



図 2-1 水稲施肥基準地域区分図（旧町版）

現在の市町区分図

兵庫県地図(41市町)

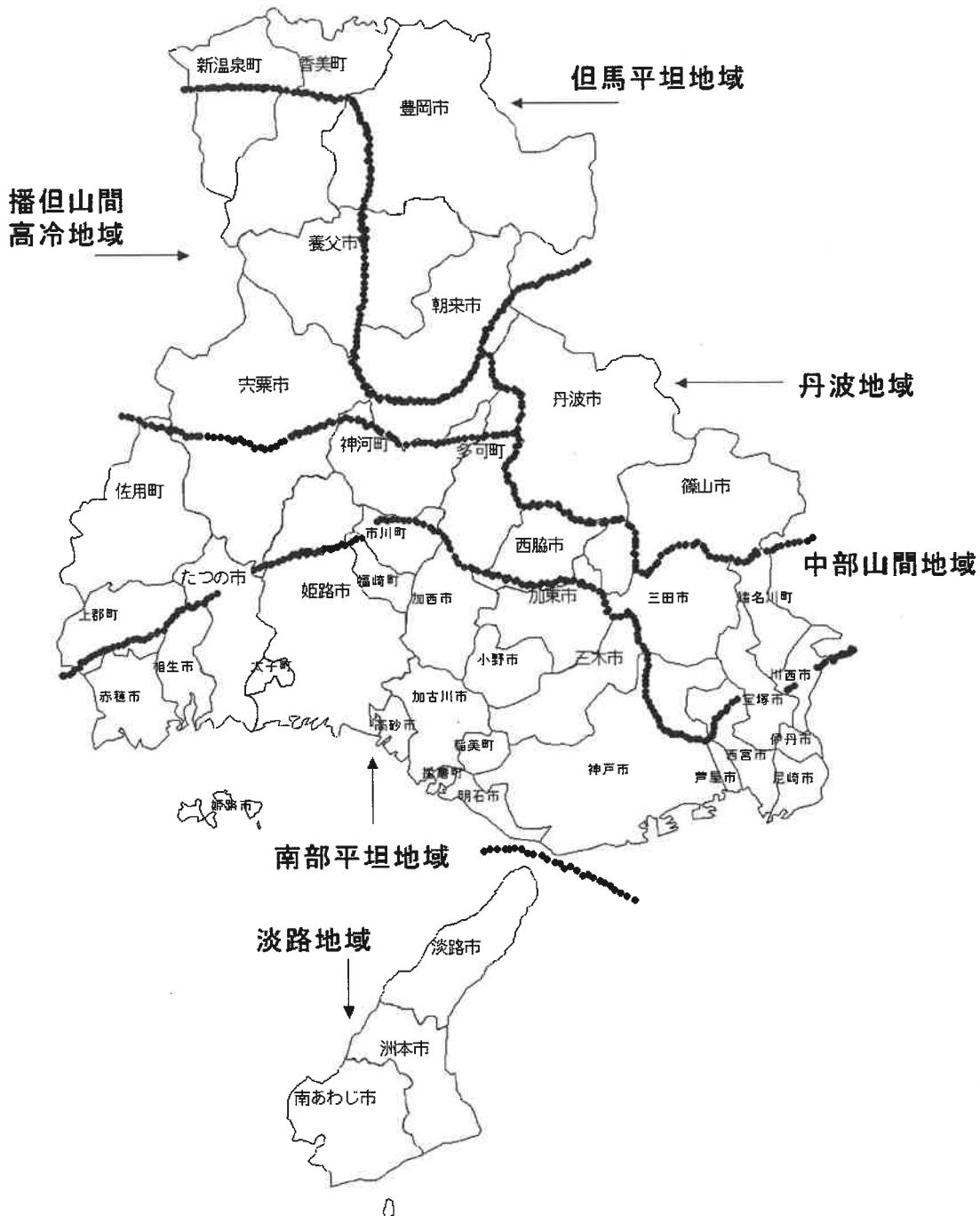


図 2-2 現在の市町区分図

イ 麦

(ア) 土壌の維持すべき状態

表 2-14 土壌改良基準

項目	目標値
作土厚さ (cm)	15 以上
地下水位 (cm)	40 以深
粗孔隙 (pF1.5) (%)	10 以上(耕起前)
pH (H ₂ O)	6.0 ~ 7.0
交換性塩基含量	
石灰 (CaO mg/100g)	200 ~ 250
苦土 (MgO mg/100g)	25 ~ 35
カリ (K ₂ O mg/100g)	20 ~ 30
塩基組成	
石灰/苦土 (CaO /MgO) 当量比	3 ~ 6
可給態リン酸 (P ₂ O ₅ mg/100g) *Truog 法	10 ~ 30

* 土壌 pH を 6.5 ~ 7 程度に高めたり、堆肥を施用することは麦の収量・品質向上に重要な項目である。また、稻、大豆等との輪作体系においても効果が期待できる。

(イ) 土づくり

堆肥は 10a 当たり 1 ~ 2t、または、麦の播種作業に支障をもたらさないかぎり、稻わら全量をほ場に還元する。土壌診断に基づいて、石灰質または苦土石灰肥料等の土づくり肥料を 100 ~ 150kg/10a 施用する。pH 5 以下になると生育が極端に悪くなるので土づくりは特に重要である。

(ウ) 排水対策事例

麦作にとって排水対策は作柄の良否に最も影響する作業であり、耕起・播種時には、十分には場が乾燥していることが必須である。したがって、以下の施工方法を参考にして、効果の高い排水対策方法を効率的に行う必要がある。

a 本暗きよ + 補助暗きよの組み合わせ

乾田化が困難で湿害を回避できないような粘質ほ場でも効果が高い。管理溝等の潰れ地が少なく、ほ場全面に播種できるので面積当たりの実収量が増加する。

(a) 本暗きよの施工

30a 区画ほ場 (30m × 100m) の場合、本暗きよは右図のように長辺方向に 10m 間隔に 3 本施工する。施工方法はトレンチャまたはバックホーで幅 20 ~ 30cm、深さ 50 ~ 70cm の溝を掘り、底部は凹凸がないように仕上げる。このとき、暗きよに集められた水が速やかにほ場外に排出されるように暗きよの深さは上流側 50cm、下流側 70cm を設定し、1/500 程度の勾配を設ける。溝が仕上がったら底部に多孔パイプ (直径 65mm) を埋設し、溝に粒殻また

は碎石等を充填する。

充填資材が粒殻の場合、施工後陥没しないように充填途中によく踏みつける。充填量は粒殻の場合田面まで、碎石の場合田面下30cmとし、碎石の上に粒殻を田面まで充填する。集水管（塩ビパイプ、直徑65mm）は多孔パイプと直結し3本それぞれ単独に設置するか、もしくは短辺側に集水きょを設け1本にまとめて設置する。集水管を設置した畦畔部は崩壊や、水田に戻したときの漏水を防ぐため、固く締めつけながら土を埋め戻す。

(b) 補助暗きょ（弾丸暗きょ）の施工

補助暗きょは一般に弾丸暗きょとし、本暗きょに直交するように短辺方向に1.5～2m間隔で施工する。施工深さは30cm前後とし、粒殻層と交叉していることが重要である。補助暗きょは営農作業と考えるべきで、播種作業前に毎年施工することが望ましい。

b 額縁明きょ+弾丸暗きょの組み合わせ（放射状弾丸暗きょ施工法）

本暗きょを施工していないほ場では、額縁明きょと弾丸暗きょの組み合わせによって、大区画ほ場でも十分な排水効果が期待できる。本暗きょと同様にほ場全面に播種できるので面積あたりの実収量が増加する。施工方法は額縁明きょを設置後、まず深さ30cm前後の弾丸暗きょをほ場の短辺方向に平行して3～5m幅（土壤条件によって異なる）で施工し、次に40～50cm程度まで掘り下げた排水口から放射状に集水きょとなる弾丸暗きょを施工する。

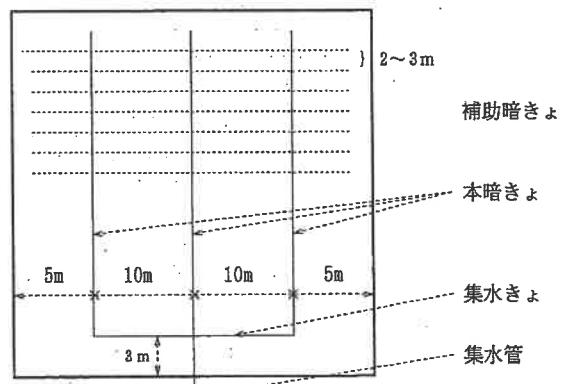


図2-3 本暗きょの施工

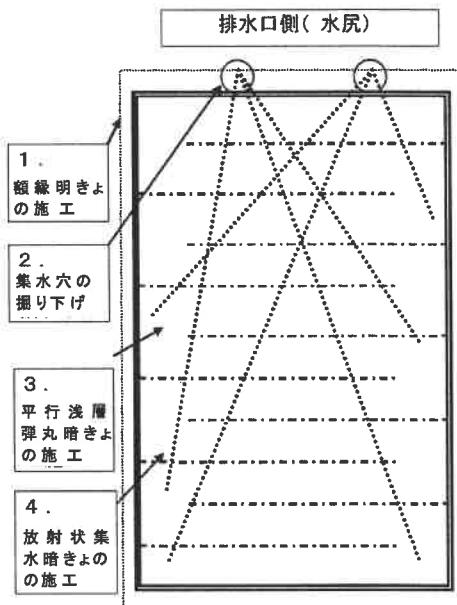


図2-4 補助暗きょ（弾丸暗きょ）の施工

c 明きょを活用した排水対策 (従来法)

