



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

제주도 기후변화와 매개체(모기) 분석

**Climate change and Vector (Mosquitoes)**

**: JEJU Island, South Korea analysis**

제주대학교 대학원

의 학 과

이 수 현

2011년 6월

석사학위논문

제주도 기후변화와 매개체(모기) 분석

**Climate change and Vector (Mosquitoes)**

**: JEJU Island, South Korea analysis**

제주대학교 대학원

의 학 과

이 수 현

2011년 6월

제주도 기후변화와 매개체(모기) 분석

**Climate change and Vector (Mosquitoes)**

**: JEJU Island, South Korea analysis**

지도교수 이근화

이수현

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함

2011년 6월

이수현의 의학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장

고영상



위원

Noboru Minakawa



菅川 昇

위원

이근화



제주대학교 대학원

2011년 6월

# Climate change and Vector (Mosquitoes)

## : JEJU Island, South Korea analysis

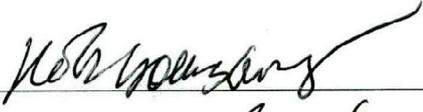
Su-Hyun Lee

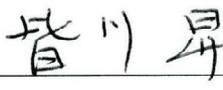
(Supervised by Professor Keun-Hwa Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for  
degree of Master of Science in Medicine

2011. 6.

This thesis has been examined and approved.

  
\_\_\_\_\_  
LEE, Keun-Hwa of 2011.

Noboru Minakawa   
\_\_\_\_\_  
(Name and signature)

July 8, 2011  
\_\_\_\_\_  
Date

Department of Medicine  
GRADUATE SCHOOL  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

## ABSTRACT

기후변화 (Climate change)란 기후 시스템이 자연적 요인과 인위적 요인에 의하여 점차 변화하는 것으로 자연의 평균 기후 변동을 말한다. 최근 지구온난화로 인한 생태 및 환경변화로 인해, 매개체 전파 질병이 전 세계 보건·의료뿐 만 아니라, 경제·사회적으로 큰 문제로 대두 되고 있다.

기온과 강수패턴의 변화, 즉 기후변화는 감염성 질환을 전파하는 곤충매개체의 지역적 분포를 변화 시키므로 이에 해당 하는 뎅기열 (Dengue fever), 일본뇌염 (Japanese encephalitis), 황열(Yellow fever), 웨스트나일열 (West Nile fever), 말라리아 (Malaria)는 공중 보건에서 가장 크게 고려해야 한다.

특히, 뎅기열은 매개체 질환 (vector-borne diseases) 중에서 가장 중요한 감염성 질환으로 전 세계 인구의 5 분의 2 인 25 억명이 감염 위험에 노출되어 있으며 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 연간 5 천만명이 뎅기열 바이러스에 감염되며, 21,000 명이 뎅기열 (혹은 뎅기출혈열)로 사망하는 것으로 추정하고 있다.

아직 국내에는 발병보고가 없지만, 한반도 기후 변화 시 뎅기열을 비롯하여 황열, 웨스트나일 바이러스 감염증 (West nile virus disease) 등이 발생할 가능성이 있다. 제주도 지역 중 특히 서귀포 지역은 아열대기후로 바뀐 지역으로, 앞으로 한반도 전역이 아열대기후로 변화하면서 아열대질환 및 수인성 감염병이 한반도 다른 지역보다 먼저 문제가 될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 제주도 지역에서 채집한 기후변화 매개체인 모기의 분포에 대해서 조사 연구를 하였으며, 연구 결과 서귀포 지역의 평균기온의

상승으로 인하여 모기의 출현이 제주시, 영남, 호남 지역보다 앞선 4월부터, 늦은 12월까지 모기가 출현하였으며, 나가사키 대학 열대의학연구소 (Institute of tropical Medicine, Nagasaki University)와의 공동 연구를 통하여 제주지역의 채집된 모기 개체수와 채집 지점, 제주도의 기온·강수량 간의 유의성을 통계적으로 분석한 결과, 채집된 모기들은 기온과 유의성이 있는 것으로 확인 되었다.

또한 제주도에서 채집된 모기들 중에서 뎅기열을 매개로 하는 흰줄숲모기 (*Aedes albopictus*)에 대해서 OBP (Insect odorant-binding proteins) 유전자를 이용하여 계통 분석 (phylogenetic analysis)한 결과, 크게 두 가지 그룹이 존재함을 확인 하였다.

따라서 제주도에 서식하는 흰줄숲모기는 공항이나 항으로 유입 되는 해외 유입종과 서귀포의 숲 지역에 서식하는 국내 토착종이 존재할 가능성이 있음을 보여주는 결과로 제주도에서 기후변화와 매개체 및 질환에 대한 체계적인 조사, 연구가 계속 이루어져야 한다.

**Key word:** 기후변화 (Climate change), 매개체 질환 (vector-borne diseases), 뎅기열(Dengue fever), 흰줄숲모기 (*Aedes albopictus*), OBP (Insect odorant-binding proteins)

# 목 차

ABSTRACT .....	I
목 차 .....	III
LIST OF TABLES .....	V
LIST OF FIGURES .....	VI
LIST OF ABBREVIATIONS .....	VIII
제 1 장 서 론 .....	1
제 1 절 연구배경.....	1
제 1 항 기후변화.....	1
제 2 항 한반도 기후변화 .....	4
제 3 항 기후변화에 따른 매개체 질환 .....	7
제 2 절 연구목적 .....	14
제 2 장 연구설계 및 분석방법 .....	16
제 1 절 모기 채집방법 .....	16
제 1 항 모기 채집장소 선정.....	16
제 2 항 모기 채집도구 .....	16

제 2절 분석방법.....	21
제 1 항 병원체 검사.....	21
제 2 항 모기 채집장소 기후변화 분석.....	23
제 3 항 계통수 분석.....	23
<b>제 3 장 결 과 .....</b>	<b>26</b>
제 1절 모기 채집 현황.....	26
제 1 항 흰줄숲모기( <i>Aedes albopictus</i> ) 채집 현황.....	29
제 2 항 빨간집모기( <i>Culex pipiens</i> ) 채집 현황.....	32
제 3 항 중국얼룩날개모기( <i>Anopheles sinensis</i> ) 채집 현황.....	35
제 2절 분석 결과 .....	38
제 1 항 병원체 검사 결과 .....	38
제 2 항 제주도 채집장소 기후변화 결과 .....	38
제 3 항 흰줄숲모기( <i>Aedes albopictus</i> ) 유전자 염기서열과 계통수 분석결과....	39
<b>제 4 장 결론 및 고찰 .....</b>	<b>44</b>
참고 문헌 .....	46

## LIST OF TABLES

Table 1. 임상적으로 중요한 매개체 전파 질병..... 13

Table 2. 기후변화 매개체 모기의 개체 수와 채집 장소, 7일간의 강수량,  
30 일간의 강수량, 기온간의 유의성 분석..... 40

## LIST OF FIGURES

Figure 1. 기후모델을 이용한 전구와 대륙 별 온도 변화 경향 모의 결과와 관측 값 비교, 1906~2005 년 .....	3
Figure 2. 제주도 제주시 서귀포시 지역 평균기온 연별변화도, 1990~2010 년 ..	6
Figure 3. 제주도 전역 모기 채집 지점 .....	18
Figure 4. 제주도 제주시 모기 채집 지점 .....	19
Figure 5. 제주도 서귀포시 모기 채집 지점 .....	20
Figure 6. 제주도 제주시 모기 출현분포도 .....	27
Figure 7. 제주도 서귀포시 모기 출현분포도 .....	28
Figure 8. 흰줄숲모기( <i>Aedes albopictus</i> ) 채집 지점별 개체수 현황 그래프 .....	30
Figure 9. 흰줄숲모기( <i>Aedes albopictus</i> ) 월별 채집 현황 그래프 .....	31
Figure 10. 빨간집모기( <i>Culex pipiens</i> ) 채집 지점별 개체수 현황 그래프 .....	33
Figure 11. 빨간집모기( <i>Culex pipiens</i> ) 월별 채집 현황 그래프 .....	34

Figure 12. 중국얼룩날개모기( <i>Anopheles sinensis</i> ) 채집 지점별 개체수 현황 그래프.....	36
Figure 13. 중국얼룩날개모기( <i>Anopheles sinensis</i> ) 월별 채집 현황 그래프.....	37
Figure14. 흰줄숲모기( <i>Aedes albopictus</i> ) 의 냄새결합단백질 (Insect odorant - binding proteins; OBPs)를 이용한 유전자 염기서열.....	41
Figure 15. 흰줄숲모기( <i>Aedes albopictus</i> ) 의 계통수 분석.....	43

## LIST OF ABBREVIATIONS

1. 흰줄숲모기 : *Aedes albopictus*, *Ae. alb.*
2. 빨간집모기 : *Culex pipiens*, *Cx. pip.*
3. 중국얼룩날개모기 : *Anopheles sinensis*, *An. sin.*
4. 이집트숲모기 : *Aedes aegypti*, *Ae. aegypti.*

# 제 1 장 서 론

## 제 1 절 연구배경

### 제 1 항 기후변화 (Climate change)

기후변화(Climat e change)란 현재의 기후계가 자연적인 요인과 인위적인 요인에 의하여 점차 변화하는 것을 말한다. 자연적 요인에는 대기, 해양, 육지, 설빙, 생물권 자신의 내적 요인 외에 화산 분화에 의한 성층권의 에어로졸(부유 미립자) 증가, 태양 활동의 변화, 태양과 지구의 천문학적 상대위치 관대 등의 외적 요인이 있다. 인위적 요인에는 화석연료 과다 사용에 따른 이산화탄소 등 대기 조성의 변화(온실효과에 의한 지구 온난화), 인위적인 에어로졸에 의한 태양 복사의 반사와 그름의 광학적 성질의 변화(산란효과에 의한 지구 냉각화), 과잉 토지이용이나 장작과 숲 채취 등에 의한 토지 피복의 변화 등이 있다. 또 국지적으로는 인공열 등에 의한 도시 기후의 변화 등도 문제가 된다.[3]

유엔 환경 계획(United Nation Environmental Programme, UNEP)과 세계 기상 기구 (World Meteorological Organization, WMO)가 공동으로 설립한 기후변화에 대한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)가 1988 년에 활동을 시작한 이래로 기후변화에 대한 인류의 지식은 많은 발전을 해왔으며, 기후변화가 사회, 경제, 문화 및 건강 등에 어떠한 영향을 미칠 것인지를 제시하고 있으며 아울러 각 나라는 어떠한 대응 및 완화 전략을 수립하여야 하는지 제시하고 있다.[11]

전세계 기상 관측을 통해 평균 지구의 온도는 지난 수십 년 동안 상당히 증가

하는 것으로 나타났으며, 북반구 고위도로 갈수록 더 크게 나타난다. 이러한 현상은 육지가 해양보다 더 빠르게 온난화되고 있기 때문인 것으로 분석된다. (Figure 1) [30,45]

2007 년 IPCC 기후변화 보고서에 따르면, 기후변화가 향후 아시아에 미치게 될 영향은 2050 년까지 중앙아시아, 남아시아, 동아시아, 동남아시아에서 사용 가능한 담수가 줄어들 것으로 예측되었으며, 남아시아, 동아시아, 동남아시아의 해안지역, 특히 인구가 과밀한 지역에서는 바닷물 범람으로 인한 위험이 증가할 것이라 보고 있다. 또한 동아시아, 남아시아, 서남아시아 내에 홍수 및 가뭄으로 인한 설사병, 풍토병 사망률과 사망자 수가 증가할 것으로 예상되고 있다. [30]

이렇게 기후변화는 사람들의 생활패턴에도 직접적인 영향을 미치며, 사람과 매개체와의 접촉빈도가 높아지게 됨으로써 전파율을 상승시킨다. 더 나아가, 교통수단의 발달로 인해서 대륙간 이동이 빈번하게 일어나고 있어, 과거 한 특정지역에 국한되어 발생하던 감염질환이 최근에는 빠른 속도로 전 세계 여러 나라로 전파됨으로써 대유행을 유발하고 있다.[11] 동아시아의 경우 대만까지 열대성 매개체 감염질환인 뎅기열· 뎅기출혈열 환자가 발생하였으며, 따라서 동아시아 지역에서 온난화가 지속이 된다면 뎅기열과 같은 새로운 매개체 감염성 질병이 한반도에서 발생할 수 있음을 보여주고 있다.[25]

Global and continental temperature change

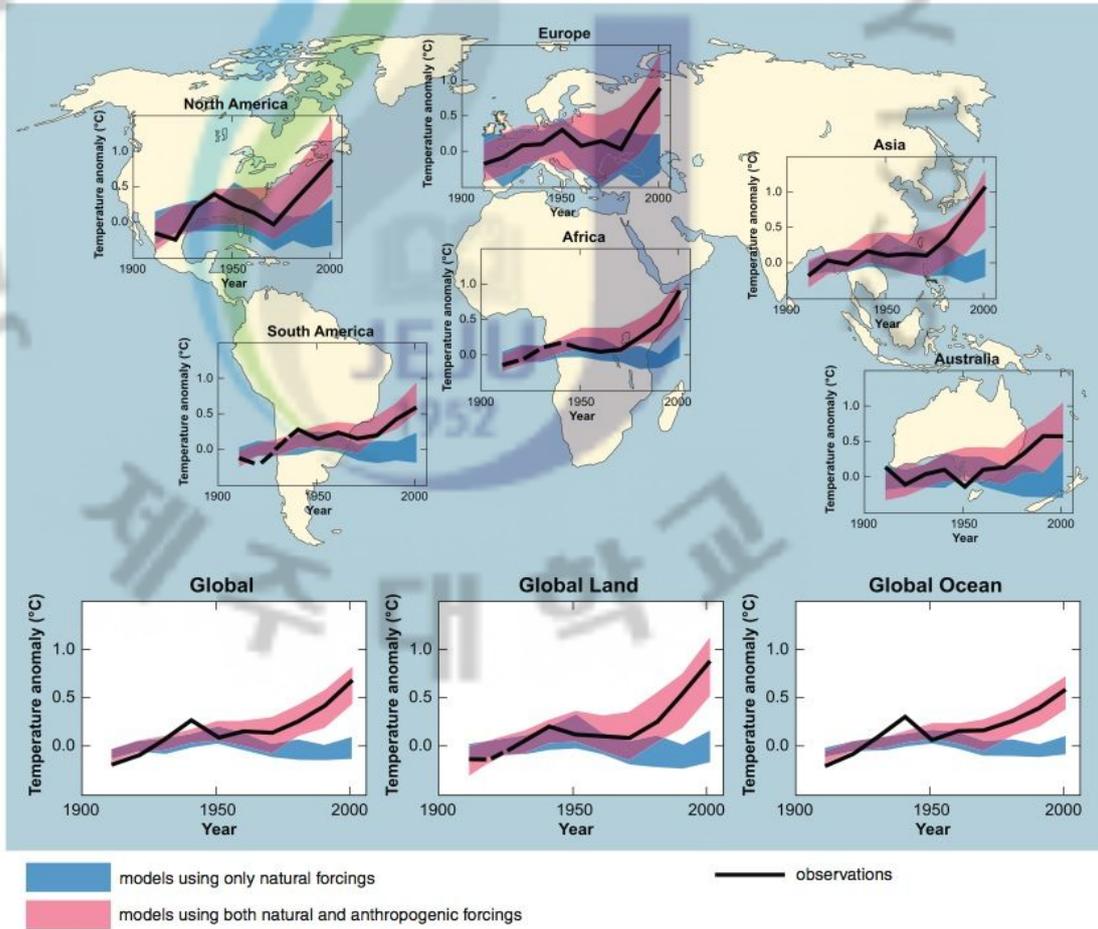


Figure 1. 기후모델을 이용한 전구와 대륙 별 온도 변화 경향 모의 결과와 관측 값 비교, 1906 ~ 2005 년 (IPCC, 2007).

