

土壤肥料対策指針

(改訂版)

平成31年3月

和歌山県農林水産部

<目次>

I	基本方針	-----	1
II	各論		
1	作物編		
1)	本県水田土壌の特徴と土づくり対策		
(1)	水田土壌の分布	-----	3
(2)	土づくり対策	-----	5
(3)	土壌診断基準	-----	9
(4)	環境保全型農業の推進にともなう土壌管理重点事項	-----	9
2)	施肥対策		
(1)	水稲		
①	施肥の基本的な考え方	-----	11
②	水稲施肥基準	-----	13
③	水稲裏作野菜地帯における施肥の考え方	-----	13
④	被覆肥料利用による全量基肥施肥法	-----	13
⑤	水稲の穂肥	-----	14
⑥	土壌改良の持続性	-----	15
⑦	輪作における裏作残存養分を水稲で利用	-----	15
(2)	大豆		
①	施肥の基本的考え方	-----	16
②	大豆施肥基準	-----	16
(3)	環境保全型農業の推進にともなう水稲施肥対策重点事項	-----	16
2	野菜・花き編		
1)	本県野菜・花き栽培土壌の特徴と土づくり対策		
(1)	野菜・花き栽培土壌の分布	-----	18
(2)	野菜・花き栽培の土づくり対策	-----	20
(3)	土壌診断基準	-----	25
(4)	環境保全型農業の推進にともなう土壌管理重点事項	-----	27
2)	施肥対策		
(1)	野菜		
①	施肥の基本的考え方	-----	29
②	野菜品目別施肥基準	-----	33
ア	葉菜類		
・	キャベツ、ハクサイ、ブロッコリー	-----	34
・	レタス、ホウレンソウ、タマネギ	-----	35
イ	果菜類		
・	イチゴ	-----	35
・	キュウリ、スイカ、トマト、ミニトマト	-----	36
・	ナス、ピーマン及びシシトウガラシ	-----	37

ウ	マメ類	
	・ エンドウ	----- 37
エ	根菜類	
	・ ダイコン、その他の根菜類	----- 38
オ	施肥基準使用上の注意事項	----- 38
(2)	花き	
①	施肥の基本的考え方	----- 39
②	花き品目別施肥基準	----- 40
ア	切り花	
	・ ガーベラ	----- 40
	・ キク、シュッコンカスミソウ、スターチス・シヌアータ	----- 41
	・ バラ	----- 42
イ	花木	
	・ シキミ、センリョウ	----- 42
(3)	環境保全型農業の推進にともなう施肥対策重点事項	
①	土壌診断に基づく適正施肥	----- 43
②	有機質肥料、肥効調節型肥料の利用	----- 43
③	局所施肥による肥料の削減	----- 46
④	L型肥料の利用	----- 47

3 果樹編

1)	本県樹園地土壌の特徴と土づくり対策	
(1)	果樹園土壌の分布	----- 48
(2)	土づくり対策	----- 52
(3)	土壌診断指針	----- 59
2)	施肥対策	
(1)	ウンシュウミカン	
①	施肥の基本的な考え方	----- 62
②	施肥基準	
ア	極早生早期・標準出荷型の施肥法	----- 64
イ	早生種標準出荷型の施肥法	----- 65
ウ	早生種完熟・早生普通種マルチ作型の施肥法	----- 65
エ	普通種標準出荷型の施肥法	----- 66
オ	普通種貯蔵出荷型の施肥法	----- 67
カ	その他	----- 67
(2)	中晩生カンキツ	
①	施肥の基本的な考え方	----- 68
②	施肥基準	----- 69
	・ ハッサク、清見	
(3)	ウメ	
①	施肥の基本的な考え方	----- 71
②	施肥基準	----- 74

(4) カキ	
① 施肥の基本的な考え方	76
② 施肥基準	78
(5) モモ	
①施肥の基本的な考え方	79
②施肥基準	81

Ⅲ 参考資料

○ 施肥例一覧	82
1 農用地土壌汚染防止に関する事項	89
1) 農用地の土壌の汚染防止等に関する法律	
2) 農用地における土壌中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準	
2 公害関係基準	91
1) 水質汚濁に係る環境基準	
2) 地下水の水質汚濁に係る環境基準	
3) 土壌の汚染に係る環境基準	
3 地力増進地域指定制度(解説)	95
4 地力増進法施行令で定める種類の土壌改良資材の概要	97
5 水稲の穂肥要否の判定法	99
6 土壌診断に基づく資材の施用	101
7 野菜の栄養診断	103
8 水質の診断	106
9 ハクサイ根こぶ病に施用される石灰資材	109
10 機械移植用夏まきハクサイセル成形苗に対する移植直前の液肥施用効果	111
11 有機質資材の特性と利用法	113
12 太陽熱利用による土壌消毒と土づくり(連作障害防止対策として)	120
13 軽量培養土のpH、EC測定法	129
14 「ECO作くん」を用いた土壌診断と施肥設計	130
15 土壌診断と施肥活用による肥料節減指針	132
16 家畜ふん堆肥を活用した施肥指針	137
17 せん定枝の堆肥化	146
18 ウメせん定枝チップの簡易堆肥化方法	147
19 土壌改良資材の局所投入による極早生ウンシュウミカンの新梢と根の発育促進	148
20 温州みかんマルチ栽培指針	150
21 みかん園での水管理	154

I 基本方針

農業は自然生態系がもつ物質循環機能を生かし、環境との調和を基本とする持続可能な産業であり、国土、環境の保全と言った多面的な機能を有している。

県ではこれまで、生産性を維持しつつも化学肥料に過度に依存しない、環境と調和した農業を推進してきたところである。また、近年の化学肥料の高騰に対応した、土壌や堆肥の肥料成分を考慮した施肥体系の確立が求められている。

農業生産の基本となる土壌は、農業の有する物質循環機能の要となる資源であり、その機能を十分に発揮させることが重要である。

このため、土壌診断を実施し、土壌の性質や土づくり資材の特性等を把握した施肥設計や土づくり対策を推進する。

推進事項

1 土づくり対策の推進

土の日（10月1日）、土づくり強調月間（9月15日～10月14日）の設定等による土づくりの啓発並びに本指針に基づく技術事項の実践指導等を通じ、土壌生産力の増強対策を推進する。

2 適正施肥の推進

農産物の高品質安定生産と環境負荷低減のため、本指針に基づきそれぞれの地域・作物に応じた施肥法を推進する。

1) 土壌診断の推進

土壌診断の結果に基づき施肥設計を行い、農家個々に最適な低コスト施肥法を推進する。土壌診断と施肥設計には、県と県農業協同組合連合会とが共同で開発したソフトを用いることにより、簡単・迅速な対応を可能としている。

2) 家畜ふん堆肥等の有機質肥料の利用

低コストかつ環境への負荷を低減した施肥体系への転換のため、家畜ふんたい肥等の有機質資源を積極的に活用し、本来の土壌の物理性改善効果に加え、その肥効を勘案した施肥設計を行う。

(3) 肥効調節型肥料の利用

肥効調節型肥料は作物の生育にあわせて養分が溶出されるため、全量基肥施用、追肥施用回数の削減による省力化、肥料成分溶脱の減少による環境負荷の軽減を図ることができる。環境負荷軽減及び肥料利用効率の向上のために、肥効調節型肥料の使用を推進する。

3 研修会、検討会等の開催と情報の収集・提供

土壌肥料関係技術の速やかな周知と実用化を推進するため、県・地域における研修会、検討会等を適宜開催し、情報の収集・提供を行う。

4 展示ほ・技術確認ほ等の設置

新しい技術、新しい肥料、土壌改良資材の合理的かつ適正な利用法の修得及び振興局で設定した施肥設計、施肥例の普及を図るため、展示ほ・技術確認ほ等を設置し、設計検討会、現地検討会等の運用によりその波及効果を促進するなど必要な施策の推進を図る。

II 各論

1 作物編

1 作物編

1) 本県水田土壌の特徴と土づくり対策

(1) 水田土壌の分布 (地力保全調査総合成績書 1976 年より)

①水田土壌の土壌群別分布状況と特徴

本県における水田土壌は平坦部の河川流域における低地部とその周辺台地に大部分が分布し、残りは山麓部、中山間及び山間部の段丘、棚田として分布している。低地部に分布するのは褐色低地土群、灰色低地土群、グライ土群の3土壌群であるが、その中でも全県にわたり最大のものは灰色低地土群で全水田面積の54.9%を占めている。台地、中山間及び山間地には灰色低地土群、グライ台地土群及び黄色土群の3土壌群が分布し、全水田面積の32.9%を占める。この3土壌群の内最大の分布をもつのが黄色土群で、全水田面積の30.0%を占めている。従って、本県の水田土壌では全面積の約85%が灰色低地土群と黄色土群で占めており、県を代表する土壌群になっている(表1-1)。以下にそれぞれの土壌群、土壌統群についてその概要を説明する。

表 1-1 和歌山県水田における土壌群別面積の分布 (ha)

ア 灰色低地土群

この土壌群は主として河岸沖積平野などの平坦地に分布し、土層は灰色～灰褐色を示す土壌である。この土壌群は砂礫、粘土などの非固結堆積岩を母材として、水によって運ばれ堆積した水積土であるので、堆積状況の相違から土性と礫

	土壌群名				県計
	灰色低地土	黄色土	グライ土	その他	
和歌山地域	2,736	1,326	408	268	4,738
那賀地域	957	2,408	13	112	3,490
伊都地域	1,130	739	56	292	2,217
有田地域	546	341	106	212	1,205
日高地域	3,032	417	264	337	4,280
西牟婁地域	1,947	348	391	186	2,585
東牟婁地域	629	422	194	178	1,480
県計	10,977	6,001	1,432	1,585	19,995

注) 地力保全基本調査総合成績書(昭和53年発行)より、平成22年和歌山県水田面積7,650ha

層の有無及び下層の土色が灰色系か、灰褐色系か、などの要因により全国で9土壌統群37土壌統に細分されている。本県ではこの内6土壌統群17土壌統が分布している。本県の分布面積は全水田面積の54.9%を占め、本県の水田における代表的な土壌群になっている。県内に分布する土壌群は6土壌統群に細分されているが、この区分では堆積粒子の大きさ及び礫層の有無から細粒、中粗粒、礫質の3区分に下層土の土色から灰色系と灰褐色系の2系統に区分し、6土壌統群を構成している。分布面積の大きいものは中粗粒灰色低地土灰褐色系である。この土壌群には一般的に老朽化水田が多い。県内では和歌山地域、日高地域で分布面積が大きい。

イ 黄色土群

この土壌群は主として崩積台地及び段丘地に分布し、砂岩等の団結堆積岩、変成岩及び非固結堆積岩を母材とし崩積及び洪積世堆積に由来する土壌で、下層土の土色が黄色～黄褐色を示すものである。本県では紀ノ川右岸を中心にした緩傾斜崩積台地を中心に、中山間、山間地の

台地に分布する水田が本土壌群に該当する。堆積方法が土砂流による崩積と水流による洪積世堆積によるため、土壌粒子大きさのほか酸化沈殿物の有無を基準として分類し、全国では6土壌統群23土壌統に区分され、水田や畑地利用が多い。県内の水田はこの内3土壌統群6土壌統がこれに該当する。この土壌群は比較的排水が不良であるため有機物等を補給する必要がある。地域的分布は県内全域にわたるが、特に紀ノ川右岸を中心とした那賀、和歌山地域に多く3土壌統もこの地域に集中的に分布している。また細粒黄色土壌統群は主に伊都地域に分布し、礫質黄色土斑紋あり土壌統群は主に東牟婁、西牟婁地域に分布する。

ウ グライ土群

この土壌は灰色低地土群と同じ地域である平坦水積地の特に低湿地に分布している。分布地域が低湿地であるため、地下水位が高く土層の比較的高い位置まで常時滞水し土層がグライ化している土壌である。グライ層では作物の根の活動は極めて弱く、グライ化の強い層では根系の分布は殆どみられない。このグライ層の出現位置が本土壌群の区分要因となっている。本県における分布面積は全水田面積の7.2%で3番目に多い土壌統である。分布の特徴は全県下に散在し、1市町村の分布面積は比較的少ない。分布地形の特徴は排水路不備による排水不良地が多いので排水対策が必要である。

表 1-2 和歌山県内水田の土壌理化学性 (乾土 100g 当たり)

	作土深 (cm)	pH	腐植 (%)	塩基置 換容量 (me)	石灰 (mg)	苦土 (mg)	カリ (mg)	リン酸 (mg)	ケイ酸 (mg)	遊離酸 化鉄 (%)
県平均値	15.8	5.8	3.6	10.9	167	26	16	68	31	1.10
最大値	24.0	7.5	6.4	17.3	435	101	63	258	151	5.62
最小値	8.0	4.5	1.8	5.9	66	9	3	13	2	0.27
改善目標値	15cm以上	6.0	3.0	—	200	30	—	10	15	1.50

注) 平成6年から平成10年までの土壌環境調査による、石灰・苦土・加里は交換性

②水田土壌の実態

平成6年より10年までの土壌環境調査結果を土壌改善目標値や土壌診断項目と比較すると、pHが低く、塩基類の不足、遊離酸化鉄含有率の不足が認められる。遊離酸化鉄は、不足地域が82%と多い。ケイ酸は概ね適正であり、リン酸は全地点で改善目標を上回っており、30%の地点で過剰となっている(表1-2、図1-1)。

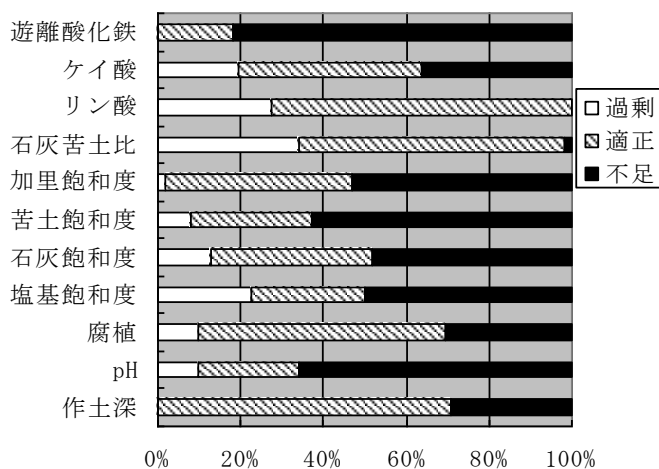


図 1-1 水稻単作ほ場における土壌診断基準からみた診断項目別の地点数の分布

注) pHは、低pH域 適正域 高pH域、リン酸・ケイ酸は可給態

(2) 土づくり対策

① 土壌改善目標

水稲栽培では高品質安定多収が目標であり、これを実現するためには窒素の持続的供給と塩基の供給により後期登熟を良好にしなければならない。窒素の持続的供給を図るために、稲わら全量還元、有機資材施用等で地力窒素を高める必要がある。また、ケイ酸・石灰等無機改良資材による土壌改良は効果が高い。しかし、塩基供給となるケイ酸、石灰や含鉄資材は施用量が低下している。

近年、温暖化により登熟不良が生じ、乳白米等の増加により1等米比率が低下している。このため、ケイ酸資材の施用による土づくり対策が重要である。

土壌改善目標値を表1-3に示す。また、土づくり推進のため主要項目を以下に記述する。

② 水田の土づくり

ア 作土層の拡大

水田の深耕は冬作利用の時や水稲栽培の時に行う。ロータリー耕で可能な限り作土層全体を耕起し、鋤床層の表面が畝谷に散見されるよう深く耕す。できればプラウ耕を導入し表層土の反転混合に努力する。

イ 有機物補給のための稲わら全量還元

水田で生産された稲わらは地力を維持するために全量鋤込みとする。稲わらの全量鋤込みは、水稲単作では地力の向上、二毛作では地力の維持につながる。稲わらは稲刈り後の秋鋤込みが望ましく、稲刈り後3月末まで(普通期栽培)に細断し全面に散布する。散布後4月までに石灰窒素を10a当り30kg程度施用し鋤込むと稲わらの腐熟が促される。稲わらの鋤込みによる増収効果は図1-2に示す通りである。冬作に野菜等を栽培する場合は、それぞれの栽培管理に適合した時期に施用する(表1-4)。

表1-3 水田土壌改善目標

項目	改善目標	備考
減水深	20mm/日以下	
作土深	15cm以上	
pH(H ₂ O)	6	
腐植	3.0%	
リン酸	10mg/100g	
塩基飽和度	80%	CEC12meの例示
石灰	200mg/100g	
苦土	30mg/100g	
石灰/苦土	5	
ケイ酸	15mg/100g	
遊離酸化鉄	1.5%	

注) 各項目とも冬野菜を作付けする場合は普通畑の項に準じる。野菜の項表2-13を参考とする

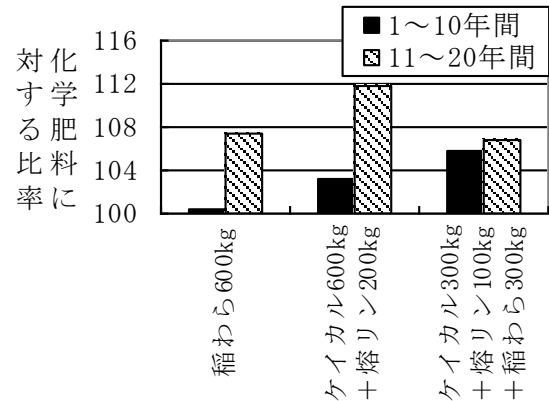


図1-2 土壌改良資材による増収効果

注) 化学肥料のみで栽培したほ場の収量を100とした場合の増収率の平均値、調査期間:1975~1994、品種:「日本晴」、資材施用時期:ケイカル・熔リン:夏作前と冬作前に各半量施用・稲わら:冬作前

表1-4 作付け体系別の土壌改良実施時期

作付け体系	土壌改良実施時期
水稲単作	11月~4月
水稲-野菜・花き	作付け転換期
水稲-飼料作物	11月及び5月
野菜・花き(水稲作付けなし)	作付け転換期

注) 水稲単作での土壌改良は秋鋤込みが望ましい

山間水田の湿田や平坦部の低湿地では、稲わら施用による還元過多の障害を避けるため堆肥化して施用する。水稲単作ほ場においても前作の稲株や稲わらによる障害を避けるため秋冬期に耕起を行う。裏作に野菜や花きを栽培した場合も残渣を出来るだけ早く乾燥させ鋤込み、水稲作付けまでの期間を長くする。

ウ リン酸、塩基、ケイ酸の適切な補給

熔リン、石灰、ケイ酸質資材等の無機質改良資材施用は土壤診断により補給量を決定することが望ましい。特に、リン酸は蓄積傾向にあるため、土壤診断に基づいて施用する。

ケイ酸は重要な役割（受光態勢、光合成促進、耐倒伏性、耐病性等）を果たしており、水稲の養分吸収量が最も多い成分である（表 1-5）。

以下にケイ酸の効果を記述する。

- ・増収効果（図 1-2）。
- ・病害抑制効果（図 1-3）

茎葉のケイ酸含有率が増加し、いもち病の発病を抑制する。

- ・食味向上効果（図 1-4）

茎葉中のケイ酸含有率が増加すると、生育量が増加し、玄米の窒素含有率が低下して食味が向上する。

- ・葉の受光体勢の改善（図 1-5）

ケイ酸が不足すると受光体勢が悪くなり、水の蒸散量が増加、光合成速度が低下する。また、ケイ酸不足時は高温等の影響で乳白米等が発生しやすい。

なお、止葉中のケイ酸含有率が 10%を切るとケイ酸資材の効果が期待される。

塩基については塩基間のバランスを適正に保つことも重要である。施肥は全層混合を行うため耕転の前に行う。水稲単作の場合は稲わらの

鋤込み時の同時施用が効果的である。冬作栽培の場合は冬作作付け時に施用する方が効果高い。この場合、水稲作に必須のケイ酸資材を石灰資材の代わりに使用することが可能である。浅耕土鉄欠水田ではケイ酸資材の代わりに含鉄資材を使用する。

表 1-5 異なる土壌における稲の養分吸収量 (kg/10a)

土壌改良資材と 10a 当り年間施用量	窒素	リン酸	加里	ケイ酸
無窒素	4.4	2.1	5.9	52
— (化学肥料のみ)	11.3	5.0	13.8	60
稲わら600kg	11.7	5.0	14.5	82
ケイカル600kg+熔リン200kg	11.0	4.6	13.6	124
ケイカル300kg+熔リン100kg +稲わら300kg	11.3	4.9	14.3	114

注) 無窒素区のリン酸・カリは化学肥料施用量と同等施用、調査期間：昭和 50 年～平成 9 年（和歌山農試）、品種：「日本晴」、裏作：タマネギ「OL」、資材施用時期：珪カル・熔リン：夏作前と冬作前に各半量施用・稲わら：冬作前

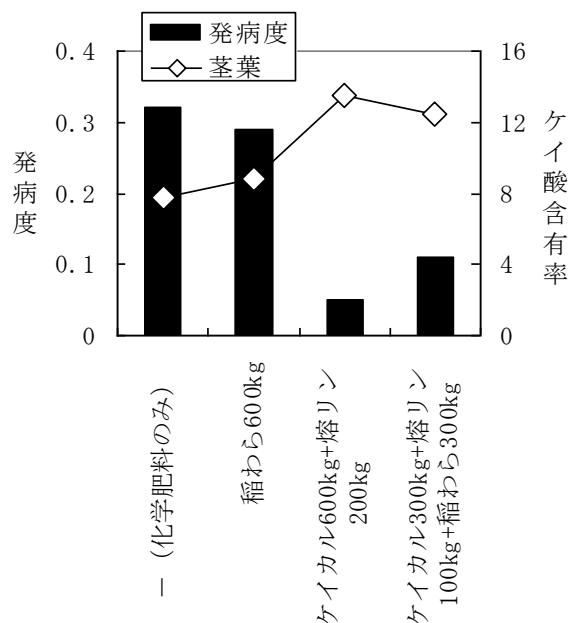


図 1-3 珪酸資材による葉いもち病抑制効果

注) 試験年次:平成 10 年、品種「キヌヒカリ」、窒素 5.0kg/10a、発病度=(4A+3B+2C+D)÷(4×調査株数)・A:病班面積 50%以上・B:病班面積 10~50%・C:病班面積 2~10%・D:病班面積 2%未満・E:病班なし、土壤改良期間：昭和 50 年～平成 9 年、施用時期：ケイカル・熔リン：夏作前と冬作前に各半量施用、稲わら：冬作前

高品質・良食味米栽培のためには、稲わら全量還元を前提として、水稲単作では連年 20～30kg/10a のケイ酸施用（ケイカル 70～90kg/10a）が、輪作ほ場では連年 30～40kg/10a（ケイカル 90～130kg/10a）のケイ酸施用が望ましい。

エ 含鉄資材の施用

水田での遊離酸化鉄は依然として目標値に達していない。このため、含鉄資材の施用推進を継続する必要がある（図 1-1）。水稲は鉄欠乏による生育障害を受けることは少ないが、水田土壌の還元によって発生する硫化水素による根の障害を防ぐために遊離酸化鉄は必要である。遊離酸化鉄含量が 0.8%以下になると硫化水素発生量が急増するといわれている。

水稲に対する硫化水素の害は、リン酸やカリ、その他養分の吸収阻害、いもち病やごま葉枯病の耐病性の劣化等があり、更に強くなると根ぐされを起こし、いわゆる老朽化、秋落現象を引き起こす。含鉄資材の施用により 5～10%増収効果が認められる（表 1-6）。

オ 漏水田の漏水防止対策

水田の減水深が 30mm/日以上の水田では漏水過多による養分流亡が激しいので、漏水防止対策としてベントナイト（1～2t/10a）を作付け前の耕起時に全面施用し、土と良く混和する。極端な漏水田では一部を鋤床に用い、残りを作土に混合すれば一層効果的である。

カ 有機質資材確保のため冬作飼料作物導入

冬作休閑水田では可能な限りレンゲやイタリアンライグラス等の飼料作物を導入し、地力増強のため有機質資材の確保に努める。レンゲやイタリアンライグラス等は正常に栽培された場合、地上部を刈り出しても刈り株及び地下部で十分有機物の補給ができる。冬作に飼料作物を導入した場合は水稲刈り取り後稲わらを細断し全面散布して覆土がわりにする。冬作終了後地上部は持ち出して残渣は直ちに鋤込み、できるだけ水稲作付けまでの期間を長くする。

レンゲ鋤込みによる効果は土づくりからみた土壌中腐植含量の維持、増強であり、もう 1つは水稲の肥料としての効果である。レンゲを水田に鋤込んだ場合両方の効果が現れる。地力維持増強が主目的であれば若いレンゲより結実期の鋤込みが、水稲の施肥を目的とする場合は窒素含量が高い開花期が最適である（表 1-7）。

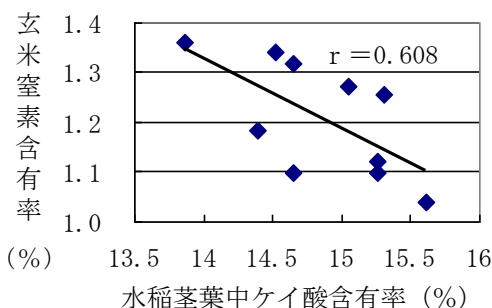


図 1-4 茎葉中ケイ酸と玄米中窒素濃度
注) 熊本県農業研究センター農産園芸研究所 1999 年、灰色低地土

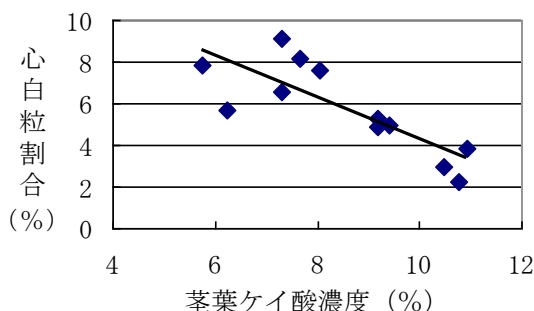


図 1-5 茎葉中ケイ酸と心白粒割合
注) 成熟期、富山県農業技術センター、平成 11 年

表 1-6 含鉄資材の施用効果

	含鉄平炉滓	含鉄物+ケイカル
増収率 (%)	109.6	105

注) 標準を 100 とした値、昭和 31～昭和 39 年県下 25 ヶ所の平均

表 1-7 レンゲの刈取時期と無機成分含有率 (乾物当たり%)

成分	刈取時期 (月/日)						
	4/11	4/18	4/25	5/2	5/9	5/16	5/23
全窒素	4.6	4.8	4.28	3.73	3.45	3.2	2.63
水溶性窒素	0.2	0.2	0.2	0.2	—	0.2	0.2
リン酸	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3
カリ	1.9	1.9	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5
イオウ	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4

注) 富山農試、昭和 38 年

レンゲ鋤込み時の注意点として

レンゲを鋤込んだ場合は鋤込み量と鋤込み時期に応じて基肥量を調整する。通常 2t/10a の生草鋤込みは 4~6kg/10a の窒素量に相当するが、レンゲ鋤込みから湛水までの日数が長いと窒素利用率が低下する。レンゲの鋤込み直後に湛水とした場合、レンゲは急激に発酵・分解し土壌は強還元化する。このような条件下では有機物の分解時に有機酸や硫化水素ガス等有害作用を持つ物質が生成され、水稻の活着不良が起こりやすいので、中和のため含鉄資材 100~150kg/10a を生育量に応じて施用する。

キ 水田高度利用に伴う土壌管理

一般に水田の高度利用を進めるには第 1 に用排水路の整備 (用排水路の分離) と第 2 に暗渠排水による地下水位の調節が基本である。湿田、半湿田地帯ではこの 2 点を中心とした土壌改良による基盤整備の促進が望まれる。土地利用の合理化、効率化を進めるためには集団転作や土地改良等による地域農業の推進が重要である。転作を行うためには水田期間中に畑作導入が必要であり、畑作物の多くのは地下水位が 40cm 以下でも栽培が可能であるため、この条件を満たす排水対策が必要である。

土壌改良による基盤整備以外の土壌管理対策については次の通りである。

ア) ほ場内地表水の排水対策

永久転作を図る果樹栽培等の場合、生産性の向上には鋤床層の破壊が効果的である。しかし、高品質・高糖度果実の生産には、下層土までの深い明渠や暗渠を設置し、作土が比較的乾きやすい状態を保つことが重要である。

一時転作ほ場では地表水の排水が円滑にいくよう畝の立て方や畝間の水を流れやすいよう注意し、畝内水分の排水を図るため土壌の透水性を促進する対策と併用すれば効果が高い。

イ) 地下水位対策

ほ場内の地下水位の低下は集団転作による地域排水か土壌改良が原則である。しかし、個別転作で周囲が水田である場合は、畦に沿って明渠排水を作ると効果が期待できる。また、高畝栽培も見掛け上地下水位の低下になる。この場合には畝内水分の排水を図るため土壌の透水性

を促進する対策と併用すれば効果が高い。

ウ) 作土層の透水性改善

通常の畝では畝内水分の過剰による湿害がしばしばみられる。このような時には作土層の透水性を改善する必要がある。作土層の透水性改善には物理性改良効果の高い有機質資材（木質系堆積物等）を施用する。

エ) 地力維持対策

水田から畑作物栽培へ転換すると地力消耗型栽培となるため、特に土づくりに留意し地力の低下を防ぐ。一般的には次項の野菜・花き栽培土壌の改善に準じて実施する。施設栽培に転換した場合は高度な集約栽培になり地力の消耗が激しいので、特に土づくりに心掛ける。「太陽熱、石灰窒素利用による土壌消毒と土づくり（参考資料 12）」方法は土づくり効果が極めて高く同時に土壌消毒も出来る。

オ) 田畑輪換による土壌悪化の防止

野菜、花き栽培への転作では年数の経過とともに塩類集積や生理障害、病害の発生が多くなって来る。また、産地化に伴って連作障害が問題になって来る。これらを回避し生産の安定化を図るためには、田畑輪換が最も良い方法である。田畑輪換を行う場合は一般に畑期間は連作障害の出るまで、水田期間については輪換後収量水準の安定するまでが一般的基準である。畑作、水稲とも3年連作位が良いと考えられる。

(3) 土壌診断基準

土壌診断は①土壌の分析、②診断基準との照合、③改善対策の策定を基本とし、合理的な肥培管理対策のための重要な役割を持っている。現在、土壌診断技術は農家栽培技術として定着し、JAをはじめとした関係機関の活動の一環として実施されている。その中で、診断技術は塩基の量を増加させることから、塩基間のバランスと飽和度を重視する方向に変化してきた。また、

国の地力増進基本指針で示された改善目標も同様に塩基バランスを重視したものになっている。水田における土壌診断の項目と適範囲は表 1-8 の通りである。

表 1-8 水田における土壌診断の項目と適範囲

項目	改善目標	備考
pH	6.0～6.5	
腐植	3～5%	
リン酸	10～80mg/100g	
塩基飽和度	70～90%	CEC12me/100g の例示。
石灰飽和度	55～75%	〃
苦土飽和度	13～20%	〃
加里飽和度	3～10%	〃
石灰/苦土	3～5（当量比）	

注) 上記以外の項目は、1)-(2)-①項、表 1-3 基本的な水田土壌改善目標と同様である

(4) 環境保全型農業の推進にともなう土壌管理重点事項

環境保全型農業においては施肥量削減による環境負荷量低減がポイントとなる。このため、土づくりにおいては基本技術の励行は勿論のことであるが、特に漏水防止、地力向上に努める。

漏水防止対策として、ベントナイト・有機物等施用、丁寧な代かき、畦塗り（畦畔の漏水防

止)、適切な水管理等があげられる。

また、代かき時の水量を最低限にすることで、田植え時の濁水放出と土壌養分の流亡を抑制することができる。

ほ場内への肥料投入量削減として、有機物等施用による地力向上が必要であり、稲わらの全量還元とともに家畜ふん堆肥(1~2t/10a)や緑肥(レンゲ等)による土壌改良を行う。これら有機物は地力窒素の補給と共にリン酸、カリ等の肥料効果も期待できる。有機物は適量を毎年施用することが望ましい。分解特性の異なる有機物を長期連用した場合の各年次における窒素放出率の推移を図 1-6 に示した。使用する有機物の分解特性と連用年数を考慮して化学肥料の施用量を決定する。しかし、未熟な家畜ふん堆肥等を投入すると還元状態により初期生育が抑制されたり、生育後半に多量の窒素が供給され、品質・食味が低下するなど水稲には好ましくないので注意する。

合鴨農法等では栽培期間中常時湛水ほ場が多いため還元化対策が重要である。このため、含鉄資材やケイ酸資材の投入、有機物の秋鋤込みと適切な水管理に努める。

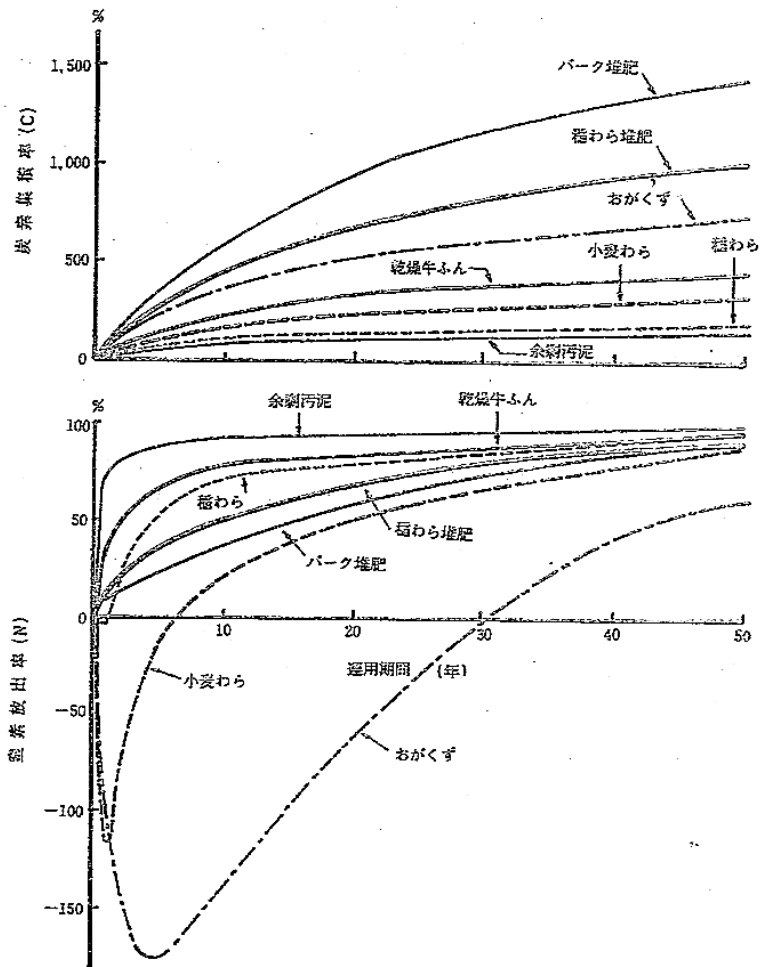


図 1-6 有機物を連用した場合の炭素の集積率と
毎年の窒素放出率の年次推移

注) 農業研究センター、昭和 60 年、毎年施用する有機物中の C、N 量を 100 とした場合

2) 施肥対策

(1) 水稲

① 施肥の基本的な考え方

水稲の安定多収は基本的に単位面積当たりの粒数と千粒重の増加による。粒数の確保には穂数確保と登熟歩合の向上であるが、暖地に属する和歌山県では登熟歩合の向上は困難な場合が多く、穂数の確保が最も重要であり、次いで後期栄養による千粒重の増加に重点をおく。

ア 収量構成要素

ア) 穂数の確保

目標収量 600kg/10a での目標穂数は 400 本/m²以上である。この穂数の確保には密植と分けつの増加による 2つの方法がある。栽植本数が多くなるほど 1株当たりの分けつ数と穂数が少なくて良いので、栽植本数が多くなる程基肥重点から追肥重点に移行していく、基肥施肥量の基礎はここにある。成苗移植栽培 (13~16 株/m²) から機械移植栽培 (20~24 株/m²) と栽植本数が多くなり、茎数確保が容易となった現代、分施割合は以前の基肥重点から追肥重点とする。また、早植えにして栄養生長期間を長くすることによって分けつを多くする方法もある。この場合は基肥と分けつ期追肥に分肥する必要がある。

イ) 千粒重の確保

幼穂形成期を中心に粒数決定から粒数の決定期があるが、倒伏の危険を避けるため穂肥を出穂前 25~22 日前とし、出穂前 15~10 日前は上位 3 葉の窒素濃度を維持し、同化能力の低下を防ぐことにより千粒重の確保を図る。このため穂肥は 2 回分施とする。

イ 施肥基準算定の基礎条件

施肥基準の設定法には最も合理的であると考えられる作物の必要養分量からの算出法によった。この方法では、天然供給量の算定と三要素の利用率の決定という疑問はあるが、昭和 29~44 年まで県下各地で土壌の種類別に現地試験を実施してきたので、その成績を基礎に算出した。窒素については多数の試験成績を基礎としたが、リン酸とカリ

表 1-9 施肥基準算定の基礎

区分	必要養分量 (玄米100kg)			天然供給量 (kg/10a)			肥料利用率 (%)			
	窒素	リン酸	カリ	玄米量 (平均収量%)	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
平坦部 普通栽培	肥沃田			420 (84%)	9.7	4.2	13			
	普通田			380 (80%)	8.7	3.8	12			
	砂質漏水田			320 (78%)	7.4	3.2	10	35	20	45
山間部	肥沃田			330 (80%)	7.6	3.3	11			
	普通田			290 (78%)	6.7	2.9	9.3			
早期栽培	肥沃田			2.3 1.0 3.2 350 (78%)	8.1	3.5	11			
	普通田			320 (75%)	7.4	3.2	10	40	15	45
	砂質漏水田			270 (72%)	6.2	2.7	8.6			
乾田 直播	肥沃田			380 (84%)	8.7	3.8	12			
	普通田			340 (80%)	7.8	3.4	11	30	20	40
	砂質漏水田			320 (78%)	7.4	3.2	10			

注) 乾田直播: 機械植え

については充分ではなく、算出された基礎数字については議論の余地はあるが、現段階における成果と考えている (表 1-9)。

- ア) 本施肥基準は前作残効の影響が殆ど無い状態での施肥基準である。従って残効の予想される場合や、野菜残渣等の鋤込み時はその残効効分を別途考慮する必要がある。
- イ) 日本晴（短桿、穂数型）を基準としているので、倒伏し易い品種は施肥量に注意する。
- ウ) 普通期移植栽培、稚苗移植栽培で栄養生長期間が 40 日以上ある場合は分けつ期追肥を組入れても良い。窒素、カリを同じように分施する。分施時期は分けつ初期に行う。
- エ) 後期施肥は、穂肥 2 回の分施肥としたが、1 回の施肥量を窒素で 3.0kg/10a を上限とする。1 回施用する場合施肥量が限度を超える時は出来る限り出穂 20 日前まで遅らせる。
- オ) 実肥の効果が予想される場合は窒素で 2.0kg/10a を限度とし穂肥と同比率でカリも施用する。この場合は原則として施肥量に上積みするものとする。但し、実肥は食味を低下させるので注意が必要である（図 1-8）。
- カ) 緩効性肥料及び硝酸化成抑制剤入り肥料の基肥施用については、乾田直播、天水田、かん水の自由にならない水系（池掛り等）で肥効の低下をまねく場合や、栄養生長期間が 40 日以上あるもので土壌保肥力の弱い場合に肥効が大きい。
- キ) 秋落水田では老朽化水田土壌改良対策を実施の上、本施肥基準を適用する。
- ク) コシヒカリについては倒伏の問題や天然供給量、利用率に関する試験成績が充分でないため、収量目標、収量構成要素を設定し、それを満たす窒素施肥量を求めた（表 1-10）。

表 1-10 コシヒカリの目標収量と収量構成要素

地域	目標収量 (kg/10 a)	穂数 (本/m ²)	籾数 (粒/m ²)	1穂籾数 (粒)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
紀北	500	400	30,000	75	80	21.5
紀南	450	350	26,000	75	80	21.5

② 水稻施肥基準

表1-11 水稻施肥基準

栽培 法	適用地域	目標収量 kg/10a	成分名	施用量 kg/10a	分施量			備考	
					kg/10a				
					基肥	分け つ肥	穂肥 1 2		
稚 苗 ・ 中 苗 機 械 移 植 栽 培	肥沃 田	600	窒素	9.3	4.7		2.3	2.3	土性CL以上で中山間部を含む気温格差10℃以下の地域とする。
			リン酸	7.1	7.1				
			カリ	10.0	5.0		2.5	2.5	
	平坦 部 普通 田	550	窒素	8.6	4.3		2.2	2.2	土性CL～SLで中山間部を含む気温格差10℃以下の地域とする。秋落ち傾向の強い地域は砂質漏水田の分施率を適用する。
			リン酸	6.5	6.5				
			カリ	9.3	4.7		2.3	2.3	
	砂質 漏水 田	500	窒素	9.3	3.7	1.9	1.9	1.9	土性がSL以下で減水深30mm/日を基準とし中山間部を含む気温格差10℃以下の地域とする。
			リン酸	7.1	7.1				
			カリ	10.0	6.1		2.0	2.0	
	山 間 部 肥沃 田	500	窒素	8.7	5.3		1.7	1.7	土性CL以上で中山間部を含む気温格差10℃以上の地域とする。いもち病発生の危険がある場合は窒素・カリの分施率を70:15:15とする。
			リン酸	8.5	8.5				
			カリ	10.9	6.5		2.2	2.2	
普通 田	450	窒素	8.2	5.0		1.6	1.6	土性CL～SLで中山間部を含む気温格差10℃以上の地域とする。いもち病発生の危険がある場合は肥沃田に準ずる。	
		リン酸	8.0	8.0					
		カリ	10.2	6.2		2.0	2.0		
成 苗 移 植 普通 田	450	窒素	8.5	4.9		3.3		いもち病発生の危険がある場合は窒素・カリの分施率を70:30とする。	
		リン酸	8.0	8.0					
		カリ	10.2	6.1		4.1			
直 播 栽 培 普通 田	450	窒素	8.4	4.2		2.1	2.1		
		リン酸	5.5	5.5					
		カリ	8.8	4.4		2.2	2.2		

注) 成苗移植栽培は山間部対象とする。

③ 水稻裏作野菜地帯における施肥の考え方

水稻の裏作に野菜を栽培する2毛作地帯（特に春収穫の作型）では、裏作野菜の残存肥料成分や野菜残渣による水稻の倒伏が問題となる。前作物野菜の残渣量はハクサイ、キャベツで多く3～4t/10aで、残渣由来の窒素もハクサイ、キャベツで多く

表1-12 代かき前土壌の窒素量（5月上～中旬）

作物名	硝酸態窒素 (mg/100g)	アンモニア態窒素 (mg/100g)
レタス（サニーレタス含む）	15.1 (26.6～9.0)	6.0 (14.0～1.3)
ブロッコリー	11.7 (20.4～4.3)	4.3 (12.6～1.0)
ハクサイ	11.0 (21.8～2.3)	2.6 (7.1～1.0)
キャベツ	6.9 (12.6～0.8)	3.0 (6.3～0.6)

注) 和歌山農業改良普及所、昭和63年

約12kg/10aが鋤込まれている。収穫終了はキャベツ5月上旬、ブロッコリー4月下旬、ハクサイ4月上旬、レタス5月中旬頃である。これらの地域では水稻作付け前の土壌診断と栽培期間中の生育調査を行い適切な施肥管理の行われることが望ましい（表1-12、図1-7）。

また、残渣鋤込みによる異常還元が生じ易いのでほ場管理にも注意が必要である。

④ 被覆肥料利用による全量基肥施肥

温度依存型の被覆肥料など窒素成分の溶出を調節できる肥料の開発により、従来の基肥と穂

肥 2 回の施肥体系から基肥以外は一切施用しない基肥全量施肥が可能となった。この肥料資材は溶出期間の異なる被覆尿素肥料等を混合しており肥料成分の溶出は地温の影響を受ける。肥効が継続し中断することがないので稲体がやや軟弱となるが、慣行分施肥の 2 割減肥で収量は同程度となり、側条施肥田植機を用いることにより更なる減肥が可能である。なお、いもち病に弱い品種を作付けした場合は肥効が継続するためいもち病の発生に注意する必要がある。

この資材の利点は次の通りである。

- ア) 施肥成分が徐々に溶出し吸収されるため肥料の利用効率が上がり、慣行分施肥の 2 割減肥が可能である。また、側条施肥と併用することにより 2～3 割の減肥が可能である。
- イ) 施肥成分が徐々に溶出するためは場外への溶脱、流出が少なく環境への負荷が軽減できる。
- ウ) 施肥作業の省力化が図れる。
- エ) 肥料成分の溶出は地温の影響を受け土壌条件に左右されない。

なお、施肥設計を設定するにあたっては、水稻の品種・作型別に期待する収量水準を設けて適切な資材と施肥量を選定する必要がある（表 1-13）。

表 1-13 各種基肥全量施肥資材と収量

供試資材 (溶出日数)	資材A (70日)	資材B (100日)	資材C (100日)	資材D (120日)
慣行栽培に対する収量比 (%)	98	96	85	85

注) 品種：「キヌヒカリ」、溶出日数：水田状態 25℃で窒素が 80%溶出する日数、播種：平成 10 年 5 月 29 日、移植：6 月 18 日、栽植密度：20.8 株/m²、施肥量：慣行栽培：窒素 10.0kg/10a・基肥全量施肥資材：8.0kg/10a 慣行栽培収量：639kg/10a

⑤ 水稻の穂肥

水稻の施肥の場合、基肥及び生育の初期に使用される窒素は、主として必要な穂数確保のために施用される。

穂肥（幼穂形成期の施肥）は 1 穂粒数の増加（えい花の退化防止）と生育後期の同化能力向上に役立ち、出穂後の葉身窒素含有率を高め、同化能率を高めることにより登熟が効率的に行われる。出穂前 35 日～25 日前までの枝梗分化からえい花分化初期の約 10 日間に多量の窒素が供給される場合は、無効分けつが多くなるとともに第 4、第 5 節間が伸び倒伏の原因となる。

穂肥を効率よく効かせるには穂肥の時期、量、施用法に注意しなければならない。この他に施用量を決める最大の因子はその時の稲の栄養状態による。即ち、基肥及び生育初期の中間追肥との関係を考慮し葉鞘の栄養状態を科学的に測定しそれに見合う施肥量を決めることが望ましいことになる（参考資料 5、「水稻の穂肥要否の判定法」参照）。

また、近年市場において米の食味評価が価格に反映し、食味向上のための施肥技術も重要となっている。図 1-7 は穂肥と実肥が食味評価に及ぼす影響を示している。「穂肥＋実肥」は明らかに食味が低下している。このため、収量性と食味を考慮すると穂肥 2 回のみ施用とし、実肥の施用は

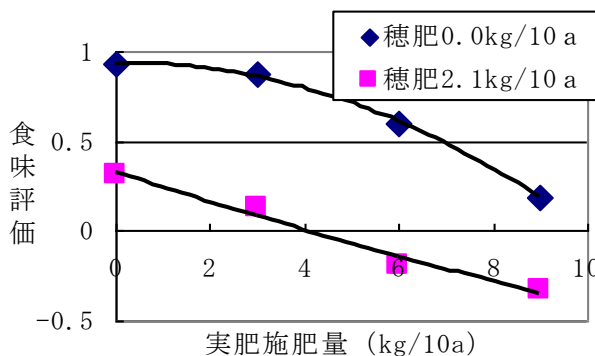


図 1-7 穂肥と実肥の施用と食味評価

注) 滋賀県農試、昭和 44 年産米、品種：「キンパ」

避けることが望ましいと考えられる。

⑥ 土壌改良の持続性

ケイカル 300kg/10a と熔リン 100kg/10a を 30 年間連用したほ場では、10 年間土壌改良を一切行わない場合、土壌中の可給態ケイ酸と可給態リン酸は大幅に減少するものの、その他養分の減少は僅かである（表 1-14）。

水稻栽培では、3 要素の施用と水稻の養分吸収量が最も多いケイ酸の補給が重要である。また、黄色土において土壌中可給態ケイ酸が 200mg/100g 以上含まれている土壌では、約 10 年間ケイ酸を施用しなくても水稻わらのケイ酸含有率 10%程度を保つことが可能であるため、ケイ酸施用効果が期待できる（図 1-8）。

