

Ⅳ．ホイルローダー等による堆肥化処理業務のあり方

1. 切り返し作業の留意事項

切り返しの必要性は前述したとおりであるが、実際にホイルローダーやフロントローダーを用いて作業を行う際には、幾つかの留意すべきポイントがある。

次に掲げる事項は、いずれも実際に堆肥処理を行うオペレーターにとって不可欠な留意点であるので、十分に理解しておく必要がある。

(1) 堆肥の山は、表面積を広く、低くつくる

堆肥化は好気性微生物の働きによるものであるから、実際に堆肥化が進んでいるのは、酸素の供給が可能な表層部分のみである。また、堆肥の山を高く積み上げると自重により下層の空隙が無くなり、酸素を供給できなくなるため、嫌気性微生物の活動を促すことになる。

したがって、効果的に堆肥化を行うためには、堆肥の山の表面積をできるだけ広くとるとともに、山の高さを低くすることが望ましい。

しかしながら、現実には堆肥舎のスペース、原料資材の量、堆肥化に要する期間等の制約があることから、必ずしも十分な対応がとれるわけではない。

こうしたことから、実際に堆肥処理を行う者は、試行錯誤を繰り返しながら、それぞれの条件にあった堆肥の山の形状を見い出す必要がある。

(2) 切り返しの際には通気性の確保に気を付ける

堆肥化は好気性微生物の働きによるものであるから、堆肥の山はできるだけ酸素を供給できる空隙を多くすることが望ましい。このため、切り返しを行う際には、ローダーのバケットを小刻みに動かしながら積み替えを行うなど通気性の確保に気を配った作業が必要である。

この場合、通気性の目安となる容積比重は、0.5kg/リットル以下が望ましい。

(3) 常に温度計でチェックする

堆肥化の状況を把握するため、常に温度計でチェックする必要がある。この場合、温度を計測する位置は、堆肥の状態にもよるが、好気性微生物が活発に働いている表層から1m以内の部分が好ましい。通常、切り返した翌日には温度は70℃程度まで上昇するが、もし温度の上昇が十分でなかったならば、①既に有機物の分解がかなり進んでいる、②水分不足や酸素不足により好気性微生物の働きが抑えられている、等の理由が考えられる。

また、温度のチェックは、切り返しのタイミングをつかむために重要な役割を果たす。効率的に堆肥化を進めようとするならば、温度があまり下がらないうちに早めに切り返しを行うことが望ましい。

(4) 常に視覚でチェックする

堆肥化の状況を把握するため、常に視覚でチェックする必要がある。酸素の供給が十分で堆肥化が進むと、原料資材は黒褐色を帯びてくる。逆に、嫌気的な部分は黄緑色を呈する。特に、堆肥化初期は、堆肥化が進んだ表層と堆肥化が進んでいない部分との境界が鮮明に見える。

また、好気性微生物が盛んに活動していれば、表層付近に放線菌や糸状菌による白色の菌糸が見

られることもある。

さらに、繊維質作物資材や木質資材が混入していれば、これらの形状が壊れた様子から、堆肥化の進み具合を判断することができる。

(5) バケツで運搬した回数でおよその容積を把握する

堆肥化が進むにつれて、水分の蒸散や有機物の分解が起こるため、重量及び容積が徐々に小さくなっていく。

重量を頻繁に測定するのは困難であるが、容積は切り返しを行う度にバケツで運んだ回数を記録しておけばおよその見当はつく。また、容積を把握できれば、容積比重を乗じることによっておよその重量も推計できる。

堆肥化を行う場合、限られた堆肥舎のスペースを上手に利用することが必要である。したがって、重量や容積の変化をあらかじめ把握しておくことは、作業を計画的に進める上で非常に有効である。また、圃場への堆肥還元を計画する際にも有効である。

