

農薬の野生鳥獣に及ぼす影響について

EPN, BHC による致死試験

池田 真次郎⁽¹⁾

I 緒 言

近年わが国における農薬の使用量は増大し、使用される範囲も、農耕地から山林と広範囲にわたっている。薬剤が使用されれば、目的物に対する効果のほかに、何らかの影響を他生物界に及ぼすことは容易に想像できる。したがって、農薬の野生鳥獣に及ぼす影響の解析は重要な問題で、欧米ではすでに広くこの問題がとりあげられ、調査研究が進んでいるが、わが国では、この種の試験はあまり実施されていない。欧米での情勢を概観してみると、農薬の一般の Wildlife への影響については、G. W. HARMSSEN (1958) が欧米で普通に使用されている農薬の種類、量、毒性について解析し、Wildlife への影響を考慮し、15 項目の使用上の希望事項をあげている。また直接野生鳥獣に影響をあたえる研究も多く、DDT に汚染した昆虫を食べた鳥類の巣ビナへの影響、Parathion 散布によるキジ、ウズラ、カラス類に対する影響、Shradan (pestox 3) などの野鳥への影響の観察、Dieldrin の野鳥への蓄積害等について W. PRZYGODDA (1958) の報告があり、DDT, Toxophene, Dieldrin がキジの産卵率、受精率、孵化率等に及ぼす影響についての RUDD, R. L. and GENELLY, R. E. (1956) の研究等がある。これらの業績からも推考できるように、農薬と野生鳥獣との関係は直接的、間接的な影響、生息環境の汚染の問題というように、実際上の面まで考えると複雑である。本試験では、終局的には農薬類が自然界に及ぼす影響を、質的に、また量的につきつめるべく実施されるべきだが、さしづめ直接的影響として致死量、間接的影響として、成長率、産卵性に及ぼす影響をわが国で最も多く使用されている薬剤について試験した。現在わが国で最も生産量の多い農薬である BHC, EPN を選び、供試動物には捕獲しやすく、しかも飼育管理の容易な動物数種を供試した。

試験は、昭和37年末期から準備にかかり、上記2種の薬剤による7種の鳥獣について致死量を求め、さらにキジの成長や、ウズラの産卵性に対する影響等について試験を計画している。今回は致死量試験について、結果を得たので報告するものである。致死量以外の試験結果は、目下試験を続行中の部もあるので、後日報告する予定である。

薬剤の扱い方、試験の方法については、国立衛生試験場薬理部の篠田光雄氏、林業試験場菌類研究室の慶野金市氏に指導をうけた。また動物の飼育管理、投薬、観察等については、農林省鳥獣実験場の巻島長吉氏、鳥獣第二研究室員高野 肇氏、日本大学獣医学部4年生福永昌夫、農業大学林学部4年生杉山互男、教育大学農学部林学科の本郷雅彦の諸君の協力をえた。さらに慶野金市氏によって薬害の徴候を各種動物の種類別に8ミリカラーフィルムに記録しえた。このほかにも供試鳥獣の捕獲、飼育管理などについて、多くの人びとの協力をえた。これらの人びとに対しては、厚く感謝の意を表する。

(1) 保護部鳥獣科長・農学博士

II 実 験 経 過

A. 実 験 方 法

(1) 供 試 動 物

(i) スズメ *Passer montanus saturatus* STEJNEGER (留鳥)

農林省鳥獣実験場(都下多摩町所在)構内で捕獲し、嘴が完全黒化しているものを 96 羽選び、直径 45cm の円形で高さ 17cm、中央に 15cm 直径の孔があり、布袋がつけてある籠 2 個に 48 羽ずつ分納し、籠の底へ直接ヒエ、アワ等の雑穀を散布し、セト製の給水器で水を与え、冷暗所に置き、第 2 日目に EPN 試験に 36 羽、第 3 日目に BHC 試験に 30 羽を供した。3 日目までに籠のなかで 6 羽が自然死していたが、給水器中にはいり羽をぬらしたのが原因と思われる。投薬後は 13.5cm×18cm×24cm の鳥籠に 1 羽ずつ収納し、餌、飲用水は常法どおり与えた。試験終了後は 1 週間そのままの状態での飼育し、経過を観察した。

(ii) キジバト *Streptopelia orientalis orientalis* (LATHAM) (留鳥、一部漂鳥)

農林省鳥獣実験場構内にある水禽舎で自然増殖したものを供試した。11 羽で年齢は 1～3 年、試験前に 1 羽ずつ 19cm×23cm×36cm の鳥籠に収納し、直ちに試験に供した。投薬後、生存した個体は、標識をつけ水禽舎に放飼し、1 週間経過を観察した。

(iii) チュウサギ *Egretta intermedia intermedia* (WAGLER) (夏鳥)

宮内庁鴨猟場(千葉県港市行徳所在)で 1964 年の 7 月 23、24 日の 2 日間に捕獲した巣立間際の幼鳥で、50m 内外の飛翔力のあるもの、また地上を走行しうるもの(孵化後 1～1.5 月と判定される)を選び 40 羽を捕獲し、農林省鳥獣実験場までトラックではこび、7 月 25 日に試験に供した。大部分の鳥が碎いたアジの切身を自らついでむ状態であったが時間の経過とともに体力の減耗がはなはだしくなるおそれがあったので、できるだけ捕獲から試験に供するまでの飼育時間を短くするように努めた。供試した鳥は、1 羽ずつ 56cm×56cm×56cm の金網籠に収納し、飲用水、アジ切身の碎いたものを与え、試験後生存したものは 1 週間籠内で飼育し、後は放飼した。

(iv) チュウダイサギ *Egretta alba modesta* (GRAY) (夏鳥)

チュウサギと同一場所で同一時期に捕獲し、鳥獣実験場へトラックで運搬移動した。巣立間際の幼鳥を、樹上の巣から捕えたもので、ほぼ孵化後 1～1.5 月経過したものである。チュウサギと異なり、自ら餌を採取することせず、アジの切身を強制的に与えなければならなかった。供試したのは 7 月 25、26 日で、チュウサギより人工飼育した期間は長かった。したがって、体力的にはチュウサギにくらべて悪い条件下にあった。供試した鳥は 1 羽ずつ 56cm×56cm×56cm の金網籠に収納し観察した。供試後生存していたものは 1 週間飼育したが、その後は放飼した。しかし、自ら餌を求める能力をまだ備えていないので、全部死亡した。

