

## 米国25年振りの畜産環境規制改正を追う(その4) 畜種別飼養管理方式と環境汚染対策の現状(酪農・肉用牛)

(財)畜産環境整備機構  
参与 渡邊昭三

### 3)酪農部門

現行の「排水制限ガイドラインと標準」は700頭以上の乳牛(泌乳牛と乾乳牛)を囲い込み飼育する経営体に適用されている。酪農場の乳牛を囲い込み飼育する施設地区には特に植生を持たない。農場全体としては「酪農排水ガイドライン」が適用されない家畜と農業経営すなわち放牧、牛乳加工、作物栽培等が行われている。

#### (1)酪農経営体の規模と地域的分布

1988年から1997年にかけて米国の酪農場と乳牛の数は減少したが、牛乳の生産量は増加している。飼料給与、衛生、一般管理の改善が乳牛が減少しても毎年牛乳の生産を増加させてきた。1988年以来全米乳牛頭数は10%減少し、全国酪農場数は43%減少したが、このことは酪農部門の整備統合が進んでいることを示している。

1993年から1997年の間搾乳牛200頭以下の経営体数は減少したが、一方200頭以上の農場数は増加した。表8は1997年の酪農場の規模と地域的分布を示している。

表8 1997年における酪農場の規模と地域的分布

地 域	規 模(搾乳牛頭数)と 経 営 体 数				合 計
	0~199	200~349	350~700	>700	
中 央 部	9,685	593	433	404	11,115
大西洋岸中部	32,490	870	487	81	33,928
中 西 部	39,685	943	497	90	61,215
太平洋岸	2,875	723	725	786	5,108
南 部	5,001	253	170	84	5,508
全 国	109,736	3,381	2,312	1,445	116,874

1997年センサスでは、全ての規模を通じて酪農場数は116,874であり、ウイスコンシン州が最も多く22,576(19%)、次にペンシルバニア州が10,920(9%)、ミネソタ州が9,603(8%)、ニューヨーク州が8,732(7%)であった。上位10州の規模別農場数では、700頭以上の酪農場はカリフォルニア州が最も多く46%を占め、200~700頭クラスではカリフォルニア、ニューヨーク、ウイスコンシン及びテキサスの諸州が多い。

#### (2)米国酪農の新しい生産様式

米国酪農の生産様式は、我が国にもよく紹介されているので、全般については割愛するが、新しい経営体のあり方として専門型乳用若雌牛育成農場がある。10~15%の乳用若雌牛が子の方式で育成されているといわれる。これらの経営体は特定酪農経営体と契約若雌牛を育成しているものが多い。気候の温かな州では放牧方式、寒冷州では囲い込み飼育が行われる。一方酪農場は育成部門を切り離すことで、既存の施設で搾乳牛頭数を25%増加することができる。

### (3) 乳用牛管理施設

搾乳牛の管理には、フリーストール、ドライロット、タイストール／スタンション、ルースハウジング及び放牧地がある。ドライロットは我が国では見られない方式で、屋外の囲い込み飼育し、十分運動ができる面積をもつが、放牧は行わない。ドライロットの農場設計は、農地の面積、気候条件により決定される。搾乳機器等は屋内に施設されている。

1996年の農務省報告によると、搾乳牛舎の床は平滑コンクリート41.6%、溝付コンクリート27.2%、表面加工コンクリート16.2%、土5.8%、その他1.5%、すのこコンクリート0.8%、放牧6.9%である。

同じく、搾乳牛の敷料の種類は、わら類／乾草66.9%、木質系製品27.9%、ゴムマット27.0%、コーンコブあるいは茎12.8%、砂11.2%、細切新聞紙6.7%、マットレス4.7%、その他3.7%、堆肥2.4%、ゴムタイヤ1.0%である(重複解答)。

### (4) 乳牛排せつ物管理方式

乳牛の排せつ物は、一般にその物理的性状(固形物、スラリー、あるいは液体)に基づいて管理システムが決まる。大部分の酪農場では液状(湿式)と固形(乾式)の両方の管理システムを持っている。固形分が20~25%の排せつ物は通常固形物として取り扱うことができ、10%以下では液体として取り扱う。

