역학 · 관리보고서 2

일일모기발생감시장비(DMS)를 활용한 근거기반의 매개모기 방제 시범 사업

질병관리청 감염병진단분석국 매개체분석과 **장창원, 김현우, 김기훈, 조선란, 이희일***

* 교신저자: isak@korea.kr, 043-719-8560

초 록

전국 시·도 보건소에서는 감염병 매개모기 밀도를 감소시키기 위해 다양한 방법으로 방제 활동을 수행하고 있으나, 대부분의 보건소에서는 매개모기 발생과 무관하게 주기적인 방제를 수행하고 있다. 본 연구에서는 보건소의 매개모기 방제를 근거 중심의 선택적 방제로 전환하고자 천안시 서북구보건소 인근에 설치된 일일모기발생감시장비(digital mosquito monitoring system, DMS) 4대를 활용하였다. DMS를 중심으로 반경 100 m 내 모기 서식지를 조사하였고, 방제 시기 및 효과 확인은 DMS에 채집된 모기 발생 밀도에 따라 결정하였다. 그 결과, 2021년 모기 대발생 시기인 8~9월 방제 횟수는 전년 대비 평균 69.0%(29회→9회) 감소하였고, 전체 모기 민원 수는 전년 대비 41.5%(41건→24건) 감소하였다. 따라서, DMS를 활용한 모기 발생 정보에 근거하여 방제를 실시하는 것이 보건소의 방제 부담을 감소시키면서 감염병 매개체 감소라는 방제 본연의 목적을 달성할 수 있는 방법임을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 향후 다양한 지역에 적용함으로써 살충제 사용을 최소화하는 환경친화적인 방제를 구현하고자 한다.

주요 검색어: 모기 밀도 감시, 모기 방제, 일일모기발생감시장비(DMS), 근거중심

들어가는 말

최근 지구온난화 및 도시화와 같은 환경변화로 감염병 매개체인 모기의 밀도가 급속히 증가하고 있다. 이로 인해 기존 또는 신종 모기 매개 질병이 전 세계적으로 출현하고 있으며, 교통수단의 발달 및 교역 증가로 인한 활발한 물류 이동으로 빠르게 확산되고 있다[1].

이에 국내 전국 시·도 보건소에서는 지속적으로 발생하고 있는 모기 밀도를 감소시키고자 다양한 방법(물리적·생물학적·화학적·친환경적 방제)으로 방제 활동을 수행하고 있다[2]. 대부분의 보건소에서는 모기 발생 정보에 근거한 방제가 아닌 주기적인 방제 위주로 진행하고 있으며, 일부 보건소에서는 모기 발생 정보를 확보하기 위해 유문등(Black light trap), CDC miniature light trap, BG sentinel trap을 사용하고 있다. 기존 장비에 채집된 모기는 개체 확인 및 발생 정보를 확보하는데 최소 2~5일 정도가 소요된다. 따라서 보건소의 인력구조 및 시스템상 기존의 방식으로는 방제 처리 전·후에 대한 정확한 모기 개체 수 변화 확인이 어려운 실정이다. 이러한 현 시스템을 보완하기 위해 개발된 일일모기발생감시장비(digital mosquito monitoring system , DMS)는 이산화탄소를 이용하여 질병을 매개하는 암컷 모기만을 유인, 채집하고 채집된 개체 수를 실시간 자동 계수하여 유무선 통신 기술을 통해 자료를 전송하는 신개념 IT 기반 모니터링 시스템이다. 자동 계측한 모기 발생 수를 실시간으로 확인할 수 있기 때문에 매개체 발생 시기 및 밀도 변화를 정확히 인지하여 방제를 할 수 있으며, 방제 처리 전·후에 대한 모기 밀도 변화를 즉시 확인할 수 있어 추가 방제 여부에 대한 결정을 신속히 수행할 수 있다[3].

