

# 第4章 土づくりの効果と実際

## 1 よい土の定義

植物の生育に関する重要な要因として光、空気、水分、温度あるいは養分がある。これらのうち、土は空気、水分、養分を保持し、植物に供給する機能を有している。また、土は有害物質などの影響を和らげる機能も持っている。よい土とはこれらの機能が総合的に優れた土であり、そのためには土づくりが必要となる。

地力とは土壌の持つ総合的作物生産能力で、**化学的要因、物理的要因、生物的要因**に分けられる。土づくりとは、これらの三つの要因を改良することにより、地力を維持増進させることである。

◇ 堆肥の施用効果

(1) 養分供給

- ・ 地力窒素
- ・ 肥料的効果  
(肥料三要素、塩基、微量元素)

(2) 理化学性の改良

- ・ 団粒構造  
→ 水はけ水もちの良い土
- ・ CEC増大  
→ 養分の流亡を防止、緩衝能増大  
りん酸固定を抑制

(3) 生物性の改良

- ・ 微生物の多様化  
→ 土壌病害の軽減

## 2 堆肥施用の効果

堆肥などの有機物の施用は地力維持の有力な手段である。

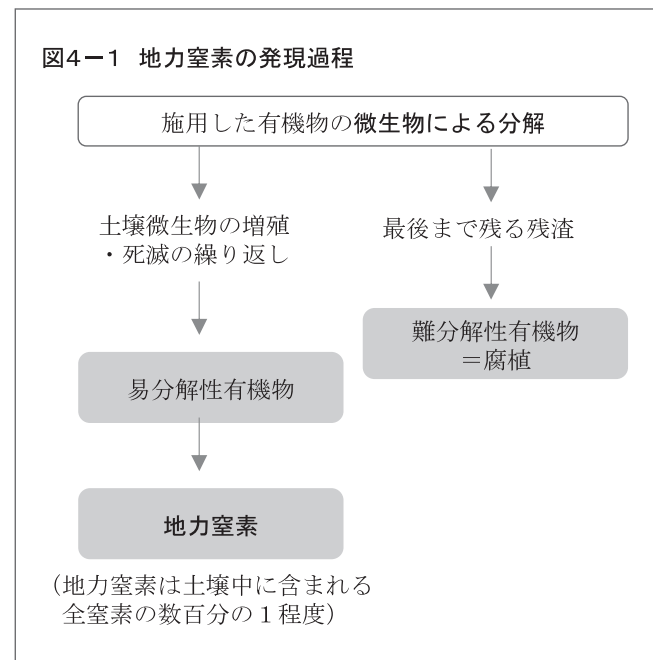
堆肥の施用効果は、A養分供給、B理化学性の改良、C生物性の改良の3つに分けることができる。

### (1) 養分供給

#### 窒素の放出は緩効的で、環境への負荷を低減

窒素はタンパク質のもととなる最も重要な栄養素である。速効性の窒素肥料を多施用した場合、作物に利用されない部分が多くなり、環境への負荷が大きくなる。一方、**地力窒素**は徐々に放出され、**作物に効率的に利用**される。水稲が吸収する窒素のうち、地力由来のものは全体の約7割を占める。このように、地力窒素は作物の生育に及ぼす影響が大きく、これを活用すれば環境への負荷を低減できる。

図4-1 地力窒素の発現過程



## 地力窒素が増加

地力窒素の発現過程を図4-1に示した。微生物は有機物を利用し、数カ月単位で増殖・死滅を繰り返す。このことにより、微生物由来による分解されやすい有機物が集積し、**地力窒素含量**も高まる。このうち半分以上は微生物由来であることが明らかになっている。なお、C/N比の比較的大きいわら類や牛ふん堆肥などの施用は地力窒素の発現に有効である（ただし、有機物といえども、多施用は環境負荷の増加を招く場合があることに留意する）。逆にC/N比の小さい鶏ふんなどは地力窒素の発現効果は低い。しかし、化学肥料的な効果は大きくなる（豚ふんはこれらの中間的な働きをする。また、牛ふん堆肥は加里が多いことに留意する）。このように目的に応じて有機物を施用することが重要である。

## 肥料三要素・塩基・微量元素の供給源

堆肥には、窒素の他、りん酸・加里が含まれる。

**りん酸**は有機態、無機態の形態が含まれており、速効性、緩効性両方の肥効が期待できる。

**加里**は大部分が水溶性で、化学肥料と同じように速効性である。

堆肥には、石灰、苦土等の塩基成分も含まれている。また、材料の選択を適切に行うと、マンガン、ほう素、鉄、銅、モリブデン等の微量元素が含まれた総合的な養分供給資材として使うことができる。

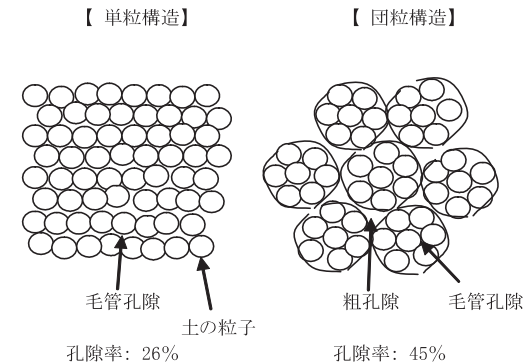
## (2) 理化学性の改良

### ア 団粒構造の形成

#### 水はけが良く、水持ちの良い土

良い土の目安の一つとして団粒構造が発達していることが挙げられる。土壌粒子間の隙間が小さいほど水持ちは良くなる。逆に隙間が大きくなると排水性や通気性は良くなる。図4-2に示したように、単粒構造は、土の粒子

