

第3 高品質・良食味・安定生産

1 基本技術

1 土づくり

必要とする養分や水分をバランスよく供給できる土壌をつくるため、土壌診断に基づいた土づくり資材や有機物の施用、水管理をしやすいほ場づくりを行う。また、有機資源のリサイクルなど、環境への負荷軽減についても考慮する。

山口県には秋落田が多だけでなく、地域によって様々な土壌が分布しているのが特徴で、一律的な土づくりが困難である。したがって、それぞれの地域で適確に土壌診断を行い、土づくり実証ほなどを通して、改善目標や改善の方法を示す。

また近年、農業者の高齢化に伴い、個々の対応では、堆肥や土壌改良資材の施用が困難な状況が生じており、均質な高品質米を生産するためにも、堆肥センターの整備、土壌改良資材のフレコン散布など地域的な補完体制づくりを進める。

(1) 県内水田の地力実態

本県水田土壌の約1/2は、もともと塩基や養分が溶脱しやすいいわゆる秋落ち的性質を持っている。含鉄資材の多投、ほ場整備、そのほか栽培技術の改善により、近年は極端な秋落ち現象は見られなくなった。

しかし、地力実態調査結果では、可給態ケイ酸が年々減少しており、健全な稲を作り良食味米を生産する上では問題である。その他の項目には、著しい変化は認められないが、養分的に不十分なほ場の割合が大きい項目があり、土壌改良資材の投入等による改善が必要なほ場がみられる。

地力実態調査結果の概要は、次のとおりである。

ア PH

若干低下の傾向があり、許容値の5.0~6.5の範囲外の改善を要するほ場の割合が約25%ある。

イ 腐植含量

著しい変化は認められないが、目標値の4%水準を下回る割合は67%に達する。許容値の2%を下回るほ場の割合は1.5%である。

ウ 有効態リン酸

漸増の傾向にあり、過剰と思われる50mg/100g土以上のほ場の割合が8.3%ある。その一方で、目標値の10mg/100g土を下回り改善を要するほ場が約13%ある。

エ 遊離酸化鉄

やや増加傾向であるが、目標値の1.5%を下回るほ場の割合は70%近くあり、極端に少ない0.5%以下のほ場の割合は2.4%である。

オ 有効態ケイ酸

年々減少している。目標値の15mg/100g土を下回るほ場の割合は約63%に達している。すぐに資材の施用を必要とする5mg/100g土以下のほ場が約16%ある。

カ 可給態窒素

大きな変化は認められていない。著しく不足していると思われる5 mg/100g土を下回るほ場の割合は1.4%と少ない。一方、過剰と思われる20mg/100g土以上の割合は10.4ある。

表6 水田地力実態調査定点圃場における土壌の化学性の階級別頻度分布 (1999 山口農試) (単位: 頻度%)

測定項目	測定値の階級	調査年度			
		1979~1982	1984~1987	1989~1992	1994~1997
pH	<4.5	0.0	0.0	0.5	0.5
	4.5~5.0	6.8	6.9	11.1	21.1
	5.0~5.5	31.1	32.0	39.4	43.6
	5.5~6.0	31.6	40.9	34.6	23.5
	6.0~6.5	19.4	14.3	8.2	8.3
	6.5~7.0	10.7	5.4	5.8	2.5
	7.0~7.5	0.5	0.5	0.5	0.5
腐植 (%)	<2	0.5	1.0	0.5	1.5
	2~3	20.9	18.7	24.0	25.4
	3~4	41.7	38.4	36.1	40.5
	4~5	24.8	26.1	27.4	24.4
	5~6	6.8	11.3	9.1	5.9
	6~7	3.4	3.9	1.4	2.0
	7<	1.9	0.5	1.4	0.5
有効態リン酸 (mg/100g土)	<5	11.2	5.9	4.8	2.9
	5~10	27.2	24.1	22.6	10.2
	10~20	34.5	35.5	35.6	39.5
	20~30	15.0	18.2	22.1	28.3
	30~40	7.3	8.4	10.1	5.9
	40~50	1.9	3.9	1.9	4.9
	50~100	1.9	3.0	2.4	7.3
	100<	1.0	1.0	0.5	1.0
遊離酸化鉄 (%)	<0.5	19.6	12.3	9.4	2.4
	0.5~1.0	33.3	42.4	39.4	38.5
	1.0~1.5	19.6	23.2	20.7	26.3
	1.5~2.0	17.6	12.8	13.3	15.1
	2.0~3.0	7.8	8.4	12.3	11.7
	3.0~4.0	2.0	1.0	4.4	4.9
	4.0<	0.0	0.0	0.5	1.0
有効態ケイ酸 (mg/100g土)	<5	6.7	5.0	4.4	15.6
	5~10	6.7	19.3	34.0	42.4
	10~15	26.7	20.8	20.7	20.0
	15~20	11.1	17.8	23.2	9.8
	20~25	8.9	13.9	8.9	5.9
	25~30	8.9	7.4	3.0	1.0
	30~40	13.3	8.9	1.5	2.9
	40~50	4.4	4.0	1.5	2.0
	50~100	13.3	2.5	2.5	0.5
100<	0.0	0.5	0.5	0.0	
可給態窒素 (mg/100g土)	<5	0.5	1.0	2.4	1.4
	5~10	12.1	23.2	18.3	16.6
	10~15	35.0	46.8	35.6	44.8
	15~20	35.0	24.1	31.3	26.9
	20~25	15.5	4.9	11.5	9.0
	25~30	1.9	0.0	1.0	1.4

表7 水田地力実態調査定点ほ場における水田土壌理化学性の変化

調査項目	調査年度			
	1979~1982	1984~1987	1987~1992	1993~1997
作土の厚さ (cm)	14.8	14.9	15.1	15.0
次層のち密度 (mm)	18.0	18.5	19.9	19.9
腐植 (%)	3.9	4.0	3.8	3.6
全窒素 (%)	0.22	0.23	0.22	0.22
陽イオン交換容量 (me)	13.3	13.1	13.7	12.9
可給態窒素 (mg/100g土)	15.4	13.0	14.5	15.3
交換性石灰 (//)	197	213	206	205
// 苦土 (//)	30.6	27.3	27.6	27.3
// 加里 (//)	17.7	20.7	19.2	23.8
有効態ケイ酸 (//)	25.0	19.3	15.6	11.6
遊離酸化鉄 (%)	1.12	1.10	1.31	1.34

注) 環境基礎調査 (1サイクル200ほ場土壌の理化学性を調査) の平均値

(2) 土壌診断

良食味・高品質米を安定して生産するためには、養分を効率よく吸収し、病害虫に侵されにくく、根張りのよい健全な稲とすることが重要である。

土壌の状況は、地域やほ場毎に異なるので、物理性や化学性を調べ、ほ場の特性や稲の生育の観察とあわせて、総合的に判断して診断する。土づくりとあわせたほ場の特性、稲の生育や米の品質を考慮した栽培管理が必要となる。

表8 望ましい水田土壌の性質

項目	目標値	許容値	改良方法
作土深	15~20cm	10cm以上	客土・深耕
有効土層深	50cm以上	30cm以上	心土破碎
降下浸透水量	10~20mm/日	5~35mm/日	小:暗渠
日減水深	20~30mm/日	10~40mm/日	大:床締め
最小透水層透水係数	10 ⁻⁵ cm/秒程度	10 ⁻⁴ ~10 ⁻³ cm/秒	
すき床のち密度	14~24mm (山中式硬度計)		
土性	L~CL	SL~LiC	客土
れき	なし	容積10%以下	除礫
地耐力 (落水後のコーン指数)			
1週間後	3 kg/cm ²	2 kg/cm ²	小:床締め
2週間後	4 kg/cm ²	3 kg/cm ²	大:心土破碎
3週間後	5 kg/cm ²	4 kg/cm ²	
腐植	4%以上	2%以上	有機物施用
pH	5.5~6.0	5.0~6.5	
CEC	15~20me/100g以上	10me以上	客土・有機物施用
交換性CaO	200mg/100g以上		
MgO	25mg/100g以上		
K ₂ O	15mg/100g以上		
CaO:MgO:K ₂ O =	5:2:1(当量比)	65~75:20~25:2~10	
塩基飽和度	60~80%		
有効態リン酸	10mg/100g以上		土壌改良材の施用
有効態ケイ酸	15mg/100g以上		土壌改良材の施用
遊離酸化鉄	1.5%以上		土壌改良材の施用
可給態窒素	10~20mg/100g	5 mg/100g	有機物施用の適正化

注) 作土深、有効土層、透水性、地耐力等は、ほ場整備や暗渠の施工時に改善する事項である。

表9 土づくりの目標と方法

土づくりの目標	土づくりの方法	土づくりの具体例
地力を高める土づくり	①堆肥・有機物の適正施用 ②緑肥・地力増強作物の栽培 ③田畑輪換	堆肥の施用 れんげ、牧草等の栽培 野菜・麦・水稻輪換
秋落ち・病害虫に強くする土づくり	①ケイ酸資材の施用 ②含鉄資材の施用 ③保肥力の確保	鉍滓類の施用 深耕、良質堆肥 山土、粘土等の客土
水管理のしやすい土づくり	①用水路、排水路の整備 ②暗渠排水施設の付設 ③適正な透水性の確保	用排水路整備、暗渠 弾丸暗渠、シートパイプ 客土、床締め、田畑輪換

表10 ほ場条件と土づくり

ほ場条件	水稻生育や品質上の特徴と問題点	土づくり	必要な栽培管理
排水不良	遅でき、分けつ不足赤枯れ、下葉枯れ発生、乳白が発生しやすい	未熟有機物は施用しない 暗渠排水等排水対策に重点	作溝と早期間断灌水の実施 中干しの徹底 早期落水防止 窒素過多防止
秋落ちしやすい	成育中の下葉枯れ ごま葉枯病の発生 登熟不良や充実不足になりやすい	良質堆肥を補給する 有機物施用と深耕 ケイ酸や鉄資材の施用	基肥を過剰施用しない 穂肥は分施する 間断灌水を徹底する
保肥力が弱い (砂質土壌)	葉色が淡化しやすい 施肥後葉色の変化が大きい 胴割れ米が発生しやすい	窒素分の少ない有機物の積極的施用 深耕と客土 ケイ酸や鉄資材の施用	基肥を過剰施用しない 葉色に注意したつなぎ肥の施用 強い中干しは避ける きめ細かな間断灌水 早期落水防止
堆肥多投田	過繁茂と濃い葉色 葉色の低下不良 後期の過剰生育 赤枯れの発生 層米や未熟米の発生 乳白が発生しやすい	ケイ酸や鉄資材の施用(但し、多用によるPHの上昇を避ける) 排水対策の実施	堆肥施用の一時中止 基肥窒素の無施用・削減 中干し・間断灌水の徹底 穂肥の分施と削減 適期収穫(遅刈りにならない)
ほ場整備後年数が浅い	ほ場の不均一によるできムラ 胴割れ、乳白、未熟米等の発生	リン酸資材の施用 良質堆肥の施用 ほ場の均平化 排水対策の実施	作溝による均一な水管理 ほ場ムラに対応した施肥

(3) 堆肥施用

堆肥類 (家畜糞木質 等混合堆肥)	施用量 (kg/10a)	施用時期	注意事項
	500~1000	秋~冬	①毎年適量施用する。 ②窒素放出量を考慮して施用する。 ③生糞、乾燥糞等高窒素糞は施用しない。 ④均一に施用し早期にすき込む。

堆肥の施用は、地力の維持・向上と微量要素の供給等土づくりに必須であり、適正な施用が重要である。一般に地力窒素の発現量が増加するので、堆肥から供給される窒素分を施肥窒素から削減する（施肥の項参照）。

過剰な施用は、窒素の過剰供給になるとともに、還元障害が発生する。窒素過多は、登熟不良、食味低下を招き、いもち病、紋枯病、コブノメイガ等の被害を助長するので注意が必要である。

未熟有機物の施用は土壌の還元を招く。乾田では秋にすき込んで十分腐熟させる。湿田では分解が緩慢なので未熟なものは施用しない。

堆肥を施用すると、窒素ばかりでなく、リン酸やカリ等の養分も施用することになるので、三要素が適正になるように基肥を施用する。

表11 堆肥等有機物の特性と平均的成分含有量

分解特性 区分 (初年目 分解率 (%))	有機物の 種類例	C/N 比	窒素の量 (kg/t)		発現効果				他の肥料成分 (kg/t)			
			全 窒 素	初年目 放 出 量	速 効 肥 料	肥 沃 増 進	腐 植 増 加	連 用 窒 素	リ ン 酸	カ リ	石 灰	苦 土
速い (60~80)	汚泥堆肥	6	17	13	大	中	小	中	22	4	18	7
	発酵鶏糞	7	28	15					35	34	144	10
	乾燥鶏糞	8	30	16	}	}	}	}	52	24	91	12
	れんげ等	12	5	3.5					2	3	2	1
	野菜残滓	16	3	1.8	小	小	中	小	1	5	2	1
やや速い (40~60)	乾燥豚糞	10	26	8.8	大	大	大	中	50	21	45	18
	鶏糞オガクズ	11	20	4.0					38	19	40	17
	豚糞モミガラ	13	13	2.8	}	}	}	}	23	9	19	6
	豚糞オガクズ	14	14	2.8					30	15	29	9
	乾燥牛糞	17	17	5.6	中	中	中	大	15	15	21	7
やや遅い (20~40)	イナワラ堆肥	11	3	0.8	小	小	中	小	2	7	3	1
	牛糞モミガラ	16	10	2.0	}	}	}	}	15	11	19	5
	牛糞オガクズ	21	6	1.2	中	中	大	中	10	11	11	6
遅い (<20)	パーク堆肥	30	6	0.8	小	中	大	小	4	2	2	2

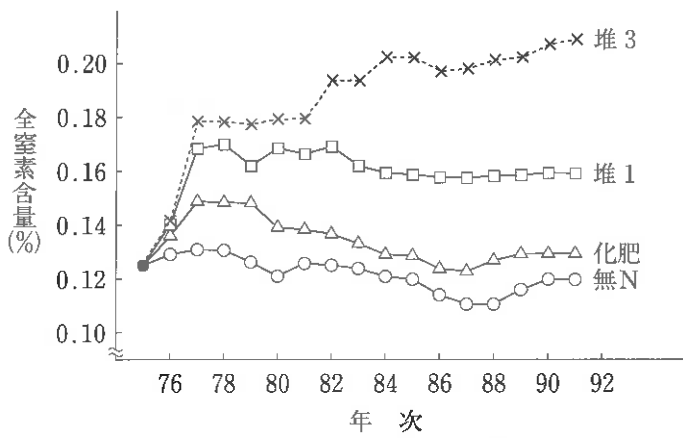


図9 堆肥連用試験における土壤中窒素含量の推移 (山口農試)

注) 堆1、堆3は、各堆肥1t及び3t連年施用。

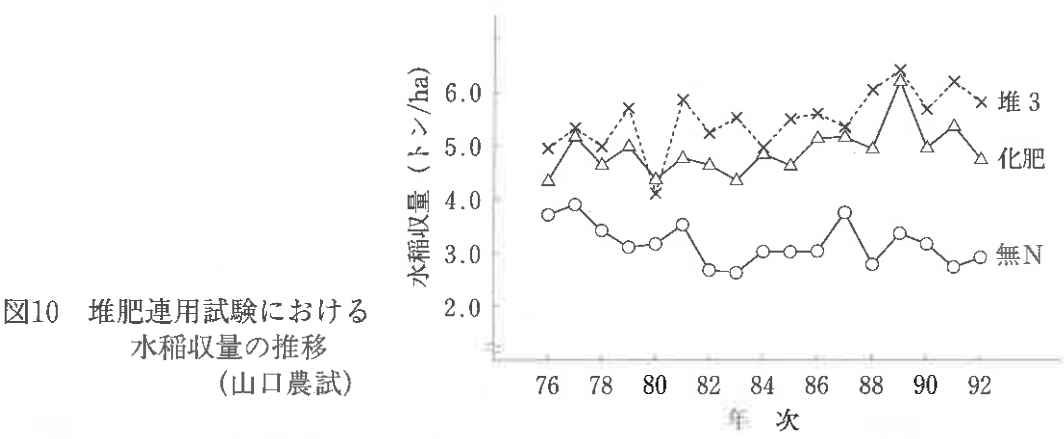


図10 堆肥連用試験における水稲収量の推移 (山口農試)

(4) 稲わらのすき込み

稲わら	施用量 (kg/10a)	施用時期	注意事項
稲わら	約600	秋～冬	①早期にすき込む ②ケイ酸資材や含鉄資材を併用する

稲わらのすき込みは、合理的な管理によって田植時期までに分解が進み、堆肥に劣らない効果を示す。また、粘質な土壤での物理性改良効果が高い。

すき込みの時期は、年内を基本とし、中間部～日本海沿岸部では気象条件が悪化する11月までにすき込む。瀬戸内沿岸の平坦部では、すき込みが遅れた場合でも3月中には終える。すき込み時期が遅れた場合は、分解を促進するため、わら重の0.5%程度の窒素を施用する。その場合、基肥は窒素を1～2kg/10a減量する。

地下水位の高い排水不良田では、有機物の分解が遅く、易分解性有機物が蓄積される傾向にあるので、稲わら施用は避け、完熟堆肥を施用する。

稲わらをすき込む場合は、土壤とよく混和する必要があるが、耕深を浅くし微生物による分解が進みやすくする。なお、すき込み後に滞水しないように、排水溝を作り地表水を排除する。

すき込みが遅れた場合には、稲わらは炭素率(C/N比)が高く、稲わら分解のために施肥窒素が取り込まれ、水稲の初期生育が抑制される。また、易分解性有機物を多く含むことから、湛水直後の土壤が強還元状態になり、有機酸や硫化水素などの有害物質により根の障害を引き起こす場合がある。

(5) 土壤改良剤の施用

資材の種類	施用量 (kg/10a)	施用時期	注意事項
含鉄資材	100程度	秋～冬	毎年、施用を続ける。
ケイ酸資材	100程度	秋～冬	ケイ酸を含む含鉄資材施用の場合は不要。
リン酸資材	20～50	秋～春	は場整備・山土客土等の場合に施用。

ア 含鉄資材

含鉄資材は、ケイ酸資材と同様でアルカリ分を多く含んでいるので、一度に多量施用すると土壤がアルカリ性になり、アルカリ効果で窒素の発現量が多くなる。したがって、毎年100kg/10a程度施用する。

鉄は、水稻にFeとして0.5～1 kgFe₂O₃/10a程度しか吸収されないが、土壤還元によって生成される有害な硫化水素を無毒化するために、多量に必要である。このため、水田土壤中の遊離酸化鉄の目標値は1.5% (約1,000～1,500kg/10aに相当) となっている。

鉄分等が溶脱した水田を老朽化水田と呼んでおり、一般的に下層に酸化鉄の集積層が見られる。このような水田では、秋落ち現象やごま葉枯が発生し、米の収量や品質が低下する。漏水の大きい砂質水田では特に鉄分を補給する必要性が高い。

なお、土壤中の鉄分は限られており、循環して再利用するためには酸素の供給が必要で、中干しや間断灌水による酸素の補給が重要な管理になる。

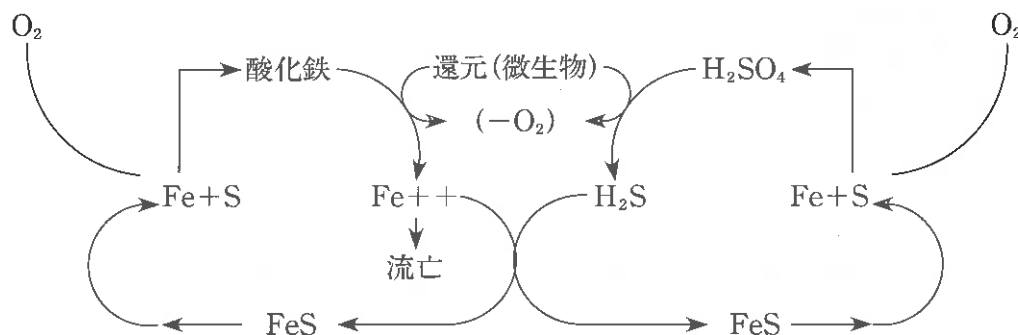


図11 水田土壤における鉄と硫黄の循環模式図

- 注) ①鉄は、微生物の活動によって還元状態になった土壤中では、酸化鉄は溶解して2価鉄となり、硫化水素と接触すると不溶性の硫化鉄となる。硫化鉄は酸素と接触すると鉄イオンは酸化鉄に、硫化物イオンは無害な硫黄となる。
- ②硫黄は、微生物に酸化されると硫酸となり、還元されると硫化水素となる。硫化水素は鉄と接触すると無害な硫化鉄となる。硫化物イオンも酸化されて無害な硫黄となる。
- ③このように、鉄と硫黄は水田土壤中で循環するが、作土で溶解した2価鉄は、浸透水とともに下層への溶脱が起こる。

イ ケイ酸資材

土壌中には鉱物としてケイ酸が40～60%と多量に含まれているが、稲に有効な有効態ケイ酸は極一部で、土壌100g当たり10mg程度である。土壌中のケイ酸は灌漑水や稲ワラ等から供給されるが、収奪や流亡により不足する。このため水稲作では、ケイ酸資材施用が必要である。特に、ワラが持ち出される場合は、多量のケイ酸が不足するのでケイ酸資材を補給する。しかし、ケイ酸資材にはアルカリ分が多いものが多く、一度に多量施用するとPHの上昇を伴うので、毎年100kg/10a程度継続的に施用することが望ましい。

表12 水田における有効態ケイ酸の収支バランスの概算例

収奪・溶脱・等			流入・添加・残留・等		
項目	収量×濃度	=ケイ酸量	項目	濃度×量/10a	=ケイ酸量
溶脱		= 36kg	土壌残量	100ppm×100t	= 10kg
籾	600kg×5%	= 30	灌漑水	20 ×1400	= 28
ワラ	600 ×10	= 60	残株根等	10% ×0.25	= 25
			ワラ	10 ×0.6	= 60
合計		126	合計		123
			差し引き残量		-3

表13 水稲に対するケイ酸の要否判定

	成熟期茎葉中 ケイ酸含量(%)	土壌中有効態 ケイ酸含量(mg/100g)	ケイ酸資材施用効果
不足域	<10	<10	肥効が顕著に期待される
やや不足域	10～13	10～16	肥効が期待される
適正域	13<	16<	肥効が小さい

注) 1997 森宮による(土壌中有効態ケイ酸は湛水静置法)

表14 ケイ酸質土壌改良資材の種類と成分 (単位:%)

資材名	ケイ酸	アルカリ分	石灰	苦土	酸化鉄	リン酸
珪カル	30～41	38～52	35～45	3～7	0.3～1.7	—
珪鉄	10～14	48～54	45～50	2～3	21～25	1～3
鉱さい (ミネラルGF)	13～15	34～41	32～35	1.5～4	22～27	1.3～1.3
熔燐	20～25	40～50	29～35	12～17	—	20～25

ケイ酸は、稲による吸収量が多く、稲の体質、米の品質・食味、病害抵抗性と関係が深い。ケイ酸施用による増収・品質向上効果が認めらる。

- ① 葉の表皮にケイ酸が沈着したケイ化細胞を形成し、病虫害抵抗性を高める。
- ② 維管束が太くなり、組織が強靱になるので倒伏しにくくなる。
- ③ 葉の直立性が増し受光体制が改善することにより、光合成能力・登熟等が向上する。
- ④ 葉からの水分の蒸発を抑制し、水分ストレスを低下させる。
- ⑤ 根の酸化力が高まり根腐れや秋落ちが軽減され、また、鉄やマンガンの過剰

吸収が抑制される。

- ⑥ 登熟が向上し、相対的に米粒中の窒素濃度が低下するので、食味値が上昇する。

表15 ケイ酸質資材の施用と米の食味品質 (1991 兵庫中央農技セ)

施用時期	玄米 (乾物%) T-N	Mg/K	アミロース	収量比
無施用	1.20	1.14	22.8	100
基肥施用	1.22	1.18	19.3	107
出穂35日前	1.16	1.77	22.7	104
出穂10日前	1.18	1.17	19.3	98

注) 品種；日本晴、SiO₂の施用量は1/2000aポット当たり6.25 g
アミロースは搗精歩合89.5%の白米の現物%、Mg/Kは当量比

ウ リン酸資材

リン酸が不足している火山灰土壌、ほ場整備田、山間の高冷地帯でリン酸の補給を兼ねて施用する。

(6) 透水性改善

水管理が稲の生育に与える影響は大きく、品質・食味向上のため最も重要である。そのため、水管理が行いやすい水田とすることが必要となる。また、作業の効率化の面からも乾田化が必要となる。日減水深が2 cm程度が水稻の生育に望ましい。

排水対策には、土木工事が必要なものと、営農排水で対応できるものがある。

ア 湛水と排水をし易くするため、用水路、排水路を整備し区別する。

イ 透水不良なほ場には、暗渠を設置する。

ウ 基盤整備などで透水性が一時的に不良になったほ場では、一度畑地に転換し、深根性の作物を栽培して透水性の改善を図る。

エ 漏水過多ほ場では、粘質土の客土や床締めを行う。

透水性の改善で初期生育の安定による増収、地力窒素の遅効きによる後期窒素肥効過多防止による食味向上、水管理との組合せで地耐力が強化され適期刈取り作業が可能になることによる胴割米発生防止などの効果が期待できる。

排水改善で、土壌が乾燥した場合、短期的には地力窒素の発現量が多くなるので、施肥量をやや減量するなどの対応が必要な場合がある。強グライ土壌の場合は、基肥を減量する必要がある。中干しや間断灌水を強化した場合は、地力窒素の発現量が少なくなる。また、長期的には地力の消耗が懸念されるので、有機物投入などの対応を併用する。

表16 排水条件が玄米の品質に及ぼす影響 (1991 富山農技セ)

排水	穂肥数	粒厚分布(%)								玄米収量(kg/10a)	不完全粒(%)	窒素含量(%)	アミロース(%)
		~1.6	~1.7	~1.8	~1.9	~2.0	~2.1	~2.2	2.2~				
良	3	0.6	1.0	1.2	4.4	32.0	46.5	11.8	2.5	585	30.2	1.11	16.6
	2	0.2	0.2	0.9	4.3	26.6	51.0	14.0	2.8	575	23.8	1.10	19.9
	1	-	0.1	1.0	5.2	31.6	47.8	11.3	3.0	463	22.5	1.05	20.0
不良	3	4.3	3.8	3.6	8.1	31.8	35.7	10.6	2.1	530	63.2	1.35	15.8
	2	1.5	1.5	2.9	4.0	37.9	42.4	8.0	1.8	580	38.4	1.22	19.4
	1	0.4	0.7	2.6	9.2	45.6	36.0	4.8	0.7	542	24.4	1.18	19.4

注) 品種; コシヒカリ 5/2植、21.1株/m² 穂肥2回が慣行
 施肥窒素; 基5kg+早追2+穂(-36)2+穂(-18)2+穂(-9)2+実2
 (穂肥3回区)、2回区、1回区は、早い穂肥から省略

(7) 深耕

保肥力を向上させるとともに、水稻の根張りを良好にするために、耕土深15~20cmを目標に、毎年1~2cmづつ深く起こす。

極端な深耕は、機械作業が困難になるので避ける。また、漏水しやすくなる場合がある。下層の土壌が混入することによって逆に地力の低下を招くことがあるので、堆肥などの有機物投入とあわせて実施する。

土壌からの窒素無機化量は、作土深を反映し、作土が15cm、20cmでは10cmのおよそ1.5、2倍となる。このため、作土深によって施肥量を加減する必要がある。また、施肥窒素の窒素利用率は、作土10cm>15cm>20cmの順で高く、玄米への施肥窒素の転流も同様の傾向がある。

耕土深が浅い場合は、生育期間中の葉色淡化が大きく現れ、有効茎歩合が低下しやすくなる。中間追肥や多めの穂肥を施用する必要がある場合が多くなるが、この場合、食味低下を招く可能性が大きくなる。

表17 玄米への施肥窒素の転流 (1998 山口農試) (玄米部: %)

作土	基肥	中間追肥	穂肥 I	穂肥 II
10cm	17.5	15.2	36.1	31.0
15cm	16.5	9.1	33.4	34.9
20cm	13.2	12.0	20.1	25.9

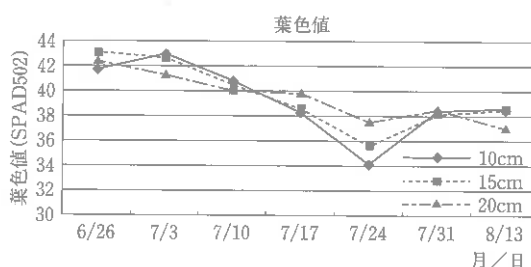
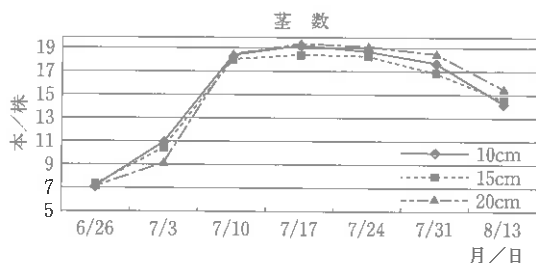


図12 作土深さと水稻の生育 (1998 山口農試)

注) 品種; ヤマホウシ

(8) 緑肥作物利用

蜜源レンゲ、菜の花等の緑肥作物は肥料効果が高く、施肥窒素の代替となる。また、有機物としての土壌改良効果がある。しかし、分解にともない発生する有機酸により、Fe、Mn、塩基類が溶脱しやすくなるので、老朽化水田では土壌改良資材の施用を行うことが望ましい。

緑肥作物を栽培したあとでは、窒素が多量に投入されたのと同様の状態となるので、基本的には無窒素栽培を行う。また、水稻の栽培時期近くになってすき込む必要がある場合は、秋に稲ワラや堆肥類をすき込む場合とは異なった管理が必要である。

ア すき込み方法

地温が上昇する5月に、畑状態ですき込み、7～10日程度畑状態に保つ。有機炭素含量が多いので、すき込み直後に湛水すると、発酵して長期間有機酸を生成し、稲の生育に害を及ぼすので、有機炭素を早急に分解させる必要がある。このようにすると、大部分の有機炭素は炭酸ガスとなって土壌から消失する。

イ すき込み後のほ場管理

畑状態を維持する期間が終了すれば、入水して荒代をかき湛水する。湛水すると、稲に対して有害な硫化水素や残存有機炭素から有機酸が多量に発生するが、7日～10日程度で消失するので、水稻の移植が可能となる。移植前までの土壌管理を徹底することが肝要である。移植までの湛水処理期間は7～10日以上であれば、長くなっても差し支えない。

湛水中に落水して乾燥させると窒素の発現が中断し、緑肥窒素の発現量が減少する。しかし、発酵してガスの発生が異常な場合は、落水して空気を供給する。湛水期間中に雑草が発生するので、移植前日に植え代をかく。

ウ 緑肥すき込み後の水稻の管理

強い還元状態が現われ硫化水素の発生が多くなる。したがって、間断灌水を徹底するとともに、強い中干しなどの酸化的水管理が必要で、酸素を供給し土壌中の鉄を活性化させ、通常より強力に水稻の根を保護することが管理のポイントとなる。また、レンゲの鍬込み量が2 t/10a以上では、玄米中窒素含量が高くなる報告があり、すき込み量が多い場合は、間断灌水や中干しを徹底し、後期まで窒素が発現しにくくする。

緑肥すき込みほ場での水稻の生育は、その肥効の現われ方と関連が深く、初期に緩やかで、中期以降旺盛となる。したがって、中期以降に稲を過繁茂にしないことが重要である。酸化的な水管理を徹底した場合は、窒素の消失が大きくなり追肥が必要となる場合があるので、穂肥は生育状況を考慮して必要に応じて少量施用する。

1月	2月	3月	4月	5月	6月			7月	8月	9月	10月	11月	12月
成長停滞期	成長旺盛期	開花期	鋤き込み	湛水	荒代かき	植代かき	田植	中干し	出穂期	落水	水稻收穫	排水溝作成	成長停滞期
			5/7日	1日	湛水放置	1/3日		間断湛水			クローバー等播種	発芽	
											1 kg/10 a		

図13 緑肥すき込み水稻栽培暦例（山口農試 ヤマハウシの場合）

(9) 基盤整備田

基盤整備後は、整備前より排水不良、土壤養分不足や不均一、田面の高低差などの状況が多く見られるので、それぞれの状況に応じた改善対策を実施する。

ア 排水

基盤整備後の排水不良は、作土の下層部（浅いところ）に圧密層ができたために起こる場合が多い。この場合は、心土破碎により圧密層に亀裂を生じさせる。

また、転作を組み合わせ、畑転換による土壤構造の発達促進を図る。

イ 土壤養分

ほ場整備時には、表土扱いをされた土壤は、乾燥によって、土壤中の窒素が多量に有効化（乾土効果）する。このため、ほ場整備直後は窒素を施肥する必要がない。しかし、このことは、腐植が減少し地力が消耗したことを示しており、有機物を投入し、消耗分を補給する必要がある。

また、リン酸、ケイ酸、塩基類も、下層土の混入などにより減少するので、補給が必要である。特に切り土部分では、地力の低下が大きいので重点的な補給が必要である。リン酸の不足は、生育に大きな影響を与えるので、基盤整備後や客土時には必ず施用する。

ウ 均平

盛り土部の沈下などで高低差が激しい場合は、通常の耕起、整地、代かきなどの行程による均平は難しい。切土部分が高くなり、その耕土を低い部分に移動させると、切土部分の耕土が極端に浅くなり、地力低下を招く。したがって、基本的には客土によって対応する。

2 施肥

良食味の高品質米を安定して生産するため、地域の土壌条件に応じて、土壌診断結果等に基づいた施肥設計を行い、適正な生育を確保する。特に、品質・食味向上のため、地力窒素を考慮し、適正な窒素施肥量とする。

基肥量の適正化により過繁茂を回避し、穂肥が施用できる稲を作る。窒素の中間追肥は、収量構成を大きく変化させ、収量・品質・食味の変動を大きくするので基本的には施用せず、生育診断に基づいた適正な穂肥で、過剰施肥としない。また、実肥は明らかに食味低下を招くので施用しない。

山口県下の土壌は、地域により大きく異なり、生育の状況が異なっている。収量・品質・食味についても地域差が大きく現れている。したがって、地域で施肥改善実証ほを設置するなどの取り組みとともに、的確な土壌診断や生育診断及び収量・品質・食味などの評価を行い、診断結果に基づく対応や改善対策などが生産者段階で実行できるための体制を整備する。

(1) 施肥の基本的考え方

施肥は水稻の生育に必要な肥料成分のうち、土壌や灌漑水からまかなわれる部分を除いた量を施用することが基本である。

水稻が吸収する養分のうち、Sは施肥・堆肥の副成分として供給され、Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Moの微量元素は、堆肥や灌漑水から供給されるので、特別な場合を除き施用する必要はない。しかし、N, P₂O₅, K₂O, SiO₂は、収穫することで土壌から多量に持ち出されるので、適正に施用する必要がある。Feは水田土壌で発生する硫化水素を除去し、水稻の根痛みを防止するため多量の施用が必要である。CaO, MgOは鉄資材やケイ酸資材の施用時に副成分として供給される。

表18 水稻1作当たり養分吸収量測定値の一例 (1985 田中、1986 吉田)

養分	吸収量(kg/10a)	養分	吸収量(kg/10a)	養分	吸収量(g/10a)
N	14.3~18.7	S	1.5~ 1.7	Fe	408~910
P ₂ O ₅	3.4~ 4.6	Cl	9.8~ 12	Mn	132~590
K ₂ O	18.6~30.9	SiO ₂	73 ~102	B	29~ 81
CaO	2.1~ 3.2			Zn	35~ 36
MgO	2.0~ 3.5			Cu	3~ 8

移植後の養分の吸収パターンは、どの養分もほぼ同様に、幼穂形成期前から出穂期にかけて大部分を吸収する。

窒素は、幼穂形成期までに約5kg、幼穂形成期から穂揃い期までに約5kg、穂揃い期から収穫期までに2~3kg吸収する。幼穂形成期までの窒素は基肥と地力窒素で、穂揃い期までの窒素は穂肥と地力窒素で、登熟期の窒素は地力窒素で賄うと収量、品質とも良好となる。したがって、窒素施肥は次のことが基本となる。

- ① 基肥は、幼穂形成期までに吸収される量とし、分けつ過剰にならない量とす

る。

- ② 中間追肥は、基肥と地力窒素で賄われるので基本的に使用しない。
- ③ 穂肥は、出穂期までに吸収される量とし、収量を過剰にしない量とする。
- ④ 実肥は、玄米窒素含有率を高め食味を低下させるので、使用しない。
- ⑤ 施肥量は、品種、気象、地力、堆肥の施用等の条件によって増減する。

リン酸は、分けつ発生に多くを必要とする。流亡せず土壤が還元状態になると溶解してくるので、全量基肥で施用する。

- ① 全量基肥とし、基準量は5 kg/10aである。
- ② 地力、堆肥施用、リン酸資材施用等によって増減する。
- ③ リン酸吸収係数の高い土壤では、施用量を多くする。

カリは、生育初中期の稲体を充実し、後期の澱粉の転流等に必要である。吸収は窒素と同様のパターンを示し、土壤からも供給されるので、窒素と同様に施用する。

- ① 窒素とほぼ同じ量とする。
- ② 窒素と同様、基肥と穂肥に分けて施用する。
- ③ 砂質土壤でカリが不足する場合や作期が遅く稲の生育が急激で栄養生長と生殖生長が重なるような場合は、青枯れ防止に出穂前40日頃の追肥が有効である。

土壤からの養分の供給は、土壤の種類、土づくり、肥培管理、気象条件等の違いにより、養分発現量、流亡や脱窒による損失量が異なるので、必要とする施肥量は圃場によって異なる。肥料を過剰に施用すると、土壤に保持しきれなくなり、過剰吸収や養分のアンバランスで収量・品質が低下する。

