

ナフタレンとパラチクロールベンゼンとの毒性の比較*

毒性瓦斯の殺虫力並に作用 第2報

内田俊郎・春川忠吉

(京都大學農學部昆虫學研究室)

1. 緒言

數種の藥劑のガス体での昆虫に對する毒力及びその作用について著者達は既に若干の研究を行つて來た。その一部は既に發表したのであるが(春川、徳永、印刷中)茲にはそれと同じ主旨にしたがつて、ナフタレン $C_{10}H_8$ 及びパラチクロールベンゼン $C_6H_4Cl_2$ とについて特に詳細に研究を行い、この二種の藥劑のガス体での毒性の比較を行つた。從來このような研究は藥劑の作用時間をごく短時間に限つてなされた場合が多いが、今はそれらと異つて藥劑の蒸氣壓の大小を考に入れて、その作用時間を充分長くして藥劑の濃度と殺虫効果との關係を研究し、之によつて毒力の比較を行つた。又、藥劑の作用時の温度の高低によつて毒力がどんなに變化するかについても明かにしようとした。普通わが國では、これら兩種の藥劑はガス体で殺虫劑として用いられるよりも、寧ろ忌避劑として用いられる傾があつた。しかもこれらの昆虫に對する効果を評價するにあつても、殺虫劑としての効果と忌避劑としての効果とを混同する場合さえあつた。茲にはまつたく忌避作用については觸れず、もつぱら殺虫力及びその作用のみについて論じたのである。

本研究は昭和19年4月より8月にわたつて文部省自然科學研究費の一部によつて行つたものである。ここに記して感謝の意を表したい。

2. 實驗材料

實驗にあつて材料として用いた昆虫は主としてアツキノゾウムシ *Callosobruchus chinensis* (L.) の成虫であつて、これは數年間にわたつて當研究室で連續して飼育したものの系統である。別にヒメマルカツヲブシムシ *Anthrenus verbasci* L.

の成虫をも材料として用いたが、これは野外のフランスギク、ニンジン等の花上にあるものを採集したものである。

ナフタレンとパラチクロールベンゼンはそれぞれ、大日本製藥及び平田藥化學製造のものであつた。

3. 實驗方法

實驗方法は第1報に述べたのと殆ど同様である。上面が擦り合せの蓋となつた内容積5.3—5.5リットル、直徑18.5 cm、高さ20 cm のガラス製の容器を燻蒸室とした。容器の側壁中央部にある小孔にゴム栓をはめ、これに内徑4 mm、内外のガラス管を通した。これにゴム管をつなぎ、それをピンチコックで堅く氣密にはさみ、外氣との連絡をたつた。

藥劑の一定量を秤量瓶ではかり、これを燻蒸室内に入れて蓋を密閉し、内の藥劑の氣化するのをまつた。さて羽化後24時間以内の健全な個体だけを雌雄それぞれ40匹づつ別の飼育棲息群から取り出し、これを側壁の小孔のゴム管を通して内部のガスの漏れ出ることのないように燻蒸室内に投入した。このガラス容器を一定温度に調節した恒溫器内に入れ、48時間一定温度の下で昆虫に藥劑を作用せしめた。所定の時間後これを燻蒸室から取出して、直ちに生死を雌雄別々に調べた。その後これを上下兩端を布でおふつたガラス製筒に入れ、30°Cの恒溫器内に保つておき、24時間後48時間後に至つてそれぞれ生死の別を調べた。

昆虫の生死の區別は實際にそれを調べるにあつて非常に困難を感じた問題である。何を以て生とし、又死とするかは不明である。そこで假にこれを次の四段階にわけて記録するようにした。

- (1) まつたく對照區の健全な個体と變らずに歩行し、活動する完全な生存個体。

*京都大學農學部昆虫學研究室室費第164号

【防虫科学, 7.8.9:16—29 (1947)】

(2) かろうじて一歩二歩と歩いたり、ひつくり返つて脚のみをふり動したり、とにかく生存はしてゐるが活潑に活動を行わず対照區の健全な個体とは著しく異つたもの。

(3) まつたく動かず殆ど死んだように見えるが、筆の穂先や針の先で一寸刺戟したりすると、脚や觸角などを痙攣的にまた緩くかすかに動かしたりする。然し完全に死んだとは言ひ切れぬもの。

(4) どんなに刺戟してもまつたく動かぬもの。

薬劑の濃度はなるべく一定の差で累進するように心がけ、多くの段階を作るようにした。また薬劑の同一の濃度ごとに少くも二三回の實驗をくり返すようにし、實驗上の誤差を少くするように努めた。

4. ガス濃度と死亡率

燻蒸後の死亡虫数は燻蒸室から取り出した直後、それから24時間後、48時間後の3回にわたつて調べたのであるが、いづれの場合にもまつたく薬劑の處理をしなかつた對照區でも少數の死虫が見られたから、夫々の實驗結果から死亡率を算出するにあつてはAbbotの式によつて修正を行つた。後に述べるように死亡率は燻蒸後の経過時間によつて著しい變化を示すから、燻蒸ガスの虫体に及ぼす効果を判斷するにあつては、燻蒸室より取出し直後の結果によるのと24時間、48時間、又は數日後の死亡率によつてするのでは結果に於て著しい差を生ずるかも知れない。その理由は後に述べることとして、假にここでは48時間後の死亡率のみによつてガスの効果を評價することとする。ガスの濃度は單位容積、即ち1立に對する藥品のmgr. 數で表した。異つたガスの効果を比較するには1立あたりのmgr. 分子量數をも算出した場合もある。

*死虫と生存虫との區別は前章に述べた四段階に分けて觀察したのであるが、以下便宜上(3)と(4)に属するものを死虫とし、(1)と(2)を生虫として取扱ふ。したがつて死亡率は(3)と(4)の全虫數に對する百分率である。

**Abbotによれば、對照として處理をしなかつた區の生存虫の百分率をX、處理をした區の生存虫の百分率をYとする時は、處理區の死亡率は次の式によつて表わされると言ふ。

$$\frac{X-Y}{X} \times 100 \quad (\text{Abbot, 1925})$$

***以下本文内ではナフタレンをN. でパラジクロールベンゼンをP.D.B. で表すこととする。

いろいろなガス濃度に對する燻蒸室から取出し48時間後の死亡率を第1表より第7表までに示した。N.の場合には25°C、33°CとP.D.B.の場合には15°C、17.5°C、20°C、25°C、33°Cとそれぞれ別々に、しかもどちらのガスの場合にも

第1表：25°CでN.を作用させた時の死亡率

濃 度	死 亡 率		實驗回數
	♂ %	♀ %	
0.05 mg./L.	3.9	2.11	2
0.1	5.97	10.31	3
0.15	5.09	0	2
0.2	21.10	10.06	3
0.25	32.05	8.11	2
0.3	61.33	57.73	3
0.35	52.50	14.73	2
0.4	90.00	82.88	3
0.45	76.30	96.97	1
0.5	100.00	94.59	2
0.55	94.90	95.68	1
0.6	93.70	86.48	2
0.65	100.00	94.59	1
0.7	99.20	95.84	2
0.75	97.50	100.00	1
0.8	100.00	98.65	2

第2表：33°CでN.を作用させた時の死亡率

濃 度	死 亡 率		實驗回數
	♂ %	♀ %	
0.10 mg./L.	17.33	11.27	3
0.125	37.23	10.57	3
0.15	37.43	17.20	3
0.175	82.77	46.77	3
0.20	93.27	90.63	3
0.225	93.43	87.83	3
0.25	89.50	84.77	3
0.275	100.00	96.67	3
0.30	100.00	91.97	3
0.325	100.00	91.50	3
0.35	100.00	100.00	3
0.375	100.00	100.00	13

