

토지피복도 분류체계와 연계한 모기 서식지와 적용가능 방제법 검토

김정은, 이황구¹, 김동건^{2,*}

충남대학교 생명과학과, ¹상지대학교 생명과학과, ²삼육대학교 스미스학부대학

The suggestion for mosquito control methods on mosquito habitat by land cover map classification

Jeong-Eun Kim, Hwang-Goo Lee¹ and Dong-Gun Kim^{2,*}

Department of Biological Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Republic of Korea

¹Department of Biological Science, Sangji University, Wonju 26339, Republic of Korea

²Smith College of Liberal Arts, Sahmyook University, Seoul 01795, Republic of Korea

*Corresponding author

Dong-Gun Kim
Tel. 02-3399-1919
E-mail. ecology@syu.ac.kr

Received: 17 March 2020

Revised: 18 March 2020

Revision accepted: 19 March 2020

Abstract: Mosquitos serve as vectors for diseases, causing inconvenience as well as a threat to human life and health. Concern about mosquitos introducing and spreading new diseases has been intensifying. We observed a variety of mosquito habitats based on land cover classification from Korea's Ministry of Environment, and the mosquito species that could appear were classified according to the each habitat type. Finally, we suggested the best control methods for each type of habitat considering habitat characteristics and the ecological traits of mosquitos. Urban areas harbor various habitats for pests, contributing significantly to mosquito habitats. Control must be performed regarding larva and adults because various sources for habitats exist. Public mosquito control programs such as educational training, as well as information brochures can be effective in managing mosquito populations and public health. Agricultural areas show high densities of mosquito larva to lentic zones such as reservoirs, wetlands, paddy fields. So, biological control using natural predators may be effective in controlling mosquito populations. Forests are major habitats for *Aedes albopictus*, so physical controls should be deployed for residents living nearby, and excessive deforestation should be minimized. Other areas including aquatic ecosystems should be adopted regarding biological control using Bti (*Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*) and chemical control for eradicating mosquitos. We classified habitats into four types of land cover patterns considering ecological traits and habitat preference, and suggest adequate control methods for each habitat type. Our suggestion can be used to positively contribute toward effective managing mosquito's density and reducing the damage to public health.

Keywords: mosquito, control, land use patterns

서 론

기후변화는 생물종의 분포와 분산, 이주, 개체군이나 군집의 성장과 구조의 변화를 야기하며 생물다양성에 영향을 미치면서 생태계에 직간접적인 영향을 미친다(Walther *et al.* 2002; Parmesan 2006; Lee 2012). 생물종은 변화하는 환경에 대응하여 각 생태적 지위에 부합하는 생태적 적응도를 선택하여 서식환경에 따라 안정적인 생활사를 유지하도록 진화가 이루어지고 있는데, 특히 모기 개체군은 강수량이나 온도 등 기후환경요인에 의해 발육기간이 조절되고 생활사가 단축되어 계절적 발생밀도 증감이 큰 것으로 나타난다(Lee 2012; KCDC 2018). 모기는 감염병을 매개하는 생물종으로서 주로 여름철에 활동하여 인간생활에 피해를 야기하고 있으며, 교통 및 운송수단 등의 발달로 인해 질병 매개체 전파질환의 증가와 새로운 질병 도입 확산에 대한 우려를 증가시키고 있다(Lee 2017). 최근에는 일본뇌염과 지카바이러스 감염증 환자의 보고 사례가 증가하게 되면서, 해외유입 감염병의 국내 유입 가능성에 대한 시민들의 불안감이 증가하는 추세에 있다(KCDC 2010, 2013, 2017). 지자체에서는 모기를 효율적으로 방제하기 위해 화학 약품을 사용한 주기적인 방역작업을 수행하고 있으나, 종별 생태특성과 서식지를 고려하지 않은 무분별한 방제법의 혼용은 방제 효과를 감소시킬 것으로 판단된다. 즉, 매년 여름철 기온에 따라 증가하는 모기 매개에 의한 감염병의 확산을 방지하고 매개체 전파질환에 대한 관리를 효율적으로 이행하기 위해서 모기의 생태특성을 고려하고 광범위한 지역을 대상으로 적용 가능한 적절한 방제법이 필요한 실정이다. 따라서, 본 연구는 환경부 토지피복지도 분류체계와 연계하여 모기가 발생 가능한 서식지 유형을 파악하고, 각각의 서식지 특성에 따라 발생 가능한 모기 종류를 함께 구분하였다. 또한 유형별 서식지에 따라서 발생 가능한 모기의 생태적 특성을 고려하여, 최적의 방제 방법을 제시하였다.

