

土 づ く り

1. 土づくりの意義と歴史

「土づくり」という言葉は親しみやすく、時には精神的な要素も込めて広い意味で使われているが、本質的には作物の収穫をつくりだす土壌の能力、すなわち地力を高めることであり、生産力を向上させるための土壌管理、改良ということである。

地力は土壌の 化学的性質（養分供給力、pHや酸化還元電位、緩衝能、有害物質の有無） 物理的性質（水分供給能・排水性・透水性、通気性、耕耘の難易、耐侵食性） 生物的性質（有機物の分解や窒素固定などの役割をもつ有用生物の活性、病虫害の原因となる寄生的生物の活性など）が総合されたものである。したがって「土づくり」は息の長い仕事であり、営農の中で絶えず意識して取り組んでいかなければ効果はあがりにくい。

大半の農家に牛が飼育されていた頃は、稲わらだけでなく畦畔や里山などの山野草まで飼料や敷料として利用され、家畜のふん尿とともに堆きゅう肥を作って農耕地へ還元し「土づくり」が行われてきた。昭和 30 年代の中頃まで出雲平野で行われた苜蓿（もくしゅく）のすき込みも「土づくり」のひとつである。これは非稲作期間の湿田で独特の高畦をつくり、マメ科のアルファルファの仲間である苜蓿を栽培し、水稻の作付前に土壌にすき込むという大変な重労働であった。

しかし、農業の機械化が進み耕種農家から牛の姿が消えると共にこれらの伝統的な土壌管理がすたれ、堆きゅう肥投入量の減少や耕土深の浅耕化など地力の維持、増進が危ぶまれるようになった。さらに、我が国の経済発展と食糧の増産が求められる時代背景のもと、化学肥料や化学合成農薬、石油エネルギーに依存した生産性の高い農業が全盛となるなかで、収量や品質の不安定化、自然環境への負荷の増大など土壌の疲弊がもたらす様々な問題が顕在化した。また、消費者からは十分な「土づくり」が行われたほ場から生産された、品質や安全性が高く安心な農産物が強く求められるようになった。

これらの状況とそれに対する反省から、平成 11 年には「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」が施行された。これは環境と調和のとれた農業生産の確保を図り、もって我が国農業の健全な発展に寄与することを目的としており、堆肥等の施用による土づくりと、化学肥料・化学農薬の使用の削減を一体的に行うことが基本となっている。

このように、農業をめぐる情勢の変化と共に「土づくり」の様態にも変化がみられるが農業生産の基盤であることに変わりはなく、科学的な裏付けに基づいた着実な取り組みが求められる。

2. 島根県の農耕地土壌

1) 地力保全基本調査による土壌区分

地力保全基本調査は土壌の基本的性格と土壌生産力の阻害要因を明らかにし、地力の培養対策を確立することを目的として行われた。昭和 34 年より全国一斉に開始され、同 51 年までに本県農地の 86 %に当たる 47,760ha の土壌調査が完了した。その結果に基づいて県内の耕地土壌を分類すると、水田は 7 土壌群、 22 土壌統群、 68 土壌統

に、また樹園地を含む畑地は 8 土壌群、21 土壌統群、58 土壌統に区分された。

土壌統は土壌分類の基本的な区分単位であり、「ほぼ同じ材料から同じような過程を経て生成された結果、ほぼ等しい断面をもっている一群の土壌」と定義される。また、土壌群は土壌統のなかで、断面形態の主な特徴や母材、分布する地形などについて共通点をもっている一連のものをまとめたものである。そして、土壌群と土壌統の中間分類単位が土壌統群であり、腐植層、グライ層、礫層などの厚さと位置、土性等の差異に基づいて分類される。土壌群や土壌統群は土壌の特徴が想像できるようにつけられているが、土壌統名は「安来統」というように地名が冠せられているので、名前から土壌の特徴を思い起こすことはむずかしい。このような方法で土壌を分類することによって、ある地区の土壌で得られた肥培管理技術や生産力増進技術を他地区にある同種の土壌に適応できるようになる。

第 1 及び 2 表に水田と畑地の土壌統群別面積を、県内 8 地域に分けて示した。面積は調査当時とかなり異なっているが、各地域に分布する土壌の特徴を知ることができるので土壌管理の参考となる。

2) 土壌群の特性及び分布と土壌管理の要点

(1) 水田土壌

多湿黒ボク土

水分の多い火山灰土で、本県では丘陵地の谷あいや黒ボク丘陵地及びその周辺の沖積地水田に分布する。降下した火山放出物がその場所で堆積してできたものと、これらが水によって運ばれ再堆積したものとがある。多湿黒ボク土は黒ボク土と類似しているが、他の母材が混入したり水田化などによって、仮比重の増加や透水性の減少、ばん土性の低下、リン酸吸収係数の減少などの傾向が見られる。本県では主として雲南地方に分布し、大田市、瑞穂町にも分布する。リン酸がアルミニウムと結合し作物が吸収しにくい形態に変化しやすいので、リン酸の施肥が不可欠である。

黒ボクグライ土

火山灰台地や丘陵地間の低地など地下水位の高い排水不良地に分布し、グライ層の出現位置が高い。黒ボクグライ土は多湿黒ボク土と以ているが、この土壌は地下水位が高く、排水不良であって概ね全層が強度の還元状態となっているのが特徴である。母材は火山灰（非固結火成岩）であるが、再堆積の過程で、多少とも他の母材が混入していることが多い。雲南地方の一部にみられ、強湿田のため排水対策が重要である。

グライ台地土

台地あるいは一部の山地、丘陵地に存在し、下層にグライ層をもつ土壌である。このグライ層は地下水、宙水などによってできたものと、水不足地帯で人為的な湛水によってグライ層が発達した場合とがある。堆積様式は洪積世堆積、残積などで、各種の岩石が母材となっている。本県では雲南地方などにわずかに分布する。主として棚田などの形で水田として利用されているが、透水性が悪いので地表排水によって田面を乾かし、透水性を増大させることによって地下排水を促進する必要がある。

黄色土

主として台地及び丘陵地の 200 m 以下の地帯に分布している。小面積ながら県下の各

地に分布するが、細粒黄色土は益田市に多く中粗粒黄色土は雲南地方に多い。細粒黄色土では有機物を十分に施用し、物理性の改良と肥沃度の向上を図ることが重要である。また、活着後の浅水や間断かん水等水管理に留意が必要である。一方、中粗粒黄色土では有機物や転炉さいの施用を積極的に行うと共に、肥料切れに注意する。また、登熟不良を防止するため落水が早すぎないように注意が必要である。

褐色低地土

沖積低地のうち、自然堤防などのような比較的排水良好なところに分布する。作土下の土色は概ね黄褐色で斑紋をもつ。本県では河床の低い谷底平野に多く、その多くは礫質で、美濃、鹿足地方に分布する。中粗粒質や礫質土壌では排水が良く作業性には優れるが、肥効の持続に留意が必要で有機物や珪カル、転炉さい等の施用を積極的に行うことが重要である。また、落水時期に注意し登熟不良を招かないようにする。

灰色低地土

ほぼ全層が灰色ないし灰褐色を呈しており、下層には斑紋がある。これらの土層は母材が地下水あるいはかんがい水の影響を受けて灰色化したか、あるいは以前のグライ層が地下水の低下によって酸化され、灰色化したものと考えられている。扇状地や河床の低い谷底平野に多く見られ、全国的には分布面積が最も大きい土壌群である。本県ではグライ土に次ぐ分布面積を有する。一般的に生産力は高いが、中粗粒質や礫質土壌では特に養分の溶脱が起きやすいので、有機物や土づくり肥料の施用に努める必要がある。

灰色系の細粒灰色低地土は大田、邇摩及び邑智地方に多く分布しており、中粗粒灰色低地土は、雲南、安来、能義、邑智地方に多い。また、灰褐色系の細粒灰色低地土は小面積ずつ県下各地に分布しており、中粗粒灰色低地土は雲南地方に、礫質灰色低地土は安来、能義地方に、灰色低地土下層黒ボク土は邑智、雲南地方に分布する。

グライ土

主として河川、湖岸及び海岸沿いの沖積平野や台地、丘陵地間の低地に分布し、本県では最も分布割合が大きい土壌群である。この土壌群は地下水位が高く排水不良であるため湿田や半湿田となっている。土色が青灰色あるいは緑灰色のグライ層が全層または作土直下から出現する強グライ土と、グライ層がやや深い位置（30～80cm）に出現するグライ土に大別される。細粒強グライ土は穴道湖、出雲平野周辺の谷底平野や山麓部に多く、大田、邇摩、浜田、那賀地方にもかなり広く分布しており、最も排水対策を必要とする。中粗粒強グライ土は出雲・簸川地方の主要な土壌統群であり、雲南、松江、八束地方にも多い。礫質強グライ土は県下各地に少しずつ分布している。細粒グライ土は安来、能義、出雲、簸川、松江、八束地方にかなり分布する。中粗粒グライ土は安来、能義、出雲、簸川地方や雲南地方に分布する。グライ土・下層有機質は出雲、簸川地方や美濃、鹿足地方に少し分布する。いずれも排水を必要とし、特に細粒強グライ土壌では稲作期間に溝切りなどを行い、水管理を徹底する必要がある。

(2) 畑地土壌

岩屑土

山間の急傾斜地等に分布する。有効土層がごく浅く、30cm以内から礫層、岩盤などが出現する土壌である。礫質土壌が多く、土壌化は進んでおらず、腐植はほとんど集積

していない。土壤侵食を受け易く、夏期は過干になり易い。養分に乏しく保水力も小さいので生産力は低い。本県では仁多、大田地域に分布するが面積は少ない。

砂丘未熟土

日本海の海岸線に沿った砂丘に分布する。表土、有効土層はともに深く、透水性は大、保水性は小で過干のおそれが大きく畑かん施設を必要とする。保肥力が小さいので肥料は流れやすく地下水の硝酸性窒素汚染を起こしやすい。有機物の施用や客土による土壤改良効果が大きい。本県では出雲・簸川及び浜田、益田地域に分布する。

黒ボク土

三瓶山、青野山及び鳥取県の大山を起源とする火山放出物が東部の山間地を中心に広く分布する。黒ボク土は一般的に腐植含量が多く、保水性、透水性、通気性に優れ、保肥力も大きい。酸性土壌が多い。リン酸吸収係数の大きいことも特徴で、可給態リン酸含量は一般に少ないのでりん酸の施用が不可欠である。黒ボク土は腐植層の厚さによって、厚層（50cm以上）と表層（50cm未満）に、また腐植含量によって、多腐植質（10%以上）と腐植質（5～10%）、さらに淡色（5%未満）に分けられるが、本県では4土壌群である。雲南、松江・八束、大田・邇摩地域に多く分布する。

褐色森林土

山地、林地、台地にごく普通にみられ、県下全域に広く分布する。畑地では主として中山間～山間の山腹及び山麓に分布する。この土壌は一般に腐植含量が少なく表土は浅い。細粒褐色森林土のなかには下層土の物理性が悪く、強酸性を示すものが多い。

灰色台地土

松江、平田市の丘陵の一部に分布する。土性の違い、礫層の存在によって3土壌群に分かれるが、本県では細粒灰色台地土だけである。土壌の特徴は表土がやや浅いこと、下層の構造の発達が弱く、ち密で透水性が小さいことなどである。保水性は中～小、保肥力の中～大である。分布面積はごくわずかである。

赤色土

日本海沿岸の丘陵・台地及び中山間・山間の丘陵頂部など、比較的なだらかな地形に多くみられる。また、第三紀層、洪積層の上に分布することが多い。一般的に腐植含量が少なく、粘質～強粘質であるため透水性が悪い。また保水力の小さい土壌が多いため、多雨時に湿害を受ける恐れがある一方で、乾燥時には干害の発生する危険性もある。

