

効果的なふん尿処理の条件

北海道立中央農業試験場

農業機械部

原 令 幸

1 はじめに

北海道は耕地面積が広く、ふん尿処理には問題がないといわれてきた。しかし、飼養頭数の増加

の割には草地面積が増加しておらず、面積当たりのふん尿量の増加や取り扱いの不備などの問題が指摘されている。これらは以前からの未解決の問題に加え、環境も含んだ問題となっている。これ

らの問題の大半は悪臭と水質汚濁で、北海道では悪臭は少なく、水質汚濁が主となっている(表1)。

酪農では特定の地域に乳牛が集中し、草地面積当たりの乳牛ふん尿の窒素量が十勝、石狩、渡島、網走、上川支庁では100 kgN/haを超えており、畑作・野菜

などでの利用法の検討が必要となっている。また、市町村別に見ると200 kgN/haを超える市町村も増加し、地域内の耕地での利用上限を超えているため、地域

表1 畜産経営に起因する苦情発生件数(平成5年度)

(単位:件、%)

区 分	水質汚濁関連	悪臭関連	害虫発生	その他	計
豚	550(47.0)	725(40.8)	30(10.4)	23(20.0)	1,055(36.9)
鶏	103(8.8)	361(20.3)	187(64.9)	24(20.9)	631(22.1)
乳用牛	374(32.0)	508(28.6)	38(13.2)	43(37.4)	836(29.2)
肉用牛	124(10.6)	147(8.3)	21(7.3)	12(10.4)	264(9.2)
その他	19(1.6)	36(2.0)	12(4.2)	13(11.3)	75(2.6)
計	1,170(100.0)	1,777(100.0)	288(100.0)	115(100.0)	2,861(100.0)
構成比	40.9	62.1	10.1	4.0	-

資料:畜産局調べ

注)1:苦情内容別発生件数は苦情内容が相互に重複している場合を含む。

2:その他は騒音等が主体であるもの。

表2 家畜飼養頭数とふん尿量

年 次	1977				1992			
	乳牛	肉牛	豚	鶏*	乳牛	肉牛	豚	鶏*
飼養頭数(頭)	656,660	148,790	428,510	71,330	908,100	378,600	604,700	81,260
農家数(戸)	23,620	7,190	5,280	12,190	13,900	4,750	1,370	280
草地面積(ha)	419,500				534,500			
頭数(頭/ha)	1.56				1.70			
ふん尿量(tN/年)	32,356	7,929	7,496	2,863	43,703	20,175	10,199	3,262
(kgN/ha)	77				82			

注)*:飼養頭数の項目(羽数は×1000)

牧草と園芸・平成7年(1995年)9月号

目次

第43巻第9号(通巻511号)



莢がスリムで長く、L規格でも高品質のL穫り専用の新しい高級いんげん「ベストクロープ・キセラ」

- <府県向> 秋播き草地混播例.....表②
- 効果的なふん尿処理の条件.....原 令幸... 1
- 牧草の質・量の向上で牛乳生産コストを低減.....兼子 達夫... 5
- <土づくりシリーズ①> 土壌微生物セミナー (I)
生産力との関連を中心に.....沢田 泰男...11
- 北海道における話題の根菜の土壌病害
ダイコンのバーティシリウム黒点病.....田村 修...15
- 雪印の高級いんげん「ベストクロープ・キセラ」「スノークロープ・ネリナ」.....表③
- <雪印キルン方式> 堆肥発酵機・沃野.....表④

