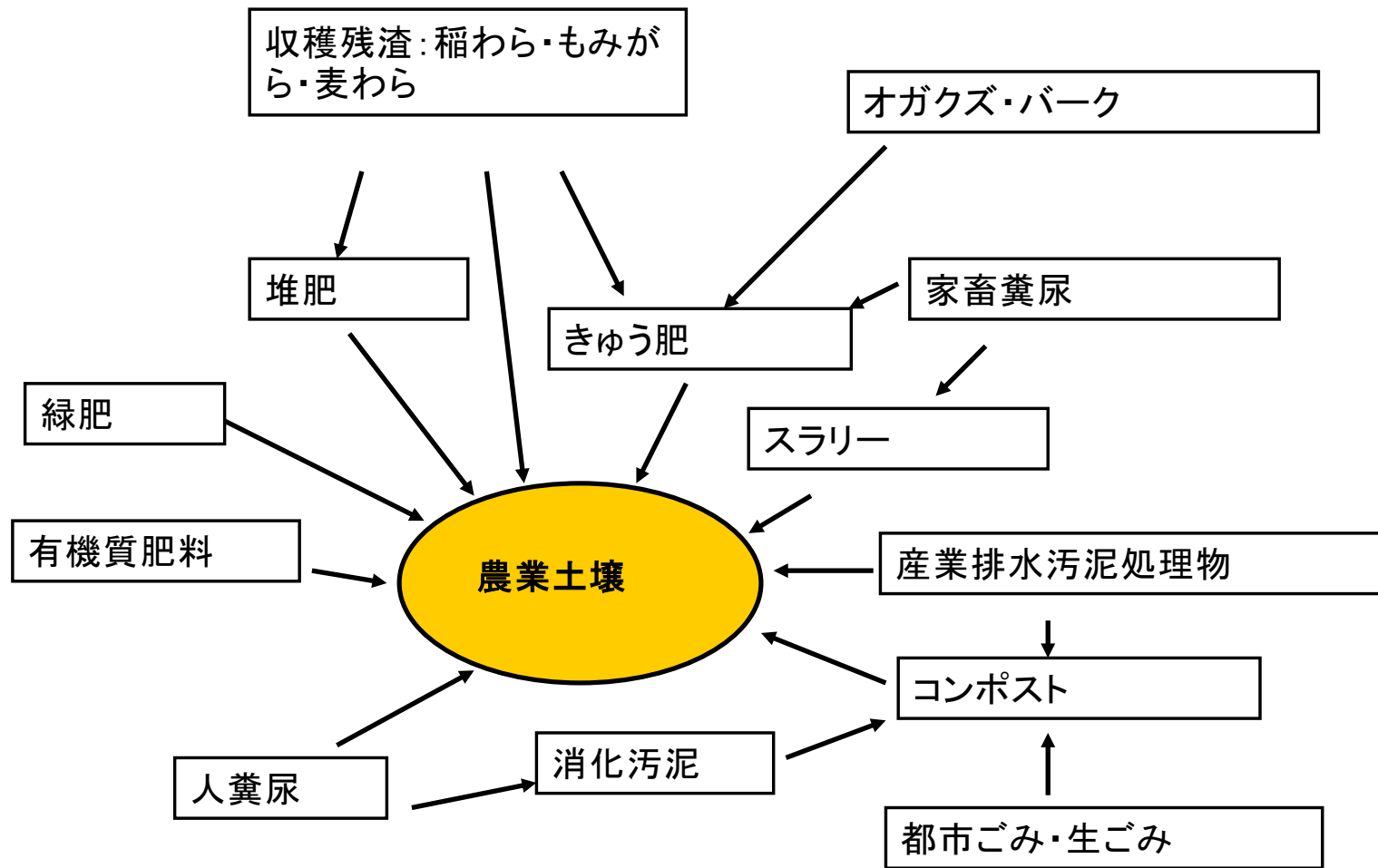


植物生産土壌学 3-2

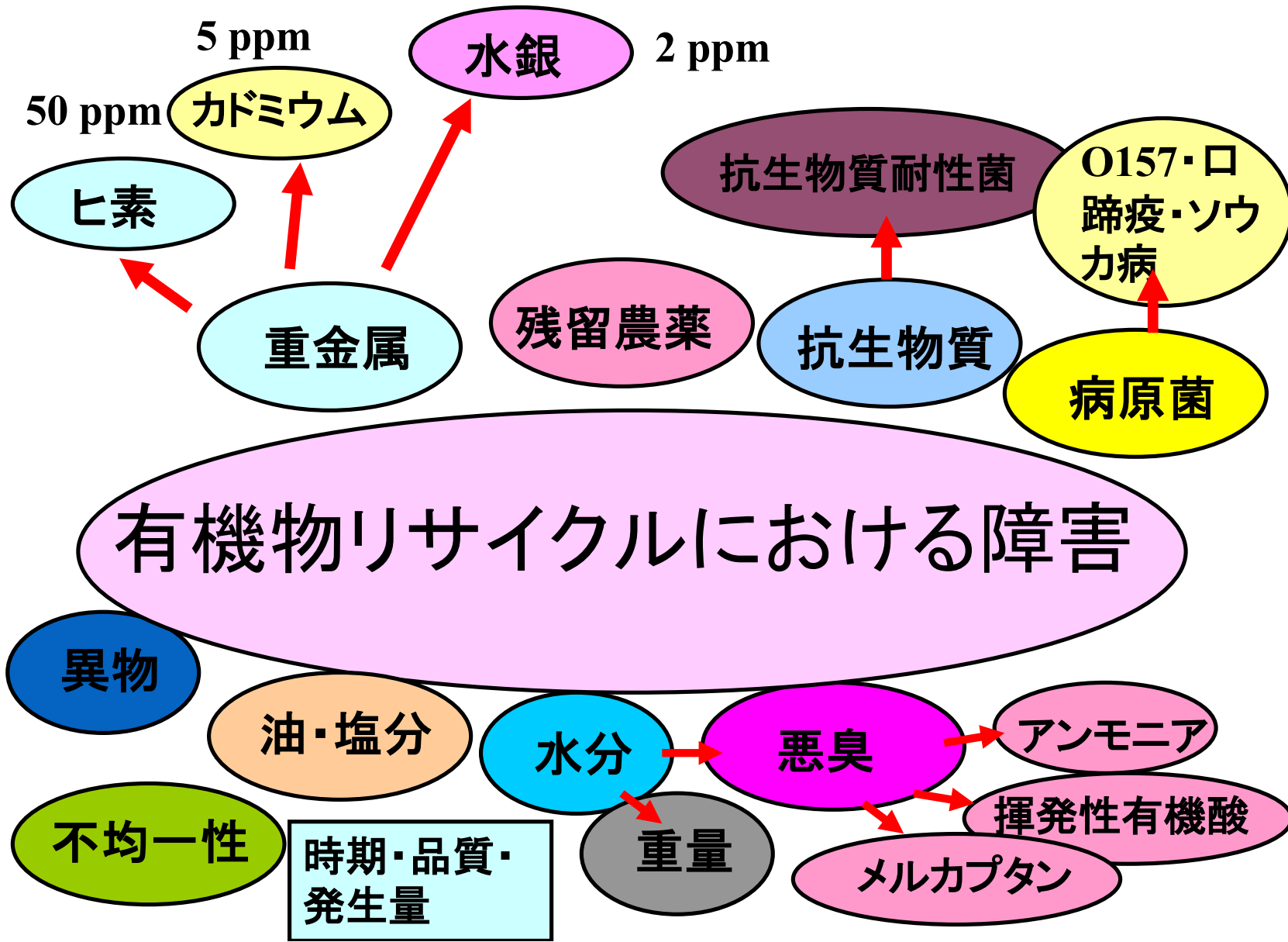
堆肥・厩肥・緑肥について

農地に施用する有機物

製法・特性・効果



農地土壌に施用される有機物

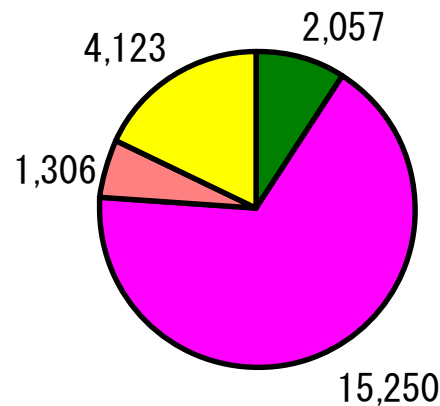


コンポストおよび堆肥中の重金属含量 (ppm 平均値)

