早期栽培地帯における水稻障害冷害に関する研究

第3報 倒伏軽減剤による危険期深水灌漑湛水深の低下

渡 部 富 男

(千葉県農業試験場)

1992年4月30日受理

要 旨: 深水灌漑法の必要湛水深を浅くし、その実用性を高めるため、倒伏軽減剤(イナベンフィド、パクロブトラゾール、ウニコナゾール)及びいもち病防除剤 IBP 処理が幼穂地上高に与える影響を検討すると共に、障害不稔に及ぼす影響を検討した。

1. 冷温感受性期の幼穂地上高はいずれの薬剤処理でも短縮され、その短縮程度はイナベンフィド粒剤>パクロブトラゾール粒剤>IBP 粒剤>ウニコナゾール粒剤の順であった。このような幼穂地上高の短縮は、いずれも穂首節間とその直下の節間長の短縮による。

2. 幼穂地上高の短縮により、稚苗移植の初星は、冷温感受性期にあたる穎花の80%を深水灌漑法で保温するのに必要な湛水深は、無処理区の22.5 cmに比べ、最も短縮の大きいイナベンフィド粒剤で約6 cm、パクロブトラゾール粒剤で約4.5 cm、IBP 粒剤で約3.5 cm、ウニコナゾール粒剤で約3 cm 浅くすることが可能であった。

3. ポット栽培したイネを用いての15°C一定、4日間冷温処理による障害不稔発生に与える影響はIBP粒剤を除き認められなかった。

キーワード: IBP, アンチオーキシシン, イナベンフィド, ウニコナゾール, 障害型冷害, 深水灌漑法での必要湛水深, 倒伏軽減剤, パクロブトラゾール。

Floral Impotency Due to Cool Weather in Paddy Rice Plants in the Early-season Culture Area III. Effect of growth retardant on the reduction of necessary water depth in the deep irrigation method at the booting stage: Tomio WATANABE (*Chiba Pref. Agric. Exp. Stn., Chiba 266, Japan*)

Abstract: For the purpose of improving the deep irrigation method as a countermeasure of floral impotency due to cool weather by means of a reduction of the necessary water depth to protect young panicles, studies were conducted on the effect of growth retardants (Inabenfide, Uniconazole, Paclobutrazol) and a fungicide (IBP) on the height of young panicle and on sterility due to cool temperature at the booting stage. The results were as follows:

(1) The height of the young panicles was reduced in every chemical treatment. The degree of reduction was greatest for Inabenfide, followed by Paclobutrazol, IBP, and Uniconazole. These reductions in the height of the young panicles were in agreement with the reduction of the peduncular internode and the next.

(2) With the reduction in the height of the young panicles above the soil surface, the necessary water depth needed to cover about 80% of the cool-susceptible spikelets was reduced by about 6cm for Inabenfide, 4.5cm in Paclobutrazol, 3.5cm in IBP, 3.0cm in Uniconazole from the check, in which the necessary water depth was 22.5cm in the transplanting culture of young seedlings "Hatuboshi".

(3) The treatments with the chemicals except IBP did not reduce significantly the percentage of sterility due to 15°C constant temperature for 4 days at the booting stage in comparison with the check, in the pot experiment.

Key words: Antiauxin, Cool-summer damage, Growth retardant, IBP, Inabenfide, Necessary water depth in deep irrigation method, Paclobutrazol, Uniconazole.

