

(13) ガス障害の発生と対策

1) 発生原因

ア. アンモニアガス

有機質肥料や未熟な有機物を多量に施用した場合、有機物の分解によって生成したアンモニアが土壌中にたまるが、土壌のpHが高い場合や施設内の温度が急激に上昇した場合にアンモニアがガス化する。アンモニアガスは作物の気孔から体内に入って、細胞の酸素をうばうため、被害が急激で被害葉は黒ずんで萎凋する。また、アンモニア態窒素を含有する肥料を多量に施用し、さらに石灰質や苦土質のアルカリ性肥料を混合した場合にもアンモニアがガス化する。

イ. 亜硝酸ガス

土壌中では、有機物は分解してアンモニアにかわり、さらに亜硝酸菌、硝酸菌によって速やかに硝酸に変化する。一般には亜硝酸ガスは発生しないが、施肥量が極端に多い場合、土壌が酸性の場合には亜硝酸を硝酸にする硝酸菌の作用がスムーズに行われないので亜硝酸が土壌中にたまる。この場合、硝酸がたまって土壌が酸性になったり、ハウスの温度が上昇したりすると亜硝酸がガス化するため障害が発生する。

2) ガス障害の症状

症 状	作物別の症状と発症事例
アンモニアガス	
1. 障害は急激に発生する。中・下位葉に障害を受ける場合が多く、新葉部の障害は少ない。また、下位葉は落葉を伴う場合が多い。	[ナス]下葉から黄化、落葉するが、黄化と共に葉脈間が茶褐色になる。障害が激しいときには、障害部が脱水状態となり、白化する。
2. 被爆直後は、葉縁部及び葉脈間の水浸状態が明瞭で、亜硝酸ガス障害と区別できる。	[イチゴ]葉全体が黒ずんで枯死する。
3. 被爆後、太陽に当たれば障害部が白化する。この白化は、アンモニアガスでは黄色または褐色味が残るのに対し、亜硝酸ガスでは漂白されたように白化する。	[トマト]葉の表、裏とも褐変する。障害部は湿潤性を帯びるため、疫病に類似している。
4. 土壌pHが7.5以上の施設で発生しやすい。	[キュウリ]葉脈間が白化しやすいが、亜硝酸ガスほどではない。
亜硝酸ガス	
1. 障害は急激に発生する。上位葉は障害を受けず、最も活動している中位葉に多く発生する。	[トマト、ピーマン、ナス]葉面に水浸状斑点が生じ、次第に白化するが、白化の境界は明瞭である。中位葉に障害を受けやすい。被害がひどいときには、葉に白斑が現れず、熱湯でゆでたように枯れる。
2. アンモニアガス障害と類似しているが、亜硝酸ガスの障害は水浸状が不明瞭であり、また漂白されたように白化するため、褐色味の残るアンモニアガス障害と区別できる。	[イチゴ]白斑が出ず、葉が黒ずむ。
3. 土壌pHが5以下の施設栽培で発生しやすい。	

3) ガス障害の対策

ガス障害に対する対策

- ア 1. 多量の肥料、有機物、アルカリ資材等を一度に施用することを避けるとともに、
ン 土壌のpHを微酸性に保つようにする。
- モ 2. ハウス内の温度が急激に上昇したときには特に発生しやすいので、ハウス内の換
ニ 気をよくする。
- ア 3. アンモニア態窒素は、酸化的条件下では比較的速やかに硝酸態窒素に変化する
ガ ので土壌は酸化的条件に保つようにする。
- ス 4. 作付前に土壌診断を行い、施肥量を決定することが望ましい。

ガス障害に対する対策

- 亜硝酸ガス
1. 亜硝酸ガスは、窒素肥料や有機質肥料が多く、土壌pHが5以下の酸化条件下で硝酸
化成菌の活動が低下することによって発生するので、多量の肥料や有機物等を一度に
施用することを避けるとともに、土壌のpHを中性付近に保つようにする。
2. アンモニアガス対策と同様、ハウス内の換気をよくする。
3. 硝酸化成抑制剤と石灰質資材の併用が効果的であるが、窒素が土壌中に多量に存在
するときの施用はアンモニアガス障害の発生を引き起こすことが考えられ、逆効果に
なることがあるので注意が必要である。この場合は、肥料を硝酸態窒素を含む肥料に
変えることにより回避できる。
4. 土壌の過乾、過湿などの条件で発生しやすいので、栽培条件に注意する。
5. 作付前に土壌診断を行い、施肥量を決定することが望ましい。

(静岡県土壌肥料ハンドブックを一部改変)

4) アンモニアガス障害および亜硝酸ガス障害の簡易判定

アンモニアガス障害か亜硝酸ガス障害かの診断は、表4-2-18のとおりハウス内の露滴のpHで判定でき、pHが7以上ではアンモニアガスが発生し、pHが5.6以下では亜硝酸ガスによる障害と判定できる。

表4-12-18 ガス害に対するハウス露滴pHによる判定 (高知農技研)

露滴pH	判定
7.0以上	アンモニアガスの方が優勢に発生している
7.0~6.2	ガスの発生がないか、または亜硝酸ガスとアンモニアガスがほぼ同量発に生している。被害はない。
6.2~5.6	亜硝酸ガスの方が優勢に発生している。警戒態勢に入る。
5.6~4.6	作物の抵抗性が弱い場合に亜硝酸ガスの障害を出す恐れがあり、pH 5.6になればガス発生防止対策を実施する。
4.6以下	ほとんどの場合、亜硝酸ガス障害を出す恐れがある。

(14) 塩害の診断と対策

塩害は、高潮、潮風害によって塩化ナトリウムを含む海水が農地に流入した場合のほか、施肥量が多い施設園芸で作物に吸収されなかった肥料成分がカルシウム、マグネシウム、カリウムの硫酸塩や硝酸塩として集積した場合、高濃度の塩分を含む灌がい水を使用した場合に発生することがある。土壌の塩類濃度や灌がい水中の塩素濃度を知る目安としては、測定しやすい電気伝導度（EC）を用いることが多い（図4-2-19）。

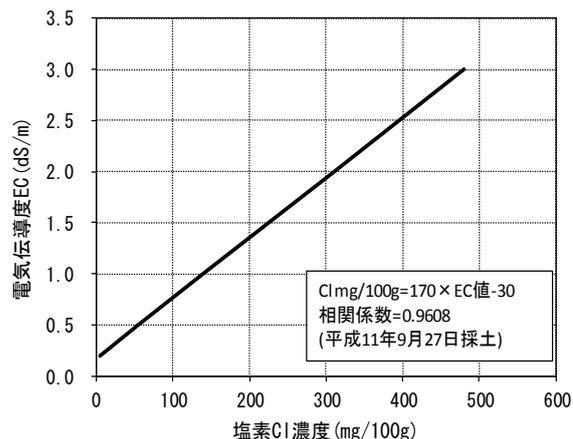


図4-2-19 塩素濃度とECの関係
1999年台風18号による塩害被害の対策に関する資料(熊本県)より作成

1) 塩害のメカニズム

塩害の主要因は、浸透圧ストレスによる吸水阻害とナトリウムイオンなどの過剰イオンによる他のイオンの吸収抑制に大別されるが、さらに、土壌pHの変動、微生物活性の低下、土壌還元促進、透水性の悪化など多様な要因が影響を及ぼしている。

2) 作物の塩害

除塩が必要な土壌中塩素濃度は水田の場合0.1% (Cl 100mg/100g)以上、畑の場合0.05% (Cl 50mg/100g)以上である(東日本大震災に対処するための農用地の除塩に係る特定災害復旧事業実施要綱、平成23年)。

ア. 水稻

水稻の耐塩性は中程度で、田植え後の土壌水中の塩素が0.1%以下であれば活着するが、0.13~0.16%になると活着が悪くなる。0.2%程度で分けつが少なく草丈も伸びず、葉色が濃くなる症状が現れ、0.25%になると葉先が巻いて白く枯れる。出穂を過ぎてから塩害に遭うと、籾の充実が悪くなる。0.3%になると収穫量がほとんどなくなり、0.4%を超えると枯死する。

表4-2-19 土壌水中の塩素濃度と水稻の塩害

土壌水中の塩素濃度	生育・収量
0.08~0.1%	生育正常(米田) 可視被害発現限界塩素濃度は土壌水中に活着期0.05%~0.07%、分けつ期0.07~0.1%(農業公害ハンドブック)
0.1%以下	15%減収(岩城、砂耕栽培)
0.13~0.15%	活着不良(米田)
0.20%	30%減収(岩城、砂耕栽培)
0.25%	葉先が白く枯れる。分けつ少、草丈小(米田)
0.3%以上	収穫皆無(岩城、砂耕栽培)
0.4%以上	枯死(米田)

米田茂男(1961)干拓地土壌に関する研究(第17報)伊勢湾台風による冠潮塩害について、岡大農学部学術報告、18、51~60
岩城鹿十郎(1959)作物の塩害に関する研究、日本作物学会紀事

イ. 麦

麦類は一般に塩害に強い作物であるが、塩害を受けた圃場では海水に含まれていた硫黄が酸化されて土壌pHが酸性になり、生育途中から酸性害を受ける場合がある。

ウ. 野菜類

野菜類は作物によって耐塩性に差がある。ハクサイ、セルリー、ダイコン、キャベツ、ホウレンソウ、アスパラガスは塩害に強く、レタス、イチゴ、タマネギ、豆類は塩害に弱い。

表4-2-20 作物の塩害限界指標値

作物	土壌の水溶性塩素イオン(mg/Kg)		土壌EC(土壌:水=1:5,dS/m)	
	熊本県 ¹⁾	香川県 ²⁾	熊本県	香川県
水稻	1,000	1,000~1,500	0.7	0.9
野菜類	500	400~1,500	0.5	0.4