국외의 경우, BG sentinel trap(Biogents USA, moorefield WV)에 탑재한 센서(BG-counter, Biogents USA)를 이용하여

채집되는 모기 개체 수를 실시간으로 확인하여 감염병 매개모기 발생을 감시하고 모기 발생 밀도에 따라 방제 활동을 수행하고 있다[4].

이에 질병관리청 매개체분석과에서는 기존의 주기적인 방제에서 매개모기 발생에 근거한 방제를 구현하기 위해 DMS에 채집된 모기 발생 정보를 활용하여 방제 시기 결정 및 효과를 확인하고 그에 따른 추가 방제 여부를 통해 매개체를 효과적으로 관리하고자 본 연구를 수행하였다.

몸 말

DMS는 모기 흡입구 주변으로 발생하는 이산화탄소를 이용하여 질병을 매개하는 암컷 모기만을 유인하고 채집된 개체 수를 자동 계수하여 그 정보를 제공한다. 이러한 시스템을 운영하며, 다수의 장비(4대)를 보유하고 있는 충청남도 천안시 서북구보건소와 협업하여 2021년 4월부터 10월까지 감염병 매개모기 감시 및 방제를 수행하였다[그림 1].

설치된 DMS를 중심으로 반경 100 m 내 모기(성충 및 유충) 서식지를 조사하였다. 성충의 경우, 주택가 주변으로 형성되어 있는 공원 및 풀숲, 응달진 벽 등을 확인하였고, 유충의 경우, 물웅덩이, 인공용기, 폐타이어, 절구, 물에 젖은 낙엽 등과 같은 지점을 확인하여 방역지리정보시스템[1)]에 등록 및 관리하였다.

모기 서식지 조사 완료 후, 지점별로 일일모기발생정보시스템을 이용하여 채집되는 모기 발생 밀도를 상시 확인하였다[그림 2]. 채집되는 모기 밀도가 3일 연속 증가 추세를 보이면서, 일일 채집된 모기 밀도가 50개체 이상일 때, 방역지리정보시스템에 등록한 모기 서식지 정보를 기반으로 방제 처리를 실시하였다. 방제 처리에도 불구하고 성충모기의 발생 밀도 변화가 없거나, 증가 추세를 보이면 모기 서식지를 조사하고 추가 방제를 실시하였다. 그림 2와 같이 모기(성충 또는 유충) 방제를 실시한 시기를 기호(화살표)로 표시하였다.

천안시 일대에 DMS를 도입한 2020년 8월 26일부터 10월까지, 2021년 6월부터 10월까지 채집된 모기 개체 수를 서로 비교하였다[표 1]. 2020년/2021년 월별로 비교 가능한 시기는 9, 10월로, 2020년 대비 2021년 9월 전체 채집된 모기 개체 수는

