

特集1 畜産環境問題の現状と対策

循環型社会へ向けた畜産環境保全について

農林水産省畜産試験場 飼養部 汚染物質浄化研究室長 羽賀清典

1 廃棄物と資源

農業は、多くの有機性廃棄物を飼料や肥料などの用途で循環利用してきた。いつのまにか有機資源として利用されている廃棄物も多い。ビートパルプやビールかすなどは飼料資源となっているし、油かすや魚かすなどは有機質肥料となっている。廃棄物と資源との区別は難しい。今は資源であっても、循環利用されなくなれば廃棄物に変貌し、環境汚染問題を引き起こしてしまう。

表1 農業関係の有機廃棄物の年間発生推定量

種 類	水 分	年間発生推定量	処理・利用状況	
ビールかす	80%	700,000～1,050,000t/年	牛の飼料95%	
焼酎かす	94%	336,121kL/年	海洋投棄50%; 肥料19%; 飼料19%	
ウイスキーかす	76.4%	379,712t/年	飼料83.5%	
清酒かす		160,165t/年	食用100%	
オカラ	80%	744,600t/年	飼料70%; 肥料16%; 食品4%	
果汁残渣	ミカン果汁	86%	22,500～153,300t/年	飼料86.8%
	缶詰	84%	31,900～71,600t/年	飼料50.6%
	リンゴ果汁	79.7%	43,800～85,500t/年	飼料64.1%; 肥料12.7%
	モモ缶詰		4,800t/年	廃棄100%
コーヒーかす	65%	600,000t/年	工場内燃料(約10万t/年廃棄物)	
茶かす	65～70%	60,500t/年	畜舎の敷料; 堆肥原料	
醤油かす	26.5%	85,877t/年	飼料64.1%	
コーンスターチ副産物	11～53%	784,740t/年	飼料100%	
バレイショ澱粉かす	92%	776,790t/年	飼料70%; 廃棄30%	
カンショ澱粉かす	92%	258,341t/年	飼料70%; ケン酸発酵原料30%	
バーク		6,577,000m ³ /年 (比重0.7として460万t/年)	製材工場のは、焼却52%; 燃料30%; 堆肥7%; 畜舎敷料4%; オガライト用2%	
オガクズ	製材時40%	13,000,000m ³ /年 (比重0.2として260万t/年)	畜産用62%; キノコ用13%; オガライト用10%; 工業用8%	
廃オガ	50%	500,000t/年		
ビートパルプ	82%	1,208,758t/年	飼料100%	
バガス	50%	418,500t/年	工場内燃料89%; 堆肥8%; 飼料1%	
			焼却24.6%; 畜舎敷料20.9%; 堆肥	

農 産	モミガラ	11.7%	2,366,408t/年	20.1%; 暗渠資材12.2%;マルチ6.31%; 燻炭 4.61%
	イナワラ	10%	11,000,000t/年	鋤込61%;堆肥11%;粗飼料11%; 畜舎敷料6.5%;焼却4.9%;マルチ 4.5%
	ムギワラ		728,000t/年	焼却37.7%;鋤込33.5%;堆肥交換 29%
畜 産	牛ふん尿	88%	49,702,000t/年	ふんは、堆肥94.8%;乾燥5%
	畜豚ふん尿	90%	21,443,000t/年	ふんは、堆肥50%;乾燥16%
	鶏ふん	78%	14,304,000t/年	乾燥64%;堆肥12%
	羽毛		167,586t/年	飼料100%
	血液		25,228t/年	飼料74.4%;あとは廃棄
	不可食内臓等		596,463t/年	飼料97.6%

注: 下記の文献を参考に著者がとりまとめたものである。

「有機廃棄物資源化大事典」, 有機質資源化推進会議編, 農山漁村文化協会, p.189~348 (1997);

「昭和62年度未利用資源飼料化特別推進事業報告書」, 中央畜産会, p.11~13(1988);
渡辺篤二, 農林水産研究ジャーナル, 17(8), 6(1994);

