

국내 서식 감염병 매개체의 생태학적 특성과 현황

이 동 규 | 고신대학교 보건환경학부

Ecological characteristics and current status of infectious disease vectors in South Korea

Dong-Kyu Lee, PhD

School of Health & Environment, Kosin University, Busan, Korea

In light of global climate change, the seasonal and geographical distribution of vector species, especially mosquitoes, chigger mites, and ticks, are of great importance for human beings residing in rural and urban environments. A total of 12 species belonging to 4 genera have been identified as vector mosquitoes in the Republic of Korea. The most common of the 56 mosquito species in this country from 2013 through 2015 was found to be a malaria vector, *Anopheles sinensis* s.l. (species ratio [SR] 52%); followed by a potential vector of West Nile virus, *Aedes vexans nipponii* (SR 38%); a Japanese encephalitis vector, *Culex tritaeniorhynchus* (SR 6%); a West Nile virus vector, *Culex pipiens* (SR 3%); and a dengue and Zika virus vector, *Ae. albopictus* (SR 0.3%). Of the scrub typhus vectors, *Leptotrombidium scutellare* is the predominant chigger mite in Gyeongnam province and Jeju island, whereas *L. pallidum* is the predominant species in other areas of Korea. Ticks were found to be prevalent in most environmental conditions, and high levels of their activity were consistently observed from May to September. *Haemaphysalis* species of ticks were mostly collected in grasslands, whereas *Ixodes* species were frequently found in coniferous forests. *Haemaphysalis longicornis*, known as the main vector of severe fever with thrombocytopenia syndrome, was the predominant species and was widely distributed throughout the country.

Key Words: Vector; Communicable diseases; Culicidae; Trombiculidae; Ticks

서론

최근 기후변화 및 개발 등으로 인한 환경변화로, 기존의 질병뿐만 아니라 신종 감염병이 세계적으로 출현하고 있고, 이러한 감염병이 인적 물적 교류를 통해 빠른 시일 내에 전

세계로 쉽게 전파되는 현상이 빈번해지고 있다. 이와 동시에 기후와 환경변화에 민감하게 반응하는 곤충과 진드기류에 의한 감염병들이 지구온난화와 맞물려 증가하고 확산되는 경향이 나타나고 있다. 장기간에 걸친 지구온난화는 지구 생태계에 영향을 주어 지역적으로 생물의 종과 개체수를 변화시켜 감염병 전반에 영향을 미치고, 모기, 진드기와 같은 감염병 매개체의 분포와 활동시기에 직접적인 영향을 준다 [1]. 질병관리본부의 자료에 의하면, 우리나라도 예외는 아니어서 질병 매개체 전파질환의 지속적인 발생 및 증가 추세에 있으며, 해외로부터 새로운 감염병 유입에 위협을 받고 있다(Table 1) [2-4].

Received: April 11, 2017 Accepted: April 27, 2017

Corresponding author: Dong-Kyu Lee
E-mail: leedk@kosin.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Table 1. Reported cases of national infectious diseases from vectors in the Republic of Korea from 2007 through 2016 [2-4]

Classification of disease	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Malaria	2,227	1,052	1,345	1,772	826	542	445	638	699	673
Japanese encephalitis	7	6	6	26	3	20	14	26	40	28
Dengue fever	97	51	59	125	72	149	252	165	255	314
Chikungunya fever	-	-	-	-	0	0	2	1	2	10
West Nile fever	-	-	-	-	0	1	0	0	0	0
Zika virus infection	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Scrub typhus	6,022	6,057	4,995	5,671	5,151	8,604	10,365	8,130	9,513	11,107
Lyme borreliosis	-	-	-	-	2	3	11	13	9	27
SFTS	-	-	-	-	-	-	36	55	79	165
Q fever	12	19	14	13	8	10	11	8	27	85

SFTS, severe fever with thrombocytopenia syndrome.

우리나라는 1979년 세계보건기구에 의해 공식적으로 malaria free 지역으로 선언되었으나, 1993년에 재출현하기 시작하여 현재까지 지속적으로 발생하고 있어 다시 토착화가 우려되고 있다. 일본뇌염은 1982년의 대유행 이래 환자 발생이 급감하였으나 근절되지 않다가 최근 다시 증가 추세에 있다(Table 1) [2-4]. 이 밖에 해외로부터 감염되어 유입되는 뎅기열 케이스가 매년 증가하고 있고, 현재 세계적으로 문제가 되고 있는 이집트숲모기(*Aedes aegypti* [Linnaeus])와 흰줄숲모기(*Ae. albopictus* [Skuse])에 의한 지카바이러스 감염증 환자의 첫 유입 사례로 2016년에 16케이스가 보고되었다[4]. 또한, 미국 전역과 캐나다에서 유행하고 있는 빨간집모기(*Culex pipiens* complex)에 의한 웨스트나일열(West Nile fever)의 국내 유입도 우려되고 있는 상황이다. 이뿐만 아니라, 2004년부터 킬링드리에 의한 쓰쓰가무시증 케이스가 급증하고 있고, 참진드기에 의한 라임병, 큐열, 일본홍반열, 중증열성혈소판감소증후군이 새롭게 발생하여 해가 갈수록 점차 증가 추세에 있다[4].

국내에서 발생하고 있는 모기 종류는 9속 56종이 기록되어 있는데 근래에 해외에서 유입된 새로운 모기종은 발견되지 않았다. 국내 모기종 중에 국내에 감염병을 매개하고 있거나 해외유입 감염병을 매개할 수 있는 모기 종류는 현재 14종으로 알려져 있다. 본 특집에서는 이러한 감염병을 전파하는 주요 매개모기와 진드기류의 생태학적 특성과 국내 서식 현황에 대해서 기술하고자 한다.

