

【し尿・汚泥再生処理施設の課題と強靱化への対応】

(一社) 環境衛生施設維持管理業協会
研究グループ
水処理チーム

1. はじめに

1.1 し尿処理の歴史

し尿は廃棄物処理法で、現在、一般廃棄物として取り扱われている。しかし、日本では遠い昔から、肥料として農地に還元されてきた歴史がある。これは、昭和の戦後間もない時期まで続き、廃棄物どころか有価物として取り扱われていた。

戦後、化学肥料の普及によるし尿の農地への還元の減少、都市部の人口集中、伝染病の流行などに伴い、し尿の衛生処理が求められるようになり、し尿は廃棄物として扱われるようになった。昭和30年代頃からし尿処理施設が盛んに建設されたが、し尿処理技術の開発は、メーカー主導で進められ、その技術は各社の競争も相まって目覚ましく発展した。



写真-1 汚泥再生処理センター

(下伊那郡西部衛生施設組合 汚泥再生処理センター)

その後、循環型社会形成の気運の高まりにより、「し尿処理施設」は「汚泥再生処理

センター」へと変遷していくことになる。

汚泥再生処理センターは、し尿等(浄化槽汚泥や有機性廃棄物を含むため、以下、し尿等と表現する。)を廃棄物として単純に処理するだけでなく、資源化設備を設けることでし尿等から資源を取り出す施設である。

よってし尿等は、廃棄物という取り扱いだけではなく、資源としてその価値を見直されてきた。資源としての活用事例は、「有機肥料(堆肥)」「メタン発酵」「リン回収」「助燃剤」などがある。



写真-2 有機肥料とリン回収物

(釜石大槌地区行政事務組合)

(日本環境衛生施設工業会提供)

1.2 し尿処理の現状

環境省の資料(図-1、図-2)によると、平成26年度現在の総人口12,820万人のうち、公共下水道により処理されている人口は9,370万人(73.1%)、し尿・汚泥再生処理施設で処理されている人口は3,440万人(26.9%)であり、その内訳は汲み取りし尿で770万人、浄化槽で2,670万人である。

水洗化率(公共下水道人口+浄化槽人口)は、12,040万人(93.9%)となっている。

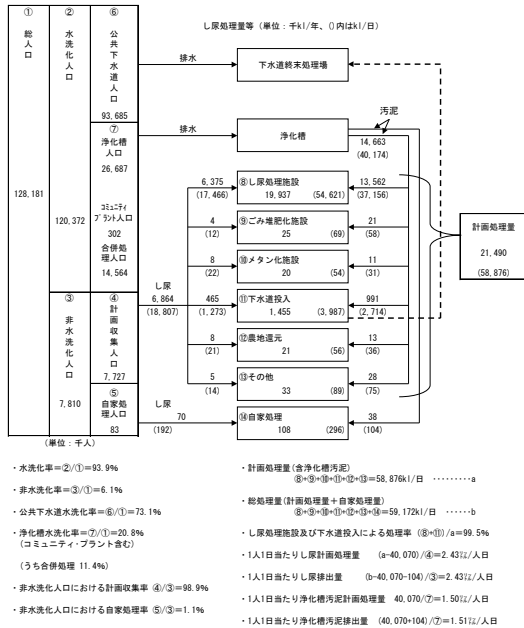


図-1 し尿処理のフローシート

(環境省資料)

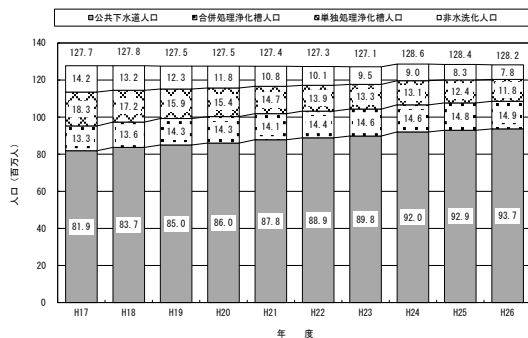


図-2 し尿処理形態の推移

(環境省資料)

一方、平成26年度現在のし尿・汚泥再生処理施設の施設数(図-3)は、年とともに漸減しているものの、968もの施設が下水道未普及地域においてし尿等の衛生処理に大きく寄与している。また、処理能力(図-4)は85,000KL/日となっており、計画処理量59,000KL/日(図-1)に対して差異があることが判る。これは、

