

실시간 원격모기감시장비 시범운영

질병관리본부 감염병분석센터 매개체분석과 이학선, 이옥교, 이희일, 조신행*

*교신저자 : cho4u@korea.kr, 043-719-8520

초 록

전국적으로 실시간 모기감시망 구축을 위해 권역별 기후변화 매개체 감시 거점센터를 중심으로 2019년 7월부터 9월까지 12대의 원격모기감시장비(digital mosquito monitoring system, DMS)를 설치하여 도심 환경에서 모기의 발생 및 장비의 효능을 평가 하였다. 본 시범사업 중 도심에서 채집된 모기는 총 5속 14종 86,912개체였으며, 기기별 평균 8,329개체로 모기 종 감별 정확도는 평균 0.82이고, 유문등과 BG-sentinel trap보다 높은 채집률을 보였다. 도심 환경에서 전체 채집 모기 중 빨간집모기(*Culex pipiens complex*)의 비율이 69.5%로 가장 높았고, 다음은 작은빨간집모기(*Cx. tritaeniorhynchus*) 8.6%, 금빛숲모기(*Aedes vexans*) 7.4% 순이었다. 이 결과를 바탕으로 2020년도에는 도시와 농촌 환경으로 구분하여 질병 매개모기의 환경별 서식밀도를 실시간 평가하여 향후 모기예보체계 도입에 적용할 계획이다.

주요 검색어 : 매개모기, 원격모기감시장비, 일일 모기감시

들어가는 말

모기가 감염병의 원인이 되는 매개체인 것을 알아낸 이후 모기의 감시를 위한 다양한 방법들이 고안되고 발전되어 왔다[1]. 현재 가장 일반적인 감시 방법은 목적지를 방문하여 유문등이나 BG-sentinel trap 등을 이용해 모기를 채집하고 수거한 뒤 해부현미경을 이용하여 분류 및 동정하는 것이다. 그러나 이 방법은 전문 인력을 필요로 하고 많은 모기가 채집될 경우에는 결과를 얻기까지 장시간 소요된다는 단점이 있다. 질병관리본부는 16개의 「권역별 기후변화 매개체 감시 거점센터」를 구축하여 전국적인 모기 감시를 실시하고 있으나 채집에서 분류, 동정 및 결과 환류까지 2주가 필요한 상황이다. 이로 인해 감시 결과를 바탕으로 모기매개 감염병을 감소시키기 위한 방제에 활용하기에는 다소 제한적이다.

모기방제 작업에 도움을 주기 위한 실시간 모기발생정보 모니터링 시스템인 원격모기감시장비는 유문등과 같은 일반적인 모기 채집 도구들에 비해 상대적으로 최근에 개발된 장비로써

이산화탄소와 화학유인제를 이용하여 포집되는 모기를 실시간으로 계측하는 장비이다[2]. 인천광역시의 경우 전 지역에 120대의 원격모기감시장비를 설치, 운영함으로써 방제에 필요한 기초 정보로 활용하고 있으며, 서울특별시의 경우 2014년부터 모기 발생 가능성을 지수화하여 시민들에게 행동 요령을 알려주는 시스템인 ‘모기예보제’를 운영 중에 있다[3].

질병관리본부 매개체분석과는 기존 감시방법의 문제점을 해결하고 전국에 실시간 모기 감시망을 구축하고자 2019년도에 원격모기감시장비의 성능평가를 위해 시범운영 사업을 진행하였다.

몸 말

원격모기감시장비는 본체와 데이터통신장비, 이산화탄소 실린더의 3개 부위로 구성되어 있는 장비이다. 작동 원리는 모기 유인, 포집 및 계수, 데이터 서버 전송 3단계로 나뉜다. 주기적으로

정해진 양의 이산화탄소를 배출하여 모기를 유인 후 흡입을 통해 모기를 포집하고 카운터 센서를 지나가면서 계수 및 디지털 데이터화 하며, 하루 동안 모아진 데이터는 다음날 오전 7시 통신 모듈을 통해 데이터 서버로 보내지고 채집된 개체수를 열람할 수 있게 된다(그림 1).

