

춘천시 침수·산사태 취약지역 분석

RCP 8.5 시나리오를 중심으로



Team 춘천팻

김도균, 송정현, 옥근우



목차



1. 서론



- 1) 주제 선정 배경
- 2) 연구의 필요성
- 3) 담당자와의 협업 과정
- 4) 분석주제



2. 빅데이터 분석



- 1) 분석 프로세스 수립
- 2) 데이터 수집 및 전처리
- 3) 데이터 분석



3. 춘천시 정책제안



- 1) 최종 취약지역 분석
- 2) 정책제언

서론

주제 선정 배경

연구의 필요성

담당자와의 협업 과정

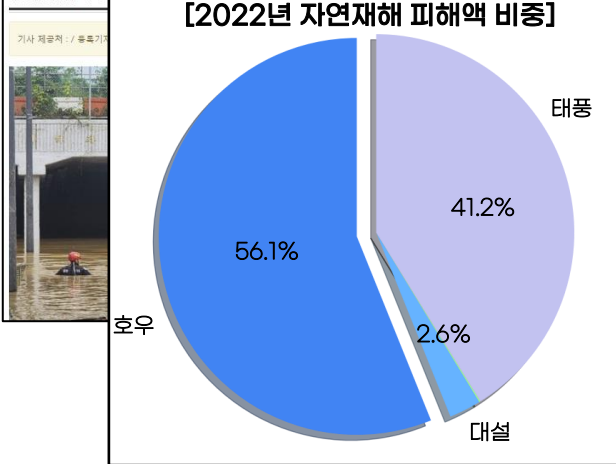
분석 주제

주제 선정 배경

물 관련 피해의 심각성

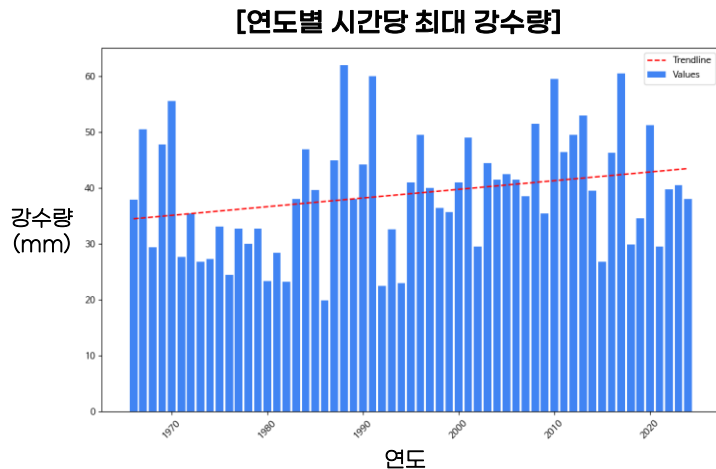
물 관련 재해는 강수량에 직결된 자연재해로, **일상에서 쉽게 경험**할 수 있는 위험 요소. 하지만 폭우나 홍수 등 상황에서 이는 **재산 피해를 넘어 인명 피해까지 초래**할 수 있음.
최근 10년간 강원도에서 발생한 자연재해로 인한 피해액은 **총 4억 5천만 원, 그 중 약 93.2%(약 4억 2천만 원)가** 호우, 태풍 등 **물 관련 재해**로 발생한 피해임

청주 궁평2 지하차도 침수사고...사망 10명, 부상 11명
경찰신문 신동원 기자



기후변화로 인한 강우 패턴 변화

극한 호우(시간당 50mm 이상의 강우)의 발생 빈도가 늘어나고 있음. **강원도에서 극한 호우(시간당 50mm 이상의 강우)가 발생한 해**는 1981~2000에 2번 에서, 2001~2020에 5번 으로 **150% 증가**
지난해 국립기상과학원이 발표한 **미래 기후변화 시나리오**에 따르면 **21세기 후반엔 100년 빈도의 극한 호우가 최대 53%까지 증가**



서론

주제 선정 배경

연구의 필요성

담당자와의 협업 과정

분석 주제

연구의 필요성

춘천시의 특이성

강원도는 산악 지대가 많고, 하천과 계곡이 발달한 지형적 특성 때문에 산사태와 침수 피해의 위험이 매우 높음.

이러한 지형적 조건은 기후변화로 인한 호우 피해를 더욱 악화시키는 요인으로 작용



제 3차 국가 기후위기 적응 강화대책

한화진 환경부 장관은 “심화되는 기후변화에 대한 과학적 예측을 기반으로 미래 기후위험을 선제적으로 예방할 수 있는 사회 전반의 적응기반을 구축할 것”이라고 밝힘
이러한 정부의 정책 방향에 따라 춘천시 역시 미래 기후위험을 선제적으로 구축할 수 있는 방안이 필요

비전	기후위기에 안전하고 회복력 높은 대한민국
목표	<ul style="list-style-type: none">◆ 과학적 예측에 기반한 적응대책 지원◆ 기후재난 예방으로 국민피해 최소화◆ 모든 적응 주체가 함께하는 역량 제고

4대 정책	① 과학적 기후 감시·예측 및 적응 기반 고도화	<ul style="list-style-type: none">• 기후위기 감시 체계 및 예측 강화• 기후위기 적응정보 생산 및 기술개발 촉진
	② 기후재난·위험을 극복한 안전사회 실현	<ul style="list-style-type: none">• 홍수·가뭄 대비 물관리 강화• 산사태·산불 등 산림재해 예방• 폭염·한파 등 이상기온 대비 건강피해 사전예방 강화
	③ 기후변화에 적응하는 기반 구축	<ul style="list-style-type: none">• 기후변화에 따른 주택·도시·기반시설 재해대응력 강화• 기후변화에 적응하는 항만·해양공간 조성• 지속가능한 농수산 환경 조성• 생태계 안정성 유지
	④ 모든 주체가 함께하는 기후적응 추진	<ul style="list-style-type: none">• 기후변화 취약계층 등에 대한 국가적 보호 강화• 기후재난 대비 대응역량 제고• 적응 거버넌스 강화

서론

주제 선정 배경

연구의 필요성

담당자와의 협업 과정

분석 주제

담당자와의 협업 과정

Q1. 춘천시의 산사태 대응 시스템의 존재여부



춘천시는 이미 ‘**산사태 위험지도**’를 활용해 산사태 위험에 대응하고 있음.
특히, **실시간 강우량을 모니터링하여 산사태 위험이 특정 임계치를 넘을 경우, 해당 지역에 재난문자를 발송하는 방식으로 산사태를 관리**하고 있음.

※ 침수 관련 사항에 대해서는 춘천시 담당 주무관님께서 명확한 답변을 주시지는 않았으나, **유사한 방식으로 관리하고 있을 것으로 추정**

Q2. 재해대응 취약지역 선별 작업의 존재여부



산사태와 달리, 춘천시 재해 대응 부서에서는 데이터를 기반으로 한 대응, **특히 재해 대응 취약지역 선별 작업과 관련해서는 아직 구체적인 작업이 이루어지지 않고 있음.**

연구 방향성 변화

1. 산사태 데이터 변경 : **산사태 위험성 지수 제작 -> 산사태 위험지도 등급 활용**
2. 강우 데이터 변경 : **과거, 현재 강우 누적 데이터 -> 기후 시나리오 기반 미래 강우 데이터 활용**

서론

주제 선정 배경

연구의 필요성

담당자와의 협업 과정

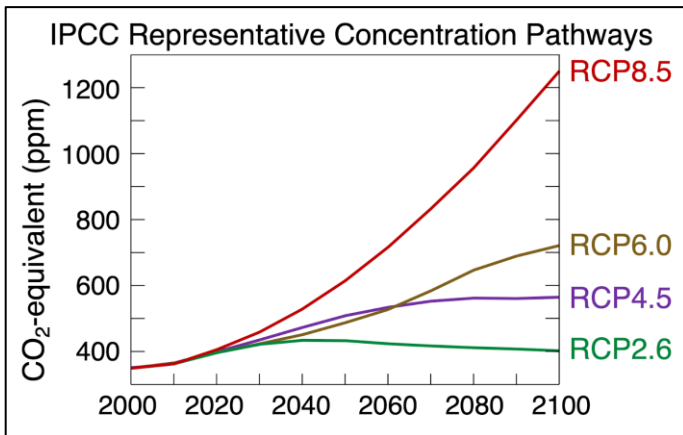
분석 주제

분석 주제

RCP 8.5 시나리오

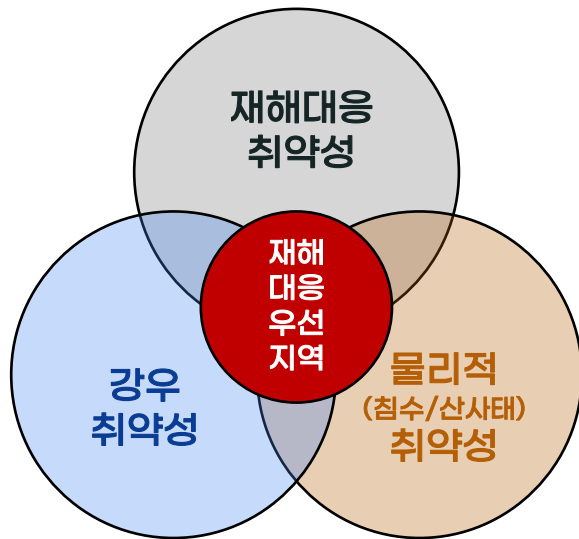
RCP 8.5 시나리오: 온실가스 배출량이 현재 수준으로 유지될 경우, 21세기 말까지 **기온이 크게 상승하고, 이에 따른 극한 강우가 빈번하게 발생할 가능성을 반영**한 기후 시나리오.

본 연구에서는 **2026년부터 2035년까지의 10년치 강우 예측 데이터**를 활용하여 미래 강우 패턴을 반영한 재해 유발 강우 취약성을 산출. 이를 바탕으로 미래 기후 변화로 인한 극한 강우의 빈도, 강도 등을 예측하고자 함.



