

良質堆肥の作り方

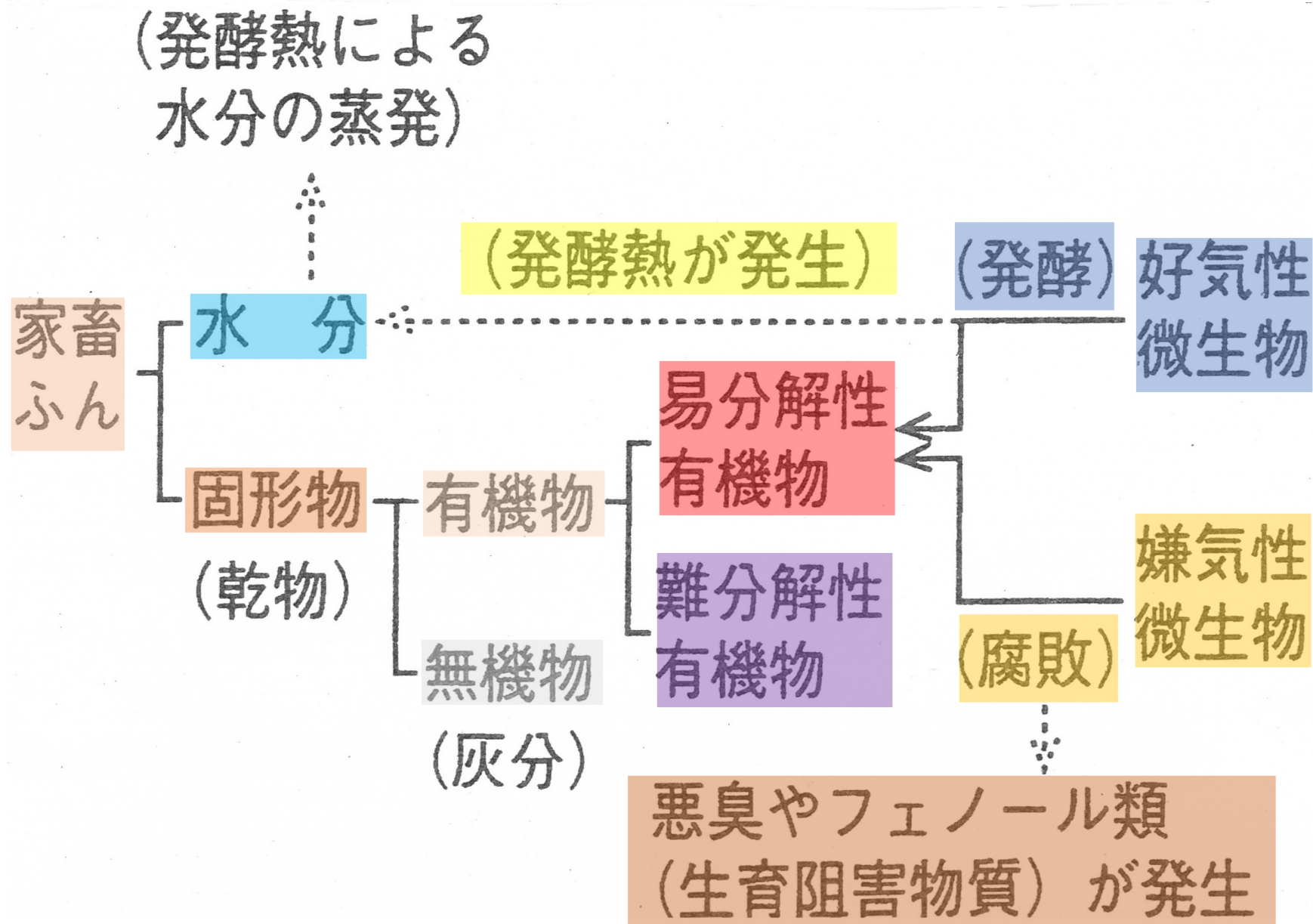
家畜ふんの堆肥化の基本をおさらい



家畜ふんを堆肥化する意義

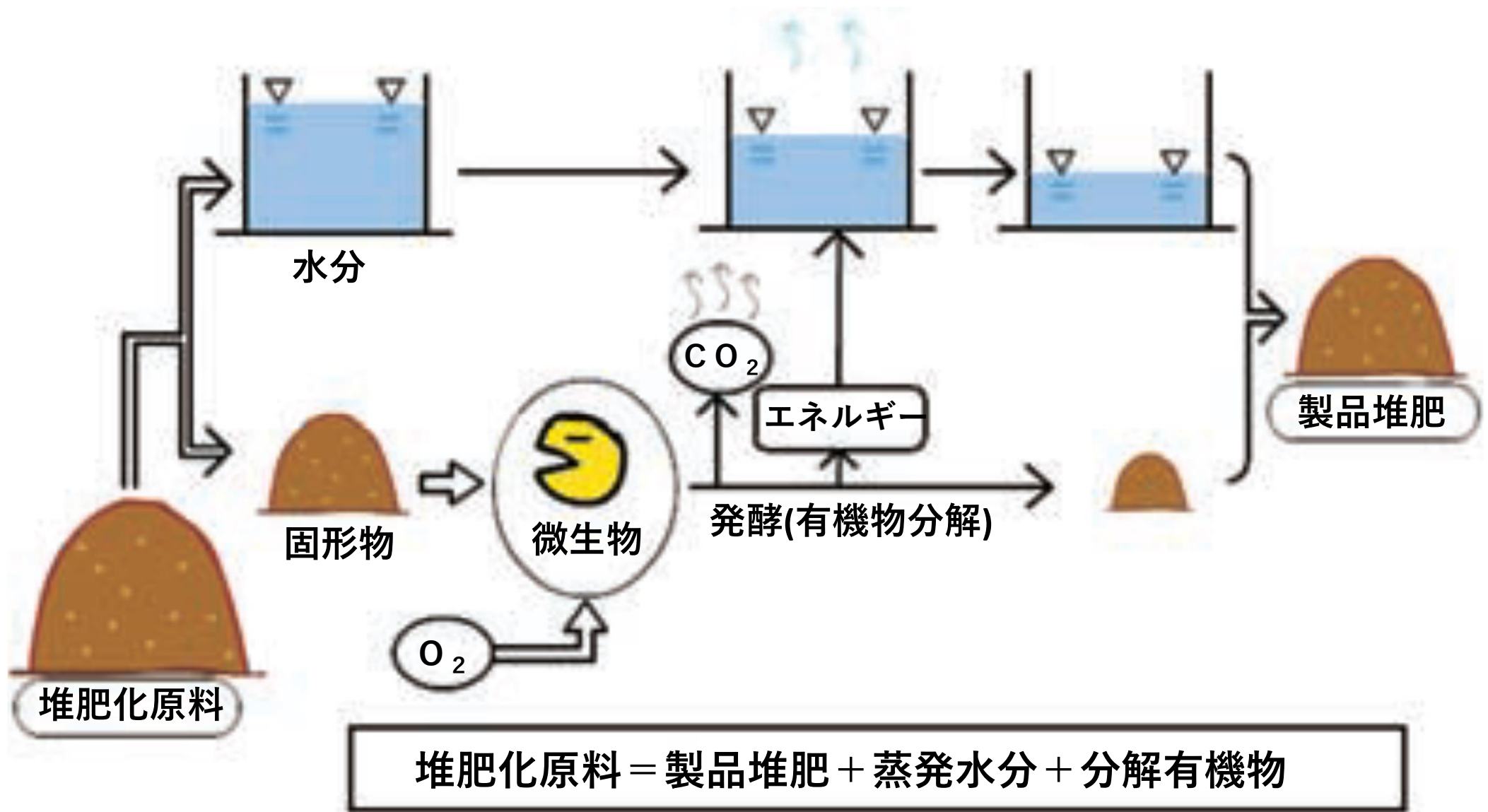
- ・ 原料の汚物感の解消と取り扱い性の向上
- ・ 不安定な有機物の分解
- ・ 病原性微生物、寄生虫卵、雑草種子の死滅・不活性化
- ・ 肥料として家畜ふんの保存性を改善

