

01

인천광역시

폭염 우선 관리지역 분석



01

폭염 우선 관리지역 분석(노인 1인 가구 중심으로)

인천광역시

미래산업국 데이터산업과 빅데이터팀 강병욱

요약

최근 지구 온난화로 인한 기온 상승과 도시 열섬효과로 인해 폭염, 열대야가 자주 발생하고 있다.

폭염, 열대야 등의 이상기온 증가는 열사병, 열피로와 같은 온열질환자 증가, 곤충 및 전염병 발생 위험 증가, 냉방 시스템 사용으로 인한 전력 소비 증가 등 사회·경제에 직·간접적인 피해를 발생시킨다.

인천광역시는 폭염으로 인한 주민 피해를 예방하기 위하여 폭염 정보 전달체계를 구축하고 무더위 휴식 시간제를 운영하며 무더위 쉼터를 지정·운영하는 등 다양한 폭염 피해 예방 대책을 실시하고 있다.

한국환경정책·평가연구원의 <2020 폭염 영향 보고서>에 따르면 저소득층이 고소득층에 비해, 1인 가구가 다인 가구에 비해 온열질환에 따른 사망률이 높은 것으로 나타나고 있어, 폭염에 취약한 계층을 위한 맞춤형 폭염 대책 수립이 필요하다.

이를 위해 위성영상 데이터를 활용하여 시의 열 지도를 제작하고 노령화지수, 고령 인구수, 노후 건물 밀도, 주택가격 등 취약 요인을 단계화하고 열 지도와 융합하여 취약 지역을 도출한 후 무더위 쉼터 위치, 노인 1인 가구수를 반영하여 폭염 우선 관리지역을 선정하였다.

시에서는 이를 기반으로 우선 관리지역에 집중적으로 폭염 예방 대책을 시행함으로써 정책 효과성을 제고할 수 있을 것으로 기대한다.



가 | 분석 개요



추진 배경

- 최근 폭염, 열대야 등의 이상기온 증가는 온열질환자 증가, 도시 열섬 현상, 곤충 및 전염병 창궐 위험 증가, 전력 이용의 경제적 손실 발생 등 사회·경제에 직·간접적인 영향을 끼침
- 인천광역시는 폭염 정보 전달체계 구축, 무더위 휴식 시간제 운영, 무더위 쉼터 지정·운영 등 폭염 피해 예방 대책을 실시하고 있음
- 한국환경정책·평가연구원의 <2020 폭염 영향 보고서>에 따르면 저소득층이 고소득층에 비해, 1인 가구가 다인 가구에 비해 온열질환에 따른 사망률이 높음

※ 폭염: 6월~9월

일 최고 체감온도 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 또는 급격한 체감온도 상승이나 폭염 장기화 등으로 중대한 피해 발생이 예상될 때 주의보 발령. 일 최고 체감온도 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 또는 급격한 체감온도 상승이나 폭염 장기화 등으로 광범위한 지역에서 중대한 피해 발생이 예상될 때 경보 발령

분석 필요성 및 목적

- 독거노인을 중심으로 환경·사회·경제적으로 폭염에 취약한 지역을 도출함으로써 피해 예방 및 신속한 대응 마련 지원

기대 효과

- 독거노인 중심 폭염 취약 지역 맞춤형 폭염 대책 수립
- 데이터 기반 행정 구현으로 정책 효과성 제고

나 | 분석 설계



요구 사항

- 인천광역시 폭염 지도 생성
- 노인 1인 가구 중심 우선 관리지역 도출

분석 목록

- 인천광역시 열 지도 생성
- 객체기반 분류와 공간적 융합 분석
 - 고령 인구수, 노령화지수 등 취약 요인 단계화 및 점수 부여
 - 객체기반 분류를 통한 취약 지역 도출
- 이종 데이터와 융합 분석
 - 무더위 쉼터 데이터와 융합
 - 노인 1인 가구 데이터와 융합
- 폭염 취약 우선 관리지역 도출