재해대응 우선지역 선별

재해대응취약성, 물리적(침수/산사태) 취약성, 강우 취약성 세 지표에서 모두 취약한 지역을 재해 대응 우선지역으로 선별 및 그 외 취약지역 유형화
재해대응 취약지역 유형에 따른 맞춤 정책 제언



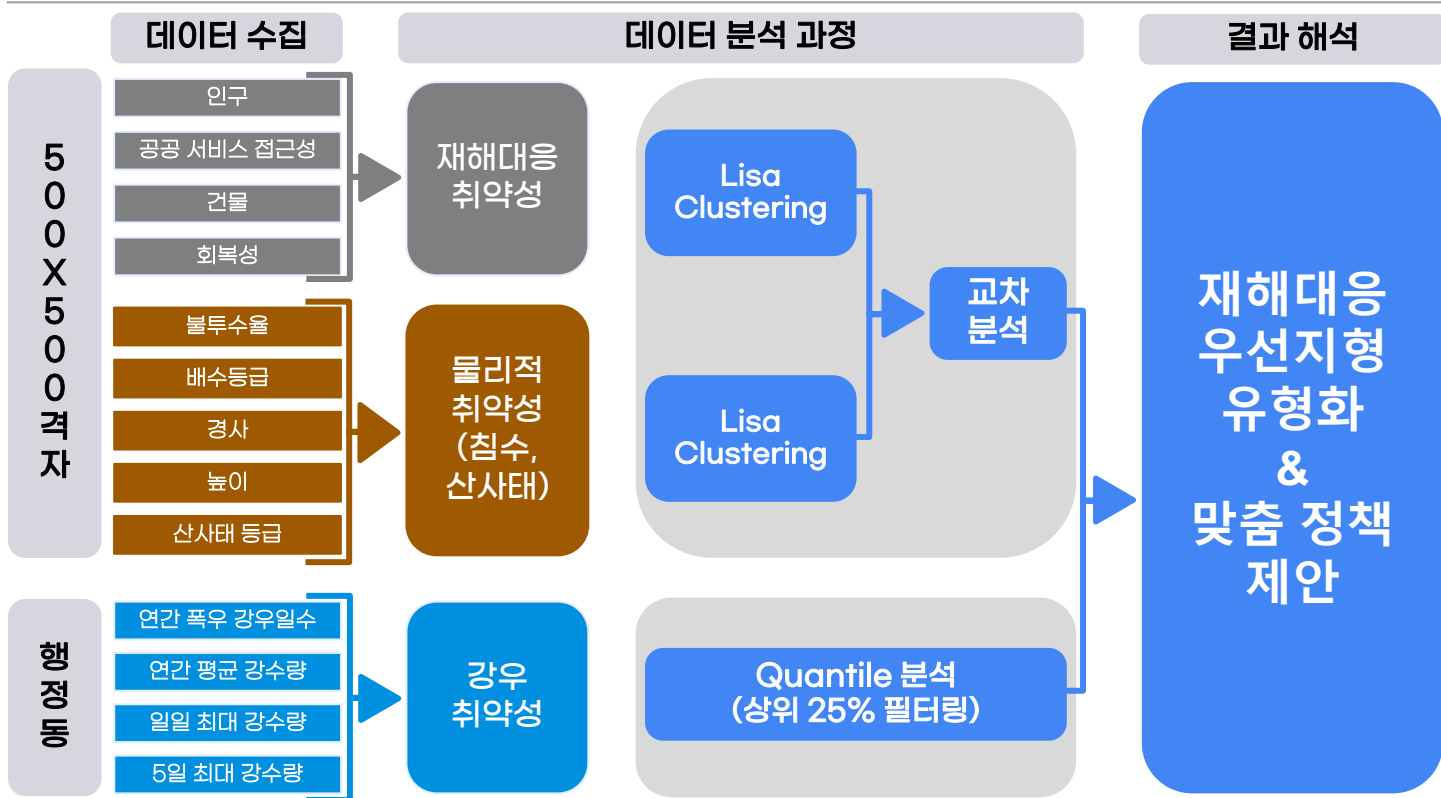
빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

분석 프로세스 수립



빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

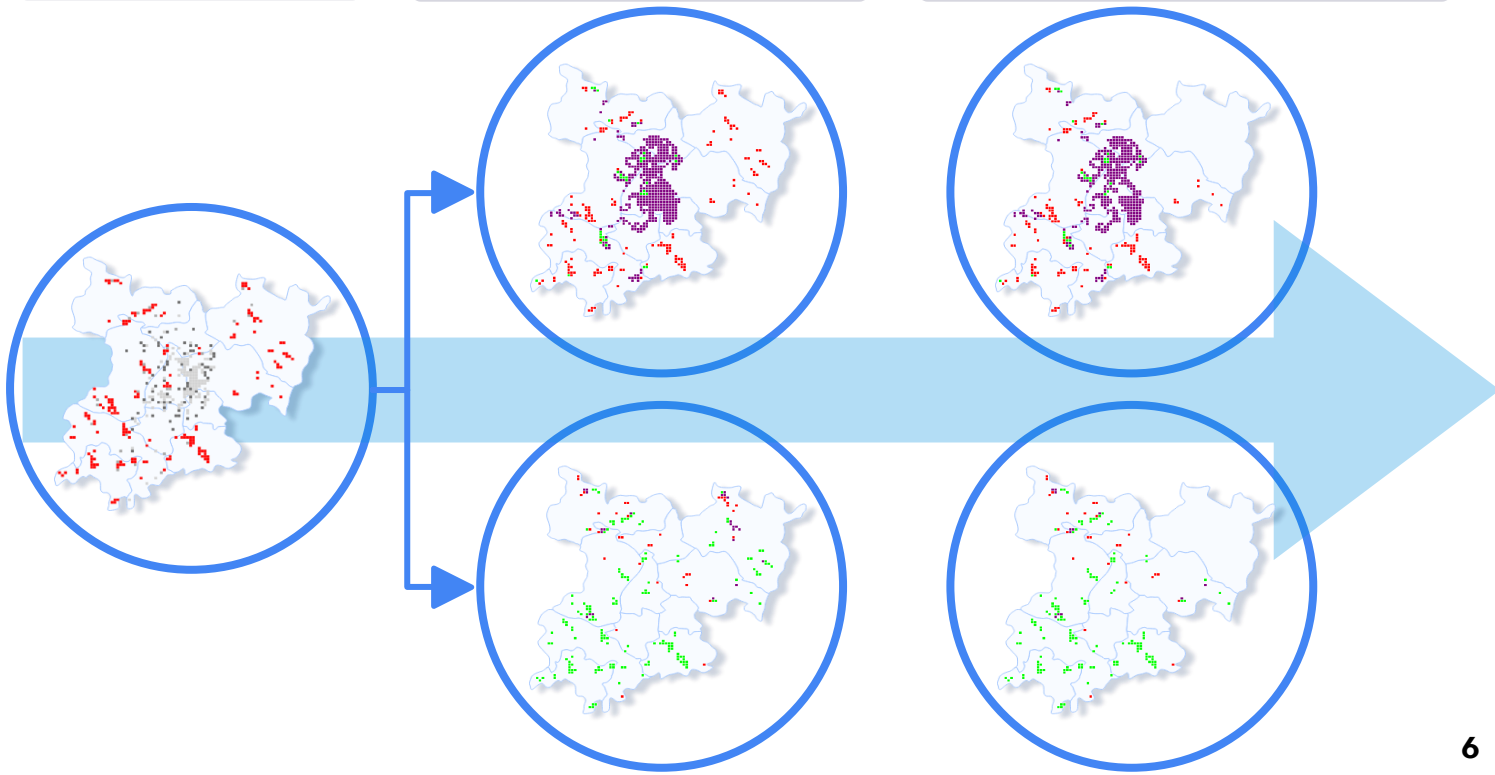
데이터 분석

분석 프로세스 수립

Lisa Clustering

교차분석

Quantile 분석(행정동)



빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

취약성 지수 정의

재해대응 취약성



재해대응 취약성 증가 요인(인구, 건물, 접근성), 재해대응 취약성 감소 요인(경제성)으로 구분, 이들의 가중 합으로 산출

Raw data

유아 비율

고령 인구 비율

지하철수

20년 이상 노후 건물 비율

접근성(소방서, 경찰서, 병원, 응급의료 시설)

공시지가

개별 주택 가격

생산가능인구 비율

강우 취약성



1일 최대 강수량, 5일 최대 강수량, 연평균 강수량, 호우일수와 같은 강우 변수들의 가중 합을 통해 산출

Raw data

호우일수
(80mm 이상)

1일 최대 강수량

연평균 강수량

5일 연속 강우 시
최대 강수량

미래 강수 예측을 위해
2026년 ~ 2035년의
10년치 데이터 활용

물리적 취약성(침수)



토양의 배수 등급, 불투수율, 지형의 높이, 경사도와 같은 물리적 요인의 가중합 통해 산출

Raw data

배수
등급

불투수율

높이

경사도

물리적 취약성(산사태)



수치입지도, 수치임상도, 수치지질도, 수치지형도 등에 나타난 토양의 물리적 요인을 바탕으로 산출

Raw data

산사태 위험등급
(1~5등급, 1에
가까울수록 위험)



빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

데이터 수집 및 전처리(재해대응 취약성)

재해대응 취약성

국토 정보 플랫폼 국토정보맵(500x 500 격자)

유아 수, 생산가능인구 수
고령 인구 수, 총인구 수

지하층수,
노후 건물 수,
전체 건물 수

소방서 접근성,
경찰서 접근성, 병원 접근성,
응급의료 시설 접근성

공시지가,
개별주택가격

1. 인구 수 -> 비율
(유아 수/총인구 수,
생산가능인구 수/총인구 수,
고령 인구 수/총인구 수)

1. 노후 건물 수 -> 비율
(노후 건물 수/전체 건물 수)

데이터 병합
(※ 모든 데이터는 500x500 격자 단위로 병합됨)

2. 총인구 데이터 제거

2. 노후건물 비율, 지하층수
데이터 병합

3. 인구 비율 데이터 병합



취약 인구



취약 건물



재해대응시설
접근성



경제성
(회복성)

데이터 수집

데이터 전처리

데이터



빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

데이터 수집 및 전처리(물리적 취약성, 강우 취약성)

물리적 취약성(침수)

데이터 수집

데이터 전처리

데이터

V-WORLD 디지털 트윈국도			환경공간정보 서비스
배수등급	토양 경사도	표고점	토지피복 지도

1. 데이터 좌표계 통일 및 polygon 데이터 교집합 추출

2. Polygon 교집합 데이터를 기준으로 춘천시 격자의 면적 크기 재계산

3. 각 격자별 배수등급, 토양경사도, **표고점의 가중합(데이터 면적 X 데이터) 계산

2. **불투수 면적에 포함되는 지역 추출

3. 각 격자별 불투수면적 비율 계산



배수등급



토양경사



토양높이



토양피복정도

물리적 취약성(산사태)

산림청 산사태 정보시스템 산사태 위험도

1. 데이터 좌표계 통일 및 polygon 데이터 교집합 추출
2. 춘천시 내 각 격자 당 산사태 위험등급 평균 계산
3. (5 - 산사태 위험등급)으로 높을수록 취약한 지수로 변환



물리적 취약성 지수(산사태)

강우 취약성

기상청 기후정보포털

1일 최대 강수량
5일 연속 강수 시 최대 강수량
80mm이상 강수량 일수
연평균 강수량

1. 2026년 - 2035년 10년치 데이터를 연도별로 구분
2. 춘천시 행정동 단위로 명칭 통일 및 데이터 병합



강우 취약성 지수

** 표고점 결측치 처리 : 주변 격자 4개의 평균 값으로 채움

** 불투수 면적 : 토지피복도 생성 기준의 불투수 토지 종류 참조



빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

지수 생성(재해대응 취약성)

