

平成29年度 下水道審議会  
第2回 資源・エネルギー・新技術部会

説明資料 2

平成29年11月27日

滋賀県琵琶湖環境部下水道課

# ～ 説明内容の構成 ～

## 議題(2)

琵琶湖流域下水道事業における各汚泥処理方式  
の適用性について

1. 第1回資源・エネルギー・新技術部会指摘事項について
2. 汚泥処理方式と有効利用の概要
3. 琵琶湖流域各下水処理場の汚泥分析結果
4. 各汚泥処理方式の適用性について

## 議題(3)

琵琶湖流域下水道事業における汚泥処理方式  
検討方針について

## 議題(2)

琵琶湖流域下水道事業における各汚泥処理方式  
の適用性について

# 1. 第1回資源・エネルギー・新技術部会 指摘事項について

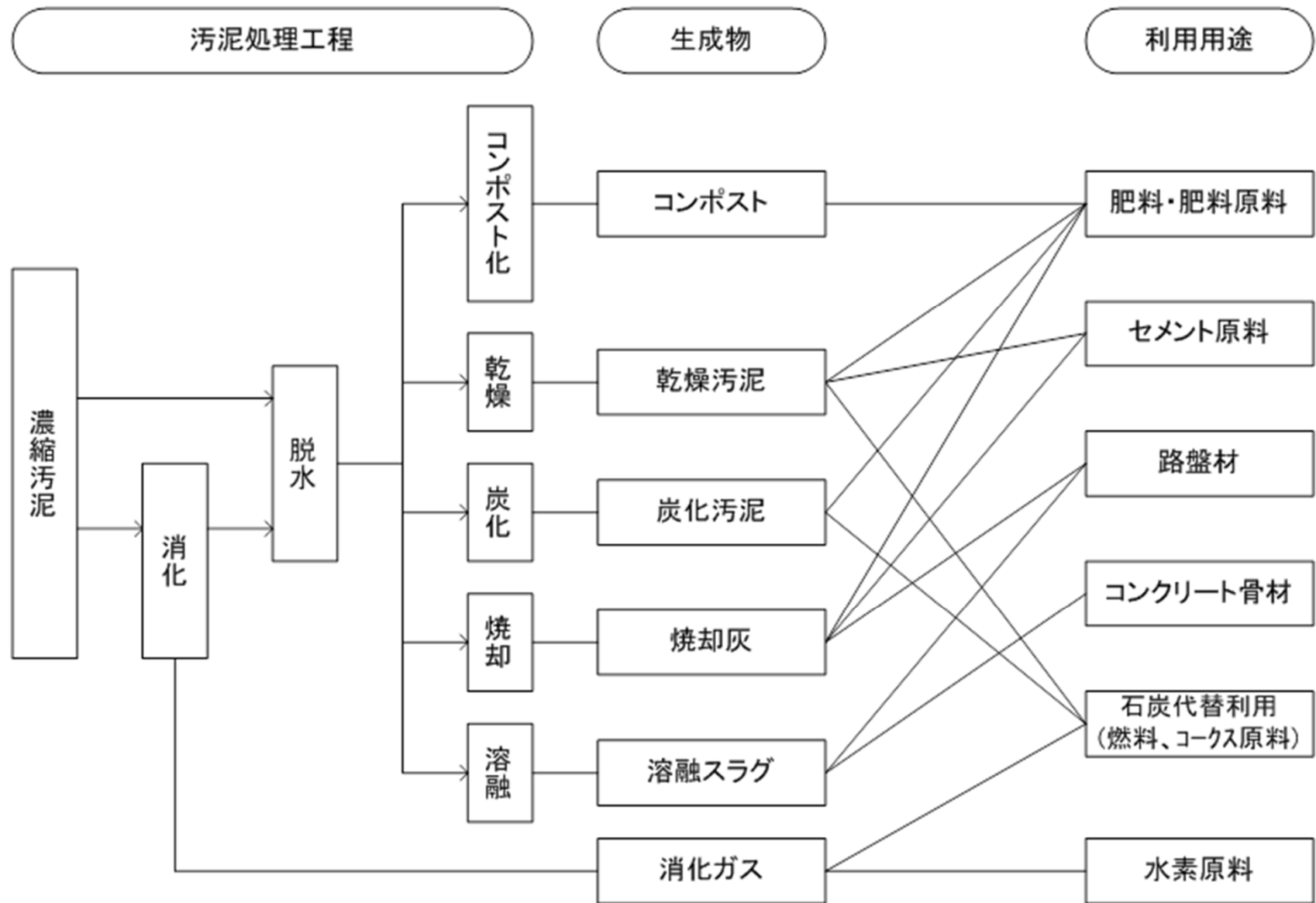
# 第1回における指摘事項と確認結果概要

## 資料-3参照

No.	指摘事項	確認結果概要
1	水草との集約処理の可能性について、県における水草処理の対応状況を確認すること。	水草刈取り実績を整理。当面は現状の対策を継続する。
2	汚泥の有効利用の検討材料として、成分分析の項目を検討すること。 マイクロプラスチックの含有量を可能であれば把握すること。	分析を行った。 マイクロプラスチックについては、現時点で定義や分析方法が確定しておらず、今後の動向を注視する。
3	汚泥の農地利用の可能性について、県内部での動向を把握し調整を行うこと	下水汚泥由来の肥料についての利用について整理。
4	下水道部局だけでなく、滋賀県全体の計画、政策との整合、SDGsの視点から事業実施の可能性を把握し、調整を行うこと	今後の検討方針に盛り込んでいくこととする。
5	ゴミなど他バイオマスとの連携の可能性を把握すること。	喫緊での導入は困難であるが、実施の可能性について引き続き検討を行う。

