

令和4年12月20日 能代市環境大学講座

堆肥と土づくりについて



秋田県農業試験場
生産環境部 土壌基盤担当
石田 頼子

今日の内容

はじめに

堆肥とは

堆肥の作り方

土壌の基礎知識

土づくりとは

土壌診断について

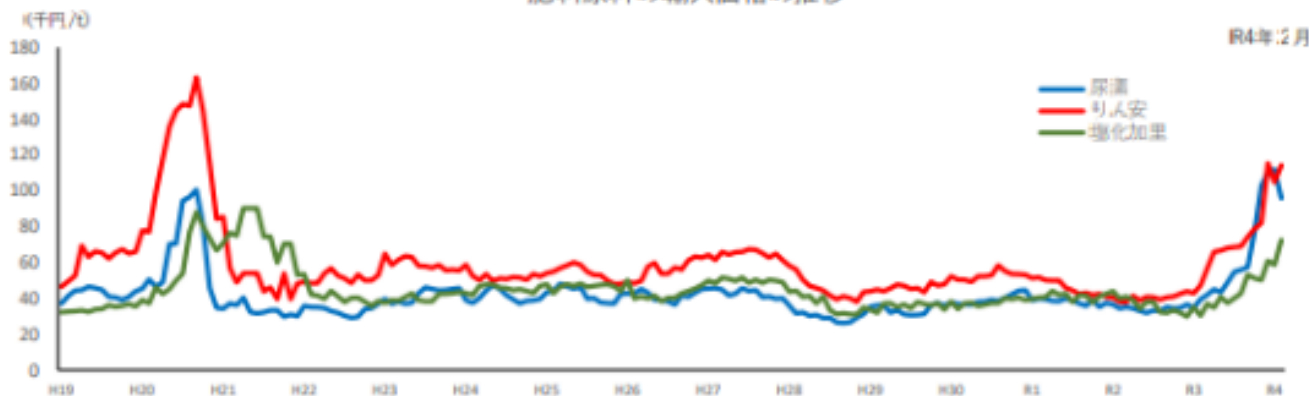
堆肥の使い方と注意点

はじめに

10 肥料価格の推移

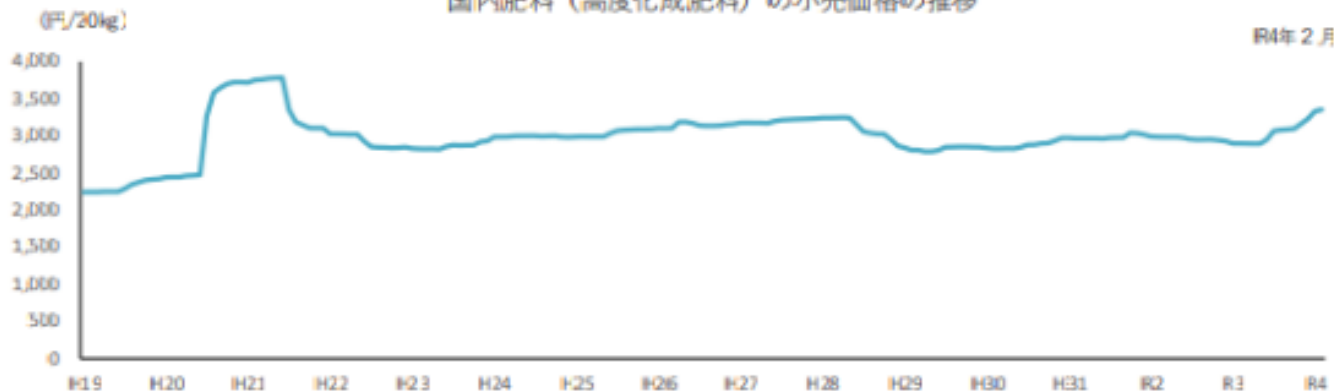
- 肥料原料の輸入価格は、2021年（令和3年）以降、上昇傾向。
- 高度化成肥料の小売価格についても、令和3年の秋頃から上昇傾向。

肥料原料の輸入価格の推移



※ 農林水産省「肥料原料の輸入価格の推移」
 財形省貿易統計における各原料の輸入額を輸入量で除して算出。
 ただし、月別輸入量の輸入量が4000以下は前月の価格を表記。

国内肥料（高度化成肥料）の小売価格の推移



資料：農林水産省「肥料原料の輸入価格の推移」

令和4年4月 農林水産省 肥料をめぐる情勢より

- 日本は、化学肥料原料のほとんどを海外から輸入している。
- 化学肥料は製造コストの約6割を原材料費が占めている。
- 世界的な人口増加、生活様式の変化に伴う食の肉食化、飼料用作物の増加により、化学肥料の需要が増大。
- 石油価格の高値により、輸送にともなう燃料費の増加。製品への価格転嫁により、化学肥料も高値に。



肥料コストの低減が求められている

肥料コストの低減に向けて

国 「みどりの食料システム戦略」

「2050年までに輸入燃料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減する」

有機物の循環利用

施肥の効率化・スマート化

国 「肥料コスト低減体系緊急転換事業」

適正施肥や化学肥料の施用量を低減する技術導入の推進

土壌診断に基づく
適正施肥

国内資源の利用
拡大

局所施肥など

堆肥とは？

堆肥とは？

稲わらなどの収穫残さ，バークなどの木質，家畜ふん尿などの有機質資材を堆積し，微生物により好氣的に発酵し，土壌施用後農作物に障害を与えなくなるまで腐熟させたもの

堆肥

きゅう肥

コンポスト

堆肥(たい肥)