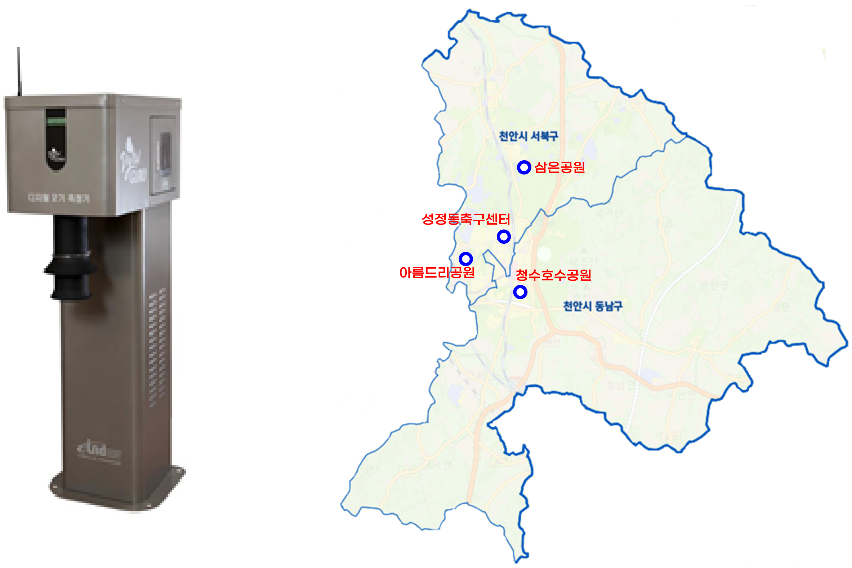

그림 1. 일일모기발생감시장비(DMS) 모습 및 설치 지점

1) 방역지리정보시스템 : 방역담당자의 업무 편리성과 자료 보존을 위해 방역 현장을 전산화한 시스템

그림 2. 월별, 지점별 모기 발생 밀도 모니터링 결과 및 방제 처리 모습

(지점별 방제 처리: 성정동축구센터, 아름드리공원, 삼은공원, 청수호수공원)

표 1. 2020, 2021년 월별, 지점별 모기 발생 수

지점 \ 월	6월		7월		8월		9월		10월	
	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년[a]	2021년	2020년	2021년
성정동축구센터	ND[b]	2,092	ND	1,834	ND	857	1,140	1,121	153	400
아름드리공원	ND	556	ND	750	ND	360	602	414	138	128
삼은공원	ND	1,397	ND	1,212	ND	576	1,255	672	149	131
청수호수공원	ND	1,082	ND	691	ND	501	526	454	79	78
합계	ND	5,127	ND	4,487	ND	2,294	3,523	2,661 (▼32.4%)	519	737 (▲29.6%)

[a] 2020년 8월 26일부터 DMS 가동하여 9월 자료부터 활용

[b] ND: No data

3,523마리에서 2,661 마리로 32.4% 감소하였다.2) 10월 전체 채집된 모기 개체 수는 519마리에서 737마리로 29.6% 증가하였다.3)

각 지점별 모기 방제 횟수는 2020년 모기 발생 정보와 무관하게 수행되었던 주기적인 방제활동과 2021년 DMS에 채집된 모기 발생 정보를 기반으로 수행된 방제활동 수를 서로 비교하였다[표 2]. 2021년 6월의 경우, 삼은공원을 제외한 나머지 지점의 방제 횟수는 2020년 대비 최소 1회에서 최대 12회까지 증가하였으며, 6월 전체 방제 횟수(18회)의 66.7%(12회)를 성정동축구센터에서 차지하였다. 7월의 경우, 6월과 동일하게 2021년 전체 방제 횟수(25회)의 72.0%(18회)를 성정동축구센터에서 차지하였다. 6월과 7월, 다른 지점보다 성정동축구센터에서 방제 횟수가 많았던 원인을 확인해 본 결과, 6월 말부터 7월 중순까지 성정동축구센터에 위치한 DMS 기기의 센서 오작동으로 모기 밀도에 대한 변화가 없어 지속적인 방제 처리로 횟수가 증가한 것으로 확인되었다. 기기 정상화 작업 이후인 8월의 경우, 성정동축구센터에서만 방제 활동이 수행되었으며, 2020년(11회) 대비 2021년(3회) 72.7% 감소하였다. 9월의 경우, 성정동축구센터와 삼은공원에서만 방제 활동이 수행되었으며, 2020년(18회) 대비 2021년(6회) 66.7% 감소하였다. 10월의 경우, 2020년(17회) 대비 2021년(0회) 100.0% 감소하였다. 2021년 전체 방제 횟수는 52회로 20년(58회) 대비 10.3% 감소하였다.

성정동축구센터를 제외한 나머지 3개 지점(아름드리공원, 삼은공원, 청수호수공원)의 경우, 2020년 대비 방제 횟수가 최소 28.6%(아름드리공원)에서 최대 73.9%(삼은공원) 감소한 것을 알 수 있었으며, 이는 기존 모기 발생 정보의 부재로 수행되었던 주기적인 방제 활동에서 DMS를 이용한 근거 중심의 방제 활동으로 전환 가능함을 보여주는 결과라고 판단된다.

