

II 土づくり技術対策～総論～

1. 土づくりの基本的な考え方

1) 土づくりとは

土づくりは「地力」を向上・保全することと定義できる。

一般に「地力」とは、「植物を生産する土壤の能力」と定義することができる。また、地力増進法(昭和59年度制定)においては「地力」を「土壤の性質に由来する農地の生産力」と定義している。

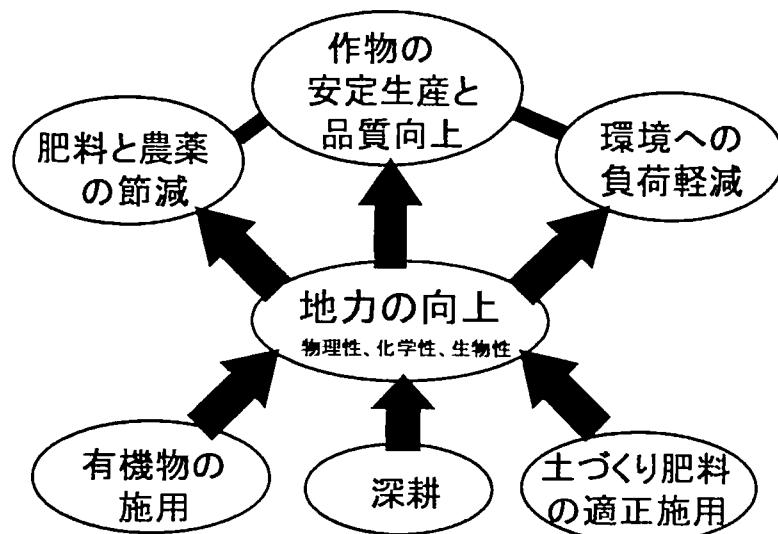
土壤と根は作物の地上部を支持し、土壤は作物の生育に必要な水と養分を供給している。土壤と根がこれらの機能を円滑に果たすためには、土壤環境が根の伸長とその機能の発揮に適していなければならぬ。すなわち、土づくりとは作物根が伸長しやすく円滑に機能するように土壤環境を整え、土壤の作物生産能力を向上・保全することである。

2) 土づくりの目的

土づくりは、土壤の物理性、化学性および生物性を整え、作物の生産環境を維持・向上することを目的としている。

土壤の物理性は、通気性、保水性、透水性、易耕性などを左右し、土壤の三相（気相、液相、固相）の分布状態で表示される。化学性は、作物の生育を左右し、土壤反応（pH）、作物に利用可能な養分含量、陽イオン交換容量（CEC）、リン酸吸収係数、作物生育阻害物質の量や状態などで表示される。生物性は、作物根圈等における物質の分解・合成を左右し、有機物の分解速度、微生物バイオマスの呼吸活性・増殖速度、糸状菌フロラの多様性等による表示が試みられている。

地力や土壤の作物生産能力の維持・向上は、農業全体の課題であり、環境にこだわった農業推進の核心部分でもある。



図II-1-1 環境にやさしい土づくりのイメージ

3) 土づくりの改良効果

(1) 物理性の改良効果

土壤の三相のうち、液相と気相を合わせた部分は土壤孔隙と呼ばれ、作物根に最も重要な土壤空気が気相に相当する。そして、作物の生育に適した土壤には、通気性と保水性という相反する性質が同時に求められる。通気性、保水性を巧みに共存させるのは土壤の团粒構造であり、適度な团粒構造の発達が土壤の物理性改善の上で重要になる。

团粒内の小間隙には毛管現象により水が保たれ、团粒間の大間隙には空気が満たされる。大間隙の重力水は速やかに下方に移動し、植物の根は酸素不足を免れる。

また、团粒の発達は粒子間の孔隙を増加させ、単位容積当たりの土壤重量を小さくする。このことで、土壤を膨軟にして作物根の伸長や耕うんを容易にする。

さらに、团粒は養分の保持と放出にもかかわっている。一般に团粒内部は酸素に乏しく水の出入りも容易でないため、窒素等の養分を長期間保持できる。また、团粒は微生物などの住み分けの場となり、团粒表面には好気性微生物、团粒内部には嫌気性微生物が生息し、土壤微生物の多様性・活性が維持される。

(2) 化学性の改良効果

作物は一般には微酸性から中性の土壤 pH 下で良く生育するが、作物的好む土壤反応は作物の種類により異なる。土壤の養分含量は、作物生産に影響するところが大きく、不足する場合は肥料などにより補給する必要がある。CECは陽イオンを土壤粘土粒子表面などに交換吸着して保持する容量を示すもので、この容量が小さいと土壤中の養分が降雨などにより流失しやすくなる。

土づくり資材やたい肥、肥料の施用は、これらの土壤化学性を改良し、作物生育阻害物質を不活性化させる。

(3) 生物性の改良効果

土壤中には小動物とともに、藻類、糸状菌、放線菌、細菌などが数多く生息している。土壤中に施用された有機物は、これらの土壤に生息する動物や微生物により食物連鎖的に利用・分解され、その過程で作物生育に有効な物質が生産される。また、有機物の分解で生成されるリグニンなどの腐植物質やミミズなどの生成する粘着性物質は、土壤粒子を相互連結させて团粒構造の生成を促進する。

土壤の微生物群は一定の均衡を保ち、相互作用により特定の病原菌などの異常繁殖を防いでいると考えられている。また、ラン藻や窒素固定菌などのように大気中の窒素ガスを固定するものや、VA 菌根菌のように植物の根に共生して作物にリン酸を供給するもの、作物と共生的に窒素固定をする根粒菌なども存在する。

土づくりによって、土壤の物理・化学性が改良されるとともに、有機物等の施用により、土壤生物の生息密度・多様性等土壤の生物性が維持・向上する。

4) 基本的な改良方法

(1) 土づくりの目標値

環境保全の観点からも、土づくりの基礎は的確な土壤診断に置く必要がある。すでに、各種の土壤についてその土地利用作物ごとの土壤診断基準値が与えられている。これらの基準値と土壤の診断値との比較に基づいて、土づくりの方法を定め、目標に応じた適切な土壤改良資材・肥料等の施用を含む土壤管理法を選択しなければならない。

国の「地力増進基本指針」（昭和59年11月20日）では、基本的な土壤管理の方法、地目別の改良目標ならびに改良のための基本的な技術が示されている。養分含量の目標値は、対象とする土壤の種類や土地利用（水田・畑など）、作物種（普通畑作物・野菜・果樹など）で異なっている。さらに、地域間で目標が異なることに留意する必要がある。

表II-1-1 地力増進基本指針に示された土壤の性質の基本的な改善方策
〔水田〕

要改善項目	基本的な改善方策
作土の厚さ	深耕(ローラによる減速耕うん、深耕用ローラ又はプラウ)
すき床層のち密度	心土破碎、ほ場内小排水溝、弾丸暗きよ等
主要根群域の最大ち密度	心土破碎等
湛水透水性	心土破碎耕、ほ場内小排水溝、弾丸暗きよ、たい肥施用等 入念な代かき、ペントナイトの施用等
pH（酸度矯正）	石灰質肥料の施用
陽イオン交換容量(肥もち)	たい肥、ゼオライト、腐植質資材の施用等
塩基状態	石灰質肥料、苦土肥料、カリ肥料の施用
可給態リン酸及び 可給態ケイ酸含量	りん酸質肥料及びけい酸質肥料の施用
可給態窒素及び腐植含有量	たい肥の施用、緑肥作物の導入

〔普通畑〕

要改善項目	基本的な改善方策
作土の厚さ	深耕(深耕用ローラ又はプラウ)、たい肥の施用等
主要根群域の最大ち密度	深耕、たい肥の施用等
主要根群域の易有効水分保持能	ペントナイト、パーライト、泥炭の施用等
塩基状態	石灰質肥料、苦土肥料、カリ肥料の施用、混層耕等
電気伝導度(塩類濃度)	クリーニングクロップの栽培、洗浄等
pH（酸度矯正）	石灰質肥料の施用
陽イオン交換容量(肥もち)	たい肥、ゼオライト、腐植質資材の施用等
可給態リン酸	りん酸質肥料の施用
可給態窒素及び腐植含有量	たい肥の施用、緑肥作物の導入

(2) 物理性の改良方法

水田の排水・碎土不良の改良には、心土破碎、暗きよ施工、弾丸暗きよの敷施、纖維質または木質資材たい肥の施用が必要である。普通畑・果樹園の排水不良の改良には深耕や纖維質または木質資材たい肥の施用が基本であり、水分保持能の改良には、ベントナイト、パーライト等の土壤改良資材の施用が基本となっている。

なお、重量機械の走行により圧密層が形成される事例が多くなっている。こうした現象は、特に粘質土壤で顕著であり、ほ場の透水性が悪化している事例が多い。透水性を改良し作物根域を拡大することは、投入窒素養分の利用効率の向上、地下水への環境負荷軽減に寄与する。

(3) 化学性の改良方法

土壤溶液中の養分を上昇させずに十分な養分量を作土に保持するためには、養分保持能力の向上が重要で、土壤改良資材の施用が基本となる。

また、石灰質肥料等の施用によりpHの矯正を行うとともに、纖維質または木質資材施用は、土壤有機物含量の増加による緩衝機能を増加させ、酸性雨等による土壤pHの急激な変化を防ぐことができる。

家畜ふん尿たい肥などの施用は、化学肥料では作物への供給が難しい微量必須要素を効率よく供給できる。一方、窒素など家畜ふん尿たい肥に含まれる肥料成分については、有効成分量を把握して施肥量から差し引くなど、作物生産だけでなく環境に配慮した施用が不可欠である。

また、基準以上の養分集積は、化学性・生物性を悪化させる。作物への養分供給機能を改良するためには、土壤診断に基づいた適正な肥料の選択し施肥量を決定する必要があり、場合によっては局所的施肥による供給が望ましい。

(4) 生物性の改良方法

土壤の生物性は土壤团粒の状態や有機物の供給と深くかかわっており、微生物の棲みかやエサとなる環境を整えるとともに、望ましい微生物相を作るような土壤管理が必要となる。このため、有機物や土壤改良資材の施用を行うが、速効的な改良は難しい。

なかには、直接的に有用菌群の土壤接種等を目的として活用されている根粒菌などの資材もある。また、有機質肥料を発酵させて土壤などの養分吸着資材と混合した「ボカシ肥料」も生物性改良をねらいとした資材に含まれる。

2. 土壌改良に使われる主な資材

農耕地土壌の大半は生産力を阻害するなんらかの要因を持っている。このような土壌を改良するするために使われる資材を、広義の「土壌改良資材」という。地力増進法では、土壌改良資材は「植物の栽培に資するため土壌の性質に変化をもたらすことを目的として土地に施されるもの」と定義されている。

土壌改良資材の種類は非常に多く、かつ機能が複雑なものも多いことから、合理的な分類となるとなかなか難しい。大きくは有機・無機を基本とした系統分類を行い、それをさらに物理性・化学性・生物性改良等の機能や主要原料で細分した分類を表Ⅱ-2-1に示した。

表Ⅱ-2-1 土壌改良資材の分類（出典：土壤改良と資材）

系 統	主な機能	主 原 料	主 要 資 材 名
有 機 質	物理性・化学性 ・生物性改良	泥炭、若年炭等	ピートモス、 ニトロフミン酸質資材*
	〃	家畜・家禽ふん等	家畜および家禽のふん（の処理物）**
	〃	みみずふん	みみずふん
	〃	樹皮、おがくず等	（パーク）たい肥**
	〃	し尿・下水・工 場排水汚泥	汚泥肥料
	化学性改良 微生物性改良	貝化石、かに殻等 微生物等	貝化石粉末**、かに殻粉末*** たい肥腐熟促進剤
高分子系	物理性改良	有機化合物	合成高分子系資材
無 機 質	物理性・化学性 改良	天然鉱物	ベントナイト、ゼオライト
	物理性改良	鉱物熱処理品	バーミキュライト、パーライト
	化学性改良	産業副産物、岩石 風化物	フライアッシュ**、石こう、 鉱さい、含鉄物**
	普通肥料	リノ鉱石、蛇紋岩等 鉱さい等 若年炭、蛇紋岩等 石灰岩等	リン酸質肥料 ケイ酸質肥料、マンガン質肥料 苦土肥料 石灰質肥料

* 一部普通肥料

** 特殊肥料に属するもの

*** 水産動物質肥料粉末（普通肥料である有機質肥料の一種）

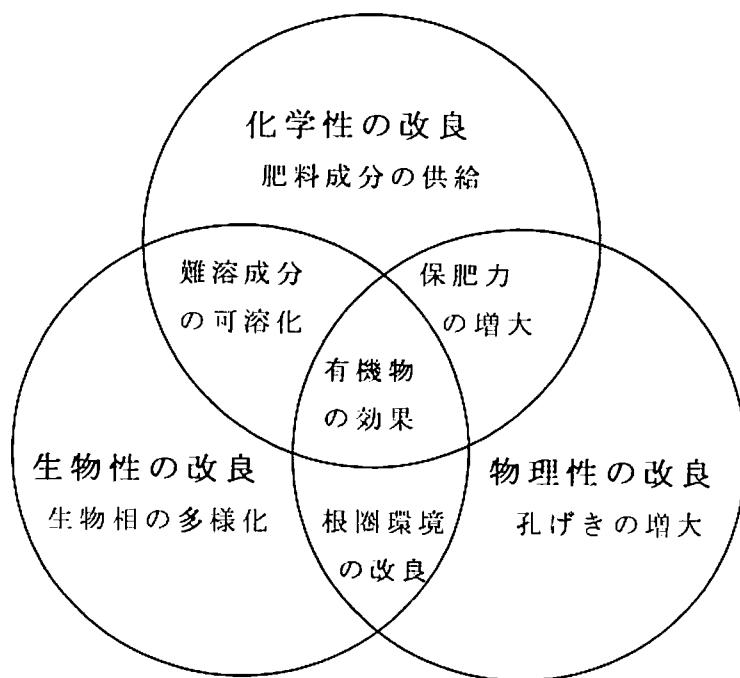
なお、土壌の化学性の改良および植物の栄養に供することを目的に施されるものは、肥料取締法において肥料と定義されていることから、石灰質、リン酸質肥料やケイ酸質肥料などは「土づくり肥料」と呼ばれる場合が多い。

