

‡ 研究紹介 ‡

省エネ化および温室効果ガス抑制型の堆肥製造システム

帯広畜産大学 地域環境学研究部門

宮竹 史仁

1. 堆肥化（コンポスト化）とその問題点

「堆肥化（コンポスト化）」とは、家畜排せつ物や生ゴミなどのバイオマスを有機質肥料にリサイクルする技術です。家畜ふん尿などに含まれる有機物を微生物によって分解・安定化させることで、悪臭や汚物感が解消され、取り扱い易い堆肥（コンポスト）となります。北海道の代表的な堆肥の原料といえば、牛などの家畜の排せつ物です。道内で排出される家畜ふん尿は、年間約 2,000 万トンにもものぼり、その量は札幌ドーム約 10 杯分にも相当します。このように大量に排出される資源を適切に管理し、有機質肥料などに利用していくことは非常に大切なことです。

家畜ふん尿や生ゴミなどを、ただ単に堆積するだけでは堆肥にはなりません。堆肥にするためには、原料の調整を行ったり、定期的に混ぜたり、空気を送って発酵を促進させるなどの手間暇が必要です。手間暇が掛かるといことは当然、費用も掛かってしまいます。とくに堆肥作りで一番費用が掛かるのは、堆肥の中へ空気を送るために使用される送風機の「電気料金」です。それは堆肥化施設の維持管理費の 90%にもなると言われています。

また、堆肥化は古くから経験的に実践されてきた伝統的技術であり、資源化の一端を担う重要な技術です。しかしながら近年では、この堆肥化の過程において、環境に悪影響を及ぼすガスが発生することが分かってきました。それは「地球温暖化ガス」であり、亜酸化窒素（ N_2O ）やメタン（ CH_4 ）と呼ばれるガスです。地球温暖化ガスとして良く知られているのは二酸化炭素（ CO_2 ）ですが、堆肥

化から発生する亜酸化窒素（ N_2O ）やメタン（ CH_4 ）は、この二酸化炭素よりも強力な温室効果を持つことが知られています。亜酸化窒素（ N_2O ）においては二酸化炭素の 296 倍の温室効果を持っています。つまり亜酸化窒素が 1 kg 排出されたとすると、それは二酸化炭素が 296 kg 排出されたのと同じくらいの温室効果を地球に与えてしまうということです。同様にメタンにおいては二酸化炭素の 23 倍の温室効果を持っています。

このように堆肥化は、家畜の排せつ物などを有機質肥料にリサイクルしてくれる反面、品質の良い堆肥を短期間に製造するには電気代が掛かったり、温室効果ガスが発生したりという課題があるのが現実です。

2. 新たな堆肥化技術の開発

当研究室では上記の電気代や温室効果ガスの課題を解決するために新たな堆肥化技術を開発してきました。研究開発を進めるにあたり、まず着目したのは送風機の稼働状態です。送風機を使用して堆肥の中に空気を供給する理由は、堆肥原料中に生息している微生物を活性化させ、発酵を促進させるためです。しかしながら、堆肥舎で使用されている送風機は、一般的に常に必要以上の過剰な空気が堆肥に送られているのが現状です。図 1 (a)に、その現状を表したグラフを示しました。○印の実線が、実際に堆肥へ供給されている空気（酸素）の量、実線が堆肥の中の微生物が実際に消費している空気（酸素）の量を示しています。堆肥化では、その発酵状況に応じて微生物が必要とする空気の量が刻々と変化し

ているのが分かります。一方、堆肥へ供給している空気は常に一定で、しかも過剰な量です。これは堆肥に生息している微生物が最も空気を使うだろうと予測される最大限の空気量を送るのが堆肥化の基本となっているからです。このため、送風機の稼働も多くなり電気料金も高くなるという訳です。電気料金を抑えるためには、原理的には微生物が必要とする空気量をその時々適切に供給するのが一番望ましいと言えます。つまり図1 (b)に示したように、微生物が消費する空気量に応じて、送風機から送る空気の量も可変

させることで、送風機の運転を抑えることができ、電気料金の削減にもつながるという訳です。

このような堆肥化方法を可能にしたのが、この度、当研究室で開発したシステムです(図2)。このシステムではまず、堆肥の微生物の活性を温度センサやガスセンサなどでモニタリングし、その情報を風量決定装置(インバータ制御装置: 図3)に送信します。風量決定装置には、微生物の活性状況を判断し適切な空気量を供給できる様に、予め送風機を制御するためのプログラムが施されています。