家畜ふんの堆肥化のメカニズム



堆肥化過程のイメージ

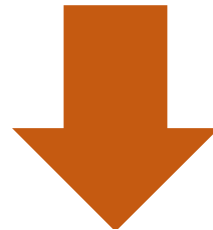
蒸発



堆肥化で大事なこと

- ・ 空気（酸素）がある状態での好気的条件下での分解（発酵）が何より重要

- ・ 発酵熱（分解熱）が発生して重要な働きをする



- ・ 堆肥原料に含まれる水分の一部が蒸発
- ・ 病原性微生物、寄生虫卵、雑草種子の死滅・不活性化

病原菌及び寄生虫の死滅温度

病原菌及び寄生虫の死滅温度

種 類	温度 (°C)	時間 (分)
チフス菌	55～60	30
サルモネラ菌	56	60
赤痢菌	55	60
ブドウ状球菌	50	10
連鎖球菌	54	10
結核菌	66	15～20
ジフテリア菌	55	45
ブルセラ菌	61	3
アメーバ赤痢	55	
条 虫	55～60	5
旋毛虫	62～65	
アメリカ鉤虫	45	50
回 虫	60	15～20

Biological reclamation of solid wastes(1977). Rodale
Pressより抜粋

雑草種子の死滅と温度①

雑草種子の55℃と60℃の条件下にさらした時間による発芽率と生存率の推移

雑草の種類	調査項目	無処理	加温 5 5℃					加温 6 0℃			
			24h	48h	72h	96h	120h	3h	6h	24h	30h
ワルナスビ	発芽率	97 a	19 bc	3 cd	0 d			32 b	0 b	0 d	
	生存率	99 a	72 b	7 c	0 c			67 b	9 c	0 c	
アメリカイヌホオズキ	発芽率	97 a	28 c	0 d				78 b	0 d	0 d	0 d
	生存率	97 a	79 a	0 b				84 a	6 b	0 b	
イチビ	発芽率	13 a	0 c	0 c	0 c	0 c	0 c	9 ab	3 b	0 c	0 c
	生存率	93 a	23 bc	12 cd	9 cde	2 ef	0 f	39 b	23 bc	7 de	0 f
ヨウシュヤマゴボウ	発芽率	92 a	0 c					49 b	0 c	0 c	
	生存率	94 a	0 c					57 b	3 c	0 c	
ハリビユ	発芽率	94 a	2 b	0 b				20 b	0 b	0 b	
	生存率	94 a	2 c	0 c				24 b	1 c	0 c	

※ 横列の異なる異符号間に有意差あり（危険率 1 %）

Journal of Weed of Science and Technology Vol.44(1)59-66(1999)より抜粋

雑草種子の死滅と温度②

雑草種子の55℃と60℃の条件下にさらした時間による発芽率と生存率の推移

雑草の種類	調査項目	無処理	加温 5 5℃					加温 6 0℃			
			24h	48h	72h	96h	120h	3h	6h	24h	30h
ホソアオゲイトウ	発芽率	96 a	38 b	0 c				70 b	0 c		
	生存率	97 a	38 c	0 d				74 b	0 d		
オオイヌタデ	発芽率	83 a	0 b					0 b			
	生存率	83 a	0 b					0 b			
オオクサキビ	発芽率	90 a	0 c					26 b	0 c		
	生存率	96 a	0 c					3 b	0 b		
イヌビエ	発芽率	41 a	0 b	0 b	0 b			3 b	0 b		
	生存率	76 a	6 b	6 b	0 b			6 b	0 b		
メヒシバ	発芽率	52 a	0 b					7 b	0 b		
	生存率	67 a	0 b					10 b	0 b		