재료 및 방법

토지피복지도 분류체계

본 연구에 사용된 토지피복지도 분류체계는 환경부에서 제작하여 배포하고 있는 토지피복 분류체계를 참고하였다. 토지피복지도는 지구표면의 지형지물을 일정한 과학적

기준에 따라 분류한 것으로 동일 특성을 지닌 구역을 서로 다른 색상으로 구분한 주제도로써, 해상도에 따라 3단계의 대분류(해상도 30 m 급), 중분류(해상도 5 m 급), 세분류(해상도 1 m 급)의 분류 위계로 구성되어 있다(Lee *et al.* 2007; KEI 2007). 토지피복도는 기후변화에 대한 영향 평가, 생태계 서비스 가치 변화 분석, 생태지도 작성 등 시계열 분석을 통해 생태계의 현 상태를 진단하고 미래 변화하는 생태계 상태를 예측하기 위해 활발히 이용되고 있다(Yi *et al.* 2004; Kim and Park 2013a; Park *et al.* 2016). 본 연구에서는 다양한 질병의 매개가 되는 모기의 서식지를 예측하고 효과적인 방제법을 제시하기 위해 환경부 토지피복도 분류체계를 연계하여 활용하고자 한다. 분류체계는 시가화 건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지 및 수역으로 구분된 총 7개의 대분류로 나뉘어져 있으며, 중분류 22개, 세분류 41개의 항목으로 세분화되어 있다. 국내 주요 감염병 매개모기 방제지침에 의하면, 국내에서 확인된 모기 종류는 9속 56종으로, 감염병 매개모기는 4종이 확인된 것으로 보고되어 있으며(KCDC 2018), 현재 빈번하게 발생하는 모기종에 대해 유충 및 성충 서식지를 규명하고, 생태특성과 적절한 방제법을 제시하였다. 그러나, 국내 주요 발생모기는 기후환경요인 및 서식장소에 따라 출현종 및 발생원이 다양하고 대체로 물이 고여 있는 환경에서 광범위하게 발생하기 때문에 모기 유충 서식지 관리를 통한 특정 서식지 집중 방역이 어려울 것으로 보인다.

따라서, 향후 모기 서식지도 제작 및 광범위한 지역으로 효율적인 모기 방제를 수행하기 위한 목적으로 기존에 제시되어 있는 유충 서식지를 확대하여 본 연구에서는 선행 연구를 통한 모기 유충 서식지 발생 유형을 고려하여 토지피복도 분류체계의 대분류 7개 항목을 기준으로 시가화 지역과 농업지역, 산림지역, 그리고 상대적으로 토지분포면적과 발생밀도가 적고, 발생원 유형이 유사한 특성을 지닌 초지, 습지, 나지, 수역을 기타지역으로 통합하여 잠재 모기 발생 서식지와 각각 적용 가능한 방제 유형을 제시하였다.

결과 및 고찰

1. 토지피복도 분류체계에 따른 모기 서식지 추정

1) 시가화지역

시가화지역은 도시 내에 형성된 인간활동의 중심지로서, 주민들의 생활에 필요로 하는 상품과 서비스 행정 등

의 기능을 제공하기 위해 상업 및 업무 기능뿐만 아니라, 주거와 공업기능 등 다양한 용도가 혼재되어 있는 지역이다(Park and Yuh 2014; Choi and Yuh 2015). 특히 주거 및 상업시설의 밀도가 비교적 높은 도심지에서는 음식물 쓰레기, 비닐, 플라스틱과 같은 생활계 쓰레기들이 끊임없이 발생되고 있으며, 하절기에는 관광객이 집중되는 이유로 일회용품 및 각종 쓰레기의 발생량이 높아지고 있는 실정이다(Jeong 2010). 또한, 다른 토지유형에 비해 인구밀도가 매우 높고, 물량 위주 도시 개발로 인한 인공구조물의 확대로 인해 열섬현상을 야기하여 단일지역 내 특정 생물종의 생활사에 압력을 가해 생태계에 부정적인 영향을 나타낸다(Cho *et al.* 2009). 모기의 서식환경은 기후조건과 지표면의 특성, 강수량에 의해 영향을 크게 받는데(Kim and Park 2013b), 일반적으로 모기가 산란하고 서식하기 좋은 장소는 대개 물이 모일 수 있는 지표면으로서 도심 지역의 경우, 지형환경 조건만 갖춰진다면 모기가 대량 발생하기 적합한 서식환경일 것으로 사료된다(Table 1). 빨간집모기(*Culex pipens pallens*)와 지하집모기(*Culex pipens molestus*)는 대표적으로 시가화지역에서 가장 많이 발생하는 우점종으로 주거 및 상업지역에서 빈번히 출현하는 것으로 알려져 있다(Bren 2003; Lee 2006). 빨간집모기 유충은 주로 정화조, 하수구, 인공용기, 방화수, 미나리짚 등에서 발생하며 그 밖에 물이 고인 빈 깡통과 화분 물받이 등

