

産業廃棄物排出抑制・減量化マニュアル

〔 汚 泥 編 〕

平成 18 年 3 月

石 川 県

+++ 目 次 +++

1 マニュアルのねらいと対象物	1
1.1 マニュアルのねらい	1
1.2 汚泥の種類	4
1.3 汚泥の性状等に応じた対策	5
2 県内における汚泥の排出及び処理状況	8
2.1 産業廃棄物及び汚泥の排出量	8
2.2 汚泥排出量の業種別内訳	8
2.3 汚泥排出量の処理別内訳	9
2.4 汚泥最終処分量の業種別内訳	9
2.5 汚泥の排出及び処理状況の流れ図	10
2.6 有機性汚泥	13
2.7 無機性汚泥	14
3 排出抑制・減量化マニュアル	15
3.1 排出抑制・減量化の手順	15
3.2 発生抑制	18
3.3 排出抑制	21
3.3.1 排出抑制技術	21
3.3.2 脱水工程等の見直し	24
3.3.3 消化・焼却・熔融の導入	26
3.3.4 有機性汚泥の排出抑制・減量化	27
3.4 資源化・再生利用と適正処理	31
3.4.1 汚泥(建設汚泥を除く)の資源化・再生利用	31
3.4.2 建設汚泥の資源化・再生利用	35
3.4.3 汚泥の適正処理	40
3.5 汚泥の排出抑制・減量化の留意点	42
4 汚泥の排出抑制・減量化事例	46
4.1 全国の汚泥排出抑制・減量化事例	46
4.2 県内の汚泥排出抑制・減量化事例	49
4.2.1 取り組み状況	49
4.2.2 取り組み内容	50
4.2.3 先進的取り組み事例	52

5 モデル事業場への技術提案	59
5.1 製造業（紙・パルプ）への技術提案.....	59
5.1.1 背景・目的.....	59
5.1.2 方法等.....	60
5.1.3 結果.....	64
5.2 製造業（繊維）への技術提案.....	66
5.2.1 背景・目的.....	66
5.2.2 方法等.....	66
5.2.3 結果.....	67
5.3 製造業（金属）への技術提案.....	73
5.3.1 背景・目的.....	73
5.3.2 方法等.....	74
5.3.3 結果.....	78
6 まとめ	80

1 マニュアルのねらいと対象物

1.1 マニュアルのねらい

本マニュアルは、循環型社会の形成に向けて、県内で排出される産業廃棄物の約40%を占める「汚泥」に着目して、その減量化及び資源化を推進し、もって石川県環境総合計画（下記参照）に掲げる最終処分量の削減を図るものである。

石川県環境総合計画 第2編 第2章 循環型社会の形成 行動目標

産業廃棄物の減量化や資源化を進め、平成22年度までに最終処分量を平成9年度の2分の1（約134千トン）以下に削減します。

産業廃棄物の計画目標（最終処分量）

単位：千トン／年

区 分	H9	H11	H15	H22	H22/H9
産業廃棄物全体	267	257	218	134	0.50
汚 泥	81	88	37	40	0.49

本マニュアルでは、これまで主に公害防止のために用いられてきたエンド・オブ・パイプ・テクノロジー（環境規制値等の目標を達成するため発生した廃棄物などを処理する技術）だけではなく、クリーナー・プロダクション（原料の採取から製品の廃棄及び再生利用に至る全ての過程で環境への負荷を低減するといった考え方に基づく対策技術など）を踏まえ、汚泥の発生から、排出、減量化、資源化・再生利用及び適正処理に至る一連の流れの中で、汚泥の排出抑制・減量化を推進することをねらいとしている。

本マニュアルのとりまとめにあたっては、汚泥の排出抑制・減量化対策の整理や、県内の先進的な取り組み事例等を紹介するとともに、モデル事業場における汚泥の発生及びその処理状況を踏まえた具体的な技術提案を試みた。

汚泥の排出抑制・減量化対策について、図1-1に示すように、次の各段階に区分した。

製造工程から発生する汚泥及び排水の量を削減する発生抑制

発生抑制は、製造工程において環境への負荷を低減するために実施される対策で、汚泥及び汚泥に転換される排水の削減を図ることである。この段階での対策が、最も大切であることから、維持管理や運転方法に係るソフト技術と、機器・設備の変更・更新を伴うハード技術に区分した。

汚泥の減量化及び排水処理工程で発生する汚泥の削減を図る排出抑制

排出抑制は、汚泥の減量化による処理コストの削減及び資源化・再生利用に向けた前処理段階として実施される対策で、汚泥中の水分や有機分を減少させることである。また、排水処理工程について、製造工程の一部とみなせば上記の発生抑制と同種な対策が実施されることとなる。

排出された汚泥の資源化・再生利用と適正処理

資源化・再生利用及び適正処理は、排出された汚泥や前処理された汚泥を資源化・再生利用したり、中間処理や埋立処分の適正処理に供する段階である。

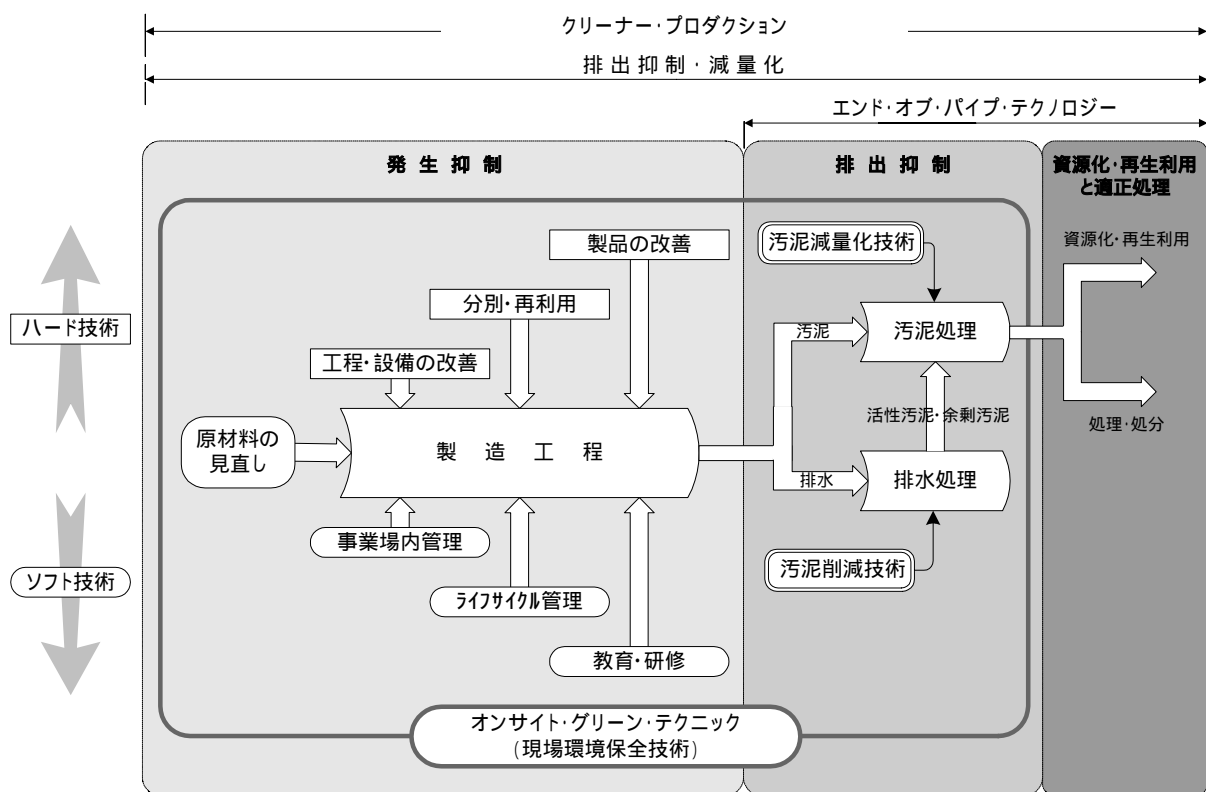


図 1-1 汚泥の排出抑制・減量化対策の概要図

【用語】

オンサイト・グリーン・テクニック (On-Site Green Technique: OGT; 現場環境保全技術)

製造現場や建設現場の創意工夫から生まれた環境保全を目的とした技術やアイデアをいう。

エンド・オブ・パイプ・テクノロジー (End of Pipe Technology: EOP)

大気汚染や水質汚濁、廃棄物処理技術は、排出口において汚染防止処理を行うという意味で、エンド・オブ・パイプ・テクノロジーと呼ばれる。

クリーナー・プロダクション (Cleaner Production: CP)

クリーナー・プロダクションとは、1992年の地球サミットで採択されたアジェンダ21で提唱された概念で、従来の公害対策であるエンド・オブ・パイプ・テクノロジーに対して、原料の採取から製品の廃棄、再利用に至るすべての過程において環境への負荷を低減しようとする考え方に基づき、従来の個々の対策技術（ハードテクノロジー）だけでなく、システムの管理手法的な技術（ソフトテクノロジー）をも包含しているものである。

1.2 汚泥の種類

産業廃棄物の汚泥は、業種により大きく性状が異なるが、大別して有機性汚泥と無機性汚泥に分類できる。表 1-1 に汚泥の種類別に主な排出業種及び具体的な汚泥の例を示す。

表 1-1 汚泥の種類及び排出業種

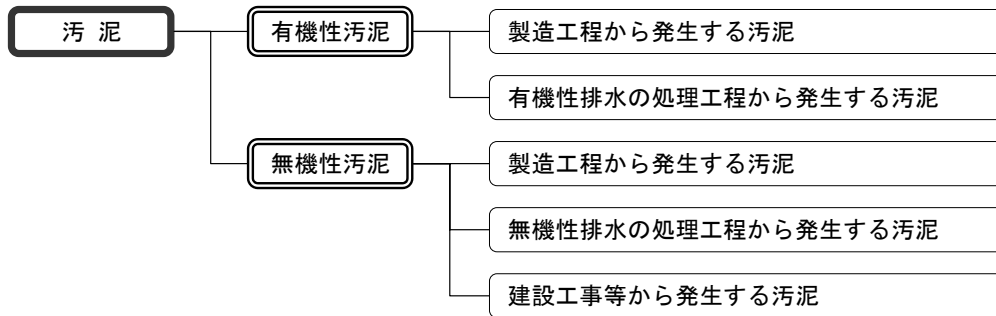
	有機性汚泥	無機性汚泥
主な排出業種	食料品製造業 飲料・飼料製造業 パルプ・紙製造業 繊維業 化学製品製造業 電気機器製造業 下水道業 サービス業	鉱業 建設業 窯業・土石製造業 鉄鋼業 金属製造業 一般機器製造業 電気機器製造業 輸送機器製造業 電気業 上水道業
具体的な汚泥の例	廃水処理汚泥 製紙汚泥 活性汚泥（余剰汚泥） ビルピット汚泥 （し尿を含むものを除く） 染色排水処理汚泥 クリーニング廃水処理汚泥 （水洗を主とするもの） 下水汚泥	めっき汚泥 金属表面処理汚泥 研磨汚泥 砂利洗浄汚泥 セメント工場廃水処理汚泥 窯業廃水処理汚泥 水酸化アルミ汚泥 イオン交換樹脂再生廃液処理汚泥 建設高含水率汚泥 ベントナイト汚泥 上水汚泥

出典：石川県廃棄物再資源化事業促進計画 報告書 / H15.3 / 石川県 p.

1.3 汚泥の性状等に応じた対策

(1) 汚泥の性状と対策

汚泥はその性状及び発生源・工程から次のように分類され、排出抑制・減量化対策は、その性状等に応じて検討する必要がある。



有機性汚泥には、製造工程から発生する汚泥（製紙汚泥、糊かす等）と有機性排水を処理する過程で発生する排水処理汚泥（活性汚泥、余剰汚泥）がある。

無機性汚泥には、製造工程から発生する汚泥（活性炭かす、釉薬かす等）、無機性排水を処理する過程で発生する排水処理汚泥（浄水汚泥、めっき汚泥、セメントスラッジ等）及び建設工事に伴い発生する建設汚泥がある。

汚泥の種類と排出抑制・減量化対策についてまとめたものを表 1-2 に示す。

表 1-2 汚泥の種類と排出抑制・減量化対策

対策		汚泥区分		無機性汚泥		
		有機性汚泥		製造工程	排水処理汚泥	建設汚泥
		製造工程	排水処理汚泥	製造工程	排水処理汚泥	建設汚泥
発生抑制	ソフト技術					
	ハード技術					
排出抑制	濃縮					
	脱水					
	乾燥					
	消化			×	×	×
	焼却・溶融			×	×	×
	排水処理工程の変更	-		-		×
資源化・再生利用	緑農地利用					
	建設資材利用					
エネルギー利用				×	×	×
適正処理						

：適用可能， ：場合により適用困難， ×：適用不可

(2) 有機性汚泥

1) 製造工程から発生する汚泥

製造工程から有機性汚泥を排出する主な業種は、パルプ・製紙業で、製紙汚泥が発生する。製紙汚泥には、建設資材（壁用素材、建材ボード）や堆肥等として資源化・再生利用が行われている事例や、メタン発酵や固形燃料化してエネルギー回収している事例が全国にある。

2) 排水処理汚泥

有機性排水を処理する過程で発生する汚泥に係る業種としては、全国的には食料品製造業、飲料・飼料製造業及び下水道業がその代表例である。本県では繊維製造業（染色排水等）があげられる。

排水処理汚泥の排出抑制・減量化対策には、水利用の効率化等による有機性排水の削減、排水処理工程や汚泥処理工程の見直しや変更、汚泥の資源化・再生利用があげられる。

多量に排出される下水汚泥は、脱水後に肥料や土壌改良材として利用されたり、焼却後に灰をセメント原料にしたり、溶融スラグ化されたものを土木資材として利用している事例が全国にある。

食料品製造業や飲料・飼料製造業の排水処理汚泥には、比較的原料価値の高い成分が含まれていることも多く、汚泥を飼料・肥料等に再生利用される事例もある。

しかし、その他の業種の排水処理汚泥は、原料価値が比較的低く、また、一事業場からの汚泥の排出量が少ないため、再生利用される事例は少ない。

(3) 無機性汚泥

1) 製造工程から発生する汚泥

製造工程から無機性汚泥を排出する業種は、鋳業、窯業・土石製品製造業、鉄鋼業、上水道業等で、汚泥の形態としては、セメントスラッジ、含鉄スラッジ、浄水汚泥等がある。これらの無機性汚泥は、建設資材やセメント原料として再生利用されている事例もあるが、脱水処理後に埋立処分されているものも多い。

2) 排水処理汚泥

無機性排水の中和や沈殿等の処理工程から発生する汚泥であり、排出する主な業種は、金属製品製造業や一般機器製造業である。無機性汚泥の排出抑制・減量化対策には、洗浄工程の見直しによる無機性排水の削減や、汚泥中に含まれる有用金属類の回収（山元還元）による再資源化等がある。建設資材等に再生利用する事例もあるが、これによる二次的な環境汚染には十分留意する必要がある。

3) 建設汚泥

建設汚泥は、建設工事に伴って発生する泥状のもので、「建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について」(平成13年6月1日付け環廃産第276号 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知)の別添「建設廃棄物処理指針」において、次のような取り扱いとなっている。

建設汚泥とは

含水率が高く微細な泥状の掘削物

- ・泥状の状態とは、掘削物を標準ダンプトラックに山積みができず、また、その上を人が歩けない状態をいい、この状態を土の強度を示す指標でいえば、コーン指数がおおむね 200 KN /m²以下又は一軸圧縮強度がおおむね 50 KN/m²以下である。

(具体的には場所打杭工法・泥水シールド工法等で生じる廃泥水)

建設汚泥の取扱い

- ◆ 地下鉄工事等の建設工事に係る掘削工事に伴って排出されるもののうち、含水率が高く粒子が微細な泥状のものは、無機性汚泥(建設汚泥)として取り扱う。また粒子が直径74ミクロンを超える粒子をおおむね95%以上含む掘削物にあっては、容易に水分を除去できるので、ずり分離等を行って泥状の状態ではなく流動性を呈さなくなったものであって、かつ、生活環境の保全上支障のないものは土砂として扱うことができる。
- ◆ 掘削物を標準仕様ダンプトラック等に積み込んだ時には泥状を呈していない掘削物であっても、運搬中の練り返しにより泥状を呈するものもあるので、これらの掘削物は「汚泥」として取り扱う必要がある。
- ◆ 土砂か汚泥かの判断は、掘削工事に伴って排出される時点で行うものとする。
- ◆ 掘削工事から排出されるとは、水を利用し、地山を掘削する工法においては、発生した掘削物を元の土砂と水に分離する工程までを、掘削工事としてとらえ、この一体となるシステムから排出される時点で判断することとなる。

建設汚泥の排出抑制・減量化対策は、掘削工法の変更等による汚泥の発生抑制、沈殿分離や脱水等による減量化のほか、建設資材等への再生利用がある。なお、再生利用にあたっては、再生利用に伴う環境への影響、取引価値の有無や実際の利用形態の確認等に十分配慮する必要がある。

2 県内における汚泥の排出及び処理状況

2.1 産業廃棄物及び汚泥の排出量

県内の平成 15 年度の産業廃棄物排出量は 3,386 千トンである。そのうち汚泥の排出量は、1,408 千トンで、産業廃棄物排出量の 42%を占めている。(図 2-1 参照)

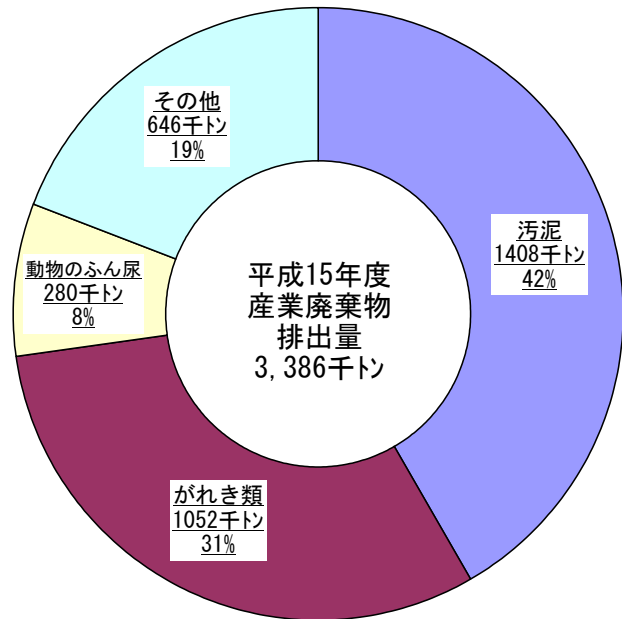


図 2-1 産業廃棄物の種類別内訳

2.2 汚泥排出量の業種別内訳

汚泥排出量の業種別の内訳は、下水道業 706 千トン (50%)、鉱業 283 千トン (20%)、パルプ・紙・紙加工品製造業 83 千トン (6%)、建設業 67 千トン (5%)、繊維製造業 65 千トン (5%)、窯業・土石製品製造業 45 千トン (3%)となっており、これら 6 業種で全体の約 89%を占めている。(図 2-2 参照)

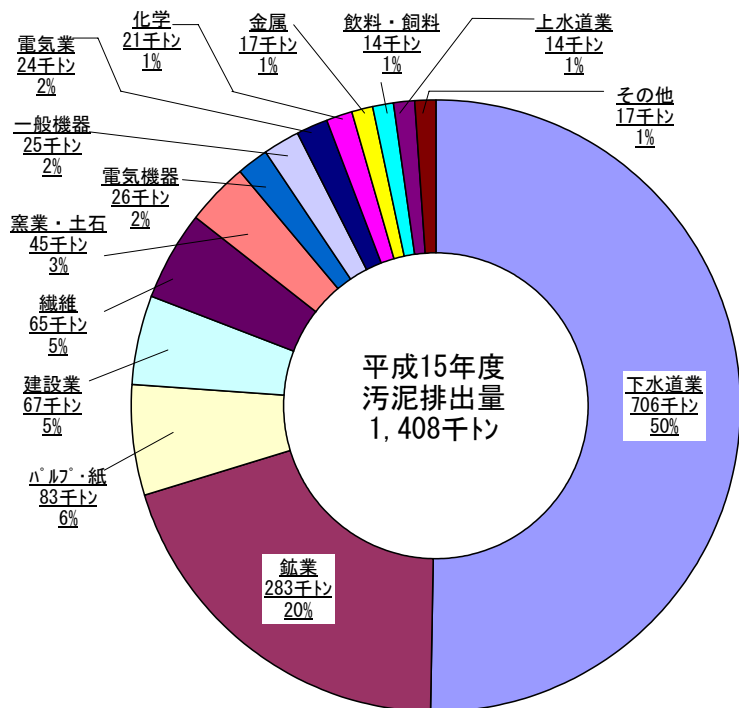


図 2-2 汚泥排出量の業種別内訳

2.3 汚泥排出量の処理別内訳

汚泥排出量の処理別内訳は、減量化量 1,180 千トン（84%）、再生利用量 188 千トン（13%）、最終処分量 37 千トン（3%）である。（図 2-3 参照）

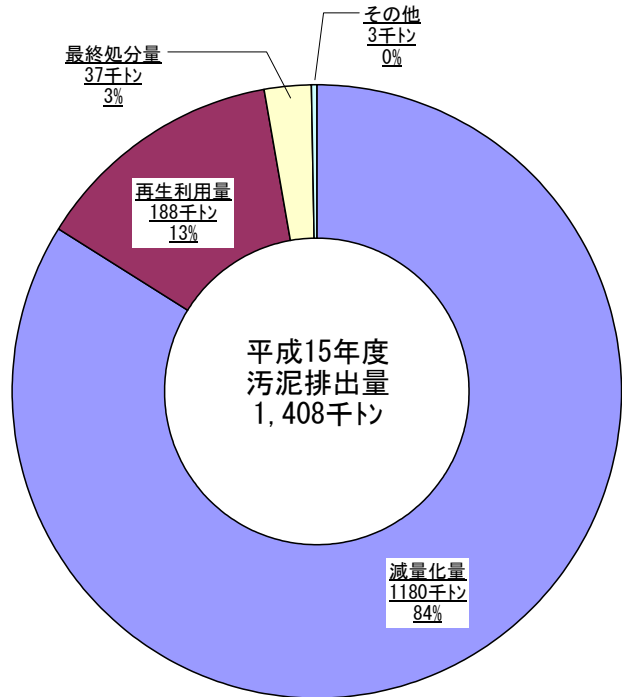


図 2-3 汚泥排出量の処理別内訳

2.4 汚泥最終処分量の業種別内訳

汚泥の最終処分量の業種別内訳は、パルプ・紙・紙加工品製造業 10 千トン（28%）、建設業 9 千トン（24%）、窯業・土石製品製造業 7 千トン（19%）、下水道業 2 千トン（5%）、電気業 2 千トン（5%）、繊維製造業 2 千トン（5%）となっており、これら 6 業種で全体の 86% を占めている。（図 2-4 参照）

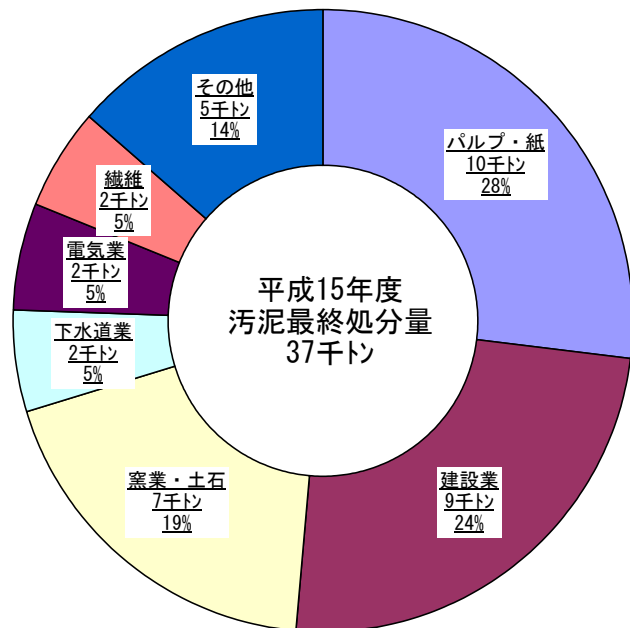


図 2-4 汚泥最終処分量の業種別内訳

2.5 汚泥の排出及び処理状況の流れ図

平成15年度の排出及び処理状況の流れ図は図2-5のとおりである。なお、図2-5に示した各項目の用語の定義は、表2-1に示すとおりである。また、有機性汚泥と無機性汚泥に区分した汚泥の排出及び処理量を表2-2に、業種別の排出量を表2-3に示す。