분석 데이터

- 분석 대상
 - 위성영상, 기상 데이터, 독거노인 데이터, 무더위 쉼터 데이터 등
- 분석 범위
 - 공간적 범위: 인천광역시
 - 시간적 범위: 2020년~2021년

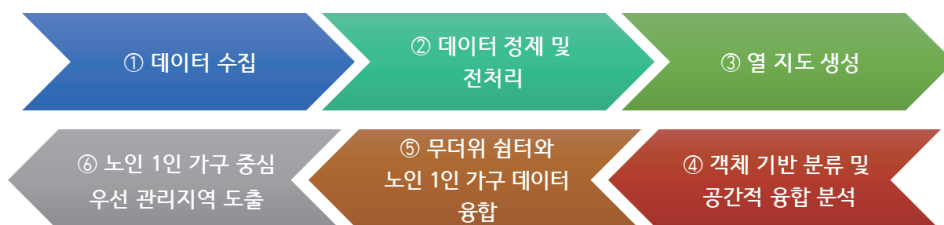


• 분석 활용 데이터

데이터명	형태	내용	출처	기준연도	내·외부 데이터
랜드샷 8 열적외선 센서 (Landsat 8 TIRS) 위성영상 데이터	Raster	열 위성 데이터	미국항공우주국 (NASA)	2020	외부 (민간)
센티넬-2에이(Sentinel-2A) 위성영상 데이터	Raster	위성 데이터	유럽우주국	2020	외부 (민간)
노후 건물 밀도	shp	노후 건물 분포	국가공간정보포털	2020	외부 (공공)
기초구역 인구 노령화지수	shp	노령화지수	통계지리정보서비스	2020	외부 (공공)
고령 인구수	shp	고령 인구수	국토지리정보원 공간정보맵 국토통계지도	2020	외부 (공공)
개별주택가격	shp	주택가격		2020	외부 (공공)
실내·외 무더위 쉼터	csv	무더위 쉼터 위치	자연재난과	2021	내부
노인 1인 가구	csv	노인 1인 가구수	자연재난과	2021	내부

〈 표 1-1 〉 활용 데이터 목록

전체 프로세스(도식화)



〈 그림 1-1 〉 분석 프로세스

세부 프로세스(분석 방법론)

• 데이터 수집

- 2020년에 인천은 폭염과 관련하여 기온이 33℃가 되는 시점이 8월 26일로 나타났으나 이미 6월 초부터 최고기온이 30℃를 웃돌
- 이에 따라 열 지도를 작성하기 위해 사용하는 위성영상 자료는 대기와 구름 영향이 가장 적은 2020년 5월~6월에 촬영된 자료로 수집
- 지표면 온도와 식생의 밀집 및 활력 정도를 산출하여 폭염 지도를 생성하기 위해 미국항공우주국(NASA)에서 제공하는 랜드셋 8 열적외선 센서(Landsat 8 TIRS)와 유럽우주국에서 제공하는 센티넬-2에이(Sentinel-2A, 식생관측에 특화된 위성) 위성 자료를 수집하여 분석에 활용함

• 데이터 정제 및 전처리

- 본 분석은 도서 지역 특성으로 웅진군을 제외함
- 위성 자체의 특성이나 지형, 대기 효과 등에 의한 왜곡 오차를 보정하여 지표 물체의 순수한 반사도값을 도출해야 함
- 분석에 사용된 위성영상은 전처리(preprocessing)인 복사보정과 대기보정을 실시함

• 열 지도 생성

- 위성 데이터로부터 지표면 온도(LST, Land Surface Temperature)와 정규식생지수(NDVI)를 산출하여 열 지도 생성
- 지표면 온도에 따른 공간적 열 환경과 식생에 따른 기온 저감 효과를 고려하여 열 지도 생성
- 이를 통해 고온 영향의 공간적 파악과 식생 규모와 토지이용에 따른 열 환경 파악 및 무더위 쉼터 사각지대 파악 용이

