

2008년 말라리아 발생 현황 및 2009년 대책

Malaria situation in 2008 and plan for 2009

질병관리본부 전염병대응센터 전염병관리팀

I. 들어가는 말

말라리아는 열원충(*Plasmodium*) 속(屬) 원충이 적혈구와 간 세포내에 기생함으로써 발병되는 급성 열성 감염증이며 적혈구가 파괴되면서 주기적인 열 발작, 빈혈, 비종대 등의 전형적인 증상이 나타나는 특징을 가지고 있다. 사람에게 감염을 일으키는 말라리아는 4종으로 보고되어 왔으나, 최근 *Plasmodium knowlesi* 종(種)이 추가되어 총 5종으로 분류되고 있다. 이중 삼일열 원충(*Plasmodium vivax*)과 열대열 원충(*Plasmodium falciparum*)이 전 세계 말라리아의 95% 이상을 차지하고 있다. 세계 인구의 약 40%에 달하는 24억 명 가량의 인구가 말라리아 유행 지역에 살고 있으며, 매년 약 3-5억 명의 말라리아 환자가 발생하고 그중 100만 명 이상이 사망하고 있는 이유로 말라리아는 세계보건기구(World Health Organization; 이하 WHO)가 선정한 6대 열대병 중에서 가장 중요한 질환으로 인정되고 있다[1].

말라리아의 전파경로는 얼룩날개모기 속의 암컷 모기가 인체를 흡혈하면서 원충, 즉 포자소체(sporozoite)를 주입함으로써 전파되며, 드물게 수혈, 주사기 공동 사용 등에 의해서도 전파된다. 우리나라의 삼일열 말라리아 매개모기는 총 8종으로 그중 *Anopheles sinensis*, *An. lesteri*, *An. pullus*, *An. kleini* 등 4종에서 감염능력이 확인되었다.

과거 우리나라의 말라리아는 학질, 하루거리 등으로 불리는 토착질환의 하나였으나, 1960년대부터 1970년대까지 WHO의 지원과 우리 정부의 적극적인 퇴치사업이 성공적으로 수행되어 1970년대 말부터 1990년대 초까지는 말라리아 환자가 발생하지 않았다. 그러나 1993년 휴전선 인근 지역에서 근무하던 현역군인 1명을 시작으로 다시 발생하게 된 말라리아는 지속적으로 증가하여 2000년에는 4,142명의 환자가 보고되었다. 질병관리본부에서는 2015년까지 우리나라에서 말라리아를 퇴치하고자 10만 명당 1명 이하의 말라리아 환자 발생이라는 목표를 다시 설정하고 말라리아 퇴치사업을 추진하고 있다.

이에 본 글에서는 우리나라 2008년 말라리아 발생 현황과 2009년의 말라리아 관리사업에 있어 주요 내용을 소개하고자 한다.

II. 몸 말

2000년 4,142명이 보고되었던 우리나라 말라리아 환자는 2001년부터 2004년까지 감소 추세를 보이며 864명으로 저점에 다다른 후 2005-2007년 다시 증가 추세로 돌아서는 양상을 나타내었으나[2], 지난해인 2008년에는 전년 대비 53%가 감소한 1,023명이 보고되어 환자 발생이 크게 줄어든 것으로 나타났다(Figure 1). 특히, 민간인의 경우는 2008년에는 2007년에 비해 56%의 환자발생 감소를 나타내었다(Table 1).

2008년 보고된 민간인 환자를 성별로 구분하여 인구 10만 명당 발생률을 비교해보면 남성 1.7명, 여성 0.6명으로 남성의 발생률이 여성에 비해 2.8배 높게 나타났다. 또한 연령별 발생을 성별로 나누어보면 남성에서 40대 > 30대 > 50대 > 20대 순으로 나타났으며, 여성에서는 40대 > 50대 > 30대의 순으로

Table 1. Reported cases of malaria in Korea by year

Group \ Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Civilians	1,580	1,067	885	560	424	769	1,278	1,283	566
Discharged soldiers	1,289	748	472	274	244	322	432	463	221
Active-duty soldiers	1,273	673	406	273	158	233	311	446	236
Subtotal	4,142	2,488	1,763	1,107	826	1,324	2,021	2,192	1,023
Imported	-	68	36	64	38	45	30	35	29
Total	4,142	2,556	1,799	1,171	864	1,369	2,051	2,227	1,052

* The data above were compiled through Communicable Disease Surveillance System.

The statistics for 2008 is provisional.

: 내용

- 261** 2008년 말라리아 발생 현황 및 2009년 대책
- 264** 한국형 말라리아의 수확 모형과 응용프로그램 개발
- 269** 세계 말라리아의 날
- 270** 주요 통계

나타났다(Figure 2).

2008년 말라리아 환자의 발생시기는 6-9월 사이에 집중되어 있으며, 이 시기의 발생건수가 전체 발생의 76.7%를 차지하였다. 또한 민간인 환자는 8월, 전역자는 7월, 현역군인은 9월로 환자발생의 유행정점이 각각다르게 나타났다(Figure 3).

2008년 발생현황을 직업(신분)별로 구분해서 살펴보면, 민간인 말라리아 환자가 가장 많이 보고된 지역은 경기, 인천, 서울 순이었다. 이를 다시 지역별 인구 10만 명 당 말라리아 환자 발생률로 비교해보면 인천이 5.3명으로 가장 높았으며 이어 경기와 강원이 각각 2.5명, 서울 0.8명 순으로 나타났다. 전역자 중 발생한

말라리아 환자가 가장 많이 보고된 지역은 경기, 서울로 나타났다. 이는 실제 감염된 지역과는 달리 전역자 대부분이 전역 후 복학 등을 이유로 대도시로 이동함으로써 실 거주지인 대도시를 포함한 수도권 지역에서 환자 보고가 많이 이루어진 현상으로 이해된다.

반면 현역군인 중 말라리아 환자가 가장 많이 보고된 지역은 경기, 강원, 인천으로 휴전선 인접 지역에서 복무하는 군인들에서 대부분 발생하는 것으로 나타났다. 이는 북한의 말라리아 발생 상황과 밀접한 영향이 있는 것으로 분석되고 있어, 특히 현역군인의 말라리아 감소를 위해서는 북한과의 지속적인 말라리아 방제 협력 사업이 필요한 것으로 인식되고 있다.

국내 말라리아 환자가 2008년 큰 폭으로 감소한 원인으로 생각할 수 있는 것은 지난 수년간 국내 위험지역에 대한 집중관리를 통한 환자 발생 감소로 인해 위험지역의 감소(Figure 4) 특히, 진단소요일 단축을 위한 노력과 각 지역 현장에 적합한 매개모기 종합방제 실시, 그리고 주민과 민간 의료기관들에 대한 다양한 교육 홍보 실시, 개성공단 및 금강산 관광지역에 대한 예방관리, 기후영향 등 다양한 요소들이 복합적으로 작용했을 것으로 분석된다. 매주 주간 점검회의를 통한 결과를 위험지역 시·도 및 시·군·구에 환류함으로써 취약점을 보완하고 구체적인 자료를 토대로 집중 방제 및 환자 관리를 강화하고 GIS를 이용한 환자 발생 현황을 분석하여 cluster 발생 및 재발·재감염의 상황을 파악하여 과학적인 환자 관리를 수행할 수 있었던 것으로 분석

