

2020년 국내 말라리아 매개모기 감시 현황

질병관리청 감염병진단분석국 매개체분석과 김현아, 신현일, 이희일*

*교신저자 : isak@korea.kr, 043-719-8560

초 록

질병관리청 매개체분석과에서는 국내 토착질환인 삼일열말라리아의 감시를 위해 말라리아 위험지역 3개 시·도(인천광역시, 경기도·강원도 북부 일부) 51개 지점을 선정하여 4월부터 10월까지 매개모기의 밀도와 원충감염률을 조사하였다. 2020년 매개모기 발생은 61 모기지수(Trap Index, TI)로 평년 대비 73.0%, 전년 대비 33.7% 감소하였다. 2020년에는 2019년과 같이 7, 8월의 지속적인 강수로 인해 매개모기의 연중최고밀도는 30주에 모기지수 6개체에 그쳤다. 매개모기 내 말라리아 원충은 25주에 최초 검출이후 38주까지 62건(민간 49건, 군 13건)의 양성검출이 검출되었다. 51개 지점 전체 최소양성률(Minimum Infection Rate, MIR)은 4.3이었으며 민간지역 3.7, 군 지역 9.8로 군 지역은 채집개체 수 대비 높은 양성 매개모기 검출율이 확인되었다. 주로 비무장지대(Demilitarized zone, DMZ) 인근 지역에서 원충 양성모기가 채집되었던 2019년에 비해 2020년에는 양성모기의 채집지점이 남하하는 양상을 보였다. 따라서 말라리아 환자의 확산을 방지하기 위해 매개모기의 지속적인 감시와 집중방제가 필요하다.

주요검색어 : 말라리아매개모기, 삼일열말라리아, 감시, 밀도, 위험지역

들어가는 말

말라리아는 *Plasmodium*속 열원충에 감염된 얼룩날개 모기속(*Anopheles* spp.) 암컷모기에 의해 전파되는 급성열성 질환이다. 인체에 감염 가능한 말라리아의 종류는 5가지로 열대열원충(*Plasmodium falciparum*), 삼일열원충(*P. vivax*), 난형열원충(*P. ovale*), 사일열원충(*P. malariae*) 그리고 원충이열원충(*P. knowlesi*)으로 알려져 있다. 국내에서는 삼일열말라리아만 인천, 경기북부, 강원북부 등 일부지역에서 발생하고 있다[1]. 또한 말라리아 원충을 매개할 수 있는 얼룩날개모기속 모기 중 국내에서는 8종[중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*), 클레인얼룩날개모기(*An. kleini*), 레스터얼룩날개모기(*An. lesteri*), 잿빛얼룩날개모기(*An. pullus*), 벨렌얼룩날개모기(*An. belenrae*) 가중국얼룩날개모기(*An. sineroides*), 한국얼룩날개모기(*An. koreicus*), 일본얼룩날개모기(*An. lindesayi*)]이 보고되어있으며, 한국얼룩날개모기(*An. koreicus*)와

일본얼룩날개모기(*An. lindesayi*)는 말라리아 매개여부는 보고된 바 없다[2].

질병관리청 매개체분석과에서는 2009년부터 인천광역시보건환경연구원, 경기도보건환경연구원 북부지원, 강원도보건환경연구원 및 말라리아 위험지역 보건소와 협력하여 ‘말라리아 매개모기 조사감사사업’을 운영하였으며, 2019년부터는 국방부와 협력하여 비무장지대(Demilitarized zone, DMZ) 인근지역을 추가하여 매개모기 밀도와 원충 보유조사를 수행하였다. 이 사업을 통해 국내 삼일열말라리아 매개모기인 얼룩날개모기류의 계절적 및 지역적 발생밀도와 원충 감염률 조사를 강화하여 말라리아 재퇴치 전략 및 실행계획 수립에 활용하고자 했다. 본 글에서는 2020년 위험지역 말라리아 매개모기 조사결과를 보고하고자 한다.

표 1. 말라리아 위험지역의 매개모기 채집지점

행정구역	채집기관	조사지점	2020년		비고	
			매개모기분포	원충감염률	매개모기분포	원충감염률
인천광역시 (12)	보건환경연구원(5)	중구 운남동	○	○		
		계양구 선주지동	○	○		
		부평구 부평동	○	○		
		서구 연희동	○	○		
		서구 백석동	○	○		
	강화군보건소(7)	송해면 송뢰리	○	○		
		송해면 솔정리	○	○		
		선원면 금월리	○	○		
		삼산면 석모리	○	○		
		교동면 대룡리	○	○		
		강화읍 대산리	○	○		
		강화읍 월곶리	○	○		
경기도 (16)	김포시보건소(4)	사우동	○	○		신규
		하성면 마곡리	○	○		신규
		월곶면 군하리	○	○	신규	신규
		대곶면 율생리	○	○	신규	신규
	파주시보건소(4)	탄현면 법흥리	○	○		
		군내면 조산리	○	○		
		문산읍 마정리	○	○		
		군내면 백연리	○	○		
	고양시덕양구보건소(1)	대장동	○			
	동두천시보건소(1)	하봉암동	○			
	의정부시보건소(1)	산곡동	○			
	포천시보건소(1)	신북면 기지리	○			
	연천군보건의료원(4)	신서면 대광리	○			
		군남면 남계리	○			
		중면 삼곶리	○		신규	
		백학면 노곡리	○		신규	
강원도 (8)	철원군보건소(2)	철원읍 대마리	○	○		
		김화읍 학사리	○	○		
	화천군보건의료원(1)	화천읍 신읍리	○	○		
	인제군보건소(1)	인제읍 덕산리	○	○		
	양구군보건소(1)	남면 구암리	○	○		
	춘천시보건소(2)	신북읍 지내리	○	○		
		중앙동	○	○		
	고성군보건소(1)	현내면 명파리	○	○		
군 (15)	파주 A부대	○	○			
	파주 B부대	○	○			
	파주 C부대	○	○			
	파주 D부대	○	○	신규	신규	
	파주 E부대	○	○	신규	신규	
	파주 F부대	○	○			
	연천 A부대	○	○			
	연천 B부대	○	○			
	연천 C부대	○	○	신규	신규	
	연천 D부대	○	○	신규	신규	
	연천 E부대	○	○			
	철원 A부대	○	○			
	철원 B부대	○	○			
	철원 C부대	○	○	신규	신규	
	GP 부대	○	○	신규	신규	
	합계		51	43	신규 10	신규 10

