

**ORIGINAL ARTICLE**

Density and Distribution of the Mosquito Population Inhabiting Jeju Region, 2018

Min Young Seo, Kyoung A Chung

Department of Clinical Laboratory Science, Gwangju Health Science University, Gwangju, Korea

제주지역에 서식하는 모기 개체군 밀도와 분포, 2018

서민영, 정경아

광주보건대학교 임상병리과

ARTICLE INFO

Received August 19, 2019
 Revised 1st August 27, 2019
 Revised 2nd September 4, 2019
 Revised 3rd September 5, 2019
 Accepted September 5, 2019

Key words

Flavivirus
 Jeju region
 Mosquitoes

ABSTRACT

In order to investigate the density of seasonal incidence of mosquitoes, a vector of infectious diseases in Jeju region, this study collected mosquitoes using a Black light trap (BL) and Biogents' Sentinel 2 Mosquito Trap (BG), dividing the region into cattle sheds, habitats for migratory birds, and the downtown area, twice a month for 9 months from March through November 2018. Then, this study conducted identification and classification and checked for the presence of Flavivirus using reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR). As for the mosquito population, 1,847 mosquitoes (six genera, 12 species) were collected. The places where most mosquitoes were collected were copses near craft workshops in habitats for migratory birds and Jungang-dong in the Seogwipo downtown area. For the population, *Culex pipiens pallens* was the dominant species (76.9%), followed by *Aedes albopictus* (8.9%). Most of the population was collected in June, followed by August and October. This study conducted a RT-PCR test with 1,847 collected mosquitoes, which were divided into 50 pools if they had Flavivirus. All turned out to be negative. However, the results of the investigation show the presence of *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus*, and *Anopheles sinensis* and can be used as a basis for the comprehensive prevention management of mosquitoes.

Copyright © 2019 The Korean Society for Clinical Laboratory Science. All rights reserved.

서론

산업혁명 이후 경제적 활동에 따른 화석 연료의 사용은 온실 가스의 증가를 야기했고, 지구의 평균 온도를 지속적으로 상승시켰다. 지구기후변화는 기상재해, 생태계 파괴와 같은 환경위기를 초래하고, 인류의 지속가능한 삶을 위협하는 요인이 되고 있다[1].

지난 100년 간 지구의 평균온도가 1.7°C 상승하였고, 강수량

도 연간 230 mm가 증가하였으며, 기온 상승은 생태계의 변화를 초래하여 통제 가능했던 미생물의 재등장으로 신종질병 증가와 확산, 인수공통감염병의 발생의 요인이 될 수 있는 매개곤충의 발생밀도를 높이며 도시화와 산업화에 의해서 이루어진 환경에 적응력이 있는 특정한 생물군의 유입과 정착으로 이어지게 되었다[2].

매개곤충은 생활사 주기에 적합하고 기후 요인이 가장 적합한 지역에서 번식과 활동을 하는데 기온의 증가는 일반적으로 매개곤충과 병원체의 증식에 큰 영향을 미치고, 질병 매개곤충의 생존에 영향을 미치는 습도와 상호작용을 한다[3].

지구온난화에 의한 기후와 환경변화로 인해 여름철 뿐만 아니라 겨울에도 모기의 발생과 흡혈활동이 나타나고 지역에 따

* Corresponding author: Kyoung A Chung
 Department of Clinical Laboratory Science, Gwangju Health Science University,
 Bungmun-daero, Gwangsan-gu, Gwangju 62287, Korea
 E-mail: kachung@ghu.ac.kr
 * ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6435-7090>

라 모기로 인한 피해가 발생되며, 주변변화 환경에 빠른 적응력을 보인 모기는 다양한 서식지와 개체수를 늘려가며 모기로 인한 질병문제가 발생되고 있다[4].

모기는 전세계적으로 3,126종이 분류 및 보고되어 있으며, 국내에는 9속 56종이 기록되어 있다. 유럽과 미국에는 모기를 매개로 한 웨스트나일열, 황열, 뎅기열과 같은 감염성질환으로 많은 환자가 발생되었으며, 이와 같은 해외 감염성질환이 언제 든지 국내로 유입가능하며, 해외여행자들에 의한 감염성질환의 국내 유입 사례가 있어 국내 유입감시가 지속적으로 필요한 실정이다[2].

