

6. 独立行政法人家畜改良センター十勝牧場における家畜ふん尿処理の事例

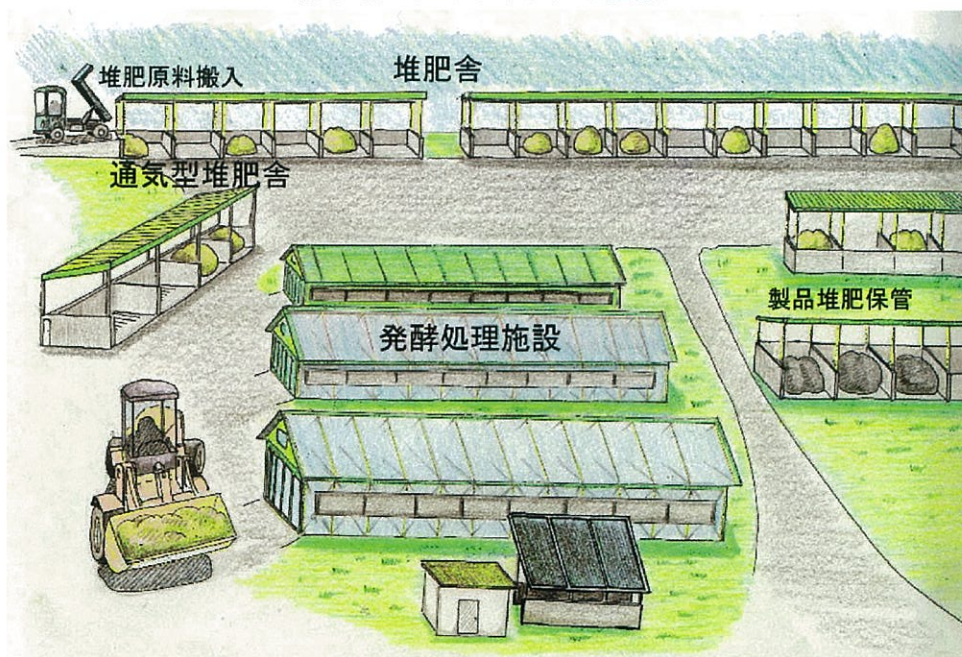
独立行政法人家畜改良センター十勝牧場（以下「十勝牧場」）は、北海道の道東に位置し、気温の最も高い8月でも平均気温25.5℃と比較的冷涼です。気温の最も低い1月の平均気温は-16.2℃で、日によっては-30.0℃となることもあります。

飼養家畜は、肉用牛、乳用種雄牛、馬（重種主体）、めん羊です。飼養形態は畜種等によって異なり、ルーズバーンから単房飼いまで様々で、用いられる敷料等の副資材も、低質乾牧草、えん麦稈、バーク、オガクズ等ですので、排出されるふん尿の性状も畜種等によって大きく異なります。

年間に排出されるふん尿（敷料を含む）は、概ね10,200トンですが、搾乳牛が飼養されていませんので雑排水等污水の排出はありません。

排出されるふん尿の処理は、適切な家畜防疫を図るため畜種毎、飼養基地毎の処理を基本として、畜種間、飼養基地間のふん尿を混合することなく堆肥化处理し、その全量を自場のほ場に還元しています。

十勝牧場における堆肥処理施設



堆肥原料を堆肥舎で一次処理 → 通気型堆肥舎へ搬入 → 発酵処理施設
(水分調整及び切り返し等による発酵) (発酵促進と水分蒸散) (発酵と乾燥)

(1) 家畜ふん尿排せつ量の算出

ふん尿の排出量は、家畜の種類・体重、給与飼料の種類・質・量・生産能力、さらに飲水量、飼養体系、季節など諸条件によって大きく変動するため、その量を正確に把握することは著しく困難です。十勝牧場では、堆肥処理施設整備に必要となる畜種別ふん尿の排せつ量の算出を表－５の数値を参考としています。

表－５ 畜種別ふん尿排せつ量の算出基礎 (単位：kg)

畜 種		体 重	１日１頭あたり排せつ量	
			ふ ん	尿
肉用牛	２才未満	２００～４００	１６	７
	２歳以上	４００～７００	１８	７
乳用種雄牛	乾乳牛相当	５５０～６５０	２１	６
	育成牛	４０～５００	１６	７
馬		５００	１０.１	１２.４
めん羊		２０	０.３	０.５
		４０	０.６	１.０

注１：牛は、中央畜産会「堆肥化施設設計マニュアル」より抜粋。

注２：馬及びめん羊は、(財)畜産環境整備リース協会「畜産環境整備のための技術及び機械装置集（１９９３）」より抜粋

(2) 飼養頭数及びふん尿混合物排出量

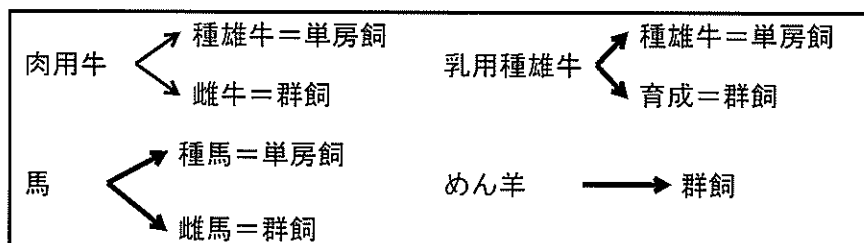
ふん尿・敷料混合物の排出量は、畜種毎に飼養体系が異なるため、畜舎からの排出時に使用する作業機（ホイールローダ）のバケット回数をもとに年間の処理量を把握しています。しかし、敷料の種類（低質乾牧草、麦稈、木質系資材）、放牧期間、頭数により季節的に変動します。

