

2022 한국수자원학회 학술발표대회

QGIS-K-FRM, K-CDMS 개발 및 활용사례

DATE_ 2022. 05. 19.

발 표 자_ 김길호*, 김경탁, 최천규
소 속_ 한국건설기술연구원

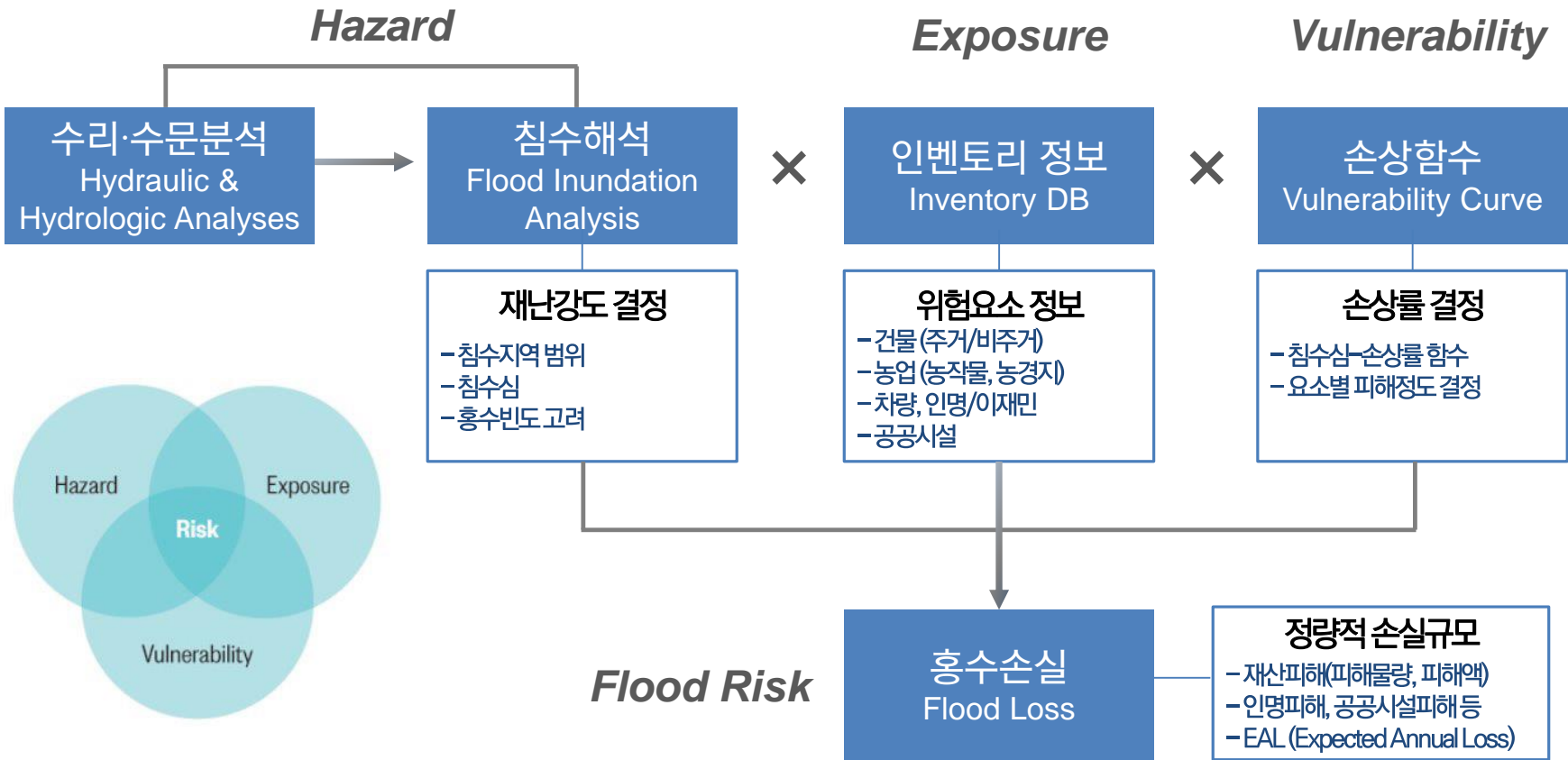




1. 연구개요 – 정량적 홍수위험 분석 체계

○ 정량적 홍수위험 분석 (Quantitative Flood Risk Assessment)

