조류인플루엔자 발생 현황에 따른 매몰지 적합성 평가

Evaluation of Suitability on Disposal Site According to Occurrence Status of Avian Influenza

박진이* · 김미송** · 임정탁*** · 표경수**** · 박영진*****

Park, Jinyi* · Kim, Misong** · Lim, JungTak*** · Pyo, Kyungsoo****, and Park, Youngjin*****

Abstract

Avian influenza, which is consistently occurring in Korea, caused the fastest propagation and huge damaging rate in history in November 2016. In this connection, some of problems are raised about suitability of the disposal sites and slow-prior action. This study conducted two analysis which status analysis with occurrence farm location information and evaluation of suitability with existing disposal site based on Standing Operating Procedure (SOP). As a result, prevention action criteria by Standing Operating Procedure (SOP) were not followed. Result of zonal statistics analysis about disposal sites, two of the five sites were not suitable for Avian influenza Standing Operating Procedure (SOP). Through, it is necessary to improve the Standing Operating Procedure (SOP) and the legal system in the future.

Key words : Avian Influenza, AI SOP, Disposal Site, Evaluation of Suitability, Analysis of Zonal Statistics

요 지

우리나라에서 지속적으로 발생하고 있는 고병원성 조류인플루엔자는 2016년 11월에 역사상 가장 빠른 전파속도와 큰 피해를 일으켰다. 이와 관련하여 제기되는 문제점 중 매몰지의 적합성 여부와 신속하지 못한 사전조치가 대두되고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 조류인플루엔자 발생농가 위치정보를 이용한 현황분석과 조류인플루엔자 긴급행동지침(SOP)내 매몰지 선정방안에 의거하여 기존에 구축된 매몰지의 적합성 평가를 수행하였다. 그 결과 조류인플루엔자 긴급행동지침에서 규정하는 방역조치기준을 충족하지 못하였다. 기존 매몰지에 대한 격자분석을 수행한 결과 5개소의 매몰지 중 2개소의 매몰지가 조류인플루엔자 규정에 적합하지 못한 지역이었다. 이를 통해 향후 조류인플루엔자 긴급행동지침의 개선과 법제도가 필요하다고 사료된다.

핵심용어 : 조류인플루엔자, 조류인플루엔자 긴급행동지침, 매몰지, 적합성평가, 격자분석

1. 서 론

겨울철마다 발생하는 가축전염병중 고병원성 조류인플

루엔자는 전염성과 폐사율이 높은 가축전염병으로써, 가축 전염병 예방법상 제 1종 전염병으로 분류되어 있다(Woo et al., 2008). 우리나라에서 주로 발생하는 유형은 H5이며,

*정회원, 국립재난안전연구원 연구원(E-mail: pjinyi92@korea.kr)

Member, National Disaster Management Research Institute, Researcher

**국립재난안전연구원 연구원(E-mail: misong1017@korea.kr)

National Disaster Management Research Institute, Researcher

***국립재난안전연구원 선임연구원(E-mail: bae1715@korea.kr)

National Disaster Management Research Institute, Researcher

****정회원, 국립재난안전연구원 공업연구관(E-mail: kspyo@korea.kr)

Member, National Disaster Management Research Institute, Senior Researcher

*****교신저자, 정회원, 국립재난안전연구원 재난정보연구실장(Tel: +82-52-928-8200, Fax: +82-52-928-8249, E-mail: clubpark@korea.kr)

Corresponding Author, Member, National Disaster Management Research Institute, Division Director