黄色土

赤色土と同様に第三紀層、洪積層上に分布することが多い。分布面積の多い地域は大田・邇摩、浜田・那賀、安来・能義地域である。一般に腐植が少なくち密であるため物理性は不良である。また、石灰、苦土、りん酸などの養分含量が低く酸性になりやすい。

褐色低地土

沖積地のうち、自然堤防などのような比較的排水良好なところに分布し、ほぼ全層が黄褐色の土層からなる土壌である。本県では斐伊川、神戸川、飯梨川、高津川などの河川流域に多い。最も分布の多い土壌統群は、土性が砂（S）～壤質（SL、L）であって地下水位の高い中粗粒褐色低地土・斑紋ありで、これが褐色低地土の半分を占める。表土の腐植含量は少なく、肥沃度や養分含量は中～小であるものが多い。

第1表 島根県の地域別土壌統群別水田面積（1976）

土 壤 群	地 域	安 来	松 江	出 雲
	土 壤 統 群	能 義	八 束	簸 川
多湿黒ボク土	厚層腐植質多湿黒ボク土	0	0	0
	表層腐植質多湿黒ボク土	0	0	0
黒ボクグライ土	腐植質黒ボクグライ土	0	0	0
グライ台地土	細粒グライ台地土	0	0	0
黄色土	細粒黄色土・斑紋有り	10	90	60
	中粗粒黄色土・斑紋有り	0	0	0
褐色低地土	細粒褐色低地土・斑紋有り	0	100	10
	中粗粒褐色低地土・斑紋有り	0	25	110
	礫質褐色低地土・斑紋有り	0	20	0
灰色低地土	細粒灰色低地土・灰色系	135	140	40
	中粗粒灰色低地土・灰色系	380	15	160
	礫質灰色低地土・灰色系	40	120	0
	細粒灰色低地土・灰褐色系	160	60	20
	中粗粒灰色低地土・灰褐色系	170	35	280
	礫質灰色低地土・灰褐色系	706	10	0
	灰色低地土・下層黒ボク	65	0	0
グライ土	細粒強グライ土	970	2,750	2,790
	中粗粒強グライ土	155	1,075	3,970
	礫質強グライ土	120	205	100
	細粒グライ土	520	410	424
	中粗粒グライ土	840	90	840
	グライ土・下層有機質	0	87	160
	合 計	4,271	5,232	8,964

単位：面積h a、割合%

雲南	大田 邇摩	邑智	浜田 那賀	益田 美濃 鹿足	合計		備考
					実数	割合	
440	9	0	0	10	459	1.2	乾田
300	165	15	0	40	520	1.4	"
470	0	0	0	0	470	1.3	湿田
30	0	0	0	0	30	0.1	湿田
55	70	30	75	315	705	1.9	乾田
250	0	0	0	0	250	0.7	"
51	100	0	125	20	406	1.1	乾田
225	70	120	25	242	847	2.3	"
258	70	0	100	760	1,208	3.3	"
250	370	330	25	145	1,435	3.9	乾～半乾田
550	110	385	225	230	2,055	5.5	乾田
100	85	165	85	225	820	2.2	"
15	45	120	25	213	658	1.8	"
955	210	0	100	155	1,905	5.1	"
125	170	174	50	150	1,385	3.7	"
290	0	435	0	0	790	2.1	"
420	1,120	60	1,160	568	9,838	26.5	湿田
1,395	145	50	265	90	7,145	19.2	"
255	75	60	150	214	1,179	3.2	湿～半湿田
40	225	25	125	175	1,844	5.2	"
589	55	0	175	190	2,779	7.5	半湿田
0	0	0	0	50	297	0.8	湿～半湿田
7,093	3,094	1,969	2,710	3,792	37,125	100.0	

第2表 島根県の地域別土壌統群別畑地面積(1976)

土 壤 群	地 域 土 壤 統 群	安 来	松 江	出 雲
		能 義	八 束	簸 川
岩 屑 土		0	0	0
砂 丘 未 熟 土		0	9	400
黒 ボ ク 土	厚層多腐植質黒ボク土	15	0	0
	厚層腐植質黒ボク土	21	200	0
	表層腐植質黒ボク土	0	53	0
	淡色黒ボク土	0	65	36
褐 色 森 林 土	細粒褐色森林土	94	436	266
	中粗粒褐色森林土	122	0	0
	礫質褐色森林土	40	61	241
灰 色 台 地 土	細粒灰色台地土	0	41	91
赤 色 土	細粒赤色土	85	311	44
	中粗粒赤色土	0	0	0
	礫質赤色土	0	0	0
黄 色 土	細粒黄色土	115	156	129
	中粗粒黄色土	83	0	0
	礫質黄色土	0	0	0
褐 色 低 地 土	細粒褐色低地土・斑紋なし	0	0	0
	中粗粒褐色低地土・斑紋なし	62	24	255
	礫質褐色低地土・斑紋なし	0	0	0
	中粗粒褐色低地土・斑紋あり	184	40	610
	礫質褐色低地土・斑紋あり	0	0	0
	合 計	821	1,396	2,072

単位：面積h a、割合%

雲南	大田 邇摩	邑智	浜田 那賀	益田 美濃 鹿足	合計		備考
					実数	割合	
19	8	0	0	0	27	0.3	
0	169	0	247	90	915	8.6	
168	40	0	0	0	223	2.1	
205	32	0	0	0	458	4.3	
45	21	0	0	0	119	1.1	
101	9	0	0	9	220	2.1	
234	365	78	403	392	2,268	21.3	
1,068	13	125	10	10	1,349	12.7	
160	41	154	46	73	816	7.7	
0	0	0	0	0	132	1.2	
33	0	0	126	78	677	6.4	
0	10	0	39	0	49	0.5	
0	45	0	0	0	45	0.4	
68	257	131	271	177	1,304	12.3	
0	17	30	35	0	165	1.6	
0	0	0	0	30	30	0.3	
0	0	0	4	50	54	0.5	
144	17	0	32	133	667	6.3	
0	0	0	0	141	141	1.3	
30	42	0	33	30	969	9.1	
0	0	0	0	7	7	0.1	
2,276	1,086	518	1,246	1,220	10,635	100.0	

3. 土づくり用資材の特徴と施用法

土づくりのために用いられている資材は多種多様である。ここでは「土づくり肥料」、「有機物」、「土壌改良資材」の3種に大別して特性と施用法を述べる。

1) 土づくり肥料

従来、土壌改良資材といわれていたもののうち、肥料取締法で規定されている肥料をいう。主に酸性の矯正や土壌養分を補給するなど、土壌の化学的性質の改良に用いられるものが多い。地力増進法が制定されて以来、普通および特殊肥料は土壌改良資材からはずされたため、混同をさけるために土づくり肥料とよばれている。

(1) 珪カル(珪酸石灰)

珪カルに含まれる珪酸は岩石を構成する珪酸塩とは異なり、有機酸等の薄い酸に溶けやすく作物に吸収利用されやすい。根から吸収された珪酸は作物の組織を丈夫にし、病虫害に対する抵抗性を強める。また、水稻では直立した草型となって受光態勢が向上するため光合成能率が高まると考えられている。副成分の石灰、苦土、マンガンなども吸収されて栄養となる。

(2) 転炉さい

転炉で製鋼した際にでる熔鉄やくず鉄を原料とする転炉さいは第3表に示すような成分を含有する。鉄分は硫化水素と結合してこれを無害化する働きがあるため、特に老朽化水田の改良に有効である。

第3表 転炉さいの代表的成分組成 (%)

珪酸 ^{a)} (SiO ₂)	石灰 ^{a)} (CaO)	苦土 ^{a)} (MgO)	マンガン ^{b)} (MnO)	リン酸 ^{b)} (P ₂ O ₅)	鉄 (Fe ₂ O ₃)
14.0	45.0	2.5	5.0	2.0	29.0

注) a) 可溶性 b) ク溶性(1%クエン酸可溶)

(3) 石灰質肥料

酸性土壌の改良等に用いられる石灰質肥料には第4表に示すような種類がある。また、アルカリ分が公定規格に達しないため普通肥料と認められないもので、貝殻粉末や粗砕石灰石などがあり、これらは特殊肥料として流通している。

酸性土壌の矯正には炭酸石灰(炭カル)や炭酸苦土石灰(苦土炭カル)を用いることが多いが、施用量はそれぞれの土壌について緩衝曲線を作って決定するのが原則である。

第4表 石灰質肥料の種類と成分量 (%)

種 類	アルカリ分		苦土を保証する場合の成分量	
	保証成分量	流通肥料の成分例	可溶性苦土	ク溶性苦土
炭酸石灰・炭酸苦土石灰	50.0	50 ~ 56	5.0	3.5
生石灰・苦土生石灰	80.0	80 ~ 100	8.0	7.0
消石灰・苦土消石灰	60.0	60 ~ 75	6.0	5.0
副産石灰	35.0	35 ~ 80	-	1.0
貝化石肥料	35.0	35 ~ 50	-	1.0
混合石灰	35.0		4.5	1.0

注) 保証成分量は公定規格において含有すべき主成分の最小量

第5表 酸性矯正のための炭カル施用量の目安

(kg / 10 a)

土壌	目標 pH	現 在 の p H												
		4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4
砂 質 土	6.5	424	390	356	323	289	255	221	188	154	120	86	53	15
	6.0	338	276	242	209	175	141	107	74	40	6			
	5.5	253	219	185	152	118	84	50	17					
壤 質 土	6.5	634	581	533	480	431	379	330	278	229	176	128	75	26
	6.0	506	453	405	352	303	251	202	150	101	48			
	5.5	380	327	279	226	177	125	76	24					
粘 質 土	6.5	844	776	709	641	575	506	439	371	304	236	169	101	34
	6.0	675	607	540	472	406	337	270	202	135	67			
	5.5	506	438	371	303	237	168	101	33					
黒 ボ ク	6.5	591	543	496	449	403	354	307	260	213	165	118	71	24
	6.0	473	425	378	331	285	236	189	142	95	47			
	5.5	355	307	260	213	167	118	71	24					

注) 10 a、深さ 10cm の土壌を目標の pH に矯正するために必要な炭カルの量
炭カルの代わりに消石灰を施用する場合は 0.75 倍量とする

簡易に中和石灰量を求めるには第5表を参考にする。粉末の粒径によって矯正速度が異なり、粗いものほど緩効的となる。

生石灰や苦土生石灰は酸性矯正力が強く、同一量の酸を中和するための必要量は炭カルの 56 % であるが、吸湿性が強く、水和時に発熱するため取扱いに注意が必要なので他の石灰質肥料の使用が望ましい。

石灰質肥料は土壌の酸性矯正の他に有機物の分解を促進する効果があり、特に水田では地力窒素の無機化量が多くなる。

(4) リン酸質肥料

開発農用地などでリン酸が不足する土壌では、土づくりの意味でリン酸吸収係数の 1 ~ 5 % 相当のリン酸をリン酸質肥料で施用する。使用するリン酸質肥料としては、ク溶性リン酸を含むようりん、腐植リンと水溶性およびク溶性の両リン酸を含む重焼リン、リンスター、ダブリンなどがある。生育期間の長い作物に対しては、どの肥料でも大きな違いはないが、生育期間の短い野菜などでは水溶性リン酸を含むものが勝る。