국내 서식하는 모기 중에서 작은 빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)는 일본뇌염(Japanese encephalitis) [5], 중국 얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*)는 말라리아(Malaria)와 사상충증(Filariasis), 토고숲모기(*Ochlerotatus togo*)는 사상충증을 전파하는 매개체로 알려져있다[6]. 그 외 국내 모기에서 분리한 병원균으로는 금빛숲모기(*Aedes vexans nipponii*)에서 Getah Virus를, 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)에서 flavivirus가 분리되었다. 아직 바이러스가 숙주 및 매개모기에서 분리되지 않았지만 모기 매개 질병을 가지면서 국내 서식하는 매개종으로 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)는 뎅기열(Dengue fever) [7]을 빨간집모기(*Culex pipiens complex*), 일본숲모기(*Ochlerotatus japonicus*), 등줄숲모기(*Ochlerotatus dorsalis*), 금빛숲모기(*Aedes vexans*), 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)는 웨스트나일뇌염(West Nile encephalitis) [2]을 일으킨다.

국내에 서식하는 주요 모기의 서식처 및 휴식처는 작은 빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)와 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*)는 논, 맑은 물이 고인 웅덩이나 수로이고 휴식지로는 대다수 옥외장소이다. 토고숲모기(*Ochlerotatus togo*)는 해변가 바위나 웅덩이에 고여 있는 물과 낙엽 등에 서식하며, 빨간집모기(*Culex pipiens complex*), 지하집모기(*Culex pipiens moelstus*)는 도시 및 농촌의 주거지역에서 서식하며 흡혈 활동한다.

이들은 열대, 아열대지역에 주로 서식하는데 지구온난화로 인한 기상변화는 기후대 경계지역에서 변이종의 출현으로 인하여 질병전파가 가속될 수 있다. 큰검정등모기(*Armigeres subalbatus*)는 재래식 화장실, 돼지나 소 분뇨통에서 주로 서식하고 있다[4, 8].

모기는 각 종마다 출혈시기, 서식처, 흡혈활동 등이 다르기 때문에, 지역별로 나타나는 모기의 종류 및 우점종의 파악은 모기관리에 있어서 매우 중요하다[9].

제주도는 한반도의 최남단에 위치하며 수리적으로 북위

33°10'~33°34', 동경 126°10'~127°에 해당되며 일반적인 기후분류상 아열대기후대에서 온대기후대로의 전이지대에 위치하고 있다. 태양고도가 연중 높아 태양의 순복사량이 에너지 수 지상 과잉이 시작되는 위도대이며 여름에는 태양의 북상으로 열대기단의 영향권에 들기도 한다.

제주도 주변 및 남해 표층수온은 1970년대 18~19°C 사이지만, 최근 10년(1999~2008년) 19.5°C에 가까운 값을 보이고 있다. 한반도 주변해역 전체로써는 최근 41년간 약 1.31°C 상승하는 추세이며, 남해에서 1.29°C의 상승폭을 보이고 있다 [10].

본 조사는 급변하는 기후 변화 및 국제 교류 등에 따른 매개체 감염 질병의 증가에 따라, 제주 지역질병 매개 모기 종의 분류·동정 및 개체수 조사, 지역별 분포와 바이러스 병원체감염 여부 등을 조사하여 모기 방제 및 감염병 방역대책 수립 등에 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 채집기간 및 장소

제주지역을 대상으로 2018년 3월부터 11월까지 9개월간 감염병 매개체인 모기를 대상으로 매개체 전파질환의 조사·감시를 실시하였다.

채집방법으로 Kim 등[11]의 연구방법을 일부 응용하여 매개모기의 발생동향과 병원체를 감시하기 위해 도심 3지점과 철새도래지 3지점 및 축사 1지점에서 월 2회 모기를 Black light trap (BL)과 Biogents' Sentinel 2 Mosquito Trap (BG)을 이용하여 모기를 채집하였다. 각 지점별로 모기가 출현하는 일몰 전부터 다음날 일출 전까지 BL과 BG를 이용하여 모기를 채집하였다(Table 1).

2. 분류 및 동정

실험실로 가져온 채집모기는 분류 및 동정 전까지 냉동 보관하며 살아있는 모기를 치사시킨 후 형태 보존하였다. 모기 종에 따른 분류·동정은 Tanaka 등[12]과 Hong [13]의 분류기를 이용하여 형태적으로 분류하였고 실험현미경하(SZ61, Olympus, Japan)에서 관찰하였다.

