

岡山県における水稻の 生育調節剤の利用状況について

岡山県農業試験場北部支場 岡武三郎

1. は じ め に

水稻の栽培にあたっては、常に生育を良好にし、増収と品質の向上を目指した肥培管理が行われている。しかし、生育期間中の環境要因の変化や品種本来の特性などによって生育、収量及び品質などの低下が起ることがしばしばみられる。そこで発芽から収穫までの過程で、環境要因などに対応し、人為的に水稻の生理活性機能を高め、作物の生産性を向上させる努力が払われてきている。その目標は発芽・苗立の安定、健苗育成、活着促進、生育制御、登熟向上、倒伏軽減などであり、目標達成のために植物生理活性を示す生育調節剤が利用されることもある。その結果、品質向上や増収が得られるとともに、低コスト化がはかられることが多い。

近年この生育調節剤における分野での開発研究が進んできており、種々の場面で多くの剤が実用化されてきている。そこで岡山県における水稻に対するこれら生育調節剤の利用状況について触れてみたい。

しかし、安定して定着するためには、栽培技術面で種々解決しなければならない点が多い。これまで出芽時の酸素要求量との関係で土中播種ができ難く、土壌表面播の栽培が一般的であった。この播種法では転び苗などの発生も多く、また株の支持力が弱い倒伏の発生がみられることが多く、栽培の安定性に欠ける面がみられた。

そこで種子に過酸化カルシウム (CaO_2) を粉衣することによって、土中に播種しても種子の周辺に酸素が放出されるため、出芽・苗立の向上がはかられることが明らかになった(第1表)。そのため従来の表面播種に替って土中播種が可能になり、耐倒伏性が若干向上するようになった。

この湛水土中直播栽培については、本県ではメーカー主導型の普及がはかられ、中国地域の中では普及面積は多い。しかし、土中播種は可能になったものの、実際の播種深度は1cm以下の浅いものが多く、耐倒伏性などから未だ不

第1表 発芽ならびに初期生育に及ぼすカルパー粉衣の影響

(昭45, 岡山農試)

2. 水稻に対する各種生育調節

剤とその利用

(1) 発芽・苗立関係(湛水直播)

水稻栽培における省力化の切り札的なものとして、近年湛水直播栽培が各地で取りあげられてきた。

区 名	苗立数 (本/㎡)	転び苗 (本/㎡)	苗立率 (%)	播 種 後 16 日			
				草 丈 cm	令 l	乾物重 g	
無 処 理	148	1	43	7.3	1.5	1.3	
カルパー 30%粉衣	254	2	73	7.3	1.5	1.4	
" 60%粉衣	236	3	68	7.7	1.5	1.2	
" 100%粉衣	200	0	57	7.9	1.5	1.5	

第2表 岡山県における直播栽培の推移

	昭 59	60	61	62	63
	ha	ha	ha	ha	ha
水稲作付け面積	50,300 (100)	50,300 (100)	50,900 (100)	46,800 (100)	45,800 (100)
乾 田 直 播	8,195 (16)	7,862 (16)	6,829 (13)	5,746 (12)	5,400 (12)
湛水土中直播	187 (-)	188 (-)	161 (-)	176 (-)	106 (-)

注) () 内は対水稲作付け面積比率。

十分である。したがって移植栽培に比べて依然として安定性に欠ける面が多く、その後の栽培面積の増加はほとんどみられていない(第2表)。

本県では乾田直播栽培が広く普及しているが、
①裏作麦の導入による作期競合(播種期の遅延)、
②移植栽培に比較して雑草防除の不安定性、
③気象条件(降雨)による播種作業の不安定性
などから漸減傾向がみられている。しかし、この乾田直播栽培が湛水土中直播栽培に替り得るためには、栽培や収量面での一層の安定性が求められる。また、湛水直播が導入されるためには、水利慣行の変更が必要で、その導入は集団的なものとならざるを得ない。そのようなことから栽培法としての安定性がより望まれている。