25°Cと33°Cの時には雌雄別々に死亡率を示した。

いづれの場合にも、大体ガス濃度の増加につれて死亡率は増加し、或る濃度にいたつて略々100%に近い値を示すにいたつてゐる。もつとも實驗回數の多い25°Cの燻蒸の場合について詳しく見ることとしよう。この實驗では大体同じガス濃度について2回~4回の繰返しを行つたのであるが、

第3表：15°CでP.D.B.を作用させた時の死亡率

濃度	死亡率	実験回数
mg./L.	%	
0.59	0	1
0.83	2.5	1
1.03	12.5	1
1.24	42.5	1
1.44	32.5	1
1.64	75.0	1
1.86	90.0	1
2.11	82.5	1
2.51	85.0	1

第4表：17.5°CでP.D.B.を作用させた時の死亡率

濃度	死亡率	実験回数
mg./L.	%	
0.59	6.9	2
0.83	12.1	2
1.03	11.5	2
1.24	22.4	2
1.44	23.6	2
1.64	42.5	2
1.86	50.9	2
2.11	62.9	2
2.31	97.3	1
2.71	100.0	1
2.91	100.0	1

第5表：20.0°CでP.D.B.を作用させた時の死亡率

濃度	死亡率	実験回数
mg./L.	%	
0.55	2.5	2
0.77	10.0	1
1.00	0	1
1.24	5.0	1
1.44	35.0	2
1.68	66.0	2
1.92	32.5	1
2.08	85.0	2
2.34	73.8	2
2.57	65.0	1

第6表：25°CでP.D.B.を作用させた時の死亡率

濃度	死亡率		実験回数
	♂	♀	
mg./L.	%	%	
0.6	2.17	0	2
0.7	0.88	6.06	2
0.8	0	2.40	2
0.9	3.20	12.79	2
1.0	6.57	15.34	2
1.1	27.61	73.96	2
1.2	45.72	68.29	4
1.3	62.85	89.12	4
1.4	60.68	76.88	4
1.5	59.28	89.56	4
1.6	50.65	86.3	4
1.7	76.55	96.74	4
1.8	62.75	96.56	4
1.9	85.33	97.37	4
2.0	85.85	94.73	2
2.1	86.45	98.65	2
2.2	93.60	98.70	2
2.3	98.65	98.70	2
2.4	84.25	97.39	2
2.5	97.45	100.00	2

第8表：P.D.B.の種々な濃度に於ける死亡率の最大値と最小値の振れ

薬剤の濃度	死亡率の振れ	
	♂	♀
mg./L.	%	%
0.6	4.34	0
0.7	1.76	10.43
0.8	0	2.92
0.9	2.69	1.36
1.0	9.62	18.58
1.1	0	3.86
1.2	74.56	57.41
1.3	33.95	21.40
1.4	84.90	45.51
1.5	36.82	10.12
1.6	94.83	36.53
1.7	27.34	7.83
1.8	58.12	7.83
1.9	18.72	5.32
2.0	18.10	0.10
2.1	1.50	2.71
2.2	12.8	2.61
2.3	2.7	2.61
2.4	16.1	0
2.5	5.1	0

第7表：33°CでP.D.B.を作用させた時の死亡率

濃度	死亡率		実験回数
	♂	♀	
mg./L.	%	%	
0.4	1.20	2.10	1
0.45	38.30	7.20	1
0.5	45.20	7.20	1
0.55	0	0	1
0.6	17.70	50.00	1
0.65	25.40	39.65	2
0.7	60.15	75.40	2
0.75	36.65	44.20	2
0.8	71.05	74.70	2
0.85	55.40	77.15	2
0.9	60.15	78.90	2
0.95	74.65	63.55	2
1.0	91.00	85.55	2
1.05	89.05	91.00	2
1.1	85.95	94.75	2
1.15	96.25	100.00	2
1.2	100.00	91.40	2
1.25	77.75	69.70	2
1.3	67.25	100.00	2
1.35	80.10	89.40	2
1.4	75.05	92.40	2
1.45	82.80	100.00	2
1.5	84.20	100.00	1

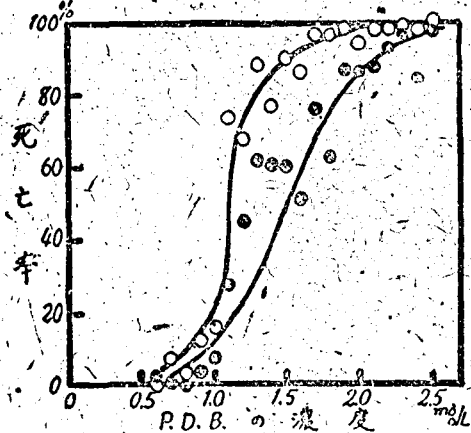
第9表：N.の種々な濃度に於ける死亡率の最大値と最小値の振れ

薬剤の濃度	死亡率の振れ	
	♂	♀
mg./L.	%	%
0.05	7.7	4.22
0.10	10.0	30.72
0.15	4.9	0
0.20	32.5	10.81
0.25	53.9	16.22
0.30	64.1	64.65
0.35	55.0	29.51
0.40	30.0	27.02
0.45	—	—
0.50	0	0
0.55	—	—
0.60	2.60	10.81
0.65	—	—
0.70	2.60	2.91
0.75	—	—
0.80	0	2.70

それら相互の間には相當大きな死亡率の差が見出される。たとえば P.D.B. の 1.6mg/L の雄の死亡率などは、その著しい場合であつて、4 回の實驗の平均値は 50.65 であるが、その個々の死亡率は 0% から 94.8% までも振れているのである。N. についても P.D.B. の時ほどでもないが、やはり同様な傾向が見られるのであつて 0.3mg/L の雄の死亡率は 3 回の實驗の平均が 61.33% であるが、実際には 23.1% から 87.2% までも振れている。この振れの幅は標準偏差や變異係數によつて示せばよいのだが、2 回から 4 回までぐらいの實驗ではそれも出来ないから、假に百分率の最大と最小の値によつて示して見よう。結果は第 8 表及び第 9 表のようになる。このような大きな振れは死亡率の平均が 50% に近い場合に特に著しく、平均が 0%, 100% に近づくと少なくなつていく。これは死亡率の平均がガス濃度の變るにつれて S 字型の増加曲線を描くことから考えれば當然のことのようにも思われる。この振れの程度を N. と P.D.B. と較べて見ると P.D.B. の時が著しく、雌雄の差を見ると N. の場合には差を見出しにくい、P.D.B. の場合には雄の方が雌よりも遙かに著しい。Shepard 等の行つたガス剤の毒力の試験によれば、ガスの種類によつてこの種の振れに相違が見出され、チクロールエチレン $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ ではこの種の振れは著しく、二硫化炭素 CS_2 では殆ど問題とならぬ程であつた。そしてチクロールエチレンでは生死の區別が難しく二硫化炭素ではそれが易しいと言う事實によつてかような相違が生じたとした (Shepard et al, 1936)。おそらくこの推測は今の場合にも當てはまるのではなからうか。N. よりも P.D.B. の場合の方が生死の判別はむづかしく、又 P.D.B. の場合でも雄の方が雌よりも蘇生するものが多く生死の判別はむづかしい。薬剤の毒性を比較するにあつて、この振れの大小を知ることが重要な一つの項目と思われる。以上はすべて 25°C の實驗について述べたのであるが同じことは 33°C の實驗についても亦知ることが出来た。