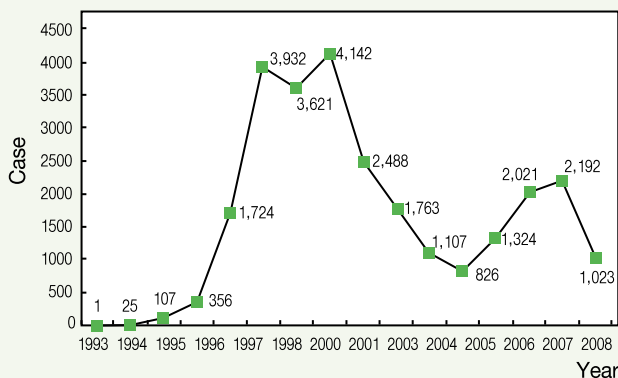


Figure 1. Malaria situation in Korea by year excluding imported cases, 1993-2008

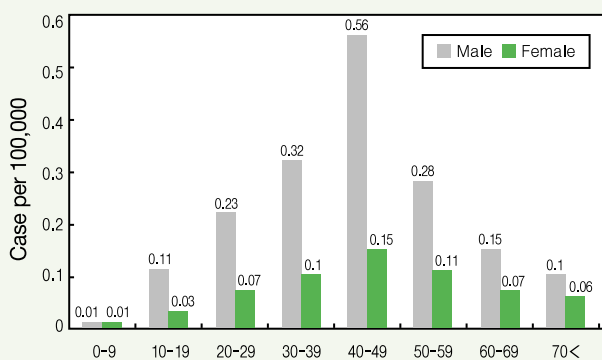


Figure 2. Incidence rate of malaria among civilian by sex and age group, 2008

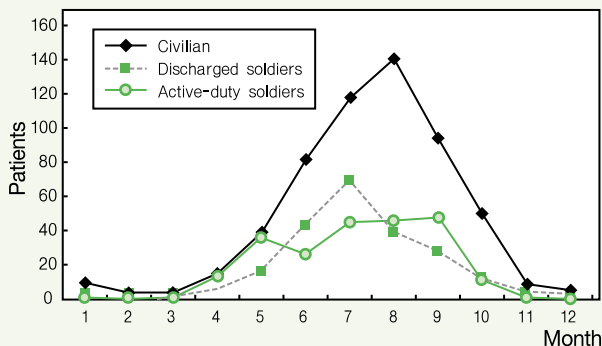


Figure 3. Reported cases of malaria patients by month, 2008

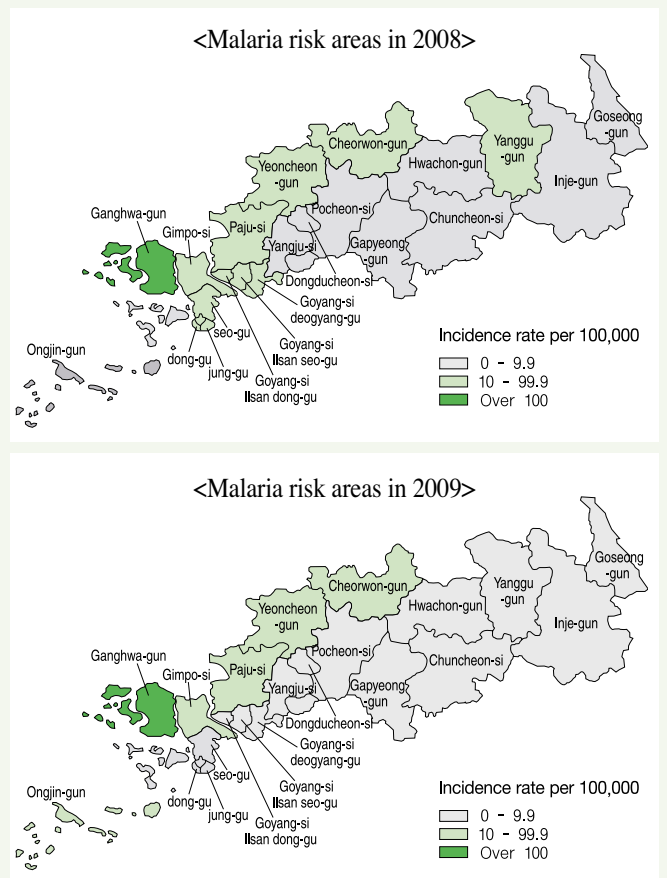


Figure 4. The change of Malaria risk area, 2008-2009

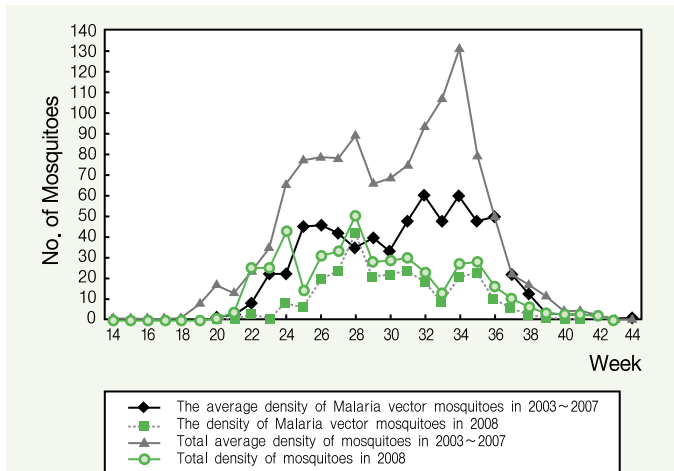


Figure 5. The density of malaria vector mosquitoes in 2003-2008

* The number of Mosquitoes per light trap per night

된다. 또한, 매개모기 밀도 감시사업을 강화하여 기존 감시 지점을 확대하여 보다 구체적인 자료의 수집 등을 통해 매개체의 밀도 및 원충감염률 조사를 통한 방제사업을 실시하고 주의보 등의 발령으로 주민 개개인의 개인방어 등 홍보를 강화한 점은 환자 감소에 큰 영향을 미쳤던 것으로 분석된다(Figure 5). 이와 더불어 2001년부터 지속해 온 대북 말라리아 관리사업 지원, 특히 2007년 대북지원사업 일환으로 휴전선에 인접한 황해남·북도과 강원도 등 3개 지역 주민 500만 명을 대상으로 실시한 예방화학요법으로 인해 휴전선 인접지역에서 전염원이 감소된 것이 2008년 환자 발생 감소에 기여한 것으로 추정하고 있다. 그럼에도 불구하고 2008년에 북한지역, 특히 휴전선에 인접한 남한 지역이 직·간접적으로 영향을 받을 것으로 예상되고 있어 2008년 환자 감소에 따른 안이한 대처보다는 과학적인 기반위에 더욱 정교한 퇴치사업 수행이 요구되고 있다.

Table 3. Reported cases of malaria in DPRK*, by year

Year	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Reported cases	204,428	300,000	241,000	60,559	33,803	11,507	9,353	7,436	23,409

* DPRK : Democratic People's Republic of Korea

** Source : World Health Organization

북한의 말라리아 발생은 국내 말라리아의 재출현에 영향을 미치는 것으로 분석되고 있다. 이러한 이유로 우리 정부는 2001년부터 WHO를 통해 대북 말라리아 방역사업을 지원해오고 있다. 그 결과 북한에서는 2001년 30만 명에 달하는 환자발생을 보고한 이후 매년 큰 폭으로 환자 발생 보고가 감소하고 있으며 2007년에는 2001년 대비 97.5% 이하로 감소된 7,436명의 민간인 환자 발생을 보고하였다. 이처럼 2005년 이후 북한에서는 전체적인 환자 발생 감소를 보고하고 있으나, 개성과 황해남·북도 등 휴전선 인접지역의 환자 발생은 여전히 증가하고 있음을 보고하였다. 특히 2008년에는 북한의 말라리아 환자가 2001년 이후 처음으로 전년 대비 3배 이상 크게 증가되었음을 보고하였다(Table 3).

질병관리본부에서는 이와 같은 북한의 말라리아 발생 현황을 감안하여 2015 말라리아 퇴치사업 계획을 수립하여 추진하고 있다. 2009년도의 말라리아 퇴치사업 목표는 전년대비 말라리아 환자발생 20% 감소로 정하고 지금까지 추진하여 왔던 말라리아 퇴치사업을 더욱 강화시키고 주민 의식을 높여 체계적인 환자 관리 및 예방 사업을 전개해 나갈 것이다[3]. 이와 관련하여 2009년의 중점 추진 전략으로 말라리아 예방 관리를 위한 인프라 강화, 고위험지역에 대한 집중관리 및 효율 극대화, 철저한 환자발견 및 치료 사업을 통한 전파 연결 고리 차단, 민·관·군과의 파트너쉽 구축을 통한 관리성과 제고, 그리고 군 부대와의 협력을 통한 현역 및 전역자 관리 강화, 진단키트, 교육 및 홍보자료 등의 지원 강화 등의 사업을 추진하도록 하겠다.

III. 맺는 말

2015 말라리아 퇴치계획이 성공적으로 달성되려면 국민 개개인(특히 위험지역 주민, 여행자), 의료기관, 보건기관, 군부대, 학계 및 중앙과 지방간의 조화로운 협력이 요구된다. 지금까지는 국가나 지방자치단체의 보건기관이 해야 할 일을 중심으로 기술하였으나 국민 개개인마다 말라리아 예방에 대한 인식과 실천 또한 중요하다. 가장 확실한 예방법은 모기에 물리지 않는 것이므로 모기에 물리지 않기 위한 개인방어 방법의 적극적 실천을 비롯해 방충망 정비 등 주거 환경개선, 위험지역 거주 및 여행 후에 발열을 동반한 감가증상이 발생 시에는 신속하게 말라리아 검진을 받아 타인에게 2차 전파를 방지하려는 노력이 선행되어야 한다[3].

말라리아 퇴치를 위해 보건 의식 제고를 비롯해 보다 구체적인 시행 방안으로 진단소요일 단축을 포함한 진단체계 개선, 환자

Table 2. Reported cases of malaria, by region, 2007-2008

Regions	Total		Civilians		Discharged soldiers		Active-duty soldiers	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
Seoul	301	123	188	80	105	39	8	4
Busan	40	24	8	6	31	17	1	1
Daegu	36	15	5	1	30	13	1	1
Incheon	481	162	416	141	34	9	31	12
Gwangju	7	8	1	0	6	8	0	0
Daejeon	20	10	4	5	15	5	1	0
Ulsan	16	6	1	0	13	6	2	0
Gyeonggi	1,002	480	576	277	101	57	325	146
Gangwon	124	109	39	38	16	9	69	62
Chungbuk	28	7	11	0	16	7	1	0
Chungnam	19	19	5	6	14	10	0	3
Jeonbuk	22	14	6	3	14	8	2	3
Jeonnam	18	11	5	6	12	4	1	1
Gyeongbuk	35	16	9	0	24	13	2	3
Gyeongnam	41	16	9	3	30	13	2	0
Jeju	2	3	0	0	2	3	0	0
Total	2,192	1,023	1,283	566	463	221	446	236

조기 발견 및 관리 사업 강화, 환자 발생지 지도(spot map) 작성 및 환류, 매개모기 감시사업의 질적 향상, 효과적인 방역소독 실시, 보건소 및 병의원 검사 교육 및 정도관리 지속 추진, 교육 및 홍보 강화, 민·관·군 협력 강화, 외부 유입 최소화 및 역학조사를 강화하여 추진할 것이다. 뿐만 아니라, 환자 발생지 지도(spot map) 작성 및 환류를 통해 조기 주의보 및 경보체계(early warning system)를 더욱 강화토록 할 것이다.

IV. 참고문헌

1. WHO, Vector control for malaria and other mosquito-borne diseases, 1995
2. 질병관리본부, 2009년 말라리아 관리지침, 2009
3. WHO, Malaria vector control and personal protection, 2006

한국형 말라리아의 수학 모형과 응용프로그램 개발

Mathematical modelling on *P. vivax* malaria transmission and development of its application program

질병관리본부 전염병대응센터 역학조사팀
경북대학교 수학과

I. 들어가는 말

우리나라의 말라리아는 1993년 과주지역 DMZ(Demilitarized Zone)에 복무 중이던 군인에서 재출현한 이후 매년 지속적으로 발생하고 있다. 발생 양상을 보면 2000년 이후 감소 추세에서 2005년 다시 증가하기 시작하였으나, 2008년 1,017건으로 전년도 동기(‘07년 2,192건) 대비 53.6% 감소하였다.

