

焼却残渣主体の埋立地の生態的安定化促進手法に関する研究 ～細菌の生残率への腐植物質の影響要因～

福岡大学 (学) ○落合昭仁 (正) 鈴木慎也 (正) 立藤綾子

1. はじめに

筆者らは、田中¹⁾によって定義された最終処分場の安定化の最終段階である「環境中に晒しても環境への悪影響がない段階」を生態学的安定化と位置付け(図-1)、生態学的安定化を評価する指標として生態系の主要生物である微生物による「生物学的指標」の確立及び安定化促進技術の開発を目指している。これまでに、石橋ら²⁾は「一般細菌の生残率」が生態的安定化の一評価指標として適用可能であることを明らかにした。また、山崎ら³⁾は安定化促進物質として堆肥中の腐植物質に注目し、腐植物質の添加によって細菌の生残率が向上することを明らかにした。一般に腐植物質は微生物の栄養源の供給機能(有機物の供給機能)と微生物の生育の必須条件である pH の緩衝機能を有していることから、どちらがより細菌の生残率に影響しているのかは不明である。特に、堆肥を添加すると浸出水の汚濁負荷が高まることから明らかとなっているため、堆肥を効果的に活用するには、上記二つの機能のどちらが細菌の生残率に影響するかを明らかにする必要がある。

2. pH の異なる試料の作成方法の検討

2.1 実験試料及び実験方法

T 清掃工場が発生した主灰および混合灰(主灰7:飛灰3)を CO₂ ガスで曝露させ、pH を低下させた。CO₂ 曝露は 500mL のガス洗浄瓶に試料を 50g 入れ、CO₂ ガスボンベ(CO₂ 濃度:100%)から 100mL/min で CO₂ ガスを 10 分間ガス洗浄瓶に供給し、その後密閉状態で 2 分間攪拌及び 10 分間放置する方法で行った。これらの工程を約 15 回繰り返し、pH8 前後の試料を作成した。この試料(pH8)と曝露前の試料(pH13)を適量配合することにより pH9、10、11、12 の試料を作成した。また、堆肥の pH 調整は、堆肥 100g に 2NNaOH 又は 10NNaOH をビュレットで添加後、葉さじを使って攪拌し、pH が 9、10、11、12 となる NaOH の添加量を求めることによって行った。上記で作成した各 pH の焼却灰と堆肥を混合し、pH9、10、11、12 の堆肥添加灰(IL0、3、9、15%)を作成した。なお、pH を 9 に調整する際は 2NNaOH、pH を 10、11、12 に調整する際は 10NNaOH を添加した。また、pH は各試料に 10 倍量の純水を加え、振とうした後、その溶出液をガラス電極にて計測した。

2.2 実験結果及び考察

主灰の破碎あり及び破碎なしの曝露回数による pH の低下状況を図-2 に示す。pH を 8 前後まで下げるのに 10 回以上の曝露回数が必要であることが分かった。攪拌の手間がかかるものの、比較的短時間で pH を低下させることが可能であった。破碎ありと破碎なしではほぼ同様の結果を示したが、後述する細菌実験では攪拌破碎処理を行うため、灰の内部のアルカリ成分が溶け出し、pH がアルカリ化する可能性があることから、破碎後 CO₂ ガス曝露する方が良いと判断した。また、堆肥添加灰の pH 調整のための NaOH 添加量は pH9 の場合 20mL、pH10 では 14mL、pH11 では 27mL、pH12 では 38mL であることが分かった(表-1)。

3 腐植物質中の有機物量が土壤細菌の生残率に及ぼす影響の検討

3.1 実験方法

上記の方法で作成した堆肥添加灰を 120℃で 20 分湿熱滅菌したもの 30g に、滅菌水を 260mL、種菌(土壤溶出液) 10mL をホモジナイザーカップに入れ、5000rpm で 15 分間分散処理を行った。分散試料の 5 段

