

売れる堆肥・売れない堆肥 ～基本に戻って考える～

1. 土づくりの歴史
2. 堆肥の効果
3. 土壌炭素の供給源
4. 堆肥の使い方
5. 売れる堆肥
6. まとめ

Office FUJIWARA
元 明治大学特任教授

藤原俊六郎

1. 土づくりの歴史

(1) 有機物(堆肥)利用の変化

その昔(物質循環)

- ・ 身の回りにある有機物を肥料として活用していた。
- ・ 農・畜・生活の連携がとれていた。



高度成長期(食糧増産)

- ・ 増産をめざした化学肥料の多投入による地力低下。
- ・ 農・畜・生活分離が有機性廃棄物による環境汚染が発生。



混乱期(両極化)

- ・ 労力不足などによる有機物施用量の減少傾向が続く。
- ・ 有機物多投が土壤養分の過剰蓄積の原因となる。

現在(反省期)

- ・ 有機物の適正施用による土壤環境保全の促進。
- ・ 耕畜連携の見直しによる堆肥施用の促進。
- ・ 有機物に含まれる肥料成分の評価と有効活用。



江戸時代の肥料(大蔵永常「農家肥培論」)

- ・ **人糞尿**;溜めて腐熟させて使う。
- ・ **厩肥**;わらを敷き牛馬に踏ませたものを堆積して使う。
- ・ **緑肥**;休耕すると肥料が抜けるので、豆科作物を栽培する。
- ・ **草肥**;春の終わりの草を乾燥させ人糞尿をかけ乾燥して貯蔵する。
- ・ **泥肥**;川や溝の底泥を乾かし、干した草やわらを切って混合乾燥。
- ・ **糠肥**;鍋でよく煎ってから使う(硬い土の改良に適す)。
- ・ **毛・爪・皮肥**;動物の廃棄物(大根は肌が荒れる)。
- ・ **醤油糟**;油分を除いたものが良い。
- ・ **干魚糟**;刻んで撒くか水肥にする(スイカにやるとツルぼけする)。
- ・ **豆腐糟**;乾かして使う。
- ・ **酒・焼酎糟**;酒と同じで適量は良いが、多すぎると害になる。
- ・ **その他**;鳥糞、あめ糟、貝類、すす、塵芥類・・・など

(2-2) 江戸時代(厩肥の効果)

「培養秘録 卷四」
玄明窩翁口授 佐藤信淵 筆
天保十一年(1840年)



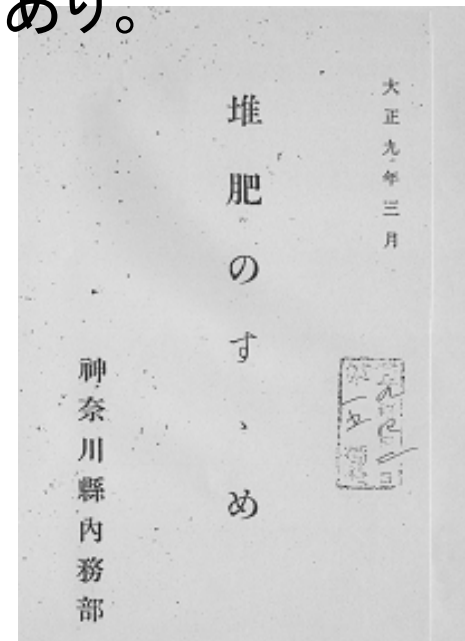
翁曰、厩肥トハ・・・(略)・・・

此ヲ田畑ニ培養スルトキハ、**土地ヲ肥沃、作物ヲ雄壮ニ生長セシム**ルコト、極テ盛ンニシテ、六部ヲ皆能ク成就セシム。殊ニ其精気、茎ト穂トニ上リ走ルモノナル力故ニ、別シテ果实ヲ多ク結セ、且ツ、能ク種子ヲ充実シム。且又、**此物ヲ深ク土中ニ一尺五、六寸モ耕錯**ルトキハ、**土地ヲ軟膨シテ**、根ヲ需ルノ作物ヲ肥太シムルコト、他ノ肥養ノ絶テ及フベキ所ニ非ス。諸作物ヲ豊熟スルノ功ハ、実ニ活物類ノ高価ナル上糞肥ニ伯仲ス。宜ク多分ニ用ベシ。然レトモ此レ厩肥ハ、田畠ニ耕錯サル以前、度々雨露ニ遇シムルトキハ、功能薄クナル者ナリ。何ントナレハ、含ミタル焰硝・礬砂等ノ気ノ脱失セル力故ナリ。

(3) 大正時代に書かれた堆肥の効果

「堆肥のすすめ」 神奈川県内務部 大正9年(1920年)

- 堆肥は諸種の**養分を徐々に作物に供給**する効あり。
- 堆肥は**地力を維持**するの効あり。
- 堆肥は**土質を改良**する効あり。
- 堆肥は土地の養分又は他の肥料をして**作物に吸はせ易くする**効あり。
- 堆肥は土壤に**吸収力を興ふる**効あり。
- 堆肥は**有益な細菌**を田畑にふる効あり。



……之は只で出来るものであります。此の譯を知ても、尚ほ未だ堆肥を造らぬ人があるならば、其人は余程の怠者か又は欲寡い人と謂わねばなりませぬ。

……金肥のみで栽培して居りますと、始めは相当に収穫をあげても、年月を経るに従って、追々収穫物の品質が悪くなり、収量が減じて、遂には農家の資本中、最も貴い土地を荒らしてしまうことになるのであります。その訳は、**多くの金肥は土地の生産力を養うに必要な有機物を含んで居ないから、金肥ばかりを連用して居ると、年々土中の有機物が減少してゆくからであります。**

……自給肥料と金肥とは、恰も車の両輪の如く、何れも必要であります。

(4) 現代の土づくり(農林水産省HPより)

「農地土壌をめぐる事情」農林水産省農産局農業環境対策課(令和4年4月)

◆土づくりとは

農作物の**生産基盤となる土壌の**、

- ① 根の良好な生長、通気性や排水性等に係わる**物理性**
- ② 施肥した肥料の保持力や養分の供給力等に係わる**化学性**
- ③ 微生物による土壌中の有機物の分解等に係わる**生物性**

を、**堆肥などの有機物や資材等の施用**や**緑肥作物の導入**などにより改善し、**生産力を高める**(≒肥沃な土壌)こと。

【物理性】

作土の深さ、土壌の硬度、通気性、保水性、排水性、...

例えば、

適度な硬さの土



- ・ 土が硬いと排水性、根の伸長を阻害
- ・ 適度な硬さの土で根が伸長を促進、通気性や排水性も良好

【化学性】

pH、CEC、可給態窒素、塩基のバランス、...