乾式システムでは、排せつ物は定期的に収集され、雨水や表流水が接触しないように貯蔵される。固形物として扱えば取り扱い体積は最小ですむ。

スラリーあるいは液体システムでは、通常フラッシングシステムの水や固液分離システムの流出液、あるいはラグーンの上澄液で希釈される。乳牛の排せつ物あるいは液体として取り扱われ貯蔵される場合には、搾乳センター排水もポンピングを容易にするための希釈液として排せつ物と混合する。もし排せつ物を貯蔵場所に移送するのに重力式がとられている場合には、搾乳センター排水は畜舎の収集するところで排せつ物に加える。液体システムは通常労働コストが安いので大規模酪農場に多く導入されている。また、大規模酪農場では自動化フラッシングシステムが多い。

#### a 排せつ物収集

乳牛の排せつ物の収集法は、酪農場の管理の仕方によって決まる。乳牛は部分的にあるいは全期間、あるいは季節的に囲い込み飼育される。前述のごとく牛舎、ドライロット、見るキングパーラー及びその他、牛群が給飼・給水される飼育場所に排せつ物が集積する。雨の多い天候下では、屋根なしの場所から固形物として回収・貯蔵することは困難である。しかし毎日収集すれば、屋根のある堆肥舎に敷料と混合して回収貯蔵が可能である。乾燥気候下では、回収時期に柔軟性をもたせて、屋根なしの場所から排せつ物は固形物として回収することができる。

次の方法が酪農場で排せつ物収集に使われている。

- ・機械式／トラクタースクレーパー: 牛舎や日陰構造の排せつ物と敷料は通常トラクターあるいは機械式チエン牽引スクレーパーで収集される。乳牛200頭以上の経営体の85%は、機械的あるいはトラクタースクレーパーを利用している。トラクタースクレーピングは、この方式がフリーストールやルースハウジングと同様に、畜舎外も清掃できるのでよく利用されている。一つあるいは複数のブレードを持つ機械式通路スクレーパーは、1回の行程で通路全体を掻きとることができる。ブレードは通路中央の溝の中に設置してあるケーブルあるいはチエンで牽引される。タイマーが1日2~4回スクレーパーが走行するようにセットされるか、あるいは寒地ではブレードが床に凍りつかないように連続的に走行させる。スクレーパーは毎日の労働を節約するが、腐食と劣化による高い維持費がかかる。
- ・フラッシュシステム: コンクリート床の排せつ物はフラッシングシステムを用いて収集することができる。大容量の水が舗装床の頭首に導入され、滝のように流れる水が排せつ物を取除く。フラッシュ用水は貯蔵タンクあるいは大容量のポンプで導入される。フラッシュ用水量は、フラッシュをかける場所の広さと傾斜により決まる。フラッシュ用水量は再利用によって節約される。しかし、ミルクパーラー区画を清掃するには新鮮水のみを使う。フラッシングシステムは、200頭以上の規模のフリーストールバーン飼育をする傾向の増加に伴い利用が増加している(27%)。このシステムは200頭以下の酪農場では少ない

(5%以下)。またこのシステムは暖地の酪農場でより多く使われている。

- ・ガッタークリーナー/重力式ガッター:ガッター(ふん尿溝)クリーナーあるいは重力式ガッターは、舎飼い繋ぎ乳牛舎で多く用いられている。ふん尿溝は通常16~24インチ幅で深さが12~16インチで底面は平坦である。シャトルストロークあるいはチェンとフライトガッタークリーナーが通常ふん尿溝を清掃するのに用いられる。搾乳牛100頭以下の酪農場の3/4(74%)と100~199頭の規模の1/3がガッタークリーナーを利用している。
- ・すのこ床:コンクリートのすのこ床は、排せつ物を最小限の労力で、すみやかに動物の居住環境から取除く。排せつ物が動物の動きで、すのこ床を通過して落下する。そして床下の貯留層に蓄えられるかあるいは重力流下径路、フラッシュシステム、機械式スクレーパーで取除かれる。すのこ床下の貯留槽に排せつ物及びミルクセンターの排水を貯留することは、排せつ物の収集、移送、貯蔵を組み合わせることになる。

