

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 ^ハ 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	有機ユートップ(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量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

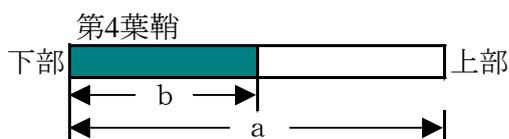
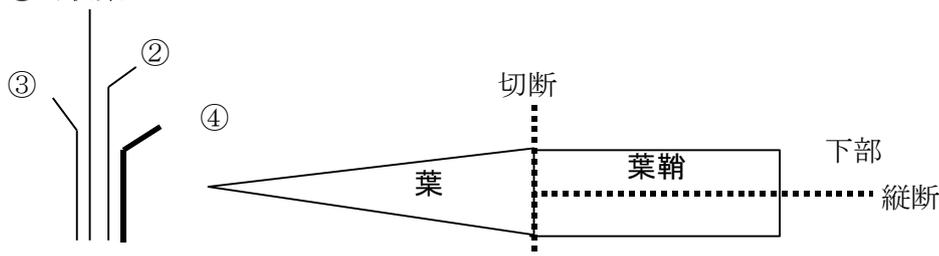
- ア) カッター、かみそりの刃、ものさし（葉鞘を採取し縦断出来る携帯に便利なもの）
- イ) 試薬瓶（100cc 容の合成樹脂製着色試薬瓶が適する）
- ウ) 試験管
- エ) 0.1～0.2%ヨード、ヨードカリ液

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

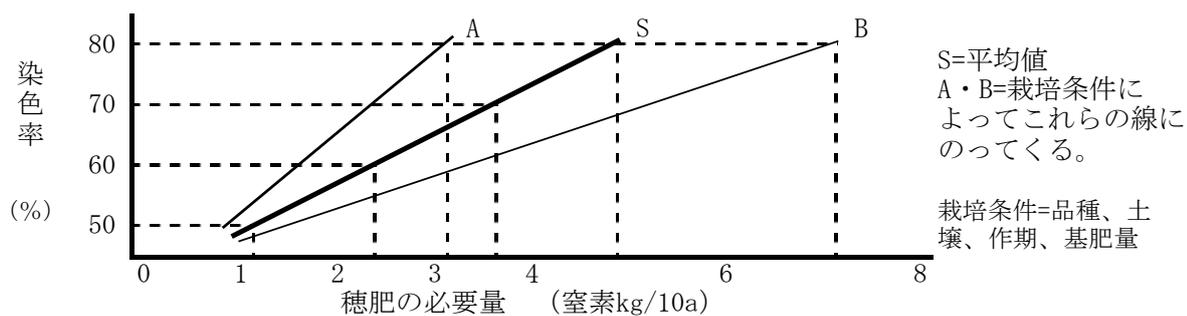
平均的な株の主稈の上部第 4 位（診断葉④）の葉鞘を用い、この葉鞘を縦断する。また、同時に

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の栽植密度の場合、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、地下水中には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。

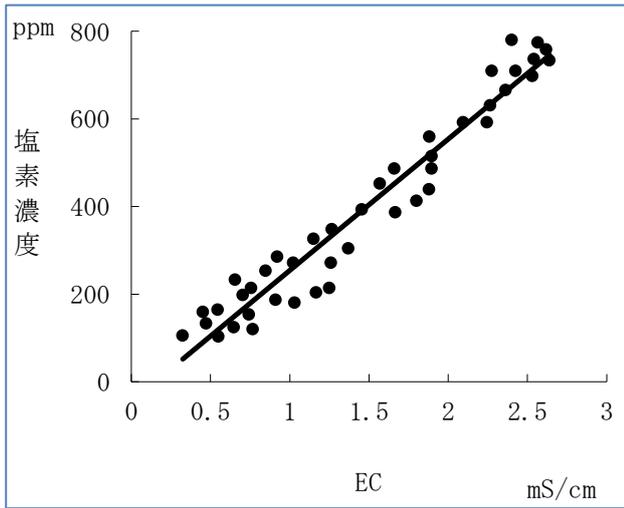


図 8-1 河川水における EC と塩素濃度の関係
(千葉県佐原市、土壌診断の方法と活用より)