「廃棄物処理・再資源化技術ハンドブック」, 建設産業調査会, p.317~877(1993);
羽賀清典, 肥料, 80, 42(1998)

2 農業関係の有機性廃棄物

食品産業、林産、農産など農業に関係する主な有機性廃棄物を表1に整理した。食品産業廃棄物は主に飼料に利用されているが、焼酎かすは廃棄する割合が高く、コーヒーかすは燃料利用、茶かすは畜舎の敷料利用が多い。林産廃棄物のバークは焼却されているものが多いが、オガクズは主に畜舎の敷料に利用されている。農産廃棄物では、焼却されたり、イナワラのように鋤き込まれるものも多いが、一部は堆肥の原料となっている。

3 代表的な堆肥資源の家畜ふん尿

表1の廃棄物量の中で、家畜ふん尿量の年間発生量は約8,450万tと桁違いに多い。家畜ふん尿以外で1,000万tを越す廃棄物は、イナワラしかない。家畜ふん尿量はここ数年、家畜飼養頭羽数の停滞によって、むしろ減少気味である(図1)。また、家畜ふん尿は堆肥化されている割合が他の廃棄物に比べ高く、代表的な堆肥資源といえるであろう。

農業以外の有機性廃棄物として、発生量が多いと考えられるものに下水汚泥がある。水分の多い下水汚泥として排出されるのは2億3,700万m³に上るが、脱水・焼却などの処理後に最終処分されるものは約230万m³程度しかなく、そのうち有効利用されるものは約57万m³であり、堆肥資源としては数万tと多い量ではない。

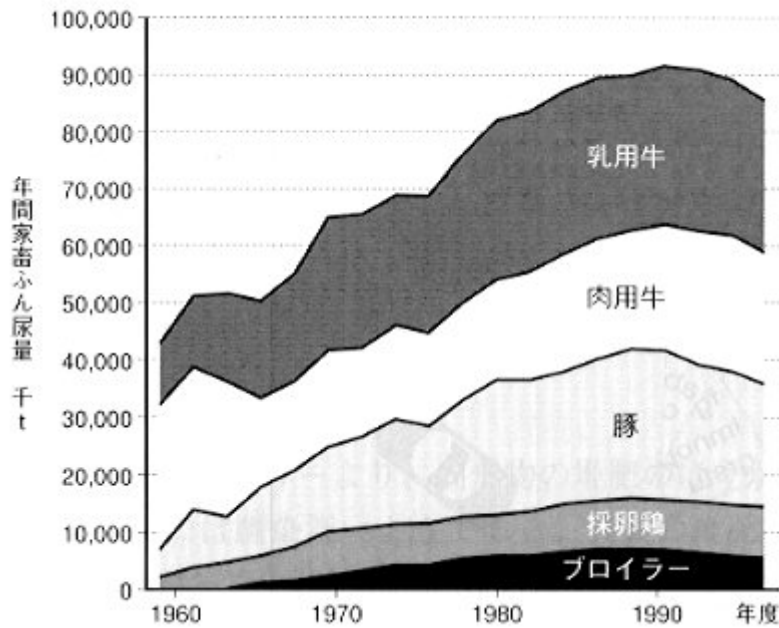


図1 家畜ふん尿の総排出量の年次変化

4 生産物量に対する廃棄物量の比率

生産物量(畜産食品量)に対する廃棄物量(ふん尿量)の比率が高いのが畜産の特徴である(図2)。他の廃棄物ではそれほど比率が高くない。イナワラは玄米量の約1.1倍、モミガラは玄米量の約25%(0.25倍)、ビールかすはビール生産量の約13%(0.13倍)、オカラは原料大豆の約1.4倍である。