#### b 移送

通常排せつ物を移送する方法は、その物理的性状(特に粘性)に大きく依存している。液体とスラリーは開放流路、パイプ、そして液体タンク車で移送できる。必要に応じて、ポンプは液体とスラリーを移送することができる。しかし、排せつ物の固形分含量が高くなるほどポンプ移送は困難になる。

固形物と半固形物は、機械式コンベアあるいは固形排泄物散布機で移送できる。スライヤーは重力を使って大口径のパイプ、ピストンポンプ、あるいは空気圧で移送することができる。重力システムは操作経費が安いので好まれる。

#### c 貯蔵と処理

酪農施設から収集された排せつ物は、敷地内の貯蔵、処理、利用あるいは処分する場所に移送される。酪農排せつ物の典型的貯蔵場所は地上あるいは地下のタンクと貯留池である。

- ・固液分離:通常酪農場の排泄物の処理法は固液分離である。  
機械式あるいは重力式の固形分分離機が液状排せつ物系から粗い固形分を除去するのに使われる。この分離操作は貯留施設に入る固形分の体積を減らし、貯留施設の容量を増加する。分離施設での液体のフラッシング用としての再利用は、灌漑用スプリンクラーの目詰まりを防ぎ、そして処理装置あるいは農地施用にまわる体積を減少させる。排せつ物のスラリーは固定スクリーン、振動スクリーン、圧縮あるいは遠心分離のような機械的分離装置で分離される。これらの方法では相対的に水分の少ない固形分を回収できる。重力による沈積も固液分離に用いられる。
- ・嫌気性ラグーン:もう一つの酪農場の排泄物を処理する技術は嫌気性ラグーンである。嫌気性ラグーンは排泄物を安定して最終産物まで分解する生物的処理システムである。嫌気性ラグーンの利点は微生物に固形物を分解させる長い貯留期間が可能なことである。欠点は急激な温度変化と負荷率に敏感なので、環境的あるいは管理の変化による悪臭の発生である。  
嫌気性ラグーンは、その構造設計、適正負荷容量と通常の雨水及び25年に1度24時間の嵐に耐えられる余裕容量、あらゆる場合に液面1フィートの余裕を残すこと及び維持管理について規定に従わなければならない。

#### d 排せつ物の最終処理方式

小型と大型(搾乳牛200頭を中心としたそれ以下とそれ以上)の大部分(99%)の酪農経営体は、家畜排泄物を最終的に農地施用で利用している。排泄物を施用できる農地と放牧地の面積は、ここの経営体で異なる。農務省では酪農経営体を、農地と放牧地の所有状況から3グループに類別している。第1類型:十分な土地を所有し、農学的に適正な施用率を超えないで全ての家畜排せつ物を土地還元できる経営体、第2類型:十分な土地を持たないので、農学的に適正な施用率で全ての排泄物を土地還元することができない経営体、第3類型:全く農地と放牧地を持たない経営体である。

十分な土地を持たないあるいは全く土地を持たない経営体は、家畜排泄物を彼等の土地に施用してくれる耕種農家と契約している。1997年の農業センサスによると、少なくとも300頭の搾乳牛を持つ酪農場の平均耕地面積は350エーカーで、放牧地の平均面積は約75エーカーである。

農務省はCAFOに該当する自己農場産出の窒素とリンの農地還元の可能性について、前述3類型の経営体について分析を行い、表9にその結果の総括を該当全酪農経営体にたす

る百分率で示している。

表9 自己農場産出の家畜排せつ物を農学的に適正な施用率で還元するのに十分な、不十分なそして全く土地を持たない酪農経営体の百分率

規模階級(頭)	十分な農地		不十分な農地		全く農地なし
	窒素施用	リン施用	窒素施用	リン施用	
搾乳牛 200~700	30	25	36	61	14
搾乳牛 700以上	37	10	51	68	22