3. 모기로부터 병원체 확인

병원체 검출 방법은 Lee와 Hwang [14]과 Lee 등[15]의 연구방법을 인용하여 시행하였다. 채집된 모기를 종별로 분리한 후 2 mL tube에 최대 50마리의 모기와 PBS (phosphate buffered

Table 1. Area and environment for collecting mosquitoes

Survey area	Survey environment	Collection area		Investigation method	Time of investigation	Frequency of investigation	Remarks
		Latitude and longitude					
Jeju-City	Cattle shed	Aladong		BL	March~ November	Twice a month	Classification identification and pathogen identification
		33°26'37.50"N/126°33'52.86"E		BL			
	Bird sanctuary	Gujwa-eub hadoli (gongbang)		BL			
		33°30'08.5"N/126°53'25.2"E		BG			
Seogwipo-City	Downtown	Gujwa-eub hadoli (gongbang-around)		BG			
		33°30'11.9"N/126°53'30.5"E		BL			
		Gujwa-eub hadoli (welfare hall)		BL			
		33°30'39.1"N/126°53'32.6"E		BL			
		Youngchun-dong (resid center)		BL			
		33°16'7.58"N/126°35'12.39"E		BL			
		Jongang-dong (resid center)		BL			
		33°15'2.80"N/126°33'54.24"E		BG			
		Seo hong-dong (ecological park)		BG			
		33°14'56.75"N/126°33'14.52"E					

Table 2. Primer sequence of PCR for diagnosis of flavivirus

Name	Polarity	Sequence (5' to 3')
FL-F1	Sense	GCC ATA TGG TAC ATG TGG CTG GGA GC
FL-R3	Antisense	GTK ATT CTT GTG TCC CAW CCG GCT GTG TCA TC
FL-R4	Antisense	GTG ATG CGR GTG TCC CAG CCR GCK GTG TCA TC

saline) 1.2 mL을 넣고 10초씩 간격을 두고 30초간 2번씩 6,500 rpm으로 자동파쇄기(Precellys 24, Bertin Tech, France)를 이용하여 파쇄하였다. tube를 파쇄기에서 꺼낸 후 얼음에 5분 정지시킨 후 냉장원심분리기에 상기 tubes를 넣고, 13,000 rpm에서 1분간 원심분리 하였다. 상층액을 분리하여 유전자를 추출하였다. 병원체의 검출방법은 flavivirus의 비구조 단백질 5 유전자(nonstructural protein 5; NS 5 gene)의 공통 부위를 표적으로 하는 병원체의 종 특이적 프라이머의 염기서열은 Chung 등[16]이 보고한 염기서열을 인용하여 시행하였다(Table 2). RNA 분리는 QIAamp Viral RNA Mini kit (Qiagen, Hilden, Germany)를 사용하였으며, 병원체 조사를 위한 PCR 수행은 flavivirus 검사를 위한 One Step SYBR Primescript RT-PCR kit (Takara, Kusatsu, Japan) 사용 후 PCR을 하였다.

결 과

1. 매개모기 채집결과

전체 채집된 모기 개체수는 6속 12종으로 1,847마리가 채집되었다. 채집지역별로 축사, 철새도래지, 서귀포 순으로 채집되었다. 축사에서는 40마리(Trap index, TI 2.4)가 채집되었다. 철새 도래지에서는 복지관에서 92마리(TI 5.4), 공방에서 114마리(TI 6.7), 공방주변 잡목림에서 160마리(TI 9.4)가 채집되

었다. 서귀포에서는 영천동에서 79마리(TI 4.6), 중앙동에서 1,174마리(TI 69.1), 생태공원에서 190마리(TI 11.2)가 채집되었다. 철새도래지에서는 공방주변 잡목림에서, 서귀포 도심에서는 중앙동에서 가장 많은 모기가 채집되었다(Table 3).

채집된 모기의 종류는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)가 1,421마리, 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)가 164마리, 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*)가 92마리, 토고숲모기(*Ochlerotatus togoi*)가 60마리, 큰검정들모기(*Armigeres subalbatus*)가 57마리, 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)가 30마리, 금빛숲모기(*Aedes vexans nipponii*)가 12마리, 반점날개집모기(*Culex bitaeniorhynchus*)가 4마리, 반점날개숲모기(*Mansonia uniformis*)가 2마리, 가중국얼룩날개모기(*Anopheles sineroides*)와 줄다리집모기(*Culex vagans*)가 각각 1마리씩 채집되었다. 가장 많은 개체수로는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)가 76.9%로 우점종이었고, 그 다음으로 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)가 8.9%로 나타났다(Table 4, Figure 1).