畜産業は廃棄物が多い産業だと非難しているのでは決してない。産業には、その産業特有の廃棄物量があり、生産物量に対する廃棄物量の比率は宿命的なものである。言えることは、畜産業の廃棄物処理は他の産業に比べて大変だということである。困難なふん尿処理に一生懸命取り組み、高品質・高栄養の畜産食品を国民に供給すべく真摯に努力している畜産業を、消費者はもっと暖かい目で見てもらいたい。心ある畜産業は廃棄物の多さを自覚し、環境に優しい産業に脱皮しようと必死に頑張っている。

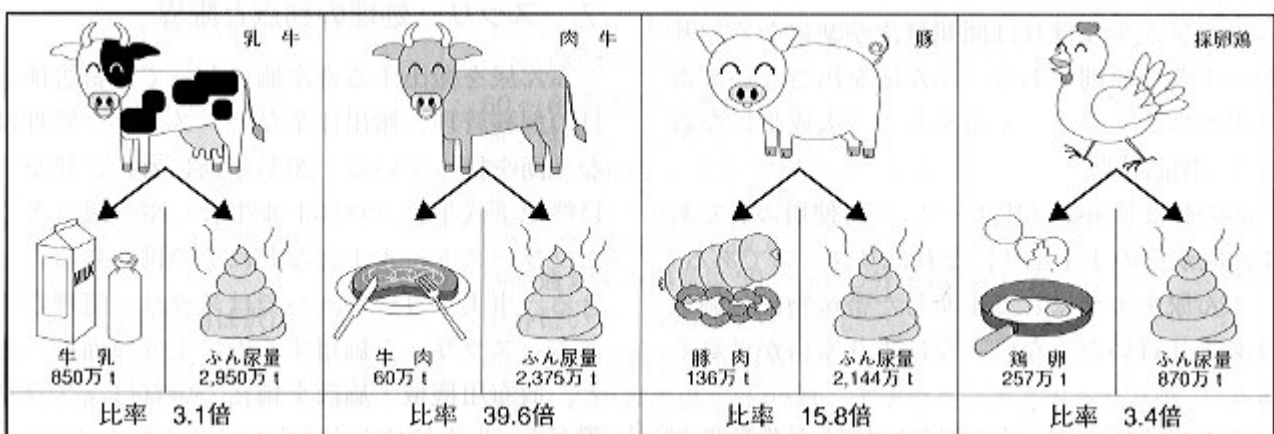


図2 畜産物量に対するふん尿の比率

5 廃棄物に関する3R

廃棄物対策には3Rの原則がある。この原則を家畜ふん尿に当てはめてみよう(図3)。1つめのRはReduction(リダクション)排出量低減のRである。廃棄物が出なければ問題は解決する。たとえば廃棄物があっても量が少なければ問題解決が楽になる。基本的かつ重要な原則である。ふん尿を出さない家畜を作り出せば、クローン家畜をしのぐ大成果になるであろう。閑話休題。

2つめのRはReuse(リユース)、再使用のRである。ふん尿がそのままエサになればリユースである。でも、ふん尿をエサにして生産した畜産物は、個人的にはあまり買いたくない。なにより家畜が可哀そうである。

3つめのRはRecycle(リサイクル)、再生循環利用のRである。臭く汚いふん尿を処理し、安全で使いやすい形に再生利用する。堆肥化など、実際的なふん尿処理にはこの3つめのRが重要である。





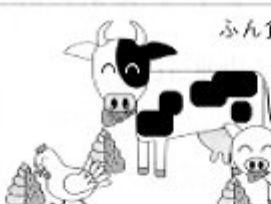





3Rの原則	3 R の 実 例		
	ふん尿  の場合	紙の場合	ビール容器の場合
Reduction リダクション 排出量低減	ふんなし家畜 	紙なし ペーパーレス 	飲まない または ビアホール 
Reuse リユース 再使用	ふん食の家畜 	裏紙使用 	リターナブルビン 空ビン回収 
Recycle リサイクル 再生循環利用	堆 肥 有機肥料 	再生紙利用 	缶ビール アルミ缶回収 