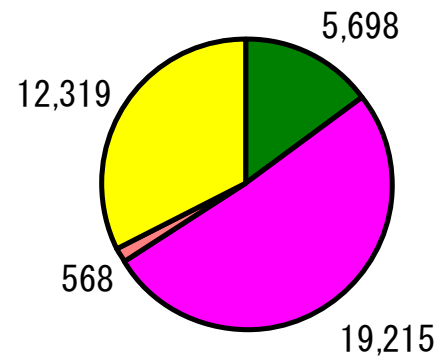
項目	下水汚泥 コンポスト	堆肥
カドミウムCd	2.79	0.82
ヒ素 As	4.55	2.22
水銀 Hg	1.37	0.11
銅 Cu	184	28
亜鉛 Zn	1109	82

生物系廃棄物からのCdとAs発生量

有機廃棄物からのCd発生量

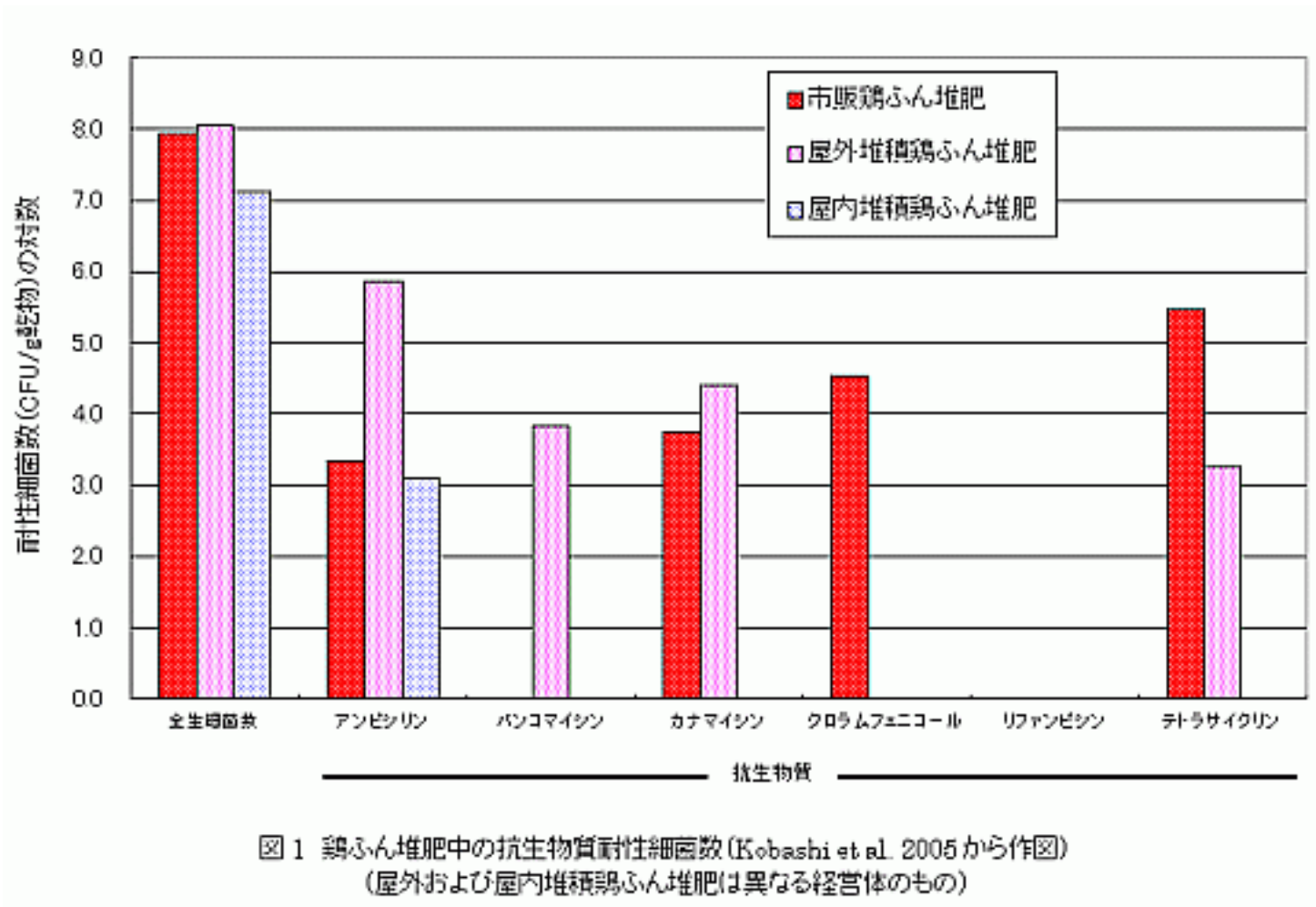


有機廃棄物からのAs発生量 (kg/年)



重金属負荷源は

畜産系 >> 汚泥類 > 農業系 > 生ごみ の順である。



ルーラル電子図書館環境保全型農業レポート
 No.16 家畜ふん堆肥中の抗生物質耐性菌

堆肥の発酵温度と耐性菌

- 70°C以上で発酵させれば、抗生物質耐性菌は死滅する。
- 養豚および養鶏経営体の製造した家畜ふん堆肥と、ホームセンターで市販されている家畜(豚, 鶏, 牛)ふん堆肥の抗生物質耐性細菌数を調べた結果, 1例を除いて, 抗生物質耐性菌が高レベルで検出された。
- 耐性菌がほとんど検出されなかった例は, 鶏ふんを屋内で高温を発生しながら堆肥化したものであった(図1)。この結果から, 高温(恐らく70°C前後)が出るほどの堆肥化を行えば, 耐性菌をほぼ完全に死滅させることが可能と推定された。

未熟な有機物や堆肥、作物残渣により助長される病害

- 苗立枯病（テンサイ、ピシウム菌）
- ソウカ病、夏疫病、炭そ病（じゃがいも）
- 落葉病、灰色カビ病（あずき、サイトウ）
- 種バエ（豆類）



堆肥化の目的 1

1. 作業者にとって取り扱いやすいもの
にすること
2. 衛生面で安全なものとするとともに
雑草の種子等を死滅させること
3. 作物にとって安全なものにすること

堆肥化の目的...2

3. 病原菌や寄生虫を殺す。
4. 雑草の種子を殺す。
5. フェノール性物質や低分子有機酸を分解する。

堆肥化の目的(3)

- 窒素飢餓の回避
- ピシウムによる苗立ち枯れの回避
- 有害物質による害の回避
- 有害生物の死滅
- 衛生病害虫の伝播防止
- 有機酸の生成や土壌の異常還元による生育障害の防止

