殺虫剤残渣の生物試験法に関する研究

第 III 報 Knock down 効力の評価に影響する環境湿度について

Studies on biological assay of insecticide residues (III)

On the relative humidity affecting knock down effect

井 上 義 郷*

Yoshisato Inoue

殺虫剤の残留処理面の knock down 効力を評価する場合、全く同一の試験方法においても、しばしば KT_{50} 値が 5~10 倍近くも変動することがあるので、それに関する問題点の検討を行なってきたが、残渣の knock down 効果を大きく変動させる要因の一つは、その処理面に存在する微量の moisture であることを実験的に確認し、第 I 報では moisture の影響とそれに関連するいくつかの条件について報告した。また第 II 報では、処理面における残渣の行動と moisture の意義について考察し、特に吸収性の処理面では撒布量と有効残渣量とははっきりと区別し、この有効残渣量の変動に關与する条件に注目すべきことを報告した。

今回はかかる処理面の残渣の行動に影響する moisture と密接な関連を持つ環境湿度をとりあげ、その影響に関する検討を行なったので報告する。なお、この研究の一部は第 14 回衛生動物学会大会で講演した。

本文に入るに先だち、常々御指導を頂いている朝比奈正二郎博士ならびに安富和男博士に謝意を表する。また供試虫の飼育を担当されている久保田和美氏に感謝する。

実験材料および方法

供試昆虫：この実験には前報と同様、イエバエ成虫を指示昆虫として用い、その 30 頭(雌雄比 1 対 1) 宛を 1 群として取扱った。なお、供試イエバエ *Musca domestica vicina* Maq. (高槻系) は当研究室の 28°C の恒温飼育室で豆腐粕培基(豆腐粕 1 kg にエビオス 35 g 混入)を用いて飼育羽化させた、羽化後 4~7 日目の成虫である。

供試残渣：前報の実験結果に基いて、moisture の影響が最も顕著な DDVP を選び、その 0.3 % アセトン溶

液を濾紙上に 50 cc/m² 宛撒布し、そのまま下記条件の恒温室内に 24 時間放置した乾燥残渣を実験に用いた。

環境湿度の条件：Zwölfer の方法に基き、dessicator (径 30 cm, 高さ 20 cm, 容量約 14 l) の中に塩類の過飽和溶液を入れ、次のように 3 段階の湿度環境をあらかじめ準備しておき、それらを実験に利用した。なお、表示の関係湿度はミニマの鋭感湿度計で測定した結果の上限および下限である。また総ての実験は 24~25°C, R.H. 33~45 % の恒温室内で実施した。

低湿度環境→R.H. 27~33 % ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$)

中湿度環境→R.H. 60~70 % (NaCl)

高湿度環境→R.H. 85~94 % (H_2O)

実験方法：あらかじめ準備しておいた供試残渣を、まず、3 段階に準備されているそれぞれの湿度環境下に移し、所定の時間それらの条件にさらしたのちに取出し、直ちに湿度の影響をうけたと思われるそれぞれの残渣に供試虫を継続的に接触させ、その時間の経過に伴う落下仰転虫数率を求め、得られた時間致落下仰転率回帰直線から、主として KT_{50} 値を概算する。また一方、濾紙専用に改良した電気抵抗式水分計を用いて、それぞれ異なる湿度環境に所定の時間おかれたあとの濾紙の moisture を測定記録する。そしてこれらの結果と生物試験の結果の関係を求め、それに基づいて環境湿度の影響と knock down 効果の変動を考察する。

実験結果および考察

実験結果は表 1 にまとめた。なお、knock down 効果の変動状況を図示した表中の線分は、時間致落下仰転率回帰直線の水平面への投影図であり、左端は KT_5 、中央は KT_{50} 、右端は KT_{95} を示す。したがってその線分の短いものほど回帰直線の slope が急なことを示している。また、この実験に用いた電気抵抗式水分計の測定許容範囲は 4~20 % であるので、低湿度(R.H. 27~33 %)におかれた濾紙の場合は、すなわち、4 % 以下の微量の