1)熊本県農業研究センター(2001年)平成11年台風塩害対策試験成績書

2)香川県農業経営課(2004年)農地への海水流入が農作物に及ぼす影響と対策

表4-2-21 作物の種類別耐塩性

耐塩性	EC(1:5) (dS/m)	普通作物	野菜	果樹	その他
強い	1.5以上	オオムギ	ホウレンソウ、ハクサイ、アスパラガス、ダイコン		イタリアンライグラス、ナタネ
中程度	0.8~1.5	水稻、コムギ、ライムギ、ダイズ	キャベツ、カリフラワー、ブロッコリー、ネギ、ニンジン、パレイショ、サツマイモ、トマト、カボチャ、スイートコーン、ナス、トウガラシ	ブドウ、イチジク、ザクロ、オリーブ	スイートクローバ、アルファルファ、スーダングラス、オーチャードグラス、トウモロコシ、ソルガム
やや弱い	0.4~0.8		イチゴ、タマネギ、レタス	リンゴ、ナシ、モモ、オレンジ、レモン、プラム、アンズ	タバコ、イグサ、ラジノクローバ、レッドクローバ
弱い	0.4以下		キュウリ、ソラマメ、インゲン		

土壌診断の方法と活用 農文協(1996)

3) 塩害対策

ア. 耐塩性作物の導入

一時的に耐塩性の高い作物を導入したり、塩分を多量に吸収してくれる作物(クリーニングクロープ)を栽培して収穫物を持ち出すことで除塩を促進する方法である。ソルガム、デントコーン、イタリアンライグラス、ギニアグラスは耐塩性が高く、多量の塩分を吸収する作物である。

イ. 天地返し、深耕

施設土壌で、下層の塩類濃度が低い場合には、天地返しや深耕によって作土層の塩類濃度を下げることができる。

ウ. 除塩

(ア) 灌がい水による除塩

圃場の除塩方法としては、淡水を灌水して暗きよや明きよから排水する縦浸透法と、淡水を溜めて代かき作業を行い上澄みを排水する溶出法がある。

前者は透水性の高い水田や畑で効果が高く、灌水は少量ずつ数回行うと比較的少量の水量で除塩ができる。除塩に必要な水量は10a当たり150~200トン、降水量換算で150~200mm程度必要とされている。後者は地下水位が高く排水性の低い水田

の除塩に適しており、多量の灌がい水が必要である。灌がい水の水質については、以下に示す。

表4-2-22 灌がい水中の塩素濃度(またはEC)とハウス栽培指標(高知県)

	基準含有量		指標
	Cl(mg/kg)	EC(dS/m)	
I	80	0.5以下	全ての作物に用いて差し支えない
II	80~150	0.5~0.75	耐塩性の弱い作物の長期栽培に不相当
III	150~250	0.75~1.1	耐塩性の弱い作物の短期栽培および耐塩性の強い作物の長期栽培に不相当
IV	250以上	1.1以上	全ての作物に用いることはできない

1)農林水産省 土壌・水質に関する参考データから引用、単位を改変

(イ) 石灰の施用

海水が侵入した土壌には、塩素とともに多量のナトリウムが混入している。ナトリウムを多く含む粘土は分散しやすくなり排水性が低下して、除塩の停滞や湿害、還元障害が起きやすくなる場合がある。そのようなときは、石灰資材を施用してナトリウムコロイドをカルシウムコロイドに変化させると、排水性が改善して除塩が促進する。

エ. 施肥管理

露地では、土壌の塩類濃度が高い条件では、適度な窒素施肥で塩害を軽減する効果が現れるが、窒素過剰を起こしやすいため、過剰施肥に注意する。土壌微生物の硝酸化成作用が低下する場合があるので、畑作物に対しては硝酸態窒素肥料を使用する。石灰質資材には土壌物理性の改善効果と塩基バランスの改善効果がある。また、海水流入後の土壌は還元条件になりやすいので、堆肥等の有機物は品質や投入量に注意して施用する。

施設園芸における塩類障害の回避対策については、第7章2施設土壌を参照。

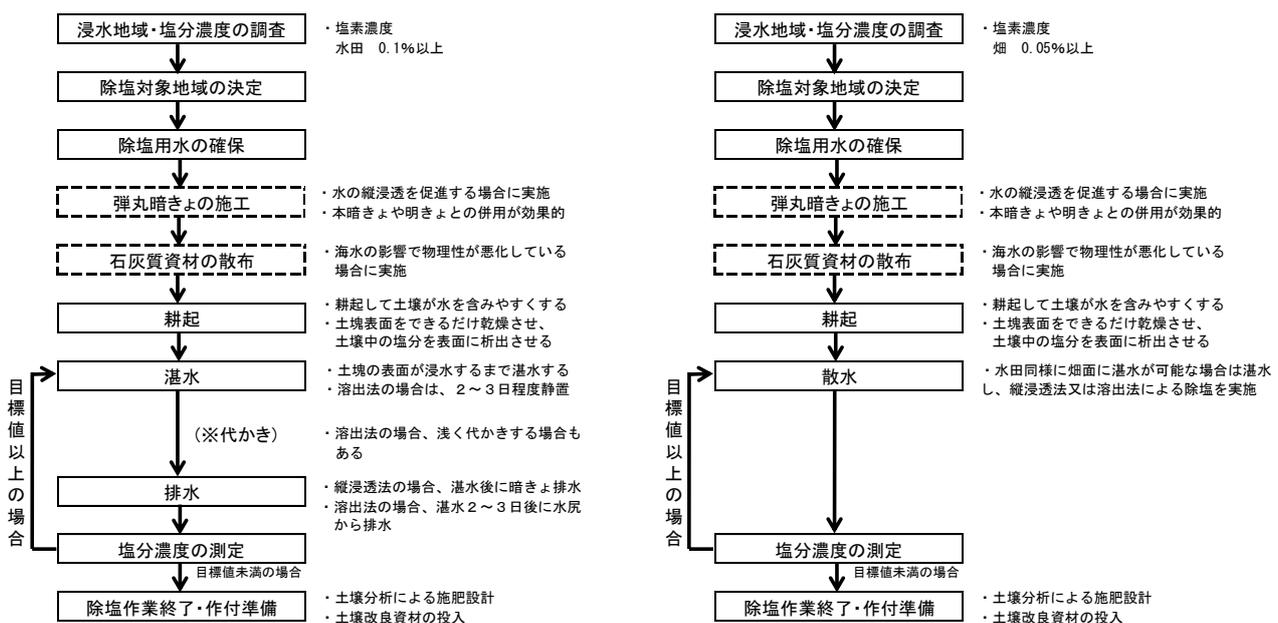


図4-2-20 除塩の作業フロー(左:水田、右:畑)

農地の除塩マニュアル、農林水産省、平成23年6月

(15) リアルタイム栄養診断

リアルタイム栄養診断とは、作物の栽培期間中に土壌や植物体に含まれる養分を迅速に測定し、すぐにその結果を肥培管理に生かすことのできる診断技術のことである。これを用いることで養分の過剰、不足が葉色などの外観に現れる前に診断でき、適切な肥培管理を行うことができる。

実際の診断では、1週間から10日間隔で作物体及び土壌溶液診断を行い、測定値と診断基準値を比較する。測定値が診断基準値より高ければ追肥を控え、逆に低ければ通常の施肥量に上乗せした施肥を行い、診断基準内であれば通常の施肥を行う。

作物体の試料採取方法には、①にんにく絞り器で絞る方法（搾汁法）、②乳鉢やすり鉢などですりつぶす方法（摩砕法）、③スライスして水で浸出する方法（スライス法）がある。抽出方法により成分の抽出量が異なるため、それぞれの診断基準で採用した抽出方法と同じ方法で行う必要がある。搾汁液中の硝酸濃度は、硝酸テスト試験紙や反射式光度計（RQフレックス）等を用いることで簡単に測定することができる。

表4-2-23～25に土壌溶液及び作物体の診断基準値を示す。

表4-2-23 野菜・花き類のリアルタイム土壌溶液診断基準値

作物名	作型	診断期間	採取方法 (採取位置 ¹⁾)	診断基準値 ²⁾ NO ₃ ⁻ (mg/L)	作成県
キュウリ	促成	収穫期間 (2月下～6月下)	吸引法 (15cm) 生土容積抽出法	400～800 250～350	埼玉
	半促成	収穫期間 (3月下～6月下)	吸引法 (15cm) 生土容積抽出法	400～800 250～350	埼玉
	抑制	収穫期間 (9月下～1月下)	吸引法 (15cm) 生土容積抽出法	400～800 250～350	埼玉
トマト	促成	収穫期間 (12月中～2月上)	生土容積抽出法	200～300	愛知
(6段摘心)	半促成	収穫期間 (5月下～7月上)	生土容積抽出法	100～200	愛知
トマト	促成	2月まで	生土容積抽出法	250～350 ³⁾	神奈川
(10～14段摘心)	長期	3月以降	生土容積抽出法	200～300 ³⁾	
ナス	露地	収穫期間 (7月上～10月中)	生土容積抽出法	250～350	埼玉
イチゴ (女峰)	促成	収穫期間 (12月下～4月下)	生土容積抽出法	80～160	埼玉
セルリー		前期	吸引法 (20cm)	300～400	静岡
		中期		400～500	
		後期		600	
バラ		全栽培期間	吸引法 (20cm)	400～600	千葉・神奈川
スイートピー		全栽培期間	吸引法 (20cm)	200～500	神奈川
カーネーション		全栽培期間	吸引法 (20cm)	1000	千葉
キク		全栽培期間	吸引法 (20cm)	500～1000	宮城