가장 많은 개체수가 채집된 시기는 6월에 436마리, 8월에 396마리, 10월에는 290마리 순으로 나타났다. 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)는 3월부터 나타나기 시작하여 6월(TI 23.5)에 최고조에 이르며, 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*), 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*)는 6월에 나타나기 시작

Table 3. Total number of female mosquitoes collected and trap indices at cattle sheds, bird sanctuary and downtown with traps in Jeju

Locations		Trap	Number of females	Trap nights	Trap index*
Jeju-city	Cattle shed	BL	40	17	2.4
	Bird sanctuary	Gongbang	BL	114	17
Seogwipo-city	Gongbang-around	BG	160	17	9.4
		Welfare hall	BL	92	17
	Youngchun-dong	BL	79	17	4.6
	Jongang-dong	BL	1,174	17	69.1
	Ecological park	BG	190	17	11.2
Total			1,847	119	15.5

*Trap index is number of female mosquitoes per trap nights.

Table 4. Seasonal prevalence of female mosquitoes collected in Jeju

	N (%)									
	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Total*
<i>Culex pipiens pallens</i>	19 (1.03)	66 (3.57)	41 (2.22)	329 (17.81)	156 (8.45)	242 (13.1)	112 (6.06)	255 (13.81)	201 (10.88)	1421 (76.9)
<i>Aedes albopictus</i>				37 (2.0)	11 (0.6)	52 (2.82)	39 (2.11)	18 (0.97)	7 (0.38)	164 (8.88)
<i>Armigeres subalbatus</i>			1 (0.05)	24 (1.3)	7 (0.38)	21 (1.14)	1 (0.05)	1 (0.05)	2 (0.11)	57 (3.09)
<i>Aedes vexans nipponii</i>			1 (0.05)		2 (0.11)	7 (0.38)	1 (0.05)		1 (0.05)	12 (0.65)
<i>Ochlerotatus togoi</i>		10 (0.54)	1 (0.05)	37 (2.0)	4 (22)	1 (0.05)	5 (0.27)	2 (0.11)		60 (3.25)
<i>Anopheles sinensis</i>		2 (0.11)		3 (0.16)	20 (1.08)	53 (2.87)	10 (0.54)	4 (0.22)		92 (4.98)
<i>Anopheles sineroides</i>		1 (0.05)								1 (0.05)
<i>Culex vagans</i>				1 (0.05)						1 (0.05)
<i>Culex bitaeniorhynchus</i>				3 (0.16)		1 (0.05)				4 (0.22)
<i>Mansonia uniformis</i>				2 (0.11)						2 (0.11)
<i>Culex tritaeniorhynchus</i>					2 (0.11)	17 (0.92)	1 (0.05)	10 (0.54)		30 (1.62)
<i>Ochlerotatus dorsalis</i>						2 (0.11)	1 (0.05)			3 (0.16)
Total	19 (1.03)	79 (4.28)	44 (2.38)	436 (23.61)	202 (10.94)	396 (21.44)	170 (9.20)	290 (15.70)	211 (11.42)	1847 (100)

*Percentage for total collected in each month.

에서 8월(TI 3.7, 3.8.)에 최고조에 이르고, 토고숲모기 (*Ochlerotatus togoi*)는 4월에 나타나 6월(TI 2.6)에 최고조에 이르고 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)는 7월에 나타나 8월에 최고조에 이르렀다(Table 5).

2. 병원체 감시

2018년 3월부터 11월까지 채집한 모기 1,847마리를 50 pools로 나누어 flavivirus 보유여부를 RT-PCR검사하였으나, 모두 음성으로 확인되었다(Figure 2).

고찰

기후변화에 따른 지구온난화와 교통수단의 발달로 인해서 국제적 교류의 증가는 사람과 매개체와의 접촉빈도가 높아지게 됨으로써 매개질환 전파가 더욱 가능해졌으며, 과거 한 특정지역에 국한되어 발생하던 감염질환이 최근에는 빠른 속도로 전 세계 여러 나라로 전파됨으로써 대유행을 유발하고 있다[14]. 여름은 물론, 겨울철에도 기온상승과 지역에 따라 강우량 증가로 인해 모기의 발생과 모기의 흡혈활동이 증가되고 있으며 모기에 따른 피해도 계속 늘어나고 있다. 환경변화에 따른 모기종

의 변화는 아직 우리나라에서 발견되지 않은 모기 또는 잠재적인 외래종 발생의 가능성과 외래종의 토착 가능성이 있으므로 지속적인 모니터링을 통한 우리나라에 존재하는 질병매개모기의 발생 조사는 필연적이라고 판단된다[17].

