

발간등록번호

11-1543000-000244-01

가축전염병

초기방역정책

결정

모델

및

확산방지를

위한

예측모델

개발

경상대학교

가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측모델 개발

(Development of strategy decision and
prediction model for initial preventing
animal infected diseases)

경 상 대 학 교

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “가축질병대응기술개발” 과제(세부과제 “가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측모델 개발”)의 보고서로 제출합니다.

2013년 9월 17일

주관연구기관명 : 경 상 대 학 교

주관연구책임자 : 김 현 태

연 구 원 : 최 은 규

연 구 원 : 최 만 권

연 구 원 : 백 경 윤

연 구 원 : 김 명 훈

연 구 원 : 이 상 윤

연 구 원 : 진 병 옥

연 구 원 : 문 병 은

협동연구기관명 : 창 원 대 학 교

협동연구책임자 : 김 태 형

협동연구기관명 : 부 산 가 톨 릭 대 학 교

협동연구책임자 : 김 기 연

협동연구기관명 : 제 주 대 학 교

협동연구책임자 : 손 원 근

요 약 문

I. 제 목

[제 1세부] 경상대학교

감염성 가축질병 확산 방지를 위한 한국형 GIS 및 통합예찰시스템 구축

[제 1협동] 창원대학교

지형과 확산거리를 고려한 대기오염물질 확산 예측 모델 선정 및 적용성 평가

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

축사 내부 및 주변 현장조사를 통한 구제역 및 조류독감 바이러스의 surrogate 제시 및 RA 모델 적용을 통한 위해성 평가

[제 3협동] 제주대학교

감염성 가축질병 예방을 위한 방역개선 매뉴얼 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

[제 1세부] 경상대학교

거의 매년 발생하는 가축 전염성 질병에 대한 예방 및 확산 방지 대책은 다각도로 진행되어 왔지만, 여전히 피해는 감소하지 않고 있으며, 특히 전염성 가축 질병 발생 후, 대책 과정에서도 명확한 규정을 마련하기가 쉽지가 않은 실정이다. GIS 및 지형분류 등을 이용하여 2010년도 발생한 구제역 현황을 분석하고, 확산 경로 등을 예측하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 지금까지의 전염성 가축질병을 발생현황을 체계적으로 분석하여 발병 양상에 대한 환경적 요인을 조사하고자 한다.

[제 1협동] 창원대학교

구제역 바이러스는 우제류 가축에 경구 또는 흡입 노출 등 다양한 노출 경로를 통해 심각한 감염성을 유발하는 생물학적 유해인자로 국내 축산업 운영에 있어 막대한 경제적 손실을 초래하는 병원균들 중 하나다. 구제역 발병에 대한 사전적 예방 관리의 조치 방안 중 하나는 공기를 통해 전파되는 구제역 바이러스 확산에 대해 수학적 모델 적용을 통해 예측된 분석 결과에 따라 설정될 수 있다. 예측도가 높은 대기 확산 모델의 경우 공기 전파에 대한 구제역 바이러스의 위해성 관리 방안을 결정하는데 주요 역할을 담당할 수 있는 반면 부정확한 모델은 반대로 예측할 수 없는 손실을 초래한다. 구제역 바이러스 전파를 억제하기 위한 엄격한 관리 방안 중 다량의 가축 살처분 방법은 축산 농가들에게 심각한 경제적 손실을 초래하여 심각한 경우 새로운 자립의 여건마저도 상실시킬 수도 있다. 반면 낮은 수준의 대응 방안은 향후 구제역 발생에 따른 추가적 피해를 근원적으로 억제할 수 없는 역학적 한계에 봉착할 수 있다. 본 연구는 1970년대 이후 구제역 바이러스의 공기 전파 경로를 예측하기 위해 여러 나라에서 활용된 다양한 대기 확산 모델들의 적용 사례 및 장/단점을 비교 분석하였다. 구제역 관리 방안 수립을 위한 대기 확산 모델의 예측 결과를 신중히 해석하기 위해서는 수반 될 수 있는 모든 가능한 상황들을 고려해야 한다. 그 중 적합한 모델 선택은 확산 예측을 위한 신뢰를 제공하는 가장 중요한 요소 중 하나이다. 구제역 바이러스의 확산 예측을 위한 정확한 모델 적용을 위해 반드시 고려되어야 할 3가지 사항이 있다. 첫째는 대기 중으로 배출된 구제역 바이러스의 양이고, 둘째는 구제역 바이러스의 공기 중 생존율에 영향을 주는 요인들, 셋째는 가축을 감염시킬 수 있는 최소 구제역 바이러스의 노출량이다. 특히 밀접한 지역 간의 짧은 거리로 대기 확산 경로를 통해 발생하는 구제역 감염의 주요 원인들 중 하나는 영국과 호주에서 발생했던 것과 같이 감염 예상 농장의 가축 사육 밀도이다. 반면 바다 건너 먼 거리를 공기 전파를 통해 구제역이 발병되는 경우는 다양한 요인들의 상호 이치에 의해 결정된다고 추정되는데, 첫째 요인은 구제역 발병과 연관된 주요 구제역 바이러스 혈청형의 고농도, 둘째 요인은 대기 안정도에 따른 구제역 바이러스의 낮은 확산율, 셋째 요인은 대기 중 온도와 상대습도의 변화에 좌우되는 구제역 바이러스의 생존율, 마지막으로 넷째 요인은 장시간 동안 구제역 바이러스에 노출된 가축들 중 감염 의심이 되는 마리 수로 요약된다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

구제역 및 조류독감 바이러스의 확산 양상을 대체할 수 있는 공기오염인자의 선정을 위한 돈사 및 계사의 기초 현장 조사와 공기감염성 가축질병 발생 인자의 대기상 이동경로를 예측할 수 있는 객관적 surrogate의 규명 및 RA 모델 적용을 통한 구제역 및 조류독감 바이러스의 위해성 추정 평가를 실시하였다.

[제 3협동] 제주대학교

가축전염병의 초기방역대책 매뉴얼에 대한 현황 및 문제점을 파악하기 위하여 축산농가 및 관련기관을 대상으로 가축방역 매뉴얼 인지도 조사하고 축산 선진국가의 가축전염병 방역체계의 현황을 분석하여 국내 도입 가능성 검토하는 한편 가축전염병 발생 후 확산을 방지하기 위한 초기 방역시스템의 문제점 진단 및 대응체계를 제시하고자 하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

[제 1세부] 경상대학교

가축전염성 질병에 대한 가축의 축종, 주소, 좌표, 사육두수, 사육면적 등의 기본 자료를 활용하여 지리정보 시스템을 구축하고, GIS에 가축질병 감염 위험도 산정을 위한 매트릭스 구축하여 가축 전염병의 확산을 예방 하고자한다 .최종적으로 가축의 전염성 질병의 확산 및 이동경로 예측을 위한 통합예찰시스템을 구축할 필요가 있다. 그리고 지리정보체계 구축 및 농가 방문차량의 GPS 부착을 통하여 위험도 높은 농가 방문 시 경보 등을 통해서 인지할 수 있도록 하며, 확산 방지 이동 경로의 설정이 필요하다. 이를 위해 감염우선순위 및 주변전파 위험도가 높은 농장을 중심으로 구제역 및 조류독감 예방 시스템 구축 및 관리지침 마련이 필요하며, 최근의 정보통신의 발전을 충분히 활용할 수 있는 모바일(핸드폰)을 통한 질병발생 통지 등을 구축할 필요가 있다.

[제 1협동] 창원대학교

2010-2011년 동안 한국에서 발생된 구제역으로 인해 큰 경제적 손실을 일으켰으며, 구제역 백신을 사용한 나라로 여겨 한국이 배제됨에 따라 기존의 제어 기술과 예방을 강화하려

시도하였다. 현재까지 대기 확산 모델링의 과학적 방법을 이용하여 국내에 발생한 구제역의 방안으로 적용되지 않았기에 본 연구에서는 잠재적인 유용성에 대해 적용해보았다. 초기 전염병 감염지역으로부터 다른 지역으로 구제역 바이러스의 감염 가능성을 연구하기 위해 2010년 초와 2010-2011년에 구제역 발생된 시점을 기준으로 정하였다. 바이러스 생존을 위한 적절한 조건뿐만 아니라 구제역 바이러스가 전염된 기간 및 위치를 본 연구의 조사를 위해 고려되었다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

축사(돈사&계사) 유형별 실내 환경 유해인자 발생 현황 조사와 공기감염성 가축질병 바이러스 surrogate 선정을 위한 돈사 실내 환경 유해인자들의 상관성 분석, 구제역 바이러스의 배출계수 산정 및 위해성 사전 고찰, 구제역 바이러스 surrogate로서 도출된 실내공기 오염인자의 대기확산모델 적용 예측치 유효성을 검증하기 위한 현장 평가, 바이러스 흡착 매체에 따른 온/습도 조건별 생존률 분석과 구제역 및 조류독감 바이러스의 위해성 평가를 위한 Risk Assessment 모델 적용 가능성 검토하였다.

[제 3협동] 제주대학교

국내 가축전염병예방법에 대한 인지도를 설문을 통해 조사 분석하고 국내 구제역 및 조류인플루엔자 긴급행동요령을 분석하였으며 이를 토대로 주요 축산선진국의 가축전염병 방역정책을 조사하여 국내 방역정책과 비교 분석하였다.

IV. 연구개발결과

[제 1세부] 경상대학교

GIS를 이용하여 2010년에서 2011년 경북 지역에 발생한 구제역 농가를 바이러스 배출율에 따른 예측모델을 통해 비교 해본 결과 약 85%가 일치하는 것을 볼 수 있었는데, 이를 통해 바이러스 배출율이 높은 곳이 구제역 발생 시 확산우려가 상당히 크다는 것을 알 수 있었고, 바람장미도와 Calpuff 모델 작성을 통해 아주 미세한 입자인 바이러스의 경우에 좁은 지역에서도 풍향과 풍속에 쉽게 영향을 받을 수 있을 것으로 판단된다.

구제역이 발생한 농가를 지형분류를 통해 연구한 결과 경사방향, 축사방향, 도로인접도,

마을인접도에서는 비발생농가와 유사한 지형적인 특성이 나타났고, 고도와 경사도, 하천인 접도에서는 차이를 보였다.

GPS를 이용한 방목지 내 한우 행동 패턴 분석을 조사한 결과 한우의 임신은 이동거리의 차이에 따라 임신의 유·무를 판단 할 수 있고, 추후, 추가적인 실험을 통해 질병과 발정시기에 대해서도 분석이 가능 할 것으로 사료된다.

[제 1협동] 창원대학교

연구 결과 구제역 발생 통제가 적은 지역으로 대기 경로를 통해 구제역 바이러스의 확산 가능성에 대해 연구 중 밝혀졌다. 동물에게 감염을 일으킬 수 있는 요인에는 많은 요소가 있다. 그렇더라도 모든 합리적인 예방 조치를 통해 전국적으로 발생의 위험을 감소시키는 것이 매우 중요하다. 비록 아직 개발 상태에 있지만, 모바일을 통한 공기 중 바이러스 확산을 예측을 통해 더 발전시켜야 한다. 이 방법을 통해 구제역 발생으로부터 공기 중 바이러스의 확산 방향을 예측하여 예방하는 정보를 기대할 수 있으며, 더 나아가 발생 가능한 전염병을 예측하여 조정가능 할 것이다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

구제역 바이러스와 같은 생물학적 유해요인을 surrogate할 수 있는 돈사 내부 인자로 부유세균의 적용 가능성을 현장 측정을 통해 조사한 결과, 1차와 2차 모두 정량적 분석 측면에서는 돈사 주변 주풍 방향과 부유 세균의 농도가 서로 다른 양상을 보였다. 하지만 동정을 통한 정성적 분석 측면에서는 돈사 내부에서 검출된 주요 부유세균 중 *Acinetobacter sp.*, *Arthrobacter sp.*, *Staphylococcus sp.*가 주풍 방향과 동일한 외부 지점에서 검출된 것으로 조사되었다. 따라서 부유세균을 적용하여 구제역 바이러스와 같은 생물학적 유해요인의 대기확산 양상을 파악하기 위해서는 정량적 측면의 농도가 아닌 동정을 통해 개별 부유세균을 대상으로 접근해야 될 것으로 판단된다.

계절 조건에 따른 흡착 매체별 바이러스의 경시적 생존율은 전반적으로 겨울철 조건(-5~0°C, 25~35%)에서 흡착 매체에 관계없이 평가대상 3가지 바이러스 모두 보관시간 경과에 따른 생존율 지속 현상이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 봄/가을철 조건(15~20°C, 45~55%), 그리고 여름철 조건(30~35°C, 75~85%) 하에서 바이러스의 경시적 생존율 지속 현상이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

구제역 및 조류독감의 위해성을 평가에 필수적인 위해성 평가 모델과 관련한 국내외 문

헌 고찰 결과, 현재로서는 구제역 및 조류독감 바이러스의 위해성을 평가하기 위한 가장 기본적 요소인 참고치(RfD)를 결정할 수 없으며, 따라서 향후 이와 관련한 추가 연구들이 계속해서 수행되어야 할 것이다.

[제 3협동] 제주대학교

가축법정전염병 전염병은 제1종부터 3종까지로 분류되고 있으며 이들 질병이 농가에 발생하였을 때 즉시 신고하여야 하며 신고한 농가의 경우 48시간 동안 가축 등을 이동할 수 없도록 되어 있다. 그러나 가축 전염병의 분류 기준이 명확하지 않아 농가는 물론 방역기관조차 혼란을 초래하고 있는 실정이기 때문에 그 분류기준을 설정하여야 하며 이에 따른 가축 이동금지 사항을 차별화할 필요성이 있다. 또한 일본의 가축보건시험소법과 국내 보건환경연구원법과 같이 국내 가축방역기관의 효율적인 운영을 위하여 동물위생시험소법을 제정할 필요성을 제기하였다. 외국의 경우 자국에 적합한 가축법정전염병을 법제화하고 있으며, 구제역, 조류인플루엔자와 같은 국가 재난형 질병에 대한 긴급행동요령을 가지고 있으나 대부분 특정 전염병에 대한 행동요령과 함께 자국에서 발생되지 않는 외래성 질병이 발생하였을 때 취해야 하는 행동요령을 만들어 포괄적으로 운영하고 있다. 또한 국가단위가 아닌 지자체 차원에서의 방역정책을 마련하여 지역에 적합한 방역계획을 수립하고 있다. 따라서 우리나라의 경우에도 국내 실정에 적합한 가축법정전염병을 체계함과 동시에 국내에 발생되지 않는 외래성 질병의 발생을 미연에 방지하고 발생 시 그 확산을 조기에 차단할 수 있는 국가재난형 외래성 질병 긴급행동요령을 계획하여야 할 것이다.

V. 연구 성과 및 성과활용 계획

[제 1세부] 경상대학교

본 연구를 수행하면서 특허 2건, 논문 2편 제출, 학회발표 2건의 성과가 있었으며, 현재 2건을 농업생명과학연구와 Computers and Electronics in Agriculture에 게재할 예정이다. 앞으로 본 연구 결과에서는 경북 지역 자료를 이용하여 시스템을 구축하였지만, 추후 전국적인 지리정보시스템을 구축하고, 감염 위험도 산정을 통해 가축 전염병의 확산을 예방할 것이다. 그리고 축산 농가를 경영하는 분들에게 감염우선순위 및 주변전파 위험도가 높은 농장을 중심으로 구제역 및 조류독감 예방 시스템을 어플리케이션으로 제작하여, 모바일(핸드폰)을 통해 질병 발생 통지 등의 서비스를 제공할 예정이다.

[제 1협동] 창원대학교

구제역 발생으로부터 공기 중 바이러스의 확산 방향을 예측하여 예방하는 정보를 기대할 수 있으며, 더 나아가 발생 가능한 전염병을 예측하여 조정가능 할 것이다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

현재까지 논문(국내/학진 등재지)발표 1건과 학회발표 3건의 성과가 있었으며, 향후 국외 논문(SCI급 1편)과 국내논문(학진 등재지) 1편을 투고하여 심사 중에 있다. 본 연구를 통해 도출된 돈사 공기오염물질 배출계수 산정 자료, 구제역 바이러스를 대체할 수 있는 생물학적 유해인자, 이동 매체별 바이러스 생존율 자료는 향후 공기감염성 가축질병 유발 바이러스의 확산 예측 및 이동 경로 추적 시 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

[제 3협동] 제주대학교

본 연구를 수행하면서 농가교육 1건과 학회발표 2건의 성과가 있었으며, 그 중 1건을 한국수의공중보건학회지에 게재할 예정이다. 앞으로 본 연구에서 도출된 가축법정전염병 분류기준 체계화, 가축전염병 발생 시 이동금지 체제 개선, 동물위생시험소법 제정과 관련된 정책을 제언함으로써 보다 효율적인 가축 전염병 방역 매뉴얼 개발에 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

SUMMARY

(영문요약문)

I. Title

[The 1st obligation research team] Gyeongsang National University]

Building Korean type of GIS and united observation system for preventing contagious cattle disease from spreading

[The 1st cooperation research team] Changwon National University]

Selecting a model predicting air pollutants spread that considered topography and spread distance and evaluating the applicability

[The 2nd cooperation research team] Catholic University of Pusan]

Suggesting surrogate of the virus of foot and mouth disease and bird flu through on-the-spot survey on the inside of cattle shed or its surroundings and evaluating the harmfulness through RA model application

[The 3rd cooperation research team] Jeju National University]

Development of an improved manual of anti-epidemic measures for animal infectious diseases

II. Necessity and purpose of the study

[The 1st obligation research team] Gyeongsang National University]

Although the prevention and expansion-preventing measures on cattle contagious disease occurring almost every year have been conducted in various aspects, the

damages are still not reducing and especially, it is not easy to arrange the clear regulation in the solving process after contagious cattle disease occurred. We aim to analyze with GIS and topography taxonomy a state of foot-and-mouth disease occurred in 2010, and predict for the diffusion path. Therefore, this study would systematically analyze the occurrence situation of contagious cattle disease until the present and examine the environmental factors on the attack phase.

[The 1st cooperation research team] Changwon National University]

Foot-and-mouth disease virus (FMDV) is one of the most economically serious veterinary pathogens due to its negative effects on livestock and its highly infectious nature via a variety of transmission paths through oral and inhalation routes. Measures to enhance outbreak management can be designed according to analytical results predicted by mathematical models for wind-borne dispersion, an important path of virus transmission. Accurate atmospheric dispersion models are useful tools for properly determining risk management plans, while inaccurate models may conversely lead to accidental loss in two possible ways. Overly strict measures, e. g., slaughter for too wide an area, can cause severe economic difficulties, including irreversible loss of business operations for a number of farms. On the contrary, inestimable loss potentially caused by lax controls is a persistent threat. In this study, available modelling procedures for forecasting the spread of FMDV, which have been used since the 1970s, each having its advantages and limitations, are reviewed for the purpose of ensuring suitable application in various conditions of any future emergency cases.

To assist management of the potential spread of serious disease like FMD in cloven-hoofed animals, prediction models should be able to determine an accurate range and area of outbreak in advance as well as required minimum data can be obtained since error of prediction might cause serious impact. Selection of suitable model is one of the most important factors providing greater confidence in model outputs. Accuracy in the use of any models for the prediction of FMDV spread requires three essential considerations: 1) the amount of virus released into the atmosphere, 2) factors for virus viability, and 3) minimum quantity of virus causing infection. One of the main causes of FMDV infection via airborne transmission, especially for short-distances over land,

is the population density of the target farm, as in the outbreaks in the UK in 1981 and Australia in Case study 1 - 2. For long-distance disease infection over the sea, the outbreak of FMD seems to depend on the coincidence of many factors. It is most likely when the following four circumstances are achieved simultaneously; 1) high output of virus predominantly associated with the outbreak of disease from pigs, 2) low dispersion of virus basically due to stable surface air and light winds, 3) high survival of virus mainly dependent on temperature and relative humidity, and 4) large numbers of susceptible livestock, especially for cows exposed to the virus for many hours.

[The 2nd cooperation research team] Catholic University of Pusan]

On-site investigation of livestock buildings for selecting air pollutant available to predict airborne dispersion of FMD virus and AI virus and Suggestion of valid surrogate available to predict airborne dispersion route of FMD virus and application test of risk assessment model to evaluate hygienic effect of FMD virus and AI virus

[The 3rd cooperation research team] Jeju National University]

It is important to systematize the emergency preparedness plans against national digester animal diseases. The purposes of this study are following: In order to suggest the improving manual for the emergency preparedness plans, analysed are current situation and problems of the Infectious Diseases Prevention Act, and it is investigated for the emergency plans of other countries to find improved plans receiving to the situation in Korea.

III. Contents and scope of the study

[The 1st obligation research team] Gyeongsang National University]

The writer would build the geographic information system by use of basic materials such as the kinds, addresses, coordinates of the cattle, number of men breeding, and

breeding size on the contagious cattle disease, and build a matrix to calculate the risk of cattle disease infection to the GIS and prevent the cattle contagious disease from spreading. Finally, it is necessary to build the united observing system for predicting the spread and route of cattle contagious disease. And, it is necessary to recognize when visiting farmhouses of high risk by alarm through geographic information system building and GPS attachment of farmhouse-visiting vehicles, and to set spread-preventing route. For this, it is necessary to build foot and mouth disease(FMD) and bird flu preventing system and arrange management guide focusing on the farmhouses that are likely to be infected and have high surrounding radio risk, and it is necessary to build disease occurrence notice through mobile(cellular phone) that can utilize recent development of information communication fully.

[The 1st cooperation research team] Changwon National University]

Severe occurrences of foot-and-mouth disease (FMD) in Korea during 2010-2011, which caused great economic loss and led to Korea's exclusion from the list of nations deemed "FMD-free with vaccination," have raised attempts to enhance existing prevention and control technologies. Atmospheric dispersion modeling, a scientific method which had never before been applied as a tool in a national FMD control program, was applied in this study to highlight its potential utility. In order to study the possibility of contagion from initial epidemic areas to remote places - a possible cause of continuous epidemics - two periods of disease outbreaks were selected (early 2010 and from late 2010 - early 2011). A combination of data related to contagious periods and locations as well as proper conditions for virus survival was considered for this investigation.

[The 2nd cooperation research team] Catholic University of Pusan]

Environmental monitoring of indoor air pollutants generated according to type of livestock building, Correlation analysis between air-infected virus and indoor air pollutants for surrogating FMD virus and AI virus, Literature review for estimating emission coefficient of FMD virus and assessing its risk, On-site investigation for

validating surrogate of FMD virus, which is suggested by monitoring air pollutants in livestock building, associated with application air dispersion model, Lab. test of temporal survival rate of experimental viruses according to type of adsorption media and thermal condition and Examination of application of risk assessment model for evaluating risk level of FMD virus and AI virus

[The 3rd cooperation research team] Jeju National University]

This study includes that the recognition of the Infectious Diseases Prevention Act is surveyed domestic animal farmers and animal health authorities, and it is studying and analyzing both foot and mouth disease and avian influenza preparedness plans of several countries including Korea.

IV. Results of the study

[The 1st obligation research team] Gyeongsang National University]

As a result of comparing FMD farmhouses that occurred in Gyeongbuk regions from 2010 to 2011 through predictive model following virus emission by use of GIS, around 85% conformed, through it, the writer could know where virus emission rate was high was much likely to spread when FMD occurred, and through the writing of wind rose and Calpuff model, it is judged that the virus, very minute particle, could be affected easily by the direction and speed of wind even in narrow regions.

As a result of studying the FMD-occurred farmhouse through topographical classification, topographical nature similar with non-occurring farmhouses appeared in inclination direction, cattle shed direction, road adjacency, and village adjacency, and it showed a difference in height, inclination level, and rivers adjacency.

As a result of studying Korean beef cattle pattern analysis within grazing land using GPS, it was possible to judge whether Korean beef cattle was pregnant or not according to the difference of route, and it is thought the analysis on the disease and heat period would be possible through the additional tests in future.

[The 1st cooperation research team] Changwon National University]

Consequently, the possibility of outbreaks caused via atmospheric pathway onto areas having no/low surveillance measures was revealed for one of the case studies. There are numerous factors that can cause infection transmission to animals. Nonetheless, taking every reasonable precaution is vital to decrease risk of nationwide outbreaks. Though still in the state of development, a suggested approach is in predicting airborne virus dispersion in conjunction with a mobile application.

[The 2nd cooperation research team] Catholic University of Pusan]

In quantity analysis of airborne bacteria for suggesting surrogate of biological agents such as FMD virus derived from pig building, the concentration pattern of airborne bacteria was different from main wind direction around pig building through 1st and 2nd on-site investigation. In quality analysis of airborne bacteria by identification process, however, *Acinetobacter sp.*, *Arthrobacter sp.* and *Staphylococcus sp.* among airborne bacteria identified in pig building were same to those identified around outdoor locations in accordance with main wind direction. Thus, it is concluded that the quality analysis rather than quantity analysis as applying airborne bacteria is a pertinent method for suggesting surrogate of biological agents regarding pig building.

Based on the results obtained from chamber test, the time-based survival rates of three viruses (MS2, T4, SP01) adsorbed to various media were highest in the winter condition(-5~0°C, 25~35%), followed by spring/fall condition(15~20°C, 45~55%) and summer condition(30~35°C, 75~85%)

[The 3rd cooperation research team] Jeju National University]

Animal notifiable diseases have been grouped from type 1 to type 3 in the Infectious Diseases Prevention Act. The diseases must be immediately reported in agriculture authorities, such as a local veterinarian, state's department of primary industries or agriculture, and animals should not be moved from the farms during 48 hours. However, animal farms and even local animal health authorities are confused on a way

to deal with the notifiable disease's outbreaks due to indefinite grouping criterion of them. Therefore, there is a need to clarify the grouping criteria and to differentiate the prohibition act on animal moving in the group of notifiable diseases. This study suggests to legislate on the Animal Experimental Hygiene Station Act, referring to the Livestock Experimental Health Station Act in Japan and the Institute of Public Health and Environment Act in Korea. This Act many participate in effective operation of the national livestock prevention works. We have prepared for the S.O.P on the FMD and avian influenza, however, there is no plans to cope with any situation on unexpected exotic animal diseases, such as african swine fever. Other countries have planed on nationwide and state S.O.P as well. Therefore, it is important to prepare for the nationwide contingency plan for foreign animal disease and state specific plan may be useful to prevent animal diseases in local areas.

V. Achievement of the study and its application plan

[The 1st obligation research team] Gyeongsang National University]

While performing this study, there were results of 2 patents, presentation of 2 papers, 2 institute presentations, and the writer is going to post 2 matters on Agriculture Life Science Institute and Computers and Electronics in Agriculture. Although this study built the system using Gyeongbuk materials, the writer will build national geographic information system and prevent cattle contagious disease from spreading through infection risk calculation. And, the writer will make the FMD and bird flu preventing system as an application focusing on the farmhouses under infection priority and of which surrounding radio risk is high for those who run stock raising farmhouses, and provide the service of disease occurrence notice through the mobile(cellular phone).

[The 1st cooperation research team] Changwon National University]

This approach can be expected to provide considerable information towards prevention, including the predicted dispersion direction from outbreak sources in relation to time, which can also be used to coordinate with other control measures related to

possible outbreaks in the future.

[The 2nd cooperation research team] Catholic University of Pusan]

Currently one domestic paper and three proceedings were published and one foreign paper(SCI) and one domestic paper were submitted and then proceeded under review process. Three results obtained from this study, emission unit of air pollutants derived from pig building, valid biological agent for surrogating FMD virus and experimental data of temporal survival rate of virus adsorbed to surfaces of various media, will be applied as fundamental information for predicting air dispersion and infection transmission of FMD virus.

[The 3rd cooperation research team] Jeju National University]

There were 3 productivities, such as 1 farmer education on prevention of Johne's disease in beef cattle and 2 proceedings in the Korean Journal of Veterinary Public Health 2012 and 2013. The study found 3 politic suggestions for improvement of the Animal Infectious Diseases Prevention Act, including reformulation of notifiable animal infectious diseases, improvement of moving prohibition rule in animal infectious disease outbreak and legislation on the Animal Experimental Hygiene Station Act. The study also is preparing for the submission as a title of "Issues and Improvement of the Animal Infectious Diseases Prevention Act" in the above journal.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter. 1	Overview of the project	19
Chapter. 2	Domestic and foreign situation of technology development	29
Chapter. 3	Results of the project	72
Chapter. 4	Purpose attainment and contribution of the project	431
Chapter. 5	Achievement of the study and its application plan	435
Chapter. 6	Foreign science information obtained from the project	454
Chapter. 7	Present condition of project equipment	457
Chapter. 8	Reference	458

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	19
제 2 장	국내외 기술개발 현황	29
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	72
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	431
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	435
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	454
제 7 장	연구시설 장비 현황	457
제 8 장	참고문헌	458

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 배경 및 목적

[제 1세부] 경상대학교

거의 매년 발생하는 가축 전염성 질병에 대한 예방 및 확산 방지 대책은 다각도로 진행되어 왔지만, 여전히 피해는 감소하지 않고 있으며, 특히 전염성 가축 질병 발생 후, 대책과정에서도 명확한 규정을 마련하기가 쉽지가 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 지금까지의 전염성 가축질병을 발생현황을 체계적으로 분석하여 발병 양상에 대한 환경적 요인을 조사하고자 한다. 전국의 가축사육농장에 대한 관련시설의 자료를 지리정보시스템(GIS)에 입력하고자 한다. 가축 전염성 질병의 발생 농장을 중심으로 가축사육농장의 축종, 주소, 좌표, 사육두수, 사육면적 등의 기본 자료 등을 조사 할 필요가 있다.

최근 가축전염병의 확산이 차량을 통해서 감염될 수 있다는 개연성 때문에 도로에 대한 부분도 고려 대상이 되어야 할 것으로 판단된다. 따라서 전국의 각 농장까지 접근되는 교통망의 지리정보 자료 조사할 필요가 있으며, 축사 주변의 고속도로, 지방도, 국도, 일반 및 기타도로 등으로 구별할 필요가 있으며, 다각도로 판단할 필요가 있을 것으로 생각한다.

가축의 감염경로 가운데 하나로 알려진 조류에 의한 부분도 전체적인 시스템 구축에 필요할 것으로 판단된다. 그러나 조류의 이동경로는 매우 복잡하고 다양하기 때문에 모든 조류에 대해서 판단하기에는 불가능할 것으로 판단된다. 따라서 구제역이 가장 빈번하게 발생하는 시점에서의 대표적인 조류를 대상으로 이동반경 등을 조사할 필요가 있다. 이는 구제역뿐만 아니라, 조류독감 등에도 매우 중요할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 구제역 및 조류독감 전파 관련 조류의 이동경로 등을 판단하기 위해서 기존의 이동경로 자료를 지리정보구축에 활용할 계획이다.

가축전염성 질병에 대한 가축의 축종, 주소, 좌표, 사육두수, 사육면적 등의 기본 자료를 활용하여 지리정보 시스템을 구축하고, GIS에 가축질병 감염 위험도 산정을 위한 매트릭스 구축하여 가축 전염병의 확산을 예방 하고자 한다.

지리정보시스템 [Geographic Information System]은 지리 공간 데이터를 분석·가공하고 교통·통신 등과 같은 지형 관련 분야에 활용할 수 있는 시스템을 말하며 지리정보 시스템이 갖추어지면 다양한 공간 분석이 가능하고, 그래픽 정보나 관련 데이터베이스 등 각종 지형정보를 상세히 알 수 있을 뿐 아니라 처리도구와 조작도구를 이용해 방대한 공간자료

를 효율적으로 관리할 수 있고, 특수한 사용자를 위한 전용 매크로 언어를 이용할 수도 있다. 이러한 시스템을 이용하여 가축전염병의 발생경로를 파악하여 가축전염병이 발생하였을 경우 가축전염병의 확산을 예측하여 피해를 최소화 하고자 한다.

가축전염성 질병에 대한 여러 가지 기초자료를 활용하여 지리정보 시스템(GIS)을 구축하고, ArcGIS 적용에 따른 가축질병 감염 위험도 산정을 위한 매트릭스 구축할 필요가 있다. 위험도 산정 매트릭스 구축을 위해 필요한 자료로서 입력할 결정요인 변수를 설정하여야 한다. 이때 필요한 변수로 일정반경(500m, 1000m, 2000m, 3000m)내 분포되어 있는 교통망과 주변농장 및 관련시설의 수가 필요하며, 또한 농가별 사육두수 및 사육면적, 구제역 바이러스(소와 돼지의 경우)와 조류독감 바이러스 (닭의 경우)의 배출율 등이 필요하다. 이 경우 배출율의 정량화가 쉽지 않기 때문에 아래와 같이 바이러스 산정법을 이용할 계획이다.

※ 바이러스 배출율 산정법

= 축종별 바이러스 배출계수 X 농가별 사육두수

(정확한 사육두수의 정보를 가지고 있는 농가의 경우)

= 축종별 바이러스 배출계수 X 축사 면적 ÷ 축종별 적정 사육면적 기준
원단위(사육두수의 변이성이 높은 농가의 경우)

또한 이러한 변수 이외에도 주변농장으로부터 공기확산 감염도(확산모델결과 병합)가 매우 중요할 것으로 생각한다. 이는 농장이 위치한 지형의 형태 및 계절별 또는 일변 풍향, 풍속이 많은 영향을 미칠 것으로 판단한다. 따라서 본 연구에서는 1차로 기본의 연구결과를 이용하여 1차로 지리정보 시스템을 구축하고, 본 과제의 제1협동과제의 연구결과를 바탕으로 2차로 전체 시스템을 보완 수정할 계획이다.

마찬가지로 앞 절에서 언급한 철새 또는 조류의 이동경로를 지리정보시스템 구축 시 변수로 이용하고자 기존의 문헌정보를 이용하여 설정할 계획이며, 필요시 GPS시스템을 이용한 조류의 이동경로 등을 파악할 계획이다.

최종적으로 가축의 전염성 질병의 확산 및 이동경로 예측을 위한 통합예찰시스템 구축할 필요가 있다. 이를 위해서 앞 절에서 언급한 지리정보체계 구축 및 농가 방문차량의 GPS 부착을 통하여 위험도 높은 농가 방문 시 경보 등을 통해서 인지할 수 있도록 하며, 확산 방지 이동 경로의 설정이 필요하다. 이를 위해 감염우선순위 및 주변전파 위험도가 높은 농장을 중심으로 구제역 및 조류독감 예방 시스템 구축 및 관리지침 마련이 필요하며, 최근의 정보통신의 발전을 충분히 활용할 수 있는 모바일(핸드폰)을 통한 질병발생 통

지 등을 구축할 필요가 있다.

[제 1협동] 창원대학교

구제역(foot-and-mouth disease, FMD)은 우제류 동물에 가장 전염성이 강한 질병이다. 대기확산 모델링의 수행은 당국이 구제역 확산 통제계획을 세우거나, 긴급 백신 정책을 포함하는 다양한 통제 계획의 선택하는데 유용하다.

확산 모델링은 구제역이 발생했을 경우 수검역 당국에서 즉각적으로 사용할 수 있도록 개발되어져 왔고, 이러한 감시체계는 가축의 구제역 감염 가능성을 줄일 수 있도록 한다. FMDV는 다양한 수단으로 확산된다. 공기 중 바이러스의 확산은 제어할 수 없지만, 확산 모델링을 통해 예측이 가능하다.

구제역 발생 시 바이러스 확산을 제어하기 위한 다양한 연구결과의 주요 핵심은 바이러스의 공기 중 확산을 예측하는데 사용되는 수치모델을 포함하는 구제역 감염의 연구이다. 이러한 수치 모델에는 검증된 예측모델이 많이 있다. 적절한 확산 모델의 선정은 중요하다. 따라서 다양한 모델들의 비교 연구의 결과를 참고하여 모델 선택에 있어 충분히 고려되어야 한다.

대기오염물질의 확산은 눈에 쉽게 보이는 것이 아니므로 쉽게 파악할 수가 없다. 대기오염물질의 거동을 파악하기 위하여 주로 대기확산 모형을 이용하고 있다.

이러한 대기오염물질의 이동을 파악하는 대기확산모델은 대기 중에서 일어나는 대기오염물질의 이동과 반응 현상을 재현하여 사전에 대기오염에 의한 피해영향을 저감하고 대책 수립시의 효과를 분석하는 도구로 활용되고 있다. 그리고 우리나라는 삼면이 바다로 이루어져 있고 대부분이 산악지형으로 이루어져 있어 복잡한 지형적인 특성을 가지고 있다. 대기오염물질을 주로 배출하는 발전소 및 산업단지는 등 대표적인 배출원은 대부분 복잡지형 주변에 위치하고 있어 대기확산현상을 해석하기 위해서는 지형적인 고려가 매우 중요하다고 할 수 있다.

CALPUFF 모델은 복잡한 지형을 가지고 있는 산간지방에서 부는 산곡풍이나 해안지방의 해륙풍 순환과 같이 급격한 바람장 변화를 가지는 지역을 모사하기에 유용한 모델로 알려져 있다.

또한 CALPUFF 모델이 모사할 수 있는 영역은 국지적 지역을 대상인 소규모영역에서 국가 간의 대류 현상을 고려하는 대규모영역까지 다양하게 수행할 수 있다.

모델링을 수행하는데 있어 지형자료 이외에 기상자료 및 배출원 자료가 입력 자료로 요구되어진다. 이 중 배출원 입력 자료는 오염물질의 배출량, 배출높이 및 배출속도 등으로

나눌 수 있다. 배출원의 경우 배출시설과 같이 배출원에 관련된 자료를 확보하고 있는 경우 큰 문제가 없지만 배출량을 산정하기에는 많은 수작업이 필요할 뿐 만 아니라, 배출계수를 이용한 배출량 산정에는 배출계수의 적용 등의 문제로 부정확성을 내포하기 마련이다. 대기모델의 적용은 위와 같은 한계를 가지지만 대기확산모델의 운영은 지역의 오염현황을 파악하고자 하는데 가장 유용한 툴로서 사용되고 있다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

돼지들에 의해 배설된 분뇨가 피트(pit)내에서 저장되어 혐기성 미생물에 의해 분해되는 경우가 주요 발생 과정이며, 돼지의 호흡 및 환기시스템의 작동 시에도 발생 된다 (Chang 등, 2001). 돈사 내 주요 가스 상 오염물질들 중 이산화탄소(CO₂)와 메탄(CH₄), 그리고 아산화질소(N₂O)는 발생량이 상대적으로 경미하여 일반적으로 작업장 노출기준을 초과하지 않는 것으로 보고되고 있다 (Verstegen 등, 1976; Noblet 등, 1989). 하지만, 돈사 작업장 내 암모니아(NH₃)와 황화수소(H₂S)의 농도 및 발생량은 다른 작업장에 비해 상대적으로 높으며, 특히 외부 기온이 극단적으로 저하되는 동절기시 실내 온도 유지를 위해 최소 환기율을 적용하는 경우 노출기준을 초과하여 작업자의 체내 유해물질로 작용할 수 있다 (Nordstrom과 McQuitty, 1976; Coleman 등, 1991). Bruce(1981)의 연구에 따르면 암모니아 노출에 따른 작업자의 신체적 증상은 5-50ppm 범위에서 후각 감지, 100-500ppm 범위에서 눈의 염증, 2,000-3,000ppm 범위에서 재채기 및 침 흘림, 그리고 10,000ppm이상의 농도에 노출되면 즉시 사망하는 것으로 알려져 있다. 한편, 황화수소는 1시간 동안 50-100ppm 범위에 노출되면 눈의 염증 및 호흡기의 이상이 발견되고, 8-48시간 동안 150ppm에 노출 시에는 사망할 수 있으며, 700-2,000ppm에서는 즉사하는 것으로 보고하고 있다.

공기 중 입자상 오염물질이란 에어로졸, 분진, 중금속 등을 가리키는데, 에어로졸은 아주 미세한 크기의 고상 또는 액상의 입자로서 오랜 시간 동안 가스물질과 함께 공기 중에 부유하여 이동하는 것이고 (Hinds, 1982), 분진은 직경 0.5~1,000 μm 의 폭넓은 범위를 가진 고체상의 입자를 의미하며 (Pearson과 Sharples, 1995), 부유 입자는 고상 및 액상 형태의 입자들을 모두 총칭한다(Carpenter, 1986). 사람이 호흡을 하는 동안 코와 입으로 들어오는 입자상 물질은 흡입성 입자로 평균 직경이 약 50 μm 미만인 부유 입자들을 말하며, 흡입성 입자 중 폐의 가스 교환 부위까지 도달하는 입자는 호흡성 입자로 일반적으로 5.0 μm 이하의 입자들을 가리킨다(Wathes와 Randall, 1989; Pearson과 Sharples, 1995). 즉, 크기가 큰 입자들은 쉽게 침착되나 작은 크기의 입자들은 사람과 동물의 호흡기에까지 전달된다 (Fuchs, 1964, Gregory, 1973). 공기역학적 평균 직경이 10 μm 이상의 입자들은 코의 비강,

5~10 μm 범위의 입자들은 호흡기계의 상부, 5 μm 이하의 입자들은 폐에 침착되며 (Carpenter, 1986), 일반적으로 5 μm 이하의 입자들이 사람의 호흡기계에 유해한 영향을 주어 호흡기 관련 질병을 유발하는 인자로 알려져 있다 (Wathes 등, 1983; Hong과 Cho, 2001).

일반적으로 돈사 내부에 분포하는 입자상 오염물질은 유기성 분진으로 사료, 건조화된 돼지 분뇨, 돼지의 피부 및 털 등에서 발생되며 (Koon 등, 1963; Harry, 1978), 이 중 주된 성분은 사료인 것으로 보고되고 있다 (Welford 등, 1992). 또한 돈사 작업장에서 발생하는 분진의 조성은 유기물 함량이 전체 87%로 여기에는 조단백질 24%, 지방 4~5%, 조섬유 3~5%로 구성되어 있다 (Hartung 등, 1985). 돈사의 경우 환기 상태나 사료 투입 방식에 따라 차이는 있지만, 5 μm 이하의 입자들의 수가 전체 입자 수의 70~95%를 차지한다는 연구 보고가 있다 (Bundy와 Hazen, 1975; Honey와 Mcquitty, 1979).

부유 미생물과 같은 생물학상 오염 물질들은 미세분진에 흡착된 후 호흡을 통해 사람의 경우 폐포에 도달하여 폐렴, 천식, 기관지염, 비염 등과 같은 호흡기 계통의 질병을 유발하게 된다(Donham 등, 1986; Bruce와 Sommer, 1987; Crook 등, 1991; Olson과 Bark, 1996). 이러한 돈사 내 생물학상 오염물질들의 농도 수준 및 정량화 규명을 위한 현장 조사 (Wathes 등, 1998; Chang 등, 2001; Gay 등, 2003)와 발생 기작 및 원인 (Attwood 등, 1987; Gustafsson, 1999; Duchaine 등, 2000)에 대한 국외의 연구는 상당 부분 수행되고 있으며, 최근 들어 국내에서도 이 분야에 대한 관심이 대두되기 시작했으나 (김과 김, 2003; 유 등, 2003) 대부분의 가스 상 물질과 입자상 물질에 국한되어 수행되었다.

생물학상 오염물질(bioaerosol)에 관한 국외의 연구는 돈사 환경뿐만 아니라, 실내 주거 공간 및 기타 여러 작업장을 대상으로도 수행되었다. 선행 연구 결과에 의하면 밀폐형 돈사 내 생물학상 오염물질의 농도는 다른 실내 공간의 오염도보다 상대적으로 상당히 높다고 보고되었다 (Clark 등, 1983; Thorne 등, 1992; Griffiths와 Decosemo, 1994). 돈사를 대상으로 한 생물학상 오염물질의 연구는 주로 돼지보다는 작업자의 건강을 보호하기 위한 보건위생학적 측면에서 수행되었으며, 돈사 내 주요 오염물질인 암모니아나 분진과 같은 기타 다른 유해물질과의 상호 연관성 및 노출 정도를 규명하는 데 중점을 두었다 (Clark 등, 1983; Crook 등, 1991; Duchaine 등, 2000; Chang 등, 2001). 유럽에서는 이미 대규모 현장 조사를 통해 각 나라마다 돈사 작업장의 유형별로 생물학상 오염물질의 농도 및 발생량을 정량화하여 작업자의 노출 수준 및 두당 혹은 면적당 원단위 발생량을 산정하였다 (Seedorf 등, 1998). 돈사 내 부유하고 있는 미생물들을 동정한 몇몇 연구들도 보고되고 있는데, Elliott 등 (1976)에 의하면 돈사의 실내공기 중에는 *Staphylococcus*가 주요 우점 세균이며, *Salmonella*는 전혀 검출되지 않았다고 보고하고 있다. Cormier 등 (1990)은 돈사

내에는 다양한 미생물들이 분포하고 있으며, 농도 측면에서 그람 양성 세균이 대부분이며 그람 음성 세균과 곰팡이는 매우 적은 농도로 존재하고 있다고 하였다. 또한 세균으로는 *Enterobacter agglomerans*, *Moraxella*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Pseudomonas*가, 곰팡이로는 *Scopulariopsis*, *Apergillus*, *Penicillium*, *Candida*가 주요 우점종이라 보고하였다. 또한 현재 사회적으로 문제시되고 있는 구제역 바이러스의 외부 전파 이동 거리를 대기 확산 모델 기법을 적용하여 추정한 연구 사례도 보고되고 있다 (Casal 등, 1995; Sorensen 등, 2001).

이 연구에서는 구제역 및 조류독감 바이러스의 확산 양상을 대체할 수 있는 공기오염인의 선정을 위한 돈사 및 계사의 기초 현장 조사와 공기감염성 가축질병 발생 인자의 대기상 이동경로를 예측할 수 있는 객관적 surrogate의 규명 및 RA 모델 적용을 통한 구제역 및 조류독감 바이러스의 위해성 추정 평가를 하고자 한다.

[제 3협동] 제주대학교

구제역(口蹄疫; foot-and-mouth disease, FMD)은 소와 돼지, 양, 염소, 사슴 등 발굽이 둘로 갈라진 우제류 동물에서 전염성이 높은 급성 바이러스성 전염병이다. 구제역에 감염된 동물이 폐사하는 경우는 많지 않으나 구강, 비강, 발굽 부위에 물집이 생기며 체온이 급격히 상승되고 식욕이 저하되어 산업동물의 경제적 가치가 현저하게 떨어지기 때문에 신속하게 근절대책을 수립하는 것이 무엇보다 중요하다. 따라서 구제역은 가축 및 축산물의 국제교역에서 주요하게 취급하며 엄격한 사전예방 조치가 없으면 쉽게 질병 청정국이 될 수 없다. 일단 질병이 발생하고 감별이 늦어질 경우 빠르게 지역 내 전파가 이루어질 수 있으며, 넓은 숙주범위와 강한 전염성, 빠른 복제와 다양한 감염 경로의 특성을 보인다. 이와 같은 질병 특성 때문에 세계동물보건기구(Office international des epizooties, OIE)는 구제역을 전파력이 빠르고 국제교역상 경제 피해가 매우 큰 List 질병으로 분류하고 있으며, 우리나라도 제1종 가축전염병으로 지정하고 있다.

현대사회에 접어들면서 우리나라에서 발생한 구제역은 2000년과 2002년이었으며 이 당시에는 소에 한정되어 발생하였고 신속한 조치로 조기에 차단방역에 성공하였다. 우리나라의 경우 38선으로 인하여 사람이나 가축의 왕래가 육로로 이루어지지 않기 때문에 구제역의 유입경로는 대부분 해상이나 비행기를 통한 여행객이 1차적인 오염원이 된다. 이 당시 역학조사 결과를 보면 가장 유력한 유입경로는 중국으로부터 해상으로 유입된 황사로 판명되었다. 그 후 가장 최근에 발생한 구제역은 2010년 11월 23일 경상북도 안동시이었으며, 제주도와 전라도 지역을 제외한 전국으로 확산되었다. 전국 11개 시·도, 75개 시·군·구로 확

산된 구제역은 건국 이래 최악의 국가재난으로 총 150여건이 발생하여 350여 만 마리의 소·돼지 등 우제류 가축이 살처분 됐고 직접적인 피해액만 3조원이 넘었다. 구제역 방역과정에서 전국 4,200개 매몰지에 소와 돼지 등 340만 마리가 매몰되었다(2011 구제역백서). 이처럼 전국적으로 확산된 이유는 다양하게 분석되었으나 무엇보다 초기대응에 어려움이 있었고, 겨울철의 추운 날씨로 소독 등 방역업무를 추진하는 것도 장애가 되었다. 특히 최초 발생지역인 경북 안동의 경우 판정오류로 인한 초동방역 실패와 함께 대단위 양돈단지에서 발생함으로써 초기 바이러스 배출량이 많은 것도 문제점으로 분석되었다. 그 이후 경기북부 및 전국으로 확산된 것은 처음 발생지 농장의 분뇨가 경기도 파주, 연천 지역으로 이동 되면서 전파의 주원인으로 작용한 것으로 분석하고 있다(구제역 백서 2011). 그러나 이 구제역 백서에서는 공기전파, 오염된 사료 및 야생동물에 의한 전파가능성은 확인되지 않은 것으로 보고하고 있다.

이 연구에서는 가축전염병의 초기방역대책 매뉴얼에 대한 현황 및 문제점을 파악하기 위하여 축산농가 및 관련기관을 대상으로 가축방역 매뉴얼 인지도 조사하고 축산 선진국가의 가축전염병 방역체계의 현황을 분석하여 국내 도입 가능성 검토하는 한편 가축전염병 발생 후 확산을 방지하기 위한 초기 방역시스템의 문제점 진단 및 대응체계를 제시하고자 하였다.

제 2절 연구개발의 필요성 및 범위

[제 1세부] 경상대학교

현재 국내에서는 구제역과 조류독감이 발생하면 임의의 반경을 설정하여, 위험지역과 경계지역으로 구분하여 위험지역내의 모든 우제류의 도살을 추진한다. 이에 따른 경제적인 손실은 수십억 원에 달하며, 발생지역이 축산농가가 밀집한 지역의 경우에는 훨씬 증가 할 수 있다.

가축질병 방역을 위한 민관군의 인력 투입에 따른 손실은 경제적으로 환산이 불가능하며, 방역을 위한 약품의 소비도 수억 원에 달하는 경제적 손실을 초래한다.

구제역 및 조류독감 발생에 따른 육류의 대외 수출이 금지됨에 따라 현실적으로 수천억의 경제적 손실을 유발하며, 장기적으로는 수개월, 수년 동안 대외수출의 어려움을 초래하고 있다.

[제 1협동] 창원대학교

가축전염병의 전파 경로 중에서 공기감염 경로를 정확하게 예측하기 위해서는 대기오염 확산 모델링 기법을 이용해야 한다. 그러나 아직 우리나라의 경우 환경공학분야에서는 국내 적용성을 검토한 후, 여러 방면에서 효과적으로 사용하고 있으나, 축산분야에서는 아직 검토된 바가 없다. 따라서 본 과제에서는 선진국에서 사용하고 있는 가축전염병 공기확산 모델링 기법을 분석한 후, 국내 적용성을 검토하고, 이를 검증하여 향후 가축전염병 발생 시 초기 방역정책을 시행할 때, 효과적인 틀을 제공할 필요가 있다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

축산업으로 인해 방출된 대기오염물질의 환경보건학적 피해가 거시적 관점에서 보면, 오존층 파괴에 의한 지구 온난화의 가속, 구제역 및 조류독감 바이러스 등의 감염성 가축질병 유발 인자의 공기 전염 확산 등이 있고, 미시적 관점에서는 가축의 생산성 저하, 인근 주변 지역의 악취 민원 증가, 축산업 종사자의 흡입 노출로 인한 천식, 비염, 기관지염 등의 호흡계 질환 유발 등이 포함된다.

구제역 감염 및 전파의 유해·위해성으로는 이론적으로 감염된 돼지 1마리가 소 1천만 마리를 감염시킬 수 있는 바이러스를 생성한다고 한다. 또한, 전파속도는 돼지가 소에 비해 3,000배나 빠른 것으로 알려져 있다. 감수성은 소가 돼지에 비해 훨씬 높은 것으로 알려져 있는데, 이는 바이러스 존재를 알 수 있는 지표가 된다.

감염된 동물의 수포(물집)액, 침, 유즙, 소변, 정액, 호흡공기, 분변 등을 통해 점염이 되는데, 감염 동물에서 유래한 오염축산물 및 이를 함유한 식품 등에 의해 전파가 되기도 한다. 그리고 감염지역 내 사람(목부, 의사, 인공수정사 등), 차량, 의복, 물, 사료, 건초, 기구, 차량 및 야생동물, 감염지역 내 고양이, 개 등에 의해서도 전파가 된다.

공기를 통해 육지에서는 50km, 바닷바람을 통해서는 250km 이상까지 전파될 수 있고, 오염된 가죽, 모피에 의해 국가 간 전파도 가능하다고 한다.

구제역 바이러스는 동물의 인후부로부터 증식되고 배출되며, 소에서 3년간, 양과 염소에서 수개월 간 인두 내에 생존할 수 있다고 한다.

[제 3협동] 제주대학교

전 세계적인 경제성장은 국가 간의 경계를 무색하게 할 정도로 쉽고 빠른 교류체계를 이

루고 있기 때문에, 외래성 질병의 발생 가능성이 더욱 증가한 실정이다.

가축 사육규모는 증가하고, 사육단지의 집중화는 가축전염병의 조기 전파를 가속화시키고 있어, 국가 단위의 방역체계와 함께 지역단위의 방역체계가 함께 마련되어야 할 것이다.

가축방역체계와 관련된 매뉴얼은 국가나 지역의 환경에 따라 차별화되어야 할 것이며, 다른 협동과제에서 도출된 구제역 및 조류독감 확산 이동 경로 추적 예측을 통한 예찰시스템 구축에 따른 국내 지형에 적합한 매뉴얼을 제시할 필요성이 있다.

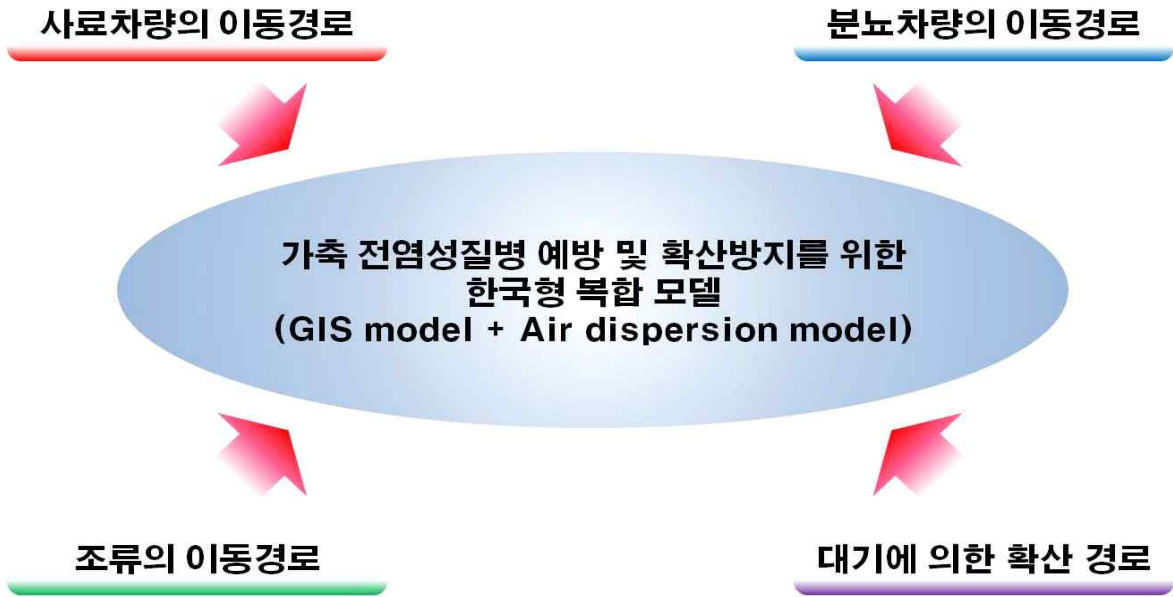
제 3절 연구개발의 최종목표 및 주요내용

1. 최종목표

- 국내 지리적 특수성을 고려한 가축의 전염성질병 확산방지를 위한 수학적 모델 개발 및 타당성 검증
- 악성 가축질병 발병을 조기 확인 및 확산 피해 차단을 위한 개별농가·지역단위별 상시관리 시스템 및 대기 중 확산 예측 모델 개발
- 가축전염병 발생 후 확산을 방지하기 위한 초기 방역시스템의 문제점 진단 및 대응체계 제시
- 한국 지형에 적합한 가축 질병예방 및 확산방지 모델을 적용하여 개선된 방역 정책 결정 매뉴얼 제시

2. 주요내용

- 전염성 가축질병 방지를 위한 이론적, 실험적 모델 개발 및 검증
- RA 모델 적용을 통한 공기감염성 가축질병원의 위해성 평가 및 검증
- 한국지형(평지형, 중산간형, 산악형) 및 상황에 적합한 전염성질병 예방 및 확산방지 복합모델 제시
- GIS 및 대기확산모델을 활용한 질병원의 전염 경로구명 및 오염지역 설정 제시
- 구제역 및 조류독감 바이러스의 대기 중 확산 예측을 위한 surrogate 제시



<Fig. 1> 구제역 및 조류독감 확산 방지용 한국형 복합모델의 구성 체계

제 2장 국내외 기술개발 현황

[제 1세부] 경상대학교

1절. GIS(지리정보시스템)

1. Geographic Information System(GIS)의 개요

가. GIS의 정의

지리 공간 데이터를 분석·가공하여 교통·통신 등과 같은 지형 관련 분야에 활용할 수 있는 종합 정보 시스템을 말한다. 크게 토지 정보시스템, 도시 정보시스템, 도면 자동화, 시설물 관리 분야로 나누어지지만, 토지·자원·환경·도시·해양·수산·군사·교통·통신·상하수도 등 광범위한 분야에서 이용된다. 이 지리정보시스템을 구성하기 위해서는 첫째 지표공간에 대한 자료 입수, 둘째 자료 레이어 구축, 셋째 자료 관리 과정, 넷째 자료 분석 및 조작 기능을 갖추어야 하며, 마지막으로 통계보고서·지도·도표 등을 작성할 수 있는 출력장치가 있어야 한다. 지리정보시스템이 갖추어지면 다양한 공간 분석이 가능하고, 그래픽 정보나 관련 데이터베이스 등 각종 지형정보를 상세히 알 수 있을 뿐 아니라 처리도와 조작도구를 이용해 방대한 공간자료를 효율적으로 관리할 수 있고, 특수한 사용자를 위한 전용 매크로 언어를 이용할 수도 있다. 그밖에 사용자의 요구에 즉시 부응할 수 있는 도면 검색 시스템을 통해 도면과 속성정보를 유기적으로 결합할 수 있고, 각종 정보를 쉽게 교체할 수 있으며, 도면의 반영구적 사용과 수작업 관리로 인한 인위적인 오차 배제 등이 가능하며 최근의 Mobile 및 Cloud Computing 기반으로 구현이 가능하다.

나. GIS의 주요 기능

- 공간정보와 속성정보의 이해, 검색, 해석 및 시각화 기능 제공
- GIS의 결과물로서 지도, 보고서, 그래프의 형태로 지형물 간의 관계 및 패턴 파악
- 입지분석, 교통경로분석, 가시권분석, 환경 분석, 상권분석 등 의사결정을 위한 도구 제공

- 공간 모델링을 통해 대상 위치 향후 변화예측
- 다른 엔터프라이즈 IT 시스템과 통합



<Fig. 1-1> GIS 흐름도

다. GIS의 활용분야

- 엔지니어링, 비즈니스, 국방/정보, 교육, 정부기관/지자체
- 보건, 교통, Utility, 환경/자원, 지도제작

2. Geographic Information System(GIS)의 특징

가. GIS 기술구현 환경

- 엔터프라이즈 및 유비쿼터스 환경에서 GIS 구현



<Fig. 1-2> GIS 기술구현 환경

나. GIS 결과물의 활용

- 다양한 매체를 활용한 “One Map”공유와 서비스 확대



<Fig. 1-3> GIS 결과물의 활용

3. Geographic Information System(GIS)의 활용분야

- 정부기관
 - 국토해양부 국가 공간 활용시스템(국토해양부, 2010)
 - 국토해양부 도시계획정보체계(UPIS)구축(국토해양부, 2010)
- 지자체
 - 서울시 GIS포털(서울특별시, 2011)
 - IFEZ 웹 사이트 고도화(인천 경제 자유 구역청, 2011)
 - 경기도 고양시 U-포털 시스템(경기도 고양시, 2010)
- 국방
 - 영상정보 통합관리체계 구축(2010)

- 국방수송정보체계 구축(2005~2010)

- 전시/상하수도/가스
 - 도시가스 통합 GIS 시스템(SK E&S, 2011)
 - 인천시 공간영상정보관리시스템(인천광역시, 2011)
 - 지방상수도 통합정보시스템(한국수자원공사, 2010)

- 비즈니스
 - 현대해상 보험 가입고객 재난예보 시스템(현대해상, 2012)
 - Geovision(SK Telecom, 2011)
 - 우리은행 g-CRM 시스템(우리은행, 2010)

- 자원/환경
 - 산림 GIS 포털(산림청, 2011)
 - 웹 GIS 기반 국지정밀 해양예측정보 웹 포털 시스템(한국해양연구원, 2010)
 - 신재생에너지 자원지도시스템(한국에너지기술연구원, 2010)

- 교통
 - 공항시설안전 통합관리시스템(한국공항공사, 2011)
 - 고속국도 토지관리시스템(한국도로공사, 2010)
 - 경기교통정보센터 모바일 앱(경기교통정보센터, 2010)
 - 국가교통정보센터 기능 개선(국토해양부, 2009)

- 재난/방재/보건
 - GIS기반 전자통합상황관리 시스템(소방방재청, 2011)
 - 산림재해위치정보 웹서비스 시스템(국립산림과학원, 2010)
 - 건강조사 지리정보시스템(질병관리본부, 2010)

- 지리적 프로파일링 시스템(경찰청, 2008)

GIS 솔루션 구현의 일반적인 패턴과 ArcGIS 활용



<Fig. 1-4> GIS 솔루션 구현의 일반적인 패턴과 ArcGIS 활용

※ ArcGIS : 본 연구에서 사용할 GIS 프로그램이다.

- Esri사가 만든 프로그램으로 크게 ArcInfo, ArcView, ArcEditor 로 구성된다. 이 중에서 ArcInfo는 ArcView와 ArcEditor의 기능을 모두 포함하여 가장 완전한 데스크탑 GIS(Desktop GIS) 기능을 지원한다. 우리가 보통 사용하는 형태는 ArcGIS의 ArcInfo를 사용하는 것이다. 이 프로그램을 이용하여 가축전염병의 발생 경로 및 예측시스템을 구축하고 한다. ArcGIS의 구성은 다음과 같다.

가. Desktop GIS

- Desktop GIS는 뛰어난 공간분석과 모델 운영 프로세스를 가능하게 하고 고품질의 지도

를 시각화 해줍니다. ArcGIS 데스크탑 소프트웨어는 데이터베이스, 스프레드시트, 통계패키지 등에 포함되어 있는 비가시적인 데이터를 분석하여, 가시적으로 분명한 형태의 패턴, 관계, 경향 등으로 제공한다. (ArcInfo, ArcEditor, ArcView, Extensions, ArcReader)

나. Server GIS

- Server GIS는 맵, 모델, 도구 등을 작업절차에 가장 적합한 방법으로 조직 내에 배포합니다.(ArcGIS for Server, ArcGIS for AutoCAD, ArcGIS for Sharepoint)

다. Online GIS

- Online GIS는 ArcGIS 사용자가 GIS 어플리케이션, 서비스, 콘텐츠 등을 검색하고 공유하며 설계 할 수 있게 해주는 플랫폼을 제공한다. (ArcGIS Online, ArcGIS Explorer, Portal for ArcGIS)

라. Mobile GIS

- Mobile GIS는 현장 근무자가 공간 정보를 획득하고, 업데이트하고 분석하는 기능을 제공함으로써 신속한 의사결정을 지원한다. (ArcGIS for windows Mobile, ArcPad)

마. Developer Tools

- Developer Tool은 API, 소프트웨어, 리소스를 제공함으로써 데스크탑, 모바일, 서버, 웹에서 사용가능한 혁신적인 GIS 솔루션을 제공한다. (Silverlight, Java, Flex, .NET, Javascript, Esri Developer Network(EDN))

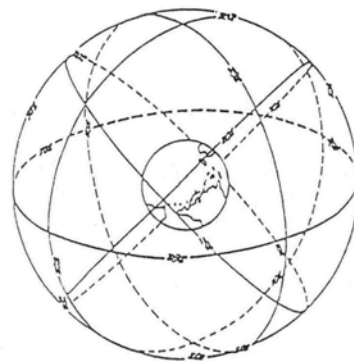
바. Free Viewers

- Easily visualize and share spatial information. Desktop/Web/Mobile로 구성되어 있다.

2절. GPS(위성항법장치)

1. Global Positioning System(GPS)의 개요

전 세계 위치측정시스템 GPS는 미 국방부(DoD : Department of Defence)가 군사목적으로 '70년대부터 개발 중인 전천후, 전 세계, 3차원, 실시간 전파항법위성 시스템이다. 즉, GPS는 지구주변의 6개 궤도를 떠다니는 24개의 위성 중에서 가장 수신하기 쉬운 3~4개의 인공위성 전파를 수신하여 지구상의 어느 지점에서든지, 짧은 시간에 기상조건에 무관하게 삼각측량의 원리로 경도, 위도, 고도를 측정할 수 있는 특징이 있다. 이 시스템을 다른 위치측정과 비교하여 볼 때 위치측정 정도가 높을 뿐 아니라 수신 장치가 소형, 경량이며 가격도 저렴한 편이다. 지구 전 표면의 위치측정을 위해서는 18~24개의 위성이 필요하며 이 위성들은 동일한 반송 주파수로 송신하고, 지상에서는 복수의 위성신호를 수신하여 자신의 위치를 측정하는 것이다. 여기서 각 위성을 식별하고, 방해영향을 받지 않도록 하기 위해서 각 위성은 Spectrum 확산신호를 사용한다.



<Fig. 1-5> GPS 위성의 배치

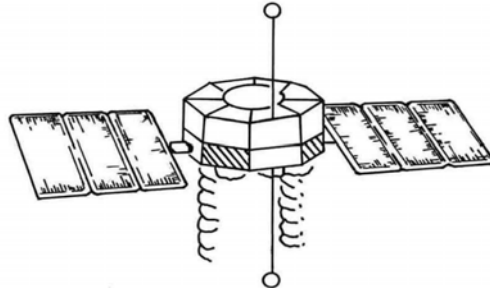
<Fig. 1-5>는 GPS 위성배치를 보이고 있는데, 6개의 서로 다른 원 궤도에 각각 3개씩, 합계 18개의 항행위성이 발사되어 있다. 이 위성 중 3~4개 위성에 탑재된 원자시계의 시각 신호를 동시에 수신하여 전송시간을 알고 위성과 수신국 사이의 거리를 산출하는 동시에 시간을 맞출 수 있다. 이때 GPS는 원호(圓弧) 방식에 의해 위치측정을 한다.

GPS는 space segment(우주분야), control segment(관제분야), user segment(사용자분야)의 3개 분야로 구성되어 있는 종합적인 위치측정시스템이다.

space segment는 위성 자체이고, <Fig. 1-6>이 보이고 있듯이, 3축 자세제어위성이다. control segment는 위성의 발사, 궤도·자세제어, 궤도의 결정, 항법메시지의 분석 등이 여

러 관제국에 의하여 제어된다.

user segment는 GPS 위성신호의 수신 장치, 위치 측정 분석기이며, 미국, 일본 등 외국의 여러 회사에서 군용 및 민수용으로 개발하여 판매하고 있다.



<Fig. 1-6> GPS 위성 외관

현재까지 군용 및 우주의 탐승 장치에 대해 여러 가지의 수신기가 개발되었고, 항법성능의 시험결과도 다수 보고되고 있으며 선박, 차량탐재용등 이미 실제 이용되고 있는 것도 적지 않다. '91년도의 걸프전에서는 사막지대에서의 병원, 전차, 병기 등의 유도용으로서 소형 GPS 수신기가 다수 조달되었다고 보고되고 있고, 항공기의 진입·착륙과 우주 계획에 GPS를 사용하기 위한 기술개발이 미·일등 선진 각국에서 활발히 행해지고 있다. 항법 이외에 시각동기, 위상 간섭법에 의한 위치측정 및 지각변동 관측 등에 이용되고 새로운 우주 측지 술로서의 지위는 확고할 만한 것으로 보고 있다.

이와 같이 GPS의 이용은 이후로 점점 확대될 전망이지만, 한편으로 민간이용을 제한하는 움직임도 있다. 즉, GPS를 원래 군사용으로 개발을 시작한 미 국방부는 운용단계에 있어서 위치측정 정도를 의도적으로 제한하여 소위 SA(Selective Availability : 선별이용성)를 결정하고 있고, A-S(Anti Spoofing : 대기만성)라고 불리며 유사시 P코드를 비밀의 Y 코드로 변환하여 민간이용자가 P코드로의 접근을 제한하는 것도 검토되고 있다.

<Table. 1-1> GPS 제원

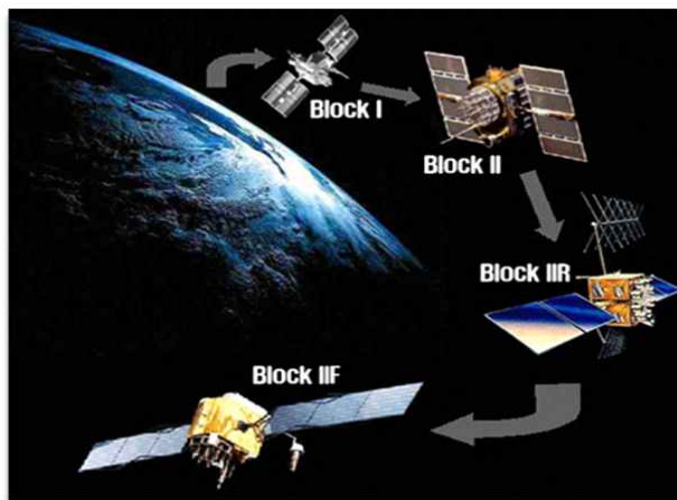
평균고도, 주기, 궤도 경사각	20,000km, 12시간, 55°
탐재 주파수 표준기	Rb(2 or 3대), Cs(2 or 1대)
거리측정신호 중심주파수(MHz)	L ₁ : 1,575.42, L ₂ : 1,227.60
거리측정신호 변조방식	PN(P, C/A code)에 의한 확산변조
P code 송신주파수 및 clock rate	L ₁ 및 L ₂ , 10.23 MHz(1주기=1ms)
C/A code 송신주파수 및 발생방식	L ₁ , 10단 FSR 2조에 의한 Gold code
C/A code clock rate	1.023 MHz(1주기=1ms)
송신데이터 및 rate	궤도정보, 탐재시각보정치, 50BPS

2. Global Positioning System(GPS)의 영역

가. 우주 부문(Space Segment)

GPS 우주 부문은 모두 24개의 위성으로 구성되는데 이 중 21개가 항법에 사용되며 3개의 위성은 예비용으로 배치된다. 모든 위성은 고도 20,200 km 상공에서 12시간을 주기로 지구 주위를 돌고 있으며 궤도면은 지구의 적도면과 55의 각도를 이루고 있다. 모두 6개의 궤도면은 60도씩 떨어져 있고 한 궤도면에는 최소 4개의 위성이 위치한다. 이와 같이 GPS 위성을 지구 궤도상에 배치하는 것은 지구상 어느 지점에서나 동시에 5개에서 최대 8개까지 위성을 볼 수 있게 하기 위함이다.

현재의 GPS 위성들은 미국의 Rockwell, Lockheed Martin, Boeing 사에서 제작되고 있으며 가격은 위성 한대 당 약 4천만 달러이다. 한편 위성을 궤도에 진입시키는데 드는 발사비용은 위성 한 대 가격의 약 1/4인 1천만 달러로써 지금까지 GPS 체계를 유지하는데 미 국방성에서 투자한 금액은 100억 달러 이상이다. 각 위성의 무게 900kg 정도로 태양 전지판을 완전히 펼쳤을 경우 폭이 약 5m로 아래의 사진에서 SV3의 모습을 볼 수 있다.



<Fig. 1-7> GPS 위성의 진화

나. 관제 부문

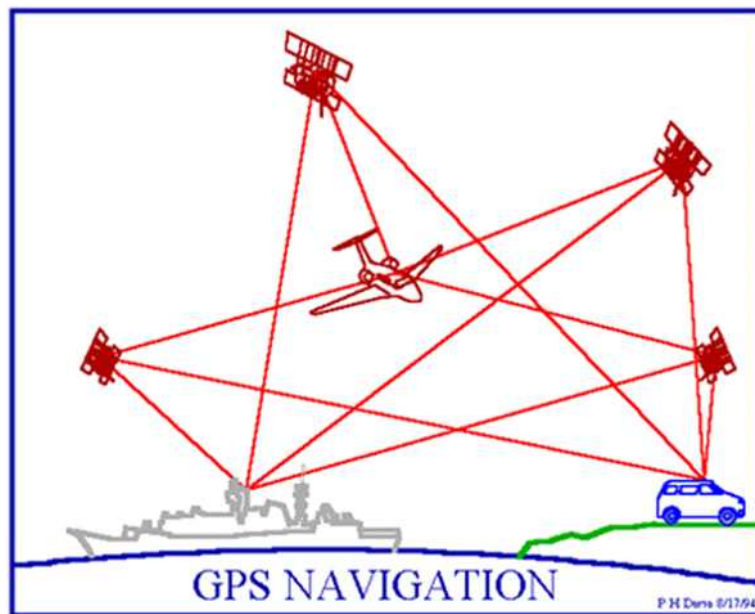
GPS의 관제는 하나의 주 관제국(MCS: Master Control Station)과 무인으로 운영되는 다섯 개의 부 관제국(Monitor Station)으로 구성된다. 주 관제국은 미국 콜로라도 스프링의

팰콘 공군기지에 위치해있고 부 관제국들은 전 세계에 나뉘어져 배치되어있다. 한편 이들 관제국 이외에 적도면을 따라 일정한 간격으로 위치하고 있는 3개의 지상 안테나를 운영하고 있으며 유사시 주 관제국을 대신할 수 있는 두개의 예비 주 관제국을 하나는 캘리포니아의 쉰니베일, 다른 하나는 메릴랜드의 락빌에 두고 있다.

무인으로 운영되는 부 관제국들은 주어진 시간에 관측할 수 있는 모든 GPS 위성의 신호를 추적, 신호를 저장한 다음 주 관제국으로 전송하게 되는데 이 통신 시설을 DSCS(Defense Satellite Communication System)이라고 부른다. 이렇게 여러 부 관제국에서 보내온 자료를 주 관제국에서는 방송궤도력(Broadcast Ephemerides)과 위성에 있는 원자시계 오차(Clock-bias)를 추정하는데 사용하며 결과를 주기적으로 GPS 위성으로 전송하게 된다.

다. 사용자 부문(User Segment)

GPS의 사용자 부문은 GPS 수신기와 사용자 단체로 이루어진다. GPS 수신기는 위성으로부터 수신 받은 신호를 처리하여 수신기의 위치와 속도, 시간을 계산하는데 4개 이상 위성의 동시관측을 필요로 한다. 이것은 3차원 좌표와 시간이 합쳐져 4개의 미지수를 결정해야 하기 때문이다. GPS 수신기는 현재 항해와, 위치 측량, 시간보정 등 다양한 분야에 이용되고 있다.



<Fig. 1-8> GPS를 이용한 항법

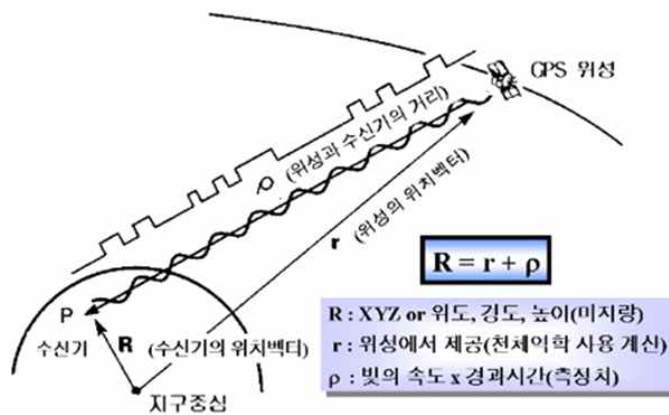
- 기본원리

GPS 가 어떠한 원리로 작동되는가를 이해하는 것은 개념적으로 매우 단순하다. 근본적으로 GPS는 삼각측량의 원리를 사용하는데 전형적인 삼각측량에서는 알려지지 않은 지점의 위치가 그 점을 제외한 두 각의 크기와 그 사이 변의 길이를 측정함으로써 결정되는데 반해 GPS에서는 알고 싶은 점을 사이에 두고 있는 두 변의 길이를 측정함으로써 미지의 점의 위치를 결정한다는 것이 고전적인 삼각측량과의 차이점이라 할 수 있겠다.

인공위성으로부터 수신기까지의 거리는 각 위성에서 발생시키는 부호 신호의 발생 시점과 수신 시점의 시간 차이를 측정한 다음 여기에 빛의 속도를 곱하여 계산한다.

$$\text{거리} = \text{빛의 속도} * \text{경과시간}$$

실제로 위성의 위치를 기준으로 수신기의 위치를 결정하기 위해서는 이 거리 자료 이외에도 위성의 정확한 위치를 알아야 하는데 이 위성의 위치를 계산 시 GPS 위성으로부터 전송되는 궤도력을 사용한다.



<Fig. 1-9> GPS 측량 원리

- 오차원인

GPS 위치측정의 정확성을 떨어뜨리는 요소들은 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 첫째 구조적 요인으로 생기는 오차로는 인공위성 시간 오차, 인공위성 위치 오차, 전리층과 대류층의 굴절, 잡음(Noise), 다중 경로(Multipath)등이 있다. 두 번째로는 위성의 배치상황에 따른 기하학적 오차가 있으며 마지막으로 가장 큰 오차 원인인 SA (Selective Availability)

가 있다. 이 요소들이 모두 잠재적으로 합쳐져서 매우 큰 오차 결과를 낳는데 이것을 UERE(User Equivalent Range Error)라고 한다. 각 오차들은 시간과 장소에 따라서 매우 크게 변한다. 다음은 각 오차들의 크기를 나타낸 것이다.

- 인공위성 시간 오차 -> 0-1.5 m
- 인공위성 위치 오차 1- 5 m
- 전리층의 굴절 0-30 m
- 대류층의 굴절 0-30 m
- 수신기 잡음 0-10 m
- 다중 경로(Multipath) 0-1 m
- SA(Selective Availability) 0-70 m
- C/A 코드 경우 모든 오차가 합쳐진 수평 오차는 SA가 작동하지 않는 경우는 28m 이고 작동하는 경우에는 100m 이다.

(1) 구조적 오차

- 위치 오차와 시간 오차

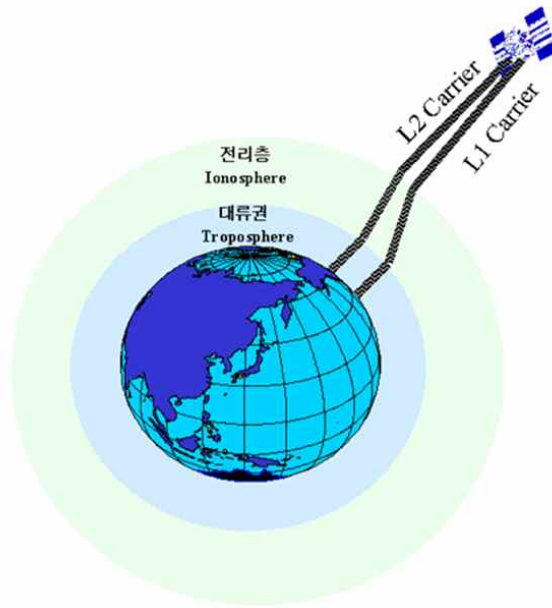
시간 오차와 위치 오차는 미 공군에서 계속 감시하고 오차를 매 시간마다 보정해주기 때문에 다른 오차들에 비해 상대적으로 적은 편이다. 그러나 인공위성이 본궤도에서 약간이라도 이탈하는 경우가 생긴다면 그리고 오차 보정이 되지 않은 자료를 사용했다면 큰 오차를 가질 수도 있다.

- 전리층과 대류층의 굴절

우주 공간에서 라디오파의 속도는 빛의 속도인 300,000 km/s 이다. 그러나 인공위성에서 오는 신호는 약 300 km 정도의 지구 대기를 통과해야만 한다. 전리층은 전기적으로 하전된 입자를 가지고 있는 층으로 약 50-200 km 사이에 위치하고 대류층은 우리가 일반적으로 대기라고 생각하는 층으로 8-16 km 고도에 위치하고 있다. 이 층들은 라디오파를 밑으로 잡아 끌어서 굴절시키는데 약간의 굴절도 상당한 영향을 줄 수 있고 더구나 각 층의 굴절률이 다르기 때문에 양상은 더욱 복잡해진다.

전리층에서는 하전된 입자들이 들어오는 신호를 끌어당겨서 굴절시키고 대류층에서는 다른 비율로 물방울들이 같은 역할을 한다. 이러한 문제들은 인공위성이 지평선으로 고도가 낮아질 때 더욱 심해진다. 왜냐하면 인공위성에서 오는 신호는 더 두꺼운 대기층을 통과해

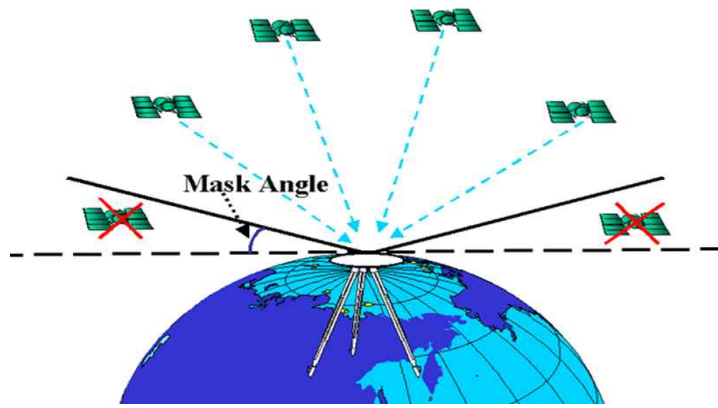
서 들어와야 하기 때문이다.



<Fig. 1-10> 전리층과 대류층의 굴절

이 문제를 해결하는 데는 여러 가지 방법이 있다. 첫째로 인공위성의 항법 메시지는 대기 굴절 모델을 포함하고 있어서 50-70%의 오차를 해결할 수 있다. 더 효과적인 두 번째 방법은 dual-frequency 수신기를 사용해서 동시에 L1과 L2 반송파에 신호를 모으는 것이다. 굴절의 크기는 진동수에 반비례하므로 같은 대기를 같은 시간에 통과한 두 다른 진동수를 이용하면 굴절의 크기를 더 쉽게 계산할 수 있다. 그러나 이 방법은 대류층의 굴절률이 진동수에 무관하므로 전리층에만 적용될 수 있다. 그러나 dual-frequency 수신기는 너무 비싸다는 단점이 있다.

수신기 하나만으로 더 적은 비용을 가지고 할 수 있는 방법이 있다. 대부분 수신기는 사용자 입력으로 수평선 위로 어느 각도 밑에 있는 인공위성으로부터 오는 신호는 무시하도록 되어있다. 이 각도를 "Mask Angle" 이라고 한다. 이것의 단점은 mask angle이 너무 높게 입력된 경우에는 최소 필요한 4개의 위성에 미달될 수도 있다. 대부분 mask angle은 10-20도 정도로 유지되게 설정되어 있다.



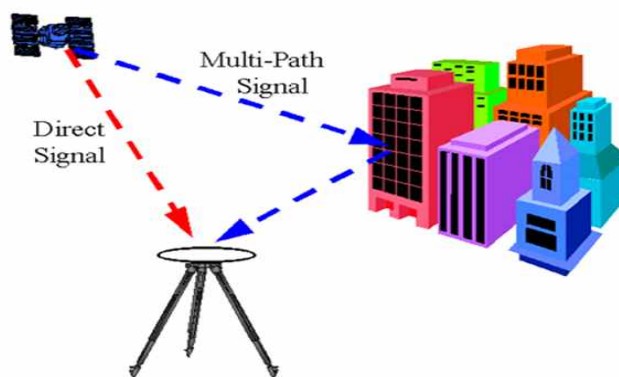
<Fig. 1-11> Mask Angle

- 잡음(Noise)

매우 약한 신호와 간섭을 일으켜서 수신기 자체에서 발생한다. 잡음은 각 신호기마다 다르지만 대부분 수신기는 잡음을 최소화하기 위한 내부 필터링 장치를 가지고 있다. PRN 코드 잡음과 수신기 잡음이 합쳐져서 전체 잡음이 된다.

- 다중 경로(Multi-Path) 오차

Multi-Path 신호는 인공위성에서 바로 오는 신호가 아니 반사되어 들어오는 신호를 받아들이는 것이다. 반사된 신호는 더 길어진 경로를 통해 인공위성에 들어옴으로 결과적으로 틀린 위치를 측정하게 된다. 그리고 신호의 세기도 약해짐으로 대부분 수신기는 신호의 세기를 비교해서 약한 신호를 제거함으로써 오차를 줄인다.



<Fig. 1-12> Multi-Path

(2) 기하학적 오차

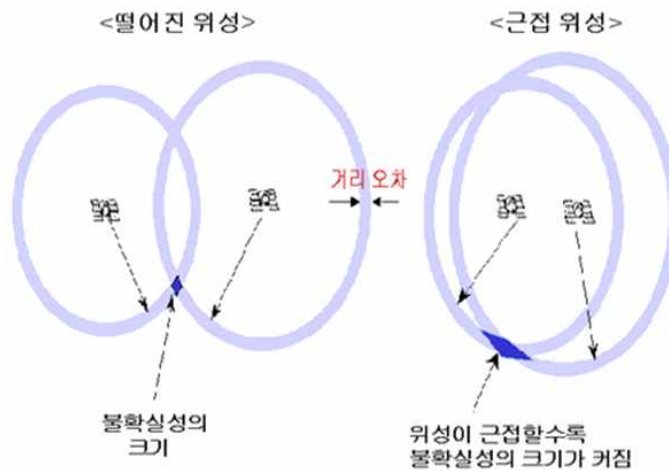
- 위치 오차와 시간 오차

측위 시 이용되는 위성들의 배치상황에 따라 오차가 증가하게 되는데, 이는 육상에서 독도법으로 위치를 낼 때 적당 한 간격의 물표를 선택하여 독도법을 실시하면 오차삼각형이 적어져서 위치가 정확해지고, 몰려있는 물표를 이용하는 경우 오차삼각형이 커져서 위치가 부정확해지는 것과 마찬가지로 수신기 주위로 위성이 적당히 고르게 배치되어 있는 경우에 위치의 오차가 작아진다. 보이는 위성의 배치의 고른 정도를 DOP(Dilution of Precision) 이라고 한다. DOP의 값은 2보다 적은 경우는 매우 우수한 경우이고 2-3 값을 가지면 우수 4-5 값을 가지면 보통이고 6 이상이 되는 경우의 자료는 효용가치가 없다.

DOP의 종류는 여러 가지가 있지만 가장 많이 사용되는 것은 PDOP(Positional DOP)라고 한다. GPS 수신기는 관측된 데이터를 이용하여 PDOP를 계산하고, 이를 거리오차에 곱하면 측위 오차가 된다.

$$(\text{거리오차; Range Error}) \times (\text{PDOP}) = (\text{측위오차})$$

따라서 대부분의 수신기는 PDOP가 작은 위성의 조합을 선택하여 측위 계산을 하고 이를 표시하도록 설계되어 있다. 최근 수신기의 성능이 좋아서 PDOP가 3인 경우 위치오차는 대략 15m CEP (Circular Error Probability), 즉, 50% 오차확률의 범위에서 평면으로 약 15m정도이다.

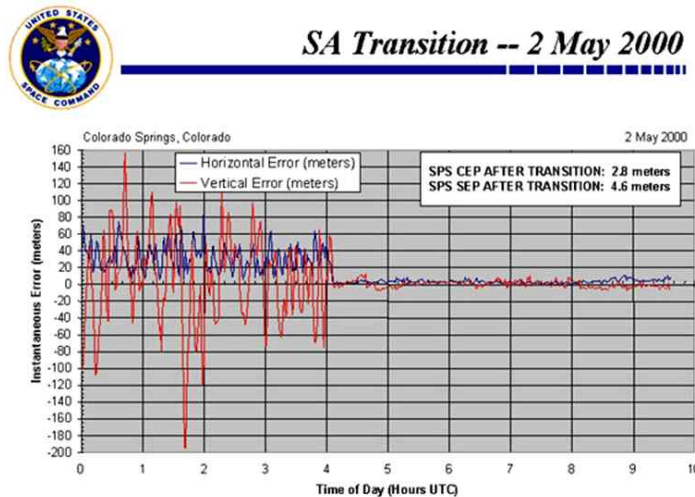


<Fig. 1-13> 기하학적 오차

(3) SA(Selective Availability)

SA는 오차 요소 중 가장 큰 오차의 원인이다. 허가되지 않은 일반 사용자들이 일정한도 내로 정확성을 얻지 못하게 하기 위해 고의적으로 인공위성의 시간에다 오차를 집어넣어서 95% 확률로 최대 100m 까지 오차가 나게 만든 것을 말한다.

결프전 때 많은 수의 민간 수신기들이 군에서 사용되어졌을 때 전쟁이 끝날 때까지만 미국방부는 SA의 작동을 중지했었다. 1996년 3월 29일 클린턴 대통령은 4년 이내에 SA의 작동은 영원히 중지될거라고 발표했었다. 그리고 2000년 5월 1일 자정(Washington DC Time, USA)을 기해 미 국방성이 GPS 위성 신호의 궤도와 시계 정보를 고의적으로 조작한 의도적 정밀도 저하 조치 SA(Selective Availability)를 해제함에 따라 위치 정확도가 향상되었다.

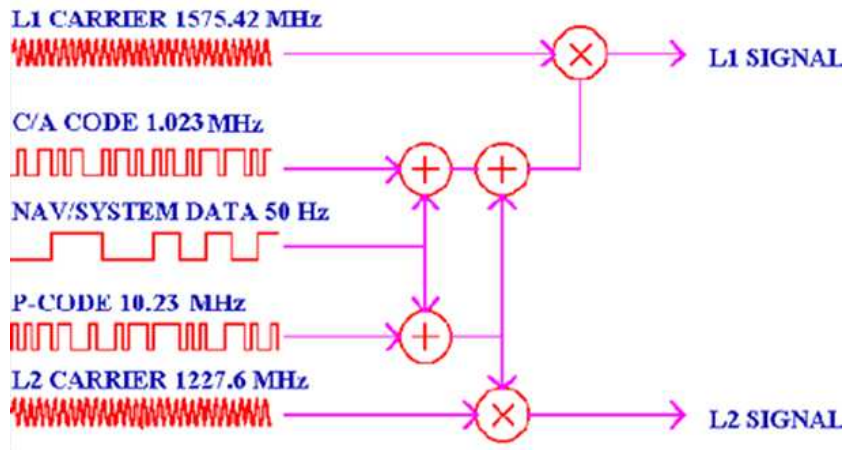


<Fig. 1-14> SA 해제 전·후 정밀도 변화

- GPS의 신호

각 위성은 두 가지의 다른 주파수의 신호를 동시에 발생시키는데 L1 반송파라고 알려진 1.57542 GHz 주파수와 L2 반송파라고 불리는 1.2276 GHz 주파수의 신호로 구성되어있다. 이러한 반송파에 중첩되는 정보는 PRN (Pseudo-Random Noise) 부호와 항법메세지로 (Navigation Message) 이루어진다. PRN 부호는 각 위성마다 유일하도록 서로 다르며 이진 부호로 구성되는데 매우 길고 복잡하기 때문에 신호 자체만 보았을 때는 의미를 파악할 수 없다. 사실상 PRN 부호는 어떠한 정보를 담고 있는 것이 아니라 이름에서 알 수 있듯이(Random Noise) 어떠한 규칙에 의해 만들어지는 불규칙한 이진 수열로써 위성까지를 거리를 측정하는데 사용된다.

이 PRN 부호는 다시 두 종류의 부호로 나누어지는데 Coarsse Acquisition 이라고 불리는 C/A 부호는 민간 신호라고도 하며 특별히 허락 받지 않은 개인이나 단체도 이용할 수 있으나 P 부호(Precise code) 는 신호의 암호화가 이루어지므로 이용을 위해서는 허가가 필요하다.

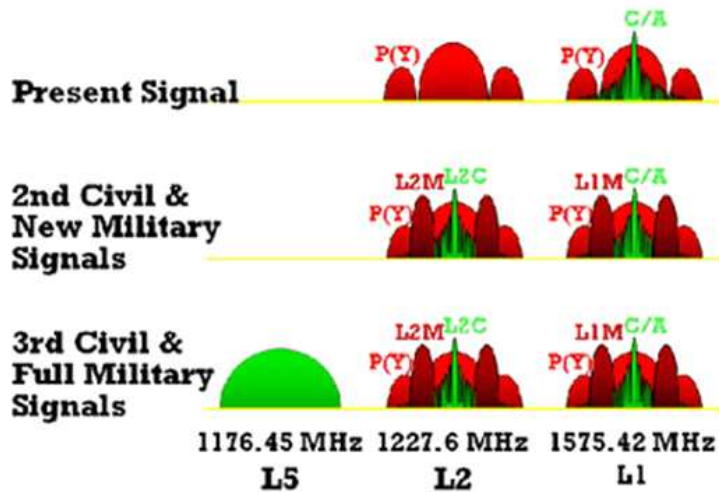


<Fig. 1-15> GPS 신호의 구성

- 새로운 L5 GPS Signal

미국은 GPS의 현대화를 위해 새로운 민간 신호의 추가적 서비스를 준비하고 있다. 세 번째 민간 신호 L5와 L2 주파수의 C/A 코드 L2C는 각기 다른 주파수에 실려 민간에게 제공될 예정이다. 특히 1.17GHz대의 L5 주파수는 ARNS (Aeronautical Radio Navigation System)에 할당된 주파수대역의 한 부분으로, 특히 항공기의 안전한 운항을 위하여 사용될 예정이다.

2005년에 발사될 GPS Block II F 위성에 처음으로 장착될 L5 신호는 2010에 민간 서비스를 시작하여 2015년에 완전한 서비스가 이루어질 것이다. L5신호는 현재 존재하는 어떤 전파에도 영향을 받지 않는 주파수 영역대를 사용하고 L1보다 출력이 24dBW 강한 (-154dBW) 장점이 있다. 따라서 세 번째 GPS 민간신호 L5를 이용함으로써 민간 사용자는 향상된 측위정확도와 안정적인 측위결과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.



<Fig. 1-16> L5와 L2C 신호 정보

3절. CFD(전산유체역학)

1. Computational Fluid Dynamics(CFD)의 개요

전산유체역학(CFD, Computational Fluid Dynamics)은 유체의 물리적 움직임을 수학적식으로 표현한 편미분방정식 또는 적분방정식들을 컴퓨터를 이용하여 수치적 방법으로 풀어 해를 얻는 학문이다.

우리의 생활주변을 포함해서 자연에서 일어나는 모든 물리적 현상을 해석하는 데는 관찰 또는 현상을 재현하는 실험적 방법과 수학적 언어를 사용하여 그 현상을 표현하는 방정식을 만들어 해석하는 방법과 사람의 수작업 등으로 간단히 구해지지 않는 복잡한 유동현상에 대한 유체운동 방정식을 컴퓨터를 이용하여 시뮬레이션 하는 방법으로 나눌 수 있다. CFD는 이 마지막에 속하며, 물리현상을 해석하는 이러한 세 가지 방법은 서로 밀접한 관계를 가지고 있다. 유체 움직임에 대한 수학 방정식을 만들기 위해서는 탁월한 물리적 직관을 가져야 하며, 실험을 통해서 나타난 유체운동 현상에 대한 물리적 법칙을 발견하고 이해할 수 있는 바탕이 있어야 한다. 지금 현재 사용하고 있는 유체 운동 방정식들은 지난 역사속의 물리학자, 수학자, 공학자들의 끊임없는 실험적, 이론적 노력과 발견에서 나온 산물들이라고 할 수 있다.

모형제작, 측정기술의 어려움과 함께 비용과 시간에 의해 제약을 받는 실험적 방법과 고전적인 수학적 유체 운동 방정식 해석법으로 풀기 어려운 실제적 문제들의 해답을 컴퓨터가 발달하면서 CFD를 통해서 구할 수 있게 되었다. CFD는 실제로 우리가 알고 싶은 선

박, 자동차, 항공기 주위와 내부 그리고 다양한 기계, 화학공업장치, 전자기기 내부에 대한 복잡한 유동현상에 대한 시뮬레이션이 가능하다. 이러한 점에서 CFD는 시간을 절감할 수 있는 경제적인 방법이고 시뮬레이션 과정에서 대부분의 유체 운동정보를 모두 얻을 수 있어서 효과적인 방법이라고 할 수 있다.

최근에는 수학자들에 의해 유체 운동방정식을 보다 효과적이고 정확하게 수치적으로 풀 수 있는 방법과 수학적 모델링들에 대한 많은 연구가 수행되고 있다. 그리고 난류유동과 같이 아직 완전하게 밝혀지지 않은 유체 운동 현상에 대해서도 수치해석이 가능하게 해주는 물리적 모델링들이 많이 개발되고 있어서 CFD발달에 깊이를 더해가고 있다.

2. Computational Fluid Dynamics(CFD)의 적용분야

CFD 해석법을 적용하고 있는 여러 분야의 연구들을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

에너지 절감 선박을 개발하기 위해 선박주위에서 일어나는 파형 및 난류유동 해석과 고효율의 선박추진기 개발을 위해 프로펠러 주위, 워터제트 추진기의 유체운동 현상을 해석하는데 사용되고 있다. 잠수함의 경우 잠수함 설계 전반에 걸친 유동해석 뿐만 아니라, 유체에 의해 발생하는 소음을 예측하여 소음에 의한 추적의 원인을 제거하는 데 적용되고 있다. 거친 파랑 중에 운항하는 선박에 대해 CFD 시뮬레이션하여 선박의 운동 형태와 파도에 의해 작용하는 매우 큰 유체력 등을 예측하여 안정적이고 구조적으로 신뢰할 수 있는 선박을 설계하는 데 사용되고 있다.

자동차의 경우 엔진소음분야의 소음수준이 많이 감소함에 따라 고속에서의 발생하는 주요 공력소음에 대한 연구, 연소해석, 자동차 엔진 실린더 헤드 내의 회전유동 해석 등에 CFD가 적용되고 있다.

전자제품에 CFD가 적용된 예로서 잉크젯을 설계하는데 부품이 작아서 실험이 어려운 잉크 액적의 생성, 크기, 형상해석과 컴퓨터의 냉각장치해석 등이 있다.

항공분야에서는 무중력 상태에서의 연소특징 해석에 CFD를 이용하고 있으며, 연료 탱크에서 연료 흐름과 항공기와 우주선이 받는 추진력과 토크의 크기해석과 연료혼합 문제해석 등에도 적용되고 있다. 이외 자연과학분야 등 여러 분야에서 다양하게 CFD해석법이 이용되고 있다.



<Fig. 1-17> 미 해군 DTMS 5415 모형시험 장면

3. Computational Fluid Dynamics(CFD)의 적용 사례

한국해양연구원에서 개발한 수치해석시스템(WAVIS)을 적용하여 실제 선박의 조파현상을 계산한 예를 소개한다.

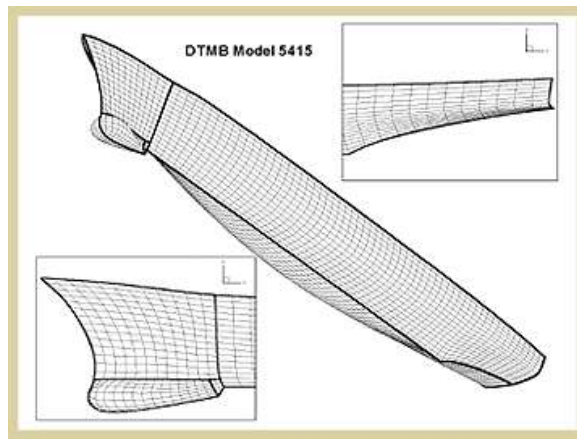
미 해군에서 공개한 군함(DTMB 5415)은 선수부 아래에 소나(sonar)가 부착되기 때문에 특이한 모양을 하고 있다.

실제로 이 선박이 운항할 때 받는 저항과 선박이 물위에 만드는 파형을 조사하기 위해 모형시험을 수행하였으며, 해석된 실험 자료가 공개되어 있다.

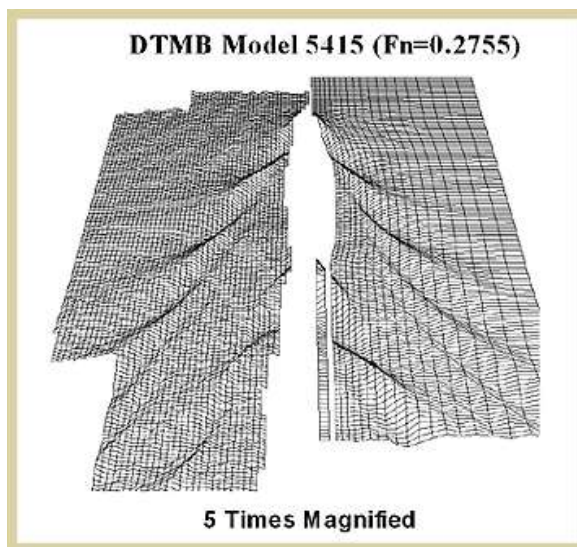
모형시험과 달리 CFD해석법은 정확한 선박의 형상 데이터를 컴퓨터에 입력하여 이 문제에 적합한 유동 방정식을 풀 수 있도록 선체와 유동 영역을 수치적분 또는 미분하기 좋은 형태로 수치 격자계를 만들어 방정식을 풀게 된다.

이러한 과정을 통하여 짧은 시간 내에 얻어진 수치해석 결과를 모형시험결과와 비교하였다.

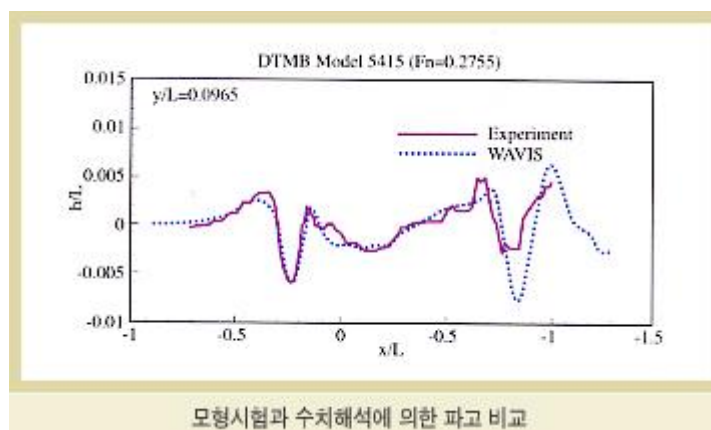
위쪽그림에서는 모형시험에서 측정된 파형과 CFD의 결과를 함께 볼 수 있는데 수치해석의 결과가 물리현상을 매우 잘 묘사하고 있음을 볼 수 있다. 아래쪽 2차원 그림은 선체의 표면에서 측정된 파형과 수치해석으로 구한 파형을 서로 비교하고 있는데 역시 잘 일치하고 있어 CFD의 유용한 면을 확인할 수 있다.



<Fig. 1-18> CFD 해석을 위해 생성된 수치 격자계



<Fig. 1-19> 모형시험과 수치해석에 의한 파고 비교



<Fig. 1-20> 모형시험과 수치해석에 의한 파고 비교

1절. 대기 확산 모델의 이해

1. 개요

대기확산모델이란 대기오염물질이 대기 중으로 퍼져나가는 물리·화학적인 과정을 정량적으로 분석하고 오염도를 평가할 수 있는 도구로 이용되는데 이는 전산시스템에서 이용할 수 있는 방법이다. 대기확산모델은 배출원에서 추출한 대기 오염물질 자료로부터 기상자료, 지형자료 등의 확산현상을 모사하기 위한 주요 인자들을 입력 자료로 사용하여 임의의 수용점에서 오염물질의 농도를 산출한다.

현재까지 개발된 모델의 종류는 매우 다양하고 많지만 현재 기술 수준으로 대기 중 확산 현상을 완전하게 추적하는 것은 불가능하다. 온도, 풍향, 풍속 등의 기상조건은 매순간 변화하고, 대기 중으로 배출되는 대기 오염물질이 지형 및 자연의 각종 물리적인 힘의 영향을 받으면서 주변으로 퍼져나가기 때문에 이 과정을 정확히 추적하는 것은 불가능하다고 할 수 있다. 평탄한 지역인지, 높은 건물들이 존재하는 복잡한 지역인지, 지형변화가 심한 산지인지, 해수면에 인접한 지역인지 등에 따라 기상장의 형태와 특성은 보통 큰 차이를 보인다. 지금까지 많은 노력에도 불구하고 완벽한 대기 확산 모델이 없는 이유는 이처럼 자연의 복잡한 현상을 정확히 예측할 수 없기 때문이다. 이와 같이 지형과 기상조건에 따른 대기 확산 형태의 차이가 다양하기 때문에 요구되는 모델의 종류 또한 다양하다. 따라서 모델에 따라 그 모델이 개발된 이유와 장단점을 정확히 파악함으로써 대기확산 모델 수행에 있어 결과의 정확도를 높일 수 있다.

또한 모델이 입력 자료로부터 기상조건을 얼마나 실제 기상상황과 비슷한가에 따라 모델이 산출한 대기확산 농도의 정확성이 결정된다.

2. 대기확산모델의 종류

대기모델의 특징을 구분하는 방법은 모델종류만큼이나 다양하게 예측기간, 대상오염원, 대상지형, 모사규모 등으로 구분할 수 있다. 일반적으로는 아래와 같이 크게 4가지로 구분하고 있다. 각 모델마다 특징을 간략하게 설명하였다.

가. 가우시안 모델(Gaussian Model)

가우시안 연기모델은 평탄한 야외 혹은 도시지역 등에서 행해진 확산실험을 통해서 개발되었는데, 다양한 기상조건하에서 오염물질이 퍼져나가는 유형을 측정하여 모델의 확산인자를 결정하였다. 가우시안 연기모델의 최대 장점은 모델구조가 단순하면서도 신뢰성 높은 예측치를 산출할 수 있다는 점이다. 구조의 단순함은 가우시안 모델의 장점이기도 하지만 동시에 가우시안 모델이 지니는 한계이기도 하다. 오염물질이 대기 중으로 퍼져나가는 복잡한 양상을 단순한 구조를 지니는 가우시안 모델이 온전히 예측할 수 없다는 것은 당연한 일이라 할 것이다.

가우시안 모델과 유사한 모델로 퍼프모델이 있다. 가우시안 모델이 그 평균화 시간 동안 일정한 풍향 및 풍속을 가정하는데 반해서 퍼프모델은 매 시간 오염원에서 배출되는 오염물질을 특정 단위로 구별하여 그 각각의 독립된 덩어리로 간주하여 추적함으로써 가우시안 모델을 적용할 수 없는 무풍시에도 적용할 수 있기 때문에 가우시안 모델을 보완할 수 있으며, 그 적용범위가 넓은 모델이다. 그 모델구조가 가우시안 모델처럼 단순하면서도 풍향, 풍속의 변화를 보다 실제적으로 고려할 수 있다는 것은 퍼프모델의 큰 장점이다.

나. 수치모델(Numerical Model)

수치모델은 오염물질의 확산에 관여하는 각종 기상현상, 대기흐름의 국지적 변화 및 오염물질의 확산운동 등에 대한 보다 정확한 운동방정식 및 화학반응식을 이용하여 대기오염현상을 예측할 수 있는 모델이다. 가우시안 모델이 특정지역에서 행한 실험결과를 바탕으로 개발된 데 반하여, 수치모델의 근간은 물질의 이류확산 및 화학변화를 지배하는 보다 근본적인 자연법칙이므로 가우시안 모델에 비해 그 적용범위는 일반적으로 훨씬 넓다. 수치모델이 지니는 탁월한 범용성은 지구대기나 해양 연구를 위해 구축된 수치모델을 심지어 다른 행성의 대기현상을 연구하는 데 동일하게 적용하고 있는 실례를 통해서도 확인할 수 있다.

다. 통계모델(Statistical or Empirical Model)

통계모델은 통계적 혹은 경험적 관측에 의한 모델로, 이 모델은 현상이 과학적으로 충분히 규명되지 않았거나 가우시안 혹은 수치모델을 적용하기 위한 데이터가 확보되지 않은 상황에서 자주 활용된다. 특별히 국내의 경우, 서울시의 오존농도예측을 위하여 이러한 모

델이 이용된 바가 있다. 통계모델은 배출원과 영향지점의 상관관계가 명확히 규명되지 않기 때문에 대기질 평가용으로는 부적절한 모델이다.

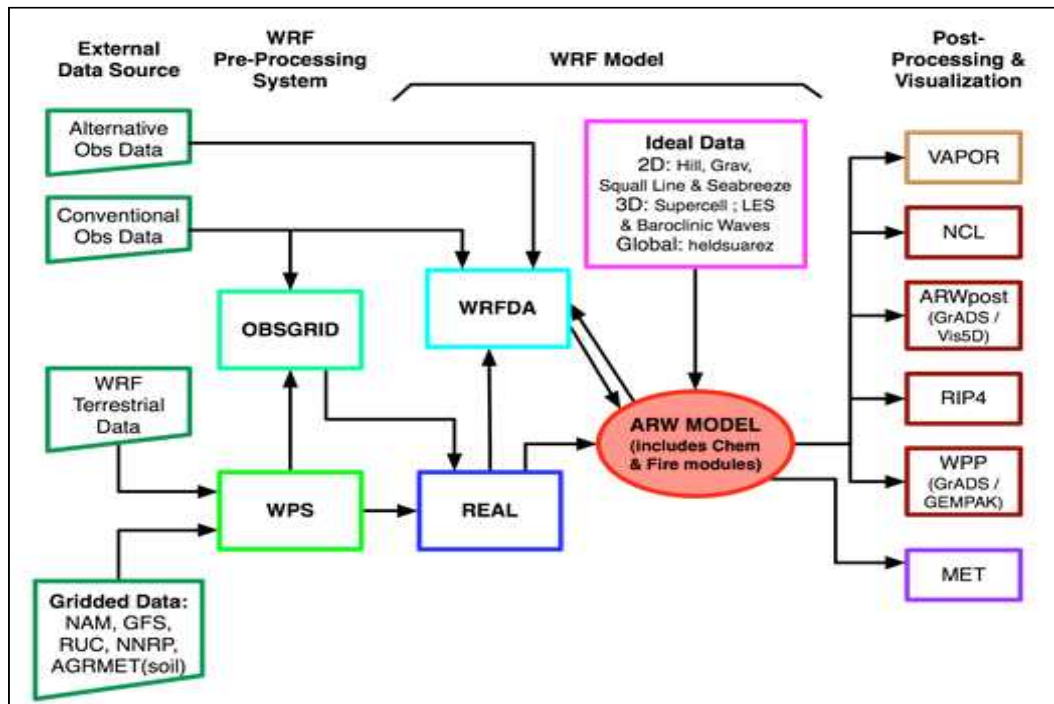
라. 모형모델(Physical Model)

모형모델은 실험실에서 모형을 사용하여 실제상황과 유사하게 구성한 모델이다. 복잡한 유동현상, 곧 빌딩, 지형, 연돌에 의한 세류, 연기충돌 외에도 도시지역이나 지형이 복잡한 지역에서의 대기확산을 연구하기에 적합한 모델이다. 모형모델은 제대로 적용했을 때 여러 모델 가운데서 가장 정확한 결과를 낼 수 있다.

2절. WRF 모델

1. WRF 개요

WRF(Weather Research and Forecasting) 모델은 미국 국립대기환경연구소 (NCAR, National Center for Atmospheric Research)를 중심으로 개발된 커뮤니티 모델이다. 과거 현업 예보용으로 MM5 (Mesoscale Meteorological Model Version5)가 주로 사용되어 왔으나, 2004년 말 버전 3.7을 마지막으로 개발이 중단된 MM5 모델이 가지고 있는 단점을 보완하여 개발된 WRF은 현재 기상 및 대기질 예측을 위해 여러 기관에서 운영 중이다. WRF의 주요 알고리즘(모델 역학과정, 물리과정, 전처리, 후처리, 자료동화 분야 등)과 소프트웨어의 개발은 NCAR의 16개 연구 그룹의 소속 연구자들에 의해 이루어지며, 전 세계 기상관련 기관과의 공동연구를 통해 개발되고 있다. 현재 Version 3.3까지 개발이 이루어졌다. WRF는 역학 코어에 따라 ARW (Advanced Research WRF)와 NMM (Nonhydrostatic Mesoscale Model)으로 이루어진다.



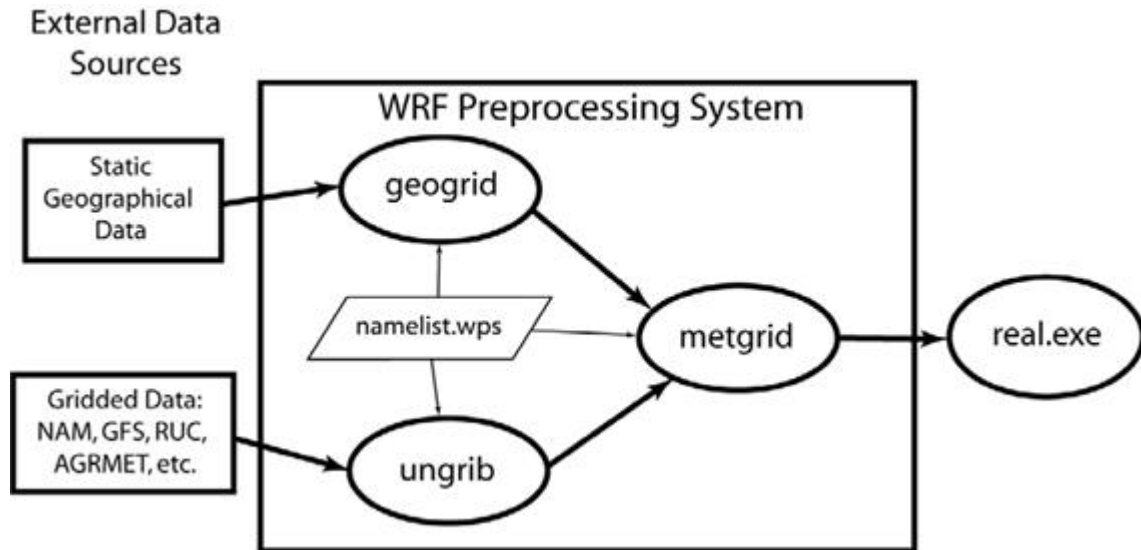
<Fig. 2-1> Overview of the program elements in the WRF modeling system

WRF는 사용되는 역학 코어에 따라 ARW(Advanced Research WRF)와 NMM(Nonhydrostatic Mesoscale Model)으로 이루어진다. 역학 코어라 함은 대기 예단 방정식을 기술하는 방법으로써, 연직 좌표계 등 역학 방정식의 수치 표현 방법을 아우르는 용어이다. ARW 역학 코어는 연구와 개발용으로 개발되는 반면, NMM 역학 코어는 미국 현업용으로 사용된다. WRF-ARW는 병렬컴퓨터 플랫폼에 효과적이고 손쉽게 적용가능하며, 최신 기술상태의 수치모의를 구현할 수 있는 물리항들을 가지고 있고 이상적인 모의, 모수화, 자료동화, 예보 연구, 모델 간 결합, 실시간 예보 등 다양한 용도로 사용할 수 있다. 일반적으로 WRF-ARW를 WRF 모형이라 말한다. 본 연구에서는 WRF-ARW를 이용하였다.

WRF 모델은 전처리 과정, 자료동화 과정, 단방향 및 양방향 동지화를 포함하는 역학적 처리 과정 및 후처리 그래픽 프로그램들로 구성되어 있으며, 이들의 작업 흐름도는 <Fig. 2-1>과 같다.

2. WRF 시스템

가. WPS



<Fig. 2-2> WPS의 프로그램 흐름

WPS는 WRF Preprocessing System의 약자로서 WRF모델의 전처리 입력 자료이다. WPS는 3단계의 프로그램으로 구성되어 있는데 이는 모두 실제 기상장을 계산하는 WRF의 ARW 프로그램의 input data 역할을 하기 위함이다. 각각의 프로그램은 단계별로 구성되어 있다. 먼저 Geogrid는 WRF를 이용하여 예보를 하기 위한 첫 단계의 전처리 프로그램으로 중규모 영역상의 위·경도상의 지형고도(terrain elevation)와 토지이용도(land use)를 수평적으로 내삽 또는 분석하는 프로그램이며, 예보하고자 하는 영역을 설정 하는 단계이다.

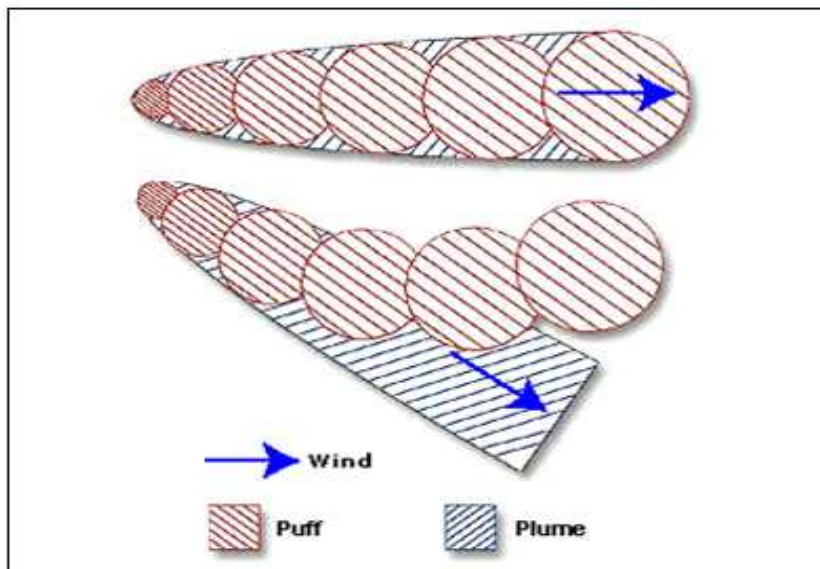
Geogrid에서 사용할 수 있는 자료는 10분, 5분, 2분, 30초의 해상도를 갖는 자료들로 구성될 수 있다. Ungrib는 Vtable에서 GRIB 포맷 파일들로부터 기상장을 추출한다. Metgrid는 Geogrid에 의해 정의된 모델의 격자에 Ungrib에 의해 뽑아진 기상장을 METGRIB.TBL을 사용하여 수평으로 내삽한다. 기상장의 수직 내삽법은 Real 프로그램에서 수행된다. WPS의 프로그램 흐름은 <Fig. 2-2>와 같다. 각각의 WPS 프로그램들은 Namelist 파일로부터 파라미터를 읽고, 숫자로 보여준다.

나. WRF

WRF는 WRF의 전처리 단계인 real과 프로그램 수행 과정인 WRF로 나누어진다. Real은 WPS에서 생성한 자료를 이용하여 연직적 내삽과정, 진단적 계산 과정과 간단한 자료의 재구성 등 작업을 수행하여 최종적으로 WRF에서 사용할 입력 자료로서의 자료변환 작업을 통해 WRF의 전처리 수행 과정으로 모델의 초기치와 경계조건의 입력 자료를 생성한다. WRF는 앞에서 언급된 각각의 전처리 프로그램에서 생성된 자료를 이용해서 수치적으로 기상을 예보하고 3차원 기상장 자료를 생성하는 것을 주된 목적으로 한다.

3절. CALPUFF 모델

1. CALPUFF 개요



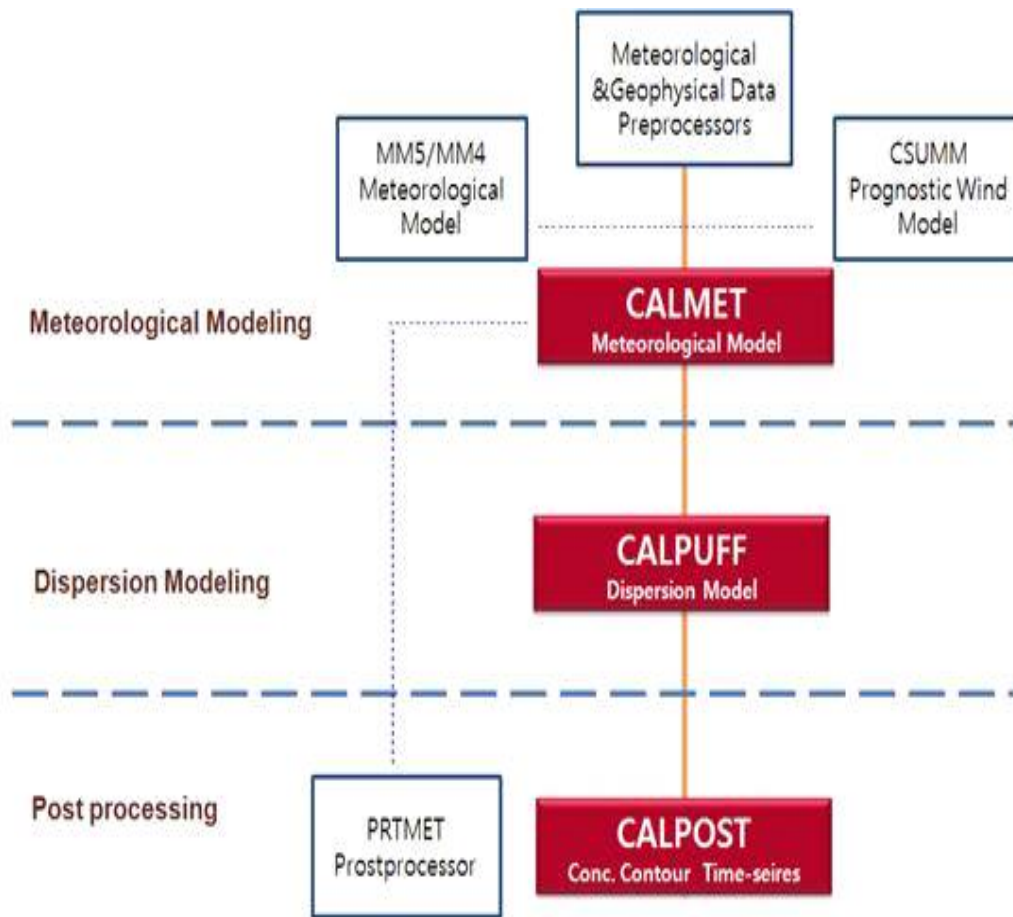
<Fig. 2-3> Puff 및 Plume의 비교

퍼프모델(Puff model)은 연기확산모델(Plume model)과 다르게 <Fig. 2-3>과 같이 굴뚝에서 연속적으로 배출되는 연기가 잘게 나누어진 각각의 연기덩어리(Puff)로 배출된다고 가정하고, 이 배출된 퍼프가 공간적 해상도를 갖는 기상장을 따라서 이동 및 확산이 될 때 퍼프가 미치는 영향을 종합하여 농도를 계산하는 모델이다. CALPUFF는 시간 및 공간에 따른 바람장의 변화를 퍼프의 이동에 고려할 수 있기 때문에 비정상상태(Unsteady state)

모델이다. 또한 오염물질의 건성·습성 침적, 점·선·면 오염원에 따른 지표면의 영향, 장거리 수송연구 등 다양한 대기 모델링 연구를 모사할 수 있는 모델이다. CALPUFF 모델을 조금 더 정확하게 예측하기 위해서는 보다 정밀한 3차원 기상장 자료인 WRF 또는 MM5가 추가로 요구된다.

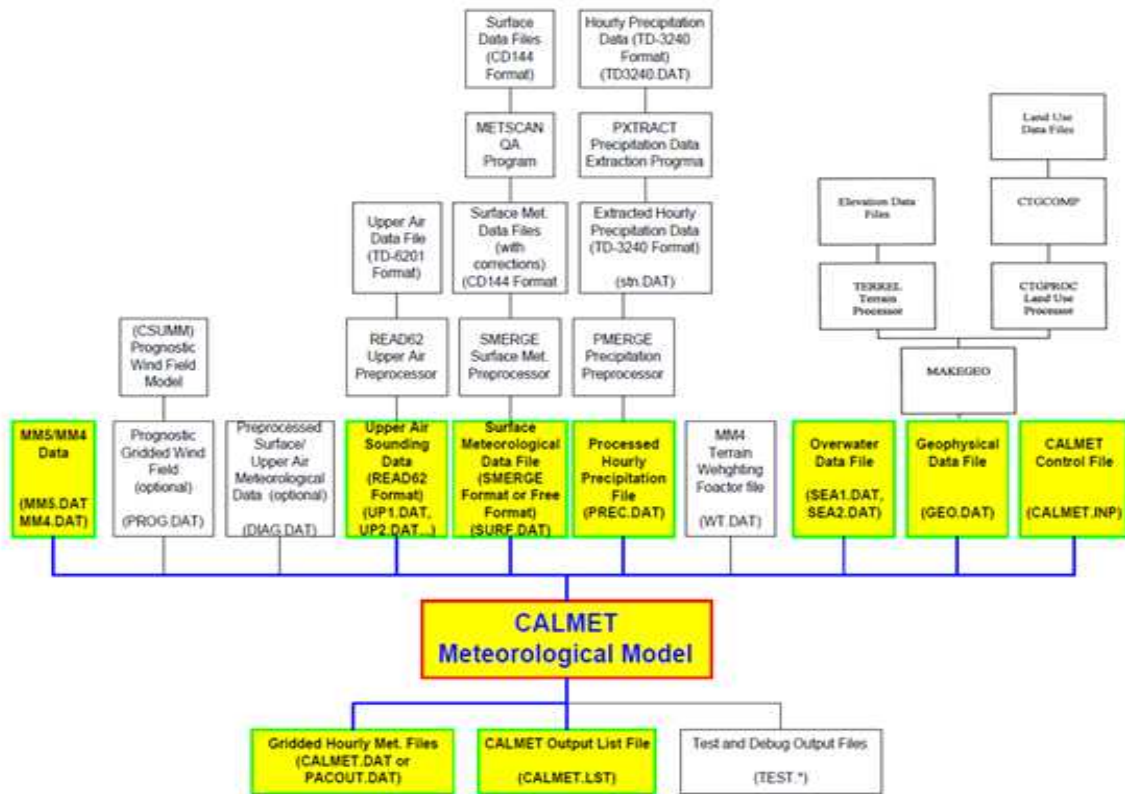
CALPUFF 모델의 기본적 특징은 다음과 같다. 첫째, 점·면 오염원에 대한 시간적 인 농도변화 계산 능력이 있고, 둘째, 오염원으로부터 수십 미터에서 수백 킬로미터까지 모델링이 가능하며, 셋째, 한 시간에서 일 년까지의 평균화 시간에 대한 농도 예측이 가능하고, 넷째, 비활성 오염물질은 물론 화학변화를 일으키는 오염물질에 대해서도 예측 가능하다. 마지막으로 거칠고 복잡한 지형상황에 대해서도 모델링이 가능하다.

CALPUFF 모델은 <Fig. 2-4>에서 보는 것과 같이 CALMET, CALPUFF, CALPOST 다음의 세 가지 요소로 구성되었다. 첫째, CALMET은 3차원 격자 기상 모델(3-D meteorological model)로서 진단(diagnostic) 및 예측(Prognostic) 기상장 생성 모듈을 포함하는 모델대상 영역에서 시간에 따른 바람장 및 온도장을 생성하는 기상 모델링 도구이다. 둘째, CALPUFF는 오염물질의 수송 및 화학적 제거 및 건·습식 침적, 복합지형 알고리즘, 빌딩 다운워시, 연기 침강(Plume fumigation) 등의 기타 효과들을 고려하여 오염원으로부터 배출된 퍼프를 가우시안 퍼프 확산 현상을 통해 모사하는 확산 수송 모델이다. 셋째, CALPOST는 위의 기상장과 퍼프확산 결과 파일을 처리하기 위하여 사용된다. 즉, 기상 자료와 농도 및 침적량(deposition fluxes)에 대한 결과를 볼 수 있는 후처리 프로그램이다. CALPOST를 통해 1시간, 3시간 또는 사용자가 원하는 평균시간을 설정하여 시뮬레이션할 수 있다. 정리하면, CALMET에 의해 수행된 3차원 기상장 데이터와 CALPUFF 확산 모델을 이용하여 생성한 농도결과자료를 이용하여 대기오염물질의 확산을 결과를 수행하게 되며 Post processing인 PRMET과 CALPOST를 이용하여 필요한 형태의 출력파일로 추출하게 된다.



<Fig. 2-4> CALMET/CALPUFF 모델링 시스템

2. CALMET 시스템



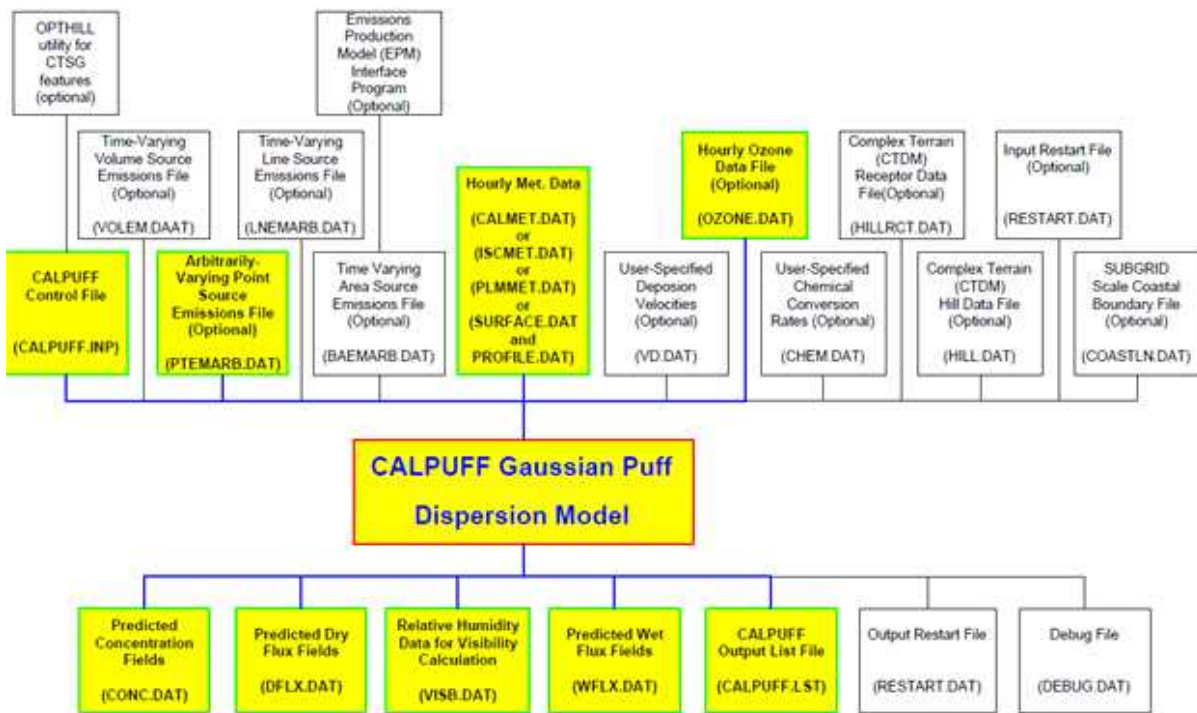
<Fig. 2-5> CALMET 모델링 시스템

<Fig. 2-5>에 CALMET의 모식도를 나타낸 것이다. CALMET은 CALPUFF 모델의 일부분으로 기상장을 생성하는 프로그램이다. 모델링에 있어서 기상자료를 어떤 자료를 이용하는가 하는 것은 결과 예측에 있어 가장 중요한 과정이다. CALMET의 가장 중요한 기능은 3차원 격자 모델링 영역에서 매 시간별 기상장 및 기온자료를 생성하는 기상모델로 혼합고 지표 특성과 같은 2차원 자료 또한 CALMET을 통하여 생성된다. 또한 MM5나 WRF와 같은 3차원 기상장의 결과를 사용할 수 있다. 기본적인 이론은 기상예측모델중의 하나인 중규모기상 모델(MM5)의 이론을 바탕으로 지형에 따른 연직 좌표계에서 4차원 자료 동화과정을 적용하여 완성되는 모델이다. 이와 같이 3차원 기상장을 사용함으로써 가우시안 확산모델의 정확도에 가장 큰 비중을 가지는 기상 부분에 대한 정확도를 향상시킬 수 있다. 또한, CALMET모델은 지형 및 토지피복도를 모델에 적용하기 위하여 전처리 작업을 수행하는데, TERREL, CTGPROC, MAKEGEO와 지표기상관측자료를 전 처리하는 SMERGE, 고층기상 자료를 전처리하는 READ62로 구성되어있다. CALMET 모델은 전처리 자료인 지표기상과 고층기상 자료를 공간적으로 내삽하여 모델 영역의 격자점에서의 풍향 및 풍속을 구하는 진단적 방법 (diagnostic method)을 사용하여 시간 단위의 바람과 온

도로 3차원 그리드(grid) 기상장을 만드는 프로그램이다.

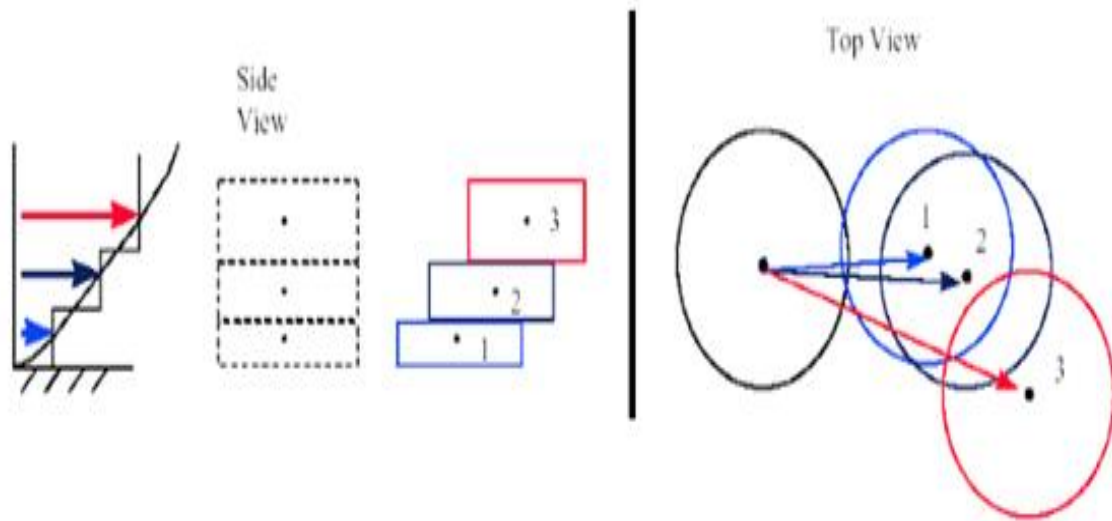
3. CALPUFF 시스템

<Fig. 2-6>에 CALPUFF의 모식도를 나타낸 것이다. CALPUFF는 이동확산모델로 수십 m에서 수백 km까지 모델의 대상영역으로 선정할 수 있고, 시·공간에 따른 기상장의 변화는 방출된 물질의 퍼프를 이루 시키고 확산과 변형 기장을 통해 모사할 수 있는 비정상 상태 모델이다. 유체의 흐름을 정상상태로 가정하는 가우시안 플룸 모델보다 시간에 따른 풍향 및 풍속의 변화를 조금 더 정확하게 확산현상에 반영할 수 있는 장점이 있으며, 복잡 지형에서의 산곡풍이나 해안가의 해륙풍 순환과 같은 급격한 기상장 변화를 가지는 지역에 유용하게 적용할 수 있다. CALPUFF는 CALMET에서 생성된 3차원 기상자료를 이용해 격자 또는 원하는 지점의 농도를 예측할 수 있는 모델링의 주프로그램이다.



<Fig. 2-6> CALPUFF 모델링 시스템 구조

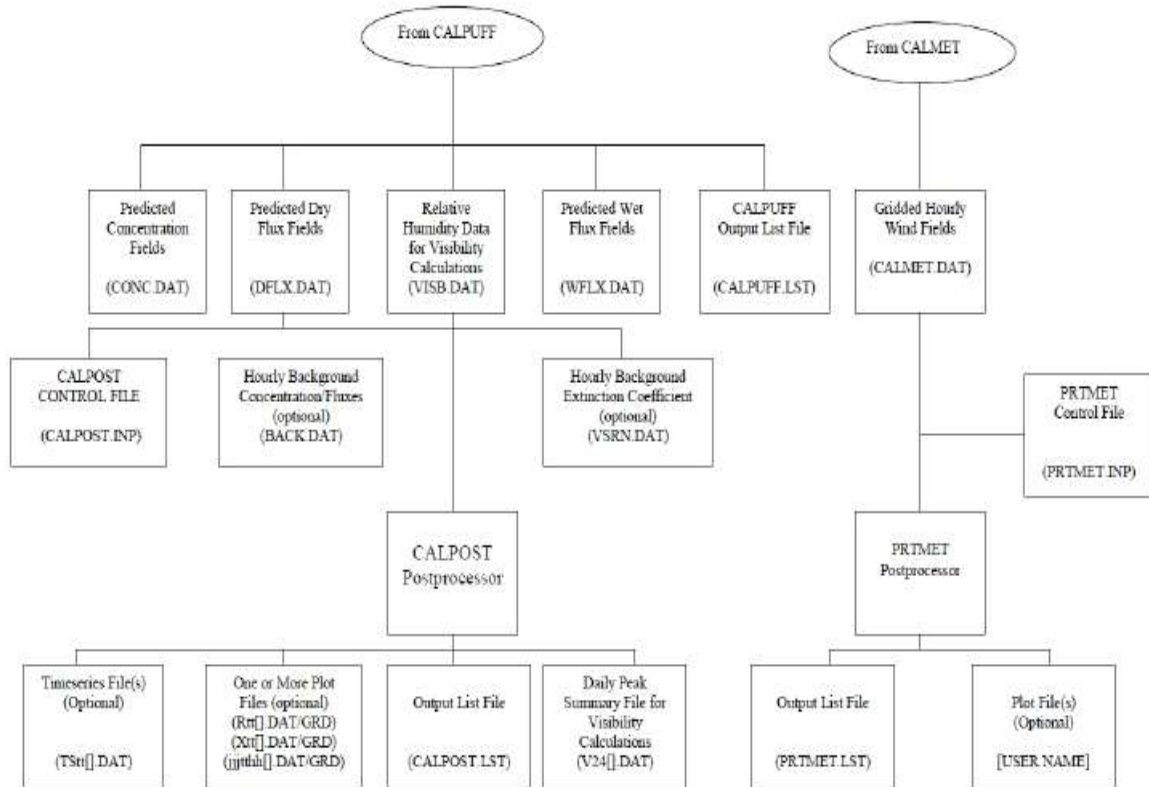
CALPUFF는 MESOPUFFII 모델의 puff 확산 방정식을 기본으로 하며 <Fig. 2-7>과 같이 순간적으로 puff이 배출되어 puff의 형태가 원형이 된다고 가정하여 계산하는 방법과 원형의 puff가 겹쳐진 slug(noncircular) puff의 형태로 계산하는 방법으로 농도를 계산한다.



<Fig. 2-7> 수용점 거리간의 변화 적용과 puff 중심 위치의 변화

4. CALPOST/PRTMET 시스템

CALPOST나 PRTMET은 CALPUFF와 CALMET에 의하여 계산된 결과를 바탕으로 각각의 수용점에서 농도 풍향 풍속 등을 확인하는 시뮬레이션 결과를 필요한 형태의 파일로 산출해내며, <Fig. 2-8>에 CALPOST와 PRTMET의 구조도를 제시하였다.



<Fig. 2-8> CALPOST/PRTMET 구조도

4절. HYSPLIT 모델

1. HY-SPLIT 개요

HYSPLIT(Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory, HYSPLIT Version 4)모델은 대기확산 모델로 미국 국립 해양대기청/대기자원실험실(National Oceanic and Atmospheric Administration/Air Resources Laboratory, NOAA/ARL)에 의해 1982년에 개

발되어 계속적으로 수정, 보완되고 있다.

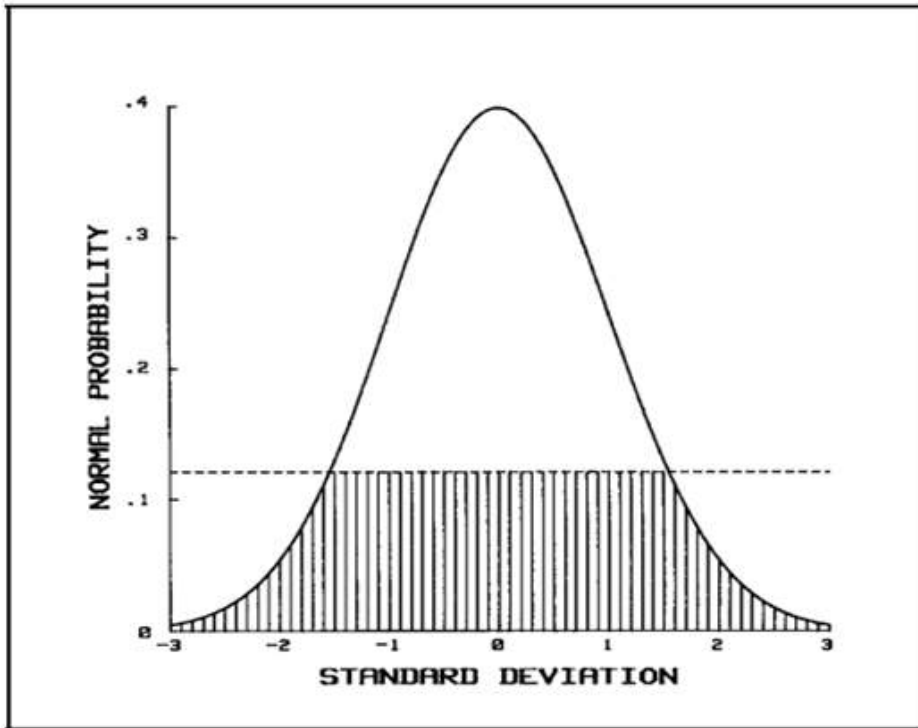
현재는 미국 워싱턴 지역특별기상센터(RSMC Washington), 호주 멜버른 지역특별기상센터(RSMC Melbourne) 등의 비상대응 모델로 사용되고 있다.

오염물질의 장거리 이동 모형에는 오일러리안(Eulerian) 모형과 라그랑지안(LAGRANGIAN) 모형이 있다. 오일러리안 모형은 관심대상영역을 2차원 또는 3차원 격자로 나누고, 각 격자에서 대기오염물질의 이류, 확산, 변환, 강하과정을 수학적으로 시뮬레이션 하는 모형으로 RADM, STEM II 등이 있다. 이 모형은 복잡한 2차원 현상을 취급할 수 있고, 비선형적 화학반응 과정을 고려할 수 있으며, 입력 자료를 격자 단위화 할 수 있는 등의 장점을 갖고 있다. 그러나, 오일러리안 모형은 계산에 많은 시간이 소요되고, 상세한 입력 자료를 필요로 하며, 개별 배출원의 착지점에 대한 기여도를 평가할 수 없다는 단점이 있다. 라그랑지안 모형은 대기오염물질의 이류, 확산, 변환, 강하과정이 이동경로를 따라 이동하는 좌표축 상에서 계산되는 모형이다. 이 모형은 각 배출원의 기여도를 평가할 수 있으며, 계산비용이 저렴하고, 습식침전을 시뮬레이션 할 수 있으며, 배출원과 착지점을 분리 취급할 수 있는 등의 장점이 있다. 그러나, 라그랑지안 모형은 직접 3차원으로 확장이 불가능하고, 비선형 화학반응을 고려할 수 없으며, 수직, 수평 확산이 과대평가될 수 있다는 단점도 있다.

HY-SPLIT 모형은 오일러리안 모형과 라그랑지안 모형의 장점을 이용하기 위하여, 기상 자료는 오일러리안 접근법으로, 이류와 확산기작은 라그랑지안 접근법으로 계산하는 혼성 모형이다. 이 모형에서 기상자료는 rawinsonde의 관측 자료와 함께, 오일러리안 모형에 의한 예측자료와, 바람장의 해석 결과 등이 격자화 자료로 입력된다.

초기에 입자군은 확산에 의하여 상이한 풍향·풍속을 가진 지역들로 퍼져나가며, 복잡한 흐름을 좀 더 정확히 표현하기 위해 여러 입자군들로 다시 나뉘어진다. 대기 중의 농도는 각 표본채취시간에서 고정 3차원 격자내의 모든 입자질량들을 적분함으로써 계산하게 된다. 이 모형은 오염물질 이류와 확산에 라그랑지안 모형을 이용함으로써, 단일배출원에서부터 복잡한 다중배출원에 이르기까지 오염물질의 이동 궤적을 산정할 수 있다.

입력 기상자료는 세 가지 등각투영법(Conformal Map Projection) 중에서 하나의 격자화된 기상자료를 사용한다. HYSPLIT4 모델에서 사용이 가능한 등각투영법은 극도법(Polar), 램버트도법(Lambert), 메르카토르도법(Mercator)이다. 사용하는 입력 기상자료의 해상도가 HYSPLIT4 모델의 해상도를 결정짓게 되는데, 먼저 가능한 정밀한 격자계의 기상자료를 사용하여 계산하고, 이것을 보다 성긴 격자계로 전환하는 방식으로 다중 기상 격자(Multiple Meteorological Grid)에서 순차적으로 계산한다.



<Fig. 2-9> Normal probability distribution. The dashed line indicates the ordinate value at which the shaded area equals the area above the line at 1.54σ

HY-SPLIT 모형에서, 확산의 초기에는 <Fig. 2-9>와 같은 가우스 분포에 따라 오염물질이 확산되는 것으로 가정한다.

5절. 수치(Numerical) 모델

수치모델은 유체의 연속방정식, 운동방정식, 에너지 방정식, 물질전달방정식을 컴퓨터를 이용하여 근사적으로 풀어가는 방법이다. 최근 들어 컴퓨터의 연산속도가 획기적으로 향상되었기 때문에, 다양한 방법들이 연구되고 있고 그 방법들이 상용화 소프트웨어화 되어 다양한 분야에서 응용되고 있다. 초기에는 항공공학분야에서 출발하여 여타 공학 분야로 전파되었고, 최근에는 환경공학분야에서도 상당히 많이 쓰고 있다. 그 정확도는 얼마나 계산 격자를 조밀하게 만드는가와 경계조건을 얼마나 실제 현상에 유사하게 만들어내느냐에 달려있다. 기존의 연구결과를 살펴보면 그 정확도가 매우 높은 것으로 나타나고 있다.