(6) 副資材を有効に活用する

いくら頻繁に切り返しを行っても、酸素を送り込む空隙が少なければ好気性微生物の活動は見込めない。したがって、このような場合には、細断した乾草やモミガラなどの副資材を適量投入することにより空隙を確保することが望ましい。

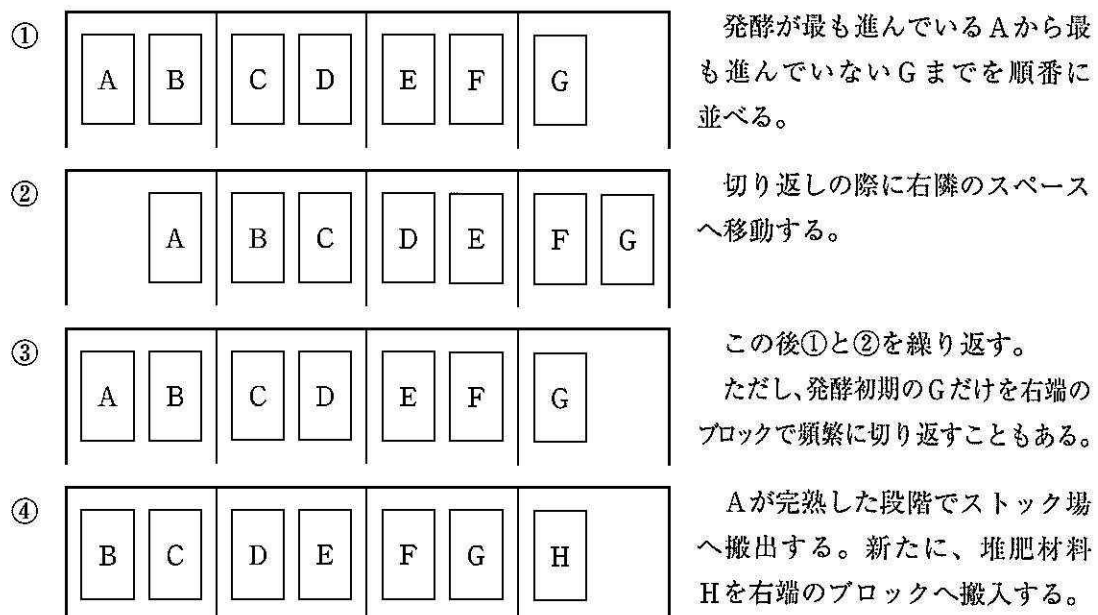
また、気温の低さ等から発酵温度の立ち上がりが思うように行かない場合には、起爆剤として易分解性炭水化物の含有率が高い副資材（米糠やビール粕等）を投入するとよい。

(7) 発酵ステージの順に並べる

空いたスペースを利用して、次から次からと新しい堆肥材料を無秩序に堆肥舎に持ち込んでいたのでは、計画的かつ効率的な作業は見込めない。

堆肥舎内では、発酵初期、発酵中期、発酵後期の順に堆肥の山を並べ、処理状況に応じて切り返ししながら移動させていくと作業を計画的かつ効率的に進めることができる。

図9 堆肥舎内での堆肥の山の移動例



(8) 作業中は安全確保のため周囲に人を近づけない

ホイールローダーによる切り返しを行う場合、かなり頻繁に複雑な操作が求められる。したがって、オペレーターの注意は前方に集中し、周囲への注意が疎かになりがちである。このため、作業を行う時は、あらかじめ付近に人を近づけないようにしておくことが望ましい。

(9) 試行錯誤を繰り返す

堆肥化を行おうとする場合、与えられた条件下で最も効率的に処理する手段を模索することが必要である。

場合によっては、地域の食品工場などから容易に入手できる粕類等の未利用資源を副資材として投入すると良い結果につながる可能性がある。また、ホイールローダーにこだわらず、マニユアスプレッダーなどに作業機を利用して切り返しを行ってみる方法もある。