2018년 3월부터 11월까지 제주지역의 총 7개 지점에서 채집된 암컷 모기의 총수는 1,847 마리로 총 6속 12종이었다. 2017년 5속 7종 6,042마리에 비해 종은 늘었지만 개체수가 감소하였는데 이는 2번의 태풍과 집중호우, 짧은 장마로 인한 30°C를 넘는 폭염과 열대야로 인하여 유충과 성충의 대사활동성과 생존률 감소로 채집량에 변화를 가져온 것으로 사료된다[14]. 그러나 2017년에 비해 모기종은 다양하게 되었는데 이는 기후 변화에 따른 외래종의 유입과 토착 가능성 중간 교배로 인한 변이종의 발견 등 다양성에 대한 조사가 필요하다고 사료된다.

지역적으로 서귀포에서는 중앙동에서 1,174마리(TI 69.1),

철새도래지에서는 공방 주변 잡목림에서 160마리(TI 9.4)로 가장 많은 모기가 채집되었다. 이러한 결과는 2017년 Lee와 Hwang [14] 영천동에서의 TI 6.3, 중앙동 72.8로 본 결과와 유사한 결과를 보이는데 이는 중앙동은 서귀포시내 중심지역에 위치하여 상설 시장을 비롯한 많은 상가가 밀집된 지역으로서 건물의 난방시설, 지하 구조물, 하수시설과 많은 사람의 왕래가 있어 모기 채집수가 많은 것으로 사료된다. 생태공원은 2017년 59.8에 비해서 2018년에는 11.2로 낮은 결과를 보였다. 영천동은 같은 도심이지만 중앙동에 비해 고도가 높고 주변환경이 한라산 국립공원과 가까이 있으며 생태공원은 국민들이 건강에 대한 관심이 높아짐으로 인해 생활체육공간에 대한 주변정비사업과 집중적인 방역활동에 대한 영향으로 추측된다. 세종지역에서는 채집모기가 제일 적은 지역은 생태공원으로 본 조사와

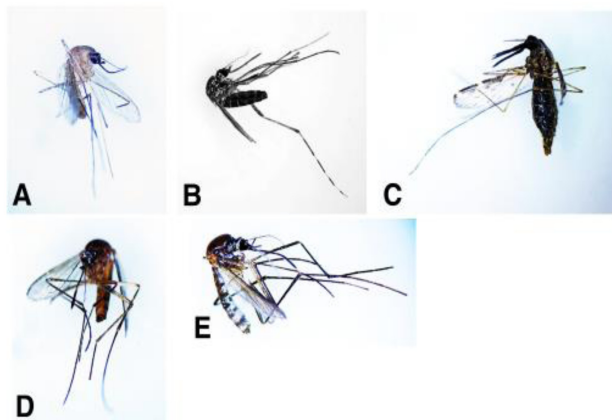


Figure 1. Female mosquitoes collected in Jeju. (A) *Culex pipiens pallens*, (B) *Aedes albopictus*, (C) *Anopheles*, (D) *Culex tritaeniorhynchus*, (E) *Armigeres subalbatus*.

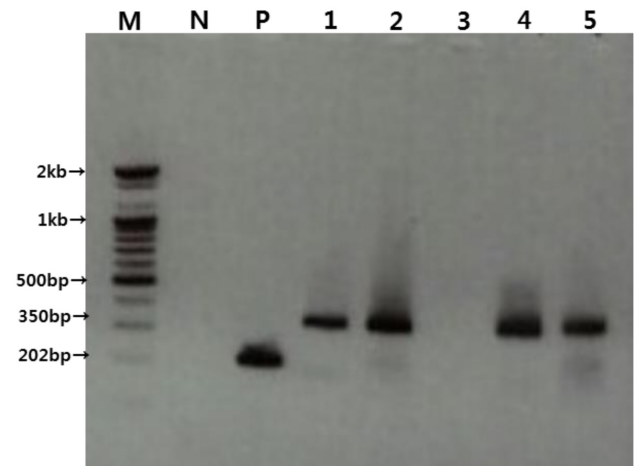


Figure 2. Result of RT-PCR. Figure 2 showed result for flavivirus detection from female mosquitoes collected in Jeju. Abbreviations: M, DNA marker; N, negative; P, positive; 1~5, sample.

