

VII-17 下水汚泥コンポストからの病原微生物検出とその利用によるリスク評価

東北大学 正会員○渡部 徹
東北大学 正会員 大村達夫

1. はじめに

下水道普及率の上昇に伴い、下水汚泥の発生量が年々増加している現在、下水汚泥の有効利用が模索されている。その方法の一つとして、コンポスト化による農地還元が挙げられるが、コンポストが汚泥由来の病原微生物により汚染されている場合には、施肥により農作物もまた同様に汚染される危険性がある。本研究では、下水汚泥コンポストからの病原微生物の検出を試みるとともに、病原微生物に汚染されたコンポストによる農作物を介した感染リスクの評価も行った。

2. コンポストからの病原微生物検出

2. 1 検出対象

表1に示す7種類のコンポストに対して病原細菌（サルモネラ、腸管出血性大腸菌O157）および腸管系ウイルスの検出を行った。検出には、湿重で1gまたは10gのコンポストが使用された。

2. 2 検出方法

コンポストからの病原細菌および腸管系ウイルスの検出手順を図1に示した。このうち、病原細菌の検出は食品の検査手法におおむね従った。一方、腸管系ウイルスの検出手法は、環境水中からのウイルス検出のための標準的な手法である¹⁾。また、今回の検出対象以外の病原微生物の指標として大腸菌についても同様の検出を行った。大腸菌については、図1(a)中の大腸菌が増菌された液体培地中からの検出を行い、その結果から最確数法による濃度定量を行った。

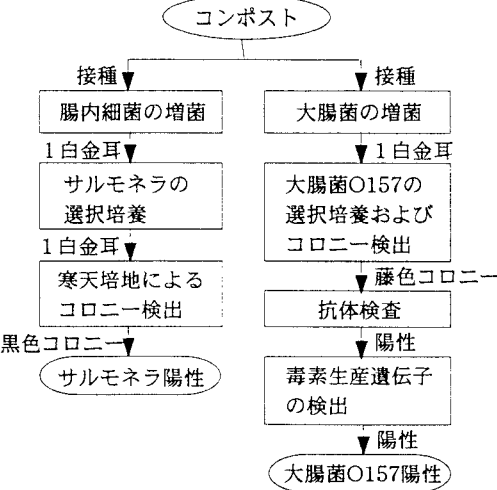
表1 供試コンポストの原料

コンポスト	原料（単位％）
A	下水汚泥(100)
B	下水汚泥(100)
C	コンポストBと同じ*
D	下水汚泥(30), 木炭(20), 製品戻し(30), 副資材** (10)
E	下水汚泥(30), 木片(20), 製品戻し(30), 副資材** (10)
F	下水汚泥(23), 製品戻し(67), 副資材** (10)
G	コンポストF(50), 米ぬか(50)

*コンポストBおよびCは同じ原料から作られているが、コンポストBは検出の前日に、コンポストCは検出の1ヶ月前にそれぞれ製造された。

**副資材には、コーヒー豆かす(80)、もみがら(10)、米ぬか(10)が含まれる。

(a)病原細菌の検出



(b)腸管系ウイルスの検出

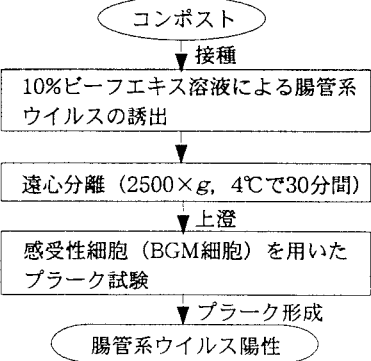


図1 コンポストからの病原微生物検出の手順

2. 3 検出結果および考察

病原微生物の検出結果を表2に示した。この表に示すように、コンポストの種類、サンプルの大きさに関わらず、いずれのコンポストについても検出結果は陰性であった。しかしながら、糞便汚染の一つの指標とされる大腸菌については、240～2400MPN/100g以上という高い濃度で存在することが確認されており、本研究で検出対象とした3種の微生物以外の病原微生物が存在する可能性は否定できない。また、サルモネラと大腸菌O157については、栄養要求性やコロニー性状が非常に類似した菌が検出されており、今後さらなる詳細な調査が必要である。