以上のように或る一つのガス濃度に対してもゾウムシの死亡率は相當な變異を示すのであるが、それぞれのガス濃度とその場合の死亡率の平均値との關係を、25°C の實驗を一例として示すと第

1・2 圖のようになる。一方は N. 他は P.D.B. で雌雄別々に示した。いづれも略々 S 字型の曲線をなしている。然し S 字型の曲線と言つてもいろいろであつて、N. の場合は死亡率がガス濃度に対して非常に急激な上昇を示して立つた形の S 字を



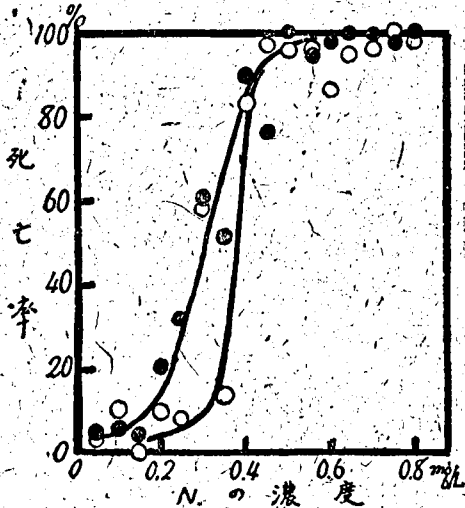
第 1 圖：燻蒸温度 25°C の場合の P.D.B. の濃度死亡率曲線 ●：雄、○：雌

示すのに反して、P.D.B. はむしろ緩い上昇曲線を示している。同じ P.D.B. の作用した時でも、ゾウムシの雌よりも雄の方が緩い上昇の傾向を示している。

このようにいわれる濃度死亡率曲線が S 字型曲線をなすことは昆虫の毒ガスに対する感受性に個体變異があつて、これが昆虫の形態的の諸性質の個体變異に見られると同じ正常分布の變異を示す爲と考えられる。ある濃度に於ける死亡虫数はそれより濃度の薄い場合の死亡虫数の合計を表す筈であるから、昆虫の毒ガスに対する感受性がそれぞれの濃度に対して正常分布を示せば、ガス濃度と死亡虫数又は死亡率との關係は正常分布曲線の累積曲線によつて表されるのは當然のことであろう。この考は Bliss によつて特に發展せしめられたものである。(Bliss, 1935)。その適合の度合を簡単に知るために死亡率をいわゆるプロビットに換算して、それが濃度と直線的の關係を示すか否か、又どの程度に直線から離れるかを見るのである。いま一例として 20°C での P.D.B. の實驗の結果について、プロビットを計算してそれとガス

*プロビット Probit は確率單位 Probable unit とも言われ Bliss (1935) に詳しい。

濃度との関係を圖示して見ると第3圖のようになり、大体直線的の關係が認められる。他の温度の場合でも大体これに似た直線的の關係が認められるのである。但し、ここでは Bliss が行つたような詳細な計算を一々行つた譯ではなく、グラフ上にいわゆる豫備曲線を引いて、これによつて大体の傾向を知ろうとしたにとどまつた。もつとも Bliss は藥劑の濃度そのものでなしに、濃度の對數値と死亡率のプロビットとが直線的の關係を示す



第2圖：燻蒸温度 25°C の場合の N. の濃度死亡率曲線 ●：雄，○：雌

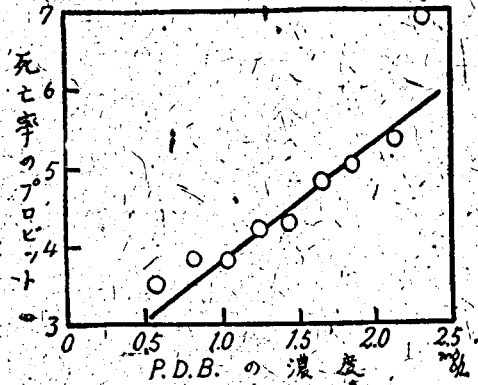
としている。昆虫の感受性が濃度の對數値に對して正常分布をする譯になる。然しながらここに得た結果は前述のように濃度の對數値とではなく、むしろ濃度そのものとの間の方がよい一致を示した。このようなことはコクソウ *Calandra oryzae* 及びコヨクソウ *Calandra sasakii* の耐熱性にも見られ、耐熱性が温度の對數値に對してよりも温度そのものに對する方がより正常分布に近いと論じられている (河野, 1943)。

5. 中央致死濃度と 99% 致死濃度

濃度と死亡率のプロビットとの關係をしらべることによつて、いわゆる中央致死濃度 (M.L.D.) や 99% 致死濃度 (L.D.99) などを理論的に算出することが出来る。いま M.L.D. と L.D.99 との概略値をそれぞれの實驗の結果について算出して見ると第 10 表及び第 11 表のようになる。

N. と P.D.B. とのゾウムシに對する毒作用の相異は第 1 圖と第 2 圖とを較べれば大体の違いは

わかるのであるが、以下統計的方法を用いてその比較を行つて見よう。普通に實驗的に 100% 致死の最低のガス濃度を求めて、それによつて毒性



第3圖：燻蒸温度 17.5°C の場合の P.D.B. の濃度・死亡率曲線 (死亡率はプロビットで表した)

第 10 表：種々な燻蒸温度の下での P.D.B. と N. の中央致死濃度

燻蒸温度 °C	P.D.B. の M.L.D.		N. の M.L.D.	
	♂	♀	♂	♀
	mg./L.			
15.0	1.60		—	
17.5	1.80		—	
20.0	1.89		—	
25.0	1.52	1.09	0.31	0.37
30.0	0.80		0.26	
33.0	0.75	0.70	0.15	0.18

第 11 表：種々な燻蒸温度の下での P.D.B. と N. の 99% 致死濃度

燻蒸温度 °C	P.D.B. の L.D. 99		N. の L.D. 99	
	♂	♀	♂	♀
	mg./L.			
15.0	2.67		—	
17.5	3.32		—	
20.0	3.62		—	
25.0	2.54	1.60	0.627	0.640
30.0	1.75		0.60	
33.0	1.48	1.14	0.263	0.323

の比較が行われるのであるが、それは不正確な方法たるを免れない。上述の濃度死亡率曲線の全体から、M.L.D. 及び L.D.99 を評價し計算によつて求めそれによつて藥効の比較をするべきであることは既に多くの人々によつて説えられている。P.D.B. の M.L.D. は燻蒸温度の相違によつて幾らかの開きが見られるのであるが、大体 0.7

mg/L から 1.9mg/L までの値を示している。雄と雌とによつても若干の違いが見出され、特に 25°C で行つた実験では著しい。N. でもやはり燻蒸温度によつて M.L.D. には相違が見られ、0.15mg/L から 0.37mg/L までの開きがあり P.D.B. の場合よりも大部少い。雌雄による相異は少しはあるが、P.D.B. に見られた程著しくはない。L.D.99 についても大体同様な関係が認められる。F.D.B. の M.L.D. が N. のそれに較べてずっと高濃度であることは前実験（春川、徳永印刷中）でも明かにされたことである。P.D.B. の毒力と N. のそれとを比較する爲に、N. の M.L.D. で P.D.B. のそれを割つて見た。その値を第 12 表について見ると、雄では P.D.B. が N. の 5 倍、雌では 3—4 倍の薬量を要することがわかる。同様に L.D.99 について較べて見ても、やはり N. の毒力が雄では 4—6 倍、雌では 3—4 倍も強いことがわかる。以上は 25°C にての実験についてであるが、33°C の場合にも大体同様であり、又 30°C について先に行われた結果も略と同じである。

