

## 第2 気象と土壌

### 1 気象

#### 1 水稻の生育と気象

低温、日照不足、高温、風、洪水、干ばつ等は、稲の生産・収量・品質・食味に大きな影響を及ぼす。台風などの不定期の気象現象を除くと、気温と日照による影響が大きい。

栄養生長期の低温は、活着不良、生育遅延、分けつ発生抑制等を招く。その影響が大きい場合には、出穂遅れ、登熟遅延となり、整粒歩合が低下して品質が低下し減収となる。また、日照不足の場合も同様の様相を示す場合が多い。減数分裂期、開花期等の生殖生長期が低温に遭遇すると、受粉や受精が阻害され不稔粒が多発する。登熟期の低温は、整粒歩合の低下、青米や屑米の多発を招きやすい。また、日照不足は、光合成が低下することから、登熟歩合や千粒重の低下、青米や屑米の多発を招く。

米粒の外形は、出穂開花後25日頃までに決定される。胚乳の細胞分裂は開花後10日目頃には終了し、15日目頃には中心部のデンプン充填が完了する。胚乳最外部へのデンプン充填も30～35日目頃にはほぼ完了する。この期間の日照時間が長いほど登熟は良くなる。米粒のタンパク質含量が低いほど米の食味は良いといわれており、タンパク質は米粒の表面ほど含量が高いため、登熟がよく充実のよい大きな粒になるほど食味が向上する。米粒の登熟には、出穂後40日の平均気温が22～25℃が最適とされている。出穂後40日の平均気温が20℃以下になると粒重の減少が著しくなる。登熟停止の限界温度は10℃とされている。出穂後40日の平均気温が25℃以上になると、米粒の成長は促進されるが、デンプンの蓄積が阻害され、乳白、背白等の不完全米が発生する。

水稻の収量・品質に及ぼす気象条件として大きな要因は、稲の収量生産期（出穂の10日前から出穂後30日）の日射量と日平均気温である。この期間の日射量が多いほどよく、日平均気温は22～23℃が最適とされている。

最近の解析では、多日照で収量が多い年は、デンプンの蓄積による千粒重の増加で相対的にタンパク質含量が低下し、品質や食味も良くなることが明らかにされている。この他に、日気温較差の大きいことが登熟にプラスに働くことが知られている。

表1 水稻の生育限界温度（1986 吉田）

生育ステージ	限界温度 <sup>a)</sup> (°C)		
	最低	最高	最適
発芽	10	45	20～35
出芽・苗立ち	12～13	35	25～30
活着	16	35	25～28
葉の伸長	7～12	45	31
分けつ	9～16	33	25～31
幼穂分化	15	—	—
幼穂形成	15～20	38	—
開花	22	35	30～33
登熟	12～18	30	20～25