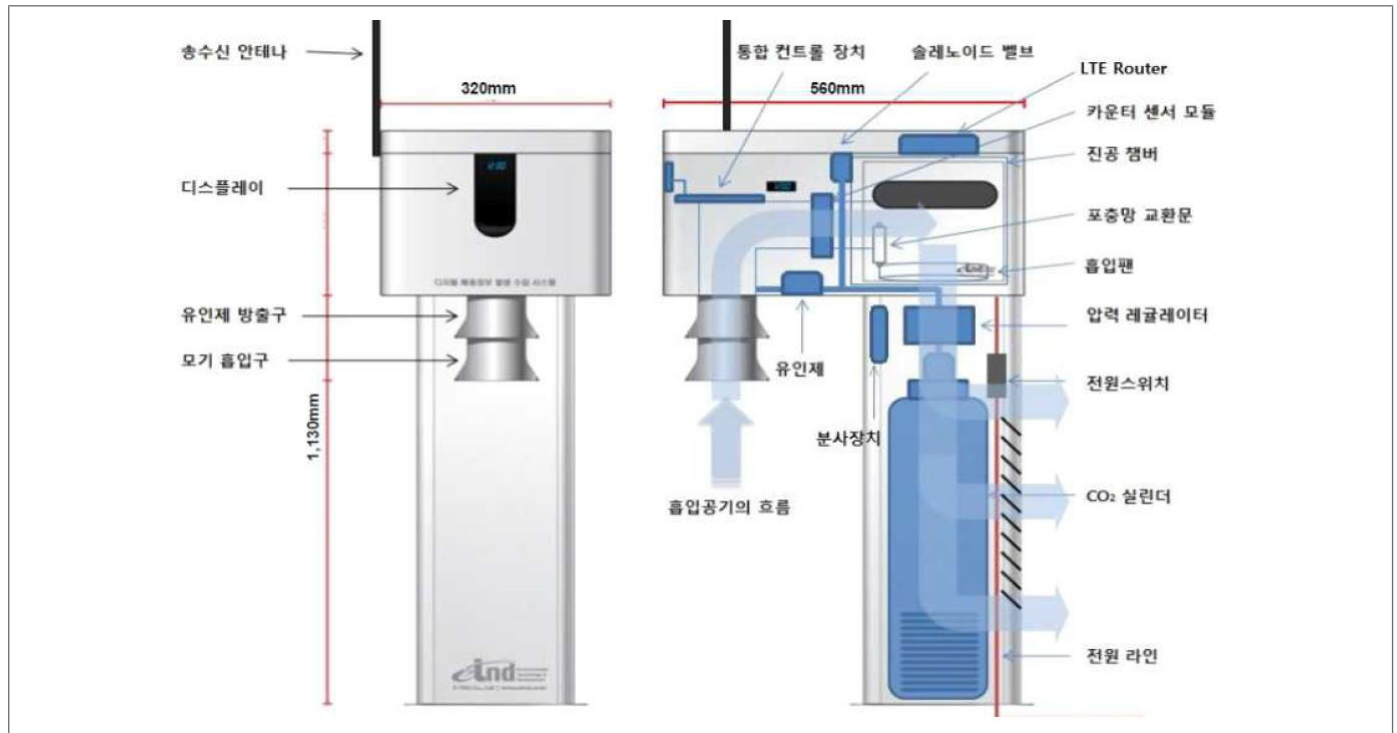


그림 1. 원격모기감시장비 구성요소

표 1. 원격모기감시장비 설치 지점

권역명	담당 기관	원격모기감시장비 설치 지점(GPS)	
		위도(북위)	경도(동경)
강원1권	강원도 보건환경연구원	37° 57' 31.20"	127° 44' 42.40"
강원2권	연세대학교 원주캠퍼스	37° 20' 33.65"	127° 56' 26.32"
수도1권	인하대학교	37° 27' 5.18"	126° 39' 5.54"
경기권	가천대학교	37° 26' 58.00"	127° 7' 47.00"
충청1권	충북대학교	36° 37' 50.69"	127° 27' 4.37"
충청2권	충남대학교	36° 22' 10.30"	127° 21' 15.70"
충청3권	순천향대학교	36° 46' 19.81"	126° 56' 2.61"
전북권	광주보건대학교	35° 11' 23.32"	126° 50' 46.12"
전남1권	전남대학교	35° 10' 32.90"	126° 53' 55.40"
전남2권	전라남도 보건환경연구원	34° 48' 38.36"	126° 28' 36.66"
경남1권	고신대학교	35° 4' 52.79"	129° 3' 46.68"
제주권	제주대학교	33° 27' 5.02"	126° 33' 34.39"

