酸化分解して処理する方式である。

この方法が開発された背景には化学工学の理論と装置化への技術進歩があり、エネルギーコストの面で優れているが、維持管理面ではそれなりの体制と技術が要求される。なお、焼却処理方式を含め、近年に本方式による施設の建設実績はない。

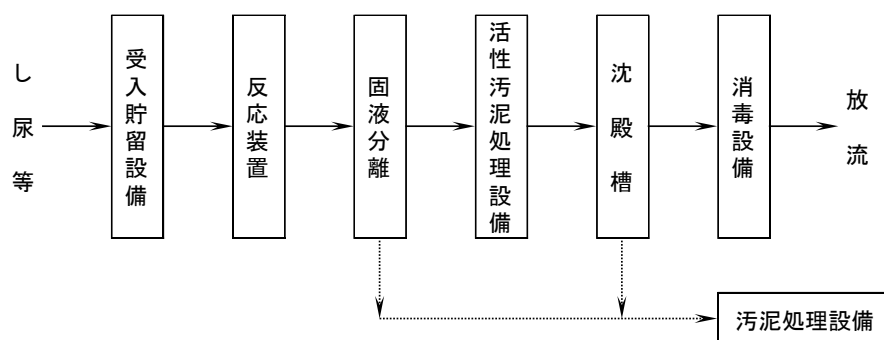


図3-1-3 湿式酸化・活性汚泥法処理フロー

(5) 浄化槽汚泥専用処理方式

浄化槽汚泥専用処理方式は、嫌気性消化・活性汚泥法処理方式、好気性消化・活性汚泥法処理方式によるし尿処理方式が主流だった時期に、浄化槽の普及に伴いし尿等収集量に占める浄化槽汚泥の混入率の増大が一部施設の処理機能に影響を与えるようになったことが開発の契機となっている。

浄化槽汚泥は、し尿に比べ各物質濃度が1/2から1/7と低いこと、SS性BOD成分が多いこと、事前に好気性生物分解を受けた沈殿性の悪い汚泥であること等が特徴的である。

浄化槽汚泥専用処理方式（固液分離・活性汚泥法処理方式）の処理フロー概要を図3-1-4に示す。

本処理方式は、これらの特性を利用し、浄化槽汚泥を固液分離して大部分のSS及びSSに起因する物質を除去した後、活性汚泥処理によって溶解性物質の除去処理を行う

もので、浄化槽汚泥のみを処理する場合に適用される。しかし、現在ではほとんど建設されていない。

なお、近年主流の生物学的脱窒素処理方式の場合は、浄化槽汚泥の混入率が増加しても影響を受けにくく、受入貯留設備において混入率の調整を行うことで十分対応できるものとなっている。しかし、近年は更なる処理の効率化の追求等により、膜分離高負荷脱窒素処理方式を浄化槽汚泥比率が高い場合に効果的な方法に改良した「浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式」が開発され、近年の浄化槽の普及に伴って採用が多くなっている。

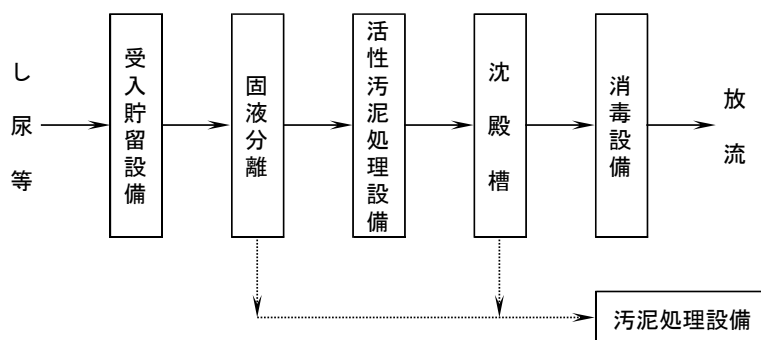


図3-1-4 固液分離・活性汚泥法処理フロー

3. し尿処理方式の主流と実績

(1) 近年のし尿処理方式の主流

近年の実績が多く、し尿処理の主流技術となっている処理方式は、生物学的脱窒素処理方式である次の4方式である。

- | | |
|-----------------------|--------|
| ・標準脱窒素処理方式 | (標脱) |
| ・高負荷脱窒素処理方式 | (高負荷) |
| ・膜分離高負荷脱窒素処理方式 | (膜) |
| ・浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式 | (浄化対応) |

(2) 処理方式別発注実績

過去5年間でし尿処理施設の4方式(標準脱窒素処理方式、高負荷脱窒素処理方式、膜分離高負荷脱窒素処理方式、浄化槽汚泥の混入比率の高い脱窒素処理方式)の発注実績(交付金事業による整備)を表3-1-1に示す。

表3-1-1 過去 5 年間の処理方式別発注実績

年度 \ 方式	標脱	高負荷	膜	浄化対応
平成 30 年度	2	3	2	5
令和元年度	-	1	-	3
令和 2 年度	1	-	2	2
令和 3 年度	-	1	-	-
令和 4 年度	-	-	1	2
計	3	5	5	12

(3) 処理方式の比較

生物学的脱窒素処理方式の比較を表 3-1-2、表 3-1-3 に示す。

近年は浄化槽の普及により浄化槽汚泥が増加したことから、浄化槽汚泥混入比率の高い脱窒素処理方式の件数が多くなっているが、各方式ともにそれぞれ特徴があるので、各方式のメリットデメリットを十分理解したうえで、地域性を考慮して適切な処理方式を選定することが重要である。

表3-1-2 生物学的脱窒素処理方式の比較 (1/2)