Kellogg 2000による。

#### 4) 肉用牛部門

肉用牛肥育経営は肉用牛を囲い込み飼育あるいは12ヶ月未満少なくとも45日以上を囲い込み維持する経営体である。これらの施設地区には植物の正常生育期間中植生は全くない。(すなわちフィードロット地区は放牧施業を行わない。)しかしフィードロット施業をしている経営体は、農場経営全体としてはフィードロットの施業とは直接関係ない放牧や作物栽培といった他の家畜と農業生産を別の場所で行っている場合がある。

近年日本においても大規模な肉用牛肥育経営が起こり、外見上米国のフィードロットに似たところもあるが、経営の内容は大きく異なるので以下に説明する。

##### (1) 肉用牛経営体の規模と地域的分布

環境保護庁の「排水制限ガイドラインと標準」は1,000頭以上のと殺去勢牛と若雌牛を飼育する経営体で、動物は囲い込み飼育され、囲い込み地区では一般作物あるいは飼料作物の生育あるいは生産が行われていない農場に適用される。

肉用牛フィードロットの収容頭数は、ある時期に飼育されている最大頭数と1頭の牛に必要な飼給施設の単位スペースの数で決定される。平均的に大部分の肉用牛フィードロットは市況に合わせて年間最大容量の80-85%で操業している。加えて、大部分のフィードロットは150-270日間飼育し、毎年1.5-2.5回転する。しかし、特定のフィードロットでは年間1.0-3.5回転するものもある。例えば、フィードロットによっては作物が生育できない冬の間だけ牛をいれる。一方他のフィードロットでは、牛がより急速に肥育場を通過して行く(3.5回転)。

環境保護庁は肉用牛フィードロットの最大収容頭数を1997年の農業センサスに基づき、報告された販売頭数と推定回転数と平均収容頭数を組み合わせた次の式で推定している。

最大フィードロット収容頭数(頭)

= 販売頭数(頭)・平均収容容量(%) / 回転回数

例えば、1997年に1,500頭を販売し、1.5回の回転数で80%の平均収容率であった農場の最大収容頭数は800頭となる。

1997年に米国では1,000頭以上の収容頭数のフィードロットが2,075あった。これらの数は全フィードロットの約2%に過ぎない。環境保護庁は加えて500-1,000頭のフィードロットが1,000(1%)、300-500頭が1,000、300頭以下のフィードロットが102,000と推定している。表10はこれら規模と地域による分布を示す。予想されるように、フィードロットの数は減少し、飼育規模は大きくなっている。例えば、1,000-1,999頭規模の農場が842あるが、32,000頭以上の規模の農場は93しかない。1997年センサスでは全ての規模で106,075のフィードロットがあり、中西部地域が最も多く71,183(67%)で、ネブラスカとアイオワ州が最も大型のフィードロット(1,000頭以上)を持つ。テキサスは32,000頭以上の規模のフィードロット数を最も多く(41%)持っている。

表10 1997年におけるフィードロットの規模と地域的分布

地域	フィードロットの規模(頭)					合計
	<300	300~500	500~1,000	1,000~8,000	>8,000	
中央部	9,990	87	130	332	182	10,721

大西洋岸中部	15,441	150	34	25	0	15,650
中西部	68,235	685	810	1,236	217	71,183
太平洋岸	3,953	35	19	55	22	4,085
南部	4,381	43	7	6	0	4,436
全国	102,000	1,000	1,000	1,654	421	106,075

## (2) フィードロット施設管理

ここではフィードロット経営の施設管理に影響する要因に関して、フィードロットシステムの設計、給飼と給水、水の利用と排水の発生及び気候について記述する。

### a フィードロットシステム

牛の移動導線はフィードロット設計の重要な因子である。混雑を最小限にし、寄生虫と病気の拡散を低減し、ペン(飼育区画)の清掃を容易にして排水をよくし、動物の快適さと福祉を増進するために、フィードロットでは、車両と牛の通路を分離している。屋外のフィードロットは次の施設構成を状況に合わせて組み立てる。