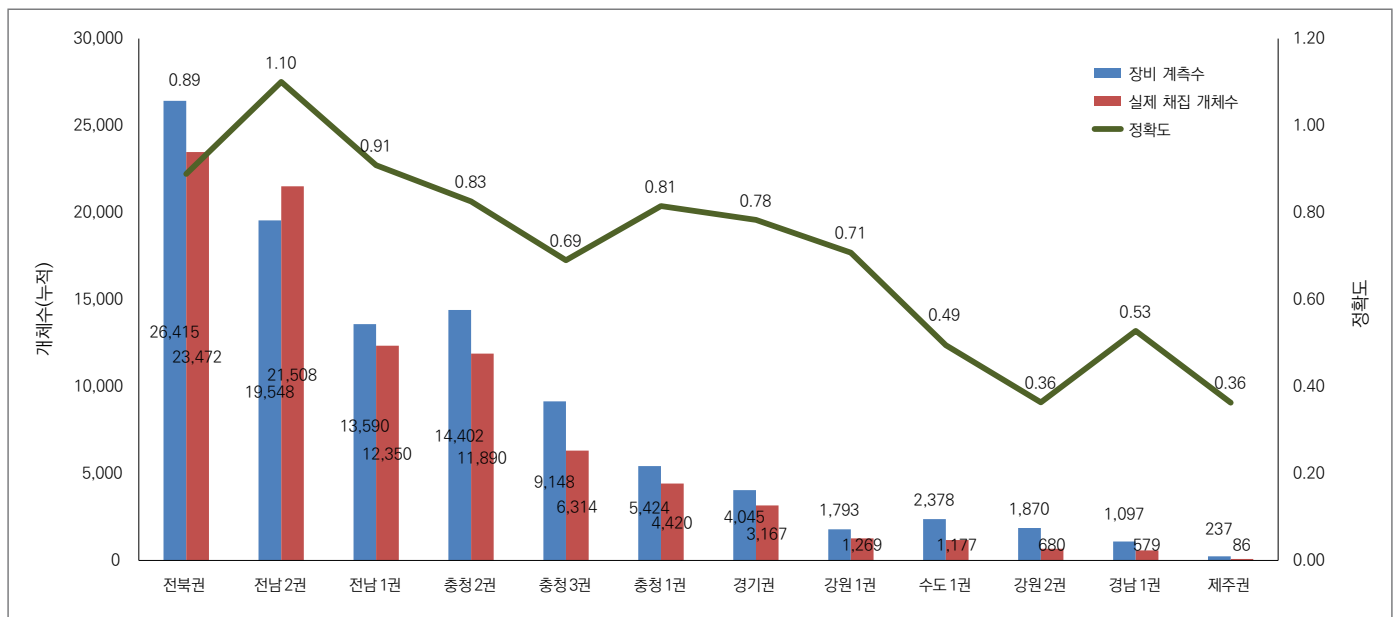


그림 2. 센터별 채집 개체수 및 정확도

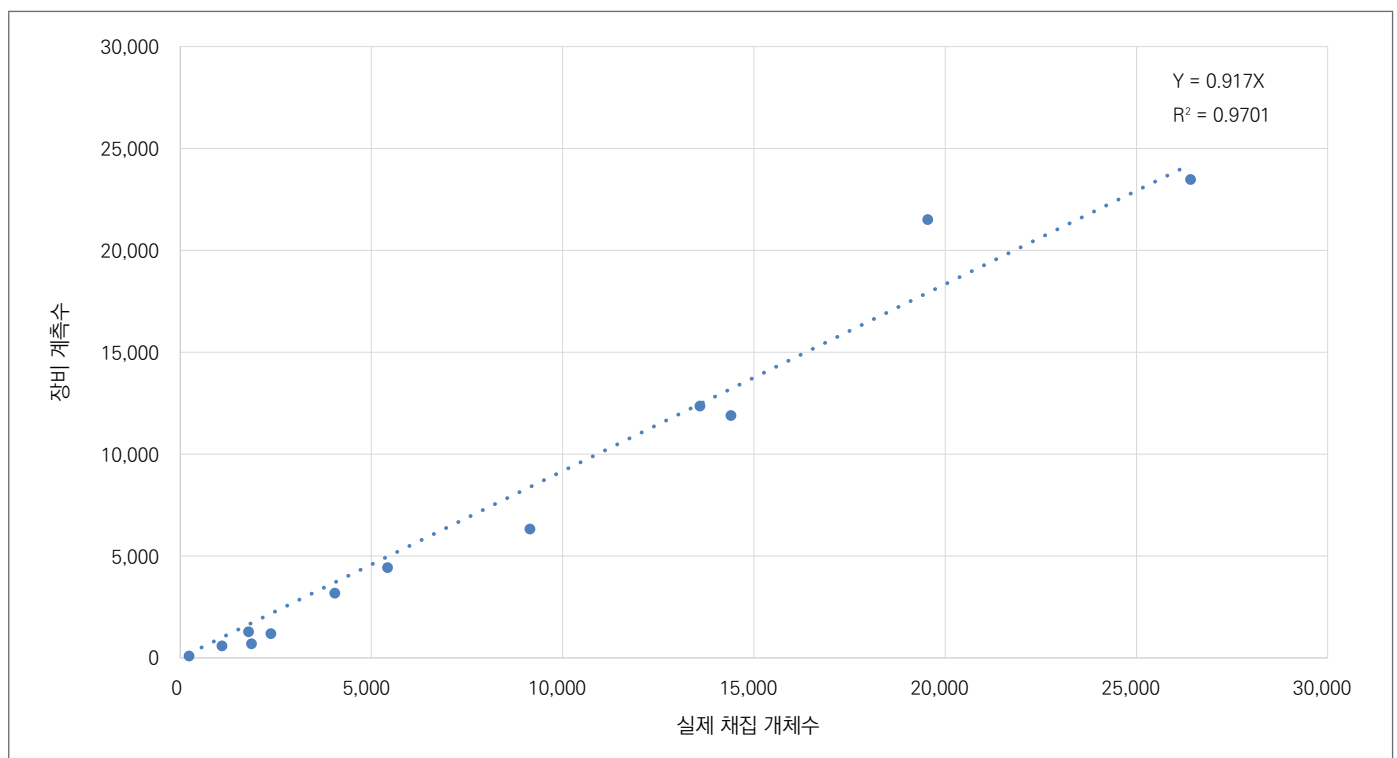


그림 3. 장비계획수와 실제 채집 개체수의 상관관계

설치장소는 전국 16개 권역의 거점센터 중 센터 부지(대학 또는 보건환경연구원) 내 설치가 가능한 12개 센터에서 각 1대씩 설치하였다(표 1). 운영기간은 계절적으로 모기 밀도가 높은 시기인

7월부터 9월까지였으며 총 13주간 채집이 진행되었다. 일부 설치가 지연된 경기권, 강원2권, 제주권의 경우 각각 12, 8, 2주 동안 채집이 진행되었다.