例えば、



- ・ 土の粒子が施肥された肥料を保持

【生物性】

小動物や微生物の種類・量・活動

例えば、

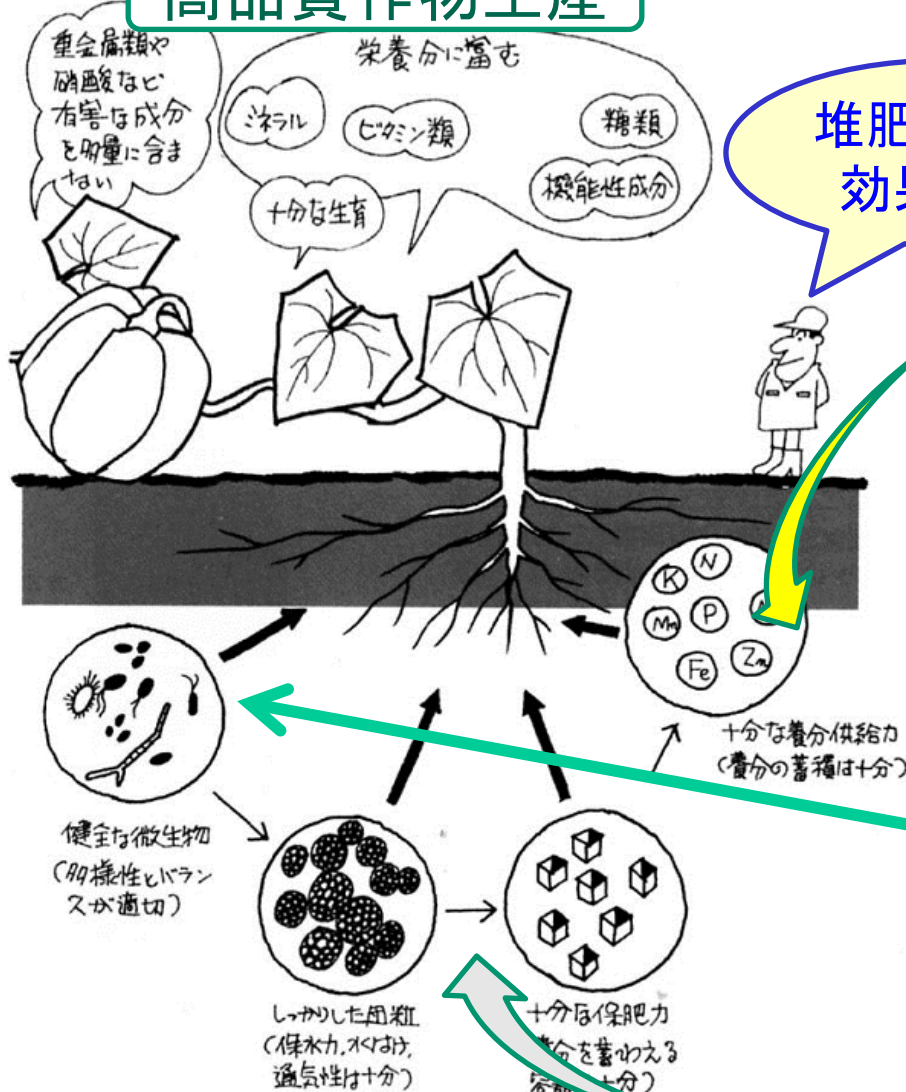


- ・ 多様な微生物による有機物の分解と循環

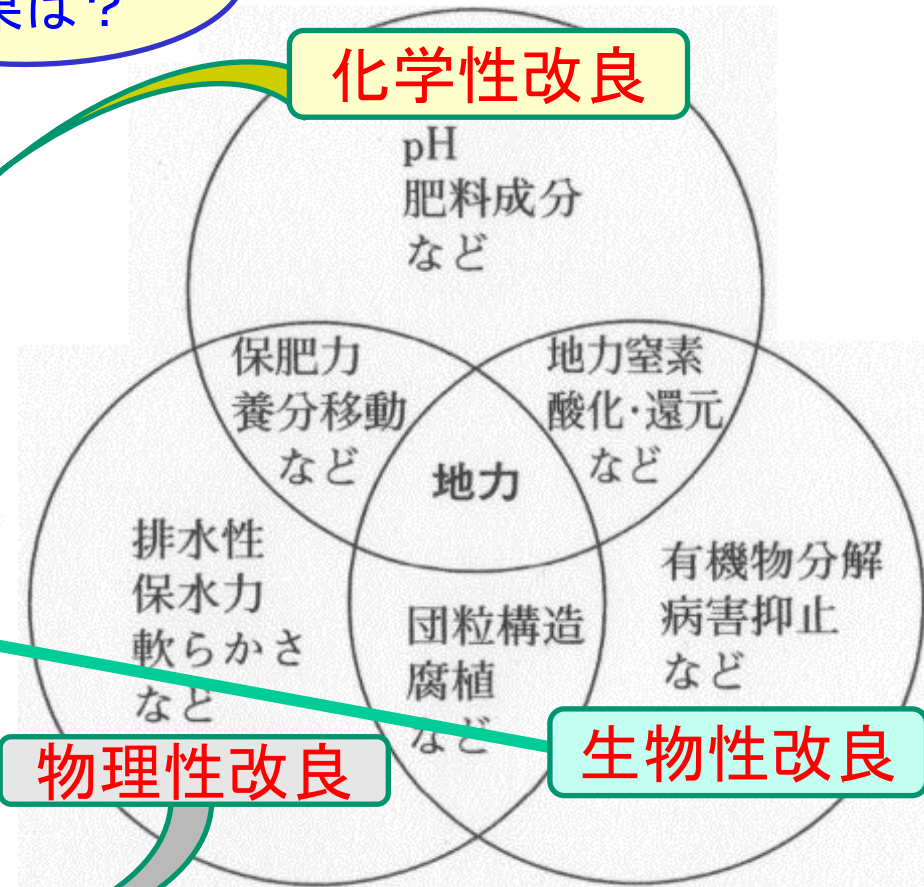
2. 堆肥の効果

(1) 堆肥施用が土壌に及ぼす影響

高品質作物生産



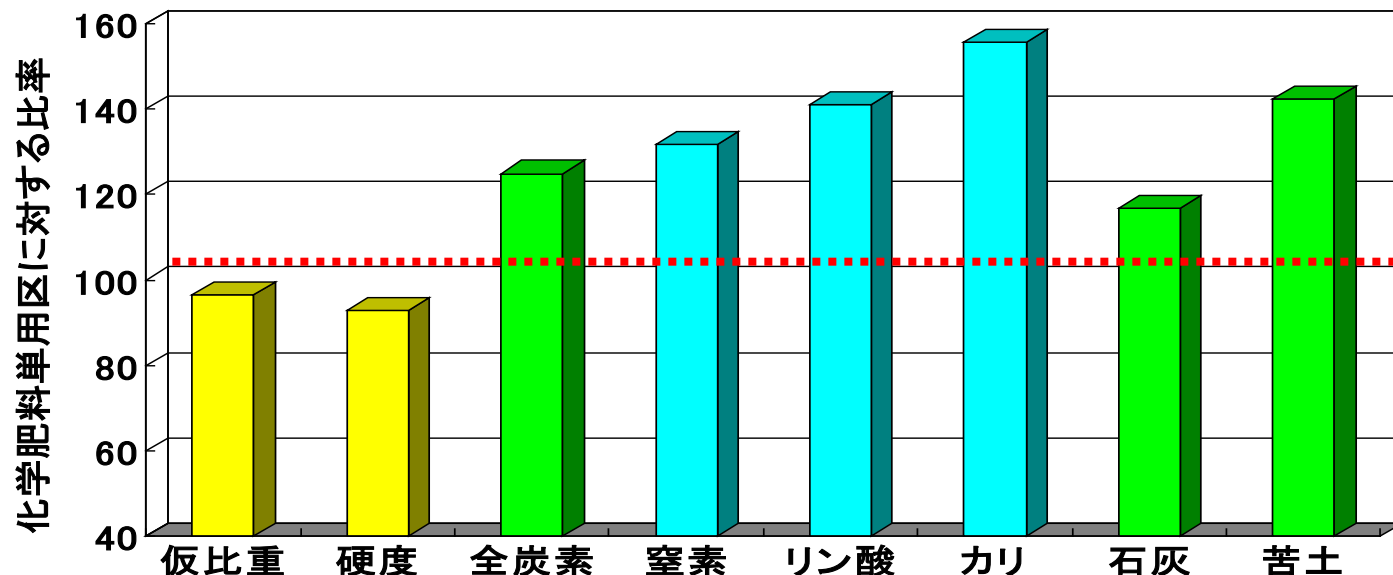
化学性改良



物理性改良

生物性改良

(2) 化学性の改良効果



露地畑の例
 (環境基礎調査)
 全国68圃場1976
 ~1983年の比較
 (堆肥は平均
 1.5t/10a施用)

