

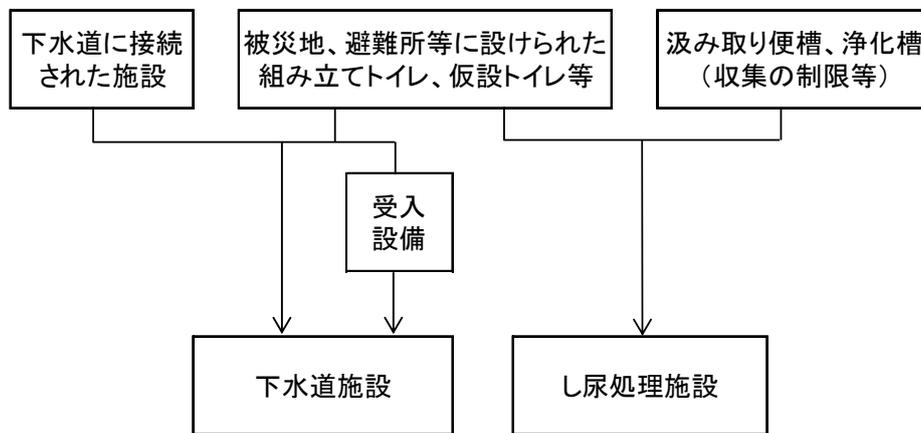
し尿・生活排水の処理

【基本的事項】

- ・ 被災地域のし尿・生活排水処理の問題は、上水道等のインフラ復旧に伴って深刻化することが懸念される。
- ・ 発災後、生活圏内の公衆衛生を確保するため、下水道、浄化槽（みなし浄化槽を含む）、汲み取り便槽、し尿処理施設（汚泥再生処理センターを含む）等について、速やかに緊急措置を講ずる。
- ・ 合わせて、避難所における仮設トイレの設置や、仮設住宅の生活排水対策を十分に講ずる。

【処理フロー】

災害時のし尿・生活排水の基本的な処理フローは下図の通りである。被災により下水道施設・し尿処理施設等への移送が困難な場合は、状況に応じて適正に保管、消毒、仮設沈殿池による一次処理、非被災地域および稼働可能な施設への広域移送等を行う。



出典：「川口市災害廃棄物処理計画」（平成 20 年 3 月、川口市）を参考に作成

図 災害時のし尿・生活排水の基本的な処理フロー

【施設別緊急措置の手段および応急措置の手法と目標水質】

下水道、浄化槽（みなし浄化槽を含む）、汲み取り便槽、し尿処理施設（汚泥再生処理センターを含む）の 4 施設について、災害時における緊急措置の目標および手段は表 1 の通りである。具体的な手法等については、各省庁によってマニュアル等がまとめられている。

表 1 施設別緊急措置の目標、手段、参考情報

施設	目標	手段	参考情報
下水道	下水の生活圏外への排除 水質基準：大腸菌群数 3,000 個/cm ³ 以下	土嚢等による下水の水路等への誘導 バキュームカーによる処理場への運搬 ポンプ車による汲み上げ、液体塩素等による消毒、放流	「下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書」（平成 24 年 3 月、下水道地震・津波対策技術検討委員会）（ http://www.mlit.go.jp/common/000211317.pdf ） 「下水道BCP策定マニュアル～第2版～（地震・津波編）」（平成 24 年、国土交通省）（ http://www.mlit.go.jp/common/000211045.pdf ）

施設	目標	手段	参考情報
浄化槽	迅速な使用可否の判断 適切な清掃による公衆衛生・ 環境保全上の機能の確保	使用可否の判断基準 漏電の恐れが無いか 流入側の漏水が無いか 消毒が行われているか 判断基準に一つでも該当する場合：使用不可 判断基準に該当しない場合：応急復旧まで暫定的に（最長3ヶ月を目途）使用可能	「災害時の浄化槽被害等対策マニュアル 第2版」（平成24年3月、環境省）（ http://www.env.go.jp/recycle/jokaso/data/manual/pdf_saigai/all_h2403.pdf ）
汲み取り便槽	迅速な状況把握 清掃業務体制の整備	臭突管が損壊：臭気漏洩を防ぐ応急措置 使用不可（損壊、便槽が満杯等）：自治体等による代替措置（仮設トイレ設置等）	—
し尿処理施設	浄化槽汚泥および汲み取りし尿等の受入、処理	バキュームカーによる被災地域および稼働可能なし尿処理施設への広域移送	—