광범위하게 발생한다(Sohn 1996; Lee 2006). 지하집모기(*C. pipens molestus*)는 도시환경에 적응하여 건물 지하 구조물에서 빈번히 발생하며 빨간집모기(*C. pipens pallens*)와 혼재하여 발생하는 것으로 보고되고 있으며, 무흡혈 산란을 하여 겨울철에도 활동하기 때문에 지하집모기(*C. pipens molestus*)에 대한 시민들의 피해와 그에 따른 민원이 증가하면서 도심모기에 대한 불편과 관심이 증가하고 있는 추세이다(Lee 2006). 특히 도심속에서 발생하는 모기는 인공구조물과 정화조 등에서 발생률이 높는데(KCDC 2014), 빨간집모기(*C. pipens pallens*) 개체군이 도심지역의 생활하수와 수질오염이 진행 중인 소규모 하천이 위치한 공업단지 지역에서 높은 밀도를 나타내어(Ree and Lee 1993), 인근 주거지역으로 확산하여 피해를 가중시킬 것으로 우려된다. 시가화지역에서 모기 방제는 발생원이 광범위하기 때문에 유충과 성충 방제를 같이 하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 특히 도심지에서 모기 유충의 소규모 발생원인 웅덩이와 고인물 등은 지대가 낮은 곳에선 상습적으로 발생하기 때문에 주기적으로 매물 또는 배수를 실시하고, 주택 주변의 빈 깡통, 화분 등의 인공 용기는 제거하거나 위생적인 방법으로 처리, 맨홀과 정화조, 환기통에는 모기장을 설치하는 등의 물리적 방제가 요구된다. 그 밖에 주거지와 상업지가 집중되어 인구밀도가 높은 시가화지역에서 보다 효율적인 방제를 위해선 모기 유충 또는

Table 1. Mosquito habitat in the urban area and applicable control methods based on land cover classification, Ministry of Environment

Class 2	Class 3	Mosquito habitat	Applicable control methods
Residential area	Independence residence Common residence	Collecting well, Septic tank, Basement, Flowerpot	
Industrial area	Industrial facilities	Container	
Commercial area	Commercial and business facilities Mixed area	Drain, Ditch, Manhole, Abandoned container	
Recreation area	Recreation facilities	Plastic container	
Transportation area	Airport	Wasted tire, Tire track, Track groove	Physical controls Chemical controls
	Port		
	Railway		
	Road Others		
Public area	Environmental treatment facilities Educational administrative facilities Others	Landfill, Wastewater, Firefighting water	

성충 방제 교육이나 홍보물을 배부하여 적극적인 방제 의식을 함양시키는 것이 좋을 것으로 판단된다. 적절한 방제법을 사용했으나, 모기 개체수가 감소하는 추세를 보이지 않을 경우에는 모기의 서식 환경과 주변환경을 고려하여 선택적 화학적 살충제를 사용하고 하수도와 지하 구조물처럼 협소한 공간의 경우, 침투가 용이한 가열 연막을 사용하여 성충과 유충의 밀도를 감소시키는 화학적 방제의 병행이 필요할 것으로 판단된다.