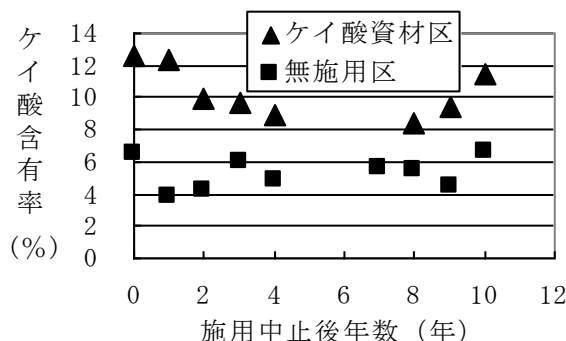


図 1-8 ケイ酸資材施用中止後のわらのケイ酸含有率の推移
注) 可給態ケイ酸 220mg/100g の土壌で試験開始

表 1-14 試験開始前と施用中止 10 年後の土壌理化学性

試験区名	pH 1:2.5		腐植 %		石灰 mg/100g		苦土 mg/100g		カリ mg/100g		可給態リン酸 mg/100g		可給態ケイ酸 mg/100g	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
ケイ酸資材区	7.0	6.7	2.1	2.2	239	220	41	34	8	9	70	37	220	146
無施用区	5.3	5.9	2.1	2.3	80	94	15	19	8	9	12	10	6	13

注) 前: 施用中止時、後: 施用中止 10 年後、黄色土水田、施肥量: 3 要素 8.0kg/10a、基肥全量施肥、品種: 「キヌヒカリ」、全期間稲わらの鋤込みなし。石灰・苦土・加里は交換性、可給態ケイ酸は pH4 緩衝液抽出法、土壌改良期間: 昭和 43 年～平成 9 年、ケイ酸資材区: 3 要素施用+ケイカル 300kg/10a+熔リン 100kg/10a 施用、無施用区: 3 要素のみ

⑦ 輪作における裏作残存養分を水稻で利用

水稻と裏作野菜を栽培する作付け体系では、野菜栽培で施用したリン酸を利用した水稻の無リン酸栽培が可能である。また、裏作作付け前に家畜ふん堆肥を施用したほ場では、水稻の無リン酸・無カリ栽培が可能である（表 1-15）。

なお、家畜ふん堆肥を連用した場合、土壌中の可給態窒素が増加するため、前年の水稻の生育量に応じて窒素施肥量を徐々に削減し、倒伏を防ぐことが重要である。

表 1-15 輪作における牛糞オガクズ堆肥施用と土壌中の残存養分の推移

		1作前	2作前	3作前	4作前	5作前	6作前	7作前	8作前
リン酸	化学肥料	40	46	35	30	42	53	56	26
	化学肥料+牛ふんオガクズ堆肥	40	67	48	44	73	42	65	48
カリ	化学肥料	23	20	25	29	18	20	15	10
	化学肥料+牛ふんオガクズ堆肥	27	39	40	43	36	49	39	72

注) 水稻-春どりキャベツ作付け体系、黄色土、水稻作付け前の土壌養分、1 作: 水稻+春キャベツ、キャベツは慣行施肥、水稻は窒素 5kg/10a 栽培、牛糞オガクズ堆肥は 3t/10a 施用 (キャベツ作付け前施用)

(2) 大豆

① 施肥の基本的考え方

ア 三要素の施肥法

大豆栽培における施肥失敗の殆どが窒素過多による過繁茂が原因であるため地力のある水田では充分注意する。大豆の最適 pH は 6～7 の範囲にあるため、特に土壌 pH の矯正に注意する。リン酸の肥効は初期生育の促進に効果が高く、カリは中～後期に肥効が高いので必ず施用しなければならない。又、種実形成期に油脂生成のためマグネシウムの必要量が高く欠乏が出易い作物であるため、マグネシウム含量の少ない土壌では必ず施用するように努める。

② 大豆施肥基準

表 1-16 大豆の施肥基準

成分名	施用分量 (kg/10 a)	分施率 (%)		施用分量 (kg/10 a)	
		基肥	追肥	基肥	追肥
窒素	5.0～6.6	0～24	76～100	0～1.6	5.0
リン酸	6.0	100	—	6.0	—
カリ	8.0	100	—	8.0	—

注) ア、上記の施用基準は一般水田対象である。イ、追肥は開花期に施用する。

(3) 環境保全型農業の推進にともなう水稻施肥対策重点事項

施肥管理は水稻生育に適した肥料施用が望ましく、過剰施用は過繁茂による倒伏や食味の低下をもたらす。環境保全型農業では施肥削減が重要である。このため施肥の基本的考え方として密植 (20 株/m²以上) により茎数、穂数を確保し後期栄養による千粒重の増加を図る。穂肥については地力窒素発現により削減に努める。地力窒素の発現は積極的な有機物の投入により発現量が高まる (図 1-6)。

有機質資材を化学肥料の代わりに基肥や追肥に用いる場合は、窒素成分の発現がやや遅いので化学肥料よりも早目に施用するとともにその用途に注意する。施肥量は慣行栽培を基準にやや控えめとするが、葉色や生育をみながら量を加減する。有機質資材施用については土壌診断結果から施用量を決める。塩基については量を確保するだけでなく塩基間のバランスを保つことも大切である。また、有機質資材の中にはカリ含量の低い資材もあるので施用については注意する (参考資料 11「有機質資材の特性と利用法」参照)。表 1-17 に鳥取県での事例を紹介したが牛ふん堆肥の連用により地力窒素が高まり施肥の削減が可能となる。

前述 2) - (1) - ④の緩効性肥料利用による施肥管理も当項目に該当し、慣行栽培に比べて約 2 割の減肥が可能となり、側条施肥田植機利用により 2～3 割の削減が可能である。

また、育苗箱内に窒素肥料全量を施用する育苗箱内全量基肥施肥栽培では更なる減肥を期待されるが、リン酸、カリの施肥法が課題となる。

表 1-17 菜種油粕の利用（鳥取県）

稲わら kg/10 a	牛ふん堆肥 t /10 a	菜種油粕 kg/10 a	化成肥料 N:kg/10 a	倒伏状況 0～5	収量 kg/10 a
—	—	—	—	0	440
600	—	—	3(4)	2.8	600
600	—	70(70)	—	2	560
600	2	35(70)	—	2.7	631

注) 堆肥：連用3年目（T-N1.3%、現物施用量）、菜種油粕：現物施用量、基肥量（追肥量）と表示、T-N5.8%、基肥は入水14日前に施用、追肥は出穂21日前に施用、菜種油粕区にはカリ補給のため鶏ふん灰20kg/10aを施用、化成肥料：成分施用量、基肥量（追肥量）と表示、追肥は出穂18日と11日前に2kg/10a施用、品種：「コシヒカリ」

2 野菜・花き編

2 野菜・花き編

1) 本県野菜・花き栽培土壌の特徴と土づくり対策

(1) 野菜・花き栽培土壌の分布

① 野菜・花き栽培土壌の土壌群別分布と特徴

本県における野菜、花きは水田転換畑あるいは水田裏作に作付けされている。水田への野菜作付けは、主に平坦地帯を中心に行われており、一部中山間地帯でも作付けされている。水田転換畑あるいは水田裏作が行われる水田土壌には、平坦部の河川流域の灰色低地土群及び中山間部の黄色土群があり、その分布と特徴については作物編を参照されたい。

普通畑については、和歌山、日高地域の河口三角州を中心に発達する海岸地帯で野菜が、日高地域の沿海部の海岸段丘に発達する緩傾斜畑地帯で野菜、花きが栽培され、集団畑地帯を形成している。その他、山間部の山腹や山麓台地上に散在する畑地帯で野菜の栽培が行われている。ここでは、普通畑について、その分布とその特徴を述べる。

普通畑の面積は表 2-1 に示すように少なく、全耕地面積の約 5%にすぎない。土壌群としては、和歌山地域の海岸地帯に分布する砂丘未熟土群、日高地域の緩傾斜畑地帯に分布する黄色土群及び山腹、山麓傾斜地に散在する褐色森林土群などがある。この 3 土壌群で普通畑のほぼ 80%をしめている。以下にそれぞれの土壌群についてその概要を説明する。

表 2-1 和歌山県における普通畑の土壌群別面積の分布

(ha)

	砂丘未熟土群	黄色土群	褐色森林土群	その他	県計
和歌山地域	598	35	50	67	750
那賀地域	0	0	18	2	20
伊都地域	0	0	162	8	170
有田地域	0	0	120	106	226
日高地域	19	378	180	15	592
西牟婁地域	0	0	107	244	351
東牟婁地域	53	147	67	87	354
県計	670	560	704	529	2,463

注) 地力保全基本調査総合成績書(昭和 53 年発行)より、平成 21 年和歌山普通畑面積 2,530ha

ア 砂丘未熟土

この土壌群は主として海岸線、河口の三角州及び砂丘地に分布する粗粒質で土色が黄褐色～灰褐色の土壌である。主として砂を母材とし、水積及び海成堆積で海岸線に多く分布する。県内では、紀ノ川河口三角州を中心とする海岸地帯が最大の面積を占め、残りは御坊市、美浜町、東牟婁郡の海岸地帯に散在する。本土壌群の面積は全畑地の 27.6%を占めている。排水は極め

て良好であるが過乾の恐れが多く、かん水施設が必要である。塩基、有機物含量は少なく塩基置換容量は小さく土壌生産力は低い。土壌改善項目としては、保水性、保肥力、塩基等の養分補給が挙げられる。

イ 黄色土

本土壌群の分布と分類の特徴は作物編 1) - (1) - ①「水田土壌の土壌群別分布状況と特徴」と同様である。県内では、日高地域の御坊市、印南町を中心にした海岸段丘に発達する緩傾斜畑地帯で本土壌群の約 70%を占めている。その他は山間部に散在している。本土壌群の面積は全畑地の 21.6%を占めている。ほとんどが細粒黄色土に分類され、過湿、過乾の影響を受けやすく、耕起碎土が困難で作土深が浅い。また、塩基、腐植の含量も少ない。土壌改善項目としては、作土深の確保、塩基と腐植の補給、透水性、保水性が挙げられる。

ウ 褐色森林土

この土壌群は主として山麓、丘陵地の傾斜面及び台地上平坦部に分布し、表層は黒褐色ないし暗褐色で、下層は黄褐色を呈する。母材は砂岩、泥岩などの固結堆積岩、変成岩または非固結堆積岩など各種のものがあるが、これらが、母岩に近い場所で風化堆積した残積、崩積及び洪積世堆積によるものである。県内では、山腹、山麓の傾斜面、一部洪積台地にも分布し、また、樹園地の主要な土壌群でもあるため普通畑も樹園地に隣接している場合が多い。本土壌群の面積は全畑地の 29.0%と普通畑土壌の中では最も多いが、県内全域に小面積で散在的に分布している。土壌改善項目は、細粒褐色森林土では透水性、塩基の補給、土壌侵触が、れき質褐色森林土では作土深の確保、塩基の補給、保肥力、土壌侵触が挙げられる。

② 野菜・花き栽培土壌の変化と実態

土壌環境基礎調査結果（昭和 54 年～平成 10 年）からみた野菜・花き栽培土壌の理化学性の変化を表 2-2 に示す。

作土深は水田、普通畑ともに浅くなっている。pH、腐植、CEC については調査年次による差はあるが大きな変化の傾向はみられない。EC、可給態リン酸、交換性石灰は増加しており、養分集積傾向がみられる。

表2-2 野菜・花き栽培土壌の理化学性の変化

分類	調査年次	作土深 (cm)	pH (H ₂ O)	EC (1:5)	腐植 (%)	CEC (me/100g)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性塩基(mg/100g)		
								石灰	苦土	カリ
水田	昭和54～58年	17.8	6.1	0.12	3.4	11.1	65	166	31	26
	昭和59～63年	16.6	5.8	0.17	3.7	10.9	41	164	24	28
	平成元～5年	16.3	6.0	0.31	2.9	9.1	102	142	23	33
	平成6～10年	14.9	5.9	0.26	3.1	10.3	101	180	27	24
普通畑	昭和54～58年	22.1	5.8	0.09	2.9	14.0	118	160	28	39
	昭和59～63年	20.7	5.9	0.16	3.3	12.7	84	190	38	51
	平成元～5年	18.5	6.4	0.16	3.4	14.1	116	204	36	38
	平成6～10年	19.3	5.9	0.20	3.9	13.4	152	211	40	40

平成 11～13 年の県内耕地土壌調査結果からみた野菜・花き栽培土壌の化学性を表 2-3 に示す。

ア 野菜栽培土壌の実態

全体的に可給態リン酸含量が高く、特に施設では 200mg/100g を超えるほ場が多くリン酸集積傾向にある。露地では pH はやや低い傾向にあるが、腐植は適正域にある。交換性塩基のうち、石灰およびカリは適正域にあるが、苦土が少ない。施設では、pH および腐植は適正域にあるが、交換性塩基量が多く塩類の集積がみられ、塩基バランスが崩れている。

イ 花き栽培土壌の実態

可給態リン酸含量が高い。pH、EC、腐植は適正域にある。交換性塩基は石灰は適正域にあるが、苦土およびカリの集積がみられ、塩基バランスが崩れている。

表2-3 野菜、花き栽培土壌の化学性

作目	地目	栽培形態	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	腐植 (%)	可給態リン酸 (mg/100g)	交換性塩基 (mg/100g)			調査地域	栽培作物
							石灰	苦土	カリ		
野菜	水田	露地	6.1	0.24	3.5	141	163	25	29	那賀	ハクサイ
			5.9	0.33	-	114	225	25	34	和歌山	ハクサイ
	普通畑	施設	6.8	0.27	3.3	244	193	52	50	日高	実エンドウ
			6.4	0.59	2.8	294	430	81	68	日高	ミニトマト
花き	普通畑	施設	6.5	0.29	3.2	188	174	58	51	日高	-

(2) 野菜・花き栽培の土づくり対策

県内耕地土壌の実態調査から、作土の浅層化とともに、露地栽培では、交換性塩基の不足、施設栽培では、交換性塩基、可給態リン酸の集積が確認された。このような現状の中、「環境と調和した収益性の高い農業」を推進するためには、堆肥等有機質資材、石灰資材等土壌改良資材の土壌診断に基づく適正な施用による土づくりが大切である。

① 土壌改善目標

表 2-4 基本的な野菜・花き畑土壌改善目標

項目	改善目標	備考
作土深	25cm以上	
ち密度	20mm以下	山中式硬度計
易有効水分	20mm/25cm以上	pF1.8～2.7の保水量
粗孔隙	10%以上	ほ場容水量における気相率
pH (H ₂ O)	6.5	
EC(1:5)	0.2mS/cm以下	作付け前
腐植	3%	
可給態リン酸	30mg/100g	

塩基飽和度	90%	塩基置換容量12me/100gとした場合の 各塩基含量
交換性石灰	200mg/100g	
交換性苦土	30mg/100g	
交換性カリ	15mg/100g	
石灰／苦土比	5	
苦土／カリ比	4	

以上は基本的な改善目標であり、個々のほ場についてみれば栽培品目、母材の性質等により当該改善目標の適用が困難な場合が生じる。そのため、土壌診断により適用可能な改善目標を選択することが重要である。この場合の土壌診断基準と適用範囲は、表 2-8 野菜・花きにおける土壌診断の項目と適範囲で示す。

② 露地栽培の土づくり

ア 深耕による作土の拡大

作土は、作物根が伸長し養水分を供給する土層であり、その厚さは土壌の生産力と密接な関係がある。作土の浅層化は、多くの場合、乾湿等の環境変化に対する緩衝能を弱め、養水分の供給能を低下させる。本県では、乗用トラクターによるロータリー耕が広く普及しているが、ロータリー耕では耕深が深くできないため作土の浅層化が進んだものと考えられる。今後、プラウ耕の導入等により、深耕を行い、作土の拡大による根域層の確保に努める必要がある。

イ 有機質資材施用による物理性の改善と地力増強

健全な作物根を発達させる条件は、発達した団粒構造を持ち、膨軟性に富み、通気性に優れ、適度の保水性を備えた土壌をつくることである。粗大な有機質資材の施用は、土壌の粗孔隙量を増大させ、主要根群域の通気性、透水性を高める効果がある。また、同時に有効水分量を増大させ、保水性を高める効果がある。

有機質資材施用の効果はこの他、表 2-5 に示すように土壌の養分供給力、保肥力(CEC)の増大など化学性の改善効果がある。特に、砂丘未熟土では図 2-1 に示すように、家畜ふんオガクズ堆肥、バーク堆肥等の有機物施用は腐植含量の増加とともに保肥力増大に効果が大きい。さらに、有機物施用は、微生物相の多様化等生物性の改善が期待出来るので土づくりの基礎的資材としてその施用を推進する（参考資料 10「有機質資材の特性と利用法」参照）。

表2-5 有機質資材施用による土壌化学性、物理性の改善（露地、10年連用後）

有機物の種類	腐植 %	可給態リン酸 mg/100g	交換性塩基 mg/100g			CEC me/100g	孔隙率 %
			石灰	苦土	カリ		
無処理	1.67	45	252	43	69	11.3	65.4
牛ふんオガクズ堆肥1t/10a	2.67	60	243	37	62	12.1	67.6
" 3t/10a	4.62	114	299	50	62	14	71.6
" 5t/10a	6.19	142	316	65	68	14.4	71.9
鶏ふんオガクズ堆肥1t/10a	2.96	192	292	39	69	12.4	67.2
" 3t/10a	4.63	449	249	59	98	14.6	69.4
" 5t/10a	7.33	698	415	75	128	16.9	71.4
バーク堆肥 3t/10a	7.07	90	351	63	44	18.3	73.0

注) 全処理区とも苦土石灰によるpH矯正を行った。

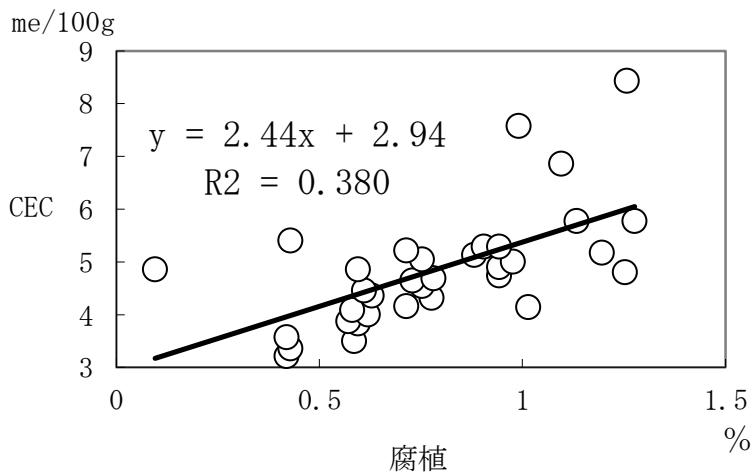


図 2-1 砂丘未熟土における腐植と CEC の関係(昭和 60 年度調査、和歌山市、露地)

ウ 有機質資材の積極的確保と利用上の注意事項

一般に、自給有機質資材としては収穫物残渣の利用が中心になるが、野菜・花きの場合は残渣の鋤込みによる連作障害、病害の発生等が懸念される。このため、病害発生ほ場では、ほ場外へ持ち出して堆肥化したのち利用するのが好ましい。また、作付転換期を利用した青刈り飼料作物の導入も有力な自給手段である。

流通している有機資材の使用に当たっては、鶏ふんを含む資材等のように石灰含量の高いものがあり、多量施用を行うと土壌がアルカリ化する場合があるので注意する。また、バーク堆肥、家畜ふんオガクズ堆肥は全層施用により粗孔隙は増加するが過剰（10t/10a 以上）に施用すると逆に保水性が減少し、時には糸状菌の異常発生によるはっ水性が生じることがあるので注意する。

エ 塩基の適切な補給

塩基の施用に際しては、塩基飽和度、塩基バランスの改善に留意する必要がある、特に前者では、土壌の pH との関係が強く、注意する必要がある。塩基飽和度は、露地の場合、通常作付け毎に低下し、土壌は酸性化する。土壌の酸性は直接の障害もあるが、酸性化にともないマンガン等が可溶化しマンガン過剰症等の生理障害が発生しやすい。また、石灰等の過剰施用は土壌のアルカリ化を招き、鉄、ホウ素等の微量元素欠乏症が発生するため適正な酸度に保たれている必要がある。このため、土壌診断を行い改善目標に基づく診断基準に照らし合わせ、適切なアルカリ資材等を施用する。また、塩基の含有量を確保するだけでなく各塩基間のバランスを適正に保つことも重要である。（参考資料 5「土壌診断結果に基づく資材の施用」参照）

オ 微量元素の補給

野菜・花きでは、特定微量元素の欠乏症が発生しやすい場合があるので、作物の品目、品種によって配慮する必要がある。

これらの補給は、耕起時全層混入を原則とし、施用量は土壌診断の結果に基づき、診断基準を参照して決定する。栽培中に発生した要素欠乏については、緊急対応のため、避難的に葉面散布を実施する。（参考資料 6「野菜の栄養診断」参照）

③ 施設栽培の土づくり

施設栽培は、高度な技術を駆使した集約栽培であり、地力消耗型栽培の代表的なものである。その反面、降雨を受けず養分集積が起りやすい等の問題点が多いため、前述した露地栽培での土づくりに加えて以下に示す対策が大切である。

ア 塩類集積の防止

施設栽培では雨による塩類の流亡がない上に、乾燥時に土壌中の水が下から上に動き、表層に塩類が集積しやすい。このように、施設栽培では同一の肥培管理を繰り返すと塩類集積による濃度障害とともに養分バランスの悪化による欠乏症や過剰症が出易い。

濃度障害の主要因は硝酸態窒素の過剰であるが、一般的に速効性窒素で 15kg/10a 以上の施用は、土壌水分条件にもよるが、濃度障害の原因となる。濃度障害を出さないためには、適切な施用量を守り極端な過剰施用を行わないようにする。また、作付転換時には土壌診断を行い、EC を測定して次作の施肥量の補正を行う（表 2-14 土壌 EC と基肥施用量参照）。

塩類が集積したほ場に対する対策として、湛水除塩、かけ流し除塩が挙げられるが、肥料成分を下層土に追いやることは地下水の汚染につながり、環境保全型の観点からは望ましくない。そのほかの対策として、深耕処理（天地かえし）による養分濃度の希釈、クリーニングクロップの導入、作土 5cm 程度の排土あるいは排土客土の繰り返しによる除塩などが挙げられるが、どの対策も多大な時間及び労力を必要とするため、塩類集積を起こさない土壌管理が大切である。

イ リン酸の過剰集積の防止

畑土壌では、土壌の酸性化によりリン酸が欠乏しやすく、一定量以上の可給態リン酸を維持する必要がある。一方、他の養分と異なり過剰に伴う障害が現れ難いことから、施設を中心とした多肥条件下や家畜ふん尿の多量施用によりリン酸の蓄積が起こっている。県内耕地土壌の実態調査でも、施設栽培では6割のほ場で150 mg/100g以上と高いレベルにあった。

さらに、近年にはリン酸過剰によると思われるマンガン、亜鉛等の微量要素欠乏症の発生がみられるようになった。そのため、土壌診断によりリン酸の蓄積が著しい場合は、リン酸を多く含む改良資材の施用をひかえる必要がある。

ウ 有機質資材の適正施用

施設栽培では、表2-6に示すように石灰、リン酸含量の高い鶏ふんを含む資材の連用により、それらの成分の集積が起こりやすいため注意が必要である。土壌診断により養分集積が認められるほ場では、肥料成分の少ない稲わら、バーク堆肥、ピートモス等の資材を選定して施用する。また、鶏ふん含有資材では亜鉛が、豚ふん含有資材では亜鉛、銅の蓄積が懸念されるのでこれらの資材の多量連用には注意する。（参考資料10「有機質資材の特性と利用法」参照）

表2-6 施設栽培における有機質資材施用による土壌化学性の改善（8作連用後）

有機物の種類	腐植	EC	腐植	可給態リン酸 mg/100g	交換性塩基 mg/100g			CEC me/100g
	%	1:5	%		石灰	苦土	カリ	
無処理	6.7	0.1	3.06	45	232	65	26	12.7
牛ふんオガクズ堆肥3t/10a	6.4	0.12	4.09	60	163	44	40	12.5
豚ふんオガクズ堆肥3t/10a	6.5	0.15	4.8	114	169	61	62	13.1
鶏ふんオガクズ堆肥3t/10a	7	0.22	4.51	142	298	61	70	12.5
稲わら 3t/10a	6.6	0.21	3.46	192	264	77	79	13.9
稲わら堆肥 3t/10a	6.8	0.16	5.47	449	217	39	69	14.1
ピートモス 3t/10a	6.7	0.09	4.39	698	251	72	23	14.7
バーク堆肥 3t/10a	6.1	0.16	6.66	90	214	58	27	17.6

注) 施用量は稲わら以外は水分60%換算量

エ 窒素ガス障害の防止

窒素ガス障害は、2～4月の曇天が続いた後、急に晴天となって温度が上昇すると発生しやすい。窒素ガス障害は施用した肥料または堆肥中の窒素の形態変化に異常が起り発生するので、土壌中の微生物の活性が高く維持されている場合は起らない。しかし、塩基の過不足によるpHの異常、不十分な土づくり、未熟堆肥の施用、多肥栽培している場合などで窒素ガス障害が発生する。

窒素ガス障害には亜硝酸ガスとアンモニアガスによる障害があり、障害部位は中位葉（最も活動の盛んな部位）の葉脈間、葉緑部または気孔に現れる。

ガス障害の発生直後は、アンモニアガスでは水浸状がはっきりしているため亜硝酸ガスと区

別できるが、一日たつて太陽の光に当たれば両者とも白化する。しかし、亜硝酸ガスの方が漂白されたように白くなるのに比べ、アンモニアガスでは褐色又は黄色味が残ることが多い。もう一つの差は土壌の pH が高い場合（pH7.5 以上）はアンモニアガス障害が発生し、pH が低い場合（pH5.5 以下）は亜硝酸ガス障害が発生する。

また、ハウスを閉め切ることが多い時期では、表 2-7 に示すようにハウス内の露滴の pH を調べることによりガスの発生を推定することができる。

窒素ガス障害が発生した場合の対策として、アンモニアガスの場合は①土壌消毒時に有機態窒素やアンモニア態窒素肥料の施用を行わない②完熟堆肥を施用し微生物活性を高める③ハウスの換気を充分に行う等を実施する。亜硝酸ガスの場合は①施肥量の改善、特に施肥窒素を適正量にする②酸度矯正を行う③ハウスの換気を充分に行う④十分な灌水を行う等を実施する。基本的には有機質資材の施用による土づくりと作付け前の土壌診断に基づく土壌の pH の矯正及び適正な施肥を行うことが大切である。

表 2-7 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に発生している。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、pH5.6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。

オ 太陽熱利用による土壌消毒と土づくり

野菜・花きの施設栽培では連作することが多く、土壌病害による連作障害が発生しやすい。対策としては土壌消毒の効果が高く、太陽熱利用による夏期ハウス密閉処理による消毒法が定着している。

この方法（参考資料 11「太陽熱利用による土壌消毒と土づくり」参照）は、有機質資材の施用による土づくりも同時に行うもので、消毒や除草にも効果が高いため、ハウス栽培の中心的技術として今後も推進する。

（3）土壌診断基準

土壌診断は、作物編 1）－（3）水田における土壌診断基準の項で述べたように、塩基の量を増加させることから、塩基間のバランスと飽和度を重視する方向に変化してきた。

野菜・花きにおける土壌診断の項目と適範囲は表 2-8 のとおりである。

表 2-8 野菜・花きにおける土壌診断の項目と適範囲

項目	基準	備考
pH (H ₂ O)	6.0～7.0	壤土 (砂土) CEC = 12me/100g の例示で、CEC の値別の 適正塩基量を表 2-11 に示す
腐植	3～5% (2～3%)	
可給態リン酸	30～80mg/100g	
塩基飽和度	80～100%	
交換性石灰	60～75%	
交換性苦土	15～20%	
交換性カリ	4～10%	
石灰/苦土比	3～5	
苦土/カリ比	2～4	
ホウ素	0.3～1.0ppm	

注) 上記以外の項目は、1)-(2)-①項、表 2-4 基本的な野菜・花き畑土壌改善目標と同様である。

pH は作物により好適 pH が異なるので野菜・花きの作物別の好適 pH を表 2-9、2-10 に示す。また、CEC はできる限り分析するのが望ましいが、同一地域の実測値がすでにある場合は、それを用いても良い。また、pH、EC、交換性塩基量から推定が可能である (和歌山県における経験式: 定点調査結果より)。しかし、推定に際しては、砂土のように CEC が低い土壌、施設栽培のように養分が集積している土壌では、推定値と測定値の CEC にずれを生じる場合があるので注意する。

$$CEC = 15.4 - 7.45 \times \ln(\text{塩基総当量}) + 8.99 \times \text{塩基総当量} / \text{pH} - 6.15 \times EC$$

ln は e を底とした対数 (自然対数)

$$\text{塩基総当量} = \text{石灰}(\text{CaO})\text{mg} / 28.0 + \text{苦土}(\text{MgO})\text{mg} / 20.2 + \text{カリ}(\text{K}_2\text{O})\text{mg} / 47.1$$

表 2-8 は CEC が 12me の土壌に適合するが、それ以外の土壌における塩基飽和度と各塩基の飽和度の適正範囲は表 2-11 のとおりとする。この場合、土壌 pH 域も変わってくる。CEC が 10me 以下の土壌で、塩基飽和度及び pH が上限値付近では、品目によっては微量要素欠乏が発生する場合があるため注意が必要である。

可給態リン酸含量が 100mg/100g 以上になると、さらにリン酸肥料を施用しても肥効が小さいだけでなく、マンガンや亜鉛欠乏などの障害発生の危険性が高くなるため、リン酸質改良資材の施用はひかえる。

表 2-9 野菜及び作物の品目別好適 pH（地力増進基本指針より）

作物名	好適範囲	作物名	好適範囲	作物名	好適範囲
アスパラガス	6.0～8.0	サトイモ	5.5～7.0	葉タバコ	5.5～7.5
イチゴ	5.0～6.5	ジャガイモ	5.0～6.5	ホウレンソウ	6.0～7.5
インゲン	5.5～6.7	スイカ	5.5～6.5	レタス	6.0～6.5
エンドウ	6.0～7.5	ダイコン	6.0～7.5	小麦	6.0～7.5
カブ	5.5～6.5	タマネギ	5.5～7.0	大豆	5.5～7.0
カボチャ	5.5～6.5	トウモロコシ	5.5～7.5	小豆	6.0～6.5
カリフラワー	5.5～7.0	トマト	6.0～7.0	ソバ	5.0～7.0
キャベツ	6.0～7.0	ナス	6.0～6.5	エンバク	5.5～7.0
キュウリ	5.5～7.0	ニンジン	5.5～7.0	シロクローバ	6.0～7.2
サツマイモ	5.5～7.0	ハクサイ	6.0～6.5	ソルゴー	5.0～7.0

表 2-10 花き類の品目別好適 pH

作物名	好適範囲	作物名	好適範囲
カーネーション	6.0～6.5	センリョウ	5.0～6.0
キク	6.0～7.0	デルフィニウム	5.5～6.5
シュッコンカスミソウ	6.0～6.5	トルコギキョウ	6.0～7.0
スイートピー	6.0～7.0	バラ	5.5～7.0
スターチスシヌアータ	6.0～6.5	ユリ	5.5～6.5
ストック	6.0～7.0		

注) pH 7 付近では、微量要素の欠乏症等が発生が懸念されるため、注意する。

表 2-11 CEC の値別の塩基飽和度、各塩基の飽和度と土壌 pH 域

CEC	塩基飽和度	石灰飽和度	苦土飽和度	カリ飽和度	pH
CEC < 5me	100～120%	70～90%	20～25%	6～10%	6.5～7.5
5 ≤ CEC < 10	90～110	65～80	18～22	5～10	〃
10 ≤ CEC < 15	80～100	60～75	15～20	4～10	6.0～7.0
15 ≤ CEC < 20	70～90	55～70	14～18	4～9	6.0～6.5
20 ≤ CEC	65～85	50～65	13～17	4～8	〃

注) 石灰(mg/100g) = CEC × 石灰飽和度 / 100 × 28.0、苦土 = CEC × 苦土飽和度 / 100 × 20.2、カリ = CEC × カリ飽和度 / 100 × 47.1

(4) 環境保全型農業の推進にともなう土壌管理重点事項

近年、堆肥等有機質資材の施用量が低下し、化学肥料への過度の依存による土壌環境の悪化、多肥栽培における硝酸態窒素の流亡による地下水汚染等の環境負荷が起こっている。こうした状況に対処し「環境と調和した収益性の高い農業」の推進を図るためには、家畜ふん堆肥等を

活用した土壌診断に基づく適切な土づくりと化学肥料の低減を行っていく必要がある。土づくりについては次のとおりであり、化学肥料の低減については2) - (3) 環境保全型農業推進にともなう施肥対策重点事項の項に示す。

① 優良な有機質資材の適正施用

土づくりは堆肥等の有機質資材の施用を基本とするが、土壌診断を実施し、その結果に基づき適切な種類及び量の有機質資材を施用する。使用する有機質資材は窒素と炭素成分のバランスのとれたもの（C/N比 10～150）で、十分腐熟したものをを用いる。家畜排泄物を含む堆肥の過剰施用は、土壌環境の悪化はもとより、地下水の汚染等の環境負荷をもたらすため留意する必要がある。（参考資料 10「有機質資材の特性と利用法」参照）

② 緑肥作物の有効利用

緑肥作物とは、クリーニングクロップと呼ばれ、土壌に蓄積した余分な養分を吸収させたり、農地に有機物や養分を供給するために栽培される作物である。ソルゴー、レンゲ等地方増強作物の他、病害虫等の問題があるものの作物残さも利用できる。表 2-12 に各種緑肥作物、作物残さの成分及び特性を示す。

表 2-12 各種緑肥作物、作物残さの成分及び特性（鳥取県土づくり資料より）

種類	C/N比	養分含有率(乾物%)			鋤込み後のN発現型				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O					
稲わら	20～50	1>	0.5>	1～3	N吸収が1～2ヶ月以上続きその後徐々に発現				
もみがら			0.5>	1>		N吸収が初期から緩慢に長く続く			
ライムギ茎葉	1～2	0.5>	1>	3<	N吸収が1～2ヶ月以上続きその後徐々に発現				
ソルゴー茎葉						0.5-0.7	3<	〃	
トウモロコシ茎葉	20>	1～2	0.5-0.7	1>	N吸収は短期間、比較的早く発現に転じる				
ブロッコリー茎葉						2～3	0.7<	3<	〃
ハクサイ外葉						0.7<	3<	〃	
レンゲ根葉						3<	0.7<	1<	初期からNが発現する
キャベツ外葉			0.7<	3<	〃				

③ 土壌診断に基づく無機質改良資材の施用

(2) - ② - エ「塩基の適切な補給」、③ - イ「リン酸の過剰集積の防止」で示したように、安定した作物生産を維持するためには土壌診断に基づいた適正な石灰及びリン酸等の無機質改良資材の施用が大切である。また、堆肥等有機質資材の施用に際して、養分の偏りをなくしバランスよく施すためにも無機質改良資材を有効に利用する。

2) 施肥対策

(1) 野菜

① 施肥の基本的考え方

野菜に対する施肥の特徴として、他の作物とは異なり、多肥に対する適応性が高い、施肥量の上限を規制する明確な生育相の変化が明らかでない、多肥がしばしば外観品質の向上に結びつく場合が多い等が挙げられる。

しかし、農業に係わる環境基準として、平成9年3月に環境庁告示により硝酸性窒素が「人の健康に関する環境基準」及び「地下水の環境基準」の項目に定められた。農業の環境への負荷を軽減し、環境保全型農業の確立のために、野菜への必要以上の施肥を避け養分収支を把握した上で土壌診断に基づく適切な施肥管理を行う必要がある。

ア 三要素の施肥方法

三要素の施肥における一般的な特徴は次のとおりである。

ア) 窒素

野菜は一般的に硝酸態窒素を好んで吸収するが、地温が15℃以下の低温期には硝化作用が遅れるため、施肥時期を早めるか硝酸態窒素の施用を行う。

基肥としての窒素の多肥は、濃度障害による活着不良を起こしやすい。そこで、作付け前に土壌の窒素量を測定して施肥量を決定することが望ましい。図2-2に示すように土壌ECと土壌中硝酸態窒素量に相関があることから、土壌ECの測定により土壌中硝酸態窒素量を推定することが可能である。塩類濃度に対する作物の抵抗性は品種、土性によって異なり、砂質土ではEC値が低くても濃度障害が起こる場合がある(表2-13)。また、かん水や作型等によっても異なる。そこで、作物の抵抗性に応じて、作付前の土壌ECから基肥施用量を、作付期間中の土壌ECから追肥施用量を増減する必要がある(表2-14、2-15)。土壌中の硝酸態窒素は溶脱などにより全てが作物により利用されるわけではないので、基肥施用量を減肥する場合には、硝酸態窒素含量から基肥窒素として見込める量に注意する(表2-16)なお、施設等の塩類集積土壌では、硫酸根の集積によりECが高くなっている場合があるため定期的に土壌診断を行うことが望ましい。

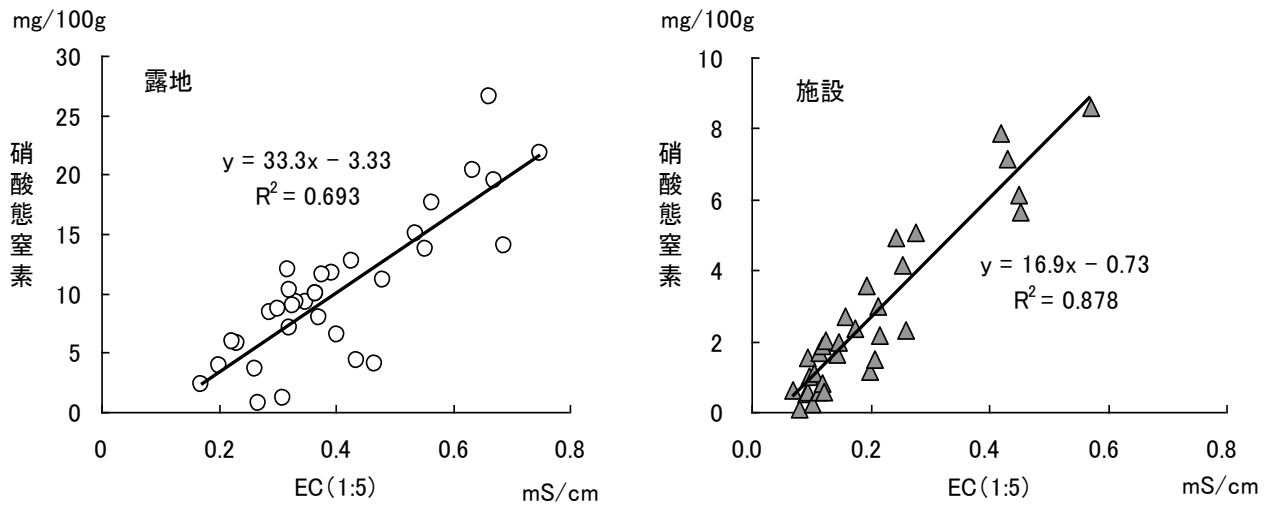


図 2-2 土壌 EC と土壌中硝酸態窒素量の関係（露地：和歌山市、昭和 63 年調査、露地葉菜類栽培跡 施設：御坊市、平成 12 年調査、施設花き栽培跡）

表 2-13 土壌の EC と作物生育の関係（愛媛県土づくり資料に加筆）

作物名	最適EC(1:5)mS/cm			障害発生EC(1:5)mS/cm		
	粘質土	壤質土	砂質土	粘質土	壤質土	砂質土
キャベツ、ダイコン	1.0～2.0	0.5～1.0	0.4～0.8	2.7～4.1	1.6～2.5	1.1～1.6
ホウレンソウ、カブ、ハクサイ	0.8～1.5	0.5～1.0	0.3～0.7	2.4～3.6	1.5～2.2	1.0～1.5
セロリ、カーネーション	0.5～1.3	0.3～0.8	0.2～0.5	1.8～2.7	1.0～1.6	0.7～1.0
ナス、ネギ、レタス、ニンジン、キウイ、ピーマン	0.5～1.0	0.3～0.7	0.2～0.5	1.7～2.5	1.0～1.5	0.7～1.0
トマト、バラ	0.4～0.8	0.3～0.6	0.2～0.4	0.8～1.4	0.9～1.3	0.6～0.9
トウガラシ、キュウリ、メロン、アスパラガス	0.3～0.8	0.2～0.5	0.2～0.3	1.0～1.5	0.6～0.9	0.4～0.6
ソラマメ、タマネギ、スカシユリ	0.3～0.5	0.2～0.3	0.1～0.2	0.8～1.2	0.5～0.7	0.3～0.5
インゲン、イチゴ、テッポウユリ	0.2～0.5	0.1～0.3	0.1～0.2	0.7～1.0	0.4～0.6	0.3～0.4

注) 障害発生 EC とは作物の収量や品質が低下する EC 値を表している。

表 2-14 土壌 EC と基肥施用量

土壌EC	基肥施用量
最適ECの下限值以下	通常の基肥量を施用する
最適ECから障害発生ECの下限	減肥を行う
障害発生ECの範囲	基肥施用をやめる(生育状況により追肥時期を判断)
障害発生ECを越える	除塩を行う

表 2-15 土壌 EC と追肥施用量

土壌EC	追肥施用量
最適ECの下限值以下	施肥設計どおり追肥を行う
最適ECの上限値を越える	追肥は行わない

表2-16 土壌中硝酸態窒素含量から基肥窒素の見込み割合

土壌中硝酸態窒素量 (mg/100g)	基肥窒素として見込める割合 (%)
20以下	60
21～40	70
41～60	80

イ) リン酸

リン酸は、作物の生育の盛んな部位に多く含まれ、新しい細胞やその核を作るために必要である。また、根の発達、養分吸収、光合成、呼吸にも関係している。リン酸の野菜乾物中に占める割合は三要素の中で最も少ない。しかし、土壌に吸着保持されやすく、施用したリン酸のうち作物に利用される割合が 5～10%と低い。そのため、リン酸も窒素、カリと同程度の量が施用されている場合が多い。

リン酸施用に対する野菜類の感応は、おおむね表 2-17 のようである。この感応性は、各野菜のリン酸吸収量より、根の吸収力の差と考えられている。

また、リン酸の供給は、多くの野菜で生育の初期ほど必要なことが知られている。このほかリン酸は根の発達に関係が深く、冬を越す野菜ではリン酸を初期に十分供給し低温期に入る前に根を張らせておくことが大切である。これらのことに加えて、リン酸は土壌中での移行が少ないことからリン酸は全量基肥施用を基本とする。また、リン酸が過剰集積した土壌ではリン酸の施用効果が認められない場合が多い。そこで、表 2-18 に示すように、土壌の可給態リン酸量に応じてリン酸施用量を減肥することが可能である。

表 2-17 リン酸施用に対する野菜の感応性（農業技術体系）

施用効果	野菜の種類
高い	タマネギ、キュウリ、レタス、インゲン、サラダナ、ホウレンソウ等
低い	コマツナ、サトイモ、サツマイモ、ダイコン、スイカ、タイサイ等

表2-18 土壌中可給態リン酸含量と施肥量の目安

可給態リン酸含量 (mg/100g)	リン酸施肥量
リン酸 ≤ 80	基準量
80 < リン酸 ≤ 100	基準量の80%
100 < リン酸	無施肥

ウ) カリ

カリの吸収は窒素より多く、葉・根菜類では窒素の1～1.3倍、果菜類では約2倍に達する。しかし、カリは、ぜいたく吸収があり、作物体の濃度が上がっても増収に結びつかない場合がある。一般に、乾物中に2%以上あればよいとされており、窒素と同程度の量が施用されている場合が多い。

カリの施用効果は生育中期～後期にみられることと、降雨やかん水により流亡するため、基肥に多く施用するよりも追肥を重点にする。特に、結球野菜では、結球期の施用効果が高く、また、収穫が冬期になる野菜では耐寒性が強くなるので、後期追肥の効果が高い。

また、カリは塩基の1つであり、土壌中における石灰、苦土とのバランスが大切である。カリの過剰施用は、土壌中の塩基バランスを悪化させ石灰や苦土欠乏症を引き起こす場合がある。このため、カリ過剰土壌では、石灰や苦土とのバランスを考え、減肥を行う必要がある。減肥を行う場合には、土壌診断基準値からの超過分に相当するカリ資材量を減肥する（参考資料5 土壌診断に基づく資材の施用参照）。

イ 施肥基準算定の基礎

表2-19に作物別の収量当たりの養分吸収量を示す。施肥量は、この表を参考に、対象地域の土壌、環境条件、栽培技術水準等から目標収量を設定後、必要な養分量を把握して表2-20に示すような施肥倍率をかけることにより求めることができる。県内の主要な野菜の作型別施肥基準量は、養分吸収量と施肥倍率から求めた計算値と生産現場における施肥量の両方を考慮して、「②野菜の品目別の施肥基準」の項に示す。

表2-19 収量当たりの作物別の養分吸収量（兵庫県施肥基準より）

野菜名	収量 (kg/10a)	吸収量 (kg/10a)					野菜名	収量 (kg/10a)	吸収量 (kg/10a)					
		窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土			窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	
葉菜類														
カリフラワー	1000	12.3	4.2	15.7	7.9	1.32	ネギ	1000	2.3	0.5	2.6	1.6	0.21	
キャベツ	〃	4.8	1.3	5.4	4.5	0.76	ハクサイ	〃	2.5	0.9	2.6	2.1	0.29	
コマツナ	〃	4.4	1.3	6.5	2.7	0.38	ハルナ	〃	5.3	1.3	5.2	3.7	0.54	
セルリー	〃	1.6	1	2.9			ホウレンソウ	〃	5.3	2.3	12.3	2.3	2.9	
タカ	〃	3.8	1.2	4.3	2.5	0.43	マナ	〃	2.7	0.9	4.6	2.4	0.38	
タマネギ	〃	2	0.8	2.1	0.9		レタス	〃	2.4	0.9	4	1.2	0.74	
果菜類														
イチゴ	1000	3.1	1.1	4.1	2.6	0.85	トマト	1000	3.2	1	4.9	4.2	0.9	
カボチャ	〃	3.9	2.1	8.1	4.7		ナス	〃	4.3	1	6.6	2.4	0.28	
キュウリ	〃	2.7	0.8	4	3.1	1.5	ピーマン	〃	5.8	1.1	7.4	2.5	0.9	
スイカ	〃	2.1	0.6	4.5			メロン	4800	2.6	1	4.2	3	0.3	
豆類														
エダマメ	100	5.4	1	3.1			インゲン	240	9.7	2.6	8.4			
インゲン	180	7.2	2	6			〃	300	13.2	3.4	11.5			
根菜類														
コブ	1000	5.6	2.5	7.8	4	0.61	ダイコン	1000	3.8	1.2	4.8	2.9	0.72	
ゴボウ	〃	7.2	2.6		5.3	0.8	ニンジン		4.1	2.4	14	8.1	1.13	
イモ類														
サツマイモ	1000	3.9	1.1	1.6			バレイショ	1000	3.2	0.9	5.5	1.3	0.6	

表 2-20 土壌の種類別施肥倍率（山崎）

種類	窒素	リン酸	カリ
砂土	1.3～2.0	1.0～2.0	1.0～1.5
砂壤土	1.2～1.8	0.8～4.0	0.5～1.0
壤土・埴土	1.0～1.5	0.8～4.0	0.5～0.8

施肥倍率：天然供給量や肥料の利用率等の条件を考慮して山崎が作成
施肥量

=目標収量を得るための各養分吸収量
×各養分の施肥倍率 となる

ウ 生育相からみた野菜の分類

野菜をその生育相の変化から分類すると表 2-21 になる。

栄養生長型野菜は、ホウレンソウのように生育最盛期に葉部を収穫する野菜である。初期から収穫期まで肥料切れを起こさないように管理する。

栄養生長・生殖生長同時進行型野菜は、トマト、ナスのように茎葉（生長体）を伸長させながら、果実（生殖体）の肥大・充実を図り連続的に収穫する野菜である。基肥は初期生育の確保、追肥は果実の肥大・充実と茎葉の伸長を図る役割を持つ。

栄養生長・生殖生長転換型のうち間接的結球型のハクサイ、キャベツ等は、結球前まで追肥により土壌中の窒素濃度を一定のレベルで維持し、球の充実を図るようにすることが大切である。このタイプの野菜は、生育初期～中期にかけて十分な養分の供給が必要なものが多い。

