

講座名：環境講座（生活編）

下水道と下水処理方法

（第2回）

2015年9月5日(土)

かながわ県民センター709号室

特定非営利活動法人 NPOブルーアース 松村 眞

目次

1. 下水道の種類
2. 下水道の普及状況
3. 下水収集方式の種類と特性
4. 下水処理の方法
5. 処理方式別の処理施設数
6. 東京都区部の下水処理施設
7. 横浜市の下水処理施設
8. 下水汚泥の処理
9. 汚泥処理施設(例)

1. 下水道の種類 ① 公共下水道(市街地)

対象:市街地 管理者:市町村 構造:暗渠

単独公共下水道	<ul style="list-style-type: none">・ 市町村で発生する下水を排除・処理する。・ 浄化処理をする終末処理施設(俗称:下水処理場、水再生センター)を、発生市町村が設置。
流域関連公共下水道	<ul style="list-style-type: none">・ 市町村で発生する下水を排除・処理する。・ 浄化処理をする終末処理施設(俗称:下水処理場、水再生センター)は、複数の市町村を含む流域で設置する。・ 多くは発生市町村のうち1市町村だけが設置する。

1. 下水道の種類 ② 公共下水道(市街化調整地域)

対象:市街化調整地域

管理者:市町村

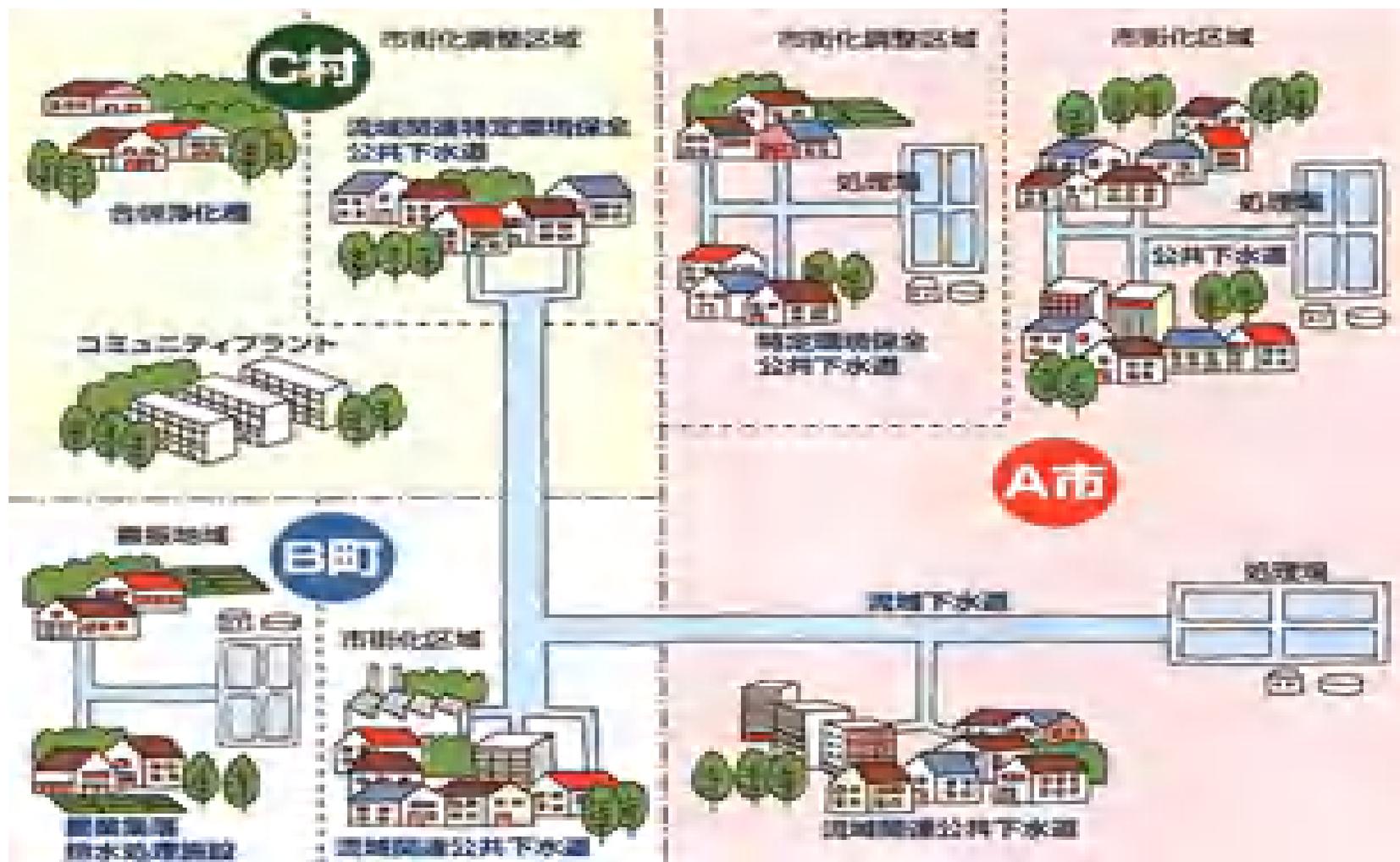
構造:暗渠

<p>特定環境保全公共下水道 (特環)</p>	<p>終末処理施設を設置する場合と、単独公共下水道、または流域関連公共下水道へ接続する 場合がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然保護地区内下水道 ・農村漁村下水道 ・人口規模1000人以下で、特に水質保全が必要な下水道
<p>特定公共下水道 (特公)</p>	<p>計画汚水量の2/3以上を特定の事業者が占める下水道(工業団地など)。</p>

1. 下水道の種類 ③ 流域下水道と都市下水路

<p>流域下水道 (汚水・雨水)</p>	<p>複数の流域関連公共下水道の下水を浄化する下水道</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流域幹線と終末処理施設を設置(都道府県が管理) ・流域幹線に流入させるまでは市町村が設置・運営
<p>雨水流域下水道 (雨水のみ)</p>	<p>複数の公共下水道の雨水のみを排除する下水道</p> <ul style="list-style-type: none"> ・雨水の流量調節施設を保有 (2005年度の改正で追加された)
<p>都市下水路</p>	<p>都市部の洪水防止のための雨水排水路として設けられる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原則として明渠で処理施設はない ・既存の水路等を指定して改築するが多い ・外観は小規模河川で、住民の憩いの場が多い ・「下水」のイメージを嫌い、愛称で呼ぶ例も少なくない (例:せせらぎ緑道、砂川堀、妙観堀など)

1. 下水道の種類 ④ 事例



2. 下水道の普及状況 ① 普及率と順位(福島・沖縄)

