

## 안산시 서식 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)에 대한 살충제 감수성 및 가열연막 효과에 관한 연구

최 한 영  
서울보건대학 환경보건과

## Studies on the Susceptibility of Insecticides and Killing Effect by Thermal Fogging Against *Culex pipiens pallens* of Ansan Strain

Han-Young Choi

Department of Environmental Health, Seoul Health College, Sungnam city, Korea

### Abstract

Studies on the insecticides susceptibility of adults females *Culex pipiens pallens* were carried out in 2003. The pupae were emerged originated wild-caught larvae in Ansan city, Korea. The test methods employed, using 7 organophosphorous insecticides, four synthetic pyrethroids, and fipronil penyrazole were evaluated. The following results were obtained

1. Fipronil has showed the most strong value in LD<sub>50</sub> 0.00075 $\mu$ g/female, out of 12 kind of insecticides, and followed by deltamethrin 0.0071,  $\delta$ -cyhalothrin 0.008, profenofos 0.0082 and  $\beta$ -cyfluthrin 0.0088, respectively.
2. The killing effect of lambdacyhalothrin and profenophos against adult females *Culex pipiens pallens* was examined using thermal fogging. The mortality rate were lambdacyhalothrin 41.1% and profenophos 50.7%, respectively. The killing effect of thermal fogging was high-effectiveness to distance 6m from nozzle

Keywords : susceptibility, insecticides, *Culex pipiens pallens*, thermal fogging,

### I. 서 론

최근 급격한 도시화와 지형의 변화(간척지 등) 그리고 이상기후 현상에 의해 모기 등 위생해충의 대 발생이 심각하게 고조되고 있으며, 실제 울산광역시 오대오천마을, 해남군 고천암 간척지 그리고 여수시 묘도 등에서는 여름철 모기의 대 발생으로 인해 심각한 사회문제로 대두 된 바 있다. 서울과 같은 대도시의 일부에서도 아파트 단지 등에 지하

집모기의 대 서식지가 형성되면서 여름철뿐만 아니라 이른봄과 가을철에도 주민들이 모기의 공격으로 피해를 호소하고 있으며<sup>1)</sup>, 계절에 관계없이 방역에 대한 민원이 증가되고 있는 실정에 있다. 또한 현재 미국에서는 West Nile Virus로 인해 미국 NIH(국립보건원), CDC(질병통제센터), WHO(세계보건기구) 등에서는 방역에 비상을 선포하는 등 방역의 강도를 높이고 있다<sup>2)</sup>. 이제까지 세계적으로 모기매개질병은 도시와는 무관하게 매개모기

의 서식 특성에 따라 주로 농촌이나 숲(밀림) 등에서 감염되는 일본뇌염, 말라리아, 황열, 뎅그열, 사상충증으로 알려져 왔으나<sup>3)</sup> 1998년부터는 West Nile virus 질병이 미국의 뉴욕에서 처음 발생하여 도시 주민들의 건강을 위협하고 있다는 사실이 처음으로 밝혀졌다. 미국의 환자발생 현황을 보면 1998년에는 6명, 1999년에는 48명, 2000년에는 167명, 2001년 630명, 2002년 4,000명, 2003년 올해는 약 8,000명의 환자가 발생하여 그 중 180명이 사망하였다<sup>2)</sup>. 또한 West Nile virus 환자 발생이 점차 서부쪽으로 이동하고 있다는 사실이 알려지면서 아시아지역 나라들도 결코 안전할 수 없다. 그리고 이 질병을 매개하는 모기는 세계적으로 30여종으로 알려져 있는데, 매개모기 중 도시에서 발생하는 빨간집모기 (*Culex pipiens pallens*)도 포함되어 있어 특히 대도시와 같은 인구밀집지역은 환자들의 집단 발생 가능성이 매우 크다. 또한 도시 및 농촌지역에서 현재까지 많이 사용되어왔던 모기 방제방법 중 가열연막의 효과에 대해 새로운 의문점과 환경오염의 원인으로 지적되면서 존폐에 대한 논란이 야기되고 있다.