2) 농업지역

농업지역은 주로 논과 밭, 재배지, 축사시설 등으로 이루어져 있으며, 인간의 간섭이 적어 식생의 밀도가 높고 농업용수로 사용하기 위한 저수지와 관개수로가 넓게 분포하고 있다(Kim *et al.* 2012). 최근에는 급속한 산업화로 인해 농업여건이 어려워지고 지방화가 진행되고 있는 상황에서 많은 농지가 방치되어 산지화가 되어가고 있는 추세이다(Kim *et al.* 2011). 농업지역에서 빈번히 발생하는 대표적인 모기종으로는 말라리아 전염병 매개모기인 얼룩날개모기류(*Anopheles spp.*)와 일본뇌염 전염병 매개모기인 작은빨간집모기(*Culex tritaeniorhynchus*)가 있다(KCDC 2004). 말라리아 전염병을 매개하는 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*) 유충은 주로 논과 관개수로, 미나리밭, 웅덩이, 늪지 등에서 높은 밀도로 발생하며, 담수생태계 중 정수역에서 유충의 서식밀도가 높은 것으로 보고되고 있다(Lee *et al.* 1997; Kim *et al.* 2012). 일본뇌염을 매개하는 작은빨간집모기 유충은 논과 늪지, 빗물 고인 웅덩이 등 논과 관개수로에서 높은 밀도로 발생하는데, 얼룩날개모기류(*Anopheles spp.*)와 서식지가 거의 동일한 것으로 여겨진다.

도심지에 비해 인구밀도가 적고 방치되어 있는 토지가 많아, 농업지역에서 발생한 모기가 여러 이동수단을 통해 다른 지역으로 확산될 가능성이 높아 주기적인 유충 및 성충의 방제 노력이 필요할 것으로 보인다(Table 2). 특히, 농업용수로 사용되는 저수지나 연못이 많은 지역적 특성을 고려하여 모기 유충의 발생량이 높은 정수 생태계를 중심으로 친적 생물을 이용한 생물학적 방제법을 실시한다면 개체수 조절에 효과적일 것으로 판단된다. 또한, 목장과 축사 등은 모기 성충의 흡혈원으로서 작용되는 주요 발생지로서 유문등을 이용하여 개체수를 조절하는 물리적 방제를 이용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 농업지역의 경우, 도로 포장율이 낮기 때문에 장마 시기에 땅이 패여 빗물이 고일 가능성이 높아 물웅덩이나 도랑 등에서는 주기적으로 매몰시키거나 배수를 통해 유충 발생량을 감소시키는 물리적 방제를 병행해야 할 것으로 보인다. 모기에 의한 피해로 인해 농촌 주민들이 무분별하게 살포하는 화학적 살충제의 경우, 특정 모기종의 살충제 감수성을 증가시킬 수 있기 때문에 주민들을 대상으로 모기 방제에 대한 충분한 교육이나 홍보가 필요할 것으로 사료된다.

3) 산림지역

산림지는 경제 성장에 따른 산업화 및 도시화 사회에서 주로 목재 생산적 기능과 다양한 용도의 공익적 기능을 지속적으로 수행하는 역할을 담당한다(Kwon *et al.* 2003). 그러나, 도로건설과 농업, 공업, 주택용지 부족 등의 이유로 일부 산림지역을 개발 또는 훼손하여 산림생태계의 파괴가 진행되고 있는 실정이다(Lee and Han 2002). 산림지에서 발생하는 대표적인 모기종으로는 흰줄숲모기(*A.*

Table 2. Mosquito habitat in the agricultural area and applicable control methods based on land cover classification, Ministry of Environment

Class 2	Class 3	Mosquito habitat	Applicable control methods
Paddy	Readjustment paddy Un-adjustment paddy	Footprint, Pond, Ditch, Wet field, Irrigation canal	Physical controls Chemical controls Biological controls
Field	Readjustment field Un-adjustment field		
Cultivation area	Cultivation facilities	Canal, Pond, Flowerpot	
Orchard	Orchard		
Others	Farm Others	Cowshed, Henhouse, Barn, Well	

Table 3. Mosquito habitat in the forest and applicable control methods based on land cover classification, Ministry of Environment

