

03

충청남도

멧돼지 서식 지역 및
아프리카돼지열병(ASF)
위험지수 분석



03

멧돼지 서식 지역 및 아프리카돼지열병(ASF) 위험지수 분석

충청남도

기획조정실 데이터담당관 데이터분석팀 정주훈

요약

아프리카돼지열병은 2019년 국내 최초 발생 이후 매년 야생 멧돼지 및 사육 돼지 감염이 지속적으로 발생하고 있다. 2023년 4월 기준 멧돼지 아프리카돼지열병 발병 건수는 총 3,038건이고 지역별 최초 발생 시점은 경기도 및 강원도 2019년 10월, 충청북도 2021년 11월, 경상북도 2022년 2월로 발생 지역이 점차 확대·남하하는 추세이다.

바이러스성 출혈성 돼지 전염병인 아프리카돼지열병은 이병률이 높고 급성형으로, 감염되면 치사율이 거의 100%에 달하지만 예방 백신이 없어 사전 차단이 매우 중요하다.

아프리카돼지열병 발생 시에는 최대 반경 500m 내외 지역의 가축까지 예방적 살처분해야 할 경우가 발생하므로 전국 최대 양돈산업지역인 충청남도는 아프리카돼지열병 발생에 더욱 치명적일 수 밖에 없다.

이번 분석은 경기도의 <ASF 종식 방안 모색을 위한 야생 멧돼지 서식 분포 분석모델(2021)>을 활용하여 야생 멧돼지 다빈도 출몰 지역 및 아프리카돼지열병 위험도를 상세하게 예측하였으며, 충청북도와 강원도의 멧돼지 포획 데이터를 협조받아 분석에 활용하였다.

분석 결과는 야생 멧돼지 서식 지역, 아프리카돼지열병 발생 지점, 양돈농가 분포 등을 고려할 때 아프리카돼지열병 위험도가 높은 지역을 동리 단위로 도출하였으며, 분석 결과를 바탕으로 양돈농가 방역 활동과 유해야생동물 피해 예방에 효과적인 전략을 마련하고자 한다.



가 | 분석 개요



추진 배경

- 야생 멧돼지로 인한 아프리카돼지열병 확산
 - 2019년, 아프리카돼지열병이 국내 최초로 발생한 이후 점진적으로 남하하고 있음에 따라 양돈 사육 규모가 전국 최대인 충청남도에서 선제적 대응 필요
- 야생 멧돼지로 인한 농작물 피해 발생
 - 최근 3년간 유해야생동물에 의한 농작물 피해보상액 중 71%가 멧돼지로 인한 피해로 보상액 규모는 약 2억 원에 달함

분석 필요성 및 목적

- 야생 멧돼지 아프리카돼지열병 확산 방지와 농작물 피해 예방을 위해 효율적인 멧돼지 포획 및 이동 차단 방안 마련 필요
- 아프리카돼지열병 발생 위험도를 측정하고 멧돼지로 인한 농가 피해 예방을 위한 기초 자료로 활용

기대 효과

- 야생 멧돼지로 인한 아프리카돼지열병 확산 방지로 양돈농가 피해 예방에 기여
- 유해야생동물 피해 예방 관련 시군 보조금 소요 예산 예측 및 적정 규모 지원으로 효율적인 예산집행 도모

나 | 분석 설계



요구 사항

- 야생 멧돼지 포획 데이터 분석을 통한 아프리카돼지열병 확산 차단 및 농작물 피해 예방
 - 야생 멧돼지 서식 밀집 지역, 다수 출몰 지역 현황 파악 및 예측
 - 야생 멧돼지 이동 차단 울타리 설치 대상지 판단을 위한 이동 경로 예측

분석 목록

- 멧돼지로 인한 피해 현황
 - 시군별 농작물 피해 건수 및 피해액 추이
- 멧돼지 출몰 지역 예측 분석
 - 기간별 지역별 멧돼지 포획량 세부 현황
 - 멧돼지 군집화 및 이동 경로 예측
- 아프리카돼지열병 위험도 측정
 - 동리 단위 아프리카돼지열병 발병 위험지수 산출

분석 데이터

- 분석 대상
 - 충청남도 야생 멧돼지 포획 데이터 및 유해야생동물 피해보상 내역
- 분석 범위
 - 공간적 범위: 충청남도
 - 시간적 범위: 2019년~2023년 4월