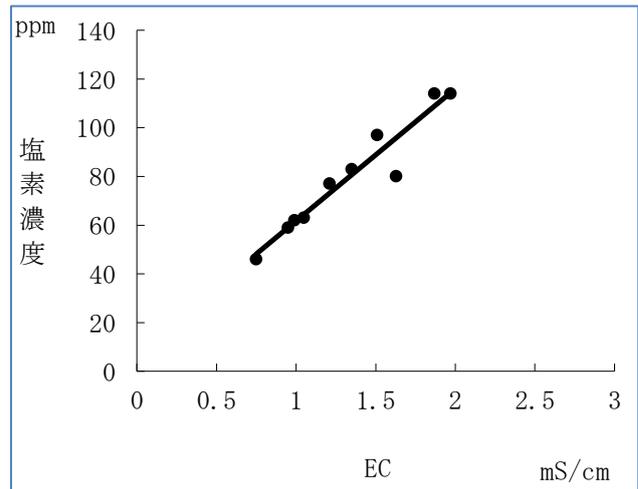


図 8-2 地下水における EC と塩素濃度の関係
(和歌山市砂丘未熟土地帯、土壌環境調査)

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)
水稻 移植期	<200	300<
水稻 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。

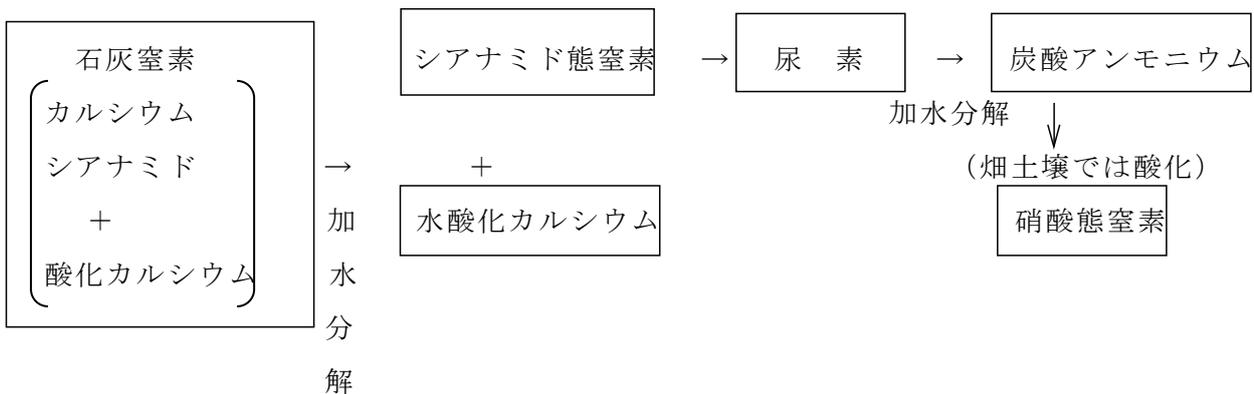


図 9-1 石灰窒素の分解過程

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。

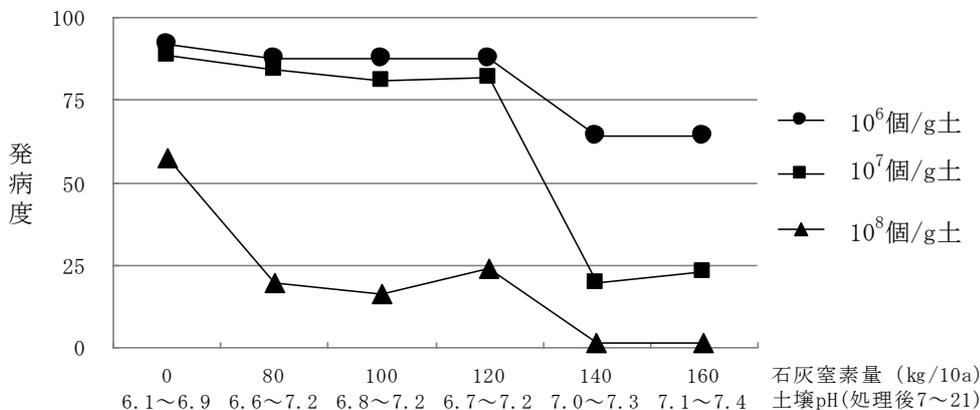


図 9-2 根こぶ病菌密度の異なる土壌での石灰窒素施用量とハクサイ苗の発病度(和歌山農試)

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)