図4-2 単粒構造と団粒構造



がぎっしり詰まった状態であり、このような条件では毛管孔隙（小さな隙間）だけとなって、水はけが悪くなり、根腐れが生じやすくなる。逆に**団粒構造**が発達すると毛管孔隙は残り、なおかつ粗孔隙（大きな隙間）も作られる。このため、**水はけも良く、水もちも良い**という相反する性質を兼ね備えることができる。

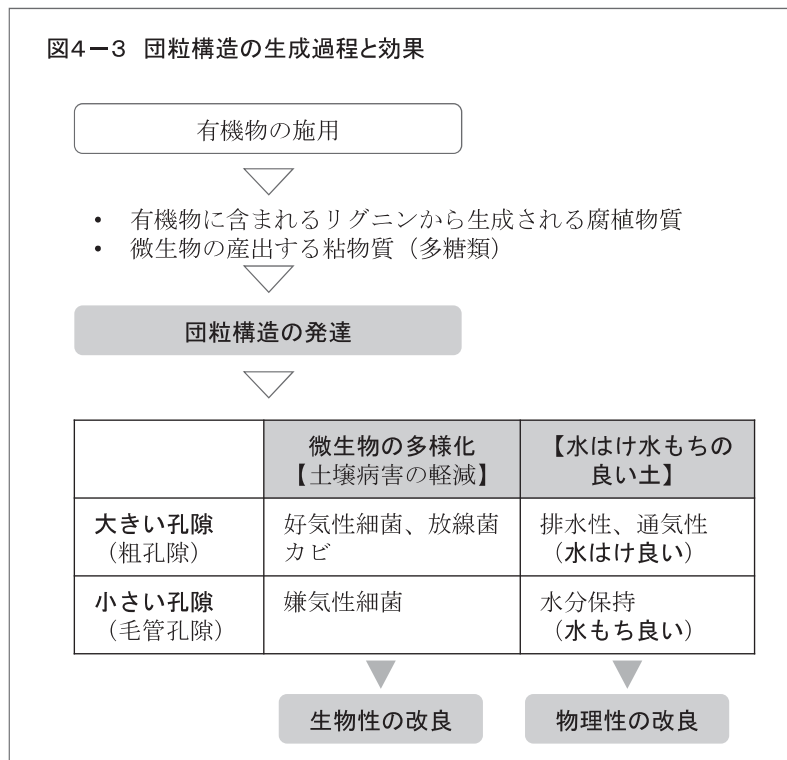
## 微生物が多様化し、土壌病害を軽減

図4-3に団粒構造の生成過程を示した。わらや牛ふん堆肥などリグニンを多く含む有機物は、土の粒子同士を結合する働きをする。また、有機物を施用すると微生物が増え、活動も活発化する。このため、微生物が産出する粘物質によっても土壌粒子が結びつき、**団粒構造**が作られる。また、土壌アメーバなどの捕食者から逃れるための適当なサイズの“隠れ家”ができるようになる。このため、有機物を施用しなかった場合に比べて微生物の生存期間が伸び、地力窒素レベルが高まる。また、毛管孔隙の部分には、嫌気性細菌などが、粗孔隙の部分には好気性細菌、放線菌やカビなどが住み着き、**微生物の多様化**が図られる。このことは、土壌病害菌の密度が低い場合には、**病害の軽減効果**がある程度図られることを示している。このように、団粒構造の生成によって、保水性、排水性、通気性などの物理性だけでなく、化学性や生物性の改善も期待できる。

## 有機物を毎年施用し、団粒構造を維持する

団粒構造は壊れやすいので、適切な土壌管理が必要となる。長年、耕起をしないと、表層土壌が硬くなり、下層土の団粒も崩壊する。水分が過少、または過大のとき耕起しても団粒は壊れてしまう。また、粒子の結合剤となっている粘物質は多糖類で構成されている。このため有機物を施用しないと、この粘物質を微生物が餌として分解してしまう。このように、団粒構造を維持するためには注意が必要であり、**毎年有機物のある程度施用**する必要がある（表3-1、p18参照）。

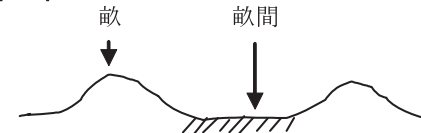
図4-3 団粒構造の生成過程と効果



## 安定した団粒構造は、耐水性に優れる

団粒が雨水や灌水によって容易に崩れるようでは、安定した団粒構造が形成されているとは言えない。すなわち、**耐水性の団粒**がどのくらい含まれているかが重要となる。現場で耐水性団粒構造を検討するときの目安としては以下のことが挙げられる。①かなり強い降雨後でも畝の形がそのまま保たれていれば、耐水性の団粒構造が形成されたと考えられる。②大雨の後、畝間の地表面が、べつとりと厚い羊かん状では単粒的と言える。逆に、羊かん状の部分が薄く、その下にコロコロとした粒状の土が多い場合は団粒構造が発達していると言える。なお、作物の生育に良好な団粒の直径は概ね1～5mmといわれている。