窒素 ; 大部分は有機態で存在し、微生物分解により肥料効果を発現する。
 分解率は炭素率(C/N比)に影響され、窒素の有機化が起こることもある。

リン酸・カリ; ほとんどが無機態で存在するため、容易に溶け出す。
 リン酸やカリが多いと、連用により土壌蓄積の可能性がある。

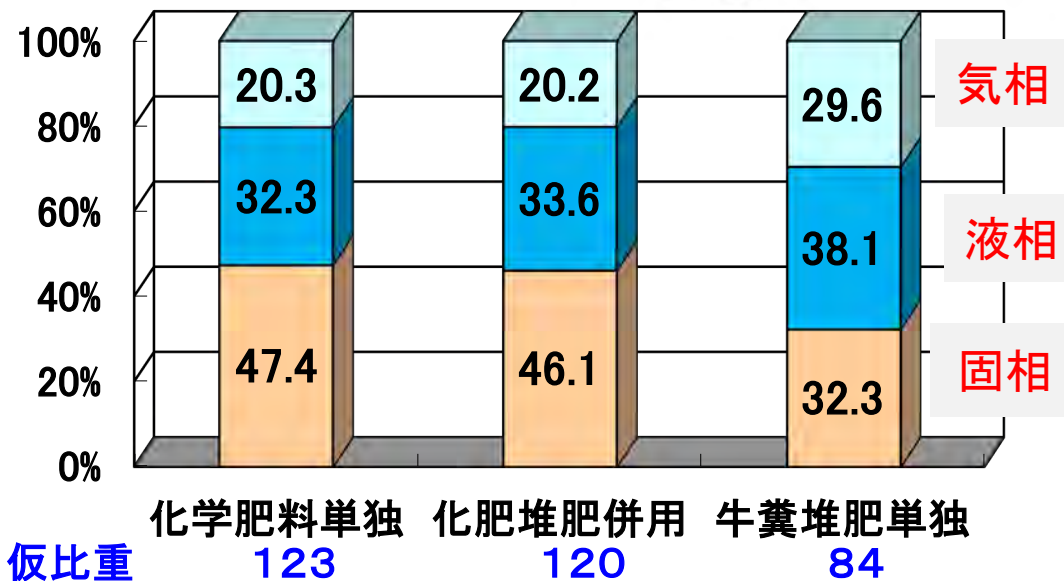
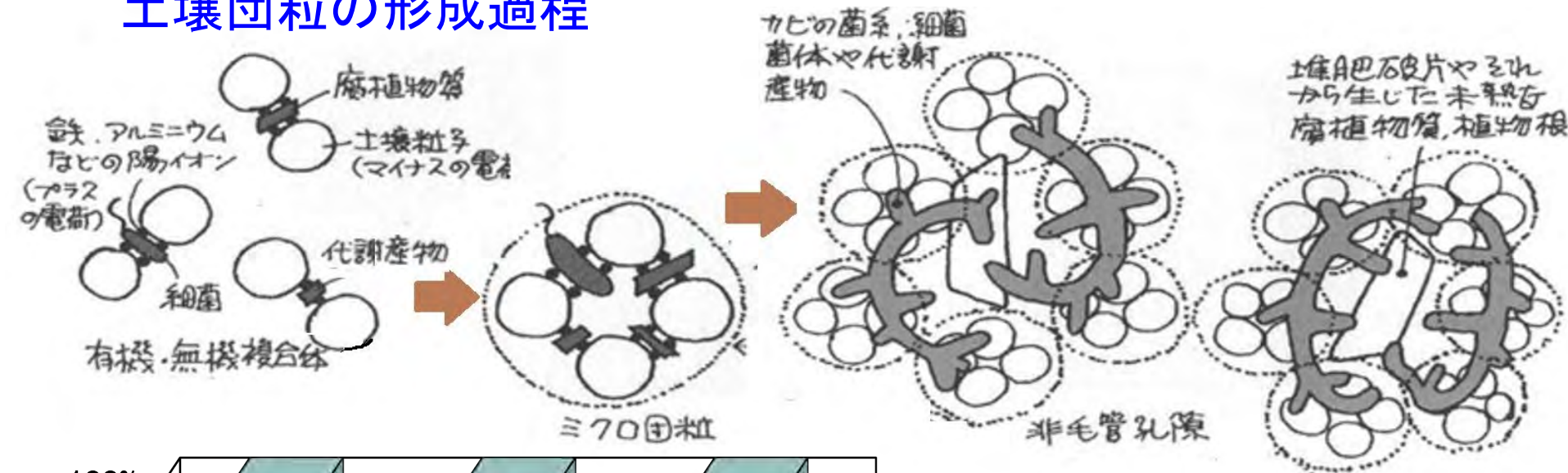


家畜ふん処理物の肥料成分有効化率の例

成分	牛ふん堆肥	豚ふん堆肥	乾燥鶏ふん
窒素	10~20%	30~40%	50~60%
リン酸	60~70%		
カリ	70~80%		

(3) 物理性の改良効果

土壌団粒の形成過程

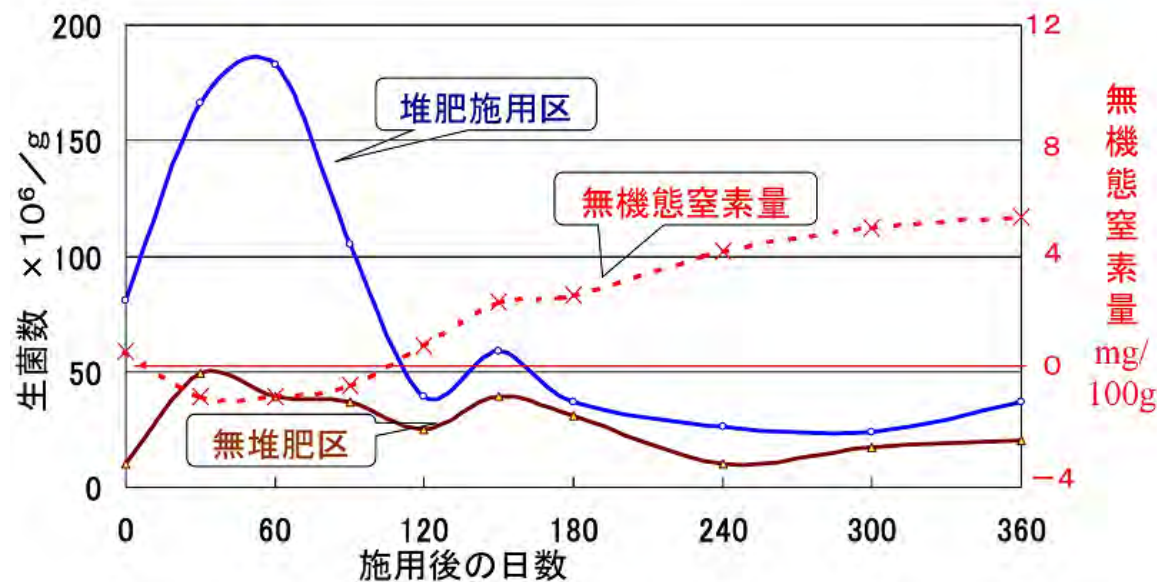
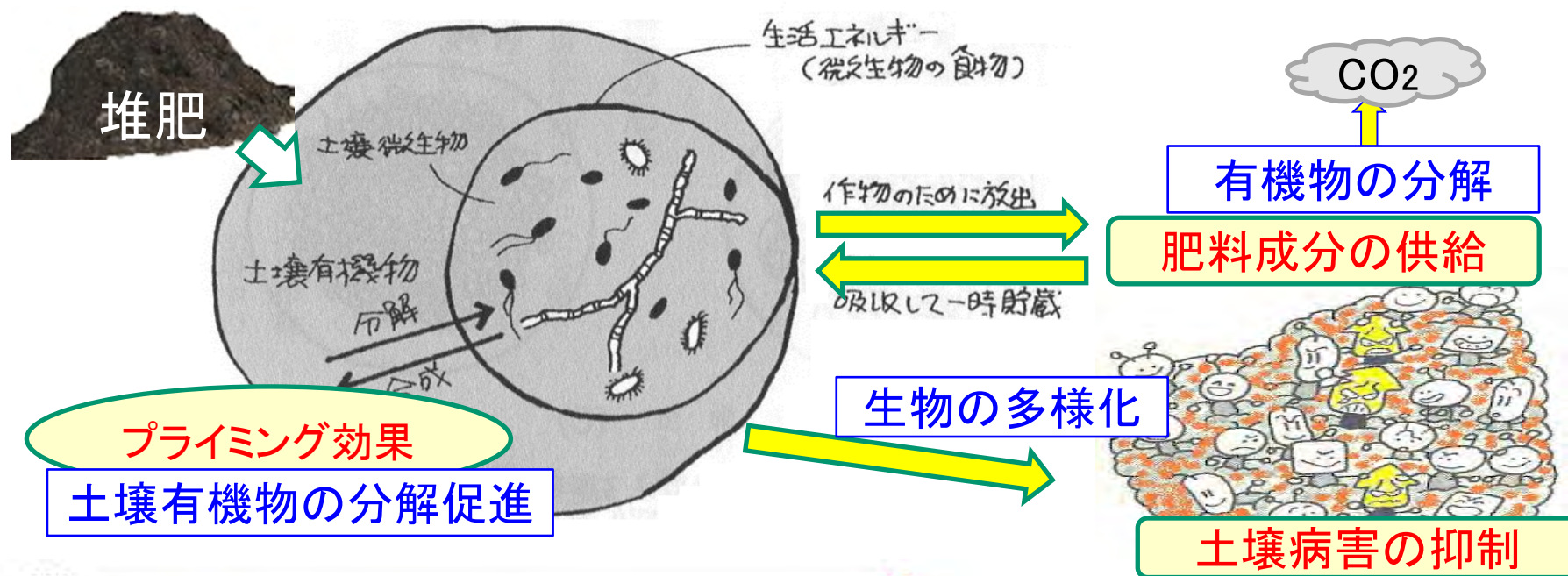


堆肥連用が土壌三相に及ぼす影響

神奈川農総研(1995), 野菜15作後の作土

- 堆肥に含まれる腐植や微生物、これらが分解する過程でできる代謝物が団粒形成に寄与。
- 団粒の形成には、有機物とともに土壌鉱物の電荷が寄与。
- 団粒形成により孔隙(気相+液相)が増加して膨軟になる。
- 高次団粒の多様な孔隙により、水の保持力が多様化し、水ストレスに強い土壌になる。