(v) キジ *Phasianus colchicus tokkaidi* MOMIYAMA (留鳥)

農林省鳥獣実験場に飼育されていたもの(年齢 1 年)♂ 6 羽、♀ 9 羽を供試した。常法どおり飼育管理して、試験日に、朝の給餌も中止することなく、そのままの状態での供試した。投薬後は、56cm×56cm×56cm の金網籠で 1 羽ずつ収納し観察した。生存したものはそのまま 1 年飼育し、繁殖期における産卵状態まで観察した。

(vi) ウズラ *Coturnix coturnix japonica* TEMMINCK and SCHLEGEL (漂鳥, 一部留鳥)

採卵用に飼育していたものを 50 羽入手し、体重のほぼ近いもの 8 ♀ それぞれ 15 羽ずつを選び供試した。投薬後は、19cm×23cm×36cm の鳥籠に 1 羽ずつ収納し観察した。年齢は不詳だが、実験後の解剖等により 8 は若く、♀ はひかくてき老齢と思われた。試験終了後は 1 週間飼育管理し経過を観察した。

(vii) イタチ *Mustela itatsi itatsi* TEMMINCK

農林省有益獣増殖場(日光市小倉山国有林内所在)で 1963 年に産まれた 8 ♀ それぞれ 5 頭ずつ、計 10 頭と、のちに埼玉県下で飼育中のもの 4 頭を追加し供試した。日光産のものはもちろん、埼玉県産のものも、年齢は 1 年である。実験は 2 回にわけて実施したが、第 1 回試験の直前、8 1 頭が逃亡した。実験に供するまでの約 2 か月間は、1 頭ずつ別々に、金網部 63cm×95cm×63cm で、その後 22cm×56cm×37cm の木製の巣箱が付属している飼育檻に收容し、常法にしたがって飼育した。試験終了後生存した個体も同様飼育法によって観察をつづけた。

(2) 投 薬 方 法

(i) 農 薬 の 種 類

試験に供した農薬は EPN (Ethyl paranitrophenyl chionobenzenphosphonate 45 %) 乳剤に、BHC 水和剤 10 (γBHC 10%, γ 以外の BHC 6.7%, 有機溶剤 83.3%) の 2 種である。燐化合物、塩素化合物からそれぞれ選び、また最もわが国で多く使用されているものを選ぶという意味から前記 2 種を供試した。ちなみに、昭和 36 年度における EPN の生産高は 9,500ton, BHC は 61,000ton (農林省振興局植物防疫課の資料による) で、他の薬剤より生産高が大きく、それだけ一般に使用されているし、EPN は主として水田地帯に、BHC は農業および林業で使用され、野生鳥獣には直接間接影響するところが多いと考えられる。

(ii) 投 薬 の 方 法

鳥類では体重比を基準に一定量を、経口的に投薬した。すなわちマウス用胃ゾンデを注射筒に固着し、口腔から嚥嚥内またはそれよりさらに深部へ直接注入した。濃度の基準は、マウスでの LD₅₀ 値よりやや低い段階で試み、それを基準として、つぎの濃度の各段階を定めるようにした。イタチの場合は、動物の習性上経口的に投薬するのが困難なので、エーテルで麻酔し、皮下注射をした。すなわち、直径 27cm で容積 21l のガラス容器中にイタチをいれ、蓋に開けた小孔からエーテル 5~6 cc を噴霧器で注入した。40~50 秒で麻酔するので直ちに体重を測定し、薬液を皮下に注射した。その後は 40cm×72cm×50cm の金網檻にいれ通風のよいところに放置しておくと 5~6 分で完全に麻酔から覚め、平常の状態にもどる。そのまま、飲用水、アジ、スズメ等の食物をいれて観察した。麻酔による副次的な作用はほとんどみられなかったが、ごく少量粘液状のものを吐出したものが 1 個体だけあった。反応徴候が現出し始めるのに時間を要したため、実験は 5 日間にわたった。イタチでも鳥類の場合でも、投薬数時間後は気温 22°C、湿度 70% といどの環境下に置くべく努力したが、これは必ずしも供試動物全てについては、一定に保ち得なかった。

B. 実 験 結 果

(1) ス ズ メ

(a) E P N 試 験

6 羽を 1 群とし 6 群にわけ、1mg/K, 2mg/K, 4mg/K, 8mg/K, 16mg/K, 32mg/K の濃度区分で試験

Table 1.

mg/K	性	g	cc	min	死亡数
1	♂	21.5	0.1	—	0
	♂	21.0	〃	—	
	♂	20.5	〃	—	
	♀	21.5	〃	—	
	♀	20.5	〃	—	
	♀	21.0	〃	—	
2	♂	21.5	0.2	—	2
	♂	21.0	〃	—	
	♀ ⁽¹⁾	21.0	〃	20時間後に確認	
	♀	21.5	〃	—	
	♀	21.5	〃	—	
	♀ ⁽²⁾	21.5	〃	20時間後に確認	
4	♂	21.0	0.1	—	3
	♂ ⁽³⁾	21.0	〃	20時間後に確認	
	♀ ⁽⁴⁾	20.5	〃	〃	
	♀ ⁽⁵⁾	20.5	〃	40	
	♀	20.5	〃	—	
	?	21.5	〃	—	
8	♂ ⁽⁶⁾	21.0	0.2	7	6
	♂ ⁽⁷⁾	20.5	〃	9	
	♀ ⁽⁸⁾	21.0	〃	5	
	♀ ⁽⁹⁾	20.5	〃	20時間後に確認	
	♀ ⁽¹⁰⁾	21.0	〃	50	
	♀ ⁽¹¹⁾	21.5	〃	58	

