荷重時の沈下率と CO_2 発生速度による堆肥の完成度の判定方法の検討

五洋建設(株)　正会員　○能田哲治
五洋建設(株)　正会員　浜谷信介
五洋建設(株)　正会員　中瀬浩太
国立大学法人東京工業大学　正会員　中崎清彦

１．はじめに

堆肥化工程の品質管理は作業員の勘と経験に委ねる場合が多く，大量の堆肥を一定の品質で生産してゆくためには，科学的な根拠に基づいた品質管理が不可欠である．そこで，堆肥の出荷判定に用いる完成度の判定方法を，物理的および生物化学的観点から検討した．

２．調査対象

調査は神戸市の北西部に隣接する三木市の稼働中の大規模堆肥化施設「三木堆肥化センター」で実施した．この施設では食品工場より排出される有機性廃棄物を受入れ，表-1 の工程で堆肥を生産している．

３．調査方法

3.1 試料採取

試料は熟成工程のホイルローダーによる定期的攪拌直後の堆肥を採取し，10 ㎜メッシュ通過分を分析に供した．また，堆肥用水分計（竹村電機製作所 M432-1400G)にて試料の含水率(%)を測定した．一部の試料は粒度試験（JIS A1203:2009)と単位体積重量試験（JIS A1202:2009)を行った．

3.2 堆肥の完成度のヒアリング

堆肥化工場の作業歴 22 年の作業責任者(以下「熟練者」）より，試料採取した堆肥の発酵・熟成工程の進行状況をヒアリングし，0～100%であらわしたものを「堆肥の完成度」とした．

3.3 物理的評価

熟練者は堆肥を握った感触で完成度を判定していた．そこで，羽毛布団の羽毛嵩高性試験（羽毛試験法；JISL1903)や田島ら(2004)による堆肥熟成度の圧縮試験[1]を参考に，図 2 の試験要領で，堆肥荷重時の沈下率を測定した．装置は φ10 ㎝，H20 ㎝の透明円筒で，上端まで試料を投入後，0.4kN/ ㎡（3.2 ㎏）の荷重 1 分後の沈下量を測定した．沈下率は試料の高さの初期値（20 ㎝）に対する沈下量(㎝）の百分率(%)とした．

3.4 生物化学的評価

堆肥の発酵･熟成が進行すると有機物が減少し，微生物活動による CO_2 発生速度が低下する．熊谷ら(2004)は厩肥の腐熟度の判定にフェノールフタレイン試薬(以下｢試薬｣)の CO_2 による脱色を用いることを提案した[2]．これを参考に堆肥の CO_2 発生速度を測定した．水分既知の堆肥 10g と試薬に浸漬した 2 ㎝角の濾紙（浸漬量定量）を 100ml の密閉容器に入れ 35℃で保温し，試薬の脱色（赤→白）に至る時間を計測した．CO_2 発生速度は濾紙浸漬の試薬を脱色する CO_2(mg)/試薬脱色に至る時間(時間)を堆肥 1g の乾燥重量あたりで表した．

表-1 堆肥化工程の概要

工程名	期間	作業内容
前処理	－	原料と木チップを混合（水分調整）
発酵	25日	自動攪拌搬送機で１日１回攪拌。 ブロワ常時底面から送気。
熟成	約95日	ホイールローダーで概ね5日に1回攪拌。
製品化	－	10mmメッシュで篩い分け→製品として出荷

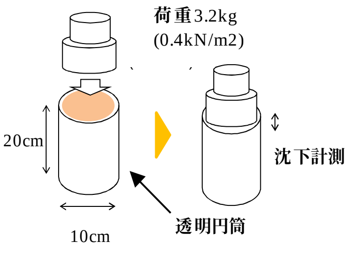

図-1 沈下率試験要領

図-2 CO2簡易測定状況

キーワード　有機性廃棄物，堆肥化，完成度，荷重時の沈下率，CO_2 発生速度
連絡先　〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設（株）環境事業部 ＴＥＬ03-3817-7521

４．結果および考察

4.1　荷重時の沈下率

堆肥は原料投入後，発酵･熟成が進行すると中央粒径が減少し，完成度の進行と共に堆肥の単位体積重量は増加した(図-3)．また，完成度の上昇と，堆肥の荷重時沈下率には関係がある(R^2=0.7407)ことが明らかであった(図-4）．これは発酵･熟成の進行により堆肥は細粒化し，密度が上昇し，これにより荷重後の沈下量が低下したためと考えられる．