• 객체기반 분류 및 공간적 융합 분석

- 관내 폭염 취약 지역을 도출하기 위해 신체적 요인, 생활 여건 요인, 경제적 요인을 객체로 하여 공간 분류 도출
- 분류 결과를 시각화하고 이해도를 높이기 위해 내추럴브레이크(Natural Breaks) 기법* 활용함
- * 내추럴브레이크(Natural Breaks) 기법: 데이터값의 배열을 자연스러운 등급으로 최적화하여 데이터로 묶는 방법. 전체 값들의 평균값을 기준으로 등급 내의 분산은 줄이고 각 등급 간 분산을 최대화

• 무더위 쉼터와 노인 1인 가구 데이터 융합

- 실내·외 무더위 쉼터를 이용하는 독거노인의 위치를 쉼터 위치 반경 100m로 설정하여 무더위 쉼터 인근의 독거노인은 우선 관리지역에서 배제함
- 독거노인 수를 100m 격자로 취합하여 우선 관리지역 도출을 위해 융합하여 분석함

• 폭염 취약 우선 관리지역 도출

- 격자 단위(100m x 100m)로 취약 지역 시각화함



다 | 분석 결과

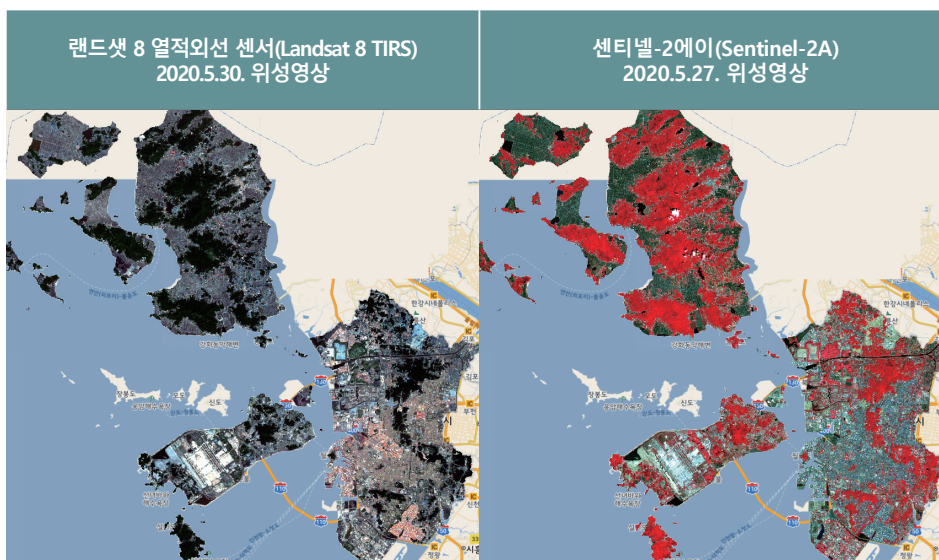


데이터 수집과 전처리

- 열 지도를 생성하기 위해 사용한 랜드셋 8 열적외선 센서(Landsat 8 TIRS) 위성영상과 센티넬-2에이(Sentinel-2A) 위성영상을 전처리한 결과는 다음과 같음

위성 이름	밴드(Bands)	해상도(Resolution)	촬영일 (Acquisition date)
랜드셋 8 열적외선 센서 (Landsat 8 TIRS)	Thermal Infrared	30m x 30m	2020. 5. 30.
센티넬-2에이 (Sentinel-2A)	Blue Green Red NIR(Near Infra Red)	10m x 10m	2020. 5. 27.