表－６ 畜種別飼養頭数と処理量（平成１４年度） (単位：頭・m3)

畜 種	平 均 頭 数	月別の敷料混じり・ふん尿発生量											
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
肉用牛	成	404											
	育	109	893	879	1,082	883	842	1,024	911	904	1,028	1,034	990
	子	162											1,081
乳用種雄牛	成	43											
	育	42	401	435	401	435	435	380	435	380	435	435	358
	子	41											435
馬	成	152											
	育	63	504	454	174	62	62	60	62	60	525	525	504
	子	37											504
めん羊	成	64											
	育	12		88			24		8				74
	子	30											

(3) 飼養家畜のふん尿の排出方法

畜種、単房飼、群飼等飼養管理体系と利用している敷料の種類及び使用量によって、排出されるふん尿の性状と水分率は異なりますが、概ね70%前後で推移し、多量の排汁が出る状態ではありません。冬季は外気温が-20℃以下となることも珍しくなく、畜舎内のふん尿の凍結も見られます。



1) 肉用牛

肉用牛の飼養管理は、種雄牛が単房飼、雌牛は群飼が主体です。妊娠牛のみを5月から11月中旬まで放牧し、種雄牛、肥育牛、子牛は技術開発等調査実験等のため通年舎飼しています。

舎飼期に用いられる敷料は、乾牧草と麦稈が主体です。一部の畜舎では戻し敷料やバークを用いています。

ふん尿の排出頻度は、牛舎毎の収容頭数及び収容家畜の月齢等によって異なり1～2週間に1回間隔です。戻し敷料を利用している牛舎は、概ね週1回トラクタに装備したロータリーで表層を攪拌し、敷料表面の水分調整を行い、戻し敷料の表面が固くなる3ヶ月毎に搬出しています。

ふん尿の排出はホイールローダまたはトラクターで集積し、ダンプトラックで堆肥舎へ運搬します。

2) 乳用種雄牛

乳用雄牛は、成牛が単房式で育成牛は群飼、子牛はカーフハッチ及びスーパーハッチで3ヶ月管理しその後群飼されています。

子牛以外は、全頭通年舎飼で1週間の間隔で敷き詰の乾牧草の敷料とふん尿をホイールローダで集積し、ダンプトラックで堆肥舎に運搬しています。

3) 馬（農用馬）

馬は、種雄馬と繁殖雌馬です。飼養管理は、種雄馬が単房式で通年舎飼、育成馬（雌）及び成雌馬は群飼、5月上旬より11月末までの間は放牧、冬期間は舎飼となります。

種雄馬のふん尿の排出は、毎日手作業で汚れた部分のみを排出し、馬

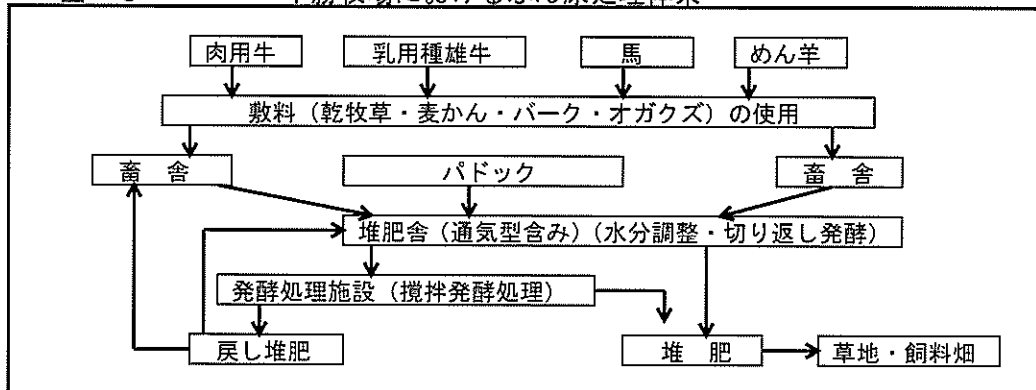
房全体が汚れた時点で敷料の麦稈を入れ替えています。種雌馬は12月から5月まで4週間毎の間隔で厩舎内に敷き詰の乾牧草の敷料とふん尿をホイールローダで集積し、ダンプトラックで堆肥舎へ搬出しています。

4) めん羊

めん羊は群飼、5月から11月中旬まで昼夜放牧による管理をしています。一部の実験羊等が舎飼管理で、夏季も処理の必要な敷料とふん尿が排出されます。

冬期間は全頭舎飼で敷料として乾草を敷き詰し、ふん尿の排出は2月と5月に敷料とふん尿をホイールローダにより集積し、ダンプトラックで堆肥舎へ運搬しています。

図-3 十勝牧場におけるふん尿処理体系



(4) 排出されるふん尿の性状

- 1) 畜種及び管理施設と飼養管理体系によって排せつされるふん尿の性状は大きく異なります。

北海道立農業試験場・畜産試験場の家畜糞尿プロジェクト研究チームは水分率84%未満を固形状、水分率84～87%を半固形状、水分率87%以上を液状に区分しています。これで見ると、十勝牧場で排出される各家畜のふん尿の性状は、いずれも低品質乾牧草や麦稈、木質系等の敷料資材を十分利用しているため、ほとんどが固形状（75%以下）の分類となります。堆肥化が容易にできるものに分類されます。