※ 横列の異なる異符号間に有意差あり（危険率 1 %）

Journal of Weed of Science and Technology Vol.44(1)59-66(1999)より抜粋

家畜ふんの堆肥化技術の基本①

- ・微生物（好氣的）が活動できる環境作り

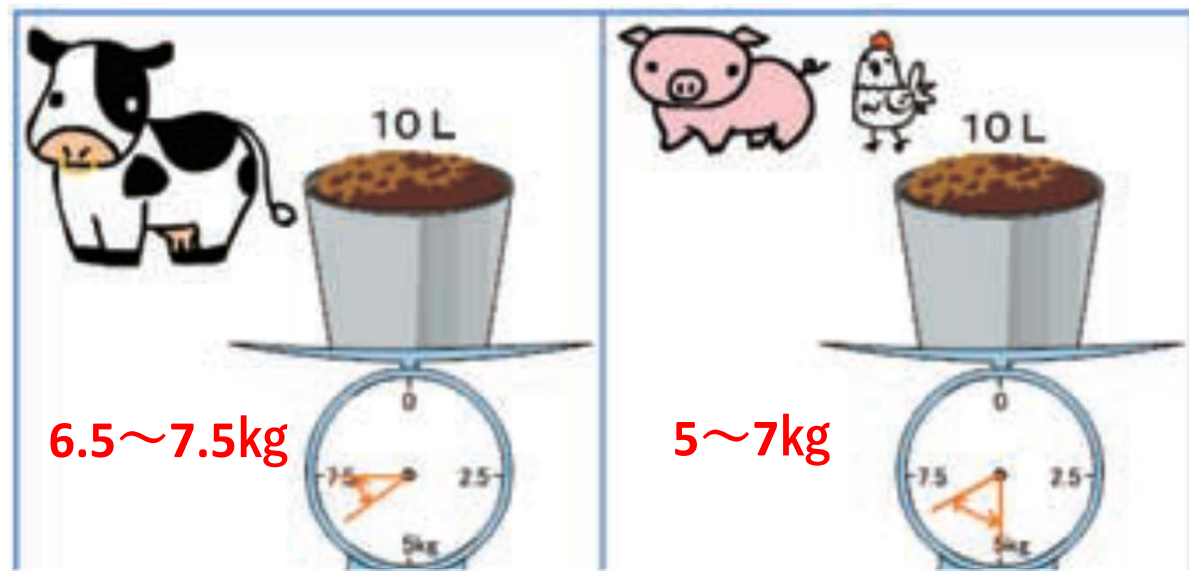
- ① 堆肥化のための微生物が存在すること
- ② 微生物が利用できる有機物が存在すること
- ③ 空気（酸素）が十分あること
- ④ 適当な水分があること
- ⑤ 微生物が活動できる温度であること

家畜ふんの堆肥化では①②は常にクリアしているので、③～⑤、特に③を重視する

家畜ふんの堆肥化技術の基本②

- ・ 空気（酸素）を十分取り込む環境づくり

- ① 家畜ふんだけでは通気性が悪いため、予備乾燥や副資材を混合することで通気性を確保する（混合は丁寧に）
- ② 通気性確保の目安は水分と容積重



家畜ふんの堆肥化技術の基本③ー 1

・容積重の計り方（現場での状況把握に最適）

① 10ℓ程度のバケツを準備、バケツの空重量と水を入れた重量を計る
(水1kg = 1ℓ = 0.001m³)

② 堆肥原料をバケツすりきり一杯入れて（押し込まない）重量を計る

容積重 =
$$\frac{\begin{array}{c} \text{堆肥} \\ \text{—} \\ \text{水} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{空} \\ \text{—} \\ \text{空} \end{array}} \text{ kg} / 10\ell$$

(100倍でkg/m³)

家畜ふんの堆肥化技術の基本③－ 2

・ 副資材の特徴①

資材	容積重 (kg/m ³)	利点	欠点	備考
イナワラ・麦稈	70	①通気性の改善効果大きい ②分解が比較的容易	①収集期間が限定される ②収集作業量が多い ③施設によっては細断が必要	①収集作業の共同化（機械化）が必要 ②粗飼料として利用される場合が多い
モミガラ	90	①未粉碎物は吸水性が低い が通気性の改善効果が大きい ②粉碎物は吸水性が高い が通気性の改善効果は低い	①分解が比較的困難 ②粉碎に大量の動力が必要	①共同乾燥施設で発生するモミガラの有効利用が必要
おが屑・バーク	100～150	①通気性の改善効果大きい ②吸水性高い	①高価となり、次第に入手が困難 ②分解に比較的長時間を要する ③作物の生育阻害物質を含む場合がある	①常時、定量供給可能な入手先の確保が必要

家畜ふんの堆肥化技術の基本③－ 2

・ 副資材の特徴②

資材	容積重 (kg/m ³)	利点	欠点	備考
無機資材（パーライト、トバモライト、ゼオライト等）		①通気性の改善効果大きい ②吸水性高い ③安定して入手可能	①高価である	①家畜ふんの水分低下をはかり、高価な資材の使用量を少なくする ②高品質堆肥を生産し高価で販売できるようにする ③分解しない
戻し堆肥	300～600	①通気性の改善効果大きい（低水分の場合） ②吸水性高い（低水分の場合） ③比較的確保しやすい	①高水分では通気性の改善効果が低い ②分解によるエネルギー発生はほとんどない ③販売できる製品量が少ない	①冬季対策として戻し堆肥の水分を低下させる乾燥施設を設ける ②共同処理施設などでは、導入例が多い