注：

(1) mg/K は体重 1 kg に対する薬量, g は体重, cc は投与薬液量, min は死亡にいたるまでの時間を示す。

(2) ♂ ♀ は死亡を, ♂ ♀ は生存を表わす。

(3) ? は生存していたのだが誤って逃がしたり, 死体を誤ってすててしまい, 性別が不明の個体を示す。

以下各表とも同じである。

した。あらかじめ 1 羽あてに飲ませる薬液量が, 0.1cc~0.2cc の範囲になるよう濃度を調製しておいた。試験結果は Table 1 に示してあるが, 8mg/K で完全に死亡し, 16mg/K, 32mg/K の各群も全部死亡しているので, 16mg/K, 32mg/K の両群は表記しなかった。本結果から BEHRENS-KAERBER 法で計算し, LD₅₀ 値として 4mg/K をえた。供試個体で死亡したのは, 直ちに解剖し, 性別, 胃内容物の量を調べ, 生存したものは, 実験方法の項で述べたようにして最短期間 1 週間飼育し, 後解剖にふした。試験直後解剖したものの胃内容量は, 風乾状態で 0.1g 以下で, 空胃の個体もあった。解剖による所見としては, 腸管壁の血管がど張し, 肝臓組織内にも出血をみた。

薬害の徴候は, 最初に体の平衡を失い, 腹部を床面に接し, 嘴から粘液質の泡をふき, やがて頭部を床につけ, 嘴で頭部を支えるような状態になり, 最後に倒伏し, 翼をばたつかせ, けいれんをおこし, 脚をのばして死にいたる。

試験についての経過は Table 1 に示すとおりで, 1mg/K 群では, 全く薬害を起こしている徴候すらみられず, 籠の底に散布されてあるヒエ, アワをついばみ, 給水器の水を飲んで, 対照群と外観上に変化はみられなかった。2mg/K 群では投薬後 (1) の個体は 21 分後仰向けに倒れ, さらに数分後には腹部を床に密着した姿勢のままで 20 時間後に死亡した。個体 (2) は, 投薬後数分で体の安定を失いつつも静止, そのままの状態で 20 時間後に死亡する。4mg/K 群では, 個体 (3) は投薬後 14 分で体をふくらませ活動を停止し, 20 時間後に死亡を確認した。個体 (4) は, 同じく 38 分で体をふくらませ活動を停止し, 20 時間後に死亡を確認した。個体 (5) は同じく 29 分で床面にすわりこむような姿勢をとり, 呼吸困難の様相を呈し, 40 分後に死亡した。8mg/K 群では, 個体 (6) は, 投薬後 5 分で体をふるわし, 7 分後には倒伏し死亡した。個体 (7) も同様にして

9分後に死亡した。個体(8)は、投薬後嘴から粘液性の泡を吐出し、5分後に死亡している。個体(9)は、投薬後何の薬害の徴候も示さず、平常どおりの動作をしていたが、20時間後には死亡を確認している。本個体だけが死亡までに要した時間が、この群の他の個体にくらべ、非常に長いのは、全く原因が不明である。(10)、(11)の両個体は、投薬後数分で倒伏し、50分後、58分後にそれぞれ、けいれんを起こし、翼をばたつかせ、脚をのばして死亡している。

(b) B H C 試験

6羽を1群とし5群について、12.5mg/K、25mg/K、50mg/K、100mg/K、200mg/Kの濃度区分で試験した。1羽あてに投与する薬液量が0.1cc~0.2ccになるよう、薬液濃度をあらかじめ調整しておいた。

その他の操作はEPN試験の場合と同様である。

試験結果はTable 2であるが、100mg/K、200mg/Kの両群とも完全に死亡しているの、表には100mg/K群までのせた。その結果LD₅₀は50mg/Kの値をえた。供試個体のうち死亡したのは、試験終了後解剖し、性別、胃内容物量、内臓諸器関の状態を調査した。生存したものは、常法どおり1週間飼育し、後解剖にふした。試験によって死亡した個体は、胃内容物を風乾状態で0.1g以下もっていたものが多く、空胃のものもあった。薬害の徴候は、EPNと判然と区分できる差は認められなかったが、EPNの場合のように急激にあらわれず、緩慢にあらわれてくる。さらに解剖による内臓の状態は、出血等はみられず、正常のものと差異はなかった。

試験についての経過を述べると(Table 2について)、12.5mg/K群では外観上何らの変化がみられず、籠の底に散布してあるアワ、ヒエを採食し、給水器から水を飲んでいる。25mg/K群では、(1)、(2)個体とも投薬後やや活動力が弱った徴候があったが、そのまま著しい状態の変化もみられず経過し、19時間後に死亡を確認した。50mg/K群では、(3)、(4)、(5)個体とも、投薬直後は薬害の徴候はあらわれず、いずれも20時間後に死亡を確認した。100mg/K群では、個体(6)が投薬後11分、個体(7)が10分後に軽いけいれんを起こし、個体(7)はさらに54分後に横転したが、そのままの状態がつづき、それぞれ20時間後に死亡を確認した。(8)、(9)の両個体も12分

Table 2.

mg/K	性	g	cc	min	死亡数
12.5	♂	21.0	0.2	—	0
	♂	〃	〃	—	
	♂	〃	〃	—	
	♀	〃	〃	—	
	♀	〃	〃	—	
	♀	〃	〃	—	
25	♂ ⁽¹⁾	20.0	0.1	19時間後に確認	2
	♂	21.0	〃	—	
	♀	20.0	〃	—	
	♀	20.0	〃	—	
	♀ ⁽²⁾	21.0	〃	19時間後に確認	
	♀	21.0	〃	—	
50	♂	20.0	0.2	—	3
	♂ ⁽³⁾	〃	〃	20時間後に確認	
	♂	〃	〃	—	
	♀	〃	〃	—	
	♀ ⁽⁴⁾	〃	〃	20時間後に確認	
	♀ ⁽⁵⁾	〃	〃	〃	
100	♂ ⁽⁶⁾	20.0	0.1	20時間後に確認	6
	♂ ⁽⁷⁾	〃	〃	〃	
	♀ ⁽⁸⁾	〃	〃	〃	
	♀ ⁽⁹⁾	〃	〃	〃	
	? ⁽¹⁰⁾	〃	〃	103	
	? ⁽¹¹⁾	〃	〃	52	

後、11 分後にそれぞれけいれんを起こし、そのままの状態がつづき、20 時間後に死亡を確認している。個体 (10) は、投薬後 13 分でけいれんを起こし、103 分後に死亡している。個体 (11) は、11 分後にけいれんを起こし、52 分後に死亡している。

