



2024년 수도권역 말라리아 환자 및 군집사례 발생 현황

고미정[†], 서윤정[†], 김현미, 황경원*

질병관리청 수도권질병대응센터 감염병대응과

초 록

목적: 본 연구는 2022년부터 2024년까지 수도권역 말라리아 발생 현황과 2024년 군집사례의 역학적 특성을 분석하여 향후 예방 및 대응 전략 수립에 기초자료를 제공하고자 하였다.

방법: 「방역통합정보시스템」에 신고된 2022-2024년 말라리아 환자 전수를 대상으로, 신고일 기준 환자 발생 현황, 지역별·인구학적 특성, 다발생 지역 및 군집사례를 분석하였다. 군집사례는 「2024년도 말라리아 관리지침」 기준에 따라 말라리아 위험지역 내에서 증상 발생 간격 14일 이내, 추정감염지역 간 거리 1 km 이내를 기준으로 정의하였으며, QGIS 3.34를 이용해 공간분석을 수행하였다.

결과: 2024년 수도권역 말라리아 환자(환자 주소지 기준)는 620명으로 전국 발생의 94.1%를 차지하였다. 2023년 대비 소폭 감소하였으나, 2022년보다 78.7% 증가하였다. 군집사례는 총 47건이 확인되었으며, 이 중 5건(10.6%)이 군부대 내 발생이었다. 추정감염지역 기준으로는 경기 서북부와 인천 강화군 등 북한 접경지역에 집중되어 있었다. 주요 위험요인은 위험지역 내 거주가 57.8%로 가장 높았으나, 근무(12.9%), 군부대 생활(12.9%)도 높게 나타났으며, 이와 별개로 단순 여행이나 운동 등의 야외활동으로도 감염된 것으로 확인되었다.

결론: 2022년 대비 말라리아 발생 증가에는 코로나바이러스감염증-19 대유행 이후 사회활동 재개와 감시체계 회복이 영향을 미친 것으로 판단된다. 수도권역은 여전히 국내 말라리아 발생의 중심으로, 지역 특성과 인구학적 요인을 고려한 맞춤형 방역 전략이 필요하다. 특히 위험지역, 위험활동, 다발생 연령 등을 면밀하게 검토하여 대상별 맞춤형 대응전략을 마련하는 것이 국가 말라리아 재퇴치 목표를 위해 중요한 과제라 생각된다.

주요 검색어: 매개체 매개질환; 말라리아; 삼일열 말라리아; 군집 분석

서 론

말라리아는 *Plasmodium* 속의 원충(삼일열, 난형열, 사일열, 열대열, 원숭이열)에 감염된 암컷 얼룩날개모기에 의해 매

개되는 급성 열성 감염병으로, 우리나라에서는 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따라 제3급 감염병으로 지정되어 있다[1]. 세계보건기구(World Health Organization, WHO)의 「2024년 세계 말라리아 보고서」에 따르면, 2023년 전 세계

Received October 22, 2025 Revised October 31, 2025 Accepted November 3, 2025

*Corresponding author: 황경원, Tel: +82-2-361-5720, E-mail: kirk99@korea.kr

[†]이 저자들은 본 연구에서 공동 제1저자로 기여하였음.

Copyright © Korea Disease Control and Prevention Agency



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) which permits unrestricted distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



KDCA
Korea Disease Control and Prevention Agency

핵심요약

① 이전에 알려진 내용은?

국내 말라리아는 주로 삼일열 원충에 의해 발생하며, 접경지역을 중심으로 계절성 유행을 보여왔고, 특히 수도권역 서북부 지역에서 군집사례가 주로 보고되어 왔다.

② 새로이 알게 된 내용은?

2024년 수도권역 말라리아 환자는 전국의 90% 이상을 차지하며, 군집사례는 47건으로 경기도에 집중되었다. 군집사례의 주요 위험요인은 위험지역 내 거주·근무 외에도 야간운동, 캠핑, 단기 방문, 낚시 등 야외·야간활동과 군복무가 중요한 노출 요인으로 확인되었다.

③ 시사점은?

수도권질병대응센터는 「2024년도 말라리아 관리지침」에 따라 강화된 군집사례 기준을 적용하고, 심층역학조사를 통해 감시와 대응을 추진하였다. 향후 말라리아 재퇴치를 위해서는 조기 감시와 예방 대책이 필요하며, 지역별 맞춤형 대응과 관리가 강화되어야 한다.

말라리아 발생은 약 2억 6,300만 건, 사망자는 59만 7천 명으로, 전년 대비 약 1,100만 명 증가하여 최근 정체가 이후 다시 증가세를 보이고 있다[2].

전 세계적으로는 열대열이 주된 원인 병원체로 열대 및 아열대 지역에서 광범위하게 유행하지만, 우리나라에서는 삼일열 말라리아가 대부분을 차지한다. 삼일열 말라리아는 감염경과가 비교적 경미하고 뚜렷한 계절성을 보이는 특징이 있다[3,4]. 우리나라는 1979년에 WHO와 함께 말라리아 퇴치 선언을 하였으나, 1993년 경기도 파주시에서 군인 환자가 발생한 이후 북한과의 접경지역을 중심으로 재출현하였다. 이후 환자 발생이 지속되면서 질병관리청은 「제2차 말라리아 재퇴치 실행계획(2024-2028)」을 수립하고, 2030년까지 국가 말라리아 재퇴치(national malaria elimination) 달성을 목표로 하고 있다[5]. 또한 2025년 기준, 환자 발생이 많은 지역과 인접 전파 우려 지역 49개 시·군·구를 ‘말라리아 위험지역’으

로 지정·관리하고 있다[6]. 말라리아 위험지역은 모두 수도권역(서울특별시, 인천광역시, 경기도, 강원특별자치도, 이하 서울, 인천, 경기, 강원)에 위치하고 있다.

국내 말라리아 환자의 대부분은 경기 북부, 인천, 서울 지역에서 발생하며, 주요 추정감염지역은 경기 파주시, 연천군, 인천 강화군, 서울 서북부 지역으로 보고되고 있다[4]. 이러한 지리적 집중 양상은 수도권질병대응센터의 지역 기반 감시와 대응의 중요성을 시사하며, 이에 수도권질병대응센터에서는 2024년부터 말라리아 감시 및 군집사례 대응 업무를 이관받아 수행 중이다.

본 연구는 2가지 점에서 연구 범위를 한정하여 분석하였다. 첫째, 지역적으로는 국내 발생 사례에 한정하였다. 말라리아 재퇴치 목표는 국내 발생에 한정되며, 군집사례 역시 국내 발생 관리를 목적으로 하기 때문이다. 둘째, 시기적으로는 최근 3년(2022-2024년)에 한정하였다. 코로나바이러스감염증-19(코로나19) 유행시기인 2020-2021년은 사회적 거리두기 실행, 방역 자원의 코로나19 대응 집중 등으로 말라리아 발생의 경향성을 분석하기에는 한계가 있는 통계로 판단했다.

이상의 배경과 연구 범위에 근거하여 본 연구는 2024년 수도권역 말라리아 환자 및 군집사례의 발생 현황을 분석하고, 향후 효율적인 예방 및 대응 전략 수립을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

방 법

1. 조사대상

조사대상은 「방역통합정보시스템」에 2022년 1월 1일부터 2024년 12월 31일까지 신고된 말라리아 환자 전수이다. 환자 정의는 다음 세 가지 범주로 구분하였다. ‘환자’는 말라리아에 부합되는 임상증상을 나타내면서 확인 진단을 위한 검사 기준에 따라 감염병 병원체 감염이 확인된 사람, ‘의사환자’는 임상증상 및 역학적 연관성을 감안하여 말라리아가 의

심되며, 추정진단을 위한 검사 기준에 따라 감염이 추정되는 사람, '병원체보유자'는 임상증상은 없으나 확인 진단을 위한 검사 기준에 따라 말라리아 원충이 확인된 사람이다. 재발환자는 증복을 방지하기 위해 제외하였으며, 최종 분석은 신고일 기준의 환자 자료를 이용하였다[6].

군집사례는 「2024년도 말라리아 관리지침」 [6]에 따라 말라리아 위험지역 내에서 증상 발생 간격이 14일 이내이며, 추정감염지역을 포함한 환자 거주지 간 거리가 1 km 이내인 경우로 정의하였다.

2. 조사내용 및 방법

수도권역 말라리아 환자 수의 변화는 최근 3개년(2022-2024년) 자료로 비교 분석하였다. 연도별 발생 현황은 환자 신고일 기준으로 분석하였으며, 발생 신고서와 역학조사서를 바탕으로 성별, 연령별, 지역별(환자 주소지, 추정감염지역 등) 분석을 수행하였다. 또한 전체 환자 발생의 50% 이상을 차지하는 9개 지역을 말라리아 다발생 지역으로 선정하여 별도로 분석하였고 다발생 지역별의 인구 10만 명당 환자 발생률(환자 수/주민등록연앙인구)은 「인구동향조사」의 2024년 주민등록연앙인구를 활용하였다[7]. 군집사례 분석은 Quantum Geographic Information System (QGIS) 3.34를 이용하여 환자 주소지를 기준으로 환자 발생지를 표시하고, 추정감염지역의 위·경도 좌표를 World Geodetic System 1984 (WGS84; EPSG:4326) 기준으로 입력하였다. 배경 지도는 국토교통부 브이월드에서 제공하는 지도를 사용하였다. 모든 지도 제작 및 공간 분석은 QGIS 환경에서 수행하였다[8].