2020/2021년 지점별 모기 민원 발생 수를 서로 비교한 결과[표 3], 6월의 경우, 2020년(5건) 대비 2021년(2건) 60.0% 감소하였다. 7월은 2020년(17건) 대비 2021년(8건) 52.9%, 8월은 2020년(18건) 대비 2021년 (11건) 38.9% 감소하였다. 6월부터 8월까지 모기 민원 수가 가장 많이 발생한 지점은 아름드리공원으로 인접한 위치에 대단지 신축아파트가 완공되면서 모기 발생 시, 사람과의 접촉 수가 다른 지점보다 많았을 것으로 사료된다. 9월의 경우, 2020년(1건) 대비 2021년(3건)의 모기 민원 수는 증가 추세를 보였으며, 모기 민원 발생 수가 증가한 원인은 추가적인 조사가 필요할 것으로 판단된다. 10월에는 2020년, 2021년 모두 모기 민원이 발생하지 않았다. 21년 전체 모기 민원 발생 수는 24건으로 20년(41건) 대비 41.5% 감소하였다.

본 연구 결과를 종합해보면, 2020/2021년 지점별 모기 발생 수를 근거로 방제 시기를 결정하고 방제를 수행하여 방제 횟수와 민원 발생 수가 대폭 감소하였다. 연구를 수행하였던 8월의 경우,

표 2. 2020, 2021년 월별, 지점별 모기 방제 횟수

지점 \ 월	6월		7월		8월		9월		10월		합계	
	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년
성정동축구센터	0	12[a]	1	18[a]	4	3	7	4	5	0	17	37 (▲117.6%)
아름드리공원	0	1	1	4	1	0	1	0	4	0	7	5 (▼28.6%)
삼은공원	3	2	5	2	5	0	6	2	4	0	23	6 (▼73.9%)
청수호수공원	0	3	2	1	1	0	4	0	4	0	11	4 (▼63.6%)
합계	3	18 (▲500.0%)	9	25 (▲177.8%)	11	3 (▼72.7%)	18	6 (▼66.7%)	17	0 (▼100.0%)	58	52 (▼10.3%)

[a] 2021년 6~7월, 기기 오작동으로 모기 개체 수가 감소하지 않아 방제 수행

2) 9월 : 성정동축구센터 ▲1.7%, 아름드리공원 ▼31.2%, 삼은공원 ▼46.5%, 청수호수공원 ▼13.7%
3) 10월 : 성정동축구센터 ▲161.4%, 아름드리공원 ▼7.2%, 삼은공원 ▼12.1%, 청수호수공원 ▼1.3%

표 3. 2020, 2021년 월별, 지점별 모기 민원 발생 수

지점 \ 월	6월		7월		8월		9월		10월		합계	
	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년	2020년	2021년
성정동축구센터	0	0	4	2	5	1	1	2	0	0	10	5 (▼50.0%)
아름드리공원	3	1	8	4	7	5	0	1	0	0	18	11 (▼38.9%)
삼은공원	1	1	2	1	4	3	0	0	0	0	7	5 (▼28.6%)
청수호수공원	1	0	3	1	2	2	0	0	0	0	6	3 (▼50.0%)
합계	5	2 (▼60.0%)	17	8 (▼52.9%)	18	11 (▼38.9%)	1	3 (▲200.0%)	0	0 (0.0%)	41	24 (▼41.5%)

전년도에 비해 방제 횟수가 72.7% 감소하였고, 민원 발생 수도 38.9%로 감소하였다. 또한, 10월의 경우, 전년도에 비해 모기 발생 수가 29.6% 증가하였지만, 방제처리 기준 수에 미치지 않아 방제는 수행하지 않았음에도 민원은 발생하지 않았다. 위와 같은 결과는, 본 사업이 제시하고자 하는 근거 중심의 방제가 가능하다는 것을 시사한다. 다시 말해서, 모기 방제 활동의 감소는 2021년도에 DMS의 도입으로 매개모기 발생이 적은 시기를 정확히 판단함으로써 방제를 하지 않았기 때문으로 생각된다. 모기 접촉 빈도로 인한 생활에 불편함으로 발생하는 민원 발생의 경우에는 단순 모기 발생 밀도만이 아니라, 다른 원인을 모색해볼 필요가 있다. 이렇듯 모기 발생 수, 방제 횟수, 민원 발생 수 등에 대해서 보다 정확한 원인 분석을 위해서는 월별 모기 발생 정보 및 방제 활동, 민원 발생 등에 대해 정확하게 기록하여야 하며, 민원 발생 및 동일한 방제 횟수 대비 DMS에 근거한 방제 활동 수 등에 대한 비교 분석도 수행하여야 한다.