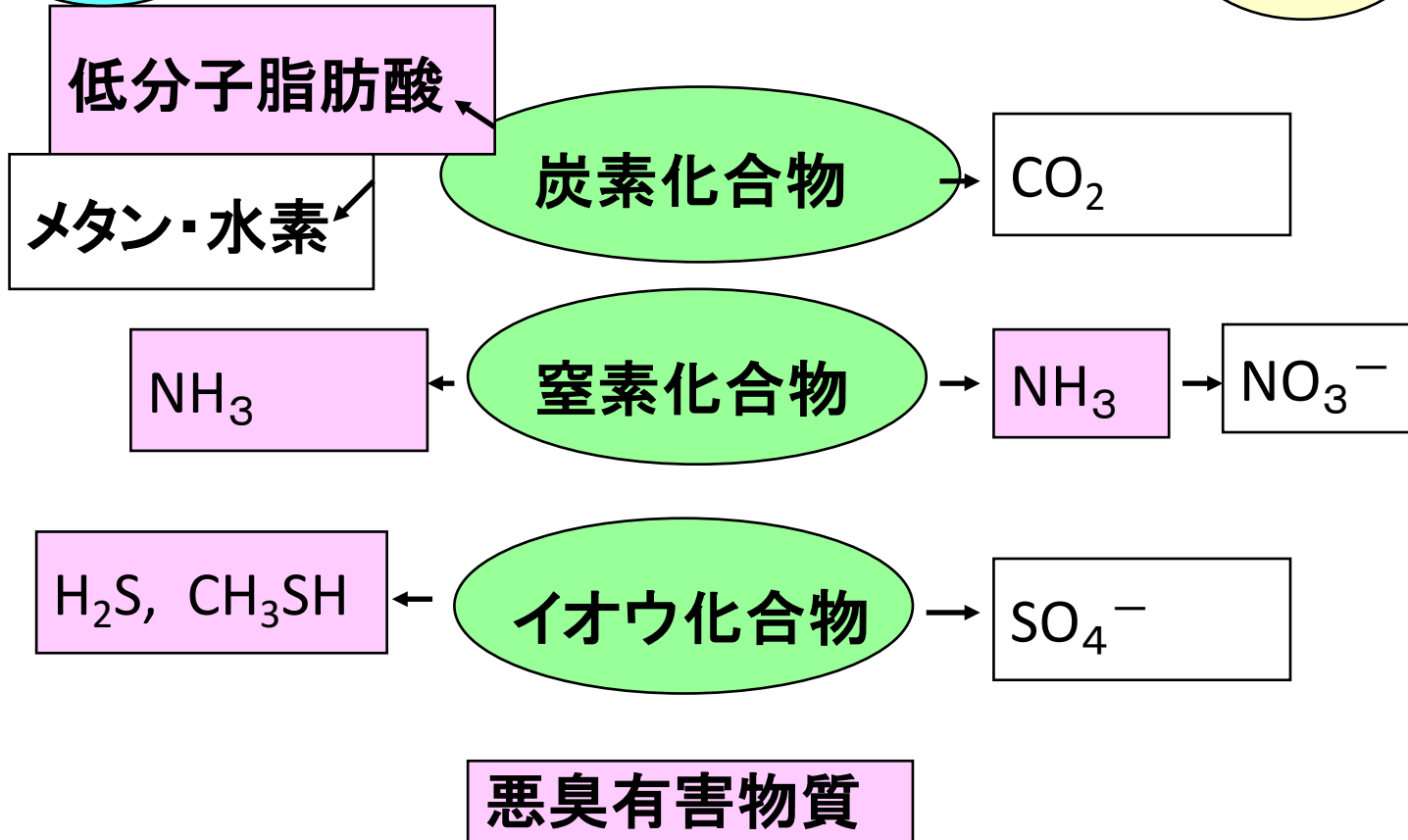
有機農業の技術 土壌微生物と作物

西尾道徳 農文協 2007

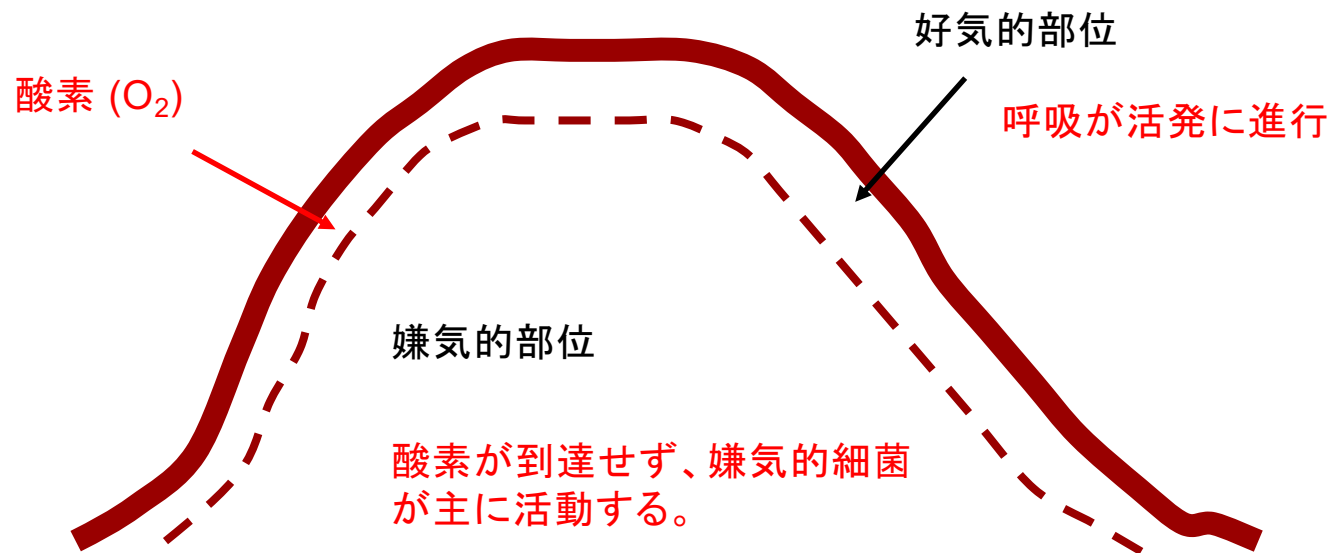
嫌気

家畜糞の好氣的・嫌氣的処理

好気

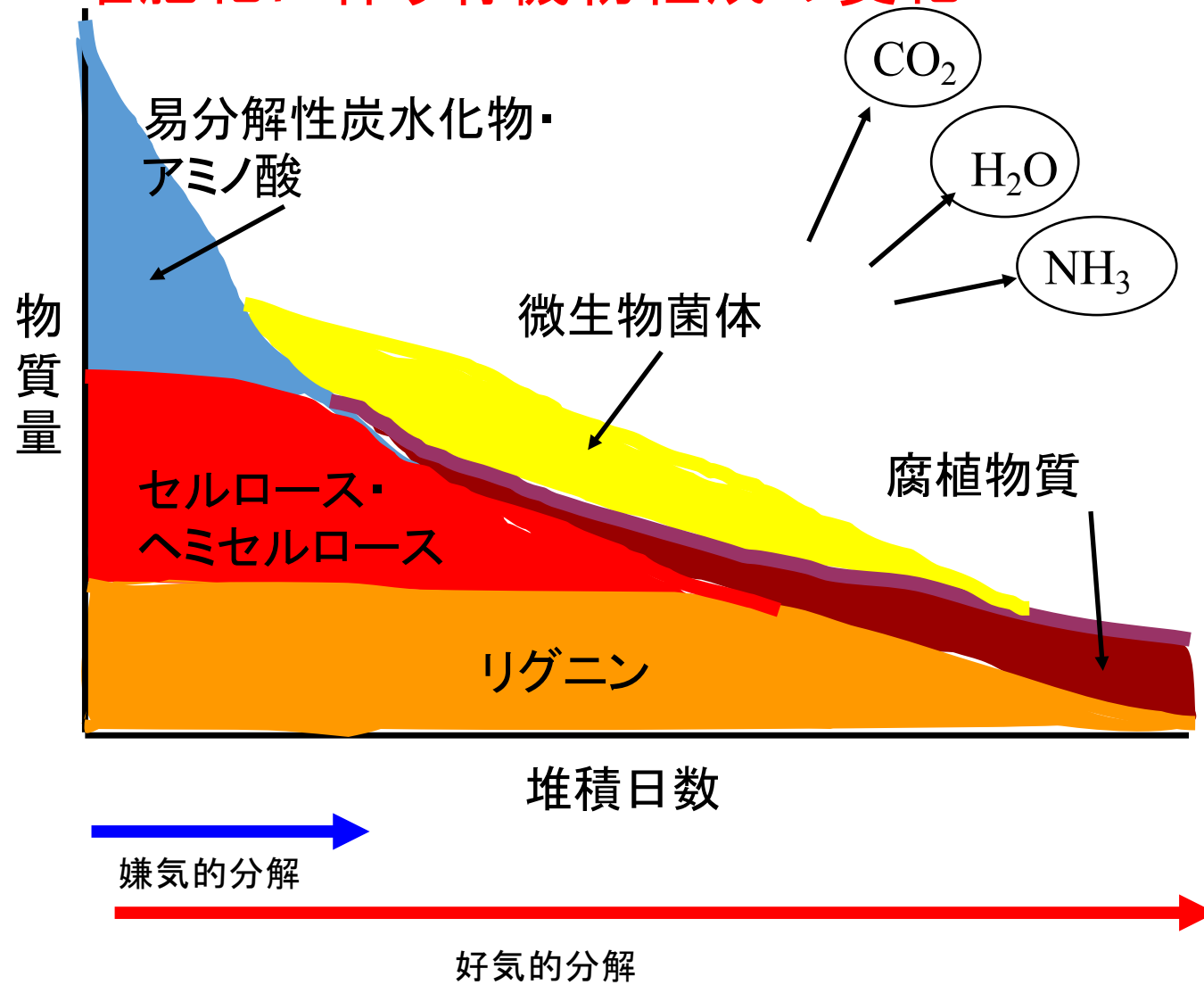


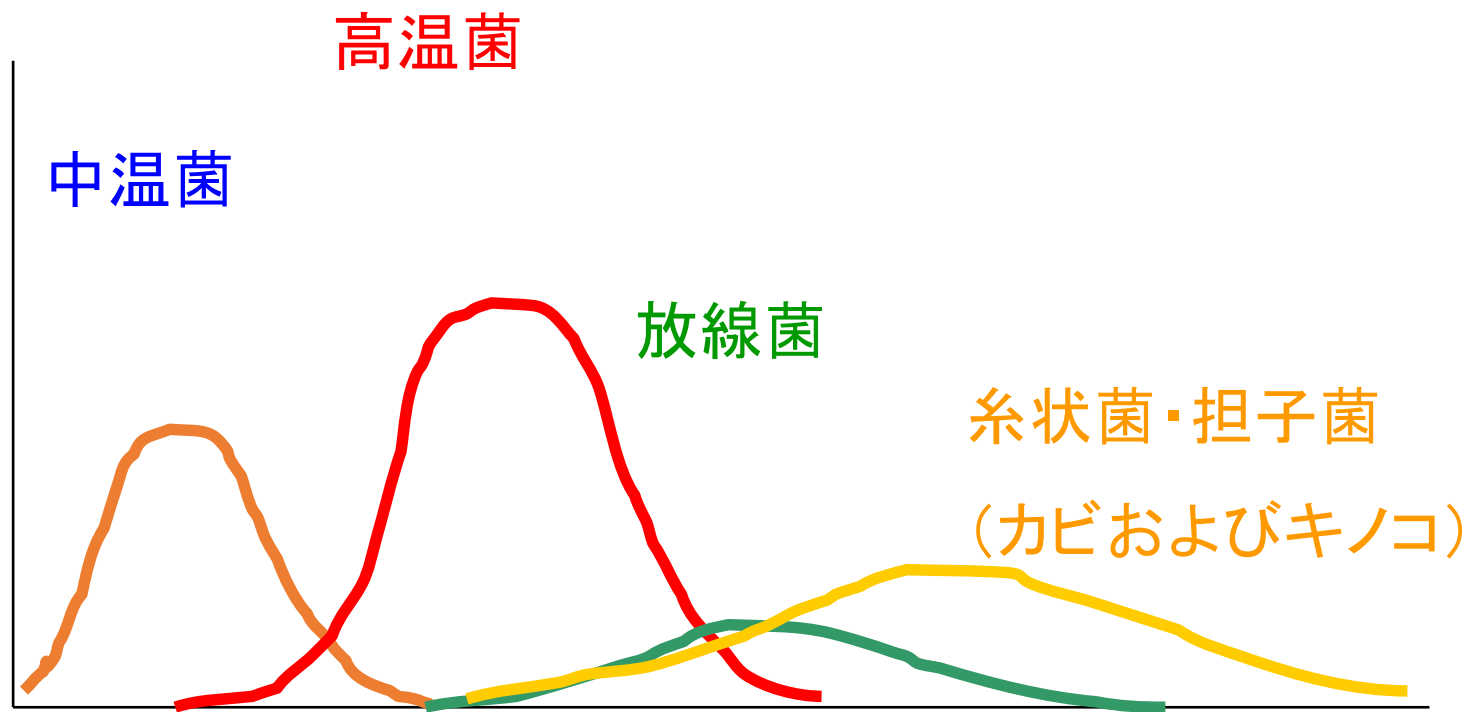
堆肥の堆積中にできる好気的および嫌氣的部位



強制的な通気を行わない場合の堆肥の様子

堆肥化に伴う有機物組成の変化

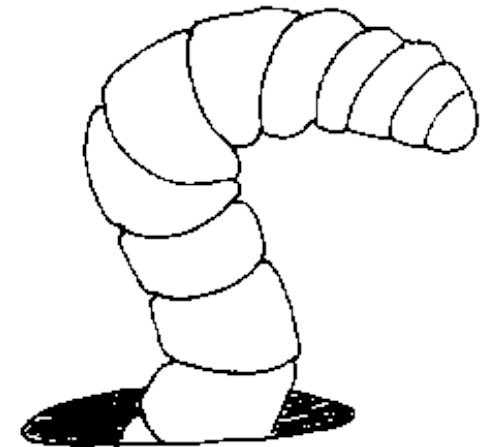