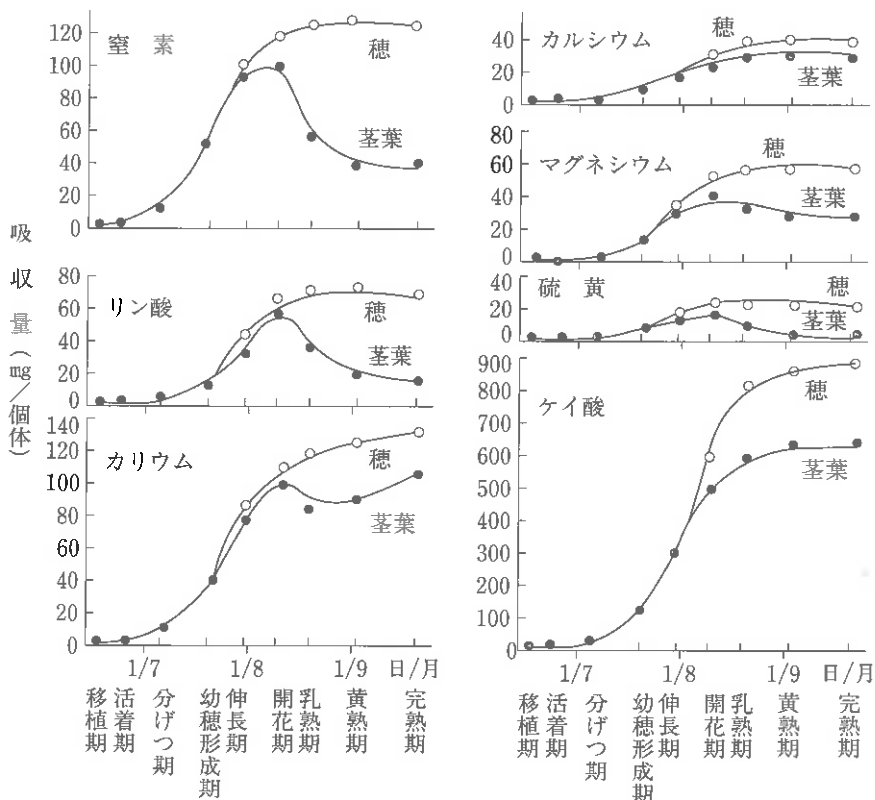


図14 水稻の生育に伴う養分吸収量の推移 (石塚・田中、1952)

表19 移植後の窒素保有量 (1996~1998 山口農試)

(吸収量; g/m²)

移植期	移植後日数					穂揃期
	+20	+30	+40	+50	+60	
4月下旬	0.2	1.1	2.9	5.0	6.6	10.9
5月中旬	0.6	1.8	3.7	4.9	9.8	
6月上旬	0.6	2.8	4.2	6.0	10.7	

注) 作期品種別の測定値を単純に平均した

4下; 4月24日コシヒカリ、晴るる

5中; 5月15日コシヒカリ、晴るる、ヤマホウシ

6上; 6月5日晴るる、ヤマホウシ、ヒノヒカリ

(2) 水田土壌の地力窒素

窒素化合物は微生物による生化学的変化、粘土鉱物や腐植と土壌水との間の物理化学的変化によって、次のような変化が生じている。地力窒素は、土壌から発現する無機態窒素のうち水稻に吸収され得る量(有機化及び脱窒や溶脱により利用できなくなった量を除く)としてとらえられる。大まかに考えると、無機化窒素量のうち、1/3は地力窒素量、1/3は有機化量、残り1/3は脱窒と溶脱量と見てよい。

表20 土壌中窒素の変化

無機化	堆肥等の有機体窒素(蛋白等)からNH ₄ ⁺ の生成
硝化	NH ₄ ⁺ が微生物に酸化されてNO ₃ ⁻ 生成
有機化	NH ₄ ⁺ やNO ₃ ⁻ が微生物等の栄養となって蛋白等の有機物を生成
脱窒	NH ₄ ⁺ の硝化またはNO ₃ ⁻ の還元過程でN ₂ OまたはN ₂ として揮散
土壌吸着	施肥や土壌水中NH ₄ ⁺ の粘土鉱物や腐植への保持
溶脱	土壌に吸着されているNH ₄ ⁺ やNO ₃ ⁻ の水の浸透に伴う下層への流亡
窒素固定	微生物による空気中N ₂ のNH ₄ ⁺ を経た蛋白等有機物の生成
植物吸収	NH ₄ ⁺ やNO ₃ ⁻ の雑草、水稻による吸収

地力窒素の発現パターンは地域や土壌の種類で異なり、山口県内の水田土壌のパターンは、湛水初期の発現量が多く後期の発現量は少ないI b型がほとんどである。東北地方などはII bかSタイプが多い。

発現量は、山口県内の水田土壌では、10a当たり数kg~10kg程度の場合が多い。ほ場の条件や管理の来歴などの条件により異なるので、地力窒素発現量は水稻の生育状況などの観察によって経験的に判断する必要がある。

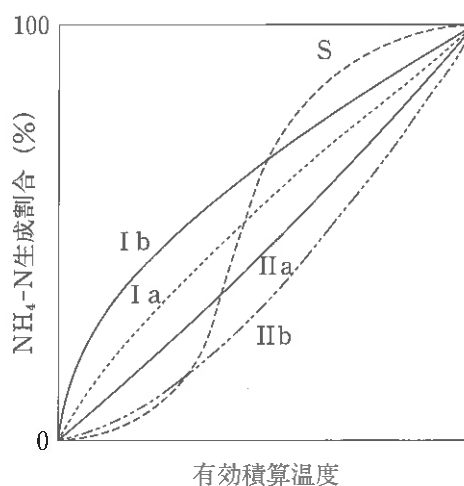


図15 密栓インキュベーション法による地力窒素発現パターンの類型 (吉野・井出、1977より)

表21 平成6年県定点ほ場の土壤理化学性と無機化窒素量測定値

番号	場所	土性	pH	T-C T-N 腐植			C/N	CEC	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	無機化窒素量 (kg/10a)
				(%)											
	周東町祖生	SL	5.5	2.2	0.23	3.8	9.6	10.6	167	14	23	41.7	7.7	1.46	28
4	由宇街上北	SL	5.6	2.6	0.25	4.5	10.6	13.6	206	27	30	31.6	4.8	1.55	30
6	錦町広瀬	CL	5.1	4.5	0.49	7.8	9.2	18.1	208	13	52	40.7	3.5	1.96	35
8	美和町坂上	CL	6.7	3.0	0.30	5.1	9.7	12.9	382	30	27	47.6	13.3	2.39	26
9	田布施町大波野	CL	5.6	1.8	0.17	3.1	10.5	15.7	272	30	61	23.3	15.2	2.97	46
11	徳山市長穂	CL	6.3	3.7	0.36	6.4	10.5	20.6	462	30	41	56.8	17.3	1.79	25
12	光市周防	CL	6.1	1.9	0.18	3.3	10.7	11.5	230	32	41	30.2	9.7	1.49	28
13	新南陽市富田	LiC	6.2	2.0	0.20	3.4	9.8	13.6	256	24	40	16.9	10.0	4.42	25
14	熊毛町八代	CL	5.2	2.3	0.23	4.0	10.0	11.2	181	13	31	27.5	6.0	1.14	22
15	鹿野町堤	CL	6.4	5.5	0.47	9.5	11.8	25.3	608	40	38	50.8	17.4	1.74	27
16	徳地町堀	SL	5.2	2.3	0.23	3.9	10.0	10.6	178	11	35	47.1	6.4	0.99	25
17	防府市右田佐野	SL	6.5	2.2	0.21	3.8	10.5	11.1	300	27	29	64.5	10.2	1.23	23
18	阿東町徳佐	L	6.0	3.0	0.24	5.2	12.7	11.0	310	14	65	80.1	6.1	1.38	41
19	山口市名田島	SL	6.1	1.9	0.17	3.3	11.0	9.9	222	26	27	76.4	7.7	1.45	21
21	山口市仁保妙見	SL	5.6	1.7	0.16	3.0	11.0	8.5	176	14	29	27.0	6.0	1.22	21
22	山口市嘉川深溝	SCL	6.6	2.7	0.27	4.7	10.3	13.8	370	35	25	43.0	12.9	1.64	26
24	山口市平川	CL	6.0	2.6	0.22	4.5	11.8	14.3	274	23	30	55.8	7.5	1.95	31
26	山口市仁保	SL	5.7	1.4	0.13	2.4	10.5	7.9	153	16	26	25.6	12.1	0.90	30
27	山陽町埴生	CL	5.3	2.4	0.21	4.2	11.8	12.1	198	21	31	28.4	9.3	1.38	26
29	宇部市厚東区	LiC	5.0	2.3	0.22	4.0	10.5	17.5	298	36	31	16.5	4.4	2.09	27
30	下関市内日三町	CL	6.7	1.8	0.16	3.2	11.4	12.7	304	44	19	9.6	14.2	3.37	19
34	豊浦町黒井吉永	L	5.4	1.7	0.19	2.9	9.1	9.1	166	28	25	27.0	4.8	0.81	31
35	豊浦町川棚	SL	6.0	1.4	0.14	2.3	9.6	8.7	199	23	23	20.1	5.9	1.40	25
36	下関市清永蔵本	CL	6.1	1.9	0.21	3.3	9.2	13.9	328	41	23	26.1	10.1	1.95	37
37	豊田町中村	CL	6.2	2.0	0.18	3.5	11.0	12.9	310	32	32	28.4	12.0	2.24	29
38	豊北町神田荒田	CL	6.1	3.3	0.32	5.8	10.4	22.5	510	80	58	44.4	19.6	1.99	42
40	豊田町下大河内	CL	6.1	1.3	0.14	2.3	9.2	11.3	214	40	32	21.1	8.1	2.55	33
41	豊北町田耕大庭	CL	6.1	2.2	0.23	3.7	9.3	10.7	222	39	25	19.2	7.7	1.69	35
43	菊川町坂上	CL	5.8	2.0	0.22	3.4	8.9	13.6	244	23	44	57.7	5.5	2.21	36
44	美東町綾木植竹	CL	6.6	1.7	0.16	2.9	10.2	13.6	348	32	35	24.3	15.0	2.25	28
47	秋芳町殿河内	CL	7.8	1.8	0.19	3.0	9.3	14.0	861	18	23	28.4	17.5	2.05	23
49	美弥市豊田前町	LiC	5.6	2.0	0.19	3.4	10.2	15.0	300	43	30	7.3	10.3	2.68	26
51	三隅町東方	CL	6.2	2.4	0.22	4.1	11.0	13.0	332	31	24	25.2	15.4	2.25	34
52	油谷町新別名	CL	6.3	2.3	0.23	4.0	9.9	15.9	412	54	26	33.0	16.8	1.68	31
53	日置町坂本	LiC	5.9	1.6	0.18	2.8	9.3	13.8	272	35	39	22.0	13.7	2.72	34
54	むつみ村吉部	LiC	5.9	2.0	0.17	3.4	11.2	15.9	276	38	55	8.2	24.3	4.07	23
55	阿武町福賀	LiC	5.8	3.1	0.27	5.3	11.4	25.1	462	75	38	20.6	18.4	4.61	26
57	旭村佐々並	SL	5.9	1.6	0.13	2.7	11.8	10.1	192	15	18	22.9	10.8	1.22	18
59	むつみ村高俣	CL	5.3	1.9	0.20	3.4	9.9	13.4	204	18	31	20.6	6.0	1.80	30
60	福栄村紫福	CL	5.2	2.0	0.18	3.4	11.1	12.4	238	37	38	15.6	5.2	1.37	21
	山口市内大内	SL	6.9	1.2	0.12	2.1	9.9	9.0	189	17	22	50.4	19.1	1.56	23

注) 定点番号は、平成6年定点の番号

(3) 施肥窒素の吸収

施肥窒素も土壌からの窒素と同様に、有機化、脱窒、溶脱などが起こり、その残りを水稻が吸収する。基肥で20~40%、穂肥で40~80%が水稻に吸収される。条件により大きく異なるが、一般に施肥時期が遅いほど利用率が高まる。

また、玄米窒素含量のうち、約20~30%は施肥由来の窒素が占めている。施肥時期が遅いほど玄米に移行する割合が高まる。

表22 施肥時期別窒素利用率及び玄米移行率 (1997~1998 山口農試)

作期	品種	年度	窒素施肥量kg/10a				施肥窒素利用率%				玄米部への施肥窒素移行率%					収量kg/10a	玄米中窒素%		
			基肥	早期追肥	穂肥 I	穂肥 II	合計	基肥	早期追肥	穂肥 I	穂肥 II	実肥	基肥	早期追肥	穂肥 I			穂肥 II	実肥
I	コシヒカリ	1997	3.5		2.0	2.0	7.5	26		51	37	47	—		42	22	30	457	1.44
I	コシヒカリ	1998	3.5		2.0	2.0	7.5	35		55	38	—	21	0	32	23	—	443	1.42
I	晴るる	1998	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	34	25	44	47	—	20	3	23	30	—	594	1.28
II	コシヒカリ	1997	3.5		2.0	2.0	7.5	33		58	77	—	—		35	31	—	532	1.28
II	コシヒカリ	1998	3.5		2.0	2.0	7.5	30		53	50	—	18		37	34	—	483	1.47
II	晴るる	1997	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	34	7	59	67	66	—	0	31	31	45	571	1.21
II	晴るる	1998	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	20	17	52	60	—	9	8	28	38	—	596	1.45
II	ヤマホウシ	1997	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	34	3	76	68	56	—	—	52	35	30	612	1.21
II	ヤマホウシ	1998	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	30	19	62	53	—	16	10	38	35	—	545	1.42
III	晴るる	1998	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	26	5	48	49	—	16	1	29	33	—	600	1.31
III	ヤマホウシ	1997	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	35	4	78	68	78	—	1	39	35	65	562	1.27
III	ヤマホウシ	1998	3.5	1.5	2.0	2.0	9.0	26	6	63	58	—	15	1	39	38	—	622	1.29
III	日本晴	1997	3.5	1.5	2.5	2.5	10.0	33	8	67	56	64	—	1	28	36	51	563	1.26
III	ヤマヒカリ	1997	3.5	1.5	2.5	2.5	10.0	35	6	53	55	76	—	1	17	33	58	512	1.32
III	ヒノヒカリ	1997	3.5	1.5	2.5	2.5	10.0	33	5	62	30	59	—	1	27	—	43	491	1.28
III	ヒノヒカリ	1998	3.5	1.5	2.5	2.5	10.0	30	1	58	78	—	15	0	32	53	—	626	1.32

注) 作期 I は 4 月 26 日、II は 5 月 17 日、III は 6 月 7 日移植

施肥窒素利用率及び玄米部への施肥窒素移行率は、1 株を囲む枠を設置し¹⁵N肥料を用い測定

実肥は、試験枠のみに¹⁵Nを施用し、収穫時に測定

収量は、坪刈り収量 (1.85mm以上)。玄米中窒素は、同収穫物をNIRECO製MODEL-4500NIRスペクトロフォトメーターで測定

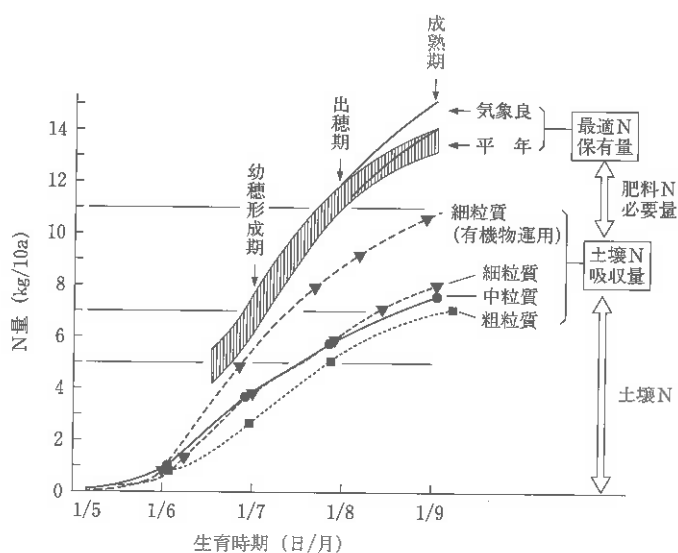


図16 水稻の最適窒素保有量と地力窒素及び施肥窒素との関係の概念 (1990 深山より)

(4) 窒素施肥法

ア 施肥量

土壌タイプにより地力窒素の発現が異なり、品種によっても施肥反応が異なることを考慮して施肥量を決める。

品種毎の施肥量の多少の順序は、おおよそ コシヒカリ≦晴るる≦ひとめぼれ<ヒノヒカリ<ヤマハウシ<日本晴 と考えてよい。

基肥は、必要な茎数が確保できる最低限の施肥量とする。基肥が過剰の場合は、過繁茂的な生育となりやすく、後半秋落ち的な生育となり、収量・品質が低下する。

穂肥量の加減は、生育状況を見て判断する。基本的に生育量が多い場合には、1回施肥量の減量や2回目穂肥の省略で対応する（生育調節の項を参照のこと）。

中間での追肥は、極端に葉色が低下した場合又は中期の葉色が低下することによって収量や品質が低下しやすい品種以外では施用しない。

実肥は、玄米中の窒素濃度を高くし、食味を低下させる効果が大きいので、どの品種においても施用しない。

表23 品種別窒素施肥基準量 (kg/10a)

品 種	基肥量	穂肥量	合 計	注 意
コシヒカリ	2～3	3	5～7	葉色淡化が激しい場合、つなぎ肥N1kg以内施用。 穂肥1回施用量はN1.5kg以内
晴るる	2～3	3	5～7	
ひとめぼれ	2～4	3	5～7	穂肥1回施用量は、N1.5kg以内
ヤマハウシ	3～4	4	7～8	
日本晴	3～4	4～5	7～10	葉色淡化が激しい場合、つなぎ肥N1kg程度 穂肥1回施用量はN2.0kg以内
ヒノヒカリ	3～4	4	7～8	

表24 土壌タイプ別地力窒素発現の特徴と窒素施肥方法

土壌タイプ	地力窒素発現の傾向	窒素効果の特徴	施肥体系例(kg/10a) (基肥-穂肥1-穂肥2)		備 考
			コシヒカリ	日本晴	
砂土 砂壤土 (低地力・ 漏水過多)	初期にかなり発現 後期には少ない 全期間では少ない	流亡し易い 速効的 持続性なし	2.5 -2 -2 (過淡化時 つなぎ肥 1kg施用)	4 -2 -2 (過淡化時 つなぎ肥 1kg施用)	堆肥補給などで地力 を高める 追肥は分施を基本
壤土	初期にかなり発現 後期はやや少ない 全期間やや少ない	流亡し易い やや速効的 やや持続的	2 -2 -1.5	3.5-2 -2	標準的的施用
埴壤土 軽埴土 (粘質土)	初期緩やかに発現 後期もかなり発現 全期間やや多い	流亡し難い やや遅効的 持続性あり	2-1.5-1.5	3 -2 -2	分けつ確保できる 程度の基肥 追肥は控え目に地力 で米を作る
グライ土 強グライ土 (排水不良)	初期緩やかに発現 後期もかなり発現 全期間やや多い	流亡し難い やや遅効的 持続性あり	1.5-1.5-1	2 -2 -2	基肥を控え、過剰 分けつ抑制 追肥も控え目

注) この基準は、標準的な水田を想定したものである。地域（山間または沿岸）、地力（堆肥類の施用経歴）、灌漑水の窒素養分の多少、その年の気象条件、等によって、適正施用量は変わる。

(ア) 基肥

基肥は、その後の管理で収量構成や品質などが大きく変化し、直接的な影響がわかりにくい。初期生育に大きな影響を示し、穂数及び籾数確保の面では有効に働く。初期生育が過剰となった場合、胴割米が出やすく、刈り取り適期幅が短くなるなど品質面での問題が大きくなる。しかし、必要以上に減肥した場合は、初期生育が遅れ、後の追肥により籾数を確保することは可能であるが、乳白米の発生など品質の振れが大きくなりやすい。収量を確保しようとした追肥重点施肥となると、玄米中窒素が高くなり食味が低下する。

また、移植後低温により分けつの発生が遅れた場合でも、安易な追肥は避ける。

表25 基肥施肥量と収量構成 (1996 山口農試)

試験区	施肥設計 (kg/10a)				㎡当たり 穂数	有効茎 歩合%	㎡当たり 籾数 ×100	登熟 歩合 %	10a 当たり 収量kg
	基肥	穂肥 I	穂肥 II	合計					
標準区	4.2	2.0	2.0	8.2	367	75.8	314	84.7	662
基肥減肥区	3.2	2.0	2.0	7.2	367	75.1	297	88.5	633

注) 品種；ヒノヒカリ、栽植密度30×15cm、5月31日移植
穂肥Iは-16、穂肥IIは-5に施用
登熟歩合は、玄米1.8mm以上

表26 穂肥重点施肥と収量及び品質 (1995 山口農試)

試験区	施肥設計 (kg/10a)				㎡当 たり 穂数	㎡当た り籾数 ×100	登熟 歩合 %	千粒重	10a 当たり 収量kg	品質	玄米中 窒素濃 度 %
	基肥	穂肥 I	穂肥 II	合計							
慣行区											
ヤマヒカリ	4.0	2.5	2.5	9.0	364	256	83.7	23.7	509	6.5	1.30
せとむすめ	4.0	2.5	2.5	9.0	384	281	92.8	24.3	528	6.5	1.22
穂肥重点施肥区											
ヤマヒカリ	2.0	3.5	3.5	9.0	428	265	82.9	24.0	634	4.5	1.37
せとむすめ	2.0	3.5	3.5	9.0	440	303	90.2	23.9	652	5.0	1.26

注) 登熟、千粒重、収量は、玄米1.8mm以上、品質は1(上上)～9(下下)の9段階評価
麦後作、栽植密度30×15cm、1株3本植え、6月20日移植 (1991～1995試験から)
穂肥Iは-19、穂肥IIは-9に施用

(イ) 早期追肥

初期生育が不良となる環境条件のは場や、活着不良で茎数の不足が懸念される場合にのみ窒素1kg/10a程度の追肥を移植1週間後までに施用する。順調な生育が得られる場合には、かえって過繁茂型の生育相となるので施用しない。

(ウ) つなぎ肥

穂肥施用時まで、極端な葉色淡化が見られる砂質土壌や耕土深の浅いほ場の場合にのみ施用する。この時期の窒素施肥は、有効茎歩合の向上や籾数増加の効果があるものの、逆に下位節間の伸長や籾数過剰による倒伏や登熟不良を招き、品質・食味の低下を招きやすいので基本的には施用しない。

やむを得ず施用する場合は、窒素1kg/10a以下(0.8kg/10aが葉色維持の目安)

の追肥量とする。

(エ) 穂肥

穂肥は、籾数確保と登熟の向上が主な目的である。穂肥量が多い場合や早い施用の場合には籾数増加の効果が大きく現れる。しかし、穂肥によって籾数が増加するのは、主に2次枝梗籾であり、登熟期間の気象条件や管理が伴わなければ、品質・食味が大きく低下する。

乳白米は、2次枝梗籾が多いほど、また2次枝梗籾での発生が多い。特に、登熟初期に日照不足の影響を受けた場合その傾向は著しくなる。

したがって、穂数が適度に確保できる見込みの場合は、増施や早い穂肥を避け、登熟が維持できる程度の穂肥を施用する。

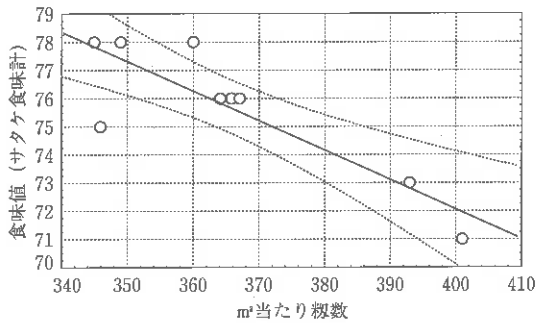


図17 m^2 当たり籾数と食味値
(1998 晴るる 山口徳佐)

注) 施肥・栽植密度を変化させた試験
全体に籾数が多いが比較的食味値が高い
条件下での試験となった

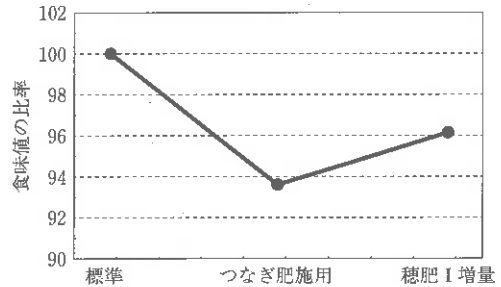


図18 窒素施肥方法と食味
(1998 晴るる 山口徳佐)

注) 標準施肥での食味値を100とした
栽植密度22.2株/ m^2
施肥は、基肥2.0kg、穂肥I 1.5kg、穂肥II 1.5kgを基準とし、つなぎ肥料施用区は1.0kg、穂肥I増量区は2.5kg施用

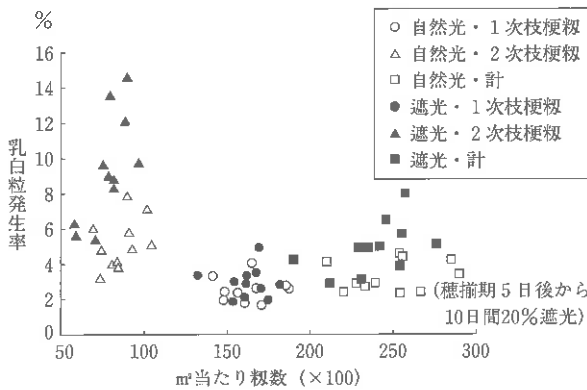


図19 枝梗別乳白発生率と登熟期の遮光の影響
(1992 せとむすめ 山口農試)

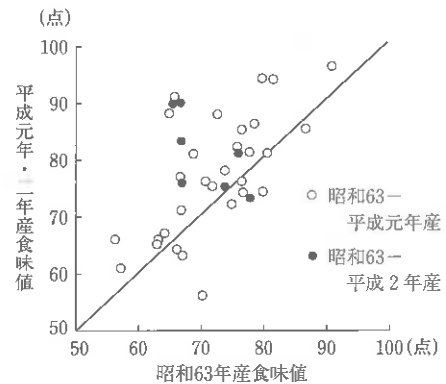


図20 実肥中止による食味変動
(1991 山口農試)

注) 県下食味実態調査より(1988年産と同一栽培者が同一品種で1989又は1990に実肥中止した場合)

イ 穂肥施用時期

品種に応じた時期に施用する。特に1回目の穂肥施用時期は早すぎないようにする。2回目の穂肥（さらに分施する場合は、最終の穂肥）が出穂前10日より遅くならないようにする。

表27 穂肥施用時期の基準

品種	1回目穂肥	2回目穂肥	穂肥施用時の葉色の目安
コシヒカリ	-18	-12~-10	色票値（葉色板）3.5~4.0
晴るる	-20~-18	-13~-11	4.0
ひとめぼれ	-20	-10まで	4.0
ヤマホウシ	-23	-16~-13	4.5
日本晴	-25	-15	4.0
ヒノヒカリ	-22~-20	-12~-10	4.0

注) 出穂前日数で表示

出穂前日数は、幼穂形成期を-25日として示した

生育量が十分に確保されている場合には、穂肥施用時期が早まらないようにする。また、生育が遅れている場合は、幼穂を確認して施用し、結果的に早い穂肥とならないようにする。

穂肥施用時に、葉色がそれぞれの品種に応じた望ましい葉色より濃い場合は、望ましい葉色まで待つて施用する。

2回目の穂肥は、1回目施用後1週間~10日後を目安とする。しかし、1回目施用が遅れた場合、2回目の穂肥は葉色の変化を見て量を加減して施用する。ただし、出穂前10日以降は食味低下を招くので決して施用しない。葉色が適度にある場合は、2回目を省略して良い。生育が早い年には、曆日的に穂肥施用を行うと、結果的に穂肥施用時期が遅くなり、特に2回目穂肥時期が遅くなると食味低下を招くので、遅れないように注意する。

幼穂形成期は必ずしも出穂前25日とはならないので、穂肥施用時期の判定は、幼穂の大きさで行う。幼穂長が1~2mmの時期が幼穂形成期で、一般に出穂前25~23日頃とされている。幼穂長が1cmの時期が、一般に出穂前18日頃とされている。その他にも外部形態で判定する方法がある（生育調節の項参照のこと）。

幼穂長の判定は、生育が中庸な株3株以上から最長稈（草丈の長い茎）を2本ずつ取り（最低6本）、その80%以上が1mm以上となった時期を幼穂形成期とする。

出穂前10日の目安は、止葉の葉耳が2葉の葉耳と重なった時期である。出穂期は50%の茎に出穂を見た日であり、施肥時期が遅いほど玄米中窒素濃度が高まるので、実用的には半数の茎の止葉葉身が抽出すれば、それ以降の窒素追肥は行わない。

ウ 堆肥施用ほ場での施肥

堆肥施用に伴う年間窒素放出量に相当する窒素成分量（牛糞堆肥の場合はその8割程度）を基肥から削減する。追肥は、生育状況を見て判断する。

表28 木質家畜糞尿混合堆肥を1 t /10a連年施用した場合の年間窒素放出量

連用年数		1～2	3～4	5～10	11～20
有効化窒素率(%)		20	35	50	60
堆肥の種類	窒素含量 (N%/現物)	年間窒素放出量 (N・kg/10a)			
牛糞オガクズ堆肥	0.6	1.2	2.1	3.0	3.6
豚糞オガクズ堆肥	1.4	2.8	4.9	7.0	8.4
鶏糞オガクズ堆肥	2.0	4.0	7.0	10.0	12.0

注) この値は、内田の堆肥中の窒素放出理論式により算出、堆肥中窒素含量は製品で異なる。

表29 水稻による木質家畜糞尿堆肥由来の窒素吸収量 (1999 山口農試)

堆肥の種類	現物堆肥中全窒素濃度(%)	C/N比	堆肥由来全窒素施用量(kg/10a)	水稻の堆肥由来窒素吸収量(kg/10a)	堆肥全窒素に対する水稻吸収割合(%)
牛糞オガクズ堆肥	0.55	22.4	8.25	1.2～2.2	14.5～26.5
豚糞オガクズ堆肥	1.04	17.0	15.6	2.8～6.1	17.9～39.1
鶏糞オガクズ堆肥	1.37	12.4	20.55	1.7～2.8	8.3～13.6

注) $\delta_{15}N$ 法による実験値
堆肥現物で1.5 t /10a、4月中旬施用、5月下旬湛水。

(ア) 堆肥連用による基肥窒素削減量の計算例

牛糞堆肥を4年間連用して、5年目の水稻にも1 t 施用する場合の計算

- ① 堆肥中全窒素成分量を求める。

$$1000\text{kg} \times (0.6/100) = 6\text{kg}$$

- ② 有効化窒素量から年間窒素放出量を求める。

$$6\text{kg} \times (50/100) = 3.0\text{kg}$$

- ③ 基肥窒素削減量を求める。

牛糞堆肥の場合は、年間窒素放出量の8割(他の堆肥は10割)

$$3.0\text{kg} \times 0.8 = 2.4\text{kg}$$

したがって、通常の基肥施用量から2.4kgの窒素を削減する。

(イ) 堆肥施用を中止した場合の基肥窒素削減量の計算

堆肥を連用して窒素が過剰になるようなら、堆肥施用を一時中止する。その場合、有効化窒素率を補正する。

表30 堆肥連用後の施用休止年数に伴う有効化窒素率の補正(削減)値

堆肥施用休止年数(年)	1	2	3	4	5
有効化窒素率補正(削減)値(%)	17	28	36	41	46

牛糞堆肥を10a当たり1 t を5年間連用して、翌年堆肥施用を中止(1年目)する場合の、基肥窒素削減量の計算例

$$1000\text{kg} \times (0.6/100) \times \{(50-17)/100\} \times 0.8 = 1.58\text{kg}$$

したがって、基肥窒素施用量を基準量から1.6kg削減する。

エ 肥料の種類・施肥方法

基肥は、全層施用を基本とする。

緩行性肥料や側条施肥を用いる場合は、肥料の利用効率が高まるので、施肥量を減じる。

(ア) 被覆肥料

被覆肥料の全量基肥施用を行う場合は、通常的全施用窒素量の約8割を基準とし、土壌の種類と地力の違いによって増減する。ただし、過剰施用にならないように注意する。2年目以降は、過去の窒素溶出特性（葉色の程度と変化）を参考にし、施用量を増減する。

表31 土壌の種類・施肥法の違いと被覆複合肥料の窒素施用量

壤の種類	慣行の窒素施用量に対する割合 (%)	
	全層施肥	側条施肥
砂質 (LS~SL)	85~90	80~85
壤質 (L~CL)	80~85	75~80
粘質 (CL~LIC)	75~80	70~75

注) 初めて使用する場合の基準とした。

施用方法は、入水前に全層施用（施用後耕うん）するか、移植と同時に施肥田植機で施用する。高濃度窒素の銘柄を施用すると、リン酸、カリの施用量が少なくなるので、あらかじめ留意しておく。

被覆肥料の有効成分は、設計に従い地温に支配されて溶出・有効化する。地域の土壌条件と作型に応じて適正な窒素発現パターンの製品を選択する。窒素を必要とする時期と溶出の時期が重なるよう、銘柄を選択することが大切である。ただし、混合タイプの場合、溶出ピークが混合素材のピークから変化する場合もあるので、その製品の特性をよく理解して選択する。

表32 被覆肥料のタイプの分類と特徴

タイプの分類	種 類	窒素溶出の特徴、銘柄選定の留意点
溶出パターン	リニアタイプ シグモイドタイプ 混合タイプ	<ul style="list-style-type: none"> 指定の期間徐々に窒素を放出、後半は少ない。 一定期間後急速に溶出する。穂肥に適する。 上記2種の混合型、水稻の吸収パターンに類似。
溶出日数	100~150日型 70~100日型 40~70日型	<ul style="list-style-type: none"> 25℃の水中で被覆窒素の80%溶出日数を示す。 地温が高いと早く、低いと遅く溶出。 品種、作期に適合した銘柄を選択する。
複合肥料の全窒素濃度	14~17% 17~20% 20~25%	<ul style="list-style-type: none"> 手撒き施用の場合は、低濃度銘柄がよい。 高濃度銘柄はリン酸、カリ施用量が少なくなる。 移植同時側条施用の場合は、高濃度銘柄が効果的。

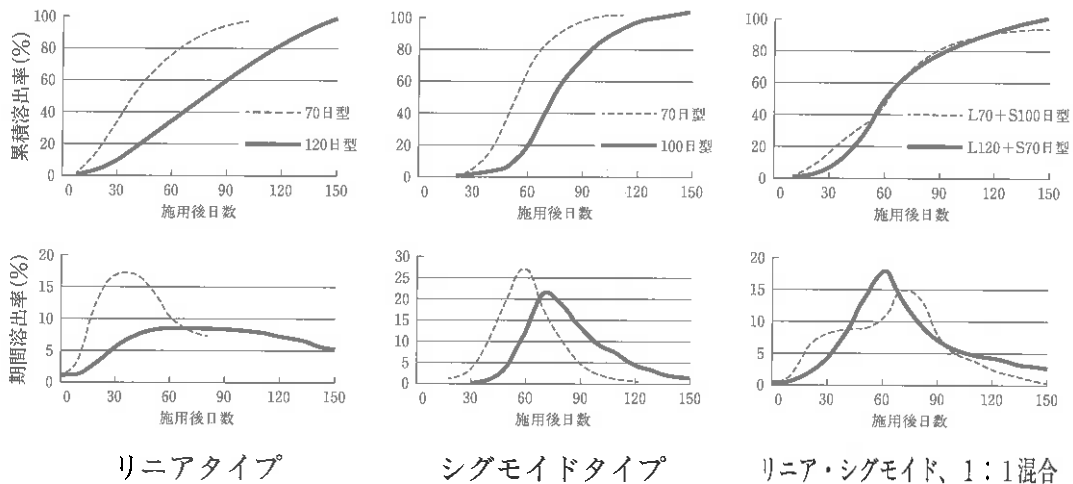


図21 被覆窒素（尿素）のタイプ別溶出モデル

注) 代表的な被覆窒素の溶出モデルを、山口農試のほ場試験（1994）から作成
各タイプの上のグラフは累積溶出量(%)で、下のグラフは10日間毎の溶出量(%)を示す。

この方法で栽培した水稻は、通常の施肥体系で栽培しているものに比べ、葉色の変動が小さく、特に穂肥時期には葉色が淡く見えることがあるが、遅れて窒素が溶出するので、誤って窒素追肥をしない。また、通常より早い作期の場合、気象条件により、穂肥時期と窒素溶出時期がずれやすいので要注意である。

砂質土壌で養分の流亡が大きい水田では、肥料が持続的に溶出するので、有効であり、低地力田では、堆肥の効果の代替として、少量施用するのも有効である。

(イ) 側条施肥

基肥を側条施肥で施肥する場合は、通常の8割を基準とする。

特に側条施肥の場合は、根圏の肥料濃度が高く、初期生育が旺盛になり早期に肥料切れを起こしやすいので、過剰施肥とならないように注意する。

(5) 転作復元田の施肥

基肥は、復元初年目と2年目の施肥量を減らし、3年目からは従来の慣行施肥に戻す。追肥は、生育の状況を見て判断する。

表33 畑期間の栽培作物の種類と水田復元1，2年目の施肥（単位：慣行に対する比率）

前作物	基肥窒素		リン酸	カリ	鉄・ケイ酸
	初年目	2年目			
野菜類	0	0.4	0.5	1.0	0.5
ダイズ	~0.3	0.7	0.5	1.0	0.5
トウモロコシ	0.8	1.0	0.5	1.0	0.5
ムギ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
牧草	0	0.4	0.5	1.0	0.5

注) (1)水田に復元する場合、畑作物残査を可能な限り早期に鋤込む。
(2)基肥窒素を削減する場合、水稻移植前7~10日に湛水し、窒素を発現させる。
(3)耐肥性の強い品種を栽培する。
(4)水稻の生育から判断して、必要に応じて中間追肥、穂肥を施用する。

水田復元1年目は、畑期間の多量の施肥による有機態窒素の蓄積、乾土効果、下層土への根の伸長拡大等で、水稻の窒素吸収量が著しく増大する。多くの場合復元2年目以降の窒素の発現は、ほぼもとの水準に戻る。有効態リン酸やケイ酸は水田転換2年間程度増加する。復元田における肥料成分の発現は、畑作物の種類によって異なる。

復元田では施肥の他、過度の透水で湛水が確保できなくなる場合が多いので、代かきを丁寧に行う必要がある。

Q 育苗箱に追肥する方法の効果やその方法は？

A 移植前の育苗箱に少量の窒素を追肥することで、活着を促進し初期生育を旺盛にすることができます。また、水不足や作業予定が狂ったため、苗を予定どおり移植できなかった場合に、剪葉直後に窒素とカリの追肥をすることで苗を健全に維持することができます。

育苗箱に追肥する量は、箱当たりの施用分量は、窒素・カリともに0.5gです。10a当たり20箱とすれば、成分でそれぞれ10gということになります。成分で10gに相当する肥料を、水10~20%（箱当たり0.5~1%）に溶いて施用します。