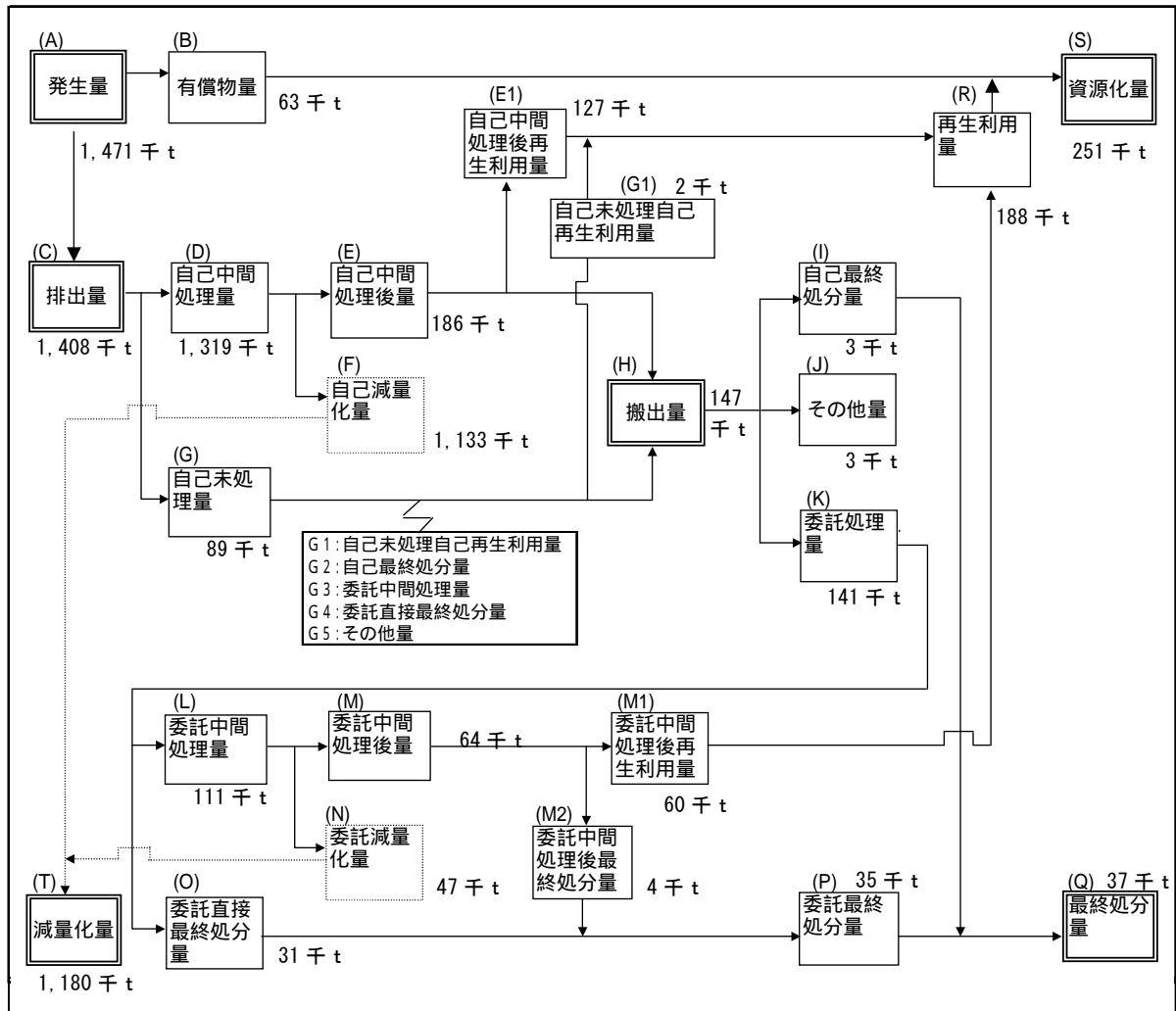


図 2-5 汚泥の排出及び処理状況の流れ図（平成15年度）

表 2-1 汚泥の排出及び処理状況の流れ図の項目に関する用語の定義

項 目	定 義
(A)発生量	事業場内等で生じた産業廃棄物量及び有償物量
(B)有償物量	(A)の発生量のうち、中間処理されることなく、他者に有償で売却した量
(C)排出量	(A)の発生量のうち、(B)の有償物量を除いた量
(D)自己中間処理量	(C)の排出量のうち、自ら中間処理した廃棄物量で処理前の量
(G)自己未処理量	(C)の排出量のうち、自己中間処理されなかった量
(G1)自己未処理 自己再生利用量	(G)の自己未処理量のうち、他者に有償売却できないものを自ら利用した量
(G2)自己最終処分量	(I)の自己最終処分量のうち、自己未処理で自己最終処分された量
(G3)委託中間処理量	(L)の委託中間処理量のうち、自己未処理で委託中間処理された量
(G4)委託直接 最終処分量	(O)の委託直接最終処分量のうち、自己未処理で委託直接最終処分された量
(G5)その他量	(J)のその他量のうち、自己未処理でその他となった量
(E)自己中間処理後量	(D)で中間処理された後の廃棄物量
(E1)自己中間処理後 再生利用量	(E)の自己中間処理後量のうち、自ら利用し又は他者に有償で売却した量
(F)自己減量化量	(D)の自己中間処理量から(E)の自己中間処理後量を差し引いた量
(H)搬出量	(I)の自己最終処分、(J)のその他、(K)の委託処理量の合計
(I)自己最終処分量	自己の埋立地に処分した量
(J)その他量	保管されている量、又は、それ以外の量
(K)委託処理量	中間処理及び最終処分を委託した量
(L)委託中間処理量	(K)の委託処理量のうち、処分業者等で中間処理された量
(O)委託直接最終処分量	(K)の委託処理量のうち、処分業者等で中間処理されることなく最終処分された量
(M)委託中間処理後量	(L)で中間処理された後の廃棄物量
(N)委託減量化量	(L)の委託中間処理量から(M)の委託中間処理後量を差し引いた量
(M1)委託中間処理後 再生利用量	(M)の委託中間処理後量のうち、処分業者等で自ら利用し又は他者に有償で売却した量
(M2)委託中間処理後 最終処分量	(M)の委託中間処理後量のうち、最終処分された量
(P)委託最終処分量	処分業者等で最終処分された量
(Q)最終処分量	排出事業者と処分業者等の最終処分量の合計
(R)再生利用量	排出事業者又は、処分業者等で再生利用された量
(S)資源化量	(B)の有償物量と(R)の再生利用量の合計
(T)減量化量	排出事業者又は、処分業者等の中間処理により減量された量

表 2-2 汚泥の排出及び処理状況<平成 15 年度>

(単位：千 t / 年)

区分 種類	発生量 (A) (B+C)	有償物 量 (B)	排出量 (C) (D+G)	自己中間処理量					自己未処理量							
				(D)	自己中間処理後量				(G)	自己未処理の処理内訳						
					(E)	(自己中間処理後の処理内訳)				(G1)	(G2)	(G3)	(G4)	(G5)		
						再生利 用量 (E1)	自己最 終処 分量 (E2)	委託中 間処 理量 (E3)							委託直 接最 終処 分量 (E4)	その他 量 (E5)
合計	3,546	160	3,386	1,758	537	377	3	127	28	1	1,628	12	54	1,496	57	9
汚泥	1,471	63	1,408	1,319	186	127	3	34	22	1	89	2	0	77	8	2
有機性汚泥	899		899	892	37	1		23	13	0	7			4	2	1
無機性汚泥	571	63	509	427	149	126	3	11	9	0	82	2	0	73	7	1

区分 種類	搬出量 (H) (I+K+J)	自己最終処分量 (I) (E2+G2)		委託処理量										
		県内	県外	(K) (O+L)	委託直接最終処分量 (O)				委託中間処理量 (L)					
					(処理主体の内訳)		(処理先地域の内訳)		(処理主体の内訳)		(処理先地域の内訳)			
					処理業 者	自治体	県内	県外	処理業 者	自治体	県内	県外		
合計	1,776	57	57	1,709	86	59	27	76	10	1,623	1,612	11	1,354	269
汚泥	147	3	3	141	31	19	12	27	4	111	103	8	89	21
有機性汚泥	44			42	15	3	12	13	2	27	20	8	16	11
無機性汚泥	103	3	3	99	16	16	0	14	1	84	84		73	11

区分 種類	委託処理量			再生利 用量 (R) (E1+G1 +M1)	最終処分量 (Q)(I+O+M 2)		その他 量 (J) (E5+G5)	資源化 量 (S) (B+R)	減量化 量 (A-Q- J-S)	
	(M)	委託中間処理後量			処理主体の内訳					
		(M1)	最終処 分量 (M2)		自己処 分 (Q1)	委託処 分 (Q2)				
										(委託処理後 の処理内訳)
合計	1,540	1,465	75	1,854	218	57	160	9	2,014	1,305
汚泥	64	60	4	188	37	3	35	3	251	1,180
有機性汚泥	15	15	0	16	15		15	2	16	867
無機性汚泥	48	45	4	172	22	3	19	1	235	313

表 2-3 汚泥の排出量（業種別）<平成 15 年度>

(単位：千 t / 年)

業種 種類	合 計	農 業	鉱 業	建 設	製 造	その他の業種																					
						食 品	飲 料	織 維	衣 服	木 材	家 具	パ ル プ	出 版	化 学	石 油	ゴ ム	皮 革	窯 業	鉄 鋼	非 鉄 金 属	一 般 機 器	電 機	輸 送	精 密	そ の 他		
合計	3,386	280	296	1,295	498	15	23	75	1	41	5	92	16	29	0	5	0	0	51	22	16	27	37	38	4	1	1
汚泥	1,408		283	67	308	6	14	65				0	83	0	21	0	0		45	4	0	17	25	26	2	0	0
有機性汚泥	899				190	6	14	65				0	83	0	21				0	0		0	0	1	0	0	0
無機性汚泥	509		283	67	118	0	0	0				0	0	0	0	0	0		45	4	0	17	25	25	2	0	0

業種 種類	電 気 ・ 水 道 業	電 力 業	熱 供 給 業	上 水 道 業	下 水 道 業	運 輸 業	卸 売 業	サ ー ビ ス 業	そ の 他 の 業 種 ※	
										業
合計	982	261	0	0	14	706	3	15	17	0
汚泥	745	24			14	706	0	1	4	0
有機性汚泥	706				706		0	0	3	0
無機性汚泥	39	24			14		0	1	0	0

※林業、漁業、金融・保険業及び不動産業を一括して、その他業種とした。

2.6 有機性汚泥

(1) 排出業種

食料品製造業、飲料・飼料製造業、パルプ・紙製造業、繊維業、化学製品製造業、電気機器製造業、下水道業、サービス業

(2) 最終処分量の削減を要する業種

- ・食料品製造業：食品排水処理余剰汚泥
- ・繊維製造業：染色排水処理余剰汚泥
- ・パルプ・紙製造業：製紙汚泥

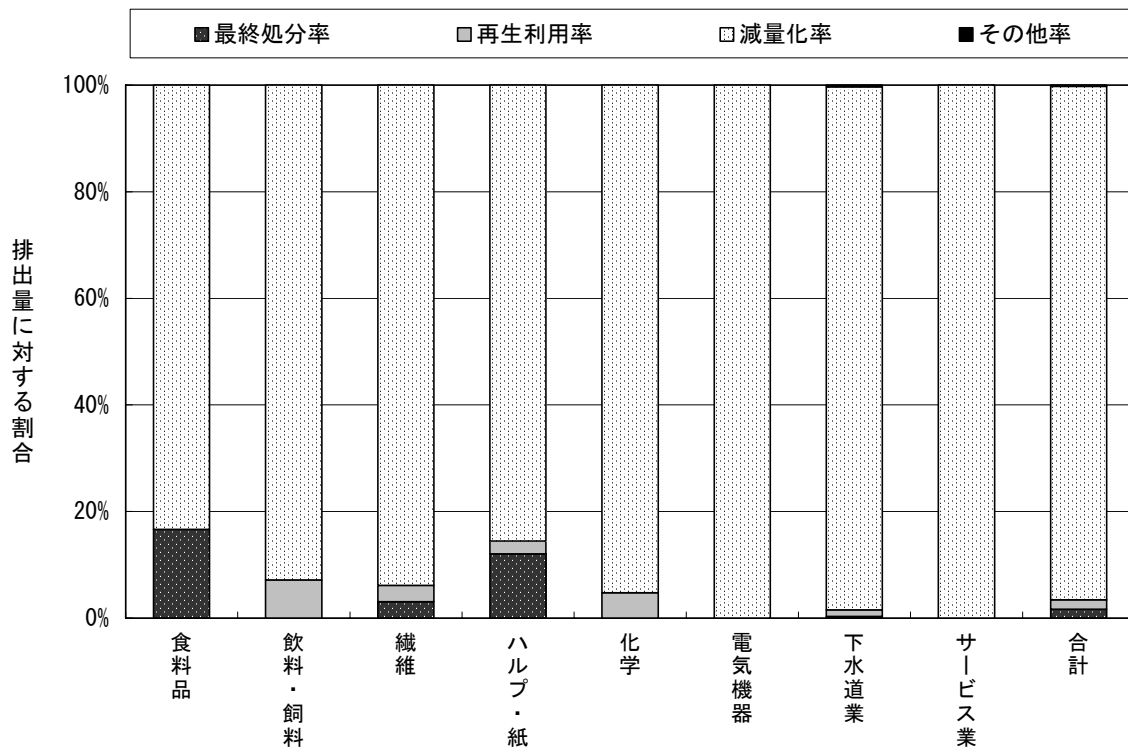


図 2-6 有機性汚泥の排出量に対する減量化量、再生利用量及び最終処分量の構成比

2.7 無機性汚泥

(1) 排出業種

鉱業、建設業、窯業・土石製造業、鉄鋼業、金属製造業、一般機器製造業、電気機器製造業、輸送機器製造業、電気業、上水道業

(2) 最終処分量の減量を要する業種

- ・建設業
- ・窯業・土石製造業
- ・鉄鋼業
- ・金属製造業
- ・一般機器製造業
- ・電気業

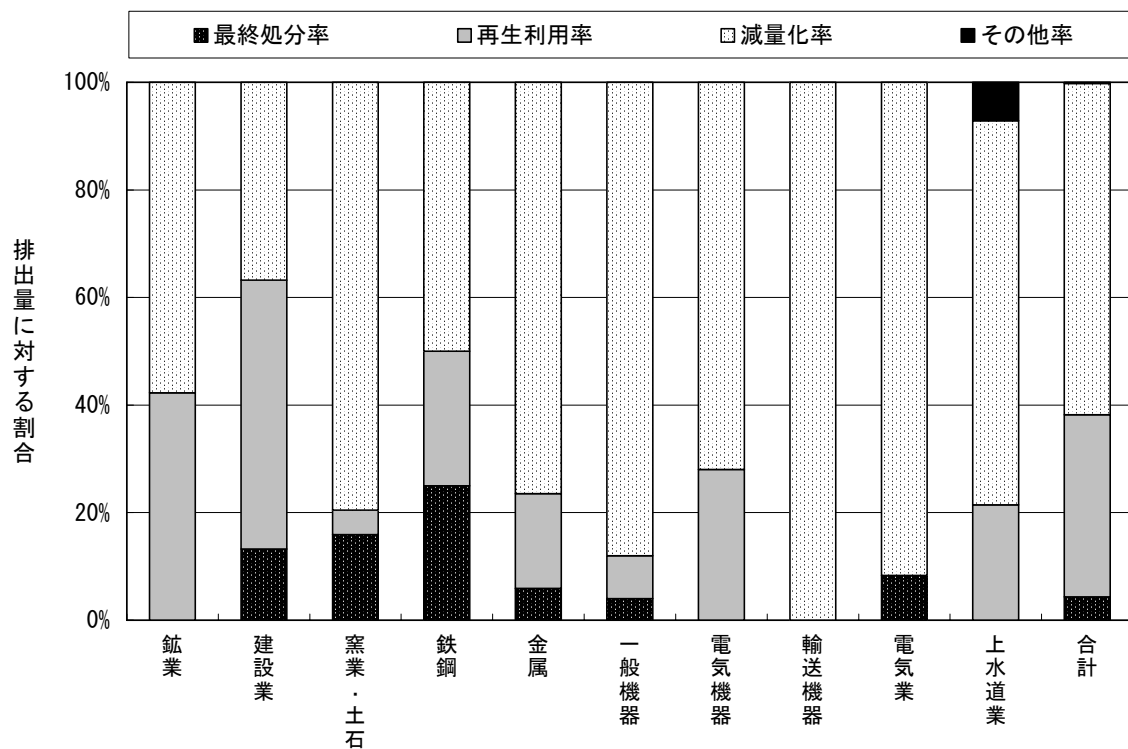


図 2-7 無機性汚泥の排出量に対する減量化量、再生利用量及び最終処分量の構成比

3 排出抑制・減量化マニュアル

3.1 排出抑制・減量化の手順

汚泥の排出抑制・減量化は、次の手順で検討する。

(1) 現状把握（情報管理）

発生する汚泥の状況を把握するために下記事項を確認・整理する。

発生する汚泥の量と性状

発生源（どの工程から発生するか）

汚泥の処理工程（事業場内の排水処理と汚泥処理）

汚泥の処分方法（産業廃棄物処理業者への委託内容）

その他再生利用等に関する情報

(2) 発生抑制

製造工程等において汚泥の発生抑制（発生の回避）するための対策を検討する。

(3) 排出抑制

製造工程等から発生した汚泥を減量化して場外への搬出量の低減を図る対策、又は排水処理工程において生じる汚泥の発生を抑制する対策を検討する。

(4) 資源化・再生利用と適正処理

発生した汚泥の資源化・再生利用の可能性を検討する。また、発生した汚泥の適正な処理について検討する。

【 解 説 】

汚泥の排出抑制・減量化対策の進め方は次の 4 つのステップで実施することとなる。

ステップ 1：現状把握（情報管理）

ステップ 2：発生抑制

ステップ 3：排出抑制

ステップ 4：資源化・再生利用と適正処理

現状把握(情報管理)は対策の始まりで、日常的な汚泥に関する情報の整理等が、対策の有効性や確実性を大きく左右する。現状把握は、汚泥の排出量や性状、汚泥の処理工程に関する情報ばかりでなく、産業廃棄物処理業者や処理設備メーカー、国、地方公共団体等から汚泥の排出抑制・減量化の技術や再生利用先等に関する情報を入手することが有効となる。

汚泥の排出抑制・減量化対策は、図 3-1 に示すように、『発生抑制 排出抑制 資源化・再生利用 適正処理』の順序に沿って検討をするのが望ましい。この順序は、汚泥の排出事業者にとって、外部に頼らず自ら検討して改善が行うことができる順序となっている。

発生抑制は、製造工程等から発生する汚泥や汚泥に転換される排水を減らすことで、コストのかからない維持管理等で対応するソフト技術と、設備の変更に伴いコストが必要となるハード技術に区分している。

排出抑制は、発生した汚泥そのものの重量及び容量を減らすこと、並びに排水処理工程からの汚泥の発生量を減らすことで、汚泥減量化技術と汚泥削減技術に区分している。

資源化・再生利用は、製造業等から排出される建設汚泥以外の汚泥と建設汚泥に分けて、利用形態（有償譲渡、自ら利用、業者委託）、資源化・再生利用方法、技術及び利用の際の留意すべき事項をまとめている。

以上の手順をQ & A形式でフローチャートにしたものを図 3-2 に示す。なお、図中右欄にある数字は参照するマニュアルの節番号である。

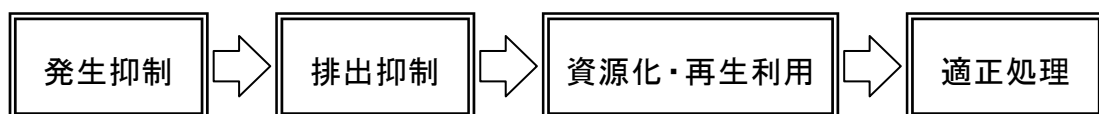


図 3-1 汚泥の排出抑制・減量化対策の検討の順序

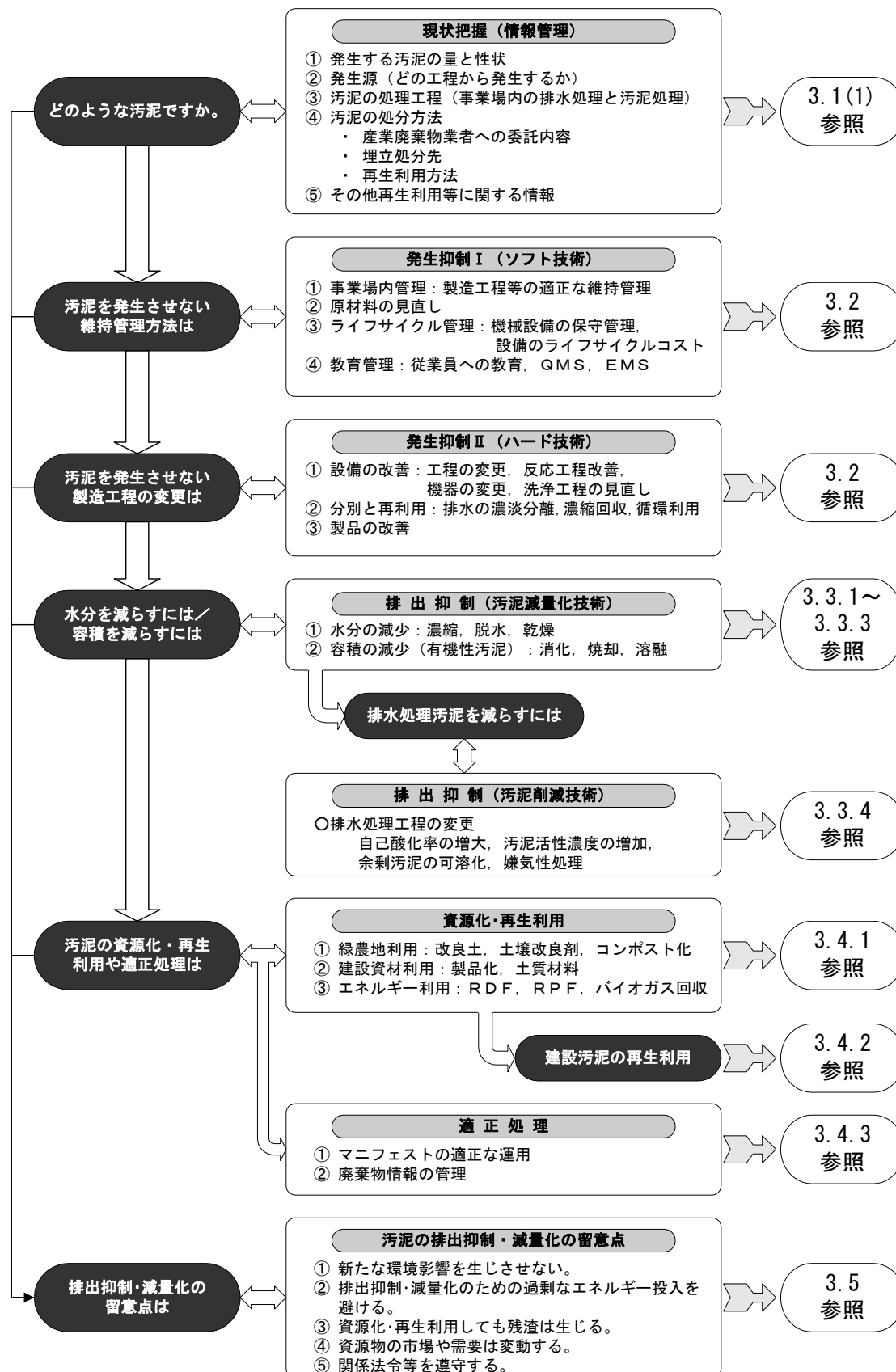


図 3-2 汚泥の排出抑制・減量化の手順

3.2 発生抑制

発生抑制は、製造工程等において発生する汚泥及び汚泥に転換される排水の発生を抑制する対策で、クリーナー・プロダクションの第一段階にあたる。

具体的な対策は、適正な運転管理や維持管理により汚泥や排水の発生量を低減させるソフト技術と、製造工程の見直しなどによる設備の改善により汚泥の発生を抑制・回避するハード技術に分類される。

- (1) ソフト技術
 - 1) 事業場内管理
 - 2) 原材料の見直し
 - 3) ライフサイクル管理
 - 4) 従業員への教育・研修
- (2) ハード技術
 - 1) 設備の改善
 - 2) 分別・再利用
 - 3) 製品の改善

【 解 説 】

(1) ソフト技術

ソフト技術とは、設備や装置の追加設置等の投資コストをかけずに適正な維持管理を実施することにより、汚泥の発生抑制を図る対策のことである。このソフト技術による効果はそれほど大きくはないものの、すべての対策の基礎となる。

1) 事業場内管理

漏水による新たな排水の発生を防いだり、製造工程等の適正な維持管理により過剰な排水や汚泥の発生を回避することができる。

過剰な排水の発生を回避することは、処理する排水が減少することから、排水処理設備の規模及び設備への負荷を低減することができ、また、有機性排水については、高濃度排水を消化し、さらに汚泥を減量化できることなど、効率の良い排水処理が可能となる。

また、環境に配慮した維持管理を計画的かつ継続的に実施するための、環境マネジメントシステムの導入も有効な事業場内管理手法の一つといえる。

2) 原材料の見直し

不純物の少ない原材料等を用いることで、汚泥に変換する洗浄残渣や反応残渣等の不要物を減少させる対策で、洗浄水量の削減と汚泥の減少が期待できる。また、汚泥の資源化・再生利用を阻害する重金属等の有害物質等が混入しない原材料

を用いることにより、発生した汚泥の資源化・再生利用を促進することができる。

3) ライフサイクル管理

老朽化した設備や機器は所定の機能を発揮せずに排水や汚泥の増加につながる場合がある。配管や設備・機器の適切な管理を実施して、機能の低下を防ぐことは汚泥の発生抑制ばかりでなく、トータルコストを削減する対策でもある。

4) 従業員への教育・研修

従業員への教育や研修を実施することは、適正な維持管理体制を構築することになり、汚泥や排水量の削減効果が期待される。

(2) ハード技術

製造工程の見直しなどによる設備の改善により、汚泥や排水の発生量を削減する方法で、機器の交換や製造工程の変更に伴い費用が生じる対策である。そのため、設備の改善に要する費用と汚泥や排水の減量化によって削減できる処理費用を比較・評価することが必要となる。

1) 設備の改善

用水の使用合理化・削減

製造工程で使用する用水を削減したり、水処理を要する排水を削減することで、汚泥量の低減を図る対策で、用水の循環利用、自動給水装置の使用、用水のカスケード利用等がある。

