

# 堆肥化物の覆土利用による焼却灰主体の埋立地の土壤還元化

福岡大学 正会員 田中綾子 松藤康司

## 1.はじめに

平成 10 年 6 月に最終処分場の廃止基準が定められて以来、その基準を早期に達成するための安定化促進技術が求められている。しかし、最近の埋立地は、可燃ごみのほぼ 100%焼却処理を達成し、埋立廃棄物の主体は焼却残渣主体となっており、埋立廃棄物中の有機汚濁物の総量は減少している。このため、ガスの発生がほとんどないばかりでなく、浸出水中の有機汚濁物質濃度は低濃度となっており、廃止基準を満足できる状況にある。しかし、最終処分場の安定化の最終目標である土壤還元状態への安定化(これを「土壤還元化」と呼ぶ)を一般の土壌のように生物が生育できる状態に改変することと位置づけると、高アルカリ性及び高塩濃度状態である焼却残渣主体の埋立地は生物が生育しにくい火山灰土壌のような荒廃土壌に近く、これら荒廃土壌の修復技術の導入が必要である。松藤ら(1980.10)<sup>1)</sup>は、焼却残渣主体の埋立地の浸出水汚濁負荷が熱灼減量を 10%程度にすることにより低減されると報告している。これは、有機物により微生物活性が上昇することに起因している。また、最近では地球の創世記(テラフォーミング)における微生物の役割に注目し、微生物を利用した砂漠化土壌の修復技術が提案され、土壌分野においても生物作用が重要視されている。本研究は、焼却残渣主体の埋立地の土壤還元化を目的として、微生物の餌となる適切な有機源を適量供給する事の有効性について検討しているものである。

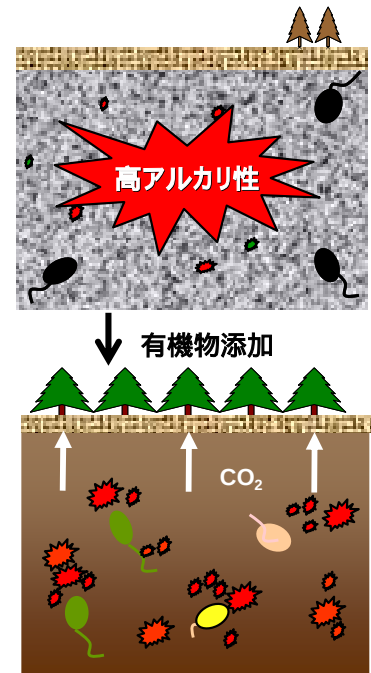


図1 土壤還元化の概念図

## 2.焼却灰の土壤還元化のプロセス

焼却残渣の土壤還元化は、塩類濃度の低下、pHの低下、腐植の形成の3つのプロセスによって達成されると考えられる。及びのプロセスは、降雨の洗い出しなどの物理化学的作用によって起きるため、埋立地を自然環境下に放置することによって徐々に進行する。しかし、のプロセスは生物作用によるものであり、生物の活性を高める手法の導入が必要である。また、生物作用によりのプロセスも促進される。

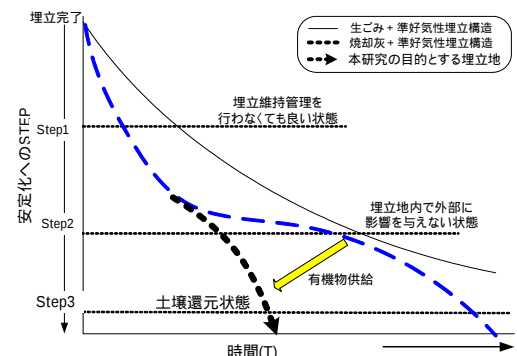


図2 廃棄物の安定化における土壤還元化の位置

## 3.土壤還元化への有機物供給の効果に関する検討

### 3.1 実験装置及び方法

実験には直径 30cm、高さ 100cm の円筒カラムを 3 基用いた。このうち 2 基には、それぞれ 10 mm ふるいを通過した焼却灰(強熱減量 3%)を 57kg ずつ充填した(焼却灰槽及び有機溶液槽)。残りの 1 基には、充填物の強熱減量が 15% となるように、焼却灰 44.3kg と下水汚泥コンポスト 12.5kg を混合し、充填した(有機堆肥槽)。焼却灰を充填した有機溶液槽には 10 年間の有機物添加累積量が焼却灰量の 15% になるように有機物濃度(IL 濃度)が 12 g/L の Nutrient Broth 液を降雨の代わりに散水した。この槽以外の槽は水道水を降雨として散水した。散水量は、2002 年福岡県年間降水量(1632mm)をもとに、実