図4-4 畝と畝間の模式図



## イ CECの増大等

土壌中の腐植含量が増すと塩基置換容量（CEC）が増し、**養分の流亡を防ぐ**ことができる。また、緩衝能が増加し、**作物の生育が安定**する。さらに、キレート作用により、**施肥りん酸の土壌への固定を抑える**ことができる。このように、堆肥は、土壌の化学性も改良するので、不良土壌の改良や地力増進には欠かすことができない。

## (3) 生物性の改良

堆肥の施用により、土壌中の生物や小動物の生活環境が良くなり、その増殖、活動が盛んになる。そして、地力が発現し、物質の循環が可能となる。また、微生物の活動が盛んな土壌では、有害な細菌の活動が抑えられる。

### 3 堆肥の種類と施用効果

堆肥の効果は、その種類によって大きく異なる。施用効果を、A肥料的効果（窒素供給源）、B化学性改良効果（塩基類、りん酸の効果）、C物理性改良効果（孔隙、保水力）の3つについて比較した（表4-1）。

A 肥料的効果が大きいのは、全窒素含有率が高くC/N比が低いもので、鶏ふんが相当する。肥料的効果が期待できないものは、バークやもみがらのような難分解性の有機物を多く含むものである（豚ふんはこれらの中間的な働きをする）。

B 化学性改良効果は、リン酸や塩基成分の含量の多い豚ふん、鶏ふんで高くなる。

C 物理性改良効果は、難分解性有機物ほど大きい。木質混合家畜ふん堆肥やバーク堆肥、もみがら堆肥が大きく、豚ふん肥、鶏ふん堆肥は小さくなる。

なお、施用上の注意事項を表中に示したが、牛ふん堆肥は加里、豚ふん堆肥や鶏ふん堆肥は窒素、りん酸の有効量が多いので、施用にあたっては、化学肥料代替率・肥効率（第3章）を考慮し施用量を決定する。

表4-1 各種堆肥の特性

堆肥の種類	畜種	施用効果			施用上の注意
		肥料的	化学性改良	物理性改良	
家畜ふん堆肥	牛ふん	中	中	中	肥料成分を考慮する
	豚ふん	大	大	小	
	鶏ふん	大	大	小	
オガクズ混合堆肥	牛ふん	小	中	大	未熟木質は虫害、モンパ病の発生原因、肥料成分を考慮する
	豚ふん	中	中	大	
	鶏ふん	中	大	大	
モミガラ混合堆肥	牛ふん	中	中	大	肥料成分を考慮する
	豚ふん	中	中	大	
稲わら混合堆肥	牛ふん	中	中	中	
稲わら堆肥	-	小	小	中	最も安心して施用
落ち葉堆肥	-	小	小	中	
バーク堆肥	-	小	小	大	未熟木質は虫害、モンパ病の発生原因、物理性の改良効果が中心
モミガラ堆肥	-	小	小	大	物理性の改良効果が中心

木質が混合している場合はコガネムシ等の害虫、紋羽病等の病害の原因となり易い。また、木質の多い有機物やもみがら堆肥では、物理性の改良効果が大きいですが、黒ボク土のように元来物理性の良い土では、干害を受けやすくなる場合がある。

### 4 土づくりの実際

#### (1) 水田の土づくりと土壌管理

##### (漏水防止) 客土・床じめ・ベントナイト施用

水田では、水管理を第一として土づくりを行う。水田の透水性が高すぎると灌漑水を多量に要し、養分の溶脱も多くなる。また、山間部では冷水害も起こりやすくなる。水田の**日減水深**（1日に表面水位が下がる深さ）は**20～30mm**が適正とされているが、これより減水深が大きいときは客土、床じめやベントナイトの施用を行い、ていねいに代かきを行う。**床じめ**は、田面または心土上層部をブルドーザーやローラーで転圧する方法である。**ベントナイト**は粘土の一種で、吸水すると5～15倍に膨張するため、漏水防止効果に優れる。10a当たり1～2トンを目安として施用する。また、あぜからの浸透量も大きいので、**あぜ塗り**や**畦畔板**をすき床層まで押し込むことにより漏水を防止できる。

##### (透水性の改善) 暗きょ排水

**排水が不良な水田**では還元化によって硫化水素や有機酸など有害物質が生成され、根腐れが生じやすくなる。このような水田では暗きょ排水によって透水性を高める必要がある。

### (物理性の改善) 有機物施用

灰色低地土は粘土が多く、黒ボク土に比べて通気性、排水性が劣る。しかし、稲わらを連用することにより通気性が改善され(図4-5)、根の伸長が促進されるようになった。これらにより、化学肥料だけを施用した区に比べて有機物連用区の水稲収量は向上した(図4-6)。

図4-5 稲わら連用による  
土壌三相の変化

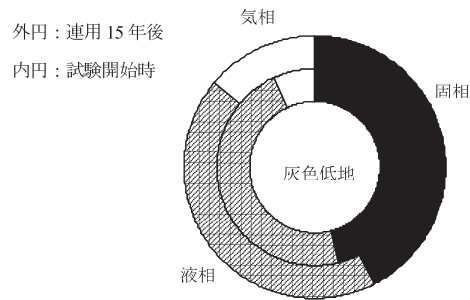
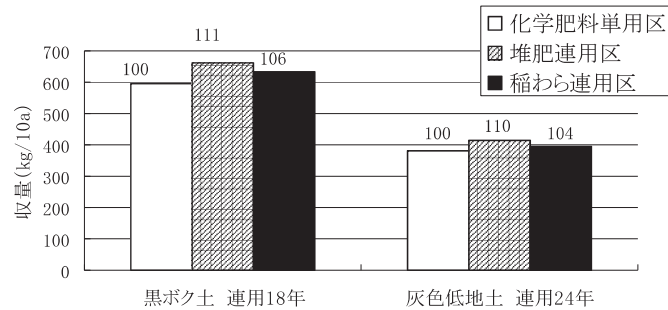