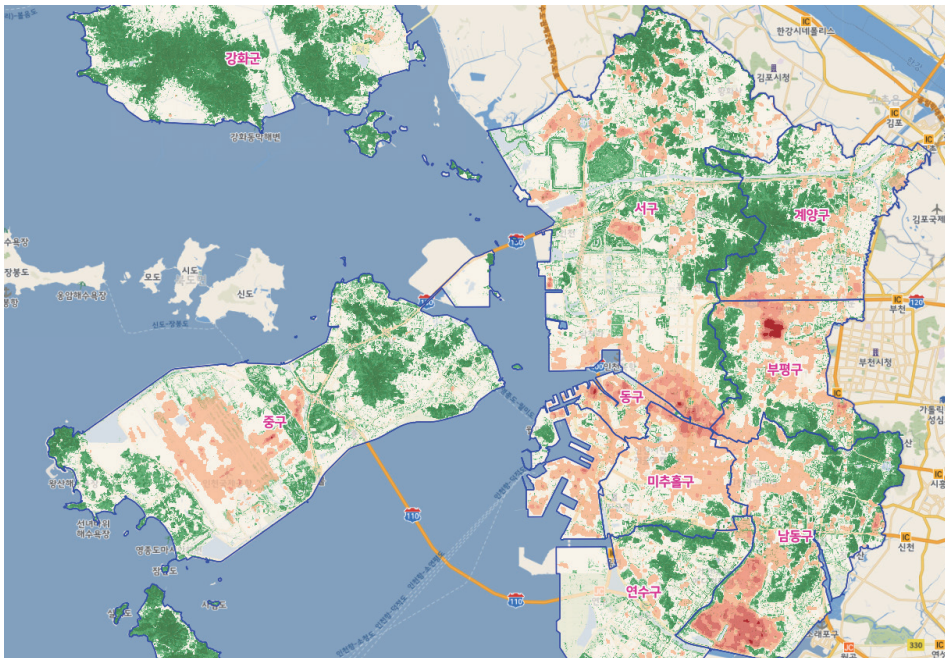
〈표 1-2〉 수집된 위성영상 특성



〈그림 1-2〉 위성영상 자료 전처리 결과

열 지도 생성 결과

- 인천광역시 전역의 기온에 따른 공간적 열 환경과 식생 규모에 따른 열 환경의 공간적 상태를 한눈에 파악하기 용이함
- 주로 인천광역시 산단 지역이 기온에 따른 열 환경이 열악하며 도시공원과 가로수의 경우, 규모가 어느 정도 있는 지역은 식생 저감 효과가 있었으나 규모가 작은 지역은 기온 저감 효과가 적은 것으로 나타남



〈 그림 1-3 〉 인천광역시 전역 열 지도



객체기반 분류와 공간 융합 분석

- 폭염에 따른 영향은 모든 공간과 모든 사람에서 동일하게 미치지 않음
- 이에 신체적 요인, 생활 여건과 경제적인 취약 요인을 고려하여 폭염에 영향을 받는 민감도를 분석에 융합하고자 고령 인구수, 노령화지수, 개별주택가격, 노후 건물을 취약 요인으로 선정함
- 각 취약 요인을 내추럴브레이크(Natural Breaks) 방법으로 5단계화하고 각 단계에 점수를 부여하여 지수화함
 - 국립재난안전연구원의 방법과 동일하게 적용

취약 요인	단계화	점수
고령 인구수	<input checked="" type="checkbox"/> 56 - 79	1
	<input checked="" type="checkbox"/> 79 - 110	2
	<input checked="" type="checkbox"/> 110 - 164	3
	<input checked="" type="checkbox"/> 164 - 298	4
	<input checked="" type="checkbox"/> 298 - 572	5
노령화지수	<input checked="" type="checkbox"/> 221 - 268	1
	<input checked="" type="checkbox"/> 268 - 343	2
	<input checked="" type="checkbox"/> 343 - 421	3
	<input checked="" type="checkbox"/> 421 - 600	4
	<input checked="" type="checkbox"/> 600 - 767	5
개별주택가격	<input checked="" type="checkbox"/> 11600000 - 127000000	5
	<input checked="" type="checkbox"/> 127000000 - 262462500	4
	<input checked="" type="checkbox"/> 262462500 - 470750000	3
	<input checked="" type="checkbox"/> 470750000 - 919000000	2
	<input checked="" type="checkbox"/> 919000000 - 1652000000	1
노후 건물	<input checked="" type="checkbox"/> -999 - 0	NULL
	<input checked="" type="checkbox"/> 0 - 70	1
	<input checked="" type="checkbox"/> 70 - 203	2
	<input checked="" type="checkbox"/> 203 - 346	3
	<input checked="" type="checkbox"/> 346 - 530	4
	<input checked="" type="checkbox"/> 530 - 783	5