a) 発芽時を除き日平均気温を表す。

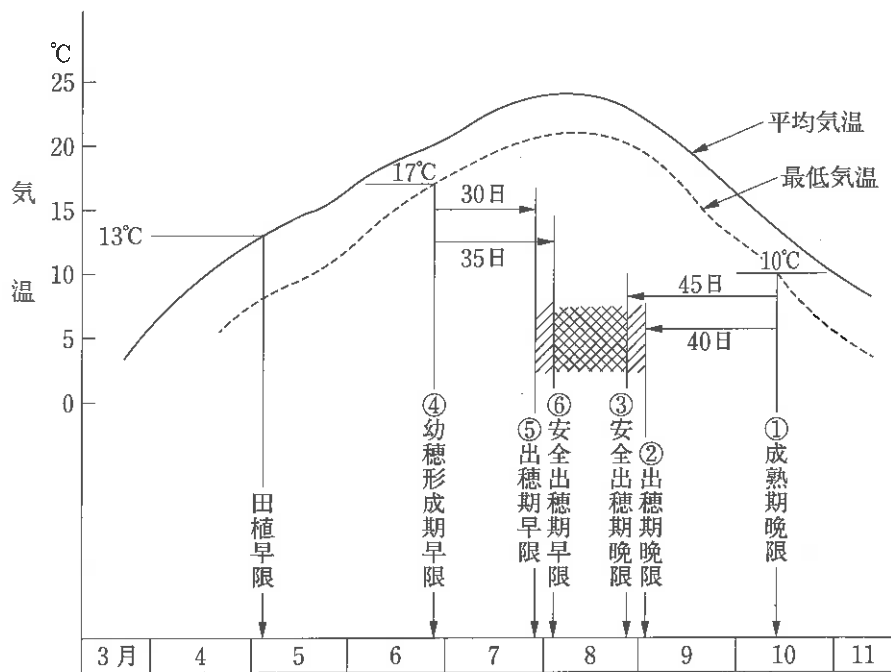
## 2 気象条件と作期

栽培地域の気象条件が稲の各生育ステージの適温の条件を満たすよう作期を決定する。また、気温の他に、収量生産期間に日照時間が多いこと、登熟期に台風被害を受けにくいこと等を考慮する必要がある。

- ① 秋の最低気温が10℃を示す日を成熟期の晩限
- ② 成熟期晩限から40日前を出穂期の晩限
- ③ 出穂期晩限からさらに5日前を安全出穂晩限
- ④ 初夏の最低気温が17℃を示す日を幼穂形成期早限
- ⑤ 幼穂形成期の早限から30日後を出穂期早限
- ⑥ 出穂期早限からさらに5日後を安全出穂早限

したがって、安全出穂早限と晩限の間が安全出穂期間となる。

また、移植期は、活着最低温度が平均気温13℃（稚苗）を早限とする。ただし、降霜温度が3℃であるので、最低極温が3℃以上で平均気温が13℃以上となる日が早限となる。

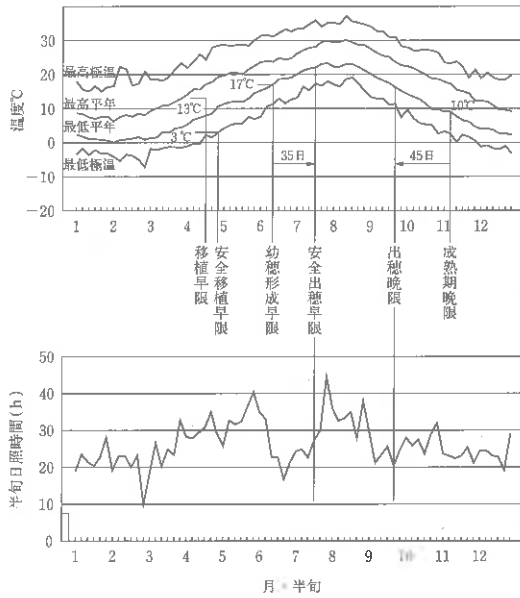


(注)「新編農業気象ハンドブック」より引用

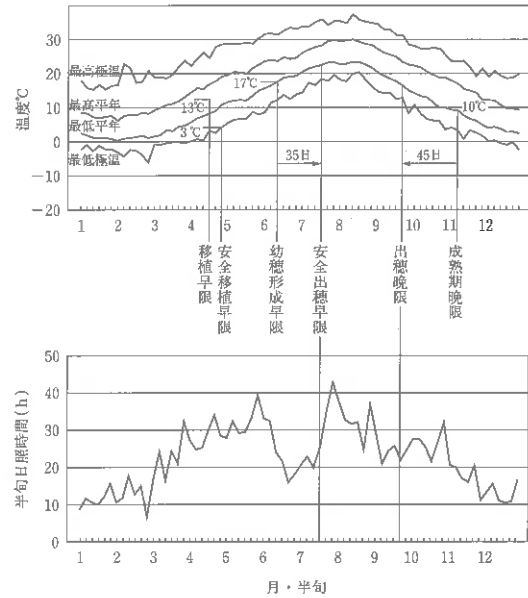
図4 気温の推移とイネの作期策定の考え方 (坪井 1974を一部改変)

山口県の主要な地点の気象を当てはめると、次のようになる。ただし、北浦のように成熟期と降雨の関係が問題となる地域では、気温・日照の他に降水量について考慮する必要がある。