몸 말

2020년 말라리아 매개모기 밀도조사는 인천광역시, 경기도, 강원도 지역의 민간지역 36개 지점과 군부대 지역 15개 지점 등 총 51개 지점에서 수행하였으며, 2019년보다 7개(민간지역 4개, 군 지역 3개)지점을 추가로 선정하여 운영하였다(표 1). 매개모기 채집기간은 지역적 특성을 고려하여 민간지역은 4월부터 10월까지, 산간지역이 대부분인 군 지역은 5월부터 9월까지 매개모기감시를 수행하였다. 각 지점에서 채집된 매개모기는 해당 보건소, 보건환경연구원, 군부대에서 수거하였으며 소속 보건환경연구원 및 군 예방의무근무대로 송부한 뒤 얼룩매개모기류(*Anopheles*)와 일반모기를 분류 후 질병관리청 매개체분석과로 결과를 송부하였다. 또한 보건환경연구원과 질병관리청 매개체분석과는 매개모기

내 삼일열말라리아 원충 감염을 유무를 유전자검출검사로 조사하였으며[3], 양성 의심 검체는 질병관리청 매개체분석과에서 최종 확인검사 후 보고하였다. 매개모기 밀도조사 및 원충보유조사 결과는 질병관리청 홈페이지 내 간행물·통계-통계-감염병발생정보에 매주 공개하였다.

2020년 말라리아 매개모기 밀도조사를 수행한 51개 지점의 채집결과는 모기지수(Trap Index; TI=채집 개체 수/유문등 수/채집일)로 변환하여 전년 및 평년과 비교한 결과 2020년 얼룩날개모기의 주간 모기지수 누적은 61개체로 평년 226개체 대비 73.0% 감소 및 전년 92개체 대비 33.7% 감소하였다. 또한 전체모기 중 얼룩날개모기가 차지하는 비율도 2020년 27.6%로 평년 37.2%보다 감소하였다(표 2).

매개모기가 처음으로 평균 1개체 이상 채집된 시점은 24주로

표 2. 2020년도 모기지수의 평년 및 전년대비 비교

	전체모기		얼룩날개모기		얼룩날개 모기비율 (%)
	주간 모기지수 누적(마리)	2020년 증감률(%)	주간 모기지수 누적(마리)	2020년 증감률(%)	
평년 (2015-2019)	607	63.4	226	73.0	37.2
전년 (2019)	357	37.8	92	33.7	26.2
2020년	222	-	61	-	27.6