(2) 育 苗 関 係

機械移植栽培における育苗においては、高温過湿の環境条件におかれることが多く、苗立枯れやムレ苗など種々障害の発生することが多い。育苗期が低温期にあたる北部山間地などに発生がよくみられるムレ苗は、吸水と蒸散のバランスが崩れる生理病である。この障害発生に対し発根を促進し、根の機能を向上させるイソキサゾールやイソプロチオランなどが有効なことが明らかになった(第3表)。本県では使用基準に採り上げており、ムレ苗の発生の虞れのある地帯では、ほとんどのところで使用されるようになっていいる。

また、水稻の生理活性を高める作用を有する

第3表 ムレ苗の発生に及ぼすイソプロチオランの影響

(昭60, 青森農試)

区 名	ムレ苗発生率	苗の褐変程度
control	34.3%	5.0%
イソプロチオラン粒10g	7.0	3.8
" 15g	2.4	2.8
" 20g	5.7	3.0

イソキサゾールは、苗立枯れを防止する作用も認められており、ムレ苗防止のみならず県南地帯を含めた県下全域で広く使用されている。また、近年このイソキサゾールに、殺菌作用を示すメタラキシニルを混合した剤もかなり使用されている。

なお、移植時期が遅い県南に比べ、4月下旬から5月上旬の比較的低温期に移植が行われる県北では、活着ならびに初期生育が、その後の生育や収量に影響する度合いが大きい。したがって、発根力に優れた苗質の良好な苗が望まれるため、上記の剤は必須的なものとして使用されている。

一方、機械移植栽培の育苗においては、ほとんどの育苗法がわずかな床土で育苗する箱育苗のため、育苗期間が長くなってくると、下葉の枯れ上りなどいわゆる苗の老化現象が起ってくる。特に田植時期の遅い本県南部のような温暖地ではこのような苗の老化現象がよくみられる。また、使用される苗は生育の進んだ中苗の比率が高まってくる最近の状況下では、一層この下葉枯れの傾向がみられる。下葉枯れのみられた苗は、発根力が劣るなど生理活性も低く、移植

後の活着も劣り易い。そこでサイトカイニンであるベンジルアデニンを育苗期にかん注することによって、下葉の枯れ上りを抑制するとともに、発根力なども旺盛になり、活力の増大がはかられることが明らかになった（第4表）。使用基準にも採り上げ苗の老化防止に努めているが、普及度合は比較的低い。

第4表 下葉の枯れ上りに及ぼすBA液剤の影響

（岡山農試，昭54）

区 名	播種量	播種後21日 (1.8~2.2l)	播種後31日 (2.8~3.1l)
無処理	100g/箱	黄 化	100 ± 0 %
10ppm 灌注	"	無	78 ± 33
20ppm "	"	"	81 ± 35
無処理	200g/箱	黄 化	100 ± 1
10ppm 灌注	"	無	69 ± 46
20ppm "	"	"	87 ± 25

注) 調査は第1葉について行った(枯れ上り面積で表示)。

(3) 登熟向上関係

水稻の収量は単位面積当りの粒数と登熟歩合と千粒重の積で表わされ、多収という最終目標に対し、この積を最大ならしめるあらゆる努力が払われる。一般に作況を左右する要因は主に登熟歩合によることが多い。とくに登熟は気象条件によって左右される割合が大きいが、限ら

れた気象条件の下でいかに登熟を良好にさせるかにかかってくる。そのためには最適気象条件の下で登熟が遂行されるべく、品種選定や作期が決められなければならない。しかし、種々の事情により必ずしもそのような環境で栽培が行われているとは限らない。

登熟向上のためには、澱粉の生産増と転流の促進がはかられなければならないが、肥培管理以外に気象条件による影響を受け易い。特に後者については、気温の低下などにより転流が完全に終了せずに成熟を迎えることがある。北部山間地などでは、このように登熟末期に低温に遭遇する場合がしばしばみられる。そこで転流を促進するような物質があれば、登熟の促進がはかられ、登熟の向上が期待できる。

