3. リンゴ園に対する除草剤の影響について

草生果樹園における夏期の牧野草の繁茂は、植生上はもちろん、園地の管理面からも弊害が伴うので、刈取りに多くの労力を要している。これを省力化するため、完全枯草することなく、地上部のみ枯らし、再生を図るため NaCNO, 1-B-1, EDPD, PCP 等の除草剤を使用し、実用性を検知しようとした。さらに、宿根性牧野草の完全枯草をはかり、清耕化または他草種に置き替える目的で ATA, ATA+2, 4-D を供用し、その効果とリンゴ樹に対する薬剤の影響を調査して実用性を検討しようとした。なお、本調査は出羽農園主および山形普及所松田普及員の協力によるものである。

(1) 実施要領

イ) 供試ほ場と面積：山形市漆山 佐藤八兵衛氏所有の20年生リンゴ園, 10a。

ロ) 区の構成：次表のとおり。

区の構成 (昭39.5~39.10)

項 目	区別	NaCNO	1-B-1	EDPD	PCP	ATA	ATA + 2, 4-D
10a 当り 製品使用量	A 区	kg 2	kg 1	300 cc	kg 5	kg 1	kg 1
	B 区	5	3	—	10	3	3

注) 散布は、10a 当り 70l の水に溶かし、果樹の枝葉にかからぬよう留意して行なった。

(2) 成 績

牧野草の草種は主としてヨモギ、ギシギシ、チガヤ、オーチャードグラス、ラジノクローバー、スズメノカタビラ等からなり、使用したいずれの除草剤も殺草効果が極めて高かったが、樹陰地は日当りの良い部分に比べて効果が劣った。

接触性除草剤は再生が早く、1カ月位の抑制効果にとどまつたが、ATA, ATA+2, 4-D は1.5カ月以上の長期に亘り、しかも草種は、1年生雑草の発生が激減して多年性のもののみが再生した。なお、リンゴ樹に対する各種除草剤の影響は、無処理に対比して、遠視観察では全くその差が認められなかった。

(3) 考 察

草生果樹園の夏草刈りに代える方法としてのNaCNO, 1-B-1, EDPD, PCP 等の除草剤の使用は、その目的の達成は可能であるが、実用的には、薬剤の価格面で経済性を検討するとともに、PCP の連用が果実に及ぼす影響並びにその果実が人体に及ぼす影響を検討する必要がある。

引 用 文 献

- 1) 浜田成義：桑園における雑草防除。雑草研究 **2**, 49~50(1962)。
- 2) 川島良一・丸山宣重：ATA による畑地の多年生雑草防除。雑草研究 **2**, 64~71 (1963)。
- 3) 栗林茂治：桑園における除草剤の利用。雑草研究 **2**, 18~30 (1963)。
- 4) 樽谷 勝・植木邦和：DPA, ATA ならびに塩素酸ソーダの果樹に及ぼす薬害徴候について。雑草研究 **3**, 72~76 (1964)。
- 5) 永沢勝雄：果樹園における草生栽培と雑草防除。雑草とその防除 (2), 38~41 (1964)。
- 6) 西 貞夫・栗山尚志・栗原昭夫・長谷嘉臣・歌田明子：園芸作物における除草剤の利用。雑草研究 **2**, 31~54 (1963)。
- 7) 大畑徳輔：果樹園の雑草防除。雑草研究 **1**, 47~49 (1962)。
- 8) 七条寅之助・伊庭慶昭：ミカン園に対する除草剤の使い方。農及園 **38** (10), 1,534~1,538 (1963)。
- 9) 田辺 実：桑園雑草の発生消長と防除法。雑草とその防除 (2), 46~48 (1964)。
- 10) 植木邦和・樽谷 勝・真部 桂：果樹園の下草、果樹の枝葉ならびに跡作に及ぼすATA混合剤の影響。雑草研究 **2**, 59~64 (1963)。
- 11) 山本弥栄・森岡節夫・真鍋 紘：ミカン園における除草剤の使い方。農及園 **38** (10), 1,534~1,538 (1963)。
- 12) 吉原千代司・桑田和之・小林英郎：草生果樹園の殺草試験。農及園 **38** (10), 1,577~1,578 (1963)。