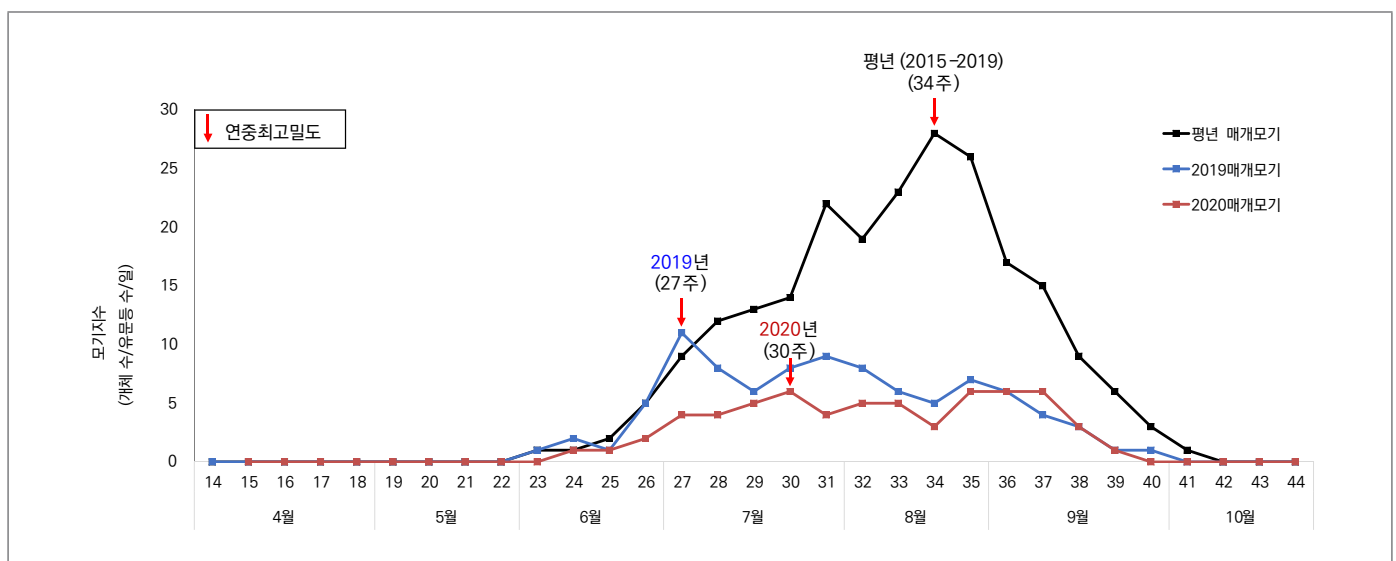


그림 1. 2020년도 51개 지점의 주별 모기 밀도 평균

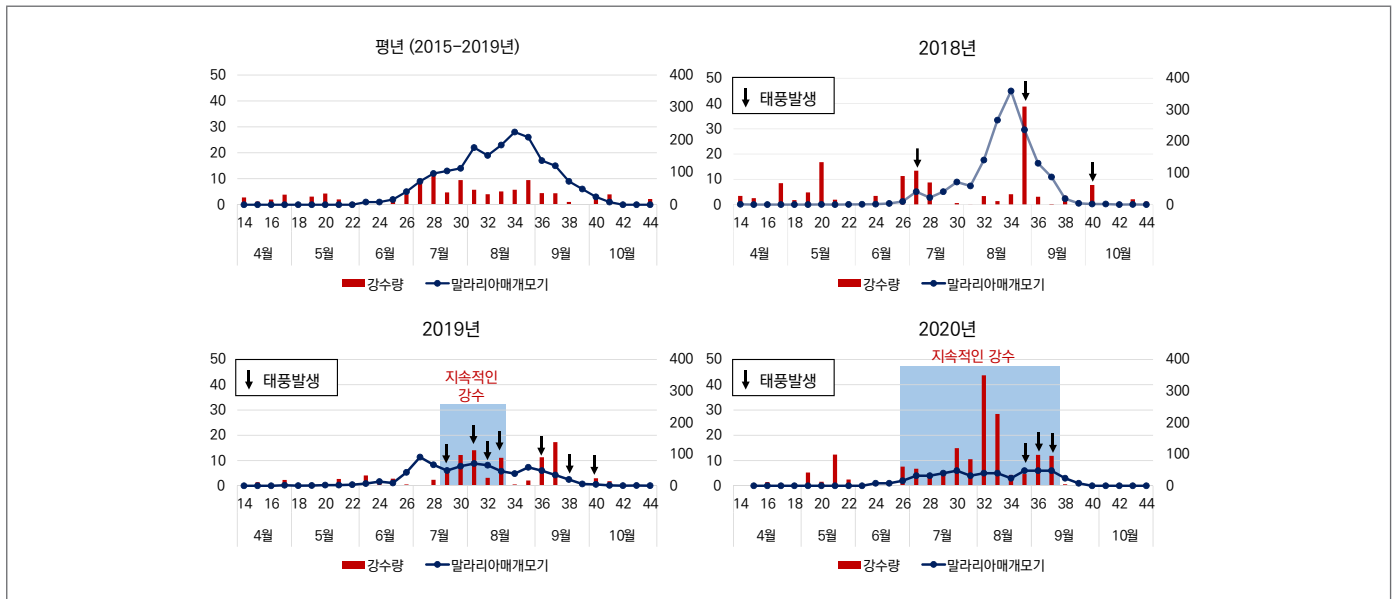


그림 2. 평년(2015~2019), 2018년, 2019년 및 2020년의 매개모기 발생과 강수 현황

평년과 전년 23주 대비 1주 늦게 나타났다. 매개모기의 모기지수가 연중최고밀도를 보인 시기는 30주로 모기지수 6개체를 기록하였다. 이는 평년 34주 대비 4주 빨랐으며, 전년 27주 대비 3주 늦게 확인되었다. 평년에는 매개모기의 연중최고밀도가 8월에 나타났으나, 2020년에는 7월(30주) 이후 매개모기 밀도의 증가가 급격하지 않은 2019년과 유사한 경향을 보였다. 모기 유충은 낮은 수온에서 영양성분이 상대적으로 적어 발육이 늦어져 매개모기 발생에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[4]. 2019년과 2020년에는 7, 8월의 지속적인 강수와 태풍으로 인해 일조량 감소로 인해 수온이 낮아져 매개모기 유충의 발달에 영향을 미쳐 8월 이후 성충모기의 폭발적 증가가 저해된 것으로 추정된다(그림 1, 2). 특히 2020년에는 6월 말부터 시작된 장마가 50일 이상 지속되는 긴 장마가 이어졌다[5].

군 지역의 매개모기 조사는 2019년부터 실시하였다. 민간지역에서 최초 평균 1개체 채집시기가 24주차였으나, 군 지역은 1주 늦은 25주차였다. 매개모기의 연중 최고밀도는 민간지역 29주, 군 지역 32주로 2019년 민간 27주, 군 31주와 유사한 경향을 보였다.