얼룩날개모기

전 세계의 말라리아는 얼룩날개모기속(*Anopheles*)의 모기종에 의해 감염되는데, 국내의 얼룩날개모기속에 속한 종류는 8종이 있다. 이 중에 국내의 삼일열말라리아 원충을 보유하고 있는 것이 확인된 종은 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis* Wiedemann), 잿빛얼룩날개모기(*An. pullus* Yamada), 레스터얼룩날개모기(*An. lesteri* Baisas et Hu), 클레인얼룩날개모기(*An. kleini* Rueda), 벨렌얼룩날개모기(*An. belenrae* Rueda), 가중국얼룩날개모기(*An. sineroides* Yamada) 등 6종이다[5]. 이 중에 국내에서 전국적으로 가장 많이 발생하는 종은 중국얼룩날개모기이다. 한국얼룩날개모기(*An. koreicus* Yamada et Watanabe)와 일본얼룩날개모기(*An. lindesayi japonicus* Yamada) 2종은 아직 원충감염이 확인된 바 없는데, 이러한 이유는 이 두 종이 발생밀도가 낮으니까 주로 깊은 숲 속이나 산간에 서식하여 인체흡혈의 기회가 매우 낮아 원충감염의 기회가 거의 없기 때문으로 추정된다.

질병관리본부에서 일본뇌염 예측사업의 일환으로 매년 조사한 전국 모기 발생현황을 보면, 얼룩날개모기류는 전국적으로 분포하며 국내의 다른 모기종에 비해 가장 높은 발생도를 보여서 국내 발생 모기종 가운데 매년 50-60%를 차지하고 있다(Table 2) [6-9]. 이러한 이유는 얼룩날개모기의 유충이 주로 논, 관개수로, 늪, 개울 등 맑고 넓은 발생원에서 서식할 뿐만 아니라 빗물 고인 웅덩이처럼 소규모인 경우에도 발생하는 데 이는 수질이 비교적 깨끗한 곳에 산란하는 습성을 주요 원

Table 2. Species and number of nocturnal mosquitoes collected with black light traps at 28 to 40 sites in 10 locations of the Republic of Korea from April through October (mean number/trap/night) [6-9]

Species	No. of mosquitoes (%)			
	2011	2013	2014	2015
<i>Anopheles</i> spp.	344.4 (60.4)	739.2 (49.9)	1,364.1 (53.6)	557.2 (52.8)
<i>Aedes vexans</i>	128.5 (22.5)	537.3 (36.3)	1,008.5 (39.6)	389.2 (36.9)
<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	66.1 (11.6)	131.4 (8.9)	92.9 (3.7)	64.8 (6.1)
<i>Cx. pipiens</i>	22.0 (3.9)	51.4 (3.5)	66.7 (2.6)	34.4 (3.3)
<i>Armigeres subalbatus</i>	7.9 (1.4)	14.2 (1.0)	9.5 (0.4)	7.1 (0.7)
<i>Ochlerotatus dorsalis</i>	<0.1 (<0.1)	6.0 (0.4)	3.2 (0.1)	0.6 (0.1)
<i>Cx. orientalis</i>	1.1 (0.2)	1.0 (0.1)	1.3 (0.1)	0.9 (0.1)
<i>Cx. bitaeniorhynchus</i>	0.3 (0.1)	0.6 (<0.1)	0.5 (<0.1)	0.4 (<0.1)
Total	570.3 (100.0)	1,481.1 (100.0)	2,546.7 (100.0)	1,054.6 (100.0)

인으로 보고 있다[10]. 이러한 이유로 하계에 도시보다 논이 있는 도시근교나 농촌에서 가장 많이 발생하고 있다.

얼룩날개모기류의 전국 연도별 발생현황을 보면, 2011년에 비해 최근에 급격히 증가하여 2013년부터 2015년까지 1.6~4.0배 증가하였다(Table 2) [6-9]. 이는 기온의 상승과 강수량에 크게 영향을 받은 결과로 추정된다. 계절적 발생은 이른 봄부터 출현하여 가을까지 계속 발생하는데, 일반적으로 7월 또는 8월에 피크를 나타낸다[9,11,12]. 흡혈습성은 사람보다는 대동물기호성으로 소, 말, 돼지 등 가축을 주로 흡혈하나, 발생밀도가 높아 인체흡혈 모기의 수도 적지 않아서 말라리아 매개체의 역할을 한다. 주 흡혈활동 시간은 어두워지는 저녁부터 일출 전까지 전 야간을 통해 흡혈하며, 특히 새벽 2~4시에 피크를 이룬다. 월동은 성충으로 하며, 두터운 갈대, 억새 등을 포함한 우거진 수풀, 벼짚단 등에서 월동한다. 월동기간은 보통 10월부터 다음 해 4월까지이나 3월 중에도 온도가 높은 날이 몇 일간 지속되면 동면에서 깨어 활동한다. 얼룩날개모기는 야간 흡혈성이나 동면에서 깨어나온 초기에는 밤 기온이 낮기 때문에 상당기간 낮에 흡혈활동을 한다[13].

작은빨간집모기

일본뇌염을 매개하는 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus* Giles)는 동북 및 동남 아시아 지역에 분포하고 얼룩

날개모기와 더불어 전국적으로 발생하며, 특히 얼룩날개모기와 함께 농촌에서 비교적 높은 개체군 밀도를 보여서 국내 발생 모기종 가운데 평균 7%를 차지하고 있다(Table 2) [6-9]. 이러한 이유는 작은빨간집모기 유충의 서식처가 얼룩날개모기와 같이 주로 논, 관개수로, 늪 등의 깨끗하고 넓은 발생원에 산란하는 습성을 주요원인으로 보고 있다.

전국의 연도별 발생현황을 보면, 당해 기온과 강수량 및 강우의 형태에 따라 모기발생 밀도에 영향을 주는데, 2011년에 비해 최근에 다소 증가하여 2013년부터 2015년까지 평균 1.5배 증가하였다(Table 2) [6-9]. 이는 최근에 기온의 상승, 강수량의 증가, 빈번한 강수로 인한 생육의 호조건 때문으로 추정된다. 그러나 폭우성 강우가 잦은 하계절에는 논이 범람을 가져와 유충과 알이 유실되는 경우, 또는 가뭄이 지속될 때 논이 마르는 경우에는 논에 서식하는 모기종의 개체수가 감소하는 결과를 가져온다.