処理方式	標準脱窒素処理方式 【標脱方式】	高負荷脱窒素処理方式 【高負荷方式】	膜分離高負荷脱窒素処理方式 【膜方式】	浄化槽汚泥の混入比率の高い 脱窒素処理方式 【浄化対応方式】
処理フロー (は他方式との相違箇所を示す。)				
処理概要	・本方式は、し渣除去後のし尿等をプロセス用水等で希釈した後、生物学的脱窒素処理法で処理する方式である。 ・本方式は実用施設での実績が数多くあり、技術的にはほぼ完成の域に達している。 ・希釈水量は、脱窒素槽入口BOD濃度が 1,200mg/L 程度になるように設定され、通常 5～10 倍の希釈率で運転されている。	・本方式は、し渣除去後のし尿等を無希釈のまま、生物学的脱窒素処理法と凝集分離設備で処理する方式である。 ・本方式は実用施設での実績が標脱方式に次いで多く、技術的にもほぼ完成の域である。	・本方式は、し渣除去後のし尿等を無希釈のまま、生物学的脱窒素処理法で処理する方式である。 ・高負荷脱窒素処理方式との違いは、固液分離装置に限る過膜装置を採用したことである。	・本方式は、し渣除去後のし尿等と余剰汚泥を前脱水し、その分離液を膜分離脱窒素処理法で処理する方式である。 ・近年では高価な膜の交換費用対策として、固液分離に膜を使用せず、重力沈降等による固液分離を行う事例もある。 ・前脱水の対象は①し尿等及び余剰汚泥、または②浄化槽汚泥及び余剰汚泥であり、前者は浄化槽汚泥混入比率が約 60%以上の時に有効である。
実績	・昭和 54 年 9 月に構造指針に追加された方式であり、過去の実績として最も多い。	・昭和 63 年 6 月に構造指針に追加された方式であり、実績は標脱方式に次いで多い。	・標脱方式、高負荷方式に次いで普及した技術で、浄化対応方式が出てくるまでの実績は最も多い。	・最も新しい技術で、浄化槽汚泥の混入比率の全国的な上昇に伴い、近年実績が最も多い。
希釈倍率 ・プロセス用水	・プロセス用水込みで希釈倍率は 5～10 倍。 ・実際は 5 倍程度で運転しているものが多い。	・希釈水は必要ない。 ・プロセス用水は計画処理量の約 50%程度。	・希釈水は必要ない。 ・プロセス用水は計画処理量の約 50%程度。	・希釈水は必要ない。 ・プロセス用水は計画処理量の約 50%程度。
設置スペース (規模 100kL/ 日フル装備の標準的スペース)	・処理施設の必要建築面積約 20m²/kL ・各水槽の水深は 5m 以下であり、建築面積は 4 つの処理方式の中で最も広く必要とする。	・処理施設の必要建築面積約 15m²/kL ・主反応槽の水深が 5～10m で水槽容量も比較的小さいため、建築面積は標脱方式より小さくなる。	・処理施設の必要建築面積約 15m²/kL ・主反応槽の水深は 5～10m で水槽容量も比較的小さいため、高負荷方式とほぼ同様。 ・固液分離に重力沈降方式を採用している高負荷方式のものよりもさらに小さくなる。	・処理施設の必要建築面積 15m²/kL ・前脱水しているので主反応槽の水深は約 5m で、水槽容量も比較的小さいため、高負荷方式とほぼ同様。
高度処理 処理水質を性能指針値とした場合。 BOD 10 mg/L COD 35 mg/L SS 20 mg/L 全窒素 20 mg/L 全リン 1 mg/L	・凝集分離＋オゾン酸化＋砂ろ過 ・設備規模は最も大きい。 ・オゾン酸化処理のための電気使用量が多い。	・砂ろ過＋活性炭吸着 ・設備規模は標脱方式より小さい。 ・色度及びCOD除去のために活性炭設備の設置が必須条件。 ・凝集分離設備は主処理設備に含まれる。	・凝集分離＋活性炭吸着 ・設備規模は高負荷方式より小さい。 ・色度及びCOD除去のために活性炭設備の設置が必須条件であるが、設備規模は高負荷方式より小さくて済む。	・活性炭吸着 ・凝集分離設備は受入貯留・前処理設備の固液分離(脱水)設備に機能上含まれる。 ・設備規模は他の方式に比べ最も小さい。 ・色度及びCOD除去のために活性炭設備の設置が必須条件であるが、設備規模は高負荷方式より小さくて済む。
放流水質 及び汚濁負荷量	・浄化槽汚泥の混入等、質的量的変動に対しても処理水は安定している。 ・汚濁負荷量は他の方式に比べ最も多い。 ・処理水はプロセス用水として再利用できる。	・し尿等の質的量的変動に対してやや不安定。 ・汚濁負荷量は標脱方式の約 1/5 と少ない。	・し尿等の質的量的変動に対してやや不安定であるが、固液分離は確実。 ・汚濁負荷量は高負荷方式よりも少ない。	・浄化槽汚泥の質的量的変動に対しては安定している。ただし、し尿混入率が多くなるなどの質的変動に対しては不安定となる。 ・汚濁負荷量は膜方式とほぼ同じ。
臭気対策	・施設を一体化できるため臭気対策は容易。 ・高濃度臭気は消化槽を利用した生物脱臭が容易にできる。	・施設を一体化できるため臭気対策は容易。 ・脱臭設備の規模は標脱方式より少ない傾向である。	・施設を一体化できるため臭気対策は容易。 ・脱臭設備の規模は高負荷方式とほぼ同じ。	・施設を一体化できるため臭気対策は容易であるが、生物処理前の汚泥を脱水するため、脱水汚泥の臭気対策に留意する必要がある。 ・脱臭設備の規模は高負荷方式とほぼ同じ。

表3-1-3 生物学的脱窒素処理方式の比較（2/2）

処理方式	標準脱窒素処理方式 【標脱方式】	高負荷脱窒素処理方式 【高負荷方式】	膜分離高負荷脱窒素処理方式 【膜方式】	浄化槽汚泥の混入比率の高い 脱窒素処理方式 【浄化対応方式】
汚泥処理	・余剰汚泥は濃度約 10,000ppm であるため濃縮してから脱水しなければならない。 ・汚泥発生量は 8～10 kg DS/kL 程度。	・余剰汚泥は濃度約 20,000ppm であるため濃縮せず直接脱水することができる。 ・水処理の固液分離が必ずしも確実でないため汚泥濃度が安定せず脱水効率が悪くなることもある。 ・汚泥発生量は 8～10 kg DS/kL 程度。	・余剰汚泥は濃度約 20,000ppm であるため濃縮せず直接脱水することができる。 ・膜使用により汚泥濃度が安定しているため脱水効率がよい。 ・汚泥発生量は 8～10 kg DS/kL 程度。	・余剰汚泥濃度は浄化槽汚泥等との混合で薄くなるが直接脱水することができる。 ・浄化槽汚泥と余剰汚泥を脱水する場合は安定して脱水できるが、これにし尿を含めると脱水効率は低下する。 ・汚泥発生率は 10 kg DS/kL 以上で 4 方式の中で最も多い。
防災・安全性	・危険性は特にない。	・危険性は特にない。	・危険性は特にない。	・危険性は特にない。
運転管理性	・運転管理性は容易。 ・し尿等の量的質的変動への対応が容易。	・通常は自動制御運転のため安定した管理が可能。 ・負荷変動に対し他の方式より不安定である。 ・負荷変動に対する固液分離にやや難がある。 ・変動対応として水質的な管理が重要。 ・高濃度処理のため、発熱、発泡、腐食等の対策が必要。	・通常は自動制御運転のため安定した管理が可能。 ・固液分離に膜を使用しているため、処理が安定している。 ・水質的管理は高負荷方式よりは容易。 ・高濃度処理のため、発熱、発泡、腐食等の対策が必要。	・通常は自動制御運転のため安定した管理が可能。 ・前脱水により、負荷変動が小さいため、処理が安定している。 ・水質的管理は高負荷方式よりは容易。
維持管理費 （高度処理含む）	・処理方式による差異は少ない。	・処理方式による差異は少ない。	・処理方式による差異は少ない。 ・凝集分離にも膜を使用すると膜交換費用が最も高くなる（生物処理用 1 段膜推奨）。	・処理方式による差異は少ない。 ・膜無しの場合には、膜交換費用が掛からない分、経済的である。
建設費 （高度処理含む）	・高負荷方式よりやや高くなる傾向。 ・水槽、建屋面積が広がる分、土木建築で高負荷方式より高くなる傾向。	・標脱方式よりやや経済的な傾向。 ・建屋、水槽等がコンパクトとなる分、土木建築で標脱方式より経済的になる傾向。	・高負荷方式と概ね同等。	・高負荷方式と概ね同等。 ・膜無しの場合でも、膜有と概ね同等。
メリット	・生物学的脱窒素法として最初の技術。 ・採用された実用施設が最も多い。 ・メーカーによる技術的差異が少ない。 ・高濃度臭気は消化槽を利用した生物脱臭が容易にできる。 ・し尿等の質的量的変動への対応が容易。 ・処理水質が最も安定している。	・無希釈の脱窒素技術として最初の方式。 ・希釈水が不要。 ・設置スペースは小さくて済む。	・希釈水が不要。 ・設置スペースは小さくて済む。 ・固液分離は確実・完全であり、処理水は安定している。 ・放流先への汚濁負荷量は最も少ない。 ・生物 1 段膜は建設費、維持管理費も経済的となる。	・前脱水のため生物処理以降の規模が小さい。 ・生物処理は安定した運転ができる。 ・希釈水が不要。 ・設置スペースは小さくて済む。 ・放流先への汚濁負荷量は最も少ない。
デメリット	・希釈水が 4～9 倍必要となる。 ・設置スペースは最も広く必要とする。 ・放流量が最も多くなるため、放流先への汚濁負荷量としては最も多い。	・水量、水質等の負荷変動にやや弱い傾向があり、十分留意する必要がある。 ・高汚泥濃度のため固液分離に難点のものもある。 ・メーカーによる技術的差異が大きい。	・水質等の負荷変動にやや弱い傾向があるが、固液分離は確実。 ・凝集分離にも膜を使用すると膜交換費用等維持管理費が高くなる。	・浄化槽汚泥を前脱水するため脱水汚泥量が最も多くなる。 ・生物処理前の汚泥を脱水するため、臭気対策に留意する必要がある。 ・脱水設備及び関連設備が最も大きくなる。 ・し尿と浄化槽汚泥が混合状態で搬入される場合は、質的変動が大きくなるので脱水機能が低下する（SS回収率、BOD除去率の低下等）。