ここでは、以下に示すように、有機物、土づくり肥料、その他土壌改良資材の3つに大別し、述べることとする。

土壤改良に使われる資材		
有機物	土づくり肥料	その他土壤改良資材
<ul style="list-style-type: none"> ・作物残さ（稲わら等） ・家畜ふんおよびそのたいきゅう肥 ・稲わら、もみがら等のたい肥 ・下水汚泥、都市ごみコンボスト、食品産業廃棄物 	<ul style="list-style-type: none"> ・石灰窒素 ・リン酸質肥料(熔リン等) ・カリ質肥料(ケイ酸カリ) ・石灰質肥料 ・苦土質肥料 ・ケイ酸質肥料 	<ul style="list-style-type: none"> ・政令指定土壤改良資材 ・含鉄資材 ・貝がら粉末、貝化石粉末 ・合成高分子系資材

1) 有機物

有機物施用は、土壤の肥沃度を維持・増強し、作物の生産を安定化させるために欠くことのできない技術である。有機物の施用効果は図II-2-1に示すように、土壤の化学性、物理性、生物性の改善にあるが、これらは互いに独立したものではなく、相互に関連しあって効果を示す。環境と調和のとれた土づくりのためには、施用する有機物の特性を十分に把握し、適切な施用をすることが重要である。



図II-2-1 有機物の施用効果

(1) 主な有機物の施用効果

現在流通している主な有機物を12種類に分類し、その原材料と施用効果を表II-2-2に示した。施用効果は、肥料的効果（主に窒素）・化学性改良効果（主に塩基、リン酸）・物理性改良効果（孔隙、保水力など）の3つに分け、大、中、小で示してある。

肥料的効果の大きいものは、全窒素含量が高くて、炭素率（C/N比）が低く、分解しやすいものである。また、化学性改良効果は、リン酸や塩基成分の含量から判断しているが、資材によっては石灰だけが極端に大きいものがあり、塩基バランスを乱すことがあるので注意が必要である。物理性改良は、透水性や保水力改善などが中心で、纖維分の多い資材の施用効果が大きい。

施用上の注意事項を表中に簡単に示したが、たい肥や牛ふんきゅう肥が最も安心して施用できる。豚ふん・鶏ふんきゅう肥や食品産業廃棄物では肥料成分が多いため、施用量に注意する必要がある。また、木質が混合している場合、とくに未熟物はコガネムシなどの虫害、紋羽病などの病害の原因となりやすいので注意する。

表II-2-2 各種有機物の特性（藤原、1988）

有機物の種類	原 材 料	施用効果			施用上の注意
		肥料的	化学性改良	物理性改良	
た い 肥	稻わら、麦秆および野菜くずなど	中	小	中	最も安心して施用できる
(牛ふん尿) きゅう肥 (豚ふん尿) (鶏ふん)	牛ふん尿と敷料 豚ふん尿と敷料 鶏ふんとわらなど	中 大 大	中 大 大	中 小 小	肥料効果を考えて施用量を決定する
(牛ふん尿) 木質混合堆肥(豚ふん尿) (鶏ふん)	牛ふん尿とおがくず 豚ふん尿とおがくず 鶏ふんとおがくず	中 中 中	中 中 中	大 大 大	未熟木質があると虫害が発生しやすい
バーカー たい 肥	バーカーとおがくずを主体にしたもの	小	小	大	同上
もみがら たい 肥	もみがらを主体としたもの	小	小	大	物理性の改良効果を中心に考える
都市ごみコンポスト	家庭のちゅう芥など	中	中	中	ガラスなど異物の混入に注意する
下水汚泥堆積物	下水汚泥および水分調整剤	大	大	小	石灰の量に注意する
食品産業廃棄物	食品産業廃棄物および水分調整剤	大	中	小	肥料効果を考えて施用量を決定する

(2) 各種有機物の特性

ア. 作物残さ

前作の作物残さは貴重な有機物の補給となるが、残さの分解特性はC/N比（炭素率）によって左右される。C/N比によるおおまかな分類を表II-2-3に示した。

第1ランクは、窒素含量が比較的高くC/N比が20以下のものであり、はじめから窒素を土中に放出するか、あるいははじめに土中の窒素を取り込んでも比較的速く窒素を放出する。

第2ランクは、土中での窒素の取り込みが1~2か月間以上持続するが、後期には放出するようになる。

第3ランクは、C/N比が大きく、はじめから緩やかな窒素の取り込みが起こり長く持続する。

水稻単作の場合、稲わらの還元が主流となっているが、稲わらを連年施用すれば土壤窒素肥沃度の維持・増強につながる。C/N比が高いため、比較的温暖な秋期のうちにすき込み、腐熟促進をはかる必要がある。年内にすき込めなかつた場合や積雪地では、石灰窒素を10kg/10a程度施用すればよい。

また、野菜残さの場合は、病害虫の感染に留意する必要があるが、腐熟促進のためできるだけ早期にすき込む。

表II-2-3 各種作物残さのC/N比（例示）

ランク	種類	T-C	T-N	C/N
		(乾物%)	(乾物%)	
1	クローバー	46.1	4.18	11
	ベニツチ	38.3	2.95	13
	つるえんどう（開花期）	45.3	2.69	17
	アルファルファ	43.2	2.33	19
	大豆葉	44.2	2.34	19
2	てんさい	40.5	1.40	29
	つるえんどう（成熟期さや除く）	44.0	1.50	29
	ソルゴー（稈）	39.1	1.25	30
	青刈とうもろこし	41.7	1.26	33
	野草（乾草）	45.6	1.07	43
	なたね（稈）	42.6	0.82	52
	かんしょ（つる）	42.7	0.79	54
3	稻わら	41.8	0.71	59
	もみがら	40.0	0.47	85
	裸麦（稈）	46.5	0.53	88
	大麦（稈）	49.0	0.53	92
	小麦（稈）	41.8	0.39	107
	とうもろこしの穂軸	46.9	0.45	108
参考	ライ麦（稈）	47.4	0.33	144
	稻麦わらたい肥料	26.7	1.73	15
	稈たいたい肥料	30.5	1.68	18
	そば稈たいたい肥料	31.6	2.58	12
	野草たいたい肥料	23.6	2.72	9

イ. 家畜ふん

牛には纖維質の多い粗飼料が主に使われているため、ふんの肥料成分は石灰がやや少ないものの窒素、リン酸、カリのバランスが良く、纖維質やリグニンなど難分解性有機物の比率が高い。このため、土壤中では比較的ゆっくりと分解が進み、持続効果が期待できる。一方、豚は、牛に比べて飼料のデンプンやタンパク質が多く、また纖維分が少ないため、ふんの窒素成分が高くて分解も速い特徴がある。鶏は採卵鶏とブロイラーに分けられ、いずれも濃厚飼料が主体であるが、採卵鶏にはカルシウムやリン酸の給与量が多い。またC/N比も低く、肥料としての性格が強い。

きゅう肥は、ふんを主原料として稻わらなどの植物質を加えて堆積発酵させたものである。有効成分からみると、牛ふんきゅう肥はたい肥に似て肥料成分が少なく使いやすいが、豚ふんきゅう肥、鶏ふんきゅう肥には肥料成分が多く含まれており、肥料効果を考慮して施用量を決定するなど注意が必要である。

家畜ふん尿および処理物の成分量は、「IV 参考資料 1. 土づくり関係資材等の成分組成 2) 家畜ふん尿等の成分組成」に示した。

ウ. 木質混合家畜ふんたい肥

家畜ふんを施用する場合はできるだけたい肥化して使用することが望ましい。おがくずなどの木質を混合する場合、木質は炭素が多く、他の成分が少ないため、きゅう肥に比べC/N比が大きく、窒素の肥効は極めて低くなる。鶏ふんを利用した場合も肥料効果はあまり期待できない。また、おがくずは土壤中できわめてゆっくり分解するので、おかげくず混合家畜ふんたい肥は物理性の改良効果が大きい。

エ. 稲わらたい肥

石灰、苦土、リン酸が少なく、連用しても特殊な成分が蓄積して土壤のバランスを乱すようなことが少ないため、古くから使われ、その効果は高く評価されてきた。しかし、畑地に施用するにはやや養分不足の感があり、家畜ふんを混合するか、土づくり肥料等を併用する必要がある。

オ. パークたい肥、もみがらたい肥

ともにC/N比が高く、他の成分は少ないため、肥料効果は期待できない。したがって、主として土壤の物理性の改良に利用されることが多い。

カ. その他

下水汚泥は全窒素、リン酸がきわめて多く、カリが少なくC/N比が低い。汚泥の凝集のために石灰を使うため、石灰成分が多い場合があるが、反対に高分子凝集剤・PACを使用している汚泥を施用すると、土壤pHは低下するので注意が必要である。また、食品産業廃棄物は業種により差があるが、全窒素とリン酸が多い。このように、下水汚泥や食品産業廃棄物は成分に偏りがあるの

で、施用にあたっては十分に注意する必要がある。また、汚泥や都市ごみコンポストには作物の生育や人体に有害な重金属が含まれている可能性が高いので、これら資材の施用には充分に注意する必要がある（IV 参考資料 6. 汚泥肥料参照）。

(3) 有機物の成分量

有機物を施用したときに供給される成分量を表II-2-4に示した。これは、有機物 1 t (現物) 当たりの成分量を示したものであり、また有機物施用後 1 年以内に分解し、有効化する成分量を推定したものである。

表II-2-4 有機物 1 t 当たりの成分量 (藤原、1988)

有機物名	水分 (%)	成分量 (kg/t)					有効成分量 (kg/t/年)		
		窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	窒素	リン酸	カリ
堆肥	75	4	2	4	5	1	1	1	4
きゅう肥 (牛ふん尿)	66	7	7	7	8	3	2	4	7
" (豚ふん尿)	53	14	20	11	19	6	10	14	10
" (鶏ふん)	39	18	32	16	69	8	12	22	15
木質混合堆肥 (牛ふん尿)	65	6	6	6	6	3	2	3	5
" (豚ふん尿)	56	9	15	8	15	5	3	9	7
" (鶏ふん)	52	9	19	10	43	5	3	12	9
バーカーティ肥	61	5	3	3	11	2	0	2	2
もみがらたい肥	55	5	6	5	7	1	1	3	4
都市ごみコンポスト	47	9	5	5	24	3	3	3	4
下水汚泥堆積物	58	15	22	1	43	5	13	15	1
食品産業廃棄物	63	14	10	4	18	3	10	7	3

注 有効成分は施用後 1 年以内に有効化すると推定される成分量
農林水産省農業園芸局農産課1982年調査結果を参考にして作成した

(4) 有機物の施用基準

有機物の施用量は作物の養分吸収適性に合わせることが重要である。このため、水田および輪換畑、また施設、露地畑および樹園地に対する有機物施用基準を表II-2-5、表II-2-6にそれぞれ示した。

表II-2-5 水田および輪換畑の有機物施用基準 (t/10a)

作物 対象水田	種類	牛			豚			鶏			稻わらま たは麦稈
		きゅう肥 たい肥 化したもの	乾燥ふん ビニールハウス乾燥	おがくず もみがら たい肥	きゅう肥 たい肥 化したもの	乾燥ふん わら等 混合物 を含む	おがくず もみがら たい肥	おがくず たい肥	乾燥ふん	たい肥	
稻	湿田	1	0.5	0.5	0.4	0.2	0.5	0.4	0.1	0.6	0.3
	乾田	1~1.5	1~1.5	1.5~2	0.5~0.8	0.3~0.4	0.5~1	0.5~0.8	0.2	1.2	0.6
	漏水田	2	1.5	2	0.8	0.4	1	0.8	0.3	1.5	0.7
	黒ボク田	1~1.5	1~1.5	1.5~2	0.8	0.3~0.4	0.5~1	0.8	0.3	1	0.5
麦・大豆	水田裏 輪換畑	2~3	2	1~2	1	0.5	1~2	0.5~1	0.5	2	0.5
	輪換畑	1	1	2	1	0.3	1	0.5	0.3	2	0.5

注) 本県の標準土壌を大まかに分類すると、湿田：I、乾田：II、III、IVC、漏水田：III A、IVAB

表II-2-6 施設・露地畠・果樹園・茶園の有機物施用基準 (t/10a)