• 분석 활용 데이터

| 데이터명 | 형태 | 내용 | 출처 | 기준연도 | 내·외부 데이터 |
|--------------------|------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|----------|
| 야생 멧돼지 포획 데이터 | xlsx | 포획일, 포획주소, 포획두수 | 충청남도 | 2020.4. ~2023.3. | 내부 |
| 농작물 피해보상 내역 | xlsx | 연도, 주소(동리), 피해면적, 피해작물, 보상액, 피해동물 | 충청남도 | 2019.1. ~2022.12. | 내부 |
| 양돈농가 현황 | xlsx | 주소(동리), 사육두수 | 충청남도 | 2023.2. | 내부 |
| ASF 발생 현황 (야생 멧돼지) | hwp | 발견일, 확진일, 주소 | 환경부 | 2023.4. | 외부 (공공) |
| ASF 발생 현황 (사육 돼지) | hwp | 농장소재지, 발생일, 사육두수 | 농축산식품부 | 2023.1. | 외부 (공공) |
| 유해야생동물 피해 현황 | hwp | 농작물별 피해실태, 동물별 농작물 피해실태 | 환경부 | 2014 ~2021 | 외부 (공공) |
| 시군 멧돼지 서식밀도 | pdf | 시군, 멧돼지 서식밀도 | 환경부 국립생물자원관 | 2022 | 외부 (공공) |
| 충청북도 멧돼지 포획 데이터 | csv | 포획일, 포획주소, 포획두수 | 충청북도 (공동활용데이터) | 2021.11. ~2023.3. | 외부 (공공) |
| 강원도 멧돼지 포획 데이터 | xlsx | 포획일, 포획주소, 포획두수 | 강원도 | 2022.6. ~2023.3. | 외부 (공공) |

〈 표 3-1 〉 활용 데이터 목록

전체 프로세스(도식화)



〈 그림 3-1 〉 분석 프로세스

세부 프로세스(분석 방법론)

• 데이터 수집

- 소관부서에 협조 요청하여 시군 데이터 수집
- 타 지자체 멧돼지 포획 데이터 수집 요청

• 데이터 전처리

- (자료형 통일) 내·외부 수집 자료의 hwp, pdf, xlsx 파일형태를 csv로 변경
- (지오코딩) 멧돼지 포획 데이터, 아프리카돼지열병 발병 데이터에서 '주소'를 '위/경도'로 변환
- (역지오코딩) 변환한 '위/경도'값으로 '법정동코드', '시군구', '읍면동', '동리' 표준화된 칼럼 추가
※ 지오-역지오 코딩은 파이썬과 카카오맵 API 활용

• 데이터 탐색

- (농작물 피해 현황 데이터) 시군구 연도별 농작물 피해보상액, 건수 비교
- (아프리카돼지열병 발생 현황 데이터) 전국 야생 멧돼지/사육 돼지 아프리카돼지열병 발생 추이
- (멧돼지 포획 데이터) 연/월별, 시군구/동리별 멧돼지 포획 통계량 도출

• 데이터 분석

- 경기도 <ASF 종식 방안 모색을 위한 야생 멧돼지 서식 분포 분석모델(2021)> 활용



| 구분 | 산출 방식 |
|------------------------|--|
| 1. 멧돼지 군집화 및 이동 예측 | ST-DBSCAN* 모델을 통해 실제 거리, 포획 시점이 유사한 멧돼지 집단을 군집화, 이동 예측 * 공간-시간 차원에 따라 데이터를 인덱싱하고 각 시점마다 데이터의 유사성을 실제 거리 기반으로 계산 |
| 2. 멧돼지 서식분포도 (최대 1.0) | 시군별 멧돼지 평균 서식밀도(2022년)와 동리별 멧돼지 포획 두수(최근 3년간)를 각각 정규화(최대 0.5)하여 합산한 값 |
| 3. ASF 발병 분포도 (최대 1.0) | $\sum \frac{w}{d_g d_t}$ <p>w: ASF 발병 두수(1건당), 돼지 사육 두수</p> <p>d_g: 동리 중심점과 클러스터* 중심점(centroid)**의 거리 (해당 시점의 모든 클러스터 중심점과의 거리 평균)</p> <p>* 시공간 고려하여 멧돼지 집단을 군집화</p> <p>** 시간에 따른 클러스터 중심점 계산</p> <p>d_t: 시간 차이(ASF 발병에 대해서만 계산)</p> <p>※ 사육 돼지가 없는 동리의 사육 돼지 분포도는 0으로 설정</p> |
| 4. 사육 돼지 분포도 (최대 1.0) | |
| 5. 최종 ASF 위험지수 | ① 멧돼지 서식 분포도, ② ASF 발병 분포도 ③ 사육 돼지 분포도 결과값 합산 |

〈 표 3-2 〉 데이터 분석모델

• 분석 결과 시각화(QGIS)