第2節 資源化の技術的動向調査

1. 資源化方式の概要

交付金事業として汚泥再生処理センターを整備する場合は、汚泥等の資源化が整備要件となる。汚泥再生処理センターによる資源化設備とは、「メタン発酵、堆肥化等によりエネルギーを回収する又は有効利用できる原料若しくは製品を製造する設備をいう。」と、汚泥再生処理センター性能指針で定義されている。今日まで、汚泥再生処理センターで採用され、すでに確立されている資源化技術の概要を以下に示す。

(1) メタン発酵方式

し尿や生ごみ等を嫌気性細菌の働きによりメタンを発酵させ、メタンガスを回収しエネルギーとして再利用する方式であり、技術的には既設し尿処理施設の嫌気性処理設備と同様である。

通常のし尿処理施設から汚泥再生処理センターに交付対象が移行した当初は、生ごみも収集対象とする、メタン発酵設備を設ける、堆肥化を行うといった交付上の3要件のひとつとなっていた。その後、この3要件から外れて以降は採用が激減している。

(2) 堆肥化方式

堆肥化は、汚泥等を好気性の条件下で堆積し、好気性微生物の働きにより有機物を分解して、より安全で安定した物質にすることで、好気性発酵ともいう。堆肥化は通常2段階で分解が進む。まず低分子の炭水化物や脂肪、タンパク質などの易分解性有機物が分解され、続いて高分子のセルロース等の難分解性有機物が分解される。堆肥化の主な目的は、有機物の分解と病原微生物や雑草種子の死滅化または不活化であるが、使用する側からはより熟成していることが望ましいので、堆肥化するための日数は2週間程度のものから熟成も含め3か月以上かけて製品化しているところもある。

(3) 助燃剤化方式

汚泥等をフィルタープレス、スクリーンプレス、電気浸透式脱水機等の高効率型脱水機により含水率70%以下にすることで、エネルギー回収推進施設にて助燃剤として利用する方式である。資源化方式の中では経済的に有利なこともあり、近年、最も採用されている方式である。

(4) リン回収方式

し尿等に含まれる希少価値の高いリンを回収する方式であり、HAP法とMAP法がある。HAP法は生物処理後の処理水にカルシウム剤を添加させて晶析物（ヒドロキシアパタイト）としてリンを回収する技術である。MAP法は、浄化槽汚泥混合比率の高いし尿を前処理する段階でマグネシウム剤を

添加して、晶析物（リン酸マグネシウムアンモニウム）としてリンを回収する技術である。汚泥再生処理センターの資源化技術として平成 19 年度に認められた。

(5) その他の資源化方式

汚泥再生処理センターの資源化技術として、上記以外に過去に採用された技術としては、「炭化方式」「溶融方式」「油温減圧乾燥方式」「熱分解方式」があるが、採用事例は 1～2 件と非常に僅かである。これは、工事費、維持管理費が非常に高いといった制約があるためと思われる。

(6) 資源化方式別発注実績

過去 5 年間でし尿処理施設における資源化方式別の発注実績（交付金事業による整備）を表 3-2-1 に示す。

表3-2-1 過去 5 年間の資源化方式別発注実績

年度 \ 方式	メタン発酵	堆肥化	助燃剤化	リン回収	その他
平成 30 年度	－	3	8	2	－
令和元年度	－	－	6	1	－
令和 2 年度	－	1	8	－	－
令和 3 年度	－	1	4	1	－
令和 4 年度	－	－	5	－	－
計	－	5	31	4	－

交付金事業として汚泥再生処理センターとして整備する場合は、汚泥等の資源化が整備要件となる。

汚泥再生処理センターで採用され、すでに確立されている資源化技術の概要を表 3-2-2 及び表 3-2-3 に示す。

表3-2-2 資源化方式の概要（１／２）

	①メタン発酵方式	②堆肥化方式	③助燃剤化方式	④リン回収方式（HAP法）	⑤リン回収方式（MAP法）
処理概要	汚泥等の有機性廃棄物を嫌気性細菌の作用により、メタンに転換させ、バイオマスエネルギーとして資源回収を行う技術である。	汚泥等の有機性廃棄物を好気性微生物の働きにより堆肥化物を製造する技術である。	汚泥を高効率の汚泥脱水機で含水率70%以下に脱水し、ごみ焼却施設等へ助燃剤として利用する技術である。	イオン反応を利用し、処理水中のリン酸イオンにカルシウムを添加し、ヒドロキシアパタイト（HAP）に再結晶化し、リンを回収する技術である。	イオン反応を利用し、処理水中のリン酸イオン、アンモニア態窒素にマグネシウムを添加し、リン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）に再結晶化し、リンを回収する技術である。
	<pre> graph TD A[受入・供給設備] --> B[前処理設備] B --> C[メタン発酵設備] C --> D[排水処理設備] C --> E[バイオガス貯留設備] E --> F[バイオガス利用設備] </pre>	<pre> graph TD A[前処理設備] --> B[発酵設備] B --> C[製品化プロセス] </pre>	<pre> graph TD A[原料供給設備] --> B[汚泥脱水設備] B --> C[貯留・搬出設備] </pre>	<pre> graph TD A[原料供給設備] --> B[リン回収設備] C[薬品注入設備] -.-> B B --> D[貯留・乾燥設備] </pre>	<pre> graph TD A[原料供給設備] --> B[リン回収設備] C[薬品注入設備] -.-> B B --> D[貯留・乾燥設備] </pre>
構成設備	①前処理設備 有機性廃棄物をメタン発酵に適したものとする。 ②メタン発酵設備 有機物からメタンを安全かつ効率よく回収するとともに、汚泥の減量化を目的とする。 ③バイオガス貯留設備 発生したバイオガスを安全に貯留する。 ④バイオガス利用設備 発電機、ボイラ等により発電利用、熱利用、排熱利用を行う。	①前処理設備 脱水汚泥や生ごみを受入れ発酵しやすい状態に調整する。 ②発酵設備 通気、攪拌、移送の機能を備え、装置内における生物反応を促進する。 ③製品化プロセス 堆肥の製品品質を上げるために、乾燥、成形、袋詰、梱包といった設備を組合わせる。	①原料供給設備 原料を汚泥脱水設備へ供給する。 ②汚泥脱水設備 高効率の脱水機により、汚泥の含水率が70%以下になるよう脱水する。 ③貯留・搬出設備 脱水された汚泥助燃剤を貯留する。	①原料供給設備 原料をリン回収設備へ供給する。 ②リン回収設備（HAP） 分離部、反応部、貯留部から構成され、カルシウムイオンを反応槽へ流入して結晶化させ、沈降したHAPを反応槽下部より、引き抜き回収する。 ③貯留・乾燥設備 HAPを貯留・乾燥する。	①原料供給設備 原料をリン回収設備へ供給する。 ②リン回収設備（MAP） 分離部、反応部、貯留部から構成され、マグネシウムイオンを反応槽へ流入して結晶化させ、沈降したMAPを反応槽下部より、引き抜き回収する。 ③貯留・乾燥設備 MAPを貯留・乾燥する。
資源化物の利用先	メタンガス（バイオガス）を熱及び発電に利用	肥料として農地等で利用	ごみ焼却施設の助燃剤として利用	肥料原料として肥料会社等へ売却可能	肥料原料として肥料会社等へ売却可能