従来より実施されている営農排水方法は、排水溝部分に播種できないが排水効果は高いので、弾丸暗きょ等の作業機がない場合は、この方法で、徹底

した排水対策を行う必要がある。排準備が整い次第行うのが望ましい。間隔は土性や排水の良否により適宜定めればよいが、壤質土の乾田では3m程度がよい。また、雨水がほ場内にたまることのないよう特に留意する。

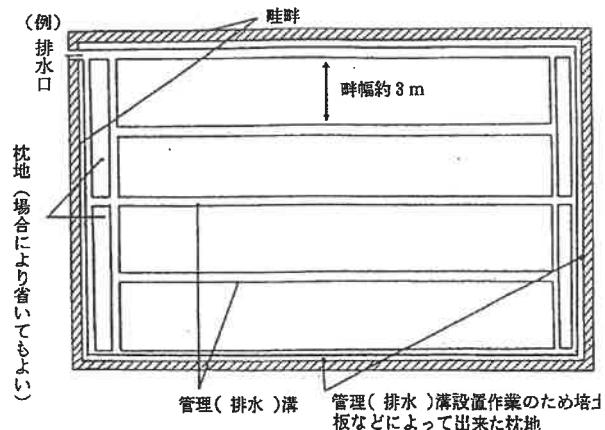


図 2-5 明きよを活用した排水対策

d 心土破碎

現在のような大型機械による作業体系では、機械の踏圧により作土直下の耕盤層が形成される。

暗きよを生かしながら透水性の改善と根圏拡大を図るために、心土破碎が有効な手だてとなる。

◎基本的整備→暗きよ・明きよの整備

◎補助的整備→サブソイラー等による心土破碎の施工

機械による農作業を繰り返していくと機械の重みによって土がしだいに固められていく。通常は毎年耕すと、表面部分(15cm程度)は柔らかくなるが、その下には堅い土の層が残る。このため、作物の根が伸びなかつたり、水や空気の通りが十分に得られず作物の生育が悪くなったりする。せっかく「暗きよ」を整備していても、この堅い層があると雨が降ったあとの水がなかなか抜けずに、「暗きよ」の機能が発揮されないこともある。堅い土の部分に亀裂を入れ、水が通る道をつけ農地の排水性や通気性を確保し、作物の生育環境を良くする工事を「心土破碎」という。また、透水性の確保を持続させるため亀裂の部分に貝殻・チップ等の疎水材を入れる有材心土破碎もある。

<断面図>(無材心土破碎)

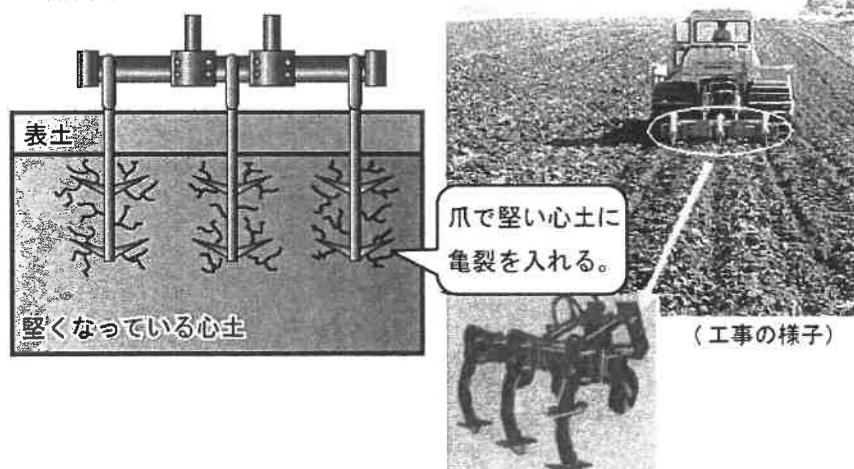


図 2-6 心土破碎

<原図：北海道庁HP> ※無材心土破碎は、土中の疎水材無しの意味

表 2-15 営農排水対策の種類

排水対策	基本的な考え方	内容(施工基準)
ほ場内排水等	水田の畑利用の初期には作土下に水の縦浸透を妨げるすき床層が存在するので、ほ場内に排水溝を掘削することにより、地表面滞留水の排除を速やかに行う。 乾田型の礫質礫層土壤、灰褐色土壤、黒ボク土等の排水条件の良い水田を除き、大部分の水田で実施することが望ましい。	ほ場内排水溝の設置 深さ：20～30cm 間隔：3～5m
すき床層の膨軟化	耕土内部の粗孔げきを多くし、透水性・通気性の改善を図るために深耕等によりすき床層の膨軟化を図る。 水田の畑利用初期にあたっては、基本的に全ての水田を対象に実施することが望ましい。 特に土性が細粒質及び中粒質ですき床層の形成されやすい土壤条件をもった水田については必ず実施する。	プラウ等による深耕 深さ：15～18cm
捕水きよ(明きよ)	ほ場一筆ごとの個別転作を行う場合、隣接田からの横浸透水及び降雨時の隣接田からの溢流水を防止するため、ほ場の周囲等に捕水きよを設置する。 扇状地等傾斜地で伏流水がある場合には、山側に捕水きよを設置する。	捕水きよの設置 深さ：30cm以上
弾丸暗きよ等(補助暗きよ)	土壤構造の発達が不十分で土壤透水性が不良となっている水田では、弾丸暗きよ、糲がら暗きよ、コルゲート管の設置等の補助暗きよにより、地表面滞留水及び作土層重力水の排除を促進する。 弾丸暗きよ等の施工に当たっては、本暗きよ排水の有無及びその施工状況等を勘案して実施する。	弾丸暗きよ等の施工 深さ：30cm前後 間隔：2～3mが望ましい。
心土破碎	土性が細粒質で速やかな土壤構造の発達ができない水田では、弾丸暗きよ等と併せて、心土破碎により土層に亀裂を作り排水を促進する。	パンブレーカーによる心土破碎 深さ：30cm前後 間隔：1m程度
その他(高畦栽培)	以上のような営農対策でも、なお排水が不良な強グライ土等において栽培しようとする場合には、高畦栽培を行う必要がある。	高畦栽培 高さ：30cm以上

ウ 大豆

(ア) 土壌の維持すべき状態

表 2-16 土壌改良目標

項目	目標値	
作土の厚さ (cm)	15 以上	
地下水位 (cm)	50 以深	
粗孔隙 (pF1.5) (%)	10 以上(耕起前)	
pH (H_2O)	6.0~7.0	
交換性塩基含量	石灰 (CaO mg/100g) 苦土 (MgO mg/100g) カリ (K_2O mg/100g)	200~250 25~35 20~30
塩基組成		
石灰/苦土 (CaO/MgO) 当量比	3~6	
可給態リン酸 (P_2O_5 mg/100g) * Truog 法	10~30	

<ほ場の選定>

- a 過乾・過湿のおそれのない地力のあるほ場が望ましい。
- b 栽培適地の土壤条件として、冠水しても半日以内に排水可能であること。
- c ほ場整備直後のは場は、特に排水性を高めるよう努める。
- d 連作を避け、麦や水稻とのローテーションを図る。
 - (a) 紫斑病、立枯病害、センチュウなどの多発地では連作しない。
 - (b) 麦類や緑肥など、冬作物を導入して連作障害を緩和する。

(イ) 耕起・碎土・整地

耕起・碎土・整地は丁寧に行う。不耕起栽培の場合はこの限りでない。

- a 碎土性が良いと、播種の深さ、覆土の厚さが一定して種子の発芽率が高まり、除草剤の効果も高まる。ただし、播種が深くなりやすいので、播種機の調整を十分に行う
 - (a) 転換畠で土壤水分が高い状態では碎土不良になりやすいので注意を要する。
 - (b) 麦跡や春期に土壤が十分乾燥した状態になると大豆時の碎土はしやすくなる。
- b 土壤条件や水分条件に応じて適応作業機械の選定や作業体系の組み立てをする。

(ウ) 土づくり

大豆は、窒素要求量は高いが施肥効率の低い作物で、窒素施肥だけでは増収は困難であり、地力の消耗も大きいため、堆肥等の施用による窒素肥沃度の向上が重要となる。また根粒における窒素固定にはモリブデンと多量の酸素が要求され、土壤 pH が低いとモリブデンの供給に、土壤の通気性が低いと酸素の供給に支障を生じる。一方で大豆は水の要求量も多く、堆肥等の施用による、

通気性と保水性を兼ね備えた土づくりが必要である。子実に多量に蓄積されるタンパク質の生産にはイオウが必須であるが、堆肥施用にはその供給も期待できる。

- ・ 10a当たり堆肥1～2t、稲わらの全量を秋冬期にすき込む。
- ・ 前作が麦の場合も、麦わらは全量すき込む。
- ・ 石灰質または苦土石灰100～150kg施用
 - * 土壌pHを6.5～7程度、腐植を4%程度に高めるよう、石灰質資材や堆肥の施用を継続することは、大豆の収量・品質向上に重要な項目である。