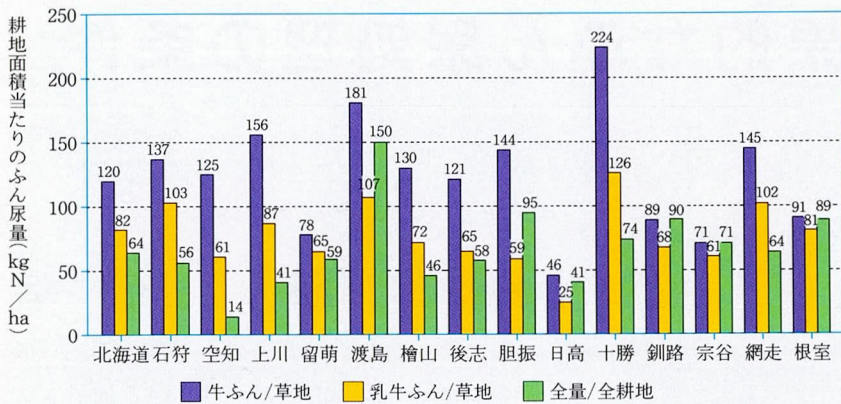


図1 ふん尿量 (北海道 1992)

外利用が必要となっている(表2, 図1)。豚や鶏では耕地を持たないため、ふん尿処理は乳牛より更に難解となっている。

ふん尿を効果的に処理するには、ふん尿の発酵や圃場での利用法はもちろん、貯留槽などの施設・機械設備や運転方法、運搬・散布方法、経費、労力などが総合されたシステムが必要である。システムは無人化された高度なシステムから簡易な方法まで多様な方法があり、経営にあった処理方法を選択すればよい。

2 ふん尿処理

対象とするふん尿が固形あるいは液状にかかわらず、堆肥とは家畜ふん尿や作物残さに変化し、

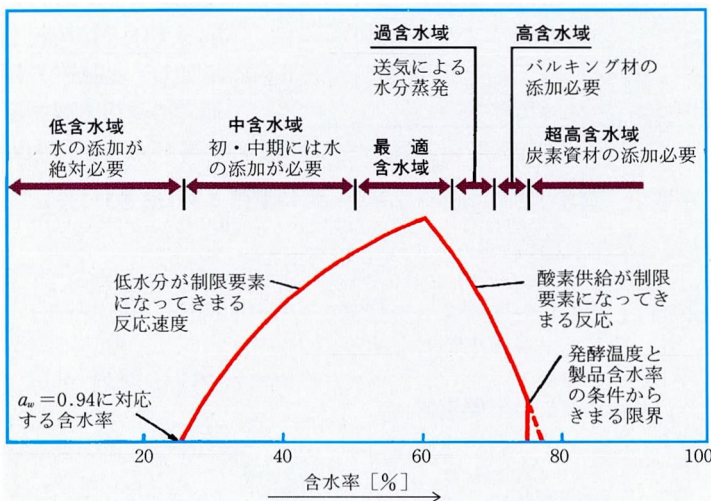


図2 コンポスト化速度と水分 (1993 藤田)

作物に害を与えず、悪臭がなく、取り扱いが容易になった有機質肥料のことである。家畜ふん尿にはたんぱく質、でん粉、脂肪、未消化繊維など好気性微生物が必要とする栄養分が多く含まれており、条件が整えば発酵が始まる。発酵理論はほぼ確立されており、実際にはふん尿条件を整え、

いかに理論どおりの発酵をさせるかが求められている。堆肥化はいわば「水分と酸素の制御」であり、このためには、条件に適合するような処理が不可欠となる(図2)。その他に、発酵にかかわる要因としては原料の種類、水分、有機物含量、C/N比、pH、空隙の大きさ、材料温度、酸素濃度、発酵槽の大きさ、保温、切り返しなどがある。

実際の堆肥化では、水分調整が最も困難である。バークリーナでの尿抜きを徹底し、水分調整に麦稈、オガクズ、乾草などで通気性の改善が必要である。水分が70~75%で発酵が始まるが、この水分まで低下させるには資材量が非常に多くなる。敷料は価格が高く、量の確保が困難となっており、糞がらやそばがらなどの農業残さ物やその他の資材(小木や刃材の加工)の利用法の検討が必要である。敷料として火山灰や砂が利用されているが、発酵困難、沈澱、機械類の摩耗など不利な点が多い。良好な発酵が終了した堆肥は細菌や雑草種子が死滅し、農地に有効な資源となる。

3 施設・機械

1) 堆肥盤・堆肥舎

バークリーナから排出されるふんを堆肥盤に貯蔵する場合、乳牛のふん量50kg/日、貯蔵期間180日、高さ1mに積むとすると、堆肥盤の面積は1頭当たり最低9m²必要となる。ふん尿