- ・ 用 水 の 循 環 利 用 : 用水を循環利用して、所要の水質を保持する補給水の使用に限定する。
- ・ 自 動 給 水 装 置 : 水位感応式の自動給水装置を使用して使用水量の無駄を省く。
- ・ 用水のカスケード利用 : 冷却用水や温調用水を洗浄用水として順次用いる方法で、水使用を一度だけにせず、使用により劣化(汚れ)に応じた段階的な使用を図る手法である。

洗浄方法の変更

向流多段洗浄方式や水を使用しない摩擦研磨式洗浄等に変更して、排水量の削減と汚泥の発生抑制を図る方法である。

- ・ 向流多段洗浄方式 : 洗浄方法を洗浄水と洗浄物の流れを向流に連続多段式にして用水量を削減する方法である。(図 3-3 参照)
- ・ 摩擦研磨式洗浄 : 細かい砂や鉄粉などを素材に吹き付け、摩擦によって表面を削り取るサンドブラストを用いて錆を落とすことにより排水を発生させない方法である。

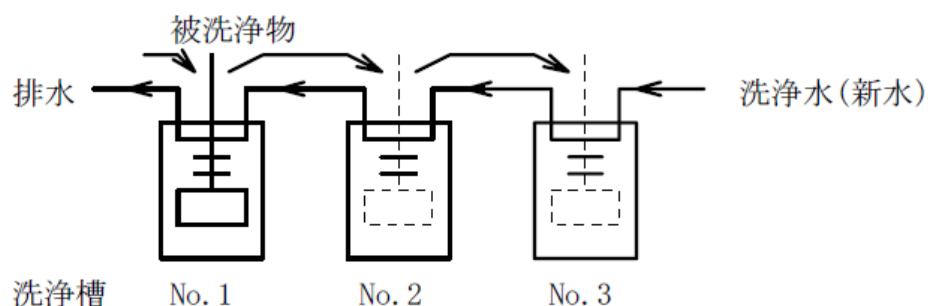


図 3-3 向流多段洗浄方式の概念図

出典：地下水使用合理化マニュアル、石川県環境安全部

機器の変更

水使用の少ない節水型の機器に変更して、排水量を削減する方法である。

反応工程の改善

反応工程に投入する薬品等の過剰投入を防止して、未反応物質の排水への流出を防ぐ対策で、反応効率の高い機器や設備に変更する。適正な維持管理により過剰投入を防止する場合はソフト技術ともなる。

2) 分別・再利用

製造工程から発生する排水を汚濁物質の濃度により濃淡分離し、その濃度に応じた処理と水の循環再利用により、用水の使用合理化を図る。濃縮液の原材料への再利用を行うことで、環境への負荷や処理費用を低減させる。

また、排水の種類に応じて排水処理工程を区分し、有害物質を含まない汚泥の資源化・再生利用や、有価物の回収による汚泥の減量化を目指す。

3) 製品の改善

重金属等の有害物質を使用しない製品に変更し、排水や汚泥の処理を軽減させる対策である。六価クロムやシアンを使用しないめっきへの変更などがこれにあたる。

3.3 排出抑制

3.3.1 排出抑制技術

排出抑制は、製造工程等で発生した汚泥及び排水処理工程から排出される汚泥を減量化・減容化し、事業場からの汚泥の搬出量を低減させる対策で、汚泥の性状に応じて単独又は組み合わせて実施する。

- (1) 汚泥減量化技術：濃縮、脱水、乾燥、消化、焼却、熔融
- (2) 汚泥削減技術：排水処理工程（水処理工程、汚泥処理工程）の変更

【 解 説 】

(1) 汚泥減量化技術

1) 汚泥減量化技術の区分

汚泥の減量化技術は、汚泥に含まれる水分の除去をどのように行うか、また、有機性汚泥の場合は固形物をどのように変換するかにより、具体的な処理技術として、表 3-1 に示すように濃縮、脱水、乾燥、消化、焼却、熔融に区分される。なお、焼却、熔融、消化は有機性汚泥に適用される技術である。

また、表 3-2 に示すように、汚泥減量化技術は水分を除去することによる重量の減少化ばかりでなく、減容化（容積の減少）、安定化（有機性汚泥の場合）、資源化の機能がある。

表 3-1 汚泥減量化技術の内容

処理技術	内 容
濃 縮	排水処理の過程で発生した濃度の低い汚泥を、減容化するため濃度を高く（濃縮）する技術。
脱 水	汚泥中の水分を機械的に除去して、汚泥を減量化しかつケーキ状にして処分や運搬等の取り扱いを容易にする技術。
乾 燥	汚泥中の水分を加熱して蒸発させ、脱水汚泥の有効利用や運搬及び焼却・熔融処理の効率化等の目的として使用する技術。
消 化	濃縮された汚泥を、嫌気性細菌や好気性細菌により有機物を分解安定化する技術。
焼 却	脱水汚泥(有機性汚泥)を燃やすことにより減量化及び安定化を図る技術。脱水汚泥中の水分がなくなるため減量化になり、燃え殻は無機物である灰になるため、安定化される。
溶 融	汚泥(有機性汚泥)を溶かすことにより、「焼却」より減量化及び安定化が図れる技術。ここで発生するものは「熔融スラグ」といわれる。
フロー	<pre> graph LR A[発生汚泥] --> B[濃縮] A --> C[消化] B --> D[脱水] C --> D D --> E[乾燥] D --> F[焼却] D --> G[熔融] E --> H[乾燥汚泥] F --> I[焼却灰] G --> J[熔融スラグ] B --> C E --> F </pre>

表 3-2 汚泥減量化技術の機能

機能		汚泥減量化技術					
		濃縮	脱水	乾燥	消化	焼却	溶融
減量化	汚泥の重量を減少させる。						
減容化	汚泥の容積を減少させる。						
安定化	汚泥を無機質のものへ変質させて反応（腐食）しないようにする。	-	-	-			
資源化	汚泥を堆肥や建設材料等に用いられるように加工する。	-					

凡例... : 効果がある。 : 場合により効果がある。 - : 適用できない。

2) 汚泥減量化技術の効果

汚泥減量化技術区分ごとの代表的な処理方式を表 3-3 に示す。それぞれの処理方式は、汚泥の種類や性状により処理効果が異なる。よって、採用にあたっては処理の目的、処理物の再利用方法や処分方法、コスト、維持管理の難易等を勘案して選定する必要がある。排水処理工程から発生する代表的な有機性汚泥である下水汚泥を対象として、各処理技術の重量及び容積の変化の目安を図 3-4 に示す。また、図中には脱水ケーキを炭化した場合も併せて示している。

表 3-3 汚泥減量化技術の処理方式

単位工程	濃縮	脱水	乾燥	消化	焼却	溶融
処理方式	重力濃縮 遠心濃縮 加圧浮上 常圧浮上 造粒濃縮調質	ベルトプレス 遠心脱水 加圧ろ過 真空脱水 多重円板 スクリーンプレス	天日乾燥 回転乾燥 気流乾燥 攪拌式 蒸気乾燥	嫌気性消化 好気性消化	流動床 多段 階段式ストーカー 乾燥乾留 回転焼却 湿式酸化 その他の焼却	コークスハット 旋回溶融 表面溶融

(2) 汚泥削減技術

汚泥削減技術とは有機性排水を処理して生じる汚泥の発生量を低減させる技術で、以下のように分類することができる。これらの技術は排水処理工程において汚泥の生成を抑制削減する方法である。汚泥削減技術については「3.3.4 有機性汚泥の排出抑制・減量化」で詳細を示す。

水処理工程：嫌気性処理、長時間曝気等
汚泥処理工程：可溶化

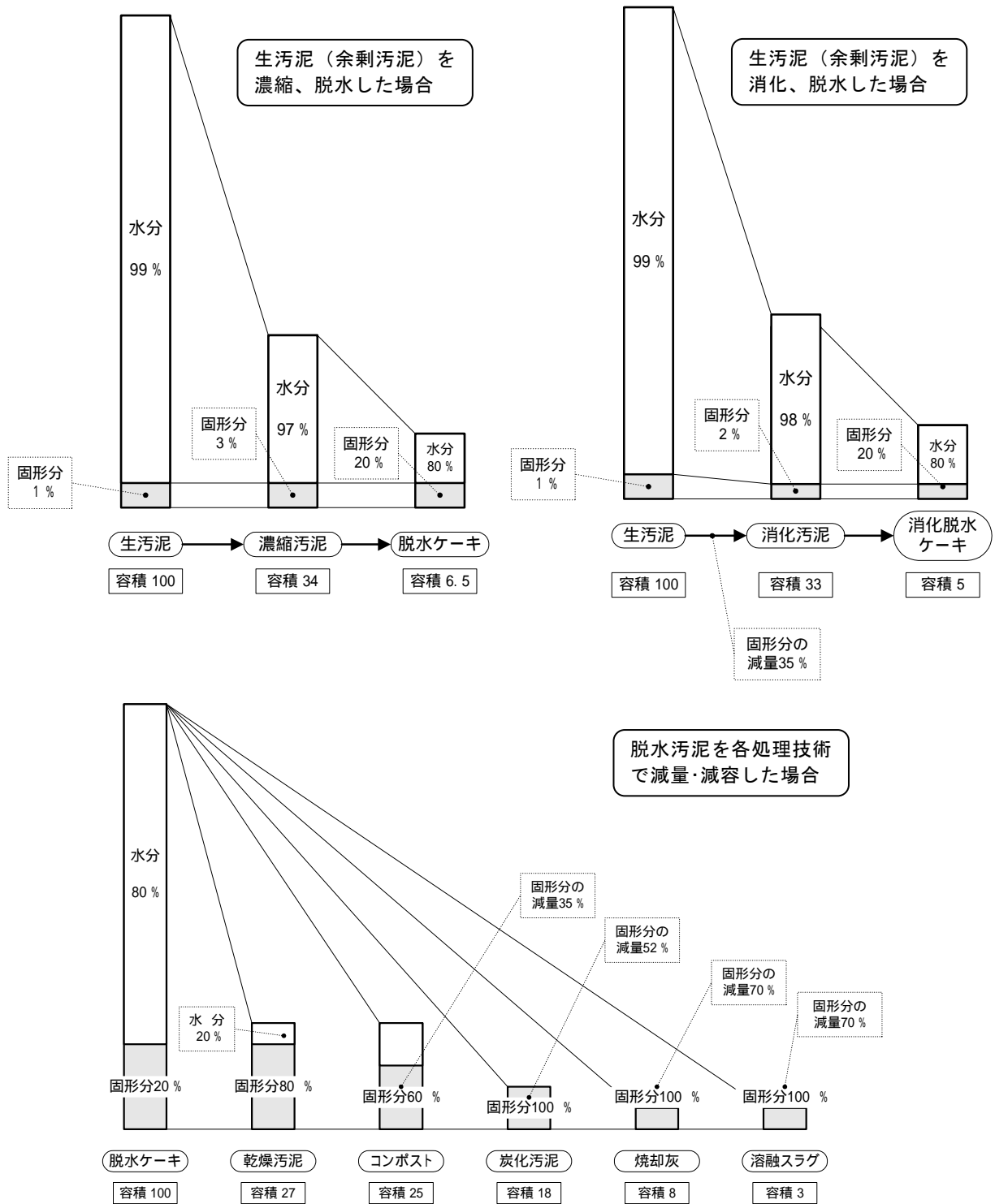


図 3-4 下水污泥処理における污泥重量及び容積の変化

3.3.2 脱水工程等の見直し

汚泥の減量化は、汚泥中の水分を除去することが有機性、無機性にかかわらず最も有効な対策である。脱水工程等を見直すことにより汚泥の排出量を大きく削減することが可能となる。

- (1) 脱水工程の効率化
- (2) 脱水機の更新
- (3) 乾燥工程の導入

【 解 説 】

(1) 脱水工程の効率化

1) 汚泥の濃縮

汚泥の脱水工程は脱水機だけではなく、その前段の濃縮も重要なプロセスである。濃縮の効果は次のとおりで、脱水の前処理として濃縮工程を設けることにより、脱水の安定性や脱水効率を向上させたり、脱水機の小型化等の経済性の向上にもつながる。

汚泥を濃縮することにより、脱水機やそれ以降のプロセスの規模縮小等の経済性を向上させる。

発生する汚泥の性状や量の変動に対して、脱水機以降の施設の維持管理を容易にする。

維持管理が比較的容易で、建設費用、維持管理費も安い。

2) 脱水助剤

汚泥は微細な粒子群で構成され、有機性排水処理汚泥のように脱水しづらい汚泥もある。このような汚泥には、脱水助剤を添加し、汚泥を調質して脱水効率を上げて脱水を行う。汚泥の調質とは、汚泥中の粒子群の凝集・粗大化を誘発させることで、粒子間の斥力を緩和する凝集作用（coagulation）と粒子間の接着・架橋による凝集作用（flocculation）の2種のプロセスがある。前者は塩化第二鉄のような無機系の凝集剤が、後者には高分子系の凝集剤が用いられる。

そのため、脱水機の機種や汚泥の性状に応じて、適切な脱水助剤や添加率を選定することが脱水効率を大きく左右する。脱水性能が一定しない場合や良好でない場合は、室内試験等（ジャーテスト）により汚泥の性状にあった脱水助剤や添加率を求めることが有効である。

3) 脱水機の維持管理

脱水機は、ろ布の洗浄状態、蛇行調整、圧力調整、付属する機器類等の点検、ろ布の交換やポンプ、ローター、シール等の取替え等の維持管理を適正に行い、

所定の脱水効率を維持することが重要である。使用状況や機種、機器等により点検頻度等は異なるが、計画的な補修点検、維持管理が脱水機能を保つ上で重要である。

(2) 脱水機の更新

脱水機やその付属する機器類は、経年使用による老朽化や技術の進歩に伴う性能の低下は避けることができない。老朽化した設備は、脱水機の性能の低下に加え補修費用や維持管理費用も上昇することがあり、脱水機を更新したほうが汚泥量の削減とトータルコストの低減を共に図ることができる場合がある。ライフサイクルコストの視点ならびに脱水機の性能の向上を目指す上で、機器の更新も考慮すべき事項である。

また、脱水機は騒音の発生源となる可能性もあり、脱水機の種類、設置する場所及び周囲の状況を勘案して二次的な環境汚染を引き起こさないよう注意する必要がある。

(3) 乾燥工程の導入

乾燥は脱水と同様に水分を除去する方法であるが、本マニュアルでは、脱水を機械的な加圧、ろ過等による水分の除去、乾燥を加温や気流接触等による水分の除去として取り扱っている。

乾燥には天日乾燥と熱源を利用した加熱乾燥がある。天日乾燥は、建設汚泥や浄水汚泥のように一事業場から発生する量が多い場合は有効である。

加熱乾燥は、場内に未利用のエネルギー（廃熱）がある場合は、低コストで乾燥が行える利点があり、その利用可能性を検討することが望ましい。また、外部燃料・エネルギーを用いる場合は、乾燥による大幅な汚泥処理費用の低減や乾燥汚泥の資源化・有効利用が図られる場合に限定される。

3.3.3 消化・焼却・溶融の導入

消化、焼却、溶融等の処理方式は、脱水、乾燥した汚泥を更に減量又は減容する場合や資源化・再生利用の前段階として採用することができる。しかしながら、設備投資や維持管理費、設置スペースを要するため、採算性やエネルギー効率を検討してから採用しなければならない。また、運転管理にあたって、比較的高度な技術を要する設備が多く、従業員の技術レベルも勘案する必要がある。

【 解 説 】

汚泥は微細な粒子群の固形物と水で構成されている。汚泥の減量化は、水を除去＝脱水する方法と粒子である固形物そのものを減少させる方法がある。無機性汚泥の場合は固形物の減量は難しいが、有機性汚泥の場合は固形物中の有機物を分解することで汚泥量を削減することができ、それが消化、焼却、溶融である。また、溶融は有機物の分解と共に無機物を溶かしてスラグ化するため、減量と共に減容効果の高い処理方式である。

消化、焼却、溶融は、建設費用や維持管理費用が高いために、下水汚泥のように大規模な汚泥の発生源で採用できる処理方式であり、また、汚泥の減量化を目的とするよりも、エネルギー回収や資源化・再生利用のための前処理として用いることができる処理方式ともいえる。

3.3.4 有機性汚泥の排出抑制・減量化

排水処理工程を変更することで発生する処理汚泥・余剰汚泥を削減・低減する方法には次のものがある。

- 自己酸化率の増大
- 活性汚泥濃度の増加
- 余剰汚泥の可溶化
- 嫌気性処理

【 解 説 】

排水処理工程において汚泥の発生量を低減させる方法には、自己酸化率の増大、活性汚泥濃度の増加、余剰汚泥の可溶化、及び嫌気性処理の採用がある。その原理は、表 3-4 に示すとおりである。

自己酸化率の増大は、曝気量を増やしたり、曝気槽の滞留時間を長くすることにより汚泥の削減が理論的に可能であるが、付加する装置や水槽が大きくなってしまふ欠点がある。

活性汚泥濃度の増加は、膜分離活性汚泥法（無酸素タンク及び好気タンクから構成される生物反応タンクにおいて活性汚泥処理を行い、好気タンク内に浸漬したろ過膜によって固液分離を行う污水处理技術）等により、生物反応槽内の汚泥濃度を増加させて効率の良い生物反応を行うことができる。

可溶化は、図 3-5 のように汚泥の細胞壁を物理的、化学的、生物学的に破壊し、汚泥という固形物を溶解性にした後に、水処理工程に戻して処理することにより汚泥の発生を低減させる方式で、水処理の能力（水槽容量や設備類の能力等）に余裕がない場合は採用が難しい。

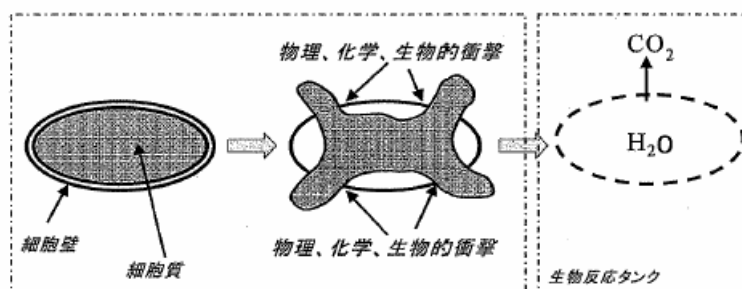


図 3-5 可溶化の模式図

嫌気性処理は、無酸素状態において嫌気性微生物の働きで生物分解性有機物をメタンと炭酸ガスに分解する処理方式で、好気性処理と比較して汚泥転換率が低いために汚泥の発生量が少ないといわれているが、処理方式を変更することになり投

資コストが大きくなる。

から までは、一般的な有機性排水の処理方式である活性汚泥処理法を一部変更又は設備を付加する形で処理が可能である。

従って、現実的な対応としては、膜分離活性汚泥法または余剰汚泥の可溶化となるが、膜分離型は設置スペースが小さくて済む一方、設置費用や維持管理が増大するのでコストの検討が重要である。

表 3-4 汚泥削減技術の概要と原理

種類	技術	原理・概要
自己酸化率の増大	運転管理	長時間曝気を行うことにより、発生する活性汚泥をほとんど死滅期に近い微生物群にすることで余剰汚泥量を低減させる。従来、行われてきた方法。
	原生動物利用多段型活性汚泥法	接触材に高等微生物（摂取した有機物に対する収率が低い）を生育させて汚泥を消費させる方法。2槽以上の多段型活性汚泥法で、それぞれ生物層の異なった槽を形成しており、高等生物の棲息し易い環境を作っている。
活性汚泥濃度の増加	膜分離活性汚泥法	高濃度の活性汚泥混合液内に平膜や中空糸膜等の膜分離装置を浸漬させ、曝気による気泡流で絶えず膜面を洗浄しながらろ過する方法。高濃度の活性汚泥であっても膜があることにより流亡は避けられ、処理効率も下がらない。
	サポニン添加	嫌気性消化および好気性消化工程において、サポニン添加による微生物の代謝活性が促される。し尿処理施設での効果が報告されている。 サポニン：多くの植物から得られる配糖体の一種。水に溶けると泡立つ。
余剰汚泥の可溶化	オゾンによる汚泥減容化	返送汚泥の一部をオゾンにより酸化分解させ、易分解性の有機物としてまた生物処理を行う。これを循環させることにより汚泥減量化が行われる。
	好熱細菌による汚泥減容化法	高温条件下では汚泥が分解される。さらに好熱性であり、汚泥可溶性に関わる細胞外分泌酵素を生産する細菌を用いることにより、さらに分解を促進させる。オゾン処理と同様、返送汚泥の一部を分解させて処理系内に戻し、循環させることで汚泥減量化を行う。
	高速回転ディスク	返送汚泥の一部を高速で回転するディスクの間隙に汚泥を通過させ、その時に生じる 剪断力による破碎、 すりつぶしによる破碎、それによって生じる 微生物細胞内から溶出した加水分解酵素による低分子化の促進を行い、系内に戻す。
	ミル破碎	固液分離槽で分離された固体の一部を濃縮し、湿式ミルで破碎、可溶化して戻す方法。
	水熱反応	水の臨界点における液相の加水分解反応を促進させることにより、細胞壁等の難分解有機物を分解し、低分子の有機物にする。この汚泥を処理系内に戻す。
嫌気性処理	遊離酸素が存在しない状態で(嫌気性)、通性嫌気性細菌（酸生成菌等）や偏性嫌気性菌（メタン菌等）の嫌気性微生物が汚水中の有機物を分解する。有機物をガス化・分解するため汚泥転換率が小さく、汚泥の発生が低減化される。	

可溶化設備を設置する場合の基本フローの例を図 3-6 に、また、各汚泥削減技術の削減効果を参考として表 3-5 に示す。これらの汚泥削減技術は、処理する排水の性状や汚泥の状況によりその効果は一定ではなく、採用にあたっては事前に十分な調査・試験を行い、また、処理能力の余力等を勘案して決定する必要がある。

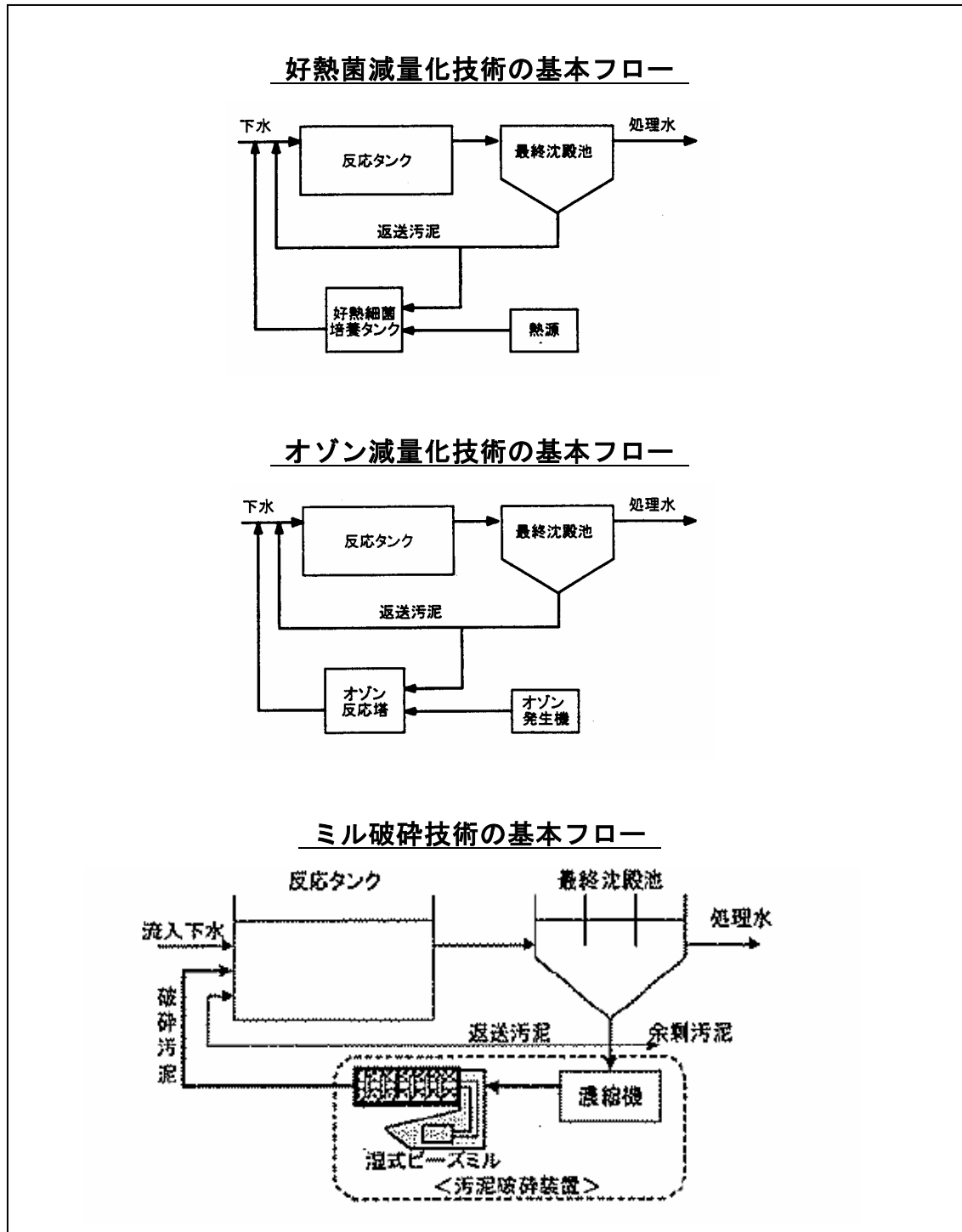


図 3-6 可溶化技術の代表例

表 3-5 各方法による汚泥の削減効果

種類	技術	発生する汚泥量の削減効果	評価
自己酸化率の増大	運転管理	下水道統計を集計した資料により、7種類の生物処理方法から発生する余剰汚泥量について、長時間ばっ気方式の除去BOD量あたりの汚泥発生率は約60%である。なお、標準活性汚泥法は約100%の発生率となっている。 ^{*1} 除去BOD量：(流入BOD濃度 - 処理水BOD濃度) × 処理量 汚泥発生率：余剰汚泥量 / 除去BOD量	
	原生動物利用多段型活性汚泥法	食品工場の排水処理において、余剰汚泥の除去BOD量あたりの発生率は1%以下である報告がある。 ^{*2}	
活性汚泥濃度の増加	膜分離活性汚泥法	下水処理施設において、汚泥転換率は、SRTが20日前後の運転では、一般的にOD法に用いられている数値に比較して10%程度小さい。 ^{*3} 汚泥転換率：汚泥発生量(引抜き汚泥量 + 流出汚泥量 + 槽内の増減分)を除去された有機栄養分量で除した値。通常除去BOD当りの汚泥発生量で示される。 SRT：固形物滞留時間で、汚泥滞留時間ともいう。 OD法：オキシデーションディッチ法、下水処理方式の一つ。	
余剰汚泥の可溶化	オゾンによる汚泥減容化	下水処理施設において、余剰汚泥発生量を0とした実験例がある。(下水道汚泥実証試験) ^{*4}	
	好熱細菌による汚泥減容化	下水処理施設において、余剰汚泥発生量を0とした実験例がある。 ^{*5}	
	ミル破碎	化学工場排水において、汚泥の減量化率が90%とした事例がある。また、農業排水処理施設で減量化率が78%とした事例がある。 ^{*6} 減量化率：1 - 汚泥発生量(実測値) / 推定汚泥発生量 推定汚泥発生量：原水BOD量 × 0.65	
	水熱反応	下水処理施設において、水熱反応(加水分解反応)によって、汚泥の減量化率が52%とした事例がある。 ^{*7}	

