

コンポスト製造における計測情報

井上 祥一郎*、平岡 幸子*、鈴木 隆之**、二田 穂積**

*株式会社 エステム
愛知県名古屋南区弥次I町2-9-1

**矢崎計器株式会社
静岡県浜北市中瀬2657-2

概要

現在、堆肥（コンポスト）は農業の基盤である農地の地力回復と、農村から排出される畜糞等未利用資源の再利用による環境保全の両面から重要因子であるにも関わらず再現性のある高品質堆肥化技術は開発途上である。そこで安全で高品質な堆肥を安定して製造するために堆肥化温度だけではなく、堆肥の発酵排気中の酸素、炭酸ガス、及びアンモニアガス等を熟成過程と品質に関連する情報として整理し、再現性のある堆肥化技術を確立する目的で実働の堆肥化プラントで試験を行い実用性のある計測法について検討したので報告する。

キーワード

堆肥・コンポスト・畜糞・炭酸ガス・アンモニアガス・計測法

1. 緒言

1940年代以降、農業において化学肥料が中心に用いられているが、その長期間の使用に伴い農業の基盤とも云うべき農地の地力の低下が問題となってきている。このことから近年、堆肥に対する関心が高まっている。

一方、農村部では堆肥の原料として利用可能な畜糞等有機物資源が大量に排出されているが、有効に利用されているとは云い難い。というのも堆肥の多くは経験に基づく作業で製造されており、かつその品質に対する規制もなく、必ずしも利用者の立場からは容認できない品質のものも出回っているのが現状で需要が促進されず、畜糞等は資源ではなく廃棄物として処理されている。場合によっては垂れ流し的になって環境を著しく悪化させる原因にもなっていることもある。

そこで農地の地力回復と畜糞等未利用資源の利用による環境保全の両面から再現性のある高品質堆肥化技術の確立が望まれている。また、この技術はゴミ処理場の建設用地や埋立地の不足が取り沙汰されている昨今の事情から有機質資源を土壌に還元することが負担の軽減になる都市部においても応用可能なものと考えられる。

今回、安全で高品質な堆肥を安定して製造するために必要になる計測法及び、計測機器について実働の回分式堆肥化プラントで試験を行い検討した。

A. 取り扱いやすい性状であること
1. 含水率が適度なこと
2. 臭気が強くない
3. 病原菌・寄生虫卵等を含まない
B. 土壌・作物にとって安全であること
1. 施用後、急激な分解をしない
2. 窒素飢餓を生じさせない
3. 生育阻害物質を含まない
4. 有害物質を含まない
5. 植物病原菌等を含まない
6. 雑草の種子を含まない
C. 土壌・作物にとって有効であること
1. 植物養分を供給する
2. 土壌の化学的性質を改善する
3. 土壌の物理的性質を改善する
4. 土壌中の生物活性を維持・増進する

Table 1 品質条件¹⁾

2. 測定法・測定機器

2-1 測定項目

堆肥化の目的とは第一に有機物資材を利用者及び製造者等にとって取り扱いやすく且つ衛生面からも安全なものにすること、第二に有機物資材を土壤、作物に対して安全なものにすることであるとする。それら堆肥の品質に関して備えるべき条件についてTable 1¹⁾に示した。これらの条件を満たす堆肥を製造するためには反応中の温度が高温で維持されること、原料の有機物の生物燃焼（発酵）が進み腐熟度が充分であることが必要である。そこでそれらをモニタリングするために堆肥化温度と発酵排気中の酸素、炭酸ガス、及びアンモニアガスの濃度の4項目の変化について検討することにした。これまでも堆肥化温度に注目したシステムは堆肥化工場を含め多くあったが、それだけでは発酵反応の程度の計測としては発酵に関する微生物の働きを知るために十分な計測とは云えなかった。そこで今回堆肥化が微生物の生活活動であることから発酵排気中の微生物の呼吸の結果である炭酸ガス濃度を測定すれば反応状態を推測できると考えた。また、その計測を補完するためにアンモニアガス濃度を、好気反応が進行していることを確かめるために酸素濃度を計測することとした。

2-2 ガス濃度測定機器

今回、酸素、炭酸ガス、アンモニアガスの測定に使用した機器は、無人の連続計測用に校正管理の簡便さをねらって新たに開発した小型センサを用いている。そのため約200×300×400(mm)と手持ち可能な一体型の機器とすることができた。

センサはいずれも化学センサを使用している。酸素ガスは薄膜限界電流式でガスに対する直線性がよく、高精度の測定ができる。炭酸ガスセンサはこれまでの非分散赤外式に代わる固体電解質式で、維持・管理が簡単である。最後のアンモニアセンサは、二つの半導体センサと特別なアンモニアフィルタを組み合わせて、アンモニアガスのみを高感度に測定できる単純な装置となっている。アンモニアガスに対する出力は変化電圧読みであるが、他の二つのセンサはいずれも濃度読みで表すようにした。