剪葉直後の施用で、育苗期間を1週間程度延長することが可能です。



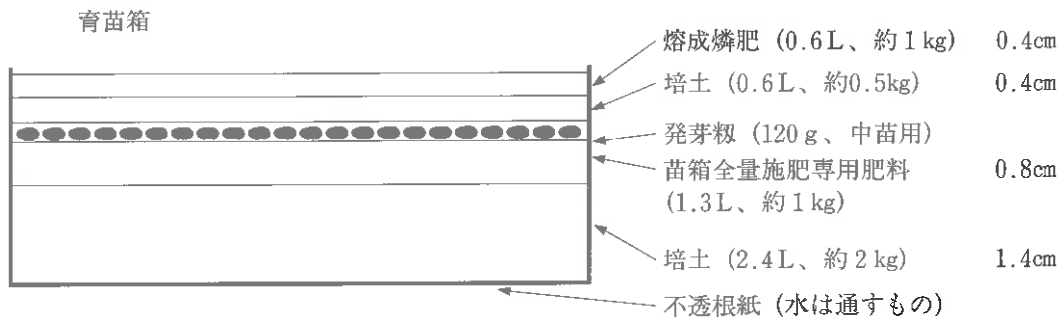
肥料を育苗箱に全量施用する方法があると聞きましたか？

A

緩効性被覆肥料や熔成磷肥を育苗箱に全量入れて育苗し、移植する方法は確かにあります。

現在、試験研究などで研究中の技術で、東北地方などで一部実用化に向けて現地で試験が行われています。山口県のような西南暖地でこの方法を用いると、高温のため緩効性被覆肥料の溶出が早まり、苗が濃度障害を起こすなどの問題があり、今のところ確実な技術として仕上がっていません。その他、灌水方法によっては熔成磷肥が土と混ざりあって溶け出して生育が不良になる場合や育苗箱が乾燥しやすく水グセをつけやすいなど、まだまだ多くの問題をかかえています。

参考までに、播種の状況の図を示します。



肥料を水口から流し込む方法があると聞きましたか？

A

流し込み施肥という施肥方法があります。ただし、この方法に用いる専用の肥料を用いる必要があります。この肥料は、水とともに拡散しやすい製剤となっています。間違っても、通常の肥料で行うことがないようにしましょう。水口周辺が大変なことになります。

この方法で施肥を行う場合は、ほ場の水は浅水の状態から入水と同時に肥料を流し込みます。ほ場が乾いている場合は、拡散が不十分で肥料ムラが大きく現われます。また、水尻部やほ場の凹部で肥効の片寄りが見られる場合もあります。施肥ムラを少なくするために、あらかじめ作溝しておくといでしょう。

この施肥方法を用いる場合は、用水量・流量ともに十分に確保できることが前提となります。

3 育苗

高品質・安定生産のため、順調な生育確保の基となる健苗（茎が太く、充実し、徒長していない苗）を育成する。

苗質が、その後の生育・収量・品質に大きな影響を及ぼすが、本田の管理状況や気象の影響による変動で、直接的な影響が分りにくい。そのため、移植の作業性のみに関わられた育苗（徒長苗、老化苗）が多く見られる。しかし、異常気象等の不良環境条件下での健苗の被害軽減効果は明らかである。

したがって、育苗の基本技術を点検し、地域での問題点の改善を図る。また、育苗センターの活用を促進し、大量の健苗を安定的に生産する体制整備を推進する。さらに、品質確保上重要である収穫・乾燥の作業競合回避のためには品種の作付計画が必要であることを考慮し、計画的な育苗及び作付を指導する。

(1) 苗の種類

苗の大きさで、乳苗、稚苗、中苗、成苗に分けられる。地域の条件や経営の規模などを考慮し、使用する苗の種類を選択する。

表34 苗の種類別生育の目安

種類	草丈 (cm)	葉数 (L)	第1葉鞘長 (cm)	乾物重 (g/100本)	育苗日数 (日)
乳苗	8～10	1.5	4～5	0.5	10
稚苗	12	2.2	3～4	1.2以上	20～25
中苗	15	3.5	2～3	2.5以上	30～35
成苗	18	4.5	2～3	3.0以上	35～40

(2) 育苗準備（稚苗を中心に記載）

育苗は、移植予定時期及び苗の種類別の育苗期間を考慮して開始する。

ア 育苗場所

過湿・日照不足で障害や軟弱徒長にならないことが重要であり、排水が良好で、強風があたらない、日当たりのいい場所を選ぶ。

また、均一な生育にするため、必要な苗箱が広げられる場所を確保する。

イ 床土

床土の条件は、①pH4.5～5.5で、②通気性、透水性がよく、③保肥力があり、④保水力が適度で、⑤土壌病害に汚染されてなく、⑥土塊が5mm以下（1～5mmの土塊が80%以上）である。

自家製の床土を用いる場合は、土性が砂壤土～壤土の水田土・山土が適する。早めに採土し風乾させた後砕土し、4～5mmのふるいでふるう。稚苗用の育苗箱の場

合、箱当たり4% (床土3%覆土1%)程度必要なので、10箱当たり80~100%以上(80kg程度)準備する。床土が粘質で通気性が劣る場合は、粘土の少ないマサ土やピートモス、もみ殻くん炭などを混ぜ改善する。混合する割合は、土壌の粘度によって異なるが、もみ殻くん炭を用いる場合、重粘質の場合が容量の2分の1、その他は3分の1以下、ピートモスを用いる場合は4分の1程度で加減する。また、初めて採取した土壌を用いる場合は、あらかじめ試し播きを行い床土としての適性をチェックする。

市販の育苗床土や成形培地を用いることもできるが、それぞれの製品の特徴(肥料の有無、保水性など)をよく理解して使用する。

低温期に育苗する場合は、床土がアルカリ性であると苗が生育不良となり、ムレ苗などが発生しやすい。播種前にpHを測定し、矯正が必要な場合は次の方法で矯正する。しかし、大幅なpHの矯正が必要な土壌は使用しない方が安全である。

表35 pHの調整方法(土100kg、100%当たり)

資材	壇土	壤土	砂土	注意
硫黄華	80g	70g	55g	播種1か月前に混和する 短期間で矯正する必要がある場合のみ
濃硫酸	240ml	200ml	160ml	
希硫酸	(壇壤土) 300ml	(壤土) 250ml	(砂壤土) 200ml	容量20%の希硫酸

表36 培地のpH条件と稚苗の生育(星川 一部改変)

pH	乾物重	草丈	第1葉鞘高	メソコチル
4	20.0mg	141.5mm	63.5mm	2.0mm
5	21.0	140.2	63.0	1.8
6	18.9	121.1	51.9	2.0
7	18.5	103.7	49.6	3.0

注) 2.2L期

ウ 床土施肥

床土の種類や地域によって加減が必要であるが、育苗箱1箱当たりの窒素・リン酸・カリ、それぞれ1%が基準である。山間早植え地域では苗の生育や肥効が遅いので各成分1.6%、平坦部では肥効が早く生育も旺盛であるので各成分0.8%程度とする。肥料は播種5日前までにむらなく混和しておく。覆土には肥料を混和しない。

市販の育苗培土や成形培地を用いる場合は、その製品の肥料の有無及び量を確認し選択する。市販の育苗培土は、1袋で5~6箱分として箱当たりの肥料成分量で表示したものが多いため注意する。

エ 育苗資材の消毒

育苗箱、むしろ等は、苗立枯苗の原因となる各種病原菌によって汚染されていることが多いので、ベンチアゾール乳剤、中性次亜塩素酸カルシウム剤で消毒する。薬剤の使用については、病害虫防除薬剤使用指導基準に従う。

なお、育苗に使用した後の育苗箱等は、よく水洗いし、日乾し保管することが重要である。

表37 育苗資材の消毒

薬剤名	資材	濃度	使用方法	注意事項
イチバン乳剤	育苗箱 (木・プラスチック)	500～ 1000倍	瞬間浸漬又は ジョロ散布後 水切り乾燥	作物、培土、床土への直接散布や 灌注をしない。 軟質塩化ビニール、ポリスチレン 及び発泡スチロール製の容器には 使用できない。 引火性があるので、取扱の注意に 従う。 廃液は魚介類に影響があるので、 注意事項に従って処理する。
ケミクロンG	育苗箱 (プラスチック)	500倍	瞬間浸漬又は ジョロ散布後 水切り乾燥	金属容器は使用しない。 残液、廃液は魚介類に影響がある ので、直射日光に1～2日さらし 有効成分の消失を確認してから 徐々に排水する。排水が養魚池な どに入らないように十分注意する。
	育苗箱 (木)	1000倍	10分間浸漬後 水洗し、水切 り乾燥	本剤は、強力な酸化剤で、各種物 質と反応して、酸化、発熱し、発 火を誘発することがあるので、保 管、取扱に注意する。
	むしろ	5000倍	ジョロ散布後 半日日光で乾 燥	

(3) 種子更新

採種は産の種子を使用する。最低3年に1度は更新を行う。良質米産地の場合、種子更新率の高さが品種の純粋性を示す指標として扱われる場合も多く、できれば毎年更新することが望ましい。

種子更新を行わず栽培を続けると、穂数や穂長のばらつきが多くなり、品種劣化や品質低下を招く。種子更新は、異品種混入や自然交雑による品質低下を防止する。

表38 採種後の年数と収量 (九州農試)

採種後の年数 (年)	1	2	3	4	8
収量比 (%)	100.0	98.2	94.7	90.4	83.9

(4) 種子予措

塩水選 → 水洗 → 水切り・袋詰め → 種子消毒 → 風乾 → 浸種 → 播種 の
順で作業を行う。

ア 塩水選

種籾の中には病虫害に侵されて充実不良となったものが含まれている。塩水選をすることで比重の軽い罹病籾を除去し、種子伝染性病害を防ぐ。

塩水選は、うるち1.13~1.14、もち1.07の比重で行う。溶液の比重は比重計で確認する。比重計がない場合は下図のように生卵を利用した判定法。塩水中では十分攪拌し、籾の気泡を除くようにする。

塩水選後は、付着した塩分を十分洗い流す。

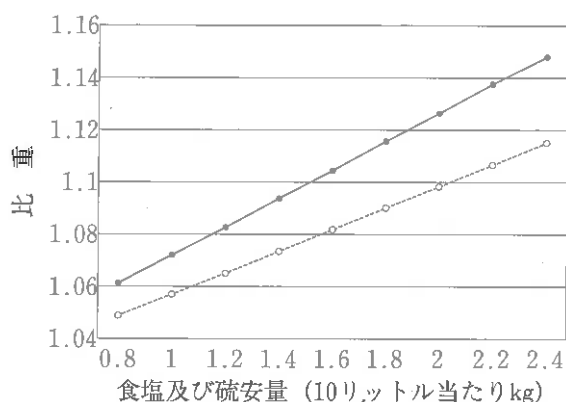


図22 比重と食塩及び硫酸の量 (山口農試)

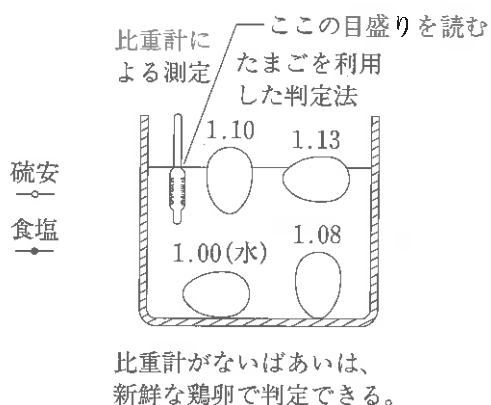


図23 生卵による比重のめやす

塩水選は、ばか苗病、もみ枯細菌病、いもち病など重要病害の防除に有効である。種子消毒の効果を更に高めるとともに、本田での防除回数の低減につながる。

表39 塩水の比重ともみ枯細菌病罹病籾の混入状況 (1985 香川農試)
罹病籾混入割合

塩水の比重	No.1		No.2	
	供試籾数	罹病籾数	供試籾数	罹病籾数
1.00~1.08	60粒	51.7%	59粒	47.5%
1.08~1.10	62	64.5	60	48.3
1.10~1.13	55	49.1	70	44.3
1.13~1.16	100	19.0	57	19.1
1.16~1.18	100	6.0	70	7.1
1.18<	100	1.0	50	0

表40 種籾の比重と発芽

種籾の比重	1.07	1.11	1.13	1.16	1.18
5日後の発芽歩合 (%)	79	88	89	94	98
平均発芽日数 (日)	4.3	4.0	3.9	3.7	3.4

イ 種子消毒

種子伝染性のいもち病、ごま葉枯病、ばか苗病、もみ枯細菌病、シンガレセンチュウの防除を目的に行う。

見かけ上健全な粃でも、保菌粃などがあるので、確実に種子消毒を行う。種子消毒には、低濃度長時間浸漬、高濃度短時間浸漬、塗抹処理などの方法がある。

種子センターから種子消毒剤の吹き付け種子が出荷されているので、その取り扱いには注意事項に従うこと。

① 塗抹処理

乾燥した粃を使用し、適当な容器内で薬液を滴下させるなどして、種粃に均一に付着させ乾燥させる。薬剤処理した粃は水洗せずに浸種する。

塗抹後の浸種は、停滞水で行い、粃と水の容量比は1：2とし、水の交換は原則として行わない(特に最初の3日間)。その後高温などで酸素不足の恐れがあるときは、静かに換水する。

② 浸漬処理

粃と浸漬処理薬液の容量比は1：1以上とする。薬液処理の際、粃の入った袋をよくゆすり、薬液を内部まで行き渡らせる。水和剤で長時間浸漬する場合は浸漬処理中に1～2回攪拌する。

浸漬中極端な低温(10℃以下)にならないようにする。

薬剤処理した粃は水洗せずに浸種する。浸種は塗抹処理後と同様である。

残液の処理は、薬剤の使用上の注意事項に従う。

③ シンガレセンチュウの防除

ア) 低濃度長時間浸漬の場合

薬剤を混用し同時に処理する。

イ) 高濃度短時間浸漬、塗抹処理の場合等

先にシンガレセンチュウの防除を行う。

ウ) 吹き付け消毒済み種子

MEP乳剤1000倍の停滞水中で24時間処理する。この際液温が25℃以上にならないようにする。処理後は静かに水を交換し浸種作業を行う。

ウ 浸種・催芽

発芽を揃えるため、積算水温で100℃を目安(5～7日)に浸種を行う。浸種により十分に給水した種もみを一斉に発芽させるために催芽処理を行う。催芽の温度は30℃、日数は1～2日を目安とする。

浸種時の水温が高い場合は、発芽の揃いが悪くなるので注意する。また、浸種は必ず停滞水中で行い、水量は種もみの2倍量で行う。直射日光が当たるような場所は避け、水温(10～15℃で浸種)に注意し、種子消毒の効果が低下しないように、3日間は水の交換を行わない。その後は、粃の様子を見て静かに水を交換する。水

温が20℃を超えるような場合は、薬剤が流出しないように静かに水を交換する。「コシヒカリ」や「ひとめぼれ」のように発芽しにくい品種は、浸種を十分に行う。

表41 種もみが吸水飽和するまでの日数

水温 (℃)	7	10	20	28	32
飽水するまでの日数	14	12	5	3	3

催芽の程度はハト胸程度とする。催芽しすぎた場合は、播種時に損傷を受け、出芽率が低下する。

浸種・催芽の目的は、出芽を揃え、斉一な生育をさせることであり、この時期に稲の徒長癖をつけないために高温での管理は避ける。また、温度ムラによる不揃いが出ないように注意する。

表42 催芽の温度と日数

催芽温度 (℃)	28	30	32	34
ハト胸までの日数	2.3	1.9	1.6	1.8
幼根が出るまでの日数	2.8	2.6	2.1	2.2

表43 催芽程度と出芽歩合

(1968 東北農試)

催芽程度 (芽の長さ)	出芽歩合 (%)	
	播種後3日	播種後6日
13mm	57	77
6	75	90
1	82	94

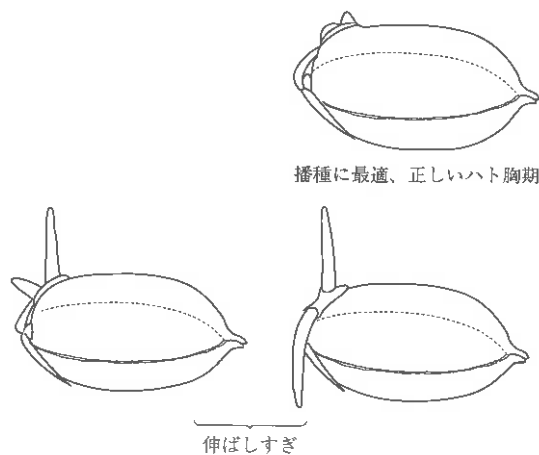


図24 正しいハト胸状態 (星川)

(5) 播種（稚苗を中心に記載）

1箱当たりの播種量は、催芽粃で150g以下とする。乾粃では120g以下となる。

基本的には、育苗箱に床土を入れ、灌水した後に覆土を行う。灌水量は、箱当たり1ℓ程度の十分な灌水を行う。床土の種類や出芽の方式によって加減する。積重ね方式や育苗器で出芽を行う場合には、灌水量をやや少なめにする。

箱当たりの種もみの量が多いと、欠株率は低下するが、苗立ち数が多くなり、苗相互の競合が激しく、茎が細く、下葉枯れが多く、日数をおいても葉齢の進展は抑制され、苗質が悪化する。また、播種量が多いと、移植時の1株植付け本数の増加につながり、本田での生育調節及び栽培管理が難しくなり、収量・品質が変動しやすくなる。

表44 播種量と苗質の比較（1985 萩農改）

播種量（催芽粃）	140g/箱	180g/箱
草丈 (cm)	14.1	14.9
葉齢 (L)	2.6	2.2
不完全葉の黄化 (%)	18	50
基部のねじれ (%)	0	12
基部の曲がり (%)	0	32
苗の太さ (mm)	1.8	1.5
乾物重 (g/100本)	1.75	1.45
欠株率 (%)	4.7	2.1
1株植付本数 (本)	3.1	3.7

注) 品種；コシヒカリ、播種後25日調査

表45 催芽粃の乾粃に対する重量増加割合
(山口農試)

品種	水切り後の時間	
	4.0	7.5
コシヒカリ	25.7%	21.4%
晴るる	24.7	19.9
ヤマホウシ	26.3	21.5
ヤマヒカリ	28.2	23.5

表46 催芽粃重量と容量

(山口農試)

催芽粃重量	水切り後の時間	
	4.0	7.5
120g	0.91合	0.94合
130g	0.98	1.02
140g	1.06	1.10
150g	1.13	1.18

注) 水切り後4時間；湿っているが手にべたつかない状態

水切り後7.5時間；湿り気はあるがさらさらして播種しやすい状態

表46は、表45に示した4品種の平均

(6) 育苗管理（稚苗を中心に記載）

播種 → 出芽 → 緑化 → 硬化 の順で作業を行う。

播種～移植までの間は、苗箱の限られた条件の中で生育することから、苗質に与える影響は大きい。この時期の管理の目標は、活着及び分けつ力の強い苗を育成することである。軟弱徒長苗は、移植後の生育停滞、初期分けつ不足、倒伏などを招きやすく、収量や品質が大きく変動する原因となるとともに、栽培管理上の判断が難しくなる。

表47 育苗管理の目標

生育時期	育苗日数	温度 (°C)		各時期終了時の苗の目標
		昼	夜	
出芽期間	2～3日	30	30	出芽長1mm程度
緑化期間	2～3	20～25	15～20	第1葉鞘高4cm以下
硬化期間	10～15	15～20	10～15	草丈12cm、葉齢2.2L

ア 出芽

出芽温度は30°C以下、出芽程度は1cm程度を厳守する。出芽時間を揃えて、生育を均一にする。

高温での出芽は、メソコチルの伸長を招く。また、出芽期間を長くすると、低温の障害を受けやすくなる。

表48 移植時の苗の形態と発根力（茨城農試）

育苗器からの 搬出時期（発芽 揃からの日数）	草丈 cm	葉数 L	第1葉 鞘長cm	第2葉 長 cm	乾物率 %	発根数	
						3日目	11日目
0	10.7	2.2	3.4	6.4	16.0	3.7	5.2
1	12.4	2.1	4.4	7.8	15.3	3.7	4.9
2	14.5	1.9	5.7	8.9	15.0	3.1	4.3
3	16.7	1.9	7.9	9.3	14.0	2.5	3.0

イ 緑化

高温、暗黒下で出芽させた後、緑化処理を省略し直ちに硬化処理に移すと、白化苗を生じたり、生育が劣るので芽が揃ったら温度を下げ、弱い光で稲の緑化を促す。緑化は、60%程度の遮光で2～3日間、黒寒冷紗をかけておく。

苗が緑色になれば、寒冷紗を取り除く、長期間寒冷紗をかけた状態を続けると、光不足から軟弱となる。

緑化期の温度管理は、昼20～25°C、夜15～20°Cが基本である。最低温度が10°C以下とならないように十分に注意する。また、高温で出芽し、15°C以上の温度格差で緑化に移ると、白化苗を生じることがあるので注意する。緑化床に移してすぐの灌水は、苗に急激な温度格差を与え、生育停滞や発根不良を招くので、根が露出していない限り灌水は控える。

表49 緑化期気温と移植時の苗生育

	草丈cm	葉齡	第1葉鞘高cm	乾物重mg		乾物重/草丈
				莖葉	根	
20°C	12.6	2.9	3.5	13.6	4.4	1.08
25°C	12.9	2.7	3.5	13.9	4.6	1.08
30°C	14.2	2.7	3.6	13.0	4.5	1.92

注) 緑化日数は3日。硬化期の気温は20°C、日数は15日。

ウ 硬化

緑化期以降、移植期までの間、苗を外気にならしながら充実させる。

温度管理は、昼15~20°C、夜10°C以上とする。硬化の中~後期はしだいに外気温度にならしていく。山間部など育苗時期が低温の地帯は、霜注意報に注意し、夜間は保温を行い、10°C以下にならないようにしてムレ苗や苗立枯病の発生を防ぐ。

灌水は、初期には1日1回、後期には2回程度を目安に行う。土壌水分が80%程度が苗の生育には好適である。灌水する場合はたっぷりと灌水し、その後、畑状態まで乾いてから次の灌水を行う。夕方は床土の表面が乾いても、葉先から水滴が出る状態であれば、翌日の朝に灌水する。ただし、極端な乾燥と過湿の繰り返しは、苗立枯病を誘発するので注意する。

表50 硬化期の温度が苗の形態的特性に及ぼす影響 (農技研 を改変)

温度°C		葉齡	草丈cm	第1葉鞘高cm	莖葉重mg	根重mg	乾物重/草丈
昼	夜						
31	26	2.8	14.1	5.2	9.9	3.9	0.69
26	21	2.7	12.7	5.0	11.8	4.2	0.92
21	16	2.9	11.6	5.2	14.5	4.8	1.25

(7) 病害虫防除

育苗箱の中は密植状態で、高温多湿条件下で管理されるため、病害が発生しやすい。育苗資材、床土の消毒を徹底する。播種は薄播きとし、育苗期間中の温度管理、水管理に注意し、極端な高温や低温、過湿や過乾燥にしない等、適正な管理を行う。

ア ばか苗病

① 発生生態

種子伝染する。罹病籾が混入している場合、種子消毒を怠ったり、不十分な時には、浸種中に感染する場合がある。罹病苗は淡色となり徒長し、根元に白色から紅色のカビを生じる。また隣接する苗にも影響し、多発すると育苗箱全体が徒長する。罹病苗を本田に植え付けるとやがて枯死し、茎に白色のカビを生じ、分生胞子が飛散し、出穂期に籾に侵入して翌年の伝染源となる。

② 防除対策

- ・ 発病ほ場からの採種はしない。
- ・ 塩水選、種子消毒を徹底する。
- ・ 種子消毒では耐性菌の発生に注意する。特にベノミル剤、チオファネートメチル剤耐性菌は県内に広範囲に発生しているので薬剤の選択に留意する。
- ・ 育苗箱内の罹病苗は植栽しても枯死する。また、枯死株は分生胞子を生じ伝染源となるので抜き取る。
- ・ 罹病苗をほ場に放置しない。
- ・ 本田における発病茎は出穂前までに抜き取る。

イ もみ枯細菌病（苗腐敗症）

① 発生生態

種子伝染する。育苗箱内では数cmの坪状に発生することが多い。出芽時にひどく感染すると幼芽はわん曲し、淡褐色ないし褐色となり腐敗枯死する。苗齢が進むと葉鞘は褐変腐敗し、芯葉は基部が腐敗し抜けやすくなる。葉は基部が退色して白色になる場合がある。類似病害の褐条病は葉鞘に褐色条斑が現れ、苗立枯細菌病は褐変し乾燥状態で枯死することが多い。また、もみ枯細菌病の様に芯葉が抜けやすくなることはない。

② 防除対策

- ・ 発病ほ場からの採種はしない。
- ・ 塩水選（食塩の比重1.13以上）の徹底。
- ・ 種子消毒の徹底。
- ・ 育苗期間中の高温（30℃以上）、多湿をさける。

ウ 苗立枯病

育苗中に発生する苗立枯病は条件により様々な病原菌が原因となる。菌の種類によって発生条件や病徴が異なるため原因菌を特定し、それぞれの病害にあった防除対策をとる。

表51 主要苗立枯病の見分け方と発病条件及び防除対策

病原菌	病徴（見分け方）	発病条件	防除
フザリウム菌	苗の根及び地際部が褐変腐敗し、白色または紅色のカビが生えることがある。	<ul style="list-style-type: none"> ・緑化期間中に10℃以下の低温に遭遇 ・床土のPH5.0以上、畑土で発病増 ・育苗期間中の過乾、過湿 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な温度管理 ・適切な水管理 ・畑土壌は用いない ・肥切れ防止 ・殺菌剤の土壌混和
ピシウム菌	幼芽の立枯型、萎ちよう立枯型、ムレ苗型がある。いずれも根が水浸状に褐変するが病患部の紫褐変やカビが生えることはない。	<ul style="list-style-type: none"> ・緑化期以降の低温 ・種籾の傷口から侵入 ・畑土壌の使用 ・ムレ苗：日照不足、高PH、土壌の細粒化、過湿、過乾 ・過湿の繰り返し、高播種密度で発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・適切な温度管理 ・適切な水管理 ・土壌PH5.0とする ・苗床の日照条件の改善
リゾープス菌	綿毛状のカビで床土が覆われ、後灰色になる。発芽不良、生育不良を起こしひどい場合は枯死する。根の先端は異常に膨らんで伸長が停止する	<ul style="list-style-type: none"> ・出芽中の高温（32℃以上） ・緑化開始後10日ころまでの低温 ・多湿 	<ul style="list-style-type: none"> ・育苗施設、育苗箱の消毒 ・適正な温度、水管理
トリコデルマ菌	床土や種籾の回りに白いカビが生じ、やがて青緑色に変わる。	<ul style="list-style-type: none"> ・保水力の小さい砂土、山土で土壌水分が少ないとき 	<ul style="list-style-type: none"> ・土壌、育苗施設器材の消毒 ・汚染土壌を用いない
リゾクトニア菌	下葉や葉鞘が暗緑色の水浸状となり、後に葉は黄褐変する。株元や葉鞘にはクモの巣状の菌糸が認められる。	<ul style="list-style-type: none"> ・野菜を栽培した畑土壌で多発 ・育苗末期の高温、多湿条件、過繁茂で多発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・畑土壌は使用しない ・厚播き、多窒素を避け ・過湿にしない。

表52 主要苗立枯病と土壌処理剤

	土壌灌注					土壌混和				
	ダコレート水和剤	タチガレン液剤	タチガレエース液剤	バリタシン液剤	ベンレート水和剤	カヤベスト粉剤	フタバロン粉剤	ダコニール粉剤	タチガン粉剤	タチガレエース粉剤
フザリウム菌	○	○	○			○	○		○	○
ピシウム菌			○			○	○		○	○
リゾクトニア菌				○						
リゾープス菌	○					○	○	○		
トリコデルマ菌	○				○	○	○			
白絹病菌				○						
ごま葉枯病菌		○								
苗立枯病菌							○			



催芽後種子消毒したがだいじょうぶですか？

A

苗の生育に問題が出る場合と出ない場合があります。

特に、エルゴステロール生合成阻害剤（E B I 剤）と呼ばれる種類の剤では、催芽の程度によって異なりますが、生育が抑制される場合があります。ちなみに倒伏軽減剤として使われているウニコナゾール剤も E B I 剤の仲間です。

とにかく、薬剤は正しい使い方をすることが大切です。登録条件にあわない使い方は厳密に避けるべきです。

種子消毒の時期には、「薬液の倍率を間違えた」「消毒時間を間違えた」「薬を湯で溶いたが変質していないか」などの質問が寄せられます。説明書をよく読んでから使いましょう。



発芽ムラの原因は何ですか？

A

主に、①浸種・催芽の問題 ②種子の問題 の2つが考えられます。

浸種・催芽の問題の場合

ほとんどの場合は、こちらが原因です。浸種・催芽時の温度管理に問題があります。浸種では、高温での浸種や極端な低温での浸種、浸種を行う容器内での水温ムラ、種子を入れた袋の内部と外部の差など、全ての籾に均一な温度がかからなかったためと考えられます。

催芽では、高温での催芽、積み込みの位置による温度の差など、これも全ての籾に均一に温度がかからなかったためと考えられます。

種子に問題がある場合

採種は産の種もみは、発芽試験で発芽力が確認されていますので、問題になることはまずありません。ただ、種子購入後に、高温や多湿の条件の場所で保管したような場合に発芽力が落ちてムラになる場合があります。

自家採種した種子でも、ふつう9割以上の発芽をしますが、採種ほのように「こじんまり」と籾を作っていないので、1穂の中で充実や発芽能力に差がつきやすくなります。また、登熟が落ちる（屑米が多い）作り方となった場合は、その差は特に大きくなります。昔から、自家採種の場合は充実の良いところの籾の穂先の籾を種に用いられていたことからそのことが判ります。

さらに、コンバイン収穫のものを使う場合は、採種ほでは種子専用のコンバインで、こぎ胴の回転数を小さくして打撃による発芽力低下がないように扱われているのに対し、通常のコンバインでは、強い打撃を受けて発芽力が落ちているのが通常です。また、収穫後の保管状態でも左右されます。

Q 粳と糯の苗箱が混じってしまいました。見分けることができますか？

A 苗の外見を見て判断するのは至難の技です。粳に、まだ胚乳部分が残っていれば比較的簡単に見分けることができます。

それぞれの箱から胚乳が残っている苗をさがして、ヨード反応（ヨードチンキ等で染める）を見ます。青く染まれば粳、赤っぽく染まれば糯です。

粳の段階で混ぜてしまったものは、区別できません。また、粳・糯の違いでなく品種を混ぜてしまった場合は、外見上の判断しか方法はなく、なかなか区別はできません。あらかじめ、品種毎に育苗箱に印をつけるなど工夫をしておくことが大切です。

Q 苗が予定より早く伸びてしまいました。田の準備が間に合いません。どうしたらよいでしょうか？

A 植付適期の苗（2.2～2.5L）で移植できない場合、伸びきっている第2葉を2分の1程度剪葉します。早い内に田の準備ができそうな場合は3分の1程度剪葉します。剪葉後に、1箱当たり窒素とカリの成分0.5gを水0.5～1ℓに溶かして施用します。播種量や時期によって異なりますが、1週間程度は育苗期間を延長することができます。

それでもまだ田の準備が間に合わない場合は、第3葉が伸びきってから2分の1程度剪葉し、同様の追肥を行います。

Q 平置き育苗の方法は？

A アルミ蒸着フィルムを利用して、無加温で出芽を行う育苗ができます。この育苗方法は、加温しないため、気温が15℃より低い地域や時期に行う場合は、ビニールトンネルと併用します。

種子予措、播種準備、播種までは通常の稚苗育苗と大きく異なります。播種までの主なポイントは、①催芽を揃える ②床土には覆土前に十分に灌水 ③播種量はできるだけ少なく ④覆土は0.6～0.8cm（1.2～1.4ℓ）のやや厚めとし、覆土後の灌水はしない ⑤苗床は均平にし十分に灌水しておくか、有孔マルチを敷くなど乾燥防止の6項目です。箱を並べる場所は、日当たり、排水の良い場所を選び、水田の場合は周囲に排水溝を作っておきます。

播種後は、箱を並べてアルミ蒸着フィルムで覆います。その場合、アルミ蒸着フィルムの端は風が入らないように密閉します。基本的にはフィルムをはずすまで灌水は行いません。

アルミ蒸着フィルムをはずす時期は、苗が1～1.5cm（4～6日）の時期で、それまでの間に、フィルムの上に雨水が溜まったら、ほうきなどで速やかに排除します。

アルミ蒸着フィルム除去後は、通常の育苗管理と同じで、緑化、硬化に移ります。

4 移植

生育の安定及び食味向上のため、地域毎に適期に移植する。極端な早植えや遅植えを避け、出穂期が登熟の最も高くなる時期になる時期に移植する。

穂揃いを良くし、品質を向上させるため、栽植密度を20～22株/m²、1株植付本数3本を基本とし、無理な生育や過剰生育を抑える。

近年、移植時期の早期化、栽植密度の低下などの傾向が見られる。移植時期の早期化で、栄養生長期間が延長し、分けつ数は増加するが、ラグ期（最高分けつ期～幼穂形成期）が長くなる。さらに出穂期が早期化することから高温下での登熟となり品質の変動が大きくなる要因になっている。また、栽植密度の低下は、1株茎数の増加をもたらすが、1穂粒数や出穂のバラツキが大きくなることで品質が変動しやすい要因になっている。

したがって、品種毎の最適出穂期、移植作業及び収穫作業の競合回避を考慮し、地域に応じた品種作付計画を明確にした計画的な作付を推進する。また、基本技術及び機械作業の適正化を指導する。

(1) 移植時期

表53 稲作地帯別田植時期（稚苗）

地帯区分	コシヒカリ	晴るる	ひとめぼれ	ヒノヒカリ
長門中山間・北浦	I	5上	5中	5下
	II	5中	5下	5下～6上
	III	5中	5下	6上
周防中山間	I	5上～中	5中	5中～下
	II	5中	5下	6上
	III	5中	5下	6上
瀬戸内平坦	I			5中～下
	II		6上	5中～下
	III			5中～下
				6上～中
				6上～下
				6上～下

品種ごとの作期と生育時期の目安は図22に示すとおりである。作業競合及び品質低下防止のため、地域ごとに収穫時期が重ならないように品種・作期を決定する。

安定した生育にするため、ほ場準備や育苗は、移植時期から逆算して開始する。

	移植期	出穂期	成熟期
コシヒカリ			
①山間部	4/30 ○	△ 7/28	□ 9/10
	5/ 9 ○	△ 8/ 3	□ 9/16
	5/20 ○	△ 8/ 7	□ 9/23

②平坦部	5/15 ○	△ 7/30	□ 9/ 6
	5/25 ○	△ 8/ 4	□ 9/12
	6/ 5 ○	△ 8/ 9	□ 9/17
	6/14 ○	△ 8/14	□ 9/25
晴るる			
①山間部	4/30 ○	△ 7/31	□ 9/14
	5/ 9 ○	△ 8/ 5	□ 9/18
	5/20 ○	△ 8/ 9	□ 9/27

②平坦部	5/15 ○	△ 8/ 1	□ 9/ 8
	5/25 ○	△ 8/ 6	□ 9/15
	6/ 5 ○	△ 8/12	□ 9/21
	6/14 ○	△ 8/17	□ 10/ 1
ひとめぼれ			
①山間部	5/ 9 ○	△ 8/ 1	□ 9/12
	5/20 ○	△ 8/ 6	□ 9/21

②平坦部	5/15 ○	△ 7/29	□ 9/ 4
	5/25 ○	△ 8/ 4	□ 9/12
	6/ 5 ○	△ 8/10	□ 9/19
	6/14 ○	△ 8/15	□ 9/28
ヒノヒカリ			
①平坦部	5/25 ○	△ 8/19	□ 10/ 2
	6/ 5 ○	△ 8/24	□ 10/ 6
	6/14 ○	△ 8/29	□ 10/13
	6/30 ○	△ 9/ 4	□ 10/21

(山間部：阿東町徳佐 平坦部：山口市大内)

図25 作期と出穂期・成熟期模式図

注) 農試の各種試験成績から作成。特性表と必ずしも一致しない場合がある。

活着限界温度は、乳苗は11.5~12℃、稚苗は12.5℃、中苗は13~13.5℃、成苗は14℃程度である。安定した活着にはこれより2~3℃高めが望ましく、稚苗では日平均気温が15℃が基本である。

表54 アメダスポイントにおける平均気温が15℃になる日（平年値）

地点	月日	地点	月日	地点	月日
徳佐	5/ 6	広瀬	5/ 6	岩国	4/29
秋吉台	5/ 2	玖珂	4/29	安下庄	4/28
西市	5/ 4			柳井	4/26
須佐	5/ 1			下松	4/28
萩	4/26			防府	4/26
油谷	4/26			山口	4/25
				下関	4/24

また、登熟歩合や食味の向上のためには、出穂後30日間の平均気温が25℃程度、出穂後40日間の平均気温が22℃程度がよいとされている。出穂後40日間の平均気温が22℃程度になる時期及び気温から推定した標高別の移植期と出穂期は、図26及び図27のとおりである。

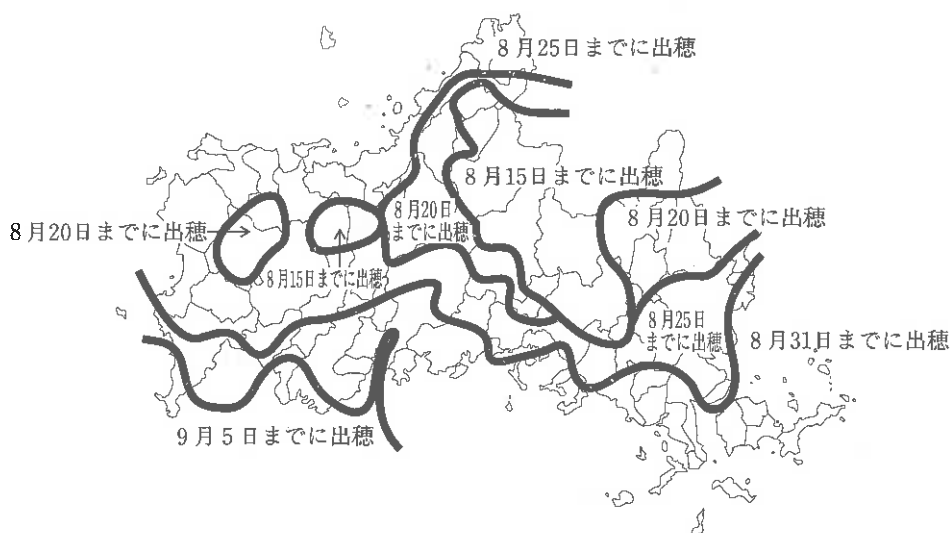


図26 出穂後40日間の平均気温が22℃となる時期

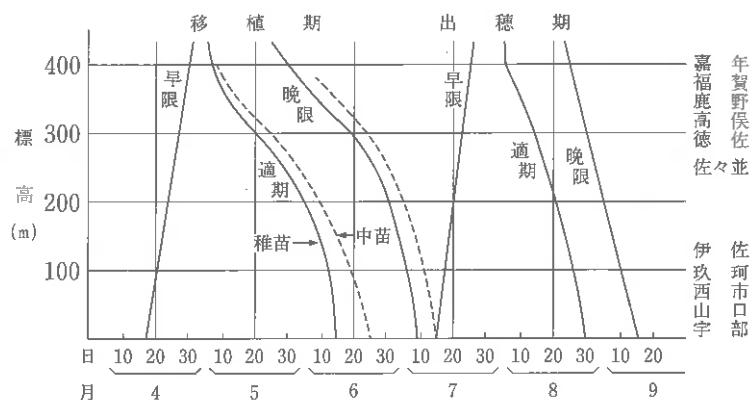


図27 気温から推定した標高別の移植期と出穂期（山口農試）

注) 晩限は80%の収穫が見込まれる時期

登熟や米の食味は、登熟期間の気象条件によっても、大きな影響を受ける。食味には玄米中の窒素含有量やアミロース含有量が影響を与えている。登熟期の気温が高い場合、登熟期間が短縮し、稲の機能低下が早くなる条件が重なると、充実不良となり乳白米・腹白米・半死米が発現しやすくなる。また、高温や日照不足の条件では、玄米が充実不良となり玄米中の窒素含有率が高くなる傾向がある。したがって、極端な早植えや遅植えは避け、通常的气象状況から、最も適している時期に出穂期を迎えるようにする。