(a) 緑肥作物の利用

緑肥作物の利用にあたっては、有機物としての土づくり効果の持続性や、共通の病害虫が少ないとことなど利用目的にあった種類や栽培方法を選択する必要がある。緑肥作物の栽培上の留意点や作物別の特徴などが「ひょうご安心ブランド農産物生産技術マニュアル（水稻編）p.6～10」にまとめられており、大豆栽培における基本的な活用方法にも参考にできる。

<参考>ヘアリーベッチについて

- ・ 水稻同様、すき込み2週間後を目安に播種する。梅雨で水分条件が不安定な場合、刈り倒した後すき込まずに置き、無機化の時期を調節する。
- ・ 畑地のため、窒素の無機化は早く、肥効としては30%程度と想定される。
- ・ すき込み量が少ない場合は、開花期の追肥で調整する。
- ・ 丹波黒大豆では、生草量3.5t/10a以上のすき込みを推奨している。
- ・ 大豆はヘアリーベッチと属が違うため、連作障害は出にくいとされている。

また、他に「ヘアリーベッチを利用したダイズ・エダマメ増収技術マニュアル」（農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業（平成24～26年度）「排水不良転換畠における緑肥作物と粉殻補助暗きよによる大豆・エダマメ多収技術の確立」の研究成果をまとめたマニュアル）が作成され、下記アドレスに公開されている。

www.akita-pu.ac.jp/bioresource/dbe/soil/HV_manual.pdf

(I) 排水対策

a 排水対策の留意事項

(a) 排水対策計画にあたっては、排水不良の原因を十分に調べ地域の状況にあつた効果的な排水対策の選択・組み合せを実践する。

(b) 排水不良の主な原因

- ・ 傾斜地での伏流水や平坦地での地下水位上昇等の地形条件
- ・ 排水路側の高低差が小さく、水位差が確保できないほ場条件
- ・ 土壌が粘質で透水性が低い等の土壤条件
- ・ ポンプ排水の能力不足等の排水施設の不備
- ・ 水路に雑草が生えて排水できない等の維持管理不良
- ・ すき床層あるいは下層上部の圧密化による透水不良

(b) 排水対策の方法

麦の項（p. 35）を参照

麦作後の作付けでは、前作で実施した排水溝等を有効に活用し、作業の効率化を図る。

(才) 土づくり・施肥の注意点

- ・土づくり肥料として熔リン等を施用している場合は、基肥量からリン酸の施用成分を差し引くこと。
- ・肥沃地では、基肥の窒素は無施用とする。
- ・基肥に被覆尿素を用いる場合は、60～80日溶出シグモイド型が適する。
- ・追肥は生育状態をみて行い、生育が劣る場合は開花期に窒素とカリを各2～4kg/10a程度追肥するとよい。
- ・大豆は窒素吸収量が他の作物に比べて多く、そのうちの50～70%は根粒菌に依存しているといわれている。しかし、収量水準が高くなると根粒菌への依存度が低くなるので、多収を目指す場合は追肥量を多くするなど増肥する必要がある。

エ 小豆

(ア) 土づくり・施肥の注意点

- ・土づくり肥料として、熔リン等を施用している場合は、基肥量からリン酸の施用成分を差し引く。
- ・肥沃地では、基肥の窒素は無施用とする。
- ・追肥は生育状態をみて行い、生育が劣る場合は、開花期に窒素とカリを追肥するとよい。

(2) 野菜

野菜は品目が多いためすべてを網羅する土づくり方針を示すことが困難である。まず畑地、水田転換畑に共通する内容を述べてから水田転換畑、普通畑、施設土壤における注意点を述べる。

ア 共通事項

兵庫県では水田が多く本県農業は稲作を中心に展開されてきたが、水田転換畑として畑作物が栽培されることも多い。水田は元来水稻の生産性を向上させる目的で土壤管理が行われてきたため、水田転換畑で畑作物を栽培するにあたっては留意すべきことがいくつかある。また、畑地は生産環境としては劣悪な条件の場もあり、土壤改良の必要性は高い。

畑土壤は一般的に酸化的な条件にあり、好気的な条件で活動する微生物等の働きが活発になり土壤中の有機物の分解が盛んになる。野菜は一般的に生長が早く、養分の吸収量が多いため、多量の施肥が行われるので、土壤の化学性の変化が大きい。また、耕起や管理による土壤への影響も大きく、土づくりが不十分な場合、土壤構造が破壊され単粒構造になりやすい。土壤構造の単粒化は透水性、保水性を低下させ、植物の生長、養分の吸収に大きな影響を与える。

土壤改良の目標は、土壤の持つ肥沃度を高めることである。土壤の肥沃度とは、「植物が生育するための要求、即ち生存の二つの要因（水と養分）を同時に共存して保証しうる土壤の能力」と定義されている。「水はけがよく、しかも水持ちがよい」という相反する条件を同時に満たすことが求められる。ここに関係する要因は極めて多く、かつ、それらの要因は相互に密接な関連を持っている。表2-17に畑、水田転換畑での土壤改良目標値を示す。

表2-17 水田転換畑での土壤改良目標値（野菜）

項目	区分	畑（転換畑の園芸作物も含む）	
		露地	施設
作土の厚さ（耕起後）（cm）		20以上	25以上
主要根群域のち密度（mm）		10以下	10以下
有効土層（cm）		40以上	40以上
地下水位（cm）		60以下	60以下
pH（H ₂ O）		6.0～7.0	6.0～7.0
陽イオン交換容量(CEC) (me／100g)		12以上	15以上
塩基飽和度（%）		70～90	70～100
交換性塩基(mg／100g)	石灰(CaO)	200～250	250～300
	苦土(MgO)	25～35	35～50
	カリ(K ₂ O)	20～30	30～50
石灰／苦土 (当量比)		3～6	3～6
可給態リン酸(P ₂ O ₅) (mg／100g)		30～50	50～100
腐植（土壤有機物）（%）		3～5	3～5

(ア) 土壌の物理性

a 作土層の厚さ

作土とは作物の根が水分や養分吸収のために容易に伸長していくことのできる土層のこととし、人為的な耕耘の影響を直接受けた膨軟な部分をいう。畑作物では直根性で根が深くまで入るものが多い。通常は25cm程度、根菜類では30cm以上、ゴボウでは60cm以上が必要である。

適度な作土の厚さを確保するため、必要に応じて深耕用ロータリーやプラウなどで耕起するが、急激に作土を深くすると、下層土の性質によっては肥沃度が低下したり作物の生育が不良となる。同時に堆肥などの有機物を施用して養分を補給することが必要である。

表2-18 望ましい作土層の厚さ(cm)

分類			
望ましい範囲	望ましくない範囲	著しく望ましくない範囲	作物名
26cm 以上	16~25 cm	15cm以下	かんしょ、ばれいしょ、いんげんまめ、 らっかせい、ソラマメ、きゅうり、ト マト、なす、かぼちゃ、すいか、メロ ン、スイートコーン、キャベツ、はく さい、カリフラワー、たまねぎ、レタ ス、かぶ、にんじん、さといも、こま つな、アスパラガス、セルリー、ふき
31cm 以上	16~30 cm	15cm以下	こんにゃくいも、てんさい、ピーマン
31cm 以上	21~30 cm	20cm以下	ほうれんそう、だいこん、ごぼう、に ら
41cm 以上	21~40 cm	20cm以下	ながいも

(農林水産省,1987を改変)

b 主要根群域の最大ち密度

作物の根は山中式硬度計で22mm以下であればよく伸長するが、これ以上になると伸長が妨げられ、24mm以上で透水性も悪くなる。このようなち密層が厚く、粗孔化率が少ないとには心土破碎が有効である。また、ち密層により根の伸長が妨げられるときには、混層耕によりその層を碎き上下の層と混合する。

表2-19 土壌の硬度と根の伸びおよび簡易判定法

硬度計の数値	粘りと乾湿	指で押したときの判定
10mm以下	干ばつが心配	指で断面を押すとたやすく貫入する
10~15mm	ちょうど適している	指で断面を押すと深い指痕ができる
15~22mm	やや硬いが根は伸びる	指で断面を押すと浅いかあるいはわずかに指痕ができる
22~24mm	根は少し入るが伸びが悪い	指で断面を押しても指痕がつかない
24mm以上	根が入らない。湿害の危険が大	移植ごとの先端がかろうじて入る

c 主要根群域の粗孔げき率

粗孔げき率は三相分布を調査すれば把握することができる。厚いち密層が存在するために粗孔げき率が少ない場合は深耕を実施する。また、土壌が細粒質であるために粗孔げき率が少ないとときは堆肥などの有機物を施用し団粒化を図る。

d 主要根群域の易有効水分保持能

粗孔げき率が過大で易有効水分保持能が少ない(水もちが悪い)場合はベントナイトなどの粘土質の土壤改良資材を施用する。また、パーライト、泥炭などの保水性に富む土壤改良資材を施用する方法も有効である。