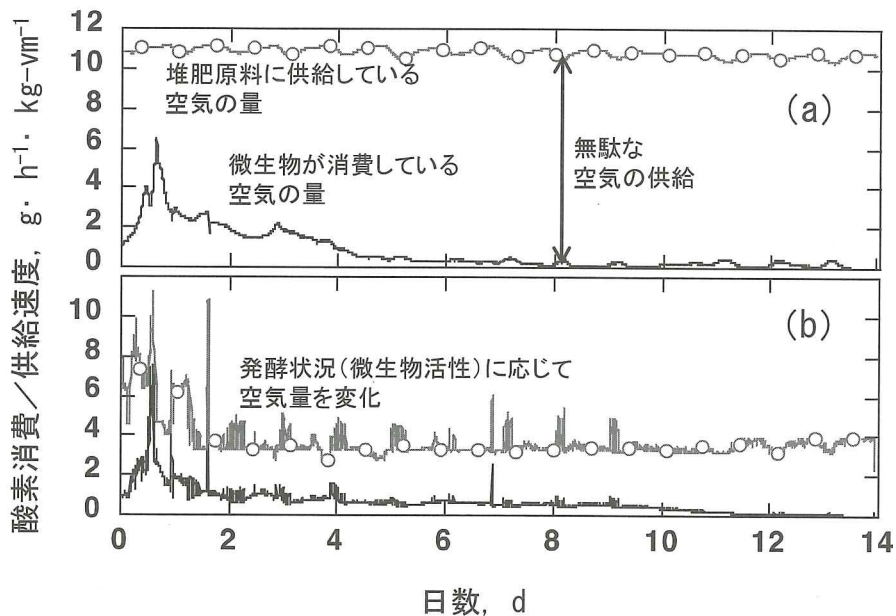


図1 堆肥化製造時における空気(酸素)の供給量と消費量の関係

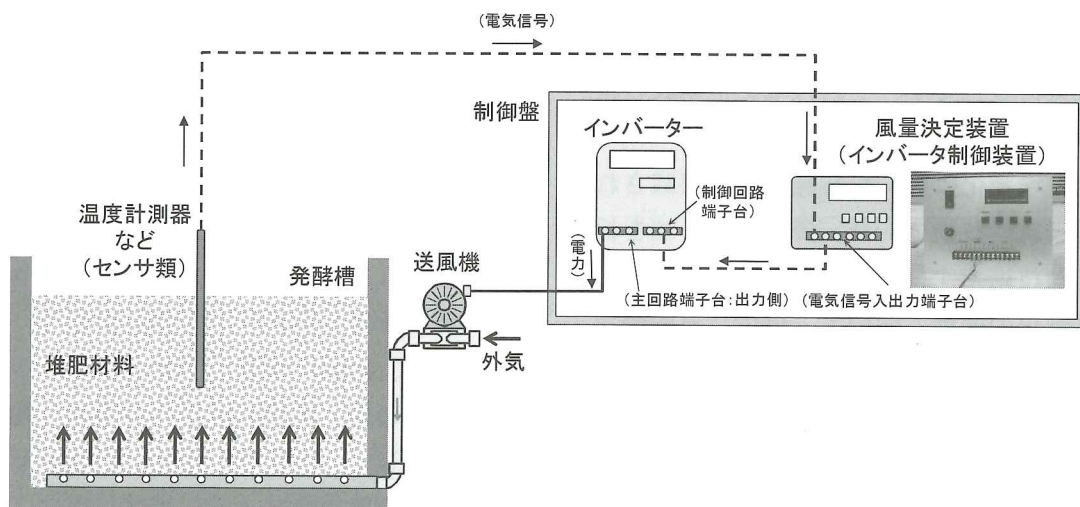


図2 開発した「省エネ化および温室効果ガス排出抑制型の堆肥製造システム」

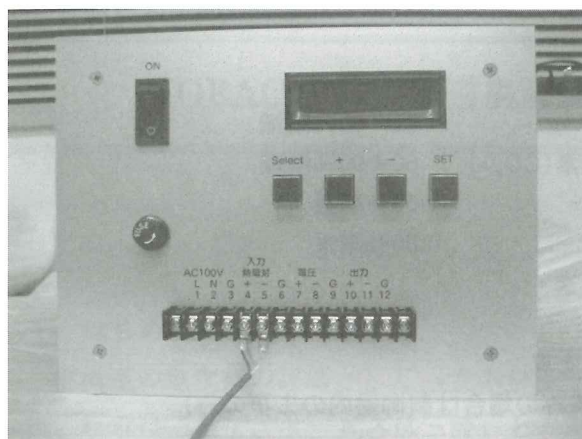


図3 インバータ制御装置

これは10年以上の実験データの蓄積から導きだされた数式を用いてプログラムされています。風量決定装置で判断された指令がインバータに送信され、送風機の動力が制御されます。この一連の動作によって、堆肥の中の微生物が必要とする空気量を送風機から自動的に供給することが可能となります。これが電気料金の削減、つまり省エネ化につながります。また、このシステムを用いることで前述した亜酸化窒素 (N_2O) やメタン (CH_4) といった「温室効果ガス」や悪臭ガスとして知られているアンモニア (NH_3) を抑制させることも可能であることが分かりました。