北海道	90.2	6	新潟県	71.5	19	島根県	44.7	41
青森県	57.0	33	富山県	82.2	8	岡山県	63.7	25
岩手県	55.4	36	石川県	81.7	9	広島県	71.2	21
宮城県	78.9	12	岐阜県	73.4	18	山口県	62.8	28
秋田県	61.6	29	静岡県	61.0	30	徳島県	16.8	16
山形県	74.6	17	愛知県	74.7	16	香川県	43.5	42
山梨県	63.6	26	三重県	49.6	39	愛媛県	50.7	38
茨城県	59.2	32	福井県	75.6	15	高知県	35.4	44
栃木県	62.9	27	滋賀県	87.9	7	福岡県	79.1	11
群馬県	51.1	37	京都府	92.8	4	佐賀県	55.9	35
埼玉県	78.6	13	大阪府	94.7	3	長崎県	60.2	31
千葉県	71.4	20	兵庫県	92.1	5	熊本県	65.6	24
東京都	99.4	1	奈良県	77.0	14	大分県	47.7	40
神奈川県	96.3	2	和歌山県	23.5	45	宮崎県	56.1	34
長野県	81.5	10	鳥取県	66.9	23	鹿児島県	40.7	43

3. 下水収集方式の種類と特性 ① 合流式

汚水と雨水を同じ管路で集め、まとめて浄化処理して放流する方式。
早い時期に整備を開始した大都市地域に多く見られる。

採用市町村: 191都市(全下水道実施市町村(1486市町村)の約1割
23万ha(全下水道処理区域(150万ha)の約2割
約20%(全下水道処理人口普及率(72%)の約3割

合流式下水路



3. 下水収集方式の種類と特性 ② 分流式

汚水と雨水を別々の管路で集め、汚水は終末処理施設へ、雨水は川や海に直接放流する方式。環境面でも衛生面でも優れた方式。現在、新設される下水道は、ほぼすべてがこの方式。

分流式下水路



3. 下水収集方式の種類と特性 ③ 特性

合流式	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設する管路が1本なので、分流式より施工が容易で安価。 ・降雨時は急増した下水を未処理のまま、または簡易処理のみで放流する。このため、降雨時に放流水域の水質汚染原因になる。
分流式	<ul style="list-style-type: none"> ・降雨時にも汚水が公共水域(河川や海)に排出されない。 ・埋設管路が污水管と雨水管の2本になり、合流式より施工費用が高い。 (既存の水路があれば雨水管の代用が可能) ・ガス管や水道管と競合すると施工が困難。 ・終末処理施設の処理水が污水だけなので、容量が小さくて済む。 ・合流管に比べて污水管が細いので、人が入れず清掃や点検が困難。 ・污水が雨水で希釈されないので、流量や水質の変動がなく、浄化処理を安定的に行える。 ・污水管に雨水や地下水が混入することがある。原因は雨水管の誤接合。 ・雨水管に污水が混入することがある。原因は污水管の誤接合。 ・雨水管に道路汚染物資や、大雨による堆積物が残りやすい。

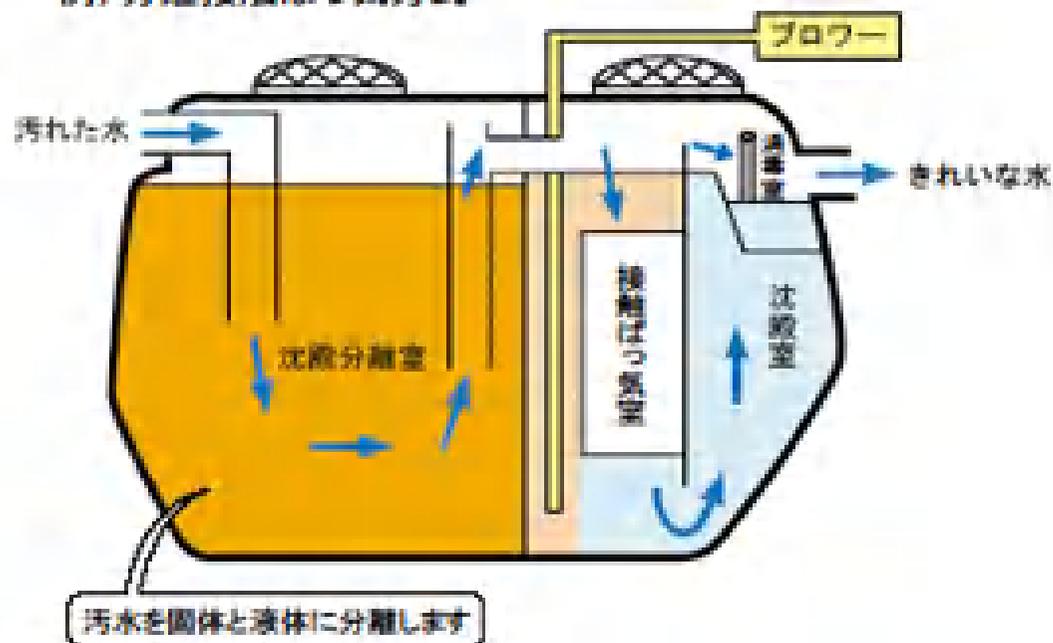
4. 下水処理(浄化)方法① 処理方式

<p>単独浄化槽</p> <p>分散処理 5～10人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・トイレの汚水のみを浄化する浄化槽。 ・BOD除去率65%以上、放流水のBOD濃度90mg/L以下。 ・2001年4月 から単独浄化槽の新設は禁止。 ・BOD負荷:トイレ13g、生活排水27g 計40g(一人1日) ・処理能力:トイレ13g⇒4g 生活排水27g⇒27g ・計31gが公共水域(河川・湖沼・海)に放出 ・水道の普及が下水道の普及に先行したために必要だった。
<p>合併浄化槽</p> <p>分散処理 5～10人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・トイレの汚水と生活排水を浄化する浄化槽。 ・BOD負荷:トイレ13g、生活排水27g 計40g(一人1日) ・処理能力:トイレと生活排水の40g⇒4g 計4g ・BOD除去率90%以上、放流水のBOD濃度20ppm以下
<p>終末処理施設</p> <p>集中処理 数千人以上</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道処理(浄化槽は下水道処理ではない) ・水再生センター、下水処理場、ともいわれる。 ・規模により、数種類の処理方式が採用される。