表 2-21 生育相からみた野菜のタイプ（農業技術体系より）

群 名	野 菜 の 例	
栄養生長型	シュンギク、コマツナ、ホウレンソウ	
栄養生長・生殖生長同時進行型	トマト、ナス、ピーマン、キュウリ	
栄養生長・生殖生長転換型	不完全転換型	
	間接的結球型	ハクサイ、レタス、キャベツ
	直接的結球型	タマネギ
	根肥大型 直根類 塊根類	ダイコン、ニンジン、カブ サツマイモ、ジャガイモ
完全転換型	スイートコーン、ブロッコリー	

注) 間接的結球型：葉の先端が内側に巻き込み葉柄が短縮し葉身下部の肥厚と相まって葉球を形成し、それ以前の栄養生長相から転換する野菜

直接的結球型：茎の先端の芽が刺激され葉球形成を起こし、それ以前の栄養生長相から転換する野菜

完全転換型：栄養生長は止葉の出現により停滞し、生殖生長に転換する野菜

② 野菜品目別施肥基準

前述したように、施肥基準量は養分吸収量と施肥倍率から求めた計算値と生産現場における施肥量の両方を考慮して県内の主要な野菜について示した。実際には、野菜の適施肥量は、品種、作型、栽培方法（マルチの有無等）、肥料の種類に左右されるだけでなく土壌や気象条件

によっても異なるため、地域の栽培状況に応じた施肥設計を作成する必要がある。

窒素の基肥、追肥の分施率は各作物の項の表のとおりであるが、リン酸は全量基肥を基本とし、カリは窒素と同様の分施率とする。

ア 葉菜類

ア) キャベツ

生育初期から、ほぼ直線的に養分吸収が増加する。外葉の生長期に養分吸収の増加が著しく、結球期には緩慢となり、外葉から球葉へ養分が移行する。外葉形成期の養分不足はその後の結球に大きく影響するため、生育初期から十分な養分を供給することが大切である。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
キャベツ	秋冬どり	35	25	35	60	2
	春どり	30	25	30	50	2

イ) ハクサイ

生育は、定植後、本葉 9～10 枚までは比較的緩慢で養分の吸収量も少ない。その後、外葉の生育は急激に進み、心葉が立ち始めて徐々に結球が始まる。養分吸収量は、結球期～充実期にかけて急増する。ハクサイによく発生する生理障害に、結球始期～肥大期にかけて中位の外葉葉柄に発生するホウ素欠乏症がある。対策としては、ホウ素資材の施用や葉面散布の他に、土壌 pH を適正に保ち、乾燥させないことが大切である。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ハクサイ	秋冬どり	40	25	40	60	2
	春どり	30	25	30	50	2

ウ) ブロッコリー

生育は、花芽分化までの生育前期、花芽分化～出蕾までの中期、出蕾～収穫までの後期に分けられる。生育は、中期が最も盛んで、この時期に肥料切れを起こすと花蕾の発育が著しく抑制される。ブロッコリーによく見られる生理障害は、花蕾の内外が水浸状になって褐変する、茎の髓部が黒色空洞化するホウ素欠乏症がある。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ブロッコリー	秋冬どり	35	20	35	60	2
	春どり	25	20	25	50	2

エ) レタス

レタスは好アンモニア性作物として知られている。養分吸収量は、生育初期が少なく、外葉形成後期から球肥大期にかけて急激に増加する。窒素過多は、外葉の過剰生長による過大軟球の発生を招き品質低下が起こるので注意する。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
レタス	秋冬どり	25	25	25	60	2
	冬どり・トンネル	35	25	35	60	2

オ) ホウレンソウ

生育の最盛期に収穫するため、生育初期～収穫期まで作物としての活性を充分保つ必要があり、土壌中の肥料成分も収穫期で必要量残存していることが求められる。そのため、周年栽培する場合は、土壌 EC の測定により次作の基肥量を加減する必要がある。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ホウレンソウ	施設	10	10	10	50	1
	露地	20	10	20	50	1

カ) タマネギ

定植後、低温期を経過するため、生育期間が長いわりに養分吸収量が少ない。秋まき栽培では、冬の間は根の分布範囲が狭いため、基肥は根の近くに施肥する方がよいが、量が多いと濃度障害を起こしやすい。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
タマネギ	秋まき中生	18.5	16.5	14	40	3

イ 果菜類

ア) イチゴ

好適肥料濃度レベルが野菜の中では低く、養分吸収量は果菜としては少ない品目である。肥料をごく低い濃度でコンスタントに吸収させることが必要で、根域を広くして根の活力維持が大切である。土壌中硝酸態窒素は 5mg/100g 前後が適するといわれている。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
イチゴ(さちのか)	促成	20	20	20	50	*

* : 1 回目は第 2 花芽分化後に施用し、その後の追肥は液肥でかん水を兼ねて行う。

イ) キュウリ

定植1ヶ月までの栄養生長期の養分吸収は緩慢で、その後雌花が開花し果実が肥大して生殖生長を伴ってくると養分吸収は急速に増加する。多肥栽培型の野菜で、高品質生産のために、収穫期間中は一定の肥料濃度を維持することが大切である。しかし、2) - (3) - ①項の図2-3 促成栽培キュウリの窒素施肥量と収量の関係に示すように、過度な多肥は必ずしも増収に結びつかない。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
キュウリ	促成	60	40	60	30	6
	露地	30	30	30	60	5

ウ) スイカ

定植から雌花着生までは順調なつるの伸長を図り充実した茎葉をつくる。開花・着果期には土壤水分と肥効を抑えて確実な着果を図る。着果後はできるだけ早めに追肥とかん水を行って十分な葉数と葉面積を確保し果実の肥大を図ることが大切である。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
大玉スイカ	早熟・普通	15	15	15	50	1
小玉スイカ	早熟・普通	10	10	10	60	1

エ) トマト

肥培管理については、養水分の吸収を適度に制御して栄養生長と生殖生長のバランスをとることが大切である。トマトは、第3花房開花期が一つの生育の転換期といわれている。第3花房開花期までは栄養生長を抑えて生殖生長を盛んにし、着果や肥大を促進する。第3花房着果後は、栄養生長と生殖生長のバランスがとれている状態となるので定期的な追肥を行い安定した生育を維持する。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
トマト	半促成	25	25	25	70	4
	抑制	20	20	20	70	2

オ) ミニトマト

ミニトマトは、普通トマトよりも施肥による失敗が少ないことと、空洞果の発生する恐れが少ないので、高収量を得るためにやや強めの草勢を維持していく。しかし、窒素や水分が多く生育が旺盛になりすぎると第3~4花房開花期頃、生長点の少し下の茎にいわゆる「メガネ」

症状の異常茎を生じる。症状が激しくなると生育が阻害され、収量・品質が低下するため適切な肥培管理を行い草勢を調節する。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ミニトマト	促成長期	60	40	60	35	4

カ) ナス

生育相は、絶えず茎葉を伸ばす栄養生長と花芽を發育させる生殖生長が平行している。養分吸収は、茎葉や果実の發育とともに増加し、特に収穫始めから急増する。そのため、収穫始めから収穫期間中は絶えず肥効が維持できるような追肥が必要である。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ナス	促成	60	40	60	40	7
	露地	50	40	50	40	6

キ) ピーマン及びシシトウガラシ

肥料の吸収力が強く、多肥に対する耐性も強いためか施肥による栽培上の失敗が意外と少ない。長期栽培の場合は、樹体容積が大きくなり収穫量が増加する生育後半に追肥量を増やし樹勢を維持する。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ピーマン	促成	60	40	60	40	7
	露地	35	30	35	60	3
シシトウガラシ	促成	50	40	50	40	6
	露地	30	30	30	45	3

ウ マメ類

ア) エンドウ

養分吸収量は、開花後の生育量の急増とともに増加し収穫始め頃が最高となる。施肥のポイントは、生育初期の徒長を抑え、収穫期の肥料切れを防ぎ、収穫が終わるまで草勢を維持することである。下記は、連作地における基準である。初作地で根粒菌を十分活用できる場合は、基肥窒素量を 5kg/10a 程度とし、生育状況に応じて追肥を行う。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
キノサヤ	施設	25	25	25	30	3
	年内どり	18	18	18	50	2
ウスイ	施設	23	23	23	40	3
	露地	15	15	15	50	2
	年内どり	18	18	18	60	2
オランダ	施設	16	16	16	40	3

エ 根菜類

ア) ダイコン

生育量は初めに少なく後半に急増する。生育適温期の根の肥大は収穫前の 10 日間ほどで著しく肥大する。しかし、養分吸収の増加率は生育後期になると低下し、根の生長と一致しない。そのため、最後の追肥時期は収穫の 20 日前程度とし無駄のない施肥を行う。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ダイコン	露地	25	25	25	60	2

イ) その他の根菜類

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ショウガ	砂地・ハウス	70	50	80	50	3
ニンジン	トンネル、夏、秋冬どり	25	20	25	40	2

オ 施肥基準使用上の注意事項

施肥基準使用にあたっての注意事項は次のとおりである。

- ア) 使用する肥料は、一般的な化学肥料を前提としているため、緩効性肥料、有機質肥料を使用する場合は、増減する必要がある。
- イ) 土壌診断に基づく適正な肥培管理を行う。施設栽培では、特に前作肥料の残効に留意し、土壌実態に応じて、また、有機質資材を施用する場合は、その肥効を考慮して基肥の減肥を行う。
- ウ) リン酸の施肥について、土壌中にリン酸が集積している場合はリン酸の施用効果が少ないため、使用する肥料は 3 要素の成分比が谷型のリン酸成分の少ないものを用いる。
- エ) 肥料成分の流亡を抑え、施肥効率を高めるために、緩効性肥料の使用やマルチ栽培が有効である。

(2) 花き

① 施肥の基本的考え方

ア 三要素の施肥方法

花き栽培における施肥は、収量の他、茎の硬さ、葉の大きさなどの外観形質に影響し、さらに日持ち性などに影響を与える。そのため、高品質安定生産には品目の特性に適した施肥が重要である。三要素の施肥における一般的な特徴は次のとおりである。

ア) 窒素

窒素は生育、開花への影響が三要素の中で最も大きい。不足すると葉色が淡くなり生育が劣り、開花が遅れて品質が劣る。窒素は移行しやすい養分なので、欠乏症はまず下位葉から現れ、上位葉に及ぶ。多すぎると葉は濃緑となり、生育は旺盛となるが軟弱、徒長となり、開花日が遅れて、花と葉のバランスが不良となり、品質が低下するとともに、切り花の日持ち性が悪くなる。切り花では、生育初期における肥料要求量の少ない品目が多く、基肥としての窒素の多肥は、野菜と同様に濃度障害による活着不良を起こしやすい。

イ) リン酸

リン酸は窒素に次いで影響が大きい要素で、不足すると葉色は暗緑となり、生育、開花が不良となる。しかし、連作土壌ではリン酸含量の増加したものが多く、可給態リン酸が300mg/100gを越す土壌もまれではない。その要因として、リン酸吸収量が三要素の中で最も少ないこと(表 2-22)、必要量以上の肥料や改良資材の投入が挙げられる。リン酸が集積した土壌状態では、生育を抑制し、Fe、Mn等の微量元素欠乏等の様々な生育障害が生じる。カーネーションでは可給態リン酸350mg/100g以上で切り花本数の減少、茎長の短縮、軟弱化が生じる。また、バラのクロロシス発生土壌にはリン酸が集積しており、クロロシス発生葉の養分含有率は、非発生葉に比較してP含有率が高く、Fe含有率が少ない傾向にある。

ウ) カリ

カリは吸収量の最も多い要素(表 2-22)である。不足すると、葉や茎の伸長が劣り、開花不良となる。多肥は障害を生じやすく、過剰では拮抗作用により、カルシウム、マグネシウムの吸収を抑制し、欠乏症を引き起こす。したがって、これらの塩基については、その含有量を適正に保つとともに、塩基内のバランスにも配慮する必要がある。

表 2-22 切り花における窒素吸収量（100）に対する要素吸収比（埼玉県農試、細谷）

品 目	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
カーネーション	61	220	72	28
キク	25	173	42	16
キンギョソウ	28	197	83	33
シュッコンカスミソウ	41	214	128	72
スイートピー	27	77	73	20
スターチス・シヌアータ	46	142	26	52
ストック	43	396	120	22
トルコギキョウ	18	118	13	23
バラ	11	58	38	19
ユリ	38	249	76	24

イ 切り花の養分吸収量

切り花の養分吸収量は概して生育量に比例し、バラのように生体重が重く、採花期間が長く、採花本数の多い品目で多い。また、同じ品目でも品種、栽培方法が異なれば、養分吸収量も異なる。花き栽培では品種の変遷が激しく、栽培方法の変化も大きいので、施肥量の決定には、これらに充分配慮する（表 2-23）。

表 2-23 切り花における三要素吸収量

品 目	品種	単位	窒素	リン酸	カリ	備 考
スイートピー	アメリカンビューティー	kg/10a	16.7	4.5	12.3	栽植本数 2 万本/10a 古藤ら
スターチス・シヌアータ	アーリーブルー	kg/10a	7.1	4.0	9.3	栽植本数 5,490 本/10a 高知農技セ
ストック	ポールホワイト	kg/10a	28.0	6.0	40.0	栽植本数 60,000 本/10a 和歌山山試
	先勝の雪	kg/10a	23.0	5.0	41.0	栽植本数 60,000 本/10a 和歌山山試
トルコギキョウ	あずまの粧	kg/10a	11.4	1.5	16.6	栽植本数 23,000 本/10a 高知農技セ
バラ	ローローゼ	g/m ²	24.5	7.7	23.4	採花本数 34.2 本/株 安井ら
	アリアンナ	g/m ²	36.3	11.1	42.5	採花本数 55.2 本/株 安井ら

② 花き品目別施肥基準

花き類は、品目、品種とも著しく多く、養分吸収特性、養分吸収量とも品目によって大きく異なるため、施肥方法も異なる。花き・花木の品目別施肥の基本的考え方及び施肥量は次の通りである。

ア 切り花

ア) ガーベラ

ガーベラは多肥により葉が密生すると、花立ちが悪くなり、品質や収量が低下するので、基肥に緩効性肥料を主体とし、追肥は液肥により行う。液肥の目安は、草姿、葉色、花の大きさ、花梗の太さ、採花収量を総合的に判断する。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
ガーベラ	2年据置	30	25	30	50	液肥追肥

イ) キク

スプレーギクでは、窒素が切り花収量、品質に対して最も影響を与える養分である。不足すれば十分な生育が得られずボリューム不足となる。多すぎるとボリューム感はあるが、水揚げが不良となり、著しく切り花品質が低下する。切り花の品質は葉中窒素含有率が高いほど低下し、窒素施用量が多いほど、花房が乱れる。そのため、基肥に緩効性肥料を利用し、初期の窒素量を控え、花芽分化期から花蕾発達期にかけて十分な肥効を与えられるように施肥を行う。また、周年栽培されるため、肥料成分の集積に注意する必要がある。

小ギクは、基本的にスプレーギクと同様である。草姿が長方形で、花も大きく、全体のバランスがとれているものが良品とされる。生育初期から窒素施用量を制限しながら、草勢を管理すれば良品生産が可能となる。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
スプレーギク	施設、秋系品種	20	15	20	60	追肥1回
夏秋小ギク	露地	35	25	30	60	追肥1回

ウ) シュッコンカスミノウ

シュッコンカスミノウ（作型：二度切り栽培）は無数の小花を細い茎で支えるもので、分枝の節間が徒長すると、小花が垂れ切り花の草姿が乱れる。分枝節間の徒長には窒素及び土壌水分の多少によるところが多いと考えられる。主として栄養生長終了時に開花し、切り花を収穫するため、遅くまで肥料、特に窒素肥料を効かせると、栄養生長を続けて開花が遅延することから、施肥は基肥中心とすべきである。また、発蕾期以降は節水し、節間を短くする。1番花採花後に追肥を施用すると、2番花の開花が遅れたり品質が悪化したりする可能性が大きくなる。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
シュッコンカスミノウ	2度切り	15	10	15	80	追肥1回

エ) スターチス・シヌアータ

スターチス・シヌアータは、定植後約1ヶ月は株を充実させるため、栄養生長にもっていく必要があり、窒素の肥効を高める。この間抽苔してくる切り花は、高温期でもあるため品質が悪く、実際の栽培では切り捨てる場合が多い。その後は土壌水分を控えめにし窒素の肥効を抑

えぎみに管理する。この場合窒素が多すぎると、切り花は翼が大きくなり軟弱なものとなる。このため、基肥には緩効性肥料を利用し、追肥は液肥により行う。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
スターチス・シヌアータ	超促成	15	10	15	50	追肥1回

オ) バラ

バラは品種、樹形管理によって樹勢、採花量は異なり、養分吸収量は生育が旺盛で乾物生産量が多いほど多くなる。同一品種でも樹勢が強く生育量が多く、しかも採花量が多ければ養分吸収量も多くなるが、採花量が少なくなれば養分吸収量は少なくなる。バラの単位生長量あたりの養分吸収量は季節に関係なく一定であるとされている。そのため、養分供給は生育ステージ、樹勢に応じて過不足なく安定かつ好適濃度（EC 0.3～0.6mS）に維持することが必要である。一度に多くの肥料を与えずに、少量を分施して肥効を一定にして高品質切り花を得るようにする。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
バラ	周年	60	40	60	20	液肥追肥

イ 花木

ア) シキミ

シキミは、心の枝がまっすぐに伸びたものがよいが、梅雨時期になると発生して間もない軟弱な枝は降雨により倒伏しやすい。窒素肥料が過剰になり、よく伸びた枝はいつそう倒伏しやすいので、畑にあった施肥管理を行い、最小限の倒伏で防ぐ。施用時期は、春肥として3月に、夏肥として6月に施用する。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
シキミ		12	6	12		年2回

イ) センリョウ

センリョウは花芽分化期と推定される5月下旬から開花期間中の7月上旬に土壤中の窒素濃度を高める。但し、生育期後半に土壤中窒素濃度が過剰に存在すると、着果が不良となることが懸念されるので、追肥は遅くとも開花期(概ね6月下旬から7月上旬)までに施用するのが望ましい。

品目名	作型等	成分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
センリョウ		15	10	10		年2回

(3) 環境保全型農業の推進にともなう施肥対策重点事項

① 土壌診断に基づく適正施肥

野菜栽培では、収量、品質を求めるあまり多肥栽培になることが多く、特にキュウリ、ピーマン、ナス等の多肥栽培型野菜ではその傾向が強い。しかし、実際には、図 2-3 に示すように必要以上の窒素施用は増収に結びつかないことが多い。また、過剰施肥は、地下水の硝酸態窒素汚染等が懸念され環境への負荷が大きいと考えられる。環境への負荷軽減のためにも、作物の養分収支を把握し養分吸収に見合った施肥量と、土壌診断に基づく適切な施肥が大切である。

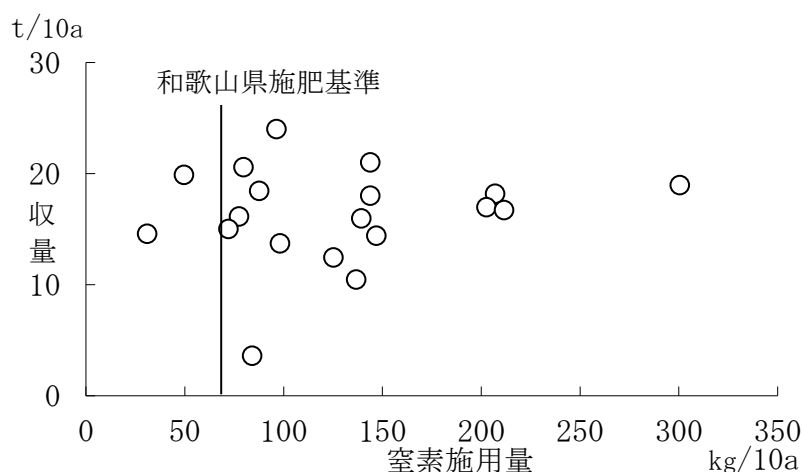


図 2-3 促成栽培キュウリの窒素施肥量と収量の関係

注) 福岡県朝倉農業改良普及所資料に加筆

② 有機質肥料、肥効調節型肥料の利用

化学肥料削減のためには、土壌診断に基づく適切な施肥に加えて、有機質肥料の利用、緩効性肥料・硝化抑制剤入り肥料等の肥効調節型肥料の施用、マルチ栽培・局所施肥技術（穴肥・条施用）の導入による利用率の向上、有機質資材からの肥効を勘案した施肥量等が重要である。

ア 有機質肥料

主な有機質肥料について、表 2-24 に成分と窒素の無機化特性を示す。

表 2-24 主な有機質肥料の成分と窒素無機化特性（藤沼・田中 1973）

肥料の種類	肥料の成分%						窒素の無機化率			
	水分 MgO	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	10℃12週	50%日	26℃12週	50%日	
						%	日	%	日	
大豆油粕	7.4	7.0	1.5	2.5	0.44	0.15	66	4～8	78	<4
菜種油粕	12.6	5.0	2.6	1.4	0.90	0.34	68	8～15	88	4～8
ひまし油粕	10.8	6.1	2.5	1.3	0.53	0.53	66	4～8	85	<4
綿実油粕	9.2	6.3	3.0	1.9	0.30	0.36	68	8～15	85	4～8
米ぬか	11.8	2.4	5.8	2.0	0.08	0.74	48	15～30	83	15～30
肉骨粉	8.6	6.6	15.0	0.3	24.6	0.31	61	4～8	80	<4
蒸製骨粉	9.0	5.1	20.8	0.2	28.2	0.38	60	4～8	72	<4
イワシかす	11.5	9.1	4.1	1.2	2.7	0.08	76	4～8	88	<4
荒かす	10.9	11.3	3.6	0.9	2.5	0.04	78	4～8	86	<4
鶏糞	12.6	2.1	6.8	2.4	18.8	0.34	40	<4	70	15～30
硫安		20.0					110	<4	102	<4

注) 無機化率は水分が最大容水量の 60%、温度 10℃、26℃、乾土（埼玉園試沖積土）50g に N25mg を添加し 12 週間での測定値より計算、また 50%日は各々温度における 12 週間での全無機化量の 1/2 が無機化する日数

イ 肥効調節型肥料

緩効性肥料は速効性の化学肥料の欠点を是正し、肥料成分が緩やかに溶出し、肥効が長時間持続するようにした肥料であり、化学合成緩効性肥料、硝酸化成抑制剤入り肥料、被覆肥料等がある。

肥効調節型肥料は、作物の生育に合わせて養分が溶出されるので、肥料利用率向上による肥料施用量の削減、全量基肥施用、追肥施用回数の削減による省力化、肥料成分溶脱の減少による環境負荷の軽減が図られる。

ア) 化学合成緩効性肥料

肥料そのものが水に溶けにくく、微生物による分解を受けにくい性質を持つもので、尿素等の重合反応により製造される。IB、CDU、ウレアホルム、グアニル尿素、オキサミドなどがこれにあたる。土壌中で加水分解や微生物分解を受け有効化し、作物に利用吸収される。分解の速さは肥料の粒の大きさ等により調節できる。

イ) 硝酸化成抑制剤入り肥料

微生物による窒素成分の硝酸化成作用を阻害する薬剤を混合することにより、窒素の流亡を防ぎ、長時間土壌中に窒素を保持できるようにした肥料である。

ウ) 被覆肥料

水溶性肥料を硫黄や合成樹脂等の膜で被覆し、肥料の溶出量や溶出期間を調節した肥料で、被覆窒素、被覆複合肥料がこれにあたる。被覆資材の種類や膜の厚さにより溶出量や溶出期間が異なり、かなりの精度で作物の生育に合わせた肥効のコントロールができる肥料である。溶出期間は 30 日から 360 日と多様であり、溶出パターンは初期の溶出割合の高い放物線タイプ、初期から直線的に溶出するリニアタイプ、初期の溶出が抑制されるシグモイドタイプがある（図 2-4）。なお、被覆肥料には地温が高いほど溶出の速度が速くなる性質（温度依存性）があり、被覆肥料の使用にあたってはこのことに充分考慮する必要がある。

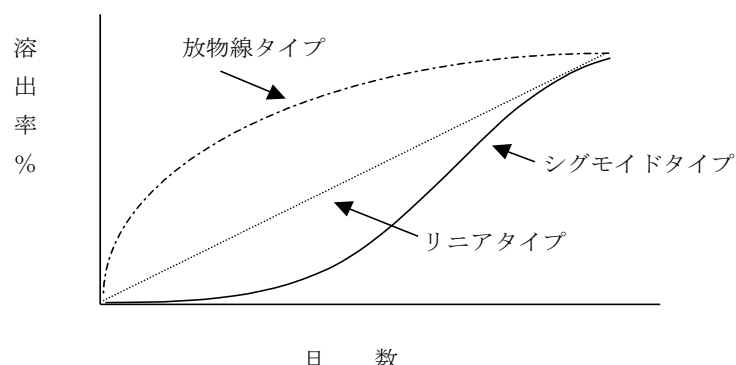


図 2-4 被覆肥料の溶出パターンと溶出率の推移

エ) 実用例

(ア) 実エンドウにおける被覆肥料を用いた施肥量削減

エンドウ類は、連作障害を軽減するため太陽熱土壌消毒に加えて施肥量を増やして収量を確保している。しかし、土壌養分の過剰集積ほ場では生育が悪い。

土壌養分の残存量を低減する方法として、秋まきハウス冬春どり実エンドウ連作栽培では、被服肥料エコロン 100 日タイプ（N20kg/10a）と速効性化成肥料（N5kg/10a）を用いた全量基肥施用を行うことで、慣行と同等の収量、粗収益が得られる（図 2-5）。これにより、窒素施肥量は 2～3 割、肥料費は 1～3 割削減でき、追肥も省略できる（表 2-25）。

留意点は、エコロンの肥料成分の溶出は地温の影響を受けるため、太陽熱土壌消毒を実施するほ場では、消毒後に施肥を行う。また、初期生育を促すため、速効性化成肥料（N5kg/10a）を用いているが、無機態窒素が多く残存しているほ場では、速効性化成肥料も省略する。

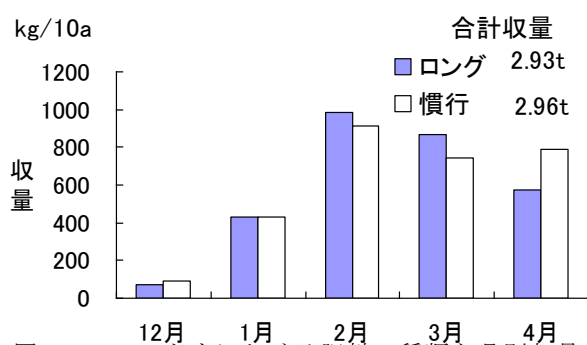


図 2-5 エンドウにおける肥料の種類と月別収量
注) 秋まきハウス冬春どり、連作栽培、みなべ町

表 2-25 肥料費、労働時間の比較

項目	被覆肥料	慣行	
肥料費 (円/10a)	エコロン	33,300	
	CDU222	5,640	
	配合特号	-	18,090
	配合1号	-	18,800
	ペレット868	-	3,640
	トミ液肥	-	2,350
合計	38,940	42,880	
労働時間 (時間/10a)	基肥	4	4
	追肥	-	5
	合計	4	9

(イ) 微生物分解肥効調節型肥料を利用したハクサイの減肥栽培

ハクサイは主に水田裏作で作付けされているが、多肥栽培であるため施肥効率を高めた栽培技術の確立が望まれている。

秋冬どりハクサイ栽培では、微生物分解肥効調節型肥料ハイパーCDU(以下、H-CDU)中期(溶出期間：約75日)を利用することで、肥料代は同程度で、窒素成分を20%削減した全量基肥施肥栽培が可能である(表2-26~28)。また、窒素吸収量を窒素施用量で割った窒素利用率は、H-CDU区が65%、慣行は55%であり施肥窒素の利用効率が高く、環境負荷量の低減が期待できる。

但し、H-CDUは窒素のみの単肥であり、リン酸やカリを別に施用する必要があるため、リン酸やカリを追加した産地での肥料をつくることで、省力化と環境保全の両立を図ることが可能となる。

表2-26 各試験区の施肥窒素量と施肥資材

試験区名	N施用 総量 (kg/10a)	減肥 率 (%)	基肥		追肥	
			H-CDU 中期	石灰 窒素	化成	化成
H-CDU中期	37.4	20	17.4	20.0	0.0	0.0
慣行	46.8	0	0.0	29.4	8.4	9.0

注) 両区ともリン酸：28.6、カリ32.2(kg/10a)を施用
基肥は9月中旬、追肥は慣行のみ11月上旬に施用
畝幅115cm、株間38cm、2条植

表2-27 収穫時におけるハクサイの生育(比率)

試験年	試験区名	全重	球重	球周	球高
2006	H-CDU中期	110 a	107 a	103 a	100 a
	慣行	100 a	100 a	100 a	100 a
2007	H-CDU中期	93 a	92 a	99 a	95 a
	慣行	100 a	100 a	100 a	100 a

注) 調査日：2006年12月19日、2007年12月7日、20株調査
異文字間に5%水準で有意差有り(Tukey法)

表2-28 収穫時における

試験区名	窒素含有率、窒素吸収量		
	N(%)		窒素吸収量 (kg/10a)
	外葉	球	
H-CDU中期	4.04	3.89	24.4
慣行	4.13	4.09	25.8

注) 2006、7年の2ヵ年平均

③ 局所施肥による肥料の削減

一般的な施肥方法はほ場全体に施用する全面全層施肥であるが、作物に利用されないところに施された肥料は降雨などにより流亡している。

局所施肥は、作物の根が分布する位置に施肥し、肥料を効率的に吸収させる施肥方法である。このため、肥料の利用効率が上がり、施肥量の削減と環境保全に効果的である。

一方、局所施肥は施肥位置が狭い範囲に限定されるため、肥料による濃度障害の発生する危険性は高まるが、肥料成分の溶出が緩やかな肥効調節型肥料を用いることで、濃度障害を回避できる。

局所施肥法の例として、以下のものが挙げられる。

a. うね内施肥（マルチ内施肥）

うね内施肥は、従来の全面全層施肥に対して、うね部分のみに施肥する方法である。マルチを張る部分にのみ施肥するマルチ内施肥も同様の施肥方法である。

b. 条施肥・植溝施肥・側条施肥（水稻）

条施肥は、作物を植え付けるうねに沿った位置にすじ状に施肥する方法で、類似の施肥法として、溝を掘った位置に施肥する植溝施肥がある。条施肥や植溝施肥は、うね内施肥に比べて、施肥位置が局所に限定される。

側条施肥は、田植機に施肥機を搭載して、田植えと同時に水稻の株元に基肥を集中的に条施肥する方法である。

c. 植穴施肥

植穴施肥は、苗を定植する位置に植穴を掘り、穴の下層土に基肥を混和する方法である。

d. ポット内施肥

野菜苗の鉢上げ時に、本圃生育に必要な肥料全量を培養土に混和する方法である。施肥の省力化が図られる上、根圏周辺の狭い範囲に施肥することになるため、大幅な減肥が期待できる。ポット内に多量の肥料を混和することから、濃度障害を回避するために、育苗期間中の肥料の溶出を出来るだけ抑えたシグモイド型被覆肥料の利用が効果的である。

e. セル内施肥

セル内施肥は、育苗用培養土の中に基肥に相当する肥料を混合してセル成型育苗し、苗に肥料を抱かせたまま定植することによって、本圃には基肥を施用しない方法である。育苗期間に当たる初期の肥料の溶出を最小限に抑えたシグモイド型被覆肥料の利用が必要である。

局所施肥に適する品目は、比較的耐塩性の強いキャベツ、ハクサイ、ブロッコリー、ホウレンソウ、スイートコーンなどである。

④ L型肥料の利用

L型肥料とは、窒素成分が多く、リン酸、カリが少ない肥料の総称である。

このため、野菜栽培後等のリン酸やカリの残存量が多い田畑での利用に適している。また、土作りなどで家畜ふん堆肥（窒素成分に比べてリン酸やカリが多い）を施用する場合や、土壌中のリン酸や塩基類の集積が著しい施設での、養分バランスの回復にもL型肥料の利用が適している。

近年、肥料価格が高騰しているが、L型肥料は、窒素・リン酸・カリが等量ずつ含まれる肥料に比べて安価であるため、土壌診断を実施して土壌の養分状態を把握し、栽培作物に合わせて利用することで、肥料費を抑えることが可能となる。

3 果樹編

3 果樹編

1) 本県樹園地土壌の特徴と土づくり対策

(1) 果樹園土壌の分布

日本の土壌の分布概要は第1図（西日本）のとおり、標高の高いところから褐色森林土、赤色土、黄色土、灰色台地土、灰色低地土・褐色低地土・グライ土であり、その分布割合（全国）は褐色森林土が58.2%と最も多く、ついで灰色低地土の6.7%、グライ土の5.2%であり、他は5%未満と少ない。そして、和歌山県内の果樹園の土壌では第1表のとおり褐色森林土が69.9%、黄色土が8.9%、赤色土が7.8%、灰色台地土が3.9%、灰色低地土が5.1%、褐色低地土が4.4%である。また、土壌生産力可能性等級基準（付表）で生産力が低く、土壌改良をかなり実施しないと樹勢が低下し、大幅な収量減を招く第Ⅲ、Ⅳ等級の割合は、褐色森林土が65.9%、黄色土が75.7%、赤色土が62.8%、灰色台地土が62.4%、灰色低地土が60.5%、褐色低地土が31.5%であり、全体で64.7%とかなり高い。これを県内の地域別の第2表でみると、第Ⅲ、Ⅳ等級の割合で50%未満が有田川沿岸地域、50～70%が紀北平坦及び山麓地域と紀北山間地域、71～90%が和歌山市周辺沿岸地域と南部沿海地域（串本町、太地町、那智勝浦町、新宮市）、91%以上が御坊周辺及び南部沿岸地域（御坊市、美浜町、印南町、日高町、みなべ町、田辺市）、紀中山間地域、紀南沿岸地域（田辺市、白浜町、上富田町、すさみ町）、紀南山間地域である。



第1図 土壌分布の概要（「土の世界」に一部加筆）

（付表）土壌生産力可能性等級基準

第Ⅰ等級	正当な収量をあげ、また正当な土壌管理を行う上で、土壌的にみてほとんど制限因子あるいは阻害因子がなく、土壌悪化の危険性もない良好な耕地とみられる土地。
第Ⅱ等級	正当な収量をあげ、また正当な土壌管理を行う上で、土壌的にみて若干の制限因子あるいは阻害因子があり、また土壌悪化の危険性が多少存在する土地。
第Ⅲ等級	正当な収量をあげ、また正当な土壌管理を行う上で、土壌的にみてかなり大きな制限因子あるいは阻害因子があり、また土壌悪化の危険性がかなり大きい土地。

第IV等級	<p> 正当な収量をあげ、また正当な土壌管理を行う上で、土壌的にみて極めて大きな制限因子あるいは阻害因子があり、また土壌悪化の危険性が極めて大きく、耕地として利用するのは極めて困難と認められる土地。 </p>
-------	--

第1表 県全体の柑橘園地土壌の分布（「土壌生産性分級図集」より集計）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	細粒褐色森林土	2,878	3,550	238	6,666	33.1
	中粗粒褐色森林土	945	326	3	1,274	6.4
	礫質褐色森林土	968	5,044	117	6,129	30.4
赤色土	細粒赤色土	581	981	0	1,562	7.8
黄色土	細粒黄色土	37	1,260	0	1,297	6.5
	中粗粒黄色土	0	50	0	50	0.2
	礫質黄色土	400	52	0	452	2.2
灰色台地土	細粒灰色台地土	297	493	0	790	3.9
灰色低地土	灰色低地土斑紋なし	385	200	0	585	2.9
	礫質灰色低地土	21	423	0	444	2.2
褐色低地土	褐色低地土斑紋あり	598	68	0	666	3.3
	中粗粒褐色低地土	12	212	0	224	1.1
合計 ha		7,122	12,659	358	20,139	
%		35.4	62.9	1.8		

第2表 県内地域別樹園地土壌の分布（「土壌生産性分級図集」より集計）

・紀北平坦および山麓地域（橋本市、かつらぎ町、九度山町、高野町、紀の川市、岩出市）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	細粒褐色森林土	1,065	1,250	0	2,315	33.1
	中粗粒褐色森林土	937	326	0	1,263	18.1
	礫質褐色森林土	447	416	0	863	12.4
赤色土	細粒赤色土	581	959	0	1,540	22.1
灰色台地土	細粒灰色台地土	21	77	0	98	1.4
灰色低地土	灰色低地土斑紋なし	0	402	0	402	5.7
	礫質灰色低地土	21	423	0	444	6.3
褐色低地土	中粗粒褐色低地土	55	0	0	55	0.8
合計 ha		3,127	3,853	0	6,980	
%		44.8	55.2	0.0		

・紀北山間地域（紀の川市鞆淵、紀美野町、有田川町（旧清水町））

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	細粒褐色森林土	212	261	77	550	56.2
	礫質褐色森林土	143	260	23	426	43.5
黄色土	礫質黄色土	0	3	0	3	0.3
合計 ha		355	524	100	979	
%		36.3	53.5	10.2		

・和歌山市周辺沿岸地域（和歌山市、海南市）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	細粒褐色森林土	376	834	33	1,243	88.2
	礫質褐色森林土	0	166	0	166	11.8
合計 ha		376	1,000	33	1,409	
%		26.7	71.0	2.3		

・有田川沿岸地域（有田市、有田川町（旧吉備町、旧金屋町）、湯浅町、広川町、海南市（旧下津町）、由良町の一部）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	細粒褐色森林土	1,225	882	116	2,223	40.7
	礫質褐色森林土	308	538	36	882	16.1
赤色土	細粒赤色土	0	22	0	22	0.4
黄色土	細粒黄色土	37	219	0	256	4.7
	礫質黄色土	400	49	0	449	8.3
灰色台地土	細粒灰色台地土	276	416	0	692	12.7
灰色低地土	灰色低地土斑紋なし	330	0	0	330	6.0
褐色低地土	褐色低地土斑紋あり	598	0	0	598	10.9
	中粗粒褐色低地土	12	0	0	12	0.2
合計 ha		3,186	2,126	152	5,454	
%		58.3	38.9	2.8		

・御坊周辺および南部沿岸地域（御坊市、美浜町、印南町、日高町、みなべ町、田辺市）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	細粒褐色森林土	0	305	0	305	14.2
	中粗粒褐色森林土	8	0	3	11	0.5
	礫質褐色森林土	0	1,231	0	1,231	57.2

黄色土	細粒黄色土	0	536	0	536	24.9
褐色低地土	褐色低地土斑紋あり	0	68	0	68	3.2
合計 ha		8	2,140	3	2,151	
%		0.4	99.5	0.1		

・紀中山間地域（日高川町、田辺市（旧龍神村））

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	礫質褐色森林土	0	196	42	238	100.0
合計 ha		0	196	42	238	
%		0.0	82.4	17.6		

・紀南沿岸地域（田辺市、白浜町、上富田町、すさみ町）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	礫質褐色森林土	0	1,884	0	1,884	80.9
黄色土	細粒黄色土	0	385	0	385	16.6
	中粗粒黄色土	0	50	0	50	2.1
灰色低地土	灰色低地土斑紋なし	0	10	0	10	0.4
合計 ha		0	2,329	0	2,329	
%		0.0	100.0	0.0		

・紀南山間地域（田辺市（旧大塔村、旧中辺路町、旧本宮町）、新宮市（旧熊野川町）、古座川町、北山村）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	礫質褐色森林土	0	249	0	249	100.0
合計 ha		0	249	0	249	
%		0.0	100.0	0.0		

・南部沿岸地域（串本町、太地町、那智勝浦町、新宮市）

土壌群	土壌統群	面積分布(ha)				
		II	III	IV	計	%
褐色森林土	細粒褐色森林土	0	18	12	30	8.8
	礫質褐色森林土	70	104	16	190	55.9
黄色土	細粒黄色土	0	120	0	120	35.3
合計 ha		70	242	28	340	
%		20.6	71.2	8.2		

(2) 土づくり対策

土の大部分は岩石の風化した鉱物粒子の集まりであり、その鉱物粒子には、単独のものもあれば、寄り集まって石礫のような塊になっているものもある。そして、そこに有機物が加わり、長期間熟成して土壌になる。したがって、土づくりとは土に良質の有機物を投入して水はけと水もちの良い土壌、すなわち団粒構造を持つ土壌をつくることであり、同時に保肥力の大きい土壌をつくることである。そのため、第3表に示す各土壌の問題点を認識して、その対策を実施し、第4表の樹園地土壌の数値を目標に地力増進法指定の土壌改良資材（参考資料 P105～106）等を用いて改善することで、生産力の高い土壌をつくるのが大切である。ただし、その際には第5表の各樹種の土壌感応性を十分に考慮に入れる必要がある。そうすることで、施肥量の削減が可能となり、環境負荷低減に寄与できる。

第3表 土壌群別問題点と対策

土壌群	特徴	問題点	対策
褐色森林土	丘陵地及び山麓の斜面、台地上の波状地、平坦地などの排水良好なところに分布。 暗褐色の薄い表層の下に黄褐色の土層が続いている。	腐植は少なく表土が浅い。 酸性強く、塩基状態は中～不良。 細粒質：下層がち密で、透水性小さく、過干や過湿となりやすい。保肥力、固定力とも中～大。 中粗粒質：保水力中～小、透水性中～大で、過干のおそれあり、保肥力・固定力とも中～小である。 緩傾斜～急傾斜地に多く分布するため侵食の危険性が大。	有機質資材の施用：毎年 1.5～2.0t/10a を施用。 深耕：溝式法やたこつぼ法で深さ 50～60cm の穴を掘り、有機物等と土を混ぜてうめ戻す。これを 5～6 年の年次計画で実施する。 深耕できない場合は粗大有機物（稲わら等）のマルチをする。 土壌改良資材の施用：土壌診断結果に基づき、適正量を施用。 侵食防止：集排水路の設置。土砂どめの整備。斜面分割。階段園の法面保護用草生。草生栽培。マルチ栽培（粗大有機物）。
赤・黄色土	台地及び丘陵地の 200m・150m 以下の地帯に分布。 腐植に乏しい表層の下に赤色・明るい黄色ないし黄褐色の次表層が続いている。	腐植は少なく、塩基だけでなく、各種の養分にも乏しく、酸性となりやすい。 堆積状態はち密で、下層の透水性、通気性が小さく、硬度が大きく、乾燥状態では極めて硬く固結する。そのため、多雨期に過湿、乾燥期に過干となりやすい。 陽イオン交換容量が小さく、保肥力が小さい。 細粒質：耕起、砕土が困難で、有効根群域浅い。	有機質資材の施用：毎年 1.5～3.0t/10a を施用。 深耕：溝式法で褐色森林土と同様に実施する。ただし、溝の末端から水を抜けるようにしないと湿害の危険性が大きい。 土壌改良資材の施用：土壌診断結果に基づき、適正量を施用。とくに、細粒質では下層への養分移行が少ないので、施用後土壌と混ぜることが必要である。 侵食防止：褐色森林土と同様に実施する。
灰色台地土	ゆるやかな波状性	腐植は少なく、表土は浅い。	有機質資材の施用：毎年 1.5～

	<p>の台地上に分布。 全層が灰色ないし灰褐色で、地下水や停滞水あるいはかんがい水の影響を受けてきた土壌である。</p>	<p>下層はち密で透水性が小さい。 保肥力は大きく、塩基はやや少なく、強酸性を示す。 細粒質：強粘質～粘質な土性であり、下層土のち密度著しく高く、透水性が小さいため、多雨時に排水不良、寡雨時に干害発生。</p>	<p>2.0t/10a を施用。 深耕：黄色土と同様に実施する。 湿害の防止：排水路の設置。高畝栽培。 土壌改良資材の施用：土壌診断結果に基づき、適正量を施用。</p>
灰色低地土	<p>ほぼ平坦な沖積地、谷底平野、扇状地などに広く分布。 全量が灰色ないし灰褐色で、地下水やかんがい水の影響を受けてきた土壌である。 土壌生産力は概して中庸ないし良好である。</p>	<p>排水は中庸ないしやや不良で、表層土の腐植は少ない。 細粒質：土性は粘～強粘質で、透水性は中～やや不良、下層はち密のため排水に留意。 中粗粒質：土性は砂～壤質で、透水性中～大、保水力、保肥力中～小。</p>	<p>有機質資材の施用：毎年 1.0～1.5t/10a を施用。 排水対策：明きょ等の設置。高畝栽培。 土壌改良資材の施用：土壌診断結果に基づき、適正量を施用。</p>
褐色低地土	<p>沖積低地のうち、自然堤防など比較的排水良好なところに分布。堆積様式は水積であり、作土下の土色はおおむね黄褐色である。 概して扱いやすく、適正な土壌管理が実施されていれば、生産力は高い土壌である。</p>	<p>腐植は少ないが表土は厚い場合が多い。 保水性は中～小で、夏季過干のおそれが大きく、斑紋あり土壌では地下水位の上昇による湿害のおそれもある。 養分が流亡、溶脱しやすい。</p>	<p>有機質資材の施用：毎年 1.0～1.5t/10a を施用。 排水対策：明きょ等の設置。高畝栽培。 土壌改良資材の施用：土壌診断結果に基づき、適正量を施用。</p>

「日本の耕地土壌の実態と対策」ならびに「土壌改良と資材」から抜粋。

第4表 樹園地土壌の基本的な改善目標（地力増進基本指針）

土壌の性質	褐色森林土、赤・黄色土、 灰色台地土、褐色低地土、灰色低地土	備 考
主要根群域の厚さ	40cm 以上	細根の 70～80%が分布する範囲
根域の厚さ	60cm 以上	根の 90%以上が分布する範囲
最大のち密度	山中式硬度計で 22mm 以下	
粗孔隙量	粗孔隙の容量で 10%以上	降水等が自重で透水することができる粗

		大な孔隙
易有効水分保持能	30mm/60cm	根域の土壌が保持する易有効水分量 (pF1.8~2.7 の水分量) を根域の厚さ 60cm 当たりの高さで表したもの
pH (H ₂ O)	5.5 以上 6.5 以下	
陽イオン交換容量 (CEC)	乾土 100g 当たり 12me 以上 (ただし中粗粒質の土壌では 8me 以上)	塩基置換容量と同義であり、本表の数値は pH7 における測定値
塩基飽和度	カルシウム、マグネシウム及びカリウムイオンが陽イオン交換容量の 50~80% を飽和すること	
塩基組成比	カルシウム、マグネシウム及びカリウム含有量の当量比が (65~75) : (20~25) : (2~10) であること	
有効態リン酸含有量	乾土 100g 当たり 10mg 以上 30mg 以下	トルオーグ法による分析値
土壌有機物含有量	乾土 100g 当たり 2g 以下	土壌中の炭素含有量に係数 1.724 を乗じて算出した推定値

第 5 表 主要果樹の土壌感応性 (「植物栄養・土壌肥料大辞典」より抜粋に加筆)

項目	ミカン	ウメ	カキ	モモ	ブドウ	ナシ
耐湿性	弱	弱	強	弱	強	中位
耐干性	強	弱	弱	強	やや強	弱
土壌の物理性に対する要求度	空気の要求度大	空気の要求度大	水分の要求度大	空気の要求度大	水分および空気の要求度大	水分の要求度大
根の深さ	キコク台 浅根性 ユズ台 深根性	浅根性	深根性	中位 土性により 浅根になり やすい	アメリカ系 統:浅根性 欧 州系統:深根 性	中位
土壌条件	透水・通気性が良く、粘土を含んだ土壌が適	有機質に富む植壤土が適	有機質に富む土層の深い土壌が適、地下流水があっても生育可能	砂質壤土が最適、排水不良地は不適	砂質の軽い土壌が適	有機質に富む深い壤土あるいは砂壤土が適
土壌の反応	酸性に対してかなり強い	微酸性~中性を好む	酸性に強い	酸性に強い	石灰飽和度の高い土壌に適す、栄養生理的に石灰要求度が	微酸性が適

					高い	
肥料に対する感応性	吸肥力が弱く、肥効が低い	吸肥力が強く、肥料に敏感	肥料にやや鈍感、窒素過多に注意	吸肥力が強い、窒素過多を嫌う	窒素過多を嫌う	多肥を要する

近年、県内の果樹栽培では堆肥等の有機質資材があまり施用されず、草管理も除草剤に依存するケースが多いため、土壌が悪化し、土壌や肥料成分の流亡も多く、樹勢が低下し、干ばつ等の気象災害に弱くなっている。そのため、これらの園では次の方法により土壌を改善することが大切である。