재해대응 취약성 전처리 후 데이터

gid	geometry	행정동	개별주택 가격	공시지가	지하층수	건폐율	value_ 소방서	value_ 경찰서	value_ 병원	value_ 응급의료시설	20년 이상 노후건물 비율	고령 인구 비율	생산가능 인구비율	유아비율
라사 00b69a	POLYGON	남면	0.065531	0.020218	0	0.24214	0.364501	0.571533	0.730354	0.863826	0.1	0	0	0
라사 00b69b	POLYGON	남면	0.123467	0.022929	0	0.240106	0.371961	0.487429	0.738902	0.873214	0.27	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
라사 15a81a	POLYGON	서면	0.136121	0.023136	0.5	0.220397	0.14042	0.162306	0.232845	0.271253	0.75	0.53	0.47	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
라사 45b01b	POLYGON	북산면	0	0	0	0	0.364536	0.250915	0.430541	0.472833	0	0	0	0

※ 지표별 단위를 통일하여 해석력을 높이기 위해 Min-Max Scaling을 적용

$$\text{취약 인구} = \frac{\text{유아비율} + \text{고령인구 비율}}{2}$$

$$\text{취약 건물} = \frac{\text{지하층수} + \text{20년 이상 노후건물 비율}}{2}$$

$$\text{재해대응시설 접근성} = \frac{\text{소방서} + \text{경찰서} + \text{병원} + \text{응급 의료시설}}{4}$$

$$\text{회복성} = \frac{\text{개별주택가격} + \text{공시지가} + \text{생산가능인구 비율}}{3}$$

$$\text{재해대응 취약성 지수} = \text{재해대응 취약성 증가 요인} - \text{재해대응 취약성 감소 요인}$$

** 이은석, ‘자연재해·재난 대응을 위한 탄력적 도시설계 연구’를 참조하여 재해대응 취약성 지수 생성



빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

지수 생성 (물리적 취약성 - 침수)

물리적 취약성(침수) 전처리 후 데이터

gid	geometry	행정동	배수_score	경사도_score	높이_score	불투수율_score
라사00b68a	POLYGON	남면	0.485366	0.135987	0.027074	0
라사00b68b	POLYGON	남면	0.063415	0.096186	0.001009	0
...
라아3b00a	POLYGON	사북면	0.119512	0.474295	0.051153	0
...
라아46a01a	POLYGON	북산면	0.243902	0.766169	0.357588	0

※ 지표별 단위를 통일하여 해석력을 높이기 위해 Min-Max Scaling을 적용

$$\frac{\text{배수_score} + \text{불투수율_score}}{2}$$

배수_score: 토양이 물을 배출하는 능력
(매우 양호, 양호, 약간 양호, 약간 불량, 불량, 매우 불량)
불투수율_score: 지면이 빗물을 흡수하지 못하고 표면에 고이는 비율

$$\frac{\text{높이_score} + \text{경사도_score}}{2}$$

높이_score: 춘천시 내 격자에 존재하는 모든 지형의 평균 높이
경사도_score: 물이 얼마나 빠르게 흘러내릴 수 있는지를 결정짓는 요소

물리적 취약성 지수 =

물리적 취약성 증가 요인

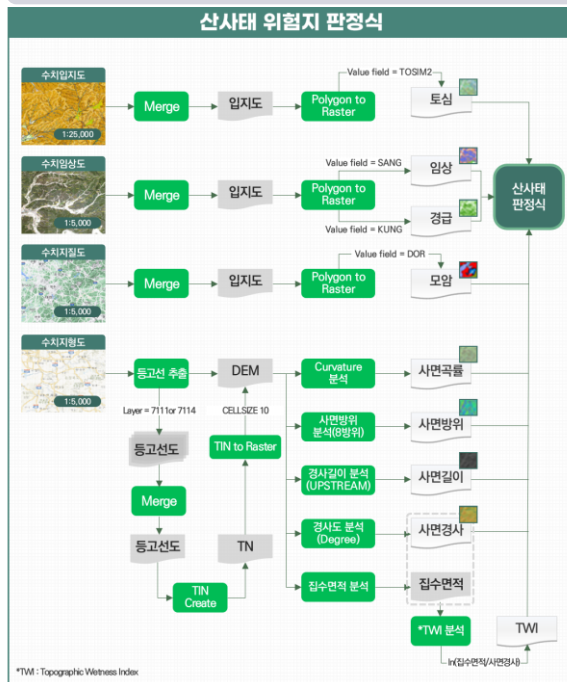
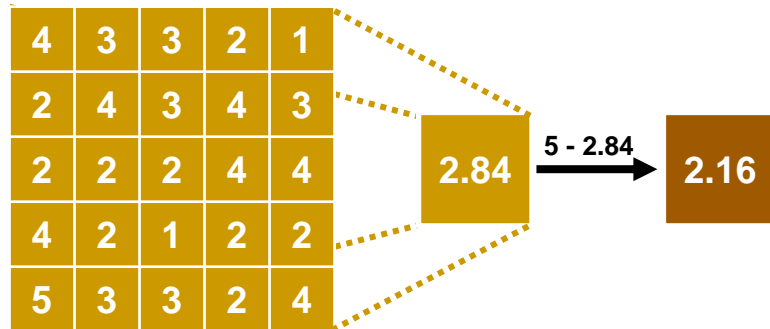
-

물리적 취약성 감소 요인

** 박한나, '침수피해와 침수취약
요인 관계 연구 : 피해액과 인명피해
를 중심으로'를 참조하여 변수 선택

데이터 분석

gid	geometry	행정동	산사태_취약지수
라사00b68a	POLYGON	남면	0
라사00b68b	POLYGON	남면	0
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
라이H3b00a	POLYGON	사북면	2.84
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
라이K46a01a	POLYGON	북산면	1.98



인위적 변화지를 반영한 산사태위험지도 구축



빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

지수 생성 (강우 취약성)

강우 취약성 전처리 후 데이터

기간	지점명	...	RAIN80	RX1DAY	RX5DAY	SDII
2026년	교동	...	0	0.640625	0.571125	0.555556
2026년	동내면	...	0	0.484375	0.56051	0.833333
...
2030년	교동	...	0.451613	0.402985	0.643849	0.44
...
2035년	동내면	...	0.1875	0.359375	0.663805	0.772727

※ 지표별 단위를 통일하여 해석력을 높이기 위해 Min-Max Scaling을 적용

RAIN80 + RX1DAY + RX5DAY + SDII

4

RAIN80: 하루 강수량이 80mm 이상(호우)인 날의 수를 나타내는 지표
SDII: 각 지역의 연평균 강수량

RX1DAY: 1일 최대 강수량 지표로써 하루 동안 기록된 최대 강수량을 반영
RX5DAY: 5일 동안 누적된 강수량 지표로써 지속적으로 내린 강우를 반영

** 이원영, '강원도 춘천 지역의 산사태 발생 강우 임계치 분석'을 참조하여 변수 선택



빅데이터 분석

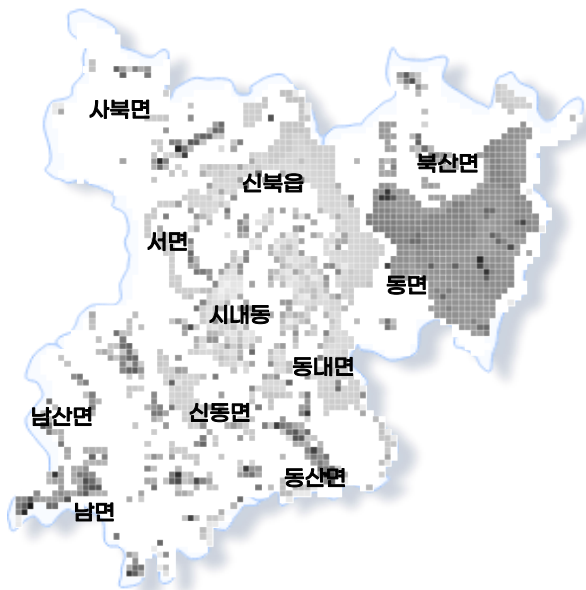
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

지수 시각화(Heat Map)



재해대응 취약성 지수(500x500격자 단위)



강우 취약성 지수(행정동 단위)

빅데이터 분석

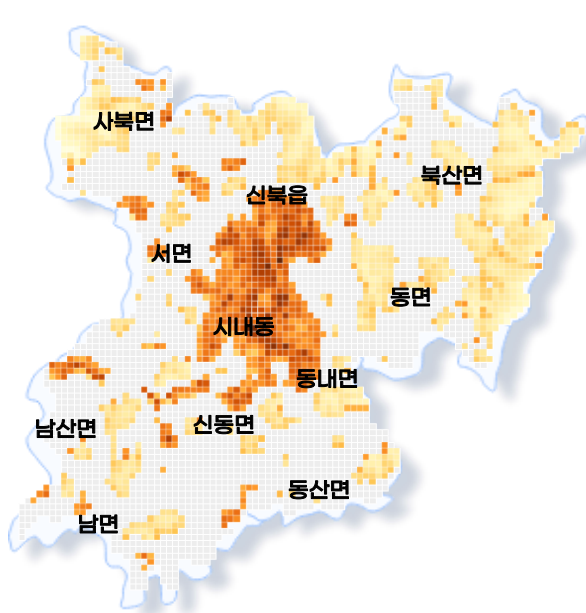
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

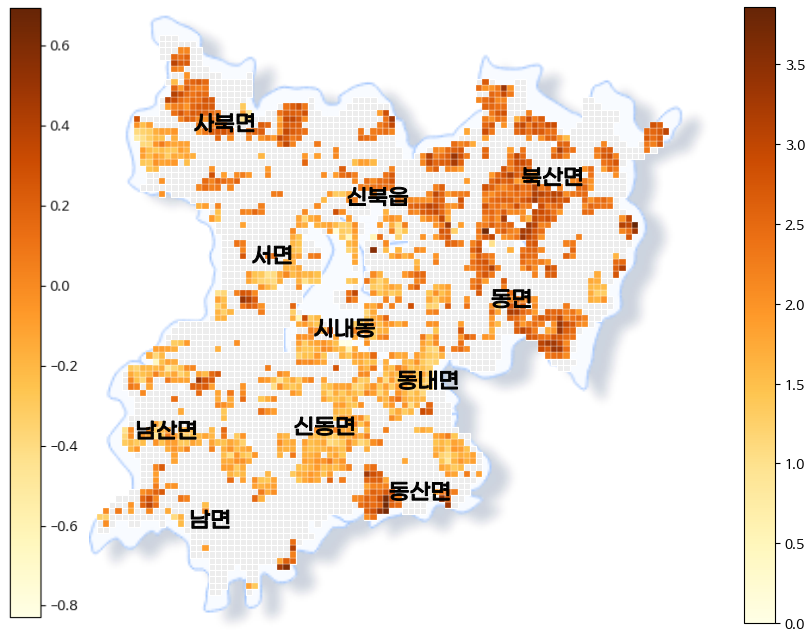
데이터 분석

데이터 수집 및 전처리

지수 시각화(Heat Map)



물리적(침수) 취약성 지수(500x500격자 단위)



물리적(산사태) 취약성 지수(500x500격자 단위)

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

LISA CLUSTERING

LISA (Local Indicators of Spatial Association) 클러스터링은 공간적 자기상관을 분석하는 기법으로, 지역 단위에서 변수들이 어떻게 공간적으로 분포하고 있는지를 평가하고 특정 지역이 주변 지역들과 유사하거나 다른 패턴을 보이는지 확인함으로써 공간적인 군집 형성을 파악하는 방법이다.