- 연도별 전국 아프리카돼지열병 발생 추이 시각화
- 시군별 멧돼지 주요 포획 지역과 시기 특징 시각화
- 최종 아프리카돼지열병 위험지수 결과값 동리 단위 시각화

다 | 분석 결과

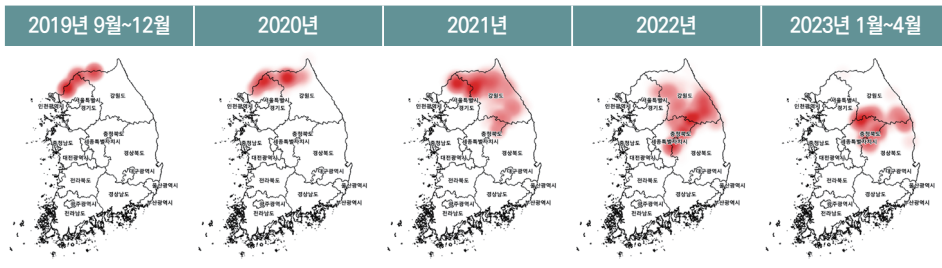


탐색적 데이터 분석 결과(EDA: Exploratory Data Analysis)

• 전국 야생 멧돼지 아프리카돼지열병 발생 추이

- 지역별 아프리카돼지열병 최초 발생 시점은 경기·강원도(2019년 10월), 충청북도(2021년 11월), 경상북도(2022년 2월) 순으로 발생 지역이 남하하는 경향을 보이고, 총 발생 건수는 강원도, 경기도, 충청북도, 경상북도 순으로 많음

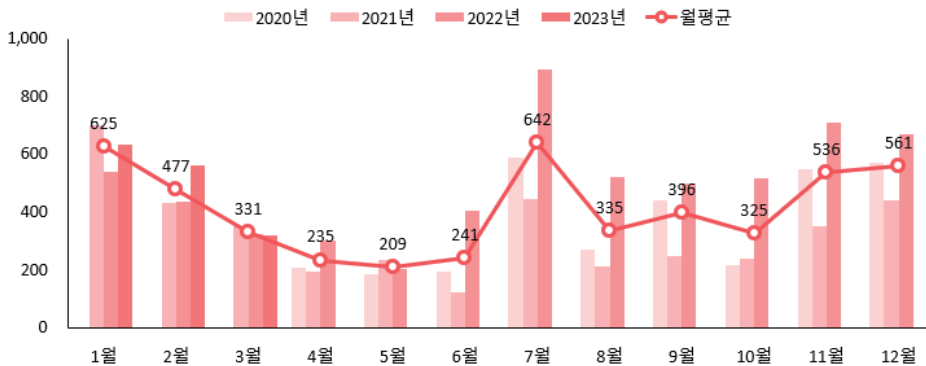
※ 히트맵 최소-최대값 범위는 기간에 따라 다르며, 최고농도 기준은 기간별 최대값임