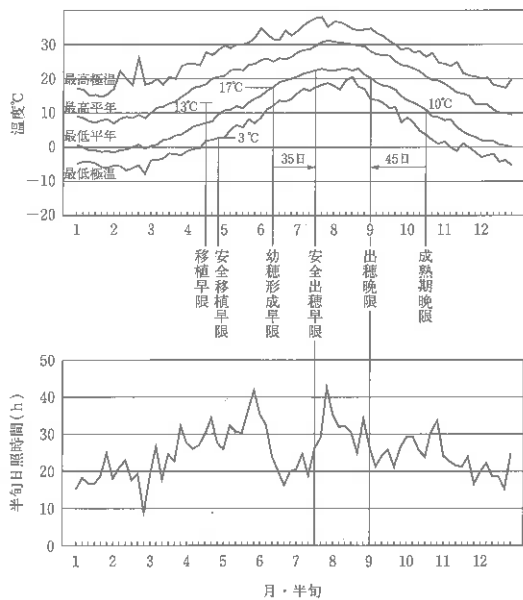
[柳井市柳井津]



[萩市堀内]



[山口市大内御堀]



[阿東町徳佐]

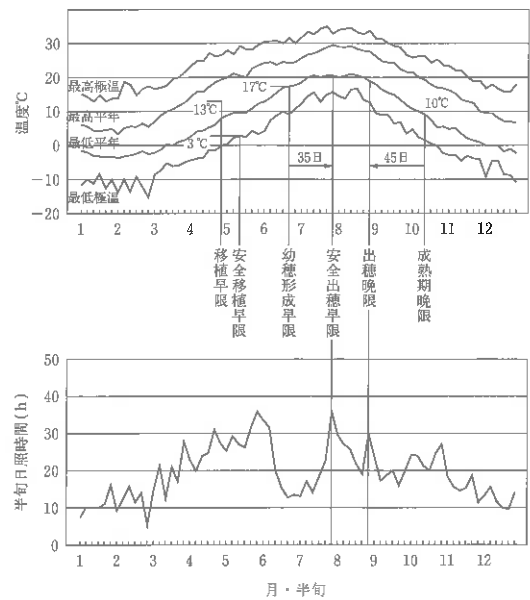


図5 県下代表地点アメダスポイントの半旬別最低・最高気温、日照時間の推移と作期

### 3 過去20年間の山口県の気象変動の特徴と水稲生育との関係

#### (1) 水稲の単収と気象

表2 過去20年間の水稲栽培期間の気象の特徴

年度	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
全国的気象の特徴		大冷夏・多雨・少照			短夏・水害多発	北日本低温・少日照			梅雨寒・短盛夏					短盛夏・遅盛夏		大冷夏・多雨・少照					
山口県の気象特徴	並温・並日照・後半多雨	低温・少日照・後半多雨	高温・多日照・やや多雨	並温・並日照・並雨	猛暑高温・やや多日照・並雨	やや高温・多日照・やや少雨	やや高温・やや多日照・秋雨前線停滞	やや高温・多日照・やや少雨	弱冷夏・少日照	並温・少日照・少雨	並温・後半少日照・後半多雨	高温・多日照・少雨	弱冷夏・前半少日照・多雨・台風19号	弱冷夏・後半少日照・少雨	冷夏・少日照・多雨	高温・多日照・少雨	高温・多日照・少雨	並温・多日照・少雨	並温・出穂時少日照・7月豪雨	高温・並日照・少雨	