* 国立予防衛生研究所衛生昆虫部

Department of Medical Entomology, National Institute of Health, Tokyo

表1 湿度の異つた環境にそれぞれの時間おかれた DDVP 残渣面(濾紙)の moisture の変化とイエバエに対する knock down 効果の変動

環境湿度条件		処理面の moisture	KT ₅₀ 値	Knock down 効果の変動状況**			
関係湿度	処理時間*			2分	4	10	20
27% 33%	0分	<4%	13.5分				
	2	4	13.5				
	10	4	13.5				
	60	4	11.0				
	120	4	9.4				
	300	4	9.6				
	1440	4	13.5				
	2880	4	13.0				
60 70	0	<4.0	13.5				
	2	4.6	10.8				
	10	5.5	4.8				
	60	6.6	2.3				
	120	6.9	2.1				
	300	7.1	2.6				
	1440	7.2	5.3				
	2880	7.4	8.2				
85 94	0	<4.0	13.5				
	2	5.6	9.4				
	10	8.2	2.5				
	60	9.9	1.5				
	120	10.9	1.8				
	300	11.8	2.5				
	1440	12.6	5.6				
	2880	13.3	10.5				

註 * 残渣面をそれぞれの湿度環境にさらした時間を示す。0分とはその環境に移す直前の結果であり、24~25°C, R.H.33~45%の実験室にそのままおかれていたものである。

** 継続接触法の結果で、左端は KT₅, 中央が KT₅₀, 右端は KT₉₅であり、それぞれ対数値で示されている。

moisture の変化は具体的には表示できなかった。

すでに前報で述べたように、殺虫剤処理面の微量の moisture の存在は、処理面上の有効残渣量の時間的な変化、いわゆる、処理面における残渣の行動に關与するものと推考されているので、環境湿度の影響を考察するに当つては、関係湿度の程度そのものだけではなく、むしろ、その湿度条件におかれた時間の長短が重要な意味をもつてくるものと思われる。

まずはじめに、電気抵抗式水分計を用いて、普通に室内(R.H. 33~45%)におかれていた乾燥濾紙を、あらかじめ準備しておいた異なつたそれぞれの湿度環境に移した場合の、moisture の時間的な変化を検討した。その結果によれば濾紙の moisture の変化は一般的には、それがおかれていた環境湿度の高低と当然に平衡關係を示しているということが出来るが、濾紙の moisture の量の時間的な変化は、多湿な条件におかれたものほど顕著で、そのような環境に2分間程度の極めて短時間おかれたただけでも moisture の量は敏感に増大し、表1に示す

ように、そこにおかれた時間の長さに対応した変動を示すことが確認された。

さて、湿度の比較的低い環境(R.H. 27~33%)に殺虫剤を処理した濾紙面残渣をおいた場合の、処理面の moisture の変化と KT₅₀ 値の關係を考察すると、表1から明らかなように、処理面の moisture はその環境にさらされた時間の長さとは殆んど關係なく、この場合は、総て4%以下の安定した値を示していることがわかる。そしてそのように処理面の moisture が常に4%以下で大きな変動を示さない場合には、その環境にそれぞれの時間おかれた残渣の KT₅₀ 値の間にもまた大差がなく比較的安定していて、KT₅₀ 値の変動は殆んど認められないということができる。すなわち、処理面が30%前後の比較的低湿度環境におかれた場合には、この実験で示した時間の範囲ではそこにおかれたそれぞれの残渣の KT₅₀ 値の変動は極めて少いという事実が明らかとなつたのである。

しかしながら、処理面のおかれた環境湿度が比較的高

い場合(R.H. 60 %以上)には、すなわち、処理面の moisture が湿度変化によつて短時間のうちに4 %を超えて変化するようになると、その環境にさらされた時間の長さに対応する、それぞれの残渣の KT_{50} 値もまた大きく異なつてきて、それらの間の関係は急激な変動を示すようになる。この程度の処理面の微量の moisture の変化は外見的には殆んどわからないものであるが、これが knock down 効果を大きく変動させる一つの要因となつてくることは、特に注目されなければならない。