(2) キジバト

3 羽ずつ 3 群と 2 羽の 1 群の 4 群にわけ、EPN につき 5mg/K, 10mg/K, 20mg/K, 40mg/K の濃度区分で試験した。40 mg/K 群は個体数が 2 羽で、試験の形式として整わなかったが、全く異質の 1 羽を 11 羽の群に加えて供試するのは思わしくないと考えたので、そのまま試験を実施した。飲ませる薬量は、1 羽あて 0.2cc~1.5cc の範囲内にするようその濃度をあらかじめ調整しておいた。試験結果は Table 3 であるが、40mg/K 群に 3 羽供試したと仮定して、LD₅₀ は 17.5mg/K の値を得た。性別、胃内容物量、内臓の変化は、死亡個体については、試験終了後直ちに解剖して検視した。胃内容物は風乾状態で砂粒ともに 8g のものが最多量であった。剖検の結果わかった内臓の変化は、心臓の心耳部が充血し、肝臓も多量の出血をしていた。腸管壁の血管の膨張はみられず、常態であった。

薬害がおこる徴候は、まずけいれんを起こし、腰が不安定になり、つぎにうずくまり、泡沫状の粘液を嘴から吐出し、嘴を床面に立てて体を支えたり、やがて仰向けに倒れ、翼をはばたき、脚をのばして死亡する。この死亡にいたる経過は個体によって多少異なっている。試験経過を述べると (Table 3) 5mg/K

Table 3.

	mg/K	性	g	cc	min	死亡数
H→90% T=24°C 11/VII 64	5	♂ ⁽¹⁾	200	0.50	—	0
		♂ ⁽²⁾	230	0.55	—	
		♂ ⁽³⁾	200	0.50	—	
	10	♂ ⁽⁴⁾	230	1.15	175	1
		♀	260	1.30	—	
		♀	200	1.00	—	
	20	♂ ⁽⁵⁾	220	0.22	310	2
		♂ ⁽⁶⁾	210	0.22	126	
		♀ ⁽⁷⁾	220	0.22	—	
	40	♀ ⁽⁸⁾	220	0.44	37	2
		♀ ⁽⁹⁾	210	0.42	115	

群の (1) 個体は、投薬後数分で体の平衡を失い、かすかであるが薬害をうけた徴候を示したが、そのままの状態が 30 分つづき、静止の状態になり、やがて平常にもどった。(2) 個体は、投薬後腹部を床面に接し静止し、15 時間後には完全に平常の状態に回復した。(3) 個体は (1) 個体とはほぼ同一の状態を示した。10mg/K 群では、(4) 個体は投薬後 55 分で薬害の徴候をあらわし、投薬後 175 分後に死亡した。他の 2 個体は 5 mg/K 群の場合と同様な経過をたどり回復している。20mg/K 群の (5) 個体は、投薬後 60 分で活動がにぶくなり、呼吸もはげしくなり、さらに 40 分経過後にけいれんがおこり、310 分後に死亡した。個体 (6) は投薬後 20 分で泡沫状の粘液を嘴から吹き出し、それからさらに 35 分後には腹部を床につ

けてうずくまり、さらに 5 分後にけいれんをおこした。結局投薬後 126 分で死亡した。個体 (7) は、投薬後 20 分で少量の粘液物を吐出し、さらに 92 分経過してけいれんを起こし、首をさげ、嘴を床面に立てて頭を支え、完全に薬害の徴候を示したが、その後しだいに回復し、18 時間後には全く常態に復帰した。40mg/K 群の個体 (8) は投薬後 32 分でけいれんを起こし、その後 5 分で死亡した。個体 (9) は 10 分後、泡沫状の粘液を嘴から吐出し、けいれんをおこし、投薬後 115 分で死亡した。

(3) チュウサギ

4 羽を 1 群とし、5 群をつくり、0.625mg/K, 0.927mg/K, 1.25mg/K, 2.5mg/K, 5.0mg/K の濃度段

階で、EPN の試験をした。試験の結果は Table 4 に示してあるが、チュウサギの場合は体格が大きいので投与する薬量にある量に制限するようにとくに配慮はしなかった。1.25mg/K, 2.5mg/K, 5mg/K の3群は完全に死亡したので、表には 1.25mg/K 群までしか記してない。この結果 LD₅₀ が 1.094mg/K の値を得た。死亡したものは解剖に付し、胃内容物量、内臓諸器官の異状、性別等を検した。胃の内容物は、与えたアジの骨片が少量残存していた個体があったが、他はほとんど空胃であった。内臓は、通常のもので変化なく、充血等はみられなかった。性別は、生殖器が未分化のため判別がつけられなかった。

薬害の徴候は、軽いけいれんに始まり、体の安定を失い、ついで横転し、やがて脚または首を突張り死亡する。

試験経過について述べると (Table 4 について)、0.625mg/K 群の場合には、個体(1)が投薬後 62 分で薬害の徴候をあらわし、脚を折ってすわりこんだが、そのままの状態をつづけ翌朝観察したさいには完全に復調していた。あとの3個体も投薬直後には多少活動力がにぶり、体の安定がわるかったが、全部復調している。0.927mg/K 群では、個体(2)は投薬後 75 分に完全に横倒し、首をふるわせ、脚をのぼし、投薬後 139 分に死亡した。個体(3)は、投薬後 172 分後に横転し、完全に薬害をうけた状態になったが、そのままの状態をつづけ、翌朝には完全に復元していた。個体(4)は、全く薬害をうけた徴候がでずそのままの状態で生存した。個体(5)は、投薬後 124 分で薬害の徴候が出現し、横転し、それからさらに 47 分後に死亡した。1.25mg/K 群では、(6)、(7)個体は、投薬後 45 分で横転し、さらに 25 分後には死亡した。個体(8)は、やはり投薬後 52 分で横転し、その後 15 分で死亡した。個体(9)は、投薬後 81 分で静止したまま体をふるわせ、安定をかいだ状態になり、さらに 15 分後には横転し、その後 49 分で死亡した。

(4) チュウダイサギ

4羽を1群とし4群にわけ、0.625mg/K, 1.25mg/K, 2.5mg/K, 5mg/K の薬液濃度段階で実験した。その結果は Table 5 に示してあるが、2.5mg/K, 5mg/K 両群では完全に死亡しているので

Table 4.

	mg/K	性	g	cc	min	死亡数
H→75% T→30°C	0.625	—	414	2.07	—	0
		—	392	1.96	—	
		—(1)	340	1.70	—	
		—	342	1.70	—	
25/Ⅶ	0.927	—(2)	370	2.77	139	2
		—(3)	464	3.48	—	
		—(4)	360	2.70	—	
		—(5)	400	3.00	171	
'63	1.25	—(6)	356	3.56	70	4
		—(7)	378	3.78	70	
		—(8)	408	4.08	67	
		—(9)	374	3.74	145	