〈 표 1-3 〉 취약 요인 단계화

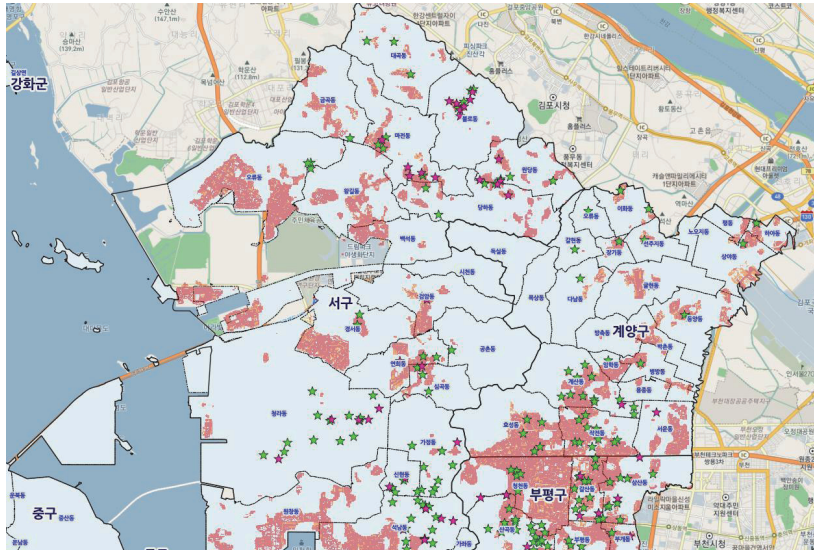
- 점수화된 취약 요인을 100m x 100m 격자 단위로 공간적 융합하였을 때 총점이 클수록 폭염 발생 시 회피 능력, 대처 능력이 부족하여 건강이 우려되는 사람이 많은 지역임

