抗いもち剤ペンタクロロベンジルアルコールの イネにおよぼす影響*

角 博次**・高日幸義**・中神和人**・近藤泰彦**

Hiroji SUMI**, Yukiyoishi TAKAHI**, Kazuto NAKAGAMI** and Yasuhiko KONDO**:

Physiological Effects of Pentachlorobenzylalcohol on Rice Plants

Abstract

Pentachlorobenzylalcohol (PCBA) is a new fungicide remarkably effective against rice blast caused by *Piricularia oryzae* Cavarra. It is known that PCBA has many desirable characteristics as a rice blast fungicide; for example, nonphytotoxicity for every variety of plants tested and extremely low toxicity for the rat, mouse and small carp. One of the most striking characteristics of PCBA in comparison with the organic mercury fungicides is the excellent residual effect. However the antifungal activity in vitro of PCBA against rice blast fungus is too weak to be regarded as the origin of the efficacy.

To know the physiological function of PCBA on the rice plant, the influence of PCBA on the constituents of nitrogen and carbohydrate in the rice plant was studied. The change of the ratio of these organic constituents of the PCBA-sprayed rice plant and the unsprayed has been traced at successive growth stages.

The results obtained was summarized as follows:

1. Spraying of PCBA on the rice plant appeared to cause the decrease of the ratio of total nitrogen in the leaf blade. In ripening stage, however, the ratio of total nitrogen was estimated in higher level in the PCBA-treated plant than in the untreated.
2. Concerning water soluble- and protein-nitrogenous fractions the results showed the similar tendency to that of the total nitrogen ratio. The compounds with amino radicals, especially glutamic acid and aspartic acid, decreased considerably after the treatment of PCBA, and were maintained in relatively low level till the later growth stage.
3. In the carbohydrate fractions, the ratio of crude starch estimated in the lower sheath of the rice plant sprayed with PCBA was much higher than that of the unsprayed plant. There was also appreciable difference in the accumulation of crude starch in the ear between the PCBA-sprayed plant and the unsprayed.

(Received August 8, 1966)

I 緒 言

いもち病防除剤として、ペンタクロロベンジルアルコール

* 本論文の要旨は昭和41年4月の日本植物病理学会で発表

** 三共株式会社農薬研究所 Sankyo Co. Ltd. Agricultural Chemicals Research Laboratories. Shiga, Japan.

コール（略称 PCBA）の具備する生物活性のうち、従来のいもち剤と比較して目立った特性は、（1）効力持続期間がきわめて長期にわたること^{12,16)}、（2）イネはもちろん、各種の農作物に薬害が皆無であること¹⁵⁾、（3）温血動物・魚類を通じて、毒性が著しく低いこと¹²⁾などがあげられる。殊に、効力持続期間が長期にわたる点については、単なる薬剤被覆による保

護効果では説明できない幾多の事実が観察されている。たとえば、PCBA 散布後に新生した葉や、既生葉では、PCBA の散布を行っていない部位にイもち病菌を接種しても発病が非常に少ない。また最高分けつ期ないし穂孕中期に散布した PCBA の影響が、穂首イもち病発病抑制効果となっておりあらわれている¹⁰⁾。このような PCBA の長期にわたる効力発現の機作を解明するため、PCBA 散布がどのような生理的影響をイネに与えるかを知る目的で、本実験を行なった。今回はまず、イネの窒素代謝および炭水化物代謝への影響をみるため、イネ体内の窒素成分および炭水化物成分の変動を、経時的に追跡した結果について報告する。

本研究を行なうに当たり、その機会を与えられた、三共 K. K. 農業研究所々長桑田五郎博士、終始御鞭撻と御助言を頂いた同研究所次長森本益司氏、同室長浜本義夫博士、堀内信生博士に厚く感謝する。また本稿を草するに当って有益な御助言と御校閲を賜った京都大学農学部赤井重恭教授に深謝の意を表する。

II 実験材料と方法

1. サンプルの調整

イネ（品種、滋賀旭 27 号）を慣行に従って栽培して PCBA を 7 月 30 日（分けつ盛期）と 8 月 30 日（出穂 1 週間前）にそれぞれ 1 回散布した 2 系列の PCBA 処理稲をつくった。イネの生育段階はおおよそつぎのごとくである。