評価 : 効果が大きい。 : 効果が認められる。 : 効果が少ない。

出典 *1) 石川宗孝：余剰汚泥の削減化技術の特徴と今後，環境技術，Vol.28，No.8（1999）

*2) 二瓶正彦：多段型接触ろ床法による余剰汚泥の発生がない水処理の事例，環境技術，Vol.28，No.8（1999）

*3) 日本下水道事業団 技術評価委員会：膜分離活性汚泥法の技術評価に関する報告書(2003)

*4) 日本下水道事業団，栗田工業(株)：返送汚泥のオゾン酸化による汚泥減容処理方法の開発に関する共同研究報告書(第2報)（1999）

*5) 長谷川 進：好熱性細菌を利用した汚泥減量化プロセス，水処理施設，Vol.43，No.6，pp.19-24(2002)

*6) 名和慶東，井出幹夫：ミル破碎式汚泥減容化技術について，水処理施設，Vol.43，No.6，pp.31-37（2002）

*7) ㈱神鋼環境ソリューション：下水汚泥減量化・利用促進事業 共同研究報告書（2004）

3.4 資源化・再生利用と適正処理

3.4.1 汚泥(建設汚泥を除く)の資源化・再生利用

汚泥の資源化・再生利用は、その利用形態及び利用技術を十分考慮して選定する必要がある。

(1) 利用形態

有償譲渡

自ら利用

産業廃棄物処理業者への委託

(2) 資源化・再生利用方法

有価物回収：有価金属等の回収

緑農地利用：園芸土、農業培土、コンポスト化、破碎・造粒

建設資材利用：脱水・乾燥、焼却灰利用、焼成、溶融、安定化

窯業製品原料：脱水・乾燥、焼却灰利用等

エネルギー利用：RPF、RDF、バイオガス回収

【 解 説 】

(1) 利用形態

汚泥の資源化・再生利用は、有償譲渡、自ら利用、産業廃棄物処理業者への委託の3つの形態が考えられ、利用の優先順位もこの順番どおりである。

汚泥を処理した後に有償で売却できれば、汚泥の資源化・再生利用の望ましい形態となるが、一般に廃棄物である汚泥を価値ある商品にするためには、処理にコストを要する傾向があり、汚泥の処理コストに対して、商品化するための処理コスト及び商品の売上見込みについて比較検討を行う必要がある。また、売却が可能としても、市場の規模・安定性や競合品の有無等を事前に調査検討しなければならない。

次いで自ら利用が望ましいが、利用する場合は産業廃棄物に該当するかどうか、事前に調査する必要がある。なお、廃棄物の定義は「廃棄物とは、占有者が自ら利用し、又は他人に有償で譲渡できないために不要になった物をいい、これらに該当するか否かは、その物の性状、排出の状況、通常の手扱い形態、取引価値の有無及び占有者の意思等を総合的に勘案して判断すべきものである。」(平成17年7月25日付環産発第050725002号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知)とされている。通常、有償譲渡できる場合は産業廃棄物に該当しないとされているが、自ら利用する場合であっても、通常の手扱い形態や取引価値によっては産業廃棄物に該当する場合もある。そのため、自ら利用する場合であっても、あらかじめ、産業廃棄物処理基準に従って適正に処理する必

要がある。

産業廃棄物処分業者等を経由して再生利用する場合は、その利用用途や利用方法について確認し、悪臭や有害物質による環境汚染等の二次的な環境汚染を引き起こしていないことを確認する必要がある。

(2) 資源化・再生利用方法

有機性排水処理汚泥の代表である下水汚泥は、大量に発生し、また、公共事業から発生しているため、資源化・再生利用の取組みが比較的先進的に行われている。下水汚泥の利用用途は、図 3-7 及び図 3-8 に示すように緑農地利用、建設資材利用及びエネルギー利用に区分することができ、その他の排水処理に伴う有機性汚泥もこれとほぼ同様に区分できる。製造工程から発生する製紙汚泥等は、建設資材や燃料（RPF、RDF）として有効利用されている。

無機性汚泥は、建設資材や窯業原材料として用いられている例が多い。浄水汚泥は農業培土、園芸土として用いられている例がある。無機汚泥のうち建設汚泥の資源化・再生利用については、平成 11 年 3 月に「建設汚泥再生利用技術基準(案)」(建設省技調発第 71 号)が通知されており、この内容に沿って資源化を図ることとなる。その他の無機汚泥についても、建設資材として再生利用する場合は上記の通知が参考となる。

なお、石川県リサイクル製品認定制度においても浄水残渣や建設汚泥を舗装材や造園・緑化材に製品化されたものが認定されている。

1) 有価物回収

汚泥に関する有価物回収は、無機性汚泥中に含まれる金属類の回収や食料品製造過程で発生する汚泥の有効利用（ビール製造に伴う余剰酵母等）がある。有価物・有用物の回収を効率的に行うには、他の汚泥等との混合を避け、分別して排出し、有価物等を濃縮することが必要である。

2) 緑農地利用

有機性汚泥は、コンポスト化することにより土壌改良材または堆肥として緑農地還元されている。しかし、肥料として利用する場合は肥料取締法に基づく、肥効調査と重金属類等の規制を守る必要がある。

3) 建設資材利用

建設資材としての利用は、土質材料として用いる場合と建設資材・製品として用いる場合に区分される。無機性汚泥は両者に用いられるが、有機性汚泥は焼却灰や熔融スラグを焼成・造粒等の処理を経て建設資材・製品化される。製紙汚

泥は、建材（石膏ボード）の原料として用いられているケースがある。建設汚泥等の製品化の技術や基準等は「3.4.2 建設汚泥の資源化・再生利用」で述べる。

4) 窯業製品原料

窯業製造業から発生する汚泥は、回収して窯業原料として再利用することがある。また、下水汚泥等の有機性汚泥や無機性汚泥の一部はセメント原料として用いられている事例がある。浄水汚泥は成分によっては瓦やタイルの原料として用いられることもある。

5) エネルギー利用

汚泥のエネルギー利用は有機性汚泥に限定される。利用方法は脱水・乾燥して R P F (Refuse Paper & Plastic Fuel) または、R D F (Refuse Derived Fuel) 燃料として用いる場合と、汚泥を嫌気性処理してバイオガスを回収して燃料化する方法がある。

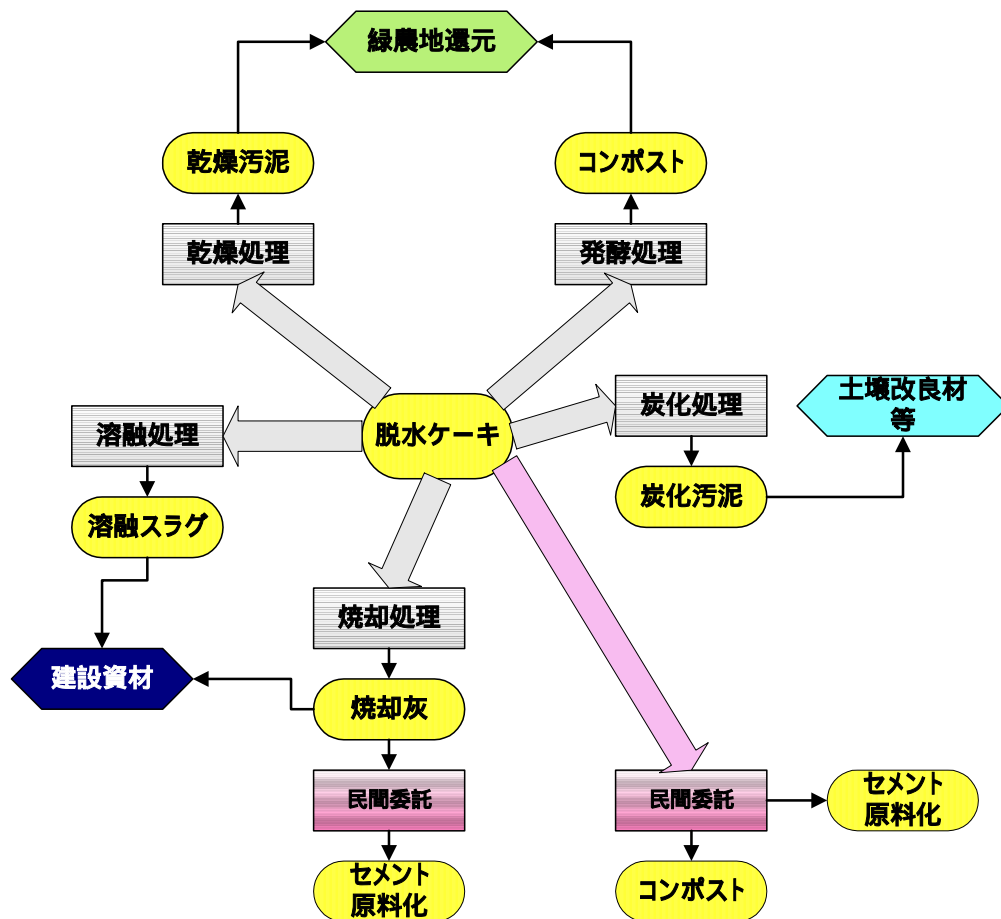
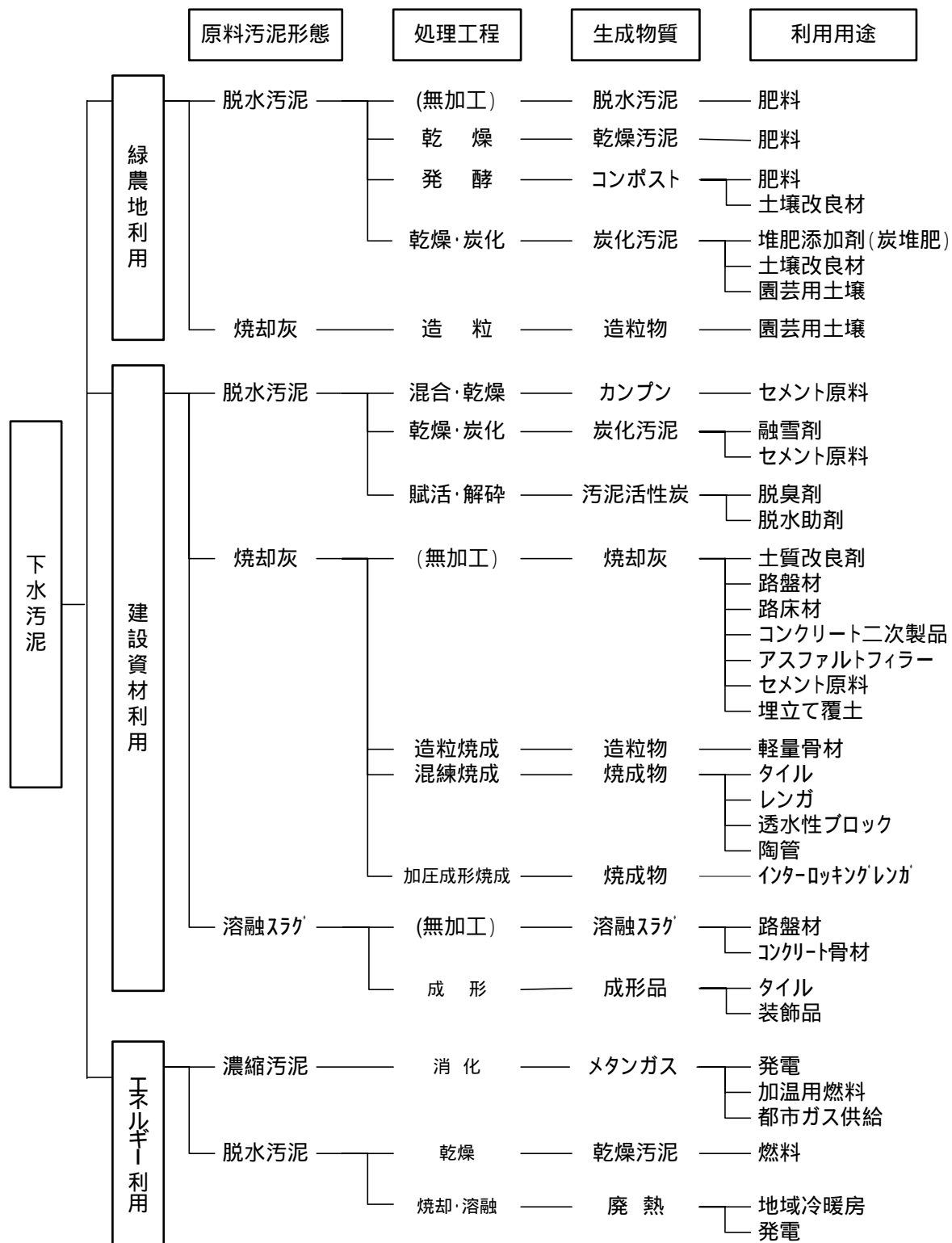


図 3-7 下水汚泥の利用用途



出典：日本の下水道平成 17 年

図 3-8 下水汚泥の資源化・再生利用の状況

3.4.2 建設汚泥の資源化・再生利用

建設汚泥は、適切な処理をした後に、建設資材や園芸用土として資源化・再生利用されることとなる。建設汚泥の処理技術は、製品化処理技術と土質材料としての処理技術に分類される。

建設汚泥を再生利用する際には、処理時、運搬・貯留時及び利用時に留意する事項が定められている。なお、処理土を土質材料として利用する場合には、処理土の品質区分と適用用途標準が適用される。

(1) 建設汚泥の処理技術

製品化処理技術：焼成処理、スラリー安定化、高度安定処理、
溶融処理

土質材料再生技術：脱水処理、高度脱水処理、安定処理、乾燥処理

(2) 処理土の品質区分と適用用途基準

(3) 建設汚泥の再生利用における留意点等

【 解 説 】

(1) 建設汚泥の処理技術

建設汚泥の主な処理方法と利用用途を表 3-6 に示す。建設汚泥の処理技術は、利用目的により以下の 2 つの処理技術に大別される。

・ 製品化処理技術

建設汚泥に高い付加価値をつけ、一般利用者（建設工事も含まれる）を対象に販売できる製品を製造するための処理技術。

・ 土質材料としての処理技術

建設汚泥を盛土や埋戻しなどの用途に適合する土質材料にまで有用性を高め利用するための処理技術。

なお、処理されたものを製品として販売する場合には、製品の品質や安全性に関して製造者が保障する必要がある。表 3-7 に主な処理技術の概要と処理後の品質を示す。

表 3-6 主な処理方法と利用用途例*¹

処 理 方 法		形 状	主 な 用 途
製品化 処 理 技 術	焼成処理	粒状	ドレーン材、骨材、緑化基盤 園芸用土、ブロック
	スラリー化安定処理	スラリー状 固化	埋戻し材、充填材
	高度安定処理* ²	粒状、 塊状	砕石代替品、砂代替品、ブ ロック
	溶融処理* ³	粒状、 塊状	砕石代替品、砂代替品、石材 代替品
土質材料 としての 処理技術	高度脱水処理 (脱水処理含む)	脱水ケーキ	盛土材、埋戻し材
	安定処理	改良土	盛土材、埋戻し材
	乾燥処理	土～粉体	盛土材

*1) 建設汚泥の処理にあたっては、廃棄物処理法等に基づき、適切に処理を行わなければならない。

*2) 安定処理とプレス併用、オートクレーブ養生による高強度化や、セメント量の増加により可能

*3) 溶融スラグ化の技術は一般廃棄物や下水汚泥などではほぼ確立されているが、建設汚泥の分野では、まだ研究中である。

出典：建設汚泥再生利用技術基準(案)〔建設省通知〕

表 3-7 主な処理技術の概要と処理後の品質

処理技術	概 要	処理後の品質
焼成処理	建設汚泥を利用目的に応じて成形したものを、1,000 程度の温度で焼成固結する処理技術。	礫・砂状を呈する。
スラリー化安定処理	土砂に泥水(または水)とセメント等の固化材を混練して流動性を有する処理土(流動化処理土等)を製造する処理技術。まだ固まらないコンクリートのようにポンプやアジテータ車等から流し込んで施工する。泥水として建設汚泥の利用が可能である。スラリー化安定処理には、流動化処理土、気泡混合土等がある。	一軸圧縮強さで 100 ~ 500kN/m ² 程度。 (固化材の添加量によってはさらに高強度も可能)
高度安定処理	安定処理にプレスやオートクレイブ養生等の技術を併用し強度の高い固化物を製造する処理技術。セメント等の固化材の添加量の増加によっても可能である。固化物を解砕することにより礫・砂状となる。	礫・砂状を呈する。
熔融処理	焼成処理よりも高温で固形分を熔融状態にした後、冷却し、固形物にする技術。冷却する方法によりスラグは、水砕スラグ(急冷スラグ)、空冷スラグ(徐冷スラグ)に分けられる。建設汚泥の熔融処理技術はまだ研究開発中であり、熔融温度が 1,450 前後との報告がある。	礫・砂状を呈する。
高度脱水処理	脱水処理土がそのまま土質材料として利用できる脱水処理技術をいう。適用可能な脱水機として、打込み圧が 1.5MPa 以上のフィルタープレス等が開発されている。	コーン指数で 400kN/m ² 以上。
脱水処理	含水比の高い土から水を絞り出す技術。機械力を利用した機械式脱水処理と、重力などを利用した自然式脱水処理に大別される。 通常、減量化や安定処理などの前処理に用いられるが、土質や利用用途によっては、脱水処理土が直接利用できる場合もある。 袋詰脱水処理工法は自然式脱水処理工法に分類される。	コーン指数で 200kN/m ² 程度まで。 (土質によっては 200kN/m ² 以上)
安定処理	軟弱な土にセメントや石灰等の固化材を添加混合し、施工性を改善すると同時に、強度の発現・増加を図る化学的処理技術。固化材の添加量によって強度の制御が可能である。	コーン指数で 200kN/m ² 以上から礫・砂状を呈するものまで。
乾燥処理	土から水を蒸発させることにより含水比を低下させ、強度を高める技術。天日乾燥などの自然式乾燥や、熱風などによる機械式乾燥がある。	乾燥の程度によっては固結状態まで可能であるが、通常はコーン指数 200kN/m ² 程度まで。

注) 廃棄物処理法上では乾燥も脱水に位置付けられている。

出典：建設汚泥リサイクル指針

(2) 処理土の品質区分と適用用途基準

建設汚泥の再生利用に関しては、平成 11 年 3 月に「建設汚泥再生利用技術基準(案)」(建設省技調発第 71 号)が通知され、次いで同年 11 月に「建設汚泥リサイクル指針」(建設省監修、(財)先端建設技術センター編著)が発行され、その中で建設汚泥の利用の考え方、関係者の役割及び利用技術について整理されている。

処理土を土質材料として利用する場合には、表 3-8、表 3-9 に示す品質区分と品質基準値及び適用用途基準(案)を適用する必要がある。

なお、適用用途基準(案)は一般的な目安を示すものであり、構造物の重要度等によっては、さらに高い品質の処理土を利用する必要がある。

表 3-8 処理土の土質材料としての品質区分と品質基準値

区分	基準値 コーン指数 ^{*1} q _c (kN/m ²)	備考
第 1 種処理土	-	固結強度が高く礫、砂状を呈するもの
第 2 種処理土	800 以上	
第 3 種処理土	400 以上	
第 4 種処理土	200 以上	

*1) 所定の方法でモールドに締固めた試料に対し、ポータブルコーンペネトロメータで測定したコーン指数(土質高度の指標)。

出典：建設汚泥再生利用技術基準(案)〔建設省通知〕別紙表-1

表 3-9 処理土の適用用途基準(案)

用途 品質区分	工作物の埋戻し		道路路床盛土		構造物の裏込め		道路路体用盛土		河川堤防				土地造成			
									高規格堤防		一般堤防		宅地造成		公園・緑地造成	
	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件
第1種処理土		最大粒径注意		最大粒径注意		最大粒径注意		最大粒径注意		最大粒径注意		最大粒径注意		最大粒径注意		-
第2種処理土		-		-		-		-		-		-		-		-
第3種処理土		施工上の工夫		施工上の工夫		施工上の工夫		-		-		-		-		-
第4種処理土	×	/	×	/	×	/	施工上の工夫	×	/		施工上の工夫		施工上の工夫		施工上の工夫	

凡例：〔評価〕 : そのままで利用が可能なもの
 : 施工上の工夫をすれば利用可能なもの
 × : 利用が不適なもの
 〔付帯条件〕 - : 十分な施工を行えばそのまま利用可能なもの
 / : 施工上の工夫をしても利用が不適なもの

出典：建設汚泥再生利用技術基準(案)〔建設省通知〕別紙表-3

(3) 建設汚泥の再生利用における留意点

建設汚泥を再生利用する場合には、表 3-10 に示すとおり、処理時、運搬・貯留時及び利用時にそれぞれ留意しなければならない。

なお、国土交通省では建設汚泥の再資源化率を向上させるために、平成 17 年 6 月に「建設汚泥再生利用指針検討委員会」を設置し、利用用途に応じた品質基準の策定、再資源化の手続きの簡素化・明確化、再生品の利用拡大等について検討を行っている。

表 3-10 建設汚泥再生利用における留意点

時 期	留 意 点
1 処理時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処理施設は、処理対象となる建設汚泥の性状、処理量、工期、処理ヤード、要求品質等を考慮して適切なものを計画する。また、その設置にあたっては関係法令を遵守しなければならない。
2 運搬・貯蔵 (仮置き)時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処理土の運搬を行う場合には、その性状を第 4 種処理土以上とし、周辺の生活環境に影響を及ぼさないよう留意する。 ・ 処理土を盛土等に利用するまでの間、貯蔵(仮置き)する場合は、品質が低下しないよう適切な対策を講じるとともに、周辺の環境に影響を及ぼさないよう留意する。
3 処理土利用時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設汚泥の再生利用に際しては、事前に周辺環境を調査し、覆土・敷土及び排水処理等の環境対策を行い、生活環境の保全上支障を生じさせないようにしなければならない。 ・ 処理土を用いた盛土や埋戻し等の計画にあたっては、環境対策を検討するため、必要な調査を行う。 ・ 処理土利用工事の施工前、施工中及び施工後には、必要に応じて水質観測を行い周辺水質への影響がないことを確認する。 ・ 工事区域からの排水は、周辺水域への影響がないよう、関係法令を遵守し、適切な処理を施す。 ・ 処理土による造成地盤上に植栽を行う場合、植物の良好な生育を促すため、客土や排水工等の対策を実施することが望ましい。
4 石灰・セメントによる改良土 *1利用時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改良土を盛土や埋戻し等に利用する場合、改良土からの表流水及び浸出水が直接流出しないよう覆土を施し、必要に応じて敷土を行う。

*1) 改良土とは、処理土のうち、セメント・石灰等による安定処理を行ったものをいう。

出典：建設汚泥再生利用技術基準(案)〔建設省通知〕別紙表-5

3.4.3 汚泥の適正処理

汚泥は可能な限り減量化・再生利用し、その後の残渣は廃棄物処理法に基づき、適正に処理しなければならない。事業場から発生する汚泥は、自ら処理するものを除き、産業廃棄物処分業者に委託して、中間処理、再生又は埋立処分する必要がある。排出事業者には、適正な中間処理、再生又は埋立処分がなされていることを確認することが求められる。

【 解 説 】

産業廃棄物の適正な処理を推進するために、国、都道府県及び事業者の役割・責任分担の明確化等が図られてきた。

これを受けて、排出事業者責任も順次強化され、排出事業者には適正な処理料金の負担や産業廃棄物収集運搬業者及び産業廃棄物処分業者のそれぞれと書面による委託契約の締結、マニフェストの運用の徹底が求められてきた。