イネの幼芽の伸長を阻害するP-10の濃度

——農薬の植物に対する薬害を表示する一つの方法——

イハラ農薬研究所 長沢純夫・中山 勇・柴 三千代

Sumio NAGASAWA, Isamu NAKAYAMA, and Michiyo SHIBA: Relation Between the Concentration of P-10 and the Growth Inhibition for Young Bud of Rice Seed
—An Estimation Method of Phytotoxic Effect of Agricultural Chemicals—

農薬は適正な使用がなされなかった場合、保護の対象であるべき植物体に種々の害作用を招来するが、その程度あるいは形態は複雑多岐にわたり、これを一律に論じえないことはもちろんである。ある一つの形質の変化を

害作用の標徴として、その作用程度を評価する場合、古くから +, - の記号の数によつて表現することがなされている。しかしこの表現には往々個人的な主観が大きく影響し、観察者の間にかかなりの差異がときに見られな

くもない。そうした主観的な観察にかわるものとして、数値に表現しうる形質が害作用の標徴としてとりあげることができる場合は、できるだけその方法によることが望ましい。本文においては、そうした意図のもとに観察測定された数値、すなわちユリミズのエ駆除剤である P-10 の、稲の幼芽伸長を阻害する程度を測定した結果から、妥当な中央値を算定するための統計的な処理法をのべる。この方法は計測の出来る除草剤、植物生長剤の試験にも当然そのままあてはまるところのものである。

実験材料および方法

実験材料：P-10のコードナンバーを有する薬物は、水田苗代において種籾の発芽を害するユリミズのエ駆除剤として、当所において開発されたアゾフェノール系化合物の一つで、つぎに示すような構造式を有する、隔点 188~189°C の、黄色の針状結晶の物質である。稲は品種愛知旭をもちいた。

実験方法：試料 P-10 は、これをメノウ乳鉢で磨砕微粉化し、アラビヤゴムを少量加えたのち、水で所要濃度の 10 ppm から 0.01953125 ppm にいたる対数間隔を有する 10 段階の溶液を調製した。種籾は水に浸漬して 25°C の恒温室に約 2 日間おき、発芽させ、芽の長さが約 0.1 mm になるまでおいた。実験は直径 9 cm、高さ 5 cm のペトリ皿に水洗風乾した川砂 100 g をいれ、これに稀釈溶液 200 cc をとり、発芽初期の種籾 10 個を入れたのち、

ガラス蓋をかぶせて温度 25°C の蛍光灯照明下の実験室に 2 日間おいた。10 段階の稀釈溶液、および水だけの対照区を併せた 11×11=121 個のペトリ皿は、ラテン方格に配置してペトリ皿をおく位置の発芽に及ぼす影響を、できるだけ平均化するようにした。

実験結果と考察

ペトリ皿 121 個の配置と、それぞれにおける 10 個の種籾の芽の長さの平均値を示したのが第 1 表である。第 1 表の結果を薬液の濃度別にまとめたのが第 2 表である。第 3 表は、第 1, 2 表の数値について常法により分散分析を行なった結果である。第 3 表の誤差の平均平方と処理の平均平方をくらべるまでもなく、濃度間の差は有意である。しかし行間、列間の分散比もまた有意で、実験室における環境条件の制御など、なお規正する必要のあることを示している。

ところで第 2 表第 1 欄の濃度を、対数 x に変換してこれを横軸にとり、これに対応する第 3 欄の芽の長さの平均 y を縦軸にとつて 2 者の関係をグラフの上に打点すると、第 1 図に示すようなシグモイド曲線がえられる。このように濃度の対数と平均反応量の間にえられた正規のシグモイドの関係は、この縦軸を適当な単位に変換するならば、これを直線化することは可能なはずである。ただここで従来われわれが行なつて来ているある数を用いて、そのうちのある数が反応を示したその 100 分比を、プロビット、ロジット、アングルなどの単位になおしてこれを直線変換する、いわゆる計数的反応 all or none type response, quantal response の記録と異なり、こ

