

# フイードロット廃棄物の脱水システム

Dehydration System for  
Feedlot Wastes

by M, L, Esmay

Animal Wastes, P197~212(1977)

家畜のふん尿の脱水とは、その水分を低下させることである。ふん尿とは文字通りふんと尿のことであり、もしこれに他の夾雑物、すなわち敷わら・雨水・畜舎の洗浄水・土等が混入するとこれを廃棄物という。

家畜のふん尿を脱水することは、環境汚染制御に役立つ。さらには処理する際のふん尿の特性を改善することになる。すなわち、ふん尿の水分を10~15%にまで低下させると、全く悪臭のないものになり、そして貯蔵輸送が可能となり肥料や飼料として有効に利用される。

真新しい排泄物はそれほど不快な刺激的な悪臭を放つわけではない。もし水分低下処理をただちに施すことができれば、ふん尿の嫌気性分解を押さえることができ、不必要なガスの発生を少なくすることができる。高水分排泄物の溶存酸素を除くと、大気汚染の原因となる一方的な嫌気性分解を促進してしまうことになる。種々の動物の排泄するふん尿の水分は表1に示すとおりである。

表1 種々の動物の排泄物

動物名	ふん尿産量	固形物総量		水分 (% W · B)
	(Kg/日 · 1000Kg <sup>l·w</sup> )	(Kg/日 · 1000Kg <sup>l·w</sup> )	(割合%)	
乳牛	8.2	10.4	13	87
肉牛	6.0	6.9	12	88
豚	6.5	6.0	9	91
羊	4.0	10.0	25	75
採卵鶏	5.3	13.4	25	75
肉用鶏	7.1	17.1	25	75
馬	4.5	9.4	21	79

l·w=live weight of animal 動物生体重

最も一般的な水分低下処理法は以下3種類である。

1. 蒸 発
2. 物理的固液分離法
3. 吸湿性物質を加えることによって乾物量割合を増加させる。

## 物理的固液分離法

種々の自然的・機械的方法によって、家畜のふん尿は固形物と水である液体に分けられる。最も一般的な自然的方法としては、固体から余分な水を排水させることである。重力による沈澱と、その後起こる固形物が水と分離して浮遊するというのも低水分の固形物を得る1つの方法である。

ふん尿から水を絞り出す機械的方法も種々ある。今や多くのそのような設備が企業において実用化されている。が、しかし、機械処理にはかなり大きなエネルギーが必要である。分離された固形物も液体も一般にはまだ完全に分離されているわけではない。固形物はまだ40～50%の水分を持ち液体にもまだ若干の固形物が残っている。固形物液体のその後の処理は、その状態とそれらをその後どのように利用しようとするかによって必要となってくる。

また、固液を分離するにはふるいにかける・フィルタを通すという方法もある。この方法は繊維割合のかなり多い反すう動物のふん尿を処理する際、少なくとも一部においては成功している。しかし、この処理を継続的に行ない続けるのは、ふるいの目がつまってしまうために一般的に言って非常に困難である。

遠心分離法もまた可能であるが、永い目で見た商業的見地からすると広く認められてはいない。

## 乾物添加

畜舎のふん尿の水分を下げるために昔から行なわれてきた方法は、寝わら・敷わら等の乾物をふん尿に混ぜることであった。これらのものはふん尿を固体のようにかたくさせて取り扱うためにふん尿に混入する代表的なものである。これは主に尿を吸収するためである。しかし、この乾物混入によって水分低下させるという方法はふん尿・敷きわらの持つ水分を少しも除去するものではないということを忘れてはいけない。実際この方法では混合物の重量と体積を増すだけで、その結果混合前より処理に手間のかかるものとなる。これが最近の家畜経営においてこの方法が除々に採用されなくなってきた理由である。

## 蒸 発

蒸発によるふん尿の脱水とは水を液相から気相に変え、そして空気を送り込んでその水蒸気を除去することである。この蒸発という相の変化を生じさせるためにはエネルギーを加えることが必要となる。蒸発による脱水は異なる方法・異なるエネルギー源によって行なわれ、それには主に下記の3種類がある。

1. 風による自然蒸発
2. ファンを用いた強制送風による蒸発
3. 乾燥機を用いた加熱空気による蒸発

## 通風空気によるふん尿の脱水

空気調節を施された畜舎は、本質的には大きな蒸発機・脱水機と同じ機能を持っている。家畜に

新鮮な空気を与えるために外気を畜舎内に供給する。この時、この通風空気が不必要な代謝ガスとともに水蒸気を排除する役目とするのである。畜舎内を一定の温度湿度条件に保つためには、熱移動と空気移動の全体的バランスがとられていなければならない。畜舎内の熱収支式は下式のごとくである。

$$q_a + q_s + M a h_1 = q_c + M a h_2$$

$q_a$  : 家畜の体温からの熱  $q_s$  : 人工的に加える熱  $M a h_1$  : 単位重量・単位体積当りの吸入空気のエンタルピ  $q_c$  : 畜舎表面を通して外部へ移動する熱  $M a h_2$  : 単位重量・単位体積当りの換気によって外気と交換される空気のエンタルピ