검은색: 관측 값 비교, 청색: 자연강제력만 포함, 적색: 인위적 및 자연강제력을 동시에 포함.

## 제 2 항 한반도 기후변화 (Climate change of Korean Peninsula)

한반도 기후환경변화로 인해 발생하는 여름철 초과사망자수는 기상재해로 인한 사망(실종)자에 비해 2 배로 나타났으며, 기온에 따른 사망자의 변화, 기상재해로 인한 피해, 기후환경변화와 대기오염, 기후환경변화로 인한 감염병 질병 발생 등과 관련하여 국내에서도 일부 영향이 확인되었다. [11]

한국기상청 자료에 의하며, 과거 100 년간 평균기온이 1.7℃ 증가하여 전 지구 평균인 0.7℃를 상회하고 있으며 열대야의 발생은 100 년마다 4~10 일씩 증가하고 있다고 보고됨 바 있으며[8], 국립기상연구소의 자료에 의하면 1996~2005 년, 10 년간 우리나라 15 개 지점의 평균기온은 14.1℃로 평년 (1971~2000 년) 대비 0.6℃ 상승하였고, 봄과 겨울의 상승폭 (0.7℃) 이 가장 크게 나타났다.

또한 평균 연강수량은 1458.7mm 로 평년대비 약 10% 증가하였고, 여름은 18%로 증가폭이 가장 크게 나타났다. 그리고 향후 우리나라 기후변화는 기상청에서 실시한 한반도에 대한 장기 실험결과 30 년(1971~2000 년) 평균대비 21 세기말 한반도 기온은 약 4℃ 상승, 강수량은 20%가 증가될 것으로 전망하고 있다.

또한 극한 저온현상 빈도가 감소하고, 극한 고온현상 빈도는 증가하며, 강수량 증가 추세 및 호우 빈도가 증가할 것이며 21 세기말에는 우리나라의 태백·소백산맥산지를 제외한 서해안, 동해안 중부까지 아열대 기후대가 북상할 것으로 예상하고 있다.

제주기상청에서 분석한 제주도 연별 평균기온 변화도를 살펴보면, 1990 년에서 2000 년에 들어서면서 기온이 대폭 상승하였다. 특히, 제주시와 서귀포시의 2010 년 까지 평균기온을 비교해 보면 적어도 1~2℃의 차이가 날 정도로 서귀포시의 기온이 높아졌으며, 이는 서귀포시의 기후가 아열대로 변화되고 있다는 것을 말한다.

(Figure 2) 따라서 앞으로 한반도 전역이 아열대 기후로 변화된다면 아열대질환 및 수인성 감염병이 한반도 다른 지역보다 먼저 문제가 될 수 있다.



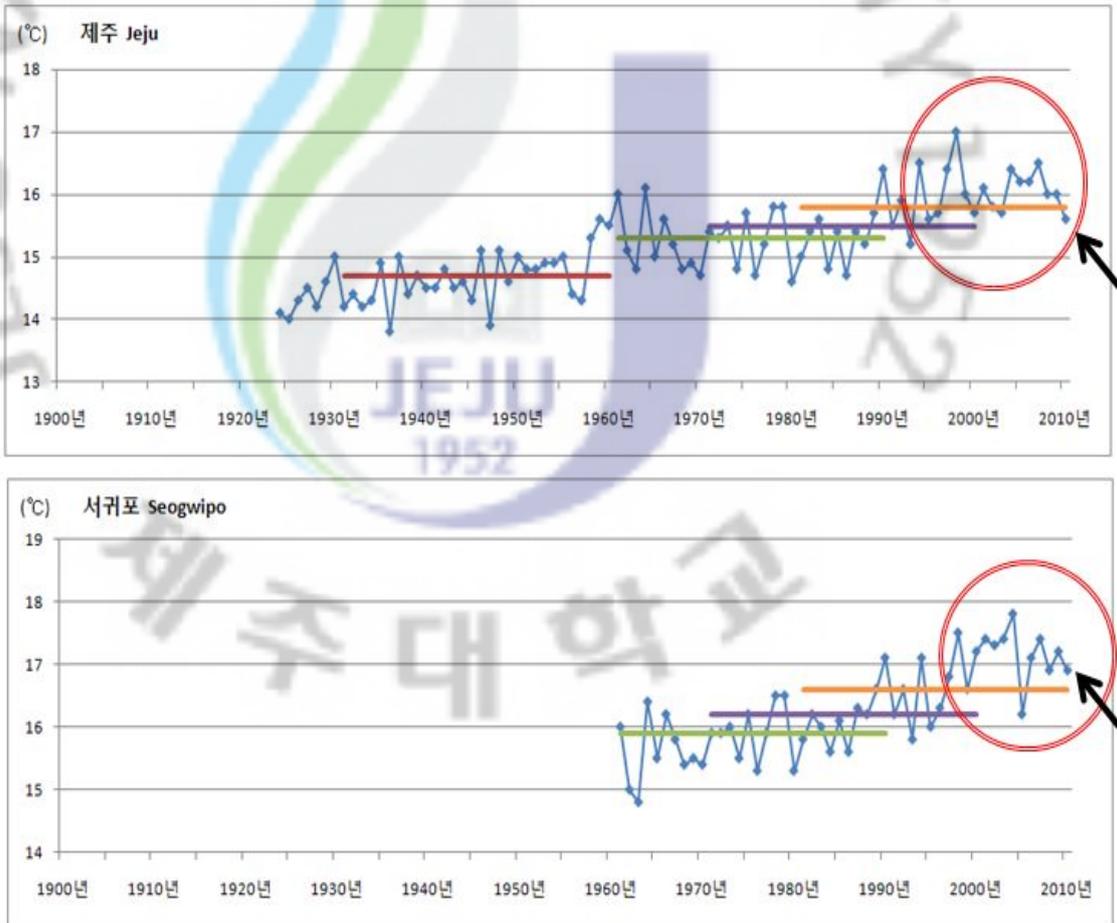


Figure 2. 제주도 제주시 서귀포시 지역 평균기온 연별변화도, 1990 ~ 2010 년.

↖, 2010 년 제주시와 서귀포시의 평균기온 비교 화살표.

### 제 3 항 기후변화에 따른 매개체 질환 (Impact of climate change on infectious diseases)

지구온난화의 경우는 1 년간의 온도상승폭이 매우 미미해 매개동물에 대한 직접적인 영향이 적지만, 모기유충의 발육속도가 빨라져 결과적으로 해당 지역의 개체군 밀도가 상승하게 된다. 따라서 단기간에 다수의 병원체가 증식하고 매개동물의 분포역 확대가 서서히 이루어지게 된다. 이와 같은 환경에 병원체를 가진 동물이나 환자가 유입되면 모기 매개 질환(Mosquito-Borne Disease)이 대규모로 유행할 가능성이 높아지는 것이다. [10]

이렇게 모기 매개 질환은 기후변화에 영향을 크게 받으며 특히, 기온, 강수량, 습도 등이 중요한 영향을 미치며 바람이나 일조량도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 강수량과 관련한 영향으로 일반적으로 강수량의 증가는 모기의 번식을 증가시키나 홍수로 인해 모기의 생육환경이 파괴되면 모기의 수가 감소되기도 한다. 습도가 높아지면 모기의 생존기간이 길어지고 건조한 기후는 모기의 번식 기회를 감소시킨다. 그러나 호수나 물웅덩이가 없어지면 곧 다른 장소로 이동하여 새로운 환경에 적응하여 서식지가 변화하기도 한다. 기온이 높아지면 모기가 성충이 되는 비율을 증가시키고 발육기간을 단축시키며 알의 수도 증가시켜 결과적으로 모기의 수를 증가시킨다. 또한 모기에 의한 전염에서 가장 중요한 것은 모기의 생존율인데 기온이 높아지면 모기의 행동양식과 생태계의 조건이 변하여 생존율이 높아진다. 태풍이나 홍수로 인하여 모기와 숙주 동물의 수가 줄 수 있지만 반면에 거주 환경의 변화로 인해 사람과 매개동물과의 접촉기회가 증가되어 질병이 증가하기도 한다. 일일 최고 기온과 평균기온은 병원체가 매개체에 감염되는 비율, 침과 배설물 등에 의하여 다른 숙주로 감염되는 비율과 관계가 있다는 보고도 있다. 모기를

매개로 하는 질병인 뎅기열, 뇌염, 웨스트나일열, 말라리아, 황열은 계절적인 패턴을 분명히 가지며 이는 기온에 민감하게 영향을 받는다. [12]

기후변화 매개체(모기) 질환을 살펴보면, (Table 1)

### 1. 뎅기열 (Dengue fever)

뎅기열은 플라비 바이러스(mosquito-borne flavivirus) 속에 속하는 뎅기바이러스(dengue virus)가 사람에게 감염되어 생기는 병으로 고열을 동반하는 급성 열성질환이다. 뎅기열의 증상은 몸을 쇠약하게 하지만 대체로 자연 치유되고, 약 10 일 정도에 회복된다.[2, 34] 뎅기바이러스는 사람과 가깝게 기생하는 모기에 의해서 전파되며 열대 및 아열대 지역에만 존재하는 이집트숲모기(*Aedes aegypti*, *Ae. aegypti*.)가 일차적으로 주된 매개체의 역할을 하며 제주도를 비롯하여 남해안 지역에서도 발견되는 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*)도 매개체의 역할을 한다.[11]

*Ae. alb.* 는 아시아 호랑이 모기로도 알려져 있으며 1985 년에 페 타이어를 통해 배를 통해 아시아로부터 유입되어 미국에서 발생한 뎅기열의 첫 번째 집단 발병은 1980 년에 발생하였다.[2]

또한 이 모기는 아시아, 남태평양지역, 아프리카, 아메리카 대륙의 열대 지방과 아열대 지방에 분포하는데 세계보건기구에 따르면 세계적으로 뎅기열 감염자는 매년 5 천 만명이 넘는다. [45] 그리고 말레이시아에서는 2010 년 들어서 100 명 이상, 태국에서도 63 명이 사망하였으며, 남미의 온두라스에선 최근 4 만 여명이 뎅기열에 감염돼 55 명이 사망하여 국가 비상령이 내려진 상태이다.

보건복지부 전염병 현황자료에 따르면, 최근 5 년간 해외로부터 유입된 전염병 876 건 가운데 제 4 군 전염병인 뎅기열이 295 건으로 35%에 달해 가장 많은 비중을

차지했다. 말라리아와 달리 뎅기열은 원래 우리나라에는 없는 전염병이다. 이는 2007년 97건으로 최고를 기록한 가운데 2008년 51건으로 감소했으나 2009년 다시 59건으로 증가했다. 이렇게 해외유입으로 인한 뎅기열 발병은 있지만, 한반도에 직접적으로 발생한 보고는 없으며, 기후변화로 인하여 전세계적으로 감염 건수가 증가하고 있고 모기에 의해 전염되는 감염병 중 말라리아 다음으로 가장 위험한 감염병으로 인식되고 있다.[11]

열대·아열대 지방의 대표적 풍토병으로 꼽히는 뎅기열 바이러스를 옮기는 *Ae.alb.* 는 기온이 20℃ 이상, 강수량 150 mm 이상일 때 가장 높은 번식률을 보이나, 14.8℃ 이하에서는 알이 발견되지 않던 것으로 알려져 있다. 그러나 2009년 겨울철인 12월에 *Ae.alb.* 의 유충이 제주도에서 처음 발견됐으며, 2010년 제주지역 기후변화 매개체 감시 사업결과 영, 호남은 10월 달까지 성충이 발견됐지만, 제주지역의 경우는 11월말에도 발견된 바 있다.[6,11]

## 2. 일본뇌염 (Japanese encephalitis)

일본뇌염은 일본뇌염 바이러스(Japanese encephalitis virus, JEV)에 감염된 작은 빨간 집모기 (*Culex tritaeniorhynchus*, *Cx.tri.*)가 사람을 무는 과정에서 인체에 감염되어 발생하는 급성 바이러스성 전염병이며 어린이가 감염될 경우 급성뇌염 증세를 보이는 경우가 많다. 일본뇌염은 매년 우리나라를 포함한 동남아시아에서 수 십 만명의 환자가 발생하여 이중 25%는 사망, 50%는 심각한 후유증을 동반하는 질병으로 공중 보건상 중요한 위치를 차지하고 있다. [7]

최근의 기후변화와 주변의 환경변화에 의해서 JEV의 감염지역이 점차 확산되고 있으며, JEV는 일본에서 1935년 최초로 분리되어 보고된 바 있으며 우리나라

에는 1946년 Sabin 등에 의해서 처음으로 분리되었다. 1800년대에 일본에서 뇌염을 일으키는 원인체로 보고된 이후, JEV는 중앙아시아로 빠르게 확산되었다.[23] 현재 3억명 이상이 사는 아시아 전 지역에서 매년 약 3~5만 명이 감염되는 것으로 알려져 있다.[26]

지금까지 알려진 감염지역은 한국에서 남쪽으로는 호주까지, 그리고 서쪽으로는 파키스탄까지 걸쳐있으며, 일본뇌염의 주된 매개체인 *Cx.tri.*의 분포지역과 일치하며, 이 모기의 서식지가 주로 물이 고여 있는 논이므로, 논농사를 짓는 경작지역과 매우 밀접한 관련이 있다. *Cx.tri.*는 주로 돼지를 흡혈하므로, 돼지는 바이러스의 증폭과 전파에 매우 중요한 중간 숙주의 역할을 한다.[19,29,33,37]

### 3. 웨스트나일열 (West Nile fever)

일본뇌염 바이러스와 유사한 웨스트나일 바이러스의 경우, 참새류의 조류가 보균 숙주의 역할을 하며 집모기(*Culex*) 속에 속하는 모기에 의해서 사람으로 전파된다. 웨스트나일 바이러스의 전파 및 확산에 영향을 미치는 요소로는 항공기를 통한 *Culex* 속에 속하는 모기의 확산, 숙주의 역할을 하는 집 참새 (*Passer domesticus*)의 유입, 그리고 기후변화 등을 들 수 있다. [27,46].

일반적으로 *Culex* 속에 속하는 많은 종류의 모기들이 북미지역에서 웨스트나일 바이러스의 매개체 역할을 하나, 그 중에서도 특히 빨간집모기(*Cx. pipiens*, *Cx.pip.*)에 속하는 모기가 도시지역의 발생하는 인체감염에 매우 중요한 역할을 한다.[31]

#### 4. 말라리아 (Malaria)

말라리아는 매개곤충에 의한 질병 중 가장 널리 알려진 질병이며, 전세계 인구의 약 40%에 해당되는 지역에서 매년 약 3억 명의 환자가 발생하고 이중 백 만명이 사망하고 있다. 이는 결핵을 제외한 감염질환 중 사망률이 가장 높은 질환이며, 열원충(*Plasmodium*)에 감염된 암컷학질모기(*Anopheles*)에게 물림으로써 전파된다.[45]

사람에게 감염 되는 가장 일반적인 말라리아의 병원체는 삼일열원충(*Plasmodium vivax*), 열대열원충(*P. falciparum*), 사일열원충(*P. malariae*) 난형열원충(*P. ovale*)등 4 가지 종류가 있다. 열대열원충이 가장 치명적이며 사망률은 1~2% 이다.[2]

또한 열대열원충과 삼일열원충이 전체 말라리아 발병의 95%를 차지하며, 우리나라에서 말라리아를 발병시키는 원충은 삼일열원충이다.[4] 미국의 경우 삼일열원충(*Plasmodium vivax*), 열대열원충(*P. falciparum*)에 의한 말라리아 발병이 흔하게 나타나고 있으며 우리나라에서는 중국열록날개모기(*Anopheles sinensis*, *An.sin.*)에 의하여 전파된다.