작은빨간집모기는 성충으로 월동하는데 남부지역의 기온이 상승하는 4월 초순부터 월동모기가 나타나기 시작하다가 5월 하순경에 증가하기 시작하여 전국적으로 발생한다. 이 종의 발생밀도는 7~9월에 높는데, 10여년 전까지는 7월 하순부터 8월 초순에 최대 발생을 보였고 9월 중순에 감소하였으나[10,11], 최근에는 8월 이후 기온상승의 연장으로 인해 9월 중순이 최대 발생시기로 변화하였다[7-9]. 발생밀도는 국내 타 지역보다 남부지역이 매년 가장 높게 나타난다. 흡혈습성은 조류와 가축이 높으며 인체 흡혈률은 약 5% 정도이다. 주 흡혈활동 시간은 초저녁 시간인 18:30~20:30이었다가 심야로 갈수록 활동성이 감소한다[10]. 작은빨간집모기의 분산활동은 발생장소로부터 반경 2 km 이내에서 모기의 78%가 활동하고, 2~4 km 지점에서 12%가 활동한다[14]. 일본뇌염 바이러스는 작은빨간집모기 외에 국내에 서식하는 빨간집모기(*Cx. pipiens* complex)와 동양집모기(*Cx. orientalis* Edwards)에서도 보유가 확인되었으나 감염에 이를 수 있는지는 미지수이며 확인된 바는 없다[10,15].

Table 3. Species and number of diurnal mosquitoes collected at two sites with BioGents Sentinel traps from April through October in Busan (mean number/trap/night) [22,29]

Species	No. of mosquitoes (%)			
	2013	2014	2015	2016
<i>Aedes albopictus</i>	2.1 (48.8)	1.6 (25.4)	6.6 (47.5)	6.9 (50.4)
<i>Ochlerotatus togai</i>	1.9 (44.2)	4.4 (69.8)	5.9 (42.5)	5.3 (38.7)
<i>Oc. koreicus</i>	0.3 (7.0)	0.3 (4.8)	1.4 (10.1)	1.5 (11.0)
Total	4.3 (100.0)	6.3 (100.0)	13.9 (100.0)	13.7 (100.0)

빨간집모기군

빨간집모기군(*Cx. pipiens* complex)은 도시에서 가장 많이 발생하는 모기종으로, 서울의 경우 전체 채집 모기종의 83%를 차지하고 있으며[16], 1999년부터 현재에 이르기까지 온대지역인 미국의 대부분 지역과 캐나다 남부에서 발생하는 West Nile virus (WNV)를 매개하는 주요 매개종이다[17]. 따라서 향후 국내에 WNV 유입을 대비하여 주시하여야 할 매개체이며, 도시의 주요 발생 모기로 인해 전국 보건소에서 역점적인 방제 대상이 되고 있는 모기종이다. 전국의 연도별 빨간집모기의 발생밀도를 보면, 2011년에 비해 2013년부터 2015년까지 1.6–3.0배 증가하였다(Table 2) [6–9]. 국내의 빨간집모기군은 빨간집모기(*Cx. pipiens pallens* Coquillett)만이 기록되어 있다가 1989년에 Shim 등[18]과 1992년 Lee와 Lee [19]에 의해 각각 서울과 부산의 대형건물 지하실에서 지하집모기(*Cx. pipiens molestus* Forskal)가 채집됨에 따라 현재 2개 아종이 국내에 존재함이 밝혀졌다.

빨간집모기의 주요 산란장소는 다른 모기종에 비해 다양하나 유기물질이 풍부한 정화조, 하수도, 하수물이 섞인 저습지, 개천, 물웅덩이, 배수지 등에서 많은 수가 발생하며 [10,20], 그밖에 방화수, 폐용기, 지하실, 지하철, 하수종말처리장, 보일러실의 폐수탱크 및 건물의 저수조 등의 물이 고여있는 곳에도 산란한다[21]. 따라서 빨간집모기는 인구밀도가 높은 도시에서 높은 발생밀도를 보이고 있으며, 도시 열섬현상으로 인해 도심에서는 타 모기종에 비해 활동기간이 길어서 4월 초순부터 10월 하순까지 활동을 하며 실내에서는 11월에도 흡혈하는 경우가 있다[22]. 국내에서 빨간

집모기의 고밀도발생을 보이는 시기는 7월부터 9월 초순까지로 나타나고 있다[22].

지하집모기는 최초 산란의 경우에 무흡혈산란이 가능한 모기로, 빨간집모기 성충이 지하 구조물에서 월동한 후 오랜 기간 동안 계속 남아 번식한 종이며, 빨간집모기에

비해 복안의 날안 수가 적고 숫컷 생식기의 일부 형태가 약간 다를 뿐이다. 지하집모기는 도시화의 진행과 난방시설의 확충에 의해 건물 지하의 집수시설이 증가함에 따라 주로 지하구조물에서 발생하며, 겨울에도 성충뿐만 아니라 유충도 많이 발견되고 있다[19,20,23]. 그러나 지하집모기는 지상의 외부공간에서도 발견되고[24], 건물 밖에서 주로 발생하는 빨간집모기도 지하구조물 내에서 발견되어[23,25], 빨간집모기와 지하집모기가 혼재되어 발생하는 현상을 보이고 있다. 빨간집모기의 흡혈습성은 기본적으로 조류기호성(algophagous)이 크나 인축 흡혈성도 강하고 파충류도 흡혈한다[10]. 빨간집모기의 분산거리는 36시간 내에 0.8 km까지 비행하고 이후 5.5 km까지 비행할 수 있으나, 도심에서는 흡혈원이 되는 인구의 주거밀도가 높아 대부분 발생원 주위에서 자주 발견된다.

