

地域に即した有機性廃棄物の循環システムの設計と 資源化推進への取組

—廃棄物系バイオマスの資源利用を目指して—

資源循環・廃棄物担当 長谷隆仁

1 はじめに

日本では、廃棄物が約 4 億 7 千万トン排出されています(2008 年度)¹⁾。このうち、産業廃棄物は約 4 億トンで大部分を占めます。一方、一般廃棄物は、年間で 7 千万トンです。廃棄物は、有機物を主体とする有機性廃棄物と無機物を主体とする無機性廃棄物に分けることができます。この有機性廃棄物のうち、生物由来の有機物を主体とする有機性廃棄物は、水分を含み、腐敗し易いなど、プラスチックのような人工の有機物とは性質が異なり、廃棄物系バイオマスとして区別されます。こうした廃棄物系バイオマスは約 2 億 9 千万トン、総排出量の 6 割強を占めており、有機性汚泥、動物のふん尿、木くずや動植物性残さなどが含まれます。

こうしたバイオマス系の有機性廃棄物は、水分が高いものも多く、脱水・乾燥などの水分除去によって減量化されていますが、この減量化分を除く有機性廃棄物約 1 億 6 千万トンに対し、再生利用量は 1 億 1 千万トンになります。このうち、動物のふん尿が 8400 万トンで、有機性廃棄物の再生利用量のほとんどを占め、その大部分が、コンポスト等として農地還元されていることから、有機性廃棄物の再生利用における動物のふん尿の寄与は非常に大きいものです。残りの約 5 千万トンのうち、最も多いのは、紙ごみや厨芥類などの有機性の一般廃棄物です。これらのほとんどが焼却されており、再生利用上の課題です。

さらに、日本全体を対象とした食品・飼料の窒素フローに関する研究では、国内生産及び輸入される食品・飼料に含まれる全窒素量のうち、食品として消費者に渡るのは 4 割に過ぎず、残りのほとんどは、畜産業に飼料として供給されますが、そのうちの 8 割が家畜ふん尿として排出されてしまうと考えられています。畜産業で、投入された窒素の多くが排出されるという基本的な構造は現在も同様であると考えられます。先に述べたように、家畜ふん尿はほとんど再生利用され、その主な利用先は農地です。こうして、家畜ふん尿は、化学肥料とともに、農地に肥料として大量に投入されており、その投入量が大きい地域では余剰窒素による環境汚染の原因の一つともなっていると考えられています。

このように、廃棄物の再生利用を推進し、余剰窒素による環境汚染を防止する上で、家畜ふん尿の適正な管理は重要な役割を占めており、家畜ふん尿を中心に、その他の有機性廃棄物をどのように資源利用するかが、資源循環のシステムを構築する上で重要な課題の一つとなっています。

以上のことから、現在の主な再生利用手段である堆肥化に着目して、堆肥としての有効利用を最大限活用していく必要があると思われます。そこで、埼玉県をフィールドとし、有機性廃棄物を堆肥として最大限活用するために、どのような有機性廃棄物を堆肥化し、その堆肥をどのように流通させることが最適かについて推計した結果を紹介いたします。次に、その堆肥利用の限界を踏まえ、現在、他機関と進めつつある堆肥化以外の資源利用に関する研究について、その概要を報告いたします。

2 有機性廃棄物の堆肥への利活用

廃棄物の排出とその再生利用については、前述のような状況にあるわけですが、ここで、そもそも廃棄物とは何かという定義について触れておきたいと思います。

廃棄物の処理に関する法律では、廃棄物は「汚物または不要物であって固形状又は液状のもの」と定義されています。乱暴な言い方ですが、資源となるようなものであっても、必要な量を超え、多すぎれば不要となって廃棄物になるということです。

堆肥についても、必要とされる量以上を堆肥にしても、資源ではなく廃棄物になってしまうと考えられます。従って、有機性廃棄物の堆肥利用を最大限活用する上で、まず、どの地域に、どのような有機性廃棄物がどの程度あり、それらからどの程度堆肥として製造できるのか、さらに、堆肥の主利用先である農地において、どの程度堆肥が必要とされるのかを把握することが必要です。そこで、有機性廃棄物の発生量と、それから堆肥として製造し供給できる量(堆肥供給可能量)、農地が堆肥を利用できる量(堆肥受容量)を推計するためのデータベースシステムの構築を行いました。この推計システムには様々な統計データが必要なことから、以下で対象としているのは全て揃っている2005年度を対象として計算しました。