결 과

1. 수도권역 말라리아 발생 현황

2024년 수도권역 말라리아 환자 수(환자 주소지 기준)는 총 620명으로 우리나라 전체 환자 수(659명)의 94.1%를 차

지하였다. 성별로는 남성이 514명(82.9%)로 여성에 비해 발생 비율이 높았고 연령별로는 20-29세가 194명(31.3%)로 가장 많이 발생하였다. 지역별로는 경기도가 377명으로 수도권역에서 60.8%를 차지하며 가장 많이 발생하였고, 인천(128명, 20.6%), 서울(87명, 14.0%), 강원(28명, 4.5%) 순으로 발생하였다(표 1).

말라리아 수도권역 환자 발생은 2024년 620명으로 2023년(638명) 대비 18명(2.8%)이 감소하였고 2022년(347명) 대비 273명(78.7%) 증가하였다. 다만, 2022년은 코로나19 유행기간으로 통계해석에 주의가 필요하다. 지역별로는 경기(377명)가 2023년(410명) 대비 33명(8.0%) 감소하였고, 서울(87명)은 2023년(84명) 대비 3명(3.6%), 인천(128명)은 2023년(118명) 대비 10명(8.5%), 강원(28명)은 2023년(26명) 대비 2명(7.7%) 증가하였다. 수도권역 말라리아 환자 발생 중 가장 큰 비중을 차지하는 경기 지역은 환자가 감소한 반면, 서울, 인천, 강원 지역은 환자 수가 증가한 것을 확인할 수 있다(표 1).

2. 수도권역 말라리아 다발생 지역 발생 현황

2024년 수도권역 말라리아 다발생 지역(환자 주소지 기준)은 주로 서북부 지역에 집중되어 있다. 기초자치단체 기준으로는 7개, 행정구 포함 시 9개 지역이 이에 해당된다. 행정구 기준으로 경기 6개(파주시, 김포시, 고양시 일산서구, 고양시 덕양구, 고양시 일산동구[이하 일산서구, 덕양구, 일산동구], 연천군), 인천 2개(강화군, 서구), 강원 1개(철원군)로 확인되었으며, 이 중 경기도가 가장 많았다(표 2).

2024년 수도권역 말라리아 9개 다발생 지역 중 파주시가 147명(23.7%)으로 가장 많이 발생하였고 김포시(56명, 9.0%), 일산서구(27명, 4.4%), 덕양구(15명, 2.4%), 일산동구(14명, 2.3%), 인천 서구(42명, 6.8%), 강화군(30명, 4.8%), 연천군(26명, 4.2%), 철원군(23명, 3.7%) 순으로 발생하였다(표 2).

표 1. 수도권역 말라리아 환자 수 및 비율, 2022-2024년

구분	2024년		2023년		2022년	
	환자 수(비율 ^{a)})	환자 수(비율 ^{a)})	2024년 대비 증감 환자 수(비율)	환자 수(비율 ^{a)})	2024년 대비 증감 환자 수(비율)	
전국	659 (100.0)	673 (100.0)	-14 (Δ2.1)	381 (100.0)	278 (73.0)	
수도권역 전체	620 (94.1)	638 (94.8)	-18 (Δ2.8)	347 (91.1)	273 (78.7)	
성별						
남	514 (82.9)	536 (84.0)	-22 (Δ4.1)	292 (84.1)	222 (76.0)	
여	106 (17.1)	102 (16.0)	4 (3.9)	55 (15.9)	51 (92.7)	
연령별(세)						
0-9	2 (0.3)	5 (0.8)	-3 (Δ60.0)	4 (1.2)	-2 (Δ50.0)	
10-19	20 (3.2)	30 (4.7)	-10 (Δ33.3)	23 (6.6)	-3 (Δ13.0)	
20-29	194 (31.3)	175 (27.4)	19 (10.9)	110 (31.7)	84 (76.4)	
30-39	94 (15.2)	110 (17.2)	-16 (Δ14.5)	59 (17.0)	35 (59.3)	
40-49	99 (16.0)	104 (16.3)	-5 (Δ4.8)	54 (15.6)	45 (83.3)	
50-59	96 (15.5)	115 (18.0)	-19 (Δ16.5)	64 (18.4)	32 (50.0)	
60-69	71 (11.5)	62 (9.7)	9 (14.5)	23 (6.6)	48 (208.7)	
70-79	35 (5.6)	28 (4.4)	7 (25.0)	7 (2.0)	28 (400.0)	
80-89	8 (1.3)	9 (1.4)	-1 (Δ11.1)	3 (0.9)	5 (166.7)	
≥90	1 (0.2)	0 (0.0)	1 (-)	0 (0.0)	1 (-)	
지역별						
서울	87 (14.0)	84 (13.2)	3 (3.6)	52 (15.0)	35 (67.3)	
인천	128 (20.6)	118 (18.5)	10 (8.5)	60 (17.3)	68 (113.3)	
경기	377 (60.8)	410 (64.3)	-33 (Δ8.0)	223 (64.3)	154 (69.1)	
강원	28 (4.5)	26 (4.1)	2 (7.7)	12 (3.5)	16 (133.3)	

단위: 명(%). Δ=감소. ^{a)}신고된 항목에 해당하는 말라리아 환자 수를 해당 구분의 전체환자 수로 나눈 비율.

표 2. 수도권역 말라리아 다발생 지역 환자 수 및 비율, 2022-2024년

구분	2024년		2023년		2022년	
	환자 수 (비율 ^{a)})	발생률 ^{b)}	환자 수 (비율 ^{a)})	2024년 대비 증감 환자 수(비율)	환자 수 (비율 ^{a)})	2024년 대비 증감 환자 수(비율)
수도권역	620 (100.0)	[6.7]	638 (100.0)	-18 (Δ2.8)	347 (100.0)	273 (78.7)
다발생 지역 전체	380 (61.3)	[13.4]	394 (61.8)	-14 (Δ3.6)	180 (51.9)	200 (111.1)
경기						
파주시	147 (23.7)	[29.3]	153 (24.0)	-6 (Δ3.9)	57 (16.4)	90 (157.9)
김포시	56 (9.0)	[11.6]	81 (12.7)	-25 (Δ30.9)	33 (9.5)	23 (69.7)
고양시						
전체	56 (9.0)	[5.3]	58 (9.1)	-2 (Δ3.4)	44 (12.7)	12 (27.3)
일산서구	27 (4.4)	[9.5]	25 (3.9)	2 (8.0)	10 (2.9)	17 (170.0)
덕양구	15 (2.4)	[3.0]	16 (2.5)	-1 (Δ6.3)	24 (6.9)	-9 (Δ37.5)
일산동구	14 (2.3)	[4.8]	17 (2.7)	-3 (Δ17.6)	10 (2.9)	4 (40.0)
연천군	26 (4.2)	[63.4]	27 (4.2)	-1 (Δ3.7)	6 (1.7)	20 (333.3)
인천						
서구	42 (6.8)	[6.7]	38 (6.0)	4 (10.5)	18 (5.2)	24 (133.3)
강화군	30 (4.8)	[43.5]	19 (3.0)	11 (57.9)	12 (3.5)	18 (150.0)
강원						
철원군	23 (3.7)	[56.3]	18 (2.8)	5 (27.8)	10 (2.9)	13 (130.0)

단위: 명(%). Δ=감소. ^{a)}신고된 항목에 해당하는 말라리아 환자 수를 수도권역 말라리아 환자 수로 나눈 비율. ^{b)}신고된 환자 수를 기준인구로 나누고 그 결과를 인구 10만 명당으로 나타낸 것(기준인구는 당해 연도 주민등록연앙인구 사용, [명/10만 명당]).

말라리아 다발생 지역의 10만 명당 환자 발생률은 발생 건수와 다른 양상을 보였다. 파주시는 전체 발생 건수가 가장 많았으나 발생률은 상대적으로 낮게 나타났고, 연천군과 철원군에서 발생 건수는 적으나 상대적으로 높은 발생률을 보였다. 이는 인구 구성(군인 포함), 인구 규모 등의 지역적 특성 등이 반영된 수치로 통계적 한계를 고려하여 해석해야 한다(표 2).

3. 수도권역 말라리아 군집사례 발생 현황 및 주요 위험 요인

2024년 수도권역 전체 말라리아 군집사례는 총 47건으로, 이 중 군부대 관련 사례가 5건(10.6%)이었다. 시·도별로는 경기 39건(83.0%), 인천 6건(12.8%), 서울 및 강원 지역이 각각 1건(2.1%)이었다. 시·군·구(행정구 포함)별로는 파주시 22건(46.8%), 김포시 12건(25.5%), 인천 서구 3건(6.4%), 일산동구 및 일산서구 각 2건(4.3%) 등이었다(그림 1).