흰줄숲모기

국내 서식 숲모기속(*Aedes* & *Ochlerotatus*)에는 18종이 기록되어 있는데, 이 중에 흰줄숲모기(*Ae. albopictus*)는 낮에 활동하는 주행성 모기로 아침부터 해질녘의 저녁시간까지 활동하며, 전국의 야산과 도시 내 녹지인 공원, 풀숲, 고궁, 공원 등지에서 많이 발견된다. 흰줄숲모기는 이집트숲모기처럼 여러 종류의 바이러스성 감염병을 전파할 수 있는 종으로, 뎅기바이러스, 지카바이러스, 치쿤구니아바이러스를 매개한다. 이 바이러스들의 주 매개체는 국내에 없는 이집트숲모기(*Ae. aegypti*)이고, 흰줄숲모기는 그 다음으로 중요한 매개체로 알려져 있으며 공격성과 인체흡혈성이 강하다[26,27]. 2014년

8월부터 10월까지 일본 도쿄에서 흰줄숲모기에 의한 160케이스의 자국 내 Dengue 환자 발생하였는데, 이 중 134케이스는 흰줄숲모기가 많아 한 사람당 8분간 평균 7.1마리가 흡혈을 시도한 요요기 공원을 산책하던 시민들이었다[28]. 그러나 흰줄숲모기는 성충으로 월동하지 못하므로 그 다음 해까지 Dengue 바이러스 감염 모기가 이어지지는 않았다. 국내에서도 해외에서 감염된 환자로 인한 자국 내 Dengue 바이러스 전파가 가능할 것으로 예상된다.

국내의 흰줄숲모기의 발생밀도는 숲모기 중에 금빛숲모기(*Ae. vexans nipponii* [Theobald]) 다음으로 높으나, 좁은 활동범위의 특성으로 같은 지역이라도 장소에 따라 편차가 심하다. 부산에서 조사한 흰줄숲모기의 연도별 발생밀도를 보면, 2013년에 비해 2016년이 3.3배의 높은 발생률을 보였는데(Table 3) [22,29], 이는 기후변화뿐만 아니라 사람들의 야외활동의 증가에 따른 인위적인 산란처 증가가 주요 원인인 것으로 추정된다. 흰줄숲모기는 성충으로 월동하는 얼룩날개모기속(*Anopheles*) 및 집모기속(*Culex*)의 종류와 달리 알로 월동을 하고, 3월 말경부터 부화하여 유충으로 있다가 5월 하순부터 성충이 발견되고, 7월부터 9월까지 높은 발생밀도를 보이며, 낮 기온이 13°C 이상인 10월까지 흡혈활동을 한다[22,26]. 흰줄숲모기는 발생처에서 멀리 분산하는 종류가 아니어서 최대 반경 430 m 이내에서 활동한다[26]. 산란은 숲속의 고목의 구멍, 대나무 구멍, 굴곡진 나뭇잎 등의 자연적으로 형성된 소형의 빗물 고인 곳과, 인가와 숲 주위의 폐용기, 페타이어, 화분, 양동이, 캔, 배수로, 애완동물 물그릇, 페비닐 등의 다양한 인공용기 내의 고인 물에 한다. 인체흡혈 기호성과 더불어 이러한 좁은 활동영역과 산란장소의 특성으로 인해 발생밀도는 같은 지역 내에서도 환경에 따라 편차가 심하며, 특히 사람들이 주로 다니는 공원과 폐용기나 페타이어가 많은 인가 주위에서 많이 발견된다.

숲모기류는 밤에 활동하는 얼룩날개모기(*Anopheles* spp.)와 집모기류(*Culex* spp.)와 달리 대부분 주간 활동성인데, 흰줄숲모기는 특히 오전 시간대와 오후 4시 이후부터 해가 질 때까지 활발한 흡혈활동을 하고 야간에는 휴식하는 종으로, 다른 모기종과 달리 지상과 가까운 낮은 높이

로 비행하고 바람에 약하여 풍속이 낮을 때 주로 활동하는 것이 특징이다[26,27]. 흰줄숲모기는 원래 아시아에만 있었던 모기종이었으나, 1985년 일본에서 미국으로 운반된 알과 유충이 들어있는 중고타이어를 수입하면서 미국 전역으로 퍼졌고, 다시 이 타이어들은 남미와 유럽으로 재운송하는 과정에서 중남미와 유럽에도 유입되어 전세계적으로 발생하고 있다[27].

금빛숲모기

금빛숲모기(*Ae. vexans* [Meigen])는 전세계 대부분의 지역에 분포하는데, *Ae. vexans nipponii*는 북부에 위치한 비늘 차이에 의한 아종으로 한국을 비롯한 동북아시아에 서식하고 있다[30]. 금빛숲모기는 산란장소가 다양하여 전국에서 얼룩날개모기 다음으로 많이 발생하는 모기이며, WNV를 매개하는 모기종 중 한 종류이다[17]. 연도별 금빛숲모기의 발생밀도를 보면, 2011년에 비해 2013년부터 2015년까지 3.0–7.8배 증가하였다(Table 2) [6–9]. 유충은 물웅덩이, 논, 관개수로, 못, 저습지 등의 비교적 깨끗한 물과 염분이 있는 물에서도 발견되며, 특히 강 유역의 범람이나 홍수 이후에 조성된 물웅덩이에 대량으로 발생한다[10,30]. 금빛숲모기는 전형적인 더운 여름철 모기로 30°C의 물을 선호하며 이런 고온에서는 알에서 성충까지 불과 1주일 밖에 걸리지 않는다[30]. 암컷 성충은 다른 모기종과 달리 주야간 모두 활동하며 야간의 불빛에도 유인되고, 유충 서식처에서 발생한 많은 수의 암컷성충이 15–24 km의 장거리를 이동하여 주택가, 정원, 공원 등지에서 사람들을 공격하는 경우가 흔히 있다[26,30]. 금빛숲모기는 특정동물 선호성이 없이 각종 포유류와 조류를 흡혈하는 종류이며, 다양한 종류의 arbovirus가 발견되는데, 북미지역에서는 서부말뇌염, 동부말뇌염, 캘리포니아뇌염 그리고 유럽에서는 타히나 바이러스(*Tahyna virus*)를 매개하는 것으로 알려져 있다[30]. 국내에서는 2011년부터 금빛숲모기에서 차오양바이러스(*Chao-yang virus*)가 매년 지속적으로 발견되고 있어서 국내에 토착화된 것으로 보고 있다[9].