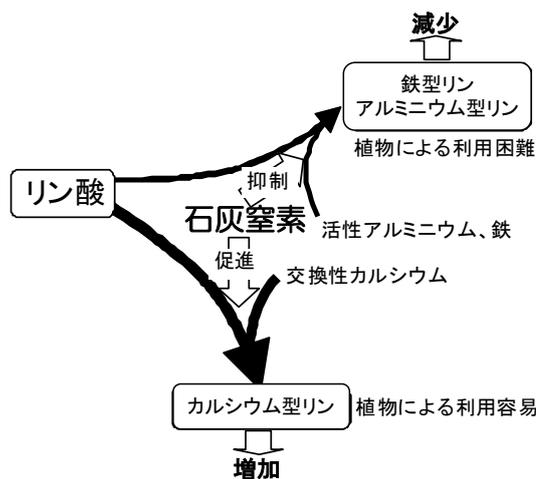
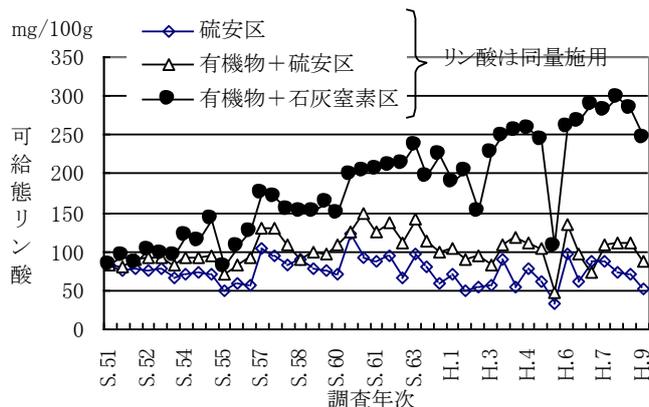


図9-4 石灰窒素の施用効果

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、その他有機物は農試等の分析例

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。

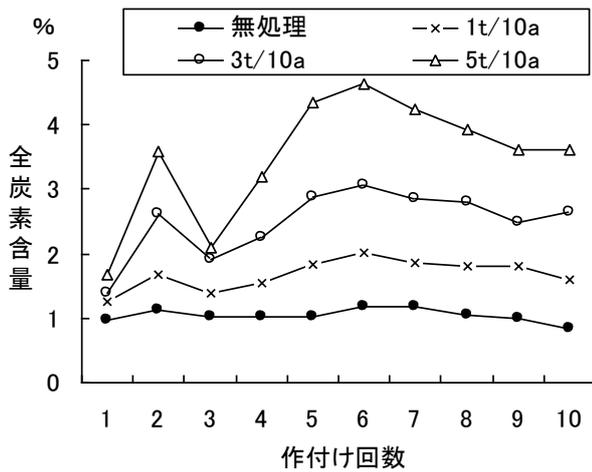


図 11-1 牛ふんオガクズ堆肥連用による全炭素の変化（露地、年2作、毎作連用）

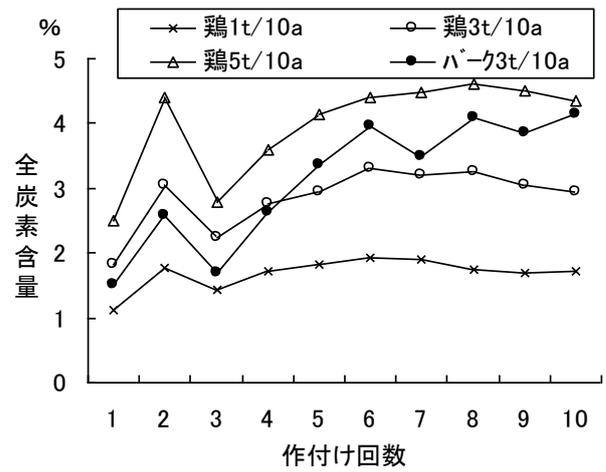


図 11-2 鶏ふんオガクズ堆肥及びバーク堆肥連用による全炭素の変化（露地、年2作、毎作連用）

表 11-4 有機質資材の連用と土壌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	土壌全炭素増加量*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) 土壌改善項目と各種有機物の利用方法

土壌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壌物理性（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、土壌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：柿レンソウ-シシトフ、奈良：スイートコーン-柿レンソウ、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。

