

畜産環境アドバイザーのひろば

堆肥化原材料における乾物総分解率と分解発熱量の設定

サツラク農業協同組合 飼料試験室

重田 多恵子

平成20年度スーパーアドバイザー研修に参加させていただき、後期研修における自由課題のテーマとして「堆肥化原材料における乾物総分解率と分解発熱量の設定」について発表させていただきました。

その内容について、以下に紹介させていただきたいと思います。

1. 本テーマの目的

堆肥化処理の設計計算においては、家畜ふん尿施設的设计・審査技術(財団法人畜産環境整備機構)の中に示されているとおり、処理対象糞尿量やその水分量、堆肥化発酵スタート時の水分および容積重、通気量と送風圧、堆肥化処理日数、堆肥化における乾物総分解率、1日当たり平均乾物分解率、家畜糞および副資材(以下、堆肥化原材料)の分解発熱量、水1kgを蒸発させるために必要な熱量、堆積物表面からの水蒸発量、等々、多くの要因について、信頼性のある設定値に基づき、実際の堆肥化処理における設計計算が行われている。

しかしながら、堆肥化処理の設計計算上、設定値が必要となるそれら多くの要因のうち、堆肥化原材料の乾物総分解率および分解発熱量については、現在までのところ、おが屑およびもみ殻以外の品目においては、統一して利用可能な設定値が明確になっていない。

本来、乾物総分解率を明確にするためには、現場における分解率に関する試験を行うべきであるが、多種多様な堆肥化原材料についての膨大な試験データを蓄積するまでには相当な年月を必要とする。

堆肥化とは、家畜糞中の易分解性有機物が微生物の働きによって分解されることであり、易分解性有機物の分解がほぼ終了した時点で完熟堆肥となる。

一方、牛およびめん羊等の反芻動物における消化の特徴は第一胃における微生物による飼料の発酵が行われることであり、反芻動物では単胃動物の消化できない牧草等の粗飼料を消化することが可能である。このような微生物によって行われる反芻動物の第一胃における消化は、反芻動物における消化活動全体の中でも

非常に大きな役割を果たし、大きなウェイトを占めている。

そこで、

- ①堆肥化原材料の総分解率は反芻動物体内における消化率に近いであろうこと
- ②堆肥化原材料の分解時に発生する熱量は反芻動物体内で各飼料が消化される過程に発生する熱量に近いであろうこと

これらの二つの条件を前提とし、反芻動物における各飼料の消化率および消化に伴い発生する熱量に関する数値をもとに、各堆肥化原材料についての乾物総分解率および分解発熱量を推定した。

2. 材料および方法

(1) 材料

日本標準飼料成分表2001(中央畜産会)では、国公立および民間の諸機関(約50機関)から広く収集(約2万点)した飼料成分に関する情報に基づき、牛用および豚・鶏用に分類した中で、対象家畜ごとに、各飼料の成分含量(水分含量、粗蛋白質含量、粗脂肪含量、可溶性無窒素物含量、粗繊維含量、酸性デタージェント繊維含量、中性デタージェント繊維含量、粗灰分含量)、各飼料の消化率(粗蛋白質消化率、粗脂肪消化率、可溶性無窒素物消化率、粗繊維消化率)および栄養価(TDN、可消化エネルギー、代謝エネルギー)が示されている。

(2) 堆肥化原材料の選定

日本標準飼料成分表2001に掲載されている約650の牛用飼料品目から、堆肥化原材料として想定される品目について選定を行った。

(3) 堆肥化原材料における乾物総分解率の設定

日本標準飼料成分表2001の中に掲載されている、牛用における各飼料の乾物成分含量（粗蛋白質乾物含量、粗脂肪乾物含量、可溶性無窒素物含量、粗繊維乾物含量）および各飼料の消化率（粗蛋白質消化率、粗脂肪消化率、可溶性無窒素物消化率、粗繊維消化率）の数値を使用し、次式によって堆肥化原材料における乾物総分解率の推定を行った。

[堆肥化原材料における乾物総分解率の推定式]

$$\begin{aligned} \text{乾物総分解率 (\%)} = & \\ & \text{粗蛋白質乾物含量 (\%)} \times \text{粗蛋白質消化率 (\%)} \\ & + \text{粗脂肪乾物含量 (\%)} \times \text{粗脂肪消化率 (\%)} \\ & + \text{可溶性無窒素物乾物含量 (\%)} \\ & \times \text{可溶性無窒素物消化率 (\%)} + \text{粗繊維乾物含量 (\%)} \\ & \times \text{粗繊維消化率 (\%)} \end{aligned}$$

(4) 堆肥化原材料における分解発熱量の設定

日本標準飼料成分表2001では、牛用における栄養価に関して、各飼料のDE（以下、可消化エネルギー）およびME（以下、代謝エネルギー）の数値が示されている。

可消化エネルギーとは、飼料の総エネルギーから糞中に排泄されるエネルギーを差し引いたものである。すなわち、消化そのものに要するエネルギーである。一方、代謝エネルギーとは、可消化エネルギーから尿中に排泄されるエネルギーを引いたものである。

尿中に排泄されるエネルギーを考慮に入れた場合、消化そのものにおける熱発生量とは意味合いが異なる。

そこで、堆肥化原材料の分解時に発生するエネルギーとして、消化そのものに要するエネルギーを使用することが妥当と判断し、可消化エネルギーの数値を分解発熱量の推定値として使用した。

