

# 2019년 서울지역 기상자료 기반 모기활동 특성 조사

면역진단팀

김동규 · 이집호 · 승현정 · 김지혜 · 이민아 · 오영희

## Investigation of the Behavioral Characteristics of Mosquitos based on the 2019 Weather Data of Seoul

*Immuno-diagnosis Team*

**Dong-gue Kim, Jip-ho Lee, Hyung-jung Seung,  
Ji-hye Kim, Mi-na Lee and Young-hee Oh**

### Abstract

To monitor the developmental aspects of mosquitos in residential areas and to prepare preventive measures pertaining to efficient pest control against infectious diseases, mosquitos were collected once a week from 60 sites in collaboration with the autonomous districts in Seoul between April and November 2019 using a mosquitos-trap(black light trap) utilizing the phototactic nature of mosquitos. In total, 6,608 individual mosquitos of 12 species were collected from each investigation site, wherein 5,447 individuals of *Culex pipiens complex*(common house mosquitos) were predominant, followed by 130 individuals of *Anopheles spp.* and 9 individuals of *Aedes albopictus*; individuals of *Culex tritaeniorhynchus* were not found. Climatic factors that exhibited a significant correlation with mosquitos densities among weather data were not observed ( $p < 0.05$ ); however, mean temperature and mean relative humidity had a positive linear relationship with the total number of collected mosquitos. The examination of pathogens 130 individuals of *Anopheles spp.*, which spread malaria, and 9 individuals of *Aedes albopictus*, which is thought to spread dengue fever, were not detectable. The study findings can serve as a basis for developing methods for determining the effectiveness of mosquitos control operation.

**Key words** : mosquitos, mosquitos-trap, temperature, relative humidity

## 서 론

지구 온난화에 따른 환경변화 및 국제교역의 증가로 다양한 곤충매개 감염병의 국제적 전파가 빠르게 진행되고 있다. 특히, 환경 적응력이 뛰어난 모기는 인류의 과학 발전 속도보다 빠르게 개체수를 늘리고 있으며(1), 뎅기열, 지카바이러스 감염증 등과 같은 바이러스성 모기매개 감염병은 동남아시아, 중남미 등에서 환자가 지속적으로 발생하고 있다(2). 질병관리본부는 지구온난화에 따른 매개체 발생분포 확대 및 해외유입 매개체의 유입 가능성이 높아짐에 따라 국내에서 토착성 감염병의 발생과 해외감염성질환 유입 환자가 꾸준히 늘고 있다고 보고하였다(3, 4).

모기매개 주요 감염병의 현황은 다음과 같다(5, 6). 말라리아(Malaria)는 인천 강화 지역 등 경기도, 인천, 강원도의 휴전선 인근 지역을 중심으로 5월에서 10월 사이에 집중적으로 발생하며, 얼룩날개모기속(*Anopheles spp.*)에 속하는 암컷 모기에 의해 전파된다. 일본뇌염(Japanese encephalities)은 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)에 의해 매개되는 바이러스성 뇌염으로 태평양 연안 아시아 국가에서 발생하는 질환이다. 뎅기열(Dengue fever)은 대표적인 해외유입 감염질환으로 이집트숲모기(*Aedes aegypti*)이나 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)에 의해서 전파가 가능하여 향후 더 많은 지역에서 발생할 것으로 예상되는 질환이다. 치쿤구니야열(chikungunya fever), 지카바이러스 감염증(Zika virus infection)은 뎅기열과 같은 숲모기에 의해 전파되며, 웨스트나일열(West Nile fever)은 바이러스 감염된 집모기류에 의해 전파된다. 이들 감염병들은 발생을 계속 감시할 필요가 있어 발생 또는 유행 시 24시간 이내에 신고하여야 하는 제3급감염병으로 분류되어 있다(7).

기상요인, 즉 기온상승 및 강수량은 매개체, 숙주의 번식과 증식속도 및 전파기간의 증가, 생태균형의 변화 및 이동과 같은 현상을 야기하며, 또한 수인성 감염병을 일으키는 감염원의 성장과 생존에 영향을 준다(8). 기후조건이 모기매개 전염병에 중요한 영향을 미치는 이유는 다음과 같다.