最高分けつ期	8 月 10 日
出穂期	9 月 7 日
乳熟期	9 月 20 日
収穫期	11 月 4 日

なお、これらのイネには、収穫期まで、イもち病その他の病気がほとんど発生しなかった。

散布した PCBA は 50%水和剤を濃度 1000 ppm（新グラミン 0.03%加用）に稀釈し、背負型自動噴霧器によって、10 アール当り 200 l 散布した。散布量は均一な散布を行なうために、常用の約 2 倍量とした。この PCBA 散布イネと無散布イネを、散布 1 日後より収穫期にいたるまで適当な時期を選んで採取し、サンプルを調整した。採取したイネの部位は、出穂前は葉身および葉鞘のみで、出穂後は穂も切り取った。1 回のサンプルは 1 株から主稈のみ 3 茎、少なくとも 30 株以上の茎を抜き取り、直ちに葉位および葉身・葉鞘別に分けた。葉位の表示は、常に上位展開葉から順次、第 1 葉、第 2 葉、第 3 葉とした。従って、止葉の展開後は、止葉＝第 1 葉となる。そして各葉位の葉につい

て、葉身部と葉鞘部とを区別して扱った。このサンプリングは常に午後 1～3 時に行ない、直ちに 90～110°C に約 1 時間熱処理を行なって酵素作用を停止させ、60～80°C で約 1 昼夜乾燥させてから粉碎、80 メッシュ以下の粉末として貯蔵した。

2. 分析方法

a. 窒素成分 含窒素化合物の分析は、高橋・村山らの方法¹⁷⁾ に準じて全窒素、全水溶性窒素、水溶性蛋白態窒素を定量し、蛋白態窒素は全窒素と全水溶性窒素の差として算出した。全水溶性窒素の中の遊離アミノ態窒素の定量^{8,11)} は、粉末サンプルを 80%エタノールで充分抽出した後、等量のクロロホルムを加えて除蛋白して、水層のみに分液し、これを濃縮・定容後、2 次元薄層クロマトグラフィーで展開、そしてニンヒドリン液で発色させた。そして発色したスポットの大きさ、濃度を調査したのち、アスパラギン酸およびグルタミン酸の発色部分をとり、ブタノール 3 部とエタノール 2 部の混合液で抽出し、波長 570 mμ で比色定量した。

b. 炭水化物成分 炭水化物の分析¹⁷⁾ は、粉末サンプルを 80%アルコールでソックスレー抽出を行ない、その抽出液より、直接還元糖、全糖を、その抽出残査より粗デンプンを抽出して定量し、別途、全炭水化物を定量した。

III 実験結果

1. 窒素成分

PCBA をイネの分けつ盛期（7 月 30 日）に散布した葉身と穂孕末期（8 月 30 日）に散布した葉身の含窒素化合物を定量した結果を第 1 表～第 4 表に示した。イネ体の全窒素含有率は、田植え直後から急速に増加して、最高分けつ期前後に最高の含有率を示した後、生殖生長の開始と共に漸次低下することが知られているが^{9,20)}、本実験の成績もほぼ同様な傾向を示した。分けつ盛期に散布した区の初期のサンプル（第 1 表および第 2 表）では、無散布と PCBA 散布イネの成績に一定の傾向が認められないのは、この時期には新葉の抽出・展開が旺盛であって、サンプリングした材料が均質を欠いたためと思われる。

これらの成績から、PCBA 散布はイネの葉身の全窒素含有率をやや低下させているが、乳熟期以後にかえって無散布のイネを上回る傾向がみられる。このような推移は、PCBA を分けつ盛期に散布した場合（第 1 表）でも穂孕末期に散布した場合（第 3 表）でも同じように認められ、穂孕末期に散布した方が交叉する時

Table 1. Contents of nitrogenous fractions in the top leaf-blade of rice plant on dry basis (%)
PCBA was sprayed at maximal tillering stage (July, 30)