전염병 전파의 역동성을 조사하기 위한 수학 모형은 1760년 Bernoulli가 천연두(smallpox)의 수학 모형을 개발한 이후로 사용되어 왔다[1]. 모형은 현상들 사이의 관계를 표현하고 분석할 수 있도록 도와주고 특정한 사례들을 통합하고 확장하는 원리를 발견할 수 있도록 도와준다. 또한 눈으로 확인할 수 없는 기전을 추론할 수 있게 한다. 수학은 정신적인 것, 질적인 것을 대신할 수 없지만 구성 요소와 그들의 중간 연결, 가정과 목표가 정확한 형식적이고 양적인 범위로 확장할 수 있다. 그러나 수학 모형이 문제의 모든 특징을 다 포함할 수는 없다. 말라리아 모형의 유용성은 수학 모형의 수학적 결과가 데이터를 얼마나 정확하게 설명하고 예상하는 지에 의존한다. 모델링은 예측을 조절하고 현실성을 강화하여 애매함을 제거함으로써 의사결정, 의사의 요약과 전달, 실행을 관찰하고 그에 알맞게 전략을 수립할 수 있게 한다. 또한 모델링은 최적의 투자를 위한 수단을 제공하고, 실제적인 것과 이론적인 것 사이에서 접근하는 가능성들에 풍부한

범위를 제공할 수 있다. 그러나 말라리아 모형이 관찰이나 경험을 대신하지 않기 때문에 중재를 대신하지는 않는다.

말라리아 발생은 환자 요인뿐만 아니라 기후, 모기 밀도 등과도 연관이 있으므로 통계학적 또는 수학적 모형을 이용한 발생 예측은 관리 사업의 효율적 수행을 위하여 관심도가 높아지고 있다. 말라리아 수학 모형을 통해 우리는 효과적인 중재 수단을 찾고, 관리사업을 위한 정책 결정에 유용한 도구로 이용할 수도 있지만, 한편 판단에 대한 오류를 범하게 할 수도 있다. 그 이유는 현실에서는 모형에서 필요한 신뢰할 만한 모수를 추정하는 것이 매우 어렵기 때문이다[2]. 본 연구에서는 최근 외국의 말라리아에 관한 수리적 모델 연구를 기반으로 국내 현실에 맞는 수학 모형 개발과 시뮬레이션으로 예상 발생률을 분석하여 말라리아 관리를 위하여 예측할 수 있는 사용자 중심(end user)의 프로그램을 개발하고자 하였다.

II. 몸 말

1. 한국형 말라리아의 수학 모형

삼일열 말라리아가 열대열 말라리아와 다른 특징은 hypnozoite에 의해 유발되는 장·단기 잠복기이다. 감염 모기가 사람을 물면 혈관을 통해 인체감염형인 포자소체가 간으로 들어가서 분열소체로 발육한 다음 cryptomerozoite가 터져 나오고 이들 대부분은 적혈구로 침입하지만 간세포로 들어가기도 한다. 간세포로 들어간 포자소체가 분열증식 없이 장기간 잠복하면서 그대로 경과하는 수도 있는데, 이때의 충체를 hypnozoite라 하며 재발의 원인이 되기도 한다. 열대열 말라리아 모형으로는 hypnozoite에 의한 이러한 장·단기 잠복기를 설명할 수 없다. 이번에 개발한 수학 모형은 delay term을 적용하여 장·단기 잠복기를 설명하고자 하였다. 또한 1979년 말라리아 박멸 선언 이후 1993년 현역 군인 1명으로 재출현한 한국의 상황을 설명하지 못한다. 한국에서의 발병에 영향을 미치는 주요 인자로는 무증상(asymptomatic) 환자와 모기의 sporozoite rate가 있다. 무증상 환자는 모기에 의해 감염은 되었지만 증상이 나타나지 않는 환자들로 이들도 모기를 감염시킬 수 있기 때문에 우리 모형에서는 이러한 집단을 Infectious한 부류에서 고려하였다. 또한 모기의 sporozoite rate이라는 것은 모기의 침샘에서 sporozoite가 발견되는 암컷 모기의 수를 의미하는 것으로 모기의 수명과 감염된 사람을 흡혈하는 횟수와 관계가 있다. 즉, 매일 감염된 사람을 흡혈하는 횟수가 증가 할수록 sporozoite rate는 증가하고 하루 동안의 모기 생존율이 높을수록 증가한다[3].

연구자들은 2006년부터 2008년까지 질병관리본부로 보고된 말라리아 사례조사서 DB 분석과 문헌고찰을 통하여 수학 모형에 필요한 모수를 추정하였다. 그리고 한국형 말라리아 수학 모형 개발을 위하여 기존의 열대열 말라리아 수학 모형과 삼일열 말라리아 수학 모형을 조사하고 지연형 미분방정식 해법을 검토 및 비교

분석하여 수학 모형을 개발하였다. 이 수학 모형을 공학용 소프트웨어인 Matlab으로 시뮬레이션 하였으며, 한국형 말라리아의 특성을 기반으로 말라리아 예상환자 수를 추정할 목적으로 C++ 6.0을 기반으로 MFC(Microsoft Foundation Class Library)를 이용하여 사용자 중심의 프로그램(P.Vivaxsim)을 개발하였다.

이 연구의 수학 모형에서는 사람의 전체 집단을 감수성 집단(susceptible humans), 잠복기 집단(exposed humans), 전염성 집단(infectious humans), 치료 집단(treated humans)으로 나누고, 모기 전체 집단을 3개의 부류(susceptible mosquitoes, exposed mosquitoes, infectious mosquitoes)로 나누었다(Figure 1). 전염성 집단은 일반적으로는 증상이 있는 집단을 의미하지만 이 모형에서는 모기가 흡혈을 하였을 경우 감염시킬 수 있는 상태의 인구 집단을 의미하는 것으로 유증상자와 무증상 감염자, 회복 후 면역을 가진 사람까지 포함하였다. 치료 집단은 전염성 집단에서 진단을 받고 치료를 시작한 사람을 의미한다. 다른 수학 모형들처럼 회복된 집단(recovered humans)을 고려하지 않고 치료 집단(treated humans)을 고려한 이유는 단순히 병에 걸리고 회복된 집단들 간의 이동만을 보는 것이 아니라 감염된 사람들을 빨리 진단하고 치료하는 것이 말라리아를 예방 관리하는데 얼마나 효과적인지 알아보기 위해서이다.

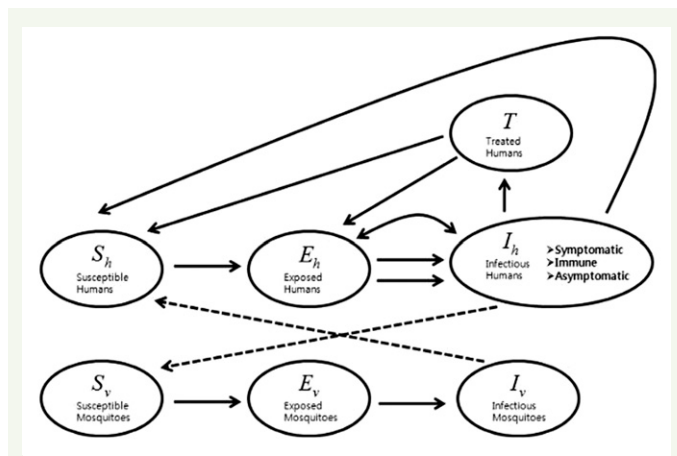


Figure 1. Diagrammatic representation of the model

감수성 집단의 사람이 감염된 모기에 물렸을 경우 잠복기 집단으로 들어가게 되는데 사람이 모기에 물렸을 경우 바로 모기를 감염시킬 수 있는 것이 아니기 때문이다. 잠복기 집단에 있던 사람은 증상이 나타나거나 증상이 나타나지 않더라도 분열된 원충이 혈액 속에 존재해서 모기를 감염시킬 수 있는 상태가 되면 전염성 집단으로 들어가게 된다. 또한 병이 회복되었더라도 재발하는 경우가 생기는데 이 경우는 원충이 hypnozoite 상태로 간 속에 숨어 있다가 다시 혈액으로 나오게 되는 경우로 전염성 집단에서 잠복기 집단에 속해 있다가 증상이 나타나게 되면 다시 전염성 집단에 포함된다. 전염성 집단에서 몇몇의 사람들은 자연적으로 치유되어 감수성 집단으로 들어가고 몇몇의 사람들은

병을 진단 받아 치료 집단으로 들어가게 된다. 치료 집단에 속한 사람들은 병원에서 치료를 받고 온전히 회복되어 감수성 집단에 들어가거나 hypnozoite가 간 속으로 숨어들어 잠복기 집단으로 들어가게 된다(Figure 2).

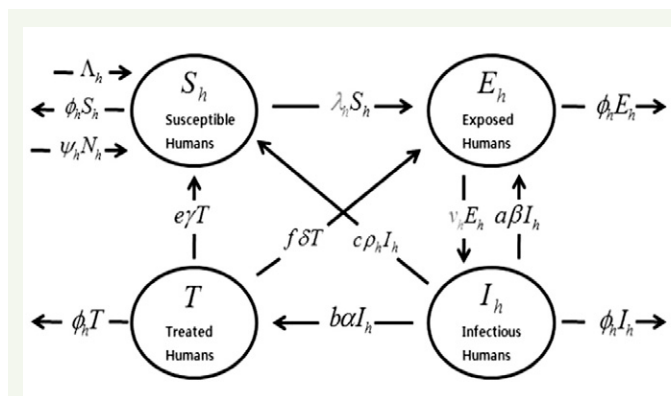


Figure 2. Diagrammatic representation of the model for humans

Figure 2에서 사람 집단들 간의 이동량을 보면, 먼저 Λ_h 만큼 유입되는 인구와 전체 인구 $N_h (= S_h + E_h + I_h + T)$ 에서 ψ_h 의 비율로 사람이 태어나면 $\psi_h N_h$ 의 수 만큼 감수성 집단으로 들어가게 되고, λ_h 의 비율로 감염되면 $\lambda_h S_h$ 만큼 감수성 집단에서 잠복기 집단으로 빠져 나가게 된다($a + b + c = 1$). 전염성 집단을 보게 되면 a, b, c 의 비율로 나뉘게 된다. 그중 $a I_h$ 의 인구에서 β 의 비율로 재발하게 되면 $a \beta I_h$ 만큼 다시 잠복기 집단으로 들어가게 되고 $b I_h$ 의 인구에서 α 의 비율로 감염된 사람이 병을 진단받게 되면 $b \alpha I_h$ 만큼 치료 집단으로 들어가게 된다. 여기서 재발률이란 자연 치료된 사람 중 원충이 완전히 사라지지 않고 간 속으로 hypnozoite가 숨어 들어가게 되는 비율을 말한다. 또 $c I_h$ 의 인구에서 ρ_h 의 비율로 자연 회복된다면 $c \rho_h I_h$ 만큼 다시 감수성 집단으로 들어가게 된다. 치료 집단은 e, f 의 비율로 나뉘는데($e + f = 1$) 먼저 $e T$ 의 인구 중 γ 의 비율로 치료가 되면 $e \gamma T$ 의 인구는 감수성 집단으로 들어가고 $f T$ 의 인구 중 δ 의 비율로 재발이 되면 $f \delta T$ 의 인구는 치료 집단으로 들어가게 된다. 여기서 재발률인 δ 는 치료 후 재발률이므로 앞서 말한 β 와는 다르다. ϕ_h 는 사망률로 각각의 집단에서 ϕ_h 의 비율만큼 빠져나간다.