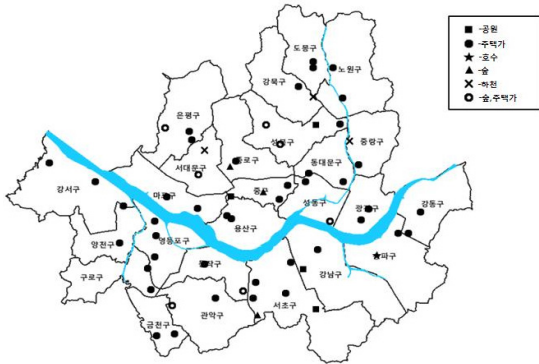
첫째, 기후는 모기가 발생하는 지리학적 분포와 밀접한 관계가 있다. 둘째, 기후 변화에 따라 생식 활동이 증감한다. 셋째, 이에 따른 매개체의 흡혈 활동이 증가한다. 넷째, 기후 조건에 따른 병원체의 성장과 증식 시간이 단축된다(9).

지구환경의 변화로 신·변종 매개감염병이 세계적으로 출현하고 있고 교통수단의 발달로 국경을 쉽게 넘나드는 현상이 빈번해지고 있으며, 우리나라도 예외는 아니어서 감염병의 지속적인 발생 및 증가 추세에 있으며 또한 해외로부터 새로운 감염병의 유입에 위협을 받고 있다. 따라서 본 조사는 서울지역의 주요지점에서 모기트랩 유문등을 이용하여 매개모기의 출현밀도, 기후요소와 모기밀도의 상관관계 및 주요 매개모기의 병원체 감염여부를 조사하여 서울지역에 적합한 모기 감시체계의 시책자료로 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 모기채집

모기 성충은 야간에 불빛에 유인되는 습성을 이용하여 개발된 모기트랩 유문등(black light trap)을 이용하여 2019년 4월 15일부터 11월 11일까지(총 31주) 서울지역의 대표지점에 유문등 총 60대를 운영하였다(그림 1). 설치장소 기준(10)은 첫째, 사람이 많이 거주하고, 자치구를 대표하는 지역에 유문등을 설치 운영한다. 사람의 이동이 적은 공원, 빗물펌프장, 정화조 내에 설치할 경우, 야행성 곤충인 나방이나 깔다구가 많이 채집되어 분석 자료로서의 활용도가 떨어진다. 둘째, 모기개체수 및 모기종류를 파악하기 위한 목적의 표본조사이므로 유문등 설치장소를 임의적으로 변경하는 것은 금지한다. 한 장소에서 한 번 포집하지 않으면 주간, 월간 통계자료와 나머지 24개구 신뢰도에 영향을 주게 되므로 통계자료로서의 가치를 상실하게 된다. 유문등 운영은 각 자치구에서 매주 월요일 18시에 유문등 설치 후 화요일 07시에 채집모기 회수하여 모기분류 및 병원체 검사를 의뢰하였다. 우천시와 공휴일에는 채집 및 의뢰하지 않고 그 다음날 운영한다(표 1).



**Fig. 1.** The location of mosquito-trap(black light trap) in Seoul.

## 2. 모기분류

채집모기는 바로  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 1~2시간 처리 후 질병관리본부의 분류키(11)에 따라 암컷 모기를 대상으로 분류하였다.

## 3. 흰줄숲모기 병원체 검사

질병관리본부의 시험법(12, 13)을 따라 Zika virus(ZIKA), Dengue virus(DENV) 및 Chikungunya virus(CHIKV) 특이 유전자를 조사하였다. 모기조직의 파쇄는 모기를 종별로 분류하여 2 ml tube 한 개당 최대 30마리의 모기를 넣고 PBS 1.0 ml 첨가 후 Automatic homogenizer(Bertin(사) FastPrep 조건은 5,000 기준으로 20초간 2번)로 모기조직을 파쇄 한다. 원심분리기에 상기 tubes를 넣고  $4^{\circ}\text{C}$ , 13,000 rpm에서 1분간 원심분리 후 조직찌꺼기 등 불순물이 섞이지 않도록 조심하여 상층액  $140\ \mu\text{l}$ 을 덜어 1.5 ml tube에 넣는다. 남은 파쇄액은 즉시  $-70^{\circ}\text{C}$  냉

동고에 보존한다. RNA 추출은 QIAamp Viral RNA Mini kit(QIAGEN, 52906)을 이용하였고 실험법은 PowerChek™ ZIKV/DENV/CHIKV Real-time PCR kit(Kogen, R5008)으로 7500 Fast Real-Time PCR System 이용하여 아래 조건으로 분석하였다.