무더위 쉼터와 노인 1인 가구 데이터 융합 분석

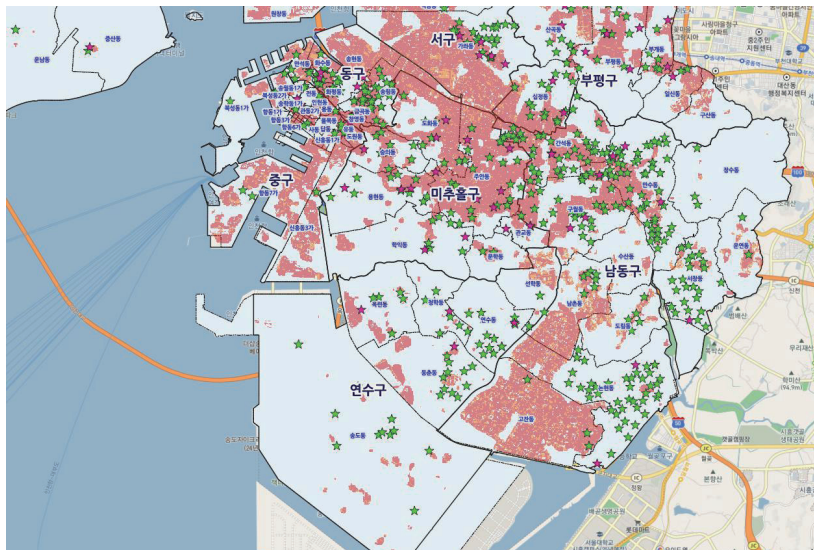
• 무더위 쉼터 데이터와 융합

- 현재 무더위 쉼터는 실내 934개소, 실외 159개소가 운영 중이며 열 지도에 표시하여 비교 분석하면 다음과 같음

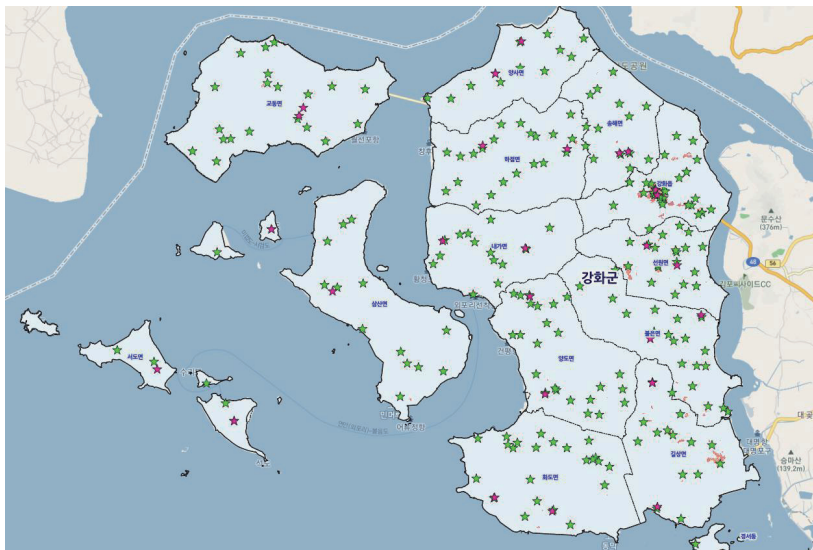
※ ★ 실내 무더위 쉼터, ★ 실외 무더위 쉼터, ■ 열 환경이 나쁜 지역