군집사례의 규모는 최대 6명(1건, 파주시)이었으며, 대부분 2명(35건)으로 확인되었고, 그 외 5명이 2건, 4명이 3건, 3명이 6건이었다.

군집사례 47건 중 가족 내 집단 발생은 1건으로, 공동노출자 검사를 통해 확인되었으나 유전형은 일치하지 않았다. 사회적 연관성(social linkage)별로는 동일 대대 군복무 중 발생한 군부대 관련 5건, 용접·목수·인테리어 등 야외 근무 또는 벽면이 개방된 형태의 물류센터 근무와 관련된 사업장 관련 3건이 확인되었다. 또한, 축구장 관련 사례는 2건으로 이 중 1건은 2명이 동시에 진단되었고 유전형이 일치하였다. 그 외 야외·야간 주점 방문 및 근무, 야간 음주 활동 등과 관련된 2건, 위험지역 내 캠핑 활동과 관련된 1건이 확인되었다.

군집사례를 지리정보시스템(GIS)을 활용해 분석한 결과, 환자 주소지를 기준으로 수도권 전역에 산발적 발생이 확인되었으나, 추정감염지역 기준으로는 북한 접경지역과 인접한 경기 서북부 및 인천 강화군 등 위험지역에 군집사례 발생이

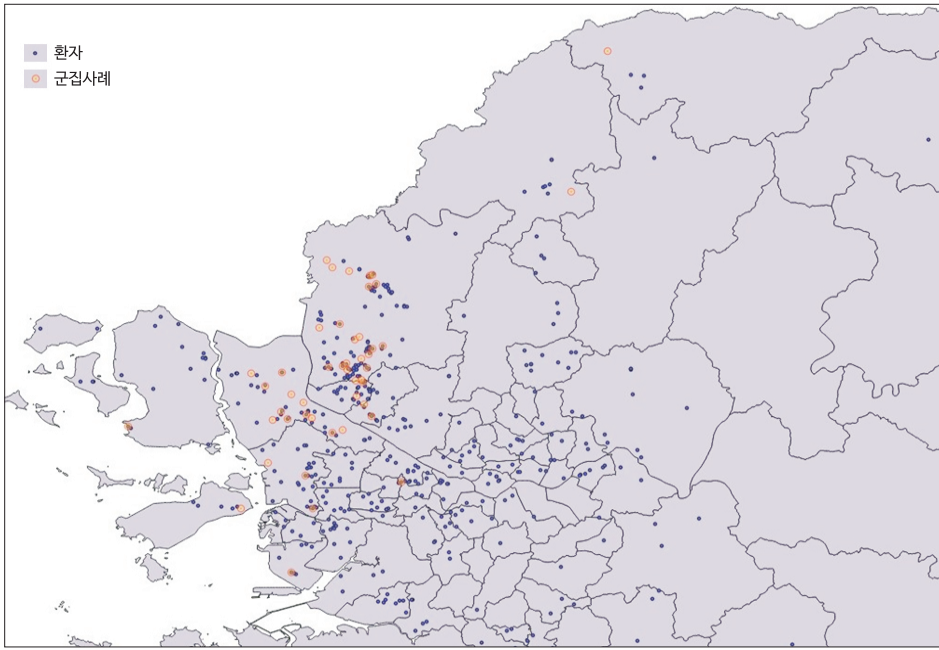


그림 1. 2024년 수도권역 말라리아 군집사례 및 환자 분포

파란색 점은 말라리아 환자 주소지 기준 발생 분포, 노란색 원은 군집사례 추정감염지역 기준 반경 1 km 지역을 의미함. 군집사례는 군부대 발생(경기 파주시 3건, 연천군 1건, 강원 철원군 1건)을 포함하였음.

구분	수도권역	경기 파주시	경기 김포시	인천 서구	경기 고양시 일산동구	경기 고양시 일산서구	경기 연천군	인천 강화군	인천 연수구	인천 중구	서울 양천구, 강서구	강원 철원군
발생건수	47	22	12	3	2	2	1	1	1	1	1	1
비율	(100.0)	(46.8)	(25.5)	(6.4)	(4.3)	(4.3)	(2.1)	(2.1)	(2.1)	(2.1)	(2.1)	(2.1)

집중되어 있었다(그림 2). 즉, 추정감염지역 기준으로 말라리아 발생을 분석하면, 우리나라 말라리아는 비무장지대(demilitarized zone, DMZ)를 포함한 지역이 지리적·생태적으로 연속된 매개모기 서식 환경을 형성하고 있어 북한과의 접경지역을 중심으로 발생하는 경향이 뚜렷하게 드러난다. 국경지역 말라리아(border malaria) 전파는 인접 지역 간 공유된 생태환경과 사람·병원체·매개체 간 상호작용이 전파 지속의 주요 요인이라고 제시한 연구가 있다[9]. 우리나라의 경우 인적 이동이 직접적으로 국경을 넘지는 않지만, 접경지역을 중심으로 매개모기 개체군이 계절적으로 순환하고, 남북 각각의 인적 이동(군인, 주민, 근로자 등)이 지역 간 병원체 확산을 매개하는 역할을 할 수 있다. 이러한 구조는 전형적인 ‘국경지역 말라리아’의 형태와는 다르지만, 생태적 연속성과 내부 인적 이

동의 복합 작용을 통해 전파가 지속된다는 점에서 유사한 역학적 특성을 보인다.

군집사례 환자의 주요 위험요인은 크게 위험지역과 위험활동으로 구분하였다. 위험지역 요인으로는 거주가 67명(57.8%)으로 가장 많았으며, 근무 15명(12.9%), 군복무 15명(12.9%) 순이었다. 위험지역 거주로 확인된 67명 중 준도시(도농복합) 지역이 46명(68.7%)으로 가장 많았으며, 도시 지역은 20명(29.9%), 농촌 지역은 1명(1.5%)이었다. 준도시 지역의 비중이 높아, 도농복합 지역을 중심으로 군집사례가 집중되는 경향을 보였다. 위험활동 요인으로는 단기 방문·캠핑 7명(6.0%), 운동(축구·풋살·러닝 등) 6명(5.2%), 낚시 1명(0.9%)이 있었으며, 농축산업 관련 활동(농업, 축산업, 텃밭 활동 등)은 5명(4.3%)이었다(표 3). 이를 통해 말라리아 발생

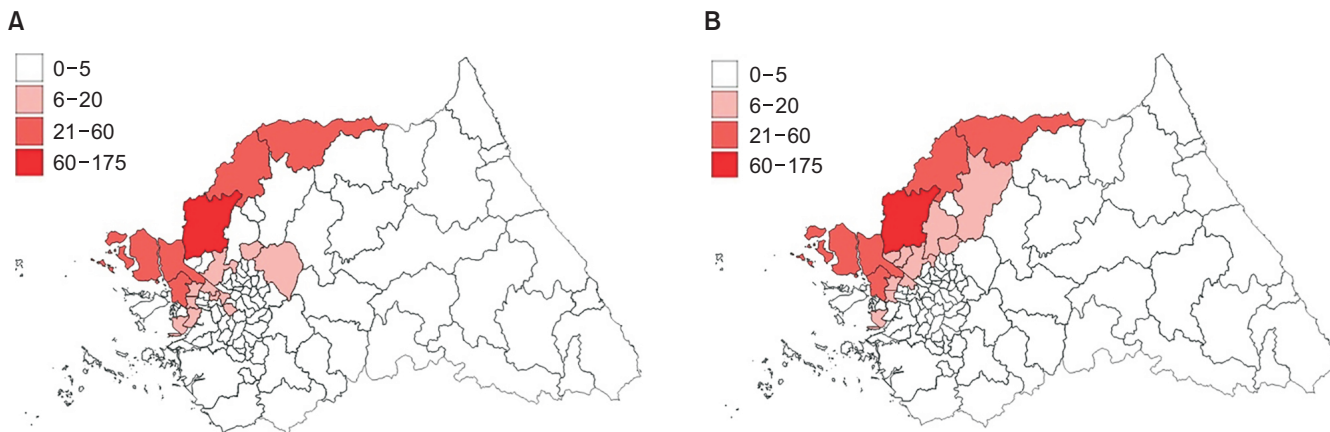


그림 2. 2024년 수도권역 말라리아 발생 분포
(A) 환자주소지 기준, (B) 추정감염지역 기준.

표 3. 2024년 수도권역 말라리아 군집사례 환자 주요 위험요인

구분		2024년 환자 수(비율)
수도권역 ^{a)}		116 (100.0)
위험지역	거주	67 (57.8)
	근무	15 (12.9)
	군복무	15 (12.9)
위험활동	취미활동	
	여행(단기 방문, 캠핑 등)	7 (6.0)
	운동(축구, 풋살, 러닝 등)	6 (5.2)
	낚시	1 (0.9)
농축산업 관련(농업, 축산업, 텃밭 활동 등)		5 (4.3)

단위: 명(%). ^{a)}군부대 군집사례 환자(15명) 포함.