Composition	Vol( $\mu\text{l}$ )
ZIKV/DENV/CHIV RT-PCR premix	15
Template RNA	5
Total	20

## 4. 얼룩날개모기 병원체 검사

질병관리본부의 시험법(14)에 따라 삼일열 (*Plasmodium vivax*), 열대열원충(*Plasmodium falciparum*) 조사하였다. 모기조직의 파쇄는 채집된 얼룩날개모기류를 tube에 pooling(10마리/1 pool)하고 Automatic homogenizer(Bertin(사) FastPrep 조건은 5,000 기준으로 20초간 2번)로 모기조직을 파쇄 한다. 모기의 DNA 추출은 DNAzol을 이용 에탄올 precipitation을 통해 추출하고, 실험법은 PowerChek™ Malaria real-time PCR kit(Kogen, R0304)으로 7500 Fast Real-Time PCR System 이용하여 아래 조건으로 분석하였다.

Composition	Vol( $\mu\text{l}$ )
P. falciparum/P. vivax RT-PCR premix	15
Template DNA	5
Total	20

**Table 1.** District office and number of mosquito-trap(black light trap) in Seoul

Area	District office(No. of blacklight trap)
East-North	Gangbuk-gu(2), Gwangjin-gu(2), Nowon-gu(2), Dobong-gu(2), Dongdaemun-gu(2), Seondong-gu(2), Seongbuk-gu(4), Jungnang-gu(2)
East-South	Gangdong-gu(2), Gangnam-gu(2), Seocho-gu(6), Songpa-gu(2)
West-North	Mapo-gu(2), Seodaemun-gu(2), Yongsan-gu(2), Eunpyeong-gu(3), Jongno-gu(2), Jung-gu(4)
West-South	Gangseo-gu(2), Gwanak-gu(2), Guro-gu(2), Geumcheon-gu(2), Dongjak-gu(2), Yangcheon-gu(2), Yeongdeungpo-gu(3)

## 5. 기상자료

기상청 기상자료 개발포털 홈페이지에 등록되어 있는 정해진 시각에 모든 관측소에서 같은 시각에 실시하는 종관기상관측을 이용하였다. 기상자료는 모기 채집시점(일)의 평균기온, 일강수량, 평균풍속, 평균상대습도이었으며, 종관기상관측 장소는 서울시 종로구 송월길, 서울기상관측센터이었다(15).

## 6. 통계처리

통계 프로그램(IBM SPSS Statistics version 24)을 이용하여 상자도표, 상관관계 및 유의성조사는 ANOVA-test 후 Duncan's multiple range test( $p < 0.05$ )를 실시하였다.

# 결과 및 고찰

## 1. 매개모기의 밀도

서울지역 유문등 조사지점 60곳에서 매개모기

총 12종 6,608마리가 채집되었다. 빨간집모기가 우점종으로 5,447마리(82.4%) 가장 많이 채집되었고, 주요 매개모기에는 얼룩날개모기 130마리, 흰줄숲모기 9마리 그리고 작은빨간집모기는 확인할 수 없었다(표 2). 이는 2018년도 서울지역의 유문등 채집모기 전체 6,111마리 중 빨간집모기가 4,910마리(80.3%)로 가장 많았다는 출현빈도 보고와 유사하였다(10). 한강을 기준으로 서울 4개 권역으로 나누고 유문등 1개당 채집모기의 마리(평균, 표준편차)는 동북지역  $100 \pm 59$ , 동남지역  $133 \pm 60$ , 서북지역  $121 \pm 73$ , 서남지역  $84 \pm 38$ 이었으나, 4개 권역간의 각 유문등의 모기밀도에는 유의적인 차이가 없었다( $p < 0.05$ )(그림 2). 월별 매개모기의 빈도조사에서 전체 모기밀도는 5월까지의 낮았으나 6월부터 증가하기 시작하여 7월에 최고를 이룬 후 장마로 감소하였으나 10월에 다시 높아졌는데 이는 빨간집모기의 채집밀도와 유사한 경향을 보였다(그림 3). 얼룩날개모기는 6월에 2마리, 7월에 76마리로 가장 많았으며, 흰줄숲모기는 8월에 3마리, 9월에 5마리 그리고 10월