## 2. 汚泥処理方式と有効利用の概要

# 一般的な汚泥処理方式と有効利用用途



# 汚泥処理方式の概要

汚泥処分量	方法	概要	残渣	特長
			主用途	
小規模      大規模	埋立	汚泥をそのままの性状で、最終処分場へ埋める。	なし	発生汚泥量が少量の場合に実施
	乾燥	天日や乾燥機で水分を蒸発させる	乾燥汚泥 緑農地利用等	汚泥を約1/2～1/3に減容
	コンポスト	微生物の働きにより発酵させ、堆肥化する	堆肥 緑農地利用	需要先の確保が必要
	焼却	焼却炉（850℃程度）で有機分の燃焼と水分を蒸発させる	灰 建設資材	汚泥を約1/7に減容
	燃料化	有機物（熱量）を極力損失しないよう水分を蒸発または処理（炭化）する	固形燃料 エネルギー利用	近年開発された新技術
	熔融	焼却よりも更に高温（1200～1500℃）で灰分を溶かし、その後、冷却・固化する	スラグ 建設資材	汚泥を約1/20に減容

出典：今後の汚泥処理処分計画について，平成26年6月，福岡市道路下水道局

## 埋立

- 脱水汚泥、乾燥汚泥、焼却灰等として最終処分場に埋め立てる技術。
- 有効利用とは言えず、汚泥リサイクル率の向上に寄与しない。
- 埋立処分地が限られ、大量の処分は困難である。
- 埋立処分物が少量であれば、他の処理方式と比較して安価になることがある。
- 中規模以上の場合は焼却等による減量化が必要。

## 乾燥

- 後段の埋立、焼却、燃料化等に向け、処理効率化やハンドリング向上のため、脱水汚泥中の水分を蒸発させる技術。
- 乾燥させた汚泥を緑農地還元や、燃料化物として利用することで、汚泥リサイクル率の向上に寄与する。
- 各処理場への適用性については、後段の処理や生成物の利用方法により判断される。



## コンポスト化

- 下水汚泥を緑農地還元することを目的に、発酵等により、堆肥化させる技術。
- 導入実績も多数あるが、近年は減少しつつある。
- 国や県の施策として、農業分野への活用が推進されている。
- 生成物の需要先を確保する必要がある。
- 生成物量と地域特性を鑑みて適用性を検討することが重要である。

## 焼却

- 下水汚泥の減量化と安定化を図るため、汚泥中の有機物を燃焼させる技術。
- 国の施策として、交付金の対象とするためには排熱回収率40%以上かつ従来型と比較して消費電力量が20%以上削減されている必要がある。
- 小規模施設に対しては、建設費や維持管理費が割高になることが想定される。
- 生成物を廃棄物処分としてセメント原料にリサイクルすることは可能であるが、処分費が割高になることは避けられない。

## 溶融

- 焼却灰をさらに減量化と安定化（重金属の溶出抑制等の無害化）を図るため、焼却よりも高い温度で汚泥を溶融し、スラグ化する技術。
- 生成物は砕石やコンクリート骨材の代替品として、リサイクル可能。
- 建設費、維持管理費、エネルギー使用量とも多大であり、維持管理の手間も要すること等から、近年は減少しつつある。
- 国や県の施策として、有害物の封じ込め等特段の理由が無い場合、交付金の対象外となる。

## 炭化

- 汚泥に含まれる有機物のエネルギーを利用して炭化させる技術。
- 有機物のエネルギーを残存させることで石炭等の代替品としてリサイクル可能であるが、利用先が限られ当県からは遠方となることが多い。
- 燃料化物として売却でき、廃棄物処分費を必要としない。
- 焼却と同程度の建設費、維持管理費が想定され、汚泥量が少ない場合は事業採算性が確保できないことがある。

# 消化

- 下水汚泥を消化タンクに投入し、嫌気状態で有機分を酸発酵及びメタン発酵させることにより安定させる技術。
- 発生した消化ガスを燃料利用や発電等により有効活用し、エネルギーリサイクル率の向上に寄与する。
- 新たに消化施設を設置する場合は事業採算性を確保しにくい場合があるが、近年は鋼板製消化タンクや担体充填形高速発行システム等の開発により、費用の削減が進められている。
- 消化により汚泥の発熱量が低下するため、燃料化(乾燥、炭化)を行う場合は注意する必要がある。
- 窒素やリンは逆流され、水処理工程に影響するため特に高度処理においては注意を要する。

# 生成物の有効利用について

- 燃料化(乾燥・炭化) → 燃料化物  
有価物として各種炉により利用可能。  
安定した供給先の確保が必要。
  
- 焼却 → 焼却灰  
現時点では、廃棄物処分としてのセメント原料化に利用用途が  
限られている。  
有価物としての流通は難しく、処分費が高額となりやすい。
  
- 溶融 → 溶融スラグ  
建設資材に利用可能。  
近年は利用量が減少しており、今後の需要見込みは厳しい。
  
- コンポスト化他 → 肥料  
安定した供給先(需要量)の確保が重要。

## 議題(2)

# 琵琶湖流域下水道事業における各汚泥処理方式 の適用性について

## 3. 琵琶湖流域各下水処理場の汚泥分析結果

# 汚泥有効利用に向けた分析

## □ 分析項目

- ・基本性状、可燃物組成、灰分化学組成、灰熔融温度、重金属等含有率

## □ 分析対象汚泥

- ・4浄化センター脱水汚泥
- ・湖南中部(SP-1~3)、湖西(BP)、東北部(SP-B1,SP-B2)、高島(SP)  
※SP:圧入式スクリュープレス脱水機、BP:ベルトプレス脱水機

