

## 安全・安心シリーズ

## 防災対策としてのトイレ問題を考える

The proposal for the Lavatory Problem as Disaster Prevention Measure

木村 弘子

Kimura Hiroko

未曾有の被害をもたらした2011年3月の東日本大震災から、すでに2年が経過している。「安全な場所で、安心できる生活を過ごしたい。」と思うのは、被害を受けた全員が感じていることである。被災地では、様々な問題に直面しているが、その一つにトイレ問題がある。海岸近くの下処理場は、壊滅的な被害を受けて、本復旧の最中である。防災対策としてのトイレ問題に、土壌が持つ自然の力を利用した解決策を提案する。

Two years have already passed since the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, which brought unprecedented damage. All the sufferers want to live with security at safe place. There are various problems in the stricken area, and one of them is the problem of the lavatory. The sewage disposal plants near seashore which suffered devastating damage are under restoration. The solution to the problem of the lavatory as disaster prevention measure is proposed using the fertility of soil.

キーワード：防災対策、トイレ問題、土壌の力、自然の力、技術的解決策

## 1 人間生活でトイレ問題は重要

## 1.1 被災地でのライフライン

東日本大震災の被災地では、海岸近くに設置している下水処理場が、壊滅的な被害を受けている(写真1参照)。本復旧は、下水処理場の規模が大きくなるほど、時間も建設費も必要となる。被災地での、道路、電気、上水道、下水道等のライフラインが適切に機能しなければ、たちまち不自由な状況となる。



写真1 壊滅的な被害を受けた仙台市南蒲生浄化センター

東日本大震災の被災地の中で、千葉県のパ安市は液状化現象により、上下水道の管渠が寸断され、上水道は27日間、下水道が36日間利用できない日が続いていた。

人間の生活は、朝昼晩の食事をし、飲み物を飲みそして毎日排泄することを繰り返している。

どんな場所でも、排泄は必要で、汲取便所が水洗トイレになって下水道が整備された場所では、

なおさら、トイレが利用できないことは、精神的にも身体的にも大きな影響を与える。

下水道が利用できない場合のトイレ対策としては、以下のようなことが考えられる。

- (1) 住宅の敷地がある場合、穴を掘って埋める。
- (2) マンション等で土壌空間がない場合、便袋を利用して、ごみとして処分する。
- (3) 公園等に仮設トイレを設置して、利用する。

仮設トイレは、排泄物を貯留するため、満杯になった場合は、バキュームカーで汲取りが行われる。しかしながら緊急時は、バキュームカーの確保は容易ではなく、また、し尿処理場が壊滅状態の場合には、仮設トイレも使用が困難となる。

## 1.2 避難場所でのトイレ問題

避難場所には、通常公民館や学校が利用される場合が多い。そこではほとんど水洗トイレが整備されているが、下水道の使用制限が行われるために、使用停止になる場合が多い。したがって、外に仮設トイレを設置したり、ポータブルトイレを利用したりというトイレ利用の不自由さから、日常的な排泄が困難となり、健康被害が生じるようになる。

このように防災対策として避難場所を準備する場合は、トイレ問題を解決することが重要となる。

### 1.3 仮設住宅でのトイレ問題

仮設住宅の建設が進み、居住するようになれば、自宅の中に水洗トイレが設置されるため、問題は解決したかのように見える。しかしながら、仮設住宅は緊急に住めるようにするために、小型合併浄化槽を設置する機会が多い。小型合併浄化槽は小規模で、陸上型で設置されるため、悪臭などの二次公害が発生する。

仮設住宅で快適な生活を確保するためには、悪臭などの発生しない浄化槽が必要となる。

### 1.4 壊滅的な被害を受けた下水処理場

被災地の海岸近くにある下水処理場は、ほとんどが壊滅的な被害を受けて、2012年12月現在においても本復旧工事中である。被災当時は、復旧のメドもつかず、一時は、流入する汚水を消毒だけして流すという状況も生じていた。自治体からは、下水処理場が簡易処理を行っているために、できるだけ汚水を流さないで欲しいということや節水への協力が呼びかけられている。このような状況の地域には、ポンプ場を利用して、緊急に汚水を処理できる方法や、小規模に地域の汚水を浄化できる自己完結型下水処理場の建設が求められるようになる。

## 2 汲取便所から水洗トイレへの歴史

### 2.1 日本における尿尿浄化槽の推移

トイレ問題は、日常生活において重要であるが、昔は汲取り便所が一般的で、水洗トイレが設置されるようになったのは、戦後のことである。昔は、汲取り便所の汚水を、農地に散布して有効利用が行われていた。戦後の都市整備に合わせて、下水道や尿尿浄化槽が普及し、昭和40年代以降は、積極的な設置が行われている。尿尿浄化槽普及の推移は、明治から昭和20年代を第1期、浄化槽の構造基準を建設省告示で定めた1969年までを第2期、それ以降尿尿浄化槽の普及が急速に進み、水質汚濁防止法上、合併浄化槽の改善や高度処理方式の開発を必要とした現在を含め大きく3期に分けることができる。