1) 吸引法ではポーラスカップの埋設深、生土容積法は表層数cmを除いた作土層を採取する。

2) 硝酸態窒素で示されている基準値は硝酸イオンに置き換えてある。

3) 淡色黒ボク土に限る。

神奈川県作物別施肥基準（平成24年度版）2013年3月を一部改変。

表 4-2-24 野菜類のリアルタイム栄養診断基準値¹⁾

作物名	測定部位	作型	収穫期間	測定時期	診断基準値 NO ³⁻ (mg/L)	作成県
キュウリ	14~16節の葉 または側枝の 第1葉の葉柄	促成	2月下旬 ~6月下旬	3月~4月 5月 6月以降	3,000~5,000 900~1,800 500~1,500	埼玉
		半促成	3月下旬 ~6月下旬	4月 5月 6月以降	3,500~5,000 900~1,800 500~1,500	埼玉
		抑制	9月下旬 ~11月下旬	9月下旬~11月下旬	3,500~5,000	埼玉
トマト	ピンポン玉程 度の果房直下 の本葉中央部 の小葉	促成 (6段摘心)	12月中旬 ~2月上旬	12月中旬~2月上旬	1,500~3,000	愛知
		半促成 (6段摘心)	5月中旬 ~7月上旬	5月中旬~7月上旬	1,000~2,000	愛知
		促成長期 (12段摘心)	2月下旬 ~7月上旬	2月 3月~4月 5月~6月	4,000~5,000 2,000~3,500 500~1,500	埼玉
		抑制 (7段摘心)	8月中旬 ~11月中旬	8月中旬~9月中旬 9月中旬以降	7,500~9,000 5,000~6,000	茨城
		半促成	7月上旬~中旬	定植時 開花期 果実肥大期 成熟期 収穫期	3,000~4,000 2,000~3,000 5,000~6,000 2,000~3,000 1,000~2,000	愛知
ナス	最新の展開葉 から数えて3~ 5枚目の葉柄	露地	7月上旬 ~10月中旬	7月上旬~8月上旬 8月中旬以降	3,500~5,000 2,500~3,500	埼玉 岐阜
イチゴ	最新の展開葉 から数えて3~ 5枚目の葉柄	促成	12月下旬 ~4月下旬	11月上旬 1月上旬 2月上旬以降	2,500~3,500 1,500~2,500 1,000~2,000	埼玉

1) 汁液は全て診断部位をにんにく絞り器で搾汁する搾汁法で行う。

2) 硝酸態窒素で示された診断基準値は硝酸イオンに置き換えた。

神奈川県作物別施肥基準（平成24年度版）2013年3月を一部改変。

表 4-2-25 花き類のリアルタイム栄養診断基準値

作物名	測定部位	採取方法 ¹⁾	採花期	測定時期	診断基準値 ²⁾ NO ³⁻ (mg/L)	作成県
バラ (ローテローゼ)	採花枝の下か ら3~4枚目の 葉柄	摩碎法	10月~6月	秋期~冬期 春期 夏期	900~1,500 600~900 300~600	千葉
カーネーション (ノラ)	未着蕾枝下位 節の葉の葉柄	スライス法	1月~2月	9月 11月	2,200~2,300 1,700~1,800	滋賀
カーネーション	完全展開葉直 下の茎	スライス法	8月下旬 定植	生育期 発蕾期~開花期	900~1,800 450~900	栃木
キク	上位、中位、 下位葉の中央 部分	摩碎法	7月下旬 ~8月中旬 (短日処理)	短日処理前 短日処理期間	上位葉 2,500~3,500 中位葉 3,000~4,000 下位葉 2,500~3,500 上位葉 3,500~5,000 中位葉 3,500~4,500 下位葉 3,500~4,500	宮城
シクラメン	ある程度肥大 した、最も旺 盛な発育をし ている葉器官 の葉柄	スライス法		側芽発達期 (葉数7~20枚) 花芽分化期 (葉数20~40枚) それ以外の時期	220~445 45~110 110~220	栃木

1) 摩碎法：乳鉢などを用い、純水中で摩碎して汁液を採集する。

スライス法：1~2mmに細切し、10倍（栃木）または50倍（滋賀）の純水を加え、30分（栃木）または1時間（滋賀）静置して汁液を抽出する。

2) 硝酸態窒素で示された診断基準値は硝酸イオンに置き換えてある。

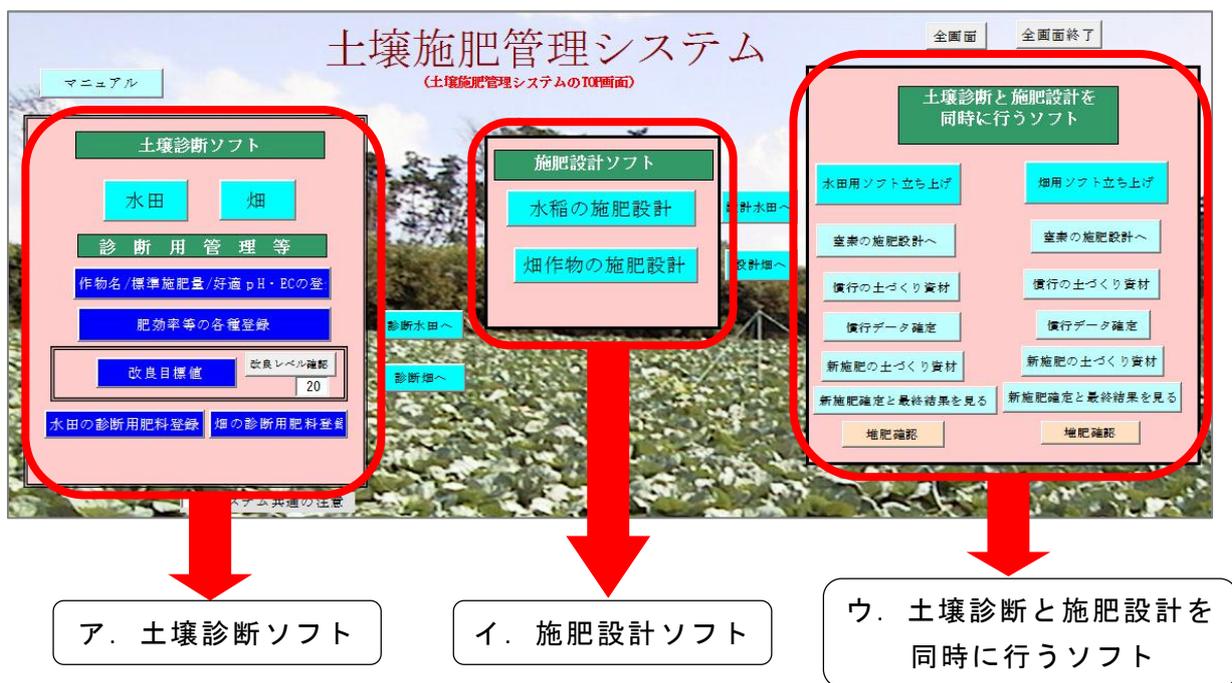
神奈川県作物別施肥基準（平成24年度版）2013年3月を一部改変。

(16) 土壌診断ソフト

1) 土壌施肥管理システム

作物を栽培する際には、土壌診断を行い、養分の過不足を把握した上で、施肥を行わなければならない。しかし、現実には前作の影響や地力等を考慮せず、栽培ごよみどおりの施肥を行っている場合が多く見受けられる。また、土づくりには有機物の施用が不可欠であるが、家畜ふん堆肥を過剰に施用して、かえって土壌の養分の著しいアンバランスを招いている場合もある。

このような現状を改善するために、本県では適正な土壌管理・施肥管理を実践するための計算ソフト（土壌施肥管理システム）を開発している。土壌施肥管理システムは、資源循環と環境保全をキーワードとし、堆肥の積極的かつ適正な施用を前提として開発されている。本システムは、次のように大きく2つのソフト（土壌診断ソフト、施肥設計ソフト）で構成されている。それぞれの特徴は次のとおりである。



ア. 土壌診断ソフト（土壌診断結果の処方箋作成）

土壌分析結果に基づいて堆肥や土づくり肥料を処方するソフト。

処方箋作成は、作物や診断項目ごとの改良目標値と土壌分析結果とをレーダーチャート上で比較しながら行う。土壌診断結果を入力し、最初に、堆肥を施用するか？施用しないか？を腐植含量等から判断し、堆肥施用によって供給される成分量を考慮しながら施用量を決定する。続いて、リン酸→（ケイ酸）→石灰→苦土→カリの順で、土づくり肥料の施用に伴う土壌中の養分量の変化を確認しながら改良目標範囲に近づくよう

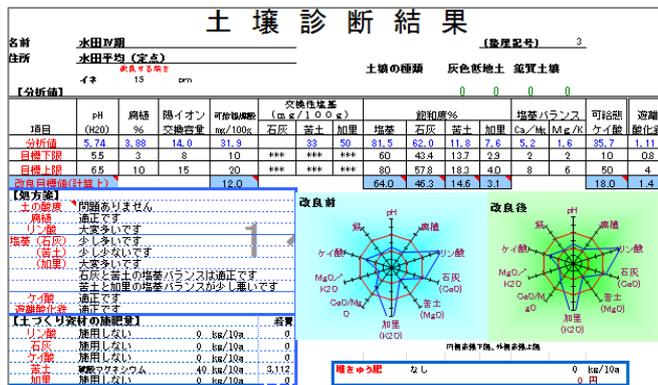


図4-2-21 結果出力画面（土壌診断ソフト）

に施用量を決定していく。養分がかなり不足している場合、養分状態を改良目標範囲内に高めようとするすると土づくり肥料の施用量が数百キロ～数トンと計算されることがある。しかし、実際には、施用効果や施用労力等を考慮しながら1回の施用量を決定し、状況に応じた処方を生産者に示していくことが重要である。