말라리아의 발생은 말라리아 병원균의 개체수와 모기에 물리는 횟수, 감염된 모기의 수, 그 모기에 사람이 물리는 횟수와 관계가 있다.[12] 이러한 변수에 기온과 강수량, 습도의 변화가 미치는 영향은 면적이 미치는 영향만큼이나 관계가 깊다. [32] 기온은 모기가 성충이 되는 기간을 변화시키며 기온이 높아지면 기간이 단축된다. 즉 기온이 높아질수록 성충이 되는 기간이 단축되어 모기의 개체수가 증가한다. 물론 매우 기온 높은 몇몇 지역에서는 조금만 더 높아져도 모기나 병균이 살수 없는 기온이 되어 말라리아에 전염될 가능성이 줄어들 수 있지만 대다수의 지역은 기온이 조금만 높아져도 말라리아에 전염될 가능성이 매우 높아진다.[12]

## 5. 황열 (Yellow fever)

황열 바이러스는 여러 종의 모기(*Aedes* 와 *Haemogogus* 등)에 의하여 전파된다. 사람에게 전파되는 방식에 따라 야생형 황열(sylvatic yellow fever), 중간형 황열(intermediate yellow fever), 도시형 황열(urban yellow fever)등으로 나뉘어 진다. 열대지방 또는 백신예방이 안된 지역에서 발병율이 높으며 아시아, 태평양, 미국, 유럽 등의 지역에서 같은 시기에 증가하는 경향이 있다.

이집트숲모기(*Aedes. Aegypti, Ae. aegypti*)에 의해 발생하는 황열은 아프리카나 남아메리카에서 많이 나타난다. 미국의 경우 1950~1960 년대에 관리를 확실히 한 결과 나타나지 않았고, 아프리카의 경우는 백신의 개발로 발병하지 않았다. [12] 그러나 Gubler 등의 연구에 의하면 열대 아메리카에서 황열이 발생하기 시작하였으며 이는 아시아와 태평양 지역과 같은 한번도 발병하지 않은 지역으로 빠르게 번지고 있다고 한다.[28]

**Table 1.** 임상적으로 중요한 매개체 전파 질병

Disease	Pathogen	Vector	Geographical distribution	Clinical effects
<b>Viruses</b>				
Dengue	Flavivirus	Mosquito	Africa, Caribbean, Pacific, Far East	Haemorrhagic fever
Japanese Encephalitis	Flavivirus	Mosquito	Japan, Far East	Encephalitis
West Nile	Flavivirus	Mosquito	Africa, India, Europe and North America	Encephalitis
Murray River encephalitis	Flavivirus	Mosquito	Australia, New Guinea	Encephalitis
St Louis encephalitis	Flavivirus	Mosquito	America	Encephalitis
Yellow fever	Flavivirus	Mosquito	Africa, South and Central America	Hepatitis & Haemorrhagic fever
Eastern Equine Encephalitis	Alphavirus	Mosquito	North America	Encephalitis
Crimean-Congo haemorrhagic fever	Nairovirus	Ixodic tick	Europe, Africa, Middle East, Central Asia	Haemorrhagic fever
Tick-borne encephalitis	Flavivirus	Ixodic tick	Former USSR, Europe	Encephalitis
Rift Valley Fever	Phlebovirus	Mosquito	Africa	Haemorrhagic fever
<b>Rickettsia</b>				
Murine typhus	<i>Rickettsia typhi</i>	Flea	Tropical countries	Typhus
Rocky Mountain Spotted fever	<i>R. rickettsii</i>	Ticks	USA	Spotted fever
Boutonneuse fever	<i>R. conorii</i>	Tick	Africa, Mediterranean, Middle East	Spotted fever
<b>Bacteria</b>				
Bartonellosis	<i>B. bacilliformis</i>	Sandflies	Western Slopes of the Andes	Oroya fever
Plague	<i>Yersinia pestis</i>	Flea	Africa, Asia, South America, USA	Bubonic, pneumonic or septicemic plague
Lyme disease	<i>Borrelia burgdorferi</i>	Ticks	Europe, North America	Arthritis
Relapsing fever	<i>B. recurrentis</i>	Lice	Ethiopia, Burundi, Peru, Bolivia, North Africa, India, Asia, China	Severe relapsing fever with high mortality
Relapsing fever	e.g. <i>B. duttoni</i>	Ticks	East, Central & South Africa	Less severe relapsing fever
<b>Protozoal parasites</b>				
Malaria	<i>Plasmodium</i> spp.	Mosquitos	Widespread in tropics	Febrile illness with high mortality
African trypanosomiasis	<i>Trypanosoma brucei</i>	Tsetse flies	Africa	Sleeping sickness
American trypanosomiasis	<i>T. cruzi</i>	Triatomine bugs	Central and South America	Chagas disease
Leishmaniasis	<i>Leishmania</i> spp.	Sandflies	Africa, Central & South America	Cutaneous and mucosal lesions, visceral disease
<b>Helminths</b>				
Lymphatic filariasis	eg. <i>Wuchereria bancrofti</i>	Mosquito	Tropics	Elephantiasis
Onchocerciasis	<i>Onchocerca volvulus</i>	Blackflies	Africa, Central & South America	Dermatitis, Blindness
Loiasis	<i>Loa loa</i>	Tabanid flies	West & Central Africa	Calabar swellings

출처: Journal of Applied Microbiology 2003, 94, 37S-46S

## 제 2 절 연구목적

최근 지구 온난화로 인한 생태 및 환경 변화로 인해, 매개체 전파 질병이 전세계 보건·의료뿐만 아니라, 경제·사회적으로 큰 문제로 대두 되고 있다.

현재 화석화 연료 사용 등으로 인한 기후의 변화가 가속화되고 있으며, 이러한 기후의 변화는 대기의 구성에 영향을 미치고, 기후의 다양성에 영향을 미친다.[5,11]

기후의 변화는 기온, 강수량, 습도, 바람의 패턴의 변화를 가져오며, 그 결과 매개동물의 수명, 생존율, 성장, 서식지, 개체수의 변화, 분포에 영향을 미치거나 인간과의 접촉 기회를 변화시키게 되며 이 변화로 인하여 질병의 전파 시기, 전파의 강도, 분포의 변화를 가져오며, 이와 같은 변화가 국내에 존재 했던 매개체들의 발생 및 분포에 큰 영향을 미칠 뿐만 아니라 국내에 존재하지 않았던 매개체들의 국내유입 및 토착화를 초래할 것으로 예상되며, 이러한 징후는 곳곳에서 나타나고 있다.[5]

또한 기후의 변화는 감염성 질환을 전파하는 곤충매개체의 지역적 분포를 변화시키므로 이에 해당하는 뎅기열, 황열, 웨스트나일열, 말라리아는 공중보건에서 가장 크게 고려해야 한다. [24, 42] 특히, 뎅기열은 매개체 질환 중에서 가장 중요한 감염성 질환으로 전 세계 인구의 5분의 2 인 25억명이 감염 위험에 노출되어 있으며, 세계보건기구는 연간 5천만 명이 뎅기열 바이러스에 감염되며, 21,000 명이 뎅기열 (혹은 뎅기출혈열)로 사망하는 것으로 추정하고 있다.[46]

아직 국내에는 발병보고는 없지만, 한반도 기후 변화 시 뎅기열을 비롯하여 황열, 웨스트나일 바이러스 감염증 등이 발생할 가능성이 있다.

제주도에서 특히 서귀포시지역은 아열대 기후로 바뀐 지역으로, 앞으로 한반도 전역이 아열대 기후로 변화하면서 아열대질환 및 수인성 감염병이 한반도 다른 지역보다 먼저 문제가 될 수 있다.[11]

따라서 본 연구에서는 제주도 지역에서 채집된 기후변화 매개체인 모기들의 분포에 대해서 조사 연구와 더 나아가 제주도에서 서식하는 땡기열을 매개로 하는 *Ae.alb.* 의 계통 분석 연구를 통하여 국내유입 및 토착화 가능성에 대해 연구하였다.

## 제 2 장 연구설계 및 분석방법

### 제 1 절 모기 채집방법

#### 제 1 항 모기 채집장소 선정

2010 년 4 월부터 2011 년 4 월까지 1 년간 수행하였으며, 제주도의 한라산을 기점으로 기후 변화의 차이가 뚜렷한 북부지역인 제주시 4 곳과 남부지역인 서귀포시 5 곳의 채집장소를 선정하였다. (Figure 3)

제주시에는 용담동의 제주국제공항의 공항청사와 공항공사에 각 한 곳씩, 건입동의 제주항의 해양관리단과 제 2 부두에 각 한 곳씩 총 4 곳을 선정하였다.

서귀포시에는 서홍동의 서귀포보건소와 서귀동의 중앙동주민센터, 토평동의 영천동주민센터, 서귀동의 천지연 숲 지역과 보목동의 인근 밭 주변 총 5 곳의 채집장소를 선정하였다. (Figure 4, 5)

#### 제 2 항 모기 채집도구

1. 포충기 (BG Sentinel trap)

땡기열 매개 모기인 *Ae. aegypti* 나 *Ae. alb.* 는 빛에 유인되는 경우는 드물고, 유인물체에 강하게 유인되므로 숲모기 전용 트랩인 포충기 (BG Sentinel trap)을 사용하였다. [13]

## 2. 유문등 (Black light trap)

일본뇌염 및 말라리아 매개모기인 *Cx. pip.* 와 *An. sin.* 의 채집에 사용되는 Nozawa typed 의 유문등 (Black light trap) 사용하였다. [13]

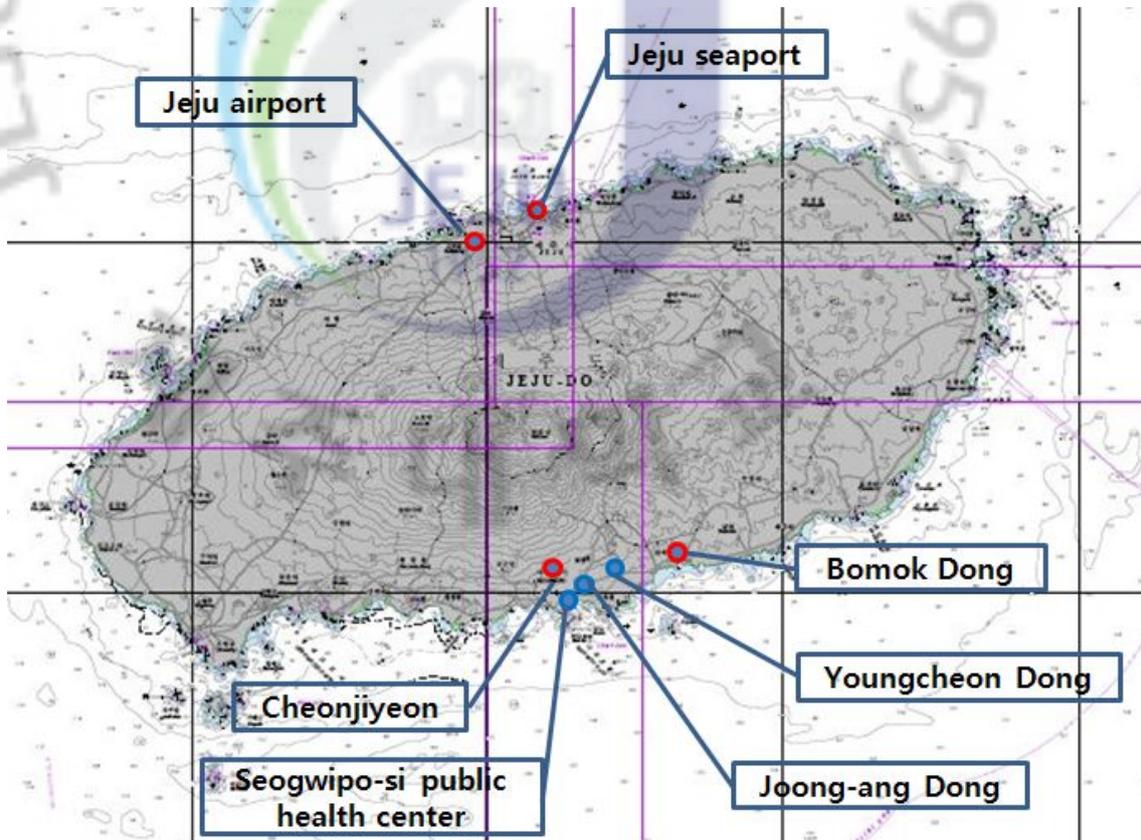


Figure 3. 제주도 전역 모기 채집 지점. ○, 채집지점 위치 표시.



Figure 4. 제주도 제주시 모기 채집 지점.

○, 트랩설치 위치 표시. BG Sentinel trap, 포충기.

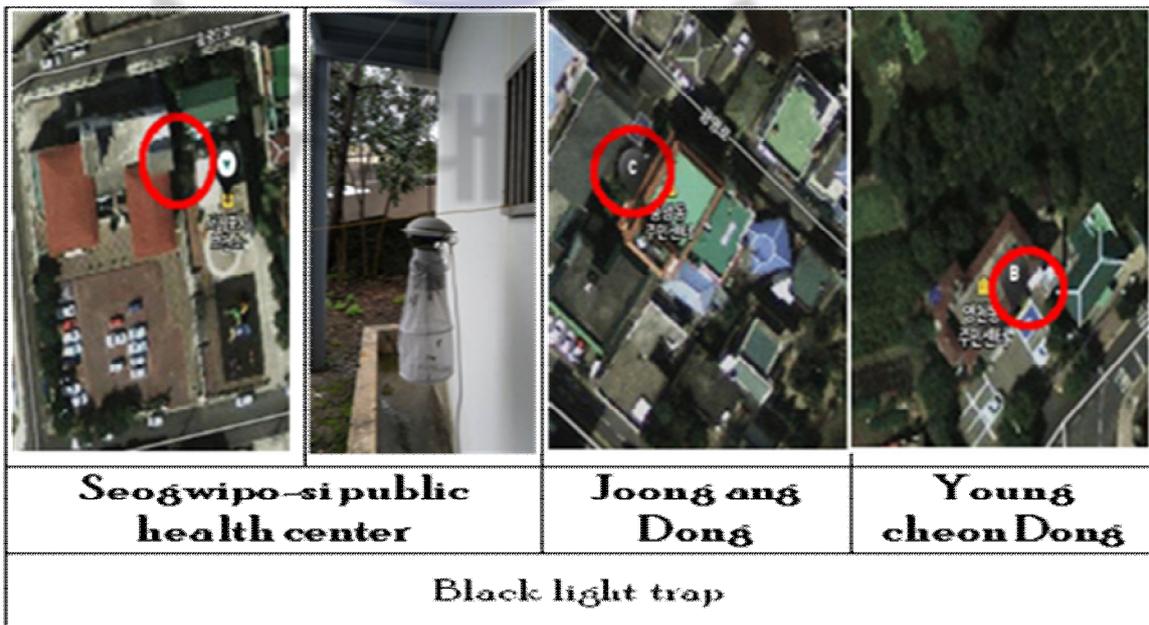


Figure 5. 제주도 서귀포시 모기 채집 지점.

○, 트랩설치 위치 표시. BG Sentinel trap, 포충기. Black light trap, 유문등.

## 제 2 절 분석방법

### 제 1 항 병원체 검사

#### 1. 검체 선정

2010 년 4 월부터 2010 년 11 월까지 제주도 제주시·서귀포시에서 채집된 모기들 중에 땡기열을 매개하는 *Ae. alb.* 와 웨스트나일열을 매개하는 *Cx. pip.* 를 선정하였다.