第 1 表 水稻の幼芽の伸長に及ぼす P-10 の害作用。 P-10 水溶液の濃度によるペトリ皿の配置と、それぞれのペトリ皿における 10 本の幼芽の長さの平均

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	行の合計
	0.75	1.21	1.92	4.26	10.63	15.38	18.37	19.98	20.37	22.65	23.82	139.34
	B	A	J	I	D	C	F	K	H	G	E	
	1.39	0.87	17.97	15.78	4.69	2.17	13.71	19.89	15.31	15.01	9.23	116.02
	C	K	H	A	B	I	J	F	D	E	G	
	1.27	19.20	16.63	1.02	1.10	15.05	17.19	10.81	4.72	8.08	16.10	111.17
	D	C	G	J	I	K	E	B	F	A	H	
	4.35	1.69	13.63	18.05	13.83	20.51	7.85	1.25	14.07	0.96	18.16	114.35
	E	J	B	G	K	H	D	C	A	I	F	
	11.44	19.03	1.24	14.22	16.73	16.19	4.74	2.52	0.99	18.72	13.56	119.38
	F	E	I	C	G	A	K	J	B	H	D	
	14.83	6.35	21.52	2.08	11.17	1.06	20.94	17.40	1.19	18.06	6.04	120.64
	G	F	D	B	H	J	A	I	E	K	C	
	18.36	10.59	5.07	1.03	14.60	12.99	0.96	16.92	8.02	15.38	1.64	105.56
	H	I	K	F	A	D	B	E	G	C	J	
	20.26	15.63	13.46	11.92	0.99	4.60	1.03	7.64	11.86	2.02	20.78	110.19
	I	D	E	H	J	B	C	G	K	F	A	
	20.70	6.05	9.08	17.06	16.73	1.12	2.00	13.62	15.59	15.16	0.72	117.83
	J	G	A	K	F	E	H	D	C	B	I	
	21.41	16.69	0.93	20.72	10.75	10.20	16.53	5.11	2.13	1.25	20.42	126.14
	K	H	F	E	C	G	I	A	J	D	B	
	21.31	19.27	14.28	9.49	1.39	17.26	20.02	0.96	19.18	5.29	1.06	129.51
列の合計	136.07	116.58	115.73	115.63	102.61	116.53	123.34	116.10	113.43	122.58	131.53	1310.13

第2表 P-10 水溶液の濃度と水稻の幼芽の伸長に及ぼす害作用の関係

濃 度	芽の長さの合計(mm)	ベトリ皿当たりの芽の長さの平均(mm)
A : 10 ppm	10.21	0.93
B : 5	12.87	1.17
C : 2.5	20.83	1.89
D : 1.25	54.92	4.99
E : 0.625	98.01	8.91
F : 0.3125	145.06	13.19
G : 0.15625	166.29	15.12
H : 0.078125	192.05	17.46
I : 0.0390625	198.96	18.09
J : 0.01953125	203.38	18.49
K : 水	207.55	18.87
平均値の標準偏差		± 0.61

ここに示したようなそれぞれの濃度における平均反応量はえられても、一般にその反応の最大量が不明であるために、相対的な反応比率を直接にきめることができない、いわゆる計量的反応 graded response, quantitative

第3表 第1表の結果の分散分析

分 散	自由度	平 方 和	平均 平方	分 散 比
行	10	84.48	8.448	2.83
列	10	74.73	7.473	2.51
処 理	10	6080.85	608.085	204.06
誤 差	90	268.18	2.980	—
全 体	120	6508.24	—	—

response の関係に対しては、この間に何らかの操作を加えて計算段階に入らなければならない。FINNEY はこのような実験結果を解析するための一つの手段として、観測された反応量の平均最大量を取り、これに対する各濃度における反応量との比を計算して、これをプロビットに変換し、濃度の対数との間に直線関係を求める方法をのべている。これをここに適用して P-10 の稲の幼芽伸長を阻害する中央濃度と、その信頼限界を求めることとする。