- 2) 家畜毎のふんの性状を見ると、牛のふんは水分が多く柔らかで取扱いづらい性状に対して、馬及びめん羊は固まり状の形状を呈しており、取り扱いやすく堆肥化も容易です。
- 3) パドック内のふん尿については、夏季の場合太陽熱で水分の蒸散が図られ、ホイールローダ等により集積しダンプトラックで堆肥舎に運搬しています。パドックには屋根が設けられていないため、ふんが散乱している等の状態を放置すると降雨時に流失するので、パドックは

常に清掃に努めています。

また、寒冷地である当地は冬季の積雪が多いことと外気温が氷点下になるため、ふん及び尿が凍結して雪が混入し処理が困難となるので降雪の都度排雪を行っています。

(5) ふん尿処理

飼養している家畜はいずれも敷料を用いた管理がなされているため、排出されるふん尿の水分率は70%以下で排汁が少なく、堆積と切り返しが容易です。このため、堆積方式の堆肥舎で水分調整・切り返し攪拌等の一次処理を行い、強制攪拌処理を発酵処理施設で行っています。

堆肥処理の基本は、①好気性微生物による発酵処理と、②終末処理のほ場散布です。全量をほ場還元をするため有害物質となる疾病要因の抑制と雑草種子の死滅等を目的とした処理に努めています。

(6) 堆肥処理施設

1) 一次処理用堆肥舎

ア、水分調整に関わる蒸散作用の促進には太陽熱の利用が経済的で有効であることから、十分に日射が入り込むよう開放面は南向きとして、屋根材には透過性のある透明な合成樹脂板を用いています。

イ、一次処理の作業の主体は、ホイールローダによる切り返しと戻し堆肥を用いた水分調整であるため、間仕切りの壁は堆肥を積む高さ2mにあわせて設置し、1スパンの幅は10mでホイールローダがぶつかっても大丈夫なように間仕切りの壁は150mm以上の厚さとしています。また、ホイールローダの作業性と水分調整場所としてエプロンを設けている。エプロンは、凍結深度を考慮して、120mm以上の厚さの鉄筋コンクリートとしています。

ウ、堆肥舎での作業は、畜舎より排出されるふん等（ふんと尿吸着敷料）を堆積し、発酵促進のため定期的にホイールローダで切り返し攪拌を行っています。この一次処理方法は低質乾牧草等の敷料を多く含み、長期間の発酵を必要とする場合に適しています。

堆肥原料の受け入れ



切り返し攪拌



水分65%程度まで調整



2) 通気型堆肥舎の活用

通気型堆肥舎は、床面に通気管が埋設されて堆積した堆肥原料へ強制的に空気を送り込み、好気性菌の活発な活動によって腐熟の促進を図る施設です。

十勝牧場での通気型堆肥舎の活用は、一次処理で水分調整と好気性菌の活動の環境を整えた堆肥原料を堆積して、再度切り返しを行って堆肥原料に含まれる水分の蒸散と腐熟の促進を図っています。

3) 発酵処理施設（ロータリー式攪拌装置）

堆肥舎と通気型堆肥舎での切り返しによって、発酵が進み水分を約70%以下に調整した堆肥は、ロータリー式攪拌装置に投入してさらに腐熟と水分の蒸散を図っています。

発酵処理施設内部



ロータリー式攪拌装置による作業風景



(7) ふん尿処理機材

1) ロータリー式攪拌装置

ア、攪拌装置の構造は、攪拌主軸パイプに取り付けられた攪拌棒に鉋刃が固定され、攪拌主軸パイプの回転によって投入側の堆肥原料を排出側に移送しながら攪拌を行う方式です。発酵槽の深さは一般的には0.5～2mであり、攪拌幅は発酵槽の全幅または半分の幅となります。

イ、十勝牧場へ導入されているロータリー式攪拌装置は表－7に示す3機種で、発酵槽の深さは、冬季間室内の温度が0℃以下となりますので発酵温度の保持の観点から、深さは1.2mとしています。

表－7 ロータリー式攪拌装置の仕様

型 式	D-1200-5	D-1200-4W	NDR-1200-5W
全 長 (mm)	70,000	70,000	70,000
全 幅 (mm)	11,338	9,473	11,365
攪拌時全高 (mm)	3,145	3,290	3,084
発酵槽の深さ (mm)	1,200	1,200	1,200
攪拌幅 (mm)	4,950	4,017	4,900
走行速度 (m/分)	0.4	0.4	0.56

ウ、使用上の留意点は、

- ① 攪拌時の抵抗を軽減し、スムーズな回転を得るために堆肥原料の水分率を70%以下に調整してから搬入する、
- ② 攪拌棒への衝撃による損耗を防止するために堆肥原料に石や鉄片など異物が混入しないようにする、
- ③ トラブルは比較的少ないのですが、冬季は攪拌時に発生するアンモニア混じりの水蒸気の付着により腐食するため、駆動チェーンやベアリングの給油等保守管理を1週間毎に実施し、
- ④ 日々の保守管理はチェーン部の注油が主体となりますが、時間を要することからオイル点滴器具を別途装備しました。

ロータリー式攪拌装置



オイル点滴器具



- ⑤ また、攪拌棒は使用頻度にもよりますが3年程度で摩耗するので交換品を事前に準備しています。

2) ホイールローダ

牛舎内のふん尿の搬出、堆肥舎における堆肥原料の切り返し作業、材料並びに製品の運搬用として広く使用しています。

ホイールローダの作業用アタッチメントはフォークとバケットで、畜舎からの更じょく物の搬出と堆積堆肥の切り返し作業にフォーク、切り返し等で原料堆肥中の有機質が分解して敷料等副資材が細かくなった状態ではバケット作業とアタッチメントを使い分けています。

