

말라리아 매개모기 종합방제 시범사업 결과보고

질병관리본부 감염병분석센터 매개체분석과 전진환, 김현우, 이희일, 조신행*

*교신저자 : cho4u@korea.kr, 043-719-8520

초 록

우리나라 말라리아 환자는 2000년 이후 감소하는 추세에 있으나, 최근 몇 년간 말라리아 퇴치 전단계에 진입하여 완전한 퇴치단계로 들어가기 위해서는 새로운 관리방안이 필요하다. 본 시범사업에서는 대동물흡혈기호성을 가진 우리나라 서식 말라리아 매개모기를 효율적으로 방제하기 위하여, 축사에 유문등 설치, 축사 주변에 대한 분무소독 및 유충방제를 포함한 집중방제를 실시하였다. 방제 효과를 측정하기 위해 6월부터 9월까지 축사와 인근주택에서 발생하는 모기 밀도변화를 확인하였다. 채집된 얼룩날개모기류는 142,797개체로 전체 모기의 44%를 차지하였다. 축사 중심 방제 실시 후 말라리아 매개모기의 밀도변화를 분석한 결과, 축사는 평균 $19.1 \pm 8.9\%$ 감소율을 보였으며, 주택의 경우 평균 $74.4 \pm 9.7\%$ 의 감소율을 보였다. 이러한 결과를 바탕으로 2020년도에는 말라리아 위험지역을 중심으로 '축사 중심의 방제전략'을 확대할 계획이다.

주요 검색어 : 말라리아, 방제, 축사

들어가는 말

말라리아는 세계에서 가장 많이 알려진 모기매개 감염병 중 하나로 *Plasmodium* 원충에 감염된 *Anopheles* 속 암컷 모기에 물려 전파되는 질병이다. 최근 세계보건기구(WHO)에 따르면 2018년에 전 세계적으로 약 2억 2,800만 건의 사례가 발생한 것으로 보고하였다[1]. 우리나라는 1979년 세계보건기구로부터 말라리아 퇴치 국가로 선언되었지만, 1993년 휴전선 인근 부대에서 병사 1명이 재발생 한 이후 현재까지 지속적으로 발생하고 있다[2].

우리나라는 8종의 얼룩날개모기가 서식하고 있으며 그 중 국내에 삼일열말라리아(*Plasmodium vivax*) 원충을 매개하는 종은 총 6종으로 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)로 알려져 있다[3,4].

말라리아 전파를 막기 위해서는 말라리아 매개모기와 사람 간 접촉을 차단하고 매개체를 방제하는 것이 말라리아 퇴치에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[5]. 세계보건기구는 실내잔류분무(Indoor Residual Spraying, IRS)와 살충제처리모기장(Long Lasting Insecticidal Nets, LLIN)을 이용한 방제방법을 가장 권장하며, 공간분무와 농촌지역의 유충방제는 사용을 권장하지 않고 있다[6]. 하지만, 우리나라와 같이 선진화된 지역 환경에 적용하기에는 적절하지 않은 방법이며, 말라리아 유행지역은 대부분이 농촌지역 또는 도농복합지역으로 우리나라의 특성에 맞는 새로운 방제법 제시가 필요한 실정이다. 질병관리본부에서 발간하는 말라리아 관리지침은 매개모기 방제에 대한 다수의 전략(물리적 방제, 화학적 방제, 생물학적 방제) 및 방제계획을 제시하고 있지만, 실질적인 방제효과 및 평가방법에 대한 정보는 제시하지 않고 있다. 따라서 말라리아 매개모기의 주요

서식처인 축사를 중심으로 효과적인 방제 안을 제시함으로써, 말라리아 매개모기 밀도를 감소시키고 그로 인해 사람과 말라리아 매개모기의 접촉기회를 감소시키기 위한, 말라리아 관리 및 예방의 기초자료를 제공하고자 한다.

몸 말

1. 연구대상 및 방법

가. 연구 장소 선정

본 연구는 말라리아 매개모기 방제 시범사업의 일환으로 말라리아 발생지역인 인천광역시 강화군 소재의 축사와 주택을 선정하여 방제 효과평가를 실시하였다. 축사선정의 경우, 말라리아 매개모기의 장거리 이동 가능성을[7] 고려하여 각 축사 간 거리를 1km 이상 떨어뜨려 영향력을 최소화하고, 평균 20~30두의 독립된

축사(한우)를 기준으로 선정하였다. 조건에 맞는 장소를 선정하기 위해, 강화군 축산업 허가 현황정보를 통해 지리정보시스템(QGIS, 3.4.12 ver.)을 활용하여, 열지도 분석(축사 밀집도)과 위치속성결합 분석(지역별 평균 가축 수)을 실시하였다(그림 1).

나. 축사 방제

우리나라에 서식하는 말라리아 매개모기는 대동물흡혈기호성이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 따라서 말라리아 매개모기의 주요 서식처인 축사를 중심으로 종합적 방제(화학적 방제, 물리적 방제)를 실시하였다. 성충방제의 경우 보건소에서 주로 사용하고 있는 화학적 방제법인 초미립자살포(Ultra-Low Volume, ULV)와 공간분무(space spray)를 주 1회, 잔류분무는 주 2회 실시하였으며, 물리적 방제는 축사의 크기와 사육 가축수에 따라 각 축사별로 LED 유문등(BioTrap, Seoul, Korea) 4~6대를 설치하여 12시간 동안 (18:00~06:00) 매일 가동하였다. 유충방제의 경우 미생물 제제인 B.t.i.(*Bacillus thuringiensis israelensis*)를 축사 인근의 논을 비롯한 물웅덩이에만 제한적으로 투여하였다.