모기 집단 간 개체수의 흐름은 Figure 3에서 보여진다. 유입되는 모기의 수는 생각하지 않고 모기의 산란율인 ψ_v 는 모기가 자라서

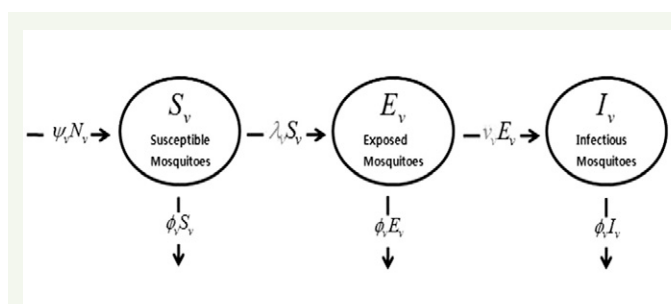


Figure 3. Diagrammatic representation of the model for mosquitoes

성충이 되는 비율로 $\psi_v N_v$ 의 수 만큼 감수성 집단으로 들어가게 된다. 모기에서는 수직감염이 없고 감염된 사람에게서 흡혈할 경우 λ_v 의 비율로 감염되어 잠복기 집단으로 들어가게 된다. 그 이유는 모기가 흡혈할 때 사람의 몸속에 있던 원충이 모기의 몸속으로 들어가서 생식분열을 한 뒤 다시 사람을 감염 시킬 수 있는 sporozoite가 침샘까지 오는데 시간이 걸리기 때문이다. 잠복기 집단의 모기는 V_v 의 비율로 전염성 집단으로 들어가는데 V_v 는 잠복기의 역수와 같다. ϕ_v 는 모기의 사멸률로 각 집단에서 모기가 ϕ_v 의 비율로 빠져나간다. 모형에서 각 집단 별로 들어오는 양을 (+)로 하고 나가는 양을 (-)로 하여 시간에 따른 변화량을 식으로 만들면 다음과 같은 연립미분방정식을 얻을 수 있다.

Table 1. Mathematical model

$$\begin{aligned}\frac{dS_h}{dt} &= \Lambda_h + \psi_v N_v - c \rho I_h + e \gamma T - (\lambda_h S_h + \phi_h S_h) \\ \frac{dE_h}{dt} &= \lambda_h S_h - \{p \lambda_h(t - \tau_1) S_h(t - \tau_1) + q \lambda_h(t - \tau_2) S_h(t - \tau_2) + a \phi_h(t - \tau_2) + f \delta T(t - \tau_2)\} - \phi_h E_h + f \delta T + a \phi_h \\ \frac{dI_h}{dt} &= \{p \lambda_h(t - \tau_1) S_h(t - \tau_1) + q \lambda_h(t - \tau_2) S_h(t - \tau_2) + a \phi_h(t - \tau_2) + f \delta T(t - \tau_2)\} - (a \phi_h + b \phi_h + c \rho I_h) - \phi_h I_h \\ \frac{dT}{dt} &= b \phi_h - (e \gamma T + f \delta T) - \phi_h T \\ \frac{dS_v}{dt} &= \psi_v N_v - \lambda_v S_v - \phi_v S_v \\ \frac{dE_v}{dt} &= \lambda_v S_v - \nu E_v - \phi_v E_v \\ \frac{dI_v}{dt} &= \nu E_v - \phi_v I_v\end{aligned}$$

where $\lambda_h(t) = \frac{\beta_h \sigma_h I_h(t)}{N_h(t)}$, $\lambda_v(t) = \frac{\beta_v \sigma_v I_v(t)}{N_v(t)}$, $a+b+c=1$, $e+f=1$, $p+q=1$
and $N_h = S_h + E_h + I_h + T$, $N_v = S_v + E_v + I_v$

Table 1에서 처음 4개의 식은 사람에 관한 식이고 다음 3개는 모기에 관한 식이다. λ_h 는 모기로부터 삼일열 말라리아 원충이 사람에게 전염되는 비율이며, β_{hv} 는 모기가 사람을 감염시킬 확률이고 σ_{vh} 는 모기의 biting rate이다. 반대로 λ_v 는 사람으로부터 모기에게 원충이 전염되는 비율로 모기가 감염될 확률은 β_{vh} 이다. p 와 q 는 각각 단기 잠복기, 장기 잠복기의 비율이고 ($p+q=1$), τ_1, τ_2 는 각각 단기 잠복기, 장기 잠복기이다.

2. 모수 추정

1) 진단율(a)=1/8.216

말라리아 환자 자료상의 증상 발생일과 진단일의 시간차를 계산한 결과 평균 8.216일이었다.

2) 잠복기-모기(Sporogonic development(extrinsic rate))(V_v)

삼일열 말라리아 모기의 경우 잠복기 x와 온도 y와의 관계식을 나타내면 아래와 같다. 수학 모형에서 $V_v = 1/x$ 이므로, 온도 y에 관한 식으로 표현이 가능하다. 따라서 수학 모형을 컴퓨터 시뮬

레이션 할 때, 그 지역의 실제 기온을 이용할 수 있다.

$$y = \frac{1}{\frac{17}{1500}x - \frac{1}{60}} + 15$$

3) 자연회복률(ρh)=0.0016

감염된 환자가 자연 치료되는데 걸리는 기간은 2년 반에서 3년 정도로 알려져 있다[4].

4) 사람에서 모기로, 모기에서 사람으로 감염시킬 확률

$$\beta_{hv} = \beta_{vh} = 0.5$$

모기가 사람을 물었을 때, 사람에서 모기로, 모기에서 사람으로 감염시킬 확률은 0.5 정도인 것으로 알려져 있다[4]. 이 확률에 대한 우리나라의 실험적 연구는 부족한 실정이다.

5) 시간당 모기가 사람을 무는 율

$$(\sigma_{vh}) = 0.3$$

모기가 사람을 무는 율은 온도에 의해 다소 영향을 받으나 일반적으로 0.3인 것으로 알려져 있다[5]. 이에 대해서는 우리나라의 간헐적인 실험 자료가 있으나, 수학 모형을 시뮬레이션 하기에는 유용하지 못하다.

6) 모기의 산란율 및 사멸률

이 연구에서는 기온과 강수량 중에서 기온에 따른 모기의 산란율과 사멸률을 구하는 것에 중점을 두었다. 만약 기온의 절대적 수치로써 산란율과 사멸률을 구한다면 5, 6월과 9월은 평균기온이 비슷하기 때문에 두 시기 모두 모기 수가 증가하거나 감소하여야 한다. 하지만 실제적으로 5, 6월은 증가하는 반면 9월은 감소한다. 이런 현상을 설명하기 위해서 기온의 변화량에 따른 모기의 산란율과 사멸률을 구하였다.

$$\text{산란율} - \text{사멸률} = 4 \times \frac{(\text{다음날의 기온} - \text{오늘의 기온})}{\text{오늘의 기온}}$$

여기서 4를 곱한 것은 철원과 파주의 모기 자료를 이용하여 모기의 대략적인 증가 추이를 살펴본 결과 5월의 모기 수와 7, 8월의 모기 수가 대략 100-1,000배 증가 하는데 4를 곱하면 대략적으로 그 정도의 증가 추이를 보이기 때문이다. 위 식에서 산란율과 사멸률의 정확한 식을 구하려면 산란율과 사멸률 중에서 하나의 값에 대한 정보가 더 필요하다. 성충 모기가 보통 10-30일 정도 살기 때문에 모기의 생존 여건이 점점 좋아지는 시기(5-7월 초)의 사멸률은 0.03-0.05, 장마 시기에는 0.2, 기온이 하강하는 시기(8-10월)에는 0.1로 고정된 값을 주었다. 그리고 산란율은 위 식에서 사멸률을 더하면 다음과 같다.

$$\text{산란율} - \text{사멸률} = 4 \times \frac{(\text{다음날의 기온} - \text{오늘의 기온})}{\text{오늘의 기온}}$$

7) 잠복기-사람

기본적인 방법은 우리나라 말라리아 발생 데이터를 이용하여 잠복기를 계산한 논문의 방법을 따르고 몇 가지 부분을 보완했다. 모델 식에 들어가는 단기 잠복기와 장기 잠복기 환자의 비율(식의 p 와 q)은 사례 조사를 통해 계산하지 않고 실험 데이터를 이용했다. 북한 strain *P. vivax* 실험에 따르면, 77명 중에 58명(75.3%)이 장기 잠복기를 가진 것으로 되어 있다[4].

3. 수학 모형을 이용한 말라리아 유행 지역의 시뮬레이션 결과

각각의 모수들을 이용하여 우리나라 말라리아 위험지역 중 일부 지역을 대상으로 시뮬레이션 하였다. 각 지역별 기상, 모기 발생 현황, 잠복기의 환자 수가 다르기 때문에 지역별 모수가 전체 모수를 대변할 수 없어 전국의 시뮬레이션은 의미가 없다. 모든 시뮬레이션은 0인 시점이 5월 1일이며 일 단위이다.

1) 인천광역시 강화군의 2008년 예상 T값과 환자 수

2007년 자료를 이용한 2008년 5월 1일부터 다음해 4월 30일까지의 실제 T와 예상 T를 matlab 프로그램을 사용하여 하루 단위로 시뮬레이션 하였다. 그 시뮬레이션에 대한 변수 값은 아래와 같다.