まず第2表をみると、最低濃度の 0.01953125 ppm に

第4表 濃度-幼芽伸長率の関係の計算

x	n	$\bar{u}$	$(\frac{p}{H=18.70})$	Y'	Y	$10-Y$	$w=Z^2$	nw	x'	y
1.0	11	0.93	0.05	3.36	3.2	6.8	0.00623	0.06853	0.4551	3.378
0.7	11	1.17	0.06	3.45	3.7	6.3	0.02937	0.32307	0.5649	3.485
0.4	11	1.89	0.10	3.72	4.1	5.9	0.07080	0.77880	0.6917	3.784
0.1	11	4.99	0.27	4.39	4.6	5.4	0.13562	1.49182	0.9357	4.397
-0.2	11	8.91	0.48	4.95	5.0	5.0	0.15915	1.75065	1.2533	4.950
-0.5	11	13.19	0.71	5.55	5.5	4.5	0.12395	1.36345	1.9640	5.552
-0.8	11	15.12	0.81	5.88	5.9	4.1	0.07080	0.77880	3.0665	5.878
-1.1	11	17.46	0.93	6.48	6.4	3.6	0.02242	0.24662	6.1394	6.471
-1.4	11	18.09	0.97	6.88	6.8	3.2	0.00623	0.06853	12.211	6.875
-1.7	11	18.49	0.989	7.29	7.3	2.7	0.00080	0.00880	34.923	7.291
$-\infty$	11	18.87	—	—	—	—	—	—	—	—
S								6.87907		
nwx	nwy	nwx'	nwx^2	$nwx x'$	nwx'^2	$nwx y$	$nwx'y$	nwy^2		
0.0685	0.2314	0.0312	0.0685	0.0312	0.0142	0.2314	0.1054	0.7817		
0.2262	1.1260	0.1825	0.1583	0.1278	0.1031	0.7883	0.6360	3.9241		
0.3115	2.9470	0.5387	0.1246	0.2155	0.3726	1.1787	2.0384	11.1514		
0.1492	6.5594	1.3959	0.0149	0.1396	1.3061	0.6560	6.1378	28.8417		
-0.3501	8.6660	2.1942	0.0700	-0.4388	2.7500	-1.7330	10.8613	42.8967		
-0.6818	7.5702	2.6779	0.3409	-1.3391	5.2594	-3.7854	14.8677	42.0298		
-0.6230	4.5778	2.3882	0.4984	-1.9104	7.3234	-3.6620	14.0378	26.9083		
-0.2713	1.5957	1.5140	0.2984	-1.6656	9.2951	-1.7556	9.7971	10.3258		
-0.0959	0.4709	0.8365	0.1343	-1.1710	10.2145	-0.6593	5.7509	3.2374		
-0.0150	0.0642	0.3073	0.0255	-0.5238	10.7318	-0.1094	2.2405	0.4681		
—	—	—	—	—	—	—	—	—		
-1.2817	33.8086	12.0664	1.7338	-6.5346	47.3702	-8.8503	66.4730	170.5650		

$$\bar{x} = S_{nwx}/S_{nw} = -1.2817/6.8791 = -0.1863$$

$$\bar{x}' = S_{nwx'}/S_{nw} = 12.0664/6.8791 = 1.7541$$

$$\bar{y} = S_{nwy}/S_{nw} = 33.8086/6.8791 = 4.9147$$

$$S_{xx} = S_{nwx^2} - \bar{x}S_{nwx} = 1.7338 - (-0.1863) \times (-1.2817) = 1.4950$$

$$S_{xx'} = S_{nwx x'} - \bar{x}S_{nwx'} = -6.5346 - (-0.1863) \times 12.0664 = -4.2866$$

$$S_{x'x'} = S_{nwx'^2} - \bar{x}'S_{nwx'} = 47.3702 - 1.7541 \times 12.0664 = 37.2045$$

$$S_{xy} = S_{nwx y} - \bar{x}S_{nwy} = -8.8503 - (-0.1863) \times 33.8086 = -2.5518$$

$$S_{x'y} = S_{nwx'y} - \bar{x}'S_{nwy} = 66.4730 - 1.7541 \times 33.8086 = 7.2693$$

$$S_{yy} = S_{nwy^2} - \bar{y}S_{nwy} = 170.5650 - 4.9147 \times 33.8086 = 4.4059$$

第1図 イネの幼芽の伸長を阻害する P-10 の濃度
矢印は無処理区における幼芽の長さの平均 $h=18.87\text{mm}$ を、点線は暫定的に設けられた幼芽の長さの平均限界量 $H=18.70\text{mm}$ を示す。

おける幼芽の長さの平均は 18.49mm で、またつぎの濃度の 0.0390625ppm においては 18.09mm で、薬剤をふくまない水だけの、対照区における幼芽の長さの平均は、 $h=18.87\text{mm}$ である。それ故平均限界反応量 mean limiting response H は、この 18.87mm ほどには大きくないであろうと考えられる。そこでその中間をとつ

