

# IBP の イネ に対する 短稈化 作用

長澤 純夫<sup>※</sup>・中村 安夫<sup>※※</sup>

Sumio NAGASAWA and Yasuo NAKAMURA

Shortening Effect of IBP on the Culms of Rice Plant

ある化学物質を生物に対して施用したとき、目的とする反応以外の副次的な作用がしばしばそこに発現する。もしこれが、吾人にとって有益なものであれば、正の効果として受けとめられるが、好ましくない負の衝激は、いわゆる副作用、葉害として汚染の面からその対策を考えなければならない。しかしいづれにしても、その反応を評価する手法については変りない。

イモチ病の防除を目的に施用された IBP (0, 0 ジイソプロピル-S-ベンジルチオホスフェート) が、保護の対象である水稻の稈茎の短縮をもたらす、副次的な生理作用をもち、適正な葉量において、これが倒伏防止に役立つ事が、実際使用の場において経験的に明らかにされた<sup>4,5,6,7,8,9)</sup>。しかし、この種葉物の作用性は、発育期の全過程にわたって一様に働くものでなく、特定の一時期に大きな影響をあたえるものである事は、すでに明らかにされている他の化学物質<sup>2,3)</sup>のそれからも、容易にうなづかれるところで、IBP の施用によっても、短縮のあらわれる節間部位は、施用の時期によっておのずから異なるであろう。また一株を構成する分けつ茎は、それぞれ発育状態がちがっているから、発育の末期に各この節間の長さを測定して、それらの平均値を、無処理区のそれと比較する事によって、作用時期を推定する事は、測定標本の選択をかなり慎重に行わない限り、妥当な結論をみちびききたい。もし、そうした考慮をもって選択された標本の測定結果であれば、イネの各々の節間の長さを、稈長を推定するための説明変量と考えて、両者の関係を多重回帰式によって表わすと、他の独立変量は、すべて観測値の平均に固定されたかのごとく考えた時の関係、すなわち節間と稈長両者の正味の関係を推定する事が可能となってこよう。本論において、そうした手法によって IBP の、短稈化効果を考察した小実験の結果をのべる。

※ 生物汚染化学研究室

※※ クミアイ化学工業株式会社生物科学研究所

## 実験材料と方法

材料：静岡県小笠郡菊川町にあるクミアイ化学工業株式会社生物科学研究所内の圃場において、水稻品種農林 29号を 6 月 13 日に手植え普通栽培し、IBP 処理区と無処理区の 2 区にわけた。

IBP 処理区は 7 月 14 日に葉イモチを防除対象として、また 8 月 19 日に穂イモチを対象として、それぞれ製品 (17% 粒剤) 4kg/10a を 2 回、水面施用により処理した。1 区は 10m<sup>2</sup> とし処理、無処理両区とも 2 反覆とした。なお肥料は元肥として複合肥料 406 (N : 14%, P : 20%, K : 16%) 50kg/10a, 追肥として 7 月 18 日に硫安 20kg/10a を施した。

方法：両区とも、まず区の平均穂数を有する株を 10 株選んで、10 月 25 日に根から抜き取りこれを代表株とした。つぎに代表株について、それぞれの株の最長茎より 3 茎を選抜し、合計 30 茎を 1 区の代表茎とした。これら代表茎 30 茎についてそれぞれの稈長および稈長を構成する各節間長を測定した。なお、節間の表示については、穂に近い上位より第 1 節間 ( $N_1$ )、第 2 節間 ( $N_2$ )、……第  $n$  節間 ( $N_n$ ) とした。

## 実験結果と考察

測定の結果を第 1 表に示した。後述する方法によって、第 1 節間から第 5 節間までのそれぞれの長さ ( $x_i$ ) と、稈長  $y$  の関係を、処理、無処理両区について、多重回帰方程式に表わした結果は、

$$Y = 77.20 + 1.138(x_1 - 33.00) + 0.695(x_2 - 19.47) + 1.807(x_3 - 13.00) + 0.417(x_4 - 8.40) + 0.506(x_5 - 2.80),$$

$$Y = 84.67 + 0.592(x_1 - 33.43) + 1.340(x_2 - 21.23) + 0.450(x_3 - 15.57) + 1.139(x_4 - 9.47) + 1.511(x_5 - 3.60)$$