Table 5.

	mg/K	性	g	cc	min	死亡数
H→75% T→30°C	0.625	—	685	3.42	—	0
		—	665	3.32	—	
		—	552	2.76	—	
		—	637	3.18	—	
26/Ⅶ	1.25	—(1)	590	5.90	60	2
		—(2)	600	6.00	—	
		—(3)	590	5.90	50	
		—(4)	630	6.30	—	
'63	2.5	—(5)	810	4.05	62	4
		—(6)	620	3.10	60	
		—(7)	785	3.97	45	
		—(8)	630	3.15	45	

Table 6.

	mg/K	性	g	cc	min	死亡数
'64 10/XII 晴 T—18°C H—73%	5	♀	770	0.8	—	0
		♀	700	0.7	—	
		♀	720	0.7	—	
'64 19/XI 晴 T—23°C H—52%	10	♂ ⁽¹⁾	1020	1.0	—	1
		♂ ⁽²⁾	1120	1.1	91	
		♀ ⁽³⁾	800	0.8	—	
	15	♂ ⁽⁴⁾	940	0.94	50	2
		♂ ⁽⁵⁾	1160	1.16	45	
		♀ ⁽⁶⁾	760	0.76	—	
'64 10/XII 晴 T—18°C H—64%	20	♀ ⁽⁷⁾	700	0.70	95	3
		♀ ⁽⁸⁾	780	0.78	80	
		♂ ⁽⁹⁾	660	0.66	80	

2.5 mg/K 群しか表記してない。この結果から LD₅₀ は 2.031mg/K の値をえた。試験の結果死亡したものは解剖に付し、内臓の状態、胃内容物量、性別等を検した。胃の内容物は、与えたアジの骨片が少量残っていた個体があったが、大部分は空胃の状態であった。内臓諸器関は常態で充血等の異状は認められなかった。また生殖器が未分化なので、性別はつかなかった。

薬害の徴候は、まず軽微なけいれんを起こし、体の安定を失い、ついで横転し、やがて脚、首をのぼして死亡する。

試験経過について述べれば (Table 5 について) 0.625mg/K 群は、ほとんど何らの薬害の徴候をあらわなかった。1.25mg/K 群では、個体(1)は投薬後 45 分で脚を折って床面にすわり、さらに 15 分後に横転し、そのまま死亡する。(2)個体は投薬後 113 分で脚を折り、腹面を床に密着させて、薬害の徴候を明らかに示したが、翌朝には完全に復調していた。(3) 個体は、投薬後 35 分で体の安定を失い、やがて脚を折って床面に腹部を密着させすわり

こみ、さらに 15 分後には横転し、死亡した。個体(4)は投薬後 15 分で横転し、脚をのぼし、強く薬害の徴候をあらわしていたが、翌朝には完全に復調していた。2.5mg/K 群では、個体(5)は、投薬後 45 分

Table 7.

	mg/K	性	g	cc	min	死亡数
23/IV 晴 T—16°C H—13.5°C	7.5	♀	130	0.26	—	0
		♀	120	0.24	—	
		♀	110	0.22	—	
		♂	85	0.17	—	
		♂	90	0.18	—	
	15	♀	120	0.24	—	1
		♀	110	0.22	—	
		♀	110	0.22	—	
		♂ ⁽¹⁾	100	0.20	165~285	
		♂	90	0.18	—	
22/IV 晴 T—16°C H—12.5°C	30	♀ ⁽²⁾	120	0.24	300	4
		♀	128	0.30	—	
		♀	110	0.22	—	
		♂ ⁽³⁾	90	0.18	243	
		♂ ⁽⁴⁾	90	0.18	270	
	60	♂ ⁽⁵⁾	100	0.20	600~825	5
		♀	115	0.23	—	
		♀ ⁽⁶⁾	100	0.20	540	
		♀ ⁽⁷⁾	105	0.27	360	
		♂ ⁽⁸⁾	90	0.18	210	
24/IV 晴 T—23°C H—19°C	120	♂ ⁽⁹⁾	95	0.19	300	6
		♂ ⁽¹⁰⁾	100	0.60	240	
		♀ ⁽¹¹⁾	125	0.25	450	
		♀ ⁽¹²⁾	120	0.24	228	
		♀ ⁽¹³⁾	140	0.28	140	
		♂ ⁽¹⁴⁾	75	0.19	222	
		♂ ⁽¹⁵⁾	80	0.16	180	
	120	♂ ⁽¹⁶⁾	100	0.20	130	

で横転し、脚をもがく状態で動かし、さらに 17 分後に、けいれんを起こして死亡した。(6)個体も同じく投薬後 45 分で横転し、さらに 15 分後に死亡している。個体(7)は投薬後 40 分で横転し、呼吸困難の状態を示し、その後 5 分で死亡した。個体(8)は、投薬後 25 分で横転し、さらに 20 分経過後死亡した。

(5) キ ジ

3 羽を 1 群とし 5 群にわけ、1.25mg/K, 5mg/K, 10mg/K, 15mg/K, 20mg/K の濃度段階の EPN 試験をした。1 羽に投与する薬量が 1.2cc 以下になるよう、あらかじめ薬液濃度を調整しておいた。試験結果は Table 6 に示すとおりだが、1.25mg/K 群は、5mg/K 群でも完全に死亡していないので表上に掲げるのをはぶいた。この試験結果から LD_{50} は 12.5mg/K の値をえた。供試体で死亡したものは、試験終了後解剖に付し、胃内容物量、内臓の異常状態等を検した。胃内容物量は最も多いので 30 g, 少ないので 5 g (いずれも砂粒とも) あった。心臓、肝臓、腸壁等に充血をみた。

薬害の徴候は、最初に呼吸がはげしくなり、体の安定を欠き、嘴から粘液による泡を吹くこともある。ついで腹部を床面につけ、首をたれて床に嘴を立てて頭を支え、翼をふるわせ横転し、翼をはげしくあおって死亡する。もちろん個体によって多少の変異はみられる。