수치모델은 앞의 대기확산과 달리 축사 내부 또는 축사 근처의 공기유동에 따른 바이러스

확산을 평가하는데 사용하고자 한다. 수치모델은 계산영역이 너무 넓어지게 되면 너무 넓고 너무 많은 경계조건을 필요로 하기 때문에 계산결과의 정확도에 문제가 생길 소지가 많으므로 micro-scale 확산에 사용하고자 한다.

난류 유동은 매우 불규칙하고, 비정상 3차원 거동을 하므로 난류 유동과 관련된 유동 현상을 수치적으로 정확하게 예측하거나 설명하기는 어려운 일이다. 따라서 고레이놀즈수 유동에서 발생하는 난류의 물리량 수송방정식인 Navier-Stokes 방정식을 직접 풀 수는 없다. 난류 운동을 구성하는 아주 작은 미소 스케일의 와운동(Eddy)을 해석하기에 충분한 격자점 수를 확보할 수 없기 때문이다. 따라서 난류를 해석하기 위해 난류 모델을 도입하게 된다. 난류 모델은 난류 운동을 크게 난류 강도를 나타내는 속도 스케일과 난류 크기를 나타내는 길이 스케일, 두 가지 특성량으로 표현된다. 난류 모델은 난류 점성 계수를 취급하는 방법에 따라 여러 가지로 나눌 수 있는데 이러한 난류 모델 중 1974년 Launder와 Spalding에 의해 제시된 Standard k- ϵ 모델(Launder and Spalding, 1974)은 난류의 시간적으로 변동하는 속도가 시간 평균 속도와 변동분의 속도로 되어 있다는 가정 하에 Navier-Stokes 방정식을 시간 평균하여 속도 변동량의 상관항이 응력 형태(Re 응력항 = 난류 점성 계수 \times 속도 구배)인 레이놀즈 응력항을 도출해 내고, 이는 분자점성에 의해 발생하는 전단 응력과 같은 형태로 난류를 가장 잘 표현하는 모델이라 할 수 있다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교 : 해당사항 없음

[제 3협동] 제주대학교

1절. 가축의 법정전염병

가축의 법정전염병은 기본적으로 OIE가 지정하는 신고 혹은 보고 질병을 중심으로 각국은 자국의 실정에 적합하게 지정하고 있다. 이러한 질병은 국내적으로는 가축의 전염병蔓延을 미연에 방지하고, 국제적으로는 가축 및 그 가공품의 수출입 검역 및 국가 간 가축 전염병의 전파를 최소화하기 위하여 법제화되어 있다.

1. 영국의 법정전염병(Notifiable disease)

영국의 가축법정전염병은 주요 질병과 추가질병으로 분류하고 있으며 영국 내 발생 정도를 함께 기록하여 관리대상임을 명확히 하고 있다. 주요 질병(Main diseases)은 일차적으로 관심의 대상이 되는 것으로 다음의 것들이 있다(Defra).

<Table. 4-1> 영국의 가축법정전염병 중 주요 질병 목록

질병	주요 숙주	질병 형태	가장최근 발생연도
African horse sickness	말	외래성	발생 없음
Avian influenza (bird flu)	가금	외래성/인수공통	2008
Bovine Spongiform Encephalopathy	소	인수공통	현재
Bovine TB (tuberculosis)	소, 사슴	유행병	현재
Bluetongue	반추류, 낙타과	외래성	2008
Contagious equine metritis	말	외래성	2010
Equine infectious anaemia	말	외래성	2010
Equine viral arteritis	말	외래성	2010
European bat lyssavirus (EBLV)	박쥐	외래성/인수공통	2008
Foot and Mouth Disease	소, 양, 돼지, 기타 우제류	외래성	2007
Newcastle Disease	가금	외래성	2006
Rabies (classical)	개, 기타 포유류	외래성/인수공통	1970

영국의 가축법정전염병 중 추가질병(Further diseases)은 대부분 영국에서 발생기록이 없거나 매우 드물게 발생하는 것으로서 이들 질병에 관한 정보는 Defra의 웹사이트에서 현재 활용할 수 있도록 되어 있다.

<Table. 4-2> 영국의 가축법정전염병 중 추가 질병 목록

Notifiable Disease	주요숙주	질병 형태	가장최근 발생연도
African swine fever	돼지	외래성	발생 없음
Anthrax	소, 기타 포유류	인수공통	2006
Aujeszky's Disease	돼지, 기타 포유류	외래성	1989
Brucellosis (Brucella abortus)	소	외래성	2004
Brucellosis (Brucella melitensis)	면양, 산양	외래성/인수공통	발생 없음
Classical swine fever	돼지	외래성	2000
Contagious agalactia	면양, 산양	외래성	발생 없음
Contagious bovine pleuro-pneumonia	소	외래성	1898
Contagious epididymitis (Brucella ovis)	면양, 산양	외래성	발생 없음
Dourine	말	외래성	발생 없음
Enzootic bovine leukosis	소	외래성	1996
Epizootic haemorrhagic virus disease	사슴	외래성	발생 없음
Epizootic lymphangitis	말	외래성	1906
Equine viral encephalomyelitis	말	외래성/인수공통	발생 없음
Glanders and Farcy	말	외래성	1928
Goat pox	산양	외래성	발생 없음
Lumpy skin disease	소	외래성	발생 없음
Paramyxovirus of pigeons	비둘기	외래성	현재
Pest des petits ruminants	면양, 산양	외래성	발생 없음
Rift valley fever	소, 면양, 산양	외래성/인수공통	발생 없음
Rinderpest (cattle plague)	소	외래성	1877
Scrapie (part of Defra's archive BSE pages)	면양, 산양	유행병	발생 없음
Sheep pox	면양	외래성	1866
Swine vesicular disease	돼지	외래성	1982
Teschen disease (Porcine enterovirus encephalomyelitis)	돼지	외래성	발생 없음
Vesicular stomatitis	소, 돼지, 말	외래성	발생 없음
Warble fly	소, (또는 사슴, 말)	외래성	1990
West Nile virus	말	외래성/인수공통	발생 없음

2. 호주의 법정전염병

호주당국은 법정 전염병을 농림당국에 즉시 보고해야하는 질병으로 규정하고 지정된 법정전염병의 증상으로 보이는 동물로 의심되거나 확진할 수 있을 때 이를 지방 수의사, 주 정부, 지역정부로 연락하도록 하고 있다. 호주는 크게 두 개의 범주로 법정전염병을 분류하고 있는데, 하나는 국가 차원의 가축법정전염병이며 다른 하나는 주정부 혹은 특별행정구역 차원의 전염병이다. 호주 전국을 포함하는 질병들은 OIE에서 지정한 신고질병들 중 호주의 동물위생위원회(the Animal Health Committee)에 의해 결정되었으며, 동물의 치사율이나 병증 정도 및 공중위생상 중요도가 있는 질병들이 비정상적으로 발생하는지를 검출하기 위한 감시 목적으로 지방병성 질병들이 포함된다. 게다가 각 주정부법이나 특별행정구역법에서 요구하는 신고질병이 있다(DAFF 2013).

<Table. 4-3> 호주의 국가 차원 가축법정전염병 목록 (2013. 4)

National Notifiable Animal Diseases List at April 2013	
African horse sickness	Encephalitides (tick-borne)
African swine fever	Enzootic bovine leucosis
Anaplasmosis in tick free areas	Epizootic haemorrhagic disease (clinical disease)
Anthrax	Epizootic lymphangitis
Aujeszky's disease	Enzootic abortion of ewes
Australian bat lyssavirus	Equine encephalomyelitis (eastern, western and Venezuelan)
Avian Influenza	Equine encephalosis
Avian tuberculosis	Equine herpes-virus 1 (abortigenic and neurological strains)
Babesiosis in tick free areas	Equine infectious anaemia
Bluetongue (clinical disease)	Equine influenza
Borna disease	Equine piroplasmosis (Babesia caballi and Theileria equi)
Bovine Virus Diarrhoea Type 2	Equine viral arteritis
Brucella abortus	Foot and mouth disease
Brucella canis	Getah virus infection
Brucella melitensis	Glanders
Brucella suis	Haemorrhagic septicaemia
Camelpox	Heartwater
Chagas' disease (T cruzi)	Hendra virus infection
Classical swine fever	Infectious bursal disease (hypervirulent and exotic antigenic variant forms)
Contagious agalactia	Japanese encephalitis
Contagious bovine pleuropneumonia	Jembrana disease
Contagious caprine pleuropneumonia	Leishmaniosis of any species
Contagious equine metritis	Louping ill
Crimean Congo Haemorrhagic Fever	Lumpy skin disease
Cysticercus bovis (Taenia saginata)	
Devil Facial Tumour Disease	
Dourine	
Duck virus enteritis (duck plague)	
Duck virus hepatitis	

East Coast Fever (Theileria parva) and Mediterranean Theileriosis (Theileria nulata)	Maedi-visna
Menangle virus infection	Malignant catarrhal fever (wildebeest-associated)
Nairobi sheep disease	Screw-worm fly - Old World (Chrysomya bezziana)
Newcastle disease (virulent)	Sheep pox and goat pox
Nipah virus infection	Sheep scab
Paratuberculosis (Johne's disease)	Surra (Trypanosoma evansi)
Peste des petits ruminants	Swine influenza
Porcine cysticercosis (C.cellulosae)	Swine vesicular disease
Porcine enterovirus encephalomyelitis (Teschen)	Transmissible gastroenteritis
Porcine myocarditis (Bungowannah virus infection)	Transmissible spongiform encephalopathies (bovine spongiform encephalopathy, ronic wasting disease of deer, feline spongiform encephalopathy, scrapie)
Porcine reproductive and respiratory syndrome	Trichinellosis
Post-weaning multi-systemic wasting syndrome	Trypanosomosis (tsetse fly associated)
Potomac fever	Tuberculosis (Mycobacterium bovis)
Pullorum disease (Salmonella pullorum)	Tularaemia
Pulmonary adenomatosis (Jaagsiekte)	Turkey rhinotracheitis (avian metapneumovirus)
Rabies	Vesicular exanthema
Rift Valley fever	Vesicular stomatitis
Rinderpest	Warble-fly myiasis
Salmonella enteritidis infection in poultry	Wesselsbron disease
Salmonellosis (S. abortus-equi)	West Nile virus infection - clinical
Salmonellosis (S. abortus-ovis)	
Screw-worm fly - New World (Cochliomyia hominivorax)	

National Notifiable Diseases List of Honey Bees (April 2013)

- Acariasis tracheal mite (Acaropsis woodi)
 - American foulbrood (Paenibacillus larvae)
 - European foulbrood (Melissococcus pluten)
 - Tropilaelaps mite (Tropilaelaps clareae)
 - Varroasis (Varroa destructor)
 - Varroasis (Varroa jacobsoni)
-

특히 주정부와 특별행정구역에서 지정하는 법정전염병을 보면 반드시 국가 차원의 가축 법정전염병을 포함하도록 하면서 각 주나 특별행정구역의 실정에 맞는 전염병을 지정하여 관리하고 있다. 이들 중 북부 특별 행정구역의 신고 질병을 보면 가축의 질병과 별의 질병으로 분류하고 있으며 가축전염병을 지방병성 질병(endemic diseases), 긴급질병(emergency diseases) 및 외래성 질병(exotic diseases)로 분류하고 있다 (Northern Territory Government, 2010).

<Table. 4-4> 호주 북부 행정구역의 가축법정전염병 목록 (2013. 4)

Endemic Diseases - - Livestock	
Avian tuberculosis	Equine herpesvirus 1
Bovine anaplasmosis in a tick free area	Equine viral arteritis
Bovine babesiosis in a tick free area	Hydatid disease (<i>Echinococcus granulosus</i>)
Cattle ticks (Parkhurst strain)	Liver fluke (<i>Fasciola hepatica</i>)
Cattle ticks (<i>Rhipicephalus microplus</i>) in tick free areas	Malignant catarrhal fever (wildebeest associated)
Cattle ticks (Ulam strain)	Paratuberculosis (Johne's disease)
Cattle ticks (Ultimo strain)	Porcine brucellosis (<i>Brucella suis</i>)
Cysticercus bovis (<i>Taenia saginata</i>)	Porcine myocarditis (Bungowannah virus infection)
Devil Facial Tumour Disease	Pullorum disease (<i>Salmonella pullorum</i>)
Enzootic bovine leucosis	<i>Salmonella enteritidis</i> infection in poultry
Equine infectious anaemia	
Emergency Diseases - - Livestock	
African horse sickness	Jembrana disease
African swine fever	Lumpy skin disease
Anthrax	Maedi-visna
Aujeszky's disease	[] Menangle virus infection
Australian bat lyssavirus	Nairobi sheep disease
Avian influenza	New World screw-worm fly (<i>Cochliomyia hominivorax</i>)
Bluetongue (clinical disease)	Newcastle disease (virulent)
Borna disease	Nipah virus infection
Bovine brucellosis (<i>Brucella abortus</i>)	Old World screw-worm fly (<i>Chrysomya bezziana</i>)
Bovine spongiform encephalopathy	Pulmonary adenomatosis (<i>Jaagsiekte</i>)
Caprine and ovine brucellosis (<i>Brucella melitensis</i>)	Peste des petits ruminants
Classical swine fever	Porcine reproductive and respiratory syndrome
Contagious bovine pleuropneumonia	Porcine Enterovirus encephalomyelitis (Teschen disease)
Contagious equine metritis	Potomac fever
Dourine	Rabies
East Coast Fever and Mediteranian theileriosis	Rift Valley fever
Encephalitides (tick-borne)	Rinderpest
Epizootic lymphangitis	Scrapie
Equine encephalomyelitis (Eastern, Venezuelan and Western)	Sheep pox and goat pox
Equine encephalosis	Sheep scab
Equine influenza	Surra (<i>Trypanosoma evansi</i>)
Equine piroplasmiasis (<i>Babesia equi</i> , <i>Babesia caballi</i> and <i>Theileria equi</i>)	Swine influenza
Foot-and-mouth disease	Swine vesicular disease
Getah virus disease	Transmissible gastroenteritis
Glanders	Trichinellosis
Haemorrhagic septicemia	Tuberculosis (<i>Mycobacterium bovis</i>)
Heartwater	Vesicular exanthema
Hendra virus infection	Vesicular stomatitis
Infectious bursal disease (hypervirulent form and exotic antigenic variant form)	Wesselsbron disease
Japanese encephalitis	
Exotic Diseases - Livestock	
	Any disease of Stock not reported to occur in Australia

Bovine virus diarrhoea (Type 2)	Fowl typhoid
Camelpox	Leishmaniasis
Chagas disease	Louping ill
Chronic wasting disease of deer	Post-weaning multi-system wasting syndrome
Contagious agalactia	Porcine cysticercosis (<i>Cysticercus cellulosae</i>)
Contagious caprine pleuropneumonia	Salmonellosis (<i>Salmonella abortus equi</i>)
Crimean Congo Haemorrhagic fever	Salmonellosis (<i>Salmonella abortus ovis</i>)
Duck virus enteritis (duck plague)	Tularaemia
Duck virus hepatitis	Turkey rhinotracheitis (avian metapneumovirus)
Epizootic haemorrhagic disease (clinical disease)	Trypanosomiasis (tsetse fly associated)
Enzootic abortion of ewes	Warbly-fly infestation
Feline spongiform encephalopathy	West Nile virus infection - clinical

제 3장 연구개발수행 내용 및 결과

[제 1세부] 경상대학교

1절. 서론

1. 구제역 정의와 질병 특성

가. 구제역 정의

구제역(口蹄疫; foot-and-mouth disease, FMD)은 소와 돼지, 양, 염소, 사슴 등 발굽이 둘로 갈라진 동물에 대한 전염성이 높은 급성 바이러스성 전염병의 하나이다. 구제역에 감염된 동물은 구강, 비강, 유두, 발굽 부위에 물집이 생기며 체온이 급격히 상승되고 식욕이 저하되어 심하게 앓거나 죽게 된다.

구제역은 가축 및 축산물의 국제교역에서 주요 제한 이유가 되는 질병으로 엄격한 사전 예방 조치가 없으면 쉽게 질병 청정국에 유입될 수 있다. 일단 질병이 발생하고 감별이 늦어질 경우 빠르게 지역 내 전파가 이루어질 수 있으며, 넓은 숙주범위와 강한 전염성, 빠른 복제와 다양한 감염 경로의 특성을 보인다.

이와 같은 질병 특성 때문에 세계동물보건기구(Office international des epizooties, OIE)는 구제역을 전파력이 빠르고 국제교역상 경제 피해가 매우 큰 List 질병으로 분류하고 있으며, 우리나라도 제1종 가축전염병으로 지정하고 있다.

가축전염병은 "가축전염병예방법"에 정해져 있으며 제1종 가축전염병은 우역(牛疫), 우폐역(牛肺疫), 구제역(口蹄疫), 가성우역(假性牛疫), 블루팅병, 리프트게곡열, 럼피스킨병, 양두(羊痘), 수포성구내염(水疱性口內炎), 아프리카마역(馬疫), 아프리카돼지열병, 돼지열병, 돼지수포병(水疱病), 뉴캐슬병 및 고병원성 조류(鳥類)인플루엔자이며, 제2종 가축전염병은 탄저(炭疽), 기종저(氣腫疽), 브루셀라병, 결핵병(結核病), 요네병, 소해면상뇌증(海綿狀腦症), 큐열, 돼지오제스키병, 돼지일본뇌염, 돼지테센병, 스크래피(양해면상뇌증), 비저(鼻疽), 말전염성빈혈, 말바이러스성동맥염(動脈炎), 말전염성자궁염(傳染性子宮炎), 동부말뇌염(腦炎), 서부말뇌염, 베네수엘라말뇌염, 추백리(雛白痢), 가금(家禽)티푸스, 가금콜레라, 광견병(狂犬病), 사슴만성소모성질병(慢性消耗性疾病) 및 그 밖에 이에 준하는 질병으로서 농림수산식품부령으로 정하는 가축의 전염성 질병을 말하며, 제3종 가축전염병: 소유행열, 소아카바네

병, 닭마이코플라스마병, 저병원성 조류인플루엔자, 부저병 및 그 밖에 이에 준하는 질병으로서 농림수산식품부령으로 정하는 가축의 전염성 질병으로 한다.

나. 바이러스 특성과 전파 경로

구제역 바이러스는 A, O, C, Asia1, SAT1, SAT2, SAT3형의 7가지 혈청형으로 분류되며 일들은 다시 80여 가지의 아형(亞型)으로 나누어진다. 이중 전 세계적으로 O형이 가장 흔하게 나타나며, 아시아에서는 A, O, Asia1이 주로 발생한다. 구제역 바이러스는 냉장 및 냉동조건 하에서는 오래 보존되는 반면, pH 6.0이하 또는 9.0이상 조건 또는 2% 가성소다, 4% 탄산소다 및 0.2%구연산 등의 소독제에서는 불활화된다.

구제역 바이러스의 전파경로는 크게 3가지 경로를 통해서 이루어진다. 첫째는 감염동물의 수포액이나 침, 유즙, 정액, 호흡공기 및 분변 등에 접촉하여 이루어지는 직접접촉전파이다. 둘째는 감염지역내 사람(목부, 수의사, 인공수정사 등), 차량(사료차, 출하차, 집유차 등), 의복, 물, 사료, 기구 등에 의한 간접접촉전파이다. 셋째는 공기(바람)를 통해서도 전파되는데 육지에서는 60km, 바다를 통해서는 250km이상 떨어진 곳까지 전파 가능하다. 또한 구제역 바이러스에 오염된 식육과 식육부산물 등 축산물을 통해서도 전파된다.

구제역 바이러스의 잠복기는 바이러스 혈청형, 감염용량, 감염경로, 개체 간 감수성의 차이, 환경조건 등에 따라 차이를 보인다. 자연 상태에서 감염용량이 높을 경우 잠복기는 2~3일로 짧지만 감염용량이 낮으면 10~14일로 지연될 수 있다. 세계동물보건기구는 최대 잠복기를 14일로 규정하고 있다.

다. 주요 임상증상

(1) 소

구제역 바이러스에 감염된 소는 체온 상승, 식욕부진, 침울, 우유 생산량의 급격한 감소 등의 증상을 보인다. 질병 발병 후 24시간 이내에 침을 심하게 흘리고 혀와 잇몸 등에 물집이 생긴 것을 관찰할 수 있으며, 입맛 다시는 소리를 내기도 한다. 물집은 발굽사이에 제관부(蹄冠部), 젖꼭지 등에서도 관찰된다. 물집은 곧 터져서 피부가 드러나고 짓무르고 헐게 된다.

구제역에 감염된 소의 경우 일반적으로 이환율(罹患率)은 높고 폐사율은 낮은 편이다. 성우의 경우 폐사율은 5% 미만으로 매우 낮은 반면, 어린 송아지의 경우는 성우에 비하여

폐사율이 높으며 임신우에서는 유산이 초래되기도 한다. 감염된 소들은 1주일 이상 거의 먹지 못하거나 절뚝거리며, 유방염, 산유량 격감 등의 경제적 피해를 입는다. 특히 젖소는 착유량이 50% 정도 감소한다.



사진출처: 농림수산검역검사본부

<Fig. 1-21> 구제역 감염된 소의 증상

(2) 돼지

구제역 바이러스에 감염된 돼지에게는 절뚝거림, 발굽의 심한 병변과 고통으로 인해 제대로 서거나 걷지 못하는 증상이 관찰된다. 발굽의 물집이 터져 피부가 벗겨진 자리에 세균에 의한 2차감염이 일어나고 이로 인해 발톱이 탈락되기도 한다. 입주변의 물집 형성은 소의 경우처럼 전형적이지는 않으나, 콧잔등에는 큰 물집이 형성되며 쉽게 터지는 경우가 많다. 포유중인 자돈의 경우 폐사율은 50%에 달한다.



사진출처: 농림수산검역검사본부

<Fig. 1-22> 구제역 감염된 돼지의 증상

(3) 양과 염소

양과 염소의 경우 보통 약간의 병변과 함께 경미하게 발병하지만 심각하게 감염된 동물은 급격히 쓰러지거나 발에 병변이 나타나 제대로 서거나 걷지 못 하는 증상을 보인다. 물집은 발의 윗부분 주변과 발톱 사이 주변으로 형성되며 육안으로 잘 보이지 않지만 혀 위와 치아받침에 발달하기도 한다.

(4) 질병 진단

구제역 진단방법으로는 동물체내에 구제역 바이러스의 존재 유무를 검색하는 항원진단법과 구제역 바이러스의 감염 결과 형성된 항체를 검출하기 위한 항체진단법으로 크게 나눌 수 있다.

항원진단법으로는 수포액, 수포형성 상피세포 또는 인후두 부위 채취액 등을 검사시료로 하여 세포배양을 이용한 구제역 바이러스의 분리, 중합효소연쇄반응(PCR)법을 이용한 구제역 바이러스 특이 유전자 검출 및 항원검출용 ELISA검사 또는 보체 결합 반응 등을 이용하여 구제역 바이러스를 검출하는 방법 등이 주로 이용된다.

항체진단법으로는 동물의 혈액을 채취하여 혈청 내 구제역 바이러스의 항체형성 여부를 검출하는 혈청중화시험, 항체검사용 ELISA 검사법 및 보체결합반응 등이 주로 이용된다. 현재 국내에서는 PCR 검사기법, ELISA검사법 및 혈청중화시험 등이 구제역의 확정 진단에 활용되고 있으며, 2002년 구제역 발생현장에서는 신속 진단을 위한 간이진단키트를 세계최초로 적용한 바 있다. 구제역 바이러스에 대한 유전자 상동성 확인을 위하여 세계동물보건기구에서 지정한 구제역 국제표준연구소(World Reference Laboratory)로 수포액, 수포상피세포 및 혈청 등의 가검물 또는 감염동물로부터 분리한 바이러스를 송부한다.

(5) 가축 전염병의 인체 영향

(가) 인수공통전염병의 개념과 종류

인수공통전염병(zoonoses)은 인축공통전염병이라고도 하는데, 척추동물과 인간 사이에 상호 전파되는 병원체에 의해서 발생하는 질병을 자칭하며, 특히 동물로부터 사람에게 감염되는 병을 말한다. 보통 인수공통전염병은 척추동물에서 인간으로 전염되는 것과 비록 동물이 전염에 중요한 역할을 하지 않더라도 인간과 동물에 공동으로 감염될 수 있는 질환

들을 모두 포함한다.

인수공통전염병의 전파는 직접 전파, 매개 곤충 또는 기타 매개물에 의해서 다양하게 이루어질 수 있으며, 인수공통전염병을 야기하는 병원체도 기생충과 같은 큰 것에서부터 원생동물, 세균, 바이러스 등 매우 다양하다.

사람의 법정전염병과 가축의 법정전염병 가운데 공통되는 주요 인수공통전염병은 탄저병, 브루셀라증(브루셀라병), 고병원성 조류인플루엔자, 렙토스피라증(소 렙토스피라병), 소해면상뇌증(variant Creutzfeldt-Jakob Disease ; vCJD), 일본뇌염(돼지 일본뇌염), 공수병(광견병), 바베시아증(바베시아병), 결핵(결핵병), 큐열 등이 있다. 특히 바이러스에 의하여 감염되는 광견병, 일본뇌염, 뉴캐슬병, 황열 등은 무서운 전염병으로 알려진다.

(6) 구제역의 인체감염 가능성

구제역은 인수공통전염병으로 분류되지 않으며, 사람의 공중 보건에도 문제를 일으키지 않는다. 구제역은 우제류에는 치명적이지만 사람에게는 감염되지 않고 인체에 전혀 영향이 없다고 알려져 있다.

구제역 연구의 세계적인 권위기관인 영국 퍼브라이트연구소(Pirbright Laboratory)에서는 구제역을 인수공통전염병에서 제외하였으며, 세계동물보건기구(OIE)는 “FMD is not public health risk:구제역은 공중보건에 위해가 없다”로 표현하고 있다. 미국 농무성의 자료에도 “FMD is not recognized as a zoonotic disease:구제역은 인수공통전염병으로 인정되지 않는다.”라고 명시하고 있으며, 우리나라 대한수의사회의 공식 발표 자료에서도 “구제역은 사람에게 감염되지 않으므로 감염된 고기를 먹더라도 인체에는 영향이 없다”고 명확하게 밝히고 있다.

과거에 유럽에서 구제역 바이러스가 사람에게 감염 된다고 의심되기도 하였으나 구체적인 증거는 발견되지 않았다. 1921년 이후 전 세계적으로 인체 감염의 의심 증상이 약 40건 정도로 진단되었으며, 현재까지 국내에서는 인체 감염의 사례가 발견되지 않았다.

전문가들은 구제역 바이러스가 인간 감염의 경우에는 물질과 감기 같은 가벼운 증상이 나타나는 것으로 판단하고 있다. 사람은 폐사한 동물과의 접촉, 실험실에서 바이러스 취급, 감염된 유즙을 섭취하는 경우 피부나 구강점막의 창상 등을 통해 감염될 수 있으나, 감염된 동물에서 생산된 육류를 섭취하는 경우 감염이 성립되지 않는다.

또한 구제역 바이러스는 열에 약하기 때문에 고기를 요리하게 되면 구제역바이러스가 파괴된다. 구제역 바이러스는 50℃에서 30분, 76℃에서 7초 정도 가열하면 사멸되는 것으로 알려져 있다.

2.. 2010년 구제역 발생 현황

가. 구제역 발병현황

기록상으로 보면 우리나라에도 과거에 구제역이 발생하였다. 1967년 대한수의사회에서 발간한 가축방역사 구제역 편을 보면 1910년까지는 구제역 발생여부에 대한 기록이 전혀 없기 때문에 이때까지의 상황은 알 수 없지만 1911년에 15두가 발생하였다고 처음 보고되어 있으며, 1918년에는 무려 36,397두에서 발생하는 등 많은 피해를 입히다가, 1934년 3두 발생을 끝으로 종식되었다고 기록되어 있다. 그 이후에도 구제역은 2000년과 2002년에 구제역이 발생하였다.

구제역이 2010년 11월 23일 경상북도 안동시에서 발생되어 제주도와 전라도 지역을 제외한 전국으로 확산이 되었다. 전국 11개 시·도, 75개 시·군·구로 확산된 구제역은 건국 이래 최악의 국가재난으로 총 200여건, 350여 만 마리의 소·돼지 등 우제류 가축이 살처분 됐고 직접적인 피해액만 3조원이 넘었다. 구제역 방역과정에서 전국 4,200개 매몰지에 소와 돼지 등 340만 마리가 매몰되었다(2011 구제역백서).

아래 <Table. 1-2>는 구제역이 발생한 지역, 신고일시, 검사결과, 증상 등을 나타낸 자료이다.

<Table. 1-2> 2010-2011년 구제역 발생현황

(http://web.maf.go.kr/wiz/wizard/frames/server_index.html?home_id=fmdg&menu_seq=2&menu_seq_open)

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
1	11281615	경북 안동시 와룡면 서원리	-	돼지	5500	유두 상처 및 염종	-	양성(1)	발생능가 살처분, 반경 3km내 예방적 살처분	
		경북 안동시 와룡면 서원리	-	돼지	3500	유두 상처 및 염종	-			
2	11291740	경북 안동시 서후면이송천리	1차 발생농장 남서쪽 8km 지점	한우	5	집울림, 발열, 사료섭취감소	-	양성(2)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
3	11301740	경북 영안군 밀골면도계리	1차 발생농장 북동쪽 34km 지점	한우	29	코등에 울집	-	음성	-	
4	12111100	경북 안동시 와룡면라소리	1차 발생농장 남동쪽 4km 지점	한우	150	가혹성인 집울림, 사료섭취 저하	-	양성(3)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
5	12111120	경북 안동시 와룡면가아리	1차 발생농장 남동쪽 3.5km 지점	한우	3	집울림, 사료섭취 저하	-	양성(4)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
6	12111540	경북 안동시 이천동	2차 발생농장 남동쪽 2.5km 지점	한우	210	집울림, 헛배탈, 발열, 수포, 사료섭취 저하	-	양성(5)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
7	1220950	경북 안동시 돌전면군계리	2차 발생농장 남서쪽 1.9km 지점	한우	68	집울림	-	음성	-	
8	1221250	경북 청송군 안덕면명암리	3차 발생농장 북서쪽 4.2km 지점	한우	3	집울림, 사료섭취 저하	-	음성	-	
9	1221300	경북 안동시 서후면저천리	2차 발생농장 북쪽 3.1km	한우	69	집울림, 사료섭취 저하	-	양성(6)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
10	1221300	경북 안동시 서후면저천리	2차 발생농장 북동쪽 1.8km	한우	29	집울림, 사료섭취 저하	-	양성(7)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
11	1221300	경북 안동시 북후면오산리	2차 발생농장 북동쪽 1.7km	한우	1	집울림, 사료섭취 저하	-	양성(8)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
12	1221300	경북 안동시 와룡면이아리	2차 발생농장 남동쪽 2.7km	돼지	4000	사료섭취 저하, 발열, 울집에 울집	-	양성(9)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분(돼지 발생농장의 경우 3km내의 돼지에 대해서도 예방적 살처분)	
13	1221425	경북 안동시 노하동	2차 발생농장 남서쪽 3.5km	한우	117	코에 수포, 사료섭취감소	-	양성(10)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
14	1221425	경북 안동시 유동	2차 발생농장 남서쪽 6.2km	연소 돼지장	13	집울림, 콧물	-	음성	-	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
15	1221425	경북 안동시 북후면도천리	2차 발생농장 북동쪽 3.9km	한우	100	사료섭취감소, 콧물	-	양성(11)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
16	1221425	경북 안동시 북후면도천리	2차 발생농장 북동쪽 2.7km	한우	80	사료섭취감소, 집울림	-	양성(12)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
17	1221425	경북 안동시 북후면도천리	2차 발생농장 북동쪽 3.9km	한우	35	사료섭취감소, 집울림	-	양성(13)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
18	1221425	경북 안동시 와룡면이상리	2차 발생농장 북동쪽 3.5km	한우	106	사료섭취감소, 집울림	-	양성(14)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
19	1222100	경북 안동시 서후면이송천리	2차 발생농장 남서쪽 1.4km	한우	6	코등, 사료섭취감소	-	양성(15)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
20	1222100	경북 안동시 북후면도천리	2차 발생농장 북동쪽 3.1km	한우	36	집울림, 발열, 사료섭취감소	-	양성(16)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
21	1222100	경북 안동시 북후면도천리	2차 발생농장 북동쪽 3.2km	한우	35	코등, 발열, 식욕부진	-	양성(17)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
22	1231500	경북 안동시 풍산면회곡리	2차 발생농장 남서쪽 5.8km	돼지	570	사료섭취감소, 발열, 울림	-	양성(18)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분(돼지 발생농장의 경우 3km내의 돼지에 대해서도 예방적 살처분)	
23	1231500	경북 안동시 북후면돌관리	1차 발생농장 서쪽 3.8km	한우	45	사료섭취감소, 집울림	-	양성(19)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
24	1231500	경북 안동시 북후면장기리	1차 발생농장 서쪽 3.9km	한우	53	집울림	-	양성(20)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
25	1231810	경북 안동시 북천면신명리	1차 발생농장 북쪽 8.3km	한우	6	사료섭취감소	-	음성	-	
26	1231810	경북 안동시 와룡면태리	2차 발생농장 남쪽 3.4km	한우	65	집울림	-	양성(21)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
27	1231810	경북 안동시 북후면도천리	1차 발생농장 남서쪽 4.5km	한우	20	집울림, 사료섭취감소, 목기를 꺼림	-	양성(22)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
28	1232100	경북 안동시 북후면장기리	1차 발생농장 서쪽 4.1km	한우	83	집울림	-	음성	-	
29	1232100	경북 안동시 북후면장기리	1차 발생농장 서쪽 4.4km	한우	72	발열, 집울림, 사료섭취감소	-	양성(23)	발생능가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
30	12.3.21.00	경북 안동시 와룡면 태리	1차 발생농장 남동쪽 4.1km	한우	37	집울림, 사료 섭취감소	-	양성(24)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
31	12.3.21.00	경북 안동시 남산면 이천리	10차 발생농장 남동쪽 11.1km, 2차 발생농장 남동쪽 12.3km	한우	37	집울림	-	양성(25)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
32	12.3.21.00	경북 안동시 와룡면 구계리	1차 발생농장 남동쪽 4.9km	한우	85	꽃을 밟고 사 이 들림	-	양성(26)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
33	12.3.21.00	경북 안동시 서후면 영1리	1차 발생농장 남서쪽 5.2km	한우	7	집울림	-	양성(27)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
34	12.4.11.40	경북 예천군 북영면 오천리	2차 발생농장 남서쪽 21km	한우	45	사료섭취감소, 집울림, 뒷바 다 깨양	-	양성(28)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
35	12.4.11.40	경북 안동시 예안면 계곡리	3차 발생농장 동남쪽 12.9km	한우	42	집울림, 꽃을 사료 섭취감소	-	양성(29)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
36	12.4.11.40	경북 안동시 서후면 성곡리	2차 발생농장 서쪽 3.6km	돼지	12000	유두 및 코부 위 수프려 할라짐	-	양성(30)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분(돼지 발생농장의 경우 3km내의 돼지에 대해서도 예방격 살처분)	
37	12.4.11.40	경북 영주시 이산면 상리	1차 발생농장 북서쪽 17.2km	한우	126	코에 발적	-	음성	-	
38	12.4.11.40	경북 영주시 영안면 영월리	1차 발생농장 북서쪽 11.8km, 6차 발생농장 북서쪽 10.2km	한우	15	집울림, 사료 섭취감소	-	음성	-	
39	12.5.10.40	대구 북구 연경동	2차 발생농장 남쪽 7.9km	한우	186	가끔씩인 집울림, 꽃을	-	음성	-	
40	12.5.20.25	경북 예천군 금천면 북곡리	1차 발생농장 남동쪽 11.2km	한우	80	집울림, 다리 굵음	-	음성	-	
41	12.6.12.10	경북 의성군 안산면 성촌2리	28차 발생농장 북서쪽 9.6km	한우	2	집울림, 식욕 결핍	-	음성	-	
42	12.6.15.10	경북 영양군 전기면 정죽리	29차 발생농장 동북쪽 12.4km	한우	3	집울림, 뒷바 다 깨양	-	양성(31)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
43	12.7.20.30	경북 고령군 개천면 부리	25차 발생농장 남쪽 9.6km	한우	40	집울림, 사료 섭취저하, 발 열	-	음성	-	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
44	12.8.16.00	경북 영주시 강동면 유림리	1차 발생농장 동남쪽 87.1km	한우	40	집울림, 사료 섭취저하, 유두가피 두꺼워짐	-	음성	-	
45	12.10.18.30	경북 영주시 적서동	영주 양성환 인종장 북서쪽 9km	한우	56	가끔씩인 집울림, 코에 수포	-	양성(32)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
46	12.14.09.30	경북 의성군 다인면 동1리	의성 양성환 인종장 남서쪽 4.5km	한우	57	식욕부진, 꽃을	-	음성	-	
47	12.14.18.00	경기 양주시 남면 상수리	-	돼지	1,200	몸통거림, 발굽 짓무름	-	양성(33)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
48	12.14.21.40	경북 예천군 지보면 대천리	예천 양성환 인종장 북서쪽 4km	한우	146	식욕부진, 가끔씩인 집울림	-	양성(34)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
49	12.15.10.20	경기 파주시 부곡리	33차(연천) 발생농장 남서쪽 1.9km	젖소	180	가끔씩인 집울림, 유두에 수포	-	양성(35)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
50	12.15.13.20	경북 문경시 영선면 죽리	34차 발생농장 서쪽 1.3km	한우	150	집울림, 사료 섭취감소	-	음성	-	
51	12.15.14.30	경북 영덕군 영해면 고사리	영덕 양성환 인종장 북동쪽 3.8km	한우	9	집울림, 사료 섭취감소	-	음성	-	
52	12.17.18.40	경기 남양주시 조안면 시우리	33차(양주) 발생농장 남동쪽 40.2km	한우	17	꽃들에서 발열, 입술 주위에 물발크기	-	음성	-	
53	12.18.20.00	경기 파주시 교하읍 산남리	35차 발생농장 서쪽 1.9km	한우	100	집울림, 식욕부진, 고열	-	양성(36)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
54	12.19.16.20	경기 고양시 일산동구 중산동	36차 발생농장 남동쪽 7.5km	한우	53	식욕부진, 혀 앞부분에 상처, 집울림	-	양성(37)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
55	12.20.23.00	경기 가평군 하연신하리	33차(양주) 발생농장 동쪽 3.3km	한우	55	집울림	-	양성(38)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
56	12.21.11.50	충남 천안시 성남면 대동2리	1차 발생농장 서쪽 136.9km	사슴	32	집울림, 식욕부진	-	음성	-	
57	12.21.11.30	강원 평창군 대화면 신2리	1차 발생농장 북쪽 10.2km	한우	27	식욕부진, 집울림, 잇몸 수포, 파열	-	양성(39)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
58	12.21.15.45	경기 연천군 전곡읍 영월리	33차(연천) 발생농장 동남쪽 9km	돼지	10,000	꽃들에 수포, 발톱 사이에 상처	-	양성(40)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	
59	12.21.15.45	경기 포천시 일동면 사직3리	33차(연천) 발생농장 북동쪽 35.4km	한우	31	집울림, 입안 잇몸	-	양성(41)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방격 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
60	12.21.17:50	강원 화천군 사내면명월1리	33차(연정) 발생농장 동쪽 50km	한우	5	집중형 허부 위에 염증	-	양성(42)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
61	12.21.18:30	경기 김포시 월곶면갈산리	36차 발생농장 동쪽 10.7km	돼지	5000	정육지가 짓무르고 표피탈락, 발육상차	-	양성(43)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
62	12.21.19:45	경기 포천시 관인면출리	33차(연정) 발생농장 북쪽 25.7km	한우	11	식육부진, 거품성인 집중형	-	양성(44)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
63	12.22.10:30	강원 춘천시 남면가정리	38차 발생농장 동남쪽 22.5km	한우	25	거품성인 집중형, 코에 수포, 잇몸 꺾임	-	양성(45)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
64	12.22.13:30	강원 원주시 문막읍취봉2리	39차 발생농장 북서쪽 62.7km	한우	98	거품성인 집중형, 수포, 잇몸 꺾임	-	양성(46)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
65	12.22.15:35	강원 양양군 양양읍거리마리	39차 발생농장 북동쪽 62.1km	한우	3	거품성인 집중형, 허부염, 피부 벗겨짐	-	음성	-	
66	12.22.18:30	강원 철성군 철성읍학곡리	39차 발생농장 서쪽 42.6km	한우	27	거품성인 집중형, 안쪽에 수포, 잇몸 꺾임	-	양성(47)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
67	12.22.23:45	강원 철원군 갈말읍내대리	41차 발생농장 동남쪽 22.6km	한우	23	식육부진, 고열, 잇몸에 수포가 락진됨	-	음성	-	
68	12.23.11:40	인천 강화군 안도면조산리	43차 발생농장 북서쪽 14.8km	돼지	890	식육부진, 콧물 위에 수포, 주저앉음	-	양성(48)	발성농가 살처분 반경 3km내 예방적 살처분	
69	12.23.12:15	경북 군위군 우보면선곡리	34차 발생농장 남동쪽 49.9km	젓소	80	유두에 수포	-	음성	-	
70	12.23.16:10	강원 철성군 우천면하곡리	47차 발생농장 동쪽 14.9km	한우	7	거품성인 집중형, 발육이름 꺾임	-	음성	-	
71	12.23.16:10	강원 강릉시 구정면학산3리	47차 발생농장 북동쪽 86.4km	돼지	50	집중형, 입안에 발적	-	음성	-	
72	12.23.16:10	강원 원주시 소초면동암리	47차 발생농장 남쪽 15.6km	한우	125	집중형, 입안에 발적	-	음성	-	
73	12.23.18:50	강원 철성군 철성읍조곡리	47차 발생농장 동남쪽 6.9km	한우	56	잇몸에 염증, 콧구멍에 발적, 발육	-	음성	-	
74	12.23.18:50	강원 철성군 철성읍학곡리	47차 발생농장 남쪽 2.1km	한우	55	거품성인 집중형, 입안에 수포 꺾임	-	양성(49)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
75	12.23.20:30	경북 영천시 화남면교리	1차 발생농장 남쪽 62.4km	돼지	24000	유두, 코에 수포, 사료섭취 저하, 발굽에 상처	-	양성(50)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분(돼지 발생농장의 경우 3km내의 돼지에 대해서도 예방적 살처분)	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
76	12.23.23:50	강원 철성군 서천면우리	47차 발생농장 서쪽 8.4km	젓소, 육우	96	거품성인 집중형, 식육결핍, 발육	-	양성(51)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
77	12.24.11:30	강원 철원군 동송읍안우리	42차 발생농장 북서쪽 28km	한우	280	거품성인 집중형, 식육결핍, 발육, 기침	-	양성(52)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
78	12.24.14:05	경북 경주시 안강읍안암리	50차 발생농장 동남쪽 30km	돼지	800	사료섭취 감소, 유두, 유방에 발적	-	음성	-	
79	12.25.21:50	경기 여주군 가남면안골리	46차 발생농장 남서쪽 19.4km	한우	140	집중형, 입안에 발적, 고열, 식육저하	-	양성(53)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
80	12.26.13:40	인천 서구 오류동	43차 발생농장 남동쪽 13.9km	돼지	3000	식육부진, 콧물 위에 수포, 발굽에 수포	-	양성(54)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분(돼지 발생농장의 경우 3km내의 돼지에 대해서도 예방적 살처분)	
81	12.26.14:55	경북 청송군 진보면이촌리	31차 발생농장 남쪽 18.2km	한우	7	거품성인 집중형, 고열, 허부염, 피부 벗겨짐	-	양성(55)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
82	12.26.16:00	경기 양광군 양광읍신애리	46차 발생농장 북서쪽 31.3km	한우	5	식육부진, 집중형	-	양성(56)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
83	12.27.12:50	경북 성주군 선남면신부리	50차 발생농장 북동쪽 53.7km	한우	81	거품성인 집중형, 사료섭취 감소	-	음성	-	
84	12.27.13:30	강원 춘천시 동면상갈리	63차 발생농장 북동쪽 27.3km	한우	11	거품성인 집중형, 잇몸에 상처, 허에 꺾임	-	양성(57)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
85	12.27.15:00	강원 춘천시 흥천읍장천영2리	36차 발생농장 북서쪽 14.3km	한우	6	거품성인 집중형, 허에 꺾임, 콧물에 염증	-	양성(58)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
86	12.27.15:20	경북 영주시 장수면갈산리	38차 발생농장 서쪽 12.9km	돼지	13000	사료섭취 감소, 발굽사이에 염증	-	양성(59)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
87	12.27.17:10	대전 서구 불곡동	1차 발생농장 서쪽 135.8km	한우	97	입술 주변에 가피 형성	-	음성	-	
88	12.27.17:50	강원 철성군 우천면정골리	49차 발생농장 동쪽 13.2km	한우	130	거품성인 집중형, 발굽 사이에 염증	-	양성(60)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	
89	12.29.16:50	경기 광주시 실천읍삼갈리	56차 발생농장 북서쪽 16.1km	한우	16	고열, 다리를 잘음	-	음성	-	
90	12.29.17:40	강원 홍천군 남면유지리	58차 발생농장 북쪽 9.6km	돼지	13000	유두, 콧물, 앞다리 발굽에 가피 형성	-	양성(61)	발성농가 살처분 반경 500m내 예방적 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
91	12.30.13:10	경북 영천시 화산면우성리	50차 발생농장 남서쪽 10km	한우	144	거품성인 침출물, 사료섭취 감소, 혀가 벗겨짐	-	양성(62)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
92	12.30.13:10	경북 경주시 안강읍상대리	50차 발생농장 동남쪽 28.3km	한우	14	침출물, 잇몸에 수포, 콧물, 혀에 궤양	-	양성(63)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
93	12.30.17:40	경기 남양주시 진건읍사농1리	38차 발생농장 남서쪽 25.4km	한우	120	침출물, 발열, 잇몸에 궤양	-	양성(64)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
94	12.30.19:05	강원 철원군 우천면상하가리	60차 발생농장 북서쪽 3.3km	돼지	1,750	코 유두에 수포, 자는 30두 폐사	-	양성(65)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
95	12.31.10:45	경북 포항시 북구 기계면 학야리	63차 발생농장 북쪽 5.3km	한우	87	거품성인 침출물, 잇몸 궤양, 유방에 수포	-	양성(66)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
96	12.31.12:40	강원 양구군 양구읍월명리	57차 발생농장 동북쪽 27.5km	한우	10	침출물, 사료섭취 저하, 입안에 상처	-	양성(67)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
97	'11.1.12:40	충남 천안시 동남구 수산면 송창리	53차 발생농장 남서쪽 62.2km	젓소	50	원막과 가운뎃막에 수포, 유두의 피부 벗겨짐	-	양성(68)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
98	'11.1.13:30	경북 영천시 화남면상창리	50차 발생농장 남쪽 3km	돼지	1,000	발굽에 수포, 자는 폐사	-	양성(69)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
99	'11.1.13:30	경북 영천시 화북면군덕리	50차 발생농장 동쪽 4.2km	한우	3	사료섭취 감소, 침출물 잇몸에	-	양성(70)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
100	'11.1.15:00	경북 포항시 북구 기계면 현내리	66차 발생농장 동남쪽 2.7km	한우	72	사료섭취 감소, 침출물 잇몸에 궤양	-	양성(71)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
101	'11.1.17:40	경북 영천시 임고면상대리	50차 발생농장 서쪽 18.4km	한우	5	사료섭취 감소, 침출물 잇몸에 궤양	-	양성(72)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
102	'11.1.20:10	강원 강릉시 구정면어단리	39차 발생농장 동북쪽 43.6km	한우	59	거품성인 침출물, 입안에 수포	-	양성(73)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
103	'11.1.20:30	강원 화천군 간동면유촌리	57차 발생농장 북쪽 20.7km	한우	96	침출물, 발열, 잇몸에 궤양, 사료섭취 안함	-	양성(75)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
104	'11.1.21:10	경기 광명시 가락동	37차 발생농장 남쪽 23.3km	한우	74	침출물, 콧물, 혀에 수포	-	양성(74)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
105	'11.1.23:15	충남 천안시 동남구 동천면 관성2리	97차 신고농장 북동쪽 10.9km	돼지	3,500	피해, 발굽 발락	-	양성(76)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
106	'11.1.23:40	강원 원주시 소초면중앙리	49차 발생농장 남동쪽 10.3km	돼지	12,250	발굽이 짓무름, 콧물에 수포	-	양성(77)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
107	'11.1.210:45	강원 춘천시 동산면군자리	45차 발생농장 동쪽 12.9km	한우	72	침출물, 콧물, 잇몸에 궤양, 사료를 안먹음	-	양성(78)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
108	'11.1.211:20	충남 보령군 천북면사호리	38차 발생농장 남서쪽 74.8km	돼지	23,000	입, 혀, 콧물, 발굽에 수포	-	양성(79)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
109	'11.1.212:40	충북 괴산군 연풍면석성리	34차 발생농장 북서쪽 46.1km	한우	56	사료섭취 감소, 침출물, 고열	-	음성	-	
110	'11.1.214:40	경북 영천시 고경면석계리	72차 발생농장 남동쪽 10.7km	한우	34	침출물, 고열, 잇몸에 발적	-	양성(80)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
111	'11.1.214:40	경북 경주시 안강읍고계리	63차 발생농장 남서쪽 3.4km	한우	14	침출물, 고열, 잇몸에 발적	-	양성(81)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
112	'11.1.223:00	경기 양평군 양동면삼산리	56차 발생농장 남동쪽 27.3km	한우	51	코 주변 발적 및 벗겨짐	-	음성	-	
113	'11.1.223:20	충남 천안시 동남구 동천면 송창리	76차 발생농장 남쪽 9.6km	젓소	69	침출물, 혀 부위에 궤양	-	양성(82)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
114	'11.1.317:30	강원 철원군 철원읍월명리	52차 발생농장 북서쪽 4.1km	한우	190	거품성인 침출물, 콧물, 혀, 잇몸이 벗겨짐	-	양성(83)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
115	'11.1.317:40	경기 의정부시 산곡동	33차 발생농장 남동쪽 13.1km	한우	57	식욕부진, 거품성인 침출물, 입안 궤양	-	양성(84)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
116	'11.1.318:00	강원 홍천군 서석면어물리	58차 발생농장 북동쪽 28.8km	한우	37	침출물, 사료섭취 저하, 혀에 수포	-	양성(86)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
117	'11.1.321:40	충북 괴산군 사리면방축리	중추 발생농장 남서쪽 41.5km	돼지	2,700	유두, 콧물에 수포, 발굽 발락	-	양성(85)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
118	'11.1.413:50	강원 춘천시 남면추곡리	45차 발생농장 동북쪽 6km	한우	35	거품성인 침출물, 콧물, 잇몸에 궤양, 수포	-	양성(87)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
119	'11.1.414:15	강원 동해시 표가동	73차 발생농장 동남쪽 13.7km	한우	3	콧물, 콧물에 수포, 궤양	-	음성	-	
120	'11.1.414:45	충북 진천군 문백면도하리	82차 발생농장 동북쪽 8.3km	돼지	8,500	발굽이 벗겨지고 유두에 수포, 자는 폐사	-	양성(88)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
121	'11.1.415:20	강원 양양군 손양면삼촌리	73차 발생농장 북서쪽 43.1km	돼지	2,900	식욕부진, 고열, 유두에 수포	-	양성(89)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
122	'11.1.418:40	경기 용인시 백암면군삼리	53차 발생농장 남서쪽 23.4km	돼지	2,000	고열, 기침, 침출물, 발굽 사이 입안 궤양이 벗겨짐	-	양성(90)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
123	'11.1.421:20	강원 철원군 안동면상사리	80차 발생농장 동쪽 5.6km	돼지	33,900	발굽, 콧물 및 발굽에 수포, 발굽에 가피 형성	-	양성(91)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
124	'11.1.514:00	충북 음성군 금왕읍호산리	85차 발생농장 북서쪽 26.9km	돼지	21,766	콧물, 유두에 수포, 발굽에 수포, 입안 및 수포, 고열	-	양성(92)	발성농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
125	'11.15.14:05	충북 진천군 조광면 울산리	88차 발생농장 동쪽 10.3km	한우, 젖소	105	유두에 울진 기림발충	-	음성	-	
126	'11.15.14:20	충남 보령시 천북면 신죽리	79차 발생농장 동쪽 7.4km	돼지,한우	540	뒷다리 발굽 부위에 수포발충을 의심	-	음성	-	
127	'11.15.15:30	충남 당진군 합덕읍 대곡리	79차 발생농장 동쪽 42.2km	돼지	8,965	식육부진, 기림발충, 콧등에 울진	-	양성(93)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
128	'11.15.16:50	충북 음성군 상서면 대정리 324	85차 발생농장 북쪽 25.8km	한우	10	거품섞인 침울림, 뒷바닥이 얼었다	-	양성(94)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
129	'11.15.17:00	경기 안성시 일죽면 화곡리	90차 발생농장 동쪽 8.9km	돼지	25,000	기림발충, 콧등에 수포, 상지	-	양성(95)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
130	'11.16.14:20	강원 화천군 상서면 논들리	42차 발생농장 북동쪽 16.2km	한우	42	코끝, 아랫입술에 가피, 잇몸 발충	-	음성	-	
131	'11.16.16:00	강원 강릉시 구정면 연호리	73차 발생농장 서쪽 1.9km	한우	15	식육부진, 침울림	-	양성(96)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
132	'11.16.16:30	경기 화성시 장안면 수촌리	90차 발생농장 서쪽 44.5km	돼지	5,900	코끝, 아랫입술에 가피, 잇몸 발충	-	양성(97)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
133	'11.16.21:20	인천 계양구 갈현동	54차 발생농장 남동쪽 7.5km	젖소	49	식육부진, 유두, 콧등에 수포, 유방 감소	-	양성(98)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
134	'11.16.22:45	경기 안성시 고삼면 신정리	90차 발생농장 남서쪽 12.5km	돼지	12,000	유두 부인 상지, 자돈 폐사	-	양성(99)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
135	'11.7.11:00	경기 광주시 고덕면 문곡리	97차 발생농장 동남쪽 12.8km	돼지	4,500	사료섭취 감소, 발굽쪽에 수포, 자돈 폐사	-	양성(100)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
136	'11.7.12:20	경기 용인시 백암면 울산리	90차 발생농장 남동쪽 4.3km	돼지	20,000	발굽, 콧등에 수포	-	양성(101)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
137	'11.7.12:20	경기 안성시 일죽면 신죽리	95차 발생농장 남동쪽 2.2km	돼지	2,000	코끝에 수포	-	양성(102)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
138	'11.7.12:20	강원 강릉시 구정면 연호리	96차 발생농장 북서쪽 2.8km	한우	7	식육부진, 침울림	-	음성	-	
139	'11.7.19:30	경북 포항시 북구 북구 안2리	86차 발생농장 동쪽 31.5km	한우	62	거품섞인 침울림, 콧등, 잇몸에 껍질	-	양성(103)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
140	'11.7.20:00	경기 이천시 설성면 강릉리	85차 발생농장 동쪽 5.1km	돼지	5,000	유두, 콧등, 발굽에 수포	-	양성(104)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
141	'11.7.20:20	강원 철원군 서면자동리	52차 발생농장 동쪽 31.5km	돼지	8,400	유두, 코 주위에 수포, 발굽에 영종, 자돈 폐사	-	양성(105)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
142	'11.7.23:40	충북 괴산군 사리면사암리	85차 발생농장 북쪽 11km	돼지	1,200	코끝에 수포 및 가피	-	음성	-	
143	'11.7.23:40	충북 진천군 광혜면 광혜리	88차 발생농장 북쪽 25.4km	한우	47	코끝에 수포	-	음성	-	
144	'11.8.03:00	강원 태백군 대관령면 칠계리	89차 발생농장 북서쪽 33.6km	한우,젖소,양	1,008	침울림, 식육부진, 잇몸, 코끝에 수포, 고열	-	양성(106)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
145	'11.8.12:40	경북 경산시 진양읍솔리	80차 발생농장 북서쪽 27.4km	한우	16	거품섞인 침울림, 콧등, 잇몸에 껍질	-	음성	-	
146	'11.8.13:20	경북 봉화군 봉화읍적덕리	59차 발생농장 북동쪽 18.3km	돼지	1,400	뒷바닥이 벗겨지고 입술 수포가 터짐, 자돈 폐사	-	양성(107)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
147	'11.8.18:00	경기 안성시 미안면 신죽리	99차 발생농장 남쪽 12.1km	돼지	2,200	모든 자돈의 코끝에 수포	-	음성	-	
148	'11.8.18:30	충북 청원군 오창읍송재리	82차 발생농장 남쪽 1.5km	한우,우	29	침울림, 사료를 먹지 않음	-	양성(108)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
149	'11.9.11:30	경북 경주시 외동읍활성리	81차 발생농장 남동쪽 26.6km	한우	193	거품섞인 침울림, 잇몸에 껍질, 양	-	양성(109)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
150	'11.9.14:10	강원 춘천시 서면방동리	78차 발생농장 북서쪽 16.6km	한우	25	거품섞인 침울림, 코, 유두에 수포, 잇몸 껍질	-	양성(110)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
151	'11.9.16:00	경북 봉화군 봉화읍도촌리	107차 발생농장 서쪽 2.7km	한우	17	거품섞인 침울림, 뒷바닥이 얼었다	-	양성(111)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
152	'11.9.16:00	경북 봉화군 봉화읍거촌리	107차 발생농장 동남쪽 4.3km	돼지	1,400	코끝, 발굽, 유두에 수포, 자돈 폐사	-	양성(112)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
153	'11.10.16:10	강원 화천군 사내면삼일리	42차 발생농장 동남쪽 8.1km	한우	1,140	거품섞인 침울림, 잇몸에 껍질, 양, 수포	-	양성(113)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
154	'11.10.18:20	경북 봉화군 상안면운계1리	107차 발생농장 남동쪽 8.1km	돼지	1,800	코끝에 수포, 발굽이 발락되고 잇몸	-	양성(114)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
155	'11.10.19:30	강원 철원군 강림면강림리	60차 발생농장 남동쪽 11.6km	한우	43	입안에 껍질, 코, 혀에 수포	-	양성(115)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
156	'11.11.13:20	충북 보은군 보은읍화평리	85차 발생농장 남쪽 32.4km	한우	54	침울림, 콧등, 식육부진	-	음성	-	
157	'11.11.15:10	경북 포항시 동해면금광리	103차 발생농장 남서쪽 14.7km	사슴	21	침울림, 기력이 없고 울적임이 관찰	-	음성	-	
158	'11.11.16:50	충북 충주시 신내면신정리	중주 양성농장 남쪽 18.6km	한우	17	거품섞인 침울림, 콧등, 잇몸 껍질	-	양성(116)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
159	'11.1.12.12:00	강원 강릉시 주문진읍 향포리	73차 발생농장 북동쪽 25.6km	한우	25	집중림 잇몸과 코에 궤양	-	음성	-	
160	'11.1.12.14:40	경북 영안군 입암면 연리	31차 발생농장 남쪽 8.2km	한우	155	거품성인 집중림, 잇몸, 수포 및 입안 궤양	-	양성(117)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
161	'11.1.12.16:00	충남 홍성군 금마면 동서리	93차 발생농장 남쪽 24.4km	한우	32	약간의 집중림	-	음성	-	
162	'11.1.12.20:30	충북 충주시 동방면 대진리	116차 발생농장 남쪽 18.9km	한우	132	거품성인 집중림, 코에 수포, 잇몸 궤양	-	양성(118)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
163	'11.1.13.21:50	충북 충주시 주덕읍 향진리	115차 발생농장 남동쪽 9.5km	한우	14	거품성인 집중림, 혀바닥이 벗겨짐	-	음성	-	
164	'11.1.14.15:40	경북 청송군 진보면 기곡리	55차 발생농장 북서쪽 5.1km	한우	30	거품성인 집중림, 잇몸에 수포가 파열됨	-	양성(119)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
165	'11.1.15.14:20	충북 제천시 송학면 대화1리	115차 발생농장 동남쪽 22.2km	한우	8	거품성인 집중림, 혀바닥이 벗겨짐	-	양성(120)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
166	'11.1.17.21:30	대구 북구 연경동	62차 발생농장 북서쪽 23.3km	한우	110	거품성인 집중림, 콧물	-	양성(122)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
167	'11.1.17.23:00	충남 예산군 신암면 단종리	93차 발생농장 동남쪽 15.3km	돼지	3000	사료섭취 저하, 인후위 부종, 발굽에 수포	-	양성(121)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
168	'11.1.18.13:20	강원 삼척시 미로면 동산리	96차 발생농장 동남쪽 37.1km	한우	360	거품성인 집중림, 잇몸, 콧물 등에 궤양	-	양성(123)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
169	'11.1.18.18:20	강원 영월군 수주면 구물리	120차 발생농장 북쪽 11.6km	한우	75	거품성인 집중림, 혀바닥이 벗겨지고 수포 발생	-	양성(124)	발생농가 살처분, 반경 500m내 예방적 살처분	
170	'11.1.19.12:20	강원 철성군 문내면 현곡로(축산기술연구센터)	91차 발생농장 북쪽 4.4km	한우	487	거품성인 집중림, 식욕저하, 잇몸에 수포, 궤양	-	양성(125)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 소의 경우 감염 개체 및 예방접종 후 태어난 자 송아지만 매몰처분) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
171	'11.1.19.18:00	경북 포항시 흥해읍 향린리	66차 발생농장 동쪽 12.1km	돼지	500	코에 수포 발생, 지느러미 폐사	-	양성(127)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 모든 종 감염 개체 및 예방접종 후 태어난 자 송아지 전부 매몰, 비육용은 농장 전체 매몰) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
172	'11.1.19.23:30	충남 예산군 광시면 신촌리	121차 발생농장 남쪽 17.1km	한우	25	식욕부진, 잇몸에 궤양, 혀바닥이 벗겨짐	-	양성(126)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 소의 경우 감염 개체 및 예방접종 후 태어난 자 송아지만 매몰처분) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
173	'11.1.20.14:00	충남 공주시 탄천면 정지리	121차 발생농장 남쪽 46.5km	한우	8	집중림, 코에 수포, 식욕저하	-	양성(128)	-	
174	'11.1.20.18:00	충남 아산시 신창면 읍내리	121차 발생농장 북동쪽 12.7km	한우	44	집중림, 혀바닥이 벗겨지고 잇몸에 궤양	-	양성(129)	-	
175	'11.1.21.16:20	경기 평택시 고덕면 와교리	100차 발생농장 동남쪽 2.6km	염소	40	입안 궤양, 코에 가피 형성	-	양성(130)	발생농가 살처분, 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
176	'11.1.21.16:30	경북 상주시 함창읍 태불리	34차 발생농장 서쪽 16.7km	한우	142	집중림, 혀바닥이 벗겨지고 잇몸에 궤양	-	양성(131)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 소의 경우 감염 개체 및 예방접종 후 태어난 자 송아지만 매몰처분) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
177	'11.1.21.17:10	충남 아산시 읍내면 신촌리	129차 발생농장 서쪽 16.3km	한우	103	거품성인 집중림, 로구멍에 수포 발생	-	양성(132)	-	
178	'11.1.21.17:50	충남 천안시 동서면 읍정리	129차 발생농장 동쪽 15.2km	돼지	1,000	유두, 발굽에 수포 발생, 식욕부진	-	양성(133)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 모든 종 감염 개체 및 예방접종 후 태어난 자 송아지 전부 매몰, 비육용은 농장 전체 매몰) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
179	'11.1.21.17:50	충남 홍성군 광천읍 당산리	79차 발생농장 동쪽 13.6km	한우	99	집중림, 식욕 감소, 코에 가피 형성	-	음성	-	
180	'11.1.21.18:20	강원 고성군 간성읍 고물리	89차 발생농장 북서쪽 43.6km	한우	222	집중림, 사료섭취 저하, 코에 수포	-	양성(134)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 소의 경우 감염 개체 및 예방접종 후 태어난 자 송아지만 매몰처분) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
181	'11.21.15:10	경북 문경시 불경동	131차 발생농장북서쪽 10km	한우	17	집중림, 사료 섭취 저하, 잇몸에 상처	-	양성(135)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 소의 경우 감염 개체 및 예방접종후 태어난 자송이지만 매몰처분) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
182	'11.23.16:20	경북 문경시 문경읍각서리	135차 발생농장북서쪽 13.5km	한우	123	집중림, 사료 섭취 저하, 잇몸에 궤양	-	양성(136)	-	
183	'11.23.17:30	경남 김해시 주촌면원지리	109차 발생농장남서쪽 70km	돼지	1,000	유두에 가피수출포, 자돈 폐사	-	양성(137)	발생농가 살처분(예방접종후 14일이 경과된 모돈을 감염 개체 및 예방접종후 태어난 자돈인 경우 모돈, 비육돈은 감염 개체, 모돈, 자돈 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
184	'11.24.16:00	충남 공주시 계룡면경전리	128차 발생농장북쪽 12.8km	돼지	1,000	식욕부진, 다림에 수포, 자돈 폐사	-	양성(138)	-	
185	'11.24.16:10	경남 김해시 주촌면원지리	137차 발생농장남서쪽 0.7km	돼지	7,188	자돈 폐사	-	양성(139)	-	
186	'11.26.16:20	충남 논산시 성동면우관리	128차 발생농장남쪽 13.9km	젓소	69	발굽사이에 열중, 유두에 수포	-	음성	-	
187	'11.26.17:20	충남 공주시 정안면사림리	138차 발생농장북쪽 29.8km	사슴	2	식욕저하, 집눌림	-	음성	-	
188	'11.29.22:20	경남 양산시 상북면과삼리	137차 발생농장북쪽 26.4km	돼지, 염소	251	코에 수포, 발굽사이에 궤양	-	양성(140)	발생농가 살처분(모든, 모든 예방접종종교립수에 관계없이 감염된 개체 및 예방접종후 태어난 자돈, 비육돈은 폐사, 모든 예방접종단위, 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
189	'11.30.16:20	전남 장성군 장성읍목전리	139차 발생농장서쪽 18.1km	한우	180	유두에 발적, 열사	-	음성	-	

순번	신고일시	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
190	'11.31.19:20	충남 연기군 금남면도암리	138차 발생농장북쪽 18km	돼지	4,300	코등에 입 주변에 수포, 발굽에 가피	-	양성(141)	발생농가 살처분(모든, 모든 감염된 개체 및 예방접종후 1개월이 되지 않은 어미 돼지에서 태어난 자돈을 예방접종을 하지 않은 자돈) 반경 500m내에 예방접종을 실시하지 않은 가축 살처분	
191	'11.21.10:20	충남 홍성군 광천읍대동리	79차 발생농장북쪽 15.3km	돼지	3,700	기립불능, 발굽 주변에 수포, 식욕부진	-	양성(142)	-	
192	'11.22.17:20	경북 울진군 명해읍화곡리	영덕 양성농장북쪽 20km	한우, 돼지	1,231	코 주위에 수포가 생기고 피부가 벗겨짐	-	양성(143)	-	
193	'11.24.17:00	경북 경산시 암향면신월리	122차 발생농장남쪽 21.8km	돼지	3,662	기립불능, 발굽 탈락, 온구멍에 수포	-	양성(144)	-	
194	'11.25.15:10	충남 천안시 성안읍극립축산과화원	132차 발생농장북쪽 6km	돼지	1,650	입안에 궤양, 발굽에 수포	-	양성(145)	-	
195	'11.26.17:00	부산 사하구 장림1동	139차 발생농장남쪽 22.2km	돼지, 염소들	568	유두에 수포, 다리 찰음, 자돈 폐사	-	양성(146)	-	
196	'11.24.18:40	대전 동구 하소들	138차 발생농장남쪽 28.5km	돼지	2,000	집중림, 발굽에 수포, 자돈 폐사	-	양성(147)	발생농가의 감염된 모돈 및 비육돈 매몰처리	
197	'11.21.16:25:0	경북 구미시 해평면송곡리	122차 발생농장북서쪽 35.4km	한우	89	집중림, 입안에 궤양, 식욕부진, 고열	-	음성	-	
198	'11.21.18:13:10	경북 청도군 청도읍내포리	144차 발생농장남쪽 28.1km	돼지	1,200	코등에 수포, 자돈 폐사	-	양성(148)	발생농가의 감염된 모돈 및 비육돈 매몰처리	
199	'11.21.18:00	충남 태안군 고남면두물리	79차 발생농장남서쪽 9.3km	돼지	500	입에 수포, 식욕부진, 자돈 폐사	-	양성(149)	-	
200	'11.21.18:20:20	충남 홍주군 송천면은원리	140차 발생농장북쪽 11.3km	한우	71	발굽이 빠지고 피가 남, 식욕부진, 코등	-	음성	-	
201	'11.25.16:00	충남 홍주군 상남면삼전리	140차 발생농장북쪽 11.9km	돼지	178	코등 유두에 수포, 식욕부진, 다리 찰음	-	양성(150)	발생농가의 감염된 모돈 및 비육돈 매몰처리	

순번	신고일	장소	위치	축종	규모(두수)	증상	정밀검사 전 조치사항	검사결과	확진 후 조치사항	비고
202	11.3.22.00	경남 고성군 영오면 연달리	139차 발생동장 남서쪽 57.9km	한우	33	거품성인 침출물, 콧구멍에 가파, 고은	-	음성	-	
203	11.4.11.20.00	전북 익산시 망성면 어량리 1223	-	한우	23	-	-	음성	-	
204	'11.4.16	경북 영천시 금호읍 할정리	-	돼지	67	식욕부진, 발굽에 상처, 가파, 다리 절음	-	양성	감염 개체 매몰처분, 반경 500m 임상관할	
205	'11.4.19	경북 영천시 금호읍 삼포리	416일 신고동장 서쪽 2.4km	돼지	2,265	자돈 폐사, 발굽에 수포 및 상처	-	양성	감염 개체 매몰처분, 반경 500m 임상관할	
206	'11.4.21	경북 영천시 드남동	416일 신고동장 동쪽 2.5km	돼지	800	문자들 유두에 수포, 사료섭취 감소, 자돈 폐사	-	양성	감염 개체 매몰처분, 반경 500m 임상관할	

3. A.I.(조류 독감)의 이해

가. 조류독감의 정의와 질병 특성

(1) 조류독감의 정의

조류인플루엔자는 전파가 빠르고 병원성이 다양하며, 닭, 칠면조, 야생조류 등 여러 종류의 조류에 감염되는 가축질병을 말하며 주로 닭과 칠면조에 피해를 주는 급성 바이러스성 전염병으로 오리는 감염되더라도 임상증상이 잘 나타나지 않는 특징이 있다.

병원성(病原性)에 따라 고(高)병원성·약(弱)병원성·비(非)병원성 3종류로 구분되며, 이 가운데 고병원성은 국제수역사무국(OIE)에서 리스트 A등급으로, 한국에서는 제1종 가축전염병으로 분류하고 있다.

나. 바이러스 특성과 전파경로

원인체는 A형 바이러스이며, H 혈청형과 N 혈청형이 있다. 이 두 종류의 단백질에 의해 총 144가지의 바이러스 혈청형이 존재할 수 있는데, 2004년 현재까지 보고된 것은 세계적으로 HA 16종류, NA 9종류이다. 감염은 조류의 분비물을 직접 접촉할 때 주로 일어나며, 비말(飛沫)·물, 사람의 발, 사료차, 기구, 장비, 알 걸면에 묻은 분변 등에 의해서도 전파된다. 인플루엔자 바이러스의 형(Type)은 바이러스가 가지고 있는 성분(matrix, nucleoprotein)에 따라 A형, B형 및 C형으로 구분되며 사람은 A형 및 B형이, 사람을 제외한 동물은 A형이 질병을 야기 시킨다.

A형 인플루엔자의 혈청형은 두 가지 단백질(Hemagglutinin, Neuraminidase)의 종류에

따라 구분되며 H혈청형과 N혈청형이 있음. 인플루엔자 바이러스의 혈청형은 각각의 H혈청형과 N혈청형으로 표시한다. (예: H9N2). 인플루엔자 바이러스는 H혈청형이 16가지, N혈청형이 9가지 종류가 있으며 산술적으로 존재 가능한 인플루엔자 바이러스의 혈청형은 144가지(16×9)이며, 혈청형은 H3N2, H9N2등으로 나타내고 바이러스의 병원성과 중요한 연관성이 있는 것을 나타내고 있다. 각각의 혈청형은 교차면역 반응이 없거나 약하여 다른 혈청형의 인플루엔자 바이러스 감염을 막을 수 없으며 H6N1 혈청형의 바이러스로 면역시킨 닭은 H5N2 등 다른 혈청형의 인플루엔자 바이러스의 감염을 막을 수 없는 것과 같다. 혈청형이 다양한 인플루엔자 바이러스는 혈청형에 관계없이 방어에 관련된 항원이 없으므로 백신은 개발을 어렵게 하고 있다.

다. 주요 임상증상

임상증상은 감염된 바이러스의 병원성에 따라 매우 다양하게 나타나며 주요 임상증상은 호흡기증상, 산란율 저하와 폐사로 나타난다. 국내에서 발생하는 조류 인플루엔자는 저병원성이며 주로 산란율 감소가 특징적인 임상증상을 나타낸다. 산란율 감소 때는 무각 또는 연각란이 관찰되며 이외에 활력 저하, 사료섭취 감소와 쇠약, 육수나 벼슬에 청색증, 머리와 안면부에 부종, 그리고 깃털을 세우고 한곳에 모이는 행동이 관찰되는 특징이 있다. 감염 후 회복된 닭은 신경 증상을 보이기도 하지만 특이적인 임상증상은 아니며 뉴케슬병, 전염성 기관지염, 전염성 후두기관염, 마이코플라즈마 감염증 등과의 감별이 중요하다. 산란율 감소는 1~2주 사이에 40%~50%정도까지 감소할 수 있으며, 심한 경우는 산란정지를 보이기도 하며 산란율 회복의 특이한 점은 보통 산란율 감소가 시작된 이 후 2주일 후부터 나타나며 한 달이 지나면 거의 회복된다.

폐사율은 매우 다양하여, 질병이 있는지 모를 정도로 폐사가 없는 경우부터 5~10% 폐사율을 보이는 계군까지 있으며, 산란 전에 감염된 닭에서는 임상증상이 관찰되지 않는 예가 많다. 백색산란계나 육용 종계는 갈색산란계보다 평균폐사율이 더 높은 것으로 알려져 있다. 고병원성 조류인플루엔자가 발생 한 경우에는 우리나라를 포함하여 전 세계의 대부분 국가들이 살처분하고 있으며 발생국가에서는 양계산물을 수출할 수 없다.



사진출처 : 국립축산과학원 <http://www.nias.go.kr/>

<Fig. 1-23> 조류 인플루엔자에 감염된 닭의 증상

라. A.I. 전파방법

조류인플루엔자 바이러스는 비말, 물 등에 의하여 전파될 수 있으며 가장 중요한 전파방법은 분변의 직접적 접촉으로 알려져 있으며 사람의 발, 사료차, 기구, 장비, 계란표면에 분변이 묻어 다른 닭에게 직접적으로 전파가 되기도 한다.

오리(집오리, 철새), 거위, 메추리 등은 조류인플루엔자 바이러스에 감염되지만 임상증상은 잘 나타나지 않으면서 바이러스를 분변으로 배출한다.

계란을 통한 난계대 전염은 일어나지 않으나 난각에 오염된 분변을 통하여 전파될 수 있으므로 질병발생 중계에서 생산된 종란과 병아리의 이동은 질병을 전파시킬 수 있으며, 분변 속에 있는 바이러스는 최소한 4℃에서 35일 이상 생존이 가능한 것으로 알려져 있으며 바이러스에 오염된 분변 1그램은 약 100만수의 닭을 감염시킬 수 있다.

마. 고병원성 A.I 발생동향

국내의 경우 2003년과 2004년에 19건이 발생하였으며 2006년과 2007년 사이에 7건, 2008년에는 33건이 발생하였고 2010년과 2011년 사이에는 103건이 발생을 하였다. 세계적으로 조류 인플루엔자는 다양한 곳에서 발생을 하였으며 중국과 인도 그리고 동북, 동남아시아에 발병이 집중되어 있으며 유럽지역에도 발병이 확인되고 있다. 1959년 조류 인플루엔자가 처음 발견된 이래 동남아시아 지역에서 토착화된 것으로 판단이 되어지며 최근에는 러시아, 카자흐스탄, 몽고 등 중앙아시아 지역에서 발병, 아시아와 유럽 지역으로 빠른 속도로 확산되고 있다. 특히 겨울철 철새가 장거리 이동을 함에 따라 조류 인플루엔자의 발병 및 확산지역이 더욱 광범위해지는 동시에 그 속도로 한층 빨라지는 추세이다. 1997년 홍콩

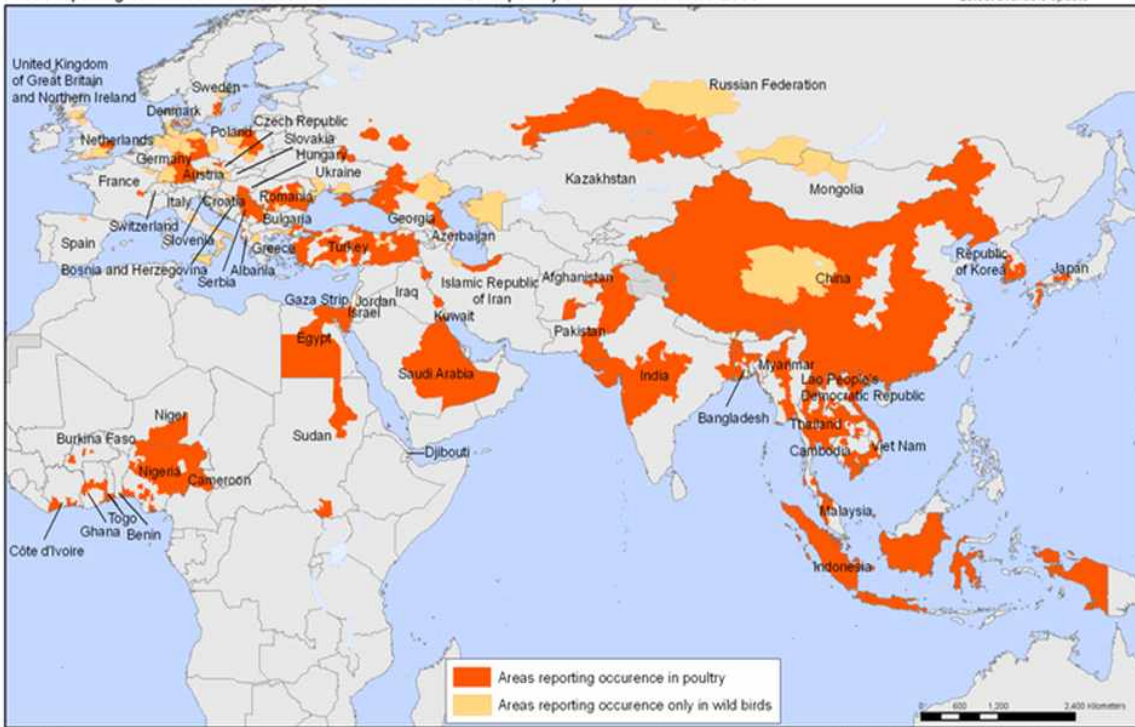
에서 발병한 이래 동남아시아 지역을 중심으로 빈번하게 발생하고 있는 조류 인플루엔자는 조류에서 인체로도 감염되는 고병원성 인플루엔자 이기는 하지만, 현재까지는 사람 간 전파를 통해 대량의 인명을 살상하는 대유행 전염병까지는 변모하지 않았다.



<Fig. 1-24> 국내 고병원성 A.I. 발생동향

Areas reporting confirmed occurrence of H5N1 avian influenza in poultry and wild birds since 2003

Status as of 17 March 2008
Latest available update



World Health Organization
© WHO 2008. All rights reserved

The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Organisation for Animal Health (OIE) and national governments
Map Production: Public Health Mapping and GIS
World Health Organization

<Fig. 1-25> 세계적 A.I. 발생동향

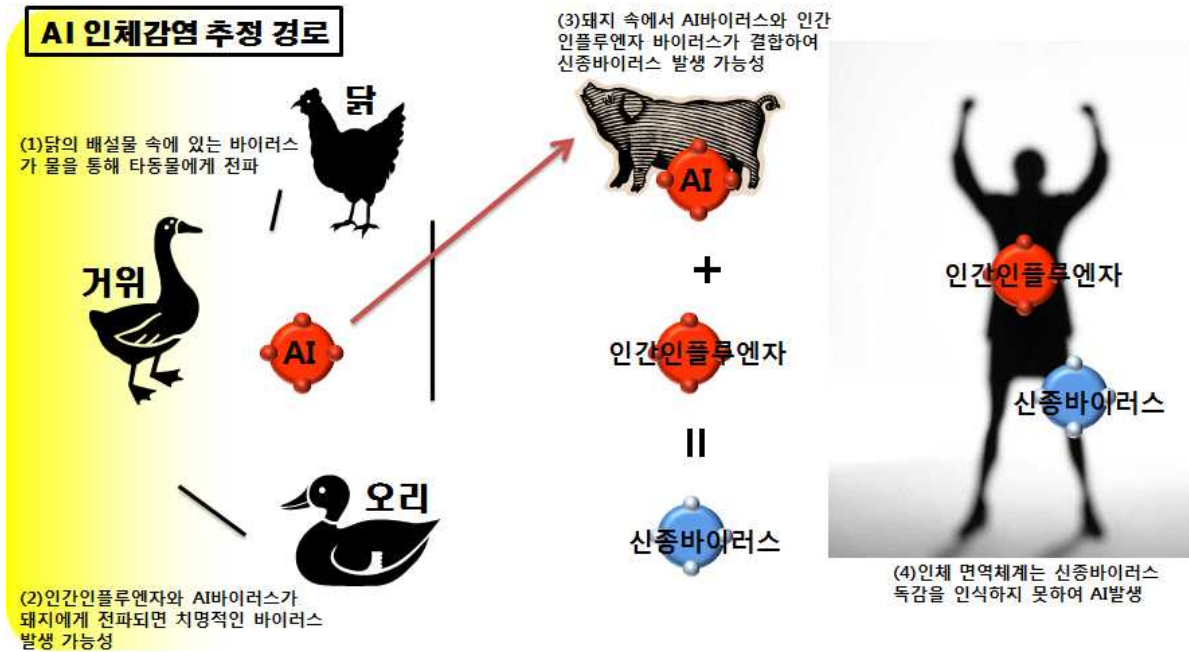
국가명	발생 월	발생 건수	발생 수	발생지역	발생축종	비 고
몽골	4월	1	3	Suikhatar	닭, 오리	
미얀마	1월	8	54,087	Raichine State, Sagaing	닭, 오리	
	2월	1	1,800	Sagaing	닭	
	3월	1	350	Sagaing	닭	
방글라데시	1월	3	2,137	Dhaka, Rangpur	닭	
	2월	62	29,131	Dhaka, Barisal, Sylhet, Rangpur, Khulna, Cittagong, Rajshahi	닭	
	3월	80	44,909	Dhaka, Barisal, Khulna, Cittagong, Rajshahi	닭	
	4월	12	16,612	Dhaka, Barisal, Khulna, Cittagong, Rajshahi	닭	
	5월	2	184	Dhaka	닭	
	6월	1	231	Khulna	닭	
	8월	3	2,020	Khulna, Rajshahi	닭	
	9월	1	6	Dhaka	닭	
베트남	1월	1	2,092	Lang Son	가금	
	2월	4	2,424	Nam Dinh, Kon Tum, Quang Ninh, Ha Nam	가금	
	3월	12	11,389	Nam Dinh, Nghe An, Binh Dinh, Quang Ngai, Quang Tri, Hai Phong, Soc Kan	가금	
	4월	8	6,154	Dak Lak, Ha Nam, Vinh Long, Quang Ngai, Quang Tri, Lang Son	가금	
	5월	2	1,158	Vinh Long, Lang Son	가금	
	7월	7	5,198	Quang Tri, Phu Tho, Nghe An	가금	
	8월	3	3,050	Quang Nam, Quang Tri, Thu Binh	가금	
	이스라엘	3월	1	1,000	Jehuda & Samaria	칠면조
	4월	1	1	Jehuda & Samaria	아생조류	예
팔레스타인	2월	1	2,000	West Bank	가금	

국가명	발생 월	발생 건수	발생 수	발생지역	발생축종	비 고
인도	2월	1	2,198	Tripura	오리, 닭	
	3월	1	330	Tripura	닭	
	8월	1	1,436	Tripura	가금	
	9월	1	2,285	Beenzai	가금	
미얀마	9월	1	450	Mazanfarin	오리	
일본	1월	10	18	Fukushima, Tottori, Hokkaido, Shimane, Hyogo, Kochi, Nagasaki	아생조류	
		8	1,055	Aichi, Kagoshima, Miyazaki	닭	
	2월	30	32	Fukushima, Tottori, Hokkaido, Shimane, Hyogo, Kochi, Nagasaki, Miyazaki, Yamaguchi, Oita, Tokushima, Kyoto, Kagoshima	아생조류	
		12	904	Aichi, Miyazaki, Mie, Nara, Oita, Wakayama	닭	
	3월	3	3	Aomori, Shimane, Tochigi	아생조류	
		3	114	Chiba, Miyazaki	닭	
인도네시아	1월	1	48	Kantel	닭	
	7월	1	29	Tateo	아생조류	
	7월	1	100	Banteay Meanhey	오리, 닭	
	8월	1	156	Banteay Meanhey	가금	
남아프리카 공화국	2월	2	100	Western Cap	타조	
	3월	8	1,739	Western Cap	타조, 가금	
	4월	16	770	Western Cap	가금	
	5월	1	240	Western Cap	가금	
	6월	10	2,712	Western Cap	가금	
	7월	4	737	Western Cap	가금	
	8월	2	562	Western Cap	가금	

<Fig. 1-26> 고병원성 A.I 발생동향 2011

바. 조류독감의 인간감염경로

사람에게 인플루엔자 감염을 일으키는 바이러스의 형태로는 3종류의 HA(H1, H2, H3)와 2종류의 NA(N1과 N2)가 보고되고 있으며, 자연계에 존재하는 병원성이 없는 H5형 또는 H7형 바이러스가 가금류로 전파되는 과정에서 급격한 유전적 변이가 일어나 고병원성으로 나타나게 된다.



<Fig. 1-27> A.I.가 인간에 감염되는 경로 모식도

2장. 자료입력

1. 경북 지역 Data 수집

2011년에 구제역이 가장 많이 발생한 경상북도의 각 시군을 방문하여 각 시,군지역의 구제역 발생 현황을 확인 하였으며 경상북도 도청의 도움을 받아 경상북도 내 가축사육현황에 대한 자료 받은 Data 중 농장명, 소유주명, 농장 전화번호, 농장 핸드폰의 경우 개인정보이기 때문에 검은색으로 표시하였다. 경상북도에서 구제역이 발생한 14개 시군을 위주로 Data를 본 연구에 알맞게 DB화 작업을 진행하였다.

지역/농장별 사육현황

지역: 경상북도 경산시 갑제동(농장수: 4 호, 사육두수: 0 두)

일련 번호	농장 내역				사육현황																			
	농장명	소유주명	농장 주소	농장 전화번호	농장 핸드폰	전체				한우				젖소		육우								
						계	암	수	거세	기타	계	암	수	거세	기타	계	암	수	거세	기타				
1			경상북도 경산시 갑제동 666-3			11	0	0	11	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2			경상북도 경산시 갑제동 13-2			12	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	2	0	0	0
3			경상북도 경산시 갑제동 99-2			23	15	7	1	0	23	15	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4			경상북도 경산시 갑제동 2			48	33	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	33	15	0	5	10	0	0

지역/농장별 사육현황

지역: 경상북도 경산시 남방동(농장수: 10 호, 사육두수: 0 두)

일련 번호	농장 내역				사육현황																			
	농장명	소유주명	농장 주소	농장 전화번호	농장 핸드폰	전체				한우				젖소		육우								
						계	암	수	거세	기타	계	암	수	거세	기타	계	암	수	거세	기타				
1			경상북도 경산시 남방동 323-1			14	12	2	0	0	14	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2			경상북도 경산시 남방동 123-1			32	30	2	0	0	32	30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3			경상북도 경산시 남방동 261-7			19	10	7	2	0	17	10	5	2	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
4			경상북도 경산시 남방동 65(남방1길33-8)			8	8	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5			경상북도 경산시 남방동 283			19	17	2	0	0	19	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6			경상북도 경산시 남방동 256			9	0	9	0	0	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7			경상북도 경산시 남방동 265			4	0	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8			경상북도 경산시 남방동 256			13	0	11	2	0	13	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9			경상북도 경산시 남방동 262			13	0	10	3	0	13	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10			경상북도 경산시 남방동 65			11	4	1	6	0	5	0	0	5	0	0	6	4	1	1	0	0	0	0

<Fig. 1-28> 경북 도청에서 받은 경북 전체 축산 농가 Data(전)

지금과 같은 형태로는 GIS프로그램의 한 종류인 ArcMap 10.1 소프트웨어에 적용시킬 수 있는 Geocoding 작업이 불가능 하므로 재정리를 하였다.

GIS에 Mapping을 시키기 위해서는 각 지도에 맞는 좌표 값이 필요한데, 주소(지번)의 경우 Geocoding 작업을 통해 위도와 경도의 좌표 값으로 변환을 시켜 ArcMap 10.1 소프트웨어에 인식이 가능한 .shp 확장명으로 파일을 변환시킨다.

<Fig. 1-29>에 정리한 내용을 보듯이 농장명, 소유주명, 농장 전화번호, 농장 핸드폰의 경우 Mapping을 시키는데 필요한 내용이 아니기 때문에 포함시키지 않고 정리하였다.

사육농장주소	사육두수
경상북도 경산시 하양읍 사기리 55번지	2100
경상북도 경산시 하양읍 대학리 198-1외5필지	1500
경상북도 경산시 하양읍 대학리 176번지 외2필지(177,179)	900
경상북도 경산시 하양읍 청천리 527번지 91호	900
경상북도 경산시 진량읍 당곡리 438번지 7호	360
경상북도 경산시 진량읍 황재리 45번지	1100
경상북도 경산시 진량읍 다문리 124-4	50
경상북도 경산시 진량읍 복리 19번지 2호	1700
경상북도 경산시 진량읍 신상리 186번지	60
경상북도 경산시 진량읍 신상리 산 26번지 2호	1000
경상북도 경산시 외촌면 용전리 441번지 2호	120
경상북도 경산시 자인면 남신리 154번지	2400
경상북도 경산시 자인면 남신리 151번지 1호 외 1필지(151-2)	1400
경상북도 경산시 자인면 남신리 162번지 외 1필지(162-2)	240
경상북도 경산시 자인면 계남리 634번지	90
경상북도 경산시 자인면 남촌리 425번지 1호	300
경상북도 경산시 자인면 남신리 113번지	1000
경상북도 경산시 자인면 남신리 166번지 1호	350
경상북도 경산시 자인면 복사리 385번지	250
경상북도 경산시 용성면 곡신리 186번지 5호	900
경상북도 경산시 용성면 외촌리 1181번지 2호	300
경상북도 경산시 용성면 곡신리 372번지	110
경상북도 경산시 용성면 도덕리 3번지	550
경상북도 경산시 용성면 용전리 426번지	1500
경상북도 경산시 남산면 경리 413번지 1호	2200
경상북도 경산시 남산면 평기리 297번지	1300
경상북도 경산시 알량면 가일리 314번지 9호	2000
경상북도 경산시 알량면 가일리 213번지	250
경상북도 경산시 알량면 가일리 409번지	100
경상북도 경산시 알량면 가일리 389번지 1호	170
경상북도 경산시 알량면 가일리 318번지 1호	250
경상북도 경산시 알량면 가일리 228번지	200
경상북도 경산시 알량면 가일리 318-1	800
경상북도 경산시 알량면 가일리 389번지 1호	500
경상북도 경산시 알량면 가일리 317번지	430

<Fig. 1-29> 경북 도청에서 받은 경북 전체 축산 농가 Data(후)

가축전염성 질병에 대한 배출율의 정량화를 위해 아래와 같은 바이러스 산정법을 이용하였다.

※ 바이러스 배출율 산정법

= 축종별 바이러스 배출계수 X 농가별 사육두수

(정확한 사육두수의 정보를 가지고 있는 농가의 경우)

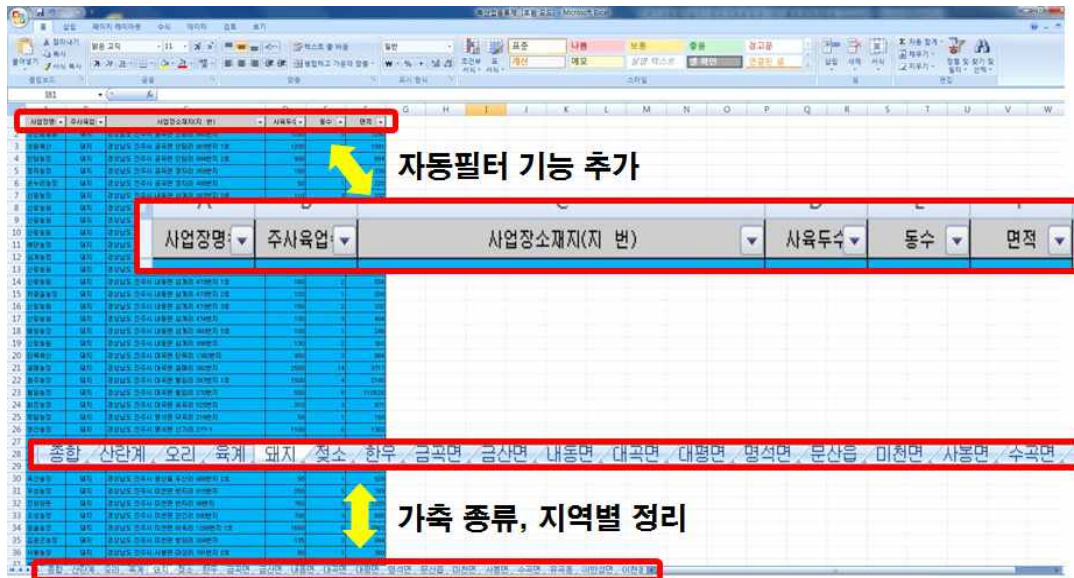
참고문헌(Garner et al., 2006)을 통해 축종별 바이러스 배출계수를 알 수 있었는데, 돼지의 경우 1,258,925, 소의 경우 19,953이었다. <Fig. 1-30>과 같이 돼지와 소의 바이러스 배출율을 계산 한 후 정리하여 넣었다.

사육농장주소	사육두수	바이러스 배출율
경상북도 경산시 하양읍 사기리 55번지	2100	2643742500
경상북도 경산시 하양읍 대학리 198-1외5필지	1500	1888387500
경상북도 경산시 하양읍 대학리 176번지 외2필지(177,179)	900	1133032500
경상북도 경산시 하양읍 청천리 527번지 91호	900	1133032500
경상북도 경산시 진량읍 당곡리 438번지 7호	360	453213000
경상북도 경산시 진량읍 황제리 45번지	1100	1384817500
경상북도 경산시 진량읍 다문리 124-4	50	62946250
경상북도 경산시 진량읍 북리 19번지 2호	1700	2140172500
경상북도 경산시 진량읍 신상리 186번지	60	75535500
경상북도 경산시 진량읍 신상리 산 26번지 2호	1000	1258925000
경상북도 경산시 와촌면 용천리 441번지 2호	120	151071000
경상북도 경산시 자인면 남신리 154번지	2400	3021420000
경상북도 경산시 자인면 남신리 151번지 1호 외 1필지(151-2)	1400	1762495000
경상북도 경산시 자인면 남신리 162번지 외 1필지(162-2)	240	302142000
경상북도 경산시 자인면 계남리 634번지	90	113303250
경상북도 경산시 자인면 남촌리 425번지 1호	300	377677500
경상북도 경산시 자인면 남신리 113번지	1000	1258925000
경상북도 경산시 자인면 남신리 166번지 1호	350	440623750
경상북도 경산시 자인면 북사리 385번지	250	314731250
경상북도 경산시 용성면 곡신리 186번지 5호	900	1133032500
경상북도 경산시 용성면 외촌리 1181번지 2호	300	377677500
경상북도 경산시 용성면 곡신리 372번지	110	138481750
경상북도 경산시 용성면 도덕리 3번지	550	692408750
경상북도 경산시 용성면 용전리 426번지	1500	1888387500
경상북도 경산시 남산면 경리 413번지 1호	2200	2769635000
경상북도 경산시 남산면 평기리 297번지	1300	1636602500
경상북도 경산시 압량면 가일리 314번지 9호	2000	2517850000
경상북도 경산시 압량면 가일리 213번지	250	314731250
경상북도 경산시 압량면 가일리 409번지	100	125892500
경상북도 경산시 압량면 가일리 389번지 1호	170	214017250
경상북도 경산시 압량면 가일리 318번지 1호	250	314731250
경상북도 경산시 압량면 가일리 228번지	200	251785000
경상북도 경산시 압량면 가일리 318-1	800	1007140000
경상북도 경산시 압량면 가일리 389번지 1호	500	629462500
경상북도 경산시 압량면 가일리 317번지	430	541337750

<Fig. 1-30> 사육두수에 따른 축종별 바이러스 배출율

2. GIS Mapping

가. 경상북도 지역에서 구제역이 발생한 지역을 대상으로 하여 구제역 발생 현황을 조사하고 조사한 Data를 바탕으로 하여 ArcGIS에 구현을 하였다. DB화된 데이터를 가축의 지역별, 축종별로 구분하여 자동필터 기능으로 중복되는 Data를 정리하였다.



<Fig. 1-31> 중복 Data의 정리작업

정리한 Data를 가지고 축종에 따라 분류를 하여 <Fig. 1-31>과 같이 다시 정리를 한 후 Geocoding 작업을 실시하여 ArcMap 10.1 소프트웨어에서 사용 할 수 있게끔 위도, 경도 좌표 값으로 변환을 시킨 뒤 Mapping을 시작하였다.

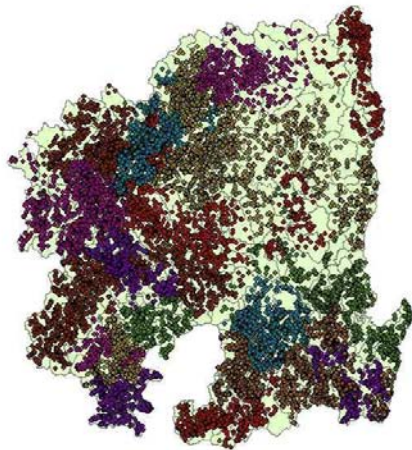
나. 경북 지역에 대해 GIS Mapping을 시키는 순서



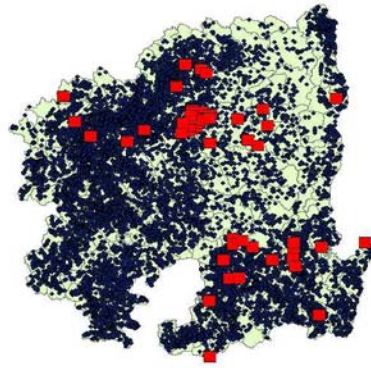
(1) 대한민국 행정도를 ArcMap 10.1도구로 불러온다.



(2) 대한민국 행정도 중 경북 지역만 올려낸다.



(3) 올려낸 경북 지역 지도에 Geocoding한 바이러스 배출율을 입력한 경북 전체 축산 농가의 Data를 Mapping한다.



(4) 경북 전체 축산 농가를 Mapping한 지도에 2010년 경북 지역에 발생한 총 63건의 구제역 발생 농가를 Mapping시킨다.

다. 2010년 11월 28일 경북 안동에서 발생한 최초의 구제역 발생으로부터 4월 21일까지 114일 동안 구제역이 발생한 순서대로 누적되게끔 나타내었다. 이 Mapping 결과를 이용하여 패턴을 찾아내어 그것을 바람, 인접도로, 지형, 차량의 이동 등 여러 변수와 상관관계를 비교하여 정리하고자 한다.

3. 지형분류

구제역의 발생 원인과 바이러스가 전파되는 과정에 대해서는 많은 추측설들(자연발생설, 풍향에 의한 공기전파설, 사료차나 이동수단에 부착되어 도로 이동설 기타 등등)이 있지만 아직까지는 명확한 원인과 근거를 찾을 수 없는 상태이다. 하지만 현 실정은 구제역이 발생하면 지리적인 특성을 고려하지 않은 채 발생 농가를 중심으로 반경 500m의 가축은 살 처분이 이루어지고 있는 상태이다. 본 답사에서는 발생 농가를 대상으로 지형을 파악하고 경북에 발생한 63농가를 지형분류표에 의거하여 각각의 지형을 분류하여 보았다. 이 자료를 바탕으로 구제역 발생 시 발생농가와 유사한 농가에 대해서는 확산위험을 경고하고 확산방지를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

가. 구제역 발생 농가 주변 촬영

경상북도 지역에서 2010년과 2011년에 구제역이 발생한 농가를 직접 방문하여 구제역의 발생 상황에 대한 여러 가지 조사를 진행 하였다. 구제역이 발생한 농가 주위의 환경을 조사하여 발병 가능성을 다각도로 검토하기 위하여 농장 주위의 사진 촬영 및 주변 환경들을 자세히 기록하였다. 이 작업은 2012년 2월 20일부터 2월 24일 까지 이루어졌다.



<Fig. 1-32> 청도 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-33> 경산 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-34> 포항 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-35> 영천 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-36> 경주 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-37> 청송 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-38> 영양 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-39> 울진 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-40> 봉화 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-41> 영주 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-42> 안동 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-43> 예천 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-44> 문경 구제역 발생농가 주변 모습



<Fig. 1-45> 상주 구제역 발생농가 주변 모습

나. 지형분류표

- 지형분류표를 만들기 위해 여러 가지 지형분류기준 및 내용을 문헌조서와 답사, 인터넷을 활용하여 자료를 수집하였다. 수집한 자료는 각 분류체계의 장, 단점을 도출하여 구제역 확산방지 시스템에 활용될 수 있는 기초자료를 설계하였다.

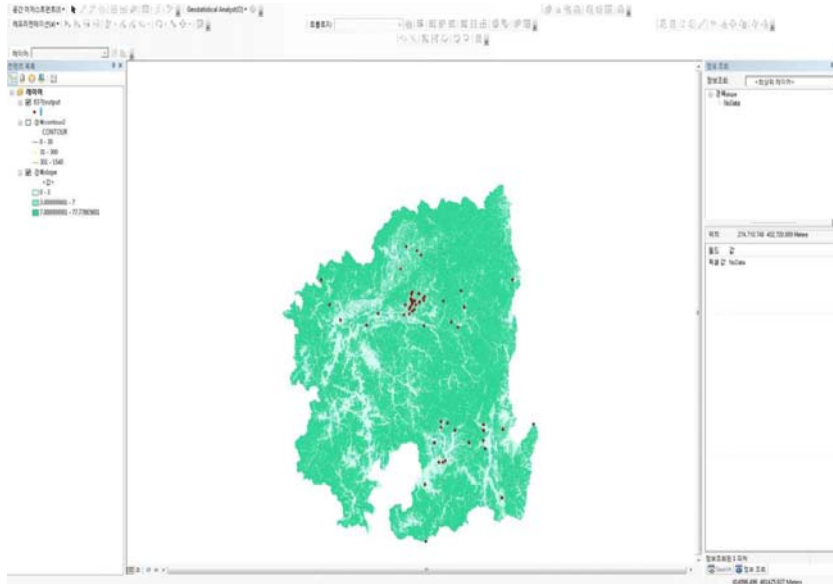
지형은 <Table. 1-3>과 같이 고도, 경사방향, 경사도, 축사의 길이방향, 도로인접도, 마을인접도를 분류하였다.

<Table. 1-3> 경북 구제역 발생 농가 지형분류

고도(m)	경사방향	경사도(°)	측사방향	도로인접(km)	마을인접(km)
평지 ~ 30	북→남	- 7	북 - 남	- 1	- 10
	북동→남서				
	동→서		북동 - 남서		
	동남→서북				
	남→북	7 -	동 - 서	1 -	10 -
	남서→북동				
	서→동		동남 - 서북		
	서북→동남				
중산간지 30-300	북→남	- 7	북 - 남	- 1	- 10
	북동→남서				
	동→서		북동 - 남서		
	동남→서북				
	남→북	7 -	동 - 서	1 -	10 -
	남서→북동				
	서→동		동남 - 서북		
	서북→동남				
산악지 300 ~	북→남	- 7	북 - 남	- 1	- 10
	북동→남서				
	동→서		북동 - 남서		
	동남→서북				
	남→북	7 -	동 - 서	1 -	10 -
	남서→북동				
	서→동		동남 - 서북		
	서북→동남				

가. 고도

고도분류는 GIS(ver.10.1)프로그램에서 수치지형도를 이용하여 <Fig. 1-46>과 같이 측사 위치정보를 mapping하였다. 설정은 등고선을 이용하여 고도가 30m이하인 평지형과 30m~300m 사이에 위치한 중산간지형, 300m이상에 위치한 산악지형 크게 세 가지 유형으로 분류하였다.



<Fig. 1-46> 고도 분류 사진

나. 경사방향

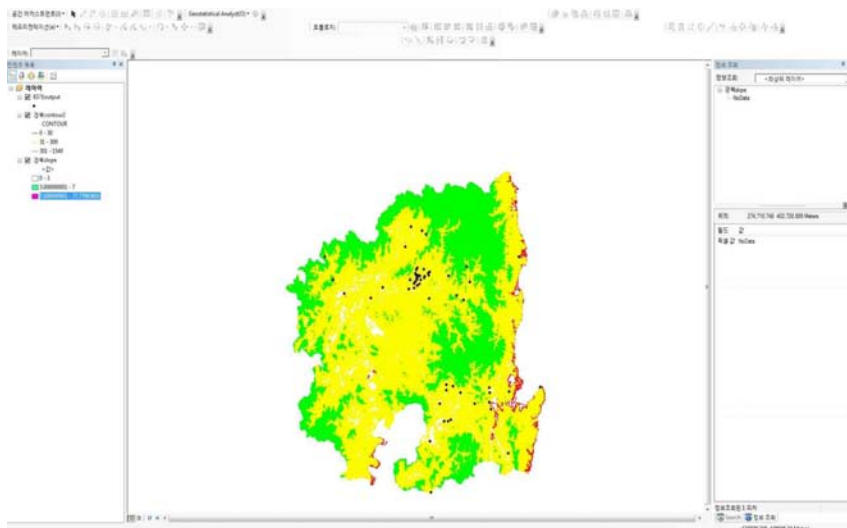
축사의 경사방향 분류는 수치지형도상에서 축사의 위치를 파악한 뒤 주위의 등고선을 고려하여 8방향(동, 동남, 남, 남서, 서, 서북, 북, 북동)으로 <Fig. 1-47>과 같이 분류하였다.



<Fig. 1-47> 축사경사방향 분류 사진

다. 경사도

경사도 분류 역시 GIS(ver.10.1)프로그램을 이용하여 수치지형도를 가로 30m, 세로 30m인 픽셀로 나타내었다. 픽셀에 해당하는 측사위치의 기울기 값을 경사도로 설정하였다. 경사도는 세 가지로 평탄지, 완경사지, 급사지로 나타내었다. 평탄지의 기울기는 0-3도, 완경사지는 3-7도, 급경사지는 7도 이상으로 분류하여 <Fig. 1-48>과 같이 나타내었다.



<Fig. 1-48> GIS프로그램에서 경사도 분류

라. 측사방향

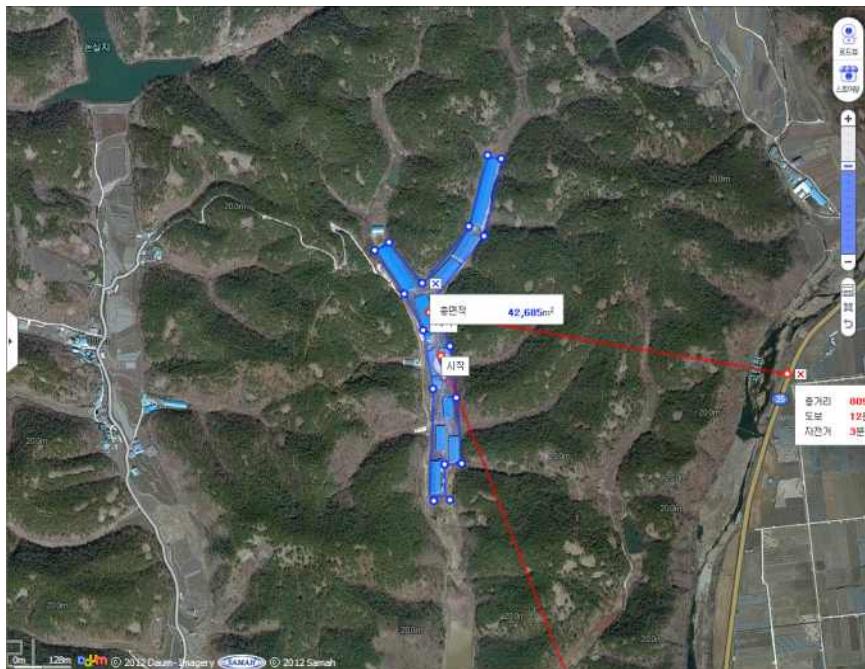
바이러스가 풍향의 영향으로 공기 중으로 전파 된다고 가정 한다면 측사의 방향도 많은 영향을 받을 것으로 예상하고 측사의 방향도 동, 동남, 남, 남서, 서, 서북, 북, 북동 8방향으로 <Fig. 1-49>와 같이 분류하였다.



<Fig. 1-49> 측사 길이방향 분류

마. 도로인접, 마을인접

발생농가가 도로와 마을이 인접해 있을 경우 차량이동이 많고 바이러스 유출입이 상대적으로 한적한 곳보다 많을 것으로 예상된다. 그리하여 각각의 인접도를 위성사진을 이용하여 <Fig. 1-50>과 같이 분류하였다.



<Fig. 1-50> 도로인접도와 마을인접도 거리 측정사진

바. 하천인접

농가와 하천이 인접함에 따라 바이러스의 활성도가 다를 것으로 예상하고 각각의 인접도를 위성사진과 수치지형도를 이용하여 500m 간격으로 분류하였다.

사. 통계분석

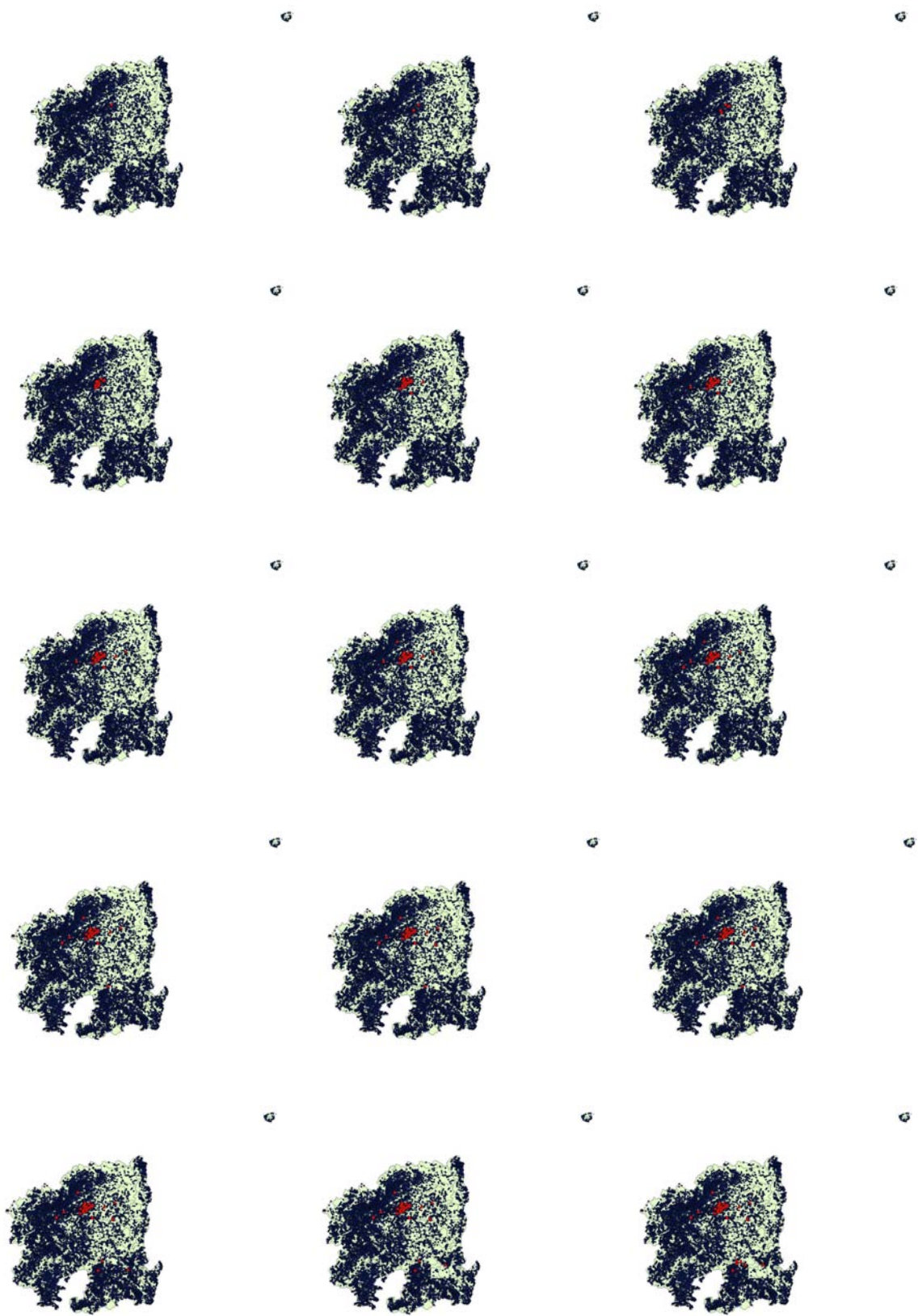
구제역 발생농가와 비발생농가의 지형적인 요소들을 Microsoft excel을 이용하여 Two sample T-Test하여 두 집단의 평균값을 비교하였다.

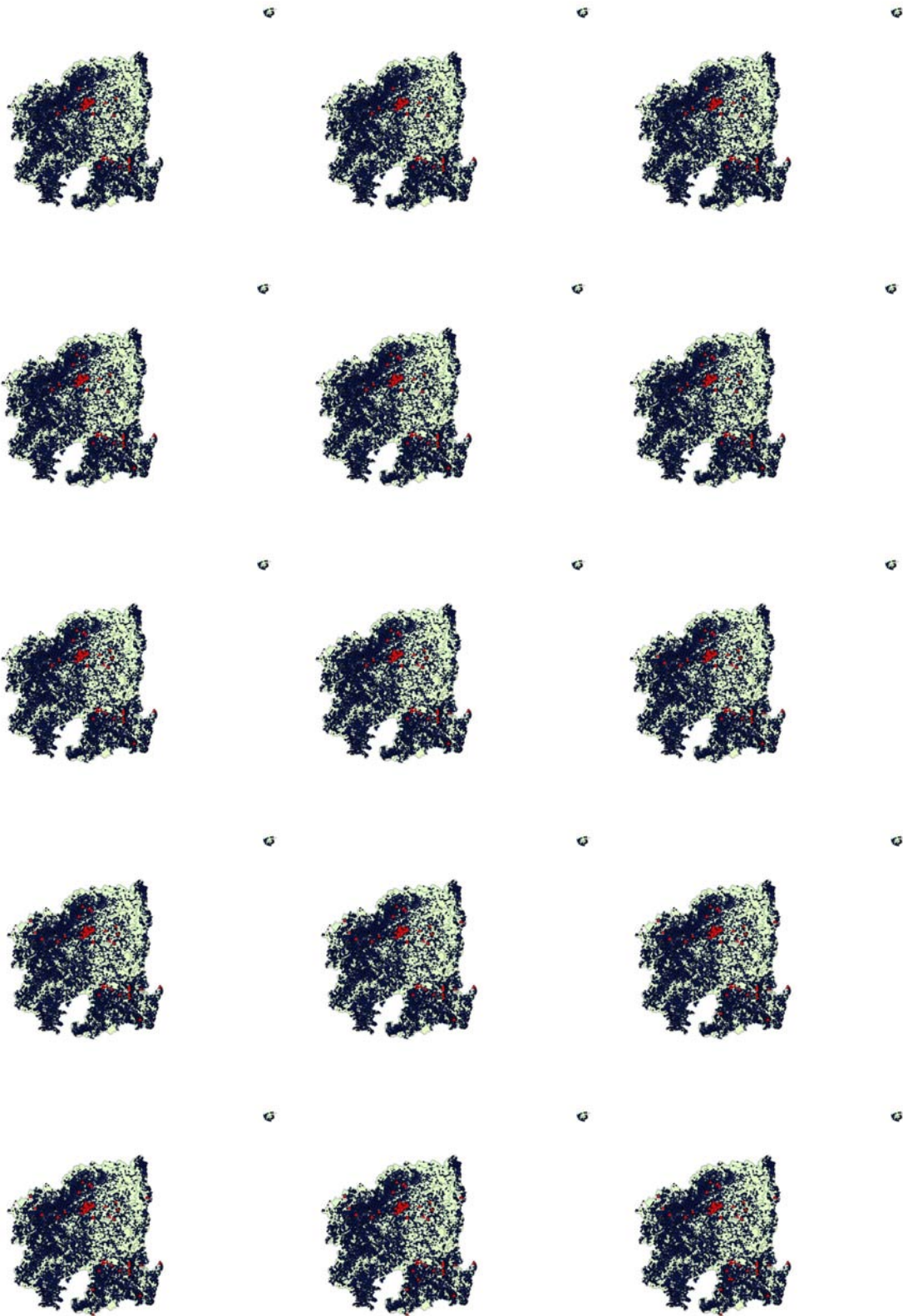
3절. 결과

1. GIS Mapping 및 예측모델 작성

가. GIS Mapping

2010년 11월 28일 ~ 2012년 4월 21일까지 경북 지역에 발생한 구제역 63건을 ArcGIS 프로그램을 사용하여 구제역이 발생한 순서대로 Mapping 하였다. 구제역 바이러스는 잠복기가 2주 정도 라고 알려져 있으나 그 잠복시기에 관해서는 감염체의 건강상태 그리고 축사 주변 환경, 온도, 습도 등 자연적인 환경 조건에 따라 잠복기가 달라질 수도 있을 것이라 판단은 되지만 잠복기간을 설정하는 것은 여러 가지 실질적인 어려움이 많기 때문에 ArcGIS Mapping 작업 시 잠복기 고려 없이 신고 된 순서에 의해서만 Mapping 작업을 수행하였다. 추후 수행되는 다른 연구에서는 잠복기 및 다른 요인들도 고려 대상이 되어야 할 것으로 판단이 된다.

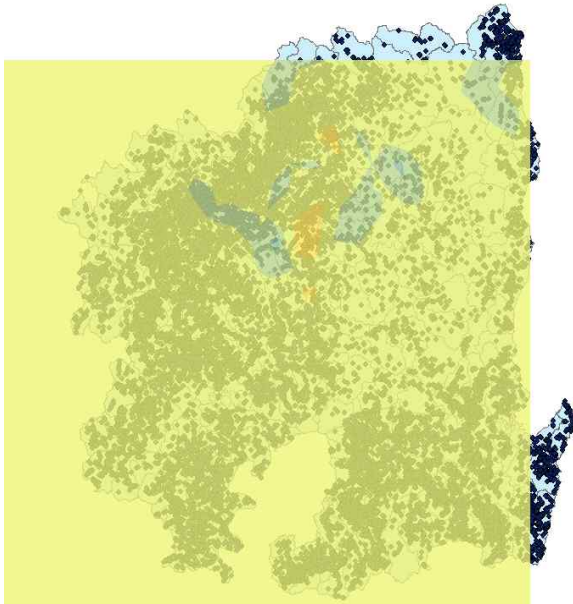




<Fig. 1-51> 경상북도 지역 구제역 발생 순서에 따른 Mapping

2. GIS 결과 예측모델

GIS에 Mapping한 경상북도 지역의 축산농가현황을 바탕으로 하여 구제역이 발생하였을 경우 구제역 확산모델을 예측해 보았다. 단순히 Data 값을 축산농가수와 사육두수의 두 가지 변수로 작성을 해 보았다. 먼저 변수 항목을 입력하고 ArcGIS Tool 중에서 Simple Prediction(단순예측모델)을 선택하여 작성하였다. <Fig. 1-52>는 Simple Prediction Model의 결과이다. <Fig. 1-52>에서 보는바와 같이 경북 전체 축산농가의 사육두수에 따른 구제역 발생 예측이 모델링을 봐서는 그 결과를 예측할 수 없었다.

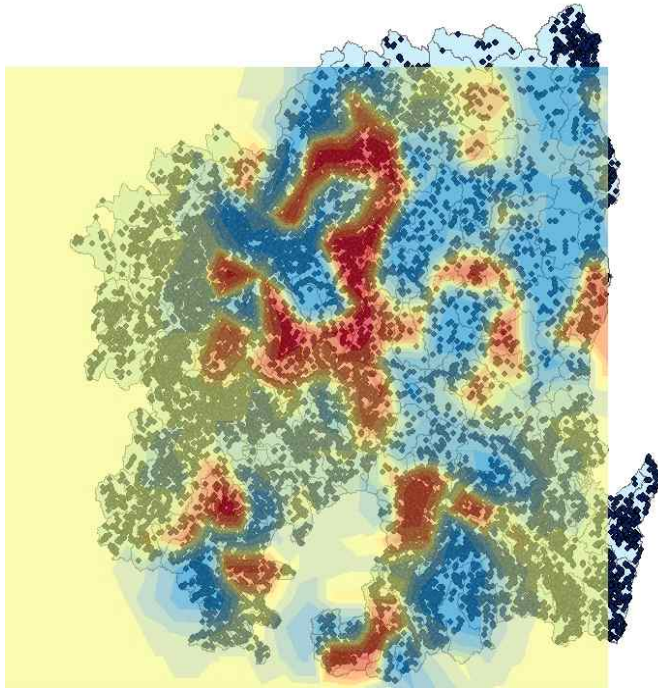


<Fig. 1-52> Simple Prediction 모델을 적용한 예측결과

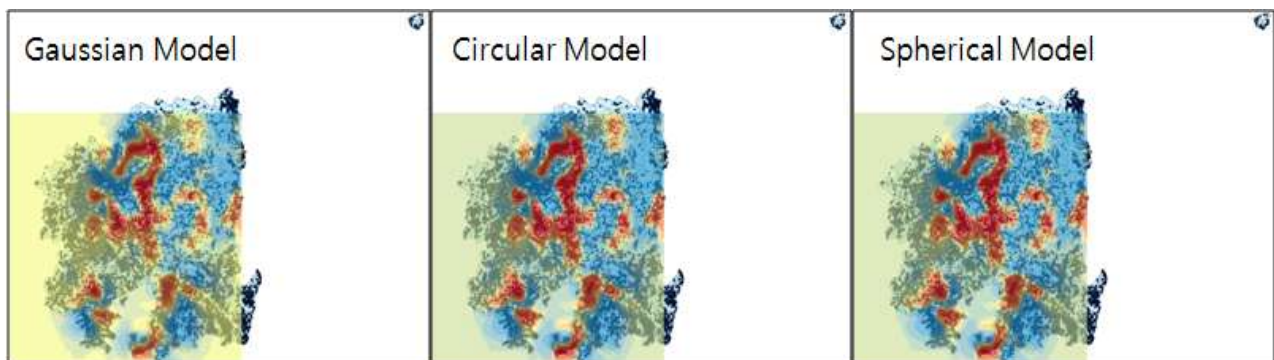
ArcGIS Tool 중에서 Simple Probability Model (단순 확률 모델)을 이용하여 변수를 경상북도 축산농가현황과 사육두수로 입력하여 모델링 작업을 진행하였다. <Fig. 1-53>에서 빨간색으로 보이는 부분이 축사 조 밀집지역으로 구제역 발생 시 확산 우려가 상당히 크다는 것을 알 수 있다.

Simple Probability Model (단순 확률 모델)이외에도 ArcGIS Tool에는 여러 가지 모델링 방법들이 존재를 한다. 이들 Model 중에서 Gaussian Model, Circular Model, Spherical

Model을 사용하여 모델링 작업을 진행 하였다. 이들 3가지 모델을 적용한 결과도 <Fig. 1-54>에서의 결과와 같이 Simple Probability Model (단순 확률 모델)을 사용하였을 때와 비슷한 결과를 나타내었다.



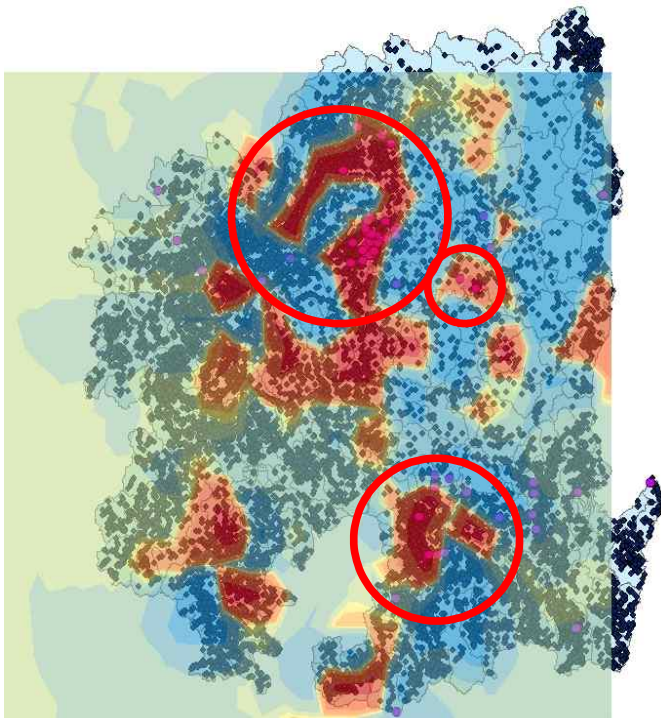
<Fig. 1-53> Simple Probability Model (단순 확률 모델)을 적용한 예측결과



<Fig. 1-54> ArcGIS Tool 예측 모델링 결과

Simple Probability model을 만든 결과 값 <Fig. 1-53>에 경북 지역에서 발생한 구제역

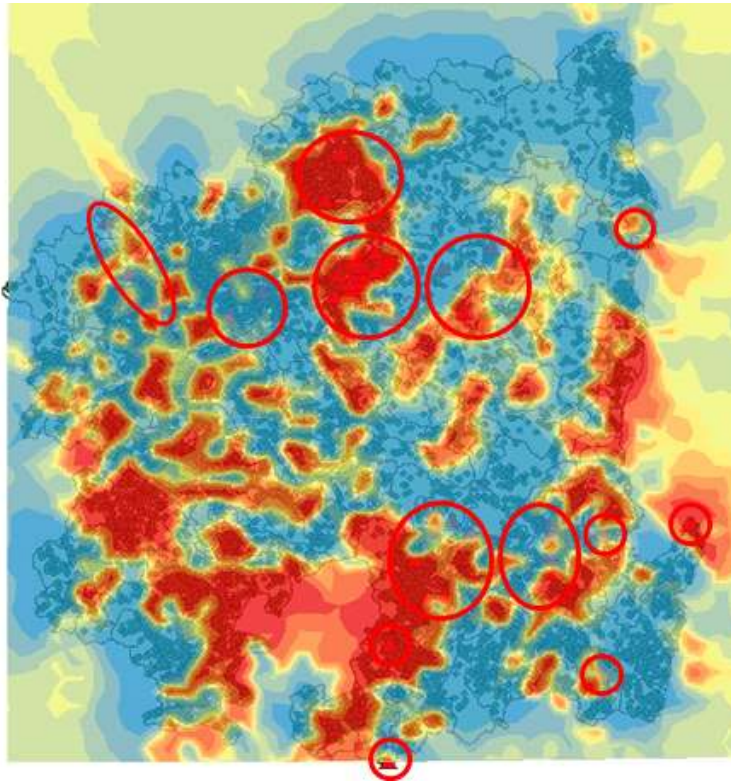
63개의 지점을 Mapping 시켜본 결과 <Fig. 1-55>와 같은 결과를 얻을 수 있었다. <Fig. 1-55>에서 보라색으로 점들이 구제역이 발생한 63개 지점인데, 거의 대부분 Simple Probability model 결과 값에 포함되어 있는 것을 알 수 있었다. 빨간 원으로 표시한 부분이 Simple Probability model과 구제역 발생 지점이 같은 곳을 표시 한 것이다.



<Fig. 1-55> ArcGIS 예측모델과 구제역 발생지점 비교 결과

또한 ArcGIS Tool 중에서 Simple Probability Model (단순 확률 모델)을 이용하여 변수를 경상북도 축산농가현황과 사육두수에 따른 바이러스 배출율을 입력하여 모델링 작업을 진행하였다. <Fig. 1-56>에서 빨간색으로 보이는 부분이 바이러스 배출율이 높은 곳으로 구제역 발생 시 확산 우려가 상당히 크다는 것을 알 수 있다.

경북 지역에서 발생한 구제역 63개의 지점을 Mapping 시켜 비교해 본 결과 구제역이 발생한 63개 지점이 거의 대부분 Simple Probability model 결과 값에 포함되어 있는 것을 알 수 있었다. 빨간 원으로 표시한 부분이 Simple Probability model과 구제역 발생 지점이 같은 곳을 표시 한 것이다.



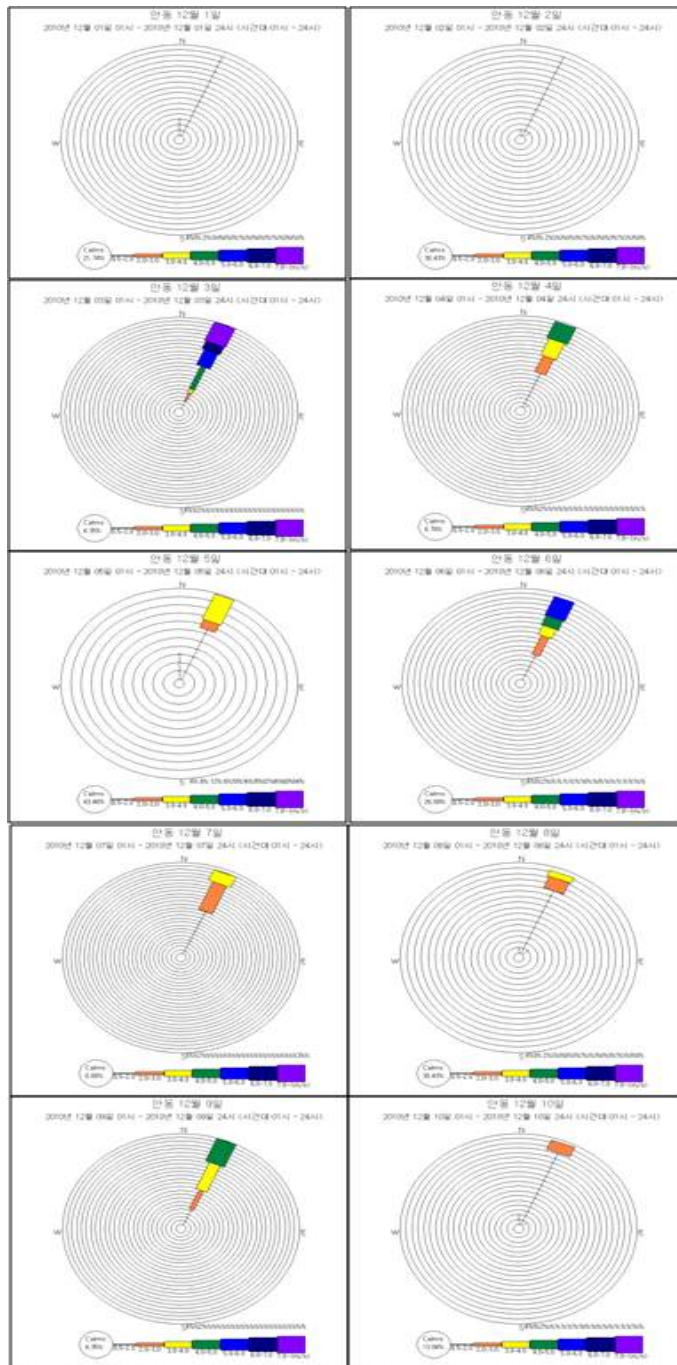
<Fig. 1-56> 바이러스 배출율에 따른 ArcGIS 예측모델과 구제역 발생지점 비교 결과

3. 구제역 확산 모델에 관한 요인 분석

가. 바람장미도 작성

2011년에 발생한 구제역에 대하여 그 발생경로, 발생상황 등을 알아보고자 경북도청의 도움을 받아 경상북도 지역의 구제역발생농가에 대한 기초자료를 제공 받을 수 있었다. 이렇게 제공받은 Data를 바탕으로 GIS에 Mapping 시켜 구제역 발생 현황 및 발생 원인에 대한 연구를 진행하였다. 구제역 바이러스의 전염경로중 하나인 공기에 의한 전염에 대해 알아보고자 공기의 이동현상인 바람의 영향에 대한 조사를 하였다. 기상청의 기상자료를 이용하여 바람의 세기 바람의 방향등을 적용하여 바람장미도를 만들었다.

바람장미도란 임의의 관측 지점에서 특정 기간 동안 각 방위별, 풍향별 바람의 출현 빈도를 방사 모양의 그래프로 나타낸 것을 말한다. 바람장미에서 화살대의 방향은 풍향을, 화살대의 길이는 바람이 분 시간의 비율이며, 원의 숫자는 바람이 불지 않는 정온 상태가 나타나는 시간의 비율을 나타낸다. 바람장미는 그 지역의 바람 특성을 이해하는 데 매우 유용하다. 바람장미는 특정 장소의 바람 기후학에 관한 상당한 정보를 제공한다.

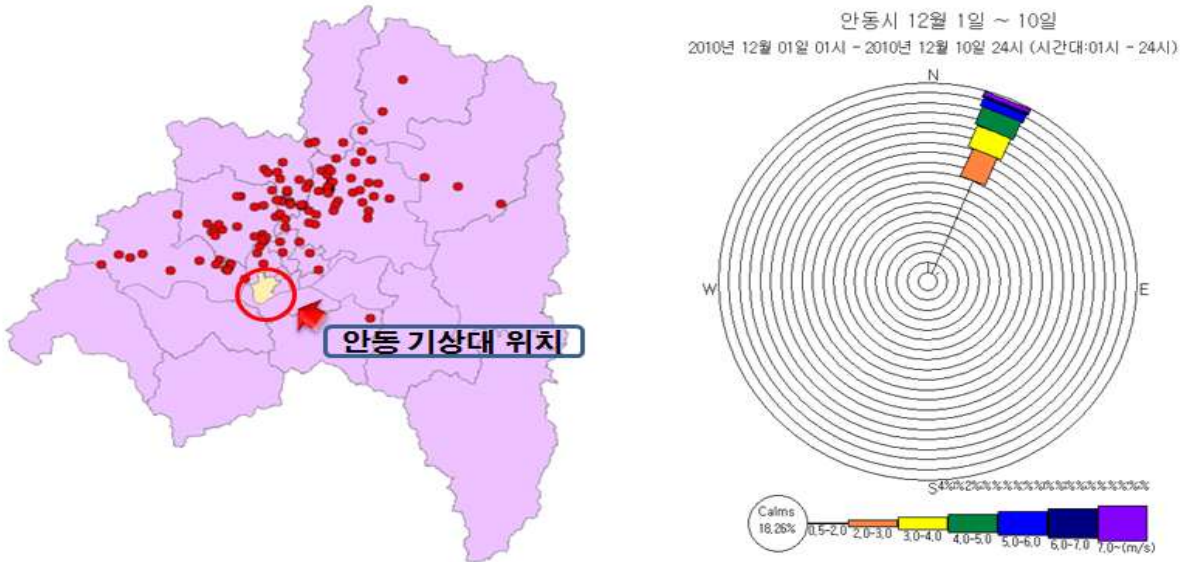


<Fig. 1-57> 경상북도 안동지역 바람장미도

바람장미를 주간 및 야간으로 나누어 만들어보면 주간에는 풍속이 상대적으로 강하게 나타나고 야간에는 상대적으로 풍속이 약하게 나타나며 부차적으로 풍향도 차이를 보인다. 바람장미는 계절별로도 만들어진다. 바람장미와 대기오염 수준을 결합시키거나 지형과 관련된 여러 주변 지역에 관한 바람장미를 사용하게 되면 새로운 정보를 얻을 수 있다. 만약 오염원의 위치가 알려져 있다면 측정된 오염 농도를 개개의 주어진 감지기에 영향을 미치는 특정 풍향과 비교가 가능할 것이다. 결과적으로 농도의 시간에 따른 변동을 비교하기

위해서 바람장미를 사용하게 되면 알려지지 않은 오염원들을 확인할 수 있을 것이다.

구제역 가장 많이 발생한 경북 안동지역의 바람장미도를 <Fig. 1-57>과 같이 작성하였다. 구제역은 잠복기가 2주 정도라는 여러 실험결과들을 바탕으로 하여 구제역 최초 발생 2주전부터 바람장미도를 작성하여 구제역의 이동 방향과 바람과의 상관관계를 구명하고자 하였다.



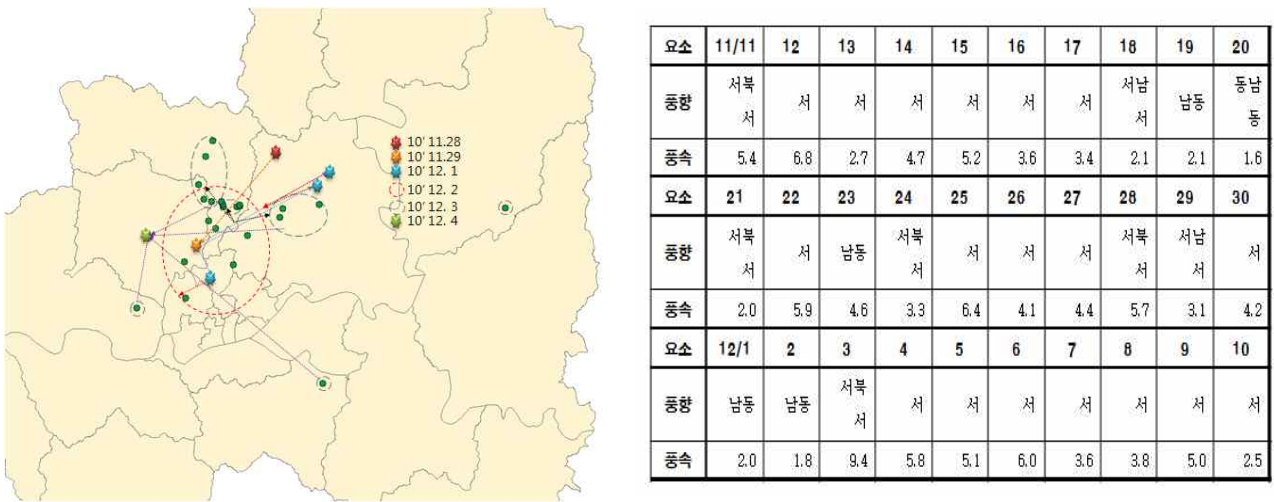
<Fig. 1-58> 경상북도 구제역 발생과 바람과의 상관관계

경상북도 안동지역에 발생한 구제역과 그 발생시기의 주 풍향 방향을 비교해 본 결과 대략적으로 북동쪽으로 발생하는 경향을 나타내는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 안동지역을 가로지르는 소백산맥의 영향으로 추정되어 지며 지형적 영향이 일정부분 구제역 확산에 영향을 미친 것으로 판단이 되어 지나 좀 더 심도 깊은 연구가 요구된다.

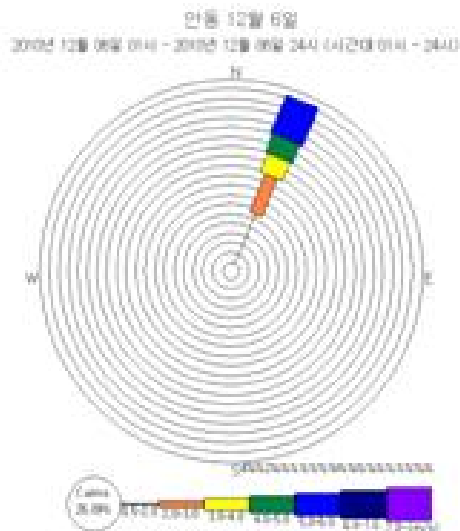
나. 구제역을 발생순서로 Mapping 해본결과 <Fig. 1-57>, <Fig. 1-58>에서 보는 바와 같이 발생순서가 지도에서 동서방향으로 발생되어지는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 구제역 확산이 여러 가지 원인들로 인하여 확산이 되지만 자연환경적인 요인과 지형적인 요인이 작용하였을 개연성을 알려주는 것이다. 바람장미도에서 주 풍향 방향 역시 구제역 발생 방향과 비슷한 방향을 나타내고 있었다. 두 가지 Data 사이에는 어느 정도 유사한 경향을 나타냈다. 이에 본 연구에서는 자연적인 요인과 지형적인 요인을 더욱 세분화 하여 연구를 진행 하고자 한다. 앞서 언급한 것과 같이 구제역 바이러스의 잠복기에 대한 고려를 연구

에 반영하고 좀 더 구제역 발생지역의 세분화를 통한 연구를 진행하고자 구제역 발생이 가장 많았던 안동지역을 위주로 좀 더 세분화된 연구를 진행 하였다.

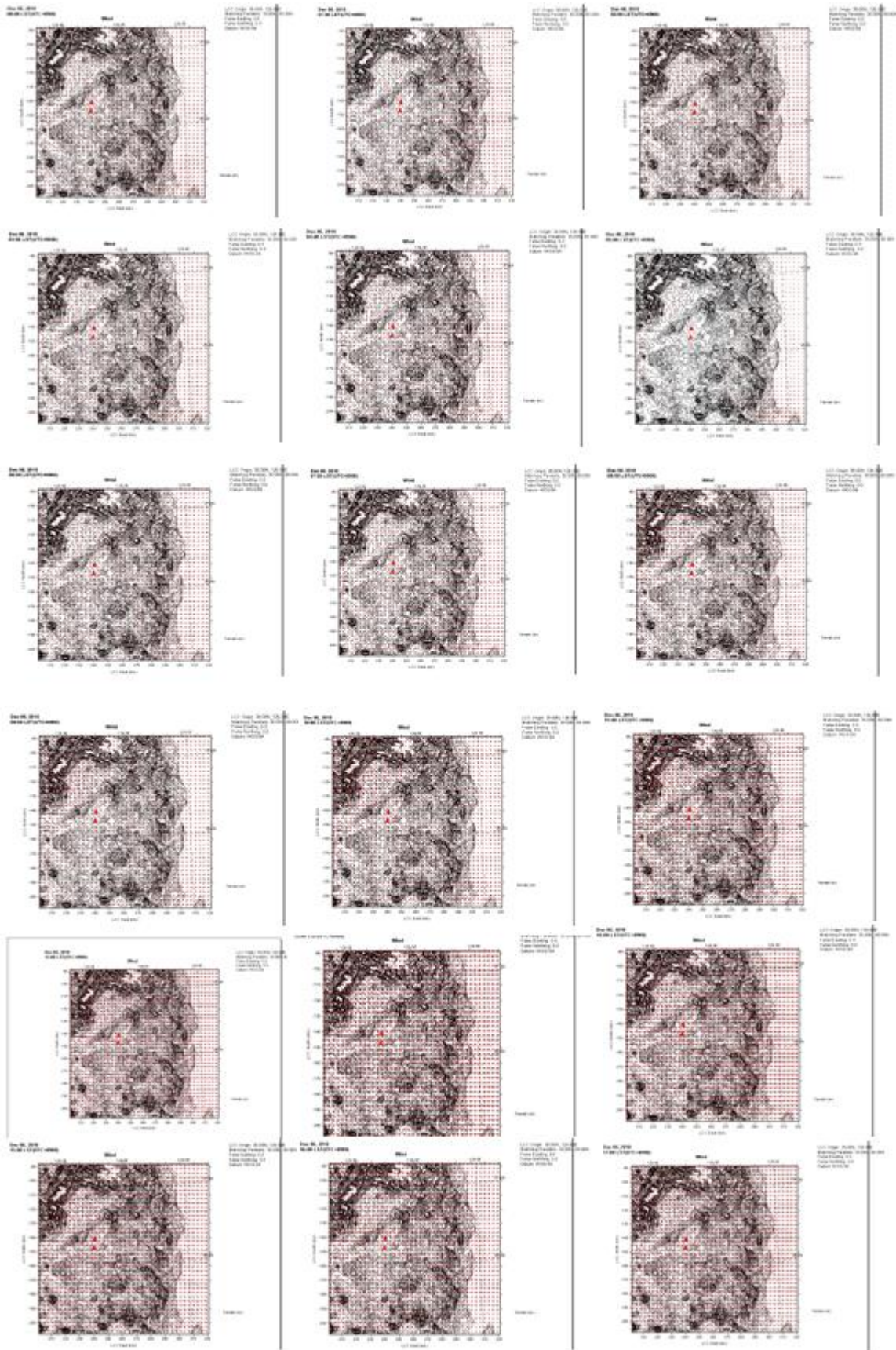
다. <Fig. 1-59>는 구제역 발생순서 즉 구제역 의심신고 순서의 위치와 잠복기로 잡은 2주간의 바람 방향을 비교 하였을 때 두 Data간의 완전히 일치하는 경향을 알아내지는 못하였다. 이는 구제역 신고, 발생, 확산은 여러 가지 변수들이 작용하기 때문에 명확한 결론을 내리지 못하였다. 이에 본 연구에서는 바람의 방향이 세분화된 지역에서는 24시간 내에서도 기상대에서 제공하는 바람의 주 풍향과 일치하지 않는다는 것을 확인하여 바람의 이동 방향에 대한 연구를 좀 더 면밀히 진행하였다.