堆肥処理施設に配置しているホイールローダ



ホイールローダの日常点検は、旋回・屈曲箇所の油脂注油、切り返し等の衝撃による亀裂の有無を日々確認しています。

表－８ 十勝牧場で堆肥処理に用いているホイールローダの仕様

型 式	LX120	910F	910E	FL310
バケット容量(m3)	2. 9	1. 3	1. 3	1. 3
全 長 (mm)	7, 550	6, 100	6, 080	6, 180
全 幅 (mm)	2, 700	2, 400	2, 430	2, 350
全 高 (mm)	3, 310	3, 050	3, 050	3, 000
ブーム最高(mm)	3, 970	3, 410	3, 410	3, 380
出 力 (ps)	162	81	81	95
総排気量 (cc)	6, 788	4, 249	4, 390	4, 329
使用場所	堆肥処理施設	肉用牛舎	乳用雄牛舎	馬・めん羊舎

3) 送風機

送風機は床面に設置された通気管から、空気を強制的に堆肥原料の底部へ供給するものと、通気型堆肥舎及び発酵処理施設での送風による堆肥化の促進に使用しています。

使用している送風機は、高圧タイプと風量タイプで、高圧タイプは堆肥原料の水分が多く面積の広い通気型堆肥舎、風量タイプは堆肥原料の水分調整後に処理する発酵処理施設の発酵槽で使用しています。

送風機の日常の点検では、モーターの外面にほこりがたまっていないか確認し、送風を妨げないように清掃し、3ヶ月ごとに、振動・異常音発生の有無、1年毎に絶縁を点検しています。

表－９ 十勝牧場で使用している送風機の仕様

型 式	KSB-1500	VB-004S-E
相数・電圧(V)	3相・200V	1相・100V
出 力 (kw)	1. 5	0. 35
回転数 (rpm)	2, 800	3, 000
最大静圧 (kpa)	2. 75	8. 8
最大風量 (m3/min)	35	1. 7
設置場所	堆肥舎	発酵処理施設

通気型堆肥舎内の送風機



送風管の配置



(8) ふん尿処理上の留意点

1) 一次処理

ア、最適な処理方法を見いだす

好気性発酵処理は、単に施設と機材を整備しても、必ずしも適切な処理が出来るものではありません。堆肥原料の性状、堆肥処理施設、気象環境等によって調整処理方法が異なるので、発酵条件など基礎的な事項をもとに試行錯誤を繰り返しながら早期に堆肥原料にあった処理方法を見いだすことが重要です。

十勝牧場においても施設の整備を図り、堆肥処理マニュアルに従って堆肥化に取り組みましたが期待する成果を得ることができませんでした。堆積した堆肥原料の水分調整、米ぬかの添加、マニユアスプレッダーによる切り返し等種々試みましたが、いずれの方法でも的確な好気性発酵を促すことができませんでした。

試行錯誤を繰り返す中で、①畜舎から搬出された堆肥原料の嫌氣的酵、②発酵の促進を図る一次処理時の寒冷時における切り返し作業方法の2点が大きな課題として指摘されました。

イ、堆肥原料の嫌氣的発酵が問題

一般的に堆肥処理施設が整備され、最初に堆肥原料の処理作業に入る場合、それまでに畜舎から搬出され堆積された堆肥原料を用いようと考えますが、堆積され長時間経過した堆肥原料は嫌氣的発酵が進んでいます。一度嫌氣的発酵した堆肥原料を好氣的発酵へ転換するのは困難です。

初めて堆肥原料を処理する場合は、畜舎から搬出された堆肥原料を堆積放置することなく、5～7日間隔で切り返し作業を行うことによって、施設内に好氣的発酵に必要な微生物を多く常在させることができます。

なお、畜舎から排出した堆肥原料を堆積放置すると、夏季は短期間で嫌氣的発酵し、冬季に発酵が行われない場合は凍結して発酵が困難となります。

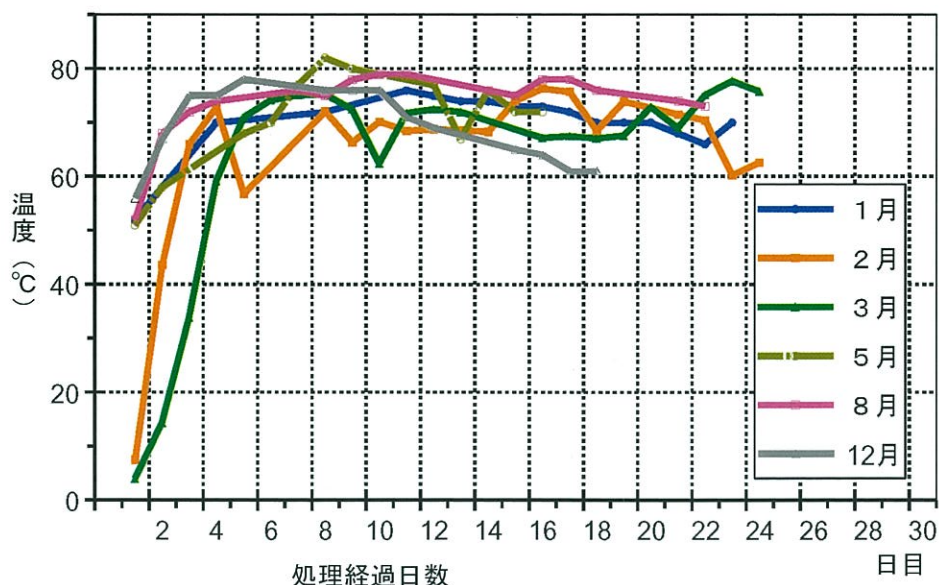
ウ、寒冷時の切り返し作業が課題

寒冷地での一次処理時の切り返しは、①可能な限り発酵熱を低下させないように短時間で作業することに併せて、②堆肥原料を冷たい外気の中でバラバラにせず、小さな固まりを置くように作業することが良好な発酵温度維持の要点です。