第12表：M.L.D. 及び L.D.99 による P.D.B. と N. の毒力の比較

燻蒸温度 °C	P.D.B.のM.L.D. N.のM.L.D.		P.D.B.のL.D.99 N.のL.D.99	
	♂	♀	♂	♀
	25	4.90	2.95	4.05
30	3.08		2.92	
33	5.00	3.89	5.52	3.54

以上の比較はすべて薬量は mg/L によつたのであるが、N. と P.D.B. との分子量はそれぞれ 128 と 147 とで大分異なるから、考え方によつては単位容積中のモル数又はミリグラム分子量数によつて比較するのが妥當である。25°C, 30°C, 33°C で燻蒸した場合の M.L.D. を 1 立内のミリグラム分子量数で表して見ると第 13 表に示すようになる。先の場合と同様に N. の値で P.D.B. の値を除して見ると第 14 表に示すようになり、やはり N. の毒力の大きい事は變らない。けれども単位容積内の薬劑の mgr. 数であらわした場合よりも兩種薬劑の毒力の相違は小さく評價される。

第13表：P.D.B. と N. との M.L.D. をモル数に表したもの

燻蒸温度 °C	P.D.B.のM.L.D.		N.のM.L.D.	
	♂	♀	♂	♀
	25	10.3	7.4	2.4
30	5.4		2.0	
33	5.1	9.5	1.2	1.5

第14表：モル濃度による P.D.B. と N. との毒力の比較

燻蒸温度 °C	P.D.B.のM.L.D. N.のM.L.D.	
	♂	♀
	25	4.30
30	2.70	
33	4.25	6.33

6. 濃度・死亡率曲線の傾き

M.L.D. と L.D.99 の値とが平行的な関係にないのは、濃度・死亡率曲線の傾きが異なる爲である。二種の薬劑の毒力を比較した時 M.L.D. が高くても L.D.99 が逆に低ければ、それに比較して M.L.D. が低く L.D.99 が高いものよりも實際に燻蒸を行う上からすればより有利な譯である。M.L.D. のみによつて毒力の比較を行うことは不充分であり、濃度・死亡率曲線の傾きを考慮に入れなければならない。曲線の傾きが急なことが M.L.D. の値の低濃度であると言うことと共に薬劑の毒力を大ならしめる爲に重要である。この考は既に前報に於ても強調された所である

(春川・徳永、印刷中)。濃度死亡率曲線を昆虫の薬劑に對する感受性の變異の累積曲線であるとすれば、その變異を表す正常曲線の標準偏差によつて濃度・死亡率曲線の傾きの緩急が表わされる。曲線が急激な上昇傾向を示す時は、標準偏差は小さく、緩い上昇傾向の時は標準偏差は大きい。便宜上ここではこの標準偏差の値で曲線の緩急の上昇の程度を表すこととする。

第 15 表について標準偏差の計算結果を見ると、P.D.B. では 0.2~0.7 なる値を示して曲線の上昇傾向は比較的ゆるやかである。これに反して N. では 0.1 程度の値で、死亡率曲線はやや急激な傾きを示している。P.D.B. に較べて N. ではよく

わずかの薬量の違いで大部分の昆虫が生きるか死ぬかの差を生じたと言へる。だから薬剤の毒力を表現するには、中央致死濃度のみでは不十分であり、この死亡率曲線の傾きを考えに入れる必要がある。前報(春川・徳永、印刷中)に述べたように100%致死の最小濃度と中央致死濃度との差によってこれを現してもよいが、ここでは仮に標準偏差の値によることとする。即ち、P.D.B.に較べてN.の値は $\frac{1}{6}$ から $\frac{1}{2}$ ぐらいであり、この点からしてもN.の毒力の大きいことがわかる。

第15表：P.D.B.とN.の中央致死濃度の標準偏差

燻蒸温度 °C	P.D.B.の場合		N.の場合	
	♂	♀	♂	♀
15.0	mg./L.			
	0.462		—	
17.5	0.612		—	
20.0	0.693		—	
25.0	0.430	0.208	0.141	0.116
30.0				
33.0	0.313	0.188	0.052	0.061

第16表：P.D.B.とN.との中央致死濃度の變異係數

燻蒸温度 °C	P.D.B.の場合		N.の場合	
	♂	♀	♂	♀
15.0	%			
	23.9		—	
17.5	34.0		—	
20.0	36.7		—	
25.0	23.2	19.1	45.4	31.4
30.0				
33.0	41.7	26.7	34.7	33.7

變異係數を出して見ると第16表のようになる。N.とP.D.B.と言う薬剤の相違、燻蒸温度の相違などにもかかわらず、雄の變異係數は雌のそれよりも大きい。もしも濃度・死亡率曲線の傾きが薬剤に対する昆虫の感受性の變異を表すとしたならば雄の感受性の變異は雌のそれよりも大きい。

7. ヒメマルカツオブシムシについての結果

アヅキノウムシについて行つたと同様な方法で野外から採集したヒメマルカツオブシムシについてP.D.B.とN.との毒力の比較を行つた。燻蒸処理取出し後の死亡虫の経過を見ると、野外採集のため羽化後の経過日數が長い故か、無處理の對照の場合にも死亡率は日を追つて急速に高くなつ

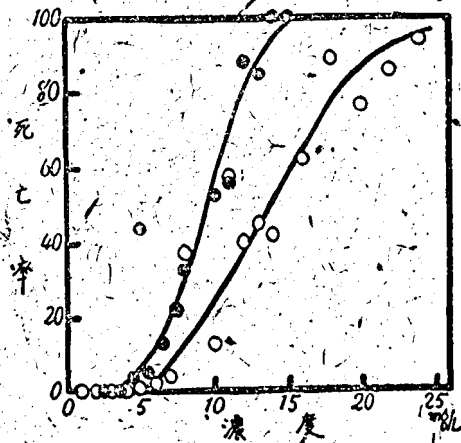
たから、取出し24時間後の死亡率によつて毒力の判断を行つた。

ガス處理取出し24時間後の死亡率と濃度との關係を第4圖に示した。2, 3の點は大變に飛び離れているが大体S字型の曲線を描くことは明かである。M.L.D.及びL.D.99を計算して見ると第17表のようになる。M.L.D.はP.D.B.では1.38mg/L、N.では0.94mg/Lとなり、余り大きな差はない。M.L.D.によつて判断するとN.はP.D.B.の1.5倍の毒力があり、L.D.99によれば、1.8倍の毒力があることとなる。ミリグラム分子量數によつて表して見るとM.L.D.は

第17表：ヒメマルカツオブシムシに對するP.D.B.とN.との毒力

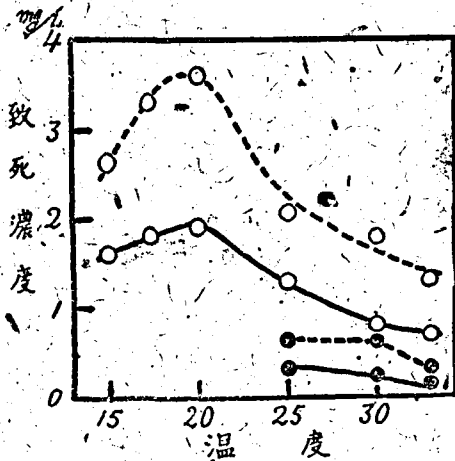
	P. D. B.	N.
M. L. D.	1.38	0.94
L. D. 99	2.81	1.53
標準偏差	0.62	0.25