作物	種類	牛			豚			鶏			稻わらま たは麦稈
		きゅう肥 たい肥 化したもの	乾燥ふん ビニールハウス乾燥	おがくず たい肥	きゅう肥 たい肥 化したもの	乾燥ふん わら等 混合物 を含む	おがくず たい肥	おがくず たい肥	乾燥ふん	たい肥	
野菜・花き	施設	1~2	-	1~3	1~2	-	1~1.5	-	-	2~3	1~1.5
	砂質土	3~5	-	3~5	1~1.5	-	1~1.5	1~2	0.2	2~3	-
	壤粘質土	3~5	-	3~5	1.5	-	2~3	1~2	0.3	2~3	-
	黒ボク	2~4	-	2~4	1~2	-	2~3	1~2	0.3	1~2	-
果樹	新植園	2~3	1.5~2	3	0.3~0.5	0.5~1	2	1	0.5	3	-
	成木園	1~2	0.5~1.5	2	0.3~0.5	0.5	1	0.5	0.3	2	0.5~1
	砂質粘質	新植園	3~4	2~2.5	4	0.3~0.5	1~2	3	1.5	0.5	3
	成木園	2~3	1.5~2	3	0.3~0.5	0.5~1	2	1	0.3	2	0.5~1
茶	新植・幼木	5	3~4	2	0.5~1	2~3	0.5~1	-	-	-	0.5~1
	成木	2~3	1.5~2	5	0.5~1	0.5~1	0.3~0.5	1	0.5	-	0.5~1

注) 茶樹について3、4年間隔で施用する場合は倍量とする。

(5) 有機物施用上の留意点

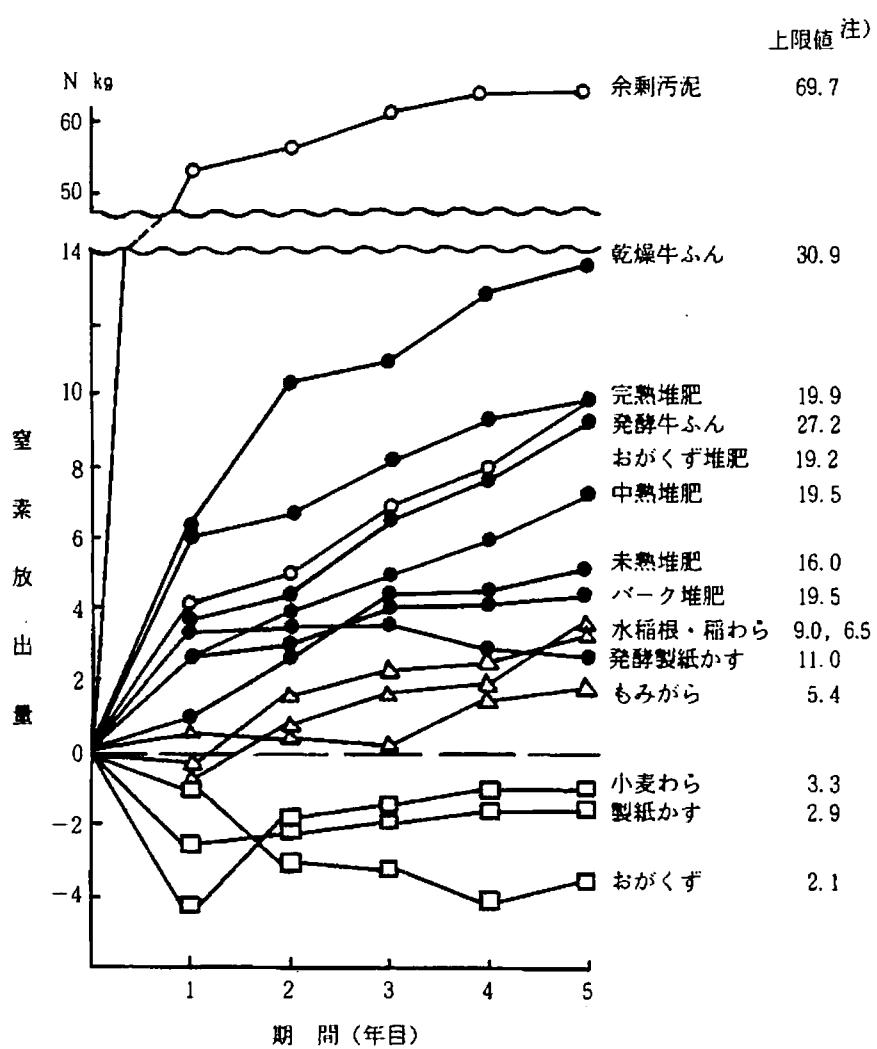
ア. 有機物の連用

有機物は多量施用を避け、適量を毎年連用することが好ましい。各種有機物を乾物として1tずつ連用した場合の窒素放出量の年次推移を計算すると、図II-2-2のようになる。有機物の種類によ

って窒素放出の量、あるいは上限値が大きく異なることが明らかである。

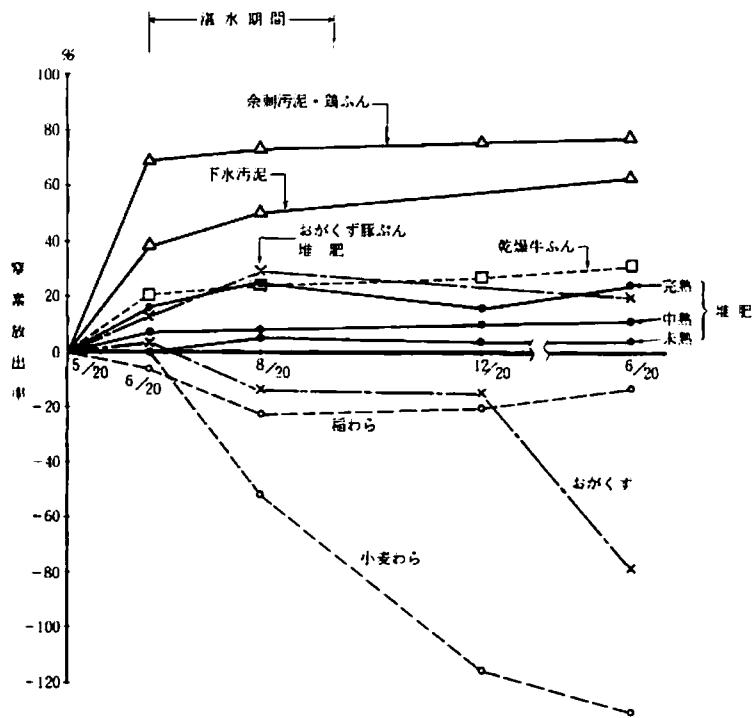
また、施用初年目における窒素の放出パターンを図II-2-3に示した。施用後の早い時期に、分解がほとんど完了するものから、持続的に窒素を取り込むものまでさまざまである。したがって、有機物の施用量あるいはそれに対応する化学肥料の施用量は、有機物の分解特性と連用年数を考慮に入れて決定する必要がある。

さらに、単一の有機物の連用は、土壤に養分の偏りを生じるおそれがあるので、定期的に土壤診断を行いながら、特性の異なる有機物を組み合わせて「混合施用」したり、あるいは一定期間に作ごとに種類を変えて「リレー施用」することも野菜作などでは有効と考えられる。



図II-2-2 有機物 1 t を連用した場合、各年次の 1 年間に放出される窒素の量

注) 十分長い年数を経た後に到達する窒素放出量の上限値



図II-2-3 各種有機物中の窒素の施用第1年目における放出（水田）

図II-2-2, 3とともに「農耕地における有機物施用技術」（農研センター編）より抜粋。

イ. 家畜ふんのたい肥化

家畜ふんはできるだけたい肥化して使用することが望ましい。たい肥化する主な理由としては、①ふんの悪臭やべたつきを抑え、取り扱い易いものとする、②ふんに含まれる病原菌や寄生虫を死滅させ、雑草種子の発芽力を失わせる、③ふんに含まれる生育阻害物質を分解させる、④ふんに含まれる有機物のうち、易分解性の部分をある程度分解させ、土壤中での急激な分解を防ぐ、などの理由が挙げられる。

家畜ふんをたい肥化する場合、水分調整のため、オガクズ等の木質を混合する場合が多い。木質はC/N比が高いため、未熟な状態で施用すると、有害成分による発芽抑制だけでなく、木質分解に伴う窒素飢餓の原因になる。したがって、少なくとも6か月以上の堆積発酵が必要である。（IV参考資料 3. たい肥の作り方参照）

ウ. 未熟有機物の障害

未熟な有機物を土壤に施用した場合に、作物は障害をうけることがある。この原因としては、

- ①有機物を分解する微生物の増殖に伴い、菌体に窒素が取り込まれることによる窒素飢餓
- ②易分解性有機物の急激な分解によって生じるガスなどによる害
- ③有機物資材に含まれる作物生育阻害物質による障害

の3つが考えられる。障害の原因と対策を表II-2-7に示した。

表II-2-7 未熟有機物の障害とその対策（藤原、1988）

障害の原因	症状	障害を起こしやすい有機物	対策
微生物による窒素の有機化	窒素欠乏	大部分の有機物	C/N比を20以下にする
易分解性物質分解によるガス害	生育障害(根)	家畜ふん尿、汚泥	土壤施用後2週間以上して作付けする
作物生育阻害物質による害	生育障害(根)	木質混合有機物	堆肥化するか、土壤施用後1か月以上して作付け

2) 土づくり肥料

前述のとおり、土壤の化学性改良を主目的として施用する肥料は、土づくり肥料と呼ばれている。土づくり肥料の施用については、土壤診断に基づき、適量を施用することが重要である（主な資材の保証成分は、IV 参考資料 1. 土づくり関係資材等の成分組成 参照）。

(1) 窒素肥料

ア. 石灰窒素

製法・成分：石灰石 (CaCO_3) を焼いて生石灰 (CaO) にし、これを無煙炭又はコークスと混ぜ、電気炉で1,000°C以上で溶融しカーバイトを作り、これに空気から分離した窒素を化合させて製造したもの。肥料として窒素・アルカリ分を保証している。また、農薬成分であるカルシウムシアナミドを40~50%含んでいる。

使い方：石灰窒素は、そのままでは発芽抑制や根を傷つけるため、播種、植付前7~10日に施用し、よく土壤と混和しておく。含有するシアナミドは、尿素を経てアンモニアとなり窒素肥料としての働きをするが、石灰を約60%含むため石灰質資材としての効果（土壤の酸性矯正、石灰の供給、アルカリの効果）等がある。また、C/N比の高い粗大有機物の腐熟促進・たい肥づくりや、畑作物での土壤消毒等の利用方法がある。水稻跡小麦栽培における石灰窒素の施用は、稻わら腐熟促進および窒素利用率の向上につながり、硝酸態窒素の流出軽減にも寄与する。

(2) リン酸肥料

リン酸は、一般に作物の生長、分けつ、根の伸長、開花結実を促進し、植物体内における重要な生理作用に関与する核酸、酵素の構成元素である。また、ATP、ADPとして、植物体内のエネルギー伝達に重要な役割を演ずるとともに、光合成、呼吸作用、糖代謝などに深く関与している。

土壤中の可給態リン酸含量は、長年の土づくりにより過剰となっている場合が多いため、施用に際しては土壤診断を行い適正施用量を作物・土壤型別に決めることが大切である（III 各論 1. 水田4) 土づくり肥料・資材の施用 参照）。

ア. 熔リン（BM熔リン）

製法・成分：リン鉱石と蛇紋岩を電気炉で1400～1500℃で溶かし、水で急冷して製造する。BM熔リンはこの他に、マンガン、ほう砂を加えて製造する。これらの肥料は水に溶けにくいが、水と振りませたときの混合液のpHは7.7～8.5を示す塩基性肥料である。しかし、2%クエン酸に溶けるく溶性リン酸肥料として緩効性を示す。保証成分は、IV参考資料の表に示したとおりであるが、この他に鉄が少量、さらにモリブデン、銅、コバルト、亜鉛なども微量に含んでいる。

使い方：水稻の場合は10a当たり20～80kgを収穫直後または代かき前に施用する（III 各論 1. 水田 4) 土づくり肥料・資材の施用 参照）。

畑や果樹園では、後述の施肥基準を参考に適正な施肥量を全面施用しできるだけ深耕する。特に、中性の土壤では、土壤のpHに注意しないと土壤がアルカリ性となりマンガンや亜鉛の欠乏を起こすため、その施用量に注意する。熔リンをリン酸肥料として施用する場合は、初期のリン酸肥効が劣るため速効性のリン酸肥料と併用する。アルカリ性であるため、硫安や塩安のようなアンモニア系肥料との配合は避ける。

イ. 苦土重焼リン（BM苦土重焼リン）

製法・成分：水溶性リン酸と緩効性のく溶性リン酸を含むように混合製造された肥料（混合リン酸肥料）で、焼成リン肥と蛇紋岩を混合粉碎し、リン酸スラリーを添加しながら造粒し製品としたものである。この工程で蛇紋岩（あるいはその他の塩基性苦土含有物）を使用しないで製造した肥料を「重焼リン」とよぶ。

使い方：水溶性リン酸とく溶性リン酸の両方を含み、作物の生育初期から後期まで肥効が持続するため、多くの作物に基肥として施用する。また、中性又はアルカリ化している土壤に対しても、安全に使用できる肥料である。

水稻の場合は10a当たり20～40kgを代かき前にむらなく施用する（III 各論 1. 水田 4) 土づくり肥料・資材の施用 参照）。

ウ. 苦土過リン酸（リンスター）

製法・成分：副産物苦土石灰と塩基性苦土含有物にリン酸液を反応させて造粒させたもので、リン酸、苦土ともにく溶性と水溶性の両方を含んでいる。特にリンスターは、従来のく溶性リン酸に比べ、うすい有機酸に溶ける部分が多いので吸収効率が高い。また、弱酸性の粒状で、酸性から中性の他の肥料との配合には全く問題なく、アルカリ性肥料との配合においても、粒状であるうえにゲル状シリカによって包まれているため、配合後直ちに施肥すればほとんど成分は変わらない。また、土壤中で鉄やアルミニウムと結合する固定化が起りにくく、肥効の持続性を有する。