공간적 상관관계 분석의 필요성

재해 취약성은 주변 지역과의 상호작용에 의해 그 역량이 결정됨, LISA 클러스터링은 이러한 국지적인 공간적 상관관계를 분석하는 데 매우 유용

군집 패턴 발견

LISA 클러스터링을 통해 해당 지역이 주변 지역과 비교하여 상대적으로 어떤 위치에 있는지를 평가, 지역 간의 유사성 및 차이 확인

대응 우선순위 결정

LISA 클러스터링은 'High-High' 라는 클러스터를 바탕으로 가장 취약한 지역을 명확하게 분석할 수 있음. 이를 바탕으로 대응 우선 지역을 선정

>>> 재해 대응, 물리적 요소(산사태/침수), 강우 관점에서 **복합적으로 취약한 지역** 선별

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

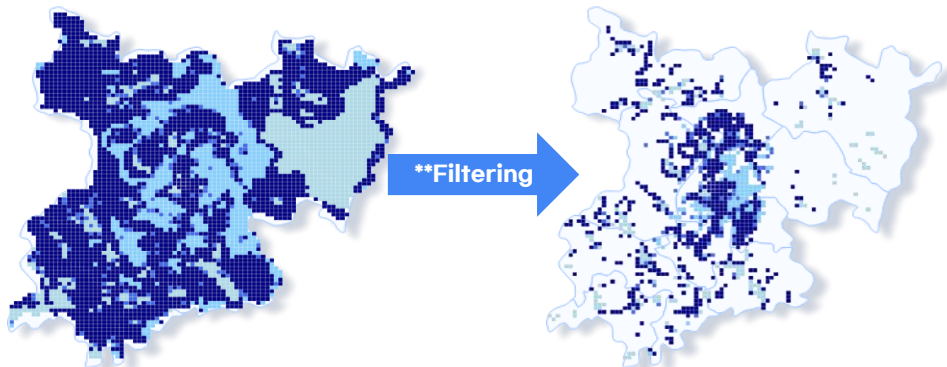
** Filtering

1. Moran's I의 유의 확률 < 0.5
인 gid에 대해서만 필터링

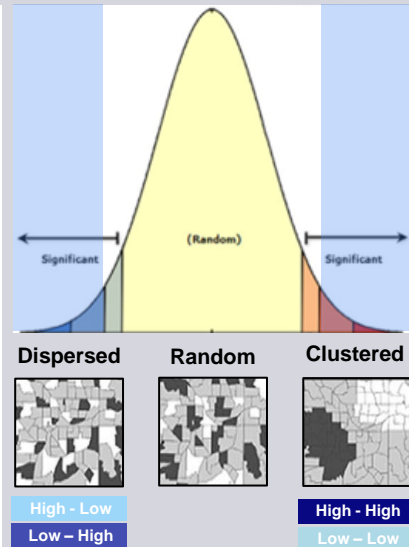
2. 재난 대응 자원을 실질적인
위험이 있는 지역에 집중하고자
인구, 건물이 없는 gid 제외

데이터 분석

LISA CLUSTERING



High - High 특정 지역과 주변 지역 모두 값이 높은 지역. **High - Low** 특정 지역은 높고 주변 지역 값이 낮은 지역.
Low - Low 특정 지역과 주변 지역 모두 값이 낮은 지역. **Low - High** 특정 지역은 낮고 주변 지역 값이 높은 지역.



Moran's I

$$I = \frac{N}{W} \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Moran's I는 특정 지역(공간 단위)에서의 값들이 그 주변의 값들과 얼마나 상관관계가 있는지를 나타내는 통계적 지표. 값이 양수일 경우 비슷한 값들이 인접, 음수일 경우 서로 다른 값들이 인접

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

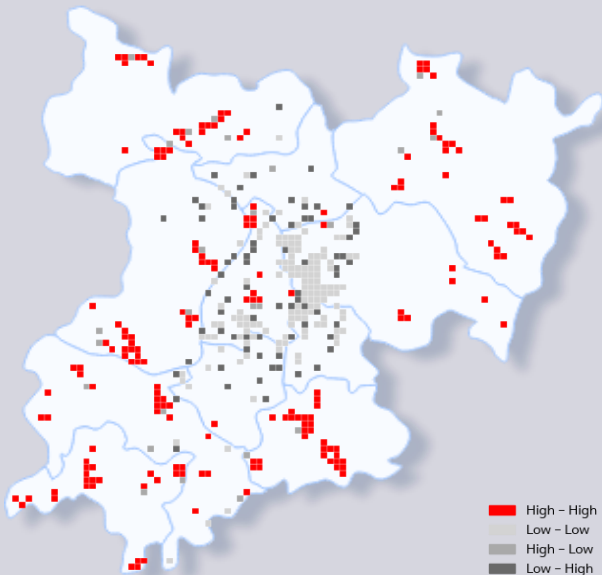
LISA CLUSTERING

재해대응 취약성(클러스터링 후 데이터)

gid	geometry	...	재해대응 취약성 지수	재해대응 취약성 lisa_cluster
라사 00b69b	POLYGON	...	0.739113	High-High
라사 26a90b	POLYGON	...	-0.053773	Low-low
...
라아 32b04a	POLYGON	...	1.034722	High-High

Mean by Cluster ↓

LISA-Cluster	재해대응 취약성 지수
High-High	0.750366
Low-Low	0.203389
High-Low	0.290463
Low-High	0.576583



>>> 재해대응 취약성 평균 지수가 가장 높은 High-High 클러스터(Hot-Spot)에 속하는 격자 선택

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

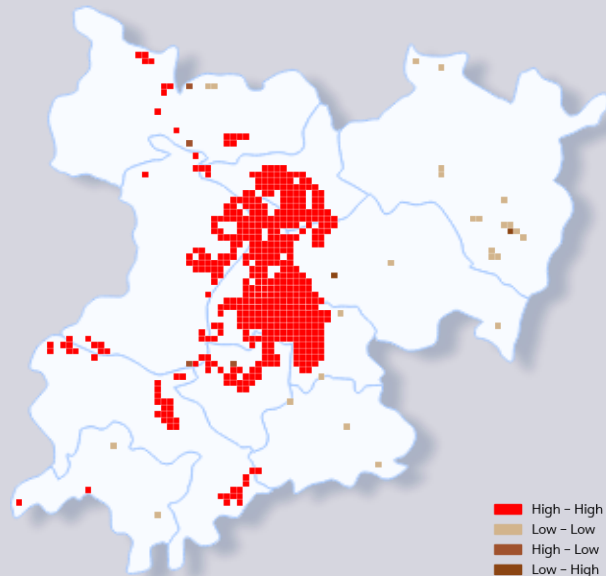
LISA CLUSTERING

물리적(침수) 취약성(클러스터링 후 데이터)

gid	geometry	...	물리적(침수) 취약성 지수	물리적(침수) lisa_cluster
라사 00b69b	POLYGON	...	0.024752	High-High
라아 45b00a	POLYGON	...	-0.591338	Low-low
...
라아 12b02a	POLYGON	...	0.400649	High-High

Mean by Cluster ↓

LISA-Cluster	물리적 취약성(침수) 지수
High-High	0.147891
Low-Low	-0.326602
High-Low	-0.296688
Low-High	-0.210085



>>> 물리적(침수) 취약성 지수가 가장 높은 High-High 클러스터(Hot-Spot)에 속하는 격자 선택

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

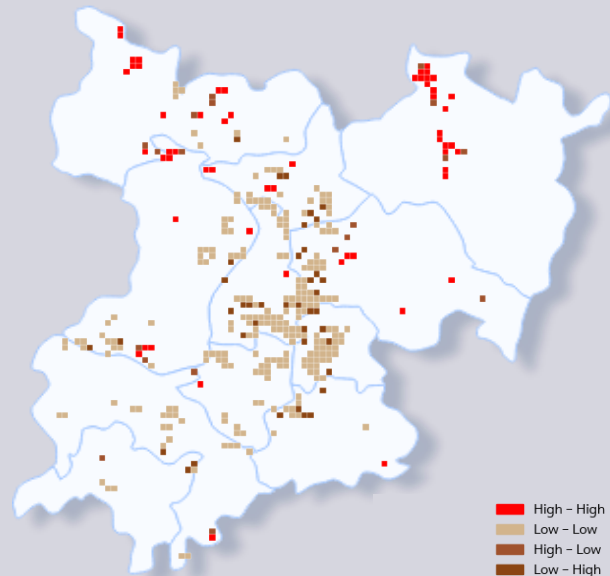
LISA CLUSTERING

물리적(산사태) 취약성(클러스터링 후 데이터)

gid	geometry	...	물리적(점수) 취약성 지수	물리적(산사태) lisa_cluster
리사 04a71a	POLYGON	...	2.59	High-High
리사 12a02a	POLYGON	...	0.97	Low-low
...
리사 46a01a	POLYGON	...	3.02	High-High

Mean by Cluster ↓

LISA-Cluster	물리적 취약성(산사태) 지수
High-High	2.429254
Low-Low	1.591761
High-Low	1.870909
Low-High	2.325102



>>> 물리적(산사태) 취약성 지수가 가장 높은 High-High 클러스터(Hot-Spot)에 속하는 격자 선택

빅데이터 분석

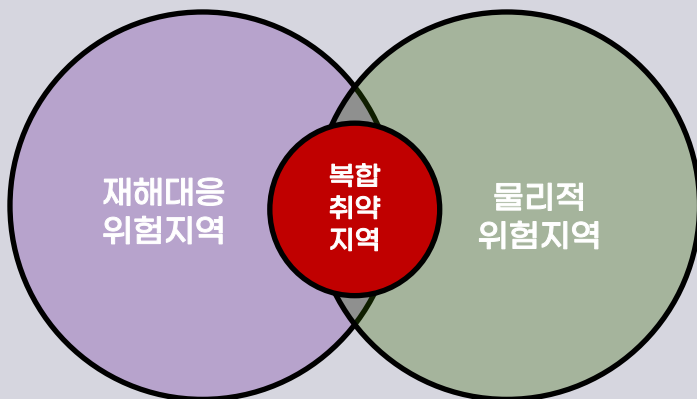
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