Date of sampling	Plot	Total-N	TotalWater Sol.-N	Protein-N	Water Sol. Protein-N	Water Sol. Amino-N	Glutamic acid-N	Aspartic acid-N
7. 31	CONT	3. 146	0. 348	2. 798	0. 069	0. 084	0. 015	0. 009
	PCBA	3. 190	0. 348	2. 842	0. 092	0. 074	0. 010	0. 006
8. 4	CONT	2. 770	0. 292	2. 478	0. 079	0. 055	0. 009	0. 012
	PCBA	2. 987	0. 337	2. 650	0. 091	0. 059	0. 010	0. 009
8. 9	CONT	2. 670	0. 247	2. 423	0. 087	0. 088	0. 020	0. 014
	PCBA	2. 764	0. 322	2. 442	0. 067	0. 067	0. 014	0. 009
8. 17	CONT	2. 736	0. 279	2. 457	0. 039	0. 075	0. 023	0. 018
	PCBA	2. 541	0. 238	2. 303	0. 043	0. 070	0. 012	0. 014
8. 23	CONT	2. 328	0. 234	2. 094	0. 035	0. 095	0. 020	0. 013
	PCBA	2. 191	0. 183	2. 008	0. 031	0. 078	0. 015	0. 010
8. 30	CONT	2. 234	0. 251	1. 983	0. 031	0. 118	0. 024	0. 013
	PCBA	2. 153	0. 191	1. 962	0. 019	0. 089	0. 017	0. 011
9. 8	CONT	2. 551	0. 214	2. 337	0. 029	0. 070	0. 020	0. 012
	PCBA	2. 486	0. 203	2. 283	0. 021	0. 068	0. 016	0. 009
9. 20	CONT	2. 520	0. 272	2. 248	0. 020	0. 097	0. 028	0. 012
	PCBA	2. 445	0. 268	2. 177	0. 019	0. 095	0. 017	0. 009
9. 29	CONT	2. 116	0. 226	1. 890	0. 039	0. 079	0. 014	0. 009
	PCBA	2. 074	0. 279	1. 795	0. 045	0. 076	0. 014	0. 007
10. 20	CONT	1. 443	0. 194	1. 249	0. 031			
	PCBA	1. 665	0. 209	1. 456	0. 028			

Table 2. Contents of nitrogenous fractions in the 3rd leaf-blade of rice plant on dry basis (%)
PCBA was sprayed at maximal tillering stage (July, 30)

Date of sampling	Plot	Total-N	TotalWater Sol.-N	Protein-N	Water Sol. Protein-N	Water Sol. Amino-N	Glutamic acid-N	Aspartic acid-N
7. 31	CONT	3. 036	0. 348	2. 688	0. 089	0. 081	0. 016	0. 013
	PCBA	3. 089	0. 285	2. 804	0. 079	0. 060	0. 009	0. 009
8. 4	CONT	3. 054	0. 322	2. 732	0. 072	0. 052	0. 017	0. 011
	PCBA	2. 960	0. 310	2. 650	0. 108	0. 057	0. 018	0. 013
8. 9	CONT	2. 908	0. 239	2. 669	0. 069	0. 066	0. 019	0. 014
	PCBA	2. 912	0. 282	2. 630	0. 036	0. 062	0. 013	0. 010
8. 17	CONT	2. 799	0. 219	2. 580	0. 075	0. 112	0. 025	0. 017
	PCBA	2. 774	0. 236	2. 538	0. 044	0. 100	0. 023	0. 017
8. 23	CONT	2. 634	0. 234	2. 400	0. 044	0. 078	0. 017	0. 008
	PCBA	2. 349	0. 194	2. 155	0. 028	0. 077	0. 017	0. 008
8. 30	CONT	2. 681	0. 259	2. 422	0. 033	0. 090	0. 018	0. 011
	PCBA	2. 520	0. 249	2. 271	0. 038	0. 088	0. 010	0. 006
9. 8	CONT	2. 039	0. 267	1. 772	0. 016	0. 088	0. 020	0. 008
	PCBA	1. 997	0. 217	1. 780	0. 011	0. 089	0. 020	0. 007
9. 20	CONT	1. 975	0. 279	1. 696	0. 017	0. 086	0. 020	0. 015
	PCBA	1. 842	0. 272	1. 570	0. 033	0. 087	0. 020	0. 015
9. 29	CONT	1. 565	0. 251	1. 314	0. 054			
	PCBA	1. 422	0. 216	1. 206	0. 048			