埼玉県について、統計データを整備し、家畜ふん、稲わら、籾殻、おが屑、動植物性残さ、生ごみ、下水汚泥など、堆肥の素材として考えられる主要な有機性廃棄物の発生量、堆肥供給可能量、堆肥受容量を推計したところ、県全体で堆肥の供給可能量は、農地の堆肥受容量を上回ることが推測されました(図1)。従って、これらの有機性廃棄物すべてを堆肥として利用することはできないと推測されました。

ただし、市町村単位でみた場合、堆肥受容量は、市町村によって大きいところと小さいところがありました(図2)。

一方、堆肥の供給可能量にも、市町村別でみた場合、大小のバラツキがありました(図3)。全体的には、堆肥の受容量と供給可能量が大きい市町村は、県北部と県南部に分布しています。素材となる有機性廃棄物の内訳についてみると、北部は家畜ふんが排出の主体ですが、南部は生ごみ・下水汚泥などの都市系廃棄物の割合が高くなっています(図4)。

従って、すべての有機性廃棄物が堆肥として利用できない以上、それらのうち、何を堆肥として利用

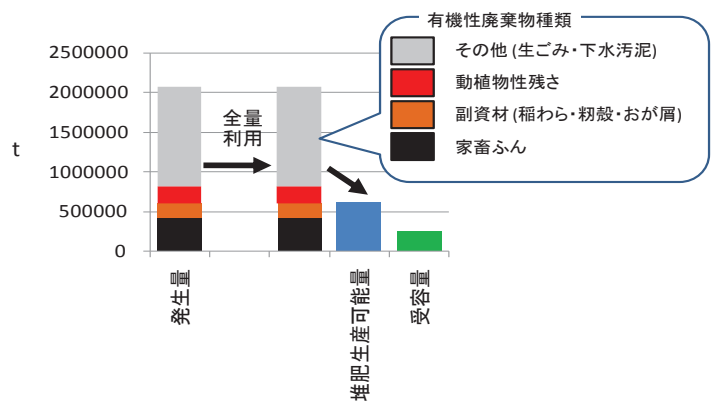


図1 埼玉県における有機性廃棄物の県発生量・堆肥供給可能量・堆肥受容量



図2 市町村別堆肥受容量(量の多寡を濃淡で示す)

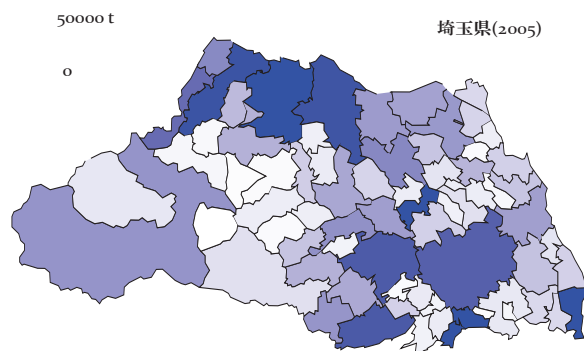


図3 市町村別供給可能量(量の多寡を濃淡で示す)

すべきかが問題となります。また、地域によって、各種有機性廃棄物の量・比率が違うので、何を堆肥として利用できるかは、それぞれの地域によって異なる可能性もありますし、そこから製造できる堆肥の量も異なります。その地域で必要とされない場合であっても、他の地域では必要とされるかもしれませんので、他の地域への流通も考慮しなければなりません。