表2-20 水田転換畠および普通畠の土壤の好適な物理性

項目	条件	好適な数値
根群の活動を盛んにする 気相率	普通作物・野菜類	20%以上
	とくに好気的な作物	25%以上
	果樹	15%以上
根群の伸長に必要な粗孔 げき率	露地	10%以上
	施設	13~14%以上
	果樹	10%以上
根群の張りをよくするための土壤のち密度		20~22mm以下 (山中式硬度計)
根菜の商品価値を高く保つための土壤のち密度		18mm以下
露地野菜栽培の根域土層 の条件	固相率	50%以下 (火山灰土27%以下)
	粗孔げき率	20%以上
	ち密度	18mm以下
露地野菜の必要根群の 深さ	葉茎菜・果菜類	50cm以上
	短根性根菜類	60cm以上
	長根性根菜類	80cm以上
転換畠野菜における地下 水位の必要な深さ	葉茎菜・果菜類	50~60cm以上
	短根性根菜類	80cm以上
	長根性根菜類	120cm以上

表2-21 畑地における土壤生産阻害要因を改良するための対策

阻害要因	対策の種類		改良対策の概要
有効土層の深さ	客 土		粘土の客土
表層の厚さ	深 耕		大型トラクタによる深耕(プラウ耕)
有効土層の厚さ	土層改良		混層耕、心土破碎の実施
土地の湿り	排 水		明きよ排水、心土破碎
土地の乾き	畠地かんがい		畠地かんがい施設の整備
耕うんの難易、保肥力	有機物施用		堆肥など有機質の多量施用、腐植酸質資材、ゼオライトの施用
交換性塩基含量、酸度	土 づ く り 肥 料 の 施 用	石灰質肥料 苦土肥料	カルシウム、マグネシウムのバランスのとれた施用、カリ肥料の適正施用
可給態リン酸含量、リ ン酸固定力		リン酸質肥料 有機質資材の施用	リン酸質肥料、有機質資材の施用
傾 斜	傾斜の改善		自然傾斜の軽減、テラスの造成
侵 食	侵食の防止		簡易テラスの造成、マルチ、排水路整備、草生栽培、防風林、防風柵、防風垣などの整備

(静岡県土壤肥料ハンドブック, 2014)

(1) 土壌の化学性

土壌の化学性とは、pHや石灰、苦土、カリなどの土壌に含まれる養分などをひとまとめにしたものである。土壌のpH、EC、塩基含有量等は施肥などに影響を受けてすぐに変化するが、塩基交換容量やリン酸吸収係数は短期間ではありませんり変化しない。塩基の施用に関しては、塩基飽和度、塩基バランスに注意する必要がある。塩基飽和度は土壌pHと関係が強い。

a pH、電気伝導度 (EC)

表 2-22 作物別の好適 pH

作物名	好適範囲	作物名	好適範囲	作物名	好適範囲
あおうり	6.0～6.8	しろな	6.0～6.5	ねぎ (根深ねぎ)	5.8～7.0
アスパラガス	6.0～7.0	すいか	5.5～6.5	ねぎ (葉ねぎ)	6.0～7.0
いちご	5.5～6.5	だいこん	5.5～6.5	はくさい	6.0～6.5
インゲン	5.5～6.8	大豆	6.0～7.0	ばれいしょ	5.0～6.5
エンドウ	6.5～7.0	タバコ	5.5～7.5	ピーマン	6.0～6.8
かぶ	5.2～6.5	たまねぎ	5.5～6.5	ふき	5.5～6.5
かぼちゃ	5.5～6.5	ちんげんさい	6.0～6.5	プロッコリー	5.5～6.5
カリフラワー	5.5～6.5	テンサイ	6.5～8.0	ほうれんそう	6.0～7.5
かんしょ	5.5～6.8	スイートコーン	5.5～6.5	みずな	6.0～6.5
キャベツ	6.0～6.8	トマト	6.0～6.5	メロン	6.0～6.8
きゅうり	5.5～6.5	なす	6.0～6.8	やまいも	5.5～6.5
こまつな	5.5～6.5	なばな	5.5～6.5	ラッカセイ	5.3～6.6
さといも	5.5～6.5	にら	6.0～6.5	レタス	6.0～6.5
しゅんぎく	6.0～6.5	にんじん	5.2～6.5	れんこん	5.5～6.5

表 2-23 土壌塩類濃度に対する耐性の目安

耐性	電気伝導度EC (dS/m) の範囲	野菜の種類
強い	1.0～1.5	茎葉菜類(レタス、ねぎ類を除く)、だいこん、かぶ
中程度	0.5～1.0	なす、トマト、きゅうり、ピーマン、スイートコーン、ねぎ類、にんじん、れんこん、いも類、すいか、メロン、あおうり
弱い	0.3～0.5	さやえんどう、えだまめ(黒大豆)、さやいんげん、レタス、たまねぎ、いちご

表2-24 濃度障害が発生する土壤のECと土性との関係（土1：水5, dS/m）

土の種類 (土性)	適正EC値		生育障害の起こるEC値		枯死限界のEC値	
	きゅうり	トマト	きゅうり	トマト	きゅうり	トマト
砂土	0.3~0.8	0.3~0.8	1.3~1.6	1.3~1.8	1.6~2.2	1.8~2.2
沖積埴壤土	0.5~1.0	0.7~1.3	1.6~2.3	1.8~2.3	2.3~2.9	2.3~3.3
腐植質壤土	0.7~1.5	0.9~1.7	2.1~2.8	2.1~2.8	3.5~	2.8~

注) 土性によっても障害が発生するEC値は異なる。

表2-25 pHおよびECによる施設土壤の類型と改良対策

pH(H ₂ O)	EC(1:5)	
	高 い	低 い
高 い	肥料や有機質資材の多施用により養分が過剰になっている。土壤診断に基づく減肥と除塩対策を実施する。	塩基成分が多く窒素が少ない場合が多い。硫酸根を含む肥料(硫安、硫酸カリなど)を用いて酸性物質と塩基類のバランスをとる。硫黄華やピートモスによる酸度矯正も可能である。
	硝酸、硫酸、塩素など酸性物質が過剰となっている。石灰質肥料による酸度矯正効果は少ない(硝酸、塩素が多いときはかえってECを上昇させる)。窒素肥料が過多になつてないかに注目し、減肥、多灌水栽培、除塩の順に実施する。硫酸根は水では除去しにくいが、熱水を用いると除塩効果が高い。	全体に肥料不足となっている。塩基飽和度が低く、かつ窒素量も少ない。土壤診断に基づく施肥と有機質資材の施用が必要である。

pHの矯正には石灰質資材を中和石灰曲線やアレニウス表に基づき施用量を決定するが（第3章1(2)参照p102）、一度に多量に施用すると野菜の生育不良を起こす可能性があるので注意する。石灰資材の施用時期は、春に定植する野菜の場合は前年秋を基本とし、遅くとも定植の1カ月前までに施用する。一回の施用量は200~300 kg/10aを限度とし、これ以上施用する場合は複数回に分けて施用する。定植の30日前頃に施用する場合は、一回の施用量を少なくする。

リン酸や交換性塩基（石灰、苦土、カリ）の施肥についても同様で、一年目の水田転換や遊休地を活用して野菜を生産する場合、目標とする数値に近づけるため多量に施肥しがちではあるが、野菜に悪影響を与える場合がある。石灰やリン酸、交換性塩基を一度に多量に施肥した場合、塩基間のバランス

が崩れ拮抗作用による吸収抑制が生じたり、局部的に生じる高pHによりマンガン、鉄、ホウ素などの不溶化が生じることがある。また一時的に土壤溶液の浸透圧が高まることで微生物活性が抑制され、硝酸化成速度が低下することがある。堆肥等の有機物を施用すると弊害を緩和する方向に働くが、それ以前に一度に多量の施肥をしないことが肝要である。

イ 水田転換畠における注意点

(7) 水田転換畠の特徴

a 地下水位

水田はもともと地下水位が高い場合が多く、酸素要求量が大きい畠作物を栽培すると、しばしば湿害が発生する。したがって、転換畠では明きよなどの排水対策による湿害回避が必須条件となる。ほ場条件によっては、湿害に強い作物の選択や高うね栽培などが必要となる。

表2-26 野菜の適正地下水位

作 物 名	適正地下水位(cm)
れんこん	通常、湛水条件下で可。
さといも、ねぎ	20cm以下でも収量性は確保できるがサトイモでは20~40cm、ネギでは15~60cmで高収量となる。
なす、スイートコーン	25cm以下で正常に生育する。
レタス、トマト、きゅうり	30cm以下で正常に生育するが、キュウリは高いほど多収。レタスは60cm以下で玉揃いが悪くなる。トマトは60cm以下で尻腐れ果が増加する。
いんげんまめ、ピーマン、すいか	30cm以下で正常に生育する。ピーマンは地下水位が高いところほど疫病が多い。
はくさい、かぼちゃ、いちご、かぶ、えだまめ	30cm以下で正常に生育する。
にんじん(春まき)、ばれいしょ、たまねぎ、やまのいも、キャベツ、らっかせい	40cm以下で正常に生育する。
にんじん(夏まき)、ほうれんそう、カリフラワー、かんしょ、メロン	60cm以下で正常に生育し、品質も安定する。
ごぼう、だいこん、ながいも	1m以下で正常に生育する。ゴボウ、ダイコン、ナガイモは硬盤が存在しないことも必要

(農林水産省, 1987を改変)

b 物理的性質

水田では機械の大型化の影響で耕盤層が形成されていることに加え団粒構造の発達が不十分であり、畑作物の栽培においては排水性が不十分であることが多い。排水不良の場合は明きよや弾丸暗きよの施工、心土破碎、堆肥等の有機質資材の施用により排水性を改善する。