Table 3. Contents of nitrogenous fractions on the top leaf-blade of rice plant on dry basis (%)
PCBA was sprayed at just before earing (Aug, 30)

Date of sampling	Plot	Total-N	TotalWater Sol.-N	Protein-N	Water Sol. Protein-N	Water Sol. Amino-N	Glutamic acid-N	Aspartic acid-N
8. 31	CONT	2.138	0.201	1.937	0.030	0.069	0.019	0.009
	PCBA	2.137	0.196	1.941	0.029	0.069	0.012	0.009
9. 4	CONT	2.410	0.236	2.174	0.039	0.064	0.023	0.009
	PCBA	2.346	0.209	2.137	0.028	0.066	0.017	0.009
9. 9	CONT	2.533	0.231	2.302	0.023	0.064	0.017	0.010
	PCBA	2.502	0.201	2.301	0.035	0.064	0.019	0.009
9.14	CONT	2.644	0.223	2.421	0.031	0.106	0.029	0.015
	PCBA	2.560	0.204	2.356	0.030	0.066	0.017	0.009
9.20	CONT	2.520	0.272	2.248	0.020	0.097	0.029	0.013
	PCBA	2.492	0.231	2.261	0.028	0.088	0.019	0.009
9.24	CONT	2.329	0.264	2.065	0.041	0.103	0.027	0.012
	PCBA	2.329	0.254	2.075	0.035	0.076	0.014	0.007
9.29	CONT	2.166	0.226	1.940	0.039	0.078	0.014	0.009
	PCBA	2.205	0.264	1.941	0.040	0.074	0.007	0.006
10.20	CONT	1.443	0.194	1.249	0.031	0.061	0.004	0.006
	PCBA	1.591	0.236	1.355	0.024	0.075	0.007	0.006

Table 4. Contents of nitrogenous fractions in the 3rd leaf-blade of rice plant on dry basis (%)
PCBA was sprayed at just before earing (Aug, 30)

Date of sampling	Plot	Total-N	TotalWater Sol.-N	Protein-N	Water Sol. Protein-N	Water Sol. Amino-N	Glutamic acid-N	Aspartic acid-N
8. 31	CCNT	2.309	0.211	2.098	0.029	0.093	0.017	0.010
	PCBA	2.266	0.211	2.055	0.053	0.087	0.016	0.009
9. 4	CONT	2.380	0.188	2.192	0.028	0.087	0.019	0.009
	PCBA	2.255	0.234	2.021	0.020	0.098	0.021	0.010
9. 9	CONT	2.205	0.249	1.959	0.031	0.093	0.016	0.004
	PCBA	2.125	0.264	1.861	0.031	0.096	0.018	0.006
9.14	CONT	2.135	0.251	1.884	0.025	0.107	0.018	0.009
	PCBA	2.049	0.226	1.823	0.030	0.073	0.009	0.007
9.20	CONT	1.975	0.279	1.696	0.017	0.102	0.019	0.014
	PCBA	1.919	0.226	1.693	0.011	0.085	0.009	0.006
9.24	CONT	1.908	0.254	1.654	0.053	0.108	0.020	0.016
	PCBA	1.433	0.206	1.227	0.039	0.087	0.011	0.009
9.29	CONT	1.567	0.251	1.316	0.054	0.110	0.019	0.015
	PCBA	1.677	0.239	1.438	0.030	0.093	0.018	0.014

期がやや早く認められた。

全水溶性窒素や水溶性蛋白態窒素の含有率もかなりの変動をみたが、一定の傾向は認められなかった。蛋白態窒素は全窒素とほぼ同様の推移を示したが、全蛋白態窒素に対する水溶性窒素の比は、PCBA 散布区の全窒素が無散布区のそれを上回る時期（すなわち登熟