- **정량적 홍수위험**: 원치 않은 재해(홍수)로 인한 위험을 금전적(계량적) 형태로 표현한 것 → 손실 (손실액)
- **손실(손실액)**: 어느 홍수에 따라 침수구역 내에서 예상되는 인명 및 자산피해
- **활용분야**: 홍수위험지역 검토(위험도분석), 경제성분석, 투자우선순위 결정 등 활용

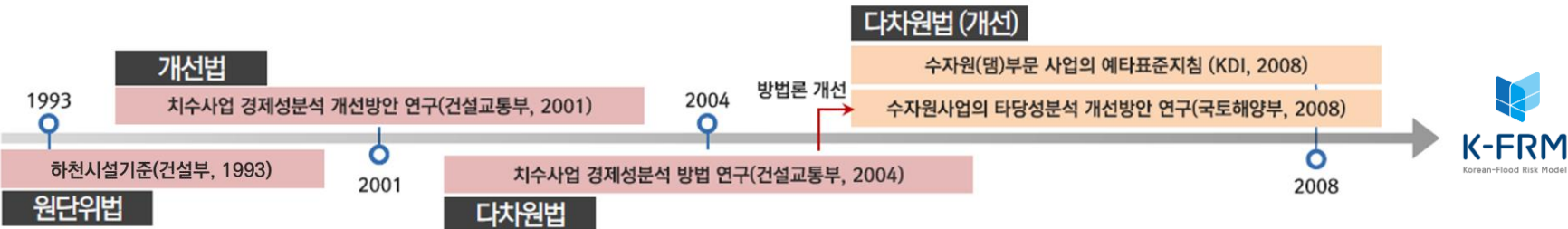


1. 연구개요 – 국내외 유사 모델

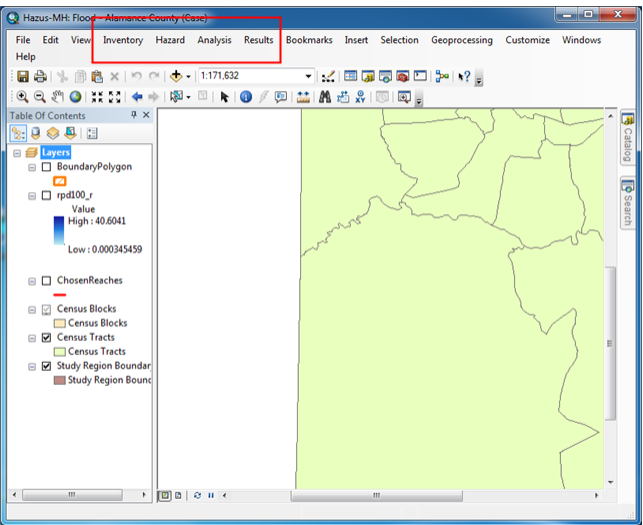


● 국내외 유사 모델

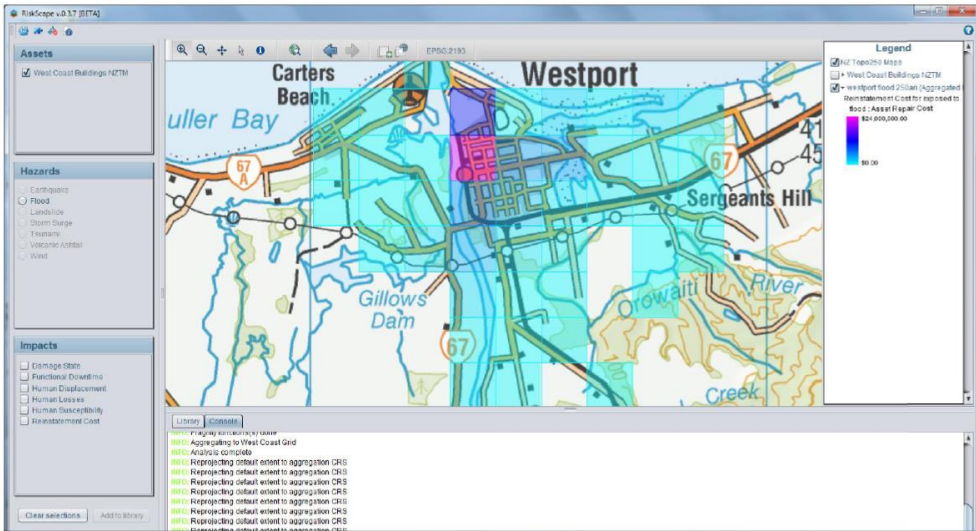
■ **국내:** 원단위법(1993), 개선법(2001), 다차원 홍수피해산정법(2004)



■ **국외:** HAZUS-MH (미국), RiskScape (뉴질랜드), MCM (영국), FLEMO (독일), Damage scanner (네덜란드) 등



< HAZUS-MH Flood Model >



< RiskScape >



1. 연구개요 – 다차원법 vs K-FRM

○ 다차원법 대비 K-FRM에서의 개선사항

- ❑ 신규 피해대상 추가: **차량피해**
- ❑ 표준화된 고해상도 **인벤토리(자산정보)** 자료 사용, **피해평가기준** 재정립 및 **원단위** 최신화
- ❑ 국내 실정 고려 **손상합수** 신규 개발, **피해물량을 포함한** 직관적 피해규모, 피해액 제시

구 분		다차원 홍수피해산정법(2004)	K-FRM	비 고
사유 자산	건물 (주거&산업)	<ul style="list-style-type: none">❑ 건물 기본정보: 면정보(시군구)❑ 건물 위치정보: 토지피복도로부터 확인❑ 자산가치: 감가상각 미고려, 구통계자료 활용❑ 손상합수: 치수경제조사매뉴얼(일본) 