① 深耕、客土、排水による有効土層の拡大

ア 深耕

果樹園の有効土層を深くすることは、根群域が拡大し、有効保水量の増大とともに、養分の地力供給能を高め、樹の生理作用を旺盛にする。このため、干ばつや寒害に対しての抵抗力が強まり、樹体の栄養状態が安定するため、収量が増加し、隔年結果性も弱まる。

深耕には次の方法がある。

- ・ 溝式深耕法

樹冠列の中間を隔列に、深耕機または人力でゆるめた地面を幅 60cm、深さ 60cm、長さは地形に応じて溝状に掘り、改良資材と土壌をよく混和して埋め戻す方法で、5～6 年計画で実施する。ただし、排水不良地では溝の底に素焼き土管等を排水に注意して埋設する。

長さ 1m 当たり 粗大有機物 20kg
(わら類、山野草、堆肥等)
BM 熔リン 2kg

- ・ タコツボ深耕法

ツルハシ等で地面をゆるめた後をスコップで深さ 40cm 以上、直径 60cm の穴を 1 樹当たり 2 個ずつ掘り、改良資材と混ぜて埋め戻す。次年度からは位置を変えて行う。

1 穴当たり 粗大有機物 6kg
BM 熔リン 0.6kg

- ・ 簡易タコツボ法

深さ 30cm、直径 40cm の穴をてこ鍬やスコップで、1 樹当たり 6～8 個ずつ掘り、改良資材と混ぜて埋め戻す。次年度からは位置を変えて行う。

1 穴当たり 粗大有機物 1kg
BM 熔リン 0.1kg

- ・ 動力穴掘機法

深さ 50cm、直径 15cm の穴を 1 樹当たり 6～8 個掘り、改良資材を投入する。次年度からは位置を変えて行う。

1 穴当たり 粗大有機物 1.2kg
BM 熔リン 0.12kg

イ 客土

地下水位の高い園、排水不良園及び土壌流亡により根が浮き上がった園等では客土を行い、有効土層

を拡大する。客土用の土は、当該樹園地土壌の理化学性の欠点を補うものを用いる。

ウ 排水

水田転換園等の平坦地や重粘質土壌では、地表水を早く排水するため地表面に傾斜をつけ、承水路、排水路へ導く。また、湿地、谷間等で地下水位の高い所では明きよ、暗きよ、畝立て、空井戸を設置する。

排水効率は排水溝の間隔、傾斜など強く影響するが、暗きよより明きよの方が良く、暗きよでは排水管＞礫＞粗大有機物の順に効果が高いので、地形、土壌条件を考慮して効率的な排水方法をとる。

②有機質資材の施用

有機物の施用は土壌の化学性の改善（養分の供給、保肥力の増大、緩衝能の増大等）、物理性の改善（団粒構造の発達により通気性、透水性、排水性、保水性良好）、生物性の改善（土壌微生物の活発化により細菌が増加し、糸状菌の成長抑制）に効果がみられ、樹体の成長が良好となる。

土壌中有機物は毎年数%ずつ分解消費していくため、その維持増進を図るには毎年一定量を施用する必要がある。第6表のような有機質系土壌改良資材では、毎年1.0～2.0t/10a程度を全面施用する。

動植物系堆肥の家畜ふん堆肥は養分の補給効果が高く、その養分含有率は第7表のとおりである。これら資材の窒素肥効は牛ふん・豚ふん堆肥で10～40%、鶏ふん堆肥で20～60%と堆肥の種類によって大きく異なるため、有機質資材として利用しやすい家畜ふん堆肥は肥効率と肥料成分含有率が比較的低い牛ふん堆肥やバーク堆肥である（参考資料 P143）。なお、牛ふん堆肥を1.0t/10a施用する場合、その肥効率から計算すると、窒素は2.0kg/10a、リン酸は3.0kg/10a、カリは7.7kg/10aが効いてくるため、これらの肥料成分を勘案して施肥量や成分割合を調節します。また、鶏ふん堆肥は肥効と肥料成分の含有率が高く、有機質肥料として使用すれば施肥コストを大幅に削減できます。

ウンシュウミカンでは、カリ成分割合の低い肥料を用いないと、果面が粗くなり、果汁の酸が高くなる可能性があるため、牛ふん堆肥を施用する場合は1.0t/10a以下にとどめ、不足分はバーク堆肥など肥効の低い粗大有機物を投入するのが良策である。ただし、ウメではこの懸念は必要でなく、牛ふん堆肥を2.0t/10a施用できる。

第6表 有機質系土壌改良資材（「土壌改良と資材」）

区分	主な機能	主原料	主要資材名
動植物系	物理性・化学性・生物性の改良	泥炭、若年炭等 家畜・家禽ふん等 ミミズふん 樹皮、おがくず等 都市ごみ等 し尿・下水・工場排水汚泥 貝化石、カニ殻等	ピートモス、ニトロフミン酸質資材 家畜および家禽のふん（の処理物） ミミズふん （バーク）堆肥 コンポスト（堆肥） 汚泥肥料
	化学性改良 微生物性改良	微生物等	貝化石粉末、カニ殻粉末 堆肥腐熟促進剤

高分子系	物理性改良	有機化合物	合成高分子系資材
------	-------	-------	----------

第7表 主な有機質資材の無機成分（乾物％）

資材名	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	T-C	C/N
バーク堆肥	1.4	0.4	0.5	42.8	30
牛ふん生	2.2	1.8	1.8	34.6	16
乾燥	2.4	2.6	2.4	36.1	15
堆肥	2.1	2.1	2.2	33.3	17
オガクズ入り堆肥	1.7	1.8	2.0	39.9	23
豚ふん生	3.6	5.5	1.5	41.3	12
乾燥	3.4	6.0	2.0	35.8	11
堆肥	2.9	4.1	2.2	35.4	13
オガクズ入り堆肥	2.2	3.3	1.5	39.9	18
鶏ふん生	5.1	4.8	3.0	34.7	7
乾燥	3.6	6.0	3.2	32.3	9
堆肥	2.9	5.1	2.7	29.3	10
オガクズ入り堆肥	1.9	3.7	2.4	32.6	17

（主に「環境保全型農業技術指針」より引用）

③草生栽培

草生栽培には草の根による土壌の物理性（通気性等）の改善、表層土壌の流亡防止、有機物の補給等の利点がある反面、冬春期の地温上昇抑制、樹体との養水分競合、枯死後放出される窒素の遅効きによる果実の品質低下等の欠点がある。そのため、降雨による表土流亡や除草剤連用による土壌の悪化を防止するためにも、幼木～若木までは冬期に樹間だけの草生すなわち部分草生を実施すべきである。とくに、落葉果樹の新規造成園等では樹間も広いと、冬期間だけでなく周年にわたり積極的に導入すべき栽培法である。その草種は第8表のものが考えられ、ナギナタガヤ、ライムギ、ヘアリーベッチ(表になし)等が栽培されている事例もみられるが、導入目的に応じて草種を選定する。

第8表 冬期草生用植物の播種後1年間の成長（山口農試）

	地上部乾燥		出穂期・開花	地上部50%枯	地上部最大自	草生植物の被	雑草の被度8
	月日	kg/a	始期月日	死期月日	然高cm	度4月%	月%
スズメノカタビラ	4.1	55	2.25	5.1	45	70	10
ナギナタガヤ	6.8	105	5.8	6.15	55	100	1
スズメノテッポウ	5.1	55	4.5	5.12	45	92	70
イタリアンライグラス	5.18	153	3.30	6.5	90	100	0
ハイブリッドライグラス	6.8	260	5.6	7.8	100	100	0
ライ麦	5.12	130	4.6	5.30	180	100	0
エンバク	5.12	250	4.30	6.10	185	100	0
ケンタッキーブルーグラス	6.8	13	5.8	7.20	45	10	0
レッドフェスク	7.13	45	5.29	8.5	80	30	15

レッドトップ	7.13	81	5.29	9.10	90	15	0
ベントグラス	6.8	62	5.29	6.15	65	40	5
ペレニアルライグラス	6.8	143	5.4	7.1	60	95	0
トールフェスク	6.8	132	4.25	7.10	125	70	0
オーチャードグラス	5.20	120	4.25	8.1	140	90	0
クリムソクローバ	5.12	67	4.20	6.5	65	50	30
サブタレニアクローバ	5.12	38	3.23	6.30	40	50	100
エジブシアンクローバ	6.10	76	6.4	6.30	80	30	10
ウマゴヤシ	5.9	79	3.10	6.4	50	95	70
レンゲ	4.1	26	3.7	5.1	45	80	90
ペルシアンクローバ	6.12	99	5.26	7.2	90	90	1
バーククローバ	5.1	48	3.10	5.25	40	97	5
ホワイトクローバ	6.8	61	5.3	7.13	45	90	0
アルサイククローバ	6.8	103	5.10	7.3	65	50	0
ハコベ	4.15	25	2.25	5.1	30	50	50
スイバ	5.10	80	4.20	5.25	110	98	80

④リン酸、塩基等の施用

果樹園の下層土壌は、リン酸、石灰、苦土含有量が低く、強酸性土壌が多い。このため、深耕の際や深層注入法により、リン酸、塩基を施用し、バランスのとれた養分状態にすることは、養分の補給になるばかりでなく、土壌 pH を適範囲にし、樹体の成長を良好にする。

深層注入法：注入資材に水を加え、懸濁液をつくり、これをポンプで加圧して注入機に送り、深層へ注入する。10a 当たりの施用量は資材にもよるが 100～200kg 程度で、これを水 2,000l 以上とともに注入する。

⑤土壌 pH の適正管理

本県は降水量が多いため塩基の流亡がおり、土壌が酸性化しやすい。土壌の強酸性化は、ウンシュウミカンでマンガン過剰による異常落葉や、カルシウム、マグネシウム、リン等の欠乏を招きやすい。一方、アルカリ化は、マンガン、亜鉛、ホウ素等の不溶化により成長を抑制する。したがって、このような障害の発生を防止するため、土壌診断を実施し、第 9 表に示す石灰質資材を pH 矯正量だけ施用して、樹種に適した pH の維持に努める。

石灰質資材を施用する場合、成木園では 1 回の施用量限界(表層施用の場合)を 100kg/10a とし、これ以上の場合は何回かに分けて施用する。ただし、苦土石灰を連用していると、苦土が多くなり、石灰と苦土のバランスが崩れ、ウンシュウミカンで果実の品質低下を招く可能性があるため、苦土含有量の少ない資材を施用する。

第 9 表 pH 矯正のための石灰質資材施用量 (kg/10a/耕土 10cm)

測定 pH	資材名	矯正目標 pH					備考
		6.4	6.2	6.0	5.8	5.6	

3. 5	苦土石灰 消石灰 珪カル	270 180 305	250 165 285	230 155 260	215 140 240	195 130 220	<ul style="list-style-type: none"> ・腐植質の土壌では約 3 倍量施用 ・礫質の土壌では約 1/2 量施用 * <ul style="list-style-type: none"> ・1回の施用量が 100kg/10a 以上の場合は何回かに分ける。 ただし、貝殻・カニ殻等を使用した資材の施用量は珪カルに準じ、1回 200kg/10a 以下とする。
4. 0	苦土石灰 消石灰 珪カル	220 150 250	205 135 230	185 125 210	165 110 190	150 100 170	
4. 5	苦土石灰 消石灰 珪カル	175 115 200	155 105 180	140 90 155	120 80 135	100 70 115	
5. 0	苦土石灰 消石灰 珪カル	130 85 145	110 75 125	90 60 105	75 50 85	55 35 65	
5. 5	苦土石灰 消石灰 珪カル	85 55 95	65 45 75	45 30 50	25 20 30		

*③の処方箋参照

⑥土壌改善実施時期

重点推進時期はつぎのとおりとする。

カンキツ園：1～3月

ウメ園：10～12月

カキ園：1～3月

モモ園：10～12月

ブドウ園：11～12月

ナシ園：11～12月

(3) 土壌診断指針

主要果樹の樹種別の土壌診断基準は第 10 表のとおり定める。

第 10 表 樹園地の土壌診断基準（風乾細土）

項目	カンキツ	ウメ	カキ	モモ	ブドウ	ナシ
主要根群域の厚さ cm	30	30 以上	40 以上	30 以上	30	40 以上
根域の厚さ cm	60	60 以上	60 以上	60 以上	50	70 以上
地下水位 cm	100 以上	100 以上	80 以上	100 以上	80 以上	100 以上
ち密度 mm	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下
粗孔隙%	15 以上	15 以上	15 以上	15 以上	12 以上	15 以上
腐植%	3 以上	3 以上	3 以上	3 以上	3 以上	3 以上
陽イオン交換容量 me/100g	15 以上	15 以上	15 以上	12 以上	12 以上	15 以上

pH (H ₂ O)	5.0~6.0	6.0~7.0	5.5~6.5	5.0~6.0	6.0~7.0	5.5~6.5
塩基飽和度%	50~70	80~100	70~90	50~70	80~100	70~90
交換性石灰 mg/100g	171~225	252~338	245~330	128~195	200 以上	230 以上
交換性苦土 mg/100g	25~40	45~56	30~52	20~32	35 以上	30 以上
石灰/苦土 当量比	4~8	4~8	4~8	4~8	3~6	4~8
苦土/カリ 当量比	2~6	2~3	2~6	2~3	2~6	2~5
有効態リン酸 mg/100g	10~50	10~50	10~50	10~50	10~50	10~50

[処方箋]

例 1・分析結果：

土壌 100g 当たり 石灰(CaO) 134mg
 苦土(MgO) 24mg
 カリ(K₂O) 30mg
 陽イオン交換容量 14me

・改良目標：カンキツ園の場合

石灰飽和度 50%(土壌 100g 当たり石灰 196mg)
 苦土飽和度 10%(土壌 100g 当たり苦土 28mg)
 カリ飽和度 4%(土壌 100g 当たりカリ 26mg)

・塩基施用量：

施用量

石灰 196-134=62mg/100g

苦土 28-24=4mg/100g

カリ 26-30=-4mg/100g

資材の保証成分：

苦土炭カル CaO 32% MgO 15%

消石灰 CaO 60%

炭カル CaO 53%

1) 苦土施用量(/100g)

必要な苦土炭カル量 $4 \times 100 / 15 = 27\text{mg}$

2) 石灰施用量(/100g)

苦土炭カルに含まれる石灰量 $27 \times 32 / 100 = 9\text{mg}$

消石灰施用量 $(62 - 9) \times 100 / 60 = 88\text{mg}$

または苦土炭カル施用量 $(62 - 9) \times 100 / 53 = 100\text{mg}$

実際の資材施用量

土壌の仮比重 1.2 耕深 10cm とすると

10a 当たり土量 $0.1\text{m} \times 1000\text{m}^2 \times 1.2 = 120\text{tt}$

mg/100g=kg/100t に相当するので

10a 当たり資材施用量

苦土炭カル $27 \times 120 / 100 = 33\text{kg}$

+消石灰 $88 \times 120 / 100 = 106\text{kg}$ または炭カル $100 \times 120 / 100 = 120\text{kg}$

ただし、この施用量は礫率(%)が 10%以上の場合に減じることが必要である。
目安として、その減量割合は礫率(%)－10%とし、礫率 60%以上は 50%減とする。

例 2・分析結果：

土壤 100g 当たり	石灰(CaO)	134mg
	苦土(MgO)	30mg

・設定改良目標：カンキツ園の場合

石灰	土壤 100g 当たり	200mg
苦土	土壤 100g 当たり	28mg

・塩基施用量：

施用量

石灰 $200-134=66\text{mg}/100\text{g}$

苦土 $28-30=-2\text{mg}/100\text{g}$

資材の保証成分：

消石灰 CaO 60%

石灰施用量(/100g)

消石灰施用量 $66 \times 100 / 60 = 110\text{mg}$

実際の資材施用量

土壤の仮比重 1.2 耕深 10cm とすると

10a 当たり土量 $0.1\text{m} \times 1000\text{m}^2 \times 1.2 = 120\text{t}$

$\text{mg}/100\text{g} = \text{kg}/100\text{t}$ に相当するので

10a 当たり資材施用量

消石灰 $110 \times 120 / 100 = 132\text{kg}$

ただし、この施用量は礫率(%)が 10%以上の場合に減じることが必要である。
目安として、その減量割合は礫率(%)－10%とし、礫率 60%以上は 50%減とする。

2) 施肥対策

(1) ウンシュウミカン

①施肥の基本的な考え方

ア 特性

ウンシュウミカンの栄養成長は4月の春梢発芽から始まるが、この時期の根はまだ養分吸収力が弱く、必要とされる養分は旧葉や根に含まれる貯蔵養分でまかなわれる。春梢の伸長が進む5月以降になってようやく根の伸長が始まり、根からの吸収養分が新生器官の栄養成長に大きく寄与することになる。また、三要素の時期別吸収量をみると、窒素は新梢伸長が盛んな5～6月に最大のピークがあらわれ、ついで果実の吸収量が多くなる7～9月に第二のピークを示す。リン酸もほぼ同様であるが、窒素に比べて樹体に占める果実への移行割合の高いことが特徴である。カリは、春梢による吸収が盛んな6月にピークを迎えた後、根からの吸収は減少するが、果実肥大に伴い果実への移行量は大幅に増加する。

イ 土づくり

本県のウンシュウミカン産地は、土壌や肥料成分が流亡しやすい急傾斜地が大半を占めるうえ、土壌生産力可能性等級基準で生産力の低い第Ⅲ、Ⅳ等級に属する土壌が多いため、安定して品質の良い果実を連年生産していくためには、恒久的に土づくり対策を講じる必要がある。しかし、現状では深耕等の土壌改良対策や堆肥等の有機物施用はほとんどなされていないため、根群分布が浅く、干ばつ等の気象災害に弱く、樹勢が低下し、単位面積当たりの収量が減少し、隔年結果性も増大している。土づくりによって土壌の物理性を改善することは、土壌の生産力および施肥効率の向上につながり、環境に対する負荷も低減できるため、1)～(3)項第11表に示されている診断基準に近づけるよう、土壌診断によって現状を把握しながら個々の園地に適合した対策を講じるべきである。具体的な対策については1)～(2)～①～⑥項を参照されたいが、ウンシュウミカンで特に留意すべき事項は次のとおりである。

ア) 近年は果実品質を重視しているため、土壌生産力を無視して過去には少肥栽培が流行し、現在では夏肥無施用が定着しているが、このことが樹勢低下の一因となっている。しかし、樹勢・収量維持対策として施肥量を増すことは傾斜地園の多い本県土壌においては肥料の流亡増による環境負荷増大につながり、得策ではない。したがって、地力窒素を高めつつ土壌物理性を改善するには、バーク堆肥や牛ふん堆肥等を連年2t/10a施用する必要がある。なお、これら堆肥は土壌表面に均一に施用するか、樹冠外周下に部分施用し、根を傷めないで土壌と混和することが大切である。

イ) カリの過剰供給は果実品質の低下(果面の粗化、酸高)につながるため、カリ比率の高い牛ふん系堆肥の施用量は1t/10a以下にとどめ、不足分は他の粗大有機物を投入することで補う。

ウ) 苦土の過剰施用は塩基バランスをくずし、果実品質の悪化を招くため、苦土石灰の連年施用は避ける。

ウ 施肥

施肥量は、一般に作物の年間の養分吸収量から土壌由来の天然供給量を差し引いた値を肥料の利用率で割って算出されるが、このうち養分吸収量は樹令、収量など、天然供給量は土壌有機物量、土壌生産力など、また肥料利用率は環境条件(気象、土壌など)、肥料の種類などにより大きく変動する。そのため、施肥量は樹体や園地の状態、および土壌生産力を正しく把握したうえで加減する必要がある。また、果実1tによって持ち出される窒素成分量は1.5kgであり、吸収利用率から算出される施肥量はこの3～4倍とされることから、果実1tの生産に要する窒素施用量は4.5～6.0kg/10aとなり、それに目標収量

(t/10a) を掛けた値が最低限必要な窒素施用量となる。

エ 栄養診断基準

作型による 7 月上旬の春葉窒素含有率の適値は第 11 表のとおりであり、葉分析による数値がこれに満たない樹や、着果が多く樹勢の衰弱が予想されるような樹では、窒素系葉面散布剤（尿素 500 倍等）を 7～10 日間隔で 2～3 回早急に散布することが必要である。また、8 月下旬の不着果枝春葉の栄養診断基準は第 12 表のとおりである。

第 11 表 作型による春葉窒素含有率の適値（7 月上旬）

極早生早期・標準出荷型	早生種標準出荷型	早生種完熟・早生普通種マルチ出荷型	普通種標準出荷型	普通種貯蔵出荷型
2.7～2.9	2.8～3.0	2.9～3.1	2.8～3.0	2.9～3.1

第 12 表 ウンシュウミカンの栄養診断基準（8 月下旬：不着果枝春葉）

要素名	欠乏	少ない	適正範囲	多い	過剰
N(%)	≤2.30	2.31～2.70	2.71～3.20	3.21～3.80	3.81≤
P(%)	≤0.07	0.08～0.14	0.15～0.18	0.19≤	
K(%)	≤0.70	0.71～0.99	1.00～1.60	1.61～1.79	1.80≤
Ca(%)		≤2.00	2.01～4.50	4.51≤	
Mg(%)	≤0.10	0.11～0.29	0.30～0.60	0.61≤	

オ かん水

ウンシュウミカンは生育ステージによって水分要求量が異なり、水分管理を誤ると樹勢や果実品質の低下に直接結びつくため、土壌および樹体の水分状態を正しく把握し、きめ細かく管理していく必要がある。留意点は次のとおりである。

ア) 4 月～7 月中旬は新生器官の発生、生育時期にあたり水分要求量が多いため、1 回あたりのかん水量を 4 月～6 月で 10～20mm、7 月上旬で 20～30mm とし、空梅雨等に注意しながら土壌を湿潤（pF3.0 以下）に保つ。

イ) 8 月上旬は果実品質の向上を図るため、乾燥気味で管理する。かん水の開始は旧葉の黄化が始まる頃からとし、果面が滑らかで早朝、果実の軟化や葉の下垂が回復する状態を維持できるよう 1 回あたりのかん水量を 10～20mm とする。また、品質向上を目的としてこの時期からの雨水を制限するマルチ栽培では、糖度の上げ過ぎ（裸地比+2.0 以上）は樹勢の低下や小玉果・酸高果を招くため、果実品質をみながら適宜かん水を行う（参考資料 20 マルチ栽培指針：P158～161 を参考）。

ウ) 8 月下旬～収穫は、果実品質（特に減酸具合）を定期的にチェックし、1 回あたりかん水量を 8 月下旬～9 月中旬で 10～20mm とし、9 月下旬以降は葉の巻きや下垂を招かないよう 5～10mm とする。

エ) 収穫後～3 月はいずれの品種についても長期の干ばつに注意し、1 回あたりのかん水量を 10～20mm とし、土壌を適湿（pF2.5～3.0）に保つ。

オ) かん水管理が適切にできるマルチドリップ栽培などは、早生温州で 7 月下旬～8 月中旬に強めの

水ストレス、8月下旬～9月中旬は果実肥大と減酸を進める水戻し、9月中旬～収穫期は適度な水分ストレスを与えると、糖度12度以上、酸1%以下のM級果実を安定生産できる。

カ 果実品質目標

作型による果実品質目標は第13表のとおりである。

第13表 作型による果実品質目標

栽培作型	出荷時期	果実階級	果汁成分	
			糖度(Brix)	クエン酸(%)
極早生早期出荷型	9月中旬～9月下旬	L～S80%以上	10.0以上	1.2以下 1.2以下
極早生種標準出荷型	10月上旬～10月下旬	L・M60%以上	10.5以上	1.2以下
早生種標準出荷型	10月下旬～11月中旬	L・M60%以上	11.0以上	1.1以下
早生種完熟・早生・普通種マルチ出荷型	11月下旬～	L・M70%以上	12.0以上	1.1以下
普通種標準出荷型	12月中旬～	L・M60%以上	11.0以上	1.1以下
普通種貯蔵出荷型	越年出荷	L・M60%以上	12.0以上	1.1以下*

*収穫時は1.3以上

②施肥基準

施肥基準は収量目標を堆肥無施用で3t/10a、連年堆肥2t/10a施用で4t/10aとして各出荷タイプ別に設定している。

ア 極早生早期・標準出荷型の施肥法

早期出荷の対象は極早生の一部で、減酸と着色(脱緑)を早めることを念頭に置いた施肥体系とする。なお、地力窒素の補給と樹勢維持を図るため、原則として堆肥は連年2t/10a施用する。

第14表 極早生早期・標準出荷型の施肥法

(目標収量3～4/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1～3月	2						
春肥 3月上中旬		8	4	5	40	40	40
秋肥 収穫開始7～14日前		6	3	3.8	30	30	30
秋肥 収穫終了時		6	3	3.8	30	30	30
計	2	20	10	12.5	100	100	100

注) 夏肥：春肥無施用時のみ5月下旬に速効性肥料で窒素成分で2～4kg/10aを施用する。

ア) 春肥

1～3月に堆肥を2t/10a施用した後、緩効性割合の高い複合肥料で窒素成分8kg/10aを3月上中旬に除草後施用する。春肥は新梢の充実を早め、花の発育を良くし、着果率を高める働きがあるため、2

月～3月上旬の葉色が濃い場合（前年春葉の葉中窒素 2.8%以上）には無施用でも良いが、それ以外は施用する。

イ) 夏肥（満開期）

春肥無施用の場合に限定し、5月下旬に速効性肥料で窒素成分 2～4kg/10a を施用する。ただし、夏肥施用時に土壤中の無機態窒素が多い場合、すなわち EC(1：5)が 0.1mS/cm（土壤中無機態窒素、約 3mg/100g 乾土）以上あるときは果実の品質に悪影響を及ぼす危険性が大きいいため施用しない。

ウ) 秋肥

施用が早すぎると果実の着色を遅らせる危険性があるため、速効性割合の高い複合肥料を収穫開始 7～14 日前と収穫終了時の 2 回、それぞれ窒素成分 6kg/10a を分施、又は緩効性割合の高い複合肥料を収穫終了時に窒素成分 12kg/10a を施用する。なお、春肥が無施用の場合は窒素成分 8kg/10a×2 回を施用する。施肥後降雨がない場合は、5mm 程度のかん水を行う。

イ 早生種標準出荷型の施肥法

第 15 表 早生種標準出荷型の施肥法 (目標収量 3～4t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1～3 月	2						
春肥 3 月上中旬		8	4	5	40	40	40
秋肥 10 月中下旬		12	6	7.5	60	60	60
計	2	20	10	12.5	100	100	100

注) 施肥量は土壌生産力の低い褐色森林土や赤・黄色土に適合し、生産力の高い灰色低地土や褐色低地土では 10～20%減量する。

ア) 春肥

1～3 月に堆肥を 2t/10a 施用した後、緩効性割合の高い複合肥料で窒素成分 8kg/10a を 3 月上中旬に除草後施用する。

イ) 秋肥

速効性割合の高い複合肥料で窒素成分 12kg/10a を 10 月中～下旬に施用する。施肥後降雨がない場合は、5mm 程度のかん水を行う。

ウ 早生種完熟・早生普通種マルチ作型の施肥法

早生種で糖度を高めるために収穫時期を遅らせる「完熟栽培」や、早生普通種で夏秋季に水分ストレスを与える「マルチ栽培」では、これまでの施肥法（春・秋 2 回分施）では樹勢の低下や隔年結果性の助長を招いている事例が多い。そのため、褐色森林土で年間窒素施用量 20kg/10a の 20%を夏(5 月下旬)に速効性肥料を用いて分施することにより、夏期の葉中窒素が高まり、隔年結果性が弱まる。年間窒素施用量を増加しなくても樹勢の維持が図れるとともに果実の肥大が優れ、しかも果実の品質が変わらない。

なお、8 月以降果実肥大が緩慢になることを見越し、早期摘果により果実の初期肥大促進に努めることが重要である（L・M 級 70%を目標とする）。

第 16 表 早生種完熟・早生・普通種マルチ作型の施肥法

(目標収量 3~4t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1~3月	2						
春肥 3月上中旬		6	3	3.8	30	30	30
夏肥 5月下旬		4	2	2.5	20	20	20
秋肥 10月中下旬		10	5	6.3	50	50	50
計	2	20	10	12.5	100	100	100

ア) 春肥

1~3月に堆肥を 2t/10a 施用した後、緩効性割合の高い複合肥料で窒素成分 6kg/10a を 3月上中旬に除草後施用する。

イ) 夏肥 (満開期)

5月下旬に窒素成分 4kg/10a を速効性肥料で施用する。ただし、夏肥施用時に土壤中の無機態窒素が多い場合、すなわち EC(1:5)が 0.1mS/cm (土壤中無機態窒素、約 3mg/100g 乾土) 以上あるときは果皮割合が高くなる可能性があるため施用しない。

ウ) 秋肥

速効性割合の高い複合肥料で窒素成分 10kg/10a を 10月下~11月上旬に施用する。施肥後降雨がない場合は、5mm 程度のかん水を行う。

マルチの除去が 11月中旬以降にずれ込むなどして施肥が遅れた場合、樹勢の早期回復を助けるために窒素系の葉面散布剤 (尿素であれば 500 倍液) を 7~10 日間隔で 2~3 回散布する。

エ 普通種標準出荷型の施肥法

第 17 表 普通種標準出荷型の施肥法

(目標収量 3~4t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1~3月	2						
春肥 3月上中旬		8	4	5	40	40	40
(夏肥 5月下旬)							
秋肥 10月中下旬		12	6	7.5	60	60	60
計	2	20	10	12.5	100	100	100

ア) 春肥

1～3月に堆肥を2t/10a施用した後、緩効性割合の高い複合肥料で窒素成分8kg/10aを3月上中旬に除草後施用する。

イ) 秋肥

速効性割合の高い複合肥料で窒素成分12kg/10aを11月上旬～11月中旬に施用する。施肥後降雨がない場合は、5mm程度のかん水を行う。

オ 普通種貯蔵出荷型の施肥法

第18表 普通種貯蔵出荷型の施肥法

(目標収量3～4t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1～3月	2						
春肥 3月上中旬		8	4	5	33	33	33
夏肥 5月下旬		4	2	2.5	17	17	17
秋肥 11月上中旬		12	6	7.5	50	50	50
計	2	24	12	15	100	100	100

ア) 春肥

1～3月に堆肥を2t/10a施用した後、緩効性の割合の高い複合肥料で窒素成分8kg/10aを3月上中旬に除草後施用する。

イ) 夏肥(満開期)

5月下旬に窒素成分4kg/10aを速効性肥料で施用する。

ウ) 秋肥

速効性割合の高い複合肥料で窒素成分12kg/10aを11月上旬～中旬に施用する。ただし、緩効性割合の高い複合肥料を使用する場合は、一旬早める必要がある。施肥後降雨がない場合は、5mm程度のかん水を行う。

カ その他

ア) 葉面散布肥料の散布

応急的に養分補給をする場合、着果の多い樹で収穫後に樹勢を回復させたい場合、樹勢が弱く根の養分吸収力が低下している場合に使用する。散布時期は目的に応じて3月下旬～5月下旬、7月、収穫直後とし、それぞれ7～10日間隔で2～3回窒素系の葉面散布肥料(尿素であれば500倍液)を散布する。また、微量要素欠乏の場合はその都度適当な資材を葉面散布する。

イ) 肥効調節型肥料の活用

幼木～若木であれば、肥効調節型肥料を利用することにより施肥管理労力を軽減することが可能である。一例を挙げると、6年生「日南1号」で140日溶出タイプ(施用30日後から溶出)の肥料と180日溶出タイプの肥料を6:4で混合し、8月下旬の年1回施用とした場合でも、樹体栄養、果実品質、収量からみて慣行の施肥法と同等の肥効が認められている(和果試1998)。

ウ) 防草シート被覆による除草労力軽減と肥料流亡抑制

傾斜地園において、テラス前部に透湿性防草シートを周年敷設（被覆率 50%）することで肥料成分の流亡を抑制し、除草作業に要する時間を半減できる。なお、施肥は無マルチ部におこなう（和果試 1998）。

透水性防草シート（日本ワイドクロス製）の全面被覆は、肥料成分の流亡、雑草との養分競合を抑制するため年間施肥量を 3 割削減でき、しかも除草作業に要する時間を削減することが可能である。なお、夏秋期に降水が多い場合はシート被覆を開放し、土壤乾燥を促せば品質低下はない（和果試 2010）。

（2）中晩生カンキツ

①施肥の基本的な考え方

ア 特性

中晩生カンキツは、一般にウンシュウミカンに比べてアマナツ、ハッサクのように樹勢が旺盛で大木になり、また、果実の大きさはウンシュウミカンに比べ大果系である。地下部は地上部に比例して、大木になる品種はウンシュウミカンに比べて根域は広く、反対に乾燥ストレスに弱い清見、不知火等では根域が浅く狭い。根の成長はウンシュウミカンとほぼ同様に 2 回の山（6 月、9 月）があり、春梢の伸長が盛んになるころから伸長を始め、その時期から根の養分吸収量が大きくなる。三要素の時期別吸収量については、窒素は新梢や根の伸長が盛んな 5～6 月に最大となり、その後 9 月まで果実への吸収量が多くなり、夏期の窒素の利用率は春期に比べて大きい。リン酸は窒素やカリに比較し量的には少ないが、果実への吸収割合が高く、カリは窒素と同様に 6 月にピークを迎えその後低下する。

イ 土づくり

中晩生カンキツは商品性の高い大果の連年安定生産が目標である。大果生産には早期摘果の徹底等地上部の基本管理を怠らないことが大切であるが、それぞれの品種に応じた目標収量の連年安定生産を図っていくには、土づくり等によりウンシュウミカン園以上に生産力の高い土壌をつくり樹勢維持の向上に努めることが大切である。しかし、植栽されている土壌はウンシュウミカンと同様に生産力可能性等級基準で生産力の低い第Ⅲ、Ⅳ等級の園地が多く、また急傾斜地に植栽されている事例も多いが、栽培管理はウンシュウミカンに比べ粗放になりがちで特に土壌改良や有機物施用が行われていない現状にある。そのため、カンキツの土壌に対する感応性を十分考慮し、1)－(3)項第 10 表に示されている診断基準に近づけるよう、土壌診断を実施し園地に適合した対策を講じる必要がある。改善方法は、1)－(2)－①～⑥項に準じ実施するが、中晩生カンキツでは下記事項に注意する。

ア) 近年、夏期干ばつ等の異常気象で樹勢が低下し、隔年結果性の増大や単位面積当たりの収量減を招いている原因の一つとして堆肥等有機物の施用による土づくりの未実施があげられる。本県のように土壌生産力が低く、また土壌や肥料成分の流亡が多い傾斜地では、施肥量を多くするよりも土壌の物理性の改善や地力窒素を高める必要性からバーク堆肥や牛ふん系堆肥等を連年 2t/10a 施用することが大切である。

イ) カリの過剰供給による品質の低下は、ウンシュウミカンに比べてあまり問題にならないので牛ふん系堆肥は連年 2t/10a 施用できる。

ウ) 苦土の過剰施用は塩基バランスをくずし、果実品質低下を招くので苦土石灰の連年施用は避ける。

ウ 施肥

大果生産、連年安定生産、樹勢維持増進に重点を置くため、ウンシュウミカンに比べて樹体栄養を高い水準に保つ必要があり、ウンシュウミカンよりも施肥回数や施肥量を多くする。中晩生カンキツの時期別施肥の役割等は概ね以下のとおりである。

ア) 時期別の施肥役割

春肥：春梢の充実、幼果の肥大を目的に緩効性の割合が高い複合肥料を施用する。

夏肥：果実肥大の促進と果汁成分向上や樹勢の維持を目的に速効性割合の高い複合肥料を施用する。

秋肥：果汁成分向上、樹勢の維持、冬期の耐寒性の増加、貯蔵性向上、翌年の着花促進を目的に緩効性の割合が高い複合肥料を施用する。

イ) 肥料の葉面散布はあくまで樹勢の低下や欠乏症状が現れた場合、根の活性が弱い場合に応急的に限って使用する。散布は収穫直後（年内採果型）や3月下旬以降に、7～10日間隔で2～3回窒素系の葉面散布肥料を散布する。

エ 栄養診断基準

中晩生カンキツの栄養診断基準は以下のとおりである。葉分析により数値が満たない場合は、不足している要素主体の葉面散布肥料を7～10日間隔で散布する。

第19表 中晩生カンキツの栄養診断基準（8月下旬：不着果枝新葉）

要素名	欠乏	少ない	適正範囲	多い	過剰
N(%)	≦2.50	2.51-2.90	2.91-3.40	3.41-3.80	3.81≦
P(%)	≦0.07	0.08-0.14	0.15-0.18	0.19≦	
K(%)	≦0.70	0.71-0.99	1.00-1.60	1.61-1.79	1.80≦
Ca(%)		≦2.00	2.01-4.50	4.51≦	
Mg(%)	≦0.10	0.11-0.29	0.30-0.60	0.61≦	

オ かん水

中晩生カンキツはウンシュウミカンと違い商品性の高い大果生産と樹勢維持のため、水分管理は年間を通し土壌を乾燥させないようにする。特に夏期の干ばつにより果実の肥大抑制、樹勢低下を招くので、晴天が続く土壌の乾燥が進むようであれば葉のしおれが見られないうちにかん水する。時期別のかん水量等は以下にとおりである。

ア) 夏～初秋期（梅雨明け後～9月）：降雨状況や土壌乾燥に応じ1回あたり20～30mmのかん水を行う。盛夏期で降雨がない場合は7～10日間隔でかん水する。

イ) その他時期：降雨がなく、土壌乾燥が進むようであれば10～20mm程度のかん水を行い、土壌を適湿に保つ。

② 施肥基準

ア ハッサク

L級以上の大果を収穫割合で80%以上の生産をするとともに、萎縮病対策として樹勢維持をはかるた

め、樹体の栄養状態をウンシュウミカンに比べ周年高レベルに保つ必要がある。樹上越冬型では樹勢低下による隔年結果や萎縮病の発生を招きやすいので、特に堆肥施用等により土づくりを行うとともに傾斜地園では稲わら等粗大有機物マルチを行い肥料成分や土壌の流亡抑制を図る。

年内採取、貯蔵型並びに樹上越冬型で 10a 当たり 4t 収量目標に見合う施肥基準は次のとおりである。

第 20 表 ハッサクの施肥基準 (目標収量 4t)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1～3月	2						
春肥 3月上旬		9	4.5	5.7	30	30	30
夏肥 6月上旬		6	3	3.8	20	20	20
秋肥 9月上旬		7.5	3.8	4.8	25	25	25
晩秋肥11月上旬		7.5	3.8	4.8	25	25	25
計	2	30	15	19	100	100	100

(注) 石灰、苦土の施用は土壌診断結果により施用量を決定する。堆肥は施用上限値を示す。

イ 清見

高品質果実の生産には樹上越冬させる完熟果生産が基本であり、商品性の高い完熟果とL級以上の果実を安定生産し収量増を図ることを重点におく。清見は樹勢が旺盛で高木になるため収量に見合った施肥を行い、樹体の栄養状態をウンシュウミカンに比べ高いレベルに保つ。

土壌は有機質に富む肥沃な土壌が望ましく、平坦で排水の悪い園地は品質が悪く、急傾斜地の土層が浅い園地では、土壌乾燥により小玉化と酸高になる。そこで、傾斜地の土壌生産力の低い園地では、特に堆肥等の施用による土づくりを行い土壌の生産力を高める。

施肥面では樹上越冬に向けて秋肥に重点をおく。結実量が少ない場合、夏肥は夏秋梢の発生を招き樹形を乱し果実品質の低下を招くので施用量を削減する。

第 21 表 清見の施肥基準 (目標収量 3t)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1～3月	2						
春肥 3月上旬		9	4.5	5.7	30	30	30
夏肥 6月上旬		6	3	3.8	20	20	20
秋肥 9月上旬		7.5	3.75	4.8	25	25	25
晩秋肥11月上旬		7.5	3.75	4.8	25	25	25
計	2	30	15	19	100	100	100

(注) 石灰、苦土の施用は土壌診断結果により施用量を決定する。堆肥は施用上限値を示す。

(3) ウメ

①施肥の基本的な考え方

ア 特性

ウメの根は酸素要求度が高く、浅根性で地表面から 20～30cm の範囲に多くの根が分布しており、耐湿・耐干性が弱い。また、吸肥力が強く、肥料に敏感である。このため、土壌の養水分の過不足の影響を受けやすい。ウメは落葉果樹のなかでも休眠期が短く、2 月上旬には枝葉に先立って開花結実が始まり、3 月下旬から発芽、新梢伸長、展葉する。この時期の果実や新芽の初期生育に必要な養分は前年までに蓄えられた貯蔵養分でまかなわれる。4 月中旬以降は根から吸収された養水分や葉の光合成産物により新梢葉の伸長や果実肥大が活発になる。収穫後に花芽分化期を迎え、落葉期まで花芽を充実させながら翌年の生育に必要な樹体成分と貯蔵養分を蓄積する。しかし、樹体の貯蔵養分が少なく、発根や養分、水分の吸収が十分でない場合には、着果（花）や新梢の伸長、充実に支障をきたし、次第に樹勢や生産力が低下するので、十分な貯蔵養分を蓄積させる総合的な樹勢維持対策が必要である。

イ 土づくり

ウメ産地の土壌は大きく 4 種類に分類される。緩・急傾斜園の褐色森林土、平坦・緩傾斜園の黄色土、水田転換園の灰色低地土、および新規造成園の岩屑土である。その多くは、傾斜地園で生産性は低く、物理性や化学性が大きく異なるので、土壌種類に応じた土づくり対策を講じる必要がある。

各土壌の土づくりについて土壌診断基準をもとに、表(3)-1 のとおりに行い、土壌の物理性、化学性、生物性を改善する。

表(3)-1 ウメ土壌型特徴と対策

土壌種類 (園地条件)	土壌の特徴	対 策
褐色森林土 (緩・急傾斜園)	保肥力は中～大であるが、急傾斜園では肥料や表土が流亡しやすい。レキが多く透水性は良いが、保水性が低く干ばつの被害を受けやすい。	・有機物資材の施用 ・pH矯正 ・たこつぼ法深耕 ・草生管理（表土流亡防止）
黄色土 (平坦・傾斜園)	一般に腐植含量は少なく、各種養分も少ない。保肥力は小～中程度である。降雨等により酸性化しやすい。表土は乾燥状態で硬化しやすい。	・有機物資材の施用 ・pH矯正 ・中耕機等での表層中耕（根域の外部） ・溝式法やたこつぼ法での深耕
岩屑土 (新規造成園)	レキが非常に多く、腐植が少なく熟畑化が遅れているため養水分の保持能力が低い。有効土層が浅く、主要根群域は20～25cm程度であり、乾燥しやすく地温が上昇しやすい。	・中耕機等での中耕（風化促進） ・有機質資材の施用 ・樹間の緑肥作物の栽培・敷草 ・樹冠下への有機物マルチ ・客土、溝式法深耕
灰色低地土 (水田転換園)	地力が高く幼木期は生育が優れるが、下層土の気相が少なく排水が悪いため、酸素不足による根腐れを起こしやすい。	・暗きよ、明きよ等による排水改善 ・溝式法深耕（もみがらくん炭などの透水性改善資材の使用）

ウ 有効土層の拡大

浅い根群分布域を深めるためには、溝式法やたこつぼ法を用いて位置を変えながら数年間実施する。土壌流亡により根が露出している園などでは、株元への客土を行う。改植や新植時には全面の土層改良や客土を行う。ただし、未熟な堆肥や木質等の炭素率の高い堆肥を土壌に混和すると、堆肥の分解に伴って発生する有害ガス障害で根が傷んだり、紋羽菌が繁殖しやすくなるので注意する。

エ かん水、排水

土壌乾燥は樹体の発根や新梢の伸長を抑制することから、定植直後や長期の無降雨時には生育に適する土壌水分量（ $pF1.8\sim 2.7$ ）を維持するため、積極的にかん水を行う。

褐色森林土・黄色土・灰色低地土の1回のかん水は、かん水施設のある園では20mm程度行い、施設のない園では、成木1樹あたり100リットル程度とする。樹幹下に敷草等を行い水分の蒸発を抑える。また、灰色低地土は、保水性は良いが、透水性・通気性に乏しいため、根が酸素不足になりやすい。暗きよ・明きよ等の排水対策や中耕を行い、土壌中の気相の割合を高める。

レキ質の岩屑土の1回のかん水は、かん水施設のある園では15mm程度でかん水間隔を短くする。レキが多いため、保水性が乏しく、高地温になりやすいので、敷き草や有機物マルチ等で土壌の水分の蒸発と地温の上昇を抑える。

オ 表土管理

改良した土壌でも、踏圧や細粒化で表面硬化が進み通気性、透水性が低下する。有機物の施用や中耕、草生や有機物マルチなどを行い地力や保水性の維持を図り、肥料成分や土壌水分を有効に利用できるように改善を図る。

ア) 有機物の施用は、10～12月に土壌改良資材の表層施用で土壌改善を行う。

イ) 草生栽培法は、9月～11月に緑肥用草種（ヘアリーベッチ、ナギナタガヤ等）を播種すると、翌年の3月～5月に繁茂、6月～9月に敷草状態となり、有機物の補給、地温上昇抑制、土壌乾燥防止、土壌や肥料の流亡防止、除草作業軽減等の効果が得られる。

ウ) 有機物マルチ法は、4月下旬～5月中旬に、土壌乾燥防止のため、成木1樹あたり稲わら25kgとオガクズ入り牛ふん堆肥75kgを樹冠下全面に施用する。ただし、有機物マルチにより根域が表層に集中しやすいので、無降雨期間が続けばかん水を行う。

カ pH 矯正と維持

ウメの生育に最適なpHは6～7である。pHの低い植栽園では、石灰質資材の施用を行い矯正する。施用量は必ずpH測定結果から算出する。しかし、石灰質資材の表層施用のみでは十分な矯正は望めないため、改植や新植時には下層域までの抜本的な対策を講じる必要がある。

キ 樹体管理の改善

幼木期からの主枝等の骨格づくりに努めるとともに、主枝・垂主枝の先端部は上向きの枝まで切り戻して立ち上げ、樹勢維持に努める。弱いせん定や窒素栄養不足を繰り返すと花芽を多くし着果過多となり、新梢の生育が抑制されて樹勢を低下させる。樹冠の大きさと徒長枝の発生状況、着果数（収量）や葉の大きさなどをよく観察し、健全な樹勢を維持する。

ク 適正な生育ならびに栄養管理の指標

安定生産のための最適な施肥管理は、地形、地力、気象、品種やせん定、土壌管理法などにより異なるため、生育診断と土壌診断や葉分析などの栄養診断に則し弾力的な対応が必要になる。高品質果実の安定生産と樹勢を維持すべき生育及び新梢葉の窒素含有率、葉色の基準は次のとおりである。

- ア) 開花や発芽が斉一で着果や枝梢の伸長、展葉、緑化が正常に発育していること。
- イ) 8月上旬の中果枝中位葉の窒素含有量 2.5～3.0%、葉色（SPAD-502 値）45～48 にあること。
- ウ) 徒長枝が樹冠 1m² 当たり 10 本程度発生していること。
- エ) 落葉期（80%落葉）は 11 月下旬～12 月上旬頃で、早期落葉しないこと。

ケ 診断基準

8月上旬の中果枝中位葉の成分濃度の適値は表(3)-2 のとおりであり、分析値がこの数値に満たない樹では、夏期の乾燥防止や早めの基肥の施用に努める。また、応急対策としては、窒素系葉面散布剤（尿素 500 倍液）等を 1 回当たり約 500 リットル/10a、数回散布して樹体養分の回復を図る。

表(3)-2 ウメ‘南高’の栄養診断基準

要素名	適正範囲
N	2.5 ～ 3.0 %
P	0.16 ～ 0.20 //
K	3.0 ～ 5.0 //
Ca	1.01 ～ 2.00 //
Mg	0.31 ～ 0.45 //

注) 8月上旬・中果枝中位葉

② 施肥基準

樹体を適正な生育、栄養状態に維持するための施肥成分量および分施割合は表(3)-3のとおりである。また、若木（6～9年生樹）の分施割合を表(3)-4に示す。

堆肥は有機物の供給と地力維持のため連年10～12月に2t/10a施用することを原則とする。

また、鶏ふん堆肥など肥料成分含有量が高い資材を施用した場合には、その分成分量を減肥する。

表(3)-3 施肥時期別成分量と分施割合

収量区分	施肥時期	堆肥 (t/10a)	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	10～12月	2						
2t/10a	実肥1（4月上中旬）		3.8	2.1	6.6	15	15	30
	実肥2（5月上中旬）		3.8	2.1	3.3	15	15	15
	礼肥（6月上旬～7月上旬）		10	5.6	5.5	40	40	25
	基肥（9月中旬～10月上旬）		7.5	4.2	6.6	30	30	30
	計	2	25.1	14	22	100	100	100