2020년 매개모기 내 말라리아 원충 검출 기간은 25주부터 38주였으며, 2019년 대비 3주 빠르게 검출되어 3주 늦게까지 양성모기가 확인되었다. 2020년 말라리아 양성모기는 62건 검출되었으며, 전체 최소양성률은 4.3으로 나타났다. 민간에서는

49건이 검출되어 최소양성률이 3.7로 나타났는데, 이는 2019년 6건 대비 8배 이상 증가한 것이다. 반면 군 지역에서는 13건의 양성모기가 확인되어 2019년 17건 대비 4건 감소하였다. 하지만 군 지역의 최소양성률은 2019년 12.7, 2020년 9.8로 나타나 매개모기의 개체 수 대비 말라리아 감염모기의 개체 수가 민간지역에 비해 여전히 높은 것으로 나타났다(그림 3).

2020년에는 말라리아 양성모기의 수가 2019년 대비 약 3배 가까이 증가했을 뿐만 아니라, 양성모기의 발생지점 범위가 넓어진 것을 확인하였다. 말라리아 양성모기가 2019년에는 DMZ부근 군부대와 파주 통일촌 등 국경인접지역에서 주로 검출되었지만 2020년에는 김포 사우동과 같은 비교적 DMZ와 거리가 먼 지역까지 남하하였다(그림 4).