良い堆肥の条件①

■**土壌・作物にとって安全であること**

- 未分解の易分解性の有機物が少ない
- 生育阻害物質を含まない
- 有害物質を含まない
- 植物病原菌を含まない
- 雑草の種子を含まない

良い堆肥の条件②

■取り扱い易いこと

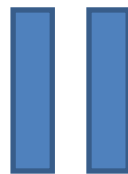
- 水分が適度である
 - 70%以下（重くて散布しにくい）
 - 30%以上（散布時に風で飛散する）
- 生ふん臭などの悪臭を発しない（堆肥特有の腐植臭がある）
- 病原菌や寄生虫などが存在せず衛生的である
- 堆肥の成分が安定していること

良い堆肥の条件③

■**土壌・作物にとって有効であること**

- 窒素など植物に養分を供給する
- 土壌の団粒構造など物理的性質を改善する
- 土壌中の微生物やミミズなどの生物活動を維持・増進する

堆肥化



有機物を安全なものに変えて，土壌
中へ戻すための一つの方法

堆肥の作り方 (堆肥化する)

堆肥化するためには

主原料

家畜糞(乳牛・肉牛・豚・鶏), 都市ごみ等



副資材

稲ワラ・もみ殻・バーク・おが屑・戻し堆肥

- 原料の窒素に対する炭素の比率(C/N比) 20～30
- 原料の水分含量 50～60%
握って水分がにじむが、したたり落ちない、団子状にしても形が崩れない
- 通気性の確保 副資材、切り返し
- 戻し堆肥 種菌1000万～1億個以上の微生物

温度上昇
70～80℃

pH上昇
7～8

微生物
好気性発酵

堆肥＝微生物活動によってできるもの



いかに微生物を増殖させるか？



エネルギーを獲得し，細胞成分を合成する
必要がある。

高エネルギー物質の合成
ATP(アデノシン三リン酸)



有機物を分解してエネルギーを獲得して，細胞
成分を合成する，有機栄養微生物活動。

好気性微生物活動

より多くのATPを合成

微生物増殖を制限する元素

■炭素(C) ≫ 窒素(N) > リン > イオウ

窒素に対する炭素の比率

- 堆肥材料の窒素含有率が低いと、微生物は窒素不足になって増殖を停止せざるを得ない。
- 分解できる炭素化合物がたくさん残っていても、窒素不足のために、有機物分解が遅くなる。

窒素に対する炭素の比率(C/N比)の調整

- 窒素含有率の低い植物質有機物を堆肥材料にするときには、窒素含有率の高い家畜ふんや窒素肥料を混合して堆肥化を早める。

(牛ふん15.8, 豚ふん11.4, 鶏ふん7.9, 稲ワラ77, モミガラ96, オガクズ785, バーク154, 家庭生ごみ11.2, 事業系生ごみ10)

材料(現物)1t当たりの添加窒素量kg

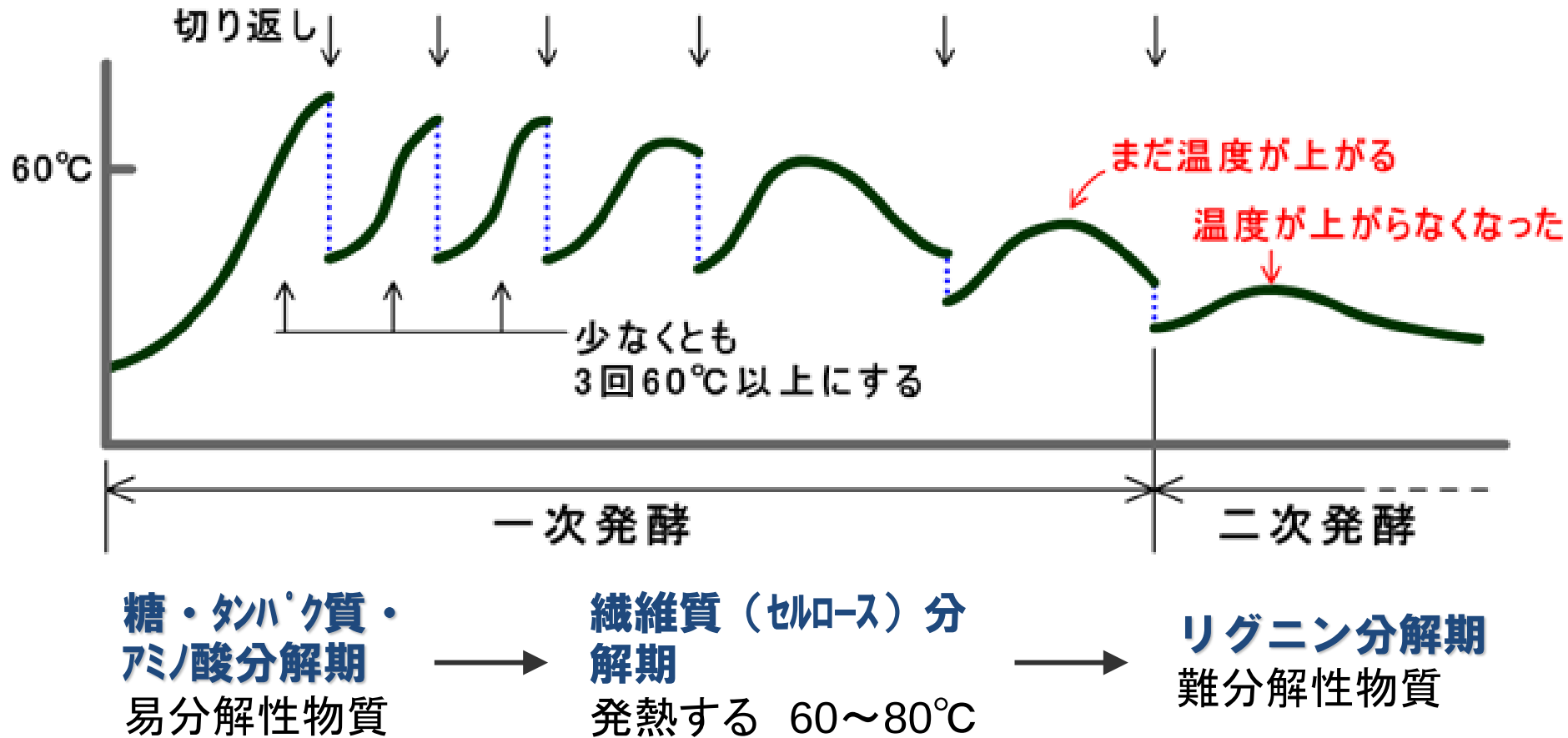
＝材料(現物)1t中の炭素量kg／設定するC/N比(25～40)
－材料(現物)1t中の窒素量kg