それぞれ0.0094と0.0074となり兩者の毒力の違いはなお小さく評價される。N.の毒力はわずかにP.D.B.の1.27倍にすぎない。かようにヒメマルカツオブシムシの場合には、兩種薬剤の効果は余り大きな差を示さない。標準偏差はP.D.B.では0.615で、N.では0.25であり、P.D.B.の曲線の方が傾斜はやや緩いが兩者の違いは余り著しくはない。



第4圖：P.D.B.とN.のヒメマルカツオブシムシに對する濃度死亡率曲線
○：P.D.B.の場合 ●：N.の場合

これらの結果をアヅキゾウムシについて得た結果と較べて見よう。N. の時は M.L.D. または L.D.99 どちらで評價してもヒメマルカツオブシムシの方がアヅキゾウムシに較べて2倍ないし3倍も抵抗性大きい。前者は後者に較べてずっと小型な昆虫であつて、体重は略と1/4ぐらいであるから、単位体重に對して考えればこの差は更に大きくなり、ヒメマルカツオブシムシの方が10倍ないし12倍の抵抗性を持つことがわかる。P.D.B. の場合は、兩種昆虫の M.L.D. は大体等しく、L.D.99 で較べるとヒメマルカツオブシムシの方がより強い。単位体重に換算して考えればヒメマルカツオブシムシの抵抗性の強いのは勿論のことである。



第5圖：燻蒸温度と中央致死濃度及び99%致死濃度との關係

- P.D.B.のM.L.D.
- ...○... P.D.B.のL.D.99
- N.のM.L.D.
- ...●... N.のL.D.99

8. 温度とガスの効果

P.D.B.については5, N.については2の異つた温度の下で毒力を定める実験を行つたから、温度がそれぞれの薬剤の毒性にどんな影響を與えたかについて論ずることとする。前回の實驗(春川, 徳永, 印刷中)は本實驗で行わなかつた30°Cの下で行われたのであるから、その結果をも合せて考えることとする。燻蒸温度の上昇につれてガスの蒸氣壓は増加するが、一方固体表面に對するガスの吸着は減少すると言われている。また昆虫自体

の例よりすれば、温度の上昇につれて呼吸などの生理的機能の活動は指數函数的に増大する。

先づP.D.B.について見ることにする。前に述べたようにアヅキゾウムシは雌雄の差によつて相當異つた抵抗性を示すのであるから、雌と雄と別々に取扱うべきであるが25°Cと33°C以外の結果には雌・雄別々に取扱わなかつた。従つてそれらを他の實驗結果と併せて論ずることは嚴密に言へば正しくはない。しかし大体の傾向を知るために25°Cと33°Cとは雌雄の平均値を取つて、これによつて比較することとした。各温度に於けるM.L.D.をグラフ上に取つて見ると第5圖のようになる。20°Cの場合を頂点として、それより低温度および高温度になるにつれて下降している。15°C以下の温度の場合はしらべてないが、P.D.B.の蒸氣壓の減少とゾウムシの生理的活動の減退とが相待つて、48時間の燻蒸で果してゾウムシを100%殺し得る濃度が實際に得られるかどうかは疑わしい。L.D.99の燻蒸温度との關係も第5圖に共に示したが、これもM.L.D.について言つたことと略と同様なことが言へよう。實驗を行つた温度の範囲内では、M.L.D., L.D.99 どちらによつて判斷しても30°Cないし33°Cあたりの高温の方が燻蒸を行うためには少しの薬量で昆虫を殺し得るように思われる。

アヅキゾウムシの生理作用、特に呼吸量呼吸商などに及ぼす温度の影響については何等知られてはいないが、他の甲虫類についてしらべられた結果から推察して見ると、20°Cから33°Cに至る間のアヅキゾウムシのP.D.B.に對する感受性の變化は温度の上昇に伴う呼吸量の増加によつて解釋できるのではないかと思われる。20°C以下の温度で殺虫効果が高くなつてゐることは興味深いことではあるが、之が何に基くかは判らない。Shepard等はコクヌストモドキ *Tribolium confusum* を用いて種々の温度の下でクロルピクリン、チクロルエチレン、二硫化炭素、臭化メチル等の毒力を檢した際に、いづれも10°Cを頂点としてそれより高温及び低温で燻蒸効果の高くなることを示した (Shepard et al., 1937) (Shepard and Buzicky, 1939)。10°C以下のような低温では昆虫の生理作用も異状を來して、燻蒸効果も變化して來ることは取て怪しむに足りないが、

20°C のような寧ろ生活に快適と思われるような温度を境としてかような燻蒸効果に變化の起ることは注意すべきことである。或はガスの吸着が、20°C 以下の低温で大きくなる爲と解すべきであろうか。

標準偏差と變異係数によつて P. D. B. に對するアヅキゾウムシの生理的の變異の幅を知り得ることは前述の通りである。種々な燻蒸温度について、これらの値を第 15, 16 表についてしらべ見ると標準偏差も變異係数も共に M. L. D. の低い値を示している 15°C, 25°C, 33°C 等の場合に小さい値を示している。しかし特に温度の變化との間に明瞭な關係を見出すことは出来ない。

次に N! による燻蒸の場合を見よう。25°C と 33°C との實驗に前實驗の 30°C の結果を併せて論ずることとする。M! L. D. も L. D. 99 もともに第 5 圖にあるように温度の相違にも拘わらず殆んど見るべき差を示さなかつた。先に述べたようにゾウムシの呼吸量は、25°C と 33°C とでは 2 倍位の大きな差が見出されると思われるにも拘わらず、ゾウムシの感受性が 25°C, 30°C, 33°C とで余り變つた値を示さぬことは、興味あることである。

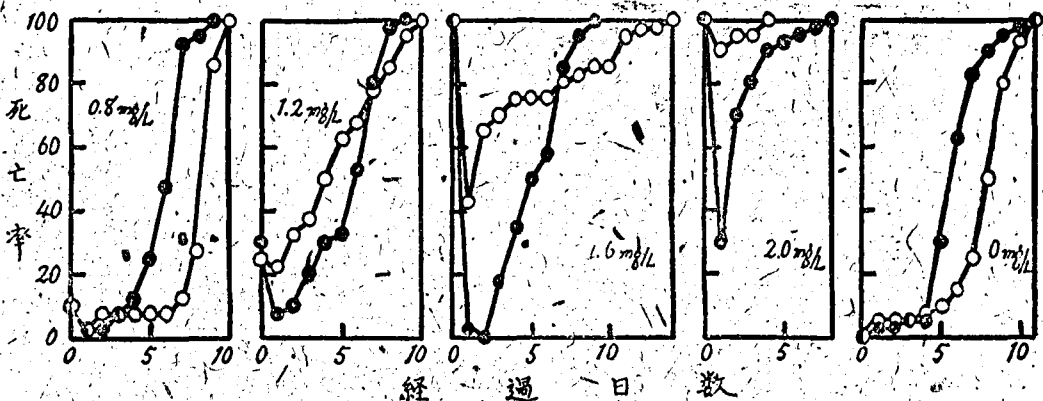
9. ガス處理後の死亡率の變化

以上論じたのはすべてガス處理から取出した後 48 時間を経過した昆虫についてであつた。何故 48 時間後のみについて論を進めたか。それには 1 日後、2 日後、3 日後となるにつれて死亡率がどんなに變化を示したかを知る必要がある。普通にはガス劑の昆虫に對する致死効果を論ずるには、或