#### 2. 모기 조직 파쇄

모기를 종별로 분류하여 [17,18,20], 2 ml tube 한 개당 최대 50 마리의 모기를 넣고, Glass bead 을 이용하여 파쇄기(Mini-Bead Beater, Biospec product)로 모기 조직을 파쇄하였다. 냉장원심분리기에 상기 tubes 를 넣고 4℃, 13000rpm 에서 1 분간 원심 분리하여 조직찌꺼기 등 불순물이 섞이지 않도록 조심하여 상층액 140  $\mu$ l 을 덜어 1.5 ml tube 에 넣은 다음 RNA 를 추출하였다. 남은 파쇄액은 즉시 -70 °C 냉동고에 보존하였다. [13,21]

#### 3. RNA (Ribonucleic acid) 추출

혈청, 뇌척수액, 바이러스 배양액 등에서 바이러스 RNA 를 추출하는 QIAmp Viral RNA Mini kit 를 사용(QIAGEN, 52904)하여 모기의 RNA 추출하였다.

#### 4. RT- RCR (Reverse transcriptase-polymerase chain reaction) Typing

iNNOPLEX™ YFV/DENV Real -time RT PCR Typing kit (iNtRON, IP10132)는 황열 바이러스(Yellow fever virus, YFV), 뎅기열 바이러스 (Dengue fever virus, DENV)을 실시간으로 검출할 수 있으며, 역전사(Reverse transcriptase, RT) 및 중합효소연쇄반응 (polymerase chain- reaction, PCR) 을 이용하여 목적 유전자를 직접적으로 증폭하고 이를 실시간으로 검출함으로써 검체 내의 각각의 바이러스의 존재 유무를 신속하고 정확하게 검사한다. 뎅기열을 매개하는 *Ae. alb.* 의 RNA 의 바이러스 존재 유무를 확인하기 위해 사용하였다.

또한 iNNOPLEX™ JEV/WNV Real -time RT PCR Typing kit(iNtRON, IP10131)는 일본뇌염(Japanese encephalitis virus, JEV), 웨스트나일 바이러스 (West Nile virus, WNV) 등의 신경계 바이러스를 실시간으로 검출할 수 있으며, 웨스트나일열을 매개하는 *Cx. pip.* 의 RNA 의 바이러스 존재 유무를 확인하기 위해 사용하였다.

PCR tube 에 One-Step RT PCR Premix 8  $\mu$ l, Detection Solution 7  $\mu$ l 및 검체로 부터 추출한 RNA 5  $\mu$ g 첨가하여 20  $\mu$ l가 되도록 한다.

RT-PCR 조건은 다음과 같다. 45°C 에서 30 분, 95°C 에서 10 분간 RT step 을 거치고, 45 cycle 의 denaturation 95°C 에서 15 초, annealing 48°C에서 30 초간 PCR step 을 수행하였다. [13,21,38,39]

## 제 2 항 모기 채집장소 기후변화 분석

### 1. 데이터 준비

2010 년 4 월부터 2011 년 4 월까지 지점별 채집한 일별 모기 개체수 데이터와 모기 채집일을 기점으로 하여 7 일간, 30 일간의 강수량과 평균기온, 최저·최고기온을 제주지방기상청의 자료를 토대로 준비하였다.

### 2. 분석방법

일본 나가사키대학 열대의학연구소 (Institute of Tropical Medicine, Nagasaki University)에서 Generalized linear mixed model (GLMM)을 이용하여 통계분석을 하였다.

## 제 3 항 계통수 분석

### 1. 시료 선정

2010 년 4 월부터 2011 년 4 월까지 제주도 제주시·서귀포시에서 채집된 *Ae. alb.*의 DNA 사용하였다.

## 2. 중합효소연쇄반응에 의한 *Ae. alb.* 유전자 증폭

*Ae. alb.* 의 cDNA 에 있는 3 가지의 냄새 결합 단백질(Insect odorant-binding proteins, OBPs)중 유전자 발현이 가장 좋은 OBP67 를 이용하여 유전자 식별실험을 진행하였으며, AalbOBP67 for (5' - CGAGCCGTTCCAAATCGAAACCACCAGC - 3') 와 AalbOBP 67rev (5' - CAAGGACCAATATGGAGAAGAGGATACTACAGCCGCTC - 3')을 이용하였다.[35]

중합효소연쇄반응 반응액은 2 단위의 Taq polymerase, 10 mM dNTP, 10 mM Tris-HCl (pH 8.3), 1.5 mM MgCl<sub>2</sub> 을 포함하는 AccuPower PCR PreMix (Bioneer, Korea)을 이용하였고, DNA 4 µg, primer AalbOBP67for, AalbOBP67rev 각각 20 pmol 넣고, 증류수를 최종 부피가 24 µl 되도록 첨가하여 혼합물을 만들었다.

중합효소연쇄반응은 first denature 95°C로 5 분, 34 cycle 로 denaturation 95°C 30 초, annealing 68°C 30 초 extention 72°C 1 분, final extention 72°C 5 분으로 수행하였다. (Model 9600 thermocycler, Perkin-Elmer cetus). [35] 중합효소연쇄반응 후, 1.5% agarose gel 에 전기영동 하여 200~300 bp 의 반응산물을 확인하였다.

## 3. 중합효소연쇄반응 산물의 정제

1.5% gel 에 전기영동 후, *Ae. alb.* 유전자 산물 부위의 젤을 자른 다음 새로운 tube 에 옮겨 DNA 을 추출 및 분리하였다. DNA 추출 및 정제는 Qiaex (Qiagen, Germany) system 을 이용하였다. Gel solubilizing solution QX1 500 µl 을 gel 을 포함한 tube 에 첨가한 후 50°C에 15 분간 방치하여 gel 을 완전히 녹였다. 그 후 gel bead 를 10 µl 을 첨가하여 완전히 섞은 후에 50°C에 10 분간 방치하였다. 그 사이 2 분

간격으로 tube 를 10 초씩 vortex 를 수행하여 bead 가 골고루 퍼지도록 하였다. 이 후 QX1 으로 1 번, QF 로 2 번 세척한 후 45°C에서 10 분간 말린 후 TE buffer 20  $\mu$ l 로 DNA 을 회수하였다.

#### 4. 유전자 염기서열과 계통수 분석

ABI prism™ Bigdye™ terminator cycle sequencing Ready reaction kit V.3.1(Fluorescent dye terminators method)를 사용하여 sequencing reaction 한 다음, Millipore 사 제품 Montage dye remove kit 사용하여 sequencing product purification 하고, 마지막으로 ABI 3730XL capillary DNA Sequencer 로 sequencing product running 한 후 염기서열을 확인 하였고, DNASTAR 의 MegAlign 4.03 7993-1999 프로그램을 통해서 염기서열들을 정리한 후, MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) ver. 4 를 이용하여 계통분석을 진행하였다. [43]

## 제 3 장 결 과

### 제 1 절 모기 채집 현황

2010 년 4 월부터 2011 년 4 월까지 제주도 남부와 북부의 9 곳에서 채집된 매개체들의 분포를 살펴보면, 제주시에서는 빨간집모기(*Culex pipiens*, *Cx. pip.*), 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*), 큰검정들모기(*Armigeres subalbatus*, *Ar. sub.*), 토고숲모기(*Aedes togoi*, *Ae. tog.*), 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*, *An. sin.*), 한국숲모기(*Aedes koreicus*, *Ae. kor.*)가 출현하였다. (Figure 6)

채집된 모기 중 84.66%가 *Cx. pip* 이며, 11.29% 가 *Ae. alb.* 이다. 그밖에 2.12% *Ar.sub.*, 1.53% *Ae. tog.*, 0.27% *An. sin.*, 0.14% *Ae. kor.* 로 채집되었다.

서귀포시에서는 빨간집모기, 흰줄숲모기, 토고숲모기, 중국얼룩날개모기, 반점날개집모기(*Culex bitaeniorhynchus*, *Cx. bit.*), 큰검정들모기, 한국숲모기가 출현하였다. (Figure 7) 채집된 모기 중 85.88% 가 *Cx. pip.* 이며, 8.22% 가 *Ae. alb.* 이다. 그밖에 4% *Ae. tog.*, 1.27% *An. Sin.*, 0.57% *Cx. bit.*, 0.03% *Ar. sub.*, *Ae. kor.* 로 채집되었다.

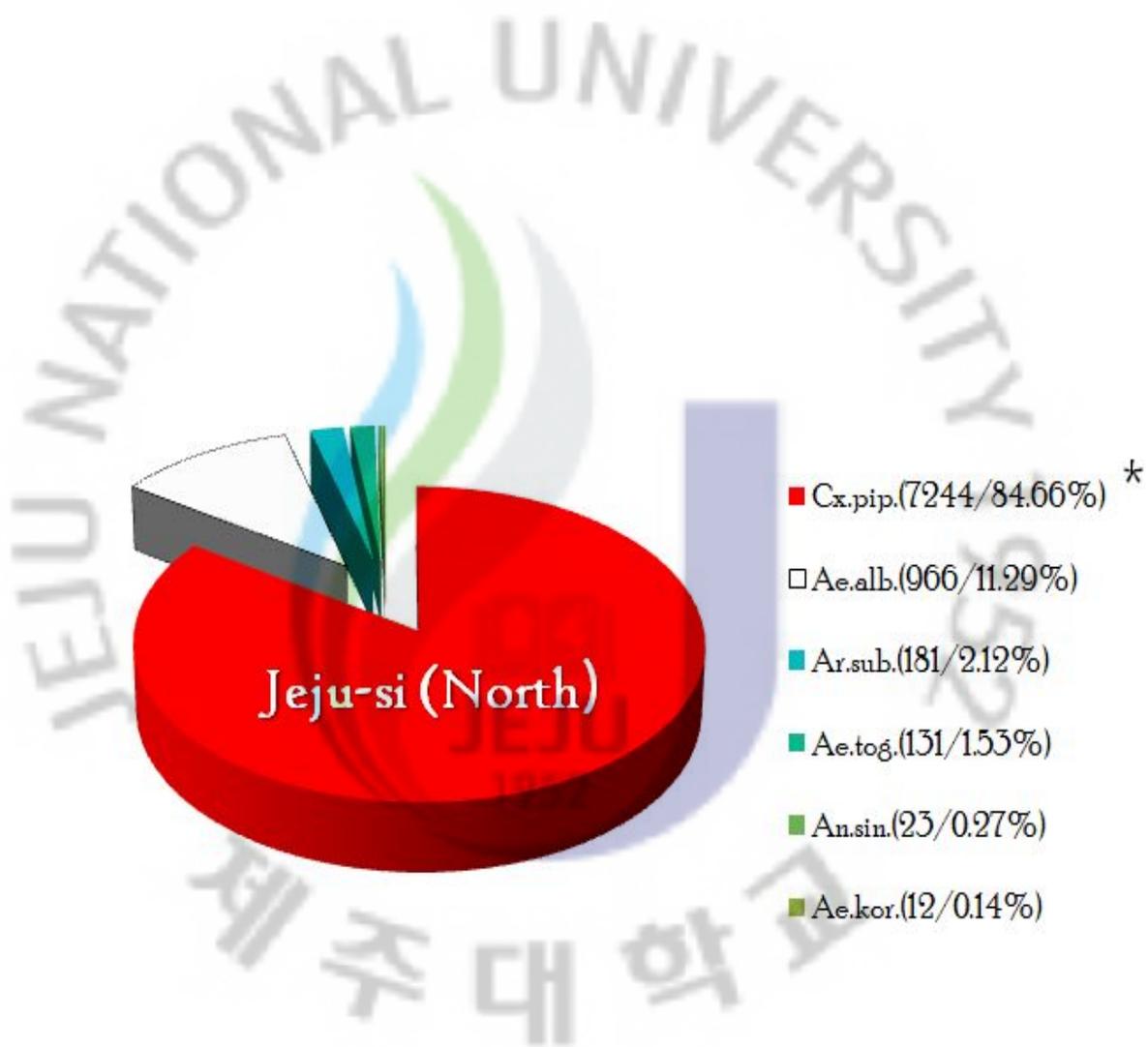


Figure 6. 제주도 제주시 모기 출현분포도.

빨간집모기(*Cx. pip.*), 흰줄숲모기(*Ae. alb.*), 큰검정들모기(*Ar. sub.*), 토고숲모기(*Ae. tog.*), 중국얼룩날개모기(*An. sin.*), 한국숲모기(*Ae. kor.*). \*(개체수/ 비율(%)).

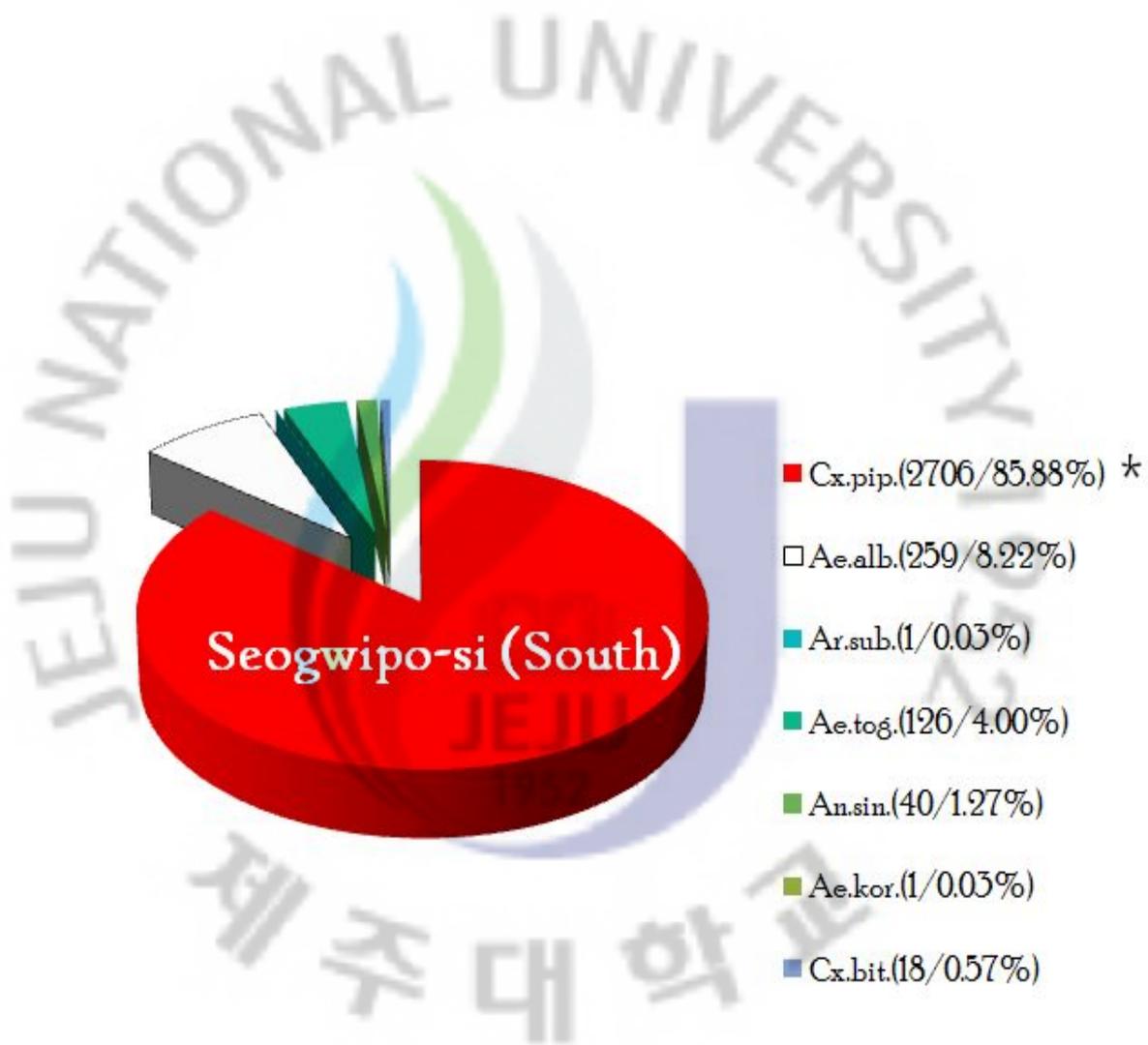


Figure 7. 제주도 서귀포시 모기 출현분포도.