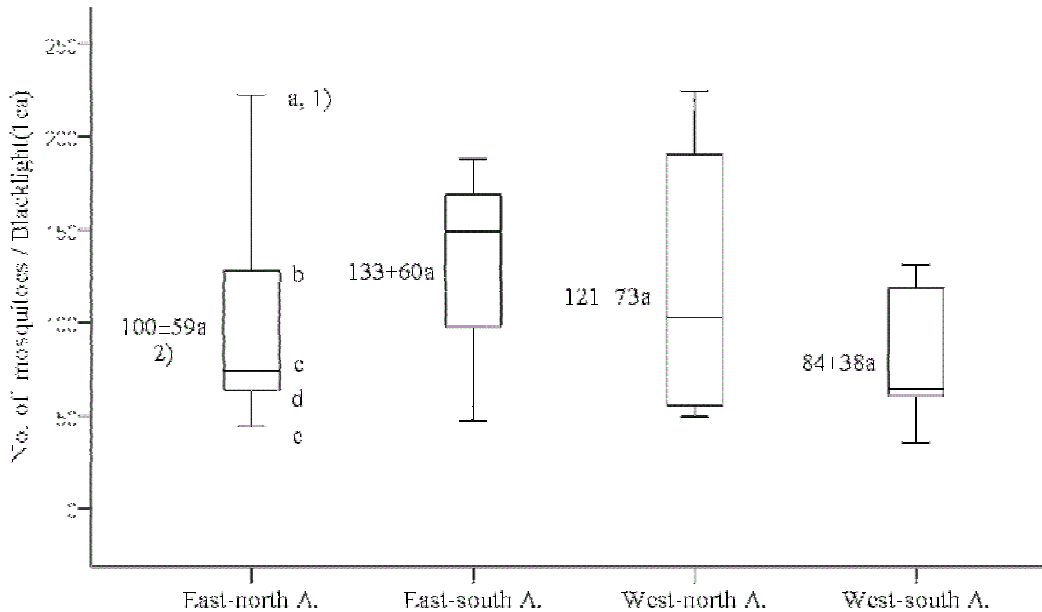
**Table 2.** Species and number of mosquitoes collected from 60 sites in Seoul

Species	Korean name	No. of mosquitoes(%)
<i>Aedes albopictus</i> ( <i>Ae. alb.</i> )	흰줄숲모기	9(0.1)
<i>Aedes vexans nipponii</i> ( <i>Ae. vex.</i> )	금빛숲모기	127(1.9)
<i>Anopheles spp.</i> ( <i>An. spp.</i> )	얼룩날개모기속	130(2.0)
- <i>Anopheles sinensis</i> ( <i>An. sin.</i> )	- 중국얼룩날개모기	15
- <i>Anopheles koreicus</i> ( <i>An. kor.</i> )	- 한국얼룩날개모기	72
- <i>Anopheles lesteri</i> ( <i>An. les.</i> )	- 레스터얼룩날개모기	43
<i>Armigeres subalbatus</i> ( <i>Ar. sub.</i> )	큰검정들모기	78(1.2)
<i>Culex bitaeniorhynchus</i> ( <i>Cx. bit.</i> )	반점날개집모기	2(0.0)
<i>Culex orientalis</i> ( <i>Cx. ori.</i> )	동양집모기	68(1.0)
<i>Culex pipiens complex</i> ( <i>Cx. pip.</i> )	빨간집모기	5,447(82.4)
<i>Culex tritanioprhynchus</i> ( <i>Cx. tri.</i> )	작은빨간집모기	0
<i>Culex vagans</i> ( <i>Cx. vag.</i> )	줄다리집모기	58(0.9)
<i>Ochlerotatus koreicus</i> ( <i>Oc. kor.</i> )	한국숲모기	688(10.4)
<i>Ochlerotatus togoi</i> ( <i>Oc. tog.</i> )	토고숲모기	1(0.0)
Total(5 Genera, 12 species)		6,608

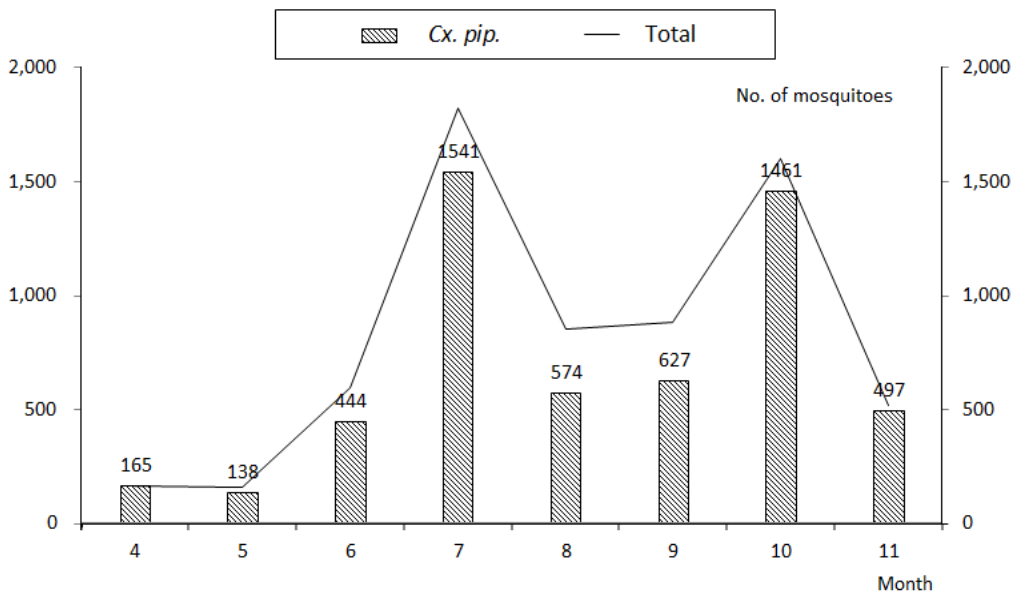
에 1마리 각각 채집되었다(그림 4). 서울지역에서 감염병을 매개하는 얼룩날개모기 및 흰줄숲모기 서식이 확인되어 향후 이들 모기에 대한 종합적인 방제가 필요하다.