Table 1. Length (cm) of the first ( $x_1$ ), second ( $x_2$ ), third ( $x_3$ ), fourth ( $x_4$ ), and fifth ( $x_5$ ) internodes, and of the culms ( $y$ ) of rice plants applied IBP in their growing stage, and of plants in control

Treatment							Control						
Culm No.	Node					Culm $y$	Culm No.	Node					Culm $y$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$			$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	
1	29	16	16	12	5	80	1	35	22	14	7	1	78
2	32	19	12	8	3	74	2	32	20	17	11	5	87
3*	31	19	14	8	1	83	3	35	24	15	9	3	89
4	34	19	14	9	5	83	4	34	19	18	11	6	90
5	37	20	11	8	4	81	5	32	20	16	12	6	87
6	33	20	12	7	1	73	6	36	21	17	10	5	91
7	31	19	14	9	3	77	7	37	20	15	9	5	86
8	33	20	12	8	3	77	8	35	22	15	11	3	85
9	34	19	12	10	2	77	9	34	20	17	10	5	86
10	32	19	14	9	4	77	10	35	22	15	12	3	86
11	34	20	12	8	2	77	11	31	18	17	11	5	83
12	33	22	13	8	1	77	12	38	25	13	7	3	86
13	34	19	15	10	4	84	13	34	22	16	9	2	84
14	34	18	15	9	4	81	14	30	18	17	11	5	83
15	31	18	13	8	3	73	15	37	23	15	7	3	85
16	34	20	13	9	1	77	16	33	22	17	10	2	86
17	33	20	13	9	3	77	17	30	17	16	10	6	81
18	30	20	14	9	2	74	18*	34	21	19	9	3	78
19	36	23	11	6	2	79	19	32	19	14	10	4	79
20	37	18	13	9	4	81	20	36	21	15	9	3	84
21	33	20	13	7	5	78	21	35	23	14	9	2	82
22	33	19	13	8	2	75	22	35	21	15	10	3	84
23	31	16	14	9	4	74	23	35	21	14	8	4	87
24	33	20	10	7	2	72	24	34	21	15	9	2	81
25	33	20	14	10	2	79	25	37	25	15	7	3	86
26	33	20	14	9	2	77	26	35	23	15	8	3	87
27	36	21	10	5	1	72	27	37	22	15	9	2	86
28	34	19	13	9	3	78	28	34	22	14	9	2	83
29	30	20	13	8	2	72	29	35	21	17	11	6	89
30*	32	21	13	7	4	77	30	36	23	15	9	3	87

となった。第1図は、第1表の処理区の稈長  $y$  と第2節間の長さ  $x_2$  の関係を示したもので、ひかれた直線は偏回帰係数  $b_2 = 0.695$  をもって  $\bar{x}_2$ 、および  $\bar{y}$  をとおる回帰線で、さきの多重回帰式からえられた30個の ( $y - Y$ ) の値が、この直線の上下に、それぞれの  $x_2$  の位置に対応して打点されたものである。これにみる様に、黒丸で示した No. 3 と29の点とが検定を行うまでもなく、明らかに直線からはずれていることがわかる。これはこの第1, 3, 4および第5節間の長さ稈長の関係を打点した結果からも同じである。

第2図は、第1表無処理対照区の稈長  $y$  と、第2節間の長さ  $x_2$  の関係を図示したものである。ここには示さないが、第1, 3, 4, 5節間との関係を打点した結果も、同様、無処理対照区においては、No. 18 の点が明らかに直線からはずれている。それ故、こうした

outlier は、一応除外して計算を行い、比較考察をすすめるのが妥当であろう。厳密には、異常な測定値とおもわれるものについては、棄却検定を行うべきである。

つぎに、多重回帰式をもとめるためにまず第1表の outlier を除外した処理区28個、無処理区29個の測定値  $x_1 \sim x_5$  および  $y$  とから、そのままの平方和および他のすべての測定値との積和を計算し、各節間長の平均から補正された平方和、および積和を

$$\begin{aligned}
 [x_i^2] &= \sum (x_i^2) - \sum^2(x_i)/N, \\
 [x_i x_j] &= \sum (x_i x_j) - \sum x_i \sum x_j / N, \\
 [x_i y] &= \sum (x_i y) - \sum x_i \sum y / N
 \end{aligned}$$