Class 2	Class 3	Mosquito habitat	Applicable control methods
Broadleaf forest	Broadleaf forest	Rock hole, Tree hole, Bush, Stump	Chemical controls Biological controls
Coniferous forest	Coniferous forest		
Mixed forest	Mixed forest		

albopictus)가 있다(Hawley 1988). 흰줄숲모기 유충은 타이어, 플라스틱, 스티로폼 등과 같은 인공용기뿐만 아니라 바위구멍이나 나무구멍과 같은 자연적인 환경 등 다양한 환경에서 발생한다(Eshita and Kurihara 1979). 주로 숲에서 서식하는 흰줄숲모기(*A. albopictus*)는 흙혈원을 찾아 주거환경으로 넘어와 주거지 근처 폐용기와 화분, 물이 고인 웅덩이, 소형의 인공용기 등에 산란하여 2차 발생의 피해를 야기할 가능성이 있기 때문에, 산림지 주변 환경의 주기적인 청소와 산림지 인근 주거주민은 방충망 설치 등의 물리적 방제를 통해 충분히 발생밀도를 줄이는 데 기여할 수 있을 것으로 보인다(Table 3). 숲모기 유충은 대개 서식장소가 은폐된 곳이 많으므로 유충방제보다는 가열연막을 이용한 성충방제가 효과적일 것으로 판단된다. 또한 산림 벌채는 나무구멍의 환경에서 서식하는 숲모기류를 다른 지역으로 전이시킬 가능성이 높기 때문에, 불필요한 산림 훼손은 지양해야 할 것으로 사료된다.

4) 기타 지역

하천, 호소, 습지 등을 포함하는 수생태계는 야생생물의 서식지이자 수질 정화와 이·치수 기능의 수행, 지하수 충전 등의 중요한 환경 기능 담당하며 시민들의 여가 활동과 일부 관광산업에 중요한 역할을 담당한다(KEI 2008). 수생태계에서 빈번히 발생하는 모기종은 집모기류(*Culex* spp.)와 얼룩날개모기류(*Anopheles* spp.) 등이 있으나, 수원지와 수자원의 용도, 주변 환경에 따라 발생하는 모기 유충이 다양한 것으로 보고되고 있다(Amerasinghe and Ariyasena 1990). 일반적으로 모기는 상대적으로 수심이 얇고 유속이 느린 수환경에 대한 선호도가 높기 때문에 수변부에서 모기 발생률이 높은 반면, 유속이 빠른 하천과 수심이 깊은 호수의 중앙부에는 모기 발생률이 낮은 특성을 보인다(Norris 2004; Kim et al. 2012). 축산폐수나 농업용수, 생활하수 등 비점오염원에 의한 수질오염을 방지하기 위해 하천으로 유입하는 오염물질을 정화하기 위해 자연형 습지나 인공습지 형태의 수질개선 환경기초시설들

이 확충되고 있는데, 이러한 대단위 습지들은 대부분 수량이 부족하여 제 기능을 못하고 있거나 방치되어 위생해충의 주요 집단 서식지로 변모하여 사회적 문제로 대두되고 있는 실정이다. 특히, 습지에 활착하고 있는 일부 식생군락은 상대적으로 낮은 산소용해도를 나타내는 것으로 분석되어, 모기의 주 서식지가 될 가능성이 높으나(Walton et al. 1998), 3년간 주기적으로 식생을 제거하여 밀도를 조절했을 때, 그에 따라 모기 서식지가 축소되고 개체수가 감소하는 효과를 나타내어 모기방제에 효과적인 방법으로서 적용될 수 있을 것으로 사료된다(Table 4). 추가적으로, 모기 유충을 대상으로 수환경을 고려하여 수변부에 선택적으로 천적생물을 활용하거나, Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis*)를 활용하여 생물학적 방제를 실시할 경우, 방제 효과를 크게 기대할 수 있을 것으로 보인다. 정수성 환경에서 생물학적 방제를 시행할 경우, 모기 포식력이 뛰어난 것으로 검증된 큰밀잠자리(*Orthetrum albistylum*), 물방개(*Cybister chinensis*), 물땡땡이(*Hydrophilus acumnatus*) 등 수생태계 내 자연 천적을 이용한다면 친환경적이면서 모기 개체군 감소에 효율적으로 작용할 수 있을 것으로 판단된다(Baek et al. 2014).