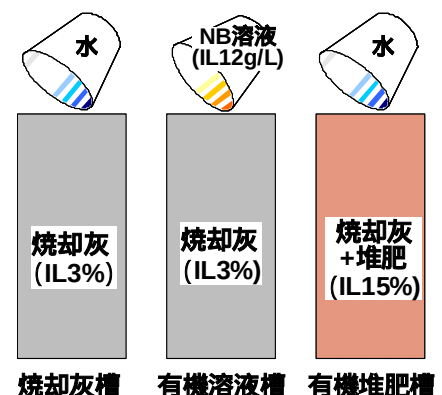


図3 実験装置及び実験条件

験装置の上部面積から算出した降水量 2200mm の水道水を降雨として、一週間に二回散水した。各装置は、生物の生育への影響を小さくするために、20℃ に保った室内に設置した。

### 3.2 微生物学的指標による微生物活性評価

#### (1) 細菌数の経時変化

焼却灰槽及び有機溶液槽の一般細菌数は、実験開始直後  $10^3$  cells/g の非常に少ない菌数であったが、上層では時間の経過と共に上昇が見られ、6 ヶ月を経過した時点で一般土壌の菌数レベルである  $10^7$  cells/g に達した。有機溶液槽は焼却灰槽に比べて菌数の増加が早く、1 年経過時点で  $10^9$  cells/g と、焼却灰槽の 100 倍の菌数となった。一方、有機堆肥槽、細菌類を豊富に含む堆肥を添加したため、充填物の一般細菌数は実験開始時より  $10^7$  cells/g レベルであり、他の 2 つの槽に比べて多かったが、菌数の上昇は緩慢であり、3 ヶ月目以降は有機溶液槽とほぼどうレベルで推移した(図 4)。下層では焼却灰槽、有機溶液槽の菌数は、15 ヶ月間  $10^{1\sim3}$  cells/g の低い菌数レベルを推移し、ほとんど増加しなかった。一方、有機堆肥槽は実験開始後 1 ヶ月～6 ヶ月において  $10^6$  cells/g の実験開始直後の 1/10 に減少したが、その後増加し、実験開始直後とほぼ同菌数を維持し、他 2 つの槽に比べて微生物活性が高かった。以上のことから、微生物を含む有機物を添加することによって一般土壌レベルの細菌数を維持することができることがわかった。

#### (2) 微生物群集の経時変化

基質利用特性に基づき、各槽の充填試料の微生物群集を解析し、一般土壌との比較を行った(図 5)。実験後 1 ヶ月目においては、いずれの槽も充填前の焼却灰の微生物群集に類似した微生物群集であった。また、焼却灰槽は実験後 6 ヶ月目においても大きな変化はなく、1 ヶ月目とほぼ同じ微生物群集を示した。これに対して、有機溶液槽及び有機堆肥槽の 6 ヶ月の微生物群集は 1 ヶ月目では焼却灰とほぼ同じグループに属していたが、6 ヶ月目は焼却灰の微生物群集から離れ、比較的土壌に近い微生物群集へと移行した。このことから、有機物を添加することによって土壌に類似した微生物群集へ変化させることが可能であることがわかった。

#### (3) pH の経時変化

充填物の pH の経時変化についてみると、実験開始時の pH はいずれも 12 前後と各槽間に違いは見られなかったが、上層の pH は、焼却灰槽及び有機溶液槽において一般細菌数に上昇が見られ 3 ヶ月目に低下が見られ、特に一般細菌数が  $10^7$  cells/g まで増加した有機溶液槽の pH は 12 ヶ月目には 8 前後の弱アルカリ性になった(図 6)。しかし、焼却灰槽は 3 ヶ月目に pH 10.5 に低下したものの、その後低下は見られず 12 日月目まで 11 前後で推移した。一方、有機堆肥槽は上記 2 つの槽と異なり、実験開始直後から pH の低下が見られ、3 ヶ月目に pH 11、6 ヶ月目に pH 9 と他の層に No.5 は上層から下層のいずれの部位においても 6 ヶ月目には細菌の生育が可能な pH 9 前後の弱アルカリ性域に達していた。充填時の廃棄物の pH はいずれも 12 前後であったことと塩化物イオンの濃度の減少傾向もほぼ等しかったことから、各槽間の pH の違いは 6 ヶ月間における生物分解作用の違いが一因と考えられる。