のごとく換算した上で、Dwyer の方法によってこれらの量のうち、独立変数  $x_i$  に関するものの逆行列  $c_{ij}$  を媒介にして、係数  $b_i$  をもとめた結果が第2表である。なお第2表の第5欄の数値は、第1表の測定値を併せた

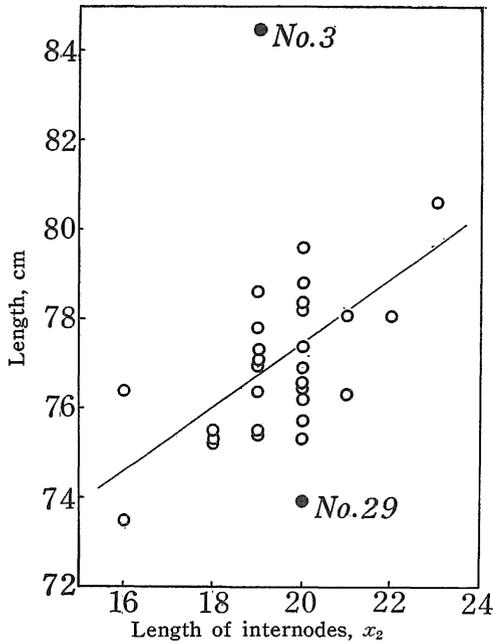


Fig. 1. Residual lengths ( $y-Y$ ) of rice plant of treated block plotted as deviations from the partial regression of culm length against length of the second internodes. Two solid circles (Nos. 3 and 29) were omitted in the later calculations as outliers.

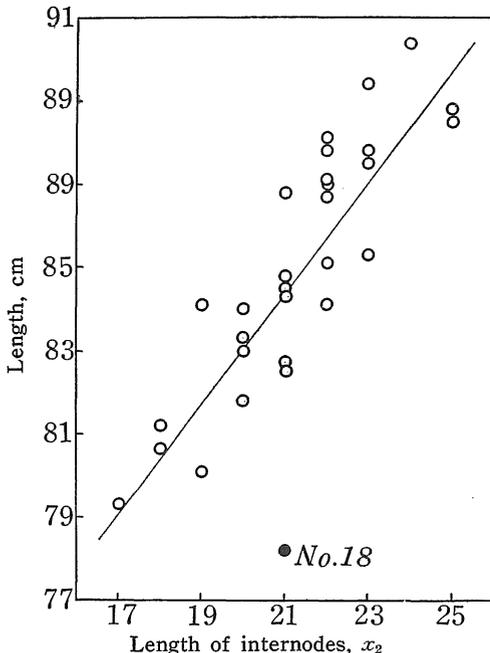


Fig. 2. Residual lengths ( $y-Y$ ) of rice plant of control block plotted as deviations from the partial regression of culm length against length of the second internodes. A solid circle (No. 18) was omitted in the later calculations as outlier.

57個体の測定値について、同じ計算をおこなった結果である。

第2表第2, 3欄の結果にもとづいて稈長  $y$  と、各節間の長さ  $x_1 \sim x_5$  の関係の多重回帰式をもとめると、処理区においては

$$Y = 77.179 + 1.088(x_1 - 33.1786) + 1.074(x_2 - 19.4643) + 0.984(x_3 - 12.9643) + 1.203(x_4 - 8.4286) + 1.316(x_5 - 2.8929) \\ = -6.515 + 1.088x_1 + 1.074x_2 + 0.984x_3 + 1.203x_4 + 1.316x_5$$

となり、無処理対照区においては、

$$Y = 84.897 + 0.623(x_1 - 34.4483) + 1.245(x_2 - 21.2759) + 1.500(x_3 - 15.4483) + 0.749(x_4 - 9.4828) + 1.050(x_5 - 3.6207) \\ = 2.877 + 0.623x_1 + 1.245x_2 + 1.500x_3 + 0.749x_4 + 1.050x_5$$