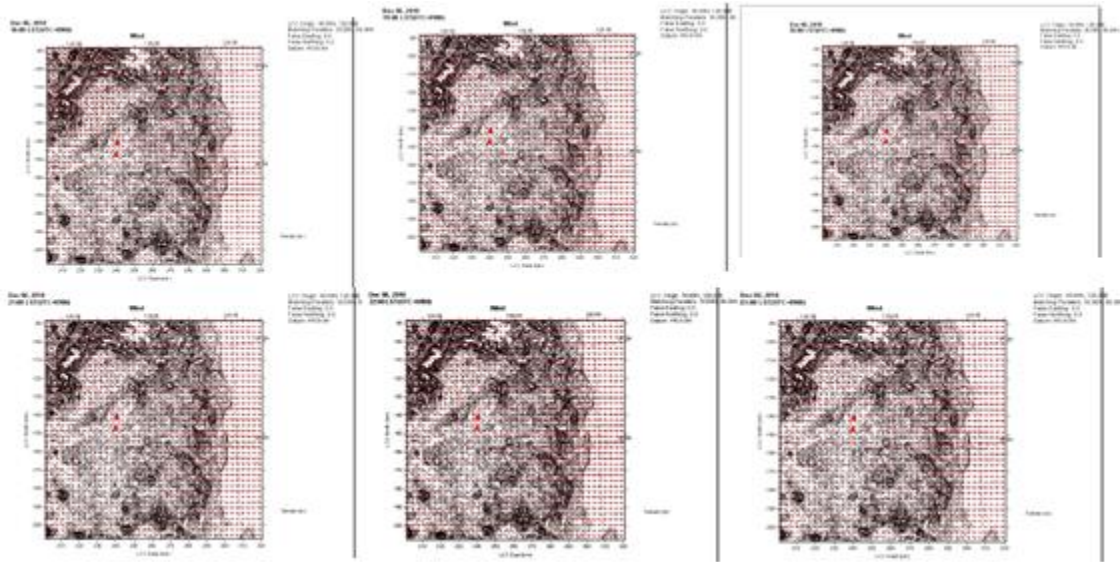


<Fig. 1-59> 경상북도 지역 안동 지역의 구제역 확산 비교



<Fig. 1-60> 경상북도 안동 지역의 주 풍향방향(12월 6일)





<Fig. 1-61> CALPUFF 모델에 의한 각 시간대별 풍향의 변화 (12월 6일)

라. 세분화된 좁은 지역에서의 바람의 방향은 본 연구의 2세부 과제인 창원대학교의 퍼프 모델을 통하여 확인 할 수 있었는데 <Fig. 1-61>이 그 결과이다. 퍼프모델(Puff model)은 연기확산모델(Plume model)과 다르게 굴뚝에서 연속적으로 배출되는 연기가 잘게 나누어진 각각의 연기덩어리(Puff)로 배출된다고 가정하고, 이 배출된 퍼프가 공간적 해상도를 갖는 기상장을 따라서 이동 및 확산이 될 때 퍼프가 미치는 영향을 종합하여 농도를 계산하는 모델이다. CALPUFF 모델의 기본적 특징은 첫째, 점·면 오염원에 대한 시간적 인 농도 변화 계산 능력이 있고, 둘째, 오염원으로부터 수십 미터에서 수백 킬로미터까지 모델링이 가능하며, 셋째, 한 시간에서 일 년까지의 평균화 시간에 대한 농도 예측이 가능하고, 넷째, 비활성 오염물질은 물론 화학변화를 일으키는 오염물질에 대해서도 예측 가능하다. 마지막으로 거칠고 복잡한 지형상황에 대해서도 모델링이 가능하다. 이렇게 모델링된 <Fig. 1-61>의 결과 값과 기상청의 자료를 바탕으로 만든 바람장미도에서의 풍향 <Fig. 1-60>을 비교해본 결과 CALPUFF 모델에서는 풍향을 24시간 동안 매 시간마다 풍향이 바뀌고 있음을 확인 할 수 있었다. 이는 풍향이 세분화된 지역 내에서 흐름이 바람장미도와는 다르게 나타는 것을 확인할 수 있었다. 아주 미세한 입자인 바이러스의 경우는 충분히 세분화된 좁은 지역에서의 풍향에 영향을 받을 수 있을 것으로 판단된다.

마. 바람의 방향이 좁은 지역 내에서 수시로 변하는 것은 다른 요인들도 많겠지만 좁은 지역 내에서 지형과의 관계도 무시할 수 없을 것으로 판단되어지며 이를 바탕으로 구제역 발생농가의 지형을 분석을 통하여 구제역 확산 모델에 적용이 가능 할 것으로 판단하였다. 지형분류는 앞서 언급한 각 조건들을 바탕으로 하여 경상북도 지역에서의 구제역 발생농가

에 대하여 분류를 하였다. 각 분류조건들에 대하여 구제역 농가의 입력 값을 아래 <Table. 1-4>와 같이 경북 구제역 발생 농가 지형분류표에 입력하였다.

<Table. 1-4> 경상북도 구제역 발생 농가 지형분류표

순번	축종	주소	사육 두수	발생 두수	진단일	비고	고도	경사 방향	경사도	축사 방향	도로 인접	마을 인접
1	돼지-육성돈	안동시 와룡면 서현리 236(250)	9,000	10	2010-11-28	2호	31-300	북->남	7~77.78	북서-남동	2.05	11.27
2	소-한우	안동시 서후면 이송천리 155	5	5	2010-11-29		31-300	북동->남서	7~77.78	동-서	0.41	4.94
3	소-한우	안동시 와룡면 라소리 1039-1	136	9	2010-12-01		31-300	북동->남서	7~77.78	북서-남동	1.24	11.26
4	소-한우	안동시 와룡면 가야리 546	3	3	2010-12-01		31-300	북->남	0~3	북-남	1.55	10.23
5	소-한우	안동시 이천동 600	210	3	2010-12-01		31-300	남서->북동	7~77.78	북동-남서	0.62	2.22
6	소-한우	안동시 서후면 저전리 331	69	3	2010-12-02		31-300	남->북	7~77.78	북서-남동	0.91	7.79
7	소-한우	안동시 서후면 저전리 93	29	5	2010-12-02		31-300	*	0~3	북동-남서	0.69	6.24
8	소-한우	안동시 북후면 오산리 368	1	1	2010-12-02		31-300	*	3~7	북서-남동	0.68	5.84
9	돼지-육성돈	안동시 와룡면 이하리 242	4,000	8	2010-12-02		31-300	서->동	7~77.78	북-남	2.1	3.36
10	소-한우	안동시 노하동 55-3	117	5	2010-12-02		31-300	남동->북서	7~77.78	북동-남서	0.78	0.82
11	소-한우	안동시 북후면 도진리 471	36	5	2010-12-02		31-300	북동->남서	0~3	북동-남서	2.08	7.25
12	소-한우	안동시 와룡면 이상리 613	106	8	2010-12-02		31-300	남->북	7~77.78	동-서	2.74	5.52
13	소-한우	안동시 서후면 이송천리 563	6	6	2010-12-02		31-300	북동->남서	7~77.78	북동-남서	1.34	3.35
14	소-한우	안동시 북후면 도진리 510	35	7	2010-12-02		31-300	북서->남동	7~77.78	동-서	2.16	7.49
15	돼지-육성돈	안동시 풍산읍 회곡리 213-2	570	19	2010-12-03		31-300	북->남	0~3	동-서	0.9	2.88
16	소-한우	안동시 북후면 물한리 169	45	6	2010-12-03		31-300	남->북	7~77.78	동-서	1.83	7.66
17	소-한우	안동시 북후면 장기리 65-1	53	5	2010-12-03		31-300	*	3~7	북서-남동	0.53	11.85
18	소-한우	안동시 와룡면 태리 583	65	10	2010-12-03		31-300	서->동	7~77.78	북-남	0.09	7.79
19	소-한우	안동시 북후면 도진리 541-1	20	5	2010-12-03		31-300	*	0~3	북-동	2.24	7.71
20	소-한우	안동시 북후면 장기리 173	72	5	2010-12-03		31-300	북->남	3~7	동-서	0.12	10.77
21	소-한우	안동시 와룡면 태리 548-2	37	5	2010-12-03		31-300	동->서	3~7	동-서	0.5	7.11
22	소-한우	안동시 남선면 이천리 600	37	5	2010-12-03		31-300	남->북	7~77.78	동-서	0.05	2.76
23	소-한우	안동시 와룡면 주계리 773	85	2	2010-12-03		31-300	북동->남서	3~7	북서-남동	1.09	9.18
24	소-한우	안동시 서후면 광평리 117	7	5	2010-12-03		31-300	*	0~3	북동-남서	0.12	8.8
25	소-한우	예천군 호명면 오천리 103	45	5	2010-12-04		31-300	*	3~7	동-서	0.38	6.76
26	소-한우	안동시 예안면 계곡리 108	42	6	2010-12-03		31-300	북->남	0~3	북동-남서	0.15	17.14
27	돼지-삼원교잡	안동시 서후면 성곡리 85-2	12,000	7	2010-12-04		31-300	남서->북동	7~77.78	북서-남동	0.14	5.5
28	소-한우	영양군 청기면 정족리 1182	3	3	2010-12-06		31-300	*	7~77.78	동-서	0.07	4.8
29	소-한우	영주시 적서동 93	55	16	2010-12-10		31-300	남서->북동	0~3	북-남	0.58	2.44

30	소-한우	예천군 지보면 마전리 277	146	1	2010-12-14	31-300	*	7~77.78	동-서	0.01	13.27
31	돼지-종돈	영천시 화남면 금호리 833	24,000	10	2010-12-23	31-300	북->남	0~3	북-남	0.8	13.23
32	소-한우	청송군 진보면 이촌리 394-2	7	1	2010-12-26	31-300	*	3~7	북-남	0.42	9.05
33	소-한우	경주시 안강읍 산대리 391	14	2	2010-12-30	31-300	*	0~3	북-남	1.1	0.3
34	소-한우	포항시 북구 기계면 학야리 186	87	2	2010-12-31	31-300	*	0~3	북-남	1.57	10.76
35	소-한우	영천시 임고면 삼매리 561	5	1	2011-01-01	31-300	북->남	7~77.78	북-남	0.86	8.5
36	돼지	영천시 화남면 삼창리 4	1,000	1	2011-01-01	31-300	*	0~3	북서-남동	0.01	10.28
37	소-한우	포항시 북구 기계면 현내리 1095-2	72	1	2011-01-01	31-300	동->서	7~77.78	북-남	0.72	11.79
38	소-한우	영천시 화북면 공덕리 645	3	1	2011-01-01	31-300	북->남	7~77.78	북-남	3.28	11
39	소-한우	영천시 고경면 석계리 119-1	34	1	2011-01-02	31-300	*	0~3	북동-남서	1	10.61
40	소-한우	경주시 안강읍 근계리 393	14	1	2011-01-02	31-300	*	0~3	북-남	2.6	1.8
41	소-한우	경주시 외동읍 활성리 816	193	2	2011-01-09	31-300	*	3~7	동-서	0.52	2.1
42	소-한우	봉화군 봉화읍 도촌리 389	17	1	2011-01-09	31-300	남->북	3~7	북-남	2.74	3.69
43	소-한우	영양군 입암면 연당리 199	155	2	2011-01-12	31-300	*	7~77.78	북-남	0.04	6.6
44	돼지-삼원교잡	포항시 북구 흥해읍 대련리 10	500	21	2011-01-19	31-300	동->서	3~7	북-남	0.22	2.13
45	소-기타	상주시 함창읍 태봉리 317-5	142	1	2011-01-21	31-300	*	0~3	북-남	0.91	1.26
46	소-한우	문경시 불정동 399	17	1	2011-01-21	31-300	북->남	7~77.78	북동-남서	6.33	1.69
47	소-한우	문경시 문경읍 각서리 214-15	123	10	2011-01-23	31-300	동->서	3~7	동-서	2.98	0.21
48	돼지-삼원교잡	경산시 압량면 신월리 248-1	3,662	6	2011-02-04	31-300	북동->남서	0~3	동북-남서	1.17	
49	돼지-삼원교잡	청도군 청도읍 내호리 88-2	1,200	34	2011-02-18	31-300	*	0~3	동-서	0.14	8.41
50	돼지-모돈	영천시 금호읍 황정리 658-9	67	6	2011-04-16	31-300	*	0~3	동-서	1.47	4
51	돼지-비육돈	영천시 금호읍 삼호리 66-1	2,300	73	2011-04-19	31-300	*	7~77.78	북동-남서	0.05	5.9
52	돼지-비육돈	영천시 도남동 722	800	4	2011-04-21	31-300	*	0~3	북-남	1.45	3.31
53	소-한우	안동시 북후면 도진리 105-1	64	4	2010-12-02	31-300	북->남	3~7	북동-남서	3	7.4
54	소-한우	청송군 진보면 기곡리 470-1	30	1	2011-01-14	301-1540	동->서	0~3	북-남	2.74	12.83
55	돼지-삼원교잡	봉화군 봉화읍 거촌리 434	1,400	11	2011-01-09	301-1540	북서->남동	7~77.78	동-서	0.51	2.81
56	돼지	봉화군 상운면 운계리 245-1	1,800	1	2011-01-10	301-1540	북서->남동	7~77.78	북-남	1.62	5.75
57	소-한우	포항시 남구 호미곶면 구만리 240	62	2	2011-01-07	0-30	*	3~7	북서-남동	0.23	13.21
58	돼지-삼원교잡	울진군 평해읍 학곡리 884	1,100	4	2011-02-02	0-30	남서->북동	7~77.78	동-서	0.31	1.75

<Table. 1-5>의 지형분류는 온 연구의 최종 목표인 구제역 확산 모델의 개발에서 중요한 부분을 차지 할 것으로 판단되어진다. ArcGIS에서 구제역 확산에 대한 모델링과 공기 확산 모델과 지형 분류에서의 구제역 발생 농가의 지형분류를 바탕으로 하여 구제역 확산에 대한 경고 시스템을 구축 할 수 있을 것으로 이렇게 구축된 확산 모델을 스마트폰 및

태블릿 PC의 어플리케이션 활용하여 농민에게 좀 더 쉽고 빠르게 그리고 정확하게 전달이 가능할 것으로 판단되어진다.

<Table. 1-5> 고도, 경사도, 축사방향, 도로인접도, 마을인접도, 축사의 경사방향을 변수로 한 지형분류결과

해당 농가수	고도(m)	경사도	축사방향	도로인접	마을인접(km)	경사방향(km)
4	31-300	- 7	북-남	1 -	- 10	-
2	31-300	- 7	동-서	- 1	- 10	-
2	31-300	7 -	동-서	1 -	- 10	남->북
2	31-300	- 7	북-남	- 1	- 10	-
2	31-300	- 7	북-남	- 1	- 10	동->서
2	31-300	- 7	북동-남서	- 1	- 10	-
2	31-300	- 7	북서-남동	- 1	10 -	-
2	31-300	- 7	북서-남동	- 1	- 10	북동->남서
1	31-300	- 7	동북-남서	1 -	- 10	북동->남서
1	31-300	- 7	동-서	- 1	- 10	-
1	31-300	- 7	동-서	1 -	- 10	-
1	31-300	- 7	동-서	- 1	10 -	북->남
1	31-300	- 7	동-서	- 1	- 10	북->남
1	31-300	- 7	동-서	1 -	- 10	동->서
1	0-30	7 -	동-서	- 1	- 10	남서->북동
1	300-	7 -	동-서	- 1	- 10	북서->남동
1	31-300	7 -	동-서	- 1	- 10	-
1	31-300	7 -	동-서	- 1	10 -	-
1	31-300	7 -	동-서	- 1	- 10	남->북
1	31-300	7 -	동-서	1 -	- 10	북서->남동
1	31-300	7 -	동-서	- 1	- 10	북동->남서
1	300-	- 7	북-남	1 -	10 -	동->서
1	31-300	- 7	북-남	1 -	10 -	-
1	31-300	- 7	북-남	1 -	- 10	남->북
1	31-300	- 7	북-남	- 1	- 10	남서->북동
1	31-300	- 7	북-남	1 -	10 -	북->남
1	31-300	- 7	북-남	- 1	10 -	북->남
1	300-	7 -	북-남	1 -	- 10	북서->남동
1	31-300	7 -	북-남	- 1	- 10	-
1	31-300	7 -	북-남	- 1	- 10	북->남
1	31-300	7 -	북-남	1 -	10 -	북->남
1	31-300	7 -	북-남	1 -	- 10	서->동
1	31-300	7 -	북-남	- 1	- 10	서->동
1	31-300	7 -	북-남	- 1	10 -	동->서
1	31-300	- 7	북동-남서	1 -	10 -	-
1	31-300	- 7	북동-남서	- 1	10 -	북->남
1	31-300	- 7	북동-남서	1 -	- 10	북->남
1	31-300	7 -	북동-남서	- 1	- 10	-
1	31-300	7 -	북동-남서	- 1	- 10	남서->북동
1	31-300	7 -	북동-남서	1 -	- 10	북->남
1	31-300	7 -	북동-남서	- 1	- 10	남동->북서
1	31-300	7 -	북동-남서	1 -	- 10	북동->남서
1	0-30	- 7	북서-남동	- 1	10 -	-
1	31-300	- 7	북서-남동	- 1	- 10	-

1	31-300	7 -	북서-남동	- 1	- 10	남서->북동
1	31-300	7 -	북서-남동	- 1	- 10	남->북
1	31-300	7 -	북서-남동	1 -	10 -	북동->남서
1	31-300	7 -	북서-남동	1 -	10 -	북->남

<Table. 1-6> 고도, 경사도, 축사방향, 도로인접도, 마을인접도를 변수로 한 지형분류 결과

해당 농가수	고도	경사도	축사방향	도로인접(km)	마을인접(km)
5	31-300	- 7	북-남	1 -	- 10
5	31-300	- 7	북-남	- 1	- 10
3	31-300	- 7	북서-남동	- 1	- 10
3	31-300	- 7	동-서	- 1	- 10
3	31-300	7 -	북동-남서	- 1	- 10
3	31-300	7 -	북-남	- 1	- 10
3	31-300	7 -	동-서	- 1	- 10
3	31-300	7 -	동-서	1 -	- 10
2	31-300	- 7	북서-남동	- 1	10 -
2	31-300	- 7	북동-남서	1 -	- 10
2	31-300	- 7	북동-남서	- 1	- 10
2	31-300	- 7	북-남	1 -	10 -
2	31-300	- 7	동-서	1 -	- 10
2	31-300	7 -	북서-남동	1 -	10 -
2	31-300	7 -	북서-남동	- 1	- 10
2	31-300	7 -	북동-남서	1 -	- 10
1	31-300	7 -	북-남	1 -	10 -
1	31-300	7 -	북-남	1 -	- 10
1	31-300	7 -	북-남	- 1	10 -
1	31-300	7 -	동-서	- 1	10 -
1	31-300	- 7	북동-남서	1 -	10 -
1	31-300	- 7	북동-남서	- 1	10 -
1	31-300	- 7	북-남	- 1	10 -
1	31-300	- 7	동-서	- 1	10 -
1	31-300	- 7	동-서	- 1	- 10
1	300-	7 -	북-남	1 -	- 10
1	300-	7 -	동-서	- 1	- 10
1	300-	- 7	북-남	1 -	10 -
1	0-30	7 -	동-서	- 1	- 10
1	0-30	- 7	북서-남동	- 1	10 -

<Table. 1-5>와 같이 지형을 분류해 본 결과 발생 농가의 고도는 대부분 30m-300m 사이인 중산간지에 위치해 있었다. 그러나 변수의 조합이 많기 때문에 정형화된 발생농가의 분류가 쉽지 않았으며, 독립적인 지형 특성은 알 수가 없었다. 따라서 변수의 범위를 축소

하기 위해서 축사의 경사방향을 제외한 나머지 변수들을 이용하여 <Table. 1-6>과 같이 분류하였다. <Table. 1-6>에서는 58개의 발생 농가 중 14개 농가를 제외하고, 각각의 지형에서 중복성을 나타내었다. 특히 경사도가 7도 이하이면서 축사방향이 '북-남' 방향으로 이루어진 분류에 해당 농가수가 가장 많이 분포 되어 있었다. 이러한 결과를 바탕으로 좀 더 변수를 줄여서 공통적인 지형을 분류해 보았다.

<Table. 1-7> 고도, 경사도, 축사방향, 도로인접도를 변수로 한 지형분류 결과

해당 농가수	고도	경사도	축사방향	도로인접
7	31-300	- 7	북-남	1 -
6	31-300	- 7	북-남	- 1
5	31-300	- 7	동-서	- 1
5	31-300	- 7	북서-남동	- 1
5	31-300	7 -	북동-남서	- 1
4	31-300	7 -	동-서	- 1
4	31-300	7 -	북-남	- 1
4	31-300	7 -	북동-남서	1 -
3	31-300	- 7	북동-남서	- 1
3	31-300	- 7	북동-남서	1 -
3	31-300	7 -	동-서	1 -
2	31-300	- 7	동-서	1 -
2	31-300	7 -	북-남	1 -
1	0-30	- 7	북서-남동	- 1
1	0-30	7 -	동-서	- 1
1	300-	- 7	북-남	1 -
1	300-	7 -	북-남	1 -
1	300-	7 -	동-서	- 1

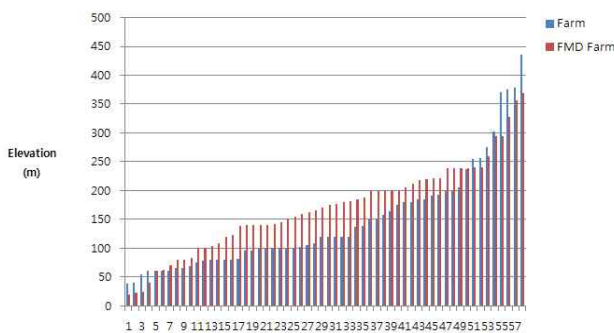
<Table. 1-7>은 마을 인접도를 제외한 축사의 고도와 경사도, 축사방향과 도로인접도, 이 네 가지만을 변수로 이용하여 분류하였다. 그 결과 <Table. 1-6>과 같이 중산간지이며, 경사도가 7도인 지역과 축사의 방향이 '북-남' 방향인 농가가 구제역이 가장 많이 발생한 것을 지형분류를 통하여 알 수가 있었다. 이와 같은 지형분류 결과를 바탕으로 구제역 예찰 시스템에서 발생농가와 지형이 유사하면서 변수들이 중복된 빈도가 높은 농가들은 구제역 발생 가능성에 대해서 가중치를 부여할 수 있다고 판단된다. 앞으로 2차 년도에서는 이

와 같은 방법으로 전국의 구제역 발생 농가를 대상으로 하여 지형 수집 및 분류를 할 계획이며, GIS예찰시스템 및 공기확산모델에 따른 예측모델 결과에 반영할 계획이다. 구체적으로는 모델링에서 중복되는 지형이 많은 농가부터 적은 농가들을 순차적으로 나열하고 중복이 많이 되는 농가에게는 발생 가능성의 가중치를 부여하여서 발생농가 주위 농가 및 관련자에게 위험성을 알리고자 한다.

바. 구제역 발생농가와 비발생농가의 지형적인 요소들을 Microsoft excel을 이용하여 Two sample T-Test하여 두 집단의 평균값을 비교하였다.

(1) 고도분류

구제역 발생농가와 비발생농가의 고도를 분류한 결과 <Fig. 1-62>와 같이 나타났고, <Table. 1-8>에서는 발생농가와 비발생 농가 모두 100m~200m 지역에 분포되어 있다는 것을 알 수 있었으며, 구제역 발생농가가 비발생 농가보다 고도가 평균값 24m 높게 분포되어 있었다. 이는 구제역 발생농가가 비발생농가보다 고도가 높기 때문에 기류의 영향을 많이 받을 것으로 판단되며, 바이러스가 대기 중에 전파된다고 볼 수 있다.



<Fig. 1-62> Elevation of farms and FMD. farms

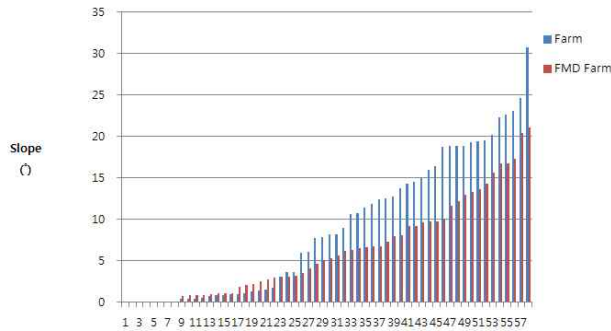
<Table. 1-8> Elevation of farms and FMD. farms

Elevation(m)	Farm	FMD Farm
-100	24	11
101-200	24	29
201-300	5	15
300 -	5	3
Average	146.6	170.1

(2) 경사도분류

경사도 분류는 축사가 포함되어 있는 해당픽셀의 기울기를 나타내며, <Fig. 1-63>과 같이 나타났다. 전체농가 중 50% 농가들이 5°미만 평지 지역에 위치해 있었으며, 경사도 10° 이상의 농가를 분석한 결과, 산지와 평지의 중간 형태를 이루며 골과 완만한 경사를 갖는

구릉지형태의 지형에 축사가 위치해 있는 경우 해당픽셀의 경사도가 평균적으로 2.8° 높게 나타났으며, 경사도 분포 역시 10° 이상의 경사가 많이 위치해있었다.



<Fig. 1-63> Slope of farms and FMD. farms

<Table. 1-9> Slope of farms and FMD. farms

Slope(°)	Farm	FMD Farm
- 5	25	28
5 - 10	7	17
10 -	26	13
Average	9.035	6.26

(3) 축사방향 및 경사방향 분류

축사방향과 경사방향을 8방향(동, 서, 남, 북, 동북, 동남, 서남, 서북)으로 분류한 결과, <Table. 1-10>, <Table. 1-11>과 같이 나타났으며, 비발생농가와 발생농가의 차이 없이 골고루 분포하였다. 따라서 구제역이 발생한 농가는 축사방향과 경사방향에는 영향이 없는 것으로 판단된다.

<Table. 1-10> Famers direction of farms and FMD. farms

Famers direction	Farm	FMD Farm
E → W	15	17
N → S	14	19
NE → SW	15	12
NW → NE	14	10

<Table. 1-11> Slope direction of farms and FMD. farms

Slope direction	Farm	FMD Farm
*	22	20
S → N	5	5
SE → NW	7	1
SW → NE	1	4
E → W	1	4
N → S	10	13
NE → SW	1	5
NW → NE	8	3
W → E	7	3

(4) 도로인접 및 마을인접 분류

구제역 발생 농가 및 비발생농가들의 해당축사에 도로인접도와 마을인접도를 분류한 결과 <Table. 1-12>, <Table. 1-13>에서 나타나듯이 발생농가와 비발생농가의 큰 차이는 나타나지 않았다. 일반적으로 차량 등에 의한 확산, 감염 등을 고려하면 도로인접도 및 마을인접도가 영향을 미칠 것으로 예상되었지만, 분류결과 큰 차이가 없었으며, 두 인접도 모두 500m이하의 접근성이 주를 이루고 있었다.

<Table. 1-12> Adjacent road of farms and FMD. farms

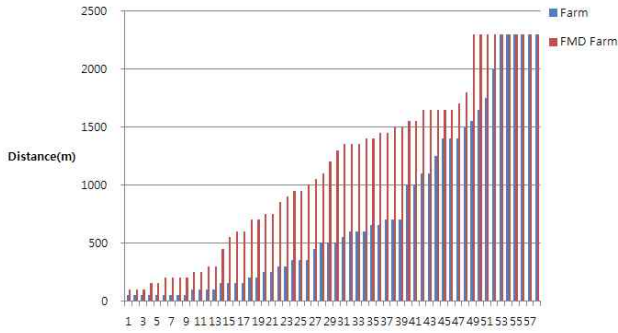
Adjacent Road(m)	Farm	FMD Farm
- 500	28	25
500-1000	8	11
1000-2000	10	14
2000 -	12	8
Average	931.0345	923.2759

<Table. 1-13> Adjacent village of farms and FMD. farms

Adjacent village(m)	Farm	FMD Farm
- 500	29	23
500-1000	16	24
1000-2000	8	9
2000 -	5	2
Average	815	699

(5) 하천인접 분류

하천인접도를 분류한 결과, 비발생농가는 500m이내 근접범위에 위치한 농가들이 많았으나, 발생농가의 경우는 1000-2000m 사이에 많은 분포를 이루고 있었다. 또한 전반적으로 구제역 비발생농가보다 발생농가의 하천접근성이 대략 500m가량 떨어져 있었으며, 이것은 구제역 바이러스가 활동하기 적당한 온습도 영향(Park, 2009)도 고려할 수 있는 결과로 분석된다.



<Fig. 1-64> Adjacent river distance of farms and FMD. farms

<Table. 1-14> Adjacent river of farms and FMD. farms

Adjacent river(m)	Farm	FMD Farm
- 500	30	14
500-1000	11	12
1000-2000	11	32
2000 -	6	10
Average	752	1163.793

(6) 결론

구제역 발생농가 58개와 추출한 비발생농가 58개를 각각의 지형적 특성에 따라 <Table. 1-5>와 같이 분류하였다. 고도를 분류한 결과, 비발생농가는 100m 미만인 저고도에서 많은 비중을 차지하였으며, 발생농가는 중고도 100m~300m에 많은 지역이 분포해있었다. 경사도 분류는 GIS(ver.10.1)프로그램을 이용하여 수치지형도를 가로 30m, 세로 30m인 픽셀로 나타내었다. 픽셀에 해당하는 측사위치의 기울기 값을 경사도로 설정하였으며, 비발생농가에서는 평균 9°의 경사도를 나타내었고, 발생농가는 평균 6°의 경사도가 나타났다. 측사방향과 경사방향을 8방향(동, 서, 남, 북, 남동, 서남, 북서, 북동)으로 분류한 결과, 비발생농가와 발생농가는 큰 차이점 없이 골고루 분포되어 있었다. 측사에서 500m이내 범위에서 마을인접도와 도로인접도가 많은 분포를 이루었고, 비발생농가와 발생농가의 큰 차이점을 나타나지 않았다. 하지만 하천인접도를 분류한 결과, 비발생농가는 500m이내 범위에 많은 분포가 있는 반면에, 발생농가는 1000m이상 범위에서 많은 분포가 나타났다.

본 연구에서 비발생농가와 발생농가의 지형적인 특성을 분류한 결과, 경사방향과 측사방향, 도로인접도, 마을인접도에서는 유사한 지형적인 특성이 나타났으며, 고도와 경사도, 하천인접도에서 차이점을 보였다. 경북지역의 가축 농가들은 고도가 평균적으로 100m정도인 중산간지의 비탈진 곳에 대부분 위치해 있었으며, 발생농가는 비발생농가보다 30m가량 높은 곳에 분포해 있었다. 비발생농가와 발생농가의 마을과 도로의 접근성은 같았으나, 하천과의 거리에서는 발생농가보다 비발생농가의 거리가 약 500m 가깝게 분포되어 있었다.

○ 현재 경북을 제외한 다른 지역의 2010년 구제역발생 지역을 대상으로 GIS 예측모델 개발을 위한 자료 분석 중에 있다. 기초 DB작업의 경우 각 지자체의 도움이 요구되며 각 지역별 지형분류 작업은 구제역 발생지역 현장을 조사하고 있으며, 기상자료는 기상청의 도움으로 구제역 발생지역의 DB를 분석하였다.

○ 본 연구는 사회적 파장이 큰 가축전염병에 관한 연구로서 특히 구제역 관련 연구는 관공서, 농민 등이 매우 민감하게 생각하는 부분이 많다. 따라서 대부분의 지자체에서 자료 공개를 기피하는 관계로 전국적인 자료 분석이 이루어지지 않았으며, 추후 보다 광범위한 분석을 위해서는 관계기관의 적극적인 협조가 요구된다.

4. GPS를 이용한 방목지 내 한우 행동 패턴 분석

가. 연구 목적

최근 들어 가축의 활동량 측정을 통해 생육정보를 수집하여, 상황에 따른 즉각적인 조치를 수행 할 수 있는 연구가 진행되고 있다. 이 기술에 있어서 가장 중요시 되고 있는 것은 임신 유무를 다양한 측면으로 추정과 가설을 진단하고 확인하는 것이라 할 수 있으며, 아울러 소에 있어서 신체충실도는 에너지의 축적상태로 근육 혹은 지방의 형태를 이루고 있는 정도로서 성공적인 번식효율 증진에 매우 중요한 요인이다. 사양관리의 일관성을 위해서라도 미리 각 가축의 영양상태 또는 번식 시기별로 군을 분류하여 지속적인 변화를 관찰함으로써 보유 축군에 대한 효율적인 관리가 이루어 질 수 있도록 노력이 필요하다. 본 연구에서는 GPS를 한우에 부착하여, 이동거리 및 행동 패턴을 분석함으로써, 추후 한우의 발정 시기, 임신 및 질병을 진단 할 수 있을지 여부를 판단하고자 하였다.

나. 재료 및 방법

군사적 항법 목적으로 개발된 GPS는 1980년대 들어 그 활용분야가 다양화되면서 측지·측량, 지구물리 및 기상 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 산업분야에서는 자동차 항법, 유비쿼터스, GIS 등 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 학술분야에서는 정밀위치결정, 측지 기준계 설정 등 다양한 분야에 적용되고 있다.

본 연구의 방법으로는 GPS를 이용하여 한우의 발정 시기, 임신 및 질병을 진단 할 수 있다는 가정 하에 임신한 한우와 임신하지 않은 한우에 각각 GPS(eXplorist610 Magellan®)를 부착하였다. GPS를 통하여 받는 수신데이터는 하루(24시간)동안 저장되고, 이 데이터를 이용하여 한우의 이동거리 및 패턴을 분석하였다. 실험에 이용된 한우는 임신과 비임신 또는 질병에 걸렸을 경우와 그렇지 않을 경우를 제외 하고는 동일한 조건을 맞춰주기 위해, 같은 연령의 한우를 선별하고, 품종, 체중 등이 가장 동일한 두 마리의 한우를 대상으로 실험을 진행하였다. 일정 시간 간격으로 시간과 장소 데이터를 기록하고, 계속적으로 위치정보 데이터를 수집하였다. 수집한 위치정보 데이터를 이용하여 한우의 행동과 장소의 관계를 분석하고, 기존의 방법으로는 알 수 없는 발정 시기, 임신 및 질병을 진단할 수 있는 방법을 알아보려고 한다.

조사방법은 방목지 내 한우가 축사내로 들어왔을 때 한우의 목에 목걸이 형태의 GPS를 부착하고, GPS가 정상적으로 작동하는지를 확인하기 위해 몇 분간 데이터를 수집한 후 정상적으로 작동하는 것을 확인하고, 방목지로 이동 시킨 후 데이터를 수집하였다. 다음날 방목지 내 한우가 축사에 들어온 후에 GPS를 회수하여, GPS를 컴퓨터에 연결하여 데이터 파일을 저장하였다.



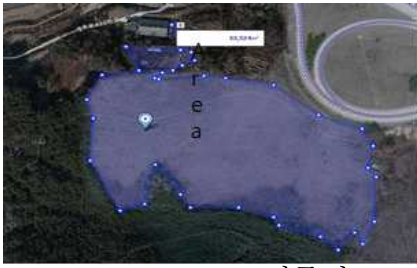
<Fig. 1-65> 실험에 이용된 GPS



<Fig. 1-66> GPS를 한우에 부착시킨 모습

수집한 데이터는 Vantage point 프로그램을 이용하여, 방목지로 이동한 후 임신우와 비임신우간의 시간대 별 이동거리 및 행동패턴을 분석하였다.

실험은 국내 방목지 중 제주시, 춘천시, 보은군에서 3회 진행되었고, 한 방목지에서 재 실험을 진행하려고 했으나, 축산농가의 어려운 사정으로 인해 각각 다른 방목지에서 진행되었다.



<Fig. 1-67> 제주시



<Fig. 1-68> 춘천시



<Fig. 1-69> 보은군

다. 결과

2013년 2월 27일부터 약 4일 동안 임신우와 비임신우의 이동거리 및 활동 패턴을 분석하기 위해 1차 실험이 진행되었다. 실험에 이용된 두 마리의 소는 생후 36개월, 체중은 약 250~300kg정도 되었다.



<Fig. 1-70> 제주시 실험 1일차



<Fig. 1-71> 제주시 실험 2일차



<Fig. 1-72> 제주시 실험 3일차



<Fig. 1-73> 제주도 실험 4일차

빨간색으로 표시된 선은 임신우의 이동거리를 나타낸 것이고, 파란색으로 표시된 선은 비임신우의 이동거리를 나타낸 것이다. 위의 사진을 통해 임신우와 비임신우간의 이동거리 및 행동 패턴의 차이를 확인 할 수 있다.

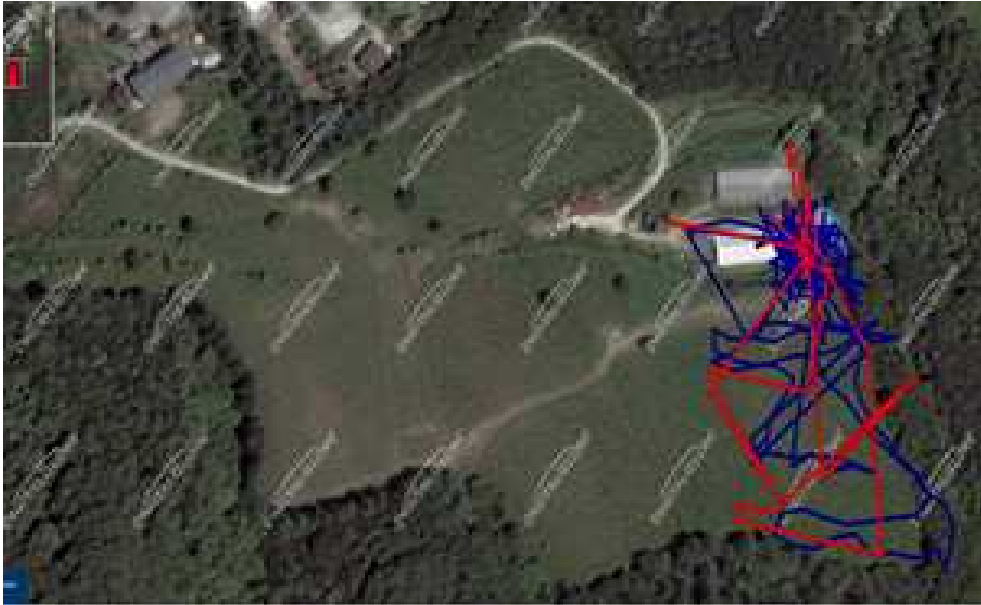
<Table. 1-15> 제주도 GPS 실험 결과 정리

구분		총 이동거리(m)		날씨	소의 상태
1일차	비임신우	4,612	약 10배	맑음	정상
	임신우	458			
2일차	비임신우	2,545	약 14배	비	정상
	임신우	183			
3일차	비임신우	2,474	약 7.8배	흐림	정상
	임신우	316			
4일차	비임신우	2,817	약 7.5배	흐림	정상
	임신우	371			

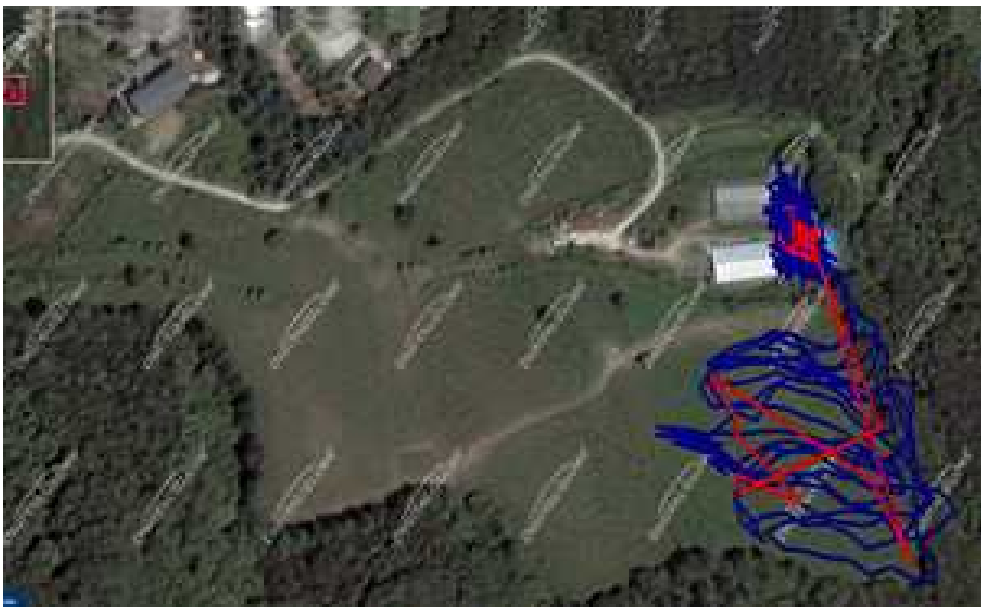
<Table. 1-15>를 살펴보면 1일차에 비임신우의 이동거리는 약 4,612m, 임신우의 이동거리는 458m인 것을 알 수 있고, 2일차에는 비임신우 2,545m, 임신우 183m, 3일차에는 비임신우 2,474m, 임신우 316m, 4일차에는 비임신우 2,817m, 임신우 371m 인 것을 알 수 있다. 이동거리의 차이가 적게는 약 7.5배에서 많게는 약 10배까지 나타나는 것을 알 수 있다.

다.

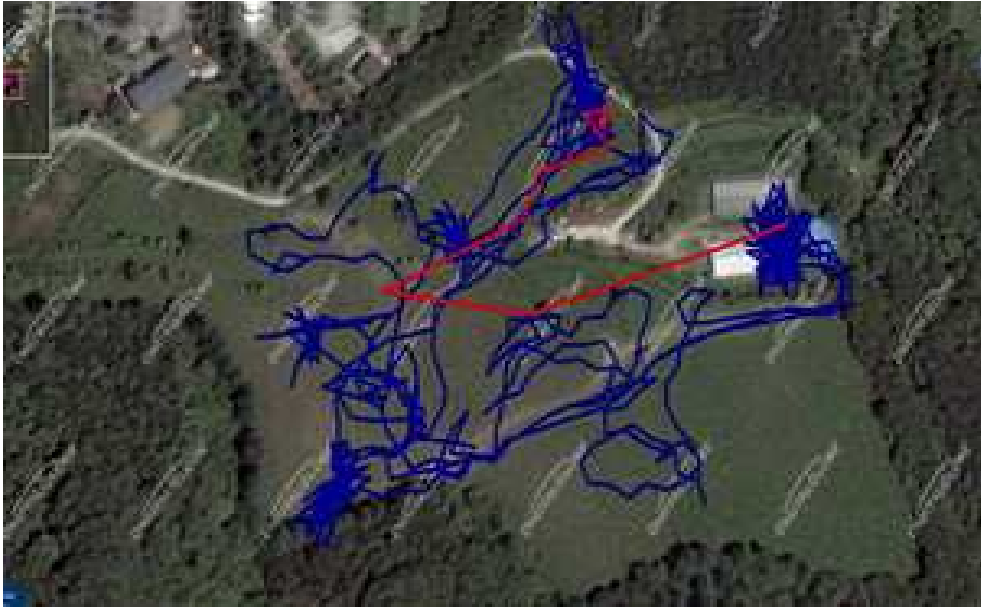
2차 실험은 2013년 7월 13일부터 약 4일 동안 춘천시에서 진행되었다. 실험에 이용된 임신우는 생후 56개월, 체중은 약 420kg, 비임신우는 생후 74개월, 체중은 약 400kg정도 되었다.



<Fig. 1-74> 춘천시 실험 1일차



<Fig. 1-75> 춘천시 실험 2일차



<Fig. 1-76> 춘천시 실험 3일차

2차 실험의 사진을 통하여서도 임신우와 비임신우간의 이동거리 및 행동 패턴의 차이가 크다는 사실을 알 수 있다.

<Table. 1-16> 춘천시 GPS 실험 결과 정리

구분		총 이동거리(m)		날씨	소의 상태
1일차	비임신우	3,805	약 3배	비	정상
	임신우	1,139			
2일차	비임신우	9,574	약 12배	비	정상
	임신우	783			
3일차	비임신우	9,317	약 20배	흐리고 비	정상
	임신우	453			

<Table. 1-16>을 보면 1일차에는 비임신우 3,805m, 임신우 1,139m, 2일차에는 비임신우 9,574m, 임신우 783m, 그리고 3일차에는 비임신우 9,317m, 임신우 453m를 이동했다는 것을 알 수 있다. 두 한우의 이동거리가 최소 약 3배, 최대 20배까지 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 1차 실험과 마찬가지로 비임신우와 임신우간의 총 이동거리는 확연하게 알 수 있다고 판단된다.

3차 실험은 2013년 7월 20일부터 약 4일 동안 보은군에서 진행되었다. 이번 실험은 임신우와 비임신우 간의 이동거리는 확연히 차이가 있다고 판단을 하고, 두 임신우 간의 이동

거리 및 행동패턴을 통해 출산시기가 가능한지 여부를 확인하기 위해 실험을 진행하였다.

실험에 이용된 임신우는 각각 생후 38개월, 50개월, 체중은 약 450kg, 550kg 이었다. 생후 38개월 된 임신우의 경우 2주 내 출산 예정이었고, 생후 50개월이 된 소는 임신 된 지 얼마 되지 않은 소였다.



<Fig. 1-77> 보은군 실험 3일차



<Fig. 1-78> 보은군 실험 3일차



<Fig. 1-79> 보은군 실험 3일차

빨간색으로 표시된 선은 2주 내 출산예정인 임신우의 이동거리를 나타낸 것이고, 파란색으로 표시된 선은 임신 기간이 얼마 되지 않은 임신우의 이동거리를 나타낸 것이다. 위의 사진을 통해 임신기간에 따른 임신우의 이동거리 및 행동 패턴의 차이를 확인 할 수 있다.

<Table. 1-17> 보은군 GPS 실험 결과 정리

구분		총 이동거리(m)		날씨	소의 상태
1일차	임신우	5,758	약 7배	맑음	정상
	임신우 (2주내 출산 예정)	809			
2일차	임신우	4,412	약 4.5배	맑음	정상
	임신우 (2주내 출산 예정)	980			
3일차	임신우	4,526	약 4배	비온 뒤 흐림	정상
	임신우 (2주내 출산 예정)	1,032			

<Table. 1-17>을 보면 1일차에는 임신우 5,758m, 2주내 출산 예정인 임신우 809m, 2일차에는 임신우 4,412m, 2주내 출산 예정인 임신우 980m, 그리고 3일차에는 임신우 4,526m, 2주내 출산 예정인 임신우 1,032m를 이동했다는 것을 알 수 있다. 이동거리의 차이는 최소 4배에서 최대 7배까지 나타나고 있다. 같은 임신우라도 출산 시기가 다가옴에 따라 움직임이 적어진다는 사실을 알 수 있다.

라. 결과 및 고찰

<Table. 1-18> GPS를 이용한 방목지내 한우 총 이동거리 측정 결과 정리

구분		총 이동거리(m)		날씨	소의 상태	
제주시	1일차	비임신우	4,612	약 10배	맑음	정상
		임신우	458			
	2일차	비임신우	2,545	약 14배	비	정상
		임신우	183			
	3일차	비임신우	2,474	약 7.8배	흐림	정상
		임신우	316			
	4일차	비임신우	2,817	약 7.5배	흐림	정상
		임신우	371			
춘천시	1일차	비임신우	3,805	약 3배	비	정상
		임신우	1,139			
	2일차	비임신우	9,574	약 12배	비	정상
		임신우	783			
	3일차	비임신우	9,317	약 20배	흐리고 비	정상
		임신우	453			
보은군	1일차	임신우	5,758	약 7배	맑음	정상
		임신우 (2주내 출산 예정)	809			
	2일차	임신우	4,412	약 4.5배	맑음	정상
		임신우 (2주내 출산 예정)	980			
	3일차	임신우	4,526	약 4배	비온 뒤 흐림	정상
		임신우 (2주내 출산 예정)	1,032			

<Table. 1-18>을 볼 때, 한우의 이동거리는 임신의 유·무에 따라 확연한 차이를 보인다는 사실을 알 수 있었다. 이를 통해, 한우의 임신 유·무의 경우는 GPS를 이용하여 이동거리와 패턴을 분석함으로써 예측을 할 수 있다고 판단된다. 축산 농가에서는 실시간으로 데이터를 확인하여, 한우의 생체 이상 징후를 미리 예측하고, 상황에 따른 대처를 신속히 할 수 있을 것으로 기대된다.

향후, 추가적인 실험을 통해 임신의 유·무, 질병의 유·무에 따른 데이터는 계속적으로 축적하여, 이동거리 및 패턴을 분석하고, 이동거리에 따른 발정 시기, 출산 시기, 방목지의 고도와 경사도에 따른 한우의 활동량의 차이를 통해 생육 정보를 파악 할 수 있는지 확인하

고자 한다.

5. 구제역 Application 개발

가. 서론

(1) 연구 배경 및 목적

구제역이 2010년 11월 23일 경상북도 안동시에서 발생되어 제주도와 전라도 지역을 제외한 전국으로 확산이 되었다. 전국 11개 시·도, 75개 시·군·구로 확산된 구제역은 건국 이래 최악의 국가재난으로 총 200여건, 350여 만 마리의 소·돼지 등 우제류 가축이 살처분 됐고 직접적인 피해액만 3조원이 넘었다.

구제역 방역과정에서 전국 4,200개 매몰지에 소와 돼지 등 340만 마리가 매몰되었다(김, 2011). 이는 전국적으로 구제역 확산에 효과적으로 대응하지 못했던 것이 그 원인중 하나라고 볼 수 있을 것이다. 구제역 확산 방지에 농장주들이 직접 빠르고 접근하고 대응할 수 있도록 스마트폰 및 태블릿 PC의 어플리케이션 활용에 대한 인식전환이 필요한 때이며, 초기 스마트기기 사용의 어려움을 해결하고 효과적인 활용을 위해 조작하기 쉬운 간단한 어플리케이션의 개발이 필요할 것으로 판단되었다.

이에 본 어플리케이션은 소, 돼지 등 구제역 예방 및 경보를 위해 개발한 어플리케이션으로, 구제역 발생 시 주변 농장주들에게 농가의 구제역 위험도 및 심각성을 스마트폰을 통해 알려주어 구제역으로 인한 추가적인 피해를 막고 예방에 더욱 관심을 가질 수 있게 하는 것이 해당 어플리케이션 개발 목적이다.

나. 재료 및 방법

(1) 안드로이드 플랫폼개발

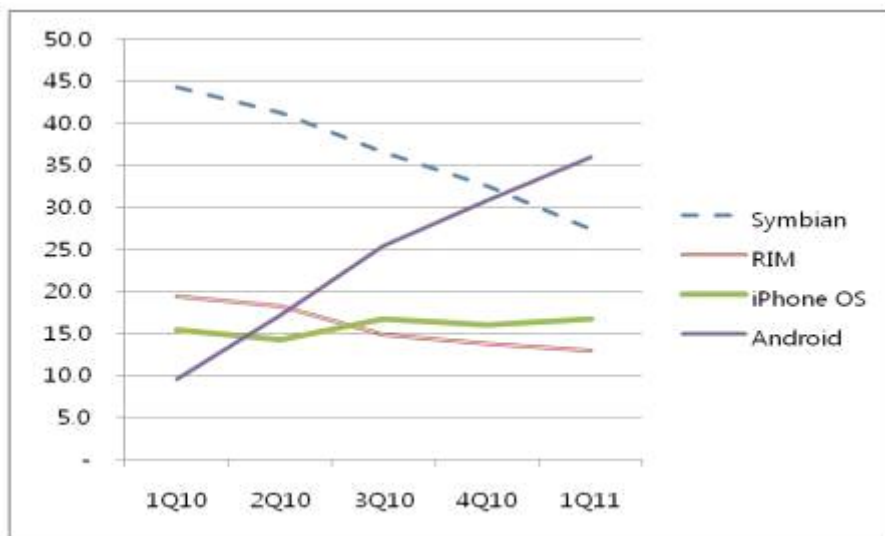
본 어플리케이션은 안드로이드 플랫폼을 이용하여 시스템에서 구제역 관련 정보를 수집 및 관리하여 구제역 발생 시 사용자에게 알림을 할 수 있도록 기초 설계하였고, 안드로이드 시스템은 기상청 및 정부에서 제공받는 데이터와 통신해 기상 정보 및 구제역 소식을 실시간으로 보여주게 된다. 현재 안드로이드는 리눅스 기반의 모바일 플랫폼으로 최근 많은 관심과 개발이 집중되고 있고, 모바일 플랫폼이라는 특징 때문에 언제 어디서나 데이터

를 확인하고 전송할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 구체역이라는 정보를 이용자에게 보다 빠르고 효과적으로 알릴 수 있는 좋은 수단이 될 것으로 사료되었다.

최근 안드로이드 기반 스마트폰의 보급이 확대됨에 따라 모바일 어플리케이션 시장이 크기가 갈수록 커지고 있다. 위 그림과 스마트폰의 OS별 판매량 및 점유율로 안드로이드 시장의 성장세를 그래프를 통해 확인할 수 있다. 안드로이드와 애플의 iOS가 스마트폰의 OS를 지속해서 장악하고 있으며, iPhone OS는 16.8%의 시장 점유율을 기록하며 전년도 1.4% 증가했고, 안드로이드 OS는 36.0%의 시장점유율을 기록했다. 안드로이드가 동기간 동안 26.4% 증가했음을 확인할 수 있다. 국내 통신사들이 안드로이드 기반 스마트폰에 치중했기 때문에 이같이 안드로이드 시장 위주로 흘러가고 있다.(대한무역투자진흥공사, 세계 모바일 시장의 뜨는 해와 지는 해, 2011)

안드로이드는 iOS, Symbian, Window, Rim과 같은 모바일 디바이스를 위한 플랫폼이다. 안드로이드 SDK는 JAVA 프로그래밍 언어를 사용하고 안드로이드 플랫폼 상의 어플리케이션을 개발하기 위한 도구와 API를 제공한다. 그리고 안드로이드는 휴대전화뿐만 아니라 TV, Tablet 등 다양한 IT 디바이스를 적용할 수 있다.

(<http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>)

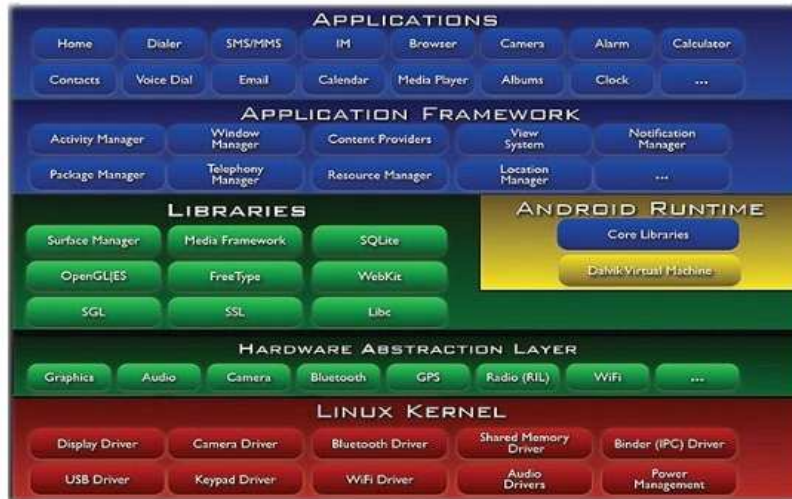


<Fig. 1-80> 스마트폰의 OS별 판매량/점유율 (자료원 : 실리콘밸리 KBC)

안드로이드 응용 소프트웨어 개발을 위해 자바와 XML(레이아웃 배치와 리소스 정의, 응용 프로그램 설정 및 구성) 언어로 개발되며, 이클립스(Eclipse)의 플러그인을 사용하여 구성되는 개발도구를 사용하였다.

<Fig. 1-81>의 다이어그램은 안드로이드 운영체제의 주요 구성요소를 보여준다. 어플리

케이션은 안드로이드 구조의 최상위 계층이다. 안드로이드는 기본적으로 이메일 클라이언트, SMS문자메시지 프로그램, 캘린더, 맵, 브라우저 등과 같은 핵심 어플리케이션을 탑재하고 있다. 모든 어플리케이션은 Java 프로그래밍 언어를 사용하여 개발되고, 사용자가 원하는 기능의 어플리케이션을 사용할 수 있다.



<Fig. 1-81> 안드로이드 구조

(2) 어플리케이션 프레임워크

어플리케이션을 개발할 때 사용되는 높은 수준의 Building Block을 어플리케이션 프레임워크에서 제공한다. 어플리케이션의 아키텍처는 컴포넌트의 확장 및 재사용을 쉽게 하도록 설계되었다. 어플리케이션은 자신의 기능을 외부 어플리케이션에게 제공할 수 있으며, 다른 어플리케이션이 제공하는 기능을 사용할 수 있다. 어플리케이션 프레임워크의 가장 중요한 부분은 Activity Manager, Content Provider, Resource Manager, Location Manager, Notification Manager이다.

(3) 라이브러리

라이브러리는 커널의 바로 상위 층에 위치하고 있다. 안드로이드 시스템 컴포넌트에서 사용되는 C/C++ 라이브러리들을 포함하고 있다. 이런 기능은 안드로이드 어플리케이션 프레임워크를 통해 개발자에게 제공된다. 라이브러리의 종류는 System C library, Surface Manager, Media Library, LibWebCore, SGL, SQLite 등이 있다.

(4) 안드로이드 런타임

안드로이드 런타임에는 달빅 가상 머신과 코어 자바 라이브러리 등이 포함된다. 달빅 가상머신은 모바일 장치용으로 최적화된 구글의 가상 머신이다. 달빅 가상 머신은 .dex 파일을 실행시킨다. .dex 파일은 표준 .class와 .jar 파일이 컴파일 시점에서 변환된 형태이고, 클래스 파일보다 효율성이 높아서 모바일 장치의 환경에 적합하다. 코어 자바 라이브러리는 Java SE, Java ME 라이브러리와는 다르지만 많은 부분이 중복된다.

(5) 리눅스 커널

안드로이드 리눅스 커널 위에 구축되어 있다. 보안, 메모리 관리, 프로세스 관리, 네트워크 스택, 드라이버 모델과 같은 핵심 시스템 서비스를 리눅스를 사용한다.(권오철 외 3명, “안드로이드 모바일 플랫폼에서의 사용자 인터페이스 자동 전환 기술의 개발”, 한국정보과학회 학술대회, pp436-437, 2009)

안드로이드 개발을 위해 가장 먼저 필요한 절차는 개발환경 구축이다. 안드로이드 플랫폼이 오픈 소스 소프트웨어인 리눅스 커널 및 다양한 응용 소프트웨어를 중심으로 구성되어 있기 때문에 개발 환경 또한 오픈 소스 소프트웨어 개발 환경인 GCC 기반으로 구성되어 있어야 한다. 따라서 안드로이드 플랫폼 탑재를 위한 개발 환경은 리눅스 운영체제가 탑재된 시스템이 적합하다. 단 안드로이드 플랫폼을 위한 응용 소프트웨어 개발은 호스트 시스템의 운영체제에 독립적이다. 리눅스 운영체제가 설치된 호스트 시스템이 준비된 후에는 리눅스 기반의 개발 환경을 구축하기 위해 필요한 여러 패키지들을 다운로드하여 설치한다.(장우천, 안드로이드를 이용한 LED 감성조명 제어 시스템 구현, 2011)

기본 개발 환경 패키지에는 필요한 소스들을 다운로드하기 위한 리눅스 기반의 소스 관리 도구 패키지와 안드로이드 기반의 SDK (Software Development toolKit)가 포함된다. SDK는 에뮬레이터를 구동하기 위한 사용자 인터페이스 환경 및 자바 개발 도구들을 모두 포함한다. 안드로이드 어플리케이션을 개발하기 위해서는 아래 항목들을 미리 설치하여야 한다. (<http://developer.android.com>)

(가) JDK(Java Development Kit)

안드로이드 어플리케이션 개발을 위해서 사용하는 언어는 자바이기 때문에 안드로이드 개발을 위한 환경을 구축하기 위해서는 가장 먼저 Java SDK를 설치해야 하는데 JDK 5.0

이상을 설치해야한다.

(나) 이클립스

안드로이드 어플리케이션 개발을 위해서는 편집 툴도 필요한데, 편집 툴로는 이클립스를 사용하며, 이클립스에는 JDT(Eclipse Java Development Tools)와 WST(Web Standard Tools)가 포함되어 있는 Eclipse 3.4 이상이 필요하다.

이클립스는 안드로이드의 어플리케이션을 개발할 때 프로그래밍하고 컴파일할 때 사용되는 IDE(종합 개발 툴)로서, 에뮬레이터와 연동하여 컴파일된 프로그램을 에뮬레이터에서 직접 실행할 수 있게 해 준다. 이클립스를 선호하는 이유는 다른 개발 환경에 비해 사용하기 편하고 무료로 사용할 수 있기 때문이다. 또한 프로그램 개발에 필요한 각종 기능을 플러그인 형태로 제공하여 사용의 편리성을 높여주기 때문이다.

(다) 안드로이드 SDK

안드로이드 어플리케이션을 개발하기 위해서는 안드로이드 SDK가 필요하다. 안드로이드 SDK에는 안드로이드 가상 머신인 달빅이 포함되어 있고, 달빅에서 동작하는 어플리케이션을 제어할 수 있는 다양한 클래스들이 포함되어 있다. 안드로이드는 SDK는 안드로이드 어플리케이션용 Java 컴파일러 등의 개발 툴, 호스트 환경에서 동작하는 휴대폰의 에뮬레이터, 개발용 Reference Manual 등을 포함하고 있다. 자신의 환경(OS)에 맞는 것으로 다운로드하면 된다.

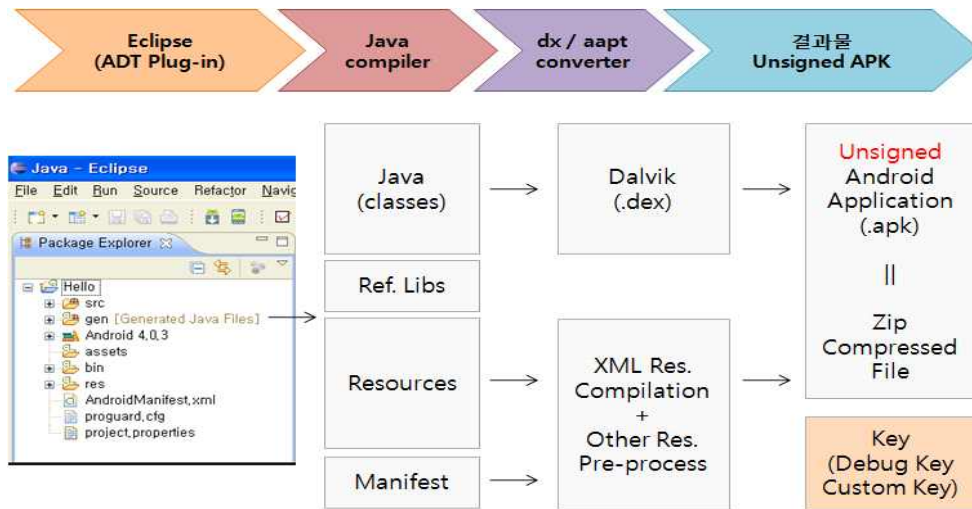
(라) 안드로이드 개발 툴(ADT : Android Development Tools) 플러그인

이클립스에서 보다 쉽게 안드로이드 어플리케이션을 개발하기 위해서는 구글이 제공하는 Android 개발 툴(ADT) 플러그인을 사용한다. 이 플러그인을 사용하기 위해서는 이클립스에서 다른 플러그인을 설치하는 것과 동일한 방법으로 설치할 수 있다.

(6) 어플리케이션 개발 프로세스

(가) 안드로이드 어플리케이션 개발 프로세스1

안드로이드 어플리케이션은 자바로 작성하며 달빅(Dalvik)에서 실행된다. 안드로이드 어플리케이션 개발을 위해서 작성한 코드는 바이트 코드라는 기계 독립적인 명령으로 컴파일 되고 모바일 장치 안에 있는 달빅 가상머신에 의해 실행된다.



<Fig. 1-82> 안드로이드 어플리케이션 개발 프로세스

달빅 가상머신은 작은 메모리 크기에 최적화된 달빅 Executable(.dex) 포맷의 파일을 실행시킨다. .dex 파일은 표준 .class와 .jar파일이 컴파일 시점에 변환된 것으로 안드로이드 어플리케이션 코드 파일이다. .dex 파일은 클래스 파일보다 콤팩트하고 효율성이 높기 때문에 적은 메모리와 배터리로 작동하는 안드로이드 환경에 적합하다. (Fig. 1-82)

(나) 안드로이드 어플리케이션 개발 프로세스2

안드로이드 어플리케이션 패키지 파일인 apk 파일은 각각 컴파일 되어 하나의 파일로 패키징된다. 어플리케이션이 코드(.dex file), resources, assets, 그리고 manifest 파일을 모두 포함하고 있다. 패키지 파일은 어떠한 이름도 가질 수 있지만 .apk 확장자를 사용해야 하며 이 파일은 안드로이드 에뮬레이션에서 실행 가능하며 어플리케이션 개발이 완료된 후 .apk 확장자의 파일을 생성한다. 생성한 apk 파일을 안드로이드마켓에 등록한 후 사용

자가 다운 받을 수 있게 한다..(Fig. 1-83)

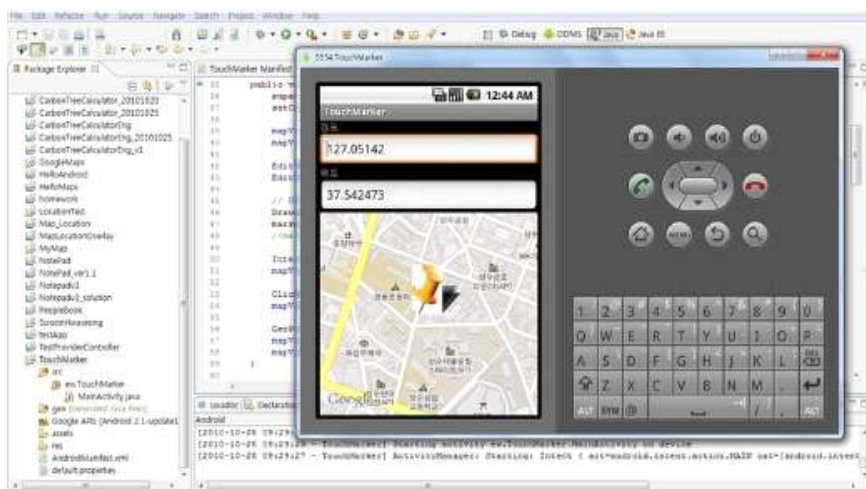


<Fig. 1-83> 안드로이드 어플리케이션 개발 프로세스

(다) 해당 어플리케이션 응용 개발 프로세스 1

① 구글 맵 활용을 통한 매쉬업 서비스

구글 맵은 구글에서 제공하는 지리정보 서비스로 자바스크립트만을 이용해서 웹에 지도 정보를 표시하는 혁신적인 서비스이다. 구글 맵은 웹에 지도를 표시하고 위치 정보를 제어할 수 있는 기능을 OPEN API로 제공한다. 다음 그림은 구글 맵 이용 개발화면이다. (이해경, 구글 맵API 매쉬업을 이용한 지도교육 콘텐츠 연구, 2008)



<Fig. 1-84> 구글맵을 이용한 매쉬업 서비스

구글 맵에서는 지도를 클릭하며 이리저리 움직이면 페이지 전체를 읽어 들이지 않고도 지도를 상하좌우를 자유롭게 볼 수 있다. 이는 표시하고 있는 범위보다도 넓은 범위의 지도 데이터를 미리 읽어서 서버로부터 받아놓고 웹 브라우저상에 설치된 자바스크립트를 이용하여 동적으로 움직이게 하는 구조로 이루어져 있다.

<Table. 1-19> 구글 맵 자바스크립트 OPEN API의 기능자료 (http://rsequence.com/google_map)

기능	객체	특성
컨트롤 (Controls)	GMap2 GLatLng GControl GControl Position GEvent	확대, 축소, 상하좌우 이동, 컨트롤 위치 변경, 지도 변경 등의 컨트롤 패널 제공
지도 종류 (Map Type)	GMap2	지도, 위성, 중첩, 지형의 4가지 view 제공
마커 아이콘 (Marker types)	GMap2 GMarker	다양한 형태의 마커아이콘 제공
인포윈도우 (InfoWindows)	GMap2 GLatLng	다양한 형태의 인포윈도우(말풍선) 제공
도형 그리기 (Poligon)	GControl GPolygon	여러 위치를 연결한 도형 그리기 제공
선 그리기 (Poliline)	GControl GPolygon	두 위치를 연결한 선 그리기 제공
원 그리기 (Circle)	GControl GPolygon	여러 지점을 연결하여 원 그리기 제공
길 찾기 (Directions)	GMap2 GDirection GSize GPoint GRoute	두 지점을 클릭하면 경유지 정보를 제공
주소 찾기 (Geocoding)	GClient Geocoder	클릭한 위치의 위도와 경도로 주소 제공

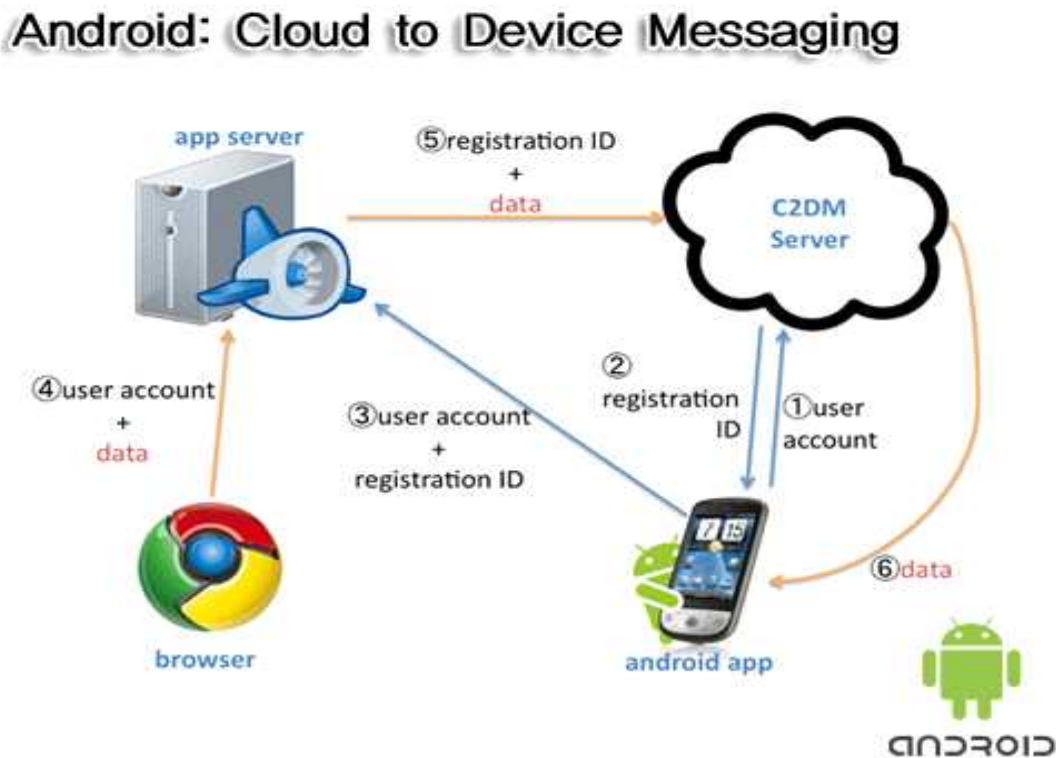
구글 맵은 국가단위 등 대단위 건물-위치를 찾는 데 적합하며, 프로그램 설치 없이 바로 위성사진을 열람하는 것이 가능하며 검색기능도 존재한다. 위치정보는 실생활에 밀접하게 사용되는 인프라 데이터이기 때문에 지도를 이용한 매쉬업은 가장 활발하게 생산하고 있다. 매쉬업이란 웹에서 제공하고 있는 정보와 서비스를 융합하여 새로운 소프트웨어나 서비스, 데이터베이스 등을 만드는 것을 의미한다. 즉, 제작에 필요한 소프트웨어와 지리정보는 API를 통해 호출로서 활용 가능하고, 자신의 아이디어를 포장한 페이지 작성을 통해 사용자는 자신의 원하는 지도서비스를 기존의 서비스와 접목한 정보 제공이 가능하다. (홍일영, 지리정보로 열어가는 모바일 웹 2.0 세상, SW insight 정책리포트, 2007)

본 어플리케이션은 구글 맵의 API와 구체역이 발생한 지리적 데이터를 매쉬업하면서 구체역의 발생 지역을 구글 맵을 통해 실시간으로 확인할 수 있도록 개발하였다. 실제 지도

를 움직여가며 확대/축소해가며 전국의 구제역 발생지점뿐 아니라 구글 맵 API를 통해 구제역 확산 범위나 농장 찾기, 농장 및 구제역 지점 정보를 구글 맵에서 확인할 수 있게 된다.

② 실시간 정보제공을 위한 Push방식의 알림서비스

해당 어플리케이션은 안드로이드 푸시알림서비스, C2DM(Cloud to Device Messaging)를 이용하게 설계하였다.



<Fig. 1-85> 안드로이드 푸시 알림서비스 (<http://code.google.com/intl/ko-KR/android/c2dm/>)

C2DM은 구글에서 제공하는 서비스로, 서버에서 안드로이드 디바이스로 데이터를 전송하는 방식의 서비스다. C2DM은 모바일 어플리케이션에 서버에 직접 접속하라고 알려 주고, 업데이트된 어플리케이션 데이터나 사용자의 데이터를 가져오기 위해서 가볍고 간단한 매커니즘을 제공한다. 메시지를 큐로 관리하고 특정 디바이스의 어플리케이션으로 데이터를 전송하는 것과 같은 메시지를 어플리케이션에 보내기 위한 모든 처리를 수행한다. (<http://pizzastudio.tistory.com/13>)

③ C2DM 구조

C2DM은 아래 두 카테고리로 나뉘어져 있다.

<Table. 1-20> 컴포넌트(Component)

모바일 디바이스	C2DM을 사용하는 안드로이드 어플리케이션이 돌고 있는 디바이스다. 안드로이드 마켓이 설치된 안드로이드 2.2 이상의 디바이스에서 돌아갈 수 있고 구글 계정에 로그인되어 있어야 한다.
써드파티 어플리케이션 서버	C2DM을 이용한 어플리케이션 구현체의 일부로서 개발자가 설정한 어플리케이션 서버이다. 써드파티 어플리케이션 서버는 데이터를 C2DM 서버를 통하여 안드로이드 어플리케이션으로 전송하는 역할을 한다.
C2DM 서버	써드파티 어플리케이션 서버에서 메시지를 받아서 디바이스에 전달하기 위한 서버이고 이 서버는 구글에서 제공한다.

<Table. 1-21> 자격(Credential)

Sender ID	어플리케이션 개발자와 관련된 이메일 계정이다. Sender ID는 디바이스에 메시지를 전송해야 하는 안드로이드 어플리케이션을 식별하기 위해서 별도의 등록절차를 거쳐서 등록해야 한다.
Application ID	메시지를 받아야 하는 어플리케이션 ID이다. 이 어플리케이션은 manifest의 패키지 명으로 식별한다. 이 아이디를 이용해서 메시지를 받고자 하는 어플리케이션이 정확하게 메시지를 받을 수 있도록 보장해준다.
Registration ID	C2DM 서버에서 메시지를 받고자 하는 안드로이드 어플리케이션에 발급된 ID이다. 어플리케이션이 이 키를 받자마자 써드파티 어플리케이션에 보내야 한다. 왜냐하면 이 키는 메시지를 디바이스의 어플리케이션에서 받을 때 디바이스를 식별하기 위해서 사용된다.
Google User Account	C2DM이 작동되기 위해서 모바일 디바이스의 반드시 구글 계정에 로그인 되어 있어야 한다.
Sender Auth Token	구글 서비스에 접속할 수 있도록 인증된 써드파티 어플리케이션 서버에 저장된 클라이언트 로그인 인증 토큰이다. 이 토큰은 보내는 메시지의 POST 요청의 헤더에 포함되어 있다.

본 어플리케이션은 안드로이드의 C2DM을 활용하여 어플리케이션이 종료된 상태에서도 별도의 배터리 소모 없이 실시간 구제역 경보 알람 서비스를 push 방식으로 제공한다.

C2DM을 지원하는 안드로이드 2.2 Froyo 이상 단말기를 보유하고 있다면 누구나 사용 가능하다.

④ 기상청 XML 데이터 파싱을 통한 실시간 정보제공 서비스

기상청 홈페이지(<http://www.kma.go.kr>)에 접속하면 날씨정보에 대한 XML 데이터를 제공한다. 해당 데이터를 통해 각 지역의 특화된 날씨 정보를 계속 받아 올 수 있다.

X 좌표 값은 '시/군' Y 좌표 값은 '읍/면/동' 정보라고 생각하며 되고, <day>는 오늘을 기준으로 며칠 뒤인지를 나타내고, 온도, 기압, 최저온도, 강수확률, 강수량, 풍속, 풍향, 습도에 관한 정보가 정의되어 있어 필요한 정보 값에 대해서 어플리케이션에 적용해 해당 정보를 사용자에게 실시간으로 보여줄 수 있게 된다.



<Fig. 1-86> 기상청 XML 데이터 파싱

다. 결과

(1) 로딩화면 및 초기 설정

어플리케이션을 스마트폰에 설치한 후 첫 화면이다.(Fig. 1-87) 처음 어플리케이션을 실행하면 농장주의 농가 지역을 설정하게 된다. 어플리케이션 실행과 동시에 농가지역설정유무를 비교하여 설정한 사용자라면 바로 <Fig. 1-88>의 메인화면으로 이동한다. 농가설정 화면에서의 지역설정은 시/도, 시/구/군, 읍/면/동 순으로 설정한다. 한번 설정한 지역은 메인의 설정메뉴에서 변경 가능하다. 초기 설정으로 지역을 선택해 설정해야만 메인 화면으로 이동 할 수 있게 된다<Fig. 1-88>.



<Fig. 1-87> 구제역 어플리케이션 로딩화면 및 설정화면

(2) 메인화면

화면 상단에서는 기상청 XML 데이터를 이용해 설정한 지역의 온습도 및 바람(풍향, 풍속)의 기상정보를 실시간으로 확인할 수 있게 한다. 구제역은 환경과도 밀접한 관련이 있으며, 특히 바이러스의 병원성 자체가 낮은 온습도에서 빠르게 전파되기 때문에 농장주들이 자신 농가의 온습도를 자주 체크하면서 구제역 예방에 주의를 주도록 설계했다.



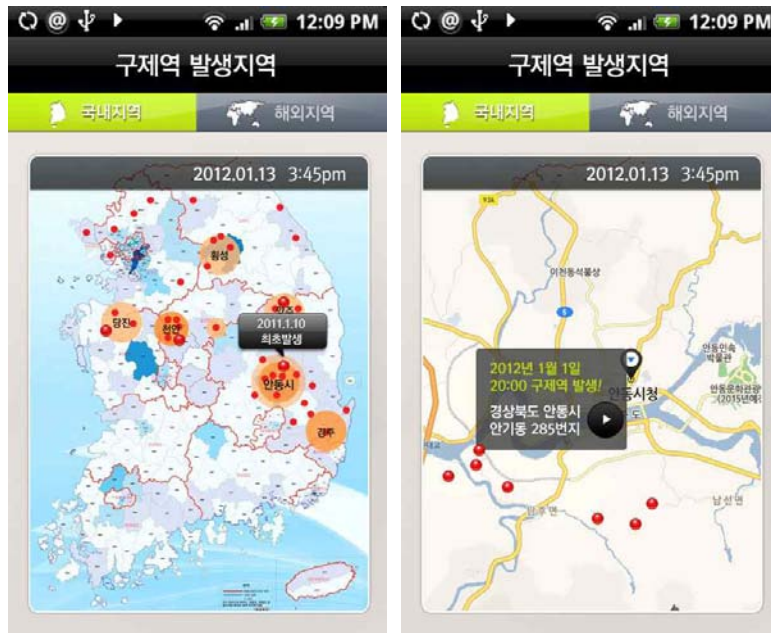
<Fig. 1-88> 메인메뉴 화면

본 어플리케이션은 <Fig. 1-88>과 같이 총 5개의 메인 메뉴로 구성되어 있다. 구제역 의심신고, 구제역발생지역, 구제역속보, 구제역증상, 설정이 그 메뉴이다. 원하는 메뉴를 터치하면 각각의 해당 서브화면으로 이동하게 된다.

(3) 서브화면

<Fig. 1-88>의 메인화면에서 구제역 의심신고 메뉴를 터치하면 구제역신고센터로 바로 전화 연결된다. 농장주가 키우고 있는 가축의 구제역이 의심되면 해당 버튼을 누르면 된다. 구제역 발생지역메뉴를 터치하면 <Fig. 1-89>과 같이 최근 국내외 구제역 발생 농가를 지도에서 붉은 점으로 표시해주며, 확대가 가능하다. <Fig. 1-89>의 붉은 점을 터치했을 때는 해당 발생 농가의 정보와 구제역 발생 시기를 알려준다. 해당 DB정보는 정부기관으로부터 제공받아 어플리케이션에 연동시켜 매핑 시키게 된다. <Fig. 1-89>에서 해외지역 구제역 발생 정보는 리스트로 보여주며, 해당 국가의 방문을 자제하게 하고 해외여행 시 발생 지역 농장 관계자와 접촉을 피할 수 있도록 도움을 준다.

<Fig. 1-88>의 구제역 속보 메뉴를 터치하면 정부기관에서 발표하는 구제역 위기경보단계를 한눈에 파악할 수 있으며, 구제역 의심신고 접수 내용과 그에 따른 결과 값을 리스트로 보여준다. 해당 정보는 음성/양성 판정 상관없이 모든 정보가 노출되게 된다. 지정한 농가 지역의 정보만 따로 볼 수 있게 제작되었다<Fig. 1-90>. 해당 메뉴의 정보가 업데이트 시 어플리케이션 사용자에게 실시간 팝업으로 구제역 속보를 알린다. 또한 동일 지역 구제역 발생 시 구제역 위험 경고 팝업을 실시간으로 알려 구제역 확산을 예방한다.

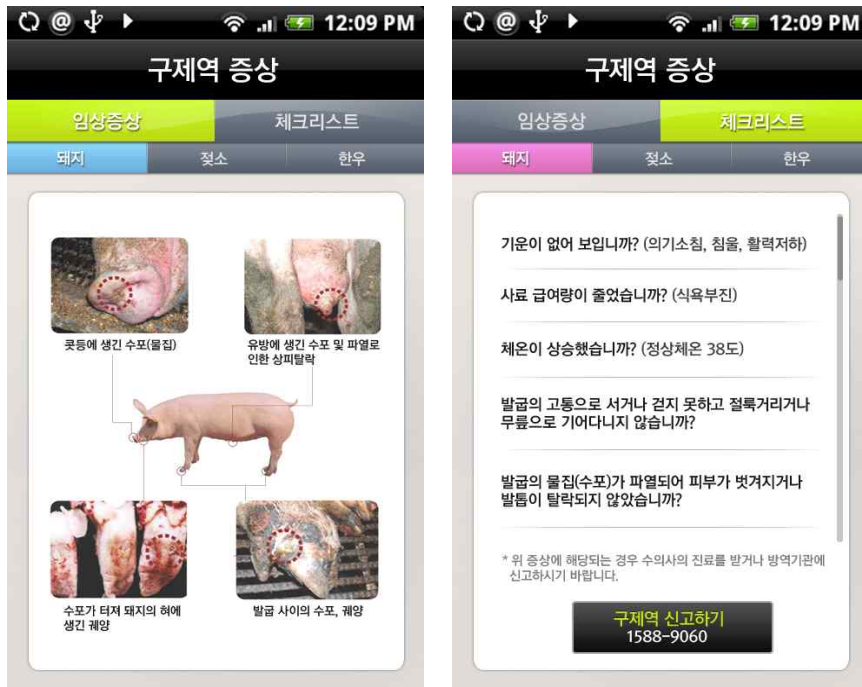


<Fig. 1-89> 구제역 발생지역 어플리케이션 화면



<Fig. 1-90> 구제역 속보 어플리케이션 화면

<Fig. 1-88>에서 구제역 증상 메뉴를 터치하면 <Fig. 1-91>와 같이 임상증상 이미지 및 체크리스트 정보를 통해 키우고 있는 축종의 증상을 비교할 수 있게 하고 구제역이 의심되어질 때 바로 신고 전화를 할 수 있게 한다.

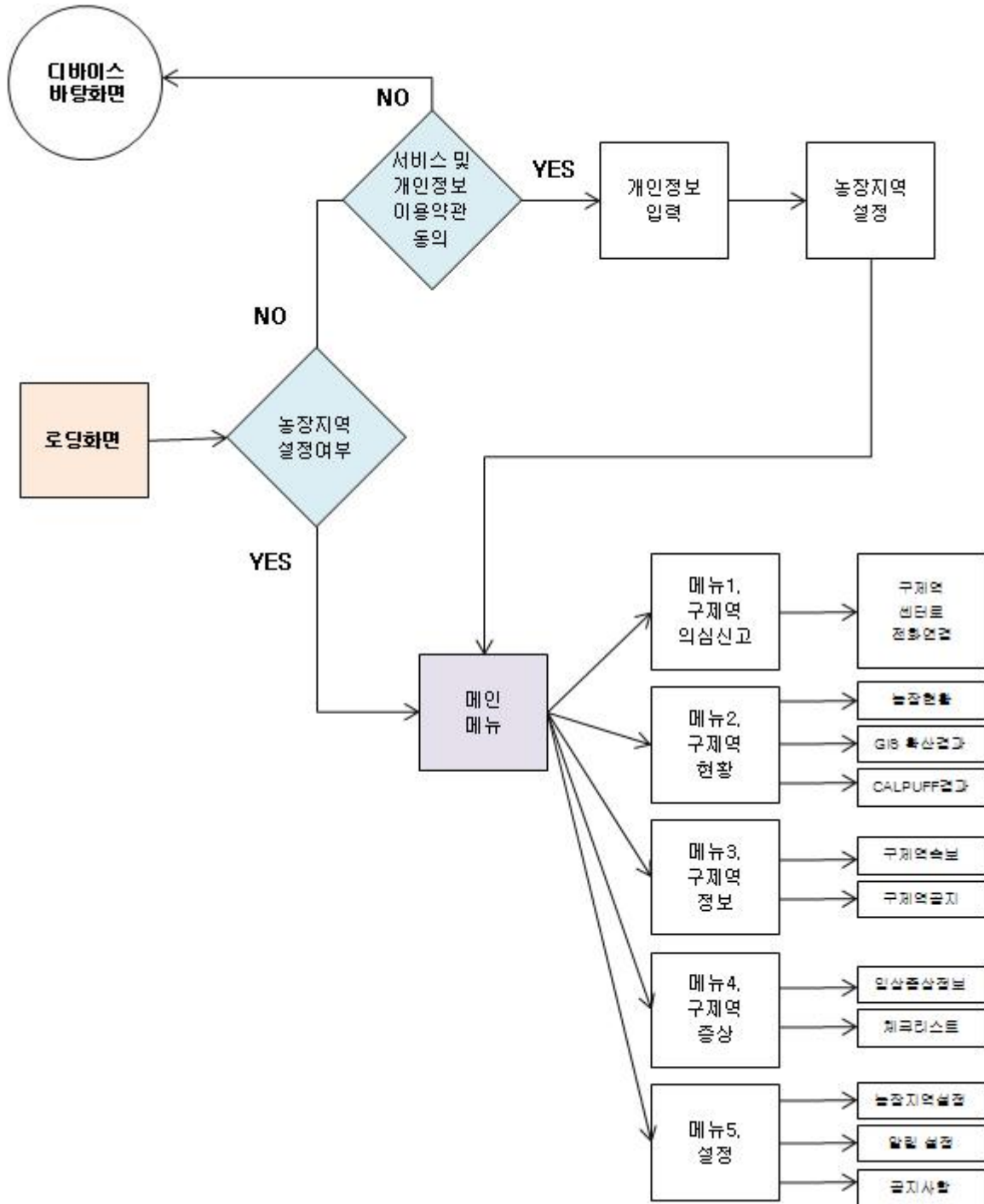


<Fig. 1-91> 구제역 증상 어플리케이션 화면

구제역 발생지역, 발병증상, 구제역 속보 등의 메뉴로 구성된 어플리케이션이 축산농가가 스마트폰에 안드로이드마켓을 통해 축산 농장주들이 다운받을 수 있게 된다. 개발된 어플리케이션은 해당 어플리케이션을 통해 농장주들은 구제역에 대한 정보를 언제 어디서든 실시간으로 접할 수 있게 되었으며, 농장 지역 부근에서 구제역이 발생했을 경우 빠르고 신속하게 구제역 대응을 할 수 있게 되어 구제역의 확산 방지에 도움이 될 것으로 판단되어 진다.

라. 개발 과정

(1) 서비스 메뉴 구조도



(2) 서비스 메뉴 내용

(가) 안드로이드 어플리케이션

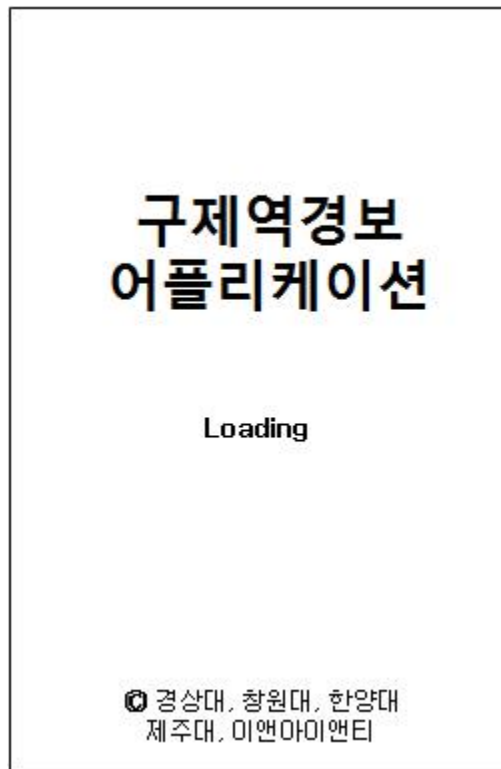
메뉴(1depth)	메뉴(2depth)	내용	담당기관
구제역 의심신고	내용	해당 메뉴 클릭 시 구제역 센터로 전화 연결	
구제역 현황	농가현황	어플리케이션에 가입한 농가의 위치가 표시된 지도 노출	
	구제역 유형1	GIS 확산 결과 / 예측모델 보여줌	경상대학교
	구제역 유형2	CALPUFF결과 / 예측모델 보여줌	창원대학교
구제역 속보	구제역 속보	구제역 신고 접수 및 구제역 속보뉴스 게시판(전국/지역별)	전체
	구제역 공지	구제역 센터 혹은 관련기관의 공지 및 정책자료 게시판	제주대학교
구제역 증상	임상증상	구제역 의심을 판단할 수 있는 증상 이미지	
	체크리스트	구제역 의심을 판단할 수 있는 구제역 체크리스트	
설정	농가지역 설정	설정해 놓은 농가지역을 수정/관리 할 수 있음.	
	알림 설정	구제역 경보 메시지 알림 on / off 설정	
	어플리케이션 공지사항	어플리케이션 관련 공지사항 게시판	이앤아이엔티

(나) 관리페이지(웹)

메뉴(1depth)	메뉴(2depth)	내용	담당기관
회원관리	-	어플리케이션에 가입하는 일반인/경영인 정보 관리	전체
구제역 관리	-	구제역이 발생한 지역 등록	전체
현황관리	GIS(경상대)	연구결과값에 따른 gif 애니메이션 등록 게시판 관리	경상대학교
	CALPUFF(창원대)	연구결과값에 따른 gif 애니메이션 등록 게시판 관리	창원대학교
구제역 속보	구제역 속보	구제역 신고 접수 및 구제역 속보뉴스 게시판 관리	전체
	구제역 공지	구제역 센터 혹은 관련기관의 공지 및 정책자료 게시판 관리	전체
어플리케이션 공지사항	-	어플리케이션 관련 공지사항 게시판 관리	이앤아이엔티

(3) 스토리보드

(가) 로딩화면



- 3초 노출 후 바로 다음 화면으로 이동
- 개인정보 입력 및 농장정보가 설정되어 있으면, 메인 메뉴 화면으로 이동. 설정되어 있지 않다면, 약관동의 화면으로 이동
- 로딩화면에는 어플리케이션 이미지 및 저작권 정보가 노출된다.

(나) 서비스 약관 및 개인정보수집 및 이용 약관

약관동의	
서비스 이용약관	자세히보기
약관 내용	
√ 해당 약관에 동의합니다.	
개인정보수집 및 이용에 대한 약관 자세히보기	
약관 내용	
√ 해당 약관에 동의합니다.	

- 서비스 이용 약관 및 개인정보수집 및 이용에 대한 약관 동의 화면
- 두 약관의 동의 체크를 하면 다음 화면으로 넘어간다. 동의하지 않으면 다음 화면으로 넘어가지 않는다.
- 약관은 [자세히 보기] 버튼을 눌러 약관 전문을 읽을 수 있도록 따로 버튼을 둔다.



이전 버튼 클릭 시, 어플리케이션 종료 팝업

(다) 개인정보입력

개인정보입력

일반인 경영인

이름과 생년월일, 휴대폰번호를 입력해주세요.

이름

v 년
 v 월
 v 일

v

본인인증하기

농장의 축종과 두수를 입력해주세요.

v

- 개인정보입력화면
- 일반인 or 경영인 구분을 먼저 선택
- 휴대폰 인증을 위한 개인정보 입력
(인증은 알림 문자 혹은 푸쉬 서비스를 위해 필요)
- 기타 정보로 현재 농장의 축종 및 두수를 입력함.
여러 축종을 키우는 경우, + 버튼을 눌러 추가해서 입력하게 된다.
추가 시, - 버튼도 생성되며, 삭제도 가능하다.



약관 동의 화면으로 이동

(라) 휴대폰번호 인증하기

- 휴대폰 인증화면
- 인증번호가 문자로 전송되면, 사용자는 문자를 확인하고, 인증번호를 입력하게 된다.
- 인증이 완료되면 다시 개인 정보 다음 입력 창으로 돌아가며, 올바르지 않을 경우 알림 창과 함께 입력 포커스가 넘어가지 않는다.



인증화면 나가기 팝업 후, 확인 키를 누르면 개인정보입력화면으로 이동

(마) 농장 주소설정

농장주소설정			
위치하신 농가지역을 아래에서 선택해주세요.			
강원도	경기도	경상 남도	경상 북도
광주 광역시	대구 광역시	대전 광역시	부산 광역시
서울 특별시	충청 광역시	인천 광역시	전라 남도
전라 북도	제주 특별 자치도	충청 남도	충청 북도

- 농장주소설정화면 : 시/도, 시/구/군, 읍/동/면 순으로 선택하게끔 설계
- 세부 주소로 가면서 [다음]버튼을 눌러 해당 지역을 찾아 선택하게 된다.
- 주소를 선택하면 색이 칠해진 텍스트박스에 자동으로 주소가 노출된다.



어플리케이션 종료팝업

농장주소설정

위치하신 농가지역을 아래에서 선택해 주세요.

경상남도 진주시 칠암동

상위	가호동	강남동	금곡면
----	-----	-----	-----

나머지 주소 입력

확인
취소

봉수동	봉안동	사봉면	다음
-----	-----	-----	----

- 읍/동/면을 선택하면 나머지 주소 입력을 할 수 있는 창이 뜬다.
- 팝업에서 확인 버튼을 누르면 최종 확인 창이 뜬다.
메인 메뉴 화면으로 이동하게 된다.
- 취소 버튼 클릭 시, 이전 읍/동/면 선택화면으로 돌아간다.
- 농장지역은 최초 설정 후, [설정] 메뉴에서 수정 가능하다.



설정팝업 닫히며, 읍/동/면 선택화면으로 이동

농장주소설정

위치하신 농가지역을 아래에서 선택해주세요.

경상남도 진주시 칠암동

상위	가호동	강남동	금곡면
----	-----	-----	-----

나머지 주소 입력

137-2

확인

취소

봉수동	봉안동	사봉면	다음
-----	-----	-----	----

- 나머지 주소를 입력한다.

농장주소설정

위치하신 농가지역을 아래에서 선택해주세요.

경상남도 진주시 칠암동

상위	가호동	강남동	금곡면
----	-----	-----	-----

농장지역설정

[경상남도 진주시 칠암동 137-2]
설정하시겠습니까?

확인

취소

봉수동	봉안동	사봉면	다음
-----	-----	-----	----

- 나머지 주소를 입력하고 나면 최종 확인 팝업창이 뜬다.
- 팝업창에서 주소를 확인하고 확인 버튼을 누르면 메인 메뉴 화면으로 이동하게 된다.

- 취소 버튼 클릭 시, 이전 읍/동/면 선택화면으로 돌아간다.
- 농장지역은 최초 설정 후, [설정] 메뉴에서 수정 가능하다.



설정팝업 닫히며, 읍/동/면 선택화면으로 이동

(바) 메인 메뉴화면



- 메인 메뉴화면
 - 상단에는 설정해 놓은 농장 지역의 온도, 풍향, 풍속, 습도 정보가 표시된다.
 - 설정된 지역을 변경하려면 메인- [설정] 메뉴에서 수정하면 된다.
- 온습도, 풍향풍속 정보는 기상청 XML 자료와 연동.



어플리케이션 종료팝업



- 구제역 예측현황 및 구제역 속보, 어플리케이션
공지사항 글 추가 시 아이콘으로 신규 정보가 있음을 표시.
- 사용자의 어플리케이션 접속 날짜와 비교하여 노출

(사) 메뉴

① 구제역 의심 신고

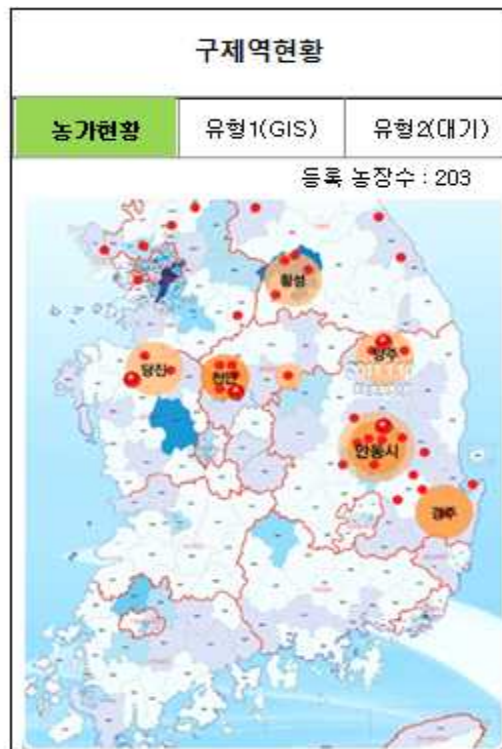


- 구제역 의심신고 메뉴 버튼을 누르면 “구제역 센터로 연결하시겠습니까?”라는 팝업이 뜨고, 확인을 누르면 바로 전화가 걸리게 된다. 취소를 누르면 팝업이 닫히며, 메뉴 화면으로 돌아간다.

② 구제역 현황

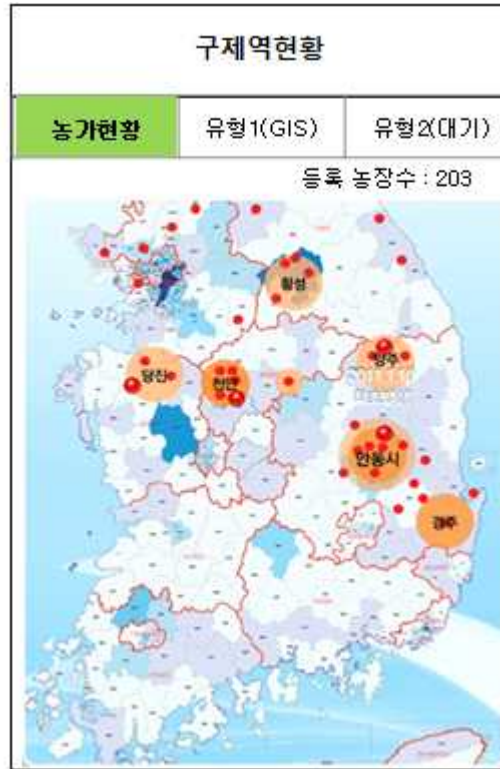


- 구제역 현황 메뉴는 어플리케이션에 가입한 농장의 위치를 지도로 표시한다. 또한 GIS 확산, CALPUFF 구제역 확산 결과 및 예측모델을 보여주는 메뉴이다.



- 등록된 농장의 위치가 표시된다.

③ 구제역 현황(상세)



- 화면 양쪽으로 드래그시 지도가 확대/축소된다.

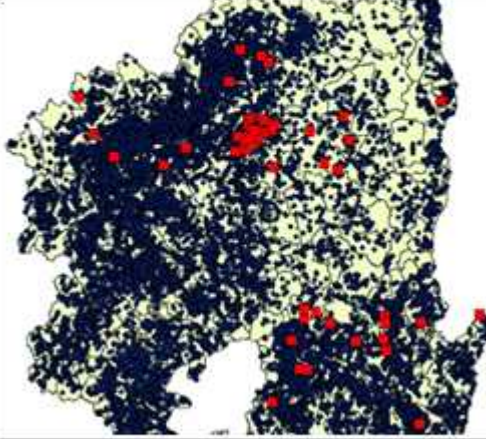


이전 메뉴화면으로 이동

구제역현황		
농가현황	유형1(GIS)	유형2(대기)
등록 농장수 : 203		
		
주소 : 경북 안동시 와룡면 서현리 축종(두수) : 돼지(5,500)		
<input type="button" value="확인"/>		

- 마커를 선택하면 해당 농장의 주소 및 축종(두수)가 표시된다.
- 확인 버튼을 누르면 정보창이 닫히고 지도로 돌아간다.

④ 유형1(GIS)

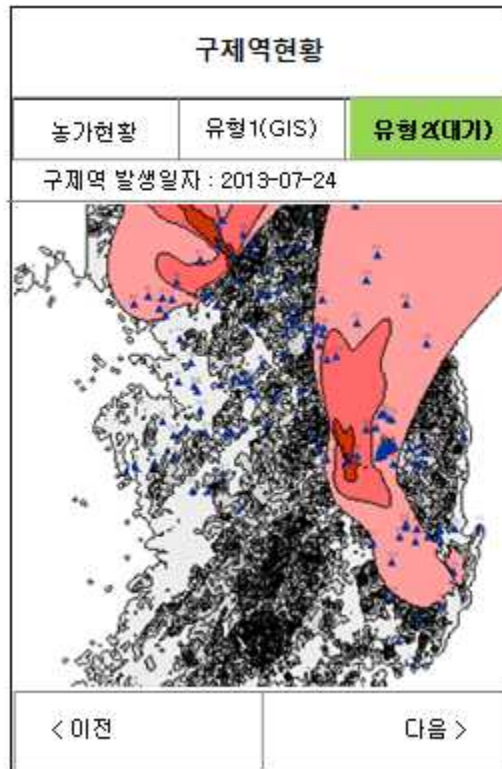
구제역현황		
농가현황	유형1(GIS)	유형2(대기)
구제역 발생일자 : 2013-07-24		
발생지역 : 경상북도 안동시 송현동		
		
< 이전	다음 >	

- 관리자페이지에 등록된 GIS 확산 경로 지도가 노출된다.
- 구제역 발생일자, 발생지역을 확인할 수 있으며, 일자별로 확산 정보를 확인할 수 있다.
- 한 날짜에 여러 농장의 구제역이 발생한 경우에는 슬라이드 이미지로 확인 가능하다.



이전 메뉴화면으로 이동

⑤ 유형2(대기)



- 일자별 대기의 이동 경로를 확인할 수 있는 지도 이미지가 노출된다.
- 해당 이미지 역시 관리자 페이지에 저장된 정보가 그대로 보이게 된다.
- 이전 / 다음 버튼을 눌러 다른 일자의 정보를 확인해 비교할 수도 있다.



이전 메뉴화면으로 이동

⑥ 구제역 정보



- 구제역 정보 메뉴는 구제역 속보 뉴스를 실시간으로 확인가능하며, 관련 정보를 확인할 수 있는 메뉴이다.

⑦ 구제역 속보

구제역 정보	
구제역 속보	구제역 자료실
제목 충남도 구제역 대응 "자주 방역" 보도일 2013.06.19 언론사 충청투데이	>
제목 경기도 야생동물 구제역 검사 '음' 보도일 2013.06.19 언론사 인천일보	>
제목 원주 환경청, 농촌지역 지하수 무 보도일 2013.05.27 언론사 연합뉴스	>
제목 농식품부, "중국AI 전담반 구성" 보도일 2013.05.09 언론사 YTN사이언스	>

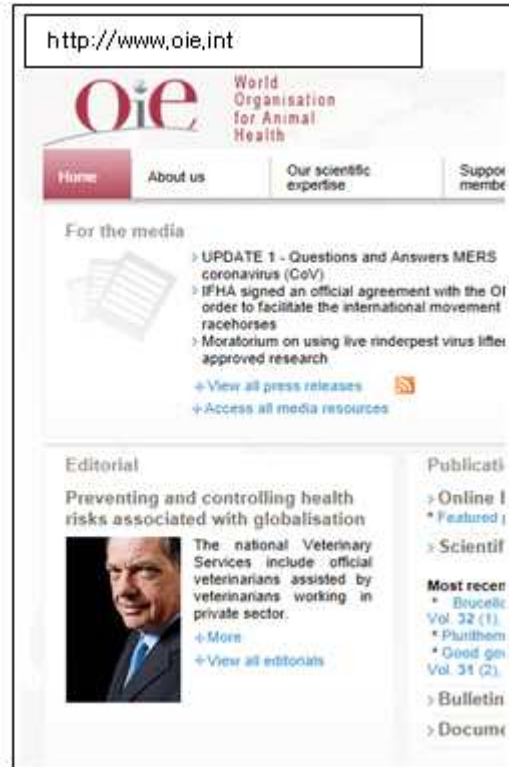
- 관리자페이지에 등록된 구제역 속보가 실시간으로 보여진다.
- 글을 클릭 했을 경우, 미리 등록된 링크 주소에 따라 해당 언론사 기사로 바로 연결된다.



이전 메뉴화면으로 이동

⑧ 구제역 자료실

구제역 정보	
구제역 속보	구제역 자료실
사이트명 국제수역사무국 www.oie.int	>
사이트명 농림수산검역본부 위기대응 센터	>
사이트명 농림축산검역본부	>
사이트명 가축위생방역지원본부	>



- 관리자페이지에 등록된 구제역 관련 자료실 사이트 및 링크 주소가 노출된다.
- 해당 사이트를 클릭하면 바로 인터넷으로 연결된다.



이전 메뉴화면으로 이동

⑨ 구제역 증상



- 구제역 증상 메뉴는 농장주 스스로 임상증상 및 체크리스트를 통해 구제역 점검을 할 수 있는 메뉴이다.

⑩ 임상 증상

구제역 증상		
임상증상		체크리스트
돼지	젖소	한우
제공 : 농림수산검역본부		

- 돼지/젖소/한우 별 임상증상이 이미지로 정보가 나와 있음.
- 정보제공은 농림수산검역본부



이전 메뉴화면으로 이동

⑪ 체크리스트

구제역 증상		
임상증상	체크리스트	
돼지	젖소	한우
기운이 없어 보입니까? (의기소침, 침울, 활력저하)		
사료 급여량이 줄었습니까? (식욕부진)		
체온이 상승했습니까? (정상체온 38도)		
발굽의 고통으로 서거나 걷지 못하고 절뚰거리거나 무릎으로 기어다니지 않습니까?		
발굽의 물집(수포)이 파열되어 피부가 벗겨지거나 발톱이 탈락되지 않았습니까?		
* 위 증상에 해당되는 경우 수의사의 진료를 받거나 방역기관에 신고하시기 바랍니다.		
제공 : 농림수산검역본부		

- 돼지/젖소/한우 별 구제역을 확인할 수 있는 체크리스트가 나옴.
- 사용자들이 확인하여 기르던 축종의 병과 비교 할 수 있다.
- 정보제공은 농림수산검역본부



이전 메뉴화면으로 이동

⑫ 설정

구제역 경보 어플리케이션		
온도	풍향/풍속	습도
5°C	서풍 3m/s	32%
(오늘 : 2013,2,16)		

설정	
농장지역 설정 현재 : 경기도 고양시 덕양구 화정동	>
알림 설정	>
공지사항	>

- 설정 메뉴는 어플리케이션 공지사항을 확인 할 수 있으며, 농장지역 및 알림 설정을 할 수 있는 메뉴이다.



이전 메뉴화면으로 이동

⑬ 농장지역설정

설정	
농장지역 설정 현재 : 경상남도 진주시 철암동	>
알림 설정	>
공지사항	>

⑭ 농장지역재설정

설정			
현재 농장지역			
경기도 고양시 덕양구 화정동			
재설정 하고자 하는 지역을 선택해주세요.			
강원도	경기도	경상 남도	경상 북도
광주 광역시	대구 광역시	대전 광역시	부산 광역시
서울 특별시	충청 광역시	인천 광역시	전라 남도
전라 북도	제주 특별 자치도	충청 남도	충청 북도

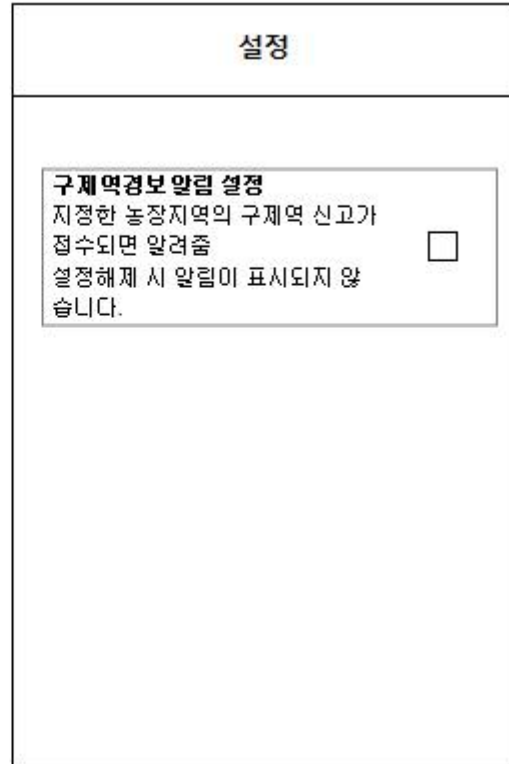
- 초기 농장지역 설정 방법과 동일한 방법으로 농장지역을 재설정할 수 있다.

- 농장이 수정되면, 바뀐 기상정보와 알림을 받을 수 있다.



이전 메뉴화면으로 이동

15 알림설정



- 기본적으로 체크 되어 있음.
- 체크를 해지하면, 더 이상 알림 메시지가 전송되지 않도록 함.



이전 메뉴화면으로 이동

⑩ 공지사항

설정	
<p>농장지역 설정 현재 : 경상남도 진주시 칠암동</p>	
<p>알림 설정</p>	
<p>공지사항</p>	

설정	
어플리케이션 업데이트 3차	>
서버점검 3차(2012.01.15)	>
어플리케이션 업데이트 2차	>
서버점검 2차(2012.01.12)	>
어플리케이션 업데이트 1차	>
서버점검 1차(2012.01.10)	>
어플리케이션 오픈기념 이벤트	>

- 어플리케이션 업데이트 및 기술적인 부분에 대한 공지사항 글을 확인할 수 있다



이전 메뉴화면으로 이동

구제역 발생지역, 발병증상, 구제역 속보 등의 메뉴로 구성된 어플리케이션이 축산농가가 스마트폰에 안드로이드마켓을 통해 축산 농장주들이 다운받을 수 있게 된다. 개발된 어플리케이션은 해당 어플리케이션을 통해 농장주들은 구제역에 대한 정보를 언제 어디서든 실시간으로 접할 수 있게 되었으며, 농장 지역 부근에서 구제역이 발생했을 경우 빠르고 신속하게 구제역 대응을 할 수 있게 되어 구제역의 확산 방지에 도움이 될 것으로 판단되어 진다.

마. 구제역 어플리케이션 활성화 방안 및 관리

최근 축산, 농업인에게도 스마트폰 보급이 확대되면서, 스마트폰을 통해 축산이나 농업에 활용할 수 있는 부분이 많아졌으며, 스마트폰 어플리케이션 보급 확대는 농업 경영인에게도 큰 혜택으로 돌아가고 있다.

(1) 시청, 구청 등 관할 부서의 교육을 통한 활성화

지역별로 시청에서 농업, 축업 경영인들에게 주기적으로 스마트폰 활용 교육을 실시하고 있다. 해당 교육은 스마트폰 기본 사용법부터 어플리케이션 이용 및 SNS 활용 등에 대한 교육이다. 많은 농업, 축업 경영인들이 관심을 갖고 교육을 받고 있는 것으로 알고 있는데, 해당 교육을 통해 어플리케이션 홍보 및 설치를 통해 활성화를 할 수 있을 것으로 본다.

(2) 농림부, 구제역 센터 혹은 언론을 통한 적극적인 홍보

농림부 혹은 구제역 센터 등 축산인들이 신뢰할 수 있는 기관에서 온라인 및 오프라인 홍보를 통해 활성화 시킬 수 있다. 뉴스나 기사 등 대중 매체를 통한 방법이나, 구제역 관련 홈페이지를 통해 홍보활동을 할 수 있다.

(3) 어플리케이션 지속적인 업데이트 및 재방문 유도

수많은 어플리케이션이 매일 출시되지만, 오래가지 못하는 이유는 그만큼 유용성 및 흥미 부분에서 재방문하고자 하는 매력이 없기 때문이다. 그런 부분에서 구제역 어플리케이션도 주기적인 업데이트 및 기능 강화가 필요하다. 단순히 구제역 알림뿐만 아니라 실질적으로 축산업에서 꼭 필요한 정보를 실시간으로 제공 해줘야한다. 또한 재미요소를 가하여 사용자가 주기적으로 들어올 수 있게끔 유도 한다.

(4) 구제역 기능 외 SNS 기능 탑재

구제역 기능 외 경영인들 간 소비자들과의 SNS 기능을 넣어 경영인들과의 정보 공유 및 생산자와 소비자가 가깝게 소통할 수 있는 수단으로 활용할 수 있다. 소비자의 니즈가 변화하는 트렌드를 생산하는 읽고 그에 맞추어 변화해야한다고 생각한다. 또한 타지에 있는 경영인들과도 실시간으로 정보를 공유할 수 있어 좋은 효과가 있을 것으로 기대된다.

(5) 어플리케이션 관리

어플리케이션 관리는 우선 해당 프로젝트를 진행 제작한 경상대학교, 창원대학교, 부산가

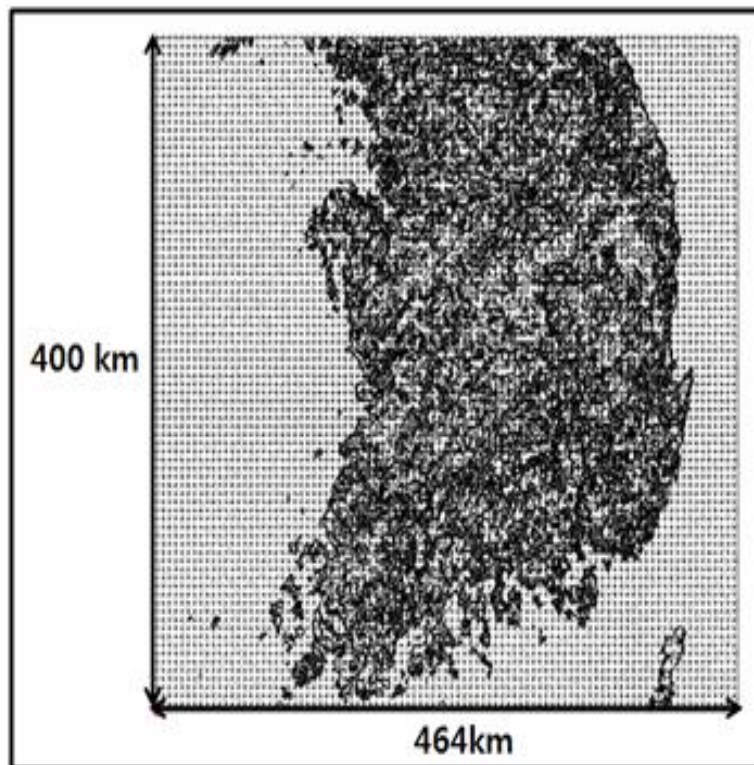
톨릭대, 제주대학교, (주)이앤아이앤티가 각 분야별 관리를 담당한다. 해당 어플리케이션이 경영인들에게 많이 보급되어 사용되어지면, 구체역 및 조류독감 관련 기관 및 정부에 지원 받아 보다 확대된 서비스를 제공할 수 있는 어플리케이션이 되길 기대한다.

[제 1협동] 창원대학교

1절. 자료입력

1. 초기연구 모델링 자료입력

가. 모델링 영역

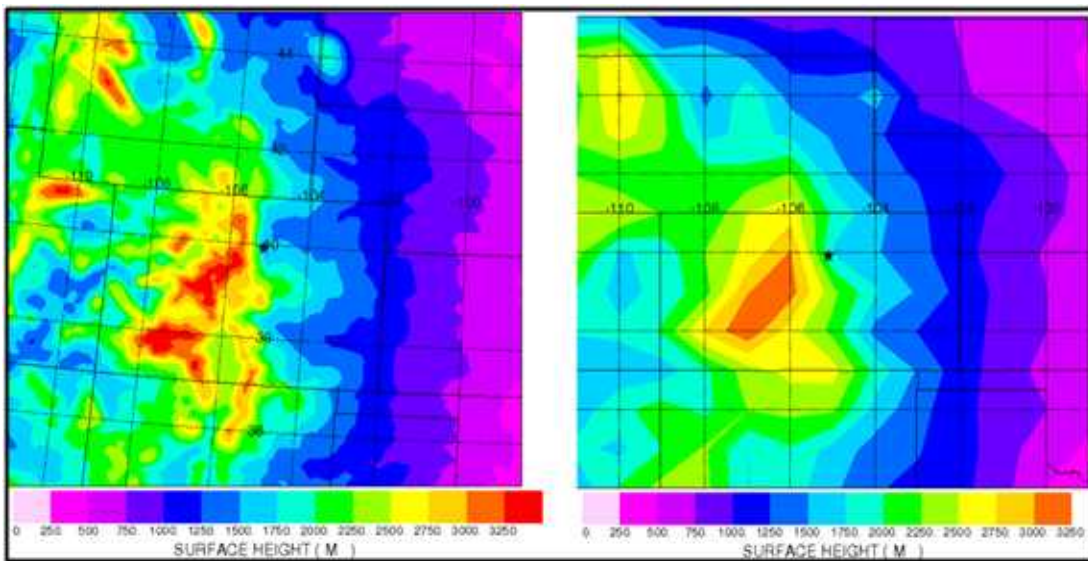


<Fig. 2-10> 초기 연구 영역

본 연구를 수행하기에 앞서 <Fig. 2-10>에서와 같이 한국전체를 대상으로 초기연구를 실시하였다. 중심은 36.10N, 127.58E를 기준으로 하였고, 2010년 11월 21일 - 30일까지 모델링을 임의로 수행하였다.

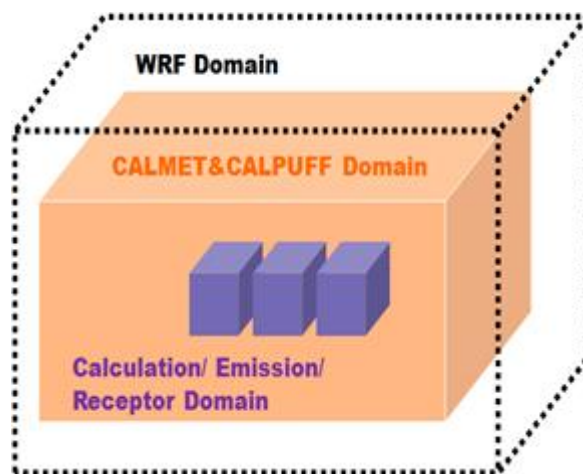
나. 지형파일의 중요성

<Fig. 2-11>에서와 같이 지형자료의 해상도에 따라 모델링 수행 결과의 차이가 클 수 있음을 알려주고 있다. <Fig. 2-11>의 지형자료 속의 검은 색 별 모양이 표시된 곳은 같은 지역 같은 지점이다. 왼쪽의 그림이 오른쪽의 그림보다 훨씬 더 매끄럽고 세밀하게 표현되어 있음을 알 수 있다. 예를 들어 모델링 지형 자료의 해상도가 낮다면, 지표면의 높낮이를 제대로 표현 할 수 없기 때문에 기상장 파일에도 영향을 주게 됨을 알 수 있다.



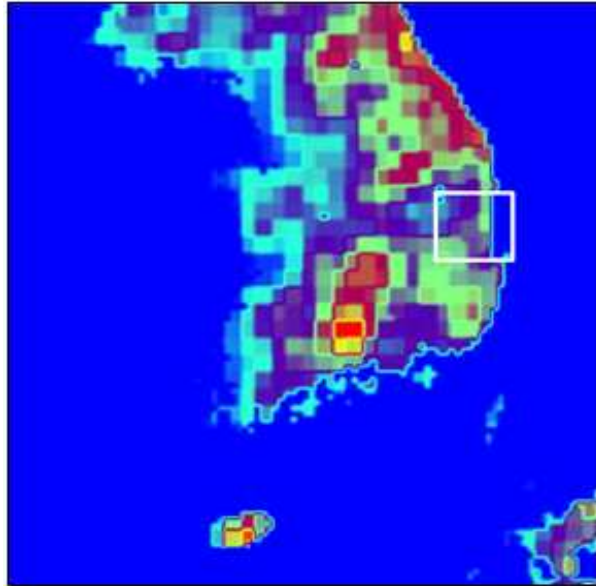
<Fig. 2-11> 지형 입력자료 해상도의 중요성

(1) WRF 모델링 영역



<Fig. 2-12> WRF 모델링 영역의 설정

본 연구에서는 WRF의 수평격자의 모델링 영역은 중앙을 북위 36.35N, 동경 128.75E로 정하여 가로 63개, 세로 66개의 격자를 갖는 3km 해상도로 구성하여 경북지역을 대상으로 설정하였다. <Fig. 2-12>와 같이 WRF의 기상장 영역은 CALPUFF의 모델링 영역보다 커야하기 때문에 WRF의 영역은 경상북도가 짝 차는 영역을 설정하였다. <Fig. 2-13>에 WRF 모델링영역을 표현하였다.



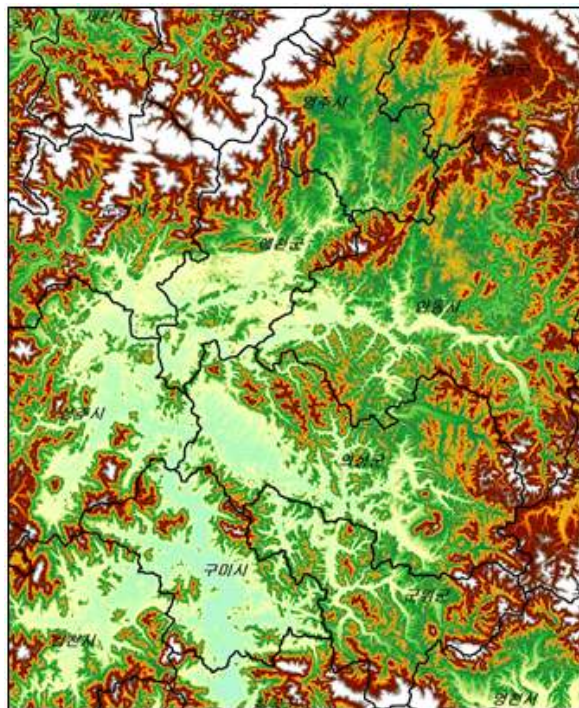
<Fig. 2-13> WRF 모델링 영역

(2) CALPUFF 모델링 영역

CALPUFF 모델 수행에 있어서 지형 해상도의 차이는 3차원 기상장 및 대기오염물질 확산 결과에 민감하게 반응할 수 있기 때문에 보다 정확도가 높은 지형자료를 입력 자료로 이용하는 것이 중요하다. 본 연구에서 사용한 지형 데이터의 정보는 아래 <Table. 2-1>에 나타내었으며, 대상 모델링 영역은 <Fig. 2-14>에 나타내었다.

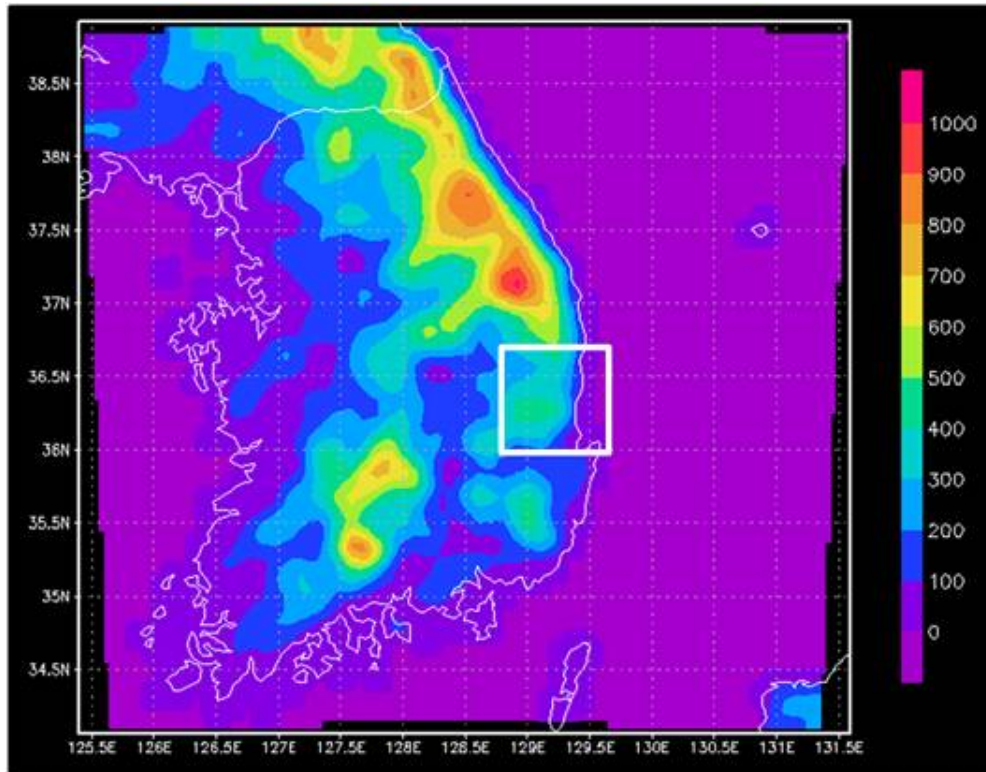
<Table. 2-1> CALPUFF모델 입력 지형 고도 및 특성

항목	구분
Land Use	USGS Land Use
Terrain	ASTGTM2 (~30m)



<Fig. 2-14> CALPUFF 대상 모델링 영역

(3) HYSPLIT 모델링 영역



<Fig. 2-15> HYSPLIT 모델링 영역

본 연구에서는 HYSPLIT 모델링 영역을 CALPUFF 모델링 영역과 같이 경상북도 지역을 대상으로 수행하였다. HYSPLIT 영역을 <Fig. 2-15>에 표현하였다. 농식품부의 공식 발표 자료에서 나타나있는 첫 구제역 발병 시작 지점인 안동시 와룡면 서현리 서현축산단지의 위치를 참고하여 모델링 영역의 중심(36.35N, 128.75E)으로 가로·세로 120km의 길이를 모델링 영역으로 설정하였다.

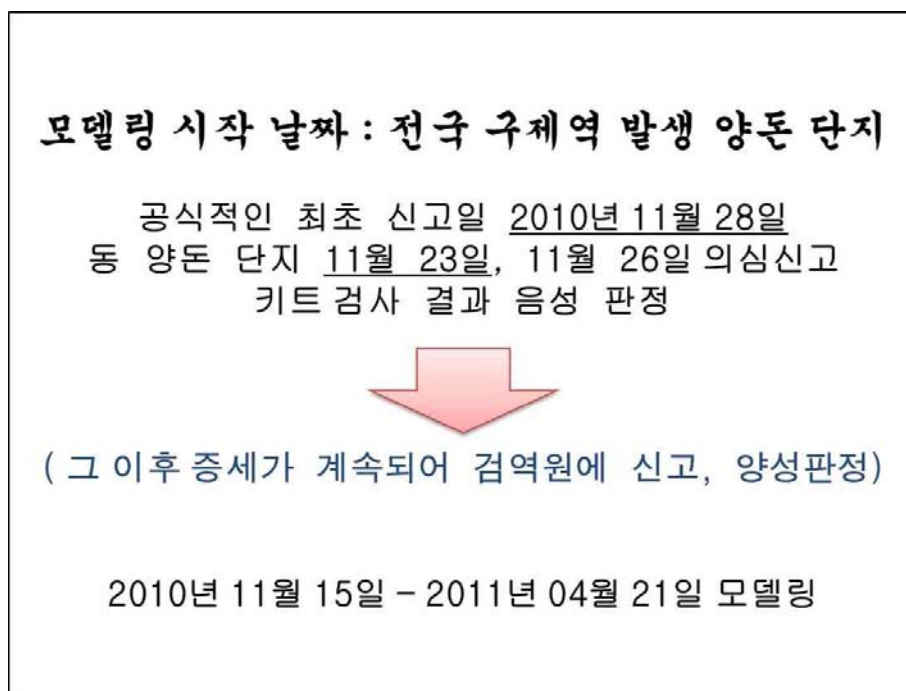
2. 모델링 입력자료

가. WRF 모델링 입력자료

(1) 모델링 기간

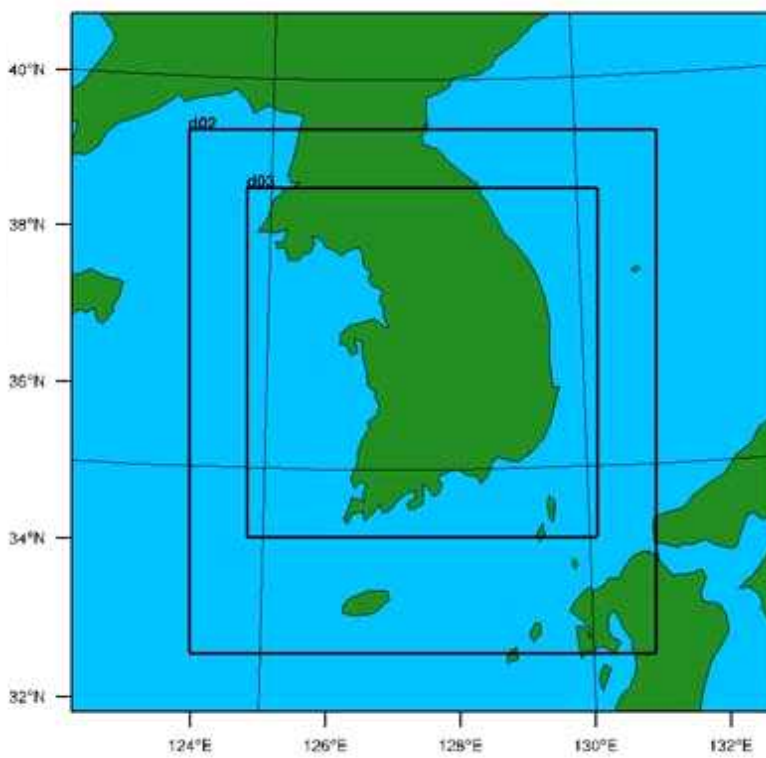
농림식품수산부의 구제역 자료실에서 얻을 수 있는 2010년 11월 구제역 발생 당시 신고 내역(2010.11.28 - 2011.04.21)과 후에 문제가 되었던 “안동지역 양돈단지의 구제역은 2010년 11월 28일 최초로 신고 되었으나, 실제로는 이 양돈단지에서 11월 23일 의심 신고가 있었다.”라는 뉴스를 참고하여 최초 신고 일자를 2010년 11월 23일로 가정하여 모델링 수행 기간을 설정하였다.

구제역 증상이 나타내기 2-8일 전부터 바이러스가 배출된다는 연구결과를 바탕으로 본 연구에서는 FMDV 확산을 위한 시나리오 작성을 위해 <Fig. 2-16>와 같이 2010년 11월 15일 ~ 2011년 04월 21일을 모델링 수행기간을 설정하였다.



<Fig. 2-16> 본 연구의 모델링 기간

(2) WRF 모델링 영역



<Fig. 2-17> WRF 모델링 영역

이 연구를 위하여 WRF 중규모 수치모델 V3.1.1(Skamarock et al., 2008)을 이용하였다. 수치모의를 위한 모델 설계는 한반도를 중심을 맞추어 3개의 영역으로 <Fig. 2-17>과 같이 설정하였다. 각 영역의 수평 격자 간격은 Domain 1이 81km(1053×1053), Domain 2가 27km(675×675), Domain 3는 9km(279×279)이고 두 번의 Nesting이 이루어졌으며 격자 중심은 위도 36°와 경도 127°이다. 또한, 모델의 초기 입력 자료 및 경계 자료는 NCEP/NCAR에서 6시간 간격으로 제공되는 수평 간격이 1.0°×1.0°인 GDAS(Global Data Assimilation System) FNL(final analyses)를 사용하였다. <Table. 2-2>에 WRF 모델링 입력 자료를 요약하였다.

<Table. 2-2> WRF 입력자료

Model	WRF V3.1.1		
Domains	Domain 1	Domain 2	Domain 3
Horizontal grid spacing	81km	27km	9km
Dimension	1053×1053	675×756	279×279
Vertical level	23 layers		
Initial condition	NCEP/NCAR GDAS(FNL) reanalysis (6-hourly 1°×1°)		

(3) WRF 모델의 실행

WRF 결과를 사용하기 위해서는, WRF 시스템의 이해가 필요하다. WRF 시스템은 WPS (WRF Pre-processing System)와 WRF 모형본체로 이루어지며, <Fig. 2-18>은 WRF 시스템 전체 구성 및 실행 순서를 나타낸다. 이 연구의 목적은 이상 실험(ideal case)이 아닌 실제 기상 상황에 대한 실험과 예보(real case) 이므로 최종 결과까지 다음의 과정을 거쳐야 한다.

(가) WRF 모형을 사용하기 위해서는 초기 및 경계조건 자료를 준비해야한다. WPS는 WRF 전처리 과정으로, 선택한 모델영역과 해상도에 대하여 지형 정보를 내삽하고, GFS, NCEP 등과 같은 전구 기상자료인 GRIB1, GRIB2 형식자료를 선택된 모델 영역과 해상도에 대하여 수평 내삽하여 WRF의 초기·경계 자료로 제공한다. 이 연구에서는 GRIB1 형식을 이용하였다. GRIB(Gridded Information in Binary)은 수학적 형식으로 만들어진 기상 데이터이다.

(나) REAL data initialization을 통하여 모형 설정에 적합한 역학/물리적 초기화 과정을 실행한다. 보다 정확한 초기 조건을 얻기 위해, 관측 자료를 모형 초기 자료에 반영하는 자료동화 과정인 WRF-Var 과정을 적용할 수 있다. WRF-Var란 관측 자료를 동화할 수 있는 도구로서 3차원 및 4차원 변분법을 제공한다.

(다) WRF 모형을 실행한다.

(라) 산출된 자료를 가시화한다. 자료를 가시화 할 수 있는 프로그램으로는 RIP, NCL,

GrADS, VAPOR, IDL 등이 있다. 이 밖에도 NetCDF 형식을 다루는 모든 응용프로그램을 사용하여 가시화 할 수 있다.

나. CALPUFF 모델링 입력자료

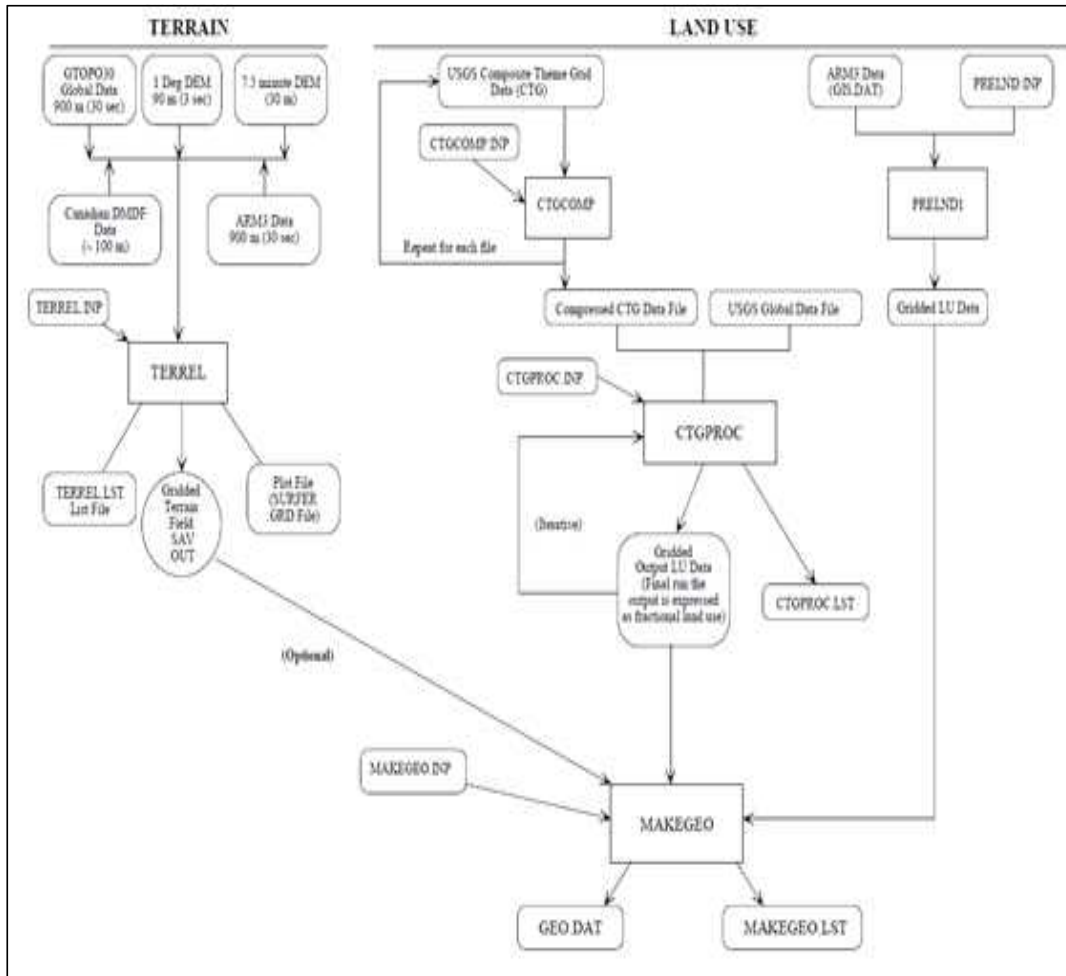
(1) CALMET

CALMET 수행에 있어서 지형 해상도의 차이는 3차원 기상장 및 대기오염물질 확산 결과에 민감하게 반응할 수 있기 때문에 보다 정확도가 높은 지형자료를 입력 자료로 이용하는 것이 중요하다. 본 연구에서 사용한 지형 데이터의 정보는 아래 <Table. 2-3>에 나타내었다.

<Table. 2-3> CALMET 입력자료

Parameters		Configuration	
		X	Y
Grid control	Reference grid	124km	3789km
	Grid cells	242	240
	Projection origin(deg.)	38N, 126E	
	Grid spacing(ΔX)	2km	
	Vertical layers	12	
	Cell face heights(m)	0,20,40,80,160,300,600,1000,1500,2200,3000,4000,5200	
Map projection	Land Use	USGS Land Use	
	Terrain	ASTGTM2 (~30m)	
	Projection	Universal Transverse Mercator (UTM)	
	Geoid-Ellipsoid	Korean Geodetic System 1995 : WGS84	
	Region/Datum	South Korea/WGS-84	

지형 입력 자료는 토지이용도, 표면 파라미터(지표 거칠기, 알베도, 토양 열 플럭스, 낙엽)과 건물 열 플럭스, 고도 등을 포함한다. 토지이용도와 고도 자료는 격자영역의 입력 자료이다. <Fig. 2-18>은 CALMET에서 지형자료를 생성하는 과정을 나타낸다.



<Fig. 2-18> Processing Geophysical Data

TERREL에 사용할 수 있는 자료로는 USGS Digital Elevation Model(DEM) data, ARM3 digital terrain data, Canadian(Alberta) DEM terrain data, SRTM3 등이 있다. 여기서 DEM이란 수치표고모형으로 수치 지형 또는 수심측량 데이터에 관한 일반적인 용어로써 Digital Elevation Models이라하며 일반적으로 DEM은 식생과 인공지물을 포함하지 않는 지형만의 표고 값을 의미하며, 강·호수의 DEM 높이 값은 수표면을 나타낸다. 쉽게 이야기하면 지면의 높낮이를 기록한 자료를 말한다. 대부분 일정한 격자형태로 높이를 기록하는데 이 간격이 좁을수록 지형이 현실과 가깝게 표현된다. 현재 우리가 얻을 수 있는 가장 해상도가 높은 자료는 NASA에서 TIFF형식으로 제공하는 ASTGTM2 파일로서 1 arc-sec의 해상도를 가지고 있다. 이 파일은 <https://earthdata.nasa.gov/> 사이트에서 간단한 가입을 통해 얻을 수 있다. 따라서 이 연구에서는 NASA에서 제공되는 지형 자료를 이용하였다.

(2) CALPUFF

CALPUFF의 모델링 기간은 WRF 모델링 기간과 동일한 2010년 11월 15일부터 2011년 4월 21일 까지 158일간 진행하였다. Domain역시 CALMET과 동일하게 설정하였으며 수직 격자는 12 layer를 사용하였고, 첫 번째 층은 지표에서 0m에서부터 20m로 하였으며 최고 층은 5,200m 높이까지로 정하였다. 2010년 11월 28일 이후 발생한 구제역 발생지점을 대상으로 Point source를 지정하여 모델링을 수행하였다. 구제역 전염병 발생보고현황은 <Table. 2-4>와 같다.