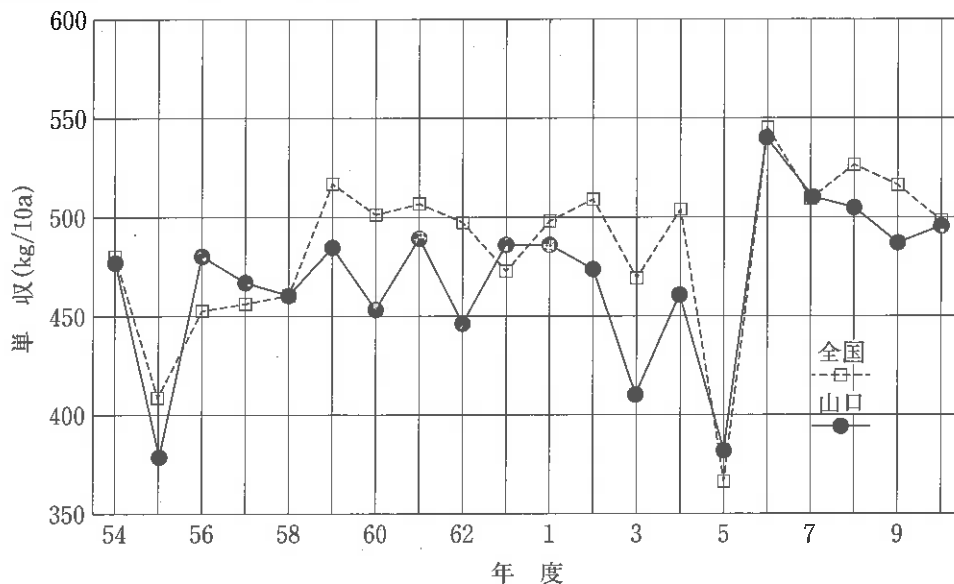


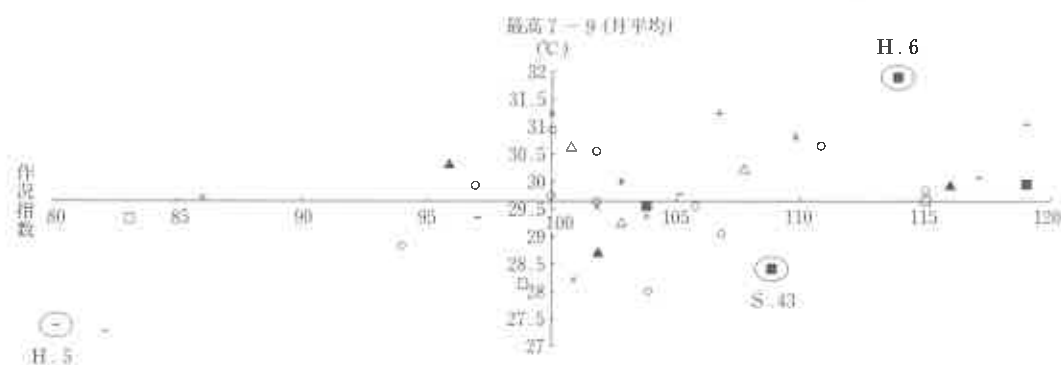
図6 過去20年間の山口県及び全国の水稲単収の推移

過去20年間の山口県及び全国の水稲単収平均値は、図6、表2に示すように昭和55年と平成5年の2回の大冷夏・短日照による凶作があり、短日照、弱日照による不作を4回経験している。これらの多くは表3に示すようにエルニーニョ現象と関連している。

## (2) 気象の変動と作況

### ア 最高気温

7～9月の最高気温が高い年には、作況が高くなる傾向がある。

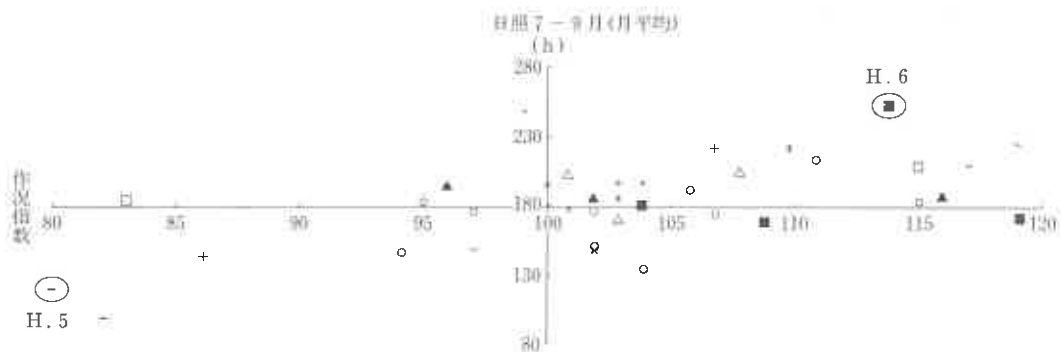


(1995 山口統計情報事務所)

図7 最高気温と作況指数との相関(昭和30年～平成6年、気温は山口市大内御堀)