정상화 작업 이후, 모기 대발생 시기인 8월, 9월 방제 횟수는 각각 72.7%, 66.7%, 10월의 경우 100.0% 감소하는 경향을 확인하였다. 20년 대비 모기 민원 발생 수 또한 전체적으로 41.5% 감소하였다.

모기 방제 횟수의 감소 원인은 모기 발생 정보가 부재인 상태에서의 주기적인 방제 활동에서 DMS 근거중심의 방제 활동으로 전환됨에 따라 모기가 발생하지 않는 시기에는 방제를 하지 않기에 모기 방제 횟수가 줄었을 것으로 판단된다.

향후 사업 연계를 통해 DMS에 채집되는 모기 발생 정보를 다년 수집하고 모니터링한다면 보다 정확한 방제 횟수의 변화, 방제 시기 결정 및 효과 평가, 사용되는 약제 오남용 방지로 환경친화적인 방제를 구현할 수 있을 것으로 판단된다.

더불어, 2022년 경기도 내 도심지역 감염병 매개모기 감시 및 방제 연계 시범사업을 통해 단순 주기적인 방제에서 감시자료 근거에 기반한 방제 전환을 위해 일일모기발생감시장비(DMS)를 적극 활용할 예정이다.

맺는 말

질병관리청 매개체분석과에서는 천안시 일대 DMS 장비 도입으로 기존의 주기적인 방제에서 벗어나 모기 발생 정보에 근거한 방제 활동이 실현 가능함을 확인하였다. 6월 말부터 7월 중순까지 성정동축구센터에 위치한 DMS 기기의 센서 오작동으로 모기 밀도에 대한 변화가 없어 지속적인 방제로 횟수가 증가하였으나, 기기

① 이전에 알려진 내용은?

기존 감시 방법으로 trap 설치 및 수거 후 채집된 매개모기의 개체 확인 및 발생 정보를 확보하는데 최소 2~5일이 소요된다. 모기 발생 정보를 확보한 이후, 감시지점 주변으로 방제 처리하기엔 이미 많은 시간이 경과된 후로 실시간 대응이 불가능하며 방제 시기 및 효과 평가가 현실적으로 어려운 상황이다. 따라서, DMS의 모기 발생 정보에 근거한 방제 활동으로 준실시간 감시체계 구축, 방제 시기 결정, 방제 효과 확인을 위해 수행하였다.

② 새로이 알게 된 내용은?

DMS는 채집된 모기 개체를 실시간 자동 계측하여 모기 발생 수를 확인할 수 있기 때문에 매개체 발생 시기를 정확히 인지하여 방제를 할 수 있었다. 방제 처리 전·후에 대한 모기 밀도 변화를 즉시 확인할 수 있어 추가 방제 여부에 대해 신속히 결정할 수 있었다. 모기 발생 정보가 부재인 상태에서의 주기적인 방제 활동에서 모기 개체 발생 수를 근거로 한 선택적인 방제를 통해 민원 및 방제횟수 감소를 통해 효율적인 방제가 가능함을 확인하였다.

③ 시사점은?