家畜ふんの堆肥化技術の基本④

- ・ 水分と温度

- ① 水分が40%以下程度になると微生物の活動が鈍くなるので発酵（堆肥化）が遅れる（堆肥化初期の切り返し時に粉塵が舞うようなら加水が必要）
- ② 通気性を確保した状態なら堆肥化開始から1～2日で必然的に60～70℃程度まで温度は上昇する（逆に温度が上がらないなら確認が必要）

家畜ふんの堆肥化技術の基本⑤

- ・ 堆積による温度の確保

- ① 堆肥原料を一定堆積する（高さ60cm～2 m程度まで）ことによって内部温度を保持する
- ② 初期に堆積した表面から50cmくらいの内部温度が60～70℃程度あれば、良好
- ③ 堆積高さが2 m以上になると通気性自体が悪くなる、3 mでは水分が30～40%の部分で炭化や自然発火の危険があるため注意

家畜ふんの堆肥化技術の基本⑥ー 1

- ・ 切り返しの必要性（しない場合の不利点）

- ① 堆肥化は好気的作用であることから、新鮮な空気が届く範囲は進むが、それ以外はすぐに酸素を使い果たし、進行が遅くなる
- ② その状態を放置しておくと堆肥化が進んだ部分は発熱により微生物が活動できないくらい水分が低下、逆に堆肥化が進まない部分は温度が低く、発熱で蒸発した水分が内部で結露する恐れも

