

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	
和海地域	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)。

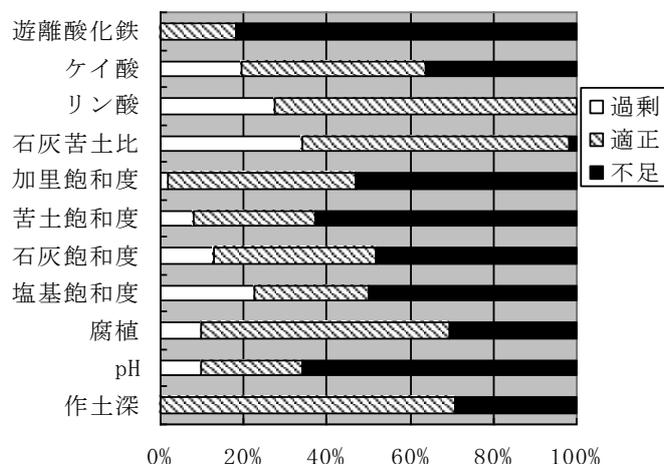


図 1-1 水稻単作ほ場における土壌診断基準からみた診断項目別の地点数の分布

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

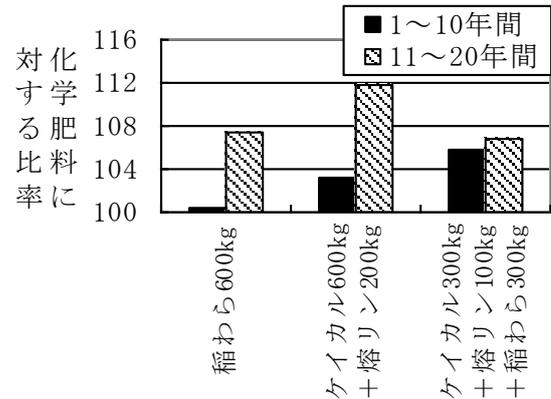


図1-2 土壌改良資材による増収効果

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 異なる土壤における稲の養分吸収量 (kg/10a)

土壤改良資材と 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

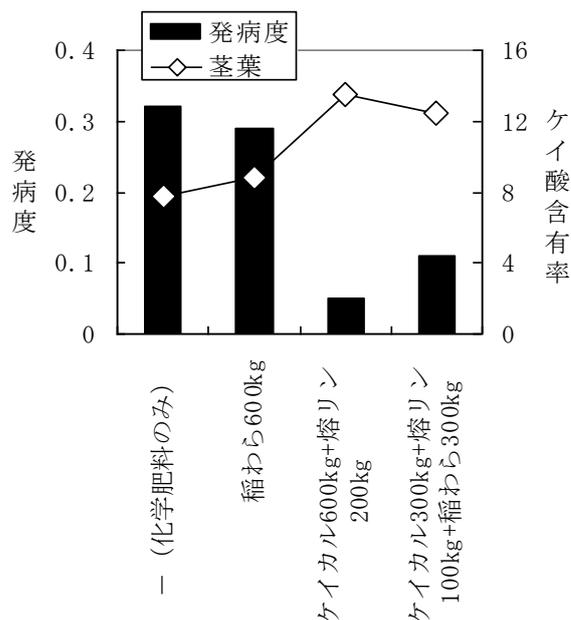


図 1-3 珪酸資材による葉いもち病抑制効果

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）。

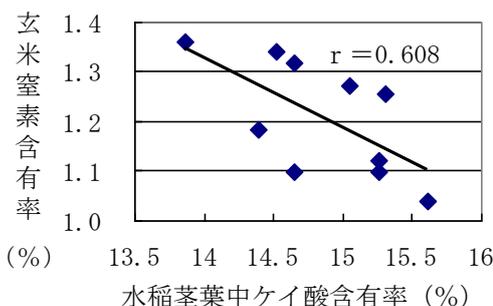


図 1-4 茎葉中ケイ酸と玄米中窒素濃度
注) 熊本県農業研究センター農産園芸研究所 1999 年、灰色低地土

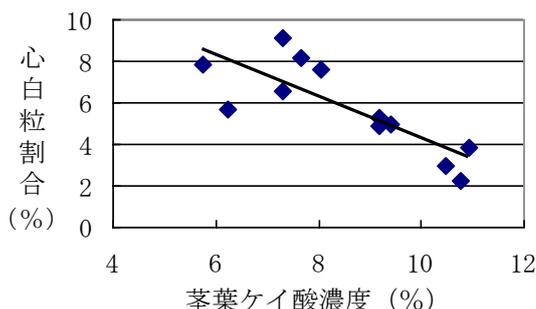


図 1-5 茎葉中ケイ酸と心白粒割合
注) 成熟期、富山県農業技術センター、平成 11 年

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、畑作物の多くのものは地下水位が 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くる。また、産地化に伴って連作障害が問題になってくる。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。