4. 下水処理(浄化)方法② 単独浄化槽

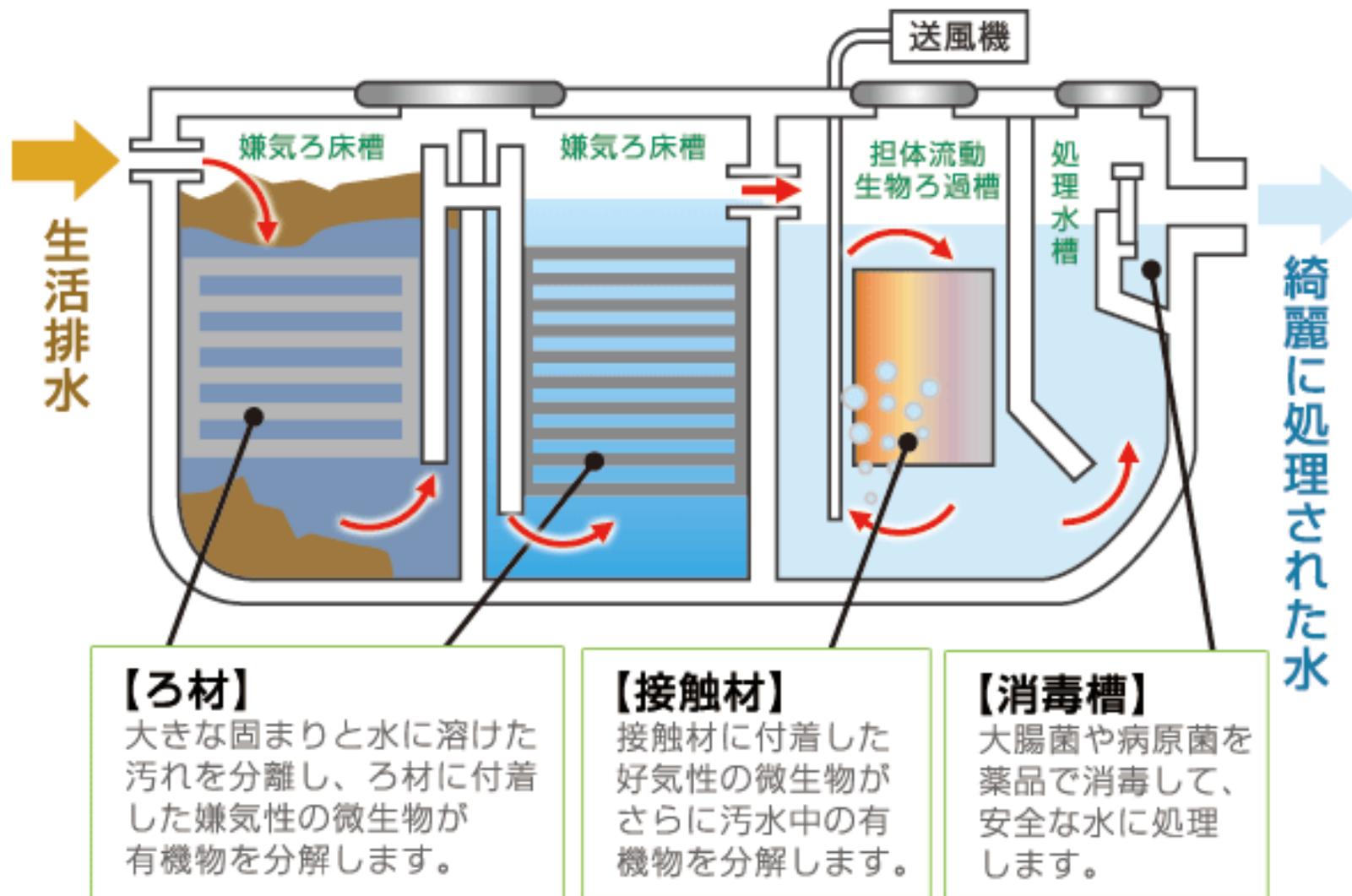
単独処理浄化槽 トイレの汚水のみを処理する浄化槽です。

例) 分離接触ばっ気方式



- 平成13年4月から単独処理浄化槽は設置できません。現在、単独処理浄化槽をお使いの方は合併処理浄化槽への設置替えの努力をお願いします。

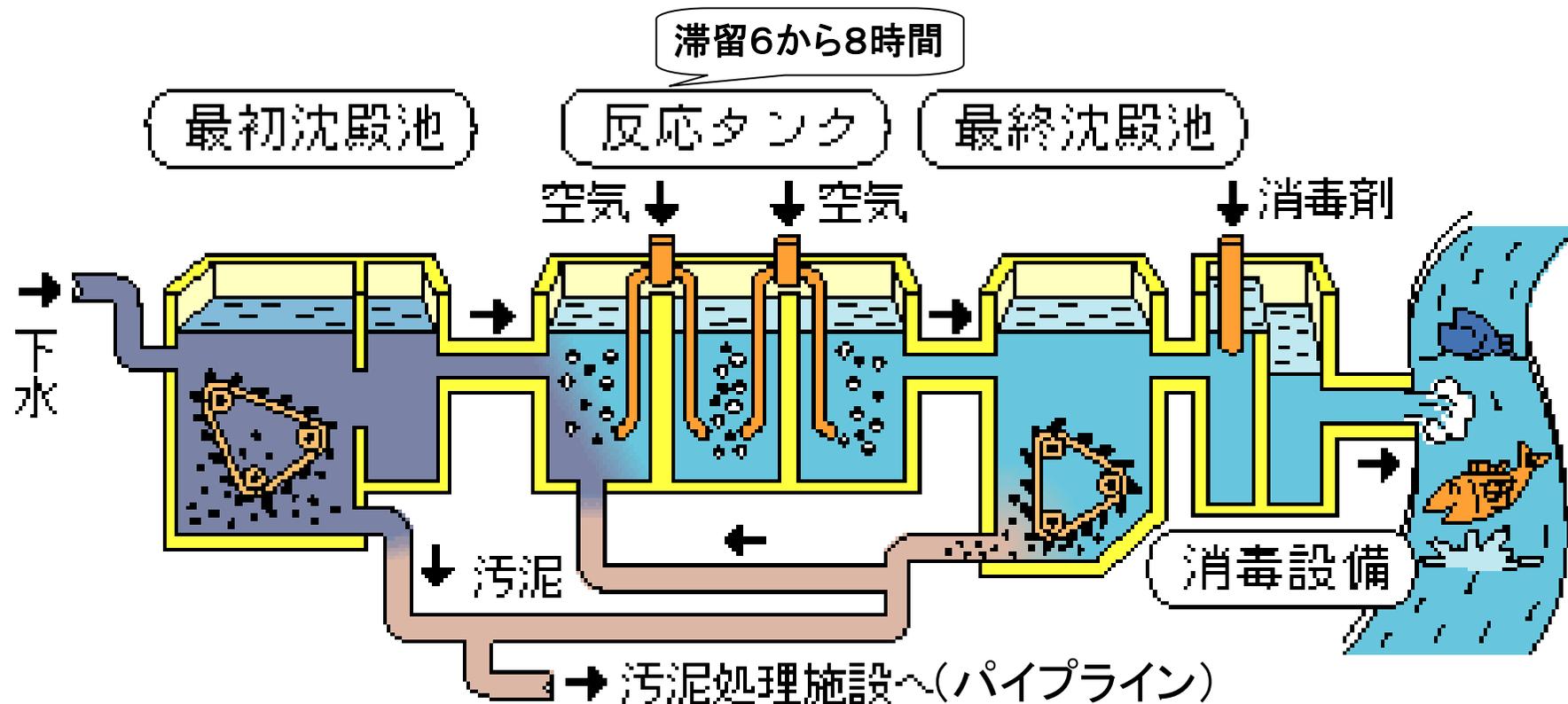
4. 下水処理(浄化)方法③ 合併浄化槽



4. 下水処理の方法④ 終末処理施設

大分類	中分類	小分類
浮遊生物処理法	標準活性汚泥法	
	特定活性汚泥法	ステップエアレーション法
		酸素活性汚泥法
		長時間エアレーション法
		オキシデーションディッチ法
		回分式活性汚泥法
		高度処理付加
		硝化内生脱窒（窒素除去）
	嫌気無酸素好気法（窒素・リン除去）	
		嫌気好気法（窒素・リン除去）
固着生物法	回転生物接触法	
	散水ろ床法	
	接触酸化法	
	好気性ろ床法	
固定化微生物法		