2. 모기 성장단계에 따른 방제방법 검토

본 연구에서는 토지유형을 연계하여 발생 가능한 모기 서식지 특성에 따라 물리적, 생물학적, 화학적 방제방법 및 2가지 이상의 방제방법을 혼합한 종합적 방제방법을 제시하고 있다. 각 방제방법에 따라 본 연구에서 지향하는 세부 방제방안은 다음과 같다(Table 5). 물리적 방제는 일반적으로 트랩을 이용한 방제방법이 많이 활용되고 있는데, UV 빛을 이용해 성충을 효율적으로 포집 가능한 유문등과 이산화탄소를 이용한 방제는 인간활동에 의한 영향이 큰 지역에 설치 가능하다. 유충의 경우, 저지대에 고이는 물을 주기적으로 매몰 및 배수하거나 모기장을 설치하는 등의 활동을 통한 방제 노력이 지속되어야 할 것으로 판단된다. 화학적 방제는 화학방제약품을 적용하여 모기 성충을 제거

Table 4. Mosquito habitat in others and applicable control methods based on land cover classification, Ministry of Environment

Class 2	Class 3	Mosquito habitat	Applicable control methods
Natural grassland	Natural grassland		
Artificial grassland	Golf course Cemetery Others	Bush, Meadow, Puddle	Physical controls Chemical controls
Inland wetland	Inland wetwater		
Coastal wetland	Mud flat Salt pond	Natural wetland, Artificial wetland	
Natural bareland	Coast Riverside Rock face	Pond	Chemical controls Biological controls
Artificial bareland	Mining area Stadium Others	Pond, Container, Facilities	
Inland water	River/Stream Reservoir	Valley, River, Creek, Stream, Reservoir	Chemical controls Biological controls Integrated controls
Ocean water	Ocean water		

Table 5. Many types of control methods in Korea (KCDC 2004)

Control types	Adult	Larva
Physical controls	Light trap (UV light) CO ₂ Trap	Burying lowland Sealed septic tank Mosquito netting
Chemical controls	Thermal fogging Ultra low volume Insecticide spraying	Insect growth regulators Organic chemical insecticide
Biological controls		<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>israelensis</i> Natural enemy
Integrated controls	Mixing two or more control methods according to habitat characteristics	

하는 방법으로, 살포방법에 따라 가열연막법과 극미량연무법, 잔류분무로 나뉘어 모기가 가장 활발히 활동하는 시간과 발생빈도가 높은 장소에 살포하여 방제한다. 호르몬 조절을 통해 성장을 억제시키는 곤충성장조절제(IGR) 사용을 통해 유충이 발생하는 수환경 특성에 따라 방제를 실시하기도 하지만, 다른 생물들로부터 독성을 나타내 무분별한 살포는 지양한다. 생물학적 방제는 일반적으로 성충보다 유충을 방제하는 데 효과적인 것으로 나타나며, 미생물

유충방제제(Bti)를 이용하거나 천적생물을 이용한 유충방제를 실시하고 있다. 미생물 유충방제제의 경우, 광범위한 방제가 가능하나 다른 생물종으로부터 독성을 보일 수 있는 화학적 방제의 단점을 보완하여, 선택적으로 모기 유충 단계에서만 독성을 나타내고 환경오염이 거의 없는 특징을 나타낸다. 천적생물을 이용한 방제는 모기 유충의 포식률이 높은 어류나 곤충을 이용하여 자연친화적인 방제가 가능한 특징을 나타낸다. 그러나, 두 가지 방법 모두 수환경

상태에 따라서 적절한 방제법이 사용되어야 할 것으로 보인다. 종합적 방제는 이용 가능한 모든 방제기술의 특성을 고려하여 모기를 효율적으로 방제하기 위해 적용되는 방법 및 기술을 종합적으로 사용하는 것을 나타내는데, 모기의 서식지가 다양해지면서 단일화된 방법으로 모기를 효율적으로 구제할 수 없을 것으로 판단되는 지역 및 장소에 활용 가능하다. 두 가지 이상의 방제법을 혼용하여 사용하기 때문에, 방제대상 지역의 생태계와 서식환경의 세부적인 사전조사와 생태계 교란에 대한 영향을 충분히 검토한 후 사용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