図3 廃棄物対策の3Rの原則

6 肥料資源への利用

家畜ふん尿の肥料資源利用は、古くから行われてきたリサイクル方法である。慣れ親しみ、身近で簡便なこの方法はこれからも主流であり続けるであろう。有機物不足と言われる土壤に、有機物供給源として家畜ふん尿の果たす役割は大きい。肥料資源として利用する方法には、大きく分けてスラリー利用(液肥利用)と堆肥利用がある。

7 スラリー処理の利点と限界

ふん尿を搬出する畜産側にとって、畜舎構造、毎日の飼養管理、搬出作業など、スラリー処理は便利な一面を持っている。20数年前に盛んに建築された自然流下式牛舎(ロストル牛舎)や、最近多くなったフリーストール牛舎などにその例を見ることができる。事実、ヨーロッパではスラリー処理が主流である。スラリーを施用するのに十分な面積の農耕地と、散布用機械・施設を備えていれば、スラリー処理がもっとも簡便な方法ということになる。

しかし、スラリー施用に十分な農耕地面積を持つ経営体は少ないのが、わが国の現実である。水分の多いスラリーを畜産経営以外に流通利用することは難しい。その結果、あり余るスラリーを前に途方に暮れ、環境汚染を誘発することになる。十分な農耕地面積を持たない経営体では、スラリー処理は適用できない。

8 堆肥化処理の利点

水分の多いスラリーより、固形物の堆肥のほうが、利用する側には馴染み深いようである。良質の堆肥ならば、耕種農家などに流通利用が可能である。

堆肥化処理を採用する場合、畜舎から搬出するふんの水分をできるだけ少なくしたい。ふん尿の水分について、3Rの1つめのR(リダクション)である(図3)。畜舎でふんと尿を分離する、敷料を使用する、飲水器を改良する、畜舎内で予備乾燥をする等々、堆肥化原料の水分を減らすために

色々な工夫がある。

堆肥化の重要なメリットが二つある。一つは、使用者にとって取扱い易く、安全な堆肥を作れることである。生ふんの汚物感をなくし、病原菌などを死滅させ、サラサラして水分が少なく、悪臭はなく、土の香りのする堆肥は魅力的である。二つめのメリットは、施用する土壌や作物にとって安全で有効な有機質肥料を作れることである。生ふん中の有機物が腐熟し、有害物質や雑草の種子などは分解・死滅し、肥料成分をほどよく含む堆肥が生産される。

9 堆肥化の基本6条件

家畜ふん尿の堆肥化を順調に進行させるためには、好気性微生物の活動条件を整備する必要がある。その条件として、栄養分、空気(酸素)、水分、微生物、温度、時間の6つがあげられる(表2)。

条件の中でも、とくに水分調整による通気性の確保が重要である。水分調整方法には、副資材(オガクズ、モミガラ、戻し堆肥など)を混合するか、ハウスで予備乾燥する方法などがある。堆肥センターが副資材を畜産農家に供給し、水分調整されたふん尿を回収するシステムもある。また、クリプトスポリジウムや病原性大腸菌O-157問題がいわれている昨今、高温処理によってそれらを死滅できる堆肥化処理の利点は重要である。衛生的な堆肥になってこそ循環利用が考えられる。

表2 堆肥化条件の目安

条 件	目 安
1. 栄養分は十分にあるか	十分にある。BOD数万mg/kg以上が目安。 C/Nは窒素過多。
2. 水分は適当か	60～65%程度に調整する。 通気性の良くなるような水分。 容積重0.5kg/Lにできるだけ近づける。
3. 空気(酸素)は十分に送られているか	通気性が良くなるように堆積する。 攪拌または時々切り返す。 強制通気する場合は50～300L/分・m3が目安。
4. 微生物は沢山いるか	十分にいる。戻し堆肥で十分。
5. 温度は上昇しているか	60℃以上で数日間が目安。
6. 時間をかけているか	家畜ふんのみの場合は2ヵ月、イナワラ、モミガラなどの作物残渣を混合した場合は3ヵ月、オガクズ、バークなど木質資材を混合した場合は6ヵ月が目安。