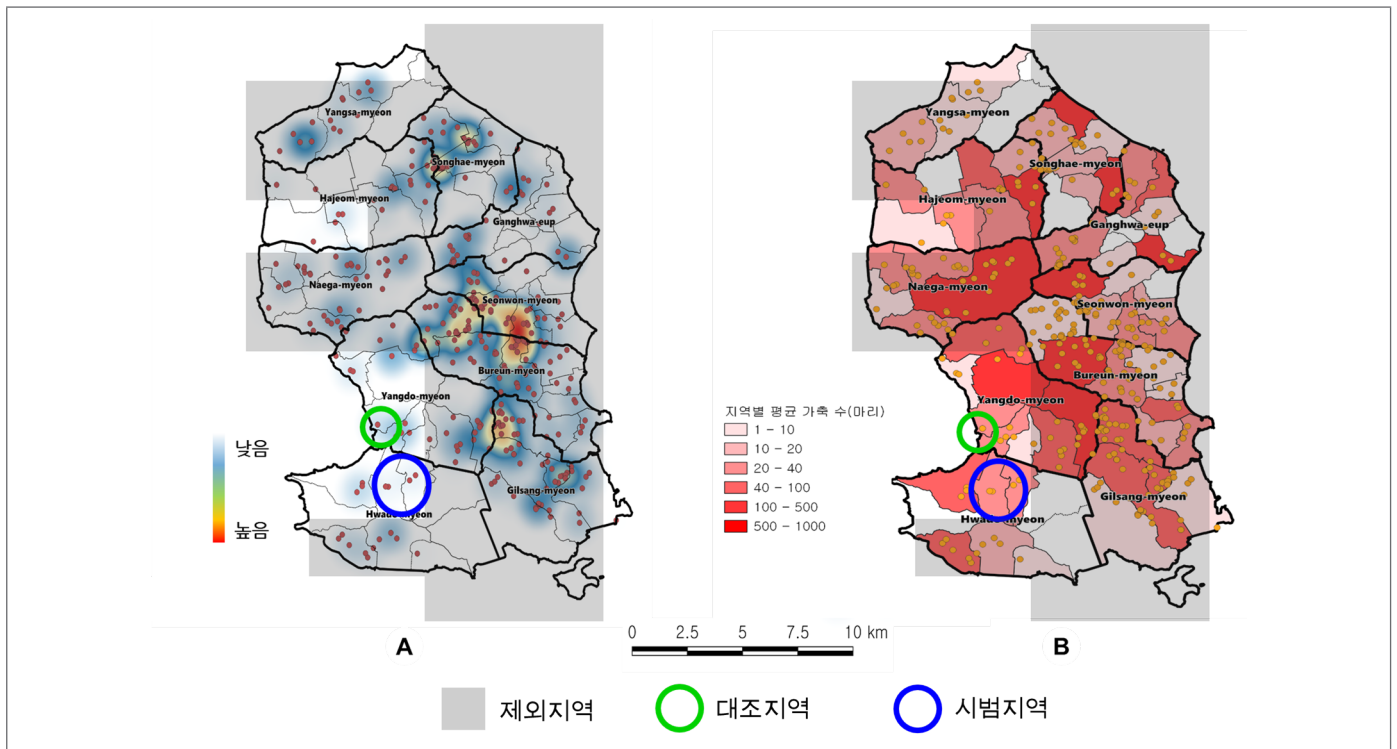


그림 1. 지리정보시스템을 활용한 연구 장소 선정(A : 열지도 분석, B : 위치속성결합 분석)

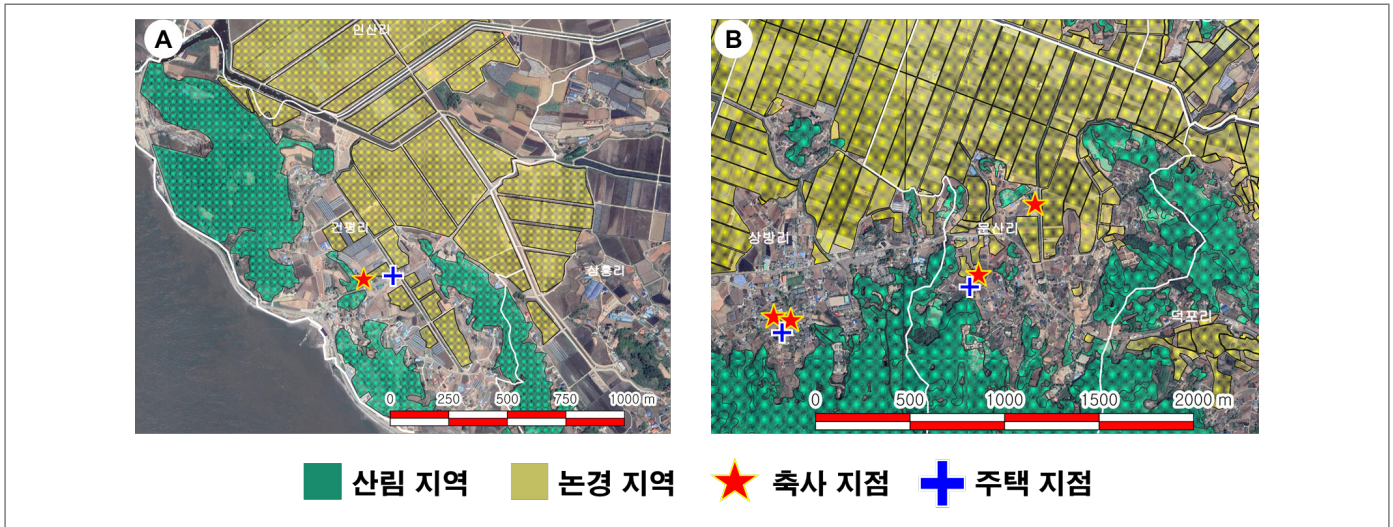


그림 2. 연구 장소 및 주변 환경 (A : 대조지역, B : 시험지역)