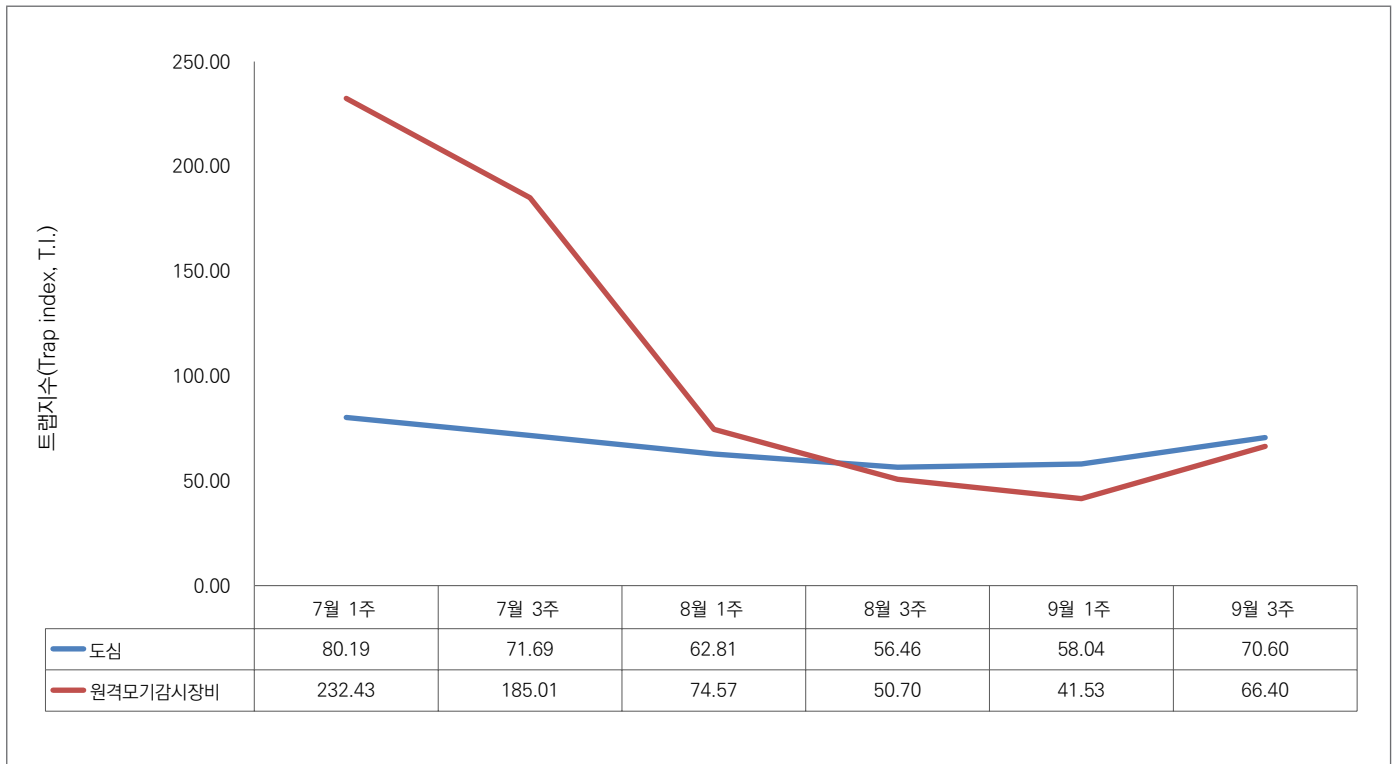


그림 4. 유문등 및 BG-sentinel 트랩과 원격모기감시장비의 동기간 트랩지수

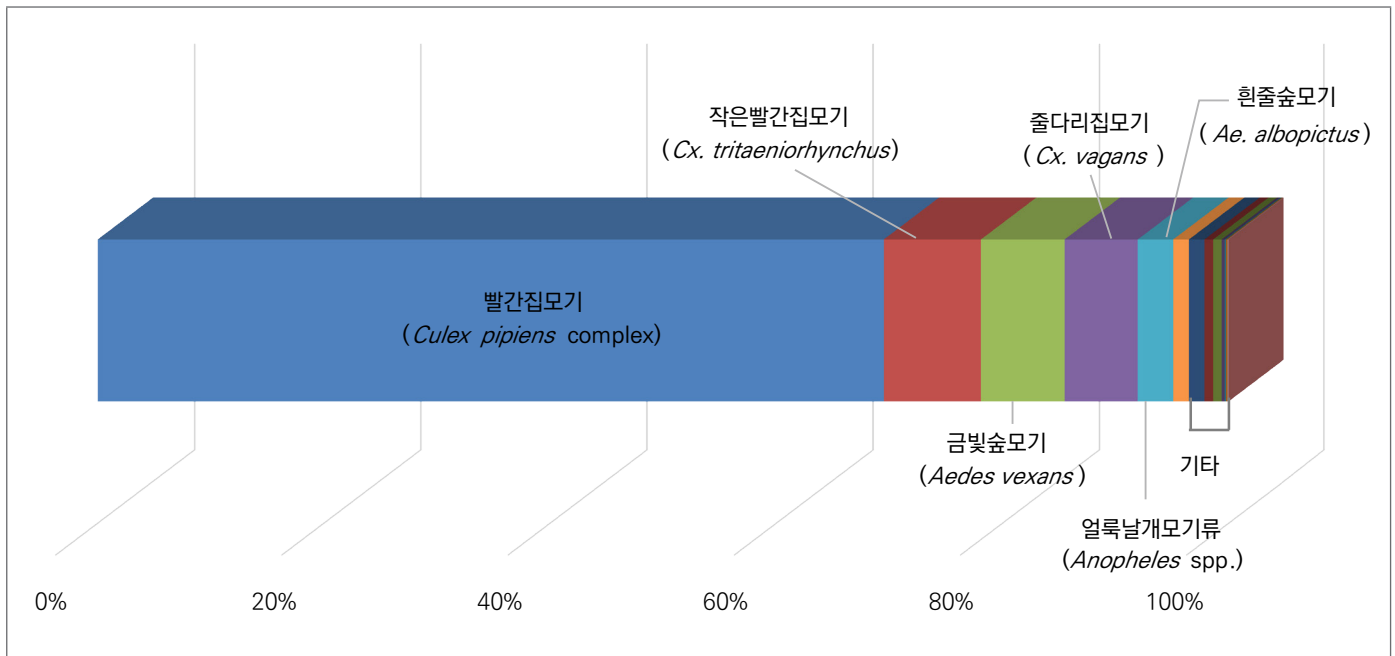


그림 5. 원격모기감시장비 내 채집된 모기 종 구성 비율

주 2회(화요일, 금요일) 수거 후, 각 센터에서 분류·동정하여 장비의 모기 채집양상 분석을 위해 채집된 모든 곤충을 매개체분석과에 보고하였다. 보고받은 결과는 원격모기감시장비

서버에 축적된 데이터들과 비교하였다.

12개 센터에서 채집기간 동안 총 5속 14종 86,912개체, 기기당 평균 8,329개체의 모기가 채집되었다. 13주 동안 규칙적으로 운영한 9개 센터 중에서 가장 많은 채집량을 보인 상위 3개 센터는 광주보건대학교(광주광역시, 전북권) 23,472개체, 전라남도보건환경연구원(무안군, 전남2권) 21,508개체, 전남대학교(광주광역시, 전남1권) 12,350개체 순이었으며, 하위 3개 센터는 강원도보건환경연구원(춘천시, 강원1권) 1,269개체, 인하대학교(인천광역시, 수도1권) 1,177개체, 고신대학교(부산광역시, 경남1권) 579개체로 나타나 설치 장소에 따라 채집량의 차이가 나타날 수 있음을 확인하였다(그림 2).

한편 장비 계측수와 실제 채집 개체수는 강한 양의 상관관계($R^2=0.9701$)가 있음을 확인하였다(그림 3). 또한 모기 계측 정확도는 실제 채집 모기 개체수/장비 계측수의 비율이 1.00에 가까울수록 높은 정확도를 나타내는 계수비로 표현하였는데, 평균 계수비가 0.82로 나타났다. 그러나 센터별로 가장 높은 정확도를 나타낸 0.91에서부터 가장 낮은 0.36에 이르기까지 지역 간 큰 편차를 보였다(그림 2).