使い方：水稻、麦類をはじめ野菜、果樹、牧草など広く適する。特に、施肥リン酸の効率が悪い火山灰土壤や開墾地、生育初期に低温に見舞われやすい寒冷地、高冷地で効果がある。アルカリ側に近い土壤では、pHを上げることなくリン酸と塩基を供給できる。

(3) カリ質肥料

カリは作物体内のタンパク質や炭水化物の合成・移動に関与し、適度のカリ施用は糖分やでんぶん価を増加させる。イネ科作物では、茎葉を丈夫にし、倒伏や病害に対する抵抗性を強めるといわれている。

一般に土壤中のカリと苦土の比率（K/Mgの当量比）は2以上が望ましいとされているが、現実の畑では圧倒的にカリの方が多く、バランスがくずれている。このようにカリ蓄積が進んだ場合は、作物にカリが優先的に多量に吸収されるせいたく吸収が起こり、作物に必要な量の苦土や石灰があるにもかかわらず、これらの吸収が妨げられ（拮抗作用）石灰や苦土欠乏症が発生する場合がある（Ⅲ 各論 4. 施設土壤 参照）。

ア. ケイ酸カリ

製法・成分：炭酸カリウムまたは水酸化カリウムに微粉炭燃焼灰および水酸化マグネシウム、またはドロマイドを混合して焼成したものをいい、これに粒状化を促進する材料を使用した物を含む。く溶性カリ、可溶性ケイ酸およびく溶性苦土を含む。

主成分のカリがく溶性であり水に溶けにくいため、多量施用した場合も心配がない。また、土壤中の溶脱も少なく肥料の持続性があり、石灰・苦土との拮抗的吸収抑制が少ない利点がある。

使い方：穂数の少ない水田では基肥重点で、稔実の悪い水田では出穂40日前の追肥重点で、10a当たり合計で40～60kgを施用する。最近では、省力化をねらいとして収穫後に散布できる資材も市販されている。畑作物では、栽培日数が150日以内の作物には基肥重点、それ以上長期栽培する作物には基肥・追肥半々を目安とし、施用量は一般の畑作物で10a当たり50～100kg程度とする。生育期間の短い作物や冬作物の基肥には、硫酸カリや塩化カリなど速効性カリ肥料を施すほうが効果的である。

(4) 石灰質肥料（表II-2-8）

石灰質肥料を用いる目的は、植物体に対する石灰の供給と土壤の酸性を中和して窒素、リン酸などの養分の吸収を円滑にするためである。ついで、土壤の酸性中和は、アルミニウムの不活性化、リン酸の可給態化、微量要素の吸収促進等の効果がある。また、土壤中の有機物の分解を促進し窒素の有効化をはかること、土壤の团粒化促進による土壤の物理性改良効果が大きいこと、有害菌の繁殖を抑えて有用微生物を増大させるなどの効果がある。

ア. 生石灰

製法・成分：石灰石を無煙炭（またはコークス）などと一緒に焼いて（1,200°C）製造する。主成分はCaOである。

使い方：吸湿性が大きいため、貯蔵中は水分を吸わないように十分注意する。強アルカリ性で、土壤中で強い反応を示し、酸性の中和、土壤有機物の分解を進め、有機態窒素の無機化への効果が大きい。アルカリ性が強いため施用後は土とよく混合し7～10日放置した後播種又は定植する。また、生石灰と肥料（窒素を含むもの）を同時に施用するとアンモニアのガス揮散がおこるので、

生石灰施用後7～10日後に肥料を施す。石灰と水溶性リン酸は結合して不溶性のリン酸に変わるので、生石灰は水溶性リン酸肥料との併用は避ける。酸度矯正で多量に施用する場合は、2～3回に分けて施用し一時的に土壤がアルカリ化しないようにする。

イ. 消石灰

製法・成分：生石灰に水を加えて化合させ、水酸化カルシウム (Ca(OH)_2) としたものである。白く軽い粉末でアルカリ性が強く、空気中の二酸化炭素を吸って炭酸石灰となり容積が増大するので保存中の破袋に注意する。

使い方：消石灰は生石灰とほぼ同じ様な効果があるが、アルカリ分は若干少ない。消石灰施用後は、7～10日放置してから播種又は定植する。消石灰と窒素または水溶性リン酸肥料との混合は肥料成分の損失をまねくので注意する。

ウ. 炭酸石灰（苦土炭酸石灰）

製法・成分：石灰石（主成分 CaCO_3 ）を粉碎したものまたは、ドロマイト（カルシウムとマグネシウムの複炭酸塩）の粉末も炭酸石灰（炭カル）として取り扱われる。吸湿性がほとんどないため取り扱いが便利である。

使い方：やや遅効性であるが粒子の細かいものほど効果が早く現れる。土壤中の反応が緩やかなため多くの作物で使いやすい。一般的に、生石灰に比べて1.5倍の資材量を必要とする。

表II-2-8 石灰質肥料の種類・性状と土づくり効果（出典：土壤改良と資材）

種類	性状	反応	土づくりの利点	土づくりの注意点
生石灰	微粉状*	速効性	<ul style="list-style-type: none"> 効きめが早い pH7以上に上げることもできるため、根こぶ病などの発病を軽減できる 	<ul style="list-style-type: none"> 生石灰施用7～10日後に化学肥料を施用する。植付も同様 土が塩基性になると微量元素欠乏が発生しやすくなる
消石灰	微粉状**	速効性	(生石灰と同じ)	<ul style="list-style-type: none"> 消石灰施用7～10日後に化学肥料を施用する。植付も同様。 土が塩基性になると微量元素欠乏が発生しやすくなる
炭酸石灰 苦土石灰	粉末状** 〃	や遅効性 〃	<ul style="list-style-type: none"> 三要素肥料と同時施用できる 施用後ただちに作付けできる 苦土が同時補給される 	
混合石灰	顆粒状 (粉末状)	緩効性 (や緩効性)	<ul style="list-style-type: none"> 顆粒状の場合散布効率がよい 成分量が高い場合肥料の運搬量が少量ですむ 溝施用する場合使いやすい 	<ul style="list-style-type: none"> アルカリ分を確認して余分の肥料を使わない

注) * : 塊状の製品あり、** : 粒状の製品あり

表II-2-9 石灰質肥料の土壤酸度中和力の比較（出典：土壤改良と資材）

肥料名	アルカリ分% (保証・下限)	同一酸度中和に要する	
		資材対比	
生石灰	8.0	(100)	6.9
消石灰	6.0	13.3	9.2
炭酸石灰	5.3	15.1	9.6
苦土石灰	5.5	14.5	(100)

(5) 苦土質肥料

苦土は植物の葉緑素の構成分である。したがって、苦土が欠乏すると、葉色は次第に黄化し光合成が衰え炭水化物の合成量が減少する。また、苦土は植物体内の重要な酵素の構成分でもあり、炭水化物やリン酸の代謝に関する酵素の活性化に関与している。土壤中では、特にカリと苦土、石灰と苦土のバランスが重要であるので、土壤診断を行うなど注意が必要である。

ア. 水酸化苦土

製法・成分：苦汁（にがり）に石灰乳を加え沈殿させる製法と、海水に直接石灰乳を加える製法がある。公定規格では、可溶性苦土が50%以上となっている。また、少量のホウ素を含む。

使い方：弱酸性の土壤に苦土を補給する際に好適である。可溶性苦土であることから緩効性であり、肥効が持続する。苦土欠乏土壤に基肥として施用する場合は、苦土として20kg/10aに相当する量を施用し、土壤とよく混和する。また、ホウ素を含んでいるため、ホウ素要求量が多い作物に対しても有効である。

(6) ケイ酸質肥料

アルカリ性の土づくり肥料として使われることが多く、水田に対してはケイ酸の効果を、畑に対しては酸度矯正の効果を期待している。

ア. ケイカル

製法・成分：鉄、合金鉄、リンを作る時にできる鉱さいを原料として生産され、可溶性ケイ酸、石灰などを多量に含んだ塩基性の肥料。この他苦土、マンガン、鉄、ホウ素、モリブデンなどの微量元素を含んでいるものもある。

使い方：水田での可給態ケイ酸は水稻に吸収されやすく、受光体勢の向上、倒伏防止、品質向上やいもち病をはじめとした病害虫に対する抵抗性を強める効果がある。また、重金属とともにカドミウムの汚染田の改良対策としてケイカルの施用は稲による吸収を軽減することが知られている。施用時期は、秋耕やわらすき込み時に散布し、碎土、耕起することが理想であるが、労力調整の上から農閑期にあたる冬、あるいは早春に行う場合は、遅くとも田植え2週間前までに施すことが望ましい（III 各論 1. 水田 4) 上づくり肥料・資材の施用 参照）。

畑や果樹園では、石灰や苦土による土壤の酸性改良に効果がある。アルカリ性土づくり肥料のうち消石灰や炭酸石灰に比べるとpHの上昇がやや緩慢で多少劣るため、炭酸石灰の1.3倍量程度の施用量を目安とする。

3) その他の土壤改良資材

(1) 政令指定土壤改良資材

農家の人が土壤改良資材の購入に際して、その品質を識別する事が困難であり、かつ地力の増進上その品質を識別することが特に必要な資材については、政令で指定し、地力増進法の品質表示制度により原料、用途、施用方法等の表示が義務づけられている。現在表II-2-10のように12種類の資材が政令指定土壤改良資材とされている。

現在指定されている土壤改良資材は「科学的には効果が確認されているが、よく似た資材があつて農業者にとって識別するのは難しいもの」といえることができ、稻わらのように地力増進上有効であると認められているが品質の識別が著しく困難ではないものや、その効果が科学的に立証困難なものは指定の対象とならない。

表II-2-10 政令指定土壤改良資材の概要

種類	説明	基準	用途(主な効果)
泥炭	地質時代に堆積した水ごけ、草炭等	乾物100g当たりの有機物の含有量20g以上	土壤の膨軟化、保水性の改善、保肥力の改善
パークたい肥	樹皮を主原料とし、家畜ふん等を加えたい積、腐熟させたもの	肥料取締法第2条第2項の特殊肥料に該当する物であること	土壤の膨軟化
腐植酸質資材	石炭又は亜炭を硝酸又は硝酸及び硫酸で分解し、カルシウム化合物又はマグネシウム化合物で中和したもの	乾物100g当たりの有機物の含有量20g以上	土壤の保肥力の改善
木炭	木材、ヤシガラ等を炭化したものの粉		土壤の透水性の改善
けいそう土 焼成粒	けいそう土を増粒して焼成した多孔質粒子	気乾状態のもの1kg当たりの質量700g以下	土壤の透水性の改善
ゼオライト	肥料成分等を吸着する凝灰石の粉末	乾物100g当たり陽イオン交換容量50mg当量以上	土壤の保肥力の改善
バーミキュライト	雲母系鉱物を焼成した非常に軽い多孔性構造物		土壤の透水性の改善
パーライト	真珠岩等を焼成したもの非常に軽い多孔質粒子		土壤の保水性の改善
ペントナイト	吸水により体積が増加する特性のある粘土	乾物2gを水中に24時間静置した後の膨潤容積5ml以上	水田の漏水防止
VA菌根菌資材	VA菌根菌を担体に保持させたもの	共生率が5%以上	土壤のリン酸供給能の改善
ポリエチレン イミン系資材	アクリル酸、メタクリル酸ジメチアミノエチルエチル共重合物のマグネシウム塩とポリエチレンイミンの複合体	質量百分率3%の水溶液の温度25℃における粘度10ポアズ以上	土壤の团粒形性促進
ポリビニルアル コール系資材	ポリ酢酸ビニルの一部をケン化したもの	平均重合度1,700以上	土壤の团粒形性促進

表II-2-11 土壌改良資材の施用上の注意（出典：土壌改良資材品質表示基準）

土壌改良資材の種類	施用上の注意
泥炭	過度に乾燥すると、施用直後、十分な土壌の保水性改善効果が発現しないことがあるので、その場合には、は種、栽植等は十分に土となじませた後に行う。
パークたい肥	多量に施用すると、施用当初は土壌が乾燥しやすくなるので、適宜かん水する。また、過度に乾燥すると、水分を吸収し難くなるので、過度に乾燥させない。
木炭	表面に露出すると暴風雨などにより流出することがあり、また、土壌中に屑を形成すると効果が認められないがあるので、十分に土と混合する。
バーミキュライト パーライト	表面に露出すると風雨などにより流出があるので十分覆土する。
ポリビニルアルコール系資材	火山灰土壌に施用した場合には、十分な効果が認められないことがある。

ア. VA菌根菌

効果が判然としない微生物資材が多い中、VA菌根菌は効果の有効性と単一菌であることが明確であることから、微生物資材で初めて政令指定の資材となった。

(7) VA菌根菌の効果

根に感染したVA菌根菌は菌糸を土壌中に伸ばし、リン酸欠乏となっている根圈土壌を突破し、その先の根単独では吸収できない部位のリン酸を吸収する。菌糸に吸収されたリン酸は細胞質流動により樹枝状体（植物皮層細胞の中で、VA菌根菌が菌糸の先端を樹の枝のようにに細かく分枝させているところ）に運ばれ、ここで菌からはリンを、根からは光合成産物である糖やアミノ酸等を相互に供給する。