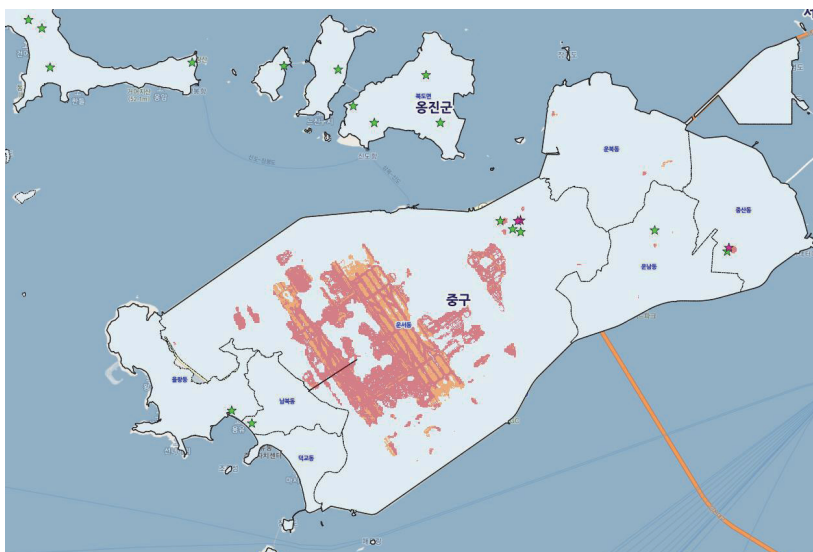
〈그림 1-4〉 열 지도 상에 표시한 무더위 쉼터 위치1



〈그림 1-5〉 열 지도 상에 표시한 무더위 쉼터 위치2



〈그림 1-6〉 열 지도 상에 표시한 무더위 쉼터 위치3



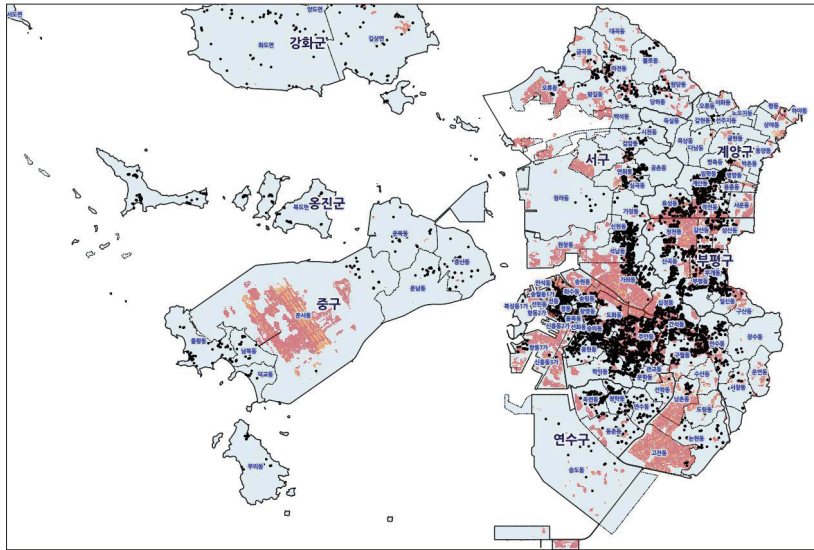
〈그림 1-7〉 열 지도 상에 표시한 무더위 쉼터 위치4

- 현재 운영되는 무더위 쉼터 위치 현황과 열 환경이 열악한 지역 중 무더위 쉼터가 없는 사각지대 파악이 용이함
- 폭염 대책 마련을 위한 분석에서는 무더위 쉼터 이용 가능 거리를 100m로 설정하고 각 무더위 쉼터 위치에 100m 버퍼를 주어 폭염 대책 마련을 위한 우선 관리지역에서는 배제함

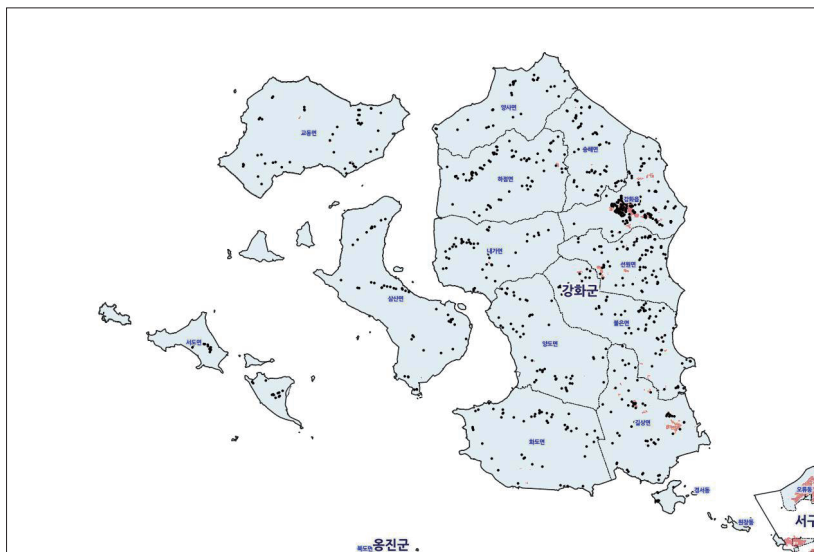
• 노인 1인 가구 데이터와 융합

- 노인 1인 가구는 취약 요인 총점과 합산하여 격자별로 융합함
- 현재 인천광역시의 노인 1인 가구는 총 11,897 가구이며 이에 대한 공간적 분포는 다음과 같음