교차 분석

재해대응, 물리적 취약성 지수가 가장 높은 **High-High 클러스터 격자끼리 교차**

복합취약지역

취약성, 침수/산사태 등 물리적 요인 모두 취약한 지역
>> 자연재해 대응 우선 지역

재해대응 취약지역

재해 대응 능력은 취약하지만, 침수/산사태 등 물리적 요인은 상대적으로 덜 취약한 지역

물리적 취약지역

재해 대응 능력은 상대적으로 양호하나, 침수/산사태 등 물리적 요인이 취약한 지역

빅데이터 분석

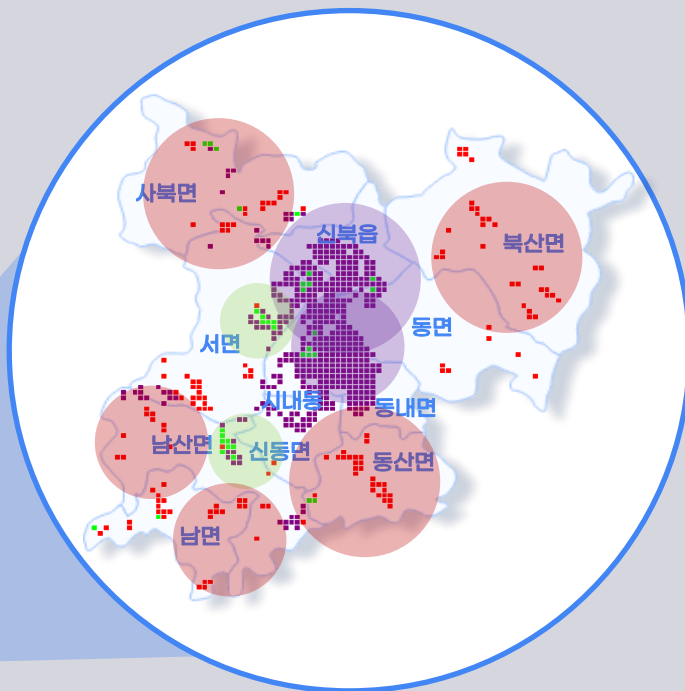
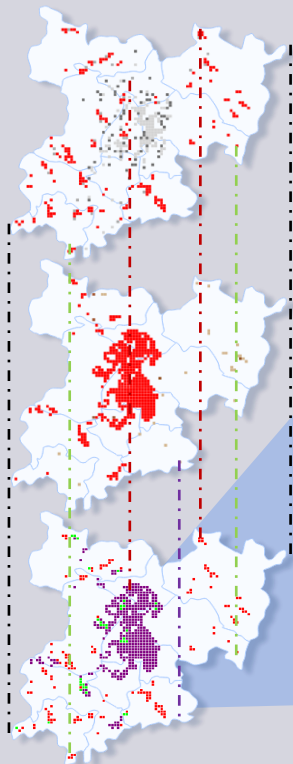
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

교차 분석(침수)



복합취약지역

사북면, 북산면, 동산면,
남면, 남산면 주위에 집
중적으로 분포

재해대응 취약지역

시내동, 신북읍 주위에
집중적으로 분포

물리적 취약지역

남산면, 서면, 신북읍
주위에 집중적으로 분포

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

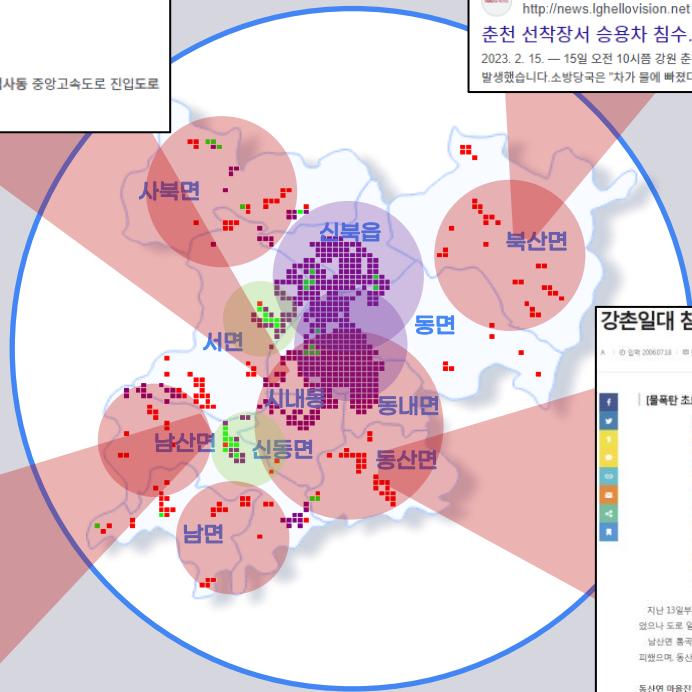
데이터 분석

교차 분석(침수)

연합뉴스
https://www.yna.co.kr, 최신기사 :
춘천 집중호우에 도로 침수
2022. 6. 23. — (춘천=연합뉴스) 많은 비가 내린 23일 오후 강원 춘천시 석사동 중앙고속도로 진입도로 주변이 침수되는 피해가 발생했다. 2022.6.23 [강원소방본부 ...

LG헬로비전
http://news.lghellovision.net > news > articleView :
춘천 선착장서 승용차 침수...2명 숨져 < 사회 > 기사본문
2023. 2. 15 — 15일 오전 10시쯤 강원 춘천시 북산면 한 선착장 인근에서 승용차가 물에 빠지는 사고가 발생했습니다.소방당국은 "차가 물에 빠졌다"는 신고를 받고 ...

**계속된 '물폭탄'...물에 잠기고 산사
태 등 침수 피해 잇따라**
오현경 기자 | 댓글 46
승인 2024.07.25 00:01
춘천 남산면 상가, 원주시 빌라 등 침수 피해
배수 작업, 토사 유출 등 29건 피해 접수



강촌일대 침수... 상가마다 '물난리'
A | 승인 2006.07.18 | 한빛신문
[물폭탄 초토화] 춘천
지난 13일부터 16일까지 500mm 이상의 집중호우가 내린 춘천지역에서는 인명피해는 없었으나 도로 일부가 유실되고 가옥이 침수되는 등 피해가 잇따랐다.
남산면 통곡2리 논골일대가 도로와 가옥이 침수돼 휴가객 20명이 안전하게 대피했으며, 동산면 통곡2리 마을은 마을전방로 300m가 유실돼 주민 40여가구가 고립됐다.
동산면 마을전방로 유실 40여가구 고립
퇴계동 아파트공사장 토사유출 주변 행여

빅데이터 분석

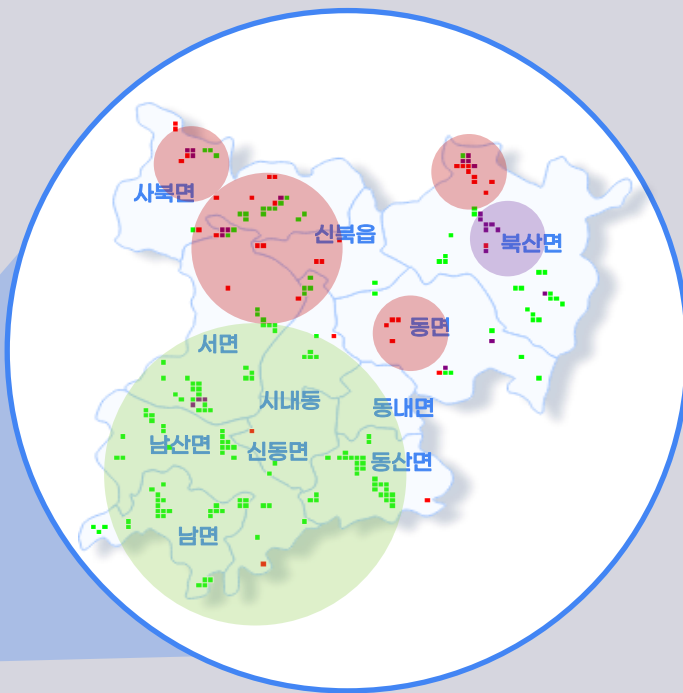
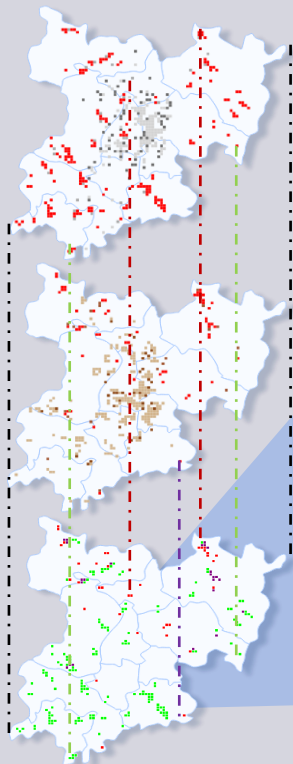
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

교차 분석(산사태)



복합취약지역

신북읍, 서면, 사북면
북산면, 동면 등에
집중적으로 분포

재해대응 취약지역

사북면, 북산면 등에
집중적으로 분포

물리적 취약지역

서면, 남산면, 신동면,
남면, 동산면 등에 집중
적으로 분포

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

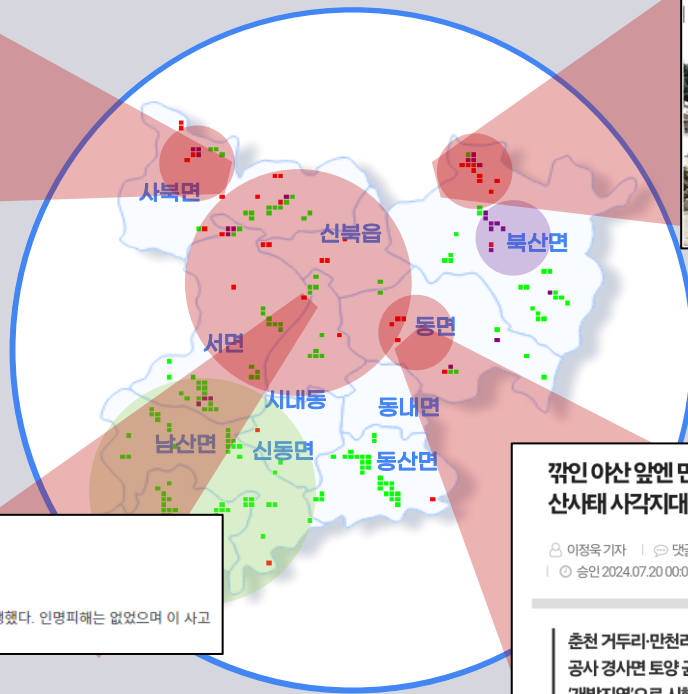
데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석



교차 분석(산사태)



뉴스1

<https://www.news1.kr> > local > kangwon

춘천 소양1교 후평동 방향 산사태(1보)

<figure>14일 오전 10시께 소양1교-후평동 방향으로 산사태가 발생했다. 인명피해는 없었으며 이 사고로 1차선은 통제됐다.