出典：「災害廃棄物分別・処理分別マニュアル」（一般社団法人廃棄物資源循環学会）を元に作成

【避難所トイレおよび仮設住居の生活排水対策】

避難所におけるトイレの整備は、被災者の健康維持および感染症予防のために重要な施設である。現地での処理や備蓄性等、災害用トイレごとの特徴を考慮し、被災地の状況に合わせた設備・処理方法を選択する。また、仮設住宅が下水道整備エリアでない場合、もしくは被災により長期間使用が見込めない場合は、仮設住宅の規模に応じた浄化槽等の手配が必要となる。

表 災害用トイレの種類と特徴

設置	名称	特徴	概要	現地での処理	備蓄性※	
仮設・移動	携帯トイレ	吸収シート方式 凝固剤等方式	最も簡易なトイレ。調達の容易性、備蓄性に優れる。	保管・回収	◎	
	簡易トイレ	ラッピング型 コンポスト型 乾燥・焼却型等	し尿を機械的にパッキングする。設置の容易性に優れる。	保管・回収	○	
	組立トイレ	マンホール直結型	地下ピット型	地震時に下水道管理者が管理するマンホールの直上に便器及び仕切り施設等の上部構造物を設置するもの（マンホールトイレシステム）	下水道	○
			便槽一体型	いわゆる汲み取りトイレと同じ形態。	汲取り	○
					汲取り	○
	ワンボックストイレ	簡易水洗式 被水洗式	イベント時や工事現場の仮設トイレとして利用されているもの。	汲取り	△	
	自己完結型	循環式	比較的大型の可搬式トイレ。	汲取り	△	
		コンポスト型		コンポスト	△	
車載トイレ	トイレ室・ 処理装置一体型	平ボディのトラックでも使用可能な移動トイレ。	汲取り- 下水道	△		
常設	便槽貯留	既存施設。	汲取り	—		
	浄化槽		浄化槽汲取り	—		
	水洗トイレ		下水道	—		

※備蓄性の基準：◎省スペースで備蓄、○倉庫等で備蓄できる、△一定の敷地が必要

出典：「防災トイレフォーラム 2009 資料集<資料編>[1]」、「災害時のトイレ機能の確保に関する調査報告書」（平成 23 年 8 月、特定非営利活動法人日本トイレ研究所）を元に筆者作成

【参考 1：東日本大震災における仮設トイレの調達と維持管理】

仮設トイレは、宮城県では、発災直後から新潟県からの支援により設置を開始し、最終的に県内の 8 市町に 2,420 基の仮設トイレを供給した。

表 宮城県内 8 市町での仮設トイレ調達状況

配送日	供給先	数量(基)	調達先または支援先
3月12日	多賀城市	80	新潟県(支援)
12日～14日	登米市	128	
13日	東松島市	136	
15日～17日	名取市	56	
17日	気仙沼市	10	国土交通省(災害対策本部事務局による調達)
18日	石巻市	100	
	南三陸町	20	
19日	石巻市	10	経済産業省(災害対策本部事務局による調達)
	東松島市	500	
	多賀城市	200	
	気仙沼市	170	国土交通省(災害対策本部事務局による調達)
22日	気仙沼市	40	
	石巻市	172	兵庫県(全国知事会ルートによる支援)
23日	気仙沼市	158	国土交通省(災害対策本部事務局による調達)
24日	多賀城市	100	川崎市(支援)
	石巻市	200	経済産業省(災害対策本部事務局による調達)
25日	南三陸町	20	名古屋市(支援)
26日	女川町	20	
31日	村田町	22	経済産業省(災害対策本部事務局による調達)
4月3日	村田町	78	
4月4日	南三陸町	60	
12日	石巻市	40	
13日	南三陸町	10	
	気仙沼市	50	
18日	気仙沼市	30	
5月28日	南三陸町	10	
合計		2,420	

出典：宮城県東日本大震災の記録(地震発生後 6 ヶ月間の対応)第 3 章 p450

表 避難所等仮設トイレのし尿収集量実績(平成 23 年度)(単位 : kL)