그림 3. 방제작업 수행 (A : LED 유문등, B : ULV)

다. 방제효과 평가

방제 효과 평가를 위해 6월부터 9월까지 축사(주 1회)와 주택(월 2회)에서 유문등을 사용하여, 말라리아 매개모기 발생현황을 조사하였다. 채집된 모기는 Tanaka 등[8]이 제시한 검색표에 따라 해부현미경을 이용해 채집지점과 종별로 동정하였다. 방제 전·후를 기점으로 말라리아 매개모기의 개체수를 비교하는, Mulla 공식을 활용하여 방제율을 계산하였다[9].

$$\text{Mulla 공식: } 100 - \left(\left[\frac{C_1}{T_1} \times \frac{T_2}{C_2} \right]^\dagger \times 100 \right)$$

$^\dagger C_1$: 방제 전 대조지역 개체수, C_2 : 방제 후 대조지역 개체수,

T_1 : 방제 전 시험지역 개체수, T_2 : 방제 후 시험지역 개체수

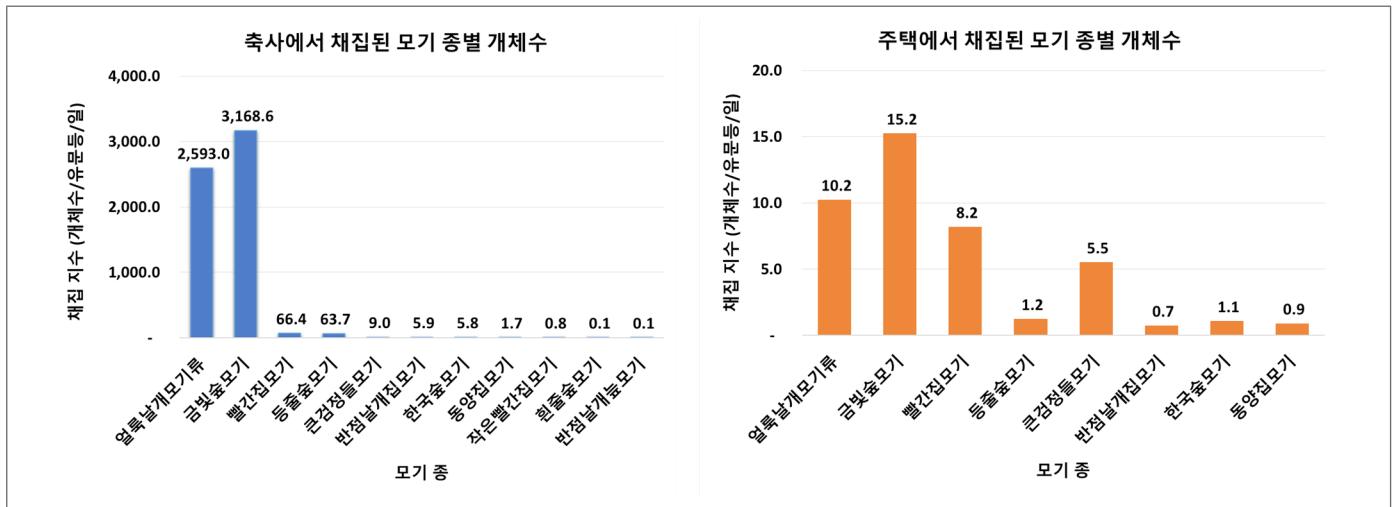


그림 4. 장소에 따른 종별 모기채집 결과

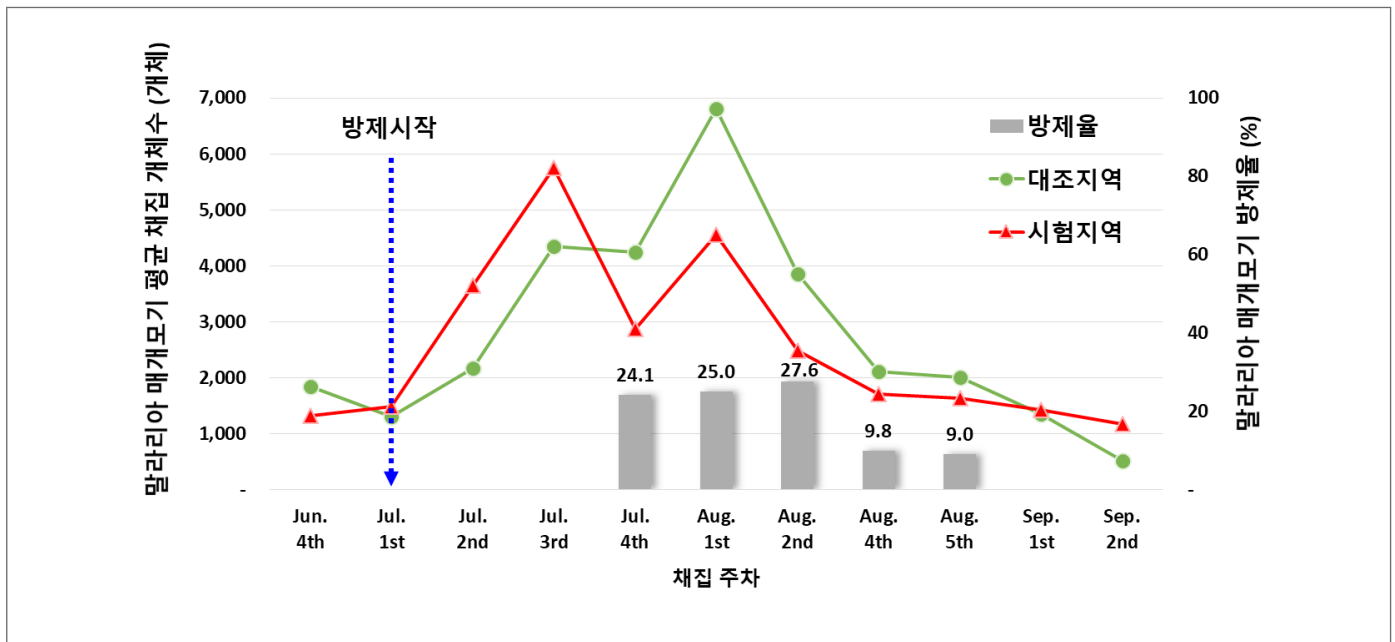


그림 5. 축사에서의 말라리아 매개모기 종합방제 결과

2. 조사 결과

가. 매개모기 채집결과

모기 종에 따른 생태적 특성을 파악하여, 효과적인 방제 전략을 수립하기 위하여, 축사와 주택에서 발생하는 모기를 채집하였다. 축사와 주택에서 채집을 수행한 결과 6속 11종, 326,100개체가