본 연구에서는 도시에서 발생하는 주요 모기 1종에 대하여, 2003년에 사용되었던 방역용 살충제 성분 중 12가지를 감수성 시험하였고, 이들 중 피레스로이드계 1종과 유기인계 1종은 최근 논란이 되고 있는 가열연막의 살충효과에 대한 시험을 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시험 공시충

2002년 10월 25일 안산천 주변에서 빨간집모기 유충을 약 700여마리 채집하여 겨울동안 사육실에서 계대사육하여 6세대를 누대 사육한 빨간집모기 성충 암컷을 본 실험에 사용하였다<sup>4)</sup>. 공시충 빨간집모기는 온도  $29\pm 1^\circ\text{C}$ 와 습도  $70\pm 5\%$ 가 항상 유지되는 사육실에서 사육하였으며, 모기유충은 송아지 사료를 분쇄한 미세한 분말과 치어사료로 사용하는 어분을 1:1 비율로 섞어 만든 유충먹이를 매일 적정량 (물이 부패되지 않을 정도의 량) 공급하여

사육하였다. 번데기는 매일 유충사육용기에서 골라내어 모기망으로 제작된  $30\times 30\times 30\text{cm}$  cage에 넣어 주어 cage 안에서 성충으로 우화되게 하였으며, 성충은 8% 설탕물을 솜에 적서 먹이로 공급하였다. 우화된 성충은 7일정도 교미시간을 제공하고 알을 받아내기 위해 실험용 마우스를 2일간 넣어주어 교미를 마친 암컷이 흡혈하게 하였다. 흡혈을 마친 암컷은 약 5일정도 휴식시간을 지내기 때문에 3일 후에 물 그릇을 cage안에 넣어주면 흡혈 한 암컷 모기는 약 2~3일에 걸쳐 산란한다. 산란된 알은 유충 사육용기에 일정량씩 넣어주고 산소를 공급하면서 알에서 유충이 부화되면 위에서 제시한 유충 먹이를 공급하여 실험에 사용할 모기를 대량으로 사육하였다.

### 2. 공시살충제

살충원체는 2003년 정부조달방역약품으로 선정된 품목을 조달청에서 on-line으로 정보를 받아 제품별로 주요 살충력을 나타내는 원체만을 그리고 평균적으로 많이 유통되고 있는 원체를 골라 선별하였다. 또한 각 회사별로 특별히 많이 사용하고 있는 대표적인 원체들을 주목하여 선택하였다. 살충원체의 종류는 표 1에 나타난 바와 같으며 살충제의 화학구조적 계통과 쥐에 대한 경구독성치를 함께 나타내어 각 살충제의 빨간집모기에 대한 살충제 감수성 정도와 독성치를 비교할 수 있도록 하였다. 선택된 살충원체는 총 12가지로서 유기인계 7종, 피레스로이드계 4종, 페니라졸계 1종 이었다.

### 3. micro-applicator

영국의 Burkard사에서 제작한 Hand micro-applicator를 사용하였다. micro-applicator를 이용하여 각 종류별로 그리고 농도별로 희석된 살충제를 1ml 용량의 syringe에 넣어 클로로포름에 마취시킨 암컷 성충모기의 흉부에  $0.25\mu\text{l}$ 씩 점적시켰다. 살충제 종류별 그리고 농도별로 점적이 끝난 암컷 모기는 종이컵에 20마리씩 넣고, 8% 설탕물을 솜에 적서 망위에 공급한 다음 온도  $28\pm 1^\circ\text{C}$ , 습도  $70\pm 5\%$ 로 유지된 사육실에서 24시간 방치시킨다. 24시간 후에 각 살충제 실험농도 구간별로 치사개체수를 확인하고 치사율을 산출하였다.

Table 1. Common names of the compound tested and their acute oral toxicity as specified by WHO.