下水道の普及により、し尿・汚泥再生処理施設での処理量が減少したことによると考えられる。

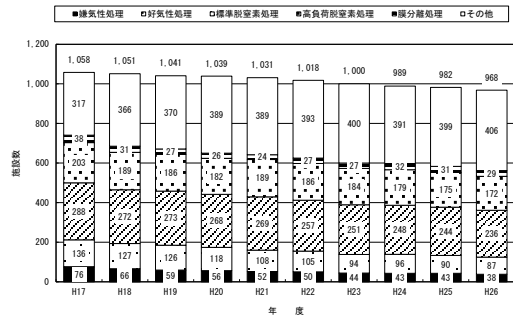


図-3 し尿処理施設の施設数の推移

(環境省資料)

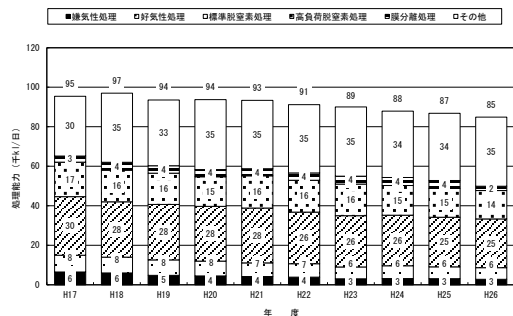


図-4 し尿処理施設の処理能力の推移

(環境省資料)

1.3 東日本大震災を経験して

平成23年3月、我々は東日本大震災という未曾有の災害を経験した。多くの人が自然の脅威に畏怖の念を抱き、また人間の脆弱さを痛感した。インフラ施設はことごとく破壊され、機能を全く果たせない無用の長物と化し、その脆さ(脆弱性)を身に染みて感じた。

沿岸地域にある下水道処理施設やし尿・汚泥再生処理施設は、襲ってきた津波に飲

み込まれ甚大な被害を受けた。機能を回復するまでの復旧作業は長い月日を必要とし、その間、内陸部にあるし尿・汚泥再生処理施設がそれらの施設の代役を引き受けたのである。



写真－3 津波の様子
(気仙広域連合 衛生センター)



写真－4 し尿処理施設の被災状況
(気仙広域連合 衛生センター)



写真－5 下水道処理施設の被災状況
(釜石市)



写真－6 下水道マンホールの隆起と
管路損傷に伴う道路の陥没
(国見町・西郷村の被災状況 (Web より))

1.4 国土強靱化計画

そうした中、平成 26 年 6 月に『国土強靱化基本計画』が閣議決定され、「国土強靱化の基本的考え方」の〔理念〕で、基本目標として次の 4 項目を掲げ、「災害時でも機能不全に陥らない経済社会システムを平時から確保し、国の経済成長の一翼を担う」としている。

- ① 人命の保護
- ② 国家・社会の重要な機能が致命的な障害を受けず維持される
- ③ 国民の財産及び公共施設に係る被害の最小化
- ④ 迅速な復旧復興

ここで、【強靱】とは、「強くてしなやか」という意味であり、その反対語は【脆弱】になる。



写真－7 「総合防災訓練」と啓発ポスター
(内閣官房国土強靱化推進室資料)

また、「国土強靱化の推進方針 ～施設分野ごとの推進方針～」の中の【環境分野】には、「災害廃棄物の迅速かつ適正な処理を可能とする廃棄物処理システムの構築 等」とある。

本レポートは、『国土強靱化基本計画』に

則り、災害時におけるし尿・汚泥再生処理施設の役割、同施設の強靱化へ向けた課題や取り組みについて著したものであり、災害時におけるし尿等の適正な処理を可能とするシステムの構築の一助になればと思う。

(釜石大槌地区行政事務組合 汚泥再生処理センター)

し尿等の衛生処理をし尿・汚泥再生処理施設に委ねている人々は、前述のとおり3,440万人(26.9%)であり、まだまだ重要な施設であることが理解できる。

2. し尿・汚泥再生処理施設の役割

2.1 平時における役割

平時におけるし尿・汚泥再生処理施設が果たすべき基本的役割は次のとおりである。

- ① 下水道未普及地域におけるし尿等の衛生処理
- ② 放流先水域の環境負荷の低減
- ③ 伝染病の予防
- ④ 資源化機能によるリサイクル施設

このように、し尿・汚泥再生処理施設は、総じて地域住民の「安心・安全・快適」な暮らしの維持を下支えする、重要な役割を担っている。



写真-8 搬入の様子と施設内部

(釜石大槌地区行政事務組合 汚泥再生処理センター)