깎인 아산 앞엔 민가가...'위험천만' 산사태 사각지대

이정욱 기자 | 댓글 127

승인 2024.07.20 00:05



가

춘천 거두리-만천리 일대 공사장 산사태 우려
공사 경사면 토양 균열 발생, 인근 주민 불안
'개발사각지대'로 시행사 사방 대책 의무 없어

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

Quantile 분석(강우)

RCP 8.5 시나리오 기반 미래 강우 시각화



RCP 8.5 시나리오에 따른 강수 예측 결과, 국지성 호우로 인해 강우 취약 행정동의 연도별 변동이 컸음.
이러한 **변동성을 반영한 강우 취약성 지표로써 분위수(Quantile)**를 활용

빅데이터 분석

분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

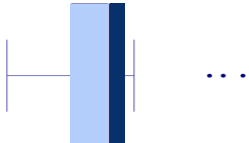
Quantile 분석(강우)

강우 취약성(Quantile 분석 후 데이터)

기간	행정동	재해유발 강우지수	극한강우
2026년	강남동	0.416852	0
2026년	남산면	0.535740	1
...
2035년	조운동	0.653167	1

각 연도별로 재해 유발 강우 취약성가 3분위수
(상위 25%) 이상인 값들만 추출

3Quantile 이상	1
3Quantile 미만	0



>>> 2026년 ~ 2035년까지 10년치 데이터에 대해 **극한강우 값이 1인 행정동 선택**

강우 취약 지역 : 근화동, 남산면, 동산면, 사북면, 서면, 신사우동, 약사명동, 동내면, 소양동, 후평1동, 남면, 신동면, 후평2동, 동면, 석사동, 신북읍, 조운동, 강남동

빅데이터 분석

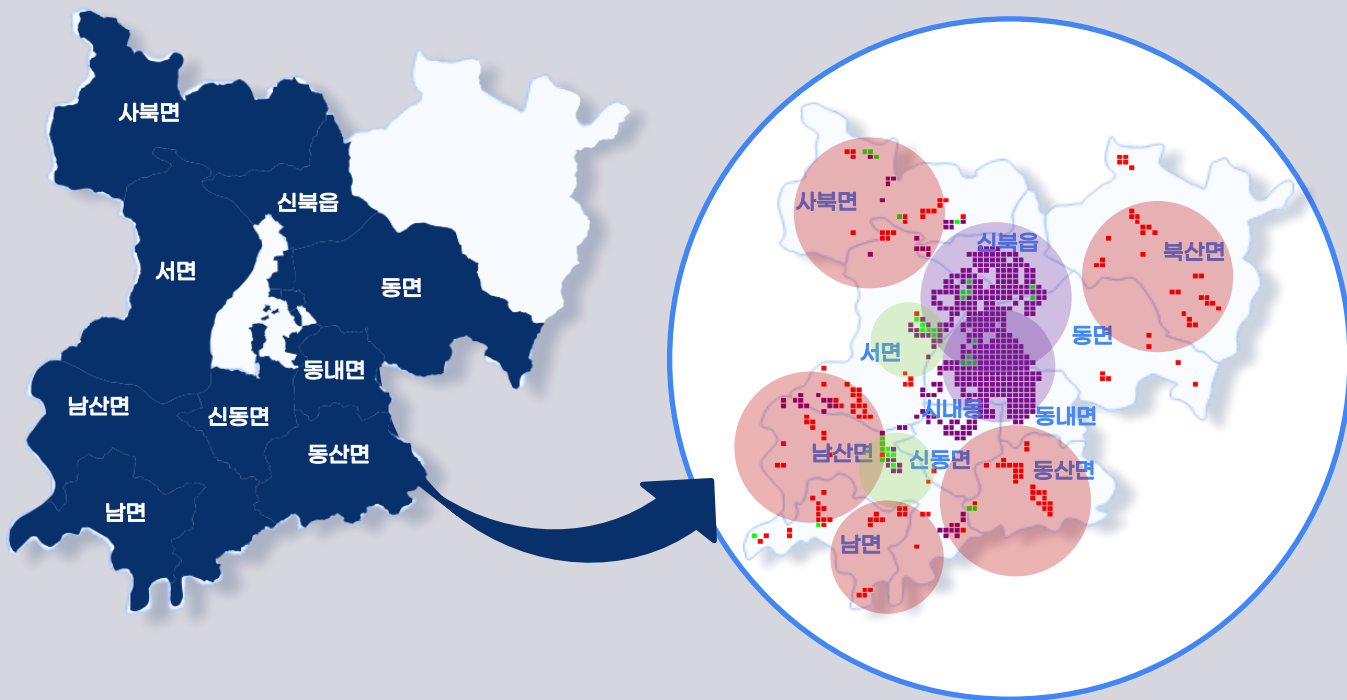
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

최종 취약지역 선정(침수)



빅데이터 분석

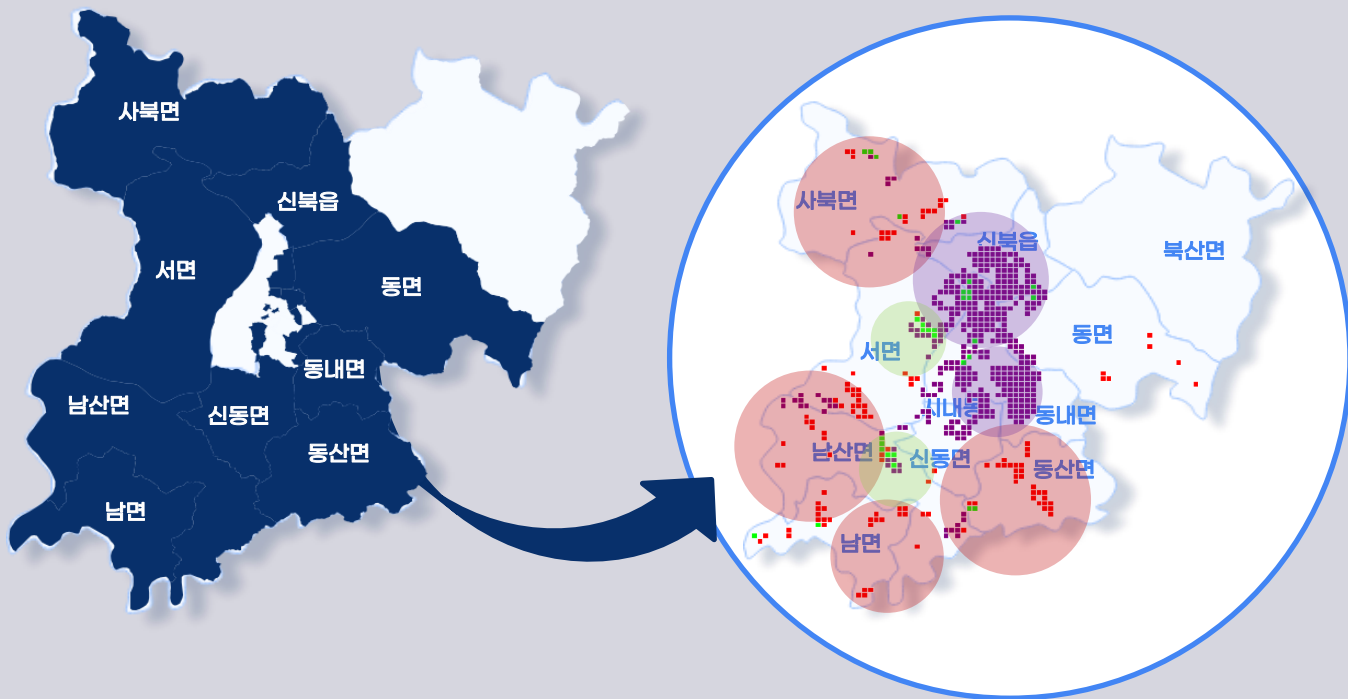
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

최종 취약지역 선정(침수)



빅데이터 분석

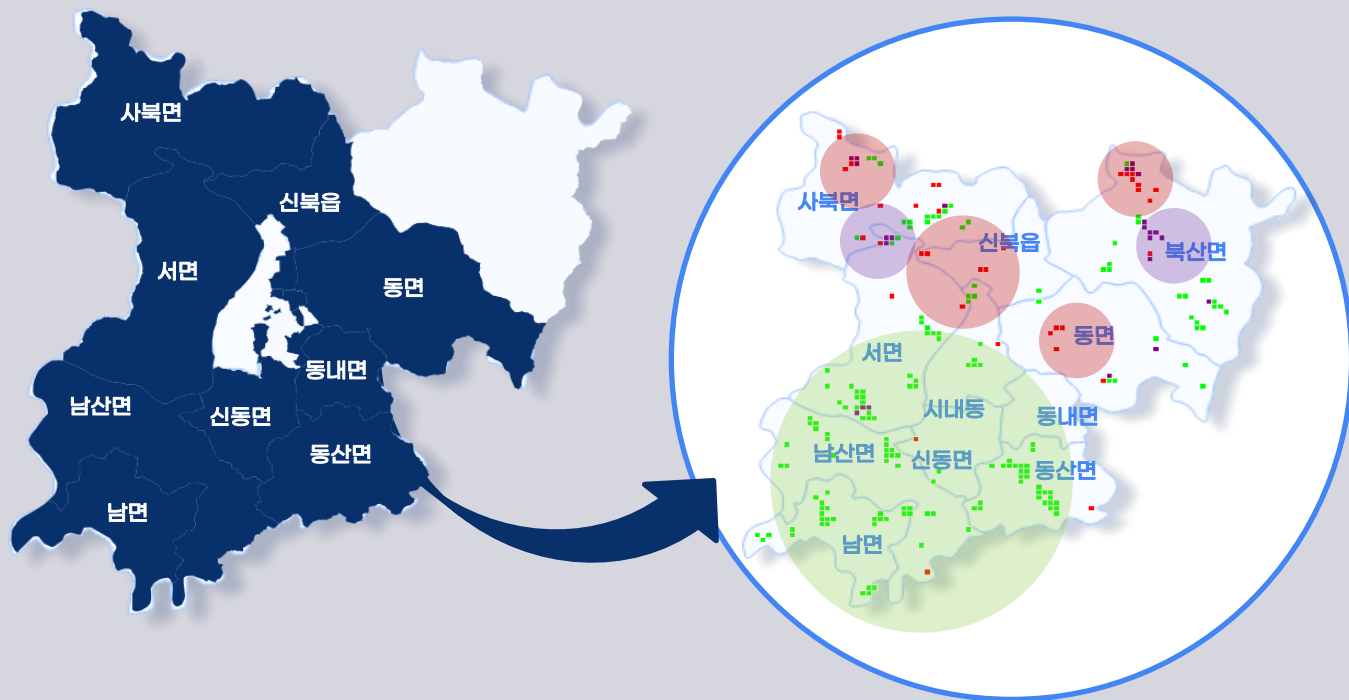
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

최종 취약지역 선정(산사태)