<Table. 2-4> CALPUFF 입력자료

순번	축종	주 소	진단일	LON (deg)	LAT (deg)	Elevation (m)
1	돼지	경북 안동시 와룡면 서현리 236	10.11.28	128.45	36.04	225.55
2	한우	경북 안동시 서후면 이송천리	10.11.29	128.41	36.37	149.96
3	한우	경북 안동시 와룡면 라소리 1039-1	10.12.01	128.47	36.39	258.78
4	한우	경북 안동시 와룡면 가야리 546	10.12.01	128.47	36.39	245.97
5	한우	경북 안동시 이천동 600	10.12.01	128.42	36.35	184.10
6	한우	경북 안동시 서후면 저전리331	10.12.02	128.42	36.38	156.36
7	한우	경북 안동시 서후면 저전리 93	10.12.02	128.42	36.37	172.82
8	한우	경북 안동시 북후면 오산리 368	10.12.02	128.42	36.37	188.67
9	돼지	경북 안동시 와룡면 이하리 242	10.12.02	128.44	36.38	220.98
10	한우	경북 안동시 노하동 55-3	10.12.02	128.41	36.34	137.16
11	한우	경북 안동시 북후면 도진리 471	10.12.02	128.43	36.38	201.78
12	한우	경북 안동시 북후면 도진리 108	10.12.02	128.43	36.38	231.04
13	한우	경북 안동시 북후면 도진리 103	10.12.02	128.43	36.38	236.83
14	한우	경북 안동시 와룡면 이상리 613	10.12.02	128.44	36.37	223.42
15	한우	경북 안동시 서후면 이송천리 563	10.12.02	128.41	36.36	149.35
16	한우	경북 안동시 북후면 도진리 105-1	10.12.02	128.43	36.38	236.83
17	한우	경북 안동시 북후면 도진리 510	10.12.02	128.43	36.38	200.25
18	돼지	경북 안동시 풍산읍 회곡리 213-2	10.12.03	128.39	36.34	181.36
19	한우	경북 안동시 북후면 물한리 169	10.12.03	128.42	36.38	173.13
20	한우	경북 안동시 북후면 장기리 65-1	10.12.03	128.42	36.04	237.13

21	한우	경북 안동시 와룡면 태리 583	10.12.03	128.45	36.38	250.24
22	한우	경북 안동시 북후면 도진리 541-1	10.12.03	128.43	36.38	197.51
23	한우	안동시 북후면 장기리 173	10.12.03	128.42	36.04	236.52
24	한우	안동시 와룡면 태리 548-2	10.12.03	128.45	36.37	251.16
25	한우	안동시 남선면 이천리 600	10.12.03	128.47	36.31	218.85
26	한우	안동시 와룡면 주계리 773	10.12.03	128.47	36.38	250.24
27	한우	안동시 서후면 광평리 117	10.12.03	128.41	36.39	186.84
28	한우	예천군 호명면 오천리 103	10.12.04	128.28	36.35	103.02
29	한우	안동시 예안면 계곡리 108	10.12.04	128.55	36.38	216.10
30	돼지	안동시 서후면 성곡리 85-2	10.12.04	128.39	36.37	206.65
31	한우	영양군 청기면 정족리 1182	10.12.06	129.33	36.04	408.74
32	한우	경북 영주시 적서동 93	10.12.10	128.37	36.47	146.30
33	돼지	경기 연천군 백학면 노곡2리	10.12.14	127.19	37.59	196.60
34	돼지	경북 예천군 지보면 마전리 277	10.12.14	128.23	36.32	106.38
35	한우	경기 파주시 부곡리	10.12.15	126.49	37.48	44.20
36	젓소	경기 파주시 교하읍 산남리	10.12.18	126.42	37.42	50.29
37	한우	경기 고양시 산동구 중산동	10.12.19	126.46	37.41	50.90
38	한육우	경기 가평군 하면 신하리	10.12.20	127.22	37.49	188.98
39	한우	강원 평창군 대화면 신2리	10.12.21	128.27	37.32	154.84
40	한우	경기 연천군 전곡읍 양원리	10.12.21	127.01	37.58	98.45
41	돼지	경기 포천시 동면 사직3리	10.12.21	127.05	37.44	67.36
42	한우	강원 화천군 사내면 명1리	10.12.21	127.03	38.06	400.81
43	한우	경기 김포시 꽃면 갈산리	10.12.21	126.34	37.42	39.93
44	돼지	경기 포천시 관인면 중1리	10.12.21	127.12	38.06	111.25
45	한우	강원 춘천시 남면 가정1리	10.12.22	127.34	37.44	60.66
46	한우	강원 원주시 문막읍 취병2리	10.12.22	127.48	37.18	68.88
47	한우	강원 횡성군 횡성읍 학곡리	10.12.22	127.57	37.03	156.36
48	돼지	인천 강화군 양도면 조산리	10.12.23	126.26	37.39	21.95
49	한우	강원 횡성군 횡성읍 학곡리	10.12.23	127.57	37.03	156.36
50	돼지	경북 영천시 화남면 금호리 833	10.12.23	128.54	36.06	224.03
51	젓소	강원 횡성군 서원면 유현3리	10.12.23	127.53	37.31	324.61
52	한우	강원 철원군 동송읍 관우리	10.12.24	127.13	38.15	254.81

53	한우	경기 여주군 가남면 안금리	10.12.25	127.36	37.13	86.26
54	돼지	인천 서구 오류동	10.12.26	126.04	37.37	9.14
55	한우	경북 청송군 진보면 이촌리 394-2	10.12.26	129.01	36.31	306.63
56	한우	강원 원주시 문막읍 취병2리	10.12.26	127.03	37.31	391.36
57	한우	강원 춘천시 동면 상걸리	10.12.27	127.05	37.51	310.12. 72
58	한우	강원 홍천군 홍천읍 장전평2리	10.12.27	127.53	37.39	175.26
59	돼지	경북 영주시 장수면 갈산리 634	10.12.27	128.33	36.46	146.00
60	한우	강원 횡성군 우천면 정금리	10.12.27	128.05	37.03	387.10
61	돼지	강원 홍천군 남면 유치리	10.12.29	127.51	37.34	313.94
62	한우	경북 영천군 화산면 부계리 350	10.12.30	128.51	36.00	95.40
63	한우	경북 경주시 안강읍 산대리 391	10.12.30	129.11	36.00	83.21
64	한우	경기 남양주시 진건읍 사능1리	10.12.30	127.11	37.39	46.94
65	돼지	강원 횡성군 우천면 상하가리	10.12.30	128.04	37.28	178.61
66	한우	경북 포항시 북구 기계면 학야리 186	10.12.31	129.12	36.03	169.77
67	한우	강원 양구군 양구읍 명리	10.12.31	127.55	38.05	557.48
68	젓소	충남 천안시 동남구 수신면 속창리	11.01.01	127.17	36.43	50.90
69	돼지	경북 영천시 화남면 삼창리 4	11.01.01	128.54	36.04	186.84
70	한우	경북 영천시 화북면 공덕리 645	11.01.01	128.58	35.58	106.68
71	한우	경북 포항시 북구 기계면 현내리	11.01.01	129.11	36.04	60.05
72	한우	경북 영천시 임고면 삼매리 561	11.01.01	128.59	36.03	182.58
73	한우	강원 강릉시 구정면 어단리	11.01.01	128.53	37.04	332.54
74	한우	강원 화천군 간동면 유촌리	11.01.01	127.47	38.02	301.14
75	한우	경기 광명시 가학동	11.01.01	126.51	37.24	33.53
76	돼지	충남 천안시 동남구 병천면 관성2리	11.01.01	127.34	37.01	111.56
77	돼지	강원 원주시 소초면 평장리	11.01.01	128.00	37.24	177.70
78	한우	강원 춘천시 동산면 군자리	11.01.02	127.44	37.45	181.36
79	돼지	충남 보령군 천북면 사호리	11.01.02	126.03	36.28	53.95
80	한우	경북 영천시 고경면 석계리 119-1	11.01.02	129.05	36.00	210.62
81	한우	경북 경주시 안강읍 근계리 393	11.01.02	129.12	35.58	88.39
82	젓소	충남 천안시 동남구 병천면 송정리	11.01.02	127.19	36.44	52.43
83	한우	강원 철원군 철원읍 울이리	11.01.03	127.01	38.13	285.90
84	한우	경기 의정부시 산곡동	11.01.03	127.06	37.43	81.08

85	한우	강원 홍천군 서석면 어론리	11.01.03	128.08	37.42	452.63
86	돼지	충북 괴산군 사리면 방축리	11.01.03	127.39	36.48	132.89
87	한우	강원 춘천시 남면 추곡리	11.01.04	127.39	37.44	154.84
88	돼지	충북 진천군 문백면 도하리	11.01.04	127.26	36.45	155.45
89	돼지	강원 양양군 손양면 삼촌리	11.01.04	128.38	38.01	148.74
90	돼지	경기 용인시 백암면 금삼리	11.01.04	127.22	37.08	115.52
91	돼지	강원 횡성군 안흥면 소사리	11.01.04	128.09	37.27	548.64
92	돼지	충북 음성군 금왕읍 호산리	11.01.05	127.48	37.28	359.36
93	돼지	충남 당진군 합덕읍 도곡리	11.01.05	126.43	36.48	38.40
94	한우	충북 음성군 삼성면 대정리 324	11.01.05	127.31	37.01	117.04
95	돼지	경기 안성시 죽면 화곡리	11.01.05	127.27	37.06	105.46
96	한우	강원 강릉시 구정면 어단리	11.01.06	128.53	37.04	275.54
97	돼지	경기 화성시 장안면 수촌리	11.01.06	126.51	37.05	26.82
98	젓소	인천 계양구 갈현동	11.01.06	126.43	37.34	27.74
99	돼지	경기 안성시 고삼면 신창리	11.01.06	127.14	37.04	96.62
100	돼지	경기 평택시 고덕면 문곡리	11.01.07	127.00	37.03	13.72
101	돼지	경기 용인시 백암면 옥산리	11.01.07	127.24	37.06	137.46
102	돼지	경기 안성시 죽면 신흥리	11.01.07	127.28	37.06	107.29
103	한우	경북 포항시 호미곶 구만리 240	11.01.07	129.33	36.04	34.75
104	돼지	경기 이천시 설성면 장능리	11.01.07	127.03	37.07	101.50
105	돼지	강원 철원군 서면 자등리	11.01.07	127.25	38.09	339.85
106	한우	강원 대화군 대관령면 횡계리	11.01.08	128.32	37.05	274.02
107	돼지	경북 봉화군 봉화읍 적덕리 342-2	11.01.08	128.42	36.53	71.93
108	한우	충북 청원군 오창읍 성재리	11.01.08	127.02	36.43	32.92
109	한우	경북 경주시 외동읍 활성리 816	11.01.09	129.19	35.45	61.57
110	한우	강원 춘천시 서면 방동리	11.01.09	127.39	37.54	56.08
111	한우	경북 봉화군 봉화읍 도촌리 389	11.01.09	128.04	36.53	70.71
112	돼지	경북 봉화군 봉화읍 거촌리 434	11.01.09	128.45	36.51	90.22
113	한우	강원 화천군 사내면 삼리	11.01.10	127.03	38.01	203.30
114	돼지	경북 봉화군 상운면 운계1리 245-1	11.01.10	128.46	36.05	85.34
115	한우	강원 횡성군 강림면 강림리	11.01.10	128.06	37.22	149.96
116	한우	충북 충주시 신니면 신청리	11.01.11	127.44	37.00	36.88

117	한우	경북 영양군 입암면 연당리199	11.01.12	129.04	36.36	70.41
118	한우	충북 충주시 동량면 대전리	11.01.12	127.56	37.02	39.01
119	한우	경북 청송군 진보면 기곡리 470-1	11.01.14	128.58	36.32	93.88
120	한우	충북 제천시 송학면 도화1리	11.01.15	128.11	37.16	103.33
121	한우	대구 북구 연경동	11.01.17	128.36	35.57	36.27
122	돼지	충남 예산군 신암면 탄중리	11.01.17	126.49	36.42	2.74
123	한우	강원 삼척시 미로면 동산리	11.01.18	129.08	37.23	35.36
124	한우	강원 영월군 수주면 무릉리	11.01.18	128.16	37.18	104.24
125	한우	강원 횡성군 둔내면 현궁로	11.01.19	128.09	37.03	176.48
126	돼지	경북 포항시 흥해읍 대련리 10	11.01.19	129.02	36.03	19.51
127	한우	충남 예산군 광시면 신흥리	11.01.19	126.49	36.33	26.21
128	한우	충남 공주시 탄천면 정치리	11.01.20	127.00	36.19	17.07
129	한우	충남 아산시 신창면 읍내리	11.01.20	126.56	36.46	11.58
130	염소	경기 평택시 고덕면 좌교리	11.01.21	127.01	37.02	7.32
131	한우	경북 상주시 함창읍 태봉리 317-5	11.01.21	128.12	36.33	20.12
132	한우	충남 아산시 음봉면 신희리	11.01.21	127.04	36.53	7.32
133	돼지	충남 천안시 풍세면 용정리	11.01.21	127.06	36.44	14.02
134	한우	강원 고성군 간성읍 교동리	11.01.21	128.26	38.22	11.89
135	한우	경북 문경시 불정동 399	11.01.21	128.07	36.37	66.45
136	한우	경북 문경시 문경읍 각서리 214-15	11.01.23	128.04	36.44	85.65
137	돼지	경남 김해시 주촌면 원지리	11.01.23	128.05	35.15	35.05
138	돼지	충남 공주시 계룡면 경천리	11.01.24	127.08	36.19	11.58
139	돼지	경남 김해시 주촌면 원지리	11.01.24	128.05	35.15	35.05
140	돼지	경남 양산시 상북면 좌삼리	11.01.29	129.00	35.25	195.38
141	돼지	충남 연기군 금남면 도암리	11.01.31	127.16	36.26	10.06
142	돼지	충남 홍성군 광천읍 대평리	11.02.01	126.39	36.31	13.41
143	한우	경북 울진군 평해읍 학곡리 884	11.02.02	129.25	36.43	21.34
144	돼지	경북 경산시 압량면 신리 248-1	11.02.04	128.46	35.49	22.56
145	돼지	충남 천안시 성환읍국립축산과학원	11.02.05	126.58	37.14	4.57
146	돼지	부산 사하구 장림1동	11.02.06	128.58	35.04	1.83
147	돼지	대전 동구 하소동	11.02.14	127.26	36.12	67.97
148	돼지	경북 청도군 청도읍 내호리 88-2	11.02.18	128.46	35.34	22.56

149	돼지	충남 태안군 고남면 누동리	11.02.18	126.24	36.26	10.36
150	돼지	울산 울주군 삼남면 삼천리	11.02.25	129.12	35.31	62.79
151	돼지	경북 영천시 금호읍 황정리 658-9	11.04.16	128.54	35.55	32.00
152	돼지	경북 영천시 금호읍 삼호리 66-1	11.04.19	128.52	35.55	33.83
153	돼지	경북 영천시 도남동 7221	11.04.21	128.55	35.55	35.05

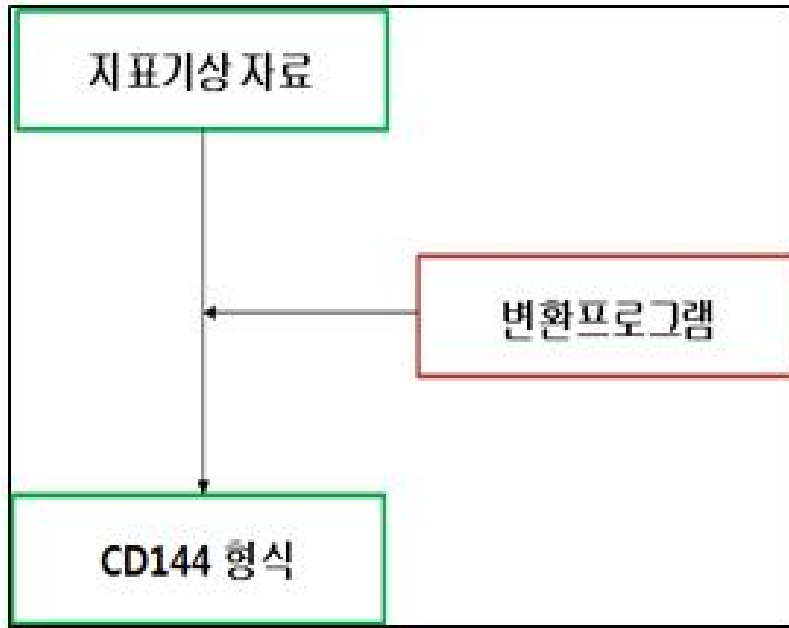
(3) 기상자료

(가) 기상대 자료

CALMET 모델링 수행 시 입력 자료로 사용되는 기상자료의 위치를 <Fig. 2-19>에 상층기상대와 지표기상대의 위치를 나타내었다. CALPUFF 모델의 전처리 과정인 3차원 기상장 생성 과정인 CALMET 모델에서 기본적인 입력 자료로서 지표기상관측자료와 고층 기상자료를 이용하여 모델링을 수행한다. 본 연구에서는 상층기상자료로 포항상층기상대 자료를 입력 자료로 사용 하였다. 상층기상대 자료는 미국 NOAA/ESRL RAOB에서 받아 사용하였다. 본 연구에서 지표기상자료는 안동기상대, 상주기상대, 포항기상대, 대구기상대, 영주기상대, 문경기상대, 영덕기상대, 의성기상대, 구미기상대, 영천기상대 총 10 곳의 기상대를 입력 자료로 사용하였다. 지표기상관측자료는 한국기상청에서 자료를 받아 사용하였다.



<Fig. 2-19> 상층기상대 및 지표 기상대



< Fig. 2-20> 기상자료의 변환

기상자료인 지표기상관측자료의 경우 미국 기상자료의 형식(CD144 형식)으로 변환되어야 CALMET 입력 자료로 사용가능하다. 따라서 EPA에서 제공되는 기상 전처리 프로그램을 사용하여 <Fig. 2-20>과 같은 과정을 거쳐 입력 자료를 생성하였다.

3. 배출량 입력자료

가. 배출량 단위의 선정 및 산정방법

<Table. 2-5> 감염 가능성이 있는 돼지의 수

Parameter	value
Farm ID	3518
Farm type	돈사
Area(km ²)	1.01
Farm size (animal)	11,000
Estimated contact rate(animals/day) ²	40
Time to detection(days)	8

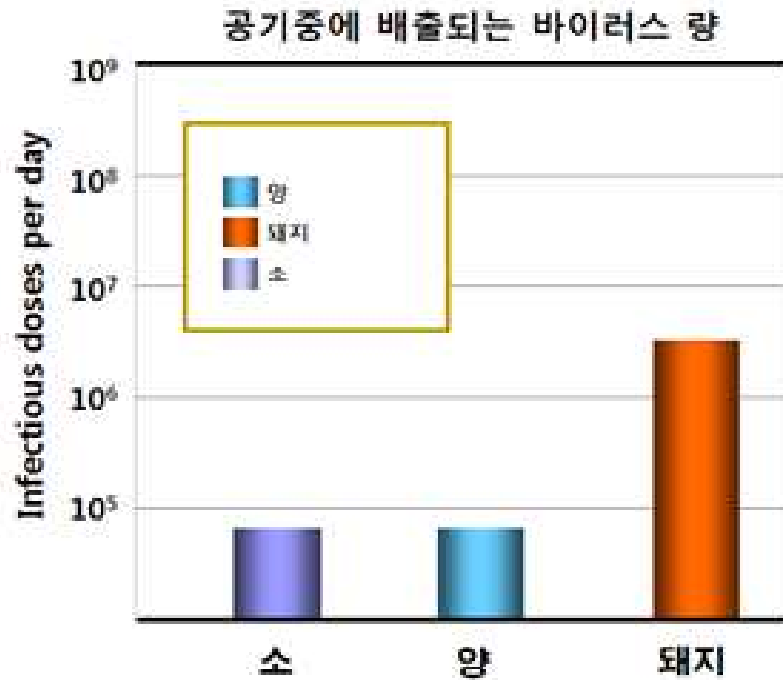
TCID50이란 tissue culture infectious dose의 약자로 바이러스의 세포 변성효과의 측정 지표이다. 일정 계열의 바이러스단계 희석액을 같은 조건에서 많이 배양된 세포배양에 접종하여 세포 변성효과가 나타난 배양병을 센다. 50%의 배양병에서 변성효과가 나타나는 바이러스 희석배수가 TCID50이다.

구제역 대기확산 평가에 있어 가장 중요한 것은 배출량을 선정하는 것이다. TCID50단위를 구제역 바이러스의 입자수로 전환하는 것은 어렵기 때문에 다른 연구자의 논문 <표 3-4>을 참고하여 선정하였다. <Table. 2-6>의 돈사의 경우 8,640 Lagrangian particles/day로 가정하여 모사하였다. 따라서 본 연구에서는 <Table. 2-6>과 같이 가축의 수와 바이러스 입자 배출 사이의 관계는 <Table. 2-5>를 이용하여 비례 방식으로 추측하였다.

< Table. 2-5> 가축의 수와 바이러스 입자 배출 사이의 비례 관계

순번	신고일시	지역	가축종	가축수	입자수	추정 감염일
1	11.23	경북 안동시 와룡면 서현리 서현양돈단지	돼지	9000	7,069	11.21
.						
.						
.						
2	12.02	경북 안동시 와룡면 이하리	돼지	4000	3,142	11.30

나. 배출원 선정방법 및 이유



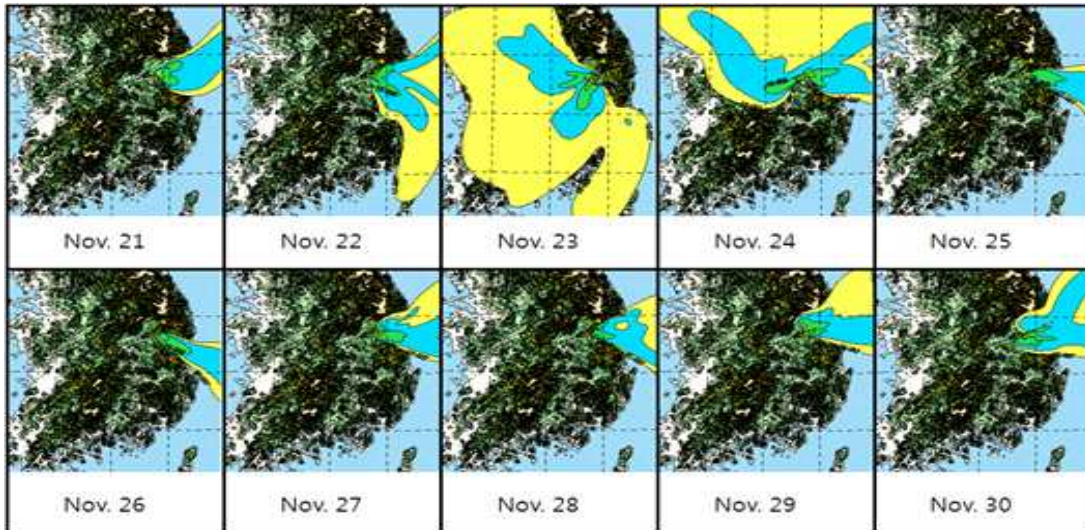
<Fig. 2-21> 공기 중 배출되는 바이러스 량

구제역이 신고 된 기간(2010. 11.28 - 2011.04.21)동안 구제역에 감염된 소와 돼지의 농가가 많다. 하지만 <Fig. 2-21>에서 알 수 있듯이 구제역 바이러스에 감염된 돼지는 소나 양보다 100~3000배 바이러스 입자를 증식, 배출하기 때문에 한우로부터 배출되는 구제역 바이러스의 입자는 돼지에 비하여 매우 적기 때문에 한우에 의한 영향 가능성이 매우 낮다고 가정하였다. 따라서 위에 선정된 배출원은 모두 돼지 농가이다.

2절. 결과

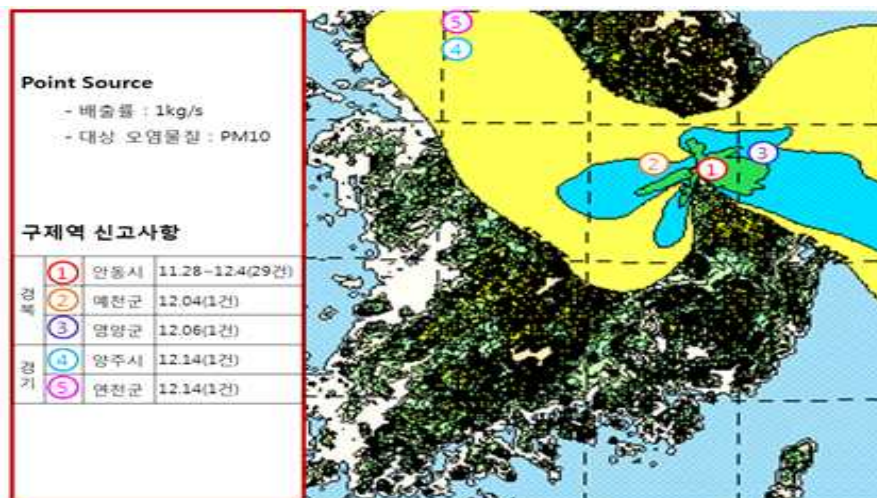
1. 초기연구 결과

가. 한국 대상 초기연구 결과



<Fig. 2-22> 24시간 평균 모델링 결과

<Fig. 2-22>는 한국을 대상으로 초기연구를 수행한 결과이다. 전반적으로 서풍이 강하게 불고 있음을 알 수 있다. <Fig. 2-23>은 초기 연구의 수행결과를 10일 평균하여 표현한 그림이다.



<Fig. 2-23> 초기 연구 결과 10일 평균

나. 경북 대상 초기연구 결과

동일한 수행조건에서 확산예측모델을 비교하기 위하여 CALPUFF 모델링, HYSPLIT 모델, 수치모델을 수행하여 비교분석하기로 하였다.

퍼프모델(Puff model)은 연기확산모델(Plume model)과 다르게 굴뚝에서 연속적으로 배출되는 연기가 잘게 나누어진 각각의 연기덩어리(Puff)로 배출된다고 가정하고, 이 배출된 퍼프가 공간적 해상도를 갖는 기상장을 따라서 이동 및 확산이 될 때 퍼프가 미치는 영향을 종합하여 농도를 계산하는 모델이다. CALPUFF는 시간 및 공간에 따른 바람장의 변화를 퍼프의 이동에 고려할 수 있기 때문에 비정상상태(Unsteady state)모델이다. 또한 오염물질의 건성·습성 침적, 점선면 오염원에 따른 지표면의 영향, 장거리 수송연구 등 다양한 대기 모델링 연구를 모사할 수 있는 모델이다. CALPUFF 모델을 조금 더 정확하게 예측하기 위해서는 보다 정밀한 3차원 기상장 자료인 WRF 또는 MM5가 추가로 요구된다. 본 연구에서는 3차원 기상장 자료인 WRF를 활용하였다.

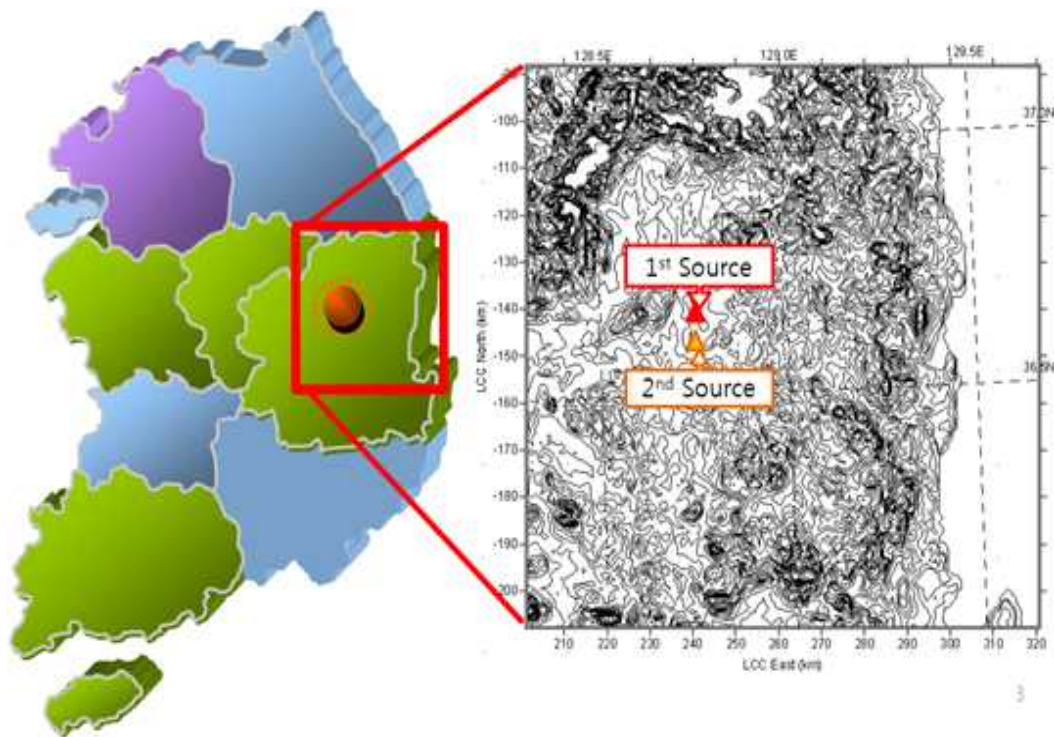
HYSPLIT(Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory, HYSPLIT Version 4)모델은 대기확산 모델로 미국 국립 해양대기청/대기자원실험실(National Oceanic and Atmospheric Administration/Air Resources Laboratory, NOAA/ARL)에 의해 1982년에 개발되어 계속적으로 수정, 보완되고 있다. 현재는 미국 워싱턴 지역특별기상센터(Regional Specialized Meteorological Centre (RSMC) Washington), 호주 멜버른 지역특별기상센터(RSMC Melbourne) 등의 비상대응 모델로 사용되고 있다.

오염물질의 장거리 이동 모형에는 오일러리안(Eulerian) 모형과 라그랑지안(LAGRANGIAN) 모형이 있다. 오일러리안 모형은 관심대상영역을 2차원 또는 3차원 격자로 나누고, 각 격자에서 대기오염물질의 이류, 확산, 변환, 강하과정을 수학적으로 시뮬레이션하는 모형으로 RADM, STEM II 등이 있다. 이 모형은 복잡한 2차원 현상을 취급할 수 있고, 비선형적 화학반응 과정을 고려할 수 있으며, 입력 자료를 격자 단위화 할 수 있는 등의 장점을 갖고 있다. 그러나 오일러리안 모형은 계산에 많은 시간이 소요되고, 상세한 입력 자료를 필요로 하며, 개별 배출원의 착지점에 대한 기여도를 평가할 수 없다는 단점이 있다. 라그랑지안 모형은 대기오염물질의 이류, 확산, 변환, 강하과정이 이동경로를 따라 이동하는 좌표축 상에서 계산되는 모형이다. 이 모형은 각 배출원의 기여도를 평가할 수 있으며, 계산비용이 저렴하고, 습식침전을 시뮬레이션 할 수 있으며, 배출원과 착지점을 분리 취급할 수 있는 등의 장점이 있다. 그러나 라그랑지안 모형은 직접 3차원으로 확장이 불가능하고, 비선형 화학반응을 고려할 수 없으며, 수직, 수평 확산이 과대평가될 수 있다는 단점도 있다.

수치모델은 유체의 연속방정식, 운동방정식, 에너지 방정식, 물질전달방정식을 컴퓨터를 이용하여 근사적으로 풀어가는 방법이다. 최근 들어 컴퓨터의 연산속도가 획기적으로 향상되었기 때문에, 다양한 방법들이 연구되고 있고 그 방법들이 상용화 소프트웨어화 되어 다양한 분야에서 응용되고 있다. 초기에는 항공공학분야에서 출발하여 여타 공학 분야로 전파되었고, 최근에는 환경공학분야에서도 상당히 많이 쓰고 있다. 그 정확도는 얼마나 계산 격자를 조밀하게 만드는가와 경계조건을 얼마나 실제 현상에 유사하게 만들어내느냐에 달려있다. 기존의 연구결과를 살펴보면 그 정확도가 매우 높은 것으로 나타나고 있다.

수치모델은 앞의 대기확산과 달리 축사 내부 또는 축사 근처의 공기유동에 따른 바이러스 확산을 평가하는데 사용하고자 한다. 수치모델은 계산영역이 너무 넓어지게 되면 너무 넓고 너무 많은 경계조건을 필요로 하기 때문에 계산결과와 정확도에 문제가 생길 소지가 많으므로 micro-scale 확산에 사용하고자 한다.

(1) 모델 수행 조건

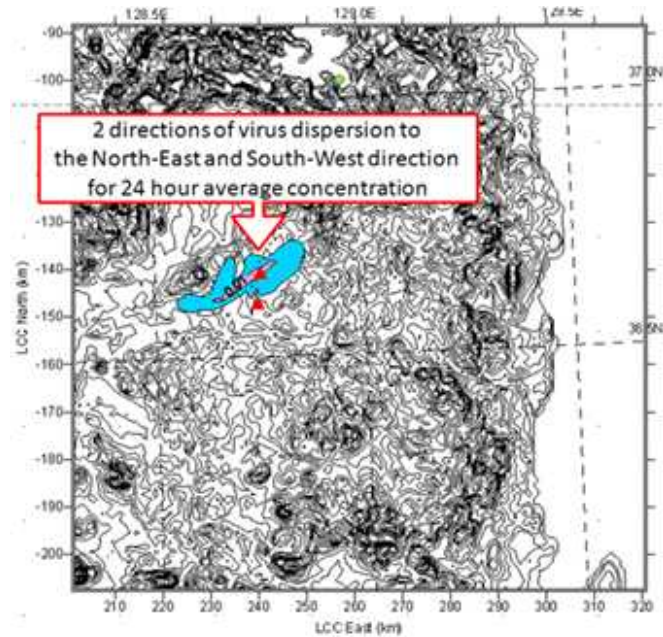


<Fig. 2-24> 모델 수행 대상 지역

<Fig. 2-24>의 1st Source는 구제역의 최초 신고지인 경상북도 안동시 와룡면 서현리 서현양돈단지이다. 2nd Source는 경북 안동시 와룡면 이하리에 위치하고 있다.

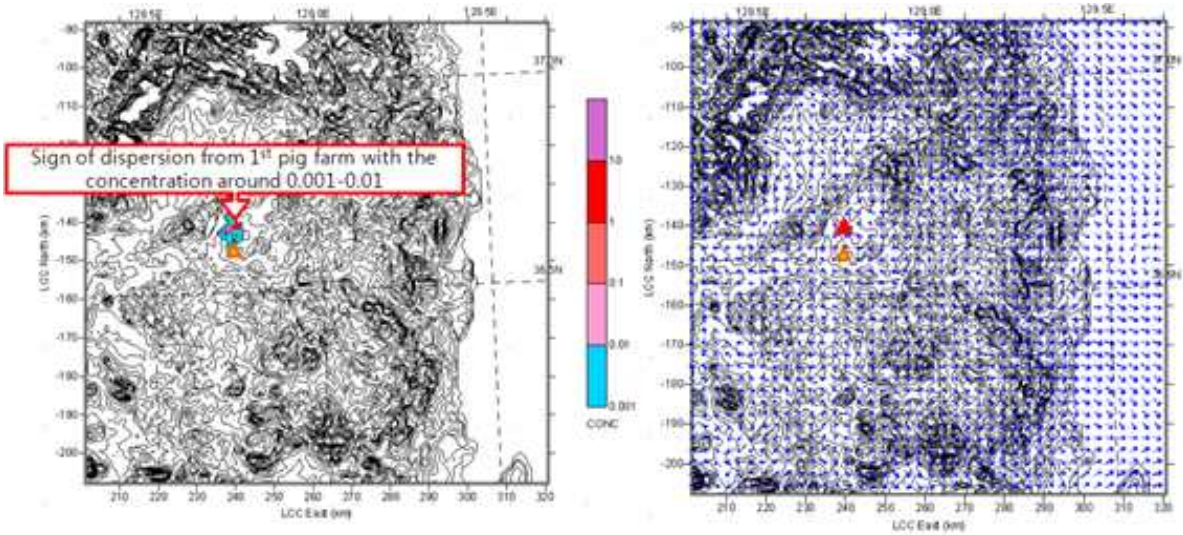
(2) CALPUFF 모델링 결과

CALPUFF모델에서 구제역 바이러스의 확산 특성과 지형을 고려하여 4.1.1절의 시나리오와 같이 모델을 수행하였다. 모델은 매시간별로 수행을 하였으나, 본 연구에서는 24시간 중 11월 21일 01시, 17시, 21시의 결과를 이용하여 구제역바이러스 초기과정을 분석하였다.



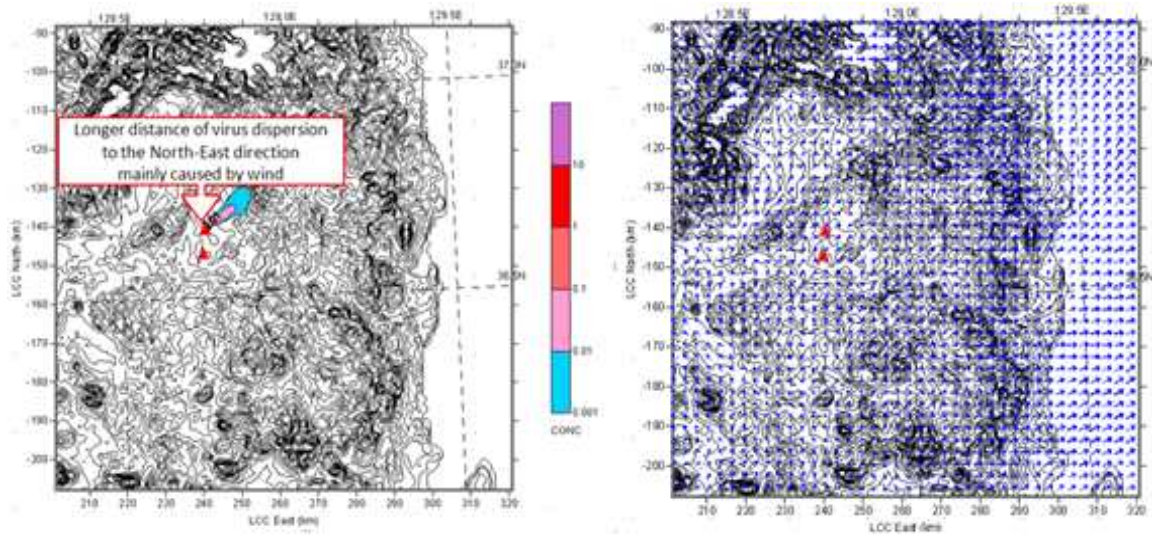
<Fig. 2-25> 2010.11.21.24시간 평균

2010년 11월 21일 처음 구제역 바이러스가 확산 되었다고 가정한 날의 24시간 바이러스 평균 농도는 <Fig. 2-25>에 표현하였다. 북동쪽과 남서쪽 두 방향으로 구제역 바이러스의 확산현상을 관찰 할 수 있다.



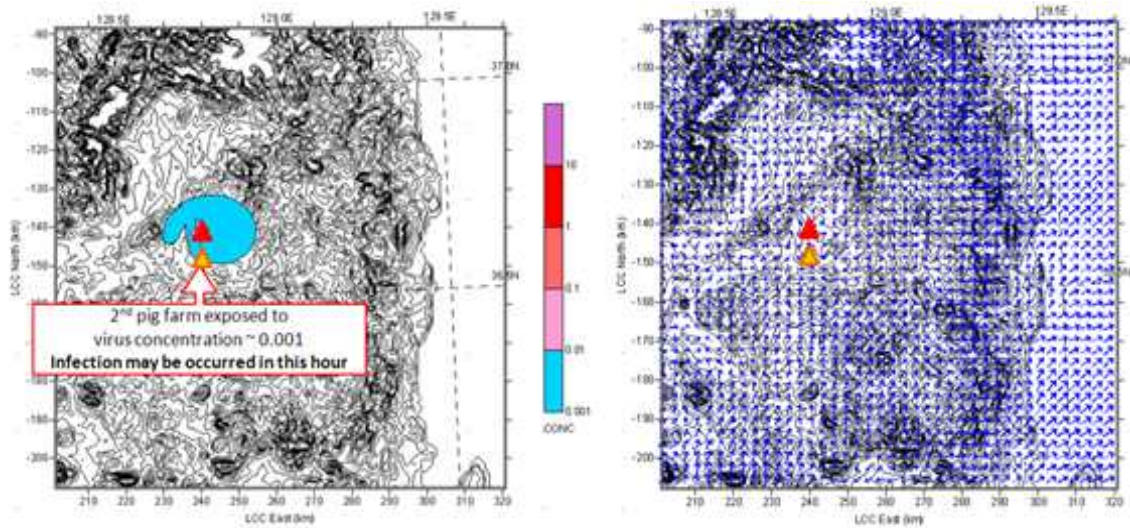
<Fig. 2-26> 2010.11.21.01시 1시간 평균

2010년 11월 21일 01시의 평균 농도를 <Fig. 2-26>에 표현하였다. 0.001-0.01g/m³ 농도 범위에서 첫 번째 구제역 감염 돈사라고 가정한 경북 안동시 와룡면 서현리 서현양돈단지의 결과이다.



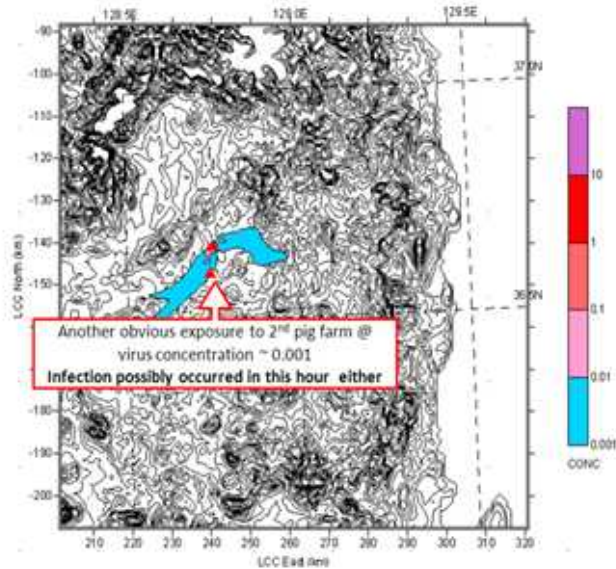
<Fig. 2-27> 2010.11.17시 1시간 평균

2010년 11월 21일 17시 1시간 평균 확산을 <Fig. 2-27>에 표현하였다. 바람에 의해 북동방향으로 긴 꼬리모양으로 확산하는 바이러스 확산 현상을 볼 수 있다



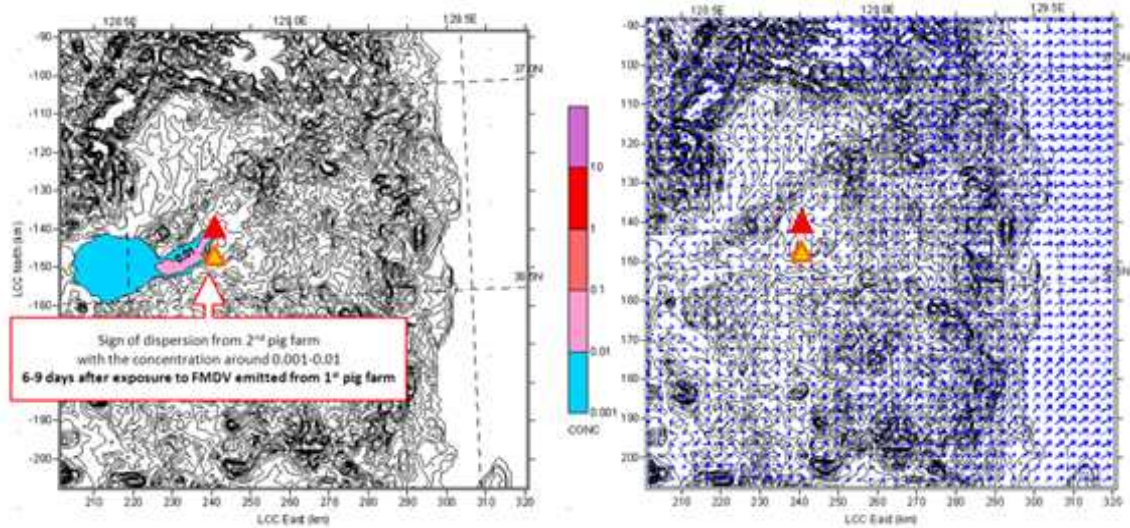
<Fig. 2-28> 2010.11.21.21시 1시간 평균

2010년 11월 21일 21시 1시간 평균 결과를 <Fig. 2-28>에 표현하였다. <Fig. 2-28>을 보면 두 번째 구제역 바이러스 감염 돈사로 가정한 경북 안동시 와룡면 이하리 돈사에 약 0.001 - 0.01g/m³ 농도로 바이러스가 노출될 가능성을 확인 할 수 있었다.



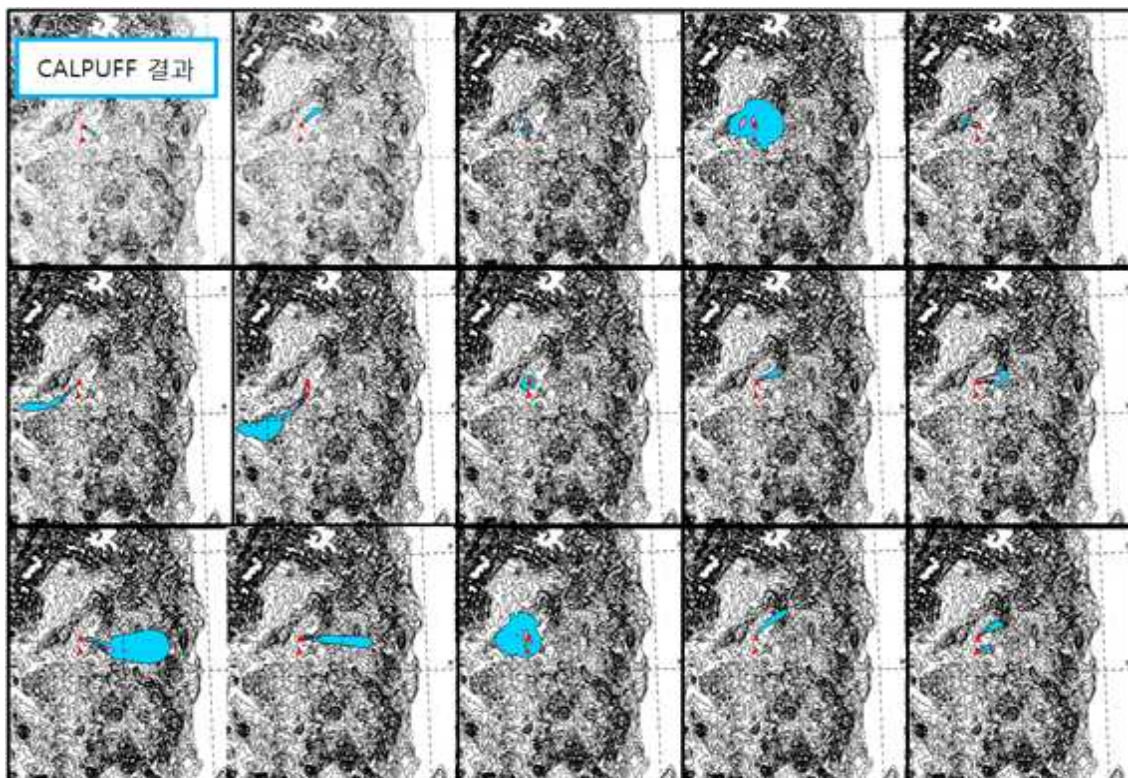
<Fig. 2-29> 2010.11.24.24시간 평균

2010년 11월 24일 24시간 평균 농도를 <Fig. 2-29>에 나타내었다. <Fig. 2-29>에서와 같이 두 번째 감염 돈사에 구제역 바이러스 감염 가능성을 확인 할 수 있었다.



<Fig. 2-30> 2010.11.30. 03시 평균

<Fig. 2-30>과 같이 2010년 11월 30일 첫 돈사에서 구제역 바이러스가 배출된 뒤 약 6~9일 후 두 번째 돈사가 구제역에 감염되어 바이러스를 배출한다고 가정하였을 때, 두 번째 돈사에서도 바이러스가 배출되었을 것이라고 가정하여 수행하였다.



<Fig. 2-31> 모델 수행기간 동안 바이러스 확산 양상

<Fig. 2-31>과 같이 모델 수행기간 동안 바람의 방향이 다양하게 변화함을 관찰 할 수

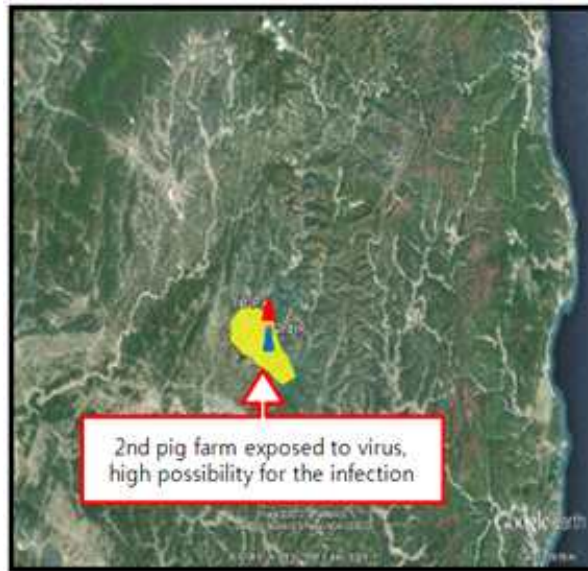
있었다.

(3) HYSPLIT 결과



<Fig. 2-32> 2010.11.21.01시 1시간 평균

HYSPLIT 모델에서 구제역 바이러스의 확산 특성과 지형을 고려하여 4.1절과 4.2절의 시나리오와 같이 모델을 수행하였다. 2010년 11월 21일 처음 구제역 바이러스가 확산 되었다고 가정한 날의 01시의 평균 농도를 <Fig. 2-32>에 표현하였다. 0.001-0.01g/m³ 농도범위에서 첫 번째 구제역 감염 돈사라고 가정한 경북 안동시 와룡면 서현리 서현양돈단지의 결과이다. <Fig. 2-26>의 CALPUFF의 결과와 비교하였을 때, 비슷한 농도의 결과가 표현되었다.



<Fig. 2-33> 2010.11.21.21시 1시간 평균

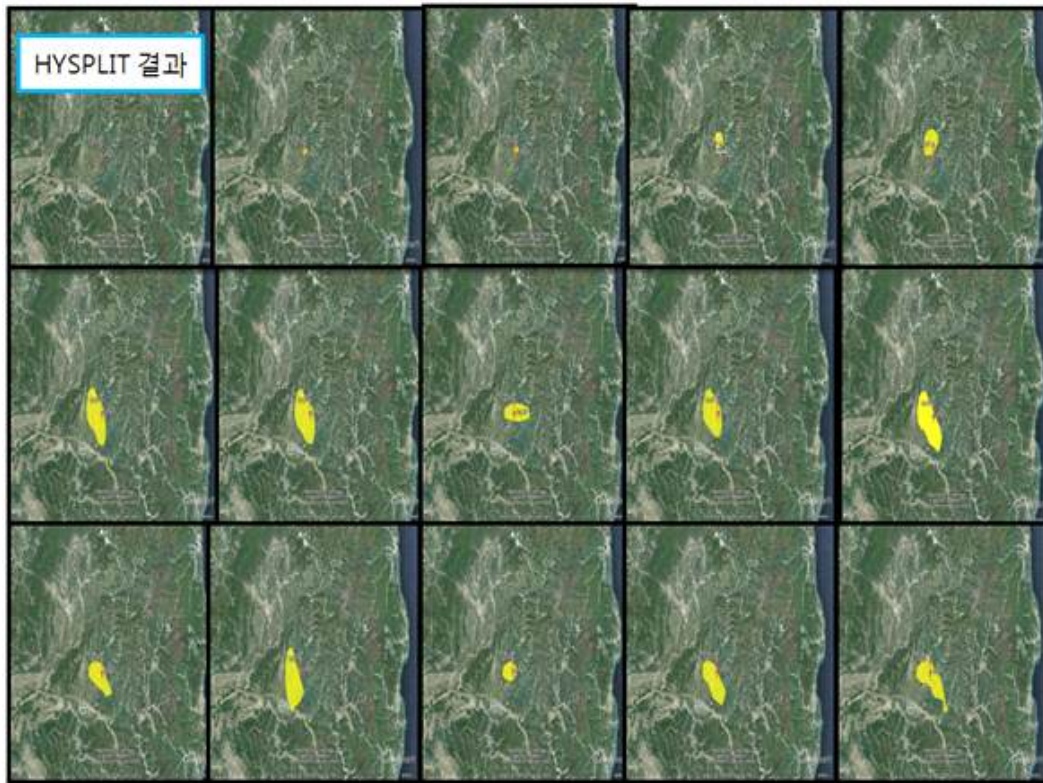
2010년 11월 21일 21시 1시간 평균 결과를 <Fig. 2-33>에 표현하였다. <Fig. 2-30>의 CALPUFF의 결과와 비교 했을 때, 결과의 양상은 다르게 보이지만 두 번째 돈사에 높은 가능성을 가지고 바이러스에 노출된 것으로 보인다.

<Fig. 2-34>에 2010년 11월 30일 첫 돈사에서 구제역 바이러스가 배출된 뒤 약 6~9일 후로 가정하였을 때, 두 번째 돈사에서도 약 바이러스가 확산 되었을 것이라고 가정하였다.

<Fig. 2-30>의 CALPUFF의 결과와 비교했을 때, 농도의 확산 모양은 다르게 표현되었지만, 두 번째 돈사에 바이러스의 노출가능성과 비슷한 방향으로 바람이 분 것을 관찰 할 수 있었다.



<Fig. 2-34> 2010.11.30.03시 1시간 평균



<Fig. 2-35> 모델 수행기간 동안 바이러스 확산 양상

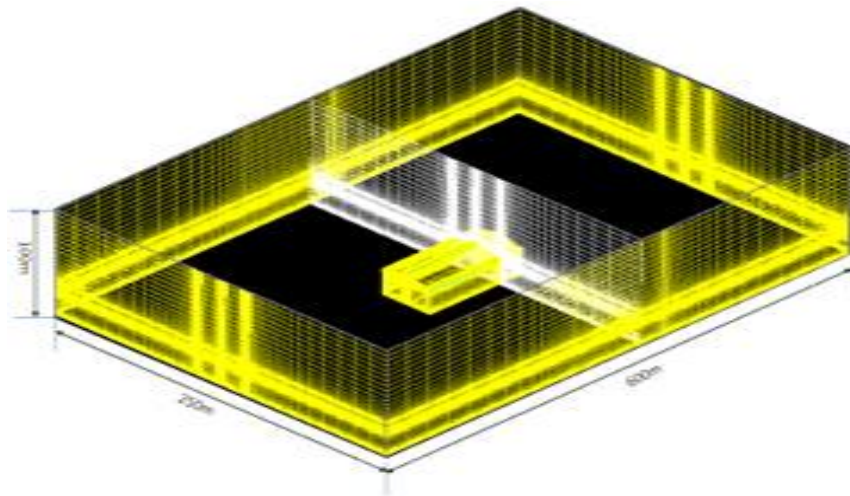
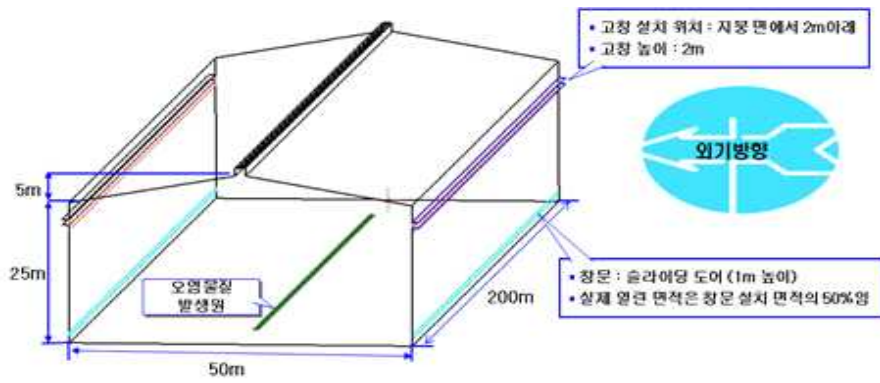
<Fig. 2-35>과 같이 모델 수행기간 동안 바람의 방향이 다양하게 변화함을 관찰 할 수 있었다.

(4) 수치모델 결과

컴퓨터시뮬레이션 방식으로 가상 건물에서 창호의 형태에 따른 환기량 변화를 산정하고 가상 건물 내부의 기류흐름을 파악하며 추적가스의 농도변화에 관한 비교를 통하여 창호 형태에 따른 환기특성을 분석하였다. 상용 소프트웨어인 AIR PAK(Ver. 2.0)을 사용하였는데 연산 방법으로 유한 체적법을 사용하였다.

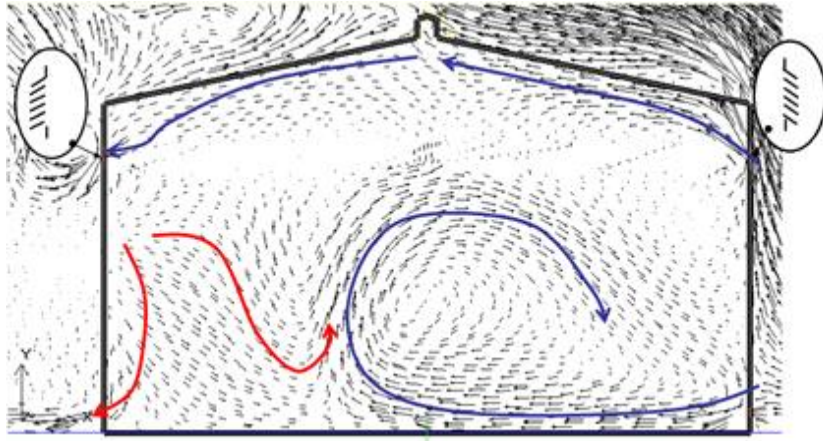
건물의 제어체적은 200m×50m×25m(L×W×H)이고 고창은 지붕에서 2m 아래에 위치하고 있고 창문은 지면에서 1m 높이에 위치하며 그 규격은 1m의 표준규격 미닫이 형태로서 50% 개방되었다고 설정하였으며 출입문과 건물의 틈은 개구면으로 고려하지 않았다.

고창은 100% 개방되어 사용되고 건물상부에 설치된 모니터는 표준형 배기모니터로 설정하였다. 건물의 중심라인에서 열원이 없는 오염물질이 발생한다고 가정하고 추적자 가스인 CO2를 500ppm을 발생시켰고 외기풍속은 각각 1m/s와 5m/s로 설정하여 <Fig. 36> 과 같이 모델링을 수행하였다.

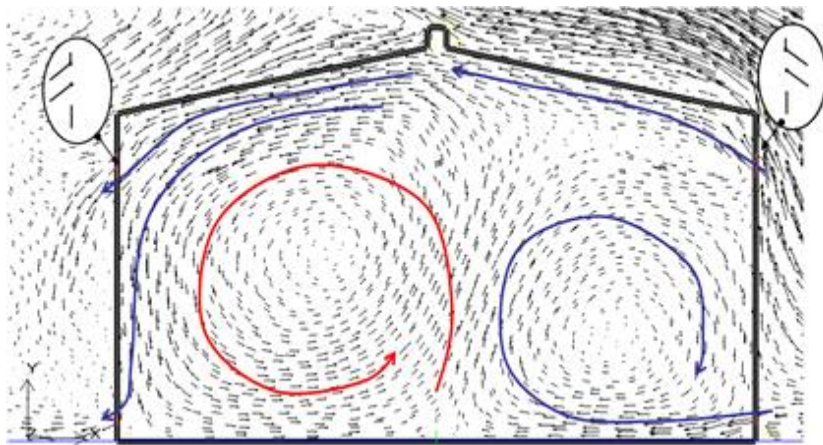


<Fig. 2-36> 창호의 형태 변경에 따른 컴퓨터 시뮬레이션 모식도

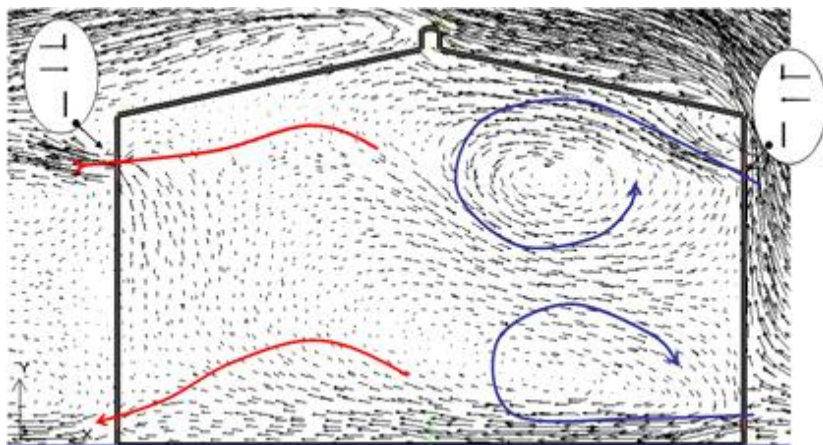
각 조건에서의 기류흐름과 이산화탄소 농도 분포는 아래 그림과 같다.



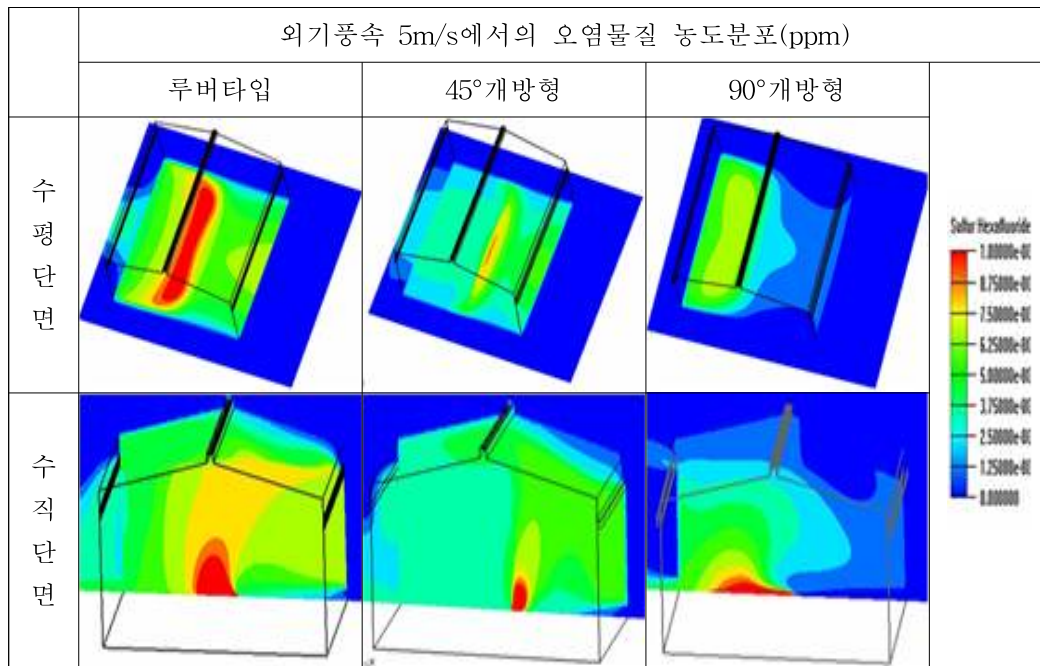
<Fig. 2-37> 루버형 고창설치에 따른 작업장 내부의 기류흐름



<Fig. 2-38> 45°개방형 고창설치에 따른 작업장 내부의 기류흐름



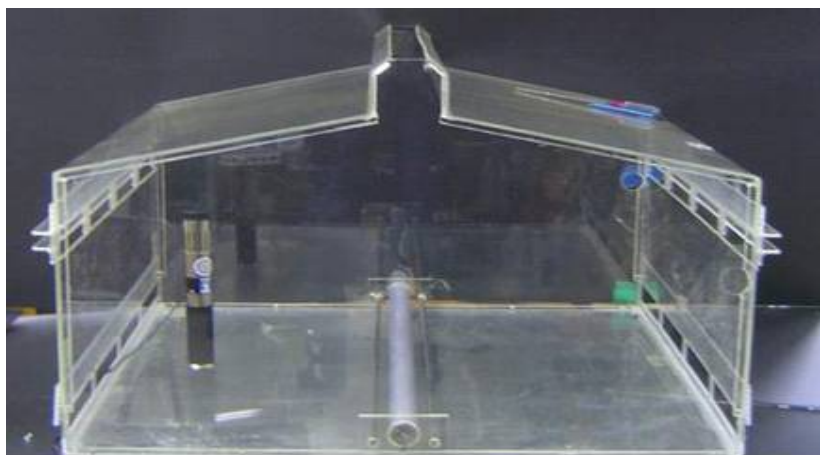
<Fig. 2-39> 90°개방형 고창 설치에 따른 작업장 내부의 기류흐름



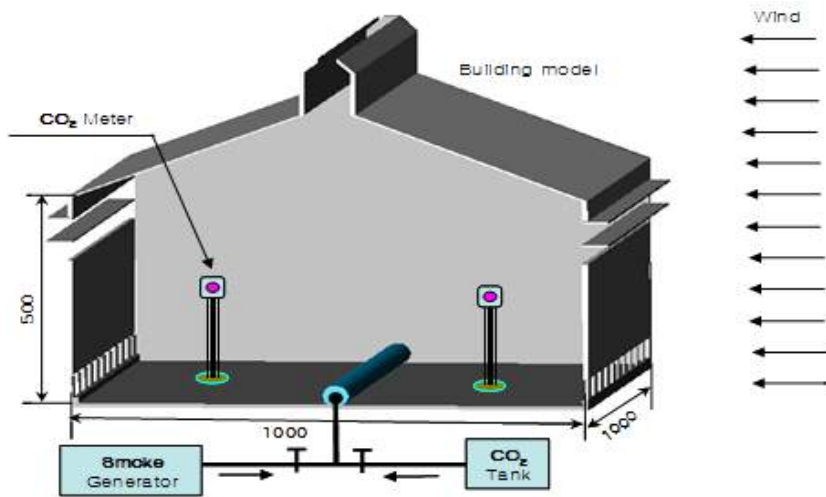
<Fig. 2-40> 창호 형태의 변경에 따른 오염물질 농도분포

<Fig. 2-41> 과 같이 내부의 기류흐름 관찰과 촬영이 가능토록 아크릴 재질로 50:1의 축소모형을 제작하여 실험연구에 사용하였다. 모형 건물의 중앙에서 연막을 발생시켜 오염물질의 배출 과정을 가시화하여 창호 형태에 따른 오염물질(연막)의 배출경로와 배출시간을 테스트하였다.

<Fig. 2-42> 과 같은 방식으로 모형 건물의 중앙에서 일정한 양의 이산화탄소를 배출시키면서 이산화탄소 농도측정기를 풍상방향과 풍하방향에 설치하여 창호 형태에 따른 오염물질(이산화탄소)의 농도변화를 측정하였다.



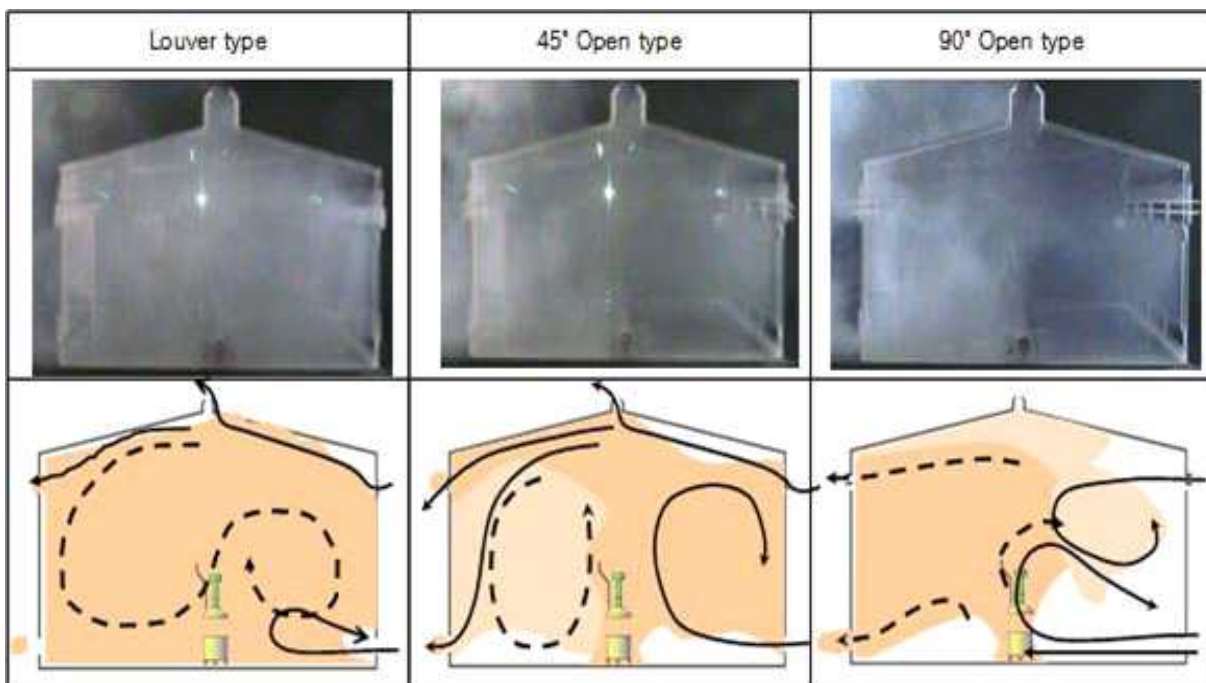
<Fig 2-41> 창호 형태에 따른 연구를 위한 모형실험장치 사진



<Fig. 2-42> 환기실험장치 모식도

0.5m/s의 인공 외기 조건 하에서 가상오염물질인 연막을 모형 중·하부에 설치된 구멍이 있는 플라스틱 파이프를 통해 주입하면서 동시에 동영상 촬영을 진행하여 감속방영방식으로 모형 내부의 기류흐름을 분석하였다.

<Fig. 2-43>은 연막 발생 10초 후 촬영한 사진과 기류흐름 분석결과로서 분석결과를 살펴보면 컴퓨터 시뮬레이션 결과와 매우 비슷한 양상을 보이고 있다.



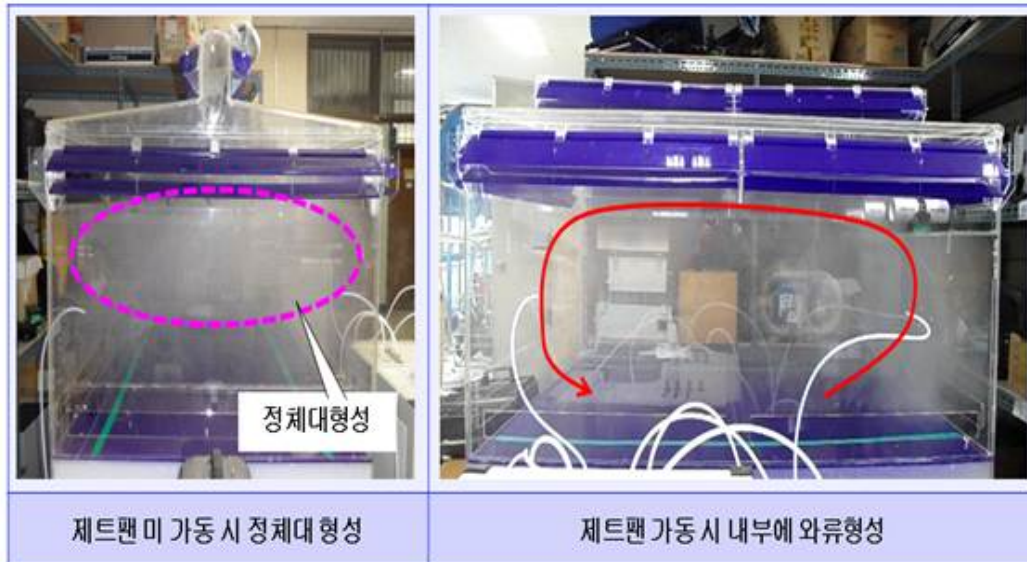
<Fig. 2-43> 연막실험을 통한 창호 형태별 작업장 내부 기류흐름

<Fig. 2-44>와 같이 내부의 기류흐름 관찰과 촬영이 가능하도록 아크릴 재질로 50:1의 축소모형을 제작하여 실험·연구에 사용하였다. 모형 내부에 3대의 소형 제트팬을 설치하여 제트팬의 가동 여부와 창호 개방각의 변화에 따른 오염물질(연막)의 배출 상황을 동영상 촬영을 통하여 분석하였다. 모형 건물의 중앙에서 연막을 발생시켜 오염물질의 배출과정을 가시화하여 창호 형태에 따른 오염물질(연막)의 배출경로와 배출시간을 테스트하였다.

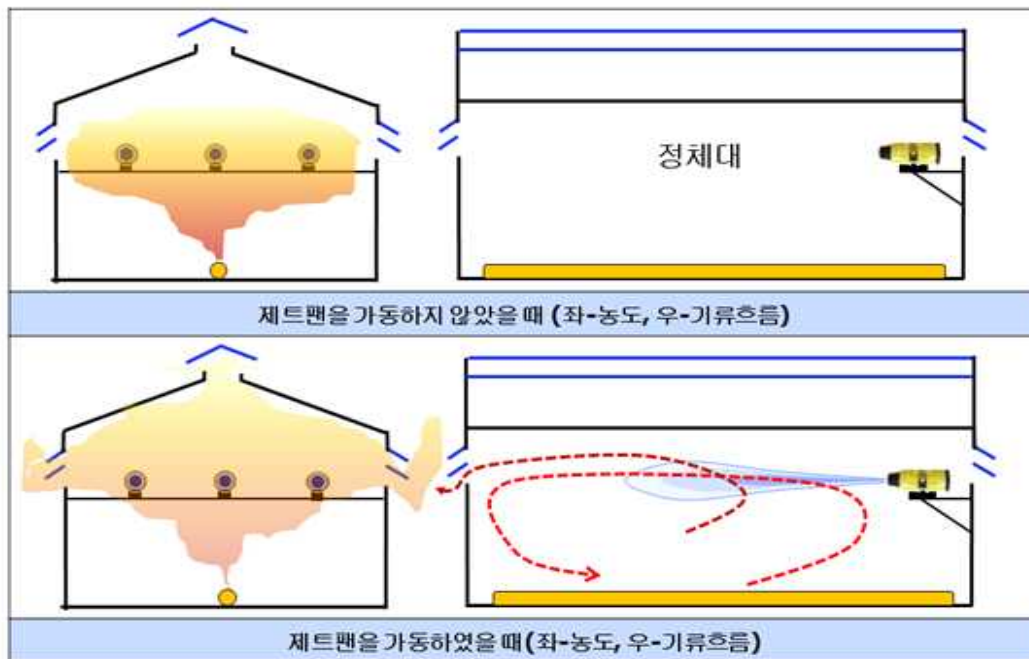


<Fig. 2-44> 제트팬 추가 설치 시의 연구를 위한 모형실험 장치 사진

<Fig. 2-45>와 <Fig. 2-46>과 같이 창호 개방각이 45° 조건에서 내부에서 발생한 오염물질(연막)은 제트팬을 가동하지 않았을 때 매우 느리게 외부로 배출되면서 모형 중상부에 정체대를 형성하였다. 제트팬을 고속으로 가동하였을 때에도 제트팬 기류를 타고 일부오염물질이 외부로 배출되지만 그 양은 적고 대부분이 내부에서 대순환 기류를 형성하였다.



<Fig. 2-45> 45°개방 창호에서 제트팬 가동 여부에 따른 기류흐름



<Fig. 2-46> 45°개방 창호에서 제트팬 가동 여부에 따른 기류흐름 모식도

HYSPLIT 모델링의 수행결과 바이러스의 확산 농도는 비슷하지만 바람의 방향은 차이를 보였다. 하지만 HYSPLIT 대기확산 모델에 비해 CALPUFF 모델링은 초기 구제역 발생농가와 발생지점을 비교하였을 때, 접근성이 높았으며 CALPUFF 모델은 점·면 오염원에 대한 시간적인 농도변화 계산 능력이 있고, 오염원으로부터 수십 미터에서 수백 킬로미터 까지 모델링이 가능하며, 한 시간에서 일 년까지의 평균화 시간에 대한 농도 예측이 가능

하고, 비활성 오염물질은 물론 화학변화를 일으키는 오염물질에 대해서도 예측 가능하다. 마지막으로 거칠고 복잡한 지형상황에 대해서도 모델링이 가능하다. 이러한 특징을 가진 CALPUFF 모델을 이용한다면 더 정확하게 구제역 바이러스의 확산 여부를 예측 가능하다고 판단하였다.

2. 모델링 연구 결과

가. 배출량 산정 결과

대기확산모델의 구제역 바이러스 배출량 입력 자료로 <Table. 2-6>을 사용하였으며, 2010년 11월 21일 - 12월 02일까지 첫 번째 신고농가에서 구제역 바이러스가 배출되었다고 가정하였고, 2010년 11월 30일 - 12월 2일 까지 12번째 신고농가에서 바이러스가 배출되었다고 가정하였다. 위에 선정된 배출원은 두 곳 다 돼지 농가이다. 배출율을 <Table. 2-6>에 나타내었다.

<Table. 2-6> 바이러스 배출율

배출원 2010	배출원 1	배출원 2
11월 21일	7,069	0
11월 22일	7,069	0
11월 23일	7,069	0
11월 24일	7,069	0
11월 25일	7,069	0
11월 26일	7,069	0
11월 27일	7,069	0
11월 28일	7,069	0
11월 29일	7,069	3,142
11월 30일	7,069	3,142
12월 01일	7,069	3,142
12월 02일	7,069	3,142

단위(Particle number)

나. CALPUFF 결과

우리나라에서 발생한 구제역 현황을 기초로 공기 확산에 의해 구제역 바이러스의 확산 여부에 대해 평가하고자 하였다. 우리나라는 2010년에는 4월부터 6월에는 경기 강화, 김포, 그리고 충북 충주, 충남 청양에서 구제역이 발생하였다. 그 후 9월에는 청정국 지위를 회복하였으나, 다시 11월 하순에 경북 안동에서 발생하였다. 11월 하순에 발생한 구제역은 2011년 5월까지 우리나라에 영향을 주었다.

이에 본 연구에서는 2010년 11월 하순에 경북안동에서 발생한 구제역과 2010년 4~6월에 발생한 구제역 두 시점을 기준으로 모델링을 수행하였다. <Table. 2-7>과 같이 CASE 1, CASE 2-1, CASE 2-2, CASE 3 으로 나누어 바이러스의 공기확산 여부를 살펴보기로 하였다.

<Table. 2-7> 모델링 수행 계획

	모델링 수행날짜	수행 내용
CASE 1	2010.11 ~ 2011.04	경북 내에서 바이러스 확산 흐름
CASE 2-1	2010.11 ~ 2011.04	경북에서 경기도로 바이러스 확산 여부
CASE 2-2	2010.04 ~ 2010.06	인천 강화군에서 충북 충주로 바이러스 확산 여부
CASE 3	2010.11 ~ 2011.04	잠복기 변화에 따른 구제역 확산 여부

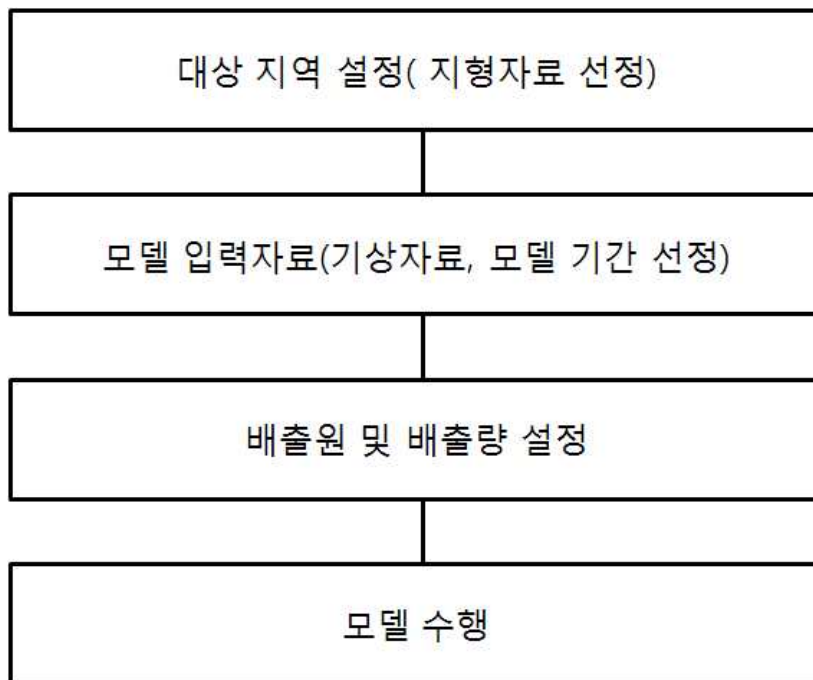
또한, 구제역의 잠복기는 매우 다양하며 바이러스 주와 감염량, 전파경로, 동물 종, 사육 환경 등에 영향을 받는다. 농장과 농장 간 공기 전파에 의한 잠복기는 4~14일이다. 간접접촉에 의한 농장과 농장 간 전파의 잠복기는 2~14일의 범위를 갖는다. 농장 내 전파는 2~14일이나, 특히 돼지의 경우 매우 높은 양의 바이러스에 노출된 상태에서는 24시간만큼 짧은 잠복기를 나타낼 수도 있다. 군 (herd) 또는 무리(flock)내에 확산 시 대표적인 잠복기간은 2~6일이다. 실험 감염 시 인접한 소와 소 접촉에서의 평균잠복기는 3.5일이고, 양과 양의 접촉 시에 2일이다. 상황에 따라 구제역 잠복기가 다양하므로 본 연구에서는 평균 잠복기를 2~8일까지로 정하여 모델링을 수행하였다.

(1) CASE 1

(가) 모델 수행 조건

구제역 바이러스의 확산현상을 확인하기 위하여 <Fig. 2-47>과 같이 시나리오를 구성하여 모델을 수행하여 그 결과를 평가하고자 하였다. 초기 모델의 공간적인 범위는 구제역 바이러스의 확산현상을 확인하기 위하여 구제역 발생 초기 발생지점인 경북에서 모델을 수행하여 그 결과를 평가하고자 하였다.

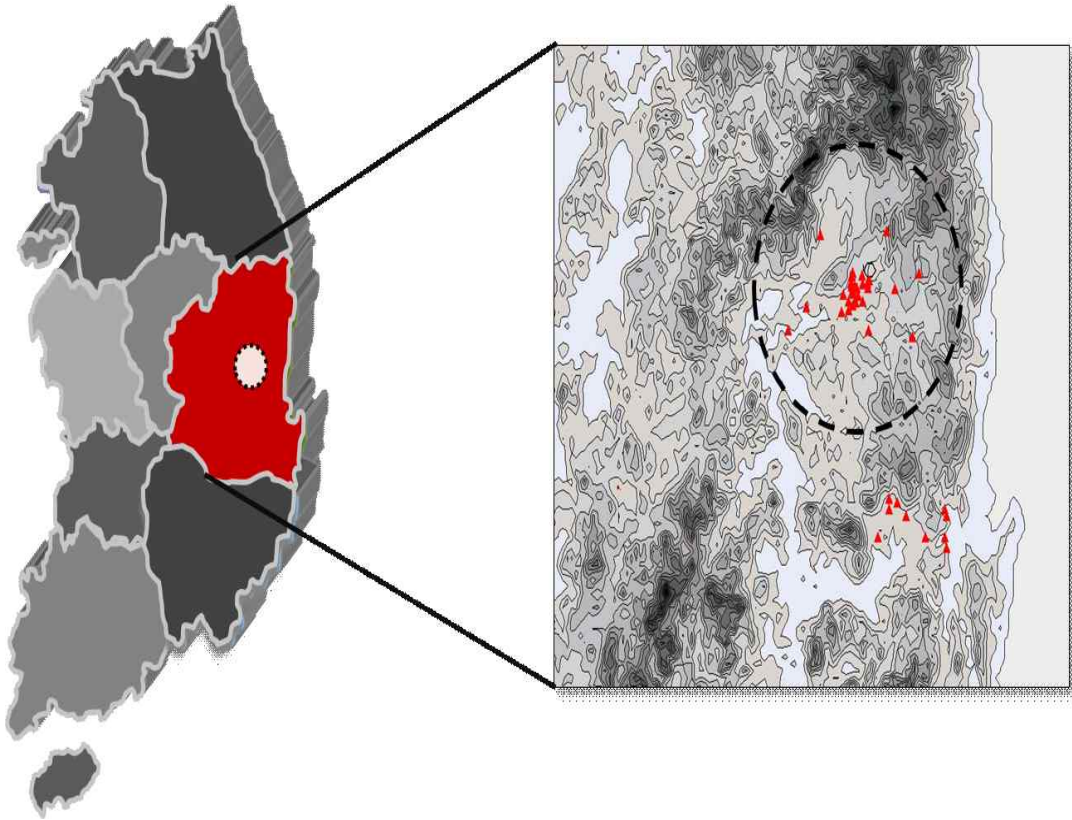
배출원 및 배출량 설정과 모델 입력 자료는 앞 절(2)의 입력 자료와 동일하게 설정하여 진행하였다.



<Fig. 2-47> 모델의 수행 과정

<Fig. 2-48>의 구제역의 최초 신고지인 경상북도 안동시 와룡면 서현리 서현양돈 단지이다. 구제역 공식 감염일인 2010년 11월 28일부터 2010년 12월 4일까지 연속적으로 경북 안동지역에서만 32곳 발생하였다.

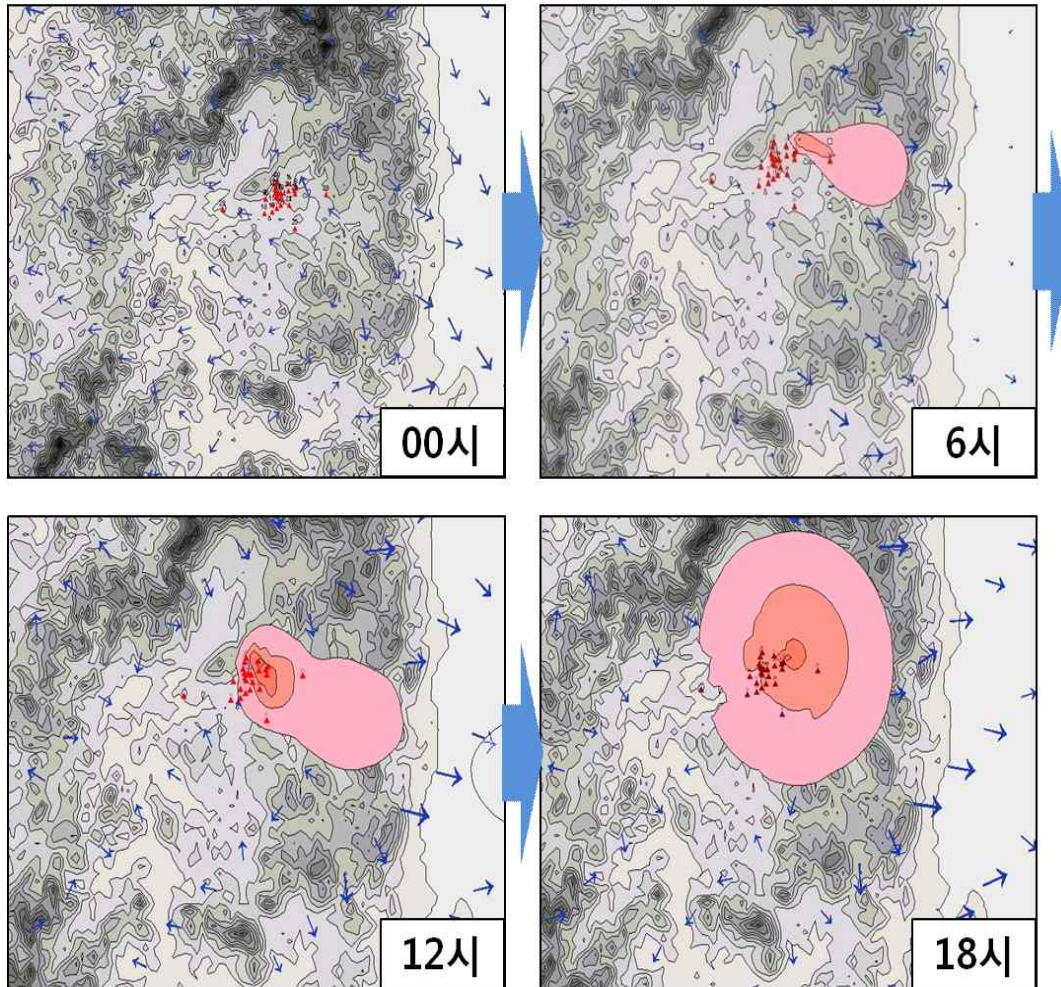
최초 구제역 발생지점으로부터 공기확산에 의해 인접한 발생 농가에 영향을 주는가를 모델링을 통해 살펴보기로 하였다.



<Fig. 2-48> 경북 안동 축사 단지 32곳

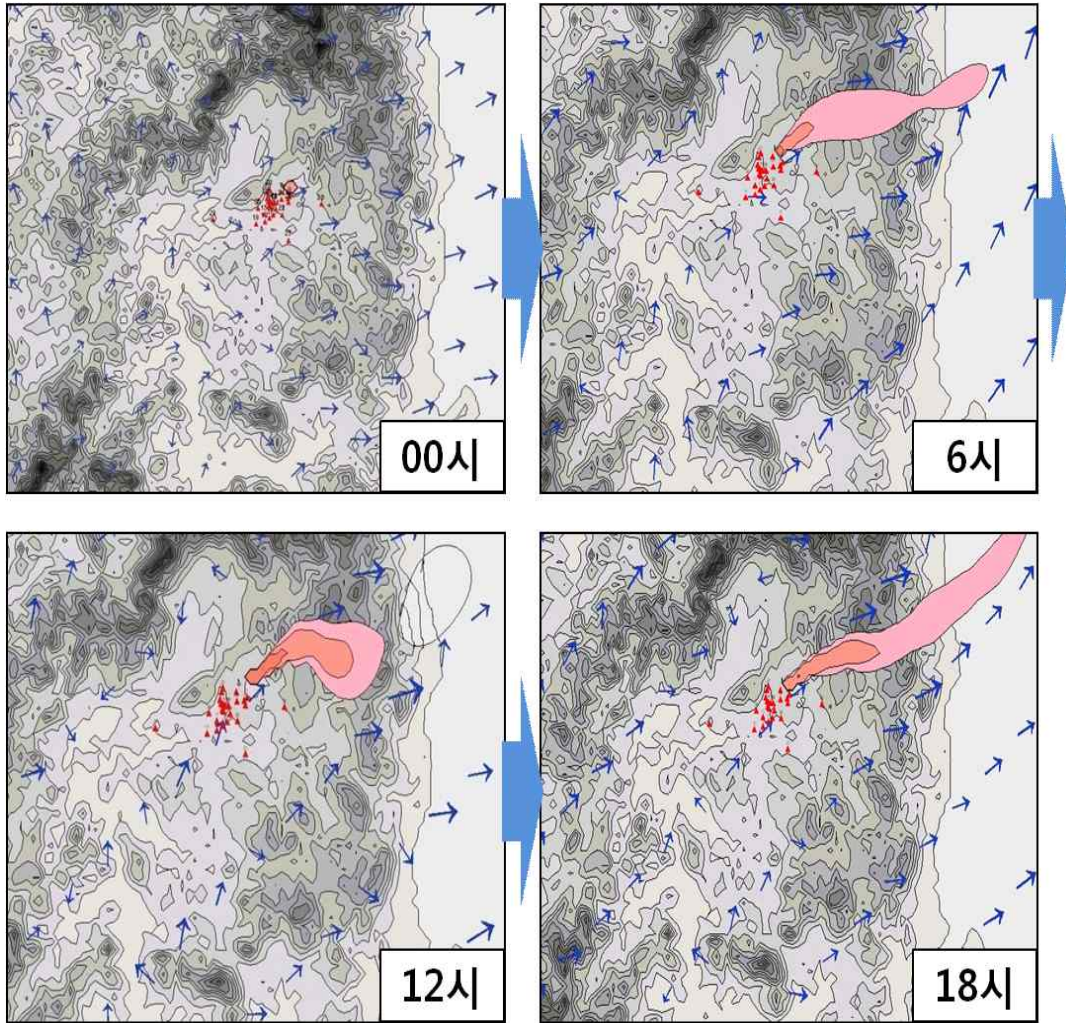
(나) 모델링 수행결과

2010년 11월 23일 최초 구제역 발생시점으로부터 바이러스 방출 시기를 고려하여 2010년 11월 20일부터 살펴보았다. 모델은 매시간별로 수행을 하였으나, 본 연구에서는 24시간 중 00시, 06시, 12시, 18시의 결과를 이용하여 구제역바이러스 초기과정을 분석하였다. <Fig. 2-49, 50, 51>은 1시간 평균으로 모델링을 수행한 결과이다.



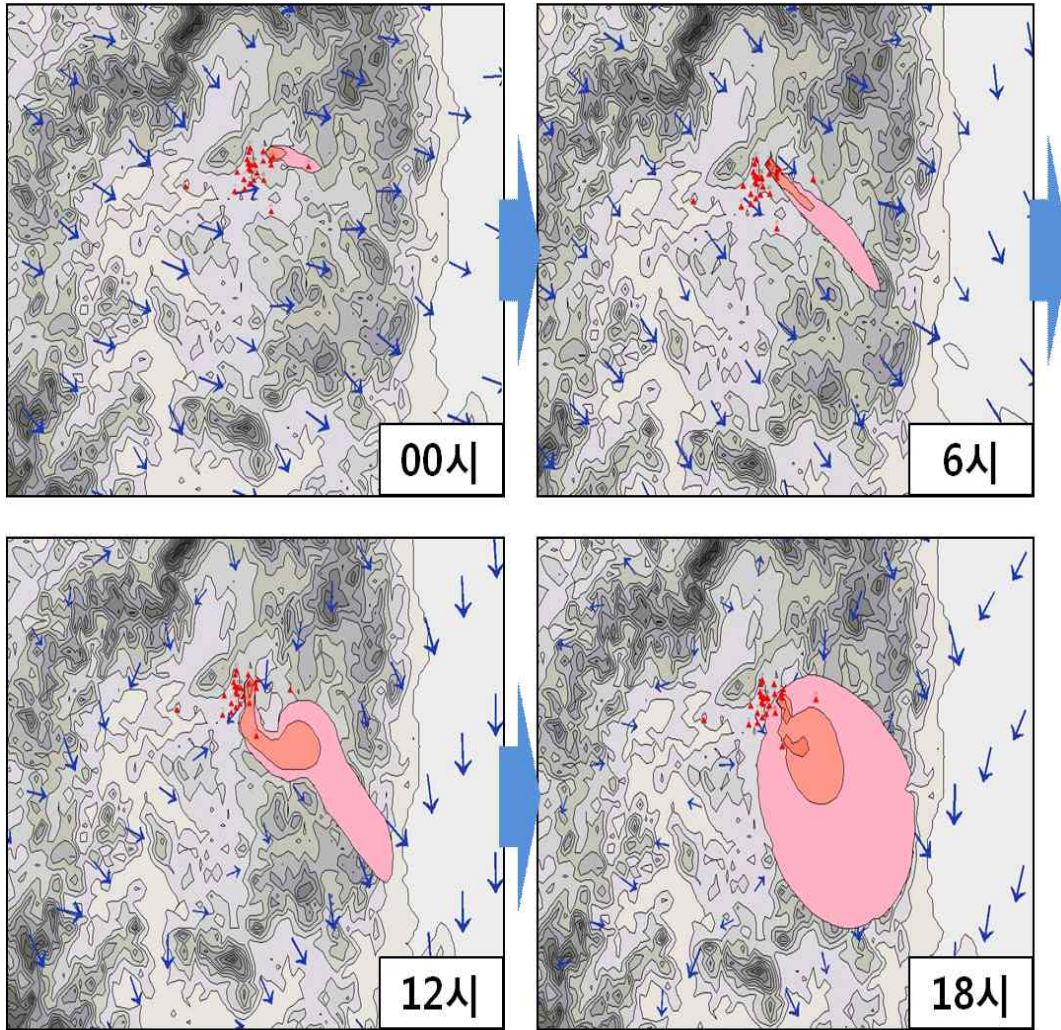
<Fig. 2-49> 2010년 11월 20일 CALPUFF 결과

<Fig. 2-49>와 같이 2010년 11월 20일 처음 구제역 바이러스가 확산 되었다고 가정한 날은 주로 북서풍이 불었지만 시간이 지나면서 사방으로 바이러스가 확산됨을 볼 수 있었다.



<Fig. 2-50> 2010년 11월 21일 CALPUFF 결과

2010년 11월 21일 1시간 평균으로 관찰한 구제역 바이러스 확산 경로를 <Fig. 50>과 같이 표현하였다. 구제역 바이러스가 바람에 의해 북동방향으로 긴 꼬리모양으로 확산하는 현상을 볼 수 있다. 최초 구제역 발생지점을 벗어나 반대방향으로 바이러스가 확산됨을 확인가능하다.



<Fig. 2-51> 2010년 11월 22일 CALPUFF 결과

<Fig. 2-51>과 같이 2010년 11월 22일 구제역 바이러스의 확산 경로를 모델링 한 결과 바이러스가 초기에는 북서풍에 의해 남동방향으로 확산됨을 볼 수 있다. 하지만 시간이 지남에 따라 바이러스가 발생지점에서 사방으로 확산됨을 볼 수 있었다.

초기 구제역 발생지점에서 모델링 수행결과 초기 구제역 발생지점인 경북 안동시에 구제역이 발생된 축산 단지가 대부분 3-4km 내외로 밀집해 있어 바이러스가 공기확산에 의해 영향을 받았다고 판단하기가 어렵다.

(2) CASE 2-1

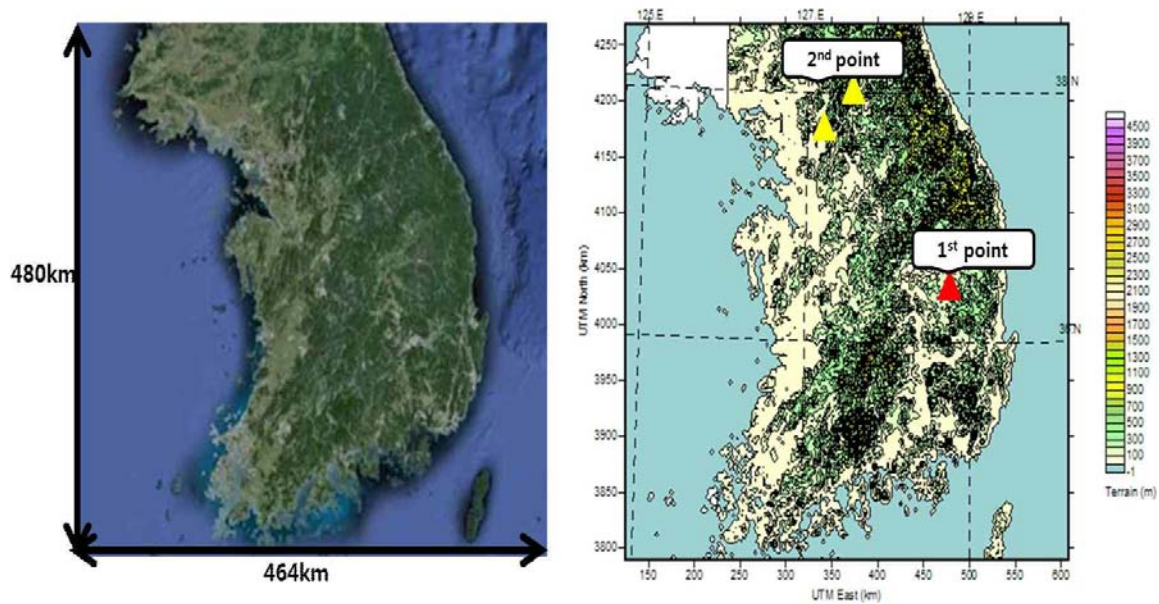
(가) 모델 수행 조건

앞 절에서 연구한 결과 인접한 지역에서 구제역 바이러스 확산 여부를 판단하기 어려워 초기 구제역 발생지점인 경북지역에서 멀리 떨어진 경기 및 강원지역으로 공기에 의한 확산 여부를 관찰 하였다.

<Table. 2-8> 구제역 전염병 발생보고 현황

순 번	축 종	진 단 일	주 소
1	돼지	2010.11.28	
2	한우	2010.11.29	경북 안동시 서후면 이송천리
3	한우	2010.12.01	경북 안동시 와룡면 라소리 1039-1
:			
30	돼지	2010.12.04	경북 안동시 서후면 성곡리 85-2
31	한우	2010.12.06	영양군 청기면 정족리 1182
32	한우	2010.12.10	경북 영주시 적서동 93
33	돼지	2010.12.14	경기 연천군 백학면 노곡2리
34	돼지	2010.12.14	경북 예천군 지보면 마전리 277
35	한우	2010.12.15	경기 파주시 부곡리
36	젓소	2010.12.18	경기 파주시 교하읍 산남리
37	한우	2010.12.19	경기 고양시 산동구 중산동
38	한우	2010.12.20	경기 가평군 하면 신하리
:			
151	돼지	2011.04.16	경북 영천시 금호읍 황정리 658-9
152	돼지	2011.04.19	경북 영천시 금호읍 삼호리 66-1
153	돼지	2011.04.21	경북 영천시 도남동 7221

<Table. 2-8>과 같이 2010년 12월 10일 까지 계속적으로 경북지역에서 구제역이 발생되다가 경북지역으로부터 약 85km 가량 떨어진 경기 연천군에서 구제역이 발생됨을 볼 수 있다. 이에 따라 구제역 바이러스가 경북지역에서 경기지역으로 공기에 의해 바이러스 확산에 영향을 주는지 살펴보기로 하였다.



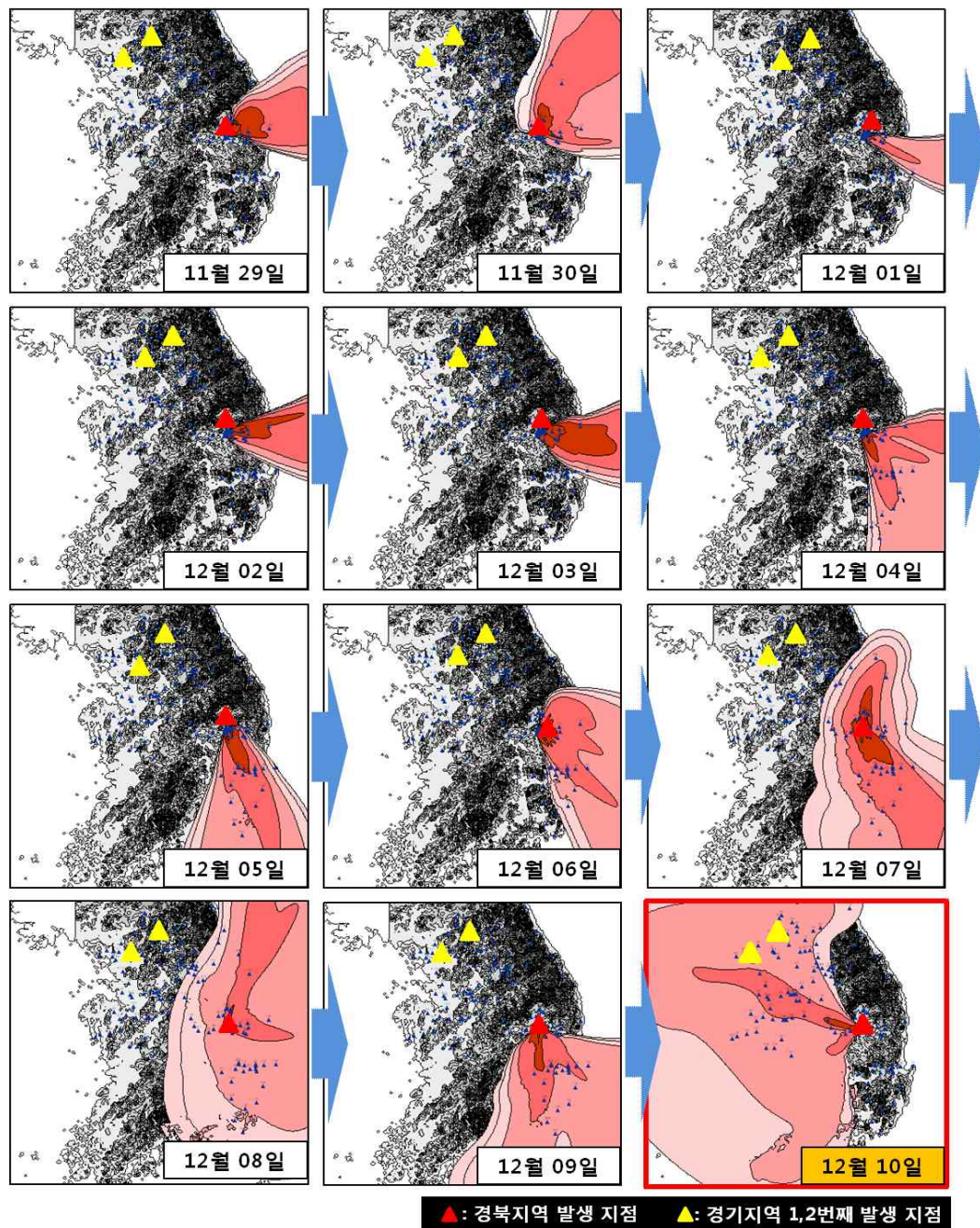
<Fig. 2-52> 모델 수행 대상 지역

<Fig. 2-52>의 1st point 는 구제역의 최초 신고지인 경상북도 안동시 와룡면 서현리 서현양돈단지이다. 2nd point는 경기지역 최초발생지인 연천군 백학면 노곡2리와 경기 파주시 부곡리에 위치한 돈사이다.

CALPUFF 모델링 수행조건은 동일하게 수행하였으며 바이러스 배출량은 앞 절(2)과 동일하게 하였다. 또한, 바이러스는 2일전 배출되며 구제역 발생보고 시점으로부터 약 6일 뒤 살처분 한다고 가정하였다.

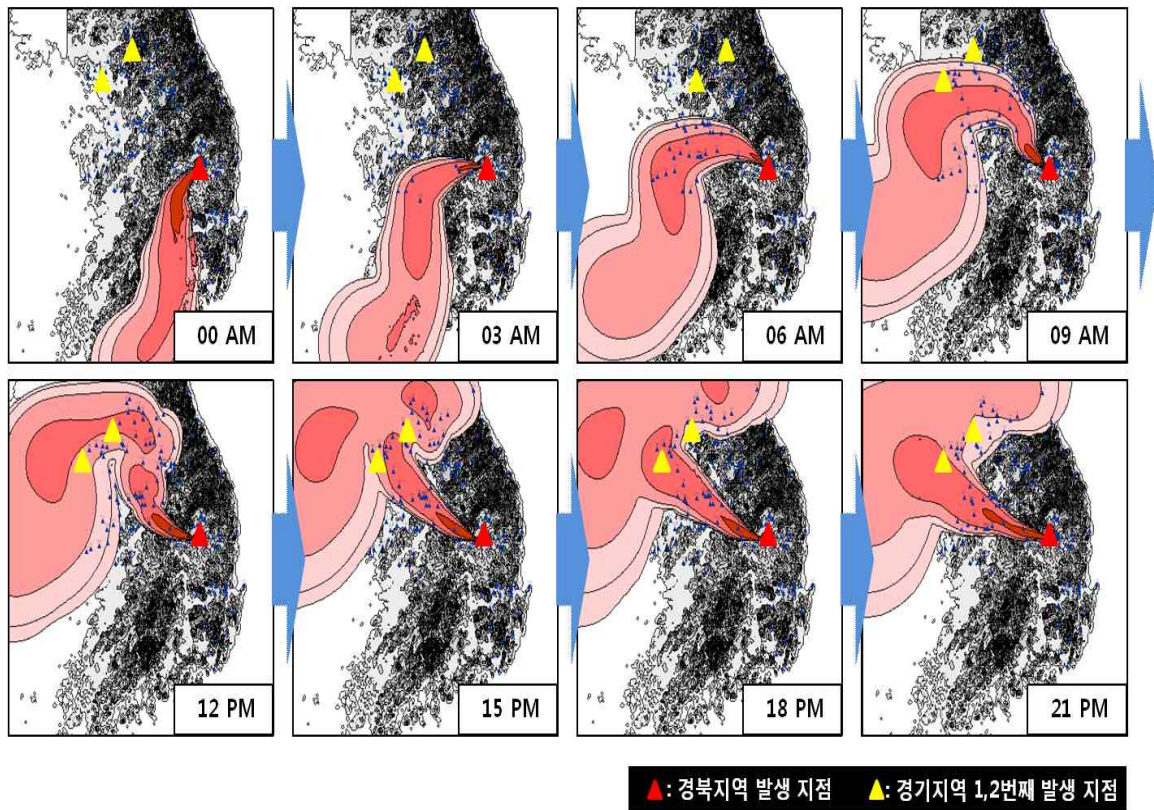
(나) CALPUFF 결과

경기지역에서 최초 구제역 감염시점인 2010년 12월 14일 이전에 모델링 수행결과를 살펴 보며 바이러스의 공기 확산 영향을 살펴보았다. 모델은 매시간별로 수행을 하였으나, 본 연구에서는 24시간 평균으로 모델링을 살펴보았다.



<Fig. 2-53> 2010.11.29.- 2010.12.10. CALPUFF 24시간 평균 결과

<Fig. 2-53>은 날짜별 24시간 평균 농도를 나타내었다. CALPUFF 모델링 수행결과 우리나라는 겨울에 북서풍이 주로 불어옴으로 2010년 11월 29일-2010년 12월 6일까지 경북 지역에서 경기지역 반대방향으로 바이러스가 확산됨을 확인 할 수 있었다. 하지만 2010년 12월 7일 이후 바람의 양상이 다양하게 나타나다 2010년 12월 10일 경 구제역 바이러스가 남동풍에 의해 경기지역에 영향을 미친것을 확인할 수 있었다.



<Fig. 2-54> 2010년 12월 10일 CALPUFF 1시간 평균 결과

<Fig. 2-54>는 2010년 12월 10일 구제역 바이러스 확산 양상을 3시간 간격으로 살펴본 것이다. 0시 ~ 6시까지의 북동풍이 불다가 시간이 지남에 따라 점점 바람의 방향이 남서풍으로 변하여 경기지역에 구제역 바이러스가 영향을 준 것을 볼 수 있었다.

(다) 상대습도

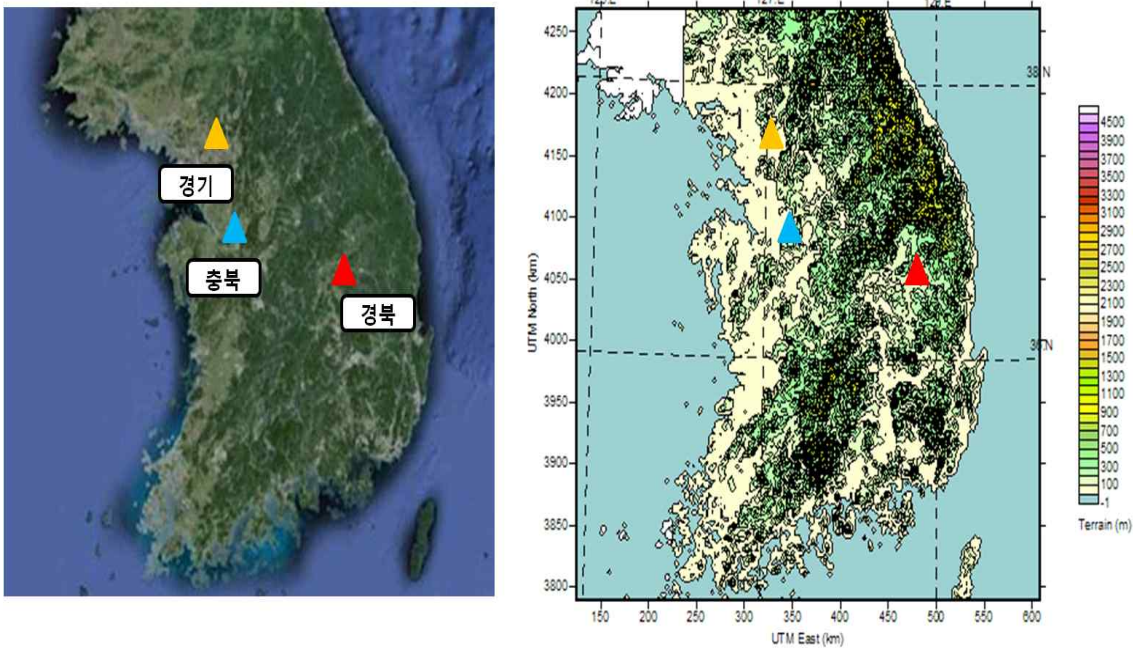
2010년 12월 10일에 바이러스의 확산을 확인하였지만 공기 전파는 어떤 접촉 상황도 없는 상황에서 멀리 떨어진 지역까지 바이러스가 전파되는 것을 말한다. 거리는 보통 수십 킬로미터까지 측정될 수 있다. 장거리의 공기 전파는 공기 기둥에서의 바이러스의 생물학적 또는 물리적으로 감염력의 손실이 특별한 기후와 지형적인 조건 때문에 최소화되는 환경에서 발생한다.

공기 중의 바이러스 생존력은 습도와 온도와 관계가 있다. 구제역 바이러스의 생존은 상대습도 55~60% 이상일 때 최적이다. 이런 조건하에서 오염된 우유, 세포 배양액들이 공기 중에 퍼진다면, 구제역 바이러스는 1시간 이상 소멸되지 않고 살아남을 수 있다. 예를 들면 먼 거리 전파 중 습도 60%, 바람의 세기는 10m/s에서 바이러스는 약 100km를 여행하는데 소요되는 2.7시간 이상을 살아남을 수 있다. 또한, 온도는 33℃ 이하의 낮은 온도조건에

서 더욱 전파 가능성이 높으며, 자외선에는 비교적 안정한 편이다.

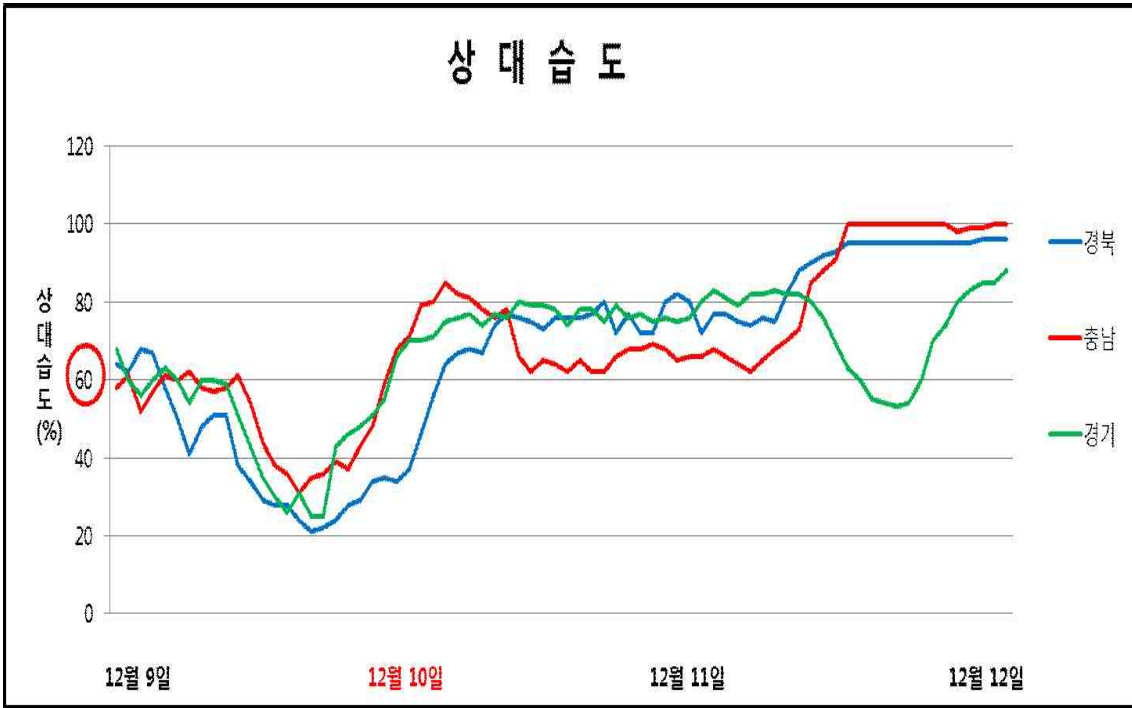
2010년 11월 이후 우리나라는 온도는 33℃이하의 상태를 볼 수 있었다. 그러므로 본 연구에서는 바이러스가 공기 확산에 영향을 받았을 가능성이 있는 2010년 12월 10일에 지역별 상대습도를 살펴보았다.

① 상대습도 결과



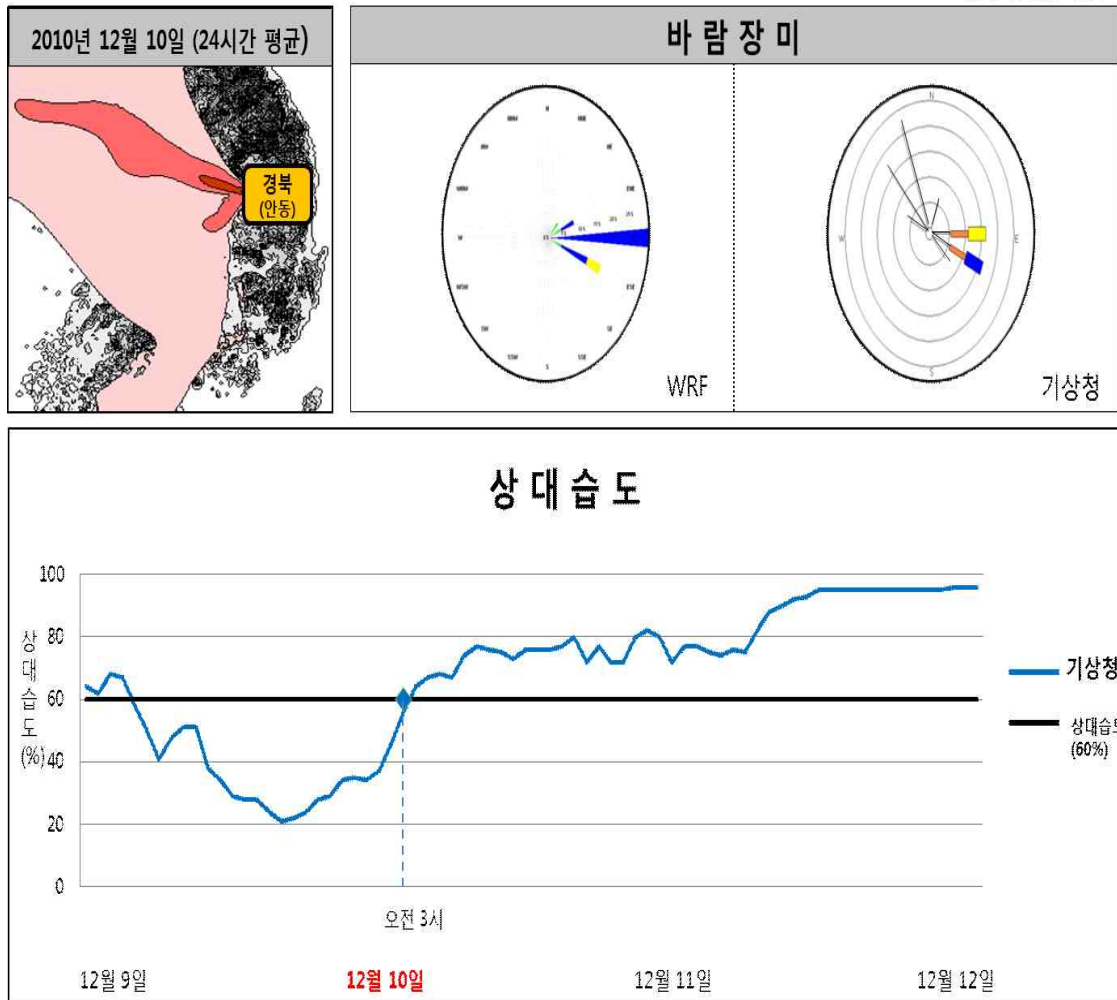
<Fig. 2-55> 상대습도 측정 지점

<Fig. 2-55>와 같이 2010년 12월 10일 경북지역에서 경기지역으로 바이러스 확산 가능성이 있는 날을 대상으로 경기, 충북, 경북 지역으로 나눠 상대습도를 살펴보았다. 또한, 상대습도는 WRF 기상모델과 기상청 지역별 상세관측자료(AWS)를 이용하였다.



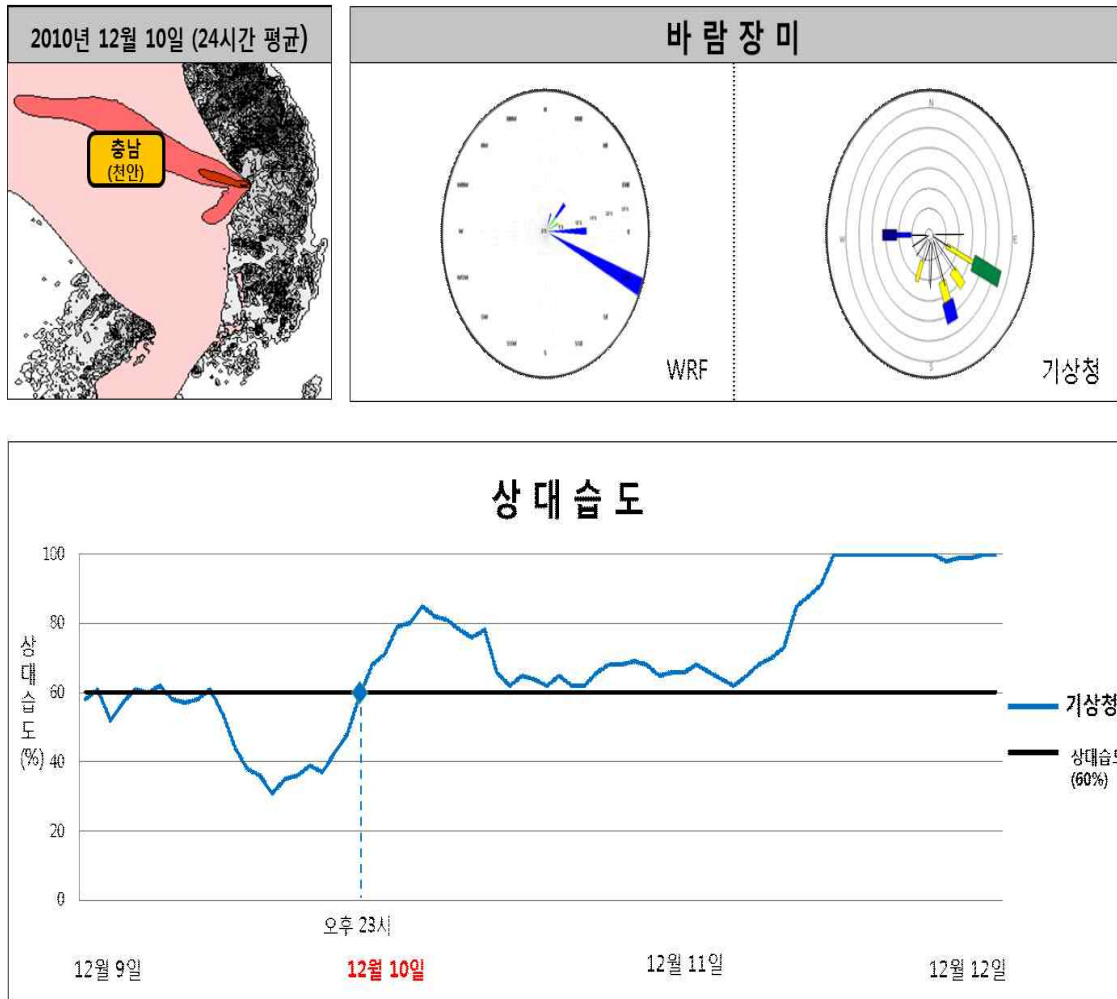
<Fig. 2-56> 지역별 상대습도

<Fig. 2-56>은 경기지역에서 구제역 첫 발생일인 2010년 12월 14일 이전 지역별 상대습도이다. 경북지역으로부터 바이러스 확산으로 영향을 받은 2010년 12월 10일 경부터 상대습도가 대부분 60%를 초과한 것을 볼 수 있었다. 이 와 같은 결과는 겨울철 우리나라에 내린 눈에 의해 영향을 받은 것으로 본다.



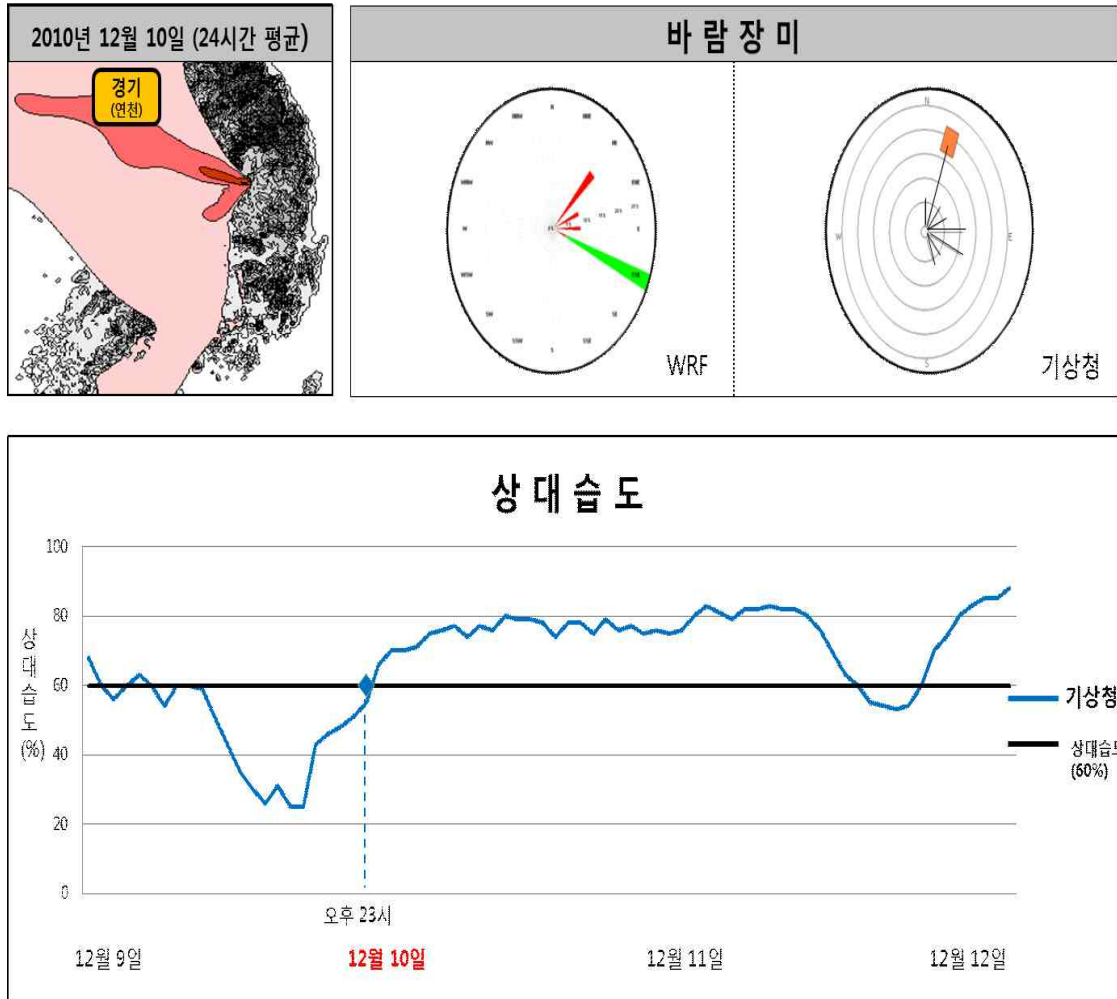
<Fig. 2-57> 2010.12.09~12 경북(안동)지역의 상대습도 및 바람장미

<Fig. 2-57>은 경상북도 안동시의 상대습도와 바람장미를 나타낸 것이다. 2010년 12월 10일 오전 3시부터 상대습도가 60% 이상이며 WRF 및 기상청의 자료를 통해 얻은 바람장미는 남동풍 및 북서풍이 약하게 불어옴을 볼 수 있었다.



<Fig. 2-58> 2010.12.09.~12 충남(천안)지역의 상대습도 및 바람장미

<Fig. 2-58>은 충청남도 천안시의 상대습도와 바람장미를 나타낸 것이다. 2010년 12월 9일 오후 11시부터 상대습도가 60% 이상이며 WRF 및 기상청의 자료를 통해 얻은 바람장미는 남동풍으로 유사함을 볼 수 있었다.



<Fig. 2-59> 2010.12.09.~12 경기(연천)지역의 상대습도 및 바람장미

<Fig. 2-59>는 경기도 연천군의 상대습도와 바람장미를 나타낸 것이다. 2010년 12월 9일 오후 11시부터 상대습도가 60% 이상이며 12월 11일 오후 늦게 상대습도가 60% 이하로 떨어졌다가 다시 상승함을 볼 수 있다. WRF 및 기상청의 자료를 통해 얻은 바람장미는 남동풍 및 북동풍이 우세한 것으로 조사되었다.

(3) CASE 2-2

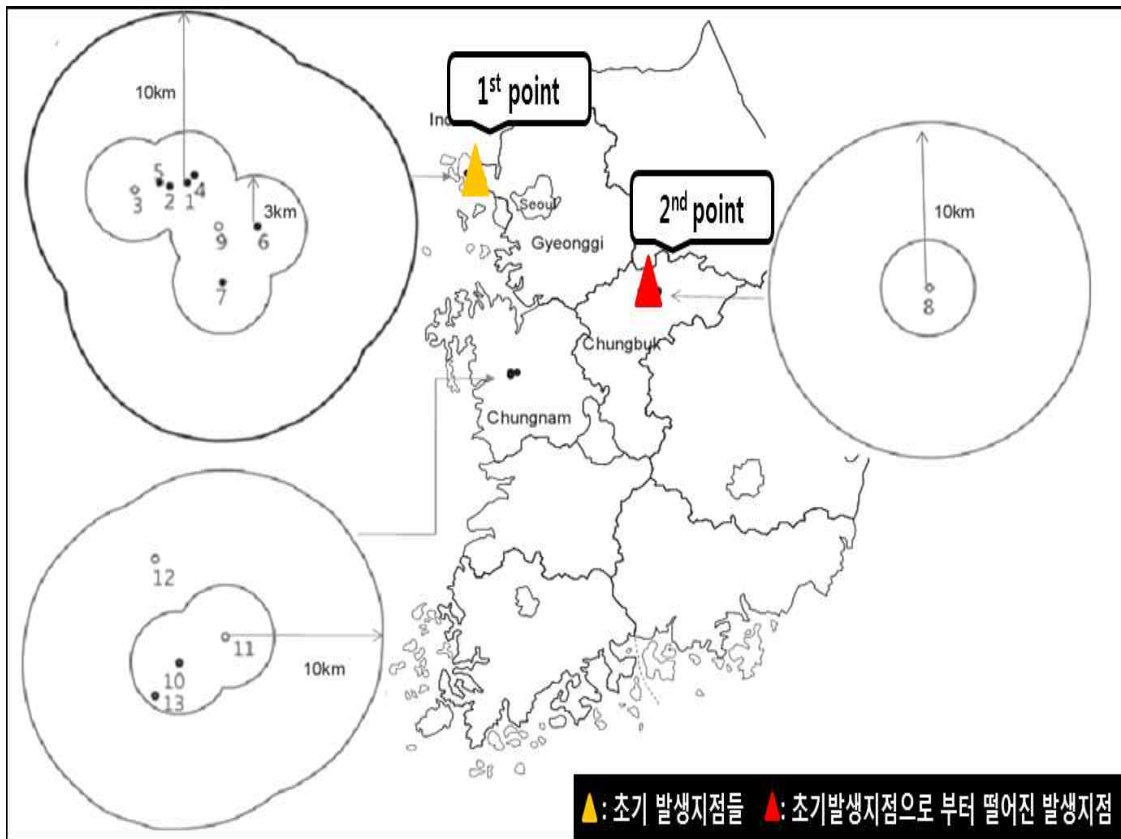
(가) 모델 수행 조건

CASE 2-1 수행한 연구를 통해 우리나라에 2010년 4~5월에 발생된 구제역 발생지를 통해 바이러스의 공기 확산 영향을 살펴보았다.

<Table. 2-9> 구제역 전염병 발생보고 현황

순번	축종	진단일	주소	처음 발생지점으로부터 거리
1	소	2010.04.08	인천시 강화군 선원면	-
2	소	2010.04.09	인천시 강화군 선원면	1.4km
3	돼지	2010.04.09	인천시 강화군 선원면	3.5km
4	소	2010.04.09	인천시 강화군 선원면	0.7km
5	소	2010.04.10	인천시 강화군 선원면	1.8km
6	소	2010.04.19	경기도 김포시 월곶면	5.3km
7	소	2010.04.21	인천시 강화군 불은면	6.5km
8	돼지	2010.04.21	충북 충주시 신니면	136km
9	돼지	2010.04.27	인천시 강화군 불은면	3.1km
10	돼지	2010.04.30	충남 청양군 정산면	153km
11	소	2010.05.06	충남 청양군 목면	152km
12	소	2010.05.30	충남 청양군 목면	146km
13	돼지	2010.06.04	충남 청양군 목면	154km

<Table. 2-9>와 같이 2010년 4월 21일 까지 연속적으로 인천시 강화군에서 구제역이 발생되다가 초기 발생지점으로부터 약 136km 가량 떨어진 충북 충주시에서 구제역이 발생됨을 볼 수 있다. 이에 구제역 바이러스가 인천 강화군에서 충북 충주로 공기에 의해 영향을 주는지 살펴보기로 하였다.

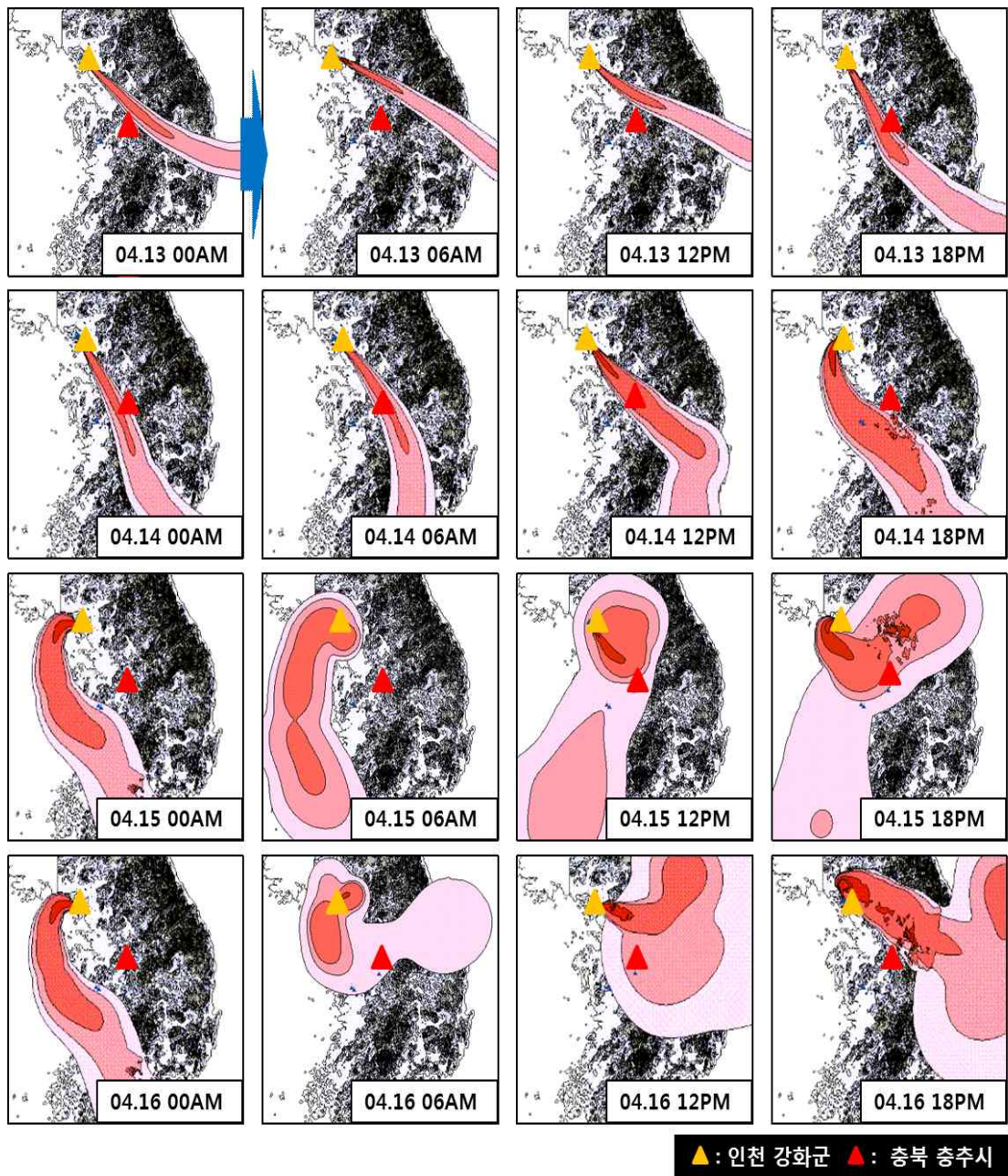


<Fig. 2-60> 구제역 바이러스 발생 위치

<Fig. 2-60>의 1st point 는 2010년 4월 구제역 최초 발생지인 인천시 강화군 선원면이다. 2nd point는 1st point에서 136km 떨어진 충북 충주시 신니면이다. 모델링 수행조건은 CASE 2 와 동일한 9km × 9km 동일하게 한국을 대상으로 실행하였으며 바이러스 배출량 또한 돼지의 농도만 고려하여 수행하였다.

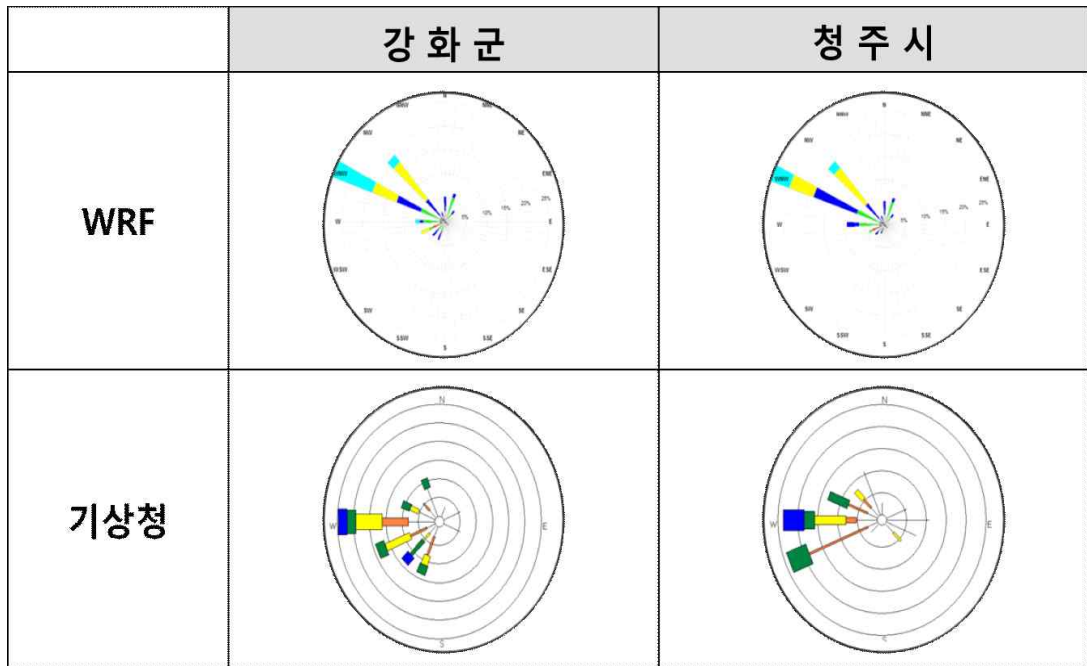
(나) CALPUFF 결과

2010년 4월 구제역 최초 감염지역인 인천 강화군에서 136km 떨어진 충북 충주시를 대상으로 모델링을 수행한 결과이다. 충북 충주시의 구제역 진단 시점인 2010년 4월 21일로부터 잠복기 8일을 고려하여 2010년 4월 13일부터 매시간별로 모델링을 수행하였으나, 6시간 간격으로 모델링 결과를 살펴보았다.



<Fig. 2-61> 2010.04.13.-2010.04.16. CALPUFF 모델링 결과

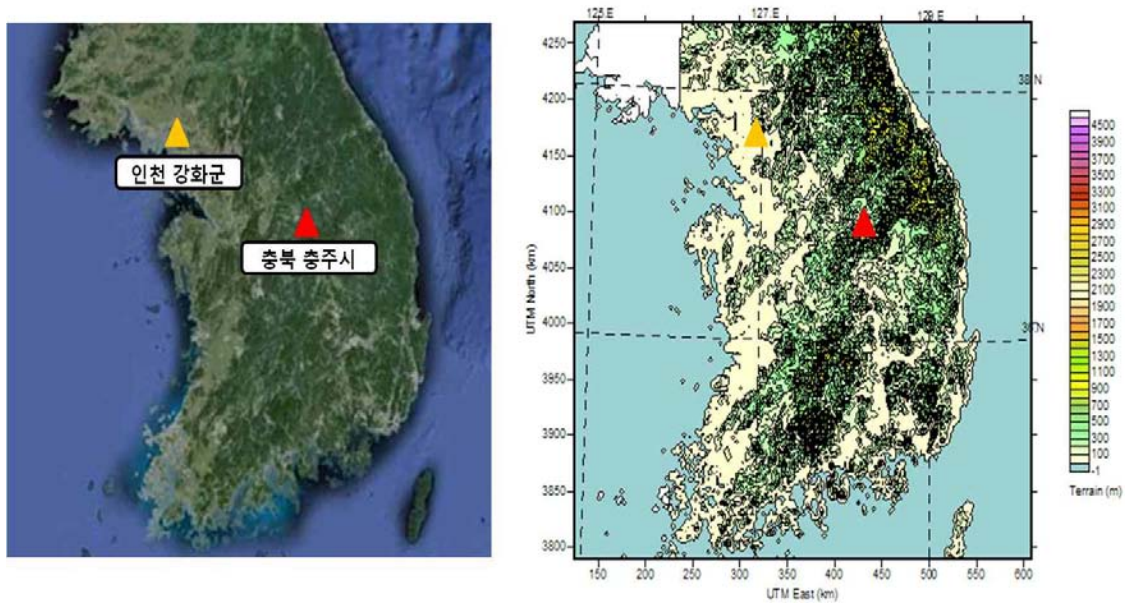
<Fig. 2-61>은 날짜별 CALPUFF 결과이다. 모델링 수행결과 2010년 4월 13일,14일 인천 강화군에서 발생한 구제역 바이러스가 북서풍에 의해 충북 충주시까지 확산되는 것을 관찰 가능하였다. 그 후 구제역 바이러스가 계속해서 사방으로 확산되면서 충북 충주시 주변까지 영향을 주었다.



<Fig. 2-62> 2010.04.13.-2010.04.16. 바람장미

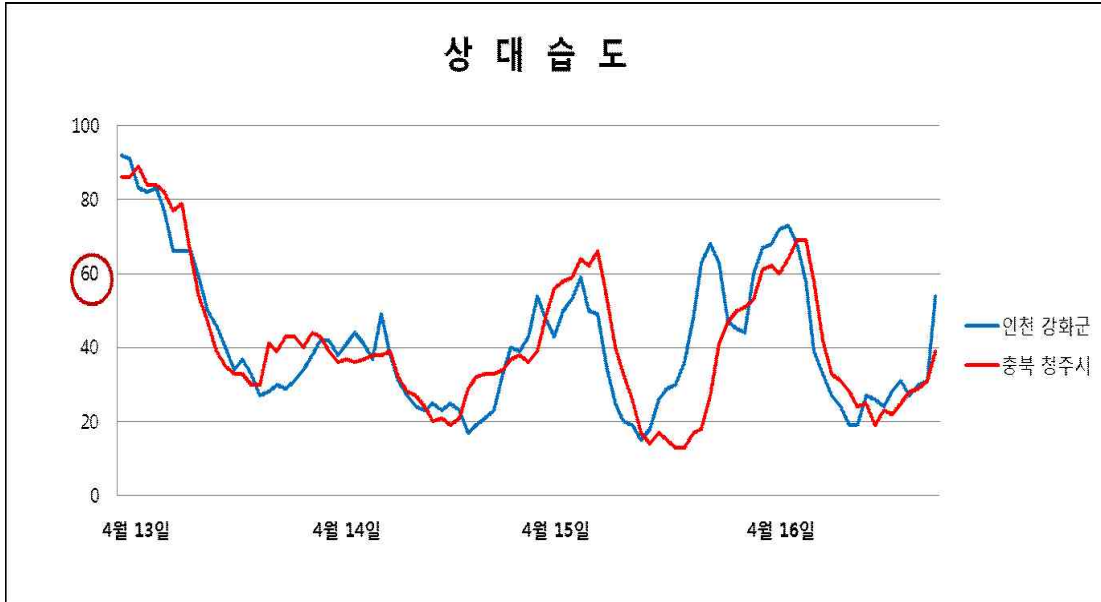
<Fig. 2-62>는 CALPUFF 모델링 결과와 비교하기 위하여 WRF 및 기상관측자료를 이용하여 바람장미를 표현하였다. 인천 강화군과 충북 청주시에는 북서풍 계열의 바람이 우세함을 알 수 있었다.

(다) 상대습도



<Fig. 2-63> 상대습도 측정 위치

<Fig. 2-63>과 같이 2010년 4월 13일 - 2010년 4월 16일까지 인천 강화군과 충북 충주시에 구제역 바이러스 확산 가능성이 있는 날을 대상으로 상대습도를 살펴보았다. 또한, 상대습도는 WRF 기상모델과 기상청 지역별 상세관측자료(AWS)를 이용하였다.



<Fig. 2-64> 2010.04.13.-2010.04.16. 지역별 상대습도

<Fig. 2-64>와 같이 2010년 4월 13일부터 2010년 4월 16일 까지 상대습도를 지역별상세 관측자료(AWS)를 통해 조사하였다. 인천 강화군과 충북 청주시간의 상대습도 차이는 없었다. 2010년 4월 13일 오전에는 상대습도가 60%이상이었으나 그 후에는 상대습도가 대부분 60% 이하임을 확인 가능하였다. 구제역 바이러스의 생존의 최적 조건인 상대습도는 55~60%이기에 CASE 2-2의 경우 구제역 바이러스의 공기확산과 상대습도와의 연관성을 확신하기 어렵다.

(4) CASE 3

(가) 모델 수행 조건

구제역이 발생된 지점에서 공기 확산에 의해 바이러스 배출에 영향을 미칠 경우, 바이러스가 확산된 범위 내에 새롭게 발생하는 구제역 돈·축사의 위치가 포함되는지를 살펴보기로 하였다. 하지만 구제역의 잠복기는 매우 다양하며 바이러스 감염량, 전파경로, 동물 종, 사육 환경 등에 영향을 받는다. 그러므로 구제역 발생시점으로부터 잠복기를 하루씩 늘려

가며(2~8일) 모델링을 수행하였다.

아래 <Table. 2-10>은 2010년 11월 28일 이후 발생한 구제역 발생 현황이며, 모델링 수행 조건은 앞 절(2)과 동일한 9km × 9km 한국을 대상으로 수행하였다.

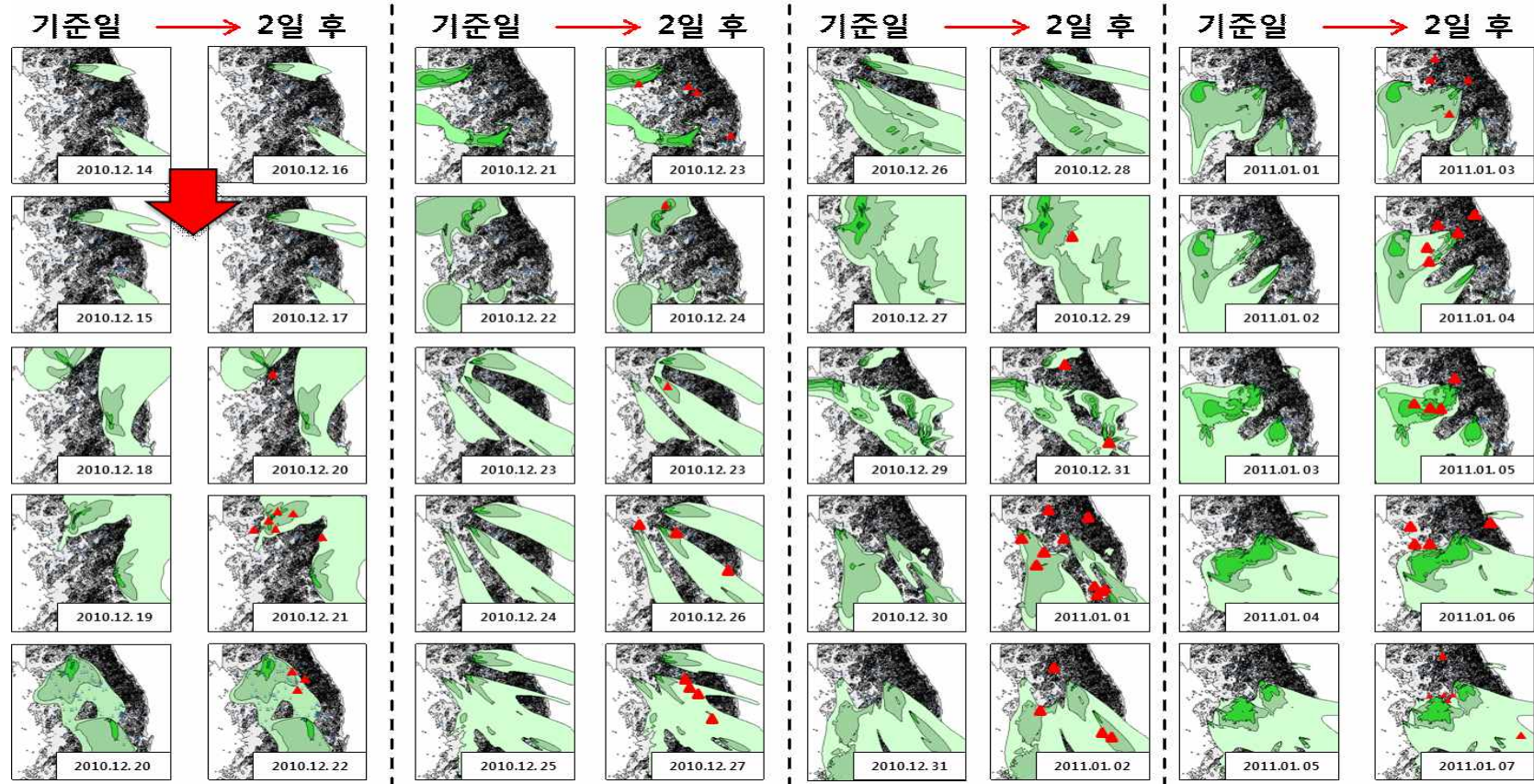
또한, CALPUFF는 24시간 평균으로 모델링을 수행하였다.