注) ・収量2t/10aの施肥量である。収量1.5t/10aの場合は0.8倍、収量3t/10aの場合は1.2倍をそれぞれ施用する

- ・着果の少ない園では実肥を減らし、着果過多園では実肥・礼肥を増やす
- ・基準成分量は全面施用の場合で表示しているため、園内道や樹間が広い場合は、その面積に応じて成分量を減らす
- ・定期的に土壌分析を行い、分析結果に応じて成分量を加減する
- ・保肥力（地力）の高い灰色低地土は、養分が過剰になりやすいので注意する
- ・急傾斜園や新規造成園のような保肥力が小さく、流亡量の大きい園では、成分量を多くし、緩効性肥料を施用する
- ・礼肥は、降雨による吸収を促すため、梅雨明けまで施用する。また、完熟収穫を行う園では、収量が青果収穫に比べて約1.5倍程度になることや収穫後では施用が遅れるので、収穫前（ネットを敷く前）に礼肥を施用しておくのが望ましい
- ・基肥は、根の活性が高く降雨による高い肥効が見込める10月上旬までに施用する

表(3)-4 若木の分施肥割合 (%)

	実肥		礼肥	基肥
	4月上中旬	5月上中旬	6月下旬 ～7月上旬	9月下旬 ～10月上旬
若木 (6～9年生)	10	10	40	40

注) ・成分量は表(3)-3 を基準に、収穫量に応じて調整する

- ・2～5年生樹は、1樹あたりの年間N成分量を60～100gとし、2～3ヶ月毎に分け施用する

ア 時期別の施肥

根は3月から伸長が盛んとなり養水分吸収が活発になるので、果実や新梢の生育過程にあわせた施肥法が必要になる。

4月上中旬と5月上中旬に分施肥する実肥は、春先からの果実肥大を促進するとともに新梢の生育を旺盛にして樹勢を維持強化するための施肥である。4月には幼果の結実安定と発芽と新梢伸長のための芽出し肥としてカリ成分高の速効性複合肥料を施用する。5月には、新葉の光合成能力を高め、新梢の生育促進と幼果の硬核と肥大を図るため実肥として、複合肥料等の速効性肥料を施用する。着果量により量を加減する。

6月上旬～7月上旬に施用する礼肥は、果実生産のために消耗した樹体内の養分を回復させ、樹勢安定並びに花芽の分化形成を促すための施肥である。窒素とリン酸高の緩効性肥料や有機質配合肥料を施用する。樹勢低下樹には9月中旬までに窒素系肥料の葉面散布を行う。

9月中旬～10月上旬に施用する基肥は、開花、結実に必要な養分を樹体に供給するための施肥であり、緩効性肥料や有機質配合肥料を使用する。

イ 省力型施肥（肥効調節型肥料）

肥効調整型肥料を施用すると、一般的な施肥と比較して施肥回数が1回で済み省力的である。また、肥効率が高いため、肥料流亡しやすい急傾斜地や保肥力の低い園で効果的である。

ただし、低温や降雨が少ないと肥料成分が溶出不足となり、窒素不足による葉色の低下等の症状を示す場合があるので、状態に応じて速効性肥料を追加施肥する。

ウ 施肥基準適用上の留意点

肥料の肥効を安定させるためには、地力増強のための土づくり対策を積極的に行い、土壌の保肥力と水分供給能を高める。

有機質肥料などの緩効性肥料を施用するときは、それぞれ1旬程度早めて施用する。施用後の干ばつで肥効が望めない時にはかん水をして利用率を高める。

(4) カキ

①施肥の基本的な考え方

ア 特性

カキは深根性で貯蔵養分が多く、施肥に対する反応は鈍いほうである。また、細根は耐湿性が比較的高いが乾燥に弱いとともに、養水分の急激な変化を嫌い土壌の塩類濃度や窒素濃度が高くなると伸びた新根が枯死する場合がある。

養分吸収が開始される時期は遅く、新梢伸長が停止する5月末から活発になることから、発芽期～開花・着果期までに必要な養分は主として秋季に蓄えられた貯蔵養分によりまかなわれている。したがって、貯蔵養分の浪費を避けて蓄積を図るには、早期の摘蕾と摘果（適正着果）により着果過多を避け、葉の保護（病虫害の防除）と受光態勢の改善（整枝せん定）により葉の同化作用を活発にすることが重要である。

また、6月から8月にかけての養分吸収力が極めて強く、この時期に窒素を過剰吸収させると着色の遅延等果実品質に悪影響を及ぼす可能性が高い。

イ 土づくり

カキ園の多くは急傾斜地であること、近年、中耕等表土管理の不徹底により表土が硬く締まり透水性が低下している園が多いこと等から、降雨等による肥料の流亡や夏季干ばつの被害がみられる。本来、カキは深根性であり地力依存度が高いため、土を深くまで膨軟にし、通気性を高めると深層部への根域拡大と細根密度の増加が図れ、養水分の利用効率が高まり、施肥量の削減や夏季の干ばつの軽減につながる。したがって、土壌改良は樹園地の土壌診断基準（p60 第10表参照）を目安とし、土壌診断結果に基づき、深耕と有機物（土壌改良資材）の投入を行い、土壌の物理性及び化学性を改善する。ただし、深耕は断根の恐れがあるため、深耕位置は主幹から2m程度離し、3～5年で樹冠を一周する程度が望ましい

ウ 施肥

現在の果樹栽培は果実品質重視であることから、過剰な施肥、特に窒素の多量施用は着色遅延等の品質低下を招くため、減肥傾向が定着しつつある。また、カキ園の多くは急傾斜地であることから降雨等により肥料が流亡し、池や河川等の富栄養化を招き環境負荷の一因となっていると考えられる。加えて、近年は環境保全の観点から有機物を利用した土づくりに重点をおき、化学肥料を削減する傾向にある。

一方、年間養分吸収量は「富有」成木（収量 2.5t/10a）で窒素 16.6kg、リン酸 3.1kg、カリ 20.0kg との報告がある。

これら及び上述の養分吸収特性から、施肥については、まず深耕や有機物施用等の土づくりを行い、根域の拡大と養水分の利用効率向上を促進し、その分施肥量を削減するとともに、急激な肥効の起こらない有機質肥料を主体とすることが望ましい。

また、これまでの施肥は12月から1月の基肥を中心としたものであったが、施肥時期が早いほど養分吸収率が高く、10月以降に吸収された窒素の多くは中・細根に蓄積され果実へはほとんど移行せず着色を抑制する危険がないこと、果実生産により消耗した樹体を早期に回復し貯蔵養分の増加を図ること等から、礼肥を中心とした施肥体系が望ましい。礼肥の施用時期は収穫の早い「刀根早生」及び「平核無」で9月下旬～10月上旬、「富有」で10月中・下旬とし、基肥もできるだけ効率的に吸収させるため、「刀根早生」・「平核無」で11月上旬、「富有」では11月上・中旬が適当である。なお、6月の追肥は果実品質への悪影響の恐れがあるため樹勢の弱っている場合のみ行うようにする。

エ 栄養診断基準

- ア) 発芽が斉一であり、開花期には葉の緑化が正常に進行していること。
- イ) 5月中旬には不定芽を除く80%の新梢が伸長を停止し、結果枝の先端葉は開花期前に成葉化していること。
- ウ) 新梢の二次伸長はおこさないこと。
- エ) 生理落果は少なく、開花後40日間でほぼ終了すること。
- オ) 「刀根早生」で9月上旬、「平核無」で9月中旬、「富有」で9月下旬に概ね着色が始まること。
- カ) 落葉期(80%落葉)は11月下旬頃で早期落葉しないこと。
- キ) 葉分析による栄養診断基準(8月・着果枝葉)

要素名	適正範囲
N (%)	2.01～2.30
P (%)	0.12～0.15
K (%)	2.01～3.70
Ca (%)	1.01～1.50
Mg (%)	0.19～0.30

1999年版 農林水産省果樹試験によるカキの葉成分適否判断基準

オ かん水

カキは深根性であるが耐干性が低く、土壌の乾湿の変化が大きいと「富有」ではヘタスキや果頂裂果などの生理障害が生じやすい。7月から8月にかけての期間は葉の光合成能が最も活発な時期であるため、この時期の土壌の乾燥は光合成能を低下させ果実肥大を抑

制する。また、この時期は降水量が少なく蒸散量が多いため、干ばつの被害を受けやすいので、晴天日が10日以上続くような場合はスプリンクラー等で20～30mmのかん水を行うとともに、株元への敷ワラや敷草等により土壌水分の蒸発・蒸散抑制に努める。

②施肥基準

(目標収量「刀根早生」・「平核無」3.0t/10a、「富有」2.5t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
11月～12月	2						
礼肥 9月下旬～10月上旬(刀根・平核無) 10月中下旬(富有)		7.2	5.2	6.4	40	40	40
基肥 11月上旬(刀根・平核無) 11月上中旬(富有)		7.2	5.2	6.4	40	40	40
追肥※ 6月下旬(平核無・富有)		3.6	2.6	3.2	20	20	20
計	2	18	13	16	100	100	100

※追肥は樹勢の弱っている場合のみ行う

(5) モモ

①施肥の基本的な考え方

ア 特性

モモは、開花から収穫までの期間が3~4ヵ月と短く、果実の成熟期と新梢の伸長時期が重なりあうことから果実品質は樹体の栄養状態の影響を受けやすい特徴がある。生長に必要な養分は、5月上旬までは前年の貯蔵養分でまかなわれ、以後は葉で生産される同化養分によってまかなわれる。高糖度果実生産には、貯蔵養分から同化養分への移行がスムーズであり、同化養分が果実に優先的に供給されるように、樹勢を中庸に保つ必要がある。

また、モモの根群分布は広く、生育に必要な窒素を地力窒素に依存する割合が高いうえ、吸肥力が旺盛である。さらに、モモの根は酸素要求度が高く、耐湿性に極めて弱い性質があるため、排水対策が特に重要である。

イ 土作り

排水性（透水性）に優れ、保水性が低い土壌は、高糖度果実生産に適している（図1）。植付け時から幼木期には早期に樹冠の拡大を図るため、堆肥の施用等による土作りを行う。また、成木になってからは、高糖度果実生産に適した中庸な樹勢に維持できるように、樹勢や土壌条件に応じ使用する堆肥の種類や施用量に留意する。

堆肥等の有機物施用は、主に稲わら、籾がら、樹皮、炭などの窒素含有率が低い資材を利用し、地力の維持と保水性を低く保つことが基本になる。

(p121 参考資料 11 表 11-1 参照)

保水性を高める木質系堆肥や家畜ふん堆肥については、砂質土等の保水性が低く、樹勢の弱い園地等に用いる（表1）。

また、モモは他の果樹に比べて pH、交換性石灰、交換性苦土等の土壌改良目標値が低いため、家畜ふん堆肥を利用する場合は、堆肥に含まれている肥料成分を考慮した施肥設計を行う。

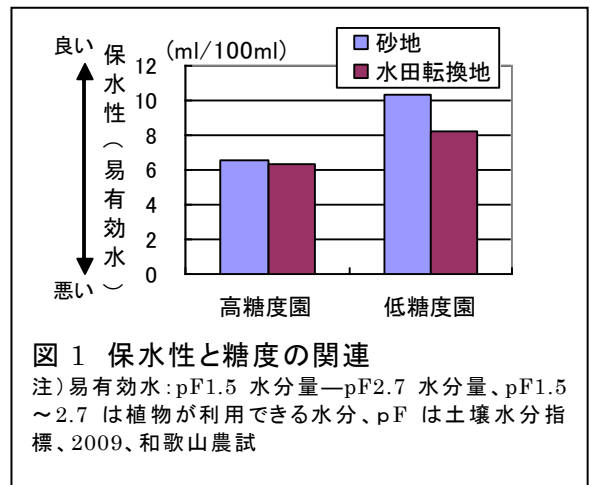


表1 モモの樹勢と木質系堆肥、家畜ふん堆肥の10aあたりの施用量の目安

樹勢	パーク堆肥	家畜ふん堆肥(牛フン)
強	無施用	無施用
中	1~2t	0~1t
弱	1~2t	1~2t

ウ 施肥

モモは窒素に対し敏感に反応するため、施肥量が多く樹勢が強くなると果実の糖度が低下し、収穫期が遅れる。逆に少なすぎると樹勢が低下し、果実は小玉果となる。そのため、施肥は基

肥を主体にし、窒素の肥効が生育初期まで続き、成熟期に低くなるようにする。

基肥は、緩効性の有機質肥料で年間の70～80%程度を施用する。施用時期は落葉後の初冬期では肥料の吸収力が低下するので10月中旬を目安に行う。果実生育期の追肥は、果実糖度の低下を招く恐れがあるため行わないが、地力の低い園地等で明らかに窒素が欠乏している場合には5～6月に速効性肥料を窒素成分で2kg/10a程度を施用する。礼肥は新梢の二次伸長を起しにくく8月中～下旬に年間施肥量の20%程度を施用する。

エ 高糖度モモ生産のための生育、養分管理ならびに土壌条件の指標

葉や新梢と果実の養分競合を起さず、効率よく同化養分を果実に蓄積するためには適度な樹勢を維持する必要がある。樹勢の強弱には地力、根域の深さや施肥量などが関係するが、特に窒素については果実糖度への影響が大きく、窒素過多は糖度低下の原因になる(図2)。

樹勢の判断指標としては、葉中の窒素は生育初期には一定レベルに達した時点で新梢伸長に使われるため、5～6月頃の果実生育期間の判断基準としての精度はあまり高くないが、樹の平均的な新梢の中位葉の葉面積及び葉身長の測定値が利用できる。具体的な指標は以下のとおりである。

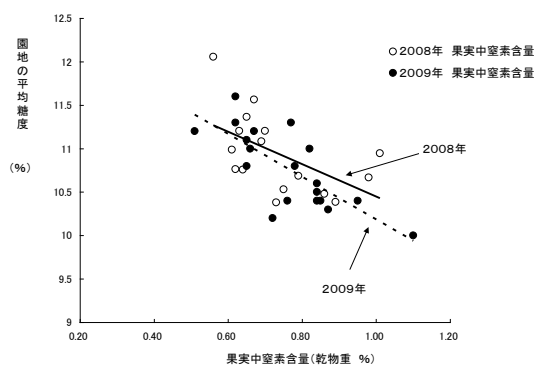


図2 「白鳳」の収穫時の果実中窒素含量と平均糖度(かき・もも研)

- ア) 花は花弁が大きく、子房、花柱ともしっかりしていること
- イ) 平均的な新梢の中位葉の葉面積が47cm²前後(葉身長では16～17cm程度)、主枝上の徒長枝の発生は数本程度と少ないこと(品種「白鳳」表2)。
- ウ) 新梢の2次伸長をおこさない。
- エ) 落葉期(80%落葉)は11月下旬頃で、早期落葉しないこと。
- オ) 収量目標は早生種2.5t、中晩生種3.0tとする。

表2 高糖度果実生産に適した樹勢の目安(品種:「白鳳」)

樹 勢	弱	中(適)	強
葉の大きさ	小さい	中(適)	大きい
葉面積(cm ²)	40以下	47前後	53以上
葉身長(cm)	15以下	16～17程度	18以上
徒長枝発生本数(本)	0	3～4	8以上

注)2008～2009年に高糖度モモ生産要因解析のために調査した紀の川市管内の「白鳳」22園の生育調査結果を基に作成

葉面積は6月下旬の平均的な新梢の中位葉15枚の平均値

徒長枝発生本数は、6月中旬の1主枝の先端から3m以内の長さ60cm以上の新梢数

カ) 葉分析による栄養診断基準

要素名	適正範囲
N (%)	2.6—3.1
P (%)	0.20
K (%)	2.5—3.1
Ca (%)	1.5—2.0
Mg (%)	0.3—0.4
B (ppm)	25—70
Mn (ppm)	50—100
Zn (ppm)	30—50

葉分析による果樹の栄養診断基準(1999年版) 農林水産省果樹試験場編集
(N、P、K、Ca、Mgは「清水白桃」7月上旬 B、Mn、Znは「大久保」6月下旬)

キ) 高糖度モモ生産のための土壌診断基準

- ・砂地（褐色低地土、河川近隣の水転含む）

診断基準：仮比重 1.3 以上、易有効水分 8.0% 以下

- ・水田転換地（黄色土・灰色低地土）

診断基準：仮比重 1.3 以上、易有効水分 7.0% 以下

- ・山地（褐色森林土）

診断基準：透水係数 10^{-2} 以上

オ かん水

土壌の過度の乾燥は、生育初期には生育、果実肥大に与える影響が大きい。また、硬核期以降の土壌の乾燥は、渋み果発生の原因になる。

特に、梅雨入り前の5月や梅雨明け後は干ばつの被害を受けやすいので注意する。6月以降に晴天が続く場合には通常5～7日間隔で20mm程度のかん水を実施する。ただし、収穫直前は果実糖度の低下を招くため、かん水を控える。

②施肥基準

(目標収量 早生 2.5t/10a 中晩生 3.0t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量 (kg/10a)			分施率 (%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
10月～1月	1～2						
10月中旬～11月上旬 (基肥)		9.6	7.2	9.6	80	80	80
8月中下旬 (礼肥)		2.4	1.8	2.4	20	20	20
計	1～2	12.0	9.0	12.0	100	100	100

Ⅲ 參考資料

○ その他施肥例

1) 水稲

栽培法	適用地域	目標収量 kg/10a	成分名	施用量 kg/10a	分施量 kg/10a			備考		
					基肥	分け つ肥	穂肥 1 2			
稚苗・中苗機械移植栽培	肥沃田	600	窒素	9.3	4.7		2.3	2.3	土性C L以上で中山間部を含む気温格差10℃以下の地域とする。	
			リン酸	7.1	7.1					
			カリ	10.0	5.0		2.5	2.5		
	平坦部 普通田	550	窒素	8.6	4.3		2.2	2.2	土性C L～S Lで中山間部を含む気温格差10℃以下の地域とする。秋落ち傾向の強い地域は砂質漏水田の分施率を適用する。	
			リン酸	6.5	6.5					
			カリ	9.3	4.7		2.3	2.3		
	砂質漏水田	500	窒素	9.3	3.7	1.9	1.9	1.9	土性がS L以下で減水深30mm/日を基準とし中山間部を含む気温格差10℃以下の地域とする。	
			リン酸	7.1	7.1					
			カリ	10.0	6.1		2.0	2.0		
	山間部	肥沃田	500	窒素	8.7	5.3		1.7	1.7	土性C L以上で中山間部を含む気温格差10℃以上の地域とする。いもち病発生の危険がある場合は窒素・カリの分施率を70:15:15とする。
				リン酸	8.5	8.5				
				カリ	10.9	6.5		2.2	2.2	
普通田		450	窒素	8.2	5.0		1.6	1.6	土性C L～S Lで中山間部を含む気温格差10℃以上の地域とする。いもち病発生の危険がある場合は肥沃田に準ずる。	
			リン酸	8.0	8.0					
			カリ	10.2	6.2		2.0	2.0		
成苗移植	肥沃田	500	窒素	8.7	5.2		3.5		いもち病発生の危険がある場合は窒素・カリの分施率を70:30とする。	
			リン酸	8.5	8.5					
			カリ	10.9	6.5		4.4			
	普通田	450	窒素	8.5	4.9		3.3		いもち病発生の危険がある場合は肥沃田に準ずる。	
			リン酸	8.0	8.0					
			カリ	10.2	6.1		4.1			
直播栽培	肥沃田	500	窒素	9.2	3.8		2.7	2.7	乾田直播栽培の基肥は湛水期施用とする。	
			リン酸	6.0	6.0					
			カリ	9.6	4.8		2.4	2.4		
	普通田	450	窒素	8.4	4.2		2.1	2.1		
			リン酸	5.5	5.5					
			カリ	8.8	4.4		2.2	2.2		
	砂質漏水田	400	窒素	10.0	5.0		2.5	2.5	乾田直播栽培を除く。	
			リン酸	6.5	6.5					
			カリ	10.4	5.2		2.6	2.6		
早期栽培	肥沃田	500	窒素	8.6	6.0		2.6	2.6		
			リン酸	10.0	10.0					
			カリ	10.7	7.5		3.2	3.2		
	普通田	450	窒素	7.5	5.2		2.3	2.3		
			リン酸	8.7	8.7					
			カリ	9.2	6.4		2.8	2.8		
	砂質漏水田	450	窒素	10.4	5.2	2.1	3.1	3.1		
			リン酸	12.0	12.0					
			カリ	12.8	6.4	2.6	3.8	3.8		
コシヒカリ栽培	紀北	500	窒素	8.0	3.0	1.0	2.0	2.0	分けつ肥は早期追肥で田植1週間後。	
			リン酸	7.0	7.0					
			カリ	9.0	4.5		2.3	2.3		
	紀南	450	窒素	6.0	3.0		1.5	1.5		
			リン酸	9.0	9.0					
			カリ	10.0	5.0		2.5	2.5		

注) 成苗移植栽培は山間部対象とする。

2) 麦類

栽培 法	成分	施用 分量 kg/10 a	分施率 (%)			施用分量kg/10 a		
			基肥	追肥		基肥	追肥	
				1追	2追		1追	2追
普通 栽培	窒素	8.7	40	30	30	3.5	2.6	2.6
	リン酸	7.9	100	—	—	7.9	—	—
	カリ	7.5	40	30	30	3.0	2.3	2.3
機械 化栽 培	窒素	10.0	60	20	20	6.0	2.0	2.0
	リン酸	9.0	100	—	—	9.0	—	—
	カリ	10.0	60	20	20	6.0	2.0	2.0

注) 1追は2月中旬、2追は3月中旬施用を基本とする。

機械化体系では基準量を超えると倒伏の心配があるので注意する。

3) 野菜

品目名	作型等	分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	追肥回数
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
葉ネギ	施設	15	10	15	50	2
	露地	20	10	20	50	2
チンゲンサイ	施設	10	10	10	50	1
インゲン	抑制露地	20	15	20	60	2
一寸ソラマメ	露地	15	15	15	50	2

4) 花き

品目名	作型等	分量(kg/10a)			窒素の 基肥割合(%)	備考
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
スイートピー	冬春作	25	20	25	50	25%置肥 25%液肥
ストック	ハウス	25	20	25	40	追肥2回
	露地	35	25	30	50	追肥3回
スプレーカーネーション	冬春切り	60	40	60	30	液肥追肥
トルコギキョウ	2度切り (年内+4,5月)	25	25	25	60	液肥追肥

5) 果樹

(1) アマナツ (目標収量 4t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	K ₂ O
1～3月	2						
春肥 3月上旬		10	5	6	30	30	30
夏肥 6月上旬		6	3	4	20	20	20
秋肥 9月上旬		8	4	5	25	25	25
晩秋肥11月上旬		8	4	5	25	25	25
計	2	32	16	20	100	100	100

注) 石灰、苦土の施用は土壌診断結果により施用量を決定する。

堆肥は施用上限値を示す。

(2) ポンカン (目標収量 2t/10a)

施肥時期	堆肥 t/10a	成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	N	K ₂ O
1～3月	2						
春肥 2月下旬		8	4	5	30	30	30
夏肥 5月下旬		4	2	3	15	15	15
秋肥 10月下旬		12	6	8	55	55	55
計	2	24	12	16	100	100	100

注) 石灰、苦土の施用は土壌診断結果により施用量を決定する。

堆肥は施用上限値を示す。

(3) 不知火

① 平成30年度 JA ながみね 晩柑類

施肥時期	堆肥	成分量(kg/10a) N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率(%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
1～2月				
3月上旬		9.0 - 5.0 - 6.0	ながみね配合 A 号(9-5-6)100kg	25 -21 -26
6月上旬		9.0 - 8.4 - 5.4	千代田化成 549 (15-14-9)60kg	25 -35 -23
9月上旬		8.0 - 5.0 - 5.0	ながみね粒状配合(8-5-5)100kg	23 -21 -21
11月上旬		9.8 - 5.6 - 7.0	ながみね配合 B 号(7-4-5)140kg	27 -23 -30
計		35.8 -24.0 -23.4		100

② 平成 22 年度 JA 紀州中央果樹施肥設計

施肥時期	堆肥	成分量(kg/10a) N- P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率(%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
1～2 月	2t			
春肥 (3 月)		12.6 - 7.0 - 8.4	紀州中央 2 号(9-5-6)140kg	31 -29 -28
夏肥 (5～6 月)		7.2 - 4.8 - 6.0	紀州中央特号(6-4-5)120kg	18 -20 -20
初秋肥 (9 月上旬)		10.8 - 6.0 - 7.2	紀州中央 2 号(9-5-6)120kg	27 -25 -24
晩秋肥 (11 月上旬)		9.6 - 6.4 - 8.0	I B 化成 280(12-8-10)80kg	24 -26 -27
計		40.2 -24.2 -29.6		100

(4) ユズ栽培暦 農業組合法人古座川ゆず平井の里・みくまの農業協同組合

目標収量：2t/10a

施肥時期	土づくり	成分量(kg/10a) N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率(%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
1～2 月	堆肥 1t 以上 苦土石灰 200kg			
3 月 (春肥)		10.0 - 6.0 - 7.0	有機化成 A23 号(10-6-7)100kg	33 -33 -33
6 月 (夏肥)		10.0 - 6.0 - 7.0	有機化成 A23 号(10-6-7)100kg	33 -33 -33
9 月 (秋肥)		10.0 - 6.0 - 7.0	有機化成 A23 号(10-6-7)100kg	33 -33 -33
計		30.0 -18.0 -21.0		100

(5) ジャバラ栽培暦 東牟婁振興局農業振興課

目標収量：3t/10a

施肥時期	堆肥	成分量(kg/10a) N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率(%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
1～2 月	1t 以上			
3 月 (春肥)		10.0 - 6.0 - 7.0	有機化成 A23 号(10-6-7)100kg	33 -33 -33
6 月 (夏肥)		10.0 - 6.0 - 7.0	有機化成 A23 号(10-6-7)100kg	33 -33 -33
9 月 (秋肥)		10.0 - 6.0 - 7.0	有機化成 A23 号(10-6-7)100kg	33 -33 -33
計		30.0 -18.0 -21.0		100

(6) ビワ 平成 22 年度 JA ながみね栽培暦

施肥時期	樹齢別の成分量(kg)と[分施率(%)]				肥料名と量
	5 年生 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	10 年生 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	15 年生 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	20 年生 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	
春肥 2 月中下旬	1.2-1.0-1.0 [19-23-23]	1.8 -1.5 -1.5 [18-21-22]	2.4 - 2.0 - 2.0 [14-17-18]	3.0 - 2.5 - 2.5 [16-19-19]	ながみね配合 特号(6-5-5)20kg
夏肥 6 月中下旬	1.5-1.4-0.9 [24-32-21]	3.0 -2.8 -1.8 [29-38-26]	7.5 - 6.0 - 4.5 [44-50-40]	5.3- 4.9 - 3.2 [27-37-24]	千代田化成 549 (15-14-9)10kg
秋肥 8 月中下旬	3.6-2.0-2.4 [57-45-56]	5.4 -3.0 -3.6 [53-41-52]	7.2 - 4.0 - 4.8 [42-33-42]	10.8 - 6.0 - 7.2 [57-45-56]	ながみね配合 A 号(9-5-6)40kg
計	6.3-4.4-4.3 [100]	10.2-7.3 -6.9 [100]	17.1-12.0-11.3 [100]	19.1-13.4-12.9 [100]	
土づくり	幼木 (定植時)	ハイフミンデルマ 5~15kg/本 固形肥料 1 号(5-5-5)600g(50 個)/本			
	成木	たこつぼ施用 1 樹 5 カ所 ; ハイフミンデルマ 2kg/穴 固形肥料 1 号(5-5-5)250g(20 個)/穴			

(7) スモモ 平成 30 年度スモモ栽培暦 (JA 紀の里)

施肥時期	土づく り	成分量(kg/10a) N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率(%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
4 月下旬 (追肥)		(弱 ; 6-5.6-3.6)	樹勢弱:千代田化成(15-14-9)40kg	(31-39-24)
収穫後 (礼肥)		5.6 - 4.0 - 5.2	紀の里化成 (14-10-13)40kg	44 -46 -46 (29-28-35)
9 月	完熟堆 肥 2t		又はアヅミン 80kg	
10 月上中旬 (基肥)		7.2 - 4.8 - 6.0	紀の里 1 号配合 (6-4-5)120kg	56 -55 -54 (37-33-41)
11~12 月			セルカ又は苦土セルカ 2 号 120kg (苦土の少ない園ではスパーマク 60kg)	
計		12.8 -8.8 -11.2 (19.3-14.4-14.8)		100 (100)

(8) キウイフルーツ 平成30年度キウイフルーツ栽培暦例 (JA 紀の里)

目標収量 2.5t/10a

施肥時期	土作 り	成分量(kg/10a) N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率 (%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
12～1月	完熟 堆肥 2t		又は、アヅミン 80kg セルカ又は苦土セルカ 2号 120kg 苦土の少ない園では スーパーマグ [®] 60kg	
2月下旬～ 3月上旬 (春肥)		8.0 - 5.0 - 6.0	紀の里 2号配合(8-5-6)100kg	31 -31 -31
6月上旬 (夏肥)		4.8 - 3.0 - 3.6	紀の里 2号配合(8-5-6)60kg	19 -19 -19
10月中下旬 (基肥)		12.8 - 8.0 - 9.6	紀の里 2号配合(8-5-6)160kg	50 -50 -50
計		25.6 -16.0 -19.2		100

(9) イチジク 平成30年度いちじく栽培暦例 (露地) (JA 紀の里)

目標収量 3t/10a

施肥時期	土壌 改良	成分量(kg/10a) N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率 (%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
12～1月	完熟堆 肥 2t		セルカ又は苦土セルカ 2号 120kg (苦土の少ない園ではスーパーマグ [®] 40kg)	
3月中旬 (基肥)		6.0 - 4.0 - 5.0	紀の里 1号配合(6-4-5) 100kg	47 -46 -23
6月上旬 (追肥)		2.4 - 2.4 - 3.2	有機キュートップ(6-6-8) 40kg	19 -27 -15
7月中旬 (追肥)		0 - 0 - 5	硫酸加里(0-0-50) 10kg	0 - 0 - 23
8月中旬 (追肥)		2.4 - 1.6 - 2.0	紀の里 1号配合(6-4-5) 40kg	19 -18 - 9
9月上旬 (追肥)		0 - 0 - 5	硫酸加里(0-0-50) 10kg	0 - 0 - 23
10月下旬 (礼肥)		2.0 - 0.8 - 1.8	千代田化成(5-4-9) 40kg	15 - 9 - 8
計		12.8 - 8.8 -22.0		100

(10) 巨峰・ピオーネ 平成30年度ぶどう栽培暦例(露地) (JA 紀の里)

施肥時期		土づくり	成分量(kg/10a) N - P ₂ O ₅ - K ₂ O	肥料名と量	分施率(%) N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
有核	実止り決定後 (実肥)		(樹勢弱 : 2.8-2.8-1.2)	樹勢の弱い園で 紀の里3号配合(7-7-3)40kg	(37- 47- 23)
	9月中下旬	完熟 堆肥 2t		又はアヅミン 80kg セルカ又は苦土セルカ 120kg (苦土の少ない園では スーパーマグ 40kg)	
	10月中下旬 (基肥)		4.8 - 3.2 - 4.0	紀の里1号配合(6-4-5)80kg	100-100-100 (63- 53- 77)
計			4.8 - 3.2 - 4.0	(樹勢の弱い園 : 7.6 - 6.0 - 5.2)	100 (100)
無核	9月中下旬	完熟 堆肥 2t		又はアヅミン 80kg セルカ又は苦土セルカ 120kg (苦土の少ない園では スーパーマグ 40kg)	
	10月中下旬 (基肥)		7.2 - 4.8 - 6.0	紀の里1号配合(6-4-5)120kg	100-100-100
計			7.2 - 4.8 - 6.0		100

1 農用地の土壌の汚染防止等に関する事項

1) 農用地の土壌の汚染防止等に関する法律

農用地土壌汚染防止法は、農用地の土壌に含まれる特定有害物質により、「人の健康をそこなうおそれがある農畜産物が生産され、又は農作物等の生育が阻害されることを防止」することを目的として制定されたものであり、現在特定有害物質としてカドミウム、銅及び砒素が規定されている。

農用地土壌汚染防止法においては、一定の地域内の農用地の土壌及び当該農用地に生育する農作物等に含まれる特定有害物質に関し、一定の要件に該当する地域を都道府県知事が「農用地土壌汚染対策地域」として指定した上で「農用地土壌汚染対策計画」を策定し、かんがい排水施設の新設、客土等汚染の防止及び除去を行い、汚染農用地を復元するための所要の対策を講じることとされている。

特定有害物質及び指定要件一覧

特定有害物質	指定要件
カドミウム及びその化合物	<p>○その地域内の農用地において生産される米に含まれるカドミウムの量が0.4mg/kgを超えると認められる地域であること。</p> <p>○上記地域の近傍の地域のうち次のイ及びロに掲げる要件に該当する地域であつて、その地域内の農用地において生産される米に含まれるカドミウムの量及び同号の地域との距離その他の立地条件からみて、当該農用地において生産される米に含まれるカドミウムの量が0.4mg/kgを超えるおそれが著しいと認められるものであること。</p> <p>イ その地域内の農用地の土壌に含まれるカドミウムの量が前号の地域内の農用地の土壌に含まれるカドミウムの量と同程度以上であること。</p> <p>ロ その地域内の農用地の土性が前号の地域内の農用地の土性とおおむね同一であること。</p>
銅及びその化合物	その地域内の農用地(田に限る。)の土壌に含まれる銅の量が土壌中 125mg/kg以上であると認められる地域であること。
砒素及びその化合物	その地域内の農用地(田に限る。以下この号において同じ。)の土壌に含まれる砒素の量が土壌中 15mg/kg ^{※注} 以上であると認められる地域であること。

※注 その地域の自然的条件に特別の事情があり、この値によることが当該地域内の農用地における農作物の生育の阻害を防止するため適当でないとは認められる場合には、都道府県知事が土壌 10mg/kg 以上 20mg/kg 以下の範囲内で定める別の値

2) 農用地における土壌中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準

(昭和59年11月8日 環境庁水質保全局長通知)

- 1 農用地における土壌中の重金属等の蓄積防止に係る管理指標は、亜鉛の含有量とする。
- 2 農用地における土壌中の重金属等の蓄積防止に係る管理基準値は、土壌（乾土）1キログラムにつき亜鉛120ミリグラムとする。
- 3 管理基準に係る亜鉛の測定方法は、表層土壌について強酸分解法により分解し、原子吸光度法によるものとする。

2 公害関係基準

1) 水質汚濁に係る環境基準

水質汚濁に係る環境基準は、人の健康の保護に関する項目（健康項目）と生活環境の保全に関する項目（生活環境基準）について定められている。

健康項目に関する環境基準は、すべての公共用水域に一律に適用され、かつ直ちに達成・維持されるよう努めるものとされている。

人の健康の保護に関する環境基準（健康項目）

項 目	基 準 値	項 目	基 準 値
カドミウム	0.01mg/L 以下	1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/L 以下
全シアン	検出されないこと。	トリクロロエチレン	0.03mg/L 以下
鉛	0.01mg/L 以下	テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下
六価クロム	0.05mg/L 以下	1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/L 以下
砒素	0.01mg/L 以下	チウラム	0.006mg/L 以下
総水銀	0.0005mg/L 以下	シマジン	0.003mg/L 以下
アルキル水銀	検出されないこと。	チオベンカルブ	0.02mg/L 以下
P C B	検出されないこと。	ベンゼン	0.01mg/L 以下
ジクロロメタン	0.02mg/L 以下	セレン	0.01mg/L 以下
四塩化炭素	0.002mg/L 以下	硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L 以下
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/L 以下	ふっ素	0.8mg/L 以下
1,1-ジクロロエチレン	0.1mg/L 以下	ほう素	1mg/L 以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L 以下	1, 4 -ジオキサン	0.05mg/L 以下

備考

- 1 基準値は年間平均値とする。ただし、全シアンに係る基準値については、最高値とする。
- 2 「検出されないこと」とは、測定方法の項に掲げる方法により測定した場合において、その結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。別表2において同じ。
- 3 海域については、ふっ素及びほう素の基準値は適用しない。

2) 地下水の水質汚濁に係る環境基準（平成9年3月13日 環境庁告示）

項目	基準値
カドミウム	0.01mg/L 以下
全シアン	検出されないこと。
鉛	0.01mg/L 以下
六価クロム	0.05mg/L 以下
砒素	0.01mg/L 以下
総水銀	0.0005mg/L 以下
アルキル水銀	検出されないこと。
PCB	検出されないこと。
ジクロロメタン	0.02mg/L 以下
四塩化炭素	0.002mg/L 以下
塩化ビニルモノマー	0.002mg/L 以下
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/L 以下
1,1-ジクロロエチレン	0.1mg/L 以下
1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/L 以下
1,1,1-トリクロロエタン	1mg/L 以下
1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/L 以下
トリクロロエチレン	0.03mg/L 以下
テトラクロロエチレン	0.01mg/L 以下
1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/L 以下
チウラム	0.006mg/L 以下
シマジン	0.003mg/L 以下
チオベンカルブ	0.02mg/L 以下
ベンゼン	0.01mg/L 以下
セレン	0.01mg/L 以下
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10mg/L 以下
ふっ素	0.8mg/L 以下
ほう素	1mg/L 以下
1,4-ジオキサン	0.05mg/L 以下

備考

- 1 基準値は年間平均値とする。ただし、全シアンに係る基準値については、最高値とする。
- 2 「検出されないこと」とは、測定方法の欄に掲げる方法により測定した場合において、その結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。

3) 土壌の汚染に係る環境基準

項目	環境上の条件
カドミウム	検液 1 L につき 0.01mg 以下であり、かつ、農用地においては、米 1 kg につき 0.4 mg 以下であること。
全シアン	検液中に検出されないこと。
有機燐（りん）	検液中に検出されないこと。
鉛	検液 1 L につき 0.01mg 以下であること。
六価クロム	検液 1 L につき 0.05mg 以下であること。
砒（ひ）素	検液 1 L につき 0.01mg 以下であり、かつ、農用地（田に限る。）においては、土壌 1 kg につき 15mg 未満であること。
総水銀	検液 1 L につき 0.0005mg 以下であること。
アルキル水銀	検液中に検出されないこと。
P C B	検液中に検出されないこと。
銅	農用地（田に限る。）において、土壌 1 kg につき 125mg 未満であること。
ジクロロメタン	検液 1 L につき 0.02mg 以下であること。
四塩化炭素	検液 1 L につき 0.002mg 以下であること。
1, 2-ジクロロエタン	検液 1 L につき 0.004mg 以下であること。
1, 1-ジクロロエチレン	検液 1 L につき 0.02mg 以下であること。
シス-1, 2-ジクロロエチレン	検液 1 L につき 0.04mg 以下であること。
1, 1, 1-トリクロロエタン	検液 1 L につき 1 mg 以下であること。
1, 1, 2-トリクロロエタン	検液 1 L につき 0.006mg 以下であること。
トリクロロエチレン	検液 1 L につき 0.03mg 以下であること。
テトラクロロエチレン	検液 1 L につき 0.01mg 以下であること。
1, 3-ジクロロプロペン	検液 1 L につき 0.002mg 以下であること。
チウラム	検液 1 L につき 0.006mg 以下であること。
シマジン	検液 1 L につき 0.003mg 以下であること。
チオベンカルブ	検液 1 L につき 0.02mg 以下であること。
ベンゼン	検液 1 L につき 0.01mg 以下であること。
セレン	検液 1 L につき 0.01mg 以下であること。
ふっ素	検液 1 L につき 0.8mg 以下であること。
ほう素	検液 1 L につき 1 mg 以下であること。

備考

1 環境上の条件のうち検液中濃度に係るものについては付表に定める方法により検液を作成

し、これを用いて測定を行うものとする。

- 2 カドミウム、鉛、六価クロム、砒（ひ）素、総水銀、セレン、ふっ素及びほう素に係る環 境上の条件のうち検液中濃度に係る値にあつては、汚染土壌が地下水面から離れており、かつ、原状において当該地下水中のこれらの物質の濃度がそれぞれ地下水 1 L につき 0.01mg、0.01mg、0.05mg、0.01mg、0.0005mg、0.01mg、0.8mg 及び 1 mg を超えていない場合には、それぞれ検液 1 L につき 0.03mg、0.03mg、0.15mg、0.03mg、0.0015mg、0.03mg、2.4mg 及び 3 mg とする。
- 3 「検液中に検出されないこと」とは、測定方法の欄に掲げる方法により測定した場合において、その結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。
- 4 有機燐（りん）とは、パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン及びE P Nをいう。

付表（略）

3 地力増進地域指定制度（解説）

1) 本制度の趣旨

農地土壌は、農業生産の基盤であり、地力の増進を図ることは農業生産力の増進と農業経営の安定を図る上で極めて重要である。

しかしながら、近年、農業労働力の減少等農業を取り巻く諸情勢の変化に伴い、地力増進のための土壌管理が粗放化し、特に化学肥料への過度の依存による堆きゅう肥の施要領の減少や水系への負荷、作業効率の重視による作土の浅層化、耕作放棄地の増加等地力の低下や環境への負荷が懸念される事態が生じている。

したがって、環境への影響にも留意しつつ、地力を増進していくためには、農業者がその営農の中で意識的に土壌管理を行っていくことが必要不可欠であり、地域の土壌実態をふまえた技術的な対策指針に基づき、その組織的な実践が強く求められているところである。

そこで、的確な地力の増進を図るため、本制度が地力増進法の柱として設けられた。

2) 地力増進地域の指定

地力増進法では、知事が関係市町村の意見を聞いて地域を指定することができるとなっている。即ち、県は地域制定に始まり一連の業務を行うが、その際、地元の合意を得ることが条件になっている。また、地域指定にあっては、地力の増進の効率化の面から、土壌の性質の不良な農地が面的に広がりを持つ地域を重点的に指定する等、次の要件が定められている。

- (1) その地域の農地がおおむね不良農地（土壌生産性分級基準でⅢ、Ⅳ等級の農地が該当）から成り、かつ、その地域の農地の面積が50ヘクタール以上であること。
- (2) その地域内の不良農地について営農上の方法により地力を増進することが、技術的及び経済的に可能であること。
- (3) 今後とも継続して営農を行っていくことが確実であると認められること。

3) 対策調査の実施と地力増進対策指針

対策調査は、地力増進地域において地力増進対策指針を策定するための基本的な調査であり、地力増進地域指定後速やかに実施すべきものである。

なお、対策調査の内容は次のとおりの事項が掲げられている。しかし、既存の調査結果が活用できる場合、省略してもよいとされている。

- (1) 土壌の性質に関する精密な調査
- (2) 営農の状況に関する調査
- (3) 農業生産基盤の整備状況に関する調査
- (4) 農作物の生育状況に関する調査
- (5) 地力の増進を図るための対策を確立するための調査

対策調査が終了すれば、その結果から地力増進対策指針を示すことになる。これは地域の農業者が地力の増進のために実践すべきもので次の事項を内容としている。

- (1) 地力増進地域内の土壌の性質
- (2) 土壌の性質の改善目標
- (3) 土壌の性質を改善するための資材の施用に関する事項及び耕うん整地その他地力の増進に必要な営農にかんする事項
- (4) その他地力の増進を図るために必要な事項

なお、地力増進対策指針は、必要が生じた場合は、変更することとなる。

4) 地域の指定解除

地力増進地域の指定は、地域内の不良農地に対し当該農家の指針に基づく地力増進対策の誠実な実践により改善目標を達成したことが明らかになった場合、解除することができる。この時期について、地域の指定後、地力増進対策指針が示されてから5～7年位をめどとすることが好ましいとされている。

改善目標が達成されたかどうか確認するには、改善状況調査を充当することができる。また、この、改善状況調査は、その他、地力増進対策指針の内容を変更する必要がある場合にも実施することができる。

4 地力増進法施行令で定める種類の土壌改良資材の概要

資材名	特 徴
泥炭 (ピート)	<p>原料は湖沼や低湿地に生育したヨシ、スゲ、ミズゴケなどの植物遺体が、低温、水分過剰など分解作用が進まない条件下で、数千年の長期間にわたり年々堆積して生成された泥炭土である。</p> <p>全炭素含量は 55~57%で、土壌中の分解が遅く有機物の蓄積性が大きい。</p> <p>土壌の膨軟化と保水性の改善に効果があり、分解が進むと腐植含量が増加し、陽イオン交換容量が増大する。</p>
バーク堆肥	<p>原料は針葉樹、広葉樹の樹皮（バーク）であり、堆肥化促進のため副原料として鶏ふん、尿素などの肥料が添加される。</p> <p>物理性の改善：土壌孔隙量が増加し膨軟となり、保水性が増加するとともに、通期性や透水性が改善される。</p> <p>化学性の改善：土壌の炭素含量、C/N 比が増加するとともに、陽イオン交換容量と交換性塩基含量が増大する。</p> <p>使用上の問題点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植栽の1～2ヶ月前に施用して、土壌とよく混和して十分に土壌になじませる。 ・ 多量に施用する場合には、施用当初は土壌が乾燥しやすいので、かん水に十分注意する。 ・ 一旦乾燥すると吸水力が低下するので、乾燥させないように適宜かん水する。 ・ 分解が非常に遅いので、連年施用する場合には、次年度からは初年度の半量程度の施用にするなど、過施用にならないようにする。
腐植酸資材	<p>石炭又は亜炭を硝酸または硝酸及び硫酸で分解し、カルシウム化合物で中和したもの。</p> <p>土壌の保肥力改善効果は高いが、土壌の膨軟化、保水性の改善、微生物の活性化などの効果は期待できない。</p>
木 炭	<p>原料、炭化の方法により種々さまざまなものがある。</p> <p>土壌の透水性改善、通気性改善、微生物活性の増大に効果がある。</p>
けいそう土 成粒	<p>けい藻土を均一な粒状にし、1000℃以上の高温で焼成して製造するセラミックス化した硬質の多孔質粒子である。</p>

ゼオライト	<p>鉱物および鉱物を含有する岩石（主に凝灰岩で、アルミの珪酸塩）の粉末で、多孔質な構造をもち、孔隙中に脱着自由な水とカチオンを含有する。また、孔隙中を主要部分として陽イオン交換能を有する。</p> <p>陽イオンの吸着保持力の著しく大きいこと、共存塩基の肥料効果、火山灰土壌でのリン酸の肥効増進などが認められる。</p>
バーミキュライト	<p>同名の鉱物を 600~1000℃で焼成したものであり、ケイ酸とアルミニウムを基本構造としている。</p> <p>透過性の改善、土壌の膨軟化、通気性の改善の効果があり、守株の肥料成分を保持する性質が大きい。また、計量であるため運搬、用土や肥料との混合作業が極めて容易である。</p>
パーライト	<p>真珠岩など水分を含むガラス質流紋岩類を粉砕後、高温で焼成発砲させたものである。ケイ酸に富み、アルミニウムとアルカリ金属（K、Na）副成分とする。</p> <p>粒子内孔隙に極めて富むことから、土壌の保水性をはじめとする物理性改善効果が高い。しかし、この効果は土壌に対し容積比率で 10%以上の施用により明確に発現する。</p>
ベントナイト	<p>スメクタイトを主成分とする粘土およびその製品の一般的な名称であり、ケイ酸に富み、アルミニウムを副成分とする。</p> <p>陽イオン交換容量が高いため、土壌の養分吸着力が高まり、肥料成分の持続性が増大する。</p>
VA 菌根菌質資材	<p>VA 菌根菌は糸状菌の仲間で、植物の根と共生し、共生率 5%以上の資材。</p> <p>土壌のリン酸供給能の改善効果がある。</p>
ポリエチレンイミン系資材	<p>EB-a（アクリル酸とメタクリル酸ジメチルアミノエチルの共重合物のマグネシウム塩とポリエチレンイミンとの複合体である。</p> <p>土壌の団粒形成促進効果がある。</p>
ポリビニルアルコール系資材	<p>エチレンと酢酸を原料として作られる酢酸ビニルを重合、けん化することにより製造。</p> <p>土壌の団粒形成促進効果がある。</p>