자료 사용	<ul style="list-style-type: none">❑ 건물 기본정보: 개별건물(point) 정보❑ 건물 위치정보: 개별건물 실제 위치(건물 중심점) 활용❑ 자산가치: 감가상각 고려, 보험사 자료 활용 CSVR 제시❑ 손상합수: 자체 개발 (국내 실정 고려)	방법론 개선
	차량	<ul style="list-style-type: none">❑ 대상자산 아님	<ul style="list-style-type: none">❑ 분석단위: 면정보(집계구 단위)❑ 자산가치: 감가상각 고려❑ 손상합수: 자체 개발	신규 개발
	농작물	<ul style="list-style-type: none">❑ 농작물 기본정보: 면정보(시군구)❑ 농작물 위치정보: 토지피복도로부터 확인❑ 피해평가기준: 생산비피해❑ 재배주기, 홍수발생시기 미고려	<ul style="list-style-type: none">❑ 농작물 기본정보: 농경지 객체(폴리곤) 정보❑ 농작물 위치정보: 농경지 객체 위치정보 직접 활용❑ 피해평가 기준: 생산비피해, 순수익저감피해 고려❑ 재배주기, 홍수발생시기 고려	방법론 개선
	인명	<ul style="list-style-type: none">❑ 인구 기본정보: 면정보 (읍면동)❑ 피해 영향인자: 침수면적 (침수심 미고려)	<ul style="list-style-type: none">❑ 인구 기본정보: 면정보 (집계구)❑ 피해 영향인자: 침수심, 인구계층(취약/일반)❑ 위험노출인구(PAR) 개념 활용	방법론 개선
공공 자산	공공시설	<ul style="list-style-type: none">❑ 일본 치수경제조사 매뉴얼의 피해계수 사용	<ul style="list-style-type: none">❑ 국내 피해실적 자료 활용 피해계수 도출	방법론 개선