(イ) VA菌根菌の使用上の注意点

可給態リン酸レベルの低い土壌では、VA菌根菌に感染した根のリン吸收能は著しく高められるが、可給態リン酸レベルの高い土壌では、VA菌根菌感染による根からの有機物収奪によりかえって収量は低下する。また、VA菌根菌が吸収するリンは、可給態のリンであり、難溶性のリンは吸収できない（リン溶解菌ではない）。このため、可給態リン酸レベルが極端に低い土壌では、化学肥料のリンを多少施用してVA菌根菌を接種すると効果は高いが、可給態リン酸が富化している場では効果は少なく、VA菌根菌を活用する場面は限られていると考えられる。

また、植物の光合成が低下し、根への有機物転流が少なくなる秋播き冬作物では、一般に温度と光条件がVA菌根菌に適していない。

(2) その他

ア. 含鉄資材（含む鉱さい類）

含鉄資材には、肥鉄土、褐鉄鉱、ボーキサイトかす、鉄屑、バイライトかす、転炉さいなどがある。

これらの鉄をはじめ各種金属を精錬するときにできるスラグは、鉄、ケイ酸、マンガンやアルカリ分を多く含むため、老朽化水田、秋落水田の改良資材として施用されてきた（Ⅲ 各論 1. 水田 4) 土づくり肥料・資材の施用 参照）。

表II-2-12 主な含鉄資材の製造法およびその成分

鉱さいの種類	製造法	分析例
ボーキサイトかす	ボーキサイト原料をアルカリ処理しアルミニウムを溶出、分離した残さ液から、アルカリを回収したときに生ずる鉱さい。	ケイ酸10~30%、マンガン1.0%、アルミナ15~20% 酸化鉄25~50%、ソーダ7~10%程度
バイライトかす	硫化鉄を熔焼して硫酸を製造する際の鉱さい	ケイ酸50%、石灰0.6%、アルミナ6% 酸化鉄40%程度、その他硫黄1~2%、微量の銅およびヒ素を含む場合あり
平炉さい	銑鉄、屑鉄を原料として、平炉を用いて製鋼したときにできる鉱さいで暗色でサラサラした重い粉末。現在は生産が少ない。	ケイ酸12%、石灰35%、苦土5%、マンガン3% 酸化鉄25%、く溶性リン酸3%程度
転炉さい	熔鉄、屑鉄、石灰石を原料として酸素上吹転炉による製鋼に際して生じた残さいである。	ケイ酸14%、石灰45%、苦土6%、マンガン5% 酸化鉄29%程度

イ. 貝がら粉末

各種の貝がらを粉末として肥料化したものであり、主成分は炭酸石灰であるため、土壤中の肥効はやや遅い。使用方法は炭酸石灰と同じ。

ウ. 貝化石粉末

古代に生息した貝類と土砂の堆積物を取り出し粉碎して製造するため、成分の変動幅が大きい。主成分が炭酸石灰であるため肥効はやや遅い。使用方法は炭酸石灰と同じ。有機物や微量元素などが混入しているため品質を重視する作物で用いられ種々の効能があげられているが、その機能は明らかでない。

エ. 合成高分子系資材

土壌中にある粘土、シルト、砂の粒子同士を凝集させると同時に、接着させる役目を担い、それによって安定的な团粒構造を作るために利用される資材。このため、資材は土壌粒子の間に十分浸透するよう水溶性である。合成高分子が水に溶解したときにおける官能基の解離性の有無と荷電状態により表II-2-13のように分類される。

表II-2-13 合成高分子系資材の製品名とその成分

	製品名	成分(高分子の基本形)
非イオン性	クラレポバール	ポリビニルアルコール
	デンカダンシリウム	
	シチワカ4号	
	ソイルターS	ポリエチレン誘導体
陽イオン性	E B-a	ポリエチレンイミン
	キッポPX	ポリアクリルアミド
	ハイモック	
	ダンソイルDH-2	塩化ジメチルジアリルアンモニウム・二酸化硫黄共重合体
陰イオン性	クリリウム	マレイン酸・エチレン共重合体

(参考) 微生物資材

微生物資材とは、微生物の働きを目的として添加する資材をいう。VA菌根菌((1)政令指定土壤改良資材 参照)や根粒菌のように、添加菌やその効果が明確なものもあるが、多くの微生物資材は含まれる微生物が不明確である。

現在、多くの微生物資材が販売されており、各々の効果について表示されている(表II-2-14)。しかし、微生物資材の効果を検討するための公平な評価方法、あるいは分析方法に関して明確な公定法がないため、一般に流通する微生物資材についても、効果が判然としないものが多い。また、微生物の働きは諸条件に大きく左右されることに加え、土壌中や有機物中に單一種類の有益な微生物を高いレベルで維持することは困難である。

このため、微生物資材に過剰な期待をかけるのではなく、他の諸条件を整えたうえで、補助的に資材を利用するという考え方方が基本となろう。

表II-2-14 微生物資材に表示された効果（堀、1988）

	主 効 果	副 次 効 果
微生物代謝促進	有機物腐熟促進－たい肥舎での堆積 土中堆積－畑 水田	腐植酸をつくる、難分解性有機物の分解・脱臭、有機ガス発生防止
	窒素代謝促進－窒素固定、硝化、脱窒、有機化	過剰窒素の抑制、倒伏防止、肥料利用率の向上
	各種微生物活性を高める	肥料利用率の向上、難溶性無機成分の有効化、微量成分の補給、EC低下、中和、有機成分により作物の生育促進、物理性改良（團粒化、通気性、保水性、保肥力）、溶脱防止、地温上昇
微生物相改善	拮抗菌、天敵菌接種	土壤病害軽減、センチュウ防除、連作障害軽減
	微生物の増加、多様化	各種の代謝の円滑化、地力向上、連作障害に対する抵抗力を強める
	根圏微生物相の改善	種子粉衣により発芽促進、作物の健全化
総合的なもの	根の発達をよくする－作物の健全化、增收、登熟向上、品質向上（甘味度、ビタミンB、C、アミノ酸、色素） 地力向上 冷害に強い 連作障害軽減	

注：パンフレットに表示されたものを、関連ありそうな項目に分けたものであり、因果関係を証明できているものではない。

3. 深耕

1) 深耕のねらい

深耕とは、基本的に作土上層を拡大することである。深耕を続けると、作土の肥沃度が容量的に増加し、有効保水容量も増加して作物根域が拡大する。また、輪換畑ではすき床層の存在が作物根の伸長と水の地下への浸透を抑えるので、これを破壊して排水を良好にすることが重要である。水田では、心土に鉄・マンガンなどが集積している場合、これらを作土に還元することになる。

しかし、大型機械による深耕は土壤を一挙に反転、かく乱するため、土壤の孔隙、構造、塩基、リン酸含量などの理化学性が急激に変わる。したがって、土壤の条件によって、作物生産にプラスになる場合とマイナスになる場合がある。

(1) 深耕がプラスになる場合

- ・表層30～50cm内に砂礫層、耕盤などのち密層があり、この層を破碎、混層した場合。
- ・作土下の腐植含量、または塩基含量が作土より高い場合。根菜類に対しては45cm位までの深耕の効果が高い。

(2) 深耕がマイナスとなる場合

- ・難透水性層によって地下水の上昇が抑えられているような場合。
- ・下層までの物理的条件に阻害要因がなく、下層の化学性が作土より不良の場合。
(ただし、このような場合でも、改良資材の投入、畑かんがいの併用により、生産力を増大することは可能である。)

2) 深耕の方法

深耕は、通常18～20cmを目標とするが礫層が浅い位置に出現する土壤では浅めとする。

砂礫があり、湧き水のあるような強グライ土では深耕できないが、暗きよ施工のある強グライ土では深耕してもよい。グライ土、灰色低地土、褐色低地土、黒ボク土、黄色土では深耕が適している。腐植含量の少ない鉱質土壤では、有機物の施用が深耕効果を増大する。

詳細は、5. 土づくりの機械作業を参照のこと。

4. 排水対策

1) 排水目標値

地下水の排水目標値として、地下水位、地下水位低下速度、透水係数などがある。これらの具体的な数字については、表II-4-1に示したような目標値が提案されている。

2) 排水対策

一般作物（麦類、大豆など）および飼料作物導入に際して、組合せ暗きよを中心とする排水対策を行う場合に必要な土壤診断の項目と基準値を表II-4-2に示す。

3) 排水方法

5. 土づくりの機械作業を参照のこと。

表II-4-1 地下排水の目標値の事例（多田）

排水の目標	暗きよ委員会	飼料作	稲作	普通野菜	高級野菜
計画暗きよ排水量 (mm/日)	20~50	50~100	25	40	80~100
地表残留水許容日数	1日以上				
地下水位低下速度 (cm) (降雨後2~3日の地下水位)	10~50	40	60mm/日	100	200
地下水位 (降雨後7日) (cm)	50~60	60			
透水係数 (cm/秒)		10^{-4} 以上	10^{-4}	10^{-4}	2.5×10^{-3} 以上
降雨消失速度(湛水) (cm/日)		50~100	60	100	200

表II-4-2 排水対策のための土壤診断基準（九州農試）

診断項目	階級	排水対策	
		本暗きよ	補助(弾丸)暗きよ
基本項目			
・地下水位 (降雨7日後cm)	30> 30~60 60<	○ △ 細粒質△, 中粗粒・礫質×	○ 細粒質○, 中粗粒・礫質△ 細粒質○, 中粗粒・礫質△
・グライ層位 (cm)	30> 30~60 60<	○ △ 細粒質△, 中粗粒・礫質×	○ 細粒質○, 中粗粒・礫質△ 細粒質○, 中粗粒・礫質△
・降雨後の停滞水 (排水までの時間)	24< 24> 滞水なし	○ △ ×	○ △ ×
・作土の土壤水分 (降雨2~3日後) (のpF値)	1> 1~1.5 1.5<	○ △ ×	○ △ ×
基準項目			
・作土の円錐貫入 抵抗 (降雨7日後) の測定値kg/cm ³)	2.5> 2.5~5.0 5.0<	○ △ ×	○ △ ×
・下層土の粗孔 隙率 (pF0~1.5 相当 vol%)	5> 5~15 15<	○ △ ×	○ △ ×
・下層土の最小透水 係数 (cm/sec)	$10^{-6}>$ $10^{-4} \sim 10^{-3}$ $10^{-3}<$	○ △ ×	○ △ ×
・下層土の最高 ち密度 (山中式硬度計mm)	25< 25~19 19>	○ △ ×	○ △ ×
ち密層の厚さ (cm)	10< 10~5	— —	— (心土破碎○) ○

注: ○必要、△必要な場合がある、×必要でない、—この項目では判定しない

4) 土壌の特性と作物選択の指標

(1) 地下水位

地下水位が畑作物導入の成否を左右する大きな要因の一つであることはいうまでもない。

土壤類型別の地下水位は表II-4-3に示すとおり、黒ボクグライ土、グライ台地土、グライ土、泥炭土の還元型土壌で高く、かんがい期、非かんがい期を通じて、土壤類型により一定の傾向が見られる。

なお、地下水位は周囲の地形、気象、用排水路の整備状況等により大きく左右されるため、かんがい期、非かんがい期ともに標準偏差が大きくなっている。

表II-4-3 土壌類型別の地下水位

土壌類型	かんがい期平均地下水位(cm)			非かんがい期平均地下水位(cm)		
	平 均	標準偏差	サンプル数	平 均	標準偏差	サンプル数
多湿黒ボク土	59.7	33.7	122	82.7	22.4	117
黒ボクグライ土	20.4	25.2	17	49.3	27.9	12
灰色台地土	55.3	34.2	41	71.1	28.6	38
グライ台地土	30.6	24.0	29	44.4	38.3	29
黄色土	55.4	37.9	53	78.2	25.4	53
褐色低地土	65.3	32.7	45	73.7	30.4	44
灰色低地土	49.6	34.0	507	73.2	26.0	495
グライ土	28.7	21.4	376	42.4	21.8	381
黒泥土	21.6	29.2	8	48.2	33.9	8
泥炭土	27.9	24.1	25	45.4	18.2	22

また、作物の種類によって地下水位に対する感受性に差があり、トマト、キュウリのように地下水位が30cm以下であれば地下水位の高い方が玉揃い等がよく、収量も高くなるものがある一方、ごぼう、ながいも、小豆等のように1m以下でなければ正常な生育が期待できないものもある（表II-4-4）。

表II-4-1 作物別適正地下水位

作 物	適 正 地 下 水 位
れんこん	通常灌水条件化
さといも	20~40cm
ねぎ	15~60cm
なす	25cm以下
小麦 未成熟とうもろこし	
レタス	30cm以下で正常生育、60cm以下の時玉揃いが悪くなる
トマト	30cm以下で正常生育、60cm以下の時尻腐れ果発生
キュウリ	30cm以下で正常生育、但し低い程良い
いんげんまめ	30cm以下で正常生育
スイカ	
はくさい	
かぼちゃ	
いちご	
かぶ	
大豆	
ピーマン	30cm以下で正常生育、高いと疫病果が増加
春まきにんじん	40cm以下で正常生育
ばれいしょ	
そば	
たまねぎ	
やまいも (いちょういも)	
キャベツ	
落花生	
夏まきにんじん	60cm以下で正常生育し、品質も安定する
ほうれんそう	
カリフラワー	
かんしょ	
露地メロン	
大麦	
裸麦	
とうもろこし	
ごぼう	1m以下で正常生育。ごぼう・だいこん・やまいもは耕盤が存在しないことも必要
だいこん	
小豆	
やまいも (ながいも)	