Λ_h (유입인구수)=0, Ψ_h (출생률)=0.000025,
 ϕ_h (사망률)=0.00001, ρ_h (자연회복률)=0.0016
 α (재발)=0.05, b (진단)=0.9, c (자연치유)=0.05, e (쾌유)=0.95, (비쾌유)=0.05,
 γ (치료율)=0.5, β (재발률)=0.0005, δ (치료 후 재발률)=0.5,
 α (진단률)=0.125,
 β_{hv} (모기가 사람에게)=0.5, β_{vh} (사람이 모기에)=0.5, τ_1 (단기잠복기)=21,
 τ_2 (장기잠복기)=327

5-10월: σ_{vh} (biting rate) = 0.3, 11-4월: $\sigma_{vh} = 0$

여기서 실제 T의 값을 전달 환자 수와 당일의 환자 수의 합으로 구하였다. 이를 이용하면 예상한 T를 이용하여 역으로 예상 환자 수를 구할 수 있는데 실질적으로 T 그래프의 반값이 되는 연속적인 그래프가 나온다. 하지만 실제 환자 수는 불연속적으로 되어 있기 때문에 실제 T값과 환자 수가 같을 수도 있다. 그래서 예상 T를 이용한 예상 환자 수에 비해 실제 환자 수는 돌출되는 부분이 나올 수 있다. 아래 그래프는 실제로 우리가 궁극적으로 알고 싶은 것이

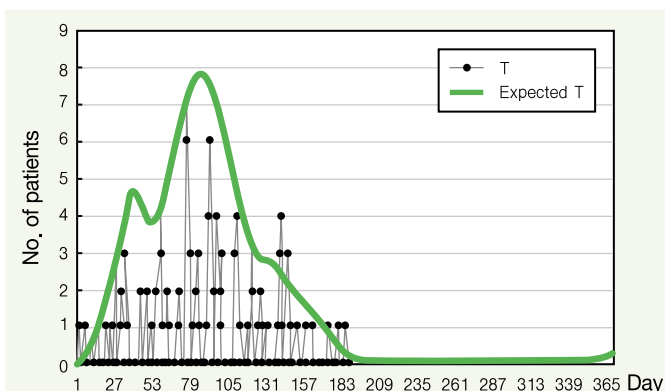


Figure 4. Expected T in Ganghwa, 2008

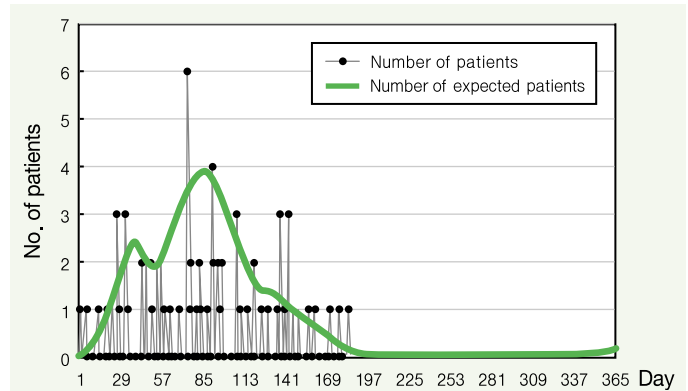


Figure 5. Number of expected patients in Ganghwa, 2008

바로 미래의 환자 수이므로 실제 환자 수와 시뮬레이션 한 예상 환자 수를 그래프로 나타낸 것이다. 아래의 그림은 2007년도 자료를 이용하여 2008년 강화군의 예상 T값과, 실제 T값 일별 실제 환자 수, 예상 환자 수를 나타낸 것이다.

2) 응용프로그램 *P.vivaxsim*을 이용한 말라리아 발생 예측 결과

예상하고자 하는 지역의 전년도의 5월 1일부터 그해 4월 30일까지의 감수성자 수, 잠복기 환자, 전염성 환자, 치료중 환자, 감수성 모기, 잠복기 모기, 전염성 모기 수에 대한 자료를 데이터 파일(history 파일)로 저장해 놓고 기온 자료도 데이터 파일로 저장하여 사용한다. 아래의 그래프는 *P.vivaxsim*을 이용한 2009년 지역별(강화군, 파주시, 김포시, 철원군) 말라리아 발생 예측 결과이다. 지역별 환자수는 강화군 182명, 파주시 48명,

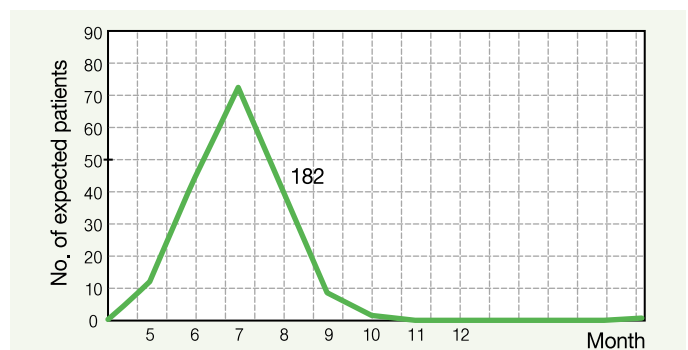


Figure 6. Number of expected patients in Ganghwa

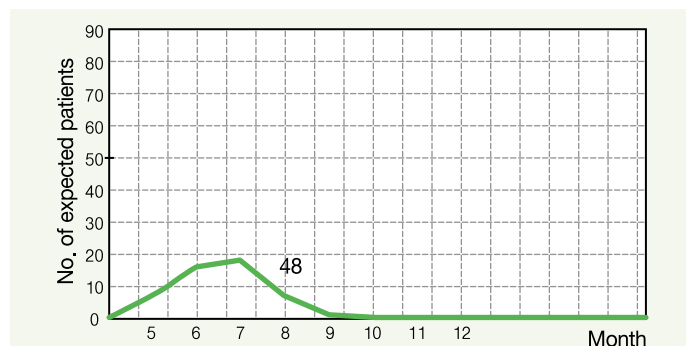


Figure 7. Number of expected patients in Paju

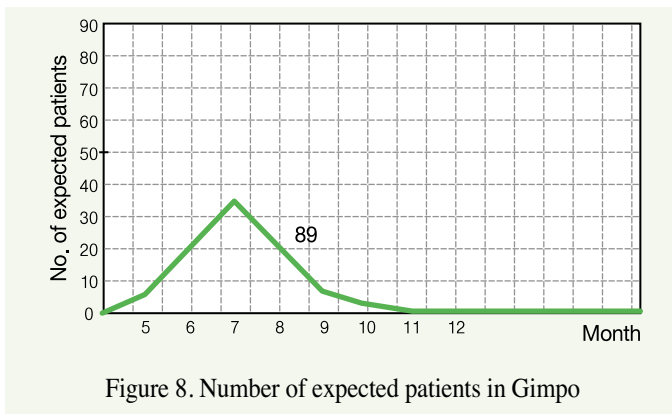


Figure 8. Number of expected patients in Gimpo

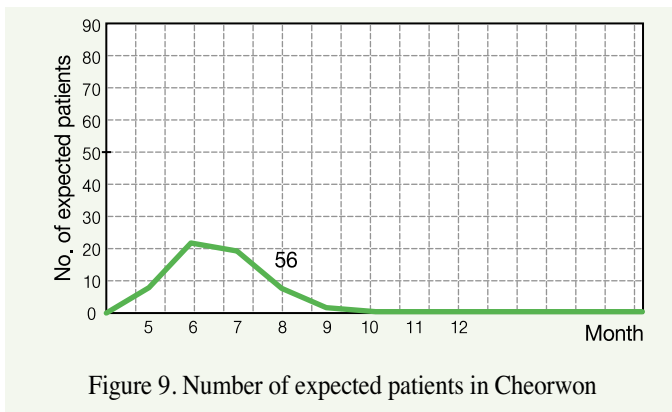


Figure 9. Number of expected patients in Cheorwon

김포시 89명, 철원군 67명, 월별 환자수가 가장 많은 달은 7월로 예측하고 있다.

III. 맺는 말

기생충 질환의 모델링은 1934년 Kostitzin에 의해 시작된 이후 MacDonald의 연구에 의해 활성화되었다. 말라리아 연구에 획기적인 도약을 이룩한 사람은 로널드 로스(Ronald Ross)로 말라리아의 수학적 모델은 1957년 MacDonald의 책에 소개되어진 Ross의 모델과 그 모델의 확장으로 시작되었다. 기존의 말라리아 모형은 대부분 Ross-MacDonald의 모형을 기반으로 한 열대열 말라리아에 관한 것이어서 삼일열 말라리아의 주 특징인 장·단기 잠복기를 잘 표현하지 못하고 있다. 그 외 2-3개의 삼일열 말라리아 전파 수학적 모형이 알려져 있지만 아주 초기단계로 수학적 분석 단계에 지나지 않고 있다. 이렇듯 말라리아 모델링의 역사는 길지만, 불규칙해서 아직 표준이 되는 모형은 만들어지지 않았다. 기존의 삼일열 말라리아의 수학적 모형로는 P. Pongsumpun and I. Tang의 모델[6], H. Isikawa 모델[7], Zoysa 모델[8] 등이 보고된 바 있다.

삼일열 말라리아 전파에 가장 적합한 수학적 모형은 장·단기 잠복기와 재발을 잘 설명할 수 있는 지연형 미분방정식이다. 지연형 미분방정식은 현재 과학의 모든 영역에서 중요한 위치를 차지하고 있지만 생물학 영역의 질병 역학분야에서는 특히 더 중요한 위치를 차지하고 있다. 그런 지연형 미분방정식은 일반적인 상미분

방정식보다 좀 더 현실적인 예측을 위해서 사용한다. 일반적인 지연형 미분방정식은 다른 상미분방정식보다 더 많은 정보가 필요하다. 왜냐하면 지연형 미분방정식 안에서 미분계수는 이전 시간의 해에 의존하므로 이전 시간($t-\tau_j$)의 해의 값을 나타내는 history 함수가 있어야 하기 때문이다. 대부분의 지연형 미분방정식에서는 이 history 함수가 고정된 값으로 되어 있지만 고정되지 않은 history 함수도 종종 볼 수 있다. 여러 가지 프로그램들은 지연형 미분방정식과 상미분방정식 시스템을 통합하는 것으로 정확히 Runge-Kutta method를 사용을 한다. 이 연구에서 사용하는 C++ 프로그램 또한 Runge-Kutta method를 기본적으로 사용하고 있다.