2. K-FRM 방법론 – (1) 건물피해

● 건물피해 분석 체계

- 분석단위: 건물객체 → 건물 세부정보를 포함하는 개별건물 단위 분석
- 자산가치: 사용연수에 따른 감가상각률(%) 반영
- 손상함수: 직접개발 (피해조사 자료, 전문가의견, 보험사 Claim 자료 활용), 침수심(m)-손상률(%) 관계(relative)

● 분석절차

- 건물 인벤토리(.shp)와 침수구역도 간의 공간분석을 통해 해당 건물의 침수여부, 침수심(m)을 결정하고, 손상함수 (침수심-손상률 관계)로부터 결정한 손상률(%)과 건물/건물내용물 자산가치(원)를 고려하여 피해액 결정

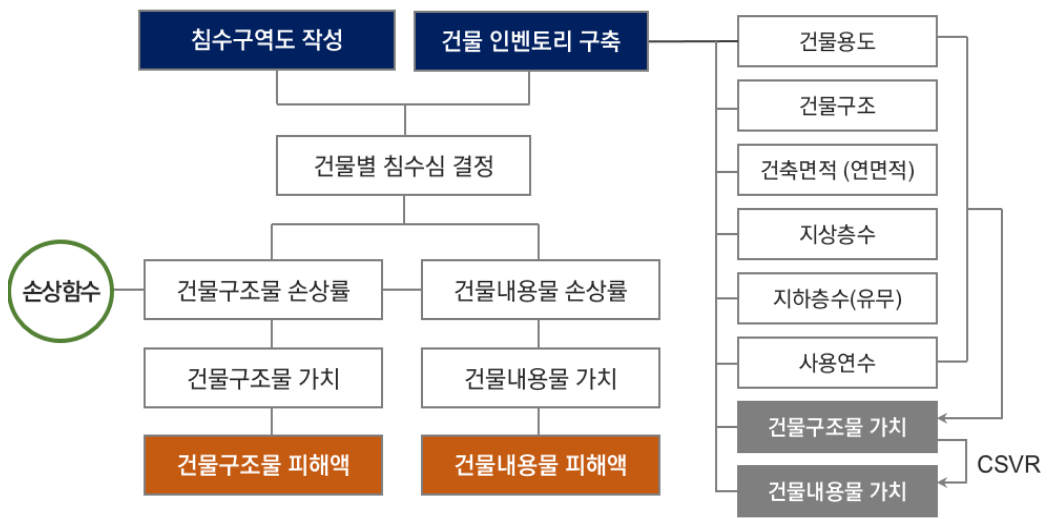
■ Building Structure Loss (BSL)

$$= \sum_{i=1}^n C_{jm_i} (1 - D_{jm_k}) \%DAM(d_i - h_i)$$

■ Building Contents Loss (BCL)

$$= \sum_{i=1}^n C_{jm_i} (1 - D_{jm_k}) CSVR_{jm} \%DAM(d_i - h_i)$$

where, C_{jm_i} : 건물구조물 가치(건축면적 이용시)
 D_{jm_k} : 감가상각률
 $\%DAM(d_i - h_i)$: 건물내부 침수심에 따른 손상률





2. K-FRM 방법론 – (2) 차량피해

○ 차량피해 분석 체계

- 분석단위: 집계구(polygon) 단위 → 집계구 내 포함된 차량대수 정보 활용
- 자산가치: 사용연수에 따른 감가상각 고려
- 손상함수: 직접개발 (전문가의견), 침수심(m)-손상률(%) 관계(relative)