登熟向上に関与する物質についての検討は、これまで数多く行われてきた。しかし、登熟には種々の要素が関与し、極めて複雑なため、安定して効果が認められたものは極めて少ない。このような状況下でイソキサゾールとイソプロチオランは、ともに同化産物の穂への転流促進効果により登熟向上効果が認められた（第5表）。このような転流促進効果を有する剤は、登熟末期が低温になり、登熟が完うされないような場

第5表 登熟向上に及ぼすイソプロチオランの影響

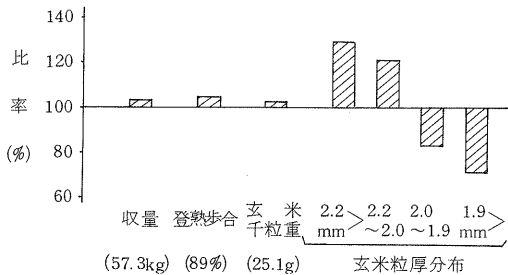
（岡山農試）

区	年次 (昭)	強 勢 穂				弱 勢 穂			
		強勢顕花(1次枝梗着生)		弱勢顕花(2次枝梗着生)		強勢顕花(1次枝梗着生)		弱勢顕花(2次枝梗着生)	
		粗千粒重	粗玄米千粒重	粗千粒重	粗玄米千粒重	粗千粒重	粗玄米千粒重	粗千粒重	粗玄米千粒重
処 理	61	g	g	g	g	g	g	g	g
	62	30.5 (99)	26.2 (88)	25.8 (107)	22.8 (108)	30.1 (101)	25.6 (101)	23.4 (108)	21.0 (108)
	平均	29.6 (102)	24.6 (101)	25.8 (107)	21.1 (106)	29.1 (104)	23.5 (102)	22.7 (108)	20.8 (109)
	平均	30.1 (101)	25.4 (99)	25.8 (107)	22.0 (107)	29.6 (102)	24.6 (102)	23.1 (108)	20.9 (108)
無 処 理	61	30.8 (100)	26.8 (100)	24.2 (100)	21.2 (100)	29.8 (100)	25.4 (100)	21.7 (100)	19.4 (100)
	62	28.9 (100)	24.4 (100)	24.2 (100)	20.0 (100)	28.0 (100)	23.0 (100)	21.0 (100)	19.1 (100)
	平均	29.9 (100)	25.6 (100)	24.2 (100)	20.6 (100)	28.9 (100)	24.2 (100)	21.4 (100)	19.3 (100)

注) ① 強勢穂は最長穂より3番目，弱勢穂は最短穂より3番目。

② () 内は対無処理区比率。

合でも、同化産物の転流を促進させるため粒の肥大が増大し、千粒重の増大がみられるとともに、未熟粒や屑米が減少する。この結果、玄米中の大粒歩合の比率が高まり、品質の向上と増収がはかられる（第1図）。



第1図 収量、品質に及ぼすイソプロチオランの影響（対無処理区比）（岡山農試，昭62）

両剤とも発根力を旺盛にするなど、水稻の生理活性機能を有しているため、生育の種々の場面でその効用が認められてきており、この登熟向上効果もこれらの中の一つである。

本県は県北の早生、極早生の外に、温暖地の中でも朝日、アケボノなどの晩生種の作付け比率が水稻作付けの約40%と高く、登熟末期に低温に遭遇する機会が多い。そこで本県では使用基準に採り上げ、本剤の効果が発揮されやすい県北の極早生地帯などへの普及をはかっている。

しかし、この登熟向上効果は、不良環境条件に遭遇した場合などを除いては、極端に判然とするようなものではない。したがって、一般には使用されることが少ないことが多い。特に処理法が液剤の茎葉散布となるイソキサゾールについては、この点からも使用が敬遠される傾向がみられる。