図4-6 有機物連用と玄米収量



注. グラフ上の数字は収量指数を示す

### (地力窒素の増加) 堆肥の施用

図4-7に示したように、水田に有機物を連用すると地力窒素含量が高まり、それだけ窒素供給量も多くなる。水稲コシヒカリの窒素吸収量はその約7割を土壌からの供給に依存している。10a 当たり堆肥を1トンまたは稲わらを500kg 数年間施用することにより、乾土100g 当たり地力窒素含量が2~3mg 高まる。このように、もともと地力窒素レベルが低い水田では、化学肥料だけを施用した場合に比べて窒素吸収量が相対的に多くなり(図4-8)、目標収量を確保することができる(ただし、水稲は窒素要求量が少ない作物であるので、堆肥中の有効窒素を施肥量から差し引いて化学肥料を施肥する必要がある。)

図4-7 有機物連用と地力窒素量

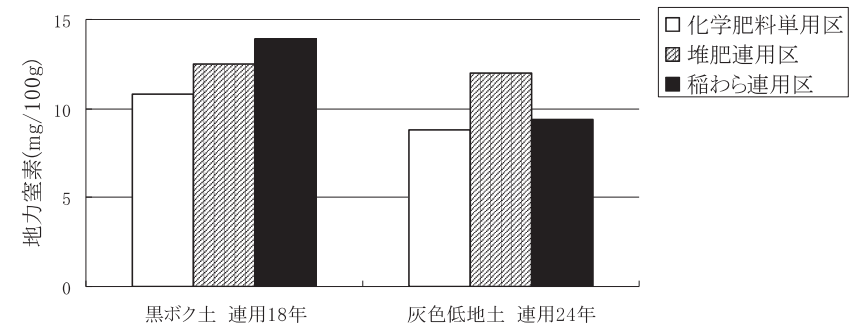
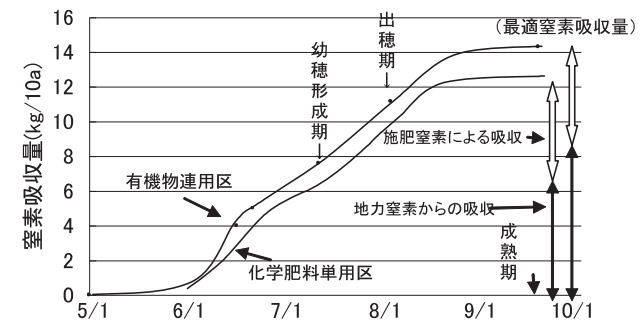


図4-8 地力窒素と水稲の窒素吸収量との関係



## 稲わらすき込みと石灰窒素の施用

栃木県の水稲作跡地では、70%のほ場で稲わらすき込みが行われている。稲わらすき込みは、堆肥に比べて肥効発現に時間を要するが、10a 当たり 500kg（全量還元）を5年以上連用することにより、堆肥1 トンを連用した場合と同等の地力窒素の蓄積が認められる。

水田は非灌漑期の地下水位によって湿田、半湿田、乾田に区分される。乾田では有機物の分解が速いため、半湿田に比べて有機物の施用量が多くなる。湿田では、硫化水素や有機酸などの生成が助長されるため、有機物の施用を基本的に行わない。稲わらをすき込みする場合は、乾田では全量還元、半湿田では3～4割持ち出すようにする。稲わらを植え付けまでに40～50%程度分解させるために、すき込みは秋に行う。この際、石灰窒素を添加するとわらの分解が促進され、温室効果ガスのメタン発生を軽減することにもつながる。単年施用の場合は、全量還元時で石灰窒素の施用量を20～30kg/10a とする。連年施用する場合は10～20kg/10a とする。なお、石灰窒素を施用した場合の基肥窒素量は施肥基準量より10a 当たり1～2kg 減らすようにする。

## ようりんの施用

りん酸が不足すると分げつが抑制され、生育も抑えられる。可給態りん酸が乾土100g 当たり10mg 以下のほ場では土壌診断に基づき積極的にようりんを施用する。

## 鉄資材の施用

鉄は、還元化の進行により発生する硫化水素と結合し無害化する働きをする。灰色低地土やグライ土は、黒ボク土に比べて還元化が進行しやすく、可給性の鉄が溶脱しやすくなる。これらの土壌で、遊離酸化鉄含量が少ないほ場では転炉さい、赤山土などの含鉄資材を施用する。

## けい酸質肥料の施用

けい酸は、植物の必須元素ではないが、水稲では、吸収量が多く重要な要

素である。水稲に対するけい酸の効果は、健全な稲体を形成することで、病害虫に対する抵抗性を強め、倒伏に強くなることがあげられる。また、登熟歩合が向上し、米の品質がよくなる。水稲は、収量600kg/10a のとき、約120kg/10a と多量のけい酸を吸収する。土壌中にけい酸は含まれているが、有効態のものはごく一部であるため、水稲に毎年けい酸を施肥する必要がある。