図1 異つた湿度環境にそれぞれの時間おかれたあとのDDVP濾紙面残渣の示す moisture の変化とおかれた時間に対応する KT_{50} 値の変動

註 A……R.H. 60~70 %

B……R.H. 85~94 %

なお、縦軸、横軸とも対数値で示してある。

このように処理面の moisture が時間の経過と共に4 %を超えて大きく変動する場合には、 KT_{50} 値もまたそれに伴つて変動するわけであるが、そこに見られる KT_{50} 値の間の変動現象はまた複雑で、図1に示すようにその現象は単純な方向性を示さず、そこには特殊な一つの定まつた傾向が認められるのである。すなわち、残渣がより多湿な環境におかれた場合、そのおかれた時間の長さが異ると、その時間に対応するそれぞれの残渣の KT_{50} 値は顕著に異り、まずはじめは減少の方向へと変動し、さらに長時間おかれた残渣の場合は、逆に増大の傾向をたどるようになる。そしてそこには、図1からも

明らかなように、turning point なるものが認められるのである。なお、第I報では、処理面の微量の moisture (この場合は相対湿潤指数で示された) の変化と KT_{50} 値の変動は逆の相関を示し、直線的な関係の認められることを報告したが、その場合の実験のように極めて短時間の moisture の処理では、たしかに、そのような直線関係が認められるのであるが、今回のように残渣がさらに長時間多湿な条件におかれると、いわゆる turning point が現れてくるのである。

かかる turning point の認められるに至る時間は、その残渣のおかれた環境湿度の高低によつてまた異り、この実験で示した処理薬量では、高湿度(R.H. 85~94 %)におかれた場合には60分後に認められ、中湿度(R.H. 60~70 %)の場合のそれは120分後であり、高湿度の場合の方がより早期に現われる。

さらにまた、中、高両湿度環境における、それぞれの turning point で調べられた KT_{50} 値を比較してみると、中湿度環境におかれた場合のそれは2.1分であるに対し高湿度の場合のそれは1.5分となつており、高湿度環境におかれた場合のそれが最少の KT_{50} 値を示している。一方それぞれの湿度環境に2,880分の長時間おかれたあとの KT_{50} 値の相対関係は前者の場合とは逆で、中湿度におかれた残渣の KT_{50} 値が8.2分であるに対し、高湿度のそれは10.5分とこの場合は長くなつている(表2参照)。このように湿度の異なる環境に一定時間おかれたあ

表2 異つた湿度環境に一定時間おかれたあとの残渣の示す KT_{50} の比較

湿度環境 におかれ た時間	関係湿度		
	27~33%	60~70%	85~94%
0分	13.5分	13.5分	13.5分
2	13.5	10.8	9.4
10	13.5	4.8	2.5
60	11.0	2.3	1.5
120	9.4	2.1	1.8
300	9.6	2.6	2.5
1440	13.5	5.3	5.6
2880	13.5	8.2	10.5

との残渣の示す KT_{50} 値の相対関係が、それぞれの湿度環境におかれた時間の長さによつて、それが長くなると逆の結果を示すようになってくることは、moisture の影響と残渣の行動を考察する上にまた注目されなければならない。