빨간집모기(*Cx. pip.*), 흰줄숲모기(*Ae. alb.*), 큰검정들모기(*Ar. sub.*), 토고숲모기(*Ae. tog.*), 중국얼룩날개모기(*An. sin.*), 한국숲모기(*Ae. kor.*), 반점날개집모기(*Cx. bit.* ) .\*(개체수/비율(%)).

## 제 1 항 흰줄숲모기 (*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*) 채집현황

흰줄숲모기(*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*) 의 정식 명칭은 오리엔탈 타이거 모스quito (Oriental Tiger mosquito)이며, 몸길이 약 4.5mm, 날개길이 약 3.2mm 의 이 모기는 각 다리의 넓적다리마다 끝 부위가 희고 등쪽은 검정 비늘로 덮였다. 종아리마디는 전체가 검고 앞다리와 가운데 다리 의 첫째 및 둘째 발목마다 끝 부위의 가장자리에 흰띠를 둘렀다. 유충은 산간지대의 나무구멍, 대나무 그루터기, 그리고 제주에서는 인가 주변 권 물에서 발견된다.

주로 낮에 동물 및 사람의 피를 빨며, 숲에서 모기기둥을 이루는 경우가 있다. 감염성 발진성 열병인 뎅기열을 일으키는 바이러스를 전달하는 매개체이며 한국, 일본, 타이완, 프랑스 등지에 널리 분포한다. 또한 *Ae. alb.* 는 기온 20 도 이상, 강우량이 150 mm 이상일 때 번식력이 높고, 기온 14.5 도 이하에서는 알이 발견되지 않는 것으로 월동을 하지 않아, 겨울에는 발견되지 않는다.

제주도에서 2010 년 4 월부터 2011 년 4 월까지 지점별로 채집된 *Ae. alb.* 의 분포를 살펴보면 제주시 제주 항에서 많은 개체수를 보였으며 반면, 서귀포 보건소, 영천동에서는 낮은 개체수를 보였다. (Figure 8)

월별로 분류한 *Ae. alb.* 의 분포를 살펴보면, 제주시에는 *Ae. alb.* 가 6 월부터 출현하기 시작하여, 8 월에 정점을 이루고, 10 월에 현저히 감소하여, 11 월부터 그 다음해까지 출현하지 않았다. (Figure 9)

서귀포시에서는 제주시보다 앞선 5 월부터 출현하기 시작하여 9 월까지 서서히 증가되면서, 10 월부터 감소하기 시작하여, 제주시와 다르게 11 월까지 적은 수지만 모기가 출현하였으며, 12 월부터 그 다음해까지 출현하지 않았다. (Figure 9)

### Collection of *Aedes albopictus*(*Ae.alb.*) population

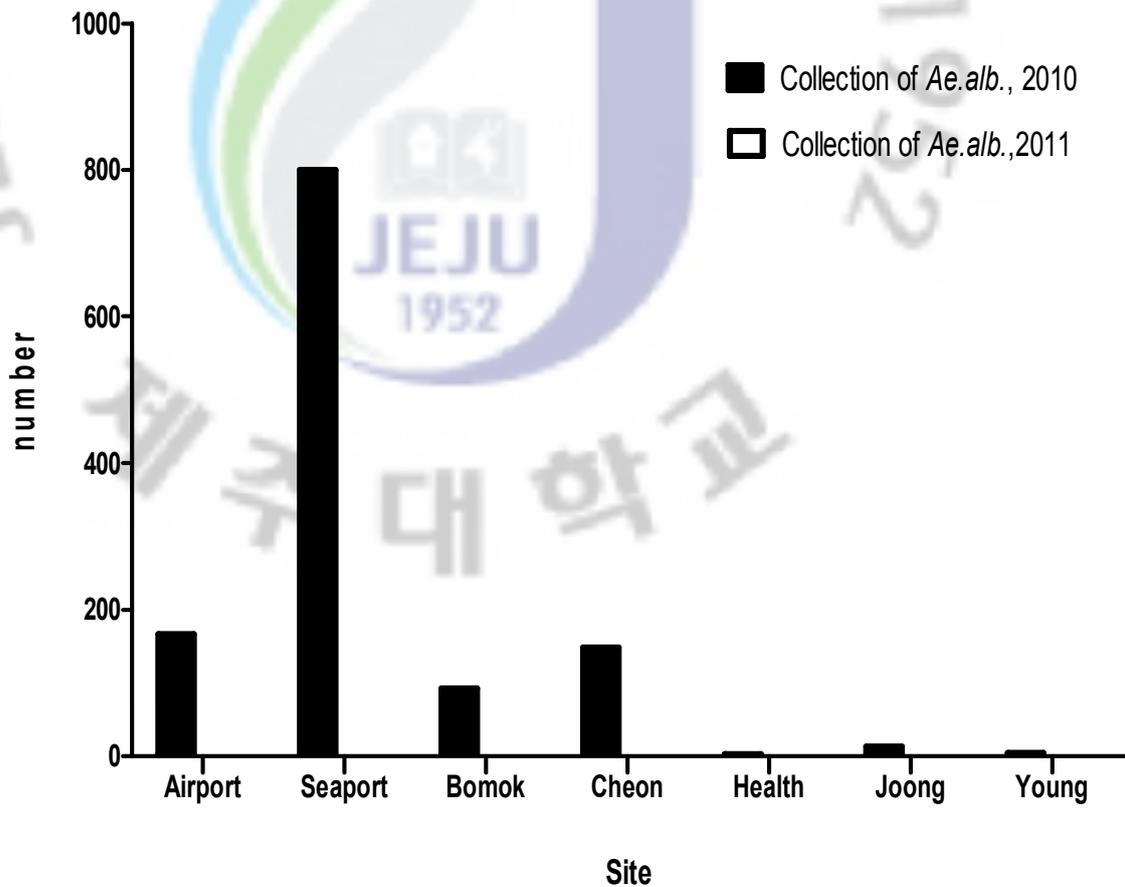


Figure 8. 흰줄숲모기 (*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*) 채집 지점별 개체수 현황 그래프.

Airpot, 제주국제공항. Seaport, 제주항. Bomok, 보목동. Cheon, 천지연. Health, 서귀포시

보건소. Joong, 중앙동주민센터. Young, 영천동주민센터. \* 2010년 4월부터 12월까지

채집된 *Ae. alb.* 개체수, \*\* 2011년 1월부터 4월까지 채집된 *Ae. alb.* 개체수.

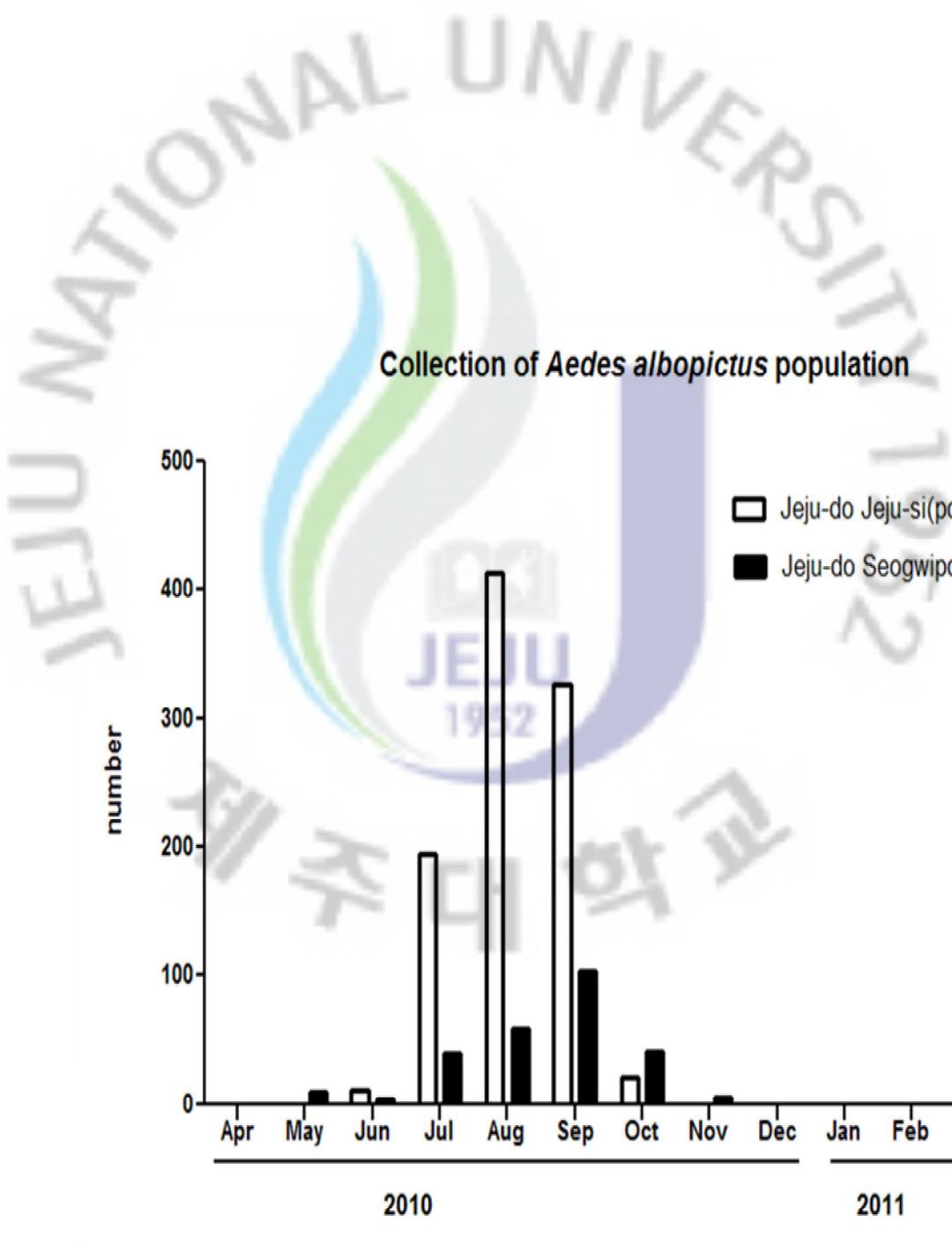


Figure 9. 흰줄숲모기 (*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*) 월별 채집 현황 그래프.

\* 제주도 제주시 지역에서 채집된 *Ae. alb.* 총 개체수, \*\* 제주도 서귀포시 지역에서 채집된 *Ae. alb.* 총 개체수.

## 제 2 항 빨간집모기 (*Culex pipiens*, *Cx. pip.*) 채집현황

빨간집모기(*Culex pipiens*, *Cx. pip.*) 는 우리나라에서는 아직 질병을 매개하지는 않으나 흡혈로 인해 고통을 주는 대표적 종으로 하수 및 인공용기에 고인 물, 웅덩이 등 많이 오염된 물에서 서식하는 것으로 알려져 있다. 서식지가 도시화되면서 인간과 가장 밀접한 종으로 알려져 있다. 최근 북미에서 유행하고 있는 웨스트나일 바이러스(west nile virus)의 주 매개종으로 알려지면서, 국내에서도 *Cx. pip.*에 대한 주의를 기울이고 있다. 국내에서는 아직까지 웨스트나일 바이러스가 숙주 및 매개모기에서 분리되는 되지 않았지만, 도심지역에서 이 종의 밀도가 점점 높아지고 있기 때문에 방역당국을 긴장시키고 있는 것이다. [9] 최근에 기상이변과 지구의 온난화에 의한 기후대의 변화에 따라 경계지역에서 이들 종간의 교잡종의 출현으로 인하여 질병, 특히 웨스트나일 바이러스 감염증의 전파가 가속될 수 있다는 연구결과가 보고 되었다. [27].

제주도에서 2010년 4월부터 2011년 4월까지 지점별로 채집된 *Cx. pip.*의 분포를 살펴보면, *Ae. alb.*와 같이 제주시 제주 항에서 많은 개체수를 보였으며 반면, 보목동에서 낮은 개체수를 보였다. (Figure 10) 월별로 분류한 *Cx. pip.*의 분포를 살펴보면, 제주시에는 4월부터 출현하기 시작하여 7월에 정점을 이루고, 11월부터 감소하기 시작하여 12월에 적은 수지만 출현하였으며, 12월부터 그 다음해 3월까지 출현하지 않다가 4월부터 다시 출현하기 시작하였다. (Figure 11)

서귀포시에는 제주시 보다 많은 수의 모기가 4월부터 출현하였으며, 5월부터 10월까지 증가, 감소를 반복하다가 11월에 감소하기 시작하여 12월에 적은 수지만 모기가 출현하였다. 제주시보다 앞선 그 다음해 3월에 다시 출현하기 시작하였다. (Figure 11)