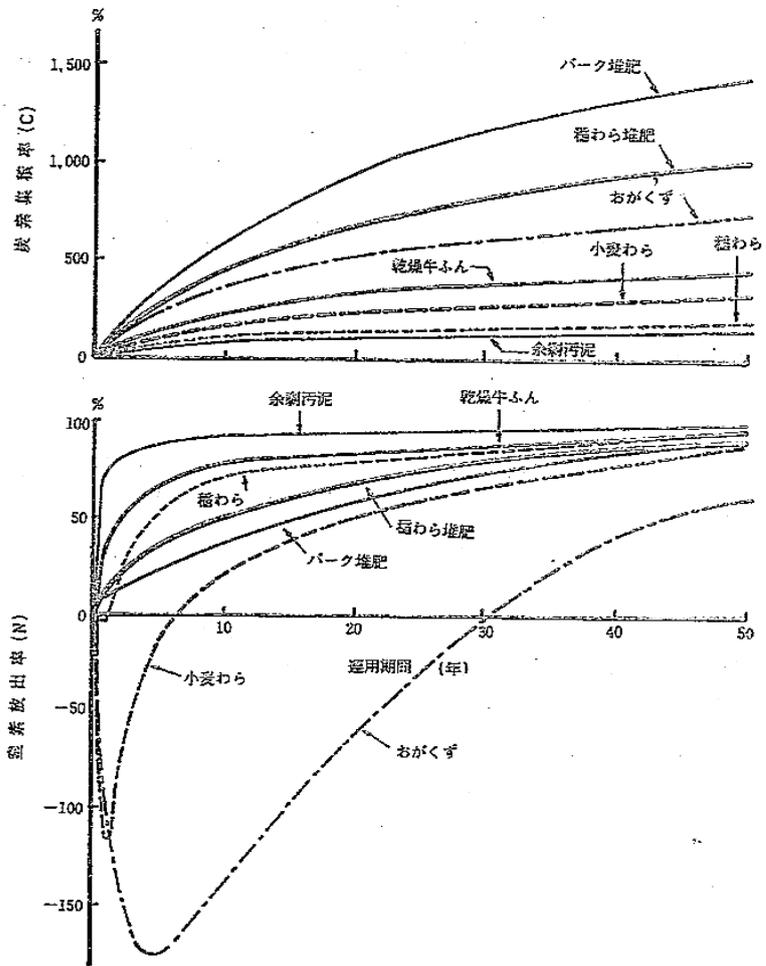


図1-6 有機物を連用した場合の炭素の集積率と
毎年の窒素放出率の年次推移

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长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 回施用する場合施用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用量を求めた（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

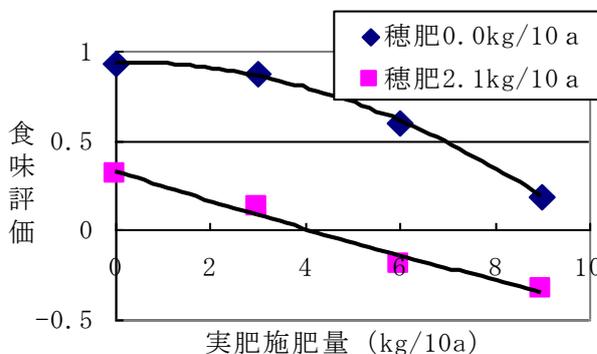


図 1-7 穂肥と実肥の施用と食味評価

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）。

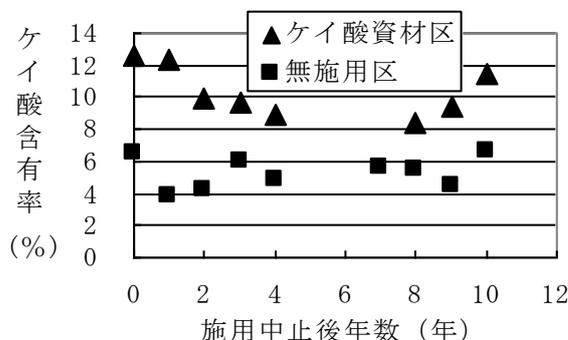


図 1-8 ケイ酸資材施用中止後のわらのケイ酸含有率の推移
注) 可給態ケイ酸 220mg/100g の土壌で試験開始

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」