Insecticides	Type	Acute oral toxicity (LD <sub>50</sub> , Rat, mg/kg)
prothiophos	Organophosphorus	1,390
diazinon	Organophosphorus	1,250
fenthion	Organophosphorus	250
profenophos	Organophosphorus	358
dichlorvos	Organophosphorus	56
chlorpyrifos	Organophosphorus	135
pirimiphos-methyl	Organophosphorus	2,050
deltamethrin	Pyrethroide	135
β-cyfluthrin	Pyrethroide	500
δ-cyhalothrin	Pyrethroide	56
cypermethrin	Pyrethroide	250
fipronil	Penyrazole	97

#### 4. 실험결과 분석

각 살충제의 농도별 실험결과로 나타난 치사율은 3반복 실험치를 모두 합하여 Finney(1971)의 probit analysis 프로그램으로 컴퓨터 분석하였다<sup>5)</sup>. probit analysis는 살충제를 처리하지 않은 대조군의 치사율과 비교하여 각 살충제 농도구간별 실험치사율을 계산하며, 계산된 실험치사율은 semi-log 그래프에서 살충제 농도와 계산된 치사율이 만나는 지점에 점을 찍게 되면, Y축의 치사율이 50%가 되는 지점을 regression line 위에 연결하고 연결된 지점을 다시 X축의 실험농도에 연결시키면 공시충의 50%를 치사시킬 수 있는 살충제의 량 즉, LD<sub>50</sub> (중앙치사량)를 산출할 수 있다. 이렇게 하여 12가지 살충원체에 대한 안산시에서 발생하는 빨간집모기의 감수성을 조사하였으며, 또한 각 살충제의 regression line의 기울기를 파악하여 이들 살충제의 감수성 양상을 비교 분석 하였다.

#### 5. 가열연막의 살충효과 시험

<연막기>

- 모 델 명 : S. S. Fog 휴대용 가열연막기
- 제조회사 : 세신설업
- 규 격 : 40 ℓ/h

- 분 사 량 : 400ml/분

모기충은 안산시에서 채집한 동일 모기충을 사용하였으며, 살충제는 공시 살충제 12가지 중 피레스로이드계인 δ-cyhalothrin과 유기인계인 profenophos를 선택하여 가열연막 시험을 실시하였다. 각 살충제의 희석농도는 0.1%로 하였고, 생물검정용 노출장 (지름 10cm×높이 20cm)에 모기를 넣어 시험하였다.

분사구로부터 2m 간격으로 10m까지 5개의 폴을 설치하였다. 폴의 높이는 1m가 되게 하였고 폴의 맨 위에는 생물검정용 노출장을 매달수 있도록 집계를 부착시켰다. 각 폴에는 노출장 1개씩을 설치하였고 노출장에는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*) 암컷 성충 20마리씩을 넣었다. 모기는 성충으로 우화한지 5~7일정도 지난 것으로 연령군이 비슷한 모기를 본 실험에 사용하였다. 가열연막기의 분사량은 1분에 400ml가 분사되게 하였고 S. S. Fog 휴대용 연막기로 1km/h의 보행속도를 유지하면서 살포하였다. 살포가 끝난 후 5분정도 방치한 다음 각 노출장을 수거하여 8% 설탕물을 솜에 적서 공급하였으며, 항온습습이 유지된 사육실에 보관하였다. 그리고 24시간 후에 각 노출장의 치사된 개체를 확인하였다.