写真-9 処理工程ごとの処理水

2.2 災害発生時における役割

災害が発生した場合、まず避難所の確保が最優先として必要となる。次に、食料や水その他、いわゆる生活必需品と言われるものが不可欠であるが、通常、これらは災害に備えて日頃から準備していることが多い。一方で、災害時における廃棄物の処理に関する準備は見落とされがちな場合が多い。仮設トイレの確保やその処理の方策など、事前の計画と準備が非常に重要となる。



写真-10 避難所の様子

(中越地震時の避難所(越路町商工会館))

避難所等における排泄物(し尿等)の処理は避難生活の環境保全に不可欠であり、過去の災害時においても大きな問題になった事案の一つである。よって、災害時におけるし尿・汚泥再生処理施設の役割は、避難所の仮設トイレのし尿等を衛生処理することが第一の役割となる。避難所の衛生管理が行き届かないと、感染症や伝染病のまん延に繋がり、二次的被害が広がることになり兼

ねない。

避難所には、平時では下水道によりし尿等を処理している避難者も多く存在するであろう。その他、救援救護活動を担う、自衛隊や警察、消防、医療チーム、ボランティアなど、地域外から流入する人々も数多くいることを認識しておく必要がある。



写真-11 避難所の仮設トイレ
(釜石市)

し尿・汚泥再生処理施設は、事務室、会議室、倉庫、風呂、シャワー等を完備している場合が多く、小規模ではあるが避難所としての機能を果たせるのではないだろうか。併せて、災害対策の拠点や、防災備蓄基地としての活用も可能であろう。

その他、受水槽に貯留の井水や上水を風呂水や飲料水等に利用可能か検討しておくことも必要であろう。

いずれの場合も、平時において計画を立てておくことが肝要である。

2.3 災害復旧復興時における役割

災害復旧復興時には、下水道処理施設の復旧までの代替施設としての役割となる。

災害発生からある程度の期間が過ぎれば、仮設住宅が建設され、それに伴い浄化槽が設置される。それに加え、災害復旧工事や復興に向けた工事に携わる工事関係者の事務所、宿舍等の仮設トイレなども増えてくる。

これらのし尿等を衛生処理することが、し尿・汚泥再生処理施設の第一の役割となる。



写真-12 仮設住宅の様子
(釜石市)



写真-13 仮設住宅の浄化槽
(釜石市)

また、近隣の被災施設の代わりに、し尿等を受け入れ、処理を代行することも重要な役割であり、事前の防災協定等の締結が大切である。

復旧復興が進むと、被災した家屋の解体・撤去が進んでくる。この時、便槽や浄化槽の内部の残渣物の処理も当然のことながら必要であり、これらもし尿・汚泥再生処理施設での処理となる。



写真-14 被災家屋と浄化槽
(釜石市)



写真-15 残渣物の引抜き

(釜石市)

このように、し尿・汚泥再生処理施設は、平時だけでなく災害時にも大きな役割を果たしてきた。

意識した老朽化対策を経済的かつ効率的に行うことが可能となる。

表-1 し尿処理施設稼働年数別施設数

稼働年数	標脱	高負荷	高負荷課分懸	好気	嫌気	その他	合計	割合(%)
～31年(～1976)	25	3	5	62	63	22	180	17.9
26～30年(1979～1983)	86	13	2	36	9	11	157	15.5
21～25年(1984～1988)	97	40	4	12	0	11	164	16.2
16～20年(1989～1993)	58	64	27	4	1	16	170	16.8
11～15年(1994～1998)	34	56	56	3	0	15	164	16.3
6～10年(1999～2003)	10	21	62	4	2	7	106	10.4
5年～(2004～)	7	4	44	4	0	11	70	6.9
合計	317	201	200	125	75	93	1011	100

(環境省資料 (平成 19 年度実績))

3. 強靱化への対応

平時及び災害時におけるし尿・汚泥再生処理施設の役割について述べてきた。過去の災害経験を生かし、来たる災害に備えるために、し尿・汚泥再生処理施設の強靱化を考える時、『老朽化対策』と『防災対策』の二つの側面から検討すると整理しやすいのではないだろうか。以下、それぞれの観点から、強靱化への対応について考えてみたい。