表3-2-3 資源化方式の概要（2／2）

	⑥乾燥方式	⑦炭化方式	⑧溶融方式	⑨油温減圧乾燥方式	⑩汚泥熱分解方式
処理概要	脱水汚泥を乾燥し、堆肥化物に類似した製品を製造する技術である。	脱水汚泥を蒸し焼きし、炭化製品を製造する技術である。	汚泥、し渣、残渣等を高温で溶融し、スラグを製造する技術である。	汚泥等の有機性廃棄物を廃食用油等の媒体油で天ぷらのように混合接触させ、製品を製造する技術である。	汚泥等の有機性廃棄物を焙煎し、堆肥化物に類似した製品を製造する技術である。
	<pre> graph TD A[原料供給装置] --> B[乾燥設備] B --> C[乾燥物貯留設備] </pre>	<pre> graph TD A[原料供給装置] --> B[炭化設備] B --> C[貯留設備] </pre>	<pre> graph TD A[前処理設備] --> B[溶融設備] B --> C[ガス冷却設備] C --> D[排ガス処理装置] D --> E[スラグ冷却設備] E --> F[貯留・搬出設備] </pre>	<pre> graph TD A[予備処理タンク] --> B[油温減圧乾燥装置] B --> C[油脂分離装置] C --> D[脱油プレス] D --> E[冷却機] E --> F[製品化プロセス] </pre>	<pre> graph TD A[原料供給設備] --> B[汚泥熱分解設備] B --> C[冷却ホッパ] C --> D[製品化プロセス] </pre>
構成設備	①原料供給設備 原料を乾燥設備へ供給する。 ②乾燥設備 汚泥の水分を熱利用により蒸発させ、汚泥の含水率を低下させる。 ③乾燥物貯留設備 乾燥物の貯留を行う。必要に応じて梱包等を行う。	①原料供給設備 原料を炭化設備へ供給する。 ②炭化設備 有機物を空気遮断し加熱することで、無定形炭素に富んだ物質（炭）にする。 ③貯留設備 炭化物の貯留を行う。必要に応じて梱包等を行う。	①前処理設備 前処理として、破碎や乾燥を行う。 ②溶融設備 炉内に供給するホッパ、供給装置、加温・加熱装置、炉本体、排ガスの二次燃焼装置、助燃装置等から構成される。 ③ガス冷却設備 溶融炉から生じた高温のガスを適正な温度に低下させる。 ④排ガス処理設備 高温ガス中のばい塵を除去する。 ⑤スラグ冷却設備 スラグの冷却・固化を行う。 ⑥貯留・搬出設備 冷却・固化されたスラグを一時貯留したり、破碎等の後処理設備等がある。	①予備処理タンク 処理対象物と媒体油を混合攪拌し、かつ加熱を行う。 ②油温減圧乾燥装置 処理対象物と媒体油を加熱し、かつ混合攪拌させる。 ③油脂分離装置 媒体油とともに取り出された乾燥物をスクリーンにより一次分離する。 ④脱油プレス 一次分離された乾燥物を、更に分離する。 ⑤冷却機 各機器で使用された冷却水を散水、冷却し再び冷却水として利用する。 ⑥製品化プロセス 製品品質を上げるために、成形、袋詰、梱包といった設備を組み合わせる。	①原料供給設備 原料を汚泥熱分解設備へ供給する。 ②汚泥熱分解設備 処理槽の周囲がジャケットで囲まれ、そのジャケット中を加熱した媒体油を循環させて原料を加熱する。 ③冷却ホッパ 処理終了後の製品を強制冷却させる。 ④製品化プロセス 製品品質を上げるために、成形、袋詰、梱包といった設備を組み合わせる。
資源化物の利用先	肥料として農地等で利用	肥料、土壌改良材として農地等で利用	路盤材、コンクリート用骨材等として利用	肥料として農地等で利用	肥料、土壌改良材として農地等で利用

第3節 し尿処理施設の施設整備方式の動向調査

1. 施設整備手法の比較

し尿処理施設を整備する手法としては、既存施設と同様に「従来型のし尿処理施設」として整備する方法と、生ごみ等の有機性廃棄物も併せて処理するとともに資源を回収する施設である「汚泥再生処理センター」として整備する方法に大別される。

これらの比較概要は表 3-3-1 のとおりであり、長所、短所で明らかなように、循環型社会形成推進交付金事業となる汚泥再生処理センターとして整備する方法が経済面では優位となる。

なお、生ごみ等の有機性廃棄物とは、「生ごみ（家庭厨芥、事業系生ごみ等）や汚泥（コミュニティ・プラント、農業集落排水施設、下水道等の排水処理施設から搬出される汚泥）などの資源化可能な有機性の廃棄物をいう」と定義されている。

したがって、既存施設が農業集落排水施設等からの汚泥を処理対象としているなら、生ごみを必ずしも収集・処理の対象としなくても、処理対象を変更せずに汚泥再生処理センターとして整備することが可能となっている。

表3-3-1 し尿処理施設の整備手法別比較概要

区 分	従来型し尿処理施設	汚泥再生処理センター
処理対象	し尿、浄化槽汚泥	し尿、浄化槽汚泥、生ごみ等の有機性廃棄物
処理概要	し尿処理：生物学的脱窒素処理方式 ＋高度処理 汚泥処理：脱水後、場外搬出して処分、 または乾燥・焼却	し尿処理：同左 汚泥処理：原則として資源化 （堆肥化、炭化、助燃剤等） （メタン発酵、リン回収は従来の汚泥処理でも可）
交付金の有無	無	有
起債の有無	有	有
長 所	・ 事業手続を比較的簡素化できる。 ・ 放流水質は廃棄物処理法に示される水質でよい。	・ 交付金を受けられる（交付金対象の1／3）ため、市の財政負担が少ない。 ・ 地球環境保全、循環型社会に対応する事業である。
短 所	・ 交付金を受けられず単独事業となるため、市の財政負担が大きい。 ・ 近年の整備実績はほとんどない。	・ 資源化設備の整備が必須であり、地域の需要等を十分考慮して資源化方式を選定する必要がある。 ・ 放流水質は性能指針に示される水質とする必要がある。（廃棄物処理法の基準より厳しい）

2. 共同処理方式の比較

し尿処理施設における処理水の共同処理方式は、以下の3種類に大別される。

- ① 前処理＋希釈方式
- ② 前処理＋前脱水＋希釈方式
- ③ 生物学的脱窒素処理方式

これらの共同処理方式の比較を次頁の表 3-3-2 に示す。

①の前処理＋希釈方式は処理フローがシンプルとなるが、放流量が施設規模の15～20倍とかなり多くなるため、放流先の下水道側の受入能力に余力があることが条件となり、また下水道料金も高価となることが考えられる。

②の前処理＋前脱水＋希釈方式については、①の方式に汚泥脱水機を設けて固液分離を行う方式で、放流量を施設規模の4～5倍程度に少なくすることができるが、①より設備費が多くかかることになる。

③の生物学的脱窒素処理方式は、従来のし尿処理方式と同様の生物処理を行うことで、処理水の水質が下水道投入水質を満足できるため、希釈せずに下水道へ放流できる。そのため、下水道への投入水量を最も小さくでき、下水道料金が最も安価ですむが、設備構成としては高度処理を省略したし尿処理施設とほぼ同等となり、建設費及び維持管理費が最も高価になる。