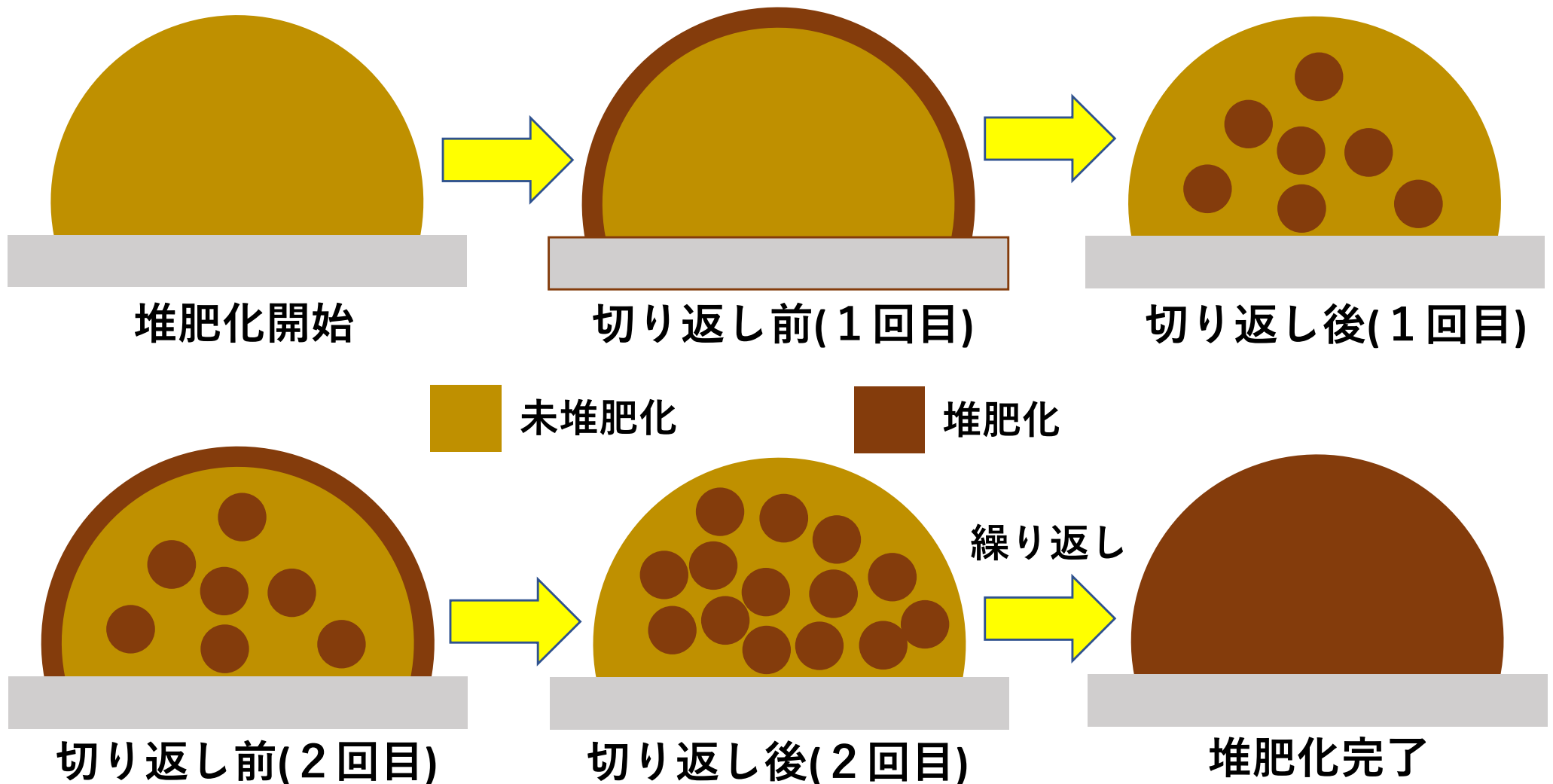
家畜ふんの堆肥化技術の基本⑥ー 2

- ・ 切り返しの必要性（した場合の有利点）

- ③ 切り返しによって堆肥化の進む、進まないのムラをなくすことで堆肥化期間の短縮が可能
- ④ 切り返しによってまんべんなく熱処理し、病原性微生物、寄生虫卵、雑草種子の死滅・不活性化の確保が可能
- ⑤ 切り返しによって蒸発した水分の空気中への放散やダマを崩すことによって容積重を低下、効率的な堆肥化が可能

家畜ふんの堆肥化技術の基本⑥ー 3

- ・ 切り返しの必要性（切り返しのイメージ）



家畜ふんの堆肥化技術の基本⑦ー 1

・ 温度による堆肥化の過程

① 高温期（一次発酵）

通気性を確保した状態なら堆肥化開始から1～2日で60～70℃程度（堆積条件によってはそれ以上）上昇、切り返しによる一時的な低下を除き、分解できる有機物が少なるまで数週間、高温状態が持続する

※ 高温期の切り返しは蓄積熱を確認しつつ切り返し頻度は多い方が堆肥化は進む

家畜ふんの堆肥化技術の基本⑦ー 2

- ・ 温度による堆肥化の過程

- ② 後熟期（二次発酵）

高温期を過ぎると分解できる有機物がほとんどなくなり、堆肥の温度が外気温程度まで低下、堆肥の腐熟度としては一定水準まで到達しているが、さらに腐熟度を進めたり、副資材の分解を促す目的で堆肥化を継続する

※ 後熟期に定められた条件はなく、使う側の求めるニーズに合わせて調整を

家畜ふんの堆肥化技術の基本⑧

- ・ 堆肥化後の仕上げ（使ってもらうために）

- ① 堆肥成分の分析

堆肥の生産・販売には特殊肥料生産業届や販売業届が必要でそれには成分分析結果が必須、さらにコマツナ発芽試験等による堆肥熟度指標もあれば利用者もより安心

- ② 堆肥の搬送や散布の利便性の向上

篩による粒度の均質化や袋詰め、成型は需要を増やすには有効

京都府内で生産されている畜産堆肥

畜種	水分 (%)	C／N(比)	窒素 (%)	リン酸 (%)	カリ (%)	苦土 (%)
牛ふん堆肥 (n=21)	56.2 ± 15.9	20.2 ± 4.4	2.1 ± 0.4	2.5 ± 1.5	3.9 ± 1.9	1.3 ± 0.6
豚ふん堆肥 (n=4)	37.7 ± 11.2	15.1 ± 2.1	3.0 ± 0.7	2.9 ± 0.9	2.0 ± 0.5	1.1 ± 0.4
鶏ふん堆肥 (n=17)	17.4 ± 7.4	9.4 ± 2.2	3.5 ± 1.0	5.6 ± 1.8	4.1 ± 0.7	1.5 ± 0.3

注) 令和5年9～10月畜産環境整備機構 畜産環境研究所への依頼分析結果
表中の水分以外は乾物当たりの平均値 ± 標準偏差

個別の畜産堆肥に関する情報は京都府畜産堆肥マップに掲載しています。

(<https://www.pref.kyoto.jp/chikken/taihi.html>)

資料：アニマル・メディア社「家畜ふん堆肥の基礎から販売まで」

資料：農山漁村文化協会「堆肥・有機質肥料の基礎知識」