등줄숲모기

등줄숲모기(*Oc. dorsalis* [Meigen])는 국내뿐만 아니라 북미, 유럽, 중앙아시아를 포함한 전세계 대부분의 지역에 분포하는데, 해안가의 매립지나 조수간만의 차이가 있는 저습지의 해수나 염분이 섞여 있는 알칼리성 물에서 많이 발생하며, 홍수지역이나 빗물 고인 곳과 관개수로의 담수에도 산란한다[26,30]. 암컷은 물가나 젖은 흙에 산란하는데 최소 5일간 부분적으로 마른 상태로 있다가 물이 차면 부화하며, 건조한 상태의 알은 1년 이상 생존할 수 있다[26]. 이러한 특성으로 등줄숲모기는 다른 요인보다 지역에 따라 발생 정도의 편차가 심하며, 국내에서는 주로 해안가 바다매립지에서 대발생하는 경우가 있었고 그 외의 내륙지역에서는 발생밀도가 비교적 높지 않다. 그러나 국내의 발생밀도는 2013년 이후에 증가추세에 있다(Table 2) [6-9]. 성충은 주로 옥내보다 옥외에서 흡혈하는 경우가 많으나 집안이나 야외텐트 속으로도 잘 들어온다. 등줄숲모기는 만월인 밤에 장거리를 이동하는 경우가 있어서 발생지에서 35 km 떨어진 곳에서도 발견되기도 한다[26]. 암컷의 흡혈활동은 주야간에 이루어지나 저녁 시간대에 가장 활발하고 흡혈 시 통증을 일으킨다. 등줄숲모기도 흰줄숲모기와 더불어 WNV를 전파하는 매개모기 중의 한 종이며[27], 북미지역에서는 서부말뇌염, 동부말뇌염, 캘리포니아뇌염을 매개한다[30].

토고숲모기

토고숲모기(*Oc. togoi* [Theobald])는 아시아와 러시아 지역에 분포하는 종으로, 2008년 국내에서 퇴치된 것으로 발표된 말레이사상충(*Brugia malayi*)을 매개하며, 일본뇌염 바이러스도 자연 감염된 사례가 보고되었다[10]. 대부분 바닷가의 염분이 혼합된 바위 물웅덩이에 산란하며 때로는 내륙지역의 물독, 시멘트탱크, 인공용기의 담수에서도 유충이 발견된다. 주로 바위로 구성된 해안가에서 많은 수가 발견되고 그 외의 지역에서는 발생밀도가 낮은 편이다. 부산

지역에서 조사한 연도별 발생밀도를 보면, 2013년에 비해 2014년부터 2016년 까지 평균 2.7배 증가하였다(Table 3) [22,29]. 암컷 성충은 원칙적으로 야간 활동성이나 주간에도 흡혈하는데, 오후 10시부터 오전 3시 사이가 피크이다[13,22]. 흡혈기호성은 가축과 사람인데 인체기호성이 더 강하고 이 외에도 파충류와 양서류도 흡혈한다고 보고되었다[10]. 이 모기종은 봄부터 가을까지 발생하는데 5월 하순부터 9월 초순까지 지속적인 피크를 보이며 장거리를 비행하여 분산하기도 한다. 토고숲모기는 지하집모기처럼 첫째 산란을 무흡혈로 할 수 있다.

털진드기

쯔쯔가무시증의 매개체인 털진드기(Chigger mites)는 분류학적으로 거미강 털진드기과(Trombiculidae)에 속하며, 전세계에 수백 종이 알려져 있고 각 지역에 널리 분포되어 있다. 국내에는 14속 51종이 보고되어 있다. 털진드기의 체장은 0.15-0.2 mm의 미세한 진드기로 알, 다리가 3쌍인 유충, 다리가 4쌍인 약충, 그리고 성충으로 성장하는 단계는 일반 진드기와 같으나 약충과 성충은 자유생활을 하고 유충만 들쥐, 특히 우점종인 등줄쥐(*Apodemus agrarius*)와 같은 포유동물에 기생하여 체액을 흡입한다. 털진드기의 알에서 성충으로 성장하는 기간은 3-4개월이 걸리고 성충의 수명은 약 1년으로 국내의 경우 연 1-2세대 발생한다[13]. 쯔쯔가무시증 감염의 경우는 털진드기가 숙주를 찾을 때 우연한 기회에 사람에게 붙어 체액을 섭취하게 되는데, 이때 털진드기의 침샘에 있던 리케치아 병원균인 *Orientia tsutsugamushi*가 체내로 유입되어 발병한다[31]. 털진드기 유충은 숙주의 림프액과 조직을 타액에 용해시켜 만든 소화물을 섭취함에 따라 물린 피부에 특이한 관상구조가 매우 깊게 수직으로 형성된다.

쯔쯔가무시증을 매개하는 종은 대잎털진드기(*Leptotrombidium pallidum*), 수염털진드기(*L. palpalis*), 활순털진드기(*L. scutellare*), 동양털진드기(*L. orientale*), 반도털진드기(*L. zetum*), 사육털진드기(*Neotrombicula japonica*), 조선

방망이털진드기(*Euschoengastia koreaensis*) 등의 7종이 확인되었다[32]. 대잎털진드기는 제주도를 제외한 전국의 거의 모든 지역에 분포하며 특히 한반도 중부와 중남부에서 높은 서식 밀도를 보인다. 활순털진드기는 남부지방과 제주도에서 높은 밀도를 보이고 중부지방에서는 발견되지 않는다[33]. 따라서 비교적 기온이 높은 남부지방에 서식하는 활순털진드기는 한반도의 온난화에 따라 분포지역이 북상할 것으로 예상된다.