대표적으로 오리가 매개체가 되어 전파되고 있다(Kwon, 2009). 2016년 11월에 우리나라에서 발생한 고병원성 조류인플루엔자는 2014년 6월 라오스에서 발생하였던 H5N6으로써, 우리나라 가축전염병 역사상 가장 빠른 전파속도와 큰 피해를 일으켰다(Lee and Kim, 2017). 가축전염병과 관련된 공간분석을 이용한 선행연구는 네트워크 기법을 이용하여 구제역 현황분석 및 확산 속도 분석을 수행하거나(Choi et al., 2012) 공공데이터인 축가, 철새도래지, 논 등의 위치정보를 이용하여 조류인플루엔자 발생지역에 대한 예측을 수행하였다(Chun et al., 2015). 조류인플루엔자와 관련하여 전파방향과 발생확률에 대한 선행연구로는 Shin et al. (2016)은 우리나라에서 월동, 중간기착 또는 영구 서식하는 야생조류의 조류인플루엔자 바이러스 순환을 알아보기 위해 샘플을 채취하여 지역별, 시기별 특징조사를 수행하였다. 연구결과, 높은 항체 양성율을 보이는 조류는 오리였으며, 10월에서 12월 사이에 경남지역에서 가장 많은 조류인플루엔자 바이러스가 검출되었고, 주로 남쪽으로 확산되는 방향성을 제시하였다. Prosser et al. (2013)은 야생 조류와 가금류간의 전파위험성에 대해 공간모델을 구현하여 분석을 수행하였다. 연구결과, 공간모델을 이용하여 구축한 발생위험지도에서 높은 발생위험이 예상되는 지역과 조류인플루엔자가 발생한 가금류 지역과의 일치율이 높다는 결론을 제시하였다. 또한 조류 인플루엔자의 전파 경로에 대한 시뮬레이션을 수행하는 선행연구는 기존 분석모델을 이용하여 연구가 수행되었다. SIR모델(전염병의 수학적 모델로써, 질병의 진행과정을 분석하는 모델)을 기반으로 하여 시뮬레이션을 수행하거나(Kim et al., 2013) 시스템다이내믹스(개체간의 상호관련성 분석을 통한 시뮬레이션 방법)를 이용하여 겨울철새의 서식지 및 활동 패턴에 대한 연구를 수행하였다(Park et al., 2009).

매몰지와 관련된 선행연구로는 Ko and Seol (2013)은 가축매몰지에 대한 기존 정책과 기술에 대한 현황을 조사하여 문제점을 제시하였으며, Yoon et al. (2012)은 매몰지에서 발생하는 침출수가 농경지에 미치는 영향에 대해 연구를 수행하였으며, 이를 통해 매몰지와 가까운 농경지에서 침출수가 측정되었다는 결론을 제시하였다.

가축전염병과 매몰지 선정에 관련된 선행연구에서는 주로 구제역 발생지역과 주변 지형·지물정보와의 거리분석을 통한 현황분석, 전파확산방향 분석이 수행되었으며, 매몰지 선정보다는 침출수로 인한 2차 오염에 대한 분석이 주로 행해져 조류인플루엔자 발생 및 매몰지 선정에 대한 연구수행은 미비하다고 판단된다.

이에 본 연구에서는 조류인플루엔자 발생위치정보를 이용하여 현황분석을 수행하였고 조류인플루엔자 긴급행동지침(SOP)에서 규정한 매몰지 선정방안에 의거하여 기존에 구축된 매몰지에 대한 적합성 평가를 수행하였다.

2. 조류인플루엔자 발생현황관련 공간적 특성 분석

2.1 조류인플루엔자 발생현황조사

본 연구에서 활용한 조류인플루엔자관련 정보는 2016년 11월 A시에서 발생한 정보 중(2016.11.16. - 2016.12.16.) 발생건수가 증가와 감소를 반복하는 일부 기간의 정보를 이용하였다. Fig. 1과 같이 11월 16일 최초발생을 기준으로 발생건수는 일주일간 빠른 전파속도 및 증가와 감소를 반복하였다. 그에 비해 이동통제초소 설치는 지속적으로 행해졌으나 조류인플루엔자를 방역하기에는 설치위치 및 시기, 상황 대응 등에 대한 적합성이 부족하였던 것으로 사료된다.