## □ 試料採取日

- ・平成29年10月4~5日

# コンポスト利用に対する評価

## ① 肥効成分

(含水率を除き、含有率(%)は対象汚泥中の乾燥固形物量あたり)

種類	成分	窒素	リン酸	加里	含水率	pH	C/N比	アルカリ分	有機物
		N (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	(%)			(%)	(%)
脱水汚泥	検体数	71	41	40	33	30	21	48	29
	平均値	4.72	5.30	0.33	78.0	7.99	6.92	7.18	65.4
	最大値	8.30	13.7	1.20	87.0	12.4	13.9	31.6	97.6
	最小値	1.04	0.38	0.02	60.6	5.28	1.00	0.15	38.3
乾燥汚泥	検体数	47	30	30	39	31	23	27	30
	平均値	4.01	3.62	0.29	16.8	7.11	6.53	7.10	53.3
	最大値	6.97	9.94	0.65	50.3	11.2	9.46	25.2	82.8
	最小値	1.80	1.32	0.03	3.20	5.40	2.70	0.23	26.7
コンポスト	検体数	94	69	67	73	72	59	66	70
	平均値	2.41	3.35	0.31	30.3	7.28	9.43	11.9	45.8
	最大値	9.91	13.0	1.26	59.7	8.50	20.5	38.5	83.2
	最小値	0.72	0.96	0.07	0.56	5.10	3.20	0.74	16.3
滋賀県※	湖南中部	5.28	18.2	1.32	79.4		8.33		81.8
	湖西	5.18	20.5	1.44	76.5		8.32		81.3
	東北部	4.67	20.3	1.06	76.8		9.44		83.8
	高島	5.06	24.1	1.29	74.4		8.64		86.1

※脱水汚泥：湖南中部、東北部は平均値

出典：下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-, H27年3月, 国交省 に加筆

- 滋賀県の脱水汚泥は他所の脱水汚泥と比較してリン酸が高い傾向がみられる。

# コンポスト利用に対する評価

## ② 重金属(肥料取締法における汚泥発酵肥料中の重金属類の許容値)

(単位:mg/kg)

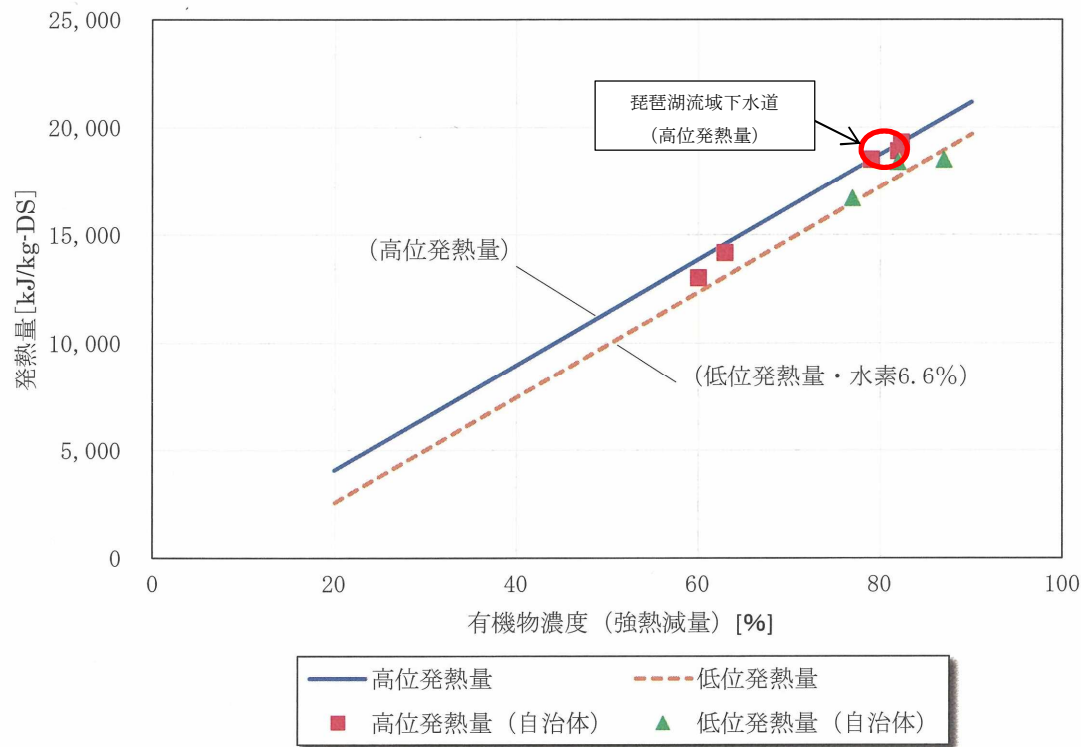
項目	許容値	滋賀県 脱水汚泥 (参考)			
		湖南中部 (最大)	湖西	東北部 (最大)	高島
ヒ素	50	5.4	6.3	5.2	3.7
カドミウム	5	<1	<1	<1	<1
水銀	2	0.31	0.86	0.69	0.06
ニッケル	300	13	11	13	9
クロム	500	26	14	20	11
鉛	100	1	5	<1	1