家畜改良センター本所では、初期発酵を終え、乾牧草がある程度破碎された状態になった場合にマニユアスプレッダーを用いて堆肥の切り返しを効果的に行っている。

また、新冠牧場では、使用しなくなったマニユアスプレッダーを改造し、切り返し専用機械として利用している。

このように、実際に堆肥処理を行う者には、最も効率的に処理する手段を見出すために「まずは、試しにやってみよう。」とする姿勢が必要である。



写真9 容積比重の測定

センター本所では4リットル容量のプラスチック箱に堆肥を入れて上皿秤で重さを量り、容積比重を算出している。

ここでは、堆肥の重さが1.6kgなので容積比重は $1.6 \div 4 = 0.4\text{kg/リットル}$ となる。



写真10 副資材の投入

畜舎から搬出した更褥物の水分や通気性を調整するため、堆肥化処理を行う前に副資材を投入することもある。ここでは、ビール粕を使用している。

写真11 堆肥の温度測定

この温度記録計は長期間のデータの記録が可能である。

記録されたデータは、後で表計算ソフトで整理することができる。

ここでは、右側のステンレス管の先端（深さ30cm）にチャンネル1のセンサーを取り付け、左側のステンレス管の先端（深さ70cm）にチャンネル2のセンサーを取り付け、それぞれの温度変化を記録させている。

液晶板には、写真のようにチャンネル番号と記録温度が数秒間隔で交互に表示される。

センターでは、センサー部分を設定した深さに正確に埋設したいこと、センサーが水に弱いこと等から、先端に砲金のセンサーカバーを取り付けた全長1mのステンレス管を作成し利用している。