十勝牧場が過去の試行錯誤から見いだした要点を用いた一次処理の切り返し・攪拌によって得られた月別発酵温度の経時的変化が図－4

です。

図－4 月別一次処理（切り返し・攪拌）の経時的変化



夏季においてはスムーズに発酵温度が60℃以上になり、条件が良ければ80℃まで上昇しています。しかし、冬季においては、堆肥原料（ふん尿）の性状、敷料として用いた戻し堆肥の混合割合、外気温によって発酵熱の温度状況は大きく異なります。特に、2月、3月の厳寒期は、堆肥原料にもよりますが温度上昇が緩慢になったり、堆肥化初期の切り返し時に外気温の影響を受け一時的な堆肥温度の低下が見られます。

エ、寒冷地における堆肥化

寒冷地においては、夏季は外気温が高いことから、堆肥化を進行させるための条件の栄養分、空気（酸素）、水分が十分調整されていれば、比較的スムーズに好気性発酵が進み堆肥化できます。

それに対し、北海道の冬季は、外気温が昼夜を通して氷点下（十勝地方の場合、最低気温が－20℃以下）になることから、微生物の活動は鈍く堆肥化にも多くの時間及び期間を要するので、いかに微生物が良く活動できる環境を整えるかが重要な技術となります。

好気性微生物は堆肥原料の温度が5℃から、空気と水分が十分供給されていると緩慢ながら活動を始めますが、堆肥原料を発酵させるのに必要な活動を期待するには時間が必要で、適切な発酵には処理する堆肥原料が10℃程度以上の温度を保持していることが理想です。

冬季の厳寒期は、温度上昇が緩慢となり、堆肥化初期の切り返し時に、低い外気温で堆肥内の温度が低下しますが、極力熱を逃がさない

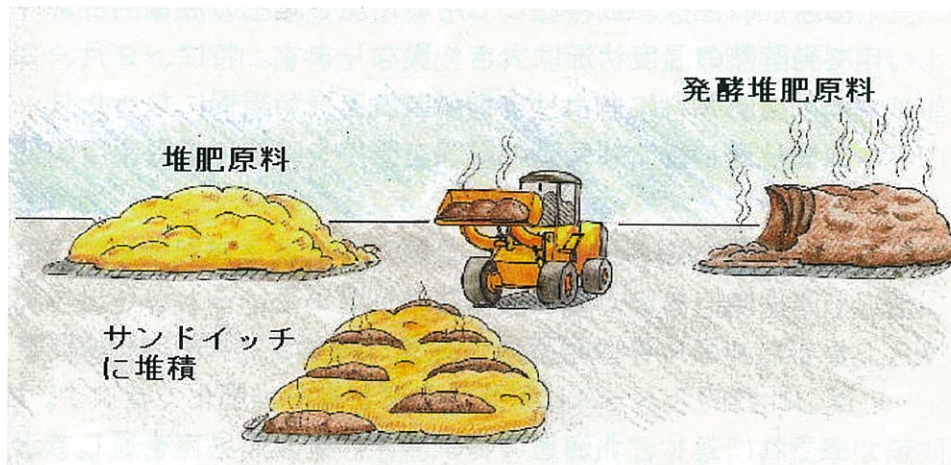
など適切な保温管理と繰り返し技術を駆使して行えば、繰り返し後の発酵による温度上昇が見られ、堆肥化は十分に図ることができます。

寒冷地における堆肥化の課題は、いかに微生物が活動できる堆肥中の熱を保つかです。このためには堆肥原料を冷やさないよう繰り返し等の処理作業を素早く行うことが最も重要です。

オ、氷雪混じりの堆肥原料（融解処理）

寒冷地では、畜舎やパドックから搬入される堆肥原料は氷や雪が混入したり、尿が凍結してシャーベット状になったものや大塊状の更じよく物も堆肥原料として堆肥舎に搬入されます。このような性状の堆肥原料は融解させることがまず必要です。