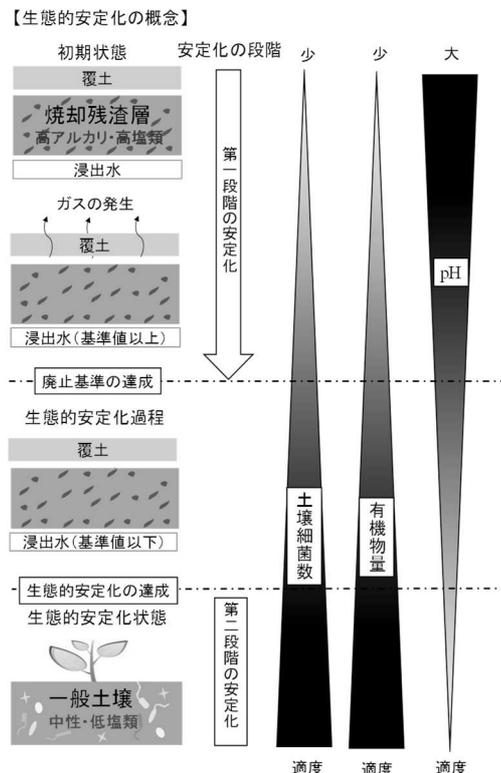


図-1 生態的安定化の流れ

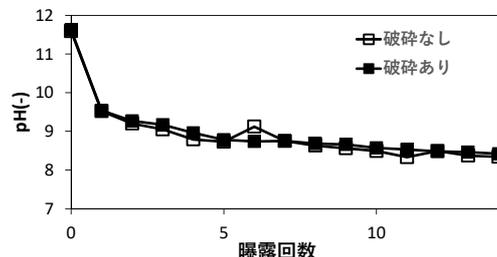


図-2 曝露回数と pH

表-1 NaOH 添加量と添加後の pH

調整 pH	NaOH 添加実験※		
	添加量 (mL/堆肥100g)	添加後 pH	
		IL3%	IL15%
pH9	17mL	8.85	8.83
	18mL	8.88	8.97
	19mL	8.99	8.96
	20mL	9.01	9.00
	21mL	9.02	9.04
pH10	12mL	9.91	9.80
	13mL	10.0	9.98
	14mL	10.0	10.1
	15mL	10.1	10.2
pH11	16mL	10.1	10.2
	25mL	10.9	10.8
	26mL	11.0	11.0
	27mL	11.1	11.0
	28mL	11.1	11.1
pH12	29mL	11.1	11.2
	37mL	12.0	12.0
	38mL	12.0	12.0
	39mL	12.0	12.0
	40mL	12.0	12.0
	41mL	12.0	12.1

※2NNaOH:pH9,10NNaOH:pH10,11,12

階希釈液を作成し、PGY1/2 培地にて、30°Cで5日間培養した。5日後に検出されたコロニーを計測し、生菌数を算出した。なお、土壌溶出液を作成する際、上澄み液を採取し、攪拌処理により均一化した後、生残率試験の種菌として使用した。