Table 5. Seasonal TI of female mosquitoes collected in Jeju

	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Total*
<i>Culex pipiens pallens</i>	2.7	4.7	2.9	23.5	11.1	17.3	8.0	18.2	14.4	102.9
<i>Aedes albopictus</i>	0.0	0.0	0.0	2.6	0.8	3.7	2.8	1.3	0.5	11.7
<i>Armigeres subalbatus</i>	0.0	0.0	0.1	1.7	0.5	1.5	0.1	0.1	0.1	4.1
<i>Aedes vexans nipponii</i>	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.5	0.1	0.0	0.1	0.9
<i>Ochlerotatus togoi</i>	0.0	0.7	0.1	2.6	0.3	0.1	0.4	0.1	0.0	4.3
<i>Anopheles sinensis</i>	0.0	0.1	0.0	0.2	1.4	3.8	0.7	0.3	0.0	6.6
<i>Anopheles sineroides</i>	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Culex vagans</i>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Culex bitaeniorhynchus</i>	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3
<i>Mansonia uniformis</i>	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2	0.1	0.7	0.0	2.1
<i>Ochlerotatus dorsalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2

*TI is number of female mosquitoes per trap nights.

유사한 결과가 나와 방역활동등과 같은 환경적 요인을 뒷받침하고 있다[15]. 본 조사에서 측사는 TI 2.4로 가장 낮았는데, 2017년 측사 TI 6.4 보다 더 낮게 나타났으며 이는 구제역 등 감염병 발생에 대한 적극적인 예방활동이 이루어진 것으로 생각된다[14].

본 조사에서 가장 많은 모기 개체수로는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)가 모기총수 1,847 중 1,421마리로 76.9%를 차지하고 있어 우점종으로 나타났다. 그 다음으로 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)가 8.9%, 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*)가 5.0% 순으로 나타났다. 그리고 일본뇌염을 매개하는 것으로 알려진 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)는 1.6%을 차지하는 것으로 나타났다. Lee와 Hwang [14]의 2017년 보고에서는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*), 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)순으로 점유율은 같았으나 3번째로는 큰검정들모기(*Armigeres subalbatu*)가 차지하여 본 조사와 차이가 있었으며, 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)는 적은 채집량(0.4%)을 나타내 본 연구와 일치하였다. 세종시의 경우는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*) 36.3%, 금빛숲모기(*Aedes vexans nipponii*) 30%, 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*) 18.8%, 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*) 7.0%, 큰검정들모기(*Armigeres subalbatu*) 1.7% 순으로 나타나 우점종을 나타내는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)를 제외하고 채집되는 양이 차이가 나타나며 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)가 차지하는 비율도 높게 나타났는데 이는 세종시가 가지고 있는 기후와 주변 환경의 차이에 의해 나타나는 종이 다른 것으로 사료된다. 우점종을 나타내는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)는 다른모기 종에 비해 온난화로 인하여 다양한 산란장소와 서식처를 가지고 있어 서울, 대구, 부산, 울산 등 여러 지역에서의 우점종을 차지하고 있어 본 조사와 일치 하였다[18].

다른 지역에 비해 제주에서 낮은 채집률을 보인 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)는 제주 지역이 다른 지역에 비해 주서식처인 논이 없는 특징과 관련 있다고 사료된다[14].

빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)는 6월(329마리), 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)는 8월(52마리)에 가장 많이 채집되었다. 시기적으로는 6월, 8월, 10월 순으로 모기가 많이 채집되었다. 모기는 주로 기온이 올라가면서 강우량이 상대적으로 적은 4월부터 활동하기 시작하여 기온이 올라가는 6월에 발생밀도가 증가하며 높은 강수량과 온도가 떨어지는 장마철에 발생밀도가 떨어지다가 다시 대기온도가 상승하면 개체밀도가 다시 높게 증가하는 추세를 보이고 있다[9, 19]. Lee와 Hwang [14]

의 조사에서 2017년에는 8월 6월 5월의 순이고 2016년도에는 8월, 9월, 10월 순으로 많이 채집되어 차이가 나타났는데 이는 태풍과 고온 등을 비롯한 기후변화 요인에 따른 현상으로 생각된다. 7월에는 6월과 8월 사이에 모기 발생 밀도가 감소된 경향을 보이는데 이는 태풍으로 인한 집중호우, 홍수 등으로 유충이 소실되는 등 유충 생존 조건이 악화되어 모기 개체수에 직접적인 영향을 준 것으로 사료된다. 강수량은 모기의 개체 수와 밀접한 관계가 있어 적절한 강수량의 증가는 서식지 제공으로 매개체 증가로 인한 질병매개와 관련되며 폭우와 같은 과도한 강수량 증가는 수인성질환을 일으키는 요인으로 작용하기도 하지만 물에 있던 유충들이 씻겨 내려가게 하여 곤충매개체를 감소시키는 효과를 나타내기도 한다[19, 20].