る定つた時の死亡率が取上げられるが、それよりも寧ろ昆虫の生存日數、壽命を目安とする方がよいかも知れない。ガス處理後相當長期にわたつて昆虫の生死を觀察し続けることは實驗を手際よく遂行する上に困難であるため、殆んど生存日數は問題とはされないが、一應ガス濃度と生存日數との關係をしらべておく必要がある。

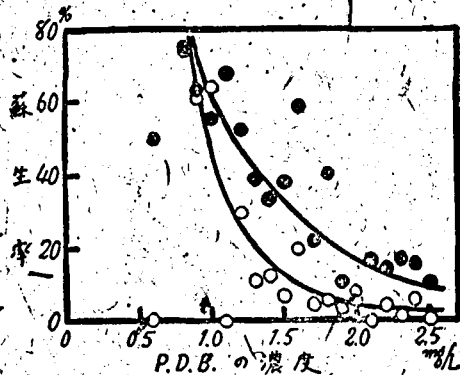
先づ始めにガス處理から取出した後の生死虫數の變化を見よう。生死虫の區別は先に述べた通りである。處理した虫數は雌雄それぞれ略々 40 匹であつたが、時によつて 1, 2 匹の増減はあつたから、虫數の實數では相互の比較がむづかしい。それで死虫數の百分率を出して、この時日に伴う變化をしらべた。先づ P. D. B. 燻蒸の場合、0.8 mg/L ないし、2.0 mg/L の種々のガス濃度について雌雄別々に第 6 圖に示した。まったくガス處理を行わなかつた對照區を見ると、雄の方が雌よりも生存日數は平均して 2.3 日も短い、雄は 4 日目頃までは殆んど死亡するものもなく、ごく僅かづつ斃れてゆくにすぎないが、5 日目頃から死虫數は急激に多くなり、10 日、11 日目には殆んど全部が死亡し去つてしまう。これに反して雌は 4 日目頃迄は雄と大差はないが、それ以後はやはり緩い上昇傾向を辿り 7 日目頃から急に死虫が増加し 10 日、11 日目には殆んど全部死んでしまう。雄の平均生存日數は 8.1 日、雌のそれは 10.1 日である。

*平均生存日數は第 6 圖の無處理の場合に較べてやや長く考えられるが、生存日數は無處理の場合の値に燻蒸時間の 2 日を加えたものだからである。



第 6 圖：燻蒸取出し後の経過日數に伴う死亡率の變化。P. D. B. の 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 mg/L の薬量の場合及び對照區。●：雄，○：雌

P.D.B. の濃度の薄い 0.8 mg/L の場合を見ると、曲線は上に述べた対照区のそれによく似ているが、ごく僅かの相異は見出される。処理から取出し直後に10%ほどであつた死亡率が24時間ないし48時間後には一旦2%程度に下降している。

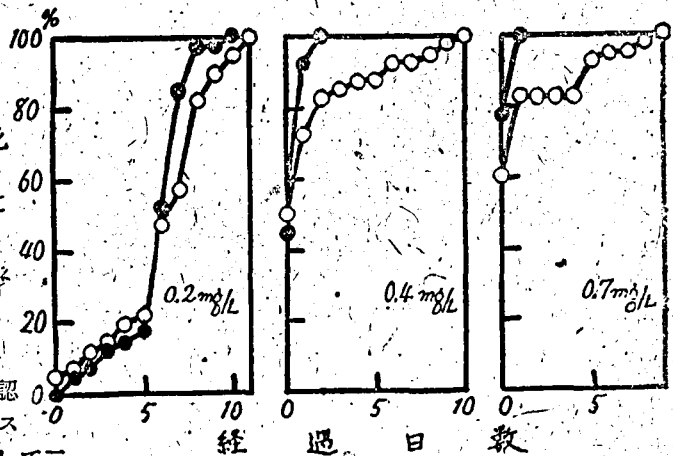


第7図：P.D.B. で処理した時の取出し24時間後の蘇生率 ●：雄 ○：雌

その後再び10%となり、それ以後は略々対照区と同じ経過を辿っている。第1, 2日目に死亡虫数が減少することは観察の誤りにもとづくのではなく、取出し直後には運動もすることなく殆んど死亡したと見なされたものが蘇生したことに基くのである。この現象はガス濃度の高い場合にはより顕著に見られることである。特に第6圖に示したガス濃度が、1.6mg/Lの雌の場合等は甚だしくて、取出し直後は殆んど全個体が動かず死亡率は100%となつて居るのであるが、1日後2日後に至ると大部分のものが、蘇つて元気に活動するに至つた。これに反してN.の場合について見ると曲線は上昇の傾向を辿るのみで蘇生する昆虫はまったく認められない。Shepard 等によればコクヌストモドキの一種 *Tribolium confusum* に對して二硫化炭素を作用せしめた時に同様に蘇生することが見られている。(Shepard and Buzlcky, 1939)

蘇生の割合は一二的場合を除いて、処理24時間後が最も大きいから、この時を基準として処理取出し直後の死亡虫数の何割が蘇つたかを蘇生率として計算して見た。この蘇生率をいろいろの濃度について見ると第7圖のようになつて、それは濃度の増加につれて次第に減少している。濃度が甚

だしく低い場合は取出し直後の死亡虫数も少いから、蘇生率の計算結果は余りあてにはならない。このような場合の値を軽く評價して考えると、蘇生率とガス濃度との間には大体の傾向として直角双曲線に近い関係が得られる。一定の割合の昆虫が蘇生するに要する時間と、薬品の濃度との間にも、これに類似の関係が見られると言う (Broadbent and Bliss, 1936)。第7圖に明かなように雄の方が雌よりも蘇生の率は高い。この事は非常に注意すべきことでないかと思われる。先に述べたようにP.D.B.の濃度死亡率の関係は48時間後の結果によつたのであるが、その場合雄の方が雌よりも遙かに抵抗力が大きかつた。いま第6圖について処理取出し直後の死亡率を見ると雌雄によつて殆んど差は見出されないのみではなく、かえつて1.2mg/Lの場合などはごく少しではあるが雌の死亡率の方が高いのである。それが24時間後、48時間後になると、雌の蘇生率が雄のそれよりも高いために、雌の死亡率の方が雄よりも遙かに高くなつてしまう。処理取出し後或る時間が経過した時、雄の死亡率が雌の死亡率よりも高くなつたのは蘇生率の雌雄差に基くように思われる。