4. 下水処理の方法⑤ 標準活性汚泥法

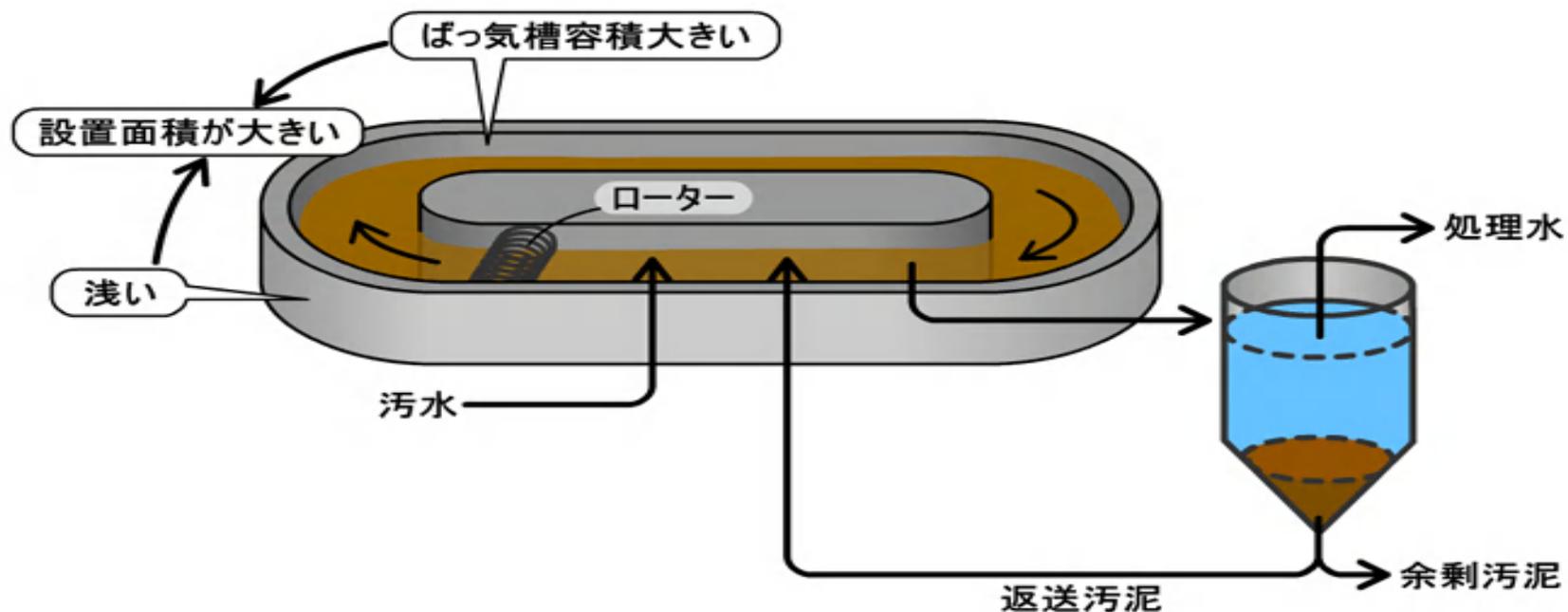


高度処理施設は最終沈殿池の下流に窒素とリンを除去する設備を設置する。

消毒設備の上流に砂ろ過槽を設けることが多い。

消毒には薬品消毒とオゾン酸化がある。

4. 下水処理の方法⑥ オキシレーションディッチ法



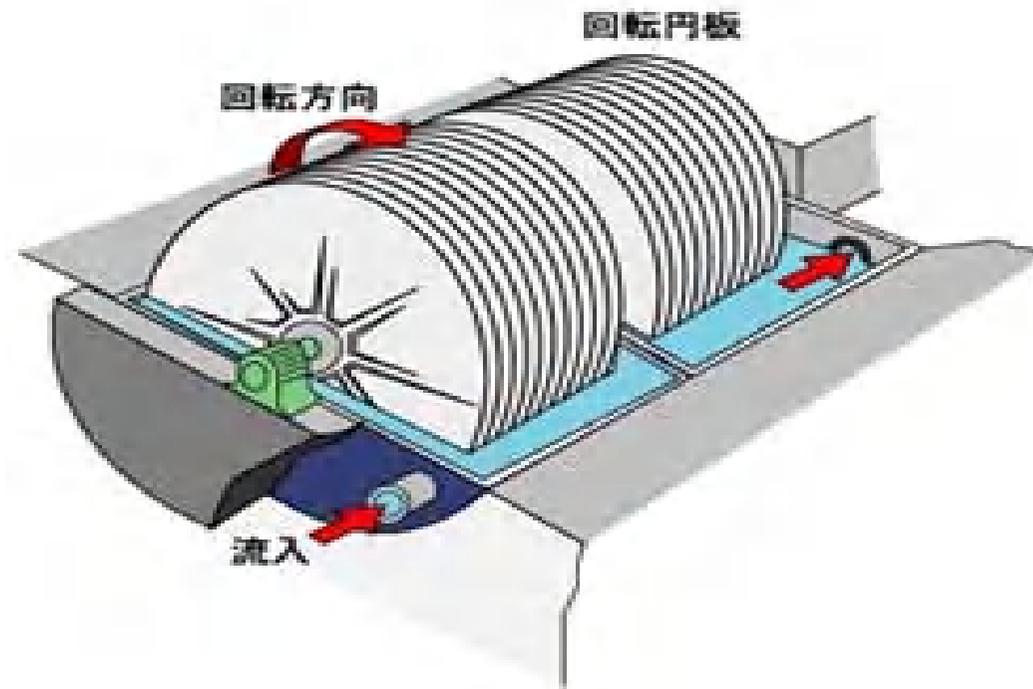
- ①長時間曝気(エアレーション16~24時間)で余剰汚泥の発生量が少ない。
- ②浅い反応槽(1メートル~2.5メートル)。
- ③処理水量の変動に追従しやすい。