「農作物環境指標」より作成

(2)透水性と作土の厚さ

ア. 饱和透水係数

土壤の透水性の良否は一般に飽和透水係数 (K_s 土壌孔隙が水で満たされた状態での透水性の良し悪しを表す数値で、20°Cにおける1秒間当たりの流速 cm/secで表す) で示されるが、図II-4-1に土壤群別の飽和透水係数のオーダー別出現頻度分布を示す。

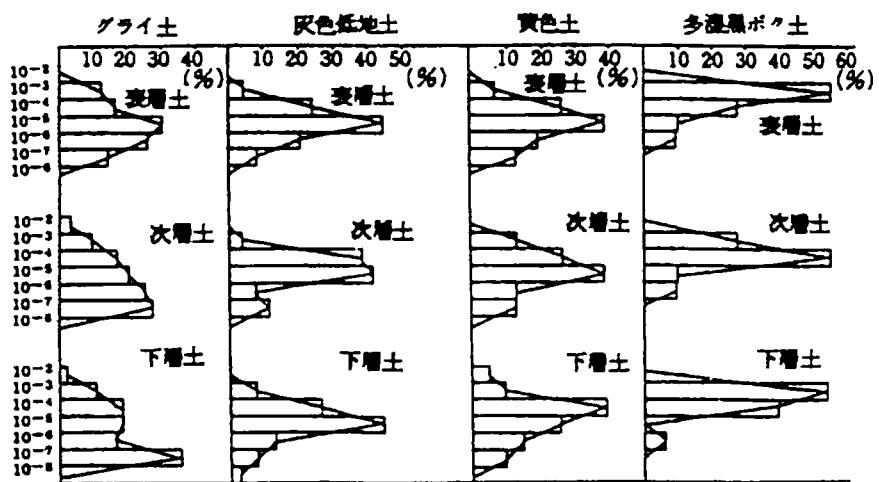


図 II-4-1 土壤群別飽和透水係数

イ. 土質による飽和透水係数の違い

多湿黒ボク土の K_s は大部分が $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec で透水性は比較的良好であり、黄色土で $10^{-4} \sim 10^{-5}$ cm/sec、灰色低地土では大部分が 10^{-5} cm/sec、グライ士では $10^{-6} \sim 10^{-7}$ cm/sec の出現頻度が高く、透水性は不良である。また、一般に酸化的な土壤群では次層土において K_s が最も小さい例が多い。これはコアサンプルによる室内での測定結果であるが、現場透水性（インテークレート）は、土層内の割れ目、亀裂など現地のマクロな構造の発達程度に支配されるところが大きい。

水田の畑利用においては、地下水とあわせて土壤の透水性が高度利用の難易を決める大きな要因となる。一方、輪換畑においては土壤の透水性が過大である場合、用水量の増大、冷水かんがいによる水稻の生育不良、生産不安定を招く恐れがある。

土壤の透水性の良否は、土壤中の空気の保持力も決定するので、作物根の活動のために重要な要因となる。畑地の場合 K_s は $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec 程度が望ましい。作物別の透水性に対する適応性は表 II-4-5 に示すとおりである。土壤の透水性は水田の畑利用後の構造発達によって、次第に改善されていくが、深耕・有機物等の施用によって畑作物に最適な状態に改善することが重要である。

ウ. 作土深

畑作物は水稻に比べて根群域が広く厚い作土を要求するが、特に根菜類、果菜類では深い作土層を要求する。作物別の適応性については表 II-4-5 に示すとおりである。

作土深については、ロータリ耕であれば減速するか、2回にわたって耕うんする等、的確な耕うんによって改善することが必要である。1年に急激に深くすると下層土の性質によっては生育不良等を招くことがある。そのため、新たに耕起される土層の pH、塩基状態、有機態リン酸含有量、腐植含量等に応じて適切な土壤管理を行うことが必要である。なお、過度の深耕によって耕盤を破壊すると、輪換田での漏水を大きくする原因となるので注意が必要である。

表II-4-5 作物別に見た透水性(飽和透水係数)と作土の厚さに対する適応性

作物名	要因強度(透水性: cm/sec、作土深: cm)					
	望ましいもの		望ましくないもの		著しく望ましくないもの	
	透水性	作土深	透水性	作土深	透水性	作土深
こんにゃく	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	31以上	10^{-4}	30~16	10^{-6}	15以下
キャベツ カリフラワー		26以上		25~16		
ながいも	10^{-3}	41以上	10^{-4}	40~21	10^{-5}	20以下
だいこん		31以上		30~16		
ごぼう そば かんしょ(食用) 落花生		26以上		25~16		
トマト スイートコーン にんじん アルファルファー						
ピーマン にら	$10^{-3} \sim 10^{-4}$	31以上	10^{-5}	30~21	$10^{-5} > 10^{-2} <$	20以下
てんさい ねぎ				30~16		
葉たばこ						
小麦 大麦 かんしょ(澱粉) ばれいしょ 大豆 小豆 いんげんまめ そらまめ なたね 茶 桑 かぼちゃ すいか メロン(露地) たまねぎ レタス かぶ ソルガム		26以上		25~16		
ほうれんそう	10^{-4}	31以上	10^{-5}	30~16	25~16	15以下
きゅうり なす はくさい さといも こまつな アスパラガス セルリー ふき		26以上				

5. 土づくりの機械作業

1) 土壤改良資材の散布

土壤改良資材の種類は非常に多く、様々な形状のものがある。ここでは、散布機の構造と適応資材について説明する。

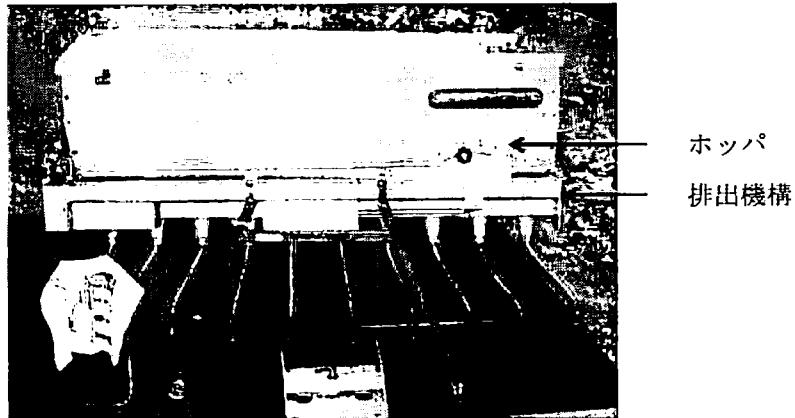
(1) ライムソワ

粉状の土壤改良資材散布を主目的にし、粒状のものも散布可能な兼用機で、乗用トラクタに装着する。写真II-5-1にモータ駆動方式のものを示す。

構造は、資材を詰めるホッパの下方に排出機構があり、繰り出し軸に取り付けられたビータが駆動することにより、ほ場に自然落下する仕組みである。

排出機構の駆動方式には、モータ駆動方式以外に、接地輪による駆動方式と、PTO軸駆動方式の2種類がある。

なお、モータ駆動方式は、トラクタの前方に装着することにより、散布と耕うんの同時作業が可能である。

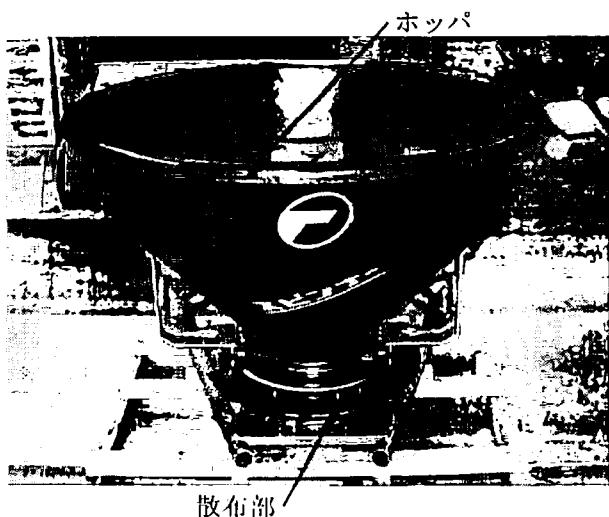


写真II-5-1 ライムソワ (モータ駆動方式)

(2) ブロードキャスター

乗用トラクタに装着し、主に粒状の土壤改良資材を散布するために用いる。円すい形のホッパに資材を詰め、シャッタから落下したものを、PTO軸から取り出した動力により散布する構造である。近年、粉状物やたい肥を散布できるものも市販されている。

散布部は、スピナ方式とフリッカ方式の2種類がある。スピナ方式は、羽根が取り付けられた円盤を回転させて散布する方式である。また、フリッカ方式は、円筒を左右に振ることにより散布する方式である。



写真II-5-2 ブロードキャスター (スピナ方式)

(3) マニュアスプレッダ

たい肥を散布する機械で、たい肥箱、たい肥を散布装置へ搬送する送り装置、これを細かくほぐしながら均等に散布する散布装置により構成され、種類としては、トラクタによるけん引式と、自走式の2種類がある。

たい肥の積み込みは、トラクタショベル（ホイールローダ）を用いて行う。この際、たい肥箱の前方から後方に向かって積み込み、散布時のたい肥のからまりを少なくする。



写真II-5-3 マニュアスプレッダによるたい肥散布作業



写真II-5-4 トラクタショベル（ホイールローダ）

表II-5-1 土壤改良資材を散布する機械

機械名	散布資材	特徴
ライムソワ	粒状物	1. 乗用トラクタに装着 2. モータ駆動方式は、耕うん同時作業が可能
	粉状物	3. 粒状物、粉状物ともに散布可能
プロードキャスター	主に	1. 乗用トラクタに装着
	粒状物	2. ライムソワより散布幅が広い
マニュアスプレッダ	たい肥	1. たい肥を散布する機械 2. トラクタによるけん引式と、自走式の2種類

2) 排水対策

耕地土壌の透水性を改善するためには、地下排水対策を講じることが必要である。また、水田において輸作を行うためには、地下排水対策とともに、作物や場条件に対応した地表排水対策を講じなければならない。ここでは、排水対策の作業機などについて説明する。

(1) 地下排水対策

ア.暗きよ埋設機（タイル・マシン）

タイル・マシンは、トラクタに装着する作業機で、トレンチャで暗きよ溝を掘削しながら、コルゲート管の埋設と、糞がらなどの疎水材の充填を同時に行う作業機である。

このほか、暗きよ施工には、トレンチャなどを用いて溝を掘削し、コルゲート管の埋設と疎水材の充填を手作業で行う方法もある。

イ.サブソイラ

サブソイラは、トラクタに装着する作業機で、土中 30 cm くらいのところに、先端のチゼルにより排水用の暗きよ孔を作孔する。また、先端のチゼルが、前後に振動することにより心土の破碎も行う。また、水田では、その効果を高めるために、図 II-5-2 に示すとおり、本暗きよと直交するように作業を行う。

