

2015년 국내 삼일열말라리아 매개모기 밀도 및 말라리아 원충보유 조사

질병관리본부 국립보건연구원 면역병리센터 질병매개곤충과 이학선, 노종열, 주영란*

* 교신저자: juyran@korea.kr / 043-719-8560

Abstract

Monitoring of malaria vector mosquitoes and their *Plasmodium vivax* infection in the Republic of Korea, 2015

Division of Medical Entomology, Center for Immunology and Pathology, NIH, CDC.
Lee Hak Seon, Roh Jong Yul, Ju Young Ran

BACKGROUND: *Plasmodium vivax* malaria had been endemic in South Korea until the late 1970s. The eradication project by the government led South Korea to be declared malaria-free in 1979. However, *P. vivax* malaria re-emerged in 1993 at the northwestern demilitarized zone (DMZ). Subsequently, *P. vivax* malaria patients rapidly increased to the highest level of 4,142 patients in 2000. An intensive national control effort gradually decreased the cases to its lowest level of 385 in 2013. But the malaria cases rebounded in 2014 with 558 cases and in 2015, with 628 cases. As one of the malaria surveillance agencies, Center for Disease Control and Prevention (CDC) has been monitoring malaria vector mosquito density and *P. vivax* infection since 2009.

METHODOLOGY/RESULTS: Mosquitoes were collected at 35 sites in Incheon, northern Gyeonggi-do and Gangwon-do using black light trap daily from April to October 2015. Collected mosquitoes were sorted into two groups, malaria vector mosquitoes (*Anopheles* spp.) and the other mosquitoes. *P. vivax* infection of malaria vector mosquitoes tested by polymerase chain reaction (PCR). In 2015, a total of 57,926 malaria vector mosquitoes were among 138,119 mosquitoes. Three *P. vivax* positive pools were detected among 1,556 pools (13,745 individuals) and its minimum infection rate was 0.22.

CONCLUSION: According to the monitoring result of malaria vector mosquitoes, early summer (June-July) is appropriate for a malaria elimination campaign until September. Further, public campaign and patient care should be maintained in endemic regions.

들어가는 말

사람에게 발생하는 말라리아는 *Plasmodium*속에 속하는 5종의 원충(*Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae*, *P. knowlesi*)에 의한 급성 발열성 감염증으로 원충에 감염된 *Anopheles*속 암컷 모기가 인체를 흡혈할 때 전파하는 질병이다. 국내에서는 삼일열말라리아(*P. vivax*)가 토착질환으로 1960년대까지 전국적으로 유행하였으며 퇴치사업을 통해 1979년 박멸되었다. 하지만 1993년 비무장지대(Demilitarized zone, DMZ) 인근 경기도 지역 전역 군인에게서

말라리아의 재발생이 보고된 이래[1] 1997년 감염환자가 1,000명 이상으로 급증하여 2000년에는 4,142명으로 정점을 보였다. 이후 정부의 강력한 퇴치사업으로 2010년 1,721명, 2011년 762명, 2012년 489명, 2013년 385명 감소 추세를 보였으나 2014년 558명으로 2013년 대비 44.9% 증가, 2015년 628명으로 2014년 대비 12.5% 증가하여 반등하고 있는 상황이다[2]. 말라리아는 대표적인 매개체 전파질환으로 얼룩날개모기의 역할이 매우 중요하다. 현재 국내의 얼룩날개모기류는 모두 8종이 분포하며, 대표적인 매개종으로 알려진 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*)를 비롯하여 벨렌얼룩날개모기(*An.*

belenrae), 클레인얼룩날개모기(*An. kleini*), 레스터얼룩날개모기(*An. lesteri*), 잿빛얼룩날개모기(*An. pullus*), 가중국얼룩날개모기(*An. sineroides*) 6종이 말라리아를 매개할 수 있는 것으로 알려져 있고, 매개능이 알려지지 않은 모기로는 한국얼룩날개모기(*An. koreicus*), 일본얼룩날개모기(*An. lindesayi*) 2종이 있다[3].