## (2) 畑作物の土づくりと土壌管理

### 麦・大豆の連作障害

麦、大豆などの畑作物は、何年も作り続けていると生育が悪くなる場合がある。これは連作障害とよばれており、①養分の過不足やアンバランス、②特定の微生物が増えることによる土壌病害、③センチュウ害などによる。このため、輪作体系を組み、3年以上の連作を行わないようにする。

### 麦の土づくり

一般的にビール用二条大麦や精麦食用六条（二条）大麦、製粉（日本麵）用小麦は、生育後半に窒素が発現すると基準値以上にタンパク含量が高くなり、品質が低下する。野菜や大豆跡では、土壌中の窒素残存量が多くなるため、水稲跡や畑地化2年目までの水田転換畑で栽培する。

一方、パン用小麦や醤油用小麦は、タンパク含量が高いものが求められているので、畑（3年以上畑地化した転換畑を含む）で栽培する（野菜、大豆跡で栽培しても差し支えない）。

また、積極的に土づくりを行い、地力を高めるようにする。肥効調節型肥料の基肥施用で出穂期以降肥効が現れるようにすることも有効である。麦類は一般的に酸性に弱く、収量が減少する。播種前に土壌pH6.0～6.5を目標に苦土炭カルを施用し、矯正する。

排水が悪いほ場では湿害を受けやすくなる。このようなほ場では明きよ、暗きよや心土破碎などを行う。

## 大豆の土づくり

特に大豆の収量低下の要因として地力窒素レベルの低下やセンチュウ被害が挙げられるので、**田畑輪換**は有効な方策である。ただし、転換後年数の経過とともにその効果は小さくなることに留意する。大豆に吸収される窒素は、根粒菌や地力窒素による割合が大きい。**根粒菌**の活動や窒素肥沃度を高めるため、堆肥やりん酸質資材の施用を行う。また、転換後年数の経過とともに地力窒素が低下し、生育量を確保できない場合には、堆肥の施用を基本として地力増進を図る。やむを得ない場合には基肥窒素量を 1 kg/10a 程度増やすが、過度の増施は根粒菌の着生を阻害するので注意する。開花期以降、大豆の窒素吸収量は飛躍的に増加するので、この時期に肥効が発現する**肥効調節型肥料**を基肥として施用することも有効である。麦と同様に、播種前に土壌 pH6.0~6.5 を目標に苦土炭カルを施用し、矯正する。

排水が悪いほ場では**湿害**を受けやすくなる。このようなほ場では明きよ、暗きよや心土破砕などを行う。

大豆跡のほ場には根粒菌の働きで地力窒素が蓄積されている。このため、**水稻**を作付けする場合、倒伏しやすいコシヒカリでは窒素成分の施用量を慣行の 30%とする。他の品種では慣行の 50~70%とする。

## (3) 野菜・花きの土づくりと土壌管理

### 硝酸態窒素の地下浸透を軽減する

野菜や花きでは、水稻や畑作物に比べて養分吸収量が多いため、肥料の施用量が多い。このため、作物に吸収されなかった窒素は**硝酸態窒素**となって**地下水に浸透**する可能性が高くなる。また、窒素を過剰施用すると、タンパク質に同化されなかった余分な窒素が硝酸態窒素となり、作物中の含量が高まる。このため、**堆肥**等有機物を施用して土づくりを行い、化学肥料の施用を減らすことは、硝酸態窒素の地下水への負荷量や作物中の硝酸含量を軽減することにつながる。しかし、有機物といえども未熟なものを多施用すれば環境への負荷量が多くなることに留意する。

表4-2 目的に応じた輪作体系事例

主な目的	取り組まれている輪作体系事例
	ばれいしょ-小麦-飼料作物-飼料作物-豆類-てんさい(北海道)
	レタス-レタス-レタス- <b>青刈り作物</b> (岩手県)
地力維持・増進	水稻-レタス-スイートコーン-レタス(静岡県)
	春きゅうり-秋レタス-春レタス- <b>ソルガム</b> (香川県)
	ばれいしょ- <b>ククタリア</b> -さとうきび(鹿児島県)
	ごぼう-すいか-にんじん-さといも- <b>らっかせい</b> (千葉県)
連作障害回避	だいこん-春キャベツ- <b>マリーゴールド</b> -春キャベツ-すいか(神奈川県)
	春レタス-秋レタス-ライ麦-春レタス- <b>マリーゴールド</b> (長野県)
	ごぼう- <b>陸稲</b> -やまのいも-陸稲(茨城県)
田畑輪換	夏秋トマト3作-水稻3~6作(大分県)
	うど1作-水稻3~4作(栃木県)

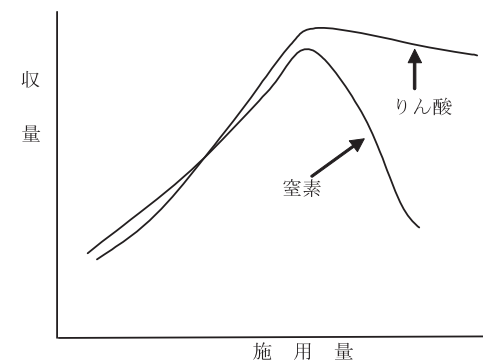
### 輪作体系による連作障害の回避等

野菜・花きでも**連作**による生育障害が発生しやすくなる。表4-2に輪作体系事例を示した。マリーゴールドはセンチュウ密度の低減に有効である。また、うどに発生した黒斑病は水田化することにより密度を減らすことができる。この他に飼料作物は地力を維持・増進するために有効である。