写真12 放線菌の層

堆肥が良好に発酵していると、酸素が豊富な表層部に白い放線菌の層を見ることができる。

換言すると、放線菌が見えない部分は酸素が不足している状態であり、切り返すことによって酸素を供給する必要がある。

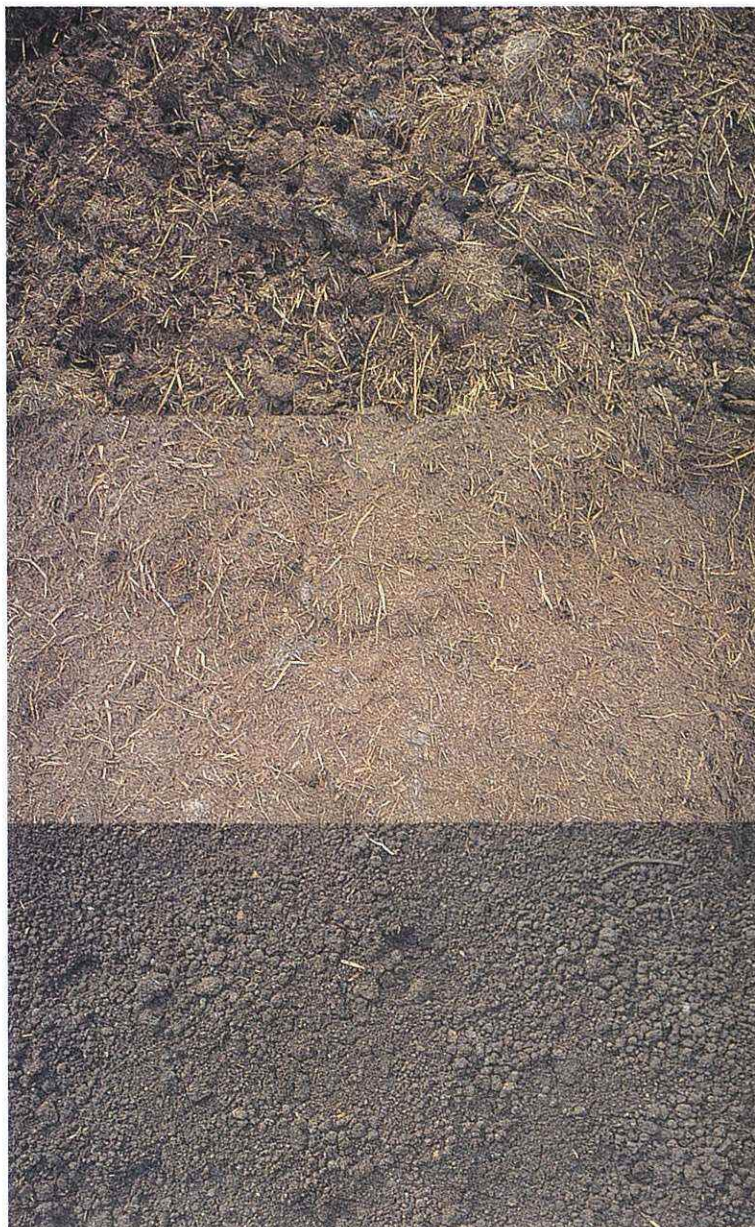


写真13 堆肥の形状の変化

堆肥化処理前の堆肥材料は、水分が高く、家畜ふんが塊状であり、敷き料である乾牧草の形状がはっきり見える。

堆肥化処理中の堆肥材料は、水分が低くなり、家畜ふんの塊が碎け、敷き料である乾牧草が細くなる。

長期間の堆肥化処理後の堆肥材料は、水分がかなり低く、粒状であり、敷き料である乾牧草の形状はほとんど見えない。

(参考) 新冠牧場における堆肥切り返し用マニユアスプレッダーの改造

(1) 目 的

新冠牧場では、従来からホイルローダーによる堆肥の切り返し作業を実施してきた。

しかしながら、

- ①このようなホイルローダーによる切り返し作業は、バケットを小刻みに振動させるために機械に対する負担が大きいこと。
- ②新冠牧場の場合、大量の乾牧草を細断せずに敷き料として利用しているため、バケットによる作業が行いづらいこと。

等から、廃用予定の古いマニユアスプレッダー（NH510、昭和44年導入）を改造し、堆肥中の乾牧草を細断しつつ切り返し作業を効率的に行うこととした。

(2) 改造内容

1) 後部ビーターの改造

改造に供用したマニユアスプレッダーには3本のビーターがあり、前部2本のビーターが堆肥を砕き、後部1本のビーターが掻き出した堆肥を広範囲に散布する構造となっている。

しかし、堆肥を切り返す場合、このように堆肥を広範囲に散布する後部ビーターの機能は不都合である。このため、切り返し後の堆肥をマニユアスプレッダーの後方で適当な高さに堆積できるように鋼材のアンクル（60×60 mm、厚さ5 mm）を後部ビーターに水車状に取り付けた。

2) 車高の改造

切り返し後の堆肥の堆積高を2 m程度とするため、車高を70 cm 高くし、地上から後部ビーターまでの高さを1 m50 cm とした。また、これに伴い各箇所強度が必要となったため、主フレームの補強を行った。

(3) 改造に要した資材及び経費

改造に要した資材及び経費は、下の表のとおりである。

品 目	金 額 (円)
アンクル類	22,191
鋼 板 類	25,000
平 鋼 類	3,734
丸 鋼 類	3,293
ボルト、ナット類	16,884
計	71,102

(4) 成果の概要

改造マニユアスプレッダーでの切り返し作業によって、堆肥は従来より細かく砕かれ、扇状に飛び散ることもなく、堆積高は2 m20 cm、幅1 m50 cm程度となった。