〈그림 3-2〉 연도별 야생 멧돼지 아프리카돼지열병 발생 지역

• 시군구별 멧돼지 주요 포획 지역과 시기

- 최근 3년간 충청남도의 멧돼지 월별 포획량은 7월과 겨울철(11월~2월)에 많음

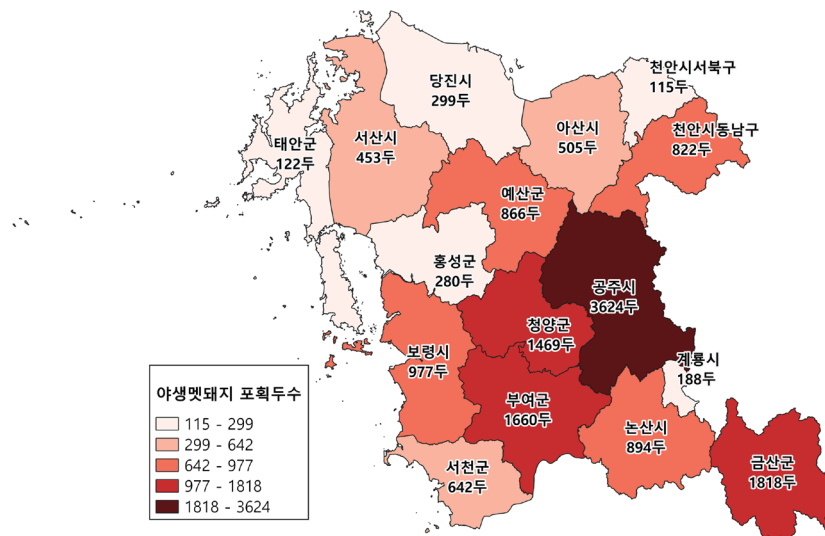


〈그림 3-3〉 월별 야생 멧돼지 포획량



• 시군구별 멧돼지 포획량

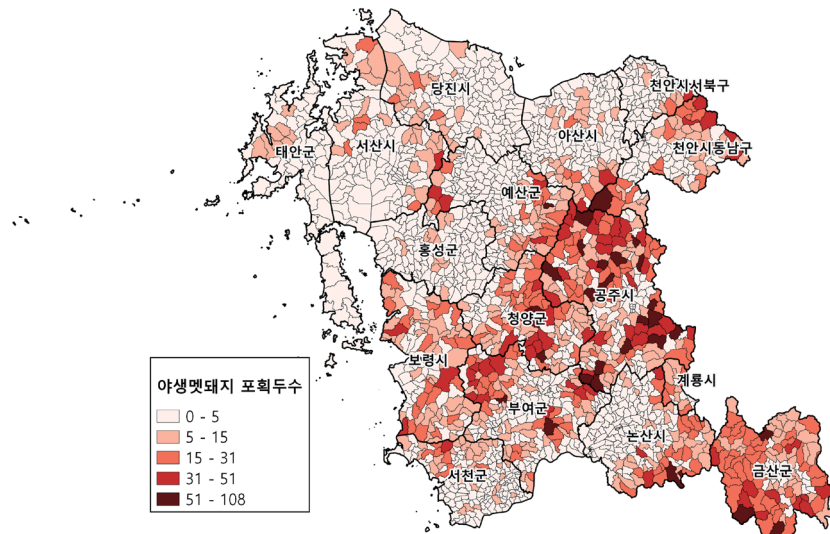
- 시군구 멧돼지 포획량을 내추럴브레이크(Natural Breaks) 5등급으로 나누면 공주시가 가장 높은 등급, 이어서 금산군·부여군·청양군이 두 번째 등급에 속함
- 상위 시군의 공통된 특징은 산지가 많은 지형으로, 특히 멧돼지가 서식하기 좋은 활엽수림 면적이 큰 것으로 나타남
- 반면, 활엽수림 면적이 비교적 작은 태안군·계룡시·홍성군·당진시의 경우 최하위 등급에 속함



〈그림 3-4〉 시군구별 야생 멧돼지 포획량

• 동리별 멧돼지 포획량

- 포획량 최상위 그룹에 속하는 동리 29곳 선별
- 상위 지역은 공주시 18곳, 청양군과 금산군에 각각 3곳, 부여군 2곳, 예산군·논산시·천안시 1곳씩으로 대부분 공주시에 밀집



〈그림 3-5〉 동리별 야생 멧돼지 포획량

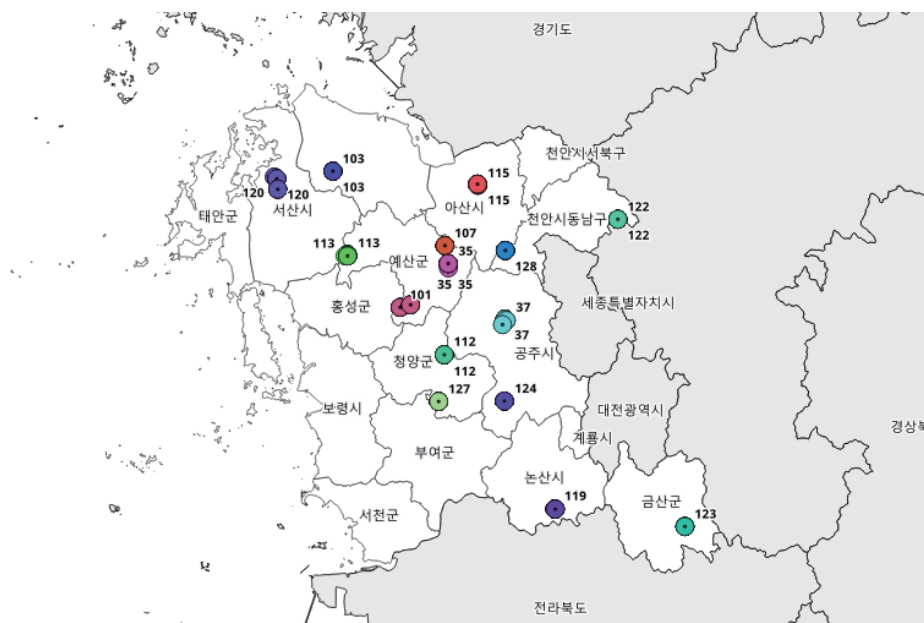
분석 결과 요약(시각화)