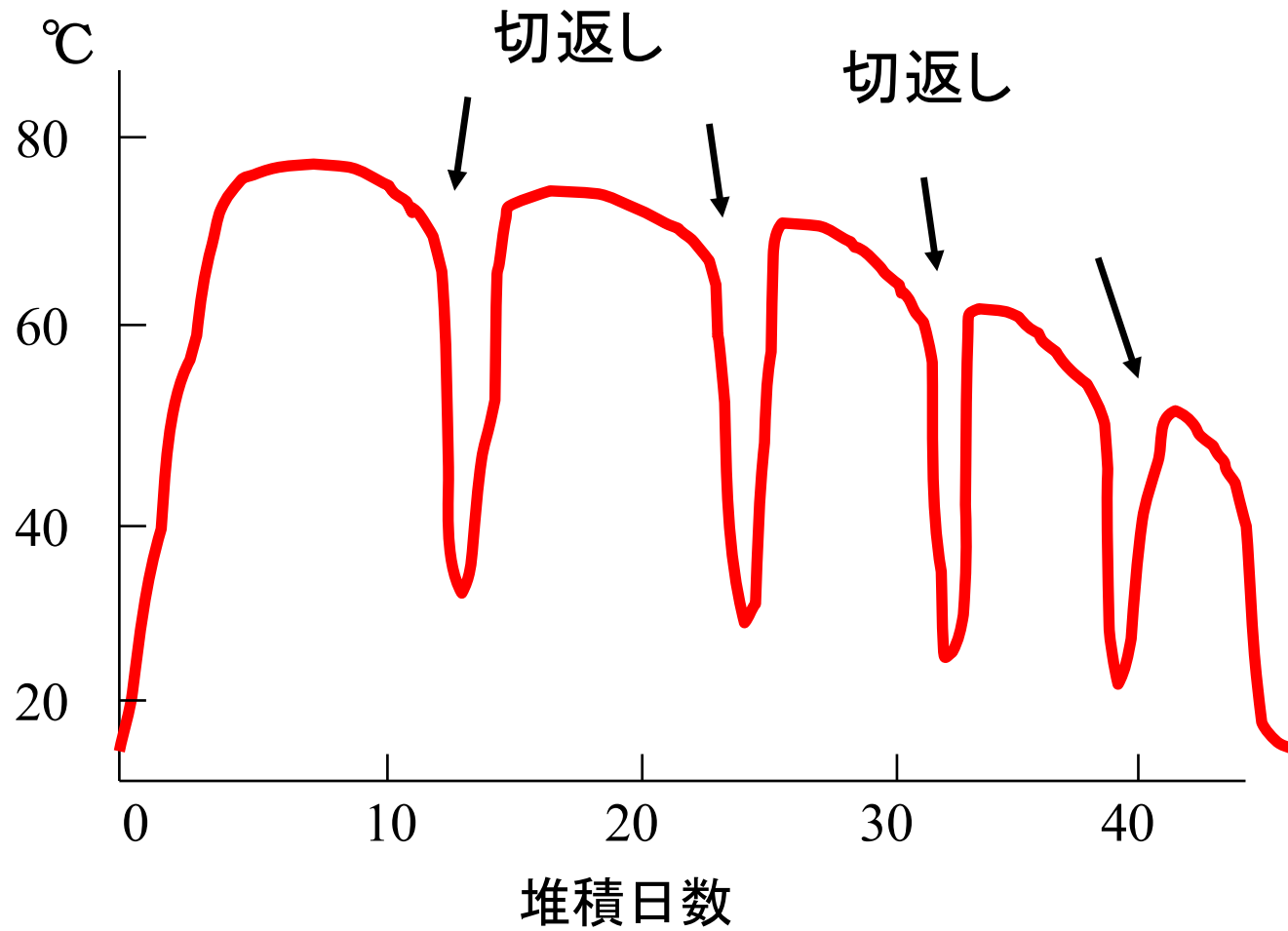
堆肥化における微生物相の遷移

堆肥の腐熟度判定法

1. 温度変化
2. 発芽試験（コマツナ）
3. 幼植物試験（コマツナ）
4. 硝酸態窒素の検出
5. ミミズ法

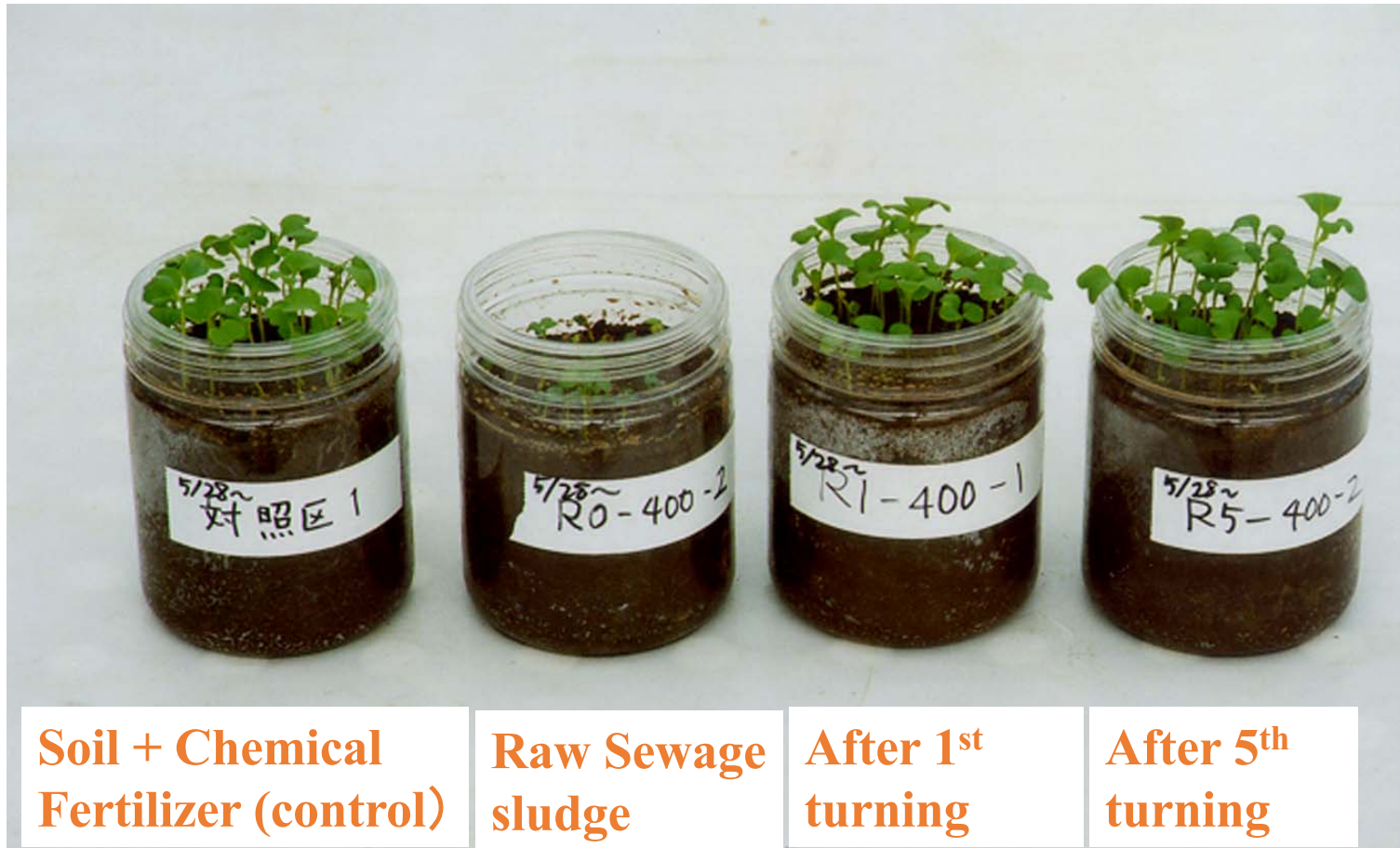


堆肥化中の堆肥温度の変化



幼植物試験法

- 堆肥 (窒素 100, 200, 300, 400 mg 相当量) を土壌 (500 g) と混合しノイバウエルポットに入れる。
- 対照区は土壌のみ (500 g)。
- N, P₂O₅, K₂O 25 mg を施肥。