最終的には、土壌中の養分状態の診断結果、堆肥や土づくり肥料施用後の養分状態を示すレーダーチャート、改良に必要な土づくり肥料の施用例を示す処方箋が作成される（図4-2-21）。

イ. 施肥設計ソフト（窒素肥効パターンを考慮した窒素成分の施肥設計）

堆肥や有機質肥料、肥効調節型肥料から供給される窒素量を予測し、窒素成分の肥効発現を基に施肥設計を行う計算ソフト。

施肥設計では、作物の生育への影響が大きい窒素施肥量の決定が最も重要である。堆肥や肥効調節型肥料を利用する場合、経験的な判断で施肥設計することはとても危険である。本ソフトでは、慣行（現状）の施肥体系と新たな施肥体系（堆肥や肥効調節型肥料の利用）による

窒素肥効パターンをグラフ上で重ね合わせ、慣行のパターンに類似するように堆肥や肥効調節型肥料等の施用量の目安を決定する（図4-2-22）。実際には、本システムによって決定される施用量を目安に小面積の栽培で確認後、新たな施肥体系に取り組む。



図4-2-22 施肥設計ソフト

（画面左表に慣行施肥、右表に新施肥を入力し中央のグラフで窒素肥効を重ね合わせる）

ウ. 土壌診断ソフトと施肥設計ソフトによる総合的な施肥設計

「土壌診断ソフト」と「施肥設計ソフト」は、組み合わせて利用することでより合理的な施肥設計が可能である。

近年、土壌の養分状態がアンバランスとなっているほ場が増えている。地域ごとに作られている栽培暦では、これらのほ場でどのように施肥設計すべきかが分からず、それぞれの圃場に合った肥料を選定して利用することは容易でない。土壌の養分状態が地域の標準から大きく外れている場合や新たな施肥体系を考えていく場合は、それらに応じて両ソフトを組み合わせ、土壌の状態を考慮しながら堆肥、肥効調節型肥料、土づくり肥料等を上手く利用していく必要がある。

エ. 利用方法

本システムは、使用に当たって専門的な知識を必要とするため主に指導者向けに配布している。県の指導機関以外の指導者が利用したい場合は、農林水産総合センター普及推進課、または農業研究所環境研究室までお問い合わせください。

2) 鶏ふんコレピタ君

水稻栽培に鶏ふんを利用する場合の最適な施用量や窒素肥効を計算するソフト。

本ソフトでは、鶏ふんの窒素肥効量を予測して、慣行栽培（鶏ふんを利用しない分施肥や全量基肥栽培）の窒素肥効に合致するように鶏ふんと被覆尿素、硫安の施用量を計算する。

ア. ソフトの特徴

鶏ふんの窒素肥効は、含まれる窒素分量や施用時期によって大きく異なる。このため、これらの影響を計算して施肥設計に反映させている。

イ. ソフトの構成

- A：慣行栽培を参考にして鶏ふんの施用量を計算するソフト（図4-2-23のA）
- B：鶏ふんの窒素の効き方を計算するソフト（図4-2-23のB）

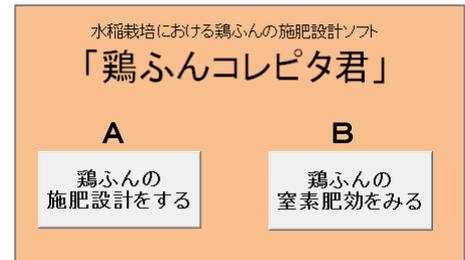


図4-2-23 開始画面

ウ. 鶏ふん施肥設計ソフトの使い方

- ①開始画面から「鶏ふんの施肥設計をする」を選択する（図4-2-23のA）。
- ②施肥設計の入力画面で計算に必要な次の項目を入力する（図4-2-24）。

- ・ 鶏ふんの肥料成分%
- ・ 栽培場所
- ・ 品種
- ・ 田植え日
- ・ 鶏ふん散布日
- ・ 慣行栽培の窒素施肥量

図4-2-24 入力画面

- ③入力画面下の結果欄に「省力体系」と「分施肥体系」の施肥設計例が表示される（図4-2-25）。
- ④省力体系は基肥に「鶏ふん+シグモイド溶出型被覆尿素」、分施肥体系は基肥に「鶏ふん」穂肥に「硫安」をそれぞれ施用する施肥例である。
- ⑤鶏ふんには石灰やリン酸が多く含まれているため、施用量の上限を500kg/10aとして計算している。

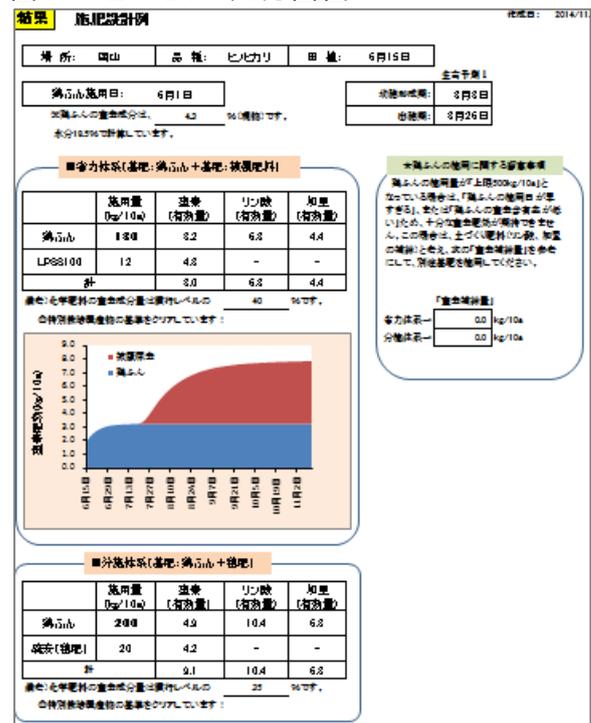


図4-2-25 画面

3) 拍動施肥支援システム

日射制御型拍動自動灌水装置は、日射に応じた灌水が可能で、水源の水量が少なく、商業電源がなくても設置できる。拍動タンクへ被覆肥料等を投入することにより、灌水と同時に施肥を行うことができ、施肥の省力化が可能である。「拍動施肥支援システム」を用いることで、拍動タンク内に投入した肥料からの溶出量や肥料の取り出し日を計算することができ、より効率的な施肥を行うことができる。

このシステムでは、①近隣のアメダス地点、②栽培期間、③肥料の種類、④施肥量、⑤施肥日を入力すると、窒素の溶出パターンがグラフ化される(図4-2-26)。

また、肥料の溶出が終了する日を自動計算し、拍動タンクから肥料を取り出す日と取り出し日の窒素残存率が表示される。このため、栽培終了時に肥料分が多く残ってしまうような肥料を選択した場合には、肥料の種類や施肥日を再選択することで、効率的な施肥設計が可能になる。

拍動施肥支援システム 入力画面

①アメダス地点

②栽培期間

③肥料名

④施肥量

⑤施肥日

拍動施肥支援システム 結果画面

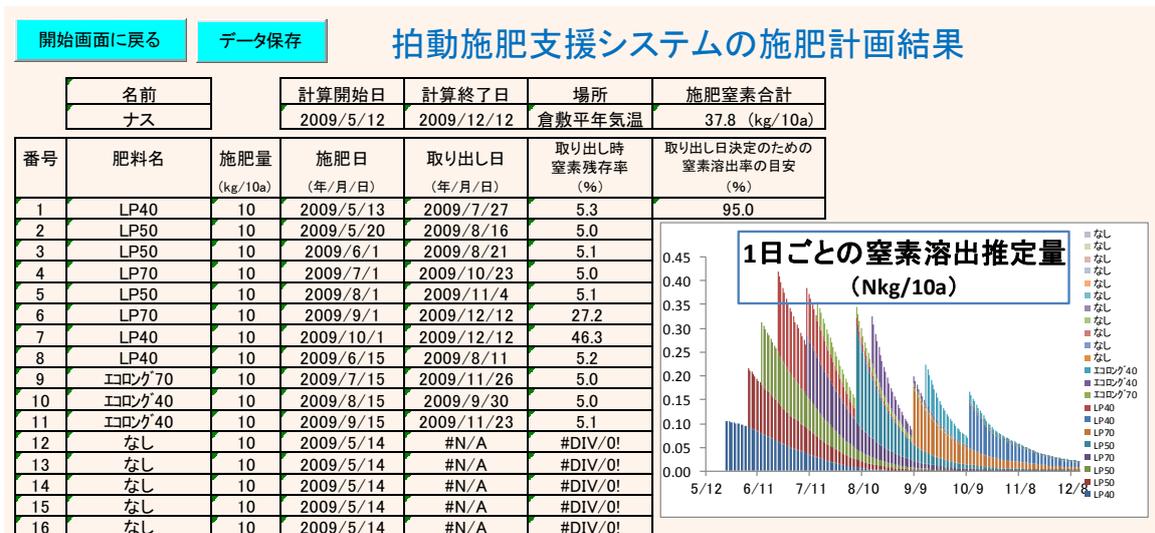


図4-2-26 拍動施肥支援システムの入力画面と結果画面

3 物理性の改善・維持方法

(1) 作土の改善

作土とは人為的な耕うんの影響を直接受けた膨軟な部分をいい、作物の根が養水分の吸収のために容易に伸長することのできる土層である。人為的に作られる土層であるため、作物の種類、栽培型、耕うん法、土壌管理方法等によってその厚さは変化しやすい。一般に、作土が厚い方が作物の生産は多収で収量の安定性もある。本県の水田における作土の厚さの改良目標は15~20cm、普通畑における改良目標は20cm以上に設定している。図4-3-1は岡山県下の水田50圃場の作土深を測定した結果を表したものである。50圃場のうち、約60%にあたる31圃場では改良目標範囲内であるが、約40%にあたる18圃場においては改良目標より浅いという現状がある。