## 2. 기후요인에 따른 모기밀도

질병관리본부는 모기의 일반적 특징으로 기온이 높으면 모기유충의 발육기간이 짧아져 많은 세대가 발생하므로 개체수가 증가하고 비가 많이 오면



**Fig. 2.** Number of mosquitoes depending on the 4 Seoul Areas. 1) Box plot : a) maximum, b) upper quartile, c) median, d) lower quartile, e) minimum. 2) Mean ± standard deviation, the same letter (a) is not significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 3.** Number of *Culex pipiens* complex caught from mosquito-trap.

발생원이 증가하고 온도와 강수량 그리고 태풍의 진로와 강약에 따라 개체군밀도가 크게 변화하는 양상을 보인다고 보고하였다(16). 본 조사에서 모기 출현 밀도에 영향을 주는 기후요인에 대한 조사는 모기 개체수와 기상자료개방포털에서 채집일의 평균기온, 일강수량, 평균풍속, 평균상대습도를 변수로 하여 이들의 상관관계를 분석하였다. 변수들의 관계정도를 보여주는 산점도 및 상관계수는 표 3과 같았으며, 통계적인 유의성은 0.05 기준으로 하였다. 조사결과, 모기 개체수와 유의적인 상관관계를 갖는 기후요인은 확인할 수 없었으나( $p < 0.05$ ), 평균기온 및 상대습도의 상관계수( $r$ )는 각

각 0.281 및 0.335으로 양적 선형관계 및 유사한 그래픽 모형을 보였다(그림 5). 강원도보건환경연구원은 2008~2015년 춘천시 우사에서 채집된 모기와 환경인자의 상관관계 조사에서 평균기온(0.67~0.86)과 상대습도(0.37~0.56)는 유의적인 상관계수를 각각 보였다고 보고하였다( $p < 0.05$ )(17). 그러나 본 조사는 서울전역에 대한 모기밀도를 조사하지 않았고 일몰 후 모기를 빛으로 유인하여 채집하는 모기트랩 유문등을 운영한 시간 및 장소의 대표성과 아울러 서울지역의 표준기상관측소 한 곳의 기후정보로 분석하였다는 한계가 있었다.