• 포획 데이터를 활용한 멧돼지 군집화 및 출몰 지역 예측

- (산출 방법) 무리 생활을 하는 멧돼지 특성을 고려하여, 포획 데이터를 공간-시간 차원에 따라 인덱싱하고 포획 시점과 실제 거리를 기반으로 군집을 도출하는 ST-DBSCAN 알고리즘* 적용

* 공간적 속성(거리)과 비공간적 속성(시간)을 모두 고려하는 밀도 기반 클러스터링 알고리즘으로, '포인트 간 거리=5,000m, 시간=32일, 최소 포인트 수=30개' 조건으로 그룹 분류

- 무리 생활을 하는 멧돼지 특성을 고려하여 충청남도 내 68개의 멧돼지 군집을 도출하고 이 중 15개 클러스터의 출몰지 중심점을 예측
- 112번 클러스터의 경우, 충청북도 청주시와 인접하고 최근 멧돼지 아프리카돼지열병 발생지와 가까워 해당 지역에 적극적 방역 활동이 필요할 것으로 보임



〈그림 3-6〉 멧돼지 출몰 지역 예측 결과

• 동리별 아프리카돼지열병 위험지수 산출

- 멧돼지 서식 분포, 아프리카돼지열병 발생 지점, 양돈농가 분포의 3가지 변수를 고려한 아프리카 돼지열병 위험지수(동리 단위) 산출

① 멧돼지 서식 분포($w-d$)

- (산출 방법) 시군별 멧돼지 평균 서식밀도와 최근 3년간 동리별 멧돼지 포획량을 각각 정규화 후 합산하여 산출(최대 1.0)
- (서식밀도) 시군별 멧돼지 평균 서식밀도는 금산(1.75마리/km²), 보령, 공주, 계룡에서 전국평균 (1.1마리/km²)보다 높고, 멧돼지 서식 면적에 따른 최종 추정 개체수는 공주(1,167마리), 금산, 보령 순으로 많음

※ 출처: 환경부 국립생물자원관, 〈야생동물 실태조사(2022년)〉 82쪽

- (포획량) 최근 3년간 시군별 멧돼지 포획량은 공주, 금산, 부여, 청양, 보령, 천안 순으로 많고, 특히 공주, 금산, 청양은 서식밀도가 높으면서 포획량도 많은 지역으로 나타남