적 요

모기는 감염병을 매개하는 생물종으로서 인간생활에 불편을 야기하며, 교통 및 운송수단 등의 발달로 인해 새로운 질병 도입 및 질병 매개체의 확산에 대한 우려가 증가하고 있는 실정이다. 환경부 토지피복지도 분류체계와 연계하여 모기가 발생 가능한 서식지 유형을 파악하고, 각각의 서식지 유형 특성에 따라 출현 가능한 모기 종류를 함께 구분하였다. 또한 모기의 생태적 특성을 고려하여, 서식지 유형별로 최적의 방제 방법을 제시하였다. 도심지역은 위생 해충의 발생원이 다양한 서식지가 분포하는 지역으로, 최소 환경 조건만 갖춰진다면 모기가 대량 발생하기 적합한 환경일 것으로 보인다. 발생원이 광범위하기 때문에 유충과 성충 방제를 같이 수행하며, 시민들을 대상으로 방제 교육이나 홍보물을 배부하여 적극적인 방제의식을 함양시키는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 농업지역의 경우, 저수지나 늪지, 논 등의 정수역에서 모기 유충의 서식밀도가 높을 것으로 예상되어 천적생물을 이용한 생물학적 방제를 이용하면 개체수를 조절하는 데 유용할 것으로 보인다. 산림지역은 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)의 주요 서식지로서 무분별한 산림벌채를 최소화하고 인근 거주민을 대상으로 물리적 방제를 실시해야 할 것으로 판단되며, 기타지역은 수생태계를 중심으로 발생 가능한 모기 유충을 방제하기 위해 생물학적 방제와 Bti를 이용한 화학적 방제가 병행되어야 할 것으로 보인다. 본 연구는 서식지를 크게 4가지(도심지역, 농업지역, 산림지역, 기타지역)로 분류하여 모기에게 적합한 서식지를 고찰하였으며, 모기 서식지별로 적합한 방제법을 제시하였다. 모기의 개체수를 보다 효율적으로 조절하고, 하절기 시민들의 불편과

피해를 감소시킬 수 있는 기초자료로 제공할 수 있을 것으로 전망한다.

REFERENCES

- Amerasinghe FP and TG Ariyasena. 1990. Larval survey of surface water breeding mosquitoes during irrigation development in the Mahaweli Project, Sri Lanka. *J. Med. Entomol.* 27:789-802.
- Baek HM, DG Kim, MJ Baek, CY Lee, HJ Kang, MC Kim, JS Yoo and YJ Bae. 2014. Predation efficiency and preference of the Hydrophilid water beetle *Hydrochara affinis* (Coleoptera: Hydrophilidae) larvae on two mosquitoes *Culex pipens molestus* and *Ochlerotatus togoi* under laboratory conditions. *Korean. J. Environ. Biol.* 32:112-117.
- Bren L. 2003. West Nile Virus: Reducing the risk. *FDA Consumer* 37:20-27.
- Chae SM, DG Kim, SJ Yoon and HS Shin. 2014. The impact of temperature rise and regional factors on Malaria risk. *Health Soc. Wel. Rev.* 34:436-455.
- Cho SM, YH Yoon, ER Ryu, BJ Park and WT Kim. 2009. The influence of land cover and zoning on the urban heat island in Cheongju. *Korean J. Environ. Sci.* 18:169-176.
- Choi KS and HK Yu. 2015. A study on land use characteristics of the Ulsan civic center. *Korean J. Assoc. Prof. Geo.* 49:385-394.
- Eshita Y and T Kurihara. 1979. Studies on the habitats of *Aedes albopictus* and *Ae. riversi* in the southwestern part of Japan. *Jap. J. Sanit. Zool.* 30:181-185.
- Hawley WA. 1988. The biology of *Aedes albopictus*. *J. Am. Mosquito Contr.* 4:1-40.
- Jeong BG. 2010. Characteristics of household wastes from fishing village in small island. *J. Korean Soc. Mar. Environ. Energy* 13:181-186.
- KCDC. 2004. Development of Effective Integrated Control Against Mosquitoes including Malaria Vectors. Korea Centers for Disease Control & Prevention. Ministry of Health and Welfare. Sejong, Korea. pp. 1-134.
- KCDC. 2010. Current status of selected infectious diseases. pp. 902-907. In: Public Health Weekly Report Vol. 3. Korea Centers for Disease Control & Prevention. Ministry of Health and Welfare. Sejong, Korea.
- KCDC. 2013. Current status of selected infectious diseases. pp. 1069-1075. In: Public Health Weekly Report Vol. 6. Korea Centers for Disease Control & Prevention. Ministry of Health and Welfare. Sejong, Korea.
- KCDC. 2017. Current status of selected infectious diseases. pp.