Fig. 1. Occurrence Count of Avian Influenza for 1 Month

2.2 조류인플루엔자 발생에 따른 방역조치현황

조류인플루엔자가 발생할 시, 조류인플루엔자 긴급행동지침(SOP)에 의거하여 방역조치(방역지역 범위설정, 거점소독시설과 이동통제초소 설치 등)를 수행하여야 한다. 방역지역 범위설정은 조류인플루엔자 발생 농가를 기준으로 500 m 이내 지역은 관리지역, 500 m ~ 3 km 이내 지역은 보호지역, 3 km ~ 10 km 이내 지역은 예찰지역으로 지정된다. 또한 야생조수류 및 그 분변에서 고병원 조류인플루엔자가 분리되었을 경우 발생지점에서 반경 10 km 이내의 지역을 야생조수류 예찰지역으로 지정하며, 방역 또한 10 km 이내 가금류는 방역을 수행하고, 철새도래지내 30 km 내 축산농가에 대해 바이러스에 감염될 수 있다는 인식을 가지고 철저히 소독을 수행하여야 한다고 규정하고 있다.

거점소독시설 설치하는 보호지역 내에는 3곳 이상, 예찰지역 내에는 5곳 이상의 거점소독시설이 구축되어 있어야 하며, 설치장소는 넓은 공터, 차량통행이 적은 곳으로 포장도로에 설치되어야 한다. 이동통제초소는 양 방향 200 m 이상의 시야가 확보되는 직선도로에 설치되어야 한다. 설치를 제외시켜야 하는 지역은 경사진 곳, 과수원, 농작물 재배지역과 사고위험이 있는 지역이며, 가로등이 설치되어 있어야 한다.

A시의 (가)지역 방역조치 현황은 Fig. 2와 같다. 거점소독시설 설치하는 보호지역 내 2곳, 이동통제초소 설치하는 대부분 양방향 시야확보가 어려운 교차로 주변에 설치되어 있어

(Fig. 2-B) 조류인플루엔자 긴급행동지침에서 규정한 조치 기준을 충족하지 못하였다. 또한 조류인플루엔자가 발생 농가와 거점소독시설간의 평균 거리는 약 2.2 km로 분석되었으나 이에 속하는 농가는 전체 발생농가 중 약 20% 농가밖에 포함되지 않았으며(Fig. 2-A), 이동통제초소 또한 발생현황 대비 부족한 설치 개수와 부적절한 위치 등 적절하지 못한 방역조치로 인해 과거에 발생하였던 조류인플루엔자보다 더 빠른 전파속도와 많은 피해를 발생시킨 것이라 판단된다.

Fig. 2. Spatial Characteristic about Occurrence Status of Avian Influenza

3. 매몰지 적합성 평가

3.1 조류인플루엔자 긴급행동지침 규정내 매몰지 적합지역

농림축산식품부에서 2016년 7월에 개정한 조류인플루엔자 긴급행동지침 속 매몰지에 대한 규정은 다음과 같다.

매몰지를 구축할 시 매몰지의 깊이는 5 m가 넘지 않아야 하며, 지하수위 · 관정 · 하천 · 주거지 등 주변 환경 등을 고려하여 1개소당 최대 500 m² 크기로 구축되어야 한다. 매몰지로 적합한 장소는 매몰지 선정기준에 적합하고, 국가

또는 지방단체 소유 공유지이자 농장 부지 등 매몰 대상 가축이 발생한 곳으로 규정하고 있다.

매몰지 선정방안은 다음과 같이 6가지로 정리할 수 있다. ① 하천 · 수원지 · 도로 등과 30 m 이상 떨어진 곳 ② 지하수 위로부터 1m이상의 이격이 있어야 하며 매몰지 굴착과정에서 지하수가 나타나지 않는 곳 ③ 음용 지하수 관정과 75 m 이상 떨어진 곳 ④ 침수의 우려가 없는 곳 ⑤ 유실 · 붕괴 등의 우려가 없는 평탄한 곳 ⑥ 도로 및 주민이 집단적으로 거주하지 아니한 곳으로 사람이나 가축의 접근을 제한할 수 있는 곳이다.

3.2 매몰지 적합성 평가 방법론

본 연구에서 수행한 매몰지 적합성 평가는 Fig. 3과 같이 총 3단계의 공간분석을 통해 조류인플루엔자 긴급행동지침에서 제시한 매몰지 선정방안을 기준으로 기존 매몰지의 적합성 평가를 수행하였으며, 연구지역은 2.2에서 현황분석을 수행한 A시의 (가)지역을 기준으로 수행하였다. 또한 분석 결과는 50 m × 50 m 크기로 구성된 격자지도로 구축하여 지역 간 경계부분의 중첩분석에 대한 평가 결과 정확도를 고려하였다. 각 단계별 상세내용은 다음과 같다.