また、ホイルローダーによる切り返しに比べ自重による潰れが少ないことから、堆肥の通気性が良好であり、切り返し直後から急激な温度上昇と水分蒸散が可能となった。



写真14 改造マニアスプレッダー

作業風景

ホイールローダーで堆肥をマニアスプレッダーの荷台に載せ、後方へ切り返している。



後部ビーターの改造

鋼材アングルを後部ビーターに水車状に取り付け、堆肥の拡散を防いでいる。



2. データの収集

家畜改良センターでは、担当者が堆肥調製に係る日々の業務を現場に設置した様式1の野帳カードに記録している。

このような記帳を行うことにより、堆肥の経時的変化が的確に把握でき、作業を行う複数の担当者間の連絡に役立っている。

各牧場においても、工夫を凝らしてこのように記録を残すことが望ましい。

様式1 野帳カード（記入例）

堆肥の名称 A					
日 付	位 置	副資材	バケツ数	容積比重	備 考
4/ 1	1 E→1 W	戻し堆肥 5	30		
4/ 4	1 W→1 E		29		蓄熱状態良好
4/ 7	1 E→1 W		23	0.47	全体的に未分解
4/ 9	1 W→1 E		20	0.45	頂部に放線菌
4/11	1 E→1 W		20	0.45	
4/14	1 W→1 E		19	0.46	
4/16	1 E→1 W		19	0.42	水分が底部に滞留
4/18	1 W→2 E		17	0.47	放線菌が全体に拡散
4/21	2 E→1 W		17	0.45	
4/24	1 W→2 E		16	0.43	
4/25	2 E→1 W		15	0.41	
4/28	1 W→2 E		14	0.40	
5/ 2	2 E→2 W		14	0.40	
5/ 8	2 W→2 E		14	0.38	
5/13	2 E→2 W		13	0.40	マニュアルスプレッダー利用
5/15	2 W→2 E		12	0.41	カビ臭い
5/19	2 E→2 W		11	0.41	
5/22	2 W→3 E		11	0.38	
5/23	3 E→3 W		11	0.35	

（注）1.「位置」の欄には、堆肥舎の「切り返し前の場所→切り返し後の場所」を記入する。

因みにセンター本所の堆肥舎は、1 E、1 W、2 E、2 W、3 E、3 W、4 E、4 Wの8ブロックから構成される。

2.「副資材」の欄には、投入した副資材の種類と量（フロントローダーのバケツ数）を記入する。

3.「バケツ数」の欄には、切り返し時のバケツ数を記入する。

4.「容積比重」の欄には、切り返し後の堆肥の容積比重を記入する。

5.「備考」の欄には、切り返し担当者が観察したこと等を記入する。

3. データー整理及び考察

収集したデーターは、後で整理して考察するとよい。考察することによって、これらのデーターは次の作業に活用することができる。

図10及び11は、家畜改良センター本所で平成9年4月2日に作業を開始した堆肥「A O」及び「A P」（家畜改良センターでは堆肥の山にアルファベットの名称を付けている。）の経時的変化を記録したものである。

この記録から次のようなことを読み取ることができる。

- ① 表層から30cmの深さの位置の温度変化をみると、「A O」、「A P」のいずれも、当初から切り返し直後の立ち上がりがスムーズである。これは、堆肥の表層付近では、水分及び酸素の供給が十分であったため、微生物の活性が高かったことによるものと考えられる。

また、4月半ばからは、「A O」、「A P」のいずれも、表層から30cmの深さの位置の温度変化をみると、温度低下が早くなっている。これは、堆肥全体の発酵熱による水分の蒸散が盛んであるため、表層付近の微生物への水分の供給が不十分になっていることによるものと考えられる。

- ② 表層から70cmの深さの位置の温度変化をみると、「A O」、「A P」のいずれも、当初は切り返し直後の立ち上がりがスムーズではなかったが、4月半ばから切り返し直後の立ち上がりがスムーズになっている。

当初の切り返し直後の立ち上がりがスムーズでなかった理由は、堆肥中の水分が多いため気層が確保できず、微生物への酸素の供給が不十分であったことによるものと考えられる。また、4月半ばからの切り返し直後の立ち上がりがスムーズになっている理由は、発酵熱による水分蒸散にともない70cmの深さの位置であっても堆肥中の気層が確保でき酸素の供給が十分となったこと、堆肥中の微生物がかなり増殖していたこと等によるものと考えられる。