이 연구에서는 수학 모형에서 환자 발생에 가장 중요한 영향을 미치는 모기와 관련된 데이터 부족으로 말라리아 유행 5개 지역만을 선정하여 시뮬레이션 하였다. 그리고 이 모형의 모수 중 자연회복률, 사람에서 모기로, 모기에서 사람으로 감염시킬 확률, 시간당 모기가 사람을 무는 횟수는 국내에 축적된 데이터가 없기 때문에 외국의 자료를 사용하였다. 이러한 현실에서 얻어내기 어려운 모수들이 국내 말라리아 발생 예측에 한계점으로 작용할 수밖에 없다. 이번 시뮬레이션 연구 결과의 활용에 대한 주의점은 말라리아 수학 모형에 의해서 결과로 얻어지는 환자 수는 실제 발생 환자수와는 다소 차이가 날 수 있다는 것이다. 그 이유는 말라리아 매개모기 관련 자료의 부족으로 좀 더 엄밀한 식의 적용에 어려움이 있었을 뿐 아니라, 수학 모형은 말라리아 환자 발생의 당해연도의 추이를 알아보고자 하는 것이기 때문이다. 즉, 수학 모형은 특정 날짜에 환자수가 얼마인가보다는 그 해에 언제 환자 수가 가장 많이 발생할 것이며, 다음 해에는 그 시기가 앞당겨질 것인지 늦어질 것인지와 그 해에 비해 다음 해에 환자 수가 줄어들 것인지 늘어날 것인지 등의 전체 경향을 보여주는 것이다. 2009년에도 2008년도와 유사한 기온 분포를 보인다면, 이 모형에 의하면 말라리아 환자 수는 2008년과 비슷한 수준이거나 더 적게나올 것이라 예상된다. 3월 중 기상청에서 2009년 여름 예상 기온 자료가 발표되면, 2009년 온도 자료를 *P.Vivaxsim*에 사용하여 2009년도 지역별 환자 추이를 좀 더 정확히 예측해 볼 수 있다.

개발된 *P.Vivaxsim*의 정확한 예측 시뮬레이션과 효과적인 활용을 위해서는 모수의 특성별 심층 연구, 예를 들어 예방약을 지속적으로 군인에게 투여하였을 때 모기에서 사람으로의 감염률의 감소 정도 연구, 기피제를 사용한 경우 모기가 사람을 무는 확률(biting rate)의 변화 연구 등이 필요하다. 말라리아 수학적 모형에서 가장 큰 영향을 미치는 것은 모기임에도 불구하고 현재 수집되어 이 연구에 사용한 모기에 대한 자료는 주별 자료이고 채집지역도 전국을 대표할 수 없으므로 일별 시뮬레이션에 적용하여 예측하는 데에는 한계가 있다. 따라서 적어도 6월부터 9월 초순까지 일별로 동일 지역에서 모기 밀도뿐만 아니라 및 감염 모기 수의 조사가 꾸준히 이루어져야 할 것이다.

IV. 참고문헌

1. Richard J. Maude, The role of mathematical modelling in malaria elimination and eradication, Trans R soc Trop Med Hyg, 2009
2. David G. Regan, Modelling sexually transmitted infections, Trans R soc Trop Med Hyg, 102 : 207-208, 2008
3. George MacDonald, C.M.G., M.D., F.R.C.P., The epidemiology and Control of Malaria, London Oxford University Press, 1957
4. NA Tiburskaja, OS Vrublevskaia : The course of infection caused by the north Korean strain of P. vivax, 1977
5. Shigui Ruan, Dongmei Xiao, John C. Beier : On the Delayed Ross-Macdonald Model for Malaria Transmission, Mathematical Biology, vol. 70, No.4, 2008
6. Puntani Pongsumpun and I-Ming Tang: Mathematical Model for the transmission of Plasmodium Vivax Malaria, International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, vol 1, 2007
7. Hirofumi Ishikawa, Akira Ishii, Nobuhiko Nagai, Hiroshi Ohmae, Masakazu Harada, Setsuo Suguri, Judson Leagasia, A mathematical model for the transmission of Plasmodium vivax malaria, Parasitology International 52, 81~93, 2003
8. De Zoysa AP, Mendis C, Gamage-Mendis AC, Weerasinghe S, Herath PR, Mendis KN : A mathematical model for Plasmodium vivax malaria transmission : estimation of the impact of transmission-blocking immunity in an endemic area, Bull World Health Organ, 69(6) : 725~734, 1991

세계 말라리아의 날

World Malaria day - A Day to Act

4월 25일은 말라리아의 효과적인 통제(control)를 위한 전세계적인 노력을 기념하기 위해 제정된 ‘세계 말라리아의 날’이다. 올해 ‘세계 말라리아의 날’은 중요한 기로에서 있다고 할 수 있다. 반기문 유엔사무총장이 언급한 말라리아의 위협에서 모든 사람들에게 효과적인 치료와 보호를 제공하기 위한 2010 목표에 도달하기 위한 시간이 단 2년 밖에 남지 않았기 때문이다. 말라리아로 인한 영향을 감소시키기 위한 노력은 모든 유엔 회원 국가들의 동의 하에 밀레니엄 개발 목표(Millennium Development Goals ; MDGs) 달성을 위해 추진되고 있는 중요한 사업 중 하나이다. 이는 단지 질병 퇴치만을 위한 목표뿐만 아니라 여성과 아동의 권리와 건강, 그리고 극빈층을 감소시키고 교육에 대한 접근성을 향상시키는 등의 관련 목표들을 포함하고 있다.

말라리아 극복을 위해서는 각국의 지속적인 리더십과 책임감이 필수적이다. 이러한 목표달성을 위해 국가의 리더십과 책임은 필수적이다. 말라리아 퇴치(Roll Back Malaria ; 이하 RBM) 파트너십¹⁾은 이러한 국가들을 지원하기 위해 2008년 국제 말라리아 행동계획(Global Malaria Action Plan ; 이하 GMAP)을 개발하였다. GMAP에는 첫째, 전세계 말라리아 전망에 대한 포괄적인 개요, 둘째, 모든 말라리아 감염 위험 인구집단에 대해 효과적인 예방과 치료를 수행할 근거중심의 접근법, 마지막으로 2010년, 2015년 그리고 그 이후의 RBM 파트너십의 목표 달성을 위해 필요한 연간 재정 추계 등이 포함되어 있다. 또한 GMAP은 가까운 미래의 말라리아로 인한 질병부담의 실질적이고 지속적인 감소 뿐만 아니라 말라리아 박멸을 가능하게 할 수 있는 새로운 도구를 만나게 될 중장기적인 RBM 파트너십의 비전을 설명하고 있다.

GMAP의 주요 목표들은 다음과 같다.

- 최근 유엔사무총장이 언급한 2010년까지 말라리아 위험 인구집단에 대해 지역사회마다 적절한 중재 및 사례 관리 등의 보편적 적용(universal coverage)
- 2010년까지 전 세계 말라리아 감염전수를 2000년 수준의 50% 수준으로 감소시키고 2015년까지 75% 수준까지 감소
- 2010년까지 전 세계 말라리아 사망자 수를 2000년 수준의 50% 감소시키고 2015년까지 예방 가능한 사망자 수를 ‘0’에 가깝게 감소
- 2015년까지 8-10개국에서 말라리아를 퇴치하고, 이후 현재의 퇴치 전단계인 모든 국가가 퇴치국가가 되도록 함
- 장기적으로 말라리아 발생률을 ‘0’으로 감소시킴으로써 전 세계 말라리아 퇴치

본 원고는 The Global Malaria Action Plan과 www.rollbackmalaria.org/worldmaliaday의 내용 중 일부를 요약하여 정리한 것입니다.

1) RBM Partnership : 1998년 WHO(세계보건기구)의 주도로 UNICEF(유엔아동기금), UNDP(유엔개발계획), World Bank와 함께 말라리아에 대한 국제적 대응을 하기 위해 조직되었으며 2008년 현재 국가, 국제기구, 학교, NGO, 기업 및 개인으로 구성된 500여 파트너들이 포함되어 있다.

Current status of selected infectious diseases

1. Influenza, Republic of Korea, weeks ending April 18, 2009 (16th Week)

- 2009년도 제16주 인플루엔자의사환자 분율은 외래환자 1,000명당 8.53명으로 지난주와 비슷하며 유행 판단기준 (2.60/1,000명)을 초과하였음
- 2008-2009절기 들어 총 4,209주(A/H1N1형 3,215주, A/H3N2형 989주, B형 5주)의 인플루엔자 바이러스가 분리됨

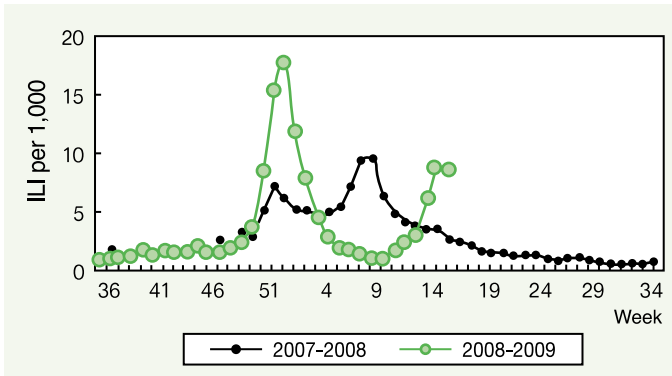


Figure 1. The weekly proportion of influenza-like illness visits per 1,000 patients, 2007-2008 season - 2008-2009 season