10 堆肥の流通利用

いくら良質の堆肥を生産しても、流通利用されなければ持ち腐れである。流通利用のポイントを5つ上げてみた(表3)。第1に堆肥の需要と供給の情報を普及させることである。農政局や都道府県市町村単位で需給者名簿が整備されつつある。パンフレット等による広報宣伝も重要である。そのときに、第2に堆肥の品質・成分を明示することである。第3に輸送・配達・散布体制の整備である。畜産側と耕種側の分担が円滑にいくようにしたい。予約申し込みと配達を取り入れることで成功している事例もある。輸送用トラックと散布用マニュアルスプレッダの両用機械も開発されている。第4に耕種側にも堆肥舎を整備し、堆肥の貯蔵・再調製を行えるようにすることである。耕種側も自分の有機質肥料は自分で調製することが必要である。このとき、畜産側は堆肥の原料供給を行う。第5に堆肥を利用した栽培技術の普及・見直しも、温故知新の意味でも重要である。

表3 堆肥の流通利用に関する5つのポイント

ポイント	具対的な方策
1. 堆肥の需要と供給の情報の普及	需給者名簿の整備、広報宣伝、 両者のコミュニケーションの機会を作る、

	ネットワークシステム、 既存組織の活用
2. 品質・成分を明示	公共的な分析サービス、 袋への成分表や利用方法の印刷、 品質の安定、 ニーズに適応した品質
3. 輸送・配達・散布体制の整備	予約申込と配達、 畜産側と耕種側の友好的かつ円滑な分担、 輸送散布両用機械の開発、 既存組織の活用
4. 耕種側にも堆肥舎を整備	貯蔵施設の整備、畜産側は原料供給、 自らの有機質肥料を自ら調製する
5. 堆肥を利用した栽培技術の見直し	堆肥を利用するメリットを明らかにする、 化学肥料との共存

11 堆肥の他用途利用

堆肥の農業以外の用途も考える必要がある。例えば、道路法面や公園造成などの土木工事、ゴルフ場、都市園芸業者、家庭菜園などが考えられる。道路法面の緑化資材に現在利用されているのは主に肉牛ふんのバーク堆肥である。緑化資材に要求される条件は、適度の粒径があつて粘性が少なく、化学的に人工土壌の役割を果たし、物理的・微生物的に耐久性があり、保水性があり、悪臭がなく、必要な量を必要な時に供給でき、堆肥の品質基準が整備されていることなどがあげられる。このような条件を満たす緑化資材の供給源として、木質系材料であるバーク堆肥を大量に生産している農家や堆肥センターなどがある。今後、家畜ふん堆肥の農業以外の用途を考えると、先方のニーズを的確に掴むことと、品質基準の整備と保証が重要になってこよう。

12 汚水処理の必要性

堆肥を一生懸命作って成功している畜産経営でも、汚水処理に困っていることがある。とくに、養豚経営では汚水処理が必要とされることが多い。農林水産省統計情報部の最近の調査では、一定規模以上の養豚農家で、浄化槽を所有する割合は61%に及んでいる。

豚は尿の多い家畜である(図4)。ふんと尿が一旦混じってしまうと、堆肥化も汚水処理もどちらを選択しても大変になる。ふん尿混合スラリーは、堆肥化には水分が高すぎるし、汚水処理には汚濁負荷量が高すぎる。かといって、スラリー処理に見合う農耕地面積を所有する養豚経営は稀である。対策として、畜舎内部でふんと尿を分離し、ふんは堆肥化、尿汚水は浄化槽処理が一般的な方法となっている。