多くの産地や品種を比較したデータでは、出穂期が早い（登熟期間の気温が高い）ほど窒素含有量は多く、出穂期が遅い（登熟期間の気温が低い）ほどアミロース含量が高いと言われている。出穂期が1週間程度早いと、窒素含有率が0.2%、1週間程度遅いとアミロース含有率が約1%多いという報告がある。窒素含有量は、土壌や施肥管理・水管理で大きく変動するのに対し、アミロース含有量は、品種の特性及び登熟温度によりほぼ決まっている。このことから、アミロース含有量の大幅な低下は栽培上難しい。

(2) 栽植密度

m²当たり20～22株を基本とする。

ある程度の栽植密度を確保し、1株植付本数を少なくした方が斉一な生育を確保しやすく、茎や穂の揃いが良くなり、登熟や品質の変動を小さくすることができる。

栽植密度は、ほ場条件や田植機の調整により変化する。移植に適した土壌硬さは、一般に「ようかん状」といわれ、さげふり貫入深が11～14cmの状態であり、代かきからの日数によって変わるので注意する。耕起～移植までの作業手順及び留意事項は、「機械化作業技術」の項を参照すること。

堆きゅう肥多投田では、分けつ中～後期に生育が旺盛になりやすく、1株植付本数が少なくても、過剰生育となることが多いので、栽植密度はやや疎植とする。

疎植の稲ではm²当たり最高茎数が少なくなり有効茎歩合が高まるが、穂数が少ないことからm²当たり籾数が減少する場合が多い。したがって、登熟歩合が高まり、収量は安定する傾向が見られるが、極端な疎植の場合は籾数不足のため収量が低下する。また、1穂籾数及び2次枝梗籾割合が増加するとともに、1穂の大きさのばらつきが出やすいので、籾数水準によっては、品質変動が大きく現れる可能性が増大する。

一方、密植の稲は、穂数・籾数ともに確保しやすい。1穂籾数は疎植に比べ少なく、1次枝梗籾の割合がやや高まる。したがって、栽培管理面から生育のコントロールが容易で、斉一な生育を確保し品質の変動を少なくしやすい。しかし、極端な密植は倒伏や籾数過剰で収量・品質が低下するので注意が必要である。

また、密植と疎植を比較した試験では、栽植密度が高いほど葉身の珪酸が高く、窒素が低い傾向があり、いもち病の抵抗性指標であるSiO₂/N比率で見ると、疎植稲が必ずしも良いとは言えない。疎植稲が病害虫に強いという見方があるが、風通し等の環境的な要因が影響しているためであろう。

食味については、籾数水準によって玄米中の窒素含有量が大きく変動するので、疎

植と密植で一定の傾向が現れにくい。しかし、疎植で稲体の窒素濃度や2次枝梗籾割合が高めになること、1穂籾数のバラツキが大きくなることなどを考慮すると、現段階では栽植密度を確保した方が食味を確保しやすいと考えられる。疎植で栽培する場合の問題点は、分けつが遅くまで発生しやすいので、気象状況によっては弱小穂が多発し、品質・食味が低下する恐れがある。また、面積当たりの基数が少なく推移するため、中間追肥や穂肥を多量に施用すると、疎植の欠点がより助長されること、などの注意が必要である。

表55 栽植密度と生育・品質 (1995 山口農試)

栽植密度 (株/m ²)	最高 莖数 (本/m ²)	穂数	収量 (kg/a)	1穂 籾数 (粒)	2次枝梗 籾割合 (%)	玄米形質 (1.8mm以上粒)		
						乳白粒	死米 (%)	生き青米
5月17日植								
22.2	703	455	58.7	82.5	41.1	9.8	0.5	3.0
16.7	595	428	60.4	86.6	42.5	11.7	0.8	2.3
6月1日植								
22.2	572	418	59.9	75.7	42.4	15.1	1.4	0.7
16.7	443	385	60.2	88.2	44.2	15.7	1.7	2.5

注) 供試系統；中部83号，1株3本手植え

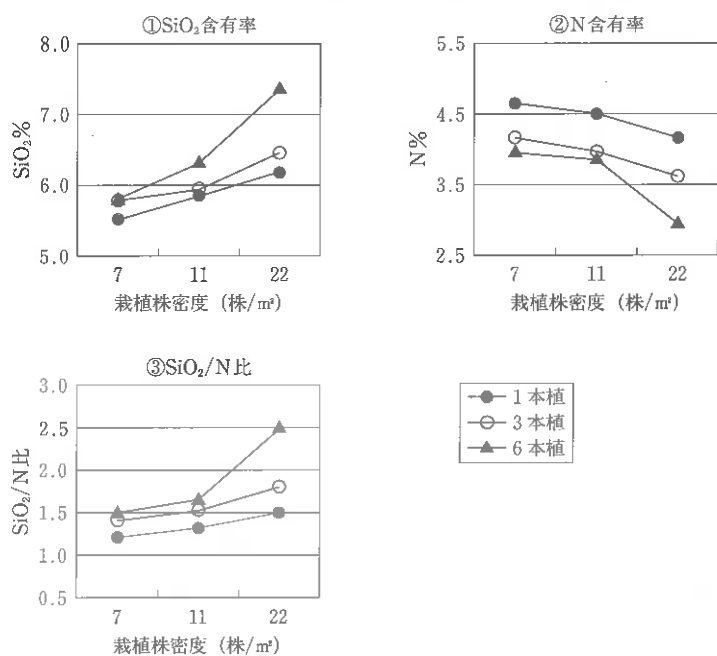


図28 株密度および植付本数と葉身中SiO₂、N含有率、SiO₂/N比の変化

(1998 北陸農試)

注) 品種；コシヒカリ 移植期；1997/5/13

欠株は、欠株率が5%程度の場合、収量に影響しない。したがって、補植は基本的には行わない。どうしても補植を行う場合は、連続3株以上の欠株であれば、その間に1~2株程度補植する。隣接株の補償作用があるので、この程度の補植で十分に穂数は確保できる。かえって、補植作業に入ることで、1株植付本数が増え、収量や品質を不安定にするばかりか、除草剤散布適期を失したり、健康を害したり、弊害が多く発生する。

表56 欠株と収量 (1984 萩農改)

移植方法	箱当たり播種量 (催芽籾)	
	140g	180g
機械植え無補植	520 (4.7%)	490kg/10a (2.1%)
手植え 3本植	538	500
	8本植	501

注) () は欠株率
品種；コシヒカリ

(3) 1株植付本数

1株3本植えを基本とする。植え付け深さは、2~3cmとする。

植付本数の調整は、移植時に田植機である程度の調整は可能であるが、基本的には均一に薄播き(催芽籾150g/箱以下)をしておく。過剰生育傾向を示す堆肥多投田などでは、特に1株植付本数を少なくする。

1株の植付本数が多いと最高茎数は増加するが、有効茎歩合や1穂籾数が減少し必ずしも籾数増加にはならない。また、植付本数が多いほど生育ステージが早くなり、出穂期が早まる傾向があり、葉色も早く淡化しその度合いも大きい。苗当たりの分けつの発生は、植付本数が少ないほど多い。1本植えでは3次分けつまで発生するのに対し、植付本数が多いものは、2次分けつの発生もわずかとなる場合が多い。

分けつの節位別の出穂状況は表58のとおり、植付本数が多くなると、早く確保される1次分けつでさえ出穂できないことがわかる。分けつ節位別の出穂状況が大きく異なることから、1穂籾数の分布状況が植付本数によって変化する。1本植えでは1穂籾数が大きいものが増加し、8本植えでは1穂籾数が全体的に少なく、かつ極めて粒数の少ない穂が増加する。

1穂籾数が多い場合は、刈り取り適期判定が難しく、刈り遅れると胴割米や乳白米が発生し、早刈りになると未熟粒の混入が多くなる。逆に1穂籾数が少ない場合は、刈り取り適期幅が短くなり、胴割米が発生しやすい。

さらに、稈が弱く倒伏しやすい品種(挫折重と倒伏の関係が強い品種)では、植付本数が多く穂数が増加した場合、稈基部が細く挫折重が低下し、倒伏が助長されやすい。

表57 1株植付本数と生育 (山口農試)

植付本数	最高莖数 (本/m ²)	穂数 (本/m ²)	有効莖歩合 (%)	収量 (kg/a)	1穂粒数 (粒/穂)	2次枝梗粒割合 (%)
2本	428	326	76.2	65.7	100	48.0
4本	491	361	73.5	65.0	87	46.0
6本	538	387	71.9	62.7	80	43.8

注) 1988、1989平均、供試系統；中部56号
 移植期；6/25、6/5、6/15、施肥；少肥(0.71)、標肥(1.01)、多肥(1.32)

表58 1株植付本数ごとの節位別出穂率 (富山農技セ 1995)

植付本数	主幹	3節		4節		5節		6節		7節	8節
		1次	2次	1次	2次	1次	2次	1次	2次	1次	1次
1本	100.0	100.0	220.0	100.0	180.0	100.0	160.0	100.0	60.0	100.0	80.0
4本	100.0	37.5		100.0		100.0		100.0		18.8	
8本	100.0	16.7		66.7		70.8		25.0			

注) 2次分げつが2, 2本出穂したものを220.0と表示した。
 品種；コシヒカリ 播種量；100g/箱 (乾粒) 移植期；4/27~5/16
 栽植密度；22.2~23.0株/m² 施肥N (基4+早追2+穂I2+穂II2)

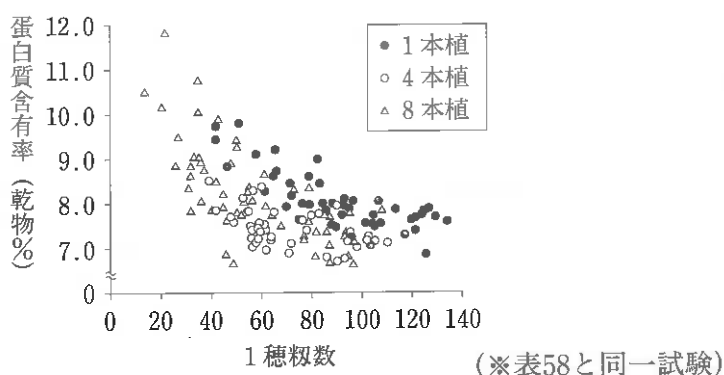


図29 1穂粒数と蛋白質含有率との関係 (富山農技セ 1995)

表59 1株植付本数と倒伏 (山口農試)

植付本数	第4節間長 (cm)	挫折重 (g)	モーメント (cm×g)	倒伏指数	倒伏の多少 (成熟期)
3本	9.7	853	1200	141	3.2
6本	9.9	758	1083	144	3.3

注) 品種；コシヒカリ 1988、1989年平均

5 作期拡大

経営規模及び労力を考慮し、稲作の新技術等を組み合わせ、労力の分散を図るとともに作期拡大により地域の営農基幹施設（育苗センター、ライスセンター、カントリーエレベーター）を効率的に利用し、均質な高品質米を生産する。

最近の米情勢から良食味品種への作付けの集中、農業者の高齢化の進展による労力不足などの問題を抱えているが、所得拡大のための規模拡大及び大量で均質な高品質米の生産が必要である。したがって、稚苗移植栽培の安定性を生かしつつ、乳苗移植栽培、直播栽培などの技術を地域営農の中で組み込む。

稚苗移植栽培に中苗・成苗移植栽培や直播栽培を組み合わせる。直播栽培には、大別して、乾田直播（乾直）と湛水直播（湛直）があり、乾田不耕起直播、湛水土中点播直播等の様々な様式がある。乳苗移植は葉齢0.7～1.5程度の苗を移植する栽培である。これらの具体的な技術内容については「稲作新技術導入マニュアル」（平成10年8月 山口県農林部）を参照する。

栽培方法によって、生育ステージが異なる。稚苗を移植する時期と同一日に移植又は播種（直播の場合）した場合、一般に稚苗移植に比較して、出穂期及び成熟期は中苗や成苗で早まり、乳苗や直播では遅くなる。

表60 栽培方法と生育の遅速の目安（山口農試）

栽培方法	出穂期	成熟期
成苗移植栽培	- 5 日	- 6
中苗移植栽培	- 3	- 4
乳苗移植栽培	+ 3	+ 4
湛水直播栽培	+ 7	+ 9

注) 稚苗移植と同一日に移植又は播種した場合、稚苗の出穂期及び成熟期を0とし、+は遅れ、-は早期化を示す。

年次、地域によっての変動があるので注注意する。

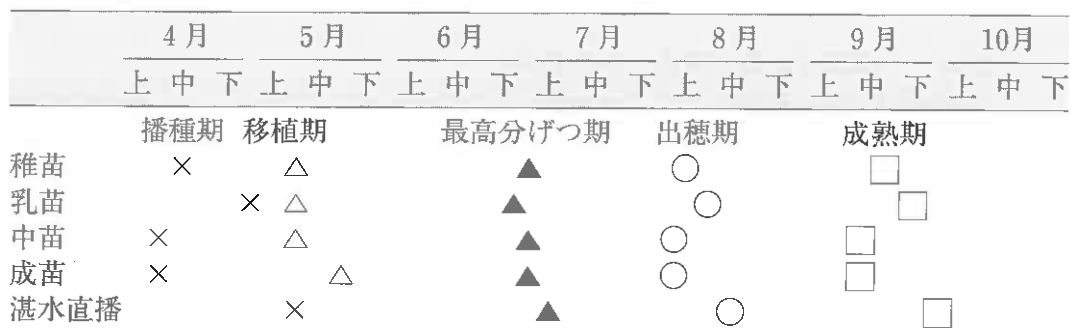


図30 栽培方法別の生育ステージ模式図（山口徳佐）

注) コシヒカリ級熟期の品種を対象に作成

移植栽培は、使用する苗の種類によって活着限界温度（移植の項参照）があり、それ以上の気温が確保される時期から栽培可能である。湛水直播は平均気温が15℃以上で、発芽苗立ちが安定し栽培が可能である。直播栽培での本田期間は、山間部で150日、平坦部で130日程度が目安となる。また、直播栽培の場合、播種後出穂までを80日以上確保して生育量を確保し、出穂後40日間の平均気温が22℃以上を確保することが必要である。同一品種で播種期を10日遅らせると、出穂期が3～4日遅くなる。

乳苗は、移植栽培の中で最も低温に強く、山間部での移植期の前進化に使用できる。ただし、低温に遭遇するおそれが高いため、苗の硬化を十分に行い、移植後の水管理に注意し保温に努める必要がある。

	播種期	移植期	出穂期	成熟期	
稚苗	4. 4	4.24	7.24	9. 2	
乳苗		4.15 4.24	7.27	9. 6	
稚苗		5. 5	5.25	8. 8	9.21
乳苗		5.18 5.25	8.11	9.26	

↓ 移植時期の幅31日
 ↓ 収穫時期の幅24日

図31 稚苗と乳苗の組み合わせによる作期拡大（1996～1998山口徳佐）

注) 品種；コシヒカリ 施肥窒素；基2 + 穂肥 I 2 + 穂肥 II 2 (kg/10a)

このように、作期を拡大することで、春作業・秋作業の労力分散が可能になるばかりでなく、稲の生育時期も分散するので、気象災害等による被害軽減の効果がある。また、収穫時期の分散を図ることで、刈り遅れの回避・乾燥事故防止による品質向上につながる。

6 雑草防除

より安全な米を生産する視点から、雑草防除は除草剤のみに頼るのではなく、耕種的防除との組合せで行う。除草剤の使用は、「雑草防除指導基準」に基づき適正に使用する。また、防除効果・環境への影響・稲への葉害・経済性について考慮する。

県下各地で、除草剤成分の特定成分の偏りや特定草種の偏在が問題となりつつある。このため、除草剤の適正使用及び成分分散の指導を徹底するとともに、水田の耕種管理の適正化や裏作及び田畑輪換を推進する。

(1) 耕種的防除方法との組合せ

ほ場の雑草の発生状況や草種に応じて、以下の必要な対応を行う。

ア 秋耕

多年生雑草の塊茎や越冬茎は、10月上旬～11月上旬頃まで増殖するので、稲の収穫後早期に耕起することによって、増殖を防止する。

イ 反転耕

出芽深度が浅い雑草は反転耕で深く埋没させ、深い位置の塊茎を地表面に露出させ乾燥や低温に合わせることで発生を防止する。

ウ 深水

発芽に酸素を必要とする雑草は、湛水深を深くすることで発芽を抑制する。

エ 地温上昇

浅水で水温及び地温の上昇を図り、雑草の発生を斉一化させ、除草剤の効果を高める。不均平な水田では、ほ場内での水深の差が大きくなり、雑草の発生速度や草種が異なって防除が難しくなるため均平化を図る。

オ 2回代かき

雑草が多いほ場では、通常の代かきよりも早い時期に1回目の代かきを行い、雑草が出そろうのを待って、2回目の代かきを行い雑草を埋没させて発生量を減少させる。

カ 浅水代かき

代かき時は田面の6～7割の土が見える程度の浅水で行い、越冬株などを埋没させ雑草の再生を抑制する。この方法は、濁水の流出も抑えることができ、環境保全面からも有効である。

キ 中耕

本田の初期又は中期に、除草機等を用いて株間の中耕を行い、雑草の生育を抑える。

表61 雑草の生態と防除

雑草名 (雑草書)	発芽温度(°C)			防除上留意すべき性質	減収率
	最低	最適	最高		
ノビエ[1] (肥料競合・光競合)	15	30	40	・出芽に酸素が必要、発芽可能深度2～3cm ・メソコチルを伸ばし生長点は土壌表面直下にくる	15～45%
カツリグサ[1]	13			・暗黒条件で発芽しない ・無酸素で発芽しない ・出芽深度が浅い(5mm前後)	
コナギ[1]	15			・畑状態では発芽せず、湛水状態でのみ発芽(無酸素又はわずかの酸素条件で発芽) ・出芽可能年次は長い ・フェノキシ系除草剤で防除容易	
アゼナ[1]	12			・スルホニルウレア系除草剤の抵抗性をもつもの出現 ・出芽可能年次は長い	
キカシグサ[1]	10			・無酸素では発芽しない、出芽深度5mm以内 ・出芽可能年次は長い	
マツバイ[多] (肥料競合)	越冬芽5	30～35	45	・湛水状態では発芽深度3mm以内 ・越冬芽の形成防止で翌年発生防止可能	多発条件で20%
ホタルイ[多] (肥料競合)	種子15	30	35	・0～1%の酸素条件で発芽良好で、酸素濃度が高まるにつれて不良 ・出芽可能深度は5cm、生長点は深い位置 ・越冬芽は、当期乾燥(耕耘による)で枯死 ・浅水代かきによる越冬株埋没で減少 ・種子繁殖が多く、他の水田に伝播しやすい	多発条件で20～30%
ウリカワ[多] (肥料競合)	塊茎10	20～30	35	・殆ど無酸素条件でも萌芽 ・塊茎の生存年数が1～2年と短いので、塊茎形成防止で減少 ・低温条件では発生期間が長い ・周辺水田からの塊茎流入で発生拡大	多発条件で20～30% (湿田での早期栽培で50%)
ミスカツリ[多] (肥料競合・光競合)	塊茎10	30～35	42	・出芽には適当な酸素と水分が必要で、間断灌水や中干しで酸素供給があると萌芽 ・出芽深度が深い ・周辺からの塊茎流入防止対策が必要 ・出芽年次が2～3年と短く、体系処理で2年完全防除実施で減少	30～50%(多発の場合～100%)
オモダカ[多] (肥料競合)	塊茎10	25～30	45	・出芽期間が長期にわたる ・塊茎生存年数が1年程度なので、塊茎形成防止で減少	30% オモダカの生育量で大きく変動
ヒルムシロ[多] (水温上昇阻害) (肥料競合)	鱗茎15			・出芽深度10～20cm	寒地の多発条件で50%
クログワイ[多] (肥料競合・光競合)	塊茎15	30	40	・出芽期間が長い ・出芽深度30cmで可 ・出芽年次が数年間あり、3年以上の防除対策が必要	m ² 当乾物重200gで25～30%
セリ[多] (肥料競合)	越冬芽10			・越冬株は土壌表面に露出すると、乾燥で死滅 ・浅水代かき後1～2cmの埋没で再生しない	
コウキヤガラ[多] (肥料競合・光競合)	塊茎5	20～40	45	・出芽期間は40日と長い ・出芽深度10cmで可 ・水稻移植後20～30日までの防除が必要 ・除草剤茎葉処理1回での防除は困難、体系処理や中耕との組合せが有効 ・出芽可能年次が長く、3年以上の防除対策が必要	多発条件で70%以上
キシウスズメノヒエ[多] (肥料競合)	越冬茎20	30	40	・浅水代かきによる埋没が有効 ・ほ場周辺から進入防止が重要	多発株の無防除で80～90%
アオミドロ[藻] (物理的障害) (水温上昇阻害)		水温18～20		・低温年で曇雨天が続く場合発生が多い ・特定水田での発生が多い ・繁殖には磷酸が不可欠	

注) 宮原益次 1992 水田雑草の生態とその防除(全国農村教育協会)等を参照し編集

(2) 除草剤の選択

除草剤は、その成分によって、それぞれの作用性が異なるので、特性をよく理解して選択する。

また、特定成分の除草剤を長年連用すると、特定草種の残草が多くなり、十分な防除効果が得にくくなる。さらに近年、スルホニルウレア系除草剤に対する耐性雑草が出現しており、除草剤成分が固定しないようローテーション使用ができるよう考慮しておく。

表62 無除草区での雑草発生状況(山口農試)

単位；本/㎡, g/本

草種	平均	最高	最低	標準偏差
ノビエ	80.6 1.03	503 5.30	6 0.17	98.6 1.02
カヤツリ グサ	41.0 0.02	109 0.06	0 0.00	38.0 0.02
コナギ	162.0 0.12	600 0.40	4 0.01	184.6 0.09
ヒメミソ ハギ	134.9 0.02	560 0.09	0 0.00	154.5 0.02
ホタルイ	85.9 0.07	271 0.22	0 0.02	80.5 0.05
ミズガヤ ツリ	10.4 0.41	29 0.68	0 0.10	8.5 0.15
ウリカワ	40.8 0.10	426 0.46	0 0.05	86.0 0.09
オモダカ	35.5 0.20	135 0.33	0 0.10	30.6 0.07

注) 1970~1998年除草剤試験
 上段；㎡当たり発生本数
 下段；1本当たり乾物重
 水稻移植時期；5月末~6月上旬
 調査時期；移植後30~45日(7月上旬)

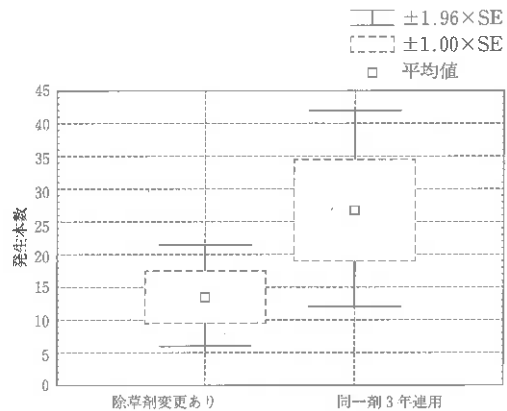


図32 除草剤の使用方法和雑草の発生
1年生広葉雑草
(1996 水稻定点調査ほ場)

※ 1993年~1995年の3年間の除草剤使用状況から、同一成分の薬剤を連用しているものと、除草剤を体系処理やローテーション使用または使用薬剤を変更したもので区分した。連用ほ場数；9、変更ほ場数；12。
 1996年度水稻作付前に、各ほ場の作土を数ヶ所採取。混和後に約1.8ℓを直径23cmの容器に入れ、常温で発芽させた。5月28日(開始)~8月22日(終了)の期間に発芽した個体数を調査。

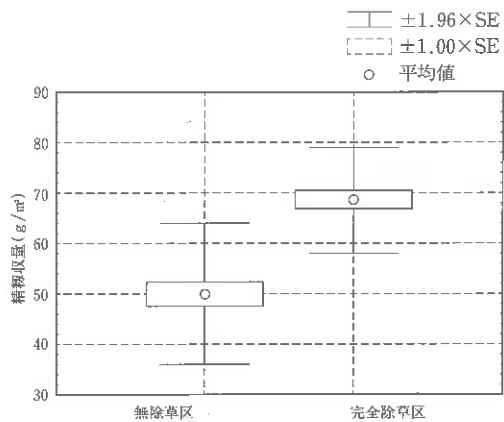


図33 雑草による減収(1970~1998 山口農試)

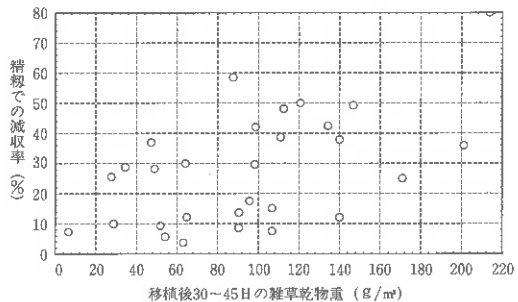


図34 雑草の発生量と水稻の減収割合
(1970~1998 山口農試)

注) 過去の除草剤試験から完全除草区に対しての無除草区の減収率をプロットしたもので、年次及び発生草種で減収率は大きく変わる。

ア 雑草草種

地域又は各水田で問題となっている雑草草種に効果の高い除草剤を選択する。

表63 除草剤成分別の効果・特性

除草剤成分名	効果程度																処理時期	安全性	水溶性	化合物の系統	
	ノビエ	カヤツリグサ	コナギ	その他広葉	マツバイ	ホタルイ	ウリカワ	ミスガヤツリ	ハラオモタカ	クロブワイ	オモタカ	セリ	ヒルムシロ	アオミドロ	表層雑草	深層					
E, 4-D	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△		20℃ 0.06ppm	フェノキシ系	
MCPB	×	○	○	○	△	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	コナギ2~5L 普B	44ppm	フェノキシ系
SAP	◎	○	×	×	△	○	×	○	×	△	○	○	○	○	○	○	○	◎	発生前 普B	20℃ 25ppm	有機リン系
アジムスフロロン	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生前 普B	25℃ 367ppm	スルホニルウレア系
イマズスフロロン	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	25℃ 67ppm	スルホニルウレア系
エスプロカルブ	◎	◎	△	△	◎	○	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ2.5L 普B	20℃ 4.9ppm	カーバメート系
エトベンゼニド	◎	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ2L 普A	25℃ 0.92ppm	尿素系
カフェンストロール	◎	◎	◎	◎	◎	△	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ2.5L 普A	20℃ 2.5ppm	
キノクラミン(ACN)	×	△	△	△	△	×	◎	×	○	×	○	○	○	○	○	○	○	◎	~発生期 普B	25ppm	キノン系
クミルロン	△	◎	×	×	◎	◎	×	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	~発生期 普A	約 1ppm	
クロメプロップ	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ3L 普A	20℃ 44ppm	フェノキシ系
シクロスルフアムロン	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	25℃ 3ppm	イミダゾリン系
シノスフロロン	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	20℃ 82ppm	スルホニルウレア系
シハロホップチル	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ4L 普B	20℃ 0.7ppm	アリロキシフェノキシプロピオン酸系
ジメタメトリン	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ1L 普B	50ppm	トリアジン系
シメトリン	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ2L 普A	450ppm	トリアジン系
ジメビベレート	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ1.5L 普B	25℃ 20ppm	カーバメート系
シメチリン	◎	◎	◎	×	◎	△	×	△	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ2L 普B	20℃ 63ppm	シネオール系
ダイムロン	△	◎	×	×	◎	◎	×	◎	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~発生期 普A	25℃ 1.7ppm	尿素系
テニクロール	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ2L 普B	11ppm	酸アミド系
ナプロアニリド	×	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	◎	発生始~盛期 普B	27℃ 0.74ppm	フェノキシ系
ピフェノックス	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ1.5L 普B	0.35ppm	ジフェニルエーテル系
ピペロホス	◎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	~ノビエ2L 普B	25ppm	有機リン系
ピラゾキシフェン	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	○	○	○	○	○	○	○	◎	~ノビエ1L 普B	20℃ 0.9ppm	ピラゾール系
ピラゾスルフロネチル	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	20℃ 14.5ppm	スルホニルウレア系
ピラゾレート	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ1L 普B	25℃ 0.05ppm	ピラゾール系
ピリプチカルブ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ1.5L 普B	0.32ppm	カーバメート系
ピリミノバックメチル	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ3.5L 普A	20℃ 11.8ppm	
フェノチオール	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ2L 普B	2.3ppm	フェノキシ系
ブタミホス	◎	△	○	○	△	×	△	△	△	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	~ノビエ1.5L 普B	25℃ 6.2ppm	有機リン系
プレチラクロール	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ1.5L 普B	20℃ 50ppm	酸アミド系
プロモブチド	○	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	25℃ 3.54ppm	尿素系
ベンスルフロメチル	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	25℃ 12ppm	スルホニルウレア系
ベンゾナフェナツブ	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	25℃ 0.13ppm	ピラゾール系
ベンタゾン(酸)	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~発生期 普A	25℃ 50ppm	ダイアジン系
ベンチオカーブ	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ2L 普B	20℃ 30ppm	カーバメート系
ベントキサゾン	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ1L 普A	25℃ 0.216ppm	
ペンプレレート	○	×	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ2.5L 普A	25℃ 261ppm	
メフェナセツト	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	~ノビエ3L 普B	25℃ 4ppm	酸アミド系
モリネート	◎	◎	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	△	△	△	△	△	△	◎	~ノビエ3L 普B	20℃ 880ppm	カーバメート

注) 効果程度◎；極大、○；大、△；中、×；小 (各メーカー報告で程度の異なっているものは低い方を採用)
 効果程度は、主に (財) 日本植物調節剤研究会の「普及適用性試験 (展示圖) 除草剤・生育調節剤申請書綴」から編集
 安全性は、急性毒性及び魚毒性の組み合わせで表示。

イ 土壌条件

砂質の土壌は、除草剤の吸着力が弱いので処理層が形成されにくく、水稻根域へ移動して、薬害を生じやすい。日減水深が2～3 cm以上の漏水田では、水溶解度の高い除草剤（モリネート剤、ペンタゾン剤）は殺草力が劣りやすい。また、減水深の大きいところでは、移動性の大きい（水溶解度が高い）除草剤は、薬害の面のみならず、環境保全の面からも避ける。

逆に、透水性が不良で強還元化しやすい土壌に生わらなどの未熟有機物が多量に施用された場合、シメトリン、ジメタメトリン、ベンチオカーブ、テニルクロールを含む剤で薬害が発生しやすい。

ウ 気象条件

高温条件下では、除草剤の水溶解度が高まること等で、植物への吸収量が多くなり殺草力が高まるが、薬害も発生しやすくなる。特に、トリアジン系除草剤やプレチラクロールを含む剤は、極端な高温（気温29℃以上）が続く場合には薬害が発生しやすい。

フェノキシ系の薬剤は、高温（気温29℃以上）又は低温（気温16℃以下）条件が続くと薬害が発生しやすい。

散布時期に、このような温度条件が予想される地帯での使用は避ける。

エ 事故防止対策

農薬の魚介類の毒性分類で「B」又は「B-s」となっている剤は、注意が必要で、周辺に養魚池等がある場合は避けた方がよい。特にモリネート剤は、現在総量規制が行われ、出荷地域・出荷量を拡大しないこととしており、使用地域では安全の徹底を図る必要がある。

その他、周辺の他作物に注意する必要がある除草剤がある。スルホニルウレア系除草剤は、隣接田にイグサやレンコンがある場合には使用しない。シハロホップチル剤はトウモロコシやソルガムなどのイネ科作物及びキャベツの隣接田では使用しない。MCPB剤はガス化しウリ類に薬害を出すのでキュウリなどの隣接田では使用しない。

表64 除草剤化合物の系統と効果

化合物の系統	カーバメート	酸アミド	有機リン	スルホニルウレア	ピラゾール	トリアジン	フェノキシ	尿素	ジフェニールエーテル
雑草スペクトラム	イネ科>カヤツリグサ科>広葉			広葉>イネ科	広葉ウリカワ	広葉		カヤツリグサ科	イネ科広葉
作用機構	タンパク質合成阻害(細胞有糸分裂阻害)			アミノ酸合成阻害	クロロフィル合成阻害	光合成阻害	オーキシン作用攪乱	細胞分裂阻害	光活性細胞膜破壊
雑草の反応	萌芽抑制 伸長抑制 生育抑制			生育抑制 退色	クロロシス	退色 葉枯れ クロロシス	分裂組織の活性化、捻転、開帳	生育抑制	褐斑 褐変
主な薬害症状	生育抑制 わい化 濃緑化(幼芽)		生育抑制 わい化	葉身細化 分けつ抑制 根部抑制	クロロシス	葉枯れ クロロシス 分けつ抑制	株開帳 捻転・湾曲 茎葉の粗剛化 筒状葉	生育抑制	分けつ抑制 葉攪褐変 葉身垂下流れ葉

(3) 除草剤処理

雑草の発生状況や除草剤の特性をよく理解し、散布時期・量など使用上の留意事項を厳守して使用する。

除草剤の処理体系の基本は、下に示したとおりである。低コスト化と環境への影響を配慮し、前述の耕種的防除と組合せて散布回数を必要最小限に抑える。1年生雑草主体(①と表示)のほ場では、非スルホニルウレア系の除草剤を選択するなど、現在のスルホニルウレア系除草剤偏重に対する改善が必要である。しかし、スルホニルウレア系除草剤の効果は高く、多年生に対しても安定した効果が得られるので、多年生雑草が多発するほ場では、ローテーション使用を行うことを前提に使用する。

初期剤の水稻移植前処理は、基本的には行わない。雑草の発生期間が長くダラダラ発生する地域でのみ必要に応じて使用する。その場合、①散布後田植まで4日以上間隔をあける ②散布後は3日以上止水する ③田植時に落水しない等の事項を厳守する。

表65 雑草の発生と除草剤処理体系

雑草の発生状況		除草剤使用体系						
通常の発生	①1年生雑草主体	初期一発						
	②1年生+多年生	初中期一発剤						
雑草が多い又は雑草発生期間が長期にわたる	①1年生雑草主体	初期剤		中期剤				
	②1年生+多年生	初期剤		中期剤				
	③難防除雑草多発	初期剤		中期剤			ベンタゾン剤	
処理時期のめやす	移植後日数	+0	+5	+10	+13	+15	+20	+25
	イネの葉齢		3.0	4.0		5.0	6.0	
	ヒエの葉齢		1.0	2.0		3.0	4.0	5.0

注) 除草剤毎の使用基準を確認すること。

イネの葉齢は2.2葉で移植、ヒエの葉齢は-5日に代かきで設定。

ア 散布時期

散布時期は、通常移植後日数を基に判断されているが、基本的には雑草葉齢(代かきからの日数及び気温を考慮)を基準に各除草剤で効果が十分に得られる時期に散布する。高温年と低温年では同じノビエ葉齢でも平坦部で4日程度、山間部で7日程度のズレが生じる。

また、最近の新しい除草剤は散布時期幅が広くなりつつあるが、成分の組合せから見ると、ヒエ葉齢のみで判断した場合に他の雑草を取りこぼす可能性があることに注意する必要がある。

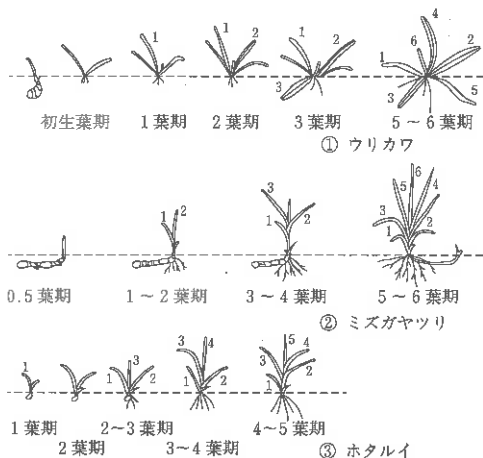


図35 多年生雑草の葉数の数え方(草雑原図)