となった。

第3図は第3節間の長さ  $x_3$  と、稈長  $y$  の関係を示したものである。直線は偏回帰係数  $b_3$  をもち、 $\bar{x}_3$  と  $\bar{y}$  をとおる線で、 $x_3$  に対応する  $(y-Y)$  の値をこの直線の上下に打点したものである。白丸が無処理対照区を、黒丸が IBP 処理区の結果である。IBP の処理により、稈長が短縮している事は、白丸、黒丸上下のへだたりによって明らかである。同時に黒丸の分布が、白丸のそれより左側に片よっている事は、その部位の節間が、それだけ短縮している事を示している。

第2表の最下段に示した  $R^2 = \Sigma B_i^2 / [y^2]$  の値から、イネの稈長の変動の88~96%を、これらの節間長が説明していることがわかる。そして各節間の長さの稈長に対する寄与分は、第3表に示すごとくいずれも有意であるが、その程度は節間部位によって異なる。すなわち、処理区においては、第1節においてもっとも大きく、第5, 2, 4, 3と順次減少している。一方、無処理対照区においては、第3節においてもっとも大きく、第2節がこれにつき、5, 1, 4節と順次減少する。IBP の短稈化に寄与する程度は、第2表に示した数値にもとづいて、それぞれの回帰を比較するために行った。第4表の分散分析の結果から判定しうる。すなわち、第4節においてその寄与分は一番小さく、第1節において最大で約2.5倍である。位置に関する有意性はみとめられず、IBP 施用の時期においては、供試植物は同一の生育条件にあった事がわかる。そして IBP の施用によって、明らかに短稈化がもたらされ、これが倒伏防止に役立つ重要な一要因になっているものと考えることができよう。

Table 2. Corrected sums of squares and products, inverse matrices and partial regression coefficients for the experiment on growing of rice plants

Statistic	Treatment	Control	Sum	All
$[x_1^2]$	96.10847	121.17242	217.28089	240.24832
$[x_1x_2]$	31.68388	88.41380	120.09768	152.86919
$[x_1x_3]$	-38.81612	-34.82758	-73.64370	-28.71896
$[x_1x_4]$	-28.14153	-51.27586	-79.41739	-60.34648
$[x_1x_5]$	-9.45765	-37.06896	-46.52661	-33.35320
$[x_2^2]$	58.96740	107.79311	166.76051	213.51448
$[x_2x_3]$	-32.53260	-37.58620	-70.11880	-6.01734
$[x_2x_4]$	-35.57065	-49.86206	-85.43271	-58.22542
$[x_2x_5]$	-27.60325	-53.96552	-81.56877	-62.78030
$[x_3^2]$	54.96636	43.17242	98.13878	186.03523
$[x_3x_4]$	41.42909	31.72414	73.15323	110.45799
$[x_3x_5]$	23.89545	31.93103	55.82648	81.58535
$[x_4^2]$	50.85748	59.24138	110.09886	125.93099
$[x_4x_5]$	17.28740	34.31034	51.59774	62.53035
$[x_5^2]$	42.67915	60.82759	103.50674	110.05410
$[x_1y]$	54.10847	57.34489	111.45336	251.05872
$[x_2y]$	-13.32065	39.82758	26.50693	225.68788
$[x_3y]$	58.17909	53.34489	111.52398	384.63414
$[x_4y]$	55.85748	33.44828	89.30576	205.21214
$[x_5y]$	60.53583	46.86207	107.39790	187.42164
$[y^2]$	264.11023	272.68965	536.79988	1385.38302
$c_{11}$	0.0163410	0.0236512	0.0086329	0.0084096
$c_{12}$	-0.0074445	-0.0189755	-0.0057894	-0.0067030
$c_{13}$	0.0142180	0.0029338	0.0033511	0.0020536
$c_{14}$	-0.0053753	0.0077443	0.0008805	0.0007023
$c_{15}$	-0.0069768	-0.0083924	-0.0029282	-0.0031677
$c_{22}$	0.0397125	0.0351324	0.0166010	0.0128821
$c_{23}$	-0.0076093	-0.0001326	-0.0016430	-0.0069355
$c_{24}$	0.0234681	0.0027064	0.0058334	0.0051096
$c_{25}$	0.0187893	0.0181481	0.0084583	0.0074874
$c_{33}$	0.0661658	0.0467861	0.0242219	0.0166921
$c_{34}$	-0.0442528	-0.0137684	-0.0116498	-0.0126791
$c_{35}$	-0.0208912	-0.0150056	-0.0070452	-0.0084276
$c_{44}$	0.0649123	0.0370043	0.0217912	0.0216500
$c_{45}$	0.0124706	-0.0065344	0.0004133	0.0002238
$c_{55}$	0.0406822	0.0389889	0.0186044	0.0183513
$y :$				
$b_1$	1.0879453	0.6227494	0.9465857	0.9388272
$b_2$	1.0737858	1.2430003	1.0409194	1.0087099
$b_3$	0.9836251	1.5001209	1.2342292	1.1892476
$b_4$	1.2027084	0.7490640	0.9439954	0.9374664
$b_5$	1.3160864	1.0497477	1.1471207	1.1383513
$B_i^2$	248.64059	239.56888	478.24047	1326.51074
$R^2$	0.94143	0.87854	0.89091	0.95750