질병매개곤충과에서는 2009년부터 인천광역시 보건환경연구원, 경기도보건환경연구원 북부지원, 강원도 보건환경연구원, 국립인천검역소 김포지소 및 말라리아 발생 가능지역의 보건소와 연계하여 말라리아유행예측사업을 진행하고 있다. 이 사업을 통해 매개체인 얼룩날개모기류의 지역적, 주기적 발생밀도와 원충 감염여부를 조사하여 말라리아 발생과 적절한 방제시기에 대해 예측하고, 말라리아 예방을 위해 감시 현황 정보를 민간에 제공하고 있다. 본 글에서는 2015년도에 진행한 말라리아유행예측사업의 결과를 정리하여 보고하고자 한다.

몸 말

말라리아유행예측사업은 3개 시·도 35개 지점에서 4월부터 10월까지 수행하고 있다(Table 1). 채집 장소는 환자가 발생하거나 발생할 가능성이 높은 마을의 가정집을 선정하였고, 유문등(Black light trap, Nozawa type)을 지상으로부터 약 1.5~2.0m 높이에 설치한 뒤 한 주간 지속적으로 가동하여 모기를 채집하였다. 채집된 모기는 각 지역의 보건소에서 수거하여 보건환경연구원으로 송부한 뒤 얼룩날개모기류와 기타 모기를 구분하고 얼룩날개모기류는 10마리 1 pool을 기준으로 지점 및 주별 최대 200개체 씩 말라리아 원충 감염 확인 실험을 진행하였다. 원충 감염 확인을 위해 Snounou et al. (1993)[4]의 중합효소연쇄반응 방법을 사용하였고 모기로부터 DNA를 추출한 뒤 삼일열말라리아를 검출할 수 있는 프라이머와 중합효소연쇄반응 조건에 따라 실험하였다. 질병매개곤충과에서는 35개 지점 중 국립인천검역소

김포지소와 연계한 3개 지점에서 위와 같은 방법으로 모기 분류와 원충 감염 확인 실험을 직접 수행하였다.

말라리아 매개모기 평균 발생밀도 분석은 2009년부터 2015까지 말라리아 유행예측 사업을 수행하는 동안 채집지점의 변동이 없고 말라리아 매개모기 감시 정보제공 자료에 지속적으로 포함된 3개 시·도 20개 채집지점의 모기 밀도 자료로 분석하였다(Table 1). 2015년 채집된 말라리아 매개모기 총 개체수는 57,926개체로 평년(2009년~2014년) 53,756개체에 비해 7.8% 증가하였고 전년(2014년) 42,836개체에 비해 35.2% 증가하였다. 이는 2015년 한 대의 유문등에 하루 평균 13개체가 채집된 것으로 평년 12개체에 비해 1개체 증가하였고, 전년 9개체에 비해 4개체 증가하였다. 평년 대비 말라리아 매개모기 개체수가 다소 늘어난 이유는 인천광역시 채집지점의 평년 채집 개체수 45,817개체에 비해 9.4% 증가한 50,112개체가 채집되었기 때문이다. 그 외의 지역에서는 평년 수준에서 증감하는 양상을 보였다(Figure 1). 2015년 채집한 전체모기 대비 말라리아 매개모기의 비율은 29.5%로 평년 69.7% 대비 40.2% 감소하였고 전년 55.8% 대비 26.3% 감소하였다. 말라리아 매개모기의 비율이 큰 폭으로 감소한 것은 말라리아 매개모기를 제외한 모기들의 채집 개체수가 평년 및 전년에 비해 매우 큰 폭으로 증가한 것이 원인으로, 평년 23,318개체, 전년 33,968개체였으나 2015년 138,119개체로 3배 이상 증가하였기 때문이다. 2015년 말라리아 매개모기 최초 평균 1개체 발생 시기는 23주(6월 1주)이며, 이는 평년 및 전년과 동일하다(Figure 2). 말라리아 매개모기가 가장 많이 채집된 주는 평년 34주 차(하루평균 61개체), 전년 35주(하루평균 37개체)이며 2015년도에는 31주에 가장 많은 수(하루평균 62개체)가 채집되었다. 이는 평년에 비해 3주, 전년에 비해 4주나 앞서는 것으로, 5월 고온현상의 영향이 있었을 것으로 생각되었다[5]. 평년 및 전년에는 41주까지 지역 평균적으로 말라리아 매개모기가 채집되는 것으로 나타났으며 2015년에는 43주까지 지역 평균 1개체 이상 채집되었다.