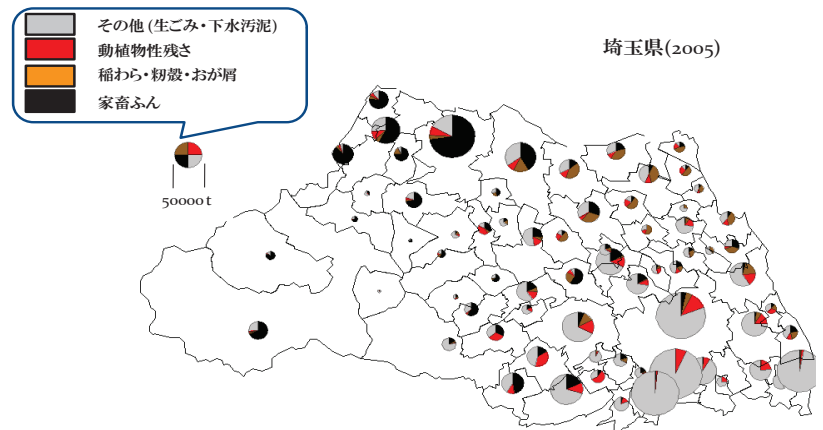


図4 各市町村における有機性廃棄物内訳(円面積は発生量に比例)

そこで、このような課題を検討するための計算モデルを作成しました(図5)。本モデルの概要を簡単に説明しますと、家畜ふんや、動植物性残さ、生ごみ、下水汚泥等の水分が高いものを堆肥化する場合、そのままでは、堆肥化がうまく行われないため、水分を下げる必要があります。一般的には、水分を下げるために、わら、籾殻、おが屑などの水分の低い資材を副資材として混合します。そのために必要な副資材が不足するならば、副資材が余っている余所の市町村から調達するなど副資材の流通により調整をします。一方、有機性廃棄物は、その市町村の農地の受容量を上回らないように利用します。農地の受容量に対し供給量が不足する市町村があれば、余った有機性廃棄物をさらに堆肥に利用して、余所に供給できるものとします。さらに、有機性廃棄物は種類によって堆肥の生産収率が異なる事などもあり、その処理コストも異なります。そこで、コストが最小となるようにした場合、有機性廃棄物のうち何を堆肥として利用すべきかを本モデルを使用して検討しました。

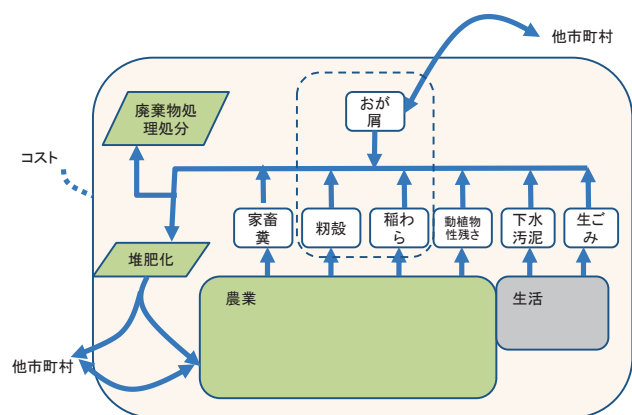


図5 有機性廃棄物の堆肥利用選択のための計算モデル

まず、その場で発生する有機性廃棄物から製造した堆肥を使い、堆肥の流通範囲を10km内とした場合について考え、その堆肥選択の結果を図6に示しました。明確な線切りができる訳ではありません

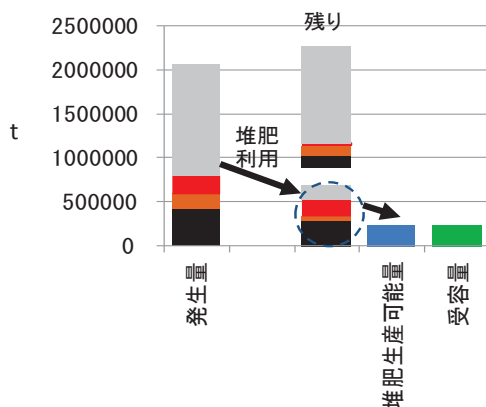


図6 計算結果(流通範囲10km)

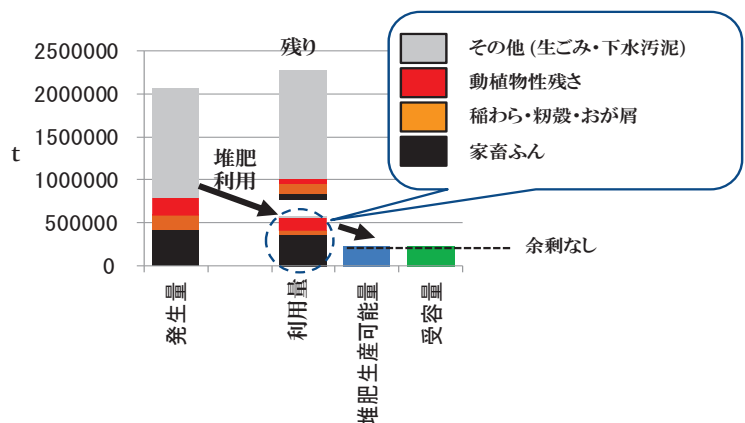


図7 計算結果(流通範囲40km)