岩手県合計	4,809	宮城県合計	6,759	福島県合計	573
宮古市	0	仙台市	108	いわき市	132
大船渡市	376	石巻市	3,815	須賀川市	10
久慈市	0	気仙沼市	442	南相馬市	206
陸前高田市	650	多賀城市	48	金山町	25
釜石市	2,776	登米市	259	新地町	200
住田町	0	東松島市	392		
大槌町	636	大崎市	0		
山田町	0	南三陸町	1,685		
岩泉町	117				
田野畑村	0				
普代村	0				
野田村	254				
洋野町	0				

出典：環境省「日本の廃棄物処理」(平成 23 年度実績)

【参考2：阪神・淡路大震災における仮設トイレの設置状況】

①兵庫県

避難場所と仮設便所の設置数

市町名	避難箇所 (1月27日8時現在)	避難人員	仮設トイレの設置状況 (平成7年1月27日15時30分現在)		備考
			設置数(うち、県関与)		
尼崎市	88	5,563	59	(59)	市域の2/3で給水可能
西宮市	171	27,000	400	(150)	
芦屋市	55	9,843	561	(254)	
伊丹市	69	3,269	57	(10)	市域の2/3で給水可能
宝塚市	54	8,120	52	(52)	市域の6割で給水可能
神戸市	596	225,202	2,326	(1033)	市域の4割強で給水可能
東灘区	83	40,000	410		
灘区	66	30,390	370		
中央区	86	35,172	280		
兵庫区	90	24,926	335		
長田区	71	45,377	597		
須磨区	66	19,447	310		
垂水区	39	5,699	1か所当たりの人数少		
西区	15	874	→ブール水を利用で可		
北区	24	2,082	0→給水可能のため		
津名町	7	232	30	(30)	
北淡町	13	2,808	76	(60)	
一宮町	6	740	40	(40)	
県関係	福祉施設・病院等		201	(201)	
合計	1,059		3,802	(1887)	

注：避難者数 最大時点

出典) 兵庫県資料

②大阪府

市町名	避難箇所 (1月21日現在)	避難人員	仮設トイレの設置状況	備考
大阪市	21	446	該当なし	
豊中市	51	3,225	該当なし	
吹田市	3	40	該当なし	
池田市	9	70	該当なし	
箕面市	2	74	該当なし	
茨木市	2	53	該当なし	
摂津市	2	6	該当なし	
高石市	2	15	該当なし	
合計	92			

注1：避難者数 最大時点

出典) 大阪府資料

津波被災地域において浄化槽を撤去する際の汚泥の処理方法について（第一報）

震災対応ネットワーク（廃棄物・し尿等分野）

（取り纏め：国立環境研究所）

津波被災地域においては、家屋とともに浄化槽を撤去することがあるが、浄化槽に残された汚水・汚泥には海水、土砂、がれきが混入しているケースがある。

1. し尿処理施設での処理に悪影響は無いかな（塩分、土砂の影響）？**■塩分について**

塩化物イオン濃度

- ・し尿：約 3,200mg/L
- ・海水：約 20,000mg/L
- ・浄化槽汚泥：約 350mg/L

通常の浄化槽汚泥および収集し尿と混合・希釈し、急激な塩分濃度上昇を避けること。徐々に塩分濃度上げるのであれば、微生物の順化により比較的高い濃度も処理できる可能性がある。津波被害を受け、かつ、直ちに撤去もしくは清掃が必要となる浄化槽は、全体数に比べて数が限られていると推測され、し尿処理施設で塩分に由来する問題が起こる可能性は低いと考えられる。

※第 35 回土木学会関東支部技術研究発表会「塩分濃度増加に伴う微生物の適応性の検証」

但し、津波被災地域で浄化槽汚泥を集中的に収集する際には塩分濃度に留意が必要である。本来的に収集汚泥の性状にはバラツキがあり、また、し尿処理の方式にもほとんど希釈しないで生物処理する方式もあれば、5～20 倍希釈してから生物処理する方式もあるため、現実的には、直投入ではなく流量調整槽兼沈砂池に受け入れるなど、処理施設毎の対応することになる。また、塩分濃度調整のため過度に希釈すると、微生物の栄養源（BOD、N、P など）が少なくなり、生物処理がうまく進行しないことがある。