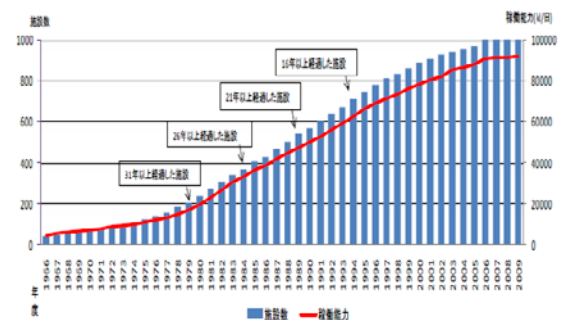


図-5 し尿処理施設数 (稼働年数別)

及び処理能力

(環境省資料 (平成 19 年度実績))

3.1 老朽化対策としての強靱化への対応

し尿・汚泥再生処理施設の稼働年数をみると、表-1、図-5のとおり、稼働後16年以上経過した施設数は65%程度となっており、全体に占める割合の大きさに驚く。このデータが、平成19年度のものであることから、稼働後16年以上経過した施設数や全体に占める割合は、更に増加していることは容易に想像できる。

『老朽化』＝『脆弱化』と考えると、『強靱化対策』＝『老朽化対策』となる。施設の老朽化対策は、ストックマネジメントの考え方を導入することで、施設の長寿命化を

ストックマネジメントは、図-6に示すとおり、日常的・定期的に適切に維持管理しながら、施設の設備・機器に求められる性能水準が管理水準以下に低下する前に機能診断を実施し、その結果に基づく機能保全対策、延命化対策の実施を通じて既存施設の長寿命化を図り、併せて、ライフサイクルコストを低減する技術体系及び管理手法である。

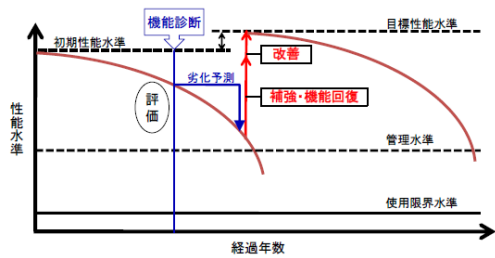


図-6 性能劣化曲線と管理水準
(環境省資料)

ストックマネジメントによる長寿命化総合計画は、施設保全計画と延命化計画であり、主要な効果として、次の点が挙げられる。

- ① 施設の長寿命化による自治体負担の軽減
- ② ライフサイクルコストの低減
- ③ 安全性及び信頼性の向上
- ④ 機能の向上
- ⑤ 住民の施設に対する信頼感の確保などである。

詳しくは、『廃棄物処理施設長寿命化総合計画作成の手引き（し尿処理施設・汚泥再生処理センター編）』（環境省）を参照されたい。

3.2 防災対策としての強靱化への対応

防災とは、自然現象による災害、人的行為による災害などから人命および財産の安全を図ることを目的として対策を行うことである。し尿・汚泥再生処理施設の強靱化を考える時、その対象は自然災害であるが、地震、津波に偏りがちである。しかし、暴風、豪雨、豪雪、洪水、高潮、噴火なども視野に入れた、幅広い対策が必要であろう。

災害の対象により、防災対策は異なってくる。地震に対しては、建物の耐震化や免震

化が、津波、洪水、高潮に対しては、防潮壁や防潮扉の設置や、新設時の盛土による地盤高さの調整などの対策が考えられる。

写真-16 は、防潮扉の例である。



写真-16 防潮扉の例
(三田工業(株) 製品情報より引用)

また、災害発生に備えて、避難所、災害対策の拠点、防災備蓄基地としての準備や非常用発電機の設置に加え、後述の遊休設備の整備なども防災対策としての強靱化の一つである。避難所、災害対策の拠点、防災備蓄基地などへの利用は、地域の防災計画に則り、関連施設を含め総合的に整備することが重要である。写真-17 は、施設の屋上を津波に対する避難所とした例である。この施設は、いざという時に、一般市民が外部の階段から屋上に上られるように工夫されている。



写真-17 屋上を避難所とした例
(熊野市 クリーンセンター)

廃棄物処理施設においては、建設や改修などで、国からの交付金制度がある。この交付金制度の対象に、これらの強靱化対策（防災対策、減災対策など）が加われば、より一層強靱化の整備が進むことであろう。

前述のとおり、平成 26 年度現在のし尿・汚泥再生処理施設の処理能力は 85,000KL/日（図-4）、計画処理量 59,000KL/日（図-1）である。この処理能力と計画処理量の差を余裕と考えると、この余裕分を災害に備えて活用することが可能ではないだろうか。しかし、この余裕分が施設の中で遊休となっており、整備されずに機能しない設備もあると考えられる。地域内にあるそれぞれの施設の余裕分を事前に把握し、遊休設備を整備することで、災害発生時におけるし尿等の処理を、地域内で協力しながら行うことが可能となる。