3. 結果

堆肥化原材料として想定されうる品目について、97品を選定し、①牧草類（生草）、②牧草類（乾草）、③野草類（生草）、④野草類（乾草）、⑤ワラ類、⑥ヌ

カ類、⑦穀類および豆類、イモ類、⑧野菜類および果実類、⑨魚類、⑩乳類、⑪油脂類、⑫その他、の12区分に分類した（表1）。

表1で示した各品目における乾物総分解率および分解発熱量について、堆肥化原材料における乾物総分解率の推定式を用いて推定し、乾物総分解率および分解発熱量に関する各品目の推定値を区分単位で取りまとめ、それらの結果を堆肥化原材料における乾物総分解率と分解発熱量についての各区分の設定値とし、その結果を表2に示した。

なお、表2の中では、参考までに、日本標準飼料成分表2001に基づいた水分率を表示しているが、実際の堆肥化処理の設計計算における堆肥化原材料の水分量を計算する際には、実際に使用する堆肥化原材料の実態に即した水分率の数値を用いることが望ましいと思われる。

最後に

今回の内容は、平成20年度スーパーアドバイザー後期研修における自由課題の中で情報提供し、その内容を参加者全員で議論および検討したものです。

使用する品目については、堆肥化原材料として利用される可能性の高いものを参加者全員で検討しあった中で選定が行われ、それに基づいて取りまとめさせていただきました。

堆肥化処理の実際の現場において、個々の堆肥化原材料の乾物総分解率および分解発熱量に関する試験を行い、そのデータを蓄積させることは非常に困難であり、それが障害となって、現在にいたるまで、堆肥化原材料の乾物総分解率および分解発熱量に関する設定値が定められていなかったという経緯があります。

今回のテーマによって設定された数多くの堆肥化原材料に関する乾物総分解率と分解発熱量の設定値が、今後の堆肥化処理の設計計算において少しでも役立つ情報となれば幸いです。

表1 堆肥化原材料の乾物総分解率および分解発熱量設定における使用品目およびその分類

① 牧草類(生草)
オーチャードグラス、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラス、チモシー、トールフェスク、メドーフェスク、パーミューダグラス、バヒアグラス、ダリスグラス、キクユグラス、グリーンパニック、カラードギニアグラス、ネピアグラス、ローズグラス、レッドトップ、リードカナリーグラス、スーダングラス、アルファルファ、アカクローバ、アルサイククローバ、クリムソククローバ、シロクローバ
② 牧草類(乾草)
オーチャードグラス、イタリアンライグラス、チモシー、トールフェスク、バヒアグラス、ローズグラス、スーダングラス、パミューダグラス、ダリスグラス、カラードギニアグラス、アルファルファ、アカクローバ、シロクローバ、エンバク
③ 野草類(生草)
野草(あぜ)、野草(原野)、野草(山地)
④ 野草類(乾草)
野草(あぜ)、野草(原野)、野草(山地)
⑤ ワラ類
稲ワラ(水稲)、ヒエワラ、小麦ワラ、大麦ワラ、ソバワラ、モミ殻
⑥ ヌカ類
米ヌカ(生)、米ヌカ(白酒ヌカ)、米ヌカ(青米ヌカ)、脱脂米ヌカ
⑦ 穀類および豆類、イモ類
トウモロコシ、小麦、小麦粉、ライ麦、玄米、モミ、アワ、キビ、ヒエ、大豆、ソラマメ、エンドウ、カンショ、コーンスターチ、パレイショデンプン、パン屑、菓子屑
⑧ 野菜類および果実類
ダイコン(根)、ニンジン(根)、パレイショ(芋)、カンショ(芋)、リンゴ、ダイコン(葉)、カブ(葉)、ニンジン(葉)、ハクサイ(外葉)、ブロッコリー(外葉)、ミカン皮、コーンコブ、ミカンジュース粕、リンゴジュース粕、パイナップル粕
⑨ 魚類
魚粉
⑩ 乳類
全乳、脱脂乳、全脂粉乳、脱脂粉乳
⑪ 油脂類
動物性油脂、植物性油脂
⑫ その他
醤油粕、ビール粕、焼酎粕、トウフ粕、ビートパルプ

表2 堆肥化原材料における乾物総分解率および分解発熱量

原材料区分	水分率	乾物総分解率	分解発熱量 Kcal/kgDM
	%		
① 牧草類(生草)	81.1	61.1	2810
② 牧草類(乾草)	13.4	55.9	2531
③ 野草類(生草)	66.5	50.1	2267
④ 野草類(乾草)	13.5	47.8	2163
⑤ ワラ類	13.5	38.6	1735
⑥ スカ類	12.6	70.3	3585
⑦ 穀類および豆類、イモ類	12.9	86.3	4018
⑧ 野菜類および果実類	86.3	73.7	3300
⑨ 魚類	7.8	69.4	3582
⑩ 乳類	90.1(4.6) ^{※1}	90.1	4743
⑪ 油脂類	0.9	97.5	9670
⑫ その他			
・ 醤油粕	26.5(12.0) ^{※2}	60.3	3375
・ ビール粕	74.3(8.5) ^{※2}	61.4	3140
・ 焼酎粕	94.5	60.6	2900
・ トウフ粕	79.3(8.2) ^{※2}	79.0	4070
・ ビートパルプ	13.4	74.6	3290

※1 ()内は粉乳における数値である

※2 ()内は乾燥品における数値である