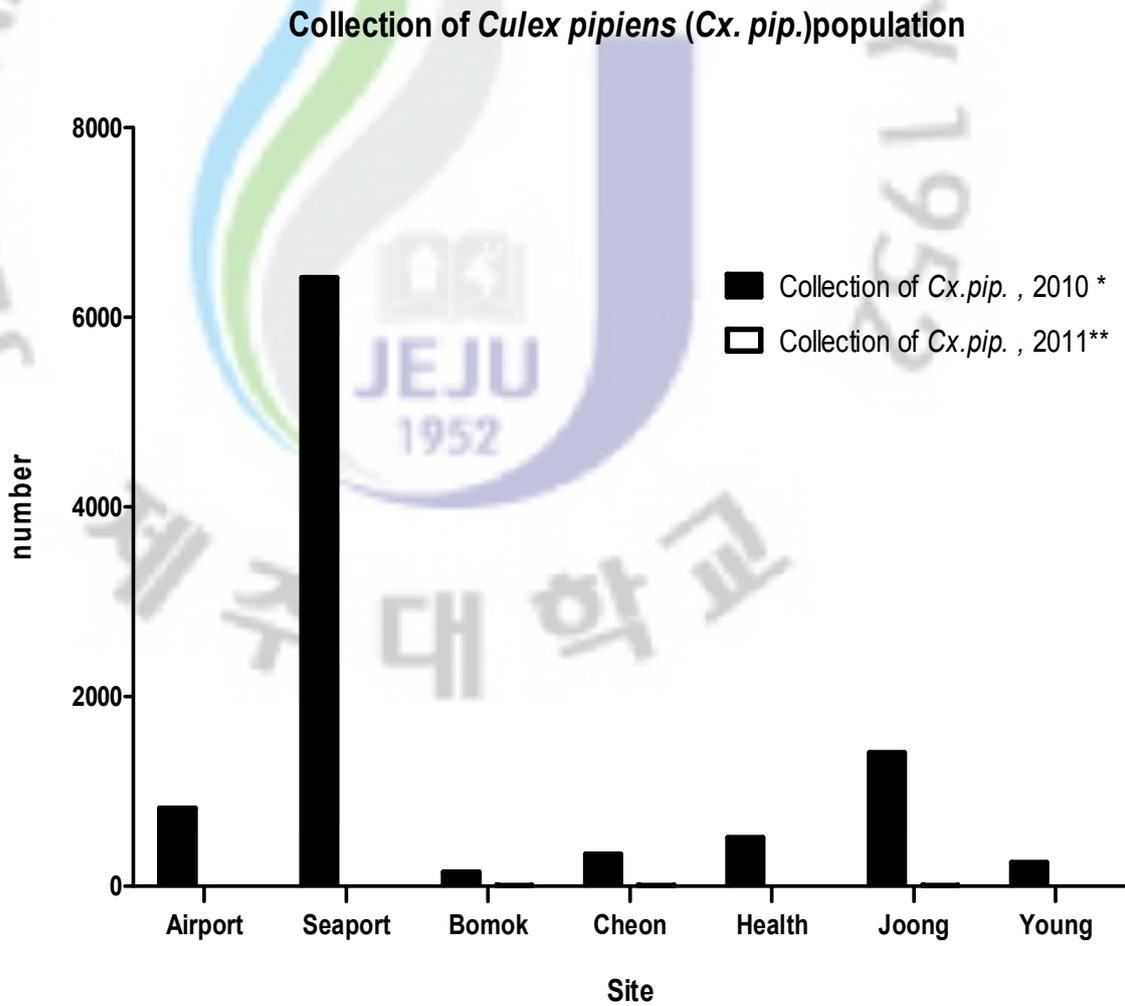
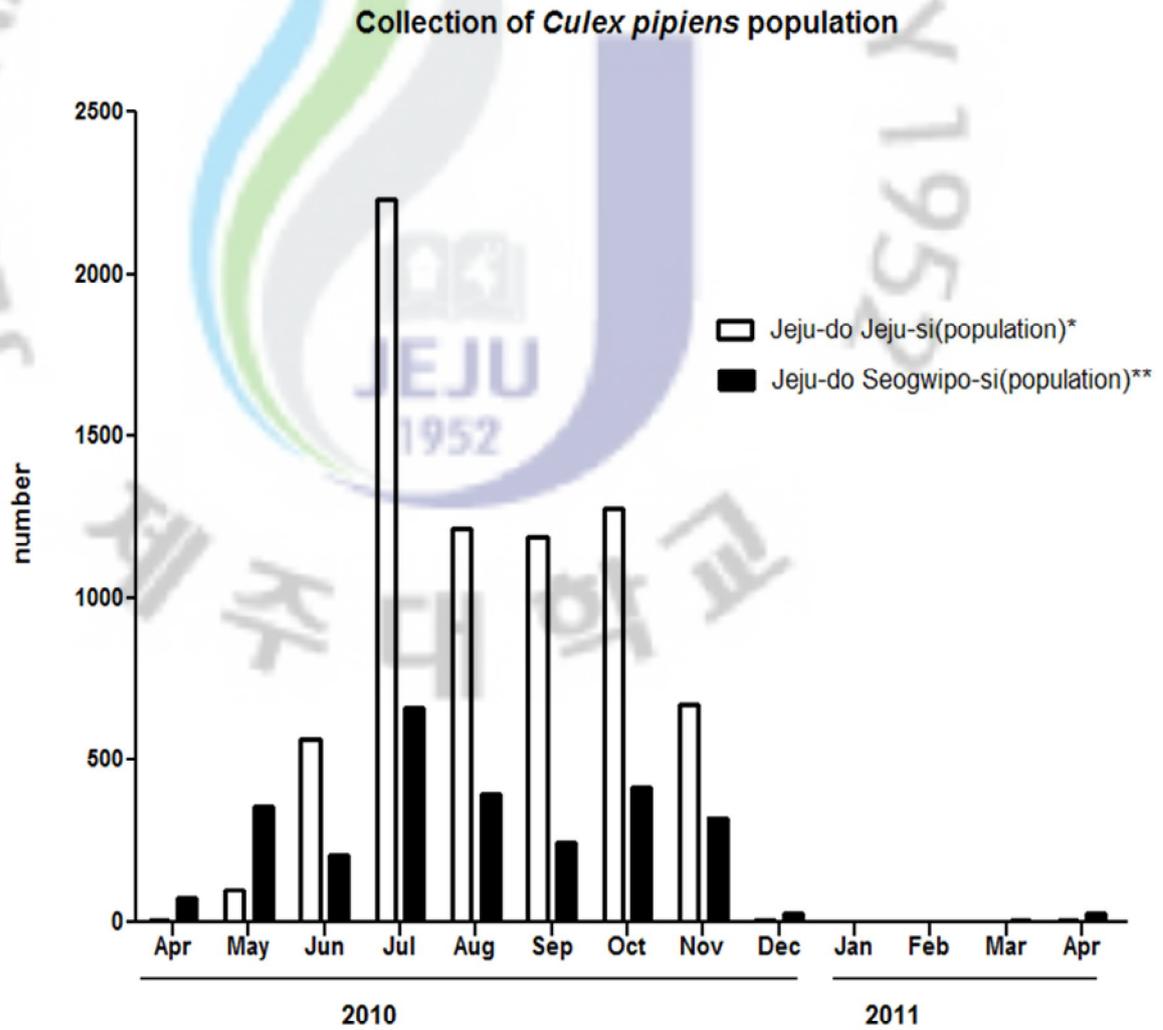


Figure 10. 빨간집모기(*Culex pipiens*, *Cx. pip.*) 채집지점별 개체수 현황 그래프.

Airpot, 제주국제공항. Seaport, 제주항. Bomok, 보목동. Cheon, 천지연. Health, 서귀포시 보건소. Joong, 중앙동주민센터. Young, 영천동주민센터. \* 2010년 4월부터 12월까지 채집된 *Cx.pip.* 개체수, \*\* 2011년 1월부터 4월까지 채집된 *Cx.pip.* 개체수.



**Figure 11. 빨간집모기 (*Culex pipiens*, *Cx. pip.*) 월별 채집 현황 그래프.**

\* 제주도 제주시 지역에서 채집된 *Cx.pip.* 총 개체수, \*\* 제주도 서귀포시 지역에서 채집된 *Cx.pip.* 총 개체수.

### 제 3 항 중국얼룩날개모기 (*Anophelinae sinensis*, *An. sin.*) 채집현황

중국얼룩날개모기(*Anophelinae sinensis*, *An. sin.*)는 말라리아를 매개하는 매개체로, 국내에 서식하는 *An.sin.*는 *Anopheles* (*Anopheles*) *hyrcanus* 그룹에 속하는 종으로 측수(palpus)의 흰 띠(pale band)의 유무와 길이에 의해 또한 날개의 맥 상에서 V6 맥의 검은색 비늘 띠의 개수, 두순의 검은색비늘 다발의 유무, 중각(mid-leg)의 midcoxa 에 흰 비늘의 개수, 그리고 알의 deck 의 폭이 좁고 넓음에 따라서 분류가 되고 있다.

*An.sin.* 는 중국, 인도, 미얀마, 태국, 말레이시아, 베트남, 대만, 일본, 한국 등 아시아 전 지역에 분포하는 종으로 우리나라에서는 1907 년에 Yamada 에 의해 처음 보고된 후 현재 8 종이 보고되어 있다. *An.sin.* 는 우리나라 전역에 분포하며, 유충의 주 서식지는 논과 관개 수로, 미나리밭, 호수, 연못, 웅덩이, 늪지, 강가 등에서 발생하는 것으로 보고되고 있다. [9]

제주도에서 2010 년 4 월에서 2011 년 4 월까지 지점별로 채집된 *An. sin.* 의 분포를 살펴 보면, *Ae. alb.* 나 *Cx. pip.* 와 달리 서귀포시 서귀포 보건소에서 많이 채집 되었다. (Figure 12)

월별로 분류한 *An. sin.* 의 분포를 살펴보면, 제주시에선 *An. sin.* 가 7 월부터 출현하기 시작하여, 8 월에 정점을 이루고 9 월부터 현저히 감소 되었고, 11 월부터 그 다음해까지 출현하지 않았다. (Figure 13)

반면 서귀포시에서 제주시보다 앞선 6 월부터 출현하기 시작하여 9 월에 정점을 이루고, 10 월부터 감소하기 시작하여 11 월부터 그 다음해까지 모기는 출현하지 않았다. (Figure 13)

Collection of *Anopheles sinensis*(*An. sin.*)population

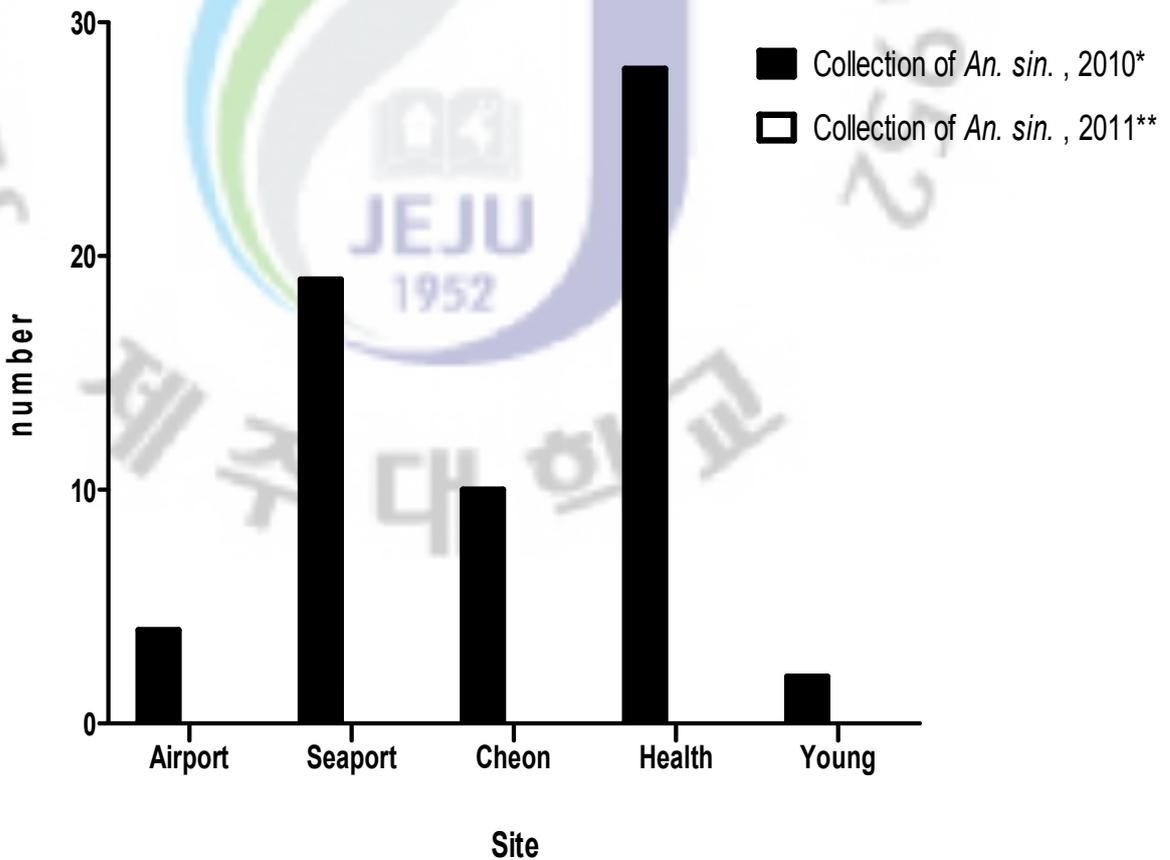
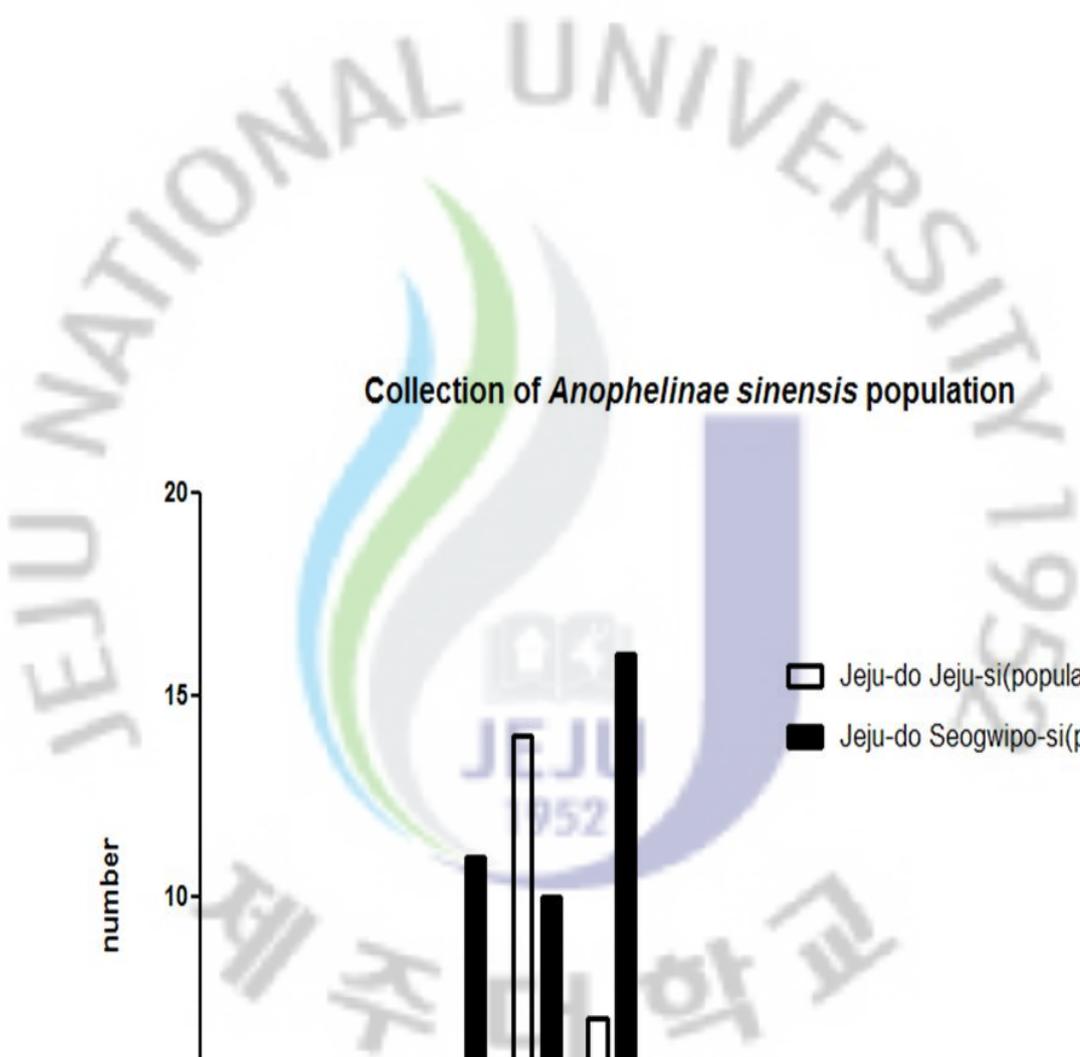


Figure 12. 중국얼룩날개모기 (*Anopheles sinensis*, *An. sin.*) 채집 지점별 개체수 현황 그래프.

Airport, 제주국제공항. Seaport, 제주항. Bomok, 보목동. Cheon, 천지연. Health, 서귀포시 보건소. Joong, 중앙동주민센터. Young, 영천동주민센터. \* 2010년 4월부터 12월까지 채집된 *An. sin.* 개체수, \*\* 2011년 1월부터 4월까지 채집된 *An. sin.* 개체수.