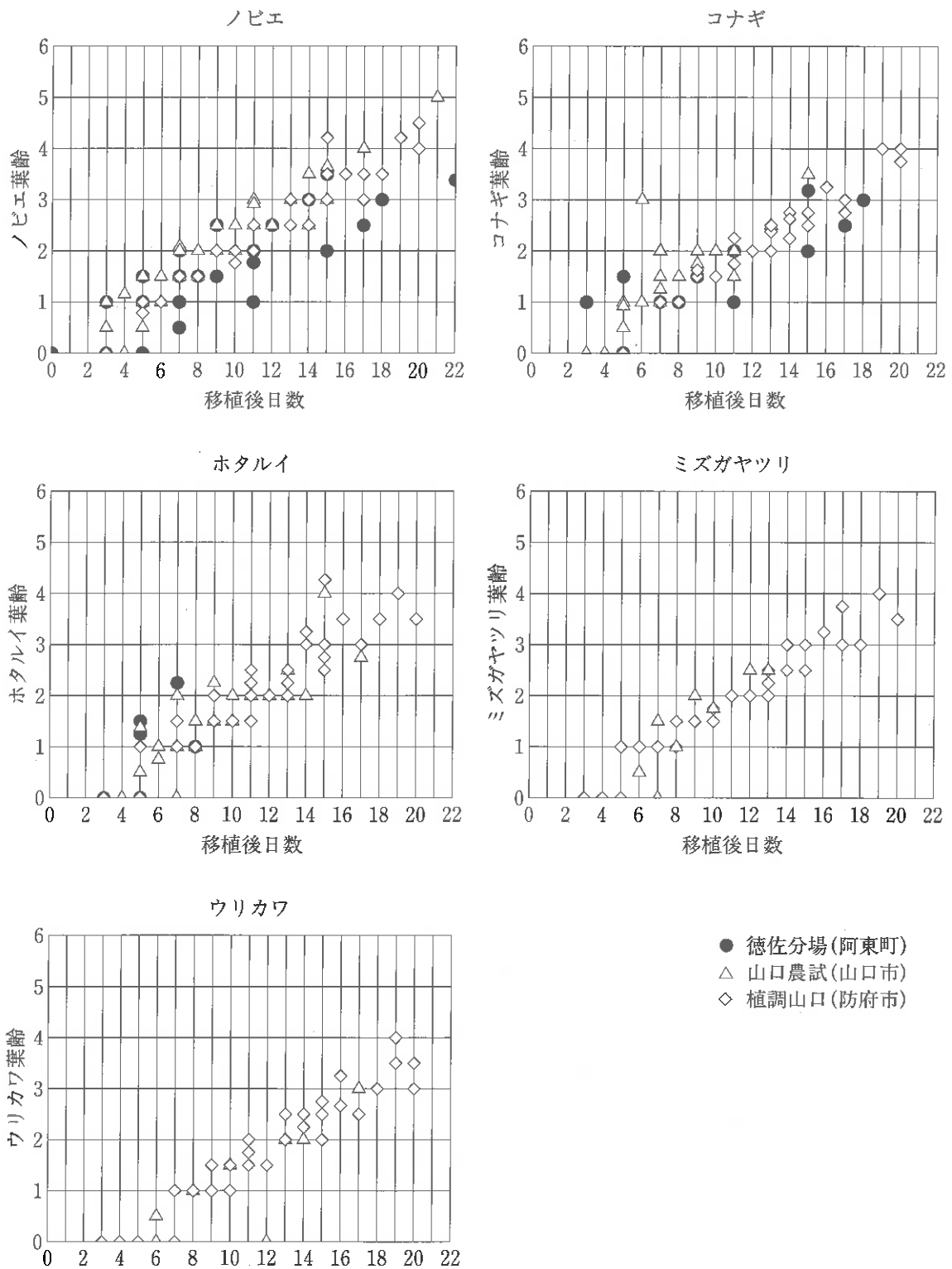


図36 主要雑草の生育の早さ (1991~1998年除草剤試験から)

イ 栽培管理

根部吸収の除草剤は浅水で、茎葉吸収の除草剤は深水で、稲体への吸収量が多くなり、薬害が発生しやすくなるので田面の均平は除草剤処理の基本となる。

軟弱徒長苗は薬剤に対する感受性が高く、薬害が出やすく、不良環境条件と重なった場合には稲体内での除草剤代謝機能の低下などから著しい薬害を生じる。健苗育成は、除草剤の適正な使用からも必須となる。

また、極端な浅植えは稲の根部が除草剤の処理層に接し、薬害を生じるので、適正な植付深度を確保する。

中耕と除草剤散布を組み合わせる場合は、次の事項に注意する。

- ・ 初期剤の後に中耕を行う場合は、14日以上間隔をあける。
- ・ 中耕後に中期除草剤散布を行う場合は、中耕後3日あける。
- ・ 一発処理剤の後に中耕を行う場合は、20日以上あける。

ウ 除草剤の剤型

(ア) 1キロ粒剤

これまでの3キロ粒剤から1/3の量になった分、1袋当りの濃度が高くなっているので、撒きすぎや重複散布にならないようにする。

(イ) フロアブル剤

フロアブル剤を使用するほ場は、粒剤を使用するほ場よりも均平や水持ちの面でより厳しい条件が求められる。粒剤よりも処理層ができるまでの時間がかかり、水の量や動きによって処理層にムラができ除草効果変動する。散布後4日以上の実確な湛水と止水が基本である。いわゆる「さし水」が必要な水田での使用は不適である。

(ウ) ジャンボ剤

散布方法が簡易な除草剤であるが、いかに均一に拡散させるかが安定した効果確保するためのポイントとなる。他の剤に比べ散布時の水深は深め(5 cm程度)に確保し散布する。ほ場条件や散布後の管理はフロアブル剤に準じる。

エ 雑草草種

最近県下で増加し、問題となっている雑草防除の考え方を簡単に示す。

(ア) クログワイ

1回処理で有効に防除できる薬剤は現在のところない。次に示すクログワイ対策の除草体系を3年継続して行う。

- ① 移植後にクログワイに効果のある初期剤を散布し、ノビエやその他の1年生雑草を防除する。
- ② クログワイの発生に合わせ(少なくとも草丈5 cm以下)に合わせて移植後20~25日後にクログワイに効果がある除草剤散布する。

③ 移植後40日頃のクログワイ発生揃期にベントゾン剤を散布する。

クログワイに効果がある除草剤成分は、ベンスルフロンメチル、ピラゾスルフロンエチル、ベントゾン、ダイムロン等である。

(イ) ホタルイ

近年のホタルイの増加現象は、発生期間が長期間にわたり、取りこぼしや遅発のものが種子をつけ増殖するためと考えられる。同一の一発処理剤を連用しているほ場でその傾向が強い。したがって、除草剤成分の変更又はローテーション使用を行う。発生量が多くなったほ場では、体系処理に切替える。ホタルイの発生量が減少したら、再度、一発処理剤での対応に戻す。

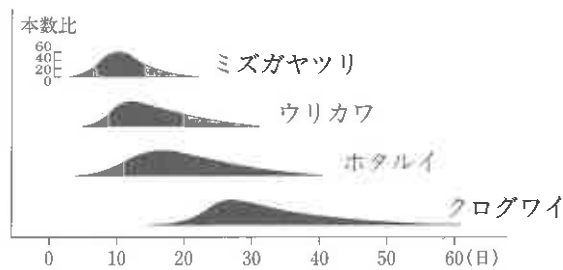


図37 主な多年生雑草の発生消長（温暖地）



箱処理剤と間違えて除草剤を苗箱にまいてしまいました。どうしたらいいでしょうか？



残念ながらあきらめて、新しい苗を手配しましょう。

すぐに払い落とし、多量の流水の中で洗って助かった例がまれにありますが、たいていは、あらゆる手をつくしても、最終的には枯死し、植えかえとなります。気象条件や散布後の経過時間等によって被害程度は変わりますが、現在の除草剤の成分及び作用から考えて、助かる見込みは殆ど無いと考えるのが無難でしょう。

1キロ粒剤が多くなり、箱処理剤と間違えやすいですが、よく確認して間違えないようにしましょう。

Q ヒエの取りこぼしが多い原因は？

A 除草剤の使用時期が、ヒエの生育から見て遅かったことが大きな原因とされます。

除草剤の使用時期は、田植後何日で示されていますが、実際に除草剤の効果が得られるか得られないかは、雑草の生育（葉齢）と大きく関係しています。高温年で同様の質問が急増することから考えても、ヒエの生育が予想より早く、田植後の日数は守ったが、ヒエが大きくなり過ぎていたということでしょう。代かきからの日数やその年の気温変化に気をつけてください。

低温年では、曇雨天が多く雑草の発生もグラグラで揃わないのですが、取りこぼしが少ないことも考慮に入れると、除草剤処理後の水管理、十分な湛水期間が確保できたかどうか問題となります。水管理に原因があるかも知れません。土壌処理剤は水が十分ないとその効果が得られませんので注意してください。

Q アオミドロやウキクサの防除方法は？

A アオミドロは低温年に発生が多く、発生するほ場も特定の場合が多いのが特徴です。発生始期～盛期に卓効を示す除草剤を散布してください。発生が局部的な場合は、スポット処理を行うとよいでしょう。ウキクサも同じ薬剤が優れた効果を示します。

ただし、その除草剤は魚毒性が強いので、使用に当たっては十分に注意してください。

Q クログワイとホタルイの見分け方は？

A 非常によく似ているので区別がつきにくいかも知れません。堀取ってみてイモ（塊茎）が付いていればクログワイです。発生の初期であれば根元に黒い種子が付いている方がホタルイです。ある程度大きくなってくると茎をちぎってみれば判ります。中に白いスポンジのようなものが詰まっていればホタルイ、中空であればクログワイです。

慣れてくると、茎を押さえてパチパチと破裂する音がする方がクログワイと判定する人もいます。中空の茎の中に隔壁があるからです。

7 水管理

登熟をあげ品質食味を向上させる基本として、**間断灌水**や**中干し**を確実に実行し、良質な茎の確保及び登熟を支える根づくりを徹底する。また、商品としての米の品質を確保するため、**早期落水**を防止し**胴割米**の発生を防ぐ。

近年、農業者の高齢化や世代交代で、細かい水管理ができない状況が生じている。また、地域による品質格差が大きな問題となっている。このため、生育を齊一にし、健全な生育にするための水管理の重要性を啓蒙するとともに、地域で作業が補完できるように**乗用管理機**などの機械導入や**集落営農組織・農作業受託組織**の育成など、細かい水管理が確実に実行される体制を整備する。

また、地域には水利慣行があり、品種・作期・栽培様式によっては調整が必要となるので、水利組合との連携を考慮しておく。

(活性促進) (茎数抑制・受光態勢改善) (登熟向上) (品質低下防止)
(根づくり)

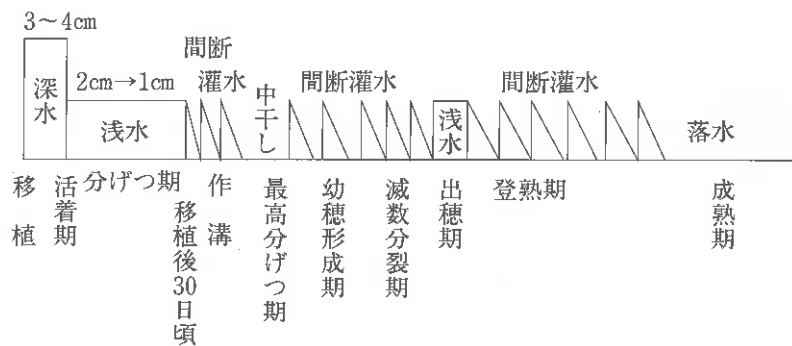


図38 水管理の基本

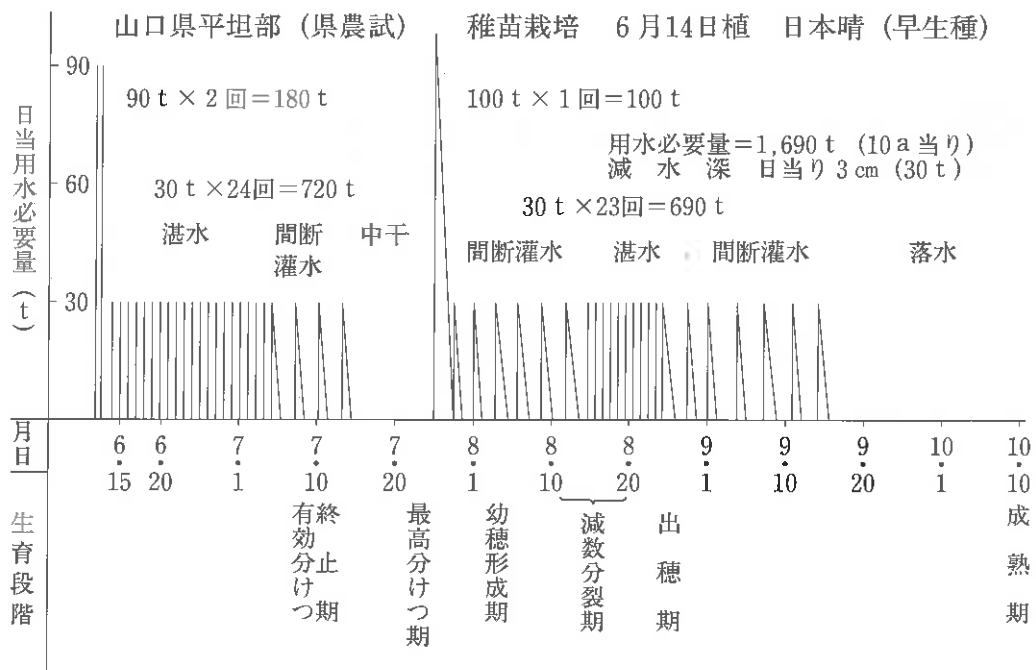


図39 水稻生育と用水必要量

表66 生育時期別の気象と水管理のポイント

生育時期	問題となる気象条件	水稻生育上の問題	対応
移植期 ～活着期	低温・強風	活着不良	苗の先端が見える程度の深水にする。
活着 ～分けつ期	低温	分けつ抑制 生育遅延	日中は浅水にして地温の上昇を図り、夜間深水として冷え込まないようにする。
分けつ期	低温	分けつ抑制	日中は浅水にして地温の上昇を図り、夜間深水にして冷え込まないようにする。
	高温	赤枯れ発生	一度水を落とし、新しい水と入れ替える。間断灌水を行い、ひたひた程度の水を維持する。
	高温・多照	分けつ過剰	早めに中干しに入る。そのため、早い時期に間断灌水を開始し、作溝する。水量が確保でき、かつ畦畔の条件が整っているところでは10cm以上の深水管理によって分けつを抑制してもよい。ただし、根腐れを起こしやすいほ場では深水管理を行わない。
最高分けつ期	高温	下葉枯れ	中干し後は、走り水を行ってから、間断灌水に入る。間断灌水を継続する。
	低温	遅発分けつの発生	中干しを徹底する。
幼穂形成期 ～穂孕期	日照不足	有効茎歩合の低下	間断灌水を続行し、飽水状態での管理を続ける。決して湛水状態を続けない。
出穂期	風	白穂・不稔などの発生	出穂前後に強風が予想される場合は、速やかに湛水する。その後、間断灌水を継続する。
登熟期	高夜温	登熟不良・乳白米発生	高温(特に夜温)が続く場合や、予想される場合は、夜間掛け流しを行う。
成熟期	高温	胴割米発生	落水期をできるだけ遅くし、走り水を行うなど収穫直前まで土壌水分を保つ。

(1) 初期～中期

初期生育は、健苗＋水管理で確保することが基本である。

移植直後は水深3～4cmの深水とし、保温するとともに、風による株の揺れや蒸散を抑え、活着を促進する。

新根が発生し葉身の伸長が確認できれば水深2cm程度の浅水に切り替え、水温及び地温の上昇を図り分けつ及び発根を促進する。中山間部の早植地帯では特に初期の活着促進のための水管理が重要である。また、山間部の冷水灌漑地帯では、迂回水路やビニールチューブなどを使って水温上昇に努める。

本田での生育期間中に、好天時には地温が上昇し土壌の還元状態が進み、赤枯れ症

状が出ることもある。このような場合、田に足を踏み入れると、ブクブクとガスの発生が多くなっており、田を軽く干してから湛水や水の入れ替えを行う。ガスの発生が多く、また、根の張りが不良な場合は中耕を組み合わせたガス抜きを行う。

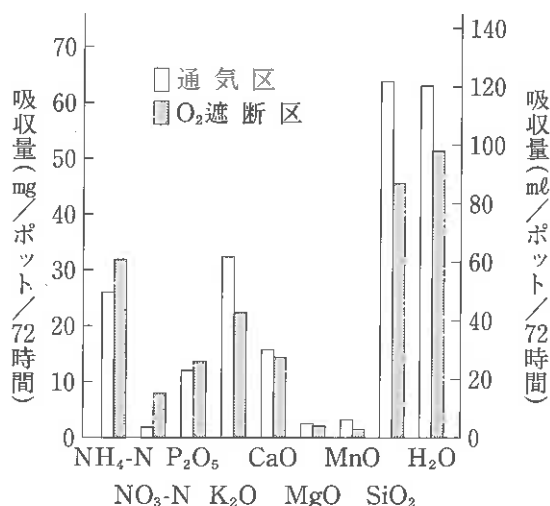


図40 水稻の養分吸収に及ぼす酸素の影響 (高橋ら 1955)

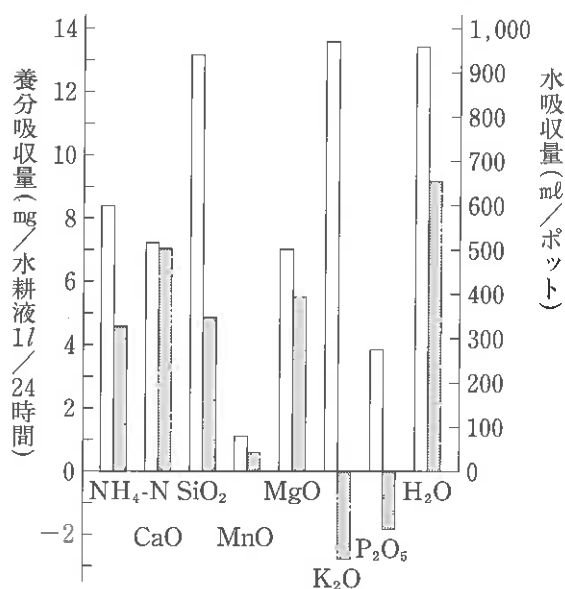


図41 硫化水素による水稻の養水分吸収阻害 (注) 白は対照区、アミがH₂S処理。(三井ら 1951)

分けつの発生には、日中の高温と夜間の低温が影響する。好天時にはあまり問題とされないが、日中に灌水すると温度が低下するので、日中の灌水は避けた方がよい。特に低温年で初期生育が少ない場合は、このことが重要となる。

順調な活着～初期生育を確保することは根圏の拡大及び良質の茎を無理なく確保することにつながり、収量・品質・食味のいずれに対しても重要な意味を持つ。

表67 昼間および夜間の水温が分けつ数に及ぼす影響 (田中ら 1968)

		夜の水温(°C)			
		16	21	31	36
昼の水温(°C)	16	0	0.5	3.2	6.3
	21	0.8	1.2	2.9	4.5
	31	3.7	2.4	1.8	3.0
	36	5.5	4.7	2.9	2.1

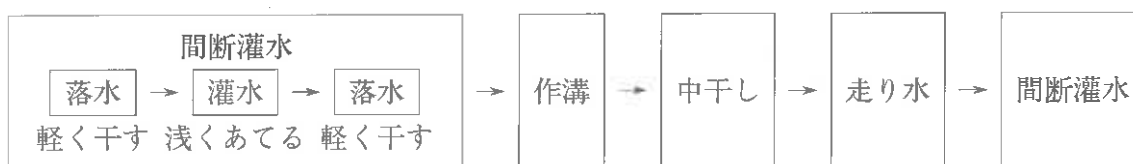
注. 葉齢2.0(6月24日)処理開始。表中の数値は処理終了時(7月20日)の分けつ数。

(2) 作溝・中干し

目標とする穂数の80%を確保したら、間断灌水を開始する。間断灌水を開始し、土壤がしまってきたら速やかに作溝を行い、中干しに入る。

間断灌水は移植後30日(8.5葉期)頃を目安に開始し、中干しは最高分けつ期までに開始する。晴る、ひとめぼれは、分けつの確保が容易な品種なので、水管理を切り替える時期が遅れないようにする。中干しは無効分けつを抑え、水稻の生育を直接コントロールしようとする技術であり、実施時期が遅れないようにすることが重要である。多くの作期で梅雨と重なるので、中干しの効果が十分に現れるよう、早めの間断灌水の実施を考慮しておかなければならない。

間断灌水～中干しの手順



中干しの程度は、水稻の生育状況や気象条件により調節する。基本的に分けつ数が多く好天の状態であれば強く行い、基数が少ない場合には極端な水分変化を避け間断灌水の延長線と考え弱め(強めの間断灌水)とする。通常は、田面に軽くヒビ割れが入り足跡が軽くつく程度に干す。

中干し後は、根を傷めることになるので急な湛水はせず、走り水を行った後に浅く湛水する。その後は浅い湛水と自然落水(足跡の水がなくなる程度)を繰り返す。灌水の期間は地域の土壤条件や水利条件によって異なる。

水稻は生育時期によって水分要求量の多少はあるが、連続湛水する必要はなく、土壤水分が80~90%の状態が最適である。このため、間断灌水は収穫直前まで続ける。

このような水管理を行うためには、作溝が必要で、溝がない場合には速やかで均一な灌水が不可能となる。特に基盤整備田では必須作業となる。また、排水が不良なほ場では作溝間隔を狭くする。

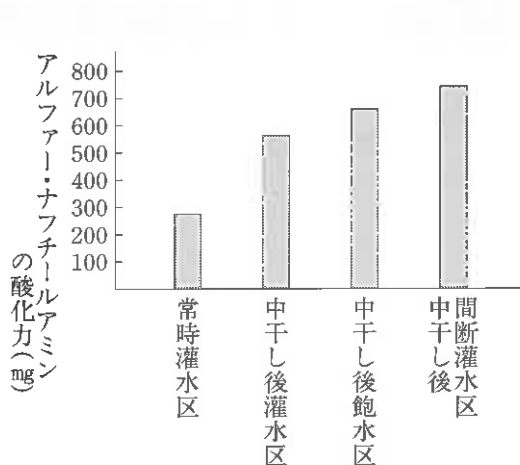


図42 水管理と根の活力(松島)

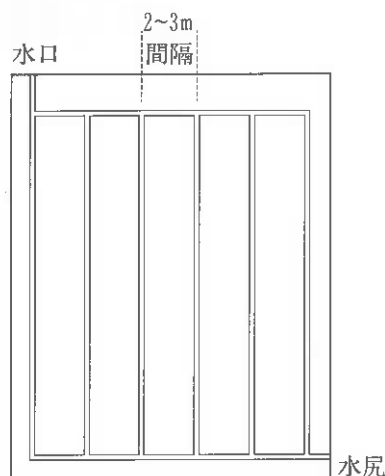


図43 作溝の方法

ア 作溝の効果

間断灌水が容易になり、均一な水管理が可能となる。均一な水管理では場全体の生育を揃え、ほ場内での品質・食味の変動を小さくし、収量を向上させることができる。

また、収穫直前までの水のかけひきが可能となり、乳白や胴割れの発生を少なくし、登熟歩合が高まり、収量・品質が向上する。その他、山口県では成熟期の台風で、ほ場周辺部を中心に脱水・枯死などにより極端に品質が低下する被害をしばしば出しており、被害軽減のための速やかな湛水が可能となる。

イ 中干しの効果

水稻の生育調節を行う上で重要な技術である。窒素吸収を抑制すること、一時的に地温の急激な上昇を招くことから無効分げつの発生を抑制する。無効分げつが少なくなることで、株内環境が良くなり茎が充実し、下位節間の伸長が抑制され、倒伏が軽減される。

中干しは稲の根群が急激に発達する時期に行うため、十分な酸素供給など地下部の環境も改善され、根圏が拡大するとともに根の活力が向上する。したがって、登熟を最後まで支えることが可能な体制が整い収量・品質ともに向上する。

また、水田の地耐力が向上するのでその後の間断灌水とあわせて、収穫期の機械作業が容易になる。食味・品質面から重要な適期収穫が可能となる。

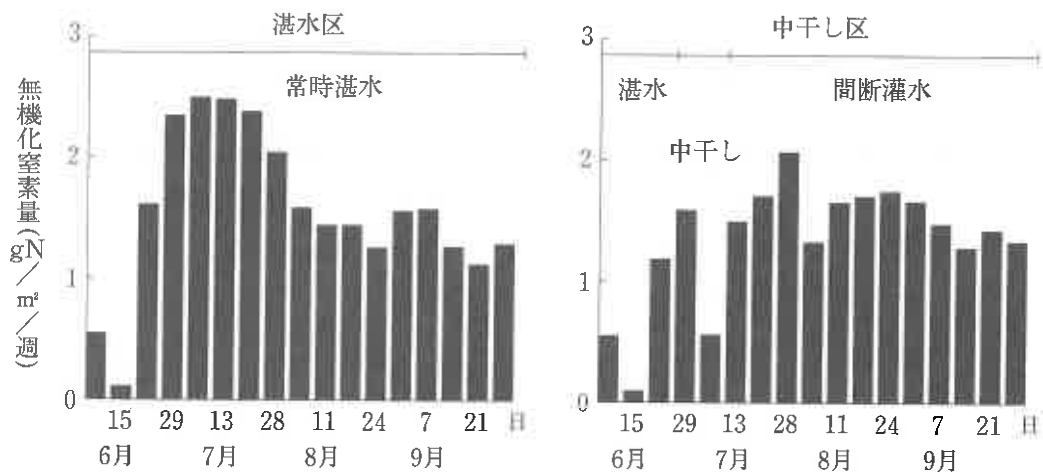
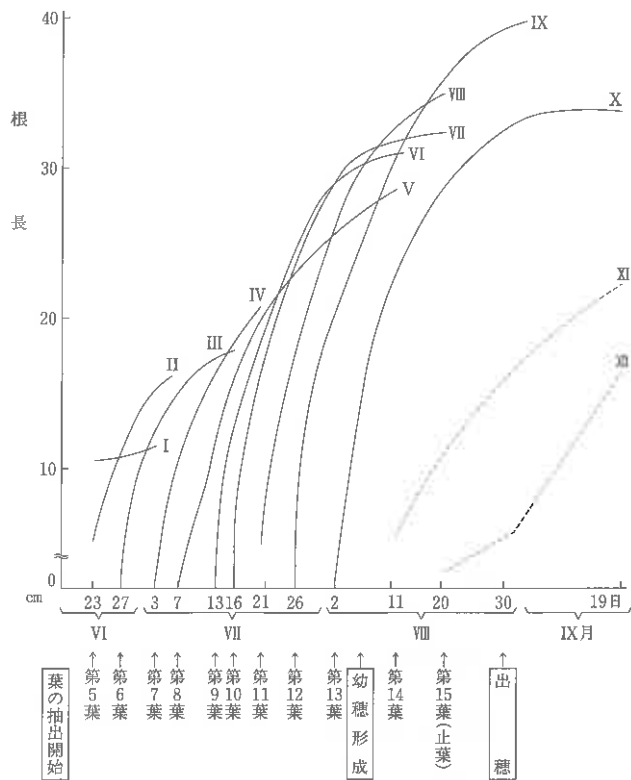


図44 水管理の違いによる無機化窒素量 (1993 山口農試)



I、II…VIIは要素番号、任意の葉第N葉が抽出開始したとき、第(N-III)要素の根は平均して約2cm出現・伸長している。XI、Xは推定値を含むので点線で表わした。

図45 主茎における各要素の下位根の伸長成長の様相 (川田)
注) 不完全葉を第1葉とする方式で表示

表68 水管理と胴割粒の発生率(1990 富山農技セ)

試験区	先端部	中央部	下方部	穂内の発生率	枝梗生存率
3回排水	1/135	0/202	0/118	0.2%	55.6%
2回排水	3/147	3/198	0/138	1.2	40.6
1回排水	4/154	3/180	0/138	1.5	32.8

注) 5穂を先端部、中央部、下方部の3つに分ける

胴割粒発生率：胴割粒/調査粒数

3回排水区は分けつ終止期、穂首分化期、減数分裂期前期に排水

2回排水区は穂首分化期、減数分裂期に排水 1回排水区は減数分裂期に排水

(3) 後期

中干し後、収穫の1週間前までは間断灌水を行い、土壤水分を保つ。穂ばらみ期と出穂期には水不足とならないよう注意は必要だが、必ずしも常時湛水の必要はない。湛水が必要な場合は、台風来襲や強風が予想される時で、風による強制脱水を防止するとともに株の揺れを防ぐため湛水する。

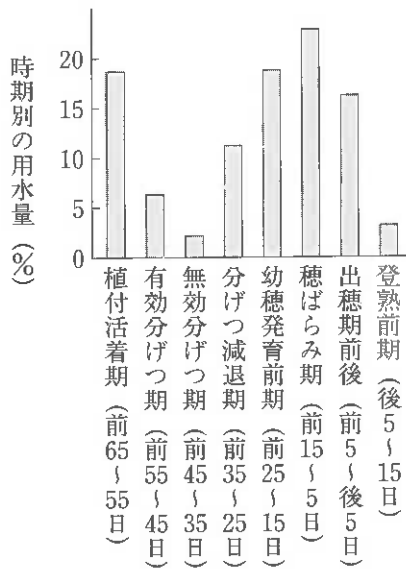


図46 水稻の生育時期別用水量

表69 節水栽培法

生育過程	用水の必要程度	節水方法	
		用水やや少ない場合	用水最も少ない場合
活着期	最も必要	常水	浅水または湿潤
1次分げつ期	必要	湿潤	断水
2次分げつ期	必要	湿潤	断水
無効分げつ期	必要	断水	断水
幼穂形成期	ほとんど不要	数回湛水	1~2回水
穂ばらみ期	最も必要	数回または1~2回湛水	1~2回湛水・湿潤
出穂開花期	必要	1~2回湛水または湿潤	湿潤
糊熟期	必要または必要少	湿潤または断水	断水
黄熟期	必要少	断水	断水
完熟期	必要ごく少	断水	断水

後期の水管理の目標は、土壤水分80~90%程度の維持である。出穂期以降は冠根数が増加することはないが、分枝根が多くなりいわゆる「うわ根」を形成する。うわ根は非常に細かく、土壤水分や温度の変化に敏感で、土壤表面近くに分布する。この根を維持するためにも間断灌水は重要な役割を果たしている。

表70 水管理とうわ根を構成する1次根の本数 (1981 川田)

土壤の深さ	常時湛水区	中干し区	間断湛水区
(0~1)cm	3.0本	7.5	16.0
(1~2)cm	3.5	12.5	24.0
(2~3)cm	10.5	18.0	14.5
(3~4)cm	11.5	15.0	17.5
(4~5)cm	16.0	15.5	10.5
計	46.0	68.5	82.5

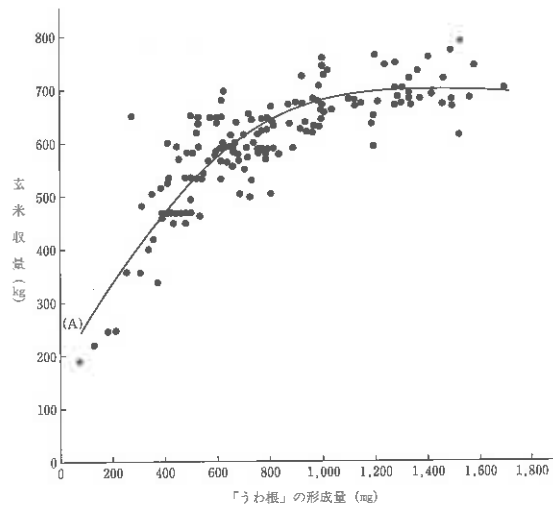


図47 うわ根の形成量と玄米収量(川田ら 1978)

落水時期はできるだけ遅いほうがよい。登熟は1次枝梗籾から2次枝梗籾へと進み、1次枝梗籾と2次枝梗籾が急速に充実する時期がずれるので、落水時期を遅くした方が収量及び品質面から有利である。また、成熟期の土壌水分が低くなると、玄米のタンパク濃度が高まり食味が低下する。

表71 幼穂形成期以後の土壌水分制限と玄米の化学成分組成（乾物値）

pF	タンパク質 (%)	脂質 (%)	灰分 (%)	リン (mg%)	カリウム (mg%)	マグネシウム (mg%)	マンガン (mg%)	鉄 (mg%)
0	8.76	2.27	1.74	416	379	148	3.68	1.77
1.5	9.31	2.29	1.63	384	328	145	2.78	1.75
2.2	9.17	2.10	1.49	352	280	140	2.01	1.72
2.7	9.23	2.16	1.39	329	271	130	1.64	1.64

注. 品種：トネワセ

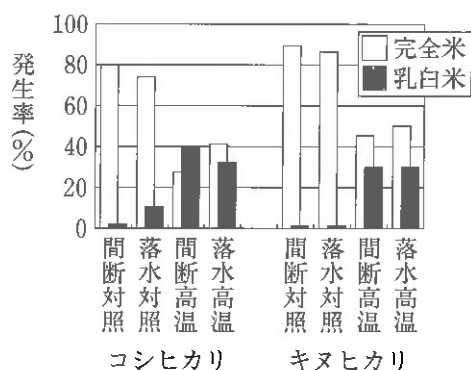


図48 水管理と高温処理による品質 (1996 福井農試)

注) 出穂後6~18日を間断灌水又は落水

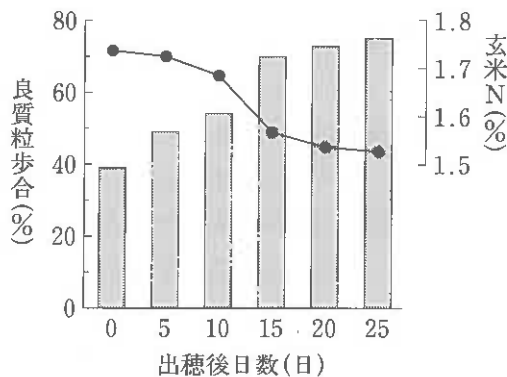


図49 落水時期と玄米品質・窒素含有率 (1993 新潟農試)

注) ポット試験

Q

深水管理はいけないのですか？

A 深水管理をするための条件が揃えば問題ありません。一般的に可能な方法として
間断灌水・中干しを中心とした指導を行っています。

深水管理と言っても、その方法はいろいろあります。生育初期から深水にして初
期分げつを抑え、苗が大きくなってから浅水に切り替え遅い分げつを主体にとる方
法や、ある程度茎数が確保されてから遅発分げつ抑制のため深水にするものです。
どちらも深い水深で水温と地温の上昇を抑え、分げつを押さえ込む方法です。

後者は中干し前に茎数の増加状況を見て中干しとは逆に10～12cm程度の深水で分
げつを抑制し倒伏防止や品質向上をめざすもので、現在あちこちの農業試験場で試
験が行われています。

深水管理を実施するためには、①畦が十分に高く水漏れがないか ②地域で行う
場合必要な水が十分に確保できるか ③排水条件の良い水田か などを考えなけれ
ばなりません。技術面からみると、①秋作業に必要な水田の地耐力をいつつけるか
②地耐力をつけるための中干しをどのように行うか などが問題です。深水の後に
急激に中干しにはいると収量や品質面でかえって逆効果を出すこともありますし、
収穫前の落水を早くすると胴割れなどの品質低下を招きます。また、どの程度の期
間でいつから深水にするのかなど、まだ不明なところがたくさんあります。失敗す
ると、茎数不足で収量が上がらないうえ品質低下を招くこともありそうです。

これらの他に、東北地方などで冷害防止のための前歴深水管理と言われるものも
あります。

8 生育調節

気象に左右されず安定した収量及び品質を確保するため、気象変化や生育状況に応じた栽培管理を実施する。そのため、基本的な技術は確実に実行するとともに、生育の状況を的確に判断し、健全な生育となるようきめ細かい対応を行う。

的確な生育診断を実施する体制を整えるとともに、技術対策が迅速に実行されるよう、稲作経営者の組織化や稲作技術リーダーの育成などの情報伝達体制を整備する。また、地域稲作の特徴やクセを把握し、技術改善を図る。

品種に応じた適正な籾数を確保し、登熟を高める栽培管理を徹底する。そのため、生育の状況を的確に診断し状況に応じた管理を実施する。

生育状況を診断する場合、個々のほ場と地域的な傾向を十分に把握し、対策を行うことが必要である。また、対策には、当面する対策だけでなく、次年度以降に栽培管理の変更を要するものもあることに留意する。

(1) 生育段階（ステージ）の診断

生育ステージに応じた的確な管理を行う。高品質な米を安定的に栽培するため、各生育ステージを的確に把握し、栽培目標に対応した管理が必要である。

生育ステージは、気象条件や栽培管理で変化する。一般に、高温・多照条件で早まり低温で遅くなる。

表72 定点調査における移植時期別の水稻生育ステージ

移植時期	品種名	移植期	B.5L期	最高分けつ期	幼穂形成期	ラグ期間	出穂前日数	出穂期	成熟期	登熟期間
5月上中旬値	コシヒカリ	05.09	06.16(38)	07.02(53)	07.08(60)	7	23	08.01(85)	09.12(123)	41
	ヤマホウシ	05.13	06.20(37)	07.04(51)	07.17(64)	13	24	08.10(89)	09.23(130)	43
	ヤマヒカリ	05.13	06.18(34)	07.02(49)	07.17(63)	14	24	08.10(89)	09.22(129)	43
	平均	05.12	06.18(36)	07.03(51)	07.14(62)	11	24	08.07(88)	09.19(127)	43
5月下旬値	コシヒカリ	05.22	06.23(30)	07.06(43)	07.11(48)	5	22	08.03(72)	09.09(106)	37
	ヤマホウシ	05.25	06.28(32)	07.09(44)	07.21(55)	11	23	08.13(80)	09.23(118)	41
	ヤマヒカリ	05.26	06.27(31)	07.09(43)	07.22(55)	12	23	08.14(80)	09.25(118)	42
	日本晴	05.29	06.30(32)	07.14(46)	07.24(56)	10	24	08.18(82)	10.01(122)	44
平均	05.26	06.27(31)	07.09(44)	07.19(54)	10	23	08.12(78)	09.22(116)	41	
6月上旬値	ヤマホウシ	06.05	07.06(31)	07.17(41)	07.27(52)	11	21	08.18(74)	09.30(114)	42
	ヤマヒカリ	06.04	07.02(28)	07.16(42)	07.27(53)	11	22	08.18(76)	09.28(114)	40
	日本晴	06.05	07.03(29)	07.17(42)	07.27(52)	10	22	08.19(75)	10.02(117)	44
	せとむすめ	06.05	07.03(28)	07.16(40)	07.28(53)	13	23	08.21(77)	10.04(118)	44
平均	06.04	07.03(28)	07.16(41)	07.27(53)	11	22	08.19(76)	10.01(117)	43	
6月中旬値	日本晴	06.14	07.11(27)	07.21(38)	07.30(46)	8	23	08.22(70)	10.07(113)	46
6月中下旬値	せとむすめ	06.17	07.12(25)	07.26(38)	08.04(46)	8	23	08.26(70)	10.12(115)	47
平均		06.15	07.11(26)	07.23(38)	08.01(46)	8	23	08.24(70)	10.10(114)	46