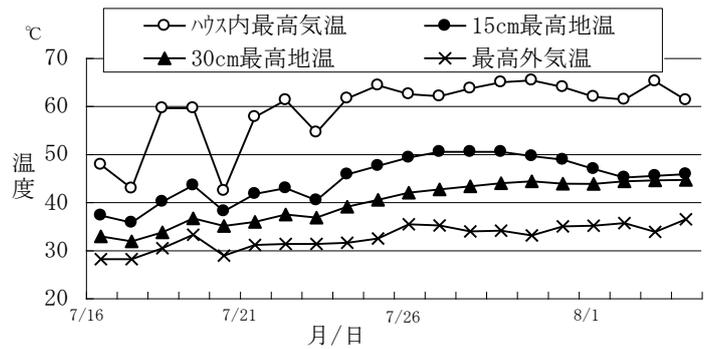


図 12-1 ハウス密閉処理における地温の推移
注) 昭和 58 年、名田試験地

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。

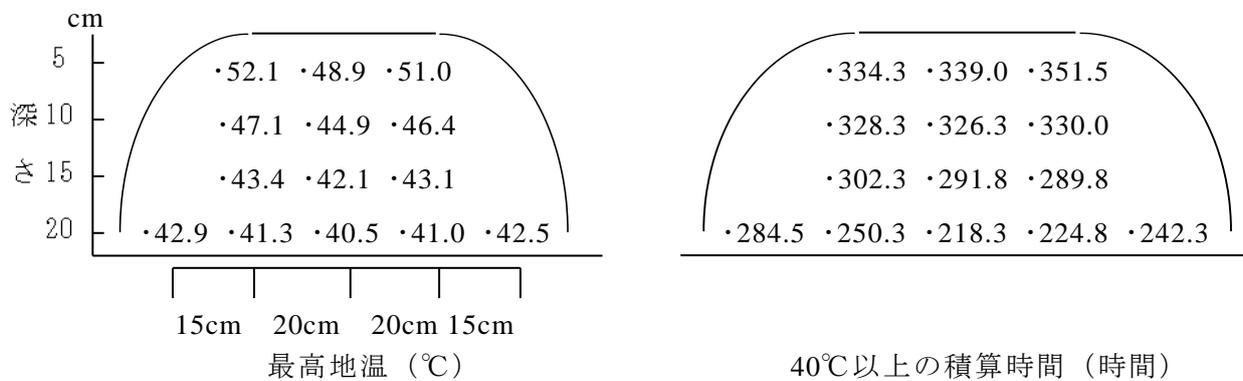


図 12-2 露地太陽熱処理による畝内の地温の変化
注) 昭和 58 年 7 月 22 日～8 月 22 日、旧川辺町

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。

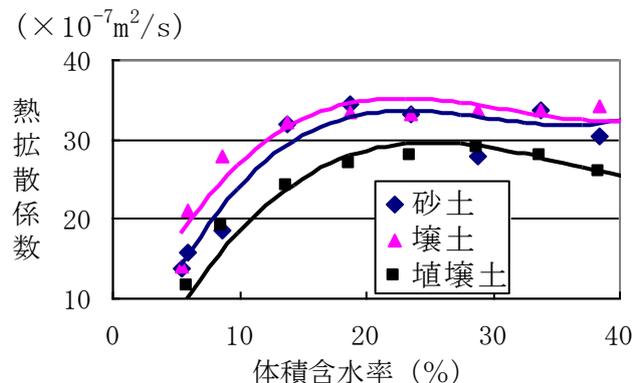


図 12-3 土壌体積含水率と熱拡散係数の関係
注) 砂土：和歌山市、壤土：紀の川市打田、埴壤土：紀の川市貴志川町

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

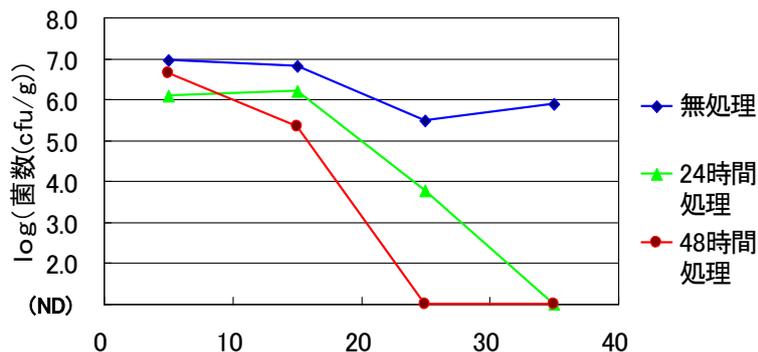


図 12-4 スターチス萎凋細菌病菌に対する 45℃熱処理の殺菌効果と土壌水分の影響

③石灰窒素と有機質資材による消毒効果の助長

石灰窒素が土壌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) 土壌改良効果

野菜栽培土壌の土壌改良は、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壌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、土壌中において、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壌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。