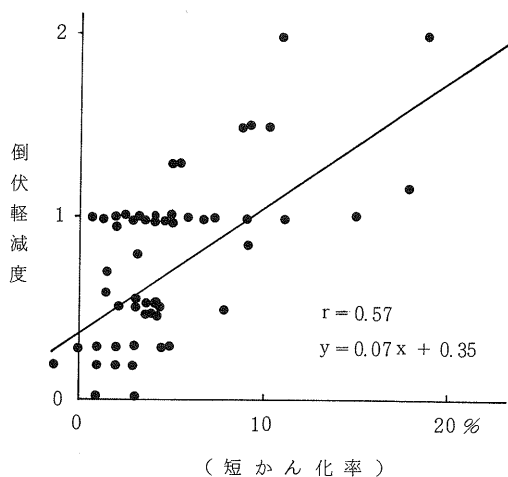
これに反し、最近実用化されたイソプロチオランは、粒剤のため使用法は比較的簡便である。また、出穂前20日頃であるため、穂いもち病に

対する効果も併せて期待できる。このように同時に多方面で効果が期待できる剤は、使用する側にとっては望ましいことである。これからは従来のいもち病防除効果に加えて、登熟向上という新たな効果をも期待した使用が行われると思われる。

(4) 倒伏軽減関係

コメの過剰基調のもとでは、年々コシヒカリのような長稈で栽培し難い品種の作付けが増加してきている。米づくりにおいて倒伏の発生は、収量、品質の低下はもちろん、収穫作業を困難にする。したがって、機械収穫が一般化した現在では、農家の人々がもっとも留意する事項である。

倒伏防止については、施肥、水管理などの耕種的な方法によって行われる一方で、2,4-P Aなど化学物質を利用する方法が検討されてきた。しかし、これらに供試された物質には、効果の安定性や収量性などで問題が多く、実用化できるものはほとんどみられなかった。ところが近年ジベレリンの生合成阻害剤が検討されるようになって、俄に脚光を浴びるようになった。



第2図 イナベンフィドによる短稈化程度と倒伏軽減効果の関係（昭60，日植調成績書より）

第6表 稈長短縮によるモーメントの低下

(岡山農試, 昭58)

	平均稈長 cm	生全重 g	曲げモーメント cm・g	挫折重 g	倒伏 甚	節 間 長 比 (%)				
						1 節	2 節	3 節	4 節	5 節
無 処 理	94 (100)	15.7	1,476	675	甚	100 (28)	100 (24)	100 (16)	100 (10)	100 (5)
倒伏軽減剤	70 (75)	13.9	973	655	無	135	69	52	32	55

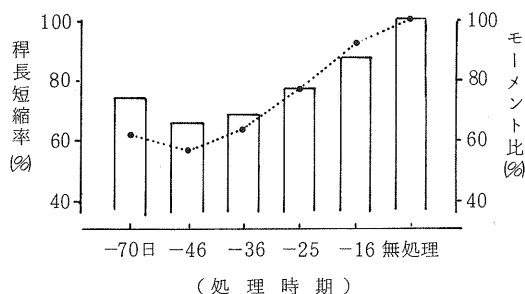
注) 倒伏軽減剤はイナベンフィド粒 300 g/a, 供試品種は朝日。

すなわち, これらの剤は水稻に吸収されると, 草丈や稈長の伸長を抑制し, 倒伏が軽減されることが明らかになった(第2図)。

一般に耐倒伏性を高めるためには, 稈壁の厚化や組織を強靱化するなど稈質の強化をはかる方法と, 曲げモーメントを小さくする短稈化の方法がある。ジベレリン生合

成阻害作用を示すこれら倒伏軽減剤は, 稈長の短縮により曲げモーメントが低下し, 倒伏の軽減がはかられることが明らかになった(第6表)。なお, これらの剤は使用時期によって短縮する部位や短縮程度が異なり, 短稈化の大きいものほど曲げモーメントが小さくなることが明らかになっている(第3図)。

一方, これら倒伏軽減剤が水稻の収量及び収量構成要素に及ぼす影響については, 処理時期によって若干認められる場合がある(第7表)。



第3図 イナベンフィド施用によるモーメントの低下(岡山農試)

第7表 収量及び収量構成要素に及ぼす倒伏軽減剤の影響

(岡山農試, 昭58)