- 滋賀県の値は脱水汚泥を対象とした測定値である。
- 今後、濃縮率を設定してコンポスト化した際の含有率を想定する必要がある。



# 固形燃料(乾燥汚泥、炭化汚泥)利用に対する評価

## ① 有機物濃度と発熱量の関係



出典: 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-, H27年3月, 国交省 に加筆

- 滋賀県の脱水汚泥の性状は概ね他所の事例と同程度である。

# 固形燃料(乾燥汚泥、炭化汚泥)利用に対する評価

## ② 燃料化汚泥の事例との比較

		対象汚泥	発熱量 (MJ/kg-DS)	灰分 (%)	臭気
汚泥炭化	低温炭化	未消化汚泥	17~22	22~30	タール臭
		消化汚泥	13~16	43~45	
	中温炭化	未消化汚泥	16~17	42~45	ほぼ無臭
		消化汚泥	約13	約58	
	高温炭化	未消化汚泥	15~20	30~50	無臭
		消化汚泥	10~15	50~60	
汚泥乾燥	造粒乾燥	未消化汚泥	16~19	13	汚泥臭
		消化汚泥	12~16	28	
	油温減圧式乾燥	未消化汚泥	21	約20	汚泥・油臭
	改質乾燥	未消化汚泥	18~20	22~24	汚泥臭
		消化汚泥	14~16	39	
	(参考)石炭		—	25~30	約7~16
滋賀県 脱水汚泥 (参考)	湖南中部(平均)	未消化汚泥	19.5	15	
	湖西	未消化汚泥	19.6	14.1	
	東北部(平均)	未消化汚泥	18.4	15	
	高島	未消化汚泥	19.3	11.7	

出典: 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-, H27年3月, 国交省 に加筆

- 滋賀県の脱水汚泥(固形燃料化前のため参考)は18~20MJ/kg - DS程度で、未消化の改質乾燥汚泥とほぼ同程度の熱量。灰分は12~16%程度で改質乾燥汚泥と比較して少ない。

# セメント原料化に対する評価

分析項目	受入れ基準	単位	滋賀県 脱水汚泥（参考）			
			湖南中部	湖西	東北部	高島
含水率	<30.0	Wet wt%	79.4	76.5	76.8	74.4
強熱減量	<15.0	Dry wt%	81.8	81.3	83.8	86.1
SiO <sub>2</sub>	特に定めず	Dry wt%	21.7	15.2	12.8	21.4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	特に定めず	Dry wt%	27.9	24.7	34.7	28.1
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	特に定めず	Dry wt%	4.04	4.22	2.22	2.68
CaO	特に定めず	Dry wt%	5.61	6.42	6.49	6.23
MgO	<3.5	Dry wt%	1.80	2.20	1.42	1.92
Na <sub>2</sub> O	<5.0	Dry wt%	0.50	0.34	0.53	0.49
K <sub>2</sub> O	<2.0	Dry wt%	1.32	1.44	1.06	1.29
TiO <sub>2</sub>	<2.0	Dry wt%	0.21	0.24	0.15	0.15
MnO	特に定めず	Dry wt%	0.11	0.18	0.15	0.06
Cl	<0.1	Dry wt%	0.04	0.03	0.05	0.03
SO <sub>3</sub>	<3.0	Dry wt%	0.49	0.63	0.66	0.79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<5.0	Dry wt%	18.2	20.5	20.3	24.1
Pb	<1000	Dry wtppm	<1	5	<1	1
Cu	<1300	Dry wtppm	177	190	225	460
Zn	<1700	Dry wtppm	330	340	300	330
Cd	<20	Dry wtppm	<1	<1	<1	<1
Cr+6	検出されないこと	Dry wtppm	<1	<1	<1	<1
T-Cr	<170	Dry wtppm	17	14	19	11
T-Hg	<1	Dry wtppm	<0.01※	<0.01※	<0.01※	<0.01※

※灰化して測定した値

出典：経済産業省ホームページ([http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/research/pdf/150711-3\\_jilc\\_7.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/research/pdf/150711-3_jilc_7.pdf)) に加筆

- 総じてP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(リン酸)が高い傾向にあるが、廃棄物焼却灰をセメント原料として受け入れる場合の化学組成に関する受入れ基準の(案)として示されたものであり、法的な基準値ではないことに注意。
- セメント原料として受け入れる事業者により提示される基準に合致させる必要がある。