<Table. 2-10> 구제역 전염병 발생보고 현황

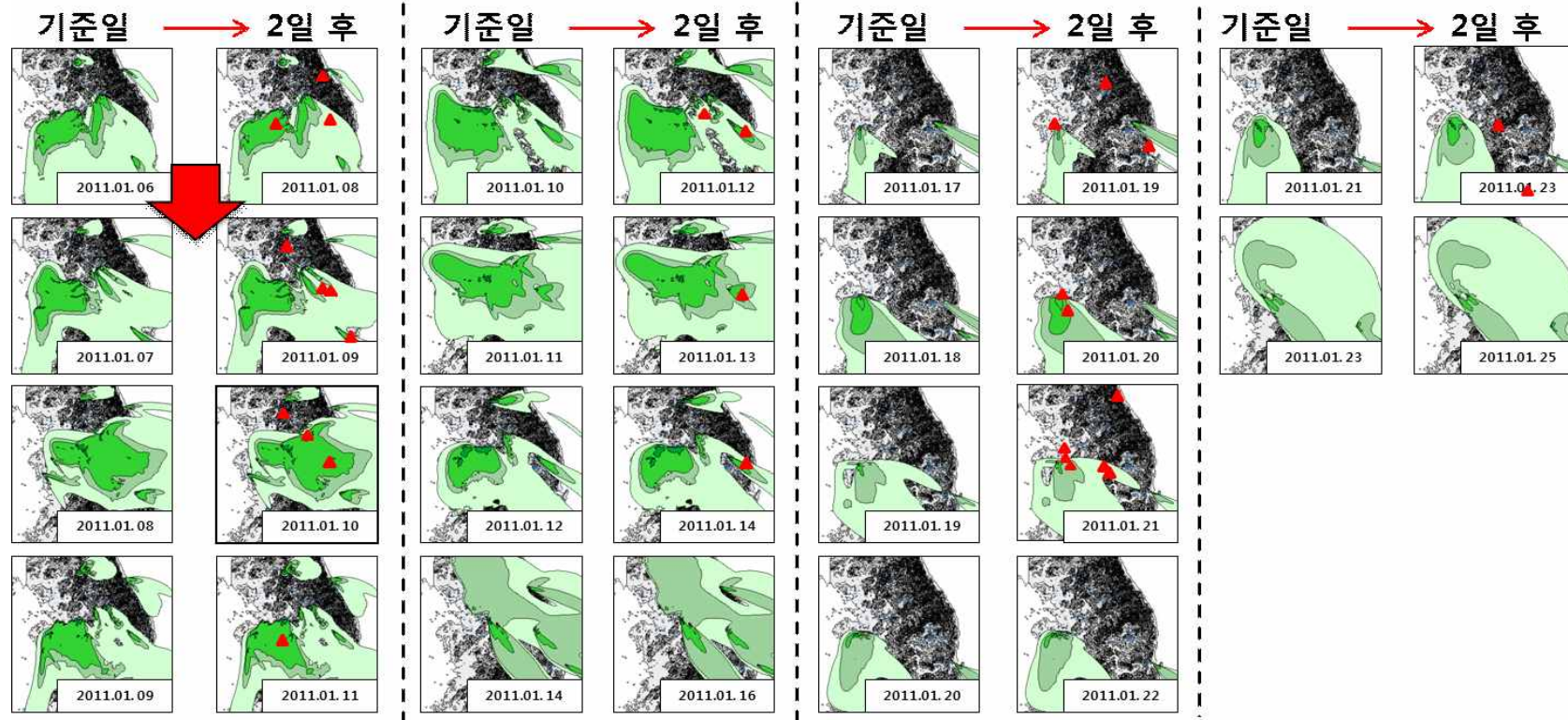
순번	축종	진단일	주소
1	돼지	2010.11.28	경북 안동시 와룡면 서현리 236
2	한우	2010.11.29	경북 안동시 서후면 이송천리
3	한우	2010.12.01	경북 안동시 와룡면 라소리 1039-1
..			
30	돼지	2010.12.04	경북 안동시 서후면 성곡리 85-2
31	한우	2010.12.06	영양군 청기면 정족리 1182
32	한우	2010.12.10	경북 영주시 적서동 93
33	돼지	2010.12.14	경기 연천군 백학면 노곡2리
34	돼지	2010.12.14	경북 예천군 지보면 마전리 277
35	한우	2010.12.15	경기 파주시 부곡리
36	젓소	2010.12.18	경기 파주시 교하읍 산남리
37	한우	2010.12.19	경기 고양시 산동구 중산동
38	한우	2010.12.20	경기 가평군 하면 신하리
.			
151	돼지	2011.04.16	경북 영천시 금호읍 황정리 658-9
152	돼지	2011.04.19	경북 영천시 금호읍 삼호리 66-1
153	돼지	2011.04.21	경북 영천시 도남동 7221

(나) CALPUFF 결과

① 잠복기 2일 가정



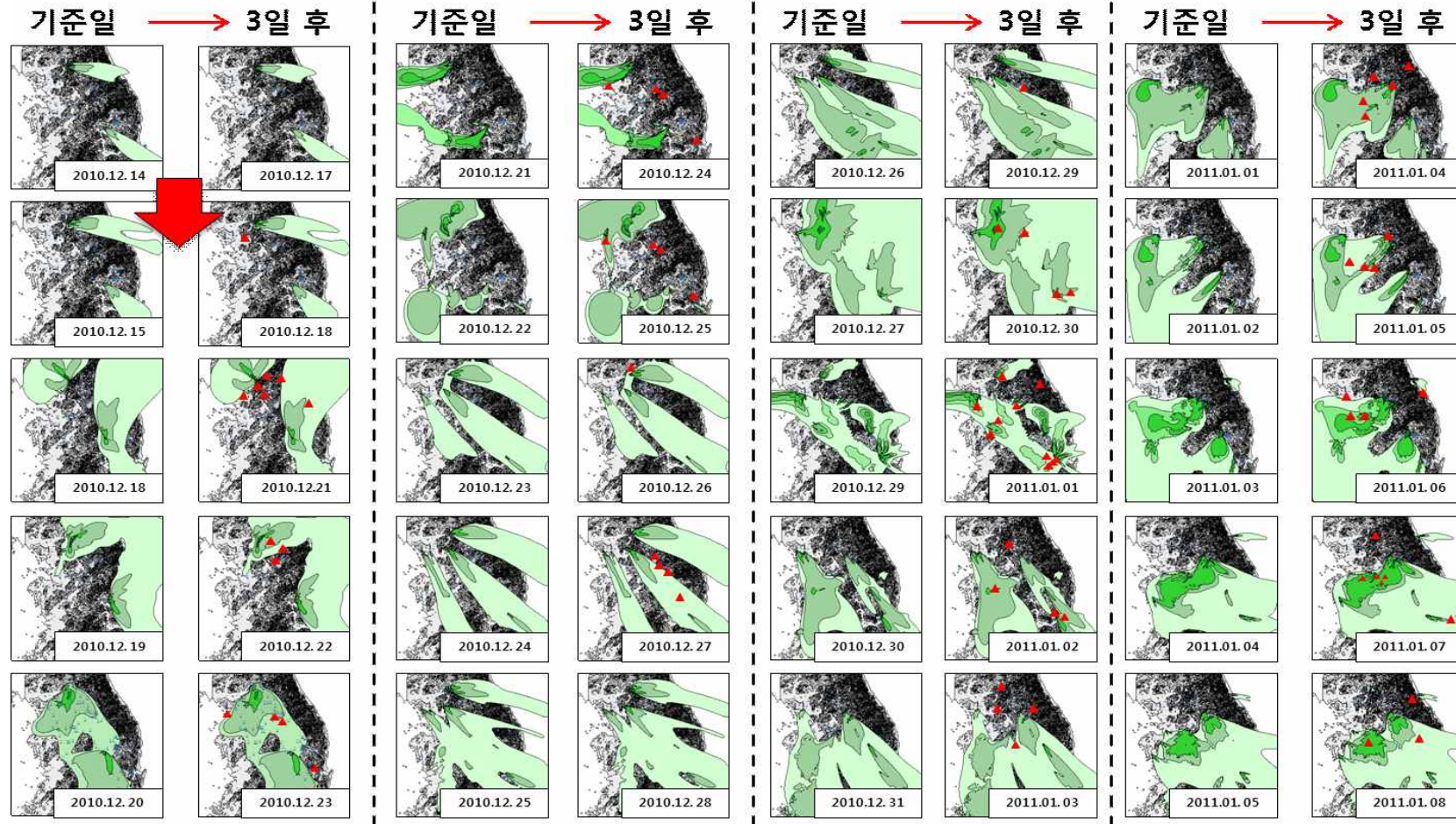
<Fig. 2-65> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 2일)



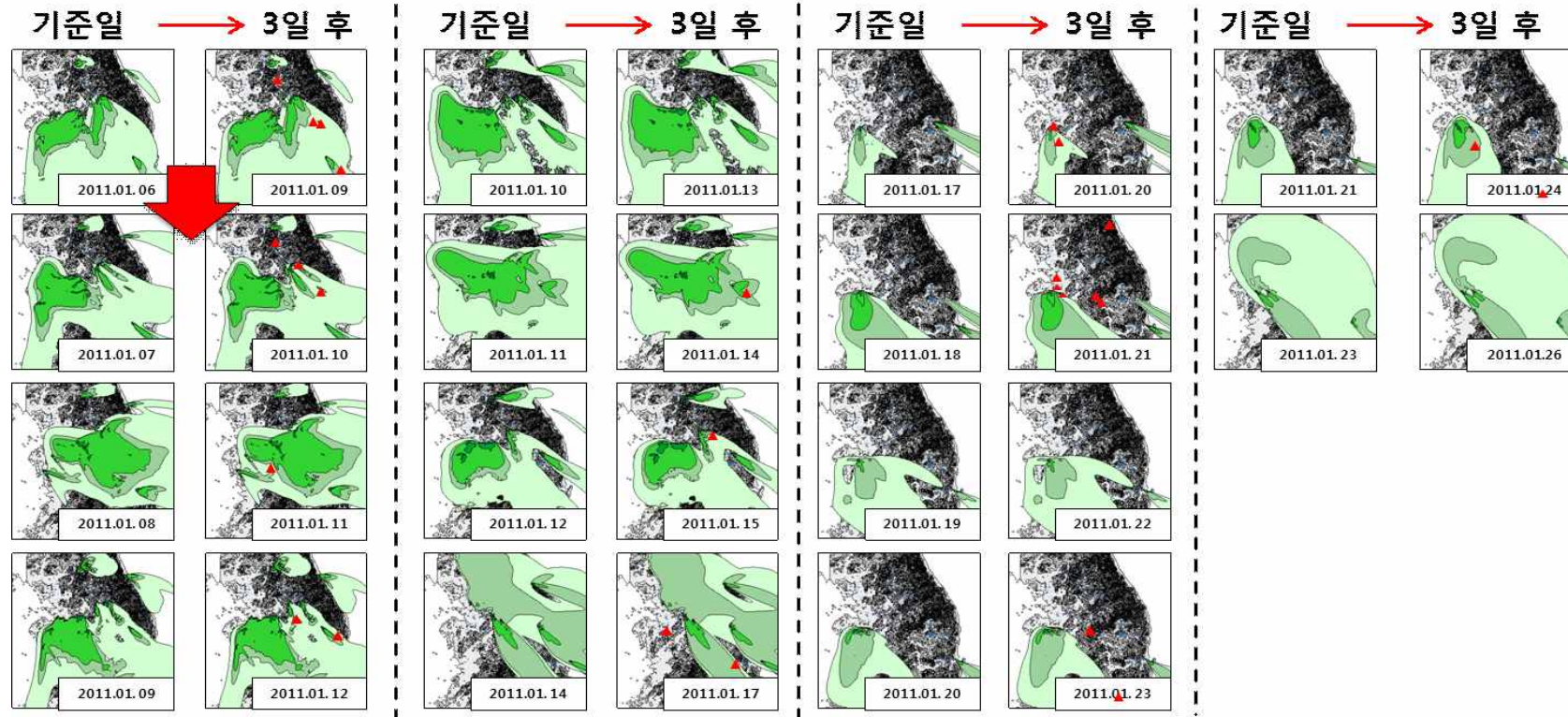
<Fig. 2-66> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 2일)

잠복기를 2일로 가정하였을 경우 기준일로부터 바이러스가 확산된 후 구제역 양성 진단을 받은 돈·축사는 91곳이며, 그 중 바이러스가 확산된 범위에 속한 구제역 발생지는 60곳이다.

② 잠복기 3일 가정



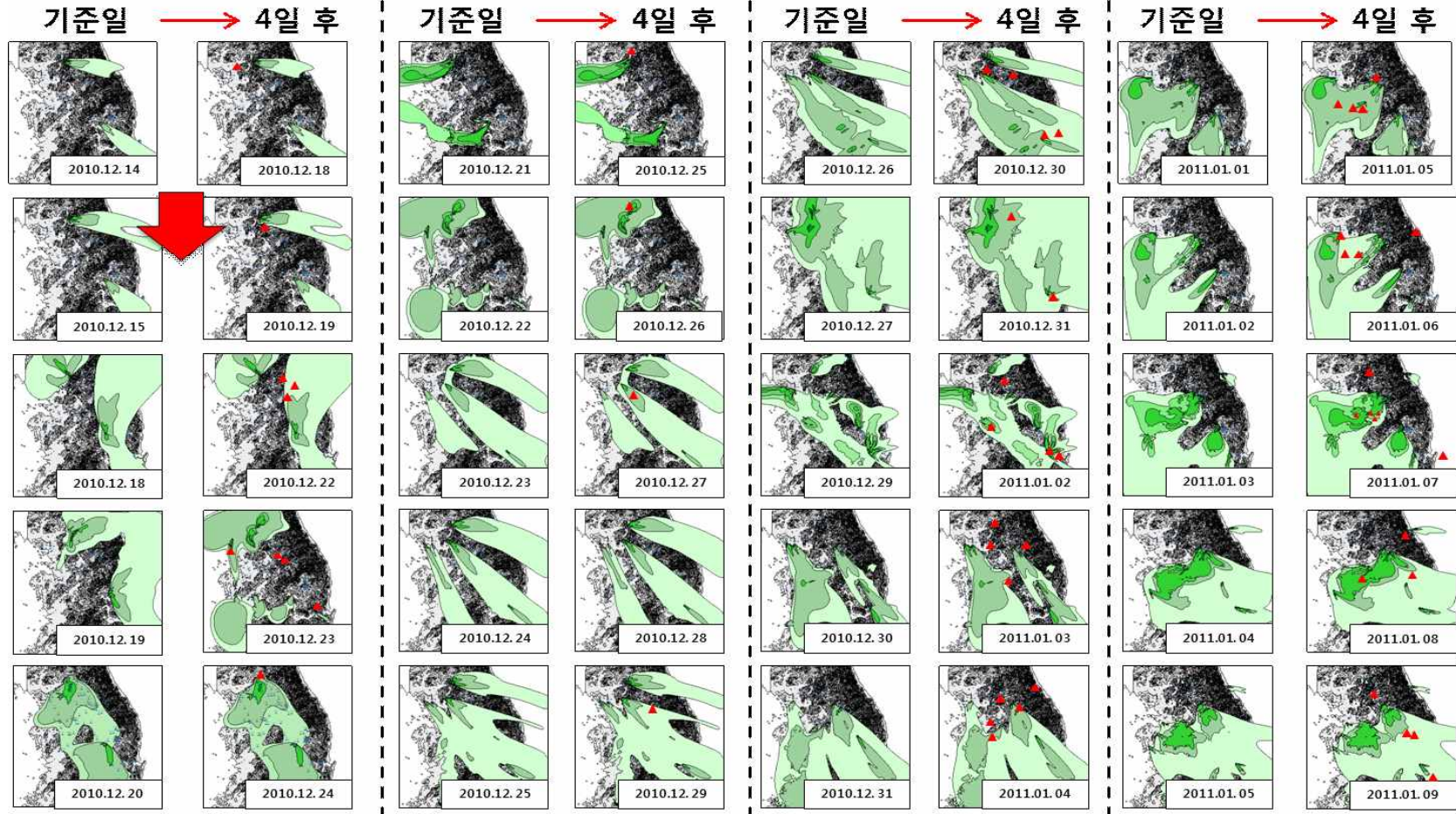
<Fig. 2-67> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 3일)



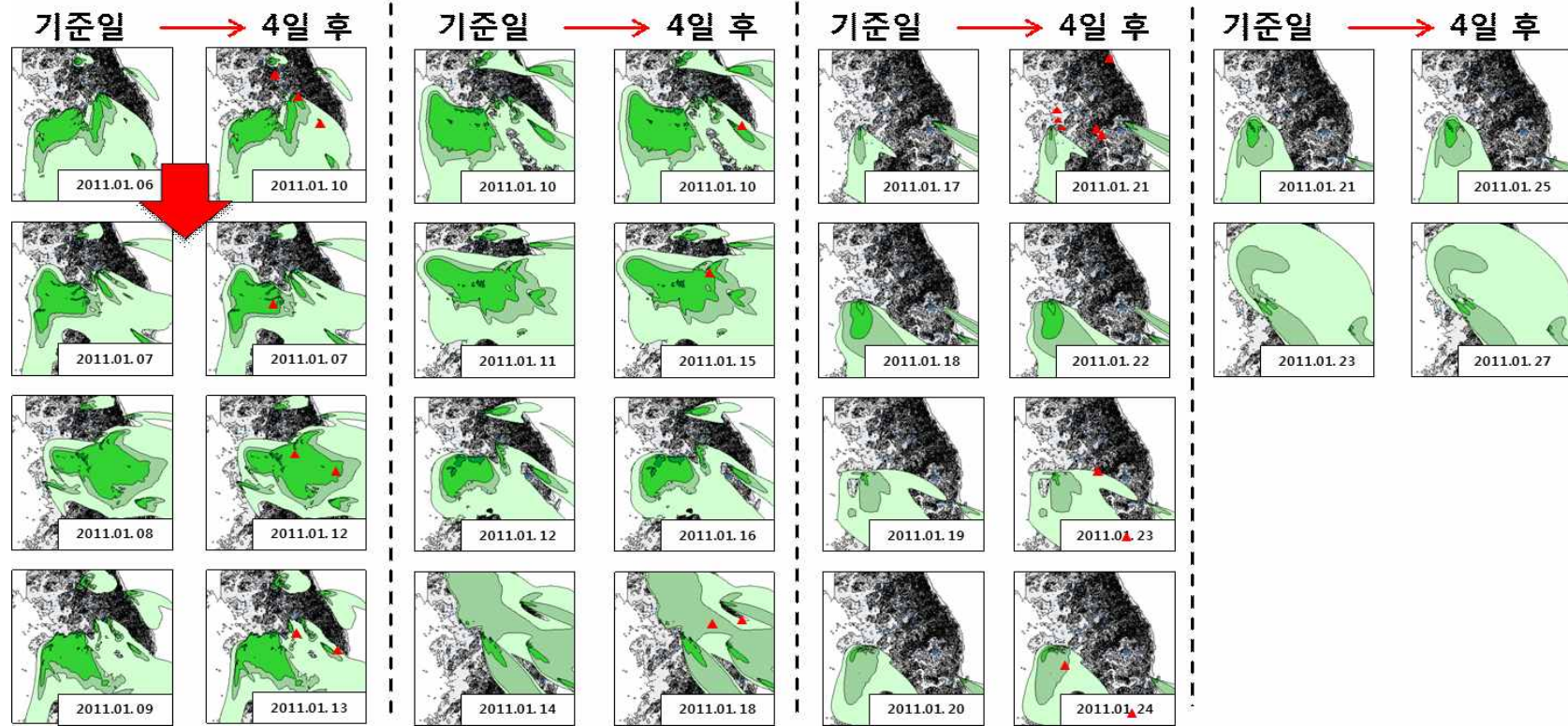
<Fig. 2-68> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 3일)

잠복기를 3일로 가정하였을 경우 기준일로부터 바이러스가 확산된 후 구제역 양성 진단을 받은 돈·축사는 91곳이며, 그 중 바이러스가 확산된 범위에 속한 구제역 발생지는 62곳이다.

③ 잠복기 4일 가정



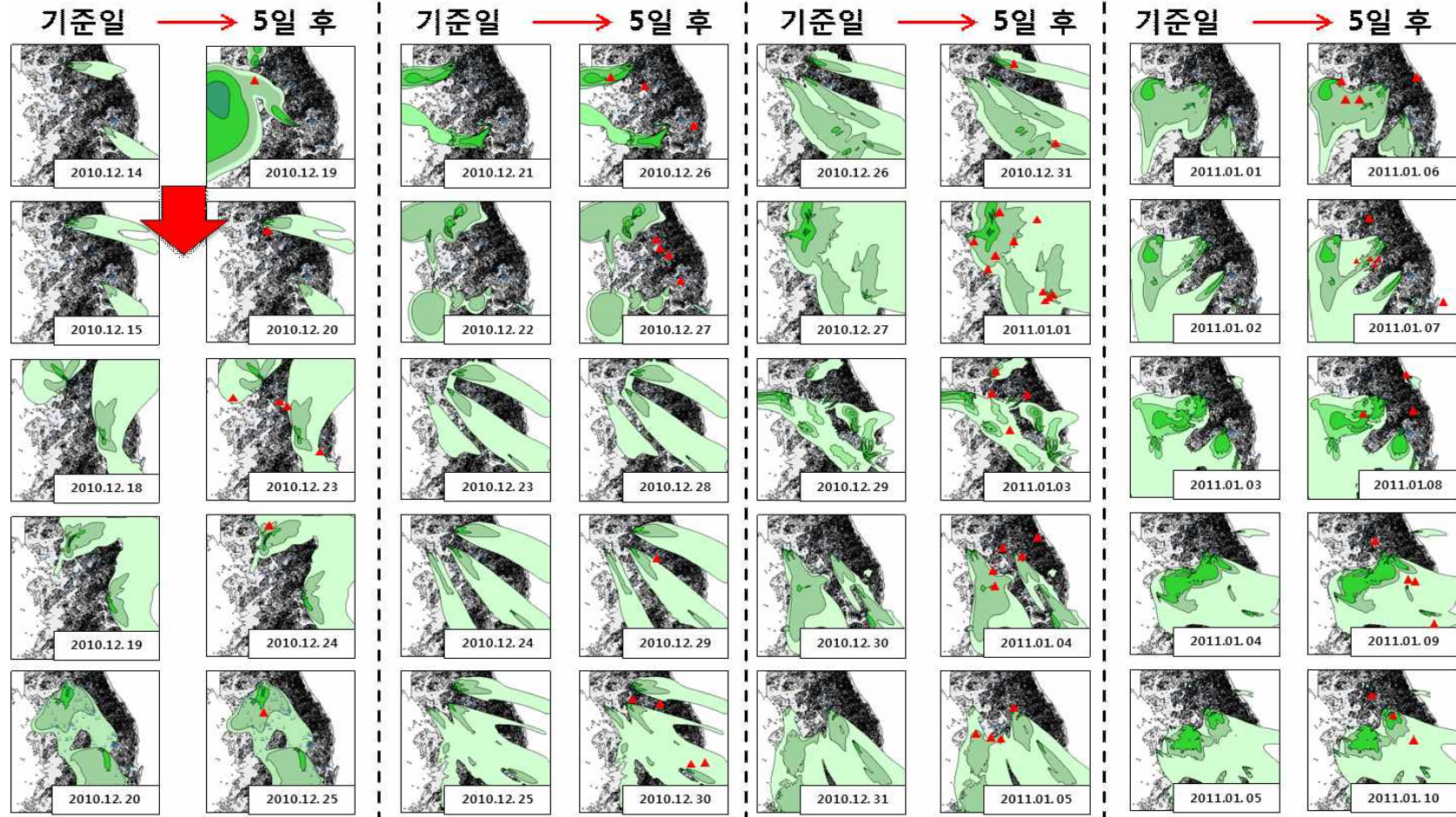
<Fig. 2-69> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 4일)



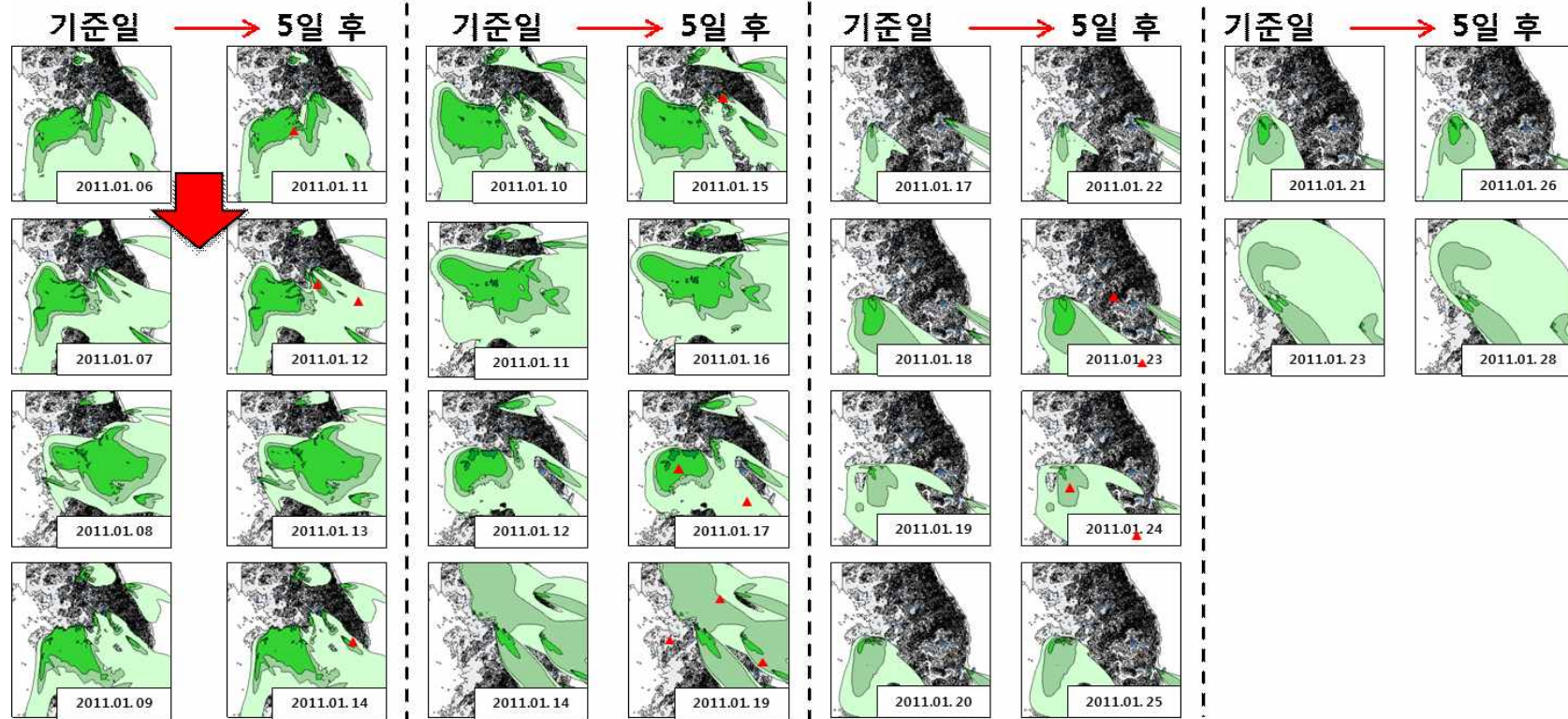
<Fig. 2-70> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 4일)

잠복기를 4일로 가정하였을 경우 기준일로부터 바이러스가 확산된 후 구제역 양성 진단을 받은 돈·축사는 76곳이며, 그 중 바이러스가 확산된 범위에 속한 구제역 발생지는 49곳이다.

④ 잠복기 5일 가정



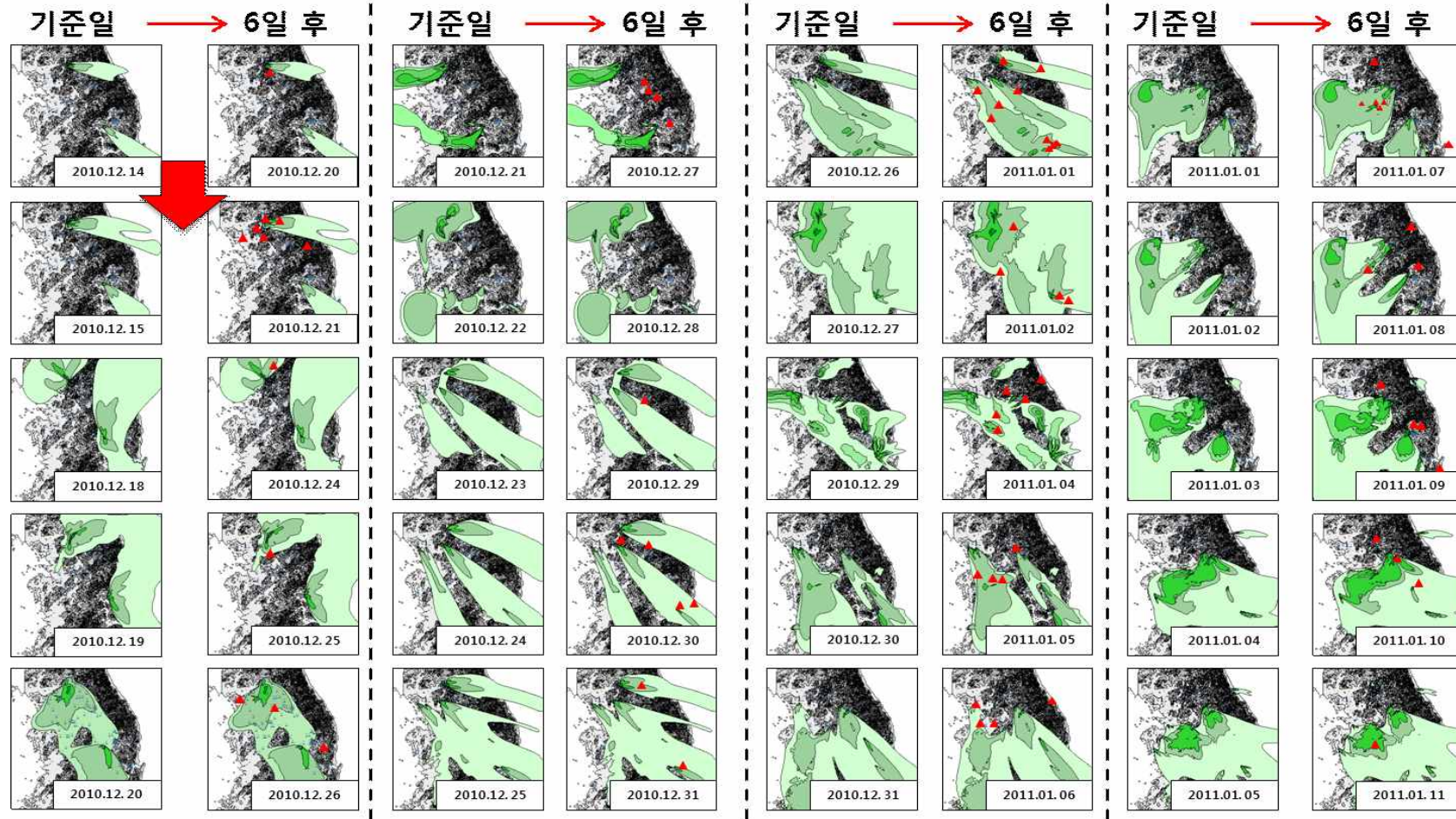
<Fig. 2-71> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 5일)



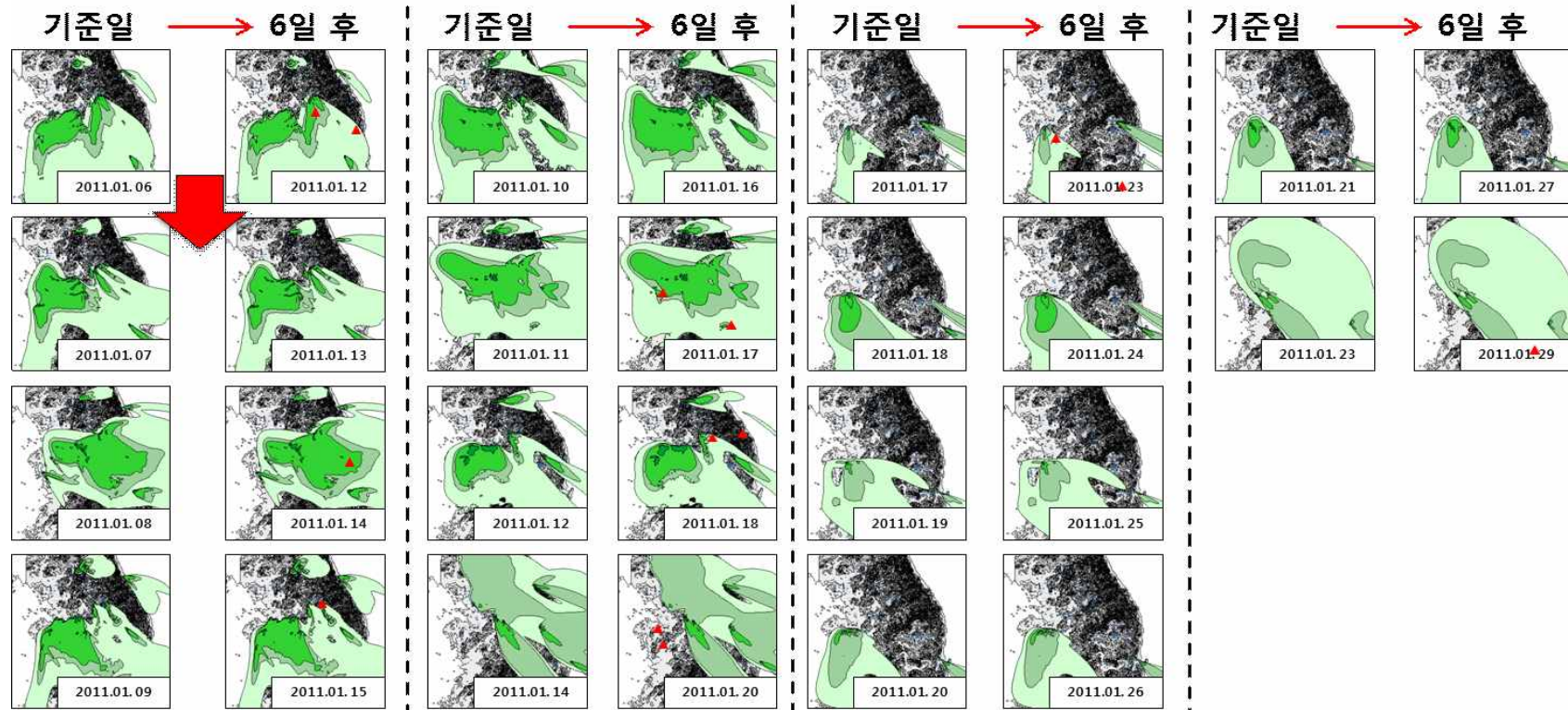
<Fig. 2-72> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 5일)

잠복기를 5일로 가정하였을 경우 기준일로부터 바이러스가 확산된 후 구제역 양성 진단을 받은 돈·축사는 78곳이며, 그 중 바이러스가 확산된 범위에 속한 구제역 발생지는 55곳이다.

⑤ 잠복기 6일 가정



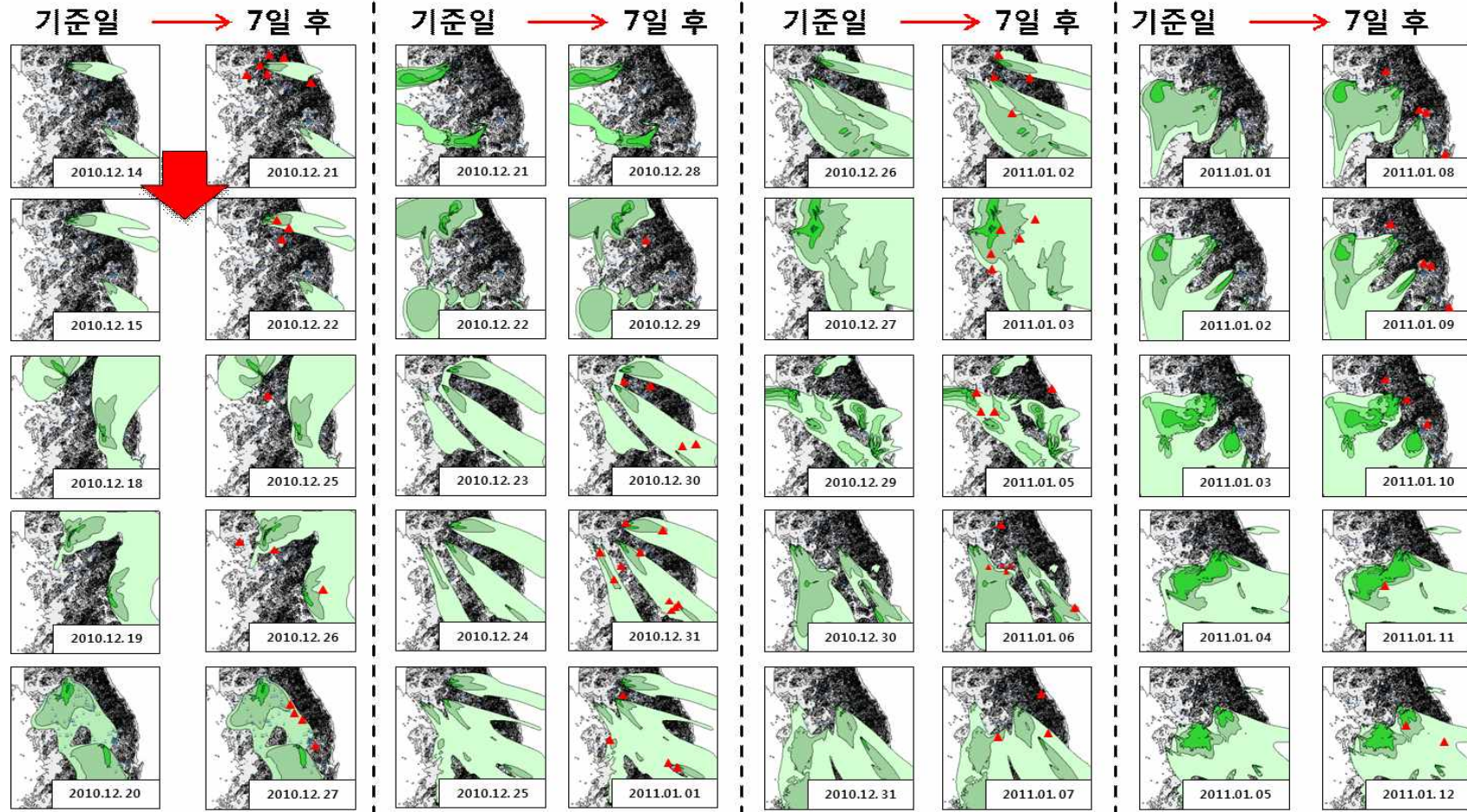
<Fig. 2-73> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 6일)



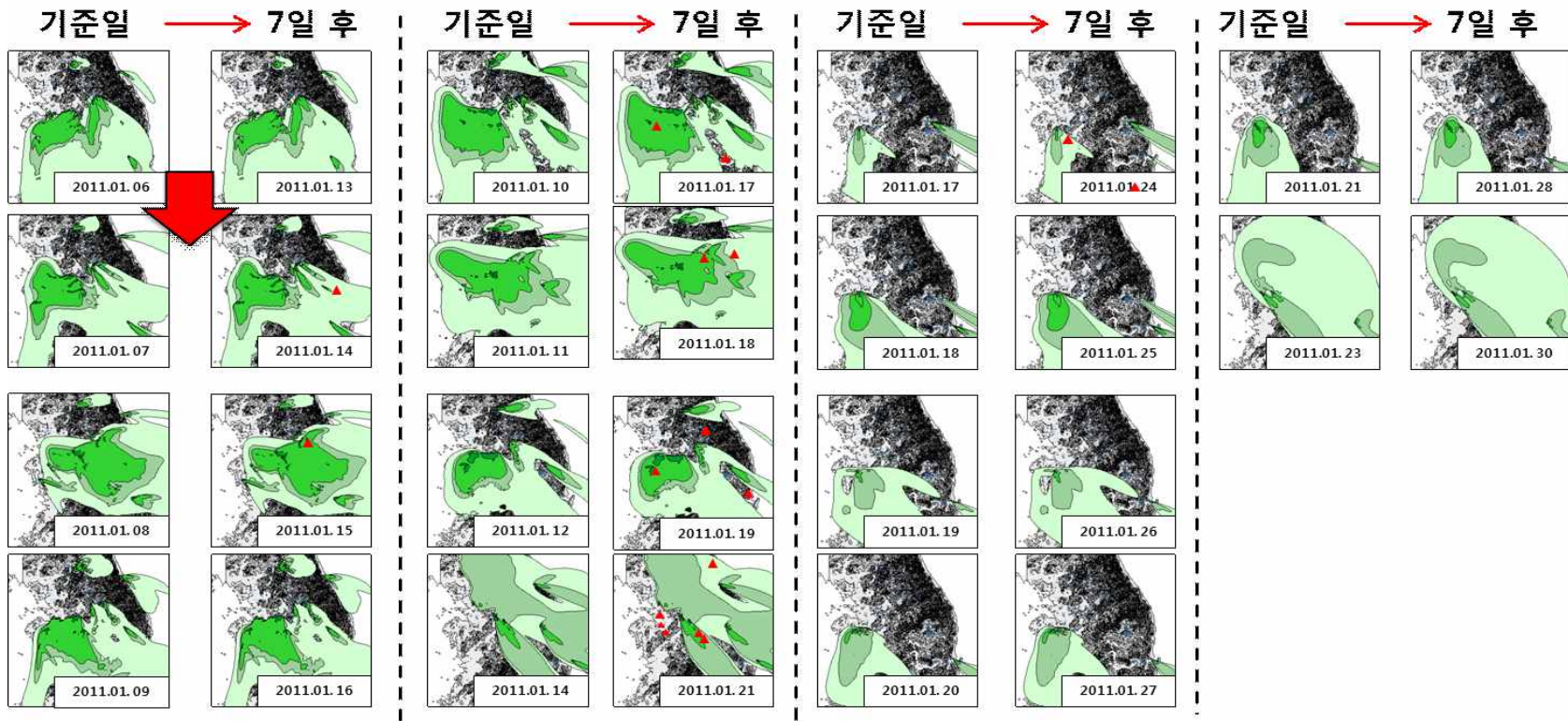
<Fig. 2-74> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 6일)

잠복기를 6일로 가정하였을 경우 기준일로부터 바이러스가 확산된 후 구제역 양성 진단을 받은 돈·축사는 80곳이며, 그 중 바이러스가 확산된 범위에 속한 구제역 발생지는 51곳이다.

⑥ 잠복기 7일 가정



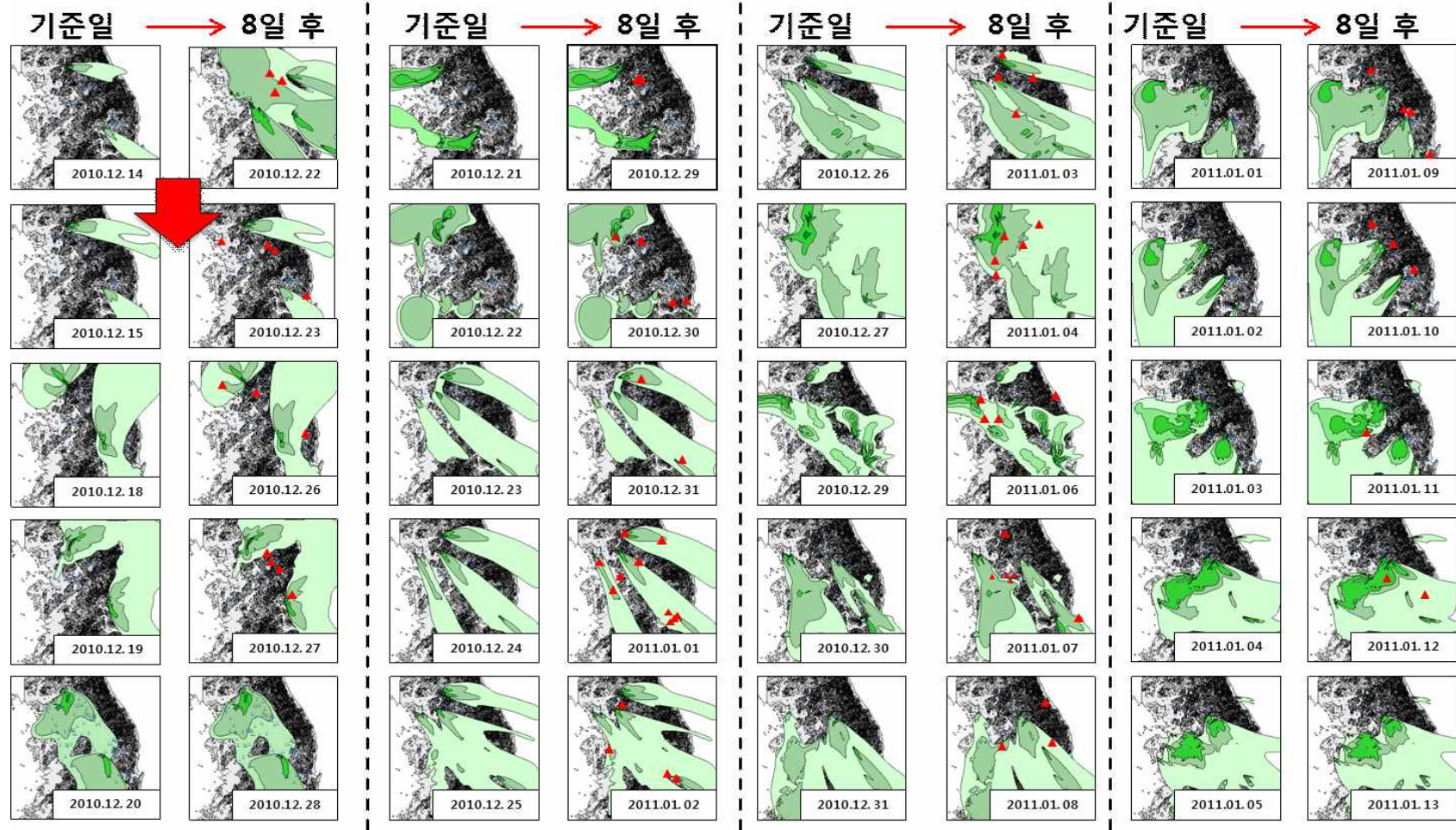
<Fig. 2-75> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 7일)



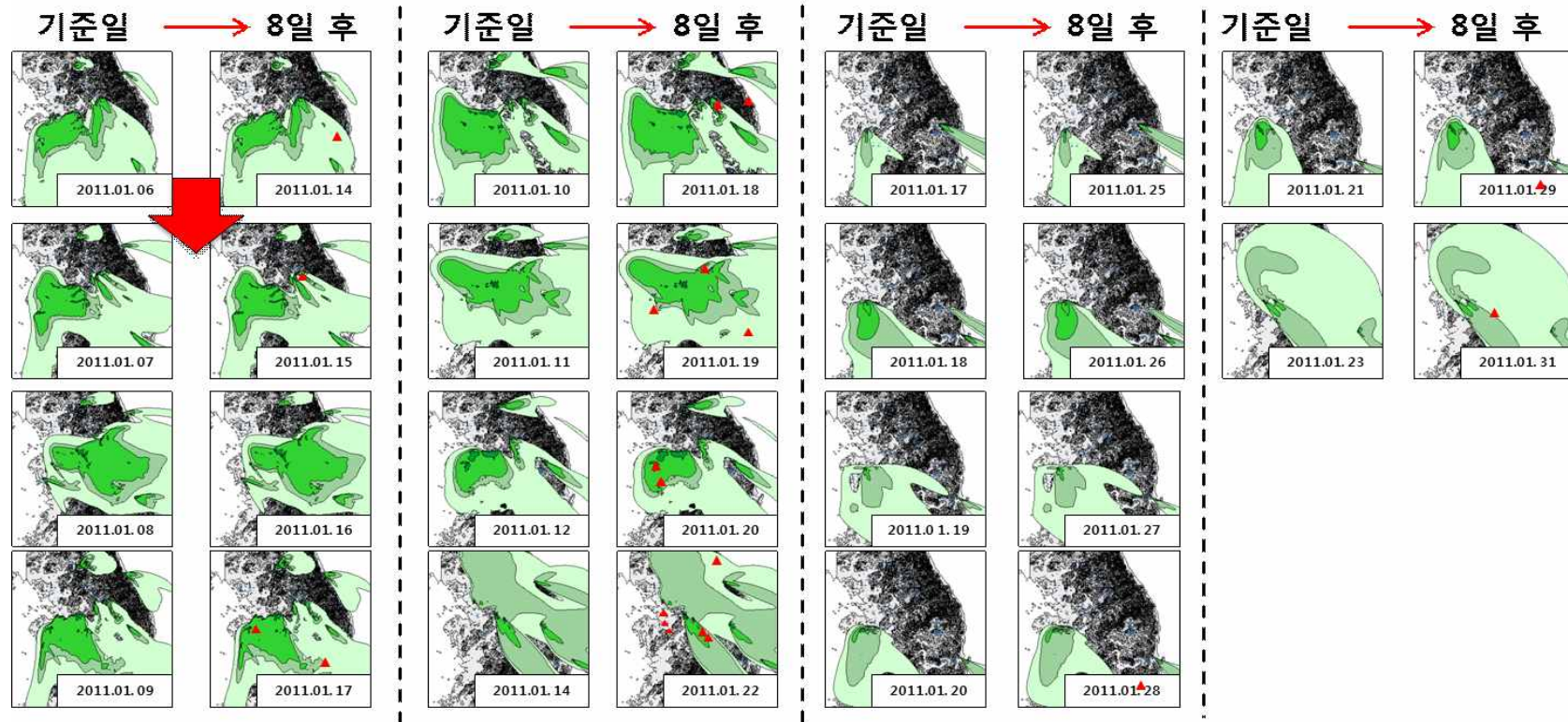
<Fig. 2-76> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 7일)

잠복기를 7일로 가정하였을 경우 기준일로부터 바이러스가 확산된 후 구제역 양성 진단을 받은 돈·축사는 91곳이며, 그 중 바이러스가 확산된 범위에 속한 구제역 발생지는 62곳이다.

⑦ 잠복기 8일 가정



<Fig. 2-77> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 8일)



<Fig. 2-78> CALPUFF 24시간 평균 모델링 결과 (잠복기 8일)

잠복기를 8일로 가정하였을 경우 기준일로부터 바이러스가 확산된 후 구제역 양성 진단을 받은 돈·축사는 86곳이며, 그 중 바이러스가 확산된 범위에 속한 구제역 발생지는 58곳이다.

<Table. 2-11> 잠복기에 따른 구제역 발생 범위

잠복기	2일	3일	4일	5일	6일	7일	8일
기준일로부터 발생한 곳	91	91	76	78	80	91	86
기준일 범위 내 포함된 곳	60	62	49	55	51	62	58
평균 (%)	65.93	68.13	64.47	70.51	63.75	68.13	67.44

<Table. 2-11>은 잠복기를 2일에서 8일까지 하루씩 늘려가며 모델링을 수행한 결과를 각각 평균한 값이다. 구제역 바이러스가 확산된 지점에 잠복기를 거친 뒤 새롭게 발생한 구제역 지점이 바이러스 확산 경로 범위 안에 발생하는 경우가 63%에서 최대 70%가 포함되었다. 잠복기가 5일로 모델링을 수행할 경우가 가장 최대치인 것을 볼 수 있었다. 하지만 구제역 바이러스가 확산 될 경우, 발생된 바이러스 농도의 범위에 따라 영향을 받는 지역이 다르다. 즉, 구제역이 발생된 지점에서 멀리 떨어진 곳에 발생된 구제역은 공기 확산에 의한 바이러스에 영향을 받았다고 단정 지을 수는 없다.

3절. 결론

본 연구에서는 구제역과 조류독감과 같은 전염성 강한 가축 질병이 발생했을 시 국내의 지리적 특수성을 고려하여 바이러스 확산방지를 위한 대기확산 모델링의 수행의 유용성을 평가해보고자 하였다. 이러한 전염성 강한 가축전염병의 전파 경로 중에서 공기감염 경로를 정확하게 예측하기 위해서는 대기오염 확산 모델링기법을 이용해야한다. 우리나라의 경우 여러 방면에서 대기 모델링 기법을 효과적으로 사용하고 있으나 축산분야에서는 아직 검토된 바 없어 본 연구에서는 선진국에서 사용하고 있는 가축전염병 공기확산 모델링 기법을 분석한 후 국내 적용성을 검토하고 이를 검증하여 향후 가축전염병 발생 시 초기 방역정책을 시행할 때 효과적인 톨로 제공하고자 하였다. 선진 연구의 논문을 참조하여 산정된 바이러스 배출량을 바탕으로 가축질병 바이러스의 확산현상을 예측하기 위하여 대기확산모델들을 통해 분석하였다.

구제역 바이러스의 확산 현상을 확인하기 위하여 시나리오를 구성하고, 모델을 수행하여 그 결과를 평가하고자 하였다. 우리나라는 4월부터 6월에는 경기 강화, 김포, 그리고 충북 충주, 충남 청양에서 구제역이 발생하였다. 그 후 9월에는 충청국 지위를 회복하였으나, 다시 11월 하순에 경북 안동에서 발생하였다. 11월 하순에 발생한 구제역은 2011년 5월까지

우리나라에 영향을 주었다. 그러므로 모델 수행의 공간적인 범위는 대한민국을 대상으로 수행하였고, 수행기간은 2010.04-2010.06 과 2010.11.15.-2011.4.21. 두 시점에 대해 수행하였다.

2010년 당시 경상북도 안동시 와룡면 서현리 서현양돈단지에서 11월 23일 구제역 의심 증상이 신고 되었고, 약 2~3주에 걸쳐 안동시 부근에서 의심 증상이 신고 되었다. 그 후 점차 전국적으로 구제역이 확산되어갔다. 따라서 본 연구에서는 안동시를 포함한 인근의 기상 현상을 확인하고, 경북 지역 내에서 구제역 바이러스의 공기 중 확산 가능성을 판단하였다.

CALPUFF의 모델링 수행결과 우리나라는 겨울에 북서풍이 주로 불어옴에도 불구하고, 안동시 지형적 특성과 산곡풍에 의해 바람의 양상이 다양하게 나타났다고 판단되었다. 특히 2010년 11월 21일의 바람 방향을 남서풍이 강하게 분 것을 확인하였다. 바이러스에 감염된 가축의 잠복기 기간은 약 2~8일 까지 매우 다양하다. 두 번째 구제역 발생 돈사라고 가정된 지역에 2010년 11월 22일 약 0.001 - 0.01g/m³ 농도로 바이러스가 노출될 가능성을 확인 할 수 있었다. 하지만 구제역이 발생된 축산 단지가 대부분 3-4km 내외로 밀접해 있어 바이러스가 공기확산에 의해 영향을 받았다고 판단하기가 어려웠다.

초기 연구 결과를 바탕으로 인접한 지역에서는 공기확산에 의한 바이러스 확산 여부를 확신하기 어려워 구제역 발생지점인 경북지역에서 멀리 떨어진 경기 및 강원지역으로 공기에 의한 확산 여부를 관찰하였다. 모델링 수행결과 2010년 12월 10일 경 구제역 바이러스가 남동풍에 의해 경북지역에서 경기지역으로 강하게 분 것을 확인 하였다. 2010년 12월 14일 경기지역에 첫 구제역 감염 증상이 진단되었으므로 2010년 12월 10일부터 바이러스 잠복기를 지나 12월 14일 증상이 나타났을 가능성이 있다. 또한 2010년 12월 10일 경부터 겨울철 우리나라에 내린 눈에 의해 상대습도가 대부분 60%를 초과한 것을 알 수 있었다.

구제역의 잠복기는 매우 다양하며 바이러스 주와 감염량, 전파경로, 동물 종 등에 영향을 받는다. 상황에 따라 구제역 잠복기가 매우 다양하므로 본 연구에서는 2일에서 8일까지 변화를 주며, 구제역 바이러스가 공기 확산에 의해 영향을 미칠 경우 바이러스가 확산 된 범위 내에 새롭게 발생하는 구제역 돈·축사의 위치가 포함되는지를 살펴보았다. 모델링 결과 바이러스 확산 경로 범위 안에 발생하는 경우가 잠복기에 따라 63%에서 최대 70%이었으며, 잠복기가 5일로 모델링 수행하였을 경우 가장 최대로 범위 내에 포함됨을 볼 수 있었다. 하지만 구제역 바이러스가 확산 될 경우, 발생된 바이러스 농도의 범위에 따라 영향을 받는 지역이 다르다. 즉, 구제역이 발생된 지점에서 멀리 떨어진 곳에 발생된 구제역은 공기 확산에 의한 바이러스에 영향을 받았다고 단정 지을 수는 없다.

바이러스 확산의 예측을 위해서는 1) 공기 중 바이러스 배출량, 2) 바이러스 생존능력, 3) 최소 감염 바이러스 양이 요구되어진다. 또한 1) 바이러스가 주변 지역으로만 확산 되었을 때는 지표 기상이 안정적임을 고려하여야 하고, 2) 비교적 먼 거리까지 확산이 되었을 경우에는 돼지로부터의 바이러스의 배출 가능성을 고려해야한다. 3) 높은 생존율을 가지는 바이러스의 경우 온도와 습도에 의존적이고, 4) 소의 경우 폐의 크기가 돼지보다 크기 때문에 감염 위험성이 돼지보다 높다. 모델의 결과가 다르게 나타나는 이유는 이와 같은 불확실성으로 인한 오차의 영향을 받았을 것이라 판단된다. 위의 인자들에 대한 영향도 결과에 큰 영향을 주기 때문에 바이러스에 대한 연구가 계속해서 진행 되어져야한다.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

1절. 축사 유형 및 공기오염물질의 분류에 따른 현장 측정

1. 조사대상 돈사의 선정

본 연구에서 조사된 돈사는 분뇨 처리 시스템, 환기 방식, 돼지 사육 단계라는 세 가지 기준에 근거하여 5개의 돈사 유형을 조사 대상으로 하였다 (<Table. 3-1> 참조). 분뇨 처리 시스템의 형태를 기준으로 우리나라의 돈사 유형을 세 가지로 분류하면 슬러리 돈사 (Deep-pit manure system with slats), 스크레이퍼 돈사 (Manure removal system by scraper), 톱밥 돈사 (Deep-litter bed system)이며, 환기 방식 측면에서는 주로 측벽 배기를 적용하는 밀폐형 강제 환기와 측벽에 윈치 커튼 (winch-curtain)을 설치하여 환기를 유도하는 개방형 자연 환기로 구분할 수 있는데, 톱밥 돈사의 경우 대부분이 개방형 자연 환기 돈사 형태를 취하고 있다. 또한 돼지 성장 단계 측면에서는 평균 체중 50~100kg의 육성/비육돈을 사육하고 있는 농가를 대상으로 하였다 (<Fig. 3-1> 참조).

<Table. 3-1> 조사대상 돈사의 종류

돈사 유형		사육 단계
분뇨처리시스템	환기 방식	
슬러리 (Deep-pit manure system with slats)	자연환기	육성/비육돈
	기계환기	육성/비육돈
스크레이퍼 (Manure removal system by scraper)	자연환기	육성/비육돈
	기계환기	육성/비육돈
툽밥 (Deep-litter bed system)	자연환기	육성/비육돈



(a)슬러리 돈사



(b)스크레이퍼 돈사



(c)툽밥 돈사

<Fig. 3-1> 분뇨처리 및 환기방식에 따른 돈사의 분류

2. 조사대상 계사의 선정

본 연구에서 조사된 계사는 닭의 사육목적(육용 & 산란), 분뇨처리 시스템, 환기 방식에 따라 무창계사 (Caged layer house), 간이계사 (Broiler house), 완전계사 (Layer house with manure belt)를 조사 대상으로 선정하였다(<Table. 3-2>와 <Fig. 3-2> 참조).

<Table. 3-2> 조사대상 계사의 종류

계사 유형	축종	분뇨처리형태	환기방식
무창계사 (Caged layer house)	산란계	스크레퍼	강제 환기
간이계사 (Broiler house)	육계	깔개처리 방식	자연 환기
완전계사 (Layer house with manure belt)	산란계	이송벨트	강제/자연 환기 겸용



(a)무창계사



(b)간이계사



(c)완전계사

<Fig. 3-2> 닭의 사육목적 및 운용방식에 따른 계사의 분류

3. 현장 방문 조사

<Table. 3-1>과 <Table. 3-2>에서 제시된 유형별 돈사와 계사에 대해 경기, 충청, 제주 지역을 대상으로 농장주와의 사전 협의를 통해 각 3개소를 선정하여 현장 방문 조사하였다. 측정 시점은 우리나라의 사계절 기후 조건을 반영하기 위해 봄철(3-5월), 여름철(6-8월), 가을철(9-11월), 겨울철(12-2월)에 대해 각 1회씩 평가하였다 (<Fig. 3-3> 참조).



(a) 돈사



(b) 계사

<Fig. 3-3> 축사 내부 공기오염물질 현장 측정 장면

4. 측정 및 분석 방법

가. 가스 상 오염물질 (암모니아 & 황화수소)

암모니아와 황화수소의 측정 방법은 NIOSH에서 제시한 분석 방법에 근거하였다 (NIOSH, 1998). 암모니아의 경우 황산 흡수액 10ml를 넣은 임핀저(impinger)를 폴리에틸렌 튜브로 공기 흡입 펌프(Model 71G9, Gilian Instrument Corp., Wayne, N.J.)에 연결한 후 1.5~2.0 l/min의 유량으로 돈사 내 농도 수준에 따라 15~45분 동안 공기 시료를 포집한 후 UV-spectrophotometer를 통해 흡광법으로 측정하였다. 황화수소는 고체 활성탄관으로 시료를 포집한 후 Ion Chromatography를 통해 측정하였으며, 그 밖의 분석 과정은 암모니아의 경우와 동일하다(<Fig. 3-4> 참조). 시료 채취 시간은 오전 10시부터 오후 5시 사이에 3회 반복 측정한 값들의 평균을 대표 값으로 하였다.



<Impinger & Sampler>



<Tedlar bag & Sampler>



<Tenax tube & Sampler>



<DNPH cartridge & Sampler>

(a) Air sampler



(b) Analyzer

<Fig. 3-4> 측사 내 암모니아와 황화수소 측정 및 분석을 위해 이용된 장비

나. 입자상 오염물질 (총 분진 & 호흡성분진)

시료 채취 전 유리섬유 여과지(37 mm diameter, 0.8 μ m pore size, Nuclepore Corp. Pleasanton, CA, U.S.A.)를 데시케이터에서 24시간 동안 건조시킨 후 미세질량측정기(Ohaus model AP250D, Switzerland)를 통해 여과지의 무게를 측정하였다. 무게 측정 후 카세트 필터(Nuclepore Corp., Pleasanton, CA, U.S.A.)에 장착한 후 현장에서 7시간 동안(오전 10시~오후 5시) 채취하였다. 채취 후 실험실로 운반한 후 채취 여과지를 다시 데시케이터에 24시간 동안 방치한 다음 여과지의 무게를 측정, 시료 채취 전후 여과지의 무게

차이를 이용하여 농도 값을 산출하였다. 농도 값의 보정을 위해 매 시료 채취마다 2개의 공시료를 위와 같은 방법으로 측정한 후 최종 농도 값을 산정하였다. 공기 흡입 펌프 (Model 71G9, Gilian Instrument Corp., Wayne, NJ, U.S.A.)의 유량은 총 분진은 2.0 ℓ/min, 호흡성 분진은 1.7 ℓ/min로 설정하였으며 호흡성 분진의 경우 카세트 필터 대신 싸이클론(Gillian, Gilian Instrument Corp., Wayne, NJ, U.S.A.)에 여과지를 장착한 후 시료를 채취하였다. 또한 측정 전후의 공기 펌프의 유량을 측정하여 시료 채취로 인해 발생하는 유량의 변이를 보정하였다(<Fig. 3-5> 참조).



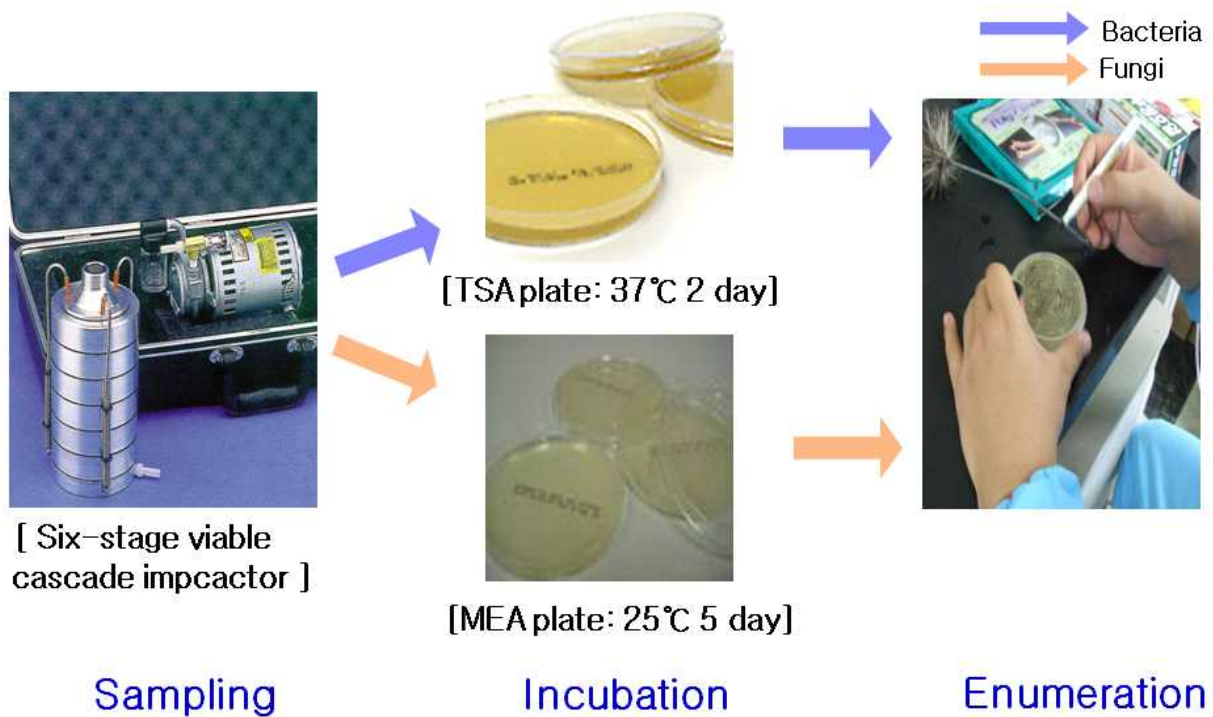
(a) dust sampler

(b) collection filter

<Fig. 3-5> 측사 내 총 분진과 호흡성분진의 측정 및 분석을 위해 이용된 장비

다. 생물학상 오염물질 (부유세균 & 부유진균)

분당 28.3 ℓ의 유량으로 설정된 one-stage viable particulate cascade impactor(Model 10-800, Andersen Inc, USA)를 사용하여 10분 동안 공기시료를 포집하였다. 시료 채취 전 70% alcohol로 장비 내부를 소독처리 한 후, 부유세균의 경우 진균 성장을 억제하기 위해 cycloheximide 500mg이 첨가된 Trypticase Soy Agar (TSA) 배지를, 부유진균의 경우 세균의 성장을 억제하기 위해 chloramphenicol 100mg이 첨가된 Malt Extract Agar (MEA) 배지를 장착하였다. 포집이 완료된 배지는 미생물 분석실로 즉시 운반하여 부유세균은 35±1℃ 조건하의 배양기에서 1-2일 동안, 부유진균은 실온 조건(20~25 ℃) 하에서 3~5일 동안 배양하였다. 배양 후 배지에 형성된 집락(colony)을 계수한 값에 포집 공기량(m³)을 나누는 방법으로 부유 세균과 진균의 농도(CFU/m³)를 산출하였다(<Fig. 3-6> 참조).



<Fig. 3-6> 축사 내 부유세균과 부유진균의 측정 장비 및 분석 과정

라. 배출계수 산정

축사에서 배출되는 분진과 부유 미생물의 발생량은 내부 공기 배출구 지점에서 측정된 농도 값에 유량을 곱하여 나타냈다. 유량은 강제 환기 방식의 밀폐형 축사의 경우 배기 팬 면적에 유속을 곱하여 측정하였고, 자연 환기 방식의 개방형 축사의 경우 축사 내/외부의 온도 및 CO₂ 농도를 직독식 측정기로 측정한 후 내부와 외부간의 차이를 근거로 열평형 및 CO₂ 평형 방법을 병행하여 측정하였다. 외부 발생량에 대한 배출 계수 산정을 위해 조사 대상 각 축사의 면적과 사육되는 가축의 총 무게를 조사하였다. 축사의 사육 면적은 줄자를 가지고 직접 측정하거나 가축 전염병 확산을 우려한 농가의 경우 농장주로의 협조를 받아 측정하였다. 총 무게 산출의 경우 현실적으로 사육되는 가축들의 총 무게를 측정한다는 것은 불가능했기 때문에 이 또한 농장주로부터 자료를 받아 한 두 기준 무게로 돼지는 75kg, 닭은 1.5kg으로 환산한 후 산정하였다(<Fig. 3-7> 참조).



<Fig. 3-7> 축사 공기오염물질 배출계수 산정을 위한 배출구 현장 측정 모습

5. 통계 처리

측정 데이터 분석은 SAS package(2008)를 이용한 ANOVA 및 Duncan의 다중 비교 분석 방법을 통해 돈사 유형에 따른 공기오염물질의 농도의 통계적 차이를 입증하였다.

2절. 구제역 바이러스 surrogate로서 도출된 실내공기 오염인자의 대기확산모델 적용 예측치 유효성을 검증하기 위한 현장 평가

1. 현장 측정 및 분석 방법

가. 1차년도 연구를 통해 현실적으로 현장에서 측정 분석이 불가능한 구제역 바이러스를 대신하여 돈사 내부에서 PRRS 바이러스와 유의한 상관관계를 나타낸 공기오염물질 중 바이러스의 생존 양상과 가장 유사할 것으로 추정되는 부유세균을 대상으로 현장 평가 수행

나. 부유세균의 공기 중 확산 양상을 최대한 객관적으로 평가하기 위해 바람의 풍속 및 풍향만의 영향만을 고려할 수 있는 돈사 1개소 선정

- 제주 지역에 위치한 밀폐형 측벽 배기 방식의 돈사로 주변 반경 1km 이내에 추가 발생 원인으로 작용할 수 있는 다른 돈사가 위치하지 않았고, 주변 지형의 고도가 대체적으로 완만하였음

다. 계절에 따른 풍향 및 풍속의 변이 요소를 비교 평가하기 위해 현장 측정 실험을 겨울철(2013년 1월 14일)과 여름철(2013년 6월 21일) 2차례에 걸쳐 동일 돈사를 대상으로 수행

라. 부유세균 측정 지점(<Fig. 3-9> 참조)

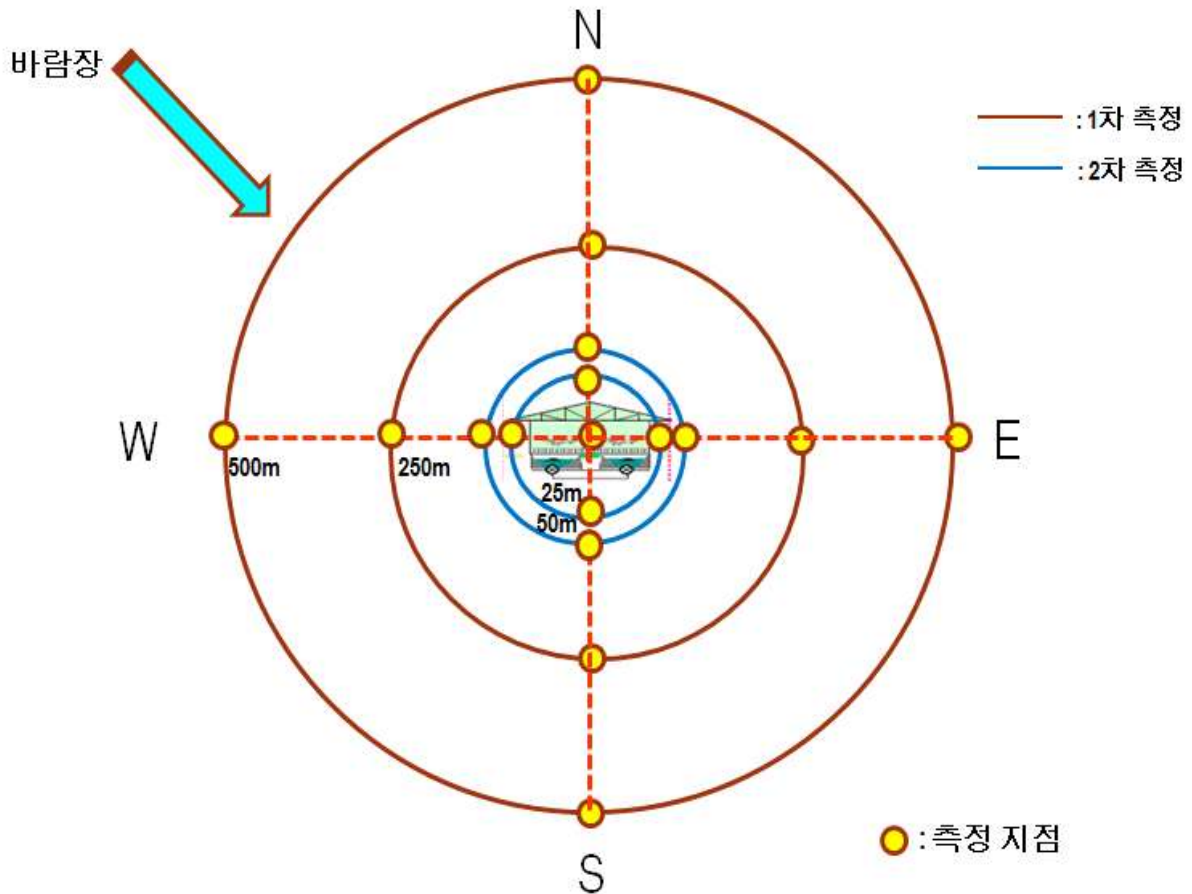
- 돈사 내부 : 중앙 복도 중간 지점

- 돈사 외부

: 1차 측정의 경우 돈사 중심으로 동, 서, 남, 북 반경 각각 250m와 500m를 선정

: 2차 측정의 경우 돈사 중심으로 동, 서, 남, 북 반경 각각 25m와 50m를 선정

(1/10로 축소)



<Fig. 8> 대기확산모델 유효성 검증을 위한 부유세균의 현장 측정 지점

마. 우선적으로 돈사 내부의 부유세균 농도를 평가하기 위해 내부 시료를 채취한 후, 4개조를 편성하여 4 방향(동, 서, 남, 북) 중 각각 한 곳을 담당하여 차량 이동 및 통신 연락을 통해 부유세균의 공기 포집을 2차례 반복하여 동시에 시행(<Fig. 3-8> 참조)



<돈사 내부 농도 측정>



<돈사 측벽의 전체 환기 패턴>



<돈사로부터 250m 지점(W)>



<돈사로부터 500m 지점(W)>

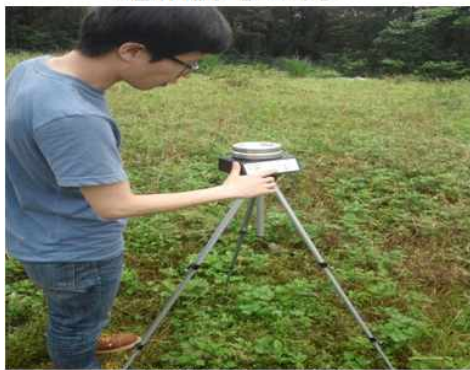
(a) 1차 현장 측정



<돈사 내부 농도 측정>



<돈사 측벽의 전체 환기 패턴>



<돈사로부터 25m 지점(E)>

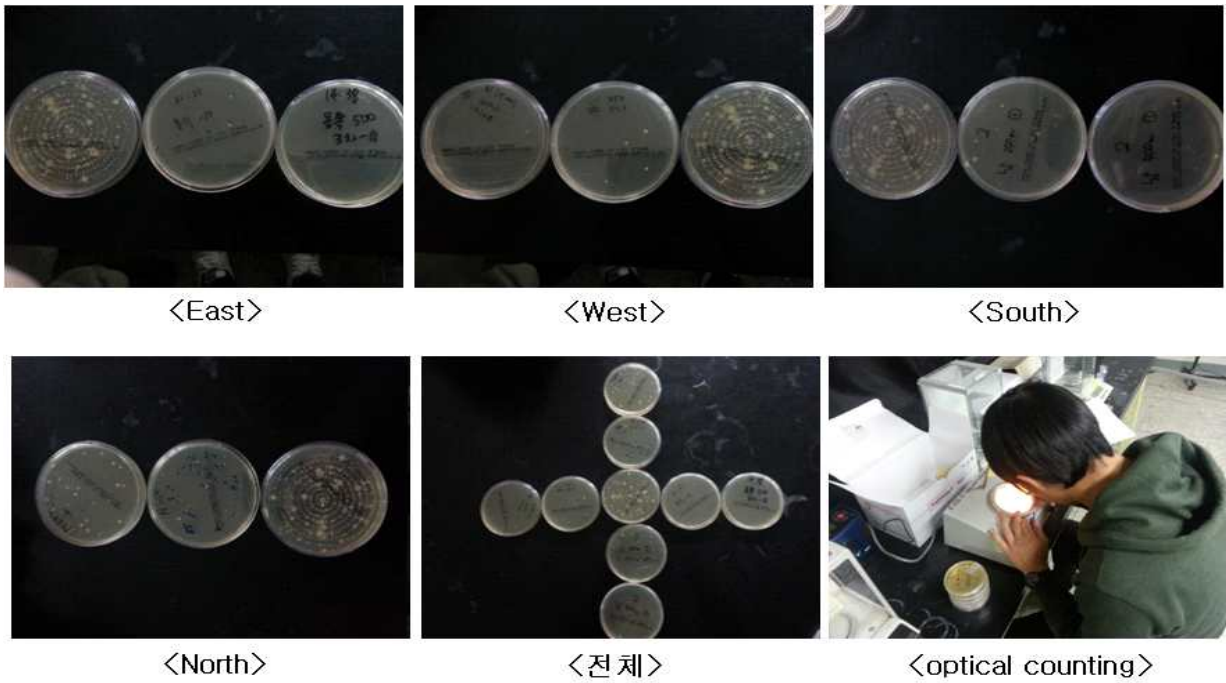


<돈사로부터 50m 지점(E)>

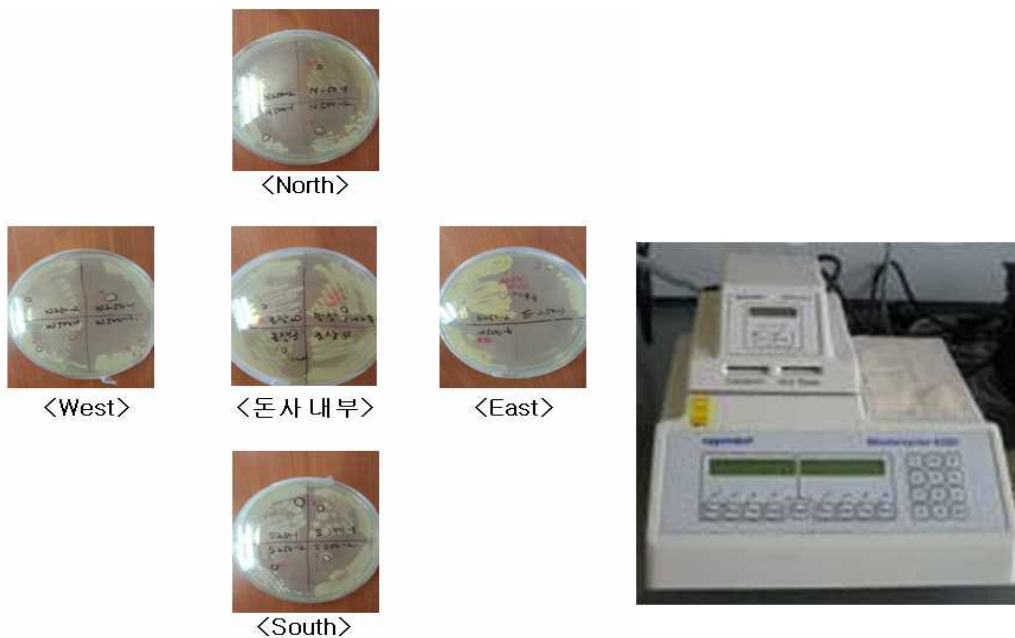
(b) 2차 현장 측정

<Fig. 3-9> 대기확산모델 유효성 검증을 위한 현장 측정 모습

바. 채취된 시료는 미생물 분석실로 즉시 운반하여 배양법을 통한 정량 분석과 PCR 분석 기법을 적용한 정성 분석을 동시 적용하여 돈사 주변 실제 바람장 변화에 따른 부유세균의 측정지점별 변이 양상을 다각도로 규명(<Fig. 3-10> 참조)



(a) 정량 분석



(b) 정성 분석 (左 : 계대배양을 위한 주요 colony 선정, 右 : 정성 분석에 활용된 PCR 장비)

<Fig. 3-10> 대기확산모델 유효성 검증을 위해 이용된 부유세균의 분석 방법

3절. 바이러스 흡착 매체에 따른 온/습도 조건별 생존률 분석

1. 실험 방법

분석이 불가능한 구제역 바이러스를 대신하여 평가대상으로 bacteriophage 계열의 MS2, T4, SP01 바이러스를 선정하였다. 본 바이러스들은 흡입 노출되더라도 다른 인체에 무해한 영향을 주고 분석이 용이하기 때문에 실험용으로 보편적으로 사용되고 있으며, 이들 바이러스의 기본 특성 및 분석 방법에 대한 상세 내용은 ATCC에서 제공하고 있는 <Fig. 3-11>과 같다. 일반적으로 구제역 바이러스가 차량, 사람, 사료 포대 표면에 흡착되어 이동된다고 보고되고 있기 때문에 조사대상 흡착 매체로 4가지 측면에서 6재료를 선정하였다. 선정된 흡착 매체는 차량 표면 재질로 금속류, 고무류, 유리, 사료 포대 표면 재질로 종이류, 사람의 의류 표면 재질로 천류, 사람 및 동물의 피부 재질로 유기섬유류로 하였다 (<Fig. 3-12> 참조).

실험 방법은 다음과 같다. 온도와 상대습도 조건에 따른 재질별 표면에 흡착된 바이러스의 생존율을 평가하기 위해 온습도를 제어할 수 있는 항온 항습기(WxLxH=1mx0.5mx1m)를 제작하였고, 이에 대한 상세 제원은 <Fig. 3-13>과 같다. 설정된 환경 조건에 따른 바이러스의 생존율 평가는 재질 표면에 초기 접종하여 배양한 바이러스 농도 대비하여 경시적 농도 양상을 비교하는 방법을 적용하였다. 시간 경과에 따른 바이러스의 생존율은 <식 1>에 의해 산출되었고, 각 환경 조건별 조사대상 재질의 보관 시간은 15분, 30분, 1시간, 2시간으로 설정하였다. 평가 실험의 온/습도 조건은 우리나라의 사계절 조건을 반영하기 위해 겨울철(-5~0℃, 25~35%), 봄/가을철(15~20℃, 45~55%), 여름철(30~35℃, 75~85%)로 구분하여 진행하였다. 또한

Three viruses ([enterobacteriophage types MS2, T4, and bacteriophage B. subtilis SP01](#)) will be chosen for test because of their low pathogenicity, small particle size, and ease of preparation and use.

Bacteriophages

ATCC® Number: **15597-B1™** [Order this Item](#)

Preceptrol® Culture

Host Organism: [Escherichia coli \(Migula\) Castellani and Chalmers ATCC 15597](#)

Designations: **MS2**

Depositors: JH Strauss

History: ATCC <<--JH Strauss<<--A. Clark

Biosafety Level: 1

Shipped: freeze-dried

Permits/Forms: In addition to the [MTA](#) mentioned above, other [ATCC and/or regulatory permits](#) may be required for the transfer of this ATCC material. Anyone purchasing ATCC material is ultimately responsible for obtaining the permits. Please [click here](#) for information regarding the specific requirements for shipment to your location.

Applications: [Control Culture \[92378\]](#) ↓
[coliphages in water \[92490\]](#) ↓
[control strain \[89532\] \[89533\]](#) ↓
[detection of \[92385\]](#) ↓
[detection of bacteriophages \[92809\]](#) ↓
[testing \[92365\] \[92369\]](#) ↑

References: [5425: Strauss H Jr., Sinsheimer RL. Purification and properties of bacteriophage MS2 and of its ribonucleic acid. J. Mol. Biol. 7: 43-54, 1963. PubMed: 13978804](#) ↓
[89532: Environmental Protection Agency Male-specific \(F+\) and Somatic Coliphage in Water by Two-Step Enrichment Procedure. Washington, DC: Environmental Protection Agency; EPA EPA Method 1601, 2001](#) ↓
[89533: Environmental Protection Agency Male-specific \(F+\) and Somatic Coliphage in Water by Single Agar Layer \(SAL\) Procedure. Washington, DC: Environmental Protection Agency; EPA EPA Method 1602, 2001](#) ↓
[92365: Inactivation of MS2 virus in Drinking Water. Washington, DC: Environmental Protection Agency; EPA EPA NSF 02/03/EPADWCTR.](#) ↓
[92369: Protocol for Equipment Verification Testing for Physical Removal of Microbiological and Particulate Contaminants. Washington, DC: Environmental Protection Agency; EPA EPA 05/9205/EPADWCTR.](#) ↓

(a) MS2 바이러스

Bacteriophages

ATCC® Number: **11303-B4™** [Order this Item](#)

Preceptrol® Culture

Host Organism: [Escherichia coli \(Migula\) Castellani and Chalmers ATCC 11303](#)

Designations: **T4**

Depositors: SE Luria

Biosafety Level: 1

Shipped: freeze-dried

Permits/Forms: In addition to the [MTA](#) mentioned above, other [ATCC and/or regulatory permits](#) may be required for the transfer of this ATCC material. Anyone purchasing ATCC material is ultimately responsible for obtaining the permits. Please [click here](#) for information regarding the specific requirements for shipment to your location.

Applications: [detection of \[92292\]](#) ↓
[testing of aerosol containment on cell sorters \[34537\]](#) ↑

References: [32544: Pecota DC, Wood TK. Exclusion of T4 phage by the hok/sok killer locus from plasmid R1. J. Bacteriol. 178: 2044-2050, 1996. PubMed: 8606182](#) ↓
[34537: Schmidl, et al. Biosafety guidelines for sorting of unfixed cells. Cytometry 28: 99-117, 1997. PubMed: 9181299](#) ↓
[92292: Bacteriophage-based detection methods. Washington, DC: American Public Health Association; APHA APHA2001-10.72, 2001](#) ↑

(b) T4 바이러스

Bacteriophages[↗]

ATCC® Number: [↗]

27370-B1™

Order this Item [↗]



Host ***Bacillus subtilis*** (Ehrenberg) Cohn ATCC 27370 [↗]

Organism: [↗]

Designations: [↗] SPO1 [↗]

Depositors: [↗] EP Geiduschek [↗]

History: [↗] ATCC <<< EP Geiduschek <<< C. Levinthal <<< B. Strauss [↗]

Biosafety Level: [↗] 1 [↗]

Level: [↗]

Shipped: [↗] frozen [↗]

Permits/Forms: In addition to the [MTA](#) mentioned above, other [ATCC](#) and/or [regulatory permits](#) may be required for the transfer of this ATCC material. Anyone purchasing ATCC material is ultimately responsible for obtaining the permits. Please [click here](#) for information regarding the specific requirements for shipment to your location. [↗]

References: [↗] 11720: Gage LP, Geiduschek EP. RNA synthesis during bacteriophage SPO1 development. II. Some modulations and prerequisites of the transcription program. *Virology* 44: 200-210, 1971. PubMed: [4999125](#) ↓
11783: J. Mol. Biol. 57: 270-300, 1971. ↓
37272: Fujita DJ, et al. Transcription during bacteriophage SPO1 development: mutations affecting the program of viral transcription. *J. Mol. Biol.* 57: 301-317, 1971. PubMed: [4996235](#) [↗]

(c) SP01 바이러스

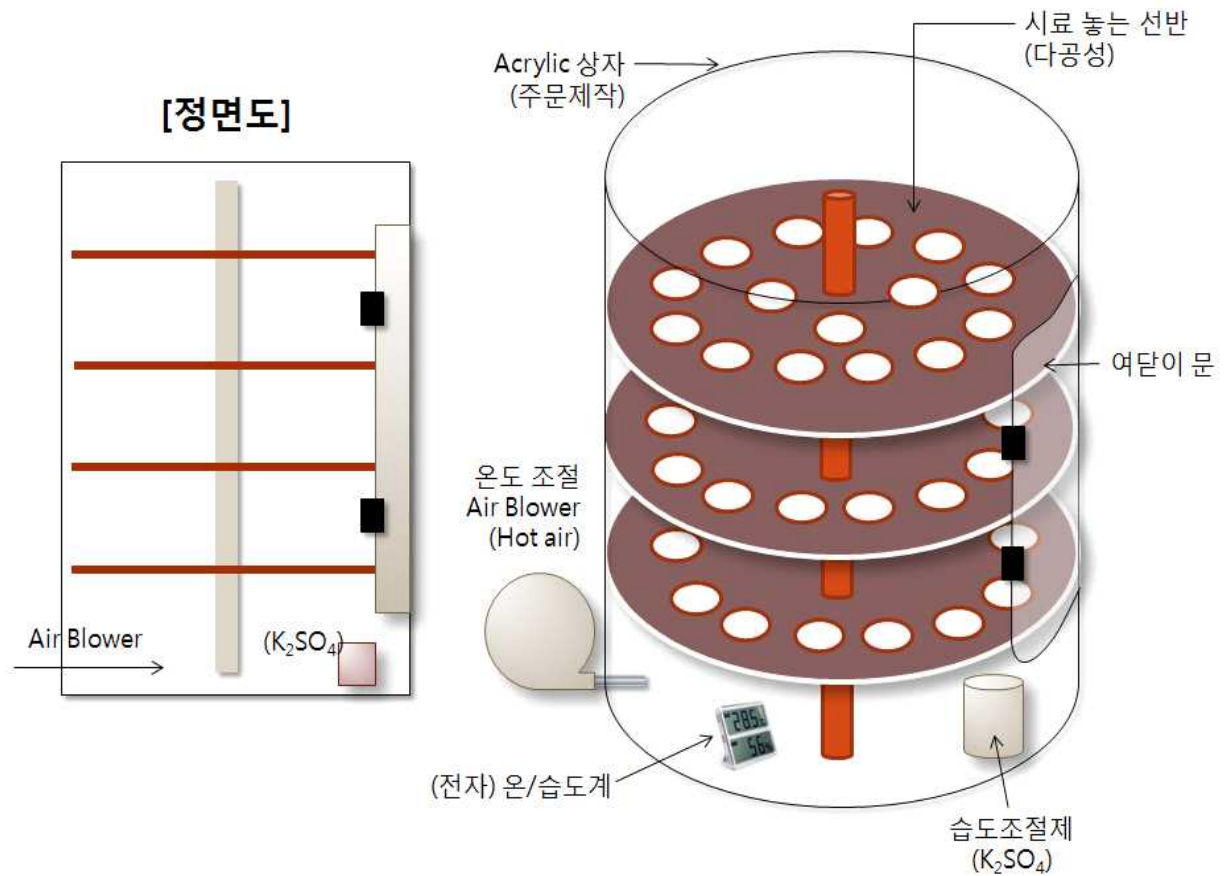


(d) 평가대상 바이러스의 실제 모습

<Fig. 3-11> ATCC에서 제공하고 있는 평가대상 바이러스(MS2, T4, SP01)의 기본 특성 및 실제 모습



<Fig. 3-12> 조사대상 바이러스 흡착 매체 재질



(a) 향온/향습기 제작 원리



(b) 실제 제작되어 실험 평가에 이용된 항온/항습기

<Fig. 3-13> 바이러스 흡착 매체에 따른 온/습도 조건별 생존율 분석을 위한 항온항습기의 제작 및 실제 모습

온도와 상대습도를 3가지 조건(-2.5℃, 17.5℃, 32.5℃; 30%, 50%, 70%)으로 구분하여 각 조건별 조합을 통한 경시적 바이러스 생존율 평가도 수행하였다.

$$C_t / C_0 \times 100 (\%) \text{ ----- (식 1)}$$

(C_t : 보관 시간 경과 후 농도, C₀ : 초기 접종 배양 농도)

바이러스 분석 방법은 bacteriophage를 이용한 host 배양법을 적용하여 정량화하였고, 분석 절차는 다음과 같다.

가. 실험을 실시하는 바이러스에(B4) 맞는 균주
를(ATCC:표준균주)확보 후 배양한다.



나. 호스트 파지 (E . coli)를 셀에 나누어 담고,
100, 50, 25, 10, 5 , 1 ml로 계열 희석을 시킨다.



다. 계열 희석시킨 파지에 해당 박테리아파지를
각각 넣는다.



라. 준비되어 있는 LB Plate에 혼합 희석된 용액
을 smearing 해 준다.



마. 37℃ 조건하에서 2~3시간 배양한다.



바. 배양 후 역가 측정하여 용해된 부분을 카운팅 (PFU; Plaque Forming Unit) 한다.

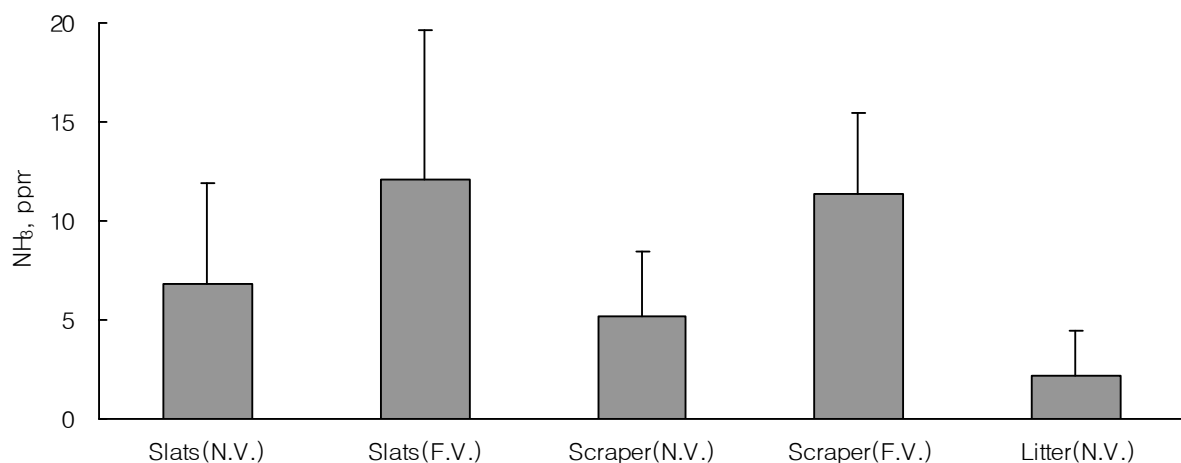


1절. 측정대상 공기오염물질의 실내 농도 및 배출계수 정량화 (결과)

1. 돈사의 공기오염물질 실내 농도

가. 암모니아 (NH₃)

<Fig. 3-14>에서 나타난 바와 같이 돈사 유형에 관계없이 내부 암모니아의 평균 농도는 7.5ppm, 범위는 0.8~21.4ppm으로 조사되었다. 자연환기 방식의 슬러리 돈사의 평균 농도와 범위는 6.9ppm과 2.1~10.2ppm인 반면, 강제 환기 방식의 슬러리 돈사의 경우 12.1ppm과 7.3~21.4ppm을 보이는 것으로 나타났다. 스크레이퍼 방식으로 분뇨 처리를 하는 돈사의 암모니아 농도는 자연환기 방식이 적용되는 경우 평균 5.1ppm, 3.1~9.5ppm의 범위를 나타냈고, 강제 환기 방식이 적용되는 경우 평균 11.4ppm, 8.1~15.2ppm의 범위를 나타내는 것으로 분석되었다. 자연환기 방식을 취하고 있는 톱밥 돈사는 평균 2.2ppm, 0.8~5.1ppm 범위의 암모니아 농도를 보였다. 환기 방식 측면에서는 강제 환기가 적용되는 돈사의 암모니아 농도가 자연환기가 적용되는 돈사보다 높은 것으로 나타났으며(p<0.05), 분뇨 처리 형태 측면에서는 톱밥 돈사가 다른 돈사에 비해 상대적으로 낮은 것으로 나타났다(p<0.05).



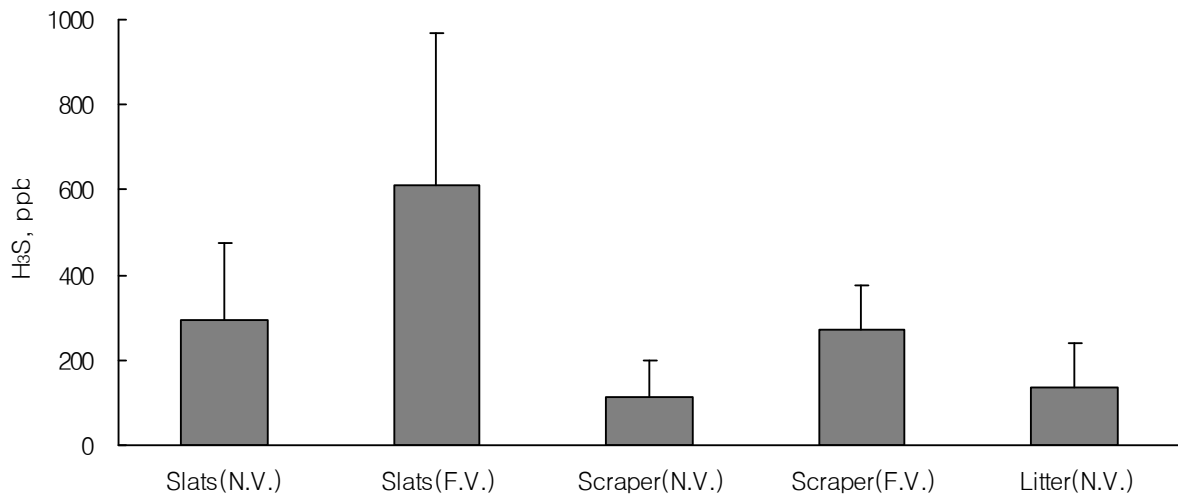
* Slats : 슬러리 돈사, Scraper : 스크레이퍼 돈사, Litter : 톱밥 돈사

* N.V. : 자연환기, F.V. : 기계환기

<Fig. 3-14> 돈사 유형별 암모니아의 내부 평균 농도

나. 황화수소 (H₂S)

<Fig. 3-15>에서 제시하는 바와 같이 황화수소의 경우 돈사 유형에 관계없이 평균 농도는 286.5ppb 이었으며, 45.8~1,235ppb의 범위를 보였다. 자연환기 방식의 슬러리 돈사는 296.3ppb와 74.2~672.4ppb, 강제 환기 방식의 슬랫 돈사는 612.8ppb와 121.6~1,235ppb의 평균 농도 및 범위를 보였다. 스크레이퍼 돈사는 자연환기 방식의 경우 115.2ppb와 46.8~313.1ppb, 강제 환기방식의 경우 270.3ppb와 86.9~912.5ppb의 평균 농도와 범위를 나타낸 반면, 자연환기 방식으로 운용되고 있는 톱밥 돈사의 경우 평균 137.8ppb, 45.8~289.2의 농도 범위를 나타내는 것으로 분석되었다. 가장 높은 농도를 나타낸 돈사는 암모니아와 마찬가지로 강제 환기 방식의 슬랫 돈사였고, 자연환기 방식의 스크레이퍼 돈사가 가장 낮은 농도를 보이는 것으로 분석되었다(p<0.05). 또한 조사대상 모든 돈사가 암모니아(25ppm)와 황화수소(10ppm)의 장시간 노출기준을 초과하지 않는 것으로 조사되었다.



* Slats : 슬러리 돈사, Scraper : 스크레이퍼 돈사, Litter : 톱밥 돈사

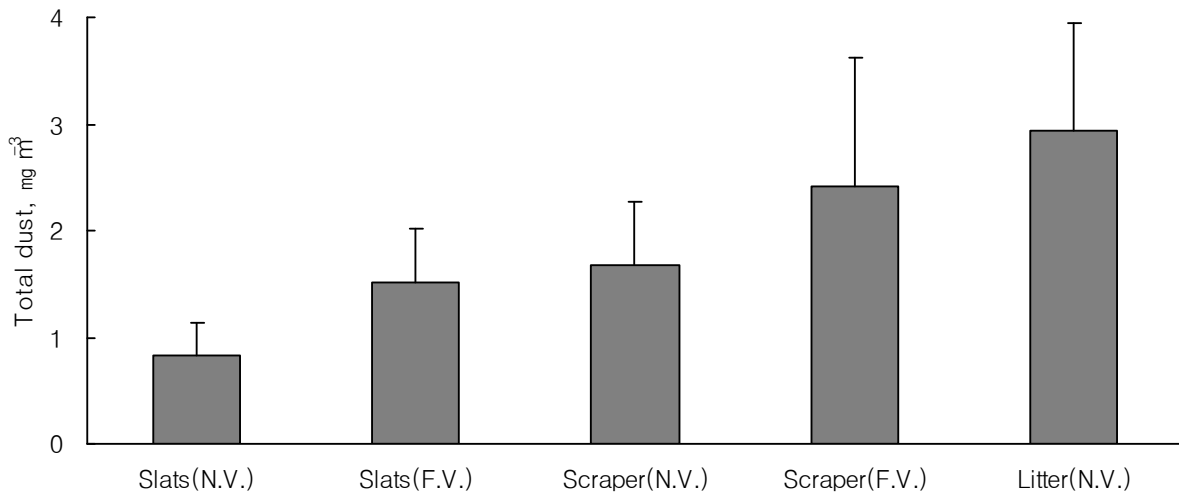
* N.V. : 자연환기, F.V. : 기계환기

<Fig. 3-15> 돈사 유형별 황화수소의 내부 평균 농도

다. 총 분진 (Total dust)

<Fig. 3-16>은 조사 대상 돈사 유형에 따른 총 분진의 내부 평균 농도를 보여주고 있다. 총 분진의 평균 농도는 1.88 mg/m³로 최소 0.53 mg/m³에서 최대 4.37 mg/m³의 범위를 보여 돈사의 유형에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 조사되었다. 자연환기 형태를 취하고 있는

톱밥 돈사와 기계적 환기로 운용되고 있는 스크레이퍼 돈사에서 측정된 총 분진 농도가 다른 유형의 돈사에 비해 통계적으로 높은 것으로 나타났으며($p < 0.05$), 가장 낮은 총 분진 농도를 보인 돈사는 자연환기 형태의 슬랫 돈사로 분석되었다($p < 0.05$).



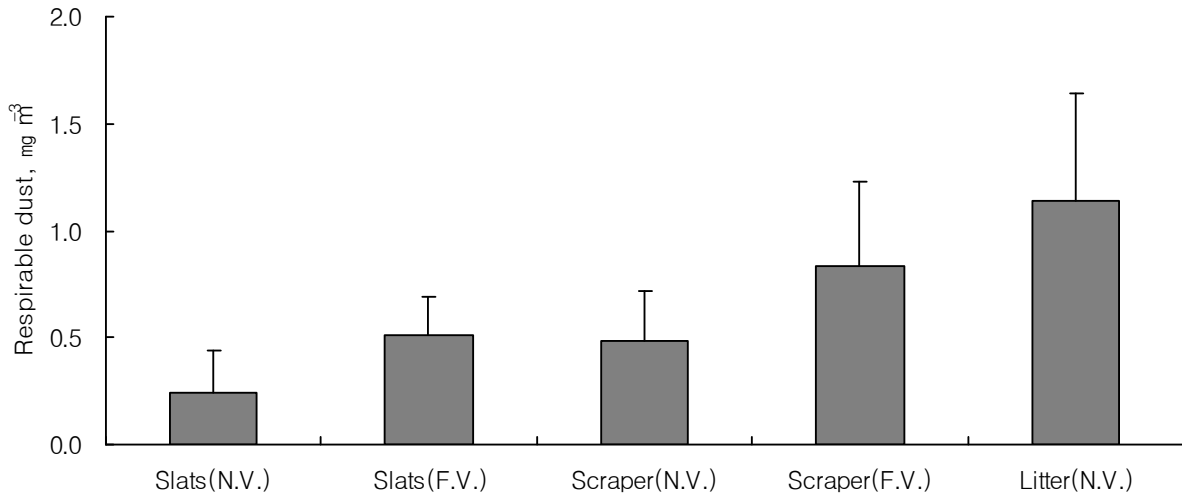
* Slats : 슬러리 돈사, Scraper : 스크레이퍼 돈사, Litter : 톱밥 돈사

* N.V. : 자연환기, F.V. : 기계환기

<Fig. 3-16> 돈사 유형별 총 분진의 내부 평균 농도

라. 호흡성 분진 (Respirable dust)

<Fig. 3-17>에서 나타난 바와 같이 호흡성 분진의 경우 평균 농도가 0.64 mg/m^3 로 돈사 유형에 따라 0.18 mg/m^3 에서 1.68 mg/m^3 의 농도 범위를 나타내는 것으로 조사되었다. 슬랫 돈사는 자연환기 시스템으로 운용되고 있는 경우 평균 0.24 mg/m^3 , $0.18 \sim 0.52 \text{ mg/m}^3$ 의 농도 범위를 나타냈으며 기계적 환기 시스템이 적용되고 있는 경우 평균 0.51 mg/m^3 , $0.24 \sim 0.88 \text{ mg/m}^3$ 의 농도 범위를 보이는 것으로 분석되었다. 스크레이퍼 돈사는 자연환기의 경우 평균 0.48 mg/m^3 ($0.31 \sim 0.74 \text{ mg/m}^3$)이었으며, 기계적 환기의 경우 평균 0.83 mg/m^3 ($0.23 \sim 1.32 \text{ mg/m}^3$)의 농도를 나타내는 것으로 조사되었다. 그리고 자연환기 형태의 톱밥 돈사의 경우 평균 1.14 mg/m^3 와 $0.52 \sim 1.68 \text{ mg/m}^3$ 의 농도 범위를 보였다. 측정 결과 호흡성 분진 농도가 가장 높은 돈사는 자연환기가 적용되는 톱밥 돈사였고($p < 0.05$), 가장 낮은 곳은 자연환기 형태의 슬랫 돈사로 총 분진 농도의 양상과 거의 유사한 것으로 분석되었다.



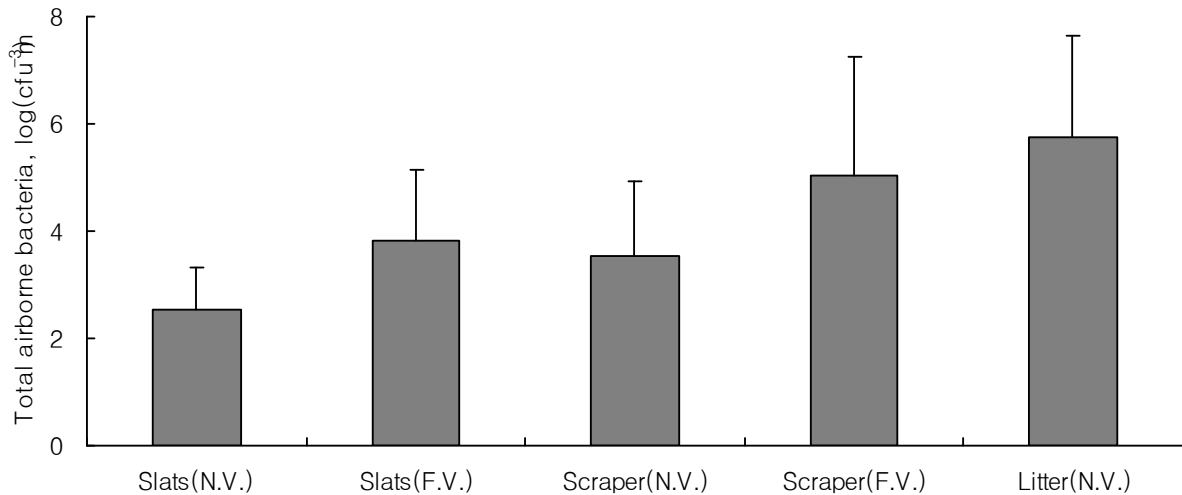
* Slats : 슬러리 돈사, Scraper : 스크레이퍼 돈사, Litter : 톱밥 돈사

* N.V. : 자연환기, F.V. : 기계환기

<Fig. 3-17> 돈사 유형별 호흡성 분진의 내부 평균 농도

마. 총부유세균 (Total airborne bacteria)

<Fig. 3-18>에서 제시하는 바와 같이 조사 대상 돈사 내 총 부유세균의 평균 농도는 4.13 log(cfu/m³)이었으며, 1.16~10.26 log(cfu/m³)의 범위를 보여 돈사의 유형에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 상대적으로 가장 높은 수준의 부유세균 농도를 나타낸 돈사는 자연환기 방식이 적용되는 톱밥 돈사였고, 가장 낮은 수준의 농도를 보인 곳은 자연환기 방식의 슬랫 돈사인 것으로 입증되었으며(p<0.05), 나머지 세 돈사 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05)



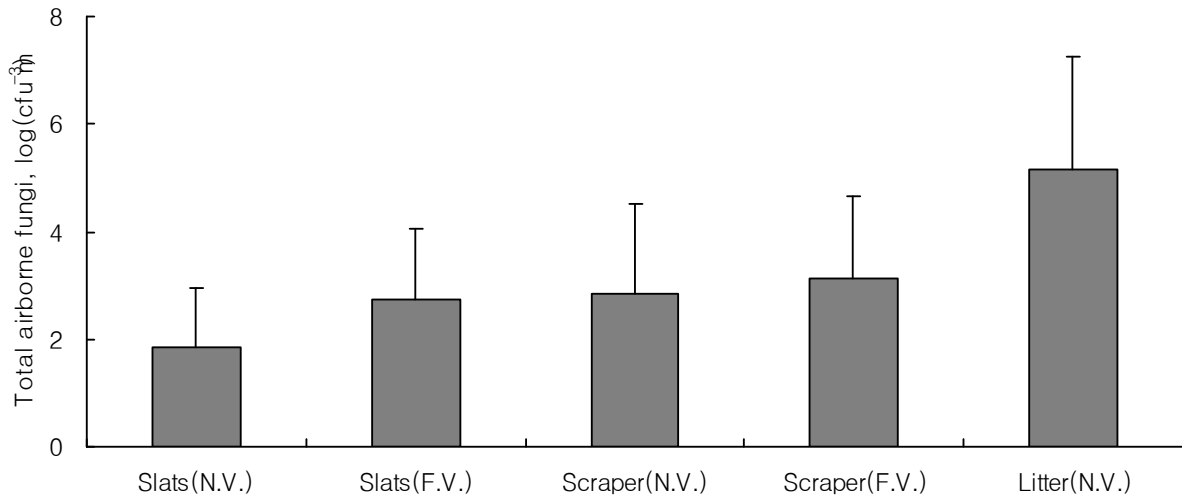
* Slats : 슬러리 돈사, Scraper : 스크레이퍼 돈사, Litter : 톱밥 돈사

* N.V. : 자연환기, F.V. : 기계환기

<Fig. 3-18> 돈사 유형별 총 부유세균의 내부 평균 농도

바. 총부유진균 (Total airborne fungi)

<Fig. 3-19>에서 제시하는 바와 같이 총 부유진균은 3.14 log(cfu/m³)의 평균 농도를 나타냈으며, 최소 0.48 log(cfu/m³)에서 최대 6.86 log(cfu/m³)의 범위를 나타내 부유세균의 경우와 마찬가지로 돈사 유형간 농도 차이가 대체로 큰 것으로 분석되었다. 가장 높은 수준을 보인 돈사는 자연환기 방식의 톱밥돈사였고, 자연환기 방식의 슬랫 돈사가 가장 낮은 수준의 부유진균 농도를 나타낸 것으로 입증되었다(p<0.05). 하지만 강제 환기 방식의 슬랫 돈사와 자연환기 방식의 스크레이퍼 돈사, 자연환기 방식의 스크레이퍼 돈사와 강제 환기 방식의 스크레이퍼 돈사 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 조사되었다(p>0.05). 본 조사 결과 돈사 유형에 따른 부유세균의 농도는 부유진균보다 일반적으로 약 1 log(cfu/m³) 정도 더 높은 것으로 분석되었다.



* Slats : 슬러리 돈사, Scraper : 스크레이퍼 돈사, Litter : 톱밥 돈사

* N.V. : 자연환기, F.V. : 기계환기

<Fig. 3-19> 돈사 유형별 총 부유진균의 내부 평균 농도

2. 돈사의 공기오염물질 배출계수

가. 암모니아와 황화수소

<Table. 3-3>에서 제시된 바와 같이 암모니아의 평균 배출계수는 75kg 육성돈 돼지 한 마리 기준으로 250.2mg/h/pig(8.2~826.5mg/h/pig), 단위 면적(m²) 기준으로 336.3mg/h/m²(23.3~1,068mg/h/m²)로 분석되었으며, 자연환기 방식의 톱밥돈사(84.9mg/h/pig, 114.1mg/h/m²)가 상대적으로 다른 유형의 돈사에 비해 매우 낮은 농도를 보인 것으로 분석되었으나(p<0.05), 나머지 네 유형의 돈사 유형은 통계적으로 차이가 없었다(p>0.05). 황화수소의 경우 평균 배출계수는 37.8mg/h/pig(6.2~192.5mg/h/pig), 50.9mg/h/m²(6.3~224.3mg/h/m²)로 가장 낮은 수치를 나타낸 돈사는 암모니아와 동일하게 자연환기 방식의 톱밥돈사(18.5mg/h/pig, 24.9mg/h/m²)였고(p<0.05), 그 밖의 돈사 유형들은 통계적 차이가 없는 것으로 분석되었다(p>0.05).

<Table. 3-3> 돈사 유형별 암모니아와 황화수소의 배출계수

암모니아 배출계수					
돈사 유형		두당 기준 (mg/h/*pig)		돈사 면적 기준 (mg/h/m ²)	
분뇨 처리 시스템	환기 방식	평균	범위	평균	범위
슬러리 돈사	† N.V.	§284.1 ^a	52.5 - 482.1	381.9 ^a	81.1 - 514.3
	‡ M.V.	320.1 ^a	24.2 - 826.5	430.3 ^a	113.8 - 1,068
스크레이퍼 돈사	N.V.	263.5 ^a	38.2 - 524.2	354.1 ^a	123.6 - 678.2
	M.V.	298.3 ^a	83.3 - 725.6	400.9 ^a	213.4 - 820.4
톱밥 돈사	N.V.	84.9 ^b	8.2 - 210.1	114.1 ^b	23.3 - 352.3
평균		250.2	8.2 - 826.5	336.3	23.3 - 1,068

황화수소 배출계수					
돈사 유형		두당 기준 (mg/h/*pig)		돈사 면적 기준 (mg/h/m ²)	
분뇨 처리 시스템	환기 방식	평균	범위	평균	범위
슬러리 돈사	N.V.	42.1 ^a	8.0 - 120.2	56.5 ^a	19.2 - 93.2
	M.V.	53.4 ^a	18.6 - 192.5	71.7 ^a	24.2 - 224.3
스크레이퍼 돈사	N.V.	36.0 ^a	6.2 - 92.2	48.4 ^a	11.2 - 108.2
	M.V.	39.2 ^a	10.2 - 112.3	52.7 ^a	16.3 - 186.3
톱밥 돈사	N.V.	18.5 ^b	8.3 - 73.3	24.9 ^b	6.3 - 64.3
평균		37.8	6.2 - 192.5	50.9	6.3 - 224.3

* : Based on growing/finishing pig(75kg)

† : Natural ventilation

‡ : Mechanical ventilation

§ : a and b means that averaged values within the row by the same letter are not significantly different.

나. 총 분진과 호흡성 분진

<Table. 3-4>에서 제시된 바와 같이 돈사 유형에 따른 총 분진의 배출계수는 두(75 kg) 당 기준으로 평균 50.85 mg/h/pig, 단위 면적(m²) 기준으로 평균 37.83 mg/h/m²가 외부로 배출되는 것으로 나타났다. 배출계수 범위는 두당 37.14 ~ 386.46 mg/h/pig와 면적당 24.55 ~ 305.24 mg/h/m² 를 보여 돈사 유형에 따라 상당한 변이를 나타내는 것으로 분석되었다. 통계적으로 가장 높은 배출 계수를 나타낸 돈사는 자연환기로 운용되고 있는 톱밥 돈사였으며(p<0.05), 가장 낮은 곳은 기계적 환기가 적용되고 있는 슬랫 돈사인 것으로 분석되었

다(p<0.05).

호흡성 분진의 경우 두(75kg)당 기준으로 평균 9.55 mg/h/pig, 단위 면적(m²) 기준으로 평균 12.83 mg/h/m²가 외부로 배출되는 것으로 조사되었으며, 배출계수 범위는 두당 2.82 ~ 28.08 mg/h/pig와 면적당 4.14 ~ 38.64 mg/h/m²를 보여 총 분진의 경우와 마찬가지로 유형에 따른 돈사 간의 차이가 비교적 상당한 것으로 분석되었다. 조사 결과 자연환기로 운용되고 있는 톱밥 돈사에서 호흡성 분진의 배출계수가 가장 높은 것으로 나타났으나 (p<0.05), 다른 나머지 네 돈사 유형은 통계적 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다 (p>0.05).

<Table. 3-4> 돈사 유형별 총 분진과 호흡성 분진의 배출계수

총분진 배출계수					
돈사 유형		두당 기준 (mg/h/*pig)		돈사 면적 기준 (mg/h/m ²)	
분뇨 처리 시스템	환기 방식	평균	범위	평균	범위
슬러리 돈사	† N.V.	§78.28 ^a	24.55 - 110.26	105.22 ^a	37.14 - 192.38
	‡ M.V.	82.35 ^a	47.64 - 151.43	110.69 ^a	63.25 - 235.18
스크레이퍼 돈사	N.V.	80.09 ^a	51.08 - 184.76	107.65 ^a	63.16 - 208.34
	M.V.	93.18 ^a	38.16 - 210.19	125.24 ^a	53.28 - 264.29
톱밥 돈사	N.V.	152.74 ^b	84.16 - 305.24	205.30 ^b	93.18 - 386.46
평균		97.33	24.55 - 305.24	130.82	37.14 - 386.46

호흡성 분진 배출계수					
돈사 유형		두당 기준 (mg/h/*pig)		돈사 면적 기준 (mg/h/m ²)	
분뇨 처리 시스템	환기 방식	평균	범위	평균	범위
슬러리 돈사	N.V.	7.05 ^a	3.14 - 10.27	9.48 ^b	4.26 - 15.28
	M.V.	6.18 ^a	4.25 - 9.16	8.31 ^{ab}	5.33 - 11.26
스크레이퍼 돈사	N.V.	8.24 ^a	2.82 - 15.18	11.08 ^b	4.14 - 25.27
	M.V.	9.12 ^a	5.22 - 19.26	12.26 ^b	7.64 - 30.18
톱밥 돈사	N.V.	17.14 ^b	10.54 - 28.08	23.04 ^c	14.32 - 38.64
평균		9.55	2.82 - 28.08	12.83	4.14 - 38.64

* : Based on growing/finishing pig(75kg)

† : Natural ventilation

‡ : Mechanical ventilation

§ : a and b means that averaged values within the row by the same letter are not significantly different.

다. 총 부유세균과 총 부유진균

<Table. 3-5>에서 나타난 바와 같이 돈사 유형에 따른 총 부유세균의 배출계수는 두(75 kg)당 기준으로 평균 0.98 log(cfu)/h/pig, 단위 면적(m²) 기준으로 평균 1.32 log(cfu)/h/m²가 외부로 배출되는 것으로 조사되었다. 배출계수 범위는 두당 0.33 ~ 2.67 log(cfu)/h/pig와 면적당 0.42 ~ 4.28 log(cfu)/h/m²를 보여 돈사 유형에 따라 상당한 변이를 나타내는 것으로 분석되었다. 통계적으로 가장 높은 배출계수를 나타낸 돈사는 자연환기 방식이 적용되는 톱밥 돈사였으나(p<0.05), 나머지 네 유형의 돈사 간에는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 입증되었다(p>0.05). 총 부유진균의 경우 두당 기준으로 평균 0.73 log(cfu)/h/pig, 단위 면적(m²) 기준으로는 평균 0.96 log(cfu)/h/m²가 외부로 배출되는 것으로 조사되었다. 배출계수 범위는 두당 0.24 ~ 2.24 log(cfu)/h/pig와 면적당 0.35 ~ 3.28 log(cfu)/h/m²를 보여 돈사 유형간 차이가 대체로 큰 것으로 분석되었고, 자연환기 방식으로 운용되고 있는 톱밥 돈사에서 총 부유진균의 배출계수가 가장 높은 것으로 나타났으나(p<0.05), 다른 나머지 네 돈사 유형은 통계적 유의한 차이가 없는 것으로 입증되어(p>0.05) 거의 총 부유세균의 경우와 유사한 경향을 나타내는 것으로 분석되었다.

<Table. 3-5> 돈사 유형별 총 부유세균과 총 부유진균의 배출계수

총 부유세균 배출계수					
돈사 유형		두당 기준 log(cfu)/h/*pig		돈사 면적 기준 log(cfu)/h/m ²	
분뇨 처리 시스템	환기 방식	평균	범위	평균	범위
슬러리 돈사	† N.V.	§0.76 ^b	0.45 - 1.18	1.02 ^a	0.58 - 2.06
	‡ M.V.	0.68 ^{ab}	0.51 - 1.67	0.91 ^a	0.63 - 2.57
스크레이퍼 돈사	N.V.	0.92 ^b	0.48 - 1.75	1.24 ^a	0.55 - 3.16
	M.V.	0.88 ^b	0.33 - 2.14	1.18 ^a	0.42 - 3.96
툽밥 돈사	N.V.	1.67 ^c	0.84 - 2.67	2.24 ^b	1.14 - 4.28
평균		0.98	0.33 - 2.67	1.32	0.42 - 4.28

총 부유진균 배출계수					
돈사 유형		두당 기준 log(cfu)/h/*pig		돈사 면적 기준 log(cfu)/h/m ²	
분뇨 처리 시스템	환기 방식	평균	범위	평균	범위
슬러리 돈사	N.V.	0.51 ^a	0.24 - 0.81	0.69 ^b	0.35 - 1.31
	M.V.	0.48 ^a	0.26 - 1.03	0.65 ^{ab}	0.44 - 1.82
스크레이퍼 돈사	N.V.	0.62 ^a	0.35 - 0.93	0.83 ^b	0.56 - 1.54
	M.V.	0.73 ^a	0.44 - 1.11	0.98 ^b	0.68 - 2.24
툽밥 돈사	N.V.	1.32 ^b	0.61 - 2.24	1.77 ^c	0.73 - 3.28
평균		0.73	0.24 - 2.24	0.96	0.35 - 3.28

* : Based on growing/finishing pig(75kg)

† : Natural ventilation

‡ : Mechanical ventilation

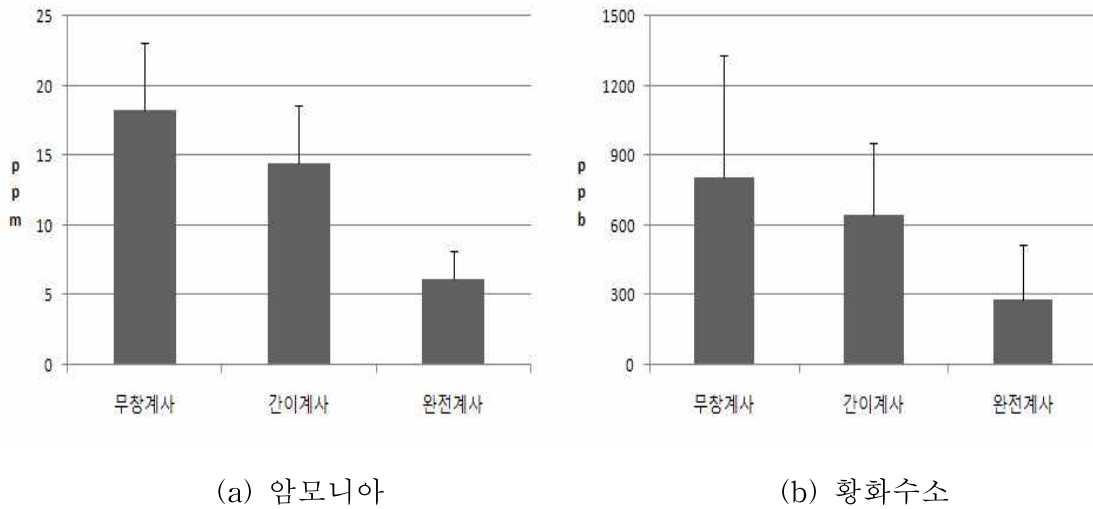
§ : a and b means that averaged values within the row by the same letter are not significantly different.

3. 계사의 공기오염물질 실내 농도

가. 암모니아와 황화수소

<Fig. 3-20>에서 제시된 바와 같이 계사 유형별 가스 상 오염물질의 농도는 암모니아의 경우 무창계사 18.25(±4.78)ppm, 간이계사 14.48(±4.13)ppm, 완전계사 6.16(±2.02)ppm의 평균 농도 분포를, 황화수소의 경우 무창계사 807.53(±526.17)ppb, 간이계사 644.82(±312.48)ppb, 완전계사 284.75(±232.08)ppb의 평균 농도 분포를 나타냈다. 계사 유형 구분 없이 종합적으로 볼 때 암모니아의 평균 농도는 12.96(±3.64)ppm, 황화수소의 평균 농도는 579.03(±356.88)ppb인 것으로 조사되었다. 분석 결과 계사 유형별 암모니아와 황화

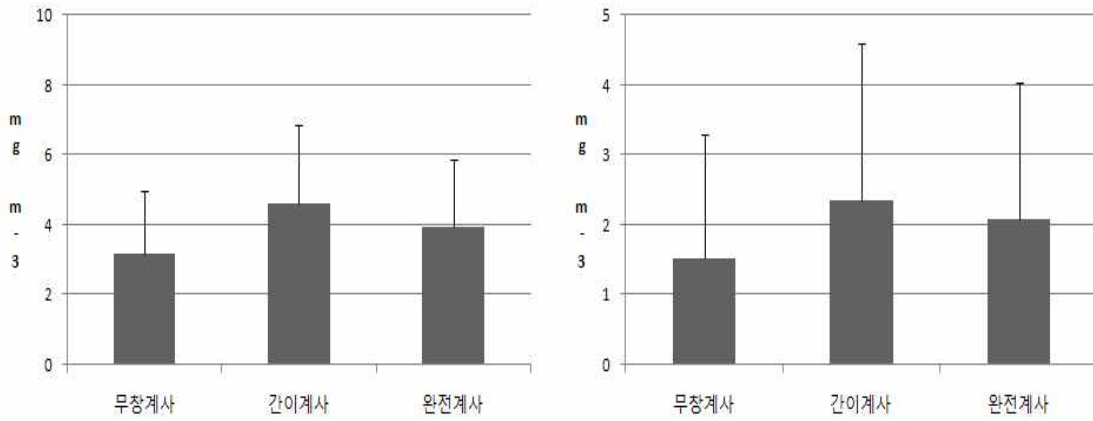
수소의 농도 분포 양상은 유사한 경향을 나타냈고, 무창계사>간이계사>완전계사 순서로 조사되었다.



<Fig. 3-20> 계사 유형별 암모니아와 황화수소의 농도 분포

나. 총 분진과 호흡성 분진

<Fig. 3-21>에서 제시된 바와 같이 계사 유형별 입자상 오염물질의 농도는 총 분진의 경우 무창계사 3.18(±1.77) mg m⁻³, 간이계사 4.63(±2.24) mg m⁻³, 완전계사 3.92(±1.95) mg m⁻³의 평균 농도 분포를, 호흡성분진의 경우 무창계사 1.53(±0.61) mg m⁻³, 간이계사 2.36(±1.21) mg m⁻³, 완전계사 2.08(±0.85) mg m⁻³의 평균 농도 분포를 나타냈다. 계사 유형 구분 없이 종합적으로 볼 때 총 분진의 평균 농도는 3.91(±1.99) mg, 호흡성분진의 평균 농도는 1.99(±0.89) mg m⁻³인 것으로 조사되었다. 분석 결과 계사 유형별 총 분진과 호흡성분진의 농도 분포 양상은 유사한 경향을 나타냈고, 간이계사>완전계사>무창계사 순서로 조사되었다.



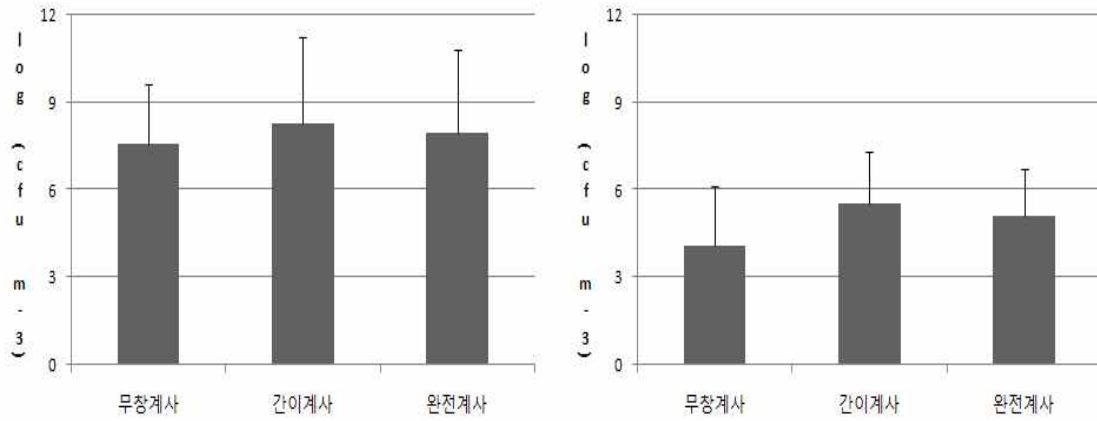
(a) 총 분진

(b) 호흡성분진

<Fig. 3-21> 계사 유형별 총 분진과 호흡성 분진의 농도 분포

다. 총 부유세균과 총 부유진균

<Fig. 3-22>에서 제시된 바와 같이 계사 유형별 생물학상 오염물질의 농도는 총 부유세균의 경우 무창계사 $7.56(\pm 2.08) \log (\text{cfu m}^{-3})$, 간이계사 $8.26(\pm 3.01) \log (\text{cfu m}^{-3})$, 완전계사 $7.93(\pm 2.89) \log (\text{cfu m}^{-3})$ 의 평균 농도 분포를, 총 부유진균의 경우 무창계사 $4.09(\pm 2.03) \log (\text{cfu m}^{-3})$, 간이계사 $5.56(\pm 1.73) \log (\text{cfu m}^{-3})$, 완전계사 $5.12(\pm 1.61) \log (\text{cfu m}^{-3})$ 의 평균 농도 분포를 나타냈다. 계사 유형 구분 없이 종합적으로 볼 때 총 부유세균의 평균 농도는 $7.92(\pm 2.66) \log (\text{cfu m}^{-3})$, 총 부유진균의 평균 농도는 $4.92(\pm 1.79) \log (\text{cfu m}^{-3})$ 인 것으로 조사되었다. 분석 결과 계사 유형별 총 분진과 호흡성분진의 농도 분포 양상은 유사한 경향을 나타냈고, 간이계사>완전계사>무창계사 순서로 조사되었다.



(a) 총 부유세균

(b) 총 부유진균

<Fig. 3-22> 계사 유형별 총 부유세균과 총 부유진균의 농도 분포

4. 계사의 공기오염물질 배출계수

가. 암모니아와 황화수소

<Table. 3-6>에 나타난 바와 같이 계사 유형별 가스 상 오염물질의 배출계수는 암모니아의 경우 무창계사는 $1.236(\pm 0.125) \text{ g hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $0.865(\pm 0.127) \text{ g m}^{-2}\text{h}^{-1}$, 간이계사는 $1.089(\pm 0.183) \text{ g hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $0.624(\pm 0.077) \text{ g m}^{-2}\text{h}^{-1}$, 완전계사는 $0.528(\pm 0.086) \text{ g hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $0.236(\pm 0.045) \text{ g m}^{-2}\text{h}^{-1}$ 로 나타났다. 황화수소의 경우 무창계사는 $3.438(\pm 1.026) \text{ mg hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $15.24(\pm 4.864) \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, 간이계사는 $2.906(\pm 0.863) \text{ mg hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $12.87(\pm 3.336) \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$, 완전계사는 $2.524(\pm 1.015) \text{ mg hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $9.224(\pm 2.409) \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ 로 나타났다. 계사 유형 구분 없이 종합적으로 볼 때 암모니아의 평균 배출계수는 $0.951(\pm 0.131) \text{ g hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $0.575(\pm 0.082) \text{ g m}^{-2}\text{h}^{-1}$, 황화수소의 평균 배출계수는 $2.956(\pm 0.968) \text{ mg hen}^{-1}\text{h}^{-1}$ 과 $12.44(\pm 3.536) \text{ mg m}^{-2}\text{h}^{-1}$ 인 것으로 조사되었다. 분석 결과 계사 유형별 암모니아와 황화수소의 배출계수 양상은 유사한 경향을 나타냈고, 무창계사>간이계사>완전계사 순서로 조사되어 농도 분포 양상과 동일하였다.

<Table. 3-6> 계사 유형별 암모니아와 황화수소의 배출계수

암모니아 배출계수				
돈사 유형	두당 기준 (g/h/*hen)		계사 면적 기준 (g/h/m ²)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
무창계사	1.236	0.125	0.865	0.125
간이계사	1.089	0.183	0.624	0.077
완전계사	0.528	0.086	0.236	0.045
평균	0.951	0.131	0.575	0.082

황화수소 배출계수				
돈사 유형	두당 기준 (mg/h/*hen)		계사 면적 기준 (mg/h/m ²)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
무창계사	3.438	1.026	15.238	4.864
간이계사	2.906	0.863	12.865	3.336
완전계사	2.524	1.015	9.224	2.409
평균	2.956	0.968	12.442	3.536

* : Based on hen(1.5kg)

나. 총 분진과 호흡성 분진

<Table. 3-7>에 나타난 바와 같이 계사 유형별 입자상 오염물질의 배출계수는 총 분진의 경우 무창계사는 3.926(±0.682) mg hen⁻¹h⁻¹과 48.68(±18.34) mg m⁻²h⁻¹, 간이계사는 6.233(±1.947) mg hen⁻¹h⁻¹과 93.26(±32.42) mg m⁻²h⁻¹, 완전계사는 4.088(±1.028) mg hen⁻¹h⁻¹과 51.23(±24.10) mg m⁻²h⁻¹로 나타났다. 호흡성분진의 경우 무창계사는 0.488(±0.238) mg hen⁻¹h⁻¹과 5.102(±2.315) mg m⁻²h⁻¹, 간이계사는 0.725(±0.254) mg hen⁻¹h⁻¹과 10.06(±3.006) mg m⁻²h⁻¹, 완전계사는 0.519(±0.201) mg hen⁻¹h⁻¹과 7.386(±2.213) mg m⁻²h⁻¹로 나타났다. 계사 유형 구분 없이 종합적으로 볼 때 총 분진의 평균 배출계수는 4.749(±1.219) mg hen⁻¹h⁻¹과 64.39(±24.95) g m⁻²h⁻¹, 호흡성분의 평균 배출계수는 0.577(±0.231) mg hen⁻¹h⁻¹과 7.516(±2.511) mg m⁻²h⁻¹인 것으로 조사되었다. 분석 결과 계사 유형별 총 분진과와 호흡성분진의 배출계수 양상은 유사한 경향을 나타냈고, <간이계사> <완전계사> <무창계사> 순서로 조사되어 농도 분포 양상과 동일하였다.

<Table. 3-7> 계사 유형별 총 분진과 호흡성 분진의 배출계수

총 분진 배출계수				
돈사 유형	두당 기준 (mg/h/*hen)		계사 면적 기준 (mg/h/m ²)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
무창계사	3.926	0.682	48.68	18.34
간이계사	6.233	1.947	93.26	32.42
완전계사	4.088	1.028	51.23	24.1
평균	4.749	1.219	64.390	24.953

호흡성 분진 배출계수				
돈사 유형	두당 기준 (mg/h/*hen)		계사 면적 기준 (mg/h/m ²)	
	평균	표준편차	평균	표준편차
무창계사	0.488	0.238	5.102	2.315
간이계사	0.725	0.254	10.06	3.006
완전계사	0.519	0.201	7.386	2.213
평균	0.577	0.231	7.516	2.511

* : Based on hen(1.5kg)

다. 총 부유세균과 총 부유진균

<Table. 3-8>에 나타난 바와 같이 계사 유형별 생물학상 오염물질의 배출계수는 총 부유세균의 경우 무창계사는 0.189(±0.069) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 0.727(±0.388) log (cfu m⁻²h⁻¹), 간이계사는 0.386(±0.116) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 1.026(±0.408) log (cfu m⁻²h⁻¹), 완전계사는 0.214(±0.078) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 0.763(±0.316) log (cfu m⁻²h⁻¹)로 나타났다. 총 부유진균의 경우 무창계사는 0.052(±0.027) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 0.504(±0.189) log (cfu m⁻²h⁻¹), 간이계사는 0.084(±0.039) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 0.726(±0.214) log (cfu m⁻²h⁻¹), 완전계사는 0.061(±0.026) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 0.620(±0.301) log (cfu m⁻²h⁻¹)로 나타났다. 계사 유형 구분 없이 종합적으로 볼 때 총 부유세균의 평균 배출계수는 0.263(±0.088) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 0.839(±0.371) log (cfu m⁻²h⁻¹), 총 부유진균의 평균 배출계수는 0.066(±0.031) log (cfu hen⁻¹h⁻¹)과 0.617(±0.235) log (cfu m⁻²h⁻¹)인 것으로 조사되었다. 분석 결과 계사 유형별 총 부유세균과 총 부유진균의 배출계수 양상은 유사한 경향을 나타냈고, 간이계사>완전계사>무창계사 순서로 조사되어 농도 분포 양상과 동일하였다.

<Table. 3-8> 계사 유형별 총 부유세균과 총 부유진균의 배출계수

총 부유세균 배출계수				
돈사 유형	두당 기준 log(cfu)/h/*hen		계사 면적 기준 log(cfu)/h/m ²	
	평균	표준편차	평균	표준편차
무창계사	0.189	0.069	0.727	0.388
간이계사	0.386	0.116	1.026	0.408
완전계사	0.214	0.078	0.763	0.316
평균	0.263	0.088	0.839	0.371

총 부유진균 배출계수				
돈사 유형	두당 기준 log(cfu)/h/*hen		계사 면적 기준 log(cfu)/h/m ²	
	평균	표준편차	평균	표준편차
무창계사	0.052	0.027	0.504	0.189
간이계사	0.084	0.039	0.726	0.214
완전계사	0.061	0.026	0.62	0.301
평균	0.066	0.031	0.617	0.235

* : Based on hen(1.5kg)

2절. 구제역 바이러스 surrogate 선정을 위한 돈사 실내 환경 유해 인자들의 상관관계 조사(결과)

<Table. 3-9>는 PRRSV 바이러스가 검출된 돈사를 대상으로 측정된 공기 오염 물질들 간의 상관계수를 통계적 분석을 통해 산출한 것이다. PRRSV 바이러스는 돼지들에게 공기 감염으로 소모성 질환을 유발하는 주요 바이러스로 현장에서 구제역 바이러스 모니터링이 불가능하기 때문에 이를 대신할 수 있는 바이러스로 선정하였다. 분석 결과 PRRSV 바이러스가 검출된 돈사 실내공기 중에 서로 유의한 양의 상관관계를 보인 오염물질은 호흡성 분진과 암모니아(p<0.05), 호흡성 분진과 총 부유세균(p<0.01)인 것으로 조사되었다. 구제역 바이러스를 포함하여 일반적으로 부유 바이러스의 입경은 1~100nm인 것으로 보고되고 있어 평균 10 μ m 이하의 입자상 오염물질에 해당되는 호흡성 분진은 물리화학적 특성 측면에서 구제역 바이러스의 대기 중 확산 경로를 구명하는 데 하나의 대체 인자(surrogate)로 활용 가능성이 높다고 할 수 있다. 또한 1 μ m 이하의 입자는 공기 중 이동 양상이 확산에

의한 Brown 운동을 보이기 때문에 대기확산모델 적용에 있어 보통 가스 상 물질로 취급해도 무방하다. 이러한 이유로 호흡성 분진과 유의한 양의 상관성을 보인 암모니아도 구제역 바이러스의 공기 중 거동을 대체할 수 있는 간접적 인자로 제시할 수는 있으나, 특성상 생물학적 오염물질이 아니기 때문에 구제역 바이러스의 공기 중 체류시간에 따른 생존 감소율을 설명할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 따라서 바이러스와 같은 생물학적 유해인자로 호흡성 분진과 유의한 양의 상관성을 보인 총 부유세균($p < 0.01$)이 구제역 바이러스의 공기 중 거동 양상을 대체할 수 있는 인자인 것을 통계적 분석을 통해 추정할 수 있다. 결론적으로 대기확산모델의 발생원으로 적용하기 위한 구제역 바이러스의 대체 인자로서 물리화학적 측면에서는 호흡성 분진, 생물학적 측면에서는 총 부유세균을 활용할 수 있으며, 대기확산모델 적용에 따른 두 가지 대체 인자들의 예측 유효성 분석에 따른 적합도 판정은 2차년도 연구에서 수행될 예정이다.

<Table. 3-9> PRRSV 바이러스가 검출된 돈사 실내공기 중 공기오염물질들간의 상관계수

	NH ₃ H ₂ S	Total dust	Respirable dust	Total airborne bacteria	Total airborne fungi
NH ₃	1 .345	.267	.538*	.318	.386
H ₂ S	1	.156	.428	.209	.417
Total dust		1	.413	.251	.329
Respirable dust			1	.728**	.026
Total airborne bacteria				1	.137
Total airborne fungi					1

* : $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

3절. 구제역 바이러스의 배출계수 산정 및 위해성 사전 고찰

1. 구제역 바이러스의 일반적 특징

단일 가닥의 RNA 형태의 구제역 바이러스 (Foot and Mouth Disease Virus, FMDV)는 Picornaviridae과, Aphthovirus속에 속하는 바이러스 중 하나로 발굽이 2개인 소, 돼지, 양 등의 우제류 동물을 주로 감염시키는 접촉성 질환 중 하나이다. 전염성이 매우 강하며 입

술, 혀, 잇몸, 코, 발굽 사이 등에 물집(수포)이 생기며 체온이 급격히 상승되고 식욕이 저하되어 심하게 앓거나 죽게 되는 질병으로, 국제수역사무국(OIE)에서 A급 질병(전과력이 빠르고 국제교역상 경제피해가 매우 큰 질병)으로 분류하며 우리나라 제1종 가축전염병으로 지정되어 있다. 구제역은 인축공통 전염병으로 간주되고 있지는 않으나, 인간도 감염될 잠재성은 있으나 이러한 경우는 거의 없다고 할 수 있다 (Davies, 2002).

지난 수십 년에 걸쳐 구제역 바이러스 감염의 발생 및 진화를 거치는 동안 구제역 바이러스는 다양한 종을 가진 7가지 혈청형으로 분류될 수 있다 (Domingo et al., 2003; Maradei et al., 2011). 구제역 바이러스의 다양한 종이 바로 구제역 발병을 제어할 수 없는 어려움의 한 이유였는데, 즉 하나의 특정 혈청에 대해 개발된 백신은 다른 유형의 혈청의 발현을 억제하는 데 기여할 수 없어 일시적인 면역성만을 제공했기 때문이다 (Barnett et al., 2003; Cooke and Westover, 2008; Longjam et al., 2011). 따라서 감염 가축의 살처분은 어쩔 수 없이 행해진 구제역 관리의 중요한 방안으로 인식되었고, 이는 심각한 경제적 손실을 야기하는 원인으로 자리 잡게 되었다 (Kitching, 1998; Cooke and Westover, 2008). 예를 들어, 2001년도 영국에서의 구제역 발생 기간 동안 약 수억 마리의 가축이 살처분되면서 약 8.7-9.4 유로의 경제적 손실을 초래한 것으로 추정된 바 있다 (Mayer, 2008; Traulsen and Krieter, 2012). 구제역 발생이 축산업에 미치는 심각한 악영향은 이미 30여 년 전부터 발표된 여러 국외 문헌들에서 언급되어 왔다 (Kitching, 1998; Barnett and Carabin, 2002; Davies, 2002; Pharo, 2002; Alexandersen et al., 2003; Domingo et al., 2003; Robert and Gloster, 2008; Longjam et al., 2011; Sharp, 2001).

Picornaviridae Aphthovirus, 작은 RNA 유전자를 가진 바이러스로, 유전자 변화가 매우 극심하며, 같은 혈청형이라도 유전자가 100% 같은 바이러스는 존재할 수 없는 것으로 보고되고 있다 (Domingo et al., 2003). 7가지 혈청형(A, O, C, SAT1, SAT2, SAT3, Asia 1) 바이러스가 알려져 있으며, 이 주요 혈청형은 다시 80여 가지의 아형으로 나뉘어짐. 서로 교차 면역이 되지 않고, 변이가 심하여 백신을 만들기 힘들다 (Cooke and Westover, 2008; Maradei, 2011). 전 세계적으로 A, O, C 혈청형이 가장 많이 발생하는 것으로 보고되고 있다 (Barnett et al., 2003). 우리나라에서는 2010년 1월 발생한 것은 A형, 2010년 4월, 11월에 발생한 바이러스는 O형인 것으로 규명되었다. 구제역 바이러스는 막이 없는 (non-enveloped) 바이러스로 건조한 조건에서도 생존율이 매우 높으나, 자외선과 높은 열에는 쉽게 불활성화되기 때문에 여름철의 생존성은 약한 것으로 알려져 있다. <Table. 10>에 나타난 바와 같이 Sanson의 연구 결과 (1994)에 의하면 4°C 이하의 온도 조건에서 장기간 생존이 가능하다고 알려져 있으며, 겨울철에 특히 오랫동안 생존하는 것으로 보고되고 있다. 산도(pH) 조건의 경우에는 pH 6.0 이하 또는 9.0 이상 조건에서, 그리고 2% 가성

소다, 4% 탄산소다 및 0.2% 구연산 등의 소독제에 불활성화된다고 알려져 있다 (<Table. 3-10> 참조).