写真-18 発電設備の例
(湖南広域行政組合 環境衛生センター)



写真-19 防災備蓄倉庫の例
(画像提供：リスク対策.com)

4. 強靱化とBCP

BCP (Business Continuity Plan) は、事業継続計画と訳され、自然災害などへの対応を定めた計画である。事業活動を素早く再開し、継続するために策定され、優先して再開する業務や、原料の調達・輸送の代替手段などを盛り込んだ計画である。よってBCPの策定は、ソフト面からの強靱化と考えて良い。

災害時においても、し尿・汚泥再生処理施設としての機能を素早く発揮させるために用意しておくべき事項は多岐に亘る。例を挙げると、①連絡体制（顧客、社内、従業員、主要組織 他）、②避難計画、③供給品目情報、④ボトルネック資源（設備/機械/車両/PC 機器/ソフトウェアなど）、⑤地域貢献活動などである。これらを一つの冊子にまとめたものがBCPであり、日ごろから見直し、最新の情報として管理することが重要である。

東日本大震災で被災された某施設の所長が話された『震災など、いざという時に重要なのは、日頃から技術者と関係者との友好関係が築かれているかということだ。』とい

う言葉が印象的であった。災害に備えて、対策の準備をすることは大切であるが、それ以上に大切なことは、関係者間で良好な関係を築いておくことや、日頃からのコミュニケーションであることを教えられた。

5. 災害時におけるし尿・汚泥再生処理施設の優位性

東日本大震災において、沿岸地域など低地に設置されることが多い下水道処理施設は、津波により甚大な被害を受けた。また、管渠網も切断されたことも相まって、復旧までに相当の月日を要したと聞いている。

一方、し尿・汚泥再生処理施設は、地形的に高い内陸部にある場合が多く、津波を受けた施設も少ない。また、管渠を持たないことから、短期間での復旧が可能であった。バキューム車の機動力を生かし、震災直後から仮設トイレのし尿等の運搬に大いに活躍し、その処理をし尿・汚泥再生処理施設が担ってきた。

し尿・汚泥再生処理施設は、管渠を持たず、単独でし尿等の衛生処理を完結させることが可能であることから、近年、【自己完結型の施設】と言われるようになった。と同時に、災害時に強い施設であることがクローズアップされ始めた。

計画処理量 59,000KL/日（図-1）の中には、し尿等を前処理のみ行い、下水道処理施設へ放流する施設の量も含まれている。下水道処理施設の有効活用から、近年この方式や下水道施設への直接投入方式が急速に増加しているが、災害時におけるし尿等の衛生処理という観点から、『強靱化』には逆行しているようにも思える。

このように、し尿・汚泥再生処理施設が【自己完結型の施設】であるという優位性を活かしつつ、下水道処理施設だけでなく、色々な形態の処理施設を併せ持つことが、災害に強い街づくり、即ち強靱化へと繋がるのではないだろうか。

6. おわりに

近年の環境行政、国土強靱化計画などをみると、その内容は、ゴミ（災害ゴミを含む）処理関連が中心である。し尿等の処理は、どこに行ってしまったのか？とってしまう。

本レポートに著したとおり、し尿・汚泥再生処理施設が果たす役割は、平時のみならず災害時においても大きなものがあり、下水道処理施設に比べて多くの優位性もある。今後の排水処理を考える時、単に下水道へと進めるだけでなく、し尿・汚泥再生処理施設も含めた総合的な計画が必要である。

また、し尿処理は日本独自の高度な汚水処理技術である。この技術の継承が途絶えないことが大切である。

平成 28 年 4 月に熊本県で、同 10 月に鳥取県で大きな地震が発生し、甚大な被害をもたらした。改めて、被災された方々に対し、お見舞い申し上げますと共に、一日も早い復旧、復興を祈念する次第である。

【参考図書・引用図書】

環境省：日本の廃棄物処理(平成 26 年度版)

環境省：廃棄物処理施設長寿命化総合計画
作成の手引き(し尿処理施設・汚泥再生処理
センター編)

環境省：一般廃棄物の排出及び処理状況等
(平成 26 年度) について

内閣官房国土強靱化推進室：国土強靱化と
は？ ～強くてしなやかなニッポンへ～