## 4. 各汚泥処理方式の適用性

# 下水汚泥の処理・有効利用の状況（平成28年度）

**高島**

**東北部**

肥料など

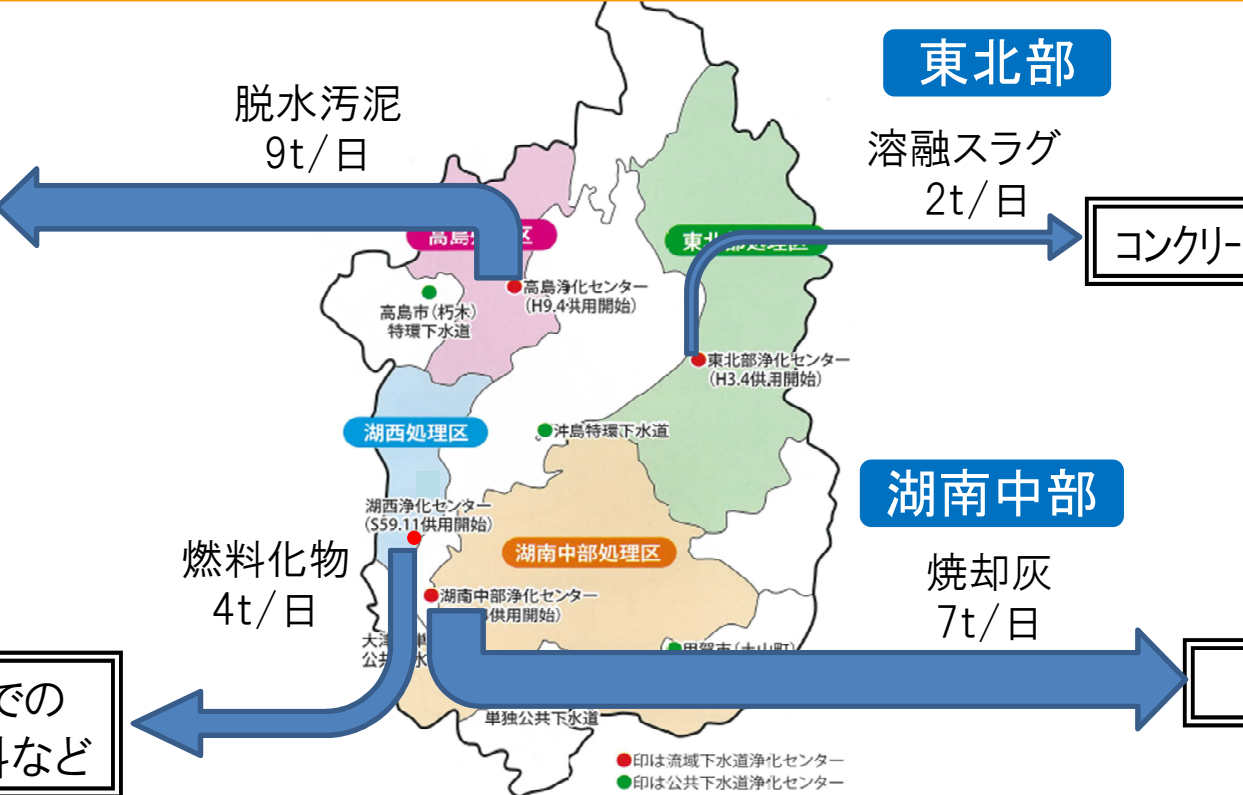
コンクリート製品の材料

**湖西**

**湖南中部**

セメント工場での石炭代替燃料など

埋立



	湖南中部処理区	湖西処理区	東北部処理区	高島処理区
汚泥発生量 (WS-t/日)	201	52 (内大津分 25)	63	9
処理方式	焼却 (120t/日 × 2基)	燃料化 (80t/日 × 1基)	焼却溶融 (110t/日 × 1基)	-
処理後発生物発生量(t/日)	焼却灰 7	燃料化物 4	溶融スラグ 2	脱水汚泥 9
搬出先	処分: 滋賀県甲賀市 (埋立)	売却: セメント工場石炭代替燃料など(燃料化)	売却: 建設資材 (有効利用)	処分: 三重県(肥料) (有効利用)
供用開始年月	2号炉:H26.11 3号炉:H17.04	H28.1	H20.4	-