<Table. 3-10> 온도 및 산도 조건에 따른 구제역 바이러스의 생존시간

Temperature	Survival time	pH	Survival time
60°C	5 seconds	2.2	<15 seconds
56°C	30 minutes	4	<15 seconds
50°C	1 hour	6	2 minutes
37°C	1 day	7	a few weeks
22°C	8-10 weeks	9	1 week
4°C	4 months	10	14 hours
-5°C	>1 year	12.5	<15 seconds

출처 : Sanson, 1994

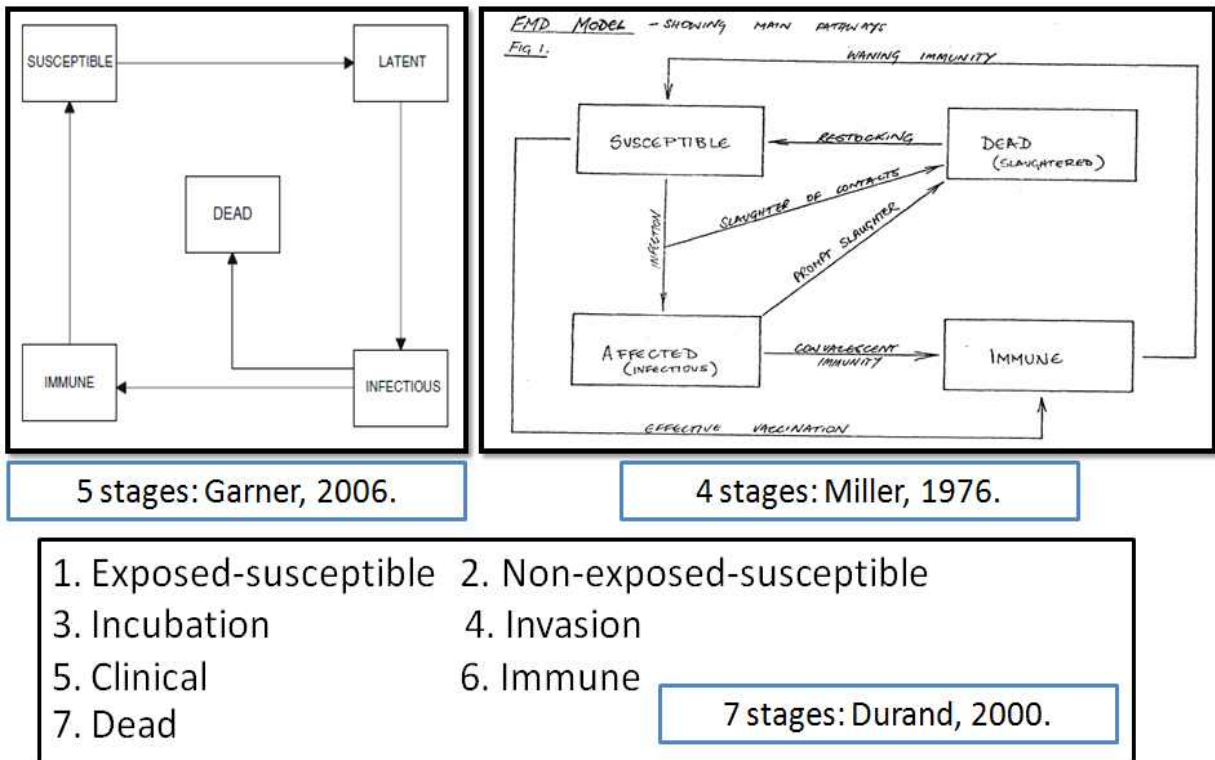
2. 구제역 바이러스의 발생 모델

구제역 바이러스의 대기 중 확산에 대한 위해성 평가의 첫 단계는 배출계수 데이터를 규명하는 다른 공기오염물질의 경우와 동일하다. 결론적으로 본 단계에서 고려되어야 할 사항은 정해진 시간 (일별 또는 주별) 동안 감염 의심 또는 감염된 가축으로부터 공기 중으로 배출되는 구제역 바이러스의 양을 “TCID₅₀/공기 부피”로 산정하는 것이다. 여기서 “TCID (Tissue Culture Infective Dose)₅₀”는 50% 조직 배양 감염량을 의미하는 것으로 배양세포에 접종하였을 때 배양세포의 50%가 세포 변성을 초래하는 바이러스의 양을 나타내며, 구제역 바이러스의 감염 및 배출 농도 계상시 국외 여러 연구자들에 의해 사용되어졌다 (Gloster et al., 1983; Garner et al., 2006; Traulsen and Krieter, 2012). 이러한 구제역 바이러스의 감염 및 배출량을 산정하는 데 있어 농장 간 역학 전파의 복잡한 상황을 시뮬레이션하기 위해 일반적으로 컴퓨터를 이용해 평가된 수학적 모델이 필요하다. 그 이유는 구제역 바이러스를 대상으로 실제 실험하는 것은 안전 측면에서 위험하고 다소 과장될 수 있기 때문이다 (Miller, 1976; Gloster et al., 2011).

구제역 확산 예측에 현재까지 많은 모델들이 활용되어 왔으며(<Fig. 3-23> 참조), 이것들 대부분이 주로 Markov's chain (Miller, 1976; Durand and Mahul, 2000; Garner et al., 2006)으로부터 고안된 상태-전이(state-transition) 모델에 근거를 두고 있다. 가축의 4가지 상태, 즉 구제역 바이러스 노출에 따른 감염 의심(susceptible), 감염(infectious), 면역

(immune), 죽음(dead)은 Miller의 모델 (1976)로부터 정의되었다. 그 이후 Durand와 Mahul (2000)에 의해 가축의 7가지 상태, 즉 노출 감염 의심(exposed-susceptible), 비노출 감염 의심(non-exposed-susceptible), 배양(incubation), 침입(invasion), 임상(clinical), 면역(immune), 죽음(dead)으로 확장되었다. 반대로 확률론적 시뮬레이션 모델을 제안한 Mackenzie와 Bishop은 구제역 바이러스 노출에 대한 가축의 상태를 2가지, 즉 감염 의심(susceptible)과 감염(infective)으로 단순화하였다 (Kostova-Vassilevska, 2004). 연구들간의 이러한 차이점 때문에 제안된 구제역 바이러스 예측 모델들은 다양한 접근 방법과 세부적인 고려 조건들을 가지고 수행되었다. 가축의 4가지 상태를 제안한 Miller 모델의 경우 잠재적 이행 경로를 10가지까지 추정할 수 있는데, 즉 생존한 감염 의심, 감염, 효과적 백신, 도축 접촉, 면역성 회복, 감염축의 도축, 면역성 감소, 면역성 잔류, 재입식, 생존한 가축의 감소로 분류할 수 있다 (Miller, 1976).

사육 가축 규모, 가축의 정확한 감염 날짜, 감염된 가축의 수, 구제역 바이러스의 혈청형, 구제역 바이러스의 입경 분포 등과 같은 기초 정보와 바이러스 발생 모델 유형의 선정과 더불어 농장 간 바이러스 발생의 평가를 위해 고려되어야 할 부가적인 요인들이 있다. 첫째는 개별 가축간의 질병 요인들로 감염된 가축으로부터의 양/반응 평가에 영향을 주는 가축의 종류(소, 돼지, 양)와 성장 단계, 각 전이 단계의 기간, 면역 형성, 백신에 의한 보호 체계 구축이다. 둘째는 농장 현장의 역학 요인들로 동종 또는 이종 가축 간의 구제역 바이러스의 병원성 전파, 인간과 가축의 접촉 정도, 토양, 물, 공기 내 존재하는 구제역 바이러스의 생존성이다. 셋째는 농장 간의 구제역 바이러스의 전파 요인들로 농장간의 가축 이동 빈도와 외부 차량 및 사람들의 방문으로 인한 외부 발생원의 유입이다. 모든 데이터의 고려 여부를 떠나 이러한 모델을 적용하는 것은 실질적으로 상이한 결과를 나타낼 수 있다. 하지만, 관련된 모든 요인들을 고려하기 위해서는 제약된 시간 내에 많은 수의 데이터를 입력해야 될 필요가 있다. 따라서 모델 적용에 따른 예측 결과의 유효성을 확보하기 위해 상황에 따른 가정들이 설정되어야 한다(Cannon and Garner, 1999; Kostova-Vassilevska, 2004; Garner et al., 2006; Gloster et al., 2011).



<Fig. 3-23> 구제역 바이러스의 발생 및 확산 예측 모델들의 국외 적용 사례

3. 구제역 바이러스의 감염 및 전파

Donaldson (1972)의 연구 결과에 의하면 구제역 바이러스가 공기 중 존재 시 생존력에 영향을 주는 온/습도에 대해 일반적으로 기온이 낮고 상대습도가 높으면 생존력이 강하고, 반면 기온이 높고 상대습도가 낮으면 생존력이 감소한다고 보고되고 있다. 하지만 공기 중 구제역 바이러스의 생존력을 결정하기 위한 기준은 온도의 경우 아직 명확히 제시된 바 없고, 상대습도는 55%를 가이드라인으로 보는 연구 결과가 있다 (Donaldson, 1973). 구제역 바이러스의 공기 중 확산을 HYSPLIT 모델 적용을 통해 예측한 Garner 등 (2006)은 공기 중 구제역 바이러스의 생존력에 영향을 주는 온/습도 요인에 대해 온도의 경우 예측된 농도에 24℃ 이하에서는 1, 24℃ 이상 30℃ 이하에서는 직선 감소율 (linear decrease rate), 30℃ 이상에서는 0을 곱하였고, 상대습도의 경우 60% 이상에서는 1, 60% 이하에서는 대수 감소율 (exponential decrease rate)을 적용하여 상대습도의 허용 최소 수치인 1%에서는 0.0000376을 곱해야 한다고 보고하였다. 바이러스는 아니지만 대장균 (*E. coli*)를 인위적으로 입자화시켜 공기 중 온/습도 조건에 따른 사멸을 실험에 의해 규명한 연구 결과 (Teltsch et al., 1980)에 의하면 부유 미생물이 공기 중 생존력 유지에 비 적합한 고 온도, 저 상대습도 조건 하에서 대장균은 살포 후 10초 내 사멸하였고, 최적의 조건인 저 온도,

고 상대습도 조건 하에서도 살포 후 2분 내 모두 사멸하는 것으로 보고되고 있다.

구제역 바이러스의 정확한 입자 크기는 $0.026\mu\text{m}$ 로 보고되고 있어 (Belsham, 1993) 입경 측면에서 기체상 물질과 같이 공기 중에서 자유 확산 운동을 하기 때문에 구제역 바이러스의 생존 감소율이 0이라고 가정하면 이론적으로 대기 확산 모델 적용을 통해 공기 중 이동에 따른 거리별 전파 농도를 예측할 수 있는 가능성이 충분하다. 하지만 아직까지 구제역 바이러스의 공기 중 생존력 감소 상수 (viability decay rate)가 명확히 제시되지 못하고 있기 때문에 정확한 예측이 쉽지 않은 상황이다. 현재 제시된 구제역 바이러스에 대한 생존력 감소 상수로는 대수적 감소 측면에서 산출된 $6.4 \times 10^{-4}\text{s}$ 이다 (Sørensen et al., 2001).

<Table. 3-11>은 국외 여러 연구자들에 의해 제시된 구제역 바이러스의 축종별 감염 및 전파 특성들을 정리한 것이다. 선행 연구 결과들에 근거하면 잠복 기간은 소 8일, 양 7일, 돼지 5일로 보고되고 있고, 감염 기간은 소, 양, 돼지 모두 7일로 조사되었다. 구제역 바이러스에 감염된 후 명확한 임상적 증세가 나타나는 기간은 소 11일, 양 6일, 돼지 10일로 보고되고 있고, 감염 후 치사율은 소와 양의 경우 5%, 돼지의 경우 15%인 것으로 나타나 있다. TCID₅₀ 단위 기준으로 1일 최대 구제역 바이러스 배출량은 소와 양의 경우 $10^{4.3}$, 돼지의 경우 $10^{6.1}$ 로 보고되고 있어 구제역 바이러스 감염 시 돼지가 소와 양보다 약 100배 높은 공기 중 배출률을 나타내고 있다. 호흡을 통해 구제역 바이러스가 공기 중으로 배출되는 기간은 소 5일, 양 4일, 돼지 6일인 것으로 보고되고 있다.

<Table. 3-12>는 하루 24시간 노출 기준 시 감염에 필요한 공기 중 구제역 바이러스의 축종별 최소 감염량 및 흡입률을 고려한 최소 노출량을 나타내고 있다. 여기서 노출 기준 (threshold concentration)은 최소 감염량 (minimum infectious dose)을 하루 흡입률 (inhalation rate)로 나누어 산출된 값으로 대기 확산 모델 적용을 통해 이동 거리에 따른 조사 대상 지점의 최종 예측 농도의 감염 위해 수준을 결정해 주는 중요한 수치라 할 수 있다. <Table. 3-12>에서 제시된 바와 같이 구제역 바이러스에 노출되어 감염에 요구되는 최소량이 돼지가 소와 양에 비해 약 40배 높았고, 축종별 흡입률 고려에 따른 노출 기준도 돼지가 소와 양에 비해 약 7배 높음을 알 수 있다.

<Table. 3-11> 농장 간 구제역 확산 모델에 적용된 여러 입력 변수들

	소	양	돼지	참고문헌
잠복 기간 (days)	8	7	5	- Donaldson, 1994 - Sargent, 1998
감염 기간 (days)	7	7	7	- Geering et al., 1995 - Donaldson, 1994; - Kitching et al., 2005
감염 증상 기간 (days)	11	6	10	- MAFF, 1986
폐사율 (%)	5	5	15	- Geering et al., 1995 - Donaldson, 1994
하루 중 구제역 바이러스의 공기 중 최대 발생량(TCID ₅₀)	10 ^{4.3}	10 ^{4.3}	10 ^{6.1}	- Sørensen et al., 2000 - Donaldson and Alexandersen, 2002
구제역 바이러스의 공기 중 배출기간 (days)	5	4	6	- Sargent, 1998

<Table. 3-12> 공기 중 구제역 바이러스에 24시간 노출시 감염에 필요한 축종별 최소 공기 흡입량

축종	¹ 최소 감염량 (TCID ₅₀)	² 호흡률 (m ³ /24h)	최소 공기 흡입 노출 기준 (TCID ₅₀ /m ³)
소	10	173	0.06
양	10	9	1.11
돼지	400	52	7.70

¹ 출처 : Terpstra, 1972; Gibson and Donaldson, 1986; Donaldson et al., 1987

² 출처 : Green, 1979

<Table. 3-13>은 Rimpuff 모델 적용을 통해 구제역 바이러스 감염 가축의 축종 및 사육 규모에 따른 확산 거리 측면에서의 축종별 감염 위험도를 산정한 Sørensen et al. (2000)의 연구 결과를 제시한 것이다. <Table. 3-13>에서 제시된 바와 같이 구제역 바이러스 감염에 대한 감수성 측면에서 소와 양이 돼지에 비해 상당히 높은 수준이고, 전파 속도는 돼지가 소나 양에 비해 약 100~1,000배 빠른 것을 알 수 있다.

<Table. 3-13> 제역 바이러스 배출 축종 및 사육두수에 따른 축종 및 발생원과의 이격거리별 감염 위험성 영향

구제역 바이러스 배출 축종	발생원과의 이격거리에 따른 축종별 감염 위험도		
	소	양	돼지
- 1000 마리 가축 감염시			
Pigs	300 km	90 km	20 km
Cattle	3 km	0.5 km	< 0.1 km
Sheep	3 km	0.5 km	< 0.1 km
- 100 마리 가축 감염시			
Pigs	120 km	15 km	5 km
Cattle	0.7 km	< 0.1 km	< 0.1 km
Sheep	0.7 km	< 0.1 km	< 0.1 km
- 10 마리 가축 감염시			
Pigs	30 km	4 km	1 km
Cattle	< 0.1 km	< 0.1 km	< 0.1 km
Sheep	< 0.1 km	< 0.1 km	< 0.1 km
- 1 마리 가축 감염시			
Pigs	5 km	< 1 km	0.3 km
Cattle	< 0.1 km	< 0.1 km	< 0.1 km
Sheep	< 0.1 km	< 0.1 km	< 0.1 km

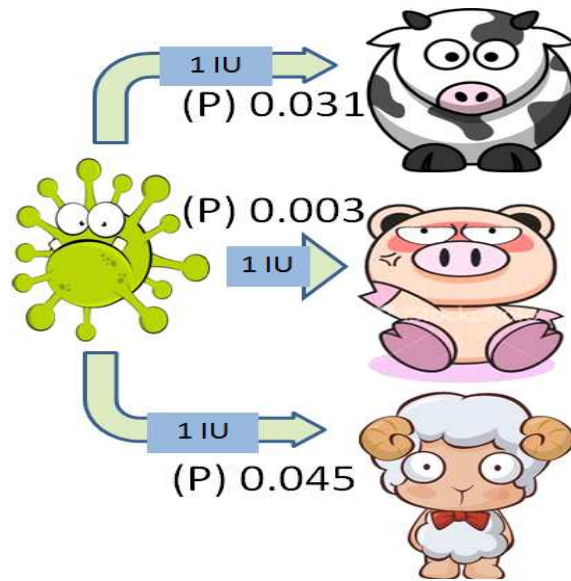
출처 : Sørensen et al. 2000

4. 구제역 바이러스의 위험성 평가

구제역 바이러스 확산 농도와 방향이 예측된 후에 공기 중 구제역 바이러스에 노출된 농장의 감염 확률이 평가되어야 한다. 감염에 대한 중요 요인들은 공기 중 바이러스의 농도, 가축의 호흡률, 노출 기간, 가축 사육 규모이다. 구제역 바이러스의 감염 위험성을 평가하기 위해 일반적으로 적요되어지는 개념은 최소 감염 흡입량 (minimum infectious dose)이다. 감염 확률은 흡입량 정도에 따라 대수적으로 증가한다. 다음의 이항 분포는 TCID₅₀ 개념으로 구제역 바이러스 흡입량(d)에 노출되었을 때 가축이 감염될 확률(Pi)과 하나의 TCID₅₀이 가축을 감염시킬 확률(q)과의 관계를 보여준다(Garner et al., 2006).

$$P_i = 1 - (1 - q)^d \text{ --- } \{5\}$$

본 연구에서 고찰된 바와 같이 하나의 바이러스 감염 단위(infectious unit; IU) 노출에 따른 감염 유발 확률은 소의 경우 0.031, 양의 경우 0.045, 돼지의 경우 0.003으로 각각 추정된다(<Fig. 3-24> 참조).



<Fig. 3-24> 축종별 공기 중 바이러스 감염 단위

Pi로부터 가축 집단이 감염될 확률(Ph)은 가축 사육두수(n)를 고려하여 결정하며 다음 (6)의 식으로 정리될 수 있다.

$$P_h = 1 - (1 - P_i)^n \quad \text{--- } \{6\}$$

여러 일 동안 구제역 바이러스에 노출된 가축의 종류가 하나 이상인 농장이 감염될 확률 (Ph)의 경우, 많은 요인들이 고려되어야 하는데, 식 (7)에서 나타난 바와 같이 가축 유형 (i), 노출 일수(k), 노출량(d), 농장 내 가축 사육두수(n)이다.

$$P_h = 1 - \prod_{i=1}^j [(1 - \theta_i)^{n_i} (\sum_{k=1}^m d_k)] \quad \text{--- } \{7\}$$

식 5~7을 통해 산출된 FMDV 감염 확률이 >50%인 경우 “높음”, 10~50%인 경우 “중간”, 1~10%인 경우 “낮음”, <1%인 경우 “매우 낮음”으로 상대적 감염 위해 등급을 산정할 수 있게 된다.

4절. 구제역 바이러스 surrogate로서 도출된 실내공기 오염인자의 대기확산모델 적용 예측치 유효성을 검증하기 위한 현장평가(결과)

1. 1차 현장 측정 결과

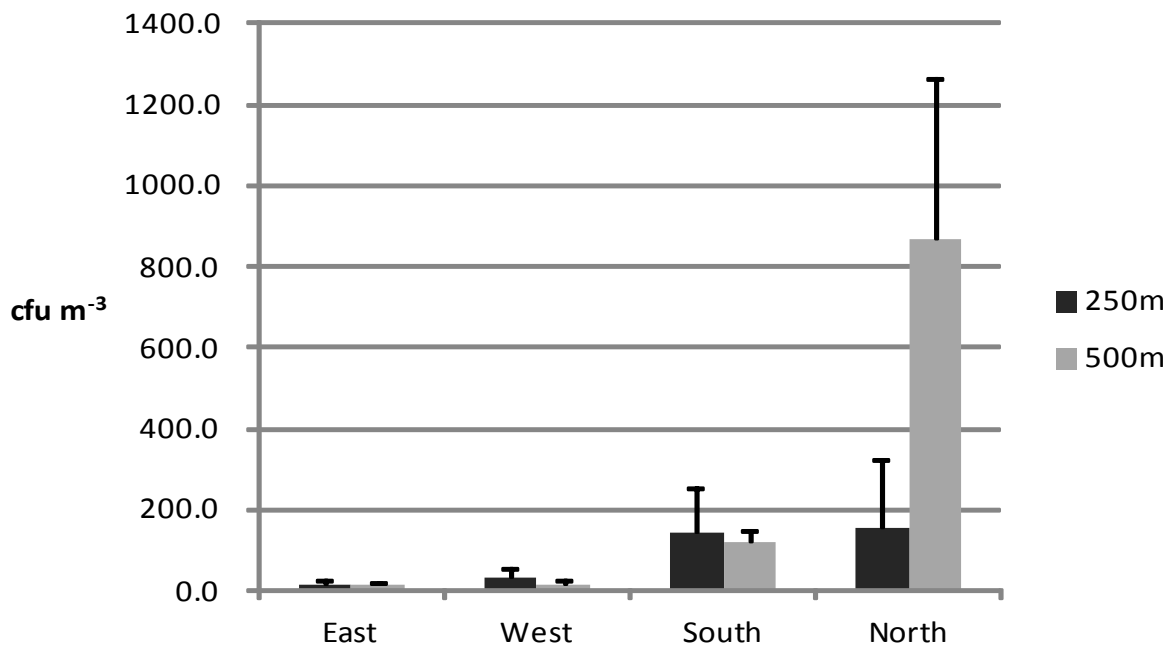
가. 정량 분석 측면

<Fig. 3-25>에서 제시된 바와 같이 1회 현장 측정 결과의 경우 외부 지점별로 측정하기 전 돈사 내부의 부유세균 농도는 45,237(±8,028) cfu/m³로 측정되었다. 그 이후 즉시 수행된 외부 측정 결과는 동쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 15(±9.6) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 12(±6.2) cfu/m³로 나타났다. 서쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 33(±21.9) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 17(±8.8) cfu/m³로 조사되었다. 남쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 146(±110.4) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 118(±33.3) cfu/m³로 분석되었다. 북쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 158(±164.9) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 867(±398.1) cfu/m³로 측정되었다.

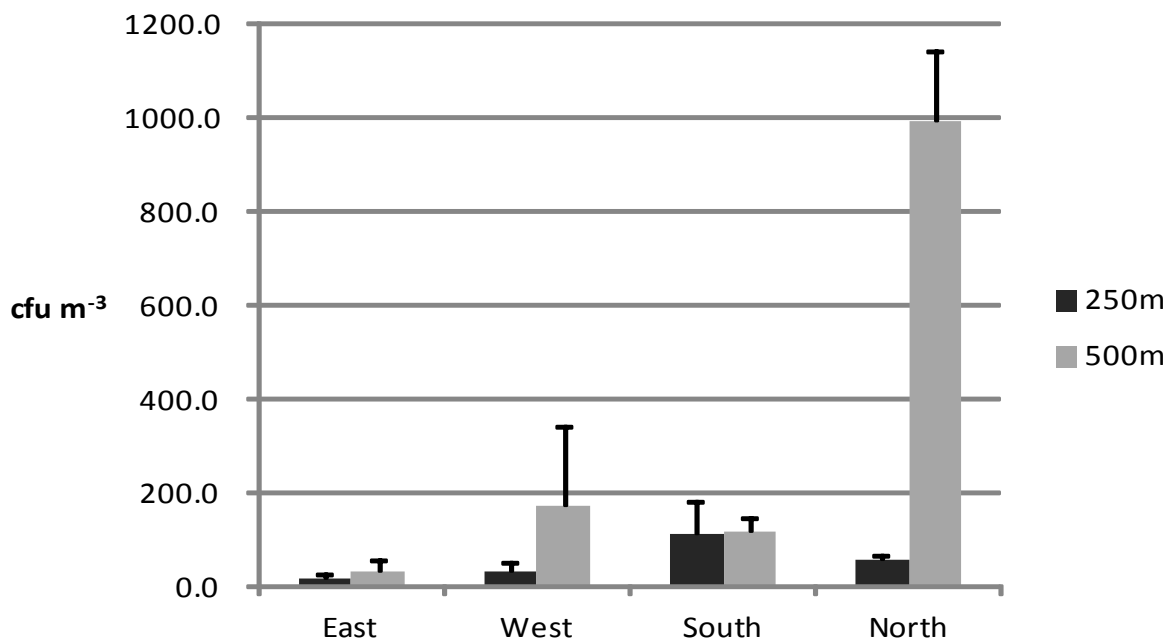
2회 현장 측정 결과의 경우 외부 지점별로 측정하기 전 돈사 내부의 부유세균 농도는 49,352(±7,251) cfu/m³로 측정되었다. 그 이후 즉시 수행된 외부 측정 결과는 동쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 19(±9.3) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 35(±20.8) cfu/m³로 나타났다. 서쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 34(±17.6) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 172(±168.9) cfu/m³로 조사되었다. 남쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 111(±74.4) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 118(±28.5) cfu/m³로 분석되었다. 북쪽의 경우 돈사로부터 250m 이격 지점에서 59(±6.7) cfu/m³, 500m 이격 지점에서는 991(±151.3) cfu/m³로 측정되었다.

측정 기간 동안 바람의 풍향을 실시간 모니터링 한 결과, 주풍이 북동풍으로 이론상으로는 돈사 내부에서 배출된 부유 세균은 남서쪽으로 확산되어 남쪽이나 서쪽 지점에서 부유 세균의 농도가 상대적으로 높게 측정되어야 한다(<Fig. 3-26>, <Fig. 3-27> 참조). 하지만 현장 측정 결과는 돈사에서 배출된 부유 세균의 농도가 전반적으로 북쪽(N)>남쪽(S)>서쪽(W)>동쪽(E) 순서로 분석되어 주풍 방향과는 상이한 농도 양상을 보여주었다. 또한 돈사로부터 이격 거리가 증가됨에 따라 돈사 내부에서 배출된 부유 세균이 대기 중 확산에 의해 희석되어 농도가 감소되어야 하나, 본 측정 결과에 있어서는 이격 거리 증가에 따른 부

유 세균의 농도 감소 현상이 일정하게 나타나지 않았다. 따라서 조사대상 도시를 중심으로 주풍 방향과 부유 세균 농도 분포와의 상호 연관성은 입증되지 않았다.

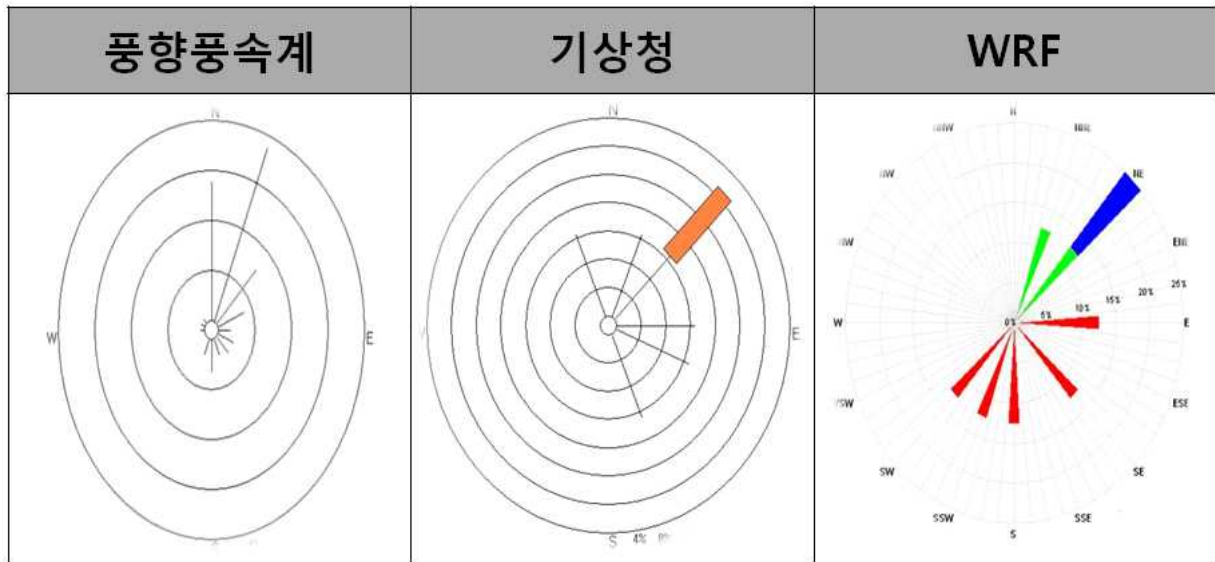


(a) 1회 측정

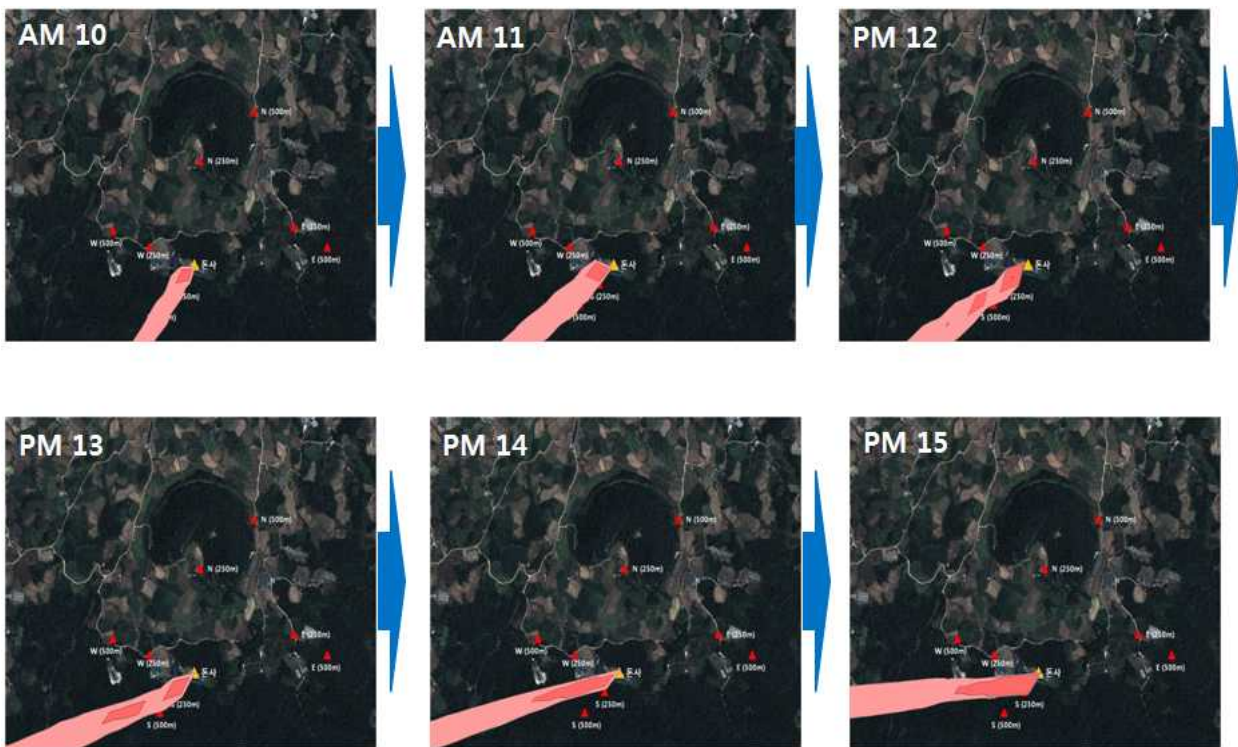


(b) 2회 측정

<Fig. 3-25> 부유 세균의 대기확산 양상을 모니터링하기 위한 1차 현장 측정 결과



<Fig. 3-26> 1차 측정 기간(2013년 1월 15일 10시~16시) 동안 풍향풍속계, 기상청, WRF의 바람장 결과



<Fig. 3-27> 1차 측정 기간(2013년 1월 15일 10시~16시) 동안 대기 확산 모델링 결과

나. 정성 분석 측면

<Table. 3-14>는 돈사 내부와 돈사 위치 지점으로부터 4방향(동, 서, 남, 북)으로 250m, 500m 이격된 외부 지점에서 채취한 공기 시료 중 주요 부유 세균의 동정 결과를 보여주고 있다. 돈사 내부에서는 *Acinetobacter sp.*가 4번, *Staphylococcus sp.*가 3번, *Uncultured bacterium*가 2번, *Alcaligenes faecalis*가 1번, *Corynebacterium stationis*가 1번 검출되어 *Acinetobacter sp.*와 *Staphylococcus sp.*가 우점종인 것으로 분석되었다. 돈사로부터 동쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Bacillus sp.*가 2번, *Psychrobacter faecalis*가 1번, *Uncultured bacterium*이 1번 검출되었다. 돈사로부터 서쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Bacillus sp.*가 4번, *Acinetobacter sp.*가 2번, *Exiguobacterium indicum*이 2번, *Bacillus thuringiensis*이 1번 검출되었다. 돈사로부터 남쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Acinetobacter sp.*가 1번, *Staphylococcus sciuri*가 1번, *Bacillus sp.*가 1번, *Sporosarcina sp.*가 1번 검출되었다. 돈사로부터 북쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Arthrobacter sp.*가 1번, *Bacillus sp.*가 1번, *Bacillus megaterium*이 1번, *Bacillus megaterium*이 1번 검출되었다. 분석 결과 돈사 외부 지점에서 부유세균의 우점종은 *Bacillus* 계열인 것으로 조사되었다. 본 현장 측정 시 주풍 방향이 남서쪽을 향하고 있었기 때문에 구제역 바이러스와 같은 생물학상 오염인자를 surrogate할 수 있는 부유 세균은 남쪽이나 서쪽에서 검출된 종과 돈사 내부의 종과 일치되는 것이어야 한다. 따라서 1차 현장 측정 분석 결과에 근거한다면 돈사에서 유래하는 생물학상 오염인자의 확산 예측을 위한 적정 surrogate는 *Acinetobacter sp.*와 *Staphylococcus sp.*인 것으로 판단된다.

<Table. 3-14> 부유 세균 정성분석(동정) 결과 (1차)

측정 지점	동정 결과
돈사 내부	<i>Acinetobacter sp.</i> (4), <i>Staphylococcus sp.</i> (3), <i>Uncultured bacterium</i> (2), <i>Alcaligenes faecalis</i> (1), <i>Corynebacterium stationis</i> (1)
동쪽	250m <i>Bacillus sp.</i> (1), <i>Psychrobacter faecalis</i> (1), <i>Uncultured bacterium</i> (1)
	500m <i>Bacillus sp.</i> (1)
서쪽	250m <i>Bacillus sp.</i> (1), <i>Bacillus thuringiensis</i> (1)
	500m <i>Bacillus sp.</i> (3), <i>Acinetobacter sp.</i> (2), <i>Exiguobacterium indicum</i> (2),
남쪽	250m <i>Acinetobacter sp.</i> (1), <i>Staphylococcus sciuri</i> (1)
	500m <i>Bacillus sp.</i> (1), <i>Sporosarcina sp.</i> (1)
북쪽	250m <i>Arthrobacter sp.</i> (1)
	500m <i>Bacillus sp.</i> (1), <i>Bacillus megaterium</i> (1), <i>Bacillus megaterium</i> (1)

() : 검출 회수

2. 2차 현장 측정 결과

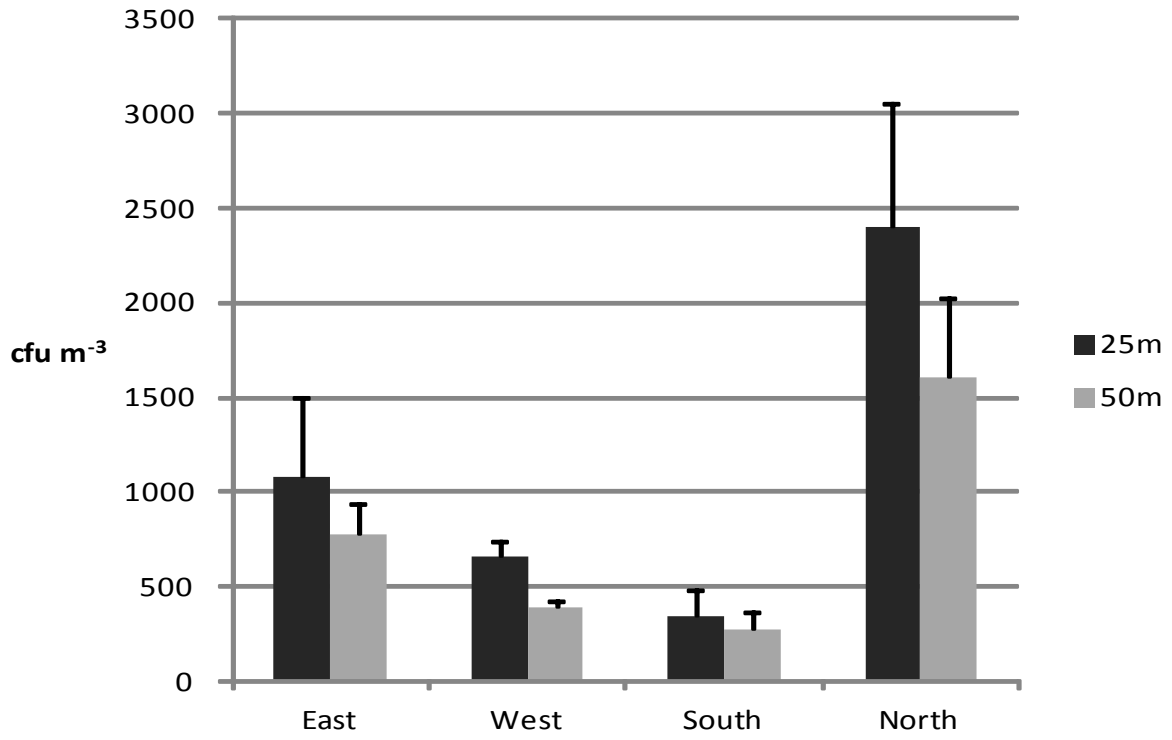
가. 정량 분석 측면

<Fig. 3-28>에서 제시된 바와 같이 1회 현장 측정 결과의 경우 외부 지점별로 측정하기 전 돈사 내부의 부유세균 농도는 49,295(±5,179) cfu/m³로 측정되었다. 그 이후 즉시 수행된 외부 측정 결과는 동쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 1,077(±425) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 777(±162) cfu/m³로 나타났다. 서쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 665(±81) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 388(±44) cfu/m³로 조사되었다. 남쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 347(±143) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 271(±98) cfu/m³로 분석되었다. 북쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 2,396(±663) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 1,607(±416) cfu/m³로 측정되었다.

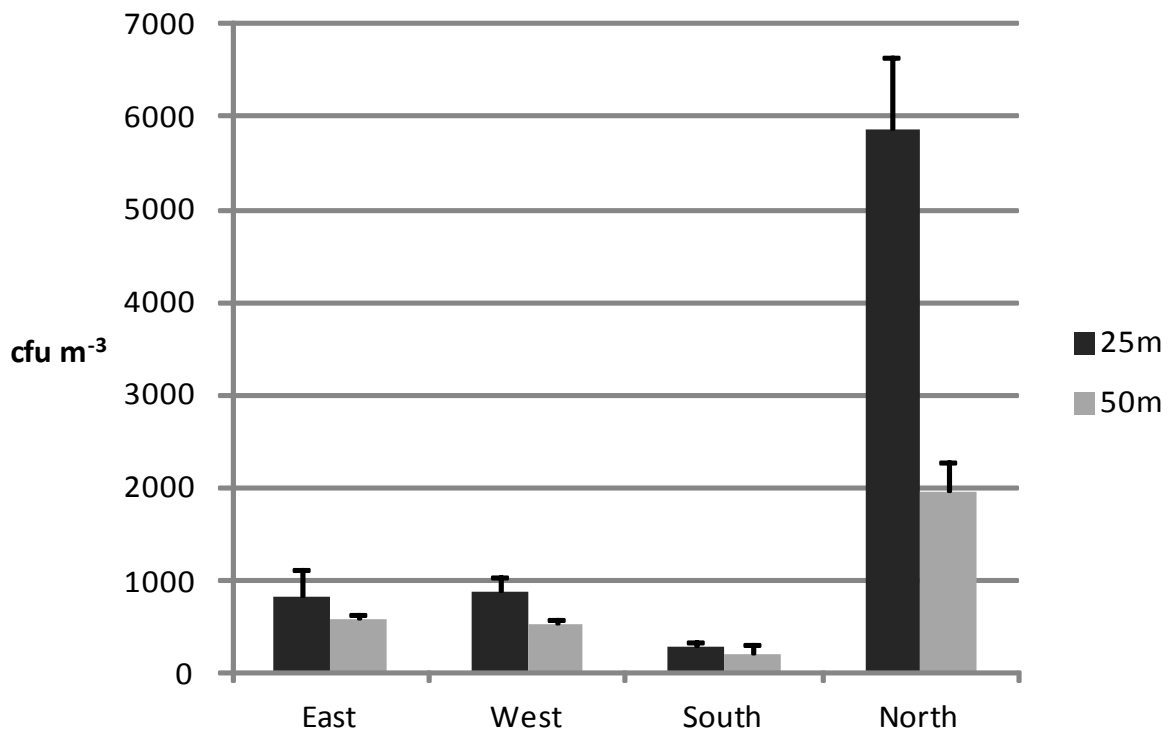
2회 현장 측정 결과의 경우 외부 지점별로 측정하기 전 돈사 내부의 부유세균 농도는

50,207(±7,802) cfu/m³로 측정되었다. 그 이후 즉시 수행된 외부 측정 결과는 동쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 824(±300) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 577(±71) cfu/m³로 나타났다. 서쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 871(±160) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 518(±57) cfu/m³로 조사되었다. 남쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 282(±46) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 212(±92) cfu/m³로 분석되었다. 북쪽의 경우 돈사로부터 25m 이격 지점에서 5,864(±768) cfu/m³, 50m 이격 지점에서는 1,949(±331) cfu/m³로 측정되었다.

측정 기간 동안 바람의 풍향을 실시간 모니터링 한 결과, 주풍이 북풍으로 이론상으로는 돈사 내부에서 배출된 부유 세균은 남쪽으로 확산되어 남쪽이나 서쪽 지점에서 부유 세균의 농도가 상대적으로 높게 측정되어야 한다(<Fig. 3-29>, <Fig. 3-30> 참조). 하지만 현장 측정 결과는 돈사에서 배출된 부유 세균의 농도가 전반적으로 북쪽(N)>동쪽(S)>서쪽(W)>남쪽(E) 순서로 분석되어 주풍 방향과는 상이한 농도 양상을 보여주었다. 하지만 1차 측정 결과와는 달리 돈사로부터 이격 거리가 증가됨에 따라 돈사 내부에서 배출된 부유 세균이 대기 중 확산에 의해 희석되어 농도가 감소됨이 관찰되었다. 그리고 1차 측정 결과와 비교시 돈사 내부에서의 부유세균 농도는 유사하였으나, 상대적으로 돈사 외부에서의 부유 세균 농도는 상당히 높은 수준으로 분석되었다. 이는 측정 당일 기후 조건이 1차 측정의 경우 겨울철이었으나, 2차 측정의 경우 여름철 기간에 해당되어 부유세균이 대기 중 생존할 수 있는 조건이 양호해서 나타난 결과라 판단된다. 따라서 2차 측정도 1차 측정의 경우와 마찬가지로 조사대상 돈사를 중심으로 주풍 방향과 부유 세균 농도 분포와의 상호 연관성은 입증되지 않았다.

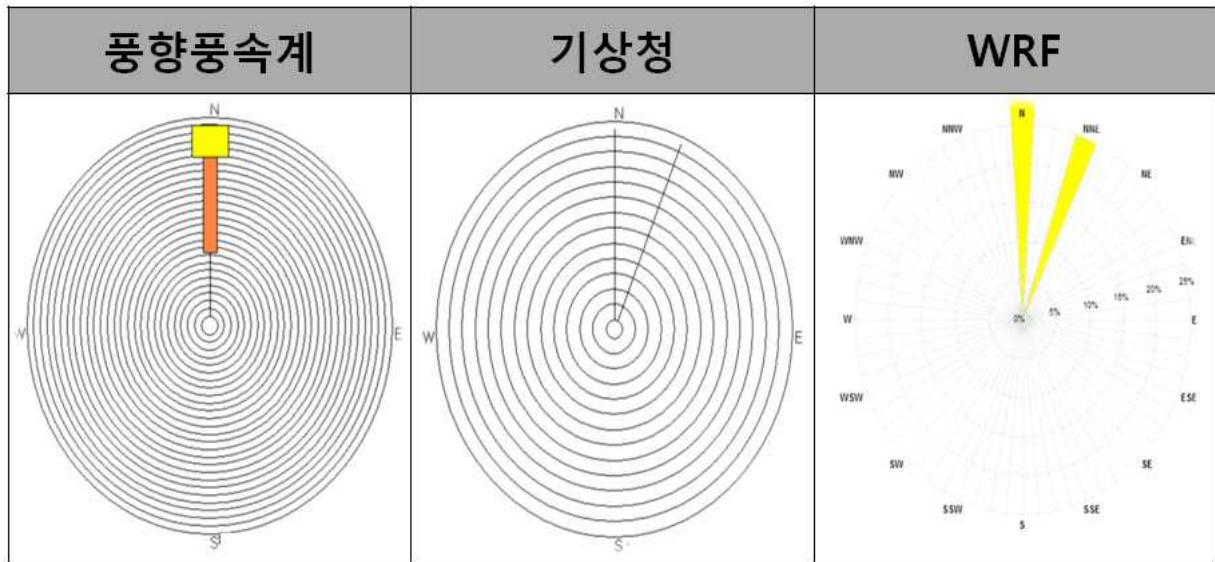


(a) 1회 측정

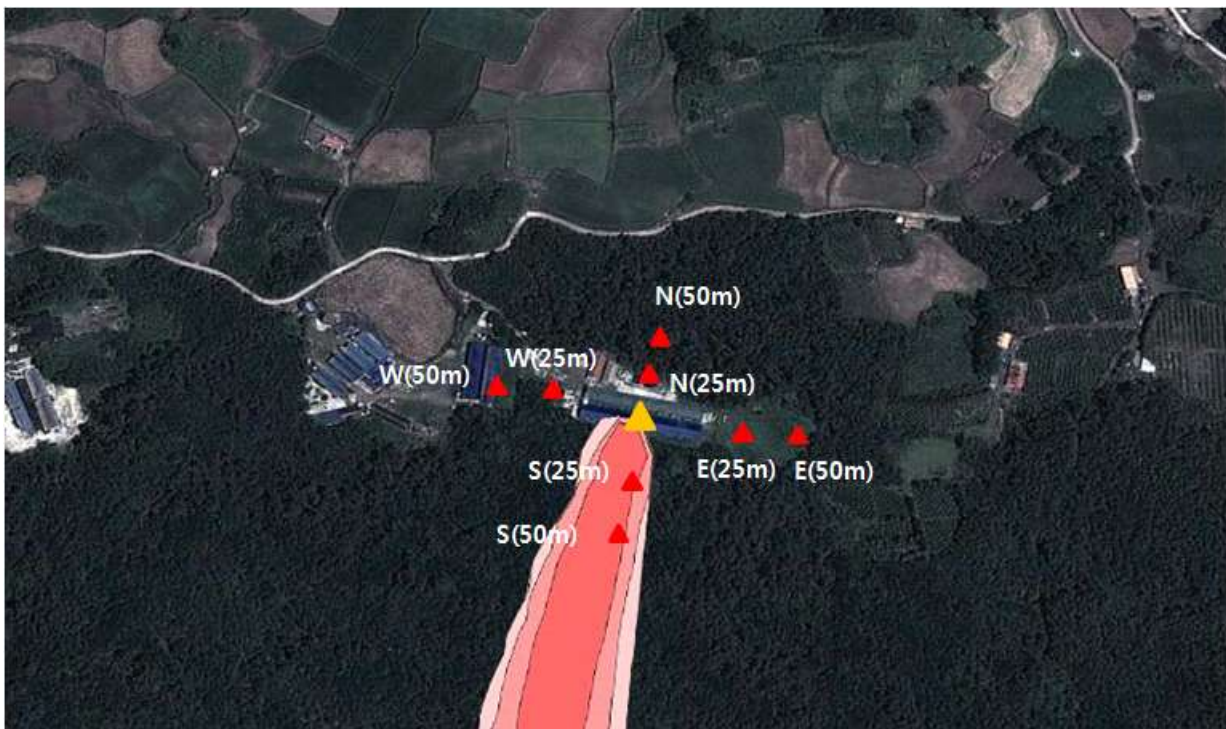


(b) 2회 측정

<Fig. 3-28> 부유 세균의 대기확산 양상을 모니터링하기 위한 1차 현장 측정 결과



<Fig. 3-29> 2차 측정 기간(2013년 6월 21일 12시~14시) 동안 풍향풍속계, 기상청, WRF의 바람장 결과



<Fig. 3-30> 2차 측정 기간(2013년 6월 21일 12시~14시) 동안 대기 확산 모델링 결과

나. 정성 분석 측면

<Table. 3-15>는 돈사 내부와 돈사 위치 지점으로부터 4방향(동, 서, 남, 북)으로 25m, 50m 이격된 외부 지점에서 채취한 공기 시료 중 주요 부유 세균의 동정 결과를 보여주고 있다. 돈사 내부에서는 *Staphylococcus sp.*가 4번, *Arthrobacter sp.*가 3번, *Acinetobacter sp.*가 3번, *Kurthia sp.*가 2번, *Uncultured bacterium*이 2번, *Psychrobacter sp.*가 1번, *Rothia sp.*가 1번 검출되어 *Staphylococcus sp.*, *Arthrobacter sp.*, *Acinetobacter sp.*가 우점종인 것으로 분석되었다. 돈사로부터 동쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Bacillus sp.*가 4번, *Pantoea ananatis*가 1번 검출되었다. 돈사로부터 서쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Bacillus sp.*가 3번, *Enterobacteriaceae bacterium*이 2번, *Erwinia tasmaniensis*가 1번 검출되었다. 돈사로부터 남쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Bacillus sp.*가 6번, *Arthrobacter sp.*가 3번, *Acinetobacter sp.*가 2번, *Staphylococcus sciuri*가 2번, *Microbacterium testaceum*이 1번 검출되었다. 돈사로부터 북쪽 방향으로 이격된 지점에서는 *Bacillus sp.*가 5번, *Arthrobacter sp.*가 1번, *Microbacterium sp.*가 1번, *Pantoea sp.*가 1번 검출되었다. 분석 결과 돈사 외부 지점에서 부유세균의 우점종은 1차 측정의 경우와 동일하게 *Bacillus* 계열인 것으로 조사되었다. 본 현장 측정 시 주풍 방향이 남쪽을 향하고 있었기 때문에 구제역 바이러스와 같은 생물학상 오염인자를 surrogate할 수 있는 부유 세균은 남쪽에서 검출된 종과 돈사 내부의 종과 일치되는 것이어야 한다. 따라서 2차 현장 측정 분석 결과 측면에서는 돈사에서 유래하는 생물학상 오염인자의 확산 예측을 위한 적정 surrogate는 *Acinetobacter sp.*, *Arthrobacter sp.*, *Staphylococcus sp.*인 것으로 판단되며, 이는 *Arthrobacter* 계열의 부유 세균이 포함된 것 외에는 1차 측정 결과와 유사한 것으로 분석되었다.

<Table. 3-15> 부유 세균 정성분석(동정) 결과 (2차)

측정 지점		동정 결과
돈사 내부		<i>Staphylococcus sp.</i> (4), <i>Arthrobacter sp.</i> (3), <i>Acinetobacter sp.</i> (3), <i>Kurthia sp.</i> (2), <i>Uncultured bacterium</i> (2), <i>Psychrobacter sp.</i> (1), <i>Rothia sp.</i> (1)
동쪽	25m	<i>Bacillus sp.</i> (4)
	50m	<i>Pantoea ananatis</i> (1)
서쪽	25m	<i>Enterobacteriaceae bacterium</i> (1), <i>Bacillus sp.</i> (1)
	50m	<i>Bacillus sp.</i> (2), <i>Enterobacteriaceae bacterium</i> (1), <i>Erwinia tasmaniensis</i> (1)
남쪽	25m	<i>Arthrobacter sp.</i> (3), <i>Bacillus sp.</i> (3), <i>Acinetobacter sp.</i> (2), <i>Staphylococcus sp.</i> (2)
	50m	<i>Bacillus sp.</i> (3), <i>Microbacterium testaceum</i> (1)
북쪽	25m	<i>Bacillus sp.</i> (3), <i>Arthrobacter sp.</i> (1), <i>Microbacterium sp.</i> (1)
	50m	<i>Bacillus sp.</i> (2), <i>Pantoea sp.</i> (1)

() : 검출 회수

3. 결론

구제역 바이러스와 같은 생물학적 유해요인을 surrogate할 수 있는 돈사 내부 인자로 부유세균의 적용 가능성을 현장 측정을 통해 조사한 결과, 1차와 2차 모두 정량적 분석 측면에서는 돈사 주변 주풍 방향과 부유 세균의 농도가 서로 다른 양상을 보였다. 하지만 동정을 통한 정성적 분석 측면에서는 돈사 내부에서 검출된 주요 부유세균 중 *Acinetobacter sp.*, *Arthrobacter sp.*, *Staphylococcus sp.*가 주풍 방향과 동일한 외부 지점에서 검출된 것으로 조사되었다. 따라서 부유세균을 적용하여 구제역 바이러스와 같은 생물학적 유해요인의 대기확산 양상을 파악하기 위해서는 정량적 측면의 농도가 아닌 동정을 통해 개별 부유세균을 대상으로 접근해야 될 것으로 판단된다.

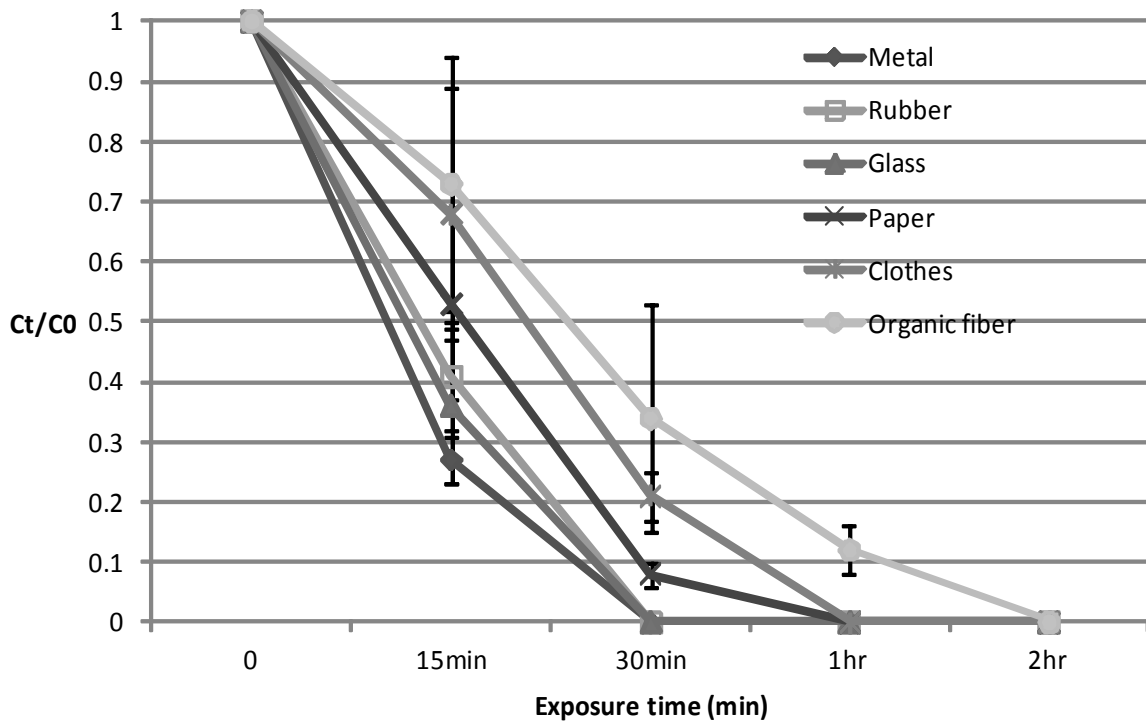
5절. 바이러스 흡착 매체에 따른 온/습도 조건별 생존률 분석 (결과)

1. 실험 결과

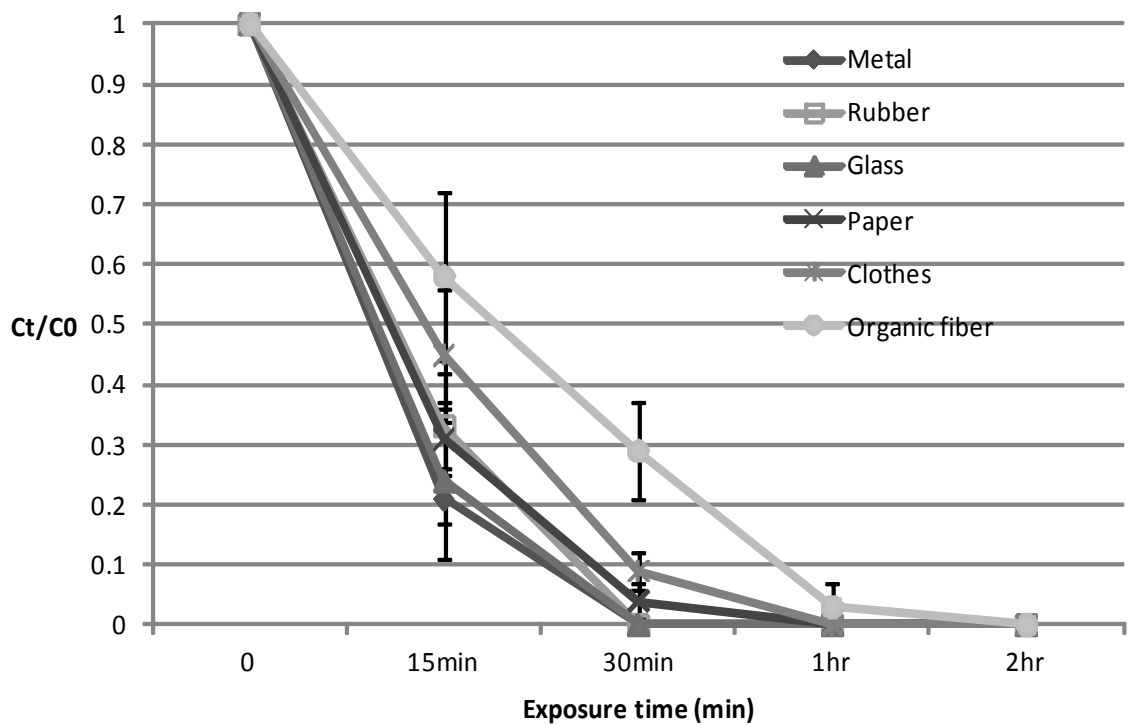
가. 계절 조건에 따른 매체 흡착된 바이러스의 경시적 생존률

(1) 겨울철

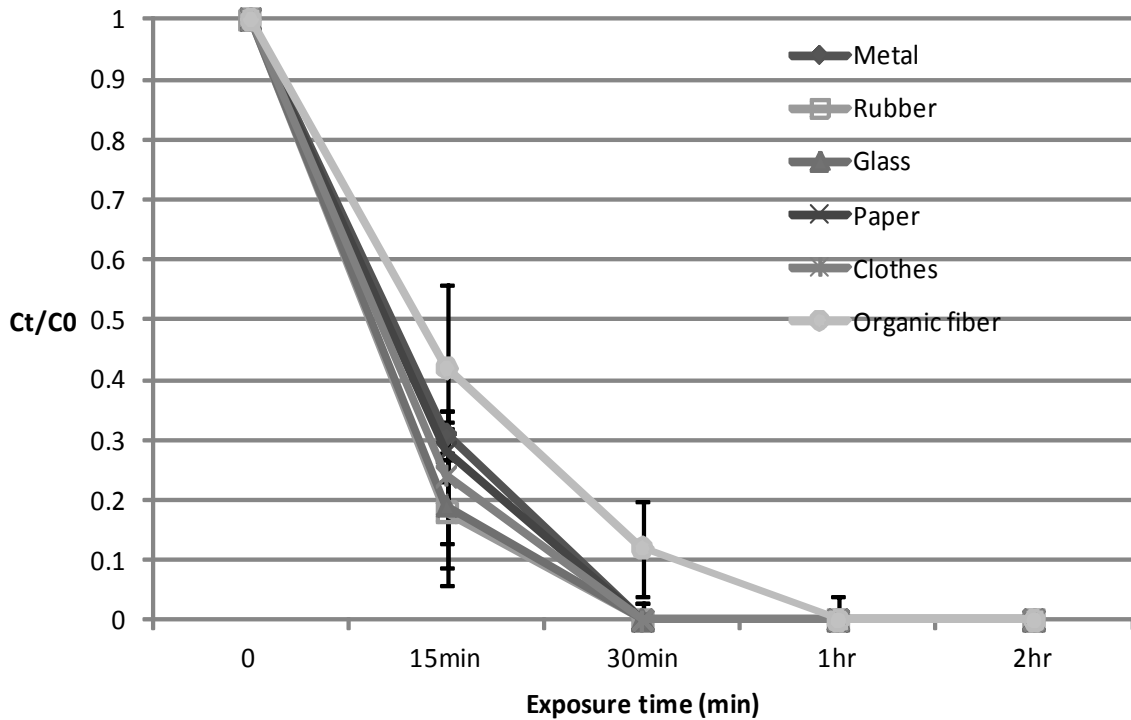
<Fig. 3-31>은 우리나라의 겨울철 조건(-5~0℃, 25~35%)에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 금속류, 고무류, 유리에서는 3가지 바이러스 모두 향온 향습기에 보관 후 15분에서만 초기 접종 농도 대비 각각 27%, 41%, 36%의 생존률을 나타냈고, 그 이후에는 모두 사멸된 것으로 분석되었다. 종이류와 천류에서는 MS2와 T4 바이러스의 경우 보관 후 30분까지 각각 8%와 21%, 4%와 9%의 생존률을 보였으나, SP01 바이러스는 보관 후 15분에서만 28%(종이류)와 24%(천류)의 생존률이 관찰되었다. 유기섬유류에서는 MS2와 T4 바이러스의 경우 보관 후 1시간까지 각각 12%와 3%의 생존률을 나타냈으나, SP01 바이러스는 보관 후 30분까지에서만 12%의 생존률이 관찰되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스

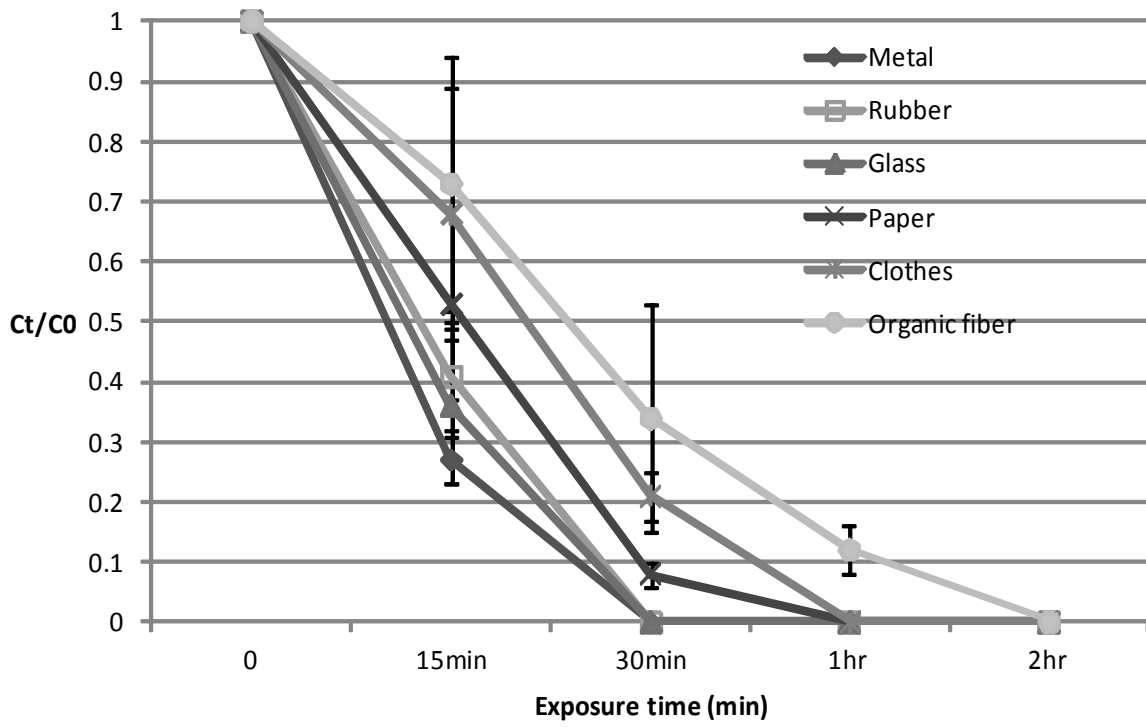


(c) SP01 바이러스

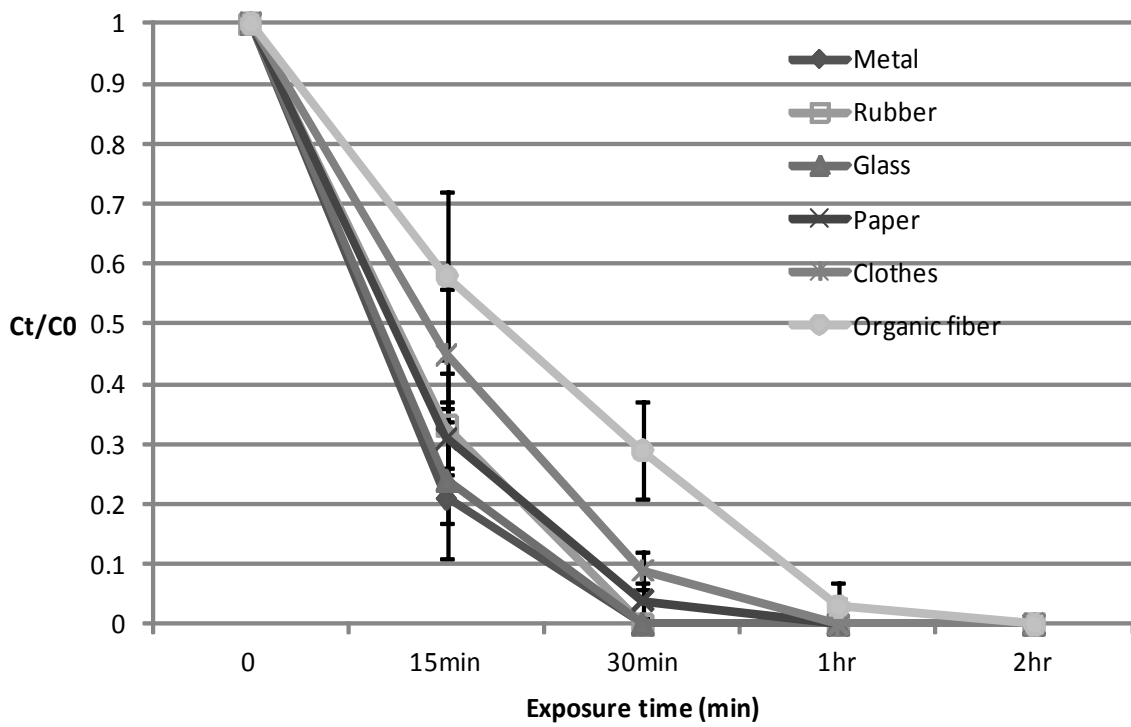
<Fig. 3-31> 겨울철 조건(-5~0℃, 25~35%)에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률

(2) 봄/가을철

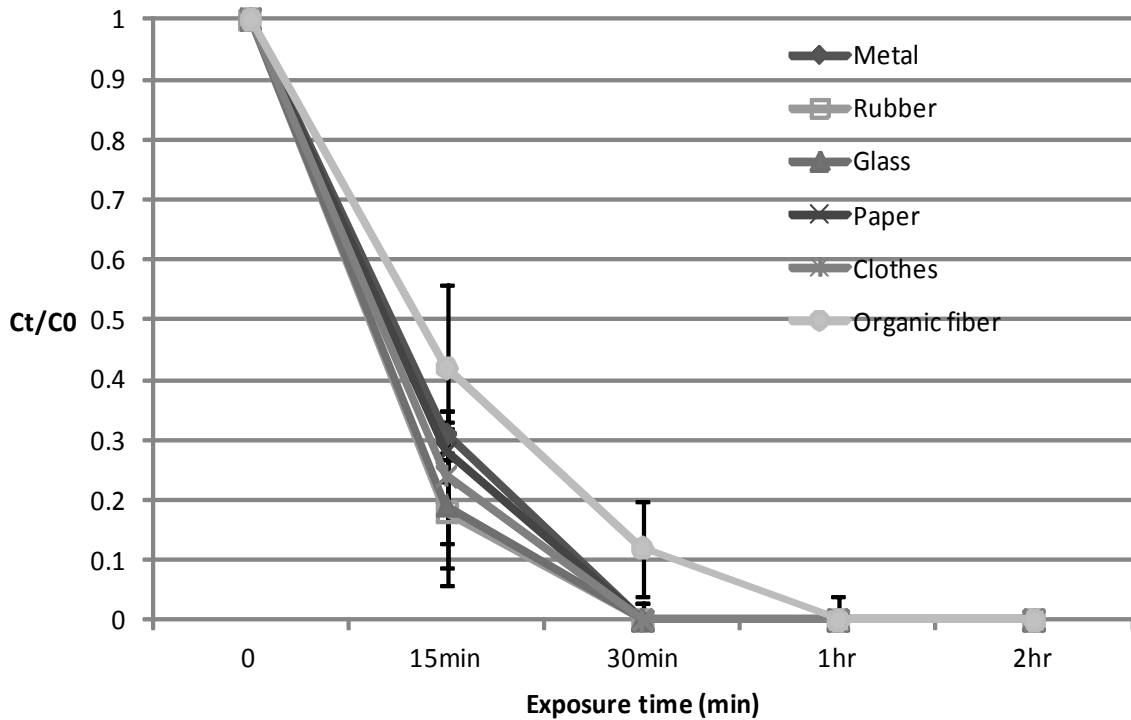
<Fig. 3-32>는 우리나라의 봄/가을철 조건(15~20℃, 45~55%)에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서는 MS2와 T4 바이러스의 경우 최소 보관 시간인 15분에서만 생존률이 관찰되었는데, 각각 MS2 바이러스는 9%, 23%, 11%, 37%, T4 바이러스는 7%, 17%, 19%, 24%의 생존률을 보였다. 하지만 SP01 바이러스의 경우 고무류와 종이류에서 보관 후 15분에서만 각각 12%와 17%의 생존률을 나타냈을 뿐, 금속류와 유리류에서는 최소 보관 시간인 15분에서도 생존률이 관찰되지 않았다. 천류와 유리섬유류에서는 MS2와 T4 바이러스의 경우 보관 후 30분까지 각각 13%와 17%, 4%와 8%의 생존률을 나타냈으나, SP01 바이러스는 섬유류에서만 보관 후 30분까지 13%의 생존률을 보였고 천류에서는 보관 후 15분에서만 16%의 생존률이 관찰되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스

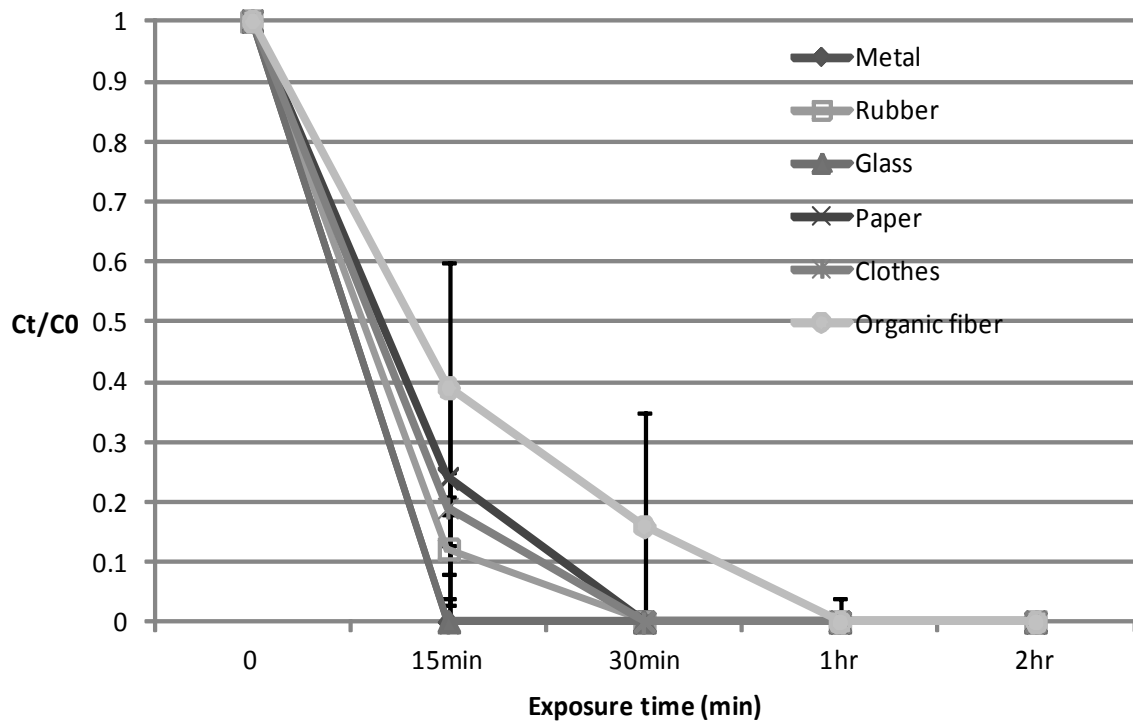


(c) SP01 바이러스

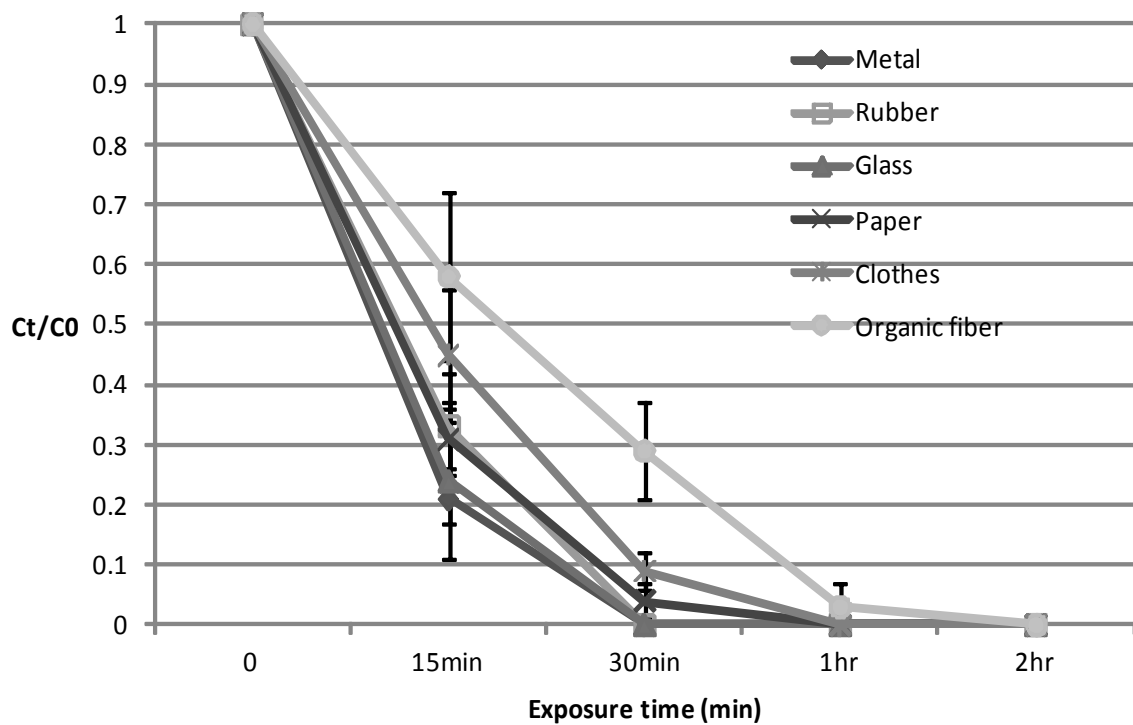
<Fig. 3-32> 봄/가을철 조건(15~20℃, 45~55%)에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률

(3) 여름철

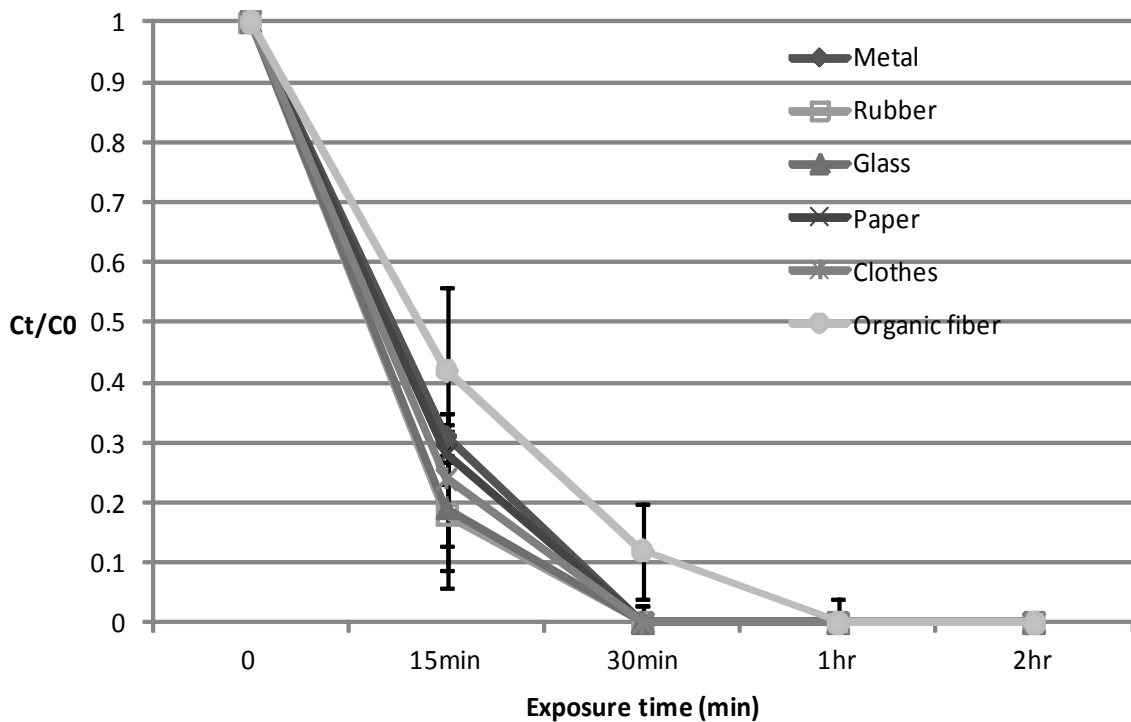
<Fig. 3-33>은 우리나라의 여름철 조건(30~35℃, 75~85%)에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 금속류와 유리류에서는 3가지 바이러스 모두 항온항습기의 최소 보관 시간으로 설정된 15분에서도 생존률이 관찰되지 않았다. 고무류, 종이류, 천류에서는 보관 후 15분에서만 MS2 바이러스의 경우 12%, 24%, 19%, T4 바이러스의 경우 9%, 18%, 16%, SP01 바이러스의 경우 7%, 11%, 9%의 생존률을 나타냈다. 유기섬유류에서는 3가지 바이러스 모두 보관 후 30분까지 생존률이 관찰되었는데, MS2 바이러스의 경우 16%, T4 바이러스의 경우 12%, SP01 바이러스의 경우 7%의 생존률을 각각 보이는 것으로 분석되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

<Fig. 3-33> 여름철 조건(30~35℃, 75~85%)에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률

나. 보관 온도 및 상대습도 조건 조합에 따른 매체 흡착된 바이러스의 경시적 생존률

(1) 보관 온도 -2.5℃인 경우

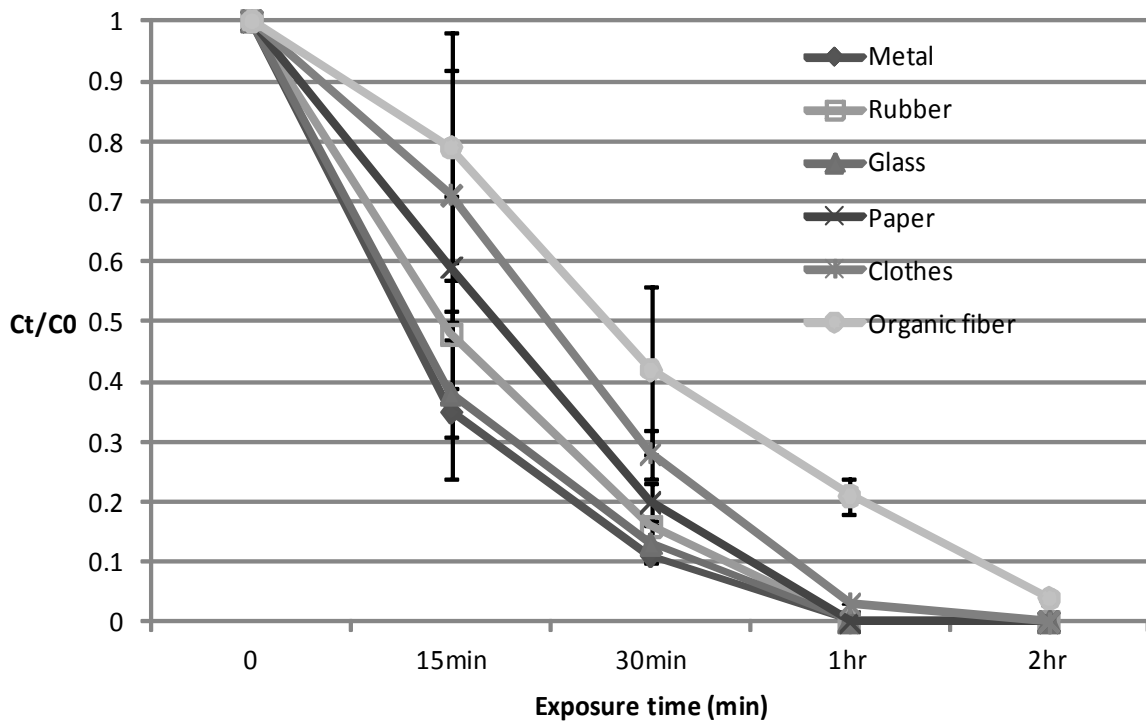
(가) 상대습도 30% 조건

<Fig. 3-34>는 -2.5℃의 온도 조건과 30%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 MS2 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서는 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 30분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 11%, 16%, 13%, 20%인 것으로 분석되었다. 천류에서는 보관 후 1시간까지 생존하는 것으로 나타났고, 보관 1시간 후의 생존률은 3%인 것으로 조사되었다. 유기섬유류에서는 최종 보관 시간인 2시간에서도 생존하는 것으로 관찰되었고, 해

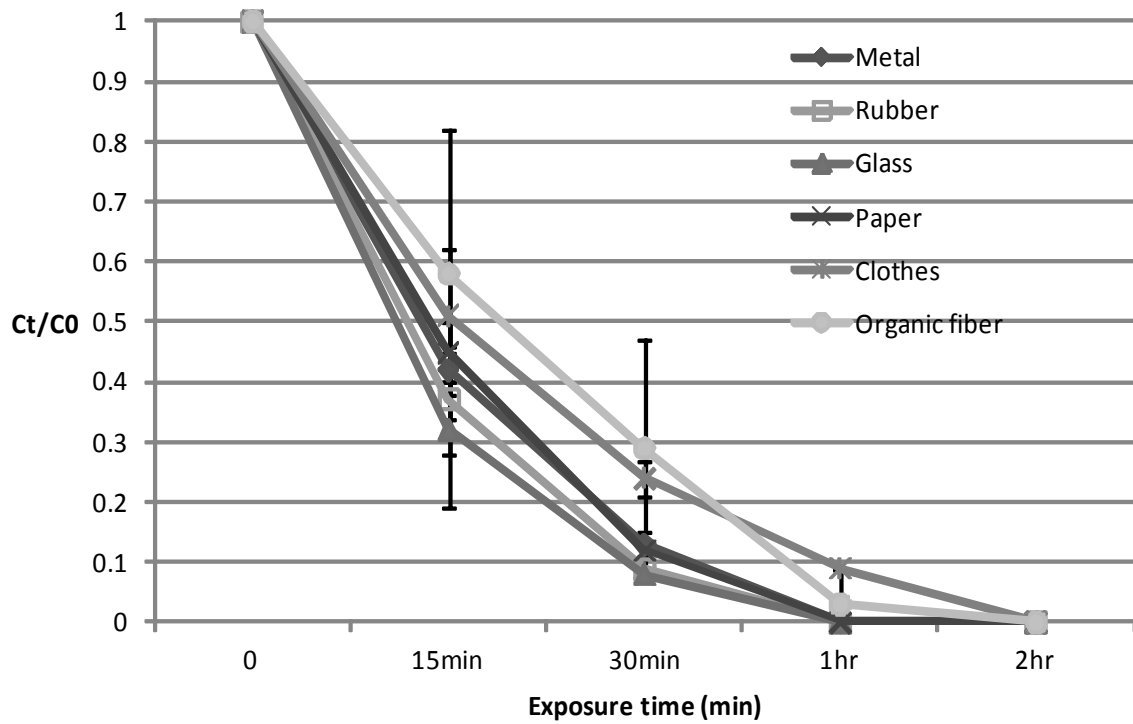
당 생존률은 4%였다.

T4 바이러스도 MS2 바이러스의 생존 양상과 유사하게 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 나타났고, 천류의 경우는 보관 후 1시간까지 생존하는 것으로 관찰되었다. 이에 해당되는 각 흡착 매체별 생존률은 13%, 9%, 8%, 12%, 9%인 것으로 분석되었다. 유기섬유류에서는 MS2 바이러스와는 다르게 보관 후 1시간까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 15%인 것으로 나타났다.

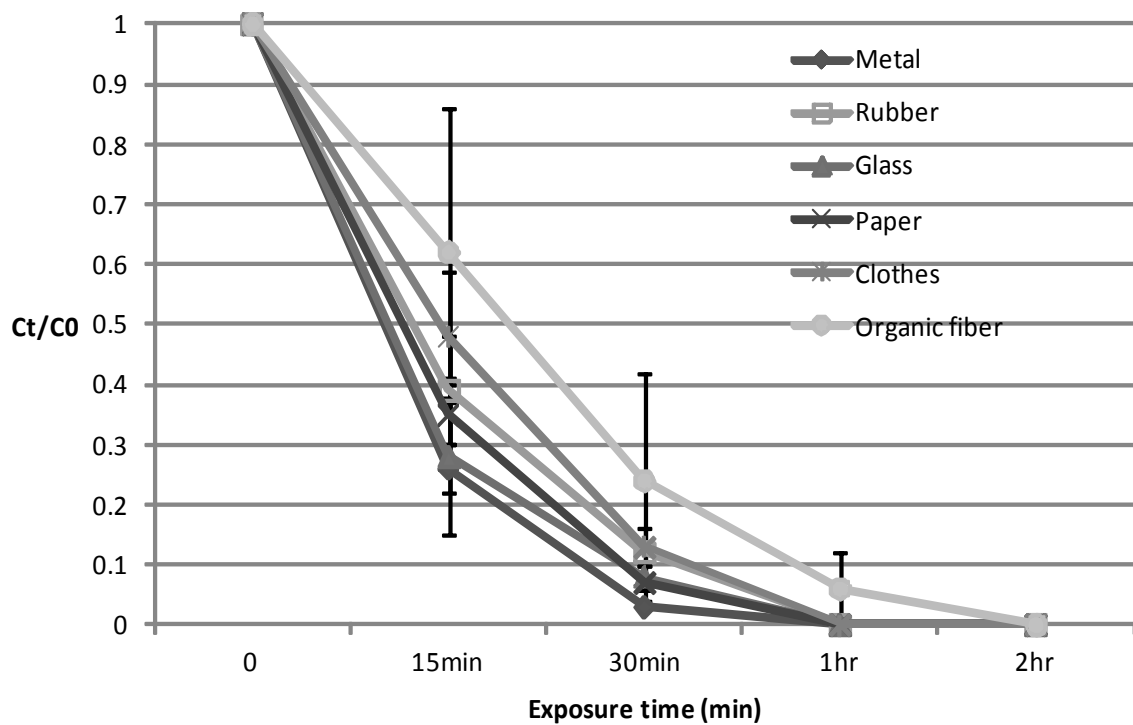
SP01 바이러스의 경우도 MS2와 T4 바이러스처럼 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 이에 해당되는 각 흡착 매체별 생존률은 3%, 12%, 8%, 7%, 13%인 것으로 분석되었다. 하지만, 천류에서 보관 후 1시간까지 생존했던 MS2와 T4 바이러스와는 다르게 SP01 바이러스는 보관 후 30분까지만 생존하였고, 이에 해당되는 생존률은 13%인 것으로 분석되었다. 유기섬유류에서는 T4 바이러스의 경우와 동일하게 보관 후 1시간까지 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 6%인 것으로 분석되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

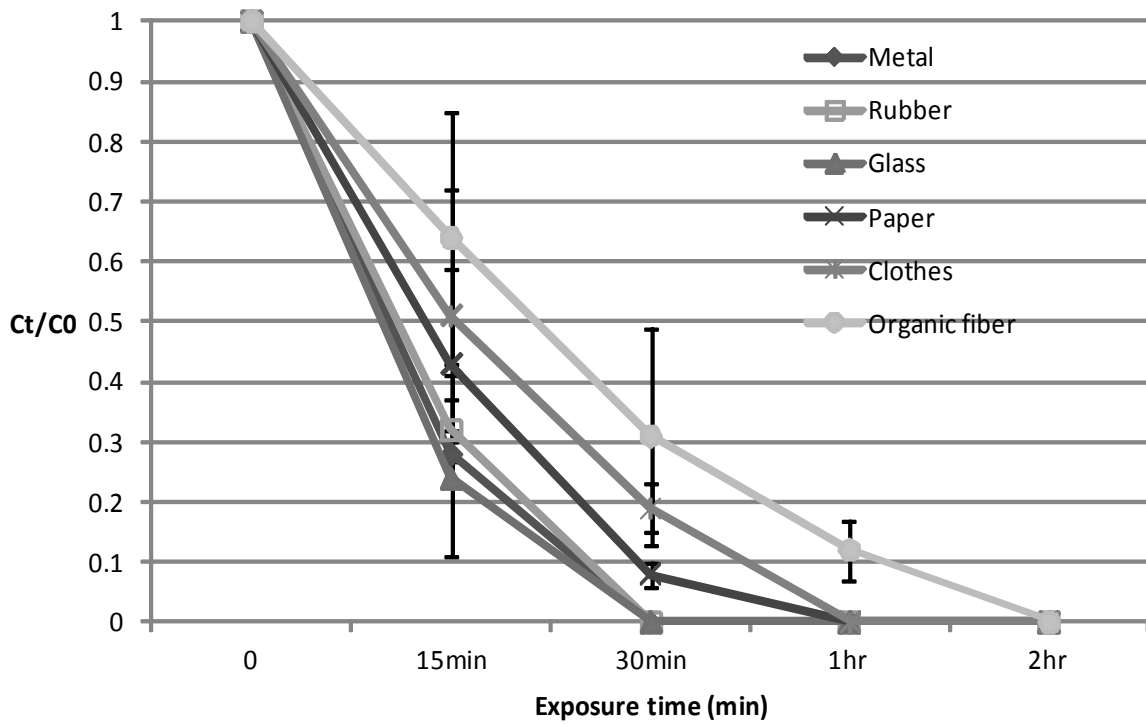
<Fig. 3-34> 온도(-2.5℃) % 상대습도(30%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

(나) 상대습도 50% 조건

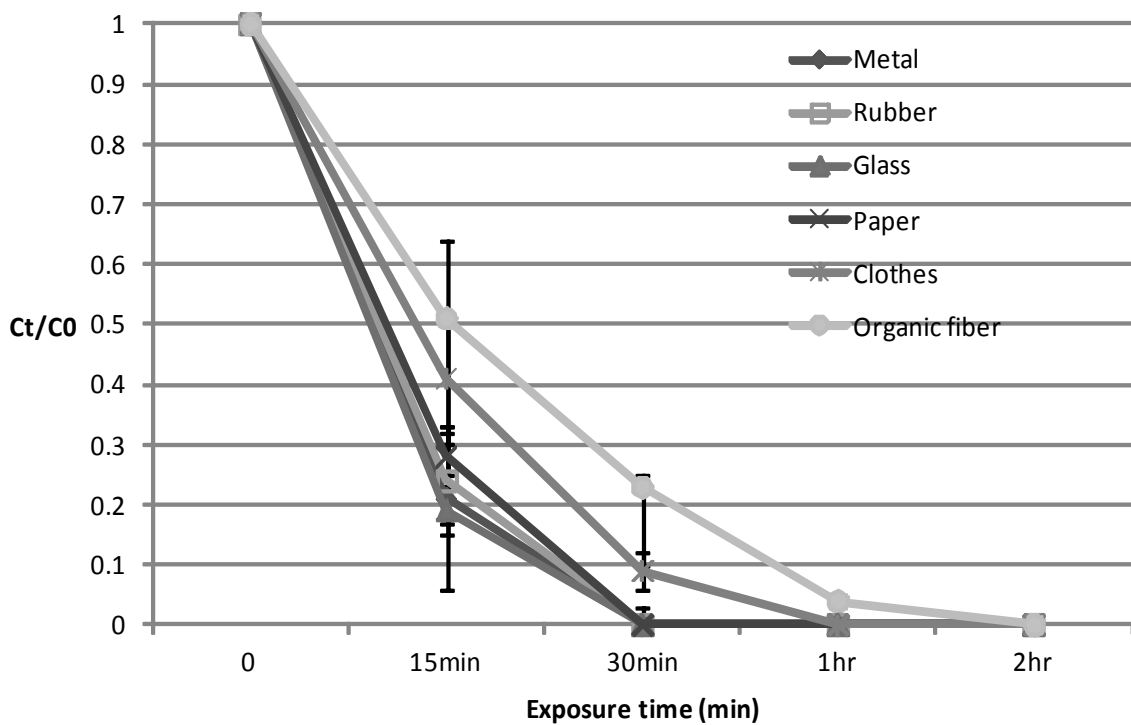
<Fig. 3-35>는 -2.5°C 의 온도 조건과 50%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 MS2 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리에서는 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 15분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 28%, 32%, 24%인 것으로 분석되었다. 종이류와 천류에서는 보관 후 30분까지 생존하는 것으로 나타났고, 각 해당 생존률은 8%와 19%인 것으로 조사되었다. 유기섬유류에서는 보관 후 1시간까지 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 12%였다.

T4 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 나타났고, 이에 해당되는 각 흡착 매체별 생존률은 21%, 24%, 19%, 28%인 것으로 분석되었다. 천류에서는 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 9%인 것으로 분석되었다. 유기섬유류에서는 보관 후 1시간까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 4%인 것으로 나타났다.

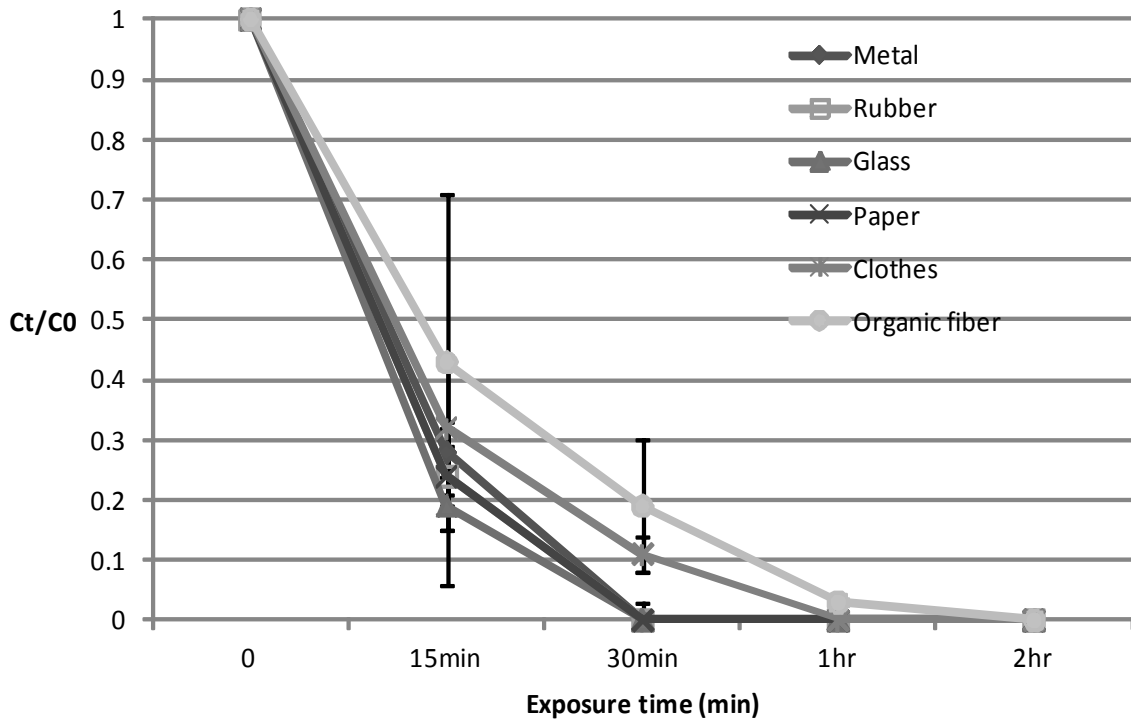
SP01 바이러스의 생존률 양상은 T4 바이러스의 경우와 유사한 것으로 조사되었다. 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 이에 해당되는 각 흡착 매체별 생존률은 28%, 24%, 19%, 24%인 것으로 분석되었다. 천류에서는 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 11%인 것으로 분석되었다. 유기섬유류에서는 보관 후 1시간까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 3%인 것으로 나타났다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

<Fig. 3-35> 온도(-2.5℃) % 상대습도(50%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

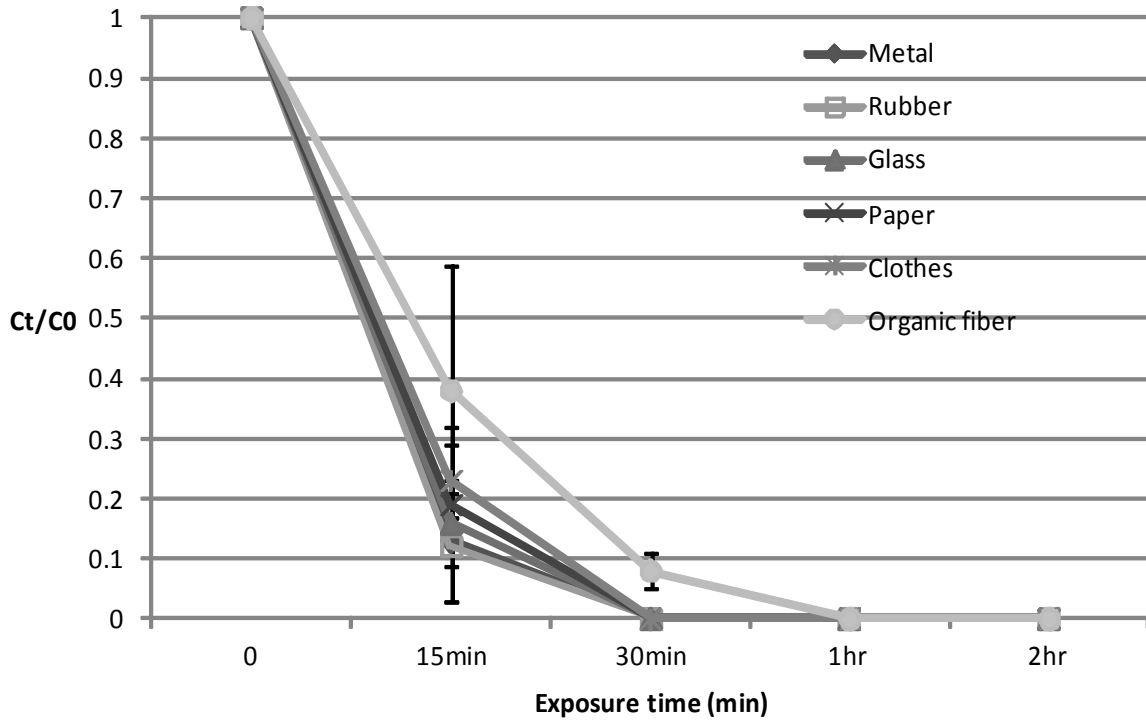
(다) 상대습도 70% 조건

<Fig. 3-36>은 -2.5℃의 온도 조건과 70%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 MS2 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리, 종이류, 천류에서는 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 15분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 13%, 12%, 16%, 19%, 23%인 것으로 분석되었다. 하지만 유기섬유류에서는 보관 후 30분까지 생존하는 것으로 나타났고, 해당 생존률은 8%인 것으로 조사되었다.

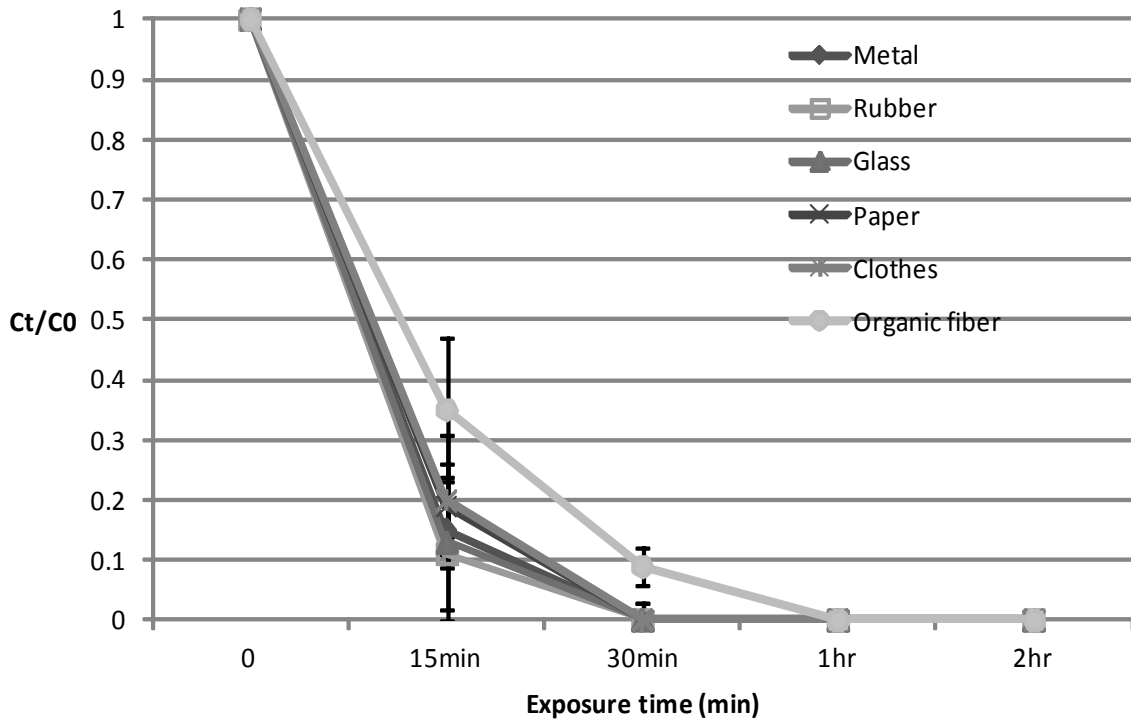
T4 바이러스의 경우도 MS2 바이러스와 동일하게 금속류, 고무류, 유리, 종이류, 천류에서 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 나타났고, 이에 해당되는 각 흡착 매체별 생존률은 15%, 11%, 13%, 19%, 20%인 것으로 분석되었다. 유기섬유류도 보관 후 1시간까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 해당 생존률은 9%인 것으로 나타났다.

SP01 바이러스의 생존률 양상은 조사대상 흡착 매체 모두에서 보관 후 15분까지에서만

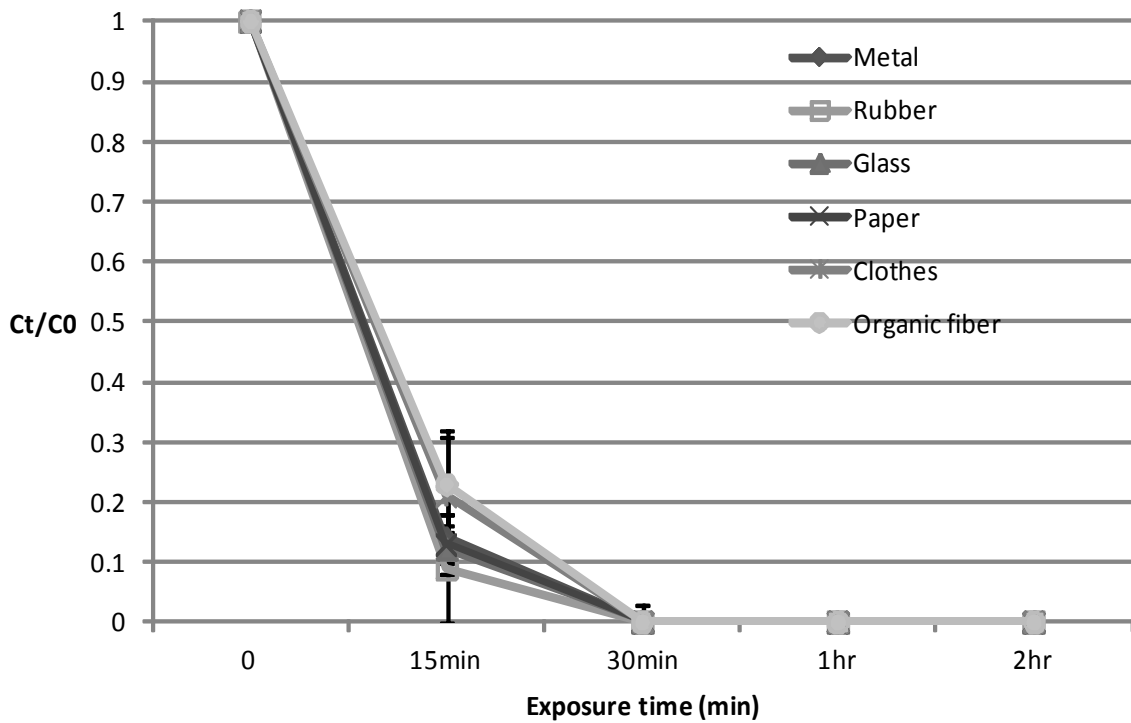
생존률이 관찰되었다. 각 흡착 매체별 해당 생존률을 살펴보면 금속류의 경우 14%, 고무류의 경우 9%, 유리의 경우 12%, 종이류의 경우 13%, 천류의 경우 21%, 유기섬유류의 경우 23%인 것으로 분석되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

<Fig. 3-36> 온도(-2.5℃) % 상대습도(70%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

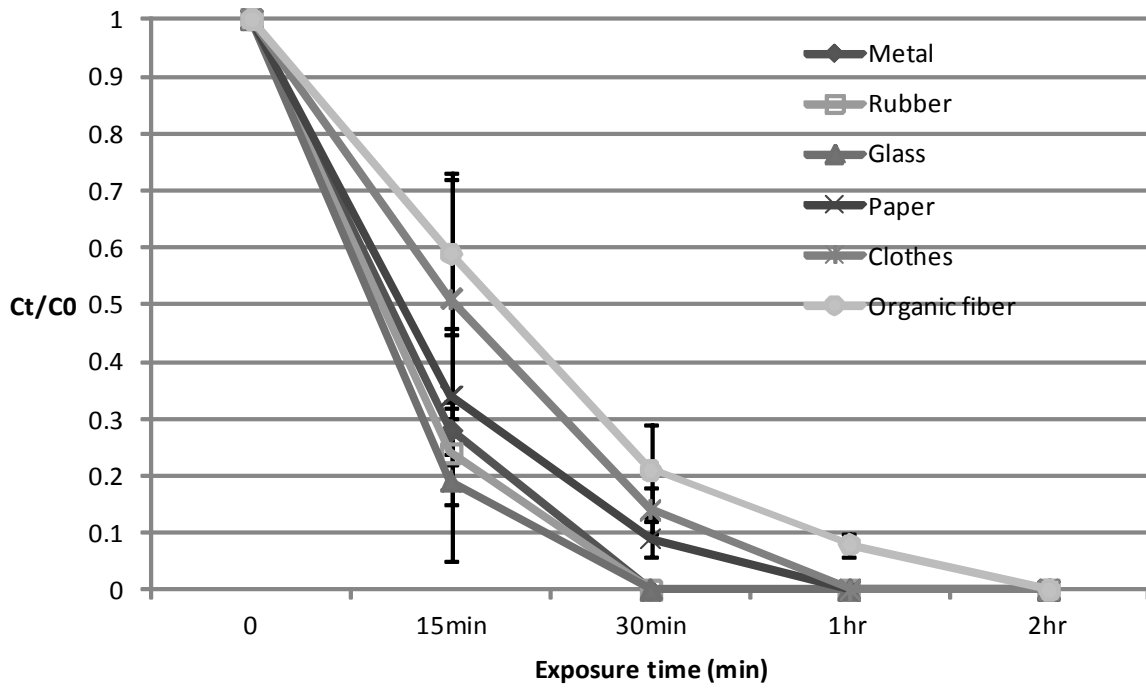
(2) 보관 온도 17.5℃인 경우

(가) 상대습도 30% 조건

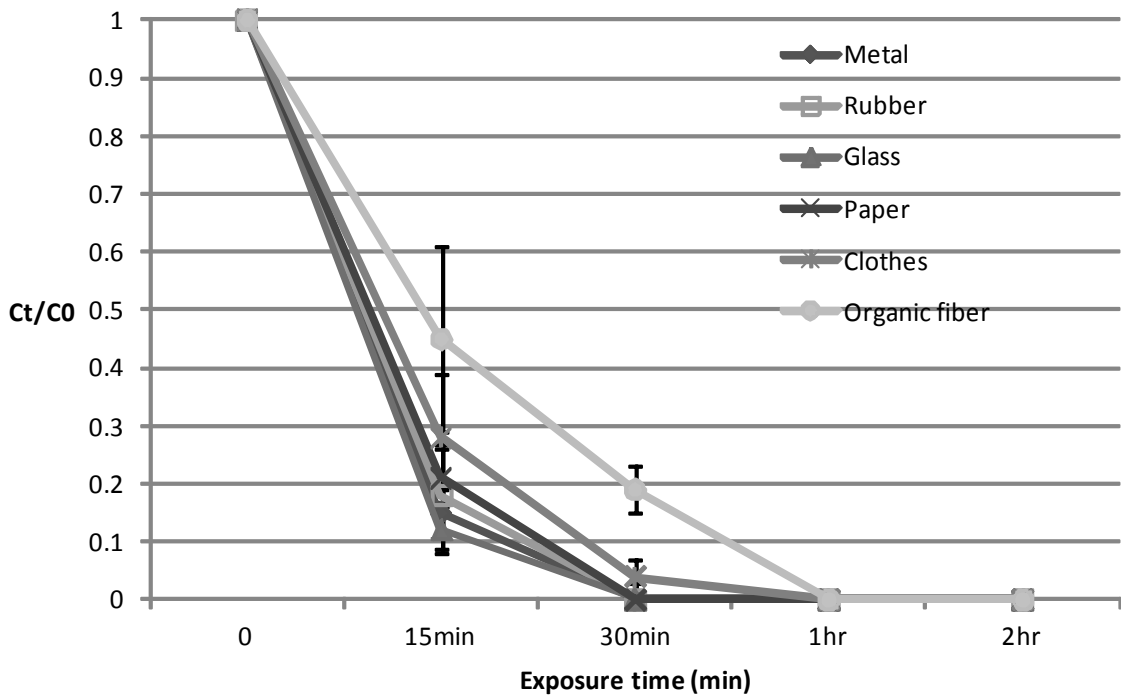
<Fig. 3-37>은 17.5℃의 온도 조건과 30%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 MS2 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리에서는 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 15분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 28%, 24%, 19%인 것으로 분석되었다. 종이류와 천류에서는 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 30분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 9%와 14%인 것으로 분석되었다. 유기섬유류에서는 보관 후 1시간까지 생존하는 것으로 나타났고, 해당 생존률은 8%인 것으로 조사되었다.

T4 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서는 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 15분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 15%, 18%, 12%, 21%인 것으로 분석되었다. 천류와 유기섬유류에서는 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 30분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 4%와 19%인 것으로 분석되었다.

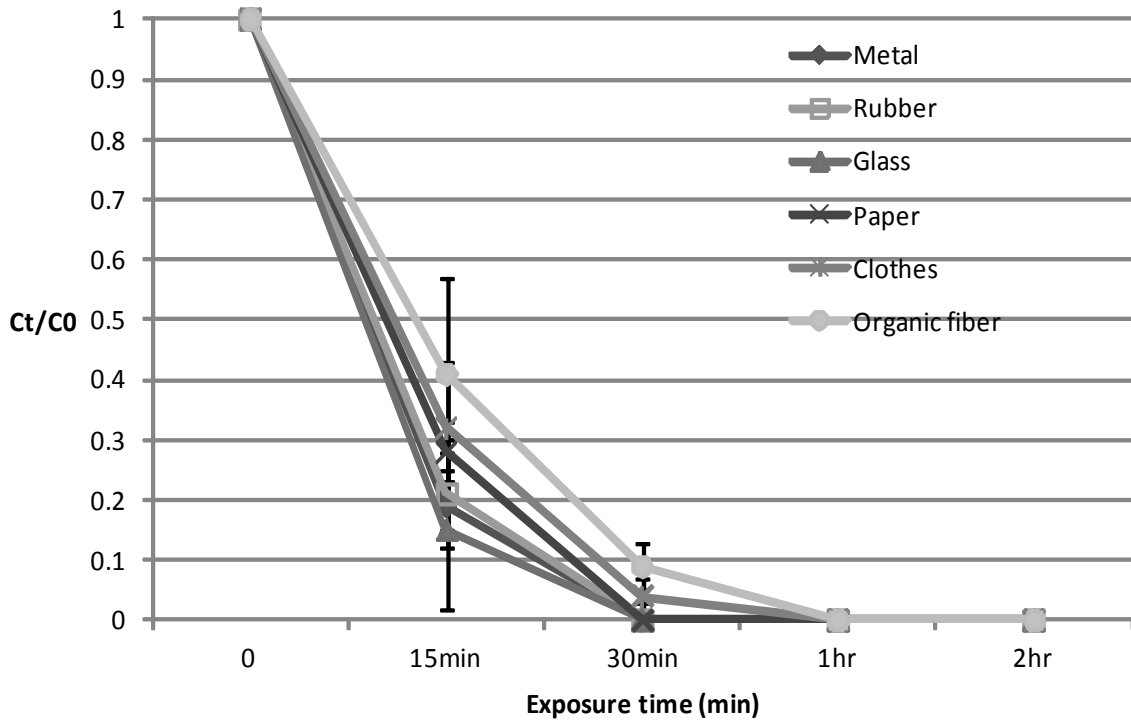
SP01 바이러스의 생존률 양상은 T4 바이러스의 경우와 유사한 것으로 조사되었다. 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서는 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 15분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 19%, 21%, 15%, 28%인 것으로 분석되었다. 천류와 유기섬유류에서는 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 30분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 4%와 9%인 것으로 분석되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

<Fig. 3-37> 온도(17.5℃) % 상대습도(30%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

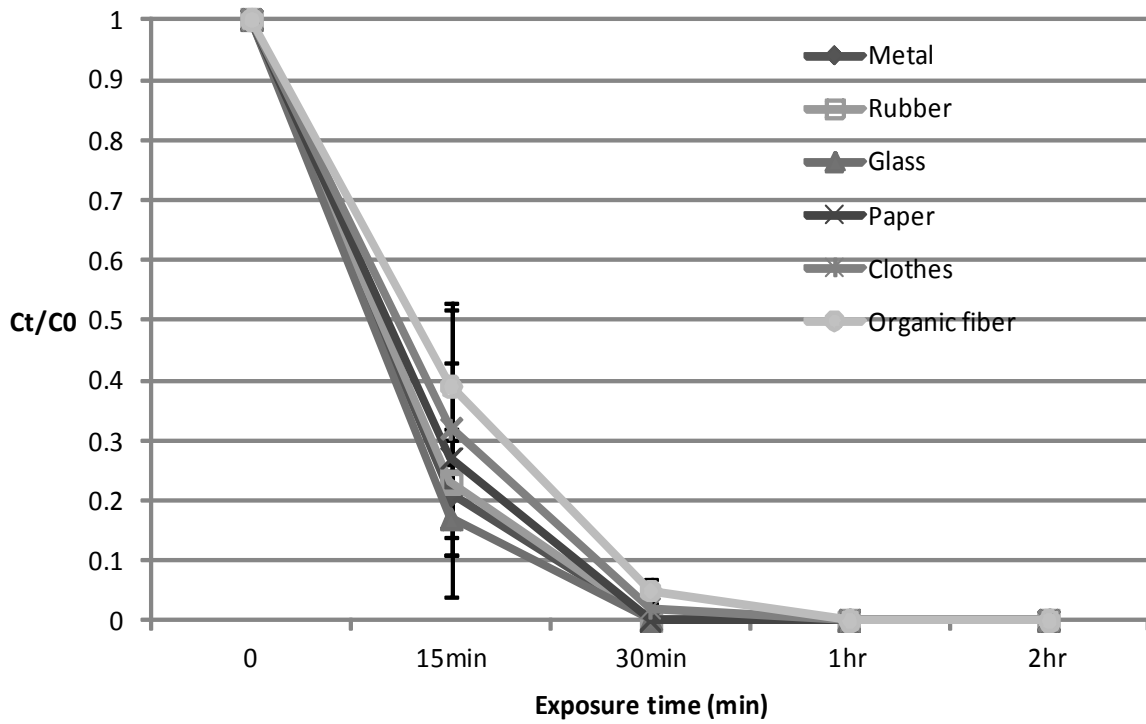
(나) 상대습도 50% 조건

<Fig. 3-38>은 17.5℃의 온도 조건과 50%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 MS2 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리, 종이류에서는 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 15분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 21%, 23%, 17%, 27%인 것으로 분석되었다. 천류와 유기섬유류에서는 보관 후 30분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 30분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 2%와 5%인 것으로 분석되었다.

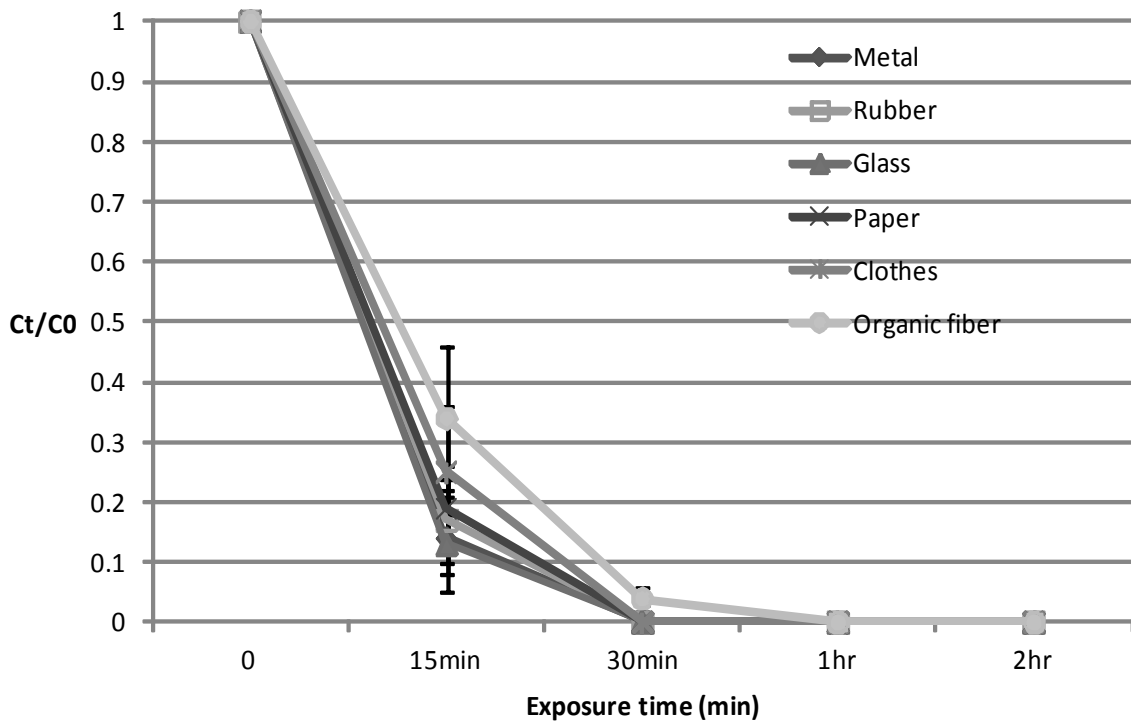
T4 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 유리, 종이류, 천류에서는 보관 후 15분까지만 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 15분 후의 각 흡착 매체별 생존률은 14%, 17%, 13%, 19%, 25%인 것으로 분석되었다. 한편 유기섬유류에서는 보관 후 30분까지 생존하는 것으로 관찰되었고, 보관 30분 후의 생존률은 4%인 것으로 분석되었다.

SP01 바이러스의 생존률 양상은 조사대상 흡착 매체 모두에서 보관 후 15분까지에서만 생존률이 관찰되었다. 각 흡착 매체별 해당 생존률을 살펴보면 금속류의 경우 13%, 고무류

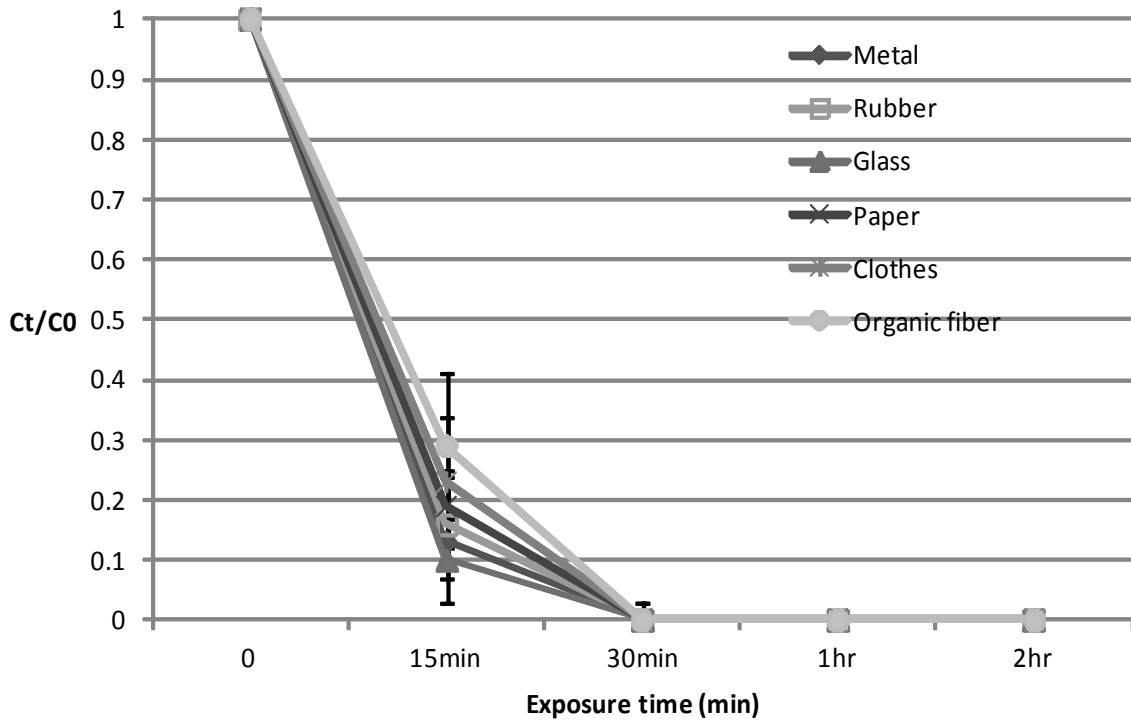
의 경우 16%, 유리의 경우 10%, 종이류의 경우 19%, 천류의 경우 23%, 유기섬유류의 경우 29%인 것으로 분석되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



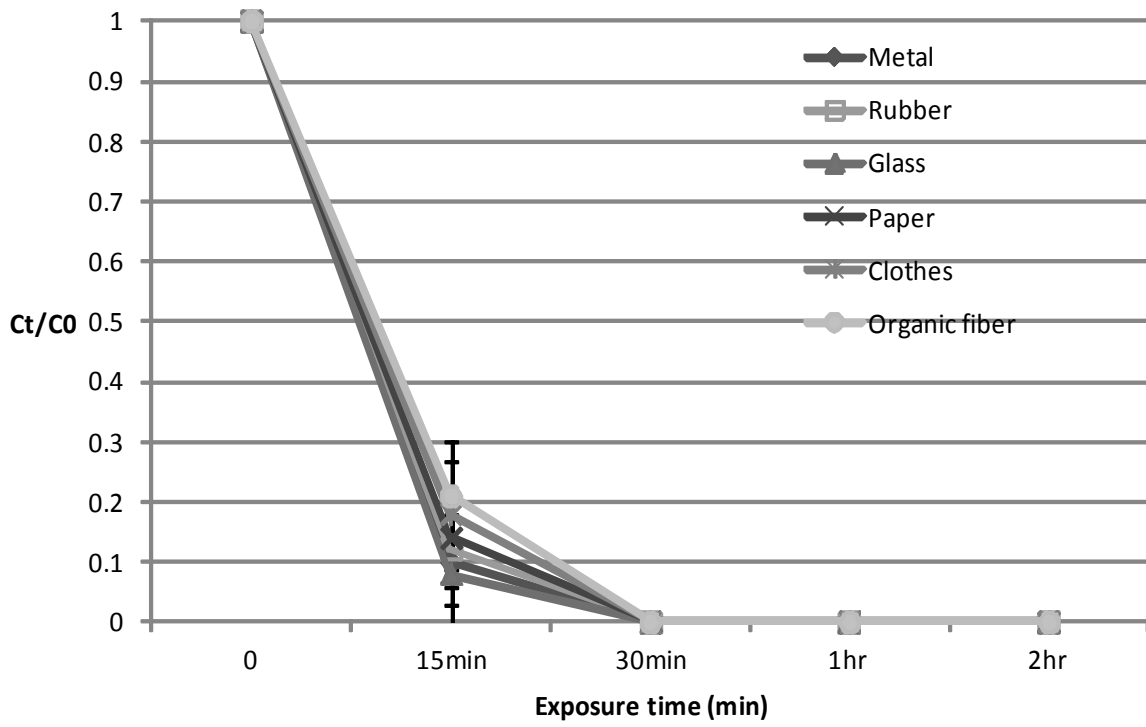
(c) SP01 바이러스

<Fig. 3-38> 온도(17.5℃) % 상대습도(50%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

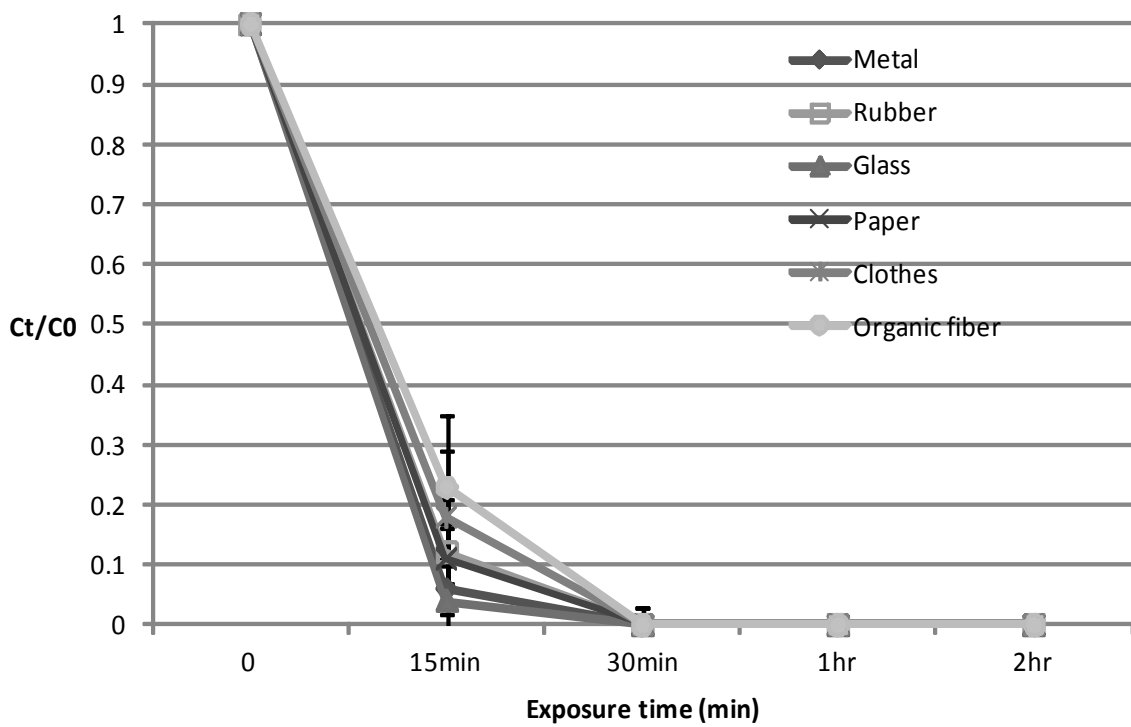
(다) 상대습도 70% 조건

<Fig. 3-39>는 17.5℃의 온도 조건과 70%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 SP01 바이러스를 제외한 MS2와 T4 바이러스는 조사대상 모든 흡착 매체에서 보관 후 15분까지에서만 생존이 관찰되는 것으로 분석되었다. 금속류, 고무류, 유리, 종이류, 천류, 유기섬유류에 대한 각 바이러스에 대한 해당 생존률을 살펴보면, MS2 바이러스의 경우 10%, 12%, 8%, 14%, 18%, 21%로, T4 바이러스의 경우 6%, 12%, 4%, 11%, 18%, 23%인 것으로 분석되었다.

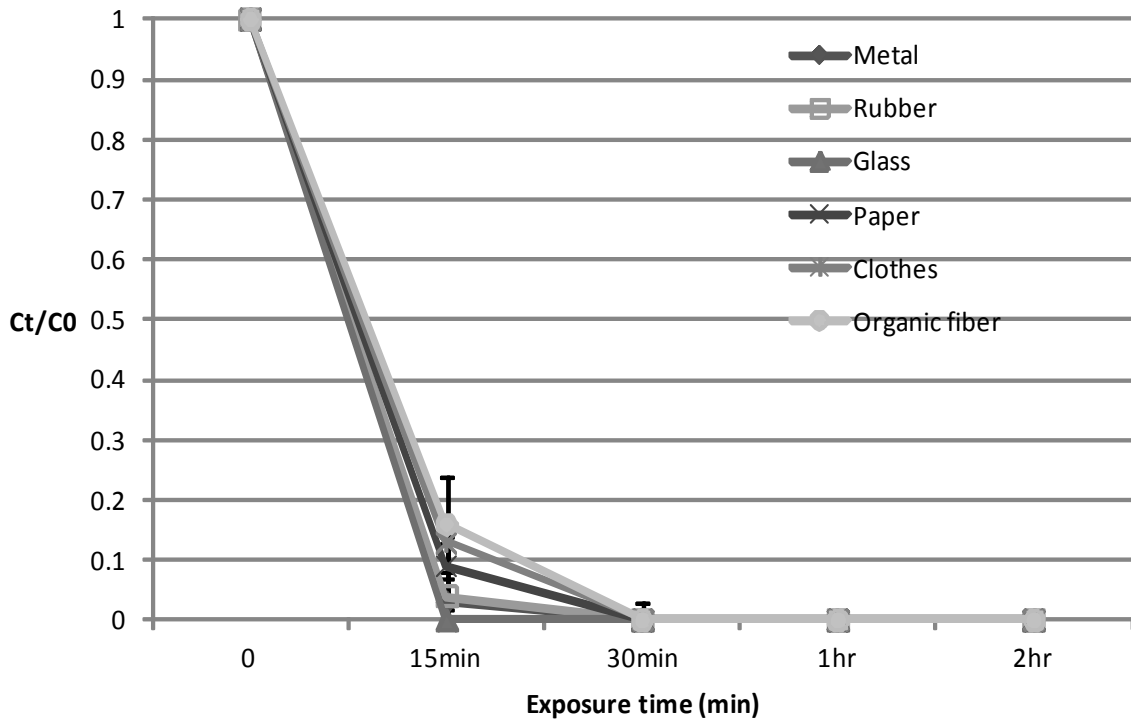
SP01 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 종이류, 천류, 유기섬유류에서 보관 후 15분까지 생존하는 것으로 관찰되었고, 각 해당 생존률은 3%, 4%, 9%, 13%, 16%인 것으로 분석되었다. 하지만 유리에서는 본 실험에서 설정된 최소 보관 시간 15분에서도 생존하지 못하는 것으로 조사되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

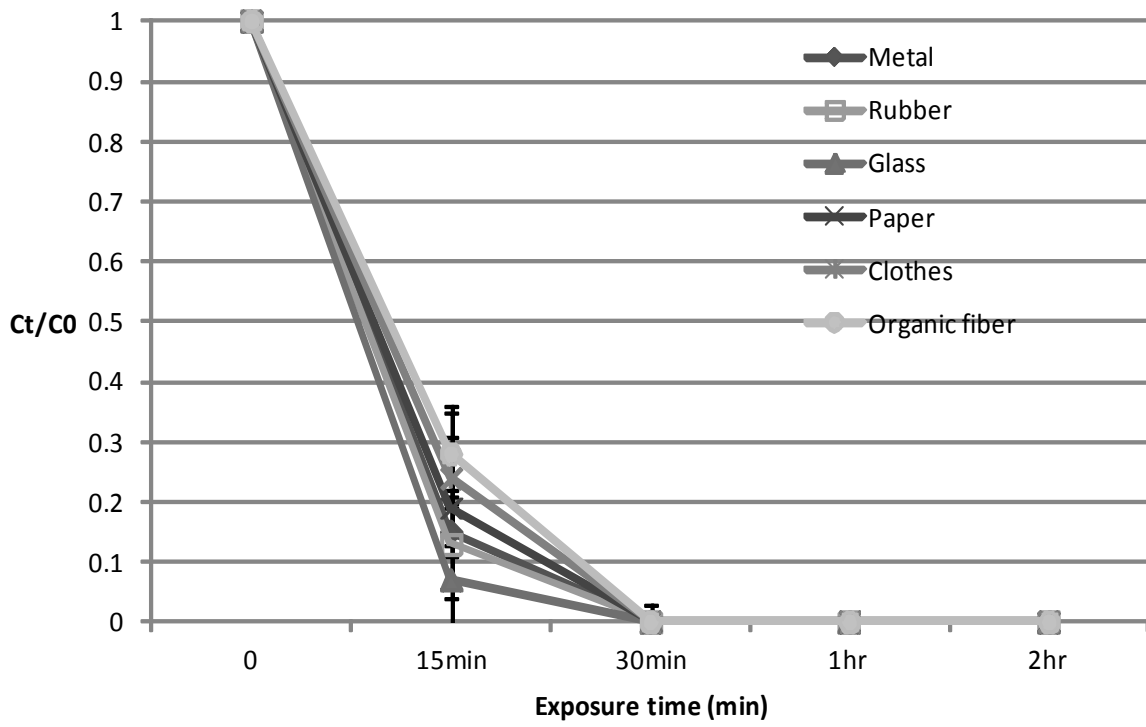
<Fig. 3-39> 온도(17.5℃) % 상대습도(70%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

(3) 보관 온도 32.5℃인 경우

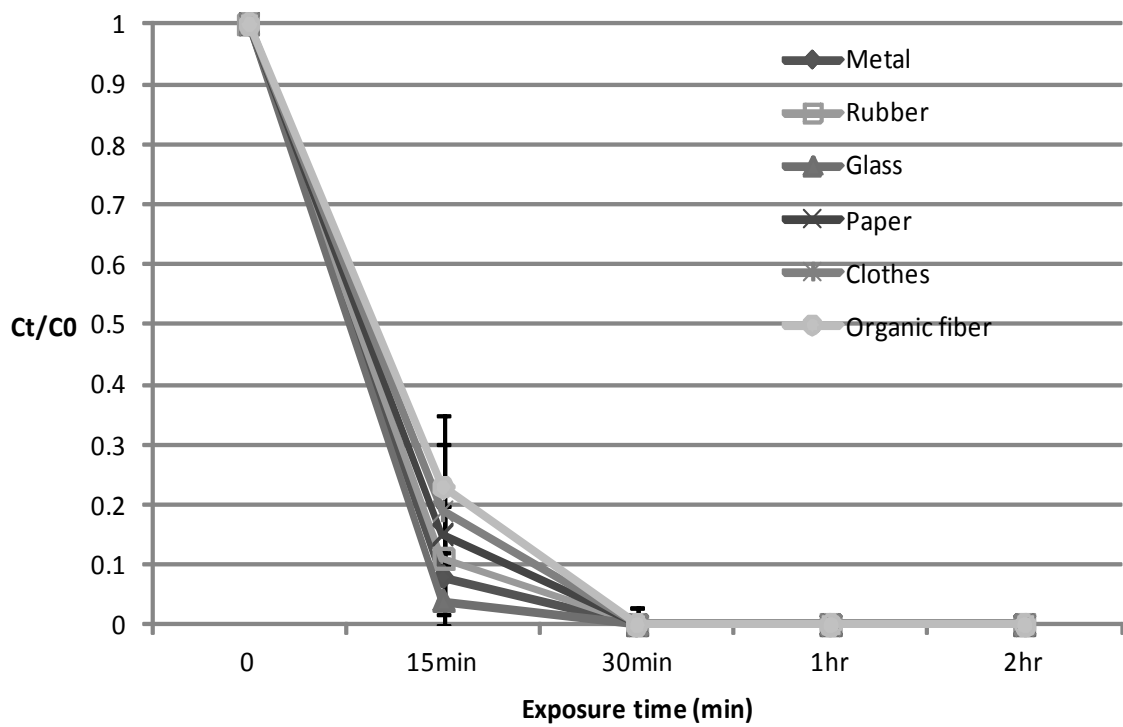
(가) 상대습도 30% 조건

<Fig. 3-40>은 32.5℃의 온도 조건과 30%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 SP01 바이러스를 제외한 MS2와 T4 바이러스는 조사대상 모든 흡착 매체에서 보관 후 15분까지에서만 생존이 관찰되는 것으로 분석되었다. 금속류, 고무류, 유리, 종이류, 천류, 유기섬유류에 대한 각 바이러스에 대한 해당 생존률을 살펴보면, MS2 바이러스의 경우 15%, 13%, 7%, 19%, 24%, 28%로, T4 바이러스의 경우 8%, 11%, 4%, 15%, 19%, 23%인 것으로 분석되었다.

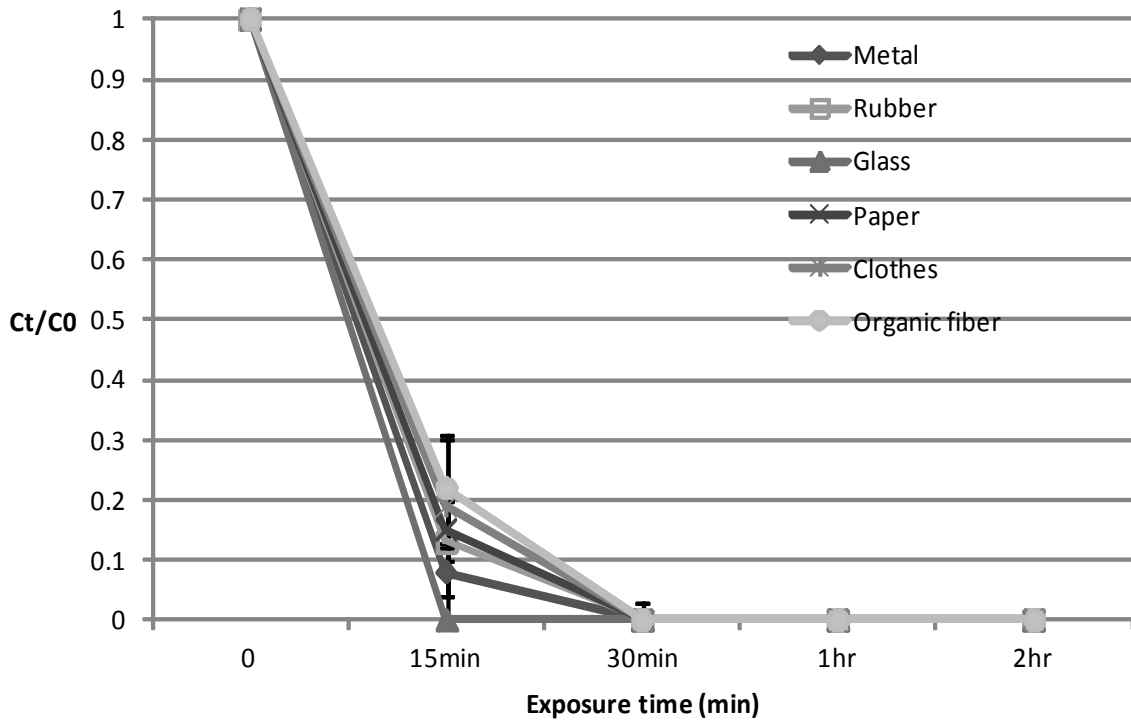
SP01 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 종이류, 천류, 유기섬유류에서 보관 후 15분까지 생존하는 것으로 관찰되었고, 각 해당 생존률은 8%, 13%, 15%, 19%, 22%인 것으로 분석되었다. 하지만 유리에서는 본 실험에서 설정된 최소 보관 시간 15분에서도 생존하지 못하는 것으로 조사되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

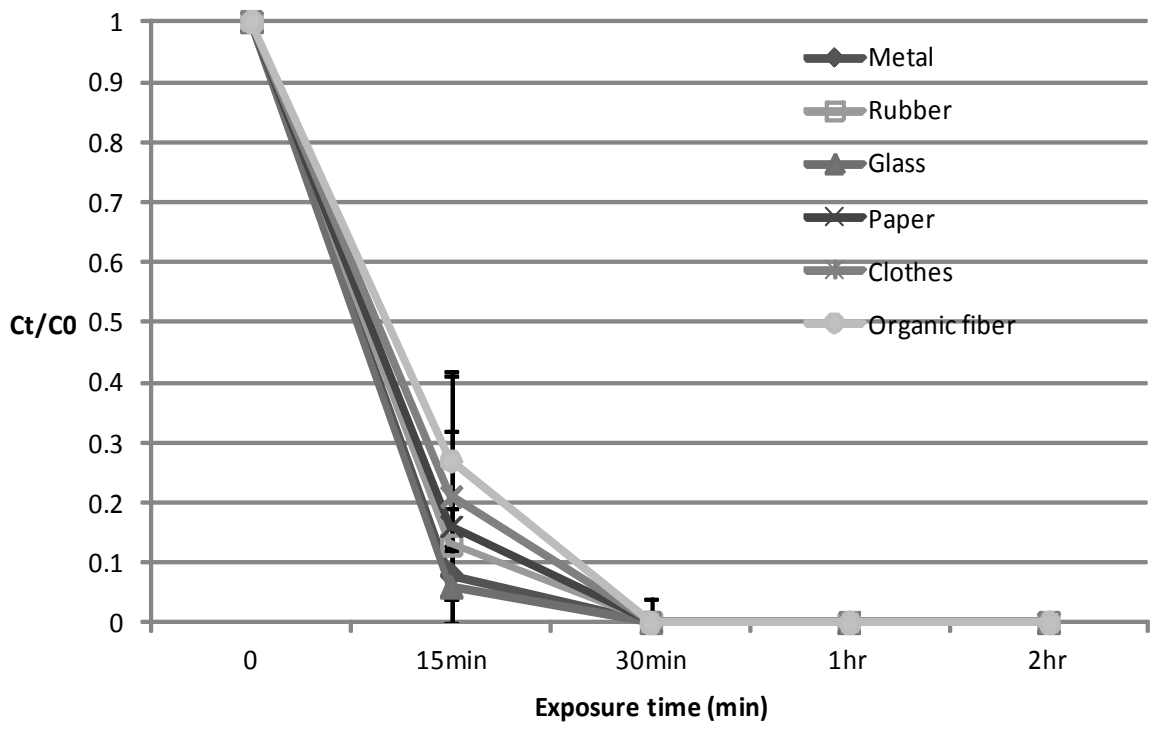
<Fig. 3-40> 온도(32.5℃) % 상대습도(30%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

(나) 상대습도 50% 조건

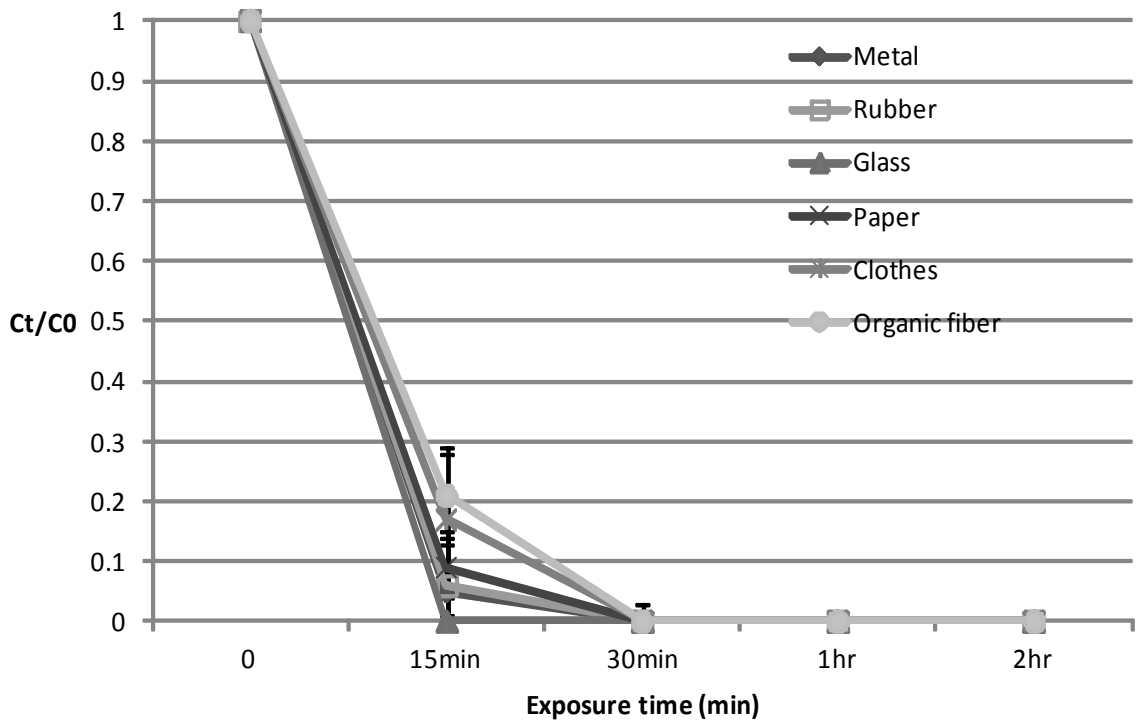
<Fig. 3-41>은 32.5℃의 온도 조건과 50%의 상대습도 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 경시적 생존률을 비교한 것이다. 실험 결과 MS2 바이러스의 경우 조사대상 모든 흡착 매체에서 보관 후 15분까지에서만 생존하는 것으로 관찰되었고, 각 해당 생존률은 8%, 13%, 6%, 16%, 21%, 27%인 것으로 분석되었다.

T4 바이러스의 경우 금속류, 고무류, 종이류, 천류, 유기섬유류에서 보관 후 15분까지 생존하는 것으로 관찰되었고, 각 해당 생존률은 5%, 6%, 9%, 17%, 21%인 것으로 분석되었다. 하지만 유리에서는 본 실험에서 설정된 최소 보관 시간 15분에서도 생존하지 못하는 것으로 조사되었다.