障害型冷害の被害軽減対策として、前報²⁰⁾では受光態勢を良好に維持する施肥法として、基肥磷酸の増施や深層追肥栽培法の有効性を指摘した。しかし、これらは予め冷温襲来を予測し、稲作開始時点から実施する必要がある。冷温襲来時の応急的な対策としては深水灌漑法による幼穂の保温のみである。

深水灌漑法に関する報告は多く^{1,5,8,12,19)}、障害不稔を軽減し得る有効な湛水深について、酒井¹²⁾は12~15 cm、西山ら⁸⁾は21 cm、小林⁵⁾、渡部ら¹⁹⁾は

17~20 cmとしている。千葉県の場合、灌漑水の多くを利根川からの揚水に頼っている関係から、穂ばらみ期にこれほどの深さに灌漑する水量の確保は極めて困難な状況にある。そこで、深水灌漑法の実用性を高める目的で、最近開発された倒伏軽減剤の稈長短縮作用を利用し、幼穂の地上高を短縮し、深水灌漑の必要湛水深の低下を試みた。

また、化学物質による冷温障害の軽減に関して、アンチオーキシシン (TIBA) の効果^{2,7)} やジベレリン

生合成阻害作用を持つトリアゾール系化合物の Triadimefon が植物の寒害、干害、オゾンなど各種障害抵抗力を増加させるとの報告がある¹¹⁾。これら倒伏軽減剤の稈長抑制はジベレリンの生合成の抑制であることが明らかになっているので^{4,9,10,17,18)}、障害不稔に及ぼす影響を併せて検討した。

材料と方法

1. 薬剤処理が幼穂の地上高に及ぼす影響

千葉県佐原市にある千葉県農業試験場・北総営農技術指導所・水田作営農研究室水田圃場（河成沖積強グライ壤土還元型）において、1991年5月13日に稚苗機械移植（4月22日播種、栽植様式 30×18 cm）した早生品種初星を用いた。初星は千葉県では中生品種ではあるが、出葉転換期以降から穂ばらみ期にかけての生育は、冷温下でも早生品種に比較しある程度順調に推移する傾向がみられ、早生品種並に障害型冷害を受ける頻度が高い。試験はイナベンフィド粒剤、ウニコナゾール粒剤、パクロブトラゾール粒剤と稈長抑制効果が認められているいもち病防除

剤 IBP 粒剤を加えた 4 剤を供試して、第 1 表に示した処理で、1 区 10 m²、3 区制で実施した。なお、本田施肥は基肥に高度化成（15-15-15）で窒素成分 6 gm⁻²、穂肥として追肥化成（17-0-17）で窒素成分 3 gm⁻²を出穂前 20 日に施用した。

幼穂の地上高調査は供試した水稻の冷温感受性期頃に当たる 7 月 18, 20, 22 日の 3 時期に、各試験区より平均茎数±2 本の生育中庸な 3 株を地際より刈り取り、葉耳間長、幼穂の穂首及び穂先の地上高を葉耳間長-10 cm から +10 cm の茎について測定した。なお、7 月 20 日（出穂期前 9 日）には、この他に同じく生育中庸な 2 株を地際より刈り取り、幼穂の地上高を構成する節間長を葉耳間長-10 cm から +10 cm の茎について測定した。また、稲の生育収量に及ぼす影響については、草丈、茎数、葉色の推移、成熟期の成熟期及び坪刈り調査及び成熟期の節間長、上位 3 葉の葉身長を測定した。

なお、出穂期を 7 月 30 日と予想したが、1 日早まったため、各処理区とも薬剤処理時期は設定より 1 日遅れとなった。

2. 薬剤処理が障害不稔に及ぼす影響

これら薬剤が障害不稔発生に及ぼす影響を明らかにする目的で、圃場試験と同じ稚苗初星を用い、3 年間慣行栽培を実施した水田（河成沖積強グライ壤土還元型）の土壌を 1/5,000 a ワグネルポットに詰め、基肥施肥量は高度化成（15-15-15）を用いて、ポット当たり窒素成分で 0.5 g を施用し、ポット当たり 2 株、1 株 5 本植えを行った。試験は 1 区 5 ポットを供試した。なお、穂肥は省略した。

屋外で栽培した材料について、第 2 表に示した薬剤処理を行い、葉耳間長が±0 cm 前後の茎が多くなった 7 月 19 日より 4 日間、屋外に設置したファイトトロンを用いて、15°C 一定の冷温処理を行った。その後は再び屋外で管理し、成熟期に株毎に抜き取って風乾後、乾物重、登熟歩合等の調査を実施した。