○ 분석절차

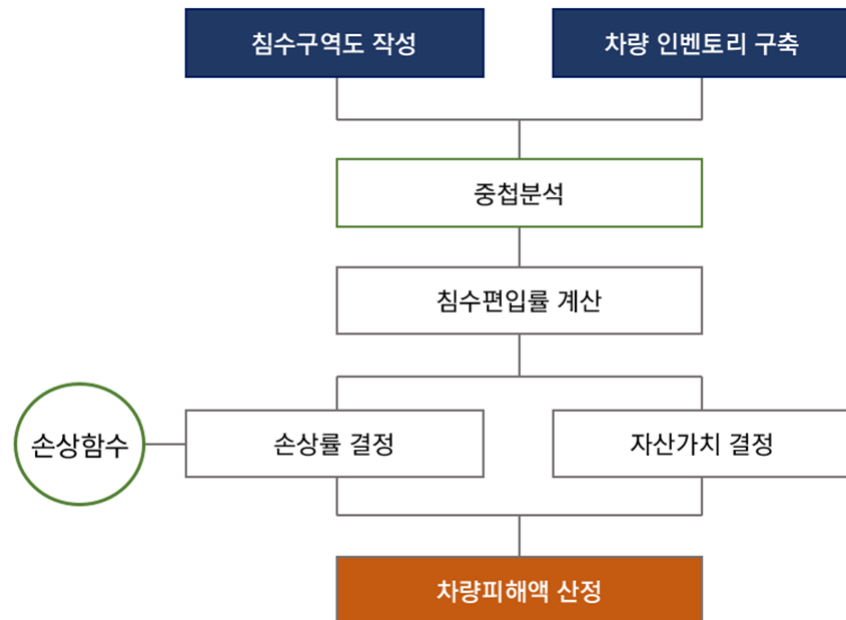
- 차량 인벤토리(.shp)와 침수구역도(.shp)간의 공간분석을 통해 침수심 구간별 침수편입률(%)을 결정하고, 해당 침수심에서의 손상률(%)을 자산가치에 곱하여 차량피해액 결정

$$\text{Vehicle Loss (VL)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ik} w_j \%DAM(d_{jk})$$

V_{ik} : i 집계구내 k 차량유형의 자산가치(원)

w_j : j 침수심구간 구역의 침수편입률

$\%DAM(d_{jk})$: j 침수심구간 k 차량 유형의 손상률





2. K-FRM 방법론 – (3) 농업피해(농작물/농경지)

○ 농업피해 분석 체계

- 분석단위: 스마트팜맵의 농경지경계(polygon) 단위 → 스마트팜맵의 경지유형별 경작면적 정보 활용
- 손상함수: 농업재해피해조사요령(농림부), 치수경제조사메뉴얼(일본 건설성) 참고하여 제시, 영향인자(침수심, 침수기간)
- 농작물피해 평가기준
 - 생산비 피해: 경작시작부터 피해발생까지 투입된 “생산비의 매몰(회수불가)로 인한 피해”
 - 순수익 손해: 피해발생에 따른 “기대 순수익 하락에 따른 피해”