원격모기감시장비와 일반적인 모기 채집기와의 채집량 비교를 위해 현재 거점센터에서 사용 중인 유문등과 BG-sentinel 트랩을 이용해 동기간 도심에서 채집한 모기 데이터와 트랩지수(trap index, T.I., 1일 1대의 트랩에 채집되는 모기 개체수)를 비교하였다. 원격모기감시장비의 7월 트랩지수가 두 배 이상 높게 나타났으나 태풍의 영향이 잦았던 7월말 이후에는 비슷한 양상을 보였다(그림 4).

또한 원격모기감시장비에 채집된 모기 종은 빨간집모기(*Culex pipiens complex*)가 69.5%, 작은빨간집모기(*Cx. tritaeniorhynchus*) 8.6%, 금빛숲모기(*Aedes vexans*) 7.4%, 줄다리집모기(*Cx. vagans*) 6.5%, 얼룩날개모기류(*Anopheles spp.*) 3.1% 순이었으며 흰줄숲모기(*Ae. albopictus*) 0.8%를 비롯한 9종이 4.9%를 차지하는 것으로 나타났다(그림 5).

맺는 말

원격모기감시장비의 시범운영 결과 연 10,000개체 이상 채집된 지점에서 0.80 이상의 정확도가 나타났으며, 고정 감시지점에서 매일 실시간 모기 감시가 가능한 점 등은 기기 사용에 가장 큰 장점이라 하겠다. 하지만 비도심 등 다양한 환경에서의 조사가 아직 이루어지지 않았다는 점과 설치를 위한 조건이 다소 까다롭고 설치 지점에 따른 정확도의 차이 및 모기 종 동정 기능이 없는 점은 아쉬운 부분이었다. 이에 질병관리본부 매개체분석과는 향후 원격모기감시장비에 5종의 모기분류 기능을 탑재하기 위해 빅데이터 기반의 인공지능 기술을 접목하여 정확도가 향상되고 채집 모기 종을 동정할 수 있는 기능을 개선할 계획이다.

질병관리본부 매개체분석과는 해당 결과를 바탕으로 2020년 원격모기감시장비를 확대 도입하고 거점센터와 보건소 등의 협조를 통해 감시지점을 추가 운영할 계획이다.

① 이전에 알려진 내용은?

원격모기감시장비는 유인되는 모기를 포집 및 계측하여 디지털 데이터화시켜 서버에 전송시킴으로써 실시간 모기 감시를 가능하게 하는 장비이다. 서울특별시시는 해당 장비를 통해 “모기 예보제”를 운영하여 시민들에게 모기 발생에 대한 정보를 제공하고 있다.

② 새로이 알게 된 내용은?

질병관리본부 매개체분석과에서 운영중인 「기후변화 매개체 감시 거점센터」를 통해 해당 장비를 도입하여 전국적인 실시간 모기 감시망 체계를 구축하고자 시범적으로 도입 및 운영하였고, 연간 10,000개체 이상 채집된 지점에서 모기 계측 정확도 0.80 이상을 기록하였다.

③ 시사점은?

실시간 모기 감시망 구축을 위한 기기로서 성능 평가 및 도입 가능성에 대해 검증하였다. ‘실시간 모기 감시’라는 장점이 뚜렷한 장비로써 몇 가지 아쉬운 부분이 있지만 도입에는 큰 문제는 없을 것으로 판단되어 2020년도에는 감시지점을 확대할 예정이다. 질병관리본부 매개체분석과에서는 향후 원격모기감시장비를 활용함에 있어 인공지능 기술 등이 접목되어 정확도가 향상되고 또한 채집 모기 종을 동정할 수 있도록 연구개발에 힘쓸 것이다.

참고문헌

1. Achee NL, Youngblood L, Bangs MJ, Lavery JV, James S. Considerations for the use of human participants in vector biology research: a tool for investigators and regulators. *Vector-borne and zoonotic diseases*. 2015;15(2):89–102.
2. Yoo J, Shin E, Ju YR. Development of auto remote-counting system for mosquito surveillance. *Public health weekly report*. 2015;8(38):902–905.
3. Seoul Metropolitan Government. Seoul, Republic of Korea. <http://news.seoul.go.kr/welfare/archives/511985>, accessed 20th April 2020.

Abstract

Test Operation of Digital Mosquito Monitoring System for Vector Surveillance

Lee Hak Seon, Lee Wook-Gyo, Lee Hee Il, Cho Shin-Hyeong

Division of Vectors and Parasitic Diseases, Center for Laboratory Control of Infectious Diseases, KCDC

In 2019, a real-time digital mosquito monitoring system (DMS) was installed nationwide in Korea. The purpose of this project was to evaluate twelve regional vector surveillance centers that were installed to evaluate the occurrence of mosquitoes and the effectiveness of the equipment in urban environments from July to September 2019. A total of five genera, fourteen species, 86,912 individual mosquitoes (8,329 individuals per equipment) were collected in city centers. The accuracy of mosquito counting was calculated at 0.82. In urban environments, *Culex pipiens* complex was the most dominant species and composed 69.5% of all captured specimens, followed by *Cx. tritaeniorhynchus* (8.6%), *Aedes vexans* (7.4%) and others. Based on these results, in 2020, DMS will be divided into urban and rural environments, and real-time assessment of the density of each disease-borne mosquito by environment will be applied to the future introduction of the mosquito prediction system.