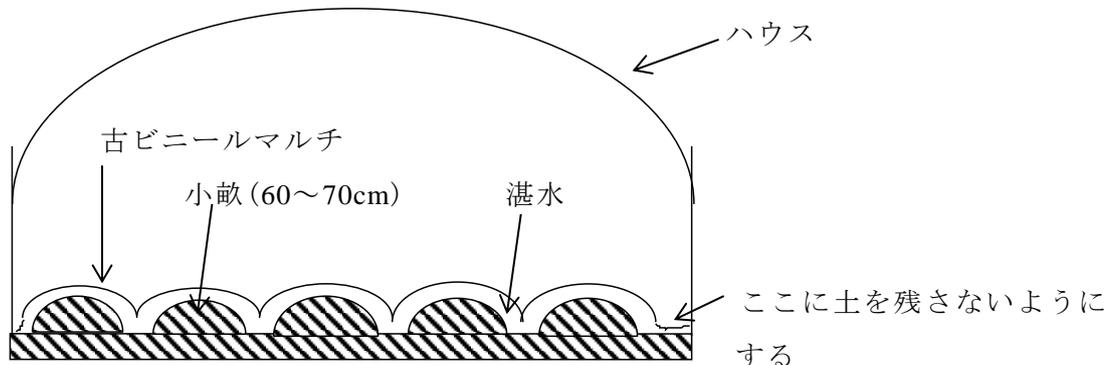


図 12-5 太陽熱処理の図式

[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)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)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

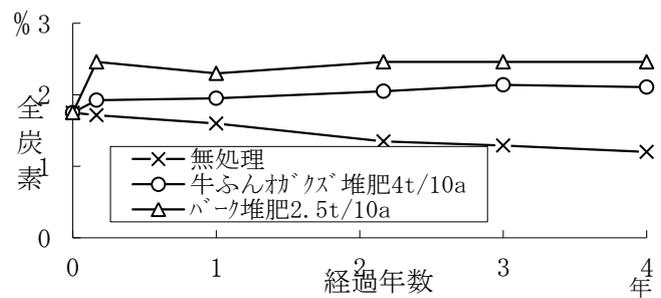


図 12-6 太陽熱処理を継続した場合の土壤全炭素含量の変化

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ハ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）。

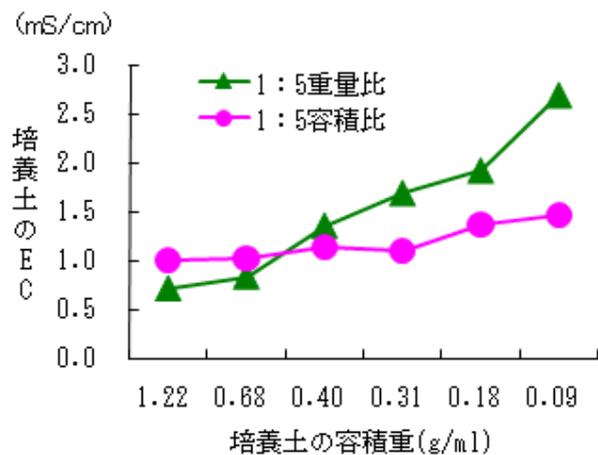
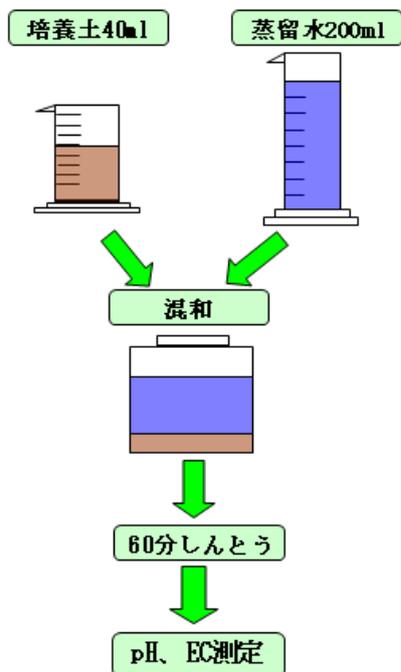


図 13-2 異なる容積重と培養土の EC

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ず。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	御志川	A-4		野菜:花菜	キャベツ, 秋冬どり	露地	黄色土	10	5.8	0.90			2.3	92
2					野菜:花菜	その他	露地	その他	10						
3					野菜:花菜	その他	露地	その他	10						
4					野菜: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。