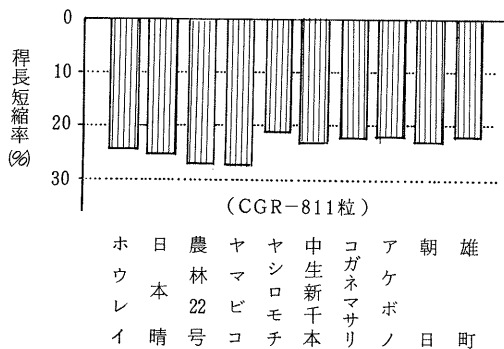
	玄米重 比率 (%)	穂数 (本/㎡)	枝 梗 数		1 穂 粒 数	登 熟 歩 合 (%)	千粒重 g
			1 次	2 次			
出穂前70日	101	369	7.9	13.5	80	91	25.1
" 46日	105	363	7.5	9.1	58	94	25.8
" 36日	107	338	7.4	8.2	61	94	25.9
" 25日	107	333	8.1	14.7	80	83	23.9
" 16日	104	320	8.1	11.4	80	87	23.5
無 処 理	100	320	8.2	16.0	89	76	23.5

注) 倒伏軽減剤: イナベンフィド粒 300 g/a。

すなわち, 収量構成要素の中でもっとも影響の認められるのは, 2次枝梗数である。2次枝梗数が減少することにより1穂粒数の減少がみられるが, このような場合は穂数増が認められるとともに, 登熟向上などによってほとんど減収はみられていない(第7表)。この2次枝梗への影響がもっとも強く認められるのは, 幼穂形成期前30日前後の処理であるが, この時期を除いて処理すれば前述のように減少程度も軽微で, 減収などはほとんど認められない。むしろ登熟向上などによって千粒重の増大が認められ, 品質面での向上効果が認められる。

このようなことから, これらジベレリンの生合成阻害剤は倒伏軽減剤としての実用性の高いことが認められた。しかし, 広く普及するためには, 常に安定した効果が得られることが強く求められる。そのためにはあらゆる条件のもとでの幅広い検討が要求される。例えば気象条件, 土壌条件, 品種間差異, 栽培法の違いによる効

果などへの影響を検討しておくことが求められる。当場においても若干検討を行ってきたが、土壤条件を除いては効果に変動を及ぼすものは認められなかった。すなわち、品種に関しては、糯種、大粒種を含めた岡山県の奨励品種10品種を供試して検討した結果、若干の差異はあるもののいずれの品種についても高い稈長短縮効果が認められた(第4図)。また、岡山県には乾田直播栽培がかなり行われており、この栽培法で使用されることもある。そこで乾田直播栽培と移植栽培における短稈化効果について検討した。その結果、両栽培法とも高い稈長短縮効果が認められ、栽培法による効果変動がほとんどないことが認められた(第8表)。一方、使用する時期は水稻生育中の高温期であるが、南北に広い本県などでは地域によって処理時の気温も異なる。しかし、処理時の気温が低温でな



第4図 稈長の短縮に対する品種間差異
(岡山農試)

第8表 稈長短縮効果に対する栽培法の差異

		平均 稈長	節 間 長 比 (%)						倒伏	玄米 重	千粒 重
			N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅			
日本晴	直播	79	101	83	71	43	37	—	無	101	106
	移植	82	99	80	73	45	40	—	無	103	107
アケボノ	直播	80	103	80	68	41	33	46	無	100	105
	移植	82	100	81	70	45	66	31	無	103	107

注) 数値はいずれも対無処理区比(%)。

第9表 イナベンフィドが第3節間長に及ぼす
温度の影響

(北陸農試, 昭58)

	低温 夜 12 平均16	中温 夜 16 平均20	高温 夜 20 平均24
無処理	5.3 cm (100)	8.8 cm (100)	13.7 cm (100)
イナベン フィド	4.3 cm (81)	6.1 cm (69)	9.4 cm (69)

注) イナベンフィド処理量: 400g/a。

第10表 短稈化に及ぼす土壤の影響

(岡山農試, 昭59)

土 壤 群	土 壤 統	短 稈 化 率 (対無処理区比率)
多湿黒ボク土	佐 幌 統	97 %
グライ土	東 浦 統	99
黄色土	江 部 乙 統	92
灰色低地土	善 通 寺 統	81
"	納 倉 統	84
"	宝 田 統	88