말라리아 매개모기의 원충 감염조사는 말라리아 위험지역 3개 시·도, 16개 채집지점에서 채집한 얼룩날개모기류를

Table 1. Collection sites of malaria vector mosquitoes

| Province or Metropolitan city | Locality (related institution) | Collecting site | | | |
|--|---|--|---|--|---|
| | | For monitoring malaria vector population density | For monitoring <i>Plasmodium vivax</i> infection | ect. † | |
| Incheon | Incheon(Institute of Public Health and Environment) | Unnam-dong, Jung-gu | Seonjuji-dong, Gyeyang-gu | Bupyeong-dong, Bupyeong-gu | |
| | | | Yeonhui-dong, Seo-gu | | |
| | | | Baekseok-dong, Seo-gu | | |
| | Ganghwa-gun(Health Center) | Ganghwa-gun(Health Center) | Sungnoe-ri, Songhae-myeon oljeong-ri, Songhae-myeon Geumwol-ri, Seonwon-myeon Seongmo-ri, Samsan-myeon Daeryong-ri, Gyodong-myeon Daesan-ri, Ganghwa-eup* Wolgot-ri, Ganghwa-eup* | Daesan-ri, Ganghwa-eup* | - |
| | | | | Wolgot-ri, Ganghwa-eup* | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Gyeonggi-do | Gimpo-si(Health Center) | Sau-dong* | Sau-dong* | - | |
| | | | Magok-ri, Haseong-myeon | | |
| | Paju-si(Health Center) | Beopheung-ri, Tanhyeon-myeon* | Beopheung-ri, Tanhyeon-myeon* | - | |
| | | | Josan-ri, Gunnae-myeon | | |
| | | | Majeong-ri, Munsan-eup Baegyeon-ri, Gunnae-myeon | | |
| | Paju-si(Incheon Airport National Quarantine Station Gimpo Branch) | - | Military site 1, Jangdan-myeon | - | |
| | | | Military site 2, Jangdan-myeon Inter Korean transit office, Jangdan-myeon | | |
| | Goyang-si(Deogyang-gu Health Center) | Daejang-dong, Deogyang-gu | - | - | |
| | Dongducheon-si(Health Center) | Habongam-dong | - | - | |
| | Uijeongbu-si(Health Center) | Sangok-dong | - | - | |
| Pocheon-si(Health Center) | Giji-ri, Sinbuk-myeon | - | - | | |
| Yeoncheon-gun(Health Center and County Hospital) | Daegwang-ri, Sinseo-myeon | - | Namgye-ri, Gunnam-myeon | | |
| Gangwon-do | Cheorwon-gun(Health Center) | Daema-ri, Cheorwon-eup* | Daema-ri, Cheorwon-eup* | - | |
| | | | Haksa-ri, Gimhwa-eup | | |
| | Hwacheon-gun(Health center and County hospital) | Sineup-ri, Hwacheon-eup | - | - | |
| | Inje-gun Health Center | Deoksan-ri, Inje-eup | - | - | |
| | Yanggu-gun(Health Center) | Guam-ri, Nam-myeon | - | - | |
| | Chuncheon-si(Health Center) | - | - | Jinae-ri, Sinbuk-eup Jungangno 3-ga | |
| Goseong-gun(Health Center) | Myeongpa-ri, Hyeonnae-myeon | - | - | | |
| Total | 35 | 20 | 16 | 4 | |

* The sites which were monitored vector population density and *P. vivax* infection simultaneously