○ 농작물피해 산정

$$CL = (C_T A) \cdot \%DAM(d, t) + (I_T A) \cdot \%DAM(d, t)$$

$$FL = (R_F A) \cdot \%DAM(d, t)$$

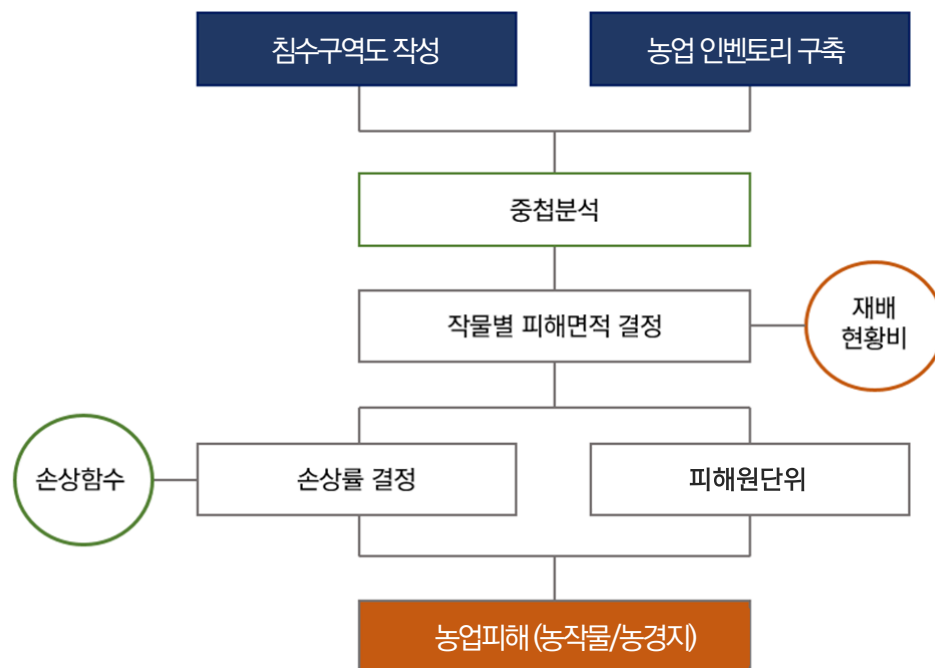
where, C_T : 투입생산비

I_T : 기대순수익

R_F : 농경지 피해단가

A : 피해면적

$\%DAM(d, t)$: 손상함수



○ 농경지피해 산정

- 침수심 1m를 기준으로 피해유무를 판별하고, 매몰/유실 피해단가를 고려해 산정



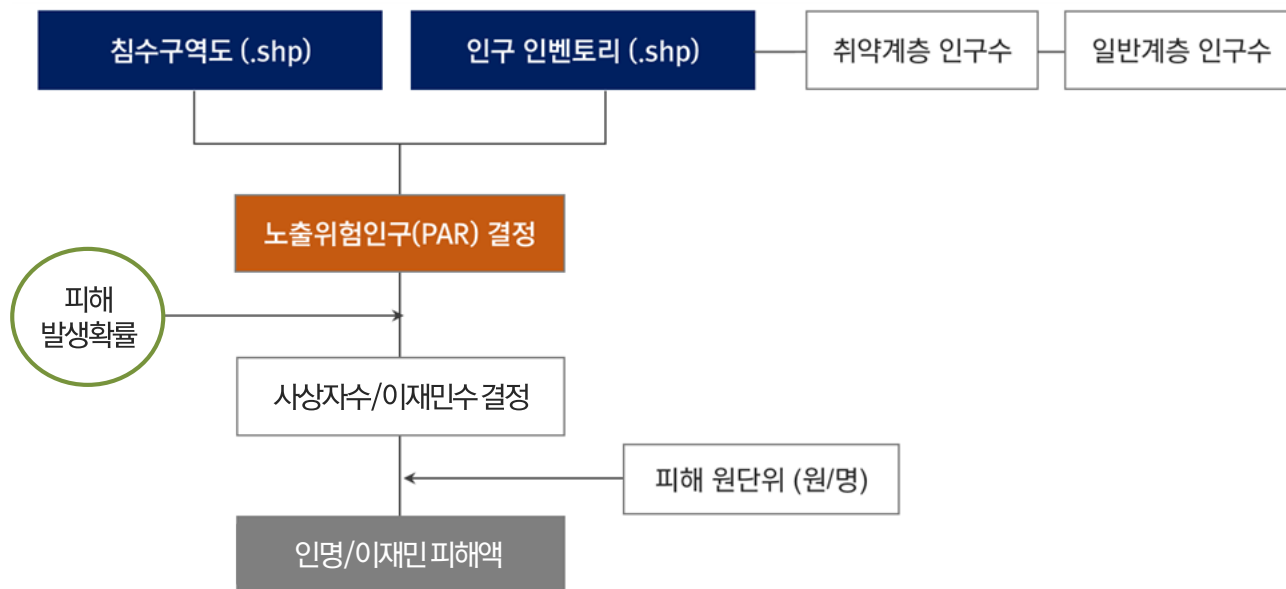
2. K-FRM 방법론 – (4) 인적피해(인명/이재민)