Keywords: vector mosquitoes, digital mosquito monitoring system, daily mosquito monitoring

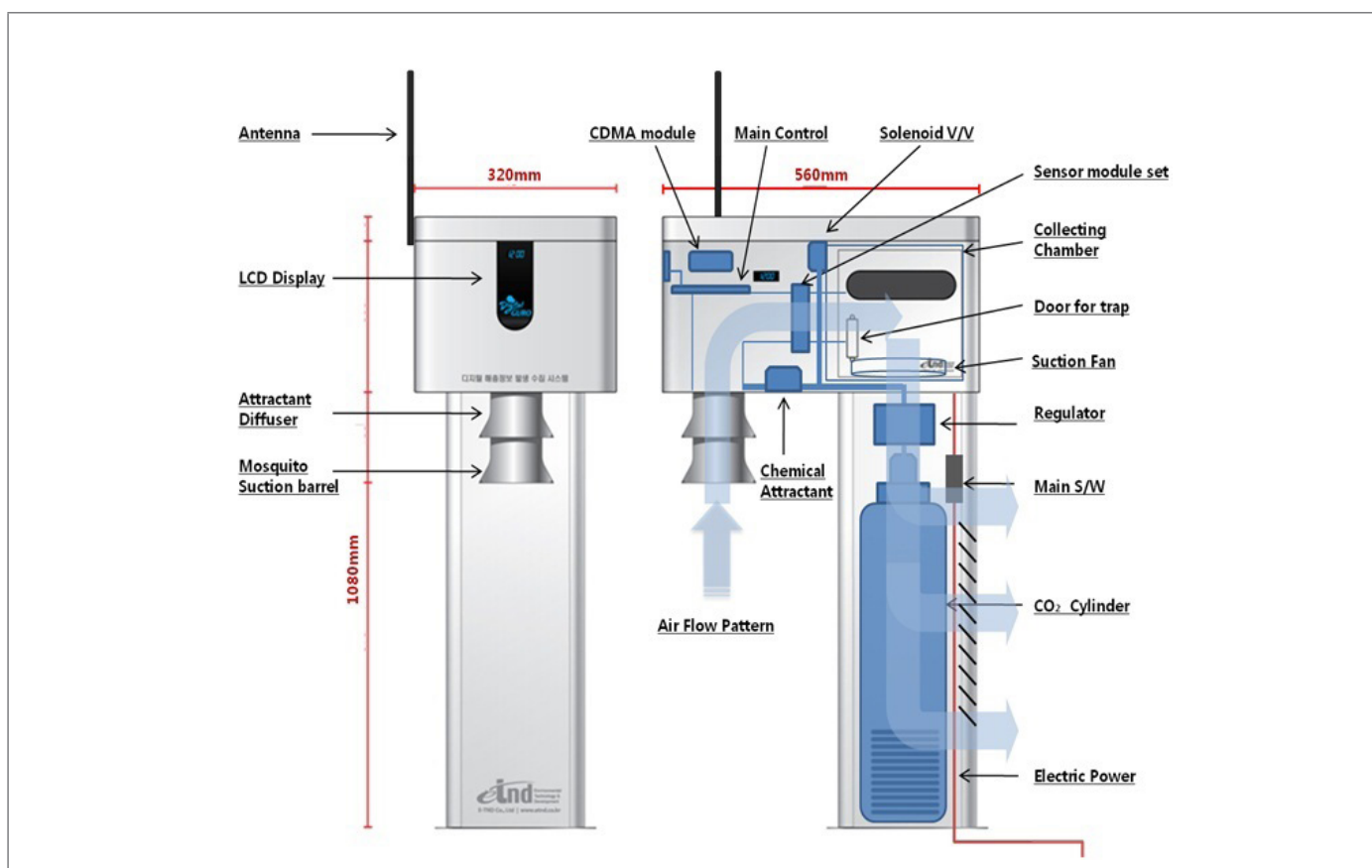


Figure 1. The components of a digital mosquito monitoring system (DMS)

Table 1. Installation sites of a digital mosquito monitoring system (DMS)

Center name	Related institute	Installation sites (GPS code)	
		Latitude (N)	Longitude (E)
Gangwon 1	Gangwon research institute of health and environment	37° 57' 31.20"	127° 44' 42.40"
Gangwon 2	Yonsei university	37° 20' 33.65"	127° 56' 26.32"
Capital area 1	Inha university	37° 27' 5.18"	126° 39' 5.54"
Gyeonggi	Gachon university	37° 26' 58.00"	127° 7' 47.00"
Chungcheong 1	Chungbuk national university	36° 37' 50.69"	127° 27' 4.37"
Chungcheong 2	Chungnam national university	36° 22' 10.30"	127° 21' 15.70"
Chungcheong 3	Soonchunhyang university	36° 46' 19.81"	126° 56' 2.61"
Jeonbuk	Gwangju health university	35° 11' 23.32"	126° 50' 46.12"
Jeonnam 1	Chonnam national university	35° 10' 32.90"	126° 53' 55.40"
Jeonnam 1	Jeollanamdo institute of health and environment	34° 48' 38.36"	126° 28' 36.66"
Gyeongnam 1	Kosin university	35° 4' 52.79"	129° 3' 46.68"
Jeju	Jeju national university	33° 27' 5.02"	126° 33' 34.39"

