

수도권기상청, 날씨처럼 모기를 예측하다



박종숙
수도권기상청
기후서비스과 과장



임영미
수도권기상청
기후서비스과 기상주사보

1. 기후변화 대응을 위한 ‘지역기상융합서비스’

기후변화로 증가하는 기상이변 및 자연재해는 사회·경제적 피해를 급증시키고, 농업·수산·교통·보건·관광·에너지 관리 분야 등에서 기후변화 대응 정책 수립 지원을 위한 기상기후정보의 중요성과 필요성을 날로 증대시키고 있다. 기상청에서는 다양한 형태로 기후변화 대응정책을 지원하고 있으며, 이에 일환으로 빅 데이터 기반 지역기상과 타 분야를 연계한 융합정보를 제공하는 ‘지역기상융합서비스’ 사업을 운영하고 있다. 이 사업은 기상청의 9개 지방(지)청을 중심으로 지역별·분야별 수요자 요구 중심의 특화된 맞춤형 융합서비스를 개발하여, 기상기후정보의 가치 창출 및 지역별 기후변화 대응역량 향상에 기여하기 위함이다 (그림 1).



그림 1. '18년 기상청의 지역기상융합서비스 현황



기상청은 수도권에 대해 기상대 위주의 소지역 밀착형 서비스에서 광역서비스 중심의 수요자 맞춤형 서비스로 전환하기 위해서 서울특별시·인천광역시·경기도 등 총 34개 지자체를 관할지역으로하는 수도권기상청을 신설(2015.1.22.) 하였다.

우리나라 인구의 절반이 거주하고, 도·농복합지역으로, 많은 기반시설이 집중되어 있는 수도권의 특성을 고려하여, 수도권기상청은 지자체 및 유관기관 등의 수요를 기반으로 융합과제를 발굴하고 협업을 통해 맞춤형 지역기상융합서비스를 개발하여 다양한 수요처에 서비스를 제공하고 있다.

도시 주민들을 위한 건강자외선 정보('15~'16)는 수도권기상청·서울·인천·경기도 보건환경연구원의 협업을 통해 햇볕에 노출되는 시간이 적어 비타민D 결핍률이 높은 도시민의 건강증진에 기여하고자 자외선의 적절한 노출시간 예측정보를 개발하였고, 기상청에서 전국에서 관측한 자외선 값과 비교 검증 후, 현재는 총자외선지수로 전국으로 확대하여 기상청 홈페이지를 통해 시험 운영 중이다. 고해상도 기상자료를 기반으로 하는 수원시 도시 바람길 정보('16) 사업은 도시열섬과 바람길 요소를 고려한 도시개발 계획단계에서 대형건물이 들어서기 전후의 바람길의 변화를 모의한 결과를 도기개발 정책에 반영하여 친환경적인 도시 개발에 반영되었다. 안산시 수요기반의 수도권 실시간 바람정보('17) 사업은 수도권 서해안 공업단지에서 발생하는 대기 오염물질 대응 정책 수립 등을 위해 지자체의 과학적이고 객관적인 기상정보에 대한 지속적인 수요에 대응하여 쾌적한 도시기후 실현을 지원하기 위해 수행되었으며, 안산시 뿐만 아니라 타 기관에도 지리정보시스템과 결합되어 활용 중이다.

아직 정확한 원인이 널리 규명된 것은 아니지만, 북한과의 접경지역에서는 90년대 이후 북한지역에서 기원하는 말라리아 매개 모기에 의한 말라리아 환자가 지속적으로 발생하고 있다. 또한, 인천국제공항 주변 지역은 해외여행객 등을 통해 외래종 모기가 국내에 유입되어 수도권은 더 이상 지카바이러스, 뎅기열 등 매개감염병 안전지역이라고 할 수 없다. 이에 인천광역시는 2017년에 약 120대의 자동모기포집장비(DMS)를 설치하여 실시간 모기 감시 시스템을 인천광역시 홈페이지를 통해 운영하고 있다.