2) 有 機 物

土づくりには、有機物の施用が不可欠である。有機物の施用に当っては、資材の内容、質などをよく検討し、その特性をいかした効果的な使い方をする必要がある。

(1) 有機物の種類と施用効果

農耕地へ施用されていた有機物は、かつては稲わらを主材とした堆きゅう肥が多かったが現在では多様である。それらの性質を正しく把握して施用しないと、十分な効果が得られないだけでなく栽培上問題を起こすことがある。そこで、現在流通している主な有機物について、第6表にその原材料、施用効果、施用上の注意点を示した。施用効果

は肥料的効果（主として窒素）、化学性改良効果（主として塩基、リン酸）、物理性改良効果（孔隙、保水力）の三つに分け、それぞれ大、中、小で示してある。

第6表 各種有機物の特性 (西尾、藤原、菅家)

有機物の種類	原材料	施用効果			施用上の注意
		肥料的	化学性改良	物理性改良	
堆肥	稲わら、麦わらおよび野菜クズなど	中	小	中	最も安心して施用できる
きゅう肥	(牛糞尿) 牛糞尿と敷料	中	中	中	肥料効果を考慮して施用量を決定する
	(豚糞尿) 豚糞尿と敷料	大	大	小	
	(鶏糞) 鶏糞とわらなど	大	大	小	
木質混合堆肥	(牛糞尿) 牛糞尿とオガクズ	中	中	大	未熟木質があると虫害が発生しやすい
	(豚糞尿) 豚糞尿とオガクズ	中	中	大	
	(鶏糞) 鶏糞とオガクズ	中	中	大	
パーク堆肥	パークやオガクズを主体としたもの	小	小	大	同上
モミガラ堆肥	モミガラを主体としたもの	小	小	大	物理性の改良効果を中心に考える
都市ごみコンポスト	家庭のちゅう芥類など	中	中	中	ガラスなど異物の混入に注意する
下水汚泥堆積物	下水汚泥および水分調節剤	大	大	小	石灰の量に注意する
食品産業廃棄物	食品産業廃棄物および水分調節剤	大	中	小	肥料効果を考慮して施用量を決定する

第7表 パーク堆肥の品質基準 (全国パーク堆肥工業会基準)

項目	内容
有機物含有率	70%以上
窒素全量(N)	1.2%以上
りん酸全量(P ₂ O ₅)	0.5%以上
加里全量(K ₂ O)	0.3%以上
炭素窒素比(C/N比)	35以下
pH	5.5~7.5
陽イオン交換容量(CEC)	70meq / 100g以上
含水率(水分)	55~65%
幼植物試験の結果	異常を認めない

注) 各成分は乾物当たり

第 8 表 家畜ふん堆肥の品質基準（有機質肥料等推奨基準に係る認証要領）

品質表示を要する基準項目	
基準項目	基準値
有機物	乾物当たり 60 %以上
炭素率（C / N比）	30 以下
窒素（N）全量	乾物当たり 1 %以上
リン酸（P ₂ O ₅ ）全量	乾物当たり 1 %以上
カリ（K ₂ O）全量	乾物当たり 1 %以上
品質表示を要さない基準項目	
基準項目	基準値
水分	乾物当たり 70 %以下
電気伝導率（EC）	現物につき 5 mS / cm 以下
付記	
1)本肥料の製造には、3か月以上、数回の切り返しをともなう堆積を行うことが望ましい。	

窒素含量が多く分解の速い有機物を施用すると肥料成分の放出がすみやかに進み、肥料的效果が大きい。豚糞きゅう肥や鶏糞きゅう肥、汚泥類、食品産業廃棄物にはこのタイプが多い。逆に、炭素率が高いバークやモミガラなどは分解しにくく肥料的效果は小さい。そのかわり、これら繊維質に富む有機物をすき込むと土壤中に大小様々な孔隙ができるため、透水性や通気性、保水性等の物理性の改良が期待できる。

堆肥類はよく腐熟した品質のよいものを施用するのが基本である。流通量の多いバーク堆肥と家畜ふん堆肥については品質基準（第 7、8 表）が示されており、選定の参考になる。また、近年、有機質資源のリサイクルを図るため、食品残渣、生ごみ、下水汚泥等のいわゆる廃棄物の堆肥化が進められている。特に汚泥類は有害重金属を含むので施用量や連用年数が過度にならないよう注意する必要がある（島根県農林水産部、下水汚泥等の農用地施用指導指針 - 1998 -、参照）。

(2) 有機物の分解特性

有機物が分解する速度は概ね炭素率（C / N 比）の高低で評価できる。炭素が多く窒素が少ない有機物すなわち炭素率の高いものは分解が緩やかであるが、その理由は次のように考えられる。有機物の分解は、微生物がそれをエサとして体内に取り込んで、増殖することによって進行する。微生物菌体の炭素率は 6 ~ 8 程度であるので、有機物の炭素率がそれに近いほど微生物のエサになりやすく、分解されやすいのである。窒素に比べて炭素の割合が多いと、それにみあう量の窒素を土壌などから取り込まなければならぬので分解が進みにくい。例えば稲わら堆肥を作るときにわらに硫安などの窒素源を加えると腐熟が速く進むのはこのためであるし、未熟で炭素率の高い有機物を施用すると作物が窒素飢餓を起こすのは、微生物に取り込まれるために作物が吸収できなくなるためである。炭素率が概ね 20 以下であれば有機物に含まれる窒素が無機化されて速やかに放出されると考えてよい。

(3) 各種有機物の養分的特性

有機物中の主な成分の含有量は同種類のものでも一定ではないが、第9表に平均的な値を示した。この表は1 t当りの肥料成分量を計算したものであり、生の有機物(水分39～75%)の含量で示してある。また、有効成分量は、施用後1年以内に有効化すると考えられる成分量であり、栽培試験結果と成分組成から各成分の有効化率を推定して求められたものである。これから分かるように有機物からかなりの肥料成分が有効化する。過剰の肥料分は農作物の品質を低下させるだけでなく、地下水の硝酸性窒素汚染など環境に悪影響を及ぼすので、有機物由来の肥料分を考慮した施肥設計を行うべきである。肥料取締法の改正(平成11年)により、おでい肥料やおでい堆肥は含有成分量等を表示した保証票の添付が義務付けられ、また、家畜ふん堆肥については含有成分量等を表示することとなったので、表示されている値から有効成分量を推定し、それに相当する量を減肥すればよい。有効成分量の推定は、第9表の中から材料が類似した有機物を選び成分全量と有効成分量の割合を当てはめて行えばよい。

第9表 有機物1 t当たりの成分量と有効成分量 (西尾、藤原、菅家)

有機物名	水分 (%)	成分量 (kg / t)					有効成分量 (kg / t / 年)		
		窒素	リン酸	カリ	石灰	苦土	窒素	リン酸	カリ
堆肥	75	4	2	4	5	1	1	1	4
きゅう肥(牛糞尿)	66	7	7	7	8	3	2	4	7
"(豚糞尿)	53	14	20	11	19	6	10	14	10
"(鶏糞)	39	18	32	16	69	8	12	22	15
木質混合堆肥(牛糞尿)	65	6	6	6	6	3	2	3	5
"(豚糞尿)	56	9	15	8	15	5	3	9	7
"(鶏糞)	52	9	19	10	43	5	3	12	9
バーク堆肥	61	5	3	3	11	2	0	2	2
モミガラ堆肥	55	5	6	5	7	1	1	3	4
都市ごみコンポスト	47	9	5	5	24	3	3	3	4
下水汚泥堆積物	58	15	22	1	43	5	13	15	1
食品産業廃棄物	63	14	10	4	18	3	10	7	3

注1. 成分量は現物あたり

注2. 有効成分は施用後1年以内に有効化すると推定される成分量

注3. 有効成分は腐熟度が中以上のものを想定。未熟な有機物はこれより窒素の有効化率が低く、完熟したものは高い。

注4. 石灰(カルシウム)、苦土(マグネシウム)の有効化率はほぼ100%と考えてよい

3) 土壌改良資材

ここでいう土壌改良資材とは、地力増進法で指定されているものを指し、直接養分とはならず主として土壌の物理性および化学性の改良に役立つ(一部養分を含むものもある)資材をいう。これらの資材は外観から品質を識別することが困難であり、地力の増進を図る上で品質が特に重要な資材であるため政令で指定され、原料、用途、施用方

第10表 政令指定土壌改良資材の品質基準、主な用途、注意点

土壌改良資材	品質基準	主な用途	施用上の主な注意点
泥炭	乾物 100 g 当たりの有機物の含有量 20 g 以上	土壌の膨軟化、保水性の改善、保肥力の改善	過度に乾燥すると、土壌の保水性改善効果の発現が遅れることがあるので、は種、栽植等は土と十分になじませた後に行う。
パークたい肥	肥料取締法の特殊肥料に該当するものであること	土壌の膨軟化	多量に施用すると、施用当初は土壌が乾燥しやすくなる。また、過度に乾燥すると、水を吸収しにくくなるので注意する。
腐植酸質資材	乾物 100 g 当たりの有機物の含有量 20 g 以上	土壌の保肥力の改善	
木炭		土壌の透水性の改善	地表面に露出すると風雨等により流出することがあり、土壌中に層を形成すると効果が認められないので、土とよく混和する。
けいそう土焼成粒	気乾状態のもの 1 L 当たりの質量 700 g 以下	土壌の透水性の改善	
ゼオライト	乾物 100 g 当たりの陽イオン交換容量 50me 以上	土壌の保肥力の改善	
バーミキュライト		土壌の透水性の改善	
パーライト		土壌の保水性の改善	地表面に露出すると風雨などにより流出することがある。
ベントナイト	乾物 2 g を水中に 24 時間静置した後の膨潤容積 5 ml 以上	水田の漏水防止	
ポリエチレンイミン系資材	質量百分率 3 % 以上の水溶液の温度 25 における粘度が 10 ポアズ以上	土壌の団粒形成促進	
ポリビニルアルコール系資材	平均重合度 1,700 以上	土壌の団粒形成促進	火山灰土壌では十分な効果が認められないことがある。
V A 菌根菌資材	共生率 5 % 以上	土壌のりん酸供給能の改善	有効態りん酸の含有量の高い土壌では、効果の発現が期待できないことがある。

法等の表示が義務づけられている。資材の購入、使用に当たって表示内容をよく確認することが重要である。現在 12 種類が指定されており、その品質基準や主な用途は第 10 表に示したとおりである。

泥炭

湖沼や低湿地に生育したヨシやミズゴケ等の植物遺体が、低温や貧酸素状態といった分解が進みにくい条件下で堆積したものである。有機物中の腐植酸の含有率が 70 % 未満のものは土壌の膨軟化や保水性の改善効果が、また、有機物中の腐植酸の含有率が 70 % 以上のものは保肥力の改善に効果が期待できる。泥炭を洗浄し乾燥、切断、ふるい分けしたものがピートモスである。中和してなく pH が低いものは石灰と併用する。育苗床土や鉢土には容積で 20 ~ 30 % くらいを混ぜて使う。

バークたい肥

樹皮を主原料とし、家畜ふん等の窒素源を加え堆積、腐熟させたもの。新鮮なバークにはフェノール等の有害物質が含まれており植物に生育阻害を引き起こすが、堆肥化が進むと微生物によって分解され不活化する。バークは微生物分解を受けにくいので耐久性が高く、土壌の透水性や通気性等といった物理性改良効果が長続きする。また、多孔質であり保水性が高いが、乾きすぎると撥水しやすくなるので水分管理に注意を要す。表 7 に示したように品質の良いものは CEC が 70 ~ 80me / 100 g 以上あり保肥力が高い。なお、バーク堆肥は他の堆肥類と同様に肥料取締法における特殊肥料でもある。