채집되었으며, 얼룩날개모기류(*An. spp*)는 142,797개체(44%)가 채집되었다. 장소별 채집현황을 분석한 결과, 축사와 주택에서 채집된 모기는 얼룩날개모기류(*An. spp*)가 각각 2,593개체(트랩지수, Trap index (T.I.) 43.8%), 10,2개체(T.I., 23.8%)가 채집되었다(그림 4).

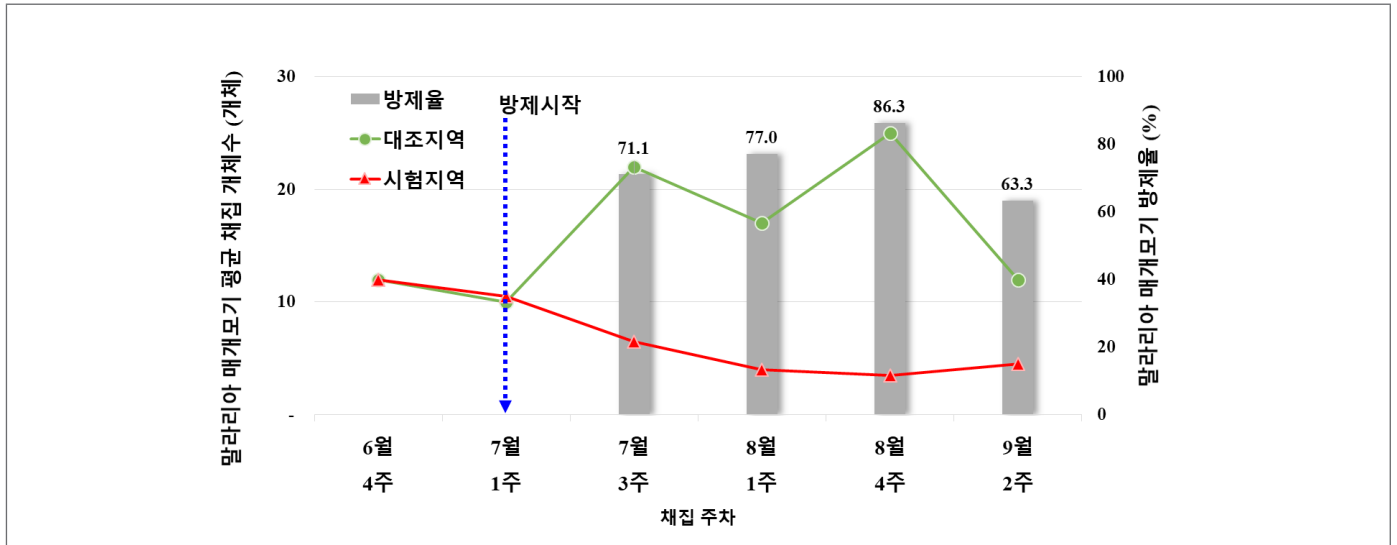


그림 6. 주택에서의 말라리아 매개모기 종합방제 결과

나. 축사 중심의 종합방제 효과 평가

말라리아 매개모기의 주요 서식처 또는 흡혈장소인 축사를 대상으로 종합적 방제를 말라리아 매개모기 발생이 증가하는 7월 1주부터 실시하였다. 축사에서 채집된 말라리아 매개모기 개체수의 방제 전·후 밀도변화는 7월 2주부터 증가하고, 8월 2주부터 감소추세를 보였으며, 축사지역의 방제 효과는 7월 4주부터 서서히 나타나기 시작하여, 8월 5주까지 평균 $19.1 \pm 8.9\%$ 로 나타났다(그림 5). 주택지역에서 발생하는 말라리아 매개모기의 방제효과는 7월 3주 71.1%로 큰 폭으로 증가하다가 8월 4주에 86.3%로 최고치를 보였고, 이어 9월 2주(63.3%)부터 점차 감소하였다. 평균 방제율은 $74.4 \pm 9.7\%$ 였다(그림 6).