- ・事務所: 通常農場に連絡する主要な道路上あるいはその近傍に位置し、トラックスケールと入ってくる飼料から分析試料をとる施設が付属する。牛輸送車は入場・出場に際し重量を測定する。
- ・飼料工場: 飼料工場の周辺は車両の通行が混雑する。適切な設計による飼料原料を受け取り、配合した飼料は円滑に給飼ペンに運ぶことができる。輸送導線を最小にするために、給飼ペンは飼料工場の近くに設置する。
- ・ペン(飼育区画): ペンは効率的な牛の移動、最適な排水条件と給餌トラックのアクセスが容易になるよう設計されている。典型的なペンは150から300頭を収容するが、面積は大きく変化する。気候により変化するが、1頭当たりのペン面積は75から300平方フィートである。必要面積は舗装部分の面積、土壌の質、排水、年降水量、凍結融解サイクルにより変化する。
- ・通路とペンの排水: 大規模フィードロットでは、牛の通路は給餌トラック通路から分離するため、ペンの裏側につくる。小規模の農場では給餌通路を牛の移動に使う。牛の快適さを保つためのペンは表流水の適切な排水をしなければならない。そのためペン内地盤の傾斜は3%が必要である。
- ・牛の積み下ろし施設: 大規模フィードロットでは、通常導入と出荷の2カ所の施設を持つ。導入施設は、受け入れ牛に標識をつけ、予防接種、内外寄生虫の処置をし、通常のペンに入れてよい健康状態になるまで待機する治療施設あるいは隔離施設を持っている。
- ・病院施設: 牛に獣医学的治療を行う施設で、治療枠場、冷蔵庫、水道、医薬品と治療用具の保管場所を持つ。約10%の牛は飼育期間中に病院施設で処置を受けている。

大部分のフィードロットは露天で、通常舗装されていない。乾燥した休息場は牛を快適・健康にし飼料効率を向上するので、経営体では排水をよくし、ペン内を早く乾燥させるため盛り土(マウンド)を利用している。露天のフィードロットでは、天候からの保護は冬のフェンス近くの風除けと夏の日よけだけである。しかし、牛の処置施設と病院施設は屋根付である。通常牛が集まる飼槽と給水場にそってコンクリートエプロンが設置される。

特に冬の天候が厳しくまた雨の多い地帯では、1,000頭規模までは正面開放の畜舎と機械式コンベア付きの給飼場あるいはフェンスに沿った飼槽が普通である。寒地の雨量の多い地帯のフィードロットではコンクリート床の囲い込み給飼舎が用いられる場合がある。これらの畜舎は必要とする土地が少なく、積雪、強風、泥、飼育ペン表流水及びマウンド維持といったフィードロットの問題点を解決している。給飼は通常機械式飼料給与槽あるいはフェンスに沿った飼槽で行われる。排せつ物はスクレーパーで掻き取り、貯蔵場に堆積される。もし畜舎がすのこ床であれば、床下に収集され、スクレーパーで掻きだされるか、畜舎の片端までフラッシュされ、圃場散布のためにポンプで汲み出される。

## b 給飼と給水

給餌場では牛は1日に2回あるいは3回給飼され、開始時体重とタイプにより通常120日から180日飼育される。一部の経営体では若い子牛を導入した場合には270日間飼育する。飼料給与方式を決定するに当たって、フィードロットでは飼育頭数、穀物と粗飼料の貯蔵庫のタイプと容量、飼料を荷下ろし、計量、混合、処理加工に必要な機械装置、貯蔵中の飼料の場所と状態を考慮する。肉用牛フィードロットでは次のタイプの給飼法を用いる。

- ・フェンスライン給飼: ペンの一側に沿い給飼槽を配置する。この方法は両側から給飼する時の2倍の長さの飼槽を必要とするが、給飼トラックが牛のいるペンに入らないですむ利点がある。フェンスライン給飼は1頭あたり6~14インチのスペースで、通常100頭以上の牛群で用いられる。飼槽は残食、混入排せつ物その他の異物を毎日取除く。
- ・機械式飼槽: 通常この飼槽は両側から牛が採食し、ペンの区画としても利用される。この方法は連続飼料配合システムのある小規模農場で多い。機械式飼槽は500頭以下のフィードロットで有効である。
- ・自由採食: 乾草スタック、水平サイロあるいはプラスチックバッグからの飼料、飼槽あるいは自由採食飼槽の穀物と混合飼料が自由採食方式となる。移動式のサイレージと穀物飼槽は200頭以下の牛群で有効である。