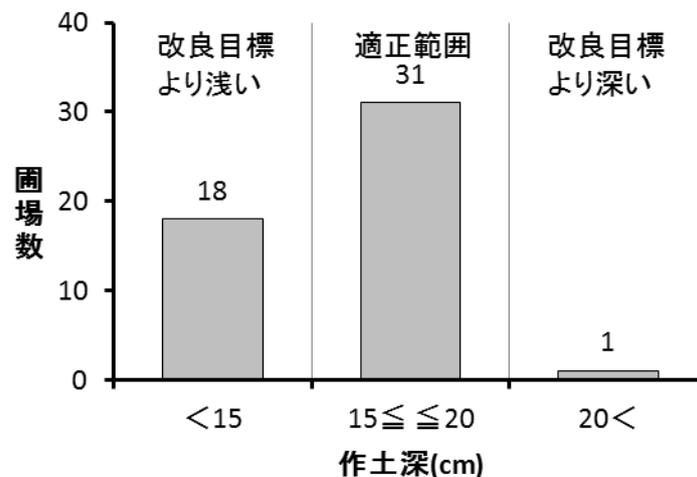


図4-3-1 岡山県下の水田50圃場の作土深別圃場数

1) 水田

一般に、水田では、耕うん作業の大半がロータリー耕であるため耕深が浅くなり、その下に密層が形成されて根群の健全な発達を妨げ、生産力低下の素地をつくる。水田における作土深の改善対策は、れきを多く含む層が作土層直下などの浅い位置に出現する水田や下層土が砂質の水田など深耕すると漏水が激しくなる恐れのある水田を除けば、深耕を検討する。深耕により漏水が激しくなる恐れのある水田では優良粘土を含む土壌の客土を検討する。

水田の作土の厚さの改善をロータリー耕のみで行う場合は、減速するか2回にわたって耕うんする必要がある。とくに強粘質土壌の場合、1回のロータリー耕で15cm以上の作土を確保するのは困難である。また、プラウによる反転耕、深耕ロータリー、パワーディスク（水田用）の利用も有効である。

作土の厚さを一度に急激に厚くすると、下層土の性質によっては水稻の生育不良等を起こす恐れがあるため、年々計画的に厚くする方が安全である。一度に急激に厚くする場合は、新たに耕起される下層土壌について土壌診断を行い、pH、塩基状態、可給態リン酸、可給態ケイ酸、可給態窒素、腐植含有量等に応じた肥料、有機物及び土壌改良資材の施用を併せて行い、土壌化学性の改善を図る必要がある。

客土を行う場合、客土材料となる土壌は①CECが大きく、②微酸性で、③遊離酸化鉄含有量も高く、④有害物質を含まないものがよい。また、作土を1cm厚くするのに必要な土の量は仮比重1.0として10a当たり10tである。

2) 畑

畑地における作土の厚さは普通畑、施設ともに目標値の範囲にあることが望ましい。そのためには、有効土層の深い土壌では深耕が可能であるが、れき層が浅い位置から出現し、しかも厚い場合には客土が必要である。れき層が小れきからなり、かつ薄い場合には混層耕を行うことにより作土深を確保することができる。

施設畑では大型機械による作業が困難であり、小型機のロータリー耕か人力に頼らざるを得ないので、作土が浅くなりやすい。小型トレンチャーなどによる深耕が必要である。

(2) 主要根群域の改善

主要根群域とは作物の根が自由に伸長できる物理状態の土層で、概ね有効土層と同じ意味である。その深さは地表面から盤層（ち密度 29 mm以上のち密層）あるいは極端なれき層までと考えてよい。主要根群域の診断に用いられる基準値は根の伸長と発達に都合のよい値である。表 4-3-1 に主要根群域の項目別改良目標値を示す。

表 4-3-1 主要根群域の項目別改良目標値

(岡山県農林水産総合センター)

項 目	地 目	改良目標値
厚さ	(水田)	30cm
	(普通畑・施設畑)	40cm
	(樹園地)	60cm
最大ち密度	(全地目共通)	22mm以下
畑地透水性・透水係数	(畑地共通)	10 ⁻⁴ cm/秒以上
水田透水性・日減水深	(水田)	20~30mm
粗孔隙率	(畑地共通)	10%以上
易有効水分含有率	(畑地共通)	5%以上

1) 厚さ

主要根群域の厚さは、ほ場の立地条件によって概ね決まっており、改良が困難な場合が多い。ただし、有効土層を制限している土層が、トレンチャーやバックホーにより破碎混入または除去できる場合は、実施するとよい。ち密度の改良も同時に実現可能である。また、深耕と同時に有機物を混和するとより改良効果の維持に効果的である。

樹園地は傾斜地に分布することが多く、黒ボク土や崩積性の土壌を除いては、元来表層の腐植層があまり発達していない黄色土や褐色森林土のところに多く分布している。加えて、造成時に表土を消失したことが多いため、開園時または栽植時に表土の造成を必要とするが、実際には十分に行われていない。このため、既成園における土壌管理の中で深耕、有機物及び土づくり肥料の施用によって根群域の拡大を図ることが重要となる。実施の方法は、トレンチャー等の機械や人力によって極度の断根を避ける範囲で年次計画にしたがって部分深耕を行う。耕深は土壌条件に応じて 40~60cm とし、園面積の 50%を数年かけて実施することが望ましい。深耕と同時に粗大有機物と土づくり肥料を投入し、必要に応じて除れきを行う。灰色低地土や灰色台地土の水田転換園では、すき床層が根群の分布を妨害している場合があり、この破碎も必要である。

2) ち密度

農作業の機械化やほ場整備による大型機械の走行にともない、土壌のち密化による作物の生育阻害や機械の作業性に関連して土壌の硬さ「ち密度」が問題になる。水田において、根の伸長や透水性の面などからち密度が高すぎる場合は、プラウ耕や心土破碎耕によってすき床層を破碎するが、その際は減水深を目安として透水過多を招かないよう、すき床層の機能を維持するように留意する必要がある。ち密度の改善には心土破碎耕や深耕を行う。水田の心土破碎耕は、土壌水分が少ない時に施工すると効果が大きく、効果の持続期間も長いので、乾燥期を選ぶかまたは予備的な無材暗きよで排水した後に行うとよい。この方法は重粘な土壌で行うと効果が大きい。また、透水性に変化が起こるので、施肥法、とくに、窒素肥料の施用量や施用時期に注意する。

排水不良が原因で地耐力の面からち密度が不足する場合には、ほ場内で排水溝、弾丸暗きよ等を設けることにより土壌の乾燥を図る。

3) 透水性

透水性の問題には透水性が良すぎる場合と悪い場合とがあり、一般に、畑地では透水不良が問題になり、水田では透水性が良すぎる漏水田が問題になる。透水性の表し方は、透水係数と減水深の二通りあり、前者は畑地で、後者は水田で用いられることが多い。透水性の改善には深耕による耕盤破壊と暗きよの設置を行い、漏水田では優良粘土（ベントナイト等）の客土や床締め（鎮圧）を行う。ベントナイトの施用量や施用方法等は表4-3-2のとおりである。多量施用する場合には、土壌混合が難しいことから数年にわたる分施を行う。施用効果は4～5年持続するが、黒ボク土では粘土の変質により持続期間が2～3年程度と短いため、1～2 t程度を再施用する。ベントナイトは、産地、製品により純度や粒度などの品質が異なっているので、漏水防止に利用する場合は膨潤度の高いナトリウム系のベントナイトを使用する。

表4-3-2 ベントナイト施用量と施用方法

土壌タイプ	ベントナイト施用量 (10a 当たり)
沖積土壌	1～6 t
れき質土壌	6 t
施用法	耕起または荒代前に全面施用し、ロータリー耕により作土とよく混合する
効果	・減水深が小さくなる。 ・保肥力が高まり、肥料成分の持続性が増大する。 ・可給態ケイ酸を含むため、耐倒伏性がます。
注意事項	降雨直後及び湿田状態での施用は避ける。

4) 粗孔隙量と易有効水分

粗孔隙量が過少で易有効水分が過大な場合は湿害の恐れがある。この場合には、有機物の施用、飼料作物の栽培、砂客土、排水対策、心土破碎等を行う。逆に、粗孔隙量が過大で水分が過少な場合は干害の恐れがある。この場合には、泥炭、パーライト、ベントナイト等の保水性に富む土壌改良資材の施用や土壌鎮圧等が効果的である。有機物の

施用や飼料作物の栽培等によって土壌の団粒構造が発達すると、通気性、透水性と保水性という相反する性質を同時に改良することができる。ベントナイトの保水量は自重の5～15倍の水を、パーライトの保水量は自重の2～3倍の水を吸収する。使用量は漏水防止、塩基保持の強化などを兼ねて10a当たり1～2tとする。

(3) 地下水位の改善

地下水位の高さは作物の生育に大きな影響を与えるが、表4-3-3に示したように作物によって適した地下水位は異なる。一般的に、普通畑作物では50～60cm、永年作物では60～100cm程度必要である。また、地下水位は梅雨期や秋雨期に上がるので注意する。

地下水位が高くなりすぎると、根域土壌の空気量が少なくなって作物の生育を害するので、高畝や暗きよ、明きよなどの排水対策を実施する。また、作土層が過湿になりやすい場合は、籾殻等の粗大有機物を施用するとよい。