수도권기상청은 인천보건환경연구원 및 인천광역시와의 협업으로 '기상자료 기반 수도권 모기활동 예측 지수 개발' 사업을 통해 과학적 예측을 기반으로 효과적인 모기 방역 지원을 위한 사업을 지난 5월에 착수하였으며, 이 자리를 통해 기상조건 및 도시의 토지이용 상황에 따라 달라지는 모기활동을 기반으로 모기 활동 예측 기술 개발 사업을 소개하고자 한다.

2. 예측은 관찰로부터: 날씨와 모기 관측

기상청은 필리핀, 몽골, 베트남 등 많은 개발도상국가에 기상관측 기술을 전수할 만큼, 잘 구축된 지상·고층·해양·레이더·항공·지진 관측을 수행하고 있다. 이중 온도·풍향·풍속·강수·습도 등을

관측하는 지상기상은 전국적으로 590개소의 자동관측망을 통해 관측되고 있으며(그림 2), 수도권 지역에는 103개소가 있다(그림 3).

인간에게 영향을 주는 모기는 주로 암컷으로 빛과 메탄이나 이산화탄소 등의 냄새에 민감하게 반응한다. 이러한 모기의 특성에 기반한 유문등 및 디지털모기포집기(DMS)를 이용하여 모기 종 분류 및 개체 수 관측이 이루어지고 있다 (그림 4).

유문등은 빛을 이용하여 모기를 유인하며 모기종별 분류가 가능하다는 장점이 있지만 수작업으로



그림 2. 전국 기상관측망

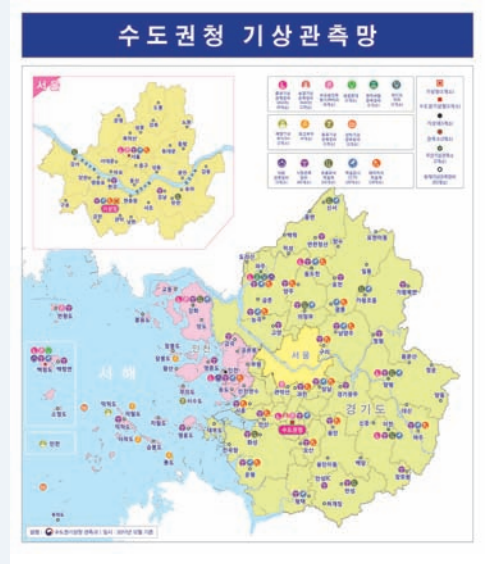


그림 3. 수도권 기상관측망

유문등

디지털모기포집장비

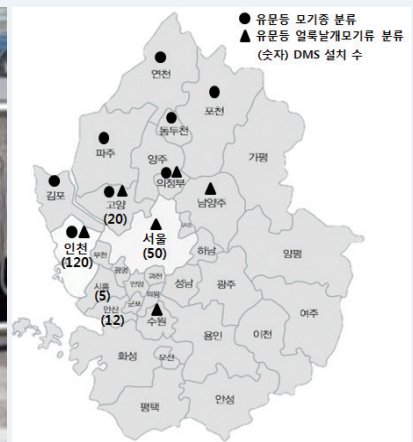


그림 4. 유문등과 디지털모기포집기(DMS) 설치 예

그림 5. 수도권 모기 관측망



자료를 수집하고 정리해야하는 단점이 있다. 반면, 자동으로 모기개체수를 탐지하는 DMS는 이산화탄소를 발사하여 영향권 안에 들어오는 모기를 빨아들이면서 개체 수를 세고, 친환경적 모기방제라는 장점이 있지만 모기종별 분류가 되지 않는다는 단점이 있다. 그림 5는 수도권에서 모기를 관측하고 있는 지자체를 표시해 놓은 것이다. 유문등은 서울특별시, 인천광역시, 고양시, 의정부시, 남양주시, 수원시, 김포시, 파주군, 연천군, 포천군 등에서 관측하고 있고, DMS는 서울특별시, 인천광역시, 고양시, 안산시, 시흥시 등에서 설치 운영 중이다.