5 水稻の穂肥要否の判定法

穂肥の施用時期は従来の研究成績から出穂 25 日前が最も効果が高いので、この時期の稲の栄養状態を判定し、施用の要否及び施用量を決定する。

水稻の栄養状態を科学的に正確に判定することは容易ではなく高度な設備と技術を要するが、水稻の栄養生理の研究結果から生育前半（幼穂形成期前後）までの窒素栄養条件は澱粉の集積と負の相関が見られる。澱粉の集積は主として葉鞘部に集積する。即ち、生育前半に窒素の施用量が多く体内の窒素栄養条件が良好で生育が旺盛であれば、葉で同化する澱粉はエネルギー源として盛んに消費される。このため、体内での澱粉集積は少なくなる。これに反し、体内の窒素栄養条件が不良であれば、葉で同化された澱粉の消費が少なく体内に蓄積される量が多くなる。従って、葉鞘部に蓄積された澱粉の量から水稻体内の栄養条件を判定し、穂肥の要否を判定することが出来る。

〔診断方法〕

①診断に必要な器具と試薬

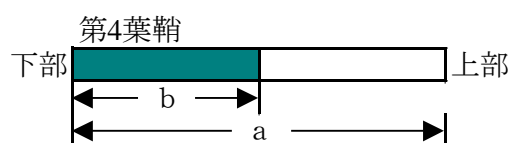
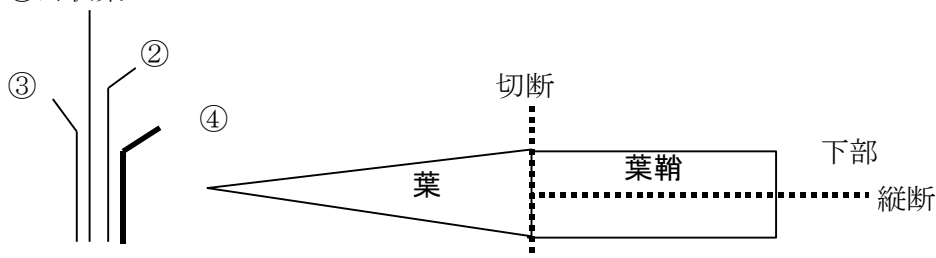
- ア) カッター、かみそりの刃、ものさし（葉鞘を採取し縦断出来る携帯に便利なもの）
- イ) 試薬瓶（100cc 容の合成樹脂製着色試薬瓶が適する）
- ウ) 試験管
- エ) 0.1～0.2%ヨード、ヨードカリ液

ヨード 0.1 g、ヨードカリ 0.5 g を水 100cc に溶解したもの、または市販の局方ヨードチンキを 5 倍に薄めて使ってもよい。

②診断法

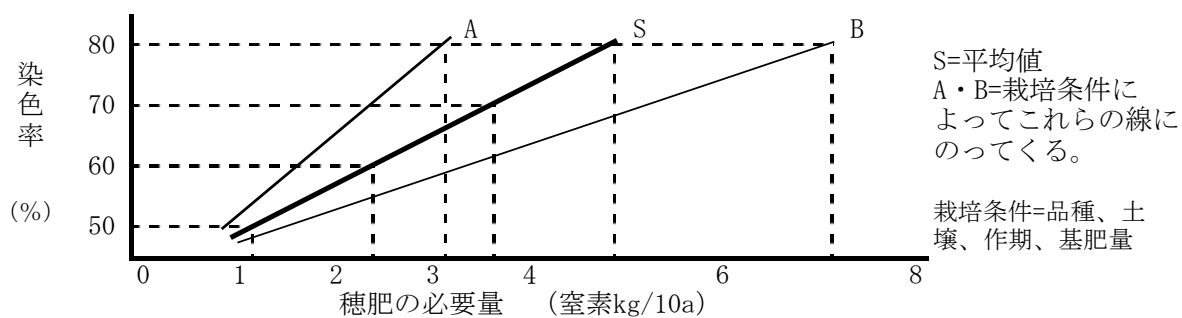
平均的な株の主稈の上部第 4 位（診断葉④）の葉鞘を用い、この葉鞘を縦断する。また、同時に

①針状葉



$$\text{染色率 (\%)} = b / a \times 100$$

なお、この染色率と施肥量との関係は次の通りである（長野農試）。一般に、和歌山県での穂肥施用量は窒素成分で 1 回 2 kg/10 a 前後が妥当と考えられる。



〔普及指導上留意すべき点〕

ア) 染色率が50～60%の場合は予定量の施用を指導する。

但し、特に基肥施用量が地区標準より少ないような場合は、栽植密度を考慮し、やや増量する。この場合、窒素成分で2 kg/10 a を基準としてその1割～2割とする。

イ) 染色率が50%以下の場合は窒素過剰傾向である。

基肥の施用量に留意し通常栽植密度の場合、基肥の施用量が地区の標準に近い場合は出穂前20日に遅らせ、地区の標準より多い場合は対象水田の肥料保持特性に合わせ（肥持ちの状態を聞く）、20日以後にする。特に生育の初期に施用する中間追肥の有無及び量、時期に注意する。また、生育前半が低温で肥効きの遅かった時期には注意しなければならない。

ウ) 葉色の把握

葉色と窒素含有率は良く相関する。葉色板等により追肥の要否を決定するのも良い。また、染色率が適正であった場合の葉色を畦草などと比較し、農家に指導すれば農家独自で水稻の葉色により追肥の判断が可能になる。

6 土壌診断結果に基づく資材の施用

土壌診断を行った結果、塩基が不足、塩基バランスが崩れていた場合には増施し、超過していた場合には減肥する必要がある。その場合、各資材の施用量は、以下により決定する。

①分析値からほ場の肥料成分量に換算する

分析値の単位は、mg/100g で表され、これを圃場面積あたりの重さに換算しなければならない。分析に供試した土壌が作土 10cm から採取された場合、10a あたりの土壌量は、

$$10a (1000 \text{ m}^2) \times 0.1\text{m (作土 10cm)} = 100 \text{ m}^3$$

となる。ここで、 100 m^3 の土壌の重さは仮比重を 1 とした場合、

$$100 \text{ m}^3 \times 1 (\text{仮比重}) = 100,000\text{kg (100t)} / 10a \text{ あたり}$$

となる。仮比重は正確に測定した方が望ましいが、県内土壌ではおおむね 1 として計算しても差し支えない（粘質土ではやや大きくなり 1.1 程度、砂土では 1.3 程度）。

ここで分析値が 100mg/100g であったとすると、100g/100kg、100kg/100t となる。つまり、仮比重を 1 とした場合、mg/100g の分析値の単位を kg に置き換えるだけで、10a に含まれる肥料成分量が読み替えできる。

この計算では、作土 10cm として計算しているが、作土 15cm の場合の肥料成分量は 10cm の場合の 1.5 倍量となる。作土何 cm の土壌を分析したかにより、肥料成分量の算出、次に述べる不足養分の施用量や過剰養分の減肥量が異なってくるので、予め作土の厚さを計測することが必要になる。

②不足養分の施用量の決定する

交換性石灰の分析値から石灰 (CaO) を 100mg/100g 上げる場合、①より、10a あたり 100kg の石灰を補給すればよいことになる。石灰質資材では、消石灰、苦土石灰、セルカ等があり、それぞれの保証成分（アルカリ分）を考慮に入れ計算する。

【消石灰（成分例；アルカリ分 50%）を施用する場合】

10a あたり石灰 (CaO) を 100kg 施用すればよいので、

$$100\text{kg} / \text{資材の成分含有率 } 0.5 = 200\text{kg}$$

消石灰を 10a あたり 200kg 施用すれば、計算の上では 100mg/100g 上げることになる。ここで注意したいのは、土壌は 2mm 以下の礫を取り除いて分析するので、礫が多い土壌では施用量

を算出するに当たってその量を考慮に入れるのが望ましい。つまり、礫が 40%あったとすると、施用量を 60%に減少させる必要がある。

$$200\text{kg} \times \text{ほ場中の土壌の比率 } 0.6 = 120\text{kg}$$

となる。

苦土石灰（成分例；CaO35%、MgO10%）を利用した場合、石灰に加え苦土のアルカリ分も保証しているので、石灰にあわせて、苦土の補給量も考慮する必要がある。また、苦土のみを補給したい場合、硫マグ（成分例；MgO25%）等を利用する。加里が不足する場合は、硫加（成分例；K₂O45%）を利用するが、基肥として加里が補給されることを考慮に入れる。また、水田裏作では硫酸根による秋落ちを防ぐため、塩加の施用が望ましい。

（注）保証成分は各メーカーにより若干異なる

③過剰養分の減肥量を決定する

交換性カリの分析値からカリ（K₂O）を減肥する場合、土壌診断基準値からの超過分を減肥する。土壌診断基準値が 50mg/100g で土壌分析値が 60mg/100g の場合、超過分の 10mg/100g 相当量のカリ資材を減肥する。10cm の作土で土壌の仮比重が 1 の場合、20kg のカリ減肥量となる。

7 野菜の栄養診断

適切な施肥を行うためには、土壌診断に加えて栄養診断も重要な診断技術の1つである。表7-1に主な野菜の栄養診断基準を示す。作物体の分析結果と表の基準値を照らし合わせて適切な施肥を行う。生理障害が発生している場合には、原因解明と対策を行う。障害対策は、基本的には土壌診断に基づく表7-2のような土づくりとなるが、応急的には表7-2に示すような葉面散布等の対策を実施する。

表 7-1 主な野菜の栄養診断基準（愛媛県土づくり資料より）

成分	キュウリ（冬春）			トマト（冬春）			ナス		
	不足	適当	過剰	不足	適当	過剰	不足	適当	過剰
N	2.5>	3.0-4.5		2.0>	2.5-3.5	4.0<	2>	2.0-5.0	
P ₂ O ₅	0.3>	0.4-1.5		0.2>	0.4-1.0		0.1>	0.15-0.9	
K ₂ O	1.5>	2.0-4.0	3.5-5.0<	3>	3.5-6.0	7<	1.0>	2.0-5.5	
CaO	2.8>	3.5-6.0	10<	2>	3.0-7.0		0.5>	0.5-4.8	
MgO	0.4>	0.6-1.4		0.5>	0.8-1.7		0.1>	0.3-0.6	
B	15>	20-50		10>	15-30	100<			
Mn	10>	20-100		5>	30-1000	2000<			
Fe	50>	70-200		70>	80-350			50-400	
Zn	8>	20-100		15>	20-200				
Cu	5>	6-15		3>	10-20	30<			
Mo	0.1>	0.5-1.0		0.5>	0.5-1.0				

成分	イチゴ			ハクサイ（外葉）			キャベツ（外葉）		
	不足	適当	過剰	不足	適当	過剰	不足	適当	過剰
N	1.0>	1.4-2.4		2>	2.5-4.0		2.5>	3.0-4.0	
P ₂ O ₅	0.2>	0.3-0.8		0.2>	0.4-0.8		0.4>	0.6-0.9	
K ₂ O	1.0>	1.9-3.3		1.8>	2.2-3.4		1.4>	1.8-2.4	
CaO	1.0>	1.2-2.4		2.0>	2.0-4.2		2.5>	2.8-5.0	
MgO	0.4>	0.5-0.9		0.3>	0.6-0.8		0.3>	0.4-0.8	
B	10>	30-55		15>	20-50		5>	15-30	
Mn	10>	20-800	1000<						
Fe	50>	90-200							
Zn	10>	20-40					10>	20-60	
Cu	1.0>	2.0-5.0		5>	15			5-13	
Mo	0.1>				1.0-8.0				

注) 茎葉中の乾物当たり、N~MgOは%、B~Moはppm、

$$P = P_2O_5 / 2.29, K = K_2O / 1.20, Ca = CaO / 1.40, Mg = MgO / 1.66$$

表 7-2 欠乏症の主な発生要因と土壌対策及び葉面散布資材の種類と使用方法

成分	欠乏症の主な発生要因	土 壌 対 策	葉面散布資材の種類と使用方法
N	窒素の不足	追肥、マルチ栽培による肥料の流亡防止、有機物資材施用による地力増強	尿素の 1% (幼苗には 0.5%) 溶液を 1 週間おきに数回散布する
P	新開畑等のリン酸含量の低い酸性土壌で固定による不可給化、リン酸の不足	pH の適正化、リン酸資材の施用、有機物施用による根域の拡大	第一リン酸加里 (KH_2PO_4) の 0.3% 溶液を 1 週間おきに数回散布する。
K	交換性カリの不足、苦土過剰等塩基バランスの悪化	塩基バランスの適正化、硫酸カリ等の施用	第一リン酸加里 (KH_2PO_4) の 0.2~0.3% 溶液を数回散布する
Ca	窒素過剰、交換性石灰の不足、土壌の乾燥	塩基バランスに留意した石灰資材の施用、土壌の過乾燥を避ける	塩化カルシウム (CaCl_2) または 硫酸カルシウム (CaSO_4) の 0.3~0.4% 溶液を 1 週間以内の間隔で数回散布する。
Mg	交換性苦土の不足、カリ過剰等塩基バランスの悪化	塩基バランスに留意し、苦土石灰、硫酸苦土、水酸化苦土等の施用	硫酸マグネシウム (MgSO_4) の 1% 溶液を 1 週間おきに 3~5 回散布する。
Fe	土壌のアルカリ化による不溶化リン酸の過剰集積	pH の適正化、EDTA 鉄 2~3kg/10a の施用、リン酸過剰集積の場合はリン酸施用の中止	硫酸第一鉄 (FeSO_4) または キレート鉄の 0.1~0.2% 溶液を隔日ごとに 5~6 回散布する。
B	土壌のアルカリ化による不溶化ホウ素の不足、土壌の乾燥	pH の適正化、硼砂 0.5~1kg/10a または FTE4~6kg/10a の施用、土壌の過乾燥を避ける ホウ素は作物に対する適範囲が狭く、多く施用すると過剰害発生危険性があるため濃度、施用量を厳守する	硼砂 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) または 硼酸 (H_3BO_3) を 0.1~0.2% に希釈し、さらに葉害防止のため生石灰を半量加えて 1~2 回散布する。
Zn	土壌のアルカリ化による不溶化亜鉛の不足、リン酸の過剰集積	pH の適正化、硫酸亜鉛 1~2kg/10a の施用、リン酸過剰集積の場合はリン酸施用の中止	硫酸亜鉛 (ZnSO_4) を 0.1~0.3% に希釈し、さらに葉害防止のため生石灰を半量加えて散布する。
Mn	土壌のアルカリ化による不溶化マンガン不足、リン酸の過剰集積	pH の適正化、硫酸マンガン等の資材を MnO で 2~5kg/10a 施用	硫酸マンガン ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) の 0.2% 溶液を 1 週間おきに数回散布する。

注) 葉面散布は一般に葉害のない濃度を示すが、日照不足で生育した軟弱な葉あるいは作物の種類により低濃度でも葉害を生じる場合があるので、試行散布で葉害の有無を確認するのが望ましい。葉面散布は欠乏の発生初期に行えば効果が高い。また、薄い濃度でも回数を多くする

方が効果的である。

土壌の高 pH が原因で、Fe、B、Mn、Zn 等の欠乏症が出ている場合は、石灰等の塩基資材の施用を中止するほかに、表 7-3 に示すように硫黄華の施用により pH を下げることができる。硫黄華は、作物の生育期間中でも畝表面に施用できるが、その際の注意点として次のようなことが上げられる。

①硫黄華の成分である硫黄(S)が土壌中の微生物により硫酸根 (SO₄) に変わり、土壌 pH が低下するため反応が遅い。その反応を速やかにするために適度な畑水分状態で 30 日間程度保つ必要がある。その際、地表面の土壌と軽く混和するとより効果的である。

②表 7-3 の量は一応の目安である。また、pH が一旦低下しても、再び高くなることがあるため、施用 1 ヶ月以降に pH の確認を行う。必要があれば、再度、硫黄華を施用する。

③硫黄華の施用により土壌 EC が高くなるため、2)-(1)-①項の表 2-15 土壌の EC と作物生育の関係に示すイチゴ等の塩類濃度障害が出やすい作物は少量を数回に分けて施用する。

表 7-3 pH を 1 下げるに必要な硫黄華施用量

土壌の種類	施用量	備考
砂土	54kg/10a	作土深が 10cm
埴土	78	の場合

8 水質の診断

1) 農業用水の水質基準

作物の生育にとって水は不可欠である。かんがい用に適した水質とは、①適温の範囲にあり、②pHが適正で、③塩類濃度が低く、④有害物質や、⑤病原菌の含まれない水といえる。農業用水の水質基準としては、昭和45年に農林省公害研究会より、「水稻の正常な生育のために望ましいかんがい水の水質指標」として表8-1に示す基準が示されている。

また、各項目と作物との関係を表8-2に示す。

表 8-1 農業用水の水質基準

項目	基準値
pH	6.0~7.5
COD	6mg/l以下
SS	100mg/l以下
DO	5mg/l以上
全窒素	1mg/l以下
EC	0.3mS/cm以下
As	0.05mg/l以下
Zn	0.5mg/l以下
Cu	0.02mg/l以下

注) 水稻用、農林省公害研究会

表 8-2 一般に測定される水質指標と作物との関わり

項目	内容	作物との関わり
pH	水素イオン濃度	かんがい水中に溶出する元素量はpHに依存、極端な高pH、低pHの水中では植物細胞は死滅
COD	化学的酸素要求量：有機物などの還元性物質の多少を示す指標	水田では有機物が多いと土壌の還元が促進され硫化水素の発生による根ぐされ
SS	浮遊物質：水中に懸濁している不溶性物質、粘土等	水田では透水性、通気性の悪化、園芸用では作物の汚れかん水ノズルの目づまり
DO	溶存酸素：水中に溶存している酸素の量	酸素不足による根の呼吸、養分吸収等の活性低下
全窒素	アンモニア、硝酸の無機態窒素と有機態窒素の合計	環境面では富栄養化の原因物質、健康面では硝酸態窒素が水質汚濁にかかる環境基準項目として10mg/l平成11年に追加、水稻に対して過繁茂、倒伏等を招く
EC	電気伝導度、含有イオンの総量の多少を示す指標	海岸沿いでは塩分含量と相関が高い、浸透圧を高め作物根の吸収阻害
As	ヒ素、土壤汚染防止法の規制物質	過剰害：葉脈を残し黄変葉
Zn	亜鉛、土壤汚染防止法の規制物質	過剰害：葉脈間のクロロシス、青枯れの症状
Cu	銅、土壤汚染防止法の規制物質	過剰害：葉の先端から黄化、水稻では0.1ppmで根の生育障害、0.6ppmで青枯れの症状
Fe	鉄、地下水中ではFe ²⁺ で溶解性、空気に触れると不溶性の水酸化鉄	直接的な害は無、作物体の汚れ、配管中への付着やノズルの目づまり

注) 公害概論等より

2) 水質汚濁と水稻の生育

表 8-1 に示す農業用水基準は「汚濁がない水質」と考えられ、近年では、都市近郊の河川の全窒素濃度は基準の1mg/lを超えている場合が多くみられる。このよう

表 8-3 農業用水中の各成分濃度と汚濁程度の関係

成分名	汚濁程度			
	0	1	2	3
全窒素	2以下	2~4	4~8	8以上
ケルダール窒素	1以下	1~3	3~7	7以上
アンモニア態窒素	0.5以下	0.5~2	2~5	5以上
COD	7以下	7~10	10~17	17以上
全リン	0.2以下	0.2~0.5	0.5以上	—

注) 千葉農試、森川ら、単位 mg/l、ケルダール窒素：アンモニア態窒素と有機態窒素の合計量、これに硝酸態窒素を加えたものが全窒素

な地域では、水質改善が必要であるが、当面は農業用水質基準とは別に水稻に害を与えない濃度、何らかの対策をすれば栽培できる濃度を表す基準を作る必要がある。表 8-3 に各成分の濃度と汚濁程度を示す。汚濁程度は、表 8-4 のように表され、富栄養化したかんがい水の評価方法として示されている。また、水稻の生育に対する水質汚濁の許容限界基準が表 8-5 のように示されている。

表 8-5 作物、特に稲の生育に対する水質汚濁の許容限界濃度

項目	許容限界基準
pH	6.0～7.5
EC	1mS/cm以下
全窒素	5～10mg/l以下
アンモニア態窒素	3～5mg/l以下
塩素	500～700mg/l以下
油分	20～30L/10a以下
ABS (界面活性剤)	5mg/l以下
COD	8mg/l以下
SS	100mg/l以下
DO	5mg/l以下

注) 千葉県

表 8-4 稲の生育状況、耕作者のかんがい水に対する認識と汚濁程度

汚濁程度	稲の生育状況	耕作者のかんがい水に対する認識	汚濁対策
0 全く汚濁がない	正常	汚濁は全く感じない	なし
1 稲の生育にとって許容できる汚濁程度	水口付近のみ過繁茂倒伏はしない	汚濁は全く感じない	なし
2 適正限界を超え、肥培管理上何らかの対策が必要	ほ場全体で過繁茂水口付近で倒伏	汚濁を認める	減肥
3 肥培管理上の対策をしても稲の生育は異常となり減収する	全面倒伏	著しい汚濁を認める 手足にかぶれを感じる	水の使用中止または節水、根付肥程度の施肥にとどめる

注) 千葉農試、森川ら、生育状況欄では耕作者の不手際による倒伏は除く、汚濁程度が 1 までが無被害濃度の水質基準、汚濁程度 2 以上が対策基準濃度の水質基準の性格を持つ

3) 塩害

海水のような塩分濃度の高い水が水田に流入し、かんがい水の浸透圧が上昇すると、稲は水分不足を生じるとともに、養分の不均衡のため生育不良となり全葉が枯れあがり枯死する。被害が軽い場合は、まず葉色が濃くなり次いで下葉から枯れあがり、分けつが抑制される。葉身の枯れた部

表 8-6 稲の生育時期と塩害発現限界塩素濃度

生育時期	被害発現限界塩素濃度
活着期	500～700mg/l以下
分けつ期	700～1000mg/l以下
出穂期以降	1000mg/l以下

注) 千葉県資料

分は脱水状に白化し、やがて褐色となる。表 8-6 に示すように、生育の初期ほど低濃度で被害がでる。海水を含んだ水のナトリウムまたは塩素イオン濃度は EC と相関が高いため、塩分の診断は EC 測定により代用できる。千葉県の調査事例では EC1.8mS/cm 以下が塩素濃度 500mg/l に相当する。しかし、両者の関係は、図 8-1、8-2 に示すように河川のかんがい水と地下水では異なる。これは、地下水には塩素イオンの他に、硝酸、硫酸根、カルシウムイオン等が存在し EC が高まっているためである。また、河川においても地域により、この関係式は少しずつ異なるため EC 測定による塩素の診断には注意が必要である。

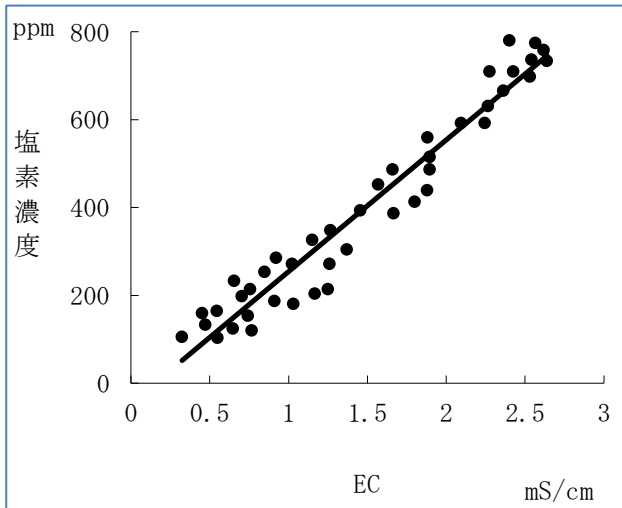


図 8-1 河川水における EC と塩素濃度の関係
(千葉県佐原市、土壌診断の方法と活用より)

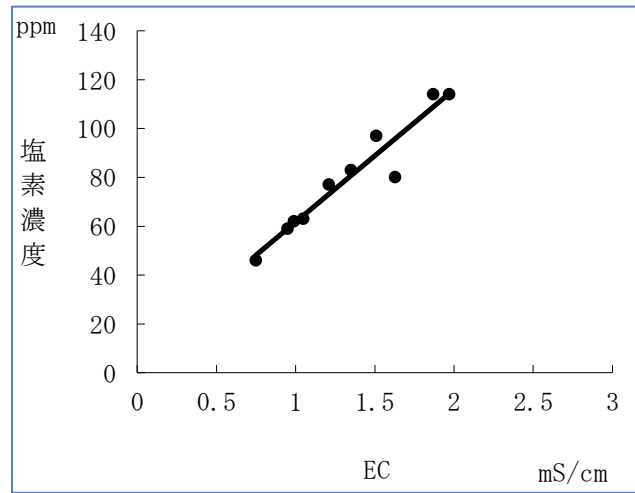


図 8-2 地下水における EC と塩素濃度の関係
(和歌山市砂丘未熟土地帯、土壌環境調査)

4) 畑地かんがい水の水質基準

現在のところ畑地かんがい水としての水質基準の明確なものはない。今までに、かんがい水としての塩素濃度の基準がいくつか示されている。表 8-7、8-8 にその例を示す。

また、土壌中の高塩分による塩害について、作物の生育時期や品種、土壌の種類により異なるが、目安として表 8-9 に塩化ナトリウム含量と作物生育の関係を示す。

表 8-7 畑地かんがい水の水質基準

塩素濃度 mg/l	備考
142	カルフォルニア州のガイドライン
249~426	スコフィールド ⁶⁾ の提案
200	茨城県鹿島南部農業水利事業
250	千葉県黒ボク土畑の暫定基準

表 8-8 ハウス栽培におけるかんがい用水の塩素濃度の類型

塩素濃度 mg/l	判定
80以下	全ての作物に用いて差支えない
80~150	耐塩性の弱い作物の長期栽培に不適當
150~250	耐塩性の弱い短期栽培及び耐塩性の強い作物の長期栽培に不適當
250以上	全ての作物に用いることは不適當

注) 高知県

表 8-9 土壌中塩化ナトリウム含量と作物生育

作物	塩害の危険性が少ない	塩害が発生
	NaCl(mg/100g)	NaCl(mg/100g)
水稲 移植期	<200	300<
水稲 その他の時期	<200	500<
ダイコン、ホウレンソウ、カーネーション	<100	300<
キュウリ、トマト、レタス、キ	<50	200<
イチゴ、ミツバ、ユリ	<25	50<

注) 愛媛県土づくり資料より、NaCl を Cl に換算するには 0.6066 倍、Na に換算するには 0.3934 倍する。

9 ハクサイ根こぶ病に施用される石灰窒素

1) 石灰窒素

石灰窒素の窒素の形態はシアナミド態といい、このシアナミドが根こぶ病の発生を抑制するため、根こぶ病対策に施用されている。シアナミドは土壌の中で、尿素を経てアンモニア態へ、畑土壌ではさらに硝酸態に変化する。これらの変化は加水分解で、化学反応と微生物の酵素反応で進行する（図 9-1）。従って、土壌中の水分と温度が分解の速さに影響する。シアナミドは作物に対して毒性があるため、施用後、シアナミドが分解するまで、作付けしないようににする。シアナミドが尿素、アンモニアになる期間は、夏では3～5日、冬で7～10日である。

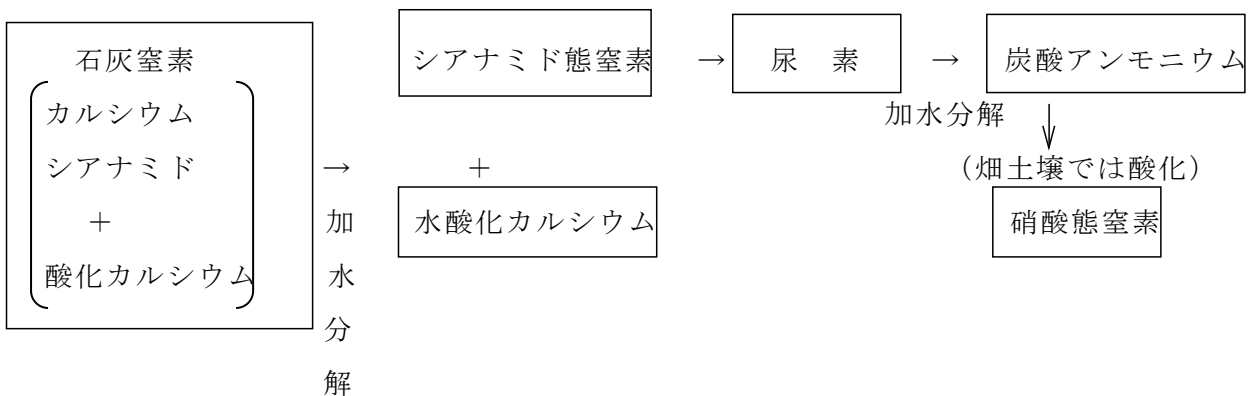


図 9-1 石灰窒素の分解過程

石灰窒素は約 20%の窒素が保証されており、施用量が多くなると肥料設計に組み入れる必要がある。石灰窒素は、紀北地域をはじめとしたハクサイ栽培地域の根こぶ病の対策として施用されている（図 9-2）。そこで、ハクサイにおける石灰窒素の窒素利用率の調査を行ったので、その結果を表 9-1 に示す。石灰窒素を 100kg/10a(石灰窒素由来の窒素量 21kg/10a)施用した場合、石灰窒素由来の窒素吸収量は 5.6kg/10a、その利用率は約 27%である。そのため、石灰窒素を施用した場合、施肥設計に石灰窒素の窒素分を組み入れる必要がある。石灰窒素由来の窒素を施肥設計に組み入れることにより、基肥施用量を削減することができる。

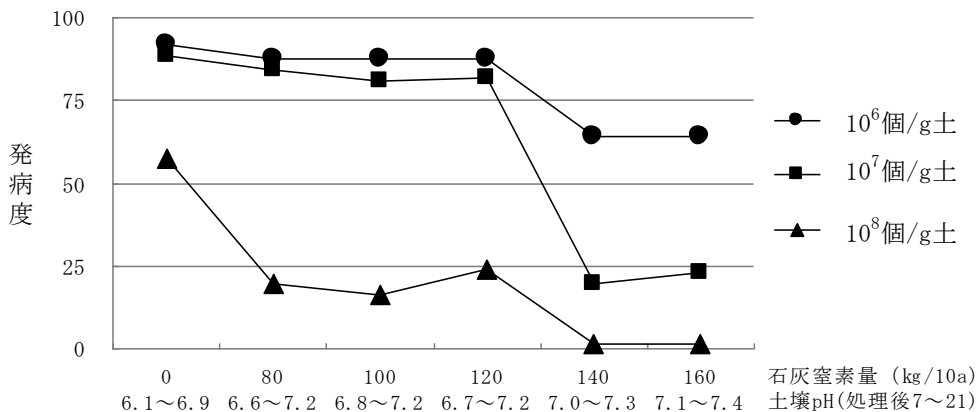


図 9-2 根こぶ病菌密度の異なる土壌での石灰窒素施用量とハクサイ苗の発病度(和歌山農試)

表 9-1 ハクサイ収穫時の生育と窒素吸収量及び石灰窒素利用率

処理区名	全重	球重	窒素吸収量 (kg/10a)	石灰窒素利用率 (%)
石灰窒素施用区	2.40	1.75	17.6	26.7
石灰窒素無施用区	1.67	1.25	12.0	-

注) 石灰窒素施用区；石灰窒素 100kg/10a、基肥窒素施用量は 35kg/10a、
は種平成 9 年 9 月 5 日(品種；CR502)、定植 9 月 25 日、収穫 12 月 11 日

【石灰窒素施用による副次的効果】

施肥リン酸の大部分は土壌中のアルミニウムと結合して不溶化、鉄と結合して難溶化するため、作物による利用率が窒素やカリに比べて低くなる。特に、低 pH 条件下では、これらのアルミニウムや鉄が遊離してリン酸と結合し難溶性リン酸を生成しやすくなる。しかし、石灰窒素の施用により、pH の低下を防ぎアルミニウムや鉄による不溶化を抑制することができる。さらに、石灰窒素に含まれるカルシウムはリン酸と結合し、カルシウム型リン酸を生成する。石灰窒素施用により交換性石灰含量が増加しないのはこのためである。このカルシウム型リン酸は植物に利用されやすいため、施肥リン酸は不溶化することなく可給態リン酸として土壌に蓄積される(図 9-3、9-4)。

図 9-3 石灰窒素の施用が可給態リン酸含量におよぼす影響(和歌山農試)

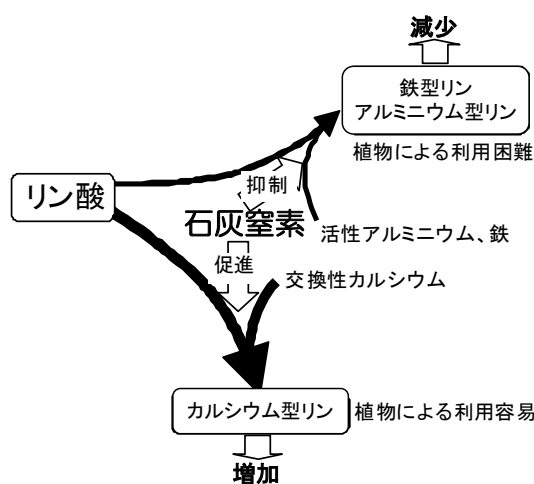
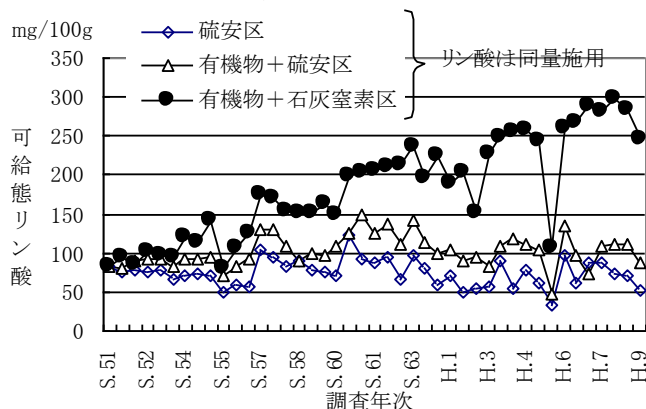


図9-4 石灰窒素の施用効果

2) 炭酸カルシウム

アブラナ科野菜は、定植後に根こぶ病に感染する場合がある。根こぶ病菌休眠胞子は、土壌 pH が 7.2 以上に上がると発芽が抑制される。

ハクサイでは定植時に根の活着を促すために灌水を行うが、この灌水の水を、炭酸カルシウム 25 倍の懸濁液を 500ml/株施要することで、ハクサイ苗周囲の土壌 pH を上昇させ、根こぶ病の被害を軽減でき、収量も確保できる(表 9-2)。

表 9-2 秋冬ハクサイの炭酸カル処理による根こぶ病の発病抑制と収量

処理	出荷調整重(kg/個)	発病率(%)	発病度	主根の腐敗株率(%)
炭カル 25 倍	3.3	100	21	0
慣行(水)	1.9	100	97	86

10 機械移植用夏まきハクサイセル成形苗に対する移植直前の液肥施用効果

和歌山県下の露地葉菜産地では作業の省力化を図るために、セル成形苗（以下セル苗）を利用した移植機が導入され始めており、機械移植に対応したセル苗生産及び本ぽ栽培のマニュアル化が必要となっている。自動機械移植に適応したハクサイセル苗は、草丈 7.8～9.4 cm、葉数 3.4～3.7 枚（野菜茶業試験場資料）であり、窒素施用量を制限しコンパクトな苗を育苗しなければならない。実際、和歌山市の半自動機械移植用のハクサイセル苗は機械移植適性を確保しているものの、苗中の窒素含量が低く、このような苗では移植後の活着不良、生育不揃い等が懸念される。そこで、ハクサイセル苗の移植機に対する適性を確保し、さらにほ場での初期生育の向上を図るため、定植直前液肥施用効果について表 10-1 の試験区により検討し、その結果を表 10-2 に示した。

表 10-1 ハクサイセル苗に対する移植直前液肥施用回数

液肥施用回数	液肥施用日（移植 10 月 14 日）				
	移植当日	移植 1 日前	移植 2 日前	移植 3 日前	移植 5 日前
無し					
1 回	○				
3 回	○	○	○		
5 回	○	○	○	○	○

注) は種：平成 8 年 9 月 19 日、液肥：OKF2（200 倍液）1.3 ℓ / トレイ施用
 育苗基肥量：マイクロロング 100 日タイプ 0.5 g / 培養土 1 ℓ
 品種：冬苧、培養土：パーミキュライト：ピートモス = 1 : 1

窒素施用量を制限し育苗したハクサイセル苗に対して、移植前に液肥を施用すると、施用回数が多いほど移植時のセル苗の草丈、苗重及び窒素含量が増加した。しかし、液肥施用回数が移植直前の 2 日前からの 3 回であれば、機械適性からみた草姿を維持することができた（表 10-2）。移植後の生育は、液肥施用回数が移植直前の 2 日前からの 3 回であれば、初期生育が向上し、安定した。しかし、移植 5 日前からの液肥 5 回施用では、移植直後外葉の葉縁に壊死が発生し、収穫前の重量増加率は低くなった（表 10-2）。

表 10-2 ハクサイセル苗に対する移植直前液肥施用効果とその後の生育

液肥 施用 回数	移植時苗質			初期生育			収穫開始前の生育	
	草丈 (cm)	苗重 (g)	窒素含量 (%)	最大葉長 (cm)	最大葉幅 (cm)	葉数 (枚)	全重 (kg/株)	比 (%)
無し	7.6	1.1	1.26	10.7	6.7	8.4	1.67	(100)
1回	7.0	1.0	1.43	12.9	7.9	9.3	1.93	(116)
3回	8.4	1.8	4.38	13.6	9.6	10.2	2.20	(132)
5回	8.8	2.0	5.56	15.3	9.1	10.3	1.76	(105)

注) 苗重および全重：新鮮重、窒素含量：乾物%

10月14日に移植、初期生育調査：10月21日、収穫開始前調査：1月16日

ハクサイセル苗を移植直前に液肥施用すると、移植時の苗の窒素含量が高くなるとともに、移植後の初期生育が向上する。この場合、濃度障害、機械適性苗の確保を考慮に入れると、移植1日前～2日前より2～3回施用するのが望ましい。また、本施肥法により天候に左右される露地栽培の移植に対して、移植適期の拡大が可能となり、天気予報に基づく移植日の設定が容易になる。

11 有機質資材の特性と利用法

1) はじめに

土づくりにとって、有機質資材は欠かせないものである。しかし、有機質資材には、植物残さや家畜ふん、その堆肥化したものなど多種多様なものがあり、使う資材の種類や使い方によっては十分な効果が発揮できない。そこで、個々の有機質資材の特性を把握して、それぞれの特性を生かして、土壌の化学性、物理性、生物性の総合的に均衡のとれた土づくりを進める必要がある。ここでは、昭和 59 年から 5 年間にわたり、兵庫、奈良、和歌山県の農業試験場が行った共同研究「有機質資材の複合的利用による畑利用水田野菜生産安定技術の確立」の研究成果を中心に、様々な有機質資材の様々な特性とその利用法について述べる。

2) 各種有機質資材の種類と成分組成

土づくりに使用する有機質資材と一概に言ってもその種類は多く、成分組成も変化に富んでいる。また、同じ種類の資材でも、その成分のバラツキは大きい。表 11-1 に県内で生産される主な堆肥の無機成分組成を示す。

表 11-1 県内で生産される主な堆肥等有機質資材の無機成分組成

有機質資材名	成分含量 (乾物当たり%)					
	C/N 比	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
(県内産堆肥)						
バーク堆肥	24～52 (30)	0.9～2.0 (1.4)	0.1～2.5 (0.4)	0.1～2.8 (0.5)	0.4～3.3 (1.5)	0.2～2.0 (0.4)
牛ふんカ ^ク ス ^ク 堆肥	14～43 (23)	0.8～2.6 (1.7)	0.8～3.5 (1.8)	0.3～3.1 (1.8)	0.7～4.5 (1.9)	0.3～1.9 (0.8)
鶏ふんカ ^ク ス ^ク 堆肥	7～28 (17)	1.2～3.4 (2.1)	2.1～11 (5.9)	0.6～5.3 (2.7)	2.5～20 (10.9)	0.3～1.9 (0.8)
豚ふんカ ^ク ス ^ク 堆肥	11～29 (18)	1.3～3.5 (2.2)	1.9～7.1 (3.9)	0.2～4.7 (2.0)	0.9～8.6 (3.5)	0.4～1.7 (0.9)
(その他の有機物)						
稲わら	48	0.9	0.3	2.6	0.3	0.3
小麦かん	148	0.3	0.1	1.7	0.4	0.1
青刈りソルゴー	29	1.5	0.6	2.6	0.4	0.3
スイートコーン茎葉	25	1.9	0.9	2.9	0.3	0.3
ピートモス	37	1.2	0.2	0.5	0.6	0.3
稲わら堆肥	14	2.3	1.5	5.2	2.4	0.5
乾燥牛ふん	16	2.4	2.3	1.8	2.3	1.0
乾燥豚ふん	10	4.2	4.7	2.0	3.0	1.2

注) 県内産堆肥の成分表示: 最低値～最高値、()内は平均値、その他の有機物は農試等の分析例

3) 土壌の化学性変化からみた特性と類別

各種有機質資材の連用に伴う土壌化学性の変化の特徴を表 11-2 に示す。

表11-2 土壌の養分変化からみた有機質資材の類別

区分	有機質資材名	pH	リン酸	カリ	石灰	苦土	銅	亜鉛
カリ集積	リン酸集積	牛ふんオガクズ堆肥	○	○	◎	○	○	○
		鶏ふんオガクズ堆肥	○	◎	○	◎		○
		バーク入り鶏ふん堆肥	○	◎	○	◎		
		乾燥牛ふん		○	○	○	○	
		馬ふん堆肥		○	◎		○	
		乾燥豚ふん		◎	○			◎
	リン酸非集積	稲わら堆肥			○			
		稲わら堆肥			○			
		小麦かん			○			
		青刈りソルゴー			○			
スイートコーン残さ				○				
非集積	バーク（尿素）堆肥							
	ピートモス							

「凡例」 変化の程度：◎増加（上昇）大、増加（上昇）中、空白は変化小

土壌の化学性変化から有機質資材を類別すると、まず、交換性カリが集積するものとし、次に、可給態リン酸の集積するものとし、次に、交換性石灰、カリの増加と pH の上昇がみられ、特に鶏ふんでその傾向が著しい。また、木質資材の入った堆肥では、土壌全炭素（腐植）、陽イオン交換容量が増加し、特にバーク堆肥でその効果が大きい。可給態リン酸は、家畜ふん及びその堆肥、特に鶏ふん堆肥と豚ふんで集積が著しい。

このように、単一資材の連用は長期にわたるほど、さらに施用量が多いほど、土壌に特定の無機元素の集積を生じ、養分のアンバランスとなって現れるため注意が必要である。

4) 有機質資材の分解特性と類別

有機物の分解特性による類別とその特徴を表 11-3 に示す。まず、各有機物の炭素の分解特性から、「速」～「極緩」の4つに分け、次に窒素の放出特性により類別した。

炭素分解の「速」には、乾燥豚ふんのように窒素の放出が速く、肥料的効果が高いが有機物の集積は少ないものがある。また、青刈りソルゴー、稲わらは、分解の初期に窒素を周辺土壌から取り込んだあと徐々に窒素を放出するもので、肥料的効果、有機物集積ともに少ない。

炭素分解「中」には、乾燥牛ふん、稲わら堆肥のように窒素の放出が比較的穏やかなものが属し、肥料的効果、有機物集積も中庸である。

炭素分解「緩」には、オガクズ入り堆肥やバーク堆肥がこれに属し、すべて有機物集積量が大い資材である。その中で、窒素の放出特性からさらに分類した。牛ふんオガクズ堆肥は窒

素の放出はゆるやかで肥料的効果は小さい。鶏ふんオガクズ堆肥は、初期の窒素放出量が多いため、初期の肥料的効果は大きいがその後窒素の放出は少なくなる。バーク堆肥は、窒素の放出が緩やかで肥料的効果は小さい。

炭素分解の「極緩」にはピートモスが属し、初期に窒素を少し取り込み、その放出も僅かで肥料的効果が極小で有機物の集積量が極めて大きい資材である。

表 11-3 有機質資材の分解特性による類別と特徴

分解（速度）特性		有機質資材の種類	施用効果	
炭素の分解	窒素の放出		肥料的効果	有機物集積
速	速(多)	乾燥豚ふん	大	小
	初期取込(少)→速(中)	青刈りソルゴー、スイートコーン残さ	初期マウス→小	小
	初期取込(中)→遅(中)	稲わら	初期マウス→小	小
	取込(極多)→極遅(少)	小麦かん	初期マウス大→極小	小
中	中	乾燥牛ふん	中	中
		稲わら堆肥	小	中
緩	中	馬ふん堆肥	小	大
	中→緩	牛ふんオガクズ堆肥	小	大
	初期多→取込→緩	鶏ふんオガクズ堆肥	初期大→小	大
	初期取込→緩(少)	バーク(尿素)堆肥	小	大
極緩	初期取込少→極少	ピートモス	極小	極大

5) 有機質資材施用による土壌中全炭素の増加と維持

有機質資材を連用すると、連用初期は施用回数に伴い土壌全炭素含量（腐植）は増加するが、その値はいずれ平衡に達し、施用した有機物と同量の有機物が分解するようになる。図 11-1、11-2 に牛ふんオガクズ堆肥、鶏ふんオガクズ堆肥及びバーク堆肥を連用した場合の土壌全炭素の変化を示す。オガクズ入り堆肥では牛ふん、鶏ふんとも第 6 作目まで増加し、その後は施用量に応じたレベルを維持する傾向にある。バーク堆肥では、第 10 作目でも、まだ全炭素が増加している。

表 11-4 に、牛ふんオガクズ堆肥、鶏ふんオガクズ堆肥を連用して土壌全炭素含量が平衡に達した時点における各資材の施用量に応じた全炭素の増加量（無処理区との差）を示す。農業試験場の土壌である全炭素含量 1%の黄色土において、全炭素含量を 2%増加維持するためには、牛ふんオガクズ堆肥では約 4t/10a、鶏ふんオガクズ堆肥では約 3t/10a を 6 年以上連用する必要がある。しかも、その増加した全炭素レベルを維持しようとするれば、それと同量の資材をその後も連用しなければならない。また、CEC も表 11-4 に示すように、資材の施用量に対応して増加する。

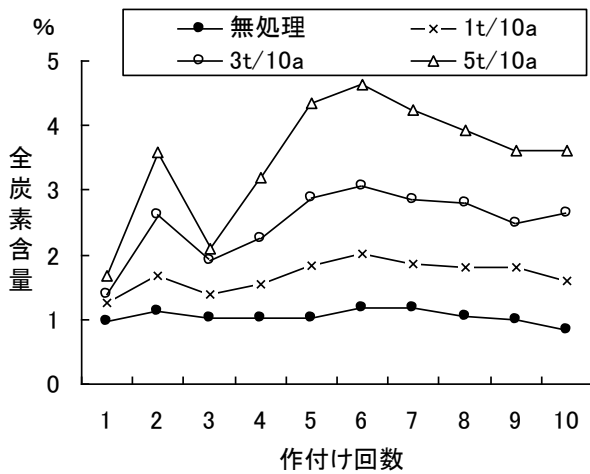


図 11-1 牛ふんオガクズ堆肥連用による全炭素の変化（露地、年 2 作、毎作連用）

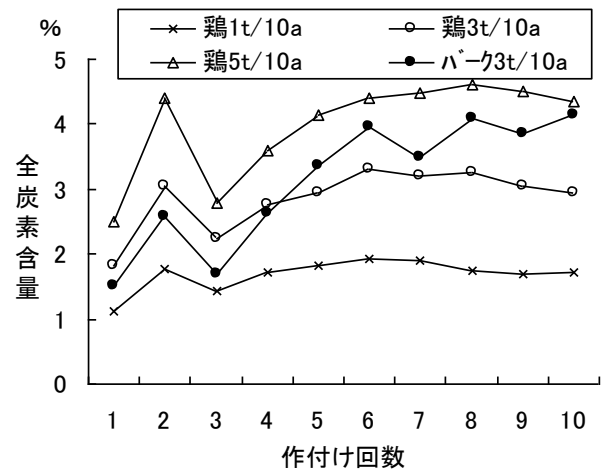


図 11-2 鶏ふんオガクズ堆肥及びバーク堆肥連用による全炭素の変化（露地、年 2 作、毎作連用）

表 11-4 有機質資材の連用と土壤全炭素と塩基置換容量（CEC）の増加（10 作連用後）

資材名・1 作当たりの施用量	土壤全炭素増加量*1	CEC 増加量*1
牛ふんオガクズ堆肥・ 1t/10a	0.58 %	0.8 me/100g
3t/10a	1.72	2.7
5t/10a	2.63	3.1
鶏ふんオガクズ堆肥・ 1t/10a	0.75	1.1
3t/10a	1.99	3.3
5t/10a	3.29	5.6