写真1 堆肥舎（ふん尿量に応じて増設されている。建設費の安いビニールハウスも利用されている）

施設の調査では十分な容量がある農家も見られたが、大半は5 m²と約半分である。実際には、ふん水分が高いため、高さ1 mに積めないし、切返しを考えると更に広い堆肥盤面積が必要である。尿溜では尿量20 kg/日、180日貯留とすると、容量は1頭当たり最低3.6 m³が必要であるが、実際には1 m³程度と容量は堆肥盤より不足している。

堆肥盤は価格が安く取り扱いも簡単であるため広く利用されているが、発酵制御が困難で、床や壁からの排汁流出、雨水混入の防止、空気接触面積の増加策などが必要である。堆肥舎は堆肥盤に屋根を設けた施設で、堆肥盤より施設費が高いが、今後必要な施設である。堆肥舎には従来より優る排汁の除去と通気を兼ねた床や壁構造の設置が好ましい。尿溜はコンクリート製が多く、耐久性はあるが高価である。安価な資材や取り扱い易い構造の検討が行われている（写真1）。

2) 固液分離

ふん水分を低下させる方法として、機械で固液分離を行う方式があり、スクリュープレス式やロープレス式が多く利用されている。固液分離には敷料の少ないスラリーが適しており、分離された固形物の水分は70~75%、毎時処理量は10 tで、固形物のかさ密度は0.3~0.6程度であるため、分離後の固形物の発酵は円滑である。今までに、スラリーの粘度および混入している敷料の量や長さはポンプで汲める状態であること、砂や火山灰などが混入すると耐久性が著しく低下すること、ふん尿の性状により分離精度や能力が大きく異なることなどが明らかになっている。固液分離機の



写真2 固液分離機の利用と一時貯蔵舎。簡易なビニールハウスでの貯蔵、1週間くらいで堆肥舎へ運搬

利用にあたっては、ふん尿量、処理能力、運転方法、経費、敷料の量や状態、分離された固形物の水分とかさ密度、価格、将来方向、分離液の貯留施設や処理法の検討が必要である。また、寒地での使用条件、耐久性、取扱性、経費などが検討されている（写真2）。

4 運搬・散布

初春、晩秋や牧草収穫後に尿やスラリーを圃場に散布するが、飼養頭数100頭、ふん尿量60 kg/日、貯留日数180日とすると、スラリー量は約1,000 tとなる。容量6 tのスラリースプレッダで1日に18台程度散布すれば10日で作業は終了する。しかし、降雨によるスラリー量の増加、攪拌などの前処理時間と労力、飛び地など運搬距離が長くなると1日の散布量が減少するため、年2回散布では約1か月間もスラリーを散布していることとなる。このため、近くの圃場に集中的に散布するといったことも生じる。

運搬・散布はタンク容量が6 t程度のスラリースプレッダが利用されているが、1日当たりの処理量が少ない。容量が10 tと大型の機種も利用されているが、トラクタのサイズや傾斜地など圃場条件の検討が必要である。遠距離運搬・散布の高効率化を狙ったスラリーローリ、無人散布が可能なレインガンなども利用されているが、経費や散布時の取り扱いに注意が必要である。運搬・散布労力が大きな問題となっており、効率的な運搬・散布法が求められているが、研究途中である。また、散布作業能率を向上させるため、貯留槽周辺環境