なお、出穂期を 7 月 25 日と推定したが、2 日遅れの 7 月 27 日であったため、薬剤処理時期は設定より 2 日早まった。

試験結果

1. 薬剤処理が幼穂の地上高に及ぼす影響

薬剤処理が生育の推移に及ぼす影響を第 3 表に示した。これによると、草丈の推移に薬剤処理の影響がみられ、イナベンフィド区、IBP 区では処理 2 週間後から草丈の抑制が認められた。草丈の調査は 7

Table 1. Treatments of growth retardant in the field experiment.

Plot	Amount of chemical (g m ⁻²)	Time of application (days before heading)
Inabenfide	4	10 June (50)
Uniconazole	3	10 July (20)
Paclobutrazol	3	15 July (15)
IBP	6	25 June (35)
Check	---	-----

Table 2. Treatments of growth retardant in the pot experiments.

Plot	Amount of chemical (g per pot*)	Time of application
Inabenfide	0.08	June 5 (50**)
Uniconazole	0.06	July 5 (20)
Paclobutrazol	0.06	July 10 (15)
IBP	0.12	June 20 (35)
Check A***	—	-----
Check B****	—	-----

*: Pot size is 5000⁻¹a.

**: Numerals in parentheses show the days before heading date.

***: Check A; Cooled at the booting stage.

****: Check B; Not cooled at the booting stage.

月8日が最終であったのでデータはないが、観察によるとウニコナゾール区、パクロブトラゾール区は処理7日後と比較的早い時期から草丈の短縮が認められた。茎数、葉色の推移には、いずれの薬剤も影響はなかった。

穂ばらみ期における葉耳間長と幼穂地上高の関係を第4表に、出穂期前9日における節間の構成について第5表に示した。これによると、葉耳間長と穂

首の地上高、葉耳間長と穂先の地上高には高い相関関係が認められ、単回帰直線で示された。単回帰直線 $y = Ax + B$ において、葉耳間長(x) が0の時の冷温感受性期幼穂の地上高を示す。これによると、供試した薬剤全ての処理区で穂首および穂先の地上高は無処理区よりそれぞれ2~5 cm, 3~6 cm 短縮され、特に処理時期の早いイナベンフィドの短縮効果が穂首で約5 cm, 穂先で約6 cm と最も大きかった。

Table 3. Effect of growth retardants treatment on the changes of plant length, number of tillers and leaf color in the field experiment.

Plot	Plant length (cm)				No. of tillers(m ⁻²)			Leaf color*		
	June 6	June 15	June 24	July 8	June 6	June 15	June 24	June 24	July 8	July 16
Inabenfide	25.6	33.9	46.5	62.6	200.0	536.4	590.9	43.9	32.5	38.7
Uniconazole	24.8	35.6	51.1	70.0	214.5	540.0	576.4	43.1	33.0	39.3
Paclobutrazol	25.0	34.2	48.9	69.5	210.9	534.5	576.4	42.3	31.0	38.2
IBP	24.6	35.6	50.6	66.4	205.5	547.3	590.9	43.9	32.7	38.0
Check	25.2	34.5	49.9	70.9	194.5	541.8	581.8	43.0	32.5	38.9
L. S. D. (5%)	0.8	0.9	1.6	1.7	52.6	109.1	107.2	1.6	2.5	2.1

*: Leaf color was measured by Spad 501.

Table 4. Effect of growth retardant on the height of young panicle above the soil surface at the booting stage.