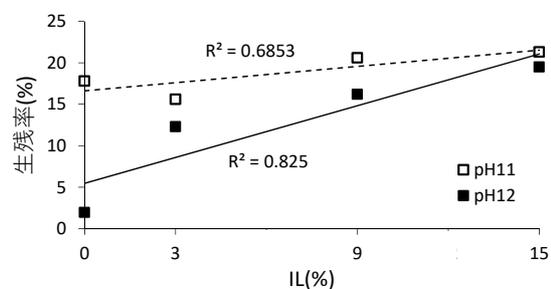
3.2 実験結果及び考察

堆肥の添加濃度と生残率の関係を図-3、pHと生残率の関係を図-4に示す。

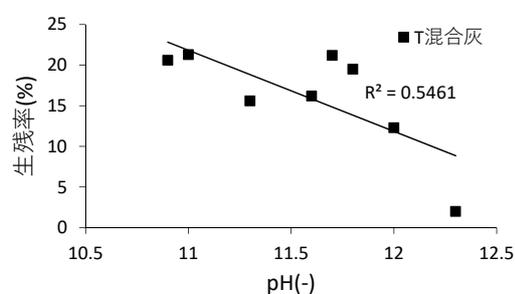
混合灰ではpH11における相関係数は0.6853、pH12の相関係数は0.8250で、どちらも堆肥の添加濃度と正の相関を示したが、pH12がpH11に比べて強い相関を示した。このことから、pHが高い場合、堆肥の添加濃度が細菌の生残率に影響することがわかった。主灰ではpH11の相関係数は-0.5419で負の相関であったが、pH12の相関係数は0.6029で正の相関を示し、pHによって異なる傾向を示した。一般に堆肥を添加することによって生残率が減少することは考えにくいので、pH11の場合、堆肥の添加濃度が細菌の生残率に与える影響は小さいものと考えられる。これらのことから、混合灰及び主灰ともにpH11では有機物量が細菌の生残率に与える影響は小さいが、pH12では有機物量が細菌の生残率に与える影響は大きいと考えられる。

一方、pHと生残率の関係について見ると、混合灰及び主灰どちらの場合もpHとの相関係数はそれぞれ-0.5461及び-0.1666と、どちらも負の相関を示した。特に、混合灰における相関が高いこと及び堆肥の添加濃度との関係においても混合灰の方が堆肥の添加効果が高いこと等から、アルカリ成分の含有量が多く、重金属濃度が高い混合灰の安定化促進方法として堆肥の添加はより有効な方法であると考えられる。

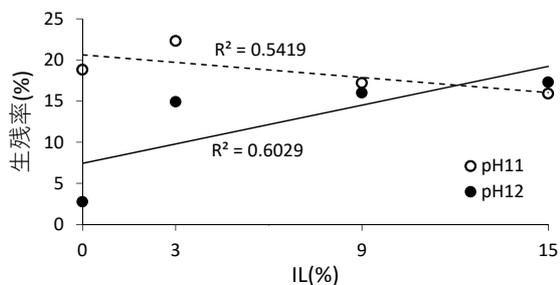
以上の結果から、有機物量がpHより細菌の生残率に大きく影響していること、堆肥の添加は微生物の生育制限要因が多い混合灰の安定化促進材として有効であることがわかった。



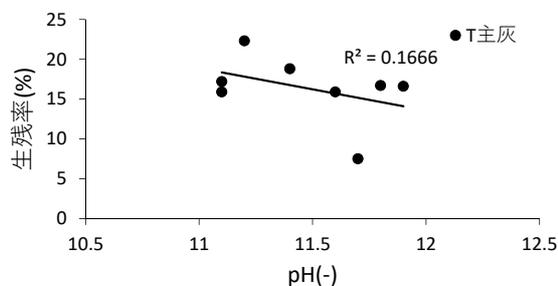
(a) 混合灰



(a) 混合灰



(b) 主灰



(b) 主灰

図-3 堆肥の添加濃度と生残率の関係

図-4 pHと生残率の関係

4 まとめ

本研究を通して、以下のことが明らかになった。

- ①CO₂ ガス曝露前に焼却灰の破碎を行い、曝露・攪拌回数を増やすことが試料のpHを低下させるのに有効な方法である。
- ②腐植物質のもつ有機物の供給機能がpHの緩衝機能より細菌の生残率に大きく影響を与えている。
- ③堆肥の添加は微生物の生育制限要因が多い混合灰の安定化促進材として有効であることがわかった。

【参考文献】

- 1) 田中信壽：リサイクル・適正処分のための廃棄物工学の基礎知識,2000.
- 2) 石橋法子：廃棄物最終処分場の安定化のための微生物学的指標の確立に関する研究,大学院工学研究科修士論文,2014.
- 3) 山崎哲：焼却残渣の生態的安定化促進手法に関する研究,微生物促進への有機物覆土材適用効果,2018.