処理の流れを図 3-9 に、汚泥の許可を有する県内の産業廃棄物処分業者を表 3-11 に示す。

排出事業者は、産業廃棄物の処分を委託する場合、許可証等の写しを産業廃棄物処分業者から受け取り、許可の内容を確認するとともに、現地調査において施設能力等を調査することが必要となる。また、中間処理後の産業廃棄物を最終処分する場所の所在地、最終処分の方法及び施設の能力についても確認する必要がある。

このような中で、排出事業者においては、処理コストの上昇等、処理への負担が増加してきている。このため、汚泥の排出抑制・減量化を行うことは、搬出される汚泥の削減による環境への負荷の低減のみならず、処理コストの低減のためにも重要なこととなってきている。

本マニュアルで主に紹介したオンサイト・グリーン・テクニク(現場環境保全技術)は、環境への負荷の低減と共に汚泥処理コストの低減を共に図る、win-win(両者に益のある)を目指したものである。

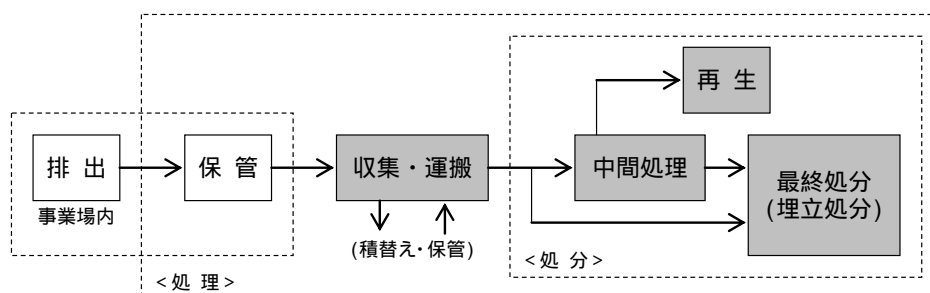


図 3-9 処理の流れ

表 3-11 汚泥の許可を有する県内の産業廃棄物処分業者

平成18年1月現在

許可区分	許可番号 許可日 許可有効日	事業者名 代表者名 事業者住所	施設種類	処理方法	備考
県	1726002148 H16.10.20 H21.10.19	株式会社 アメニテイ 代表取締役 中市 勝也 珠洲市上戸町南方い字51番地	中間処理	脱水	建設汚泥に限る。 施設：珠洲市上戸町南方い部46番1
県	1723002742 H13.10.24 H18.10.23	株式会社 タイセキ 代表取締役 伊藤 博之 愛知県名古屋港区船見町1番地86	中間処理	脱水、混練	施設：白山市相川新町899番1外 汚泥に係る特別管理産業廃棄物処分量の許可有り
県	1726021080 H16.8.1 H21.7.31	株式会社 金沢環境サービス公社 代表取締役 北山 繁 金沢市御影町23番10号	中間処理	脱水	移動式：金沢市御影町287番地（車庫）
県	1724021111 H14.9.22 H19.9.21	サンデック株式会社 代表取締役 五月女 久夫 金沢市専光寺町八52番地	中間処理	脱水	がワシカド 洗車汚泥に限る。 移動式：金沢市専光寺町八52番地（車庫）
県	1727071493 H17.11.10 H22.11.9	有限会社 さくら商事 代表取締役 青木 豊治 鳳珠都能登町字神和住又部40番地	中間処理	固化、焼却	固化は建設汚泥に限る。焼却は含水率20%以下の下水道汚泥に限る。 固化施設：鳳珠都能登町字中斉1字34番2 焼却施設：鳳珠都能登町字神和住参字26番1
県	1722073935 H12.12.25 H17.12.24	有限会社 北陸調製士 取締役 池田 隆夫 小松市金平町ラ27番地1	中間処理	混練	含水率85%以下の砕石汚泥に限る。 施設：小松市金平町ラ27番1
県	1726077371 H16.9.30 H21.9.29	有限会社 モアグリーン 代表取締役 青木 登美男 鳳珠都能登町字斉和の部3番地	中間処理	乾燥	下水道汚泥に限る。 施設：鳳珠都能登町字神和住参26番1
県	1723081001 H13.12.3 H18.12.2	株式会社 河北潟ゆきの里 代表取締役 谷内 俊郎 河北郡内灘町字湖西359番地	中間処理	堆肥化	下水道汚泥に限る。 施設：河北郡内灘町字湖西274-2
県	1724100304 H14.12.16 H19.12.15	株式会社 田中建設 代表取締役 田中 均 石川県能美市上清水町夕70番地1	中間処理	固化再生	建設汚泥、上水汚泥、砕石汚泥に限る。 施設：能美市上清水町夕67
県	1726100958 H16.6.24 H21.6.23	株式会社 吉光組 代表取締役 吉光 武志 小松市長崎町甲118番地	中間処理	脱水	無機性汚泥に限る。 施設：能美市粟生町ノ96
県	1727108639 H17.5.24 H22.5.23	株式会社 連代コンストラクト 代表取締役 連代 毅彦 白山市西柏1丁目8番地18	中間処理	乾燥、混合	含水率40%以下の上水汚泥に限る。 施設：白山市松本町1438番地
県	1746019782 H16.5.8 H21.5.7	羽咋都市建設資材協同組合 代表理事 富山 一夫 羽咋市西釜屋町甲138番地2	最終処分	管理型埋立	施設：羽咋郡志賀町字大島6字28番2
金沢市	6047005698 H17.6.18 H22.6.17	環境開発株式会社 代表取締役 高山 賢悟 金沢市泉野町5丁目7番24号	中間処理 最終処分	焼却、コンクリート 固化、管理型埋立	中間処理：金沢市新保町ラ10番地 管理型最終処分場：金沢市新保町ツ13番地1外 汚泥に係る特別管理産業廃棄物処分量の許可有り
金沢市	6027021080 H17.8.1 H22.7.31	株式会社 金沢環境サービス公社 代表取締役 高 幸久 金沢市御影町23番10号	中間処理	脱水	移動式：金沢市御影町23番10号（駐車場）
金沢市	6047007078 H17.8.1 H22.7.31	株式会社 北陸環境サービス 代表取締役 森畑 勝 金沢市長坂3丁目1番1号	中間処理 最終処分	混練、天日乾燥、 管理型埋立	中間処理：金沢市平栗ヨの部4番地1外 管理型最終処分場：金沢市平栗力の部1番地1外
金沢市	6024016803 H14.5.13 H19.5.12	株式会社 ニュージャパン 代表取締役 福井 潔 金沢市才田町マ162番地1	中間処理	乾燥	施設：金沢市才田町マ162番地1
金沢市	6046006685 H16.7.11 H21.7.10	クリーンライフ株式会社 代表取締役 毎田 正男 金沢市館町又6番地	中間処理	安定	無機汚泥に限る。 施設：金沢市田上本町テ2番2
金沢市	6026021111 H16.11.29 H21.11.28	サンデック株式会社 代表取締役 五月女 久夫 金沢市専光寺町八52番地1	中間処理	脱水	施設：金沢市専光寺町八52番地1 移動式：金沢市専光寺町八52番地1（駐車場）
金沢市	6027024117 H17.5.1 H22.4.30	金沢市清掃株式会社 代表取締役 西野 巖 金沢市東力2丁目47番地48番地	中間処理	乾燥	給油所及び自動車整備工場等の洗車装置油水分 離槽清掃の際に生じるものに限る。 施設：金沢市東力2丁目47番地48番地
金沢市	6028036683 H18.1.25 H23.1.24	ハイウェイ・リパーメンテナス株式会社 代表取締役 西山 勇 金沢市松島町17番地	中間処理	脱水	施設：金沢市東蚊川1丁目20番地

3.5 汚泥の排出抑制・減量化の留意点

汚泥の排出抑制・減量化対策を実施するにあたり、次の点に留意する必要がある。

- (1) 新たな環境影響を生じさせない。
- (2) 排出抑制・減量化のための過剰なエネルギー投入を避ける。
- (3) 資源化・再生利用しても残渣は生じる。
- (4) 資源化物の市場や需要は変動する。
- (5) 関係法令等を遵守する。

【 解 説 】

(1) 新たな環境影響を生じさせない。

汚泥の排出抑制・減量化は、環境への負荷を低減するために実施するもので、採用した排出抑制・減量化対策の結果、悪臭及び有害物質による環境汚染等の新たな環境への負荷が生じることがないように留意しなければならない。例えば、脱水機の更新等により新たな騒音や振動の発生源となったり、工程の変更や汚泥の貯留・乾燥等により悪臭が発生することは避けなければならない。特に、事業場外で汚泥を資源化・再生利用する場合は、有害物質による土壌汚染をはじめ、悪臭、水質汚濁等の新たな環境汚染が生じないことが絶対条件となる。

(2) 排出抑制・減量化のための過剰なエネルギー投入を避ける。

減量化や再生利用のために、過剰なエネルギー（電気や燃料）を使うことは、汚泥の減量化には寄与しても、CO₂の排出量の増加等となり、地球温暖化防止や省資源の観点に反するものであり、総合的な視点で環境への負荷を考慮することが要求される。また、過剰な投資は、継続性に課題を残すことになり、適正処理の観点からも好ましくない。

新たな排出抑制・減量化対策を実施する場合は、総合的な環境への負荷の検討とコスト評価の視点は不可欠である。

(3) 資源化・再生利用しても残渣は生じる。

どのような資源化・再生利用を図っても、廃棄物のリサイクルは必ず残渣物が生じるものである。資源化・再生利用というプラスの面ばかりでなく、資源化・再生利用に伴い生じる廃棄物(残渣)の処理・処分及び新たな環境への負荷も考慮しなければならない。

(4) 資源化物の市場や需要は変動する。

汚泥の資源化・再生利用の対象には必ず競合物がある。そのため、一時的な需要や市場性は見込めても、将来的に需要が減少したり、市場性が確保できなくなる

可能性もある。資源化・再生利用を行うには、設備投資が必要な場合が多く、需要や市場の将来動向を十分勘案する必要がある。

(5) 関係法令等を遵守する。

事業活動に伴い発生する汚泥は産業廃棄物であり、廃棄物処理法の処理基準が適用されるのは前提であるが、資源化・再生利用する場合は利用先で表 3-12 に示すような規制を受けることもある。また、表 3-13 に示すように、県条例により土壌基準に適合しない土砂等を使用した埋立、盛土、その他の土地への堆積が禁止されていることから、汚泥の資源化・再生利用にあたっては、環境の保全に十分留意する必要がある。

なお、表 3-14 に示す産業廃棄物処理施設を設置しようとする場合は、知事（金沢市にあっては市長）の許可が必要となる等、処理施設の設置にあたっては関係法令等に基づく許可や届出が必要となる場合もあることから、事前に関係機関に確認する必要がある。

表 3-12 汚泥の資源化・再生利用に係る法令の例

分野	法律・基準	目的等
緑 農 地 材 料	肥料取締法	<ul style="list-style-type: none"> ・この法律は、肥料の品質等を保全し、その公正な取引と安全な施用を確保するため、肥料の規格及び施用基準の公定、登録、検査等を行い、もって、農業生産力の維持増進の寄与及び国民の健康の保護に資することを目的としている。 ・肥料には、特殊肥料と普通肥料があり、前者は農林水産大臣の指定する米ぬか、たい肥、動物の排せつ物その他の肥料をいい、後者は特殊肥料以外の肥料で公定規格が定められている。下水汚泥肥料などの汚泥肥料等は国登録の普通肥料となり、含有を許される有害成分の最大量、その他の制限事項が定められている。
	地力増進法	<ul style="list-style-type: none"> ・この法律は、地力の増進を図るための基本的な指針の策定及び地力増進地域の制度について定めるとともに、土壤改良資材の品質に関する表示の適正化のための措置を講ずることにより、農業生産力の増進と農業経営の安定を図ることを目的としている。 ・土壤改良資材の種類は、泥炭、パークたい肥、腐植酸質資材、木炭、けいそう土焼成粒、ゼオライト、パーミキュライト、パーライト、ベントナイト、VA菌根菌質材、ポリエチレンイミン系資材、ポリビニルアルコール系資材の12種類の資材のいずれか1つであり、その種類ごとに原料、用途、施用方法等を表示しなければならない。

表 3-13 土砂埋立て等における特定有害物質の規制

条 例	目的等
ふるさと石川の環境を守り育てる条例	<ul style="list-style-type: none"> ・この条例は、生活環境、自然環境、地球環境などすべての環境の保全について、次に掲げる事項を定め、もって現在及び将来の県民の健康で文化的な生活の確保と福祉の向上に寄与することを目的としている。 ・特定有害物質（揮発性有機化合物、重金属等、農薬等）の汚染により土壤基準に適合しない土砂等（土砂、砂利及びこれらに混入し、又は吸着されたもの）を使用して土地の埋立て、盛土その他の土地への堆積を行ってはならない。

表 3-14 廃棄物処理法に基づき許可を要する産業廃棄物処理施設^{※1}（汚泥関係）

処理施設名	規模	備考
汚泥の脱水施設 ²	処理能力が 10m ³ /日を超えるもの	
汚泥の乾燥施設	処理能力が 10m ³ /日を超えるもの	天日乾燥施設にあっては、100m ³ /日を超えるもの
汚泥の焼却施設	次のいずれかに該当するもの イ 処理能力が 5m ³ /日を超えるもの ロ 処理能力が 200kg/時以上のもの ハ 火格子面積が 2m ² 以上のもの	汚泥のうち、PCB 汚染物及び PCB 処理物を除く。
有害物質を含む汚泥のコンクリート固型化施設	すべてのもの	
水銀又はその化合物を含む汚泥のばい焼施設	すべてのもの	
汚泥、廃酸又は廃アルカリに含まれるシアン化合物の分解施設	すべてのもの	
廃 PCB 等、PCB 汚染物又は PCB 処理物の焼却施設	すべてのもの	
廃 PCB 等又は PCB 処理物の分解施設	すべてのもの	
PCB 汚染物又は PCB 処理物の洗浄施設又は分離施設	すべてのもの	
遮断型最終処分場	すべてのもの	有害な産業廃棄物、特別管理産業廃棄物の最終処分場である。
管理型最終処分場	すべてのもの	水面埋立地にあっては、環境大臣が指定する区域に限る。

1 産業廃棄物処理施設を設置する場合は、事業者、処理業者にかかわらず、廃棄物処理法に基づく許可が必要となる。

さらに、処理施設の設置（排出事業場内に設置し、当該排出事業場から発生する産業廃棄物のみを処理するものを除く。）には、石川県廃棄物適正処理指導要綱（金沢市内にあっては、金沢市産業廃棄物適正処理指導要綱）に基づく事前協議が必要。

2 汚泥の脱水施設に係る運用について

規制改革通知（平成 17 年 3 月 25 日付け環廃産発第 050325002 号環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知）により、独立した施設としてとらえ得るものであって、工場又は事業場内のプラントの一部として組み込まれた汚泥の脱水施設の取り扱いは次のとおりとなる。

(1) 次の ~ に掲げる要件をすべて満たす汚泥の脱水施設は、独立した施設としてとらえ得るものとみなされず、許可を要する産業廃棄物処理施設に該当しないものとして取り扱う。

当該脱水施設が、当該工場又は事業場内における生産工程本体から発生した汚水のみを処理するための水処理工程の一装置として組み込まれていること。

脱水後の脱離液が水処理施設に返送され脱水施設から直接放流されないこと、事故等により脱水施設から汚泥が流出した場合も水処理施設に返送され環境中に排出されないこと等により、当該脱水施設からの直接的な生活環境影響がほとんど想定されないこと。

当該脱水施設が水処理工程の一部として水処理施設と一体的に運転管理されていること。

(2) 上記(1) から に掲げる要件を満たす脱水施設における産業廃棄物たる汚泥の発生時点は、従前のおり当該脱水施設で処理する前とすること。

(参考) 生産工程本体以外から発生した汚水が混入している場合などは、本通知の対象外となる。

4 汚泥の排出抑制・減量化事例

本事例集では、以下の内容を記述している。

- 全国の汚泥排出抑制・減量化事例
- 県内の汚泥排出抑制・減量化事例
 - 取り組み件数
 - 取り組み状況
 - 先進的取り組み事例

4.1 全国の汚泥排出抑制・減量化事例

全国の汚泥の発生抑制、排出抑制、資源化・再生利用に関する取組事例を表 4-1～表 4-4 に示す。

- < 出典 > ・産業廃棄物の資源循環の促進に向けて/平成 15 年 3 月/環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部
 ・平成 14 年度水処理における汚泥の減量・有効利用技術及びシステムに関する調査研究報告書/平成 15 年 3 月/(財)機械システム振興協会
 ・石川県廃棄物再資源化事業促進計画 報告書/平成 15 年 3 月/石川県

表 4-1 汚泥の発生抑制の取組事例

対策類型	業種	内容	
生産工程等の見直し	原材料の見直し	化学	廃酸の中和剤を消石灰から苛性ソーダへ変更することにより、中和沈殿汚泥の発生量を削減
		鉄鋼	原材料の鉄線酸洗時に使用する硫酸の液中の鉄分を下げることにより、汚泥発生量を抑制し、中間処理残渣量を削減
		非鉄	チタン原材料適正化によるキャリーオーバーの減少、排水処理設備改善により、汚泥発生量を抑制
		金属製品・電気機械等	中和処理剤、ポジ現像液など汚泥発生成分となる薬品の削減・転換、濃縮倍率の適正化等により、汚泥発生量を削減
	製造方法の転換	化学	バッチ生産プロセスでの製品切り替え頻度の削減や、酸化チタン脱鉄工程の管理による排水中の鉄濃度の低減により汚泥発生量を削減
		食品	と畜解体等の処理技術向上による汚物・汚水の抑制で、汚泥発生量を抑制
		鉄鋼	生産工程に酸回収装置を設置し、廃酸を再生利用することで汚泥発生量を抑制
	浄法改変 ラインの洗	金属製品	洗浄水への酸の持込を減らすため、洗浄水の液切りを改善し洗浄水を循環使用
		非鉄	重金属の回収による有価物化と工程水洗水の管理の強化により、無機性汚泥発生量を抑制

表 4-2 汚泥の排出抑制の取組事例

対策類型	業種	取組の内容	
排水処理方法の見直しや適正な運転管理	化学・電気機械等	好熱菌による余剰汚泥の減容化技術の導入など排水処理工程の変更および適切な運転管理による排水処理効率改善により汚泥発生量を抑制	
	食品	微生物培養槽の設置により有機性汚泥の発生量を抑制 嫌気性処理を導入し、汚泥の削減	
	一般機械 電子部品	塗装ブース汚泥等をバイオ処理することにより、汚泥発生量を削減	
	電子部品	フッ酸系薬品の使用量削減により、凝集沈殿の処理条件を最適化	
	化学・下水道	返送汚泥のオゾン処理によって可溶化し余剰汚泥量を削減 好熱性細菌を利用し、余剰汚泥を可溶化して汚泥量を削減 ミル破碎により余剰汚泥の生分解性を高め、汚泥量を削減	
脱水工程の見直し	脱水機による脱水効率向上	化学	脱水槽の適正な運転管理により、凝集剤を削減
		鉄鋼	脱水機メーカーによるメンテナンス頻度の向上（1年毎 6ヶ月毎）により、脱水効率低下を防止
			濾布・加工ポンプの定期的な交換により、無機汚泥の脱水処理効率を向上 汚泥スラリーへの薬剤投入量の調整により、濃縮濃度変動を改善
	金属製品	脱水機の適正な運転管理により、汚泥発生量を削減	
	脱水方式の変更や脱水機の更新	食品	工場内の脱水施設において、スクリーブプレス方式で有機性汚泥を脱水減量化
		金属製品	脱水機（フィルタープレス）の導入によりニッケル等を含む無機性汚泥を減量化
		一般機械	濃縮装置の導入により、含水率の高い含油液の水分を除去
		窯業土石	適正な凝集剤の選定と脱水機の脱水能力向上（更新）により汚泥発生量を削減
		鉄鋼	老朽化したフィルタープレスの更新および脱水後の含水率の改善（75% 63%）により、スラッジの搬出量を 1/3 に削減
		金属製品	脱水機（スクリーブプレス）の改造により無機汚泥の含水率を低減
乾燥工程の導入	化学	蒸気式 汚泥・廃液乾燥機の導入により、汚泥・廃酸の発生量を 1/3 に減容・減量	
	電気機械	乾燥設備の導入により脱水性を向上	
	非鉄	廃熱を利用して汚泥を乾燥（含有率 65～40%）	
	金属製品	乾燥設備の導入により、無機性汚泥の有価物化を検討	

表 4-3 有機性汚泥の資源化・再生利用の取組事例

対策類型		業 種	取組の内容
肥料化		化学・電気機械等	脱水汚泥を乾燥後、有機肥料化
		食品	不良原材料や液状有機性汚泥、汚泥ケーキを堆肥原料・土壤改良剤として再資源化
飼料化		食品	ビートパルプを飼料として有効利用
建設 資材化	軽量 骨材化	鉄鋼	脱水汚泥を軽量コンクリートパネルの骨材として再資源化
		輸送機械	排水処理汚泥の軽量骨材化
	路盤材化	電気機械・輸送機械等	汚泥を焼却スラグ化した後、路盤材として再生
窯業原料化 セメント原料化		下水道・紙・化学・電気機械等	セメント原料化 消石灰等へ原料化
エネルギー回収 (熱回収)		化学	廃熱回収ボイラーを設置した新焼却炉によるサーマルリサイクル
		紙・パルプ	スラッジボイラの燃料としてサーマルリサイクル

表 4-4 無機性汚泥の資源化・再生利用の取組事例

対策類型		業 種	取組の内容
有価物 回収	含鉄スラッジからの鉄分回収	鉄鋼	廃酸の中和沈殿汚泥を電気炉に投入し金属回収
		輸送機械	フィルタープレスのスラッジ、酸洗スラッジを還元ばい焼によって鉄分の回収・再生利用
		輸送機械	金属研磨汚泥の鉄鋼・製鉄原料化
	非鉄金属回収	輸送機械	ボンデ粕・めっき汚泥から非鉄金属回収
	研磨汚泥からの金属回収	輸送機械	研磨屑のプリケット化による再資源化 研磨汚泥の圧縮固形化による再資源化
肥料化		化学	用水汚泥(年間 1000 トン)を脱水処理後、土壤改良剤として再生利用
建設 資材化	タイル化	窯業土石	釉薬汚泥の偽石を除去後、プレスにてケーキ状(固定含水率 30%)に加工し、タイル原料として再資源化
	再生砂化	輸送機械	再生砂化
	路盤材化	電気機械	脱水乾燥後にスラグ化し、路盤材として再生
窯業原料化 セメント原料化		鉄鋼	脱硫スラッジのセメント原料化
		輸送機械	廃石膏のセメント原料化
		製造業全般	水処理プロセスから発生する汚泥のセメント原料化
		下水道	脱水・焼却後の焼却灰をセメント原料化

4.2 県内の汚泥排出抑制・減量化事例

4.2.1 取り組み状況

平成17年6月に県が実施した「産業廃棄物(汚泥)の排出抑制・減量化に関するアンケート」の結果による汚泥の排出抑制・減量化の取り組み状況を方法別に分類した。

取り組み方法は「生産工程の改善」、「水処理施設の改善」、「脱水、乾燥、消化、焼却等の施設導入」、「汚泥の資源化・再生利用」、「その他の汚泥の減量化」、「取り組んでいない」で分類し、取り組んでいる事業場の業種をまとめた。

この分類の結果、「脱水、乾燥、消化、焼却等の施設導入」と「汚泥の資源化・再生利用」の件数が多く、汚泥が発生した後の減量化(=排出抑制)と資源化・再生利用を行っていることがわかる。また、「生産工程の改善」や「水処理施設の改善」の汚泥となるもの抑制や汚泥の発生量を減少させる方法も採用されてきているが、汚泥の排出抑制・減量化に取り組めていない事業場もまだ多い。

表 4-5 汚泥の排出抑制・減量化事例 取り組み状況

取り組み方法	件数	割合	主な業種
1 生産工程の改善 (製造工程変更、工法の変更、原料回収装置設置、原材料の効率化、排水を用水に再利用)	16件	12.3%	建設、製造(窯業・土石、電気機器、紙、食料品、鉄鋼、金属、輸送機械、プラ、繊維、医薬品、化学)
2 水処理施設の改善 (可溶化、汚泥の返送、嫌気性処理、薬注量の調整、嫌気好気ろ床法)	19件	14.6%	建設、鉱業、製造(繊維、窯業土石、食料品、電気機器、医薬品、化学)、下水道
3 脱水、乾燥、消化、焼却等の施設導入 (消化、脱水機、乾燥機導入)	31件	23.8%	建設、上水道、下水道、製造(電気機器、紙、食料品、鉄鋼、金属、化学、輸送機器、窯業・土石)、産廃処理業
4 汚泥の資源化・再生利用 (セメント改良、堆肥化、建設資材化)	27件	20.8%	建設、製造(繊維、電気機器、食料品、紙、金属、化学、非鉄金属)、上水道、下水道、産廃処理業、
5 その他の汚泥の減量化 (薬品変更、脱水機のろ布交換短縮)	6件	4.6%	建設、製造(金属、電気機器、医薬品)
6 取り組んでいない	54件	41.5%	建設、製造(食料品、輸送機器、金属、一般機器、繊維、鉄鋼、電気業、電気機器、繊維)、下水道、その他