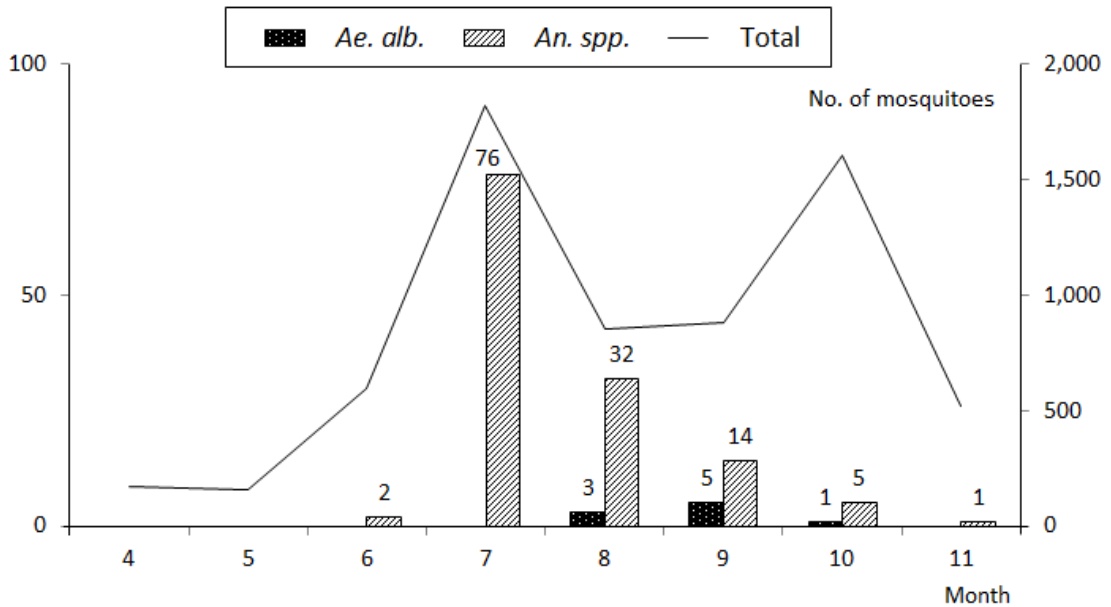


Fig. 4. Number of *Aedes albopictus* and *Anopheles spp.* caught from mosquito-trap.

Table 3. Correlation analysis among total number of mosquitoes, mean temperature, daily precipitation, mean daily wind velocity and mean relative humidity

	Mean temperature	Daily precipitation	Mean daily wind velocity	Mean relative humidity
a)				
b)	0.281	-0.033	-0.029	0.335

a) Scatter plot, b) Pearson correlation coefficient

### 3. 병원체 검사

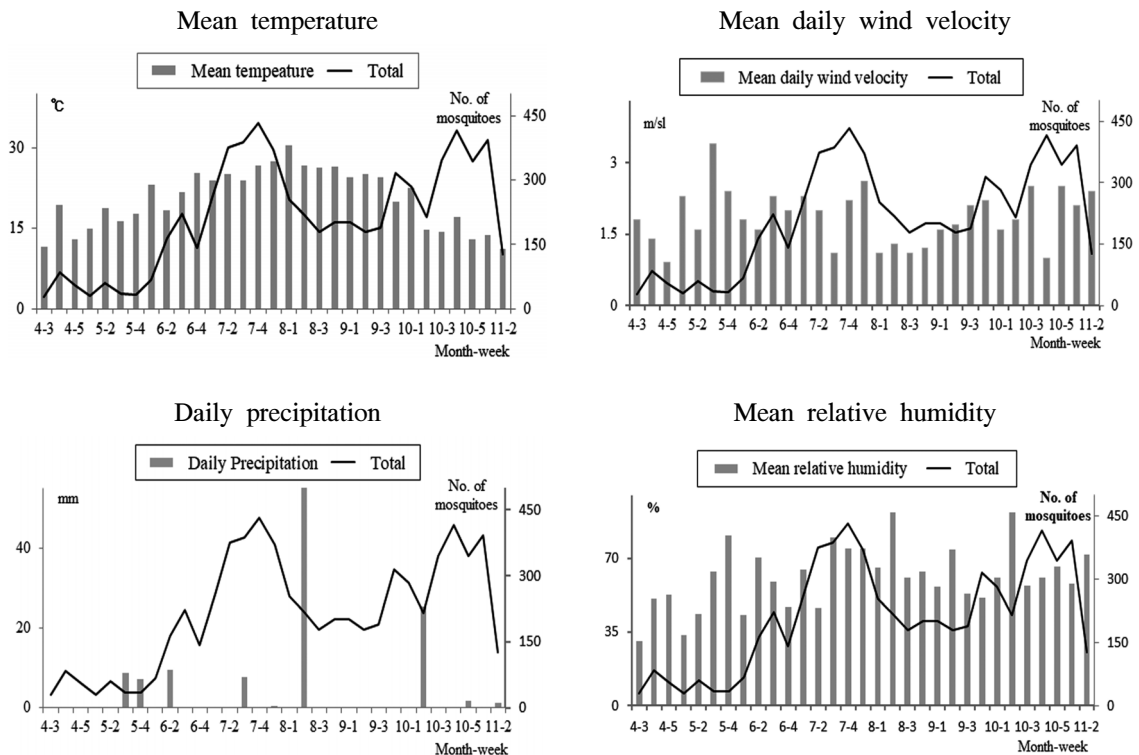
덴기열, 자카바이러스 감염증 등 해외유입 모기 매개 감염병을 매개하는 채집된 흰줄숲모기 9마리에 대한 바이러스성 원인체인 Zika virus, Dengue virus 및 Chikungunya virus 특이 유전자 검사 결과는 모두 음성으로 확인되었다. 말라리아는 *Plasmodium* 속 원충에 의해 유발되는 급성 열성 감염증으로, 국내에서는 삼일열 말라리아의 유행이 주로 발생하였으나 최근 열대열원충의 감염도 보고되고 있으며, 얼룩날개모기 130마리에 대한 병원체 분석결과는 모두 음성이었다(그림 6).