### イ 日照時間

7～9月の日照時間が多いほど高くなる傾向がある。



(1995 山口統計情報事務所)

図8 日照時間と作況指数との相関(昭和30年～平成6年、気温は山口市大内御堀)

### ウ エルニーニョ現象

気象の年次変動の原因は明らかではないが、エルニーニョ現象との関係が深いと言われている。エルニーニョ発生期間は、強いオホーツク高気圧と弱い太平洋高気圧で長い梅雨、冷夏、集中豪雨、少日照などが発生し作柄が不良になることが多い。

表3 過去のエルニーニョ現象と米の作況指数

期 間 発生～終了	夏の特徴	西日本の夏の 気温偏差	米の作況指数			
			山口県	中国	四国	全国
32年4月～ 33年4月	32年夏：梅雨活発、諫早豪雨 短い盛夏、	-0.7	104	106	108	107
38年6月～ 39年1月	38年夏：春以来長雨、弱い夏型 オホーツク高、台風6個接近	+0.2	104	98	97	101
40年5月～ 41年2月	40年夏：梅雨後半活発、短い盛夏 北日本遅い盛夏・冷害	-0.3	103	96	92	97
43年11月～ 45年2月	44年夏：梅雨活発、北日本低温 前線ゲリラ豪雨、東西日本夏型	-0.4	115	111	112	102
47年5月～ 48年3月	47年夏：西日本梅雨活発、豪雨 盛夏不安定	-0.4	102	101	105	103
51年6月～ 52年2月	51年夏：長い梅雨、梅雨寒 盛夏冷・短、オホーツク高、冷害	-0.8	101	99	97	94
57年4月～ 58年8月	57年夏：梅雨後半活発、長崎豪雨 盛夏短、水害多発、冷害	-1.0	99	98	96	96
	58年夏：オホーツク高、北日本低温少照 梅雨不活発、盛夏猛暑、冷害	0.0	97	97	105	96
61年9月～ 63年1月	62年夏：梅雨活発、オホーツク高、 梅雨寒、盛夏短、西日本少雨	-0.1	94	96	102	102
3年4月～ 4年7月	3年夏：梅雨活発、オホーツク高 盛夏短、北日本盛夏遅、冷害	+0.4	86	93	97	95
5年3月～ 5年8月	5年夏：多雨少照、大冷夏 西日本大雨被害、大冷害	-1.1	80	85	89	74

## 2 水田土壌

### 1 土壌の特徴と分布

山口県には大きな河川がないため大規模な平野はほとんどなく、多くの水田は中小河川流域の沖積地およびその上流域の山間や、それに連なる台地上に分布し、いわゆる棚田の占める割合が高い。

地形的には沖積地には灰色低地土及びグライ土壌が分布し、山間の山麓や台地には黄色土壌が分布する。

水田の土壌型は、酸化的であるか還元的であるかにより大きく分類され、黄色土、褐色低地土、灰色台地、灰色低地土、グライ土壌の順に酸化型から還元型となる。

県全体での主な土壌型の面積をみると、灰色低地土（沖積地の乾田）が最も多く全体の40%を占め、次いでグライ土壌（沖積地の湿田）が25%、黄色土（台地や傾斜地の乾田）が21%で、これらの土壌が全体のほぼ85%を占める。灰色台地土8%、褐色低地土4%で、黒ボク土壌、黒泥土壌はいずれも少なくそれぞれ1%以下である。

これらの土壌を土性別に見ると細粒（強粘～粘質）土壌は全体の約48%で最も多く、次いで中粗粒（壤～砂質）約27%、礫質が25%となっている。

表4 水田土壌の種類別面積一覧 (山口農試 1978より)

(単位; ha)