4. 下水処理の方法⑦ オキシデーシオンディッチ法

オキシデーシオンディッチ式
処理施設

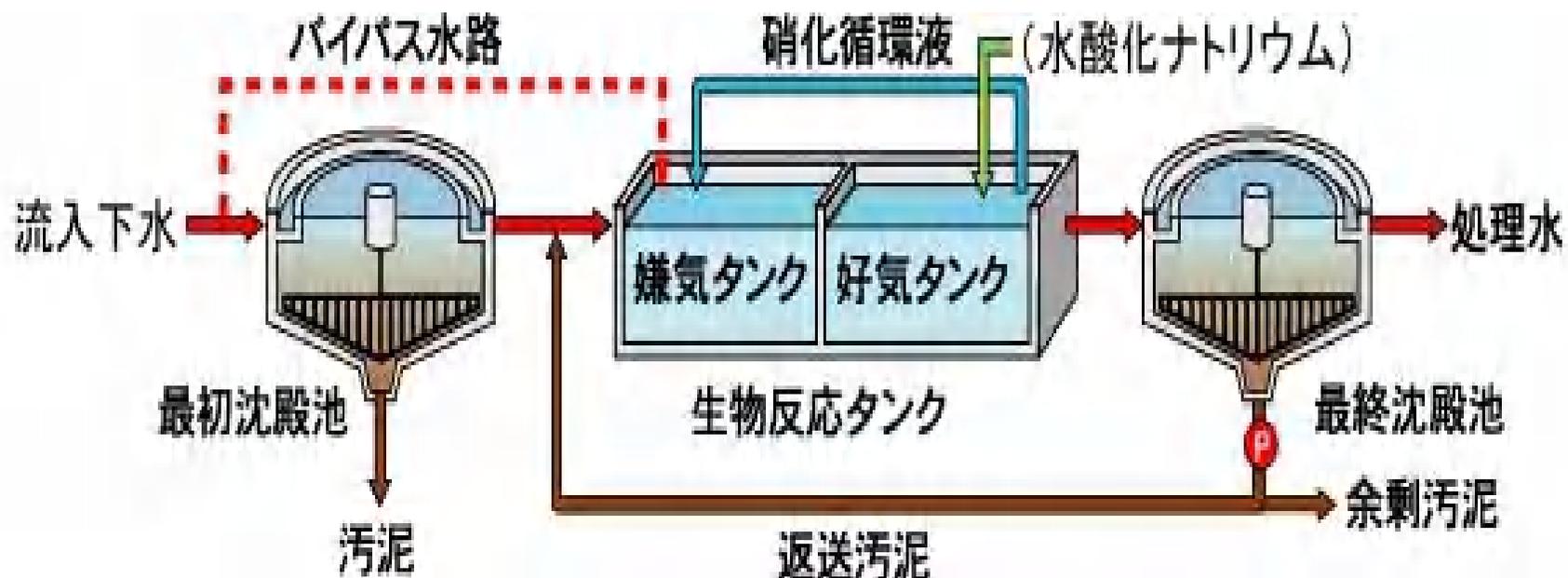


4. 下水処理の方法⑧ 回転生物接触法

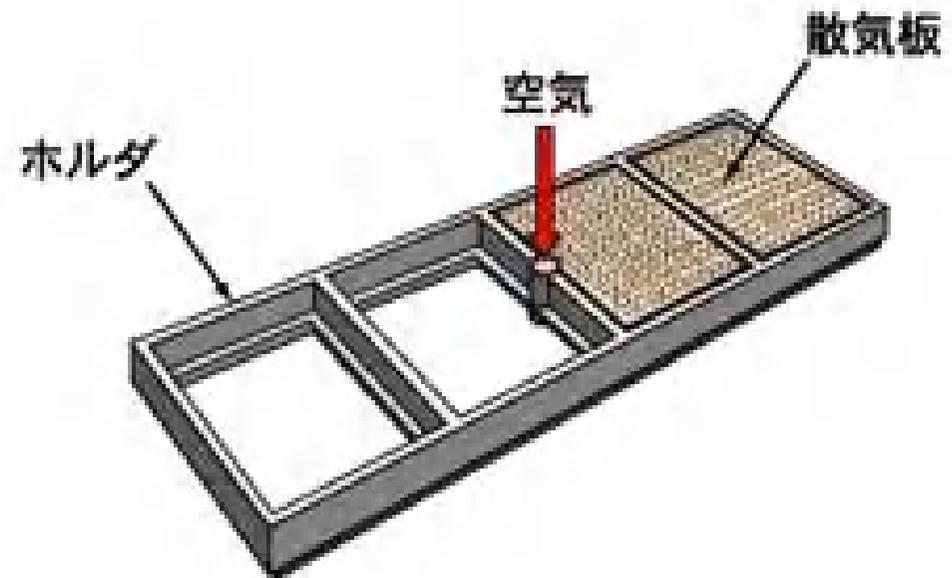
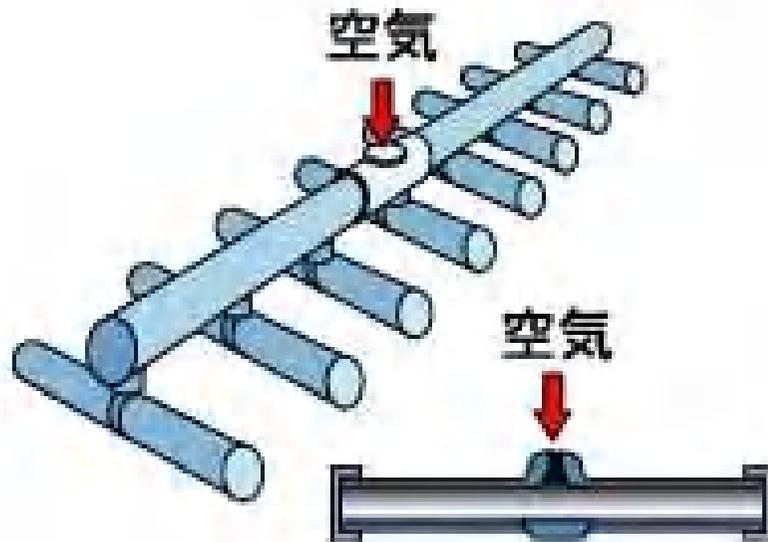


4. 下水処理の方法⑨ 窒素除去

循環式硝化脱窒法(高度処理)