† The sites to check a trend of vector population density

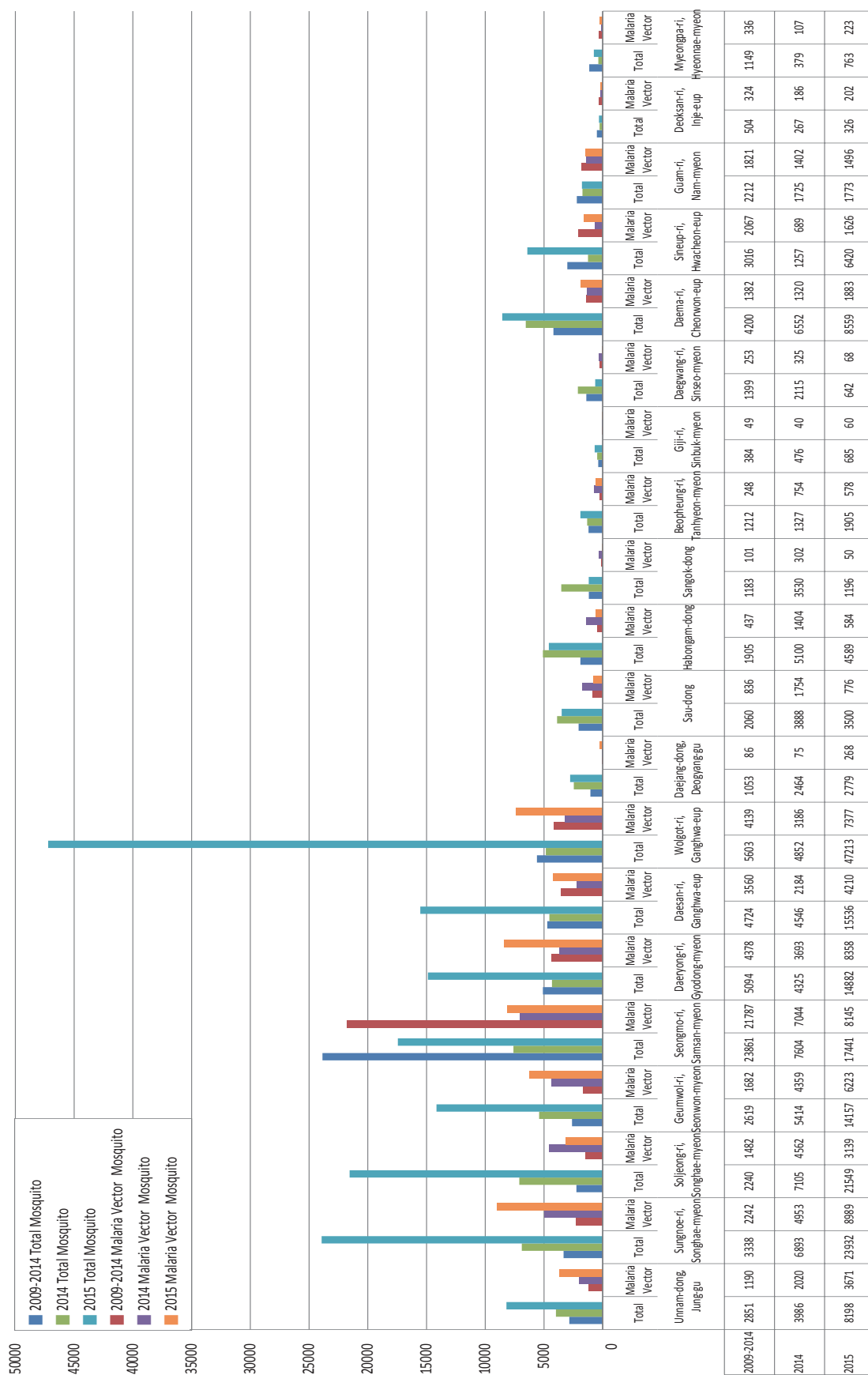


Figure 1. Numbers of total and malaria vector mosquitoes collected in 2015

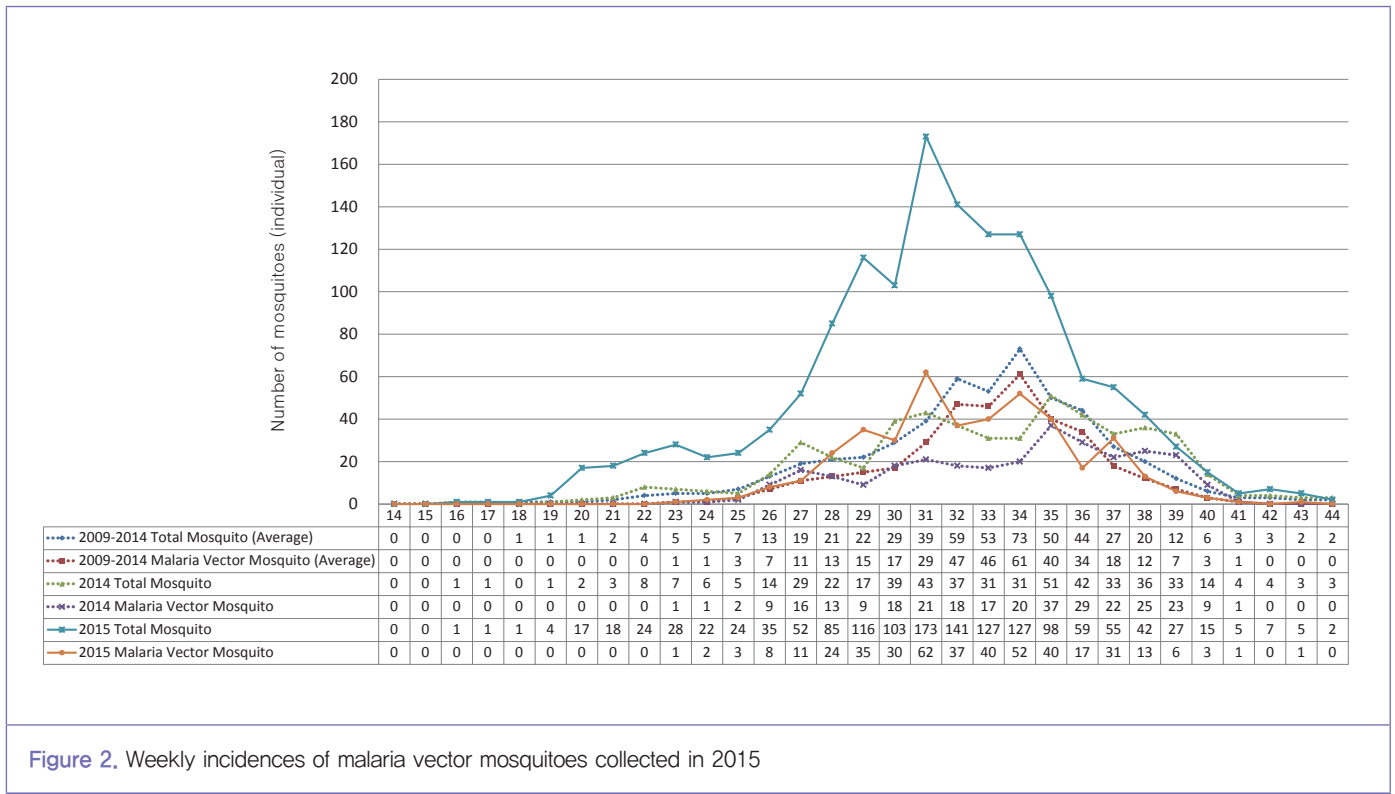


Figure 2. Weekly incidences of malaria vector mosquitoes collected in 2015

대상으로 실시하였다(Table 1). 해당 감시지점에서 2015년 최초로 말라리아 원충이 검출된 지점은 철원 대마리 채집지점으로 7월 1주(28주차)에 채집된 말라리아 매개모기에서 검출되었으며 염기서열분석 결과 삼일열말라리아의 small subunit ribosomal RNA(ssrRNA) 부위의 염기서열과 일치하였다. 이어 7월 2주(29주차)와 3주(30주차)에도 각각 1 pool씩 말라리아 원충이 검출되었다. 종합적으로는 14주부터 44주까지 31주차 동안 총 1,561 pool을 실험하여 3 pool의 양성을 확인하였고 최소양성율은 0.22로 나타났다(Table 2). 최근 3년 동안 원충 감염 조사는 조사지점의 확대와 매개모기 채집 개체수의 증가에 따라 실험양이 증가하였다. 2013년 총 138 pool, 2014년 1,398 pool, 2015년 1,556 pool을 실험하였으며 그 중 양성은 2013년 4 pool(철원 대마리 3 pool, 학사리 1 pool), 2014년 20 pool(파주 도라대대 2 pool, 경비대대 9 pool, 남북출입사무소 3 pool, 강화 월곶리 6 pool), 2015년 3 pool(철원 대마리 3 pool)을 검출하였다. 실험양의 증가를 통해 원충 검출의 확률은 높아졌지만 실제로 양성 검출이 늘어나지는 않았다. 또한 최근 3년간의 자료로는 최초 검출시기나 최고 검출시기 같이

시기별로 일정한 양상이나 지역적인 발생 양상과 연관시킬 수 없었다. 그럼에도 불구하고 28, 30, 31주의 경우 3년 중 2년에 걸쳐 양성 pool이 검출되었다.