Plot	Relationship between the distance between auricles of last two leaves (X ; cm) and height of young panicle base above the soil surface(Y ; cm).	Relationship between the distance between auricles of last two leaves (X ; cm) and height of young panicle top above the soil surface(Y ; cm).
Inabenfide	$y = 0.41x + 9.38 (r = 0.670^{**})$	$y = 1.20x + 20.97 (r = 0.901^{**})$
Uniconazole	$y = 0.41x + 12.06 (r = 0.703^{**})$	$y = 1.16x + 24.04 (r = 0.910^{**})$
Paclobutrazol	$y = 0.38x + 10.50 (r = 0.734^{**})$	$y = 1.20x + 22.58 (r = 0.915^{**})$
IBP	$y = 0.41x + 11.24 (r = 0.712^{**})$	$y = 1.22x + 23.64 (r = 0.895^{**})$
Check	$y = 0.36x + 14.34 (r = 0.594^{**})$	$y = 1.14x + 27.16 (r = 0.909^{**})$

1) Number of samples for measuring the height of young panicle above the soil surface were 130~150.

2) **: 1% level of significance.

Table 5. Effect of growth retardant on the length of internode at 9 days before heading time.

Plot	Length of internode (cm)			
	N ₀ *	N ₁	N ₂	N ₃
Inabenfide	1.00±0.94	5.21±1.91	5.89±1.57	1.26±1.20
Uniconazole	1.07±0.71	6.12±2.10	6.93±1.30	1.76±1.21
Paclobutrazol	0.89±0.46	5.84±1.79	6.63±0.94	1.27±0.86
IBP	0.90±0.43	5.98±1.83	7.73±1.45	1.67±1.06
Check	3.99±3.12	7.45±2.28	6.15±2.21	1.38±1.37

1) *: Internode N₀ is the top one, and N₁~N₃ are the second~fourth successively.

2) Number of samples for measuring the length of internodes at 9 days before heading were 30~60. Data were indicated mean±S. D.

逆に、短縮効果の最も小さかった薬剤はウニコナゾールであった。このような幼穂の地上高短縮要因は第5表に示したように、いずれの処理区でも穂首節間（以下穂首節間を N_0 とし、順次下位節間を N_1 , N_2 , N_3 ... と記述する）と N_1 の短縮であることが認められた。

第1図には薬剤処理が上位3葉の葉身長に及ぼす影響を示した。これによると、上位2葉はいずれの薬剤処理によっても6 cm 前後短縮された。上位から3葉目の葉身長も同様に短縮された。しかし、パクロブトラゾール処理では処理時期との関連で3葉目の短縮は最も小さかった。

成熟期の生育及び収量を第6表及び第2図に示した。これらによると、出穂期に対する薬剤処理の影響はなかった。稈長はパクロブトラゾール処理で15 cm と最大の短縮となり、その他の薬剤処理区でも10 cm 程度の短縮となった。稈長の構成を第1図でみると、平均稈長の短縮が最も小さいイナベンフィド処理では下位の $N_2 \sim N_4$ 節間は短縮されるが、 N_1 節間は逆にやや伸長する傾向が認められる。これに

対し、他の3薬剤ではいずれの節間も短縮される傾向が認められ、特に上位の N_0 , N_1 節間の短縮が大きいことがイナベンフィド処理と異なった。穂長はウニコナゾール処理で1 cm と短縮程度は小さかったが、その他の薬剤処理では2 cm 程度の短縮となった。穂数には有意差が認められなかった。全重、籾重、玄米収量は処理時期が出穂期に近いパクロブトラゾール、ウニコナゾール処理が低下し、特にパクロブトラゾール処理で、いずれも有意差が認められた。玄米千粒重はいずれの薬剤処理でもやや重くなる傾向が認められ、イナベンフィド、パクロブトラゾール処理は有意に重くなった。いずれの薬剤処理とも一穂粒数が10粒程度減少し、 m^2 当たり粒数2,500~5,200粒の減少となった。 m^2 当たり粒数の減少度はパクロブトラゾール、ウニコナゾール処理で大きかった。完全籾、屑籾、不稈籾歩合のいずれにも有意差は認められなかった。したがって、玄米重の減少は一穂粒数減による m^2 当たり粒数の減少が主要因であった。

Fig. 1. Effect of the growth retardant treatment on the length of leaf blade.