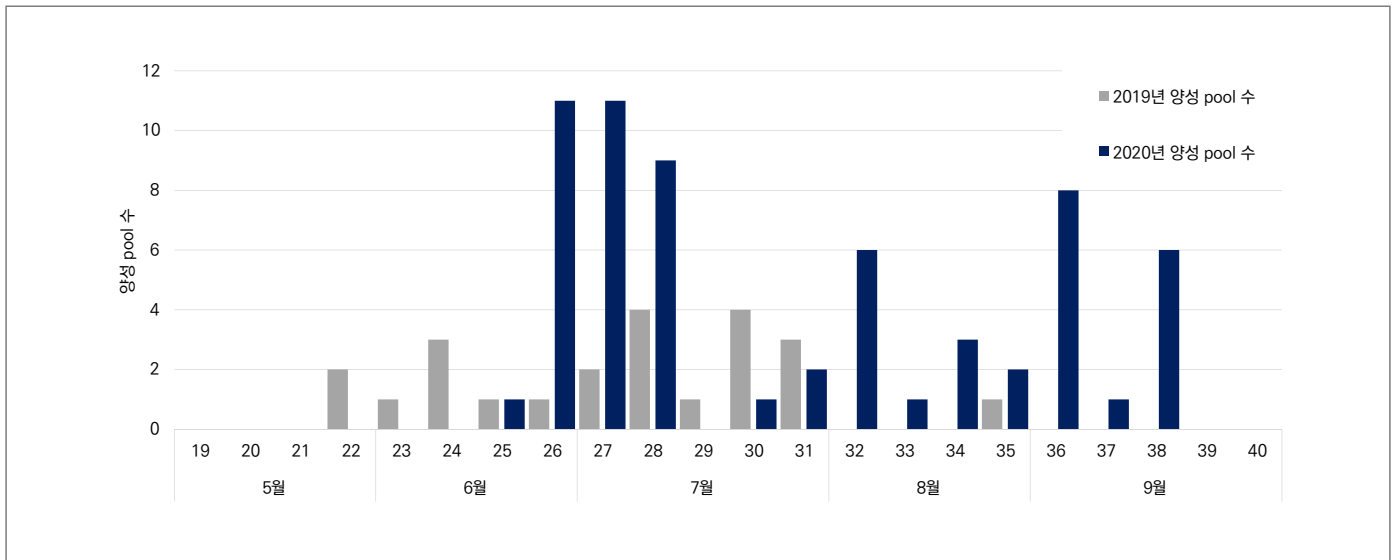


그림 3. 2019년과 2020년 주별 말라리아 원충 양성 수

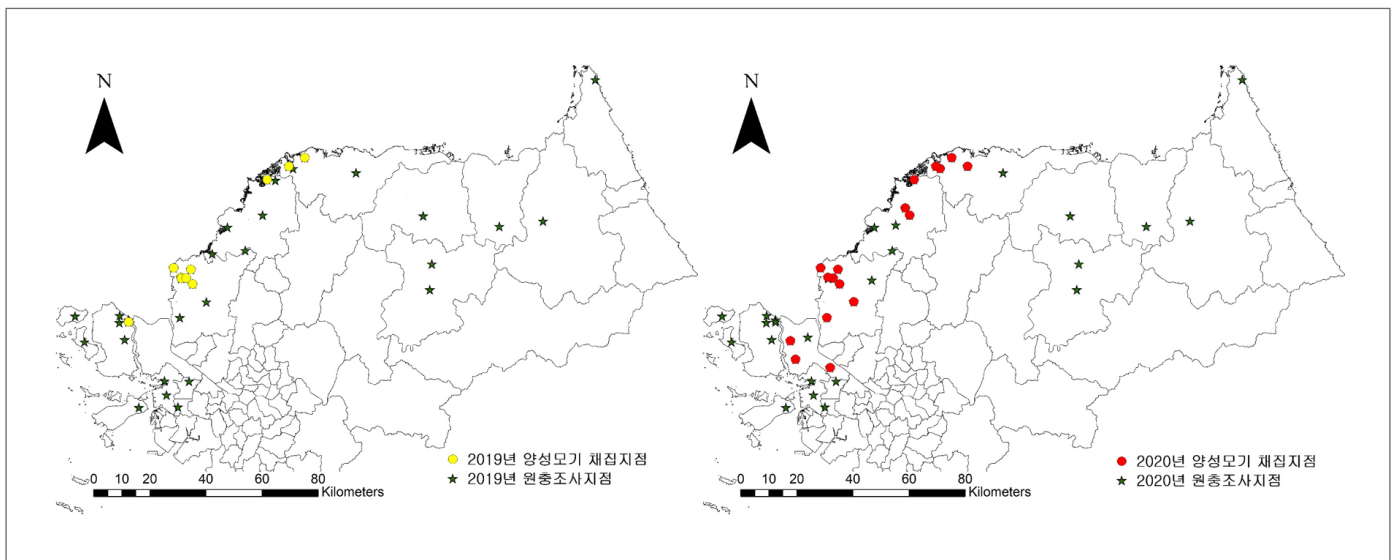


그림 4. 2019년과 2020년의 말라리아 원충 양성 매개모기 채집지점

맺는 말

기온, 강수량 등 기상조건은 말라리아 매개모기 발생에 영향을 주는 것으로 알려져 있다[6]. 2020년에는 2019년과 마찬가지로 7월과 8월의 지속적인 강수로 모기의 밀도가 감소하였다. 특히 2020년의 경우 기상이변으로 관측사상 최장기간인 50일이 넘는 기간 장마가 이어져 왔으며, 곧바로 태풍 3개의 영향을 연속으로 받아 8월 매개모기의 급격한 발생을 저해하여 전체적인 매개모기의

감소로 이어졌을 것으로 추정된다. 2021년에는 보다 신속한 매개모기 감시결과를 획득하기 위하여 원격모기감시장비(Digital Mosquito Monitoring System, DMS)를 통해 위험지역의 일일모기감시체계를 활용하여 매개체감시를 수행할 계획이다.

2020년 이전에는 DMZ와 약 10 km 이내 지역에서만 양성 모기가 검출되었으나, 2020년에는 DMZ와 약 20 km 떨어진 지역에서도 양성모기가 나타나 원충 양성 검출지점의 남하가 확인되었다. 2021년에는 남하하는 원충양성 모기의 감시를

위해 고양시, 동두천시와 같은 비교적 DMZ와 거리가 먼 지역의 매개모기의 원충조사를 수행할 계획이다.

질병관리청 매개체분석과에서는 2024년 말라리아 재퇴치 목표를 달성하기 위해 말라리아 위험지역의 보건환경연구원 및 보건소, 의료원, 국방부(군부대)와 협력 및 정보공유를 통해 말라리아 매개모기 조사감시사업을 수행할 것이며, 이렇게 수집된 위험지역의 매개모기 감시 결과를 바탕으로 말라리아 유행수준에 대한 대국민 홍보를 통해 위험지역 거주자 및 방문자로 하여금 말라리아 감염 가능성 인지와 개인보호 수칙 준수를 독려할 계획이다.

① 이전에 알려진 내용은?

국내 삼일열말라리아는 인천광역시, 경기도 및 강원도 일부 북부지역에서 발생하고 있으며, 매개모기가 주로 활동하는 6월부터 10월 사이에 위험지역 주민 및 인근부대 군인에게서 말라리아환자의 80% 이상이 발생한다. 국내 말라리아 환자 및 매개모기의 발생 특징은 환자가 7월에 가장 많이 발생하며 이후 8월에 매개모기가 가장 높은 밀도를 보인다.

② 새로이 알게 된 내용은?

비무장지대(Demilitarized zone, DMZ) 주변지역을 중심으로 검출되던 말라리아 감염모기가 파주 남부, 김포 등 남하하는 양상이 확인되었다. 2020년 처음 매개모기 내 말라리아 원충 조사를 실시한 김포시의 경우 비교적 도심과 가까운 사우동에서도 양성모기가 검출되었다.

③ 시사점은?

환자 수는 감소하였지만 양성모기의 검출은 증가하였으며, 양성모기의 채집지점 또한 남하하였다. 이는 말라리아 원충에 감염된 매개모기가 DMZ 인근 지역뿐만 아니라 인구가 많은 도심지역 가까이 이동하는 경향으로 볼 수 있다. 따라서 매개모기 내 원충의 감염률 조사지점을 도심과 비교적 가까운 고양시, 동두천시 등을 추가하여 감시할 필요성이 판단되며, 2021년부터 조사 및 감시를 시행할 예정이다. 또한 매개모기 밀도 및 원충률 감시를 통해 말라리아 주의보 및 경보관련 보도자료를 배포하여 일반시민의 개인보호가 잘 이루어질 수 있도록 대국민 홍보가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 질병관리본부. 말라리아 관리지침(2020). 2020.
2. Yoo, D.-H., Shin, E.-H., Park, M.-Y., Kim, H. C., Lee, D.-K., Lee, H.-H., Chang, K.-S. (2013). Mosquito species composition and Plasmodium vivax infection rates for Korean army bases near the demilitarized zone in the Republic of Korea, *The American journal of tropical medicine and hygiene*. 2011;88(1):24-28.
3. Snounou G, Viriyakosol S, Zhu XP, Jarra W Pinheiro L, do Rosario VE, Thaithong S, Brown KN. High sensitivity of detection of human malaria parasite by nested polymerase chain reaction, *Mol Biochem Parasitol*. 1993;61:315-320.
4. Mogi M, Okazawa T (1996) Development of Anopheles sinensis immatures (Diptera: Culicidae) in the field: effects of temperature and nutrition, *Medical Entomology and Zoology*. 47(4): 355-362.
5. Korea Meteorological Administration(KMA).
6. Lee, D.-K., & Kim, S. Seasonal prevalence of mosquitoes and weather factors influencing population size of Anopheles sinensis (Diptera, Culicidae) in Busan, Korea, *Korean Journal of Entomology*. 2001;31(3):183-188.