第8圖：燻蒸取出し後の経過日数に伴う死亡率の變化N.の0.2, 0.4, 0.7 mg/L薬量の場合 ●：雄 ○：雌

N.の場合を第8圖に示したが、この場合には濃度の高低如何に拘らず殆んど蘇生する個体は見られない。死亡率は日を追うにつれて高くなつて居るのみである。

無処理の場合の曲線を見ると(第6圖、右端)前

述のようにこの虫の死亡の變化の状態は觀察期間を通じて一樣には起らず、死亡虫數は4、5日目以後に急激にS字狀の曲線を描いて増加している。雄では4日目、雌では5、6日目頃までは大部分の個体は生存するが、それ以後はそれぞれの個体の持つ生理的能力の個体變異に従つて死亡虫數が増してゆく。ガスの作用を検するには、この後期のS字狀の曲線を描く前にしなければならぬ。第6圖のP.D.B.を作用させた時を見ると、二三の例外はあつても、ガス濃度の低い場合、ガス濃度が高くて比較的長命な雌の場合などを見ると、全曲線の間部分に一つのやや平坦に近い部分が存在する。これは第8圖にも示すようにN.を作用させた時にもやはり見られることである。平坦部分の後の曲線の上昇は、無處理の場合に見られた後期のS字狀曲線の部分に相當すると思われ、平坦部分より前の部分がガスの作用によつて起つた死亡率の變化ではないかと思われる。吾々は處理取出し48時間後の死亡率を以て假に薬品の効果を判断したのであるが、これは上述のような譯でその壽命がつき果てて急激な死亡のおこる以前に基準をおくべきだからである。處理取出し直後または24時間後に何故基準をおかなかつたかは、P.D.B.を作用せしめた場合のように蘇生すべき個体をも死亡として取扱つてしまう危険があるからである。

次に一寸注意すべきは、P.D.B.のガス濃度が1.2mg/L、1.6mg/Lの場合(第6圖)、N.の濃度0.2mg/Lの場合(第8圖)等のように、處理取出し48時間後の死亡率は雌の方が雄よりも高いのに結局最後まで生残るのは雌であることである。平均の生存日數と、取出し後48時間の死亡率との間には平行的な關係が存在するか否かは一應考えるべき事であらうが此所ではこれ以上觸れない。

10. ガス燻蒸と産卵

死亡率の時間の経過に伴う變化は、ガスの處理を受けてもその濃度の薄い場合には無處理の場合と余り變らない。それならば濃度の薄いガス處理を受けた時には、成虫は交尾産卵を無處理の時と同様に行つて増殖を行うであらうか。成虫期に貯藏物等に害を加へぬ昆虫については、燻蒸の効果は成虫自身の死亡よりも寧ろその増殖如何の方が

大きい問題ではなからうか。

N.による燻蒸の際の觀察はないが、P.D.B.の時の結果を次に記そう。燻蒸取出し後25°Cの恒温器内に産卵するに充分と思われる位の小豆を與えて、全部の虫をそこに入れて觀察したのである。ガス濃度が1.2mg/Lの時は取出した時には全部の虫はまつたく動かなかつたが、それより24時間後には脚を動かすものが8匹生じ、その間に4ヶの卵が産れた。その後48時間後に至つて完全に歩行をなし得るものが2匹、やつと脚を動かすもの3匹となつたが、産卵はまつたく行われなかつた。濃度が1.3mg/Lの場合、24時間後に完全に歩行するもの1匹、脚を不完全に運かすもの12匹で、産下卵が41あつた。その後24時間経つと更に完全な生存虫數が増しているのであるが産卵はまつたく行われなかつた。1.5mg/Lの時には完全な生存虫があつたが産卵は行われなかつた。無處理の場合、日々の産卵數は平均1匹の生存雌虫あたり21.22, 5.40, 1.2, 1.6と日を追つて漸減しているが、處理の時とは比較にならぬ程多くの卵を産んでいる。ガス濃度が1.2或は1.3mg/Lの時に、始めの24時間のみに産卵が行われてその後には産卵が見られなかつたのは、無處理の場合にも始めの1日に非常に多くの産卵が行われ2日目以後に産卵數が減少していることと同様に、生理狀態の變化によつて説明されよう。要するに、ガス處理を受けたものは生存虫でも無處理とは、比較にならぬ程の少數しか卵を産まない。雄の交尾の動作は燻蒸によつて余り影響を受けないのか、無處理の場合と大した變りもなく交尾をしようと飛びまわる個体がしばしば觀察された。

1. 感受性の雌雄差

既に述べたように、P.D.B.でもN.でもアゾキゾウムシの雌雄によつてその死亡率は著しい差を示した。同種の昆虫であつても雌雄によつてその生理的特性の異なるのはよく知られたことであるから、薬品の効果が雌雄によつて異なるのは當然のことと考えられる。然しここに興味のあることはP.D.B.に對しては雄の方が強く、N.に對しては雌の方が強いことで、簡単に問題をおき去る譯には行かない。

アヅキノウムの雌と雄との生理的性質の相違の二三を第19表に示して見た。ここに示した体重は羽化後1日と経たぬ個体100匹についての平均値であるが、雌が雄よりもかなり重い。雌がN.に對して強いのは、その体重の重いゆゑかも知れぬとの豫想で、薬効の差を示す指標であるそれぞれのM.L.D.を体重で除して見た。計算の結果は25°Cの場合も33°Cの場合も雌雄たいへんによく一致した数字を示した(第20表)。N.の毒力の雌雄差は單にその体重の相違にのみ歸し得るかも知れない。これに反して、P.D.B.の場合にはM.L.D.をそれぞれの体重で除して見たが第20表にあるように何等興味ある数字は得られなかつた。

このような場合に重い個体の方が軽い個体よりも單位体重に對して少しばかり多くの薬量を要すると言われるが、(Bliss, 1936)。今はかような傾向はまつたく認められなかつた。呼吸量、新陳代謝の量などの雌雄による相違は、直接測定を試みながつたが、それらは大体のところ体重の輕重に比例しているとせられる。N.の場合のようにM.L.D.の大小が体重と正比例する事實は、N.の

第19表：アヅキノウムの雌雄による生理的性質の差

性別	体重 mg	水分含有率 %	30°C ※ 生存に於ける 發育日數		24.8°C ※ 生存に於ける 發育日數		有効積算溫度 日度
			日	日	日	日	
雄	6.914	52.7	8.1	22.1	31.1	437-648	
雌	8.282	52.8	10.1	23.1	34.6	442-661	

第20表：單位体重に對するP.D.B.とN.のM.L.D.

燻蒸溫度	P.D.B.のM.L.D./体重		N.のM.L.D./体重	
	♂	♀	♂	♀
25°C	0.220	0.132	0.0448	0.0447
33°C	0.109	0.085	0.0217	0.0218

アヅキノウムの對する作用が呼吸によつて律せられるのではないかを想像せしめる。

同じ屬の中の近縁の種類の間では、ガス劑に對する昆虫の感受性と發育所要積算溫度との間にかなり一貫した相關關係が存在すると言われる。即ち發育に要する積算溫度の大きい者ほどガス劑に對する感受性が低く、逆にその小さい者ほど

感受性が高いとされる (Shepard et al, 1937)。雌と雄との生理的相違は近縁の二種類間よりも更に近いとも思われるから、上の關係が雌雄の間の差にもあてはまるであろうか。雌雄の發育所要積算溫度を比較して見ると、第19表にあるように雌の方が雄よりもやや大きい。N.の場合に雌のM.L.D.が雄のそれよりも大きいことを思うとこの事がうなずかれる。然しこの關係は前述の体型の大小、体重の輕重の問題に歸し得ることも知れない、近縁種であつて發育に要する積算溫度の大きいものはその小さいものよりも体型や体重が大きい場合が多いからである。