なお、①の方式には社会資本整備総合交付金の下水道広域化推進総合事業として整備できる可能性があり、②、③の方式は、循環型社会形成推進交付金事業として資源化設備を設けることで有機性廃棄物リサイクル推進施設（汚泥再生処理センター）の交付金事業として整備できると考えられる。採用する方式の比較検討には、これら交付金の有無も含めて総合的に検討する必要がある。

表3-3-2 共同処理方式の比較

処理方式	前処理＋希釈方式	前処理＋前脱水＋希釈方式	生物学的脱窒素処理方式 (浄化槽対応型高負荷の事例の場合)
処理フロー			
処理概要	・ し渣(きょう雑物)除去後のし尿等を希釈して下水道投入する。	・ し渣(きょう雑物)除去後のし尿等を前脱水し、その分離液を希釈して下水道投入する。	・ し渣(きょう雑物)除去後のし尿等及び余剰汚泥を脱水し、その分離液を希釈せずに生物学的脱窒素処理を行い下水道に投入する。(既設の高度処理設備を省略した方式)
処理フローによる除去率	・ 0% (基本的には、し渣分の除去のみで、汚濁物質の除去は見込めない。)	- 前脱水除去率(し尿・浄化槽汚泥混合に対し) ・ BOD 62%、SS 95%、T-N 39%、T-P 56% (廃棄物処理技術評価第7号 P19、RUN1 より設定)	- 前脱水・生物処理除去率(メーカーにより差異あり) ・ BOD 99%以上、SS 95%以上、T-N 99%以上、T-P 99%以上
希釈水量	下水道投入基準までの希釈水が必要	下水道投入基準までの希釈水が必要	希釈水は不要
交付金の可能性	社会資本整備総合交付金の対象となる可能性あり	資源化設備(汚泥助燃剤化)を設けることにより、循環型交付金の対象となる可能性あり	資源化設備(汚泥助燃剤化)を設けることにより、循環型交付金の対象となる可能性あり

第4章 し尿等の計画処理量の推計

第1節 処理対象人口の設定

生活排水処理形態別人口予測結果を表 4-1-1、図 4-1-1 に示す。

表4-1-1 生活排水処理形態別人口予測結果

年度	計画処理 区域内人口	下水道 人口	農集排 人口	浄化槽 人口	単位:人		汲取し尿 人口	備考
					単独処理	合併処理		
H 30	160,775	91,275	5,676	55,308	31,700	23,608	8,516	実績
R 1	159,295	92,986	5,773	52,779	29,008	23,771	7,757	
2	157,929	94,215	5,873	50,687	27,038	23,649	7,154	
3	156,301	94,889	5,961	48,724	25,117	23,607	6,727	
4	155,281	95,563	5,981	47,482	23,543	23,939	6,255	
5	152,973	94,374	5,943	46,612	22,873	23,739	6,044	予測
6	152,115	94,804	6,029	45,583	21,567	24,016	5,699	
7	151,256	95,225	6,065	44,561	20,454	24,107	5,405	
8	150,452	97,440	6,126	42,181	17,917	24,264	4,705	
9	149,648	97,040	6,199	41,894	17,192	24,702	4,515	
10	148,844	97,693	5,344	41,528	16,394	25,134	4,279	
11	148,040	97,284	5,394	41,263	15,702	25,561	4,099	
12	147,236	97,873	4,564	40,916	14,965	25,951	3,883	
13	146,268	97,347	4,612	40,634	14,251	26,383	3,675	
14	145,300	97,442	4,069	40,302	13,524	26,778	3,487	
15	144,394	96,950	4,100	40,043	12,881	27,162	3,301	
16	143,447	97,561	2,811	39,926	12,365	27,561	3,149	
17	142,500	97,060	2,831	39,651	11,685	27,966	2,958	
18	141,010	96,214	2,838	39,209	10,929	28,280	2,749	
19	139,520	95,365	2,846	38,769	10,160	28,609	2,540	
20	138,030	94,511	2,851	38,343	9,418	28,925	2,325	
21	136,540	93,668	2,858	37,905	8,649	29,256	2,109	
22	135,050	92,821	2,847	37,484	7,884	29,600	1,898	
23	133,725	92,085	2,819	37,115	7,178	29,937	1,706	
24	132,399	91,357	2,791	36,757	6,455	30,302	1,494	