### (施設栽培) りん酸過剰施肥に注意

施設栽培では降雨による溶脱がないので、多くの養分は集積する傾向にある。多くの野菜・花きは、土壌中の**可給態りん酸**の基準値が 20~60mg/100g となっている。しかし、最近の調査では、すべての地目で大半の地点が適正値から過剰であることが明らかとなっている(第1章参照)。栃木県の耕地は火山灰由来による黒ボク土が大半を占めている。この土壌の特徴の一つとしてりん酸固定力が非常に強いことが挙げられており、かつては生産阻害要因となってい

図4-9 窒素、りん酸の施用量と収量との関係



た。本県では、昭和30年代後半から40年代前半にかけてようりんの多施用でこのことを克服した経緯がある。このため、「りん酸が十分にあるにもかかわらず、施用しないと気がすまない」人が多く、資源の無駄使いにもなっている。図4-9に示すように、窒素施用量の増加に伴い収量も増加するが、過剰の施用は逆に収量の低下をもたらす。生育が軟弱になったり、過繁茂となることで病害虫が多発することや、倒伏などが発生するためである。りん酸の場合には、施用量の増加によって収量が頭打ちとなるが、過剰施用によって収量が激減する事例は少なく、りん酸の過剰施用を助長する一因となっていた。しかし、近年、りん酸過剰土壌では、アブラナ科野菜の根こぶ病やじゃがいものそうか病の発生が助長されることが明らかになっている。

### 堆肥を施用し、化学肥料を減肥する

施設では栽培が長期間に及ぶ作物が多いため、堆肥の施用に対して窒素の緩効的養分供給が期待される場合が多い。特に、いちごは濃度障害（いわゆる肥焼け）を起こしやすいため、堆肥の施用は不可欠である。また、露地に比べて気温が高いため、地力窒素の消耗が大きく、必要な有機物施用量も多くなる。地力維持を目的とする場合、表3-1（p18）に示した施用量が必要である。施設土壌では加里をはじめとして塩基類も集積気味であるため、地力窒素レベルの維持を念頭に置いた場合、肥料成分の少ない稲わら堆肥などの施用が適している（表3-2、p20参照）。最近の家畜ふん堆肥は肥料成分が多い（牛ふんでは加里、豚ふんではりん酸が多い）ことから、稲わら堆肥と同じ量を施用すると、養分が更に蓄積され、電気伝導度（EC）も高くなる。このため、家畜ふん堆肥を施用する場合には、化学肥料の施用量から有効成分量を差し引くことが特に重要となる。

### （施設栽培）ECで減肥や除塩を判断

表4-3 施設栽培における作物別のEC基準値

作物名	土壌の種類	EC (mS/cm)	
		適正值	限界値
トマト、ナス、ニラ	黒ボク土、多湿黒ボク土	0.3~0.8	1.5
	灰色低地土、褐色低地土	0.2~0.5	1.0
きゅうり、プリンスメロン	黒ボク土、多湿黒ボク土	0.3~0.7	1.5
	灰色低地土、褐色低地土	0.2~0.5	1.0
イチゴ	黒ボク土、多湿黒ボク土	0.3~0.5	1.5
	灰色低地土、褐色低地土	0.2~0.4	1.0
きく、ばら	黒ボク土、多湿黒ボク土	0.3~0.8	1.5
	灰色低地土、褐色低地土	0.2~0.6	1.0
カーネーション	黒ボク土、多湿黒ボク土	0.3~0.6	1.5
	灰色低地土、褐色低地土	0.2~0.5	1.0
シクラメン	鉢用土	0.5~1.0	

ECは、土壌に含まれる水溶性塩類の総量を示す値である。このため、ECが適正な範囲では作物は良好な生育を示すが、この値が高すぎると濃度障害を起こす。表4-3には施設栽培におけるEC基準値を示したが、一般的に1.0mS/cm以上の場合には濃度障害が起きる可能性がある。この場合、減肥や除塩が必要となる。ただし、腐植が多く保水力の大きい土（黒ボク土）では1.0mS/cm以上でも障害が起きないことがあり、逆に保水力の小さい砂質の土（灰色低地土、褐色低地土）では1.0mS/cm以下でも障害が起きる可能性がある。

施設内の土壌表面が次のような状態では、塩類の集積が多く、障害発生のおそれがある。①土の表面に青や赤のカビが生えているところは塩類濃度が高い傾向にある。②土の表面に白い塩が吹き出してくる。③かん水の浸透が悪くなり、水が表面ではねられて横に流れたり、表面に粒状になったりする。

除塩の方法は、①深耕や新しい土を投入して塩類濃度を希釈する、②デントコーンや牧草により過剰な養分を吸収するなどの方法が挙げられる。このうち、②では、デントコーンなど養分吸収量の多い作物を栽培して過剰な養分を吸収させる。しかし、窒素、加里に比べりん酸の吸収量は格段に少なく、一度集積してしまうと除去は容易ではないことに留意する（表4-4）。いずれの場合も多くの労力を要するので、土壌診断を行い、過剰な養分を蓄積させないことが重要である。硫酸や塩素の含有量を最小限に抑えたノンストレス肥料の使用はECの上昇を回避するのに有効である。