■土砂について

土砂が、し尿処理施設に投入されることは、水槽の清掃頻度やポンプなど機器類の

損耗が格段に早くなる可能性があり、嫌われている。通常、収集されるし尿や浄化槽汚泥には、土砂が0.3%程度含まれているものとして施設は設計され、受入設備として沈砂槽や沈砂除去装置などが設けられているが、貯留容量が小さいため、大量の土砂混じりのし尿等が搬入されると受入水槽に堆積してしまう恐れがある。その他、土砂の投入により想定される障害は以下の通りである。

- 水槽への堆積による貯留容量の減少（滞留時間の減少）。
- 水槽からの引抜配管の閉塞。
- ポンプインペラ異常磨耗、破損。
- スクリープレスの異常磨耗、破損。

ただし、近年は、搬入物中の土砂混入率は0.3%に達していないので、沈砂除去装置が稼働していれば、津波被災地域からの浄化槽汚泥等を通常の浄化槽汚泥等と混合・希釈し、0.3%以下に制御することができる。また、津波被災エリアの浄化槽汚泥等を集中的に受け入れる場合は、仮設の水槽で受け入れて、土砂を沈殿させ、上澄水を沈砂槽へ受け入れることで対応可能と考えられる。

なお、処理汚泥を堆肥等にリサイクルしている場合は、生成物の性状・安全性等の観点で、塩分濃度、土砂、がれき、有害物質（ダイオキシン類、重金属類、農薬類、油分等）の混入に留意する必要がある。

2. し尿処理施設においてモニタリングすべき指標、値は？

上述の塩分濃度、および必要に応じて堆肥等のリサイクル製品の性状に関わる分析項目をモニタリングする。また、土砂対応として、沈砂池の容量、ポンプの能力のチェックが必要である。

3. 浄化槽から取り除いたがれきはどのように処理（消毒？洗浄？）するか？

浄化槽本体と同様な扱いとする。作業員が嫌がる等の問題があれば、消石灰を散布する。洗浄する場合は、洗浄水もし尿処理場に搬入するか、別途、浄化槽を用意して処理を行う。

下水の処理方法について（第一報）

震災対応ネットワーク（廃棄物・し尿等分野）

（取り纏め：国立環境研究所）

【状況】

下水処理場の流入ポンプが被災により十分に稼働せず、市街地にてマンホールから未処理の下水が溢水した。処理場の被災により処理場の機能が発揮できず、貯水池による簡単な沈殿＋消毒で河川放流している。完全復旧には 2 年を要する。簡易処理とそのグレードアップについては国交省サイドで色々な検討と対策が進んでいるが、汚泥については見通しが立っていない。処理してもかつての有効利用先が被災して、処分先に事欠くのは明らか。

被災した 3 か所の流域下水道

	石巻東部浄化センター （北上川下流東部流域 下水道）	県南浄化センター （阿武隈川下流流域下 水道）	仙塩浄化センター （仙塩流域下水道）
流域人口	約 3.3 万人	約 26.6 万人	約 31.5 万人
ポンプ復旧 情報		5 月中旬	4/25 予定
現在の処理 量		通常の 8 割	通常の 5 割
現在の処理 状況		現状小さな沈砂池からの放流で十分な沈殿処理ができていない。	多賀城緩衝緑地内に土嚢で一次沈殿槽（貯水池）を作り、上澄み液を消毒・放流。
今後		大きな沈殿池（素堀）をつくり、仮設配管で接続。上澄消毒放流、汚泥バキューム。この方法だと約 2 ヶ月で使えるようになる見込み。	

1. 未処理下水の溢水対応・対策

未処理下水の溢水と対策の現状

- ・ 多賀城市の 120 カ所で下水の逆流確認。(31 日に汚水噴出停止)
- ・ 流出量が多量のため、バキュームカーの利用は断念した。
- ・ 市内では土嚢を積み、側溝へ流す and/or マンホールからポンプで揚水。
- ・ 側溝の汚水および揚水汚水は消毒剤をまいた上で川へ放流。

防疫対応方針（案）

1. 住民への注意喚起
2. 清掃（表を参照）
3. 消毒（保健所）

（清掃方法）

状況（仮定）	比較的少量で、溜まっている場合	固形物が乾燥しかけて散乱している場合	薄く汚水が散乱している場合
清掃方法	バキュームカーで清掃	ブルドーザー等をかき集める。	水で洗い流す。
備考	近くの処理場（緊急の一次沈殿槽）に移送。	一次沈殿槽の汚泥と併せて処理・処分	下水管きよが活着しているのであれば利用。合流式で雨水吐けまで活着しているのなら、雨天時越流と同じで、大量の水で希釈放流。

（住民への周知の内容）

- ① 有害物質と異なり、必要以上に神経質になる必要はないが、水系感染症を防ぐため、生水を飲まない、手洗いを励行するなどの対策が重要。
 - 既に「水道利用自粛のお願い」が出ているが、併せて、溢水した場合の注意・喚起を呼びかける。
 - ◇ 手洗いの励行
 - ◇ 作業時には手袋、マスクを着用しましょう。
 - ◇ . . .