第2図 $H=18.70$ によって幼芽伸長率を求め、これをプロビットに変換して濃度の対数との関係を示した予備回帰直線

て 18.70mm あたりを、暫定的に平均限界反応量として、最初の計算にうつる。すなわちこの場合、濃度をこれ以下にさげても、平均してこれをこえるような芽の伸長はえられないと考える点の反応量 H を想定するわけで、これをきめて以下の計算をすすめるのが本文においてのべる方法の特徴である。それは、この H で各濃度における幼芽の長さの平均値 $\bar{m}$ を割り、これを仮の平均幼芽伸長率 (第4表第4欄 p) として、これに対応する観測値のプロビット empirical probit を、プロビット変換表 (たとえば FINNEY: Probit analysis 第I表, FISHER and YATES: Statistical tables 第II表) から読みとる (第4表第5欄 Y')。これと濃度の対数の関係をグラフの上に打点し、これを満足する直線をひく。すなわちこれが予備回帰直線 provisional regression line で、第2図がそれである。これから各濃度における期待プロビット expected probit (第4表第6欄 Y) を

第3図 P-10 によるイネの幼芽の伸長の阻害

Nは薬液浸漬時のイネ。A, B, C...Kは、第2表に示した濃度の P-10 の溶液に、Nのイネを2日間浸漬したときの幼芽の伸長状況を示す。

読みとり、さらに従来の quantal response の実験記録に対して行なわれるプロビット変換法においてなされると同じ方法、すなわち $y=(Y-P/Z)+p(1/Z)$ または $y=(Y+Q/Z)-q(1/Z)$ の式 (前の式は $Y<5$, 後の式は $Y>5$ の場合に用い、 p は伸長率、 $q=1-p$, 他の数値は Y に対してそれぞれ表、たとえば FINNEY 第Ⅲ表、FISHER and YATES 第Ⅸ₂ 表から読みとることができる) で計算のためのプロビット working probit (第4表第11欄 y) を求める。あるいは FINNEY の第Ⅳ表から直接これを読みとる。重みは quantal response の解析においては、供試個体数に重み係数 Z^2/PQ をかけて求めていたが、この場合は別の表 (FINNEY 第Ⅴ表) によつて、 Y に対応する重み係数 Z^2 を読みとり (Y の値が5以下の場合は $10-Y$ に対応する Z^2 を読む)、これを反復回数 n にかけて求める。第4表第8欄には、表から読みとつた重み係数 $Z^2=w$ として示してある。これに $n=11$ をかけた第9欄の nw がこの場合は重みとなる。ここでさらに一つの補助変数 x' を導入して、つぎの計算に移らなければならないが、これは FINNEY の第Ⅱ表の Y のかわりに $10-Y$ を求め (第7欄)、これに対応する Q/Z を読みとり、これをそのまま x' とすればよい (第10欄)。このようにして設定された数値を用いて、第4表の後半およびその下段に示すような順序で、偏差の平方とおよび積和 Sxx , Sxx' , $Sx'x'$, Sxy および $Sx'y$ を求める。

つぎに暫定的に設けられた平均限界反応量、すなわち幼芽の長さの平均限界値 H に対して、真の最大反応量に対する補正量を δH とすると、これと修正回帰直線の位置と方向に関するパラメータ a および b は、つぎの3式によつて求めることができる。

$$\begin{cases} b Sxx + \frac{\delta H}{H} Sxx' = Sxy \\ b Sxx' + \frac{\delta H}{H} Sx'x' = Sx'y \end{cases}$$

および

$$a = \bar{y} - b\bar{x} - \frac{\delta H}{H} \bar{x}'$$

なおこの実験では、 H に対して対照実験が行なわれているから、上述の式の $Sx'x'$, $Sx'y$ には第4表の下段に示したように、さらに無処理区のベトリ皿の数、すなわち繰り返えしの回数 $n_h=11$, および $n_h(h-H)/H=11(18.87-18.70)/18.70=0.1000$ をそれぞれ加えた数値を用いなければならない。上式のそれぞれに該当する第4表下段の数値を代入すると、つぎの方程式がえられる。

$$\begin{cases} 1.4950b - 4.2866 \frac{\delta H}{H} = -2.5518 \\ -4.2866b + 37.2045 \frac{\delta H}{H} = 7.2693 \end{cases}$$