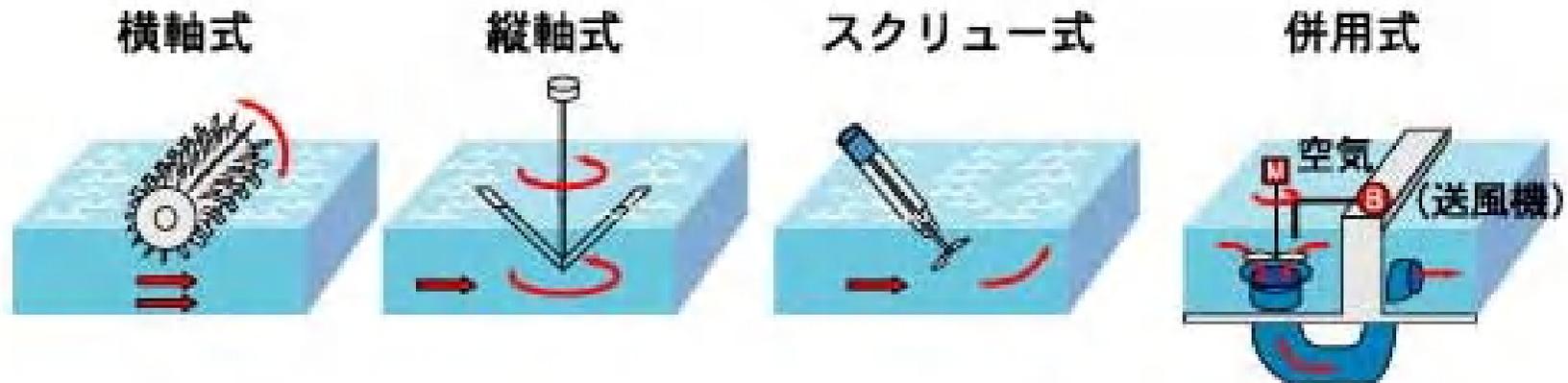


4. 下水処理の方法⑩ 散気管と散気板



4. 下水処理の方法⑪ 機械曝気装置

機械曝気装置



4. 下水処理の方法⑫ 微生物群

活性汚泥中の微生物有機物を水と炭酸ガスに分解

種類	名称	サイズ(ミクロン)
細菌類	糸状の細菌	1~5
原生動物	アスピディスカ	約10
	ツリガネムシ	約10
	プレファリズム	100~200
	スピロストーマム	約300
	アメーバー	100~200
	トコフィリア	約100
後生動物	クマムシ	約500
	イタチムシ	100~300

5. 処理施設数

①

処理規模 (1000m ³ /日)		5未満	5~10	10~50	50~100	100~	500~	計
一次	沈殿法	1		1				2
二次処理	標準活性汚泥法	41	59	317	126	137	15	695
	ステップアップエアレーション法	1		4	8	4		17
	酸素活性汚泥法	2	1	3	1	4		11
	長時間エアレーション法	29	4	3				36
	オキシデーションデイツ法	728	83	38				849
	循環式硝化脱窒法	3	3	10	3	4		23
	硝化内生脱窒法	3	1	1				5
	嫌気 - 無酸素 - 好気法	2	2	5	3	7		10
	嫌気 - 好気活性汚泥法	14	1	13	10	15		53
	回分式活性汚泥法	66	3	4				73
	高速エアレーション沈殿池法			4		1		5
	回転生物接触法	13	4	5	1			23
	接触酸化法	14						14
	好気性ろ床法	25	3					28
嫌気好気ろ床法	25	1					26	
その他	25	5	9	1	5		45	
計		992	170	417	153	177	15	1924

6. 東京都区部の終末処理施設①

処理対象	計画人口	8,692千人
	計画面積	57,839ha
下水導管	総延長	15,830km (幹線) 1,074 km (枝管) 14,776 km
	マンホール	479,598個
	汚水升(ます)	1,878,639個
ポンプ所	ポンプ所数	83
	揚水量	828,695,340m ³ /年 2,270,400m ³ /日 (2010年度)
水再生センター	施設数	13カ所
	下水処理量	1,691,781,840m ³ /年 4,636,079m ³ /日 (2010年度)

6. 東京都区部の終末処理施設②

対象人口と下水道
普及率の推移

年度	対象人口(万人)	下水道人口普及率 (%)
昭和40	890	35
45	878	48
50	861	63
55	830	74
60	832	83
平成2	812	93
7	807	100
11	816	100
15	843	100
18	865	100

6. 東京区部の終末処理施設③

水再生センター名	下水処理量		生污泥処理量	脱水污泥量	污泥焼却量
	億m ³ /年	万m ³ /日	m ³ /日	トン/日	トン/日
芝浦	2.3729	65.0	南部スラッジプラントに圧送（森が崎経由）		
三河島	1.5310	41.9	砂町に圧送		
中川	0.6405	17.5	葛西に圧送（小菅を經由）		
みやぎ	0.7977	21.9	12,619	98	98
砂町	1.3589	37.2	東部スラッジプラントに圧送		
東部スラッジ			21,433	685	491
有明	0.049	1.4	砂町に圧送		
小菅	0.7906	21.7	葛西に圧送		
葛西	1.2290	33.7	31,403	412	412
落合	1.3856	38.0	みやぎに圧送（みやぎと三河島経由）		
中野	0.1083	3.0	みやぎに圧送（みやぎと三河島経由）		
浮間	0.3323	9.1	新河岸に圧送		
新河岸	1.9284	52.8	19,040	341	341
森が崎	4.3924	120.3	29,336	63	南部スラッジへ
南部スラッジ			37,218	993	1,056
合計	16.9178	463.6	189,226	2,591	2,398

6. 東京区部の終末処理施設④

水再生センターの流入水と放流水の平均水質（単位：mg/l）

水質項目	流入水	放流水	放流水質基準
BOD	180	2	25
COD	102	8	—
全窒素	30.1	10.3	30
全りん	3.6	0.8	3.0

7. 横浜市の終末処理施設①

水再生センター(終末処理施設・下水処理場):11カ所

主要ポンプ場:26カ所

汚泥資源化センター(汚泥処理場):2カ所

処理区域:9エリア

下水管:延長11,000km

1日処理量:150万トン(東京区部:460万トン)