有機物分解と水分含量

- 微生物は、水分不足だと活動を休止している。水をかけて湿らせると、微生物が増加してくる。
- 水分含有率が高すぎると、通気性が悪くなって酸素の供給が低下し、好気性微生物が呼吸による有機物分解を行えなくなり、嫌気性細菌が発酵によって有機物を分解する。
- 酸素不足で嫌気性微生物が増殖してくると、堆肥化では腐敗となって悪臭が生じ、多量の分解しやすい有機物が残り、作物の生育を損なう劣悪な堆肥になる。

⇒水分環境の維持と切り返し

堆肥化の過程



参考：畜産環境技術研究所資料

完熟堆肥ができるには

- 家畜糞のみ 2か月以上
- 家畜糞＋植物質副資材 3か月以上
- 植物質原料のみ 3か月以上
- 剪定枝など木質系 6か月以上

の時間が必要

- 堆積方式
- ロータリー・オーガ・スクープ方法

※家畜排せつ物法で野積みは禁止されている

土壌の基礎知識

はじめに岩（一次鉱物）

一次鉱物

・マグマが冷却される過程で形成されたもの（造岩鉱物）。



長石

風化作用

物理的風化（細くなる→砂、埃）

温度や湿度、風・水や根の圧力

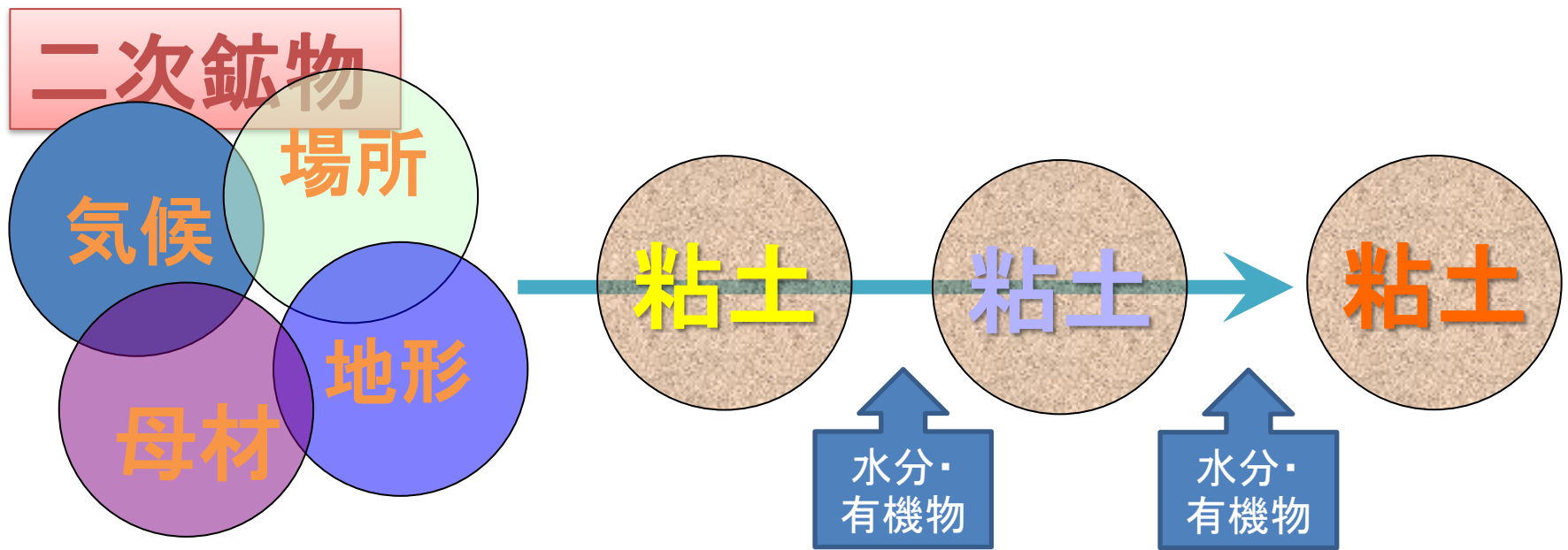
→ 成分に大きな変化はない

化学的風化（別のものになる）

→ 雨や生物の酸などで溶解

加水分解などで成分が変化

一次鉱物の風化したもの→二次鉱物



粘土鉱物は、因子の相互作用と、時間の経過で変化



土壌になる

秋田県は、土壌が新しく、比較的機能的な粘土鉱物
(モンモリロナイト型) 多い
→ 肥料、水の保持力が高い。

作物生長の条件：何が必要か



太陽エネルギーから有機物を作る

光、二酸化炭素(CO_2)、酸素(O_2)