# 資源・エネルギー・新技術部会における検討の視点

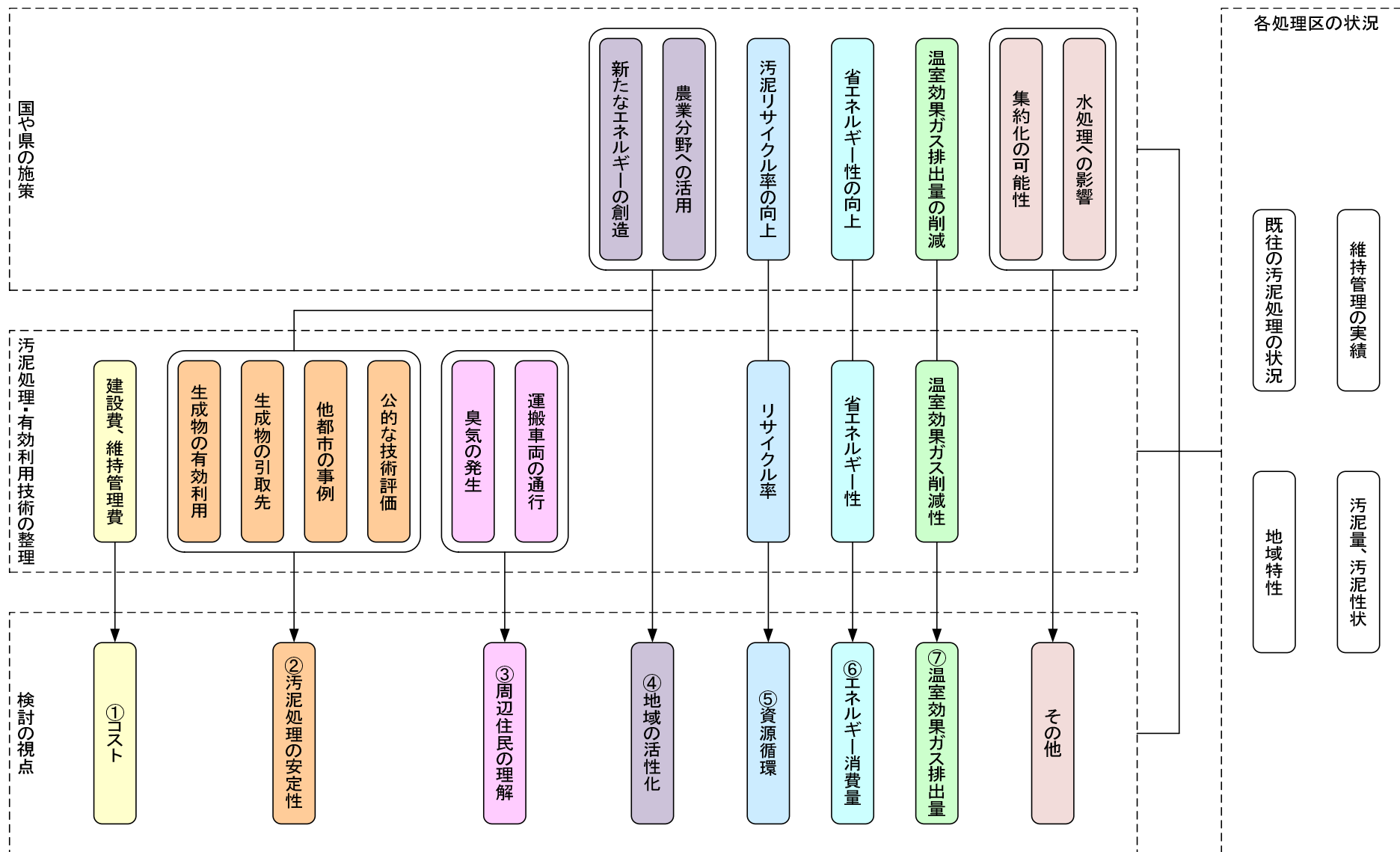
## 審議する上での検討の視点

- ① コスト
- ② 汚泥処理の安定性
- ③ 周辺住民の理解
- ④ 地域の活性化
- ⑤ 資源循環
- ⑥ エネルギー消費量
- ⑦ 温室効果ガス排出量

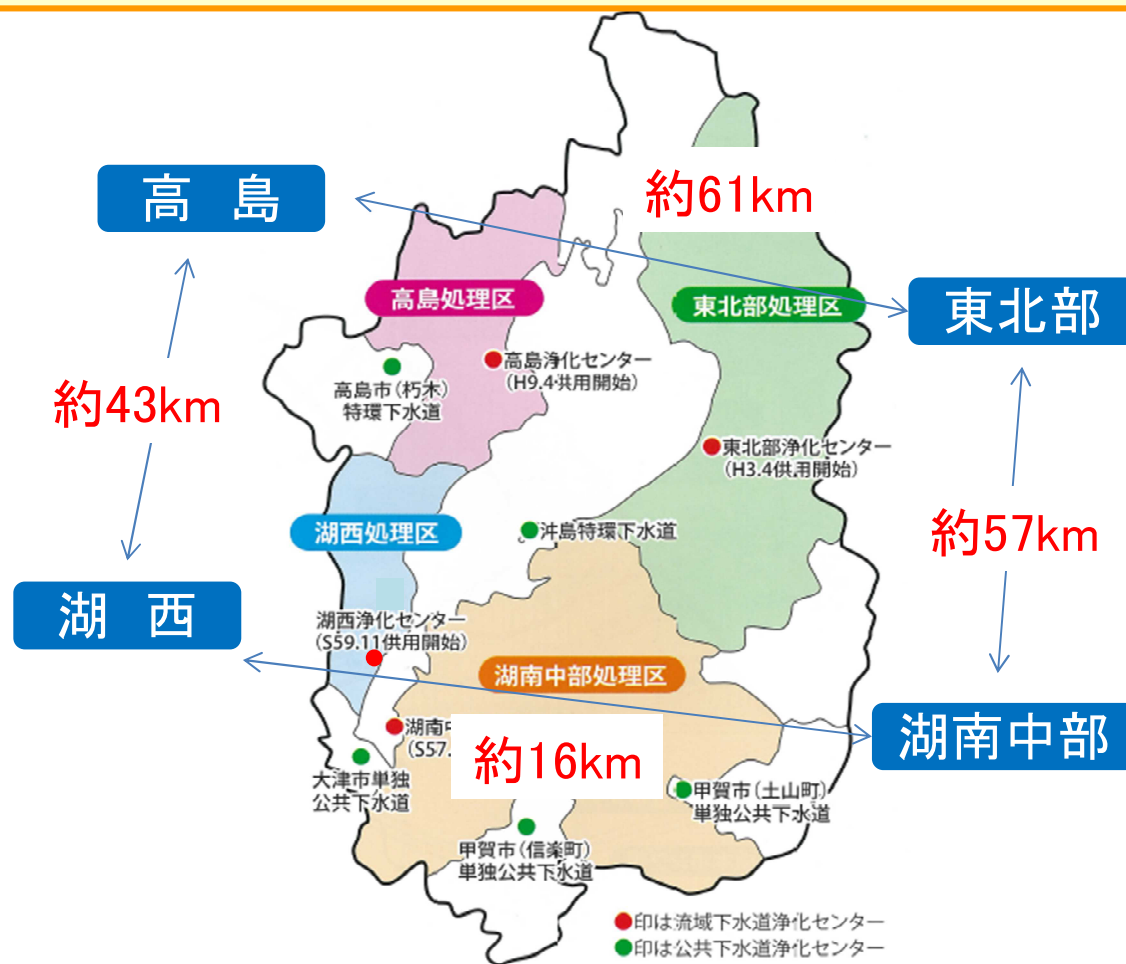


上記7つの視点から総合的に評価

# 汚泥処理方式の検討フロー(案)



# 下水汚泥処理の集約化について



大津市単独公共下水道と、湖西処理区の汚泥については既に集約処理を実施している。他の処理場間においては、距離を考慮すると集約処理は困難である。ただし、高島処理区については発生汚泥量が少なく、また現状で脱水汚泥を全量場外処分しており検討の余地がある。