動物の健康と最高の生産効率のためには、24時間給水槽を利用できることが必用である。飲水量は体重と季節により、冬季の1,000ポンド当たり1日9ガロンから暑い季節の1,000ポンド当たり18ガロンの間を変動する。通常1給水場当たり200頭が適切で、必ず1ペンに1箇所が必用である。飼料加工や機械装置の清掃にも水が必要である。

## (3) 水の利用と排水の発生

管理すべき主な排水源は降雨と融雪からの表流水である。雨と融雪からの表流水はふん尿、土、栄養素、殺虫剤とフィードロットからの分解物を運ぶ。従って、汚染した排水の全量を削減するために、清浄水をふん尿、動物、飼料加工と貯蔵、排せつ物貯蔵場所に接触しないよう回避して流すことが重要である。表流水は雨の量と強度、フィードロット管理方式、土壌タイプと傾斜により決まる。表流水は回避水路、沈積池、貯留池あるいはラグーンで制御することができる。農場としては、囲い込み飼育場の面積を制限することで表流水の量を削減することができる。

通常、ペンは表流水ができるだけ早く除去され、最小限25年に1度の嵐のときにも貯留可能に設計された貯蔵池に流し込む。フィードロットでは清浄区域からの表流水と屋根水を回避して汚染表流水の量を削減している。特別に作られた畜舎だけがフラッシングのために水を用いる。この方式の畜舎は極少数しかなく、通常小規模経営体出ある。

## (4) 気候

気候はフィードロットの設計と運営に大きな影響を及ぼす。寒い気候では動物の代謝の要求量が増加し、増体を減少し正味エネルギーをより多く摂取するため採食量が増加する。異常に気温が高いと通常飼料摂取量が減少し、従って増体量が減少する。カリフォルニアでの研究では、気候に関連したストレスの影響は飼料要求量を33%まで増加する。そのため排泄物量も増加する。

寒地ではフィードロットは、通常、牛のためにある種の屋根を設ける。冬の間避難場所のある牛はない牛より早くまた効率よく増体する。雨の多い地帯では表流水が多くなるので、ペンの泥濘化対策と給餌場の舗装が必要である。暑い、半乾燥地帯では通常牛のために庇陰が設置される。乾燥気候では、1頭当たり通常75平方フィート必要とするが、一方雨の多い気候では1頭当たり400平方フィート必要とする。乾燥気候下では、埃対策のため霧スプリンクラーか給水トラックが用いられる。

## (5) 排せつ物管理方式

肉用牛フィードロットの排せつ物は、固体または液体で取り扱われる。両管理法は長所と短所がある。子牛肉生産経営体の排せつ物は液体として取り扱われる。固形排せつ物は通常分娩房と排水のよい屋外飼育場からである。半固形排せつ物は敷料を少ししか含まず、さらに液体を加えられない。固形物として扱われる排せつ物は、水分が少ないので全体積と重量が少ない。従ってその管理はより経費が安くまた動力が少なくて済む。

スラリーは固形物ポンプで取り扱える混合物となるよう十分な水が加えられている。液体排せつ

物は通常固形分が8%以下で、大量の表流水と沈積物がこれを希釈するために加えられる。液体として処理される排せつ物は自動化しやすく日常の注意も少なく済む。しかしながら、大量に加えられた水が排せつ物の堆積を増加する。結果として液体処理装置のイニシャルコストがより大きくなる。

#### a 排せつ物収集

肉用牛は未舗装の、部分舗装のあるいは全舗装の露地に囲い込み飼育され、多くの排せつ物は飼槽と給水場の周辺に落されている。フィードロットでは通常それぞれのペンの牛が出荷された後で飼育場表面から排せつ物を集める。次の方法が排せつ物の収集に用いられている。

