

## 국내 말라리아 환자의 재발생에 대한 소고

세스코 기술연구소, 한림대학교 의과대학 사회의학교실\*

심재철 · 김대성\*

### Resurgence of the Vivax Malaria Cases in Korea

Jae Chul Shim Ph.D. and Dae Seong Kim M.D.\*

Cesco Research & Development Center,  
Department of Social and Preventive Medicine, College of Medicine, Hallym University\*

Vivax malaria, which was once thought to be eradicable since more than 20 years ago, has made a dramatic resurgence since 1993 in the northern parts of Kyeonggi-do in the background of 0.13 of the annual parasite incidence in the population of 956,773 and 2 positives (0.07%) of asymptomatic parasitaemia among the 2,937 residents of mass blood survey in the area in 1969. The majority of the cases were soldiers infected in several counties located within 5 km from the Demilitarized Zone (DMZ) in 1994. Since then, malaria cases have increased and have tended to expand toward eastern and southern areas. Korean malaria is characterized by asymptomatic parasitaemia with long prepatent period, so malaria cases, including those manifesting as general fever should be treated with a combination of chloroquine and pyrimethamine to prevent the completion of sporogonic cycle in the

mosquitoes. For the most effective control of vector mosquitoes, residual insecticides should be applied in the military houses and animal shelters with thermal fogging, including the control of the pre-stages of physiological age of the mosquitoes within 25 km from the DMZ. It is strongly suggested that military uniforms be treated with 0.5% permethrin complex (permethrin 39% + cyfluthrin 1%) or permethrin formulation. Further genetic studies are desired to determine the subspecies of *Plasmodium vivax* because Korean strain of malaria is likely to be a complex form of *Plasmodium vivax vivax* and *Plasmodium vivax hibernans*.

**Key Words:** Vivax malaria, Resurgence, Asymptomatic parasitaemia, Long prepatent period, Chloroquine-pyrimethamine, Vector control

#### 1960년대 이후 국내 말라리아 발생상황

정부는 1959년부터 세계보건기구(World Health Organization, WHO)와 공동으로 말라리아 박멸사업(National Malaria Eradication Service)을 전국적으로 실시하였는데, 1961년 1월부터 1965년 12월까지 45,395명의 보고된 발열환자(fever case notification)에 대하여 혈액도말검사를 실시한 결과, 13,929명(30.7%)가 모두 삼일열말라리아(*Plasmodium vivax*)

접수: 1998년 10월 7일, 승인: 1998년 11월 28일  
교신저자: 심재철, 세스코 기술연구소  
Tel: 02)487-4111(교250),  
Fax: 02)488-1720  
E-mail: cosmos@chollian.net

양성자로 나타났으며, 지역별로는 경상북도(41.5%), 강원도(32.7%), 경기도(30.6%)이었다. 1965년 당시 말라리아 유행 지역에 거주한 인구는 전인구 2,830만명중 780만명(27.6%)이었다<sup>1, 2)</sup>.

또한 1961년부터 1969년까지 파주, 연천, 김포군을 비롯한 경기 서북부 7개 지역에 약 96만명의 주민을 대상으로 말라리아 환자발견망을 구축하여 항말라리아 사업을 실시하였는데, 이 사업에서 발견한 20,387명의 발열환자 중 1,331명이 삼일열 말라리아 환자(6.5%)이었다. 그 중 환자는 파주군이 63.0%로 가장 많았으며, 강화군 12.2%, 김포군 9.3%, 고양군 5.2%, 양주군 4.7%, 포천군 2.6%, 연천군 2.0% 그리고 의정부시는 1.1% 순이었다(Table 1). 특히, 1968년에

Table 1. Number of Malaria Cases in the Northern Parts of Kyeonggi-do from 1961 to 1969

Area (Gun)	Year			1961 ~ 1964			1965			1966			1967			1968			1969			Total			Total Pos. by area
	S	P	%	S	P	%	S	P	%	S	P	%	S	P	%	S	P	%	S	P	%	S	P	%	
Paju	103	30	29.1	2,510	125	5.0	2,452	197	8.0	2,577	168	6.5	2,061	199	9.7	3,942	119	3.0	13,645	838	6.1	63.0			
Koyang	143	27	18.9	5	1	20.0	116	19	16.4	243	21	8.6	2	1	50.0	5	0	0	514	69	13.4	5.2			
Yeonchon	53	8	15.1	43	8	18.6	54	9	16.7	0	0	0	4	1	25.0	0	0	0	154	26	16.9	2.0			
Pochon	114	4	3.5	587	6	1.0	335	10	3.0	137	8	5.8	165	4	2.4	10	2	20.0	1,348	34	2.5	2.6			
Kimpo	197	54	27.4	33	15	45.5	362	42	11.6	95	8	8.4	9	4	44.4	12	1	8.3	708	124	17.5	9.3			
Kanghwa	276	69	25.0	57	22	38.6	286	42	14.7	187	20	10.7	263	9	3.4	13	1	7.7	1,082	163	15.1	12.2			
Yangju	110	26	23.6	521	27	5.2	415	6	1.4	472	4	0.8	0	0	0	3	0	0	1,521	63	4.1	4.7			
Ui-joeng bu city	7	4	57.1	710	5	0.7	620	3	0.5	73	2	2.7	0	0	0	5	0	0	1,415	14	1.0	1.1			
Total	1,003	222	22.1	4,466	209	4.7	4,640	328	7.1	3,784	231	6.1	2,504	218	8.7	3,990	123	3.1	20,387	1,331	6.5	100.0			

S : Slides, P : Positive

Table 2. Results of Mass Blood Survey by Locality in the Northern Parts of Kyeonggi-do in December, 1968 and January, 1969

Locality	No. of slides		No. of positive	Percentage	
Yangju-gun	Unhyon	myon	233	0	0
	Hoichon	"	198	0	0
Paju-gun	Imjin	"	120	0	0
	Tanhyon	"	79	0	0
	A-dong	"	80	0	0
	Choksong	"	1,262	2*	0.2
Pochon-gun	Yongbuk	"	388	0	0
Yeonchon-gun	Chongsan	"	577	0	0
Total	4Gun	8Moyn	2,937	2	0.07

\*2 : Maji Iri 1 positive, Kawolri 1 positive

는 2,504명의 발열환자 중 혈액도말검사상 말라리아환자 218명을 확인함으로써 인구 1,000명당 0.22의 연간환자발생지수(Annual Parasite Incidence, API)를 기록하였다.

한편 경기도 북부지역의 병소지역에서 말라리아 비감염계절인 1968년 12월과 1969년 1월에 무증상감염자(asymptomatic parasitaemia)의 유무를 파악하기 위하여 지역별로 총 2,937명의 집단채혈(mass blood survey)을 실시하여 검사하였는데 대부분의 지역에서는 전혀 양성자가 없었으며 오직 파주군 적성면 마지 1리에서 1명과 가월리에서 1명으로 총 2명의 양성자를 색출함으로써 전체적으로 0.07%의 극히 낮은 무증상감염자를 확인하였다(Table 2).