試験経過についてみると (Table 6 について) 5mg/K 群では、全く薬害の徴候はみられず、多少活動がにぶったと思われるていどである。10mg/K 群では個体(1)は投薬後 111 分で腹面を床につけて静止し、やや徴候を示したが、復調した。個体(2)は、投薬後 77 分で横転し、それから 14 分後に死亡した。個体(3)は投薬後 60 分でうずくまり、腹部を床面につけて静止し、そのままの状態を持続して復調してきた。15mg/K 群では個体(4)は投薬後 35 分で床にうずくまり、さらに 15 分後にけいれんを起こして死亡した。個体(5)は、同じく 35 分後にけいれんを起こし、その後 10 分で死亡した。個体(6)は投薬後 125 分経過して、腹部を床面につけて静止し、その後は時間の経過とともに復調してきた。20mg/K 群では、(7)は 60 分後に腹面を床につけて静止し、さらに 35 分後に死亡し、(8), (9) 両個体は投薬後、薬害の徴候が 70 分後にあらわれ、それも突然体の安定を失い、やがて横転し、その後 10 分で死亡している。

(6) ウ ズ ラ

♂ ♀ 各 3 羽の 6 羽を 1 群とし、7.5mg/K, 15mg/K, 30mg/K, 60mg/K, 120mg/K の BHC の薬量段階で試験した。1 羽に 1 回に投与する薬液量が 0.25cc 以下になるように調整した。しかし、120mg/K 群では 0.28cc を投与した個体がある。試験結果は Table 7 である。この結果から LD_{50} は 35.6mg/K の値をえた。試験終了後死亡したものについては、解剖に付し、胃内容物量、内臓の異常の有無を調査した。胃内容物量は摺餌のため計測はできなかった。内臓についての変化は、心臓、肝臓、腸管壁の血管が膨張し、また肺臓に充血をみた個体もあった。

薬害の徴候は、まず呼吸がはげしくなり、体を床面に接着させて静止するものが多く、さらに薬害がすすむと後方に回転し、最後にはげしく飛びあがって床面に転倒し翼をばたつかせて死亡する。♂ にこの徴候が多く ♀ はひかくてき静止したまま死亡するものが多かった。

試験経過についてみると (Table 7 について) 7.5mg/K, 15mg/K の両群では、投薬後外見上ほとんど変化をみせなかったが 15mg/K 群の個体(1)は 165 分～285 分のあいだに突然死亡した。30mg/K 群では、個体(2)は 5 時間経過後に横転し、首をまわしたり、脚を伸縮していたがそのまま死亡した。個体(3)は 60 分経過後薬害の徴候があらわれ、あくびに似た動作を繰り返しはじめる。投薬後 4 時間経過後

に後方に回転し始め、横転、けいれんをおこし、横転してから3分後に死亡した。個体(4)は、投薬後3時間半ほど経過したのち体の安定を欠き、それからさらに1時間後に後方に向かって回転を始めやがて横転し、そのまま死亡する。個体(5)は投薬後体をふくらませ静止の状態のまま 10~14 時間後に死亡が確認された。60mg/K 群では、(6) 個体は投薬後6時間で薬害の徴候があらわれ、体の安定性を失い、さらに3時間後に後方へ回転をはじめ、低い鳴き声を発し、しばらくして横転、翼をひらいて死亡する。個体(7)は、投薬後4時間で後方に回転しはじめ、低い鳴き声をだし、さらに2時間後に体の安定を失い横転死亡する。(8) 個体は投薬後 90 分で後方に回転を始め、さらに 120 分経過して横転、翼をばたつかせて死亡した。個体(9)は投薬後 60 分で後方へ回転を始め、さらに4時間後には体をふくらませ仮死状態になり、そのままの体勢で死亡した。個体(10)は、投薬後 60 分で後方へ回転を始め、さらに3時間経過して急に飛びあがり、仰向けに倒れ、けいれんをつづけ、死亡した。120mg/K 群では、個体(11)は投薬後 30 分で翼をばたつかせ、後へ回転し、やがて横転し、その後7時間で死亡する。個体(12)は、とくに薬害をうけた徴候を示さず、静止したままの状態で228分後に死亡した。個体(13)は、投薬後 20 分で体の平衡を失い、呼吸困難の様相を呈し、後方への回転を始める。2時間を経過したころには、床面に横転し、けいれん状態をつづけ、そのまま死亡する。個体(14)は、腹部を床面に接したまま静止し、そのままの状態で死亡した。個体(15)は、投薬後2時間して後方へ回転を始め、さらに1時間経過後に横転し、けいれん状態を示し、そのまま死亡した。個体(16)は、投薬後十数分で呼吸困難の状態を示し、体の安定を失い、後方へ回転し始めた。その後、床面にうずくまり静止の状態をつづけ、そのまま死亡する。

(7) イ タ チ

♂, ♀ 2 個体で6群, ♀ 1 個体の群の7群について、EPN により試験を実施した。薬液の濃度段階は 2.5mg/K, 7.5mg/K, 10mg/K, 12.5mg/K, 25mg/K, 50mg/K, 100mg/K で、2.5mg/K 群だけは ♀ 1 個体である。薬液接種は4日間にわたった。試験結果は Table 8 に示してあるが、12.5mg/K の濃度以上の濃度では全個体が死亡しているし、7.5mg/K 群以下の濃度では全部生存しているので、2.5mg/K,

Table 8.

	mg/K	性	g	cc	hrs.	死亡数
晴 '64 16/XI T-24°C H-81%	7.5	♂	420	0.42	—	0
		♀	245	0.25	—	
晴 '64 17/XI T-24°C H-71%	10	♂	314	0.32	—	1
		♀	100	0.10	25.30 後に確認	
晴 '64 8/VII T-29°C H-83%	12.5	♂	540	0.27	21.45 後に確認	2
		♀	270	1.30	18.55 後に確認	

25mg/K, 50mg/K, 100mg/K の各群は表記しなかった。この試験結果から、LD₅₀ は 10.05mg/K の値をえた。試験経過についてみると (Table 8) 7.5mg/K 群のは ♂ は薬液を皮下注射後 5 分で歩行を始め、さらに 6 分経過後には完全に麻酔からさめ、活発に金網籠内を走りまわる。♀ は 5 分後に歩行を始め、さらに 15 分経過して完全に麻酔からさめて、活発に金網籠内を活動し始める。しかし、11 月 17 日の午前零時ごろに、薬害の徴候があらわれ始め、不活発になり、籠の一隅にうずくまっていたが、同日の午前 10 時半ごろには完全に復調した。投薬後 8 時間は、室温を 24°C に保ちえたが、爾後は 15°C~22°C の範囲にあった。10mg/K 群の ♂ は、皮下注射後 5 分で歩行を始め、さらに 5 分経過後には完全に麻酔からさめ