- 427-439. In: Public Health Weekly Report Vol. 10. Korea Centers for Disease Control & Prevention. Ministry of Health and Welfare. Sejong, Korea.
- KCDC. 2018. Mosquito-borne Infectious Diseases Control Guideline. Korea Centers for Disease Control & Prevention. Ministry of Health and Welfare. Sejong, Korea. pp. 1-92.
- KEI. 2008. A Small Stream Management Plan to Protect the Aquatic Ecosystem. Korea Environment Institute. Sejong. pp. 1-149.
- KEI. 2015. Construction and Utilization of Environmental Information in Inaccessible Terrain: Focused on Construction of Land Cover Map. Korea Environment Institute. Sejong. pp. 1-149.
- Kim JH, CY Chang and HJ Lee. 2011. A study on the revitalizing community through corporate community investment: In case of 1 company: 1 Village campaign. J. Korean. Soc. Econ. Geo. 14:211-224.
- Kim JH and SY Park. 2013a. The impact of land use structure and vector habitat conditions on the incidence of malaria-A case study in high-incidence areas. J. Korean Assoc. Geo. Info. Stud. 16:12-24.
- Kim JS and SY Park. 2013b. Urban growth prediction each administrative district considering social economic development aspect of climate change scenario. J. Korean Assoc. Geo. Info. Stud. 21:53-62.
- Kim YK, CM Lee, JB Lee and YS Bae. 2012. Seasonal prevalence of mosquitoes and ecological characteristics of Anopheline larval occurrence in Gimpo, Gyeonggi Province, Republic of Korea. Korean J. Appl. Entomol. 51:305-312.
- Kwon CH, ST Lee, HC Shin, JC Choi and YG Chung. 2003. Studies on the factors for making forest land price of Sanchung county. J. Agri. Life Sci. 37:23-29.
- Lee DK, JH Jeon, HS Kang and HS Yu. 1997. Analyses of aquatic ecosystems in organic and conventional farming rice fields and mosquito larval populations. Korean J. Entomol. 27:203-214.
- Lee DK. 2006. Occurrence of *Culex pipens* (Diptera, Culicidae) and effect of vent net sets for mosquito control at septic tanks in south-eastern area of the Korean Peninsula. Korean J. Appl. Entomol. 45:51-57.
- Lee DK. 2017. Ecological characteristics and current status of infectious disease vectors in South Korea. J. Korean Med. Assoc. 60:458-467.
- Lee KJ and BH Han. 2002. Planting plan of ecological corridor at destroyed mountain area as a result of road construction. Korean J. Environ. Ecol. 16:321-337.
- Lee MJ, SW Jeon, WK Song and BJ Kang. 2007. Improvement and application for environmental conservation value assessment map (ECVAM) of national land in Korea. Korean J. Remote Sens. 23:335-346.
- Lee WS. 2012. Climate change and individual life history. Ocean Polar Res. 34:275-286.
- Norris DE. 2004. Mosquito-borne diseases as a consequence of land use change. EcoHealth 1:19-24.
- Oh KY, MJ Lee and WY No. 2016. A study on the improvement of sub-divided land cover map classification system: Based on the land cover map by Ministry of Environment. Korean J. Remote Sens. 32:105-118.
- Park CC and HK Yuh. 2014. A study on the spatial boundary-setting of the old and new central districts in Gwangju metropolitan city. Korean J. Reg. Dev. Assoc. 26:141-160.
- Park MJ, JB Jeon, JA Choi, EJ Kim and CS Im. 2016. Analysis of ecosystem value change using a land cover map. Korean J. Community Living Sci. 27:681-688.
- Parmesan C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 37:637-669.
- Ree HI and SK Lee. 1993. Studies on mosquito population dynamics in Chollabug-do, Korea (1985-1990). Korean J. Entomol. 23:185-194.
- Roff DA. 2002. Life History Evolution. Sinauer, New York
- Sohn SR. 1996. Seasonal prevalence and composition rate of *Culex pipens* group occurring in the basement of an apartment, Taegu, Korea. Korean J. Entomol. 26:21-27.
- Walther GR, E Post, P Convey, A Menzel, C Parmesan, TJC, Beebee, JM Fromentin, O Hoegh-Guldberg and F Bairlein. 2002. Ecological responses to recent climate change. Nature 416:389-395.
- Walton WE, PD Workman, LA Randall, JA Jiannino and YA Offill. 1998. Effectiveness of control measures against mosquitoes at a constructed wetland in southern California. J. Vector Ecol. 23:149-160.
- Yi GC, WH Lee, HS Yoon, CH Nam, GY Kim, SH Kim and SH Suh. 2004. A base study of an ecological mapping technique by using GIS and remote sensing. J. Korean Assoc. Geo. Info. Stud. 7:57-69.