은 위험요인을 해당지역에서의 '거주' 등 장기간 노출이 가장 중요하나, 캠핑이나 텃밭 활동 등과 같은 단기적인 노출도 간과해서는 안 되는 요인임을 확인하였다.

결론

본 연구에서는 2022년부터 2024년까지 수도권역의 말라리아 발생 현황과 2024년 군집사례를 분석하였다.

2024년 말라리아 발생은 총 620건 보고되었으며, 이는 2023년에 비해 소폭 감소했으나, 수도권에서의 발생 비중은 전체의 90% 이상으로 여전히 높았다. 한편, 코로나19 대유행 시기였던 2022년보다 발생이 크게 증가하였는데, 이는 코로나19 대유행으로 인한 이동 제한, 코로나19와 관련된 사회적 낙인, 보건의로 자원과 정책 우선순위가 코로나19 대응으로 전환된 점 등으로 인해 말라리아 관리에 복합적인 영향을 미쳤을 가능성이 있다[10]. 이러한 결과는 사회적 변화와 감시 체계의 회복이 말라리아 발생 추세에 영향을 줄 수 있음을 시사하므로 결과 해석에 주의가 필요하다.

또한 말라리아 발생의 절대 규모를 반영하는 발생 건수를 주요 지표로 삼아 분석하였으며, 인구 대비 발생 정도를 나타내는 발생률은 보조 지표로 함께 제시하였다. 결과에 제시한 바와 같이, 전체 발생 건수는 파주시가 가장 많았으나 인구 대비 발생률은 연천군과 철원군이 높은 특징을 보였다. 이러한 지역별 차이를 감안할 때, 발생 건수 중심의 분석과 함께 발생률을 보조적으로 고려하여 지역 특성을 균형 있게 해석하는 것이 필요하다.

군집사례에서 확인된 주요 위험요인은 위험지역 내 거주 또는 근무, 군부대 내 생활, 야외·야간 활동(축구, 풋살, 러닝, 캠핑, 단기 방문, 낚시 등)으로 나타났다. 이러한 결과는 기존 해외 연구에서도 유사하게 보고되고 있다. 탄자니아 남동부 지역에서는 밤부터 새벽까지 야외에서 종교·문화활동을 진행할 경우 모기 노출이 증가하였고[11], 부르키나파소의

실험연구에서는 맥주 섭취 시 모기의 인간 유인 반응이 높아지는 것으로 확인되었다[12]. 위 결과들을 종합해 볼 때, 말라리아 감염은 위험지역 거주, 근무, 군복무 등의 장기적인 노출과 일몰 후부터 일출 전까지의 시간대에 야외 활동, 음주, 흡연 등 행태적 요인으로 인한 단기적 노출이 말라리아 감염 위험을 높일 수 있음을 시사한다.

인구학적 특성에서 성별은 남성이 82.9%로 여성보다 월등히 높은 비율을 보이는데, 이는 말라리아 주요 감염 위험 활동인 군복무, 낚시, 운동, 농축산업 등 야외 중심 활동이 여성보다 남성에서 높기 때문으로 해석된다. 연령별로는 환자 발생이 많은 20-50대 연령층이 주로 군복무, 농업 등 야외 위험 활동에 집중적으로 노출되어 높은 감염 위험을 보였다. 이러한 특성을 고려하여 성, 연령을 기반으로 한 맞춤형 공중보건 접근이 필요하며, 이는 감염 위험이 높은 그룹에 대한 교육과 실천 가능한 예방 수칙 강화로 이루어져야 한다. 특히 야외 위험 활동에 자주 노출되는 20-50대 연령층을 중심으로 모기 기피제 사용, 장시간 야외활동 시 보호복 착용, 감염 의심 증상에 대한 조기 인지를 높이는 것이 중요하다. 이러한 맞춤형 관리는 지역사회 단위의 지속적인 예방활동과 개별 건강 행동 변화를 촉진하는 방향으로 시행되어야 할 것이다.

지역별 말라리아 발생을 분석한 결과, 경기 지역은 환자 수가 감소하였음에도 불구하고 전체 발생의 절반 이상을 차지하고 있다. 특히 9개 말라리아 다발생 지역 중 6개가 경기 지역에 위치하고 있어, 국내 말라리아 퇴치를 위해서는 이 지역에서의 적극적인 말라리아 관리가 중요하다. 반면, 서울, 인천, 강원 지역은 수도권역 내에서 말라리아 환자 수의 비중은 낮으나, 최근 증가 추세를 보였다. 따라서, 수도권역 내 지역별 맞춤형 대책 마련이 필요하다. 특히 말라리아는 수도권역 전역에서 발생하므로 지역 주민의 전반적인 인식 제고가 요구된다. 더불어 해당 지역 의료기관에 대한 교육 홍보도 필요하며, 발열 등의 증상으로 내원한 환자에 대해 말라리아를 의심하고 신속하게 진단이 이루어질 수 있도록 해야 한다.

말라리아 발생이 많은 지역에서는 말라리아 예방 및 관리를 위한 자원을 집중하고, 발생이 적은 지역은 교육과 홍보를 통해 주민들의 인식을 개선해야 한다.

수도권질병대응센터에서는 말라리아 재퇴치를 위해 군집사례 관리 체계를 강화하였다. 「2024년도 말라리아 관리지침」에 따라 군집사례 판정 기준을 기존 ‘증상 발생 간격 30일 이내’에서 ‘14일 이내’로 적용하여, 보다 신속한 감시 및 대응이 가능하도록 하였다. 또한, 심층역학조사에 직접 참여하여 시·도 보건당국과 공동 조사를 수행하였으며, 2025년부터는 군집사례 전수에 대한 공동 조사를 추진하고 있다. 이러한 조치는 말라리아 지역사회 전파를 조기에 차단하고, 위험지역 내 재퇴치 기반을 강화하는 데 목적이 있다. 2024년 군집사례에 대한 심층역학조사를 통해 추정 감염지역을 확인하고, 환자 거주지를 포함한 발생 지역의 매개모기 서식지를 점검하여 잔류분무 등 집중 방제를 실시하였다. 또한, 공동노출자 범위를 설정하여 증상 발생 감시, 말라리아 검사 및 예방약 복용 등 예방 조치를 수행하였다. 환자와 가족, 지역사회 주민 등 위험집단을 대상으로 교육 및 홍보를 강화하였으며, 특히 환자 거주 지역 주민을 중심으로 집중적인 예방 교육을 시행하였다. 주민 조직(이·통장, 반사회 등)을 통한 말라리아 예방법 교육 및 홍보와 함께, 보건교사를 통한 학생 대상 교육을 실시하였으며, 지역 언론매체, 포스터, 현수막, 전광판 등을 활용하여 말라리아 예방 홍보를 병행하였다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 위험요인 정보는 환자의 진술을 바탕으로 조사하였으므로 기억 오류나 과소보고 가능성이 있다. 둘째, 「2024년도 말라리아 관리지침」 개정으로 군집사례 판정 기준이 변경되어, 과거 연도와의 직접 비교가 어려웠다. 또한, 본 연구에서 군집사례는 「2024년도 말라리아 관리지침」에 따라 위험지역 내에서 2명 이상의 환자가 증상 발생 간격 14일 이내이고, 환자 거주지 또는 추정 감염지역 간 거리가 1 km 이내인 경우로 정의하였다. 다만, 이러한 정의는 말라리아 매개모기의 비행거리(약 1-10 km) 및

말라리아 퇴치를 위한 예방·관리 강화의 필요성을 고려하여 감시체계 운영의 일관성과 실무적 적용을 위해 설정된 기준으로, 실제 전파의 역학적 연관성을 완전히 반영하기에는 한계가 있다. 따라서 잠복기, 인구 이동, 추정 감염지역의 불확실성 등에 따라 군집의 범위가 과대 또는 과소 평가될 수 있다. 또한 감염원인 원충 간의 유전형의 일치 여부는 군집사례의 정의에 포함되지 않았다. 이 같은 한계를 고려하여 자료 해석 시 유의할 필요가 있다. 셋째, 군 관련 환자의 경우 보안상의 이유로 부대 위치나 훈련활동 정보 접근에 한계가 있었다. 군인 환자는 생활환경과 노출양상이 일반 인구와 상이하므로, 별도의 감시체계 구축 및 노출요인 분석 연구를 통해 군부대 내 재감염 및 군집 발생 예방을 위한 관리전략 마련이 필요하다.