すでに第II報でもふれたが、moisture の存在は処理面における残渣の行動を助長するものであるという仮定

をおくならば、環境湿度の影響と knock down 効果の変動する現象は、以上の実験結果から次のように説明することができる。

まず、殺虫剤を残留処理した場合、その処理面が吸水性であれば、散布した薬剤のかかなりの部分は内層へ滲透し去り、一旦そこで吸着保持されるので、特にかかる薬剤のその後の行動が問題となってくるわけである。処理面がより多湿な環境にさらされると、処理面の moisture は急速に増大する結果、何等かの機構で、内層に吸着保持されていた薬剤の行動が助長され、この吸着薬剤はより急速に表層へと blooming してきて、処理面の表層の、いわゆる有効残渣量が増大してくるものと考えられ、 KT_{50} 値はそれを反映して、急速に まずはじめは小となる方向へと変動する傾向を示したのであろう。しかし、内層の吸着量には限度があるから、表層への補給量は時間の経過と共に次第に減少してくるはずであり、また表層に blooming した薬剤もさらに空間へと揮散消失してしまうので、一旦増加を示した表層の有効残渣量は再び減少してくるわけである。このように一旦増大した表層の有効残渣量が再び減少し始める時期が、いわゆる turning point であると推定される。そしてその後は有効残渣量の減少を反映して KT_{50} 値はまた逆に増大の方向へと変動を示したものと思われる。

また、環境湿度の違いによつて、turning point の発現時期が異つたり、それぞれの湿度環境に一定時間おかれたあとの KT_{50} 値の相対関係が異つてくる現象は、残渣の行動からさらに次のように説明することができよう。環境湿度が異るとそこにおかれた処理面の moisture の増加率が異つてくるわけであるから、それが内層に吸着されている薬剤の行動、すなわち、blooming の速度や量に関係してくるものと考えられ、残渣がより多湿な条件におかれた場合ほど moisture は急速な増加を示すから、それに伴つて表層の有効残渣量も急激に増大してくるため、比較的短時間のうちに有効残渣量は最大値を示すようになり、 KT_{50} 値もそれを反映した結果を示すのであろう。そして限られた量の吸着薬剤が、そのように一時に多量に表層へ出てきてしまう結果、一度増大した有効残渣は、その後は空間へと揮散し去り減少の一途をたどるのみとなるから、そこでこの場合は KT_{50} 値も比較的早期に増大の傾向を示すようになってしまうのであろうと推論される。

第 I 報に述べられているような、顕著に moisture の影響をうける比較的蒸気圧の高い殺虫剤の、特に残渣の効力試験においては、従来あまりかえりみられていなかったが、このような環境湿度や moisture の影響を考慮することが、試験結果の再現性を高める上に望ましく思

われる。

総 括

DDVP の濾紙面残渣を選び、イエバエ成虫を指示昆虫として用い、knock down 効果を変動させる環境湿度の影響を検討した。

処理面が比較的低い湿度環境(R.H. 27~33%)におかれた場合には、処理面の moisture は電気抵抗式水分計で測定した結果によると、この実験で示した範囲では、その環境におかれた時間とは関係なく、つねに 4%以下の安定した値を示し、このように処理面の moisture が安定していて変動のみられない場合には、それぞれの時間そこにおかれた残渣の KT_{50} 値の間にもまた大差がなく、その変動は比較的少いことが明らかとなった。

処理面がより多湿な環境(R.H. 60%以上)におかれ、その moisture が 4%を超えて変化するようになると、その環境におかれた時間に対応する、それぞれの残渣の示す KT_{50} 値の間には大きな差異が認められるようになる。かかる場合の KT_{50} 値の変動する現象はまた複雑な傾向を示し、そこには、いわゆる turning point なるものが認められてくる。また、環境湿度の違いによつて、その turning point の発現時期が異なることや、それぞれの湿度環境に一定時間おかれたあとの KT_{50} 値の相対関係が、その環境におかれた時間の長さによつて異つてくることなども実験的に明らかとなった。

以上の結果に基き、また、すでに第 II 報でもふれたが moisture の存在は処理面における残渣の行動を助長するものと仮定するならば、knock down 効果を変動させる環境湿度の影響は次のように説明される。環境湿度の変化は平衡的にまず処理面の微量の moisture を変化させ、その moisture の変化は処理面における残渣の行動に関与し、処理面の表層のいわゆる有効残渣量を大きく複雑に変動させる結果、それが knock down 効果の特殊な変動となつて現われてくるものと推考した。

参 考 文 献

- 1) 井上義郷(1961): 衛生動物, 12(3): 179-183. —
- 2) 井上義郷(1962): 衛生動物, 13(1): 67-69. —3)
- 井上義郷(1956): 衛生動物, 7(1): 43-50. —4) 鈴木猛, 遠山輝彦(1957): 防虫科学, 22(3): 283-292. —5) 平社俊之助(1958): 衛生動物, 9(3): 191-197. —6) 深谷昌次ら編集(1960): 昆虫実験法, 28頁, 日本植物防疫協会, 東京.