花き栽培では、根張りを良くすることが大切であることから、有機物を施用する際には土壤の養分状態と同様に、物理性の向上についても留意することが重要である。

作物名	栽培時期	収量 t/10a	養分吸収量 (kg/10a)		
			窒素	りん酸	加里
ソルガム類	5～9月	5～7	20	3～5	30～70
デントコーン	5～9月	5～7	20～30	3～5	50～90
エン麦	10～3月	3～6	10～20	2～4	20～50
ライ麦	10～3月	3～6	10～20	2～4	30～40
イタリアンライグラス	10～3月	3～6	10～20	1～4	20～40

#### (4) 果樹園の土づくりと土壤管理

##### 物理性の悪化を防ぐため、深耕などの土づくりを積極的に

果樹園ではスピードスプレイヤーやトラクターなど大型機械が走行するため、ほ場表面が硬くなり透水性が悪くなったり、根の伸張が抑制され、生産力が低下している例が見られる。また、下層土の養分も不足しており、深耕して土壤を膨軟にするとともに有機物と石灰質資材やりん酸質資材等を併用して、土づくりを積極的に行う必要がある。

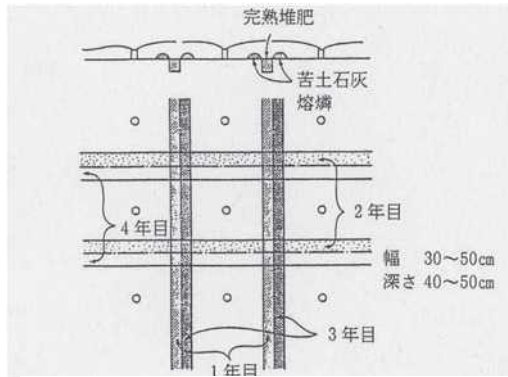


図4-10 トレンチャーによる帯状深耕

深耕は、通常トレンチャーによる帯状深耕とバックホーによる放射状深耕が行われている。いずれの場合も太根の断根に注意しながら数年かけて実施する。また、近年なし栽培では、断根の影響の少ないホールディガーによる「たこつぼ深耕」も行われている。

トレンチャーによる帯状深耕の手順は次のとおりである。①図4-10のよ

うに幅30～50cm、深さ40～50cmに溝を掘る。②溝にあらわれた根は剪定ばさみで切り直す。③堆肥と石灰、りん酸質肥料を掘りあげる土の量に応じて均等に施用し、土と混合しながら埋め戻す。④溝の位置をずらしながら計画的に実施する。

バックホーによる放射状深耕の手順は次のとおりである。①図4-11のように主幹から1.5～2m離れた位置から深さ30cmで掘り始め、1.5～2m先の場所では深さ50cm程度になるように掘る。②堆肥と石灰、りん酸質肥料を掘りあげる土の量に応じて均等に施用し、土と混合しながら埋め戻す。③このような穴を1樹当たり3～4本掘り、年次ごとに位置をかえ、数年間で一周するよう計画的に実施する。

いずれの場合も、堆肥の施用量は埋め戻す土の量の5～10%（容積割合）を目安とする。堆肥は、完熟した家畜ふん堆肥を用いる。剪定枝など未熟木質有機物は紋羽病などを誘因するので、施用を控える。施設土壌と同様にりん酸や加里過剰の園地が多い傾向にあるので、注意が必要である。わらをマルチとして利用するときは、0.5t/10aを目安として1年後にすき込む。

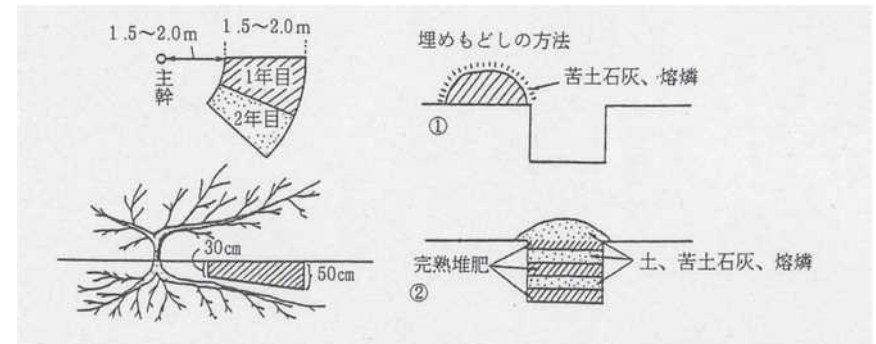


図4-11 バックホーによる放射状深耕

ホールディガーによる「たこつぼ深耕」の手順は次のとおりである。ホールディガーはトラクターのアタッチメントとして装着して利用し、①図4-12のように主幹から1.5～2m離れた位置に放射状に2か年で8カ所、直径30cm、深さ50cmの穴を掘り、②1穴あたり堆肥20～25lを土と混和せずに施用する。利用にあたっては、有効土層の深い土壌では効率的に使用できるが、礫や石が多い土壌では刃が進入できなかったり、破損する場合があります。注意する必要があります。