1969년에는 3,990명의 발열환자중 123명의 양성자를 발견

하여, 연간 혈액검사율(Annual Blood Examination Rate, ABER)은 0.42를 보였고, API는 0.13으로 급격히 떨어진 후, 이 지역에서 환자발생보고가 없었다. 이 시기에 경기 서북부 7개 지역중에서 파주군에서 말라리아 환자가 가장 많았는데, 1968년에는 1.09의 API가 1969년에는 0.65로 떨어졌으며, 강화군과 김포군 그리고 포천군에서만 0.01의 API를 보였을 뿐, 연천군을 비롯한 다른 지역은 환자가 전혀 없었다(Table 3, 4).

이 지역에서의 항말라리아사업은 확인된 양성자에게는 최초 3일간의 chloroquine(200 mg)-pyrimethamine(16.5 mg) 복합제와 함께 7일간의 primaquine(15 mg)에 의한 근치요법을 실시하였다. 또한 시간과 공간적으로 말라리아 환자를 찾아내기 위하여 잘 훈련된 가정방문요원(Active Case Detection Service, ACD)이 5월부터 10월까지 월 1회 모든 가정을 정기적으로 방문하였는데, 말라리아(일명 하루걸이, 학질, 복학, 초점, 제것 등) 증상이 있는 자, 발열환자 또는 과거에 미열을 포함한 발열이 있었던 자, 근육통이나 관절통 등 그외 몸살같은 증상이 있는 자, 그리고 특히 어린이의 경우, 발열과 설사 그리고 구토를 하는 환자 등을 색출하여, 혈액도말표본 제작과 동시에 현장에서 연령에 따라 제시된 양의 chloroquine-pyrimethamine 복합제를 복용시켰다<sup>12)</sup>. 또한 파주군에서 1.0이상의 API를 나타내는 적성면을 비롯하여, 아동면과 파평면 소재의 외양간과 돼지우리를 포함한 전가옥에 DDT 잔유분무를 평방미터당 2 g 수준으로(380 m<sup>2</sup>/가옥) 실시, 감염원에 의한 매개모기의 전파환을 차단하기 위하여 매개모기에 대한 초점적 방제효과에 역점을 두었다(Table 5).

Table 3. Status of Malaria Cases in the Northern Part of Kyeonggi-do in 1968 and 1969

Locality(Gun)	Population	1968					1969				
		Total			API(‰)	ABER(%)	Total			API(‰) <sup>†</sup>	ABER(%) <sup>§</sup>
		S	P	%			S*	P <sup>†</sup>	%		
Paju	182,804	2,061	199	9.7	1.08	1.12	3,942	119	3.0	0.65	2.15
Koyang	86,151	2	1	50.5	0.01	0	5	0	0	0	0
Yeonchon	68,638	4	1	25.0	0.01	0.01	0	0	0	0	0
Pochon	134,684	165	4	2.4	0.03	0.12	10	2	20.0	0.01	0.01
Kimpo	84,928	9	4	44.4	0.04	0.01	12	1	8.3	0.01	0.01
Kanghwa	119,129	263	8	3.4	0.07	0.2	13	1	7.7	0.01	0.01
Yangju	210,470	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Ui-joengbu city	69,969	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Total	956,773	2,504	218	8.7	0.22	0.26	3,990	123	3.1	0.13	0.42

\*S : Blood smear examination cases, <sup>†</sup>P : Positive blood smear slide cases<sup>†</sup>API : Annual parasite incidence, <sup>§</sup>ABER : Annual blood examination rate

Table 4. Annual Malaria Cases in Paju-gun, Kyeonggi-do in 1968 and 1969

Township(Myon)	Population	1968					1969				
		Total			API(‰)	ABER(%)	Total			API(‰)	ABER(%)
		S	P	%			S	P	%		
Chocksong	16,274	333	63	18.9	3.87	2.0	452	31	6.8	1.91	2.8
A-dong	20,272	274	25	7.9	1.23	1.6	332	21	6.3	1.04	1.6
Chunae	22,499	178	8	4.5	0.36	0.8	432	13	3.0	0.58	1.9
Chori	9,521	144	12	8.3	1.26	1.5	191	4	2.0	0.42	2.0
Chonhyun	27,181	120	3	2.5	0.11	0.4	563	14	2.4	0.52	2.0
Tanhyon	10,404	281	19	5.3	1.83	3.5	196	11	5.6	1.06	1.8
Kwangtan	13,810	120	2	1.7	0.14	0.9	472	3	0.6	0.22	3.3
Kyoha	16,228	198	27	13.6	1.66	1.2	391	7	1.7	0.43	2.4
Imjin	26,188	175	14	4.7	0.53	1.1	301	4	1.3	0.15	1.1
Wollong	7,972	107	14	13.1	1.76	1.3	176	5	2.8	0.63	2.2
Papyong	12,455	167	12	7.2	0.96	1.3	436	6	1.3	0.48	3.5
Total	182,804	2,070	199	5.6	1.09	1.1	3,942	119	3.0	0.65	2.1

Table 5. DDT Residual Spray Operation in Paju-gun, Kyeonggi-do in 1969 and 1970

Myon	Ri	Area (km <sup>2</sup> )	House hold	Population	Positive (1968)
Chocksong	Kawol	8.81	260	1,360	18(2)
Chocksong	Goeup	5.32	130	613	8(1)
Chocksong	Maji	8.24	420	2,080	20(2)
Papyong	Keumpa	3.76	179	1,094	7
A-dong	Komsan	0.42	199	1,178	6
Total		26.55	1,188	6,325	59(5)

\* ( ) : No. of double cases

이와같이 잠재적 감염원과 매개모기를 동시에 효과적으로 제거하여 말라리아의 생식환을 차단시켰고, 결과적으로 말라리아 환자발생을 성공적으로 예방할 수 있었다. 그 후 약 20여년이 지난 1993년 7월 4일(첫 증상 발현) 파주시 문산읍 이천 2리에서 13개월간 계속 전방지역의 야외 훈련조교로 근무하던 군인 1명이 말라리아환자로 발견된 후<sup>3)</sup>, 1994년에는 미군 1명을 포함한<sup>4, 5)</sup> 말라리아 환자 22명이 발생하였으며, 그중 휴전선(Demilitarized Zone, DMZ) 5 km이내에 거주하는 민간인 3명이 말라리아로 확인된 이후 국내 말라리아 재정착의 문제를 나타내기 시작하였다. 또한 1995년 108명, 1996년 431명<sup>5, 6)</sup>, 1997년 1,740명<sup>5, 7, 8)</sup>과 1998년 9월말까지 약 3,330여명이 발생하였고<sup>8)</sup>, 환자발생지역이 비무장지대 경

계를 따라 동서쪽으로는 강화군에서 화천군과 고성군까지, 남쪽으로는 파주시와 일산지역 그리고 동두천과 의정부시를 포함한 양주군일대 및 서울시 북부지역의 상계동까지 확대되면서, 비무장지대에서 25 km이상 확산하는 추세를 보여 긴박한 상황에 당면해 있다. 그렇다면 휴전선 남쪽에서 *P. vivax* 병원체가 다시 발생하고 있는 원인은 무엇인가?