表4-3-3 地下水位の影響（汎用耕地のための技術指針より）

常時地下水位と生育	作物名
20～30cmで生育良好	サトイモ、ショウガ、キュウリ
20cm以下なら影響なし	ナス・ヤマトイモ、ダイズ、トウモロコシ、ニンニク
30cm以下なら影響なし	ラッカセイ、ピーマン、コカブ、カボチャ、オクラ、アズキ、シロウリ、イチゴ、キャベツ、ハクサイ
40cm以下なら影響なし	シュンギク、ハナヤサイ、パレイシヨ、タマネギ インゲン、ネギ、サツマイモ
50cm以下なら影響なし	ハウレンソウ、ニンジン、スイカ

(4) 畑・樹園地における土壌タイプ別改善方法

一般に、植物根が伸びて土壌中の養水分を十分吸収するためには、適湿で軟らかく通気・排水が良い土壌が必要である。しかし、県下には様々な土壌が分布しており、その物理性も土壌タイプにより大きく異なっている。そこで、効率的に土壌改良を行うために、それぞれの土壌に適した土壌改良資材や有機物を選択することが重要である。ただし、地形的要因や下層の不透水層によって過湿になる場合には、明きよや暗きよも合わせて施工する必要がある。

図4-3-2（次頁）に示すように、火山灰土壌は一般に保水性が高く、通気性・排水性ともに良好で、大きな物理的欠点はない。しかし、洪積土壌（黄色土）や沖積土壌（灰色低地土）は固相率が高いために全孔隙率が低く、保水性・通気性・排水性ともに劣る傾向にある。そこで、これらを総合的に改良する効果が高いパーライトやバーク堆肥、さらに保水性向上の効果が高いピートモスなどを適量混和すると良い（表4-3-4）。

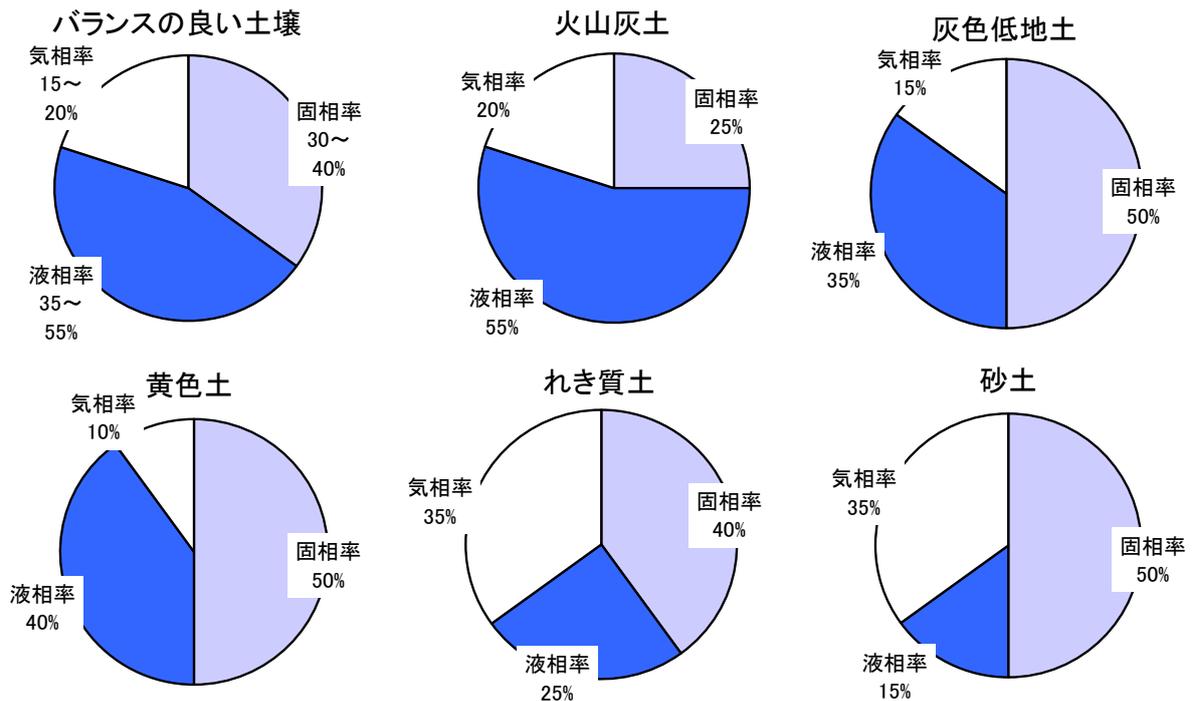


図 4-3-2 土壌タイプ別の三相分布

表 4-3-4 土壌改良資材による土壌物理性の改善効果

(岡山県農林水産総合センター)

資材名	混和割合%	仮比重	固相率%	保水量ml/100ml		透水係数 cm/sec.
				pF1.5-2.7	pF2.7-3.8	
岡山県果樹堆肥	5	1.31	48.9	10.6	22.4	6.8×10^{-3}
ピートモス	5	1.41	51.4	12.7	25.5	1.2×10^{-4}
〃	10	1.41	52.4	13.2	25.6	2.6×10^{-5}
モミガラくん炭	10	1.44	52.5	11.5	21.3	2.7×10^{-4}
ピートモス+パーライト	5+5	1.34	50.1	10.1	22.3	7.1×10^{-4}
パーライトレギュラー1型	5	1.38	48.9	11.7	21.0	1.5×10^{-3}
パーライトレギュラー3型	5	1.42	52.1	8.8	21.9	3.2×10^{-3}
パーライトスペシャル	5	1.39	51.4	12.4	21.1	5.8×10^{-4}
〃	10	1.38	52.2	10.9	21.2	3.1×10^{-4}
対照		1.51	55.8	5.8	29.0	4.5×10^{-5}

a) 作業機械による踏圧処理：トラクタ5回、運搬車2回（2000年9月～2001年5月）

b) pF1.5-2.7：易効性有効水分、pF2.7-3.8：難効性有効水分

通気性・排水性がとくに悪い重粘質土壌では、複数の改良資材を組み合わせることにより、改良効果がより大きく発現するように工夫する。

れき質土壌や砂土は非毛管孔隙が多く保水力が著しく弱いため、保水性を高める改良が必要となる。このような場合は、保水性を高める効果が大きいピートモスや細粒のパーライト、バーク堆肥などを適量混合する。

ピートモスは、自重の10～30倍の水分を保持することができるが、一度乾燥させると保水性が著しく低下するので保存及び施用時の水管理に注意する。パーライトは、粒度の細かいものは保水性、粒度の荒いものは通気性や排水性の改善効果が高く、粒径に

より改良効果が異なるので使用目的に合わせて購入する。施用量は、改良土壌に対して5～10%以上施用すると、顕著な効果が現れる場合が多い。

図4-3-3は黄色土における土壌改良資材の効果を示したもので、バークたい肥、ピートモス、パーライトなどの施用によりそれぞれ通気性が向上し、膨軟な土壌に改良されることが分かる。ただし、各資材の改良効果は一様ではないので、その性質・特徴をよく把握して効果的な施用法に努める。とくに、堆肥などの有機質資材は土壌の物理性、化学性及び生物性など多様な改良効果が期待できる。しかし、大量の有機物を施用しすぎると土壌の養分供給バランスが崩れ、作物の生育や生産物の品質に悪影響を及ぼす場合がある。そのようなときには、有機質資材とパーライトなどの無機質資材を組み合わせることで物理性改良を行う。

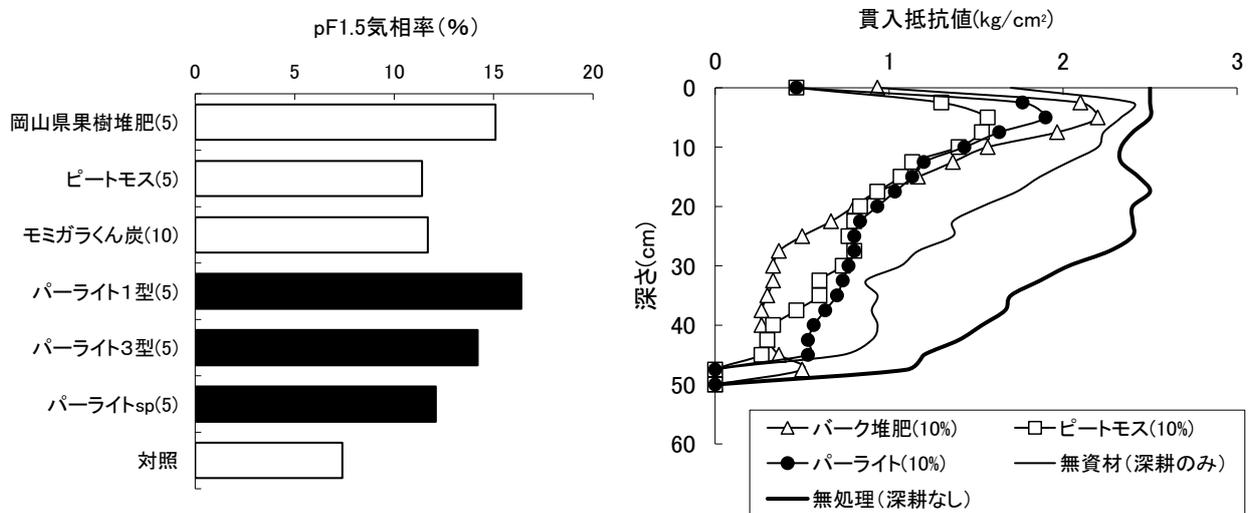


図4-3-3 土壌改良資材による通気性（pF1.5 気相率、左図）と土壌硬度（貫入抵抗、右図）の改良効果（岡山県農林水産総合センター）
（左図中のカッコ内数値は改良する土壌容積に混和する資材の容積率（%））