●: Inabenfide, ▲: Uniconazole, ■: Paclobutrazol, △: IBP, ○: Check.

Vertical bars show standard errors ($n=40 \sim 60$).

Fig. 2. Effect of the growth retardant treatment on the length of internode at the maturing stage.

Internode N_0 is the top one, and $N_1 \sim N_4$ are the second~fifth successively.

Vertical bars show standard errors of total internode length ($n=3$).

Table 6. Effect of growth retardant on the growth and yield in the field experiment.

Plot	Heading date	Culm length (cm)	Ear length (cm)	No. of Ears (m^{-2})	Total D. W. * ($g m^{-2}$)	Yield		1000 kernel weight (g)	No. of grains		Perfect grains (%)	Abortive grains (%)	Stility (%)
						paddy	kernel		(per ear)	(m^{-2})			
Inabenfide	July · 29	76	18.0	469	1599	796	642	22.64	73.25	34,362	82.48	11.93	5.58
Uniconazole	July · 29	77	18.8	449	1459	724	588	22.26	71.28	32,005	80.35	12.46	7.20
Paclobutrazol	July · 29	71	18.2	446	1413	699	571	22.47	71.00	31,631	81.08	12.87	6.05
IBP	July · 29	76	18.1	476	1551	772	623	22.25	71.58	34,101	82.25	12.72	5.04
Check	July · 29	86	19.7	455	1569	781	630	22.02	81.04	36,833	79.95	14.28	5.77
L. S. D (5%)	—	3	0.7	79	118	78	47	0.43	6.83	2,878	4.99	3.86	2.05

*: D. W.; Dry weight.

Table 7. Effect of growth retardants treatment on the changes of plant length, number of tillers and leaf color in the pot experiment.

Plot	Plant length (cm)				No. of tillers(m ⁻²)			Leaf color*		
	June 6	June 15	June 24	July 8	June 6	June 15	June 24	June 24	July 8	July 16
Inabenfide	20.7	31.9	38.5	50.0	10.8	26.6	34.3	43.4	34.8	34.7
Uniconazole	20.8	34.3	47.4	56.8	11.6	27.3	30.8	42.6	34.5	33.6
Paclobutrazol	20.6	34.3	46.6	58.8	11.2	28.0	31.5	42.4	33.7	32.2
IBP	20.7	34.8	47.8	58.6	10.9	26.5	30.9	42.7	33.6	32.9
Check A**	20.1	34.1	47.8	59.8	11.1	28.2	32.7	43.6	33.3	32.1
Check B***	20.5	34.7	48.7	61.1	11.3	27.9	33.0	42.6	34.7	32.3
L. S. D (5%)	0.9	1.4	2.3	2.1	0.9	2.4	2.9	2.7	2.7	2.5

* : Leaf color was measured by Spad 501.

** : Check A ;Cooled at the booting stage.

*** : Check B ; Not cooled at the booting stage.

Table 8. Effect of growth retardant on the growth and yield in the pot experiment.

Plot	Heading date	Culm length (cm)	Ear length (cm)	No.of Ears (/pot)	Total D. W.* (g/pot)	Weight of kernel (g/pot)	1000 kernel weight (g)	No. of grains (/ear) (/pot)		Perfect grains (%)	Abortive grains (%)	Ste- rility (%)
Inabenfide	July・31	47	14.3	17.8	57.7	13.98	20.79	30.21	1,076	62.52	4.48	33.00
Uniconazole	July・31	49	14.1	15.5	59.7	13.60	20.67	32.39	1,004	65.51	3.58	30.91
Paclobutrazol	July・31	46	14.6	16.5	62.3	13.69	19.57	34.42	1,136	61.58	5.17	33.25
IBP	Aug・1	51	14.7	18.8	66.7	16.39	19.81	31.37	1,180	70.14	4.50	25.36
Check A**	July・31	50	15.2	16.8	66.2	14.35	20.18	29.95	1,114	63.83	5.49	32.69
Check B**	July・27	56	15.2	16.7	73.5	24.98	21.91	37.00	1,236	92.23	3.43	4.34
L. S. D (5%)	—	2	0.8	1.7	6.1	2.11	0.43	2.09	141	6.48	1.48	6.32

* : D. W. ; Dry weight.