水田からの転換により土壤は酸化的になり、その程度は転換期間が長いほど進行する。土壤中の鉄が2価から3価に変わるために従って、土色は暗褐色から明褐色に変化する。土壤の構造は単粒構造からしだいに団粒構造に変わり、透水性、通気性が増し保水力が低下する。

c 化学的性質

水田では灌漑水からの養分の補給、還元化によるリン酸の可給化などにより比較的肥沃である。転換畑では微生物の働きが活発になり有機物の分解が促進され、無機態窒素の増加が見られるが、放置すると地力が消耗するため肥沃度は低下に向かう。

また、塩基類が溶脱するため土壤の酸性化が急速に進む。これは肥料に含まれる硝酸態窒素や硫酸根は溶脱の際に石灰や苦土などの塩基を随伴して流失することが原因である。土壤が酸性に傾くと鉄、マンガン、ホウ素などの微量要素が溶出しやすくなり、これらの過剰症が出やすくなる。

d 生物的性質

転換畑では酸化的条件になるので、微生物層も嫌気的な条件化の水田とは大きく異なる。転換当初の場合は根粒菌が少ないことが多く、ダイズやマメ科作物を栽培するときは根粒菌の接種を行うか、窒素肥料の施用で補う必要がある。また、硝酸化成菌も少ないことがあるので、土壤の乾燥促進とともに堆肥の施用が効果的である。

表2-27 水田と畑の微生物相の特徴

微生物の種類	水田土壤	畑土壤
細菌	嫌気性細菌(脱窒菌、メタン生成菌など)が多い	好気性細菌(硝酸化成菌など)が多い
糸状菌	少ない	多い
放線菌	少ない	多い
センチュウ	少ない	多い
土壤病害	少ない	多い
雑草	少ない	多い

ウ 水田転換畑の土壤改良対策

水田を畑として利用するためには、排水を中心とした対策が必要であるが、転換にともなう土壤の変化や土壤の種類によって対策の内容は異なる(表2-28)。

(ア) 転換1年目

- a 地下水位を30cm以下(対象作物によっては50cm以下)に保つため、明きよ(必要であれば暗きよ)の施工を行う。また、排水溝の整備により表面排水の促進を図る。
- b リン酸吸収係数の少なくとも2.5~3%相当のリン酸質肥料を施用する。
- c 栽培品目の適正なpHになるよう石灰質肥料の施用を行う。
- d 土壤の团粒化を促進するため有機質資材の施用を行うが、当初は微生物相が貧弱があるので、良質な完熟堆肥を施用する。

(イ) 転換2年目以降

- a 年数が経過するにしたがって地力の消耗が進むので、堆肥や有機質資材を施用する。
- b 塩基類の流亡が進行するので、石灰質肥料や苦土質肥料の施用を行う。
- c 土壤が常に酸化状態にあるとリン酸の固定が進むので、リン酸質肥料を施用する。
- d 深耕により有効土層を増加させ、通気性、排水性の改良を行う。

(ウ) 微生物相改善の考え方

種々の微生物資材が市販されているが、自然状態での微生物相は極めて多様であり、特定の微生物の接種によって改善を図ることは困難である。通気性、土壤反応、基質の補給(微生物のエネルギー源となる有機物など)などにより、土壤条件の改善を図ることが微生物相改善の近道である。

表2-28 土壤の種類別にみた転作水田での転換対策

土壤 類型	畑利用の可能性		必要な転換対策					
	個別	集団	排水溝	すき床層 の軟化	捕水 きよ	弾丸 暗きよ	心土 破碎	その他
多湿 黒ボク土	可	可	必要	必要	条件付	条件付	一	高うね
黒ボク グライ土	難	可	必要	一	必要	必要	一	高うね
灰色 台地土	条件付	可	必要	必要	一	必要	一	一
黄色土・ 赤色土	可	可	必要	条件付	一	必要	必要	一
灰色 低地土	条件付	可	必要	必要	条件付	必要	必要	遮水壁
グライ土	条件付	可	必要	必要	必要	必要	必要	深耕・ 高うね
黒泥土	条件付	可	一	一	必要	必要	一	高うね
泥炭土	条件付	可	一	一	一	一	一	客土

条件付： 条件付で可能、もしくは条件付で必要

工 普通畑における注意点

(ア) 土壌侵食対策

畑土壤は水田転換畑に比べ土壌侵食を受けやすい。土壌侵食には風による風食、水による水食がある。風食は3m/秒以上の風が連続して吹く条件下で起こり、北海道、岩手県、栃木県の畑作地帯で発生が多い。水食は傾斜地の畑で発生しやすく、雨水や融雪水が薄い層状に流れて表面を一様に侵食する面状侵食、小さな溝状に侵食するリル侵食、リル侵食が放置され小さな溝が谷状の溝に発達したガリ侵食がある。水食の発生と進行には気象因子（降雨の量、強度、継続時間）、地形因子（傾斜の緩急、斜面長の長短、斜面の方向）、土壌因子（雨水の浸透性、流去水の掃流力に対する抵抗力）が関連する。

風食対策には防風林や防風網の設置が有効である。傾斜畑での水食対策には、雨滴による土壌分散の回避、雨水の浸透性向上、地表を流れる流去水の制御が基本である。具体的な手法としては等高線栽培（等高線に沿って畝を立て作物を栽培する方法）、牧草帯の設置（畑作物15～20mごとに1～2mの牧草帯を設置）、作付体系の改善（侵食しやすい裸地状態を避ける）がある。牧草帯の設置や作付体系に緑肥を導入して裸地状態を避けることは、すき込み後に耐水性団粒の生成促進、地力増進にも効果がある。

(イ) 黒ボク土での注意点

黒ボク土は関東以北や九州の火山の東側に位置する台地・丘陵地などの緩傾斜地に広く分布する土壌である。本県では主に但馬に分布し、但馬では神鍋山のある豊岡市日高町、鉢伏山周辺の養父市関宮町と八鹿町、北播磨では西脇市、多可郡を流れる杉原川の河岸沖積地、西播磨では市川の上中流の神崎郡、姫路市北部、揖保川上流の宍粟市一宮町の河岸沖積地、淡路では南あわじ市三原町と南淡町の中位段丘に分布している。

黒ボク土は一般的に非晶質アロフェンという粘土鉱物で構成されており、ケイ酸が少なくアルミニウムが多い。表層ではアルミニウムに腐植が結合して団粒構造を形成している。軽い土壌で透水性などの物理性に優れるため野菜栽培には適しているが、リン酸を強く固定するのでリン酸欠乏が発生しやすい。土壌のリン酸吸収係数が1,500以上の土が黒ボク土に分類される（三次案）。リン酸肥料を施肥することにより土壌物理性を活かした生産性の高い畑土壤へ改良することができる。

黒ボク土は塩基成分の保持力が弱く酸性化しやすい。土壌が酸性化すると活性アルミニウムの溶出が増加してリン酸固定力が増すため、石灰質資材の施用により適切なpHを維持する。

オ 施設土壌の特徴

(ア) 化学的性質

施設栽培では高収益性の作物が連続的に栽培され、高度な土地利用が行われている。当然、施肥量や堆肥の施用量も多くなる。さらに施設内では降雨

の影響が少なく、しかも高温となって水分の蒸発散量も多くなる。これにともなって毛細管現象で土壤水分の動きは上向きとなり、土壤中の養分は溶脱することなく土壤の表層に集積しやすい。肥料や堆肥に由来する硝酸イオンや硫酸イオンはカルシウム、カリウム、マグネシウムなどの塩基類と結合して塩となり、土壤表面に析出することもある。このような土壤ではECが高く、作物の生育は不良となる。

また、施設内は換気が悪いため多量の窒素肥料や未熟有機物を施用すると、アンモニアや亜硝酸がガス化して作物に障害を与えることがある。

(イ) 物理的性質

施設土壤では物理性はあまり問題にならないが、水田埋め立てなどの造成地に作られた施設では、造成時の大型機械の踏圧により硬盤が形成されて物理性が悪化しているほ場がある。また、水田転換畠を利用した簡易施設では、水田転換畠と共通の問題点が見出される。

堆肥等の有機質資材の施用は土壤団粒の発達を促し、排水性および保水性の改善に役立つが、過剰に運用した場合は有機物中の疎水基が水をはじき生育不良となることがあるので注意する。土壤撥水による生育不良は熱水土壤消毒、太陽熱消毒の際に、土が乾きすぎることで発生しやすく、①腐植が多い、②砂質土壤では発生を助長する。土壤消毒の際に含水率15%程度に保つことで撥水による悪影響を抑制することができる。

力 施設土壤の改良対策

(ア) 除塩対策

塩類が集積した土壤では塩類除去対策が必要となる。灌漑水量を増加する程度ではある程度の障害の軽減にはなっても根本的な解決にはならない。除塩の方法については以下のものがある。

a 水による除塩

塩類が集積しやすく、また連作により障害が発生しやすい施設栽培地帯において施設に水をためる湛水処理が行われている。湛水処理による除塩の効果は塩類の水への溶けやすさによって変わるために、成分によって効果が異なる。EC、硝酸態窒素を下げる効果が大きく、次いでカリに対して効果が大きい。リン酸、石灰、苦土に対する効果は少ない。湛水除塩では地下水などへの影響が懸念される地域では注意が必要である。

b クリーニングクロップによる除塩

土壤中に集積する塩類のうち、その大部分は作物養分でもあることから、洗い流してしまうよりは作物に吸着させる方が環境負荷の観点からは望ましい。そこで、休閑期を利用して吸肥力の強い作物を栽培し、残った成分を吸収させる方法が行われている。