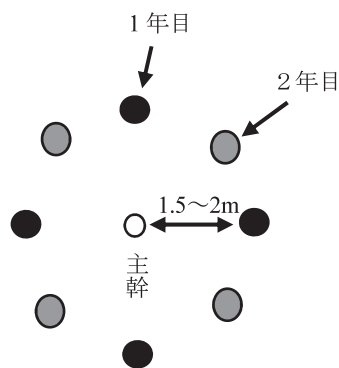


図4-12 ホールディガーによる「たこつぼ深耕」

## (5) 草地・飼料畑の土づくりと土壌管理

### 家畜ふん尿の多量施用に注意

牧草や飼料作物は子実、茎葉の全てを収穫物にするものが多く、生産力も高いため、肥料成分の吸収量も多くなる。収量の増加を期待したり、家畜ふん尿の還元利用を図るために、ともすれば草地・飼料畑には多量の家畜ふん尿が施用され、**作物中の硝酸態窒素含量**は多くなる。このような飼料作物が牛に給与されるとメトヘモグロビン血症の原因となる。また、牛ふん尿は加里含量が高く、多量に施用することで作物に必要以上に吸収される。**加里**の吸収量が増すとカルシウム、マグネシウムの吸収が拮抗的に抑制され、グラスステタニー（低マグネシウム血症）の原因となる。また、施用量が多くなれば環境への負荷も増大する。また、同量を施用した場合でも未熟なものほど作物中の硝酸態窒素含量は高くなり、環境への負荷も多くなるので、十分に発酵した堆肥を適正量施用することに心がける。

牛ふん堆肥2～4t/10aを目安とし、飼料用ムギは2t/10a、イタリアンライグラス、ソルガムは3t/10a、青刈とうもろこしは4t/10aの施用を基準とする。

## (6) その他の有機物施用について

### ア 緑肥の利用

緑肥作物には、窒素の肥効や地力増進効果を期待して、主としてマメ科作物が利用されてきたが、近年、野菜作においては**病害虫抑止**や**除塩効果**を期待した非マメ科植物の導入が多くなっている。主な緑肥作物の特性を表4-5に示した。

表4-5 主な緑肥作物の特性

作物名	効果※			C/N比	乾物収量 t/10a	養分吸収量 (kg/10a)			窒素の取り込み または放出
	肥	物	除			セ	窒素	りん酸	
レンゲ	○			15	0.3~0.6	7~15	1~3	5~10	放出
青刈りとうもろこし	○	○		35	0.8~1.4	20~30	3~5	50~90	取り込み
イタリアンライグラス	○			20	0.4~0.6	10~20	1~4	20~40	放出
ソルゴー	○	○		35	1.0~3.0	20~30	3~5	30~70	取り込み
ハイオーツ	○		○	20	0.8	20	3	35	放出
ギニアグラス	○	○	○	30	1.0	20	7	35	取り込み
クロタリア			○	40	0.5	10	3	17	取り込み
マリーゴールド			○		0.6				放出

※ 肥：肥料的効果  
物：物理性改良  
除：除塩効果  
セ：センチチュウ密度抑制

### イ 下水汚泥肥料等の施用量の目安と施用するにあたっての留意事項

#### 下水汚泥肥料等の定義

下水汚泥肥料等については、ひ素、カドミウム、水銀等の重金属を含有するものがあることから、県では「下水汚泥肥料等の取扱及び緑農地利用に係る指針」（平成8年3月）により、生産業者、販売業者、県の責務及び施用に際しての目安を定めてきた。

平成11年の肥料取締法の改正により、下水汚泥肥料等が普通肥料となったことから、ここでは「下水汚泥肥料等」とは、肥料取締法第4条第1項第

3号に定める普通肥料のうち、下水汚泥肥料と下水汚泥肥料を原料とする汚泥発酵肥料をいう。

### 下水汚泥肥料等の施用量の目安

下水汚泥肥料等を緑農地に施用する場合、農作物等の安定生産及び土壌の

作物	年間施用量 (kg/10a)
水稲	100~200
麦・大豆・特用作物	250~500
野菜・花き（露地）	500~1000
野菜・花き（施設）	250~500
樹園地（果樹・桑・茶）	500~1000
飼料作物	500~1000
花木・緑地等	1000~2000

保全に資するため、以下の年間施用量（現物当たり）を目安とする。

### 下水汚泥肥料等を緑農地に施用するに当たっての留意事項

- ・使用に当たっては、作付け前に全面散布とし、土壌とよく混合する。
- ・窒素成分が高いので、過剰にならないよう施肥窒素量を調整する。
- ・砂質の土壌においては、施肥量の目安の 1/3~1/2 程度とする。
- ・堆肥と比べて加里含有量が少ないので留意する。
- ・凝集剤に石灰を用いている汚泥肥料については、石灰含有量が高いので、土壌 pH の上昇に留意し、高い場合には施用を避ける。
- ・連用すると、土壌中の銅又は亜鉛の濃度が高まる場合があるので留意する。

肥料の種類	含有を許される有害成分の最大量
下水汚泥肥料	ヒ素 50ppm
1 下水道の終末処理場から生じる汚泥を濃縮、消化、脱水または乾燥したもの	カドミウム 5ppm 水銀 2ppm
2 1に掲げる下水汚泥肥料に植物質もしくは動物質の原料を混合したものまたはこれを乾燥したもの	ニッケル 300ppm クロム 500ppm
3 1もしくは2に掲げる下水汚泥肥料を混合したものまたはこれを乾燥したもの	鉛 100ppm
汚泥発酵肥料	
1 下水汚泥肥料、し尿汚泥肥料、工業汚泥肥料または混合汚泥肥料を堆積または攪拌し、腐熟させたもの	
2 1に掲げる汚泥発酵肥料に植物質もしくは動物質の原料または焼成汚泥肥料を混合したものを堆積または攪拌し、腐熟させたもの	