### 국내 말라리아환자의 재발생 요인

1990년부터 악화된 북한의 만성적 식량부족현상<sup>9)</sup>이 소와 돼지의 지속적인 밀도살로, 가축 흡혈기호성인 말라리아 매개모기가 흡혈할 대상인 소와 돼지를 획득하지 못할 정도로 흡혈대상이 매우 부족한 것으로 판단된다. 따라서, 비무장지대에서 가까운 파주시와 연천군(특히 백학면의 가축수가 81,000여두) 등 남한에서 발산되는 소와 돼지의 체취를 감지하고, 흡혈하기 위하여 휴전선을 넘어 남하하던 중, 모기가 흡혈하기 좋은 야간에 휴전선 부근에서 말라리아 감염모기에 축사의 소나 돼지대신, 모기에 무방비상태로 근무하는 군인들이 감염되어, *P. vivax*의 North Korean strain이 경기북부지역에 재등장한 것으로 추정된다<sup>10)</sup>.

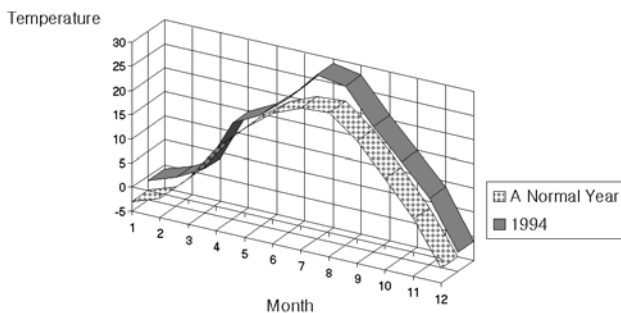


Figure 1. Temperature of Seoul area by Korea metrological administration.

### 1. 말라리아 매개모기 발생밀도의 증가

1994년 7~8월의 전국 월평균기온은 평년과 달리 2~5℃ 정도 상승하여 고온다습한 열대야 현상이 장기간 지속되었다(Figure 1). 또 1995년에는 8월초순 경기북부지역에 집중호우와 뒤이은 기온상승현상이 있었으며, 1996년 7월말에는 같은 지역에서 집중호우와 8월초 열대야 현상이 심화되어, 기온상승과 더불어 모기서식지의 증가가 있었다<sup>9)</sup>. 1997년에는 4월과 5월에 걸쳐 이상고온현상이 지속되어 매개모기의 발생밀도 및 출현시기를 증폭시켰으며, 1998년에는 8월 1일부터 3주간 계속 큰 집중호우가 있었으나 뒤이은 기온상승이 없어 환자발생이 급증하지 않은 것으로 생각된다.

1994년이후 해마다 7월과 8월에 월평균기온이 28℃이상으로 지속되어 모기의 sporogonic cycle은 7~8일로 단축되고<sup>11)</sup> 동시에 gonotrophic cycle도 짧아지면서, 흡혈과 산란회수의 증가로 매개모기의 발생밀도가 급격히 상승하고, 이미 말라리아병원체에 감염된 보충자(reservoir) 또는 무증상 감염자, 그리고 현증환자로 인하여 말라리아가 재점착하기에 호발조건이 형성되면서, 자체전파도 함께 이루어지기 시작한 것으로 추정된다.

1994년 휴전선과 근접한 지역에서 7명의 환자들이 발생한 연천군의 경우 6월 3주째부터 10월중순까지 매개모기는 하루 밤당 3,471.9개체로 전체모기중 79.3%를 나타냈으며, 1명의 환자들이 발생한 강화군과 포천군은 각각 327.1(73.3%)과 230(62.8%)이었다(Table 6). 또한 9명의 환자들이 발생한 파주시의 경우 1994년 자료는 없으나 1995년에 조사된 1,817.4개체(32.3%)의 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*)는 연천군의 1006.7개체(49.9%)보다 약 1.8배의 발생밀도를 나타낸 것으로 보아(Table 7), 환자 발생은 그 해 또는 전해의 매개모기 발생밀도와 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

Table 6. Population Density of *An. sinensis* and Malaria Case in the West-northern Parts of Kyeonggi-do in 1994 (mosquito/cow/trap/night)

Month	Yoenchon-gun		Kanghwa-gun		Pochon-gun		Koyang-shi	
June	7,066.0	91.5%	300.5	93.9%	429.0	93.5%	125.4	66.4%
July	13,486.5	94.8%	1,325.5	82.0%	425.0	64.1%	1,229.5	54.2%
August	1,165.5	45.5%	534.0	61.0%	459.5	53.8%	757.5	31.0%
September	411.0	19.6%	46.6	43.5%	34.0	61.3%	125.9	21.4%
October	18.3	23.3%	18.3	38.0%	—	—	4.8	9.0%
Average	3,471.9	78.3%	327.1	73.3%	230.0	62.8%	500.3	44.4%
No. of malaria cases	7		1		1		0	

Table 7. Seasonal Prevalence of *An. sinensis* and *An. yatsushiroensis* in Northern Part of Kyeonggi-do in 1995 (mosquito/cow/trap/night)

	Paju-shi		Yeonchon-gun		Kimpo-shi		Koyang-shi	
	<i>An. sinen</i>	<i>An. yatsu</i>	<i>An. sinen</i>	<i>An. yatsu</i>	<i>An. sinen</i>	<i>An. yatsu</i>	<i>An. sinen</i>	<i>An. yatsu</i>
May	2.8( 0.5)	15.6(2.7)	2.0( 0.8)	7.0(2.6)	1.0( 2.4)	0.3(0.7)	1.0( 0.8)	0.1(0.1)
June	211.1( 6.1)	29.3(0.9)	356.4(16.9)	37.8(1.7)	478.9(52.7)	31.8(3.5)	515.1(21.5)	24.8(1.0)
July	8,119.0(60.1)	445.1(3.3)	3,773.0(67.8)	115.5(2.7)	2,581.8(84.5)	2.6(0.1)	1,877.4(28.2)	53.5(0.8)
August	2,202.0(24.0)	130.2(1.4)	989.8(47.0)	56.0(2.7)	5,986.8(81.7)	83.2(1.1)	460.8(28.6)	21.0(1.3)
September	245.5(24.2)	24.8(2.4)	129.3(28.4)	4.3(0.9)	2,206.8(87.6)	27.5(1.1)	106.8(25.8)	8.4(2.0)
October	19.8(43.0)	0.3(0.7)	15.5(27.2)	0.3(0.5)	43.8(48.8)	0.3(0.3)	12.1(18.5)	0.3(0.5)
Average	1,817.4(32.3)	108.4(2.3)	1,006.7(49.9)	48.6(2.4)	2,047.2(81.0)	26.6(1.0)	475.2(26.0)	17.4(1.0)