빅데이터 분석

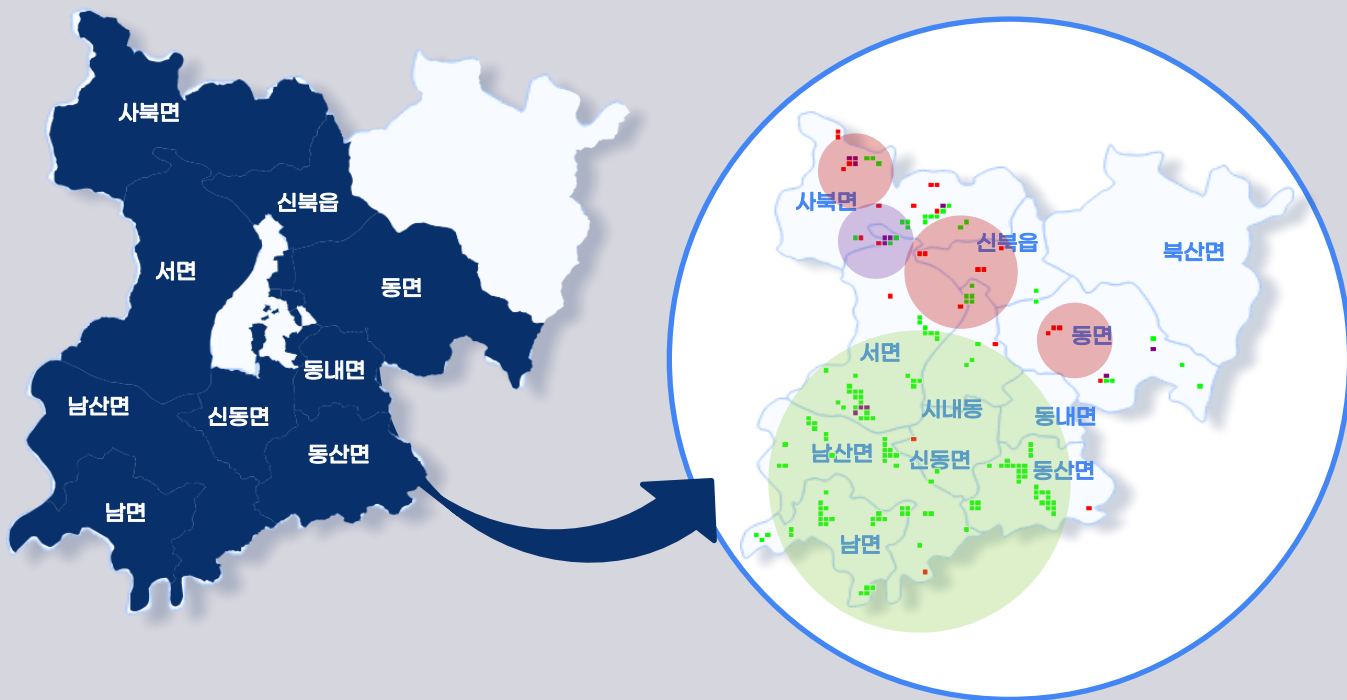
분석 프로세스 수립

데이터 수집 및 전처리

데이터 분석

데이터 분석

최종 취약지역 선정(산사태)



춘천시 정책제안

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제안

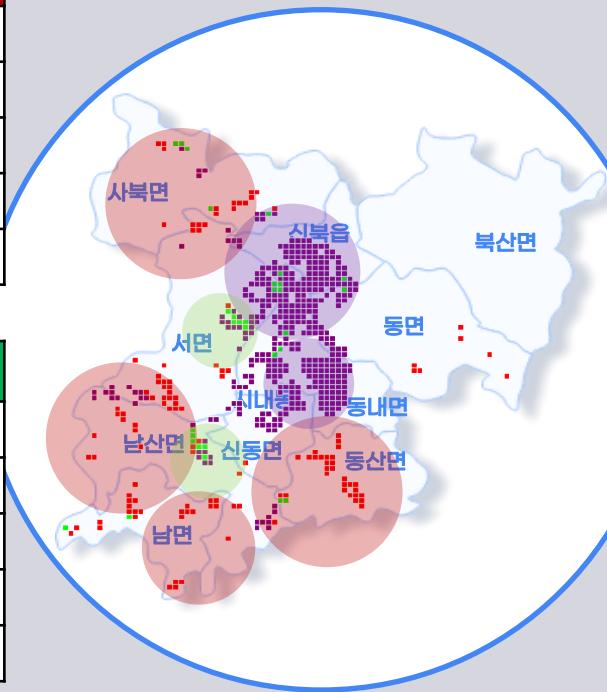
기대효과

최종 취약지역 분석

최종 취약지역(침수)

취약지역(주소)	개수
강원특별자치도 춘천시 사북면 오탄리	3
강원특별자치도 춘천시 남산면 방곡리	2
강원특별자치도 춘천시 서면 신매리	2
강원특별자치도 춘천시 동산면 군자리	2
강원특별자치도 춘천시 신동	2

취약지역(주소)	개수
강원특별자치도 춘천시 동산면 원창리	10
강원특별자치도 춘천시 서면 당림리	9
강원특별자치도 춘천시 남산면 백양리	5
강원특별자치도 춘천시 남면 가정리	5
강원특별자치도 춘천시 동면 품결리	4



복합취약지역

재해 대응, 침수, 재해 유발 강우
지수 모두 높은 고위험 지역
>> 자연재해 대응 우선 지역

재해대응 취약지역

침수 취약성은 상대적으로 낮지만
**재해 대응 취약성, 재해 유발 강우
취약성 고위험 지역**

물리적 취약지역

재해 대응 취약성은 상대적으로
낮지만 **침수 취약성, 재해 유발
강우 취약성 고위험 지역**

취약지역(주소)	개수
강원특별자치도 춘천시 우두동	14
강원특별자치도 춘천시 신북읍 울문리	12
강원특별자치도 춘천시 동내면 거두리	12
강원특별자치도 춘천시 동면 만천리	11
강원특별자치도 춘천시 석사동	11

춘천시 정책제안

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제안

기대효과

최종 취약지역 분석

최종 취약지역(침수)

복합취약지역

복합취약지역은 **배수 시스템이 미비**하고, **저지대**에 위치해 있으며, **불투수율이 높은** 지역. 이러한 요인으로 인해 **침수 위험이 크며**, **필수 시설에 대한 접근성이 낮아** 침수 발생 시 대응 능력이 매우 취약. 따라서 **침수 피해가 발생할 경우에도 피해 복구가 어렵고**, **재해 피해가 확대될** 가능성이 높음.

물리적 취약지역

물리적 취약지역은 **침수 발생 가능성이 크지만**, **필수 시설 접근성이 양호하여** 침수 발생 시에도 신속한 대응이 가능. 이 지역은 **물리적 조건으로 인해 재해 발생 가능성이 높지만**, **대응 능력이 이를 보완할 수 있는** 지역으로 분석됨.

복합취약지역

재해 대응, 침수, 재해 유발 강우 지수 모두 높은 고위험 지역
>> 자연재해 대응 우선 지역

재해대응 취약지역

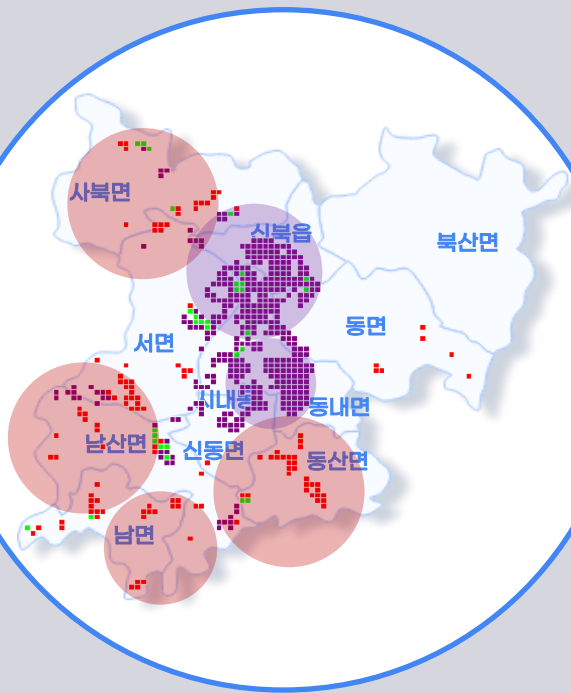
침수 취약성은 상대적으로 낮지만 **재해 대응 취약성, 재해 유발 강우 취약성 고위험 지역**

물리적 취약지역

재해 대응 취약성은 상대적으로 낮지만 **침수 취약성, 재해 유발 강우 취약성 고위험 지역**

재해대응 취약지역

재해대응 취약지역은 물리적 요인은 상대적으로 덜 취약하지만, **침수 발생 시 대처 능력이 부족한 지역**. 특히 **필수 시설 접근성이 낮아**, 침수 발생 시에도 **효과적인 대응이 어렵고**, **피해 복구가 지연될 수 있음**.



춘천시 정책제안

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제안

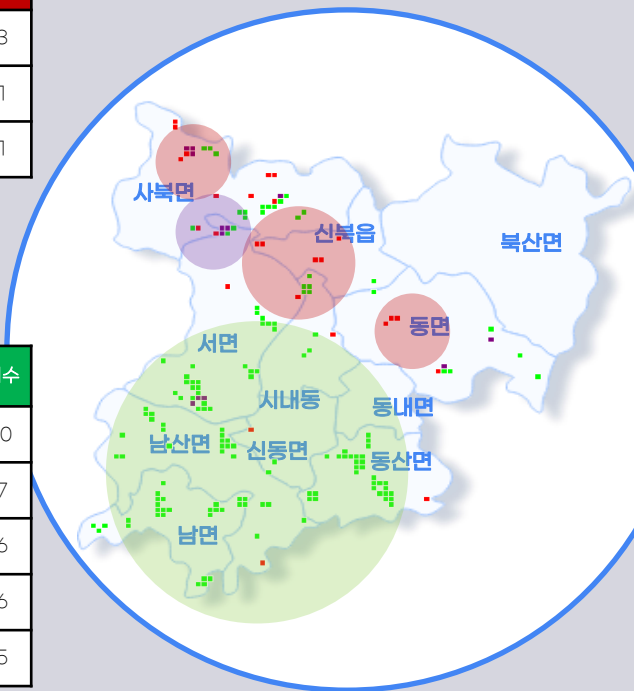
기대효과

최종 취약지역 분석

최종 취약지역(산사태)

취약지역(주소)	개수
강원특별자치도 춘천시 서면 당림리	3
강원특별자치도 춘천시 동면 상걸리	1
강원특별자치도 춘천시 동면 품걸리	1

취약지역(주소)	개수
강원특별자치도 춘천시 동산면 원창리	10
강원특별자치도 춘천시 서면 당림리	7
강원특별자치도 춘천시 남산면 백양리	6
강원특별자치도 춘천시 남면 가정리	6
강원특별자치도 춘천시 남산면 방곡리	5



복합취약지역

재해 대응, 산사태, 재해 유발 강우
지수 모두 높은 고위험 지역
>> 자연재해 대응 우선 지역

재해대응 취약지역

산사태 취약성은 상대적으로
낮지만 **재해 대응 취약성, 재해
유발 강우 취약성 고위험** 지역

물리적 취약지역

재해 대응 취약성은 상대적으로
낮지만 **산사태 취약성, 재해
유발 강우 취약성 고위험** 지역

취약지역(주소)	개수
강원특별자치도 춘천시 신북읍 지내리	2
강원특별자치도 춘천시 동면 감정리	2
강원특별자치도 춘천시 사북면 오탄리	2
강원특별자치도 춘천시 사북면 원평리	2
강원특별자치도 춘천시 사북면 지암리	1

춘천시 정책제안

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제안

기대효과

최종 취약지역 분석

최종 취약지역(산사태)

복합취약지역

고위험 지역은 경사도가 가파르고, 지형의 높이가 낮거나 불리하며, 토양 특성이 산사태에 취약한 지역이다. 이러한 물리적 요인으로 인해 산사태 발생 위험이 매우 높다. 또한, 이 지역은 노후 건물 비율이 높고, 필수 시설 접근성이 낮아 재해 발생 시 대응이 매우 어렵다. 즉, 산사태 발생 시 신속한 대응과 피해 복구가 불가능해 피해 규모가 클 것으로 예상된다.