** : Check A ;Cooled at the stage.

*** : Check B ; Not cooled at the booting stage.

2. 薬剤処理が障害不稔に及ぼす影響

ポット栽培における薬剤処理が水稻の生育に及ぼす影響を第7表に示した。これによると、草丈は圃場試験と同様の傾向を示したが、草丈の短縮は処理10日後に発現し、圃場に比べやや早い傾向であった。茎数や葉色の推移には有意差は認められなかった。

薬剤が成熟期の生育収量および不稔発生などに及ぼす影響を第8表に示した。これによると、4日間の冷温処理で出穂期は4日遅延したが、IBP処理の遅延が1日多くなった以外は薬剤処理による影響はなかった。穂肥を控えたため、全体として生育量は小さくなったが、稈長、穂長、については圃場試験の傾向と同様で、薬剤処理で短縮される傾向があった。ただし、IBP処理で稈長の短縮は認められなかった。全重、玄米重もIBP処理を除き、軽くなった。IBP処理では玄米重はやや重くなる傾向を示した。玄米千粒重はイナベンフィド、ウニコナゾール処理

で有意に重くなったが、パクロブトラゾールでは有意に軽くなった。また、IBP処理でも軽くなる傾向が認められた。完全粳及び屑粳歩合には有意差は認められないが、不稔粳歩合ではIBP処理が有意に低くなった。このためIBP処理の完全粳歩合はイナベンフィド、パクロブトラゾール処理に比べ有意に高くなった。

考 察

1. 薬剤処理が幼穂の地上高に及ぼす影響

障害型冷害の軽減対策としての深水灌漑の有効な湛水深は17～20 cm程度が必要で¹⁹⁾、現実には深水灌漑法を実施するのは極めて困難である。そこで、倒伏軽減剤を処理した場合の冷温感受性期幼穂の地上高から、深水灌漑法の必要な湛水深を考察する。

葉耳間長と危険期穎花の関係を検討した Satake ら¹⁴⁾の実験によると、冷温処理をした場合に、穂の最先端の穎花は葉耳間長が-10 cm 前後の時最も稔実

Table 9. Effect of growth retardant on the necessary water depth to protect the cool-susceptible spikelets from sterility caused by cool temperature during the booting stage in deep irrigation.

Plot	Protection rate (%)					
	100	90	80	70	60	50
Inabenfide	18.7	17.7	16.8	15.9	14.9	14.0
Uniconazole	21.6	20.7	19.7	18.8	17.8	16.9
Paclobutrazol	20.2	19.2	18.2	17.3	16.3	15.3
IBP	21.2	20.2	19.2	18.2	17.2	16.2
Check	24.6	23.6	22.5	21.5	20.5	19.5