これから b および $\frac{\delta H}{H}$ を求めるには、行列式

$$\begin{aligned} \Delta &= Sxx' \cdot Sx'x' - Sxx'^2 \\ &= 1.4950 \times 37.2045 - 4.2866^2 \\ &= 31.6971 \end{aligned}$$

を求めてつぎに示すような逆行列を導びく。

$$\begin{aligned} V &= \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} \\ v_{21} & v_{22} \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} Sx'x'/\Delta & -Sxx'/\Delta \\ -Sxx'/\Delta & Sxx/\Delta \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 37.2045/\Delta & 4.2866/\Delta \\ 4.2866/\Delta & 1.4950/\Delta \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 0.998891 & 0.115089 \\ 0.115089 & 0.040139 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

ここで $v_{12}=v_{21}$ である。これから b および $\frac{\delta H}{H}$ は、つぎの式によつて計算する。

$$\begin{aligned} b &= v_{11} \cdot Sxy + v_{12} \cdot Sx'y \\ &= -2.5518 \times 0.998891 + 7.2693 \times 0.115089 \\ &= -1.7124 \\ \frac{\delta H}{H} &= v_{12} \cdot Sxy + v_{22} \cdot Sx'y \\ &= -2.5518 \times 0.115089 + 7.2693 \times 0.040139 \\ &= -0.00190 \end{aligned}$$

この $\delta H/H = -0.00190$ に、さきに暫定的に設けた $H=18.70$ を代入して $\delta H = -0.0355$ が、さらに $H' = \delta H + H = 18.6645$ がえられる。この H' が限界反応量、すなわち幼芽の伸長限界値と考えられるものである。

つぎに a は、さきに示した式に、それぞれ該当する数値を代入し 4.5990 をえる。これから P-10 水溶液の濃度と稲稈の幼芽の伸長率との関係は、

$$Y = 4.5990 - 1.7124x$$

をもつて表わすことができる。

ここでえられた濃度-幼芽伸長率回帰直線の方程式が観測値と適合しているかどうかの検定は、つぎの方法で行なえばよい。すなわち、上にえられた $Y = 4.5990 - 1.7124x$ の x に、第4表第1欄の数値を代入して、期待プロビット Y を計算し、これに対応する幼芽の伸長率 (反応比率) P をプロビット表から逆に読みとる。そしてさきの幼芽の伸長限界値 $H' = 18.66$ とこれとから、幼芽の長さの期待値 $U = H'P$ を計算する。この期待値 U と、観測された幼芽の長さの平均値 $\bar{u}$ との差の平均平方と、この実験結果の分散分析によつて求められた第3表に示す誤差の平均平方 $s^2 = 2.98$ とを比較することによつて、回帰直線の適合性が検定される。すなわち第5

第5表 観測値と計算によつて求められた
期待幼芽長との比較

x	Y	P	$U=HP$	$\bar{u}$	$(\bar{u}-U)$	$(\bar{u}-U)^2$
1.0	2.8866	0.017	0.3	0.9	0.6	0.36
0.7	3.4003	0.055	1.0	1.2	0.2	0.04
0.4	3.9140	0.139	2.6	1.9	-0.7	0.49
0.1	4.4278	0.283	5.3	5.0	-0.3	0.09
-0.2	4.9415	0.477	8.9	8.9	0.0	0.00
-0.5	5.4552	0.676	12.6	13.2	0.6	0.36
-0.8	5.9689	0.834	15.6	15.1	-0.5	0.25
-1.1	6.4826	0.931	17.4	17.5	0.1	0.01
-1.4	6.9964	0.977	18.2	18.1	-0.1	0.01
-1.7	7.5101	0.994	18.5	18.5	0.0	0.00
$-\infty$		1.000	18.7	18.9	0.2	0.04

$$S(\bar{u}-U)^2=1.65$$

表に示すように、 $S(\bar{u}-U)^2=1.65$ をえるが、 $\bar{u}$ は11個のペトリ皿でえられた観測値の平均値であるから、これを11倍する。その値18.15は、11濃度の平均値から回帰直線の位置と方向に関する3つのパラメーターを算定した残りの自由度8の残差平方和であるので、算定された曲線からのはずれの度合を示す平均平方は、

$$D_0^2 = Sn(\bar{u}-U)^2/(k-3) \\ = (1.65 \times 11)/(11-3) = 2.27$$

である。これを誤差の平均平方 s^2 とくらべて、

$$D_0 = \frac{Sn(\bar{u}-U)^2}{k-1} / s^2 < F_{n_s}^{k-3} (P_r=0.05)$$

であるならば、計算された回帰直線は観測値と適合していると判定する。すなわち $D_0^2=2.27$ は、誤差の平均平方 $s^2=2.98$ ($n=90$) より小で、有意の差があるとはいえない。