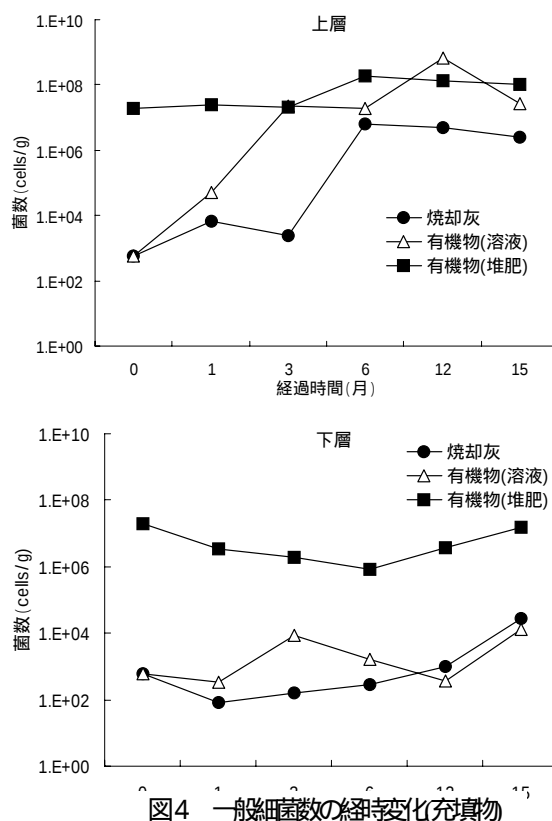


図4 一般細菌数の経時変化(充填物)

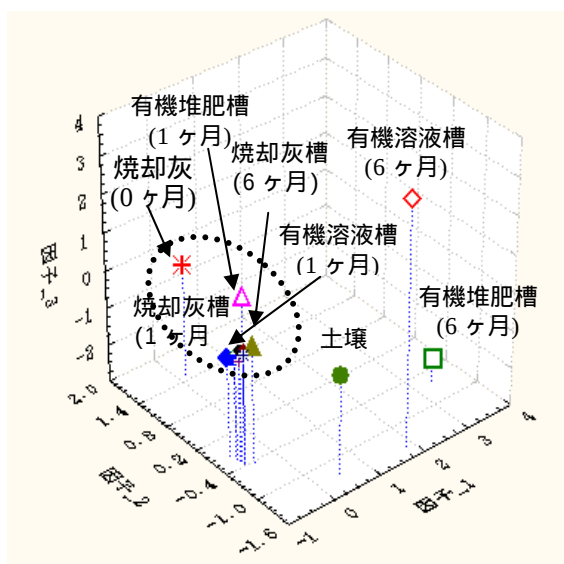


図5 微生物群集の経時変化

#### (4)植物の生育評価

15 ヶ月経過後に各槽より採取した上層及び下層の充填試料を 11cm、長さ 25cm、深さ 8cm のプランターに充填した後、小松菜の種子を 24 粒播種し、発芽率(播種後 1 週間目)及び生長状況(3 週間)について調査した。植物の生育試験は日本バーク堆肥協会のコマツナによる幼植物検定法を参考に行った。播種したプランターは屋外に設置し、7 日に一回散水をした。コマツナの生育試験の結果(発芽率、長さ、葉の数、重量)を図 6 に示す。また、各槽の上層と下層の比較をすると、いずれの槽も明らかに上層が下層に比べて発芽率が高く、長さ・葉の数・重量の全項目で成長が良いことがわかった(図 7、図 8)。各槽ごとに比較してみると、有機堆肥槽上層の長さ・葉の数・重量がそれぞれ 8.1cm、5.2 枚、8.5 g と最も発育状態が良く、それに次いで有機溶液槽上層が 4.2cm、4.4 枚、3.1 g で発育が良かった。焼却灰槽上層が 2.8cm、2.8 枚、0.6 g で生育が最も悪かった。これら 3 つの槽の有機物含有量に大きな差がなかったことから、小松菜の生育の違いは試料の pH の違いに起因するものと考えられる。

#### 4.まとめ

実験結果をまとめると以下の通りである。

- (1) pH の低下は土壌の植物生産能を高める要因である。
- (2) 有機物の供給は焼却残渣中の微生物数及び多様性を増加させ、その結果として土壌還元化の第一段階である pH の低下を促進する。
- (3) 有機物資材として微生物を含むコンポスト等を用いた方が微生物活性が早期に上昇する。