(4) 生物性の改良効果

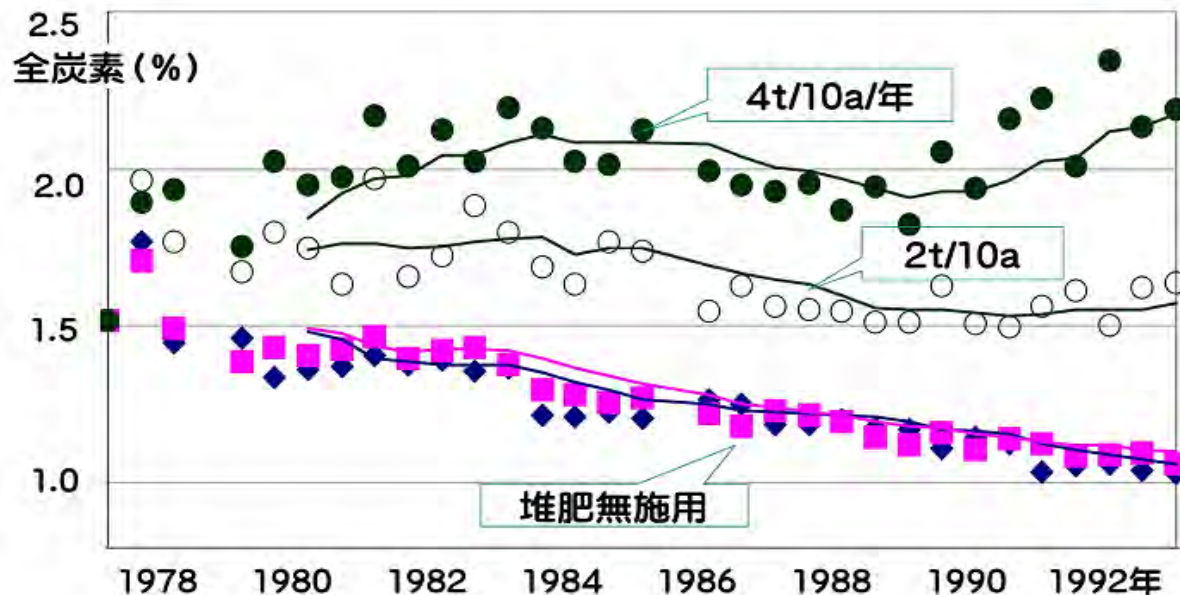
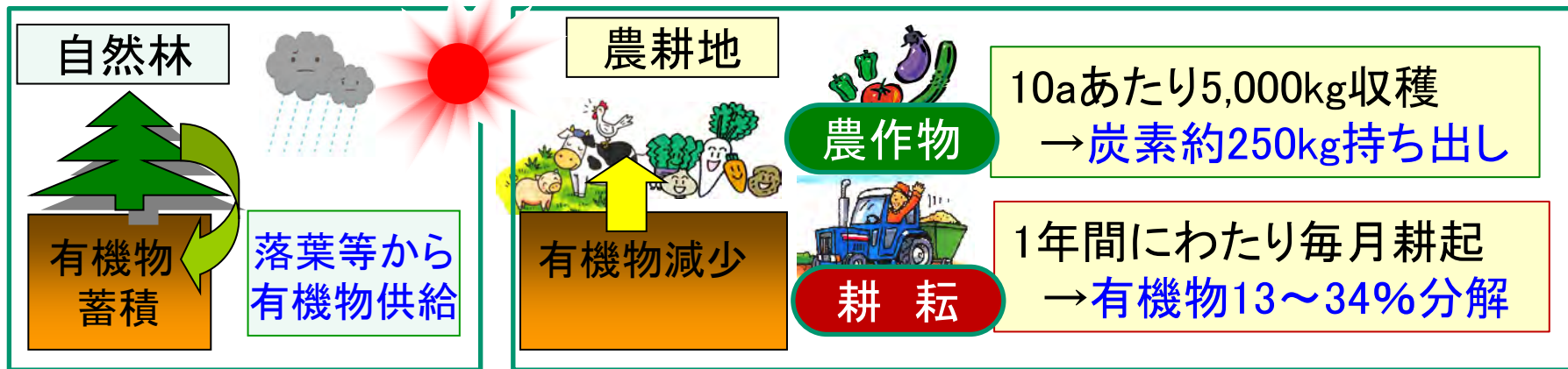


堆肥施用後の土壌中の細菌数と無機態窒素量の変化 (Jensen, 1931)

- 堆肥や土壌中に生存する微生物が有機物を分解し、肥料成分に変える。
- 生物相の多様化により、病原菌の増殖を抑制する可能性が高くなる。
- 堆肥施用後、急速に微生物が増加すると、一時的に窒素飢餓を起こすことがある。

3. 堆肥は土壌炭素の補給源

(1) 畑土壌における炭素の動き



堆肥16年間連用による土壌炭素含量の推移

(灰色低地土・神奈川農総研, 1995)

- 堆肥や土壌中に生存する微生物が有機物を分解し、肥料成分に変える。
- 生物相の多様化により、病原菌の増殖を抑制する可能性が高くなる。
- 堆肥施用後、急速に微生物が増加すると、一時的に窒素飢餓を起こすことがある。

(2) 水田と畑土壤の炭素収支

水田と畑における1年間の炭素収支の事例

(単位は kg/10a, 小泉博, 2000より作成)

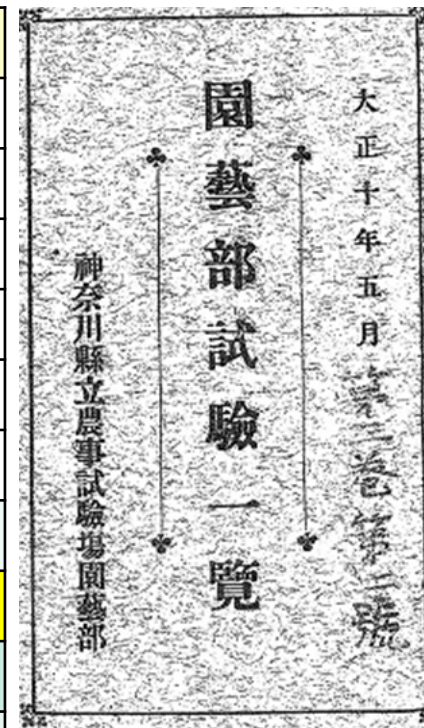
炭素の 動態	土地利用	水田	畑	
	作物名	水稻	コーン	ダイズ
作物体 の炭素 収支	A; 総生産として固定された量	1,372	548	636
	B; 呼吸として消費された量	622	167	305
	純生産として固定された量 (A-B)	750	382	331
土壤中 の炭素 収支	C; リター・刈り株での供給量	206	202	210
	D; 藻類の遺体としての供給量	26	1	1
	E; 有機物分解に伴う炭素放出量	238	469	477
	土壤中の炭素収支 ((C+D)-E)	-6	-266	-266

- ・ 水田は、作物体の生産量が多く刈り株等の有機物供給が多い。さらに田水面からの有機物供給があるため、土壤中の炭素減少量は小さい。
- ・ 畑は、常に好気性状態のため有機物分解力が強く、土壤中の炭素減少量が多いため、堆肥等の施用が必要。

(3) 大正時代の施肥の例

神奈川県農試の施肥基準(1925年)尺貫法からの換算値

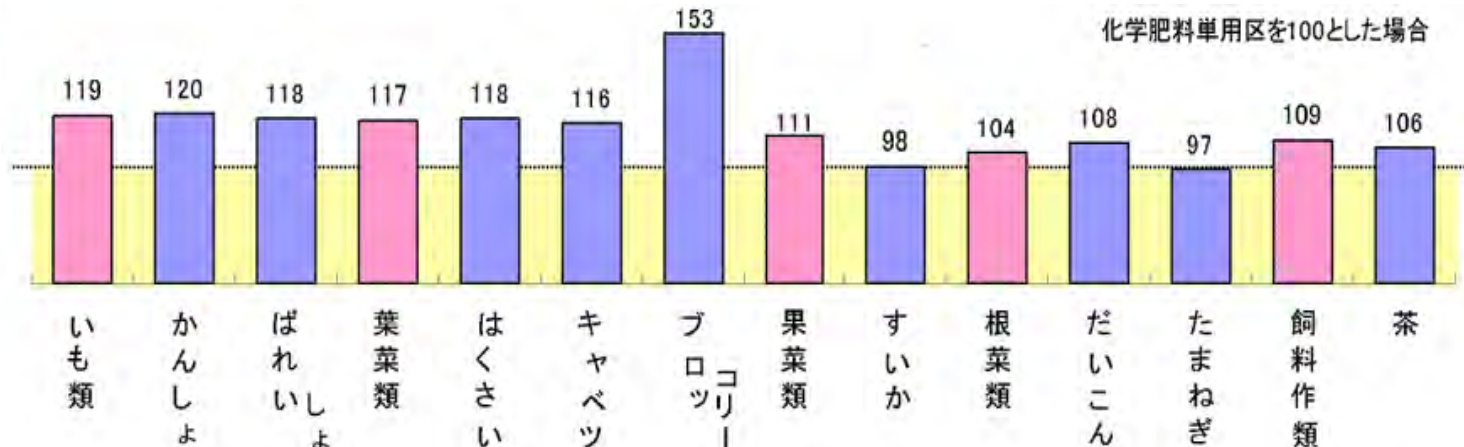
作物名		ナス	トマト	キュウリ	キャベツ	タマネギ
施肥量 Kg	堆肥	1,134	756	1,134	1,134	756
	人糞尿	2,268	1,890	1,890	1,890	1,890
	ダイズ粕	76	57	95	95	76
	木灰	57	57	38	57	38
	硫安	—	—	19	—	—
	過石	19	—	38	26	26
	合計	3,553	2,759	3,213	3,202	2,786
推定値 kg	炭素(TC)	295	210	298	298	214
	窒素(TN)	23.3	18.0	31.1	23.6	18.9
	リン酸	13.9	8.1	16.0	14.5	13.0
	カリ	18.0	15.1	16.9	19.0	13.0