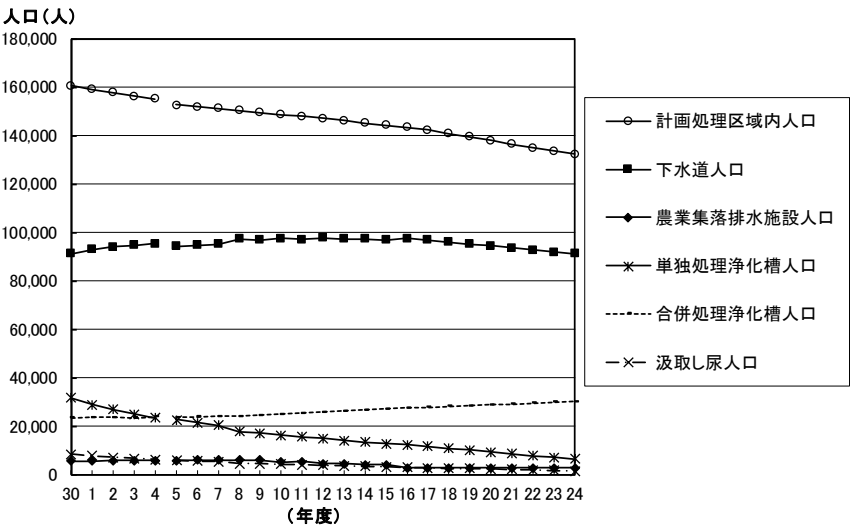


図4-1-1 生活排水処理形態別人口予測結果

第2節 し尿・汚泥の計画処理量の推計

1. し尿等の計画処理量の推計手順

し尿等の計画処理量の推計手順を図 4-2-1 に示す。

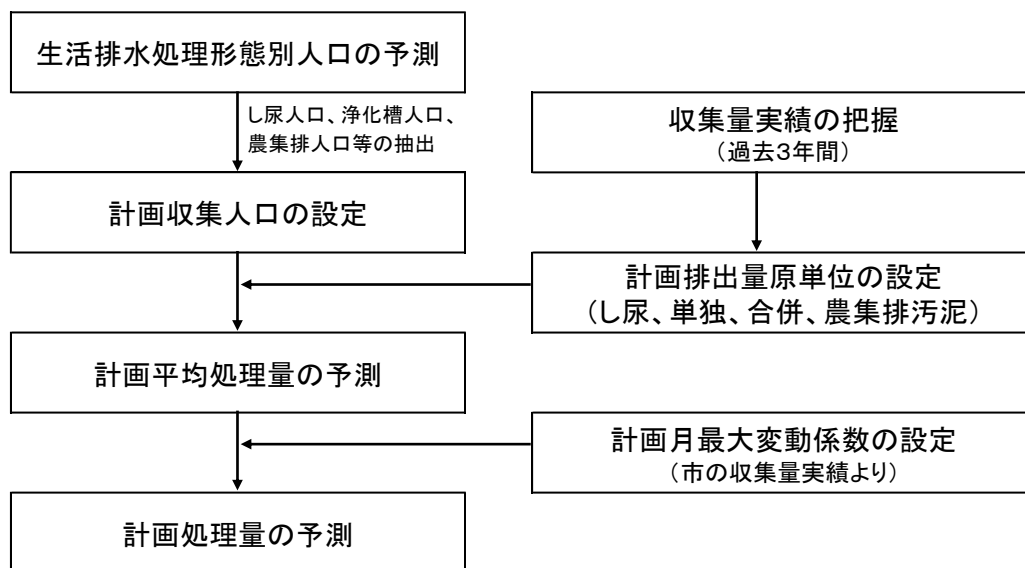


図4-2-1 計画処理量の推計手順

2. 計画処理量の予測結果

本市における計画処理量の予測結果を表 4-2-1、図 4-2-2 に示す。

本市の計画処理量の予測は本市の計画平均処理量の合計に月最大変動係数 1.15 を乗じて求めた。

施設稼働予定年度である令和 13 年度の計画処理量は 85kL/日と推計される。

表4-2-1 計画処理量の予測結果

単位:kL/日

年度	計 画 平 均 処 理 量					合 計	計画処理量	備 考
	汲 取 し尿	浄化槽汚泥			計			
		単独処理	合併処理	農集排				
R 2	12.3	20.3	52.0		72.3	84.6	—	実 績
3	11.5	19.6	54.2		73.8	85.3	—	
4	11.5	18.0	54.0		72.0	83.5	—	
5	10.6	17.6	42.7	10.7	71.0	81.6	94	予
6	10.0	16.6	43.2	10.9	70.7	80.7	93	
7	9.5	15.7	43.4	10.9	70.0	79.5	92	
8	8.3	13.8	43.7	11.0	68.5	76.8	89	
9	7.9	13.2	44.5	11.2	68.9	76.8	89	
10	7.5	12.6	45.2	9.6	67.4	74.9	87	
11	7.2	12.1	46.0	9.7	67.8	75.0	87	
12	6.8	11.5	46.7	8.2	66.4	73.2	85	
13	6.5	11.0	47.5	8.3	66.8	73.3	85	
14	6.1	10.4	48.2	7.3	65.9	72.0	83	
15	5.8	9.9	48.9	7.4	66.2	72.0	83	
16	5.5	9.5	49.6	5.1	64.2	69.7	81	
17	5.2	9.0	50.3	5.1	64.4	69.6	80	
18	4.8	8.4	50.9	5.1	64.4	69.2	80	
19	4.5	7.8	51.5	5.1	64.4	68.9	80	
20	4.1	7.3	52.1	5.1	64.5	68.6	79	
21	3.7	6.7	52.7	5.1	64.5	68.2	79	
22	3.3	6.1	53.3	5.1	64.5	67.8	78	
23	3.0	5.5	53.9	5.1	64.5	67.5	78	
24	2.6	5.0	54.5	5.0	64.5	67.1	78	

※計画処理量は、計画平均処理量の合計に計画月最大変動係数1.15を乗じて小数点以下を切り上げた値。

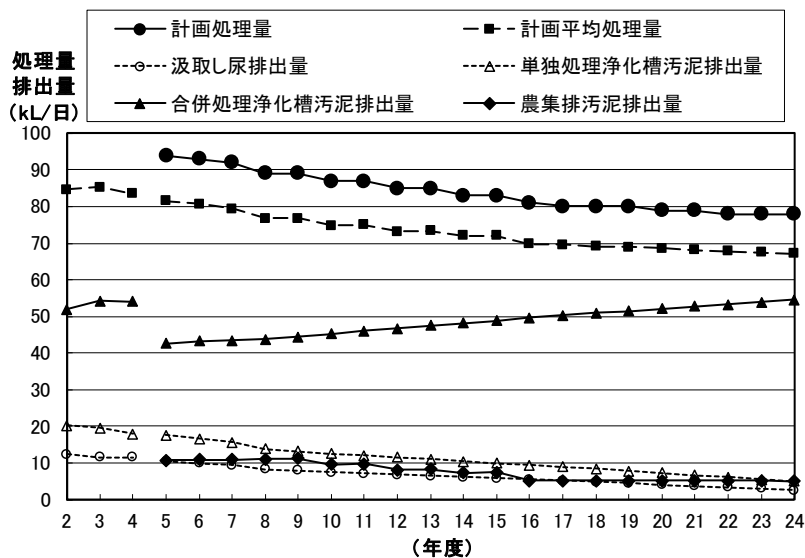


図4-2-2 計画処理量の予測結果

第5章 し尿処理システムの検討

第1節 し尿処理施設整備ケース案の抽出

1. し尿処理施設の整備方式案の抽出

(1) し尿処理施設の整備方式案

整備を検討するし尿処理施設（以下、「更新施設」という。）の整備方式は、共同処理方式及び単独処理方式について、以下の3方式を検討対象とする。

共同処理方式は、処理水の投入先を巴波川浄化センターとした下水道投入施設を新設する方式（以下、「共同処理方式（新設）」という。）について検討した。

単独処理方式は、汚泥再生処理センターを新設（全面更新）する方式及び既存施設を延命化（受入・貯留棟は全面更新、水処理棟は建築物を除く設備・機器を全て更新）する方式の2方式（以下、「単独処理方式（新設）」及び「単独処理方式（延命化）」という。）について検討した。

更新施設の整備方式案を表5-1-1に示す。

表5-1-1 更新施設整備方式案

ケース	方式
①	共同処理方式（新設）
②	単独処理方式（新設）
③	単独処理方式（延命化）

(2) 共同処理方式（新設）の採用の可否

表5-1-2に巴波川浄化センターにおける日最大汚水量の計画値（令和4年度～令和19年度）を示す。

ケース① 共同処理方式（新設）について、令和13年度（施設稼働予定年度）における、巴波川浄化センターの日最大汚水量は37,827m³/日であり、現有能力（37,800m³/日）と同程度の見込みである。また、現時点では下水処理場の増設予定はないことから、令和13年度以降においても、処理能力に対してほぼ余力のない状況が継続することが想定される。したがって、共同処理方式（新設）により、更新施設の放流水を下水道投入すると、巴波川浄化センター処理能力を超過するため、共同処理方式（新設）の採用は困難であると考えられる。

表5-1-2 巴波川浄化センター日最大汚水量計画値（栃木県資料より）

年度	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11
日最大汚水量(m ³ /日)	36,918	36,788	36,657	36,526	36,561	36,595	37,112	37,107
年度	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19
日最大汚水量(m ³ /日)	37,576	37,827	37,723	37,609	37,923	37,801	37,698	37,596

※ 雨天時浸入水の影響を考慮しない。

(3) 単独処理方式（新設）の採用の可否

ケース② 単独処理方式（新設）は、整備に必要な敷地面積は 3 方式の中で最も多く必要であり、処理水を巴波川へ放流するための放流管の整備も必要となる。

更新施設の整備予定地は既存施設敷地内を予定しており、単独処理方式（新設）の施設整備においても必要な敷地面積の確保が可能となっている。また、河川への放流管の整備についても、既存施設（平成 7 年度増設時の処理能力 125kL/日）の放流管を活用する（更新施設の処理能力 85kL/日）ことができると考えられる。

したがって、単独処理方式（新設）は採用の可能性があると考えられる。

(4) 単独処理方式（延命化）の採用の可否

ケース③ 単独処理方式（延命化）は「栃木市衛生センター既存施設余寿命検討業務報告書（令和 2 年 3 月）」より、既存施設における建築物の寿命は、50 年程度と想定されている。既存施設の竣工後の経過年数は、令和 13 年度（施設稼働予定年度）において、受入・貯留棟で 45 年、水処理棟で 35 年となる。

そのため、受入・貯留棟については延命化が難しく全面更新が必要となり、水処理棟についても、建築物の寿命や安全性を考慮すると、延命化工事終了後の施設供用開始から 10 年程度で施設更新を行う必要性が生じることとなり、今後も整備年度の異なる 2 つの建築物の各々について、老朽化・整備等の管理を継続しなければならない。