Table 3. Analysis of variance of a multiple regression equation with 5 determining variates  $x_{1-5}$ ; no restrictions in the design.

Term	Treatment				Control			
	DF	SS	MS	F	DF	SS	MS	F
Combined effect of $b_i$ 's	5	248.6406	49.7281	70.72	5	239.5689	47.9138	33.27
Test of $b_1$	1	72.6090	72.6090	103.26	1	16.3460	16.3460	11.35
Test of $b_2$	1	29.0440	29.0440	41.30	1	44.1595	44.1595	30.67
Test of $b_3$	1	14.6143	14.6143	20.78	1	48.0833	48.0833	33.39
Test of $b_4$	1	22.2879	22.2879	31.70	1	15.1676	15.1676	10.54
Test of $b_5$	1	42.5582	42.5582	60.52	1	28.2538	28.2538	19.62
Residual error	22	15.4696	0.7032		23	33.1208	1.4400	
Total	27	264.1102			28	272.6897		
$C_m$	1	166782.8928			1	209015.3103		
Association between $x_i$ 's		67.5272				127.3863		

Table 4. Analysis of variance comparing regressions on relations of length of culms to their internodes of rice plants cultivated with and without application of IBP

Term	DF	SS	MS	F
Combined slopes, $b_c$	2	478.2405	239.1203	250.96
Test of $b_1$	1	103.7918	103.7918	108.93
Test of $b_2$	1	65.2679	65.2679	68.50
Test of $b_3$	1	62.8939	62.8939	66.00
Test of $b_4$	1	40.8939	40.8939	42.92
Test of $b_5$	1	70.7298	70.7298	74.23
Divergence in slope	2	9.9690	4.9845	5.23
Between positions	1	0.3129	0.3129	0.33
Error	51	48.5904	0.9528	
Total	56	1385.3830		

薬剤処理を行わない条件下における栽培においても、イネの各々の節間長の稈長に対する偏回帰は、生育中の環境条件に左右されて容易に変動することは、第1表の結果から明らかである。また短稈化の作用をもつ薬剤を処理した場合も、その作用節間部位は、処理時期や薬量などによっておのずから異ってこよう。それ故、処理、対照両区の偏回帰を比較する事によって、作用節間部位を論ずるためには、実験条件を規定し、測定標本の抽出を慎重に行っていた、実験結果から論ずべきはいうまでもない。なお、ほかに、もし薬剤処理後の各節間の伸長度を逐次的に測定記録することができれば、経過時間に対する節間長の関係の傾きの様相によって、薬物の作用部位、時期を数量的に推定することは可能であろう。し