て活発に活動を始めた。♀は投薬後 20 分で歩行し始め、ほとんど同時に麻酔からさめて活動を始めたが、さらに 30 分経過後に薬害の徴候があらわれ始め、活動しなくなった。そのままの状態がつづき、スズメ、アジ等の食物を与えておいたが全く採食した痕跡がなく、皮下注射したときから 25 時間 30 分後に死亡した。室温は投薬後 5 時間は 24°C に保ったが、それ以後は $12^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ の範囲にあった。 12.5mg/K 群では、投薬後ほとんど通常の個体とかわらず、籠のなかを活発に活動していたが、それぞれ 21 時間 45 分、18 時間 55 分経過後に死亡しているのを確認した。

III 考 察

実験の目的は、農薬の薬効表示にあるのではなく、実際問題として、森林や農耕地に生息する鳥獣が、農薬の散布に遭遇したさい、どんな影響をうけるかを究明するための模索試験である。鳥獣が農薬の影響をうけるといっても、直接的な場合と間接的な場合とがある。直接うける影響といえば致死量で表現できる。また間接的な影響では、薬剤が体内に蓄積され、成長、繁殖等に影響していく場合、さらに食物となる他の動物の減少または絶滅による生活の破壊である。今回の試験は、限られた種類の動物について、限られた種類の農薬で致死量を求めたものである。

このような目的のために、実験の方法として、供試される動物の健康状態等を厳格に調整することは、考慮しなかった。一般に、薬剤の薬効試験では、供試動物の状態が厳格に調整されるべきであるから、本試験によってえられた結果は、ある意味では、一般性のもではなく、ある条件下における一例と考えるべきかもしれない。しかし、実際問題として考えてみると、森林に薬剤が散布された場合におこりうる一例とみなすことは可能であろう。このような試験状態をとらざるをえなかったのには、やむをえない事情もあった。それは、野生鳥獣を試験の対象とした場合、まず年齢が不明であって、動物の種類によっては、多数捕獲できないし、また捕獲してからの飼養管理が困難なものが多いからである。したがって、実験上でも、統計処理の可能な範囲の数量を供試することが困難で、動物数の不足から薬剤の試験濃度段階もこまかくとれず、その結果は実験成果にもあらわれている。

実験によってそれぞれの動物についてえられた LD_{50} の値を、BEHRENS-KAERBER 法で計算した結果を、面積法の計算で再検討してみると、前法による計算結果の値が後法による計算結果の誤差範囲内にはいってこないものがある。たとえば、スズメの EPN 試験の場合、BEHRENS-KAERBER 法での計算は 4 mg/K の値であるが、面積法では、 $2.565\sim 3.928\text{mg/K}$ となるのである。チュウサギ、チュウダイサギの場合も、この例と同じく、わずかだが、誤差範囲外に求めた値がある。これは、さきにも述べたが、標本数が少ないこと、それにともなう農薬濃度の試験段階をこまかく規正できなかったことに原因がある。したがって筆者は、本試験での LD_{50} 値の算出方法を、精密にすることに多くの意味をもちえなかったの、最も簡単な BEHRENS-KAERBER 法の計算によった。

実験に EPN、BHC の 2 種の農薬を選んだ理由は前述したが、このほか、当然問題としなければならぬのが除草剤である。除草剤は、水生動物とくに魚類にたいしては、強い影響力をもっているが、野生鳥獣に対しては食物となる動物の減少という間接的な影響のほかは、直接にはほとんど影響がないと判断したから、試験の対象としなかった。一般の殺虫剤にくらべると、体重比にして 1,000 倍の単位量でないとも影響を及ぼさないから、実際に野外では、そんな量を鳥獣が、いち度にまとめて採食する可能性は考えられない。

総体的に考察してみると、実験上では供試動物の安定性を欠いている点や、実験のさいの外囲条件の不統一などの供試動物の不揃いはあるが、農薬の野生動物に対する一例としての価値は認められると考える。とくに、キジ、ウズラ、イタチの3種の動物については、それぞれ人為的に飼養管理され、キジ、イタチは年齢も明らかになっているので、これらからえられた LD_{50} の値と、マウス、ラッテによって規定された LD_{50} の値 (EPN 24 mg/K, BHC 74 mg/K) をひかくしてみると、より少ない量比で致死にいたることは明らかと思う。またキジバト、スズメの場合には、飼育管理はひかくてき容易ではあったが、年齢が不明で、必ずしも各個体の条件が揃っていない点、チュウサギ、チュウダイサギは巣立直前のヒナの段階にあり、ともに動物質を主食としているので飼養管理がむずかしく、スズメ、キジバトにくらべいそう、各個体の健康状態を一定の安定性のうえに置くことは困難であった。したがって、これらは、捕獲してからできるだけ短日時のうちに試験に供したので、 LD_{50} の値は、実際の場合より低くあらわれていることが予想される。

IV 要 約

(1) 農薬と野生鳥獣の関係を知るための予備試験として、EPN, BHC を使用し、スズメ *Passer montanus saturatus*, キジバト *Streptopelia orientalis orientalis*, チュウサギ *Egretta intermedia intermedia*, チュウダイサギ *Egretta alba modesta*, キジ *Phasianus colchicus tohkaidi*, ウズラ *Coturnix coturnix japonica*, イタチ *Mustela itatsi itatsi* について LD_{50} の値を求めた。

(2) EPN, BHC を選んだのは、年間の生産額が最も多く、燐化合物、塩素化合物を代表するからである。供試した鳥獣は、入手しやすいもの、まとめて捕獲しやすいもの、飼育管理がひかくてき容易なものを選んだ。

(3) キジ、ウズラ、イタチは人為的に養殖していたもので、他は野生種である。キジ、イタチは1年、チュウサギ、チュウダイサギは1~1.5月の年齢で、他は年齢不詳である。

(4) 鳥類は経口的に、マウス用胃ゾンデを注射筒に固着したもので、消化器内に所要量の薬液を注入し、イタチはエーテルで麻酔し、背面の皮下に薬液を注射した。

(5) 投薬前後の動物の飼育管理は常法どおりとし、とくに試験前に絶食させることはしなかった。試験後残存しているものは最短期間1週間(サギ類)、最長期間は現在までなお飼育しつづけている(キジ)。