## 各処理区の汚泥処理に関する特徴

処理区	特徴・懸案事項
湖南中部 (201ws-t/日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・琵琶湖流域下水道の中で流入水量が最も多く、汚泥発生量も最も多い</li> <li>・浄化センターに隣接する住宅がなく、臭気等の課題が比較的少ない</li> <li>・現状は敷地面積に余裕がある</li> <li>・汚泥処理は2系統ある(3号焼却炉、新2号焼却炉)</li> </ul>
湖西 (52ws-t/日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大津市との流域下水汚泥処理事業を実施中。</li> <li>・DBO方式により燃料化炉を採用し、H47年度までの維持管理契約を締結済み。</li> <li>・水量規模は東北部の1/2程度であるが、大津市脱水汚泥を受け入れているため、脱水汚泥投入量は東北部よりもほぼ同程度となっている</li> </ul>
東北部 (63ws-t/日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・湖南中部に次いで流入水量が多く、汚泥発生量も多い</li> <li>・現状は焼却溶融方式を採用しているが、長寿命化工事の際に溶融炉を停止する予定。</li> <li>・脱水汚泥の場外搬出が困難。</li> </ul>
高島 (9ws-t/日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・脱水汚泥は全量を有効利用を条件として廃棄物処分している。</li> <li>・流入下水水量が少なく、スケールメリットが小さい。</li> <li>・処分先の確保と、処分費の安定が課題。</li> </ul>