이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 수도권 지역에서 말라리아 발생 양상과 군집사례의 주요 특징을 제시함으로써 향후 지역 맞춤형 예방·대응 전략 수립에 기초자료를 제공하였다는 점에서 의의가 있다. 향후에는 군집사례 관리 강화와 더불어, 위험요인에 따른 맞춤형 홍보와 개인보호 행동 실천을 강화하여 2030년 말라리아 재퇴치 목표 달성에 기여할 필요가 있다.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: We would like to acknowledge HyunJung Kim for developing the dataset used for the 2024 malaria cluster-case analysis.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: KWH, MJK, YJS. Data curation: MJK, YJS. Formal analysis: MJK,

YJS. Investigation: MJK, YJS. Methodology: KWH, MJK, YJS. Project administration: KWH. Resources: MJK, YJS. Supervision: KWH. Validation: MJK, YJS. Visualization: MJK, YJS. Writing – original draft: MJK, YJS. Writing – review & editing: KWH, HMK, MJK, YJS.

References

1. Korean Law Informaiton Cneter. Infectious disease control and prevention act [Internet]. Ministry of Government Legislation; 2025 [cited 2025 Oct 15]. Available from: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B0%90%EC%97%BC%EB%B3%91%EC%9D%98%EC%98%88%EB%B0%A9%EB%B0%8F%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0>
2. World Health Organization (WHO). World malaria report 2024 [Internet]. WHO; 2024 [cited 2025 Oct 15]. Available from: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2024>
3. Shin HI, Ku B, Jung H, et al. 2023 World malaria report (status of world malaria in 2022). *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1351-77.
4. Kim YH, Ahn HJ, Kim D, Hong SJ, Kim TS, Nam HW. Recent spatial and temporal trends of malaria in Korea. *Korean J Parasitol* 2021;59:585-93.
5. Lee SY, Lee SD, Oh SK, Park S, Lee JY, Kim J. Introduction to the second malaria re-elimination action plan (2024–2028) toward malaria elimination by 2030 *Public Health Wkly Rep* 2024;17: 962-79.
6. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2024 Malaria management guidelines. Cheongju, KDCA; 2024 Feb. Report No.: 11-1790387-000538-10.
7. Ministry of Data and Statistics. 2024 Birth and death statistics (provisional) [Internet]. Statistics Korea; 2025 [cited 2025 Oct 15]. Available from: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301020300&bid=204&act=view&list_no=435209
8. Park ML. Application of GIS to malaria study in Korea. *J Geogr* 1999;33:27-44.
9. Li X, Snow RW, Lindblade K, et al. Border malaria: defining the problem to address the challenge of malaria elimination. *Malar J* 2023;22:239.
10. Arisanti RR, Saputri GN, Ahmad RA, Utarini A. Impacts of COVID-19 on malaria elimination strategies in Asia: a scoping review. *Narra J* 2024;4:e1492.
11. Monroe A, Moore S, Koenker H, Lynch M, Ricotta E. Measuring and characterizing night time human behaviour as it relates to residual malaria transmission in sub-Saharan Africa: a review of the published literature. *Malar J* 2019;18:6.
12. Lefèvre T, Gouagna LC, Dabiré KR, et al. Beer consumption increases human attractiveness to malaria mosquitoes. *PLoS One* 2010;5:e9546.

Surveillance Report

Individual Malaria Case and Case Cluster Status in the Capital Region of the Republic of Korea, 2024

Mijeong Ko[†] , YUN JEONG SEO[†] , Hyunmi Kim , Kyungwon Hwang* 

Division of Infectious Disease Control and Response, Capital Regional Center for Disease Control and Prevention,
Korea Disease Control and Prevention Agency, Seoul, Korea

ABSTRACT

Objectives: We analyzed malaria cases and cluster outbreaks in the capital city between 2022 and 2024 to provide baseline data to guide effective prevention and response strategies.

Methods: All malaria cases reported in the Integrated Disease Control Information System between January 1, 2022, and December 31, 2024, were included. Annual trends, demographics, regional distributions, and case clusters were analyzed. Clusters were defined as multiple cases occurring within 14 days and within 1 km of suspected infection sites based on 2024 Malaria management guidelines. Spatial analysis was conducted using QGIS version 3.34.

Results: In 2024, 620 malaria cases were reported in the capital city, representing 94.1% of total cases nationwide. This number represents a slight decrease from 2023, but a 78.7% increase from 2022. A total of 47 case clusters were identified, including five (10.6%) in military units. Clusters were concentrated in high-risk areas near the North Korean border, especially in northwestern Gyeonggi, Ganghwa-gun, and Incheon. Primary risk factors included residence (57.8%), work (12.9%), military service in high-risk areas (12.9%), and outdoor leisure activities including travel and exercise.

Conclusions: The post-coronavirus disease 2019 rise in malaria incidence is linked to resumption of social activities and enhanced surveillance. The capital region remains the focal point of domestic transmission, highlighting the need for regional and population-specific control measures. Targeted strategies for military personnel and outdoor workers are critical to achieve Korea's national malaria elimination by 2030 goal.

Key words: Vector borne diseases; Malaria; Malaria, vivax; Cluster analysis

*Corresponding author: Kyungwon Hwang, Tel: +82-2-361-5720, E-mail: kirk99@korea.kr

[†]These authors contributed equally to this study as co-first authors.

Introduction

Malaria is an acute febrile infectious disease transmitted by female *Anopheles* mosquitoes that carry protozoa of the *Plasmodium* genus (including *Plasmodium vivax*,

Plasmodium ovale, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium falciparum*, and *Plasmodium knowlesi*). It is classified as a Class III infectious disease in the Republic of Korea (ROK) under the Infectious Disease Control and Prevention Act [1]. According to the World Health Organization (WHO)'s world malaria

Key messages

① What is known previously?

Malaria, mainly caused by *Plasmodium vivax*, shows seasonal outbreaks near border areas, with malaria clusters especially prevalent in the northwestern capital region.

② What new information is presented?

In 2024, over 90% of malaria cases occurred in the capital region, with 47 clusters in Gyeonggi. Major risks include residence or work in high-risk areas and nighttime outdoor activities including sports, camps, short-term visit, fishing, and military service.

③ What are implications?

The Capital Regional Center for Disease Control and Prevention should apply stricter cluster criteria and detailed surveys for monitoring and response. Early detection, prevention, and tailored regional management are key to malaria re-elimination.

report 2024, approximately 263 million cases of malaria and 597,000 deaths related to malaria were reported worldwide in 2023, an increase of approximately 11 million cases from that in the previous year and a resurgence following a recent period of stagnation [2].

P. falciparum is considered the predominant causative pathogen of malaria globally and is prevalent in tropical and subtropical regions. In contrast, *P. vivax* accounts for the majority of malaria cases in ROK, characterized by a relatively mild clinical course and a distinct seasonal pattern [3,4]. In 1979, ROK declared the elimination of malaria in collaboration with the WHO; however, the disease reemerged in 1993, when a case was reported among soldiers in Paju-si, Gyeonggi, near the border with North Korea. As the number of cases continued to increase, the Korea Disease Control and

Prevention Agency (KDCA) established the “Second Malaria Re-elimination Action Plan (2024–2028),” aiming to achieve national malaria eradication by 2030 [5]. As of 2025, 49 cities, counties, and districts in the Seoul metropolitan area (including Seoul, Incheon, Gyeonggi, and Gangwon) have been designated and managed as “malaria risk areas” due to their high incidence or potential for transmission from neighboring regions [6].

Most malaria cases in ROK occur in northern Gyeonggi, Incheon, and Seoul, with the main presumed areas of infection reported to be Paju-si and Yeoncheon-gun in Gyeonggi, Ganghwa-gun in Incheon, and the northwestern region of Seoul [4]. This geographical concentration highlights the importance of regional surveillance and response efforts led by the Capital Regional Center for Disease Control and Prevention, which has been responsible for malaria surveillance and cluster response activities since 2024.

The present study limited its scope of analysis in two respects. First, it focused only on domestically transmitted cases, as the national goal of malaria re-elimination in ROK is limited to domestic outbreaks, and cluster investigations are conducted specifically for domestic disease management. Second, only cases from the past 3 years (2022–2024) were analyzed. Data during 2020–2021, the period of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, were excluded because social distancing measures and the diversion of public health resources toward the COVID-19 response made it difficult to accurately assess malaria trends.

Based on this background and research scope, this study aimed to investigate the incidence and cluster patterns of malaria cases in the Seoul metropolitan area in 2024, and to provide foundational data for developing effective prevention and

response strategies in the future.

Methods

1. Study Population

The study population comprised all malaria patients reported in the Integrated Disease Control Information System between January 1, 2022 and December 31, 2024. Patients were classified into three groups: “patients,” “suspected patients,” and “pathogen carriers.” “Patients” were defined as individuals who exhibited clinical symptoms consistent with malaria and were confirmed to be infected according to diagnostic testing criteria. “Suspected patients” were defined as individuals suspected of having malaria based on clinical symptoms and epidemiological links and presumed to be infected according to presumptive diagnostic criteria. “Pathogen carriers” were defined as individuals without clinical symptoms but confirmed to harbor *Plasmodium* parasites according to confirmatory diagnostic testing criteria. Recurrent cases were excluded to prevent duplication, and the final analysis was conducted using patient data based on the date of case reporting [6].