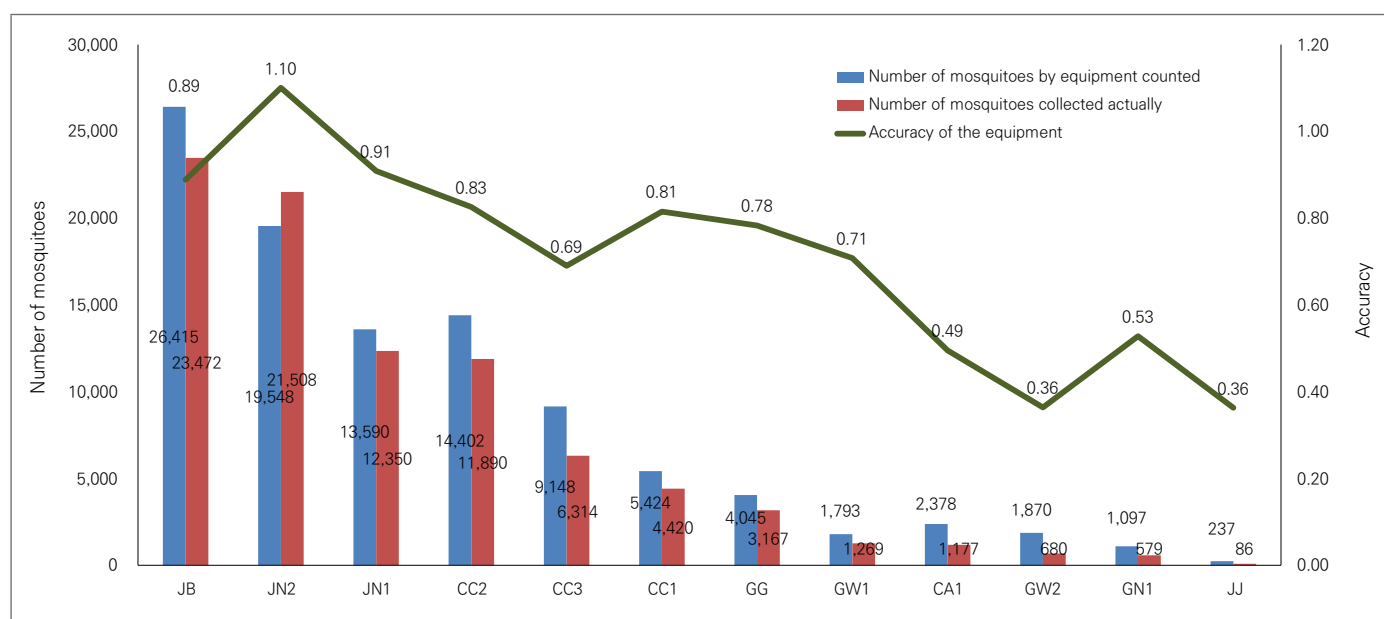


Figure 2. Number of collected mosquitoes and counting accuracy by equipment

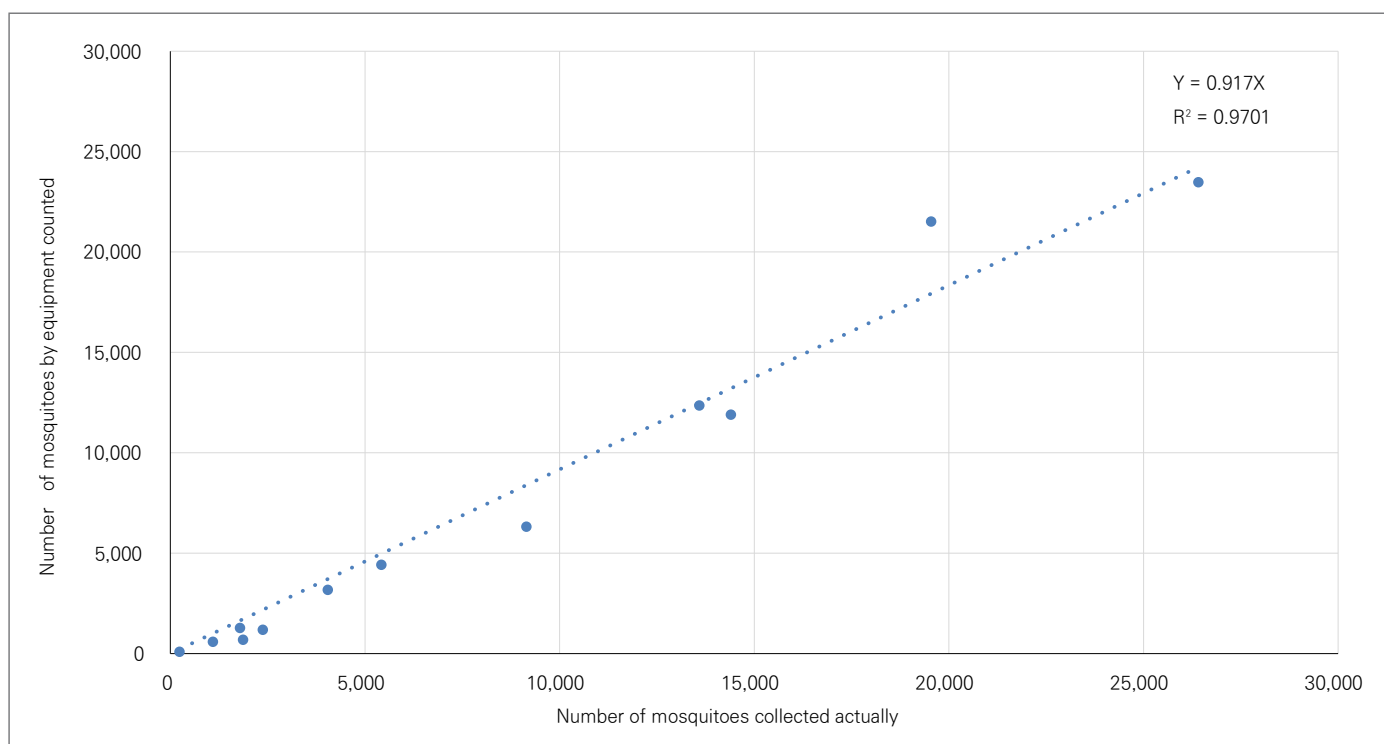


Figure 3. Correlation between counted mosquitoes and actual collected mosquitoes

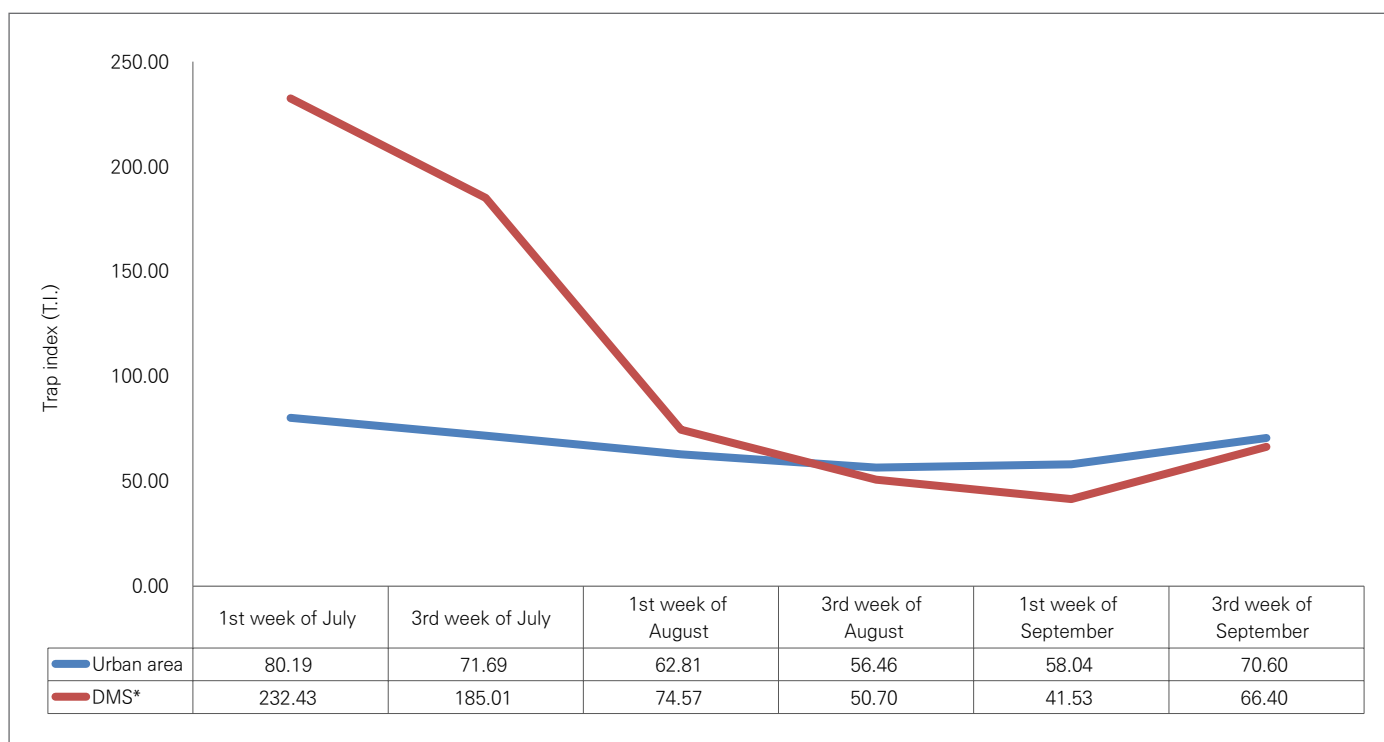