過程）において、同様に増加していることが知られた。

全水溶性窒素中の遊離アミノ態窒素の定量によるとその含有率は PCBA を分けつ盛期・穂孕末期のいずれの時期に散布しても、10 数日後から第 1 葉身に顕著な低下が観察され、20%以上の減少さえみられた。アスパラギン酸とグルタミン酸を分別定量した結果、こ

これらの二塩基性アミノ酸の変動は、全アミノ態窒素の中でも顕著であった。また、アスパラギン酸よりもグルタミン酸の減少度の方が大きく、穂孕末期散布の場合 9 月 24 日・29 日のサンプルでは、およそ 50% の減少さえ認められた。これと同時に、薄層クロマトグラフィーの発色スポットより肉眼判定したゼリン・アラニン・バリンなどの含有率は、やはり全アミノ態窒素の推移と類似してやや減少する傾向を示した。この肉眼判定により、明らかに増加していると考えられるアミノ酸などは見つけれなかった。

2. 炭水化物

炭水化物の定量結果で最も目立った変化は、粗デンプン含有率の変動であった。第 1 図に示したように乳熟期前の第 3 葉鞘に著しい粗デンプンの蓄積がみられ、

Fig. 1. Contents of starch in the leaf-sheath of rice plants treated with PCBA and untreated, on dry basis (%) PCBA was sprayed at just before earing (Aug. 30)

Fig. 2. Contents of total sugar in the top leaf-blade and starch in the ear of rice plants treated with PCBA and untreated, on dry basis (%) PCBA was sprayed at just before earing (Aug. 30)

9 月 29 日の定量では、第 1 葉鞘・第 3 葉鞘の粗デンプンが共に無散布より高い含有率を示した。このような粗デンプン含有率の増大は、全炭水化物の含有率に反映し、葉鞘・ことに第 3 葉鞘においては、粗デンプン含有率の増加分とほぼ同量の全炭水化物の増加を認めた。

つぎに出穂後の穂の中の粗デンプン定量の結果を第 2 図に示した。これに見られるように、PCBA 散布の影響は穂へのデンプン蓄積にもあらわれ、とくに後期の集積が急速に進んでいるように思われる。第 2 図に併記した第 1 葉身の全糖の分析結果にも見られるごとくこの時期には止葉（第 1 葉身）の全糖が異常なくらい高い含有率を示して、無散布を上回っていることが観察された。

IV 総括および考察

PCBA 散布イネに見られた現象として、第 1 はそれが分けつ期散布である場合も、穂孕期散布である場合も、無散布イネに比較して葉身の全窒素含量が登熟過程で交叉する傾向が見られることである。すなわち、幼穂形成～出穂とイネの形態形成にあたる時期には無散布イネに比してわずかに低い全窒素含量を示したまま推移していたものが、開花～乳熟～固熟と穂への炭水化物蓄積の旺盛な時期になって、却ってやや高目の含有率を示すようになることである。以後収穫期までこの傾向が続くが、この全窒素含量が交叉する時期は、本実験では穂孕末期散布の方が早くあらわれ、分けつ盛期散布の方がやや遅れてみられた。しかし全水溶性窒素についてみると、止葉におけるこの交叉時期はい

ずれも 9 月 20 日頃で、穂への炭水化物の移動が最も活発な時期に当たった。このことは第 2 の現象として、PCBA 散布イネの穂への炭水化物蓄積が無散布イネのそれよりやや緩やかなカーブで上昇し、終りには無散布イネを上回る高い蓄積量を示したことと関連をもっているものと考えられる。

子実が集積する炭水化物の大部分は、出穂開花後に茎葉で合成されたものであるが、1 部は開花までに稈および葉鞘に蓄積されたデンプンを主体とする炭水化物に依存している。この依存程度は、15%前後⁶⁾といわれるが、これはいろいろの条件で変化するものであって、村山ら⁷⁾によれば、晩生種ほど

大きくなる。また、窒素施与量の多いときには、出穂後の同化割合が多くなるが、施与量が少ないときには出穂前の蓄積割合が多いという。つぎに出穂後のイネの各器官の同化作用力をみると、武田らの調査結果¹⁹⁾では、止葉は出穂後1ヵ月以上にわたって高い能力を維持しているが、下位葉では開花後すみやかに同化力が衰える。