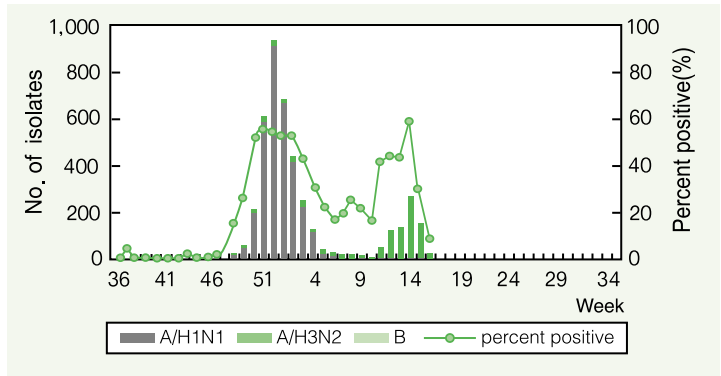


Figure 2. The number of influenza virus isolates, 2008-2009 season

2. Viral hepatitis A, Republic of Korea, weeks ending April 11, 2009 (15th Week)

- A형 간염은 2009년도 제15주에 기관당 3.8명으로 과거 3년간 평균(1.7명) 보다 높은 상태이며, 전년 동기간 대비 누계 보고건은 327% 증가를 보임
- 2009년도 제15주까지 지역별 분포는 인천(23.8명), 경기(18.5명), 서울(17.2명), 전북(15.5명) 순으로 서울, 인천 및 경기도가 전체 보고건의 83.7%를 차지함
- 2009년도 제15주까지 신고·보고된 A형 간염환자 총 2,594명 중 남자 1,616명 (62.3%), 여자 978명 (37.7%)이며, 연령별로는 30-39세(1,113명, 42.9%), 20-29세(932명, 35.9%), 40-49세(288명, 11.1%), 10-19세(186명, 7.2%)순으로 나타남

※ Case/sentinel = 신고 환자수/신고 참여 의료기관 수

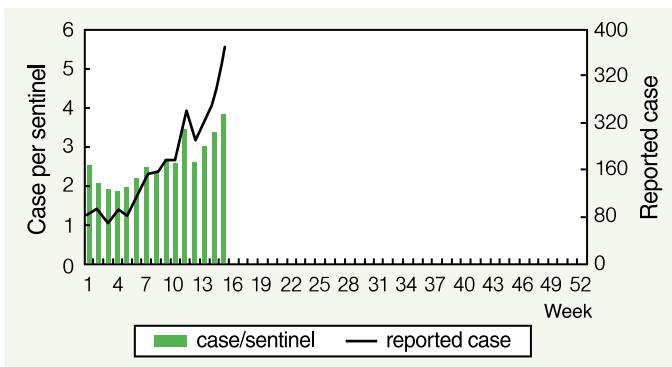


Figure 3. Viral hepatitis A status through NNDSS, 2009

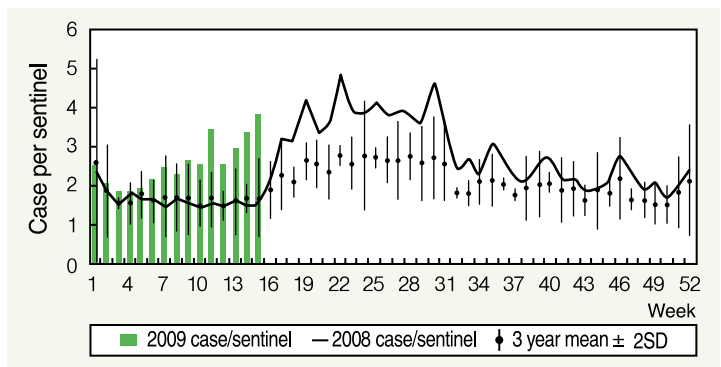


Figure 4. Viral hepatitis A status through NNDSS

Current status of hospital based Pneumonia and Influenza (P&I) mortality

1. Pneumonia and Influenza (P&I) mortality, Republic of Korea*, weeks ending April 11, 2009 (15th Week)

- 2009년도 제15주 병원기반 감시체계 참여병원의 전체 사망자중 폐렴 및 인플루엔자(사망진단서 기준) 사망률은 1.9%임
unit : reported case

15 th week	Age group (years)					
	All Ages	0-9	10-19	20-49	50-69	70≤
All Causes	268*	11	8	40	106	103
P&I†	5	0	1	0	2	2

* Mortality data in this table are voluntarily reported from 20 hospitals, which of total discharged patients in 15th week, 2009 are 14,167

A causes of death are defined from death certificates. Fetal deaths are not included.

† Pneumonia and influenza (KCD code J09-J18).

Table 1. Provisional cases of reported notifiable diseases– Republic of Korea,
week ending April 11, 2009 (15th Week)*

unit: reported case†

Disease ‡	Current week	Cum. 2009	5-year weekly average§	Total cases reported for previous years					Imported cases of current week : Country (reported case)
				2008	2007	2006	2005	2004	
Cholera	-	-	-	5	7	5	16	10	
Plague	-	-	-	-	-	-	-	-	
Typhoid fever	4	45	5	188	223	200	190	174	
Paratyphoid fever	-	9	1	44	45	50	31	45	
Shigellosis	-	35	3	209	131	389	317	487	
EHEC	1	4	-	58	41	37	43	118	
Diphtheria	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pertussis	-	10	-	9	14	17	11	6	
Tetanus	-	1	-	16	8	10	11	11	
Measles	5	12	1	2	194	28	7	11	
Mumps	114	1,008	62	4,542	4,557	2,089	1,863	1,744	
Rubella	-	10	1	30	35	18	12	15	
Poliomyelitis	-	-	-	-	-	-	-	-	
Japanese encephalitis	-	1	-	6	7	-	6	-	
Varicella	652	7,703	349	22,849	20,284	11,027	1,934	-	
Malaria	3	9	5	1,052	2,227	2,051	1,369	864	Nigeria(1), Malawi(1)
Scarlet fever	3	39	2	151	146	108	87	80	
Meningococcal meningitis	-	1	-	1	4	11	7	8	
Legionellosis	-	6	-	21	19	20	6	10	
Vibrio vulnificus sepsis	-	-	-	49	59	88	57	57	
Epidemic typhus	-	-	-	-	-	-	-	-	
Murine typhus	-	1	-	87	61	73	35	19	
Scrub typhus	5	84	1	6,057	6,022	6,480	6,780	4,698	
Leptospirosis	1	4	-	100	208	119	83	141	
Brucellosis	1	8	2	58	101	215	158	47	
Anthrax	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rabies	-	-	-	-	-	-	-	1	
HFRS	3	42	2	375	450	422	421	427	
Dengue fever	1	21	1	51	97	35	34	16	Philippines(1)
Leishmaniasis	-	-	-	-	-	-	-	1	
Babesiosis	-	-	-	-	-	-	1	-	
Cryptosporidiosis	-	-	-	-	-	-	1	-	
Botulism	-	-	-	-	-	1	-	4	
Q fever	-	8	-	19	12	6	-	-	
Tuberculosis	869	10,697	660	34,157	34,710	35,361	35,269	31,503	
HIV/AIDS	33	213	13	797	744	750	680	610	

-: No reported cases. N : Not notifiable. Cum: Cumulative counts of the year from 1st week to current week.

EHEC : Enterohemorrhagic *Escherichia coli*. HFRS : Hemorrhagic fever with renal syndrome.

* Incidence data for reporting years 2008 and 2009 are provisional, whereas data for 2004,2005,2006 and 2007 are finalized.

* Reported cases contain all case classifications (Confirmed, Suspected, Asymptomatic carrier) of the disease respectively.

† Excluding Hansen's disease and diseases reported through the Laboratory Surveillance System and Sentinel Surveillance System(Data for Sentinel Surveillance System are available in Table III) and no case reported since 2003(Yellow fever, Marburg fever, Ebola fever, Lassa fever, African Trypanosomiasis, Schistosomiasis, Yaws, Pinta, Smallpox, Severe Acute Respiratory Syndrome, Avian influenza infection and humans, Tularemia, and Newly emerging infectious disease syndrome)

§ Calculated by summing the incidence counts for the current week, the 2 weeks preceding the current week, and the 2 weeks following the current week, for a total of 5 preceding years.(In case of Varicella, used data for 3 years-2006,2007 and 2008, because of being designated as of July 13, 2005)

‡ HIV/AIDS is infected cases but not disease cases.

Table 2. Provisional cases of selected notifiable diseases, Republic of Korea, weeks ending April 11, 2009 (15th Week)*

unit: reported case†

Reporting area	Cholera		Typhoid fever		Paratyphoid fever		Shigellosis		Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i>		Pertussis		Tetanus		Measles		Mumps											
	Current week	Cum. 2009 average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]	Current week	Cum. 5-year average [§]										
Total	-	-	4	45	54	-	9	13	-	35	51	1	4	3	-	10	2	-	1	1	5	12	1	114	1,008	452		
Seoul	-	-	-	8	10	-	2	3	-	5	5	-	-	-	1	-	2	1	-	-	-	1	-	-	17	142	60	
Busan	-	-	2	7	7	-	-	1	-	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1	41	20	
Daegu	-	-	-	1	2	-	1	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	71	91	
Incheon	-	-	1	1	2	-	1	-	-	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	24	264	43	
Gwangju	-	-	-	-	2	-	2	1	-	1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	2	10	6	
Daejeon	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8	4	
Ulsan	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	18	23	
Gyeonggi	-	-	-	11	12	-	2	3	-	9	10	-	-	1	-	2	1	-	-	-	1	3	1	3	1	37	301	95
Gangwon	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	37	22	
Chungbuk	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	32	35	
hungnam	-	-	-	3	3	-	1	-	-	2	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	16	13	
Jeonbuk	-	-	-	1	1	-	-	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	7	5	
Jeonnam	-	-	-	-	2	-	-	1	-	1	7	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	1	10	6	
Gyeongbuk	-	-	-	2	3	-	-	1	-	2	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	6	33	14	
Gyeongnam	-	-	1	8	4	-	-	1	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	2	17	10	
Jeju	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	5	

-: No reported cases. Cum: Cumulative counts of the year from 1st week to current week.

* Incidence data for reporting years 2008 and 2009 are provisional, whereas data for 2004, 2005, 2006, and 2007 are finalized.

† Reported cases contain all case classifications (Confirmed, Suspected, Asymptomatic carrier) of the disease, respectively.

‡ Calculated by averaging the cumulative counts from 1st week to current week, for a total of 5 preceding years.