▶ 충청남도 평균 멧돼지 서식밀도: 0.89/km²

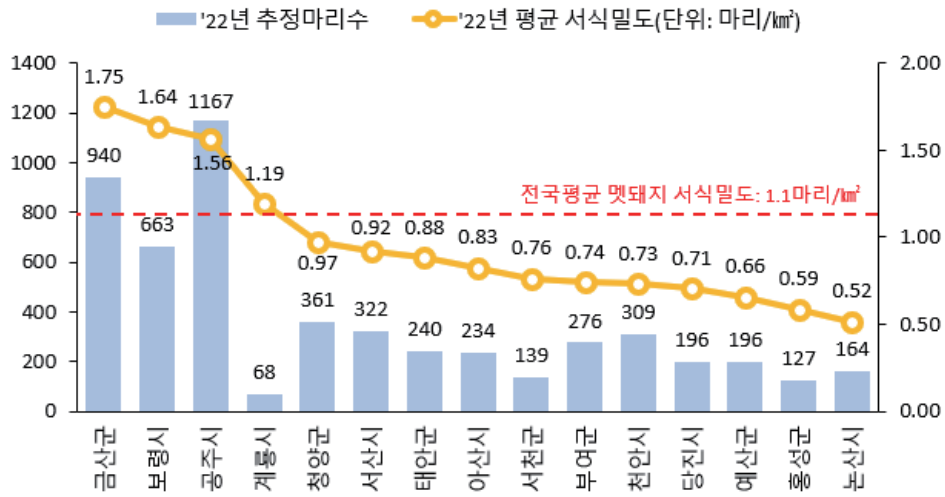
(상위 시군) 금산 > 보령 > 공주 > 계룡 > 청양 > 서산

(하위 시군) 논산 < 홍성 < 예산 < 당진 < 천안 < 부여 < 서천 < 아산 < 태안

▶ 충청남도 연평균 멧돼지 포획량: 4,911두

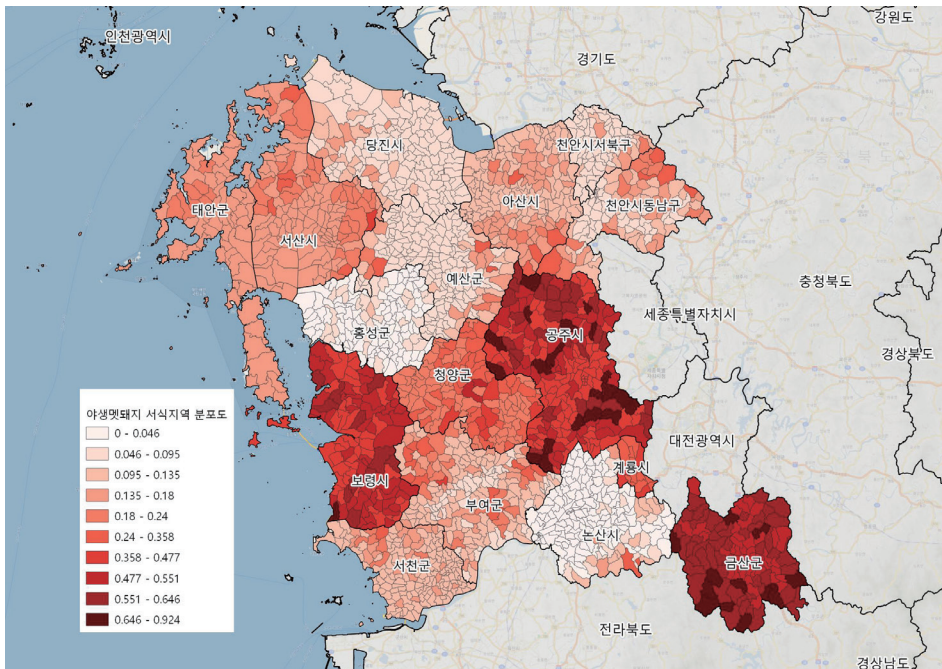
(상위 시군) 공주 > 금산 > 부여 > 청양 > 보령 > 천안

(하위 시군) 태안 < 계룡 < 홍성 < 당진 < 서산 < 아산 < 서천 < 예산 < 논산



〈그림 3-7〉 충청남도 멧돼지 서식밀도 및 추정 마리 수

- 동리별 멧돼지 서식밀도와 실제 포획량을 합산하여 산출된 멧돼지 서식 분포도는 아래 그림과 같음



〈그림 3-8〉 동리별 멧돼지 서식 분포도



② 아프리카돼지열병 발생 지점($a-d$)

- (산출 방법) 동리 중심점과 해당 시점의 클러스터 중심점까지 거리, 동리 중심점과 아프리카돼지열병 발병 지점까지 거리와 시간 차이로 계산(최대 1.0)

$$\sum \frac{w}{d_g d_t}$$

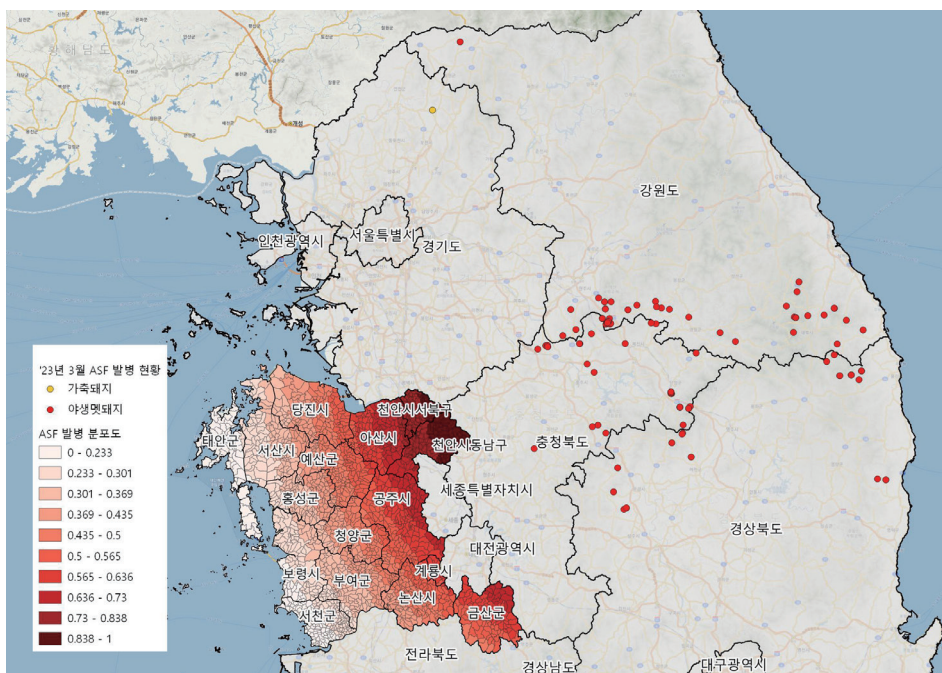
w : ASF 발병 두수(1건당)

d_g : 동리 중심점 - 동월 클러스터 중심점 간 거리 평균과
동리 중심점 - 동월 ASF 발병 지점 거리의 합

d_t : 클러스터 포획일과 ASF 발병일 간 시간 차이

- 2023년 3월 전국 아프리카돼지열병 발생 현황(야생 멧돼지 124건, 사육 돼지 2건)