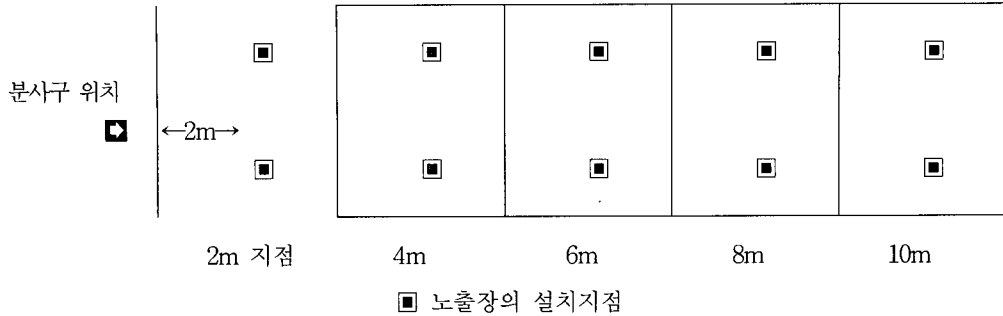


Figure 1. A design drawing of thermal fogging

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 살충제 감수성 시험

12가지 실험 살충원체에 대한 빨간집모기의 감수성 시험결과 가장 감수성이 뛰어난 원체는 fipronil로  $LD_{50}(\mu\text{g}/\text{female})$ 는 0.00075이었다. 다음은 deltamethrin,  $\delta$ -cyhalothrin, profenophos,  $\beta$ -cyfluthrin 순으로 나타났으며, 각각  $LD_{50}(\mu\text{g}/\text{female})$ 는 0.0071, 0.0080, 0.0082, 0.0088로 fipronil을 제외한 4가지 살충원체에 대해서는 서로 비슷한 감수성을 나타내었다. 그 다음 순으로는 fen-thion, diazinon, cypermethrin으로 각각의  $LD_{50}(\mu\text{g}/\text{female})$ 는 0.0198, 0.0241, 0.0267로 조사되었으며, 마지막 순으로 dichlorvos, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, prothiophos는 각각  $LD_{50}(\mu\text{g}/\text{female})$ 가 0.0333, 0.0379, 0.0499, 0.0623으로 나타나 이중 prothiophos가 실험 살충원체 중 감수성이 가장 낮았다. 이와 같이 본 실험에서는 대체적으로 피레스로이드계 살충제에서 감수성을 나타냈지만, 80년대에는 주로 피레스로이드계보다는 유기인계에서 높은 감수성을 보였다<sup>6,7,8)</sup>. 그리고 수답서식 모기종과 그 외 다양한 장소에서 발생하는 모기종의 살충제 감수성을 비교하면 수답서식 모기종은 농약에 노출이 많이 되어 있으므로 저항성을 나타낸 반면 다양한 장소에서 서식하는 모기종은 비교적 감수성을 나타내고 있다<sup>9,10)</sup>.  $LD_{50}$  값이 작을수록 적은 살충제 량으로도 쉽게 해충을 치사시킬 수 있다는 뜻이기 때문에 감수성이 낮은 살충제를 잘못 사용하게 되면 해충도 방제하지 못하고 오히려 환경오염만 가중시키게 된다. 앞으로는 방역에 있어서도

관행적인 방역이 아니라 이러한 기본적인 연구를 선행하여 좀 더 과학적이고 효과적이며, 피해를 최소화하는 범위 내에서 살충제를 사용하여야 할 것으로 생각된다. 세계보건기구 (WHO)나 국내 국립보건원에서도 일선 방역에서 저항성 살충제 사용을 지향하도록 하고 있으며, 해충방제를 위해서 되도록 감수성이 있는 살충제를 사용할 수 있도록 권장하고 있다<sup>11,12,13)</sup>. fipronil 원체가 감수성이 가장 뛰어난 것은 가장 최근에 방역용으로 도입된 살충원체로서 모기나 파리 등 위생해충에 대한 저항성 발달이 거의 없었기 때문에 감수성이 매우 높게 나타난 것으로 조사되었다. 최근에는 0.05% 함량의 바퀴 독먹이 제제로 개발되어 사용되면서 좋은 방제효과를 보이고 있다. 그리고 deltamethrin,  $\delta$ -cyhalothrin,  $\beta$ -cyfluthrin, profenophos는 fenthion이나 diazinon에 비해서는 약 2배 그리고 dichlorvos나 chlorpyrifos에 비해서는 약 5배정도 감수성이 우수했으며, prothiophos에 비해서는 무려 8배 정도의 감수성이 우수했다. 이러한 감수성의 차이는 그 동안 약제를 오랫동안 사용하여 왔거나 다른 약제와 교차저항성을 나타내기 때문일 것이다. 그러나 profenophos는 fenthion이나 diazinon 등이 사용되었던 시기에 쓰여졌던 살충원체로서 냄새가 많이 나는 단점이 있어 잘 사용하지 않았다. 그러나 최근에 방역용으로 다시 사용하면 그 동안 사용하지 않았기 때문에 본 실험에서는 우수한 감수성을 나타냈다. 또한 deltamethrin,  $\delta$ -cyhalothrin,  $\beta$ -cyfluthrin과 같은 살충원체는 다른 위생해충에 대해서도 감수성이 우수하기 때문에 세계적으로나 국내에서도 많이 사용하고 있는