注) のべ回答数 130、重複回答あり

4.2.2 取り組み内容

同アンケートの具体的事例が記載されていた取組事例の概要を業種別に表 4-6 及び表 4-7 にまとめた。

表 4-6 業種別取り組み事例の概要（製造業）

業種分類	方法	種類	内容
製造業	食料品	発生抑制	製造工程の見直し・改善
		排出抑制(水処理)	全量嫌気性処理
		排出抑制(汚泥処理)	脱水機の導入
		資源化・再生利用	堆肥化
繊維	発生抑制	地下水使用量の削減	
	排出抑制(水処理)	返送汚泥の可容化テスト	
	排出抑制(汚泥処理)	脱水機の導入	
	資源化・再生利用	汚泥の堆肥化	
ハルブ・紙	発生抑制	排水を返送して原料回収	
	排出抑制(水処理)	繊維回収機の設置	
	排出抑制(汚泥処理)	汚泥の乾燥施設の導入	
化学	発生抑制	ろ過助剤の減量	
	排出抑制(水処理)	汚泥減容化システム(薬品による汚泥可溶化)をテスト	
	排出抑制(汚泥処理)	汚泥回収サイクルの延長	
	"	乾燥工程の導入	
	資源化・再生利用	汚泥を堆肥原料として搬出	
窯業・土石	発生抑制	排水を返送して原料回収	
	"	水のカスケード利用	
	"	設備管理の強化(機械の劣化等メンテナンス)	
	排出抑制(汚泥処理)	脱水設備の導入	
	資源化・再生利用	生コンへの再利用	
鉄鋼	発生抑制	生産工程変更(薬液洗浄 物理的研磨)	
	排出抑制(汚泥処理)	脱水方式の変更(ベルトプレス=80% フィルタープレス=65%)	
非鉄金属	資源化・再生利用	再資源化可能な中間処理業者へ搬出	
金属	発生抑制	原材料の使用方法的効率化	
	排出抑制(水処理)	凝集剤(PAC)を事前検証後、高効率凝集剤に変更	
	排出抑制(汚泥処理)	脱水機(フィルタープレス)の能力アップ	
	"	脱水能力の向上	
	資源化・再生利用	分別を行い路盤材として再生利用	
電気機器	排出抑制(水処理)	薬注量を調整しSS分を抑制	
	"	食堂排水汚泥に油分解システムを適用	
	"	塗装プラントに反応槽を設け、薬品注入により、ポリ塩化アルミニウムの発生を抑制し、汚泥排出を削減	
	排出抑制(汚泥処理)	脱水設備の導入	
	"	脱水機の改良	
	"	脱水機のろ布を早期に交換	
輸送機器	発生抑制	塗装工程の見直し(スプレー塗装 粉体塗装)	
	排出抑制(汚泥処理)	乾燥工程の導入	

表 4-7 業種別取り組み事例の概要（製造業以外）

業種分類	方法	種類	内容
建設業		排出抑制(水処理)	凝集剤投入の時間等の改善
		発生抑制	施工方法の変更（高支持力杭採用）
		排出抑制(水処理)	ベントナイト汚泥を返送して循環使用
		〃	沈砂池による排水処理量の減量
		〃	場内プラント排水処理として、分離槽(油分・砂を分離)を設置
		排出抑制(汚泥処理)	脱水機(スクリーンプレス)の導入
		〃	脱水機(フィルタープレス)の導入
		〃	高圧力による脱水減容化の技術提案を行っている。
		〃	自然脱水、乾燥
		資源化・再生利用	安定化処理後、路盤材として再利用
		〃	中間処理業者で処理後、改良土・埋戻土として利用
	〃	セメント改良後再利用	
	〃	セメント改良後、セメント製品に再生利用	
水道業	上水道業	排出抑制(汚泥処理)	天日乾燥による減量化
		資源化・再生利用	脱水ケーキを有価物として売却
	下水道業	排出抑制(水処理)	汚泥の可溶化
		〃	嫌気性処理
		排出抑制(汚泥処理)	造粒装置の設置
		〃	消化タンクの設置
		〃	車載式高効率乾燥設備の導入
		〃	活性炭化炉での汚泥乾燥への取り組み
		〃	脱水・焼却
		資源化・再生利用	汚泥焼却灰の有効利用
		〃	汚泥資源化（土壌改良材、セメント材）
〃	汚泥の有効利用（コンポスト・セメント原料）		
サービス業	排出抑制(汚泥処理)	乾燥機の導入	
	資源化・再生利用	分別・処理後、再生利用	

4.2.3 先進的取り組み事例

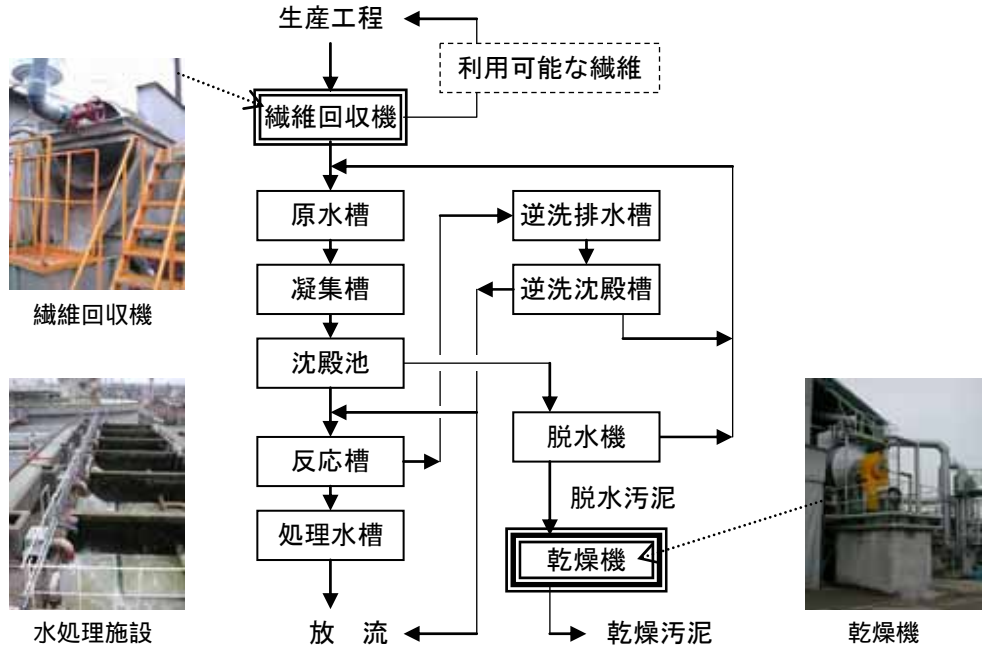
取り組み事例 「発生抑制」 その1

業 種	製造業（鉄鋼）
汚泥の種類	無機性汚泥
汚泥減量化の方法	汚泥の発生しない生産工程に変更
取り組み事例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄線の前処理(脱スケール)工程を「化学的方法(酸・アルカリ処理)」から「機械的方法」に変更したため、排水が無くなり汚泥が発生しなくなった。 ・ 汚泥に替わって発生する鉄粉は、再生利用されている。 <p>※現段階において機械処理装置は、1台導入済み。追加導入については、検討中。</p>
フロー	
備 考	加賀市内 W社 加賀工場

取り組み事例 「発生抑制」 その2

業種	製造業（窯業・土石）
汚泥の種類	無機性汚泥
汚泥減量化の方法	生コンスラッジの再生利用
取り組み事例	<p>生コン車・生コン混練ミキサの洗浄により発生する生コンスラッジに超遅延剤を添加して洗浄作業を行い、洗浄水の濃度を管理して生コン製造用のプラント練り混ぜ用水の一部に再使用することで、生コンスラッジの発生がゼロとなる。</p>
フロー	
備考	金沢市内 K物産

取り組み事例 「排出抑制」 その2

業 種	製造業（紙・パルプ）
汚泥の種類	有機性汚泥
汚泥減量化の方法	繊維回収機の設置、乾燥設備の設置
取り組み事例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 繊維回収機を設け、排水中で原料となる部分を回収し利用している。 ・ 乾燥設備を導入し、脱水汚泥を乾燥することによって汚泥の含水率（52%→5%）を減少させ、排出汚泥重量を減少させている。
フロー	 <p>生産工程</p> <p>利用可能な繊維</p> <p>繊維回収機</p> <p>原水槽</p> <p>凝集槽</p> <p>沈殿池</p> <p>反応槽</p> <p>処理水槽</p> <p>放 流</p> <p>逆洗排水槽</p> <p>逆洗沈殿槽</p> <p>脱水機</p> <p>脱水汚泥</p> <p>乾燥機</p> <p>乾燥汚泥</p> <p>繊維回収機</p> <p>水処理施設</p> <p>乾燥機</p>
備 考	金沢市内 K製紙

取り組み事例 「排出抑制」 その3

業 種	製造業（化学）
汚泥の種類	有機性汚泥
汚泥減量化の方法	汚泥可溶化システムの導入
取り組み事例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排水処理の過程で発生した汚泥の一部を「汚泥可溶化槽」にてアルカリ系の溶菌剤を用いて汚泥の細胞膜を分解して可溶化し、曝気槽に返送することによってさらに生物分解を行い、汚泥を減量している。 ・ 汚泥可溶化システムにより脱水汚泥が現在約 50%減少しており、更に減少させるため運転条件等を調整中である。
フロー	
備 考	白山市内 D社 北陸工場

取り組み事例 [資源化・再生利用] その1

業種	上水道業
汚泥の種類	無機性汚泥（浄水残渣）
汚泥減量化の方法	リサイクル製品へ資源化
取り組み事例	<p>県内の水道施設から排出された浄水汚泥に、ポーラス材等の劣化防止剤を添加し、精製加工したもので、学校運動場、公園施設や屋外体育施設等の表層舗装材（土壌構造を団粒化し、耐水性に安定化させた耐水性団粒構造安定化材）を製造している。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">その他 雨水浸透型の排水施設 耐水性団粒構造安定化（表層）舗装材</p> <p style="text-align: center; background-color: #f96; color: white; padding: 5px;">土壌構造安定化材</p> <p>この製品は、県内の浄水施設から排出された浄水残渣に、ポーラス材等劣化防止剤を添加精製加工したもので学校運動場や公園施設、屋外体育施設等の表層舗装材の土壌構造を団粒化し耐水性に安定化させる為の耐水性団粒構造安定化材です。 この製品と特殊技術である工法とRSIE協会の厳密な製造施工管理によって、文部科学省が推進する（エコスクール）環境を考慮した学校施設の推進に即応した透水性・浸透性・保水性・経済性・防塵性に富んだ効果があります。 なお、財団法人日本環境協会のエコマーク認定及び国土交通省新技術（NETIS）登録・社団法人雨水貯留浸透技術協会のリサイクル、温暖化防止、雨水貯留浸透の認定を受けています。</p> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
備考	<p>石川県リサイクル認定製品 金沢市内 ○社 北陸営業所</p>

取り組み事例 [資源化・再生利用] その2

業種	上水道業、建設業
汚泥の種類	無機性汚泥（浄水汚泥、建設汚泥）
汚泥減量化の方法	リサイクル製品へ資源化
取り組み事例	<p>地場排出の浄水汚泥、建設汚泥などのリサイクル原料を80%以上使用した緑化舗装材を製造している。</p> <div data-bbox="204 898 1377 1547" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">公共工事・目的物 造園・緑化材</p> <p style="text-align: center; background-color: #8B4513; color: white; padding: 5px;">防草・緑化舗装材</p> <p>地場排出の建設汚泥、植物性廃棄物、家畜糞尿、浄水汚泥などのリサイクル原料を80%以上使用した緑化舗装材です。セダム(キリンソウ・タイトゴメ・ツルマンネングサ・メキシコマンネングサ等)の苗をシート状にパッキングした「セダムシート」と、活着性に優れた「リサイクル培養土」を組み合わせた緑化に、防草効果に優れた「改良土(建設汚泥をリサイクル処理したもの)」を組み合わせた製品です。雑草を防止することにより除草作業等の維持管理手間の低減、景観の維持を保ちます。セダムは、多肉質の厚い葉の中にたくさん水を貯えることができるということと、少ない水分を有効に利用できるという生理的特性をもっています。「セダム」を含めた多肉植物は、降雨直後に急速に水を吸い上げることができるように、根が広範囲に浅く広がっているものが多く、比較的薄い土壌でも生育ができ、乾燥に強く「屋上緑化」にも使われております。</p> <p>【提案場所】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 道路中央分離帯(交通量が多く、除草作業が困難な箇所) 2) 道路肩・法面 3) 植樹樹 4) 建物廻り花壇等、公園等の地被 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div data-bbox="225 1375 368 1480">  <p>【セダムシート】</p> </div> <div data-bbox="424 1375 564 1480">  <p>【リサイクル培養土】</p> </div> <div data-bbox="576 1319 963 1480">  <p>断面図</p> </div> <div data-bbox="983 1218 1358 1480">  <p>施工例：金沢市田中交差点</p> </div> </div> </div>
備考	<p>石川県リサイクル認定製品 金沢市内 T道路</p>

5 モデル事業場への技術提案

県内の代表的な産業又は排出量の多い事業場の中から、下記の異業種をモデル事業場として設定し、本マニュアルの内容を利用して、当該事業場（業種）に適用可能な汚泥減量化等の技術提案を試みる。

モデル事業場

- ・ 製造業（紙・パルプ）
- ・ 製造業（繊維）
- ・ 製造業（金属）

5.1 製造業（紙・パルプ）への技術提案

5.1.1 背景・目的

県内での汚泥の最終処分量（平成 15 年度）が最も多い業種として、製造業（紙・パルプ）があげられる（全体の 28%、「2 章 汚泥の発生及び処理状況」参照）。その製紙汚泥の最終処分量を少しでも減少させるために、汚泥の減量化等の技術提案を行う。

製紙汚泥は、製造工程からの排水の処理に伴い発生し、その性状は有機性で、繊維分が多く、他の業種の排水処理から発生する汚泥と比較すると脱水性が良い。モデル事業場では、製紙汚泥を脱水して含水率を 52%程度まで減少させ、さらに汚泥の排出量を減少させるために、汚泥の乾燥機を設置している。乾燥された汚泥の含水率は 5%程度となり減量化が図られている。

現在、乾燥汚泥は産業廃棄物処分業者等へ搬出し、資源化及び適正処理（埋立処分）が行われているが、ここでは汚泥の搬出量をさらに減少させ、環境への負荷を低減するとともに、経済性を高めることを考える。その方法として汚泥の持つエネルギーを利用することとし、具体的には乾燥汚泥を製造工程及び汚泥の乾燥に必要な熱源（ボイラ）に利用することを検討する。

なお、その際には廃棄物処理法及び環境関係法令を遵守した上で行うものとする。

5.1.2 方法等

a) モデル事業場の概要

モデル事業場の概要を表 5-1 に示す。

表 5-1 モデル事業場の概要（ケース 1）

	ケース 1 製造業（紙・パルプ）
製品の概要	紙製品
水処理施設の概要	
汚泥の種類	有機性汚泥（製紙汚泥）
年間排出量	脱水汚泥 7,426 t /年（H16 年度） 乾燥汚泥 3,787 t /年（H16 年度を乾燥汚泥とした場合）
含水率	脱水汚泥 52%，乾燥汚泥 5%

b) 汚泥処理フロー

汚泥の発生から搬出までのフローを図 5-1 のように設定する。対策前は乾燥汚泥を場外搬出するフローであるが、対策後は乾燥汚泥を場内のボイラの燃料として使用するフローとする。

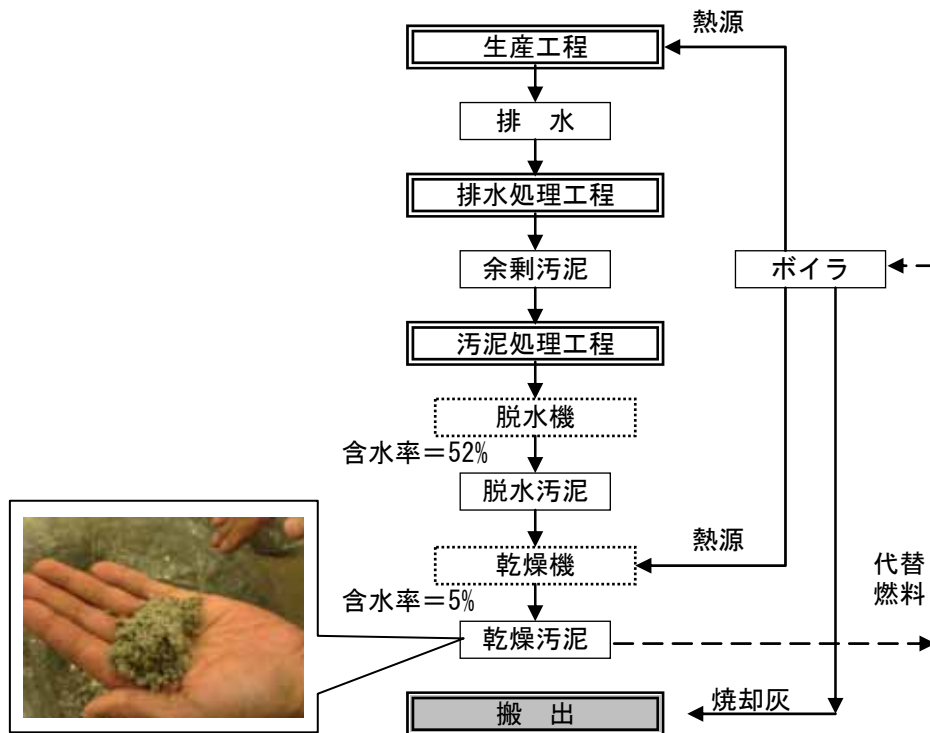


図 5-1 汚泥処理フロー

c) 汚泥減少率

汚泥の含水率を低下させること（乾燥工程の追加）による、汚泥重量の減少率を下式により求める。

$$Q = \frac{100 - \alpha}{100 - \beta} \times Q$$

ここで、 Q : 汚泥減量前の汚泥量、 Q : 汚泥減量後の汚泥量
 α : 汚泥減量前の含水率、 β : 汚泥減量後の含水率

上式により、減量前の汚泥量を 100 としたとき、減量後の汚泥量は表 5-2 に示すとおりとなる。例えば、減量前の含水率が 90% で減量後が 50% となる場合、減量前の 20% の汚泥量となる。

表 5-2 汚泥脱水による減量割合

減量後 汚泥量 (%)	脱水後の含水率 (%)																				
	99	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
99	100	20	10	7	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
95	-	100	50	33	25	20	17	14	13	11	10	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5
90	-	-	100	67	50	40	33	29	25	22	20	18	17	15	14	13	13	12	11	11	10
85	-	-	-	100	75	60	50	43	38	33	30	27	25	23	21	20	19	18	17	16	15
80	-	-	-	-	100	80	67	57	50	44	40	36	33	31	29	27	25	24	22	21	20
75	-	-	-	-	-	100	83	71	63	56	50	45	42	38	36	33	31	29	28	26	25
70	-	-	-	-	-	-	100	86	75	67	60	55	50	46	43	40	38	35	33	32	30
65	-	-	-	-	-	-	-	100	88	78	70	64	58	54	50	47	44	41	39	37	35
60	-	-	-	-	-	-	-	-	100	89	80	73	67	62	57	53	50	47	44	42	40
55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90	82	75	69	64	60	56	53	50	47	45
50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	91	83	77	71	67	63	59	56	53	50
45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	92	85	79	73	69	65	61	58	55
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	92	86	80	75	71	67	63	60
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	93	87	81	76	72	68	65
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	93	88	82	78	74	70
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	94	88	83	79	75
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	94	89	84	80
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	94	89	85
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	95	90
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	95
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100

※脱水前の汚泥の量を 100 とする。

d) 汚泥の利用

乾燥汚泥を燃料として利用することを仮定し、熱量換算で代替燃料のどれぐらいに相当するかを調べる。

製紙乾燥汚泥の熱量は、「ごみ処理施設整備の計画・設計要領」から次のように設定する。

三成分値による低位発熱量 H_l (kJ/kg) の推算式は

$$H_l = B - 25W$$

である。ここに、

B : 乾燥汚泥中の可燃分 (%)

W : 水分 (%)

は可燃分の平均低位発熱量 (kJ/kg) を 100 で除した値である。ここでは、製紙汚泥の主成分が古紙であることから、紙の発熱量と同等と仮定して、発熱量を算出する。紙の発熱量は、表 5-3 から工場内に集積された紙類を想定して、ごみ焼却施設で採取した新聞紙等の紙類の平均発熱量である 17,015 kJ/kg を用いることとし、170 となる。

表 5-3 都市ごみの発熱量（ボンブ熱量計で測定）

*ごみ焼却施設で採取した試料 単位：kJ/kg

試料		乾基準 高位 発熱量	乾基準 低位 発熱量	可燃分 高位 発熱量	湿基準 低位 発熱量
紙 類	新聞紙	19341	17963	19655	16140
	ボール紙	17150	15771	18847	14288
	ダンボール紙	17900	16521	18511	15071
	広告紙	12821	11669	16961	10932
	包装紙	18876	17447	18989	15951
	ノート	16395	15038	17858	13932
	ちり紙	18000	16530	18989	15235
	牛乳パック	19752	17150	18771	16010
	新聞紙*	18939	17648	19324	12310
	ボール紙*	17665	16328	18675	11388
	ダンボール紙*	18235	16898	18612	11786
	包装紙*	18499	17187	18897	11988

出典：ごみ処理施設整備の計画・設計要領/（社）全国都市清掃会議/1999

また、モデル事業場での製紙汚泥の固形分について、汚泥成分分析結果から可燃分と灰分の割合は、概ね可燃分：灰分 = 70：30 であるから、その場合に製紙乾燥汚泥（含水率 5%）の可燃分、灰分、水分の割合は、66.5：28.5：5 となる（図 5-2 参照）。

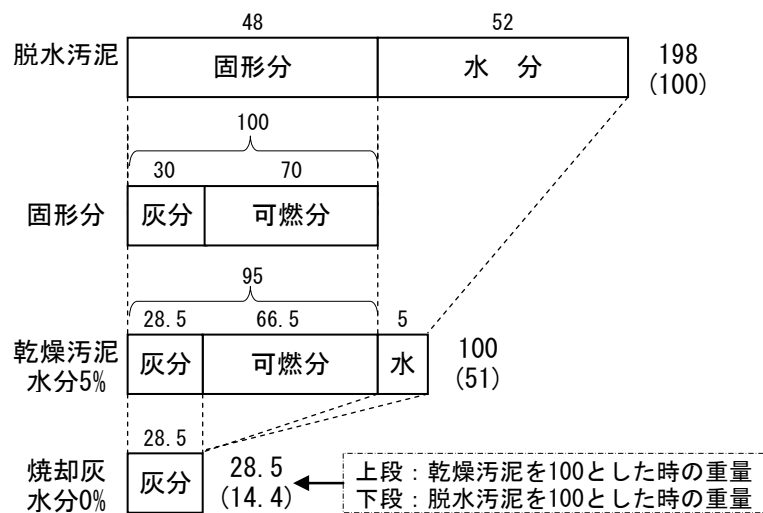


図 5-2 汚泥及び焼却灰の重量比率

よって、 $B = 66.5$ 、 $W = 5$ となり、これらより推算した発熱量 H_1 は、 $H_1 = 170 \times 66.5 - 25 \times 5 = 11,180 \text{ kJ/kg}$ となる。

表 5-4 燃料の種類別熱量

燃料の種類	熱量	備考
製紙汚泥 (含水率 5%)	11.2 MJ/kg (2,676 kcal/kg)	発熱量推算式より (1,000 00 kJ = 0.238 89 kcal)
C 重油	41.7 MJ/L (9,962 kcal/L)	エネルギー源別標準発熱量表

上記、燃料の熱量の設定の結果、1kg の製紙汚泥（含水率 5%）は、C 重油に熱量換算して約 0.27 L に相当する。

5.1.3 結果

a) 汚泥の減量

モデル事業場では、脱水汚泥を乾燥することによって、含水率が 52% から 5% まで減少したことから、汚泥重量は乾燥前に比べて約 51% に減量化されたこととなる。モデル事業場で排出された脱水汚泥量が約 7,400t/年（平成 16 年度ベース）であることから、乾燥を行うことによって、約 3,800t/年に減少すると考えられる。これにより処分費用の削減が見込まれる。なお、処分場への運搬費用については、製紙汚泥の性質として繊維分が多いこともあり、容積の減容化は難いため、乾燥機を導入する前の脱水汚泥を搬出している時とそれほど変わらない。

b) 汚泥の利用

乾燥汚泥をボイラ燃料として利用することで、下記のメリットと課題がある。

<メリット>

汚泥の排出量の削減ができ、処分費用が減少する。

乾燥汚泥より容積の小さい焼却灰（乾燥汚泥の 28.5%、図 5-2 参照）となることから、埋立処分量が減少する。

ボイラ燃料には、熱量換算で汚泥 1kg あたり C 重油約 0.27L 分に相当するため、化石燃料の使用量が減少する。

モデル事業場では、年間約 3,800t/年の汚泥が発生すると考えられるため、C 重油 1,026 kL 分に相当する。

化石燃料の消費が減ることによって、CO₂排出量が減少する。

表 5-5 より C 重油の単位発熱量は 41.7 MJ/L で、CO₂ 排出係数が 0.0716kgCO₂/MJ であることから、1L あたりの CO₂ 排出量は、41.7 MJ/L × 0.0716kgCO₂/MJ = 2.99 kgCO₂/L となる。よって、CO₂ 排出量は 1,026 kL × 2.99 kgCO₂/L = 3,070 tCO₂/年 が削減可能となる。