水(H_2O)、肥料養分(無機物)

土壌は、光を得る支えとなり、
水と肥料養分を供給する役割を果たす

土壌：植物（作物）が生育する土

- 固体部分だけでは成立しない

固相 砂や粘土など鉱物部分主体

液相 液体部分 様々な反応の場

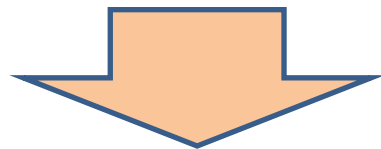
気相 ガス、空間部分

これら**土壌の三相**に、生物の働きがからみ、土壌を形成している。

土づくりとは

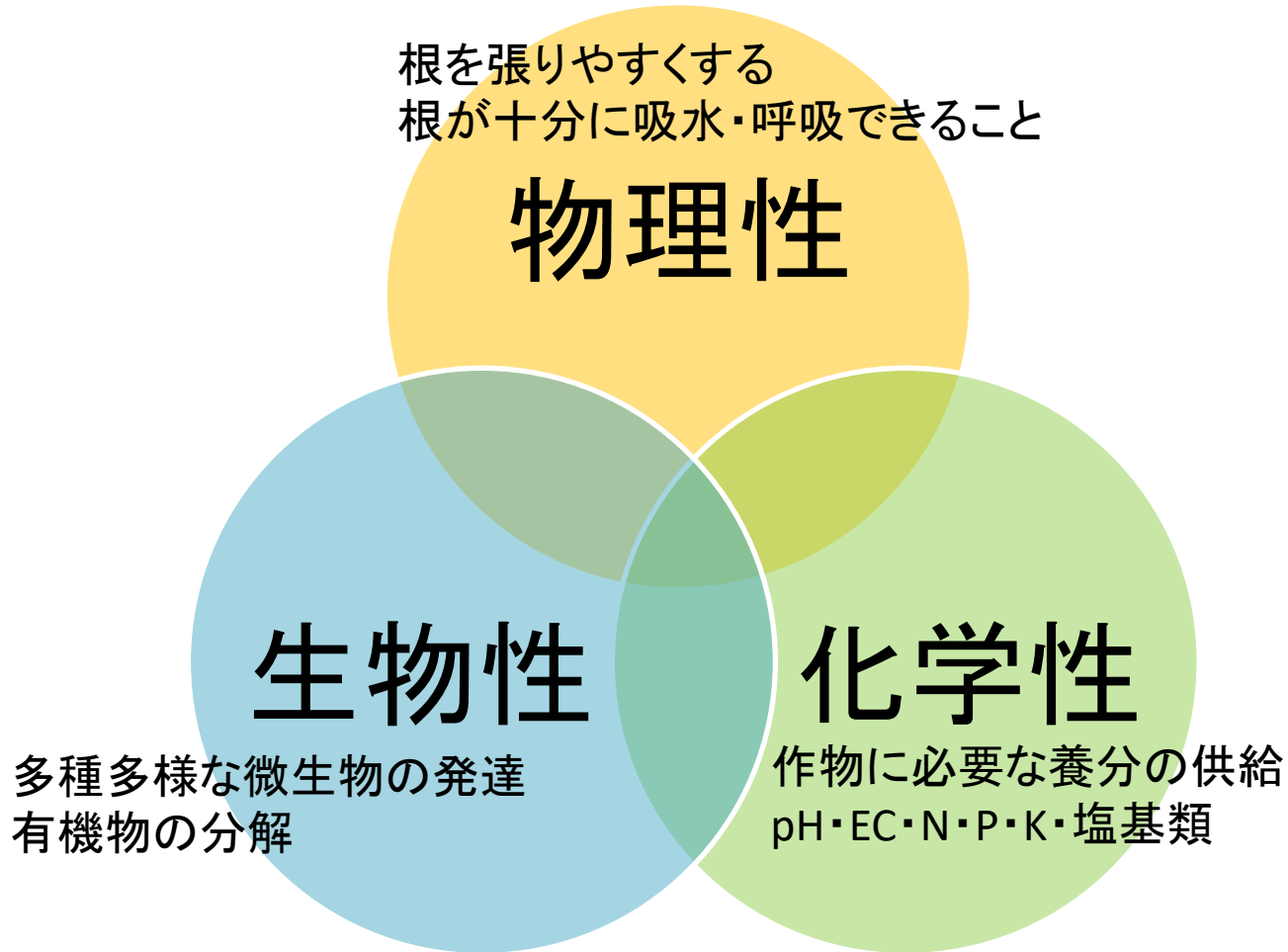
作物が生育するためには？

- ✓ 元々の土壌だけでは、収穫物は得られない
- ✓ 作物が生育するための土壌にする必要がある



土づくりが必要

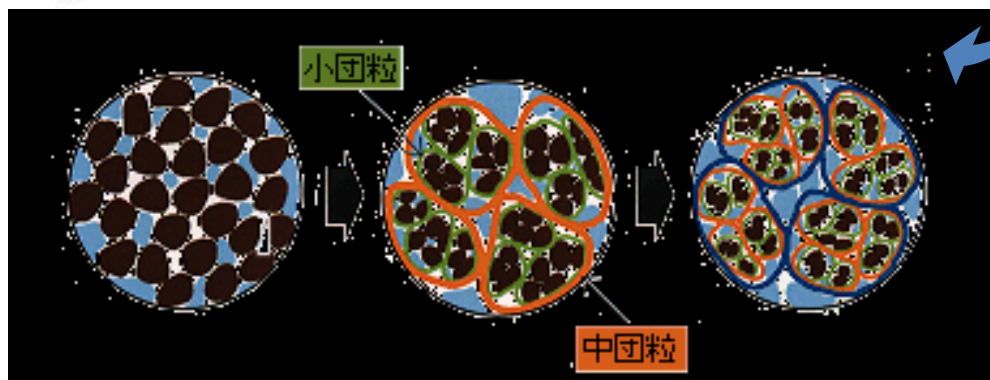
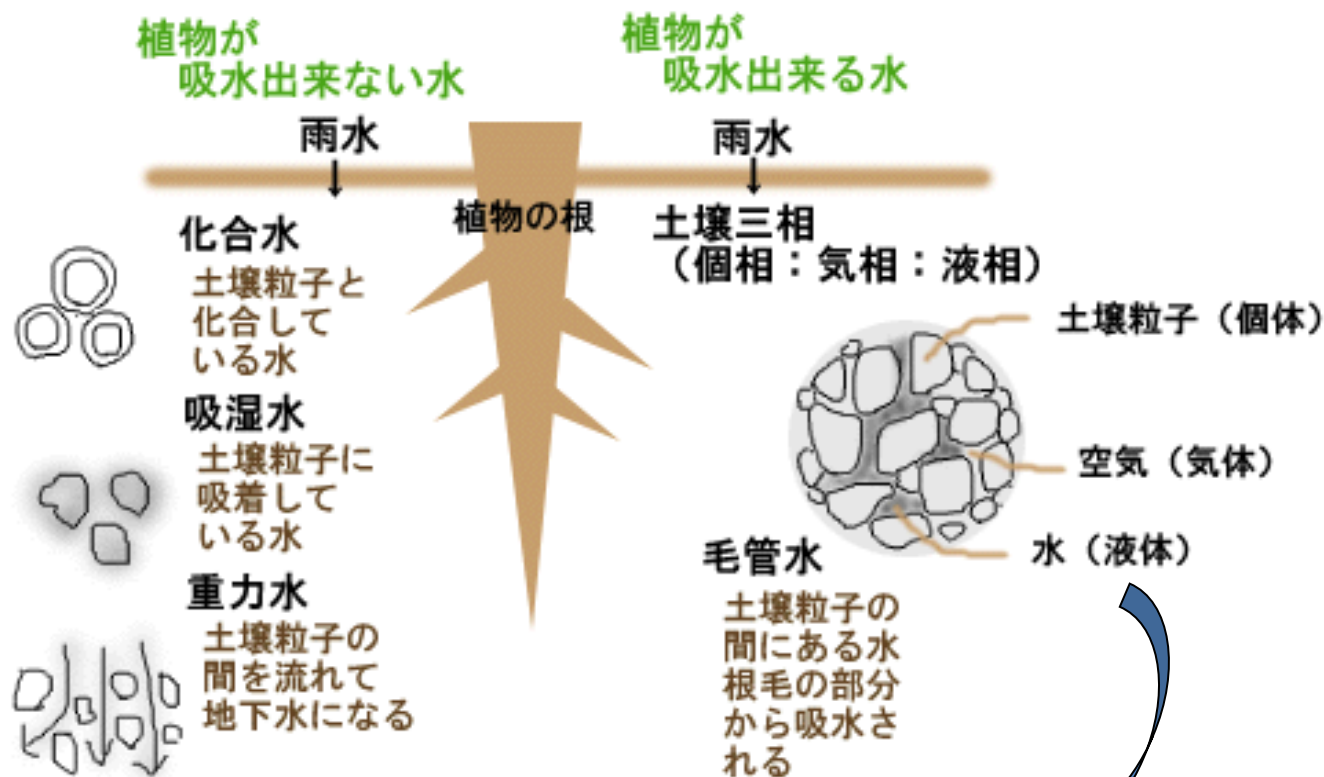
土づくりには3つの柱があります



バランスが重要

物理性

土壌三相と団粒構造



畑作土壌10aのバイオマス
= 約700kg

糸状菌(かび) 450~525kg

細菌・放線菌 140~175kg

土壌動物 <35kg

- ✓ 土壌が団粒化すると土壌中のすき間が多くなる。
- ✓ 様々な大きさのすき間があると、水はけと水持ちの両方の良い土壌となる

※砂は粒子が大きくすき間も大きいので、排水は良いが水持ちは悪い

※粘土は逆

生物性

- ✓ 多種多様な生物

有機物分解

物質変換

土壤の浄化作用

- ✓ 土壤1g中に1億数の微生物が存在
- ✓ 団粒のすき間にある空気や水を利用して棲息
- ✓ 畑と水田では生物の種類が異なる
- ✓ 土壤消毒後は微生物環境が大きく変わる
- ✓ 例)硝酸化成菌

化学性

- ✓ 土壤に含まれる養分量、土壤の酸性度をあらわすpHなど
- ✓ 作物の生育や収量に対して影響が最も大きい（物理性や生物性は改良が簡単では無く、専門的で時間がかかる）
- ✓ 比較的簡単に精度の高い結果が土壤分析によって得られる
- ✓ 改良効果が早く現れる