- ③ バケツ数の変化をみると、「A O」、「A P」のいずれも、当初30杯あった堆肥が1ヶ月後には約半分にまで減少した。センター本所の場合、現行の堆肥処理体系であれば、水分蒸散や有機物の分解などにより約1ヶ月間で堆肥の体積を約半分にまで縮小できるものと考えられる。

また、こうしたことから作業開始後1ヶ月後の堆肥舎内の作業スペースを見込むことができる。

- ④ 容積比重をみると、「A O」、「A P」のいずれも、概ね基準の0.5kg／リットルを下回る水準で推移している。このことから、切り返し作業は、期間中を通じて通気性の確保に気を配った適正な作業であったと考えられる。

また、容積比重とバケツ（容量1.0 m³）数から、5月22日時点でのおよその重量は、次のように算出できる。

$$\text{「A O」} = 0.44 \text{ kg} / \text{リットル} \times 17 \text{ m}^3 = 7.48 \text{ t}$$

$$\text{「A P」} = 0.32 \text{ kg} / \text{リットル} \times 11 \text{ m}^3 = 3.52 \text{ t}$$

図10 堆肥「A O」の経時的変化

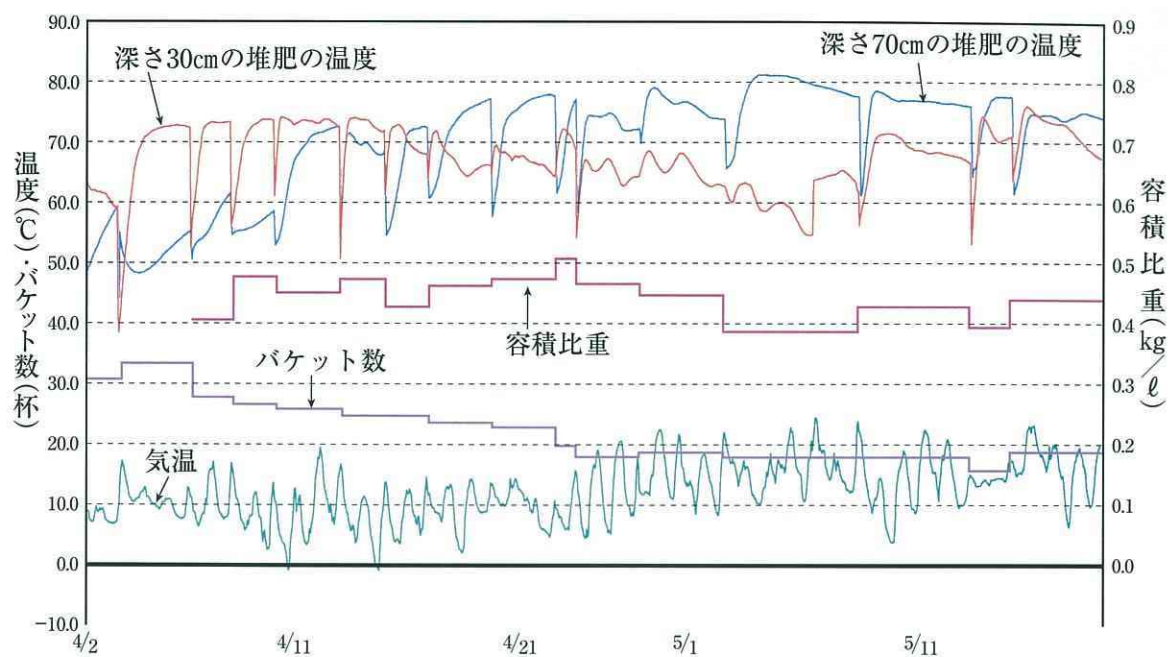


図11 堆肥「A P」の経時的変化