通風空気の持つ熱と水分は、吸気排気のエンタルピの差から知ることができる。

家畜はふん尿中の水の他にも呼吸によってかなりの水蒸気を直接空気に発散させる。そこで、家畜の体にその水蒸気が凝縮しないように通風空気が水蒸気のまま排気しなければならない。さらには畜舎内でふん尿の脱水も行なう。つまり、外気と内気を交換通風し、ふん尿から蒸発してきた余分な水蒸気も排気させてしまう。家畜はまた、その体温によって熱を放出しており、それは脱水のための気化熱に利用可能である。暑い時期に、家畜からの熱を水を蒸発させることによって顕熱としてでなく潜熱として利用すれば気温の上昇を防ぐことになり、ひいては畜舎内のコンディションの悪化をおさえることができる。寒い冬の時期には、家畜からの熱をふん尿の水分蒸発にはあまり利用せず、畜舎内を快適な暖い温度に保つために使わなければならない。人工熱源はもちろん環境調節や余分な水の蒸発に使用される。が、しかし、経済的に見れば少なくとも成体家畜畜舎ではこれは避けるべきである。

### 乾燥機による脱水

機械乾燥の熱効率率は50%台か、それ以下である。水1Kg蒸発させるための理論エネルギー-要求量は温度によって異なり538~600 kcalである。図1にそれぞれの蒸発能力に応じた乾燥熱エネルギー-要求量をグラフによって求める方法を示す。下方の550 kcal/Kgと記してある直線は理論的な熱効率率100%の場合である。一般のふん尿乾燥機では熱効率率50%の1100 kcal/Kgの直線が用いられるべきである。

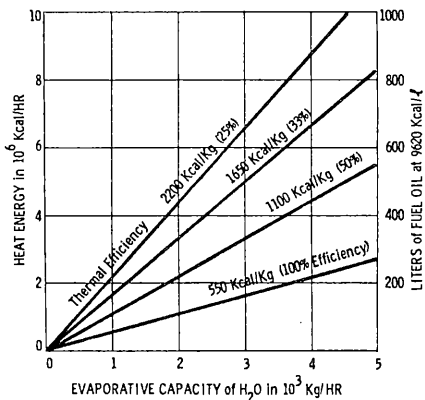


FIG. 1. Heat energy requirements for manure driers with various rates of efficiencies.

排気ガスによる大気汚染のコントロールが必要な場合、排気再燃焼装置に乾燥機に用いるのと同量の石油がさらに必要となる。特に蒸発能力100 Kg/hr以下の乾燥機の場合はそうである。

図1の熱効率25%の直線はそのような時に用いられる。

ふん尿乾燥機の蒸発能力は使用水一定でなければならない。図IIにエネルギー-入力(石油)既知の種々の乾燥機の熱効率50%の場合の乾物生産量を求める図解法を示す。ここで注意しなければならないことは、水分50%のふん尿は水分80%のふん尿に比べて同じエネルギーを加えた場合乾物産量が約5倍になるということである。

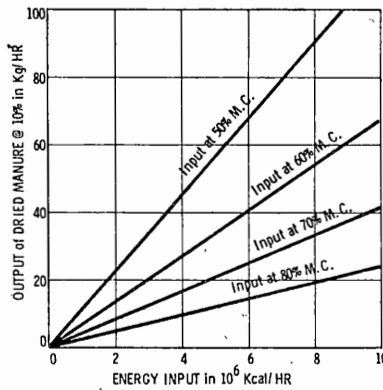


FIG. II Production of 10% moisture content dried animal or poultry waste with driers having different energy inputs and with input of wet manure at various levels of moisture content. Drier performance efficiency of 1100 kcal/kg of water evaporated is assumed.

昔からある、そして最も信頼できるふん尿乾燥機はロータリドラムタイプである。このドラムの中に湿ったふん尿を入れこの中で加熱する。ドラム型乾燥機はどんな規模や乾燥能力にも合わせて設計施工可能であり、その回転ドラムはふん尿を効果的に攪拌し、それがふん尿を熱にさらすことになり水分蒸発には最適である。ドラムを回転させるには小さな力で済み、また運動させる部品も非常に少ないという利点もある。

## 設計例

20万羽の採卵鶏経営のふん尿脱水を例にとる。20万羽のにわりのふん尿乾物産量は1日約5000 Kgであり処理後の水分を10%とすると乾燥ふんは1日5500 Kgとなる。排泄されたふん尿水分は80%であるから、ふん尿の総重量は1日25000 Kgとなる。鶏舎の中で予乾ができない最悪のコンディションの場合19500 Kg/日の水を機械乾燥で除去しなければならない。乾燥機を1日10時間稼働させるとするとその水分除去能力は約2000 Kg/hrが必要となる。熱効率を50%とすると図Iから、約 $2.2 \times 10^6$  kcal/hrの熱量を要する。石油は1ℓ当り10000 kcalの熱量を持つので結局毎時220ℓの石油が必要となる。

また鶏舎内で水分50%まで予乾すると乾燥機で除去する水分は5000 Kg/日だけとなる。この場合1日10時間稼働で必要乾燥能力は500 Kg/hrであるから500000 kcal/hrの熱量または50ℓ/hrの石油が必要となる。他の家畜の場合もこれと同様な計算で人工乾燥施設の設計を行なう。

(北大農学部・川村周三)