また、水処理棟の処理能力 75kL/日に対して、施設稼働予定年度における計画処理量が 85kL/日のため、処理能力の拡大が必要となる。そのため、設備・機器の能力変更が必要となることから、処理能力を変更しない延命化工事と比較して、整備事業費が高価になると考えられる。なお、処理能力が 10%以上変動することから、生活環境影響調査を実施し、廃棄物処理施設の変更届の提出が必要となる。

さらに、近年頻発している激甚災害への対応として、循環型社会形成推進交付金事業の適用を受けるには、その建設地に応じた災害対策を取ることが必須となっている。後述する既存施設は 0.5m～3m 未満の浸水想定区域に指定されていることから、水害対策が必須となる。そのため、水処理棟を延命化して利用する場合にも、既存建築物に対して水害対策の改造等を実施する必要がある。

したがって、単独処理方式（延命化）で必要となる施設整備費は、受入・貯留棟の新設工事費及び水処理棟の延命化工事費となることから、単独処理方式（新設）方式と比較して、費用対効果が低くなるため、採用は避けるべきと考えられる。

よって、整備方式については、単独処理方式（新設）を基本として、整備ケース案を検討することとする。

2. 資源化方式の検討

(1) 検討する資源化方式

更新施設の整備方式として選定したケース② 単独処理方式（新設）における資源化方式については、第3章第2節 資源化の技術的動向調査に示した、汚泥再生処理センターで過去に採用事例のあるメタン発酵、堆肥化、助燃剤化及びリン回収の4種の資源化方式の中から検討するものとする。

更新施設の整備ケース案を表5-1-3に示す。

表5-1-3 更新施設整備ケース案

ケース		整備方式	
		方式	資源化方式
②	-1	単独処理方式（新設）	メタン発酵
	-2		堆肥化
	-3		助燃剤化
	-4		リン回収

(2) メタン発酵方式の採用の可否

資源化方式4方式の近年の実績としては、第3章の表3-2-1に示したとおり、メタン発酵の導入実績はない。この要因としては、資源化設備としてメタン発酵槽やバイオガス利用設備等を設ける必要があるため、建設費用及び維持管理費が他の資源化方式に比べて高価となってしまうことから、資源化方式として採用が敬遠されているものと考えられる。

また、メタン発酵を採用する場合は、バイオガス発生量の確保のために、生ごみ等を合わせて処理することが必要となるが、更新施設では生ごみ等は処理対象物としていないので、十分なバイオガス発生量が見込めないため、整備に要するコストも加味すると、更新施設においてはメタン発酵方式の採用は困難であると考えられる。

3. し尿処理施設の整備ケース案の抽出結果

上記の検討結果より、本市の更新施設として導入可能性を検討するケース案は表5-1-4の3ケースとする。

表5-1-4 更新施設整備ケース案 抽出結果

ケース		整備方式	
		方式	資源化設備
②	-2	単独処理方式（新設）	堆肥化
	-3		助燃剤化
	-4		リン回収

第2節 し尿処理施設の整備に関する基本的事項

本市のし尿処理施設の整備に関する基本的事項を以下にまとめる。

1. 施設規模

更新施設の施設規模は 85kL/日（し尿：8kL/日、浄化槽汚泥：77kL/日（浄化槽汚泥には農集排汚泥を含む））を想定する。

2. 計画し尿等性状

し尿等の性状については、現時点で既存施設ではし尿等の性状分析データをほとんど把握していないため、「汚泥再生処理センター等の計画・設計要領（2021 改訂版）」（全国都市清掃会議 2022 年）に示される全国実績の性状データを参考に表 5-2-1 に示すように暫定的に設定する。

表5-2-1 計画し尿等の性状

項 目	単 位	し 尿	浄化槽汚泥
pH	—	7.6	7.0
BOD	mg/L	5,200	3,400
COD	mg/L	3,400	4,100
SS	mg/L	6,000	10,000
T-N	mg/L	1,900	720
T-P	mg/L	180	110
Cl ⁻	mg/L	1,500	190

（※）し尿は非超過確率 50% 値、浄化槽汚泥は非超過確率 75% 値で設定した。

3. 施設の整備方式

整備を検討するし尿処理施設の整備方式は、第 5 章第 1 節で検討したように、単独処理方式（新設）のケース②-2、②-3、②-4 について検討するものとする。

4. 計画放流水質

し尿処理施設の計画放流水質については、既存施設と同様とし、表 5-2-2 に示すとおり設定する。

表5-2-2 計画放流水質

項 目	単 位	計 画 値
pH		5.8～8.6
BOD	mg/L	10 以下
COD	mg/L	30 以下
SS	mg/L	10 以下
T-N	mg/L	10 以下
T-P	mg/L	1 以下
色 度	度	30 以下
大腸菌群数	個/cm ³	3,000 以下

第3節 し尿処理施設の整備ケース案の比較・評価

1. ケース案別におけるライフサイクルコストの試算方法

ここでは、抽出した各ケース案について、施設の15年間のライフサイクルコスト（整備事業費、ランニングコスト、点検・整備補修費、人件費）を算出して比較を行う。なお、整備事業費及びランニングコスト等の費用については、プラントメーカーに概算見積を依頼し、その資料を参考にして設定した。

2. し尿処理施設の費用項目における費用の設定

各ケース案における整備事業費、ランニングコスト及び点検・整備補修費については、施設規模及び混合し尿の性状等の基本的事項を提示し、プラントメーカーより提出された整備事業費の見積及び技術資料を基に表 5-3-1 のように設定した。

表5-3-1 整備事業費等の費用の設定（税抜）

項 目	単 位	ケース②-2 単独処理方式 堆肥化	ケース②-3 単独処理方式 助燃剤化	ケース②-4 単独処理方式 リン回収
整備事業費	千円	5,205,000	4,450,334	4,695,334
ランニングコスト	円/kL	2,362	1,955	2,064
点検・整備補修費	千円/15年	1,217,200	1,053,233	1,114,967
人件費単価	千円/(人・15年)	121,161	129,833	129,833
必要人員	人	7	6	6
放流量	m ³ /日	125	117	116
資源化物量	kg/日	542	2,683	21

※ 各項目の費用は、プラントメーカーからの概算見積により設定

3. ライフサイクルコストの比較・評価

表 4-2-1 で予測した、本市のし尿等の計画処理量の推計結果を基に、ケース②-2 からケース②-4 までの 15 年間のライフサイクルコストを試算した結果を表 5-3-2 及び図 5-3-1 に示す。

ライフサイクルコストが最も経済的なのは、ケース②-3 の「単独処理方式（新設）（助燃剤化）」という結果となった。

表5-3-2 ライフサイクルコストの試算結果（税抜）

費 用 項 目	単位	ケース②-2 単独処理方式 堆肥化	ケース②-3 単独処理方式 助燃剤化	ケース②-4 単独処理方式 リン回収
整備事業費	千円	5,205,000	4,450,334	4,695,334
維持管理費	千円/15年	2,958,459	2,571,465	2,674,418
ランニングコスト	千円/15年	893,132	739,234	780,453
点検・整備補修費	千円/15年	1,217,200	1,053,233	1,114,967
人件費	千円/15年	848,127	778,998	778,998
ライフサイクルコスト(15年間)	千円	8,163,459	7,021,799	7,369,752

事業費(千円)