注) 1987～1996年に実施した定点調査のデータを移植時期・品種で集計。

月日、日数は、小数以下第1位で四捨五入したので日数が正確に一致しないものがある。

()は、移植後日数。平均は品種毎の平均値の単純平均。

表73 生育ステージ別栽培管理の目標と主要な管理

生育ステージ	栽培管理の目標	食味品質を考慮した主要管理
活着期	活着促進、生育停滞防止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 順調な生育のため、植え痛みを防止する移植直後の深水 ・ 生育促進のため活着確認後の浅水管理
分けつ期	良質茎の確保	<ul style="list-style-type: none"> ・ 順調な生育促進のための浅水管理
有効分けつ終期	根づくり、株内環境の悪化防止、適正穂数確保	<ul style="list-style-type: none"> ・ 根張りを良くするための間断灌水 ・ 受光体制を改善するための間断灌水
最高分けつ期	根づくり、適正穂数確保、株内環境悪化防止、倒伏防止、栄養生長から生殖生長への順調な転換	<ul style="list-style-type: none"> ・ 根圏拡大のための中干し ・ 無効分けつ抑制(淘汰)のための中干し ・ 根を健全に保つための間断灌水 ・ 下位節間が伸長しにくい受光体制をつくる中干し
幼穂形成期	適正籾数の確保、倒伏防止、食味向上、倒伏防止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 玄米中空素を高めずに適正籾数確保するための穂肥 ・ 根を健全に保つための間断灌水 ・ 下位節間を伸ばさず適正籾数を確保するための穂肥
減数分裂期	適正籾数の確保、登熟の向上、食味向上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 玄米中空素濃度を高めずに登熟を向上させるための穂肥 ・ 根を健全に保つための間断灌水
出穂期	登熟向上、品質向上、障害防止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 障害を避け根を健全に保つための間断灌水と一時湛水
登熟期	登熟向上、品質向上、食味向上	<ul style="list-style-type: none"> ・ 根(特にうわ根)を健全に保ち登熟ムラを防ぐための間断灌水 ・ 胴割米・乳白米・腹白米発生防止のための間断灌水 ・ 玄米中空素を高めないための間断灌水
成熟期	食味・品質向上、食味・品質低下防止	<ul style="list-style-type: none"> ・ 胴割米や乳白米の発生防止及び食味向上のための適期収穫 ・ 品質食味低下防止のための乾燥調製

表74 生育の段階の早遅と必要な対応

生育段階	診断方法	早遅に影響を与える栽培管理の要因	必要な対応	
			生育が早い場合	生育が遅い場合
活着期	新根の発生、葉齢の進展	気象 苗質 ほ場条件	間断灌水を開始する時期を早める	新葉が伸びるまで深水で保温し、その後は浅水管理を行う
分けつ開始期	始めの分けつが見える葉齢	苗質 基肥	過繁茂防止のため、間断灌水を開始する時期を早める	浅水管理で水温及び地温を上昇させ分けつを促進する
有効分けつ期	目標穂数の8割の茎数	分けつ開始時期 植付本数 基肥、早期追肥	早く間断灌水を実施し、きっちりとした中干しを行う	飽水状態を維持する程度の間断灌水を行う
最高分けつ期	分けつの枯死、茎数の増加停止又は減少	分けつ開始時期 植付本数 栽植密度 基肥、中間追肥	強めに中干しをかける 早めに幼穂確認を行う	中干しは弱く(強めの間断灌水の状態)土壤の乾湿の変化を少なくする
幼穂形成期	幼穂長2mmの確認	植付本数、分けつ量、稲体の窒素状況(葉色の淡化)	1回目の穂肥は品種に応じた時期に施用する 2回目の穂肥が出穂期に近付かないようにする	早めに穂肥が入ってしまわないようにする
出穂期	出穂茎数50%の確認	植付本数、分けつ量、稲体の窒素状況(葉色の淡化)	斑点米カメムシ類の被害に注意する	
成熟期	青味籾率15~10%の確認	総籾数 1穂籾数 出穂期の稲体窒素濃度	刈遅れないようにする	刈遅れないようにする 米選を確実にを行う

活着期から出穂期まで移植後の各生育ステージまでの日数は、それぞれのステージが早いほど早まる傾向がある。ただし、成熟期は穂相によって登熟期間が変化するので、その傾向は弱まる。

穂相は、栽植密度、植付本数、分けつ数、穂肥などで変化する。特に穂肥の施肥時期は食味、品質、収量に対する影響が出やすいので正確な生育段階の安定が必要になる。

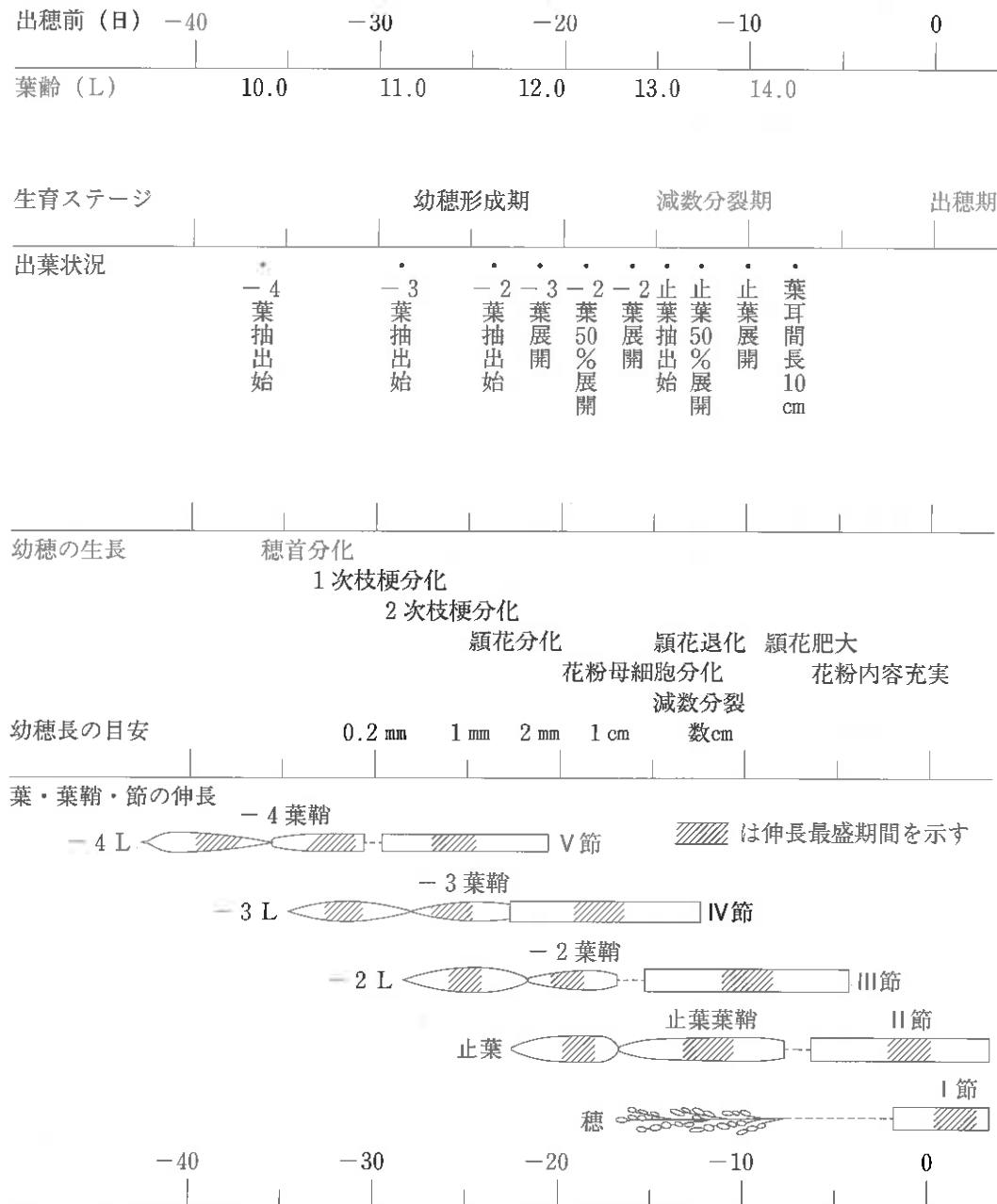


図50 出穂前の生育ステージ確認

注) 止葉葉位14のコシヒカリで作図

(2) 生育量・生育状況の診断

草丈、茎数、葉齢、葉色、草姿等を把握し、収量が安定し良食味光品質が確保できる収量構成を目標とする。

表75 品種別籾数・穂数の目標

品 種	籾 数		穂 数	
	㎡当たり	穂当たり	㎡当たり	株当たり
コシヒカリ	28,000～31,000	76～85	360～380	18～19
晴るる	28,000～30,000	76～80	370～390	18～19
ひとめぼれ	28,000～30,000	67～75	400～420	20～21
ヒノヒカリ	28,000～30,000	75～82	370～380	18～19

注) 栽植密度20株/㎡程度として示した

ア 移植・活着期～分けつ始期

栽植密度及び植付本数が適正であることを及び活着から初期生育が順調であることを確認する。

(ア) 栽植密度

特殊な条件の場合を除き、20株/㎡程度確保されていること。

適正な栽植密度となっていない原因としては、ほ場の硬さや田植機の調節などに問題がある場合が多い。

(イ) 植付本数

株当たり3～4本となっていること。

適正な植付本数となっていない原因には、播種量過多、田植機のかき取り量の調整不良、過剰な補植などがあげられる。次年度以降、播種量の削減が重要な課題になる。

(ウ) 活着状況

移植後2～3日で、新しい根が伸び、葉の抽出が停滞しない（葉齢が順調に進んでいる）こと。生育初期には、通常では1枚出葉するのに要する積算気温が約100℃であり、地域や年次での差はあるが、移植後5～7日で葉齢が1進む。この葉齢の進展が遅い場合、活着不良と考えることができる。

活着不良の原因には、苗質不良（播種量過多、高温・遮光管理などによる）、移植時の気象（低温、強風）、移植直後の水不足（漏水による落水など）、除草剤などによる障害（薬害）などがあげられる。

活着が良好な場合は生育の停滞はなく5葉期（6葉抽出開始）頃には葉色が濃くなっていく。生育の停滞がほとんど無くても、葉色の発現が遅い場合は低温による影響の場合が多い。活着不良の場合は初期生育が停滞し、様々な症状で観察できる。特に、移植後の葉の伸び方、長さ、幅などで状況で把握することができる。稚苗で苗質に問題がある場合の多くは、2葉よりも3葉が短く、2葉鞘よりも3葉鞘が短く、さらに後に出る4葉身の幅狭いなどの症状があわせて観察できる。移植時の強風や移植後の落水によるものや箱施薬剤による薬害による生育停滞の場合は、葉先枯れの症状がよく観察される。

深植えの場合も、活着不良と同様に初期生育が停滞し、弱小分けつの多発など類似した状況となりやすい。

活着は平均気温が12.5℃より高い方が良好で、昼夜の気温較差が大きいほど良好となる。健苗ほど低温での活着は良好であり、活着を改善するには、健苗育成が基本である。山間地域などの移植時の条件が不良な場合には、活着促進のための移植前苗箱追肥（窒素0.5g/箱）が有効である。

(エ) 分けつ開始節位

移植時の環境変化の影響を受け、分けつ発生の節位が変化する。稚苗の場合通常は、第6葉が抽出を開始した時期に、3葉節からの分けつ（3号分けつ）が確認される。苗質が不良の場合、活着不良となった場合や、低温などの影響で分けつの発生が抑制された場合は、分けつの発生は4号分けつからとなる。逆に健苗で活着が良好な場合や、高温年には、2号分けつとなる。深植や深水状態で管理された場合は、分けつの発生開始節位は上昇する。

分けつは出葉に従って極めて規則的に発生するので、分けつ開始節位が生育調節を行う上で重要な指標となる。

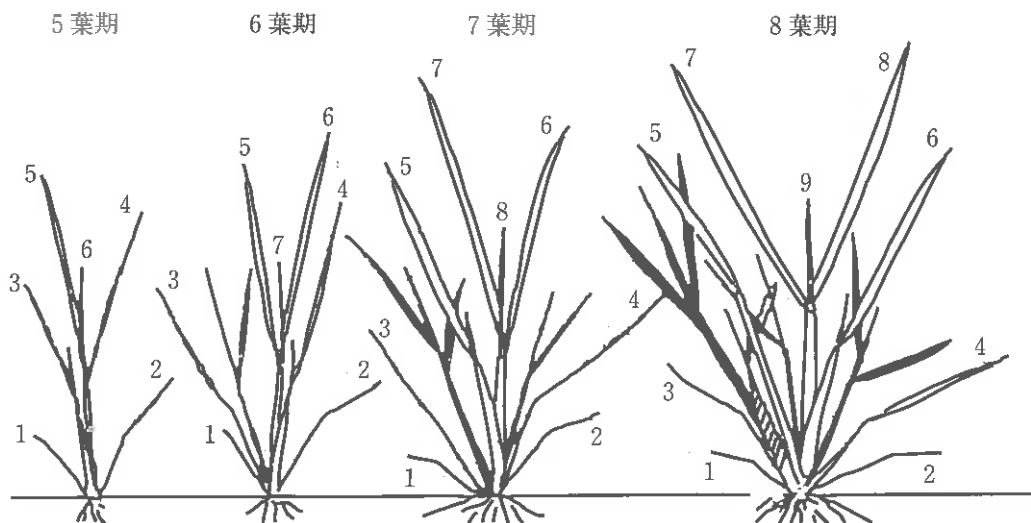


図51 分けつの発生位置
注) 数字は葉位を示す

(オ) 葉色変化及び草姿

品種に応じた適正な葉色で、葉が垂れていないこと。

葉齢の進展とともに、葉身は長くなり、茎葉中の窒素濃度が高まり葉色は濃くなる。葉色の濃さの程度は品種によって違いがある。施肥窒素過多の状況では、葉色が濃く、逆に施肥窒素不足又は稲の窒素吸収量が少ない場合は葉色が薄い。稲が吸収不足となる原因としては、低温により地力窒素の発現が遅れることや、水稻の根の生育量が少ないことがあげられる。

診断の目安		想定される主な問題点	当面の対策
極端な密植 (25株/m ² 以上) 太植え (5本/株以上)		過繁茂、倒伏、登熟不良、胴割米発生、紋枯病多発など	<ul style="list-style-type: none"> ・早期間断灌水開始などによる茎数制御 ・初期深水管理による分けつ抑制
極端な疎植 (16本/m ² 以下)		穂数不足、穂揃い不良、胴割米及び乳白米発生 など	<ul style="list-style-type: none"> ・活着後の浅水管理による分けつ促進 ・中期以降の遅発分けつを抑制する
活着不良		初期生育不良、遅発分けつの多発、穂数不足、穂揃い不良乳白米発生、充実不良など	<ul style="list-style-type: none"> ・移植後2～3cmの湛水での苗の保護 ・活着後の浅水管理による地温上昇による生育促進 ・栽植密度や植付本数から茎数が確実に不足するおそれがある場合は、早期追肥(窒素1kg/10a程度)を行う
2号分けつから分けつ発生		過繁茂、穂数過多、胴割米発生	<ul style="list-style-type: none"> ・茎数の増加状況を確認し早期に間断灌水を開始し、過繁茂を避ける
4号分けつから分けつ発生		遅発分けつの多発、穂数不足	<ul style="list-style-type: none"> ・浅水管理で水温及び地温の上昇を図り分けつを促進する
赤枯れ発生		生育停滞、有効茎歩合低下、穂数不足	<ul style="list-style-type: none"> ・一旦落水し、ガス抜きを行い、その後間断灌水を実行し順調な生育を促す
5葉期葉色	淡い、葉色 の出が遅い	分けつ不足、遅発分けつの多発、穂数不足、	<ul style="list-style-type: none"> ・窒素施肥は避け、浅水管理及び間断灌水で生育の促進を図る
	濃い、葉色 の出が早い	葉いもち発生、過繁茂、有効茎歩合低下、登熟不良	<ul style="list-style-type: none"> ・茎数の増加状況を確認し、早期に間断灌水を開始し、過繁茂を避ける

イ 有効分けつ終期

(ア) 8.5葉期の茎数

品種によって多少の違いはあるが、8.5葉期にm²当たり茎数が目標穂数程度となっていること。8.5葉期を有効分けつ終期の目安として用いることができる。順調な分けつ発生の場合は、株当たり十数本～20本程度となる。

生育前期の分けつは、移植後20日間の気温及び日照と高い相関がある。昼間に地温・水温が32℃以上の高温で、昼夜の気温較差が大きい方が分けつの発生が多い。低温で出葉速度が遅い場合、分けつの発生は遅れる。栽培管理面では、植付本数や施肥窒素が多い場合に茎数が多く、活着不良や極端な窒素不足、深水管理で少なくなる。その他、赤枯れや薬害が発生した場合も出葉速度が遅れるとともに、分けつの発生は少なく推移する。

基本技術として8.5葉期には水管理を浅水から間断灌水に切り替えるが、茎数が過多の生育を示す場合は、その時期からの水管理の変更では過繁茂となる生育を制御することは難しい。その場合には、移植後30日後又は7.5葉期頃の茎数に注意する。m²当たり260～280本程度であれば問題のない生育と考えて良い。

(イ) 草姿及び葉色変化

株がある程度開帳し、葉が下垂せず、下葉の傷みがないこと。葉色はそれぞれの品種の特性に応じた葉色で、栽培期間中で最も濃い色になっていること。コシヒカリ、晴るる、ひとめぼれ、ヒノヒカリ等は葉色板で5よりやや淡い程度である。

株が開帳せず直立状態の場合は、植付本数過多や植付け深度が深いなどの問題がある。葉が下垂している場合は施肥窒素過多や日照不足、下葉の傷みが多い場合は赤枯れ等の障害が発生などが原因となっている場合が多い。

葉色は、根圏の拡大及び地温上昇による地力窒素の有効化などにより窒素吸収量が多くなり濃くなる。しかし、活着が遅れた場合や、赤枯れなどの障害を出した場合や低温で地力の発現が遅れた場合等は葉色が淡く推移する。

診断の目安	想定される問題点	当面の対策
7.5葉期莖数 300本/m ² 以上 8.5葉期莖数 目標莖数以上	過繁茂、有効莖歩合低下、倒伏、登熟歩合低下、胴割米発生	・早期間断灌水開始及び強度の中干しによる莖数制限
7.5葉期莖数 240本/m ² 以下 8.5葉期莖数 目標莖数以下	遅発分げつ発生、穂数不足、籾数不足、1穂籾数増大、登熟歩合低下、乳白米発生	・地温上昇のための浅水管理
8.5葉期葉色	5以上	過繁茂、倒伏、いもち病発生など
	4.5以下	穂数不足、遅発分げつ多発、1穂籾数過多、登熟不良 など
		・強めの間断灌水の徹底
		・莖数が不足している場合は、土壤水分変化を少なくした間断灌水～浅水管理 莖数変化状況から穂数が不足する恐れがある場合は、つなぎ肥を考慮 ・莖数が確保されている場合は、軽く干した後間断灌水の実施

ウ 最高分げつ期

(ア) 最高莖数と莖質

草型によって多少の違いがあるが、中間型の品種では480～500本/m²、偏穂数型の品種で500～520本/m²、偏穂重型の品種で420～450本/m²程度の莖数が目安となる。この時期の分げつ莖には1次～3次分げつが混在しており、その大きさは様々である。有効莖か否かは青葉数で判断でき、1～2枚のものは無効莖に、3枚以上は有効莖（分げつの総数にも影響されるが）と見なすことができる。したがって、有効莖と考えられるものが目標穂数～目標穂数よりやや多い程度確保されていれば問題はない。

最高分げつ期の莖数の多少は、分げつ期間の気温や日照と相関があるが、その程度は高くない。植付本数や基肥及び早期追肥の量や初期生育状況で変化する。

(イ) 草姿・下葉枯れ及び葉色変化

この時期の草姿としては、徒長せず葉が下垂してなく、下葉の枯れがないこと。日照不足や高温及び窒素過多で徒長する。下葉の枯れは赤枯れ症状が発生した場合や、過繁茂の場合に多く現われる。

葉色は最高分けつ期前から低下を始める。過繁茂状態のものは、葉色の淡化が早くまた、幼穂形成期までの間の淡化程度が大きくなる。

土壤溶液中の窒素濃度を測定すると、溶液中の窒素が消失する時期が最高分けつ期に当たり、茎数の増加は見られなくなる。その後は、土壤から発現する窒素量よりも水稻の窒素吸収量が大きくなり、葉色の淡化が大きく現われるようになる。幼穂形成期までの期間、有効茎数、品種に応じた葉色の淡化程度を考慮し、必要な場合はつなぎ肥として少量の窒素追肥を行う。

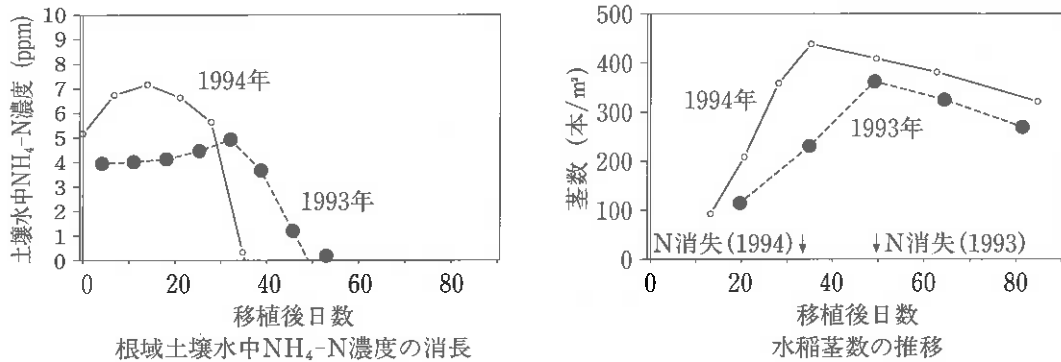


図52 土壤溶液中窒素の消失と茎数の塩化 (1994 山口農試)

診断の目安	想定される問題点	当面の対策
茎数過多で葉色が濃い	穂数・籾数過多、穂揃い不良登熟歩合低下、胴割米・乳白米の発生、充実不良、倒伏	強い中干しを行い、弱小分けつを淘汰する。中干し後は、間断灌水を徹底する
茎数過多で葉色が薄い	有効茎歩合低下、穂数増加、短穂化、幼穂形成期・出穂期の早期化、胴割米発生、充実不良、刈取り適期幅の短縮	中干しを行う。中干し後は間断灌水を徹底する。 中干し後も葉色の淡化が大きい場合は、少量の窒素追肥を行う
茎数が少なく葉色が濃い	穂数不足、1穂籾数過多、登熟歩合低下、乳白米の発生、出穂期・成熟期の遅れ	灌水期間の間隔を広げた間断灌水を行い、土壤水分の急激な変化は避ける 窒素追肥はしない。穂肥1減肥を考慮
茎数が少なく葉色が薄い	穂数・籾数不足、収量低下、胴割米の発生、刈取り適期幅の短縮、充実不良 など	軽く干した後、間断灌水を行う 葉色の低下が大きい場合は、少量の窒素追肥を行う

つなぎ肥には、有効茎歩合を高め籾数を増加させる働きがある。しかし、順調な生育で同一水準の籾数を確保した稲に比べ、茎揃いが悪くなる場合がある。また、穂相は確保された穂数によって大きく異なるが、施肥時期が穂首分化期に近いほど1穂当たりの籾数増加の効果が大きい。これらのことで、1次枝梗籾と2次枝梗籾の登熟歩合の差が大きくなりやすく、乳白米が発生しやすい条件になる場合があるので、施用後の水管理や穂肥施用にはより細かい対応が必要となる。

表76 施肥方法と収量構成(1990 山口農試)

試験区	施肥設計(kg/10a)						m当た り穂数	有効茎 歩合%	m当た り籾数 ×100	1穂籾数			登熟歩合(%)		
	基肥	早期 追肥	中間 追肥	穂肥 I	穂肥 II	合計				1次 枝梗	2次 枝梗	計	1次 枝梗 籾	2次 枝梗 籾	計
少肥区	2.9	1.0	0.0	1.1	2.1	7.1	353	76.4	249	47.5	23.0	70.4	95.0	83.2	91.1
標肥区	4.2	1.7	0.0	1.5	3.0	10.4	431	87.1	322	48.6	26.1	74.7	90.5	69.7	83.2
多肥区	5.5	1.8	0.0	2.0	3.9	13.2	435	81.9	342	46.7	31.8	78.5	93.6	78.5	87.5
多肥+中間追肥区	5.5	1.8	3.0	2.0	3.9	16.2	455	97.6	348	51.7	24.9	76.6	90.1	70.9	83.9

注) 品種;せとむすめ
栽植密度30×15cm、1株3本植え、6月15日移植

表77 施肥方法と乳白粒の発生(1990 山口農試)

試験区	施肥設計(kg/10a)						乳白粒発生率(%)		
	基肥	早期 追肥	中間 追肥	穂肥 I	穂肥 II	合計	1次枝 梗籾	2次枝 梗籾	合計
少肥区	2.9	1.0	0.0	1.1	2.1	7.1	7.4	11.6	8.7
標肥区	4.2	1.7	0.0	1.5	3.0	10.4	6.9	13.6	8.9
多肥区	5.5	1.8	0.0	2.0	3.9	13.2	8.2	19.8	12.4
多肥+中間追肥区	5.5	1.8	3.0	2.0	3.9	16.2	10.0	15.7	11.5

注) 品種;せとむすめ
栽植密度30×15cm、1株3本植え、6月15日移植

エ 幼穂形成期

(ア) 幼穂形成期の茎数

最高分けつ期の茎数の5%前後減少する。分けつの発生が遅れ茎数が少ない場合や遅植えの場合は幼穂形成期が重なる。この時期に青葉数が4枚以上の茎が有効茎数となる。有効茎数が目標穂数程度確保されていれば問題はない。

強度の中干しを行った場合や、中干しの時期が遅れた場合には茎数の減少が大きい。

(イ) 草姿及び下位節間の伸長

開張していた株がやや直立し、その後再び開張気味の草姿となる。

品種によって異なるが、第V節間（第1伸長節間）が3cm以上であれば、倒伏の可能性が高い。

(ウ) 葉色の変化、葉鞘澱粉の蓄積

最高分けつ期以降、新葉が展開する毎に葉色が淡く見え、上位葉ほど葉色が淡くなる。葉身中空素濃度が低下するにつれ、葉鞘澱粉の蓄積が進み、展開第3葉の葉色は先端から淡化する。穂肥施用時期には、展開している最上位葉から下に数えて3枚目（展開第3葉）の葉色淡化程度が葉身長の1/2以下であることが施肥判断の目安に使える。

葉鞘澱粉の蓄積は、展開第3葉の葉鞘のヨード反応で判断できる。穂肥施用時期に葉鞘長の1/2以上染まることが望ましい。葉鞘澱粉は、日照不足や窒素過多の状況では蓄積が少ない。

診断の目安	想定される問題点	当面の対策
茎数が多く葉色が濃い	穂数・籾数過多、倒伏、登熟歩合低下、乳白米発生、食味低下、成熟期遅れ	穂肥は施用しない 間断灌水を継続する
茎数が多く葉色が薄い	穂数増、籾数増、胴割米発生整粒不足	穂肥Ⅰを減量する又は遅らせる 間断灌水を継続する
茎数が少なく葉色が濃い	穂数減少、1穂籾数過多、登熟歩合低下、乳白米発生、食味低下	葉色の变化に注意し、穂肥が施用できる葉色になれば1回のみ施用する 間断灌水を継続する
茎数が少なく葉色が薄い	穂数・籾数不足、胴割米発生登熟歩合低下、充実不良、収量低下	収量確保が必要な場合 穂肥Ⅰの施用時期を早める 穂肥Ⅱをやや増量する 品質・食味を優先する場合 穂肥は基準量とする 細かい間隔での間断灌水を行い、土壤水分の変化を少なくする。

穂肥は、施肥時期によっての効果の現われ方が異なるが、穎花分化数を増加させその退化を防止する働きや登熟を向上させる働きがある。しかし、籾数と登熟歩合には高い相関があり、その施用には注意し、籾数過多とならないようにする。

穂肥施肥時期が早いと籾数が多くなる。また、穂相が変化し2次枝梗籾の増加量が多くなる。登熟期間の気象条件などが良好である場合は問題となることは少ないが、年次や管理の違いによっては1次枝梗籾と2次枝梗籾の登熟に大きな差が現われる場合がある。

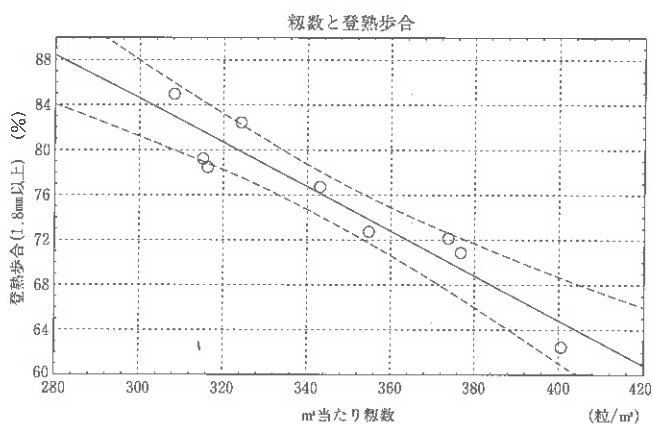


図53 面積当たり籾数と登熟(1997,1998 晴るる 山口農試)

表78 穂肥施用時期と収量構成(1995 山口農試)

試験区	施肥設計(kg/10a)				m²当たり 籾数	有効茎 歩合%	m²当たり 籾数 ×100	1穂籾数			登熟歩合(%)			10a当 たり収 量kg
	基肥	穂肥I	穂肥II	合計				1次枝 梗籾	2次枝 梗籾	計	1次枝 梗籾	2次枝 梗籾	計	
標準区	3.0	2.0	2.0	7.0	283	80.4	284	51.7	48.9	100.6	97.3	86.0	91.7	586
穂肥早期区	3.0	2.0	2.0	7.0	311	82.5	332	53.5	54.1	107.6	95.7	73.4	84.5	589

注) 品種; ヤマホウシ、栽培密度30×15cm、6月1日移植
 穂肥I; 標準-18、早期-22、穂肥II; 標準-10、早期-13に施用
 登熟歩合は玄米1.7mm以上、収量は玄米1.8mm以上

表79 穂肥施肥時期と穂相(1996 山口農試)

試験区	1穂枝梗数		1穂籾数		
	1次 枝梗	2次 枝梗	1次枝 梗籾	2次枝 梗籾	計
ひとめぼれ					
標準区	8.9	13.8	51.5	39.3	91.0
穂肥早期区	9.3	16.1	53.8	46.6	100.3
コシヒカリ					
標準区	9.6	15.5	54.3	44.9	99.2
穂肥早期区	9.8	17.3	56.2	50.2	106.3

注) 5月17日移植
 施肥は、基3.5-穂I2.0-穂II2.0(Nkg/10a)
 穂肥; 標準は-18、-8、早穂肥は-22、-12に施用

茎数が過剰な生育で植付け本数が多い場合には、2次枝梗籾数の変化が大きく現われ、枝梗による登熟の差がより大きくなり千粒重が低下し、収量は確保されるが品質や整粒歩合の低下を招くことがある。

表80 穂肥施肥時期と収量構成(1998 山口農試)

試験区	1 穂粒数						登熟歩 合%	玄米千 粒重g	10a当 たり収 量kg
	m当た り穂数	有効莖 歩合%	m当た り穂数 ×100	1次枝 梗粒	2次枝 梗粒	計			
標準区									
3本植	362	53.7	300	55.8	40.8	96.6	89.8	23.3	626
5本植	366	51.6	284	53.9	37.8	91.8	89.5	23.5	610
穂肥早期区									
3本植	354	52.5	287	54.7	41.2	95.9	89.0	23.3	616
5本植	406	57.3	332	53.9	45.2	99.1	88.2	22.7	643

注) 品種；ヒノヒカリ、5月30日移植
 施肥は、基3.5-早追1.5-穂I2.5-穂II2.5(Nkg/10a)
 穂肥；標準は-22、-12、早穂肥は-25、-15に施用

穂肥量を増加させた場合もやはり有効莖歩合は高まり粒数が増加する。穂肥施用時期を早めた場合と同様に、粒数の水準の影響も受けるが増収傾向を示すものの、1次枝梗粒と2次枝梗粒での登熟差の問題を生じる場合がある。

穂数が目標穂数～目標穂数よりやや多程度確保できる見込みがたち、莖数の確保過程から極端な短穂にならないと判断できる場合は、基準量～やや減肥した方が登熟が上がり品質・食味が向上する。

表81 穂肥施肥と収量構成(1992、1994 山口農試)

試験区	施肥設計(kg/10a)					合計	登熟歩合(%)					
	基肥	早期 追肥	穂肥I	穂肥II	穂肥III		m当た り穂数	有効莖 歩合%	m当た り穂数 ×100	総粒	2次枝 梗粒	10a当 たり収 量kg
1992年												
無施肥区						0.0	299	71.0	250	92.6	89.0	470
標準区	2.0	2.0	2.0		2.0	8.0	328	65.3	313	88.7	83.8	599
穂肥増肥区	2.0	2.0	2.0	1.5	1.5	9.0	344	67.2	339	85.5	78.4	652
穂肥減肥区	2.0	2.0	1.5		1.3	6.8	329	63.3	305	90.0	86.1	594
1994年												
標準区	3.0		2.0		2.0	7.0	345	77.4	353	81.4	70.4	714
穂肥増肥区	3.0		3.0		3.0	9.0	363	81.2	390	72.5	54.7	700

注) 品種；ヤマホウシ、栽培密度30×15cm、6月1日移植
 穂肥Iは-20(1994年は-21)、穂肥IIは-15、穂肥IIIは-10(1994年は-11)に施用
 登熟歩合は、1992年が玄米1.8mm以上、1994年が1.7mm以上 収量は玄米1.7mm以上

葉色は稲体の窒素濃度を推定するために用いられ、葉身の窒素濃度が低下してくると淡化し、澱粉蓄積が進む。出穂前に蓄積された澱粉は出穂後穂に送られる。窒素過多の状態では、呼吸量が増え澱粉の消耗が激しく、澱粉蓄積量が少なくなるが、粒数は多くなり登熟不良となりやすい。

現時点では、簡易にこの時期の稲体の窒素濃度を迅速かつ的確に測定することができず、葉色と稲の草姿によって判断する場合が多い。葉緑素計によるSPAD値からの生育診断が試みられているが、傾向は見られるものの、年次や生育段階によってレンジが異なるため正確な診断指標を得るに至っていない。葉緑素計(SPAD)で葉色を測定する場合は、展開第2葉を用いる。

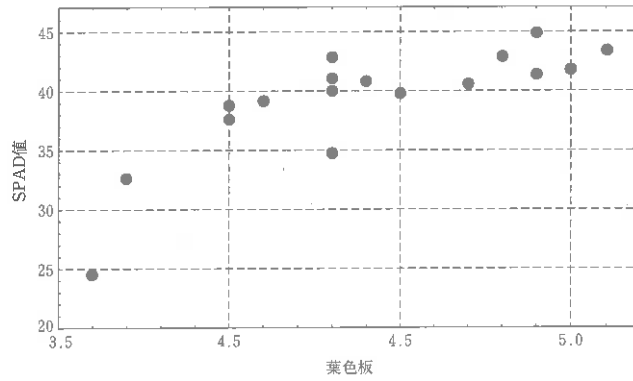


図54 生育診断ほ場における色票値とSPAD値
 (1996~1998 コシヒカリ 山口徳佐)
 注) 年次、生育ステージを込みにして作成

オ 出穂期

(ア) 穂数及び穂相

穂数は幼穂形成期よりさらに減少する。目標穂数が確保され、品種に応じた1次枝梗及び2次枝梗数で目標粒数が確保されていること。有効茎歩合の目標は80%以上である。

穂数が多い場合は、総粒数が多く1穂粒数が少ない場合が多い。逆に、穂数が少ない場合には、総粒数が少ないが1穂粒数が多い場合が多い。1穂粒数が少ない場合には、登熟が早く進みやすく、また胴割米が発生しやすい。特に出穂前及び出穂後登熟前半の気象条件が高温・多照の条件になると、胴割米の発生が多くなる。1穂粒数が多い場合は、登熟ムラが出やすく、乳白米や充実不良となりやすい。総粒数が多い場合はさらにその傾向は強まるとともに、食味も低下する。

(イ) 穂の揃い、出穂状況

出穂始め～穂揃いまでの期間が短く、穂の位置が揃っていること。遅発分げつが多い場合や、過繁茂となった場合には、これらがバラつく。

穂揃いが不良な場合は、特に品質上の問題を生じることが多く、登熟を向上させるための水管理を徹底するとともに、刈り遅れとならないよう上位3穂を用いた刈取適期判定を行う。

診断の目安	想定される問題点	当面の対策
穂数が多く1穂粒数が多い	登熟歩合低下、乳白米の発生、食味低下、整粒不足	間断灌水の徹底 高夜温時のかけ流し灌漑 早期落水防止 刈り遅れ防止
穂数が多く1穂粒数が少ない	胴割米・腹白米の発生、刈取り適期幅の短縮	間断灌水の徹底 成熟期直前までの走り水 やや早刈
穂数が少なく1穂粒数が多い	胴割米・乳白米の発生、刈取り適期判定困難	間断灌水の徹底 高夜温時のかけ流し灌漑 刈り遅れ防止
穂数が少なく1穂粒数が少ない	胴割米の発生、成熟期の早期化、刈取り適期幅短縮	間断灌水の徹底 成熟期直前までの走り水 水早期収穫

(3) 倒伏防止

稈のモーメントを挫折重で割って求められる倒伏指数を小さくする。

そのため、下位節間及び稈の伸長を抑え、稈の充実を良くするとともに、稈を支える葉鞘を健全に保つ。稈の太さには、株内の茎の密度や株もとの光条件が影響する。したがって、茎数が多い生育をたどった場合は、稈が細くなり倒伏しやすくなる。

定点調査のコシヒカリでは、最高分けつ期の（草丈×㎡当たり茎数）や（葉色）との相関関係が認められる。倒伏程度2以上を限界として考えると、最高分けつ期の生育状況で、（草丈×㎡当たり茎数）が26,000以上で（葉色）が5以上のものは要注意である。

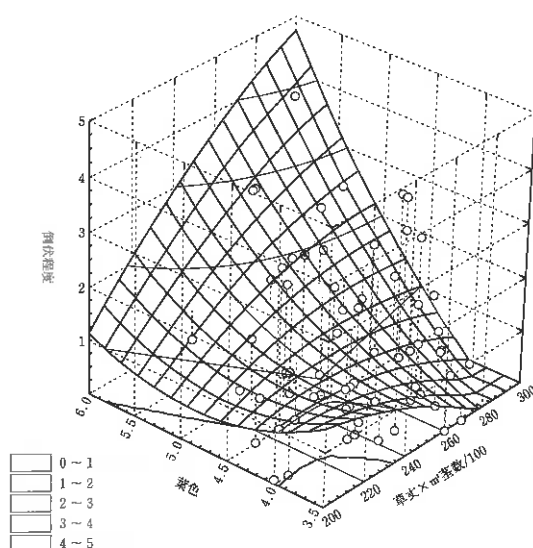


図55 最高分けつ期の生育と倒伏（1987～1997 コシヒカリ） 定点調査

倒伏を防止するための栽培は、健苗育成、細植えを基本に、作溝・中干し・間断灌水を徹底し、過繁茂にしないようにする。また、施肥は基肥の過剰施用を避け、節間伸長期の過肥を避けることが必要である。穂肥施用時に、第3葉（止葉を第1葉としてしたに下がる）長が長ければ、穂肥施用時期を遅らせるなどの対応をとる。