4.2　CO_2 発生速度

CO_2 発生速度も荷重時の沈下率と同様に，完成度の進行と CO_2 発生速度の低下には関係が見られ（R^2=0.6996）(図-5)，有機物の減少が確認された．堆肥と厩肥で CO_2 発生速度は異なるが，熊谷ら(2004)の傾向と同様である．

５．結論

堆肥生産過程の熟練者による完成度は，荷重時の沈下率および CO_2 発生速度の両者とも,明確な関係があることが明らかになった.熟練者の勘や経験は，このようなデータから説明可能であった．

沈下率は熟練者が堆肥を握った感覚を表すが，これは堆肥が発酵･熟成の進行に伴い細粒化していることを表していた．

CO_2 発生速度は堆肥化に直接関与する微生物の活動を定量化するもので，完成度の判定のみならず，発酵･熟成の進捗状況も示せる可能性があり,今後は pH などとの関連性の検討が必要と考えている．

これらの特徴を踏まえたうえで，現場の特性に適合した合理的かつ科学的な堆肥の完成度の判定方法を組み合わせてゆくことが求められる．

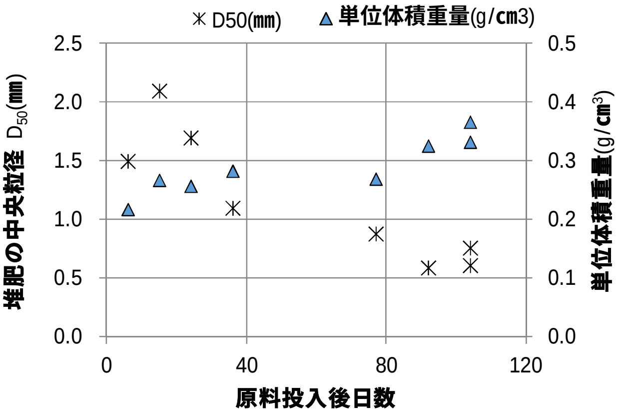

図-3　堆肥化日数による堆肥中央粒径の変化

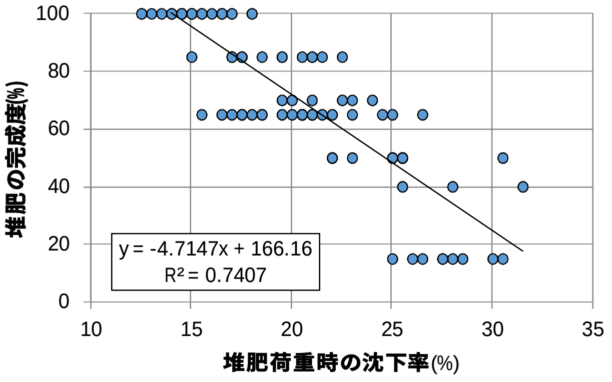

図-4　堆肥荷重後沈下率と熟成度の関係

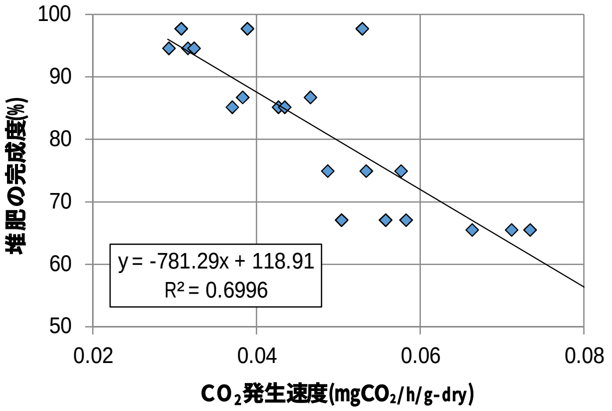

図-5　CO_2 発生速度と熟成度の関係

謝辞

調査場所および堆肥試料をご提供いただいた三木堆肥化センターの皆様に深く感謝いたします．

【参考文献】

1) 多島秀司，深川良一，鳥崎麻衣：物理性に着目した堆肥の新指標に関する基礎的検討，第32回環境システム研究論文発表会講演集，32巻，pp577-584,2004.

2) 熊谷千冬，畑中篤，瀧典明，齋藤公夫：二酸化炭素簡易測定による堆肥腐熟度の判定，日本土壌肥料学会講演要旨集，50巻，pp151,2004.