Collection of *Anophelinae sinensis* population

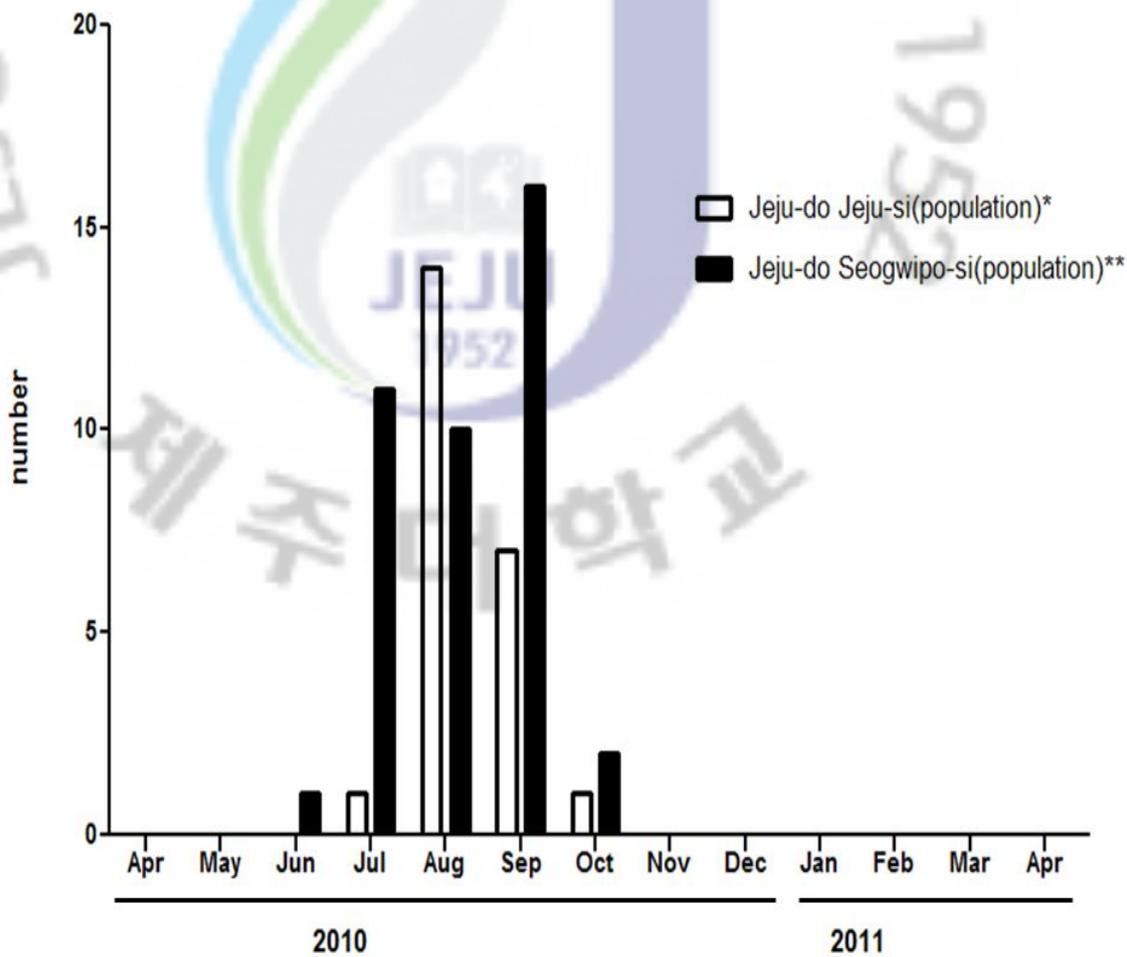


Figure 13. 중국얼룩날개모기 (*Anophelinae sinensis*, *An. sin.*) 월별 채집 현황 그래프.

\* 제주도 제주시 지역에서 채집된 *An.sin.* 총 개체수, \*\* 제주도 서귀포시 지역에서 채집된 *An.sin.* 총 개체수.

## 제 2 절 분석 결과

### 제 1 항 병원체 검사 결과

2010 년 4 월부터 11 월까지 제주도 서귀포시 지역에서 채집된 땀기열을 매개하는 *Ae. alb.* 와 웨스트나일열을 매개하는 *Cx. pip.* 에서의 병원체는 검출되지 않았다.

### 제 2 항 제주도 채집장소 기후 변화 결과

일본 나가사키대학 열대의학연구소 (Institute of Tropical Medicine, Nagasaki University) 와의 공동연구를 통해 제주지역의 채집된 *Ae. alb.*, *Cx. pip.*, *An. sin.* 들의 개체수와 채집 지점, 채집 지점의 기온과 7 일간의 강수량, 30 일간 강수량 간의 유의성을 통계적으로 분석한 결과, 지점별로 채집된 *Ae. alb.*, *Cx. pip.*, *An. sin.* 들은 강수량 보다는 기온과 유의성이 있다는 것을 알 수 있었다. (Table 2)

다시 말해 현재 제주도의 기후변화로 인해 변화된 기온이 열대 질환을 매개로 하는 모기들의 서식 환경에 적합하다는 것을 알 수 있었다.

### 제 3 항 흰줄숲모기 (*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*) 유전자 염기서열과 계통수 분석

#### 결과

흰줄숲모기(*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*)의 유전자 염기서열 분석 결과, 2010년 7월 제주국제공항, 천지연, 2010년 8월 천지연, 중앙동 주민센터, 2010년 9월 중앙동 주민센터에서 채집된 *Ae. alb.*의 유전자 11,31 부위 염기서열과 2010년 8월 영천동 주민센터에서 채집된 *Ae. alb.*의 유전자 5 부위 염기서열, 2010년 9월 보목동에서 채집된 *Ae. alb.*의 유전자 11 부위 염기서열과 11월에 보목동에서 채집된 *Ae. alb.*의 유전자 31, 40 부위 염기서열이 나머지 다른 채집 지점에서 채집된 *Ae. alb.*의 유전자 염기서열과 다르다는 것을 확인할 수 있었다. (Figure 14)

이를 토대로 *Ae. alb.*의 냄새 결합 단백질(Insect odorant-binding proteins, OBPs)을 이용하여[35], 제주도에 서식하는 *Ae. alb.*의 유전자에 대해서 계통분석을 한 결과 크게 두 가지 그룹의 존재를 확인하였다.(Figure 15)

따라서 제주도에 서식하는 *Ae. alb.*는 공항이나 항으로 유입 되는 해외 유입종과 서귀포의 숲 지역에 서식하는 국내토착종이 존재할 가능성이 있다.

**Table 2.** 기후변화 매개체 모기의 개체수와 채집 장소, 7일간의 강수량, 30일간의 강수량, 기온간의 유의성 분석

Species	Site	7 day rain	30 day rain	Minimum temperature
<i>Ae.alb.</i>	<0.001	NS*	NS	<0.001
<i>An.sin.</i>	<0.001	NS	NS	<0.001
<i>Cx.pip.</i>	<0.001	NS	NS	<0.001

*Ae.alb.*, 흰줄숲모기. *An.sin.*, 중국얼룩날개모기. *Cx.pip.*, 빨간집모기.

\*NS , not significant.

Collection of site *	Amino acid sequences	
		
	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	10 20 30 40 50 60 70
10-05-Cheon (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-06-Airport-1 (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-06-Bomok (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-06-Cheon (3).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-06-Seaport-1 (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-06-Seaport-2 (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-07-Airport-1 (2).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-07-Airport-2 (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-07-Bomok (2).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-07-Cheon (4).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-07-Joong (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-07-Seaport-1 (4).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-07-Seaport-2 (2).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Airport-1 (7).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Bomok (3).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Cheon (8).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Health (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Joong (5).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Seaport-1 (10).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Seaport-2 (4).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-08-Young (1).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Airport-1 (11).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Airport-2 (2).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Bomok (7).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Cheon (12).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Joong (8).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Seaport-1 (17).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Seaport-2 (7).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-09-Young (4).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-10-Airport-1 (17).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-10-Airport-2 (5).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-10-Bomok (10).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-10-Cheon (15).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-10-Health (2).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-10-Seaport-1 (24).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-10-Seaport-2 (10).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-11-Bomok (12).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-11-Cheon (19).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	
10-06 Seaport-1 (3).seq	TSVAIQPLSNKEAPEETCFMWHFTSVHSCLYQGILRYSQDCCTLHQDSSLHSGERNES3GCSILFSILVL	

Figure 14. 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*) 의 냄새결합단백질 (Insect odorant-binding proteins; OBPs)를 이용한 유전자 염기서열.

Airpot-1, 제주국제공항청사. Airpot-2 제주국제공항공사. Seaport-1, 제주항 해양관리단. Seaport-1, 제주항 제 2 부두. Bomok, 보목동. Cheon, 천지연. Health, 서귀포시보건소. Joong, 중앙동주민센터. Young, 영천동 주민센터. \* 채집지점날짜(년-월-채집장소(월별 순서)), □, 염기서열 변화 부분 표시.



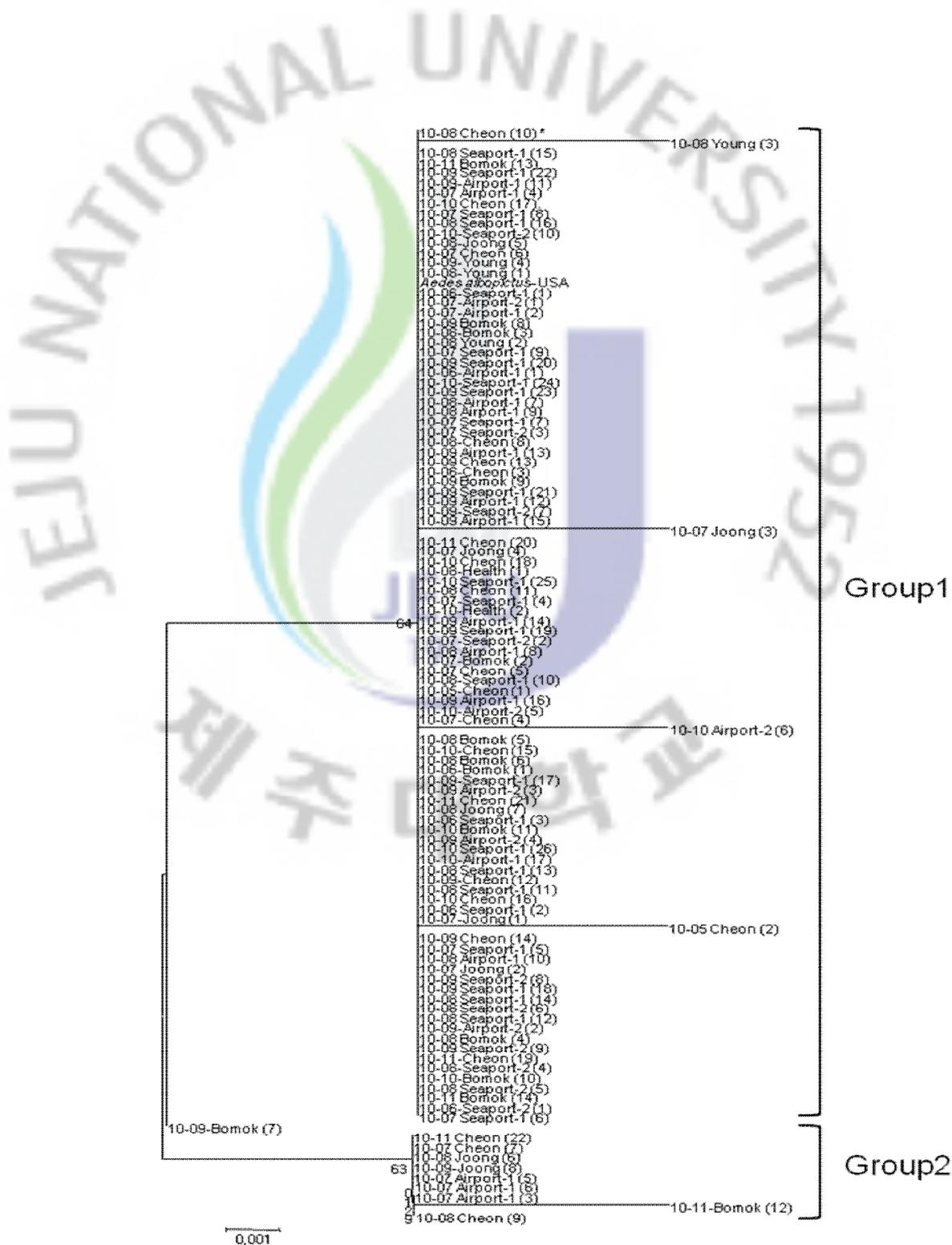


Figure 15. 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*) 의 계통수 분석.

Airpot-1, 제주국제공항청사. Airpot-2 제주국제공항공사. Seaport-1, 제주항 해양관리단. Seaport-1, 제주항 제 2 부두. Bomok, 보목동. Cheon, 천지연. Health, 서귀포시보건소. Joong, 중앙동주민센터. Young, 영천동주민센터. \* 채집지점날짜(년-월-채집장소(월별 순서)).

## 제 4 장 결론 및 고찰

최근 지구 온난화에 따른 환경변화로 인하여 여름은 물론, 겨울철에도 기온상승과 지역에 따라 강수량 증가로 인해 모기의 발생은 앞 당겨지고 있고, 겨울철에도 죽지 않고 출현하고 있다. 제주도 서귀포지역에 경우 년 평균 기온의 상승으로 인하여 기후변화 매개체인 모기의 출현이 제주시, 영남, 호남 지역보다 앞선 4 월부터 모기가 출현하였으며, 겨울철인 12 월까지 모기가 출현하고 있다.[6] 이렇게 겨울철에도 기온이 상승되어 모기의 발생과 모기의 흡혈활동 증가되고 있으며 모기에 따른 피해도 계속 늘어나고 있다.

본 연구를 통해 제주도에서 2010 년 4 월부터 11 월까지 채집된 모기 중에서 뎅기열 바이러스를 매개하는 흰줄숲모기 (*Aedes albopictus*, *Ae. alb.*) 와 웨스트나일 바이러스를 매개하는 빨간집모기(*Culex pipiens*, *Cx. pip.*) 대상으로 병원체 검사를 한 결과, 아직 병원체는 검출이 되지 않았지만, 기후변화로 인한 기온상승은 특히 온난지방에 급격한 변화를 초래할 것으로 예측되기 때문에, 뎅기바이러스의 매개체인 *Ae.alb.* 의 분포가 확대될 것으로 예상되며[11], 이로 인하여 뎅기바이러스 감염 확산에 우려가 되며, 제주도도 더 이상 뎅기열과 같은 열대 풍토병의 안전지대가 아님을 알아야 할 것이다.

또한 일본 나가사키대학의 열대 의학연구소와 공동 연구를 통하여 제주지역의 채집된 모기 개체수와 채집 지점, 제주도의 기온·강수량 간의 유의성을 통계적으로 분석한 결과에 따르면, 채집된 모기들은 기온과 유의성을 보였으며, 강수량과는 유의성을 보이지 않았다.

따라서 현재 제주도의 기후변화로 인해 변화된 기온이 감염성질환을 전파하는 곤충매개체인 모기들의 서식 환경에 적합하다는 것을 알 수 있었다.

마지막으로 제주도에 서식하는 텅기열을 매개하는 *Ae. alb.* 의 냄새결합단백질 (Insect odorant-binding proteins, OBPs) 유전자를 이용하여[35] 계통분석을 한 결과, 크게 두 가지 그룹의 존재를 확인 하였으며, 제주도에 서식하는 *Ae. alb.* 는 공항이나 항으로 유입 되는 해외 유입종과 서귀포의 숲 지역에 서식하는 국내 토착종이 존재할 가능성이 있다고 생각된다.