表 5-5 一般的な燃料の種類と単位発熱量、排出係数

No.	燃料の種類	単位	単位発熱量	排出係数
1	一般炭（輸入炭）	kg	26.6 MJ/kg	0.0906 kgCO ₂ /MJ
2	ガソリン	l	34.6 MJ/l	0.0671 kgCO ₂ /MJ
3	灯油	l	36.7 MJ/l	0.0679 kgCO ₂ /MJ
4	軽油	l	38.2 MJ/l	0.0687 kgCO ₂ /MJ
5	A重油	l	39.1 MJ/l	0.0693 kgCO ₂ /MJ
6	C重油	l	41.7 MJ/l	0.0716 kgCO ₂ /MJ
7	液化石油ガス(LPG)	kg	50.2 MJ/kg	0.0598 kgCO ₂ /MJ
8	都市ガス	Nm ³	41.1 MJ/Nm ³	0.0513 kgCO ₂ /MJ

出典：事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(試案 ver1.6) /
平成 15 年 7 月/環境省地球環境局/p.2-4

化石燃料の使用量が減ることによって、燃料に含まれている硫黄分が少なくなり、排ガスの中和処理費用が削減できる。

モデル事業場へのヒアリングより、C重油に含まれている硫黄分は2.2%、一方、製紙汚泥に含まれている硫黄分は、汚泥成分分析結果から0.15%である。表 5-6 から、同じ熱量(100 MJ)を得るのに必要な燃料に含まれる硫黄含有量は、製紙汚泥で0.013 kg、C重油で0.048 kgとなる。よって、製紙汚泥の硫黄含有量は、C重油の硫黄含有量の27%程度である。これによって、中和に必要な薬剤等が削減できる。

表 5-6 硫黄含有量の算出

製紙汚泥	C重油
熱量 100 MJ に必要な汚泥量は、 $100\text{MJ} \div 11.2\text{MJ/kg} = 8.93\text{kg}$ となる。 この汚泥の硫黄分含有率が 0.15% であるから、硫黄含有量は $8.93\text{kg} \times 0.15\% = 0.013\text{kg}$ となる。	熱量 100 MJ に必要な C 重油量は、 $100\text{MJ} \div 41.7\text{MJ/L} = 2.40\text{L}$ となる。 この重油の比重が 0.9kg/L、硫黄分含有率が 2.2% であることから、 $2.40\text{L} \times 0.9\text{kg/L} \times 2.2\% = 0.048\text{kg}$ となる。

< 課題 >

製紙汚泥を燃料として使用できるボイラの整備が必要となる。また、ボイラの種類によっては、汚泥を造粒装置によりペレット状等にしたり、廃プラ等と混合して R P F にする必要がある。

汚泥をボイラで燃焼することから、廃棄物処理施設の許可等、関係法令に基づく許可・届出が必要となる場合がある。

5.2 製造業（繊維）への技術提案

5.2.1 背景・目的

繊維工業は、ナイロン、テトロンなどの合成繊維が県下一円で生産されており、県内の特徴的な産業である。この繊維工業のうち染色・整理業の汚泥減量化の技術提案を試みる。

染色・整理業の汚泥は、繊維染色工程の糊の除去、染色時に発生する排水を処理した時に余剰汚泥が発生する。一般的に染色排水は多種多様な材料、薬剤を用いるため排水処理に苦勞する部分が多いと考えられる。

ここでは、排水処理も含め、汚泥の排出抑制・減量化対策の確認を行っていく。

5.2.2 方法等

a) モデル事業場の概要

モデル事業場の概要を表 5-7 に示す。

表 5-7 モデル事業場の概要（ケース 2）

	ケース 2 製造業（繊維）
製品の概要	繊維の染色・仕上げ
水処理施設の概要	<pre> graph TD A[工場排水] --> B[原水槽] B --> C[中和槽] C --> D[曝気槽] D --> E[沈降槽] E --> F[没水ろ床槽] F --> G[放流] E -- 返送汚泥 --> D F -- 返送汚泥 --> D E -- 余剰汚泥 --> H[脱水機] H --> I[脱水汚泥] </pre>
汚泥の種類	有機性汚泥（余剰汚泥）
年間排出量	脱水汚泥 360 t / 年（H16 年度）
含水率	脱水汚泥 80%

b) 排出抑制・減量化対策の確認

汚泥を排出抑制・減量化するための方法として、本マニュアルの一連の対策をチェックリストにして、各対策が適用可能かどうかを確認していくこととする。ケーススタディとして設定したモデル事業場のチェックリストを表 5-10 に示す。

5.2.3 結果

チェックリストによって確認できた主な排出抑制・減量化対策をまとめると表 5-8 のようになる。また、チェックリストで確認できた検討すべき事項を表 5-9 に示す。

表 5-8 排出抑制・減量化対策のまとめ

対策	内容	効果	備考
用水の削減	生産工程で使用する水量（地下水）の削減	用水量が 2/3 に減少できた。	
	水使用の合理化	汚泥処理が安定し、汚泥性状の向上	
汚泥の減量化	長時間曝気	汚泥の滞留時間を長くして、最大限汚泥の自己消化を行った。	
	汚泥の可溶化により、汚泥量の減少	可溶化装置によりテストを行った。（検証中）	水処理能力の確認を行う必要がある。
	汚泥乾燥の検討	臭気の問題があるため、採用は難しい。	

表 5-9 減量化対策の検討事項のまとめ

分類	内容	備考
汚泥の処理・処分に対する目標	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥の処理・処分費用を削減する。 ・焼却処理から資源化、再生利用に変えていく。 	
汚泥の脱水	<ul style="list-style-type: none"> ・高効率脱水機の検討を行う。 ・脱水効率の良い脱水助剤の検討を行う。 	
汚泥の可溶化	<ul style="list-style-type: none"> ・汚泥の可溶化はテスト中であるが、その効果を確認するとともに、引き続き他の可溶化方式についても検討を行う。 	
汚泥の資源化・再生利用	<ul style="list-style-type: none"> ・堆肥化以外の再生利用方法も調査する。 ・同業種での資源化・再生利用方法の調査を行う。 	

なお、汚泥を減量化するための排水削減対策等として、次の方法もある。

原反の前処理工程

- ・原反に使用されている糊の減量
- ・糊の成分を難分解性物質から可溶性物質へ変更
- ・精練の際に生物分解性のある界面活性剤(石鹼や椰子油アルコール系のもの)を使用し、必要最小限の使用量とする。

染色材料の見直し

- ・染色材料は、凝集性、吸着性、漂白性、生物分解性、有害性に留意した材料を使用する。

染色工程

- ・薬品の過剰添加の防止を行う。
- ・原反からの液の分離と液の浴槽への返送を行う。
- ・排水となる床などへのこぼれを防止する。
- ・低浴比染色の実施、機器の導入。
- ・溶剤染色、バット染色、磁性染色など無水染色方法を行う。
- ・浸染工程での濃厚排水の分離貯留と再利用、必要ならば濃縮を行う。

洗浄の工夫

- ・薬剤・材料容器を通い容器とし、洗浄の手間、排水の発生を削減する。
- ・多段洗浄、水量の削減、向流水洗機の採用、高圧(熱)水のスプレーによる洗浄を行う。
- ・布や糸を数度に分けて洗浄し、濃厚廃液と希薄排水の分離を行う。
- ・水洗水の加温による効率向上を図る。
- ・薬剤調整タンク、染色機、ポンプ、配管、廃液タンク等の装置を少量の水や熱水で分割洗浄し、濃厚排水と希薄排水を分離させる。
- ・浸染工程で、1日の作業終了後に装置などを洗わず貯留し、翌日も使用し、装置の洗浄排水を発生させなくする。(多量に同一の色を染め、薬液の老化などが起こらない場合)

仕上げ工程

- ・仕上げ加工のために加えた薬剤について、排水に含まれる成分をチェックし、減量分だけを補充して繰り返し利用する。
- ・糊付けや樹脂加工では、布の表面に万遍なく糊や樹脂を吹き付けてコーティングし、洗浄工程を作らないことで排水を発生させない。

表 5-10 汚泥の排出抑制・減量化チェックリスト (1/4)

チェックリスト①

どのような汚泥ですか。

情報管理

① 発生する汚泥の量と性状

汚泥の発生量把握

	単位	H14年	H15年	H16年	備考
排出量	t/年	360	350	360	脱水汚泥
資源化量	t/年	0	0	60	肥料化
中間処理量	t/年	360	350	300	焼却
最終処分量	t/年	-	-	-	

汚泥の性状把握

汚泥性状	<input checked="" type="checkbox"/> 有機性汚泥 ・ 無機性汚泥	
汚泥の種類	排水処理余剰汚泥	
汚泥含水率	生汚泥	[98.5 %]
	脱水汚泥	[80 %]
	乾燥汚泥	[- %]
	その他()	[%]

② 発生源 (どの工程から発生するか)

工程	発生要因
排水処理	排水処理に伴う余剰汚泥 (糊抜き、染色、洗浄からの排水)
排出量	■○□工程から排出される量が多い
濃度	▽△▽工程から排出される排水濃度が濃い

③ 汚泥の処理工程 (事業場内の排水処理と汚泥処理)

排水処理フローの作成	<input checked="" type="checkbox"/> 有 ・ 無
汚泥処理フローの作成	<input checked="" type="checkbox"/> 有 ・ 無

④ 汚泥の処分方法 (産廃処理業者への委託内容)

汚泥種類	適正処理方法	搬出先	都道府県名	搬出量
脱水汚泥	堆肥化	○○○社	富山県	60t/年
脱水汚泥	焼却	□□□社	石川県	300t/年

⑤ その他再生利用等に関する情報

関連情報	チェック
・ 石川県産業廃棄物有効利用情報	<input checked="" type="checkbox"/>
・ 石川県リサイクル認定品	<input checked="" type="checkbox"/>
・ 国・県・自治体の産業廃棄物情報	<input type="checkbox"/>
・ その他 業界の産業廃棄物情報	<input checked="" type="checkbox"/>
・ その他 ()	<input type="checkbox"/>

メモ欄

・ 汚泥処分費： H14年：□▽□ 万円
H15年：△○□ 万円
H16年：○○○ 万円 } ⇒汚泥の処分費を削減することが必要である。

・ 汚泥の焼却処理から、堆肥化等の資源化・再生利用へ移行させていく必要がある。

表 5-10 汚泥の排出抑制・減量化チェックリスト (2/4)

チェックリスト②

汚泥を発生させない維持管理方法は			
発生抑制Ⅰ (ソフト的対応)			
① 事業場内管理		check	検討
処理工程の適正管理	漏水の確認	<input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>
	その他 ()	<input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>
維持管理計画の有無	環境マネジメントシステム (ISO14001)	<input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無	<input checked="" type="checkbox"/>
	エコアクション21 (環境活動評価プログラム)	<input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>
	その他 (自社の管理計画)	<input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>
② ライフサイクル管理			
設備メンテナンス管理情報	設備・機器の購入・補修・更新時期、費用	<input type="checkbox"/> 有・ <input type="checkbox"/> 無	
③ 教育管理			
従業員への環境教育・研修は何をしていますか			
名称	開始年月	見直し時期	効果
〇〇研修	各年入社時	2006.12	新入社員へ企業概要と環境への取り組みを周知できた。
一一研修	2005.12	2006.12	
□□研修	2005.12	2006.12	

汚泥を発生させない製造工程に変更は				
発生抑制Ⅱ (ハード的対応)		採用可能性	済	要検討
① 原料の見直し				
不純物の少ない原材料の使用		○ △ × <input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
有害物質 (重金属等) が混入していない原材料の採用		○ △ × <input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
② 製造工程・設備の改善				
汚泥のもととなる用水の削減はされていますか。				
・地下水使用合理化マニュアル (県作成) の適用		<input checked="" type="checkbox"/> ○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・用水の循環利用の有無		<input checked="" type="checkbox"/> ○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・自動給水装置の使用		<input checked="" type="checkbox"/> ○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・用水のカスケード利用		<input checked="" type="checkbox"/> ○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・洗浄方法は適切ですか。				
→向流多段洗浄の適用		○ <input checked="" type="checkbox"/> △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→多段洗浄の段数の増加		○ <input checked="" type="checkbox"/> △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
→排水が出ない洗浄方式 (摩擦研磨式等) の適用		○ △ × <input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
③ 分別と再利用				
排水は濃度に応じて分離しているか。		○ <input checked="" type="checkbox"/> △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・分離した排水ごとに適切な処理・再利用ができていますか。		○ <input checked="" type="checkbox"/> △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・濃縮液は原材料として活用できないか。		○ △ <input checked="" type="checkbox"/> × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
排水を種類別に分別しているか。		○ <input checked="" type="checkbox"/> △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・有価物が回収できる排水はないか。		○ △ <input checked="" type="checkbox"/> × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
④ 製品の改善				
製品に重金属等有害物質を含まないようにする。 (例) 六価クロムやシアンを使用しないめっき方法とする。		○ △ × <input type="checkbox"/> -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
メモ欄				
<ul style="list-style-type: none"> ・用水の削減は可能な限り行っている。 ・洗浄方法の改善は、工場内に水槽設置スペース等がないため、採用できない。 ・排水の濃度分別は、多種類の染色排水が発生しているため、難しい。 				

※採用可能性：○=採用可、△=採用難あり、×=採用不可、- =該当しない、済：対策済、要検討：検討すべき項目

表 5-10 汚泥の排出抑制・減量化チェックリスト (3/4)

チェックリスト③

水分を減らすには／容積を減らすには [汚泥減量化技術]			
排出抑制			
汚泥処理はどうしていますか。	採用可能性	済	検討
① 水分の減少			
濃縮工程の導入	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
脱水工程の見直し・導入	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・高効率脱水機の導入	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
・脱水機の定期点検・補修の状況把握	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・脱水機の状態・更新時期・コスト把握	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・脱水効率の良い薬品の採用	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
乾燥工程の導入			
・乾燥工程の導入 (天日乾燥、加熱乾燥)	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・乾燥に利用できる廃熱の有無の確認	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
② 容積の減少 (有機性汚泥)			
消化工程によるバイオガス等への有効活用	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
焼却工程の導入	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
溶融工程の導入	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
排水処理汚泥を減らすには [汚泥削減技術]			
排出抑制 (排水処理工程の変更)			
○運転管理により曝気量や汚泥の滞留時間を長くできませんか。 →水槽容量は十分ですか。	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
○膜分離型活性汚泥法は採用できませんか。 →投資コストが大きくなりすぎませんか。	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
○余剰汚泥の可溶化は採用できませんか。 →排水処理能力は十分ですか。	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
○嫌気性処理は採用できませんか。 →投資コストが大きくなりすぎませんか。	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
メモ欄			
<ul style="list-style-type: none"> ・濃縮、消化、焼却・溶融工程は、費用とスペースがかかり過ぎる。 ・乾燥工程は、排水の臭気の影響が考えられるため、採用できない。 ・脱水機については、性能のよいものについて、調査を行う。 ・脱水助剤について、脱水効率のよい薬品を文献、メーカーヒアリングにより調査する。 ・汚泥の滞留時間は、今の水処理能力で最大限延長している。 ・汚泥の可溶化による汚泥減量方法について調査し、現在テストプラントを導入し実験中である。 ・汚泥の可溶化は、現在テスト中であるが、引き続き可溶化の他の方式についても検討してみる。 ・膜分離及び嫌気性処理は、設備費が高く導入できない。 			

※採用可能性：○=採用可，△=採用難あり，×=採用不可，- =該当しない，済：対策済，要検討：検討すべき項目

表 5-10 汚泥の排出抑制・減量化チェックリスト (4/4)

チェックリスト④

汚泥の再生利用は			
資源化・再生利用	採用可能性	済	検討
汚泥は資源化・再生利用されているか	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
① 有価物回収			
無機汚泥中の金属類の回収	○ △ × (-)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
有機性汚泥中の有用物（ビール製造に伴う余剰酵母等）の回収	○ △ (×) -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
② 緑農地利用			
土壌改良材又は堆肥に再生利用 注) 肥料取締法の規制を確認	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
③ 建設資材利用			
土質材料としてリサイクル	○ △ (×) -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
建設資材・製品としてリサイクル	○ △ (×) -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
④ 窯業製品原料			
窯業原料として再利用	○ △ × (-)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
セメント原料として有効利用	○ △ × -	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
瓦やタイルの原料として有効利用	○ △ × (-)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
⑤ エネルギー利用（有機性汚泥に限定）			
脱水・乾燥してRPFやRDFにリサイクル 注) 混合材料の確保、必要熱量の確保、有償売却の実績	○ △ (×) -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
嫌気性処理によるバイオガス回収	○ (△) × -	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
建設汚泥の再生利用			
建設汚泥の資源化・再生利用			
○適正処理後、建設資材や園芸用土として資源化・再生利用 ↳建設汚泥リサイクル指針に適合	○ △ × (-)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
廃棄物処理業者へ委託			
適正処理	採用可能性	済	要検討
① マニフェストの適正な運用	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
② 廃棄物情報の管理			
・適切な委託業者の選定・契約	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・委託処理後の中間処理、最終処分の方法・量の把握	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
・委託処理業者への委託廃棄物にかかる情報提供の有無、内容	○ △ × -	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
メモ欄			
<ul style="list-style-type: none"> ・脱水汚泥は現在、産業廃棄物処理業者で堆肥化されている。 ・有価物の回収は難しいと考えられる。 ⇒同業界の事例を調査してみる。 ・排水処理汚泥の性状からいって、建設資材としては採用できないのではないか。 ・堆肥化以外に、セメント材料として、有効利用している業者への搬出も検討を行ってみる。 ・この事業場からエネルギー利用には、向かないと考える。 ⇒同業界の事例を調査してみる。 ・適正処理は、管理できている。 			

※採用可能性：○=採用可，△=採用難あり，×=採用不可，- =該当しない，済：対策済，要検討：検討すべき項目

5.3 製造業（金属）への技術提案

5.3.1 背景・目的

県内の製造業のうち、事業場数が比較的多い製造業（金属）をとりあげ、技術提案を考える。業種としてめっき業を想定する。

汚泥の発生源は製造工程中のめっき洗浄水によるものが多い。めっき洗浄水を排水処理（凝集沈殿・中和等）することで汚泥が発生するため、めっき洗浄水を減らすことが汚泥の減量化に効果があるといえる。排水処理後に発生する汚泥の性状は無機性汚泥である。

汚泥の発生源となる排水を減少させることを今回の技術提案事項とし、「めっき液の液切り」と「多段洗浄」に着目する。

モデル事業場では、現在もめっき液の液切りを行っているが、生産効率との関係もあり、めっき浴槽から出た製品は1～3秒で次の工程に移動される。この液切り時間を少しでも延ばすことで、汚泥の発生量が減少し、排水処理費用、汚泥処分費用が減ると考えられる。そのため、生産効率を考慮した適正液切り時間の把握及び評価を目的とする。

また、めっき後の洗浄工程において、洗浄方法を多段洗浄方式にすることで、洗浄水量を減少させることが可能であることが分かっていることから、多段洗浄についても検討を行う。

5.3.2 方法等

a) モデル事業場の概要

モデル事業場の概要を表 5-11 に示す。

表 5-11 モデル事業場の概要

	ケース3 製造業(金属)
製品の概要	金属めっき製品
水処理施設の概要	<pre> graph TD subgraph Cyanide_Stream [シアン水洗水] C1[シアン原水槽] --> C2[前pH調整槽] C2 --> C3[シアン反応槽] C3 --> C4[滞留槽] end subgraph Acid_Alkali_Stream [酸・アルカリ水洗水] A1[混合槽] --> A2[pH調整槽] A2 --> A3[凝集槽] A3 --> A4[シクナー] A4 --> A5[砂ろ過機] A5 --> A6[中和槽] A6 --> A7[放流槽] A7 --> A8[放流] end subgraph Chromium_Stream [クロム水洗水] CR1[クロム反応槽] --> CR2[混合槽] end C4 --> A1 CR2 --> A1 A1 --> A2 A2 --> A3 A3 --> A4 A4 --> A5 A5 --> A6 A6 --> A7 A7 --> A8 A4 --> DM1[脱水機] A5 --> WS[洗浄水] WS --> A6 DM1 --> DS[脱水汚泥] DM1 --> NFW[自然落下集水] NFW --> DM2[脱水機] DM2 --> DS DM2 --> WS2[洗浄水] WS2 --> A6 </pre>
汚泥の種類	無機性汚泥(めっき排水処理汚泥)
年間排出量	421 t/年(H16年度)(うち、脱水汚泥 388 t、濃厚廃液 33 t)
含水率	脱水汚泥 78%

b) 液切り時間の延長

めっき工程において、めっき液の汲み出し量は、めっき槽上で液切り時間（移動時間）を設けることにより減少させることができる。ここで、ケーススタディとして、表 5-12 及び図 5-3 に示す実験結果を参考にし、移動時間とめっき液の汲み出し量（表 5-12、図 5-3 では、クロムめっき液汲み出し量比率）の関係のうち平板水平吊を設定して検討を行う。

平板水平吊での被めっき物の移動時間とめっき液汲み出し量の関係は、移動時間が 2 秒（空中放置時間が 0 秒）の時のめっき液汲み出し量を 1 とし、移動時間が長くなるとどれくらい減少するのかを比率（クロムめっき液汲み出し量比率）で示すことができる（表 5-12 参照）。この移動時間と比率の関係を図化したものが図 5-3 で、下記の相関式が得られる。

$$Y = 1.5217 \times X^{0.6727}$$

ここで、Y：クロムめっき液汲み出し量比率，X：移動時間（秒）である。この関係式により、移動時間を 2 秒から 5 秒に延ばすと、クロムめっき液の汲み出し量が 45% になることが分かる。めっき液汲み出し量の減少が汚泥排出量の減少にそのまま関与すると仮定すれば、汚泥の処分費用はめっき液汲み出し量が減少した分だけ削減可能となる。

表 5-12 めっき液の汲み出し量の実験結果

	移動時間 秒	空中放置 時間 秒	無水クロム酸 重量 g/L	クロムめっき液 汲み出し量 mL/dm ²	クロムめっき液 汲み出し量比率 -
1. 平板水平吊	2	0	0.300	1.20	1.00
	5	3	0.135	0.54	0.45
	10	8	0.105	0.42	0.35
	20	18	0.060	0.24	0.20
2. 凹凸板水平吊	2	0	1.50	6.0	1.00
	5	3	1.43	5.7	0.95
	10	8	1.34	5.3	0.88
	20	18	1.26	5.3	0.88
3. 凹凸板斜め吊	2	0	0.77	3.10	1.00
	5	3	0.41	1.65	0.53
	10	8	0.28	1.12	0.36

備考) クロムめっき液組成 CrO₃ 250g/L
 H₂SO₄ 2.5g/L

出典：平成 16 年度化学物質国際規制対策推進等調査報告書
化学物質排出量等管理マニュアル（作成：（社）化学工業会）から作成

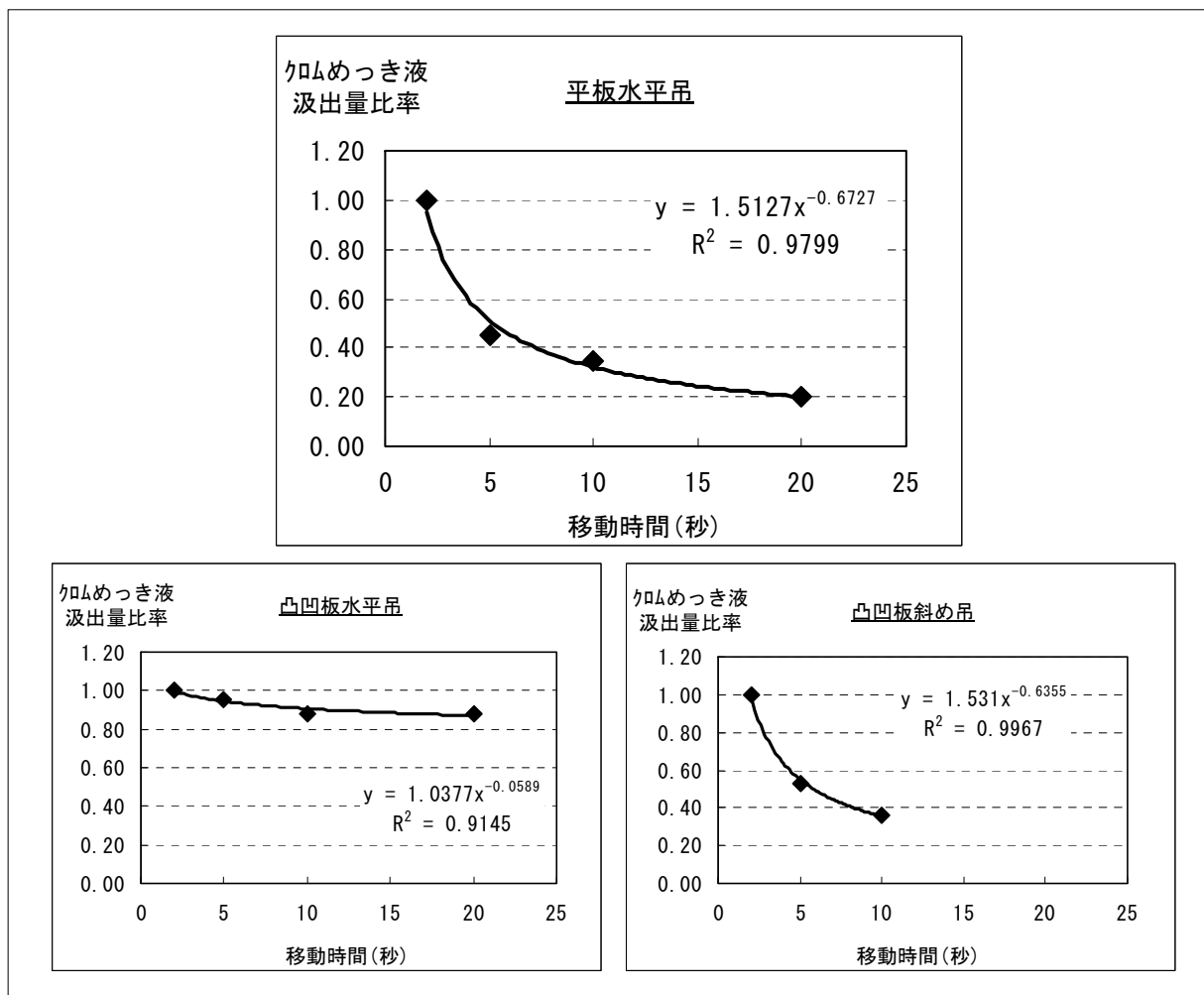


図 5-3 移動時間とめっき液汲出量比率の関係

また、生産効率について、移動時間が2秒の時の生産量を1とした場合、移動時間がx秒になると生産量は $2/x$ となるので、生産量と移動時間の関係は、 $y = 2/x$ (ただし、 $x > 2$)となる。ここで、y: 生産量, x: 移動時間である。