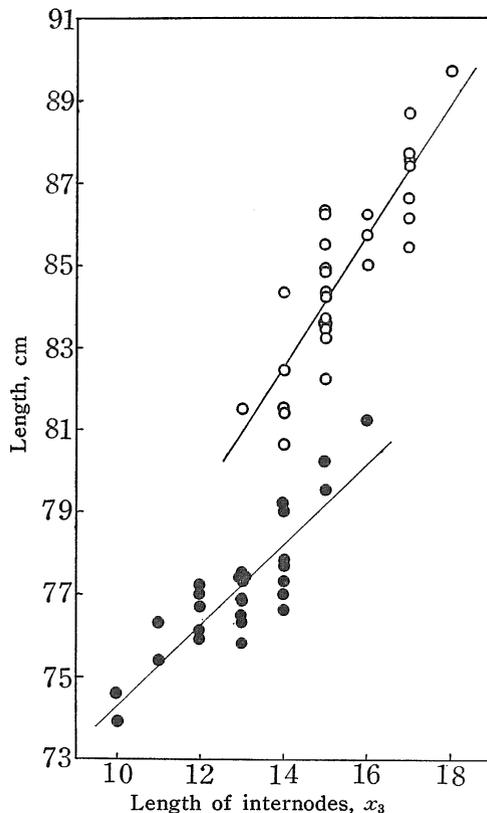


Fig. 3. Residual lengths ( $y-Y$ ) of rice plant of treated (solid circles) and control (empty circles) blocks plotted as deviations from the partial regression of culm length against length of the third internodes.

かし稈長を説明する各節間の長さは、かなり変動の大きい要因と考えられ、しかも薬剤を処理した時、いずれの節間も短縮し、短稈化に寄与する上述の事実から、葉物の短稈化と他の要因の関係を論ずるにあたっては、各節間の全部にわたってあらわれる短縮の総合結果である稈長だけを測定、これと他の変量との関係を考察するのが適当であろう。

### 摘 要

IBP のイネに対する短稈化作用の存在を、各節間の長さ、稈長の関係を多重回帰式によって表わし、無処理対照区のそれと比較することによって証明した。いずれの節間も IBP の適正な施用によって短縮するが、短くなる節間部位は施用時のイネの生育状態によってことなり、各節間の稈長に寄与する相対量は一定しない。それ故、IBP によって誘起される各節間の短縮を論ずる場合は、生育程度のひとしい標本をえらんで実験し、えられた結果にもとづいて考察することが必要である。しかし稈長を説明する各節間の長さは、かなり変動の大きい形質で IBP の短稈化と他の要因の関係を論ずるに

あたっては、各節間の全部にわたってあらわれる短縮の総合結果である稈長だけを測定、その数値にもとづいて考察するのが適当であろう。

### 引用文献

1. Dwyer, P. S. : Linear Computations. John Wiley and Sons, New York, 1951.
2. 原田哲夫・江戸義治：日作紀25：64-66, 1956.
3. 橋爪 厚・山岸淳：日作紀38：388-395, 1969.
4. 平岡博幸・中村公則：日作紀41別号2, 133-134, 1972.
5. 荻谷正次郎：農業通信89：27-33, 1974.
6. 中村公則：農業通信81：9-13, 1972.
7. 中村安夫・佐土原英雄・木村一郎・吉永英一：植物化学調節研究会昭和46年度大会, 研究発表記録集39-40, 1971.
8. 日本植物調節剤研究協会：昭和45年度夏作関係生育調節剤試験成績集(水稻畑作) 1-288, 1970.
9. 太田保夫：農業通信81：5-8, 1972.

### Summary

It has been recognized empirically that the application of a rice blast controlling agent IBP (0, 0-diisopropyl-S-benzylthiophosphate) in an appropriate dosage gives the shortening effect on rice plant culm and this side effect is of use to keep the plants from the prostrating damage by wind at their harvesting time. The length of culm in a rice plant with or without application of IBP has been related by five partial regression coefficients to the length of internodes. The analysis of variance of multiple regression equations shows that 94 and 88% of variation in the length of culm could be attributed to variation in the length of internodes with and without application of IBP respectively. Every contribution of length of five internodes to the length of culm was significant but they did not contribute equally to the length of culm. The magnitude of shortening in each internodes varies widely depending upon the time of application of IBP. The shortening effect of IBP on rice plant have been proved by comparing these two multiple regression equations. Although the  $b_i$ 's for plots with and without IBP application were of the same sign and similar in magnitude, the slopes differed significantly. The test for a difference in position between the two equations for plots with and without application of IBP gave a nonsignificant  $F$ .