○ 인명/이재민피해 분석 체계

- 분석단위: 집계구(polygon) 단위 → 집계구 내 거주하는 인구수(센서스) 정보 활용
- 분석방법: 침수구역에 편입된 노출위험인구를 결정하고, 인구계층, 침수구간에 따른 피해 발생확률을 고려해 분석
 - 노출위험인구(PAR, Population At Risk): 지리적으로 침수구역 내 노출된 인구

$$\text{Human Loss} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (PAR_{ij})(LP_{ij})(CP) \quad \text{where, } (PAR_{ij}) : \text{노출위험인구}$$

(LP_{ij}) : 피해 발생확률
 (CP) : 피해원단위

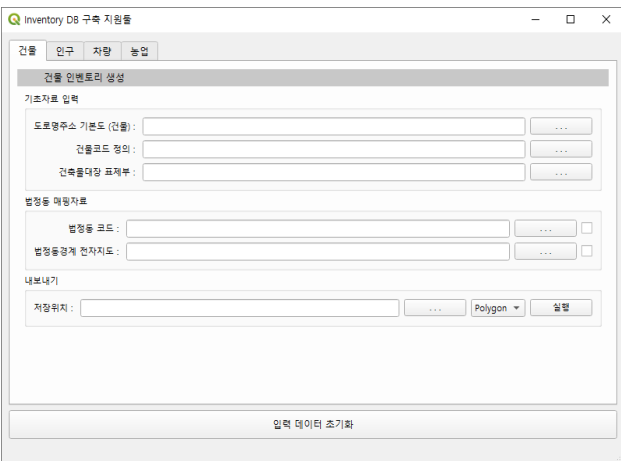
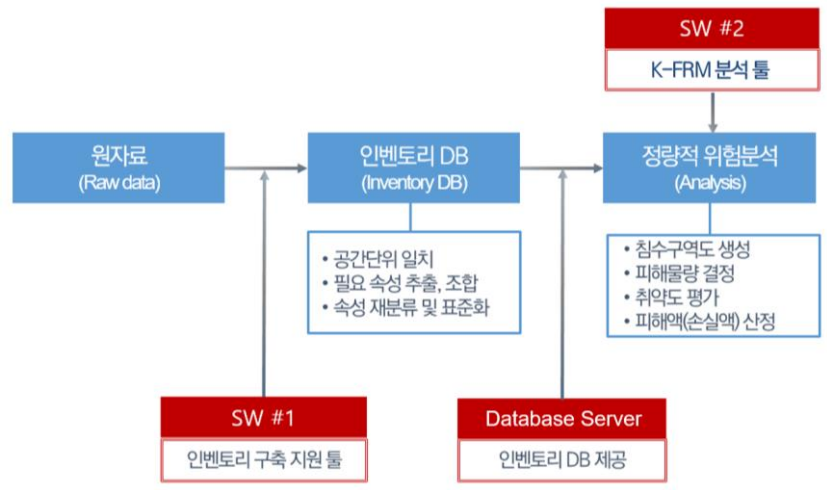


3. K-FRM 지원 시스템

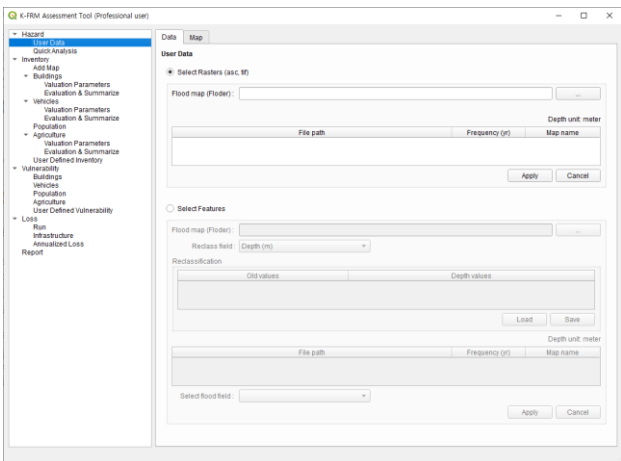


○ K-FRM 운용을 위한 정량적 홍수위험 분석 시스템

- I-Builder: 인벤토리 DB 구축 툴
- K-CDMS: 기초자료 제공 시스템
 - 전국 인벤토리 DB 제공
 - 매년 갱신이 필요한 원단위/parameter (직접수신)
 - 손상함수 라이브러리 제공 (직접수신)
- K-FRM: 정량적 위험분석 지원 툴