なお、チゼルに振動を与えることによって、トラクタの座席振動が増大するため、長時間の連続作業は避けることが必要である。

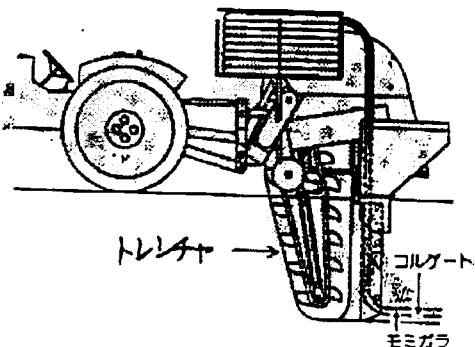


図 II-5-1 タイル・マシン

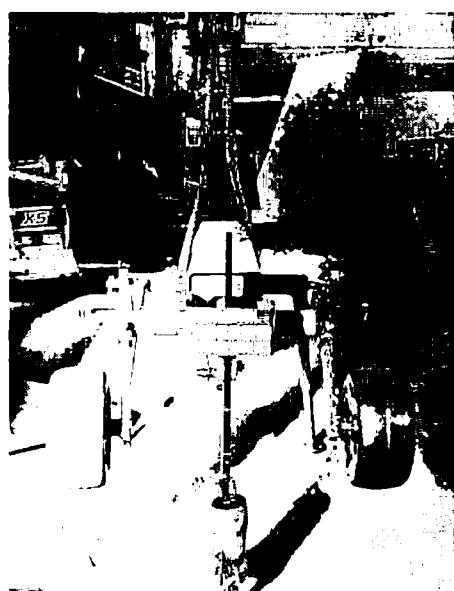


写真 II-5-5 サブソイラ

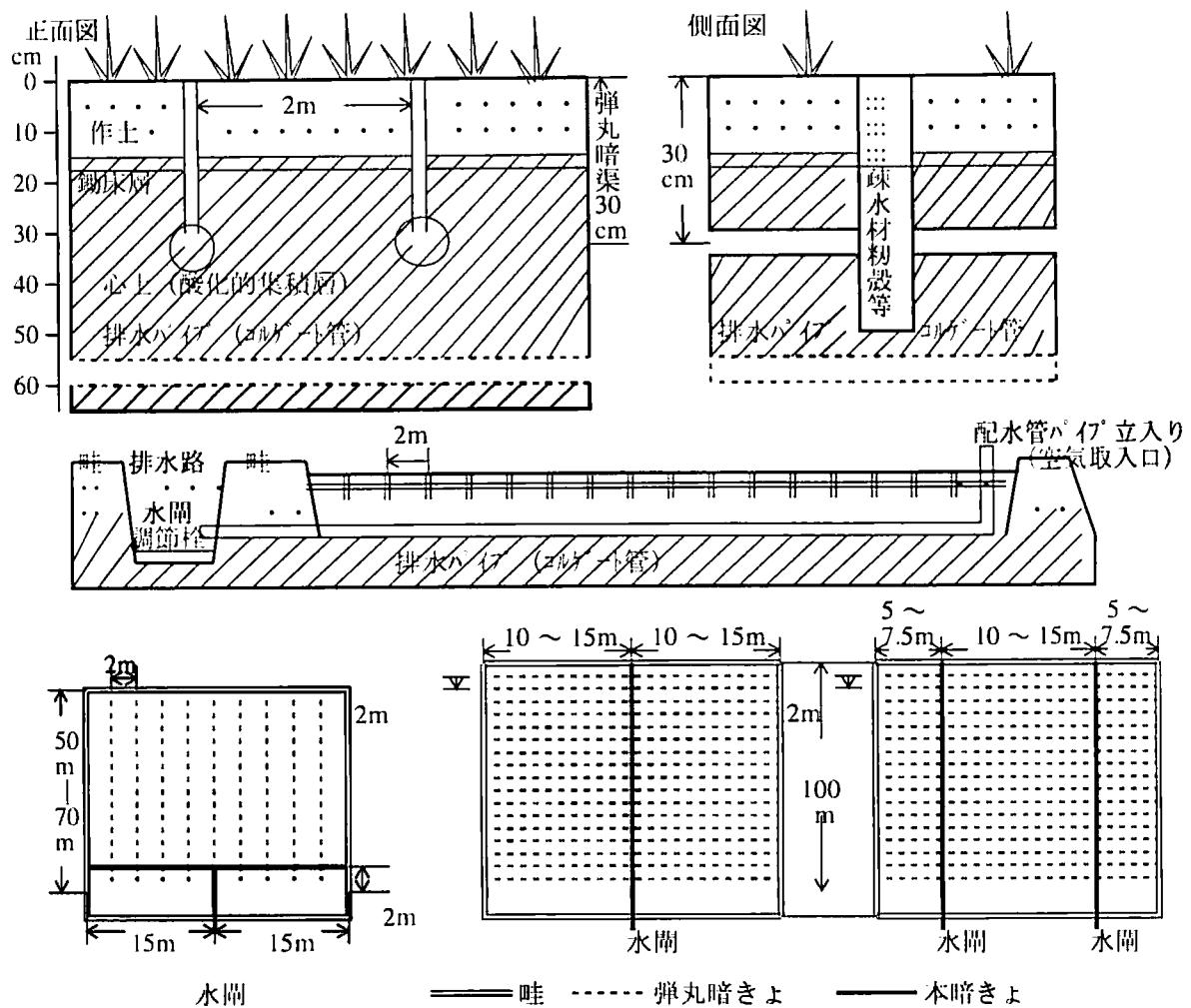


図 II-5-2 組み合わせ暗きよの概略図

(2) 地表排水対策

ア. 溝掘機 (スクリュ式)

スクリュ式の溝掘機は、トラクタに装着する作業機で、縦軸回りでスクリュを回転させながら土を上部へ排出し、溝を掘る方式のものである。水田で、麦などの畑作物を栽培するとき、耕うん・播種前に溝を掘っておくと、高い碎土率を確保できることから、苗立ち率が向上するとともに、湿害を防止することができる。



写真 II-5-6 溝掘機 (スクリュ式)

イ.畦立て機

畦立て機は、ロータリの後部に装着する作業機で、ロータリで耕うんした土を、左右2個のはつ土板によって、左右に土壤を反転する。湿害の防止や広い作土層を確保するために使用される。

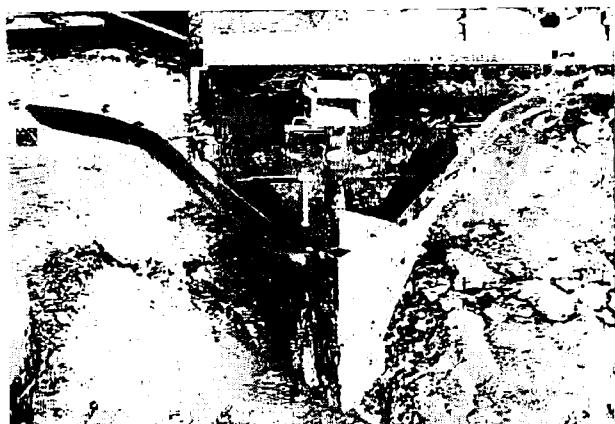


写真 II-5-7 畦立て機

ウ.レーザー利用の均平作業

ほ場の均平度は、作物の生育むらや排水不良といった点から、重要な意味を持っている。そこで、近年開発された、レーザー利用の均平機について説明する。

写真 II-5-8 に示すとおり、投光器から発せられるレーザー光を水平基準として、ブレードの高さを制御することによって、田面を水平に仕上げることができる。

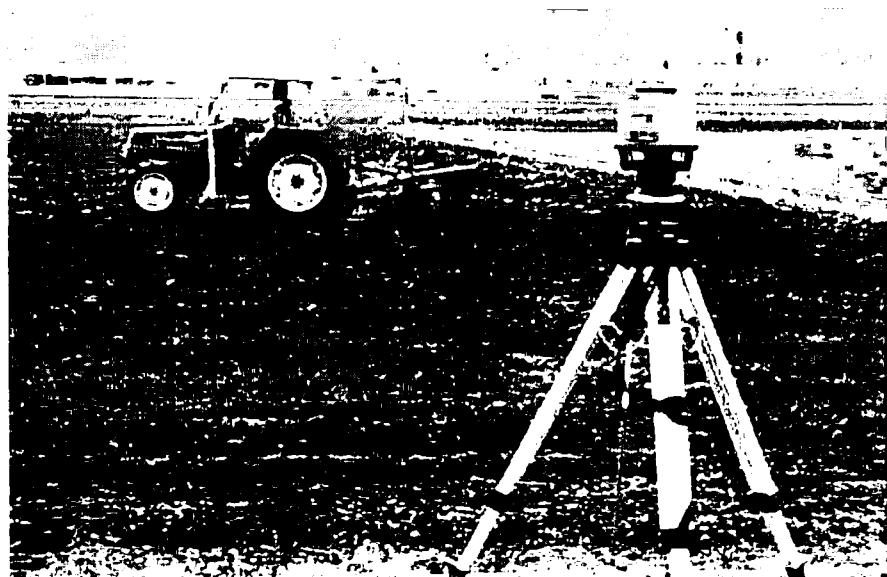


写真 II-5-8 レーザー利用の均平作業

3) 深耕

作物根域を拡大するためには、適当な透水性を保ちながら、15 cm程度の耕深を確保することが必要である。ここでは、耕うん・耕起を行う機械の作業法を述べる。

(1) ロータリ耕

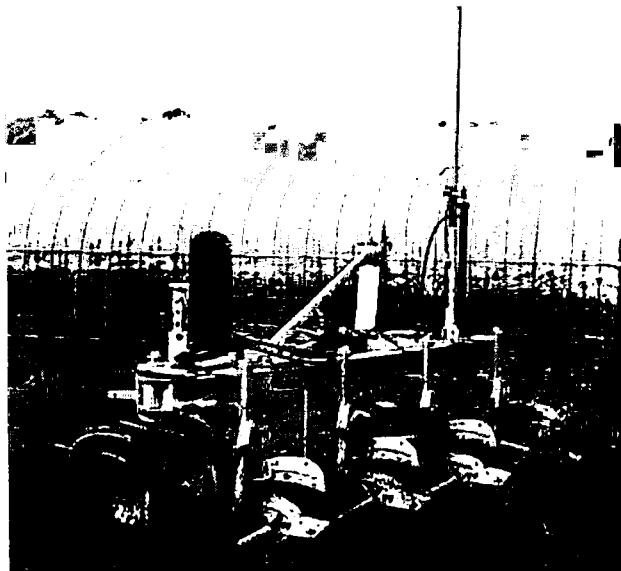
ロータリによって、土壤を攪拌する耕うん法である。土塊の破碎や均平性にすぐれており、効率的な作業が可能であるが、透水性が悪いほ場では浅耕になること、秋耕時にロータリの回転数を上げすぎると土塊が細かくなりすぎることがある。

15 cm程度の耕深とともに、適当な土塊径を確保するためには、透水性が悪い場では、秋耕前に心土破碎を行うことが必要であり、変速段数1～2速（30kW級（40ps級）以上のトラクタなら3速でも可）、PTO変速段数1速で、秋耕を行うことが必要である。

（2）反転耕

プラウによって、土壤を反転する耕起法である。深耕が可能で、有機物の鋤込みにすぐれているが、田植機作業に合わせた整地均平に時間を要するため、水田ではその利用が激減した。

近年、水平制御装置や、投光器から発せられるレーザー光を水平基準として、鋤床の高さを制御することによって、耕盤を水平に仕上げることができる、耕深制御装置が取り付けられたプラウが開発され、大幅に田植機作業への適応性が向上した。

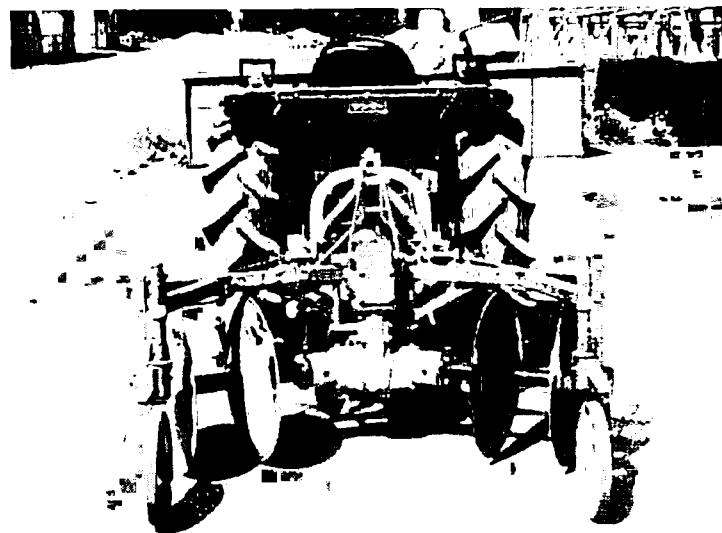


写真II-5-9 レーザー利川のプラウ

（3）駆動型ディスク耕

PTO動力をを利用して、ディスクを強制駆動しながら耕起していく方法である。つまり、ロータリ耕と反転耕の折衷型である。

ディスクを駆動しながら作業を行うため、ロータリ耕と同じ程度の作業幅で、耕深15 cm程度を確保できる。また、耕起土塊も大きく、反転耕より劣るもの有機物の鋤込みにすぐれている。



写真II-5-10 駆動型ディスク

表II-5-2 耕うん・耕起に用いる機械

作業名	作業機名	特徴
ロータリ耕 (かくはん耕)	ロータリ	1. 土塊の破碎や均平性に優れている。 2. 作業速度を上げすぎると浅耕になる。 3. 透水性の悪いほ場では浅耕になる。
反転耕	ブラウ	1. 深耕が可能で、有機物の鋤込みに優れている。 2. 作業方法が悪いと、整地・均平に手間がかかる。
駆動型ディスク耕 (折衷耕)	駆動型ディスク	1. 反転耕に劣るが、深耕が可能で、有機物の鋤込みに優れる。 2. 土壌水分が高いと、作業に支障をきたす。

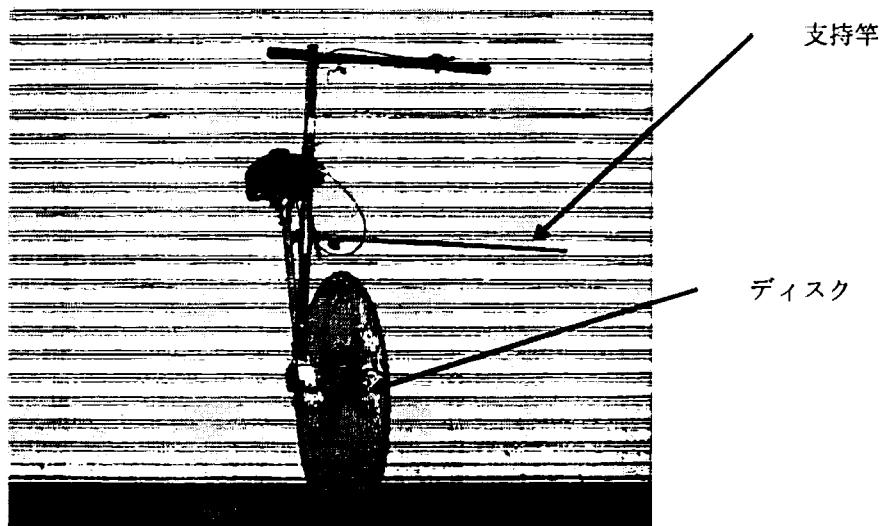
4) 漏水防止対策

ほ場に入水したときや代かき時に、畦畔際にある穴や亀裂から水が漏れると、濁水や肥料成分が河川に流出し、琵琶湖の汚染につながる。そこで、ほ場に入水する前に、シートを入れたり、あぜを形成し直すなど、漏水防止対策を講じておくことが必要である。ここでは、乾田状態で漏水防止対策に用いる機械について説明する。

(1) あぜシート張り機

耕うん後のほ場で、ロール状の農ポリを支持竿に取り付け、駆動ディスクで走行しながら、農ポリの片側を耕盤下に埋設する作業を行う。作業後に、押された反対側を畦の上へ引き上げ、「マルチ押さえ」または土で押さえる。