(5) 土壌侵食の防止

黒ボク土、褐色森林土、石灰台地土、黄色土などの畑、樹園地は全般に傾斜地に分布するため、降雨にともなう地表流去水が生じると土壌侵食を受けやすい。地表流去水は降雨が土壌の浸透力と保水力を超えた時に発生し、とくに粘質土壌では地表流去水の割合が大きく、侵食を助長し肥よくな表土の流亡がみられる。このような現象はテラスの完備した急傾斜地よりも、自然斜面を利用した緩傾斜地の畑、樹園地で顕著である。

侵食防止対策には、

- 1) 強い雨にも対応できるように土壌の浸透性を高める。
→土壌改良資材、有機物施用による耐水性団粒を基本とする土壌構造の発達と保持
 - 2) 雨量が多く、強い雨が多い時期には、できるだけ作物などを栽培し土壌を被覆し、裸地状態にしない。
→被覆作物の栽培を行う場合、①等高線栽培、②敷わら、敷草などのマルチ、③果樹園の草生栽培などが有効である。敷わらは表土の理化学性改良や干害防止にも役立つが、雨滴の土壌表面の直撃を緩和し、表面流出を妨げるなど侵食防止にも顕著な効果を示す。草生栽培も敷わらと同様に侵食防止効果を期待できるが、土壌中の水分や肥料成分をめぐって樹木との間で競合を起こすため特別の配慮が必要である。とくに、水分保持力や養分保持力の小さい砂質土壌での草生栽培は不適である。
 - 3) 傾斜を緩やかにし、傾斜面の長さを短くする。
→農地造成に関わる部分としては①集排水路の整備、②法面の保護なども有効である。
- 1)、2)、3)の手法を単独で行うのではなく、地域、傾斜度、作物に適したものを組み合わせて実施するのがより効果的である。このうち、法面の保護については、テラスの造成時に法面をラブリグラスやバヒアグラスなどの多年生牧草の植生で保護するもので、過湿になりやすい法面の下に明きよを掘り、排水路へ導く必要がある。

4 生物性の改善・維持方法

土壌中には多種多様の微生物や動物が生息しており、様々な物質の変換を行っている。土壌微生物は、糸状菌（カビ）、細菌、放線菌、藻類、原生動物の5種類に大別される。農業上重要な働きを果たすものは、糸状菌、細菌、放線菌である。また、これら微生物のエサとして、土壌中の有機物は常に細かく分断され、分子やイオンにまで分解される。その過程で分解生成される種々の無機・有機化合物を作物の根が吸収して、作物が生育している。このような物質循環を担っているのが土壌微生物である。

(1) 土壌の化学性の悪化と生物性

近年の野菜作のように多量の化学肥料を施用している土壌においては、化学肥料が養分としてよりも、土壌pHや塩類濃度を通じて土壌微生物の増殖や活性に影響を及ぼしている事例がみられる。

1) リン酸過剰によるアブラナ科根こぶ病の助長

アブラナ科根こぶ病は、根こぶ病菌の休眠孢子が感染源となる。この休眠孢子表面は、陰電荷をもっているため、通常黒ボク下層土のような陽電荷をもつ土壌では、休眠孢子が吸着されて、アブラナ科野菜の根が根こぶ病菌の休眠孢子に遭遇する確率が低い。しかし、多量のリン酸施用によって、陽電荷をもつ土壌にリン酸が多量に吸着されると、根こぶ病菌の休眠孢子が土壌中に分散されてしまい、根こぶ病発生が助長されることが明らかとなった。

2) リン酸過剰によるジャガイモそうか病の助長

ジャガイモそうか病は、酸性土壌中のアルミニウムイオンが、そうか病菌の発生を阻害することが明らかにされている。しかし、リン酸を過剰に施用すると、施肥リン酸が土壌中のアルミニウムイオンとリン酸イオンが吸着して不溶性のリン酸アルミニウムを形成するため、アルミニウムによるそうか病抑制効果が消失してしまうことが明らかとなった。また、フザリウム属菌が原因のタアサイ萎黄病や、ホモプシス属菌が原因のウリ科ホモプシス根腐れ病についても、リン酸過剰によるアルミニウムの不活性化によって発生が助長されていると考えられている。

(2) 土壌の物理性の悪化と生物性

畑条件において、土壌の著しい乾燥は土壌微生物の増殖や活性を制限することとなり、一方で過湿は、通気性が不良となることで微生物活動に必要な酸素が補給されにくくなる。

(3) 土壌の生物性の改善・維持

1) 有機物の施用

微生物のエサとなる有機物の施用は、多種多様な土壌微生物が増殖できる微生物活動に最適な条件を整えるためには重要である。また、畑条件においては有機物施用による物理性の改善も、微生物活動を促進させると考えられる。

2) 適正な施肥管理

過剰施肥によって土壌バランスが乱れ、病害の発生を助長している事例も見られていることから、施肥コストの低減・健全な栄養バランス・健全な土壌微生物活動の観点より、過剰施肥を見直す必要がある。

5 排水性の改善・維持方法

土壌の物理性を改善する上で、圃場の排水性を保持、改善することは必要不可欠である。圃場の排水方法としては地表面排水（明きよ）と地下排水（暗きよ）に大まかに分類され、排水規模や程度、あるいは地目によってさまざまな方法が示されている。分類すると次のようになる（図4-5-1）。

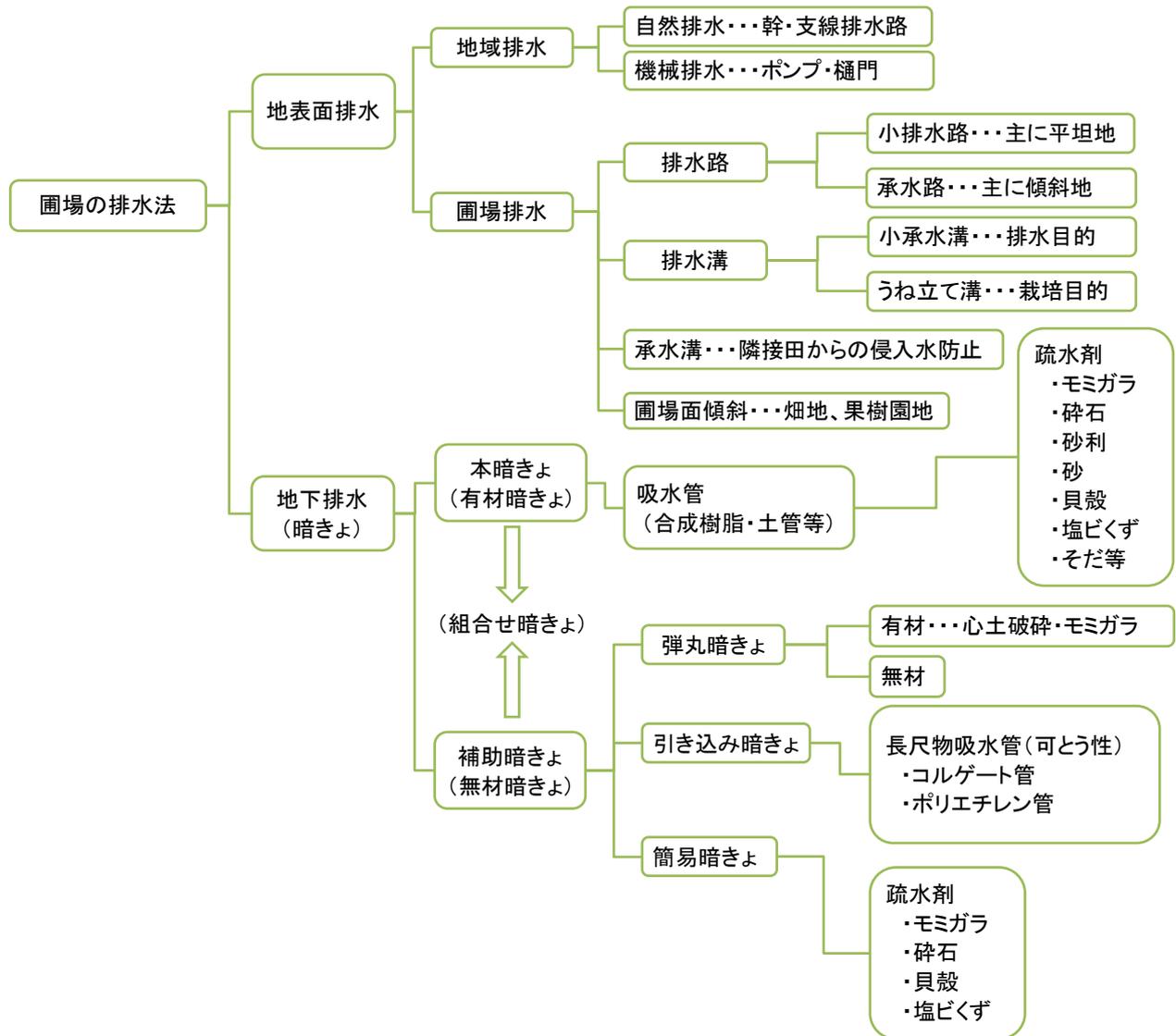


図4-5-1 施工法の分類

(1) 水田の排水

1) 暗きよ施工の注意点

水稻の生育収量を安定させるとともに麦や大豆を作付するなど圃場の高度利用を図る場合、排水性の保持や改善は欠かせない。排水の改善にあたっては、まず地下水位を下げる方策として本暗きよの施工が必要である。天水に依存する柵田などの立地的に暗きよ施工の不適当な場合には、乾燥しすぎないように用水を確保すること、地表面排水を効率的に行うことが望ましい。

2) 本暗きよ

地下水の排除にあたっては、排水効果の高い暗きよの施工が必要である。施工方法は土壌条件（土性、透水係数など）により異なるが、一般基準としては、暗きよの深さは0.8～1.0m、間隔は砂質土で15m、壤質土で10m、粘質土で8m前後が適当である。