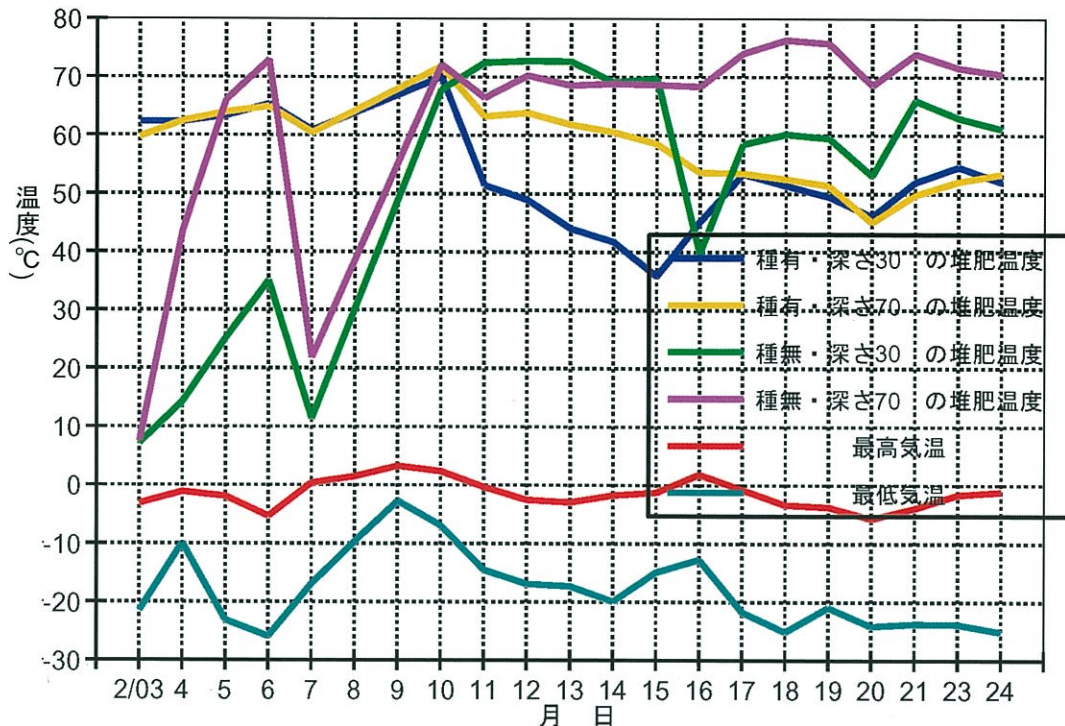
凍結や氷塊の混入した堆肥原料は、あらかじめ65℃以上に調整した種堆肥を確保しておき、1対1の割合でサンドイッチのように積み重ねて堆積し、発酵熱を利用して融解して堆肥化します。頻繁に繰り返しを行うと発酵熱が奪われるので繰り返し作業は5～10日間隔程度にとどめ、堆積物はバラバラにした攪拌は行わず、移動させるようにして繰り返します。



この方法で調整した堆肥原料の発酵状況と従来の種堆肥無しの堆積による発酵状況の経時的変化を比較したのが図－5です。堆肥の発酵温度の推移は、種堆肥を利用した場合は発酵温度が堆積当初より60℃に保持されているのに対して、種堆肥無の方は緩慢な温度の上昇で60℃以上に達しているのが分かります。このことから、厳寒期の氷塊などが混入した堆肥原料であっても、発酵温度の上昇に差は生じますが堆積方法や繰り返し方法等によって、堆肥化を図ることが可能で、より効率的な堆肥化処理には種堆肥の利用が有効な手法であると言えま

す。

図-5 種堆肥の有無による堆肥の経時的変化



注1：切り返しは、2月6日、15日、19日に実施した。

カ、凍結した堆肥原料

厳寒期にパドック内や堆肥舎で完全に凍結した堆肥原料は微生物の活動が押さえられるので堆肥化は困難です。凍結した堆肥原料は冬期間堆肥舎に一時貯留して寒気がゆるみ融解が始まる春先から順次堆肥化することとなります。融解による排汁がにじみ出るので副資材を用いた水分の調整が必要です。

2) 通気型堆肥舎による処理

ア、通気性

通気型堆肥舎は、堆肥舎の床面からの強制的な送風によって堆積した堆肥原料内へ空気を送り込み、頻繁な切り返し作業を行わずに好気性発酵の促進を図るものです。通気システムは、堆肥原料、送風機の通気量、通気管の配置方式により、機能は異なりますし、搬入された堆肥原料を直接投入する場合には堆肥原料の水分含有率・容積重など通気性に注意することが必要です。十勝牧場が通気型堆肥舎を用いているのは、処理する堆肥原料は肉用牛の更じよく物が主体で比較的水

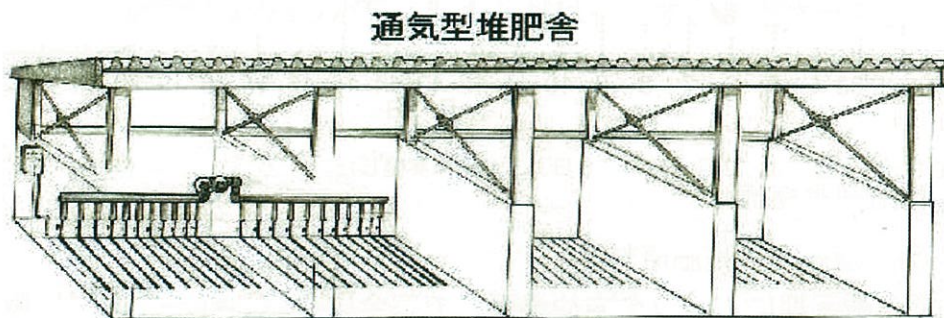
分調整が容易であることからです。

寒冷地では、通気システムを取り入れても、設置上の問題や取り扱いの誤りによって機能していないか、期待した好気性発酵処理による堆肥化ができない事例も見受けられます。導入に当たっては機種の特性や通気の方法、堆積量に必要な風量や圧力等事前に見聞きする等検討が必要です。

イ、十勝牧場の活用事例

十勝牧場での通気型堆肥舎の活用は、あらかじめ堆肥舎で適正に水分調整し発酵が進んだ処理途上の堆肥原料についての発酵段階に用い、この段階を経て、発酵処理施設のロータリー式攪拌装置に移ります。

切り返しは、底部より空気を取り入れることで好気性発酵が保たれるので夏季は4週間（原料によっては2週間）に1回程度、冬季は2週間に1回の割合で実施していますが十分な発酵が得られています。