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。

試料番号 A-1 年月日 2010/9/15

— 測定値 — 下限 — 上限

土壌診断結果

和歌山県・JA和歌山県農
作成日: 2010/12/9

地域名	園地名	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

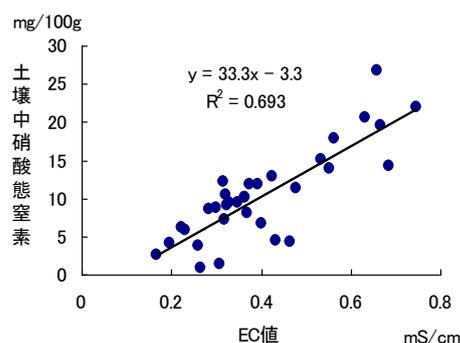


図 15-1 土壌 EC 値と土壌中硝酸態窒素含量の関係
露地野菜跡 (和歌山市、昭和 63 年)

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	3 0 以下	基準量+リン酸資材
	3 1 ~ 8 0	基準量
	8 1 ~ 1 0 0	基準量の 80%相当
	1 0 1 以上	無施肥
水 稻	1 0 以下	基準量+リン酸資材
	1 1 ~ 3 0	基準量
	3 1 以上	無施肥
果 樹	5 0 以下	基準量
	5 1 ~ 1 0 0	基準量の 8 0 %相当
	1 0 1 以上	基準量の 5 0 %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	3 0 ~ 8 0
水稲	1 0 ~ 8 0
果樹	1 0 ~ 5 0

(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、リン酸等の過剰施用をさける。

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		追肥	合計
				鶏ふん堆肥	化成肥料		
窒素	24	16	40	9	15	16	40
リン酸	25	0	25	25	0	0	25
カリ	24	16	40	17	7	16	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
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