処理人口:**370万人**

7. 横浜市の終末処理施設②処理能力:トン/日

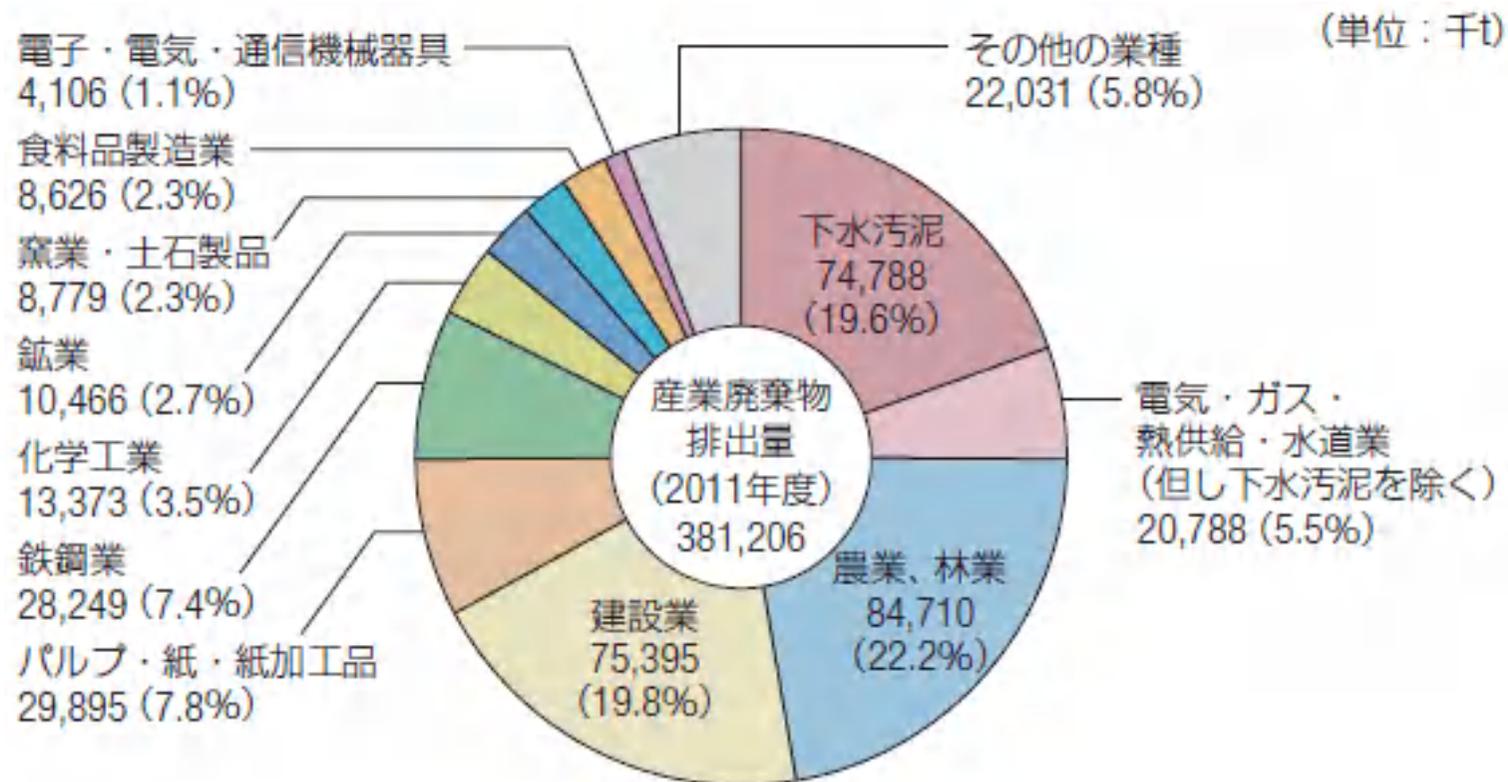
処理施設名	処理能力	対象人口	放流水域	汚泥処理
北部第一水再生センター	81,200	27.0万	鶴見川	北部センター圧送
神奈川水再生センター	264,000	54.6万	入江川	北部センター圧送
中部水再生センター	91,000	12.0万	東京湾	南部センター圧送
南部水再生センター	243,000	33.9万	東京湾	南部センター圧送
港北水再生センター	285,000	47.4万	鶴見川	北部センター圧送
都筑水再生センター	242,100	59.7万	鶴見川	北部センター圧送
西部水再生センター	150,700	27.0万	境川	南部センター圧送
栄第1水再生センター	93,600	18.0万	いたち川	南部センター圧送
栄第2水再生センター	211,800	40.1万	柏尾川	南部センター圧送
北部第2水再生センター	164,900	11.8万	東京湾	北部センター圧送
北部汚泥資源化センター	汚泥処理能力:12,500m ³ 濃縮→消化→脱水→焼却			
金沢水再生センター	221,900	38.2万	富岡川	南部センター圧送
南部汚泥資源化センター	汚泥処理能力:14,700m ³ 濃縮→消化→脱水→焼却			

7. 横浜市の終末処理施設③ 水質

水再生センターの流入水と放流水の平均水質（単位：mg/l）

水質項目	流入水	放流水	除去率（%）	放流水質基準
BOD	160	3.2	98.0	25
COD	87		90.2	—
全窒素	28		66.4	30/40
全りん	3.2		65.6	3.0/5.0

8. 下水汚泥の処理① 発生量



下水汚泥の発生量： 75,000,000トン 産業廃棄物の20%

一人1日当たり1.6kgになる。(生汚泥:水分98%)

8. 下水汚泥の処理② 下水汚泥の区分

呼称	内容	水分(%)	汚泥量
生汚泥	水再生センター(終末処理施設)の最終沈殿池に沈んだ汚泥。茶褐色廃水。汚泥処理施設に送る場合はポンプで圧送する。	97~98	100
生汚泥 脱水汚泥	生汚泥の水分を脱水機で絞り取った汚泥。脱水ケーキともいわれる。	80	12
消化汚泥 脱水汚泥	生汚泥を消化させ、有機物の30~40%をメタンと二酸化炭素に分解した残りを脱水した汚泥。無機物が多くカロリー低い。	50~60	8~5

下水汚泥は水分が多いので、客観的に評価するため、乾物(水分なし)で表示する場合がある。H8年度で230万トン(乾物)。一人1日当たりの発生量。

生汚泥: 1.6kg 生汚泥脱水汚泥: 250g 乾物表示: 50g

一般廃棄物(生活系): 620g(参考)

8. 下水汚泥の処理③ 下水汚泥処理・処分方法メニュー

処理区分	脱水	消化	焼却	最終処分
技術方法	遠心脱水機	卵型消化槽	縦型多段炉	陸上埋立
	ベルトフィルター	円筒形消化槽	流動焼却炉	海洋投棄
	フィルタープレス		ロータリーキルン	肥料化
	スクリーンプレス			焼却後埋立
				焼却灰利用

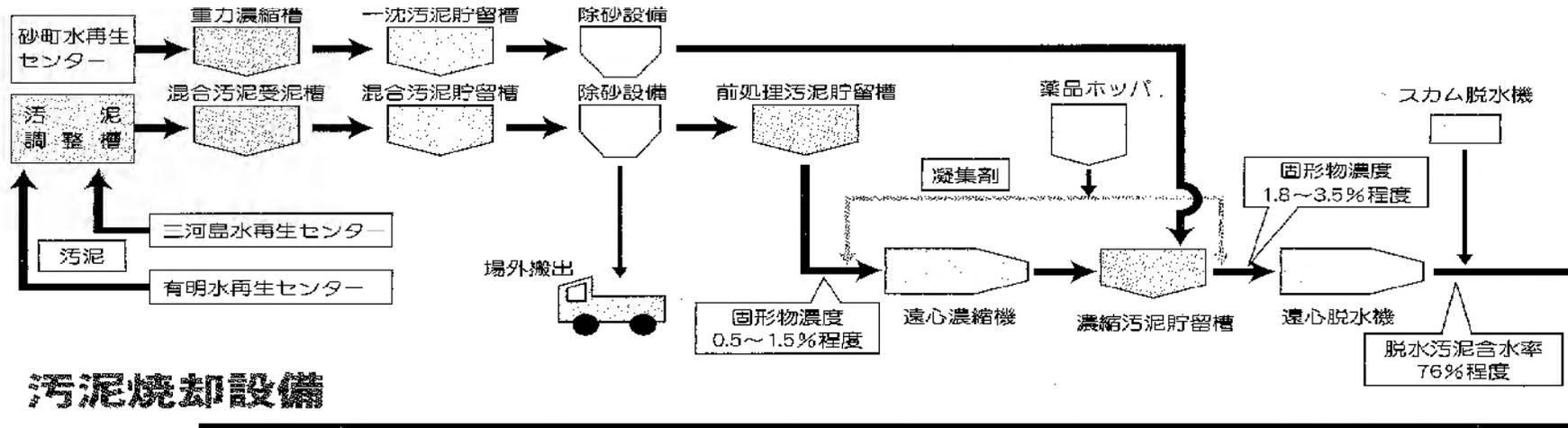
- ① 脱水は遠心分離機、ベルトフィルタ、フィルタープレスが多い。
- ② 焼却は、日本では卵型消化槽が多い。海外は円筒形が多い。
- ③ 焼却は縦型多段炉と流動焼却炉が多い。
- ④ 日本の最終処分は、焼却灰のセメント原料利用と路盤材利用が多い。
海外は焼却が少なく、肥料化と陸上埋立が多い。