PCBA 散布イネで葉身、ことに第1葉身(止葉)に高い窒素レベルが持続されることは、ここにおける炭水化合物合成能力が高いレベルで長く保持されることと関連づけて考えることができる。第3の現象として、顕著な影響がみられたのは、遊離アミノ態窒素のうち、ことにグルタミン酸、ついでアスパラギン酸が、PCBA 散布後に大きく低下していることである。これは散布後、約旬日を経て明瞭となり、この傾向は1ヵ月にも及んでいる。いもち病の発生とこれら酸性アミノ酸およびそのアミドのイネ体中における含有量との関係については多くの研究がなされているが^{1,4,8,9,10,19)}、PCBA 散布が長期にわたるいもち病防除効果を示すことと何等かの関係があるのではなからうか。

以上、PCBA 散布イネの窒素代謝・炭水化合物代謝を追跡した結果、イネの生育時期により、また器官により、いろいろな点で無散布イネとの間に変動がみられた。このことは PCBA がなんらかの形でイネ体内にとり込まれ、イネの生理機能に影響をおよぼしていることにほかならない。著者ら³⁾は別の実験で、電子捕捉型ガスクロマトグラフィーにより、PCBA そのものがイネ体内に微量ではあるが浸透移行していることを認めている。複雑な生体内反応の中であって、これがどのような機作で作用しているのかは明らかでないが、いもち病に対するイネの抵抗機能を高める方向に働いていることは間違いないものと思われる。

V 摘 要

いもち病防除剤ペンタクロロベンジルアルコール(PCBA)のイネの生理におよぼす影響を知るため、PCBA 散布イネと無散布イネの窒素成分および炭水化合物成分の含有率を経時的に定量した。

その結果、PCBA 散布イネに、つぎのような影響がみられた。

1) 全窒素含有率は無散布イネよりやや低下して推

移するが、登熟過程において、かえって無散布イネより増加する。

2) 全水溶性窒素および蛋白態窒素は、全窒素とはほぼ同様な傾向を示したが、遊離アミノ態窒素のうち、ことにグルタミン酸が、ついでアスパラギン酸が、ある時期に著しい低下を示し、その後はやや回復しながらも、なお長期間低下した状態にあった。

3) 炭水化合物成分では、乳熟期頃まで下位の葉鞘に多量のデンプンの蓄積が認められ、穂えのデンプン集積過程にも若干の差異がみられた。

引 用 文 献

1. 鏡谷大節・小林尚志 (1953). 日植病報 18:75
2. D. G. MacLeod (1964). Weed Res. 4: 275-282
3. 浜本義夫・角博次ら (1966). 日植病報 32:100
4. 橋岡良夫・池上八郎 (1961). 日植病報 26:50
5. 石塚喜明・田中明 (1952). 土肥誌 23:23-28
6. 石塚喜明・田中明 (1952). 土肥誌 23:113-116
7. 村山登・吉野実ら (1956). 土肥誌 27:218
8. 大畑貫一・高坂淳爾 (1962). 日植病報 27:73
9. 大谷吉雄 (1952). 日植病報 16:97-102
10. 大谷吉雄 (1955). 日植病報 20:126-128
11. 獅山慈孝 (1961). 京大農植物病理学研究室 特別発表 12 号
12. 角博次・高日幸義ら (1965). 日植病報 30:112
13. 角博次・高日幸義ら (1965). 日植病報 30:112
14. 角博次・高日幸義ら (1965). 日植病報 30:305
15. 角博次・高日幸義ら (1965). 日植病報 30:305-306
16. 角博次・高日幸義ら (1966). 関西病虫害研究会にて講演発表 (1966年2月)
17. 高橋治助・村山登 (1955). 農技研報告 B-4, 85-120
18. 武田友四郎・丸田宏 (1956). 日作紀 24:181
19. 田中正三 (1955). 日植病報 20:125-126
20. 山田登・太田保夫 (1956). 農業及園芸 31:769-774