最も一般的なのは、有機物源として休閑期にイネ科作物を栽培し、それを再び土壤に還元する方法である。生育が旺盛なソルゴーやトウモロコシ

などがよく用いられる。ソルゴーやトウモロコシは窒素、カリウムの吸収力が強く、クリーニングクロップとしての効果はEC、硝酸態窒素、カリにおいて現れやすく、リン酸、石灰、苦土では効果が劣る。

この方法は湛水除塩と同程度の効果が認められているが、イネ科作物の栽培期間が長く、収益性が低下してしまうなどの課題がある。

c 高炭素率有機物の施用による除塩

土壤に有機物が施用され、適当な温度と水分があると、土壤中の微生物の働きで、この有機物を分解する。このときの有機物中の成分組成は、微生物体に合成されるものとエネルギーとして消費されるものを合計すると窒素1に対して炭素15(土壤によって差がある)の比率が適当である。もしこの比率より炭素が多い時は、不足する窒素を土壤中からとるので、土壤中の窒素濃度は低下する。

ナタネかす、綿実かすなどは炭素率(窒素に対する炭素の比率)が6~7で、15よりもはるかに低い。したがって、分解により過剰の窒素は放出されることになる。これに対して、稻わらは炭素率が60前後と著しく高いために、土壤中の窒素が奪われることになる。ハウスのように土壤中に過剰の窒素が含まれているところで稻わらを施用すると大きな除塩効果が現れる。

d 天地返しによる除塩

土壤中の塩類は地表に近い層により多く集積し、作物の根に障害を与える。したがって、休閑期に深耕し、表層の塩類を下層に入れ、作土層の塩類濃度を下げる。この方法は施設内からの塩類除去には役立たないが、塩類が下層に混ざって希釀される効果は大きく、深耕によって水の縦浸透が良好となる。多量灌水した時に下層まで水が動くという副次的効果も重なって、作物の生育に好影響を与える。

e 耕土の取り替え

施設栽培での土壤管理の原点であるが、大規模経営においては、一部の温室メロン栽培などを除きほとんど不可能である。諸外国では土を動かさずに、逆にハウスそのものを動かす移動式温室も考えられているが、耕地の狭い我が国での導入は困難である。

f 热水処理による除塩効果

最も一般的に行われている除塩技術は水によるものであるが、水温が上昇すると一般に塩類の溶解度が高くなり、より高い除塩効果が期待できる。热水処理により、土壤のpHは高くなり、EC、硝酸態窒素、リン酸、塩素、硫酸根は低下する。土壤コロイド表面はマイナスの荷電であるため、陽イオンの養分は土壤に吸着しているが、陰イオンの硝酸態窒素などは流れやすい。热水処理には除塩効果以外に、病害虫防除効果や雑草防除効果が期待できる。しかしながら、热水処理により多量の硝酸態窒素などを作土層から取り除く場合には、地下水や河川等への環境汚染が懸念される。したがって、これからはその点も考慮に入れた热水処理量の設定が必要となる。

表2-29 热水処理が土壤の化学性に及ぼす影響

処理		土層	土壤の化学性					
温度	水量		pH	EC	硝酸態 窒素	リン酸	塩素	硫酸根
°C	l/m ²		dS/m	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	
無処理	—	—	6.8	1.4	28.0	7.0	14.4	244.3
90	50	上	7.2	0.58	1.1	5.9	2.1	87.9
		中	7.1	1.14	10.1	4.9	7.1	211.0
		下	6.8	1.6	67.9	6.6	17.5	266.7
90	100	上	7.4	0.22	0.24	5.8	2.4	19.2
		中	7.2	0.70	0.31	5.9	1.1	149.0
		下	7.1	1.3	0.18	4.7	10.8	255.3
90	200	上	7.5	0.16	0.00	4.6	0.39	4.0
		中	7.4	0.27	0.00	3.7	0.58	23.8
		下	7.2	0.64	0.05	2.3	0.87	78.2
80	100	上	7.4	0.23	0.33	5.7	1.1	29.6
		中	7.5	0.43	0.41	5.6	1.8	95.9
		下	7.2	0.92	0.53	4.5	7.0	242.5
30	100	上	7.0	0.59	16.0	6.6	1.9	59.0
		中	7.0	0.64	15.1	5.5	2.2	108.1
		下	7.0	1.2	14.4	4.2	10.7	283.4

使用土壤の水分含量：24.8%

土層 上：0～10cm 中：10～20cm 下：20～30cm

キ 施設土壤のガス障害

生ふん尿や未熟な堆肥、窒素成分が多い有機質肥料(鶏ふんなど)を多量に施用すると、土壤中で易分解性成分が急激に分解されて、アンモニアが生じる。土壤のpHがアルカリ性だと、アンモニアがガスとして揮散する。施設園芸ではガスの拡散が行われないため、窒素の無駄になるだけでなく作物の葉などに障害をもたらすことがある。また、露地栽培であっても畠全体にマルチングをした場合に、ガス化したアンモニアが植え穴付近から排出されて障害が発生することもある。この反応は有機物と尿素を多量に施用した場合に起こりやすい。

低温期で土壤水分が多く酸性が強い条件だと硝酸化成菌の活動が抑制され、亜硝酸ガスによる障害が出ることがある。やはり有機物と尿素の多量施用で起こりやすい。春先の施設園芸では要注意である(図2-7)。

(ア) 対策

- a 急激な分解によるアンモニアの発生は、高温期では約2週間で減少するので、C/N比が高い未熟有機物を施用した場合は播種または植付けまで充分期間をとる。これは尿素を多量施用したときも同様である。
- b 土壤pHを確認するとともに未熟な有機物を施用しない。
- c 亜硝酸ガスの害は施設のビニールに付着している露滴のpHを測定し(表2-30)、pHが5.4以下であれば炭カルなどで土壤の酸度矯正を行うか、硝酸化成抑制剤を施用する。
- d 亜硝酸対策としては、多量の灌水などで塩類を洗い流すのも有効である。
- e アンモニアガス、亜硝酸ガスとともに、換気が悪い施設内で発生する。窒素施肥の直後はとくに換気に注意し、障害の発生を未然に防止する。

表2-30 露滴のpHによる判定（高知農技研一部改変）

露滴のpH	判定
7.0以上	アンモニアの発生が優勢
7.0～6.2	窒素ガスの発生がないか、アンモニアと亜硝酸が同量発生。=障害は起こりにくい。
6.2～5.6	亜硝酸が発生し始めている恐れがある。
5.6～4.6	抵抗性が弱い作物では障害が出始める。
4.6以下	ほとんどの作物で亜硝酸ガス障害が発生する恐れがある。

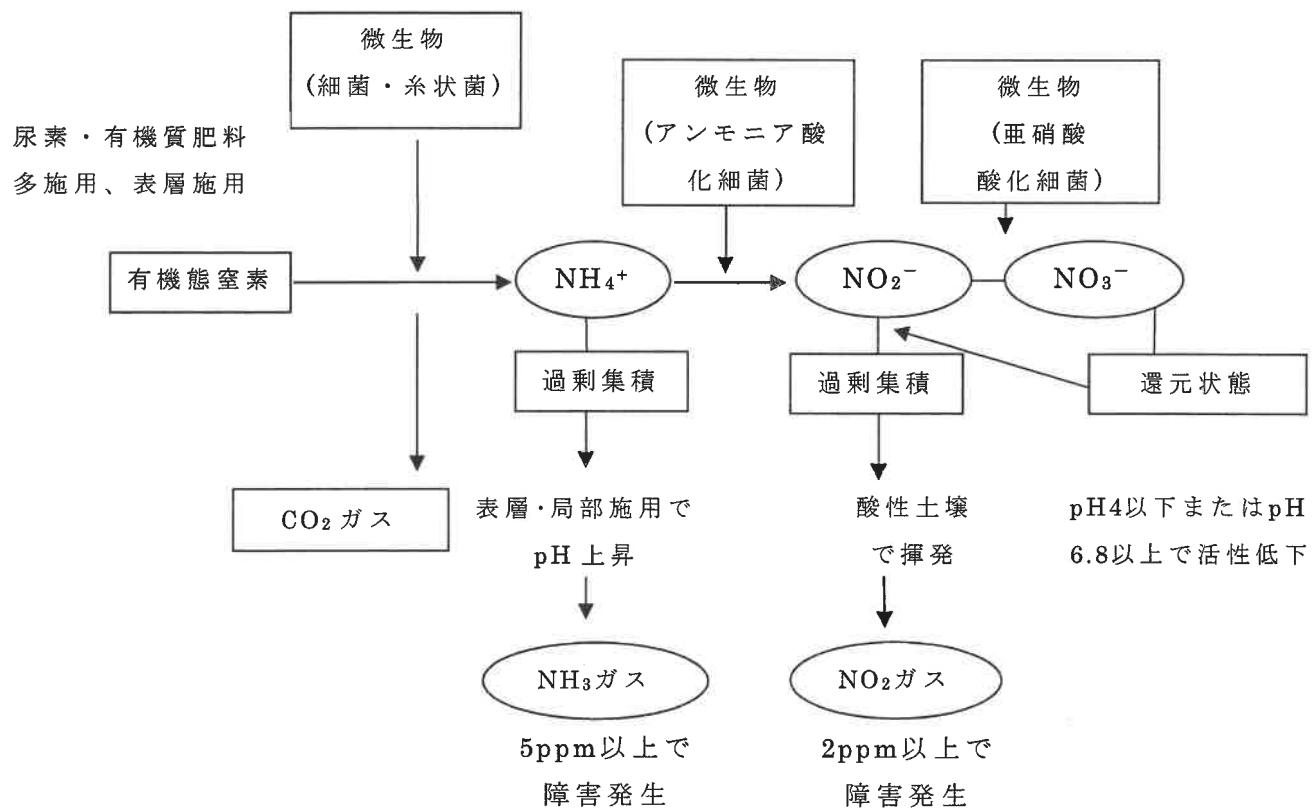


図2-7 アンモニアガス、亜硝酸ガスの発生メカニズム

(3) 果樹

ア 畑地

(7) 土壌の維持すべき状態

永年作物の果樹において高品質果実を安定生産するには、それぞれの樹種の物理的、化学的に適した土壌条件を維持する必要がある。近年、気象変動が著しく、果樹の生育や収量、品質への影響も大きくなっており、土づくりの重要性が増している。