아직 본 연구결과들은 확정할 수 없으나, 앞으로 제주도에서의 기후변화와 매개체 및 질환에 대한 체계적인 조사, 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

## 참고 문헌

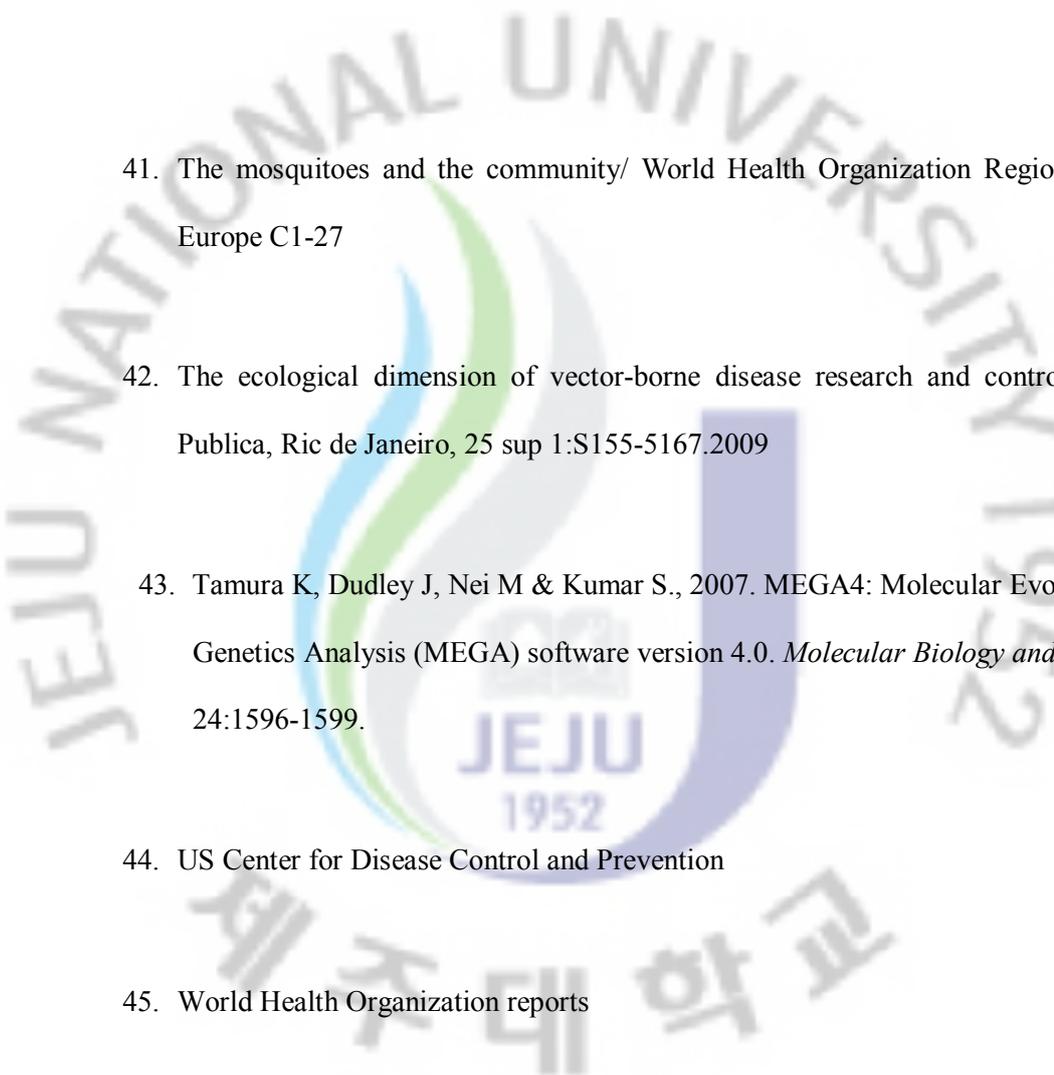
1. 권역별 기후변화매개체 감시 거점센터 운영/ 질병관리본부 곤충매개과. 2010
2. 권명희 외. 라이프 사이언스 2006/ 미생물의 도전. p. 194-227, 2006
3. CCiC 기후변화정보센터(CLIMATE CHANGE INFORMATION CENTER)
4. 백영한. 해외유입전염병/ 국립보건원 해외유입전염병센터. p.5-23, 1996
5. 장재연 외. 기후변화에 따른 건강피해 모니터링 및 위험인구 감소전략 개발연구/ 보건복지부. 2008
6. 2010 전염병관리 컨퍼런스 /보건복지부/질병관리본부. 2010
7. 정혜성 외. 곤충세포유래 생명공학제품의 바이러스 제거 검증을 위한 모델 바이러스로서의 일본뇌염 바이러스 정량. 대한 미생물학회 *Journal of Bacteriology and Virology*. 2002(32) p.187-194
8. 조수남. Climate change and human health: Impact and adaptation strategies in the Republic of Korea/ 질병관리본부 전염병대응센터 전염병관리과 기후변화대응 TF.

9. 주요전염병 매개모기 방제관리지침/ 보건복지부 질병관리본부. KCDC 06-31, 2006
10. 지구온난화와 모기매개성 감염증/ 환경관리연구소 첨단환경기술. 2009
11. 한반도 기후환경변화에 따른 건강위험대응기술개발 기획/보건복지부. 2011
12. 한반도 기후변화영향평가 및 적응프로그램 마련/환경부. 2003
13. Manual for Laboratory Diagnosis of Flavivirus Infection/ 질병관리본부 국립보건원. 2009(1351159-000035-01)
14. H.K. Hong, Pictorial Key to the Species of Mosquitoes in Korea/ Report of NIH Korea Vol 19. 351-379, 1982
15. Hitoshi Kawada et al. Nationwide investigation of the Pyrethroid susceptibility of Mosquito Larvae Collected from Used Tires in Vietnam /PLOS NEGLECTED TROPICAL DISEASES March 2009/ Volume. 3 /issue 3 e391 /
16. Hitoshi Kawada et al. Widespread Distribution of a Newly Found Point Mutation in Voltage- Gated Sodium Channel in Pyrethroid-Resistant *Aedes aegypti* Population in Vietnam./ PLOS NEGLECTED TROPICAL DISEASES October 2009/ Volume. 3 /issue 10/ e0000527

17. Kim, Heung chul et al. New Records and Reference Collection of Mosquitoes(Diptera: Culicidae )on Jeju Island, Republic of Korea/ ENTOMOLOGICAL RESEARCH vol.35, No 1, pp 55-66, March 2005
18. Lee, Kwan Woo et al., 2001. A revision of the illustrated Taxonomic Keys to genera and species of Female Mosquitoes of Korea.(Diptera: Culicidae).
19. Okuno, T., Mitchell, C.J., Chen, P.S., Hsu, S., Ryu, E., 1975. Experimental transmission of Japanese encephalitis virus by *Culex tritaeniorhynchus* and *C. fuscocephalus*. Ann. Trop. Med. Parasitol. 69, 203–206.
20. REE,Han-II, Taxonomic Review and Revised Keys of the Korean Mosquitoes (Diptera: Culicidae)/ KOREAN JOURNAL OF ENTOMOLOGY Vol 33, No.1, pp 39- 52, March 2003
21. Young Eui Jeong et al. Development and field evaluation of a nested RT-PCR kit for detecting Japanese encephalitis virus in mosquitoes./ Journal of Virological Methods 171 (2011)248-252
22. Andrew K.Githeko et al. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis / Bulletin of the World Health Organization,2000,78(9)
23. Burke, D.S., Leake, C.J., 1988. Japanese encephalitis. In: Monath, T.P. (Ed.), The *Arboviruses: Epidemiology and Ecology*, vol. III. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 63–92.

24. Climate change and waterborne and vector-borne disease, Journal of Applied Microbiology 2003, 94, 37S-46S
25. Dr Scott B Halstead MD. Dengue/ Lancet 2007: 370:1644-52
26. Erlanger, T.E., Weiss, S., Keiser, J., Utzinger, J., Wiedenmayer, K., 2009. Past, present, and future of Japanese encephalitis. Emerg. Infect. Dis. 15, 1-7.
27. Fonseca, D.M., Keyghobadi, N., Malcolm, C.A., Mehmet, C., Schaffner, F., Mogi, M., Fleischer, R.C., Wilkerson, R.C., 2004. Emerging vectors in the *Culex pipiens* complex. Science 303, 1535-1538.
28. Gubler DJ, 1998a Resurgent Vector-Borne Diseases as a Global Health Problem. Emerging Infectious Diseases 1998;4:442-450
29. Hammon, W.M., Rees, D.M., et al., 1949. Experimental transmission of Japanese B encephalitis virus by *Culex tritaeniorhynchus* and *Culex pipiens* var. *pallens*, suspected natural vectors. Am. J. Hyg. 50, 46-50.
30. IPCC 2007 report
31. Komar, N., 2003. West Nile virus: epidemiology and ecology in North America. Adv. Virus Res. 61, 185-234
32. Lindsay, S.W. and M.H. Birley, 1996, Climate change and malaria transmission, Annals of Tropical Medicine and Parasitology, 90(6): 573-588

33. Mitchell, C.J., Chen, P.S., Boreham, P.F., 1973. Host-feeding patterns and behaviour of 4 *Culex* species in an endemic area of Japanese encephalitis. Bull. World Health Org. 49, 293–299
34. Pathogenic *flaviviruses*, Lancet 2008; 371:500-509
35. PETER ARMBRUSTER, et al., 2009. Identification of Genes Encoding Atypical Odorant-Binding Proteins in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae)/ J. Med. Entomol. 46(2): 271–280
36. R.S. Kovats et al., 2001. Early effects of climate change: do they include changes in vector-borne disease? / THE ROYAL SOCIETY doi 10.1098/rstb. 2001.0894
37. Reisen, W.K., Boreham, P.F., 1979. Host selection patterns of some Pakistan mosquitoes. Am. J. Trop. Med. Hyg. 28, 408–421.
38. Steven B. Kleiboeker. Applications of Competitor RNA in Diagnostic Reverse Transcription-PCR. /J Clin Microbiol. 2003 May; 41(5): 2055–2061.
39. Shera Chaterji et al., 2011. Evaluation of the NS1 Rapid Test and the WHO Dengue Classification Schemes for Use as Bedside Diagnosis of Acute Dengue Fever in Adults . Am. J. Trop. Med. Hyg., 84(2), pp. 224–228
40. Scott C. Weaver et al. Present and future arboviral threats /Elsevier Antiviral Research Volume 85, Issue 2, February 2010, Pages 328-345

- 
41. The mosquitoes and the community/ World Health Organization Regional Office for Europe C1-27
42. The ecological dimension of vector-borne disease research and control *Cad. Saude Publica, Ric de Janeiro*, 25 sup 1:S155-5167.2009
43. Tamura K, Dudley J, Nei M & Kumar S., 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24:1596-1599.
44. US Center for Disease Control and Prevention
45. World Health Organization reports
46. Vinogradova, E.B., 2000. *Culex pipiens pipiens* Mosquitoes: Taxonomy, Distribution, Physiology, Genetics, Applied Importance and Control. Pensoft, Moscow, Russia.

## 감사의 글

논문을 마치고, ‘감사의 글’을 접하고 보니, 2 년간의 대학원 생활이 주마등처럼 떠오릅니다. 2 년이란 대학원 생활을 통하여, 일생을 보냄에 있어 피가 되고 살이 되는 좋은 경험을 많이 하였고, 많은 분들의 따뜻한 관심과 애정 어린 질책 속에 또 다시 한 층 성숙해질 수 있었습니다. 그 만큼 제 인생 전체를 볼 때 가장 큰 발전과 발돋움의 기간이었습니다. 이렇게 변화할 수 있게 도와주신 제 주위에 모든 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

먼저, 연구와 강의로 바쁘신 가운데도 논문의 완성되기까지 인도해 주시고, 연구 방향에 대하여 넓은 안목으로 키워주시며 지도해주신 이근화교수님께 깊은 감사의 말씀을 전하고 싶습니다.

또한 제 논문의 부족함을 지적해 주신 고영상교수님, 미나카와교수님께도 감사를 드립니다. 그리고 환경보건센터 일을 하면서 대학원 공부를 하기가 쉽지 않았는데 그 때 마다 많은 양해를 해주신 홍성철교수님, 김수영교수님께 감사를 드리며, 대학원과정 동안 많은 가르침을 주신 김영리교수님, 현진원교수님, 박덕배교수님, 정영배교수님, 신경수교수님, 조문제교수님, 유은숙교수님께 감사 드립니다. 그리고 언제든지 찾아가도 반갑게 맞아주시고, 실험실 기기도 부담 없이 빌려주시는 학부 시절의 지도교수님이신 정동기교수님께도 진심으로 감사 드립니다.

처음 실험실에 와서 실험의 ‘실’자도 모르는 나에게 많은 것을 가르쳐주신 윤지현선생님과, 늘 옆에서 아낌없는 조언과 격려를 해주신 아직도 Miss 같은 우리 정은선생님, 나의 힘든 실험을 언제든지 도와주는 이쁜 다희쌤과, 나보다 나이는 동생이지만 언니 같은 현이쌤, So cool 한 혜진쌤, 실험실에 들어온 지는 얼마 안된 귀여운 막내 혜민이와 우리 실험실의 청일점 지승쌤까지 너무 고맙습니다.

또한, 어려운 실험을 많이 가르쳐주신 최수길선생님, 대학원 동기이자, 웃는 모습이 아름다운 민성쌤과 항상 재치가 넘치시는 은진쌤, 알게 모르게 많이 챙겨주시는 영미선생님, 같은 실험실 식구같이 편안한 정주쌤과 은희쌤. 너무 고맙습니다. 그리고 대학원 수업 때문에 환경보건센터 일을 많이 돕지 못했는데도, 다 이해해주신 이혜숙선생님과 유정선생님, 정희선생님, 재은선생님 감사 드립니다.

또한 지금은 같이 일은 안 하지만, 예전에도 지금도 내 옆에서 항상 힘이 되어준 우리 주연쌤과, 지연쌤 너무 고맙습니다. 그리고 내가 의대에 연을 닿게 해준 명선쌤. 고맙고, 가게 대박 나세요.

그리고, 학부시절부터 지금까지 저를 응원해주는 멋진 사람들이 있습니다.

나의 친삼촌 이상인 육삼촌과 언제나 편안한 대박훈님, 딸기 엄마 미정쌤, 나의 정신적인 지주이자 우리 우사모 회장인 재연언니, 친오라버니 같은 우리 맹이오빠, 승삼오빠, 여리고 착하기 착한 효진언니, 언제나 영원한 귀염둥이인 우리시내와 혜진이 너무너무 고맙고, 사랑합니다.

그리고, 나의 영원한 벗인 새색시 경래, 꿈을 향해 달려가는 은미, 나의 soul 현지, 볼수록 매력적인 지자, 이제 어엿한 초등학교 선생님 정금이까지 너무 고맙고, 앞으로 우리 우정 변치말자!

어릴 적부터 지지리도 말 안 듣는 애물단지인 딸을 키우느라 고생하시고, 이제 다 컸는데도 늘 걱정만 하시는 아버지와 엄마. 지금 주유소일 때문에 매일 바쁘신데, 얼굴도 자주 못 뵈지만, 앞으로 효도 많이 하겠습니다. 그리고 떨어져 계시는 부모님을 대신하여 살림을 하고 있는 큰 언니. 빨리 시집가고, 깍쟁이 작은 언니. 시험날까지 파이팅 하고, 누나 틈 사이에서 자라서인지 남동생이지만, 여동생 같은 우리 막둥이 승환이. 앞으로 공부 열심히 하고, 우리 가족들 모두 모두 건강하고, 너무 너무 사랑합니다.

마지막으로 6년 동안 내 곁에서 내가 더 잘 할 수 있게, 더 많은 것을 할 수 있게 버팀목이 되어준 김대평씨. 고맙고, 사랑합니다. 앞으로 언제나처럼 서로 곁을 지켜주면서 그렇게 살자!

‘한 아름이나 되는 큰 나무도 털끝 같은 작은 싹에서 시작되고, 구층이나 되는 높은 누대라도 한줌의 싹아놓은 흙으로부터 시작된다.’ 라는 노자의 말이 있습니다. 비록 지금의 나는 큰 나무, 높은 누대가 될려면 멀고 멀었지만, 나의 작은 싹이 더욱 튼튼하게 자라서 큰 나무가 될 수 있게, 나의 한 줌의 흙이 점점 모아져서 높은 누대가 될 수 있게 응원해 주시는 내 곁에 많은 분들이 있어서 나는 앞으로 멋진 큰 나무, 빛나는 높은 누대가 되겠습니다.

진심으로 내 곁에 있는 모든 분들의 건강과 행복을 빌며, 다시 한번 감사 드립니다.