注) *1 : 10 作目の無処理区との差

6) 土壤改善項目と各種有機物の利用方法

土壤のいろいろな改善項目とその効果の高い有機質資材について表 11-5 に示す。また、県内で生産されている堆肥について利用方法を次に示す。

(1) バーク堆肥

養分含量が少なく多量施用が可能で、また分解が遅いため土壤物理性（排水性）の改善に適している。しかし、施用量が多いと乾燥害がでやすいため注意が必要である。

(2) 牛ふんオガクズ堆肥

難分解性のオガクズとふん尿由来の易分解性の有機物を含み、土壤物理性と地力の増強効果が高く、広範囲に使用できる。野菜での一般的な施用量は 1~3t/10a である。

(3) 豚ふんオガクズ堆肥

速効性の窒素含量が高く、野菜作付け前の基肥の補助資材等、窒素肥料成分が必要な場合に適している。多量施用すると濃度障害を起こす危険性がある。

(4) 鶏ふんオガクズ堆肥

速効性の窒素含量が高いため、豚ふんオガクズ堆肥とほぼ同様の利用法となる。鶏ふんオガクズ堆肥は石灰とリン酸含量が多く、pHが高いため新開畑の熟畑化に適している。2t/10a以上施用する場合は基肥の減肥を行い、また、連用する場合は1t/10a以下とする必要がある。

表11-6 土壌の改善項目と効果の高い有機質資材

改善目標	効果の高い有機質資材		
	兵庫	奈良	和歌山
肥沃度向上 (有機物増加等)	乾燥牛ふん 馬ふん堆肥 牛ふんオガクズ堆肥	乾燥牛ふん 鶏ふんオガクズ堆肥	牛ふんオガクズ堆肥 鶏ふんオガクズ堆肥 稲わら堆肥
物理性改善 (孔隙・透水性)	牛ふんオガクズ堆肥 馬ふん堆肥	バーク鶏ふん堆肥 鶏ふんオガクズ堆肥	バーク(尿素)堆肥 ピートモス
生物性			
・微生物活性	乾燥豚ふん	小麦かん、スイートコーン残さ	稲わら、乾燥牛ふん
・リゾクトニア病抑制	乾燥牛ふん	乾燥牛ふん、スイートコーン残さ 小麦かん	乾燥牛ふん、 鶏ふんオガクズ堆肥
・線虫害抑制	乾燥豚ふん		
作物の生産性*1	乾燥牛ふん 乾燥豚ふん 馬ふん堆肥	乾燥牛ふん 鶏ふんオガクズ堆肥	(イチゴ) 稲わら 稲わら堆肥 (トマト) バーク堆肥 牛ふんオガクズ堆肥

*1) 作付け体系は兵庫：柿刈ソーシユンギク、奈良：スイートコーン-柿刈ソク、和歌山：トマト-イチゴ

7) 有機質資材の複合的施用技術

従来から行われている単一の有機質資材の連用は、土壌養分の偏りを生じ、長期わたって作物の安定生産を維持していく上で好ましくないと考えられる。それを避けるためには、特性の異なる有機質資材を組み合わせる混合施用する方法や作付けする作物毎に種類を変えてリレー施用する方法が効果的である。表11-6に複合効果の組み合わせと効果の高い異種有機質資材の組み合わせを示す。混合施用では、特性の異なる資材の組み合わせにより、土壌の改善点が多くなり、土壌養分の偏りも回避できる。また、作付け体系内で対象作物毎に適した有機質資材を施用するリレー施用の例としては、トマト-イチゴ体系で、トマトに対する牛ふんオガクズ堆肥3t/10a、イチゴに対する太陽熱土壌消毒時に稲わら1t/10aの施用が上げられる。

表 11-6 複合効果の組合せと効果の高い異種有機質資材の組合せ

複合効果の組合せ	県名	効果の高い資材の組合せ
肥沃度 +生物性向上(土壌病害・ 線虫害抑制)	兵庫	乾燥牛ふん(馬ふん堆肥)+乾燥豚ふん
	奈良	乾燥牛ふん+スイートコーン残さ
	和歌山	牛ふんカグズ堆肥+稲わら(乾燥牛ふん)
物理性改善 +生物性向上(土壌病害・ 線虫害抑制)	兵庫	牛ふんカグズ堆肥+乾燥豚ふん(乾燥牛ふん)
	奈良	パーク(鶏ふん)堆肥+乾燥牛ふん
	和歌山	パーク(尿素)堆肥(ピートモス)+乾燥牛ふん
肥沃度向上 +物理性改善	兵庫	乾燥牛ふん(馬ふん堆肥)+牛ふんカグズ堆肥
	奈良	乾燥牛ふん+パーク(鶏ふん)堆肥
	和歌山	牛ふんカグズ堆肥+パーク(尿素)堆肥

8) 堆肥の熟度判定

(1) 現地における腐熟度の判定基準

表 11-7 に示すように、古くから生産現場で行われていた判定基準を数量化したもので、十分な情報が得られる場合は比較的正確に判定できる。

表 11-7 現地における腐熟度の判定基準(原田、1984)

色	黄～黄褐色(2)、褐色(5)、黒褐色～黒色(10)
形状	現物の形状をとどめる(2)、かなり崩れる(5)、ほとんど認めない(10)
臭気	ふん尿臭強い(2)、ふん尿臭弱い(5)、堆肥臭(10)
水分	強く握ると指の間から滴る(70%以上)(2) 強く握ると手のひらにかなりつく(60%前後)(5) 強く握っても手のひらにあまりつかない(50%前後)(10)
堆積中の 最高温度	50℃以下(2)、50～60℃(5)、60～70℃(15)、70℃以上(20)
堆積期間	家畜ふんだけ : 20日以内(2)、20日～2ヶ月(10)、2ヶ月以上(20) 家畜ふんと作物収穫残さの混合 : 20日以内(2)、20日～3ヶ月(10)、3ヶ月以上(20) 家畜ふんと木質物の混合 : 20日以内(2)、20日～6ヶ月(10)、6ヶ月以上(20)
切り返し 回数	2回以下(2)、3～6回(5)、7回以上(10)
強制通気	なし(0)、あり(10)

注) () 内は点数を示す。

これらを合計し、未熟(30点以下)、中熟(31～80点)、完熟(80点以上)とする。

(2) 発芽試験

確実性を期するならば、この方法が最も優れている。パークやオガクズに含まれるフェノール等の生育阻害物質の有無を調べる判定法である。

①風乾堆肥 5 g をビーカーに入れ、温水（60℃）100mL を加える

→②湯煎（60℃で3時間） →③ろ過（ガーゼ）

→④ろ液 10ml をろ紙（No.6）を2枚敷いたシャーレに入れる

→⑤播種（だいこん種子 25 粒を播き、ろ紙 1 枚で覆う）

→⑥3 日間静置した後、発芽率と子葉の異常を調べる

判定－蒸留水を用いたものを対照として、対比 90%以上で良好とする。

なお、土壌で判定する場合は、施用ほ場の土：施用堆肥＝1：1（容積比）で混和し播種する。このとき対照に堆肥無施用のポットも同様に行う。

（3）理化学分析法

測定診断室で行う手法であり、継続した分析が必要である。本法では、アンモニア害は判別できるが、有害物質等の影響は明らかとならない。

①試料現物 20g（水分 50%とする）を 200ml のビーカーにとる。

→②蒸留水 90ml を加える（1:10 となるように希釈）

→③攪拌 →④静置（5 分間） →⑤ろ過 →⑥ろ液 2ml を試験管にとる

→⑦蒸留水 10ml を加える →⑧攪拌

→⑨ネスラー試薬でアンモニア態窒素、GR（グリス・ロミン）試薬で硝酸態窒素を測定する。

判定－熟度が進むとアンモニア態窒素が減少し、硝酸態窒素が増加する。

9）有機質資材の含有成分の肥効を勘案した施用

有機質資材に含まれる肥料成分は、その種類により様々であるが、家畜ふんを含む堆肥は肥料成分の含有率が高く、肥料的効果も大きい(表 11-1、11-3)。このため、家畜ふん堆肥を施用する場合、堆肥中に含まれる肥料成分を考慮した施肥設計を行うことが重要となっている。しかし、家畜ふん堆肥の品質にバラツキが多く、肥効が一定でないため施肥量の大部分を有機物で代替することは困難である。そのため、化学肥料の基準施肥量の一部を作物生産に支障のない範囲の家畜ふん堆肥で代替するという考え方が基本である。窒素の代替率が高くなると気象条件によって肥効が不安定になりやすいため、窒素の代替率は鶏ふん堆肥では 50%、豚ふん・牛ふん堆肥では 30%を上限とする。窒素は家畜ふんの種類および窒素含有量により肥効率が異なるため、堆肥からの窒素、リン酸、カリ等の肥効を勘案して基肥施肥量を削減する。家畜ふん堆肥は、窒素に比べてリン酸やカリの肥効率や含有率が高いことが多いため、窒素を基準として堆肥施用量を決定すると、リン酸やカリの施肥量を超過する場合がある。このような場合には、過剰施肥を避けるため、基準施肥量を上限として堆肥施用量を決定する（「土壌診断と堆肥活用による肥料節減指針」および「家畜ふん堆肥を活用した施肥設計」参照）。

12 太陽熱利用による土壌消毒と土づくり（連作障害防止対策として）

1) はじめに

野菜ハウス栽培では、連作障害を回避するためハウスを移動することが最も効果的な方法である。しかし、これには労力的、経済的に問題があり、なかなか実行できない場合が多い。このため、夏期水稲作の導入、蒸気消毒法、ガス剤による土壌消毒法などが行われてきたが、これらの方法は、効果と高度利用の面から、労力と経済性の面から、また、安全性と公害の面から問題点を残している

奈良県でイチゴ萎黄病対策として開発された本法は、その後、全国各地でハウス野菜・花きの各種の作物について検討され、優れた効果が実証されている。さらに、露地栽培に対する適用も検討され、いくつかの成果も紹介されている。これらの効果は土壌病害虫の防除効果にとどまらず、土壌改善効果も極めて高く、両者が相助的に働き、効果的な連作障害回避対策となっている。

2) 太陽熱利用による土壌消毒と土づくりの特徴

農林水産省農業技術研究所（現農業研究センター）及び野菜試験場（現野菜茶業試験場）で、実施された連作障害アンケート調査によると、その原因は表12-1の通りである。

表 12-1 連作障害の原因別調査結果

連作障害要因	同左百分率 (%)	要因項目	同左百分率 (%)
① 土壌病害	35	土壌病害虫による	51
② 線虫	16		
③ 要素欠乏	12	土壌理化学性の悪化による	29
④ 酸性	7		
⑤ 理学性の悪化	5		
⑥ 濃度障害	5		
⑦ 毒素その他不明のもの	20		

連作障害は土壌病害虫の防除によって解決すると考えているものが51%と半分を占め、土壌改良＝土づくりによって回避できると考えているものが29%あり、この両方で80%になっている。即ち連作障害対策は、土壌消毒と土づくりによって80%が回避できるように考えている。

野菜栽培では、一般に土壌病害虫対策として、農薬及び蒸気による土壌消毒、土づくり対策として有機質・無機質資材の施用が実施されており、極めて重要な技術になっている。しかし、これらは個別技術として、それぞれの目的に適した方法が開発された個別の作業として栽培技術の中に体系化されている。今回開発された本法は、土壌消毒・土づくりの2つの技術を1つの作業体系の中で相助的に作用させ、それぞれの目的をより効率的に達成するところに大きな特徴を持っている。

(1) 土壌消毒効果

① 高地温による消毒効果

既往の文献によると45℃以上の高温が8日間持続すると多くの有害菌は死滅するとされ、太陽熱利用による土壌消毒効果は地温の上昇によるところが大きい。

図 12-1 及び 12-2 にハウスと露地における太陽熱消毒に伴う地温上昇を示した。地温の上昇は外気温と密接に関連するが、ハウスでは地表下 30cm で 45℃近くに達し、露地でも地表下 20cm で 40℃以上に上昇する。当然、ハウスの方が地上の上昇幅が大きく、盛夏時に 20~30 日間ハウスの太陽熱消毒を行うと、地温上昇により有害菌は死滅する。

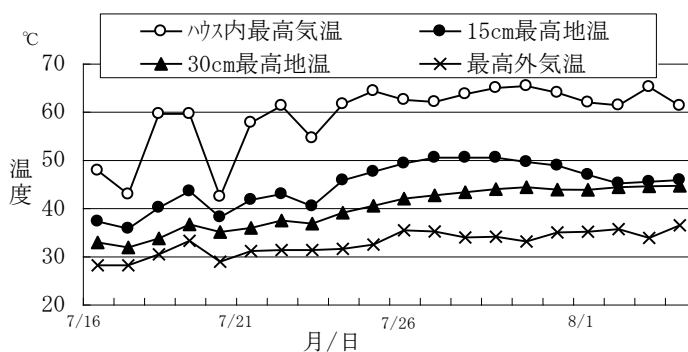


図 12-1 ハウス密閉処理における地温の推移
注) 昭和 58 年、名田試験地

露地の太陽熱消毒では、ハウスほど地温上昇が期待できないため、土壌深部での消毒効果は不安定になりやすい。

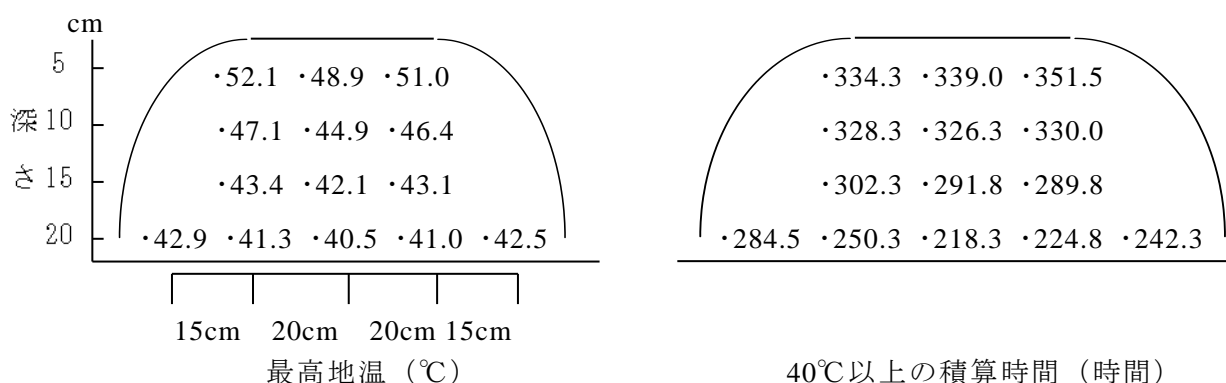


図 12-2 露地太陽熱処理による畝内の地温の変化
注) 昭和 58 年 7 月 22 日~8 月 22 日、旧川辺町

② 土壌水分による消毒効果の助長

土壌粒子の比熱は水の比熱より小さいため、土壌水分が少ないほど地温は上昇しやすいことになるが、熱伝導率は空気より水の方が大きいため、土壌深部まで高温に導くためには土壌孔隙内にも毛管水が保持されている方が有利である。

地温上昇に最適な土壌体積含水率は土壌の特性により異なり、砂土で 20%程度、壤土~埴壤土で 20~30%である (図 12-3)。しかし、エンドウエンドウ萎凋病菌とスターチス萎凋細菌病菌の殺菌効果 (図 12-4) からみた土壌体積含水率は 25~35%が適している。

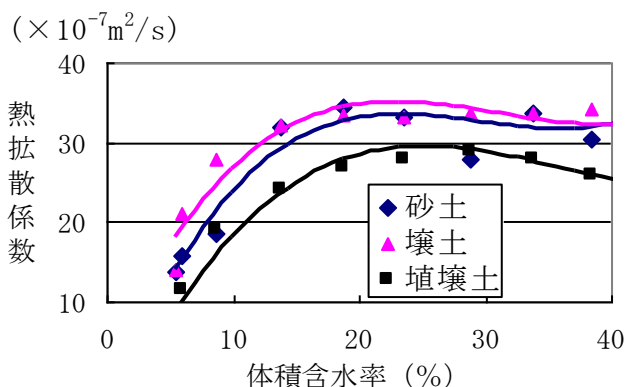


図 12-3 土壌体積含水率と熱拡散係数の関係
注) 砂土：和歌山市、壤土：紀の川市打田、埴壤土：紀の川市貴志川町

これらのことから、太陽熱処理時の目標とする土壤水分は体積含水率で 25～35%とする。

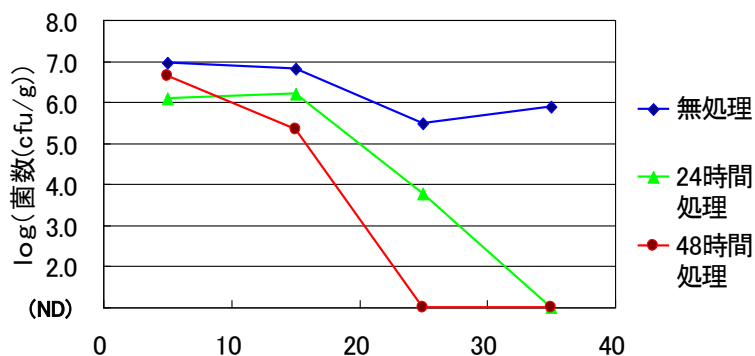


図 12-4 スターチス萎凋細菌病菌に対する 45°C 熱処理の殺菌効果と土壤水分の影響

③石灰窒素と有機質資材による消毒効果の助長

石灰窒素が土壤中で加水分解するとシアナミドが生成する。このシアナミドには殺菌効果があり、1000ppm 程度の濃度で各種病原菌に対する消毒効果が認められている。

有機質資材の投入による還元電位の低下や地温上昇の助長効果により病原菌の抑制効果が期待できる。(表 12-2～12-3)

(2) 土壤改良効果

野菜栽培土壤の土壤改良は、土を柔らかくし空気・水の通りを良くし、保水性を増す理学的の改善、各種養分の供給力を増大し、緩衝能を高め pH を矯正する化学性の改善、有用微生物をふやす微生物性の改善が目標となる。これらを達成するためには、施用した有機質資材を土壤中で分解させ腐植化を進める必要がある。この腐植化の速度は施用される有機質資材によって異なる。完熟堆肥が推奨されるのはこの腐植化をよりはやめるためである。

本法は、土壤中において、高地温、高水分を生かし、有機質資材を短期間に腐植化することにより、土づくりを達成し、野菜の生育を著しく向上させるものである。ハウスの太陽熱処理では石灰窒素と有機質資材を施用しなくても熱処理のみで消毒は可能であるが、有機質資材を施用した実例の方が野菜生育や収量が良好であることが多い。野菜栽培では土づくりが重要なポイントであり、この意味でも本法による土づくりと土壤病害の防除ができれば一石二鳥の効果があるといえる。(表 12-2～12-4)

(3) 除草効果

高水分下で石灰窒素が分解するとき生ずるシアナミドと高温のため雑草種子がほとんど死滅して、全く除草を必要としないという副次効果が明らかとなった。このことから、処理後の雑草の生え具合から処理の成否が判断できることになる。

表 12-2 有機物の施用量と土壌の変化（奈良農試）

処理区*	土 壤 微 生 物				土 壤 の 化 学 性			
	糸状菌		細菌		pH		無機態窒素 mg	
	処理前	処理後	処理前	処理後	処理前	処理後	処理前	処理後
①無処理					6.8	6.2	2.1	4.4
②稲わら+石灰窒素	33.2	1.6	16.3	21.0	7.6	6.7	19.3	9.1
③稲わら+青刈トウモロコシ +熟成カ ^ク ス ^ク +石灰窒素	40.6	2.4	17.0	60.0	7.3	7.3	13.4	8.9
④稲わら+熟成カ ^ク ス ^ク +石灰窒素	28.4	9.2	10.2	32.0	7.5	7.7	20.7	11.5

注) *: 施用量は 10a 当たり稲わら 2t、石灰窒素 100kg、青刈トウモロコシ 1t、熟成カ^クス^クは③区 7t、④区 8t

表 12-3 太陽熱・石灰窒素処理後イチゴ栽培跡地土壌の理化学性（奈良農試）

処理区	全窒素 %	灼熱損料 %	三 相 分 布 %			孔隙率 %
			気相	液相	固相	
①無処理	0.127	4.80	32.8	23.9	43.3	56.7
②稲わら+石灰窒素	0.144	5.92	33.8	28.1	38.1	61.9
③稲わら+青刈トウモロコシ+熟成カ ^ク ス ^ク +石灰窒素	0.165	6.84	36.2	29.1	34.7	65.3
④稲わら+熟成カ ^ク ス ^ク +石灰窒素	0.171	7.04	37.8	27.6	34.6	65.4

注) *: 施用量は 10a 当たり稲わら 2t、石灰窒素 100kg、青刈トウモロコシ 1t、熟成カ^クス^クは③区 7t、④区 8t、灼熱損料%：灰分%

表 12-4 ハウス太陽熱処理後のキュウリの生育とつる割病発病株（茨城園試）

処理	9 月 13 日		11 月 10 日				11 月 4 日	
	草丈	葉数	草丈	葉数	分枝数	第 10 葉	収穫量	発病株
	cm	枚	cm	枚	本	葉幅 cm	g/株	率%
無施用	26.7	5.2	268.9	24.8	9.8	26.7	783.8	0.8
石灰窒素+稲わら	40.1	6.3	239.2	21.3	10.2	26.9	1047.8	3.0
石灰窒素	23.8	4.8	248.7	22.6	11.0	26.1	882.8	1.5
稲わら	42.5	6.3	270.0	24.4	9.7	26.7	800.3	3.8
バーク堆肥	29.6	5.3	301.8	26.3	10.9	26.3	767.3	0.8

注) 11 月 10 日の調査時点には主蔓は 2m 前後で摘心されている。草丈、葉数は主蔓並びに最大伸長した子蔓の先端並びに展開葉までの値、収穫量は収穫始めから 11 月 10 日までの値、無処理（開放ハウス）の発病株率は 96.8%、石灰窒素 100kg/10a、稲わら 1t/10a、バーク堆肥 1t/10a

3) 実施方法

(1) ハウスの太陽熱消毒

① 実施時期

土壌消毒と土づくり効果を最大限に発揮させるため、梅雨明けの温度上昇期になるべく早く始めることが大切である。

② 有機物の施用

粗大有機物を用いて土づくり効果をあげるため施用量は多い程良いが、多すぎると小型トラクターによる反転鋤込みが困難となる。

[注意事項]

ア 9月中に作付けする場合は定植後の窒素飢餓をさけるため生オガクズ、モミガラは2t/10a以下とする。また、牛ふん堆肥は5~6t/10a以下、鶏ふんは1t/10a以下とし、ECの過上昇をさける。

イ 11月以降定植の場合は木質資材（一次発酵品）を10t/10aまで施用できるが、この場合は石灰窒素を150kg/10a併用する。

ウ 稲わら、飼料作物等は多量施用しても差し使えない。

③ 石灰窒素の散布

有機資材散布後その上に100~150kg/10aの石灰窒素をハウスのすみまで均一に散布し、稲わらや粗大有機質資材の分解促進をはかる。

[注意事項]

ア 窒素施用量の少ない作物を消毒終了直後に作付けする場合は、有機物として完熟堆肥を適量施用し、石灰窒素は施用しない。

イ 石灰窒素散布前に軽く散水しておくこと、耕起時にロータリーによる飛散を防止できる。

④ 耕起、畝立て

耕耘機等でなるべく深く耕し、有機質資材、石灰窒素を均一に混合する。耕起後耕耘機を利用して図12-5のように畝幅60~70cmの小畝を立て地表の面積を広くして熱効率をよくする。

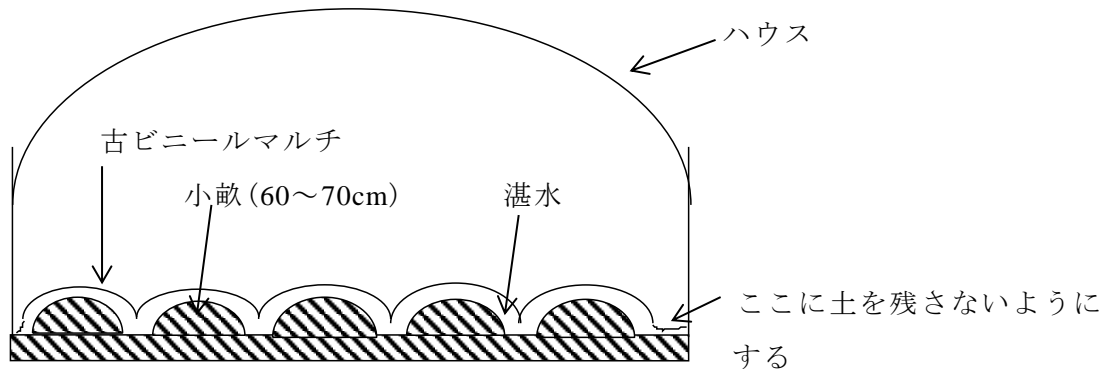


図 12-5 太陽熱処理の図式

[注意事項]

- ア ハウス側面の支柱際の土をなるべく内側に跳ね上げておかないと、ここに病原菌が残り雑草も繁茂する。
- イ 畝立ては熱効率を良くするばかりでなく、消毒後の排水がよく、後の作業がしやすくなる。

⑤ 古ビニールによるマルチ

畝立てが終わるとその上に古ビニールで全面マルチをする。この際、全面マルチ上にトンネルを設置した二重被覆を行うとマルチ内の地温上昇に効果的である。

[注意事項]

- ア ビニールに大きな穴があるときは必ず露出しないように重ねておく。
- イ ハウス側面の支柱際まで完全にマルチしておかないとここに病原菌が残る。
- ウ 透明ビニールがよく、黒色のものは下層への熱の伝導が悪い。
- エ トンネルを設置した二重被覆下では黒マルチでも地温上昇が可能である。また、土壌水分含量を飽和状態にせず、地温上昇に最適な土壌水分に保つことで、表面土壌が固結せず、表面耕起を行わずに播種することが可能となる。

⑥ 水を入れる

水田地帯では畝間に水を流し込んで一時湛水状態とする。水の浸透後はそのまま土が湿った状態とし、手で土を握りつぶして水滴が落ちない程度とする。

畑地では、下層まで水がゆきわたるよう充分かん水する必要がある。下層へ水がゆきわたっていない場合は熱の伝導が悪く消毒効果が上がらないので注意する。

[注意事項]

- ア 極端な砂質土で、表面が白く乾くようなことがあれば、途中一度水を入れてもよい。
- イ 畑地で用水の少ないときは、マルチをする前にかん水の方が水の効率がよい。また、梅雨末期の降雨をうまく利用しているところもある。この場合平畝で実施した方が水の節約になる。
- ウ ハウス密閉期間内の土壌の乾燥により、熱伝導が低下し、殺菌効果が低下するため、ドリップチューブをマルチ内に設置して適宜かん水すると効果的である。

⑦ ハウスの密閉

最後にハウスを全部密閉して 20～30 日放置する。

[注意事項]

- ア 7 月上・中旬以降の温度上昇期に実施すれば病原菌は 15 日で完全死滅するが、土づくり効果を上げるために 20 日以上が望ましい。
- イ 木質資材を多量施用し定植期が遅い場合は密閉期間を 1 ヶ月以上にすると土づくり効果が明らかに高くなるので定植作業を考えてできるだけ期間を長くするのがよい。

ウ 台風等でハウスの被覆ビニールを除去する場合もマルチだけは継続する。

⑧ 蒸し込みが終われば

直ちにハウス及びマルチを除去して降雨にさらし、次の定植まで放置する。

[注意事項]

ア 定植前に残存している無機態窒素の量が問題となる。残存無機態窒素は、石灰窒素の施用量、有機質資材の種類と施用量、ハウス開放後の降雨にさらした期間等により異なる。

イ 稲わらや飼料作物と石灰窒素 100kg/10a の組み合わせでは、ハウス開放直後に残存する無機態窒素は 10kg/10a 以下になっているため基肥は減肥しなくてよい。

ウ 家畜ふんや家畜ふん入り木質堆肥と石灰窒素 100kg/10a の組み合わせでは 10kg/10a 以上の無機態窒素が残存している場合がある。そのため、ハウス開放直後に定植するときは土壤の EC を測定し、EC 値によって基肥の減肥をするのが望ましい。

エ 石灰窒素を施用せずに完熟堆肥のみを施用した場合や定植が 11 月の時は基肥を減肥する必要はない。

⑨ 普及指導上留意すべき点

現在のところ、ハウス太陽熱処理の対象病害は表 12-5 のようになっている。実施事例については、「奈良県農業試験場研究報告(1979、1980)太陽熱とハウス密閉処理による土壤消毒についてⅠ～Ⅲ」に紹介されているので参考とされたい。

表 12-5 ハウス密閉処理の効果

防除効果	対象病害
顕著な病害	キュウリつる割病、ピーマン疫病、ナス半身萎凋病、イチゴ萎黄病、トマト根腐疫病、エンドウ立枯病、トマト白絹病、ホレンソウ株腐病、エンドウ茎えそ病、ネブセンチュウ、ネグサセンチュウ
発病抑制、遅延により被害が軽減される病害	トマト褐色根腐病、イチゴすくみ病、トマト萎凋病(J3)
不十分な病害	トマト青枯病、軟腐病
効果のない病害	トマトモザイク病(TMV)

(2) 露地太陽熱消毒

露地の太陽熱消毒法は和歌山、滋賀、兵庫県の産地で問題になっているエンドウ茎えそ病、レタスビッグベイン病、アブラナ科野菜の根こぶ病、ハクサイの根くびれ病等の防除対策として確立された。細部については「和歌山農試、滋賀農試、兵庫農総セ、太陽熱利用による水田転換露地野菜の土壤病害防除技術確立(1985)」を参考にされたい。

① 処理方法

ア 処理期間

夏期高温で日射量の多い時期の 7～8 月に実施する。

イ 有機質資材の施用

地力の維持増強を図るため、有機質資材を全炭素量で 500kg/10a 以上、具体的には、乾燥牛ふん 3t、牛ふんオガクズ堆肥 4t、バーク堆肥 2.5t を目標に耕起前に施用する。

前作物に飼料作物を栽培しすき込む方法もよい。(図 12-6)

ウ 石灰窒素、基肥の施用

石灰窒素は、病害の種類によって消毒効果の助長が認められ、また、表 12-6 に示すように残存窒素を基肥として利用できるのもので 100kg/10a を施用する。石灰窒素以外の基肥、その他の資材も同時に施用する。

エ 耕耘、畝立て

処理後の消毒効果の持続と再汚染を防ぐために被覆を継続して栽培するか、不耕起栽培を原則とする。従って処理後作付けする野菜の栽培に応じた畝を高めを立てる。

オ 被覆

透明な厚さ 0.05mm 程度のビニールまたはポリエチレンフィルムを用いて全面に被覆する。

カ 湛水

土壌水分は、消毒効果を高めるために最大容水量の 60% 程度をめどに被覆後、畝の肩近くまで一時湛水する。湛水しない場合は、降雨や散水により湿った状態の時に被覆する。

キ 処理期間

消毒に必要な期間は、Rhizoctonia 属菌、Pythium 属菌による苗立枯病は 5～10 日間、ハクサイ根くびれ病は 20～30 日間、レタスビッグベイン病、エンドウ茎えそ病、アブラナ科野菜の根こぶ病及びホウレンソウ萎凋病は 30～50 日間を目途とする。

② 処理期間の設定

最高気温(X)と深さ 10cm の最高地温(Y1)との間には $Y1 = 1.551X - 6.4 (r = 0.733^{**})$ の関係があり消毒有効地温 40℃に達するのは、最高気温 30℃以上の日と推定された。一方、晴天日の最高気温(X)と深さ 10cm で地温が 40℃以上の時間数(Y2)との間には、 $Y2 = 0.862X - 19.4 (r = 0.531^{**})$ の関係があり、最高気温 30℃の日には、40℃以上の地温が 6.5 時間持

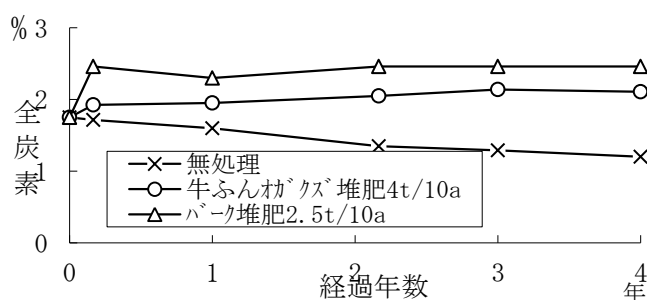


図 12-6 太陽熱処理を継続した場合の土壤全炭素含量の変化

表 12-6 太陽熱処理後に残存した無機態窒素

処理区	残存無機態窒素 mg/100g			
	昭和57年	昭和58年	昭和59年	平均
無施用	5	8	7	7
石灰窒素	20	21	22	21
石灰窒素+牛ふんオガクズ堆肥	16	29	20	22
石灰窒素+バーク堆肥	16	27	21	21

注) 和歌山農試、石灰窒素 100kg/10a、牛ふんオガクズ堆肥及びバーク堆肥は全炭素で 500kg/10a 施用

続すると推定された。レタスビッグベイン病を例にとると、地温 40℃以上の積算時間が 120 時間以上あれば消毒効果が認められ、必要処理時間 120/6.5 時間から、晴天日で 30℃以上の日が 19 日以上経過すれば消毒されたことになる。これにその間の曇雨天日数を加えた期間が有効期間と見なされる。

③ 消毒効果の助長と維持

消毒効果を高めるため、地温上昇に期待するだけでなく、土壌への各種の処理と耕種的な対応が必要である。

ア 石灰窒素の助長効果

室内試験では、石灰窒素の消毒効果が認められ、ほ場でもアブラナ科野菜の根こぶ病、ハクサイの根くびれ病及びホウレンソウ萎凋病で消毒効果が認められる。有機質資材の分解促進、土壌改良効果及び残存窒素の基肥利用の面から 100kg/10a 施用する。

イ 土壌水分と消毒効果

土壌水分の過少、過多では消毒効果が劣るので、最大容水量の 60%を目途に一時湛水する。

ウ マルチの継続栽培、不耕起栽培による効果の維持

耕土は深くなるに従い地温が低く消毒効果が劣るので、処理後もマルチ継続あるいは不耕起栽培とし、非消毒層の土壌が上層に混入しないようにする。マルチ継続栽培の場合は、高温によって苗の枯死を招かないようにカッターナイフ等で直径 15~25cm の大きな穴をあけて播種または定植する。

④ 適用範囲

平坦部及び日射量の多い中山間部の水田転換畑に適用でき、畑地にも応用できる。

曇雨天を除いた日で最高気温が 30℃以上の日が 20 日以上ある地域では、有効地温積算時間が 120 時間以上に達すると推定され、この技術が利用できる。

⑤ 普及指導上の注意

ア 処理時期は年間で最も高温の時期に実施する。

イ 処理期間中に台風等で被覆資材が破損した場合は、速やかに復元する。

ウ 処理後は、再汚染を防ぐため水路からの水の流入や降雨後の畝間滞水を防ぐ。

エ 40℃以上の積算時間が短い年は、薬剤等による補完処置が必要となる（表 12-7）。

表 12-7 太陽熱処理によるエンドウ茎えそ病の防除効果と地温(10cm 以下)の関係

年度	地温の集計期間	40℃以上の積算時間	発病株率 %	
			処理	無処理
昭和56年	7月17日～8月17日	174	3	100
昭和57年	7月29日～8月31日	103	65	100
昭和58年	7月26日～9月6日	375	3	100
昭和59年	7月18日～8月16日	228	3	100

注) 和歌山農試、昭和 57 年は冷夏

13 軽量培養土の pH、EC 測定法

花壇苗生産には、ピートモス等の容積重の小さい培養土が用いられている。これらは土壌と同様に測定すると、十分な懸濁液量が得られず、測定値の判断基準が異なる等の問題が生じる。そこで、軽量培養土に適用できる pH、EC の測定法について述べる。

培養土（生土：未風乾）と蒸留水を容積比で 1:5 として、60 分振とう後、pH、EC を測定する（図 13-1、1:5 生土容積法）。

培養土の容積重が異なっても、ニチニチソウの生育障害発生 EC 値は、1:5 容積比で測定を行うと容積重に影響されずほぼ同様の値を示している（図 13-2）。

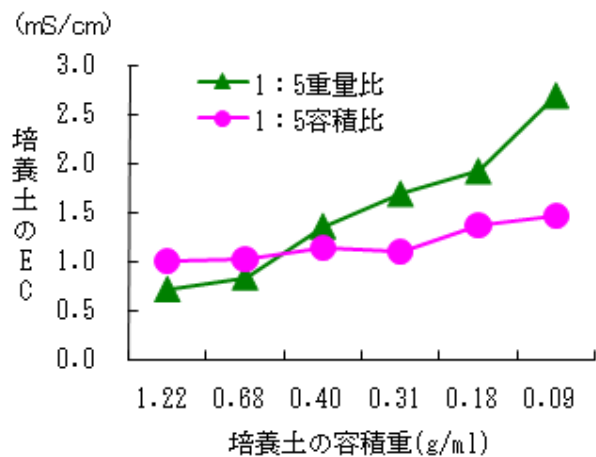
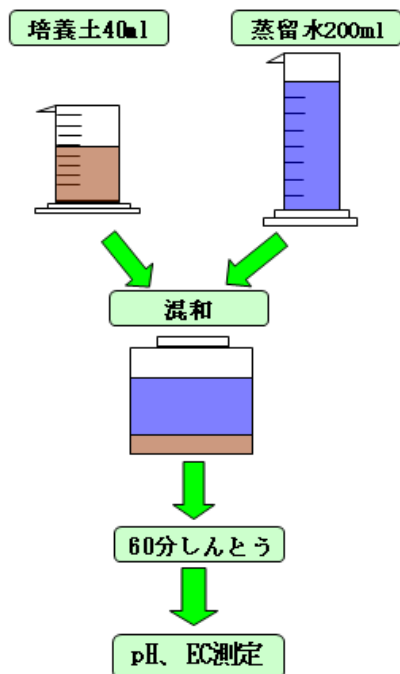


図 13-2 異なる容積重と培養土の EC

図 13-1 1:5 生土容積法による pH、EC 測定法

14 「ECO 作くん」を用いた土壌診断と施肥設計

1. はじめに

和歌山県では、肥料価格高騰対策として土壌診断に基づく適正施肥を推進しており、県内JAなどでは土壌分析点数が増加している。

今回、分析結果から土壌診断と施肥設計を簡単・迅速に行い、農家個々に最適な低コスト施肥法を示すためのソフト「ECO 作くん」を県と県農業協同組合連合会が共同開発した。

2. ソフトの内容と特徴

土壌の改善方法とともに土壌や家畜ふん堆肥に含まれる肥料成分も計算して施肥設計を行う。利便性や迅速性向上にすぐれ、以下の点に特徴がある。

- ①土壌診断は土壌4種類及び作目6グループに、施肥設計は県内の栽培作物55種類・105作型に対応している。
- ②簡単な数値変更で作物・作型の追加が可能である。
- ③最大250件の土壌診断・施肥設計を一度に行うことができる。
- ④表計算ソフト「エクセル」で利用できる。

3. ソフトを用いた土壌診断と施肥設計

1) データ入力

「ECO 作くん」を用いて土壌診断・施肥設計を行う場合、入力画面の表示に従いデータを入力する(図14-1)。この際、pH、EC、腐植、リン酸、石灰、苦土、カリは必須項目であり入力しないと診断が行われない。入力完了後「診断開始」ボタンを押すと、土壌診断及び施肥設計が行われ、その結果を土壌診断結果シートに表示する(図14-2)。必要に応じて土壌診断のみを行うことも可能である。

試料番号	年月日	地域名	圃地名	氏名	作目名	作物名	露地・ハウス	土壌の種類	作土深	pH	EC (mS/cm)	NO ₃ -N (mg/100g)	NH ₄ -N (mg/100g)	腐植 (%)	リン酸 P ₂ O ₅ (mg/100g)
1	1	湯浅川	A-4		野瀬:花菜	キャベツ, 秋冬どり	露地	黄色土	10	5.8	0.90			2.3	92
2					野瀬:花菜	その他	露地	その他	10						
3					野瀬:花菜	その他	露地	その他	10						
4					野瀬:花菜	その他	露地	その他	10						

図
14-1
ECO 作
くん入
力画面

2) 土壌診断結果

土壌診断結果シート<分析結果>欄には土壌分析値と土壌診断基準値を照合し、診断の欄に簡潔な診断コメントを表示する。

また、土壌の状態が一目で把握できるように、入力した土壌分析値と、土壌診断基準値の下限値および上限値をレーダーチャートで図示する。

さらに土壌診断結果をふまえて、<これからの対策>欄に土壌の現状と改良資材や肥料の施用について、具体的な対策を自動で表示する。<これからの対策>欄は土壌診断実施者が適宜コメントを追加することも可能である。

3) 施肥設計結果

＜施肥設計＞欄に栽培作物に対応した施肥設計を表示する。ここでは、土壌分析の結果と使用する堆肥の種類や量から、土壌と堆肥中の養分を自動計算し、必要な化成肥料の量が表示される。家畜ふん堆肥を用いる場合、堆肥中の窒素及びリン酸の肥料分が適正施肥量より多くなると、過剰施肥とならないように堆肥施用量を自動で再計算する。

土壌の状態が一目でわかるようにレーダーチャートで図示する。

土壌分析値から土壌の状態を診断し、診断コメントを表示する。

試料番号 A-1 年月日 2010/9/15

— 測定値 — 下限 — 上限

和歌山県・JA和歌山県農
作成日: 2010/12/9

地域名	圃地名	氏名		
貴志川				
作目名	作物名	露地・ハウス	作土深	
野菜・花き	キャベツ 秋冬どり	露地	10	

＜分析結果＞

分析項目	単位	分析値	基準値		診断
			下限	上限	
pH		5.8	6.0	7.0	基準値よりやや低いです。
EC	mS/cm	0.50	0.2	0.6	適正です。
腐植	%	2.3	3.0	5.0	基準値よりかなり低いです。
リン酸 P ₂ O ₅	mg/100g	92	30	80	基準値よりやや多いです。
石灰 CaO	mg/100g	214	181	227	適正です。
苦土 MgO	mg/100g	23	33	44	基準値よりかなり少ないです。
カリ K ₂ O	mg/100g	62	20	51	基準値よりかなり多いです。
CEC	me/100g	10.8	—	—	(推定値です。)
塩基飽和度	%	94	80	100	適正です。
石灰/苦土	当量比	6.7	3.0	5.0	大変悪いです。
苦土/カリ	当量比	0.9	2.0	4.0	大変悪いです。
有効態ケイ酸 SiO ₂	mg/100g	—	—	—	
遊離酸化鉄 Fe ₂ O ₃	mg/100g	—	—	—	

＜これからの対策＞

- ・苦土資材を増施する。
- ・硫酸苦土50kg/10a
- ・リン酸資材を減肥する。
- ・カリ肥料を減肥する。
- ・窒素肥料を減肥することができます。8kg/10a
- ・腐植が少ないので完熟堆肥を1.5-2t/10a増施する。
- ・家畜ふん堆肥の場合は肥料成分を含みます。肥料成分を考慮して施肥しましょう。

＜施肥設計＞

堆肥の種類	堆肥の養分量 (kg/10a)	適正施肥量 (kg/10a)	基肥(kg/10a)		追肥(kg/10a)	
			堆肥の養分量	必要な化成肥料	化成肥料	化成肥料
牛糞・豚ふん堆肥	窒素	8.0	27.0	9.0	3.0	15.0
2000	リン酸	—	20.0	32.0	0.0	5.0
	カリ	11.0	24.0	18.0	0.0	15.0

＜＜施肥設計(再計算)＞＞

堆肥の種類	堆肥の養分量 (kg/10a)	適正施肥量 (kg/10a)	基肥(kg/10a)		追肥(kg/10a)	
			堆肥の養分量	必要な化成肥料	化成肥料	化成肥料
牛糞・豚ふん堆肥	窒素	8.0	27.0	4.2	7.7	15.0
940	リン酸	—	20.0	15.0	0.0	5.0
	カリ	11.0	24.0	8.4	0.6	15.0

適正リン酸量をオーバーしたので堆肥施用量を再計算しました。

土壌診断結果をふまえた今後の対策が自動表示される。土壌診断実施者が適宜コメントを記入することも可能である。

土壌及び堆肥由来の肥料成分を算出し、必要な化成肥料の量を表示する。堆肥由来の肥料成分が適正施肥量を超過すると、適正な堆肥施用量を自動計算し、再設計を行う。

図 14-2 土壌診断結果シートと土壌診断結果例

4) 本ソフトは県の試験研究機関や振興局、県内各 JA などの関係機関で使用できる。

15 土壌診断と堆肥活用による肥料節減指針

■土壌診断の励行

作付け前の土壌分析に基づき、土壌中に残存する養分含量の評価とともに肥効見込み量の診断等を行いより効率的な施肥設計に努める。

■窒素肥料の減肥

土壌中の硝酸態窒素含量は分析、もしくは図 15-1 の関係式により土壌の EC 値から推定する。その硝酸態窒素含量から基肥窒素として見込める割合を表 15-1 に示す。表 15-2 には、土壌の EC 値から推定した基肥窒素の見込み量の例を示してある。これらを参考に基肥として見込める窒素量を勘案し肥料を節減する。

なお、硝酸態窒素が多量に蓄積した土壌において、多くの窒素肥料を削減する場合、施肥窒素に比べて土壌中硝酸態窒素は流亡しやすいため、生育状況により追肥時期を判断する。

表 15-1 土壌中硝酸態窒素含量から
基肥窒素の見込み割合

土壌中硝酸態窒素 (mg/100g)	基肥窒素として見込める割合 (%)
20 以下	60
21~40	70
41~60	80

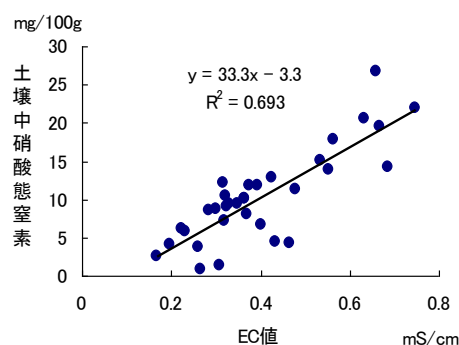


図 15-1 土壌 EC 値と土壌中硝酸態窒素含量の関係
露地野菜跡 (和歌山市、昭和 63 年)

表 15-2 土壌の EC 値からみた基肥窒素の見込み量 (露地：野菜・花き)

EC (mS/cm)	基肥窒素の見込み量 (kg/10a)	EC (mS/cm)	基肥窒素の見込み量 (kg/10a)
0.4	6	0.8	16
0.6	10	1.0	21

注 1) EC:電気伝導度

注 2) 図 15-1、表 15-1 から算出。(EC が 0.4mS/cm の場合 $y = (33.3 \times 0.4 - 3.3) \times 0.6 = 6$)

注 3) 施設の場合は、各土壌条件が異なるため硝酸態窒素を分析するのが望ましい。

■リン酸肥料の減肥

リン酸肥料の施用については、参考に示すとおり土壌診断基準に照らしたリン酸肥料の施肥が基本である。一般的には土壌中有効態リン酸が蓄積傾向にあることから、土壌分析を基本として表 15-3 の目安に示すとおり土壌中有効態リン酸含量からリン酸施肥量を求めることで効率的な施肥を行う。

表 15-3 土壌中有効態リン酸含量と施肥量の目安

作 目	土壌中有効態リン酸含量 (mg/100g)	リン酸施肥量 (目安)
野 菜 花 き	30 以下	基準量+リン酸資材
	31～80	基準量
	81～100	基準量の 80%相当
	101 以上	無施肥
水 稻	10 以下	基準量+リン酸資材
	11～30	基準量
	31 以上	無施肥
果 樹	50 以下	基準量
	51～100	基準量の 80%相当
	101 以上	基準量の 50%相当