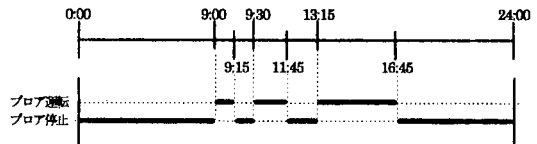


Fig. 1 プロア運転工程

2-3 測定方法

測定現場として静岡県の某堆肥製造工場にご協力をお願いした。この堆肥化工場では堆肥原料として下水汚泥脱水ケーキと食品工場残渣を主原料に用いており、それに通気性改良材としてのおがくず、及び発酵助剤として微生物資材を添加している。

製造工程は一次発酵槽に1週間、二次発酵槽に1週間、その後製品保管槽に約1ヶ月ほど貯蔵され出荷されている。一次発酵槽と二次発酵槽では平日の人のいる時間に限りFig. 1に従って送気されている。今回一次発酵槽にセンサを設置させていただいた。

Fig. 2に示した装置を用意し、装置の埋

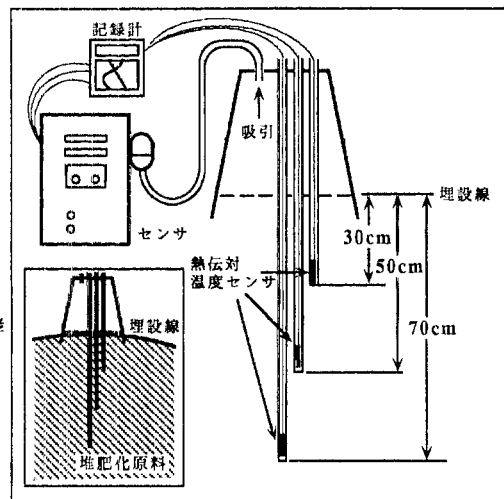


Fig. 2 測定装置

設線を平坦にならした堆肥原料表面に一致させ、上記のガスセンサと熱伝対温度センサをその堆肥化原料に図のように設置した。

3. 測定結果

Fig. 3に反応中の炭酸ガス濃度と堆肥化温度の経時変化を示した。

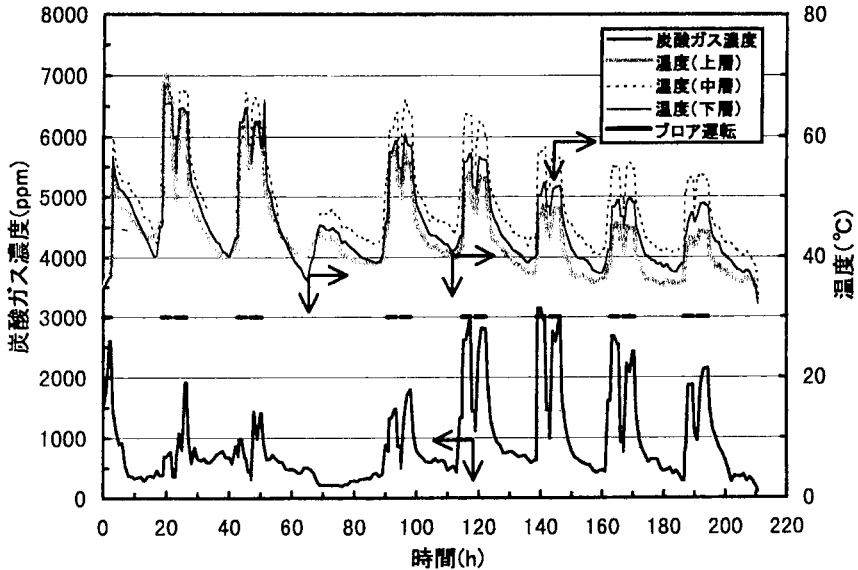


Fig. 3 炭酸ガス濃度と堆肥化温度の経時変化

本図から温度と炭酸ガス濃度の間に相関があることを確認することができる。従来の温度によるのみ反応を計測した場合、温度が低下したことで反応が終了したと判断するより他は無かった。が、炭酸ガスの計測を行い、経時変化の面積を計算することでその反応が炭素基準でどのくらい行われたかが分かるようになり、且つ製品の品質についても予測することも可能であると思われる。また、本図から当堆肥化工場での堆肥化反応はブローの運転によって支配されていることが分かるが、ブローの運転されなかった日曜日にも温度の変化が見られる。