1단계 기초 공간분석은 매몰지 선정기준에 적합한 매몰지 적합지역을 추출하기 위해 물리적 인자와 환경적 인자로 분류하여 분석을 수행하였다. 물리적 인자인 지형지물 위치 정보는 도로, 하천, 건물정보를 활용하였다. 도로와 하천은 30 m 간격을 생성하는 버퍼(Buffer)분석을 수행하였다. 건물은 사람이나 가축의 접근이 비교적 쉽다고 판단되는 무벽건물, 가건물, 가축사육업 · 축산업으로 분류된 건물을 이용하여 조류인플루엔자 발생농가와 거리분석을 수행하였다. 환경적 인자는 토지이용현황도, 과거재난발생정보, 철새도래지 정보를 활용하였다. 토지이용현황도를 이용하여 주거 · 상업 · 공업지역, 재배지역(논, 밭), 초지를 분류하여 조류인플루엔자 발생농가의 토지이용현황을 파악하였다. 과거재난발생정보는 침수흔적도를 이용하여 침수우려지역을 추출하였으며 철새도래지를 이용하여 야생조수류 예찰지역을 추출하였다.

2단계 네트워크 분석은 매몰지가 관리지역 내에 설치되어야 한다는 기준으로 분석을 수행하여 기존 매몰지에 대한 적합성을 판단하였다.

3단계 격자분석은 1단계와 2단계에서 수행한 결과 값을 이용하여 격자별 연산을 수행하여 기존 매몰지가 조류인플루엔자 긴급행동지침 규정에서 제안하는 매몰지 적합지역인지에 대한 적합성 평가를 수행하였다. 매몰지 적합성 평가는 각 분석 단계별 결과 값이 2가지 인자가 중첩되는 지역은 주의지역, 3가지 인자가 중첩되는 지역을 위험지역이라 설정하였다. 또한 각 분석단계별 모든 인자가 중첩되는 지역을 기준으로 1 km × 1 km 크기의 범위를 지정하여 기존 매몰지 적합성 평가에 활용하였다.

Fig. 3. Work Flow

3.3 실험

1단계 기초 공간분석의 물리적 인자인 도로와 하천의 버퍼분석, 건물의 속성을 활용한 발생농가와와의 거리분석 수행 결과는 Fig 4와 같다. 도로와 하천은 버퍼분석을 수행하였으며(Figs. 4-a, 4-b), 건물은 보호지역내 포함되는 건물은 노란색, 관리지역내 포함되는 건물은 빨간색으로 표현하였다. 3가지 인자에 대한 격자별 연산분석을 수행한 결과 기존 매몰지는 물리적 인자가 2개 이상 포함된 지역과 평균 400 m이내에 위치하는 것으로 분석되었다. 또한 3가지 인자가 모두 중첩되는 지역에 대해 1 km × 1 km 크기의 범위를 지정하여 R1이라 칭하였다.

Fig. 4. Result of 1st Analysis with Physical Factor

1단계 기초 공간분석의 환경적 인자인 토지이용현황도, 과거재난발생정보, 철새도래지정보를 활용한 분석결과는 Fig. 5와 같다. 토지이용현황도와 철새도래지의 공간속성 추출을 수행하였으며(Figs. 5-a, 5-b), 과거재난발생정보는 침수흔적도를 활용하여 침수우려지역을 추출하였다. 3가지 인자에 대한 격자별 연산분석을 수행한 결과 기존 매몰지는 환경적 인자가 모두 포함된 지역내 위치하는 것으로 분석되었다. 그 중 매몰지간의 거리가 가깝고 3가지 인자가 모두 포함되는 지역에 있어서 1 km × 1 km 크기의 범위를 지정하여 R2로 지정하였다.