( ) : %,

Quoted from Shim (1997)

## 2. 국내 말라리아환자의 특성(무증상 보충자)

일반적으로 *P. vivax*는 무증상 보충자(asymptomatic parasitaemia)상태로 체내에 원충을 보유하고 있는 예가 많으며 동시에 gametocyte를 갖고 있는 예도 많은데<sup>12)</sup>, 무증상환자의 위험도(risk)에 대하여 방역당국이 관리의 중요성을 간과하고 있는 듯하다. 이러한 경우 무증상 보충자 자신이 새로운 감염원 역할이 된다는 인식없이 매개모기에 노출되어, 감염증 폭을 일으키는 감염원 역할을 하고 있었던 예가 1993~1994년 이후 경기도 서북부 지역의 휴전선부근에서 야간에 근무한 군인들이었을 것으로 생각된다.

왜냐하면 48시간 주기로 오는 발열증상 즉, 4~6시간의 발열증상이 끝난 다음 아주 정상적으로 다시 근무할 수 있기 때문이다. 특히 체내에서 계속적인 원충의 schizogony과정에서 gametocyte의 출현시기는 merozoite의 적혈구 침입후 약 20여 시간이후<sup>13)</sup> 부터이기 때문에, 무증상 또는 미열만 있는 환자, 그리고 투약을 받지 못한 환자까지도 자신의 감염원 역할을 인식하지 못하고, 밤에 모기에 노출되면서 근무를 했을 경우가 많았을 것이다. 더욱 상황을 악화시킨 예는 발열과 오한 등 전형적 증상이 나타난 후에도, 매개모기로부터 보호되지 않은 상태에서 대부분 15일에서 25일 이상 경과 후, 군 후송계로를 통한 군병원이나 민간병원에서 치료받은 예가 많았기 때문이다<sup>7, 8, 14, 15)</sup>.

그외 중요한 감염원은 군에서 제대후 모기발생계절에 처음에는 증상이 가볍게 나타나기 시작하여, 자신이 말라리아 환자인지 모르면서 매개모기에 노출되어 활동하다가 전형적인 증상발현으로 치료받는 경우이다<sup>8, 14)</sup>. 가장 중요한 잠재적 감염원은 모기에 대한 방어나 흡혈감각이 거의 없는 어린아이의 경우, 초기에는 불규칙한 미열의 증상이 발생하면서 심한

설사와 구토를 하는 예이다. 이러한 경우 항말라리아 투약없이 치료되지 않으므로, 말라리아로 확인 후 치료받을 때까지는 오랜 기간동안 주감염원 역할을 했을 가능성이 높다. 실제로 1996년 국내 대학의 말라리아 역학조사팀에서 말라리아환자가 재발생한 후 처음으로 8세 여자환아를 발견하여 추적조사한 적이 있다<sup>6, 16)</sup>.

국내 말라리아의 North Korean strain은 잠복기의 형태가 *P. vivax vivax*와 *P. vivax hibernans*의 혼합형으로 추정되는데, *P. vivax vivax*의 짧은 잠복기발병과 *P. vivax hibernans*의 장기 잠복기양상을 모두 나타내기 때문이다<sup>17, 18)</sup>. 또한 이 strain은 환례의 75%이상이 장기잠복(long prepatent period)으로, *P. vivax hibernans*에 더 밀접한 관계가 있는 것으로 추측되며<sup>19)</sup>, 감염된 후 8~13개월 뒤에 증상이 나타나기 때문에 감염원 추적조사가 매우 어렵다. 또 감염 후 초기에는 증상의 발현이 분명하지 않기 때문에, 전형적인 증상이 나타나기 전에 환자는 이미 gametocyte를 보유하고 매개모기에 노출될 확률이 높아진다<sup>12, 19)</sup>. 즉, 적혈구에서 schizogony 과정에서 자신도 모르게 미열에 의한 가벼운 증상이 이어지는 동안 gametocyte의 출현으로 감염원 역할을 할 수있는데 바로 이 뚜렷하지 않은 증상이 길면 길수록 더 중요한 감염원 역할의 가능성이 크기 때문에 큰 문제점이 되고 있다.

많은 양의 sporozoite가 사람에게 주입시에는 대부분 단시일(short prepatent period)의 잠복기를 나타내나, 10개 또는 100여개의 sporozoites를 인체내에 주입시의 잠복기는 262일(8개월)에서 688일(30개월)로 실험적 연구에서 나타났다<sup>18)</sup>. 또한 1마리의 감염모기가 흡혈할 때마다 말라리아환자로 이환되는 것으로 밝혀졌다<sup>19)</sup>. 따라서 이 strain은 모기가 적은 양의 흡혈을 하여 적은 수의 sporozoites가 주입된다 하더라도, 대부분 수개월 후에 증상이 발현된다는 것을 시사하고

있다.

### 3. 국내 말라리아 매개모기의 특성

모기의 1회 흡혈량은 약 3~5mg(2<sup>mm</sup><sup>3</sup>) 전후로, 만약 모기가 흡혈할 때마다 방해를 받는다면 충분한 흡혈을 하기 위해서 만족할 때까지 흡혈대상을 계속 추구하게 될 것이다. 이런 경우 가정이나 군막사, 초소의 안팎에서 1마리의 감염모기에 의하여 여러 사람이 한꺼번에 감염되는 경우, 즉 malaria house가 발생할 위험이 크다.

황해도 연백평야와 개풍평야 일대에서 현증 말라리아환자 뿐만 아니라 무증상환자도 많을 것으로 추측되는데, 휴전이후 북한에 말라리아 감염지역이 그대로 존재하고 잔유감염상태로 토착화상태가 이어지고 있는 한, 재발생한 국내 말라리아는 주민들의 집단 면역이 전혀 없는 상태에서 계속 확산될 조짐이 크다. 따라서 새로 발생하는 환자에 대한 철저한 근치투약과 동시에 매개모기의 개체군밀도를 지속적으로 감소시킬 수 있는 과학적 방제법을 강구하여, 모기의 인체접촉을 줄이고 또 차단하게 되면 점차적으로 말라리아의 생식환의 단절을 이룰 수 있다고 사료된다.