- 水分は最大容水量の60%。
- コマツナ種子20粒を播種。
- 発芽率と生育を記録。



コマツナによる幼植物試験(下水汚泥コンポスト)

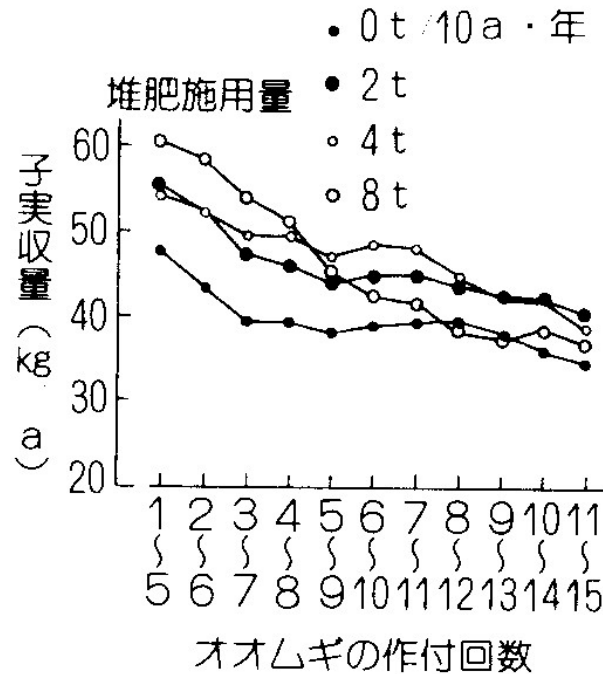
500mL の土壤に、N 400mg 相当のコンポストを加え、コマツナの生育を比較した(播種1週間後)。N 0, N 100, N 200, N 300mgの区も用意した。

堆肥の効果



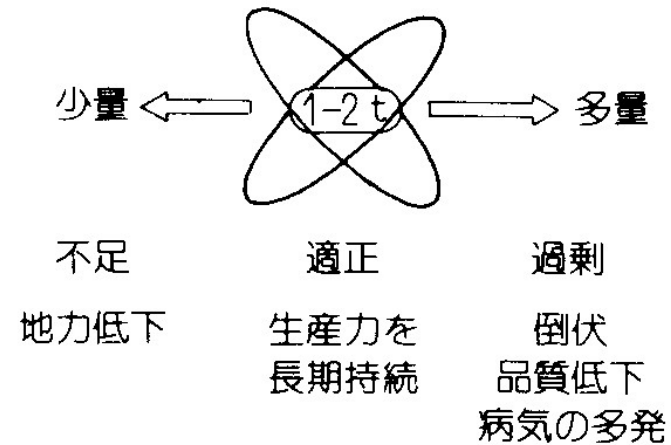
適正な堆肥施用量

堆肥施用と5作移動平均
オオムギ子実収量の変化
(農業研究センター, 1985)