他の一つの検定方法は、つぎの式によつてまず

$$S_{yy} - bS_{xy} - \frac{\delta H}{H} Sx'y = 0.0500$$

を求め、これに $H^2=18.66^2=348.1956$ をかけると17.4098がえられるが、これは前に示した $Sn(\bar{u}-U)^2$ に相当する数値である。同様にこれを $k-3=8$ で割つた、曲線からのはずれの度合いを示す平均平方2.18は、誤差の平均平方 s^2 よりも小で、明らかに有意の差を示さない。

つぎに b および H の variance は、それぞれつぎのようにして求める。

$$V(b) = s^2 v_{11} / H^2 = 0.008512$$

$$V(H) = s^2 v_{22} = 0.119614$$

中央幼芽伸長阻害濃度 median concentration inhibiting the growth of young bud は次式であたえられる。

$$m = \bar{x} + \left(5 - \bar{y} + \frac{\delta H}{H} \bar{x}' \right) / b$$

さきの数値を代入して $m = -0.2342$ がえられたが、

この逆対数値は0.58288となる。すなわち P-10 が25℃の環境条件下において、浸漬2日後にその幼芽の伸長を50% 阻害する濃度は0.583 ppm であると結論することができる。

m の信頼限界を求めるためには、まず上の式によつてあたえられた $m - \bar{x}$ に対する信頼限界を、つぎのように計算する。すなわち b の variance は、先に計算されているが、 $\left(5 - \bar{y} + \frac{\delta H}{H} \bar{x}' \right)$ の variance は、

$$V\left(5 - \bar{y} + \frac{\delta H}{H} \bar{x}' \right) = s^2 \left(\frac{1}{S_{nw}} + \bar{x}'^2 v_{22} \right) / H^2 = 0.002291$$

で、両者の covariance は、

$$Cov\left\{ \left(5 - \bar{y} + \frac{\delta H}{H} \bar{x}' \right), b \right\} = s^2 \bar{x}' v_{12} / H^2 = 0.001720$$

である。 $m - \bar{x} = -0.0479$ を m と考えて、つぎの式から、

$$m + \frac{g}{1-g} \left(m - \frac{v_{12}}{v_{22}} \right) \pm \frac{t}{b(1-g)} \\ \times \sqrt{[v_{11} - 2mv_{12} + m^2 v_{22} - g(v_{11} - v_{12}^2/v_{22})]} \\ = -0.108610, -0.007250$$

の答をえる。ここで g は $n=90$ に対する t 表の5%の値 $t=1.98$ を用いて、つぎの式から計算される。

$$g = t^2 V(b) / b^2 = 0.011$$

このようにして求めた値に $\bar{x} = -0.1863$ を加えて、 m の信頼限界 -0.294910 および -0.193550 をえる。これを濃度の実数単位になおすと、芽の伸長を50% 阻害する濃度は、さきに記したように0.58288 ppm で、有意水準5%におけるこの信頼限界は0.50710 ppm および0.64040 ppm となる。もつとも、この場合 $g < 0.1$ であるから、信頼限界は常法により簡単に求めればことたりる。

上にのべた計算例は、はじめに幼芽の長さの推定最大量 H を18.70とおいて、これに対する各薬量における幼芽の長さの平均値との比から、伸長阻害率を求めて両者の関係を計算したものである。計算によつてえられた補正された幼芽の長さの限界量 $H'=18.66$ は、暫定的に設けられた $H=18.70$ とほとんどちがつていないから、これ以上の補正計算は普通必要がなく、上に求めた $Y=4.5990-1.712x$ の式をもつて、濃度-幼芽伸長率の関係を示せば充分であると考えられる。しかしさらに詳細な補正計算を行なおうとする場合は、 $H'=18.66$ をあらたに H と考えて、同じように計算を繰り返せばよい。

農薬の植物に対する薬害の程度を、数値に表現しうる標徴をとらえてこれを測定し、それから最も信頼性の高いと考えられるその中央値を算定する一つの方法を上へのべた。しかし薬害 Y の発生に関与する要因には、