3. 수도권 도시에 주로 사는 모기와 날씨

모기 개체수는 다양한 외부 환경조건에 영향을 많이 받는다. 특히 기온은 모기가 성충이 되는 시간을 변화시킨다. 기온이 높을수록 성충이 되는 기간이 단축되고, 이에 따라 모기의 개체 수도 증가한다(Hales et al., 2003). 특히, 말라리아 환자가 밀집되어 있는 서울, 경기, 인천, 강원에서 기온이 1°C상승하면 발생 위험이 10.8%, 12.7%, 14.2%, 20.8% 증가 하는 것으로 보고된 바 있다(채수미 등, 2014).

표 1. 서울특별시 유문등 채집 모기 종류 분포 현황 (자료출처: 서울특별시)

연도	계	빨간집모기 (웨스트나일열)	얼룩 날개모기류 (말라리아)	작은 빨간모기집 (일본뇌염)	흰줄숲모기 (댕기열, 치카열,치쿤구 니아열)	기타*
2013	9,631	9,249	29	-	-	353
2014	6,891	6,467	20	-	10	394
2015	10,321	9,315	38	-	-	968
2016	17,092	15,669	41	-	18	1,364
2017	9,689	8,485	8	-	12	1,184

*기타 : 반점날개집모기, 동양집모기, 줄다리집모기, 등줄숲모기, 토고숲모기, 큰검정들모기 등

수도권의 지역별 기상요인과 모기 활동특성을 보면, 서울특별시는 과거 5년간 모기 개체 총수 해마다 달라지지만, 빨간집모기가 93% 이상을 보였다(표 1). 반면 인천광역시는 도시, 농촌, 해안 등 다양한 환경으로 구성된 복합도시로, 도심, 비도심, 도서지역(강화도)에 따라 우세하게 나타나는 모기가 서로 달랐지만, 도심에서는 채집된 모기의 약 88% 이상이 빨간집모기였다. 이와 같은 특성은 고양시의 도심지역에서도 공통으로 나타났으며, 이는 이동규(2017)의 연구에서 인구밀도가 높은 도시에서는 국내에서는 감염이 보고된 바 없지만 웨스트나일열을 매개하는 빨간집모기가 가장 많이 발생한다는

것과도 일치한다. 참고로 빨간집모기는 도시의 정화조, 하수구, 인공용기, 방화수, 물고인 빈강통, 화분물받이 등에서 주로 서식을 한다.

기온과의 관계에 있어서 빨간집모기 개체수는 일최저기온이 10도를 넘으면 모기개체수가 증가하기 시작하지만, 기상청 폭염특보 기준인 기온이 33도를 넘어가면 줄어든다. 모기 개체 수 증가는 6월 말~7월 초와 9월 중순 2번의 정점을 이루는데, 이는 여름철 집중호우로 인해 줄어든 모기개체수가 9월에 다시 늘어나는 것으로 추정되며, 10월 최저기온이 급격히 낮아지면 모기개체수도 급감하는 것을 알 수 있다(그림 6).