堆肥の大量投入は速効的だが、連用を続けるとかえって減収する

有機物施用量の適正水準



有機物の連用条件下における安定多収施用量

(農林水産技術会議事務局, 1985)

試験地域 (土壌)	有機物の 種類 (現物窒素%)	作物	施用量 (/10a年)	施用量算 出の根拠	平均 増収率
北海道 (重粘土)	牛ふん堆肥 (0.4~ 0.6%)	ジャガイモ トウモロコシ テンサイ	連用2t	圃場試験(1, 2, 4t 施用)における収量 比較	10~ 20%
北海道 (黒ボク土)	牛ふん堆肥 (0.48%)	テンサイ ジャガイモ コムギ	連用1.5t	圃場試験(1.5t施用) における収量からの 推定。2tでは数年後 過剰症	10% 15% 20%
関東 (黒ボク土)	稲わら堆肥 (0.5%)	オオムギ (サツマイモ)	連用2t	圃場試験(2, 4, 8t) のN無機化放出量の 連年変化より推定	20%
九州 (黒ボク土)	牛ふん堆肥 (0.59%)	青刈トウモロ コシ イタリアンラ イグラス	連用 各作2t 年4t	圃場試験(年6t)の N無機化放出量より の推定	25% 10%

7. Rothamsted 長期(>150年) 堆肥・化学肥料連用試験

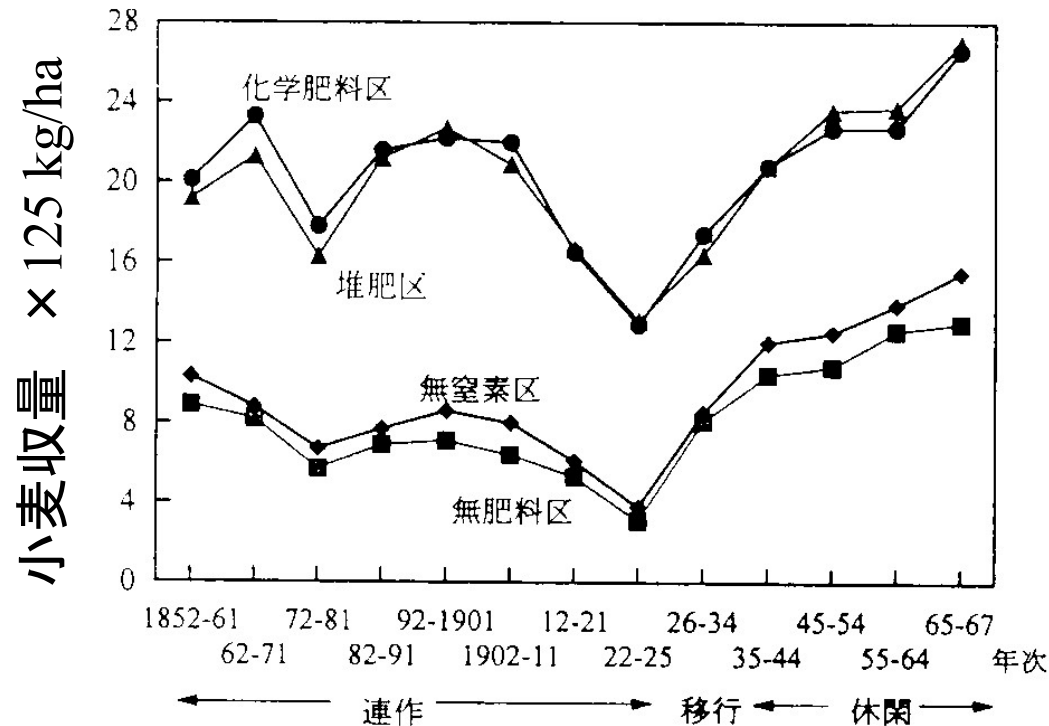


図 15.2 堆肥と化学肥料の長期連用処理区における秋播コムギ子実収量の経年変化
 堆肥区：35 t ha⁻¹，化学肥料区：N P K Na Mg- 144 35 90 35 35 kg ha⁻¹，Mg は 3 年
 に 1 度 施 与。無窒素区は化学肥料区の N を除き，他は同様の養分を施与している。1925 年
 まではコムギの連作，1926～1934 年の期間は次の休閑システムへの移行期，1935 年以降は
 1 年休閑 4 年連作で栽培。収量は各 10 年間の平均値である。
 この図は Rothamsted Experimental Station Report for 1968 の H. V. Garner と G.
 V. Dyke のデータから筆者が作図。

堆肥・化学肥料の長期連用が土壤生物に与える影響

(Russell, 1973)

計測方法	無肥料区	化学肥料区	堆肥区
細菌数			
全細胞数 (10^9 g^{-1})	1.6	1.6 <<	2.9
平板法 (10^6 g^{-1})	50	47	67
糸状菌数			
菌糸片数 (10^6 g^{-1})	0.85	0.94	1.01
菌糸長 (m g^{-1})	38	41 <	47
平板法 (10^6 g^{-1})	0.16	0.26	0.23
原生動物数			
全動物数 (10^3 g^{-1})	17	48 <<	72
活性動物数 (10^3 g^{-1})	10	40	52

- 1) このデータは、ロザムステッド農試のブロードボーク圃場で堆肥あるいは化学肥料を105年間連用した1948年の1月20日から6月23日まで、月に1度ずつ計測した6回のデータの平均値である。単位：風乾土1g当たりの数。
- 2) 細菌数と糸状菌数は、P.C.T.Jones, J.E.Mollison および F.A.Skinner らによる。
- 3) 原生動物のデータは、B.N.Singh による。

堆肥の施用効果 1 (山根, 1981)

堆肥の働き	働きの詳細	造成地 腐植少	畑		水田	
			腐植少	腐植多	腐植少	腐植多
養分として	三要素肥料	○	○	○	○	○
	微量元素肥料	○	○	○	×	×
	緩効性肥料	○	○	○	○	○
	植物ホルモン	○	×	×	×	×

養分効果・微生物の給源及び製造コストからは中熟堆肥がすぐれている。
安定腐植としての効果および安全性からは完熟堆肥が望ましい。

堆肥の施用効果 2 (山根, 1981)

堆肥の働き	働きの詳細	造成地	畑		水田	
		腐植少	腐植少	腐植多	腐植少	腐植多
安定腐植 として	物理性改善	○	○	×	○	×
	陽イオン保持	○	○	×	○	×
	有害物阻止	○	○	×	○	×
	微量元素溶解	○	○	×	○	×
	緩衝物質	○	○	×	○	×
生物 (微生物・土壌動物) の給源		○	×	×	×	×

地力の要因		維持手段				
化学性	養分の供給量	○	○	○	○	◎
	養分の緩慢かつ継続的供給 環境変化を和らげる緩衝能 毒性物質の除去	◎	◎	◎	◎	◎
物理性	水分供給能(保水性、透水性)	○	○	○	○	○
	空気の確保(通気性)	○	○	○	○	○
	耕し易さ	◎	◎	◎	◎	◎
生物性	風や雨に対する耐性	◎	◎	◎	◎	◎
	有機物分解や窒素固定を促進 病原菌や害虫の活動を抑える	◎	◎	◎	◎	◎