Table 2. Susceptibility test of adult female, *Culex pipiens pallens* of ansan-city strain in 2003.

Insecticides	Slop±S.E.	LD <sub>50</sub> ( $\mu$ g/female)
prothiophos	2.56±0.31	0.0623
diazinon	2.25±0.23	0.0241
fenthion	2.75±0.27	0.0198
profenophos	2.35±0.25	0.0082
dichlorvos	4.07±0.44	0.0333
chlorpyrifos	2.61±0.30	0.0499
pirimiphos-methyl	3.52±0.37	0.0379
deltamethrin	1.46±0.26	0.0071
$\beta$ -cyfluthrin	1.96±0.21	0.0088
$\delta$ -cyhalothrin	2.18±0.24	0.0080
cypermethrin	3.69±0.43	0.0267
fipronil	2.52±0.25	0.00075

원체이다. 이들 원체는 그 만큼 가격이 비싸기 때문에 정부방역조달약품에는 많은 함량이 들어가지 않고 2%이내 정도로 함유되어 있다. 그 대신 가격이 싼 일반적인 원체 즉, fenthion, diazinon, dichlorvos, chlorpyrifos와 같은 원체는 방역용 살충제 제품에 10~20%까지 넣어 정부조달약품가격을 맞추고 있다. 그렇기 때문에 2중 또는 3중 복합제가 만들어지게 되고, 살충원체의 감수성의 차이가 서로 다르기 때문에 100배, 150배 또는 200배 희석이라는 제품별로 다른 희석법들이 나타나고 있는 실정이다. 그러므로 보건소에서는 가격이나 희석 비율에만 관심을 가지고 약품을 구매할 경우 해충방제는 물론 여러 가지 부작용이 나타날 가능성은 매우 높다. 방역 담당자는 최소한 이러한 여러 가지 정보를 가지고 약품 구매시 이용을 해야 할 것으로 생각된다. 그러나 이 같은 정보를 가지고 약품을 구매하는 보건소는 전국의 250여개 보건소 중에서 거의 전무하다. 보건소에서 전문적 정보를 잘 모르기 때문에 방역약품의 질이 떨어지는 건 당연하다. 앞으로 선진방역을 만들어 나가기 위해서 또는 제품의 질을 향상시키기 위해서는 보건소에서 많은 관심을 가져야 할 것으로 생각된다.

## 2. 가열연막 살충효과 시험

가열연막기의 분사구로부터 2m 간격으로 떨어진 거리에 따라 연막살충 효과를 조사하였다. 표 2에서 보는 바와 같이  $\delta$ -cyhalothrin의 경우 2m, 4m, 6m, 8m, 10m에서 각각 평균 37.3%, 46.7%, 49.3%, 40.0%, 32.0%로 나타났으며, 총 거리 10m까지 평균 살충율은 41.1%였다. 그리고 profenophos의 경우 같은 거리 간격에서 각각 평균 49.3%, 57.3%, 60.0%, 46.7%, 40.0%로 나타났고, 역시 총 거리 10m까지 평균 살충율은 50.7%로 나타났다. 이 둘 두 살충원체의 평균치를 계산해보면 같은 거리 간격에서 각각 43.3%, 52.0%, 54.7%, 43.4%, 36.0%였다. 2m부터 10m까지 거리별로 살충율의 차이가 있었는데 가장 살충율이 우수하게 나타난 거리는 4m와 6m였고, 2m와 8m는 비슷한 살충율을 나타냈으며, 10m는 가장 낮은 살충율을 나타내었다. 그리고 본 실험에서 가열연막의 총 평균 살충력은 45.9%였다. 그러므로 개방된 야외에서의 가열연막의 모기 방제효과는 만족할 만큼 충분한 효과를 나타내지 못하는 것으로 확인되었다. 이와 같은 실험결과는 실험곤충의 종류 및 연령, 연막살충제의 종류 그리고 실험당일 기후조건