Summary

It has been already recognized by the present author (1961) that the knock down effect of insecticide is widely fluctuated under presence of minute

moisture and such a phenomenon due to the moisture is the most evident in case of a volatile insecticide, for instance, DDVP or lindane when applied on an absorptive material such as filter paper.

In this paper, the relationship between the amount of moisture contained within filter paper to which the insecticide is applied and the environmental humidity was investigated under laboratory condition.

For measuring the amount of moisture an electric moisture meter was run. Using house flies the variability of knock down effect of DDVP impregnated papers previously exposed in three different humidities was investigated.

Through these experiments, it was confirmed that the relationship between the amount of moisture and relative humidity of the environments showed direct proportion.

When the treated surface was exposed under the

condition of constant temperature of $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of 27–33 per cent the average moisture value of the filter paper surface was determined to be less than 4 per cent. The time length of exposure in this constant condition did not affect.

Under the presence of such minute moisture the knock down effect is invariable. However, in case of a high humidity condition the filter paper moisture increases rapidly; when exposed at a high relative humidity, ranging from 60 per cent to 94 per cent, the moisture of filter paper increases beyond 4 per cent up to 13.3 per cent in accordance with the time of exposure. This results, even a short period exposure to a environmental humidity, caused an instability of knock down effect.

It was supposed, that the minute moisture supports the blooming of the insecticide impregnated in the treated material.

Trap-hut による殺虫剤残留噴霧の蚊に 対する効果の観察¹⁾

The assessment of residual effect of insecticides to mosquito using a trap-hut

鈴木 猛²⁾ 武田 植人^{2,3)} 栗原 毅²⁾

Takeshi Suzuki, Ueto Takeda and Takeshi Kurihara

蚊あるいはハエに対する殺虫剤残渣の残効性については、薬剤処理をほどこした基材（ベニヤ板など）を恒温ないし室温に保存し、各放置期間後に昆虫を一定時間これに接触せしめ、その死亡率を求める方法がしばしばとられている。しかし、この試験方法は、狭い密閉容器（シャーレなど）内で、昆虫を半ば強制的に残渣に接触せしめる点に難点があり、異種薬剤の残効性を比較するためには一応の目的を達するとはいうものの、実地の残効

性を必らずしもそのまま示しているとはいえない。そのためには、野外において、自由に昆虫の侵入できる小屋をつくり、その内壁に薬剤処理をほどこして、侵入した昆虫の死亡率を求める方法が望ましい。

ここに報告する方法は、蚊を対象とし、内壁に殺虫剤処理をほどこした小屋を用意し、逆もどりできない構造の入口と出口をしつらえ、出口にはトラップをしかけて野外に 1 晩放置し、小屋内およびトラップ内の蚊の死亡率を求めたものである。なお小屋の中央には、蚊を誘引する目的で、ドライアイスを置いた。

この方法には、まだ改良されるべき余地があるが、一つの試みとして、得られた結果を報告する。

この研究を進めるにあたって、御指導いただいた佐々学教授、および御援助いただいた松永秀子氏に深謝する。

実験方法

実験に使用した Trap-hut は、150 cm×95 cm×95 cm

1) This investigation was supported by a PHS research grant E-3328 (R1) from National Institute of Allergy and Infectious Diseases, NIH, Public Health Service.

2) 東京大学伝染病研究所寄生虫研究部（主任 佐々学教授）

Department of Parasitology, the Institute for Infectious Diseases, University of Tokyo (Chief: Prof. Manabu Sasa)

3) 明治製菓製薬部
Meiji Seika Co. Ltd.