Abstract

Monitoring of Malaria Vector Mosquitoes and *Plasmodium vivax* Infection in the Republic of Korea, 2020

Kim Hyunah, Shin Hyun-II, Lee Hee II

Division of Vectors and Parasitic Diseases, Bureau of Infectious Diseases Diagnosis Control, Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA)

There are five human malaria parasites. *Plasmodium vivax* (*P. vivax*), one of the less virulent parasites, is a protozoal parasite and a human pathogen. *P. vivax* is indigenous malaria in the Republic of Korea (ROK). To investigate and monitor the density and protozoa infection rate of malaria vectors (*Anopheles* spp.), we operated black light traps at 51 sites in one metropolitan city (ie., Incheon) and two provinces (Gyeonggi Province and Gangwon Province) from April to October 2020. Findings indicated that, in 2020, the trap index (TI, No. of mosquitoes/trap/days) of malaria vector mosquitoes was 61, down 73.0% from the average year (2015-2019) and down 33.7% from 2019. Much like in 2019, in 2020, due to continuous precipitation in July and August, the highest density of mosquitoes was only TI (trap index) 6 in 30 weeks. The *P. vivax* infection of malaria vectors was first detected at 25 weeks, and 62 positive pools (49 pools in civilian areas, 13 pools in military districts) were detected after 38 weeks. The minimum infection rate for 51 sites was 4.3, with 3.7 infections in civilian areas and 9.8 in military areas, where the detection rate of *P. vivax* infected mosquitoes was higher than the number of collecting vectors. *P. vivax* infected mosquitoes were detected near the Demilitarized Zone (DMZ) in 2019, whereas in 2020, they were also collected in areas a little further from the DMZ. This study concluded that infected mosquitoes migrated southward. Therefore, continuous monitoring and intensive control of *Anopheles* mosquitoes is necessary to prevent the spread of malaria patients.

Keywords: Malaria vector mosquito, *Plasmodium vivax*, Monitoring, Density, High-risk region

Table 1. Collection sites of malaria vector mosquitoes in endemic areas

Province of Metropolitan city	Locality	Collecting site	2020		Note	
			Malaria vector population	Plasmodium vivax infection	Malaria vector population	Plasmodium vivax infection
Incheon (12)	Incheon (5)	Unnam-dong, Jung-gu	○	○		
		Seonjuji-dong, Gyeyang-gu	○	○		
		Bupyeong-dong, Bupyeong-gu	○	○		
		Yeonhui-dong, Seo-gu	○	○		
		Baekseok-dong, Seo-gu	○	○		
	Ganghwa-gun (7)	Sungnoe-ri, Songhae-myeon	○	○		
		Soljeong-ri, Songhae-myeon	○	○		
		Geumwol-ri, Seonwon-myeon	○	○		
		Seongmo-ri, Samsan-myeon	○	○		
		Daeryoung-ri, Gyodong-myeon	○	○		
		Daesan-ri, Ganghwa-eup	○	○		
		Wolgot-ri, Ganghwa-eup	○	○		
Gyeonggi-do (16)	Gimpo-si (4)	Sau-dong	○	○		New
		Magok-ri, Haseong-myeon	○	○		New
		Gunha-ri, Wolgot-myeon	○	○	New	New
		Yulsaeng-ri, Daegot-myeon	○	○	New	New
	Paju-si (4)	Beopheung-ri, Tanhyeon-myeon	○	○		
		Josan-ri, Gunnae-myeon	○	○		
		Majeong-ri, Munsan-eup	○	○		
		Baegyeon-ri, Gunnae-myeon	○	○		
	Goyang-si (1)	Daejang-dong, Deogyang-gu	○			
	Dongducheon-si (1)	Habongam-dong	○			
	Uijeongbu-si (1)	Sangok-dong	○			
	Pocheon-si (1)	Giji-ri, Sinbuk-myeon	○			
	Yeoncheon-gun (2)	Daegwang-ri, Sinseo-myeon	○	○		
		Namgye-ri, Gunnam-myeon	○	○		
		Samgot-ri, Jung-myeon	○	○	New	
		Nogok-ri, Baekhak-myeon	○	○	New	
Gangwon-do (8)	Cheorwon-gun (2)	Daema-ri, Cheorwon-eup	○	○		
		Haksa-ri, Gimhaw-eup	○	○		
	Hwacheon-gun (1)	Sineup-ri, Hwacheon-eup	○	○		
	Inje-gun (1)	Deoksan-ri, Inje-eup	○	○		
	Yanggu-gun (1)	Guam-ri, Nam-myeon	○	○		
	Chuncheon-si (2)	Jinae-ri, Sinbuk-eup	○	○		
		Jungang-dong	○	○		
	Goseong-gun (1)	Myeongpa-ri, Hyeonnae-myeon	○	○		
Troop (12)	Paju troop A		○	○		
	Paju troop B		○	○		
	Paju troop C		○	○		
	Paju troop D		○	○	New	New
	Paju troop E		○	○	New	New
	Paju troop F		○	○		
	Yeoncheon troop A		○	○		
	Yeoncheon troop B		○	○		
	Yeoncheon troop C		○	○	New	New
	Yeoncheon troop D		○	○	New	New
	Yeoncheon troop E		○	○		
	Cheorwon troop A		○	○		
	Cheorwon troop B		○	○		
	Cheorwon troop C		○	○	New	New
	GP troop		○	○	New	New
Total			51	45	New 10	New 10