맺는 말

그 동안의 말라리아유행예측사업 결과를 통하여 예측해 보았을 때, 말라리아 매개모기의 밀도 증가와 더불어 말라리아 감염된 모기가 활동하는 시기인 6월 말부터 7월 초반에는 방역활동과 개인방어에 대한 홍보활동 등을 대폭 강화하는 것이 말라리아 환자 감소에 효과적일 것으로 판단된다. 더불어 말라리아 매개모기 밀도가 감소하기 전인 9월 말까지 주의가 필요하며 이 기간 동안 환자와 매개체에 대한 관리를 강화해야할 것으로 판단된다. 말라리아유행예측사업은 앞으로 말라리아 매개모기 밀도와 원충 감염 확인을 동시에 감시하는 지점을 확대하고 말라리아 환자 발생 지역과 연계한 채집지점 조정을 통해 말라리아 발생 예측의 정확도를 높이고자 한다.

Table 2. Infection rate of *P. vivax* in malaria vector mosquitoes

| | Collection site | No. malaria vector mosquitoes / Total collected mosquitoes | No. tested malaria vector mosquitoes | No. tested pools* | <i>Plasmodium vivax</i> positive pools | MIR† |
|--|--------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------|--|------|
| Incheon | Seonjuji-dong, Gyeyang-gu | 326 / 3,303 | 326 | 44 | 0 | 0 |
| | Yeonhui-dong, Seo-gu | 170 / 2,561 | 170 | 27 | 0 | 0 |
| | Baekseok-dong, Seo-gu | 351 / 5,201 | 351 | 45 | 0 | 0 |
| | Daesan-ri, Ganghwa-eup | 4,210 / 15,536 | 2,422 | 251 | 0 | 0 |
| | Wolgot-ri, Ganghwa-eup | 7,377 / 47,213 | 2,473 | 255 | 0 | 0 |
| Gyeonggi-do | Magok-ri, Haseong-myeon | 85 / 937 | 85 | 17 | 0 | 0 |
| | Sau-dong | 776 / 3,500 | 776 | 88 | 0 | 0 |
| | Beopheung-ri, Tanhyeon-myeon | 578 / 1,905 | 578 | 70 | 0 | 0 |
| | Josan-ri, Gunnae-myeon | 3,485 / 5,884 | 2,014 | 210 | 0 | 0 |
| | Baegyeon-ri, Gunnae-myeon | 1,245 / 4,464 | 1,245 | 135 | 0 | 0 |
| | Majeong-ri, Munsan-eup | 658 / 2,526 | 658 | 81 | 0 | 0 |
| | Military site 1, Jangdan-myeon | 86 / 157 | 86 | 19 | 0 | 0 |
| | Military site 2, Jangdan-myeon | 257 / 438 | 257 | 39 | 0 | 0 |
| Inter Korean transit office, Jangdan-myeon | 198 / 662 | 198 | 33 | 0 | 0 | |
| Gangwon-do | Daema-ri, Cheorwon-eup | 1,883 / 8,559 | 1,782 | 203 | 3 | 1.68 |
| | Haksa-ri, Gimhwa-eup | 324 / 2,195 | 324 | 44 | 0 | 0 |
| Total | | 22,009 / 105,059 | 13,745 | 1,561 | 3 | 0.22 |

* 1 pool = maximum 10 specimens

† Minimum Infection Rate (MIR) = (*P. vivax* malaria positive pools / total mosquitoes tested) × 1000

참고문헌

- Chai IH, Lim GI, Yoon SN, Oh WI, Kim SJ, Chai JY (1994) Occurrence of tertian malaria in a male patient who has never been abroad. Korean J Parasitol 32: 195–200 (in Korean).
- Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). Disease Web Statistics System. Cheong-ju si, Republic of Korea. <http://is.cdc.go.kr/nstat/index.jsp>, accessed 22nd April 2016.
- Yoo DH, Shin EH, Park MY, Kim HC, Lee DK, Lee HH, Kim HK, Chang KS (2013) Mosquito Species Composition and *Plasmodium vivax* infection Rates for Korean Army Bases near the Demilitarized Zone in the Republic of Korea, 2011. Am J Trop Med Hyg 88(1): 24–28.
- Snounou G, Viriyakosol S, Zhu XP, Jarra W, Pinheiro L, do Rosario VE, Thaithong S, Brown KN (1993) High sensitivity of detection of human malaria parasites by nested polymerase chain reaction. Mol Biochem Parasitol 61: 315–320.
- Korea Merological Administration (KMA). Press release, 1st June 2015. Seoul, Republic of Korea. <http://www.kma.go.kr/>, accessed 22nd April 2016.