3. 新たな堆肥化システムの効果

新たな堆肥化システムの効果を確認するために、帯広畜産大学に設置されているリニア

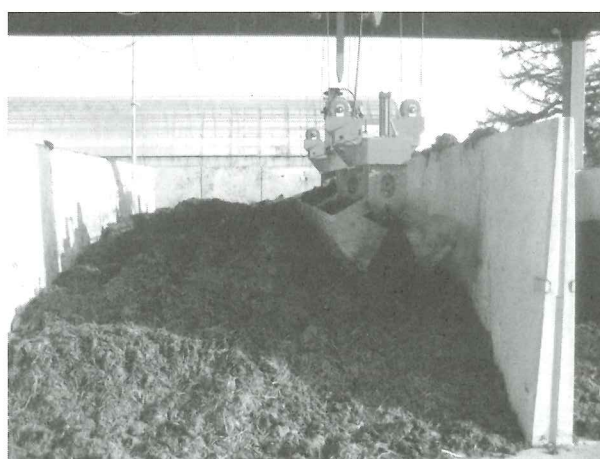


図4 実証試験に使用した帯広畜産大学の「リニアクレーン式堆肥舎」

クレーン式堆肥舎 (図4) などで乳牛ふんの堆肥化試験を行ってきました。その結果、既存の堆肥化方法と比較して、使用電力量を「約50~90%」削減、亜酸化窒素 (N_2O) 「約50%」削減、メタン (CH_4) 「約80%」削減といった効果などが得られました(表1)。本システムは牛ふん材料だけではなく、様々な畜種等の原材料にも当然対応しております。これらの堆肥化の条件ですが、各堆肥材料に応じて推奨されている水分範囲に調整されていることが必要です(例えば、乳牛ふんの場合は65%程度)。また、本システムの導入工事ですが、送風機や堆肥舎の配管が既存の場合には、制御盤内への風量決定装置の設置などの電気工事のみで完了するため、導入が極めて簡単です。なお、風量決定装置の販売価格(図3の装置のみの価格)は1台当たり30万円程度を予定しております。

ただ残念ながら、メリットばかりではなく、当然ながらデメリットも確認されました。デメリットとは、出来上がりの堆肥の水分が少々高くなるということです。これは堆肥への空気の供給量が適切に抑えられることにより、水分蒸発量が低下するという事です。そのため製品として堆肥を販売する場合には、乾燥工程などが必要となる場合があります。ただし、既存の大型施設の多くには、乾燥施設が設置されている場合が多く、このような施設では影響は少ないと思われます。

表1 本システムのメリットとデメリット

【メリット】

- ・ 電気料金 : 50～90%削減
- ・ 電気使用量削減による二酸化炭素(CO₂) : 50～90%削減
- ・ 亜酸化窒素(N₂O) : 50%削減
- ・ メタン(CH₄) : 80%削減
- ・ 冬期間における堆肥化の発酵促進
- ・ 悪臭(NH₃)の抑制
- ・ 肥料成分(窒素成分)の歩留まり上昇
- ・ 工事が簡単(送風機、配管設置済みの場合は制御盤内の工事のみ)

【デメリット】

- ・ 堆肥化後の堆肥水分の上昇

4. 新たな堆肥化システムの展開

この開発した堆肥化システムは平成 24 年度に道内民間企業の堆肥センターに導入される予定です。加えて、このシステム導入により削減された温室効果ガスのクレジットを、国内排出量取引にて売買することを検討しています。この民間企業への技術導入による試算では、電気料金は年間約 80 万円削減、国内クレジットの創出は年間約 100 トンとなる見込みです。このように消費電力量を抑えたことによる電気使用料金のコスト削減と温室効果ガス排出抑制によるクレジット販売での 2 種類の収益が期待できます。

この開発した堆肥化システムにつきましては、特別教育研究経費（研究推進）プロジェクト【アグロエコ・プロジェクト】（文部科

学省）、研究成果最適展開支援事業（A-STEP）探索タイプ（科学技術振興機構）等の研究支援を頂き実施してきました。また、本システムはアグリビジネス創出フェア 2011（幕張メッセ）やビジネス EXPO（アクセスサッポロ）等の道内外の多数の展示会等で出展展示しており、「是非、このシステムを導入したい」との声も頂いております。現在、共同研究先企業などと、このシステムの販売体制を築いているところであり、平成 24 年度中には民間企業から商品としての販売を目指しております。

なお、今回の堆肥化システムの開発の成果として、次の特許を出願しています。
 発明の名称：堆肥製造方法および装置
 出願番号：特願 2011-97769