Table 3. Killing effect of adult females *Culex pipiens pallens* by thermal fogging.

Distance (m)	Mortality (%)		Mean (%)
	$\delta$ -cyhalothrin	profenophos	
2	37.3±3.5ab	49.3±1.3abc	43.3±2.4bc
4	46.7±3.5ab	57.3±1.3ab	52.0±1.2ab
6	49.3±2.7a	60.0±2.3a	54.7±0.7a
8	40.0±2.3ab	46.7±3.5bc	43.4±2.9bc
10	32.0±2.3b	40.0±2.3c	36.0±2.0c
Mean (%)	41.1±3.1	50.7±3.6	45.9±3.4

Means within a column followed by the same letter are not significantly different ( $P=0.05$ , Scheffe test[SAS Institute 1990])<sup>15)</sup>.

(기온, 습도, 풍속)과 연막기의 성능(분사량)에 따라 실험곤충의 치사율에 차이를 보일 수 있으며, 실제 야외에서 가열연막을 실시하는데 있어 중요한 인자로 지적되고 있다.

본 실험은 휴대용 연막기를 이용하여 살포속도를 시속 1km로 유지하면서 실시한 실험결과이며, 일반적으로 보건소에서 실시하는 연막소독은 차량에 장착된 가열연막기로서 시속 8km로 주행하면서 가열연막을 실시하기 때문에 도로의 교통량 그리고 늦은 시간에 실시하는 작업이므로<sup>3)</sup> 작업자들이 빨리 작업을 끝내고 퇴근하려는 심리 등이 복합적으로 맞물려 현지 사정상 이러한 규정을 준수하기가 매우 곤란하기 때문에 실제 보건소등에서 실시하는 연막소독의 효과는 이보다 매우 낮으리라 생각된다. 그러나 야외 가열연막 실험결과에서 보는 바와 같이 살포폭 10m이내에서 모기의 총 평균 치사율이 45.9%인 것으로 보아 실제 야외에 적용할 경우 가열연막의 모든 규정을 준수한다면 약 50%의 해충방제의 실효를 거둘 수 있을 것으로 보이지만, 일몰직전부터 실시해야하는 시간적 제한과 서행으로 인해 교통체증을 유발시키기 때문에 현실적으로 어려움이 많으며, 연막기 연소실의 400~600℃되는 높은 온도 때문에 손실되는 살충력<sup>3)</sup>, 분사량이 많아 한 번 적재하여 장시간 살포가 곤란하기 때문에 소요경비가 많이 드는 단점들이 있어 앞으로 전염병발생예방을 위해 모기방제효과를 극대화시키기 위해서는 지역환경에 맞는 가열연막

과 잔류분무의 적절한 비율, 그리고 모기 유충구제 사업을 통한 사전 방제전략 등의 방역 program이 만들어져야 할 것으로 사료된다<sup>14)</sup>.