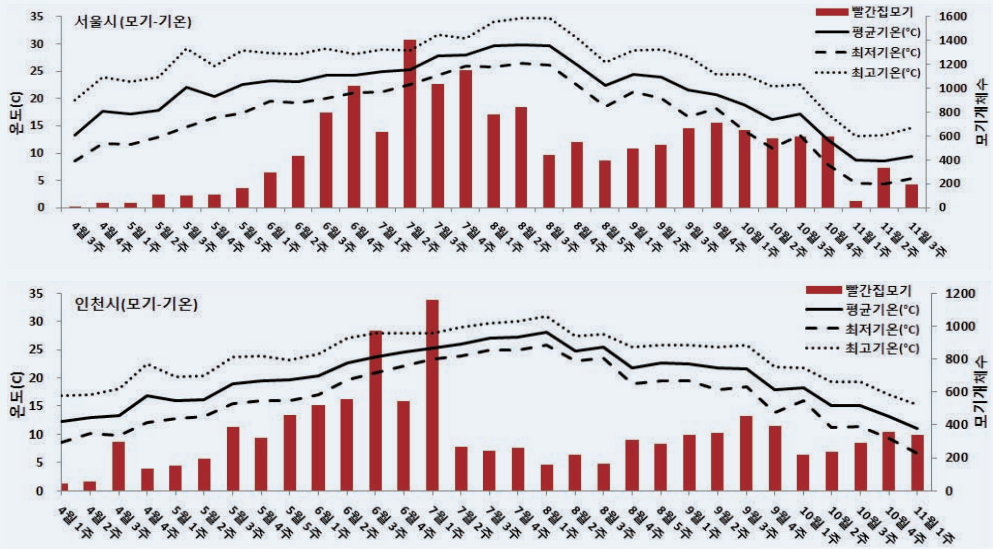


그림 6. 서울특별시(2016)와 인천광역시(2017)의 유문등에서 채집한 빨간집모기 개체 수와 기온의 시계열 분포

도시 내에서도 숲, 공원, 습지, 페타이어 속, 막힌 배수로 등에서는 숲 모기 종류가 주로 나타나며, 빨간집모기와 마찬가지로 웨스트나일열을 전파하는 모기들이다. 특히, 인천광역시 강화도와 고양시의 숲으로 둘러싸인 지역에서는 말라리아를 전파하는 얼룩날개모기류도 6월 말부터 9월 말 사이에 관측된다 (그림 7).

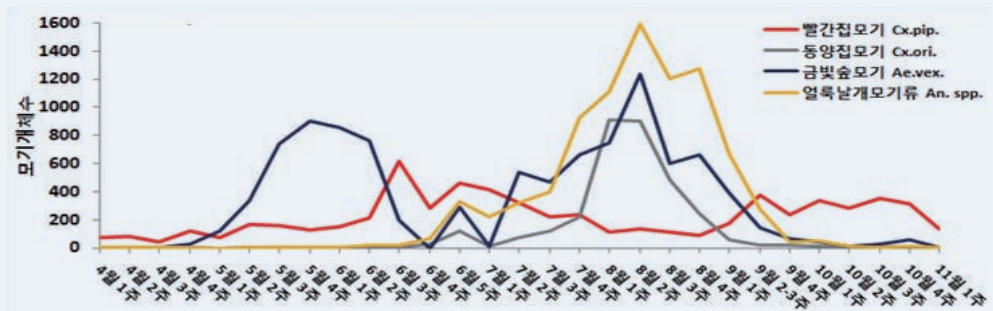


그림 7. 인천광역시(2016) 유문등 채집 모기와 기온의 시계열 분포



이상과 같이 수도권 도심과 주변 숲 지역은 서로 생활사가 다른 모기들이 분포하는 것을 간단하게 살펴보았으며, 이와 같은 특성을 기반으로 수도권기상청에서는 인천보건환경연구원과 인천광역시의 협업을 통해 2018년도 빨간집모기가 많이 나타나는 도심지역, 2019년도 숲 모기 종류에 대한 모기활동 예측지수를 개발하고자 한다.

4. 날씨처럼 모기 예측하기

우리나라에서 기상자료와 연계한 모기 예측 기술 개발은 서울특별시에서 영등포구에 설치한 DMS 자료와 서울기상대 자료를 활용해 모기발생예측산식을 개발한 것이 처음이었으며(2013년), 시험운영을 거친 후 2014년부터 현재까지 일일 모기예보제를 운영하고 있다. 모기발생지수를 4단계로 구분하고 단계별 행동수칙 및 방제법을 서울특별시 홈페이지를 통해 매일 표출하고 있다. 한편, 기상청 산하 차세대도시농림융합기상사업단은 2012년부터 DMS자료와 기후예측모형을 결합한 모기활동성지수 예측정보를 개발하여, 2017년 10월 서울시 홈페이지에 구 단위로 토지이용별(공원, 수변, 주택) 모기발생 예측 시범서비스를 실시하였다.