注) 供試剤及び処理量: イナベンフィド 300g/a。

れば、稈の短縮効果に差異はほとんどみられていない(第9表)。したがって、一般には温度による影響は極めて少なく、県下全域で問題なく使用できると考えられる。

一方、土壤については種類によって稈の短縮効果に差異がみられ、黒ボク土壤ではほとんど効果が認められなかった(第10表)。また、供試した土壤の中で短稈効果の大きかった土壤群は、灰色低地土や黄色土で、これらは比較的多量の多い土壤であった。したがって、効果の

発現が極めて小さい黒ボク土壤地帯での使用は避ける必要がある。

しかし、表層施用では短稈効果のほとんど認められない黒ボク土壤でも、根部吸収作用を示すこれらの剤を土壤の下層に施用した場

合、短縮効果が認められている（第11表）。したがって、床土と共に薬剤が下層へ植え込まれる苗箱施用のような方式をとれば、表面施用では効果の認められない地域への普及が可能となってくる。

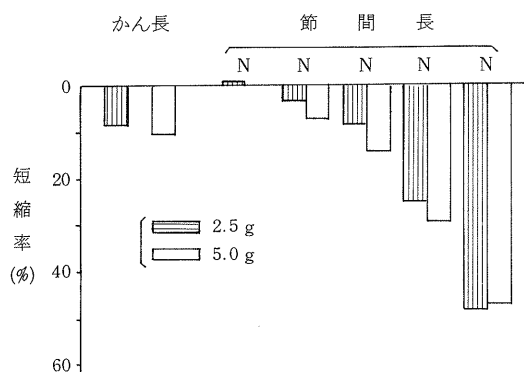
このイナベンフィドの苗箱施用については、水和剤ですでに実用的な高い効果が認められて

第11表 短稈効果に及ぼす処理位置の影響

（岡山農試，昭61）

		対無処理区比(%)		
		7月17日	8月18日	成熟期
海成 干拓土壌	- 0 cm	79	91	100
	- 3 cm	62	88	95
	Control	100	100	100
黒色火山 灰土壌	- 0 cm	93	93	89
	- 3 cm	67	63	82
	Control	100	100	100

注）成熟期は稈長，その他は草丈。



第5図 稈長及び節間長に及ぼすイナベンフィドの苗箱施用の影響（岡山農試，昭59）

第12表 収量などに及ぼすイナベンフィドの苗箱施用の影響

（岡山農試，昭59）

	玄米重	穂数	1穂粒重	m ² 当り粒数	登熟歩合
2.5 g	112%	109%	119%	114%	102%
5.0 g	109	112	103	115	100
無処理	100	100	100	100	100
	(54.7)	(286)	(75)	(244×100)	(88)

注）① 処理量：成分量／箱． ② ()内は実数．

いる（第5図，第12表）。しかし，この使用法については農薬登録もないうえに，水和剤は販売されていない。一方，この使用法についての関心は高く，粒剤を用いてのこの使用法の試みが各地で行われている。当场でも剤型の違いによる効果への影響を検討したが，ほとんど問題はみられていない。土壌問題を含め安定した効果が期待されるなど，特色あるこの使用法が早期に実用化されることが望まれる。

本県では倒伏軽減剤として最初にイナベンフィドを登録後直ちに県の使用基準に採り上げ普及をはかってきている。そして南部地帯には「朝日」，北部地帯には「コシヒカリ」の良食味米が栽培されているが，ともに長稈で耐倒伏性に劣る弱点を持っている。そこでこれら長稈種の栽培の安定化をはかるためにこの倒伏軽減剤がかなり活用されて大いに実績をあげている。なお，最近実用化されたパクトブトラゾールについても県の使用基準に採り上げる予定にしている。