が低く、-4 cm 前後では稔実歩合は急激に高まる。また、冷温処理を施したイネの不稔歩合が危険期を中心とした正規分布に類似した傾向を示す場合が多い。しかも穂における穎花の着生位置別による花粉の発育時期の調査報告^{3,6)}によると、ほぼ穂の先端の穎花から花粉の発育が進行すると考えてよい。これらを考慮して、葉耳間長 0 時点の穂の先端 20% 程度は既に危険期を過ぎていると推定できる。第 4 表の葉耳間長と穂首、穂先との単回帰直線式から、冷温感受性期（葉耳間長 ± 0 cm）の各々の穂首、穂先及び幼穂長を求め、{必要湛水深 = 幼穂長 $\times 0.8 \times$ 冷温感受性期穎花を保温する割合 + 穂首の地上高}に基づいて必要湛水深を求めたのが第 9 表である。冷温感受性期にあたる穎花 100% を保護する場合についてみると、最も低く抑えられるのがイナベンフィドで約 6 cm、パクロブトラゾールで約 4.5 cm、IBP で約 3.5 cm、ウニコナゾールで 3.0 cm である。イナベンフィド処理を除き、20 cm 以上の湛水が必要で、100% の保護にはこれら薬剤処理を実施しても、深水灌漑法の適用にはかなりの困難が伴うと思われる。しかし、見方を変えて、例えば 16 cm 程度の湛水が可能とするなら、イナベンフィドでは 70%、ウニコナゾールで 50% 弱、パクロブトラゾールで 60%、IBP で 50% の冷温感受性期穎花を保温出来ることになる。このような評価をすれば、これら薬剤処理の有効性が明らかとなる。また、佐竹らが明らかにしたように、前歴水温が障害不稔の発生程度に大きく影響する^{15,16)}ことを考慮すると、冷温感受性期以前の幼穂地上高を出来るだけ低く抑えることは、それだけ前歴深水灌漑の水深を低く抑えられる。したがって、今回検討したイナベンフィドや IBP は前歴深水期間以前に使用する薬剤であり、しかも倒伏軽減剤の処理効果は比較的早い時期に現れている（第 1 図）ことから、前歴深水期間中の幼穂高も低く

抑えられている可能性が高く、ウニコナゾールやパクロブトラゾールに比べ、障害不稔軽減に有効な薬剤と考えられる。ただし、この点に関しては今後の検討が更に必要である。

なお、これら薬剤処理による稈長短縮効果については幾つかの報告があり、本試験の結果（第 2 図）と同様、イナベンフィドでは主として下位節間¹⁷⁾、ウニコナゾール、パクロブトラゾールでは上位節間の短縮によることが知られている^{4,18)}。一方、薬剤処理が冷温感受性期の幼穂地上高を抑制しているのは、いずれの薬剤でも N_0 、 N_1 節間の伸長抑制が要因となっている（第 5 表）。したがって、これら薬剤処理が成熟期節間長に与える影響と冷温感受性期の節間長に与える影響はやや異なる。すなわち、イナベンフィド処理では冷温感受性期頃までは薬剤の節間伸長抑制作用が上位節間にも発現しているが、その後、出穂期に近付くにつれ効果が薄れていくのに対し、ウニコナゾール、パクロブトラゾール処理では、処理後比較的早く節間長抑制作用が発現し、これが薬剤処理後間もないこともあり出穂期まで上位節間長の抑制に作用し続けるとと思われる。

このような冷温感受性期の幼穂地上高の抑制効果が高いこれら薬剤の中で、パクロブトラゾール、ウニコナゾールは玄米収量の減収につながった（第 6 表）。特に、パクロブトラゾールは有意に減収した。この点については、玄米収量に対して処理の影響はないとの報告¹⁸⁾もあり、更に検討が必要である。

上位葉が短縮され、しかも直立葉が多くなることから受光態勢が改善され、登熟が向上するとの報告がある（イナベンフィド粒剤は 1989 年に登熟向上剤としても農薬登録された¹⁷⁾）。そこで、本試験では上位 3 葉の葉身長を測定した（第 1 図）。その結果、供試した薬剤では上位葉の短縮が明らかに認められた。これが受光態勢にどのような影響を及ぼすかに

については、具体的な報告も無く、今後の検討が必要である。

2. 薬剤処理が障害不稔に及ぼす影響

本試験に供試した水稻の倒伏軽減剤、イナベンフィド、ウニコナゾール、バクロブトラゾールはジベレリンの生合成の抑制による節間の伸長抑制によって稈長を短縮し、その結果、水稻の倒伏軽減効果を示している^{4,17,18}。佐竹¹³はジベレリン生合成の抑制作用を持つイナベンフィドに着目し、イナベンフィド処理と障害不稔の関係を検討し、処理により稔実歩合が3~6%向上したことから、不稔歩合の軽減効果を推察した。