최근 3년간의 털진드기 유충의 발생밀도를 보면, 2013년에 털진드기 발생수가 매우 높아 2015년에 비해 2.0배 높았고 2014년에 비해 9.7배 높았다. 털진드기의 발생밀도는 쯔쯔가무시증 환자 발생수와 밀접한 상관관계가 있어서 [33], 전국의 연도별 발생 수는 2013년의 10,365케이스에서 이후 2년간 감소하였다가 점차 증가하는 추세로, 2014년에 8,130, 2015년에 9,513, 2016년에 11,107케이스였다 (Table 1) [2-4]. 털진드기의 계절적 발생양상은 매년 봄철(4월)에 약한 피크를 보이다가 여름철에는 대폭 감소하고 가을철(9-11월)에 다시 큰 피크를 보이는 특징이 있다 [29]. 연도별 털진드기의 밀도에 영향을 주는 요인은 털진드기 산란기인 8월의 평균기온에 영향을 받는 것으로 추정된다. 환경 별로는 전체 채집된 털진드기의 40%가 초지에서 채집되었으며, 밭(35%), 논(13%) 및 수로(12%) 순서로 채집되었다[34]. 이런 서식장소로 인해 초지에서의 야외활동과 논밭에서의 작업 시 개인방어에 유의해야 하는 원인이 된다.

참진드기

참진드기(Ixodidae)는 전세계에 분포하는데 약 700종이 있으며, 국내에는 5속 27종이 기록되어 있다[35]. 암컷은 흡혈 후 지상으로 떨어져 3,000-5,000개의 알을 수 주간 동안 산란한 후 죽는다. 알은 온도와 종류에 따라 수 주일에서 수 개월 후에 부화하여 3쌍의 다리가 있는 유충이 되어 숙주를 찾는다. 숙주동물에 부착하면 3-7일간 구하체를 피부에 꽂은 채 흡혈한 후 지상으로 떨어지고 며칠 후 탈피하여 4쌍의 다

리를 갖는 약충이 된다. 그리고 다시 숙주를 찾아 흡혈하여 지면으로 떨어지면 탈피 후 성충이 된다. 성충이 되고 나서 1주일간 휴식 후 다시 숙주를 찾아 흡혈한다. 이런 진드기 종류를 3숙주 진드기라 한다[13]. 반면, 유충이 숙주에서 떨어지지 않고 계속 붙어서 약충까지 이어지는 종류를 2숙주 진드기라고 하고, 유충부터 성충까지 계속 한 숙주에 붙어있는 종류를 1숙주 진드기라 하는데, 3숙주 진드기의 경우가 여러 숙주를 경유하게 되므로 감염병 전파능력이 가장 강하다[13].

참진드기는 바이러스, 세균, 리케치아 및 기생충 등 다양한 병원체를 전파하는 질병매개체이다. 국내에 서식하고 있는 참진드기가 매개하는 질병은 중증열성혈소판감소증후군, 진드기매개티프스(tick-borne typhus), 진드기매개뇌염, 아나플라즈마증(anaplasmosis), 에르리히증(Ehrlichiosis), 야토병(tularemia), 쥐바베스열원충증(babesiosis), 범안열원충증(theileriasis) 등이 있다[36,37]. 3숙주 진드기인 작은소피참진드기가 매개하는 중증열성혈소판감소증후군은 2013년에 국내에서 처음으로 36케이스가 발생한 이후, 해마다 증가하여 2016년에는 165케이스가 보고되었다[4]. 라임병(Lyme Borreliosis)도 2011년 2케이스가 발생한 이후 계속 증가하여 2016년에는 27명의 환자가 보고되었다.

2015년 질병관리본부에서 참진드기 발생밀도 및 분포조사를 전국적으로 조사한 결과를 보면, 1과 3속 7종의 참진드기가 채집되었으며, 10개 권역 중에서 수도권(22%)과 충청권(17%)에서 가장 많이 채집되었으며, 지역별로 차이가 있는 것으로 나타났다. 채집된 참진드기의 종별 분포를 보면 작은소피참진드기(*Haemaphysalis longicornis*), 개피참진드기(*H. flava*), 일본참진드기(*Ixodes nipponensis*), 산림참진드기(*I. persulcatus*), 사슴피참진드기(*H. japonica*), 뭇뚝참진드기(*Amblyomma testudinarium*), 남방참진드기(*I. granulatus*) 순으로 확인되었으며, 이 중에 작은소피참진드기가 우점종으로 89%의 종 비율을 보이고 있다[38].

참진드기의 월별 고밀도 발생 시기는 충청권 4월과 5월, 수도권 8월과 9월, 충남권 5월로 지역별로 차이가 있었으며 전반적으로 5월에 높은 밀도를 보였다. 참진드기의 주요 서식 환경은 잡목림, 초지, 활엽수림, 침엽수림 등으로, 이 중 작은소피참진드기는 초지(종 비율, 95%), 잡목림(93%), 활엽수림

(87%), 침엽수림(74%)에서 모두 높은 분포를 나타냈다[38].

결론

최근 들어 가속화되어 가는 전 지구적 기후변화와 인적, 물질 교류로 인해 감염병의 증가와 특정지역 감염병의 확산으로 매개체 전파질환 관리가 강조되고 있다. 이를 위해 모기, 털진드기, 참진드기 등의 감염병 매개체의 국내 분포, 밀도, 병원체 감염을 조사와 매개체의 생태 및 방제 등에 대한 연구와 대책이 강화되어야 할 시점이다. 이에 대한 일환으로, 현재 질병관리본부에서는 대학 및 연구기관을 중심으로 전국에 권역별로 16개의 기후변화 대응 감염병 매개체 거점 센터를 구축하여 주요 매개곤충과 병원체 감염에 대한 감시 사업을 운영하고 있다.