や通路などの整備により散布能率の向上を図ることも大切である。

5 曝 気

液状ふん尿の発酵は基本的な原理は堆肥と同じであり、通常曝気により行われ、発酵には有機物濃度、酸素、温度の条件が満たされなくてはならない。曝気機は表面曝気と水中曝気があり、散気式エアレータ、垂直軸エアレータ、機械式水中攪拌・ポンプ循環式エアレータなどがある。曝気に要する動力は固形物濃度により異なり、固形物濃度が6%程度では80 W/m³程度必要とされているが、実際には10~30 W/m³程度と少ないため、うまく稼働している例は少ない。固形物濃度が8%程度と高くなると極めて大きな動力を必要とする。曝気と同時に攪拌を十分行うため、攪拌のための流速も0.3 m/s程度必要とされている。また、消泡、脱臭やアンモニア回収も必要である。曝気機の実績にあたっては固形物濃度、動力源、泡の大きさ、槽サイズや深さ、経費などの条件に合わせ選択し、効率は最低1 kgO₂/kwh程度は必要であろう。溶存酸素量は固形物の割合が低いほど良いとの結果が報告されており、上限は6~8%程度と考えられている(図3)。曝気時間をどの程度取る必要があるのかが問題となるが、ふんの固形物濃度、温度、曝気機の性能、曝気槽の条件などにより異なり、有機物分解率が50%程度、pHが8~9程度がおよその目安となっている。しかし、曝気によるアンモニア揮散による大気汚染が指摘され、利用を勧めていない国もある。貯留槽の大

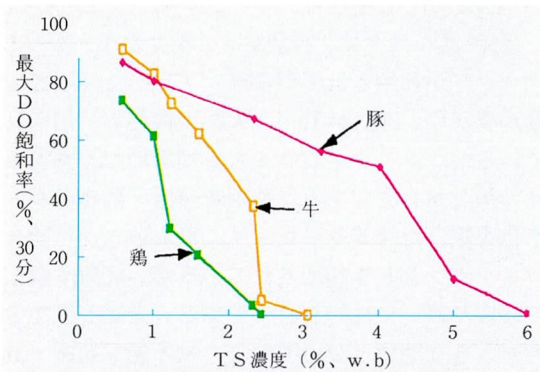


図3 各スラリーのTS濃度と最大DO飽和率の関係(1994 松田)

きは電気容量でほぼ決まるため、大容量の曝気槽は推薦できない。また、液温が下がらないような保温も必要である。大型の貯留槽は貯留期間、ふん尿量に応じて決めるが、腐熟した液状ふん尿でも貯蔵中に嫌気状態となるため、曝気・攪拌装置の設置が必要である。

6 おわりに

現在、水質汚染や悪臭などの苦情が多いふん尿は「環境に最も影響の少ない処理」が求められている。立地条件、労力、経費などを考慮しながら、ふん尿処理方法を選択することとなる。ふん尿処理は技術的には未解決の問題が極めて多く、単一の技術が秀でて解決しないため、経営や諸条件の変化にも対応できる柔軟なシステムが必要である。北海道の酪農は豊かな草地で営まれている。この草地を最も適したふん尿処理施設として利用すべきである。つまり、土地に有効に利用できるふん尿を作ることが第1歩である。経費はかかるが処理がうまくいけば、牛舎周辺環境や衛生状態の改善、肥料の減肥、乳牛の衛生状態の改善など大きな利点がある(図4)。また、パドックや牛乳処理室の洗浄水処理、ラップフィルムなどふん尿以外の分野にも問題点が残されている。

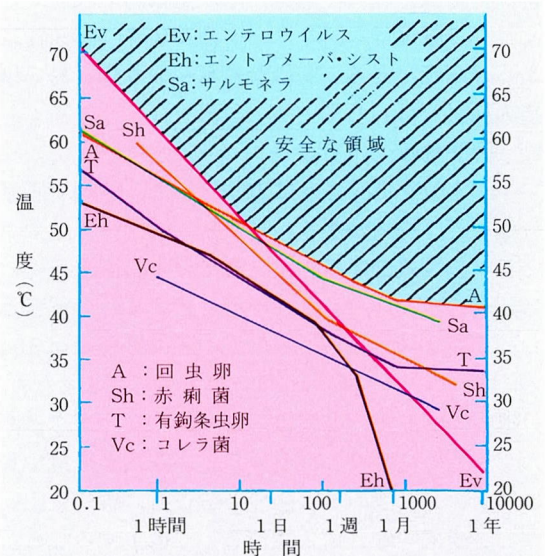


図4 各種微生物を不活性化する温度と暴露時間 (Feachemら 斜線は安全域)