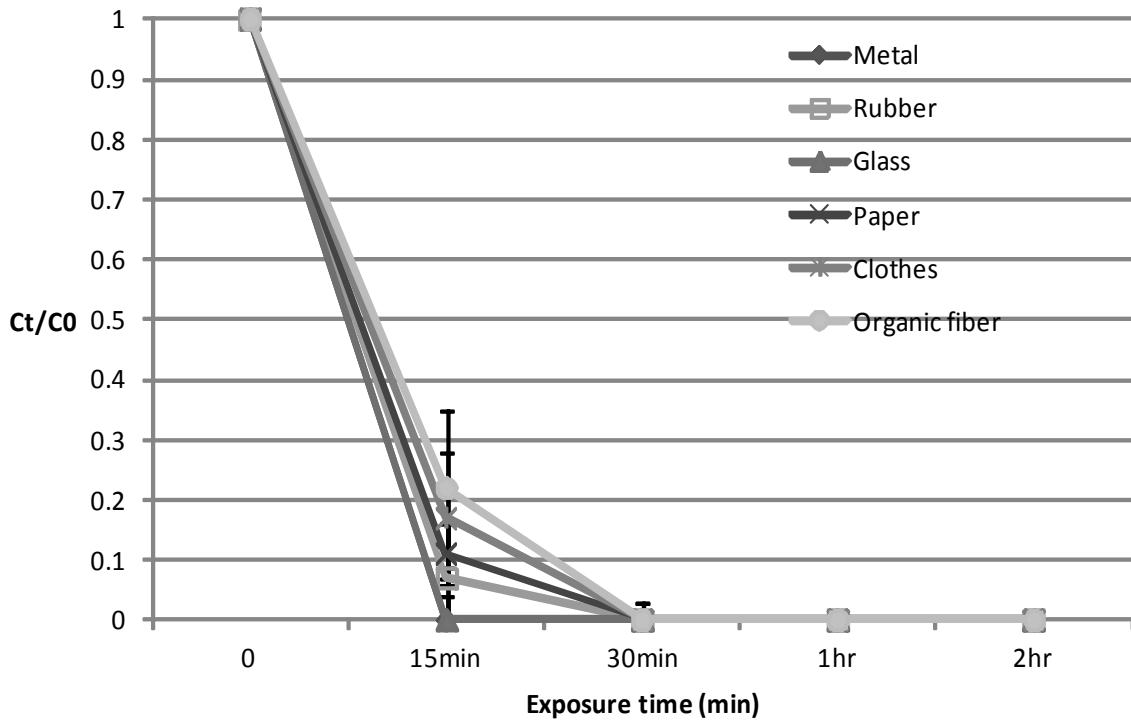
SP01 바이러스의 경우 고무류, 종이류, 천류, 유기섬유류에서 보관 후 15분까지 생존하는 것으로 관찰되었고, 각 해당 생존률은 7%, 11%, 17%, 22%인 것으로 분석되었다. 하지만 금속류와 유리에서는 본 실험에서 설정된 최소 보관 시간 15분에서도 생존하지 못하는 것으로 조사되었다.



(a) MS2 바이러스



(b) T4 바이러스



(c) SP01 바이러스

<Fig. 3-41> 온도(32.5℃) % 상대습도(50%) 조건에 따른 흡착 매체별 평가대상 바이러스의 생존률

(다) 상대습도 70% 조건

실험 결과 32.5℃ 온도와 70% 상대습도의 보관 조건하에서는 평가대상 3가지 바이러스 모두 조사대상 모든 흡착 매체에서 본 실험의 설정 최소 보관 시간인 15분에서도 생존하지 못하는 것으로 분석되었다.

2. 실험 결과에 근거한 결론

가. 계절 조건에 따른 매체 흡착된 바이러스의 경시적 생존률 측면

- 전반적으로 겨울철 조건(-5~0℃, 25~35%)에서 흡착 매체에 관계없이 평가대상 3가지 바이러스 모두 보관시간 경과에 따른 생존률 지속 현상이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 봄/가을철 조건(15~20℃, 45~55%), 그리고 여름철 조건(30~35℃, 75~85%) 하에서 바이러스의 경시적 생존률 지속 현상이 가장 낮은 것으로 조사되었다.

나. 보관 온도 및 상대습도 조건 조합에 따른 매체 흡착된 바이러스의 경시적 생존률 측면

- 보관 온도 측면에서는 본 실험에서 설정된 3가지 온도 조건(-2.5℃, 17.5℃, 32.5℃) 중에서는 대체로 -2.5℃와 17.5℃ 보관 조건하에서 보관 시간 경과에 따른 바이러스 생존률 지속 현상이 높은 것으로 나타났고, 32.5℃ 보관 조건의 경우 가장 낮은 것으로 조사되었다.

- 보관 상대습도 측면에서는 본 실험에서 설정된 3가지 상대습도 조건(30%, 50%, 70%) 중에서는 대체로 30% 보관 조건이 보관 시간 경과에 따른 바이러스 생존률 지속 현상이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 50%, 70% 조건 순으로 조사되었다.

다. 조사대상 흡착 매체에 따른 바이러스의 경시적 생존률 측면

- 조사대상 6가지 흡착 매체 중 바이러스 생존을 위한 host로서 세균과 진균이 증식할 수 있는 영양원을 제공해 줄 수 있는 유기점유류에서 평가대상 3가지 바이러스 모두 보관 시간 경과에 따른 바이러스 생존률 지속 현상이 가장 높게 나타났고, 다음으로 천류>종이류>고무류 순인 것으로 조사되었다.

- 상대적으로 세균과 진균의 증식원으로 작용할 수 없는 무기 재질의 금속류와 유리류에서는 보관 시간 경과에 따른 바이러스 생존률 지속 현상이 가장 낮게 나타난 것으로 분석되었다.

라. 평가대상 바이러스 유형에 따른 경시적 생존률 측면

- 평가대상 3가지 바이러스 중 전반적으로 MS2 바이러스의 경시적 생존률 지속 현상이 흡착 매체에 관계없이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 T4 바이러스>SP01 바이러스 순서로 조사되었다.

6절. 구제역 및 조류독감 바이러스의 위해성 평가를 위한 Risk Assessment 모델 적용 가능성 검토

1. Risk Assessment 모델 관련 국내외 문헌 고찰

가. 안전율 및 독성학적 참고치

안전율은 다음과 같은 식을 이용하여 산출하며, 안전율이 1이하인 경우 건강상의 불편이 발생되지 않음을 의미하며, 1을 초과할 경우에는 건강상의 불편함이 발생할 가능성을 나타내는 지표이다.

$$S = \frac{C}{TRV}$$

여기서 C 는 오염물질의 농도이고, TRV 는 독성학적 참고치(toxicological reference value)로 오염물질의 기준값 및 권고값이 이용된다(Roman, 2003).

나. 발암물질 및 비발암물질의 건강 위해성평가

건강 위해성평가는 동물실험과 사람에 대한 역학조사 결과로부터 나온 독성 자료를 평가하고 낮은 용량에서의 반응을 예측하기 위해 수학적인 식을 적용한다. 이때 노출정도에 대한 정보를 사용하여 특정한 인구집단에서 특정한 건강이상 반응(adverse reaction)을 정량적으로 예측하는 것이다. 단순하게 말하면 위해성 평가는 위해물질 노출에 의한 건강 이상 효과(adverse health effect)를 평가하는 것이다(환경부, 2001).

건강 위해성평가 과정은 4가지 부분 즉, 위험성 확인(hazard identification), 양-반응 평가(dose-response assessment), 노출평가(exposure assessment), 위해도결정(risk characterization) 으로 나누어진다(NRC, 1987; EPA, 1986).

건강 위해성평가 방법에는 단일 평가치 분석(point estimate analysis : PEA)과 몬테카를로 분석(Monte Carlo analysis : MCA)이 있는데, 단일 평가치분석은 각 노출변수에 대해 단일값, 예를 들어 산술평균, 중앙값 또는 95% UCL(upper confidence level)농도를 사용하여 대표적인 위해도를 분석하는 간단한 방법이지만 노출변수의 불확실성(uncertainty)과 가변성(variability)을 반영할 수 없다(EPA, 2000; 1999; 1997). 또한, 각 노출변수에 대한 단일값을 활용함으로써 민감도 분석(sensitivity analysis)이 유연하게 수행되지 않으며 노출된 개인의 위해도가 기준치를 초과할 가능성(확률)이 얼마인지를 평가할 수 없다. 그러나

이 방법은 간편하고 이해하기 쉬우며 시간소모가 적어 선별 평가법(screening method)으로 활용된다(환경부, 2001; EPA, 1997).

반면, 각 노출변수에 대해 확률밀도함수(probabilistic density functions : PDFs)를 활용하여 건강 인체위해도를 평가하는 몬테카를로분석은 노출변수의 불확실성과 가변성을 표현할 수 있을 뿐만 아니라, 건강 위해도에 대한 종합적이고도 완벽한 표현을 할 수 있게 한다. 몬테카를로 분석은 위해도의 분포를 보기 위해 입력변수들의 확률분포로부터 반복적으로 샘플링하는 기술이며, 이로 인해 변수들의 불확실성과 가변성이 모두 결과에 내포된다. 그러나, 이 방법은 변수들에 대한 자료수집과 평가에 많은 시간과 비용이 소모되는 단점이 있기도 하다(환경부, 2001; EPA, 1997).

건강 위해성평가에 있어 발암위해도(cancer risk : CR)와 위해도 지수(hazard index : HI) 산출에 대한 기본개념은 다음과 같다. 호흡과 섭취 같은 흡입과정에 대한 잠재용량(potential dose)의 일반식은 단순히 오염물질의 흡입비율, 즉 시간 변화에 따른 오염물질의 농도와 매개체의 흡입율의 곱에 대한 누적된 양이다(환경부, 2001).

$$D_{pot} = \int_{t_1}^{t_2} C(t)IR(t)dt \quad \text{---(1)}$$

(1)식에서 D_{pot} 은 잠재용량이고 $IR(t)$ (inhalation rate)은 섭취나 호흡율이다. t_2-t_1 은 조사되고 있는 폭로시거나 폭로기간(Exposure duration : ED)을 나타낸다. 폭로기간에는 오염물질과 개체사이에 접촉이 일어난 시간이 포함되고, $C(t)$ 가 0이 되는 시간 또한 포함된다. 흡수율은 대개 사건(events)의 빈도와 매사건마다의 흡입량을 곱한 것으로 제시된다. 간헐적인 공기 폭로의 경우는 접촉보다는 폭로기간을 사용해서 쉽게 나타낼 수 있다. 즉 폭로기간은 폭로 평가 시 빈번하게 발생하고 사용하기에 용이하므로 t_2-t_1 를 대신 의미하게 된다. 이를 토대로 위에 제시된 오염물질의 흡입비율은 다음과 같은 여러 사건 i 동안의 용량의 합이라는 별개의 형태로 다시 표현될 수 있다(환경부, 2001).

$$D_{pot} = \sum_i C_i IR_i ED_i \quad \text{---(2)}$$

(2)식에서 ED_i 는 사건 i 의 폭로기간이다. 만약 C 와 IR 이 거의 상수이면 다음과 같이 된다(환경부, 2001).

$$D_{pot} = \bar{C} \bar{IR} ED \quad \text{---(3)}$$

(3)식에서 ED 는 각 사건의 폭로기간의 합이고, C 와 IR 은 이 변수들의 평균치이다(환경

부, 2001).

건강 위해성평가를 위한 목적에서 용량의 측정은 용량-반응(dose-response) 데이터를 이용하는 것과 비슷한 방법으로 제시되어야 한다. 용량-반응 관계는 가끔 내부용량(internal dose)에 기초하기도 하지만, 대개는 잠재용량에 기초한다(환경부, 2001).

용량은 몇가지 다른 방법으로 제시될 수 있으며, 위에 제시한 식의 해결은 시간에 대한 누적 총용량으로 나타난다. 단위시간당 용량은 용량비율(dose rate)이고, 그 단위는 질량/시간(mg/day)이다. 시간에 대한 평균용량의 비율은 많은 위해도 평가에서 유용하게 사용되어지는 수치이다(환경부, 2001).

발암 작용이 없는 경우, 건강 위해성평가는 폭로가 일어나는 시간을 고려해야 한다. 그리고 만약 급성 작용을 순간적인 폭로가 없다고 가정하면, 폭로주기에 대한 평균적인 폭로 혹은 용량으로도 평가는 충분하다. 이 평균은 일일 평균 용량(average daily dose : ADDs)으로 체중과 평균시간에 대한 평균잠재용량을 이용해 계산될 수 있다. 확장된 기간에 대한 흡입과 사람의 폭로에 대한 자료를 갖는 것은 드물기 때문에 몇 가지의 단순한 가정 즉, C 와 IR 이 지속적인 상태라는 가정을 포함할 때 일일 평균 용량은 다음과 같이 쉽게 산출하게 된다(환경부, 2001; EPA, 1997; 1989).

$$ADDs = \frac{[C IR ED]}{[BW AT]}$$

여기서 $ADDs$: average daily dose(mg/kg-day)

C : concentration(mg/m³)

IR : inhalation rate(m³/day)

ED : exposure duration(day)

BW : body weight(kg)

AT : average time(year) 이다.

발암작용이 있는 경우에는 폭로가 일생 내내 일어나지 않더라도 용량은 종종 평생 일일 평균 용량(lifetime average daily doses : LADDs)로 표시된다(환경부, 2001; EPA, 1997; 1989).

$$LADDs = \frac{[C IR ED]}{[BW LT]}$$

평생 일일 평균 용량은 일일 평균 용량 식을 취하고 평생(lifetime : LT)이 평균시간(Average time : AT)을 대신한다(환경부, 2001; EPA, 1997; 1989).

발암물질은 용량-반응 평가를 통해 산출된 발암잠재력값(cancer potency factor : CPF)과 노출평가를 통해 얻어진 LADDs를 곱하여 발암위해도(cancer risk : CR)를 산출하고, 비발암성물질은 용량-반응 평가를 통해 산출된 참고치(reference dose : RfD)와 노출평가를 통해 얻어진 ADDs와의 비교를 통하여 위해도 지수(hazard index : HI)를 산출한다(환경부, 2001; EPA, 1997; 1989).

2. 국내외 문헌 고찰을 통한 위해성 평가(RA) 모델의 불확실성 및 민감도 분석

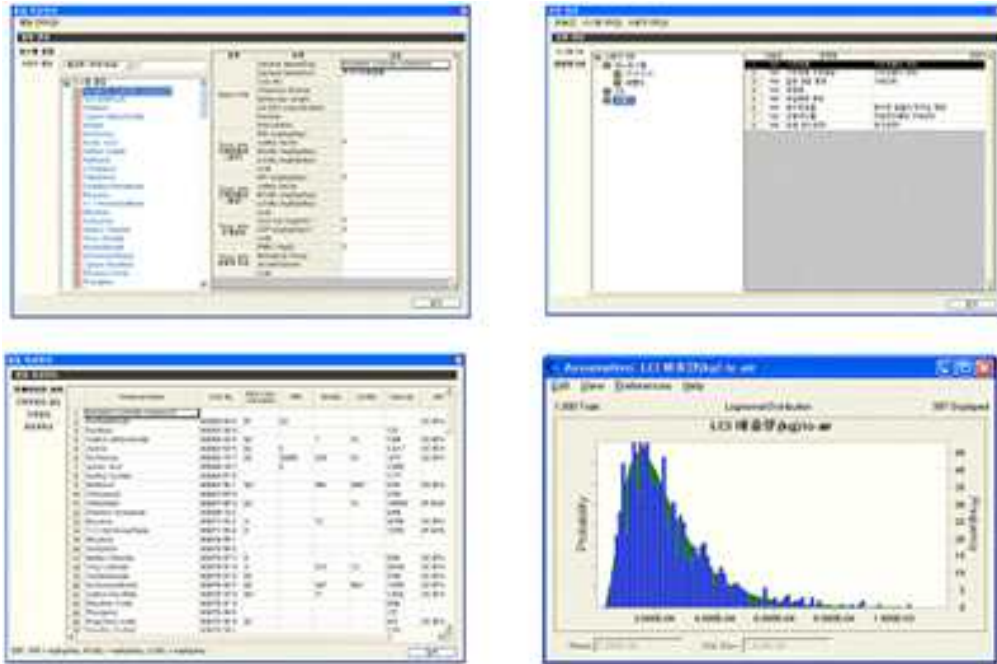
건강 위해성평가 중 노출평가의 일환인 오염물질의 경로와 이동에 관한 분석과 용량-반응평가과정 중에는 많은 불확실성과 가변성을 포함하고 있다. 이들 불확실성과 가변성을 확인하는 것은 건강 위해성평가에 있어 중요하다. 위해성평가를 수행하면서 발생하는 불확실성과 가변성에 대한 이해가 부족한 상태에서 연구결과를 단순하게 받아들이는 경우 많은 오해가 발생되어질 수 있다(박재성, 2003).

EPA(1997)에서는 이러한 불확실성과 가변성을 확인하는 유용한 통계적인 기술로 몬테카를로 분석을 권장하고 있다. 몬테카를로 분석의 목표는 노출평가 및 건강위해성평가를 수행하는데 발생하는 불확실성과 가변성을 정량적으로 결정함으로써 불확실성과 가변성을 야기하는 주요 원인을 제시하는데 있다(EPA, 1997).

몬테카를로 분석은 수학적으로 너무 복잡하거나 반복 수행이 어려운 여러 분석에 있어 실제상황을 모사하기 위한 하나의 분석적 방법으로 Monte Carlo, Monaco에 의해 최초 카지노에서 명명 되어진 후 사용되어져 왔다(Decisioneering, Inc., 2000).

몬테카를로 분석 방법은 건강 위해성평가에 있어 확률론적 분석의 가장 일반적인 방법으로 사용되어지는 방법이다(<Fig. 3-42> 참조). 몬테카를로 분석 방법은 확률분포로부터 임의로 값을 선택하고 이를 노출시나리오로부터 추정된 노출 방정식에 대입함으로써 노출량을 추정하는 과정에서, 이러한 전체 과정을 수천 번 이상 반복적으로 수행함으로써 노출량 추정 과정 중에 발생될 수 있는 전반적인 불확실성을 고려한 확률분포의 값을 산출하게 된다(Elizabeth, 1999; EPA, 1997). EPA(1997)에서는 「Guiding principles for Monte Carlo analysis」라는 보고서에서 건강 위해성평가 및 생태계 위해성 평가에 있어서의 경로(fate), 이동(transport), 노출(exposure) 및 용량-반응(dose-response) 평가에 있어 발생하는 불확실성과 가변성을 특성화하는 것은 중요하다고 강조하고 있다. 또한, 이러한 불확실성과 가

변성을 분석하는데 유용한 통계적 도구(viable statistical tools)로써 몬테카를로 분석을 제시하고 있다(EPA, 1997).



<Fig. 3-42> 위해성 평가 모델의 불확실성을 최소화하기 위한 몬테카를로스 분석의 실제 예

불확실성을 측정하기 위한 방법은 채택과 기각여부를 결정하는 정성적인 방법 즉, 불확실성 특성묘사(uncertainty characterization)가 있지만 불확실성 평가(uncertainty assessment)는 정량적인 방법을 적용하는 것을 의미한다. 불확실성 특성묘사는 일반적으로 특정 자료나 추정값 또는 시나리오 등을 채택할 것인지 아니면 기각할 것인지를 결정하는 과정들에 대해 정성적으로 논의하는 것(qualitative discussion)을 의미한다(환경부, 2001).

건강위해도 평가에서 발생하는 불확실성들을 과학적으로 명확히 정의하고 정량화하는 작업은 건강 위해성평가에 있어 매우 중요한 과정임이 이전 연구들에서 강조되어져왔다(Kimberly, 1992; Finkel, 1990).

건강 위해성평가에 발생하는 불확실성은 크게 세 가지 범주 즉, 시나리오 불확실성(scenario uncertainty), 모수 불확실성(parameter uncertainty) 및 모형 불확실성(model uncertainty)으로 구분할 수 있다. 시나리오 불확실성은 노출이나 용량을 완전히 정의하는데 필요한 정보의 누락이나 자료의 불완전성으로 인해 발생하는 불확실성을, 모수 불확실성은 모수와 관련된 불확실성을, 모형 불확실성은 인과관계 추론에서 예측을 하는데 필요한 과학적인 이론이 부족한데에 따르는 불확실성을 의미한다(EPA, 1997).

노출평가를 수행하는데 있어 노출변수들은 불확실성과 가변성을 항상 내포하고 있다. 가

변성은 호흡량, 몸무게, 노출빈도 및 노출기간 등이 수용체(receptor)에 따라 다르게 나타나고, 발암 물질의 농도 범위와 인체 반응의 차이, 예를 들어 화학성분에 대한 수용체의 면역성과 같은 유전적 차이에서도 나타나는 것을 의미한다. 이러한 가변성은 보통 자료의 축적에 따라 더 잘 구별되지만 제거되거나 감소되지는 않는다(박재성, 2003). 불확실성은 특정 변수, 확률분포모델, 모델의 인자(예, 대수정규분포의 평균과 표준편차), 그리고 발암물질의 농도 자료 부족과 낮은 정밀도에 의해 나타나는데, 가변성과는 반대로 자료의 축적으로 감소시킬 수 있다. 이러한 자료의 불확실성과 가변성은 몬테카를로분석에서 확률밀도함수로 입력되어 결과에 반영되는데, 노출 변수들의 불확실성은 위해도 결과에 대해 과대평가 혹은 과소평가와 같은 정량적인 해석을 가능하게 한다.

보통 시료채취 및 분석, 지역특성과 연결된 농도의 불확실성을 고려하기 위해 95% UCL이 권장된다. 그리고 95% UCL과 더불어 평균과 95% LCL에 대해 확률론적 분석을 반복 수행하면, 3개의 위해도 분포를 얻을 수 있다. 따라서, 농도의 불확실성에 따른 위해도 평가치의 신뢰구간(confidence interval : CI)을 산출 할 수 있다(Ashok, 1997; EPA, 1992).

몬테카를로 분석과 달리, 단일 평가치 분석은 입력 변수들의 불확실성과 가변성을 표현할 수 없다. 다만, 가변성을 표현하기 위해 CTE(central tendency exposure : mean or the 50th percentile) 위해도와 RME(reasonable maximum exposure : high-end) 위해도를 계산한다(EPA, 1992). EPA(1992)는 입력 자료의 초기값으로 RME 위해도의 평가 시 체중은 평균값, 호흡량과 노출기간에 대해서는 high-end 값을 사용하고, CTE 위해도의 평가 시에는 체중의 평균값, 그리고 호흡량과 노출기간에 대해서도 중앙값을 사용하도록 권장하고 있다(EPA, 1992).

민감도 분석은 노출평가에 사용되는 여러 변수들에 대하여, 나머지 변수들은 고정 상태에서, 한 변수를 변화시키면서 그것이 결과에 미치는 영향의 정도를 결정해 나가는 방법이다. 이 방법은, 모든 다른 변수들을 그들의 중앙값으로 고정한 상태에서, 각 변수의 불확실한 정도의 크기를, 한 번에 하나씩, 신뢰할만한 하한값으로 그리고 그 다음에는 상한값으로 각각 고정한 뒤, 각 값들의 조합에 따른 결과를 계산하게 된다. 이 결과들은 노출에 가장 큰 영향을 미치게 되는 변수를 확인하고 따라서 더 많은 정보의 수집이 필요한지의 여부를 결정하고자 할 때 효과적으로 사용될 수 있는 선별검사(screening test)방법이다(환경부, 2001).

3. 구체역 및 조류독감 바이러스의 참고치(RfD) 제안 가능성 여부

위해성 평가(Risk Assessment) 모델과 관련한 지금까지의 연구 결과들은 사람을 대상으로 하여 오염물질의 특성, 즉 발암성 또는 비발암성 측면에서 매체별 노출경로에 따른 건

강 위해성 평가가 대부분이고, 동물을 대상으로 오염물질 노출 시 발생할 수 있는 위해성을 평가한 연구 사례는 아직까지 국내외적으로 보고된 바 없다. 결론적으로 구제역 및 조류독감 바이러스의 위해성을 평가하기 위한 가장 기본적 요소인 참고치(RfD)를 현재로서는 결정할 수 없으며, 따라서 향후 이와 관련한 추가 연구들이 계속해서 수행되어야 할 것이다.

[제 3협동] 제주대학교

1절. 세계 주요 국가의 구제역 방역정책

1. 한국·영국·미국·일본 구제역 방역대책

가. 방역조직의 체계

(1) 가축방역 조직

한국의 가축방역조직 체계는 중앙조직으로서 농림수산식품부와 그 산하의 농림수산검역검사 본부가 있으며 국내 악성가축질병 예방 및 방역을 총괄하고 있으며 지방조직으로서 각 시·도에 가축위생시험소, 동물위생시험소, 축산진흥원 등의 가축방역기관이 있다. 특히 법인으로 출발하여 공공기관으로서 중앙방역조직의 업무에 협조하는 가축위생방역지원본부가 있다.

미 농무부 산하 동식물검역청 수의국이 긴급가축방역 상황을 관리하고 전략과 정책을 개발하며 지방조직으로서는 주 동물위생국 및 동식물검역청수의국의 지역 사무실이 있다. 영국은 환경, 식품 및 농촌업무를 총괄하는 Defra (Department of Environment, Food and Rural Affairs)가 동물위생관련 업무를 담당하며 그 산하에 가축위생관련 연구소인 수의실협국이 있고 동물위생실험연구소로서 구제역세계표준연구소가 있으며 17개의 정부연구소가 있다. 그 외 Defra 소속 지역 사무소가 가축방역업무를 담당한다.

일본의 경우 우리나라 조직과 가장 유사한 것으로 볼 수 있으며 이는 우리나라의 조직이 일본의 가축방역 조직을 가장 많이 참조하여 왔기 때문이라 볼 수 있다. 일본은 농림수산물 소비안전국 동물위생과에서 전반적인 가축방역업무를 총괄하며 동물검역소, 동물위생연구소 및 동물의약품연구소가 중앙조직으로 있으며, 지방에 가축보건위생소, 식육위생검사소

가 가축방역업무를 담당한다.

<Table. 4-5> 한국, 미국, 유럽 및 일본의 가축방역조직

구분	한국	미 국
중앙조직	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림수산식품부 - 구제역방역대책본부 - 가축방역협의회 - 가축위생방역지원본부 ○ 농림수산검역검사본부 - 구제역방역대책상황실 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미농무부(USDA) 산하 동식물검역청(APHIS) 수의국 - 수의국내 가축방역 긴급 관리 센터(NCAHEM): 긴급 가축방역 상황 관리 및 전략과 정책 개발
지방조직	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시도 가축방역기관 - 구제역 방역대책상황실 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주 동물위생국 ○ APHIS 지역 사무실
구분	영 국	일 본
중앙조직	<ul style="list-style-type: none"> ○ Animal Health(Defra) -가축위생관련 연구소 : 수의 실험국 (VLA) ○ 동물위생실험연구소: 구제역 세계표준 연구소 ○ 정부 연구소(17개소) - 중앙(1개소), 지역(16) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림수산성 소비안전국 동물위생과 - 총무반, 보건위생반, 방역기획반, 방역업무반, 국제위생대책실 ○ 동물검역소 ○ 동물위생연구소 ○ 동물의약품연구소
지방조직	<ul style="list-style-type: none"> ○ Defra 지역 사무소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가축보건위생소 ○ 식육위생검사소

(2) 관련규정

세계 주요 국가는 국가 재난형 가축질병의 발생 방지와 체계적인 관리를 위하여 각국에 적합한 규정을 만들고 있으며 그 주요 항목은 <Table. 4-6>에서 보는 바와 같다.

<Table. 4-6> 한국, 미국, 영국 및 일본의 가축전염병 관련 주요 규정

한 국	일 본
<ul style="list-style-type: none"> o 가축전염병예방법, 그 시행령 및 시행규칙 o 구제역긴급행동지침 o 조류인플루엔자긴급행동지침 	<ul style="list-style-type: none"> o 가축전염병예방법, 시행령, 시행규칙 o 구제역에 관한 특정 가축전염병 방역지침
영 국	미 국
<ul style="list-style-type: none"> o 동물위생법령 (Animal Health Act) o 긴급상황 체계 (Framework) <ul style="list-style-type: none"> - 긴급상황시 총괄사항 수록 o 긴급 예방접종법 o EU 법령 <ul style="list-style-type: none"> - Directive 2003/85/EC - Decision 2009/470 	<ul style="list-style-type: none"> o Title 9 of the Code of Federal Regulations (CFR) <ul style="list-style-type: none"> - FMD, HPAI (9 CFR 53, 9 CFR 94 등) o USDA Veterinary service Memorandum No. 580.4 <ul style="list-style-type: none"> - 외래·신종 질병 발생 시 조사 절차를 규정 o FMD Preparedness and Response Plan <ul style="list-style-type: none"> - 구제역 발생시 대응을 위한 연방·주정부 자원의 운용계획

(3) 가축방역조직상의 문제점 및 보완점

우리나라의 경우 국가 재난 수준의 구제역 발생으로 조직이 강화되고 관련 규정을 정비하여 향후 대책 수립에 적극 대응하고 있다. 그러나 몇 가지의 문제점이 예견되며 앞으로 이를 개선해 나가야 할 필요성이 있다.

많은 기관들이 협조하여 재난형 질병에 대응하려 하지만 가축위생방역본부의 지위나 위치가 지방의 가축방역지원기관과 중복되는 경향이 있어 그 권한과 책임을 분명히 할 필요성이 있다.

우리나라 지방의 가축방역지원기관의 경우 특별시 및 광역시의 경우 보건환경연구원 내 축산물부, 가축질병방역부, 축산물위생검사소, 동물위생연구부, 가축위생시험소가 있고, 각 도의 경우 가축위생시험소 4개도, 축산위생연구소 2개도, 축산진흥연구소, 축산기술연구소, 동물위생시험소각 각각 1개도에 있다. 특별시와 광역시의 경우 축산업의 비중이 도에 비하여 낮은 상황이기 때문에 보건환경연구원 내의 하위 기관으로 존재하는 것은 행정의 편의상 어쩔 수 없는 일이지는 하나 각 도의 경우 너무나 다양한 기관 명칭이 사용되고 있어 소비자의 입장에서 볼 때 혼란스러운 상황이지는 그 명칭을 통일할 필요성이 있을 것이다.

<Table. 4-7> 전국 가축방역기관의 명칭

시	방역기관명칭	도	방역기관명칭	지소
서울특별시	보건환경연구원 축산물부	강원도	가축위생시험소	4
인천광역시	보건환경연구원 가축질병방역부	경상북도	가축위생시험소	3
부산광역시	보건환경연구원 축산물위생검사소	충청남도	가축위생시험소	5
대구광역시	보건환경연구원 축산물위생검사소	경상북도	가축위생시험소	3
광주광역시	보건환경연구원 동물위생연구부	경기도	축산위생연구소	5
울산광역시	보건환경연구원 동물위생연구부	전라북도	축산위생연구소	2
대전광역시	보건환경연구원 가축위생시험소	경상남도	축산진흥연구소	3
		전라남도	축산기술연구소	3
		제주도	동물위생시험소	0

나. 구제역 방역대책

(1) 긴급방역체계

(가) 한국

우리나라는 농림수산검역검사본부에서 관리하는 구제역긴급행동요령에 의하여 체계적으로 관리되고 있다.

(나) 미국

미국은 National Response Framework (NRF) 규정으로 국가기관이 어떻게 모든 위해요소에 반응해야 하는지를 안내하고 있고, 국가사고관리체계(National Incident Management system)에 의해 사고관리를 체계적으로 수행할 수 있는 가이드라인을 제공한다. 또한 APHIS에서 관리하는 긴급 대응방역대책 (Emergency Preparedness, Response & Management Systems)을 마련하고 주요 질병별 대응방역대책을 수립운영하고 있다. 따라서 구제역의 경우 『구제역 대응 방역대책(FMD Preparedness and Response Plan(PReP))』

에 따라 긴급방역을 실시한다.

농무부 산하 동식물검역청 수의국의 가축방역긴급관리선테(National Center for Animal Health Emergency Management, NCAHEM)에서 중앙관리하며, 주정부에서는 동물위생부서(State Animal Health)에서 방역 임무를 수행한다. 구제역 발생 시 국가동물위생 긴급관리체계(National Animal Health Emergency Management System)에 따라 발생농장에 대한 신속한 살처분 정책을 추진하며 사체의 처리는 소각, 매몰을 기본정책으로 하고 있다. 예방접종은 살처분/매몰이 현실적으로 불가능하다고 판단될 경우 연방정부의 최종 결정에 따라 이루어진다. 미국 내 구제역 발생 시 인근국가인 캐나다와 멕시코 가축위생당국과 긴밀한 협조 체계를 유지하며 이들 세 나라는 공동으로 구제역 항원백신을 비축하고 있다.

(다) 영국

영국은 외래성동물 질병 긴급방역대책(Contingency Plan for Exotic Disease of Animals)에 따라 긴급방역을 실시한다. Defra의 국가질병관리센터(National Disease Control Centre)에서 중앙 관리하며, 지방에서는 지역질병관리센터(Local Disease Control Centres)를 통하여 방역 임무를 수행한다. 구제역 발생 시 발생농장의 감수성 동물에 대한 살처분·매몰을 기본정책으로 채택하고 있으며 예방접종은 역학적 판단 등을 통하여 위험평가를 실시한 후 중앙정부에서 결정한다.

<Table. 4-8> 한국, 영국, 미국 및 일본의 구제역 방역정책 비교표

구 분	한 국	영 국	미 국	일 본
기본 정책	-살처분 · 매몰 -역학조사 후 예방 접종 결정	-살처분·매몰 -위험평가실시 후 예 방접종 결정	-살처분·매몰 -살처분 불가능 시 예방접종 결정	-살처분·매몰 -살처분으로 확산방지 가 어렵다고 판단시 예방접종
살처분 범위	-발생농장 -오염지역 -역학관계농장	-발생농장	-발생농장 -접촉농장	-발생농장
사체처리방법	-매몰·소각	-매몰·소각	-매몰·소각 * 48시간 이내 매 몰 완료 목표	-매몰 · 소각 * 진단 후 24시간 이 내 살처분, 72시간 이 내 매몰 원칙
예방접종	-살처분 우선 (각종 역학조사 결 과에 따라 필요 시 백신 접종)	-살처분 우선 (각종 역학조사 결 과에 따라 필요시 백신 접종/구제역 확진 후 5일 내 백 신실시 준비)	-살처분 우선 (살처분 · 매몰 불가능 시 백신접 종)	-살처분 우선 (이동제한만으로 확산 방지가 힘들 경우 백 신접종)

(라) 일본

일본은 구제역에 관한 특정가축전염병방역지침에 따라 긴급방역을 실시하며, 일본 농림수산성의 소비안전국 동물위생과에서 중앙관리하며 지방정부단위에서는 각 도도부현의 축산주무과에서 방역조치를 수행한다. 구제역 발생 시 발생농장에 대한 신속한 살처분·매몰을 기본정책으로 하며 예방접종은 살처분·매몰·이동제한 만으로 확산방지가 어렵다고 판단되는 경우에 시행한다.

(2) 방역지대 설정 및 해제

(가) 한국

한국은 주변 여러 국가에 구제역이 상재하고 있음에 따라 관심단계에서 심각단계까지 나누어 조치사항을 세분화하고 있으며 방역지대를 발생지, 위험지역, 경계지역 및 관리지역으로 구분하며 각각 발생농장이 소재한 마을 및 그 생활권, 3 km, 3-10 km 및 경계지역 밖의 발생농장이 소재한 시군 및 발생 시군과 연접한 시군을 그 범위로 설정하고 있다.

<Table. 4-9> 한국의 구제역 방역지대 및 이동제한 내역

구분	범위	이동제한(조치)내역
발생지	발생농장이 소재한 마을 및 동일한 생활권 (부락단위이나 지방 방역기관의 협의로 결정)	- 발생농장과 그 농장과 역학관계에 있는 농장
위험지역	3km 이내 (지형 등 역학정보상황에 따라 축소 또는 확대)	- 발생지(500m이내)내 우제류 농장의 임상검사결과 이상이 있을 경우
경계지역	3-10 km 이내 (지형 등 역학정보상황에 따라 축소 또는 확대)	
관리지역	경계지역 밖의 발생농장이 소재한 행정단위 및 연접한 행정단위	

현재 한국은 긴급하게 전 우제류 구제역 백신을 접종하고 있기 때문에 백신접종을 실시하는 경우와 그렇지 않은 경우를 나누어서 방역지대 해제여부를 결정한다. 기본 원칙은 백신을 실시하지 않는 경우에는 마지막 살처분이 끝나는 날부터 3주가 지난 후 경계지역의 임상검사와 혈청검사결과에서 이상이 없는 경우 경계지역은 해제하고 그 후 위험지역에 대하여 임상검사와 혈청검사결과에서 이상이 없는 경우 위험지역을 해제한다. 백신을 접종하는 경우에는 백신접종 후 1개월이 경과되고, 최근 3주간 발생이 없는 경우 경계지역의 임상검사와 혈청검사결과에서 이상이 없는 경우 경계지역을 해제하고, 그 이후 위험지역에 대하여 임상검사와 혈청검사결과에서 이상이 없는 경우 위험지역을 해제한다.

(나) 미국

미국의 방역지대는 크게 통제지역(Control Area)과 예찰지역(Surveillance Zone)으로 나누고 있으며 통제지역을 다시 감염지역(Infected Zone)과 완충지역(Buffering Zone)으로 나누고 있다. 감염지역은 구제역 발생농장에서 10 km 이내이며 역학정보 등 상황에 따라 축소 혹은 확대가 가능하고 이 지역의 경우에는 감수성 동물과 그 생산물의 반출입을 금지하고 감수성 동물의 유입을 금지하고 있으며 경우에 따라 사람의 이동도 제한하고 있다. 완충지역은 규정된 면적이 없으며 초기에는 감염농장 또는 접촉농장 소재 주로 설정하고, 감수성동물의 이동금지 및 농장과 도축장의 예찰, 혈청학적 예찰을 실시한다. 예찰지역은 통제지역 경계에서 10 km 이내 지역이며 신고 건에 한하여 조사하고 고위험 농가 및 도축장의 예찰을 실시한다.

<Table. 4-10> 미국의 구제역 방역지대 및 이동제한 내역

구분	범위	이동제한(조치)내역	
통제지역 (Control Area)	감염지역 (Infected Zone)	10km 이내 (역학정보 등 상황에 따라 축소 또는 확대 가능)	- 감수성 동물 · 생산물 반출금지 - 감수성 동물의 유입 금지
	완충지역 (Buffering Zone)	면적 규정 없음 (초기에는 감염농장 또는 접촉 농장 소재 주(State)로 설정)	- 감수성동물 이동금지 - 농장(14일 간격 2번) · 도축장 예찰, 혈청학적 예찰 실시
예찰지역 (Surveillance Zone)	통제지역 경계에서 10km 이내	- 신고 건에 대한 조사 - 고위험농가 · 도축장 예찰 실시	

최소 28일간 추가 발생이 없고, OIE 육상규약에 의한 예찰 결과 감염의 증거가 없을 시 방역지대를 해제한다.

(다) 영국

영국은 구제역 발생 시 그 방역지대를 보호지역과 예찰지역으로 설정하며 각각 발생농장에서 3 km이내와 10km 이내로 두고 있으며 보호구역내 감수성 동물의 이동금지 및 예찰 구역 내 농장 간 이동을 금지하고 있다.

보호 · 예찰지역 내 주요 통제 내용으로는 감염 위험 동물의 구역 내외 이동 제한 및 감염 위험 동물로부터 제조된 식품의 유통에 대한 조건을 설정하고 있으며 모든 감염 위험 동물에 대한 모니터링을 실시한다.

<Table. 4-11> 영국의 구제역 방역지대 및 이동제한 내역

구 분	범 위	이동제한(조치) 내역
보호지역(PZ)	3km 이내	- 보호구역내 이동금지
예찰지역(SZ)	10km 이내	- 예찰구역내 농장간 이동금지

보호구역내에서 세척·소독조치 완료 후 최소 15일 경과 및 구역 내 모든 감수성동물에 대한 예찰검사 결과 음성일 경우에 해제하며, 예찰구역의 경계지역에서 세척·소독조치 완료 후 최소 30일 경과 및 구역 내 모든 감수성 동물에 대한 예찰 검사 결과 음성일 때 방역지대를 해제한다.

(라) 일본

일본은 구제역 방역지대를 이동제한지역, 반출제한지역으로 설정하며 각각 10 km 이내와 20km 이내로 규정하고 있으나 이동제한지역의 경우 역학 정보를 분석하여 3-30 km 이내로 조정이 가능하며, 반출제한지역의 경우에도 그 범위를 10-50 km 사이로 조정이 가능하다.

<Table. 4-12> 일본의 구제역 방역지대 및 이동제한 내역

구 분	범 위	이동제한(조치) 내역
이동제한지역 (역학조사에 따라 조정 가능)	10km 이내 3~30km 이내 조정 가능	- 최초 발생 후 21일간 감수성 동물 이동 금지
반출제한지역 (발생상황·역학상황 고려로 조정가능)	20km 이내 10~50km 범위	- 최초 발생 후 21일간 다른 지역으로 우제류 이동 금지

이동제한지역 내 주요 통제 내용 살아있는 우제류 이동금지, 발생지 및 감염 우려가 높은 인접농장에서 착유된 생유와 가축사체는 물론 가축관리에 사용되는 기구나 가축의 부산물들 또한 이동금지하며 도축장과 가축시장을 폐쇄하고 가축을 이용한 대회 개최, 가축 인공수정 및 새로운 방목도 중지하게 된다. 이동제한구역 및 반출제한 구역 해제는 최종 발생 후 21일 이후 가능하다.

(3) 구제역 방역체계의 비교 분석결과

각국의 가축방역기관의 조직체계와 각국의 상황에 따라 긴급방역 정책을 달리하고 있으며 우리나라의 경우 백신정책을 병행함에 따라 2010년도에 구제역긴급행동지침을 만들었다. 또한 국가 재난형 질병의 발생을 대비하여 대통령으로부터 시작하여 검역검사본부를 중심으로 유관기관의 협조 체계를 명확히 하고 있는 것으로 보인다.

영국의 경우 구제역 하나에 초점을 두지 않고 외래성동물 질병 긴급방역대책 (Contingency Plan for Exotic Disease of Animals)을 통하여 자국에 문제가 될 수 있는 외래성 질병에 대한 긴급방역대책으로 발생 할지 모르는 신종질환에 대응하는 체계를 갖추고 있으며 이는 미국도 비슷한 입장이다. 특히 미국의 경우 중앙에서 마련된 긴급행동지침을 바탕으로 각 지자체가 지역에 합당한 지침을 따로 설정하여 활용하고 있다. 따라서 우리나라의 경우에도 국가 재난형 질병에 대한 긴급방역대책을 수립함은 물론 각 지자체 및 대단위 축산단지의 경우 자체적인 긴급행동지침을 마련하게 하고 위에서 하달하는 정책이 아닌 실제 현장에서 긴급하게 조치를 치할 수 있는 행동지침의 마련이 필요할 것이다.

다. 조류인플루엔자 방역정책

우리나라를 포함한 영국, 미국, 일본의 조류인플루엔자 긴급행동 요령을 분석한 결과 조류인플루엔자 발생 시 모든 나라는 기본적으로 살처분 및 매몰을 기본 정책으로 채택하고 있다. 그러나 예방접종을 실시하는 시기나 방법에는 다소간의 차이가 있는 것으로 보인다. 모든 나라가 살처분을 우선 선택하며, 한국은 여러 역학 사항을 감안하여 필요한 경우 백신접종을 결정하며, 영국의 경우에는 위험 평가를 실시한 후 예방접종을 하지만 질병확산이 이루어진다고 판단할 경우 긴급 백신 정책을 수립하고 있다. 미국은 살처분이 불가능하다고 판단할 경우 예방접종을 하며 일본은 이동제한 구역 내 여러 건이 발생하는 등 살처분으로 확산방지가 어렵다고 판단될 때 예방접종을 실시한다.

방역지대는 영국은 3 km와 10 km 범위 내를 각각 보호지역과 예찰지역으로 나누고 있고, 미국은 각각 감염지역과 예찰지역으로 구분하지만 자주 발생하는 주를 완충예찰지역으로 하고 있다. 이에 비해 일본은 10 km 범위 내를 이동제한 지역으로 하고 20 km 범위 내를 반출제한지역으로 구분하여 그 관리 범위가 훨씬 넓다. 한국의 경우에는 보다 세분화되어 500 m 내를 오염지역, 3 km 대를 위험지역, 10 km 범위 내를 경계지역으로 세분화하고 있다. 이는 우리나라의 가축사육 밀도와 가금 사육 농가의 밀집도와 관련이 있는 것으로 보인다.

살처분의 범위는 우리나라가 가장 넓은 지역을 채택하고 있는데 발생농장은 물론 오염지역과 역학관계농장을 포함한다. 이에 비해 영국과 일본은 발생농장에 한하고 있으며, 미국은 발생농장 및 접촉농장에 한하여 살처분 정책을 수립하고 있다.

<Table. 4-13> 조류인플루엔자의 방역지대 및 이동제한 내역

구 분	한 국	영 국	미 국	일 본
기본 정책	-살처분·매몰 -역학사항감안예 방접종결정	-살처분·매몰 -위험평가실시 예방접종	후 -살처분불가능 예방접종	-살처분·매몰 -살처분으로 확산 방지가 어렵다고 판단 시 예방접종
방역지대	-오염지역(500m) - 위 험 지 역 (500m~3km) - 경 계 지 역 (3~10km)	-보호지역(3km) -예찰지역(10km)	-감염지역(3km) -완충예찰지역(통 상발생주) -예찰지역(10km)	-이동제한지역 (10km) -반출제한지역 (20km)
살처분 범 위	-발생농장 -오염지역 -역학관계농장	-발생농장	-발생농장 -접촉농장(대부분)	-발생농장
사체처리 방법	-매몰·소각	-매몰·소각	-매몰·소각	-매몰·소각

2절. 가축전염병 예방법의 인지도에 관한 조사 결과

1. 조사 개요

가. 조사 목적 및 활용방안

최근 Well-Being 의식이 전 세계적으로 고조되는 추세에 편승하여 소비자들이 안전성이 입증된 무공해 축산물을 주요 식단으로 추구하는 경향이 계속 증가하고 있고, 한정된 공간에서 집약적이고 기업화된 축산업의 형태로 전환됨에 따라 발생하는 환경오염과 건강보건학적 문제들에 대한 관심과 규제가 국내외적으로 증가하고 있어, 가축질병 발생 초기 예방 및 관찰을 위한 축산 보건관리 시스템 구축이 필요하다.

본 조사는 가축전염병 발생 후 확산을 방지하기 위한 초기 방역시스템의 문제점 진단 및 대응 체계제시와 한국 지형에 적합한 가축 질병예방 및 확산 방지 모델을 적용하여 개선된 방역 정책 결정 매뉴얼을 제시하고, 현행 가축전염병 예방법 및 초기 가축방역 대응 시스템에 대한 현장 수준에서의 인식을 파악하는데 데 그 목적이 있다.

<Table. 4-14> 조사 설계

구분	가축전염병 방역 매뉴얼에 대한 인지도조사 조사 설계
1. 조사대상	■ 전국가축방역기관 및 전국축산농가
2. 조사방식	■ 숙련된 면접원에 의한 현장면접조사와 온라인 조사 병행
3. 표본추출	■ 편의추출
4. 유효표본	■ 210명
5. 조사기간	■ 2012년 5월 1일 - 6월 1일
6. 조사기관	■ 미래리서치

<Table. 4-15> 주요 조사 내용

구분	주요 조사내용
가축전염병 예방법 및 관련 법규 인지(농장주)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 병명이 불분명한 질병으로 인한 폐사 신고 경험 ■ 가축 전염병 질병 발생시 신고 경험 ■ 가축 전염병 걸린 가축 시설 및 기구 소독 여부 ■ 농장 및 마을 가축질병 관리수준 등급 부여 경험 ■ 자기 농장 법정전염병 발생으로 인한 이동제한 경험 ■ 근처 농장 법정전염병 발생으로 인한 이동제한 경험
가축전염병 예방법 및 관련 법규 인지(방역기관)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 병명이 불분명한 질병으로 인한 폐사 신고 접수 경험 ■ 가축 전염병 질병 발생 신고 접수 경험 ■ 가축질병 관리수준의 등급 판정 경험 ■ 법정 전염병 발생으로 인한 가축이동제한 조치 경험
가축전염병 근절 주체	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가축 전염병 근절 주체
가축전염병 지속 발생 원인	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가축전염병 지속적 발생 원인
새로운 가축전염병 발생 원인	<ul style="list-style-type: none"> ■ 새로운 가축전염병 발생 원인
가축전염병 예방법 관련	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가축전염병 분류 적절성 ■ 법정전염병 발생 시 법적 행동요령 차등화 필요성 ■ 가축전염병법에 살처분 및 보상지급 대상 질병 항목 추가 필요성 ■ 가축전염병법 중 제외 희망 질병
국가동물방역통합시스템 관련	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국가동물방역통합시스템 인지도 여부 ■ 국가동물방역통합시스템의 예방 도움 정도 ■ 가축전염병 방역업무 관련 기관 업무 협조체계 평가 ■ 가축 방역 업무 합리적 운영을 위한 법령 제정 필요성
가축전염병 관련 연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가축전염병 관련 각종 연구의 필요성

<Table. 4-16> 응답자 특성

	구 분	사례수 (명)
	전 체	210
연령별	20대	15
	30대	50
	40대	68
	50대	60
	60대 이상	17
직종별	방역기관 공무원	87
	축우 농가	54
	양돈 농가	38
	양계 농가	31
지역별	경기권	22
	강원권	32
	충청권	10
	경상권	59
	전라권	23
	제주권	64

가축전염병예방법의 인지도에 관한 설문지

안녕하십니까?

본 설문지는 농림수산물평가원에서 지원하는 “가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측모델 개발” 연구를 위하여 시행하는 것으로서 가축전염병예방법이 가축에서의 전염병 발생과 방역대책에 미치는 영향을 알아보기 위한 것으로서 향후 우리나라의 가축전염병예방 및 악성 가축질병 발생에 따른 방역정책 개선점을 마련하는 데 귀중한 자료가 될 것입니다. 감사합니다.

2012년 5월 일

제주대학교 수의과대학 손원근

I. 다음은 개인배경에 관한 질문입니다. 해당 란에 √표 해 주십시오.

1. 연령

- ① 20이하 ② 21~30 ③ 31~40 ④ 41~50 ⑤ 51~60 ⑥ 60이상

2. 직무 업종

- ① 중앙 공무원 ② 지방 공무원 ③ 축우(낙농포함) ④ 양돈 ⑤ 양계 ⑥ 기

타

3. 소재지

- ① 서울 ② 경기(인천) ③ 강원 ④ 충청북(대전)
⑤ 경남북(부산, 울산) ⑥ 전남북(광주) ⑦ 제주

II. 가축전염병예방법 및 관련 법규에 관한 일반적인 인지도에 관한 질문입니다. 해당 란에 √ 표 해 주십시오.

※ 다음은 가축을 사육하고 계신 농장주 및 관련 분들만 답해 주시기 바랍니다

(최근 3년이내; 4-9번 문항).

4. 병명이 분명하지 않은 질병으로 죽은 가축을 신고한 적이 있습니까?
 ① 항상한다 ② 가끔한다 ③ 안한다 ④ 발생한 적 없다.
5. 가축이 전염성 질병에 걸렸을 때 신고한 적이 있습니까?
 ① 항상한다 ② 가끔한다 ③ 안한다 ④ 발생한 적 없다.
6. 가축의 전염성 질병에 걸린 가축이 있던 **시설 및 기구를 소독**하십니까?
 ① 항상한다 ② 가끔한다 ③ 안한다 ④ 발생한 적 없다.
7. 농림수산식품부장관 또는 시·도지사로부터 귀하의 농장 혹은 마을이 **가축질병 관리수준의 등급을 부여받은** 적이 있습니까?
 ① 있다 ② 없다
8. 자기 농장에 **법정전염병이 발생하여 이동제한을 받은** 적이 있습니까?
 ① 있다 ② 없다
9. 근처 농장에 **법정전염병이 발생하여 이동제한을 받은** 적이 있습니까?
 ① 있다 ② 없다

※ 다음은 가축전염병 방역관련 기관에 근무하는 분들만 답해 주시기 바랍니다

(최근 3년이내; 10-13번 문항)

10. 병명이 분명하지 아니한 질병으로 죽은 가축을 신고 받은 적이 있습니까?

- ① 자주있다 ② 가끔있다 ③ 없다 ④ 발생한 적 없다.

11. 가축의 전염성 질병에 걸렸거나 걸렸다고 믿을 만한 임상증상이 있는 가축을 신고 받은 적이 있습니까?

- ① 자주있다 ② 가끔있다 ③ 없다 ④ 발생한 적 없다.

12. 귀하가 근무하는 지역에서 농림수산식품부장관 또는 시·도지사로부터 농장 혹은 마을이 가축질병 관리수준의 등급을 받은 곳이 있습니까?

- ① 있다 ② 없다 ③ 잘모름

13. 귀하가 근무하는 지역에서 법정 전염병의 발생으로 가축의 이동제한을 내린 적이 있습니까?

- ① 있다 ② 없다 ③ 잘모름

Ⅲ. 가축전염병 예방 및 근절과 관련된 질문입니다. 해당 란에 √표 해 주십시오.
(공통질문)

14. 가축전염병을 근절하기 위한 주체는 누구여야 한다고 생각합니까? (택 1)

- ① 농가 ② 중앙정부 ③ 지방자치단체 ④ 축산단체

15. 가축전염병이 없어지지 않고 계속되는 원인으로 각각의 항목들이 얼마나 중요하다고 생각하시나요?

구분	진혀 중요하 지않음 ①	별로 중요하 지 않음 ②	보통 ③	약간 중요 ④	매우 중요 ⑤
15-1. 사육두수증가					
15-2. 농장의 밀집화					
15-3. 사육자의 관심부족					
15-4. 전문수의사의 부족					
15-5. 정부차원의 지원부족					
15-6. 농가의 정부 의존도					
15-7. 농가의 예방의지 부족					
15-8. 전문가의 자리이동					
15-9. 방역조직간 협조 미흡					
15-10. 도로변 축산 농가					

16. 우리나라에서 발생하지 않던 새로운 질병이 발생하는 원인으로 각각의 항목들이 얼마나 영향을 주고 있다고 생각하시나요?

구분	진혀 영향 없음 ①	별로 영향 없음 ②	보통 ③	약간 영향 있음 ④	매우 영향 있음 ⑤
16-1. 외국인근로자의 증가					
16-2. 사육두수 증가					
16-3. 축산농가의 밀집화					
16-4. 외국여행 증가					
16-5. 농장 출입인의 증가					
16-6. 농장 소독 여부					
16-7. 예방백신 투여 결여					
16-8. 전문수의사의 부족					

17. 가축전염병 예방법에는 제1종부터 3종까지의 법정전염병이 있습니다. 현재의 법정전염병의 분류가 적절하다고 생각하십니까?

- ① 예 ② 아니오 ③ 잘모름

18. 제1종에서 제3종까지의 법정전염병 발생시 취해지는 이동제한 조치 등 법적 행동요령을 차등화할 필요가 있다고 생각하십니까?

- ① 예 ② 아니오 ③ 잘모름

19. 가축전염병 예방법에 살처분 및 보상지급 대상 질병 항목을 추가할 필요가 있다고 생각하십니까?

- ① 예 ② 아니오 ③ 잘모름

20. 현재 가축법정전염병 중 제외되어도 무방하다고 생각하는 질병과 그 이유를 적어주시면 감사하겠습니다.

예) 폐사율이 매우 낮은 질병, 국내에 이미 대부분 발생하는 질병 등

21. 농림수산검역검사본부에서는 국가동물방역통합시스템(KAHIS)을 운영하고 있습니다. 이 시스템을 이용하고 계십니까?

- ① 예 ② 아니오 ③ 잘모름

22. 국가동물방역통합시스템(KAHIS)이 가축전염병 예방에 도움이 된다고 생각하십니까?

- ① 전혀 도움 안됨 ② 별로 도움 안됨 ③ 보통 ④ 약간 도움 ⑤ 매우 도움

23. 우리나라는 가축 전염병의 방역업무를 원활하게 수행하기 위해 농림수산검역검사본부, 각 시도의 가축위생시험소, 가축방역위생지원본부가 있습니다. 이들 기관들의 협조체계가 잘 이루어지고 있다고 생각하십니까?

- ① 전혀 안됨 ② 별로 안됨 ③ 보통 ④ 약간 잘됨 ⑤ 매우 잘됨

24. 사람의 보건·환경에 관한 검사 및 연구업무를 합리적으로 운영하기 위한 “보건환경연구원법”이 있습니다. 가축의 방역 업무를 합리적으로 운영하기 위한 유사한 법령이 제정될 필요가 있다고 생각하십니까?

- ① 전혀 없음 ② 별로 없음 ③ 보통 ④ 약간 필요 ⑤ 매우 필요

(③, ④, ⑤를 답하신 분 중 어떤 법령이 필요한지 적어 주시겠습니까?)

25. 가축전염병 발생 차단과 예방을 위하여 다음의 “연구를 수행”한다면 어느 정도의 필요성이 있다고 생각하십니까?

- | | | | | | |
|---|---------|---------|------|---------|---------|
| 1) 구제역 등 가축에게만 발생해서 농가의 경제적 손실을 초래하는 질병 | ① 전혀 없음 | ② 별로 없음 | ③ 보통 | ④ 약간 필요 | ⑤ 매우 필요 |
| 2) 조류독감 등 가축에서 사람까지 위해를 가할 수 있는 질병 | ① 전혀 없음 | ② 별로 없음 | ③ 보통 | ④ 약간 필요 | ⑤ 매우 필요 |
| 3) 농장에서 만성적인 질병 | ① 전혀 없음 | ② 별로 없음 | ③ 보통 | ④ 약간 필요 | ⑤ 매우 필요 |
| 4) 동물성 식품에서 유래하는 식중독 | ① 전혀 없음 | ② 별로 없음 | ③ 보통 | ④ 약간 필요 | ⑤ 매우 필요 |
| 5) 가축 질병 발생 및 예방 예측 시스템 개발 | ① 전혀 없음 | ② 별로 없음 | ③ 보통 | ④ 약간 필요 | ⑤ 매우 필요 |
| 6) 청정 농장 유지를 위한 농가 선진화 | ① 전혀 없음 | ② 별로 없음 | ③ 보통 | ④ 약간 필요 | ⑤ 매우 필요 |

26. 기타 가축전염병이나 법에 관련하여 의견이 있으시면 적어주시기 바랍니다.

()
 ()
 ()

2.. 조사 결과 분석(농장주)

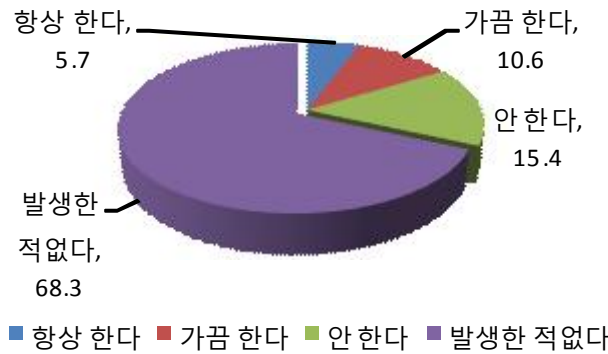
가. '불분명한 질병 원인 가축 폐사' 신고 경험

'불분명한 질병 원인 가축 폐사' 신고 경험 16.3%

불분명한 질병으로 인해 죽은 가축을 신고한 적이 있는가를 조사한 결과, 신고경험이 있는 농가는 16.3%인 것으로 조사됨.

신고 경험이 16.3%(항상 5.7% + 가끔 10.6%)이었고, 15.4%는 신고하지 않는다, 68.3%는 질병이 발생한 적이 없다고 응답함.

불분명한 질병원인 가축 폐사 신고 경험



- '항상 한다'는 응답은 축우농가(9.3%), 충청권(20.0%)과 전라권(20.0%)에서 많았고,
- '신고 안한다'는 응답은 양계농가(22.6%)와 충청권(60.0%)에서 많았음.

(단위 : 명, %)

		사례수	항상 한다	가끔 한다	안한다	발생한 적 없다	비고
전 체		123	5.7	10.6	15.4	68.3	
직종	축우농가	54	9.3	11.1	13.0	66.7	
	양돈농가	38	2.6	10.5	13.2	73.7	
	양계농가	31	3.2	9.7	22.6	64.5	
소재지	경기권	8	12.5	12.5	25.0	50.0	
	강원권	20	10.0	10.0	35.0	45.0	
	충청권	10	20.0	20.0	60.0		
	경상권	30		16.7	10.0	73.3	
	전라권	5	20.0	60.0		20.0	
	제주권	50	2.0		2.0	96.0	

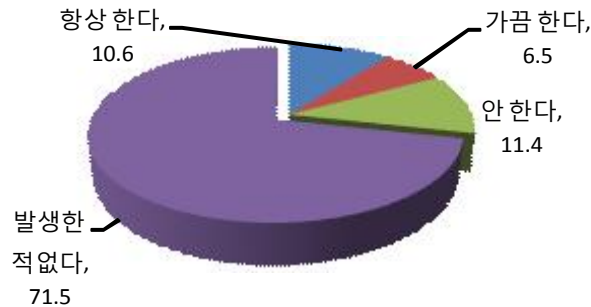
나. '가축전염병 발생'신고 경험

'가축전염병 발생 신고'경험 17.1%

가축 전염병 발생 시 신고한 적이 있는가를 조사한 결과, 신고경험이 있는 농가는 17.1%인 것으로 조사됨.

신고 경험이 17.1%(항상 10.6% + 가끔 6.5%)이었고, 11.4%는 신고하지 않는다, 71.5%는 질병이 발생한 적이 없다고 응답함.

가축전염병 발생 신고 경험



- '항상 한다'는 응답은 양계농가(16.1%), 충청권(50.0%)에서 많았고,
- '신고 안한다'는 응답은 양계농가(16.1%)와 전라권(60.0%)에서 많았음.

(단위 : 명, %)

		사례수	항상 한다	가끔 한다	안한다	발생한 적 없다	비고
전 체		123	10.6	6.5	11.4	71.5	
직종	축우농가	54	3.7	11.1	11.1	74.1	
	양돈농가	38	15.8	5.3	7.9	71.1	
	양계농가	31	16.1		16.1	67.7	
소재지	경기권	8	25.0		12.5	62.5	
	강원권	20		20.0	15.0	65.0	
	충청권	10	50.0		50.0		
	경상권	30	10.0		6.7	83.3	
	전라권	5		40.0	60.0		
	제주권	50	6.0	4.0		90.0	

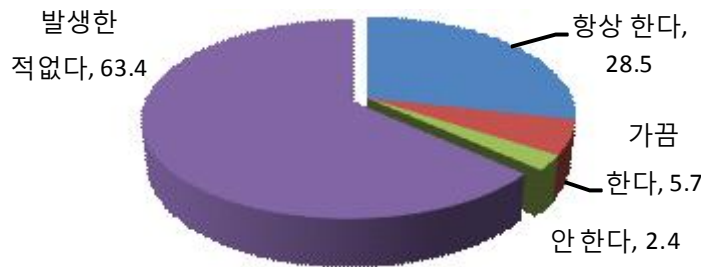
다. '질병 가축 이용 시설 및 기구 소독'여부

'질병 가축 이용 시설 및 기구 소독'34.2%

가축 전염병 질병에 걸린 가축이 있던 시설 및 기구를 소독하는가를 조사한 결과, '소독한다'는 농가는 34.2%인 것으로 조사됨.

소독 경험이 34.2%(항상 28.5% + 가끔 5.7%)이었고, 2.4%는 소독하지 않는다, 63.4%는 전염성 질병이 발생한 적이 없다고 응답함.

질병 가축 이용 시설 및 기구 소독 여부



- '항상 한다'는 응답은 양계농가(58.1%)와 충청권(90.0%)에서 많았고,
- '안한다'는 응답은 축우농가(3.7%), 전라권(20.0%)에서 다소 많았으며,
- '전염성 질병이 발생한 적이 없다'는 응답은 축우농가(75.9%), 제주권(84.0%)에서 많은 것으로 조사됨.

(단위 : 명, %)

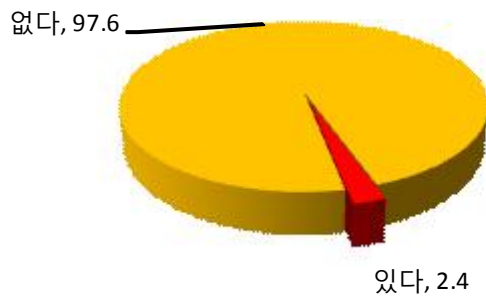
		사례수	항상 한다	가끔 한다	안한다	발생한 적 없다	비고
전 체		123	28.5	5.7	2.4	63.4	
직종	축우농가	54	9.3	11.1	3.7	75.9	
	양돈농가	38	31.6		2.6	65.8	
	양계농가	31	58.1	3.2		38.7	
소재지	경기권	8	50.0			50.0	
	강원권	20	20.0	10.0	5.0	65.0	
	충청권	10	90.0		10.0		
	경상권	30	30.0	6.7		63.3	
	전라권	5	20.0	60.0	20.0		
	제주권	50	16.0			84.0	

라. '가축질병 관리수준 등급 부여'경험

'가축질병 관리수준 등급 부여'경험 2.4%에 불과

농림수산식품부장관 또는 시·도지사로부터 농장 혹은 마을이 가축질병관리수준의 등급을 부여받은 적이 있는가를 조사한 결과, '부여 받은 적 있다'는 농가는 2.4%에 불과했고, 97.6%는 등급부여를 받은 적이 없는 것으로 응답함.

가축질병 관리수준 등급 부여 경험



- '부여 받은 적 있다'는 응답은 양돈농가(5.3%), 경기권(12.5%)에서 많았고,
- '부여 받은 적 없다'는 응답은 양계농가(100%), 강원권, 충청권, 전라권(100%)에서 많이 나타남.

(단위 : 명, %)

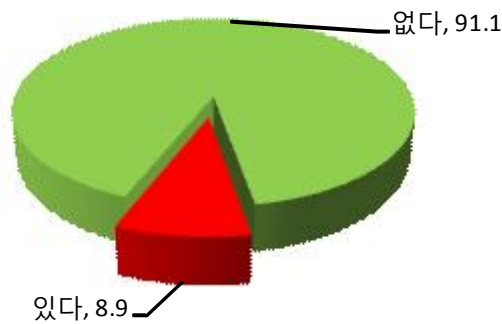
		사례수	부여 받은 적 있다	부여 받은 적 없다	비고
전 체		123	2.4	97.6	
직종	축우농가	54	1.9	98.1	
	양돈농가	38	5.3	94.7	
	양계농가	31		100.0	
소재지	경기권	8	12.5	87.5	
	강원권	20		100.0	
	충청권	10		100.0	
	경상권	30	3.3	96.7	
	전라권	5		100.0	
	제주권	50	2.0	98.0	

마. '자기 농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치'경험

'자기 농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치'경험 8.9%

자기 농장에 법정전염병이 발생하여 이동제한을 받은 적이 있는가를 조사한 결과, '이동 제한 조치 받은 적 있다'는 농가는 8.9%에 불과한 것으로 조사됨. 91.1%는 이동제한 조치를 받은 적이 없는 것으로 응답함.

자기농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치 경험



- '이동 제한 조치 받은 적 있다'는 응답은 양돈농가(15.8%)와 충청권(30.0%)에서 많았고,
- '조치 받은 적 없다'는 응답은 양계농가(100%), 전라권(100%)에서 많았음.

(단위 : 명, %)

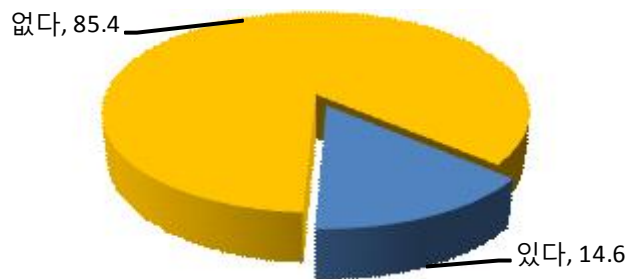
		사례수	조치 받은 적 있다	조치 받은 적 없다	비고
전 체		123	8.9	91.1	
직종	축우농가	54	9.3	90.7	
	양돈농가	38	15.8	84.2	
	양계농가	31		100.0	
소재지	경기권	8	12.5	87.5	
	강원권	20	15.0	85.0	
	충청권	10	30.0	70.0	
	경상권	30	3.3	96.7	
	전라권	5		100.0	
	제주권	50	6.0	94.0	

바. '근처 농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치'경험

'근처 농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치'경험 14.6%

근처 농장에 법정전염병이 발생하여 이동제한을 받은 적이 있는가를 조사한 결과, '이동 제한 조치 받은 적 있다'는 농가는 14.6%이고, 85.4%는 이동제한 조치를 받은 적이 없는 것으로 조사됨.

근처 농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치 경험



- '이동 제한 조치 받은 적 있다'는 응답은 양돈농가(18.4%)와 충청권(40.0%)에서 많았고,
- '조치 받은 적 없다'는 응답은 양계농가(90.3%), 전라권(100%)에서 많았음.

(단위 : 명, %)

		사례수	조치 받은 적 있다	조치 받은 적 없다	비고
전 체		123	14.6	85.4	
직종	축우농가	54	14.8	85.2	
	양돈농가	38	18.4	81.6	
	양계농가	31	9.7	90.3	
소재지	경기권	8	25.0	75.0	
	강원권	20	30.0	70.0	
	충청권	10	40.0	60.0	
	경상권	30	10.0	90.0	
	전라권	5		100.0	
	제주권	50	6.0	94.0	

3. 조사 결과 분석(방역기관)

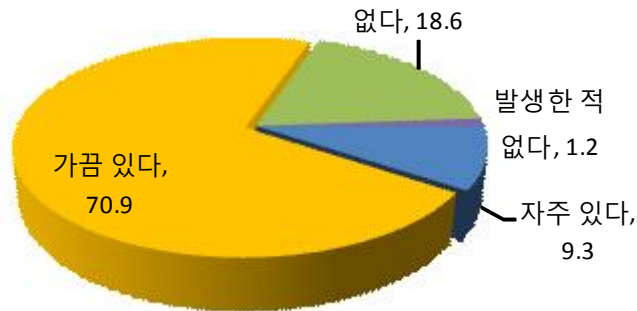
가. '불분명한 질병 원인 폐사' 신고접수 경험

'불분명한 질병 원인 폐사' 신고접수 경험 80.2%

불분명한 질병으로 인해 죽은 가축을 신고를 받은 적이 있는가를 조사한 결과, '신고 받은 경험이 있는 방역기관'은 80.2%인 것으로 조사됨.

신고 접수경험이 80.2%(자주 9.3% + 가끔 70.9%)이었고, 18.6%는 신고 접수 경험이 없다, 1.2%는 질병이 발생한 적이 없다고 응답함.

불분명한 질병원인 폐사 신고접수 경험



- '신고 접수를 자주 받는다'는 응답은 제주권(14.3%)과 경상권(13.8%)에서,
- '신고 접수를 가끔 받는다'는 응답은 경상권(86.2%)과 경기권(78.6%)에서,
- '신고 접수를 받은 적이 없다'는 응답은 제주권(35.7%)과 전라권(33.3%)에서 많이 나타남.

(단위 : 명, %)

		사례수	자주 있다	가끔 있다	없다	발생한 적 없다	비고
전 체		86	9.3	70.9	18.6	1.2	
소재지	경기권	14	7.1	78.6	14.3		
	강원권	11		72.7	27.3		
	경상권	29	13.8	86.2			
	전라권	18	5.6	61.1	33.3		
	제주권	14	14.3	42.9	35.7	7.1	

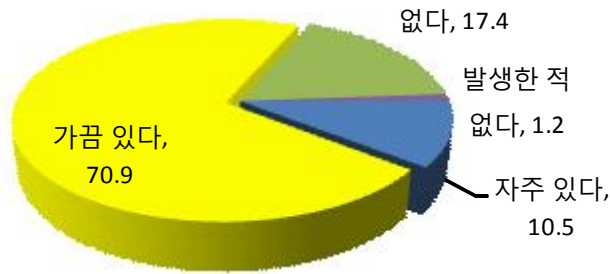
나. '가축전염병 발생'신고접수 경험

'가축전염병 발생 신고 접수'경험 81.4%

가축이 전염병에 걸렸거나 걸렸다고 믿을 만한 임상증상이 있는 가축을 신고 받은 적이 있는가를 조사한 결과, '신고 받은 경험이 있는 방역기관'은 81.4%인 것으로 조사됨.

신고 접수경험이 81.4%(자주 10.5% + 가끔 70.9%)이었고, 17.4%는 신고 접수 경험이 없다, 1.2%는 질병이 발생한 적이 없다고 응답함.

가축전염병 발생 신고신고 접수 경험



- '신고 접수를 자주 받는다'는 응답은 경기권(21.4%)에서 다소 많았고,
- '신고 접수를 가끔 받는다'는 응답은 강원권(90.9%)과 경상권(86.2%)에서 다소 많았으며,
- '신고 접수를 받은 적이 없다'는 응답은 제주권(42.9%)에서 많이 나타남.

(단위 : 명, %)

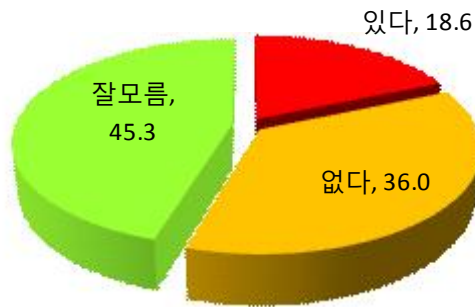
		사례수	자주 있다	가끔 있다	없다	발생한 적 없다	비고
전 체		86	10.5	70.9	17.4	1.2	
소재지	경기권	14	21.4	57.1	21.4		
	강원권	11		90.9	9.1		
	경상권	29	10.3	86.2	3.4		
	전라권	18	11.1	66.7	22.2		
	제주권	14	7.1	42.9	42.9	7.1	

다. 근무지역‘가축질병 관리수준 등급 부여’경험

근무지역‘가축질병 관리수준 등급 부여 경험’18.6%

농림수산식품부장관 또는 시·도지사로부터 농장 혹은 마을이 가축질병관리수준의 등급을 부여받은 농장이 있는가를 조사한 결과, ‘부여 받은 농장이 있다’는 기관은 18.6%이었고, ‘부여 받은 농장이 없다’는 36.0%, ‘잘 모르겠다’는 응답은 45.3%인 것으로 조사됨.

근무지역 가축질병 관리수준 등급 부여 경험



- ‘부여 받은 농장이 있다’는 응답은 전라권(27.8%)과 경상권(20.7%)에서 많았고,
- ‘잘 모르겠다’는 응답은 제주권(64.3%)에서 많이 나타남.

(단위 : 명, %)

		사례수	있다	없다	잘 모름	비고
전 체		86	18.6	36.0	45.3	
소재지	경기권	14	14.3	42.9	42.9	
	강원권	11	18.2	63.6	18.2	
	경상권	29	20.7	31.0	48.3	
	전라권	18	27.8	27.8	44.4	
	제주권	14	7.1	28.6	64.3	

라. 근무지역‘농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치’경험

근무지역‘농장 법정전염병 발생, 이동제한 조치’경험 94.2%

자신이 근무하는 지역에서 법정전염병이 발생하여 이동제한을 내린 적이 있는가를 조사한 결과, ‘이동제한 조치 한 적 있다’는 기관은 94.2%로 대부분의 지역에서 발생했던 것으로 조사됨. 2.3%는 조치 내린 적이 없는 것으로 응답함.

근무지역 법정전염병 발생, 이동제한 조치 경험



- ‘이동 제한 조치 내린 적 있다’는 응답은 경기권(100%)과 경상권(100%)에서 많았고,
- ‘조치 내린 적 없다’는 응답은 강원권(9.1%), 제주권(7.1%)에서 많이 나타남.

(단위 : 명, %)

		사례수	있다	없다	잘 모름	비고
전 체		86	94.2	2.3	3.5	
소재지	경기권	14	100.0			
	강원권	11	90.9	9.1		
	경상권	29	100.0			
	전라권	18	94.4		5.6	
	제주권	14	78.6	7.1	14.3	

4. 조사 결과 분석(공통)

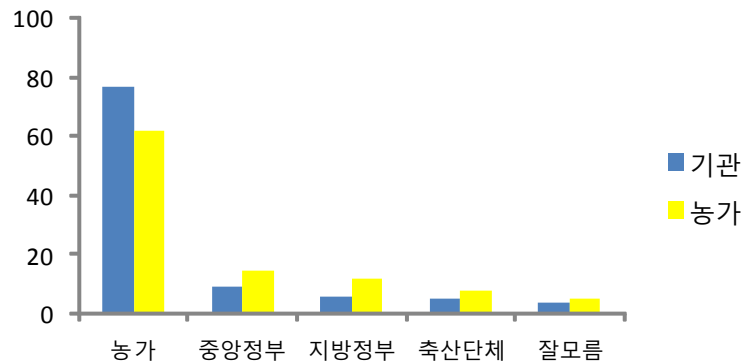
가. 가축전염병 근절 주체

가축전염병 근절 주체 '축산농가' 68.1%, 기관 77.0%, 농가 61.8%

가축전염병 근절주체로 '축산농가'(68.1%)를 가장 많이 꼽았음. 다음은 '중앙정부'(12.4%), '지방정부'(9.0%), '축산단체'(6.2%) 순으로 응답했고, '잘 모르겠다'는 응답은 4.3%로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 '축산농가' 77.0%, '중앙정부' 9.2%, '지방정부' 5.7% 순이었고,
- 축산농가 응답에서는 '축산농가' 61.8%, '중앙정부' 14.6%, '지방정부' 9.2% 순으로 나타남.

가축전염병 근절 주체



● 방역기관과 축산농가 간의 차이를 독립성 검정을 통해 분석한 결과, 유의확률 0.232로서 통계적으로 유의미한 차이는 보이지 않고 있음.

- '축산농가'를 근절 주체로 상정한 응답은 방역기관(77.0%), 양돈농가(76.3%), 경상권(76.3%)에서 많았고,
- '중앙정부'를 상정한 응답은 가축농가(14.6%), 축우농가(24.1%), 충청권(30.0%)에서 많은 것으로 조사됨.

(단위 : 명, %)

		사례수	농가	중앙정부	지방자치단체	축산단체	잘모름	비고
전 체		210	68.1	12.4	9.0	6.2	4.3	
구분	방역기관	87	77.0	9.2	5.7	4.6	3.4	
	가축농가	123	61.8	14.6	11.4	7.3	4.9	
업종	축우농가	54	53.7	24.1	13.0	1.9	7.4	
	양돈농가	38	76.3	2.6	10.5	10.5		
	양계농가	31	58.1	12.9	9.7	12.9	6.5	
소재지	경기관	22	68.2	13.6	13.6	4.5		
	강원권	32	53.1	21.9	6.3	3.1	15.6	
	충청권	10	40.0	30.0	20.0		10.0	
	경상권	59	76.3	8.5	5.1	6.8	3.4	
	전라권	23	65.2	13.0	8.7	8.7	4.3	
	제주권	64	73.4	7.8	10.9	7.8		

나. 가축전염병 지속 발생 원인별 중요성

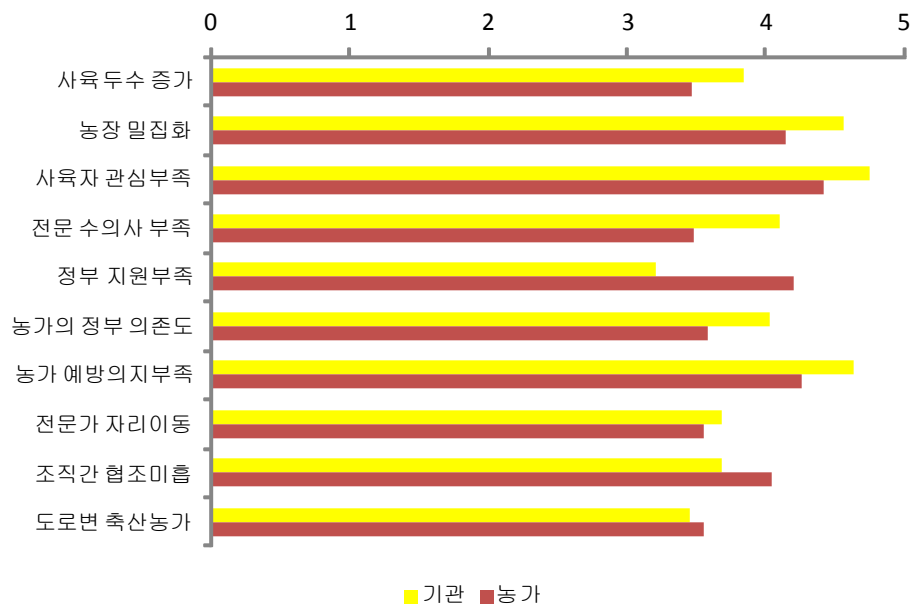
사육자 관심부족 > 농가예방의지 부족 > 농장 밀집화

가축전염병이 지속적으로 발생하는 중요한 원인으로 ‘사육자 관심부족’, ‘농가예방의지 부족’, ‘농장 밀집화’를 가장 많이 꼽았음.

- 방역기관 응답에서는 ‘사육자 관심부족’(4.75) > ‘농가예방의지 부족’(4.64) > ‘농장 밀집화’(4.57) 순으로 응답했고,

- 축산농가 응답에서는 ‘사육자 관심부족’(4.42) > ‘농가예방의지 부족’(4.26) > ‘정부 지원 부족’(4.21) 순으로 응답해, 방역기관과 농가의 의견이 약간 다른 것으로 조사됨.

가축전염병 지속발생 원인 중요성



- ‘사육자 관심부족’을 중요시 하는 응답은 방역기관(4.75), 양계농가(4.60), 충청권(4.80)에서 많았고,

- ‘농가 예방의지 부족’을 중시하는 응답은 방역기관(4.64), 양계농가(4.30), 충청권(4.90)에서 많았으며,

- ‘농장 밀집화’를 중시하는 응답은 방역기관(4.57), 양계농가(4.53), 경기권(4.77)에서 많은 것으로 조사됨.

● 방역기관과 가축농가 간의 의견 차이를 t-test로 검증한 결과, '전문가 자리이동' 항목과 '도로변의 축산농가' 항목에서만 차이가 없고, 다른 항목들에서는 통계적으로 유의미한 차이(95% 신뢰수준)를 보이고 있음.

(단위 : 5점 만점)

		사육두수 증가	농장 밀집화	사육자 관심부족	전문 수의사 부족	정부 지원부족	농가의 정부 의존도	농가 예방의지 부족	전문가 자리이동	조직간 협조미흡	도로변 축산농가
전 체		3.62	4.33	4.56	3.74	3.79	3.78	4.42	3.62	3.89	3.51
구분	방역기관	3.84	4.57	4.75	4.10	3.21	4.03	4.64	3.69	3.68	3.45
	가축농가	3.47	4.15	4.42	3.48	4.21	3.59	4.26	3.56	4.04	3.55
	통계검증 (p)	.028	.001	.002	.000	.000	.002	.001	.394	.004	.483
업종	축우농가	3.54	4.02	4.42	3.35	4.23	3.60	4.27	3.54	3.98	3.63
	양돈농가	3.11	4.03	4.27	3.38	4.16	3.54	4.22	3.69	3.97	3.49
	양계농가	3.80	4.53	4.60	3.83	4.23	3.63	4.30	3.43	4.24	3.48
소재지	경기권	3.82	4.77	4.67	3.95	3.33	3.95	4.76	3.48	3.91	3.67
	강원권	3.52	4.17	4.66	4.17	4.10	4.10	4.48	3.96	4.10	3.97
	충청권	3.40	4.40	4.80	4.50	4.90	4.20	4.90	3.50	4.50	3.89
	경상권	3.86	4.44	4.66	3.76	3.58	3.75	4.45	3.60	3.95	3.41
	전라권	3.91	4.57	4.57	3.83	3.43	4.04	4.43	3.61	3.50	3.39
	제주권	3.30	4.05	4.34	3.31	3.94	3.44	4.17	3.54	3.77	3.33

※ 사육자 관심부족(4.56) > 농가예방의지 부족(4.42) > 농장 밀집화(4.33)

(1) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 사육두수 증가

가축전염병 지속발생 원인 - 사육두수 증가 3.62점, 기관 3.84점, 농가 3.47점

사육두수 증가가 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 물은 결과, 5점 만점에서 평균 3.62점으로 인식되고 있음.

• 방역기관 응답에서는 3.84점이었고, 축산농가 응답에서는 3.47점으로 가축농가 보다는 방역기관에서 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.

- 사육두수 증가가 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 양계농가(3.80)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		6.3	14.1	17.0	36.4	26.2	3.62
구분	방역기관	3.5	7.0	19.8	41.9	27.9	3.84
	가축농가	8.3	19.2	15.0	32.5	25.0	3.47
업종	축우농가	3.8	21.2	17.3	32.7	25.0	3.54
	양돈농가	13.2	26.3	15.8	26.3	18.4	3.11
	양계농가	10.0	6.7	10.0	40.0	33.3	3.80

(2) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 농장 밀집화

가축전염병 지속발생 원인 - 농장 밀집화 4.33점, 기관 4.57점, 농가 4.15점

농장밀집화가 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.33점으로서 매우 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.57점이었고, 축산농가 응답에서는 4.15점으로 가축농가 보다는 방역기관에서 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 농장밀집화가 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가(4.53)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		1.0	4.8	7.7	33.3	53.1	4.33
구분	방역기관		2.3	2.3	31.0	64.4	4.57
	가축농가	1.7	6.7	11.7	35.0	45.0	4.15
업종	축우농가	1.9	9.6	15.4	30.8	42.3	4.02
	양돈농가	2.6	7.9	10.5	42.1	36.8	4.03
	양계농가			6.7	33.3	60.0	4.53

(3) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 사육자 관심부족

가축전염병 지속발생 원인 - 사육자 관심부족 4.56점, 기관 4.75점, 농가 4.42점

사육자 관심부족이 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.56점으로서 매우 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.75점이었고, 축산농가 응답에서는 4.42점으로 가축농가 보다는 방역기관에서 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 사육자 관심부족이 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가 (4.60)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체			2.9	8.3	18.9	69.9	4.56
구분	방역기관			5.7	13.8	80.5	4.75
	가축농가		5.0	10.1	22.7	62.2	4.42
업종	축우농가		3.8	11.5	23.1	61.5	4.42
	양돈농가		8.1	10.8	27.0	54.1	4.27
	양계농가		3.3	6.7	16.7	73.3	4.60

(4) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 전문수의사 부족

가축전염병 지속발생 원인 - 전문수의사 부족 3.74점, 기관 4.10점, 농가 3.48점

전문수의사 부족이 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 3.74점으로서 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.10점이었고, 축산농가 응답에서는 3.48점으로 가축농가 보다는 방역기관에서 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 전문수의사 부족이 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가 (3.83)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		2.4	9.2	29.6	29.1	29.6	3.74
구분	방역기관			27.6	34.5	37.9	4.10
	가축농가	4.2	16.0	31.1	25.2	23.5	3.48
업종	축우농가	3.8	25.0	26.9	21.2	23.1	3.35
	양돈농가	8.1	8.1	37.8	29.7	16.2	3.38
	양계농가		10.0	30.0	26.7	33.3	3.83

(5) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 정부지원 부족

가축전염병 지속발생 원인 - 정부지원 부족 3.79점, 기관 3.21점, 농가 4.21점

정부자원의 지원 부족이 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 물은 결과, 5점 만점에서 평균 3.79점으로서 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 3.21점이었으나, 축산농가 응답에서는 4.21점으로 가축농가가 방역기관 보다 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 정부차원의 지원 부족이 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 축우농가(4.23)와 양계농가(4.23)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		2.9	8.3	26.7	31.6	30.6	3.79
구분	방역기관	6.9	16.1	36.8	29.9	10.3	3.21
	가축농가		2.5	19.3	32.8	45.4	4.21
업종	축우농가		1.9	23.1	25.0	50.0	4.23
	양돈농가		5.4	10.8	45.9	37.8	4.16
	양계농가			23.3	30.0	46.7	4.23

(6) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 농가의 정부의존도

가축전염병 지속발생 원인 - 농가의 정부의존도 3.74점, 기관 4.10점, 농가 3.48점

농가의 정부의존도가 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 물

은 결과, 5점 만점에서 평균 3.78점으로서 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.03점이었고, 축산농가 응답에서는 3.59점으로 가축농가 보다는 방역기관에서 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.

- 농가의 정부의존도가 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가 (3.63)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		1.0	10.2	30.1	27.7	31.1	3.78
구분	방역기관	2.3	6.9	18.4	29.9	42.5	4.03
	가축농가		12.6	38.7	26.1	22.7	3.59
업종	축우농가		15.4	34.6	25.0	25.0	3.60
	양돈농가		13.5	37.8	29.7	18.9	3.54
	양계농가		6.7	46.7	23.3	23.3	3.63

(7) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 농가 예방의지 부족

가축전염병 지속발생 원인 - 농가 예방의지 부족 4.42점, 기관 4.64점, 농가 4.26점

농가의 예방의지 부족이 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.42점으로서 매우 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.64점이었고, 축산농가 응답에서는 4.26점으로 가축농가 보다는 방역기관에서 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.

- 농가의 예방의지 부족이 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 양계농가 (4.30)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체			2.9	12.7	23.9	60.5	4.42
구분	방역기관			8.1	19.8	72.1	4.64
	가축농가		5.0	16.0	26.9	52.1	4.26
업종	축우농가		3.8	17.3	26.9	51.9	4.27
	양돈농가		8.1	13.5	27.0	51.4	4.22
	양계농가		3.3	16.7	26.7	53.3	4.30

(8) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 전문가 자리아동

가축전염병 지속발생 원인 - 전문가 자리아동 3.62점, 기관 3.69점, 농가 3.56점

전문가의 자리아동이 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻는 결과, 5점 만점에서 평균 3.62점으로서 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 3.69점이었고, 축산농가 응답에서는 3.56점으로 가축농가 보다는 방역기관에서 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 전문가의 자리아동이 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 양돈농가(3.69)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		2.5	12.3	31.5	28.6	25.1	3.62
구분	방역기관	2.3	8.0	33.3	31.0	25.3	3.69
	가축농가	2.6	15.5	30.2	26.7	25.0	3.56
업종	축우농가	2.0	20.0	26.0	26.0	26.0	3.54
	양돈농가	2.8	8.3	33.3	27.8	27.8	3.69
	양계농가	3.3	16.7	33.3	26.7	20.0	3.43

(9) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 조직간 협조 미흡

가축전염병 지속발생 원인 - 조직간 협조부족 3.62점, 기관 3.69점, 농가 3.56점

방역조직간 협조 미흡이 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 3.89점으로서 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 3.68점이었고, 축산농가 응답에서는 4.04점으로 가축농가가 방역기관 보다 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 방역조직간 협조 미흡이 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가(4.24)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점 만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		0.5	5.4	28.3	36.6	29.3	3.89
구분	방역기관		2.3	43.7	37.9	16.1	3.68
	가축농가	0.8	7.6	16.9	35.6	39.0	4.04
업종	축우농가	2.0	11.8	11.8	35.3	39.2	3.98
	양돈농가		2.6	28.9	36.8	31.6	3.97
	양계농가		6.9	10.3	34.5	48.3	4.24

(10) 가축전염병 지속 발생원인 중요성 - 도로변 축산농가

가축전염병 지속발생 원인 - 도로변 축산농가 3.51점, 기관 3.45점, 농가 3.55점

도로변 축산농가가 가축전염병이 지속적으로 발생하는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 3.51점으로서 어느 정도는 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 3.45점이었고, 축산농가 응답에서는 3.55점으로 가축농가와 방역기관이 비슷한 의견을 갖고 있음.
- 도로변 축산농가가 중요한 전염병 발생 원인으로 인식하는 응답은 축우농가(3.63)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 중요하지 않음	별로 중요하지 않음	보통	약간 중요	매우 중요	평균
전 체		2.4	14.6	31.2	33.2	18.5	3.51
구분	방역기관		13.8	39.1	35.6	11.5	3.45
	가축농가	4.2	15.3	25.4	31.4	23.7	3.55
업종	축우농가	1.9	19.2	23.1	25.0	30.8	3.63
	양돈농가	5.4	10.8	32.4	32.4	18.9	3.49
	양계농가	6.9	13.8	20.7	41.4	17.2	3.48

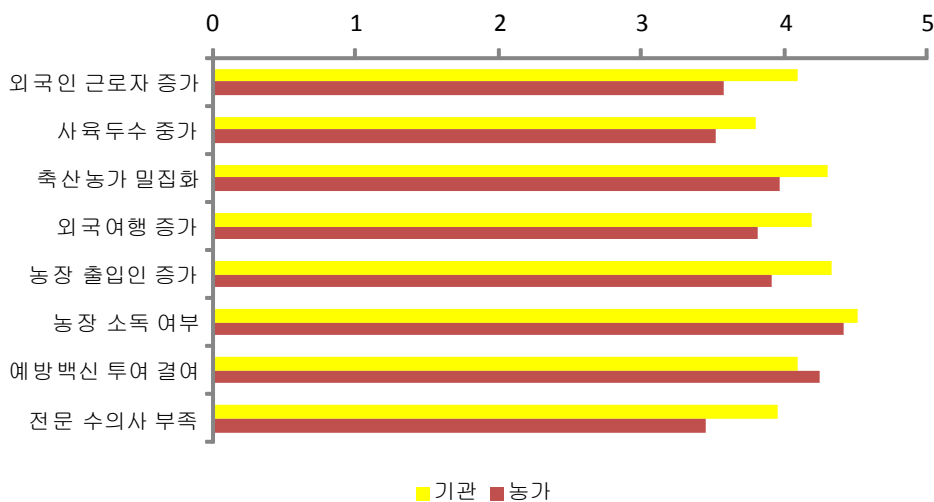
다. 새로운 가축전염병 발생 원인별 중요도

농장소독 여부 > 예방백신 투여결여 > 농장밀집화

가축전염병이 새롭게 발생하는 중요한 원인으로 ‘농장 소독여부’, ‘예방백신 투여결여’, ‘농장 밀집화’를 가장 많이 꼽았음.

- 방역기관 응답에서는 ‘농장 소독여부’(4.52) > ‘농장출입인 증가’(4.34) > ‘농장 밀집화’(4.30) 순으로 응답했고,
- 축산농가 응답에서는 ‘농장 소독여부’(4.42) > ‘예방백신 투여결여’(4.25) > ‘농장 밀집화’(3.97) 순으로 응답해, 방역기관과 농가의 의견이 약간 다른 것으로 조사됨.

새로운 가축전염병 발생 원인 중요도



- ‘농장 소독여부’를 중요시 하는 응답은 방역기관(4.52), 양계농가(4.52), 충청권(5.00)에서 많았고,
- ‘예방백신 투여결여’를 중시하는 응답은 가축농가(4.25), 양돈농가(4.33), 강원권(4.41)에서 많았으며,
- ‘농장 밀집화’를 중시하는 응답은 방역기관(4.30), 양계농가(4.13), 경기권(4.41)에서 많은 것으로 조사됨.

● 방역기관과 가축농가 간의 의견 차이를 t-test로 검증한 결과, '사육두수 증가'와 '농장 소독 여부', '예방백신 투여결여', '전문수의사 부족' 항목에서는 차이를 보이지 않고 있으나, '외국인 근로자 증가'와 '축산농가 밀집화', '외국여행 증가', '농장 출입인 증가', '전문수의사 부족' 항목에서는 통계적으로 유의미한 차이(95% 신뢰수준)를 보이고 있음.

(단위 : 5점 만점)

		외국인 근로자 증가	사육두수 증가	축산농가 밀집화	외국여행 증가	농장 출입인 증가	농장 소독 여부	예방백신 투여 결여	전문 수의사 부족
전 체		3.79	3.64	4.11	3.97	4.09	4.46	4.19	3.66
구분	방역기관	4.09	3.80	4.30	4.19	4.34	4.52	4.09	3.95
	가축농가	3.58	3.52	3.97	3.81	3.92	4.42	4.25	3.45
	통계검증 (p)	.001	.089	0.023	.006	.001	.375	.246	.036
업종	축우농가	3.65	3.69	3.98	3.98	3.87	4.35	4.21	3.37
	양돈농가	3.25	3.19	3.84	3.69	3.89	4.43	4.33	3.53
	양계농가	3.83	3.63	4.13	3.67	4.03	4.52	4.23	3.48
소재지	경기관	4.33	3.71	4.41	4.33	4.64	4.68	4.14	3.90
	강원권	4.00	3.74	4.11	4.21	3.86	4.45	4.41	3.90
	충청권	3.78	3.33	3.89	4.22	4.22	5.00	4.11	4.00
	경상권	3.97	4.00	4.25	3.95	4.24	4.53	4.17	3.56
	전라권	3.83	3.87	4.39	4.13	4.17	4.35	4.17	3.65
	제주권	3.36	3.20	3.81	3.67	3.83	4.28	4.13	3.52

※ 농장소독여부(4.46) > 예방백신 투여결여 (4.19) > 축산농가밀집화(4.11) > 농장 출입인 증가(4.09)

(1) 새로운 질병발생 원인 중요성 - 외국인근로자 증가

새로운 질병 발생원인 - 외국인근로자 증가 3.79점, 기관 4.09점, 농가 3.58점

외국인근로자 증가가 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 3.79점으로서 어느 정도는 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.09점이었고, 축산농가 응답에서는 3.58점으로 가축농가 보다

방역기관이 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.

- 외국인근로자 증가가 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 양계농가(3.83)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		3.4	11.3	19.1	34.8	31.4	3.79
구분	방역기관		2.3	20.9	41.9	34.9	4.09
	가축농가	5.9	17.8	17.8	29.7	28.8	3.58
업종	축우농가	7.7	19.2	9.6	26.9	36.5	3.65
	양돈농가	5.6	25.0	25.0	27.8	16.7	3.25
	양계농가	3.3	6.7	23.3	36.7	30.0	3.83

사육두수 증가가 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 3.64점으로 어느 정도는 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 3.80점이었고, 축산농가 응답에서는 3.52점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 사육두수 증가가 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 축우농가(3.69)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		4.9	13.8	20.7	33.5	27.1	3.64
구분	방역기관		10.5	25.6	37.2	26.7	3.80
	가축농가	8.5	16.2	17.1	30.8	27.4	3.52
업종	축우농가	5.9	13.7	19.6	27.5	33.3	3.69
	양돈농가	11.1	25.0	13.9	33.3	16.7	3.19
	양계농가	10.0	10.0	16.7	33.3	30.0	3.63

(2) 새로운 질병발생 원인 중요성 - 축산농가 밀집화

새로운 질병 발생원인 - 축산농가 밀집화 4.11점, 기관 4.30점, 농가 3.97점

축산농가 밀집화가 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 물은 결과, 5점 만점에서 평균 4.11점으로서 매우 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.30점이었고, 축산농가 응답에서는 3.97점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 축산농가 밀집화가 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가(4.13)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		3.4	3.4	16.1	32.7	44.4	4.11
구분	방역기관	1.2	1.2	12.8	36.0	48.8	4.30
	가축농가	5.0	5.0	18.5	30.3	41.2	3.97
업종	축우농가	5.8	3.8	17.3	32.7	40.4	3.98
	양돈농가	2.7	10.8	18.9	35.1	32.4	3.84
	양계농가	6.7		20.0	20.0	53.3	4.13

(3) 새로운 질병발생 원인 중요성 - 외국여행 증가

새로운 질병 발생원인 - 외국여행 증가 3.97점, 기관 4.19점, 농가 3.81점

외국여행 증가가 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 물은 결과, 5점 만점에서 평균 3.97점으로서 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.19점이었고, 축산농가 응답에서는 3.81점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 외국여행 증가가 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 축우농가(3.98)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		1.5	6.4	20.1	37.7	34.3	3.97
구분	방역기관	1.2	1.2	19.8	33.7	44.2	4.19
	가축농가	1.7	10.2	20.3	40.7	27.1	3.81
업종	축우농가	1.9	11.5	11.5	36.5	38.5	3.98
	양돈농가	2.8	11.1	16.7	52.8	16.7	3.69
	양계농가		6.7	40.0	33.3	20.0	3.67

(4) 새로운 질병발생 원인 중요성 - 농장출입인 증가

새로운 질병 발생원인 - 농장출입인 증가 4.09점, 기관 4.34점, 농가 3.92점

농장출입인 증가가 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.09점으로서 매우 중요하게 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.34점이었고, 축산농가 응답에서는 3.92점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 농장출입인 증가가 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가(4.03)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		0.5	4.9	16.1	42.0	36.6	4.09
구분	방역기관			14.0	38.4	47.7	4.34
	가축농가	0.8	8.4	17.6	44.5	28.6	3.92
업종	축우농가	1.9	7.7	15.4	51.9	23.1	3.87
	양돈농가		10.8	16.2	45.9	27.0	3.89
	양계농가		6.7	23.3	30.0	40.0	4.03

(5) 새로운 질병발생 원인 중요성 - 농장소독 여부

새로운 질병 발생원인 - 농장소독 여부 4.46점, 기관 4.52점, 농가 4.42점

농장소독 여부가 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.46점으로서 가장 중요한 원인으로 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.52점이었고, 축산농가 응답에서는 4.42점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 농장소독 여부가 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양계농가(4.52)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		1.0	1.0	10.7	25.9	61.5	4.46
구분	방역기관			9.4	29.4	61.2	4.52
	가축농가	1.7	1.7	11.7	23.3	61.7	4.42
업종	축우농가	1.9	3.8	11.5	23.1	59.6	4.35
	양돈농가			16.2	24.3	59.5	4.43
	양계농가	3.2		6.5	22.6	67.7	4.52

(6) 새로운 질병발생 원인 중요성 - 예방백신 투여결여

새로운 질병 발생원인 - 예방백신 투여결여 4.19점, 기관 4.09점, 농가 4.25점

예방백신 투여 결여가 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.19점으로서 매우 중요한 원인으로 인식되고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.09점이었고, 축산농가 응답에서는 4.25점으로 가축농가가 방역기관 보다 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.
- 예방백신 투여 결여가 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양돈농가 (4.33)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		1.0	5.4	17.1	27.3	49.3	4.19
구분	방역기관	1.2	4.7	20.9	30.2	43.0	4.09
	가축농가	0.8	5.9	14.3	25.2	53.8	4.25
업종	축우농가	1.9	3.8	15.4	28.8	50.0	4.21
	양돈농가		2.8	13.9	30.6	52.8	4.33
	양계농가		12.9	12.9	12.9	61.3	4.23

(7) 새로운 질병발생 원인 중요성 - 전문수의사 부족

새로운 질병 발생원인 - 전문수의사 부족 3.66점, 기관 3.95점, 농가 3.45점

전문수의사 부족이 새로운 가축전염병을 발생시키는데 얼마나 중요한 원인인지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 3.66점으로서 가장 중요한 원인으로 인식되고 있음.

• 방역기관 응답에서는 3.95점이었고, 축산농가 응답에서는 3.45점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 원인으로 인식하고 있음.

• 전문수의사 부족이 새로운 질병발생 원인으로 인식하는 응답은 특히, 양돈농가(3.53)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 영향 없음	별로 영향 없음	보통	약간 영향 있음	매우 영향 있음	평균
전 체		2.4	9.8	33.2	28.8	25.9	3.66
구분	방역기관		4.7	29.1	32.6	33.7	3.95
	가축농가	4.2	13.4	36.1	26.1	20.2	3.45
업종	축우농가	3.8	17.3	38.5	19.2	21.2	3.37
	양돈농가	2.8	11.1	33.3	36.1	16.7	3.53
	양계농가	6.5	9.7	35.5	25.8	22.6	3.48

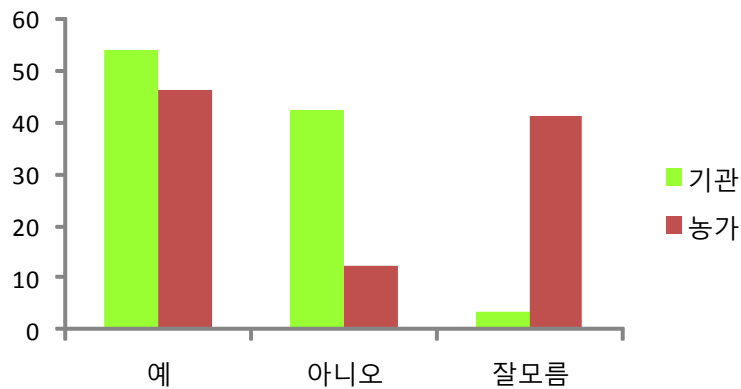
라. 법정전염병 분류 적절성

현행 가축 법정전염병 분류 적절, 49.5%, 기관 54.0%, 농가 46.3%

가축전염병 예방법에는 제1종부터 3종까지의 법정전염병이 있는데, 현행 법정전염병 분류가 적절한지를 조사한 결과, ‘적절하다’는 응답은 49.5%, ‘부적절하다’는 의견은 24.8%이고, ‘잘 모르겠다’는 의견이 25.7%인 것으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘적절’ 54.0%, ‘부적절’ 42.5%, ‘잘 모름’ 3.4%이었으나,
- 축산농가 응답에서는 ‘적절’ 46.3%, ‘부적절’ 12.2%, ‘잘 모름’ 41.5% 인 것으로 나타나, 기관과 농가 간에 큰 차이를 보이고 있음.

현행 가축 법정전염병 분류 적절성



● 방역기관과 축산농가 간의 차이를 독립성 검정을 통해 분석한 결과, 유의확률 0.000 으로서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있음.

- ‘법정 전염병 분류가 적절하다’는 응답은 방역기관(54.0%), 양계농가(58.1%), 경상권(62.7%)에서 많았고,
- ‘적절하지 않다’는 응답은 방역기관(42.5%), 축우농가(16.7%), 경기권(40.9%)에서 많았으며,
- ‘잘 모르겠다’는 응답은 가축농가(41.5%), 양돈농가(44.7%), 충청권(80.0%)에서 많은 것으로 조사됨.

(단위 : 명, %)

		사례수	적절하다	부적절하다	잘 모름	비고
전 체		210	49.5	24.8	25.7	
구분	방역기관	87	54.0	42.5	3.4	
	가축농가	123	46.3	12.2	41.5	
업종	축우농가	54	40.7	16.7	42.6	
	양돈농가	38	44.7	10.5	44.7	
	양계농가	31	58.1	6.5	35.5	
소재지	경기권	22	54.5	40.9	4.5	
	강원권	32	43.8	34.4	21.9	
	충청권	10	20.0		80.0	
	경상권	59	62.7	23.7	13.6	
	전라권	23	56.5	30.4	13.0	
	제주권	64	40.6	17.2	42.2	

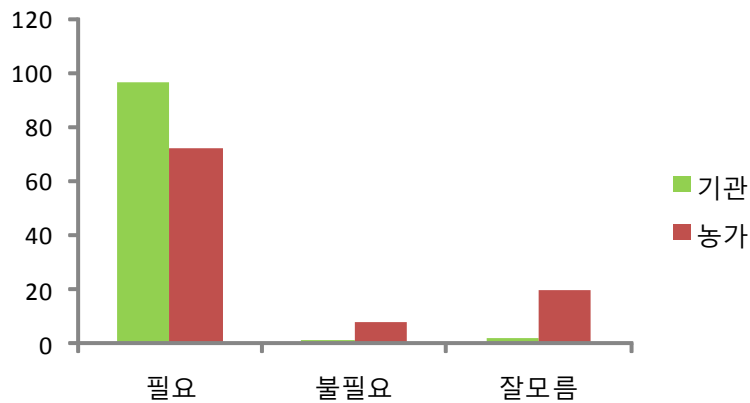
마. 법정전염병 발생시 법적 행동요령 차별화 필요성

법적 행동요령 차별화 필요 82.4%, 기관 96.6%, 농가 72.4%

가축전염병상 제1종부터 3종까지의 법정전염병 발생 시 이동제한 조치 등 법적 행동요령을 차등화 할 필요성이 있는지를 조사한 결과, ‘필요하다’는 응답은 82.4%, ‘불필요하다’는 의견은 5.2%이고, ‘잘 모르겠다’는 의견이 12.4%인 것으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘필요’ 96.6%, ‘불필요’ 1.4%, ‘잘 모름’ 2.3%이었으나,
- 축산농가 응답에서는 ‘필요’ 72.4%, ‘불필요’ 8.1%, ‘잘 모름’ 19.5% 인 것으로 나타나, 기관과 농가 간에 큰 차이를 보이고 있음.

법적 행동요령 차별화 필요성



● 방역기관과 축산농가 간의 차이를 독립성 검정을 통해 분석한 결과, 유의확률 0.000 으로서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있음.

- ‘법정 행동요령 차등화가 필요하다’는 응답은 방역기관(96.6%), 양계농가(77.4%), 전라권(95.7%)에서 많았고,
- ‘불필요 하다’는 응답은 가축농가(8.1%), 양계농가(12.9%), 강원권(18.8%)에서 많았으며,
- ‘잘 모르겠다’는 응답은 가축농가(19.5%), 양돈농가(26.3%), 충청권(50.0%)에서 많은 것으로 조사됨.

(단위 : 명, %)

		사례수	필요하다	불필요하다	잘 모름	비고
전 체		210	82.4	5.2	12.4	
구분	방역기관	87	96.6	1.1	2.3	
	가축농가	123	72.4	8.1	19.5	
업종	축우농가	54	70.4	9.3	20.4	
	양돈농가	38	71.1	2.6	26.3	
	양계농가	31	77.4	12.9	9.7	
소재지	경기관	22	90.9		9.1	
	강원권	32	65.6	18.8	15.6	
	충청권	10	50.0		50.0	
	경상권	59	91.5	3.4	5.1	
	전라권	23	95.7	4.3		
	제주권	64	79.7	3.1	17.2	

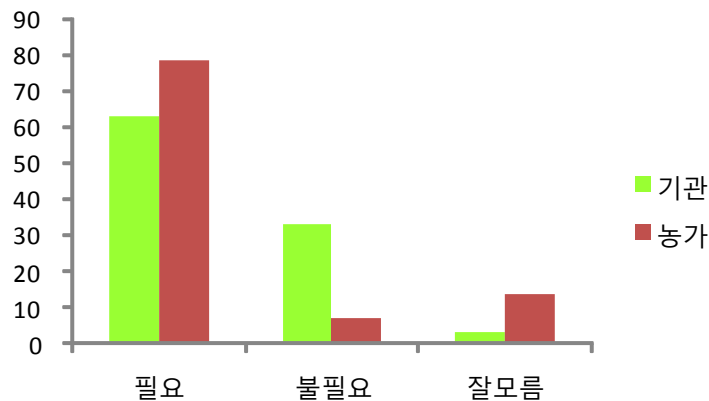
바. 가축전염병예방법에 살처분 및 보상지급 대상 질병 항목 추가 필요성

살처분 및 보상지급 대상 질병 항목 추가 필요 72.4%, 기관 63.2%, 농가 78.9%

가축전염병예방법에 살처분 및 보상지급 대상 질병 항목을 추가할 필요가 있는지를 조사한 결과, ‘필요하다’는 응답은 72.4%, ‘불필요하다’는 의견은 18.1%이고, ‘잘 모르겠다’는 의견이 9.5%인 것으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘필요’ 63.2%, ‘불필요’ 33.3%, ‘잘 모름’ 3.4% 이었으나,
- 축산농가 응답에서는 ‘필요’ 78.9%, ‘불필요’ 7.3%, ‘잘 모름’ 13.8% 인 것으로 나타나, 기관과 농가 간에 큰 차이를 보이고 있음.

살처분 및 보상대상 질병항목 추가 필요성



● 방역기관과 축산농가 간의 차이를 독립성 검정을 통해 분석한 결과, 유의확률 0.000 으로서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있음.

- ‘질병 항목 추가가 필요하다’는 응답은 가축농가(78.9%), 축우농가(81.5%), 제주권(78.1%)에서 많았고,
- ‘불필요 하다’는 응답은 방역기관(33.3%), 양계농가(9.7%), 경기권(45.5%)에서 많았으며,
- ‘잘 모르겠다’는 응답은 가축농가(13.8%), 양돈농가(18.4%), 충청권(40.0%)에서 많은 것으로 조사됨.

(단위 : 명, %)

		사례수	필요하다	불필요하다	잘 모름	비고
전 체		210	72.4	18.1	9.5	
구분	방역기관	87	63.2	33.3	3.4	
	가축농가	123	78.9	7.3	13.8	
업종	축우농가	54	81.5	7.4	11.1	
	양돈농가	38	76.3	5.3	18.4	
	양계농가	31	77.4	9.7	12.9	
소재지	경기관	22	54.5	45.5		
	강원권	32	68.8	15.6	15.6	
	충청권	10	60.0		40.0	
	경상권	59	76.3	22.0	1.7	
	전라권	23	73.9	26.1		
	제주권	64	78.1	6.3	15.6	

사. 가축전염병 중 제외 무방한 질병

방역기관 담당자들이 많은 질병 제외 희망

현재 가축법정전염병 중 제외되어도 무방하다고 생각되는 질병 종류를 물은 결과, 방역 기관 담당자와 농가 사이에 차이를 보이고 있음.

방역기관	가축농가
돼지인플루엔자, 닭마이코프라즈마, 저병원성AI, 부저병, 농림부령으로 정한 3종전염성질병대부분 소 류코시스, 돼지생식기 호흡기증후군, 닭뉴캐슬병 젖소백혈병 소 요네병, 돼지 PRRS PRRS, MD 등 3종법정전염병 탄저 및 기종저 돼지위축성비염, 돼지단독 마렉병, PED, TGE, AR	구제역(백신투여 과다비용 지출) APP(환경조건이 우선) 부루셀라, 구제역, 우결핵

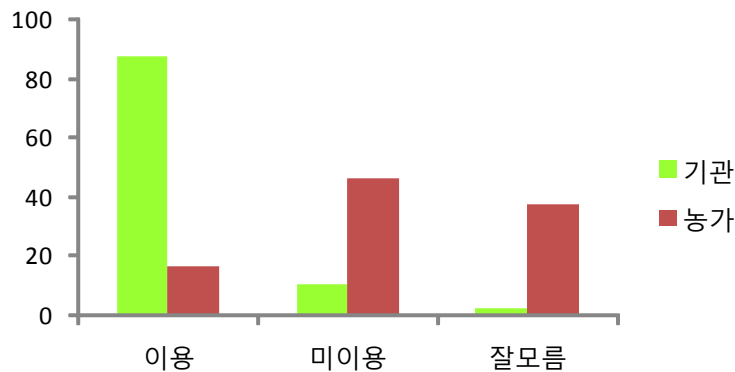
아. 국가동물방역통합시스템(KAHIS) 이용 여부

국가동물방역통합 시스템 이용 45.7%, 기관 87.4%, 농가 16.3%

농림수산검역검사본부가 운영하는 국가동물방역통합시스템(KAHIS) 이용여부를 조사한 결과, ‘이용한다’는 응답은 45.7%이고, ‘이용하지 않는다’ 31.4%, ‘잘 모르겠다’는 의견이 22.9%인 것으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘이용’ 87.4%, ‘미이용’ 10.3%, ‘잘 모름’ 2.3% 이었으나,
- 축산농가 응답에서는 ‘이용’ 16.3%, ‘미이용’ 46.3%, ‘잘 모름’ 37.4% 인 것으로 나타나, 기관과 농가 간에 큰 차이를 보이고 있음.

국가동물방역통합 시스템 이용 여부



● 방역기관과 축산농가 간의 차이를 독립성 검정을 통해 분석한 결과, 유의확률 0.000 으로서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있음.

- ‘국가동물방역통합시스템을 이용한다’는 응답은 방역기관(87.4%), 양돈농가(23.7%), 경기권(63.6%)에서 많았고,
- ‘이용하지 않는다’는 응답은 가축농가(46.3%), 양계농가(48.4%), 축우농가(48.1%), 강원권(40.6%), 제주권(39.1%)에서 많았으며,
- ‘잘 모르겠다’는 응답은 가축농가(37.4%), 양계농가(45.2%), 충청권(60.0%)에서 많은 것으로 조사됨.

(단위 : 명, %)

		사례수	이용한다	이용 안한다	잘 모른다	비고
전 체		210	45.7	31.4	22.9	
구분	방역기관	87	87.4	10.3	2.3	
	가축농가	123	16.3	46.3	37.4	
업종	축우농가	54	16.7	48.1	35.2	
	양돈농가	38	23.7	42.1	34.2	
	양계농가	31	6.5	48.4	45.2	
소재지	경기권	22	63.6	13.6	22.7	
	강원권	32	37.5	40.6	21.9	
	충청권	10	10.0	30.0	60.0	
	경상권	59	57.6	23.7	18.6	
	전라권	23	60.9	34.8	4.3	
	제주권	64	32.8	39.1	28.1	

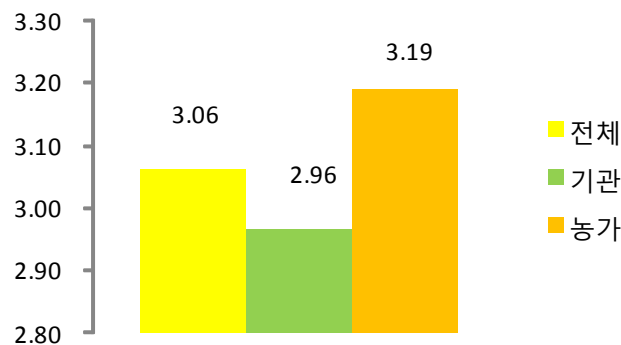
자. 국가동물방역통합시스템(KAHIS)의 전염병 예방 도움

국가동물방역통합 시스템, 전염병 예방 도움 3.06점, 기관 2.96점, 농가 3.19점

농림수산검역검사본부가 운영하는 국가동물방역통합시스템(KAHIS)이 가축전염병 예방에 도움이 되는지를 조사한 결과, ‘도움이 된다’는 응답은 34.5%이고, ‘도움이 되지 않는다’ 32.4%, ‘보통’ 의견이 33.1%인 것으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘도움’ 32.9%, ‘미도움’ 35.3%, ‘보통’ 31.8%로서 5점 만점으로 평가한 결과 2.96점으로 보통 보다 약간 더 낮았고,
- 축산농가 응답에서는 ‘도움’ 36.5%, ‘미도움’ 28.6%, ‘보통’ 34.9%로서 5점 만점으로 평가한 결과 3.19점으로 보통 보다 약간 더 높은 것으로 조사됨.

국가동물방역통합 시스템, 전염병 예방 도움



• ‘국가동물방역통합시스템의 가축전염병 예방 도움 정도’를 5점 만점으로 평가한 결과, 방역기관(2.96)보다는 가축농가(3.19)에서 좀 더 많았고, 양계농가(3.29), 충청권(3.75)에서 상대적으로 높은 것으로 조사됨.

● 방역기관과 가축농가 간의 의견 차이를 t-test로 검증한 결과, 유의확률 0.376으로서 통계적으로 유의미한 차이는 보이지 않고 있음.

(단위 : 명, %, 5점만점)

		사례수	전혀 도움 안됨	별로 도움 안됨	보통	약간 도움	매우 도움	평균
전 체		148		24.3	33.1	22.3	12.2	3.06
구분	방역기관	85		24.7	31.8	23.5	9.4	2.96
	가축농가	63		23.8	34.9	20.6	15.9	3.19
업종	축우농가	28		25.0	32.1	10.7	25.0	3.21
	양돈농가	18		33.3	22.2	27.8	11.1	3.06
	양계농가	17		11.8	52.9	29.4	5.9	3.29
소재지	경기권	17		29.4	41.2	17.6	5.9	2.88
	강원권	23		8.7	39.1	13.0	17.4	2.96
	충청권	4			50.0	25.0	25.0	3.75
	경상권	48		20.8	27.1	27.1	20.8	3.40
	전라권	22		31.8	36.4	13.6	4.5	2.64
	제주권	34		35.3	29.4	29.4	2.9	2.94

※ 국가동물방역통합시스템 미인지자 48명 분석제외.

차. 가축전염병 방역 관련 기관의 협조체계 평가

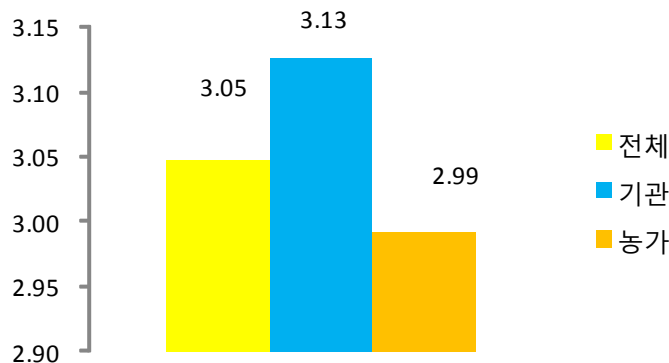
가축전염병 방역 관련 기관의 협조체계 평가 3.05점, 기관 3.13점, 농가 2.99점

우리나라에는 가축 전염병의 방역업무를 원활하게 수행하기 위해 농림수산검역검사본부, 각 시도의 가축위생시험소, 가축방역위생지원본부 등이 있는데, 이들 기관들의 협조체계에 대한 평가를 실시한 결과, ‘잘된다’는 긍정적인 평가가 28.2%이고, ‘보통’ 46.6%, ‘잘 안된다’는 부정적인 의견이 25.2%인 것으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘잘됨’ 32.2%, ‘잘 안됨’ 21.8%, ‘보통’ 46.0%로서 5점 만점으로 평가한 결과 3.13점으로 보통 보다 약간 더 많았고,

- 축산농가 응답에서는 ‘잘됨’ 25.2%, ‘잘 안됨’ 27.7%, ‘보통’ 47.1%로서 5점 만점으로 평가한 결과 2.99점으로 보통 수준 정도인 것으로 조사됨.

가축전염병 방역업무 기관 협조체계 평가



- ‘가축 전염병의 방역업무 기관들의 협조체계에 대한 평가’를 보면, 평균 3.05점으로 보통 정도의 평가를 받고 있는 가운데, 방역기관(3.13), 축우농가(3.10), 전라권(3.22)에서 상대적으로 높은 평가를 받고 있으나, 가축농가, 양계농가, 충청권에서는 보통 이하의 낮은 평가를 받고 있는 것으로 조사됨.

- 방역기관과 가축농가 간의 의견 차이를 t-test로 검증한 결과, 유의확률 0.277로서 통계적으로 유의미한 차이는 보이지 않고 있음.

(단위 : 명, %, 5점만점)

		사례수	전혀 안됨	별로 안됨	보통	약간 잘됨	매우 잘됨	평균
전 체		206	2.9	22.3	46.6	23.3	4.9	3.05
구분	방역기관	87	1.1	20.7	46.0	28.7	3.4	3.13
	가축농가	119	4.2	23.5	47.1	19.3	5.9	2.99
업종	축우농가	52	3.8	21.2	46.2	19.2	9.6	3.10
	양돈농가	36	5.6	19.4	50.0	19.4	5.6	3.00
	양계농가	31	3.2	32.3	45.2	19.4		2.81
소재지	경기권	22	4.5	27.3	50.0	18.2		2.82
	강원권	30	6.7	13.3	50.0	23.3	6.7	3.10
	충청권	9		44.4	33.3	22.2		2.78
	경상권	59	1.7	25.4	42.4	22.0	8.5	3.10
	전라권	23		8.7	60.9	30.4		3.22
	제주권	63	3.2	23.8	44.4	23.8	4.8	3.03

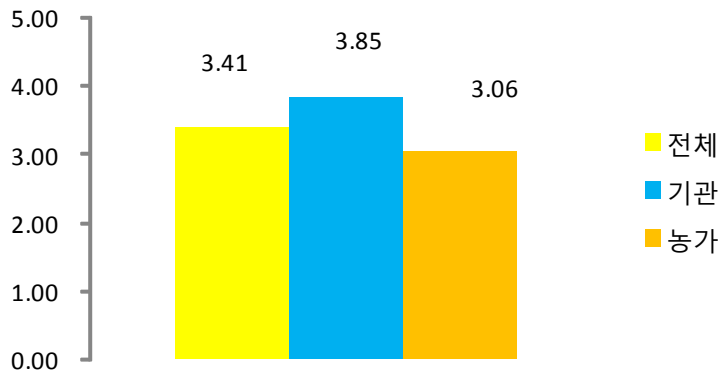
카. 가축 방역업무 합리적 운영 위한 법령 제정 필요성

가축 방역업무 합리적 운영 위한 법령 제정 필요 3.41점, 기관 3.85점, 농가 3.06점

사람의 보건·환경에 관한 검사 및 연구업무를 합리적으로 운영하기 위한 “보건환경연구원법”이 있는데, 가축의 방역 업무를 합리적으로 운영하기 위한 유사한 법령이 제정될 필요성에 대해 조사한 결과, ‘필요하다’는 긍정적인 의견은 49.0%이고, ‘보통’ 21.4%, ‘필요없다’는 부정적인 의견이 29.6%인 것으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘필요’ 67.4%, ‘불필요’ 20.9%, ‘보통’ 11.6%로서 5점 만점으로 평가한 결과 3.85점으로 동의 의견이 많았고,
- 축산농가 응답에서는 ‘필요’ 34.5%, ‘불필요’ 36.4%, ‘보통’ 29.1%로서 5점 만점으로 평가한 결과 3.06점으로 보통 정도의 수준을 보이고 있음.

가축 방역업무 관련 법령제정 필요성



- ‘가축 방역업무 합리적 운영을 위한 법령제정 필요성’을 조사한 결과, 평균 3.41점으로 보통 보다 좀 더 높은 수준의 동의 정도를 보이고 있는 가운데, 방역기관(3.85), 양계농가(3.14), 경기권(3.64)에서 상대적으로 필요성을 좀 더 많이 제기하고 있으나, 가축농가, 특히, 축우농가에서는 보통 이하의 수준을 보이고 있음.

● 방역기관과 가축농가 간의 의견 차이를 t-test로 검증한 결과, 유의확률 0.000으로서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있음.

(단위 : 명, %, 5점만점)

		사례수	전혀 필요 없음	별로 필요 없음	보통	약간 필요	매우 필요	평균
전 체		196	4.6	25.0	21.4	23.0	26.0	3.41
구분	방역기관	86	2.3	18.6	11.6	26.7	40.7	3.85
	가축농가	110	6.4	30.0	29.1	20.0	14.5	3.06
업종	축우농가	48	8.3	29.2	29.2	22.9	10.4	2.98
	양돈농가	34	8.8	29.4	23.5	17.6	20.6	3.12
	양계농가	28		32.1	35.7	17.9	14.3	3.14
소재지	경기권	22		18.2	27.3	27.3	27.3	3.64
	강원권	29	10.3	13.8	31.0	17.2	27.6	3.38
	충청권	8		37.5	25.0	25.0	12.5	3.13
	경상권	56	1.8	26.8	17.9	17.9	35.7	3.59
	전라권	21		38.1	14.3	19.0	28.6	3.38
	제주권	60	8.3	25.0	20.0	30.0	16.7	3.22

※ 잘모르겠다는 무응답자 14명 분석제외.

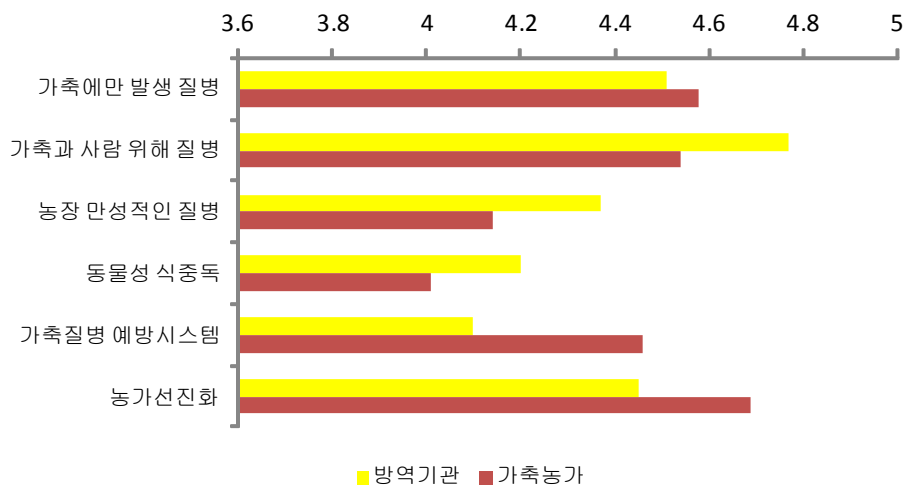
다. 가축전염병 발생 차단과 예방을 위한 연구 필요성

가축, 사람 위해 질병 > 농가선진화 > 가축만 발생하는 질병 연구

가축전염병 발생 차단과 예방을 위한 다양한 연구들 가운데, 그 필요성이 강조되는 연구는 ‘가축과 사람에게 위해한 질병연구’(4.64) > ‘청정농장 유지위한 농가선진화 연구’(4.59) > ‘가축에게만 발생하는 질병연구’(4.55) 순으로 조사됨.

- 방역기관 응답에서는 ‘가축과 사람에게 위해한 질병연구’(4.77) > ‘가축에게만 발생하는 질병연구’(4.51), ‘청정농장 유지위한 농가선진화 연구’(4.45) > 순으로 응답했고,
- 축산농가 응답에서는 ‘청정농장 유지위한 농가선진화 연구’(4.69) > ‘가축에게만 발생하는 질병연구’(4.58) > ‘가축과 사람에게 위해한 질병연구’(4.54) 순으로 응답함.

가축전염병 차단과 예방 중요 연구 과제



- ‘가축과 사람에게 위해한 질병연구’를 중시하는 응답은 방역기관(4.77), 양돈농가(4.75), 경기권(5.00)에서 많았고,
- ‘청정농장 유지위한 농가선진화 연구’를 중시하는 응답은 가축농가(4.69), 양돈농가(4.95), 충청권(5.00)에서 많았으며,
- ‘가축에게만 발생하는 질병연구’를 중시하는 응답은 방역기관(4.51)과 가축농가(4.58)가 비슷했고, 양돈농가(4.81), 충청권(4.67)에서 특히 많은 것으로 조사됨.

● 방역기관과 가축농가 간의 의견 차이를 t-test로 검증한 결과, ‘가축과 사람 위해 질병 연구’와 ‘가축질병 발생 및 예방시스템 연구’, ‘농가선진화 연구’ 항목에서는 통계적으로 유의미한 차이(95% 신뢰수준)를 보이고 있음.

(단위 : 5점 만점)

		구제역 등 가축에만 발생하는 질병연구	조류독감 등 가축과 사람에게 위해 질병연구	농장 만성적인 질병연구	동물성 식품에서 유래하는 식중독연구	가축질병 발생 및 예방시스템 연구	청정농장 유지위한 농가선진화 연구
전 체		4.55	4.64	4.24	4.09	4.31	4.59
구분	방역기관	4.51	4.77	4.37	4.20	4.10	4.45
	가축농가	4.58	4.54	4.14	4.01	4.46	4.69
	통계검증 (p)	0.520	0.25	0.120	0.186	0.007	0.017
업종	축우농가	4.49	4.31	3.88	3.71	4.34	4.42
	양돈농가	4.81	4.75	4.27	4.22	4.46	4.95
	양계농가	4.41	4.66	4.41	4.25	4.66	4.83
소재지	경기권	4.50	5.00	4.43	4.29	4.52	4.57
	강원권	4.32	4.32	3.64	3.85	4.07	4.38
	충청권	4.67	4.57	4.57	4.67	4.14	5.00
	경상권	4.58	4.62	4.33	4.07	4.27	4.56
	전라권	4.65	4.74	4.52	4.13	4.22	4.48
	제주권	4.58	4.65	4.22	4.08	4.42	4.70

※ 가축과 사람에게 위해한 질병연구(4.64) > 청정농장유지위한 농가선진화 연구(4.59) > 가축에게만 발생하는 질병연구(4.55)

(1) 새로운 연구 필요성 - 구제역 등 가축에만 발생 질병

새로운 연구 - 구제역 등 가축에만 발생 질병 4.55점, 기관 4.51점, 농가 4.58점

구제역 등 가축에게만 발생해서 농가의 경제적 손실을 초래하는 질병에 대한 연구가 얼마나 필요한지를 물은 결과, 5점 만점에서 평균 4.55점으로서 매우 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.51점이었고, 축산농가 응답에서는 4.58점으로 가축농가와 방역기관이 비슷한 수준에서 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 가축에만 발생하는 질병에 대한 연구의 필요성을 강조하는 의견은 양돈농가(4.81)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 필요 없음	별로 필요 없음	보통	약간 필요	매우 필요	평균
전 체		0.5	2.0	7.0	23.5	67.0	4.55
구분	방역기관			9.2	31.0	59.8	4.51
	가축농가	0.9	3.5	5.3	17.7	72.6	4.58
업종	축우농가	2.0	4.1	6.1	18.4	69.4	4.49
	양돈농가		2.7	2.7	5.4	89.2	4.81
	양계농가		3.7	7.4	33.3	55.6	4.41

(2) 새로운 연구 필요성 - 조류독감 등 가축, 사람 발생 질병

새로운 연구 - 가축, 사람 발생 질병 4.64점, 기관 4.77점, 농가 4.54점

조류독감 등 가축과 사람까지 위해를 가할 수 있는 질병에 대한 연구가 얼마나 필요한지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.64점으로서 매우 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.77점이었고, 축산농가 응답에서는 4.54점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 가축과 사람에게 위해를 줄 수 있는 질병에 대한 연구의 필요성을 강조하는 의견은 양돈농가(4.75)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 필요 없음	별로 필요 없음	보통	약간 필요	매우 필요	평균
전 체		0.5	1.5	7.0	15.5	75.5	4.64
구분	방역기관			6.9	9.2	83.9	4.77
	가축농가	0.9	2.7	7.1	20.4	69.0	4.54
업종	축우농가	2.1	4.2	10.4	27.1	56.3	4.31
	양돈농가			8.3	8.3	83.3	4.75
	양계농가		3.4		24.1	72.4	4.66

(3) 새로운 연구 필요성 - 농장에서 만성적인 질병

새로운 연구 - 농장에서 만성적인 질병 4.24점, 기관 4.37점, 농가 4.14점

농장에서 만성적인 질병에 대한 연구가 얼마나 필요한지를 물은 결과, 5점 만점에서 평균 4.24점으로서 매우 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.37점이었고, 축산농가 응답에서는 4.14점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 연구로 인식하고 있음.
- 농장에서 만성적인 질병에 대한 연구의 필요성을 강조하는 의견은 양계농가(4.41)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 필요 없음	별로 필요 없음	보통	약간 필요	매우 필요	평균
전 체		3.0	4.0	13.4	25.4	54.2	4.24
구분	방역기관	1.1	1.1	11.5	32.2	54.0	4.37
	가축농가	4.4	6.1	14.9	20.2	54.4	4.14
업종	축우농가	6.3	10.4	14.6	27.1	41.7	3.88
	양돈농가	2.7	2.7	18.9	16.2	59.5	4.27
	양계농가	3.4	3.4	10.3	13.8	69.0	4.41

(4) 새로운 연구 필요성 - 동물성식품 유래 식중독

새로운 연구 - 동물성 식품 유래 식중독 4.09점, 기관 4.20점, 농가 4.01점

동물성 식품에서 유래하는 식중독에 대한 연구가 얼마나 필요한지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.09점으로서 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.20점이었고, 축산농가 응답에서는 4.01점으로 가축농가 보다 방역기관이 좀 더 중요한 연구로 인식하고 있음.
- 동물성 식품에서 유래하는 식중독에 대한 연구의 필요성을 강조하는 의견은 양계농가(4.25)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 필요 없음	별로 필요 없음	보통	약간 필요	매우 필요	평균
전 체		1.5	5.5	18.6	31.2	43.2	4.09
구분	방역기관	1.1	2.3	18.4	32.2	46.0	4.20
	가축농가	1.8	8.0	18.8	30.4	41.1	4.01
업종	축우농가	4.2	12.5	20.8	33.3	29.2	3.71
	양돈농가		2.8	22.2	25.0	50.0	4.22
	양계농가		7.1	10.7	32.1	50.0	4.25

(5) 새로운 연구 필요성 - 발생 및 예방 예측 시스템

새로운 연구 - 발생 및 예방 예측 시스템 4.31점, 기관 4.10점, 농가 4.46점

가축질병 발생 및 예방 예측 시스템 개발에 대한 연구가 얼마나 필요한지를 묻은 결과, 5점 만점에서 평균 4.31점으로서 매우 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.10점이었고, 축산농가 응답에서는 4.46점으로 가축농가가 방역기관 보다 좀 더 중요한 연구로 인식하고 있음.
- 가축질병 발생 및 예방 예측 시스템 개발에 대한 연구의 필요성을 강조하는 의견은 양계농가(4.66)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 필요 없음	별로 필요 없음	보통	약간 필요	매우 필요	평균
전 체		1.5	3.9	11.8	28.1	54.7	4.31
구분	방역기관	1.1	5.7	18.4	31.0	43.7	4.10
	가축농가	1.7	2.6	6.9	25.9	62.9	4.46
업종	축우농가	2.0	2.0	10.0	32.0	54.0	4.34
	양돈농가	2.7	5.4	5.4	16.2	70.3	4.46
	양계농가			3.4	27.6	69.0	4.66

(6) 새로운 연구 필요성 - 농가 선진화 방안

새로운 연구 - 농가 선진화 방안 4.59점, 기관 4.45점, 농가 4.69점

청정 농장유지를 위한 농가 선진화 방안에 대한 연구가 얼마나 필요한지를 물은 결과, 5점 만점에서 평균 4.59점으로서 매우 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 방역기관 응답에서는 4.45점이었고, 축산농가 응답에서는 4.69점으로 가축농가가 방역기관 보다 좀 더 중요한 연구로 인식하고 있음.

- 청정 농장유지를 위한 농가 선진화 방안에 대한 연구의 필요성을 강조하는 의견은 양돈농가(4.95)에서 가장 높았음.

(단위 : %, 5점만점)

		전혀 필요 없음	별로 필요 없음	보통	약간 필요	매우 필요	평균
전 체		0.5	1.5	5.9	23.2	69.0	4.59
구분	방역기관		1.1	10.3	31.0	57.5	4.45
	가축농가	0.9	1.7	2.6	17.2	77.6	4.69
업종	축우농가	2.0	4.0	4.0	30.0	60.0	4.42
	양돈농가				5.4	94.6	4.95
	양계농가			3.4	10.3	86.2	4.83

과. 가축전염병, 법 관련 의견

방역기관 담당자들이 다양한 의견 제시

가축법정전염병이나 법과 관련하여 다양한 의견을 제시하고 있고, 방역기관 담당자와 농가 사이에 차이를 보이고 있음.

방역기관	가축농가
<ul style="list-style-type: none"> - KAHIS나 축산물안전관리시스템 간소화 필요, 시스템 너무 느려 - 3종가축전염병 자유 도태 권고 보다 강제적 도태 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 한우 결핵검사 전수해야 - 현재 AI, FMD 제외한 다른 법정전염병에 대한 세부적 방역지침 전무함 - 보상금 지급 시, 농가의 소독의무, 신고의무 수행 등 반영하여 보상금 차등 지급 <ul style="list-style-type: none"> - 3종전염병 전부 폐기하고, 1,2종만 규제 - 구제역, 돼지열병, 세스키 등 방역실시요령에 벌칙 및 과태로 세분화 - 지자체 방역기관의 직제에서 병성감정만을 전담하는 단일 '과' 설치필요 <ul style="list-style-type: none"> - 방역조치 미 이행 농가 질병보상금 감액지원 - 대규모 농가에 전문수의사 채용제도화 - 농가 검사거부 시 벌칙 부여제도화 - 농장주가 방역의 주체가 되도록 법령 개정 <ul style="list-style-type: none"> - 농가자율방역에 초점, 인센티브 부여 - 소 요네병 살처분 보상금 지급 필요 	<ul style="list-style-type: none"> - 무항생제 사료로는 질병발생 막을 수 없음 - 구제역 발생초기 진화해줬으면 - 구제역 백신 국비지원 100% 요망 - 주사 바늘 등 감염성 폐기물의 공동 처리 방법 강구

3절. 주요 외래성 질병의 발생동향

1. 뎅기열 (Dengue Fever)

가. 일반적 특성

뎅기열은 Flavivirus에 속하는 dengue virus에 의해 발생하며 밀접한 관련성이 있는 4개의 혈청형이 있다. 한 혈청형에 감염되면 거의 평생 면역이 지속되나 다른 혈청형에 의한 감염에 대한 면역은 일어나지 않는다. 원숭이 및 사람이 가장 감수성이 높으며 원숭이 이외의 여러 동물 이 바이러스에 감수성이 있는 것으로 알려져 있다. 뎅기열 바이러스는 모기에 의해 전파되며 사람 간의 전파는 전 세계적으로 존재하는 *Aedes aegypti*와 *A. albopictus*에 의해 일어난다. 뎅기열은 모기에게 물린 후 4-7일 쯤에 임상증상이 나타나며 마지막 3-10쯤에 가장 전형적인 증상이 관찰된다. 모기가 이 바이러스를 전파하려면 혈액 속에 바이러스가 가장 많이 존재하는 5일 동안 감염된 사람을 흡혈해야 한다. 이 시기는 아직 임상증상이 거의 시작하기 전이기도 하다. 모기가 감염 환자를 흡혈한 후 이 바이러스는 모기 내에서 8-12일간의 잠복기를 거쳐야 다른 사람에게 바이러스를 전파할 수 있다.

나. 발병 특성

원숭이에서 유래한 4종류의 뎅기 바이러스가 아프리카 혹은 동남아시아에서 사람에게 전파된 것은 100년에서 800년 전 사이인 것으로 알려져 있다. 1780년에 아시아(이집트, 인도네시아 1799; 인도 1780), 아프리카(이집트 1799) 그리고 북아메리카(필라델피아, 미국 1780) 에서 유행적으로 발생하였으며, 3개의 대륙에서 거의 같은 시기에 유행한 것은 이 질병을 일으키는 원인 바이러스와 매개체인 모기가 열대지방을 중심으로 전 세계적으로 분포하고 있음을 시사한다. 제2차 세계대전 당시 동남아시아를 중심으로 한 폭발적 발생을 통해 전 세계적으로 전파되었다. 1950년대 들어 병증이 심한 출혈성 뎅기열이 나타나기 시작하였고 최근에는 전 세계 인구의 약 40%인 약 25억 명이 뎅기열 전파 위험이 있는 지역에 살고 있다. 병증이 약한 뎅기열의 경우에도 5천만에서 1억 건 정도 발생하는 것으로 알려져 있다.

현재 아프리카, 미 대륙, 캐리비안, 동지중해, 동남아시아 및 서태평양 지대의 100개 이상 국가가 뎅기열의 지방병성 지역이다. 세계보건기구(WHO)는 매년 뎅기열이 5천만에서 100

다. 국내 발생상황

국내에서 뎅기열이 처음 발생한 것은 1995년이며 스리랑카를 다녀온 여행객이었다. 두 번째 발생 예는 2000년 아프리카 여행객에서였으며 국립보건원의 법정 전염병 신고 체계를 통해 신고 된 사례를 보면 2004년 16건에서 2006년 36건으로 급증하였음을 알 수 있다. 이후 2006년부터 2010년까지의 발생 예를 집계한 보고를 보면 의심환자 367명 중 324명이 양성되었고 추정 불가능한 외국인 34명을 제외하고 모두 증상발현 전에 해외여행경력이 있었다고 한다. 이들 중 동남아시아 지역 여행객이 83.4%였고 남아시아 지역이 40명으로 13.8%였으며, 아프리카는 물론 브라질 등 남아메리카 여행객에서도 발생하였다. 특히 동남아시아의 경우 필리핀, 인도네시아, 태국, 베트남, 캄보디아 등 다양한 국가를 여행한 여행객들이 포함되어 있었으며, 이는 이러한 지역에서 감염이 잘 된다는 것보다는 이들 지역을 여행한 여행객의 수가 많았기 때문으로 보인다. 이들 환자의 여행지를 추적 조사한 결과에서는 필리핀 (34.1%) 인도네시아, 인도, 태국, 베트남, 캄보디아, 라오스, 말레이시아, 미얀마, 방글라데시, 중국, 동티모르, 몰디브, 팔라우, 스리랑카, 브라질, 나이지라 순이었다. 이와 같이 국내 뎅기열의 발생 현황을 보면 다행히도 국내에서 감염된 경우는 없는 것으로 파악되며 모두 이 질병이 지방병성으로 발생하거나 유행하고 있는 지역을 관광하고 돌아온 여행객에서 발생한 것임을 알 수 있다. 최근 10년간 뎅기열에 걸린 환자의 수를 보면 2001년 6명에 불과하였으나 2010에는 125명으로 크게 증가하였고, 2011년에는 다소 감소하였으나 72명으로 여전히 산발적 환자가 발생하고 있는 것을 알 수 있다.



<Fig. 4-3> 뎅기열이 발생하는 서반구에 위치한 국가(CDC 2013)

<Table. 4-17> 여행객에서 발생한 뎅기열 발생 예와 추정 여행국(2006 - 2010)

Region, country	No. (%)	Region, country	No. (%)
Southeast Asia	242 (83.4)	Southern Asia	40 (13.8)
The Philippines	99 (34.1)	India	32 (11.0)
Indonesia	37 (12.8)	Bangladesh	4 (1.4)
Thailand	30 (10.3)	Maldives	2 (0.7)
Vietnam	24 (8.3)	Sri Lanka	1 (0.3)
Cambodia	17 (5.9)	Other	1 (0.3)
Laos	6 (2.1)	Eastern Asia	
Malaysia	5 (1.7)	China	2 (0.7)
Myanmar	5 (1.7)	Africa	
East Timor	2 (0.7)	Nigeria	1 (0.3)
Palau	1 (0.3)	South America	
Other	16 (5.5)	Brazil	1 (0.3)
		Other	4 (1.4)
		Total	290 (100)

Emerg Infect Dis. 2012;18(9):1525 - 7.