- 昭和30年までは、肥料の主体は人糞尿、化学肥料は硫安や過石が使われる程度。
- 大正年代の施肥量から成分値を計算するとおおよそ現代の施肥基準に類似。
- 炭素は分析値がないため推定したが、堆肥(稲わら)や人糞尿から200-300kgの炭素が供給されている計算になる。
- この炭素量は、おおよそ牛糞堆肥2t(含水率50%)に相当する。

4. 堆肥の使い方

(1) 堆肥の施用効果は作物や施用法により異なる



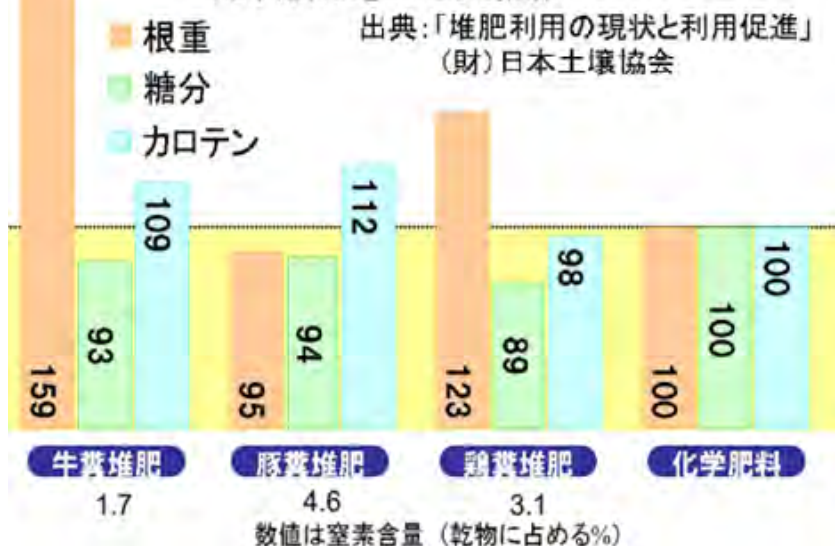
出典：農林水産省「土壤環境基礎調査(S51～61)」結果

注) 全国67調査地点における8年間の有効データ1,164事例より抜粋

堆肥の種類とにんじんの収量・品質

(化学肥料区を100とした指数)

出典：「堆肥利用の現状と利用促進」
(財)日本土壌協会



- 堆肥は、作物の増収や品質向上を目的として施用される。
- 堆肥の効果は、堆肥の種類や施用量により異なる。
- 堆肥の効果は、作物により異なる。
- 土壌環境への影響も考慮する必要がある。

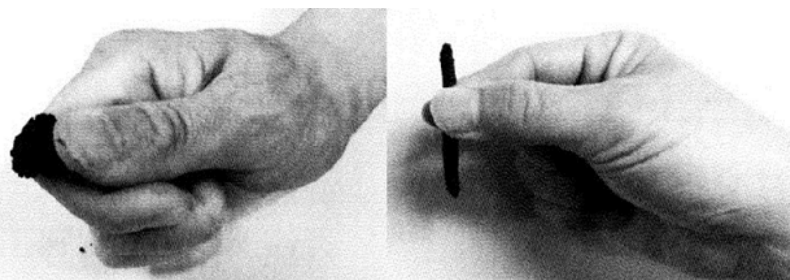
(2) 農地土壌の性質に適した堆肥の施用

- 砂質土壌（保水力と保肥力の改善が必要）
→ 完熟した牛ふん・豚ふん堆肥が好ましい
 - 壤質土壌（あらゆる作物栽培に適した土壌）
→ どんな堆肥でも使えるが、養分蓄積に注意
 - 粘質土壌（排水が悪く、物理性の改善が必要）
→ 敷料を多量に含む牛ふん堆肥が好ましい
 - 鉢物用土 → 十分腐熟した堆肥を使用する
-
- 有効土層の浅い畑（根が伸びるよう深耕が必要）
→ 十分腐熟した高C/N堆肥を深めに施用
 - リン酸蓄積土壌（リン酸肥料を無施用にする）
→ 豚ふん・鶏ふん堆肥は避ける
 - カリ蓄積土壌（基肥のカリ無施用、追肥で対応）
→ し尿分離した牛ふん・豚ふん堆肥が好ましい



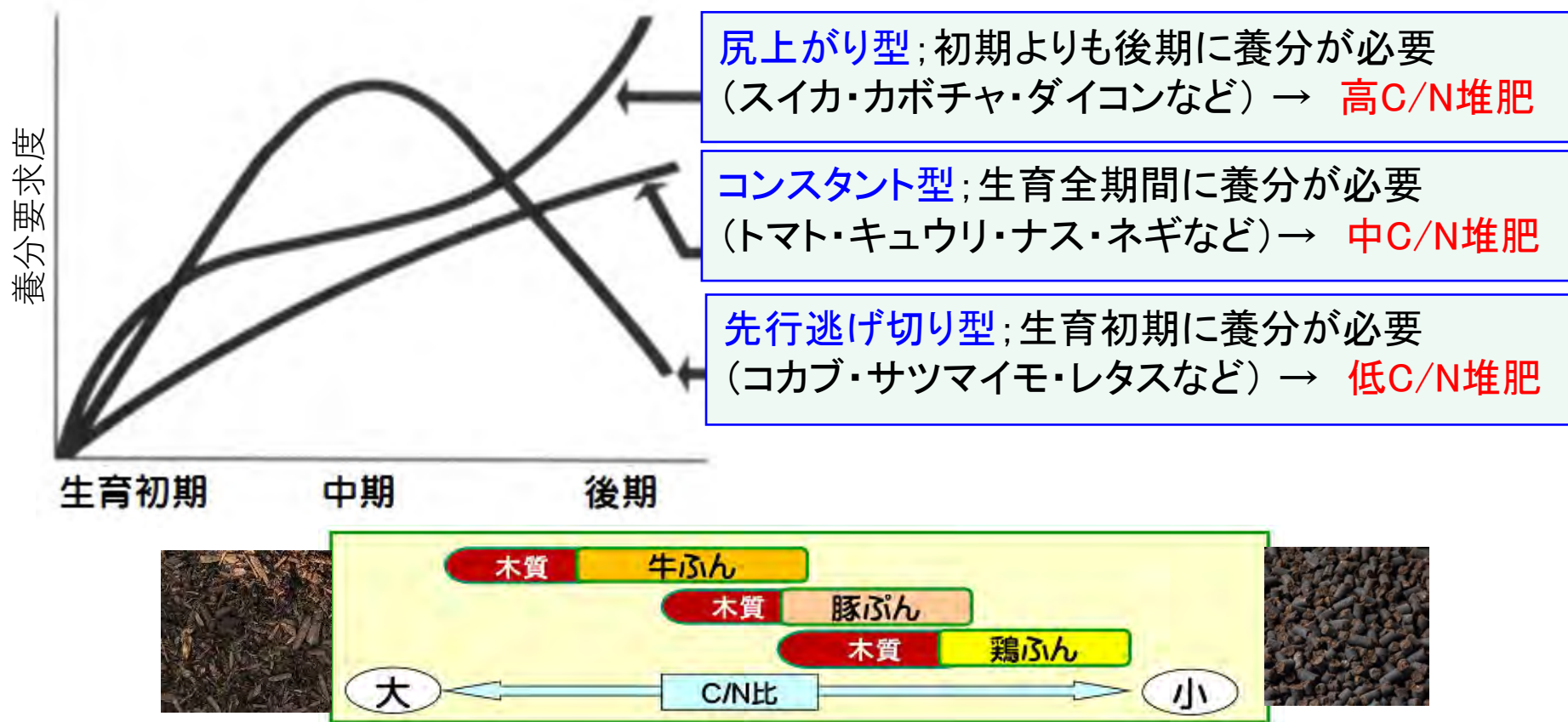
土壌養分蓄積の例
40年間のリン酸の推移
(神奈川県, 2018)