채집방법에 따른 모기 채집율은 같은 지역(공방)에서 BL, BG를 사용하여 채집한 결과 BL은 6.7, BG 9.4로 BG방법에서 보다 높은 모기 채집율을 보였으며 Lee와 Hwang [14]의 조사에서는 공방과 향만에서만 두가지 방법을 다 사용했는데 공방에서 BL은 1.4과 BG는 39.51, 향만에서는 BL은 4.8, BG는 71.7로 차이가 있어본 조사와 일치 하였지만 본 조사와 Lee와 Hwang [14]에서도 일부에서만 시행하여 채집방법에 따른 효율성을 정확하게 비교 할 수는 없지만 앞으로 좀 더 많은 곳에서 두 가지 방법을 시행하여 더 효과적인 모기 채집방법선정에 고려해야 될 사항으로 생각 된다.

Flavivirus는 플라비리데 과(*Flaviviridae* family)의 하위 생물학적 분류인 속(genus)을 지칭하며 지카 바이러스(Zika virus), 뎅기 바이러스(Dengue virus), 일본뇌염 바이러스(Japanese encephalitis virus), 황열 바이러스(Yellow fever virus), 웨스트 나일 바이러스(West Nile virus) 및 세인트루이스 뇌염 바이러스(St. Louis encephalitis virus) 등이 포함되며, 바이러스에 감염되면 발열, 두통, 근육통, 오한, 구토, 설사 등의 공통 증상이 나타난다고 특히 아시아 국가들의 경우에는, 감염 빈도가 비교적 높은 지카 바이러스, 뎅기 바이러스 및 일본뇌염 바이러스 감염에 대한 구별이 중요하다[21].

2018년 3월부터 11월까지 채집한 모기 1,847마리를 50 pools로 나누어 flavivirus 보유여부를 real-time RT-PCR검사 하였으나, 모두 음성으로 확인되었다. 2017년 조사와 세종 조사에서도 모두 음성으로 나왔다[14, 17]. 이번에 채집된 모기를 이용한 바이러스 감염 여부에서 음성으로 나와 바이러스는 검출은 확인되지 않았지만 제주지역에 일본뇌염을 일으키는 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*), 뎅기열을 일으키는 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*), 말라리아(Malaria)와 사상충증(Filariasis)을 일으키는 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*),

사상충증을 일으키는 토고숲모기(*Ochlerotatus togoi*), 웨스트나일뇌염을 일으키는 빨간집모기(*Culex pipiens complex*), 일본숲모기(*Ochlerotatus japonicus*), 등줄숲모기(*Ochlerotatus dorsalis*), 금빛숲모기(*Aedes vexans*), 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)가 조사 결과 서식하는 것으로 확인 되어 향후 모기에 대한 종합적인 방제 관리와 감염병 예방에 대한 대책 수립의 기초에 활용할 수 있다고 사료된다.

요약

본 조사는 제주지역 감염병 매개체인 모기를 대상으로 계절적 발생밀도를 조사하기 위해 축사, 철새도래지, 도심으로 나누어 2018년 3월부터 11월까지 9개월간 월 2회 모기를 BL과 BG를 이용하여 모기를 채집한 후 분류 및 동정을 실시하고, RT-PCR을 이용하여 flavivirus의 보유여부를 확인하였다. 채집된 모기는 6속 12종으로 1,847마리가 채집되었다. 채집 장소 중에서 철새도래지에서는 공방주변 잡목림, 서귀포 도심에서는 중앙동에서 가장 많이 채집되었다. 가장 많은 개체수로는 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)가 76.9%로 우점종이었고, 그 다음으로 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)가 8.9%로 나타났다. 가장 많은 모기개체수가 채집된 시기는 6월, 8월, 10월 순으로 나타났다. 채집한 모기 1,847마리를 50 pools로 나누어 flavivirus의 보유 여부를 RT-PCR검사하였으나, 모두 음성으로 확인되었다. 그러나 조사결과 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*), 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*), 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*) 서식하는 것으로 확인 되어 향후 모기에 대한 종합적인 방제 관리기준으로 활용될 수 있다.

Acknowledgements: This study was supported by fund (code: 4851-304) of the Korea Centers for Disease Control.

Conflict of interest: None

Author's information (Position): Seo MY, Professor; Chung KA, Professor.