◎ 関係が強い ○ 関係が弱い

図 14.5 地力の要因と維持手段のかかわりあい

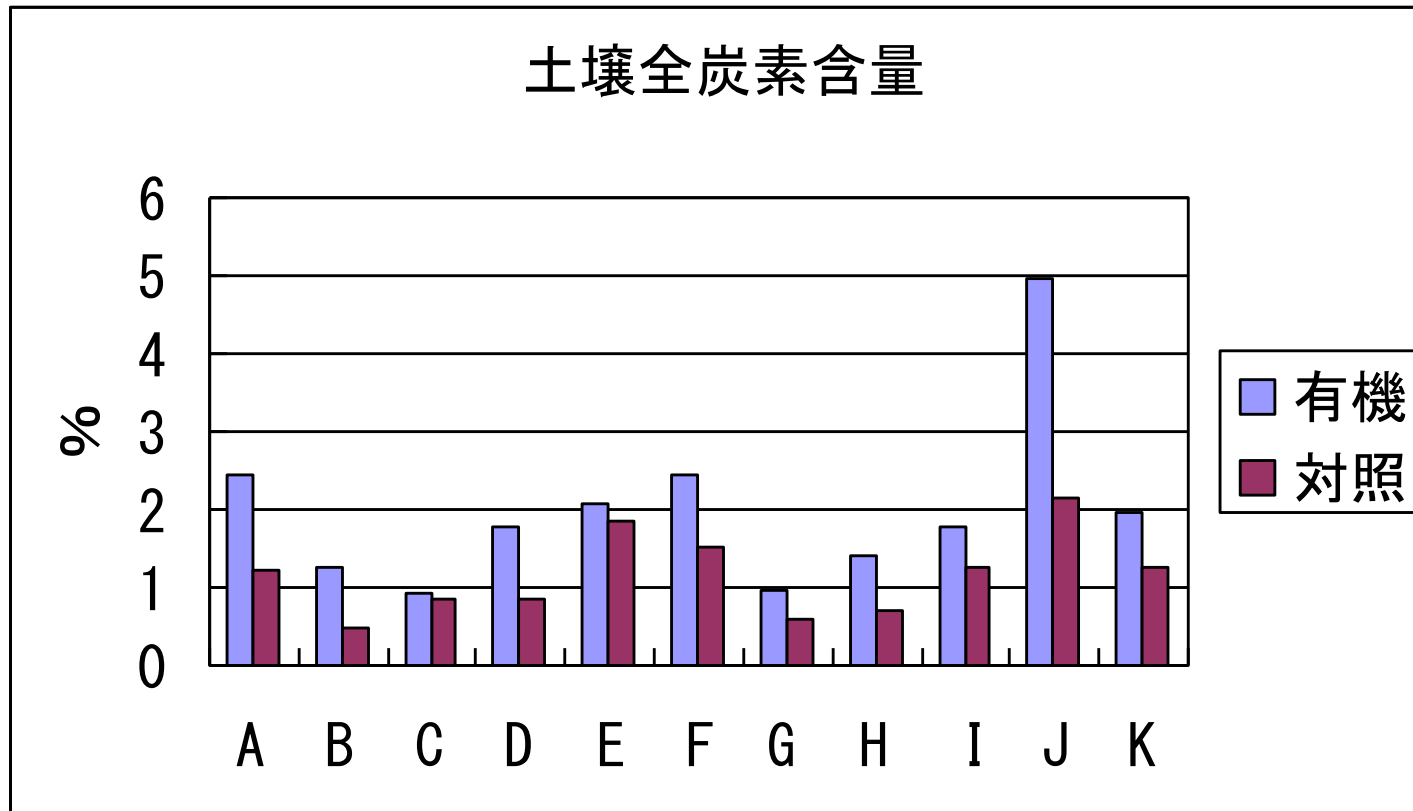
下水汚泥堆肥化の効果



有機栽培圃場と慣行圃場の 土壌特性の比較

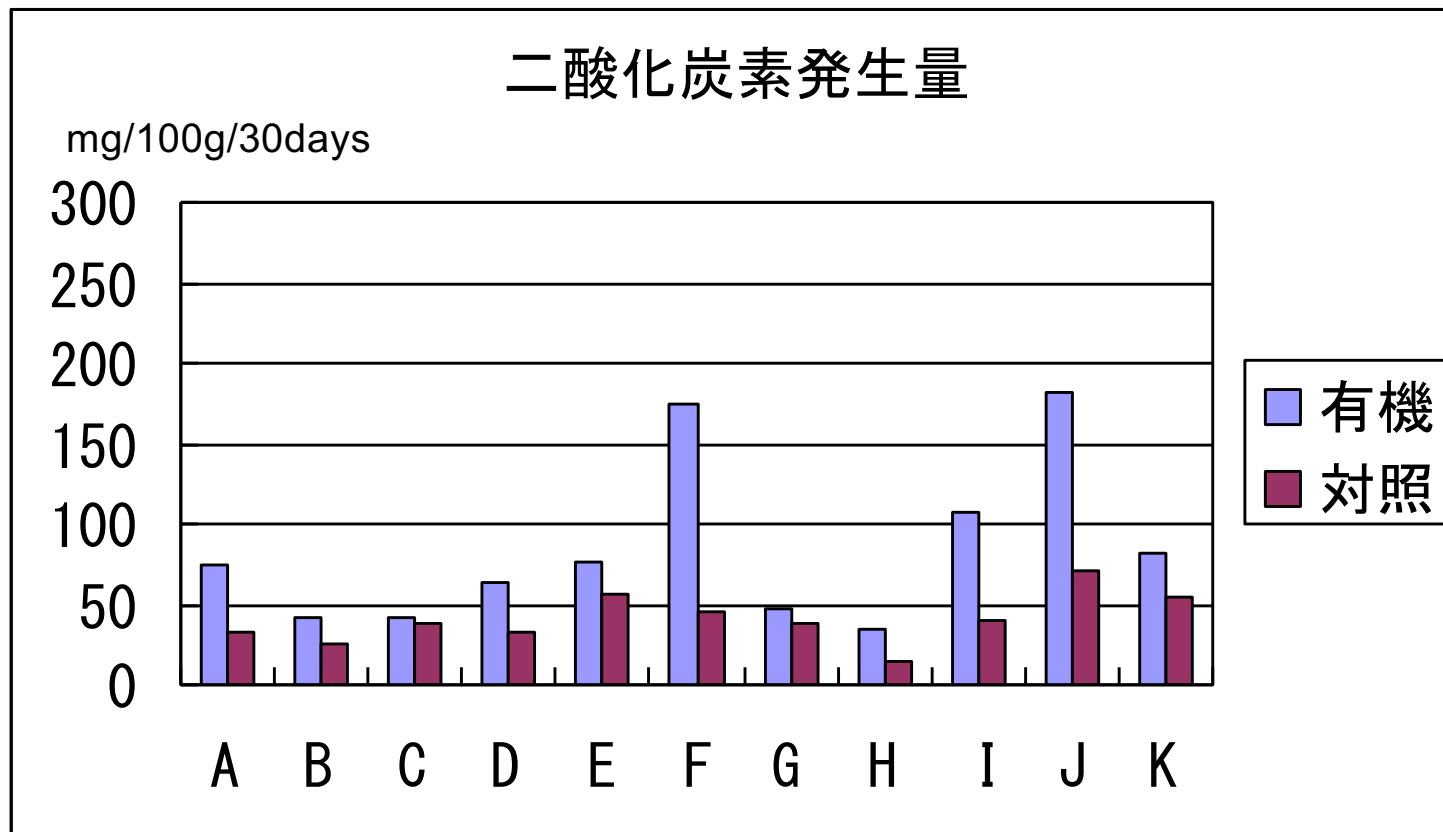


有機栽培圃場と対照(慣行)圃場の炭素含量



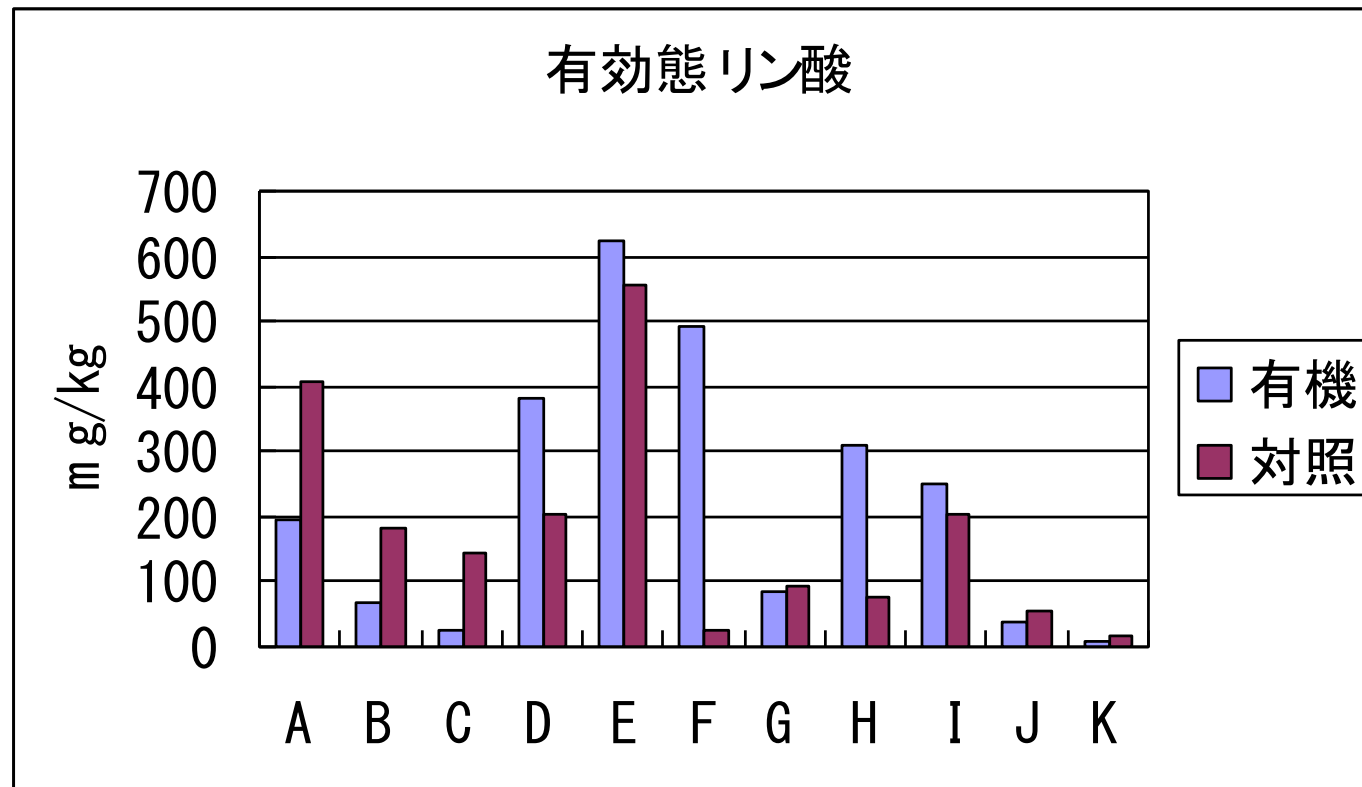
瀧・加藤(1998)

有機栽培圃場と対照(慣行)圃場のCO₂発生量

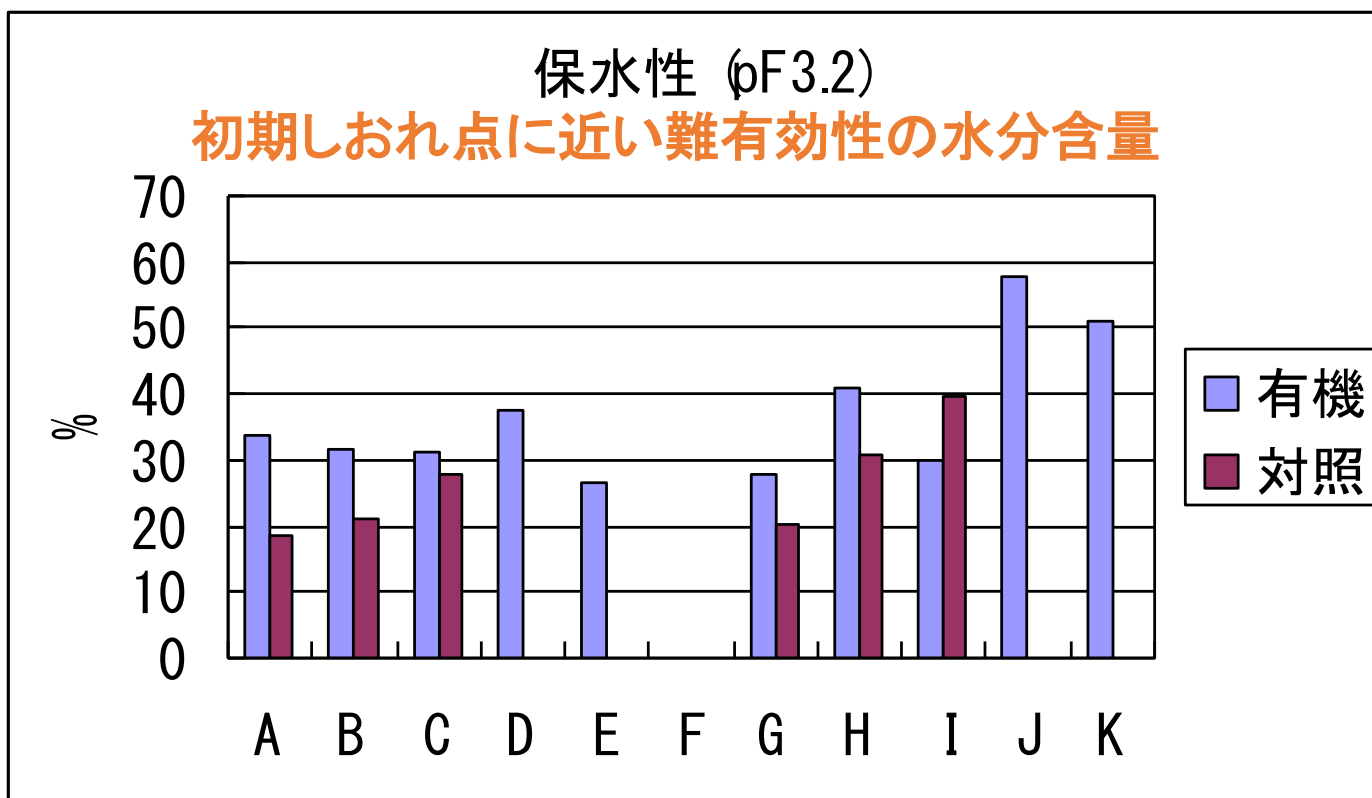


瀧・加藤(1998)

有機栽培圃場と対照(慣行)圃場の有効態リン酸



有機栽培圃場と対照(慣行)圃場の保水性 (pF 3.2)



瀧・加藤(1998)

有機栽培圃場と対照(慣行)圃場の 土壌動物数

瀧・加藤(1998)

調査圃場	ミミズ		ヒメミミズ	
	有機	対照	有機	対照
A	994	8	608	48
B	16	16	528	32
C	152	0	592	8
E	32	8	3624	80
F	104	0	96	0

調査圃場	ムカデ・ダンゴムシ		トビムシ・ダニ	