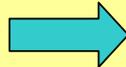
剪定枝堆肥で土づくり

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。

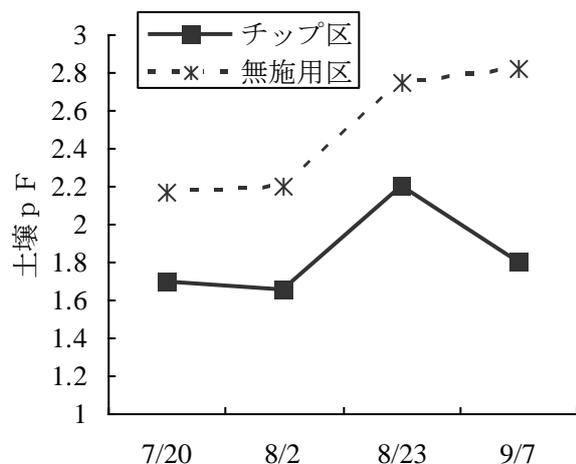


図1 晴天日連続後の土壌pF値

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

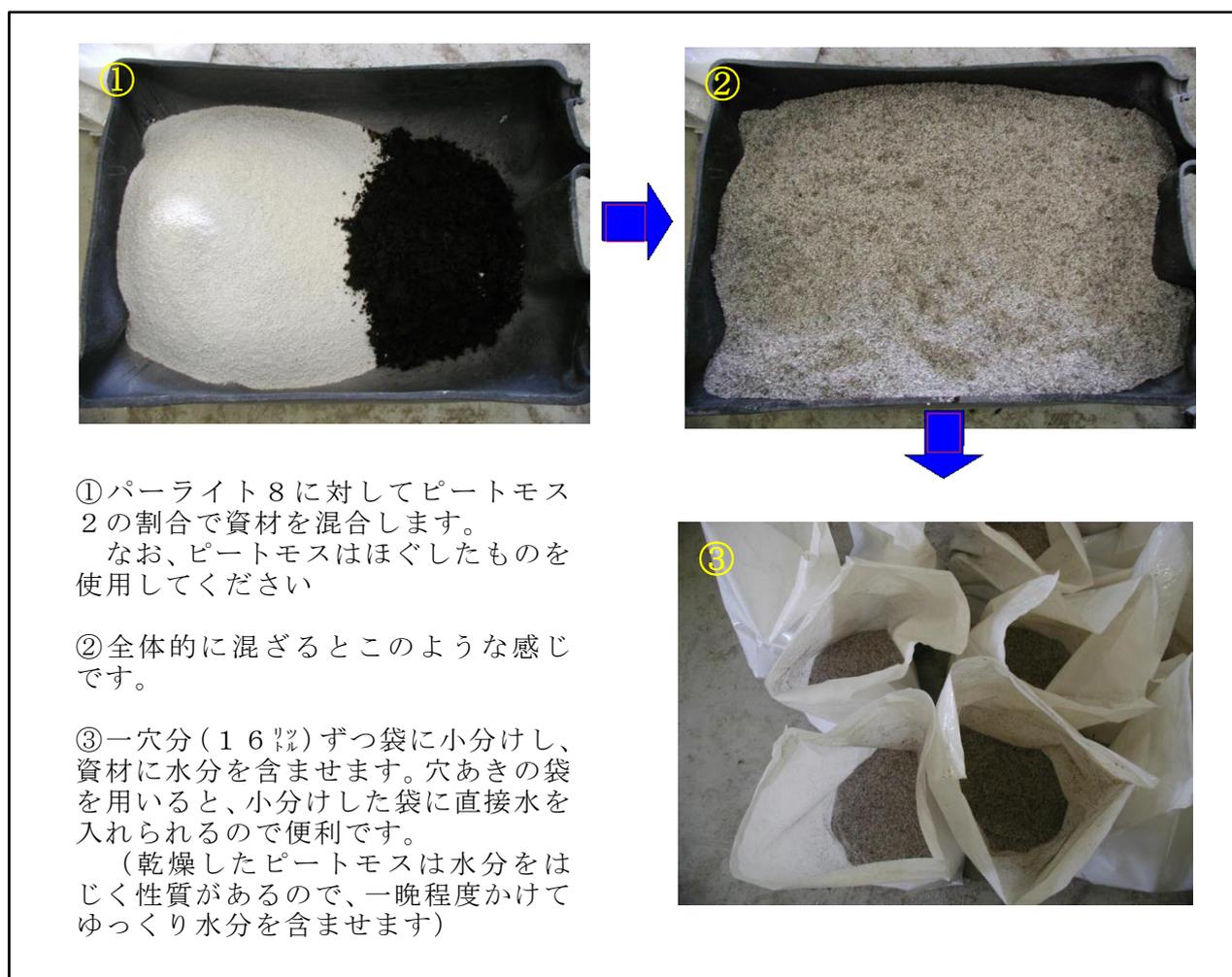
19 土壤改良資材の局所投入による極早生ウンシュウミカンの新梢と根の発育促進

「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。

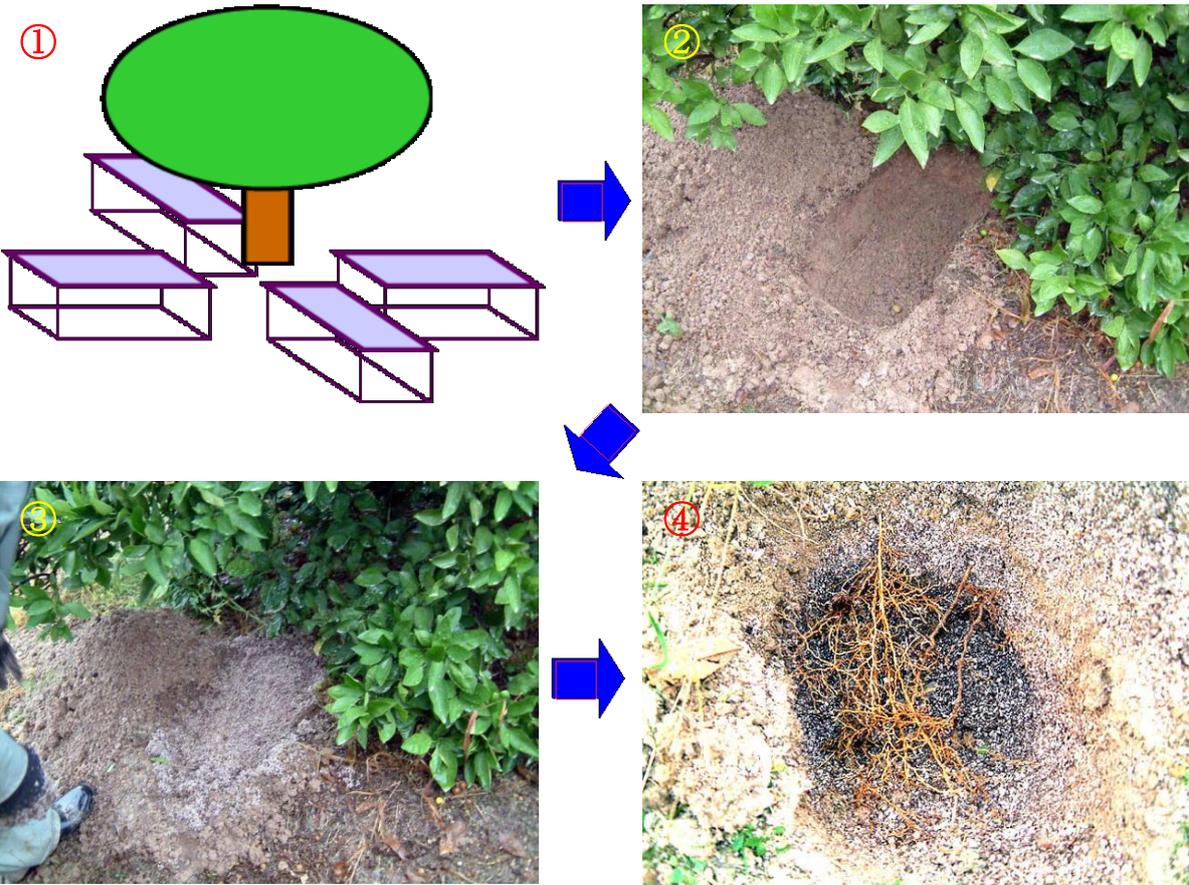


① パーライト8に対してピートモス2の割合で資材を混合します。
なお、ピートモスはほぐしたものを使用してください

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せす。穴あきの袋
を用いると、小分けした袋に直接水を入
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せす)

(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 locations for material input 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 hole being filled with a grey material, with a yellow circle highlighting the material.