DMS에 채집되는 모기 발생 정보를 다년 수집하고 모니터링한다면 정확한 방제 횟수의 변화, 방제 시기 결정 및 효과 평가, 약제 오남용 방지, 약제 구매비 절감 그리고 환경친화적인 방제 구현이 가능할 것으로 사료된다. 또한, 기존의 감염병 매개모기 감시에서 DMS를 이용한 감시체계로 전환하기 위한 사업을 추진하고자 할 때, 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. DK Lee, Ecological characteristics and current status of infectious disease vectors in South Korea, J Korean Med Assoc 2017 June;60(6):458-467
2. Li CX, Smith ML, Fulcher A, Kaufman PE, Zhao TY, Xue RD. Field evaluation of three new mosquito light traps against two standard light traps to collect mosquitoes (Diptera: Culicidae) and non-target insects in northeast Florida. Florida entomologist 2015;98(1):114-117.
3. Yoo J, Shin E, Ju YR. Development of auto remote-counting system for mosquito surveillance. Public health weekly report 2015;8(38):902-905.
4. Corey a. Day, stephanie l. Richards, michael h. Reiskind, michael s. Doyle and brian d. Byrd. Context-dependent accuracy of the BG-counter remote mosquito surveillance device in north carolina. Journal of the American Mosquito Control Association 2020;36(2):74-80.

Abstract

Evidence-based mosquito control in the public health center with digital mosquito monitoring system (DMS)

Chang-Won Jang, Hyunwoo Kim, Gi-Hun Kim, Sun-Ran Cho, Hee-Il Lee
Division of Vectors and Parasitic Diseases, Bureau of Infectious Disease Diagnosis Control, Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA)

Public health centers in cities and provinces across Korea carry out control activities in various ways to reduce the density of mosquito vectors, but most public health centers routinely and periodically performed. In this study, a daily digital mosquito monitoring system (DMS) was used to switch from periodic control to evidence-based selective mosquito control. For the surveillance area, mosquito habitats within a radius of 100 m were investigated centered on four DMS points installed near the Seobuk-gu public health center in Cheonan. As a result, the number of mosquito controls decreased by 69.0% (29 times → 9 times) on average, and the total number of mosquito complaints decreased by 41.5% (41 cases → 24 cases) compared to the previous year. Therefore, it was confirmed that controls based on mosquito outbreak information using DMS is a method to achieve the original purpose of control by reducing infectious disease vectors while reducing the control burden on public health centers. By applying these results to various areas, it is intended to implement environmentally friendly control by minimizing the use of pesticides.

Keywords: Mosquito density surveillance, Evidence based mosquito control, Digital mosquito monitoring system (DMS)