- ・ 掻き取り(スクレーピング):これは畜舎内と屋外飼育場の両方から固形物と半固形物を収集する最も普通の方法である。固形物はトラクタースクレーパーとフロントエンドローダーで移動できる。トラクタースクレーパーは不正形の通路と屋外飼育場で利用することができる。機械式スクレーパーは通常すのこ床の下ふん尿溝で用いられ、電動ケーブルあるいはチェーンで駆動される。トラクターは問題が少なく、凍結したふん尿でもよく作業できる。しかし、機械式スクレーパーは必要労力を減減する。規則正しい排せつ物の除去は飼育場からの臭気を低減する。スクレーピングは中規模及び大規模フィードロットに多い。
- ・ すのこ床:この用語はすのこ床と穴あきあるいはメッシュの床を指し、動物の居住区から速やかに排せつ物を除去する方法である。大部分のすのこは鉄筋コンクリートである。しかし、木材、プラスチックあるいはアルミニウムも可能で、すのこ、動物、作業員、可動機械装置の重量を支持できるように設計される。排せつ物はすのこの間を落下し、床表面を相対的に清潔にする。広幅(4~8インチ)のスラット(枕木状材)を通常1.5から1.75インチ間隔で敷き詰める。
- ・ フラッシングシステム:このタイプのシステムはフィードロットからの排せつ物を自動ハンドリングができるよう水で希釈する。排せつ物を希釈することはその体積を増加し、従って、機械装置と貯蔵施設に大きな資本投資を必要とする。このシステムはふん尿を傾斜した溝から貯留施設へフラッシュするのに大量の水を使用する。貯留施設からはさらにラグーンあるいは貯留池に移される。清掃に必要な水の量は、少なくとも1日2回で1頭当たり100ガロン使用する。フラッシュ流路面の傾斜は使用水量にとって重要な因子である。この方式は大規模フィードロットには多くはない。しかしこのタイプのシステムは子牛肉生産経営で広く利用されている。

舗装飼育場では排せつ物収集は最も容易である。未舗装の飼育場では牛の移動が土壌に不透過層を形成し汚染水の深層への移動をし低減する。しかし、深くスクレーピングすると排せつ物と土壌の間に形成された汚染物質が地下水に入るチャンスを少なくする不透過を形成している中間層を破壊する。

不必要な排せつ物発生を削減するために、清浄水はフィードロット地区を回避して流す。例えば、汚染していない水は排せつ物から遠ざけてフィードロット地区から外部に流す。屋根水は排水溝、縦樋、フィードロット地区の外に排水する地下水路を使って処理できる。屋根なしの囲い込み飼育場では汚染した表流水を集めて貯留しておくシステムが必要である。舗装飼育場は一般に未舗装の飼育場より1平方フィート当たりの表流水が多い。しかし全体面積がより狭くなるので動物当たりの全表流水量はより少ない。

#### b 輸送

フィードロットから収集された排泄物はその場で貯蔵、処理、そして利用あるいは処分される。固形状と半固形状の排せつ物は、通常機械式コンベアで移送され、移動溝を押し出され、固形状の排せつ物はマニアスプレッダーで輸送される。フレイルタイプ散布機、ダンプトラックあるいはアースムーバーがこれらの排せつ物の輸送に用いられる。通常子牛肉生産経営でみられる液体とスラリーは、開放移動溝、パイプ、あるいは移動式液体輸送タンクで移送される。これらの液状排せつ物は、必要に応じ重力あるいはポンプが利用される。

#### c 貯蔵と処理

肉用牛フィードロット経営では、通常液体処理の流れから粗大な固形物を除去するため沈積池を利用する。このことによって液体の流れが貯留池に入る前に固形物の体積分を減少させ、貯留容量を増加する。貯留池は排せつ物の全量と貯留期間中に蓄積した排水を保持できるよう余裕をもって適切に設計されている。すなわち、通常の降水量から蒸発量を減じた量と25年に1度

の嵐の雨量を受け止める深さを合わせた予測液面に、さらに1フィートの余裕が義務づけられている。固形排泄物の貯蔵は単純な飼育場内の堆積(マウンド)から表流水の影響と流亡を防ぐよう設計された堆肥舎までいろいろなタイプがある。