물리적 취약지역

물리적 취약지역은 경사도나 지형적 특성으로 인해 산사태 발생 가능성이 높음. 그러나 재해 대응 능력이 비교적 양호해, 산사태 발생 시 신속한 대응과 복구가 가능. 물리적 취약성은 존재하지만, 대응 역량이 피해를 줄일 수 있음.

복합취약지역

재해 대응, 산사태, 재해 유발 강우 지수 모두 높은 고위험 지역
>> 자연재해 대응 우선 지역

재해대응 취약지역

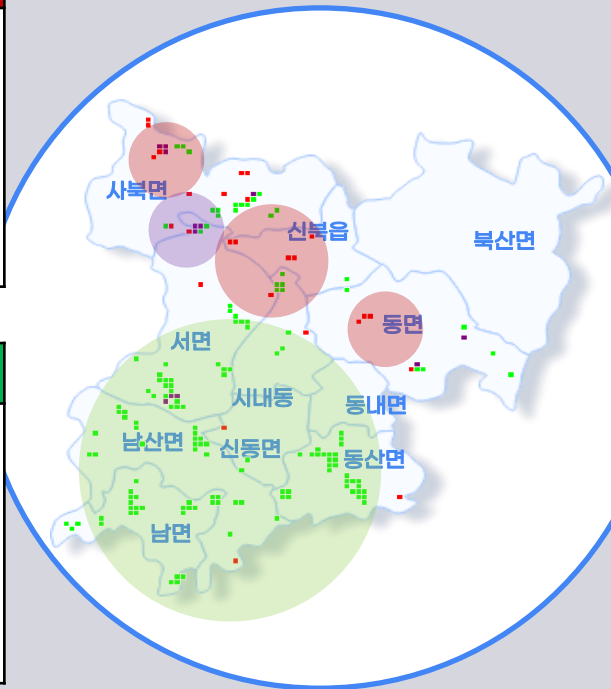
산사태 취약성은 상대적으로 낮지만 재해 대응 취약성, 재해 유발 강우 취약성 고위험 지역

물리적 취약지역

재해 대응 취약성은 상대적으로 낮지만 산사태 취약성, 재해 유발 강우 취약성 고위험 지역

재해대응 취약지역

산사태 발생 가능성은 상대적으로 낮지만, 재해 대응 체계가 부족하여 재해 발생 시 신속한 대응이 어려운 지역. 물리적 특성은 비교적 양호하지만, 인프라의 부족으로 인해 재해 발생 시 피해가 커질 수 있음.





춘천시 정책제안

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제안

기대효과

춘천시 정책제안

재해대응 취약성 해소

1. 주민 대피 교육 및 훈련

춘천시는 주민들이 재난 상황에서 적절히 대응할 수 있도록 체계적인 대피 교육을 정기적으로 실시해야 함.

이 교육은 대피 경로, 대피소 위치, 대피 시 필수 물품 등에 대한 정보를 제공함으로써 재난 발생시 주민들의 안전하고 신속한 대피를 도울 수 있음.

2. 대피 시설 확충

춘천시는 충분한 수의 대피소와 긴급 대피 장소를 확보하고, 이 시설들이 비상 시 적절히 사용될 수 있도록 관리해야 함.

대피소는 식수, 의료품, 비상 식량 등 필수 구호 물품을 상시 구비되어야 하며, 접근성이 좋은 위치에 배치해 모든 주민이 쉽게 도달할 수 있도록 해야 함.

3. 노후화된 건물 관리

춘천시는 노후화된 건물의 안전 점검을 주기적으로 실시하고, 구조적 취약점이 발견된 경우 즉시 보수 작업을 진행해야 함.

이는 건물이 자연재해에 대한 내성을 갖추도록 하여, 재해 발생 시 건물 붕괴로 인한 인명 및 재산 피해를 최소화하는데 기여한다.

4. 필수 시설 접근성 향상

춘천시는 소방서, 경찰서, 병원과 같은 필수 공공시설의 접근성을 향상시켜야 함. 이는 재난 발생 시 긴급 서비스가 신속하게 제공될 수 있도록 보장하는 중요한 조치.

도로 인프라 개선, 교통 관리 시스템의 최적화, 필수 서비스 위치의 전략적 배치를 통해 모든 주민이 긴급 상황에서 필수 서비스에 빠르게 접근하도록 해야 함.

춘천시 정책제언

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제언

기대효과

춘천시 정책제언

물리적 취약성 해소

산사태 예방을 위한 토목 공사

산사태 위험이 높은 지역, 특히 고지대나 급경사지에서는 다음과 같은 **사방 시설을 설치**하여 토사 유출을 방지해야 함.

1. 피암 터널과 사방댐: 피암 터널과 사방댐은 **토사 유출을 효과적으로 차단**하고, 강우 시 물의 흐름을 조절하여 산사태 발생 위험을 감소시킴.
2. 사방림: 나무 심기는 토양 침식을 방지하고, 물의 흡수력을 증가시켜 자연적인 산사태 방지 기능을 수행함.

이러한 예방적 조치는 **산사태 위험을 최소화**하는 데 중요하며, 재난 발생이 예상되는 지역에서는 **조기 대응**을 위해 이러한 공사를 우선적으로 진행해야 함.

침수 예방을 위한 수해 방지 시설 구축

침수 위험이 높은 지역에서는 다음과 같은 수해 방지 시설을 구축하여 집중호우로 인한 침수 피해를 예방해야 함.

1. 빗물 펌프장: 강우량이 많은 지역에서 **물을 빠르게 배출할 수 있도록 펌프장을 설치**하거나 기존 펌프장의 용량을 확대.
2. 우수 저류 시설: **임시로 빗물을 저장할 수 있는 저류 시설을 설치**하여, 폭우 시 도시 배수 시스템에 가해지는 부하를 줄임.
3. 배수로 개선: 배수 효율을 높이기 위해 **배수로를 정비하고 확장**한다. 이는 물의 원활한 배출을 보장하여 침수 위험을 감소시킴.



춘천시 정책제안

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제언

기대효과

기대효과

춘천시가 향후 재해 대응 정책을 수립하고 강화하는 데 **매우 중요한 기초 자료** 제공

재해 대응 정책의 강화

춘천시는 산사태와 침수 취약성을 지역별로 평가하여 **각 지역 특성에 맞는 대응 방안을 마련**할 수 있으며, 이는 현재의 재해 위험 뿐만 아니라 **기후 변화로 인해 빈번해질 미래 재해에도 대비**할 수 있는 기반을 제공

재해 대응 우선 지역의 식별 및 보호

복합 취약 지역을 최우선 관리 대상으로 설정, 춘천시가 집중해야 할 핵심 지역을 명확하게 식별하고, **재해에 대한 신속하고 효과적인 대응 체계를 구축**함으로써 주민의 생명과 재산을 보호

재해 대응 전략의 지속적

재난 및 재해 데이터를 추가적으로 수집하면, 재해 발생 패턴과 원인을 더욱 명확히 파악하여 **미래 재해 예측의 정확도를 높일 수 있음**. 데이터가 축적될수록 **대응의 효율성이 극대화**되며, **이에 따라 전략적 우위 확보** 가능

>>> 춘천시가 미래의 예측 불가능한 재해에도 **빠르고 유연하게 대응할 수 있는 도시로 자리매김**하는 데 중요한 밑거름이 될 것.

춘천시 정책제안

최종 취약지역 분석

춘천시 정책제안

기대효과

연구 한계점 및 후속연구 방향성

가중치를 반영하지 못한 지수 산출

본 연구에서는 춘천시의 재해 데이터 부족 및 전문 인력의 부재로 인해 취약성 지수 계산 시 가중치를 부여하지 못함. 이에 따라 지수를 구성하는 모든 변수의 가중치를 동일하게 반영하여 계산

실제 재해 발생 데이터의 부재

본 연구에서는 강수량, 토질 특성, 인구/건물 특성 등 다양한 데이터를 활용해 침수 및 산사태 위험성을 분석. 하지만, 실제 재해 발생 데이터가 부족하여 분석 알고리즘 최적화 및 모델 성능 평가에 어려움을 겪음

재해 데이터 적용 및 가중치 부여

1. 더욱 정교한 취약 지역 분석
2. 클러스터링 등 알고리즘의 성능 개선
3. 분석 결과의 신뢰성 향상



참고문헌

참고문헌

- 이은석, 강현미, 한수경, 지석환, 윤호선. (2019). 자연재해·재난 대응을 위한 탄력적 도시설계 연구. 건축공간연구원.
- 이원영 and 성효현. (2018). 강원도 춘천 지역의 산사태 발생 강우 임계치 분석. 대한지리학회지, 53(5), 669-689.

참고기사

- 김준겸, 최기영, “강원 140mm 물폭탄…전철 운행 중단에 교량 옹벽 ‘와르르’”, 강원일보, 2024.07.17.
- 정윤희, “도로 침하 춘천 오월리 8월 1일까지 복구”, 강원일보, 2024.07.22.
- 김준겸, 유학렬, 허남윤, ““가슴팍까지 물이 차올랐다”…강원 영서 호우 피해 속출”, 강원일보, 2024.07.24.
- 박승선, “산사태로 9톤 흙 도로 덮치고…도심에 토사 쏟아져”, 강원일보, 2011.06.30.
- 서백, “춘천시, 올해 사방댐 신규 구축...22억원 투입”, 더팩트, 2023.03.20.
- 오현경, “계속된 ‘물폭탄’…물에 잠기고 산사태 등 침수 피해 잇따라”, 엠에스투데이, 2024.07.25.
- 조명규, “[춘천소식]상습 침수지역 수해 방지사업 등”, 뉴시스, 2017.06.09.
- “춘천시 소양로 일대 상가, 배수불량으로 침수 피해 발생, 춘천뉴스, 2024.06.30.
- 홍성우, “춘천 소양1교 후평동 방향 산사태(1보)”, 뉴스원, 2024.07.17.
- 이상학, “춘천 집중호우에 도로 침수”, 연합뉴스, 2022.06.23.

데이터 분석 도구



감사합니다.

Team 춘천팻

김도균, 송정현, 옥근우