	有機	対照	有機	対照
A	72	64	13	41
B	64	48	13	2
C	440	0	38	0
E	240	8	23	3
F	184	0	37	8

堆肥の用途(緑農地利用)

- 普通畑作物(ビート・小麦)
- 野菜・果樹・園芸・花卉農家
- 自治体の公園、花壇、緑地
- 工場・企業の緑地
- 水田
- 山林
- たけのこの成長促進
- 芝生の育成

堆肥の用途（非緑農地利用）

- グランド、ゴルフ場、スキー場
- きのこ栽培 → 培養残渣を農業利用
- ミミズ、昆虫の養殖 → 培養残渣を農業利用
- 土壌侵食の防止、道路法面の保護
- 廃鉱・荒地の再生
- 脱臭・ガス吸着材
- 畜舎敷料
- 最終処分場覆土
- 発酵熱の利用

資源化に向けての課題

- 安全な材料を求める。(重金属、塩分、油分、不純物の少ない原料)
- 量の安定確保(原料および生産量)
- 需要の確保と開発
- 単純なプラント
(製造コストの削減・製造技術の単純化・特殊な菌に依存しない)
- 安全な製法を採用する。発酵温度を高め、
病原菌、抗生物質耐性菌、雑草種子を除去
- 高品質・高機能なコンポストの製造(病原菌抑制・生育促進)
- 大学・試験場などとの連携