Fig. 5. Result of 1st Analysis with Environmental Factor

2단계 네트워크 분석결과는 Fig. 6과 같다. 네트워크분석은 조류인플루엔자가 발생한 농가로부터 500 m이내 접근이 가능한 지역에 대한 분류를 수행하였다. 네트워크 분석 수행결과 전체 농가 중 약 94%의 농가가 500 m이내 접근이 가능한 지역으로써 이는 도로와의 인접성과 사람 혹은 차량의 접근성이 높다는 것을 알 수 있다. 또한 조류인플루엔자가 발생한 농가의 기존 발생이력(2014년~2016년)에 대해 조사한 결과 전체 농가 중 약 12%의 농가가 3년 동안 주기적인 발생이력이 존재하였고 네트워크 분석결과에 모두 속해있는 지역이었다.

Fig. 6. Result of 2nd Analysis

3단계 격자분석 결과는 Fig. 7과 같다. 각 단계별 분석을 수행한 결과를 기반으로 격자별 연산을 수행하였으며 기존 매몰지 5개소 중 2개소에 대해 적합하지 않은 것으로 분석되었다. 그 중 1개소는 주의지역에 포함되어 있었으며, 또한 매몰지 1개당 최대 크기가 500 m²인 것을 감안할 때, 1개소는 주의지역과 인접한 지역에 위치하고 있었다. 이를 통해 기존 매몰지는 매몰지 선정방안에 다소 적합하지 않게 구축되었다는 점을 알 수 있다.

Fig. 7. Result of 3rd Analysis

3.4 실험결과

본 논문에서 제시한 매몰지 적합성 평가 방법론을 통해 기존 매몰지에 대한 적합성 평가를 수행한 결과 매몰지 선정방안 중 ⑤, ⑥이 고려되지 못한 것으로 분석되었다(Fig. 8). 특히 환경적 인자에 대해 충분히 고려되지 못하였으며 매몰지로부터 사람 혹은 가축의 접근성이 높게 분석되었다.

Fig. 8. Improvement of Selection Plan of Disposal Site

환경적 인자는 재난관리단계 중 예방단계에서 사전현황조사를 통해 매몰지 구축이 불가능한 지역을 우선적으로 배제시킬 수 있는 기본 정보로 활용할 수 있는 인자이다. 향후 조류인플루엔자가 발생하기 전에 매몰지 구축이 가능한지에 대한 검토를 우선적으로 수행하여 결과 정보를 사전

제공하는 방안에 대해 고려하여야 한다.

또한 각 분석 단계별 고려한 인자가 모두 연산되는 매몰지 주변지역을 R1과 R2로 설정하였다. 두 지역 모두 사람 혹은 가축의 접근성은 높은 편으로 분석됨에 따라 방역조치 방안에 대한 강화방안이 필요하다고 판단되었다.

매몰지에 대한 접근성을 저감시키기 위해서는 방역조치에 대한 범위 설정뿐만 아니라 세부규정의 재정립이 필요할 것으로 사료된다. ① 거점소독시설과 이동통제초소의 위치에 대한 설치시기 및 양방향 도로 통제가 가능한 곳, ② 방역조치를 수행하는 시설에서의 사람 혹은 차량의 통행정보에 대한 이력관리 등의 상세한 업무 가이드 라인 제시, ③ 사전현황조사를 통한 매몰지 구축 불가능지역에 대한 알림 등의 방역조치 방안을 추가한다면 향후 신속하고 정확한 방역조치에 도움이 될 것이라 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 우리나라에서 겨울철마다 발생하는 조류인플루엔자 관련 현황정보를 활용한 공간적 특성 분석과 기존에 구축된 매몰지 적합성 평가를 수행하였으며 3가지의 결론을 도출하였다.

첫째, 2016년 11월에 발생한 조류인플루엔자의 현황조사를 수행한 결과 방역조치에 있어 이동통제초소의 설치위치 및 시기, 상황 대응 등에 대한 적합성이 부족한 것으로 판단되었다. 또한 기존 거점소독시설이 포함할 수 있는 농가에 조류인플루엔자가 발생한 농가가 20%밖에 포함이 되지 않은 문제점도 도출되었다.