十分に水で湿らせた土を、指でこねると簡単に土性がわかる



土 性	指での感触
砂質土壌	ざらざらで塊にならない
壤質土壌	鉛筆からマッチ棒くらい
粘質土壌	コヨリのように細くなる

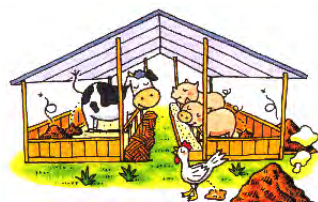
(3) 作物の栄養特性にあった堆肥の利用



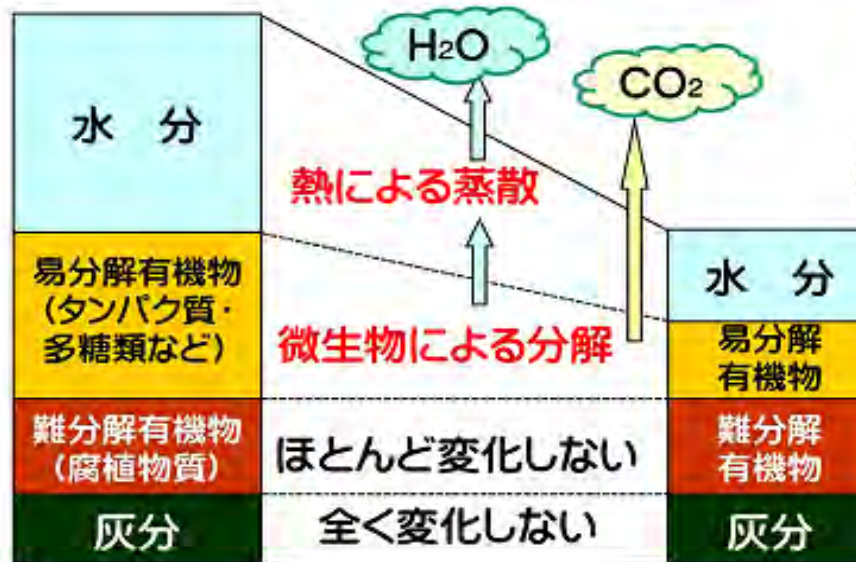
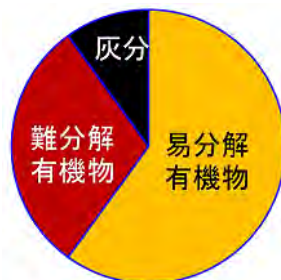
作物の特性に応じた堆肥を施用する

- 水 稻** : 窒素の少ない十分に腐熟した堆肥を施用。多量に施用すると倒伏や虫害の原因となり、米の品質低下を招く。
- 露地野菜(果菜類)** : 肥料成分の多い堆肥で長期に効果があるもの。牛ふんと鶏ふんの混合堆肥のような物が良いと思われる。
- (葉菜類)** : 初期生育を確保するために肥料成分の多い堆肥が良い。結球野菜は長期的に効果のある物が好ましい。
- (根菜類)** : 未熟堆肥は枝根や肌荒れの原因になり、虫害の原因となるので、十分に腐熟した効果の長い堆肥が好ましい。
- 施設野菜・花き** : 肥料成分が多い堆肥を使うときは、養分が集積しやすいので、土壌診断結果を参考に資材を選択する。
- 果 樹** : 窒素が多い堆肥は果実の糖度を低下、未熟な木質を含む堆肥は紋羽病の原因となることがあるので注意。

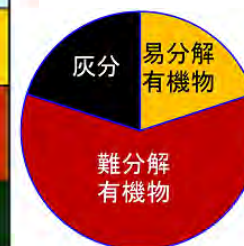
(4) 窒素の効果は堆肥化により減少する



堆肥原料

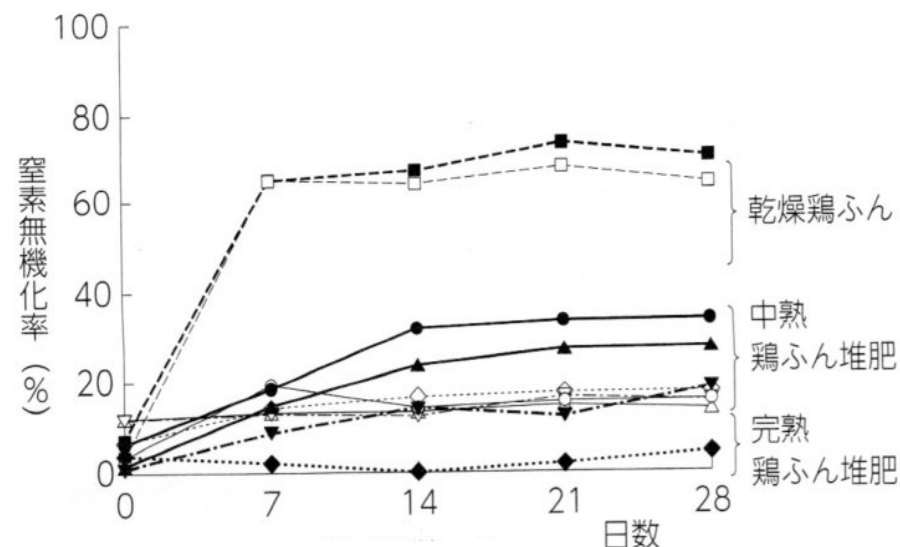


堆肥

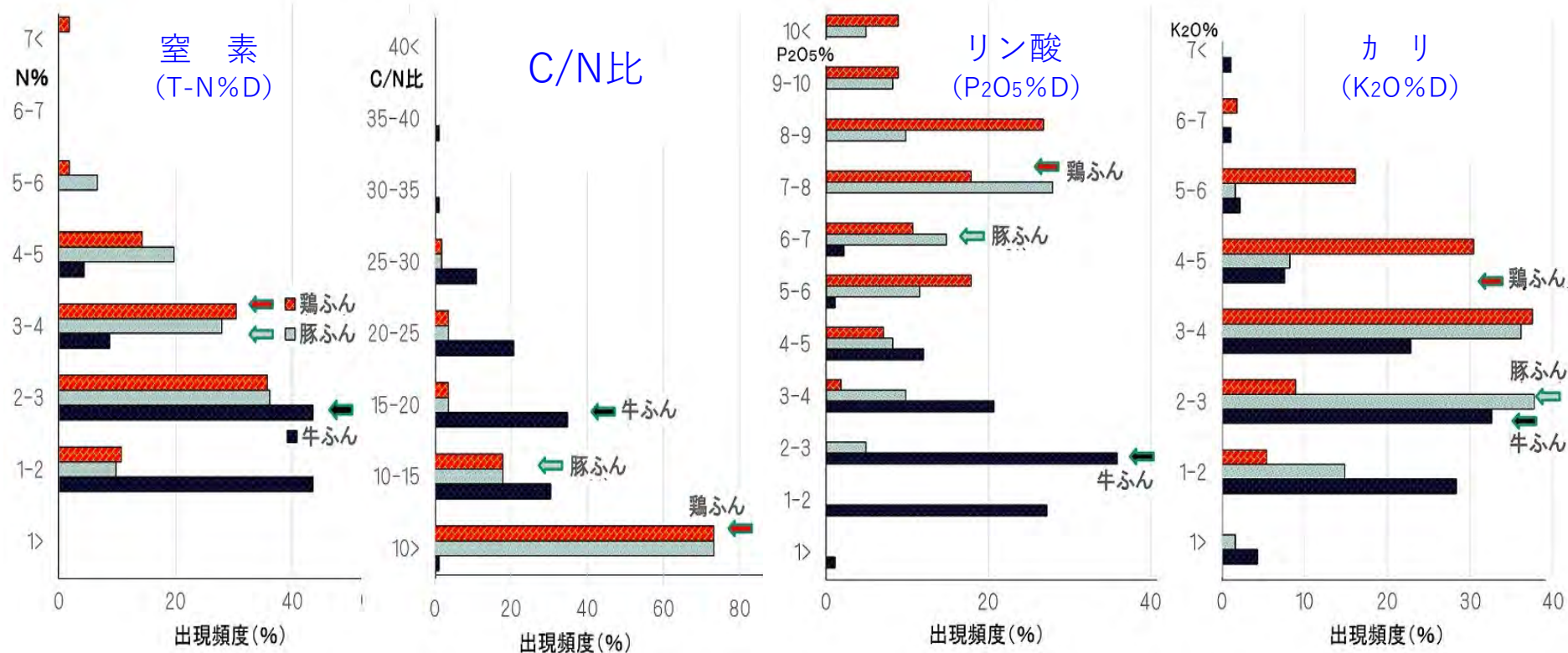


- 堆肥化過程で働く微生物群が、分解しやすい(易分解)有機物を分解する。
- 分解しにくい(難分解)有機物の変化は少ないため、有機物に占める易分解有機物の比率は減少する。
- 堆肥は、腐熟がすすむほど、土壌施用後の窒素の無機化率が減少するため、「窒素の肥効き」が少なくなる。
- 難分解性有機物は、土壌中で長期にわたって少しずつ分解し、腐植化する。この過程で放出する窒素を地力窒素という。