薬劑に對する感受性が雌雄によつて異なることはよく見られることであるが、今のP.D.B.を作用せしめた場合のように雄の感受性が雌のそれよりも低い例は知り得なかつた。P.D.B.の作用した場合に、雄の死亡率の方が何故低いのであろうか。前章に述べたように雄の死亡率はP.D.B.で處理取出し直後には雌と略々等しいが、雄の蘇生率が雌のそれに較べて非常に高いために、48時間後の死亡率が、このような結果を生じたのである。それだから問題は蘇生率が何故雄では高いかと言うこととなる。第20表に示すように羽化後若い雌と雄との体の水分含量の割合は大體等しいのであるから、体重の雌雄差の主な部分は、おそらくエーテル可溶の脂油含量の多少によると思われる。P.D.B.が脂油類によく吸収されることから考えると、雌では雄に較べて多量のP.D.B.が体の脂油量に比例して吸収され、またガス處理から取出した後に雌ではP.D.B.が多量に油脂に吸着されたまま長く体内にとどまるに反し、雄では早く体より發散すると想像される。脂油類に溶けやすく、また麻痺性の高いような薬品を雌雄によつて脂油の含量の甚だしく異なる昆虫に作用せしめた場合に、此所に得たような結果が得られるのではあるまいか。

1.2. 昆虫の種類とN.とP.D.B.の毒性

ここにはN.とP.D.B.とのガス劑としての毒力及び毒性の比較をアヅキノウムとヒメマルカツオブシムンとについて行つたのであるが、既にこれ以外の昆虫についても二三の研究が行われているからそれ等をも併せて、兩種薬劑の比較を行

※これらの値は Utida (1941), (1941, a) による。

※この値は石倉 (1941) による。

つて見よう。P.D.B. の場合の M.L.D. を N. の時のそれで除して、その商によつて N. が P.D.B. の何倍の毒力を持つかを表わすこととした。

第12表および第17表について計算の結果を見ると、多くの場合 N. の方が P.D.B. よりも毒力が大きいのであるが、昆虫の種類によつてその程度はまちまちである。

コクヌストモドキの一種 *Tribolium confusum* では N. の方が R.D.B. よりも10—14倍も毒力は強いと言われる (Lehman 1930)。アブラ虫の一種 *Aphis rumicis* に対しても N. の方が遙かに強力であると言ふ (Tattersfield et al., 1925)。

マメコガネ *Popilia japonica* では一樣な結果は得られず、幼虫では N. の方が強力に働くが、成虫と卵では逆に P.D.B. の方が強力であると (Fleming, 1925)。

昆虫の種類によつてこのように毒力の相互の比率が異なることは、昆虫の種類によつて薬劑の作用が異なるのに基くのであろう。單純に種類による薬効の相違を呼吸量や新陳代謝量などの大小のみに歸することは出来ない。毒性は昆虫の種類によつて特異性が著しく認められると言ふ。或る種類に対して効果の大きい薬劑は必ずしも他の種類に対してもそうであるとは限らない。また或る薬劑に対して抵抗性の強い昆虫は常に他の薬劑に対しても抵抗性があるとは言えない (Shepard, 1939)。かような毒作用の特異性とも言ふべき原理は N. と P.D.B. との効果をいろいろの昆虫について比較した結果からも充分に認められる。かような現象が果して何に基すしているかと言ふことは興味あることに違ひはないが、ここには何等言ふべき資料もない。けれども雌雄間の毒作用の相違の機構について推測したと同じような事が案外にも見出されるのかも知れない。

13. 摘 要

1) ナフタレン (N.) とパラジクロールベンゼン (P.D.B.) の毒力と毒作用を比較するために、アヅキノウムシを使つてそれぞれの濃度と死亡率との關係を48時間燻蒸を行つてしらべた。

2) N. でも P.D.B. でもガス濃度の増すにつれて死亡率は S 字型の曲線をかいて増す。この曲線の傾きは N. よりも P.D.B. の場合の方が大きかつ

た。同一濃度でも個々の實驗によつて相當著しい死亡率の振れがあり、この振れは N. の時よりも P.D.B. の時の方が大きかつた。

3) N. と P.D.B. の中央致死薬量及び99%致死薬量をプロビット法によつて求めると第10・11表のようになつた。燻蒸温度の如何を問はず N. は P.D.B. の3倍から5倍ぐらいの毒力を示した。

4) 25°C から 33°C までの温度範囲では、N. の毒力は余り大きな變化を示さない、これに反して P.D.B. の毒力は温度によつて著しい相違を示した。33°C では 20°C の時の約3倍の毒力を示し、20°C を境としてそれ以上とそれ以下で虫の感受性は増加した。

5) P.D.B. で燻蒸した時には蘇生するものが多い。その蘇生する割合はガス濃度の高低で異なるようである。N. ではかようなことは見出されなかつた。

6) P.D.B. で處理された雌虫は生存していても、ごく僅かの卵しか産まない。

7) N. と P.D.B. に対する感受性は雌雄によつて異つてゐる。N. に対しては雄の方が雌よりも弱い。これは体重の相違にもとづくように思われる。これとは反對に、P.D.B. に対しては雌の方が弱い。蘇生の割合が雌より雄が高いこと。P.D.B. が脂油類に富んだ雌の体内によく吸着されるのではないかと思われること、かようなことによつて雌の死亡率が高くなつたのではあるまいか。

8) ヒメマルカツオブシムシで同様に P.D.B. と N. との毒力をしらべたが、N. の方が1倍半ぐらい強い程度で、アヅキノウムシで見られたほど大きな相違はなかつた。昆虫の種類によつて薬劑の毒作用には特異性が認められる。

引用文獻

- Abbot, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Ent.*, 18 : 265—267.
- Bliss, C. I. (1925) The calculation of the dosage mortality curve. *Ann. Appl. Biol.*, 22 : 134—167.
- (1936) The size factor in the action of arsenic upon silk worm larvae.

- J. Exp. Biol., 23 : 95—110
- Broadbent, B. M. and C. I. Bliss (1936).
Comparison of criteria of susceptibility in the response of *Drosophila* to hydrocyanic acid gas. II. J. Econ. Ent., 29 : 143—155.
- Fleming, W. E. and F. E. Baker (1934)
The use of naphthalene against the Japanese beetle. U. S. Dept. Agr. Tech. Bull., 427 : 1—28.
- 春川忠吉・徳永雅明 毒性瓦斯の毒力: 1.
松虫, 印刷中.
- 石倉秀次 (1941) アヅキサウムシの全發育期間に及ぼす温度並に湿度の影響. 應用動物學雜誌, 13 : 118—131.
- 河野達郎 (1949) コクザウ及びユロクザウの耐熱性に關する實驗的研究. 關西昆虫學會會報, 12 : 76—95.
- Lehman, R. S. (1930) A comparison of the toxicity of paradichlorbenzene and naphthalene to the confused flour beetle. J. Econ. Ent., 23 : 958—966.
- Shepard, H. H. (1939) The chemistry and toxicology of insecticides. 1—383. Minneapolis.
- , D. L. Lindgren and E. L. Thomas (1937) The relative toxicity of insect fumigants. Univ. Minnesota Agr. Exp. Sta. Tech. Bull., 120 : 1—23.
- , and A. W. Buzicky (1939) Further studies of methyl bromide as an insect fumigant. J. Econ. Ent., 32 : 854—859.
- Tattersfield, F., Gimmingham, C. T. and Morris, H. M. (1935) Studies on contact insecticides. III. Ann. Appl. Biol., 12 : 218—262.
- Utida, S. (1941) Studies on experimental population of the azuki bean weevil, *Callosobruchus chinensis*. I. Mem. Coll. Agr., Kyoto Imp. Univ., 48 : 1—30.
- (1941, a) —, II, —, 49 : 1—20.