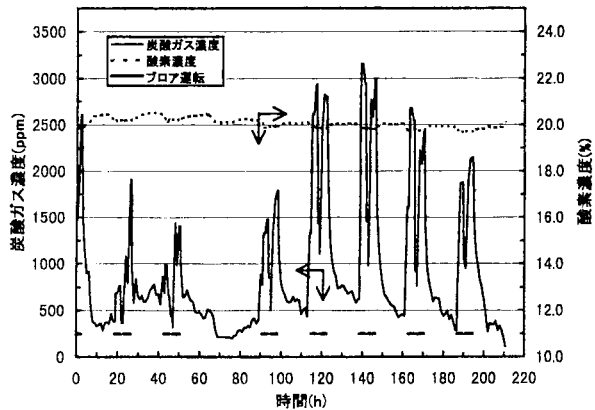


Fig. 4 酸素濃度と炭酸ガス濃度の経時変化

しかし炭酸ガス濃度の変化が見られないのでこれは日中の外気温の上昇の影響であることが推測される。このように温度を計測するだけでは確認できなかったことも炭酸ガス濃度を計測することによってできるようになる。

次に反応温度であるが計測期間中の堆肥化反応全般にわたり、中層 > 下層 > 上層の関係があったことが分かる。上層の温度が一番低いのは外気による冷却によるものであるが、

そう考えると本来中層<下層となるはずである。しかしながら中層>下層となったのはブローによる通気によって下層が冷やされていることが原因と考えられる。中層と下層の温度差は反応全体の平均で約6℃と大きい。Fig. 4の酸素濃度の経時変化からも酸素量は十分であり、この堆肥化工場ではセンサの酸素濃度出力をみながら嫌気状態にならない程度に通気出力を絞るように制御すれば反応温度を高温に保ちながら効率良く堆肥を生産することが可能であると考えられる。

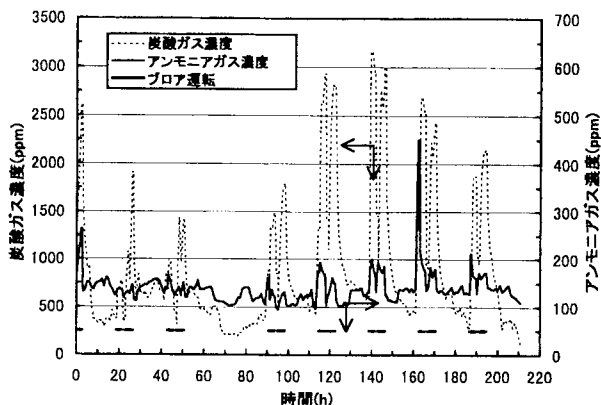


Fig. 5 アンモニアガス濃度の経時変化

Fig. 5にアンモニアガス濃度と炭酸ガス濃度の経時変化を示した。この図にあるアンモニア濃度の面積も炭酸ガスと同様に計算すれば放出された窒素量を把握することができ、堆肥化の状態を示すC/N比を推測することが可能となる。

4. 今後の展開

今回の測定現場では間欠送気のみであったのでそれぞれの測定項目間に相関があることは確かめられたが、全体の発酵状態の推移を検討することはできなかった。

当社では堆肥化処理方式として吸引送気法を評価している。Fig. 6にその概念図を示す。吸引送気法の特徴は回分式であり、かつ吸引した空気を反応系に循環することにある。様々な堆肥化施設は全国に点在しているが、その多くで臭気、及び冬季の寒さによる反応の低下と反応熱や通気による内容物の乾燥が問題となっている。これらの問題に対処するには排気ガスを循環させる吸引送気法が有利であるとされており実績も多い。この方式は回分式で構造的には図示したように発酵槽全体がシート等で仕切られており、発酵槽からの排気ガスを吸引して循環させるので、吸引管中の排気ガス濃度から発酵状態を検討しやすいと考えられる。今後、この吸引送気方式で設立された堆肥化施設にセンサを設置し、計測だけでなく制御の方法を検討する予定である。

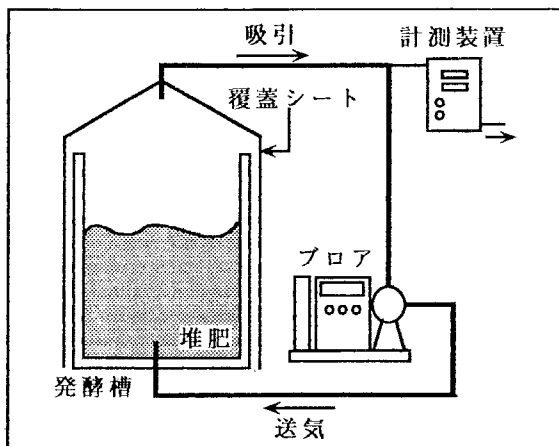


Fig. 6 吸引送気法概念図

参考文献

- 1) 原田靖生: コンポストの品質評価, 生ごみ・有機性廃棄物のリサイクルと市場動向 第12講, N T S (1995)