以上の知見から、焼却残渣主体の埋立地への有機物の供給は、埋立地の土壌還元化を促す有効な安定化促進技術であることがわかった。

#### 【参考文献】

- 1) 松藤康司ら：熱灼減量の違いによる焼却灰の埋立特性、土木学会第 35 回年次学術講演会，p.826-827，1980
- 2) 田中信壽：環境安全な廃棄物埋立処分場の建設と管理，技術堂出版，p.62~63
- 3) 尾木ら：廃棄物埋立地における微生物機能の評価に関する研究(1)，第 14 回廃棄物学会研究発表会，p.1094-1096,2003
- 4) 谷村ら：有機循環資源のバックアップシステムとしての環境調和型覆土助材化，第 16 回廃棄物学会研究発表会，p.733-735，2005
- 5) 谷村ら：焼却残渣の土壌還元化への有機資材の適用方法に関する研究，第 18 回廃棄物学会研究発表会，p.830-832，2007

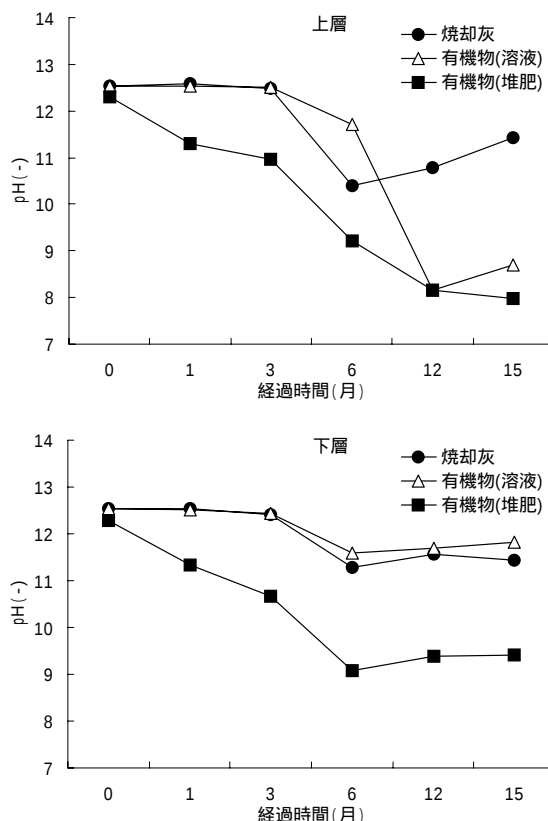


図6 pHの経時変化(充填物)

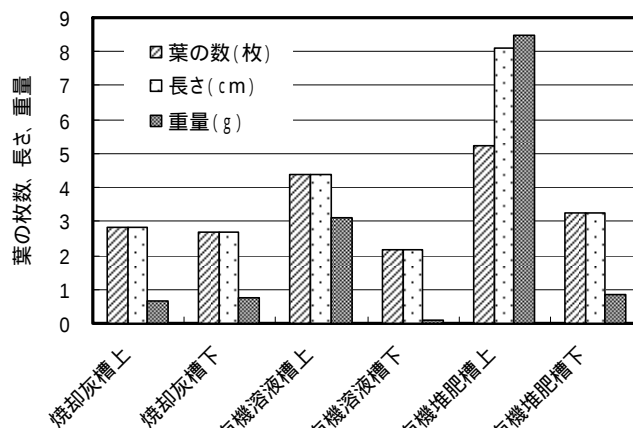


図7 小松菜の生育試験結果

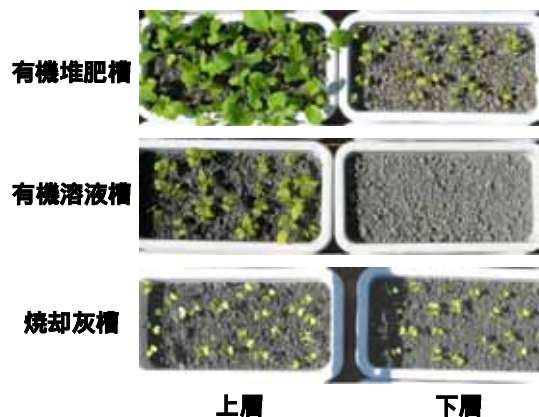


図8 播種15週目の小松菜の生育状況