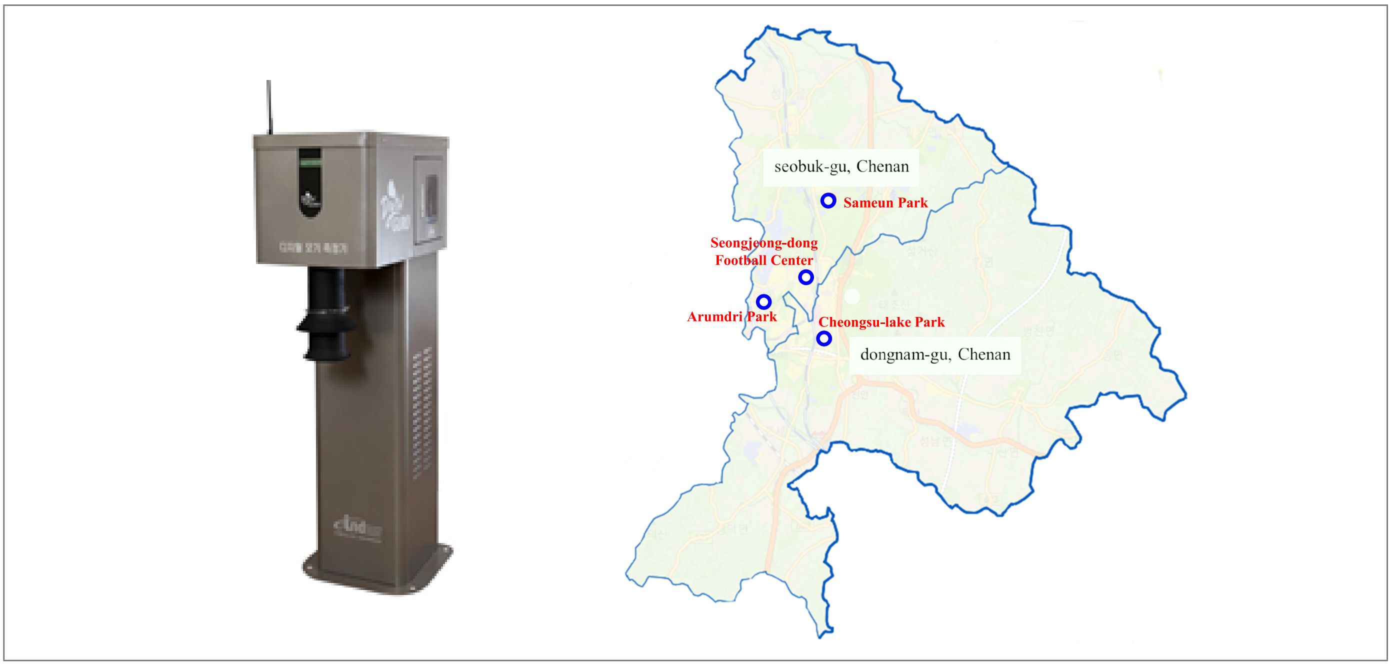

Figure 1. Digital mosquito monitoring system (DMS) image and installation site

Figure 2. Mosquito outbreak density monitoring and pesticide treatment
(Control period: Seongjeong–dong Football Center, Arumdri Park, Sameun Park, Cheongsu–lake Park)

Table 1. Number of mosquito by monthly and site in 2020, 2021

Site \ Month	June		July		August		September		October	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Seongjeong-dong football center	ND[a]	2,092	ND	1,834	ND	857	1,140	1,121	153	400
Arumdri Park	ND	556	ND	750	ND	360	602	414	138	128
Sameun Park	ND	1,397	ND	1,212	ND	576	1,255	672	149	131
Cheongsu Lake Park	ND	1,082	ND	691	ND	501	526	454	79	78
Total	**ND**	**5,127**	**ND**	**4,487**	**ND**	**2,294**	**3,523**	**2,661 (▼24.5%)**	**519**	**737 (▲42.0%)**

[a] ND: No data

Table 2. Number of mosquito control by monthly and site in 2020, 2021

Site \ Month	June		July		August		September		October		Total	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Seongjeong-dong football center	0	12[a]	1	18*	4	3	7	4	5	0	17	37 (▲117.6%)
Arumdri Park	0	1	1	4	1	0	1	0	4	0	7	5 (▼28.6%)
Sameun Park	3	2	5	2	5	0	6	2	4	0	23	6 (▼73.9%)
Cheongsu Lake Park	0 0	3 3	2 2	1 1	1 1	0 0	4 4	0 0	4 4	0 0	11	4 (▼63.6%)
Total	**3**	**18 (▲500.0%)**	**9**	**25 (▲177.8%)**	**11**	**3 (▼72.7%)**	**18**	**6 (▼66.7%)**	**17**	**0 (▼100.0%)**	**58**	**52 (▼10.3%)**

[a] In June–July 2021, control was carried out as the mosquito population did not decrease due to device malfunction.

Table 3. Number of mosquito civil complaint by monthly and site in 2020, 2021

Site \ Month	June		July		August		September		October		Total	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Seongjeong-dong football center	0	0	4	2	5	1	1	2	0	0	10	5 (▼50.0%)
Arumdri Park	3	1	8	4	7	5	0	1	0	0	18	11 (▼38.9%)
Sameun Park	1	1	2	1	4	3	0	0	0	0	7	5 (▼28.6%)
Cheongsu Lake Park	1	0	3	1	2	2	0	0	0	0	6	3 (▼50.0%)
Total	**5**	**2 (▼60.0%)**	**17**	**8 (▼52.9%)**	**18**	**11 (▼38.9%)**	**1**	**3 (▲200.0%)**	**0**	**0 (0.0%)**	**41**	**24 (▼41.5%)**