その他、カリやケイ酸が不足している場合は、倒伏しやすくなるので、カリやケイ酸の追肥が有効であるという報告がある。

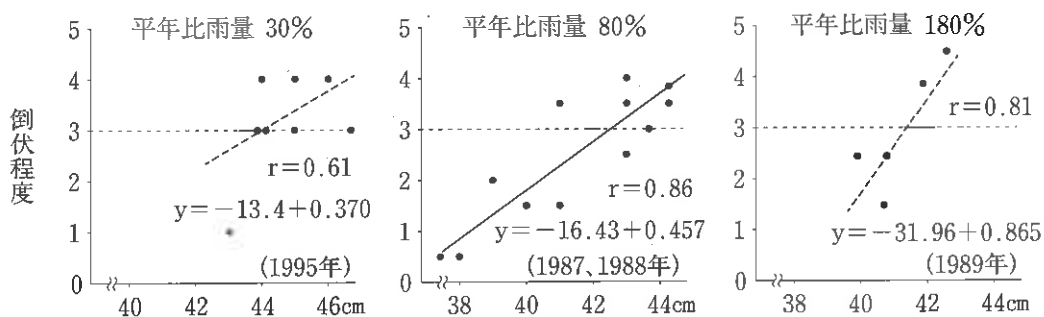


図56 登熟期雨量別の上位第葉身長と倒伏程度の関係（武生現地試験）（福井農試）

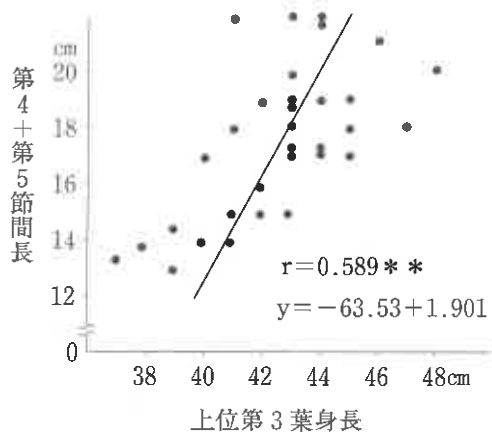


図57 上位第3葉身長と下位節間長
(1985~1989年) (福井農試)

倒伏は、登熟歩合の低下、穂発芽による品質の低下、玄米中空素の増加による食味の低下を招く。収穫の作業性及び食味向上のためには、少なくとも倒伏程度2までにとどめることが望ましい。

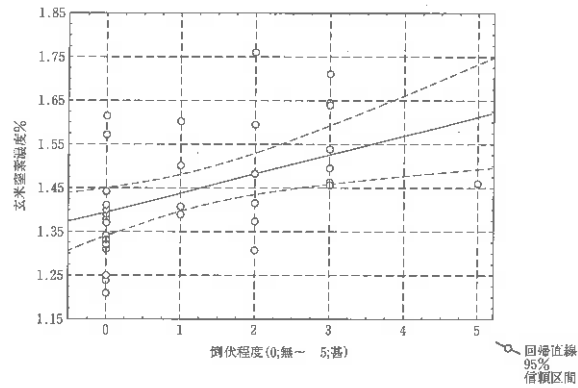


図58 倒伏程度と玄米中空素含有量
(1989~1991, 1995 コシヒカリ 定点調査)



Q 水稻の夜間照明による影響は？



夜間照明（終夜照明）によって、稔実障害や出穂遅延が起こります。

その影響の程度は、照度によって異なりますが、照度によっては出穂不能となる場合もあります。出穂遅延により収量や品質の低下が起きます。

光源としてのナトリウム灯と水銀灯では遅延度に差がないと言われています。

収量や品質低下の程度は、品種によって異なりますが、遅い品種ほど登熟期間の条件が悪くなるので、大きく現われます。

被害程度は、問題となる時期の照度を測ることである程度想定できます。大局的に見て5 LX以上で減収の危険性が高いと考えられます。

夜間照明の影響は、出穂前の6週間前～1週間前頃、特に5週間前～3週間前間での影響が大きく現われます。したがって、出穂5週間前～出穂1週間前までの

表82 夜間照明による出穂遅延と減収

照度(LX)	出穂遅延(日)	被害状況	1株の籾重比率
2	3	2 LX以下は影響無し	103
5	7	わずかな障害	97
10	8	著しい障害・稔実障害	70
20	11	完全不稔穂派生	48
30	12	出穂不能発生・登熟著しく低	36
50	20	収量皆無	7
70		収量皆無	0

注) 1971 時政・未富 水稻の生育及び収量に及ぼす夜間照明の影響 日作紀40より作成
品種；金南風、1株の籾重比率は標準を100とした

1か月間の照明をが中断するか、5 LX以下に抑えることで、出穂及び収量への影響は少なくすることができます。

さまざまな研究報告から、出穂の遅れを5日以内にとどめると、収量や品質の低下程度を小さく抑えることができると考えられます。

表83 照明時期と
出穂遅延日数
(1996 福岡農試)

照明時期	1995年	1996年
-42~-35	2日	2日
-35~-28	6日	8日
-28~-21	4日	8日
-21~-14	2日	3日
-14~-7	2日	2日

注) 品種；ヒノヒカリ、照度40LX

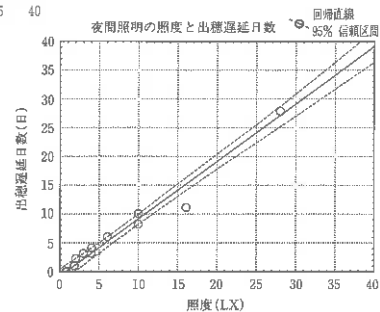
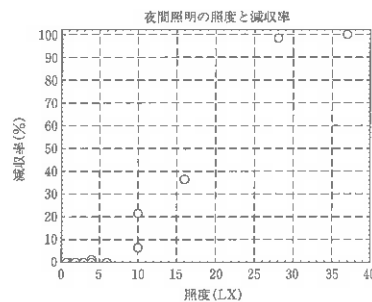


図59 夜間照明と
出穂遅延及び収量

注) 1996福岡農試
データから作成

(2) 適正防除

ア 薬剤の選定

農薬の特性を十分に理解し、最適な薬剤を選定する。また、同一薬剤の連用は、抵抗性害虫や耐性菌の出現が懸念されるので、作用性が異なる薬剤のローテーション使用を行う。

(ア) 剤型

	特 徴	留意事項
粉剤	動力散粉機を用い散布し、一般的に使用される剤型。粒の大きさで一般粉剤とドリフトの少ないDL粉剤がある。	混用してはいけない。散布時の風などによるドリフトを防止する。
液剤	乳剤・水和剤など水に溶かして使用し、動力噴霧機などを用いて散布する。固着性が良く即効性もあり、比較的価格が安い。必要な効果の薬剤を混用できる。	散布直後の降雨に弱い。散布時の風向き等を考慮し、ドリフトを防ぐ。混用する場合は、混用適否表を確認し、葉害の発生や効果の低下を防ぐ
粒剤	粒径が大きく散布時の風や降雨の影響を受けにくい。湛水状態で水田に散布し、稲に吸収させ効果を出すものや、稲の表面に薬剤の層を作り殺虫効果を出すものなどがある。最近パック剤や長期持続型箱施薬剤が出されている。	主に予防的な使用が中心で、粉剤や液剤より早い時期の散布が必要。施用後は湛水状態を3～4日保ち、かけ流しをしない。

※ 長期持続型箱施薬剤は、ウンカ類、いもち病、紋枯病、コブノメイガ等に有効な薬剤が登録されている。田植直前に施用することで長期間病害虫の発生を抑制し、本田の防除回数低減と省力化に役立つ。ただし、地域で問題となる病害虫及びその発生消長を考慮し、残効期間から効果が十分に得られるかどうか検討する必要がある。

(イ) 作用性

① 殺菌剤

予防効果が高い薬剤か、治療効果が高い薬剤かに注意するとともに、その残効性に注意し、目的に応じたものを選択する。

残効性は、薬剤によって異なり、一般に粒剤など浸透移行性が高い薬剤が残効性が長い。残効の目安は、粉剤が約1週間、粒剤は約30日程度である。しかし、最近60日以上残効を示す薬剤も開発されている。

	作 用	留意事項
予防剤	孢子発芽阻害や植物体への侵入防止効果が高い	一旦侵入した菌への殺菌作用は弱く発病前の散布が必用
治療剤	侵入した菌糸に対しても殺菌効果を示す	予防的散布での効果は得られない

② 殺虫剤

薬剤の作用点、有効齢期、害虫体内への移行経路、残効性、効果の早遅等について考慮し選定する。

薬剤が作用する点は薬剤の系統によって異なり、同一の作用点を持つ薬剤は抵抗性害虫に対する反応も同一になるので注意が必要である。

また防除時期が、若齢幼虫の時期に高い効果が得られるものが多く、その時期をはずさないことが防除上重要であり、卵に対する効果や有効齢期を確認する。その他に、薬剤が害虫に直接付着するか又は薬剤が付着したイネに害虫が触れて効果が現われる接触毒のものや、薬剤が付着したイネ又は浸透したイネの茎葉を摂食したり吸汁したりすることで効果が現われる食毒の違いなどがある。

作用点	薬剤の系統	備考
神経伝達系に作用し異常興奮を起こす	有機リン剤	
	合成ピレスロイド	直接害虫の体に付着すると効果が高く速効的
刺激伝達を遮断する	イミダクロプリド、ニテンピラム など	
キチン合成阻害やホルモン異常を起こす	ブプロフェジンテブフェノジド	効果発現までに時間がかかる。脱皮阻害剤は成虫に対する効果なし。

イ 効果的な防除

防除効果をあげるために、病虫害に対する薬剤の効果が最も高い時期に防除を行う。薬剤の使用に当たっては、農薬安全使用基準を厳守する。

混合剤の場合、特に主として対象とする病虫害によってその適期が異なる場合が発生するので注意する。また、散布時には、病虫害によって発生部位が異なることに注意し、トビイロウンカや紋枯病は株もとまで、穂いもちやカメムシ類は穂に十分に薬剤がかかるようにする。

薬剤散布後は、必ず効果の確認を行い、もし十分な効果が認められなければ追加防除を行う。

防除適期に降雨が続く場合、わずかな雨の止み間を利用しての雨間散布を行う。特に、いもち病の場合で多発が予想されるときには有効である。一般的に粉剤では散布後約3時間降雨がなければ効果がある。

(3) 防除の基本形

地域や作期により病害虫の発生は異なるが、地域・作期・品種が同じであれば、年による変動はあるが、発生活長や防除が必要な病害虫がある程度決まってくる。被害が大きく毎年発生する病害虫は、重点防除としての防除を徹底し、その他の病害虫は状況に応じた防除を行う。

地域・作期・品種に応じた代表的な防除体系を示す。ただし、防除の時期については、目安として示したので、地域での水稻の生育及び病害虫の発生状況に応じた体系を組む。

平坦地域（極早期 品種：コシヒカリ 田植：4月15日前後）

ステージ		移植(4/15)	出穂(7/20)		成熟(8/21)	
重点防除	時期		7月5半旬		7月5半旬 ～8月1半旬	
	病害虫		紋枯病		穂枯れ・枝梗いもち カメムシ類	
発生情報等に基づく防除	時期	植え付け直前(箱施用)又は 田植後10～15日	6月5半旬 ～7月2半旬	7月3半旬 ～7月4半旬	7月5半旬 ～8月1半旬	8月2半旬 ～8月3半旬
	病害虫	イネミズゾウムシ ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ	葉いもち	穂いもち	トビイロウンカ	カメムシ類

山間地帯(早植え 品種：コシヒカリ 田植：5月5日前後)

ステージ		移植(5/5)	出穂(8/1)		成熟(9/14)
重点防除	時期	6月5半旬 ～6月6半旬	7月4半旬 ～7月5半旬	7月5半旬 ～7月6半旬	8月1半旬 ～8月3半旬
	病害虫	葉いもち	紋枯病	穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類
発生情報等に基づく防除	時期	植え付け直前(箱施用)又は 田植後10～15日	7月2半旬 ～7月4半旬	7月5半旬 ～7月6半旬	8月4旬 ～8月6半旬
	病害虫	イネミズゾウムシ イネドロオイムシ	葉いもち	トビイロウンカ セジロウンカ	トビイロウンカ カメムシ類

中間地帯(5月中旬植え 品種：晴るる 田植：5月15日前後)

ステージ		移植(5/15)		出穂(8/5)		成熟(9/19)
重点防除	時期	6月5半旬 ～6月6半旬	7月4半旬 ～7月5半旬	7月6半旬	8月3半旬	
	病害虫	葉いもち	紋枯病	穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類	
発生情報等に 基づく防除	時期	植え付け直前(箱施用)又は 田植え後10～15日	7月4半旬 ～7月6半旬	8月4半旬 ～8月6半旬		
	病害虫	イネミズゾウムシ イネドロオイムシ ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ	トビイロウンカ セジロウンカ	トビイロウンカ カメムシ類		

中間地帯(5月下旬植え 品種：ひとめぼれ 田植：5月25日前後)

ステージ		移植(5/25)		出穂(8/5)		成熟(9/15)
重点防除	時期	6月5半旬 ～6月6半旬	7月4半旬 ～7月5半旬	7月6半旬	8月3半旬	
	病害虫	葉いもち	紋枯病	穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類	
発生情報等に 基づく防除	時期	植え付け直前(箱施用)又は 田植え後10～15日	7月4半旬 ～7月6半旬	8月4半旬 ～8月6半旬		
	病害虫	イネミズゾウムシ イネドロオイムシ ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ	トビイロウンカ セジロウンカ	トビイロウンカ カメムシ類		

平坦地帯(普通植え 品種：ヒノヒカリ 田植：6月5日前後)

ステージ		移植(6/5)		出穂(8/20)		成熟(9/30)
重点防除	時期			8月2半旬 ～8月3半旬	8月3半旬	8月5半旬 ～9月1半旬
	病害虫			紋枯病	穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類
発生情報等に 基づく防除	時期	植え付け直前(箱施用)又は 田植え後10～15日	7月4半旬 ～7月6半旬	7月5半旬 ～8月2半旬	8月4半旬 ～8月6半旬	9月3半旬 ～9月4半旬
	病害虫	イネミズゾウムシ セジロウンカ トビイロウンカ ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ	葉いもち	トビイロウンカ セジロウンカ	トビイロウンカ コブノメイガ	カメムシ類

平坦部(遅植え 品種：ヒノヒカリ 田植：6月20日前後)

ステージ	移植(6/20)	出穂(8/29)			成熟(10/8)	
重点防除	時期		8月3半旬 ~8月4半旬	8月5半旬	9月2半旬 ~9月3半旬	
	病虫害		紋枯病	穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類	
発生情報等に基づく防除	時期	植え付け直前(箱施用)又は 田植後10~15日	7月4半旬 ~7月6半旬	7月5半旬 ~8月2半旬	8月4半旬 ~8月6半旬	9月3半旬 ~9月4半旬
	病虫害	イネミズゾウムシ セジロウンカ トビイロウンカ ツマグロヨコバイ ヒメトビウンカ	葉いもち	トビイロウンカ セジロウンカ	トビイロウンカ コブノメイガ	カメムシ類

(4) 長期持続型箱施薬剤使用の防除体系

最近、長期持続型箱施薬剤として、ウンカ類、いもち病、紋枯病、コブノメイガ等に有効な薬剤が登録されている。それらを用いた防除体系の組み方は次のとおりである。

ただし、トビイロウンカについては残効期間(約60日)後に被害が発生する場合があります。残効期間後の発生に注意し、必要な場合は追加防除を行う。

ア いもち病対象箱施薬剤(ウイン箱粒剤、Dr.オリゼ箱粒剤等)

適応地域：中山間地帯

適応条件：いもち病常発地域

	箱施薬		穂ばらみ後期	穂揃期	
重点防除	いもち病		紋枯病 穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類	
補完防除	(初期害虫)	(ウンカ類、コブノメイガ)			

イ ウンカ類対象箱施薬剤(アドマイヤー箱粒剤、プリンス粒剤等)

適応地域：県内全域

適応条件：移植期5月下旬以降

	箱施薬		穂ばらみ後期	穂揃期	
重点防除	ウンカ類 初期害虫		紋枯病 穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類	
補完防除	(葉いもち)(コブノメイガ)(トビイロウンカ)				

ウ ウンカ、いもち病対象箱施薬剤（ウインアドマイヤー箱粒剤等）

適応地域：県下全域

適応条件：いもち病常発地域、移植期5月下旬以降

・中山間地域（いもち病常発地域）の防除体系

	箱施薬		穂ばらみ後期	穂揃期	
重点防除	ウンカ類 初期害虫 いもち病		紋枯病 穂首いもち	枝梗いもち カメムシ類	
補完防除		(コブノメイガ)(トビイロウンカ)			

・平坦地域（いもち病発生が少ない地域）の防除体系

	箱施薬		穂ばらみ後期	穂揃期	
重点防除	ウンカ類 初期害虫 いもち病		紋枯病	枝梗いもち カメムシ類	
補完防除		(コブノメイガ)(トビイロウンカ)(穂首いもち)			

エ ウンカ、コブノメイガ、いもち病、紋枯病対象箱施薬剤（アミスタープリンス粒剤等）

適応地域：平坦地域

適応条件：いもち病より紋枯病が問題となる地域、移植期5月下旬以降

	箱施薬		穂ばらみ後期	穂揃期	
重点防除	ウンカ類 初期害虫 いもち病 紋枯病 コブノメイガ			枝梗いもち カメムシ類	
補完防除		(穂首いもち)(トビイロウンカ)			

表84 長期持続型箱施薬剤

薬 剤 名		対象病害虫	残効期間
一般名	商品名		
カルプロバミド	ウイン箱粒剤	いもち病	60～80日
プロベナゾール	DR. オリゼ	いもち病	70～80日
アゾキシストロピン	アミスター	いもち病 紋枯病	50日 80日
イミダクロプリド	アドマイヤー	ウンカ類 ツマグロヨコバイ イネミズゾウムシ 等	60日 40日
フィプロニル	プリンス	ウンカ類 イネミズゾウムシ コブノメイガ ニカメイチュウ イネドロオウムシ 等	60～90日 60日 45～60日 60～90日 60日

注) 残効期間はメーカー資料による

(5) 主要病害虫防除

各病害虫の生態や発生条件を理解し、的確な防除を行う。基本的には、病害虫の被害を受けにくい稲作りを行い、耕種的防除を組合せ、最小限の薬剤防除とする。

ア いもち病

(ア) 発生生態及び発生しやすい条件

罹病種子や前年の罹病稲わらで越冬し、気温が16℃くらいから発病が認められるようになる。発病温度は14～30℃で適温は25℃前後となり、30℃を超えると発生しにくくなる。

低温で日照不足、長雨等の気象条件や多肥栽培でイネが軟弱に生育している場合に多発する。補植用の余り苗は本ぼへの伝染源となる。

出穂直後の穂は罹病性が高く、上位葉に病斑があれば重要な伝染源となる。

(イ) 被害

- ・ 補植用の余り苗のほ場への放置は、本田での発生源となる。
- ・ 低温、日照不足、長雨や多肥条件等発病に好適な条件がそろわずに込み症状を呈し、甚だしい場合には枯死する。葉いもちの発生が出穂期まで続けばこれが伝染源となり、穂いもちが多発生する。
- ・ 穂いもちが発生すると直接減収につながるるとともに品質低下をもたらす被害が大きくなる。

(ウ) 防除の考え方

- ・ 葉いもちの発生を抑え、穂いもちへの移行を阻止する。
- ・ 種子伝染防止のため種子消毒は必ず実施する。

- ・ 苗いもちの本田持ち込み防止や補植用余り苗の処分により本田への伝染源を絶つ。
- ・ 止葉から上位3葉までに病斑を作らない。
- ・ 穂いもちの基本防除は徹底する。
- ・ 雨天が続き多発が予想される場合は雨間散布を行う。
- ・ 長期残効性箱施薬剤や粒剤の利用による防除作業の省力化を図る。
- ・ 作用性の異なる薬剤を使用し耐性菌の出現を防止する。
- ・ 発生子察情報に注意する。

(エ) 耕種的防除

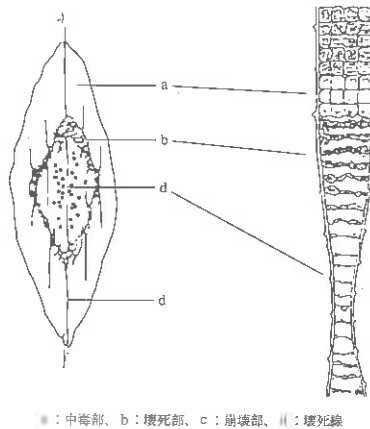
- ・ 被害わらは年内には場にすき込み、翌年の伝染源とならないようにする。
- ・ 補植用苗の早期処分
- ・ 肥料の適正施用
- ・ 冷水灌漑や早期落水をさける
- ・ 抵抗性品種の利用

(オ) 防除のめやす

- ・ 葉いもちは、発生を確認したら防除する。
- ・ 穂いもちは予防防除を徹底する（防除時期は穂ばらみ後期と穂揃期）。

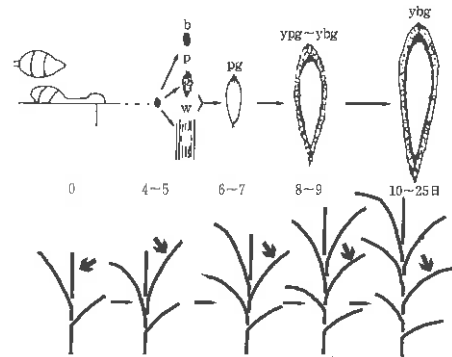
表85 感染型と構成組織、抵抗性、呼称名など(鑑谷 1955)

感 染 型	b	yb	bg	ybg	pg	p	w
構 成 組 織	中毒部		○		○	○	
	壊死部	○	○	○	○		
	崩壊部			○	○	○	○
病斑の大きさ	微点	微斑	微少斑	大～中斑	中斑	微少斑	小～中斑
孢子形成量	—	—	±	卍	卍	(÷)	卍
宿主への影響	無	無	±	抑制	葉枯死 (一部枯死)		枯死
抵 抗 性	強 ←—————→ 弱						
呼 称 名	褐点型	抵抗性 止り型			浸潤型		白斑



●：中毒部、b：壊死部、c：崩壊部、||：壊死線

図61 典型的な葉病斑と組織構成
(小野 1953)



病斑型と経過日数の関係は葉いもち発生盛期での目安、葉身の
出葉所要日数は分けつ期5日、出葉後後期7~9日を目安とし
病斑の伸展と対比のこと

図62 葉いもちの病斑伸展と
イネ感染葉の位置の変動

表86 いもち病防除剤の作用特性(1980年山口氏資料を一部追加)

薬剤名	ブラス トサイ ジンS (ブラ エス)	カスガ マイシ ン (カス ミン)	IBP (キタジ ンP)	EDDP (ヒノサ ン)	フサライ ド (ラブサ イド)	イソプ ロチオ ラン (フジ ワン)	プロペナ ゾール (オリセ メート)	トリシ クラソ ール (ビー ム)	ピロキロ ン (コラト ップ)	フェリム ゾン・フ サライド (ブラシ ン)
作用点										
胞子発芽阻害	++	-	++	++	-	±	±	±	±	
付着器形成阻害	++	-		++	++	+	+	+	+	(++)
侵入阻止		±			+++	+++	+++	+++	+++	(++)
病斑拡大阻止	+++	+++	+++	+++	+	++	+	±	±	(+++)
胞子形成阻害	+	+	+	++	++	+	+	+	+	(+++)
病原力低下								+++	+++	
効力持続性	+	+	+	++	+++	++	+++	+++	+++	(++)
その他		もみ枯 細菌病 に有効	倒状抵抗 性の増大	穂枯れに 有効		ウンカ 類の増 殖阻止	白葉枯病 に有効			穂枯れに 有効
特性	予防	△	○	○	○	○	○	○	○	○
	治療	○	○	△	△	△	△	△	△	○

注1) -は作用力がない。+が多いほど作用力が強い。()はメーカーの技術資料により推定した。

注2) 特性は総合的に使用場面を考慮して判断した。

注3) 他に、いもち病防除剤同士を混合した薬剤もある。

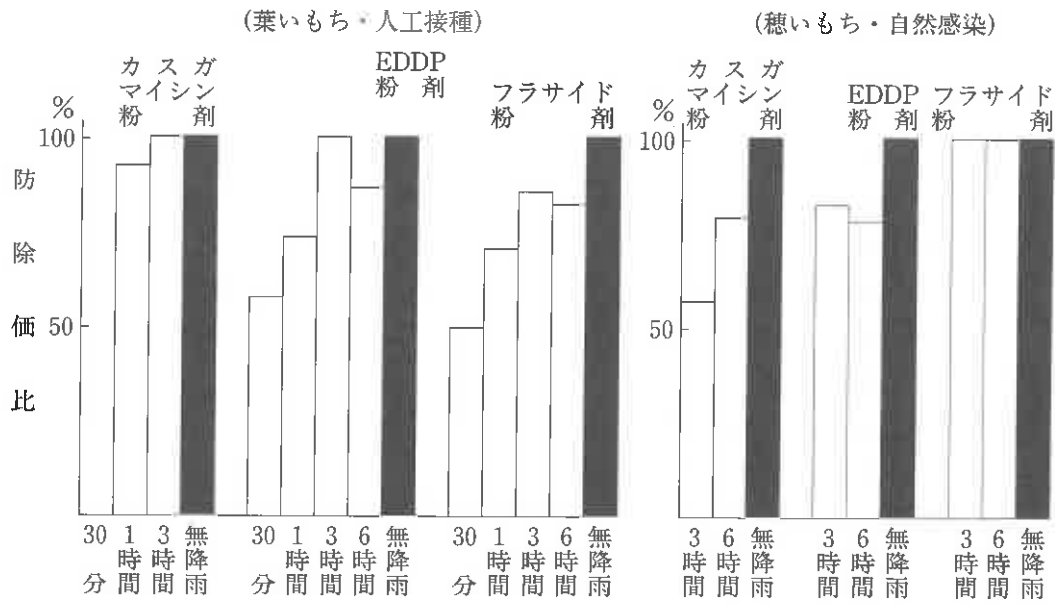


図63 薬剤散布後の経過時間降雨と防除効果 (1970年 岩手農試)

イ 紋枯病

(ア) 発生生態及び発生しやすい条件

前年被害茎に形成された菌核が土壤中で越冬し、代かきによって浮遊、イネに付着して発病する。菌糸をのぼして隣接する茎に伝染していく。22℃以上で侵入可能となり、適温は30～32℃で高温多湿条件、多肥や密植、過繁茂、早期栽培や早植えで多発生する。本田中期より発病し、幼穂形成期までは発病株率が高まり、穂ばらみ期以降は上位葉鞘への進展、株間の感染が盛んになる。

月	6		7			8			9			10		
	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
稲の生育	田植期	分けつ初期	分けつ中期	分けつ後期	幼穂形成期	幼穂伸長期	出穂期						登熟期	

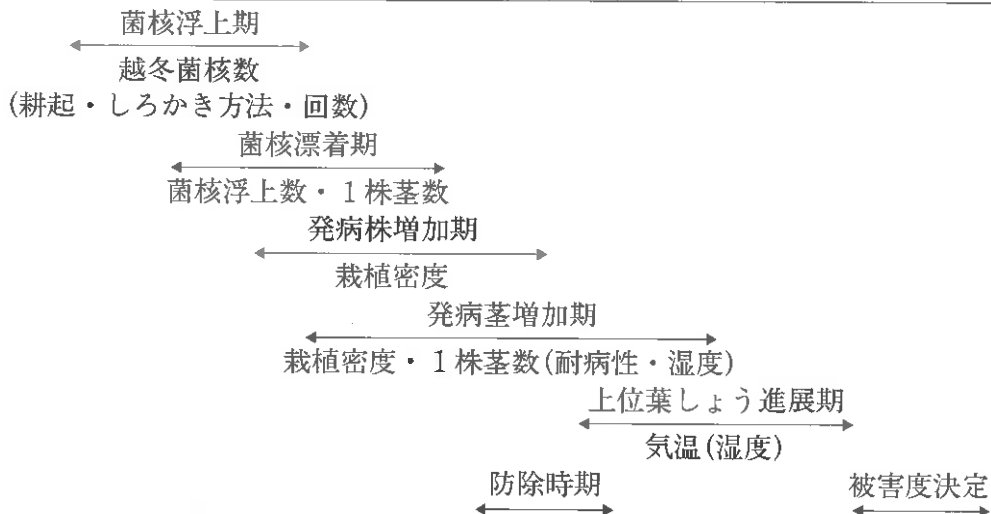


図64 紋枯病の発生様相およびその主発生要因 (1968 山口県平坦地・金南風、堀)

(イ) 被害

- 葉鞘が犯されることにより茎が弱くなり倒伏の原因となり、倒伏によりさらに激しく発病する。激発すると50%程度の減収となる。
- 第3葉鞘より上位の葉鞘に発病すると減収など被害を生じる。

(ウ) 防除のねらい

- 病斑が上位葉に進展を防ぐことに主眼を置く。
- 薬剤が葉鞘によく付着するように株もとを中心に防除する。
- 発生子察情報に注意する。

(エ) 耕種的防除

- 不必要な早植えをさける。
- 密植、窒素の多用をさけ、分けつを多く出しすぎない。

(オ) 防除のめやす

- 上位葉への進展が始まる出穂前14日の発病株率が15~20%以上あれば出穂1週間前までに防除する。
- 防除後も上位葉への進展が止まらない場合は追加防除する。

ウ ごま葉枯病

(ア) 発生生態及び発生しやすい条件

育苗期から収穫期まで全期間を通じて発病する。種子や被害わらが伝染源となる。

出穂期以降の高温、多日照の条件で発生が多くなる。また、土壌条件や肥培管理の影響を大きく受け、窒素肥料不足や、いわゆる秋落ち水田での発生が多い。

(イ) 被害

- 種子伝染により苗に発生すると、いわゆる「苗焼け」を起こす。
- 穂枯れが発生するとみごが折れて落ち穂となり減収したり籾の充実不良、茶米が発生する。

(ウ) 防除の考え方

- 土壌改良や施肥改善による対策を行う。
- 種子消毒を徹底する。

(エ) 耕種的防除

- 土壌改良資材の投与
- 堆きゅう肥の施用
- 被害わら籾殻の完全堆肥化
- 適正な水管理

(オ) 防除のめやす

- 葉での発病が多い場合、穂枯れが発生すると被害が大きくなるので穂ばらみ期から傾穂期にかけ穂いもちなど他の病害虫との同時防除を行う。

エ 白葉枯病

(ア) 発生生態及び発生しやすい条件

細菌による病害で病原菌はサヤマカグサなどイネ科雑草で越冬し、イネが浸冠水や台風の襲来を受けたときに発生する。特に初期の浸冠水が後期発病と密接に関係しており注意する。

(イ) 被害

- ・ 葉が早期に枯れあがり稔実が阻害され、収量、品質に大きな影響がでる。

(ウ) 防除の考え方

- ・ 常発地では粒剤による予防防除につとめる（いもち病と同時防除が可能な薬剤の利用）。
- ・ 台風や浸冠水による発病防止。

(エ) 耕種的防除

- ・ サヤマカグサの除去。
- ・ 罹病稲わらの処分を徹底する。
- ・ 窒素肥料の多用は避ける。

(オ) 防除のめやす

- ・ 粒剤の散布適期は移植後7～10日と出穂前3～4週間前。
- ・ 台風通過後や浸冠水のあとの防除を徹底する。
- ・ 非常発地では初発生を確認後防除する。

オ もみ枯細菌病

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

苗腐敗症と粃枯症を起こす。苗腐敗症は汚染された種粃を用い、浸漬や催芽、出芽温度が高すぎた場合などに発生しやすい。また、粘土質の透水性の悪い床土やpH5.6以上の高pHの床土で発病が多くなる。保菌苗の移植は本田での粃枯症の発生につながるの苗腐敗症が発生した苗は本田に植え付けない。粃枯症は出穂前7日の最低気温が22～23℃以上で出穂前後に適度の降雨と風があると多発する条件となる。

(イ) 被害

- ・ 育苗中の苗腐敗と出穂期以降の粃枯症の被害がある。
- ・ 苗腐敗については育苗の項参照。
- ・ 粃枯症罹病粃は、玄米に健全部との境界に明瞭な筋ができ、萎縮、奇形になり稔実不良となる。激しく発病すると穂は直立したままになり70%以上の減収となる。

(ウ) 防除の考え方

- ・ 発生予察が困難で卓効を示す薬剤が少ないため、耕種的防除を中心に予防的対策を心がける。

(エ) 耕種的防除

- ・ 塩水選を十分行う。
- ・ 無病種子を用いる。

- ・ 育苗管理が高温にならないように注意する。
- ・ 育苗期間中の過剰灌水は行わない。
- ・ 苗腐敗症が発生した育苗箱では健全に見える苗も保菌している危険性が高いため、移植には供しない。
- ・ 植え付け後、本田初期の水管理は浸冠水しないよう浅水管理とする。

(オ) 防除のめやす

- ・ 種子消毒を徹底する。
- ・ 本田防除は気象条件から発生が予想される場合予防的に薬剤散布する。

カ イネミズゾウムシ

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

海外からの侵入害虫で年1世代を過ごす。単為生殖で繁殖し、日本にはメスのみが分布する。

水田周辺の林地などで越冬した成虫は3月頃から活動を開始し、イネ科雑草を摂食しているが田植え後はすぐに水田に侵入しイネの葉を食害する。このため、越冬地に近い山間の水田で被害が多く、ほ場内でも畦畔部で被害が多くなる。また、周囲のほ場より早植えすると被害が集中するので注意する。

葉鞘内に産卵し、孵化した幼虫は土中に入り、根部に食入し根を食害する。約1か月で土まゆをつくり蛹になる。新成虫は7月中旬から現れイネの新葉を食害するが実害はない。

(イ) 被害

- ・ 成虫数が多い場合は葉の食害等の被害が起こるが、幼虫による根の食害の方が影響が大きく生育遅延や株絶えが起こる。

(ウ) 防除の考え方

- ・ 田植え直後の成虫による葉の食害防止と幼虫による根の食害防止のため、常発地帯では箱施薬や水面施用剤で防除する。

(エ) 耕種的防除

- ・ 地域内での極端な早植えはさける。
- ・ 浅水管理、排水対策を行い根を健全に保つ。

(オ) 防除のめやす

- ・ 移植後10～15日後に成虫が株あたり0.5頭以上いれば水面施用剤で防除する。
- ・ 発生予察情報などのイネミズゾウムシ発生予測により本田侵入時期に注意する。

キ トビイロウンカ

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

海外から6月から7月の梅雨期に主に飛来する。年により飛来量、飛来時期が異なり、これにより発生量や発生時期が異なってくる。日本ではほぼ1か月で1世代をおくり3～4世代を過ごす。8月中旬以降急激に増殖し坪枯れが発生する。高温、少雨の気象条件で増殖率が高くなる。

(イ) 被害

- 8月中旬頃から急激に生息密度が高まり坪枯れが発生する。坪枯れにより収量、品質に大きな影響を及ぼす。特に出穂期以降坪枯れが発生しやすい。

(ウ) 防除の考え方

- 発生状況を確認し若齢幼虫期に防除を行う。
- 年により発生の状況が大きく異なるので発生予察情報に十分注意する。
- 薬剤は株もとまで確実に届くよう注意する。
- 薬剤の特性に注意し、的確な薬剤を選択する。

(エ) 耕種的防除

- 密植や多窒素による過繁茂を避ける。
- 落水時期に注意して、根を傷めないよう注意する。

(オ) 防除のめやす

- 防除は、飛来してきた成虫が産み付けた卵からふ化した幼虫（第1世代幼虫）の若齢期（7月下旬～8月上旬頃）と次の世代の若齢幼虫期（8月下旬から9月上旬頃）を対象に行う。
- 6月下旬から7月中旬の密度が100株当たり10頭以上いれば多発の可能性が高くその後の発生状況に注意する。
- 7月下旬から8月上旬に100株当たり20頭以上いれば直ちに防除する。
- 8月中旬から9月上旬にかけて1株当たり5頭以上いれば直ちに防除する。
- 散布数日後に防除効果を確認する。

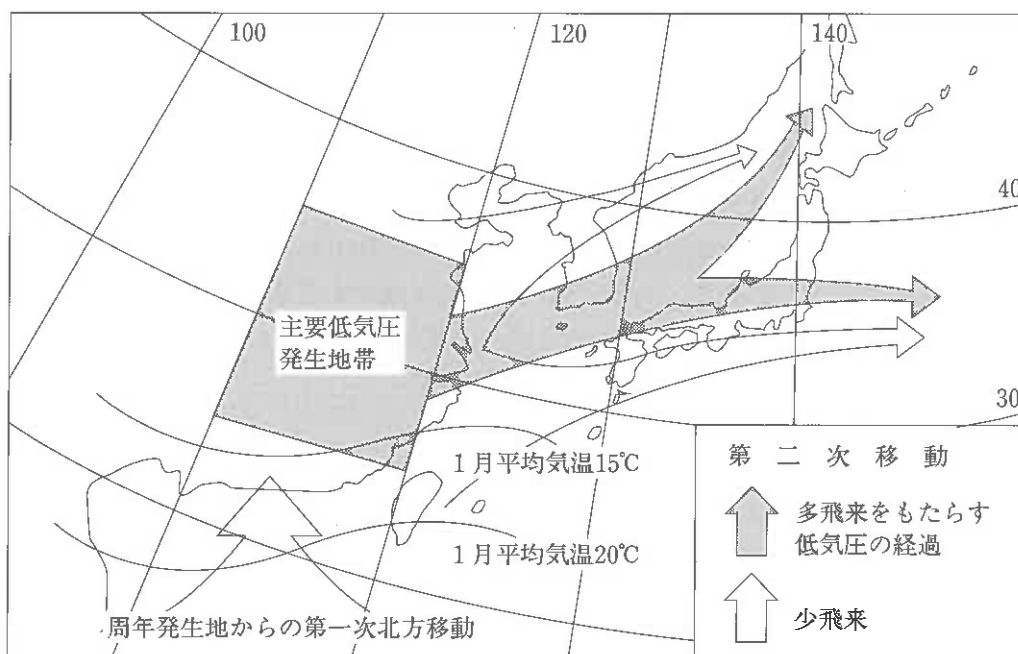


図65 トビイロウンカの飛来

表87 トビイロウンカ防除薬剤の特性表

薬剤系統	薬剤名	作用性等	効 果		
			卵	幼虫	成虫
有機リン剤	ダイアジノン スミチオン マラソン	神経系に作用し異常興奮を起こす。	×	◎	○
カーバメート系	マクバール バッサ ミプシン	神経系に作用し異常興奮を起こす。浸透移行性があり即効的だが残効性は短い。ミプシン剤は残効性に優れる。	×	◎	○
合成ピレスロイド系	トレボン	極めて即効性だが浸透移行性はない。	×	◎	○
IGR系	アプロード	脱皮阻害剤、殺成虫作用はないが幼虫、卵に有効。残効性に優れる。	○	◎	×
クロロニコチニル系	ベストガード アドマイヤー	神経系の刺激伝達系を遮断する。遅効的だが残効性に優れる。	×	◎	○
フェニルピラゾール系	プリンス	刺激伝達阻害、残効性に優れる。箱施薬のみで使用する。	×	◎	○
有機ケイ素系	Mr.ジョーカー	刺激伝達阻害、浸透移行性はない。残効性がある。	×	◎	○