(防疫方法)

- ① 液状の薬剤を噴霧する形で速やかに対応すべき。
- ② 各市町村から消毒薬が配布されている？

溢水回避方針（案）

1. 処理場だけでなく、上流数カ所でも沈殿・消毒・放流。・・・既に実施されている。
2. 様々な方法（運河・河川敷を沈殿槽にする（東灘で実績有り）、遮水シート、素堀、etc）で沈殿池を確保。

1ヶ月前後の緊急対応が必要。特に、ライフラインの復旧に伴い、水量が増加することが想定される。また、大雨が降った場合は、事態悪化の恐れがある。

- ① 処理場だけでなく、上流数カ所でも沈殿・消毒・放流。
 - 既に実施
- ② 溢水した場合、その場所だけでなく、前後の離れたマンホールからもタンクや仮設の調整池に汲み上げる。
- ③ 沈殿汚泥はキュームカーで対応。
 - し尿処理場の確保。業界に応援依頼。
- ④ 大雨等の対応として、主要なマンホール等に水位センサーで遠隔監視。
- ⑤ 緊急処置として、水没型のドラムスクリーンで夾雑物除去・消毒・放流。
- ⑥ 比較的大きな沈殿池が確保できるのであれば、日水量変動のピークカットに使う。

2. 完全復旧までの簡易処理の影響および必要な対処方法

一次的対処方針（～2、3ヶ月程度）

1. 現状の簡易処理方法において、腐敗を避けるためには深さを2m程度とすることが望ましい。
2. スケールアップすることで、汚泥濃度は増加し、引き抜き汚泥量を減少できる。
3. 運河、河川敷等を処理槽として利用する。汚泥は浚渫で対応。

二次的対処方針（～1年）

1. 休止中・廃止後撤去されていないコミプラ、大規模浄化槽などを関係部署に確認し、急遽、再稼働
2. 事業所等の排水は極力下水に放流せず、自社処理後に河川放流を依頼。

3. 簡易処理の段階的アップグレード（下記にアイデアを列記）を検討。必要なプラント機材については、国際大手企業にも支援依頼。

中期的対処方針（案）

1. 対象地域への汲み取りトイレの配備と汲み取りし尿のパキューム移送。
2. 浄化槽を配備し、必要に応じて下水道に接続する。浄化槽は小型～大型をフルに使えば、（仮設住宅とは別に）10万人程度まで供給できる可能性がある。

（休止施設の再稼働）

- ① 下水処理区域内で、休止中・廃止後撤去されていない浄化槽、コミプラなどがある場合は、急遽、再稼働

（事業場系の水量削減・処理依頼）

- ① 事業所等の排水は、極力下水に放流せず、自社で簡易処理し河川放流をお願いする。
- ② 古い処理槽など余裕のある事業所については、周辺（上流域）の下水の簡易処理に使用できないか、お願いする。

（現状の簡易処理方法について）

- ① 処理場内にスペースがあるのであれば、しゃ水シートにて袋を作って簡易水槽をいくつか作る。深さは2mくらい（それ以上になると腐敗でメタンガスなどが出てくる）。
- ② スケールアップすることで、汚泥濃度は増加して、引き抜き汚泥量を減少できます。凝集剤を入れているとは思われませんが、入れても攪拌することができないと効果は低い可能性も感じます。
- ③ 神戸の時も、東灘下水処理場が壊れたとき、運河を沈殿地にしたこともあります。
- ④ 河川敷にシートパイルをうって、仮設の沈殿池を設置したそうです。（生下水だけだと沈殿しないので凝集剤が必要。後で浚渫）