- ④** A photograph shows the material being covered with a layer of soil, with a red circle highlighting the material.

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。

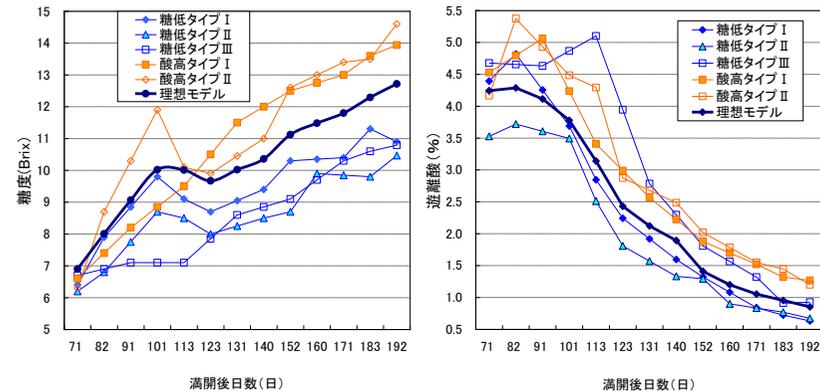


図 1 生育パターンの違いと果実品質(理想パターン他)

- 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

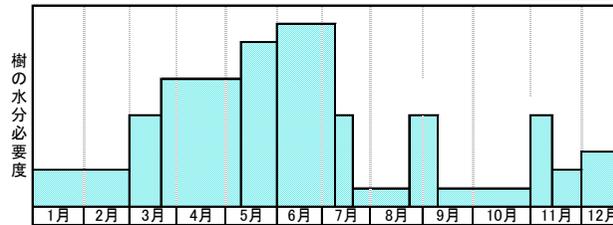


図 2 美味しいミカンづくりのための灌水目安

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

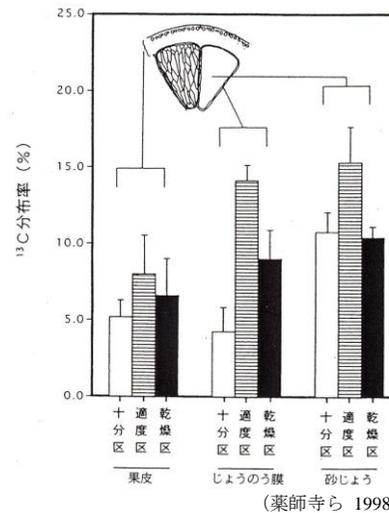


図 3 乾燥ストレスと ¹³C 分配率
適度な乾燥ストレスで糖高い
過度な乾燥は逆効果！！

水分状態	← 湿潤 → 乾燥											
水分恒数	最大容量	ほ場容量	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。

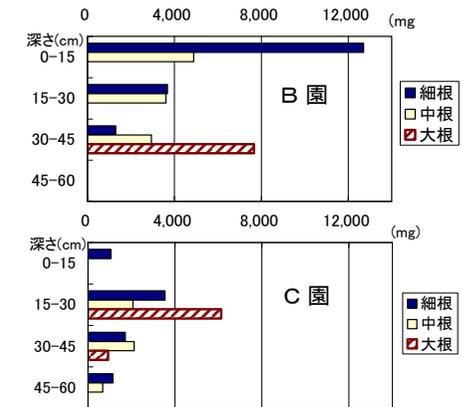


図 5 水管理法の違いと根群分布(ハウスミカン)
B 園: 少量多頻度灌水で表層に細根発達
C 園: 長期の断水で深層部に細根あり

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