휴전선부근에서 모기의 흡혈활동은 1일 한 사람에 1030.8회로 저녁 7시부터 아침까지 끊임없이 지속되며, 그중 말라리아 매개모기인 *An. sinensis*는 836.1회(81.1%), *An. lesteri*는 4.1회(0.4%), *An. yatsushiroensis*가 4.4회(0.4%)로, 밤 10시부터 아침 5시까지 활발한 흡혈활동을 확인하였다<sup>10)</sup>. 이와같은 상황은 파주를 비롯하여 김포, 강화, 연천, 그리고 철원 등 휴전선부근에서 빈번하게 일어나서 매개모기의 감염률이 높아질 가능성은 증가되고 있는 실정이다.

한여름에 많았던 말라리아 매개모기는 16℃ 이하에서는 활동하지 않는다. 따라서 10월부터 점차적으로 월동준비에 들어가기 시작하고 있으며, 주로 양지바르고 풀숲이 우거진 야산과 논둑의 숲속, 갈대밭, 돌담속 등에서 성충 그대로 흡혈 하지 않은 상태로 4~5개월간 견디면서 월동한다<sup>45, 46)</sup>. 그중 살아남은 성충은 3월과 4월 낮에도 가축이나 사람을 흡혈한 다음 맑은 물에 산란한다. 이와 같은 월동은 자연생태와 원시림이 그대로 보존된 휴전선 근처 일수록 더 좋은 장소로 여겨진다. 말라리아 모기의 주 발생원은 논과 논두렁이고 그 외 연못, 미나리밭, 갈대밭과 또 0.1~0.58%<sup>43)</sup> 염도의 간척지 등에서도 발생한다<sup>20, 42)</sup>. 특히 최전방 지역에서는 휴전선과 민통선내의 논과 그 근처의 늪, 그리고 임진강을 낀 저습지 등에 맑은 물이 고인 곳이 많다<sup>21)</sup>. 대부분의 매개모기는 논에서 발생하기 때문에 헨치온(fenthion, Bayer)을 제외한 모든 수답용 살충제에는 매우 높은 저항성을 보이며<sup>20, 41)</sup>, pyre-

throids 이외의 살충제로는 잘 죽지 않는다<sup>22, 23)</sup>. 이런 연유로 매개모기는 높은 생존율로 장기간 생존하면서 산란회수도 많아<sup>12)</sup> 이 지역에서의 개체군 발생밀도가 타지역에 비해 훨씬 높으며, 매우 왕성한 흡혈활동을 하면서 말라리아를 활발하게 전파시키고 있는 것으로 판단된다. 따라서 이와같은 병소 지역에서 항말라리아 사업의 성공은 효과적인 살충제의 선택과 적용방법이 절대적이다.

## 효과적인 말라리아 매개모기 관리

### 1. 군지역에서 방제

휴전선부근에는 모기가 흡혈할 수 있는 동물이 거의 없어서 군인이 흡혈원의 초점이 될 수 밖에 없다<sup>9)</sup>. 특히 야간에 군막사 또는 초소에서 발산되는 채취와 CO<sub>2</sub>가스는 모기로 하여금 전방위적 노력으로 막사에 침입하여 흡혈하려고 하는 행동을 유발시킨다. 또한 국내 말라리아 모기매개체 3종에 대한 비산거리는 확실하지 않으나, 세계적으로 가장 원거리의 비산능력을 발휘하는 *An. sacharovi*가 8~14 km인 점을 감안할 때, 국내 말라리아 모기매개체의 비산거리는 약 5 km 이내일 것으로 추측된다.

이런 이유로 이제는 휴전선 25 km이내의 모든 막사와 초소 안팎에 pyrethroids의 함량이 많은 살충제나, fenthion 등이 포함된 감수성 살충제<sup>20, 23)</sup> 또는 단일제의 퍼머스린(permethrin, LG화학)이나, 효과를 강화시킨 싸이후루스린(cyfluthrin, Bayer)이 포함된 퍼머스린을 0.5%로 희석하여 잔유분무를 실시하면, 모기의 침입을 효과적으로 방지할 수 있을 것이다. 또한 모든 병사의 전투복에 cyfluthrin 1%제제가 포함된 permethrin 39%제제나 permethrin 40%단일제제를 0.5%로 희석하여 처리하면, 1회 처리로 4회 세탁을 해도 1개월 이상 매개모기의 흡혈로부터 개인을 경제적으로 보호할 수 있다<sup>24, 26)</sup>.

대부분의 매개모기는 흡혈한 다음 멀리가지 않고 몸이 무거워서 1~2시간정도 벽에 앉아 쉰 후 밖으로 날아가 흡혈장소로부터 10 m이내의 풀숲속에서 2~3일간 쉰다<sup>27)</sup>. 일부의 매개모기는 초소나 막사에 살충제를 처리하였을 시에는 생체적 저항성으로<sup>28)</sup> 앉아 쉬지 않고, 직접 밖으로 날아가 10 m 이내에서 1 m이하의 작은나무잎이나 풀잎의 뒷면에 숨어서<sup>27)</sup> 난자를 성숙시키고, 2~3일 후에 산란한 다음 밤에 또 흡혈하려고 출현한다. 이때 fenthion 등이 포함된 감수성 살충제를 경유 대신에 등유 또는 보일러용 등유에 희석하여 초소나 보초 그리고 막사를 중심으로 10 m 이내의 장소에 가열연막

을 실시하면, 연막기에서 내뿜는 연기가 0.1~30마이크론( $\mu\text{m}$ )의 살충제 입자를 모기의 활동공간까지 운반하여 모기에 접촉시킬 뿐만 아니라, 풀숲속에 숨어있는 좁은공간의 틈까지 살충제 입자를 침투시켜 모기에 접촉 후 치사시킬 수 있다<sup>28)</sup>.

현재 군부대가 위치하고 있는 말라리아 병소 지역에는 개간되지 않은 수답을 비롯하여 운휴지, 늪지와 물웅덩이, 그리고 연못 등 매개모기의 발생원이 많다. 특히 파주 지역에서 시작되는 휴전선과 그 일대는 대부분 풀숲늪지로서 비가 오면 배수 되지않고 늪에 얹게 깔린 물이 그대로 장기간 방치되어 최적의 발생원을 형성하고 있기 때문에 하룻밤 1인당 모기에 2,577회 흡혈당하였으며 그 중 2,372(92%)회가 말라리아 모기에 의한 흡혈을 확인하였다<sup>44)</sup>. 이와같은 매개모기의 발생원에 잔유효과기간이 긴 아베이트(Abate)제제를 1~2ppm 수준으로 처리하면 단 1회의 살포로 2~3개월간 계속 모기만을 선택적으로 제거할 수 있어서 가장 근본적이고 경제적으로 방제 효과를 높일 수 있다.