REFERENCES

- Roh SJ, Lee WS. "Global warming" vs. "Climate change": a framing effect of word choice in environmental communication. Korean Society for Journalism & Communication Studies. 2013;9:163-198.
- Kim DM, Roh BY, Heo JH, Lee WG, Yang SC, Lee DK. Seasonal prevalence of mosquitoes collected from light traps in Gyeongsangnam province, Republic of Korea (2013-2014). Entomological Research. 2018;48:437-445. <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12314>.
- Park SY, Han DK. Reviews in medical geography: spatial epidemiology of Vector-borne diseases. J Geographical Society. 2012;47:677-699.
- Korea Centers for Disease Control. Guidelines for preparation management of main communication meters. 1st ed. cheongju: Korea Centers for Disease Control; 2010. p47-55.
- Chung DH, Lee WG, Shin EH. Forecast of *Culex tritaeniorhynchus* as temperature change. J Korean Data Analysis Society. 2015;17:117-125.
- Chae SM, Kim DJ, Yoon SJ, Shin HS. The impact of temperature rise and regional factors on malaria risk. Health and Social Welfare Review. 2014;34:436-455.
- Chung MH. Dengue fever. Korean J Med. 2009;77:165-170.
- Fonseca DM, Keyghobadi N, Malcolm CA, Mehmet C, Schaffner F, Wilkerson RC. Emerging vector in the *Culex pipiens complex*. Science. 2004;303:1535-1538.
- Jeong YS, Lee DK. Prevalence and seasonal abundance of the dominant mosquito species in a large marsh near coast of Ulsan. Korea J Entomol. 2003;42:125-132.
- World Meteorological Organization. WMO statement on the state of the global climate in 2018. Geneva: World Meteorological Organization; 2019. p6-12.
- Kim YK, Lee CM, Lee JB, Bae YS. Seasonal prevalence of mosquitoes and ecological characteristics of Anopheline larval occurrence in Gimpo, Gyeonggi province, Republic of Korea. Korean J Appl Entomol. 2012;51:305-312. <http://dx.doi.org/10.5656/KSAE.2012.07.0.017>.
- Tanaka K, Mizusawa K, Saugstad ES. A revision of the adult and larval mosquitoes of Japan (including the Ryukyu Archipelago and the Ogasawara islands) and Korea (Diptera: Culicidae). American Entomological Institute. 1979;16:148-152.
- Hong HK. Pictorial key to species of mosquitoes in Korea. Research report. Seoul: National Institute Health Korea; 1982. p351-379.
- Lee CW, Hwang KK. Mosquito distribution and detection of flavivirus using real time RT-PCR in Jeju island 2017. Korean J Appl Entomol. 2018;57:177-183. <https://doi.org/10.5656/KSAE.2018.07.0.028>.
- Rhee SH, Kim TP, Lee TH, Kim MB, Yoon CH. Monitoring for prevalence of mosquitoes collected and pathogen infection. Korean J Vet Serv. 2018;41:165-169. <https://doi.org/10.7853/kjvs.2018.41.3.165>.
- Chung SJ, Ko SH, Ko EM, Lim EJ, Kim YS, Lee WG. Mosquito prevalence and flavivirus infection rates in Gangwon-do, Republic of Korea. Korean J Appl Entomol. 2019;58:89-99. <https://doi.org/10.5656/KSAE.2019.02.0.011>.
- Im SH, Jang JY. Correlations between climate change-related infectious diseases and meteorological factors in Korea. J Prev Med Public Health. 2010;43:436-44. <https://doi.org/10.3961/jpmph.2010.43.5.436>.
- Lee DK. Occurrence of *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) and effect of vent net sets for mosquito control at septic tanks in south-eastern area. Korean J Appl Entomol. 2006;45:51-57.

19. Ha YB, Kim HD, Lee DK. Seasonal prevalence of mosquitoes at dredged soil dumping sites of Busan new port, Republic of Korea. *Kosin J Health Sciences*. 2009;19:143-152.
20. Han HJ, Kim JH, Jeong SE, Park JH, Jeong HK. Estimation of the national burden of disease and vulnerable population associated with natural disasters in Korea: heavy precipitation and typhoon. *J Korean Med Sci*. 2018;33:1-15. <https://doi.org/10.3346/jkms.2018.33.e314>.
21. Choi JW, Jo BG, Kim MJ, Park SJ, Kim HY. Discrimination of flaviviruses with high frequency of infection in Asian countries: epitope prediction by bioinformatic approaches. *J Korea Contents Association*. 2018;18:99-113. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2018.18.04.099>.