## 요 약

2019년 서울시 주거지역의 모기를 채집하여 모기 발생양상을 감시하고 효율적 방제 방안 및 감염병 예방대책 마련을 위하여 자치구등과 공동으

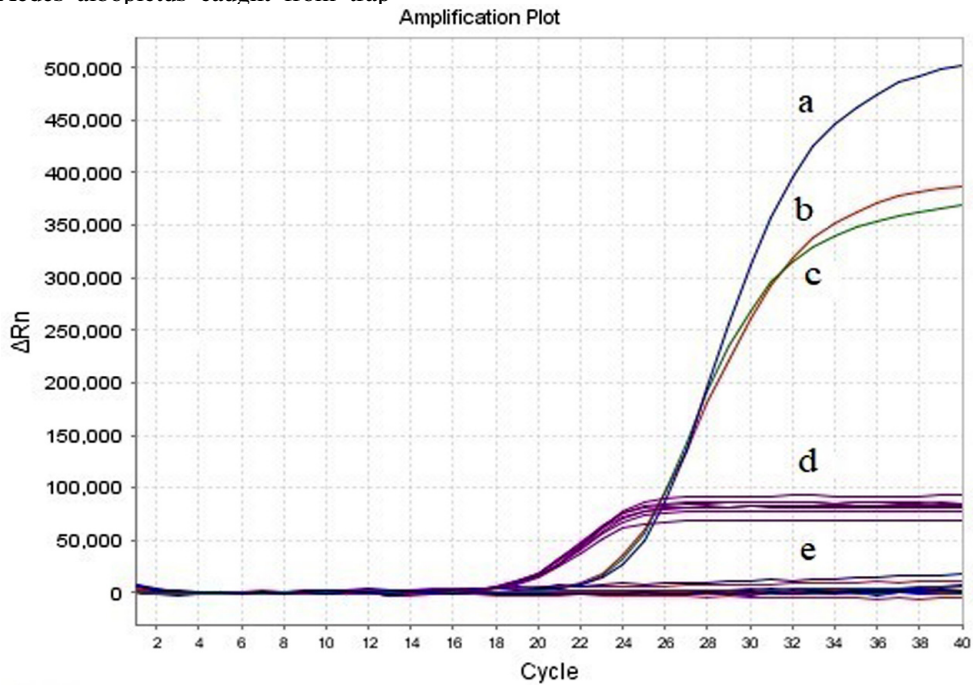
로 4월부터 11월까지 서울지역의 대표지점 60곳(서초구 6, 중구·성북구 각 4, 은평구·영등포구 각 3, 기타 20개 자치구 각 2곳)에서 야간 불빛에 유인되는 모기의 특징으로 개발된 모기트랩(유문 등)을 이용하여 각 자치구에서 주1회 모기트랩으로 채집 후 연구원에서 종별 분류 및 병원체를 조사하였다.

1. 조사지점에서 채집된 모기는 총 12종 6,608마리였고, 주요 매개모기로는 빨간집모기 5,447마리로 우점종이었고, 얼룩날개모기 130마리, 흰줄숲모기 9마리 그리고 작은빨간집모기는 확인할 수 없었다.
2. 기상자료(평균기온, 일강수량, 평균풍속, 평균 상대습도) 중 채집 모기밀도와 유의적인 상관관계( $r$ )를 갖는 기후요인은 없었으나( $p < 0.05$ ), 평균온도, 상대습도는 모기밀도와 상관성분석에서 각각 양적 선형관계를 보였다.