## 2. 주민지역에서의 방제

민가에서는 소와 돼지가 매개모기의 흡혈기호성 동물이기 때문에<sup>29)</sup> 모든 축사에 감수성인 살충제로 잔유분무를 실시하여야 하며, 또 가축사를 중심으로 6~10 m거리 이내에 있는 풀숲 등에 fenthion 등이 포함된 감수성 살충제를 넣어 가열연막을 실시하면, 공간에서 활동하는 모기뿐만 아니라 풀숲 등에 숨어있는 모기까지 쉽게 방제할 수 있다<sup>20, 23)</sup>. 가옥의 모든 창문에 방충망을 설치후 잔유분무를 실시하고, 가능하면 실내에 cyfluthrin 1%가 첨가된 permethrin 복합제 또는 permethrin 단일 유제를 0.5%로 희석하여 처리된 모기장과 에어로졸을 사용할 것이 권장되고, 특히 주민들이 저녁이나 밤에 모기활동 시간에 외출을 할 때에는 0.5%의 permethrin 복합제(40%)나 permethrin(40%)이 처리된 긴소매옷을 착용할 것이 적극 권장된다<sup>47)</sup>. 또 그 마을에 저습지, 저수지 또는 갈대밭 등 모기 발생원이 있으면 잔유 효과 기간(2개월)이 긴 아베이트(Abate, American Cynamide)<sup>30)</sup> 제제를, 또는 비티아 이(Soung In Pharm)<sup>31, 43)</sup> 등의 유충방제약제를 처리하여, 모기가 흡혈할 수 있는 생리적 연령 이전인 유충시기에 방제를 하면, 역학적으로 예상외의 지대한 효과를 기대할 수 있다<sup>10)</sup>.

매개모기가 한번 감염되면 발육증식형으로 모기 체내에 약 80,000개이상의 sporozoites가 생산되어<sup>18)</sup> 침샘으로 이동한 후, 흡혈할 때마다 sporozoites가 인체에 유입된다. 인체흡혈 시에 수만개의 sporozoites가 유입될 경우 단기간(12~14일)내에 증상이 발현되지만, 대략 1,000~8,000개의 sporozoites가

들어왔다 하더라도 80%이상이 장기 잠복<sup>18)</sup>으로 이환된다면, 모기는 일생동안 흡혈할 때마다 감염역할을 계속하고도 sporozoites는 남는다.

이런 문제의 vectorial capacity와 2~3일간의 gonotrophic cycle을 볼 때, 감염된 모기가 죽을때까지 2~3일마다 계속 환자를 감염시킬 수 있으며, 감염된 환자들은 대부분 장기잠복으로 잠재적 감염원 역할을 계속할 수 있다. 따라서 말라리아 유행지역에서 매개모기의 효과적 방역을 위해서는 6월부터 9월까지 모기가 흡혈한 후 쉴 수 있는 모든 벽이나 축사에 fenthion 등이 포함된 잔유성살충제의 잔유분무작업이 가장 필수적이다. 또한 모기가 흡혈한 후 숨어있는 풀숲속에 주 2회정도 가열연막을 실시 하는 것도 필수적이다. 왜냐하면 살충제가 잔유처리된 축사에서 흡혈한 모기는 생태적 저항성의 발현으로 56%이상이 축사의 벽에 앉지 않고, 곧바로 그 근처의 6 m 이내의 숲속으로 날아가 피하기 때문이다<sup>28)</sup>. 이러한 잔유분무와 가열연막으로 매개모기는 7~12일(26~28℃상태) 소요되는 말라리아 원충의 외부잠복기간(extrinsic incubation period)안에 방제되어야한다. 따라서 모든 매개모기는 성충으로 우화된 후 최소한 8~9일 이내에 방제되어야만 이 병소지역에서 말라리아 병원체의 전파환을 끊을 수 있다<sup>21)</sup>. 이러한 이유 때문에 휴전선에서 25 km 이내의 병소지역에서는 보건의료원 또는 보건소의 면밀한 계획 및 지도하에 면사무소와 자율방역반 등이 지침서에 준하여 단위지역별로 분담하여 매개모기의 방제작업을 실시해야 한다. *An. sinensis*를 비롯하여 *An. lesteri* 및 *An. yatsushiroensis* 등 말라리아 매개모기는 주로 논과 관개수로, 늪, 연못, 저습지대, 물고인 간척지와 미나리 밭 그리고 물이 완만하게 흐르는 개천 등에서 발생하면서 그 속에서 모기번데기는 우화하여 성충이 되면 우선 그 근처의 가까운 풀숲에 앉아 장시간 쉬고 있다. 따라서 이러한 모기의 발생원 근처의 풀숲에 가열연막을 실시하면 모기가 흡혈 등 활동하기 전에 쉽게 방제할 수 있기 때문에 경제 효율적 이점이 크다.

말라리아 매개모기인 *An. yatsushiroensis*는 주로 태백산맥을 낀 고산지대에서 발생밀도가 높다<sup>32, 40)</sup>. 1960년대 109.2의 API이었던 경북 북부지역에서의 소흡혈 모기 채집율에서 *An. yatsushiroensis*는 *An. sinensis*(64.2%)에 비해 35.8%인 반면 (Table 8), 인체흡혈율은 *An. sinensis*(40.4%)에 비해 53.8%로 더 높다<sup>33, 34)</sup> (Table 9). 한편 파주와 연천지역에도 *An. yatsushiroensis*가 다소 발생하고 있다(Table 7). 만약 1960년대의 경북 북부지역과 같이 말라리아 발생에 *An. yatsushiroensis*가 주매개 역할을 하였다고 가정한다면, 현재 발생하고 있는 말라리아가 다시 고산지대를 끼고 확산되지 않는다고 단정할

**Table 8. Mosquito Population Density by Cow Bait Collection in Kyungsangbuk-do in 1966 and 1967 (monthly average of per day/man/cow)**

Species	Andong-gun		Chongsong-gun	
	1966	%	1967	%
<i>An. sinensis</i>	2,085.3	64.2	1,709.7	69.0
<i>An. yatsushiroensis</i>	1,161.2	35.8	769.4	31.0

\* Quoted from Hong (1978)

**Table 9. Feeding Rate of *An. sinensis* and *An. yatsushiroensis* with Bait of Human Blood in Andong-gun Kyungsangbuk-do in 1966**

Species	No. of tested mos.	No. of mos. feeding	Feeding rate(%)	Temp (°C)
<i>An. sinensis</i>	94	38	40.4	22~23
<i>An. yatsushiroensis</i>	65	35	53.8	22~23

\* Quoted from Hong (1978)

수 없다<sup>2)</sup>.