ク セジロウンカ

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

トビイロウンカと同様に海外から飛来する。トビイロウンカのような著しい増殖はしないが飛来量が多く予察灯で1晩に10万頭以上誘殺されるような異常飛来をすることがある。また、局所的に異常飛来する事があるので注意する必要がある。

出穂後は水田での密度は急激に減少する。

(イ) 被害

- ・ 異常飛来があったとき産卵痕が目立つ。
- ・ 発生量が多いとイネの黄化、著しい場合には枯死する。
- ・ 出穂前に密度が高まると褐変穂が発生する。

(ウ) 防除の考え方

- ・ 通常の飛来では飛来世代に対する防除の必要はない。
- ・ 飛来時に株当たり10頭以上いれば異常飛来として防除を行う。
- ・ 多発生の場合は7月下旬から8月上旬の幼虫最盛期に防除を徹底する。

(エ) 耕種的防除

- ・ 地域内で極端な遅植えにしない。

(オ) 防除のめやす

- ・ 幼虫発生最盛期（穂ばらみ中期まで）に株当たり50頭以上で防除する。
- ・ 発生予察情報に注意する。

ケ ツマグロヨコバイ（イネ萎縮病）

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

ツマグロヨコバイは水田内外のイネ科雑草で越冬し、水稻が植え付けられると移動しイネで3～4世代を過ごす。また、イネ萎縮病を永続的に伝搬する。

暖冬で越冬量が増加する。6～7月の高温で増殖率が高く秋の多発生の原因になる。

(イ) 被害

本田初期：萎縮病媒介

出穂前後：吸汁害はあまり問題にならないが、発生量が多いと排泄物にすす病が発生する。

(ウ) 防除の考え方

- ・ 本田初期の萎縮病伝搬防止と出穂前後の吸汁害防止のための防除を行う。

(エ) 耕種的防除

- ・ 早植えを避ける。
- ・ 萎縮病罹病株の抜き取りを行う。

(オ) 防除のめやす

- ・ 6月4半旬頃の本田への飛び込む第2回成虫、第2世代幼虫の発生量に注意する。

コ ヒメトビウンカ（縞葉枯病）

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

ヒメトビウンカは越冬幼虫が3月下旬から4月上旬にかけてムギ等に移動、増殖し水稻へ移動してくる。

縞葉枯病を永続的に伝搬する。ウイルスの保毒虫率が高いほど縞葉枯病の発病率は高くなる。水田では低密度で収穫期まで推移する。

小麦やイタリアンライグラスに隣接するほ場で発生が多い。

(イ) 被害

- ・ 縞葉枯病の発生

(ウ) 防除の考え方

- ・ 箱施薬により他の初期害虫との同時防除を行う

(エ) 耕種的防除

- ・ 早植えで発生が多くなるので注意する。

(オ) 防除のめやす

- ・ 縞葉枯病ウイルスの保毒虫率に注意する。
- ・ ムギ類の栽培地帯では発生量が多くなるので注意する。

サ コブノメイガ

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

海外からの飛来害虫で、年により飛来時期、飛来量が異なり、その年の発生量や発生時期に影響する。

ほぼ1か月で1世代を過ごす。遅植えのイネや葉色が濃いイネを集中して加害する。出穂後はイネへの産卵数は減少する。

(イ) 被害

● 葉をつづって食害する。被害葉率25%で5%の減収となる。特に止葉から上位3葉が加害されると被害が大きくなる。

(ウ) 防除の考え方

● 上位3葉への加害を経済的許容水準以下に抑える。

(エ) 耕種的防除

- 多肥栽培しない。
- 周囲より極端な遅植えをさける。

(オ) 防除のめやす

- 若齢幼虫期に防除する。
- 普通期栽培では第1世代幼虫(7月下旬から8月上旬頃)、遅植えでは第2世代幼虫(8月下旬)が防除の対象となる。
- 発蛾最盛期に1mの棒による払い出しで5頭/m²以上確認されれば、粒剤では直ちに、粉剤では1週間後をめどに防除を行う。周囲より葉色が濃い場合は、特に注意が必要となる。
- 発生予察情報(発蛾最盛期の予測)に注意する。

シ イネツトムシ(イチモンジセセリ)

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

6月上旬から中旬に第1回成虫が出てきてイネに産卵する。2回成虫は7月下旬から8月上旬にかけ出現して産卵する。幼虫は数枚の葉をつづり合わせてツトを作り食害する。ツトの中できなぎになる。成虫はイチモンジセセリ。

(イ) 被害

券葉率10%で2%、20%で4%、30%で7%の減収となるが、穂がつづられると著しく減収する。

(ウ) 防除の考え方

- 日中はツトの中にいるため、浸透性薬剤、食毒性薬剤を使用する。
- 若齢幼虫期(葉を小さく巻く時期)に防除する。

(エ) 耕種的防除

- 地域内で極端な遅植えにしない。

(オ) 防除のめやす

- 発生予察情報に注意する。

ス 斑点米カメムシ類

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

山口県における主要な斑点米カメムシは、ホソハリカメムシ、シラホシカメムシ、トゲシラホシカメムシ、アオクサカメムシ、クモヘリカメムシ、アカヒゲホソミドリメクラガメ、ヒョウタンナガカメムシ類などがある。種類により発生時期に差があるが、イネが出穂するまでは水田周辺のイネ科雑草で増殖し、出穂後に水田に移動してくる。管理不良でイネ科雑草が繁茂している休耕田や畦畔の周囲では発生が多くなる。特に出穂直前や出穂後の草刈りはカメムシの水田への侵入を助長する。

(イ) 耕種的防除

● 水田周辺の雑草の適正管理

- ・ 出穂前2週間までに周辺の除草を完了させる。
- ・ 出穂後、出穂直前の草刈りは逆効果となる。

(ウ) 被害

未熟な粳を吸汁されることによる不稔粒、死米、斑点米の発生、子実の肥大阻害が発生する。カメムシの種類により加害最盛期が異なり被害も異なる。

出穂の早いほ場ではカメムシが集中して被害が出やすいので注意する。

表88 カメムシの種類、加害時期と被害

種 類	加害時期	被 害	加害能力(粒)
			1頭1日加害粒数(平均的加害粒数)
ホソハリカメムシ シラホシカメムシ トゲシラホシカメムシ アオクサカメムシ クモヘリカメムシ	開花期から 収穫期まで 全期間	死米、不稔斑 点米 子実肥大阻害	0.1~2.0以上(0.1~0.4) 0.3~2.0以上(0.7~0.9) 0.1~2.0以上(0.1~0.3) 0.3~1.5 (~) 0.1~1.3 (0.1~0.4)
アカヒゲホソミドリメクラガメ アカズジメクラガメ	開花期から 開花後20日 頃まで	死米、不稔	0.1~2.0 (~) 0.1~2.0以上(0.1~0.2)

(エ) 防除の考え方

- 出穂後水田に移動してきた成虫を対象とする。
- ・ 防除適期は穂揃期とその7日後の2回とするが、カメムシの発生が多い場合は追加防除する。
- ・ ほ場内だけでなく周囲の畦畔や休耕田も合わせて防除する。

(オ) 防除のめやす

- 出穂期までは水田周辺のイネ科雑草で増殖するため水田内の密度を把握することは難しい。周辺雑草に斑点米カメムシ類が確認されたら穂揃期以降防除する。
- 穂揃期の防除は基幹防除に組み込み必ず実施する。その後も発生状況によって追加防除する。

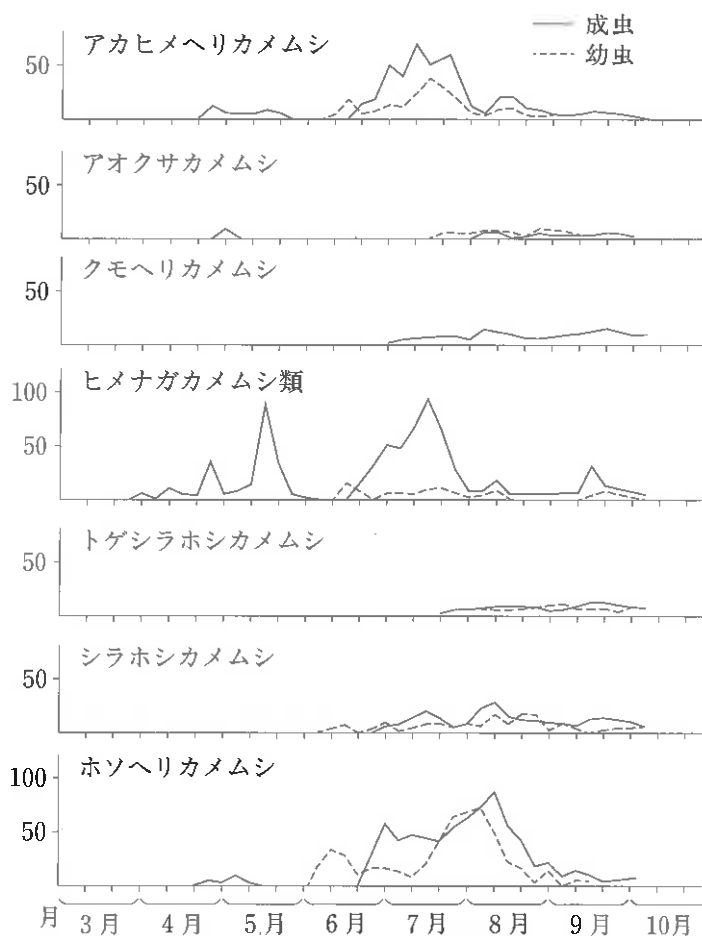


図66 休耕田での発生活長

セ スクミリングガイ

(ア) 発生生態と発生しやすい条件

昭和56年頃から食用を目的に台湾などから輸入され、日本でも養殖された。この一部が野生化し水稻を食害するようになった。山口県では1998年現在13市町で発生が確認されている。成長すると7~8cmとなり、貝は右巻きで殻口は大きく角質のふたがある。

生存は2~38℃で可能だが14℃以下では休眠状態となる。3~5年生存する。

卵は鮮やかなピンク色をしており、30~700粒の卵塊となる。産卵は10日間隔で1年間に3,000~8,000個となる。

乾燥状態でも土中で100日以上生存可能である。

(イ) 被害

- 田植え直後から2~3週間までの水中のイネを食害するため欠株が生じる。

(ウ) 防除の考え方

- 未発生地域への侵入防止に努める。
- 本田での発生密度を低下させ、移植後の苗への食害を軽減させる。

- 有効な薬剤が少ないため耕種的防除を中心に行う。
- 薬剤の箱施薬、水面施用により食害防止を図る。

(エ) 耕種的防除

- 収穫後から冬期の石灰窒素施用と湛水攪拌、冬期耕起による越冬密度の低下を図る。
- 代かき時の石灰窒素施用と湛水攪拌、及び成幼貝の捕殺、卵塊のすりつぶし等による初期密度の低下に努める。
- 取水口、排水口に金網を付ける等侵入防止に努める。
- 水中でしか摂食できないため浅水管理を徹底し被害防止に努める。
- 転作による密度低下を図る。

(オ) 防除のめやす

- 発生を確認したら直ちに対応する。

Q

それぞれの病害虫防除適期の考え方や防除適期の幅は？

A

諸事情によって、防除情報等で示された適期内に防除できない場合があります。その場合いつまで防除できるのかが問題となります。病害虫の種類や稲の生育ステージによって防除適期の考え方が異なります。また、それぞれの薬剤の作用機作が異なるため、使用する農薬の種類や剤形に留意する必要があります。

基本的な考え方は、害虫の齢期によって防除適期が決まるものと、稲の生育ステージによって防除適期が決まるものがあり、その防除適期の中に防除する必要があります。

○ 害虫の齢期によって決まる適期

トビイロウンカやコブノメイガ等では、薬剤の効果が最も高くなる若齢幼虫期が適期となります。薬剤によって効果があるステージが異なるので（本文参照）薬剤の選定には注意する必要があります。

トビイロウンカ 幼虫3齢期まで（約5～7日間）が防除の基本で、遅ければ防除効果が劣ります。IGR剤を使用すれば卵期間を含めた幼虫期防除が可能になります。

コブノメイガ 発蛾最盛期から7～10日が基準（幼虫のほとんどが1齢）で、その後2～3日（3齢になるまでの期間）は防除効果があります。しかし、発蛾最盛期7日後以前の防除は卵期と重なり効果が望めません。その時期に薬剤の効果が現われることが必要で、粉剤ではその時期に、粒剤では発蛾最盛期に散布することになります。

○ 稲の生育ステージによって決まる適期

いもち病、紋枯病、イネミズゾウムシ、斑点米カメムシ等は稲の生育ステージによって防除時期が変わります。

葉いもち 発生を認めたら直ちに防除するのが基本ですが、多発時以外は穂いもちの伝染源にしないという考え方にたち、出穂30日前から10日前までに（上位3葉への感染防止）防除します。その場合、治療効果の高い薬剤を選択し防除します。

穂いもち 穂ばらみ後期と穂揃期の2回が基本です。穂ばらみ後期の防除は出穂直前まで可能です。

紋枯病 出穂前14日が基準です。出穂20日前ころから出穂直前まで可能で、病斑が上位進展を始めると効果が劣ります。そのため、発病状況に注意をはらう必要があり、止葉から数え3番目の葉鞘に病斑が進展しはじめる直前まで（第3葉鞘は出穂10日前頃から罹病性が高まる）に防除します。

カメムシ 出穂直後の加害で不稔粒、糊熟期の加害で斑点米が増加するため、穂揃期とその7日後の防除が基本となります。薬剤は残効が期待できないので、発生状況を見ながら穂揃期から糊熟期（出穂後20～30日後）までの間に防除します。

Q**無人ヘリコプター防除薬剤の選定で、特に注意することは？****A**

薬剤の選定は、本文で述べたとおりです。無人ヘリコプターを用いての防除を考える場合、①無人ヘリコプターで散布可能な登録がとれていること ②混用が可能かどうかを確認する必要があります。

特に混用可否については、各メーカーが新しい情報を出していますので、それ入手する必要があります。無人ヘリコプターによる防除で使用する薬液は、希釈濃度が8倍程度（薬剤によって異なる）と一般よりも高い濃度で使用するの、混合後の固化や粘性の増加、分離などの問題が出る場合があります。防除効果を確実に得るためにも混用の可否を確認し薬剤を選定します。

10 収穫・乾燥・調製

「商品」としての米を仕上げる。これまでの栽培の成果である収量・品質・食味を低下させないため、適期収穫及び適正な乾燥調製で、玄米水分15%、整粒歩合80%以上の1等米とする。

山口県産米は、地域ごとに1等米比率や仕上げ水分に大きな違いが出ており高い評価が得られていないのが現状である。したがって、流通上の評価が得られる品質でのロットを形成するため、均質な米の生産を推進する。このため、地域での収穫作業の計画化を考慮した作付け、共同乾燥調製施設の設置利用を強力に進めるとともに、生産者に流通評価情報が的確に伝わり、技術対応が徹底できる体制整備を推進する。

(1) 適期収穫

収穫の適期は、青味籾率で判定し、青味籾率が15~10%（ヒノヒカリは20~10%）の時期に収穫を行う。

青味籾率は、ほ場内数カ所以上から各株の上位3穂を観察し、穂首近くの2次枝梗籾を中心に青味を残している籾の割合で判定する。青味籾の残り方は、品種や穂相によって異なるので注意する。

出穂後の日平均気温の積算温度や出穂後日数も適期判断の目安として使えるが、穂相（枝梗数や籾数）が異なった場合、積算温度や出穂後日数で判断すると、適期を逸する恐れがあるので、あくまでも青味籾率を確認する。一般的に刈取り適期は、1次枝梗籾の割合が高く2次枝梗数が少ない場合は早くなり、その逆の場合は遅くなる。穂軸の黄化率での判定は、高温年と低温年での差が大きく、普遍性に問題があるので目安としては使わない。

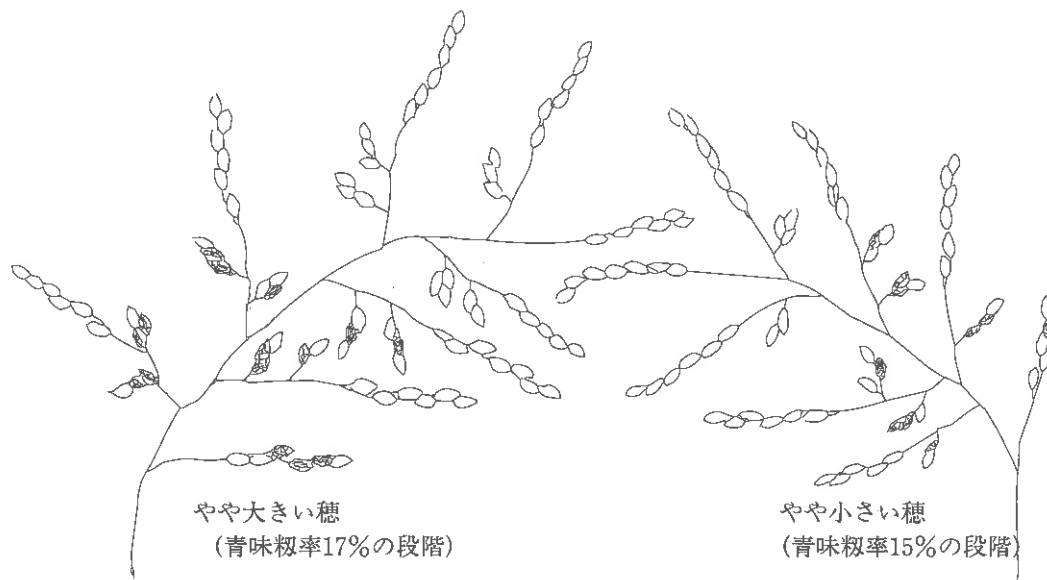


図67 穂相の違いと青味籾率（品種；晴るる）

表89 刈取時期幅の目安

品 種 名	積 算 温 度(°C)					
	800	850	900	950	1,000	1,050
			(早限)	(適期)		(晩限)
コシヒカリ		青み粃率20%	15%	10%	5~10%	
晴るる		青み粃率20%	15%	10%		
ひとめぼれ		青み粃率20%	15%	10%		
ヒノヒカリ		青み粃率20%	15%	10%	5~10%	

※ 積算温度は、穂相及び年次によって大きく変わるので注意する。

中山間地域でのコシヒカリからヤマホウシ級の熟期の品種では、青味粃率を、出穂後の積算気温とm²当たり粃数である程度予測することが可能である。

(1997 山口徳佐)

表90 青味粃率の予測式(1992~1995 コシヒカリ、とくひかり、ヤマホウシ) n=95

目的変数	予測式	決定係数
青味粃率(%)	$Y = 81.4281 - 0.0969X_1 + 0.1353X_2$	$R^2 = 0.773$

注) X_1 ; 出穂後積算気温
 X_2 ; m²当たり粃数(粒/m²×100)
 予測式の範囲 $600 < X_1 < 1450$
 $200 < X_2 < 450$
 $0 < Y < 100$

表91 青味粃率の予測値の補正式(2次式)

青味粃率(%)	$Y = 0.0045 + 0.3394x + 0.0126x^2$	$R^2 = 0.8315$
---------	------------------------------------	----------------

注) x ; 前表で算出した青味粃率の予測値

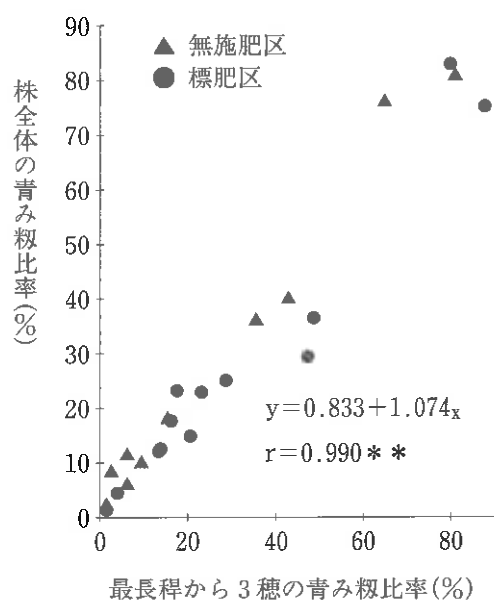


図68 最長稈から3穂と株全体の青み粃比率 (1992 徳佐分場)

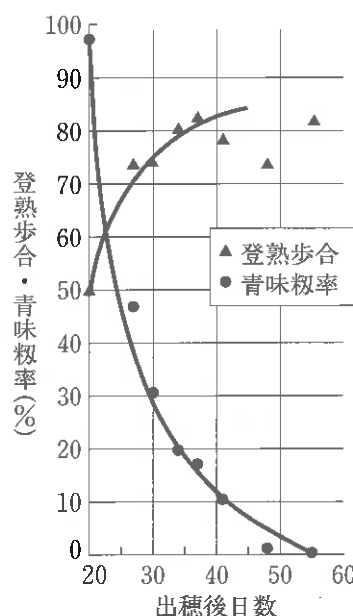


図69 出穂後の登熟及び青味 (1995 山口徳佐)

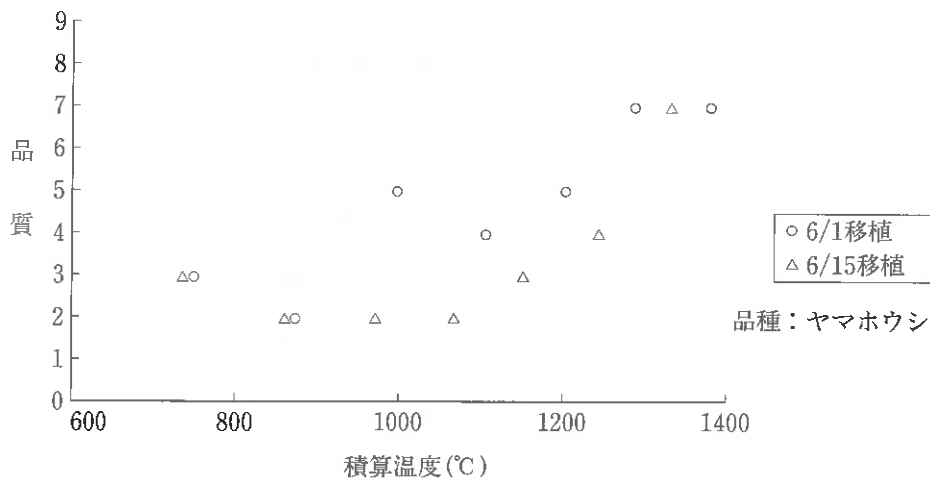


図70 出穂後刈取りまでの積算気温と品質 (1979 山口農試)
 注) 品質 1～3は検査等級1等、4～6は2等、7～9は3等相当
 品種；ヤマハウシ

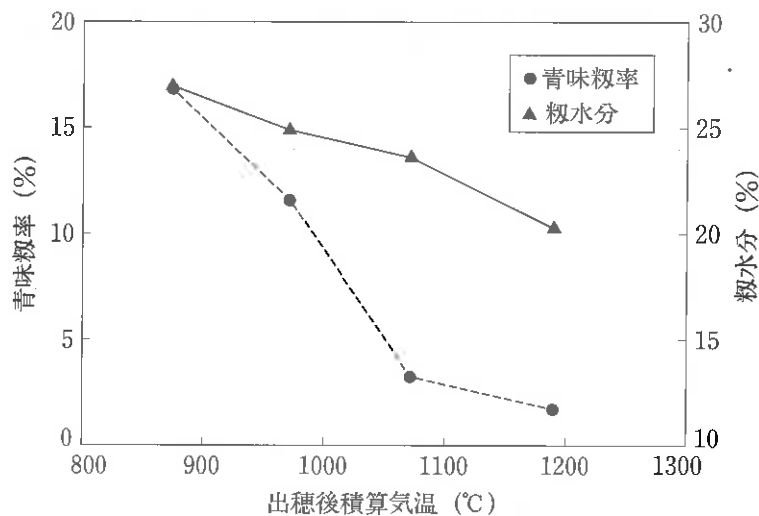


図71 成熟期頃の青味粳率と粳水分の変化
 ※ 品種；晴る (1998 山口農試)

極端な早刈りでは、青米が多く、玄米窒素含量が高くなる。刈り遅れでは登熟の遅い2次枝梗の玄米の粒厚が厚くなり、通常では未熟粒として篩から落ちていたものが選別できず残るため玄米窒素含量が高まる。また、刈り遅れでは、着色粒や被害粒の混入が多くなり外観品が著しく低下する。

登熟期間の前半が高温の年は、1次枝梗粳の登熟が進み胴割米が発生しやすくなり、刈り取り適期幅が狭まるので刈取適期判定をやや早める。低温年は青味粳率の減少が緩やかで胴割米の発生が少ないので、早過ぎる刈取は未熟米の混入が多くなるので注意する。登熟前半が天候不良で、後半に回復するような年は、青未熟粒や乳白米の混入割合が高くなり品質が低下するので刈り遅れないようにする。

表92 収穫時期と食味総合評価値との関係(1994 富山農技セ)

成熟期後日数 (日)		-8	-4	0	4	8	12
籾黄化率 (%)		43.2	66.4	84.1	92.2	97.6	98.7
出穂後日平均積算気温(°C)		813	914	993	1,080	1,161	1,243
食味総合評価値	1990年	-0.59	-0.30	0.00	0.00	-0.37	-0.37
	1991年	-0.34	-0.05	0.00	-0.08	-0.05	0.15
	1992年	-1.09	-0.05	0.00	0.04	-0.15	-0.07

注) 籾黄化率、出穂後日平均積算気温；3年間の平均食味試験；パネラー数10人(男女5人)、2反復の平均品種；コシヒカリ

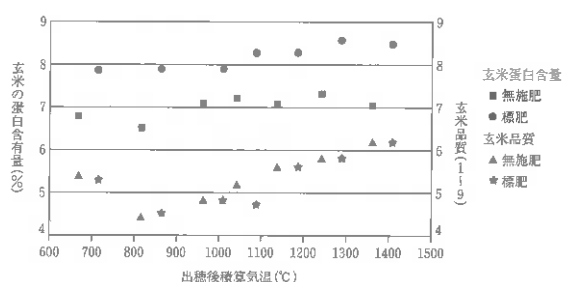


図72 出穂後積算気温と玄米の蛋白含量と品質 (1992 山口徳佐)

(注) コシヒカリ、平均粒数は無施肥が268、標肥が369×100粒/m²

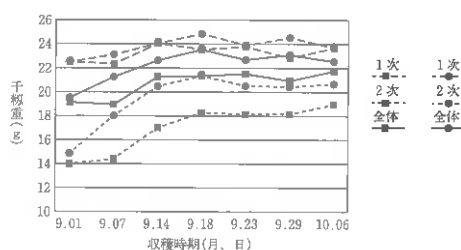


図73 収穫時期と千粒重 (1994 徳佐分場)

(注) ■は標肥、●は無窒素

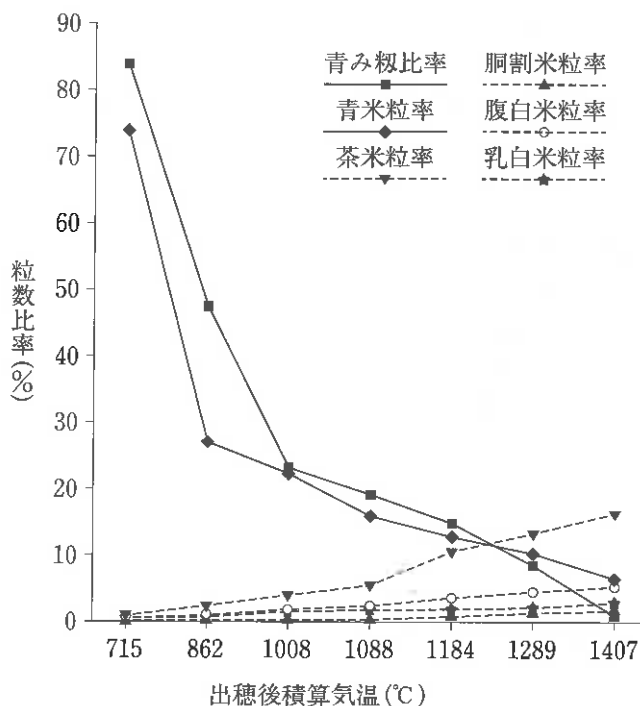


図74 出穂後積算気温と青み籾比率及び品質 (1992 徳佐分場)

(2) 乾燥

乾減率0.8%以下で乾燥し、仕上げ水分15%とする。

乾燥機の送風温度が高いほど食味が低下する。特に初期水分が高い場合に、食味低下の度合いが大きいので、初期水分が高いほど低温で乾燥する必要がある。また、乾燥速度が早い（急速乾燥）ほど、胴割れの発生が多くなる。胴割米は搗精時に碎米になりやすく、搗精歩留まりが低下し、さらに米飯の粘りがなく、べとつき、食味が低下する。

仕上げ水分が14%以下の過乾燥となると、食味の低下が大きい。水分が低い米ほど炊飯前の浸漬時に表面に亀裂が多く発生し、澱粉の溶出が多くなることなどが理由である。また、過乾燥では燃料費や電力料金がかさむ他、収量も目減りする。1%よけいに乾燥すると、玄米60kg当たり約700gの損失となる。

過乾燥防止のための作業についての詳細は、機械作業の項を参照する。

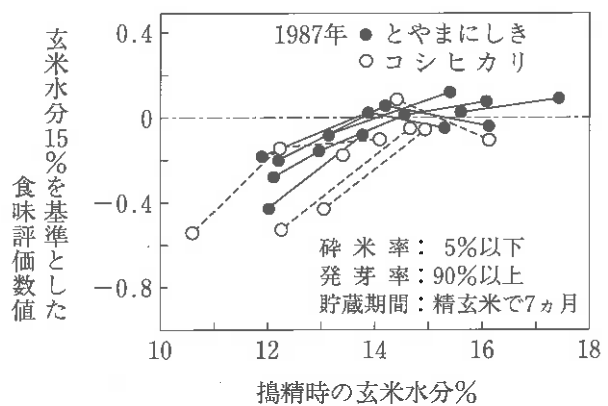


図75 循環式乾燥機で乾燥した籾の水分と食味の関係 (1989 富山農技セ)

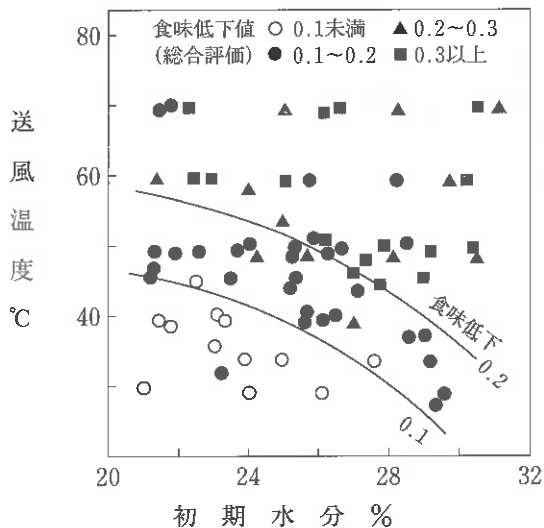


図76 循環式乾燥機における乾燥条件と仕上げ米の食味低下との関係
(基準米：常温通風乾燥米)
(1989 富山農技セ)

(3) 調製

乾燥後は、十分に放冷し、肌ズレとにならないよう扱摺りを行う。

米選は、1.85mm以上のふるい目の回転米選機を用い、整粒歩合80%以上に仕上げる。

整粒不足は、検査等級を下げる大きな要因となっている。粒厚が厚いほど玄米中タンパク質が少なく食味が高く、外観品質も良好である。

調製作業の詳細については、機械作業の項を参照する。

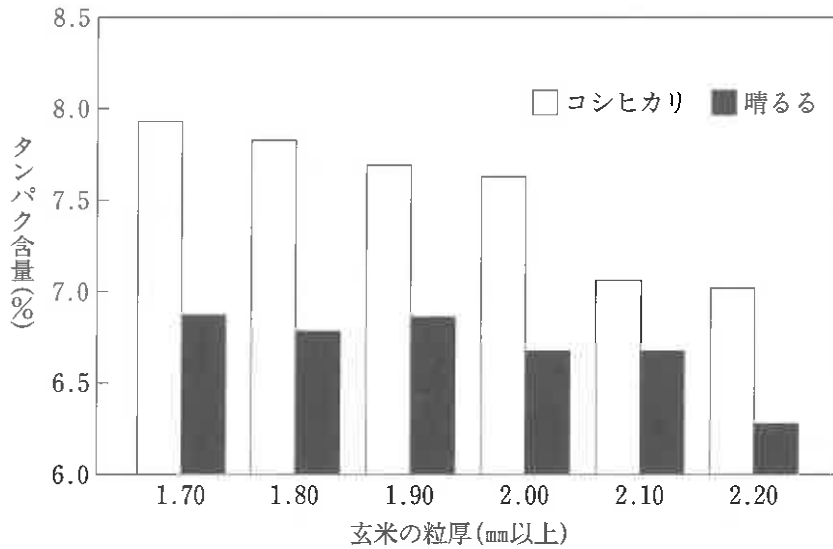


図77 玄米の粒厚とタンパク質(1998 山口徳佐)

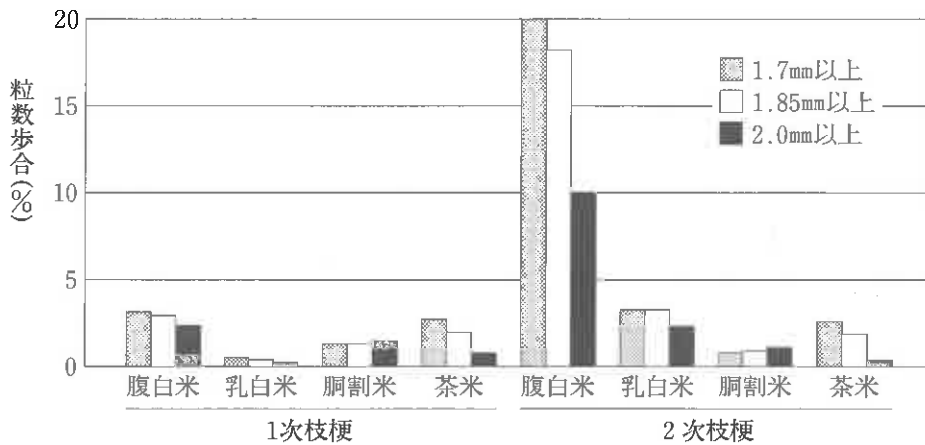


図78 枝梗別品質(1998 晴るる 山口徳佐)

表93 粒厚別玄米収量(日置農改)

年度	株当たり精玄米重(g/株)	
	1.7mm \leq	1.85mm \leq
1984	29.0	26.9(92.8)
1985	26.2	25.5(97.3)
1986	29.6	29.2(98.6)

品種；コシヒカリ、10カ所各5株分解調査平均()は1.7mm以上精玄米にしめる1.85mmの割合

表94 玄米の粒厚分布(1998 山口農試)

移植期	品 種	粒厚分布(重量%)				
		<1.7mm	1.7mm \leq	1.85mm \leq	2.0mm \leq	2.2mm
5/11	コシヒカリ	3.9	10.2	40.4	44.9	0.5
	晴るる	2.7	8.6	31.6	55.8	1.3
	ひとめぼれ	0.9	2.3	2.8	77.8	6.2
	ヒノヒカリ	0.9	5.1	25.1	66.2	2.6
6/5	コシヒカリ	3.4	6.0	30.1	59.8	0.7
	晴るる	2.1	5.3	28.0	63.5	1.2
	ひとめぼれ	0.6	2.5	13.0	76.7	7.2
	ヒノヒカリ	0.6	3.1	18.9	74.8	2.7

注) 1998年は、移植時期・成熟期が早いほど充実が劣った。



自然乾燥が食味が良いと聞きましたが、乾燥方法と食味の関係は？

A

一般的に、自然乾燥米が食味が良いという風潮がありますが、必ずしも食味が良いとは限りません。

乾燥段階で係わる食味の変動は、生産段階で得られた食味をいかに落とさないかが重要な技術課題です。

ほ場でのハゼ干しや除湿乾燥機を用いた乾燥について「自然乾燥」と言われています。ハゼ干しの場合は、気象条件によって大きく影響を受け、食味が大幅に低下する場合があります。高温・乾燥の気象条件下では、ハゼ干し期間が長くなると胴割れや過乾燥が発生しやすく、更に乾燥途中で降雨に遭うと更に大量の胴割れの発生を招きます。胴割れが多いと食味は大幅に低下します。除湿乾燥機で乾燥する場合は、通常の火力乾燥に比べて乾減率が低く乾燥の早さが刈取り時の籾水分によって大幅に変動します。したがって、収穫期に降雨が多いなど高水分での収穫が行われた場合や乾燥機の能力を越えた収穫が行われた場合は、変質米を出す恐れがありますし、そのような条件下で収穫作業を遅らせれば立毛中の胴割れの発生や食味の低下を招く恐れがあります。

火力乾燥の場合も、高水分収穫で高温・急速な乾燥を行った場合は食味が低下します。

いずれの乾燥方法でも、過乾燥になった場合や、乾燥作業が適正に行われなければ、やはり食味が低下します。

乾燥方法に応じた的確な作業が実施された場合は、いずれの場合も食味の低下はありません。これらのことから、自然乾燥が食味が良いということにはなりません。それぞれの乾燥の方法の問題点をよく理解し、乾燥での事故を発生させないようにすることが最も大切なことです。