(6) 除草剤は殺虫剤にひかくして、体重単位あたりの致死量が、1,000倍量を要するので、実際の山野で直接障害がおこるほど鳥獣が多量に採食する機会はないと判断し、試験は実施しなかった。

(7) 実験によってえられた LD_{50} の値は下記のようなものである。

供試動物	EPN (mg/K)	BHC (mg/K)
スズメ	4.0	50.0
キジバト	17.5	—
チュウサギ	1.094	—
チュウダイサギ	2.031	—
キジ	12.5	—
ウズラ	—	35.6
イタチ	10.05	—

LD₅₀ の計算は BEHRENS-KAERBER 法によった。

文 献

- 1) Dept. of Lands and Forests, Ontario, Canada: Divis. of Research Biol. Bull. No. 2, (1949)
- 2) RUDD, R.L. and R. E. GENELLY: Avian mortality from DDT in California rice fields. Condol, 57, 2, (1955)
- 3) RUDD, R.L. and R.E. GENELLY: Effect of DDT, Toxaphne and Dieldrin on pheasant reproduction. The Auk., 72, 4, (1956)
- 4) 安東洪次・田嶋嘉雄: 医学研究動物実験法, (1956)
- 5) DEWITT, J.B.: Effects of Chemical Sprays upon Wildlife. VII. Bull. of the Inter. Comm. for Bird Preservation, (1958)
- 6) PRZYGODDA, W.: The Effect of Insecticides on Birds. VII. Bull. of the Inter. Comm. for Bird Preservation (1958)
- 7) HARMSSEN, G.H.: The Effect of Pesticides on Wildlife. VII. Bull. of the Inter. Comm. for Bird Preservation, (1958)
- 8) NEGHERBON, William: Handbook of Toxicology 3, (1959)
- 9) 厚生省: 衛生指針 III, 食品衛生検査指針 (1), (1959)
- 10) HICKEY, Joseph J. and L. Barrie HUNT: Initial Songbird Mortality following a Dutch Disease Control. The Jour. of Wildlife Management, 24, 3, (1960)
- 11) 安東洪次・野村達次: 医学研究と動物実験, (1960)
- 12) 河合一郎・荻谷正次郎: 農薬ガイド, (1961)
- 13) 池田良雄: 農薬致死量集, (1961)
- 14) CARSON, Rachel: Silent Spring, (1962)
- 15) WARNER, Kendall and Owen C. FENDERSON: Effects of DDT Spraying for Forest Insects on Marine Trout Stream. The Jour. of Wildlife Management, 26, 1, (1962)
- 16) 上遠 章・河田 覚・堀 正侃: 農薬講座 (第1巻), (1962)
- 17) 鈴木敏男: 林業と薬剤, 1, (1962)
- 18) 里見朝正: 国有林野に於ける薬剤使用, 林業と薬剤 1, 2, (1962)
- 19) 日本薬業新聞社: 林業と農薬, 農薬危害防止必携 (1962)
- 20) 黒田長久: 殺虫農薬と鳥, 防疫ニュース, 12, 3, (1963)
- 21) 鈴木徳衛: 農薬 (講座), 防疫ニュース, 12, 5, 6, 7, 8, (1963)

An Experiment on the Effects of Insecticides
on Wild Birds and Beasts.

(Lethal dose tests with EPN and BHC)

Shinjiro IKEDA⁽¹⁾

(Résumé)

As an experiment on the effects of insecticides on wild birds and beasts, tests were

(1) Chief Ornithologist, Division of Forest Protection, Government Forest Experiment Station, Japan.

made for the determination of lethal doses (LD_{50} values) for BHC and EPN. These two chemicals were chosen as the representative insecticides to be used in the experiment, because they register the highest rate of utilization in Japan at present, with annual production, 9,500 tons for EPN and 61,000 tons for BHC, far surpassing that of other chemicals of this kind. Subjects used for the test were the following seven species: Japanese Tree-Sparrow (*Passer montanus saturatus*), Eastern Turtle-Dove (*Streptopelia orientalis orientalis*), Plumed Egret (*Egretta intermedia intermedia*), Eastern Great White Egret (*Egretta alba modesta*), Green Pheasant (*Phasianus colchicus tohkaidi*), Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*) and Japanese Mink (*Mustela sibirica itatsi*). Among the above, the Green Pheasant, Japanese Quail and Japanese Mink were artificially raised ones, whereas all other birds were caught in their wild state. Japanese Mink and Green Pheasant were one year old, Plumed Egret and Eastern Great White Egret 1~1.5 months, but all others were unidentifiable in their age.

In the case of the birds, dosages were given by injection of necessary amount of chemical fluids into the digestive organ through the mouth by fixing a stomach "sonde" for mice at the tip of an injection cylinder. For Japanese Mink, chemical fluids were injected hypodermically on the back, after anaesthetization with ether. On those that died as the result of the test, autopsy was made for examination of disorders in the internal organs and identification of sex, and those that survived the test were reared continuously in the ordinary way for further observation. Egrets were let free in the wild after a week and others were reared in custody for more than a month after the experiment.

From the results of the experiment, values of LD_{50} were obtained as listed below. The calculation was made in accordance with the BEHRENS-KAERBER's method.

Test Subjects	EPN (mg/K)	BHC (mg/K)
Tree-Sparrow	4.0	50.0
Turtle-Dove	17.5	—
Plumed Egret	1.094	—
Great White Egret	2.031	—
Green Pheasant	12.5	—
Japanese Quail	—	35.6
Japanese Mink	10.05	—

Difference in resistance to the chemicals between the sexes was not revealed clearly; however, in the case of the Japanese Quail, it appeared that females were more resistant. This is based on the fact that, although females were given larger doses of the chemicals than males on the ground that the former were heavier in body weight than the latter, the number of individuals which took a longer time from the injection to death proved to be larger in females than in males.

In view of the fact that, in this experiment, health conditions of the subjects were uneven and unstable, as well as that the experiment conditions could not be made perfectly uniform and identical, the values obtained as the result of the test cannot be expected to show a universally applicable rule. These results should therefor be considered as data derived from an experiment conducted under a certain set of conditions.