#### 효율적인 말라리아 관리와 그 해결방안

결론적으로 현재 북한의 말라리아 유행지역에 많은 수의 현증환자와 무증상환자가 계속 발생하고 있을 것이며<sup>8, 14)</sup>, 그 지역주민중 약 4%이상의 무증상환자가 계속 감염원 역할을 하고 있을 것으로 추정된다. 그 이유는 North Korean strain에 의한 장기 잠복성의 특징과 폭발적인 말라리아 유행상태에서, 대부분의 그 지역 북한주민들은 높은 면역수준을 갖고 있을 것이기 때문이다. 이런 현상은 1967년 12월 경북 청송군 진보면(인구 18,200명)의 초등학교 2,300여명을 대상으로 집단혈액도말표본검사를 하여, 그중 93명이 무증상 원충보유자(미발표자료)이었는데, 이들은 전혀 현증이나 미열증상도 없이 정상적 활동을 하고 있었다.

1996년 10월초 국내대학의 말라리아 역학조사팀과 미18의 무사령부 5예방의무대의 공동조사로, 판문점 근처의 파주시 군내면 대성동마을 주민 134명을 대상으로 하여 혈액도말검사를 실시한 결과, 무증상 보충자 2명을 발견하여 1.5%의 무증상 보충률을 확인하였으며<sup>4, 6, 16)</sup>, 그해 7~8월 파주시 군내면에서 미 5예방의무대의 매개모기조사에서 3,850개체의 매개모기중 3개체가 감염된 것으로 나타나, 0.078%의 양성률을 확인하였다<sup>4)</sup>. 한편 1963년에 API 22.1이었던 경기도 양평군 개군면(인구 7,300명)에서 5,086개체의 모기중 1마리에서

sporozoites를 발견하여 0.019%의 양성률을 확인한 바 있다<sup>21, 33, 35)</sup>.

이와같은 모기의 감염률을 비교할 때, 휴전선을 둘러싼 경기 북부지역과 강원도 철원지역에는 말라리아에 감염된 모기가 많아 말라리아 토착화의 가능성이 농후하다는 것을 쉽게 알 수 있다. 또한 시간이 지날수록 환자발생은 계속 수평수직으로 남하하면서 점차 증가하고 있음을 볼 때, 매개모기에 대한 철저한 대책을 수립해야 할 것이다. 이런 맥락에서 황해도를 비롯하여 개풍평야와 연백평야 등 북한의 말라리아 유행지역에 가축을 지원하여, 모기의 남하를 사전에 방지하는 것도 하나의 방편으로 고려해 볼 수 있다. 동시에 남한의 감염지역에 매개모기의 개체군 발생밀도 추이를 이용한 말라리아 예보제를 실시하고, 일정수준이상으로 발생하는 모기를 방제하고 더 많은 대형 가축을 방산 사육하여 사람에 대한 흡혈을 미연에 방지하는 등 매개모기 관리에 적극적인 노력이 필요하다.

말라리아 원충의 North Korean strain의 특성중 단기 잠복형(short prepatent period)은 장기 재발형(long-term relapse)이 많고 장기 잠복형(long prepatent period)은 단기 재발형(short-term relapse)이 많다는 보고가 있어<sup>19)</sup> 이에 대한 원인적 규명이 필요하며, 이 strain의 생물학적 특성을 포함한 유전학적 특성, 다른 아종(subspecies) 정립, 자연사 및 임상적인 경과 파악을 위한 연구가 앞으로 말라리아 관리를 위하여 필요하다고 사료된다. 말라리아 유행지역에서는 최소한 모든 주민에게 말라리아 증상의 특징과 감염원 치료의 축적효과를 알려서 면사무소나 출장소에도 발열환자 신고센터를 운영하여, 발열환자 조기발견망을 강화하고, 현증환자는 물론 모든 발열환자에게는 현재투여중인 chloroquine 대신에 매개모기의 sporogony 과정의 억제목적으로 채혈 즉시 chloroquine-pyrimethamine 복합제의 추정투약(presumptive drug treatment)을 실시하면, 감염원 또는 잠재적 감염원과 매개모기의 감염능력을 동시에 무능화 또는 적어도 최소화시킬 수 있다고 생각한다<sup>36, 39)</sup>. 왜냐하면 도말검사상 초발환자와 재발환자는 각각 62.9%와 69.8%가 gametocyte를 보유하고 있으며, 초감염의 경우 원충출현 후 보통 5~7일후에 출현하고 재발의 경우는 임상증상이 나타나기 전에 출현하기 때문이다<sup>37, 38)</sup>.

오늘날 한국과 북한의 사회적 환경은 1960년대와는 매우 큰 차이 또는 정반대의 생활수준이므로, 앞으로 계속 매개모기의 남하비례가 불가피할 것이다. 따라서 북한의 말라리아 퇴치에 한국이나 세계보건기구의 도움 또는 북한자체의 적극적인 말라리아 관리의 노력이 필요한 실정이다. 그렇기 때문에 말라리아가 근절될 때까지 휴전선부근에서부터 25 km이



내의 모든 거주자들은 모기로부터 개인을 보호하는데 관심을 경주하지 않는다면, 통일될 때까지 introduced와 indigenous case는 계속 증가할 것으로 예측된다.

### 감사의 글

본 글을 작성함에 있어, 매개모기 관리방안에 관하여 많은 조언을 주신 고신대학교 이동규 교수님에게 깊은 감사를 드립니다. 또한 본 종설을 준비할 수 있도록 아낌없는 지원과 많은 격려를 해 주신 (주)전우방제 전순포 회장님에게 진심으로 감사를 드리는 바입니다. 특히 항말라리아 사업에 있어서 늘 존경하는 백영한 교수님의 심오한 학문에 못미처어 아쉬움이 한이 없습니다. 본 자료를 끝까지 정리해 준 심준보 군에게 감사를 포함합니다.