土壤診断の中心

土壌環境が改善される期間

- 化学肥料を使って土壌養分を改良する場合、速効性（散布後すぐ）～緩効性（1作期）
- 下層土の物理性改良には、数年の時間を要する。



土づくりをする前に

- 重要なのは目的をはっきりさせること
 - ①現在の状態はどうなのか(現状)
 - ②何らかの問題があるのか(原因)
 - ③栽培作物の条件整備は(準備)
- これまでの栽培履歴を把握する
- ほ場を取り巻く状況、地下部の状態
- 化学分析値は土づくりの一部の情報

土づくりする前に必要なこと

土壌診断について

露地野菜の土壌診断のための主要な項目

項目		内容と特徴	手法の難易
物理性	観察および現地調査	栽培履歴 昨年、一昨年に栽培した作目、施肥量、有機物（堆肥）の施用履歴など	易
		生育状況 生育の良否、収穫物の品質など	易
		ほ場状態 作土層の厚さ（十分な根域を確保しているか）、耕盤の位置、地下水位の位置、水はけの良し悪し	中
化学性	肥培管理のための調査	pH(H ₂ O) 特に作土、各養分の溶解性に影響	易
		EC 作土の塩類濃度、根の濃度障害、残存窒素の推定	易
		可給態窒素 特に作土、作物に利用可能な必須元素	難
生物性	土壌改良のための調査	可給態リン酸 特に作土、作物に利用可能な元素、根の伸長などに関係する	中
		塩基類 特に作土、交換性塩基が減少すると土壌が酸性化	中
		塩基交換容量(CEC) 特に作土、肥料の保持能力に関係	中
生物性	障害解決のための調査	微量元素 モリブデン、マンガン、ホウ素、銅など	難
		微生物相のバランス センチュウ、土壌病害の特定など	難

pH (potential Hydrogen)

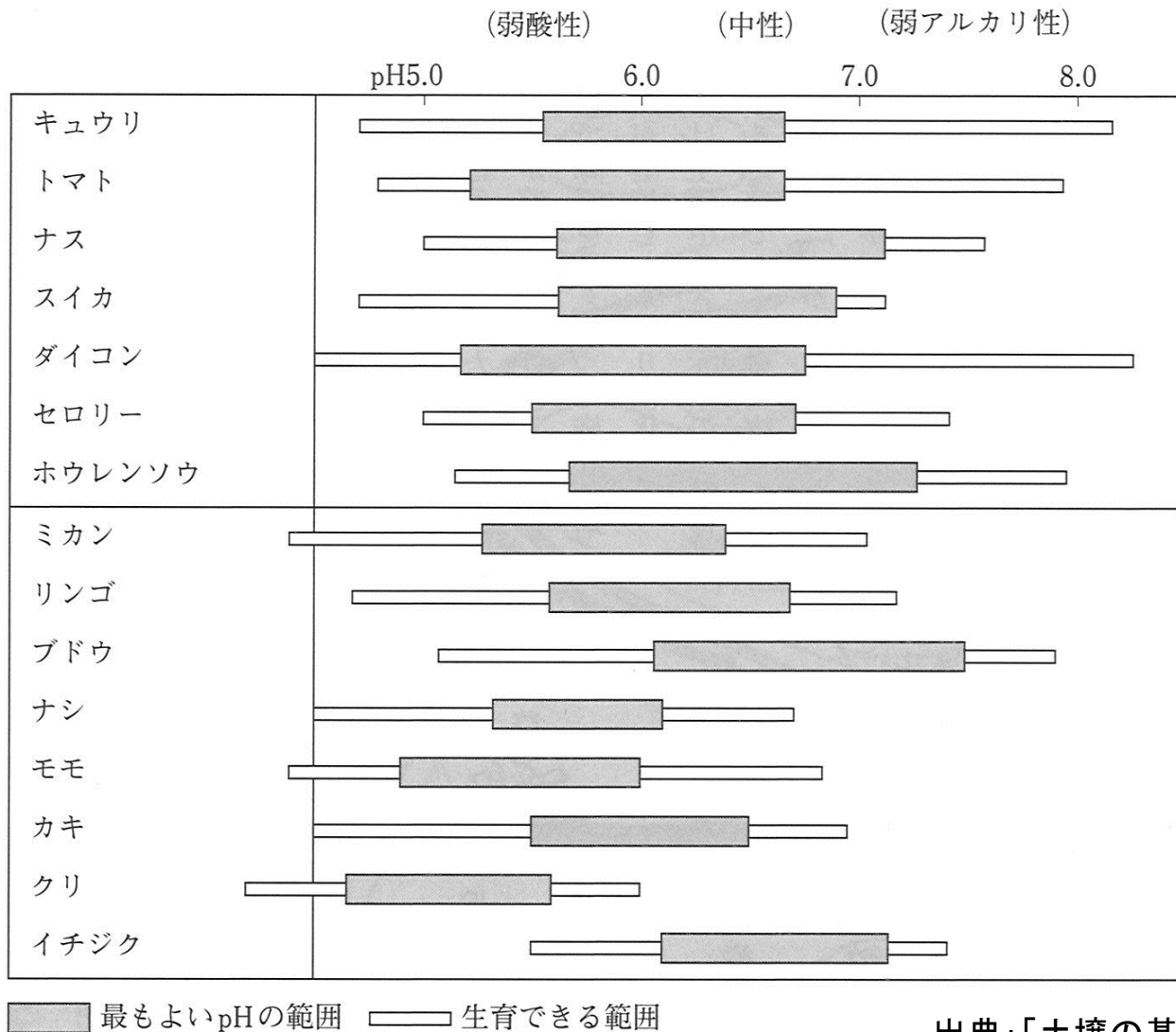
- ✓ 水素イオン(H^+)濃度の $-$ 対数値($25^{\circ}C$)
水抽出 → 液相の値
KCl抽出 → 土壌表面の Al^{3+} や H^+ も評価
(潜在的な土の性質がわかる)