<Table. 4-18> 최근 국내에서 발생한 뎅기열의 환자 수(2001-2011)

연도	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
뎅기열	6	9	14	16	34	35	97	51	59	125	72

자료출처: 질병관리본부 2011 질병관리백서

2. 서나일뇌염(West Nile Encephalitis)

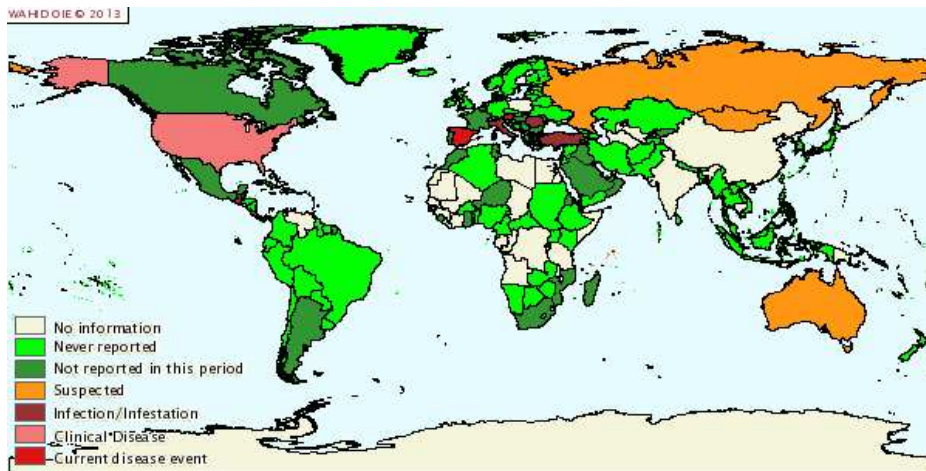
가. 일반적 특성

West Nile 뇌염은 Japanese B encephalitis virus와 같은 속인 *flavivirus*에 속하는 RNA 바이러스이다. 사람을 포함하여 다양한 동물에게 감염되며, 특히 조류와 말에서 감염률이 높은 것으로 알려져 있다. 이 바이러스의 전파는 주로 감염된 모기의 흡혈에 의해 일어나며 감염된 조류를 흡혈한 모기가 사람과 다른 동물을 다시 흡혈함으로써 발생한다. 그러나 감염된 개체와의 접촉에 의한 감염은 일어나지 않는 것으로 알려져 있다. 동물에서는 증상이 약하여 대개 불현성 감염을 일으키나 드물게는 사람에서와 같이 치명적인 뇌염이 유발되기도 한다. 사람의 경우에도 성인은 대부분 임상증상을 보이지 않으며 발병할 경우에도 발열, 두통, 오한, 무기력, 오심 등의 감기증상을 보이며 며칠이내에 치료 없이도 정상으로

회복한다. 그러나 유아와 고령자 그리고 면역력이 떨어진 사람은 이러한 증상이 뚜렷하고 심한 경우에는 뇌수막염을 일으킨다.

나. 발병 특성

이 병은 1937년 우간다의 서부 나일지역에서 처음 발견되어 서나일 뇌염으로 명명되었다. 이 질병은 아프리카, 동유럽, 서부 아시아, 중부아시아 지역의 사람, 조류 및 기타 척추동물에서 주로 발생하였으며, 1999년 이전에는 서반구에서 발생된 적은 없었다. 그 이후 미국 전역으로 이 질병이 전파되면서 큰 주목을 받고 있다. 특히 서반구 쪽으로 전파되는 경향이 있고, 유럽의 경우에도 발병지역이 확대되고 있어 기후변화에 따른 인수공통질병의 대표적인 예라고 할 수 있다.



<Fig. 4-4> West Nile Fever의 발생현황 (OIE, 2012)

다. 국내 발생상황

국내에서 서나일 열에 대한 연구는 많지 않으나 일본뇌염 감염과의 구분을 위한 일부 학술적인 연구가 수행되고 있으며, 기후변화와 관련하여 발생가능성을 미연에 감지하기 위한 모니터링 연구가 수행되었다. Yeh 등(2011)은 2005년에서 2008년 사이에 폐사한 72종 715수의 야생조류에서 서나일 바이러스의 감염가능성을 RT-PCR을 포함한 분자생물학적 기법으로 조사한 결과 모두 음성임을 보고하였다. 같은 연구에서 연구자들은 2,275 모기 집단에 대하여 동일한 기법을 적용하여 검사한 결과에서도 음성임을 보고하였다. 그러나 같은 해 다른 연구를 보면 국내 주요 철새도래지(전남 곡교천, 봉강천; 경기 시화호, 경남 주남

저수지, 전북 만경강, 충북 미호천, 전남 영산강, 대전 갑천강, 광주 극락천, 강원 철원평야)에서 채집한 1531 수의 야생조류의 혈청에서 중화항체가, 서나일 바이러스 특이 IgM ELISA 검사에서 5두가 중화항체가 양성을 나타내어 0.3%의 항체 양성을 나타내었다고 한다. 그러나 이들 혈청에서 서나일 특이 IgM 검사 결과는 음성을 나타내어 이들 감염이 최근에 이루어진 것은 아닌 것으로 판명되었다. 이와 같이 국내에서 서나일 바이러스에 감염된 예는 아직까지 보고된 적은 없지만 이 질병이 최근 세계적으로 전파범위가 넓어지고 있기 때문에 국내에서 감염 가능성이 높아 지속적인 감시체계가 마련되어야 할 것이다.

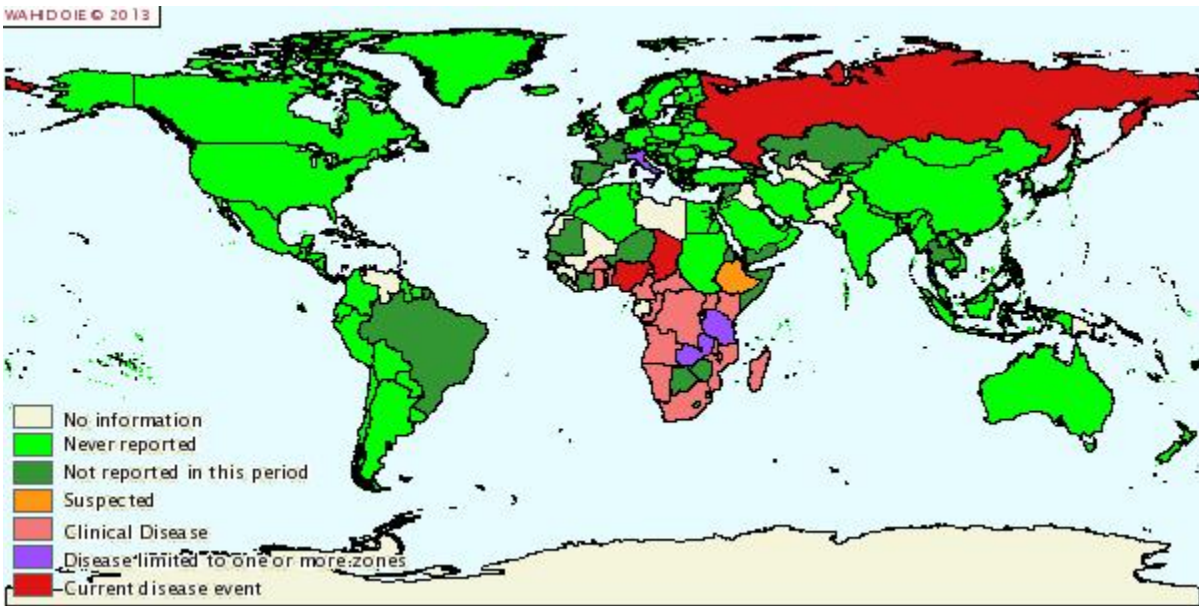
3. 아프리카 돼지열병

가. 일반적 특성

아프리카돼지열병은 *Asfarviridae*과의 *Asfivirus*가 원인체이며, 유일하게 알려진 절족동물 매개 DNA virus이다. 아프리카 야생 돼지(warthogs (*Phacochoerus aethiopicus*), bush pigs (*Potamochoerus* sp.), 거대 숲돼지(*Hylochoerus meinertzhageni*)는 불현성으로 감염되어 아프리카 지역에서 이 질병의 전염원으로서의 역할을 한다. 질병이 증명된 숙주로는 사육 돼지(*Sus domestica*), 유럽 야생 돼지, 미국 야생 돼지이다. *Ornithodoros* 종의 진드기가 자연계에 있는 절족동물 숙주로서 이 바이러스를 보유하고 있으며 사육 돼지와 같은 포유동물 중의 경우 'accidental hosts'인 것으로 보인다. 전파방법은 병든 동물과 정상 동물 간의 직접적인 접촉에 의해 발생할 수도 있으며 간접적인 전파방법도 다양하여 감염 개체의 고기가 포함된 잔반의 섭취, 생물학적 매개체인 *Ornithodoros* 진드기, 기구나, 옷 등과 같은 개달 전염도 가능한 것으로 알려져 있다.

나. 발병특성

아프리카돼지열병은 Madagascar를 포함한 아프리카 사하라 사막 이남의 대부분 나라가 지방병성 국가로 알려져 있다. 유럽의 경우 유럽대륙 남서단의 반도인 Iberian 반도에서 박멸에 성공했다고 보고되었으나 Sardinia에서는 계속적으로 발생된다. 1970년대에 캐리비안 원 Haiti와 도미니카 공화국 및 남아메리카의 Brazil에서 발생하였으나 박멸에 성공하였고, 가장 최근 코카서스 산맥(Georgia, Azerbaijan, Armenia) 및 러시아에서 발생하였다.



<Fig. 4-5> 2005년 이후 아프리카 돼지열병이 발생한 지역의 분포 (OIE 2012)

다. 국내 발생상황

우리나라를 포함한 동아시아, 오스트랄아시아 국가에서 아프리카돼지열병이 발생한 적은 없다 특히 이들 국가들 중 한국, 뉴질랜드, 호주, 일본의 경우 돼지고기와 생축 수입을 위한 매우 효과적인 위생 기준을 설정해 두고 있다. 동남아시아 국가에서도 이 질병이 발생한 적으로 없으나 돼지 생산 및 돼지고기 소모에 있어 중요한 지역으로 부상하고 있다. 특히 중국은 전 세계 돼지 두수의 약 50%를 사육하고 있으며 돼지고기 생산이 증가 일로에 있는 듯하다. 기타 동남아시아 국가들 또한 중국과 마찬가지로 돼지고기 산업이 증가하고 있다. 따라서 이들 지역은 아프리카돼지열병의 전파 가능성이 증가하고 있다고 할 것이다. 게다가 아프리카돼지열병의 야생돼지 전염원이 동남아 지역에도 존재하는데 이 지역이 Sus 종의 유래지역이기 때문이다. 그 외에도 다양한 품종의 야생돼지가 동남아시아 지역에 분포하고 있기 때문에 온난화 등으로 인한 모기 분포도의 변화 등으로 인해 아프리카돼지열병의 전파가 우려된다고 할 것이다 (Costard 2010). 따라서 우리나라의 경우에도 아프리카 지역으로의 여행객 증가는 물론 기후변화에 따른 온난화로 이 질병의 유입 가능성에 대비할 필요가 있을 것이다.

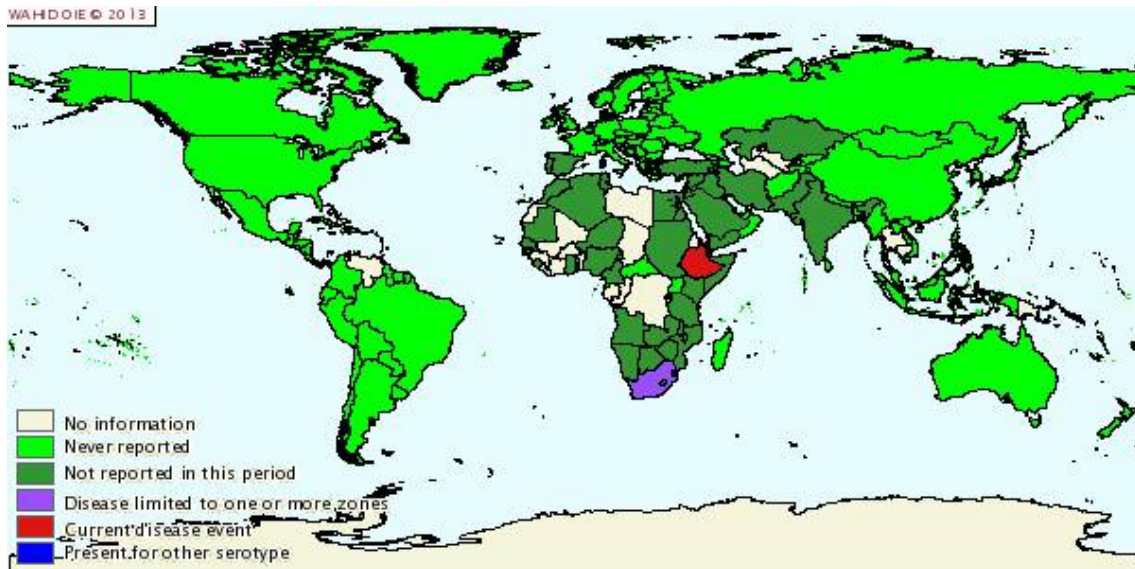
4. 아프리카마역 (African Horse Sickness)

가. 일반적 특성

아프리카마역은 Reoviridae의 Orbivirus에 속하는 the African horse sickness virus (AHSV)가 원인체이다. AHSV는 9개의 혈청형이 있고 이중 혈청형 9이 지방병성 지역에 넓게 퍼져 있고, 혈청형 1에서 8까지는 한정된 지역에서만 발견된다. 아프리카마역은 Culicoides spp.에 의해서만 전파되고 일반적인 접촉에 의해 전파되지는 않는다. 야외에서는 C. imicola와 C. bolitinos에 의해 전파되는 것으로 알려져 있으며, 전자가 주요 매개체인 것 같다. 다른 Culicoides spp. 또한 이 바이러스를 전파할 수도 있다. 각다귀(midge)이 외의 곤충은 감염에 크게 관여하지 않으나 모기가 이 질병의 생물학적 매개체로 알려져 있으며, Stomoxys와 Tabanus와 같은 흡혈 파리 또한 이 바이러스의 기계적 매개체로서의 역할을 할 수 있다. 감염된 말은 심급성에서 급성의 증상을 나타내며 면역력이 없는 말의 경우 90% 이상이 폐사한다.

나. 발병특성

이 질병은 1327년 예멘에서 발병한 것으로 알려져 있고, 포르투갈 탐험가의 보고에 의하면 1569년 동아프리카 지역에 이병이 발생하였으며 이는 인도에서 수입된 말에 의한 것으로 기록하고 있다. 아프리카마역은 사하라 이남의 중동 아프리카 지역에서 지방병성으로 발병한다. 때로는 아프리카 남부나 북부로 전파되기도 한다. 20세기 후반기 동안 남부 아프리카 지역에서 유행병으로 발생한 경우는 거의 없고 이는 얼룩말의 개체 수 감소에 기인한 것으로 분석하고 있다. 아프리카 이외의 지역에서는 이집트 및 중동일부지역, 그리고 스페인, 포르투갈, 모로코, 파키스탄 인디아에서 보고된 적이 있다.



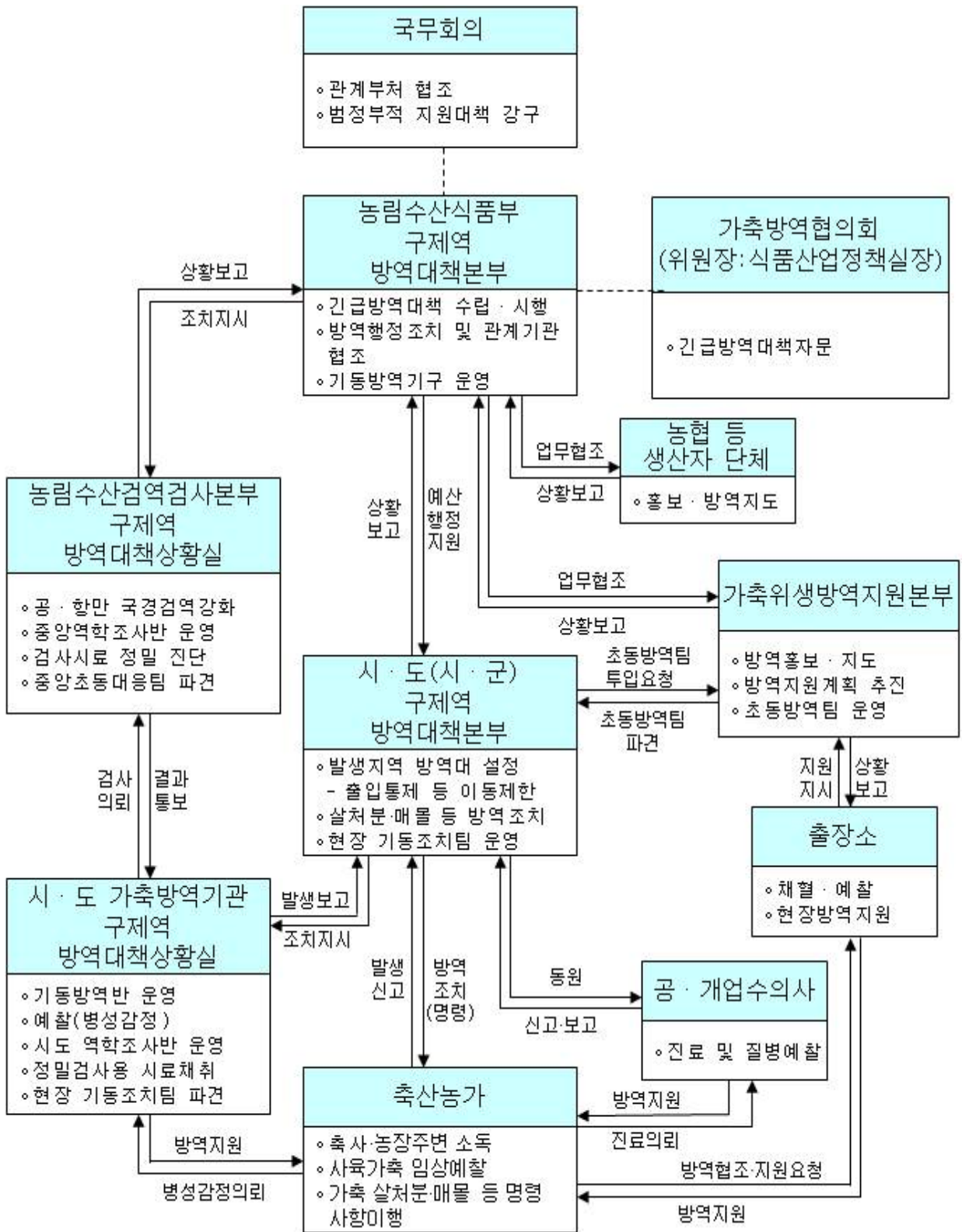
<Fig. 4-6> 2005년 이후 아프리카 돼지열병이 발생한 지역의 분포 (OIE 2012)

4절. 결과

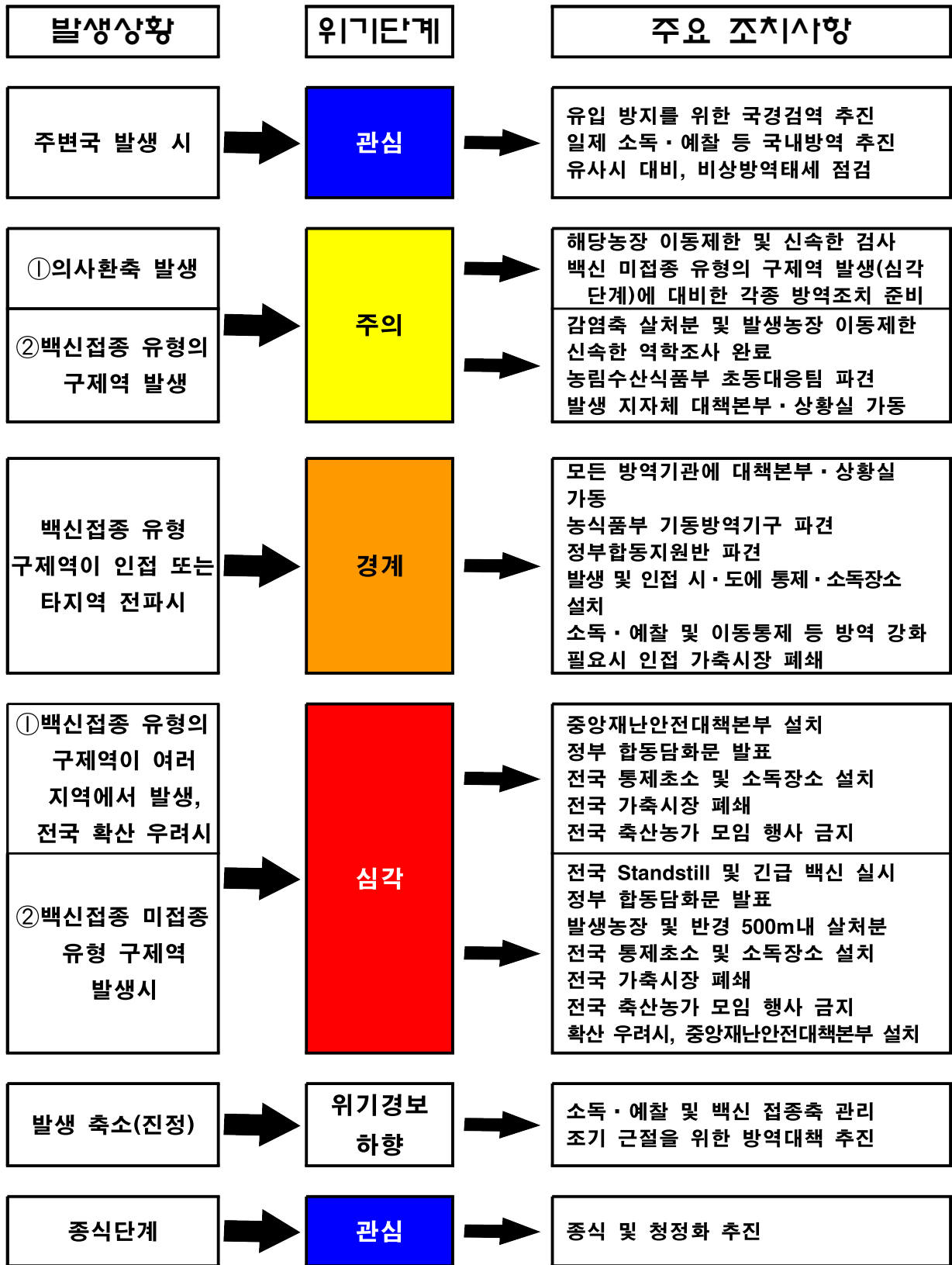
1. 국내 가축전염병 긴급 방역 체계

우리나라 가축전염병 긴급 방역 체계는 가축전염병 예방법과 그 시행규칙 및 시행령에 의해 조직화되어 있다. 가축전염병 예방법 제3조(국가와 지방자치단체의 책무) 제1항에 의하면 농림수산식품부장관, 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다) 및 시장·군수·자치구의 구청장은 가축전염병을 예방하고 그 확산을 방지하기 위하여 가축전염병 관리대책을 수립하여 시행하여야 한다. 중앙가축방역협의회와 지방가축방역협의회를 두도록 되어 있으며, 국가, 지방자치단체 및 대통령령으로 정하는 행정기관에 가축방역관을 두어 가축방역에 관한 사무를 처리하도록 하고 있다. 또한 농림수산식품부령으로 정하는 교육과정을 이수한 가축방역사가 가축방역관의 업무를 보조할 수 있게 하고 있으며, 가축방역 및 축산물위생관리에 관한 업무를 효율적으로 수행하기 위하여 가축위생방역지원본부를 법인으로 설립하게 하고 있다. 또한 가축전염병의 확산방지 및 방역지도 등 신속한 대응을 위하여 농림수산식품부장관 소속으로 가축전염병기동방역기구를 둘 수 있다. 그 외 주요 가축법정전염병의 예방을 위하여 결핵병 및 브루셀라병 방역실시요령, 구제역방역실시요령, 조류인플루엔자방역실시요령, 뉴캐슬병방역실시요령, 돼지열병방역실시요령, 돼지오제스키병방역실시요령이 있다. 이처럼 가축전염병 예방법에 의해 책무를 담당하는 기구 및 인력들이 다양하게 있으나 실질적으로 활용되는 경우는 구제역, 조류인플루엔자

등 국가 재난형 질병이 발생하였을 때 신속하게 대응하는 것이 무엇보다 중요하다. 이러한 대응체계는 2010년과 2011년에 발생한 구제역 이후 더욱 강화되었기 때문에 구제역 긴급 행동지침을 토대로 국내 가축전염병 기근 방역체계를 검토하였다. 구제역 긴급방역체계도는 <Fig. 4-7>에서 보는 바와 같이 가축전염병예방법에 제시되고 있는 각 기관과 인력들이 긴밀하게 협조할 수 있도록 구성된 것으로 보인다. 또한 구제역 발생 상황별 긴급 조치 사항을 관심, 주의, 경계, 심각 단계로 나누어 각 단계별 담당자가 수행해야 할 업무들을 체계적으로 나누어 두고 있다(<Fig. 4-8>). 위기 상황 발생 시 원활한 업무 협조를 위하여 유관부처별 업무영역을 명확하게 구성하고 있다. 위기 상황에 따라 그 업무 범위는 달라질 수 있으나 개괄적인 업무영역을 보면, 대통령실은 위기정보 상황 모니터링 및 종합 관리, 행정안전부는 위기상황 모니터링 및 보고·전파, 지방자치단체 협조 강화 및 관계부처 협조체계 정비, 지방자치단체 특별교부세 등 지원업무를 수행한다. 외교통상부와 국가정보원은 국제동향 등 정보 입수 지원 강화, 발생지역 여행경보단계 조정 검토, 해외 가축질병 발생 동향 파악 협조 업무를 수행하며, 법무부는 가축질병 발생국 방문농가에 대한 검역검사 본부 신고 협조 및 지원 강화 업무를, 국방부와 경찰청은 현장 방역인력·장비 지원, 발생지역 위험지역 내 군사훈련 및 예비군훈련자제협조는 물론 이동통제인력 등 투입에 협조하며 필요할 경우 역학조사를 위한 지역경찰관 투입한다. 환경부는 살처분 매몰지 환경관리 및 기술지원업무를 수행하며, 관세청 및 해양경찰청은 공항만을 통한 가축·축산물의 밀반입 단속 및 감시업무를 수행한다.



<Fig. 4-7> 구제역 긴급방역체계도



<Fig. 4-8> 구제역 발생 상황별 긴급 조치사항

2. 주요 국가의 가축전염병 긴급 방역 체계

세계 각국은 그 나라의 실정에 적합한 가축전염병 긴급 방역 체계를 가지고 있으며 여기에서는 미국과 영국의 긴급방역 매뉴얼을 간략하게 언급하고자 한다. 영국의 경우 실질적으로 구제역이 발생하여 큰 경제적 피해를 입었었기 때문에 가장 체계적으로 매뉴얼이 개발되어 있는 것으로 보인다. 영국의 가축전염병 긴급 방역 체계의 특징은 구제역 뿐만이 아니라 외래성 보고의무질병을 위한 긴급조치계획(Contingency Plan for Exotic Notifiable Diseases of Animals)을 수립하여 운영하고 있다. 이 계획에는 구제역, 조류인플루엔자, 뉴캐슬병, 및 모든 기타 외래성 보고의무질병에 관한 것을 다루고 있다.

미국의 경우에는 구제역 청정지역이기 때문에 영국과 마찬가지로 중앙정부차원에서 외래성 질병 발생 시 조치할 수 있는 긴급 계획을 마련하고 있으나 특징적인 것은 각 주정부에서 따로 긴급조치 계획을 수립하고 있다는 것이다. Oregon 주의 경우 Oregon Animal Disease Emergency Management Plan을 운영하고 있으며 이 계획은 오리건 주의 가축 및 가금에서 발생하는 전염병의 긴급행동요령을 포함하고 있고 야생동물의 전염병의 경우 Oregon Department of Fish and Wildlife에서 주관하는 것으로 되어 있다. Alaska의 경우에도 Alaska Animal Health Emergency Management Plan을 마련하고 있다. 특히 North Carolina State University, 수의과대학의 경우에는 대학차원에서 외래성 질병의 차단을 위하여 Biosecurity for Prevention of Foreign Animal Disease를 마련하고 있어 지역 및 기관차원에서 외래성 질병의 차단을 위해 노력하고 있음을 알 수 있다.

3. 우리나라 가축전염병 방역 매뉴얼의 개선점

가. 가축법정전염병 분류 기준 마련

(1) 현황 및 문제점

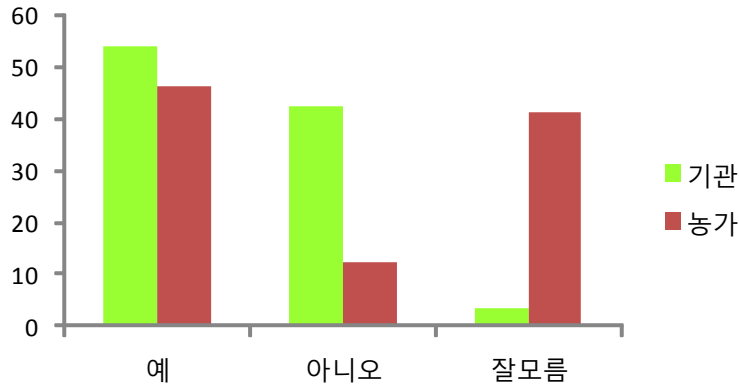
현재 가축전염병예방법 제2조에서 기술하고 있는 가축법정전염병은 제1종 가축전염병, 제2종 가축전염병 및 제3종 가축전염병으로 분류하며 제1종 가축전염병: 우역(牛疫), 우폐역(牛肺疫), 구제역(口蹄疫), 가성우역(假性牛疫), 블루텅병, 리프트계곡열, 럼피스킨병, 양두(羊痘), 수포성구내염(水疱性口內炎), 아프리카마역(馬疫), 아프리카돼지열병, 돼지열병, 돼지수포병(水疱病), 뉴캐슬병 및 고병원성 조류(鳥類)인플루엔자, 제2종 가축전염병: 탄저(炭疽), 기종저(氣腫疽), 브루셀라병, 결핵병(結核病), 요네병, 소해면상뇌증(海綿狀腦症), 큐열,

돼지오제스키병, 돼지일본뇌염, 돼지테센병, 스크래피(양해면상뇌증), 비저(鼻疽), 말전염성 빈혈, 말바이러스성동맥염(動脈炎), 구역(<), 말전염성자궁염(傳染性子宮炎), 동부말뇌염(腦炎), 서부말뇌염, 베네수엘라말뇌염, 추백리(雛白痢), 가금(家禽)티푸스, 가금콜레라, 광견병(狂犬病), 사슴만성소모성질병(慢性消耗性疾病) 및 그밖에 이에 준하는 질병으로서 농림축산식품부령으로 정하는 가축의 전염성 질병, 제3종 가축전염병: 소유행열, 소아카바네병, 닭마이코플라스마병, 저병원성 조류인플루엔자, 부저병(<) 및 그밖에 이에 준하는 질병으로서 농림축산식품부령으로 정하는 가축의 전염성 질병이다.

그러나 이와 같이 제1종에서 3종까지 가축전염병을 분류하고 있으나 그 분류 기준이 무엇인지 기술되고 있지 않은 실정이다. 이러한 이유로 전남가축위생시험소의 자료에서 찾을 수 있는 기준은 ‘제1종 가축전염병은 과거 국제수역사무국(OIE)에서 List A(질병의 중요도에 따라 List A, List B로 구분하여 왔으나‘04년부터는 구분하지 않음)로 규정했던 15종과 동일하며, 제2종 가축전염병은 31종이 제3종 전염병은 19종으로 국내의 방역상황을 감안하여 규정되어 있다’로 표기되어 있다. 축산유통종합정보센터의 자료에서는 가축전염병을 나누는 기준은 전염속도, 예방관리의 특성, 국내 발생여부, 국민건강에 미치는 영향, 사회경제적 파급효과 등을 들 수 있다고 설명하고 있다. 또한 본 연구에서 조사한 설문조사 결과를 보면 이는 방역기관의 담당자는 물론 축산농가의 경우 가축법정전염병 지정과 관련하여 혼란스러워 하거나 지정에서 제외해야 하는 질병이 있음을 지적하고 있다.

(2) 설문조사결과

가축전염병 예방법에는 제1종부터 3종까지의 법정전염병이 있는데, 현행 법정전염병 분류가 적절한지를 조사한 결과, 전체적으로 49.5%만이 적절하다고 응답하였고, 방역기관 공무원의 경우 54%, 축산농가의 경우 46.3%였다. 방역기관 응답에서는 ‘적절’ 54.0%, ‘부적절’ 42.5%, ‘잘 모름’ 3.4%이었으나, 축산농가 응답에서는 ‘적절’ 46.3%, ‘부적절’ 12.2%, ‘잘 모름’ 41.5% 인 것으로 나타나, 기관과 농가 간에 큰 차이를 보이고 있다.



<Fig. 4-10> 현행 가축법정전염병 분류의 적절성

<Table. 4-19> 현행 가축법정전염병 분류의 적절성 설문조사 단위별 분석

		사례수	적절하다	부적절하다	잘 모름
전 체		210	49.5	24.8	25.7
구분	방역기관	87	54.0	42.5	3.4
	가축농가	123	46.3	12.2	41.5
업종	축우농가	54	40.7	16.7	42.6
	양돈농가	38	44.7	10.5	44.7
	양계농가	31	58.1	6.5	35.5
소재지	경기권	22	54.5	40.9	4.5
	강원권	32	43.8	34.4	21.9
	충청권	10	20.0		80.0
	경상권	59	62.7	23.7	13.6
	전라권	23	56.5	30.4	13.0
	제주권	64	40.6	17.2	42.2

(단위 : 명, %)

(3) 법정전염병의 분류기준의 예

○ 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률

- 제1군 전염병: 전파속도가 빠르고 국민건강에 미치는 위해정도가 너무 커서 발생 또는 유행 즉시 방역대책을 수립하여야 하는 전염병
- 제2군 전염병: 예방집종을 통하여, 예방 또는 관리가 가능하여 국가예방집종 사업의 대상이 되는 전염병
- 제3군 전염병: 간헐적으로 유행할 가능성이 있어 지속적으로 그 발생을 감시하고 예방 대책의 수립이 필요한 전염병

- 제4군 전염병: 국내에서 새로 발생한 신종전염병증후군, 재출현전염병 또는 국내 유입이 우려되는 해외유행전염병으로서 방역대책의 긴급한 수립이 필요하다고 인정되어 보건복지부령이 전하는 전염병
- 지정 전염병; 제1군 내지 제4군 전염병 외에 유행여부의 조사를 위하여 감시활동이 필요하다고 인정되어 보건복지부장관이 지정하는 전염병

따라서 가축법정전염병의 분류기준을 명확히 함으로써 현장 방역 공무원들의 업무 효율 증대시키고, 가축전염병 분류의 체계화로 방역 공무원 및 축산농가의 의사소통 증진시킬 수 있을 것으로 보인다. 이러한 측면에서 본 연구자가 마련한 예시는 <Table. 4-20>에 나타난 바와 같다.

<Table. 4-20> 가축전염병 예방법의 분류기준(예)

등급	분류기준
제1종	국내에서 발한 적이 있거나 발생하고 있는 질병 중 전파속도가 빨라 국가경제에 큰 피해를 초래한 질병 및 국내에서 발생되지 않았으나 세계적으로 발생율이 증가하고 있어 발생 시 사회경제적인 파급효과가 큰 질병
제2종	국내에서 발생한 적이 없는 질병으로서 전파속도가 빨라 발병 시 사회경제적인 파급효과가 큰 질병 국내에서 발생한 적이 있거나 발생하고 있는 질병으로서 예방접종에 의해 예방이 가능하고 국가예방접종사업의 대상이 되는 질병
제3종	국내에서 발생한 적이 있거나 발생하고 있는 질병으로서 간헐적으로 유행할 가능성이 있어 지속적인 감시 및 예방대책을 수립할 필요가 있는 질병
지정	국내에서 발생하고 있는 질병으로서 현재 만연하여 농가에 상재하고 있으나 국가 혹은 지역적으로 근절이 필요한 질병

나. 가축법정전염병 발생에 따른 가축이동금지 조치 사항의 개선

(1) 현황 및 문제점

현재 가축전염병예방법 제19조, 제20조, 제21조, 제28조, 제29조에서는 가축법정전염병 발생 시 격리 혹은 이동 제한 명령에 관하여 기술하고 있으며 이를 요약하면 다음과 같다.

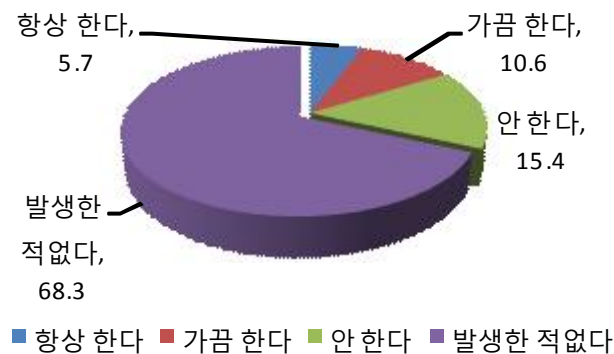
조	항	호	내용요약	제1종	제2종	제3종
19	1	1	발생 가축 소유자 및 인접 가축 소유자: 가축의 격리, 억류, 이동 제한	✓	✓	✓
		2	발생 가축 소유자, 동거가족, 고용인 등 이동 제한 혹은 소독	✓		
		3	발생 가축 존재 중심 일정범위 출입 통제 혹은 소독	✓	✓	
	2		해당 가축사육시설의 폐쇄 등	✓	✓	✓
		1	제1항, 1호 위반	✓	✓	✓
		2	제5조, 3항 위반: 외국인 근로자에 의한 질병 전파	✓	✓	✓
		3	제5조 5항 위반: 입국신고	✓	✓	✓
		4	제5조, 6항 위반: 거짓 답변, 조치 방해 등	✓	✓	✓
		5	제11조, 1항: 죽거나 병든 가축 신고	✓	✓	✓
		6	제17조, 1항 소독설비, 실시 위반	✓	✓	✓
	3		가축사육시설 폐쇄 후 조치	✓		
		1	위반시설 알립 게시물부착	✓		
		2	사용불가 봉인	✓		
	4		제2항에 따른 폐쇄 명령 시 청문	✓		
	5		제2항 및 제3항의 절차 등은 대통령령에 정함	✓		
	6		제1항 제1호에 따른 가축소유자의 위반행위 협조 시 영업 정지	✓	✓	✓
	7		제6항에 따른 필요 사항 대통령령에 정함	✓		
20	1		1종 전염병 감염 확정 동물 살처분 우역, 우폐역, 구제역, 돼지열병, 아프리카돼지열병, 고병원성 조류인플루엔자 발생시 장소를 중심으로 일정 지역내 살처분	✓	✓	
	2		지역방역책임자주관 살처분 및 살처분 유예	✓	✓	
		1	소유자가 제1항 명령 위반 시	✓	✓	
		2	소유자 불분명시 제1항 수행 불가 시	✓	✓	
		3	긴급 살처분 시 농리수산물식품부령으로 정함	✓	✓	
	3		광견병 예방접종 받지 않은 개, 고양이의 살처분 조치	✓		
21	1		도태의 권고	✓	✓	
28			제2종가축전염병 조치			
29			제3종가축전염병 조치			

이 법령에 따르면 제1종, 제2종, 제3종 가축법정전염병 발생 시 가축 소유자나 해당 농장

과 관련이 있는 사람 혹은 관련 영업인 등이 제19조 제1항 제1호를 포함한 가축 이동제한 조치 등을 위반하였을 때 처리하는 차후 조치에는 차이가 있을 지라도 가축전염병의 분류에 관계없이 가축 소유자가 가축을 격리 및 역류 혹은 이동 제한을 하도록 하고 있다. 비록 부득이하게 이동이 필요한 경우에는 시·도 가축방역기관장에게 신청하여 승인을 받아야 한다는 법령은 있으나 축산만을 전문적으로 하는 농가보다는 다른 농업을 겸업하는 농가가 많기 때문에 행정적인 절차 등을 꺼려하는 경우가 대부분이다. 이러한 이유로 비록 가축전염병이 발생하더라도 사회적으로 크게 문제가 되지 않는 질병의 경우 신고를 기피하고 농가 자체적으로 해결하는 바람에 그 문제를 더욱 크게 만들고 있다.

(2) 설문조사 결과

불분명한 질병으로 인해 죽은 가축을 신고한 적이 있는가를 조사한 결과, 신고경험이 있는 농가는 16.3%(항상 5.7% + 가끔 10.6%)인 것으로 조사되었고, 15.4%는 신고하지 않는다고 하여 비슷한 양상을 보였으며, 68.3%는 질병이 발생한 적이 없다고 응답하였다.



<Fig. 4-11> 불분명한 질병원인 가축 폐사 신고 경험

이는 국내에서 발생되고 있는 가축질병의 종류와 자가 치료가 허용되고 있는 상황에서 터무니없이 낮은 신고율을 보이고 있음을 나타내고 있다.

가축 전염병 발생 시 신고한 적이 있는가를 조사한 결과, 신고경험이 있는 농가는 17.1%(항상 10.6% + 가끔 6.5%)인 것으로 조사되었으며 11.4%는 신고하지 않는다고 응답하였고, 71.5%는 질병이 발생한 적이 없다고 하였다.

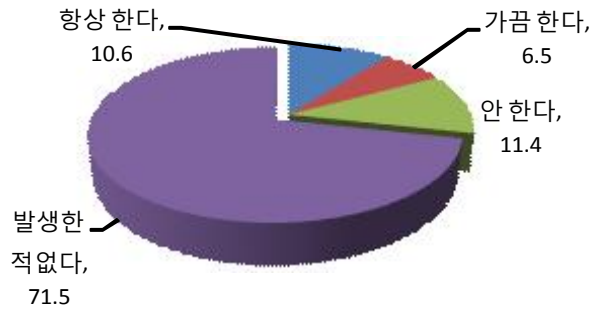


그림 5-3 가축 전염병 발생 시 신고

이 또한 가축전염병예방법에서 명시하고 있는 가축법정전염병의 수와 종류 및 국내에서 발생하는 가축전염병의 정도를 감안할 때 그 신고율이 상당히 낮음을 알 수 있다.

가축전염병상 제1종부터 3종까지의 법정전염병 발생 시 이동제한 조치 등 법적 행동요령을 차등화할 필요성이 있는지를 조사한 결과, ‘필요하다’는 응답은 82.4%, ‘불필요하다’는 의견은 5.2%이고, ‘잘 모르겠다’는 의견이 12.4%인 것으로 조사되었다. 방역기관 응답에서는 ‘필요’ 96.6%, ‘불필요’ 1.4%, ‘잘 모름’ 2.3%이었으나, 축산농가 응답에서는 ‘필요’ 72.4%, ‘불필요’ 8.1%, ‘잘 모름’ 19.5% 인 것으로 나타나, 기관과 농가 간에 큰 차이를 보이고 있다.

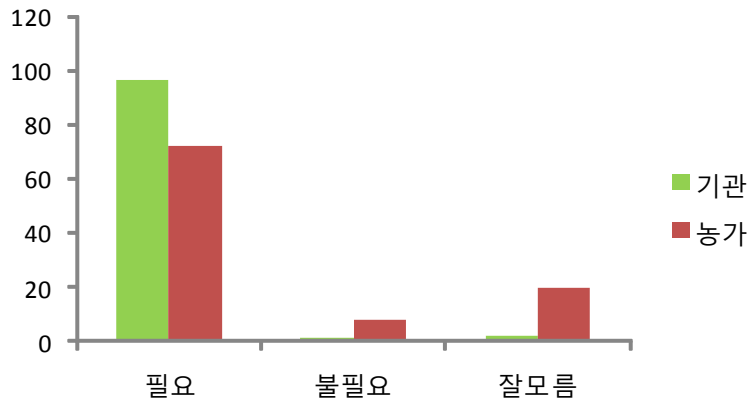


그림 5-4. 가축법정전염병 발생 시 이동제한 조치 등 법적행동요령 차등화 필요성

특히 축산농가보다 방역기관의 필요의견이 더 높아 가축 방역 실무진들의 경우 그 필요성을 더욱 절실하게 느끼고 있을 알 수 있다. 따라서 가축전염병예방법(법령 제11690호) 제19조의2 가축 등에 대한 일시 이동중지 명령과 관련하여 제1종, 제2종, 제3종 가축전염병 발생에 따른 이동중지명령의 차등화하고 가축법정전염병의 분류기준 및 체계를 제정비하여 반드시 가축의 이동이 중지되어야 할 질병과 그렇지 않은 질병을 차별화시킬 필요성이 있으며, 국가적 차원의 관리 질병과 지자체 차원의 관리 질병을 차등화하여 지자체의 방역의지를 고취시켜야 할 것으

로 보인다. 또한 이동제한 조치 등 법적행동요령을 차등화 함으로써 실질적인 전염병의 관리체계가 마련되고 위험성이 낮거나 이미 국내에 만연하고 있는 가축전염병의 이동제한 철회로 신고율 상승에 따른 조기 방역대책이 마련될 것으로 보인다.

다. (가칭)동물위생시험소법 제정

(1) 현황 및 문제점

현재 전국에 약 14개의 가축전염병 연구 기관이 있으나 유사한 업무를 수행하는 기관임에도 불구하고 그 명칭이 다양하여 관련인이 아닐 경우 정확한 업무내용을 파악하기 어려운 실정이다.(<Fig. 4-14>) 이러한 이유로 수의직 공무원들의 기능과 역할이 원래 취지와 달라지는 경우도 있으며 그 역할이 과소평가되는 경우도 있으며, 지자체 책임자의 변경에 따라 수의직 공무원들의 보직 변경이 발생할 우려가 제기되기도 하여 가축방역 일선에 허점이 나타날 우려가 있다.

국 전국축산위생연구소

▶ 홈페이지 바로가기



- ▣ 서울특별시 보건환경연구원
- ▣ 인천광역시 보건환경연구원
- ▣ 부산광역시 보건환경연구원
- ▣ 대구광역시 보건환경연구원
- ▣ 광주광역시 보건환경연구원
- ▣ 울산광역시 보건환경연구원
- ▣ 강원도 가축위생시험소
- ▣ 충청북도 축산위생연구소
- ▣ 충청남도 가축위생연구소
- ▣ 경상북도 가축위생시험소
- ▣ 경상남도 축산진흥연구소
- ▣ 전라남도 축산기술연구소
- ▣ 제주특별자치도 동물위생시험소
- ▣ 대전광역시 보건환경연구원

<Fig. 4-14> 전국 가축위생연구기관의 명칭

(가칭)동물위생시험소법에 대비되는 사람의 방역기구인 보건환경연구원법(법률 제11690호)은 사람의 보건·환경에 관한 검사 및 연구 업무를 합리적으로 운영함으로써 국민보건의 증진과 환경보전에 이바지함을 목적으로 1991년부터 시행되어 왔다(<Fig. 4-15>). 또한 일본의 경우에도 이미 가축위생시험소법이 제정되어 있어 법적으로 가축방역기관의 업무가

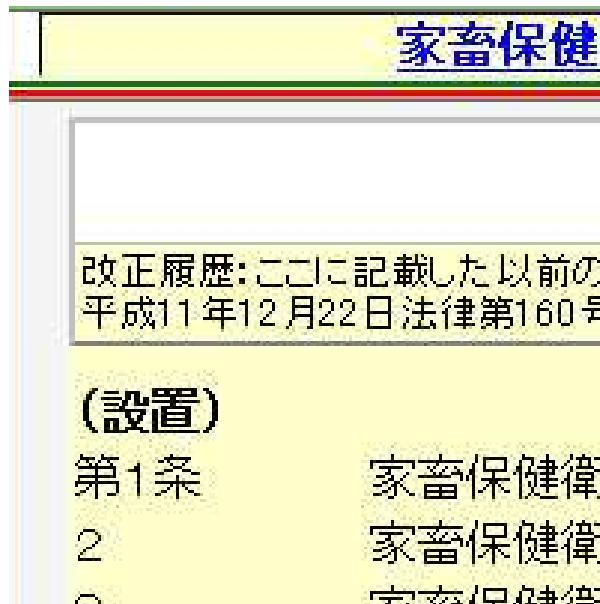
보장되고 있음을 알 수 있다(<Fig. 4-16>).

(2) 설문조사 결과

사람의 보건·환경에 관한 검사 및 연구업무를 합리적으로 운영하기 위한 “보건환경연구원법”이 있는데, 가축의 방역 업무를 합리적으로 운영하기 위한 유사한 법령이 제정될 필요성에 대해 조사한 결과, ‘필요하다’는 긍정적인 의견은 49.0%이고, ‘보통’ 21.4%, ‘필요 없다’는 부정적인 의견이 29.6%인 것으로 조사되었다.

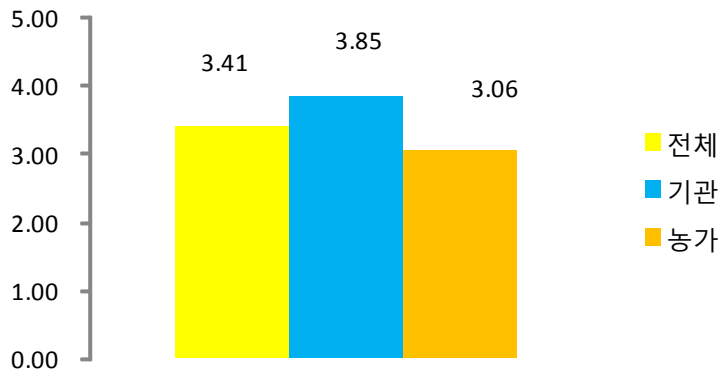


<Fig. 4-15> 보건환경연구원법



<Fig. 4-16> 일본의 가축보건위생소법

방역기관 응답에서는 ‘필요’ 67.4%, ‘불필요’ 20.9%, ‘보통’ 11.6%로서 5점 만점으로 평가한 결과 3.85점으로 동의 의견이 많았고, 축산농가 응답에서는 ‘필요’ 34.5%, ‘불필요’ 36.4%, ‘보통’ 29.1%로서 5점 만점으로 평가한 결과 3.06점으로 보통 정도의 수준을 보이고 있다.



<Fig. 4-17> (가칭) 동물위생시험소법 재정의 필요성

따라서 동물 및 가축의 건강·환경에 관한 검사 및 연구 업무를 수행하는 가축위생시험소, 가축위생연구소 등의 업무를 합리적으로 운영하기 위한 법률을 재정할 필요성이 있으며, 이를 통하여 지방직 수의 방역 담당자들의 권익을 보호함으로써 보다 책임감 있는 가축방역업무가 수행될 것으로 보이며, 지방의 가축방역 기관의 권익 보호가 곧 국가적 가축방역 시스템의 효율적 운영과 직결될 것이라 생각한다.

라. 외래성 가축전염병 긴급조치 계획 마련

(1) 현황 및 문제점

앞에서 기술한 바와 같이 국내 가축전염병 방역 정책은 가축전염병예방법과 그 시행규칙 및 시행령에 따라 이루어지며, 여러 가지 기구와 인력이 업무를 분장한다. 또한 2011년에 개정된 구제역 긴급행동지침의 경우 유관기관과의 협조 체계가 잘 구축되어 있다. 그러나 최근 들어 가축질병의 발생양상이 다양해지고 구제역과 같이 한 동안 발생하지 않았던 질병이 다시 발생하거나 국내에 전혀 없었던 질병이 기후변화와 여행지역의 다양화와 여행빈도 및 여행객 수의 증가로 언제든지 발생할 가능성이 있다.

비록 가축에게 직접적인 영향이 없다고는 하나 모기 매개질환인 뎅기열의 경우 여행이후 발병하는 사례가 증가하고 있으며, 리프트게곡열의 경우 주로 사하라 이남지역과 북 아프리카에서 발병이 보고되었으며, 1997-98년 사이에는 케냐, 소말리아, 탄자니아에서 주로 발생하였으나, 2000년도에 아프리카대륙 이외의 지역인 사우디아라비아, 예멘에서 발생하면서 아시아나 유럽지역으로 전파될 가능성이 높아지고 있다. 서나일 열은 아프리카, 동유럽, 서부 아시아, 중부아시아 지역의 사람, 조류 및 기타 척추동물에서 주로 발생하였으며, 1999년 이전에는 서반구에서 발생한 적은 없었지만 이 해부터 미국 전역으로 이 질병이 전파되면서 큰 주목을 받고 있다. 특히 점점 서반구 쪽으로 전파되는 경향이 있고, 유럽의 경우에도 발병지역이 확대되고 있다. 또한 일부 동남아시아지역과 러시아, 중국 일본 등에서도 발생이 보고되어 국내 유입가능성이 높아 보인다. 또한 국내에서 발생되지는 않았으나 아프리카 일부지역에서 상재하고 있고 러시아 지역으로 전파 범위가 넓어지고 있는 아프리카돼지열병 또한 국내 전파의 가능성을 배제할 수 없는 실정이다.

(2) 개선점

현재 마련되어 있는 구제역 긴급행동요령, 조류인플루엔자 긴급행동요령을 따로 마련하여 운영하는 것 보다 향후 국내에 발생할 수 있는 신종 혹은 외래성 질병의 발생을 대비하기 위하여 국가 재난형 가축전염병 긴급행동요령을 마련할 필요가 있을 것이다. 또한 우리나라가 미국과 같이 큰 나라는 아니지만 지역별로 가축사육환경이 다르고 산악지역과 하천지역이 다양하게 분포하고 있기 때문에 국가에서 마련한 긴급행동요령 이외에 각 지자체에서 지역실정에 맞게 운영할 수 있는 가축전염병 긴급행동요령을 계획할 필요가 있을 것으로 사료된다.

제 4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

[제 1세부] 경상대학교

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	평가 착안점	달성도 (%)	기술 발전 기여도 (%)
1차 년도 (2011~ 2012)	(제 1 세부) 감염성 가축 질병 확산 방지용 GIS 개발을 위한 기초 DB 구 축	▶ 전국의 가축사육농장 및 관련시설의 지리정보 시스템(GIS) 자료 조사	▶ 지리정보시스템(GIS) 자료 조사를 위한 GIS 구축 및 데이 터 확립 ▶ GIS 구축에 따른 전국의 가 축사육농장 및 관련시설의 자료 조사(경북지역)	100	70
		▶ 전국의 각 농장까지 접근되는 교통망의 지리 정보 자료 조사	▶ 교통망의 지리정보를 위한 전국 각 농장의 지리정보 조사 및 수집(경북지역) ▶ 전국 각 농장과 교통망의 접 근 거리에 대한 지리정보 수집 및 정리	100	80
		▶ 예찰통합 시스템구축 을 위한 기초자료 확립	▶ 예찰통합 시스템구축을 위한 관련 자료 조사 및 데이터 확립 ▶ 기초자료 확립 및 예찰통합 시스템구축에 따른 데이터 확립 (GIS Mapping)	100	80
		▶ 구제역 어플리케이션 개발	▶ 기초자료를 바탕으로 안드로 이드 체계의 어플리케이션 구현	100	90
				100	80
				100	90
2차 년도 (2011~ 2013)	(제 1 세부) 농장별 가축 질병 감염위 험 우선순위 산정을 통한 risk map 구축에 따른 구제역 및 조류독감 예 찰시스템 개 발	▶ ArcGIS 적용에 따른 가축질병 감염 위험도 산정 매트릭스 구축	▶ 가축질병 감염위험도를 정량 화하여 예측모델에 적용	100	70
		▶ 위험도 산정 매트릭 스에 입력할 결정요인 변수 선정	▶ 환경적인요소, 지형적인요소 로 가중치 부여	100	80
		▶ 구제역 및 조류독감 확산 이동 경로 추적 예 측을 통한 예찰시스템 구축 및 검증	▶ ArcGIS, 지형분류 등을 이용 한 예측시스템구축 및 실제농가 현장 평가	100	90
		▶ IT접목을 통한 구제 역 및 조류독감 등의 발 생 통지	▶ 스마트폰이나 테블릿피시 예 서의 어플리케이션 구현	100	90
	▶ 구제역과 AI 발생 진행 순서에 따른 축사 환경에 대한 비교	▶ 구제역과 AI 발생 시·군의 축사 방역 담당 수의사와 당시 축사 환경에 대한 협의	100	80	

[제 1협동] 창원대학교

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	평가 착안점	달성도 (%)	기술 발전 기여도 (%)
1차 년도 (2011~ 2012)	(제 1 협동) 구제역 확산 예측에 적합 한 대기오염 확산모델의 선정 및 평 가	▶ 대기오염물질 확산예 측에 사용되고 있는 모 델들의 주변 상황에 따 른 장단점 평가	▶ 다양한 대기오염 확산 모델 중 가축 질병 확산 예측 모델 선정	100	90
		▶ Experimental Chamber를 이용한 모 델 정확도 검증	▶ 컴퓨터시뮬레이션 방식과 가 상 건물에서의 추적가스 농도변 화 실험을 비교 분석	100	90
2차 년도 (2011~ 2013)	(제 1 협동) 대기오염 확 산 모델의 적용방안	▶ 선정된 대기오염 확 산모델을 구제역 확산모 델링에 적용하기 위한 다양한 DB를 모델과 연 계시키는 방안 모색	▶ 초기방역정책 의사결정에 도 움을 주기 위한 시스템적 접근 방법에 대한 검토	100	70
		▶ GIS와 연동시키는 방안 모색	▶ 예측모델링에 필요한 각종 DB 조합 방법	100	80
		▶ 구제역 및 조류독감 바이러스 surrogate를 이용한 대기오염 확산모 델의 예측치와 실측치간 의 유효성 평가	▶ 지형과 확산거리를 고려한 대기오염물질 확산 예측 모델 선정 및 적용성 평가	100	80

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	평가 착안점	달성도 (%)	기술 발전 기여도 (%)
1차 년도 (2011~ 2012)	(제 2 협동) 축사 내부 및 주변 현 장조사를 통 한 구제역	▶ 구제역 및 조류독감 바이러스의 확산 양상을 대체할 수 있는 공기오 염인자의 선정을 위한 돈사 및 계사의 기초 현 장 조사	▶ 축사(돈사&계사) 유형별 실 내 환경 유해인자 발생 현황 조 사	100	80
			▶ 공기감염성 가축질병 바이러 스 surrogate 선정을 위한 돈사 실내 환경 유해인자들의 상관성 분석	100	70
			▶ 구제역 바이러스의 배출계수 산정 및 위해성 사전 고찰	100	100
2차 년도 (2011~ 2013)	▶ 구제역 및 조류독감 바이러스의 surrogate 제시 및 RA 모델 적용을 통한 위해성 평가	▶ 공기감염성 가축질병 발생 인자의 대기상 이 동경로를 예측할 수 있 는 객관적 surrogate의 규명 및 RA 모델 적용 을 통한 구제역 및 조류 독감 바이러스의 위해성 추정 평가	▶ 구제역 바이러스 surrogate 로서 도출된 실내공기 오염인자 의 대기확산모델 적용 예측치 유효성을 검증하기 위한 현장 평가	100	80
			▶ 바이러스 흡착 매체에 따른 온/습도 조건별 생존률 분석	100	80
			▶ 구제역 및 조류독감 바이러 스의 위해성 평가를 위한 Risk Assessment 모델 적용 가능성 검토	100	70

[제 3협동] 제주대학교

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	평가 착안점	달성도 (%)	기술 발전 기여도 (%)
1차 년도 (2011~ 2012)	(제 3 협동) 현행 가축방 역체계에 대 한 인지도 조사를 통한 문제점 도출 및 축산선진 국의 가축방 역체계의 현 황 분석	▶ 한국 지형에 적합한 가축 질병예방 및 확산 방지를 위한 개선된 방 역 정책 결정 매뉴얼을 제시	▶ 전문 리서치 기관을 통한 현 재 가축방역정책의 체계와 매뉴 얼을 검토하여 그 문제점을 분 석하며 축산농가, 관련기관 대 상 인지도 조사를 통한방역체계 의 활용도와 문제점 분석	100	80
			▶ 미국, 유럽 등의 축산선진국 가축방역체계에 대한 현황 조사	100	70
			▶ 효율적인 방역체계 분석과 외국 현황 조사를 위한 가축방 역 자문위원회 구성 및 운영	100	80
2차 년도 (2011~ 2013)	(제 3 협동) 감염성 가축 질병 예방을 위한 방역개 선 매뉴얼 개발	▶ 질병 발생에 대비한 방역체계 개선방안 모색 을 통한 한국형 질병예 방 및 확산방지 모델 적 용 방역체계 개선안 제 시	▶ 현 상황에서 분석된 방역체 계의 문제점을 보완할 수 있는 개선방안을 모색하여 제시	100	90
			▶ 1차 년도에서 분석한 문제점 과 협동연구과제에서 도출된 한 국형 질병예방 및 확산방지 모 델을 접목하여 보다 체계적인 방역체계 매뉴얼 확립	100	80

제 5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

[제 1세부] 경상대학교

1. 논문

가. 게재 완료

(1) 비SCI 1편

- 논문 제목 : 안드로이드를 이용한 구제역 정보제공
- 발표 일자 : 2012년 10월 15일
- 학술지명 : 농업생명과학연구
- 논문 앞면

농업생명과학연구 46(5) pp.135-139

Journal of Agriculture & Life Science 46(5) pp.135-139

안드로이드를 이용한 구제역 정보제공

최은규¹ · 김지호¹ · 이상윤¹ · 송주환² · 하윤혜² · 황건순³ · 김태형³ · 손원근⁴ · 김기연⁵ · 김현태⁶
¹경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구부), (주) 이엠아이엔티,
²창원대학교 환경공학과, ³제주대학교 수의학과, ⁴부산가톨릭대학교 산업보건학과
김수일(2012년 06월 08일), 수정일(2012년 10월 12일), 게재확정일(2012년 10월 25일)

Foot-and-mouth Disease Information Using Android

Eun-Gyu Choi¹, Chi-Ho Kim¹, Sang-Yoon Lee¹, Joo-Hwan Song², Yun-Hae Ha²,

Gun-Soon Hwang³, Tae-Hyeung Kim³, Won-Geun Son⁴, Ki-Youn Kim⁵, Hyeon-Tae Kim⁶

¹Dept. of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongang National Univ. (Insti. of Agric. & Life Sci.), Jinju 660-701, Korea

²EITkor corp., Goyang 412-500, Korea

³Dept. of Environmental Engineering, Changwon National Univ., Changwon 641-773, Korea

⁴Dept. of Veterinary Medicine, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

⁵Dept. of Industrial Health, Catholic University of Pusan, Pusan 609-757, Korea

Received: JUN. 08. 2012, Revised: OCT. 12. 2012, Accepted: OCT. 25. 2012

초록

구제역은 우제류에 감염되는 제1종 가축전염병으로 2010년에 발병하여 우리나라에 많은 피해를 주었다. 구제역 발생 초기에 효과적으로 대응이 이루어지지 않았기에 그 피해가 전국적으로 확산되었다. 이에 본 연구는 구제역 발생지역, 발병증상, 구제역 속보 등의 메뉴로 구성된 어플리케이션을 개발하여 축산 농가가 스마트폰이나 태블릿 피서를 통해 축산 농장주들이 다룬받아 사용할 수 있도록 하였다. 개발된 어플리케이션을 통해 농장주들이 구제역에 대한 정보를 언제, 어디서든 실시간으로 접할 수 있게 하였으며, 농장 지역 부근에서 구제역이 발생했을 경우 빠르게 신속하게 구제역 발병에 대응할 수 있게 되어 구제역의 확산 방지에 도움이 될 것으로 판단되었다.

검색어 - 구제역, 어플리케이션, 스마트폰, 태블릿 피서

ABSTRACT

The foot and mouth disease(FMD) was occurred from Andong city on November 23, 2010 and spread out the whole country except Jeju island and Jeolla-do. About 3.4 million livestock such as cow and pig was buired at 4,200 sites during preventive measures of FMD. Government did not effectively respond to the FMD crisis management so FMD spread out the whole country. To prevent the spread FMD, Farms have to fast approaching and respond directly to smartphones and Tablet PC applications. Resolve the difficulties of using smart devices and easy to operate for the effective utilization of the development of simple applications. This application of FMD, developed for the prevention and alarm applications, foot and mouth disease will be caused, farmers around the farm in case of risk and the seriousness of the FMD will notify smartphone, FMD prevent additional damage due to be interested in preventing further that allows your application is for development purposes.

Key words - Application, Foot and mouth disease, Smartphone, Tablet PC

*Corresponding author: Hyeon-Tae Kim

Tel: +82-55-772-1806

Fax: +82-55-772-1809

E-mail: htoan@gnu.ac.kr

(2) SCI 1편

- 논문 제목 : Android application that provides information on the footand mouth disease in Korea
- 발표 일자 : 2013년 8월 10일
- 학술지명 : Multimedia Tools and Applications An International Journal
- 논문 앞면

Multimed Tools Appl
DOI 10.1007/s11042-013-1629-z

Android application that provides information on the foot and mouth disease in Korea

Ki Youn Kim · Hyeon Tae Kim

© Springer Science+Business Media New York 2013

Abstract The foot and mouth disease is one of the most infectious diseases among artiodactyla. This occurred in and caused great damage to Korea in 2010. The effect was spread all over the country since it was not dealt with effectively at the early stages of the outbreak. Thus, this study aims to develop an application with the menu items such as the outbreak areas, and symptoms, and prompt reports of the foot and mouth disease so that stock farmers can download it through Smartphone and tablet PC web markets. The developed application enables stock farmers to get realtime information on the foot and mouth disease anywhere anytime, and to cope with this disease promptly when it occurs around their farming areas. It is expected that this application will be of help in preventing the foot and mouth disease from spreading further.

Keywords Foot and mouth disease (FMD) · Applications · Smartphone · Tablet PCs

1 Introduction

World health organization (WHO) under the UN, officially announced in 2009 its revised 6 step alarm system of epidemics to help countries around the world to effectively deal with and be prepared for possible outbreaks any kind of epidemic. It has made use of every means to promote this epidemic alarm system effectively [9]. The foot and mouth disease is one of the epidemics on which this system sets off the alarm and takes measures through various media. Smartphones are taken into consideration as a means to warn the outbreak of the foot and mouth disease.

The foot and mouth disease is infected through artiodactyla or cloven-hoofed animals such as cow, pig, sheep, goat, and deer. It is highly contagious and causes blisters around lips, tongues, gums, noses, and areas between hoofs. In addition, it drastically increases the

K. Y. Kim
Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan, Busan, South Korea

H. T. Kim (✉)
Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University
(Insti. of Agric. & Life Sci.), Jinju, South Korea
e-mail: bioani@gnu.ac.kr

Published online: 10 August 2013

 Springer

나. 투고 완료 (심사 중)

(1) 비 SCI 1편

- 논문 제목 : 지형분류에 따른 구제역 발생 지역 유형분석
- 제출 일자 : 2013년 9월
- 학술지명 : 농업생명과학연구
- 논문 앞면

지형분류에 따른 구제역 발생 지역 유형분석

백경윤¹, 이상윤¹, 김치호¹, 최은규¹, 김명훈¹, 김현태^{2*}

¹경상대학교 생물산업기계공학과, ²경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구원)

Type analysis of Foot and mouth disease area according to terrain classification

G.Y. Baek¹, S.Y. Lee¹, C.H. Kim¹, Y.G. Choi¹, M.H. Kim¹, H.T. Kim^{2*}

¹Dept. of Bio-Industrial Machinery Eng., Gyeongsang National Univ. (Insti. of Agric. & Life Sci.), Jinju 660-701, Korea

²Dept. of Bio-Industrial Machinery Eng., Gyeongsang National Univ. (Insti. of Agric. & Life Sci.), Jinju 660-701, Korea

초록

2010년 구제역으로 많은 농가들이 피해를 입었으며, 발생원인과 바이러스 전파 과정에 대해서 명확한 원인과 근거를 찾을 수 없는 상태이다. 본 연구에서는 구제역의 발생에 있어서 무분별한 살처분 방지와 감염경로의 예측을 위한 지형적인 특성을 구명하고자, 2010년 경북지역을 대상으로 구제역이 발생한 농가 58개의 지형을 분류하였다. 분류요소는 농가가 위치한 고도, 경사도, 축사의 방향, 도로인접도, 마을인접도와 경사방향을 설정하여 발생농가의 지형적 자료를 각 항목에 분류하였다. 각 요소별 분류에서 고도와 경사도, 하천인접도에서는 차이점을 나타내었으나, 축사방향 및 경사방향, 도로인접도, 마을인접도에서는 유사한 지형적인 특성을 보였다. 본 연구를 통하여 구제역 발생 농가만의 특수한 지형은 알 수가 없었지만, 많은 변수들을 고려한 지형분류가 구제역 확산 방지와 예방을 하기 위한 기초자료로 활용 될 수 있을 것으로 판단된다.

검색어 - 지형분류, 구제역, GIS

ABSTRACT

The study was conducted to investigate the type analysis of foot and mouth disease

다. 투고 예정

(1) SCI 1편

- 논문 제목 : Analysis of FMD(Foot and Mouth Disease) Diffusion Route by using GIS in Gyeongbuk Area
- 제출 일자 : 2013년 9월
- 학술지명 : Computers and Electronics in Agriculture

**Analysis of FMD(Foot and Mouth Disease) Diffusion
Route by using GIS in Korea**

Sang Y. Lee^{*}, Gyeong Y. Baek^{*}, Eun G. Choi^{*}, Chi H. Kim^{*},
Tae H. Kim^{**}, Won G. Son^{***}, Ki Y. Kim^{****}, Hyeon T. Kim^{*****}

* Department of Bioindustrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University (Institute of Agriculture and Life Science), Jinju, Korea(Tel: +82-70-4320-3636; e-mail: hottestyoon@gmail.com)

** Department of Environmental Engineering, Changwon National University, Changwon, Korea

*** Department of Veterinary Medicine, Jeju national University, Jeju, Korea

**** Department of Industrial Health, Catholic University of Busan, Busan, Korea

***** Department of Bioindustrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University (Institute of Agriculture and Life Science), Jinju, Korea, (e-mail: bioani@gnu.ac.kr)

Corresponding author: Hyeon T. Kim
Department of Bio-Industrial Machinery Engineering
GyeongSang National University
Jinju, 660-701
Korea
Tel: +82-55-772-1896
Fax: +82-55-772-1899
E-mail: bioani@gnu.ac.kr

(2) 비 SCI 1편

- 논문 제목 : GPS를 이용한 방목우의 생체정보 분석
- 제출 일자 : 2013년
- 학술지명 : 농업생명과학연구

GPS를 이용한 방목우의 생체정보 분석*

Analysis of the body condition with free grazing cattle by the GPS

이상윤¹ 김명훈¹ 백경윤¹ 최은규¹ 고한종² 김현태^{1*}

¹경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구원)

²제주도청 축산정책과

Sang Yoon Lee¹ Myeong Hun Kim¹ Gyeong Yun Baek¹ Eun Gyu Choi¹
Han Jong Ko² Hyeon Tae Kim^{1*}

¹Department of Bioindustrial Machinery Engineering Gyeongsang National University
(Institute of Agriculture and Life Science), Jinju, 660-701, Korea

²Division of Livestock Policy, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju, Korea

서론

대부분의 가축들은 야생에서 자유롭게 생활하다가 어떤 시점에서 인간에 의해 가축화되었으며, 인간의 중요한 동물성단백질을 포함한 영양공급원으로 사육되고 있다(Chun M. S., 2004). 따라서 가축화된 이후, 지금까지 대부분의 사양관리에 대한 연구는 생산성을 위주로 경제적인 효율측면을 강조한 연구들이 주를 이루고 있다(Kim H. T., 2006). 그러나 최근에는 광우병과 조류 독감 등으로 먹거리의 안정성과 고품질화에 대한 소비자의 요구가 높아지고 있으며, 이러한 측면에서 점차 사육환경을 가축화 이전의 형태, 즉 야생의 자연 상태로 사용하는 것이 바람직하다는 제안도 있다(Hirakawa M., 2006). 특히, 비육우의 경우에는 노동력의 절감을 위해서 연중 24시간 방목지에서 사육을 행하는 경우가 점점 증가하고 있다(Kohari D., 2006). 이처럼 자연 상태에서 방목을 행하는 경우, 질병, 번식 등의 관리에 많은 어려움이 따르게 된다(高橋, 2006).

최근의 비육우생산 및 낙농업가의 현안문제를 고려할 때, 방목은 노동력 절감, 분뇨처리문제 절감 및 동물복지 차원에서도 적절한 사육방법으로 생각된다. 따라서 방목 시 적절한 사양관리, 특히 번식관리에 대해서는 많은 노력이 필요할 것으로 생각된다. 방목지에서 번식에서 자연수정이 아닌 인공수정을 행할 경우, 가축의 발정을 정확히 인식하여 임신율 유도할 필요가 있다. 이를 위해 방목지의 비육우 및 육우의 번식관리를 위한 생체계측을 위해 보수계 등을 이용하는 경우가 있다(吉岡, 2004). 그러나 보수계의 경우에는 한 걸음에 대한 편차가 클 수 있으며, 이동범위에 대한 판단을 전혀 할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 GPS를 한우에 부착하여, 이동거리 및 행동 패턴을 분석함으로써, 추후 한우의 발정 시기, 임신 및 질병을 진단할 수 있을지 여부를 판단하고자 하였다.

최근에 GPS는 야생동물 및 어류의 이동추적 및 관찰을 포함하여 광범위하게 생물학분야에 활용되어지고 있다(OTANI S., 2005; HarbinM.,1995;AgouridisC.T.,2004).또한 방목지에서 소를 비롯한 가축의 행동추적 및 위치특성을 파악하고자하는 연구들이 많이 진행되고 있다(Barbari M., 2006; Eva Schlecht, 2006; Eva Schlecht, 2004; Ganskopp D., 2001; Jeffrey S. Fehmi, 2001; Eugene D. Ungar, 2005; CHOWDAPPA R., 2005). 이러한 많은 연구들은 가축이나 동물의 이동 및 위치를 확인하고 추적하기 위한 목적으로 주로 이용되었으며, 가축의 이동을 파악하고 위치추적을 통한 생체변화를 파악하고자 하는 연구는 지금까지 없었다.

따라서 본 연구에서는 연중 24시간 한우의 방목을 시행하는 농가에서 번식우를 대상으로 GPS 위치추적 및 이동거리를 파악하고, 이를 통한 생체변화를 추정하고자 수행하였다.

재료 및 방법

* 교신처자 : T. 055-772-1896, F. 055-772-1899, bioani@gnu.ac.kr

† 본 연구는 농림축산식품부 2012년 '가축질병대응기술개발사업'의 지원으로 수행되었음

2. 특허

가. 특허 출원 완료

- 발명의 명칭 : GPS를 이용한 가축의 생체진단 시스템과 이를 이용한 생체진단 방법
- 출원 일자 : 2013년 7월 12일
- 출원번호 통지서

관인생략 출원번호통지서

출원일자 2013.07.12
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2013-0082236 (접수번호 1-1-2013-0629640-72)
출원인명칭 경상대학교산학협력단(2-2004-010719-4)
대리인성명 최규환(9-2005-001504-0)
발명자성명 김현태 최은규 진병옥 백경윤 김명훈 문병은 이상윤 김치호
발명의명칭 GPS를 이용한 가축의 생체진단 시스템과 이를 이용한 생체진단 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [출원인코드 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

나. 특허 출원 중

- 발명의 명칭 : 구제역 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템
- 출원 일자 : 2013년
- 명세서 앞면

【명세서】

【발명의 명칭】

구제역 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템(SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING FOOT-AND-MOUTH DISEASE SERVICE)

【기술분야】

본 발명은 구제역 확산 방지를 위한 구제역 모니터링 서비스 제공 방법 및 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 감염성 가축질병 확산 방지를 위해 농장주에게 구제역 확산 예측 모델과 구제역 발생 시 위험도를 어플리케이션을 통해 알려주는 모델 개발에 관한다.

【발명의 배경이 되는 기술】

최근 세계적으로 광우병, 소 부루셀라, 조류 인플루엔자 등 가축 전염병이 빈번히 발생하고 있으며, 국내의 축산 농가에서도 이러한 가축 전염병으로 큰 손실을 입고 있는 상황이다.

그러나 실제로 점점 가축 사육이 대규모로 이루어져 규모화, 집단화되고 있으며, 생체라는 특성 때문에 방역 및 관리가 전통적인 방법에 의하여 이루어지고 있으며, 효율적인 대처가 어려운 상황이다.

또한, 가축의 정확한 상태를 진단하기 위해서는 축사 관리자가 직접 수백마리의 체온, 혈압 등을 측정하여야하기 때문에 매우 많은 비용과 인력이 소모될 뿐만 아니라 수백 마리의 가축을 증상에 따라 분류하여 관리하는 것이 거의 불가능하다.

이에 최근 가축 개체별 이상상태를 감지하는 여러 가지 측정 장비가 도입되

3. 기술 이전 (2건) - 진행 중

이전 연도	기술 명	무상/유상	지역
2013	GPS를 이용한 한우 임신진단	무상	강원도 춘천
2013	GPS를 이용한 가축의 생체진단	무상	충북 보은군

4. 언론 홍보 (1건)

- 게재 명 : “실패 또 실패... 숨 쉬는 한 좌절 없습니다”
- 게재 일 : 2013. 1. 13
- 언론매체 : 스카이 데일리

5. 정책 건의 (1건)

국내 지리적 특수성에 따른 구제역 방역체계 보완

1. 건의부서

- 농림축산식품부 (02-500-)

2. 현황 및 문제점

<농업제도·정책>

- 구제역 발생 시 방역 대응 체계가 사람, 차량 등의 방역 및 출입 제한에 역점을 두고 있고, 국내 지리적 특수성을 고려한 대기 중 공기성 감염에 대한 대응 방안이 없음
- 구제역 발생 시 경계 및 위험반경 범위 설정의 기준이 명확하지 않음

3. 사전협의 내용

- 과제 발굴·심의
 - 농림수산물기술기획평가원에서 추진된 구제역 관련 과제에서 결과 도출
 - 경상대학교, 창원대학교, 부산가톨릭대학교, 제주대학교가 농림수산물기술기획평가원과 공동으로 연구한 과제임

4. 정책제안 내용

- 구제역 바이러스가 사람과 차량의 출입으로 인해 확산이 이루어진다고 판단하고, 집중적으로 인력과 장비를 지원하고 있으나, 국내 지리적 특수성을 고려하여, 대기를 통한 공기 감염에 의한 대응 체계 마련
- 현재 시행되고 있는 경계 및 위험반경 범위 설정에 있어서, 지형적 특수성을 고려한 체계적이고, 현실적인 설정이 필요

※ 제안부서 : 농식품부

5. 정책제안 반영 기대효과

- 가축전염병 발생 시 다양한 확산 경로를 분석하여, 체계적인 방역 대응을 통해 확산 피해 감소
- 지형적 특수성을 고려한 체계적인 반경 범위 설정을 통해, 무분별한 매몰 및 도축을 방지하여, 경제적인 손실 감소

6. 제안자

- 김현태, 경상대학교 생물산업기계공학과(055-772-1896, bioani@gnu.ac.kr)

7. 근거과제

- 과제명 : 가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측 모델 개발

1. 논문

가. 게재 완료

(1) 비SCI 1편

- 논문 제목 : Review of Air Dispersion Modeling Approaches to Assess the Risk of Wind-Borne Spread of Foot-and-Mouth Disease Virus
- 발표 일자 : 2012년 8월 10일
- 학술지명 : Journal of Environmental Protection
- 논문 앞면

Journal of Environmental Protection, 2012, 3, 1260-1267
doi:10.4236/jep.2012.329143 Published Online September 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/jep>)



Review of Air Dispersion Modelling Approaches to Assess the Risk of Wind-Borne Spread of Foot-and-Mouth Disease Virus

Kritana Prueksakorn¹, Taehyeung Kim¹, Soyoung Kim¹, Hyeontae Kim², Ki Youn Kim³,
Wongyeun Son⁴, Chatchawan Vongmahadlek⁵

¹Department of Environmental Engineering, Changwon National University, Changwon, Korea, ²Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University (Institute of Agriculture and Life Sciences), Jinju, Korea, ³Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan, Busan, Korea, ⁴College of Veterinary Medicine, Jeju National University, Jeju, Korea, ⁵School of Chemical Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.
Email: thkim@changwon.ac.kr

Received June 13th, 2012; revised July 12th, 2012; accepted August 10th, 2012

ABSTRACT

Foot-and-mouth disease virus (FMDV) is one of the most economically serious veterinary pathogens due to its negative effects on livestock and its highly infectious nature via a variety of transmission paths through oral and inhalation routes. Measures to enhance outbreak management can be designed according to analytical results predicted by mathematical models for wind-borne dispersion, an important path of virus transmission. Accurate atmospheric dispersion models are useful tools for properly determining risk management plans, while inaccurate models may conversely lead to accidental loss in two possible ways. Overly strict measures, e.g., slaughter for too wide an area, can cause severe economic difficulties, including irreversible loss of business operations for a number of farms. On the contrary, inestimable loss potentially caused by lax controls is a persistent threat. In this paper, available modelling procedures for forecasting the spread of FMDV, which have been used since the 1970s, each having its advantages and limitations, are reviewed for the purpose of ensuring suitable application in various conditions of any future emergency cases.

Keywords: Foot-and-Mouth Disease Virus (FMDV); Atmospheric Dispersion Model; Gaussian; Lagrangian; Viral Production Model

1. Introduction

FMDV, a single-stranded RNA virus, is a member of the Picornaviridae family, genus Aphthovirus, causing a highly contagious vesicular disease of cloven-hoofed animals. An important sign of infection is vesicular lesions containing straw-colored fluid on the coronary band and in the mucosa of the mouth. Symptoms may be mild and healable without further damage, or may result in severe morbidity or death, particularly in neonates. Although FMDV is not considered zoonotic, humans can also be infected, in rare cases [1].

Consequent to the occurrences of FMDV infection and its evolution over the past several decades, it can now be differentiated into 7 serotypes with numerous strains [2, 3]. A variety of strains is one of the difficulties in controlling FMDV outbreak, since a vaccine for one specific serotype will not protect against any of the others, and vaccination only provides temporary immunity [4-6]. Slaughter of infected animals is therefore another sig-

nificant control option in unavoidable cases, and can cause serious economic problems [4,7]. Total costs for the outbreak period alone in Great Britain in 2001 were estimated at about 8.7 - 9.4 billion euros, due to the eradication of about ten million animals [8,9]. The frequency of foot-and-mouth disease (FMD) outbreaks and the severity of consequences to the livestock industry are revealed through a review of many articles published on this theme [1,2,6,7,10-14].

Among the abundance of research on efforts to control FMD, one main theme is the study of FMD transmission including mathematical models to predict the wind-borne spread of the disease. Many accepted principles direct the predictive models. Appropriateness in selecting available dispersion models is important, and must be well considered, as can be seen from the results of a comparative study of various models [15]. The current paper reviews all previously used procedures for predicting dispersion of FMDV from farms to faraway distances via the air-borne route.

나. 투고 완료 (심사 중)

(1) SCI 1편

- 논문 제목 : 구제역 바이러스의 공기 중 전파 관련 위험성 평가 및 대기확산 모델 적용
- 제출 일자 : 2013년 5월 28일
- 학술지명 : The Journal of Veterinary Medical Science
- 논문 앞면 및 투고 확인증

**Atmospheric Pathway: a Possibility of Continuous
Outbreaks of Foot-and-Mouth Disease in South Korea in
2010-2011**

Journal:	<i>The Journal of Veterinary Medical Science</i>
Manuscript ID:	JVMS-13-0435
Manuscript Type:	Full Paper
Date Submitted by the Author:	27-Aug-2013
Complete List of Authors:	Prueksakorn, Kritana; Changwon National University, Department of Environmental Engineering Kim, Taehyeung; Changwon National University, Department of Environmental Engineering Lee, Seungyeon; Changwon National University, Department of Environmental Engineering Kim, Hyeontae; Gyeongsang National University, Department of Bio-Industrial Machinery Engineering Kim, Ki Youn; Catholic University of Pusan, Department of Industrial Health Son, Won-Geun; Jeju National University, Veterinary Medicine
Keywords:	air pollution, cattle, virus, pla, infection
Category:	Virology

SCHOLARONE™
Manuscripts

1. 1. Field of paper: Virology
2. 2. Type of paper: Full paper
3. 3. Running head: ATMOSPHERIC PATHWAY: FMD OUTBREAKS KOREA
- 4.
5. 4. Title: Atmospheric Pathway: a Possibility of Continuous Outbreaks of Foot-and-Mouth Disease in
6. South Korea in 2010-2011
7. 5. Authors: Kritana PRUEKSAKORN¹⁾, Taehyeung KIM²⁾, Seungyeon LEE¹⁾, Hyeontae KIM²⁾, Ki
8. Youn KIM³⁾, Wongeun SON⁴⁾
9. 1) Department of Environmental Engineering, Changwon National University, Changwon, Korea.
10. 2) Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University (Institute
11. of Agriculture and Life Sciences), Jinju, Korea;
12. 3) Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan, Busan, Korea.
13. 4) College of Veterinary Medicine, Jeju National University, Jeju, Korea
- 14.
15. *Correspondence to: Taehyeung Kim, Department of Environmental Engineering, Changwon
16. National University, 52111, Changwon National University, 9 Sarim dong, Uichang-gu, Changwon
17. 641-773
18. Facsimile: +82-55-281-3011
19. e-mail: tkim@changwon.ac.kr

다. 논문(투고 예정) - 비SCI 1편

- 논문 제목 : 국내 발생 구제역 바이러스의 공기 중 장거리 확산 가능성
- 제출 일자 : 2013년 9월
- 학술지명 : 농업생명과학연구

국내 발생 구제역 바이러스의 공기 중 장거리 확산 가능성

이승연¹ · 김태형^{1*} · 김현태² · 김기연³ · 손원근⁴

¹창원대학교 환경공학과

²경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구원)

³부산가톨릭대학교 산업보건학과

⁴제주대학교 수의학과

A possibility of long-range transmission of FMDV
in Korea

Seung-Yeon Lee¹ · Tae-Hyeung Kim^{1*} · Hyeon-Tae Kim² · Ki-Youn Kim³ ·
Won-Geun Son⁴

¹Department of Environmental Engineering, Changwon National University

²Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University

³Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

⁴Department of Veterinary Medicine, Jeju National University

연락저자 : 김태형(Tae-Hyeung Kim)

주 소 : 경남 창원시 의창구 사림동 창원대학교 환경공학과

(Department of Environmental Engineering, Changwon National University, 9 Sarim
dong, Uichang-gu, Changwon 16)

Tel : 055-213-3745

fax : 055-281-3011

E-mail : thkim@changwon.ac.kr

2. 정책 건의 (1건)

가축전염병 발생에 따른 공기감염가능성에 대한 제안

1. 건의부서

- 농림축산식품부 (02-500-)

2. 현황 및 문제점

<농업제도·정책>

- 외국의 연구결과에 의하면 공기감염성에 대한 가능성을 확인한바 있기 때문에 우리나라도 이 경로에 대한 대책이 필요
- 우리나라의 구제역에 대한 예방조치로 살처분, 소독, 통행차단 등 접촉에 의한 감염에만 치중되어 있는 정책을 펴움

3. 사전협의 내용

- 과제 발굴·심의
 - 농림수산식품기술기획평가원에서 추진된 구제역 관련 과제에서 결과 도출
 - 경상대학교, 창원대학교, 부산가톨릭대학교, 제주대학교가 농림수산식품기술기획평가원과 공동으로 연구한 과제임

4. 정책제안 내용

- 현재 수도권대기환경청에서 수도권지역 대기오염예보제를 시행하고 있으며, 매일 매일 모델링시스템을 가동시켜 수도권의 공기오염물질 농도를 예측하고 있음
- 기상청, 환경부와 협력하여 기존의 대기오염확산모델링 시스템에서 필요한 정보를 제공받아 공기흐름에 의한 바이러스 확산경로를 예측하고, 보다 스케일이 작은 지역에 대해서는 본 연구에서 이용한 CALPUFF를 이용하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

※ 제안부서 : 농식품부, 환경부

5. 정책제안 반영 기대효과

- 구제역이 발생되면 바로 모델링시스템을 가동시켜 발생된 지역에서 향후 몇 일간 어디로 전파될 확률이 있는지를 예측

6. 제안자

- 김태형, 창원대교 환경공학과(055-213-3745, thkim@changwon.ac.kr)

7. 근거과제

- 과제명 : 가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측 모델 개발

1. 논문

가. 게재 완료

(1) 비SCI 1편

- 논문 제목 : 구제역 바이러스의 공기 중 전파 관련 위험성 평가 및 대기확산 모델 적용
- 발표 일자 : 2013년 4월
- 학술지명 : 농업생명과학연구
- 논문 앞면

농업생명과학연구 47(2) pp.53-63
 Journal of Agriculture & Life Science 47(2) pp.53-63

구제역 바이러스의 공기 중 전파 관련 위험성 평가 및 대기 확산 모델 적용

김기연¹ · Kritana Prueksakorn² · 김태형² · 손원근³ · 고한중⁴ · 정경임⁵ · 김치호⁶ · 김현태^{6*}

¹부산가톨릭대학교 산업보건학과, ²창원대학교 환경공학과

³제주대학교 수의학과, ⁴제주특별자치도청 축산정책과

⁵대동대학교 간호학과, ⁶경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구원)

접수일(2012년 8월 28일), 수정일(2013년 4월 4일), 게재확정일(2013년 4월 22일)

Risk Assessment and Air Dispersion Model Regarding Wind-borne Spread of Foot-and-Mouth Disease Virus (FMDV)

Ki-Youn Kim¹ · Kritana Prueksakorn² · Tae-Hyeong Kim² · Won-Geun Son³ · Han-Jong Ko⁴ · Kyeong-Im Jeong⁵ ·
Chi-Ho Kim⁶ · Hyeon-Tae Kim^{6*}

¹Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

²Department of Environmental Engineering, Changwon National University

³Department of Veterinary Medicine, Jeju National University

⁴Division of Livestock Policy, Jeju Special Self-Governing Province

⁵Department of Nursing, Daedong College

⁶Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University (Insti. of Agric. & Life Sci.)

Received: AUG. 28. 2012, Revised: APR. 4. 2013, Accepted: APR. 22. 2013

초록

구제역 바이러스는 소나 돼지 등의 우제류 가족에 경구 또는 흡입 노출 등의 다양한 노출 경로를 통해 심각한 감염성을 유발하는 생물학적 유해인자로 국내 축산업 운영에 있어 막대한 경제적 손실을 초래하는 병원균들 중 하나다. 구제역 발병에 대한 사전적 예방 관리를 도모할 수 있는 조치 방안 중 하나는 공기를 통해 전파되는 구제역 바이러스 확산에 대해 수학적 모델 적용을 통해 예측된 분석 결과에 따라 설정될 수 있다. 대기 확산 모델들은 일반적으로 구제역 바이러스의 주요 전파 경로인 경구 및 접촉 감염의 노출 시나리오를 예측할 수는 없으나, 상대적으로 예측도가 높은 대기 확산 모델의 경우 공기 전파에 대한 구제역 바이러스의 위험성 관리 방안을 결정하는 데 주요 역할을 담당할 수 있는 유용 가능한 수단으로 여러 나라에서 활용되어 왔다. 구제역 바이러스 전파를 억제하기 위한 엄격한 관리 방안 중 다량의 가족 살처분 방법은 축산 농가들에게 심각한 경제적 손실을 초래하여 심각한 경우 새로운 자립의 여건마저도 상실시킬 수도 있다. 반면 낮은 수준의 대응 방안은 향후 구제역 발생에 따른 추가적 피해를 근원적으로 억제할 수 없는 역학적 한계에 봉착할 수 있다. 본 연구는 구제역 바이러스의 기본 특성 및 발생 모델 적용에 따른 공기 중 전파의 감염 위험성 평가 관련 선행 문헌들을 고찰하였다. 또한 1970년대 이후 구제역 바이러스의 공기 전파 경로를 예측하기 위해 여러 나라에서 실제 활용된 다양한 대기 확산 모델들의 적용 사례 및 장/단점을 비교 분석하였다.

검색어 - 구제역 바이러스, 공기 전파, 노출 경로, 대기 확산 모델

나. 투고 완료 (심사 중)

(1) SCI 1편

- 논문 제목 : Distribution characteristics of ammonia and hydrogen sulfide emitted from poultry buildings of Korea
- 제출 일자 : 2013년 5월 28일
- 학술지명 : Environmental Monitoring and Assessment
- 논문 앞면 및 투고 확인증

1 **Distribution characteristics of ammonia and hydrogen sulfide emitted from**
 2 **poultry buildings of Korea**
 3
 4 **Ki Youn Kim^a, Hyeon Tae Kim^{b,*}, Tae Hyeong Kim^c, Won Geun Son^d**
 5
 6 ^aDepartment of Industrial Health, Catholic University of Pusan, Busan 609-757, Rep. of Korea
 7 ^bDep. of Bio-Industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Science, Institute of
 8 Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Rep. of Korea
 9 ^cDepartment of Environmental Engineering, Changwon National University
 10 ^dDepartment of Veterinary Medicine, Jeju National Univeristy
 11
 12 **Abstract**
 13
 14 The purpose of this study is to estimate concentration and emission unit of ammonia and hydrogen
 15 sulfide released from poultry buildings situated in Korea by field investigation. Mean concentrations
 16 of ammonia and hydrogen sulfide emitted from poultry buildings were 18.25 (±4.78) ppm and 807.5
 17 (±526.2) ppb for caged layer house, 14.48 (±4.13) ppm and 644.8 (±312.5) ppb for broiler house, and
 18 6.16 (±2.02) ppm and 284.8 (±232.1) ppb for layer house with manure belt, respectively. Mean
 19 emission coefficients of ammonia and hydrogen sulfide were 0.951 (±0.131) g hen⁻¹ h⁻¹ and 2.956
 20 (±0.968) mg hen⁻¹ h⁻¹ based on head whereas they were 0.575 (±0.082) g m⁻² h⁻¹ and 12.44 (±3.536)
 21 mg m⁻² h⁻¹ based on poultry building area. In conclusion indoor concentration and emission coefficient
 22 of ammonia and hydrogen sulfide were highest in caged layer house, followed by broiler house and
 23 layer house with manure belt.
 24
 25 **Keywords** ammonia; hydrogen sulfide; poultry building; layer; broiler

Environmental Monitoring and Assessment
Distribution characteristics of ammonia and hydrogen sulfide emitted from poultry
buildings of Korea
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Distribution characteristics of ammonia and hydrogen sulfide emitted from poultry buildings of Korea
Article Type:	Original Research
Keywords:	ammonia; hydrogen sulfide; poultry building; layer; broiler
Corresponding Author:	KIM HYEONTAE, Ph. D. Gyeongsang National University Jinju, Gyeongsangnamdo KOREA, REPUBLIC OF
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Gyeongsang National University
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Ki Youn Kim
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Ki Youn Kim KIM HYEONTAE, Ph. D.
Order of Authors Secondary Information:	
Suggested Reviewers:	Atin Adhikaari adhikaa@email.uc.edu Han-Jong Ko swine4989@korea.kr Darren Roh darrenroh@gmail.com Daekeun Kim kimd@snut.ac.kr

(2) 비SCI 1편

- 논문 제목 : 밀폐형 돈사 작업장 내 전체 환기율이 가스 상 오염물질의 발생 농도에 미치는 영향에 관한 연구
- 제출 일자 : 2013년 7월 11일
- 학술지명 : 농업생명과학연구
- 논문 앞면

밀폐형 돈사 작업장내 전체 환기율이 가스상 오염물질의 발생 농도에 미치는 영향에 관한 연구

김기연¹ · 김태형² · 손원근³ · 고한중⁴ · 김현태⁵

¹부산가톨릭대학교 산업보건학과, ²광원대학교 환경공학과, ³제주대학교 수의학과, ⁴제주특별자치도청 축산정책과, ⁵경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구원)

Effect of ventilation rate on concentrations of gaseous pollutants generated from the confinement pig building

Ki Youn Kim¹ · Tae Hyeon Kim² · Won Geun Son³ · Han Jong Ko⁴ · Hyeon Tae Kim⁵

¹Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

²Department of Environmental Engineering, Cheongwon National University

³Department of Veterinary Medicine, Jeju National University

⁴Division of Livestock Policy, Jeju Special Self-Governing Province

⁵Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University (Insti. of Agric. & Life Sci.)

Abstract

The principal aim of this study was to compare the aereal contaminants concentrations between the levels of ventilation rate and determine the variation pattern of aereal contaminants affected by the ventilation rate. As a result, there was not significant difference in total dust and total airborne microorganisms among three levels of ventilation rate ($p > 0.05$) whereas the increased ventilation rate lowered the levels of respirable dust and gaseous compounds ($p < 0.05$). Based on the results, it was concluded that the suspended gases in the confinement pig building generally followed the air streamline formed by the ventilation whereas the ventilation rate had little effect on the gradient of particulates, especially total dust, due to gravity generated by their size and weight. The findings that the concentrations of total airborne microorganisms were not also significantly different among the ventilation rates could be explained in terms of the fact that airborne microorganisms are easily adsorbed on the surface of dust particle.

Key words: aereal contaminants; confinement pig building; ventilation rate; ammonia; hydrogen sulfide

2. 정책 건의 (1건)

축산시설에서 배출되는 공기오염물질의 배출계수 산정

1. 건의부서

- 농림축산식품부 (02-500-)

2. 현황 및 문제점

<축산업>

- 악취, 분진, 부유미생물 배출량 증가로 인한 환경 오염상의 문제점 대두
- 축사 공기오염물질 노출에 따른 가축 및 작업자의 건강위해성 관리 필요

<농업제도·정책>

- 축산시설에서 배출되는 공기오염물질의 효과적인 감축 방안의 설정

3. 사전협의 내용

- 과제 발굴·심의
 - 농림수산식품기술기획평가원에서 추진된 구제역 관련 과제에서 결과 도출
 - 경상대학교, 창원대학교, 부산가톨릭대학교, 제주대학교가 농림수산식품기술기획평가원과 공동으로 연구한 과제임

4. 정책제안 내용

- 축산시설 내에서 발생하는 공기오염물질을 가스상, 입자상, 생물학상으로 분류한 후 주요 발생 인자를 대상으로 현장 측정을 통해 각각의 배출계수 제공
- 가축 단위(AU) 및 축사 면적(m^2) 측면으로 축사 공기오염물질의 배출계수 산정을 통한 가축 및 작업자의 보건 관리 방안 및 효과적 감축 수단 설정을 위한 기초 자료로서 활용

※ 제안부서 : 농식품부

5. 정책제안 반영 기대효과

- 축산시설에서 발생하는 개별 공기오염물질에 대한 환경 보건학적 관리 방안 설정
- 공기오염물질의 흡입 노출에 따른 가축 및 작업자의 환경 위해성 저감

6. 제안자

- 김기연, 부산가톨릭대학교 산업보건학과(051-510-0635, kky5@cup.ac.kr)

7. 근거과제

- 과제명 : 가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측 모델 개발

1. 논문(투고 예정) - 비SCI 1편

- 논문 제목 : 가축전염병 예방법의 문제점과 개선방향
- 제출 일자 : 2013년
- 학술지명 : 한국수의공중보건학회

가축전염병 예방법의 문제점과 개선방향

김정희¹, 고한종², 김원태⁴, 김태형⁴, 김기연⁵, 손원근¹

제주대학교 수의학과¹, 제주특별자치도청 축산정책과², 경상대학교 생물산업기계공학과,
창원대학교 환경공학과, 부산가톨릭대학교 산업보건학과

Issues and Improvement of the Animal Infectious Diseases
Prevention Act

Jeong-hee Kim¹, Han-jong Ko,² Hyeon-tae Kim⁵,
Tae-hyeong Kim⁴, Ki-youn Kim⁵, Won-geun Son¹

¹ Department of Veterinary Medicine, Jeju National University, ² Division of Livestock Policy, Jeju Special Self-Governing Province, ³ Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, yeongsang National University, ⁴ Department of Environmental Engineering, Chanwon National University, ⁵ Department of Industrial Health, Catholic University of Pusan

Abstract

Animal notifiable diseases have been grouped from type 1 to type 3 in South Korea. The diseases must be immediately reported in agriculture authorities, such as a local veterinarian, state's department of primary industries or agriculture, and animals should not be moved from the farms during 48 hrs. However, animal farms and even local animal health authorities are confused on a way to deal with the notifiable disease's outbreaks due to indefinite grouping criterion of them. Therefore, there is a need to clarify the grouping criteria and to differentiate the prohibition act on animal moving in the group of notifiable diseases. This study suggests to legislate on the Animal Experimental Hygiene Station Act, referring to the Livestock Experimental Health Station Act in Japan and the Institute of Public Health and Environment Act in Korea. This Act many participate in effective operation of the national livestock prevention works. We have prepared for the S.O.P on the FMD and avian influenza, however, there is no plans to cope with any situation on unexpected exotic animal diseases, such as african swine fever. Other countries have planed on nationwide and state S.O.P as well. Therefore, it is important to prepare for the nationwide contingency plan for foreign animal disease and state specific plan may be

2. 교육 지도 (2건)

가. 제목 : 축우 요네병 감염률 및 방역대책

- 교육 장소 : 서귀포 축협 흑한우 명품관
- 교육 일시 : 2012. 7. 27. 16:00~18:00
- 교육 대상 : 서귀포 축산인 대학 수강생

나. 제목 : 한국 지형에 적합한 가축 질병예방 및 확산방지 모델을 적용하여 개선된 방역 정책 결정 매뉴얼 제시

- 교육 장소 : 경상대학교 농업생명과학관(459동) 102호
- 교육 일시 : 2012. 7. 25. 16:00~18:00
- 교육 대상 : 경상대, 창원대, 부산가톨릭대, 제주대학교 수강생

2. 정책 건의 (3건)

가축법정전염병 분류 기준 마련

1. 건의부서

- 농림축산식품부 (02-500-)

2. 현황 및 문제점

<농업제도·정책>

- 가축전염병예방법에는 제1종, 제2종, 제3종 가축전염병이 있음
- 관련기관 홈페이지의 설명이 다양하고 방역기관 담당자조차 혼란스러워하는 실정임

<농업 및 농촌>

- 가축법정전염병의 분류기준이 명확하지 않아 축산 농가들이 혼란스러워함

3. 사전협의 내용

- 과제 발굴·심의
 - 농림수산기술기획평가원 제안 과제이며, 자체연구최종회의에서 채택
 - 경상대학교, 창원대학교, 부산가톨릭대학교, 제주대학교가 공동 연구한 과제이며 가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측모델 개발 연구 수행

4. 정책제안 내용

- 가축전염병예방법(법령 제11690호) 제2조, 2호 가축전염병 분류기준 마련
- 1) 외국의 가축법정전염병, 우리나라 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률(법령 제11645호)을 참고로 하여 가축법정전염병의 분류 기준을 마련함
 - 2) 분류 기준 설정한 후 제1종, 제2종, 제3종 가축전염병을 체계적으로 개선함
- ※ 제안부서 : 농식품부

5. 정책제안 반영 기대효과

- 가축전염병의 분류기준을 명확히 함으로써 현장 방역 공무원들의 업무 효율 증대
- 가축전염병 분류의 체계화로 방역 공무원 및 축산농가의 원활한 의사소통 증진
- 가축전염병 예방체계화 정립이 기대됨.

6. 제안자

- 손원근, 국립제주대학교 수의학과(064-754-3373, wonson@jejunu.ac.kr)

7. 근거과제

- 과제명 : 감염성 가축질병 예방을 위한 방역개선 매뉴얼 개발

가축법정전염병 발생에 따른 가축이동금지 조치 사항의 개선

1. 건의부서

- 농림축산식품부 방역총괄과 (02-500-)

2. 현황 및 문제점

<농업제도·정책>

- 가축전염병예방법 제19조제1항 제1호, 제28조 및 제29조에 의해 가축법정전염병이 발생한 농가는 기본적으로 가축 등의 격리·역류 또는 이동제한을 해야 함
- 부득이하게 이동이 필요한 경우 시·도가축방역기관장에게 승인을 받을 수 있으나 전업농 보다 겸업농이 많아 행정적 처리를 꺼려함

<농업 및 농촌>

- 이러한 이유로 비록 가축전염병이 발생하더라도 사회적으로 크게 문제가 되지 않는 질병의 경우 신고를 기피하고 농가 자체적으로 해결하는 바람에 그 문제를 더욱 크게 만들고 있음

3. 사전협의 내용

- 과제 발굴·심의
 - 농림수산물기술기획평가원 제안 과제이며, 자체연구최종회의에서 채택
 - 경상대학교, 창원대학교, 부산가톨릭대학교, 제주대학교가 공동 연구한 과제이며 가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측모델 개발연구 수행

4. 정책제안 내용

- 가축법정전염병의 종류와 관계없이 동일한 조치가 적용되고 있어 신고가 이루어지지 않는 경우가 많아 오히려 조기 근절에 어려움을 초래함
- 따라서 제1종, 제2종, 제3종 가축전염병 발생에 따른 농가 이행사항을 분류에 따라 차등 적용 시키는 방안 마련

※ 제안부서 : 농식품부

5. 정책제안 반영 기대효과

- 가축전염병 발생 시 이동제한 조치 등 법적행동요령 차등화 함으로써 실질적인 전염병의 관리체계 마련
- 위험성이 낮거나 이미 국내에 만연하고 있는 가축전염병의 이동제한 철회로 신고율 상승에 따른 조기 방역대책 마련

6. 제안자

- 손원근, 국립제주대학교 수의학과(064-754-3373, wonson@jejunu.ac.kr)

7. 근거과제

- 과제명 : 감염성 가축질병 예방을 위한 방역개선 매뉴얼 개발

(가칭)동물위생시험소법 제정

1. 건의부서

- 농림축산식품부 (02-500-)

2. 현황 및 문제점

<농업제도·정책>

- 현재 전국에 약 14개의 가축전염병 연구 기관이 있으나 유사한 업무를 수행하는 기관임에도 불구하고 그 명칭이 다양함
- 보건환경연구원법(법률 제11690호) 은 사람의 보건·환경에 관한 검사 및 연구 업무를 합리적으로 운영함으로써 국민보건의 증진과 환경보전에 이바지함을 목적으로 1991년부터 시행되어 왔음
- 일본의 경우에도 가축보건위생소법이 제정되어 있음

3. 사전협의 내용

- 과제 발굴·심의
 - 농림수산기술기획평가원 제안 과제이며, 자체연구최종회의에서 채택
 - 경상대학교, 창원대학교, 부산가톨릭대학교, 제주대학교가 공동 연구한 과제이며 가축전염병 초기방역정책 결정 모델 및 확산방지를 위한 예측모델 개발 연구 수행

4. 정책제안 내용

- 지자체 방역 수의기관의 효율적 운영 및 수의직 공무원들의 복지향상을 위한 (가칭)동물위생시험소법 제정
 - ※ 제안부서 : 농식품부

5. 정책제안 반영 기대효과

- 지방직 수의공무원들의 권익을 보호함으로써 보다 책임감 있는 가축방역 업무 수행
- 지방의 가축방역기관의 권익보호로 국가적 가축방역시스템의 효율적 운영

6. 제안자

- 손원근, 국립제주대학교 수의학과(064-754-3373, wonson@jejunu.ac.kr)

7. 근거과제

- 과제명 : 감염성 가축질병 예방을 위한 방역개선 매뉴얼 개발

제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

[제 1세부] 경상대학교 : 해당사항 없음

[제 1협동] 창원대학교 : 해당사항 없음

[제 2협동] 부산가톨릭대학교 : 해당사항 없음

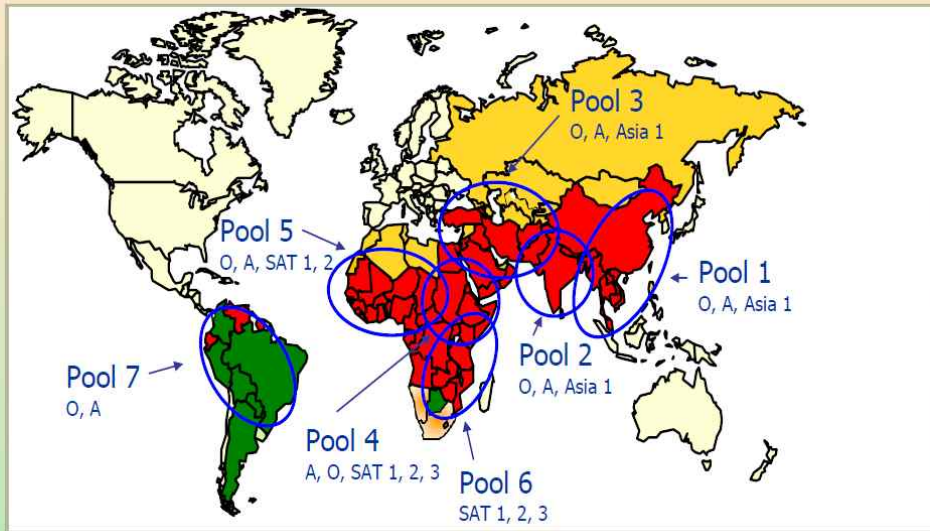
[제 3협동] 제주대학교

1. 2012 FAO/OIE Global Conference on FMD control

- 구제역과 같이 국가 내부가 아닌 국가 간 전파로 세계 산업동물 시장에 문제를 야기하는 질병은 세계가 함께 해결해 나가야 함
- 국제수역사무국(OIE)과 국제연합농업식량기구(FAO)가 공동으로 세계의 구제역 청정화를 위해 고민하는 컨퍼런스의 개최는 향후 다른 기구의 역할 및 방향 설정에 도움이 될 것임.
- 경제적으로 부흥하지 못한 국가에서도 가축을 수출하기 시작하였지만 가축 질병 청정화에 관한 대책은 미흡함
- 지역적으로 발생하는 구제역의 혈청형을 토대로 7개의 virus pool로 나누어 분석하고 있음(그림1 참조)
- 아시아 지역에서는 FMDV O형 발생은 줄어드는 반면 Asia-1형의 발생이 증가함
- 아프리카 지역의 경우 FMDV SAT1형의 발생이 없어진 반면 SAT2형이 증가함
- 지역적인 virus pool에 따른 백신개발 및 활용 전략의 필요성 제기

Laboratory and Epidemiology Network

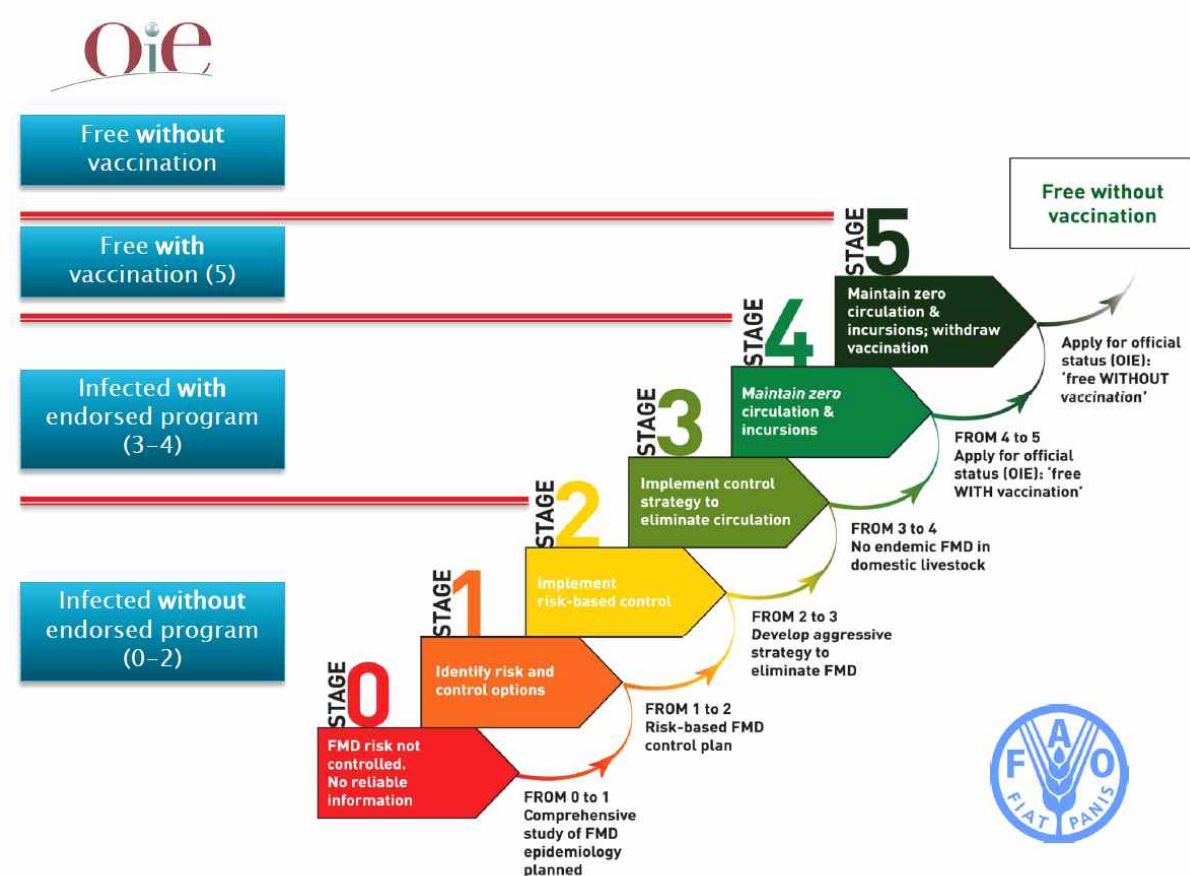
Epidemiology: Seven "regional virus pools"



Source: OIE/FAO, 2009

<Fig. 1> FMDV 발생에 따른 지역적 바이러스 풀 구성

- 구제역 발생 감시체계의 효율적 관리를 위한 OIE/FAO 공동 관제 체계 구축 <Fig. 2>
- 크게 5단계의 체계를 구축하여 감시하면서 최종적인 청정국 및 청정지역 선포에 활용



<Fig. 2> 구제역 청정화를 위한 단계별 전략

- 구제역 근절을 위한 Progressive Control Pathway (PCP)를 마련하여 접근함(<Fig. 2> 참조)
- 이러한 PCP는 구제역의 진단, 백신, 경제성 분석은 물론 모든 구제역 청정화를 위한 프로그램에 적용시켜 나갈
- 이러한 단계적 전략으로 볼 때 우리나라는 현재 2와 3단계 사이정도라고 볼 수 있음
- 각 국가 PCP를 적용할지 아닐지는 국가의 경제력에 따라 달라지는 측면이 있으나, 국제적인 원조에 의해 구제역 근절을 희망할 경우 보다 정확하게 PCP에 따른 근절 전략을 수립할 필요성이 있을 것으로 보임
- 우리나라의 경우 OIE의 PCP 전략이전에 청정화를 위한 단계적 전략을 추진하고 있기 때문에 국제적인 전략을 따르기 보다는 이 전략을 보다 체계적으로 분석하여 개선해 나가는 방법에 관한 연구에 치중할 필요성이 있을 것으로 보임

제 7장 연구시설 장비 현황

[제 1세부] 경상대학교

구분	품명	규격	단위	수량	단가	금액(원)	비고
구입	GIS 시스템	EA	1	1	14,630,000	14,630,000	견적서첨부
합계						14,630,000	



(주)선도소프트
 Tel : 82-2-2025-6500
 Fax : 82-2-2025-6511
 (153-759) 서울시 금천구 가산동 426-5 웰트마르티앙 2차 15층

QUOTATION

발행일자 : 2011년 6월 21일
 알트번호 : 11EQ-063
 경상대학교 기부

수신: 생물산업기제공학과 김헌태 교수님 (T. 055-772-1896, bioani@hanmail.net)
 발신: SW영업본부 / 대리 김주승(T.02-2025-6869, F.02-2025-6701)

구분	품명 / 규격	수량	단가	합계
1	ArcGIS Desktop Teaching & Research Lab Kit			
	ArcInfo Concurrent Use Master Teaching & Research Lab Kit	1	₩1,000,000	₩1,000,000
2	ArcGIS Extensions Teaching & Research Lab Kit			
	ArcGIS Spatial Analyst Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS 3D Analyst Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS Data Interoperability Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS Data Reviewer Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS Geostatistical Analyst Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS Network Analyst Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS Publisher Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS Schematics Master License	1	₩300,000	₩300,000
	ArcGIS Tracking Analyst Master License	1	₩300,000	₩300,000
3	HP Workstation Z600			
	HP Workstation Z600	1	₩9,600,000	₩9,600,000
	- Processor: Intel Xeon X5670 2.93GHz, cache: 12MB	1		
	- memory: 8GB	1		
	- Graphic: NVIDIA Quadro 2000 1.0GB Graphics	1		
	- HDD: HP 1TB SATA (총 2TB 제공)	2		
	- OS: Microsoft Win7 64bit (English)	1		
	HP 16X DVD -RW SuperMulti SATA 1st Drive	1		
	HP USB Optical Scroll Mouse, Keyboard	1		
	HP 24-inch LCD Monitor	2		
	스 계			₩13,300,000
	VAT			₩1,330,000
	합 계			₩14,630,000

(비고)
 1. 상기 견적의 유효기간은 발금일로부터 1개월간입니다.
 2. 납기는 발주후 30일입니다.
 3. 상기견적은 대학교용으로 한합니다.
 4. 상기 물품에 대한 가격은 유상부품을 구매후 수감가능하며, 교육용의는 한국에스티 교육센터(T.02-2026-8718)로 문의 하여 주시기 바랍니다.

주식회사 선도소프트
 대표이사 윤재

[제 1협동] 창원대학교 : 해당사항 없음

[제 2협동] 부산가톨릭대학교 : 해당사항 없음

[제 3협동] 제주대학교 : 해당사항 없음

제 8장 참고문헌

[제 1세부] 경상대학교

Alexandersen S, Mowat N. Foot-and-mouth disease: host range and pathogenesis. *Curr Top Microbiol Immunol*, 288: 9-42. 2005

Alexandersen S, Zhang Z, Donaldson AI, Garland AJ. The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *J Comp Pathol*, 129: 1-36. 2003.

Bachrach HL. Foot-and-mouth disease. *Annu Rev Microbiol* 22: 201-244. 1968

Bae YC, Yoon SS, Kang KI, Roh IS, Kim HJ, So BJ, Park JW, Jean YH, Kang MI. Clinical signs and pathological lesions of foot-and-mouth disease in pigs, Korea. *J Vet Clin*, 21: 172-176. 2004.

Barnett PV, Cox SJ. The role of small ruminants in the epidemiology and transmission of foot-and-mouth disease. *Vet J* 158: 6-13. 1999.

Chinsangaram J, Koster M, Grubman MJ. Inhibition of Ldeleted foot-and-mouth disease virus replication by alpha/beta interferon involves double-stranded RNA-dependent protein kinase. *J Virol* 75: 5498-5503. 2001.

Donaldson AI, Kitching RP. Transmission of foot-and-mouth disease by vaccinated cattle following natural challenge. *Res Vet Sci* 46: 9-14. 1989.

<http://code.google.com/intl/ko-KR/android/c2dm>

<http://pizzastudio.tistory.com/13>

<http://developer.android.com>

http://rsequence.com/google_map

<http://developer.android.com/guide/basics/what-is-android.html>

KREI. 2011. 2010-2011 A Foot-and-mouth Disease White Book.

KOTRA. 2011 The Situation and Prospects Report of mobile Industry

Seo, Sangwon. 2011. Energy-efficient computing for mobile signal processing. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy(Electrical Engineering)in The University of Michigan.

Yi Wang, Jialiu Lin, Murali Annavaram, Quinn A. Jacobson, Jason Hong, Bhaskar Krishnamachari, Norman Sadeh. 2009.

Kim, J.S. 2011. Environmental problem and Citizens Science owing to the failure of foot and mouth disease (FMD) policy. ECO Vol 15: 85-119.

Lee, Ho-Joong. La, Hyun-Jung. Keum, Chang-Sup. Kim, Soo-Dong. 2011. A Process to Design and Implement Service-based Android Applications. The KIP Stransactions, Volume d18, Issue 4, 245-260.

Oh, Bum-Kyo. Kang, Tae-Hwan. An, Beong-ku. 2010. Android Based Mobile Booky Contents. The Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication Volume 10, 53-59.

G Hua, Y Fu, M Turk, M Pollefeys. 2012. Introduction to the Special Issue on Mobile Vision. International Journal of Computer Vision Volume 96, Number 3 277-279.

Philipp Skogstad and Larry Leifer. 2011. A Unified Innovation Process Model for Engineering Designers and Managers. Design Thinking Understanding Innovation, Part 1, 19-43.

[제 1협동] 창원대학교

Buonicor, Anthony J., Wayne T. Davis.(1992) Air Pollution Engineering M anual. New York: 136-137

Draxler, R.R. 1992. HYBRID SINGLE-PARTICLE LAGRANGIAN INTEGRATED TRAJECTORIES(HY-SPLIT): VERSION 3.0 -- USER'S GUIDE AND MODEL DESCRIPTION. NOAA Technical Memorandum ERL ARL - 195

Draxler, R.R. and Hess, G.D. 1997. Description of the Hysplit4 modeling system, NOAA Technical Memorandum ERL ARL-224

Draxler, R.R. and Hess, G.D. 1998. An Overview of the HYSPLIT_4 Modeling System for Trafectries, Dispersion, and Deposition, Australian Meteorological Magazine, 47, 295-308.

Durand, B. and O. Mahul. 2000. An extended state-transition model for foot-and-mouth disease epidemics in France. Preventive Veterinary Medicine. 47:121-139.

Garner, M. G., G. D. Hess and X. Yang. 2006. An integrated modelling approach to assess the risk of wind-borne spread of foot-and-mouth disease virus from infected premises. Environmental Modeling & Assessment. 11:195-207.

Gloster, J., A. Jones, A. Redington, L. Burgin, J. H. Sørensen, R. Turner, M. Dillon, P. Hullinger, M. Simpson, P. Astrup, G. Garner, P. Stewart, R. D'Amours, R. Sellers and D. Paton. 2010. Airborne spread of foot-and-mouth disease - Model intercomparison. The Veterinary Journal. 183:278-286.

Jorge V. Zarauz, M.S. 2011. SULFUR DIOXIDE ESTIMATIONS IN THE PLANETARY BOUNDARY LAYER USING DISPERSION MODELS AND SATELLITE RETRIEVALS. Degree of Doctor. Saint Louis University

Joseph, S.S. R.R.Francoise, E.F.Mark and J.Y.Robert. 2000. A User's Guide for the CALMET meteorological Model(Version 5). Earth Tech, Inc. Concord, MA.

NOAA Air Resources Laboratory. 2010. PC-HYSPLIT WORKSHOP. http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT_workshop.php

Scire, J.S, E.M. Insley and R.J. Yamartino. 2000. A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model(Version 5). Earth Tech, Inc. Concord, MA.

Sorensen, J. H., Jensen, C. Ø., Mikkelsen, T., Mackay, D. K. J. and Donaldson, A. I. 1999. Modelling the Atmospheric Dispersion of Foot-and-Mouth Disease Virus for Emergency Preparedness. Phys. Chem. Earth (B), Vol. 26, No. 2, pp. 93-91

도상현. 2010. CALPUFF 대기 확산 모델을 이용한 대구 지역 대기질 및 건강 위험도 평가. 박사학위논문. 계명대학교

문난경. 이영수. 강영현. 김영하.(2005) 환경영향평가지 대기확산모델의 적용에 관한 연구. KEI. RE-19

손승민. 2003. CALPUFF 모델을 이용한 3차원 바람장과 단일기상자료의 비교평가 연구. 석사학위논문. 한양대학교

신원근(2008)수도권 사업장 대기오염물질 총량관리를 위한 배출량 산정 및 저감에 따른 효과 분석에 관한 연구,건국대학교 대학원 박사학위 논문

윤민지. 2009. 자료동화 및 Physics Scheme에 따른 기상모델(WRF)의 민감도 분석. 석사학위논문. 안양대학교

윤민지. 2009. 자료동화 및 Physics Scheme에 따른 기상모델(WRF)의 민감도 분석. 석사학위논문. 안양대학교

이화운. 원경미. 배성정.(1999) 대기확산모델을 사용한 공단주변지역의 대기 오염물질농도 예측 및 평가: ISCST3, FDM, AERMOD를 중심으로, 한국환경과학회지 제8권제4호: 485-490

정국현. 2010. CALPUFF 모델을 이용한 서울시 경유자동차의 DPF, DOC 부착 및 LPG

엔진 개조 전·후의 저감효과 분석. 석사학위논문. 건국대학교

최석진. 2011 WRF 사용자 매뉴얼. 국립해양조사원

2010~2011 구제역 백서. 구제역의 발생·확산 원인 및 재발 방지 방안. 농림수산식품부 감수.
한국농촌경제연구원

박종현 . 2008. 구제역의 공기 전파 조건. 국립수의과학검역원 해외진업병과.

[제 2협동] 부산가톨릭대학교

Alexandersen, S., Zhang, Z., Donaldson, A. I. and Garland, A. J. M. The pathogenesis and diagnosis of foot-and-mouth disease. *J.Comp.Path.*,2003,129,1-36.

Ashok, K.S., Anita, S., and Maz, E., Lognormal distribution in environmental applications technical report, office of research and development, and office of solid waste and emergency response, EPA/600/R-97/006, 1997.

Attwood P, Ruigewaard R, Versloot P, DeWit R, Heederik D, Boleij JSM. A study of the relationship between airborne contaminants and environment factors in Dutch swine confinement buildings. *Am Ind Hyg Assoc J* 1987;48:745-751.

Baker DE. Copper, soil, water, plant relationships. *Fed. Proc.* 1974;33:1188-1193.

Barnett, P. V. and Carabin H. A review of emergency foot-and-mouth disease (FMD) vaccines. *Vaccine*,2002,20,1505-1514.

Barnett, P. V., Statham, R. J., Vosloo, W. and Haydon, D. T. Foot-and-mouth disease vaccine potency testing: determination and statistical validation of a model using a serological approach. *Vaccine*, 2003, 21, 3240-3248.

Belsham, G.J., 1993. Distinctive features of foot-and-mouth disease virus, a member of the picornavirus family; aspects of virus protein synthesis, protein processing and structure. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 60, 241 - 260.

Bernal MP, Roig A, Lax A, Navarro AF. Effects of the application of pig slurry on some

Bruce JM, and Sommer M. Environmental aspects of respiratory disease in intensive pig and poultry houses, Including the implications for human health. *Proceedings EC Meeting Aberdeen*, EC Commission Publications, Brussels 1987.

Bundy DS and Hazen TE. Dust levels in swine confinement systems associated with different feeding methods. *Trans ASAE.* 1975;18:138-144.

Cannon, R. M. and Garner, M. G. Assessing the risk of wind-borne spread of

foot-and-mouth disease in Australia. *Environment International*, 1999, Vol.25, No.6/7, 713-723.

Carpenter GA. Dust in livestock buildings - review of some aspects. *J Agric Eng Res* 1986;33:227-241

Casal J, Cuchi EP, Moreso JM. Forecasting virus atmospheric dispersion, Studies with foot-and-mouth disease. *Journal of Hazardous Materials* 1995;43:229-244.

Chang CW, Chung H, Huang CF, Su HJJ. Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses. *Ann Occup Hyg* 2001;45:457-465

Clark S, Rylander R, Larsson L. Airborne bacteria, endotoxin and fungi in dust in poultry and swine confinement buildings. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1983;44:537-541.

Coleman RN, Feddes JJR, West BS. What is odour and the potential for its control? In *Proceedings Western Branch Meeting. Canadian Society of Animal Production, Chilliwack (Abstract)* 1991.

Cooke, J. N. and Westover, K. M. Serotype-specific differences in antigenic regions of foot-and-mouth disease virus (FMDV): A comprehensive statistical analysis. *Infection, Genetics and Evolution*, 2008, 8, 855-863.

Cormier Y, Tremblay G, Meriaux A, Brochu G, Lavoie J. Airborne microbial contents in two types of swine confinement buildings in Quebec. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1990;51:304-309.

Crook B, Robertson JF, Glass SA, Botheroyd EM, Lacey J, Topping MD. Airborne dust, ammonia, microorganisms, and antigens in pig confinement houses and the respiratory health of exposed farm workers. *Am Ind Hyg Assoc J* 1991;52: 271-279

Davies, G. Foot and mouth disease. *Research in Veterinary Science*, 2002, 73, 195-199.

Decisioneering, Inc. *Crystal ball 200*, user manual, 2000.

Department of Environment and Conservation NSW (DEC), 2005. Available at <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/legislation/ammodelling05361.pdf>

Domingo, E., Escarmís, C., Baranowski, E., Ruiz-Jarabo, C. M., Carrillo, E., Núñez, J. I. and Sobrino, F. Evolution of foot-and-mouth disease virus. *Virus Research*, 2003, 91, 47-63.

Donaldson AI, Gibson CF, Oliver R, Hamblin C, Kitching RP. Infection of cattle by airborne foot-and-mouth disease virus : minimal doses with O1 and SAT 2 strains. *Res Vet Sci* 1987; 43: 339-346.

Donaldson AI. The influence of relative humidity on the stability of foot-and-mouth

disease virus in aerosols from milk and faecal slurry. *Res Vet Sci* 1973; 15: 96-101.

Donaldson AI. The influence of relative humidity on the aerosol stability of different strains of foot-and mouth disease virus suspended in saliva. *J Gen Virol* 1972; 15: 25-33.

Donham KJ, Merchant JA, Lassie D, Pependorf WJ, Burmeister LF. Preventing respiratory disease in swine on confinement workers: intervention through applied epidemiology, education and consultation. *Am J Ind Med* 1990;18:241-261

Donham KJ., Scallon LJ., Pependorf W. Characterization of dusts collected from swine confinement buildings. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1986;47:404-410.

Duchaine C, Grimard Y, Cormier Y. Influence of building maintenance, environmental factors, and seasons on airborne contaminants of swine confinement buildings. *Am Ind Hyg Assoc J* 2000;61:56-63

Durand, B. and Mahul, O. An extended state-transition model for foot-and-mouth disease epidemics in France. *Preventive Veterinary Medicine*, 2000, 47, 121-139.

Elizabeth L.A. and E.A. Roy., Risk assessment and indoor air quality, Lewis publishers, 1999

Elliott LF, McCalla TM, Deshazer JA. Bacteria in the air of housed swine units. *Applied and Environmental Microbiology*. 1976;32:270-273.

Finkel A.M., Confronting uncertainty in risk management, A guide for decision-makers, Resources for the future, Washington D.C., 1990.

Fuchs NA. *The Mechanics of Aerosols*. Oxford Pergamon Press 1964.

Garner, M. G., Hess, G. D. and Yang, X. An integrated modelling approach to assess the risk of wind-borne spread of foot-and-mouth disease virus from infected premises. *Environmental Modeling & Assessment*, 2006, 11, 195-207.

Gay SW, Schmidt DR, Clanton CJ, Janni KA., Jacobson LD, Weisberg S. Odor, total reduced sulfur, and ammonia emissions from animalhousing facilities and manure storage units in Minnesota. *Applied and Engineering Agriculture* 2003;19:347-360.

Gibson CF, Donaldson AI. Exposure of sheep to natural aerosols of foot-and-mouth disease virus. *Res Vet Sci* 1986; 41: 45-49.

Gloster, J., Esteves, I. and Alexandersen, S. Moving towards a better understanding of airborne transmission of FMD. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Available at <http://www.fao.org/ag/againfo/commissions/docs/greece04/App36.pdf>. 2011.

Gloster, J., Jones, A., Redington, A., Burgin, L., Sørensen, J. H., Turner, R., Dillon, M.,

Hullinger, P., Simpson, M., Astrup, P., Garner, G., Stewart, P., D'Amours, R., Sellers, R. and Paton, D. Airborne spread of foot-and-mouth disease - Model intercomparison. *The Veterinary Journal*, 2010, 183, 278-286.

Gloster, J., Smith, L. P., Rees, W. H. G., Gillett, J. D., Donaldson, A. I., Loxam, J. G., Sellers, R. F. and Smith, F. B. Forecasting the airborne spread of foot-and-mouth disease and Newcastle disease. *Phil Trans. R. Soc. Lond.*, 1983, B302,535-541.

Green CJ. In: *Animal anaesthesia laboratory animal handbook 8*. Laboratory Animals Ltd. 1979.

Gregory PH. *The Microbiology of the Atmosphere*. Aylesbury Leonard Hill. 1973.

Griffiths WD and Decosemo GAL. Assessment of bioaerosols : a critical review. *Journal of Aerosol Science*. 1994;25:1425-1458.

Gustafsson G. Factors affecting the release and concentration of dust in pig houses. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 1999;74:379-390.

Harry EG. Air pollution in farm buildings and methods of control: a review. *Avian Pathol* 1978;7:441-454

Hartung J. Dust in livestock buildings as a carrier of odours: a review. Paper presented at FAO Conference on odours from organic sludges, National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe 1985

Heber AJ, Stroik M, Faubion JM, Willard LH. Size distribution and identification of aerial dust particles in swine finishing buildings. *Trans ASAE* 1988;31:882-887

Hess, G. D., Garner, M. G. and Yang, X. A sensitivity analysis of an integrated modelling approach to assess the risk of wind-borne spread of foot-and-mouth disease virus from infected premises. *EnvironModelAssess*,2008,13,209-220.

Hinds WC. *Aerosol Technology*. New York: John Willey & Sons. 1982.

Honey LF and McQuitty JB. Some physical factors affecting dust concentrations in a pig facility. *Can Agric Eng*. 1979;21:9-14.

Hong YC and Cho SH. Health effects of ambient particulate pollutants. *J Prev Med Public Health* 2001;34:103-108.

Jongbloed AW, Poulsen HD, Dourmad JY, Van der Peer-Schwering CMC. Environmental and legislative aspects of pig production in The Netherlands, France and Denmark. *Livestock Production Science* 1999;58:243-249.

Kim KY, Ko HJ, Lee KJ, Park JB, Kim CN. Temporal and spatial distribution of

aerial contaminants in an enclosed pig building in winter. *Environmental Research*. 2005;99:150–157.

Kimberly M.T., E.B. David, and A.C. Edmund, Monte Carlo Techniques for Quantitative Uncertainty Analysis in Public Health Risk Assessments, *Risk Analysis*. 12(1), 1992.

Kitching, R. P. A recent history of foot-and-mouth disease. *J.Comp.Path.*,1998,118,89–108.

Koon J, Howes JR, Grub W, Rollo CA. Poultry dust: origin and composition. *Agric Eng* 1963;4:608–609.

Kostova-Vassilevska, T. On the use of models to assess foot-and-mouth disease transmission and control. Lawrence Livermore National Laboratory University of California, Livermore, California, 2004.

Longjam, N., Deb, R., Sarmah, A. K., Tayo, T., Awachat, V. B. and Saxena, V. K. A brief review on diagnosis of foot-and-mouth disease of livestock: conventional to molecular tools. pp. 1–17, *Veterinary Medicine International*, 2011.

Maradei, E. Characterization of foot-and-mouth disease virus from outbreaks in Ecuador during 2009–2010 and cross-protection studies with the vaccine strain in use in the region. *Vaccine*, 2011, 29, 8230–8240.

Mayer, D. A Lagrangian particle model to predict the airborne spread of foot-and-mouth disease virus. *Atmospheric Environment*, 2008, 42, 466–479.

Miller, W. M. A state-transition model of epidemic foot-and-mouth disease. *New techniques in veterinary epidemiology and economics*, 1976, (ISVEE1), Available at www.sciquest.org.nz

Mullins GL, Martens DC, Miller WP, Kornegay ET, Hallock DL. Copper availability, form and mobility in soils from three-annual copper-enriched hog manure applications. *Journal of Environmental Quality* 1982;11:316–320.

National Research Council(NRC), Policies and procedures for control of indoor air quality, Washington D.C., 1987.

Nicholson FA, Chambers BJ, Williams JR, Unwin RJ. Heavy metal contents of livestock feeds and animal manures in England and Wales. *Bioresour Technol* 1999;70:23–31.

Noblet J, Fortune H, Dubois S, Henry V. Nouvelles bases d'estimation des teneur en energie digestible metabolisable et nette des aliments pour le porc. *INRA Paris* 1989;1–106.

Nordstrom GA and McQuitty JB. Manure Gases in the Animal Environment. Department of Agricultural and Engineering, University of Alberta 1976.

Olson DK. and Bark SM. Health hazards affecting the animal confinement farm worker. American Association Occupational Health Nurse Journal 1996;44:198-204.

Pearson CC and Sharples TJ. Airborne dust concentrations in livestock buildings and the effect of feed. J Agric Eng Res 1995;60:145-154

Pharo, H. J. Foot-and-mouth disease: an assessment of the risks facing New Zealand. New Zealand Veterinary Journal, 2002, 50(2), 46-55.

physico-chemical and physical properties of calcareous soils. Bioresour Technol 1992;42:233-239.

Robert, S. and Gloster, J. Foot-and-mouth disease: A review of intranasal infection of cattle, sheep and pigs. The Veterinary Journal, 2008, 177, 159-168.

Roman Meininghanus, Amin Kouniali, Corinne Mandin and Andr Cicoella, Risk assessment of sensory irritants in indoor air-a case study in a French school, Environment International 28, 2003.

Sanson RL. 1994. The epidemiology of foot-and-mouth disease: implications for New Zealand. NZ Vet J 42, 41-53.

Seedorf J, Hartung J, Schroder M, Linkert KH, Phillips VR, Holden MR, Sneath RW, Short JL, White RP, Pederson S, Takai H, Johnsen JO, Metz JHM, Koerkamp PWG, Uenk GH, Wathes CM. Concentrations and emissions of airborne endotoxins and microorganisms in livestock buildings in Norther Europe. Journal of Agricultural Engineering Research 1998;70:97-109.

Sharp, D. Foot-and-mouth epidemic: the choices. pp. 738, Volume 357, Issue 9258, The Lancet, 2001.

Sims JT and Wolf DC. Poultry manure management: Agricultural and environmental issues. Adv Agron 1994;52:1-83.

Sørensen JH, Mackay DKJ, Jensen CO, Donaldson AI. 2000. An integrated model to predict the atmospheric spread of foot-and-mouth disease virus. Epidemiol Infect 124, 577-590.

Sorensen JH., Jensen CO, Mikkelsen T, Mackay DKJ Donaldson AI. Modelling the atmospheric dispersion of foot-and-mouth disease virus for emergency preparedness. Physical and Chemical Earth. 2001;26:93-97.

Takai H, Pederson S, Johnsen JO, Metz JHM, Koerkamp PWG, Uenk GH, Phillips VR, Holden MR, Sneath RW, Short JL, White RP, Hartung J, Seedorf J, Schroder M, Linkert KH, Wathes CM. Concentrations and emissions of airborne dust in livestock buildings in Northern Europe. *J Agric Eng Res* 1998;70:59-77

Teltsch, B., Shuval, H.I. and Tadmor, J. (1980) Die-away kinetics of aerosolized bacteria from sprinkler application of wastewater. *Applied and Environmental Microbiology* 39, 1191 - 1197.

Terpstra C. Pathogenesis of foot-and-mouth disease in experimentally infected pigs. *Bull Off Int Epiz* 1972; 77: 859-874.

Thorne PS, Niekhaefer MS, Whitten P, Donham KJ. Comparison of bioaerosol sampling methods in barns housing swine. *Applied and Environmental Microbiology* 1992;58:2543-2551.

Traulsen, I. and Krieter, J. Assessing airborne transmission of foot and mouth disease using fuzzy logic. *Expert Systems with Applications*, 2012, 39, 5071 - 5077.

U.S. Environmental Protection Agency(EPA), A office of pesticide programs, background document for the sessions : dietary exposure evaluation model(DEEMTM) and DEEMTM decompositing procedure and software, FIFRA Scientific Advisory Panel(SAP), 2000.

U.S. Environmental Protection Agency(EPA), ECOFRAM terrestrial draft report, ecological committee on FIFRA risk assessment methods(ECOFRAM), May 10. Office of Pesticide Programs, 1999.

U.S. Environmental Protection Agency(EPA), Final guidelines for exposure assessment, EPA/600/Z-92/001, 1992.

U.S. Environmental Protection Agency(EPA), Guidelines for the health risk assessment of chemical mixtures, 51 Federal Register 34014, 1986.

U.S. Environmental Protection Agency(EPA), Risk assessment guidance for superfund(RAGS) : volume I. human health evaluation manual(HHEM), Office of emergency and remedial response, EPA/540/1-89/002, 1989.

U.S. Environmental Protection Agency(EPA), Volume I -General factors handbook, Exposure factors handbook, updated to 1989 Exposure factors handbook, National Center for Environmental Assessment, EPA/600/P-95/002Fa, Chapter I and V, 1997.

Verstegen MWA, Vanderhel W, Jongebreur AA, Enneman G. The influence of ammonia and humidity on activity and energy balance data in groups of pigs. *Zeitschrift fur Tierphysiologie, Tierernahrung und Futtermittelkunde* 1976;37:225-263.

Wathes CM and Randall, JM. Aerosol sampling in animal houses. Commission of the European Communities Report EUR 11877 EN 1989;141.

Wathes CM, Jones CDR, Webster AJF. Ventilation, air hygiene and animal health.

Veterinary Record 1998;Dec:554-559.

Welford RA, Feddes JJR, Barber EM. Pig building dustiness as affected by Canola oil in the feed. Can Agric Eng 1992;34:365-373

Yoo DH, Kim HA, Han Y, Sung JH, Lee HK, Park, YG. Concentration of dusts and endotoxin in swine confinement buildings. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2003;13:45-52.

박재성, 김대선, 정해원, 국내 환경역학조사 및 위해성평가에서 나타나는 불확실성의 종류와 대응방안 연구, 한국환경위생학회지, 29(5), 101-109,2003.

환경부, 노출평가지침서, 2001.

[제 3협동] 제주대학교

구본철, 박상건, 정기양. 증례 : 뎅기열(Dengue Fever) 1예. 대한피부과학회지, 2005, 43, 1371-1374

농림수산식품부 : 구제역긴급행동지침, 2011.

농림수산식품부 : 조류인플루엔자긴급행동지침, 2009.

법제처 : 가축전염병예방, <http://www.moleg.go.kr/main.html>

서상준, 서연석, 엄순호. 해외에서 유입된, 급성간염을 동반한 뎅기열 1예. The Korean Journal of Hepatology, 2007,13, 556-559.

이승희, 이재일, 김남중. 증례 : 쓰나미 피해지역 의료봉사 후 집단 발병한 뎅기열 3예. 대한내과학회지 2006, 71, 333-7.

정문현. 뎅기열. 대한내과학회지, 2009,77, 165-170.

Barwick R. History of thymoma and yellow fever vaccination. Lancet. 2004;364:936.

Brad LeaMaster, Don Hansen, Bruce Mueller, Rodger Huffman, Charles Craig, Dan Jemelka, Laureen Paulson, Jeff Pritchett, Alan Bennett. Oregon Animal Disease Emergency Management Plan. 2005. www.oregon.gov/ODA/AHID/docs/pdf/oadem_plan.pdf

Cavalcanti DP, Salomao MA, Lopez-Camelo J, Pessoto MA. Early exposure to yellow fever vaccine during pregnancy. Trop Med Int Health. 2007;12:833 - 7.

CDC. Tick-borne encephalitis among US travelers to Europe and Asia-2000 - 2009. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2010;59(3):335 - 8.

CDC. Transmission of yellow fever vaccine virus through breast-feeding -Brazil, 2009.

MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2010 , 59:130 - 2.

Committee to Advise on Tropical Medicine and Travel (CATMAT). Statement on tick-borne encephalitis. An Advisory Committee Statement (ACS). Can Commun Dis Rep. 2006;32:1 - 18.

Defra. Contingency Plan for Exotic Notifiable Diseases of Animals, 2011. www.defra.gov.uk

Dumpis U, Crook D, Oksi J. Tick-borne encephalitis. Clin Infect Dis. 1999;28:882 - 90.

Gerhard Dobler, Dieter Gniel, Robert Petermann, Martin Pfeffer Epidemiology and distribution of tick-borne encephalitis Wien Med Wochenschr 2012 162, 230 - 238

Haglund M, Gunther G. Tick-borne encephalitis—pathogenesis, clinical course and long-term follow-up. Vaccine. 2003;21:S11 - 8.

Holzmann H. Diagnosis of tick-borne encephalitis. Vaccine. 2003;21 :S36 - 40.

Kaiser R. The clinical and epidemiological profile of tick-borne encephalitis in southern Germany 1994 - 98: a prospective study of 656 patients. Brain. 1999;122:2067 - 78.

Kunz C. TBE vaccination and the Austrian experience. Vaccine. 2003;21: S50 - 5.

Leonova GN, Ternovoi VA, Pavlenko EV, Maistrovskaya OS, Protopopova EV, Loktev VB. Evaluation of vaccine Encepur Adult for induction of human neutralizing antibodies against recent Far Eastern subtype strains of tick-borne encephalitis virus. Vaccine. 2007;25:895 - 901.

Lindquist L, Vapalahti O. Tick-borne encephalitis. Lancet. 2008 May 31;371(9627):1861 - 71.

Loew-Baselli A, Konior R, Pavlova BG, Fritsch S, Poellabauer E, Maritsch F, et al. Safety and immunogenicity of the modified adult tick-borne encephalitis vaccine FSME-IMMUN: results of two large phase 3 clinical studies. Vaccine. 2006;24:5256 - 63.

Lu Z, Broker M, Liang G. Tick-borne encephalitis in mainland China. Vector Borne Zoonotic Dis. 2008;8:713 - 20.

Marfin AA, Eidex RS, Kozarsky PE, Cetron MS. Yellow fever and Japanese encephalitis vaccines: indications and complications. Infect Dis Clin North Am. 2005;19:151 - 68, ix.

Monath TP, Cetron MS. Prevention of yellow fever in people traveling to the tropics. Clin Infect Dis. 2002;34:1369 - 78.

Nasidi A, Monath TP, Vandenberg J, Tomori O, Calisher CH, Hurtgen X, et al.

Yellow fever vaccination and pregnancy: a four-year prospective study. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 1993;87:337 - 9.

NCSU. Biosecurity for Prevention of Foreign Animal Disease
<http://www.cvm.ncsu.edu/vhc/idm/g06-biosecurity-prevention-foreign-anima-disease.php>

Nishioka SD, Nunes-Araujo FRF, Pires WP, Silva FA, Costa HL. Yellow fever vaccination during pregnancy and spontaneous abortion: a case-control study. *Trop Med Int Health.* 1998 ;3:29 - 33.

Park JH, Lee DW. Dengue Fever in South Korea, 2006 - 2010. *Emerg Infect Dis.* 2012,18,1525 - 1527.

Rendi-Wagner P. Advances in vaccination against tick-borne encephalitis. *Expert Rev Vaccines.* 2008;7:589 - 96.

Rendi-Wagner P. Risk and prevention of tick-borne encephalitis in travelers. *J Travel Med.* 2004 Sep - Oct;11(5):307 - 12.

Schondorf I, Beran J, Cizkova D, Lesna V, Banzhoff A, Zent O. Tick-borne encephalitis (TBE) vaccination: applying the most suitable vaccination schedule. *Vaccine.* 2007;25:1470 - 5.

Staples JE, Gershman M, Fischer M. Yellow fever vaccine: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *MMWR Recomm Rep.* 2010;59):1 - 27.

Suss J. Tick-borne encephalitis in Europe and beyond—the epidemiological situation as of 2007. *Euro Surveill.* 2008 ;13).

Tomori O. Yellow fever: the recurring plague. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2004;41:391 - 427.

Whittembury A, Ramirez G, Hernandez H, Ropero AM, Waterman S, Ticona M, et al. Viscerotropic disease following yellow fever vaccination in Peru. *Vaccine.* 2009 Oct 9;27(43):5974 - 81.

World Health Organization. Yellow fever vaccine. WHO position paper. *Wkly Epidemiol Rec.* 2003;78:349 - 59.

Yeh JY, Kim HJ, Nah JJ. Surveillance for West Nile Virus in Dead Wild Birds, South Korea, 2005 - 2008. *Emerg Infect Dis.* 2011, 17, :299 - 301.

Yeh JY, Park JY, Ostlund EN. Serologic evidence of West Nile Virus in wild ducks captured in major inland resting sites for migratory waterfowl in South Korea. *Vet Microbiol.* 2011, 29, 154, 96-103.

USDA Alaska Animal Health Emergency Management Plan. 2006.
www.dec.state.ak.us/eh/docs/vet/AlaskaAnimalHealth.

Zent O, Broker M. Tick-borne encephalitis vaccines: past and present. *Expert Rev Vaccines*. 2005;4:747 - 55.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 가축질병대응기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.