#### IV. 결 론

- 12가지 실험 살충원체에 대한 빨간집모기의 감수성 시험결과 가장 감수성이 뛰어난 원체는 fipronil으로  $LD_{50}(\mu\text{g}/\text{female})$ 는 0.00075이었다. 다음은 deltamethrin,  $\delta$ -cyhalothrin, profenophos,  $\beta$ -cyfluthrin 순으로 나타났으며, 각각  $LD_{50}(\mu\text{g}/\text{female})$ 는 0.0071, 0.0080, 0.0082, 0.0088로 fipronil을 제외한 4가지 살충원체에 대해서는 서로 비슷한 감수성을 나타내었다.
- 거리별로 가열연막 살충효과를 보면 분사구로부터 6m 떨어진 지점이 가장 살충율이 높았고, 다음은 4m 떨어진 지점이었다.
- 살충제 감수성 시험에서 우수한 그룹에 속했던 피레스로이드계  $\delta$ -cyhalothrin의 가열연막 평균 살충율은 41.1%였고, 유기인계인 profenophos는 평균 살충율이 50.7%로 나타났다.
- 이와 같은 가열연막의 살충효과는 살충제의 종류 그리고 실험당일 기후조건(기온, 습도, 풍속)과 연막기의 성능(분사량) 그리고 작업자의 보행속도나 차량속도 등에 따라 매우 다르게 나타날 수 있으며, 실제 야외에서 가열연막을 적용할 경우 이러한 제반 조건을 충족시키기가 매우

어렵기 때문에 가열연막의 살충효과는 실험치보다 매우 낮을 것으로 판단된다.

## V. 참고문헌

1. 손석락 : 아파트 지하에서 발생하는 *Culex pipiens* 군 모기의 계절적 발생소장과 그 구성 비율. 한국곤충학회지, 26(1): 21-27. 1996.
2. Centers for disease control and prevention : Epidemic/Epizootic west nile virus in the united states guidelines for surveillance, prevention and control, 2003.
3. 이한일 : 위생곤충학 고문사 pp 163-242. 1986.
4. 홍한기 : 한국산 모기의 검색표, 국립보건원. 19: 351-379. 1982.
5. Finney, D. J. 1971 Probit analysis (Eds). Cambridge Univ., Press, London. pp 333.
6. 심재철, 이한일, 김정림 : 작은빨간집모기 (*Culex tritaeniorhynchus*)에 대한 각종 살충제 저항성 연구, 국립보건연구원보 16:317-323, 1979.
7. Shim, J. C. and C. L. Kim : On the Susceptibility of insecticides against vector mosquitoes, Rep. Nat. Inst. Heal. 18:249-255, 1981.
8. Shim, J. C., H. I. Ree and C. L. Kim : Study on the susceptibility of insecticides against *Culex tritaeniorhynchus* larvae, Korea J. Entomology, 12(2):41-45, 1982.
9. 이관우, 김홍철, 이상희, Korch, G. W., Klein T. A. : 한국산 주요 모기의 살충제 기준 농도에 대한 감수성 저항성에 관한 연구. 한국곤충학회지, 26(3): 249-256, 1996.
10. Self, L. S. Shim J. C. and Jolvjet, P. 1973 Susceptibility of *Culex tritaeniorhynchus* and six other mosquitoes to insecticides in Korea. WHO/VBC/73. 425.
11. Implementation of the Global Malaria Control Strategy. Report of a WHO Study Group on the Implementation of the Global Plan of Action for Malaria Control 1993. Geneva, World Health Organization, 1993 (WHO Technical Report Series, No. 839)
12. Vector control for malaria and other mosquito-borne disease. Report of a WHO study Group. Geneva, World Health Organization, 1995 (WHO Technical Report Series, No. 857)
13. Information systems for the evaluation of malaria control programmes: a practical guide. Brazzaville, WHO Regional Office for Africa, 1994 (unpublished document AFRO/CTD/MAL/94.3; available on request from the Documentation Centre, Communicable Disease, World Health Organization, 1211 Geneva 27, Switzerland).
14. 심재철, 반상자, 임용빈 : 무공해 미생물 독성제제 (*B. t. i.* 및 *B. sphaericus*)의 개발과 질병 매개모기에 대한 방제조사. 국립보건원보, 24: 501-517. 1986.
15. SAS Institute. 1990. SAS/STAT user's guide, version 6. SAS Institute, Cary, NC.