なお、農ポリの厚さは、あまり薄いと破損するので、0.04 mm程度が望ましい。



写真II-5-11 あぜシート張り機

(2)あぜ波シート張り機

耕うん後のほ場で、畦畔際を作溝しながら、専用のあぜ波シートを埋設し、同時に覆土を行う作業機である。

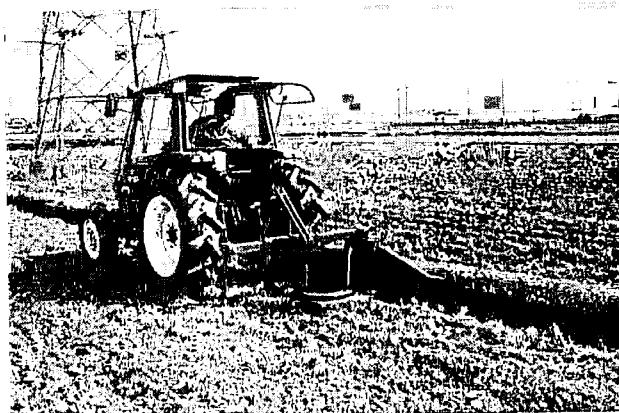


写真 II-5-12 あぜ波シート張り機による作業

(3)あぜ塗り機

老朽化したあぜを形成し直す機械で、乾田状態で用いる。元あぜをロータで耕うんしながら、後部の駆動ディスクや成型器で、耕うんした土を締めながら、あぜを形成する。

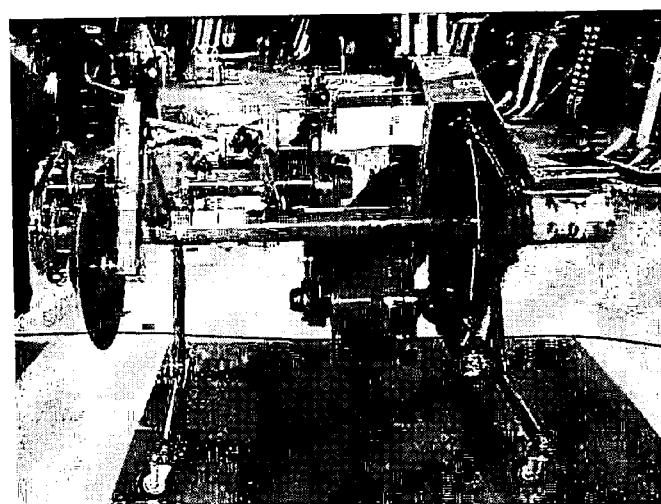


写真 II-5-13 あぜ塗り機（ディスクスリップ式）

6. 地力増進作物の作付

地力増進作物は、本来、ほ場内において有機物を生産・還元することにより、土壤の物理性、理化学性、生物性を維持、増進することを目的として栽培される。

1) レンゲ

レンゲは以前、緑肥として広く利用されていたように、窒素含量が高くて炭素率が低いため、土壤中で容易に分解され、化学肥料に匹敵する一種の有機質肥料である。

また、豆科作物のため、根粒菌による空中窒素を固定・利用可能で、レンゲ栽培期間中は特に施肥の必要なく、そのまますき込むことで水稻の減化学肥料栽培が可能となる。

(1) 栽培基準等

均一な生育を確保するためには、前作水稻の収穫後（10月上旬）に耕耘、畦立てし、十分な排水対策をした上で播種（2kg/10a）するのが良い。水稻の収穫直前に播種、排わらで被覆する方法では、苗立率は高いが、排水が悪いと生育むらが大きくなる。

10月中旬以降の晩期播種では、耕耘、畦立てし、播種量を多くする（4kg/10a）。

(2) すき込み時期

レンゲの生育は、春先まで緩慢であるが、3月中下旬以降急激に旺盛となり、正常に生育した場合の総生量は、開花期前後で2～3t/10a、約10日後の開花盛期には4～5t/10a、多い場合には6t/10aに達する。

表II-6-1 レンゲの生育とN吸収量の推移

(滋賀農試 1990年)

時 期 月 日	草丈 cm	生草重 kg/a	窒素 %	窒素吸収量 kg/a	備 考
4. 9	37	262	4.24	1.39	①レンゲは9月21日稲間散播
4. 19	60	508	2.86	1.58	②レンゲ窒素は乾物当たり%
5. 10	86	511	2.64	1.70	③開花期：4月10日
5. 21	102	506	2.51	1.61	開花盛期：4月19日

なお、レンゲのすき込みは、生草重が少なく、窒素含有率の高い時期、すなわち、ほ場全体を見わたして4割程度開花し始めた開花期が適期である。この時期はまだ炭素率も低いため、土壤中の分解が早く、有機酸などの有毒物質の発生も少なく水稻の生育にも安全である。

土づくり対策として、レンゲすき込み時にケイカルまたは、含鉄資材を10a当たり100～150kg施用する。

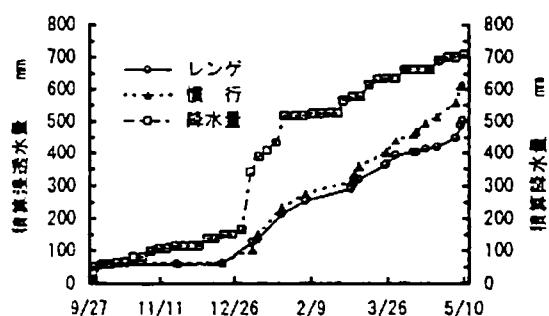
(3) すき込み法

レンゲ組織は非常にもりいので、ロータリ耕で容易にすき込み可能である。この場合、初めはレンゲを切断するつもりで浅く、次に深くすき込めば、ロータリへの絡みもなく、2回の耕耘で精度の高いすき込みが可能である。

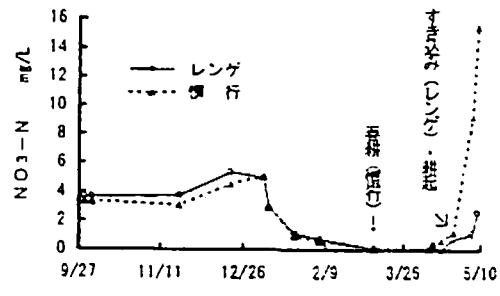
なお、後作の水稻栽培は、基肥、追肥の省略も可能である（稲作技術指導指針参照）。

(4) 環境への影響

レンゲ作付が非作付期の浸透水量および水質に及ぼす影響を調査したところ、浸透水量は、慣行（非作付け）に比べ少なく推移した（図II-6-1、表II-6-2）。また、浸透水中の硝酸態窒素（NO₃-N）濃度は、レンゲ鋤込み（耕起）後、慣行が著しく高まり大きく増加した（図II-6-2）。その結果、非作付期の浸透水による硝酸性窒素流出量は、レンゲを作付けすることにより約6割削減された（表II-6-2）。しかし、レンゲ鋤込み量が過多になると後作水稻作付期における田面水の塩類濃度の上昇が懸念される。



図II-6-1 非作付期における浸透水量の推移



図II-6-2 浸透排水中のNO₃-N濃度の推移

表II-6-2 非作付期における浸透流出量

試験区	降水量	浸透水量	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P*	K
レンゲ作付	710 mm	504 mm	0.80 gN/m ²	0.09 gN/m ²	0.35 gP/m ²	1.24 g/m ²
慣行	710	611	1.90	0.14	0.50	1.46

（滋賀農試 1994年9月30日～1995年5月9日 221日間）

*：検出限界0.01mg/L以下の値を0として算出

2) その他の地力増進作物

地力増進作物を輪作体系の中に組み込むことは、耕地生態系に多様性をもたらし、土壤の種々の機能が改善される。また、茎葉の持ち出しは、クリーニングクロップとして土壤に蓄積した過剰養分の除去に有効であり、さらに土壤病原菌やセンチュウなどを減らすためにも利用される。

表II-6-3 野菜の種類と効果的な地力増進作物（山口農試 1994年）

レタス	: ギニアグラス、クロタラリア
ハクサイ	: クロタラリア
キャベツ	: セスバニア
タマネギ	: セスバニア、クロタラリア
ホウレンソウ	: ギニアグラス

表II-6-4 地力増進作物の生育・収量と窒素還元量（山口農試 1992年）

生育ステージ	すき込み時期	乾物生産量		窒素還元量 kgN/10a
		草丈cm	kg/10a	
クロタラリア	生育期	108	590	8.9
セスバニア	生育期	111	650	13.3
ギニアグラス	出穂始	154	1,010	6.1

播種：5月下旬～6月上、すき込み：8月7日

表II-6-5 青刈作物の生育量と養分吸収量（10a 当り）（松沢ら 1984年）

種類	生育量(t)		養分吸収量(kg)		
	生重	乾重	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
トウモロコシ	5~7	0.8~1.4	20~30	3~4	50~90
ソルガム	5~7	1.0~1.3	20前後	3~5	30~70
シコクビエ	5~7	0.6~1.0	10~25	1~3	30~50
エンバク	3~6	0.45~0.75	10~20	2~4	20~50
ライムギ	3~4.5	0.5~0.6	10~20	2~4	30~40
イタリアン	3~6	0.4~0.6	10~20	1~4	20~40
ライグラス					

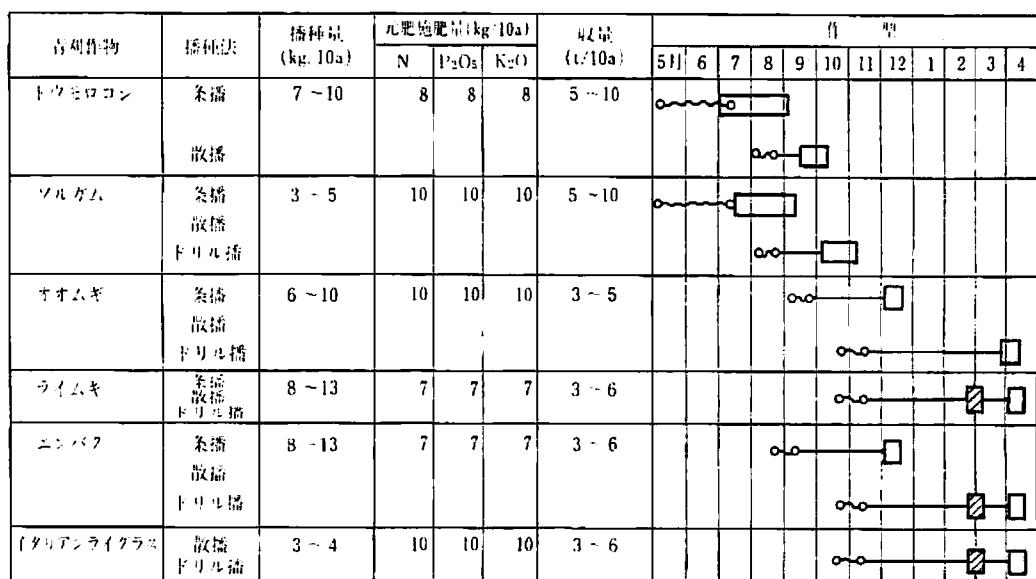
表II-6-6 後作作物に対する青刈作物の鋤込みの効果

後作作物	ソルガム	トウモロコシ	スードングラス	ライムギ	エンバク	オオムギ	イタリアンライグラス	備考
需地	ホウレンソウ	○	○	○		△(4)		球重比率が高まり結球割合がよい
	キャベツ	○	○	○	○(2)			
	ハクサイ	○	○					すき込み初年目効果劣る。運用により効果大
	ブロックリー	○						
	コカラブ	○	○			△	×	{×春ニンジン。イタリアンの再生力強すぎる 岐根が発生するがそれ以上に増収する}
	ニンジン	○, ○(2)	○, ○(2)	○		○		
	ショウガ		○(2)					
	ダイコン		×(2)		○			×岐根の発生大
	ゴボウ		○(2)		○			ヤケ症の多い畑ではヤケ症の発生が助長する
	サトイモ		○(2)			×		×減肥するよい
	ヤマトイモ		○(2)			×		×形状不良、上物収量低い
	食用サツマイモ		○(2)			×		×つるはけ、コガネムシの食害
	ジャガイモ		○(2)					
	スイートコーン		×			○		
	プリンスメロン	○, ○(2)	○		×		×	×定植時の生育不良、落果数少ない
	スイカ	○, ○(2)	○(2)	△		×		
施設	ピーマン	○	○		△	○	○	
	トマト	○	○		○	○	○	
	ナス	○	○, ○(2)					
	イチゴ	○	○	○				青刈作物からの炭酸ガスの効果高い

注 ○：增收効果が認められた。△：効果の有無が明らかでなかった。×：効果が劣った
(2)は2作目、その他は3作目

(白崎、農業技術体系 土壤施肥編 5-①)

図II-6-3 青刈作物の栽培の一例



注 1)関東・東海の試験例を参考に作成。2)スードングラスはソルガムに準じる。

3)シコクヒエは5月播き、7月すき込みで施設にむく 播種量2~3kg/10a、収量5~7t/10a

4)種子量条播ではなく、散播、ドリル播ではなく減肥する 施設では多くする

5)施肥量は残効を考慮して、残効高いあるいは減肥する 施肥は生育に応じて行なう 施設では無施肥

6)収量は取穫時期が早ければ少なく、おそければ多くなる

7)○～播種期、□～収穫期、//～施設での取扱期

(白崎、農業技術体系 土壤施肥編 5-①)