第2表に示した試験はこれらの報告の結果を確認する目的で実施した。ところが供試した倒伏軽減剤3剤には障害不稔を軽減する効果は認められず(第8表)、佐竹¹³の推察を裏付けることは出来なかった。この点に関しては、試験規模、試験精度を高めた検討が必要であると思われる。

一方、稈長短縮の作用性解明が行なわれていないため、ジベレリン生合成の阻害作用があるか否か不明であるIBP処理は障害不稔を軽減する傾向が認められ、玄米収量は増加した。しかし、玄米千粒重の低下傾向や1穂粒数の減少なども認められ、実用化には更に詳細な検討が必要である。

謝辞 本研究の取りまとめに際し、東京農業大学農学部国際農業開発学科太田保夫教授に、有益な御助言および原稿の御校閲を戴いた。ここに記して深謝する。

引用文献

1. 藤原 忠 1954. 夏期低温時に於ける水田畦間気温の垂直分布. 北海道農試彙報 70: 71-76.
2. 久野勝治・清水正治 1974. 低温処理水稻における小穂の形態形成におよぼす CCC, Amo 1618 および TIBA 施用の影響. 日作紀 43 (別1): 104-105.
3. 星川清親 1975. イネの成長. 農山漁村文化協会, 東京, 216-262.
4. 泉 和夫・岩井智子・大塩祐陸 1989. ウニコナゾールの矮化作用. 植物の化学調節 24: 142-146.
5. 小林正男 1977. 水稻の穂孕期低温による不稔を防止するための有効な灌漑水の深さ. 日作紀 46 (別2): 11-12.
6. 松島省三 1959. 稲作の理論と技術—収量成立の理論と応用. 初版, 養賢堂, 東京.
7. Nishiyama, I. 1975. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. XI. Effect of some substances on sterility. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 44: 397-402.
8. 西山岩男・伊藤延男・早瀬広司・佐竹徹夫 1969. 水稻の障害型冷害防止に対する水温および水深の効果. 日作紀 38: 554-555.
9. 太田保夫 1985. 新しい矮化剤の作用特性について. 植物の化学調節 20: 14-24.
10. 太田保夫 1987. 生育調整剤の特徴と利用上の注意点. 植物ホルモンを生かす. 農文協, 東京, 96-110.
11. R.A.Fletcher and G.Hofstra 1985. Triadimefon a plant multi-protectant. Plant Cell Physiol. 24 (4): 775-780.
12. 酒井寛一 1949. 稲の冷害と深水灌漑. 農及園 24: 405-408.
13. 佐竹徹夫 1990. 水稻の障害型冷害軽減に対するイナベンフィド施与の効果. 農及園 65: 747-750.
14. Satake, T. and H. Hayase 1970. Male sterility caused by cooling treatment at the young microspore stage in rice plants. V. Estimations of pollen developmental stage and the most sensitive stage to coolness. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 39: 468-473.
15. ———, S.Y.Lee and S.Koike 1987. ——— XXVII. Effect of water temperature and nitrogen application before the critical stage on the sterility induced by cooling at the critical stage. Jpn. J. Crop Sci. 56: 404-410.
16. ———, Nishiyama, I., Ito, N. and K.Kariya 1988. ——— XXVIII. Prevention of cool injury with the newly devised water management practices-effects of the temperature and depth of water before the critical stage. Jpn. J. Crop Sci. 57: 234-241.
17. 白川憲男 1990. イネ成長調節剤イナベンフィドの作用性. 植物の化学調節 25: 86-98.
18. 上野 博 1989. バクロブトラゾールの作用特性と植物矮化剤. 植物の化学調節 24: 127-141.
19. 渡部富男・武市義雄 1980. 水稻の障害型冷害に関する調査研究 第3報 深水灌漑の保温効果と冷害回避に必要な湛水深. 千葉農試研報 21: 85-91.
20. ———・——— 1991. 早期栽培地帯における水稻障害型冷害に関する研究 第1報 受光態勢と不稔歩合. 日作紀 60: 225-233.