- ✓ pHによって土壌中の養分の溶解性や可給性が変わる
- ✓ 栽培する作物の好適pHに合わせる必要がある
- ✓ 水稲よりも、野菜・花きで影響を受けやすい

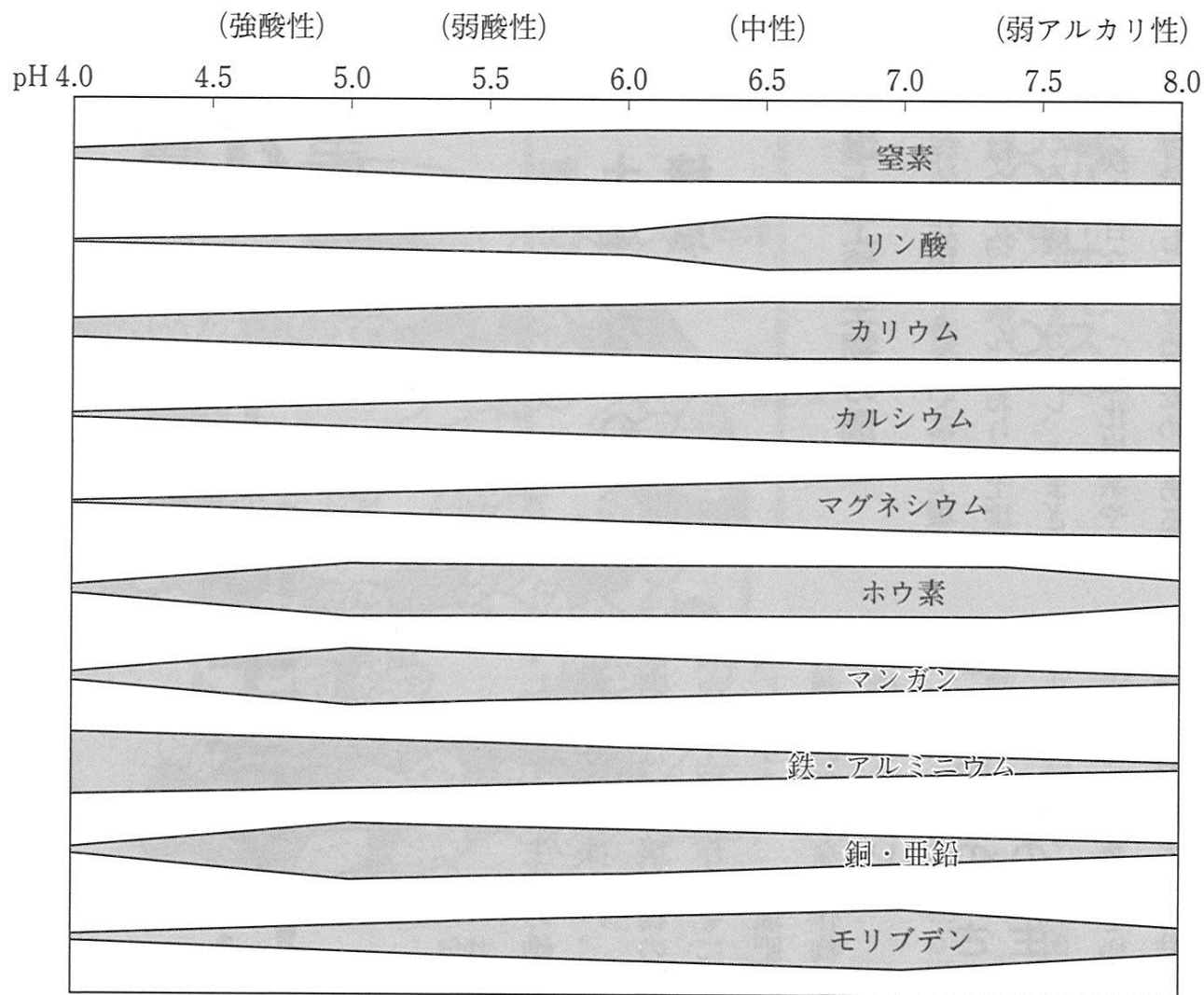


作物の生育に適したpH



出典:「土壌の基礎知識」藤原俊六郎 著

土壌pHと各種元素の溶解性



太い部分が有効なことをあらわす

出典:「土壌の基礎知識」藤原俊六郎 著

EC (Electric Conductivity)

- ✓ 電気伝導度のこと
- ✓ 硝酸イオン(NO_3^-)と関係が高く、土壌の塩類濃度(肥料養分の濃度)の指標になる
- ✓ 硝酸態窒素の推定もできる
- ✓ 園芸土壌では必ず測定する必要がある
- ✓ 土壌に吸着していないイオンが多いほど高く、根に障害がしやすい



ECの目安

植付前の適正ECの目安

土壌の種類	EC(mS/cm)	
	果菜類	葉根菜類
黒ボク土	0.3 — 0.8	0.2 — 0.6
沖積土 洪積土	0.2 — 0.7	0.2 — 0.5
砂質土	0.1 — 0.4	0.1 — 0.3

野菜類の施肥前ECによる減肥の目安

土の種類	EC(mS/cm)				
	0.3以下	0.4～0.7	0.8～1.2	1.3～1.5	1.6以上
黒ボク土	標準施肥	2/3	1/2	1/3	無施用
沖積土・洪積土			1/3	無施用	
砂質土		1/2	1/4		