参考 有効態リン酸の土壌診断基準

作目	土壌診断基準 (mg/100g)
野 菜	30～80
水稲	10～80
果樹	10～50

(県土壌肥料対策指針)

■カリ肥料の減肥

○対象作物：水稲・野菜・花き

カリ肥料の施用については、土壌中交換性カリ含量のうち土壌診断基準の上限値を上回った分を基肥基準量から減肥することが可能である。

カリの減肥量は、下記の式（A）により、CEC、土壌交換性カリ（ K_2O ）分析値から算出する。また、CECの測定値がない場合には、推定式（B）により、石灰（ CaO ）、苦土（ MgO ）、カリ（ K_2O ）の分析値等から推定することができる。

◇土壌交換性カリ含量に基づく減肥量の算出式（A）

○土壌分析（CEC、土壌交換性カリの分析値がある場合）

診断基準：CECの4～10%

土壌診断基準の上限値 = $CEC \times 0.1 \times 47.1$

減肥量 = 交換性カリ分析値 - 交換性カリ上限値

※CEC：塩基置換容量

[計算例]

1) CECが12me/100gの場合、カリ含有量の上限は10%であることから

カリの上限値 = $12 \times 0.1 \times 47.1 = 56 \text{mg}/100\text{g}$

2) 交換性カリの分析値が70mg/100gの場合

作土10cmで土100t/10aのカリ減肥量 = $70 - 56 \text{ kg}/10\text{a} = 14 \text{kg}/10\text{a}$

◇石灰、苦土、カリの土壌分析からCECの推定式（B）

塩基総当量 = 石灰（ CaO ）mg/28.0 + 苦土（ MgO ）mg/20.2 + カリ（ K_2O ）mg/47.1

$CEC = 15.4 - 7.45 \times \ln(\text{塩基総当量}) + 8.99 \times \text{塩基総当量}/\text{pH} - 6.15 \times EC$

※：lnはeを底とした対数（自然対数）

施設等の塩類集積土壌では、CEC推定値が実測値より高く計算される場合がある。CEC推定値が20me/100gを上回る場合は試験研究機関に相談する等注意する。

◇別途、推定式（A）及び（B）を用いてパソコン上で簡易に計算できる付属エクセルソフトを活用のこと。

■家畜ふん堆肥施用時の減肥

家畜ふん堆肥を施用する場合は、表 15-4 に示すとおり各堆肥毎に窒素、リン酸、カリの肥効率を勘案して家畜ふん堆肥に含まれる肥料分を施肥量から削減する。なお、家畜ふん堆肥の含有成分は各商品表示のとおりであるが、参考まで家畜ふん堆肥の含有成分の例を示す。

表 15-4 堆肥の種類・窒素含有率別の肥料成分の肥効率の目安

堆肥の種類	全窒素含量 乾物当たり	全窒素含量 現物当たり	堆肥の肥効率 (%)		
			窒素	リン酸	カリ
鶏糞	2%未満	1%未満	20	80	90
	2～4	1～2	50	80	90
	4以上	2以上	60	80	90
豚糞 牛糞	2%未満	1%未満	10	80	90
	2～4	1～2	30	80	90
	4以上	2以上	40	80	90

注) 肥効率は化学肥料の肥効を 100 とした場合の率

注 2) 現物当たり (%) は、一般的な水分含量 50% の堆肥を設定

注 3) 全加里含量が乾物当たり 1.5% 未満の場合は加里肥効率を 50% とする

注 4) 堆肥の含有成分の表示は、乾物又は現物当たりの表示が混在するので注意すること。

施用堆肥の肥効分量を求める計算式

$$y = \text{施用量} \times \text{成分割合} \times \text{肥効率}$$

計算例 現物当たり窒素 1.5%、リン酸 2.5%、加里 1.5%、水分 50% の表示がある鶏ふんカグズ堆肥を 1t/10a 施用する場合

- ・ 窒素 = $1000\text{kg} \times 0.015 \times 0.5 = 7.5\text{kg}$ ・ リン酸 = $1000\text{kg} \times 0.025 \times 0.8 = 20\text{kg}$
- ・ カリ = $1000\text{kg} \times 0.015 \times 0.9 = 13.8\text{kg}$

堆肥施用により窒素 7.5kg、リン酸 20kg、加里 13.8kg の肥効がある。

参考 家畜ふん堆肥の含有成分割合 (例)

堆肥名	現物あたり成分量 (%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
牛ふんカグズ堆肥	0.6	0.8	0.7
鶏ふんカグズ堆肥	1.5	2.5	1.5
乾燥牛ふん	1.6	1.9	1.4
乾燥鶏ふん	3.6	4.0	2.2

注) 乾燥牛ふん、乾燥鶏ふんの肥効率は表 15-4 の乾物当たりの欄を参照

別途、各堆肥の肥効量が算出できる付属エクセルソフトを活用のこと。

参考文献

- 1) 安西徹郎ほか「環境保全型農業推進のための施肥基準について」
農業及び園芸 80 巻 6 号 P641-650 2005
- 2) 藤原俊六郎・安西徹郎・加藤徹郎「土壌診断の方法と活用」 P66-100 農文協
- 3) 八槇敦、調査・分析項目の意味と診断（可給態リン酸）、
農業技術体系（土壌施肥編）、4 巻追録 9 号、P 基本 123-126
- 4) 岩手県農業研究センター、研究成果情報、1999
- 5) 土壌肥料対策指針（和歌山県農林水産部）、平成 12 年 3 月

16 家畜ふん堆肥を活用した施肥指針

1 はじめに

家畜ふん堆肥は、これまで土づくりに有効な資材として捉えられてきたが、最近の肥料高騰に対応して経費節減を図るために、堆肥の肥料成分を考慮した施肥体系を確立することが重要である。

鶏ふん堆肥は窒素の肥効が高く、またリン酸やカリも豊富に含んでいるため、鶏ふん堆肥を肥料としての積極的な利用を図る。また、牛ふん・豚ふん堆肥も窒素の肥効が低い、堆肥の肥料成分を換算してその他の肥料で補う。

1) 各種堆肥における肥料成分の肥効率

家畜ふん堆肥を施用する場合は、窒素は含有量によって肥効率が異なるため、表1を参考に堆肥からの窒素、リン酸、カリ等の肥効を勘案して基肥施肥量を削減する。

なお、ここで示した肥効率は、単年施用の場合であり、連年施用する場合は、前年までに施用した堆肥の分解により窒素肥効が高まる(牛ふんの場合2倍程度)。

参考まで代表的な家畜ふん堆肥の含有成分の例を示す。

表1 各種堆肥の窒素含有率別の肥料成分の肥効率の目安

堆肥の種類	全窒素含有量 (乾物当たり)	全窒素含有量 (現物当たり)	堆肥の肥効率 (%)		
			窒素	リン酸	カリ
鶏ふん堆肥	2%未満	1%未満	20	80	90
	2~4	1~2	50	80	90
	4以上	2以上	60	80	90
牛ふん・豚ふん堆肥	2%未満	1%未満	10	80	90
	2~4	1~2	30	80	90
	4以上	2以上	40	80	90

注) 肥効率は化学肥料の肥効を100とする。

現物当たり(%)は、水分含量を50%として計算した。

全カリ含量が乾物当たり1.5%未満の場合はカリ肥効率を50%とする。

成分含量は、堆肥の袋に表示されているが、堆肥の含有成分の表示は、乾物又は現物当たりの表示が混在するので注意すること。

石灰の肥効率は全ての堆肥が90%とした。

参考 家畜ふん堆肥の含有成分量 (例)

堆肥名	現物当たり成分割合 (%)				現物 1 トン当たりの成分量 (kg/10a)			
	窒素	リン酸	カリ	石灰	窒素	リン酸	カリ	石灰
鶏ふんカックス堆肥	1.5	2.5	1.5	5.5	7.5	20	13.5	49.5
乾燥鶏ふん	3.6	4.0	2.2	10.0	18	32	19.8	90.0
牛ふんカックス堆肥	0.6	0.8	0.7	1.0	0.6	6.4	3.5	9.0
乾燥牛ふん	1.6	1.9	1.4	—	4.8	15.2	12.6	—

注) 乾燥牛ふん、乾燥鶏ふんの肥効率は表1の乾物当たりの欄を参照

2) 使用のポイント

- ①鶏ふん堆肥では窒素、リン酸、カリを、牛ふん堆肥ではリン酸、カリを代替できる。肥料の代替として鶏ふん堆肥を基肥施用する場合の施用量は、肥料成分の溶出のバラツキをあらかじめ考慮して、基肥窒素の50%を上限に施用する。また、牛ふん、豚ふん堆肥を基肥施用する場合は同様に基肥窒素の30%を上限に施用する。
- ②堆肥の施用から野菜等の定植までが1週間以上と長びくと、硝化作用が起こり硝酸態窒素の流亡による肥効の低下がみられるので、堆肥で基肥代替をする場合は、堆肥施用から1週間以内に定植を行う。
- ③堆肥で代替されるリン酸またはカリが各品目の示した当初の基準施肥量を上回る場合は、過剰施肥を避けるため、基準施肥量を上限として堆肥施用量を決定する。
- ④ここでは、堆肥中の肥料成分を差し引いた施肥設計について計算方法を紹介するが、実際の施肥設計に当たっては、土壌分析により土壌中に残存している肥料成分を考慮して施肥設計を行う。

施肥成分量及び堆肥施用量の計算方法は次の通りである。

関係式（堆肥成分量＝堆肥施用量×成分割合×肥効率）から、堆肥施用量は以下の式で求められる。

$$\text{堆肥施用量} = \text{施肥成分量} \div \text{成分割合} \div \text{肥効率}$$

◎計算例

現物当たり窒素 1.5%、リン酸 2.5%、カリ 1.5%の表示のある鶏ふん堆肥を用いて、窒素成分 10kg に相当する施用量を計算する。

$$\text{施用量} = 10\text{kg} \div 0.015 \div 0.5 = 1333\text{kg}$$

鶏ふん堆肥 1333kg を施用する場合のリン酸、カリ量を計算する。

$$\text{リン酸} = 1333\text{kg} \times 0.025 \times 0.8 = 26.7\text{kg}$$

$$\text{カリ} = 1333\text{kg} \times 0.015 \times 0.9 = 18.0\text{kg}$$

窒素 10kg を代替する鶏ふん堆肥は 1333kg であり、それは同時にリン酸 26.7kg、カリ 18.0kg を代替する。

3) 連用による土壌の変化

家畜ふん堆肥の連用により、表2に示すように、鶏ふん堆肥では土壌中の有効態リン酸、交換性石灰が、牛ふん堆肥では交換性カリが蓄積するため、定期的に土壌診断を行い、リン酸等の過剰施肥をさける。

表2 堆肥の連用に伴う土壌養分の蓄積

堆肥の種類	蓄積養分		
	リン酸	カリ	石灰
鶏ふん堆肥	◎	○	◎
牛ふん堆肥	○	◎	
豚ふん堆肥	◎	○	

蓄積多:◎、蓄積中:○、蓄積少:空白

2 作物別施肥指針

化学肥料の代替として、肥効の高い鶏ふん堆肥を基肥等に活用する場合の施肥法について、水稲、ハクサイ、キャベツ、レタス、ホウレンソウ、中晩柑（不知火）、ウメの7品目について示す。

1) 水稲

①施肥のポイント

水稲の一般的な施肥は、基肥に窒素 5kg/10a、リン酸 8kg、カリ 5kg 施用し、追肥として窒素 5kg、カリ 5kg を施用している。

リン酸は全量基肥施用し、窒素とカリの追肥は出穂 25～22 日前、15～10 日前の 2 回に分施している。

鶏ふん堆肥を化学肥料代替として施用する場合は、基肥として施用し、施肥量は基肥窒素の 50% を上限に施用する。堆肥を追肥に施用すると窒素肥効が遅くまで続き玄米品質の低下を招くため、追肥は速効性の化学肥料を用いる。

②施肥設計の実際

表 3 に示す鶏ふん堆肥を用いて、基肥窒素の 50% である 2.5kg の窒素を代替する場合、1-2) 使用のポイント(2ページ)に基づいて計算すると、現物施用量は 333kg/10a である。この場合、窒素 2.5kg、リン酸 6.7kg、カリ 4.5kg が含まれる(表 4)。よって、基肥の化成肥料は、窒素 2.5kg、リン酸 1.3kg、カリ 0.5kg を施用する。

表3 鶏ふん堆肥(採卵鶏)の養分含量(現物当たり含有量)

窒素	リン酸	カリ	石灰	水分
1.5%	2.5%	1.5%	5.5%	50%

③留意点

鶏ふん堆肥は、代かきの 1 週間以内に施用する。施用から代かきまで 1 週間以上経過すると硝化作用が起こり窒素の利用率が低下する。

表4 鶏ふん堆肥利用における施肥設計例(kg/10a) (目標収量:550kg/10a)

	基準施肥量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例			合計
	基肥	追肥	合計	基肥		追肥	
				鶏ふん堆肥	化成肥料		
窒素	5	5	10	2.5	2.5	5	10
リン酸	8	0	8	6.7	1.3	0	8
カリ	5	5	10	4.5	0.5	5	10

注) 現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥333kg/10a施用の場合

2) 野菜

(1)年内どりハクサイ

①施肥のポイント

年内どり栽培の一般的な施肥量は、窒素 40kg/10a、リン酸 25kg、カリ 40kg 程度で、基肥窒素としてその 60%の 24kg が施用され、追肥は定植 20 日後と結球開始期の 2 回行われている。リン酸は全量基肥施用とし、カリは窒素と同様に施用されている。

鶏ふん堆肥を化学肥料代替として施用する場合は、基肥として施用し、施肥量は基肥窒素の 50%を上限に施用する。年内どりハクサイの場合、追肥時期の温度が低く、鶏ふん堆肥の窒素肥効が劣るため、追肥は速効性の化学肥料を用いる。

ただし、施用堆肥で代替されるリン酸あるいはカリが基準施肥量を上回る場合は、過剰施肥を避けるため、基準施肥量を上限として堆肥施用量を決定する。

②施肥設計の実際

表 3 に示す鶏ふん堆肥を用いて、基肥窒素の 50%である 12kg の窒素を代替する場合、1-2) 使用のポイント(2 ページ)に基づいて施用量を計算すると、現物施用量は 1,600kg/10a となる。しかし、リン酸の施肥量 25kg を上回り過剰施肥となるため、リン酸の施肥量 25kg を目標に再計算を行うと、1,250kg/10a である。この場合、窒素 9kg、リン酸 25kg、カリ 17kg が含まれる(表 5)。よって、基肥の化成肥料は、窒素 15kg、カリ 7kg を施用し、リン酸は省くことができる。

表5 鶏ふん堆肥利用における施肥設計例(kg/10a) (目標収量:9~10t/10a)

	基準施肥量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例		
	基肥	追肥	合計	基肥		合計
				鶏ふん堆肥	化成肥料	
窒素	24	16	40	9	15	40
リン酸	25	0	25	25	0	25
カリ	24	16	40	17	7	40

注) 現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥1250kg/10a施用の場合
この施肥設計には石灰資材約100kgが含まれる

(2)年内どりキャベツ

①施肥のポイント

年内どり栽培の一般的な施肥量は、窒素 35kg/10a、リン酸 25kg、カリ 35kg 程度であり、基肥窒素として、その 60%の 21kg が施用されている。

高い鶏ふん堆肥を化学肥料代替として施用する場合は、基肥として施用し、施肥量は基肥窒素の 50%を上限に施用する。追肥については、追肥時期の温度が低く、土壌表面施用であり、鶏ふん堆肥の窒素肥効が劣るため、速効性の化学肥料を用いる。

ただし、施用堆肥で代替されるリン酸あるいはカリが基準施肥量を上回る場合は、過剰施肥を避けるため、基準施肥量を上限として堆肥施用量を決定する。

②施肥設計の実際

表 3 に示す鶏ふん堆肥を用いて、基肥窒素の 50%である 10.5kg の窒素を代替する場合、1-2) 使用のポイント(2 ページ)に基づいて施用量を計算すると、現物施用量は 1,600kg/10a である。しかし、リン酸の施肥量 25kg を上回り過剰施肥となるため、リン酸の施肥量 25kg を目標に再計算を行うと、1,250kg/10a である。この場合、窒素 9kg、リン酸 25kg、カリ 17kg が含まれる(表 6)。よって、基肥の化成肥料は、窒素 12kg、カリ 4kg を施用し、リン酸は省くことができる。

表6 鶏ふん堆肥利用における年内どりキャベツ施肥設計例(kg/10a) (目標収量:4t/10a)

	基準施肥量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例		
	基肥	追肥	合計	基肥		合計
				鶏ふん堆肥	化成肥料	
窒素	21	14	35	9	12	35
リン酸	25	0	25	25	0	25
カリ	21	14	35	17	4	35

注) 現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥1250kg/10a施用の場合
この施肥設計には石灰資材約100kgが含まれる

(3)年内どりレタス

①施肥のポイント

年内どり栽培の一般的な施肥量は、窒素 25kg/10a、リン酸 25kg、カリ 25kg 程度で、基肥窒素としてその 60%の 15kg が施用されている。

また、マルチ栽培では施肥量がやや少なく、窒素 20kg/10a、リン酸 20kg、カリ 20kg が全量基肥施用されており、鶏ふん堆肥を化学肥料代替として施用する場合は、基肥窒素の 50%を上限に施用する。

ただし、施用堆肥で代替されるリン酸あるいはカリが基準施肥量を上回る場合は、過剰施肥を避けるため、基準施肥量を上限として堆肥施用量を決定する。

②施肥設計の実際

マルチ栽培において、表 3 に示す鶏ふん堆肥を用いて、基肥窒素の 50%である 10kg の窒素を代替する場合、1-2)使用のポイント(2ページ)に基づいて施用量を計算すると、現物施用量は 1,330kg/10a である。

しかし、リン酸の施肥量 20kg を上回り過剰施肥となるため、リン酸の施肥量 20kg に基づき再計算を行うと 1,000kg/10a となる。この場合、窒素 7.5kg、リン酸 20kg、カリ 13.5kg が含まれる(表 7)。よって、基肥の化成肥料は、窒素 12.5kg、カリ 6.5kg を施用し、リン酸は省くことができる。

表7 鶏ふん堆肥利用におけるレタスマルチ栽培の施肥設計例(kg/10a) (目標収量:3t/10a)

	基準施肥量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例			
	基肥	追肥	合計	基肥		追肥	合計
				鶏ふん堆肥	化成肥料		
窒素	20	0	20	7.5	12.5	0	20
リン酸	20	0	20	20	0	0	20
カリ	20	0	20	13.5	6.5	0	20

注)現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥1000kg/10a施用の場合
この施肥設計には石灰資材約100kgが含まれる

(4) ホウレンソウ（露地栽培）

① 施肥のポイント

生育日数が短い露地の春、秋どり栽培での一般的な施肥量は、窒素 15kg/10a、リン酸 10kg、カリ 15kg 程度であり、基肥窒素としてその 50%の 7.5kg が施用されている。

露地冬どり栽培の一般的な施肥量は、窒素 20kg/10a、リン酸 10kg、カリ 20kg 程度であり、基肥窒素としてその 50%の 10kg が施用されている。何れの作型ともリン酸は全量基肥施用し、カリは窒素と同時に施用されている。

鶏ふん堆肥を化学肥料代替として施用する場合は、基肥として施用し、施肥量は基肥窒素の 50%を上限とする。

また、冬どり栽培で、播種時期が遅くなると鶏ふん堆肥の肥効が劣るため、10月以降播種の作型には鶏ふん堆肥による肥料代替は適さない。

② 施肥設計の実際

表 3 に示す鶏ふん堆肥を用いて、基肥窒素の 50%である 3.75kg の窒素を代替する場合、1-2) 使用のポイント(2 ページ)に基づいて、春、秋どり栽培の施用量を計算すると現物施用量は 500kg/10a である。この場合、窒素 4kg、リン酸 10kg、カリ 7kg が含まれる(表 8)。よって、基肥の化成肥料は、窒素 3.5kg、カリ 0.5kg を施用し、リン酸は省くことができる。

同様に、冬どり栽培の施肥設計を表 9 に示す。基肥の化成肥料は、窒素 6kg、カリ 3kg を施用し、リン酸は省くことができる。

表8 鶏ふん堆肥利用における春、秋どり栽培の施肥設計例(kg/10a) (目標収量:1t/10a)

	基準施肥量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例			
	基肥	追肥	合計	基肥		追肥	合計
				鶏ふん堆肥	化成肥料		
窒素	7.5	7.5	15	4	3.5	7.5	15
リン酸	10	0	10	10	0	0	10
カリ	7.5	7.5	15	7	0.5	7.5	15

注) 現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥500kg/10a施用の場合
この施肥設計には石灰資材約50kgが含まれる

表9 鶏ふん堆肥利用における冬どり栽培の施肥設計例(kg/10a) (目標収量:2t/10a)

	基準施肥量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例			
	基肥	追肥	合計	基肥		追肥	合計
				鶏ふん堆肥	化成肥料		
窒素	10	10	20	4	6	10	20
リン酸	10	0	10	10	0	0	10
カリ	10	10	20	7	3	10	20

注) 現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥500kg/10a施用の場合
この施肥設計には石灰資材約50kgが含まれる

3) 果樹

(1) 中晩柑(不知火)

①施肥のポイント

中晩柑は、大果・連年安定生産、樹勢維持に重点をおくため、温州ミカンに比べて樹体栄養を高い水準に保つ必要があり、施肥量は温州ミカンよりも多くする。

不知火では、1回の施肥量を多くするよりも分施肥回数を増やして樹勢維持向上に努める。

鶏ふん堆肥を複合肥料の代替とする場合は、窒素肥効は劣るものの、リン酸、カリの肥効が十分あるため、土づくりを兼ねて初春肥に施用する。他の時期は窒素とカリ中心の施肥とする。

なお、他の中晩生カンキツ類にも応用ができる。

②施肥設計の実際

表3に示す鶏ふん堆肥を用いて、初春肥において5kgの窒素を代替する場合、1-2)使用のポイント(2ページ)に基づいて施肥量を計算すると、現物施肥量は660kg/10aである。この場合、窒素5kg、リン酸13kg、カリ9kgが含まれる(表10)。よって、カリは減肥でき、リン酸施肥は省くことができる。

表10 鶏ふん堆肥利用における不知火の施肥設計例(kg/10a) (目標収量:3t/10a)

施用時期	基準施肥量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例			
	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	備考
初春肥 (2月下旬)	5	2.5	3	5	13	9	鶏ふん堆肥
春肥 (4月下旬)	5	2.5	3	5	0	0	
夏肥 (6月上旬)	5	2.5	3	5	0	3	
初秋肥 (9月上旬)	5	2.5	3	5	0	3	
秋肥 (10月下旬)	5	2.5	3	5	0	0	
合計	25	12.5	15	25	13	15	

注) 現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥660kg/10a施用の場合
この施肥設計には石灰資材約50kgが含まれる

(2) ウメ

① 施肥のポイント

ウメの施肥は、実肥、礼肥、基肥の年間3時期に分けて行う。施肥効率を高めるには、実肥は比較的速効的な肥料を4月から5月に2回に分施し、礼肥は完熟果収穫では収穫前に施肥し、基肥は9月下旬から10月上旬の秋雨期までに施肥する。

鶏ふん堆肥を複合肥料の代替えとする場合は、窒素肥効は劣るがリン酸、カリの含有成分が高いことや、礼肥に施肥すると完熟果収穫ではネット敷設や収穫運搬作業時の衛生面や施肥後の臭いが問題となるため、基肥での施用が適する。他の施肥時期では窒素、カリ中心の施肥とする。

② 施肥設計の実際

表3に示す鶏ふん堆肥を用いて、基肥窒素の100%である7.5kgの窒素を代替する場合、1-2)使用のポイント(2ページ)に基づいて施用量を計算すると、現物施用量は1,000kg/10aとなる。しかし、カリの施肥量6.6kgを上回り過剰施肥となるため、カリの施肥量6.6kgに基づき再計算を行うと、現物施用量は500kg/10aである。この場合、窒素3.75kg、リン酸10kg、カリ6.7kgが含まれる(表11)。よって、リン酸、カリは減肥できる。

表11 鶏ふん堆肥利用における施肥設計例(kg/10a) (目標収量:2t/10a)

施用時期	基準施用量			鶏ふん堆肥利用の施肥設計例			
	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	備考
実肥1(4月上中旬)	3.8	2.1	6.6	3.8	2	6.6	
実肥2(5月上中旬)	3.8	2.1	3.3	3.8	2	3.3	
礼肥(6月下旬~7月上旬)	10	5.6	5.5	10	0	5.4	
基肥(9月下旬~10月上旬)	7.5	4.2	6.6	3.75	0	0	
				3.75	10	6.7	鶏ふん堆肥
合計	25	14	22	25	14	22	

注) 現物当たり窒素1.5%の鶏ふん堆肥500kg/10a施用の場合
この施肥設計には石灰資材約50kgが含まれる

剪定枝堆肥で土づくり

果樹剪定枝も大切な資源です

今年の剪定枝で、来年の土づくり準備をしましょう



剪定枝



チップ化



チップパーで細断



堆肥化



約10ヶ月で完熟堆肥

カンキツ

剪定枝葉チップ/10a標準
200~300kg(1.5~2m³) + ※鶏糞(窒素3%)
20~30kg

- 水を散水します。(水分60%が目安)
(手で握ると湿りが手に残る程度、水がしたたり落ちると多すぎる)
 - 1、2、3か月後に切り返します。
(乾燥している場合は散水する)
 - 約10か月で完熟堆肥になります。
 - ※カキ、モモ、ウメ(右欄)参照
- <留意点>
- 屋外で堆積する場合、ミカンのマルチ栽培用の透湿性シートで被覆すると良いです。
 - カンキツ剪定枝は葉を含むので鶏糞等の添加は省くこともできます。

カキ、モモ、ウメ

剪定枝チップ/10a標準
250~300kg(1.5~2m³) + ※鶏糞(窒素3%)
50~70kg

- 水を十分に散水します。
(水分60%が目安)
 - 1、2、3か月後に切り返します。
(乾燥している場合は散水します)
 - 約10か月で完熟堆肥になります。
 - ※鶏糞が入り困難な場合は尿素3kgまたは石灰窒素6kgでも良いが発酵がやや遅れます。
- <留意点>
- 屋外での堆肥化で、コガネムシ類の飛来やイノシシ等による被害を防ぐには表面をビニールシート等で覆います。

カキ剪定枝の堆肥化例



堆肥化開始
鶏糞と混合後、散水

約10か月



完熟堆肥完成
体積は約1/3に減少

堆肥の品質を判断

- 色や形
発酵が進むと黒くなり元の形がなくなります。
- 種をまく
堆肥1に土3(体積比)で混合し、コマツナ等の種をまき、発芽、生育の様子を土だけの対照と比べます。



土のみ 土+堆肥

剪定枝堆肥の利用方法

分解が遅いため、バーク堆肥と同様に土壌の水はけ等の物理性改善に効果的です。施用方法としては、

- 改植時の土壌改良
- たこつぼ穴施用
- 乾燥防止を兼ねたマルチ施用 等があります。

<留意点>

標準的な10a分の剪定枝からできる堆肥は、樹種により少し異なるものの200~250kgできます。集団化など創意工夫で効率的に取り組みましょう。

18 ウメせん定枝チップの簡易堆肥化方法

1. はじめに

ウメのせん定枝は10aあたり250kg程度排出される。このせん定枝を堆肥化すると良質な有機物資源となり、土づくりに有効に活用できる。ウメのせん定枝を小規模で手間をかけずに園内で堆肥化する方法を次に示す。

2. 簡易堆肥化方法

10a分のウメせん定枝をチップパー機で粉砕するとコンテナ約30杯(約250kg)となり、これに発酵鶏糞60kgと混ぜ合わせ、幅約1.8m、高さ約0.8mに積み上げる。その際、踏み固めながら積み上げると、そのまま積み上げるものと比べ堆肥内部の温度が上昇する。その後、下から水がしみ出る程度まで散水し、そのまま8~10ヶ月おく。基本は切り返しなしでも良いが、2ヶ月以内に切り返しを行うと、再び堆肥内の温度が上昇し、より熟度の進んだ堆肥となる。

3. 堆肥施用効果

ウメ剪定枝チップ堆肥をウメに表層施用すると、土壌の保水性向上効果が確認されている。

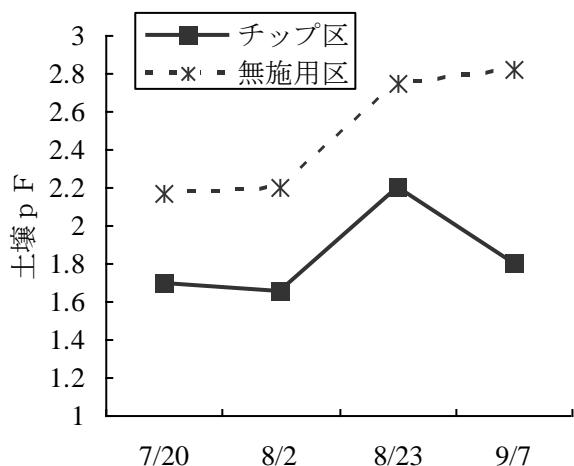


図1 晴天日連続後の土壌pF値

注) 各区2ヶ所の樹冠外周部にpF計を設置
降雨のない日が5日以上連続した日に測定
土壌pF値が高いほど土壌水分が少ない状態を示す

19 土壤改良資材の局所投入による極早生ウンシュウミカンの新梢と根の発育促進

「ゆら早生」は樹勢が低下しやすい品種であり、一度極端に樹勢が低下すると回復は難しいため、いかに樹勢を維持するかが重要です。一般的な樹勢維持の方法として堆肥の投入による土壤改良や主枝先端部の摘蕾・摘果の徹底、適正着果量の維持、適期のかん水等が挙げられますが、樹勢が低下してしまった樹に対して応急的に効果のある方法として局所土壤改良があります。

「ゆら早生」は比較的発根しにくい品種であり、樹勢が低下した樹では非常に根の量が少なくなっています。そこで樹の周囲に溝を掘り、土壤改良資材を投入することで発根を促すことがこの技術の目的です。

(1) 資材の準備

土壤改良資材にはパーライトとピートモスを8：2で混合した資材を用います。



① パーライト8に対してピートモス2の割合で資材を混合します。

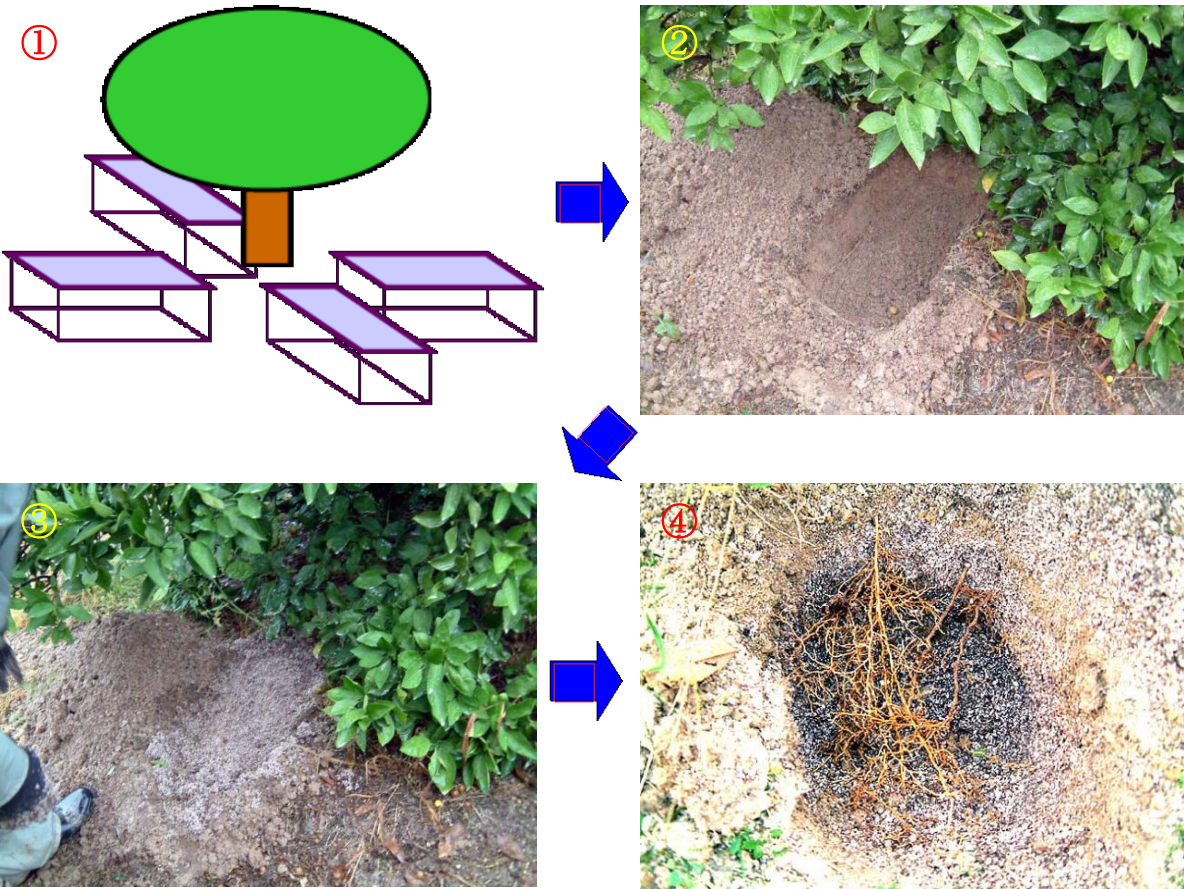
なお、ピートモスはほぐしたものを使用してください

② 全体的に混ぜるとこのような感じ
です。

③ 一穴分(16 $\frac{1}{2}$)ずつ袋に小分けし、
資材に水分を含ませます。穴あきの袋
を用いると、小分けした袋に直接水
入れられるので便利です。

(乾燥したピートモスは水分をは
じく性質があるので、一晩程度かけて
ゆっくり水分を含ませます)

(2) 資材の投入方法



The diagram and photographs illustrate the four-step process of material input for tree care:

- ①** A diagram shows a tree with four rectangular boxes representing the material input locations around its base.
- ②** A photograph shows a hole being dug in the soil next to a tree, with a yellow circle highlighting the hole.
- ③** A photograph shows the material being added to the hole, with a yellow circle highlighting the material.
- ④** A photograph shows the roots of the tree growing into the material, with a red circle highlighting the roots.

①樹の周囲4カ所に処理します（樹の大きさや労力により増減可能です）

②幅20cm×長さ40cm×深さ20cmの穴を掘ります。このとき既存の根に接するよう
に穴を掘ります。ただし、根を大きく傷めないよう注意してください。
（根の無いところに資材を埋めると、効果が出るまでの期間が長くなります）

③掘った穴に、事前に準備した資材を投入します。資材の流亡防止のため、元の土を
覆土としてかぶせます。

④資材投入部に新しい根が多く発生します。

注意：この技術は樹勢が低下し、細根が減少している樹に対して行うものです。

樹勢が保たれており、表層に細根が多い園地では既存の根を傷める可能性が
高いため実施しないでください。

また、水がたまりやすい園地では発生した根を傷める可能性があるため、
事前に排水対策を十分に行ってください。

20 温州みかんマルチ栽培指針

1. 極早生ウンシュウのマルチ栽培指針

1) 適応品種

樹勢が中庸以上の品種を対象に果実品質の向上を図る。

2) 目標品質 10月

糖度:11.0以上

酸:1.1%以下

着色:完全着色

L・M級果割合:60%以上

3) 園地条件

1. 南向きで日当りの良い平坦～緩傾斜の園地。
2. 地下水位が低く、排水の良好な園。
3. 主根域土層の深さが30cm以内の園。
4. 畝栽培の園。
5. 密植でなく、樹勢が中以上で着果性の良好な園。
6. 果汁の糖度が収穫時の平均値で10.0以上の園。

4) マルチ方法

マルチ資材:透湿性シート(タイベック等)

マルチ方法:

全面マルチ(かん水チューブ設置園)

1. マルチ時期は梅雨明けの7月下旬とし、その時点の果実横径が3.8～4.0cmになるように早期摘果をする。
2. マルチは降雨(20mm以上)後、またはかん水(20mm)後被覆する。
3. マルチ下に雨水が流入しないようにする。
4. マルチ除去は原則として収穫直前とする。

部分マルチ

1. 主として着色促進を図る目的で実施する。
2. 地下水位が低く、排水良好な園地で従来より着色を早めたい園で行う。
3. マルチは樹冠下に限定し、その時期は8月中下旬とする。
4. マルチ幅は畝幅や樹冠の大きさにより異なるが、園地全体の50%以下とする。
5. マルチ除去は原則として収穫直後とする。

5) マルチ前の管理

有機物施用:2月に牛ふん堆肥を1t/10a、またはバーク堆肥を2t/10a 施用する。

施肥:3月上旬に窒素成分6~8kg/10aを除草後施用する。ただし、牛ふん堆肥を施用した場合は6kg/10aとする。

6) マルチ期間中の管理

かん水

時期:

朝に葉が萎凋している場合。

9月上旬~10月上旬の果汁の酸が裸地の平年値より0.5~0.3%高い場合

程度:

5mm/回、ただし、晴天続く場合は10mm/回、期間中3~5回。

7) 収穫後の管理

秋肥:マルチ除去後すぐに速効性割合の高い肥料で、窒素成分12kg/10aを施用し、5mm程度のかん水を行う。部分マルチの場合は原則として収穫7~14日前と収穫直後の2回に分施する。

葉面散布:樹勢が低下している場合には窒素系の液肥(尿素なら500倍液)を晴天時に7~10日間隔で2~3回散布する。

2. 早生ウンシュウのマルチ栽培指針

1) 適応品種

宮川早生、興津早生の樹勢中庸以上を対象に果実品質向上を図る。

2) 目標品質

糖度:12.0以上

酸:0.9~1.1%

着色:完全着色

L・M級果割合:70%以上

3) 園地条件

1. 東~南向きで日当りの良好な園。
2. 地下水位が低く、排水の良好な園。
3. 主根域土層の深さが30cm以内の園。
4. 密植でなく、樹勢が中以上で着果性の良好な園。
5. 果汁の糖度が収穫時の平均値で11.0以上の園。

4) マルチ方法

マルチ資材:透湿性シート(タイベック等)

マルチ方法:全面マルチ(かん水チューブ設置が望ましい)

1. マルチ時期は8月上旬とし、その時点の果実横径が4.0cmになるように早期摘果をする。
2. マルチは降雨(20mm以上)後、またはかん水(20mm)後に実施する。
3. マルチ下に雨水が流入しないようにする。
4. マルチ除去は10月下旬～11月上旬とするが、浮皮の発生が心配される園では収穫時とする。

5) マルチ前の管理

有機物施用:2月に牛ふん堆肥を1t/10a、またはバーク堆肥を2t/10a 施用する。

春肥:3月上旬に窒素成分6～8kg/10a を除草後に施用する。ただし、牛ふん堆肥を施用した場合は6kg/10a とする。

夏肥:5月の土壌のEC(1:5)により施肥の有無を判断する。施用する場合は速効性肥料で窒素成分3～4kg/10a とする。

6) マルチ期間中の管理

かん水

時期:

朝に葉が萎凋している場合。

9月上旬から10月中旬の果汁の酸が裸地の平年値より0.5～0.3%高い場合

程度:

5mm/回、晴天続く場合は10mm/回、期間中3～5回。

7) 収穫後の管理

秋肥:マルチ除去後すぐに速効性割合の高い肥料で窒素成分10～12kg/10a 施用し、5mm程度のかん水を行う。

葉面散布:マルチ除去が遅れた園や樹勢が低下している園では窒素系の液肥(尿素なら500倍液)を晴天時に7～10日間隔で2～3回散布する。

3. 普通ウンシュウのマルチ栽培指針

1) 適応品種

対象は向山等の中生で、果実の品質向上を図る。

2) 目標品質

糖度:12.0以上

酸:0.9～1.1%

着色:完全着色

L・M級果割合:70%以上

3) 園地条件

1. 東～南向きで日当りの良好な園。
2. 地下水位が低く、排水良好な園。
3. 主根域土層の深さが30cm以内の園。
4. 密植でなく、樹勢が中以上で着果性の良好な園。
5. 果汁の糖度が収穫時の平年値で11.0以上の園。

4) マルチ方法

マルチ資材:透湿性シート(タイベック等)

マルチ方法:全面マルチ(かん水チューブ設置が望ましい)

1. マルチ時期は8月中下旬とし、その時点の果実横径が4.0cmになるように早期摘果をする。
2. マルチは降雨(20mm以上)後、またはかん水(20mm)後被覆する。
3. マルチ下に雨水が流入しないようにする。
4. マルチ除去は11月中下旬とするが、浮皮の発生が心配される園では収穫時とする。

5) マルチ前の管理

有機物の施用:2月に牛ふん堆肥を1t/10a、またはバーク堆肥を2t/10a 施用する。

春肥:3月上旬に窒素成分6～8kg/10a を除草後に施用する。

夏肥:5月の土壌のEC(1:5)により施肥の有無を判断する。施用する場合は速効性肥料で窒素成分3～4kg/10a とする。

6) マルチ中の管理

かん水

時期:朝に葉が萎凋している場合。

9月中旬から11月上旬に果汁の酸が裸地の平均値より0.5～0.3%高い場合。

程度:5mm/回、晴天が続く場合は10mm/回、期間中3～5回

7) 収穫後の管理

出荷時期:収穫後果汁の酸が高い場合は簡易貯蔵を行い、減酸の程度をみて出荷する。

秋肥:マルチ除去後すぐに速効性割合の高い肥料で窒素成分10～12kg/10a 施用し、5mm程度のかん水を行う。

葉面散布:マルチ除去が遅れた園や樹勢が低下している園では窒素系の液肥(尿素なら500倍液)を晴天時に7～10日間隔で2～3回散布する。

21 ミカン園の水管理

美味しい有田ミカンを毎年消費者に届けるために！

吸水には健全な根と葉が必要

植物の吸水には、浸透圧によって根が水を吸い上げる力、葉からの蒸散によって上へ引っ張る力（蒸散作用）、連続した水柱による吸引力（毛管現象）などが関係しているといわれています。健全な根と葉が必要なのです。

美味しいミカンの生育パターン

(糖度 12 以上, 酸 1% 以下, M 級果実)

同じ M 級果実でも、生育期間中の水ストレスの与えかたで、味は大きく変わります(図 1)。美味しいミカンを毎年安定して生産するには、梅雨明け～盆過ぎ(第 I 期)と 9 月中旬～収穫期(第 III 期)に適度な乾燥ストレスを与えて糖を上昇させます。しかし、8 月下旬～9 月中旬(第 II 期)には一旦水を戻して果実肥大と減酸を進めます。適度な乾燥ストレスとは、日中に萎れていても明け方には元に戻るレベルです。

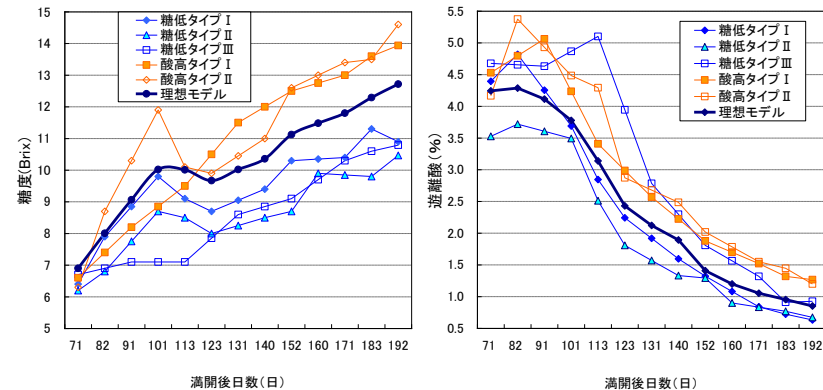


図 1 生育パターンの違いと果実品質(理想パターン他)

- 糖低タイプ I：第 III 期の乾燥不足で糖も酸も低い
- 糖低タイプ II：第 I 期、第 III 期ともに乾燥ストレス不足で糖も酸も低い
- 糖低タイプ III：第 I 期の乾燥ストレス不足で糖も酸も低い
- 酸高タイプ I：第 I 期の乾燥不足で糖低く、第 II 期に水戻しできず乾燥続けたため酸高
- 酸高タイプ II：第 I 期と第 III 期の乾燥ストレスが強すぎて糖は高いが酸高

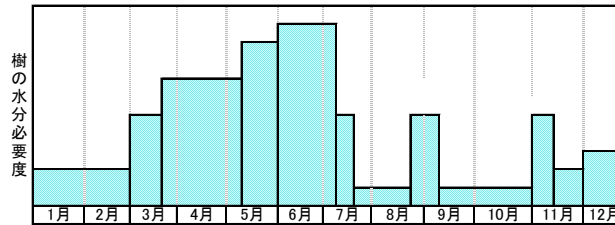


図 2 美味しいミカンづくりのための灌水目安

表 1 高品質・M 級果実の横径肥大と糖酸推移(早生)

満開後日数(月/日)*	60	71	82	91	101	113	123	131	140	152	160	171	183	192
糖度(Brix)		6.9	8.0	9.1	10.0	10.0	9.7	10.0	10.4	11.1	11.5	11.8	12.3	12.7
遊離酸(%)		4.24	4.29	4.11	3.78	3.14	2.43	2.12	1.89	1.41	1.20	1.05	0.95	0.85
果実横径(mm)	29.2	34.5	37.4	39.3	41.4	45.7	49.3	51.6	54.1	56.9	59.2	61.1	63.1	64.0
肥大量(mm/10日)	5.3	2.7	2.1	2.1	3.6	3.7	2.8	2.7	2.5	2.6	1.9	1.6	1.0	

* 5/9 満開の場合

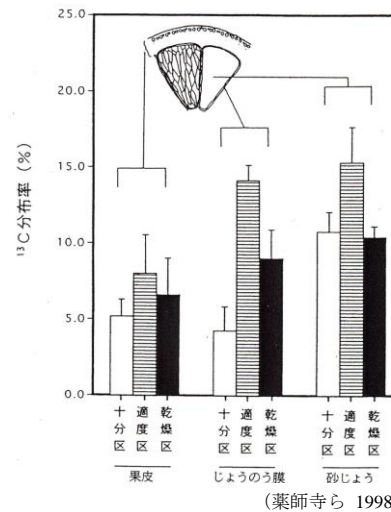


図 3 乾燥ストレスと ¹³C 分配率
適度な乾燥ストレスで糖高い
過度な乾燥は逆効果！！

水分状態	← 湿潤 → 乾燥											
水分恒数	最大容水量	ほ場容水量	水分当量	生長阻害水分点	毛管連絡断点	初期シオレ点	永久シオレ点	風乾	炉乾			
pF	0	1	1.5	1.8	2	2.7	3	3.8	4.2-4.5	5	6	7
水柱 cm	1	10	31.6	63.1	100	501	1000	6310	15849-	100000	1000000	10000000
土壌水の分類	重力水			毛管水				吸湿水				

図 4 土壌水分恒数(マトリックポテンシャルによる分類)
ミカン樹が利用できるのは毛管水です。
水分当量～初期シオレ点で乾燥ストレスを受けます。
pF は土壌から水を吸い出すのに必要な圧力(水柱の常用対数)

表層の細根が水と肥料を吸収する 表層の細根を守り増やす管理が大切

ミカンの根は浅く、ほとんどの細根は 0～20 cm 層にあります。真夏の高温乾燥は表層の細根にダメージを与えます。敷ワラ、敷草、有機物施用、草生栽培などによって地温の上昇を防ぎましょう。また、灌水は土壌が乾ききらないうちに実施します。少量多頻度灌水が樹勢の維持と高品質果実生産に適しています。

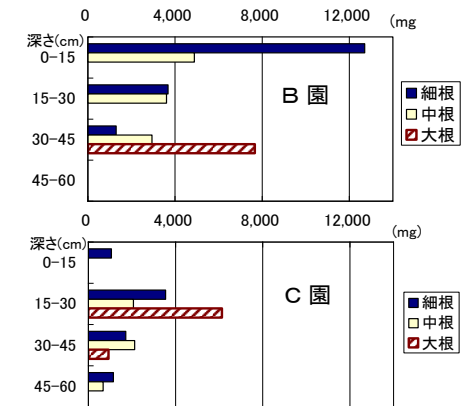


図 5 水管理法の違いと根群分布(ハウスミカン)
B 園：少量多頻度灌水で表層に細根発達
C 園：長期の断水で深層部に細根あり

発行：日本一有田ミカンを目指す運動実行委員会
作成：和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場