Cluster cases were defined according to the 2024 Malaria management guidelines as instances in which the interval between symptom onsets among patients within a malaria-risk area was ≤ 14 days, and the distance between residences, including the presumed infection area, was ≤ 1 km [6].

2. Study Content and Methods

Changes in the number of malaria cases in the Seoul metropolitan area were comparatively analyzed using data from the past 3 years (2022–2024). Annual incidence was examined based on the date of case reporting, and analyses by sex,

age, and region (patient’s residential address, presumed infection area, etc.) were performed using case reports and epidemiological investigation data. In addition, nine regions accounting for more than 50% of all reported cases were designated as high-case areas and analyzed separately. The incidence rate per 100,000 population (number of patients/resident registration population) in each high-case area was calculated using the 2024 mid-year civil registration population data from the National Population Trend Survey [7]. For the cluster case analysis, Quantum Geographic Information System (QGIS) version 3.34 was used to map patient locations based on residential address. Latitude and longitude coordinates for presumed infection areas were entered using the World Geodetic System 1984 (WGS84; EPSG:4326) coordinate system. Base maps were sourced from maps provided by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport’s V-World service. All map creation and spatial analyses were performed within the QGIS environment [8].

Results

1. Current Status of Malaria in the Seoul Metropolitan Area

In 2024, the total number of malaria cases in the Seoul metropolitan area (based on patient residence) was 620, accounting for 94.1% of the 659 cases reported nationwide. Males had a higher incidence (514 cases, 82.9%) than females, and individuals aged 20–29 years showed the highest incidence (194 cases, 31.3%) among all age groups. By region, Gyeonggi reported the greatest number of cases (377, 60.8%), followed by Incheon (128 cases, 20.6%), Seoul (87 cases, 14.0%), and Gangwon (28 cases, 4.5%) (Table 1).

Table 1. Number and proportion of malaria cases in the capital region, 2022–2024

Classification			2024		2023		2022	
			Case (rate ^{a)})	Case (rate ^{a)})	Change from 2024 difference value (rate)	Case (rate ^{a)})	Change from 2024 difference value (rate)	
Nationwide			659 (100.0)	673 (100.0)	-14 (Δ2.1)	381 (100.0)	278 (73.0)	
Capital region	Total		620 (94.1)	638 (94.8)	-18 (Δ2.8)	347 (91.1)	273 (78.7)	
	Gender	Male	514 (82.9)	536 (84.0)	-22 (Δ4.1)	292 (84.1)	222 (76.0)	
		Female	106 (17.1)	102 (16.0)	4 (3.9)	55 (15.9)	51 (92.7)	
	Age (yr)	0–9	2 (0.3)	5 (0.8)	-3 (Δ60.0)	4 (1.2)	-2 (Δ50.0)	
		10–19	20 (3.2)	30 (4.7)	-10 (Δ33.3)	23 (6.6)	-3 (Δ13.0)	
		20–29	194 (31.3)	175 (27.4)	19 (10.9)	110 (31.7)	84 (76.4)	
		30–39	94 (15.2)	110 (17.2)	-16 (Δ14.5)	59 (17.0)	35 (59.3)	
		40–49	99 (16.0)	104 (16.3)	-5 (Δ4.8)	54 (15.6)	45 (83.3)	
		50–59	96 (15.5)	115 (18.0)	-19 (Δ16.5)	64 (18.4)	32 (50.0)	
		60–69	71 (11.5)	62 (9.7)	9 (14.5)	23 (6.6)	48 (208.7)	
		70–79	35 (5.6)	28 (4.4)	7 (25.0)	7 (2.0)	28 (400.0)	
		80–89	8 (1.3)	9 (1.4)	-1 (Δ11.1)	3 (0.9)	5 (166.7)	
	≥90	1 (0.2)	0 (0.0)	1 (-)	0 (0.0)	1 (-)		
	Region	Seoul	87 (14.0)	84 (13.2)	3 (3.6)	52 (15.0)	35 (67.3)	
		Incheon	128 (20.6)	118 (18.5)	10 (8.5)	60 (17.3)	68 (113.3)	
		Gyeonggi	377 (60.8)	410 (64.3)	-33 (Δ8.0)	223 (64.3)	154 (69.1)	
Gangwon		28 (4.5)	26 (4.1)	2 (7.7)	12 (3.5)	16 (133.3)		

Unit: n (%). Δ=decrease. ^aCases/total cases of the category.

The total number of malaria cases in the capital region in 2024 (n=620) had decreased by 18 cases (2.8%) compared with the 638 cases in 2023 but increased by 273 cases (78.7%) compared with the 347 cases in 2022. However, given that the COVID-19 pandemic extended into 2022, these trends should be interpreted with caution. By region, Gyeonggi reported 377 cases, a decrease of 33 cases (8.0%) from the 410 cases in 2023. In contrast, Seoul (87 cases) showed an increase of three cases (3.6%), Incheon (128 cases) an increase of 10 cases (8.5%), and Gangwon (28 cases) an increase of two cases (7.7%) compared with that in the previous year. Although Gyeonggi, which consistently accounts for the largest proportion of malaria cases in the metropolitan area, experienced a decline, Seoul, Incheon, and Gangwon exhibited an upward

trend (Table 1).

2. Current Status of Malaria in the High-case Areas of the Seoul Metropolitan Area

In 2024, malaria cases in the Seoul metropolitan area (based on patient residence) were primarily concentrated in the northwestern region, encompassing seven basic local governments or nine when administrative districts are included. By administrative district, six were located in Gyeonggi (Paju-si, Gimpo-si, Ilsanseo-gu in Goyang-si, Deogyang-gu in Goyang-si, Ilsandong-gu in Goyang-si, and Yeoncheon-gun), two in Incheon (Ganghwa-gun and Seo-gu), and one in Gangwon (Cheorwon-gun) (Table 2).

Among the nine high-case areas, Paju-si reported the

Table 2. Number and proportion of malaria cases in major outbreak areas of the Capital Region, 2022–2024

Classification	2024		2023		2022	
	Case (rate ^a)	Rate ^b	Case (rate ^a)	Change from 2024 difference value (rate)	Case (rate ^a)	Change from 2024 difference value (rate)
Capital region	620 (100.0)	[6.7]	638 (100.0)	-18 (Δ2.8)	347 (100.0)	273 (78.7)
High- Total	380 (61.3)	[13.4]	394 (61.8)	-14 (Δ3.6)	180 (51.9)	200 (111.1)
case Gyeonggi Paju-si	147 (23.7)	[29.3]	153 (24.0)	-6 (Δ3.9)	57 (16.4)	90 (157.9)
area Gimpo-si	56 (9.0)	[11.6]	81 (12.7)	-25 (Δ30.9)	33 (9.5)	23 (69.7)
Go- Total	56 (9.0)	[5.3]	58 (9.1)	-2 (Δ3.4)	44 (12.7)	12 (27.3)
yang- Ilsanseo-gu	27 (4.4)	[9.5]	25 (3.9)	2 (8.0)	10 (2.9)	17 (170.0)
si Deogyang-gu	15 (2.4)	[3.0]	16 (2.5)	-1 (Δ6.3)	24 (6.9)	-9 (Δ37.5)
Ilsandong-gu	14 (2.3)	[4.8]	17 (2.7)	-3 (Δ17.6)	10 (2.9)	4 (40.0)
Yeoncheon-gun	26 (4.2)	[63.4]	27 (4.2)	-1 (Δ3.7)	6 (1.7)	20 (333.3)
Incheon Seo-gu	42 (6.8)	[6.7]	38 (6.0)	4 (10.5)	18 (5.2)	24 (133.3)
Ganghwa-gun	30 (4.8)	[43.5]	19 (3.0)	11 (57.9)	12 (3.5)	18 (150.0)
Gangwon Cheorwon-gun	23 (3.7)	[56.3]	18 (2.8)	5 (27.8)	10 (2.9)	13 (130.0)

Unit: n (%). ^aCases/total malaria cases in the capital region. ^bPerson per 100,000 population, [Cases].

highest number of cases (147, 23.7%), followed by Gimpo-si (56 cases, 9.0%), Ilsanseo-gu (27 cases, 4.4%), Deogyang-gu (15 cases, 2.4%), Ilsandong-gu (14 cases, 2.3%), Seo-gu (42 cases, 6.8%), Ganghwa-gun (30 cases, 4.8%), Yeoncheon-gun (26 cases, 4.2%), and Cheorwon-gun (23 cases, 3.7%) (Table 2).

The incidence rate per 100,000 population in these areas exhibited a different pattern from the absolute number of cases. While Paju-si recorded the highest number of cases, its incidence rate was relatively low. In contrast, Yeoncheon-gun and Cheorwon-gun, despite having fewer cases, showed relatively high incidence rates. These differences reflect regional characteristics such as population size and composition (including military personnel) and should be interpreted with caution, given the associated statistical limitations (Table 2).