### 참고 문헌

- 보건사회부: 말라리아 근절 기초사업 중간종합보고서 (1961년-1965년), 1966
- Paik YH, Ree HI, Shim JC: *Malaria in Korea*, Jap J Exp Med 58:55-66, 1988
- 채인호, 임건일, 윤성노, 오원일, 김선주, 채종일: 외국 여행 경력이 없는 남자환자에서 발병한 삼일열 말라리아 1예. 기생충학잡지 32:195-200, 1994
- Strickman D: *PRO/AH Malaria-Republic of Korea*, via U.S.Army Force Pent Management Board, 1997
- Freighner BH, Pak SI, Novakoski WL, Kelsey LL, Strickman D: *Reemergence of Plasmodium vivax Malaria in the Republic of Korea*. Emerging Infectious Diseases 4, 1998
- 염용태, 김순덕, 이갑노, 김대성, 임채승, 박미숙: 말라리아 역학조사사업. 경기도 보건과 보건사업과제, 1997
- 이무식: 최근 5년간(1993년-1997년) 국군장병에서 발생한 말라리아의 역학과 그 관리. 계명의대논문집 17: 173-185, 1998
- 이종수: 우리나라의 말라리아 발생동향. 감염병 발생정보 9:104-107, 1998
- 노용환, 연하청: 북한의 주민생활보장정책평가, 쪽57-59, 한국보건사회연구원보고서, 한국보건사회연구원, 1997
- 심재철, 신이현, 양돈석, 이육교: 국내 삼일열말라리아(*P. vivax*) 발생지역의 모기의 계절적 소장 및 흡혈 시간. 한국곤충학회지 27:265-277, 1997
- Macdonald G: *The epidemiology and control of malaria*, p11, London, Oxford University Press, 1957
- Pampana E: *A textbook of malaria eradication* 2nd ed, p14-48, London, Oxford University Press, 1969
- 이순영, 채종일, 홍성태: 임상기생충학 개요, 열원충의 분열 생식기에 따른 체온의 변화 쪽410, 서울, 1996
- 고원규: 국내말라리아현황. 감염 29:525-530, 1997
- Cho SY, Y Kong, SM Park, JS Lee, YA Lim, SL Chae, WG Kho, JS Lee, JC Shim, and HK Shin: *Two vivax malaria cases detected in Korea*. Kor J Parasit 32:281-284, 1994
- 김대성, 김순덕, 염용태, 임채승, 이갑노, 박미숙, 윤배중: 국내발생 말라리아에 대한 감시체계구축. 한국역학회지 19:180-189, 1997
- Garnham PCC, Bray RS, Bruce-Chwatt LJ, Draper CC, Killick-Kendrick R, Sergiev PG et al.: *A strain of Plasmodium vivax characterized by prolonged incubation: morphological and biological characteristics*. Bull World Health Organ 52:21-30, 1975
- Shute PG, Lupascu GH, Branzei P, Maryon M, Constantinescu P, Bruce-Chwatt LJ et al.: *A strain of Plasmodium vivax characterized by prolonged incubation: the effect of numbers of sporozoites on the length of the prepatent period*. Trans Roy Soc Tro Med Hyg 70:474-481, 1976
- Tiburskaja NA, Vrublevskaia OS: *The course of infection caused by the North Korean strain of Plasmodium vivax*. WHO/MAL/77.895, 1977
- 심재철, 윤영희, 김정림, 이원자, 이복임, 김순철: 수담 발생 모기에 대한 종합방제 연구. 한국곤충학회지 17: 83-91, 1987
- 이한일: 국내말라리아 매개모기의 발생상태관리. 감염 29:531-537, 1997
- 심재철, 김정림: 한국산 중요 모기의 각종 살충제에 대한 감수성 조사연구, 국립보건원보, 18:249-255, 1981
- 심재철, 홍한기, 구성희, 이동규: 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*) 유충의 살충제에 대한 감수성. 한국곤충학회지 25:69-76, 1995
- Schreck CE and McGovern TP: *Repellents and other personal protection strategies against Aedes albopictus*. Jr Mos Con Ass 5:247-250, 1989
- Sholdt LL, Schreck CE, Qureshi A, Mammino S, Aziz A, Iqbal MH: *Field bioassays of permethrin-treated uniforms and a new extended duration repellent against mosquitoes*. Paki Jr Mos Con Ass 4:233-236, 1988
- Schreck CE, Mount GA, Carlson DA: *Wear and Wash Persistence of Permethrin Used as A Clothing Treatment for Personal Protection Against The Lone Star Tick (Acar: Ixodidae)*. J Med Entomol 19:143-146, 1982
- 홍한기, 김치문: 한국산 주요 모기종의 휴식습성에 관한 조사연구, 인천대학교 기초과학연구 제1집, 59-69,

1990

- 28) 이한일 : 위생곤충학 52-53, 서울, 고문사, 1993
- 29) 이한일 : *Can Malaria be Endemic in South Korea?* 감염 30:397-400, 1998
- 30) 심재철, 이상환, 김현국, 임경혁, 양인식 : *Temephos (Abate)*에 대한 중요모기유충의 감수성 및 야외방제효과. 한국곤충학회지 발표초록집 쪽64, 1997
- 31) 이한일, 심재철, 김정립, 이원자 : 미생물살충제(*B.t.i H-14*) : 수답살포에 의한 일본뇌염매개종 (작은빨간집모기) 유충방제효과를 위한 야외실험. 한국곤충학회지 19:39-46, 1983
- 32) 홍한기 : 한국산 주요 모기종의 생태학적 연구. 동국대학교논문집, 1978
- 33) 이성우, 심재철, 강영반, 이한일 : 국립보건연구원보 19: 297-300, 1972
- 34) Kim DC : *Status of malaria infection in the Republic of Korea. Yon Sei Dep Trop Med* 13:59-62, 1982
- 35) 이한일, 홍한기, 백영한 : 삼일열 말라리아 원충에 대한 *Anopheles sinensis*의 자연 감염예. 대한기생충학잡지 5:3-5, 1967
- 36) 이태의, 조유정, 백영한 : 한국의 말라리아의 역학사적 연구. 경희의대논문집 19:205-220, 1994
- 37) 송재현 : 우리나라 말라리아의 감염도에 관한 연구-3일 열원충의 혈중밀도를 중심으로- 공중보건잡지 2:1-9, 1965
- 38) 이성우 : 말라리아, 대한의학협회지 11:26-29, 1968
- 39) Coatney, G.R., Mickelson, O, Bargess R.W., Young, M.D., and Pirkle, C.I. : *Chloroquine and pyrimethamine in salt as a suppression against sporozoite-induced vivax malaria (Chesson strain). Bull Wild Hlth Org* 19:53-67, 1958
- 40) 백영한, 송재현, 이한일, 홍한기 : 국내 말라리아의 역학조사. 최신의학 8:53-59, 1965
- 41) Ree HL, HK Hong, JC Shim, JS Lee, HW Cho, and CL Kim : *A study on seasonal prevalence of the population of the mosquito larvae and other aquatic invertebrates in rice fields in Korea. Kor Jr Zool Vol* 24, No. 3:151-161, 1981
- 42) 심재철, 김정립, 이원자, 신이현 : 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)의 개체군 밀도조사 및 일본뇌염 발생예찰. 한국곤충학회지 20:213-222, 1990
- 43) 심재철, 양영철, 이종수 : 박토색-87(*B. t. i*)에 대한 모기유충의 야외방제효과. 한국곤충학회추계학술발표회 초록집, 93쪽, 1996
- 44) 양돈석 : 경기도 서북부지역에서의 *Anopheles*속(*Diptera, Culicidae*)에 대한 생태학적 연구, 인천대학교, 석사논문집, 1995
- 45) 심재철, 윤영희, 김정립, 이원자 : 질병매개모기의 월동조사에 관한 연구, 국립보건원보 124:493-500, 1987
- 46) 심재철, 윤영희, 김정립, 이원자, 신이현 : 질병매개 모기의 월동조사에 관한 연구, 국립보건원보 25:399-410, 1988
- 47) Ree Han-II : *Studies on control effect of the permethrin-impregnated mosquito net against Anopheles farauti : in the experimental hut. Jpn J Sanit Zool* 39:113-118, 1988