腐植酸質資材

石炭又は亜炭を硝酸又は硝酸及び硫酸で分解し、カルシウム化合物又はマグネシウム化合物で中和したもの。このうちマグネシウム化合物で中和したものは肥料取締法で公定規格の定められた腐植酸苦土肥料である。類似の肥料に腐植酸アンモニア肥料、腐植酸りん肥、腐植酸カリ肥料があるが、これらは政令指定の腐植酸資材には含まれない。

腐植酸の主な効果は保肥力の向上であるが、この他にも銅や亜鉛、鉄、マンガン等と結合することで、これらの微量元素が作物の吸収しにくい形態に変化するのを防ぐ働きや、土壌のリン酸固定を抑制する効果のあることが知られている。しかし、堆肥のように土壌の物理性を改善したり、養分供給力や微生物活性を高めるような効果はない。価格の面から施用量は 50 ~ 100kg / 10 a 程度に制限されるので、効果が上がりやすいように全面施用ではなく根圏等への局所施用や施設栽培等での利用が中心となる。

木炭

木材、ヤシガラ等を炭化したものであり樹種や炭化法による政令指定上の制限はない。炭化温度が高いほど相対的にミネラル分の割合が高くなり pH も高い。最近では竹林面積の増加対策として竹炭の生産量が増加している。木炭の主な効果は土壌の透水性改善であるが、砂質土壌では保水性の向上にも効果が期待できる。他に、カリウム等の供給源や、無数に存在する微細孔隙が VA 菌根菌等の有用微生物の住みかになるといわれている。また、中山間地域研究センターの試験結果をみると、10cm の深さに作条施用しその上にセル苗を移植したハウレンソウでは 11 連作しても障害が発生していない。これ

らの報告での施用量は、10 a 当たり作条施用で 40 ~ 100kg、全層では 100 ~ 1000kg と様々である。

けいそう土焼成粒

けいそう土を造粒して 1000 以上の高温で焼成した多孔質セラミック粒子である。土壤改良に使用される資材の粒径は 2 mm ぐらいのものが多く、ケイ酸（約 75 %）、アルミニウム（約 13 %）、鉄（約 5 %）が主成分であるが、化学的に安定した物質でありほとんど溶解しないのでリン酸吸収係数は小さく、pH は中性付近にある。1 L 当たりの重量は 550 g 前後、孔隙率は約 75 % であり、土壤の透水性の他に保水性や通気性の改善効果が期待できる。主に各種植栽基盤土、鉢やプランターの用土等に容積割合で 10 ~ 20 % を混合して使用される。

ゼオライト

沸石類と呼ばれるアルミノケイ酸塩鉱物の総称であり、島根県は西日本最大の産出県である。土壤改良を始め水質浄化やガス吸着、触媒の担体など多分野で活用されている。

土壤改良に使用される資材は、ゼオライトを含む凝灰岩を粉砕、乾燥した後に篩分けしたもので、粒径の異なる数種類の製品が販売されている。

ゼオライトは微細孔隙に富み陽イオン交換容量（CEC）が極めて高く交換性イオン含量も多い。従って砂質土壤などに施用すると土壤の保肥力が増加し、併せて共存するカリウムやカルシウムなどの肥料効果も期待できる（第 11 表）。

堆肥と併用すると、堆肥に含まれるアンモニアがゼオライトの孔隙に吸着され、畑作

第11表 島根県産ゼオライトの化学的性質

種類	試料記号	pH	CEC* (me / 100 g)	交換性陽イオン (me / 100 g)			
				CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
クリノプチロ ライト	A	6.4	74	37	tr.	33	18
	B	9.2	133	40	0.1	33	0.4
モルデナイト	A	6.9	130	39	1.4	6.8	84
	B	6.6	107	32	6.7	8.5	27

注* CEC:陽イオン交換容量

物が吸収しやすい硝酸態窒素に少しずつ変化する。このため窒素が流失しにくく粗粒質で肥沃土の低い土壤の短期熟畑化に特に大きな効果がある。

一方、塩類が集積し EC の高い施設土壤での施用例をみると、ゼオライトを施用しても EC の低減効果は小さいが、アンモニアやカリウム等の陽イオンの利用率は向上する。

水田での施用試験も多く行われており、湿田より乾田（漏水田）での増収効果が大きい。ゼオライトは 20 ~ 30mg / 100g の可給態ケイ酸（たん水保温静置法 SiO₂）を含有するので、ケイ酸質肥料としての効果も期待できる。

ゼオライトの主な効果は保肥力（CEC）の向上によるものなので、施用量の決定に当たってはこの点からの検討が必要である。例えば CEC が 100me / 100g（以下 me の数値のみ表記）のゼオライトを 10 a のほ場全面、10cm の深さに 1 t 混合すると、土壤の CEC は計算上 1 me 増加することになり、ほ場の CEC の現状と改良目標の差が 3 me な

ら比例計算によって3 tのゼオライトが必要である。このように CEC を高めるためにはある程度まとまった量が必要であるが、コストや労力を考えると一括施用が難しい場合が多い。ゼオライトはベントナイトとは異なり膨潤、崩壊性がないので効果は持続し連用による分施が可能である。また、園芸作物では畝や根域等の局所に集中施用する方法も合理的である。分施の施用量は 200 ~ 400kg / 10 a を目安とし、局所施用する場合は面積から比例計算で求める。育苗床土には重量比で 10 ~ 20 %、鉢などの用土では 5 ~ 15 %のゼオライトを混合施用する。

この他、ゼオライトは家畜ふん堆肥やぼかし肥料の製造にも利用できる。粒状ゼオライトは通気性を高めるので好気発酵を促進し腐熟化を促進する。また前述したようにアンモニアを吸着するので揮散による損失と悪臭の発生を和らげる効果がある。ゼオライト施用量の目安は、堆肥で原材料の 10 ~ 20 %、ぼかし肥料では山土の 20 ~ 30 %程度である。

パーミキュライト

雲母系鉱物を 600 ~ 1000 で焼成したもので、比重が軽く孔隙率が 90 %以上であるため透水性の改善に効果が高い。一方、重量の 6 倍ほどの吸水力があり保水性の向上効果も期待できる。CEC は 20me / 100 g 前後であり一般的な土壌と変わらないが、微細孔隙は水分や養分を物理的に保持するため CEC と同様の効果があり、養分の流出が少なく緩効的に働く。また、高温で焼くため無菌に近く、微生物資材などの担体として利用されることもある。主に育苗や鉢用など園芸用土として、土壌 1 に対して 0.2 ~ 1 の割合で混合利用されることが多い。

パーライト

マグマが急速に冷やされて生成した火山ガラスを主成分とする真珠岩類を 800 ~ 1200 で焼成した多孔質粒子である。p F1.5 (ほ場揚水量) ~ 4.2 (永久しおれ点) の有効水分率は、粒径によって異なるものの 40 ~ 60 %であり保水性が大きい。この他、通気性や透水性が大きいいため粘質土の改良に効果がある。園芸培土や緑化工事に使われることが多いが、果樹園で溝や植穴施用されることもある。経済的理由から一般的な施用量は容量比で土壌の 10 ~ 20 %である。

ベントナイト

白ないしクリーム色の粘土であり、水中では速やかに吸水し膨潤し、さらに多量に吸水すると崩壊し粘り気の強い懸濁状態となる。この性質を活かして主に砂礫質水田の漏水防止に使用される。また、CEC が 50 ~ 100me / 100 g と高いので保肥力の向上効果がある。しかし、これに関しては特に火山灰土壌で年数の経過とともに効果に低下傾向が認められるので、3 ~ 5 年をめどに再施用する必要がある。

ポリエチレンイミン系資材

アクリル酸・メタクリル酸ジメチルアミノエチル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。土壌の団粒形成促進を介して土壌の通気性、透水性、

保水性を改善する。

ポリビニルアルコール系資材

ポリ酢酸ビニルの一部をけん化した高分子系の土壌改良材である。ポリエチレンイミン系資材と同様に、土壌の団粒形成促進を介して土壌の通気性、透水性、保水性を改善する。

V A 菌根菌資材

一部の植物の根に共生する糸状菌（カビ）の仲間で、菌糸を伸ばして主にりん酸を吸収し植物に供給する。100 種類を超える微生物資材が流通しているが政令で指定されているのは本資材のみである。これ以外資材は目的とする効果を確認する方法が明確でないため指定されるに至っていない。V A 菌根菌が植物根に感染共生するには施用後3週間程度の期間が必要とされ、生育適温は20 ～ 30 ぐらいである。また、非共生植物や土壌の肥沃度が高い場合には効果が期待できない。

4. 土づくりの実際

1) 水 稲

良質米を高位で安定生産する土壌条件として、次の3点が必要である。

適切な作土深（養分を吸収保持できる容量）

豊富な養分量

下層土を含めて土壌の理化学性が良好であること。

これらの条件を満たすようにすることが土づくりの基本となる。水田土壌が具備すべき機能とその改善方法は第1図のとおりである。

(1) 深 耕

水田の作土には水稻の根の大部分が分布しており、養水分の吸収など水稻の生育を支える中心的部位であるので、作土深は安定多収のための重要な要因といえる。1 cm の厚さの土壌は、10 a ではおよそ 10 t に相当するので、作土の厚さが少し増えるだけで水稻が利用できる養分の量は大きく増加する。本県水田の作土深の平均値は、昭和 40 年代に 16cm 程度であったものが現在では 1 ～ 2cm 浅くなっている。ただし一度に深耕すると、すき床が壊れて漏水や湧水の原因となったり、理化学性が不良な下層土が作土に混入し水稻の生育に悪影響を及ぼす恐れがあるので、徐々に深くしていくことが大切である。

(2) 有機物の施用

地力の維持、向上には有機物の施用が不可欠である。それは、有機物には三要素のほかに珪酸、石灰、苦土、硫黄、塩素、鉄、マンガンなど水稻の生育に必要な養分が多種含まれている上に、これを施用すると土壌中の生物活動が活発となり、土はやわらかく、

土の機能 (地力要因)	有機物	水管理	施肥
	稲堆家客深 わ畜畜 ら肥ふ尿 ん土耕	か排湛 ん水水水	改化緩側 良学効条 資肥肥施 材材料料肥
化学性	1. 養分の貯蔵・供給量 2. 養分の供給調節 3. 酸化還元調節		
物理性	4. 透・排水性 5. 耕耘の難易		
生物性	6. 微生物活性の促進 7. 有機物分解 8. 窒素固定		

注) 直接的効果 間接的効果

図1. 水田の地力要因と改善方法

第12表 水田の有機物施用基準

水田の種類	有機物の種類	施用時期	標準施用量 (t / 10 a)
乾田	堆肥	耕起前	1.2 (秋冬期施用なら2)
	稲わら (平坦部) (山間部)	11月末まで	0.6
		10月末まで	0.4 (0.6なら石灰窒素*で分解促進)
	牛ふんきゅう肥	秋冬期	1 ~ 2 (施肥量調整)
	豚ふんきゅう肥	"	0.5 ~ 0.7 (")
	オガクズ牛ふん堆肥	"	1 ~ 2 (")
	オガクズ豚ふん堆肥	"	0.5 ~ 0.7 (")
湿田	乾燥鶏ふん	耕起前	0.15 (基肥として施用)
	堆肥 稲わら	耕起前 "	0.8 0.6 (秋に石灰窒素*施用)

注) *石灰窒素は 20 ~ 25kg / 10 a

作物根は伸長しやすくなるからである。しかし、有機物の種類は多く施用法を誤ると作物に障害を生ずる場合もあるので、施用にあたってはその性質をよく知り、土壌条件に適合したものを、毎年適量施用することが肝要である。水田に施用する有機物は、湛水条件下で土壌の異常還元を引き起こさないような種類や量、施用時期を選択しなければならない。強還元下では根の伸長や活性が阻害され、初期成育が抑制されて減収を招くことがあるし、登熟期に根の活力が低いと米質低下の原因となる。近年、生育初期の赤枯れや下葉の枯れ上がりの発生が増加しているが、このような水田では間断かんがいに努めて土壌を酸化的に保つと共に、有機物の施用についてチェックしてみる必要があ