1969年に建築基準法施行令が改正され、構造基準が建設省告示1726号として制定された。

また、1980年に大幅な改正が行われ、水洗トイレと雑排水を浄化する合併浄化槽が、51人槽から設置できるようになる。1988年の改正では、新たに5人から50人規模の小規模合併浄化槽の基準が加えられている。

### 2.2 水洗トイレに関する浄化槽の基準

尿尿浄化槽の構造基準<sup>1)</sup>は、処理水質や規模によって具体化できる処理方式を詳細に定めたものとなっている(表1参照)。また、構造基準に未掲載の処理技術に関しては、特別な浄化槽として大臣が認定する制度も加えられている。汚水処理槽全体を土壌で被覆した工法は、特別な浄化槽としての認定を必要とし、現在では「ニイミシステム」と呼ばれる名称で、51人から4000人の規模まで、大臣の認定を受けて、全国に設置できるようになっている。

表1 尿尿浄化槽の構造基準一覧表

告示区分	合併	処理性能					処理方式
		(BOD)除去率 (%)	以下つき (mg/l)	(COD)濃度 (mg/l) 以下つき	(TN)濃度 (mg/l) 以下つき	(TP)濃度 (mg/l) 以下つき	
第1	合併	90	20	-	-	-	分離接触ばっ気 嫌気濾床接触ばっ気 脱窒濾床接触ばっ気
第2及び第3 削除							
第4	単独	55	120	-	-	-	腐敗槽
第5	単独	55%以上	250以下	-	-	-	地下浸透
第6	合併	90	20	(30)	-	-	回転板接触 接触ばっ気 他

※告示第7～第12については省略した

### 2.3 浄化槽の構造基準に掲載された土壌の力

浄化槽の構造基準の告示第5に地下浸透処理の浄化槽が掲載されている。土壌の持っている自然の力は、浄化槽の基準が制定される以前から行われている処理方式であり、欧米諸国では、地下灌漑方式と呼ばれ、一次処理装置により処理した汚水を地下に浸透させる処理方式である。

土壌中には、多種多様な微生物や土壌動物が息しており、その数は1g当たり100万とも10億ともいわれている。このように土壌は優れた浄化能を有し、土壌に適正な有機物を負荷している場合には、地下水の汚染の心配がなく、衛生的に安全に処理ができるといわれている。

## 2.4 省エネルギー型技術の敷地内処理

土壌の浄化力を利用した無動力の技術が「ニイミトレンチ」と呼ばれる毛管浸潤トレンチである。これは、告示第5に準拠しているが、土壌中の水の動きを毛管サイホン現象で移動させることによって、浸潤させる技術となっている。地下浸透は、土壌の中を重力の方向に導かれて、土壌中の空気を追い出して地下に到達する方式である(図1参照)。それとは異なり、浸潤という言葉は、土壌中の空気を保有したまま、じわじわと染み込む水の動きのことで、毛管水の移動によって浄化する工法のために、広い面積を必要とする。

したがって、土壌面積を確保できる場合は、機械が不要で、無動力な自然の力による下水処理場を建設したこととなるため、下水道整備がされていない開発途上国等で応用できる工法である。

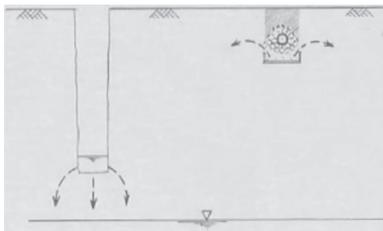


図1 たて穴による地下浸透と毛管浸潤トレンチの構造

## 2.5 被災地に設置した毛管浸潤トレンチ

岩手県の大槌町に、民間の施設として仮設住宅の方々に憩いの場所を提供する「チロリン村プロジェクト」として、小さな建物が建設された。

NPO法人としての活動のために、維持管理費の安価な処理方式が求められ、そこに敷地内処理の「ニイミトレンチ」が設置された。

水洗トイレを節水型にし、一次処理槽として沈殿分離槽を設置して、その上澄み液を直接土壌へ導入することが行われている。トレンチは5m×2本が建設され、使用した汚水は、敷地内で処理され、トレンチの上部は花壇として利用されている。

この方式が、防災対策としてのトイレ問題について技術的解決策となっている。

# 3 防災対策としての水洗トイレ

## 3.1 トイレトペーパーは流さない

下水処理場では、流入する汚水を浄化し、所定の処理水質を確保することと、処理場から発生す

る汚泥を処理することが行われている。下水処理場が壊滅状態にある時、あるいは、避難場所での生活をしている時には、「トイレトペーパーは流さないで下さい」という自治体からの連絡は、守らなければならないこととして実行される。トイレトペーパーは、汚泥の発生量を増加させる。海外で下水道が未整備の地域でも水洗トイレが利用されている場合があるが、その場合はトイレトペーパーをトイレに流さずにごみとして捨てるようになっている。