以上より、これらの関係をグラフ化すると図 5-4 のようになる。図 5-4 より、汚泥処分費用が現在年間 800 万円であると仮定してみると、平板水平吊において液切り時間を2秒から5秒に延ばすと、約45%削減できることが分かるため、360万円が削減されることとなる。(ただし、めっき液汲み出し量の減少が汚泥排出量の減少に直接関係すると仮定する。)

一方、生産ラインがフル稼働している場合にめっき液切り時間を延ばすと、生産量が大きく減少することから、フル稼働時には生産効率の良い液切り時間とすることが求められることが分かる。

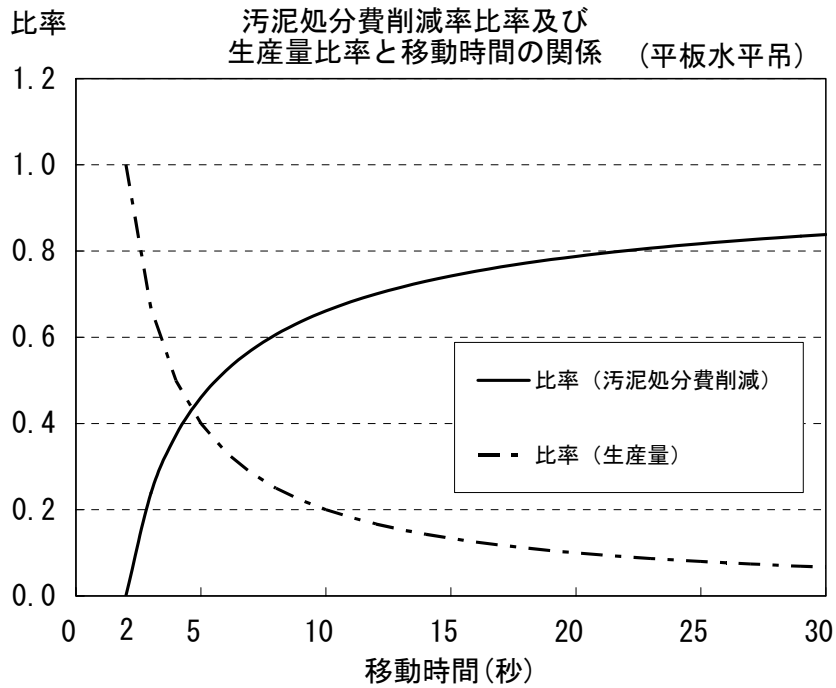
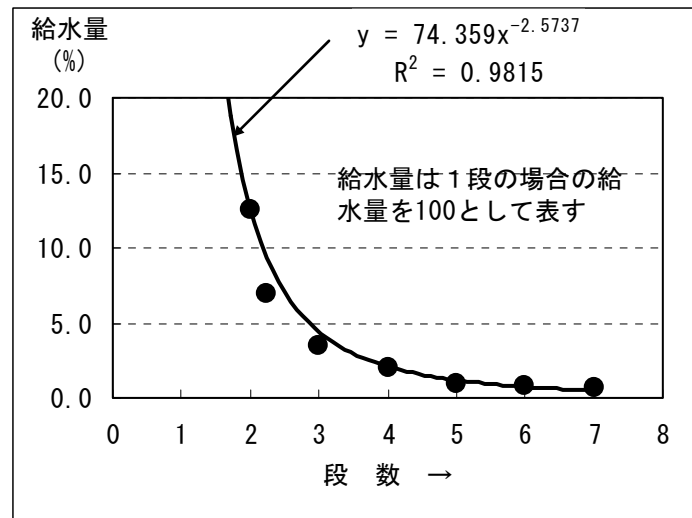


図 5-4 移動時間と汚泥処分費用及び生産量比率の関係

c) 向流多段洗浄

向流多段洗浄は、洗浄槽の数（段数）を増やすごとに使用水量が減少するため、その関係を把握して汚泥発生のもととなる排水量の減少率を調べる。

向流多段洗浄を行った場合、図 5-5 によると使用水量が 1 段洗浄の場合と比較して、2 段洗浄では $1/8$ 、3 段洗浄では、 $1/20$ の量となる。段数も 5 段以上になると使用水量はほとんど減少しないのが分かる。



出典：地下水使用合理化マニュアル，平成 17 年 2 月，石川県環境安全部から作成

図 5-5 向流多段洗浄の場合の段数と給水量の関係

5.3.3 結果

a) 液切り時間の延長の効果

めっき液の液切りを十分に行うことによって、めっき液の汲み出し量が減少し、これに伴い排水処理施設で発生する汚泥が減少する。液切り時間を生産効率の許す限り長く設定することによって、汚泥の減量や処分費用の削減の効果が高くなる。

なお、その他のめっき液汲み出し量の低減対策として、次のようなものがある。

引っ掛け治具の改善

- ・ 水平部を極力少なくするようにセットする。
- ・ 治具そのものの水平部を無くし、傾斜をつけておく。
- ・ 液溜りができる部分には穴を開ける。
- ・ 治具を常に損傷のないようにしておく。

回収槽の設置

めっき槽の次に空の回収槽を設け、仕上がりに影響しない範囲内で放置し、若干の振動を加えめっき液を回収し、定期的めっき槽へと戻す。

めっき槽上でのスプレー洗浄

めっき槽上で、被めっき物上昇時にスプレーを行い、付着しているめっき液を洗い落とし、汲み出し量を減らす。

めっき槽間の液だれ防止

めっき槽と回収槽の間に液漏れ防止カバー等を置いて、めっき液の液だれ分をめっき槽に戻す。

b) 向流多段洗浄の効果

向流多段洗浄を行うことにより、洗浄に使用する用水量が減少するとともに、処理が必要となる排水量が減少するため、排水処理施設の規模及び薬剤等を含む運転管理費用等の水処理に係るコストダウンが行える。

なお、向流多段洗浄以外のその他の洗浄方法の改善対策として、次のようなものがある。

スプレー洗浄

水洗槽又は回収槽上にスプレーを付けて、被めっき物の上昇時にかかるようにする。

空気攪拌

形状が複雑で凹凸の多い品物の洗浄に効果がある。

超音波洗浄

被めっき物と治具の接触部や被めっき物の凹部に入り込んでいる液を洗い出すのに効果がある。

温水洗浄

加温による液の膨張と液の粘性の低下により洗い出しが良くなる。洗浄効果の向上、温度の平均化のために攪拌を加えると効果的である。

その他（水洗槽の改善）

水洗水を水槽の上から補給すると表層部を流れて排出されてしまうため、槽底から給水し、給水口より最も遠い位置に排水口を設けることも洗浄効率がよくなる。

6 まとめ

汚泥の排出抑制・減量化にあたっては、機械設備の導入による汚泥の減量化だけでなく、製造工程等の見直しを含めた複数の対策を組合せて実施することが重要である。

本マニュアルでは、汚泥の排出抑制・減量化対策について、クリーナー・プロダクションの原料の採取から製品の廃棄及び再生利用に至る全ての過程の中で環境への負荷を低減するといった考え方を踏まえ、『現状把握(情報管理)、発生抑制、排出抑制、資源化・再生利用と適正処理』の4つのステップに区分し、ステップ毎の一般的な手順を示した。

更に、本マニュアルでは、排出事業者が具体的な対策のイメージや減量効果を検討できるよう汚泥の排出抑制・減量化の先進的な取り組み事例の紹介や、モデル事業場への技術提案も行っている。

排出事業者が、汚泥の排出抑制・減量化に取り組むにあたっては、これらの全てのステップを通じた対策の実施が最も望ましいが、排出事業者の実情に応じ、ステップ毎に取り組めるようになっている。(図 3-2 参照)

本マニュアルは、現時点における汚泥の排出抑制・減量化の様々な取り組み方法を紹介しているが、これらの方法は、汚泥の可溶化技術等、日々技術が進歩していることから、排出事業者にあっては、今後とも、処理設備メーカーや国及び地方公共団体等から発信される情報を収集し、更なる汚泥の排出抑制・減量化に取り組んでいただきたい。

最後に、アンケートに回答を寄せていただいた排出事業者の方々、また先進的な取り組み事例の提供やモデル事業場として協力していただいた排出事業者の方々に深く謝意を表します。

< 参考資料 >

- ・ 石川県：石川県環境総合計画（2005）
- ・ 石川県：石川県環境白書平成 15 年度版（2004）
- ・ 石川県環境安全部：平成 16 年度石川県産業廃棄物排出量実態調査報告書（平成 15 年度実績）（2005）
- ・ 石川県：石川県廃棄物再資源化事業促進計画 報告書（2003）
- ・ 石川県環境安全部：地下水使用合理化マニュアル（2005）
- ・ 石川県環境安全部：廃棄物のリサイクル事例集（1998）
- ・ 環境省編：循環型社会白書 平成 17 年版，ぎょうせい（2005）
- ・ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課：産業廃棄物の資源循環の促進に向けて（2003）
- ・ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課：「建設汚泥処理物の廃棄物該当性の判断指針について」，環廃産第 050725002 号（2005）
- ・ (財)地球環境センターホームページ：クリーナープロダクションデータベース
http://nett21.gec.jp/CPT_DATA/Japanese/index-j.html
- ・ 産業廃棄物行政に関する懇談会委員：産業廃棄物行政に関する懇談会報告書（2000）
- ・ 国土交通省都市・地域整備局下水道部監修：日本の下水道（平成 17 年），(社)日本下水道協会（2005）
- ・ (財)日本産業廃棄物処理振興センター：最新 建設廃棄物処理指針 - 建設廃棄物処理ガイドライン改訂版 - ，ぎょうせい（1999）
- ・ (財)先端建設技術センター編著：「建設汚泥リサイクル指針」，大成出版社（1999）
- ・ 日本下水道事業団 技術評価委員会：汚泥減量化の技術評価に関する報告書（2005）
- ・ 滋賀県：副産物の再生資源化・リサイクルへの手引き（2000）
<http://www.pref.shiga.jp/d/haikibutsu/tebiki.html>
- ・ 奈良県：廃棄物減量化マニュアル 排出抑制・資源循環を目指して（2001）
- ・ 厚生省水道環境部水道整備課：浄水汚泥の減量化及び再生利用に関する手引き（2000）
- ・ 渡部春樹：講座「汚泥処理」，下水道協会誌，Vol.33 403(1996/9)～Vol.34 414(1997/6)
- ・ 石川宗孝：浄化槽汚泥等の減量化，浄化槽研究，Vol.14， 1，pp.37～42（2002）
- ・ 本多淳裕：最小コストでできる産業排水の削減対策，日刊工業新聞社（1992）
- ・ (株)エヌ・ティー・エス：汚泥の処理と再資源化・再利用，エヌ・ティー・エス（1996）
- ・ (株)エヌ・ティー・エス：汚泥の減量化と発生防止技術，エヌ・ティー・エス（2000）
- ・ 建設リサイクルハンドブック編纂研究会：建設リサイクルハンドブック 2005，大成出版社（2005）
- ・ 大野茂：余剰汚泥発生量の低減，環境浄化技術，Vol.4，No.7，pp.42-45（2005）
- ・ (社)全国都市清掃会議，(財)廃棄物研究財団：ごみ処理施設整備の計画・設計要領，(社)全国

- 都市清掃会議（1999）
- ・（社）化学工学会：平成 16 年度化学物質国際規制対策推進等調査報告書 化学物質排出量等管理マニュアル（2005）
 - ・中小企業総合事業団 情報・技術部：めっき治具並びにバレルめっきとその加工の実際（2001）

資料編

<アンケート集計結果>

産業廃棄物（汚泥）の排出抑制・減量化に関するアンケート調査結果

1 調査内容

- ① 調査期間：平成17年6月7日～6月30日
- ② 調査対象事業場：計 249事業場
 産業廃棄物多量排出事業者、排出水量1,000m³以上の事業場、
 公害防止管理者（水質関係）を選任している事業場（県届出分のみ）

③ 調査方法：下記項目についてのアンケート記入方式

- <問1> 貴事業場では汚泥の排出抑制・減量化について、どのように取り組んでいますか。
- <問2> 貴事業場では、汚泥の処理費用について負担となっていますか。
- <問3> 汚泥の排出抑制・減量化の効果があつた事例について、排出量でどれくらいの効果がありましたか。
- <問4> 貴事業場から搬出汚泥は、どのように処理していますか。
- <問5> 汚泥の排出抑制・減量化について、モデル事業場（県が委託するコンサルタントによる技術提案等）としての協力について

2 調査結果の概要

- ① アンケート回答件数： 146 / 249事業場（58.6%）
- ② 汚泥の排出抑制・減量化に取り組んでいる事業場数 …………… 76事業場
- ③ 処理費用：負担になっている。 …………… 61事業場
 排出抑制・減量化を推進したため、負担が軽減された。… 18事業場
 負担となっていない。 …………… 42事業場
- ④ モデル事業場として協力できる。 …………… 18事業場

表 アンケート回答者の業種内訳

業 種	回答数
建設業	59
製造業 （電気機器、金属、繊維、 食料品、窯業・土石、 鉄鋼、化学、輸送機器、 一般機器、非鉄金属、 紙、医薬品、プラスチック）	53
下水道業	27
上水道業	2
産業廃棄物処理業	1
鉱業	1
電気業	1
その他	2
計	146

表 モデル事業場の協力可能回答者の業種内訳

業 種	回答数
建設	4
下水道	3
染色・整理	3
機械器具製造	2
表面処理	2
製紙	1
合成繊維製造	1
非鉄金属・鋳物	1
産業廃棄物処理	1
計	18

問1 について

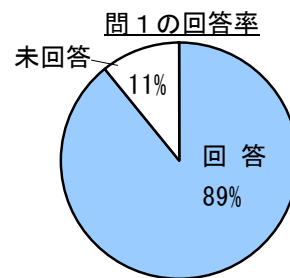
<問1> 貴事業場では汚泥の排出抑制・減量化について、どのように取り組んでいますか。

- 1 生産工程を改善し、汚泥の排出削減を行った。
- 2 水処理施設を改善し、汚泥の排出抑制を行った。（返送汚泥の可溶化等）
- 3 脱水、乾燥、消化、焼却等の施設を導入し、汚泥の減量化を行った。
- 4 汚泥の資源化・再生利用を行った。
- 5 その他の汚泥の減量化を行った。
- 1～5の取り組みの具体的な内容
()
- 6 取り組んでいない。

集計結果

アンケート回答数（146件）に対する問1の回答率

	件数	割合
問1 回答数	130 件	89%
問1 未回答数	16 件	11%
アンケート回収数	146 件	100%

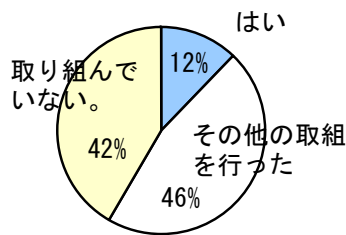


問1 汚泥の排出抑制・減量化の取り組み方について

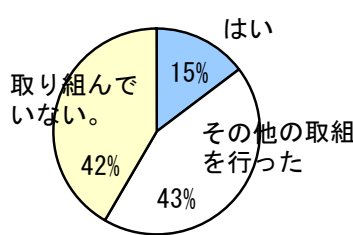
（回答数のべ130、重複回答あり。）

	件数	割合
1 生産工程の改善	16 件	12.3%
2 水処理施設の改善	19 件	14.6%
3 脱水、乾燥、消化、焼却等の施設を導入	31 件	23.8%
4 汚泥の資源化・再生利用	27 件	20.8%
5 その他の汚泥の減量化	6 件	4.6%
6 取り組んでいない	54 件	41.5%

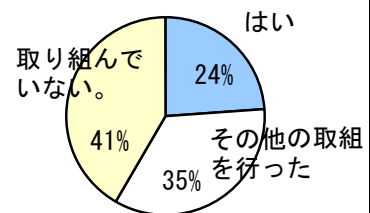
1) 生産工程の改善を行った。



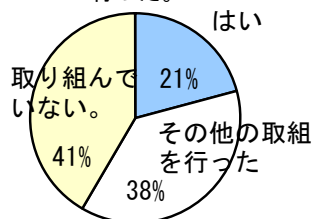
2) 水処理施設の改善を行った。



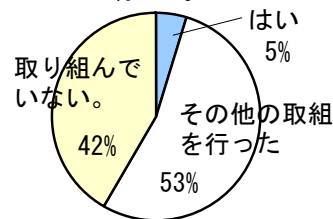
3) 脱水・乾燥・硝化・焼却等施設を導入している。



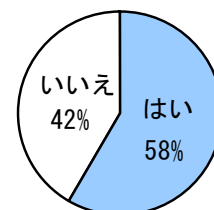
4) 汚泥の資源化・再生利用を行った。



5) その他の汚泥の減量化を行った。



6) 汚泥の減量化等に取り組んだ。



注) 四捨五入によりパーセンテージが合わない場合があります。

問2 について

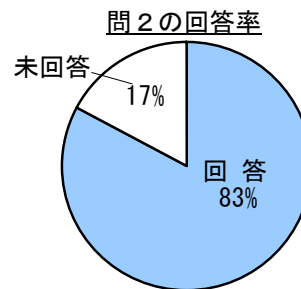
<問2> 貴事業場では、汚泥の処理費用について負担となっていますか。

- 1 負担となっている。
- 2 排出抑制・減量化を推進したため、負担が軽減された。
- 3 負担となっていない。

集計結果

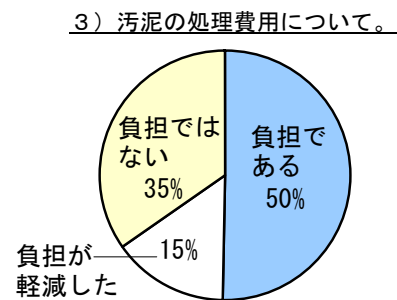
アンケート回答数（146件）に対する問2の回答率

	件数	割合
問2 回答数	121 件	83%
問2 未回答数	25 件	17%
アンケート回収数	146 件	100%



問2 汚泥の処理費用について
(回答数 121事業場中)

	件数	割合
1 負担である	61 件	50.4%
2 排出抑制・減量化により、負担が軽減	18 件	14.9%
3 負担ではない	42 件	34.7%



問3 について

＜問3＞ 汚泥の排出抑制・減量化の効果があつた事例について、排出量でどれくらいの効果がありましたか。

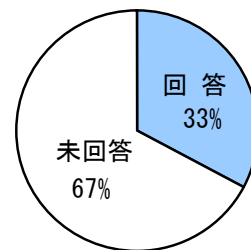
- 1 取り組まなかった場合の汚泥の排出量の予測 (_____ t / 年)
- 2 取り組んだ後の汚泥の排出量の実績 (_____ t / 年 _____ 年度)

集計結果

アンケート回答数（146件）に対する問3の回答率

	件数	割合
問3 回答数	48 件	33%
問3 未回答数	98 件	67%
アンケート回収数	146 件	100%

問3の回答率



問3 汚泥の減量化方法の違いによる減量化率の比較

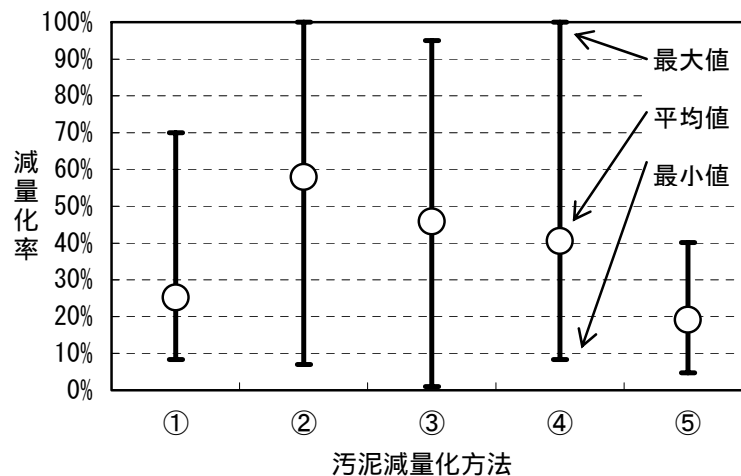
	該当数	最大	最小	平均
①生産工程改善による減量率	9 件	70%	8%	25%
②水処理施設改善による減量率	11 件	100%	7%	58%
③汚泥処理施設導入による減量率	24 件	95%	1%	46%
④汚泥の資源化・再生利用による減量率	12 件	100%	8%	41%
⑤その他の取り組みによる減量率	5 件	40%	5%	19%

注1) 1事業場で①～⑤まで複数に当てはまる場合は、減量率を該当数で按分している。

例) A事業場で①と③と④で60%減量している場合、①、③、④の減量率は各20%とする。

注2) 減量率100%とは、②では下水処理場での汚泥未引き抜き、④ではセメント原料への混入による。

問3 減量化方法による減量化率の比較



問4 について

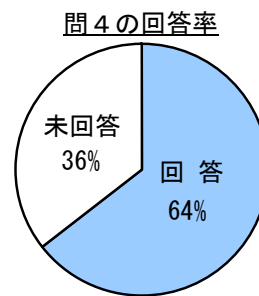
<問4> 貴事業場から搬出汚泥は、どのように処理していますか。

- 1 民間業者に委託して、中間処理又は再生している。（ t / 年 年度）
（処理又は再生の内容： 、搬出先の県名： 県）
- 2 最終処分場で埋立処分している。（ t / 年 年度）
（搬出先の県名： 県）
- 3 その他（内容と搬出先： ）

集計結果

アンケート回答数（146件）に対する問4の回答率

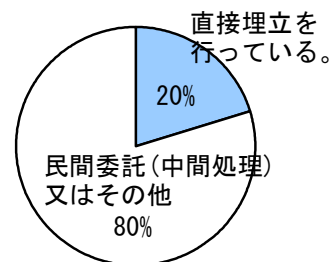
	件数	割合
問4 回答数	94 件	64%
問4 未回答数	52 件	36%
アンケート回収数	146 件	100%



問4 搬出汚泥の処理・処分先

	件数	割合
民間委託 ①	34 件	36%
民間委託及び埋立処分 ①と②	14 件	15%
埋立処分 ②	19 件	20%
埋立処分及びその他 ②と③	3 件	3%
その他 ③	21 件	22%
民間委託及びその他 ③と①	3 件	3%
計	94 件	100%

問4 直接埋立を行っている割合

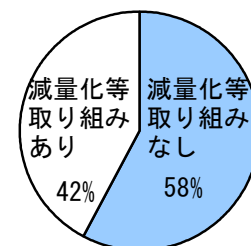


注) 四捨五入により数値の合計が合わない場合があります。

○直接埋立を行っている事業場のうち、汚泥の排出抑制・減量化に取り組んでいない割合
(取り組んでいない事業場とは、問1で6を回答した事業場。)

	件数	割合
汚泥減量化の取り組みなし。※	11 件	58%
汚泥減量化の取り組みあり。	8 件	42%
直接埋立を行っている。②	19 件	100%

直接埋立を行っている中で、減量化等取り組みなしの割合



※ 11事業場の業種内訳は、製造業5件、建設業2件、非金属・鋳物1件、機械機器製造1件、電気メッキ1件、染色・整理1件となっている。

⇒ 直接埋立をしている事業場のうち、半数以上で減量化等の取り組みがなされていない結果となっている。

問5 について

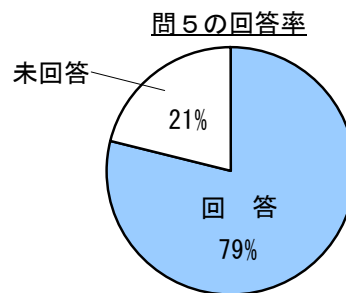
＜問5＞ 汚泥の排出抑制・減量化について、モデル事業場（県が委託するコンサルタントによる技術提案等）としての協力について

- 1 協力できる。 →減量化の必要な汚泥の概要
（ 、排出量 t /年 年度）
- 2 協力できない。

集計結果

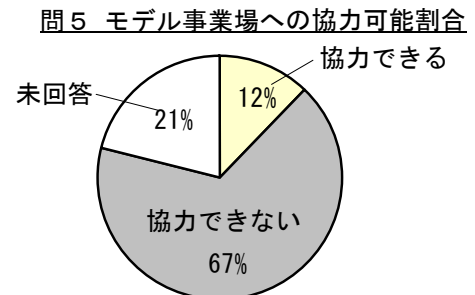
アンケート回答数（146件）に対する問5の回答率

	件数	割合
問5 回答数	115 件	79%
問5 未回答数	31 件	21%
アンケート回収数	146 件	100%



問5 モデル事業場への協力可能割合

	件数	割合
1) 協力できる	18 件	12%
2) 協力できない。	97 件	66%
3) 未回答	31 件	21%
計	146 件	100%



注) 四捨五入により数値の合計が合わない場合があります。

産業廃棄物排出抑制・減量化マニュアル（汚泥編）

平成18年3月発行

石川県 環境安全部 廃棄物対策課

電話 076-225-1472 FAX 076-225-1473