る。以下に主な有機物資材について施用上の留意点を示す。また、第 12 表は水稻における有機物の施用基準である。

堆肥

ここでいう堆肥とは稲わら、野草などを主体に堆積し腐熟させたものであり、最も安心して使用できる有機物である。秋冬期に施用する場合は 5 割程度増施してもさしつかえない。

稲わら

稲わらは地域・品種・移植時期などによってその生産量が異なるが、およそ 600kg ~ 700kg ぐらいと見積もられる。湿田ではその半量程度の施用に止めるのが安全であるが、コンバイン収穫によって全量が入ることが多い現状では調整が難しいので、移植期までにわらをよく分解させることが重要である。稲わらの分解促進には窒素が必要なので、10 a 当たり 20 ~ 25kg の石灰窒素をわらに付着するように散布する。降雨後のわらが湿っている状態がよいが、すぐにすき込むなら乾いていてもかまわない。さらに土づくり肥料との併用効果が高いので後で述べるケイカル、転炉滓などを同時に施用するようにする。なお、石灰窒素 25kg を秋に施用すると、春にはわらに含まれたものと合わせて約 1 kg の速効性窒素が生ずると推定されるので、その分基肥窒素量を減らす必要がある。稲わらのおのみのすき込みによって、翌年の稲作期間に有効化する窒素は、10 a 当たりで概ね 0.1 ~ 0.2kg と推定されるが、連用すると前年までの未分解部分からの窒素が加わって有効化量は次第に増加する。その量は有機物や土壌の種類、気象条件によって異なるが、5 年連用で 0.6 ~ 1 kg、10 年で 1 ~ 1.2kg と見込まれる。20 年ぐらい連用すると、平衡に達し、1 年に 1.5kg / 10 a 程度の窒素が安定的に有効化すると考えられる。

わらの分解にはある程度の温度と酸素が必要である。山間部等の気温の低い地域はできるだけ早くすき込む必要がある。また、水田に足を踏み入れた時、非かんがい期でも水が湧いたり、耕起すると水たまりができるような水田では、土壌にすき込むとかわって分解が遅れる。したがってこのような水田では、耕起を水稻の移植前 1 か月に行うか、生わらの施用はやめてよく腐熟した堆きゅう肥で土づくりを行うのが安全である。

家畜ふん堆肥

家畜ふん堆肥は十分腐熟したものであれば、植付直前に施用してもさしつかえない。しかし、その種類はさまぎまであり、なかには速効性窒素を多く含むものもある。主な有機物資材について 1 t 当りの有効窒素量は概ね第 9 表のとおりである。前述したように、この表を参考にして施用しようとする有機物の有効窒素量を推定し、施肥量を調整しないと倒伏したり、玄米の品質を低下させる恐れがある。また、連用すると稲わらの場合と同様に年間の有効化量は増加する。その量を推定することは難しいが、窒素濃度が約 1 % の牛ふんきゅう肥を 10 a 当たり 2 t、5 年間連用した水田で、水稻の窒素吸収量が 4.3kg 増加したという試験事例がある。この場合、無窒素栽培で慣行並の収量が得られている。

(3) 土づくり肥料

昭和 59 年に地力増進法が制定されるまでは土壌改良資材として扱われてきたもののうち、肥料取締法で規定されている肥料を土づくり肥料という。水田の土づくりに用いられる主なものには珪カル、転炉さい等がある。以下にそれらの施用法を示す。

珪カル

珪酸は土壌、かんがい水、稲わら、堆肥などの有機物を通じて水稻に供給されるが、それらの全てが水稻に吸収されるわけではない。そこで、水稻止葉の珪酸含量（ SiO_2 ）を測定して珪酸の天然供給量を把握し、第 13 表に基づいて珪カル施用量を決める。施用に当たっては次の点を考慮する。

- ア．珪酸は倒伏防止や病虫害に対する抵抗性を強める等の効果もあるので、土壌の珪酸含量が高い場合でも毎年、珪カルを 150 ~ 200kg 程度施用するのが望ましい。
- イ．全量を稲わらすき込み時または荒起し前に施用する。
- ウ．珪カルを連用すると地力の発現が大きくなり、地力は消耗するので有機質資材を必ず施用する。

第13表 水稻止葉中の珪酸含量の評価と珪カル施用量

珪酸（ SiO_2 ）含量	判定基準	珪カル施用量（kg / 10 a）
7.9 %以下	極めて欠乏	300
8.0 ~ 12.0 %	欠 乏	200 ~ 300
12.1 ~ 14.0 %	やや 欠乏	200
14.1 ~ 16.0 %	普 通	150 ~ 200

注) 鳥根県的水稻止葉の平均 SiO_2 含量 15.3 ± 2.13 % (385 点)

転炉さい等の含鉄資材

施用量は土壌の種類、施用歴、遊離鉄含量を基に第 14 表の基準で決定する。但し、ここで示す施用量は、基準値に達するまで鉄含量を引上げようとするものではなく、増収効果を上げながら土づくりを進め、安定生産を図ろうとするものである。施用にあたっては次の点に注意する。

- ア．資材には珪酸も含まれているので、この上に珪カルを施用する必要はない。
- イ．転炉さい、電炉さいは鉄の溶脱が甚しい秋落ち地帯で効果が高い。
- ウ．施用時期は珪カルと同様、全量を稲わらすき込み時または荒起し前に施用する。
- エ．珪カルと同様、連用は地力を消耗させるので有機物との併用が大切である。

第14表 土壌中の遊離酸化鉄含量と資材施用量 (kg / 10a)

遊 離 鉄 含 量	砂 質 土		壤、粘 質 土		黒ボク土	
	連用田	未施用	連用田	未施用	連用田	未施用
0.49 % 以下	200 - 300	300	300	500	300	500
0.50 - 0.79 %	150	200	200 - 300	400	300	400
0.80 - 1 %	0	0	150	300	200	300

(4) その他 ベンナイト、ゼオライト、赤土の客土

ベントナイトは漏水防止と保肥力の増加、ゼオライトは保肥力増加、赤土は保肥力増加と鉄分、珪酸の補給効果が高い。次の点に注意して施用する。

- ア．対象水田は砂質漏水田、老朽化水田、黒ボク水田である。

イ．ベントナイトは 10 a 当り 1 ~ 2 t、ゼオライトは 500kg ~ 1 t、赤土は鉄分、粘土含量の多いものを 1 ~ 5 t 施用する。

ウ．荒起し前に全面に散布しておき、耕起時に作土全層に混和する。

エ．赤土またはベントナイトを漏水防止に重点をおいて施用する場合は、床じめや、畦はん固めに用いるとより効果が高い。

2) 畑 作

生産力の高い畑の条件は、ア．土壌の反応が適正であること、イ．必要な養分が十分にあること、ウ．通気、排水がよく、しかも水持ちがよいこと、エ．根の伸長を妨げる硬い盤層がないことなどである。麦、大豆などの畑作物は条件の悪い圃場で栽培されることが多く、高い収量を得るためには土壌改良資材や有機物の施用、排水対策などを積極的に行うことが重要である。

(1) 土壌の酸性矯正

第 15 表に示したように、作物によって耐酸性は異なるが、通常、土壌の pH が 6 ~ 6.5 になるように石灰質肥料を施用する。中和石灰量は炭カル添加通気法によって決定するのが原則であるが、おおよその目安として、土壌の pH を上げるのに必要な炭カルの量を第 5 表に示す。マメ科作物の場合、酸性土壌では根粒菌の働らきが抑えられ作物の生育が劣るので注意を要す。

第15表 畑作物の耐酸性

1. 最適 pH は弱酸 ~ 中性であるが、耐酸性の強いもの	ソバ、カンショ、ダイズ
2. 耐酸性が 1 につぐもの	コムギ、バレイショ
3. 耐酸性が 2 につぐもの	アズキ
4. 酸性に弱いもの	オオムギ、ハダカムギ

(2) 有機物の施用

畑は水田に比べ有機物が分解されやすく、かんがい水による養分の供給も僅かであるので土壌の肥沃度が低下しやすい。従って堆肥などの有機物の施用は地力の維持向上のために重要で、連用による増収効果も大きい。また、有機物の施用は土壌の物理性の改善の点でも効果がある。水田転作当初などで、水はけをよくするには後で述べるような営農排水に努めるだけでなく、粗大有機物のすき込みによって土壌中の孔隙を多くし膨軟にすることが極めて重要である。有機物の施用量は次の表を参考にして決める。

第16表 畑作物に対する有機物施用基準

(t / 10 a)

堆肥 (わら類)	生 わ ら		乾 燥 ふ ん			ふ ん 堆 肥 (おがくず、もみがら)			バーク 堆 肥
	稲	麦	牛	豚	鶏	牛	豚	鶏	
1 ~ 3	0.3 ~0.5	0.3 ~0.5	0.1 ~2	0.1 ~1	0.1 ~0.5	1 ~3	0.5 ~2	0.2 ~2	1 ~ 2

(3) 排 水 対 策

畑作物は水稻のように、通導組織によって葉から根に酸素を供給する能力がないので、

雨のあと表面水が停滞するようなほ場では、根が呼吸障害をおこし生育不良になりやすい。本県では畑作物の多くが主に水田転換畑や水田裏作において栽培されているが、水田の畑利用に必要な基盤整備は十分でない。また、湿田の割合が多いので、集団転作などによって地下水位を下げるとともに、次の様な営農排水を組み合わせることで積極的な排水を心がける必要がある。

高 畦

大部分の畑作物は地下水位が 40cm 以下であれば湿害を受けることなく正常に生育できる。これよりも地下水位が高い場合は、作付期間中の地下水位から畦の頂部までの高さを、壤質土壌の場合は 40cm、粘質土壌では 50cm 以上になるように畦をつくる。

明きよ（小排水溝、畦立溝）

深さ 20 ～ 30cm の排水溝を、ほ場の周囲およびほ場内に 4 ～ 6 m 間隔に作溝し、地表水を集水してほ場外の排水路から排除する。

暗きよ

弾丸暗きよの場合は深さを 30cm、間隔を 2 ～ 3 m 程度とし、本暗きよに直交するように埋設する。施工は、ほ場の表層が乾燥している時をみはからって行う。もみがら暗きよは、本暗きよに直交して 5 ～ 10 m 間隔で、また暗きよに達する深さ（50 ～ 60cm）まで作溝し、もみがらで埋戻す。

転換当初や排水不良の粘質土などで、せっかくの暗きよが十分に機能を果たしていない例がよく見うけられる。これは、土壌の孔隙や割目が少ないために土層内の水が暗きよにまで達しにくいいためである。このような場合は、深耕や粗大有機物の施用によって土壌の物理性を改良する必要がある。

（４）深 耕

近年、水田では作土の厚さが浅くなっていることが指摘されている。畑作物では、水稲より深い作土が必要で、大豆を例にとると目標作土深は 25cm 以上となっている。深耕を行うと、それだけ根が自由に伸びることのできる範囲が広がり、より多くの養水分の吸収が可能になる。また土壌の孔隙が多くなるので排水性が向上するなど物理性の改良にも効果がある。耕盤のある水田転換畑では、一度に作土を厚くすることは困難であるので、当面は 15cm 以上を目標に深耕ロータリーまたはプラウで耕起する。深耕によって養分の乏しい下層土が作土層に混入する場合は、有機物や肥料の増施が必要である。