3. 今後の問題

岡山県における水稻の生育調節剤の使用基準は第13表に示すとおりである。使用目的に従った剤が使用されているが，効果が明白にみられる剤の使用が多い。特に倒伏軽減剤の出現によって，この剤に対する使用が増加している。しかし，土壌的な要因から効果変動が大きい。いずれの剤についても効果の安定さが求められることであるが，特にこの倒伏軽減剤に関しては，効果の過不足両面で問題が生じている。効果変動の要因を明らかにして，これらに対処する方策が確立されることが望まれる。水稻に対する生育調節剤としては，この倒伏軽減剤の出現によってやっと本格化した感がある。今後更に各

第13表 岡山県における水稻用生育調節剤の使用基準

作物名	使用目的	生育調節剤名		成分量	魚毒性	使用時期	使用量 (濃度 希釈 倍数)	使用方法	使用上の注意
		商品名	成分名						
水	健苗育成 〔発根・活 着促進〕	タチガレン 粉剤	ヒドロキシイ ソキサゾール	4.0	A	播種1～5 日前	6～7 g/箱	床土に混 和 灌 注	くものすかび病(リ ゾプス)防除を目 的とするTPN剤 (ダコニール等)と の同時防除を行っ てもよい。
		タチガレン 液剤	同 上	41.5	A	同 上	500～1,000 倍 500ml/箱		
		タチガレエ ース粉剤	ヒドロキシイ ソキサゾール・メ	4.0		同 上	6～8 g/箱		
			タラキシニル	0.5	A	同 上	6～8 g/箱		
	ムレ苗防 止・根の 生育促進								
稲	ムレ苗防止	フジワン粒 剤	イソプロチオ ラン	12.0	B	緑化開始期	20～25 g/箱	全面散布	苗立枯病予防は別途 講じる。
	苗老化防止	ビーエー乳 剤	ベンジルアミ ノプリン	3.0	A	イネ1.0～ 1.5葉期	1,500～3,000 倍 50ml/箱	全面散布	茎葉に露滴がある場 合は使用しないこと もに、散布後はしば らく灌水しない。
	登熟向上	タチガレン 液剤	ヒドロキシイ ソキサゾール	41.5	A	出穂直前 ～出穂期	500倍 150 l/10 a	茎葉全面 散布	登熟期が低温の場合 に有効。 展着液を加用する。
	発芽率・苗 立率向上 (湛水直播)	カルパー粉 剤	過酸化カルシ ウム	35.0	A	播種前浸種 後	乾籾重と同量	湿 粉 衣	できるだけ播種当日 粉衣を行う。
	下位節間短 縮による倒 伏軽減	セリタード 粒剤	イナベンフィ ド	6.0	A	出穂前40 ～60日	3～4 kg/10 a 1 回	湛水条件 下で均一 に散布す る。	別記注意事項を参照。

○ 倒伏軽減剤使用上の注意事項

- (1) 倒伏しやすい長稈品種や倒伏のおそれがある野菜跡等で使用するようにする。
- (2) 本剤は従来の倒伏防止のための肥培管理技術と併せて使用し、倒伏防止に対する本剤への過剰依存はさける。
- (3) 場所によって効果に変動がみられるので、効果の劣るところでは使用しない(火山灰土壌や干拓土壌では使用しない)。
- (4) 稈長の短縮は10%程度を目安にし、使用量の範囲内で適量使用に努める。
- (5) 散布後数日間は止水する。

種の生理活性を示す剤の開発がはかられ、水稻の品質や増収に寄与することが一層望まれる。

引 用 文 献

- 1) 岡山農試水稻試験成績書, 昭和45年度. 2) 昭和54年度. 3) 昭和58年度. 4) 昭和62年度.
- 5) 昭和58年度, 日植調夏作関係生育調節剤試験成績書. 6) 昭和59年度, 日植調夏作関係生育調節剤試験成績書. 7) 岡武ら(1985), 水稻に対する矮化剤の利用に関する研究(1)～(2), 日作紀54—別: 194～197. 8) 岡武ら(1985), 水稻の倒伏軽減に及ぼす矮化剤の苗箱施用の影響, 日作中支集27: 22～23. 9) 岡武三郎(1986), 生育調節剤による水稻の倒伏軽減, 農業技術41(2): 7～11.