引用：土壌診断の読み方と肥料計算（JA全農肥料農薬部）

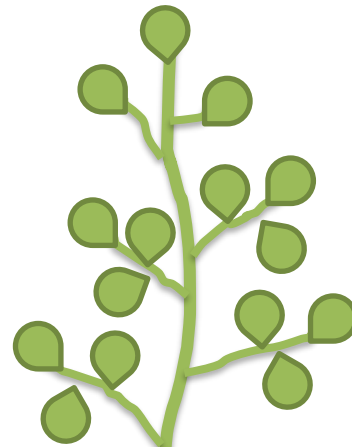
pHとECで分かること

		EC	
		低 ←	→ 高
		0.5	1.0
pH	高 ↑	高pH・低EC型 塩基(石灰、苦土)が多く、窒素が少ない。 硫安や硫加(生理的酸性肥料)で矯正。	高pH・高EC型 窒素、塩基が過多。 土壌診断によって、除塩や減肥が必要。 深耕によって養分希釈。
	7.0		
	適正		
5.5			
	低 ↓	低pH・低EC型 窒素、塩基ともに不足。 土改材や堆肥で土づくり。	低pH・高EC型 窒素が多く、硝酸化が進んでいる可能性。 石灰によるpH矯正では解決しない。 緑肥で吸収除去。

堆肥の使い方と注意点

植物の生育に必要な必須元素

炭素(C)、酸素(O)、水素(H)は空気中や土壌中の炭酸ガス(CO_2)や水(H_2O)から吸収する



N

生育・収量に影響大
アミノ酸・タンパク質等の生体成分の合成

P

核酸やリン脂質の構成元素
花・実に必要な

K

イオンの形で浸透圧調整、
pH安定化、酵素活性
根部へ作用

Mg

Ca

N

K

P

微量元素群

Fe

Cl

Mn

Zn

Cu

B

Mo

Ni

堆肥などには十分含まれている

堆肥施用により期待される効果

化学性

- ・ 多量要素, 特に窒素・リン・カリの給源
- ・ 微量元素の給源
- ・ 緩効性肥料(肥効がゆっくり現れる効果)

物理性

生物性

- ・ 土壌の物理性, 例えば土壌のすき間の大きさやその割合, 透水性, 保水性, 通気性など
- ・ 陽イオン保持能力の増加
- ・ 有害物を抑制する効果

色々な種類の堆肥の性状および施用効果

有機質資材 の 種 類	素 材 (原材料)	水分 (%)	1t 当たり成分量(kg)					1t 当たり有効成分量(kg)			施 用 効 果		
			窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	窒素	リン酸	カリ	肥料的	化学性 改 善	物理性 改 善
植物素材堆肥	稲わら, 麦わら, 山野草など	75	4	2	4	5	1	1	1	4	中～小	小	中
もみがら堆肥	もみがら	55	5	6	5	7	1	1	3	4	小	小	大
木質系素材堆肥	パーク, おがくず, チップなど	61	5	3	3	11	2	0	2	2	小	小	大
家畜ふん堆肥	牛ふん尿と敷料	66	7	7	7	8	3	2	4	7	中	中	中
〃	豚ふん尿と敷料	53	14	20	11	19	6	10	14	10	大	大	小
〃	鶏ふんとわらな ど	39	18	32	16	69	8	12	22	15	大	大	小
家畜ふん木質混 合堆肥	牛ふん尿とおが くず	65	6	6	6	6	3	2	3	5	中	中	大
〃	豚ふん尿とおが くず	56	9	15	8	15	5	3	9	7	中	中	大
〃	鶏ふんとおがく ず	52	9	19	10	43	5	3	12	9	中	中	大
都市ごみコンポ スト	家庭のちゅう芥 類など	47	9	5	5	24	3	3	3	4	中	中	中
食品製造かす堆 肥	食品製造かすと 水分調整材	63	14	10	4	18	3	10	7	3	大	中	小
下水汚泥堆肥	下水汚泥と水分 調整材	58	15	22	1	43	5	13	15	1	大	大	小

注 1) 有効成分量は施用後1年以内に有効化すると推定される成分量

2) 藤原(1988)、松崎(1992)のデータから作表した

参考: 土壌診断の方法と活用/藤原ら

生活残さ堆肥の特徴

- 生ごみの量：調理クズ50～60%，**食べ残し30～40%**、異物10%。
- 調理クズは，野菜や果物の皮やクズが多い。
- 魚介類や卵のような動物質のクズはわずか。
- 食べ残しの約30%は手を付けられないで捨てられた食品であり，肉類や魚介類のような動物質のものが多く含まれている。
- 生ごみの無機成分（乾物）は，窒素3～6%，リン酸1～2%，カリ1～4%程度。**牛ふん以上の肥料成分が含まれている。**
- 塩分（ナトリウム）や有害重金属含量もそれほど多くない。
- 肉や魚のクズが多い生ごみ堆肥は，肥料効果が高く，野菜クズの多い堆肥は肥料効果が低い。

生活残さ堆肥を使うときの注意点

注意が必要な堆肥	理由	対処方法
油分の多い堆肥	種子の発芽障害 分解時の窒素飢餓	戻し堆肥と少量ずつ混合して、 微生物で油を分解させる
塩が多い堆肥	Naが多いと作物の 根が障害を受ける 土壌が硬くなりやすい	原料を水切りしてから使う 少量ずつ混合する
悪臭がする堆肥	未熟堆肥である pHが低い 水分が高い	切り返しをする 戻し堆肥と混合して、再度堆肥 化する 化肥Nを少量加える 土壌に早めに施用する(一ヶ月 以上放置) 浅く耕起する