3. Current Status of Malaria Cluster Cases and Key Risk Factors in the Seoul Metropolitan Area

In 2024, a total of 47 malaria clusters were reported in the Seoul metropolitan area, of which five (10.6%) were associated with military units. By province and city, Gyeonggi accounted for 39 cases (83.0%), Incheon for six cases (12.8%), and Seoul and Gangwon for one case each (2.1%). At the municipal and district level (including administrative districts), Paju-si reported 22 cases (46.8%), Gimpo-si 12 (25.5%), Seo-gu three (6.4%), and Ilsandong-gu and Ilsanseo-gu two cases each (4.3%) (Figure 1).

Most clusters consisted of two patients (35 clusters), while the largest cluster, located in Paju-si, involved six patients. Other clusters included those with five patients (two clusters), four patients (three clusters), and three patients (six clusters).

Among the 47 clusters, one involved a family identified through testing of co-exposed individuals, although the

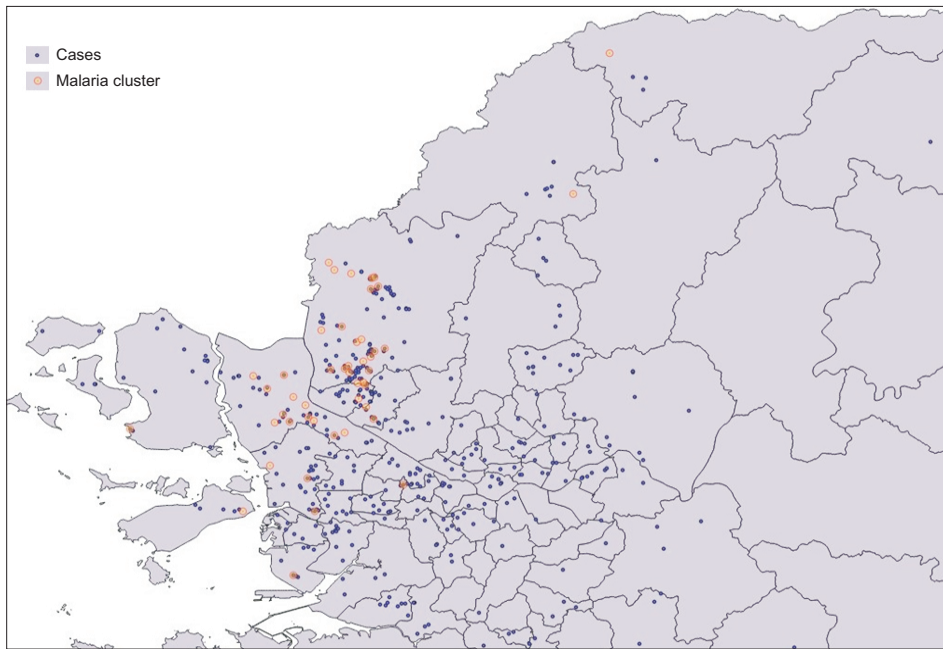


Figure 1. Distribution of malaria cluster cases and patients in the capital area, 2024

Blue dots indicate the distribution of malaria cases based on patients' residential addresses, and yellow circles represent areas within a 1-km radius from the presumed infection sites of cluster cases. Cluster cases include malaria occurrences within military units (3 cases in Paju-si, one case in Yeoncheon-gun, and one case in Cheorwon-gun).

Classification	Capital area	Paju-si (Gyeonggi)	Gimpo-si (Gyeonggi)	Seo-gu (Incheon)	Ilсандong-gu (Goyang-si, Gyeonggi)	Il산seo-gu (Goyang-si, Gyeonggi)	Yeoncheon-gun (Gyeonggi)	Ganghwa-gun (Incheon)	Yeonsu-gun (Incheon)	Jung-gu (Incheon)	Yangcheon-gu, Gangseo-gu (Seoul)	Cheorwon-gun (Gangwon)
Cases	47	22	12	3	2	2	1	1	1	1	1	1
Rate (100.0)		(46.8)	(25.5)	(6.4)	(4.3)	(4.3)	(2.1)	(2.1)	(2.1)	(2.1)	(2.1)	(2.1)

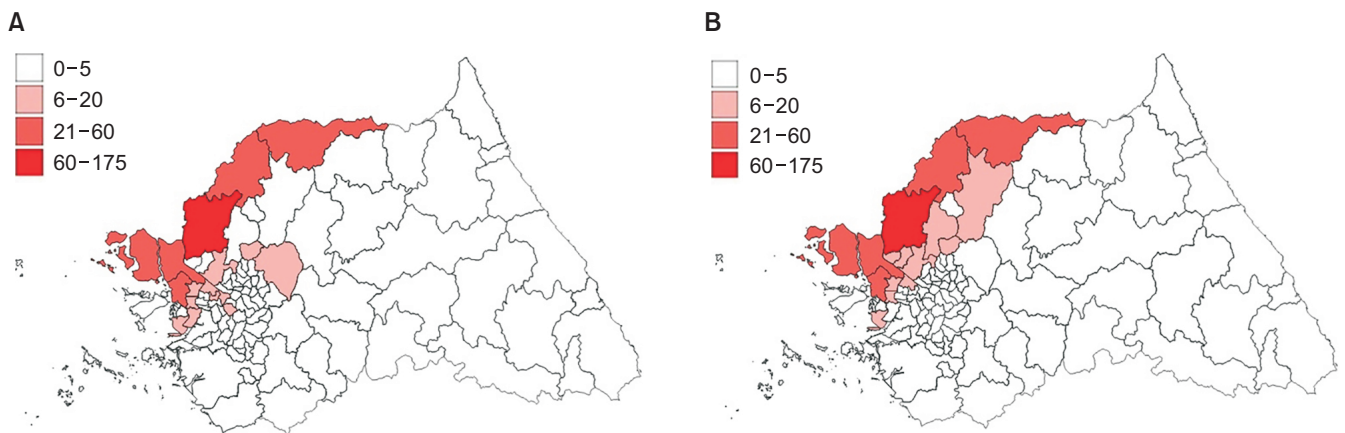


Figure 2. Distribution of malaria cases in the capital area, 2024
(A) Based on patients' residential addresses. (B) Based on presumed infection sites.

genotypes did not match. Based on social linkages, clusters included five military-related clusters that occurred within the same battalion and three workplace-related clusters associated with outdoor or semi-open work environments (e.g., welding, carpentry, interior work, and logistics centers). Additionally, two clusters were associated with soccer field exposure, one of

which involved two individuals diagnosed simultaneously with matching genotypes. Other clusters were linked to outdoor or nighttime bar visits and work (two cases) and camping in high-risk areas (one case).

Analyses of cluster cases using a GIS revealed sporadic occurrences throughout the Seoul metropolitan area. However,

when focusing on presumed infection sites, cluster cases were concentrated in high-risk regions such as the northwestern part of Gyeonggi and Ganghwa-gun in Incheon, both located near the North Korean border (Figure 2). This pattern indicates that malaria transmission in ROK is predominantly influenced by border regions with North Korea, as areas along the demilitarized zone (DMZ) form a geographically and ecologically continuous habitat for vector mosquitoes. Research suggests that the persistence of border malaria is primarily driven by shared ecological environments and frequent interactions among people, parasites, and vectors in adjacent regions [9]. Although direct cross-border human movement is limited in ROK, the seasonal migration of mosquito populations and local human activities in North and ROK (such as those involving military personnel, residents, and workers) facilitate pathogen transmission, resulting in epidemiological characteristics typical of border malaria.

Key risk factors for cluster cases were categorized into “high-risk areas” and “high-risk activities.” Regarding risk areas, residential settings accounted for the largest proportion (67 cases, 57.8%), followed by workplaces and military service, each with 15 cases (12.9%). Among the 67 individuals residing in high-risk areas, 46 cases (68.7%) occurred in peri-urban (mixed rural-urban) zones, 20 cases (29.9%) in urban areas,

and one case (1.5%) in rural areas, indicating a tendency for cluster cases to concentrate in peri-urban environments.

High-risk activities included short-term visit or camping (seven cases, 6.0%), sports such as soccer, futsal, or running (six cases, 5.2%), fishing (one case, 0.9%), and agriculture- or livestock-related work (five cases, 4.3%) (Table 3). These findings suggest that while prolonged exposure, such as residence in high-risk areas, remains the primary contributor to malaria transmission, short-term exposures, including recreational or occupational outdoor activities, can also be a contributing factor.

Conclusion

This study examined malaria incidence trends in the Seoul metropolitan area from 2022 to 2024, with particular focus on cluster cases that occurred in 2024.