なお、冬期間の昼夜連続通気は、夜間の冷たい外気を取り入れることから、堆肥内の温度を低下させることが考えられるので、日中の6時間送風をしています。

日中の通風時間は、堆肥原料中の水分含有率によって異なりますが、概ね6時間（9時～15時）の送風にとどめています。また、送風装置にもよりますが送風は必ずしも温風でなくても効果が発揮され、十勝牧場では送風のための暖房は用いていません。

ウ、通気管の保守管理

通気管は発酵堆肥などによって目詰まりが生じますので、発酵による分解の遅い資材を選択することが有効であり、木質材やモミガラ等を通気管の溝に沿って敷き詰めています。

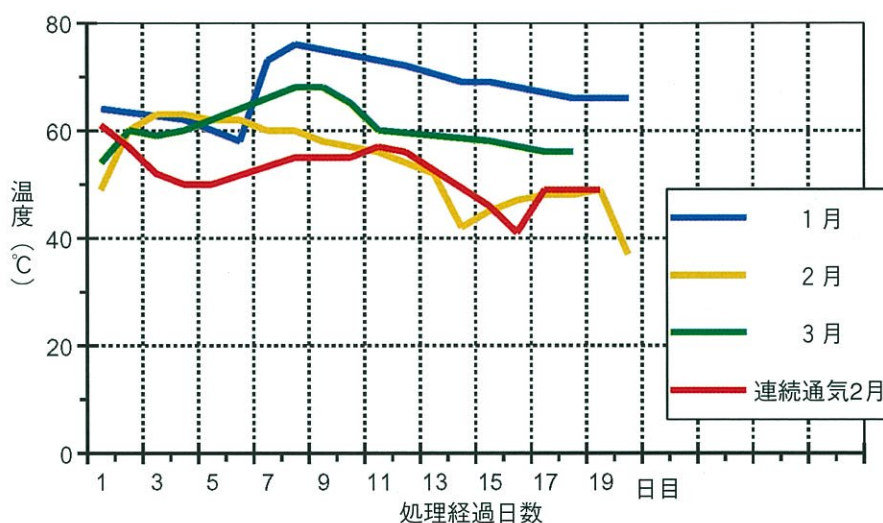
通気型堆肥舎の維持管理は、切り返し毎に通気管の目詰まりの清掃と被覆資材の補充もしくは交換が必要です。

エ、発酵温度の推移

図－6は通気型堆肥舎での堆肥の経時的発酵温度の変化を比較したものです。2月は送風機による送風は日中6時間と昼夜連続通気で比較しています。

厳冬期は発酵温度の上昇が緩慢な上、60℃以上保持する期間が短くなる傾向になり、堆積した堆肥上部の表面がシャーベット状か一部凍結します。また、連続送風した場合には夜間の冷気が送風機により送り込まれるため、日中6時間通気に比較して堆肥温度は低く推移していることから厳寒期の連続送風は逆効果となることが考えられます。

図－6 通気型堆肥舎の送風による堆肥温度の経時的变化



オ、水分含有率・容積重の推移

搬入時と搬出時の水分及び容積重からみると、夏季は十分な蒸散が図られています。冬期間は蒸散が少なく堆肥上部に水滴が見られ、堆積期間（発酵期間）が長くなり堆肥内の水分が多くなって、水分および容積重が増加します。水分含有率が増すと、堆肥内の水滴は下降して堆肥舎床面より排汁として流れ出ることもありますので、通気型堆肥舎への堆積堆肥は十分な水分調整が必要です。

表－ 10 通気型堆肥舎の月別処理時の水分含有率と容積重

項目 / 月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
水分含有率 (%)	搬入時	58.5	48.2	51.6	51.4	63.0	54.2	64.6	53.4	63.8	68.2	68.6	63.4
	搬出時	57.5	45.5	48.6	48.8	58.9	52.1	57.8	52.7	62.4	68.3	69.7	61.9
容積重 (kg/斗)	搬入時	0.44	0.43	0.41	0.30	0.38	0.42	0.45	0.50	0.41	0.38	0.44	0.48
	搬出時	0.42	0.38	0.38	0.26	0.32	0.35	0.39	0.47	0.39	0.38	0.46	0.47
堆積日数		8	15	6	5	13	14	15	7	14	34	16	10

注1：堆積高さは2mとし、切り返しは1月のみ1回実施した。

注2：送風の際に暖房機による加温は実施していない。

3) 発酵処理施設による処理（ロータリー式攪拌装置）

単に堆肥原料を投入して攪拌装置で強制的に発酵処理させようとしても、発酵に必要な栄養と送風等の条件が揃っていなければこの施設でも堆肥化はできません。

ア、水分

事前に切り返しに等によって水分が調整され通気等が確保された堆肥原料を投入することが重要です。ある程度の発酵が得られた水分が高い堆肥原料の場合は、攪拌装置で移送される途上で水分は低下しますが、製品は荒い粒子状になります。適切に前処理された堆肥原料を投入すると、ホイールローダなどの切り返しに比べ堆肥原料全体がまんべんなく攪拌されることから、均一で良質な製品を生産することができます。

発酵処理施設でのロータリー式攪拌装置による堆肥処理では、季節により水分の蒸散量が大きく異なります。発酵槽内の堆肥原料中の水分含有率、容積重、堆肥温度の変化を表－11で見ると、夏季は水分の蒸散が進み投入口より60m地点で水分率35%以下になり堆肥原料は微細な性状でほこりが立つほどになりますが、冬季は水分の蒸散が少なく50～55%前後です。