- ▶ 2023년 3월 멧돼지 아프리카돼지열병 발생 지역(3개도 16개 시군): 강원도(원주, 태백, 삼척, 영월, 철원), 충청북도(단양, 충주, 제천, 괴산, 음성), 경상북도(울진, 상주, 예천, 영덕, 봉화, 문경)
- ▶ 2023년 3월 돼지 농장 아프리카돼지열병 발생 지역: 경기도 포천시 영종면 영송리



〈그림 3-9〉 2023년 3월 아프리카돼지열병 발생 현황 및 동리별 위험 분포도

③ 양돈농가 분포($p-d$)

- (산출 방법) 동리 중심점과 해당 시점의 클러스터 중심점까지 거리, 동리 중심점과 돼지 농장이 있는 동리 중심점까지 거리 계산(최대 1.0)

※ 살처분 리스크 산출을 위한 지수로 돼지 농장이 없는 지역은 분포도를 0으로 함

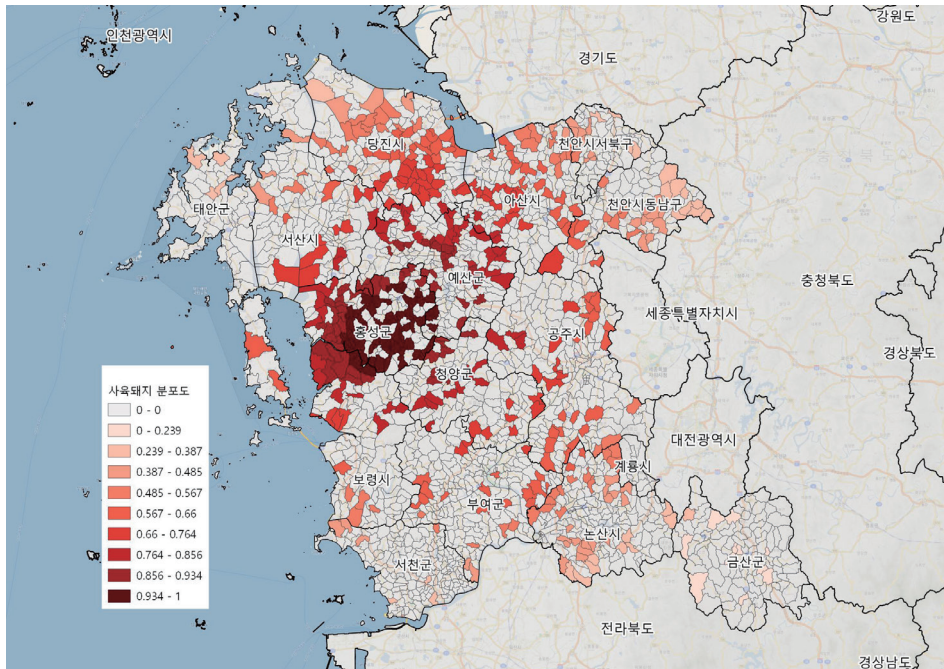
$$\sum \frac{w}{d_g}$$

w : 동리별 돼지 사육 두수

d_g : 동리 중심점 - 동월 클러스터 중심점 간 거리 평균과
동리 중심점 - 돼지 농장이 있는 동리 중심점 간 거리의 합

- 2023년 3월 기준, 충청남도 돼지 사육 두수 229만 마리(전국 1,111만 마리)

- ▶ (상위 시군) 홍성(24.5%), 당진(12.7%), 보령(11.6%), 예산(9.2%), 천안(9.1%), 논산(7.5%), 아산(6.3%), 부여(5.9%), 공주(5.6%)
- ▶ (하위 시군) 태안(0.6%), 서천(1.0%), 금산(1.3%), 청양(2.1%), 서산(2.7%)