Table 2. Comparison of Trap Index (TI) in 2020 with the average year (2015–2019) and the previous year (2019)

	Whole mosquito (Culicidae and Anopheles)		Anopheles mosquito		Percentage of Anopheles mosquitoes (%)
	Accumulation of weekly Trap Index(TI)	Rate of change compared to 2020(%)	Accumulation of weekly Trap Index(TI)	Rate of change compared to 2020(%)	
Average year (2015–2019)	607	63.4	226	73.0	37.2
Previous year (2019)	357	37.8	92	33.7	26.2
2020	222	–	61	–	27.6

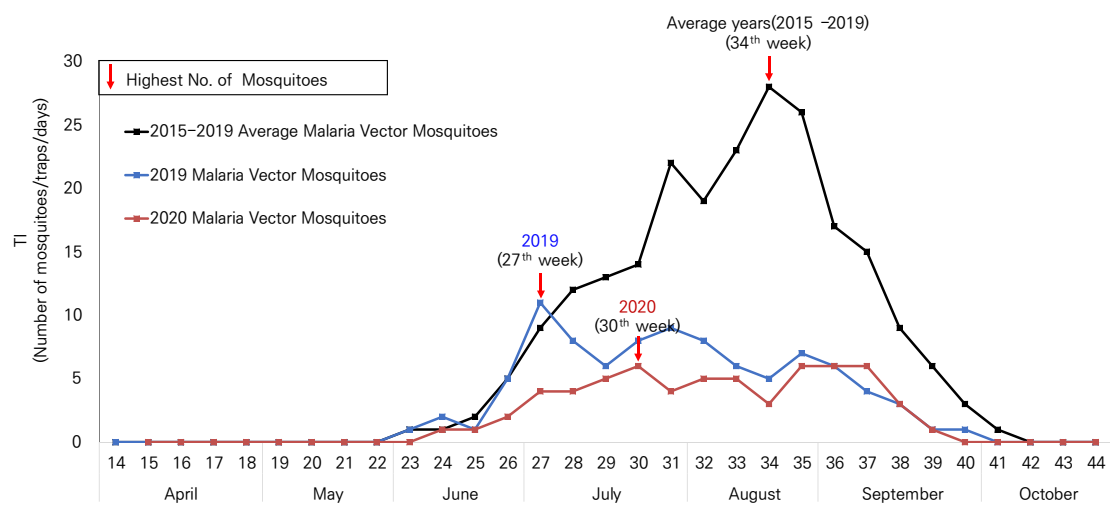


Figure 1. Weekly incidences of malaria vector mosquitoes collected in 2020

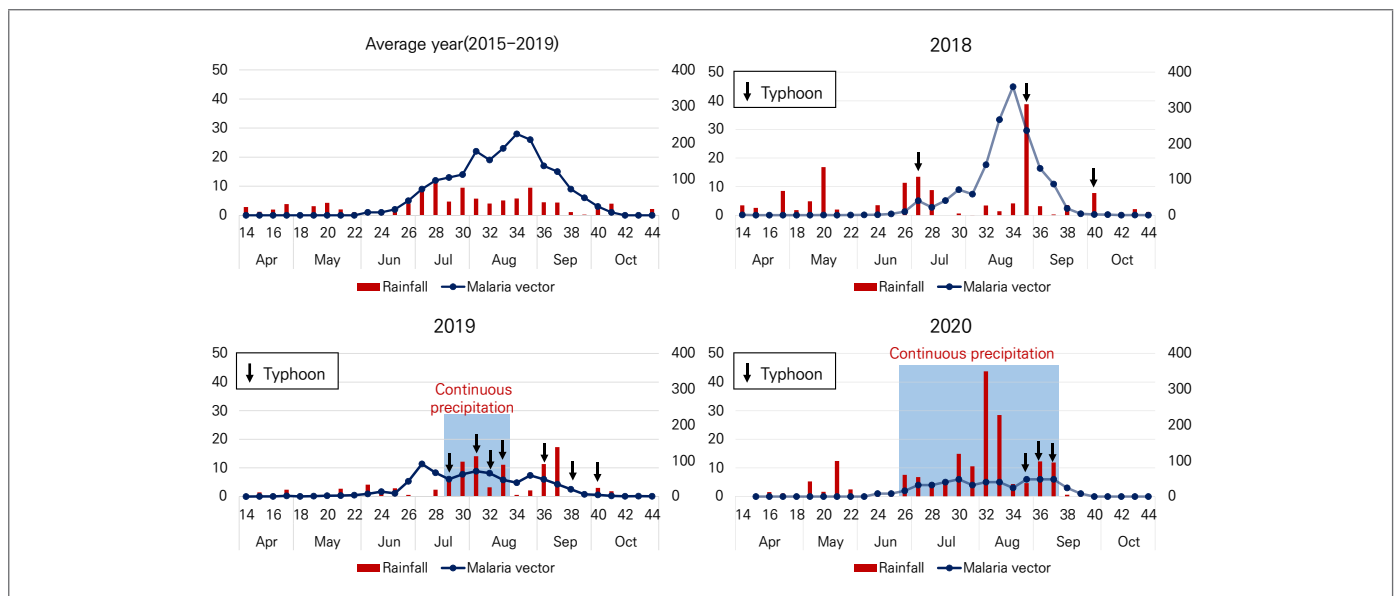


Figure 2. Malaria vector mosquitoes collected and the amount of rainfall in an Average year (2015–2019), 2018, 2019 and 2020