熟度が異なる鶏ふん堆肥の窒素無機化率(後藤)



(5) 流通している堆肥の肥料成分は多様

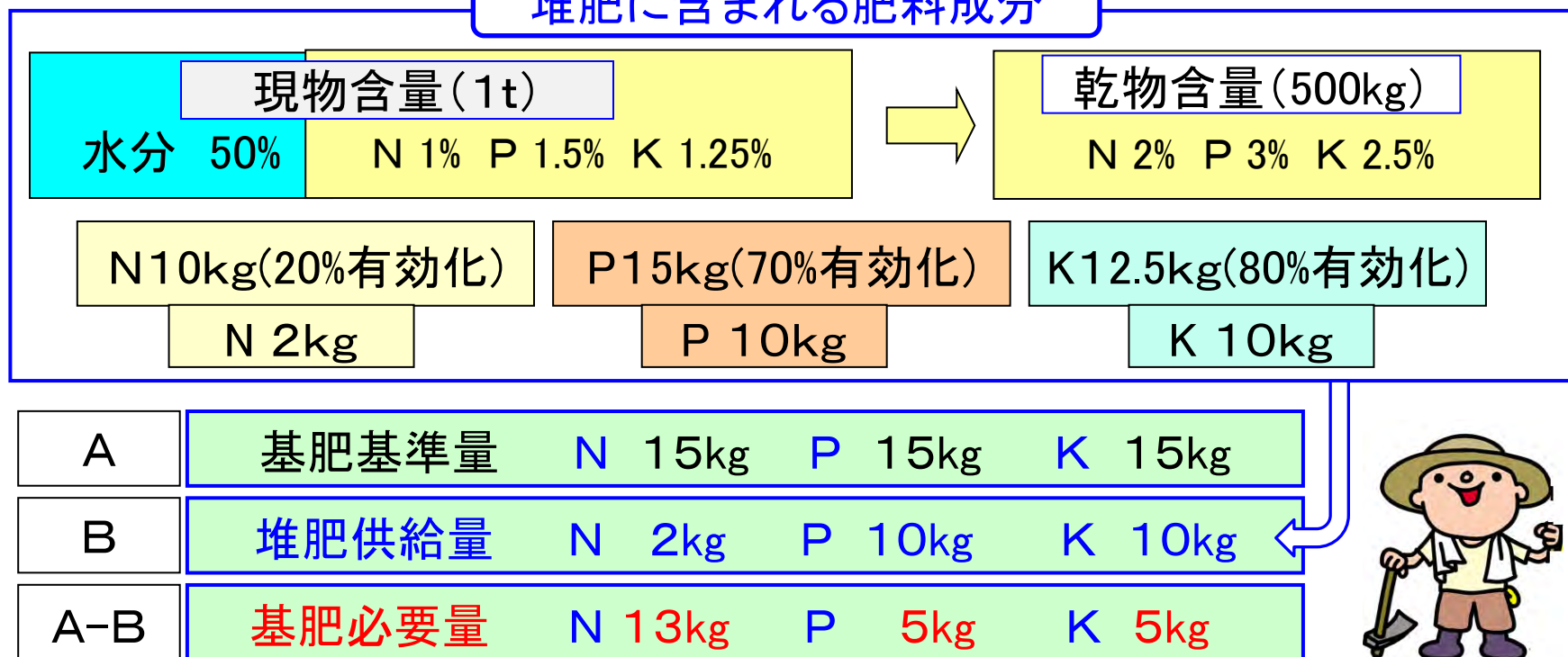


同じ畜種でも成分が大きく異なる堆肥がある。これは、ふん尿の状態とともに副資材や製造方法に起因する。

畜 種	点 数	水 分 (%)		窒素 (T-N%D)		リン酸 (P ₂ O ₅ %D)		カリ (K ₂ O%D)	
		平均	偏差	平均	偏差	平均	偏差	平均	偏差
牛ふん	92	57.7	13.2	2.2	0.7	2.8	1.1	2.7	1.3
豚ふん	62	37.7	17.6	3.2	1.0	6.7	2.1	2.9	0.9
鶏ふん	48	22.4	14.0	3.2	1.2	7.8	1.6	4.1	1.2

(6) 堆肥に含まれる肥料成分を考慮した施肥

堆肥に含まれる肥料成分



- ・ 堆肥に含まれる肥料成分を考慮しないで基肥(化学肥料)施肥することを継続すると、土壌養分に偏りが起こり、作物生育に障害が出ることもある。
- ・ 堆肥に含まれる肥料成分を基肥から減らすと、肥料代の節減になるだけでなく、土壌養分の過剰蓄積も防ぐことができる。
- ・ 土壌養分管理には、定期的に土壌診断を実施することが必要。

(7) 堆肥は適量施用が基本

未熟有機物の
蓄積による障害



未分解物(とくに木質)の
蓄積による窒素飢餓

肥料成分の
蓄積による障害



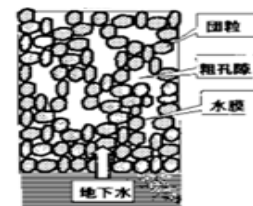
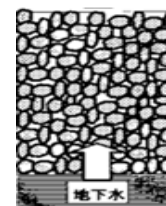
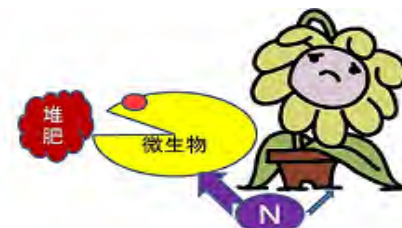
塩類集積による作物根の
障害・生育障害