9. 汚泥処理施設①

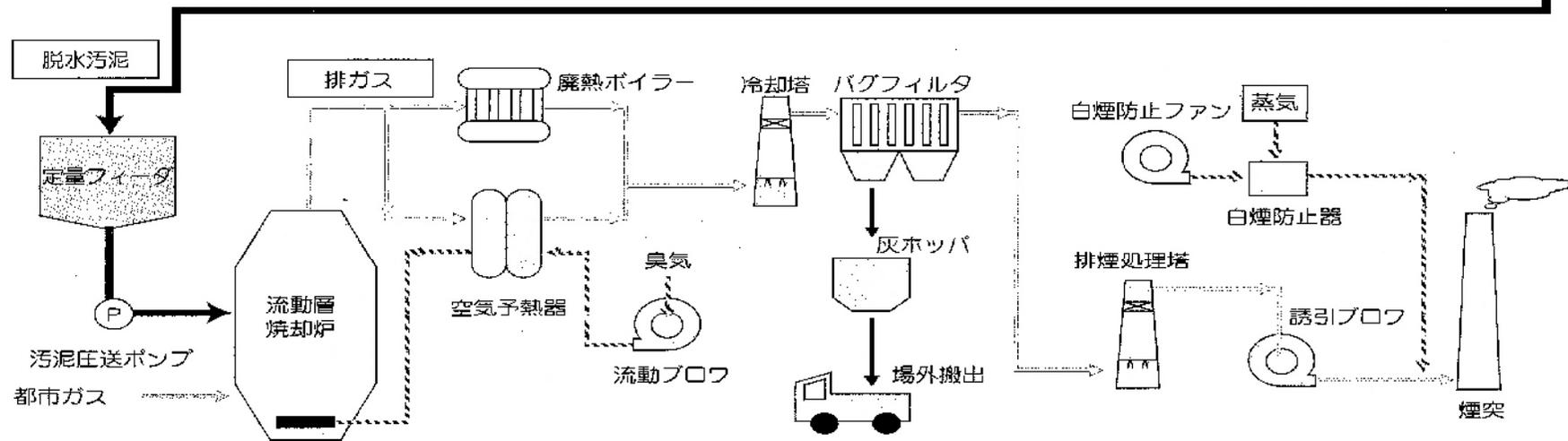
東京・東部スラッジプラント

汚泥処理フロー

汚泥処理設備



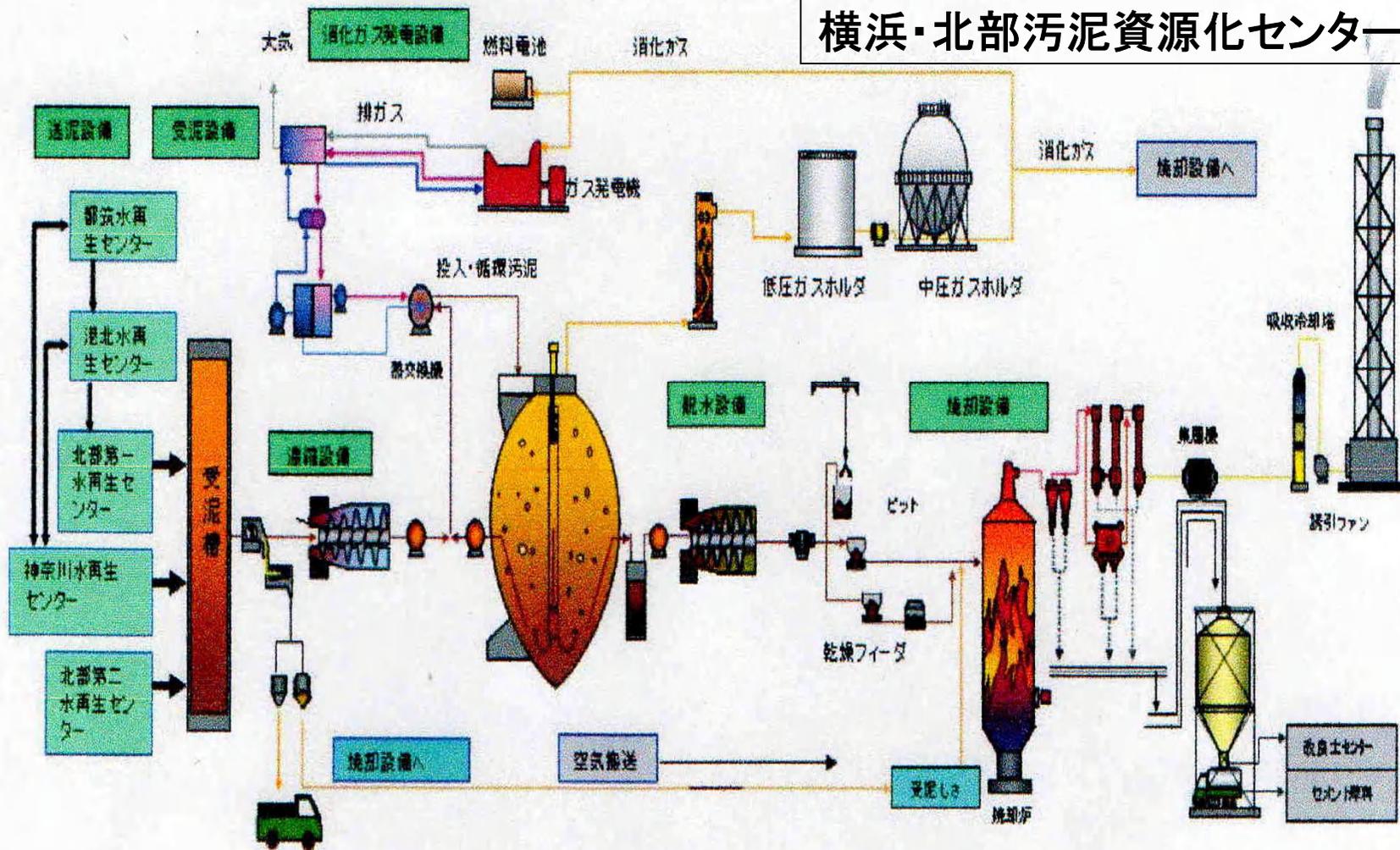
汚泥焼却設備



汚泥処理の流れ

9. 汚泥処理施設②

横浜・北部汚泥資源化センター



9. 汚泥処理施設 ③ 汚泥の嫌気性発酵槽



横浜市北部汚泥処理センターの嫌気発酵タンク。迫力ある白の空間が広がる

9. 汚泥処理設備 ④ 神戸・消化ガスの都市ガス化