3) 野 菜

野菜は多肥による集約栽培が連続して行われることが多く、土壌の酸性化、塩基バランスの不均衡、物理性の悪化などがおきやすい。また、施設栽培では施肥量が多く、降雨の影響がないため塩類（土壌養分）集積が問題となる。野菜は他の作物と比較して濃度障害、微量元素の欠乏症が発生しやすく、また土壌養分の不均衡は収穫物の品質等への影響も懸念される。したがって、土壌分析等によって適正な土づくり、肥培管理を行うことが重要となる。

(1) 育苗用床土

「苗半作」といわれるように、苗の良否は作物の生育や作柄に大きな影響を及ぼす。その苗を育むのが育苗培土であり、優れた性質を備えていなければならない。良い床土

の条件は、作物に吸収されやすい養分が豊富で、均衡のとれた状態で含まれていること、保水性、透水性、通気性にすぐれていること、病害虫や雑草の種子、有害物に汚染されていないことなどである。

慣行（熟成）床土の作り方

土はやや粘質がかった田土や山土を使用する。土を 20cm 程度の厚さに敷き、表面にまんべんなく石灰をまいたその上に堆肥、稲わら、きゅう肥などの有機物を土と同じ厚さに積む。その表面に石灰窒素を薄くまき、再び厚さ 20cm ほどの土を乗せる。以後、石灰、土、ようりん、有機資材、ナタネ油かす、土の順にくり返して積み上げる。1～2か月に1度、2～3回、これをくり返して熟成をうながす。最終のくり返しするとき、必要に応じて硫安（尿素）硫加、過石などの肥料を加え、さらに作物の種類に応じて完熟堆肥や土を加えて仕上げる。

促成床土の作り方

使用する直前に作る方法で、有機物は完熟したものを切断して使う。山土を風乾し、塊を砕き、できればふるいを通しておく。酸性矯正のための苦土石灰を加えた後に完熟堆肥を混合する。土と堆肥の混合比（容積比）はトマト用で 1：1、ナスで 3：1、キュウリで 1：3 ぐらいがよい。さらに土 1 m³ 当たり硫安 1 kg、過石 600 g、硫加 250 g を加えよく混合する。これらの代わりに有機質肥料を使うときは、1か月程度堆積してから苗を植えるのがよい。肥料は濃度障害をおこしにくい緩効性のものを用いる。速効性肥料の場合は、水に溶かして良く混合する。

(2) 露地栽培土壌

有機物の施用

第 17 表に示した施用基準は地力維持に必要な施用量であるが、これらの有機物の中には窒素などの肥料成分をかなり含んでいるものがある。また、逆に未熟な有機物では窒素のとり込み（窒素飢餓）があるので、注意が必要である。作物の種類、有機物の種類、施用量によって施肥量を加減しなければならない。また、野菜は生育阻害物質の影響を鋭敏に受けるので、未熟堆肥の施用は極力避け、完熟堆肥を使用する。生育障害の発生が懸念される場合は発芽テストなどを行って安全を確かめるのもよい。また、未熟な堆肥は早目（2～3週間前）に土と混和すると障害は軽減される。

第17表 野菜畑の有機物の施用基準

(t / 10 a)

区分	堆肥 (わら類)	乾燥ふん			きゅう肥		ふん堆肥 (オガクズ、モミガラ)			パーク 堆肥
		牛	豚	鶏	牛	豚	牛	豚	鶏	
露地	2～5	0.4～0.8	0.3～0.4	0.2～0.3	3～5	1～2	1～3	1～2	1～2	1～2
施設	3～5	0.5～0.8	0.4～0.5	0.3～0.4						

土壌の物理性改良効果の高い有機物は、パーク、モミガラ、オガクズの入った資材である。ただ、これらの資材を多量に連年施用すると孔隙が多くなり、干害を受けやすくなった例もみられる。

酸性矯正と塩基バランスの改善

作物ごとの好適 pH を第 18 表に示した。土壌 pH の矯正は炭カル添加通気法によって決定するのが原則であるが、簡易に石灰施用量を求めるには第 5 表を目安とする。

最近の畑土壌の調査例をみると土壌pHの高い土壌がかなりみられ、それによる障害と思われるものも少なくない。石灰の施用は画一的に行わず、少なくとも2～3年に1回は土壌診断を行って適正に保つ。家畜ふんを含む堆肥はカリなどを多量に含むので、塩基バランスが崩れないように注意する。特に土のカリ含量が高いとマグネシウム欠乏症が発生しやすい。

第18表 作物別好適pH

pHの範囲	葉茎菜類	果菜類	根菜類	マメ類	イモ類
5.5～6.0	ラッキョウ		ショウガ		パレイショ ヤマトイモ
5.5～6.5	フキ、	イチゴ、スイカ	コカブ、ゴボウ		
5.5～7.0	コマツナ、シユンギク	キュウリ カボチャ	ニンジン カブ		
6.0～6.5	ミツバ、パセリ、	スイートコーン、トウガラシ、オクラ		エダマメ	
6.0～7.0	キャベツ、ハクサイ、レタス、タマネギ、カリフラワー、ブロッコリー、ネギ	トマト、ナス、ピーマン、メロン	ダイコン	インゲン ソラマメ	サトイモ
6.0～7.5	アスパラガス ハウレンソウ			エンドウ	

深耕と排水対策

深耕によって作土層を厚くすることは根域が拡大し、作物の収量を安定かつ高位に保つ上に重要である。深耕は有機物の施用と共に行わないと、効果が持続しない。また、作土に下層土が混入し、地力が低下し、収量が低くなることもあるので、堆肥などによって地力増強に努める。ほ場の排水が悪い時は暗きよなどを設けて排水に努める。水田転換畑のように周囲から水が浸入する時は、明きよの効果が高い。

(3) 施設栽培土壌

有機物の施用

野菜畑における有機物の施用基準量は第17表のとおりである。施設土壌では、温度が高く微生物の活性が旺盛なので有機物が分解しやすく腐植の消耗が大きい。従って、有機物の施用量は露地より多くする必要がある。しかし、家畜ふん堆肥等の中には肥料分を多く含むものが多く、多量の有機物を連用すると土壌中に蓄積して作物の生育や品質に悪影響を及ぼす恐れが大きい。連用する場合には有機物の施用量や施肥量を減らす必要が生じる(第19表)。

第19表 施設野菜畑で連用する場合の有機物の施用基準

(t / 10 a)

野菜のタイプ	堆肥(わら類)	乾燥ふん			きゅう肥		ふん堆肥(オガクズ、モミガラ)			パーク堆肥
		牛	豚	鶏	牛	豚	牛	豚	鶏	
少肥	2~3	0.2~0.4	0.1~0.2	0.1~0.2	1~2	~1	1~2	1~2	1~2	1~2
中肥		0.4~0.6	0.2~0.3	0.2~0.3						
多肥	3~4	0.6~0.8	0.3~0.4	0.3~0.4	2~3	1~2	2~3			

注1. 土壌診断によって施肥量の調整を行う。また、土壌養分に偏りが生じた場合は使用する有機物の種類を変える。

2. 野菜のタイプ

少肥型：ハウレンソウ、イチゴ、メロンなど

中肥型：レタス、トマト、スイカなど

多肥型：キュウリ、ナス、ピーマンなど

塩基の補給、塩類集積対策

施設土壌では雨による塩類溶脱がないため塩類が集積しやすい。特に施肥量の多い作物では、肥料分が全部吸収されずにかかり残存する場合がある。施肥前に土壌の電気伝導率(EC)を測定し、第20表を参考にして施肥量を加減する。また、リン酸や石灰、

第20表 施肥前のECによる基肥量調整の目安

(加藤 1996)

土壌の種類	ECの値(mS/cm)				
	0.3以下	0.4~0.7	0.8~1.2	1.3~1.5	1.6以上
腐植質黒ボク土	標準量	2/3	1/2	1/3	無施用
壤質土・粘質土	標準量	2/3	1/3	無施用	無施用
砂質土	標準量	1/2	1/4	無施用	無施用

注) 数字は標準施肥量に対する比率

苦土、カリなどの塩基が集積しやすく、塩基間のバランスも問題となる。塩基バランスのくずれは相互の吸収抑制を引き起こし、それによる要素欠乏の原因となるので、作付終了後に土壌診断を行い、それに基づいた肥培管理を心がけることが特に重要である。

除塩対策

除塩対策としては、クリーニングクロープによる吸収除去、深耕による下層土との混合などがある。

4) 花き

(1) 育苗床土

花きの育苗床土は、数種の床土材料を適当な割合で混合した調合土を用いることが多い。用いられる材料としては、田土、ピート、腐葉土、パーミキュライト、パーライト、川砂などがある。調合割合の例としては、田土：ピート：川砂 = 2：2：1、田土：腐葉土 = 3：2、田土：腐葉土：パーライト = 2：2：1などがあげられるが、花きの種類によりその調合割合は多少変わる。トルコギキョウなど、特に育苗期間の長いものは、

保水性、排水性の良い用土を作る必要がある。

床土に添加する施肥量は、窒素、リン酸、カリとも成分量で土壌 1 m³ あたり 0.2 ~ 0.3kg とし、生育をみながら薄い液肥を適宜追肥する。

pH は、花きの種類にもよるが、多くの場合 5 ~ 7 の間に矯正する。pH の矯正については第 5 表を参考にする。ただし、第 5 表は 10 a、10cm の土壌について示してあるので読替えが必要である。表から読みとった数値を 1 / 100 にすると用土 1 m³ の pH を矯正するのに必要な炭カル量 (kg) となる。

用土に、本圃の作土を用いる場合は、病原菌を保持している可能性があるので、クオルピクリンや蒸気、太陽熱等によって殺菌する。

(2) 切花類の栽培土壌

本県における切花栽培は、ほとんどが施設栽培である。野菜栽培土壌と大きな違いはなく、土壌管理の基本的事項は、野菜の施設土壌に準じてよい。

有機物の施用

有機物の施用目的は様々であるが、養分補給を目的とする場合は、家畜ふんの入った堆肥を施用し、物理性の改良を目的とする場合はパーク、オガクズ、モミガラなどの入った堆肥を主体とする。施用量は第 21 表を参考にして決定する。

第21表 切花（施設）栽培における有機物の施用基準 (t / 10 a)

堆肥 (わら類)	乾 燥 ふ ん			きゅう肥		ふ ん 堆 肥 (オガクズ、モミガラ)			パーク 堆 肥
	牛	豚	鶏	牛	豚	牛	豚	鶏	
2 ~ 4	0.5~0.8	0.4~0.5	0.3~0.4	3 ~ 5	1 ~ 2	1 ~ 3	1 ~ 2	1 ~ 2	1 ~ 2

堆肥はできるだけよく腐熟したものをを用いる。特にパーク、オガクズ、モミガラなどの入った堆肥は、未熟であると逆に窒素をとりこみ、作物に窒素欠乏が発生することがあるので十分注意する。

土壌の酸性矯正

花きは種類が多く、好適 pH がそれぞれ異なるが、おおむね 5.0 ~ 7.0 で生育がよいものが多い。主な花きの好適 pH を第 22 表に示す。

土壌 pH が低い場合には、炭カル、苦土石灰などの石灰質肥料を施用する。中和石灰量は炭カル添加通気法で決定するのを原則とするが、おおよその目安としての石灰施用量は第 5 表を参照する。

また、土壌 pH が最適 pH より高い場合には、石灰質資材の施用を 1 ~ 2 作やめる。花きでは、ホウ素欠乏が発生しやすいものが多い。ホウ素は pH が高い場合に吸収されにくい形となるので、pH が上がりすぎないように注意する。

第22表 花きの種類と好適土壌 pH

(鶴島、1983)