국내 기온상승은 각종 감염병 매개체의 분포 확대와 개체 수 증가로 이어졌음이 최근 연구결과로 나타났다. 이어서 기후변화에 따른 겨울철 혹한과 이상고온 및 열대야와 불규칙한 장마와 같은 이상기후가 모기와 털진드기 및 참진드기의 생태에 어떠한 영향을 주는지에 대한 분석이 이루어져야 할 것이다. 특히 국내 온난화 현상이 가속화됨에 따라 매개체인 흰줄숲모기에 의한 뎅기바이러스 토착화와 지카바이러스의 전파가 우려되므로 매개체의 생태학적 연구와 추가적인 역학 분석이 더욱 필요하다. 기상청의 분석에 따르면 2050년 이후에는 국내 겨울철 평균기온이 10℃ 이상인 아열대기후로 변화할 것으로 예상하는데[39], 이런 기온에서는 흰줄숲모기가 성충으로 월동할 수 있을 것으로 예상되어 뎅기열의 국내 토착화가 가능할 것으로 추정되므로 이에 대한 대책을 미리 수립할 필요가 있다. 또한, 온대지역인 미국과 캐나다에서 발생하고 있는 WNV의 국내 유입에 대비하여 각 지역 보건소 별로 매개체인 빨간집모기와 지하집모기의 대량 발생처 확인과 방제대책에 관심을 기울여야 하겠다.

매년 쯔쯔가무시 환자의 지속적인 증가 추세 속에서 쯔쯔가무시증의 주요 매개체가 중부지방에서는 대잎털진드기이고, 남부 및 제주도에서는 활순털진드기 유충으로 밝혀졌다.

그러나 향후 기후온난화에 따라 남부지방의 우점종인 활순털진드기의 북상이 예상되어 중부지방의 대잎털진드기의 생태학적 위치를 대신하여 주 매개체가 대체될 것으로 보인다. 따라서 기후온난화가 쯔쯔가무시증의 역학적 양상에 어떤 영향을 미치는지에 관한 연구가 필요할 것으로 보인다.

국내에서 참진드기로 인해 발생하는 중증열성혈소판감소증후군은 2013년에 첫 환자가 발생한 이후, 매년 환자발생과 사망자 수가 지속적으로 증가하고 있고, 최근 참진드기 매개질환인 라임병, 아나플라즈마증 등의 환자도 발생하고 있다. 따라서 매개체 전파 질환의 유행 가능성에 대한 대비가 필요하다. 중증열성혈소판감소증후군의 주요 매개체인 작은소피참진드기는 전국적으로 광범위하게 높은 밀도로 분포하고 있음이 확인되었으며, 개피참진드기와 일본참진드기도 개체 수는 적으나 전국적으로 분포하는 것으로 밝혀졌다. 특히 작은소피참진드기는 주 활동시기가 5-9월 사이에 집중되는 것으로 나타났을 뿐만 아니라, 서식환경별 분포에서도 다양한 환경에서 높은 발생밀도를 보이고 있어 야외활동이 활발한 시기인 5-9월에 참진드기에 물리지 않도록 보다 적극적인 홍보를 통한 예방 및 관리의 강화가 필요하다고 하겠다.

찾아보기말: 매개체; 감염병; 모기; 털진드기; 참진드기

ORCID

Dong-Kyu Lee, <http://orcid.org/0000-0001-7188-2520>

REFERENCES

1. Menne B, Ebi KL. Climate change and adaptation strategies for human health. Heidelberg: Steinkopff-Verlag; 2006.
2. Current status of selected infectious diseases. Public Health Wkly Rep 2010;3:902-907.
3. Current status of selected infectious diseases. Public Health Wkly Rep 2013;6:1069-1075.
4. Current status of selected infectious diseases. Public Health Wkly Rep 2017;10:427-439.
5. Lee WJ, Klein TA, Kim HC, Choi YM, Yoon SH, Chang KS, Chong ST, Lee IY, Jones JW, Jacobs JS, Sattabongkot J, Park JS. Anopheles kleini, anopheles pullus, and anopheles sinensis:

- potential vectors of plasmodium vivax in the Republic of Korea. J Med Entomol 2007;44:1086-1090.
6. Lee WG. Seasonal prevalence of a Japanese encephalitis vector, *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in the Republic of Korea, 2011. Public Health Wkly Rep 2012;5: 699-703.
7. Lee WG, Yu HM. Seasonal prevalence of a Japanese encephalitis vector, *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in the Republic of Korea, 2013. Public Health Wkly Rep 2014;7:1048-1052.
8. Yu HM, Chang KS, Ju YR. Surveillance of a Japanese encephalitis vector, *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in the Republic of Korea, 2014. Public Health Wkly Rep 2015;8:1244-1249.
9. Yu HM, Chang KS, Ju YR. Monitoring of population density of the Japanese encephalitis vector, *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in the Republic of Korea, 2015. Public Health Wkly Rep 2016;9:259-264.
10. Tanaka K, Mizusawa K, Saugstad ES. A revision of the adult and larval mosquitoes of Japan and Korea (Diptera: Culicidae). Ann Arbor: American Entomological Institute; 1979.
11. Lee DK, Lee YJ, Kim HC. Seasonal prevalence and host-seeking of mosquitoes in southeastern Republic of Korea. Entomol Res 2009;39:257-265.
12. Shim JC, Lee DK, Klein TA, Kim HC, Lee WJ, Im HK. Surveillance of vivax malaria vectors and civilian patients for malaria high-risk areas in northern Gyeonggi and Gangwon Provinces near the demilitarized zone, Republic of Korea, 2003-2006. Entomol Res 2010;40:202-210.
13. Ree HI. Medical entomology. Seoul: Komoonja; 2012.
14. Ree HI, Hong HK, Lee JS, Wada Y, Jolivet PH. Dispersal experiment on *Culex tritaeniorhynchus* in Korea. Korea J Zool 2001;21:59-66.
15. Kim H, Cha GW, Jeong YE, Lee WG, Chang KS, Roh JY, Yang SC, Park MY, Park C, Shin EH. Detection of Japanese encephalitis virus genotype V in *Culex orientalis* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in Korea. PLoS One 2015;10: e0116547.
16. Medical Entomology Team. Urban mosquitoes and their control. Public Health Wkly Rep 2008;1:413-417.
17. Turell MJ, Dohm DJ, Sardelis MR, O'Guinn ML, Andreadis TG, Blow JA. An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile virus. J Med Entomol 2005;42:57-62.
18. Shim JC, Yoon YH, Kim CL, Lee WJ, Shin EH, Yeon KN, Hong HK. Collection and life cycle of unreported *Culex pipiens molestus* in Korea. Rep NIH Korea 1989;26:235-240.
19. Lee DK, Lee WJ. Overwintering mosquito population of *Culex pipiens molestus* in the underground structures in Pusan. Korean J Entomol 1992;22:273-279.
20. Lee DK. Occurrence of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) and effect of vent net sets for mosquito control at septic tanks in South-eastern area of the Korean peninsula. Korean J Appl Entomol 2006;45:51-57.
21. Lee DK, Kim HC, Yang YC, Lee WJ. Directory for control and management against vector mosquitoes. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2005.
22. Lee DK. Annual report of climate change vector surveillance center for South Gyeongsang province in 2016. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2016.
23. Sohn SR. Seasonal prevalence and composition rate of *Culex pipiens* group occurring in the basement of an apartment, Taegu, Korea. Korean J Entomol 1996;26:21-27.
24. Yonemoto SI. Morphological and ecological studies on *Culex pipiens molestus* Forskal, 1775 found in open waters. J Osaka City Med Cent 1971;20:361-385.
25. Makiya K. Population dynamics of mosquitoes in Nagoya district. V. Seasonal change of composition rate of *Culex pipiens molestus* and *Culex pipiens pallens* observed in a midtown building. Med Entomol Zool 1973;24:89-96.
26. Horsfall WR. Mosquitoes: their bionomics and relation to disease. New York: Ronald Press Co; 1972.
27. Enserink M. Entomology. A mosquito goes global. Science 2008;320:864-866.
28. Tsuda Y, Maekawa Y, Ogawa K, Itokawa K, Komagata O, Sasaki T, Isawa H, Tomita T, Sawabe K. Biting density and distribution of *Aedes albopictus* during the September 2014 outbreak of dengue fever in Yoyogi Park and the Vicinity of Tokyo Metropolis, Japan. Jpn J Infect Dis 2016;69:1-5.
29. Lee DK. Annual report of climate change vector surveillance center for South Gyeongsang province in 2014. Cheongju: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2014.
30. Becker N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Minoo M, Dahl C, Kaiser A. Mosquitoes and their control. New York: Kluwer Academic/Plenum Pub; 2003.
31. Kadosaka T, Kimura E. Electron microscopic observations of *Orientia tsutsugamushi* in salivary gland cells of naturally Infected Leptotrombidium pallidum larvae during feeding. Microbiol Immunol 2003;47:727-733.
32. Lee HI, Shim SK, Song BG, Choi EN, Hwang KJ, Park MY, Park C, Shin EH. Detection of *Orientia tsutsugamushi*, the causative agent of scrub typhus, in a novel mite species, *Eushoengastia koreaensis*, in Korea. Vector Borne Zoonotic Dis 2011;11:209-214.
33. Lee IY, Kim HC, Lee YS, Seo JH, Lim JW, Yong TS, Klein TA, Lee WJ. Geographical distribution and relative abundance of vectors of scrub typhus in the Republic of Korea. Korean J Parasitol 2009;47:381-386.
34. Park WI, Roh JY, Ju YR. Survey of chigger mites as vector of scrub typhus (2015). Public Health Wkly Rep 2016;9:552-554.
35. Shin EH. Hard tick species including SFTS-infected ticks and bite cases in the Republic of Korea. Public Health Wkly Rep 2014;7:342-345.
36. Kim JY, Cho SH, Joo HN, Tsuji M, Cho SR, Park IJ, Chung GT, Ju JW, Cheun HI, Lee HW, Lee YH, Kim TS. First case of human babesiosis in Korea: detection and characterization of a novel type of Babesia sp. (KO1) similar to ovine babesia. J Clin Microbiol 2007;45:2084-2087.

37. Kim KH, Yi J, Kim G, Choi SJ, Kang IJ, Kim NK, Choe PG, Kim NJ, Lee JK, Oh M. Severe fever with thrombocytopenia syndrome, South Korea, 2012. *Emerg Infect Dis* 2013;19: 1892-1894.
38. Song BG, Lee WG, Ju YR. Geographical distribution of Ixodid ticks in the Republic of Korea, 2015. *Public Health Wkly Rep* 2017;10:239-245.
39. National Institute of Meteorological Research. A view and effects following the scenario for climate change [Internet]. Seoul: Korea Meteorological Administration; 2011 [cited 2011 Nov 29]. Available from: http://web.kma.go.kr/notify/press/kma_list.jsp?bid=press&mode=view&num=1192151.

Peer Reviewers' Commentary

본 논문에서는 감염병 매개체인 모기 및 진드기의 분류학적, 생태학적 등의 특징을 자세히 기록한 논문으로 저자가 오랜 기간 동안 경험과 습득한 지식 등이 종합적으로 정리되어진 매우 우수한 내용을 담고 있다. 특히 매개체 별 옮길 수 있는 병이 정확하게 정리되어 있어 관심이 있는 독자들에게 매우 전문적인 지식 전달을 할 수 있다고 판단된다.

[정리: 편집위원회]