んが、10km というのは、家畜ふん堆肥が通常流通すると想定される範囲として設定しています。この場合、家畜ふんの有機性廃棄物の利用内訳で家畜は約 40%、生ごみ・下水汚泥は約 20%を占めています。

一方、流通範囲をほぼ県内全域にまで広げた場合についての計算結果を図 7 に示しました。この場合、家畜ふんの有機性廃棄物の利用内訳で家畜ふんは約 60%に上昇してほとんどが利用されることとなりますが、逆に、生ごみ・下水汚泥は約 2%となり、家畜ふんの利用により生ごみ・下水汚泥の利用が減少しています。

以上の結果から、埼玉県における有機性廃棄物の堆肥利用について、全ての有機性廃棄物を堆肥利用することはできず、堆肥化という手段だけでは限界があることが示唆されました。また、埼玉県の場合、より広範囲な流通を促進することで、家畜ふんのほとんどを堆肥として利用可能することができるが、家畜ふんの堆肥利用が進むほど、生ごみ・下水汚泥の堆肥利用の可能性が失われてしまうことも推測されました。これは、コストという観点だけから得られた結果ですが、計算モデルをより詳細化するとともに、リサイクル率、温室効果ガスの排出削減、窒素負荷の削減という観点から、どのような有機性廃棄物の堆肥利用を進めるべきかについて、さらに検討を行う必要があります。

3 新たな資源循環の枠組みの検討

有機性廃棄物の資源利用を進めようとするならば、堆肥化以外に、新たな資源循環の枠組みの導入が必要です。現在当センターでは、「気候変動を考慮した農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムの構築」という研究に参加しております。本研究は、そのような、新たな資源循環の枠組みの提案するものであり、概要ではありますが、紹介いたします²⁾。

本研究は、余剰窒素を吸収し、環境汚染を低減化する浄化作物の栽培技術の開発を柱とする部門と、資源化技術の開発を柱とする部門を技術的な枠組みとしています(図 8)。浄化作物の栽培後には、栽培残さが発生します。本研究では、この栽培残さの有効利用まで視野にいれ、この栽培残さから工業製品である乳酸を発酵技術により製造し、さらにその乳酸発酵の残さから結晶化技術による肥料成分の回収を目指しています。また、エネルギー回収、飼料化等の資源化技術を、資源の分散の度合いを考慮しながら、直接あるいは多層的に組み合わせることで、他の有機性廃棄物にも適用の範囲を広げることを目指しています。これら技術は、実証段階にあるものは一部であり、すべてが、今すぐに導入できるというものではありませんが、新たな資源循環の枠組の提案の一つであり、当センターはこうした新技術を取り入れたシステムのコストや環境負荷等の評価という形で研究に参加しています。

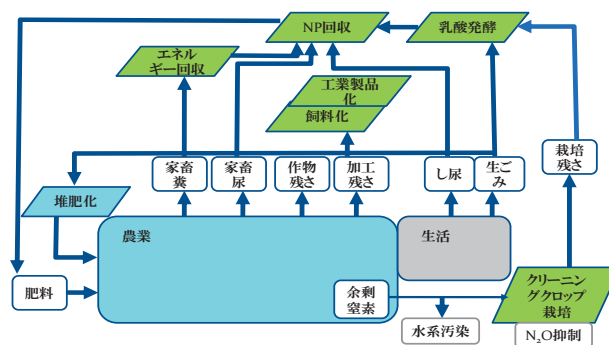


図 8 研究コンセプト簡略図

謝辞：本研究は、科学技術振興機構(JST)、戦略的創造研究推進事業(CREST)の委託を受けて行われたものです。

文献

- 1) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部(2010):平成 21 年度廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書
- 2) 藤原拓・深堀秀史(2011); 農業地域の面的水管理・カスケード型資源循環システムの提案, 化学工学, 75, 795-797