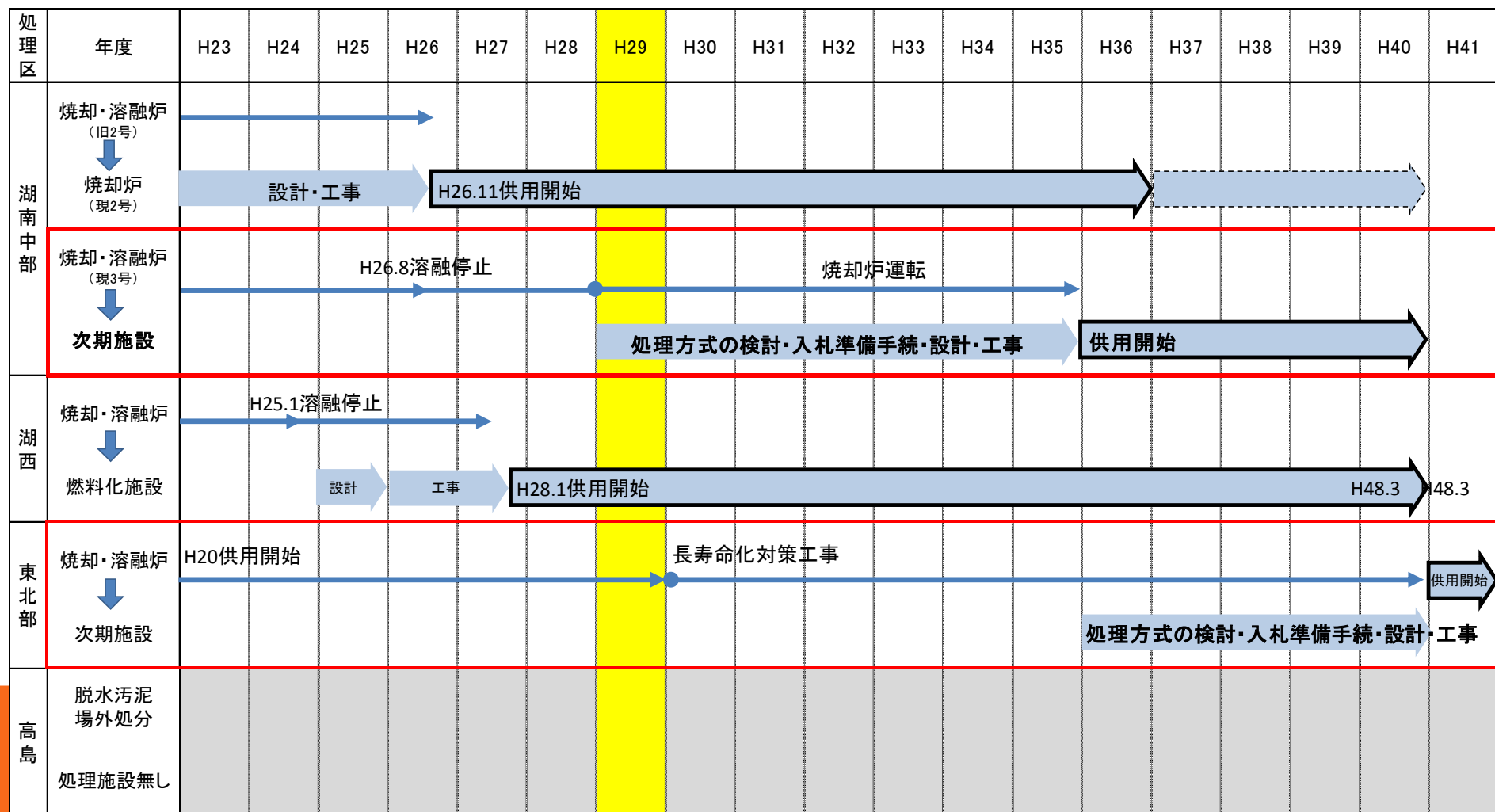
# 各処理区の汚泥処理方式の適用性

	湖南中部	湖西	東北部	高島
埋立	国、県の施策より、汚泥が有効に活用されない方式は避けることが望ましい			
コンポスト	発生する汚泥量が多いため、安定的な処分に懸念がある	需要量を鑑みて適用性を検討する	発生する汚泥量が多いため、安定的な処分に懸念がある	需要の確保が重要であるが、地域特性面から可能性はある
焼却	国交省通知(H29.9.15)に基づく廃熱回収率等に合致させる必要があるまた、焼却灰の有効利用先を確保することが望ましい。			汚泥量が少ないため、単独では採算性の面から懸念が残る
溶融	建設費、エネルギー使用量等課題があり、適用は困難。 国交省通知でも特段の理由が無い場合は交付金の対象外となる。			
燃料化	エネルギーリサイクル率向上に寄与する生成物の安定した受け入れ先の確保が重要な課題	実施中	エネルギーリサイクル率向上に寄与する生成物の安定した受け入れ先の確保が重要な課題	汚泥量が少ないため、単独では採算性の面から懸念が残る
消化	エネルギーリサイクル率向上に寄与するが、燃料化との併用は避けた方が望ましい。 一部系列への適用は想定できる。返流水質(N/P)について考慮する必要がある。	現在行われている燃料化への影響があるため、当面は併用を避ける。	エネルギーリサイクル率向上に寄与するが、燃料化との併用は避けた方が望ましい。 一部系列への適用は想定できる。返流水質(N/P)について考慮する必要がある。	汚泥量が少ないため、採算性の面から適用性は低いと想定される

議題(3)

琵琶湖流域下水道事業における汚泥処理方式  
検討方針について

# 今後の汚泥処理施設整備スケジュール(案)について



※ 平成29年度時点での予定であり、状況により変更となる場合もある。

# 琵琶湖流域下水道における汚泥処理方式検討方針(案)

## ①下水道から発生する資源有効活用の必要性

下水道事業は、単なる汚水排除のみならず資源循環の拠点となるべきポテンシャルを有している。滋賀県琵琶湖流域下水道では4つの処理区を有しており、全体で300t/日を超える脱水汚泥(=資源)が継続的に発生している。

## ②社会インフラとしての下水道事業継続の必要性

人間活動が続く限り、下水道事業は社会のインフラシステムとして停止することのできない重要な施設であり、水処理、汚泥処理とも安定して継続的に処理を行うことが求められる。

## ③環境への負荷の少ない下水道事業の必要性

今後人口減少局面を迎える社会情勢の中で、環境への負荷を低減し、省エネルギー化、資源の有効利用に配慮した事業運営を考える必要がある。

これらの条件を踏まえ、効率的に汚泥処理を行うための集約化や広域処理も視野に入れながら、滋賀県および各処理区の状況の中で重要視する項目を抽出し、基本方針を検討する。

## 各処理区の汚泥処理方式検討方針(案)

処理区	検討の基本方針(案)
湖南中部	<ul style="list-style-type: none"><li>・水量規模が最も大きい処理区であり、資源・エネルギーとしての有効利用を検討すること、安定かつ継続して汚泥処理を行わなければならないこと、また社会情勢や近年の技術開発の状況も踏まえた上で、実現可能な処理方式を幅広く求めることを基本方針とする</li></ul>
湖西	<ul style="list-style-type: none"><li>・当面は汚泥燃料化事業が行われる予定であり、当事業終了時(H48)に併せて他の方式と比較検討することを基本方針とする</li></ul>
東北部	<ul style="list-style-type: none"><li>・湖南中部に次いで処理規模が大きいいため、湖南中部と同様に有効利用と安定性に配慮して検討する必要がある</li><li>・脱水汚泥の搬出が困難であることから、複数系統化も配慮し、先行する湖南中部処理区や全国的な事例を踏まえて検討を進めることを基本方針とする</li></ul>
高島	<ul style="list-style-type: none"><li>・水量規模が小さいため、燃料化や消化工程の導入については採算性や適用性は低いと想定されるが、地域性を鑑み緑農地利用や、他バイオマスとの集約処理について検討を進めることを基本方針とする</li></ul>

# 今後の審議スケジュール(案)について

審議事項	H29			H30		
	第1回 H29.6.14	第2回 H29.11.27	第3回 H30.02中旬	第4回 H30.06中旬	第5回 H30.11中旬	第6回 H31.2中旬
琵琶湖流域下水道事業の沿革と汚泥処理の経緯	◎					
各処理区における汚泥処理の現状	◎					
今後の審議事項および審議スケジュール	◎					
汚泥処理技術の現状、事例紹介		◎				
琵琶湖流域下水道における適応性について		◎				
琵琶湖流域下水道における汚泥処理方式検討方針について		◎	○			
琵琶湖流域下水道における汚泥処理方式検討方針			◎			
中間とりまとめ			◎			
湖南中部処理区における次期汚泥処理方式について				◎		
事業手法の検討方針について				◎		
アンケート(or公募)内容の案について				◎	○	
アンケート(or公募)結果について					◎	○
事業手法について						◎
湖南中部浄化センター次期汚泥処理方式について						◎
他処理区における検討課題および展望について						◎
答申						◎

◎: 主な審議事項

○: 継続審議事項