土壌の深い部分の改良は苗木の植栽前でないと十分に実施できないことから、事前に土壌調査などを行って改良しておくことが望ましい。栽培開始後は栽培者の踏圧やスピードスプレーヤー、運搬車など機械類の走行による土壌の圧密化により、経年的に物理性が不良となりやすい。このため土壌や地上部の生育状況を観察して、部分的な改良を計画的に行う。

一方、近年堆肥等の有機質資材の利用が増えていることから、土壌 pH が適正值より高くなり、リン酸やカリが過剰になる事例もみられる。このため生育状況の観察や定期的な土壌診断を行い、合理的に施肥することが重要である。

表 2-31 土壌の維持すべき目標値

項目	ぶどう	いちじく	くり	なし	かんきつ
主要根群域の厚さ (cm)	30 以上	30 以上	40 以上	40 以上	30 以上
根域の厚さ (cm)	50 以上	50 以上	60 以上	70 以上	60 以上
地下水位 (cm)	80 以下	100 以下	100 以下	100 以下	100 以下
ち密度 (mm)	20 以下	22 以下	22 以下	20 以下	20 以下
粗孔隙 (%)	12 以上	15 以上	15 以上	10 以上	15 以上
腐植 (%)	2 以上	3~5	2 以上	3 以上	2 以上
pH (H_2O)	6.0~7.0	6.0~6.8	5.0~5.5	5.5~6.5	5.5~6.5
塩基飽和度 (%)	70~100	80~95	35~50	50~70	50~80
石灰／苦土当量比	3~6	3~6	4~7	6~6.5	4~8
苦土／カリ当量比	2 以上	2~4	2~5	2 以上	2~6
可給態リン酸 (Truog 法) (mg/100g)	10 以上	30~50	5 以上	20 以上	20 以上

注) 果樹園の土壌診断基準(果樹試験場 1985)から、イチジクの主要根群域と根域の厚さ以外は愛知県、福岡県の土壌診断基準から。

(1) 土づくり

a 家畜ふん堆肥の施用方法

果樹園土壤における良質の家畜ふん堆肥の利用は土壤の物理性、化学性、生物性の改良に有効であり、コスト的にも望ましい。しかし、堆肥施用により施肥量が適正量を超えた場合、特に窒素過剰は新梢の徒長や果実品質の低下、病害の発生、耐凍性の低下などを招く。このため、堆肥の施用量に合わせて化成肥料などの施用量は削減する必要がある。

堆肥施用は基本的に作業時間に余裕があり、樹体の休眠期である冬季を中心に行う。堆肥中の成分の無機化は気温が上昇する夏季に盛んになるため、この時期に成熟期を迎える樹種では施用時期や量に留意する。また、施用は深耕や中耕と合わせて行い、根域土壤と混和することが望ましい。この場合、既存樹の断根量が多くならないように注意する。

表 2-32 有機質資材の施用方法

樹種	施用法	施用量	備 考
ぶどう	10~12月	1~2t/10a	
いちじく	12月	1~2t/10a	
くり	1~2月	2~3t/10a	
なし	10月下旬~11月中旬	2~3t/10a	
かんきつ	1~2月	2~3t/10a	

注) 牛糞堆肥の施用を基本とし、他の資材の場合は成分含量、肥効率を考慮して施用量を決める。

【留意事項】

家畜ふん尿にオガクズを混合した場合は、十分に腐熟して堆肥化したものを使用する(6か月程度堆積発酵したものがよい)。

鶏ふんは肥料効果が高いので、土づくり資材よりむしろ肥料として利用する。

注) 果樹園の土壤診断基準(果樹試験場 1985)から、イチジクの主要根群域と根域の厚さ以外は愛知県、福岡県の土壤診断基準から。

b 草生栽培

樹冠下に特定の草種や雑草を生育させることにより、その有機物の土壤への還元と草の根群により物理性の改善を図る。また、傾斜地に多い果樹園では雨による土壤、特に表層の肥沃な土壤の流亡防止にも役立つ。

反面、果樹との養水分の競合や病害虫の発生を助長する事例もあり、注意して管理する必要がある。その対策として樹冠下や樹幹周辺を清耕として他を草生とする部分草生を行い、刈草等を樹冠下にマルチする方法がある。



写真 2-2a 生育期のナギナタガヤ



写真 2-2b 枯死後のナギナタガヤ

表 2-33 草生栽培の主な草種の特徴

草種	草高 (cm)	乾物生産量 (kg/10 a)	管理	特徴
イタリアン ライグラス (イネ科)	高	400~600	播種 3~4月および9月中旬~11月上旬、播種量 3~4 kg/10 a	低温や多湿でも生育、倒伏しにくい。
ナギナタガヤ (イネ科)	中	400~500	播種 9月中旬~10月下旬、播種量 2~3 kg/10 a	5月頃枯死し、倒伏、マルチ状となるが滑りやすい。
ヘアリーベッチ (マメ科)	中	300~600	播種 9月中旬~11月上旬、播種量 3~5 kg/10 a	窒素固定 (10~15 kg/10 a)、アレロパシーで雑草抑制、日陰でも生育、湿害に弱い、つる性で作業の妨げとなる場合もある。アザミウマ類の発生に注意する。

注) 草高: (中) 30~50 cm (高) 50 cm 以上

c 深耕の実施（有効土層の確保）

降水量の変動が著しい気象条件で高品質安定生産を図るには、各樹種に必要な有効土層を確保、維持することが重要である。逆に岩盤や鉢床等があり根群が浅い場合には干ばつの影響を受けやすい。また、造成地では不透水層があり、地下水位が高い部分では生育が不良となり果実収量や品質も劣る。そのため深耕により土壤を軟らかくし、孔隙率（気相+液相）の高い状態を維持して、根群の発達を促す。

植付け前には十分に深耕を実施できるが、定植後は既存樹の根を多く切断すると生育への影響が大きくなるので、数年計画で部分的（タコツボ状、放射状、条溝）に実施することが望まれる（図2-8）。また、深耕の効果を維持するには有機質資材や改良資材（パーライトなど）も投入する。

深耕はトレンチャ―、油圧ショベル、オーガーなどで行う。なお、水の確保が可能であれば動力噴霧機（ 25 kg f/cm^2 以上）と専用ノズルを用いたボーリング処理が排水性の確保等に効果的である

（樹冠面積 1 m^2 当たり1穴、処理後は改良資材を投入する）。



写真 2-3 ボーリング処理

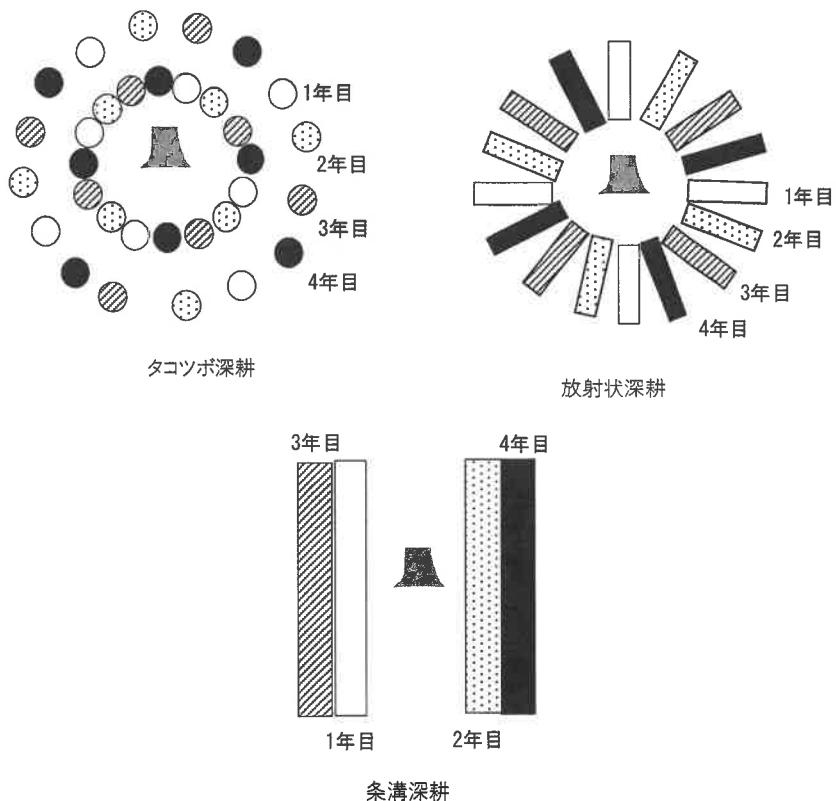


図 2-8 深耕の方法（例）

d 排水対策

畑地や山林でも部分的に排水不良の場所や伏流水が地表近くを流れる場合がある。また、造成地では場所により岩盤があり、重機による圧密化で不透水層ができる場合があり、排水対策が必要な場合がある。排水対策は、次の水田転換園の項を参考に実施する。