濃度 C , 時間 T , 温度 θ など種々のものが考えられる。
そしてその関係は普通

$$Y = \phi(C, T, \theta, \dots)$$

のようなある積分関数 ϕ で表わされるが、本文ではただ Y と C の 2 変量の関係を論じ、ほかの要因はすべて一定に保つたと仮定した。葉害発生とこれに関与する要因との関係については、さらに広範囲な検討が必要であることは論をまたない。とはいえ、このような方法によって、単一な数値に葉害の程度を表現することは、同じ徴候を示す薬物の作用性を比較する上の有力な手段となるであろう。

摘 要

FINNEY によつてとかれたプロビット法による quantitative response data の解析方法を適用して、P-10 の濃度とイネの幼芽の伸長を阻害する割合との関係を整理し、中央幼芽伸長阻害濃度とその信頼限界を求めた。

引 用 文 献

- 1) BLISS, C. I.: The calculation of the dosage-mortality curve. *Ann. Appl. Biol.* **22**, 134~167 (1935).
- 2) FINNEY, D. J.: Probit analysis. Cambridge Univ. Press, 318pp.
- 3) FISHER, R. A. and YATES, F.: Statistical tables for biological, agricultural and medical research. 146pp. Oliver and Boyd, London 1963.

キュウリの種子の発芽を阻害する PCP の濃度

一発芽率のわるい種子を供試材料とした場合その中央発芽阻害濃度を算定する方法一

イハラ農薬研究所 長沢純夫・中山 勇・柴 三千代・伏見主子

Sumio NAGASAWA, Isamu NAKAYAMA, Michiyo SHIBA, and Shuko FUSHIMI:
Concentration of PCP Inhibiting the Germination of the Cucumber Seeds
-An Estimation Method of the Median Inhibiting Concentration
Adjusted for Per Cent Germination in the Controls-

植物の種子や菌類の胞子の発芽を阻害する薬物の濃度を算定する試験を行ない、えられた結果を整理するにあつて、無処理対照区に発芽しない個体があつた場合は、当然これを考慮にいられた発芽率の補正がなされなければならない。

殺虫剤の生物試験検定の分野では通常 ABBOTT (1925) の補正式、 $P = (P' - C) / (1 - C)$ によつてその補正がなされている。ここで P は補正殺虫率、 P' は実験によつてえられた殺虫率、 C は無処理対照区の斃死率を示す。そしてこうしてえられた補正殺虫率に基づいて、対照区における斃死率が 0 である場合のプロビットを用いる計算法が広く適用されている。しかしここで注意しなければならないことは、実際に薬物に曝露された個体数は、そこに用いられた数、すなわち n そのものではなく、平均して $n(1 - C)$ という形をもつて表わされる数でなければならないということである。この考えは、除草剤を用いる発芽試験、いいかえれば諸種の薬物の発芽を阻害する濃度をきめる試験にも、そのままあてはまることである。本文においては、こうした事実を考慮にいられて、試験結果の解析を行なう FINNEY (1944, 1947, 1949) の方法を適用して、キュウリの発芽を阻害する PCP の濃

度を算定した結果をのべる。

実験材料および方法

実験材料：Pentachlorophenol (PCP) は、純度 100% にちかい research grade のナトリウム塩を用いた。キュウリの種子は市販品を用いたが、その品種名および採種年月などは不明である。

実験方法：第 1 表の第 1 欄に示した、対数間隔に希釈した濃度の PCP の水溶液 1,000cc を、直径 15cm、高さ 18cm のガラス製ポットにとり、これにそれぞれキュウリの種子約 500 粒を入れ、24 時間浸漬した。24 時間後に種子をとり出して流水中におき、約 1 時間水洗した。水洗した種子は、各濃度ごとに、直径 9cm、高さ 5cm のペトリ皿 10 個に 1 皿当たり約 40 粒ずつとり、水 100cc をいれて、蛍光灯照明下の定温室においた（従つて、供試種子数は一つの濃度につき約 400 粒）。それから 2 日後に不発芽個体と発芽個体とに分けて不発芽率をしらべた。実験時の水温はおおむね 25°C であつた。

実験結果と考察

実験の結果を表示すると第 1 表の第 1~5 欄のごとく