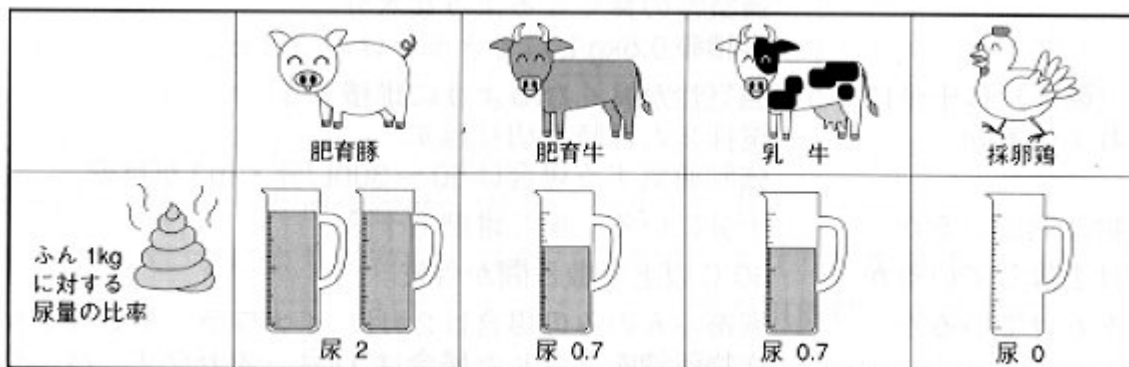


図4 各畜種のふん尿1に対する尿量の比較

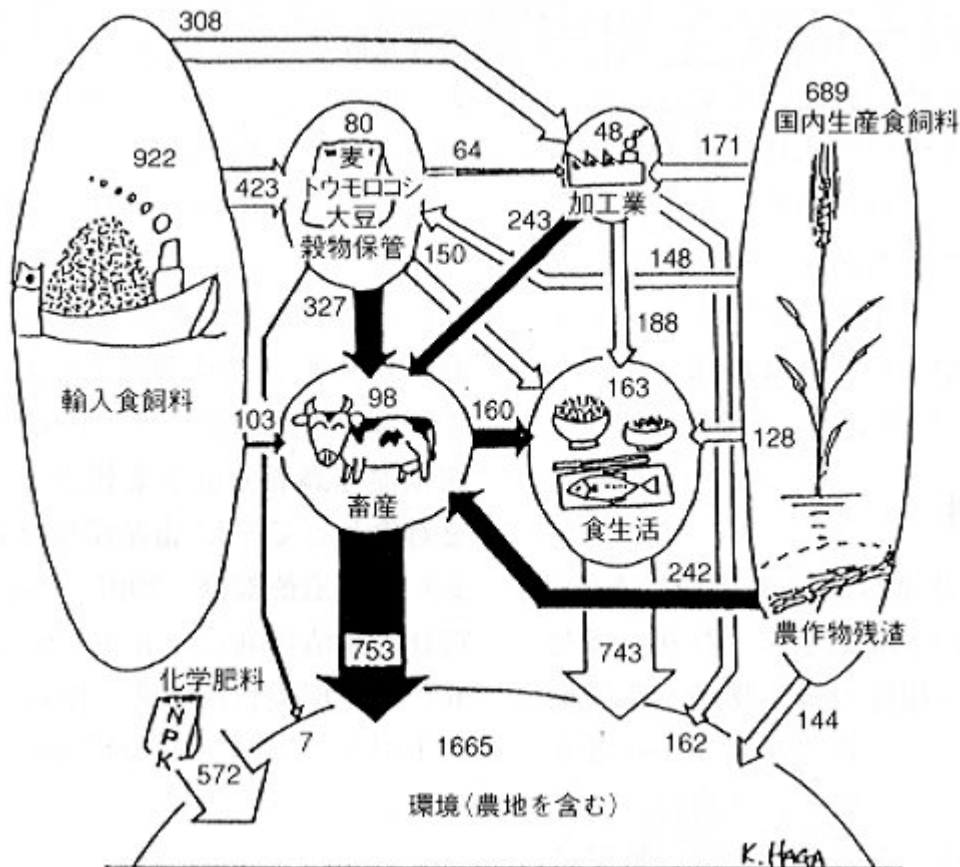


図5 わが国の食生活に関する窒素の流れ(1992年 窒素 1,000 t)
(農業環境技術研究所の袴田氏のデータから羽賀が作図)