チロリン村では、水洗トイレの利用者に、「トイレトペーパーを流さないで下さい」を徹底して行っている。このために、汚泥の発生量が減少され、維持管理費用を減額できるようになっている。

日本の水洗トイレは、洗浄タイプが主流でトイレトペーパーも一緒に流しているが、これを流さない習慣とすると、下水道の汚泥処理が格段に容易になるものと考えられる。

## 3.2 避難場所に沈殿分離槽を設置

浄化槽の構造基準に土壌を利用した工法が掲載されており、緊急対策としての避難場所には、この工法が実施される。避難場所のトイレは、排泄物を貯留することに重点が置かれており、仮設トイレを使用しても満杯になれば、それを他の場所に移動させることが必要になる。

避難場所の水洗トイレを使用できるようにするために、土壌被覆型の沈殿分離槽を設置して、緊急時に利用する。この装置は、悪臭から解放されるだけでなく、貯留能力も格段に増加できるようになる。

土壌被覆型沈殿分離槽は、地中に埋設でき、芝生や花壇にできるために、上部空間を有効利用できる。

## 3.3 場所が確保できる場合は、プラストレンチ

避難場所に土壌空間が確保できる場合は、沈殿分離槽の後に、毛管浸潤トレンチ(図1参照)を設置する。この場合は、沈殿分離槽の上澄み液をトレンチに導入できるため、汚水の行く先を確保することになる。

したがって、沈殿分離槽の貯留能力だけでなく、トレンチの長さによって、敷地内の土壌空間

全体を浄化空間にできる。

この考え方は、浄化槽処理水や雨水をトレンチに導入して、地下水涵養技術としてすでに利用されている。

## 4 自己完結型小規模下水処理場への提案

### 4.1 これからの下水道の進め方

下水処理場は、大規模な処理場の方が効率的と考えられている。このような観点から被災地の下水処理場は壊滅的な被害を受けているにも関わらず、「現状復旧が大原則」という災害復旧の考え方のもとに、本復旧が行われている。巨大津波の被害を受けた地域は、未だに街づくりの骨格が決まらない状況にあり、住宅が建設できるかどうかも定かではない。

下水道は、管渠の整備に多額の事業費が必要であることから、自己完結型小規模下水道の考え方を組み入れることができると、管径は小さく、土被りは浅く、開削工法の採用により建設費を縮減できる。

下水道の計画区域の中には、河川や逆勾配などの分断線があり、その地域を無理矢理大規模下水処理場に収集すると、何度も同じ汚水をポンプアップすることが必要で、維持管理費に多額の費用を必要とする。

小規模下水道は、無理をしない区域で下水処理場を建設し、完結する下水道のことを指している。

インフラの老朽化が問題になる時代を迎えている今だからこそ、被災地に新しい下水道計画を実施することが必要と考えている。

### 4.2 小規模下水処理場に要望される項目

下記に示すような小規模下水道に要望される項目をすべて満足できる技術があるならば、地域の状況に適した形で、下水道が建設できる。土壌の持つ力を利用した汚水処理方式である土壌浄化法は、小規模下水処理場に要望される項目を、すべて満足できる技術となっている。

小規模下水処理場に要望される項目

- ① 二次公害を簡単に防止できるもの
- ② 無人運転が可能で機械が少ないもの
- ③ 汚水の流入変動に強いもの

- ④ 良処理水質を確保できるもの
- ⑤ 汚泥の発生量が少ないもの
- ⑥ 建設金額が安く、維持管理費の安価なもの
- ⑦ 公園のように緑地として利用できるもの

### 4.3 防災対策としての公園

緊急時の避難場所は、地域ごとに分散して準備できることが望まれる。公園の整備は、防災対策としての避難場所としても考慮されており、そこに水洗トイレの設置と下水処理場が設置されていれば、トイレ問題の解決策となる。

土壌浄化法の下水処理場は、上部が芝生のために、公園と同じ役割を持っている。(写真2参照)



写真2 国土交通省の補助事業による土壌浄化法の下水処理場

### 4.4 経年劣化に耐えうる下水処理場

公共施設の劣化が話題になるこの頃、下水道施設の老朽化も大きな問題となっている。小規模下水道を可能にする汚水処理技術を選択しておけば、機械が少なく、処理場も小さく、時代にあった修理や改築が可能になる。下水道整備は、建設費や維持管理費だけではなく、耐用年数を越える50年先の老朽化に対しても、考慮する時代になっている。

#### <引用文献>

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課 ほか：浄化槽の構造基準・同解説 2006年版、(財)日本建築センター情報事業部、2006年11月20日

木村 弘子 (きむら ひろこ)  
技術士(上下水道部門)

特定非営利活動法人日本土壌浄化法ネットワーク  
理事・土壌浄化システム開発者  
毛管浄化システム(株)代表取締役  
e-mail: hiroko@mokan.co.jp