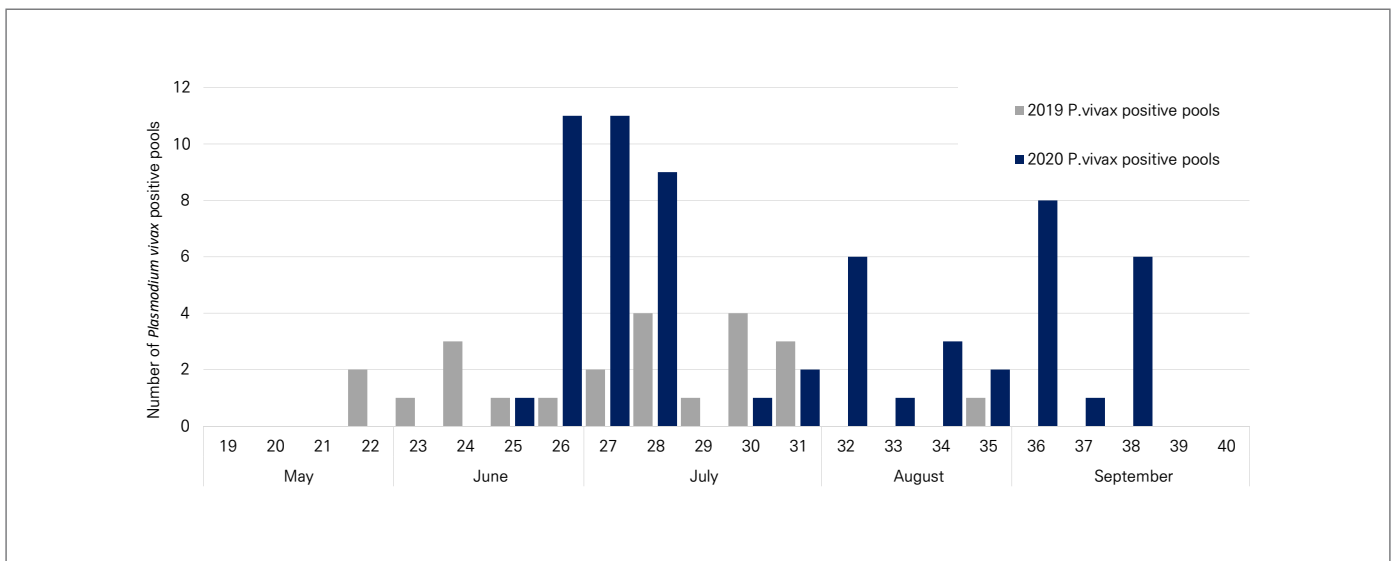


Figure 3. The number of infection cases of *Plasmodium vivax* in 2019 and 2020

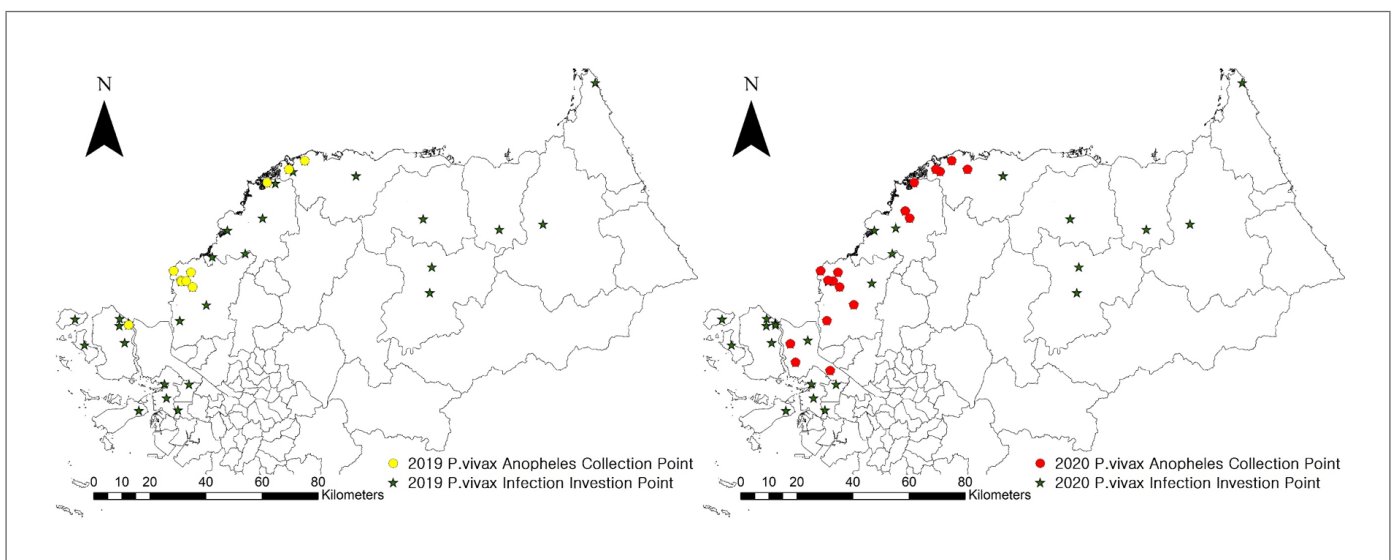


Figure 4. The collection cites of infected mosquitoes of *Plasmodium vivax* in 2019 and 2020