肉用牛フィードロット経営では堆肥化あるいは排せつ物と表流水を扱うときの機械的固液分離等その他の技術が用いられている。大部分(約83%)の肉用牛フィードロットでは、排せつ物を土地施用で片付けている。

子牛肉生産経営では通常排せつ物の貯蔵と処理のために、地下式貯留槽あるいはラグーンを利用している。子牛生産経営も通常排せつ物を土地施用で片付けている。

#### (6) 家畜排せつ物の最終利用方式

排せつ物を施用できる耕地と放牧地の面積は肉用牛経営体ごとに異なる。農務省は1997年農業センサスのデータ分析により、家畜農場の排せつ物産出を推定している。一般に肉用牛経営体は、排せつ物施用可能な耕地と放牧地の面積により3類型に分類される: 第1類型: 十分は土地をもち全ての家畜排せつ物を農学的に適切な施用率を越えることなく施用できる経営、第2類型: 十分な土地がなく排せつ物を農学的に適切な施用率で還元すると余剰の出る経営、第3類型: 全く排せつ物を施用する土地を持たない経営である。十分な土地を持たない経営体、あるいは全く土地を持たない経営体は、多くの場合彼らの土地に排せつ物を施用してくれる耕種農家と契約を結んでいる。肉用牛経営体の土地所有は規模により異なり、1997年の農業センサスによると500頭以下の肉用牛経営体の平均耕地面積は550から850エーカーの間にあり、放牧地の平均面積は50から110エーカーである。

農務省が推定した全家畜経営体数に対するこれらの経営体の百分率を用いて、家畜排泄物を農学的適切な施用率で施用するのに十分な耕地と放牧地をもつ家畜経営体数を推定することができる。表11は窒素とリンの農学的に適切な施用率で施用するのに十分な土地をもつ、不十分な土地しかない、全く土地をもたない肉用牛フィードロットの百分率を示している。環境保護庁は子牛肉生産経営体の全てが十分な土地をもっていると想定している。

表11 窒素とリンの農学的に適切な施用率で施用するのに十分な土地をもつ、不十分な土地しかない、全く土地をもたない肉用牛フィードロットの百分率

規模階級(頭)	十分な農地		不十分な農地		全く農地なし
	窒素施用	リン施用	窒素施用	リン施用	
300-1,000	84	62	9	31	7
1,000-8,000	6	22	21	67	11
>8,000	8	1	53	6	39

Kellogg 2000による。

#### あとがき

米国の家畜排せつ物処理は、基本的には農場敷地が広い為に、排せつ物処理物の施用面積があり、処理施設の設置面積(地形)と時間とを合わせて許される条件を十分に生かした、低コスト技術が選択されている。技術のそのものはむしろロウテクとも言え、ハイテクを導入していないが、その管理運営を適正に行うことで環境保全の目的を達している。

しかし、一方で施用するのに十分な農用地面積を持たず、余剰の排せつ物を産出する畜産経営体が畜種、規模を通じて相当の割合で存在している。これらの経営体、特に濃密畜産経営体は自己農場外にどのように処分しているのであろうか。

一連の環境保護庁及び農務省の法律改正準備書類を見る限りでは、わが国でいう耕畜連携にあたる、自己農場外利用として販売、譲渡、散布サービス、飼料化等他用途利用の方向で処置されていると報告されている。しかし、その具体的経路や量などについては統計的に示されていない。

別に、取り扱いに容易な堆肥の現状を調査すると、環境保護庁・農務省は環境保全と新しい資



源利用、有機農業の推進から、利用促進の啓蒙を行っている。また、全国的組織としては、米国コンポストフォーラムがある。環境保護庁とコンポストフォーラムの言う堆肥は、剪定枝、都市生ゴミ、家畜排せつ物等多くの有機廃棄物を材料とした「広い意味の堆肥」である。家畜排せつ物を材料とした堆肥は「農業堆肥化」として、全国的レベルでは農務省が、畜産農場レベルの堆肥化とその流通ネットワーク等については、主力畜産州においてそれぞれ品質規制また堆肥化事業者、散布事業者の資格認定の制度を含めて推進の努力がなされている。この側面については、別の機会に報告したい。