Figure 4. Trap index of Black light + BG-sentinel trap and digital mosquito monitoring system (DMS) in the same period

* Digital mosquito monitoring system (DMS)

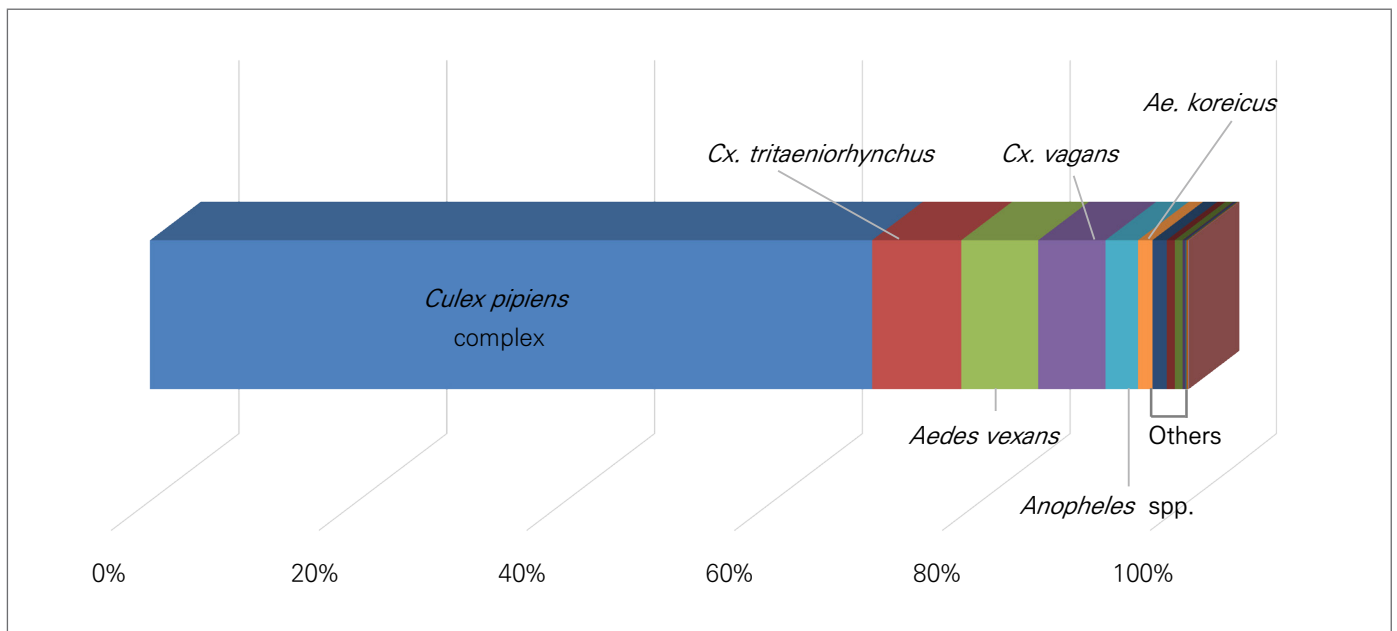


Figure 5. Species composition of collected mosquitoes in digital mosquito monitoring system (DMS)