※ ● 노인 1인 가구



〈그림 1-8〉 노인 1인 가구1

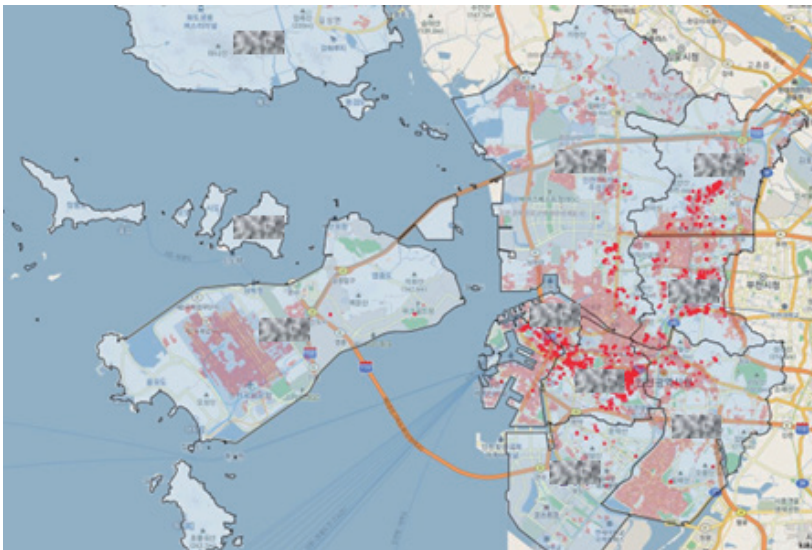


〈그림 1-9〉 노인 1인 가구2(강화군)



우선 관리지역 도출

- 취약 요인과 열 지도를 융합한 결과에서 무더위 쉼터 위치를 중심으로 반경 100m 이내 지역을 배제함
- 위의 결과에 노인 1인 가구를 100m 격자별로 취합하여 융합함으로써 결과적으로 취약계층이 많으며 노인 1인 가구도 많은 지역을 우선 관리지역으로 도출함
- 격자별로 노인 1인 가구를 중심으로 점수 합계를 산출한 결과는 1점~91점으로 나타남. 행정구 중심 위치의 경우 주소지가 명확하지 않은 노인 1인 가구의 거주지 위치가 행정구 중심 위치로 설정되어 높은 점수가 산출됨
- 내추럴브레이크(Natural Breaks) 방법을 적용하여 최종 합산된 점수를 5단계로 분류한 결과, 점수 합계가 11 이상인 지역이 가장 취약한 지역으로 분류됨
- 이를 열 지도와 중첩하여 최종적인 우선 관리지역을 도출함
- 결과적으로 노인 1인 가구 중심의 가장 취약하며 기온에 따른 열 환경이 열악한 곳이 우선 관리지역으로 선정됨(상세 결과 비공개)



〈그림 1-10〉 폭염 우선 관리지역

라 | 시사점 및 한계점



시사점

- 최종적으로 도출된 폭염 우선 관리지역은 열 환경이 열악하며 폭염 발생 시 대처 능력이나 회피가 어려운 취약계층과 특히 노인 1인 가구를 고려하여 도출된 결과임
- 군구별로 우선 관리지역에서도 노인 1인 가구가 많아 우선적으로 대책을 마련해야 하는 지역을 도출함
- 우선 관리지역 중에서 열 환경은 열악하지 않으나 노인 1인 가구가 많은 지역에 대한 대책 마련은 수요 부서에서 판단이 필요함

한계점

- 본 결과는 노인 인구와 주택단지 중심으로 분석되었으므로 열 지도상 가장 열 환경이 열악한 것으로 나타난 산단 지역에 대한 분석 미흡
- 추후 119구급 온열질환 데이터를 추가하여 분석을 진행하면 지역별 기저질환 중심으로 예측 지역을 도출할 수 있을 것으로 판단됨



마 | 정책 활용 및 향후 계획



행정 적용 사항

- 폭염 취약 지역에 대한 집중 예방 활동 지원 회의 개최
 - 분석 결과에 기반한 폭염 취약 지역 집중 예방 활동 지원 방안 제시(무더위 쉼터 확대, 폭염 예방 물품 지원, 폭염 저감 시설 집중 설치 등)

정책 활용 방안

- 폭염 취약 지역 내 폭염 저감 시설 설치에 활용
 - 취약계층 가구 현관문에 방충망 설치(동구)
 - 횡단보도 그늘막 설치(부평구)
 - 횡단보도 스마트그늘막 설치(계양구)

향후 계획

- 폭염 취약 지역 내 열섬 현상 완화 및 시민 보호를 위한 폭염 저감 시설 수요 발굴 및 설치(군구)