맺는 말

현재까지의 말라리아 매개모기 방제는 사람과 모기의 접촉을 차단하기 위하여 거주지 주변에 집중하였으며, 대부분 공간분무를 통한 밀도감소를 시도하였으나[2], 이는 비용효과에 대해 많은 논란이 야기되었다. 이번 조사에서는 말라리아 매개모기가 대동물흡혈기호성을 가졌다는 사실에 착안하여 축사중심의

방제법을 바탕으로 말라리아 매개모기 밀도감소 여부를 조사하였다. 본 연구를 통해 농촌지역의 축사와 인근 주택에서 채집된 모기의 44%(142,797개체)가 말라리아를 매개하는 얼룩날개모기류(*An. spp*)로 확인되었다. 이는 질병관리본부가 보고한 도심지역의 얼룩날개모기류 밀도(5.4%)[10]보다 높은 비율로 채집된 것으로 대동물을 사육하는 축사가 밀집되어있는 농촌지역이 도심지역보다 말라리아로부터 취약지역인 것으로 판단되었다. 축사 인근 주택의 말라리아 매개모기 방제율은 63.3%~86.3%로 나타났으며, 이는 Lee 등이 보고한 74.9%($p=0.047$)와 비슷한 효과가 있음을 확인할 수 있었다[9]. 또한 유문등에 의한 방제가 그 어떠한 화학적인 방제법 보다 효율적이고 환경 친화적이며 매일 방제가 가능하다는 장점이 있다. 화학적 방제의 경우, 매개체에 대한 살충제 저항성과 많은 환경오염 문제 등이 발생하고 인력 및 물자의 제한으로 주 1회 20분 방제가 가능한 반면, 유문등에 의한 방제는 주 7일 매개모기가 활동하는 야간시간대에 항상 방제가 가능하다. 따라서 축사중심의 방제를 통하여 말라리아 매개모기의 밀도를 낮출 수 있기에 1차적으로 축사에 우선 방제를 하는 것이 모기의 밀도를 줄이는데 효과적일 것으로 판단된다. 이러한 효과를 바탕으로 2020년도에는 말라리아 퇴치의 일환으로 말라리아 매개모기의 생태적 특성을 고려한 축사중심의 방제를 지속적으로 실시할 계획이다.

① 이전에 알려진 내용은?

국내에서는 말라리아 환자가 2000년에 4,342명으로 정점을 보인 이후, 지속적인 감소추세를 보였으나, 최근 환자 발생 경향은 연간 500명 수준을 유지(2017년 515명, 2018년 576명, 2019년 559명)하고 있다. 또한 말라리아 매개모기 방제를 위해 거주지를 대상으로 화학적 방제(공간분무 등)에 의존하여 매개모기의 밀도를 감소시키고자 하였다.

② 새로이 알게 된 내용은?

말라리아 매개하는 얼룩날개모기류(Ano. spp)의 주요 발생지인 축사를 중심으로 종합적 방제를 실시한 결과, 축사는 말라리아 매개모기가 평균 19.1±8.9% 감소한 것으로 나타났으며, 인근의 주택의 경우 평균 74.4±9.7%로 축사보다 4배 높은 방제율이 확인되었다. 따라서 기존의 거주지 중심으로 수행된 말라리아 방제보다, 말라리아 매개모기의 흡혈습성(대동물기호성)을 활용한 축사중심의 방제를 수행하는 것이 사람과 매개모기의 접촉기회를 감소시키는데 효과적인 것으로 확인되었다.

③ 시사점은?

축사를 중심으로 종합적 방제를 수행하는 것은 거주지의 말라리아 매개밀도 감소에 효과적인 것으로 나타났으나, 이러한 방제 전략은 지속적인 노력과 방제 기술 및 정보를 요구한다. 따라서 말라리아 매개모기의 생태적 특성과 발생지에 대한 실태조사를 바탕으로 '축사중심의 종합적 방제'를 수행하는 것이 말라리아 퇴치를 앞당기는데 도움을 줄 것으로 판단된다. 이에 질병관리본부는 2024년 세계보건기구로부터 퇴치 인증을 받기 위해, 기존의 거주지중심 보다 축사중심의 발생원을 차단하는데 역점을 둘 계획이다.

Republic of Korea. *Journal of medical entomology*. 2007;44(6):1086–1090.

- World Health Organization. Malaria: fact sheet (No. WHO–EM/ MAC/035/E). World Health Organization, Regional Office for the Eastern Mediterranean. 2014.
- World Health Organization. Guidelines for malaria vector control. 2019.
- Cho, S. H., Lee, H. W., Shin, E. H., Lee, H. I., Lee, W. G., Kim, C. H., ... & Kim, T. S. A mark–release –recapture experiment with *Anopheles sinensis* in the northern part of Gyeonggi–do, Korea. *The Korean journal of parasitology*. 2002;40(3):139.
- Tanaka, K., Mizusawa, K., & Saugstad, E. S. (1979). A revision of the adult and larval mosquitoes of Japan (including the Ryukyu Archipelago and the Ogasawara Islands) and Korea (Diptera: Culicidae). 1979;16:1–987. American Entomological Institute.
- Lee, H. I., Seo, B. Y., Shin, E. H., Burkett, D. A., Lee, J. K., & Shin, Y. H. Efficiency evaluation of Nozawa–style black light trap for control of anopheline mosquitoes. *The Korean journal of parasitology*. 2009;47(2):159.
- Division of Medical Entomology. Urban mosquitoes and their control. *Public Health Wkly Rep*. 2008;25(1):413–417.