塩基バランスの乱れによる
養分供給不足

粗大有機物の
蓄積による障害



粗孔隙増大(毛管遮断)に
よる水分欠乏



対照区

豚ふん100/10a区

堆肥は土づくりに欠かせないが、過剰に施用すると土壤環境を悪化させ、作物に障害を及ぼすので、連用に当たっては適量施用に心がけることが大切。

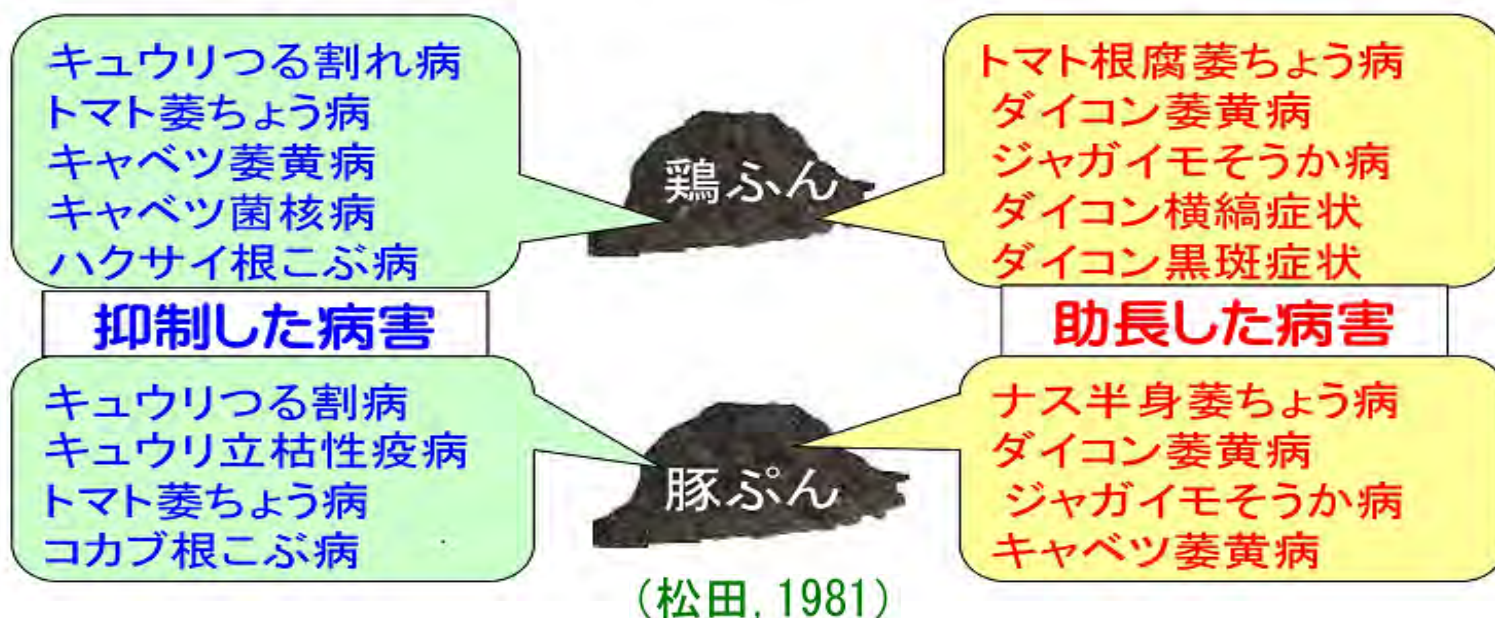
神奈川県の有機物施用基準(現物 t/10a) 施肥基準の例

堆肥の種類	水田(水稻)	畑(普通)	畑(野菜)	飼料畑	果樹園
牛ふん堆肥	0.5～1.0	1.0	1.0～2.0	3.0～4.0	1.0～2.0
豚ふん堆肥	0.3～0.5	0.5	0.5～1.0	1.0～3.0	0.5～1.0
鶏ふん堆肥	0.3～0.5	0.5	0.5～1.0	1.0～3.0	0.5～1.0

(8) 病虫害の抑制はあまり期待できない

堆肥の施用により病虫害に強い作物づくりが期待されるが、期待されるような効果は得られないで、発病を助長することもあるので、過剰な期待は禁物である。一般的には、以下のようなことがいわれている。

- ・ **果菜類**→軽減効果が期待できることがある。
- ・ **葉菜類**→病虫害は必ずしも軽減されないが、増収効果はある。
- ・ **根菜類・イモ類**→直前の施用は病虫害の多発を招きやすい。
- ・ 未熟な堆肥の施用は、虫害を招きやすい。



5. 売れる堆肥・売れない堆肥

(1) 売れる堆肥と売れない堆肥の違い

良い製品なのに売れない理由(経営的側面から)

- ① お客にとってよい商品化か？
- ② ターゲットが明確になっているか？
- ③ ターゲットが求める物をサポートしているか？



買ってくれないから..

堆肥の無償提供は両者にとってマイナス

タダだから適当に入れよう



- ① 堆肥として品質が安定していることが必要。肥料成分や副資材等の情報提供を適切に行う。
- ② 農家の使用目的を把握して、それに適合した堆肥かどうかを判断する。
- ③ 農家が求める堆肥の品質・成分・形状などを把握し、必要に応じて、他の資材とのブレンドやペレット化を専門業者に委託して提供することも考える。

(2) 良い堆肥の条件

重金属など作物や環境に有害な物を含まないこと

- 重金属(カドミウム・水銀・ヒ素など)を環境基準以上含まない。
- 銅(0.3g/kg)や亜鉛(0.9g/kg)は基準を越えないことが好ましい。
- 飼料中に含まれる有害物(クロピラリドなど)が堆肥中に残留して作物に障害を及ぼすこともある。

人体や環境に有害な微生物を含まないこと

- 家畜ふん尿は、人間に感染する病原菌や寄生虫などが存在していることがある。
- 堆肥化過程の発熱が不十分な場合には、病害虫が生き残って、作物とともに摂食されて、人間に感染することがある。

雑草の種子は極力含まないこと

- 中途半端な発熱は雑草種子の発芽率を向上させることがある。
- 局所的な温度差があるので、品温60℃でも安心はできない。

十分に腐熟していること

- 未熟堆肥は土壌微生物の活性化には寄与するが、作物根に障害を及ぼすことがある。
- 未熟堆肥は土壌微生物活性には役立つので、未熟堆肥を使用するときは土壌施用後、1ヵ月以上たって播種・定植する。

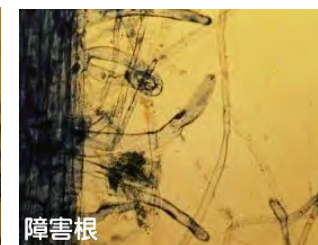
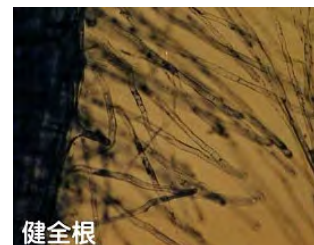
成分が安定化していること

- 耕種農家が堆肥を必要とするのは、春と秋に集中するが、年間を通して肥料成分が安定していることが好ましい。
- ふん尿は毎日発生するので、時期により肥料成分の違いがある場合は、その情報を提供する。



分 類	病原体名
ウイルス	ロタウイルス
細 菌	サルモネラ
	大腸菌
	エルニシア
	カンピロバクター
	レプトスピラ
原 虫	バランチジウム
	ジアルジア
	クリプトスポリジウム
蟻 虫 回 虫	

雑草の種類	対照	50℃ 未満	60℃ 2日間
メヒシバ	74%	96%	0%
ノビエ	87	72	0
カヤツリグサ	30	56	0
オオイヌタデ	53	8	0
イヌビユ	70	68	0



(3) 堆肥による肥料代の節減効果

畜種別堆肥の乾物成分量平均値

堆肥	水分	窒素	リン酸	カリ
牛ふん	58%	2.2%	2.8%	2.7%
豚ふん	38%	3.2%	6.7%	2.9%
鶏ふん	22%	3.2%	7.8%	4.1%



- 化学肥料高騰の影響を受け、堆肥の肥料成分が注目されている。
- 堆肥に含まれる肥料成分を考慮すると基肥が減らすことができる。
- 堆肥の肥料成分は、鶏ふん堆肥＞豚ふん堆肥＞牛ふん堆肥。
- 牛ふん堆肥に比べ、豚ふん堆肥はリン酸が、鶏ふんはリン酸とカリが多いので、施用量には注意する。
- 肥料成分を有効活用するためには、堆肥の品質安定が必要。

現物1,000kgに含む肥料成分量

堆肥	窒素	リン酸	カリ
牛ふん	9kg	12kg	11kg
豚ふん	20kg	42kg	18kg
鶏ふん	25kg	61kg	32kg



肥料成分量の有効化率

堆肥	窒素	リン酸	カリ
牛ふん	20%	70%	80%
豚ふん	40%		
鶏ふん	60%		



作物が利用できる肥料成分量

堆肥	窒素	リン酸	カリ
牛ふん	2kg	8kg	9kg
豚ふん	8kg	29kg	14kg
鶏ふん	15kg	43kg	26kg

(4) 撒きやすい堆肥の製造

堆肥は、施用量が多いので撒くのが大変

マニユアスプレッダーなどによる散布サービス

ペレット化等による機械作業に適した形状に加工



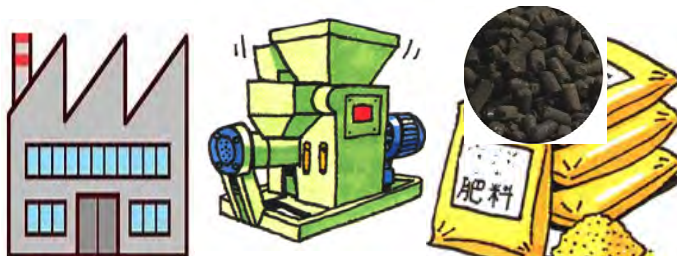
畜産農家



堆肥



堆肥過程で粒状等に成形



加工施設で粒状等に成形

普通肥料
(化学肥料)

特殊肥料
(堆肥・土改材)

混合・加工
(加熱・乾燥・
造粒加工など)

混合堆肥
複合肥料

肥料混合堆肥(複合肥料)の製造



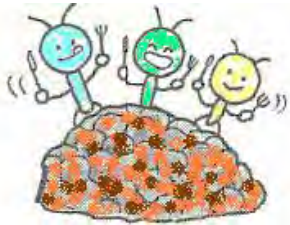
機械散布



耕産農家

6. まとめ

堆肥利用の考え方



土づくり
(炭素重視)

肥料代替
(N・P・K重視)



作物の種類から量を決定

肥料含有量から量を決定

・作物の種類
・栽培時期

バランスが大切

・圃場の状態
・土壌診断

堆肥の適正施用(連年施用が前提)

畜産農家と耕種農家
の連携と相互信頼

良質堆肥の継続投入
による地力の向上

作物生産の安定・生産環境の保全

持続的農業



ご静聴いただき、ありがとうございました

売れる堆肥・売れない堆肥
～基本に戻って考える～

Office FUJIWARA
元 明治大学特任教授

藤原俊六郎