イ 水田転換園

果樹園土壌としての重要な条件は、排水がよく適度の保水性があり、根が深くかつ広範囲に分布できることである。果樹の生育や生産性は表土の種類や性質より、下層土の状態に左右され、ほとんどの果樹は排水不良、すなわち湿害に弱い。そのため、湛水することを前提に鋤床層を突き固めた水田土壌は、基本的に果樹栽培に向きである。しかしながら、いちじくのようにそのほとんどが水田転換園に植栽されている種類もあり、増加する転作や各地の地域活性化の動きの中で、果樹園としての取り組みが必要とされる事例も数多く出てきている。こうした中、安定生産のためには、できる限りの排水対策を取ることが重要である。

(7) 排水不良の原因とチェックポイント

a 土壌の性質による排水不良

土壌は種類によって透水性が異なる。一般に粘土質土壌は排水が悪く、砂質土壌は排水がよい。表 2-34 は触感による土壌種類の判断基準を示したものである。砂土、壤土では、ほ場周囲の排水条件を整備すればよいが、粘質の埴壤土、埴土では、直接ほ場に何らかの排水対策を取らなければならない。粘質土の多い兵庫県ではこのような条件がかなり多く、果樹園の開園には何らかの排水対策が必要である。

表 2-34 土壌の種類と触感判断

種類	触感判断
砂土	ざらざらとした触感があり、粘りがない
砂壤土	ざらざらしているが粘りもある
埴壤土	粘りが多く、指間に抵抗を感じる
埴土	こねるとひも状に細長くなる

b 地形による排水不良

干拓地などの標高の低い水田は概してほ場の地下水位が高く、排水が悪い。これに対して傾斜地水田は下流に自然排水できる地形であるため、一般に排水がよい。しかし、伏流水が地下にある場所などでは湧水がひどく、排水が悪くなる。山に囲まれた谷地田などでよく見られる。

c 周りのほ場条件による排水不良

ほ場の周囲が水田に取り囲まれ、周囲の水田から水が浸入してくる場合がある（写真 2-4）。また、ほ場に接した排水路の水位が高い場合や、極端な場合では流れ出る水路が全くなく、排水が不可能なほ場もある。周囲のほ場もよく観察しておく。



写真 2-4 上段の水田から園内に浸入した漏水

d 基盤整備による排水不良

基盤整備時の各種機械の走行による土壤の踏み固めやキャタピラ、車輪による土壤の練り返しは、物理性と透水性を悪化させる。ほ場基盤整備後、すぐに開園する場合には特に注意を要する。

(1) 排水対策の種類と留意点

水田転換園における排水方法を検討する場合、まず、園内の水が速やかに園外に排出されることが基本である。園外の周囲に必ず排水路が確保できるか、園の排水口の高さより低い位置（20cm以下）に排水路があるかを十分に確認する。水田転換園の排水口は稻作用では浅すぎる。園の畝の谷や排水溝、明きよの深さに合わせて排水口を作り直す必要がある。



写真 2-5a 園外縁部に掘られた明きよともにいちじく園

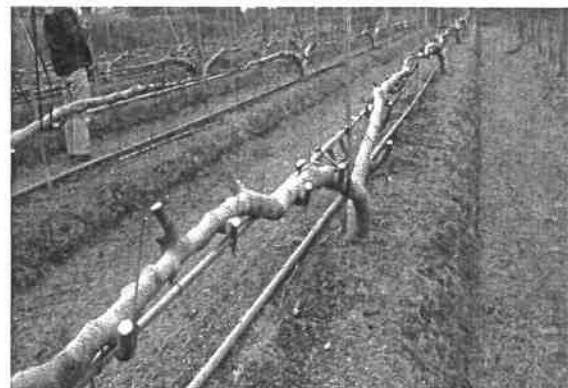


写真 2-5b 高畝栽培の例

まわりが水田で囲まれていると、伏流水によって地下水位が上がる。水の浸入を遮断する明きよ（承水溝）^{じょうすいこう}を園の外縁部に掘っておく（写真 2-5a）。さらには高うねとし、うねの谷も排水路として使用する（写真 2-5b）。粘土質のほ場で、排水不良となりやすい地域では特にうねを高くし、客土するなど有効土

層の確保に努める。

再度水田に戻すことが視野にある場合には、これらの高うね、明きよのみで対応するが、そうでない場合にはできるだけ暗きよを設置しておきたい（写真2-2(3)の7）。

暗きよの設置は、まず溝を各うねの直下にトレッチャなどであっすぐに勾配をつけて掘り、そのまま園外に水が排出できるようにする。深さは排水路の水位にもよるが、うねの表面から60～80cm程度欲しい。溝の底には碎石を敷き詰め、その上に排水管を並べる。排水管に使用する資材は直径5～10cm程度のコルゲート管や塩ビ・ポリ有孔管が耐久性に優れる。排水管のまわりには目詰まりしないように碎石や荒砂を敷き詰め、さらに土壤改良資材を入れた真砂土などで埋め戻す。

一般的にはまず明きよによるほ場排水を検討し、それでも不十分な場合に暗きよ排水を考える。しかし、排水の悪い本県のような土壤では、最初から暗きよを設置することが望ましい。また、明きよや暗きよの効果を高めるためには、地域排水の取り組みも重要である。果樹においてもほ場を団地化することが望ましい。



写真2-7 暗きよ、明きよを整備したイチジク園

(ウ) その他の留意点

a 開園前の土壤管理

植え付け後の土壤改良は困難なので植え付け前の11～12月に10a当たり3～10tの完熟堆肥と苦土石灰を10a当たり200～300kg、ようりんを100kg程度すき込む。なお、ブルーベリーは酸性土壤を好むため、これらの資材は施用せず無調整ピートモス（pH4.0前後）を株当たり約100L、土壤pHが6以上なら硫黄華を10a当たり60kg程度施用する。

完熟堆肥の投入はカキなどでは多めでもよいが、徒長しやすいいちじく、

大粒系ぶどう、ももなどは施用しないか控えめにする。これらの樹種では鶏糞などの窒素肥料も避ける。

水田転換園の場合、開園時には乾土効果により地力窒素の発現量が顕著に増加するため、多くの樹種は開園後数年間、徒長気味の生育をすることが多い。そのため、石灰質資材以外の肥料はほとんど不要である。

再度水田に戻さなければ水田の耕盤を破り、60 cm程度に有効土層を深めておく。これを「床破り」といい、明きよ、暗きよの施工時にあわせて行う。床破りには大型バックホーを使用するが、ブルドーザーは心土が締まるので不適当である。また、下層土は酸性土壤のため苦土石灰、ようりんはやや多めに施用する。上層の作土と下層の心土を反転することは、生育が悪くなりやすいので避けるべきである。

b 開園後の土壤管理

(a) マルチ

水田転換園の果樹は総じて根が浅くなりやすいため、敷わらなどでマルチする。敷わらは土壤の乾燥防止、夏季の地温上昇の抑制による根の老化防止、雑草抑制、雨滴のはね返り防止による病害の発生予防、有機物の補給などの効果がある。ただし、あまり早春からマルチすると地温の上昇抑制による生育遅延、凍害を招く。また、根がさらに浅くなり、かえって乾湿の変動に弱くなる危険性もある。近年稻わらの確保は難しいが、できれば 1.5~2 t/10a 程度は投入したい。

(b) 客土

有効土層が少ない園や樹勢の衰えた園では、山土を客土する。冬季、基肥施用後に 10~20t/10a 程度、畝の上に投入する。これを 3 年程度継続する。山土は森林の表土など粗大有機物の多い場合は、白紋羽病などの危険があるので利用を避け、代わりに真砂土などを使う。これらの土壤も酸性である場合が多いため、苦土石灰を 10 a 当たり 200~300 kg、ようりんを 100 kg 程度すき込む。

(c) 表面耕起

いちじくなどは断根への影響を懸念してあまり中耕は行われないが、栽培年数が経つにしたがって畝が踏み固められ、土壤の物理性は悪くなる。また、石灰の施用によって表層のみ pH が高くなる。そこで樹勢の衰え始めた園を対象に、休眠期の 11 月下旬~2 月、畝の肩の部位を中心に表面耕起を行い、完熟堆肥(2~3 t/10a)、腐熟した稻わら(マルチ材料)や土壤改良資材(苦土石灰約 100 kg/10a、ようりん約 40 kg/10a)を同時にすき込む。

耕起する深さは 10 cm 程度とし、主幹近くは太い根を傷めるので避ける。太い根を切った場合は、せん定バサミで切断面を切り戻し、なめらかにして新根の再生を促す。畝の片側を 2 年に 1 回交互に耕起し、1 樹当たりの断根量は 20% 程度にとどめる。耕起後は再度谷上げを行って元の高畝に戻す(図 2-9)。