참고문헌

- World Health Organization. (2019). World malaria report. 2019.
- 질병관리본부.(2019). 2019년 말라리아 관리지침. 2019.
- Lee, D. K. Ecological characteristics and current status of infectious disease vectors in South Korea. *Journal of the Korean Medical Association*. 2017;60(6):458–467.
- Lee, W. J., Klein, T. A., Kim, H. C., Choi, Y. M., Yoon, S. H., Chang, K. S., ... & Sattabongkot, J. *Anopheles kleini*, *Anopheles pullus*, and *Anopheles sinensis*: potential vectors of *Plasmodium vivax* in the

Abstract

Integrated vector management for malaria control in cattle shed

Jeon Jin-Hwan, Kim Hyunwoo, Lee Hee il and Cho Shin-Hyeong

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

In Korea, the number of malaria cases has been on the decline since 2000. Also, approximately 500 malaria cases were annually recorded in Korea. Studies have found that malaria vector control is effective at reducing malaria transmission at the community level and at eradicating malaria. Therefore, to eradicate malaria, alternative tools need to be developed to complement existing malaria vector control methods. In this study, to effectively control mosquito-borne malaria, UV-LED lights were installed in cattle sheds (a major source of malaria vectors), and larva control was conducted around cattle sheds. To measure the effectiveness of vector control, the density change of mosquitoes in cattle sheds and neighboring homes was checked from June to September 2019. The total number of mosquitoes collected (325,326) was comprised of 6 genera and 11 species. The collected number of *Anopheles* spp. was 142,797 (44%). As a result of the vector control analysis, the number of malaria vectors decreased by $19.1 \pm 8.9\%$ in cattle sheds, and $74.4 \pm 9.7\%$ in houses after intensive control measures were taken. This study provided an effective method of malaria vector control for malaria eradication. Based on these results, in 2020, plans are being made to expand the "cattle shed-centered control strategy" in high-risk malaria areas.

Keywords: Malaria, Vector control, Cattle shed

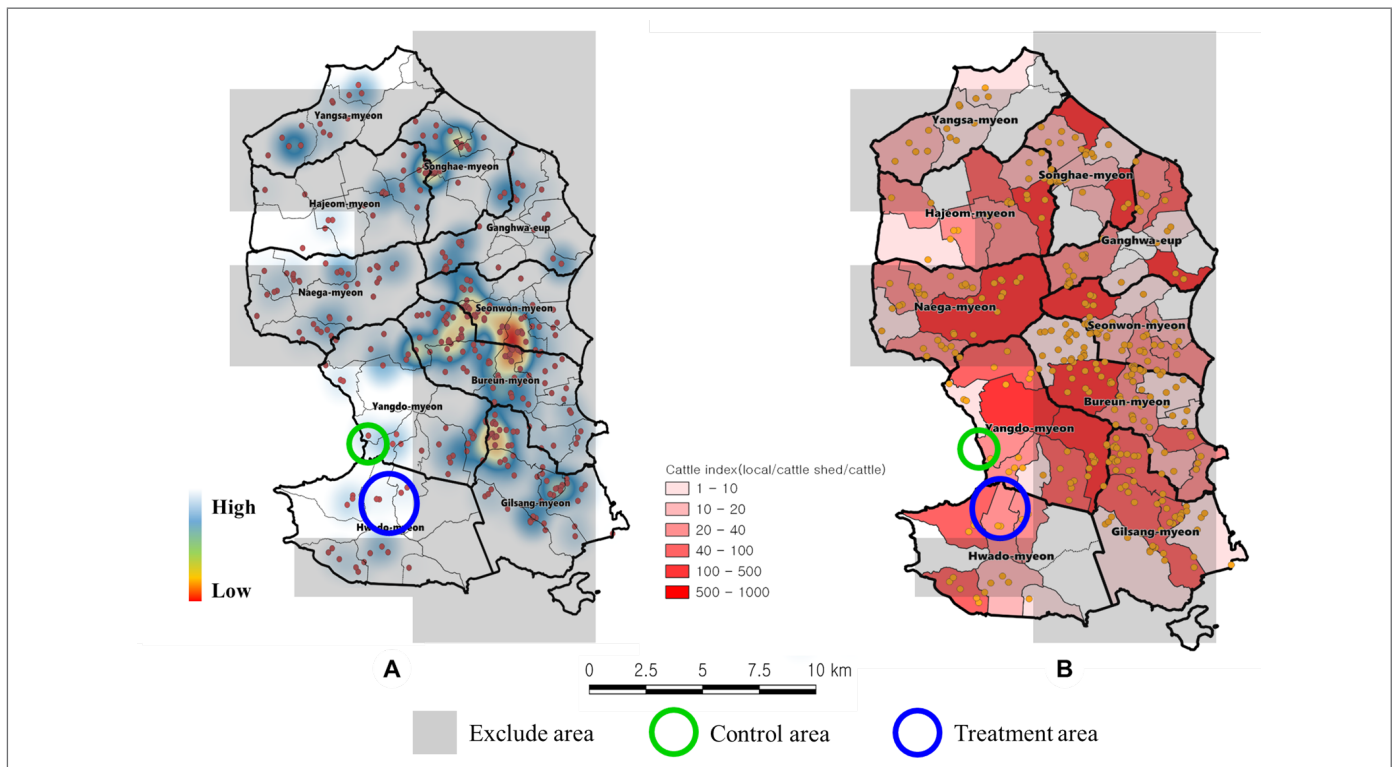


Figure 1. The study sites was selected using QGIS, an open source geographic information system