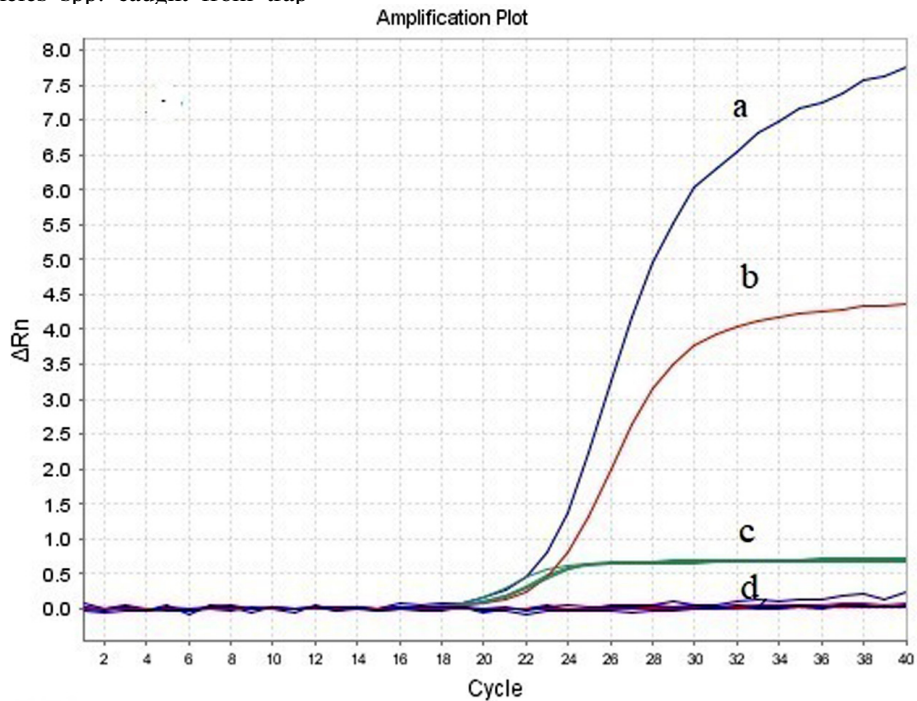


**Fig. 5.** Weekly incidence of total mosquitoes collected, mean temperature, mean daily wind velocity, daily precipitation and mean relative humidity.

1) *Aedes albopictus* caught from trap



2) *Anopheles* spp. caught from trap



**Fig. 6.** Real-time monitoring of PCR : 1) *Aedes albopictus* ; a. Dengue virus STD, b. Chikungunya virus STD, c. Zika virus STD, d. Internal control, e. Negative sample. 2) *Anopheles* spp. ; a. a positive sample of *Plasmodium falciparum*, b. a positive sample of *Plasmodium vivax*, c. Internal control, d. NTC & negative sample.



3. 채집된 말라리아 매개하는 얼룩날개모기 130마리, 땡기열 관련 흰줄숲모기 9마리에 대한 병원체 검사결과는 모두 음성이었다.

### 참고문헌

1. 이동규 : 보건소의 주요 전염병 매개모기 방제사업 평가(질병연구본부 연구사업). 고신대학교, 2006.
2. Saiz J, Vazquez-Calvo A, Blazquez AB, Merino-Ramos T, Escribano-Romero E, and Martin-Acebes MA : Zika virus, the latest newcomer. *Front Microbiol*, 7:496, 2016.
3. 질병관리본부 : 2017 질병관리 백서. p.200, 2018.
4. Joon-Sup Yeom : Current status and outlook of mosquito-borne diseases in Korea. *J Korean Med Assoc*, 60(6):468~474, 2017.
5. 염준섭 : 국내 모기매개 질환의 현황과 전망. *대한의사협회지*, 60(6):468~474, 2017.
6. 질병관리본부 : 2018년 바이러스성 모기매개 감염병 관리지침. p.27, 2018.
7. 질병관리본부 : 법정감염병 진단검사 통합지침, (3):28, 2020.

8. 김시현, 장재연 : 국내 기후변화 관련 감염병과 기상요인간의 상관성. *대한예방의학회지*, 43(5) 435~444, 2010.
9. 서현주 : 평택시의 질병매개모기 발생과 기후조건의 상관관계 연구(2012~2016). 단국대학교 석사논문, 2017.
10. 서울특별시 홈페이지 : [http://news.seoul.go.kr/welfare/mos\\_dms\\_nb1t](http://news.seoul.go.kr/welfare/mos_dms_nb1t), assessed 12 December 2019.
11. 질병관리본부 국립보건연구원 : 감염병실험실 진단. p.1159, 2005.
12. 질병관리본부 한국보건복지인력개발원 : 감염병 매개모기감시과정 교육자료. 2019.
13. 손동철, 이은비, 박지영, 권오근 : 경북지역의 모기매개 바이러스 검출, *경상북도보건환경연구원보*. 29:30~40, 2016.
14. 질병관리본부 : 2016년도 말라리아 관리지침. p.50, 2016.
15. 기상청 기상자료개방포털 : [https://data.kma.go.kr/data/grnd/select\\_AwsRltnList.do?pgmNo=56](https://data.kma.go.kr/data/grnd/select_AwsRltnList.do?pgmNo=56), assessed 12 December 2019.
16. 질병관리본부 : 주요 감염병 매개모기 방제관리지침. p.53, 2014.
17. 강원도보건환경연구원 : 강원도 기후변화 매개체 감시 연구보고서. p.48, 2016.