表2 各コンポストからの病原微生物検出結果

コンポスト	サンプル重量: 1g			サンプル重量: 10g			大腸菌濃度 [MPN/100g]
	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i> O157	Enteric viruses	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i> O157		
A	0* (2**)	0 (2)	0 (1)	0 (2)	0 (2)	-	
B	0 (5)	0 (5)	0 (1)	-	-	-	
C	0 (5)	0 (5)	0 (1)	-	-	-	
D	0 (5)	0 (5)	-††	0 (3)†	0 (3)†	≥2400	
E	0 (5)	0 (5)	-	-	-	-	
F	0 (5)	0 (5)	-	0 (3)	0 (3)	≥2400	
G	0 (5)	0 (5)	-	0 (3)†	0 (3)	240	

* 陽性のサンプル数, ** 検出を行ったサンプル数, † 陰性であるが性状の類似した菌が確認された。

†† ハイフンは検出が行われなかったことを示す。

3. 下水汚泥コンポスト利用によるリスク評価

3. 1 リスク評価手法

リスク評価の手順は、筆者ら²⁾によって開発された暴露集団の年齢構成を考慮した病原微生物による感染リスク評価手法に従った。

3. 2 リスク評価における仮定

リスク評価における種々の仮定を以下に列挙する。

①リスク評価の対象微生物として、サルモネラ、大腸菌O157:H7、ポリオウイルスI型を選定した。感染確率を算出するための用量反応モデルとして、ポリオウイルスについてはロジスティックモデル、残りの2種についてはベータモデルを採用する。②コンポストを用いて栽培される農作物をレタスとし、暴露集団のすべての人間が1日あたり11.5gの生レタスを摂取する。③コンポストとレタスは同程度に病原微生物に汚染されており、両者の病原微生物濃度は等しい。④摂取前にレタスを水洗いすることにより、90%の病原微生物が取り除かれる。⑤レタスの表面に生息する病原微生物の濃度は、ポアソン分布に従う。⑥暴露集団の人口を1万人とし、年齢構成は東京と同一とする。

3. 3 評価結果および考察

これらの仮定のもとに算出された感染リスクを表3に示す。表中で、感染リスクは人口1万人あたりの年間感染者数として示されている。一般に、腸管系の病原微生物による感染リスクに関して、年間 10^{-4} （感染者が1万人に1人の割合で発生する確率）以下という値が、暫定的ではあるが許容すべきリスクとして認知されている。表3に示したリスク評価の結果から、生レタスの摂取という経路による感染リスクをこの許容リスク以下に抑えるためには、大腸菌O157とポリオウイルスI型については、コンポスト1g中に1個以下という濃度が達成されなければならない。一方、サルモネラについては、コンポスト1kg中に1個という低濃度で存在する場合でも、感染リスクは許容リス

表3 病原微生物に汚染されたコンポストの農地還元による農作物を介した感染リスク

コンポスト中の 平均微生物 濃度[個/g]*	年間感染者数 [1万人当たり]**		
	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i> O157	Poliovirus I
10^{-3}	9 - 10*		
10^{-2}	89 - 94		
10^{-1}	873 - 885		
10^0	5984 - 5903	Nobody	Nobody
10^1	Everybody	37 - 40	1383 - 1395
10^2		918 - 929	Everybody

* コンポスト中の病原微生物は、すべて感染能力を有するものとする。

** 年間感染者数は、100回の試行による平均値の95%信頼区間で示している。

クを超過してしまうため、コンポストの農地還元においては非常に厳重な濃度管理が要求される。

4. まとめ

本研究では、下水汚泥コンポストからの病原微生物の検出を試みたが、いずれのサンプルからもその存在は認められなかった。今後は、より感度の高い検出を目指すとともに、コンポスト中での病原細菌の再増殖や腸管系ウイルスの消長について、詳細な研究を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は(財) 科学技術振興事業団による戦略的基礎研究事業 (CREST) の一環として行われた。

参考文献

- 1) 日本水道協会：上水試験方法，549-554，1993
- 2) 渡部徹，大村達夫ほか：土木学会論文集，VII-15 (650)，25-32，2000.5