埋設にあたっては、籾殻などの疎水材を利用し、排水管の目づまり防止に努め、工事は土壌の乾燥しやすい時期を選んで施工すると効果が高い。そして、排水管の埋設までに期間をおき、亀裂の発達を待って埋め戻すようにする。

3) 補助暗きよ

重粘土壌では本暗きよの排水効果がすぐに現われない場合が多く、弾丸暗きよ等の補助暗きよの併用も必要となる。簡単な土層破碎を行い、弾丸暗きよ、吸収管引込み暗きよ、疎水材充てん暗きよなどを施工する。土壌条件や地形条件等を考慮して排水効率が低い施工が望ましい。補助暗きよの深さは普通30～40cmで間隔は本暗きよと直交させて、ほ場全体の排水が均一になるようにする。

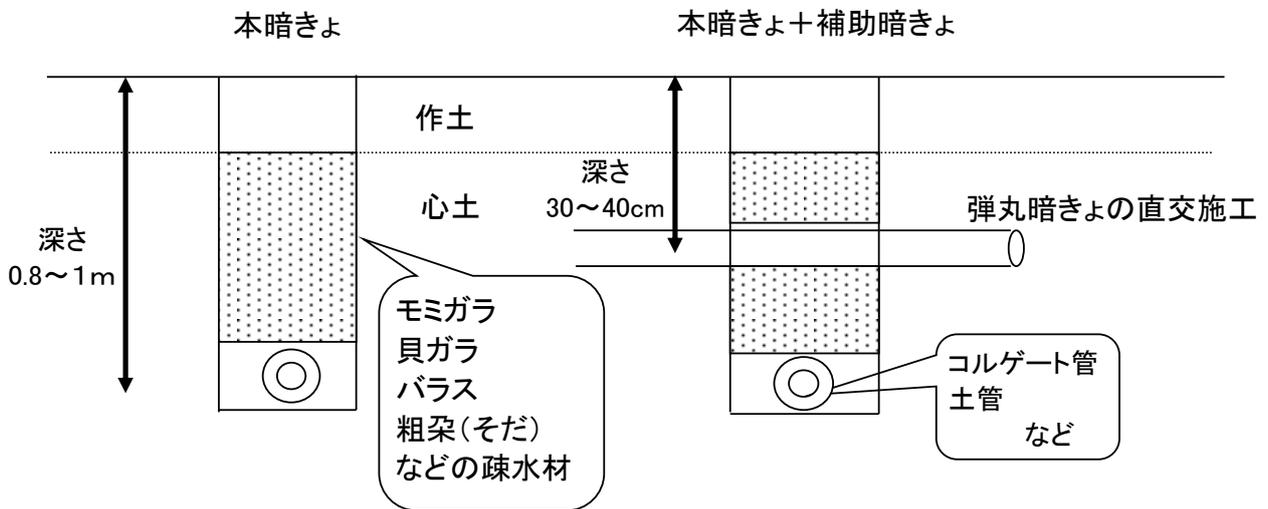


図4—5—2 暗きよ排水施工例（本暗きよと弾丸暗きよの組み合わせ）

4) 地表面排水

透水性が小さいグライ台地土やグライ土では、暗きよによる効果が表れにくいので地表水の排水改善を優先する必要がある。土壌の亀裂が水の浸透に重要な働きをする。地区内の排水路を整備するとともに、ほ場内に小溝（管理溝）を設置して畦立てをするなどの対策が必要となる。小溝は深さ10～20cm、幅20cm程度とし、3～4m間隔に設ける。この場合に、本明きよの排水路に直交させると排水効果が高まる。

(2) 普通畑、樹園地の排水

県下の畑・樹園地土壌は、黄色土が約41%、褐色森林土が39%を占めている。土性は壤質～強粘質で構造的に乏しく、一般に土壌の保水量が小さく下層土の排水性・通気性も不良である。そのため、多雨時には過湿になりやすい反面、乾燥期には過乾になりやすい。最近では、作業機械の大型化に伴い土壌構造が破壊され圧密層が形成されて排水不良となることが多い。このような土壌では、排水対策を行うとともにパークたい肥などの有機物資材やパーライトなどの無機質資材を補給して、保水性・通気性の良い土壌に改良する。

1) 普通畑

畑地の排水不良においては、まず排水不良の原因を正しく把握することが必要である。傾斜地では、降雨後の傾斜地底部に地表面付近を移動する水が停滞することがある。このような場合には、過剰水が土壌に浸透する前に速やかにほ場外に排水するため、明きよの施工が効果的である。さらに、明きよによる周辺部からの地下水、伏流水の流入遮断や暗きよによる排水を行う。

土壌が粘質で透水性の悪い圃場では、深耕により土壌の孔隙を増やし、構造を発達させて過剰水を排出する。暗きよの施工は深さ0.8～1m程度、間隔10～20m前後で施工するのが一般的である。しかし、細粒質や粘質な土壌や早期排水が必要なほ場では、暗きよ間隔は狭く、深さは浅く施工する(図4-5-2)。

2) 樹園地の排水

ア. 樹園地排水の問題点

山間部や棚田跡に栽植している園地では、隣接する山から表面流きよ水や伏流水が流入して滞水する場合があります。これらの流入を遮断するため、排水溝を施工して滞水した水を園外へ逃がす必要がある。また、周囲が水田の場合には湛水時期には、周辺の水位上昇に伴い排水不良となるため、あらかじめ盛り土をして植栽するなど工夫が必要である。

イ. 排水方法

既成園に暗きよを施工する場合は、果実や枝葉の損傷が少ない晩秋か早春に行う。トレンチャーで施工する場合にはすべて下流から行い、深さや勾配、凹凸に注意す

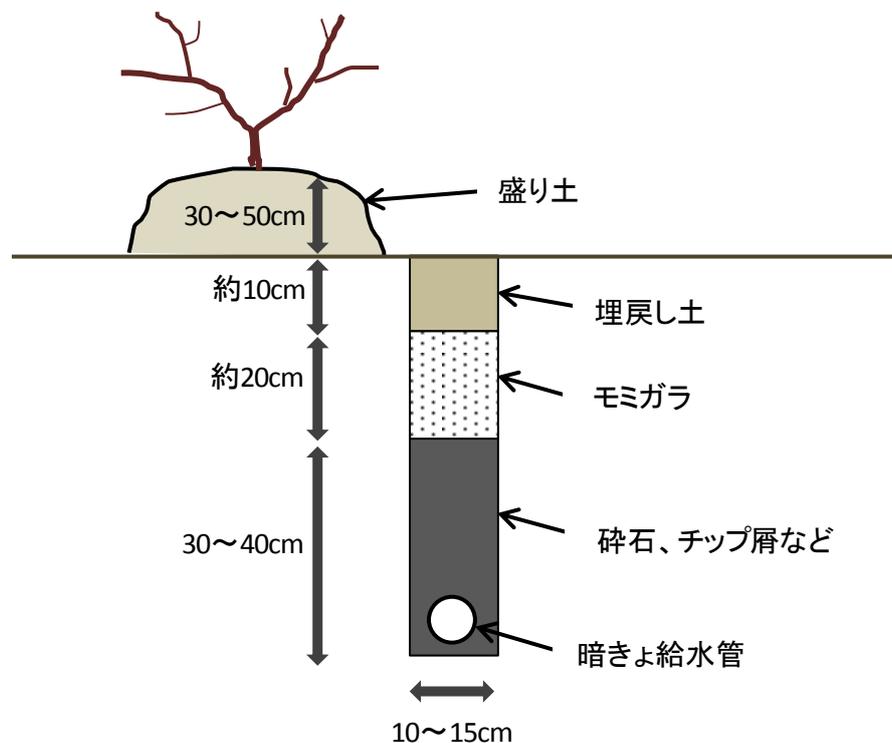


図4-5-3 暗きよの施工例

る。排水機能を高め、効果が長持ちさせるために暗きょパイプを設置して掘削溝に粗砂、砕石、チップ層などの疎水材を充てんする。また、ち密な土層を機械的に破壊（心土破碎）して亀裂を生成させ、それを排水に役立たせる。しかし、作業機械の踏圧を受けると、これらの亀裂は容易につぶれることが多く、排水機能が低下するため注意が必要である。

（３）施設の排水

１）施設排水の問題点

排水の不良な場所に設置された施設では土壌の物理性の改善を図るとともに、土壌中の過剰水を排除する必要がある。特に下層土の透水係数が 10^{-4} cm/秒以下の時には暗きょ排水等によって積極的に排水する必要がある。

施設栽培における排水を大別すると、ハウスの外から侵入する水の排除とハウス内で生じた過剰水の排除とがある。近年、ハウス栽培面積の増加にともなって水田地帯でのハウス栽培が盛んになっており、降水のほかに水稲作付け期には、周囲の水田からの水の侵入によってハウス内の地下水位は高くなることが多く、地下水位の変動も生じやすい。このような条件下では、排水を行って過剰水の排除を図る。

一方、ハウス内で発生する過剰水は、主に灌水時の余剰水やビニールフィルム等の被覆資材の内面に凝縮した水が流れ落ちたものである。パットアンドファンやミストによってハウス内を空調しているところでは、多量の余剰水が発生することがあり、積極的な排水対策が必要である。

２）排水方法

過剰水対策としては、ハウスへの水の侵入を明きょによって防止する。この場合、明きょに集まった水はできるだけ短時間で流去させる必要があるが、それが困難な場合には、揚水ポンプ等を使って積極的に排水する。

一方、ハウス内の過剰水および地下水は、ドレンホース等を使った暗きょによって排水する。実際には土性や対象作物の種類も考慮する必要があるが、一般的には、明きょの深さは 50～60cm とし、粘質土壌では畦ごとに一本ずつ設けることが望ましい。