酸性 (pH) の程度	適する花きの種類
強酸性 (5以下)	ツツジ、アザレア、ガーデニア、ペゴニア類、アジアンタム、ネフロレピス、アナナス、スズラン、アゲラータム、カラー、クレマチスなど
弱酸性 (5~7)	キク、バラ、ユリ、シクラメン、カラー、ポインセチア、フクシア、ハナショウブ、キンギョソウ、パフィオベディルム、シンピジウム、カーネーション、ストック、ペチュニア、チューリップなど
中性 (7)	ジニア、マリーゴールド、プリムラ類、マーガレット、アスターなど
アルカリ性 (7以上)	キンセンカ、シネラリア・ゼラニウム・ガーベラ、スイートピー、ジャーマンアイリスなど

(3)球根類の栽培土壌

球根育成栽培は主に水田裏作でおこなわれるが、土づくりの基本は野菜畑に準じる。

有機物の施用

球根育成栽培の有機物施用量のめやすを第 23 表に示す。土壌の肥沃度、排水性などを考慮して、有機物の種類、施用量を決定する。

球根類は、水田裏作で育成されるが、生わらの施用は、10 %程度の減収をまねくので、コンバインで稲刈した後の生わらはできるだけ場外にもち出すか、10 a 当たり 20 ~ 30kg の石灰窒素を、降雨後などで稲わらが濡れているときに散布しすき込む。

第23表 球根類に対する有機物の施用基準

(kg / 10 a)

堆肥 (わら類)	乾燥ふん			きゅう肥		ふん堆肥 (オガクズ、モミガラ)			バーク 堆肥
	牛	豚	鶏	牛	豚	牛	豚	鶏	
3~5	0.5~0.8	0.4~0.5	0.3~0.4	3~5	1~2	2~4	1~2	1~2	1~2

土壌の酸性矯正

本県で栽培されている主要な球根類は、チューリップ、ヒアシンス、スイセン、球根アイリスなどであるが、いずれも好適 pH は 6 ~ 7 である。水稻を栽培した跡地土壌は、pH が 5.5 前後と低くなっていることが多いので必ず石灰質肥料を施用し、酸性の矯正を行なう。中和石灰量は炭カル添加通気法で決定するのが原則であるが、石灰施用量は第 5 表を参照する。

深耕および排水性の改善

球根類も切花類と同じく、過湿を嫌うものが多く、排水の悪い圃場では、発根が悪くなったり球根が腐ったりする。したがって水田裏作の場合は、排水のよい水田で栽培するのが望ましい。余儀なく排水不良水田で栽培する場合は、暗きよや明きよの施工、高畦栽培などを行い、過湿とならないように努力する。また、下層の通気性、通水性がよくなるようにできるだけ深く耕耘するように心がける。

5) 果 樹

果樹園では下層土の物理性（ち密度、孔隙）が根群分布を左右し、生産力に大きく影響することから、表土だけでなく下層土の土づくりが重要となる。また、一度栽植すると全園的な改良は困難なので計画的な土壌改良が重要であり、排水対策などは開園時に行う必要がある。堆肥等の有機物の施用は樹勢をコントロールしたり、肥料成分の流亡による環境負荷を抑制するためには根域への集中的施用が望ましい。

(1) 有機物の施用

有機物は微量要素を含めた養分の供給や土壌の通気性や排水性など物理性の改良を図る資材として重要である。その効果や意義は有機物の種類によって異なるので、第24表を参考にして土壌の種類、改良目的にあわせて選ぶと良い。

第24表 有機物の種類とその特徴

有機物の種類	主な効果	土壌条件の適否			施用上の注意
		砂質土	壤質土	粘質土	
堆 厩 肥	肥 料				
稲 わ ら	腐植の増加			×	粘質土ではマルチとする
バ ー ク 堆 肥	孔隙、透水性				未熟なバークは避ける
オガクズ堆肥	孔隙、透水性				
家畜糞入り堆肥	肥 料				

注1. 堆厩肥とは、わら、家畜ふんが主原料で、家畜ふんの割合が低い資材

2. 家畜ふん入り堆肥とは家畜ふんにオガクズ、バークなどが混合され、家畜ふんの割合が高い資材

新植や根域を拡大する場合の有機物の施用量は土壌1m³当たり100～150kg施用しないと十分な効果が望めない。例えば、幅1m、深さ50cmの溝を10mおきに掘って1m³当たり100kgの有機物を混合する場合には10a当たり5t必要となる。また、地力の低い開発園の土壌改良も同様の考え方で行う。例えば、有機物を10a当たり10t以上準備し、植栽列（幅1.5～2m以上）の深さ50cm部分になるべく均一に混合する。

地力維持を目的とした施用量を第25表に示した。これも全面に施用するのではなく上述の様な局所施用を前提とした量である。有機物の種類、量は樹種、樹勢を考慮して決める。この場合の施用法は根群域を中心にスコップ、オーガーなどで穴を掘り石灰、苦土などの土壌改良資材と一緒に土と混合して穴に戻す。この方法は排水の悪い園では

第25表 有機物施用基準

(t / 10 a)

樹 種 土壌の種類	牛きゅう肥	豚きゅう肥	モミガラ入り 豚きゅう肥	鶏 乾 燥 糞	堆肥 (わら類)	バーク 堆肥
ブドウ 新規造成園	3～5	0.5～1	1～2	0.3～0.4	2～5	2～4
モモ 成 園	2～3	0.5～1	1～2	0.1～0.2	1～4	1～2
その他 新規造成園	10～15	1～2	2～3	0.3～0.4	2～7	2～5
成 園	3～5	0.5～1	1～2	0.2～0.3	1～5	1～2

好ましくなく、そのような園では改良部分に湛水しないような方法をとる。また、深耕時の極端な断根は樹勢に影響するが、適当な断根はそれによって発根を促し、根の更新に役立つ。

(2) 塩基、リン酸の施用

石灰、苦土、リン酸資材の施用は、基本的には土壌診断に基づいて行う。リン酸は特に下層土で不足しており、深耕時によりりん等のリン酸資材を施用する。また、ブドウの着色障害が土壌のアルカリ化に原因することから、土壌 pH の高い園では石灰の施用がひかえられている。その場合、石灰資材の施用は必要ないが、苦土は欠乏しやすく、苦土資材の施用は必要である。

(3) 排水対策

排水対策は一般に暗きよによって行うが、効果の低い場合がみられる。その原因はいろいろあるが、土壌に孔隙、割目がなく土層内の水が暗きよまで行かない場合が多い。したがって、暗きよの効果を上げるには土壌の物理的改良が必要となる。また、水田転換園などのように周囲から水が侵入する園では明きよの効果が高い。

6) 茶

茶園では畝間への局所的施肥と栽培管理のための踏圧が繰り返し行われる。そのため土壌の理化学性や生物性が悪化しやすく、品質や収量低下の原因となっている事例がみられる。また、茶は新芽の生育速度が収量に大きく影響することや、含有アミノ酸の種類や量が品質を左右するため窒素肥料の施用量が過剰になりやすい。そのため吸収されなかった肥料の溶脱による地下水の硝酸汚染が懸念されている。これを防ぐためには適正な施肥が重要であることはいうまでもないが、深耕や有機物の施用は、根域を拡大し土壌の緩衝能が増加するため、肥料の利用率向上という点で有効な対策となる。

茶園土壌の好適条件として、根が大きな抵抗を受けることなく伸長できる有効土層の深さが 60cm 以上であること、pH が 4.0 ~ 5.0 であること、適度の孔隙があり通気性や排水性、保水性に優れること、腐植含量が多く地力が高いことなどがあげられる。これを目標に土づくりに努めることは品質向上や安定多収だけでなく環境保全のためにも重要である。

(1) 有機物の施用

有機物の施用は物理性の改良だけでなく微量元素の供給源となる。特に腐植の少ない新規造成園では肥沃度向上のために有機物の施用が欠かせない。既存園では干害や雑草対策として前年に施用した敷きわら・敷き草を深耕に併せてすき込むのがよい。家畜ふん堆肥等を施用する場合は未熟なものは避け、また、成分量に差があるので第 26 表の基準を参考にして施用量を決める。鶏ふんなどの大量施用は pH の上昇を招く場合があるので十分な注意が必要である。有機物は 8 月下旬頃に施用し、土壌とよく混和する。

第26表 有機物の施用基準

(t / 10a)

区 分	堆肥 (わら類)	乾燥鶏ふん	発酵鶏ふん	乾燥牛ふん	きゅう肥		パーク 堆 肥
					牛	豚	
新規造成園	3 ~ 7	0.5 ~ 0.7	1 ~ 2	1 ~ 2	3 ~ 5	1 ~ 2	3 ~ 5
既 存 園	2 ~ 5	0.3 ~ 0.5	0.5 ~ 1	-	1 ~ 2	0.5 ~ 1	1 ~ 2

(2) 深耕と石灰の施用

深耕は土壤の通気性を改善し、古くなった細根を切断して新根の発生を促すものである。しかし、過度の断根は生育や収量に影響するので、隔うねに行うのが安全である。時期は根の伸長盛期前の8月上旬～9月上旬に行う。この時、有機物（前年の敷わら、堆きゅう肥等）や苦土石灰などを補給すると効果的である。石灰質肥料の施用はpHが4以下の場合に5を目標に行う。

(3) 排水

茶樹は排水が良く孔隙の多い土を好み、粘質土のように通気性の悪い土壤では根群の発達が悪い。平坦地、傾斜地を問わず排水に留意し、不良と思われる場合には深耕や暗きよの敷設など排水対策を行う。

5. 開発地の土づくり

本県の国営農地造成地は主として洪積層地帯の丘陵地と、花崗岩地帯の山間地に分布する。これらの土壤は前者が粘質～強粘質を主とし、後者はマサ土と呼ばれる砂質土壤が多く、両者の性質は共通した面と大きく異なる面とがある。

1) 洪積層地帯の特徴と土壤改良（大邑、益田地区）

(1) 土壤の特徴

これらの地帯は起伏の多い傾斜地であるため、大規模な地形改造が行われており、大部分は痩せた下層土が作土となっている。

地質は大部分が都野津層群からなり、粘土鉱物はカオリナイトを主体とするため、一般に保肥力、膨潤性が小さく、構造の発達が悪い。粘質～強粘質土壤では透水性が悪く、梅雨期には作物に湿害を生ずる恐れがある。反面、乾くと固結し、保水力も小さいことから夏期には干害が懸念される。また、場所によっては砂礫層が出現する場合も多く、このような場合には除礫が必要となる。さらに、前述のように下層土が露出しているので、極端に腐植が少なく肥沃度の低い土壤である。

(2) 改良法

開発地土壤の改良対策として、造成時にリン酸質肥料、石灰質肥料、及び粗大有機物が投入されている。しかし、これだけの施用では不十分であり、営農段階で常に土づくりを意識しながら、これらの資材、肥料を補給する必要がある。保肥力（陽イオン交換容量）が低い土壤であるため、石灰、苦土などの塩基は一度に多く施用のではなく、土壤診断を行いpH 6～6.5を目標に石灰質肥料を施用することが大切である。やむを得ず土壤診断ができないときは、10 aあたり苦土石灰または炭カルで120～150kg、消石灰で100～120kg程度を施用する。有機物は堆きゅう肥として、少なくとも10 aあたり年間3 t以上を施用し、土壤の団粒化と構造の発達を促すと共に腐植の増加を図り、養分の保持供給力と緩衝能の向上を図ることが重要である。その際にゼオライトを併用すると効果が高いことは土壤改良資材の項で述べたとおりである。