地帯	市町村	多湿黒ボク土	灰色台地土	グライ台地土	黄色土	褐色低地土	灰色低地土	グライ土	黒泥土	合計
周防山間	錦	49	40	0	132	73	132	7	0	433
	本郷	0	94	0	79	0	18	0	0	191
	美川	0	18	0	46	3	0	0	0	67
	美和	0	67	0	76	39	298	155	0	635
	鹿野	85	0	0	123	86	338	78	0	710
	徳地	0	33	0	364	0	1061	24	0	1482
瀬戸内東部	岩国	0	173	0	135	30	355	293	0	986
	柳井	0	0	0	348	0	1013	839	0	2200
	光	0	235	0	6	0	230	313	0	784
	下松	0	261	131	86	0	343	144	0	965
	徳山	0	708	112	755	64	512	265	0	2416
	新南陽	0	90	0	251	51	139	12	0	543
	東和	0	3	0	17	0	33	22	0	75
	橘	0	9	0	28	0	3	4	0	44
	久賀	0	12	0	59	0	16	23	0	110
	大島	0	137	7	240	0	73	70	0	527
	和木	0	9	0	0	0	24	0	0	33
	由宇	0	63	13	116	0	112	78	0	382
	大島	0	38	5	44	0	19	15	0	121
	周東	0	215	50	410	17	666	135	0	1493
	玖珂	0	96	0	9	0	270	8	0	383
平生	0	0	0	0	0	310	406	0	716	
上大関	0	78	0	52	0	15	5	0	150	
大田和	0	111	0	17	0	193	242	0	617	
熊布施	0	20	0	21	0	259	818	0	1118	
	熊毛	0	95	47	279	0	501	161	0	1083
瀬戸内西部	防府	0	181	0	280	64	1237	265	0	3251
	山部	0	146	0	1343	624	2652	895	0	5660
	宇野	0	162	0	392	21	778	1421	0	2774
	小田	0	0	0	0	0	224	436	0	680
	下関	0	477	321	381	42	733	907	0	2861
	秋穂	0	15	0	124	0	223	212	0	574
	小郡	0	60	0	99	0	158	93	0	410
	阿知須	0	0	0	198	18	209	130	0	555
	楠陽	0	0	0	320	5	575	104	0	1004
山陽	0	0	0	208	42	625	347	0	1222	
長門山間	阿東	135	713	0	532	89	405	418	11	2303
	むつみ	86	71	0	209	48	144	319	30	907
	福川	0	122	60	207	217	147	149	0	902
	旭上	0	0	0	64	0	70	23	0	157
	旭	0	0	0	292	0	220	9	0	521
長門中間	美祢	0	0	0	279	67	1113	510	0	1969
	美東	0	0	0	137	0	757	254	0	1148
	秋芳	0	0	0	108	7	817	345	0	1277
	豊田	0	0	0	278	53	936	274	0	1541
	菊川	0	0	0	360	94	878	88	0	1420
北浦	萩	0	18	30	227	0	448	156	0	879
	長門	0	54	14	367	93	442	97	0	1067
	田万川	0	0	0	91	15	284	190	0	580
	須佐	0	0	0	110	0	199	198	0	507
	阿武	78	68	0	70	0	332	87	126	761
	三隅	0	15	16	177	22	166	126	0	522
	日置	0	22	0	258	197	138	131	0	746
	油谷	0	0	0	846	24	191	323	5	1389
豊北	0	0	0	134	349	925	364	0	1772	
	浦	0	0	0	213	0	445	357	21	1036
	合計	433	4,729	806	12,051	2,457	23,404	14,566	193	58,639

注) 地帯は、旧稲作地帯 (昭和59年) で示した。

## 2 土壌型と改善対策

水稻の生産力に影響を及ぼす土壌の性質として大きくは二つの問題がある。一つは、グライ土壌のように、水稻の根が還元的な障害を受け養分を十分に吸収できない場合、もう一つは、灰色土壌の土性が砂～壤質で、礫が多く排水が良すぎて土壌の養分が溶脱しやすいというものである。

グライ土壌のような還元的土壌は、排水対策や水管理により根を酸化的な状態にすることが必要で、灰色土壌等の養分が流亡しやすい土壌では、地力の向上とケイ酸や鉄の補給が主な改善対策となる。