(A: Heatmap, B: Join Attributes by Location)

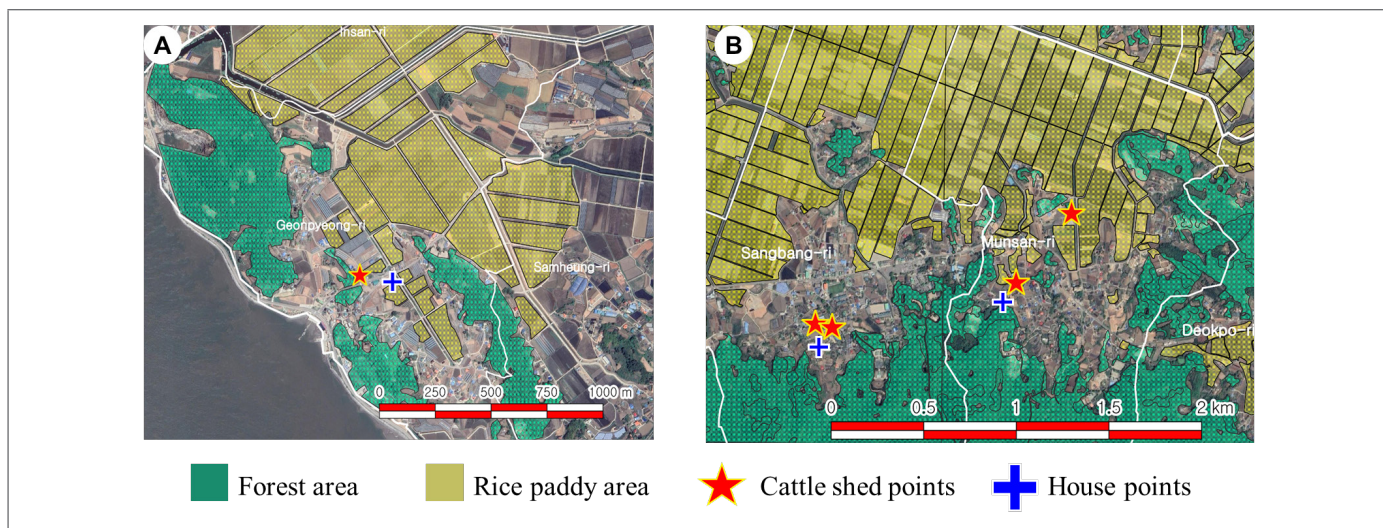


Figure 2. Maps of the control and Treatment field areas, indicating the locations of study sites
(A: Control, B: Treatment)



Figure 3. Malaria vector control
(A: LED light traps, B: ULV)