近年の有機質資材は品質の著しく異なるものがあるが、土壤の物理性の改良に対してはC/N比の大きいオガクズや樹皮を副資材とする家畜ふん堆肥、または樹皮を推積発酵させたものの効果が大きい。有機質資材が入手困難な場合は乾物生産量の大きいイネ科牧草を栽培して最大生産量に達した頃に刈り取り、細断して土壤にすき込む。ただ

し、C / N 比の高い有機物を大量にすき込んだ直後に作付けする作物は一時的に窒素欠乏（窒素飢餓）を起こすことがあるので、ある期間放置して土壌になじませることが大切である。

(3) 排水対策

この地帯は土壌構造が未発達で透水不良の場所が多いため、長期にわたって降雨が続けば作物は湿害を受けやすい。また、降雨後も土壌の過湿が続き、耕耘作業をはじめ各種作業に支障をきたすため、排水対策を行う必要がある。

圃場の傾斜方向に溝を掘り、明きよで排水すると、浸食が激しく、作土のみならず下層土まで流亡する。このようなところでは、10 m 程度の間隔で深さ 40 ~ 50cm に地表と平行に配水管を設置し、その上に疎水材としてもみがらを 40 ~ 50cm の幅で、土が混入しないようにして地表面近くまで踏み込むと、かなり長期間排水効果が持続する。また、法面から流去した雨水が圃場内に流入しないように法面と圃場の間に承水路を設置しておく。排水路にコンクリート製 字構が用いられている場合に、その外側の土砂が流されると接続部が離れ、勾配が変化して排水に役立たないことがある。このような場合は早めに発見し、排水機能を維持するような対策を講ずる。

以上の対策を行う一方、土壌自体の透水機能を高めることも重要であるので有機物を施用し、土壌構造の発達を促すように努める。

2) マサ土地帯の特徴と土壌改良法（横田地区）

(1) 土壌の特性

この地区は花崗岩が深層風化した山地を数 m から 10m 近くまでブルドーザーで削って造成されている。そのため腐植を欠く痩せた下層土が露出している。土壌は細小礫に富み、土性は粗砂を多く含む砂土～砂壤土がほとんどである。粘土含量は 5 % 前後であるが大雨やかん水の後に乾くと上層表面が著しく固くなる。これはクラストと呼ばれる土膜ができるためであり、土壌の腐植含量が増やすことで回避できる。本土壌は礫、粗砂が多いため、透水性はよいが保水性は小さい。

前述のように下層土が作土となっているため、造成当初は腐植が少なく極端に地力が低いため窒素をはじめ各種養分の供給能は低い。緩衝能や保肥力が小さいので石炊などの塩基が流亡したり、酸性肥料が施用されると急速に酸性化する。反面、石灰の施用が多すぎると pH が上昇しアルカリ性になりやすい。

(2) 土壌の改良法

基本的な改良方針は前項の洪積層地帯の造成畑と同様である。造成直後に有機質資材や石灰質肥料、リン酸質肥料等が施用されているが、それだけでは肥沃な土壌にならない。営農の中で常に土づくりを意識し入手可能な資材の投入や作付け体系を工夫する必要がある。この地帯での有機質資材の施用は土壌の緩衝能を高め、肥沃化促進に欠かせない。そのため椎きゅう肥などの有機質資材を 3 t / 10 a 以上、毎年施用し土壌と混和する。稲わらや木質資材を原料としたものはよく腐熟させてから施用する。未熟なオガクズ堆肥や樹皮推肥は、かえって粗孔隙が多くなりすぎて保水力が低下し干害を受けやすくなる。

また、マサ土は pH が高すぎたり、乾燥が続くとしばしばホウ素欠乏症が発生する。

このような恐れがあれば、あらかじめ F T E を 4 kg / 10 a 施用しておく。

(3) 排水対策

マサ土の表層は粗孔隙が多く水はけが良い。しかし、一度も耕起したことのない下層は基岩としての性質を残しており、ち密で排水不良の場合が多いので、造収時に深さ 1 m 程度は耕起しておく必要がある。また、造成時の大型機械の走行により土層がかなりの圧密を受けている場合が見られる。このようなところでは深耕して粗大有機物を施用することが大切である。

造成畑では法面からの流去水を圃場に流入させないために承水路として U 字溝が設置されているが、崩れてきた土砂で埋まったり、外側の土砂が流れ込んで U 字溝そのものが壊れ、その機能を失っているものもある。このような場合には、工事の手直しや農家自身の努力によって十分な排水機能を維持するように管理する。

6. 干拓地の土づくり

1) 土壌の特徴

中海干拓地の揖屋、安来地区はそれぞれ揖屋湾、米子湾を堤防で締め切り、ポンプ排水した干拓地であり、それぞれ昭和 50 年、51 年に干陸した。平均標高は揖屋地区が - 2.3 m、安来地区が - 2.1 m である。大部分が粘質ないし強粘質であり、地盤は軟弱で、排水は極めて不良である。また、中海は境水道を通じて海水の影響を強く受けており、干陸直後の土塊は 12,000ppm の塩分 (Cl 濃度) を含有していた。さらに、中海底土は第 27 表のように、硫化物を含んだ酸性硫酸塩土壌であり、好気的な条件になると酸化して硫酸や硫酸塩を生じ強酸性となる。

第27表 中海底土の土性と可酸化性イオウ

村上 (1967)

試料	点数	湿土の pH ^{*2}	畑状態の pH	可酸化性 S (mg S / g)
砂土	5	7.8 ~ 3.6	4.9 ~ 2.6	0.3 ~ 3.5
砂壤土	2	7.9 ~ 5.3	4.9 ~ 2.8	3.5 ~ 6.9
埴土	14	7.9 ~ 5.1	6.8 ~ 2.3	1.3 ~ 23.9

このような土壌を熟畑化させるためには、いかにして土層深くまで乾燥させるかが基本となる。乾燥、酸化させれば硫化物は硫酸、硫酸塩となり、雨水により流亡する。また、このとき塩分も流される。

2) 排水対策

土木的工事として、10 m 間隔に深さ 1.0 ~ 1.2 m の本暗きよ、これと直交するように 10 m 間隔、深さ 0.5 m の補助暗きよ (もみがら) が施行されている。土壌は表面から 40 ~ 50cm 程度は酸化が進み、硫化物、塩分とも減少している。

作物栽培に当たっては圃場の状態に応じて積極的に営農排水対策を講ずる。具体的には素掘りの明きよを適当な間隔に設け、表面水を速やかに排除する。大型機械の走行による圧密や土壌構造が未発達で透水不良の場合はサブソイラーなどにより間隔 1 ~ 2 m、深さ 0.3 ~ 0.5m の弾丸暗きよを施行する。また、こうした作業を含め耕耘、砕土

等の機械作業は適切な水分条件で行うことが大切である。

なお、前述の作業あるいは作物栽培上で何らかの事情により下層土が地表に現れた場合は、酸性障害や塩害が懸念されるので十分注意する必要がある。

3) 酸性の改良

前述のように、酸性硫酸塩土壌の改良はできるかぎり土層深くまで乾燥、酸化させ、生成した硫酸を降雨により流去させた後石灰で中和するのが基本である。

揖屋、安来地区とも土木的工事が終了した段階で、深さ 15cm までは pH 6.5 を目標に改良されているが、これより下層は強酸性であるので、必要に応じて営農の過程で改良する必要がある。下層土の改良に当たっては以下の点に注意する。

深耕はプラウまたは深耕ロータリーなどで行い、土壌の乾燥、酸化を進め、物理性の改善を図りつつ石灰を施用する。ただし、作付け前の極端な深耕は避ける。

酸性矯正に用いる石灰質資材は炭カルまたは苦土炭カルを用いる。

有機質資材を積極的に施用し、土壌の緩衝能を高める。

4) 除 塩

深さ 50cm 位までのある程度乾燥、酸化が進んだ層の塩分濃度は 100ppm 以下に低下しており、除塩対策を特に考慮する必要はない。ただ、排水不良で地下水位が高く、表層近くにグライ層やグライ斑が見られる場合は塩分が残っている可能性があるため、明きょや補助暗きょを掘るなどの営農対策を講ずる。

5) 有機物の施用

干拓地の土壌は干陸し畑地化すると有機物の消耗が激しく、急速に地力が低下する。過去の調査では干陸後 3 年足らずで有機物含量が半減したと報告されている。これは環境条件の変化だけでなく、干拓地土壌に含まれる有機物は安定した腐植が少なく、分解され易いためである。土壌の物理性改善の上からも有機質資材を積極的に施用する必要がある。施用量は各作物の施用基準にしたがうが、その際、排水対策を十分講じておくことが大切である

6) リン酸の増施

干陸直後の可給態リン酸は多いが、土壌の酸化が進むにつれて硫化物の酸化により生じた硫酸鉄塩やその加水分解で生じた水酸化鉄とリン酸が反応して難溶性のリン酸鉄になる。このためよく酸化した地点ほど可給態リン酸は少ない。

干拓工事の一環として、リン酸吸収係数の 1% が施用されているが、これだけでは不足する。島根農試で試験した結果 2% 程度は必要であることが判明した。したがって、初めて作付けする場合には、さらに 1% 相当量を下記の計算式により算出し施用する。その場合水溶性リン酸を含む肥料を用いる方がよい。

(計 算 式)

リン酸吸収係数 × 1 / 100 × 容積重 = 必要リン酸成分量

必要リン酸成分量 × 100 / 肥料のリン酸含有率 × 15 / 10 = 施用量 (kg / 10a, 15cm)

注) 容積重は壤～粘質土で 1.00、砂質土で 1.20 を用いる。

7. 輪換田の土づくり

田畑輪換は、水田および畑それぞれが持つ長所を活用するならば、きわめて優れた耕地利用技術といえる。即ち、水田のもつ豊富な水は、畑作物に対して安定したかんがい水の供給を保障するし、野菜畑を中心に深刻な問題となっている連作障害は、水稲栽培期間をおくことで軽減できる。一方、畑作物栽培後の水稲栽培においては、畑期間中に形成された土壌の孔隙、団粒構造などが土壌の物理性を向上させる。その結果、特に排水不良田では耕耘などの作業がやりやすくなるほか、透水性の向上などによって増収が期待できる。

田畑輪換における土づくりは、基本的にはそれぞれ水田、畑の場合に準じて行うが、田畑輪換特有の問題について以下に示す。

1) 輪換畑

輪換畑に導入される畑作物は一般に耐湿性が弱い。水田と畑の土壌では物理性に大きな違いがあり、水田土壌も地下水位を下げ、乾燥させれば畑地土壌に変化する。降雨後、地下水位が低下しない水田では、暗きょ排水、心土破碎を行い、更に圃場内に明きょを設置するなどの排水対策が必要である。

一方、水田を畑地に転換すると、有機物が酸化分解し易分解性有機物が減少する。また、硝酸化成作用が進み、畑作物に好適な土壌環境となる。このような畑状態を経過した後、再び水田に復元すると、数年間は土壌窒素の供給が連作田よりも多くなる。これらのことを考えると、田畑輪換による土壌中の有機物の消耗は連作田より速くなる。その他、畑期間中は塩基類の溶脱も多くなるので、有機物や苦土石灰などの土壌改良資材を積極的に施用することが重要である。それらの一回の施用量は水田、畑に準ずる。

2) 復元田

輪換田では、期間中に形成された土壌の亀裂や団粒構造の発達、耕盤破碎などにより連作田に比べて透水性が大きくなる。透水性の変化は土壌の種類や畑期間の長短などによって異なるが、場合によっては漏水対策が必要となる。具体的には代かきの回数を増やし、丁寧に代かきを行ってねり返し効果を高めるようにする。ただ、適度の透水性の向上は田畑輪換効果の一つであるので、過度の漏水対策は逆効果となる恐れがあることに注意する。