（沈殿処理の（緊急）アップグレード）

- ① 沈殿処理だけでなく、スクリーンを入れる（漂流物を除去できる。見た目も配慮）。
- ② 初沈後、汚水に石灰を入れて、pHをあげて沈殿させる（たぶん10くらいでかなり落ちる。NPも少し取れる）。コンクリートがらの細粒分があったら、それを混ぜると落ちやすい。もしかすると、コンクリートがら充填層を作って、そこを通すのも良いかも。この操作を複数の簡易水槽でバッチ処理として行う。
※この作業、アンモニアが出てくるので、作業員は要注意です。

- ③ この上澄み液は高 pH ですが、排水路を長めにとって、階段上に流すと落下部で曝気されて pH が落ちてきます。階段差は 5 センチで十分です。表面張力があるので落下点に向けて少し逆勾配にしても良いかと思います。流量次第。
- ④ もし、石油を使って発電しているのであれば、その排気を上澄み液にて洗浄すれば、上澄み液はもっと簡単に中和されます。つまり、燃焼系からの排ガスであれば何でも良いので、排気ガスを導入して、炭酸中和することになります。その後、人工湿地に導入すると、NP も良く取れる。なお、このシステムはせいぜい使えて数カ月でしょう。汚泥もたまりません。

(放流水の土壌処理)

- ① 河川放流している上澄み液に対して、応急的に幅広トレンチを掘って（自然流下できるなら既存の槽の利用も可）、そこに破碎瓦やスポンジ（困難なら砂でも可）のような透水性の良い多孔体を詰めて、応急的な傾斜土槽法による処理。
- ② 滅菌は出口で行う。
- ③ トレンチへの流入前のスクリーン部では、固形状のものをバキュームで汲み上げる。
- ④ 流量が多いと完全な処理は困難ですが、無処理放流よりはまし。

(下水管きょを利用した処理)

- ① 都市内下水路のような人工空間が生きているのであれば、そこにレキ層とか曝気層などを順次整備して、上流側から流入するのもありかもしれません。途上国などで、そのような提案をしている例も見たことがあります。現地の様子がわからないと何とも。

(未整理)

- ① し尿を海洋投棄する。
- ② 国際大手企業には、プラント機材の備蓄が結構ありますから、、、。最近の活躍ぶりは知りませんが、たぶん、汚水処理施設 5 か所ぶん程度はあるのではないのでしょうか？

3. 汚泥の処理・処分方法

具体的な現地情報については、4/5～8 での調査結果を待っている段階。

対処方針

- 1. 汚泥発生量の推定（現場の処理状況等によるため、現地情報待ち）
- 2. 発生箇所（上流での沈殿・消毒・放流場所を含む）の把握。
- 3. バキュームカー（定置型バキューム+タンク車でも可）で移送。
 - 産廃として泥水を運ぶタンク車（産廃運搬業者）が、し尿を積載して良いか、運

搬許可が必要か要確認。

➤ **被災地が沿岸部であるため、タンカーでの移送ができないか？**

4. し尿処理施設の確保やバイオマスとしての利用を検討。

(汚泥発生量の見積もり)

- ① 通常の最初沈殿池であれば、汚泥濃度は1%程度以上になりますが、現場の貯留池では、0.5%にも満たない(0.1-0.3%程度)と推察。
- ② 一人あたり下水中SS分50gとして、0.2%まで沈殿濃縮されていたとして、汚泥量は一人あたり25L。
- ③ 1万人から下水が流入しているとするれば、250m³と換算されます。
- ④ 濃縮の程度、バキュームで引く際にどこまで上澄み水を一緒に吸い込むかに依存。薄まれば、さらに汚泥量は増大します。0.1%となれば、500m³です。

(汚泥処理)

- ① 天日乾燥(必要面積、日数等、詳細情報は未)

(汚泥の引き受け先)

- ① 現地で濃縮・脱水等を行い、近隣県に搬送・処理。休止中のし尿処理施設などがあれば、再稼働。
 - (ア) バキュームカーによるピストン輸送
 - (イ) 定置式バキュームポンプ+タンク車による輸送(産廃として泥水を運ぶタンク車)タンク車は、産廃運搬業にて所有していますが、し尿を積載して良いか、運搬許可が必要か要確認。

以下、アイデア段階。現地に適合すれば、可能性を検討。

- ① 被災した処理場は沿岸地域と思われるので、処理場の排水能力を確保するため、処理場からバキュームカーでタンカーに移し、タンカーで県外移送。準備ができれば、バキュームカーではなく、パイプライン。