둘째, 조류인플루엔자 발생으로 인한 기존 매몰지 5개소에 대한 적합성평가는 2016년 7월 농림축산식품부에서 개정된 조류인플루엔자 긴급행동지침 규정에서 추출한 정보를 활용하여 분석을 수행한 결과 2개소의 위치가 적합하지 않은 것으로 분석되었다.

셋째, 조류인플루엔자 발생으로 인한 신속한 방역조치를 수행하기 위해서는 재난 관리단계중 대응단계에서 활용하고 현업에 적용할 수 있는 실용적인 조류인플루엔자 긴급행동지침 규정의 개선과 그에 따르는 명확한 법제도를 마련할 필요가 있다고 판단된다.

향후 매몰지 구축과 관련하여 2차 피해발생에 대한 저감을 위해 본 논문에서 제시한 매몰지 선정 개선방안에 대해 지하 수위정보, 수치표고모형을 활용하여 2차 연구를 수행할 계획이다. 이를 통해 실용적이고 현실을 반영한 매몰지 선정방안을 제시할 수 있도록 하고자 한다.

References

Choi, S.K., Song, H.H., and Park, K.S. (2012) Analysis of Foot-and-mouth Disease Diffusion Velocity using

- Network Tool. *Journal of Korean Society for Geo-spatial Information System*, Vol. 20, No. 2, pp. 101-107.
- Chun, Y.W., Lee, S.H., Goo, S.H., Kim, S.S., and Park, Y.J. (2015) A Study on the Prediction of Avian influenza Outbreaks Using Public Geospatial Data. *Proceedings of 2016 Conference*, The Korean Society for Geospatial Information Science, pp.143-144.
- Kim, E.G., Lee, S., Byun, Y.T., Lee, H.J., and Lee, T.J. (2013) Implementation of Integrated Monitoring System for Trace and Path Prediction of Infectious Disease. *Journal of Internet Computing and Services*, Vol. 14, No. 5, pp. 69-76.
- Ko, C.R., and Seol, S.S. (2013) Technology and Policy Measures for Landfill Sites of Foot-and-Mouth Disease in Korea. *Journal of Korea Technology Innovation Society*, Vol. 16, No. 4, pp. 978-1005.
- Kwon, Y.D. (2009) *Effects and Measures of Highly Pathogenic Avian Influenza*. Issue paper 2009-32, Gyeongnam Development Institute, pp. 1-6.
- Lee, E.W., and Kim, W. (2017) *Human Infection to Avian Influenza, Is Our Country Safe?* Issue & Analysis, Gyeonggi Research Institute, No. 268, pp. 1-12.
- Park, Y.W., Won, D.G., and Choi, S.B. (2009) Modeling the Dynamics of Wildbird's Avian Influenza Using the System Dynamics. *Proceedings of 2009 Conference*, The Korea Contents Society, Vol. 7, No. 1, pp.1130-1135.
- Prosser, D.J., Hungerford, L.L., Erwin, R.M., Ottinger, M.A., Takekawa, J.Y., and Ellis, E.C. (2013) Mapping Avian Influenza Transmission Risk at the Interface of Domestic Poultry and Wild Birds. *Frontiers in Public Health*, Vol. 1, Article No. 28, pp. 1-11.
- Shin, J.H., Wang, S.J., Jung, J.S., Kim, Y.G., Um, J.G., Jung, W.H., and Mo, I.P. (2016) Distribution of Avian Influenza and Tracking Survey of Route about Wild Bird. *Proceedings of 2016 Conference*, Korean Society of Poultry Science, pp. 10-12.
- Woo, B.J., Lee, H.W., Hwang, Y.J., Lee, J.M., and Kim, J.N. (2008) *An Economic Impact and Countermeasure Policies of Highly Pathogenic Avian Influenza*. Policy studies report P102, Korea Rural Economic Institute, pp. 1-2.
- Yoon, J.H., Son, H.W., Lim, G.H., Lee, M.N., Kim, H.S., Kim, K.H. (2012) Monitoring of Agricultural Land Around an Animal Carcass Burial Site. *Proceedings of 2012 Conference*, Korean Society of Soil Sciences and Fertilizer, pp. 173-174.

Received	March 6, 2018
Revised	March 12, 2018
Accepted	March 20, 2018