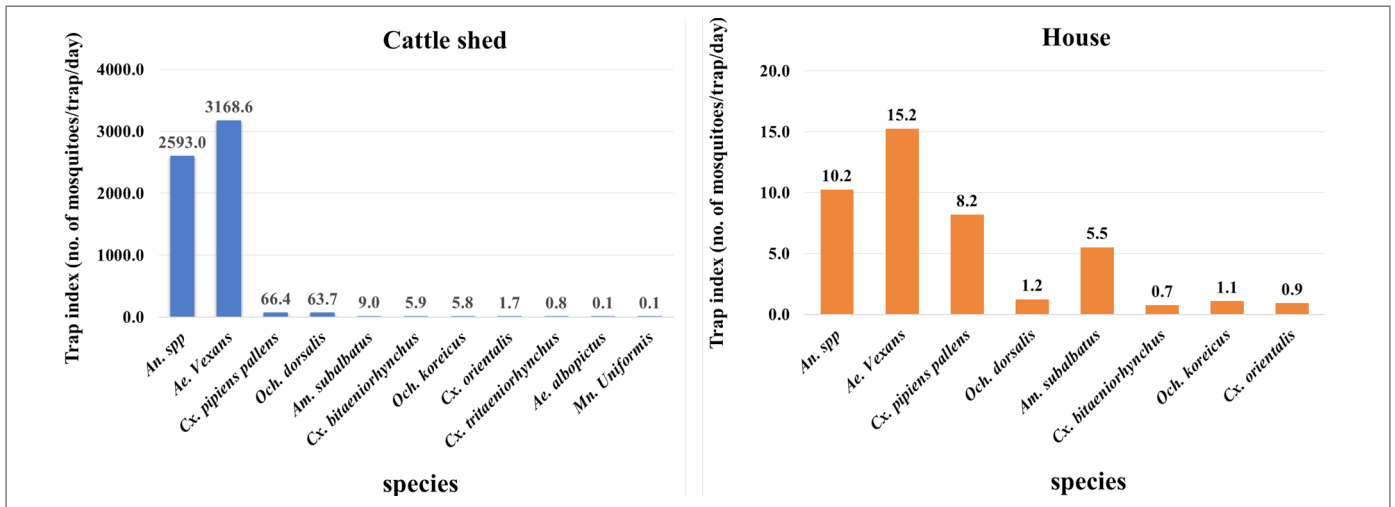


Figure 4. Species ratio of collected mosquitoes from each study site

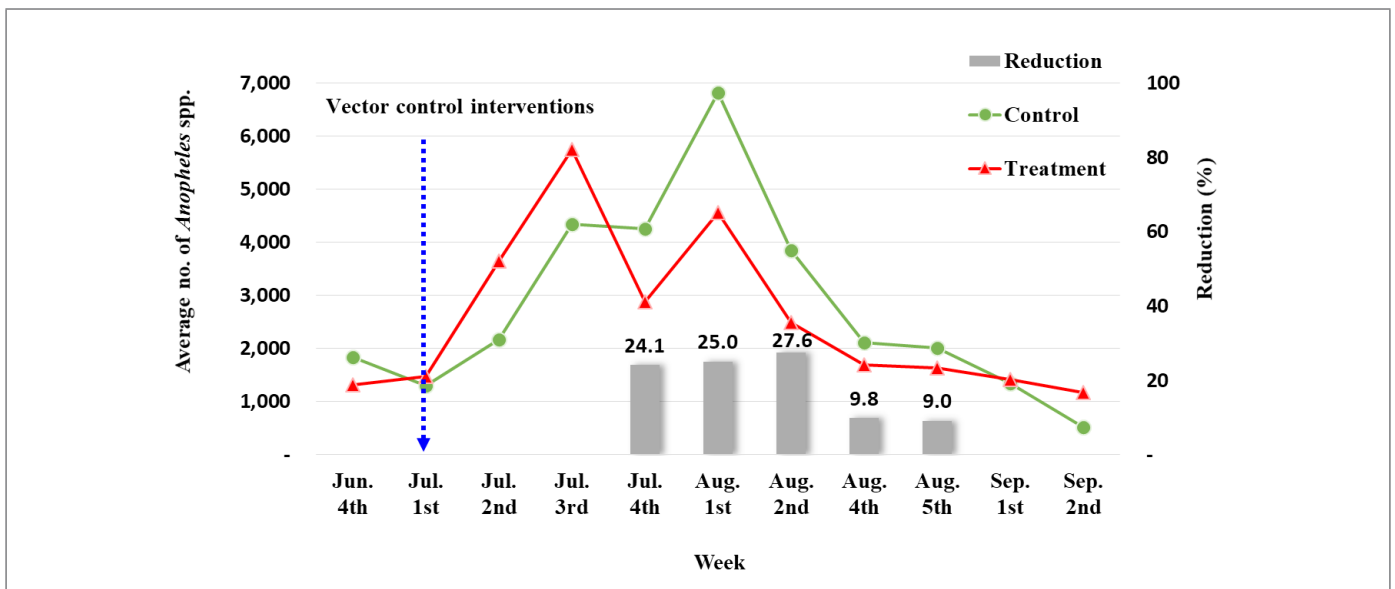


Figure 5. The effects of malaria vector control from cattle sheds

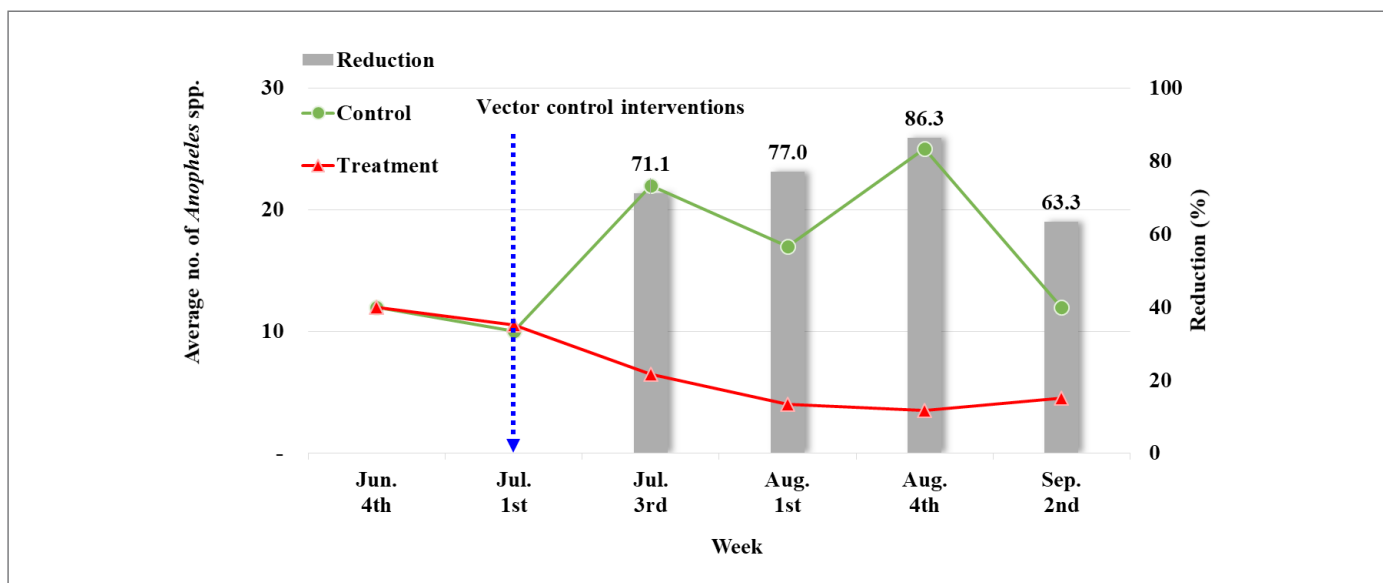


Figure 6. The effects of malaria vector control from houses