表5 県内水田土壌の種類別分布状況と性質

土壌の種類	分布状況	主な問題点	一般的改善対策
多湿 黒ボク土	火山灰が台地の窪地や沖積地に堆積して生成、北部の山間地域に約400haある。錦、鹿野、阿東、むつみ、阿武に分布。	有効土層は厚く、腐植含量は多い。保肥力が高いが、リン酸固定力が強い。粘土含量は高いが、透水性は良好で、作業性は良好である。	有機物、リン酸、及び塩基類の補給。中干しは中程度とする。地力は高いので、窒素は追肥重点とする。ケイ酸及び鉄資材を施用する。
黒泥土	低湿地に泥炭又は黒泥が堆積した土壌。北部山間地域に約200haある。阿東、むつみ、田万川、豊浦に分布。	有効土層は厚く、腐植含量は多い。保肥力が高く、窒素発現量も多い。地下水位が高く透水性は不良である。塩基飽和度が低く酸性の場合が多い。	暗渠排水が必要で、生ワラ等未熟有機物は施用しない。塩基類を補給し酸度を矯正する。節水栽培と強い中干しが必要。窒素肥料は少なく、リン、カリを多めに施用する。
灰色台地土	山間地域の傾斜地の乾田棚田に、約4,700haある。県全域に分布するが、光、周東、徳山、下松、下関阿東に多い。	有効土層は厚く、透水性は良好である。塩基、ケイ酸、鉄が欠乏している場合が多い。	有機物、ケイ酸、鉄資材の施用が有効。中干しは中程度とする。窒素肥料は地力によって加減する。
グライ 台地土	台地や丘陵地の傾斜地で、地下水位が高いか、粘質土の排水不良地に約800haある。徳山、下松、下関に多い。	有効土層は厚く、粘質の場合が多いが、透水性は比較的良好である。CECはやや高く、保肥力は良好。	未熟有機物は施用しない。ケイ酸、鉄資材の施用は有効。中干しは強めに行い、間断灌水を行う。場合によっては暗渠が必要。窒素肥料は少なめとする。
黄色土	台地、山麓の棚田等に約12,000haある。県全域に分布するが、周東、徳山、山口、宇部、阿東、油谷等に多い。	土性は粘質の場合が多く、透水性不良となりやすい。腐植はやや少なく、塩基、ケイ酸は不足がちである。礫質の場合は有効土層が浅い。	地力窒素が少なく、堆肥や有機物とケイ酸資材の施用で地力を高める。代かきは弱くし、中干しは中程度とする。



土壌の種類	分布状況	主な問題点	一般的改善対策
褐色低地土	扇状地、沖積地、棚田等の比較的排水良好なところに約2,400haある。山口、福栄、日置、豊北等に多い。	土性は粘質の場合が多く、保肥力は中程度であるが、砂質、壤質の場合は保肥力は小さく鉄、ケイ酸は不足がちである。	有機物、ケイ酸資材の施用が有効。中程度の中干しと間断灌水を行う。窒素は地力に応じて増減する。
灰色低地土	河川流域の排水良好な沖積地等に約23,000haと最も多い。県下全域に分布するが徳地、柳井、防府、山口、美祢等に多い。	土性は種々あり、特性の巾が広い。砂質、壤質の場合保肥力が小さく、塩基、ケイ酸、鉄が溶脱しやすい。粘質の場合透水性不良となる場合がある。	地力に応じて、有機物、窒素肥料の施用量を加減する。ケイ酸、鉄資材の施用効果が高い。透水過多の場合、強度の中干しは避け、間断灌水を行う。
強グライ土	沖積盆地、谷底平坦地、干拓地等の地下水位が高く排水不良の地域に約7,300haある。柳井、田布施、美祢等に多い。	排水不良で強い還元状態になる。腐植はやや多く、砂質、壤質の場合鉄、ケイ酸は不足する。保肥力は大きくないが、溶脱はされにくい。	暗渠排水が必要。本暗渠と併せて弾丸暗渠により排水を促進する。未熟有機物は施用しない。中干しは強度に行う。窒素肥料は少なめとする。
グライ土	河川流域の沖積地等の地下水位がやや高いところに約7,100haある。防府、山口、宇部下関等に多い。	排水不良で還元状態になり易い。腐植はやや多い。保肥力は大きくないが、溶脱はされにくい。	暗渠排水と、間断灌水を行い、中干しは強目に行う。未熟有機物は施用しない。砂質の場合ケイ酸、鉄資材を多く施用する。窒素肥料は少なめとする。