수도권기상청은 인천광역시에서 설치한 DMS 활용 측면에서 인천보건환경연구원·인천광역시와 협업을 통해 차세대도시농림융합기상사업단에서 개발한 기초 기술을 고려한, ‘기상자료 기반 모기활동 예측 지수 개발 사업’을 2018년 5월 착수하였다.



그림 8. 구축될 모기활동지수 서비스 예시

‘기상자료 기반 모기활동 예측 지수 개발 사업’의 주요내용은 수도권 지역기상융합서비스 포럼(2017.11)에서 전문가들과의 토론을 통해 도출된, ‘수도권 인구의 96%가 거주하는 도심표준 환경에 맞는 모기활동 예측지수를 우선’으로 수원시 모기예보 개발 중이다. 본 사업은 수원시 ‘매개체 감염병 통합관리 시스템’ 사업을 수행한 성균관대학교 의과대학 정해관 교수 연구진과 (주)한국해양기상기술이 공간정보 기반의 모기의 서식지 특성과 기상자료는 기상청 동네예보자료를

결합하여, 서울특별시의 과거 DMS자료와 인천광역시의 DMS 자료를 활용하여 모기 예측 지수를 개발하고자 한다.

1차년도(2018)는 도심에 많이 사는 집모기류의 활동 예측 지수 모델 구축을 목표로 한다. 수도권 지자체의 유문등에서 조사된 모기 종 분석결과를 토지이용도와 비교하여 분류하고, 이를 DMS에서 관측된 모기 개체 수와 비교하여, 유문등-DMS 자료 상관성 분석을 실시하여, DMS가 설치되지 않은 지역의 모기예측 지수를 활용할 수 있게 할 것이다. 다음 단계에서는 동네예보 자료와 건물 노후도, 인구 분포 특성(연령), 기후변화 취약가구 등의 사회적 요소들을 결합하여 도심에 많이 분포하는 모기예측 지수를 개발한다.

차년도(2019)에는 공원, 수도권 주변 산지에서 많이 서식하는 숲모기류와 인천광역시에서 경기북부지역으로 발생하는 말라리아 감염 모기에 대한 모기 활동 예측지수를 1차년도에 개발한 기술을 확대 적용하여 개발하고, 인천광역시뿐만 아니라 수도권내 다른 유관기관에 확산해 나갈 계획이다.

5. 마무리

수도권기상청은 수도권뿐만 아니라 전국의 유문등 자료를 최대한 수집, 사전 분석을 수행하는 등 2019년 이후 모기예측 지수 기술이 DMS가 설치되지 않았거나, 유문등 자료가 부족한 지역으로도 확대 적용 할 수 있도록 지속적으로 사업 활성화를 위해 노력 할 것이다.

기상청 지역기상융합서비스사업의 일환으로 진행되는 수도권청의 기상자료 기반 모기활동 예측기술 개발사업은 과학적이고 객관적인 근거 기반 모기 방역 사업의 효율화를 도모하고, 모기활동성이 높은 지역에 방역을 집중함으로써 방역약품 감소에 따른 환경오염 위험감소와 예산 절감 효과를 볼 수 있을 것이다.

덧붙여, 수도권내 지자체나 방역관련 유관기관은 물론, 질병관리본부나 관련기관과의 긴밀한 협조와 시공간 특성을 반영한 모기예측을 통해 기온상승으로 예측되는 모기증가와 관련 매개질환감염병 위험에 선제적 대응에 기여 할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- 기상청, 차세대도시농림융합스마트 기상서비스개발사업 최종보고서, pp.638, 2017.
 이동규, 국내 서식 감염병 매개체의 생태학적 특성과 현황, 대한의사협회지, 60(6), 458-467, 2017.
 중부일보, 2016.4.7., 수원시 국내최초 지리정보 활용 기상서비스지원...바람길.도시열섬지도 담는다
 중부일보, 2018.1.24., 안산시, 수도권기상청과 '바람' 정보 전산등재.
 채수미, 김동진, 윤석준, 신호성, 2014, 기온과 지역특성이 말라리아 발생에 미치는 영향, 보건사회연구 34(1), 436-455.