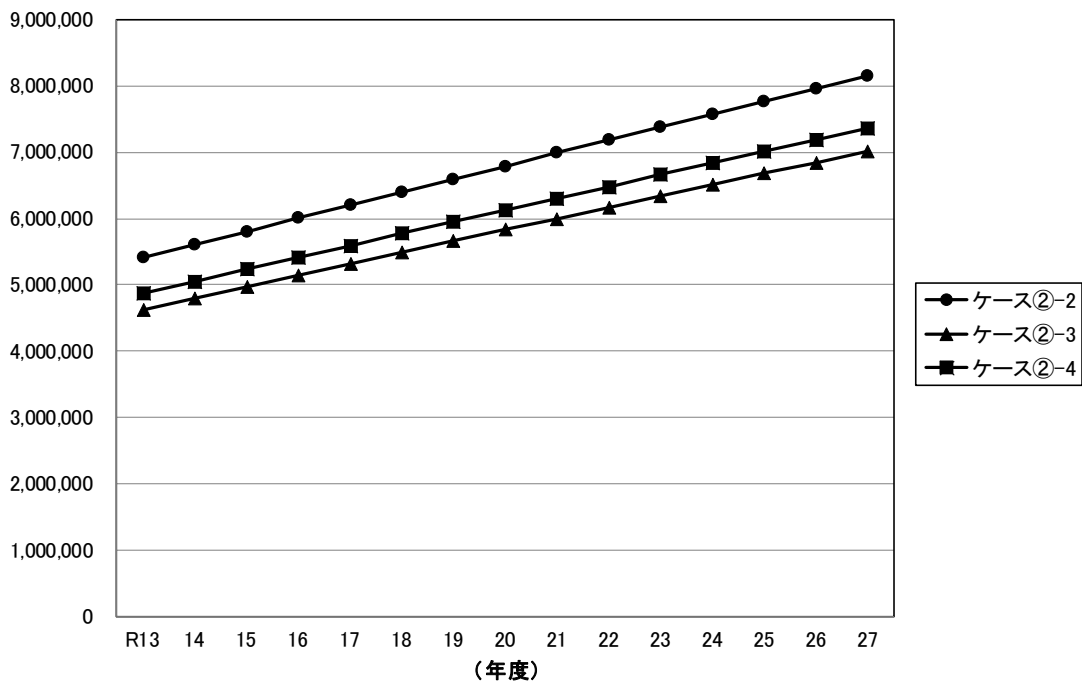


図5-3-1 ライフサイクルコストの推移（税抜）

第6章 し尿処理施設整備基本構想

第1節 施設整備方針

し尿処理施設の整備方針については、表 5-3-2 に示したケース案のライフサイクルコストの比較・評価の結果、ケース②-3 の「単独処理方式（新設）（助燃剤化）」が最も優位という結果になった。

今後は、この結果を踏まえて、本市における生活排水処理の状況・課題等を勘案し、最適な汚泥再生処理センターの整備計画を検討していくものとする。

第2節 新し尿処理施設整備予定地

施設整備用地の選定にあたっては、必要面積の確保、土地利用状況（法規制、現況）、地形・地質、周辺環境（住宅地との距離、景観等）、収集運搬効率、処理水放流先の状況（河川等の利水の有無、距離）周辺道路の整備状況等を踏まえて適切な候補地を選定する必要がある。

し尿処理施設の整備予定地及び施設配置について、図 6-2-1 に示す。新し尿処理施設は、既存施設敷地内にある旧処理施設の解体跡地を整備予定地とした。



○：整備予定地

図6-2-1 新し尿処理施設整備予定地 施設配置

第3節 事業スケジュールの検討

し尿処理施設の整備事業の実施スケジュール予定について、表 6-3-1 に示す。

表6-3-1 事業実施スケジュール予定

年度	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13～
し尿処理施設整備基本構想 (本構想)	←→								
測量調査		←→							
し尿処理施設整備基本計画		←→							
PFI等導入可能性調査		←→							
生活環境影響調査			←→						
整備事業者選定				←→					
し尿処理施設建設工事						←→	←→	←→	施設供用開始 →

第4節 今後の課題

本市に最適な施設整備方針を設定し、し尿処理施設の整備を実施していくために検討すべき課題を以下に示す。

1. し渣・汚泥の処理方法

本構想では採用する方式により、し渣または汚泥が発生するため、これらを衛生的に処理する必要がある。今後、施設整備を検討していく中で、資源化方式については、汚泥の有効利用方法も含めて、再度検討する必要がある。

2. 整備方法の検討

(1) 事業方式の検討

し尿処理施設の事業方式には、公設公営方式、公設＋長期包括委託方式及びD B O（公設民営）方式等がある。

本市においては、整備する施設の事業方式について、既存施設の運営方式等を参考として適正な事業方式を検討していく必要がある。

(2) 事業者選定方式

施設整備を実施するプラントメーカーを選定する方式は、従来からある一般競争入札方式や公募型指名競争入札方式や総合評価落札方式等がある。

採用する選定方式によっては、「第3節 事業スケジュールの検討」で示したスケジュール案に影響する方式もあるため、事業者選定方式についても、適宜検討していく必要がある。

用語集

あ行

SS（エスエス）

浮遊物質量（Suspended Solid）の略称。水質基準の指標の一つであり、水中に浮遊している粒径 2mm 以下の浮遊物質の量を示す。

汚泥再生処理センター

し尿処理施設の中でも、従来、し尿処理施設で行ってきたし尿や浄化槽汚泥等の処理の他に生ごみや集落排水施設汚泥等の有機性廃棄物も併せて処理し、処理水を公共用水域へ放流し、処理汚泥等を有効利用できるよう資源化する施設。

か行

きょう雑物

し尿等に混在している紙やビニール、布類等の異物。

クラック

建築物の壁や床に発生したひび割れのこと。

計画収集人口

し尿処理施設で処理を行うし尿や浄化槽汚泥を実際に排出する人口。

嫌気性消化

酸素のない条件で、微生物が有機物を分解するプロセス。

好気性消化

酸素が十分にある条件で、微生物が有機物を分解するプロセス。

さ行

COD（シーオーディー）

化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand）の略称。水質基準の指標の一つであり、水中の被酸化性物質を酸化するために必要となる酸素量を示す。

し渣

し尿、浄化槽汚泥に含まれる、紙類・髪の毛・プラスチック類・繊維類のこと。

し尿処理施設

一般廃棄物処理施設として、し尿、浄化槽汚泥等を処理し、処理水を公共用水域へ放流する施設。

集落排水施設

農業集落や漁業集落において、し尿や生活雑排水を処理する汚水処理場。

浄化槽

原則、下水道が整備されていない地域において、各家庭等でし尿や生活雑排水を処理する装置。し尿のみを処理する「単独処理浄化槽」とし尿及び生活雑排水を処理する「合併処理浄化槽」がある。

た行

沈砂

し尿等に含まれる砂類のうち、沈砂槽で沈降分離し、除去される砂類。

T-N（ティーエヌ）

全窒素（Total Nitrogen）の略称。水質基準の指標の一つであり、水中に含まれる窒素化合物の総量を示す。

T-P（ティーピー）

全リン（Total Phosphorus）の略称。水質基準の指標の一つであり、水中に含まれるリン化合物の総量を示す。

な行

農業集落排水施設

農業集落におけるし尿、生活雑排水などの汚水等処理する施設である農業集落排水施設から発生する汚泥のこと。

は行

pH（ピーエッチ）

水素イオン指数。溶液の酸性、アルカリ性の度合いを示す指標。

PFI（ピーエフアイ）

Private Finance Initiative の略称。公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用して行う手法。

BOD（ビーオーディー）

生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand）の略称。水質基準の指標の一つであり、水中の有機物等の酸化分解のために微生物が必要となる酸素量を示す。

標準活性汚泥法

下水中の有機物を活性汚泥により酸化分解するためのエアレーションタンク（曝気槽）と、活性汚泥を重力分離するための沈殿池とを組み合わせたプロセスが基本である処理方式。最終沈殿池に沈降した汚泥は、活性汚泥濃度を一定に保つためにエアレーションタンク内に返送され、残りは余剰汚泥として系外に排出される。処理水は、塩素などで殺菌した後に環境中へ放流されるか、工業用水などとして再利用されている。

プラントメーカー

し尿処理施設を建設する事業者。