In 2024, a total of 620 malaria cases were reported. Although this represented a slight decrease from the previous year, the metropolitan area still accounted for over 90% of all cases in ROK. This figure also marked a substantial increase compared with 2022, during which the COVID-19 pandemic was ongoing. The observed increase may reflect the combined effects on malaria management resulting from

Table 3. Major risk factors among malaria cluster cases in the capital region, 2024

Classification		2024 Case (rate)	
Capital region ^{a)}		116 (100.0)	
Risk areas	Living	67 (57.8)	
	Working	15 (12.9)	
	Residing in a military unit	15 (12.9)	
Risk-related activities	Leisure activities	Travel (short-term visit, camping, others)	7 (6.0)
		Exercise (soccer, futsal, running, others)	6 (5.2)
	Fishing	1 (0.9)	
	Agricultural-related activities (farming, livestock, fieldwork, others)	5 (4.3)	

Unit: n (%). ^{a)}Includes 15 cases of military patients within the capital region.

travel restrictions, social stigma, and reallocation of health resources and policy priorities toward pandemic response efforts [10]. These findings suggest that social changes and the restoration of surveillance systems can significantly influence malaria incidence trends, underscoring the need for cautious interpretation.

Furthermore, the number of cases, which represents the absolute scale of malaria, was used as the primary indicator for analysis and was supplemented by the incidence rate, which reflects disease severity relative to population size. While Paju-si recorded the highest total number of cases, Yeoncheon-gun and Cheorwon-gun showed higher incidence rates relative to their population sizes. Therefore, both case counts and incidence rates should be considered concurrently to accurately interpret regional characteristics.

Major risk factors identified in the cluster case analyses included living or working in high-risk areas, military service, and participation in outdoor or nighttime activities such as soccer, futsal, running, camping, short-term visit, and fishing. Similar findings have been reported internationally. For instance, increased exposure to mosquitoes was observed in southeastern Tanzania when religious and cultural activities were held outdoors from night until dawn, and an experimental study in Burkina Faso demonstrated that alcohol consumption heightened human attractiveness to mosquitoes [11,12]. Collectively, these findings suggest that both long-term exposures (through residence, occupation, or military service in high-risk areas) and short-term behavioral exposures (through nighttime outdoor activities, drinking, smoking, etc.) can significantly elevate the risk of malaria infection.

From a demographic standpoint, males accounted for 82.9% of the total number of cases, likely reflecting their

greater involvement in outdoor-centered activities such as military service, fishing, sports, and farming than females. Regarding age distribution, cases were concentrated among individuals aged 20–50 years, who are more likely to engage in outdoor work or military service. These patterns highlight the need for targeted public health interventions based on both sex and age, emphasizing education and preventive practices for high-risk groups. Individuals in their 20s to 50s, in particular, should be encouraged to use mosquito repellents, wear protective clothing during prolonged outdoor activities, and recognize early symptoms of malaria for timely treatment. Such tailored approaches should be implemented at the community level to promote sustained prevention and lasting behavioral change.

Analysis of malaria incidence by region revealed that Gyeonggi accounted for over half of all cases despite a decrease in patient numbers. Notably, six of the nine high-case areas were located in Gyeonggi, underscoring the need for intensive malaria management in this region to achieve national eradication goals. In contrast, Seoul, Incheon, and Gangwon showed recent upward trends despite their relatively smaller case burdens. Therefore, the implementation of region-specific strategies is imperative. As malaria continues to occur throughout the metropolitan area, raising public awareness remains crucial. Healthcare providers in affected regions should also receive training and guidance to ensure the early diagnosis of malaria in febrile patients and the prompt use of rapid diagnostic testing.

To summarize, high-case areas should receive focused resources for prevention and control, whereas low-incidence areas should focus on education and community awareness to sustain nationwide malaria elimination efforts.

The Capital Regional Center for Disease Control and

Prevention has strengthened its cluster case management system to support malaria elimination initiatives. According to the 2024 Malaria management guidelines, the definition of a cluster case was revised (reducing the interval between symptom onsets from 30 to 14 days) to enable faster surveillance and response. The Capital Regional Center for Disease Control and Prevention also participated in detailed epidemiological investigations through joint investigations with local health authorities. Since 2025, it has been working toward organizing comprehensive joint investigations for all cluster cases. These measures aim to prevent community transmission at an early stage and reinforce the foundation for malaria elimination efforts in high-incidence regions. The detailed epidemiological investigations of the 2024 cluster cases facilitated the identification of presumed infection sites and prompted the inspection of mosquito breeding habitats near patient residences. Targeted control measures, such as residual spraying, were also implemented. Furthermore, the scope of co-exposed individuals was defined to enable symptom monitoring, malaria testing, and prophylactic treatment. Education and outreach efforts were expanded for patients, their families, and local residents, focusing on communities where patients resided. Preventive education was delivered through community organizations such as neighborhood leaders and local meetings, as well as through healthcare providers and schools. Public awareness campaigns were further promoted via local media, posters, banners, and billboards to enhance outreach and engagement.

This study has some limitations. First, information on risk factors was collected through patient self-reports, which may be subject to recall bias and underreporting. Second, the revision of the 2024 Malaria management guidelines led to changes in the criteria for defining cluster cases, making direct

comparisons with previous years difficult. In this study, cluster cases were defined as instances in which two or more patients were confirmed within a 14-day interval of symptom onset in a high-case area, with the distance between patient residences or presumed infection sites within 1 km. This definition was established for consistency in surveillance operations and practical applicability, considering the flight range of malaria vectors (approximately 1–10 km) and the need to strengthen prevention and control measures. However, this approach may not have fully captured actual epidemiological transmission links, and factors such as variation in incubation periods, population movement, and uncertainty in presumed infection sites may have led to over- or underestimation of cluster ranges. Moreover, parasite genotype concordance, which should ideally be considered when interpreting final results, was not included in the definition. Third, military-related cases lacked detailed information on base locations or training activities due to security constraints. Given the distinct living environments and exposure patterns in military populations compared with the general population, it is essential to establish a separate surveillance system and conduct in-depth analyses of exposure factors to develop targeted strategies that prevent reinfection and cluster outbreaks within military units.

Despite these limitations, this study provides valuable insights into malaria transmission patterns and cluster characteristics in the Seoul metropolitan area. It also offers foundational data to support the development of region-specific prevention and response strategies. Moving forward, it will be essential to further strengthen cluster case management, enhance risk-based public education, and promote personal protective practices, thereby contributing to the goal of re-eliminating malaria in ROK by 2030.

Declarations

Ethics Statement: Not applicable.

Funding Source: None.

Acknowledgments: We would like to acknowledge HyunJung Kim for developing the dataset used for the 2024 malaria cluster-case analysis.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Author Contributions: Conceptualization: KWH, MJK, YJS. Data curation: MJK, YJS. Formal analysis: MJK, YJS. Investigation: MJK, YJS. Methodology: KWH, MJK, YJS. Project administration: KWH. Resources: MJK, YJS. Supervision: KWH. Validation: MJK, YJS. Visualization: MJK, YJS. Writing – original draft: MJK, YJS. Writing – review & editing: KWH, HMK, MJK, YJS.

References

1. Korean Law Information Center. Infectious disease control and prevention act [Internet]. Ministry of Government Legislation; 2025 [cited 2025 Oct 15]. Available from: <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B0%90%EC%97%BC%EB%B3%91%EC%9D%98%EC%98%88%EB%B0%A9%EB%B0%8F%EA%B4%80%EB%A6%AC%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0>
2. World Health Organization (WHO). World malaria report 2024 [Internet]. WHO; 2024 [cited 2025 Oct 15]. Available from: <https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2024>
3. Shin HI, Ku B, Jung H, et al. 2023 World malaria report (status of world malaria in 2022). *Public Health Wkly Rep* 2024;17:1351-77.
4. Kim YH, Ahn HJ, Kim D, Hong SJ, Kim TS, Nam HW. Recent spatial and temporal trends of malaria in Korea. *Korean J Parasitol* 2021;59:585-93.
5. Lee SY, Lee SD, Oh SK, Park S, Lee JY, Kim J. Introduction to the second malaria re-elimination action plan (2024-2028) toward malaria elimination by 2030 *Public Health Wkly Rep* 2024;17: 962-79.
6. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2024 Malaria management guidelines. Cheongju, KDCA; 2024 Feb. Report No.: 11-1790387-000538-10.
7. Ministry of Data and Statistics. 2024 Birth and death statistics (provisional) [Internet]. Statistics Korea; 2025 [cited 2025 Oct 15]. Available from: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301020300&bid=204&act=view&list_no=435209
8. Park ML. Application of GIS to malaria study in Korea. *J Geogr* 1999;33:27-44.
9. Li X, Snow RW, Lindblade K, et al. Border malaria: defining the problem to address the challenge of malaria elimination. *Malar J* 2023;22:239.
10. Arisanti RR, Saputri GN, Ahmad RA, Utarini A. Impacts of COVID-19 on malaria elimination strategies in Asia: a scoping review. *Narra J* 2024;4:e1492.
11. Monroe A, Moore S, Koenker H, Lynch M, Ricotta E. Measuring and characterizing night time human behaviour as it relates to residual malaria transmission in sub-Saharan Africa: a review of the published literature. *Malar J* 2019;18:6.
12. Lefèvre T, Gouagna LC, Dabiré KR, et al. Beer consumption increases human attractiveness to malaria mosquitoes. *PLoS One* 2010;5:e9546.