〈그림 3-10〉 동리별 양돈농가 분포도



④ 최종 아프리카돼지열병 위험지수 산출

- (산출 방법) ① 야생 멧돼지 서식 분포도, ② 아프리카돼지열병 발병지 분포도, ③ 양돈농가 분포도를 합산하여 최종 아프리카돼지열병 위험지수 산출

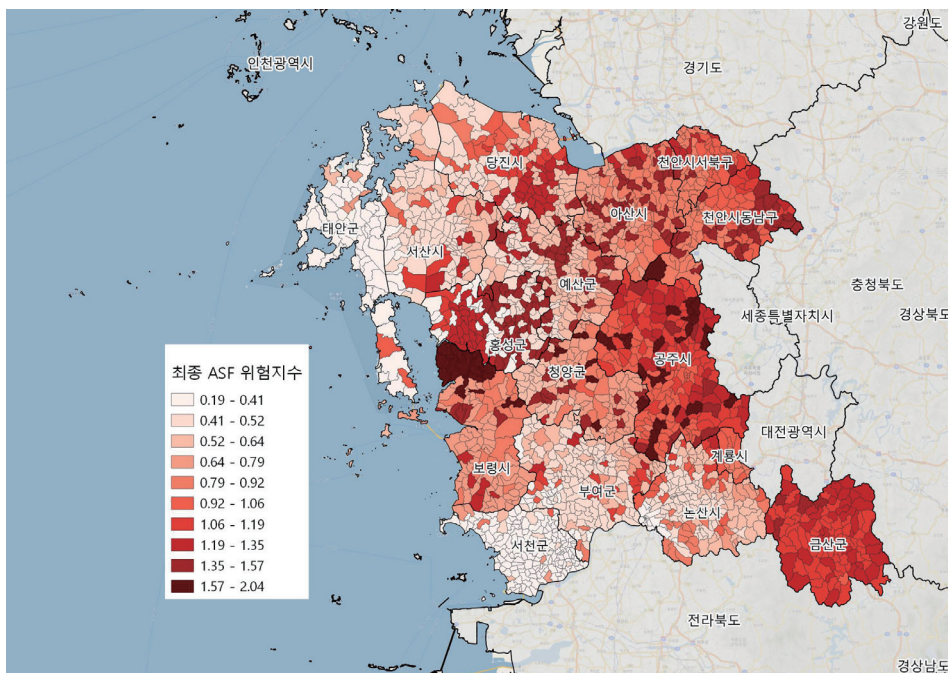
$$\text{위험지수} = w-d + a-d + p-d$$

$w-d$: 야생 멧돼지 서식 분포도

$a-d$: 아프리카돼지열병 발병지 분포도

$p-d$: 양돈농가 분포도

- 동리별 위험지수를 내추럴브레이크(Natural Breaks) 10등급으로 나누어 가장 높은 등급에 해당하는 동리 도출
- 해당 지역은 멧돼지 아프리카돼지열병 감염과 양돈농가로의 전염 위험도가 높아 선제적 대응책 필요



〈그림 3-11〉 동리별 아프리카돼지열병 위험지수

라 | 시사점 및 한계점



시사점

- 충청남도의 동리별 아프리카돼지열병 위험지수 측정
 - 멧돼지 서식 분포는 금산군·공주시, 아프리카돼지열병 발생 지점과의 거리는 천안시, 양돈농가 분포도는 홍성군에서 높게 나타났고, 이를 종합적으로 고려하여 최종 동리별 아프리카돼지열병 위험지수 산출
 - 아프리카돼지열병 위험지수가 높게 나타난 지역을 중심으로 선제적 방역 제언

한계점

- 타 지자체 멧돼지 포획 실적, 양돈농가 현황 등 데이터 수집에 어려움 존재
 - 데이터 보유 기관의 전국 단위 표준화 데이터 제공 및 실제 아프리카돼지열병 집중 관리지역에 해당하는 경기도, 강원도, 충청북도, 경상북도를 포함한 공동 분석 필요
- 멧돼지 서식 분포, 아프리카돼지열병 발생 지점, 양돈농가 분포를 직선거리로 계산
 - 멧돼지 서식지인 산악 지형을 고려한 아프리카돼지열병 위험지수 예측 필요

마 | 정책 활용 및 향후 계획



정책 활용 방안

- 예측된 멧돼지 다수 출몰 지역 및 아프리카돼지열병 위험지역에 적극적 방역 활동·관리
 - 야생동물 침입 방지용 울타리 설치 지원, 피해방지단 중점 운영 등

향후 계획

- 유해야생동물 농작물 피해보상 사업의 시군별 보조금 배분 기초 자료로 활용
- 유해야생동물 포획단(수렵단) 운영 및 축산농가 방역 활동 참고 자료로 배포