13 大きな自然の輪の中の水循環

浄化槽は何も生産物を生み出さない非循環型処理だと考える向きもある。そのため、汚水の処理水を畜舎の洗浄水などに循環利用する試みもいくつかみられる。しかし、循環利用していくうちに塩類濃度が濃くなって汚水処理施設の運転に支障が出たり、硝酸塩濃度の高くなった処理水を豚が飲んで硝酸塩中毒にかかった例も報告されている。

畜舎洗浄水への利用のような小さい輪の循環に利用も大切だが、水循環をもっと大きな自然の循環を考えていいのかも知れない。わが国は降雨量が世界でも有数の多い国である。浄化槽で処理し、排水基準を満たし、環境汚染の心配がなければ河川へ放流し自然にもどす。自然の浄化作用を経た新鮮な水を家畜に供給する。そんな大きな自然の輪の中の水循環を考えることも重要であろう。

14 大きな水循環に貢献する浄化槽

わが国では、古くから、すべて水に流すという慣習があった。嫌なこと、忘れたいことも水に流してきた。汚水をそのまま河川に流し、河川を下水道がわりに利用していた時代が長く続いた。その結果、多くの河川をドブ川にした。これは、大きな自然の輪の中の水循環を無視し、浄化能力以上の汚染物質を放流したからである。

最近では、下水道や浄化槽の普及、環境意識の向上によって、一部の河川を除いて水質は改善されつつある。人間の努力によって自然の健全な水循環が戻ってきた。浄化槽は自然の水循環に水を戻すときには必須な装置なのである。浄化槽はマイナス投資だという意見もある。しかし、それは地球全体の大きな水循環に投資している装置なのである。

15 試験研究の重要性

家畜ふん尿処理技術の基本は物質循環論である。魔法じみた箱が1日くらいで堆肥を作ったり、はたまたふん尿を消滅したり、超能力微生物がふん尿を急に無臭にしたりすることは、物質循環論から考えると甚だ疑問である。家畜ふん尿という物質が、そんな簡単に堆肥になったり、なくなったり、無臭になったりしないことを、試験研究の現場で、厭というほど経験しているからである。

物質の動きや変化(物質循環)を科学的にとらえるために、試験研究は大切である。その点、畜産環境整備機構における畜産環境技術研究所の充実は時宜を得た判断である。畜産農家に対して、リース事業によってハードを整備し、研究所がソフトのサービスやアフターケアを行い、それらを支えるのは現場で役に立つ試験研究である。この方向は畜産環境保全と家畜ふん尿の資源活用に明るい展望を見いだすものと確信している。

16 わが国の窒素循環を左右する畜産

今、窒素は環境に過剰なようである。地下水の硝酸塩汚染などにその結果が現れている。図5にはわが国の食生活に関係する窒素の流れを示した。環境への窒素の負荷量では、化学肥料、畜産、人間の食生活の3つが大きい。どれも原料は海外輸入に依存している。産業上も環境上も、わが国の窒素循環を左右する畜産の責任は重い。

参考文献

- 1) 中央畜産会(1987)「堆肥化施設設計マニュアル」, 中央畜産会, 238pp.
- 2) 羽賀清典監修(1996)「マニュアル・マネージメント」, デーリイマン社, 東京, 299pp.
- 3) 有機質資源化推進会議編(1997)「有機廃棄物資源化大事典」, 農山漁村文化協会, 東京, 511pp.
- 4) 畜産環境整備機構(1997)「堆きゆう肥新規需要開拓促進調査分析事業報告書—道路法面等土木工事を対象として—」. 畜産環境整備機構, 116pp.
- 5) 西尾道徳監修(1997)「環境保全と新しい畜産」, 農林水産情報協会, 東京, 288pp.
- 6) 畜産環境整備機構(1998)「家畜ふん処理・利用の手引き」, 畜産環境整備機構, 東京, 202pp.