容積重は、夏季は投入口より30m地点で、冬季は10m地点で一番軽く、60m地点では、微細な性状になって密度が多くなり重くなります。

イ、温度

堆肥の温度は、発酵槽に通気管を設置されているいないに拘わらず、夏季は処理期間中50℃以上を保ちます。

冬季については、10m～20m地点に通気管が設置されている発酵槽は、通気装置付近で66℃以上を確保していますが、40m以降では43℃以下に低下します。通気管のない発酵槽は堆肥温度が50℃程度までしか上がらず30mで43℃以下に低下しています。

冬季の発酵処理で通気を行わない場合には、堆肥温度を保持するた

め攪拌行程（2～3日／1回程度）の検討や一次処理において発酵温度を確保する等の対策が必要です。

通気システムを備えた発酵処理施設

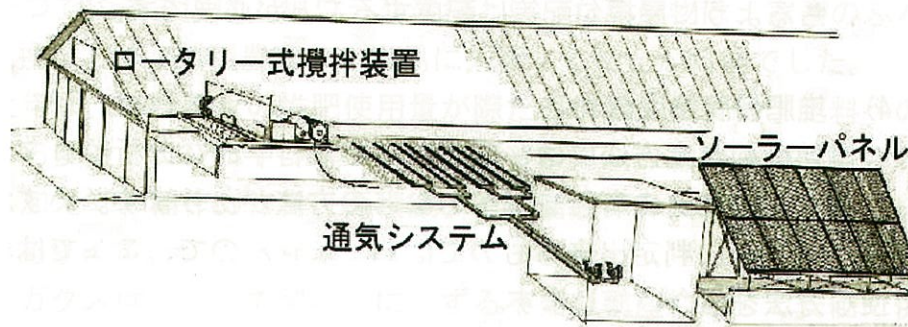


表-11 発酵処理施設における水分含有率、容積重、堆肥温度の変化

区分	採取位置	0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m
堆肥温度 (°C)	夏 季	68	65	71	64	55	52	50
	冬季(無)	46	50	50	43	38	31	11
	冬季(有)	46	76	66	51	43	29	12
水分含有率 (%)	夏 季	65.0	59.7	58.8	56.2	52.4	49.6	32.7
	冬季(無)	58.8	58.1	57.1	57.2	55.9	54.9	54.3
	冬季(有)	58.8	57.9	56.4	54.0	53.7	52.0	49.7
容 積 重 (kg/m ³)	夏 季	388	384	380	336	384	444	460
	冬季(無)	384	348	368	428	460	456	528
	冬季(有)	384	316	368	404	488	440	560

注1：測定は、夏季が6月19日～7月21日、冬季が1月6日～2月17日である。

注2：冬季(無)は発酵槽に通気管が付設されていない。

冬季(有)は発酵槽の10m～20mの床面に通気管が付設されている。

ウ、攪拌発酵装置の稼働

十勝牧場での攪拌発酵装置の活用は、1日1回堆肥原料投入攪拌で移送距離60mを30日間で搬出側へ到達します。

エ、留意事項

攪拌発酵装置による原料堆肥の使用で留意すべき事項として、

- ① 腐熟の確保から急激な水分蒸散を防止する。
- ② 冬季は外気の冷たい空気による攪拌時の発酵熱損失防止のため施設を閉鎖して、室内の空気の流通を少なくすることがあげられます。
- ③ 但し、搬入側は発酵温度が高いため水蒸気の発生が多く、アンモニアを吸着した水滴の付着で施設の部材が腐食することが懸念されるので、搬入側施設の上部には換気用の開口部を設けることが望まれます。
- ④ また、施設の屋根の形状と勾配などの諸条件が不適切である場合、

冬季に攪拌された時に発生する発酵熱による蒸発水分が冷えた空気に触れて屋根材に付着し、発酵槽内等に水滴となって落下するため、発酵終了時製品の水分含有率が低下しないことがあります。

施設の設計時には部材に付着する水滴が発酵槽の擁壁外側に流れ落ちるように屋根勾配等に配慮することが必要です。

4) 堆肥の腐熟度の判定

腐熟度の判定方法には、機器を用いた科学的な分析やコマツナを用いた生育阻害物質の有無を調べるなどの方法があります。いずれの方法も現場で即座に判定出来るものではありませんので、ここでは表－12に簡便な方法を紹介いたします。

表－12 現場における腐熟度判定基準

色	黄～黄褐色（2）・褐色（5）・黒褐色～黒色（10）	
形状	現物の現状をとどめる（2）・かなり崩れる（5）・ほとんど認めない（10）	
臭気	ふん尿臭強い（2）・ふん尿臭弱い（5）・堆肥臭（10）	
水分	強く握ると指の間からしたたる・・・70%以上（2） 強く握ると手のひらにかなり付く・・・60%前後（5） 強く握っても手のひらにあまり付かない・・・50%前後（10）	
堆積中の温度	50℃以下（2）・50～60℃（15）・ 60～70℃（15）・70℃以上（20）	
堆積期間	家畜のふんのみ	20日以内・・・（2） 20日～2ヶ月・・・（10） 2ヶ月以上・・・（20）
	作物残渣との混合	20日以内・・・（2） 20日～3ヶ月・・・（10） 3ヶ月以上・・・（20）
木質との混合	20日以内・・・（2） 20日～6ヶ月・・・（10） 6ヶ月以上・・・（20）	
切り返し回数	2回以下・・・（2）・ 3～6回・・・（5）	
	7回以上・・・（10）	
通気	無し（0）・ あり（10）	

注：（ ）内の数字は点数を示し、これらの点数を合計して、未熟（30点以下）

中熟（31～80点）、完熟（80点以上）とします。

（中央畜産会「堆肥化施設設計マニュアル」より）