Table 2. (Continued) Provisional cases of selected notifiable diseases, Republic of Korea, weeks ending April 11, 2009 (15th Week)*

unit: reported case†

Reporting area	Rubella		Japanese encephalitis		Varicella		Malaria		Scarlet fever		Meningococcal meningitis		Legionellosis		<i>Vibrio vulnificus</i> sepsis		Murine typhus	
	Current week	Cum. 2009 average‡	Current week	Cum. 5-year average§	Current week	Cum. 5-year average§	Current week	Cum. 2009 average§	Current week	Cum. 5-year average§	Current week	Cum. 2009 average§	Current week	Cum. 5-year average§	Current week	Cum. 5-year average§	Current week	Cum. 5-year average§
Total	- 10	6	- 1	-	652 7,703	4,078	3 9	36	3 39	33	- 1	2	- 6	3	-	-	- 1	1
Seoul	-	1	-	-	58 721	346	1 3	6	- 3	5	- 1	-	- 3	2	-	-	-	-
Busan	-	-	-	-	83 946	476	1 1	2	1 6	6	-	-	-	-	-	-	1	-
Daegu	- 2	1	-	-	45 651	286	-	-	1 6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Incheon	-	1	-	-	48 592	374	- 1	6	- 1	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Gwangju	-	-	-	-	13 103	51	-	-	- 6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Daejeon	-	-	-	-	14 222	54	-	-	- 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ulsan	-	-	-	-	39 354	183	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyeonggi	- 5	1	- 1	-	126 1,607	1,004	1 3	14	- 2	3	- 1	1	- 2	1	-	-	-	1
Gangwon	-	-	-	-	74 773	472	-	3	-	-	-	-	- 1	-	-	-	-	-
Chungbuk	-	-	-	-	25 265	100	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chungnam	-	-	-	-	17 84	38	-	1	- 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jeonbuk	- 2	-	-	-	5 108	153	-	-	- 1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Jeonnam	-	-	-	-	23 217	118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyeongbuk	- 1	1	-	-	26 372	170	-	1	1 6	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyeongnam	-	1	-	-	15 331	95	- 1	1	- 1	3	-	1	-	-	-	-	-	-
Jeju	-	-	-	-	41 357	158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
unknown	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- : No reported cases. Cum: Cumulative counts of the year from 1st week to current week.

* Incidence data for reporting years 2008 and 2009 are provisional, whereas data for 2004, 2005, 2006, and 2007 are finalized.

† Reported cases contain all case classifications (Confirmed, Suspected, Asymptomatic carrier) of the disease, respectively.

‡ Calculated by averaging the cumulative counts from 1st week to current week, for a total of 5 preceding years. (In case of Varicella, used data for 3 years - 2006, 2007 and 2008, because of being designated as of July 13, 2005)

Table 2. (Continued) Provisional cases of selected notifiable diseases, Republic of Korea, weeks ending April 11, 2009 (15th Week)*

unit: reported case†

Reporting area	Scrub typhus			Leptospirosis			Brucellosis			Rabies			Hemorrhagic fever with renal syndrome			Dengue fever			Q fever			Tuberculosis		
	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡	Current week	Cum. 2009	Cum. 5-year average‡
Total	5	84	29	1	4	3	1	8	27	-	-	-	3	42	52	1	21	5	-	8	4	869	10,697	9,159
Seoul	-	10	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6	-	5	1	-	-	-	203	2,877	2,594
Busan	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	1	1	1	-	-	-	95	1,018	960
Daegu	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	-	1	74	782	412
Incheon	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	3	-	-	1	-	27	454	384
Gwangju	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	36	314	223
Daejeon	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	15	418	212
Ulsan	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	209	159
Gyeonggi	1	13	3	-	1	2	-	2	2	-	-	-	1	17	13	-	8	2	-	6	2	170	1,491	1,427
Gangwon	1	3	1	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-	1	-	28	467	421
Chungbuk	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	21	257	200
Chungnam	2	9	4	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	3	7	-	1	-	-	-	-	37	359	328
Jeonbuk	-	21	4	-	1	-	-	1	2	-	-	-	-	5	4	-	-	-	-	-	-	32	473	406
Jeonnam	-	7	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	27	378	332
Gyeongbuk	-	5	1	1	1	-	1	1	9	-	-	-	1	2	4	-	-	-	-	-	-	25	427	424
Gyeongnam	1	5	3	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	2	-	2	-	-	-	1	55	683	592
Jeju	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	90	85

- : No reported cases. Cum: Cumulative counts of the year from 1st week to current week.

* Incidence data for reporting years 2009 are provisional, whereas data for 2004, 2005, 2006, 2007 and 2008 are finalized.

† Reported cases contain all case classifications (Confirmed, Suspected, Asymptomatic carrier) of the disease, respectively.

‡ Calculated by averaging the cumulative counts from 1st week to current week, for a total of 5 preceding years.

Table 3. Provisional cases of selected sentinel surveillance diseases, Republic of Korea, weeks ending April 11, 2009 (15th Week)*

unit : case†/sentinel

	Viral hepatitis						Sexually Transmitted Infections											
	Hepatitis A			Acute hepatitis B			1-2stage Syphilis			Gonorrhea			Chlamydia			Genital herpes		
	Current week	Cum, 2009	Cum, 5 year average [§]	Current week	Cum, 2009	Cum, 5 year average [§]	Current week	Cum, 2009	Cum, 5 year average [§]	Current week	Cum, 2009 ⁸	Cum, 5 year average [§]	Current week	Cum, 2009	Cum, 5 year average [§]	Current week	Cum, 2009	Cum, 5 year average [§]
Total	3.8	14.3	4.3	3.5	8.0	5.2	1.3	3.4	3.0	2.1	5.5	9.2	2.5	8.5	13.7	1.7	8.4	7.5

-: No reported cases. Cum: Cumulative counts of the year from 1st week to current week.

* Incidence data for reporting years 2008 and 2009 are provisional.

† Reported cases contains all case classifications (Confirmed, Suspected, Asymptomatic carrier) of the disease, respectively.

‡ Calculated by averaging the cumulative counts from 1st week to current week, for a total of 5 preceding years.

주요통계 이해하기

〈Table 1〉은 주요 법정전염병의 지난 5년간 발생과 해당 주의 발생 현황을 비교한 표로, 「Current week」는 해당 주의 보고 건수를 나타내며, 「Cum. 2008」은 2008년 1주부터 해당 주까지의 누계 건수, 그리고 「5-year weekly average」는 지난 5년(2003-2007년)의 해당 주의 보고 건수와, 이전 2주, 이후 2주 동안의 보고 건수(총 25주) 평균으로 계산된다. 그러므로 「Current week」와 「5-year weekly average」에서의 보고 건수를 비교하면 주 단위로 해당 시점에서의 보고 수준을 예년의 보고 수준과 비교해 볼 수 있다. 「Total cases reported for previous years」는 지난 5년간 해당 전염병의 보고 총수를 나타내는 확정 통계이며 연도별 보고 건수 현황을 비교해 볼 수 있다.

예) 2008년 12주의 「5-year weekly average(5년간 주 평균)」는 2003년부터 2007년의 10주부터 14주까지의 보고 건수를 총 25주로 나눈 값으로 구해진다.

$$* 5\text{-year weekly average}(5\text{년 주 평균}) = (X_1 + X_2 + \dots + X_{25})/25$$

	10주	11주	12주	13주	14주
			해당 주		
2008년					
2007년	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
2006년	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
2005년	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
2004년	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀
2003년	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅

〈Table 2〉는 16개 시·도 별로 구분한 법정전염병 보고 현황을 보여주고 있으며, 각 전염병별로 「Cum. 5-year average」와 「Cum. 2008」을 비교해보면 최근까지의 누적 보고 건수에 대한 이전 5년 동안 해당 주까지의 평균 보고 건수와 비교가 가능하다.

「Cum. 5-year average」는 지난 5년(2003-2007년)동안의 동기간 보고 누계 평균으로 계산된다.

〈Table 3〉은 주요 표본감시대상 전염병에 대한 보고 현황을 보여주는데, 각 열의 지표가 갖는 의미는 〈Table 2〉와 같으며, 표본감시대상 전염병 통계산출 단위인 「case/sentinel (기관당 보고 건수)」은 전염병별 주간 보고 건수를 신고에 참여한 의료기관수로 나눈 값으로 계산되며 표본감시전염병들의 최근 발생 양상을 신속하게 파악하는데 도움이 된다.

PUBLIC HEALTH WEEKLY REPORT, KCDC

「주간건강과질병」은 질병관리본부가 보유한 각종 감시 및 조사사업, 연구자료에 대한 종합, 분석을 통하여 근거에 기반한 질병과 건강 관련 정보를 제공하고자 최선을 다하고 있습니다.

「주간건강과질병」에서 제공되는 전염병통계는 전염병예방법에 의거하여 국가전염병감시체계를 통해 신고된 자료를 기초로 집계된 것이며, 당해년도 자료는 의사환자 단계에서 신고된 후 확진결과가 나오거나 다른 병으로 확인되는 경우 수정되므로 변동 가능한 잠정 통계입니다.

동 간행물은 인터넷(<http://www.cdc.go.kr/phwr>)에 주간단위로 게시되며 이메일을 통해 정기적인 구독을 원하시는 분은 phwr@cdc.go.kr로 신청하여 주시기 바랍니다.

「주간건강과질병」에 대하여 궁금하신 사항은 phwr@cdc.go.kr로 문의하여 주시기 바랍니다.



창 간 • 2008년 4월 4일

발 행 • 2009년 4월 24일

발 행 인 • 이종구

편 집 인 • 김형래, 전병율, 유병희, 오희복, 이주실, 박현영, 한복기

편집위원 • 강영아, 강 춘, 고운영, 권준욱, 김성수, 김영택, 김은진, 김진석, 김현영, 문진웅, 박상익, 박혜경, 이복권, 송지현, 신영림, 심수경, 유정희, 이동한, 이상원, 이연경, 이원자, 이혜경, 정경태, 주 혁, 조미은, 최우영 (가나다순)

편 집 • 질병관리본부 전염병대응센터 전염병감시팀 서울특별시 은평구 통일로 194 (우) 122-701
전화 02)380-2657 • 팩스 02)357-6108 • <http://www.cdc.go.kr/phwr>