< I-Builder >



< K-FRM >

#	연도	행정구역명	인구	면적	취약도	피해액	손실액
1	2018	서울특별시	Download	Download	Download	Download	Download
2	2018	경기도	Download	Download	Download	Download	Download
3	2018	충청남도	Download	Download	Download	Download	Download
4	2018	충청북도	Download	Download	Download	Download	Download
5	2018	전라북도	Download	Download	Download	Download	Download
6	2018	전라남도	Download	Download	Download	Download	Download
7	2018	경상북도	Download	Download	Download	Download	Download
8	2018	경상남도	Download	Download	Download	Download	Download
9	2018	충청남도	Download	Download	Download	Download	Download
10	2018	충청북도	Download	Download	Download	Download	Download
11	2018	전라북도	Download	Download	Download	Download	Download
12	2018	전라남도	Download	Download	Download	Download	Download
13	2018	경상북도	Download	Download	Download	Download	Download
14	2018	경상남도	Download	Download	Download	Download	Download
15	2018	충청남도	Download	Download	Download	Download	Download
16	2018	충청북도	Download	Download	Download	Download	Download
17	2018	전라북도	Download	Download	Download	Download	Download
18	2018	전라남도	Download	Download	Download	Download	Download
19	2018	경상북도	Download	Download	Download	Download	Download

< K-CDMS >

3. K-FRM 지원 시스템 – K-CDMS



K-CDMS

- 건물, 인구, 농업, 차량 인벤토리 DB 제공 서비스
- 행정구역별 DB 제공 / 영역(.shp) 내 DB 제공

Home / 인벤토리 DB / 행정구역단위

검색 2018 선택 선택 초기화

* 자료 분량에 따라 다운로드 시간이 10초 이상 소요될 수도 있습니다.

#	연도	행정구역명	건물	인구	농작물	차량	4종
1	2018	서울특별시	Download	Download	Download	Download	Download
2	2018	부산광역시	Download	Download	Download	Download	Download
3	2018	대구광역시	Download	Download	Download	Download	Download
4	2018	인천광역시	Download	Download	Download	Download	Download
5	2018	광주광역시	Download	Download	Download	Download	Download
6	2018	대전광역시	Download	Download	Download	Download	Download
7	2018	울산광역시	Download	Download	Download	Download	Download
8	2018	세종특별시	Download	Download	Download	Download	Download
9	2018	강기도	Download	Download	Download	Download	Download
10	2018	강원도	Download	Download	Download	Download	Download
11	2018	충청북도	Download	Download	Download	Download	Download
12	2018	충청남도	Download	Download	Download	Download	Download
13	2018	전라북도	Download	Download	Download	Download	Download
14	2018	전라남도	Download	Download	Download	Download	Download
15	2018	경상북도	Download	Download	Download	Download	Download
16	2018	경상남도	Download	Download	Download	Download	Download
17	2018	제주특별자치도	Download	Download	Download	Download	Download

SHP 업로드

파일 선택 선택된 파일 없음

☐ 건물 ☐ 인구 ☐ 농작물 ☐ 차량 ☐ 전체 2018

다운로드 A방식 다운로드 B방식

영역 지정

* 자료 분량에 따라 다운로드 시간이 10초 이상 소요될 수도 있습니다.

영역지정(차량) 영역지정(건물) 영역지정(인구) 영역지정(농작물)



3. K-FRM 지원 시스템 – K-FRM 분석 툴

○ K-FRM 분석 툴 개요

❑ Q-GIS 3.10 Plug-in 형태로 개발

❑ 대용량의 인벤토리 DB를 고려해 오프라인 분석을 위한 General 버전 및 온라인 환경의 Pro 버전으로 구분

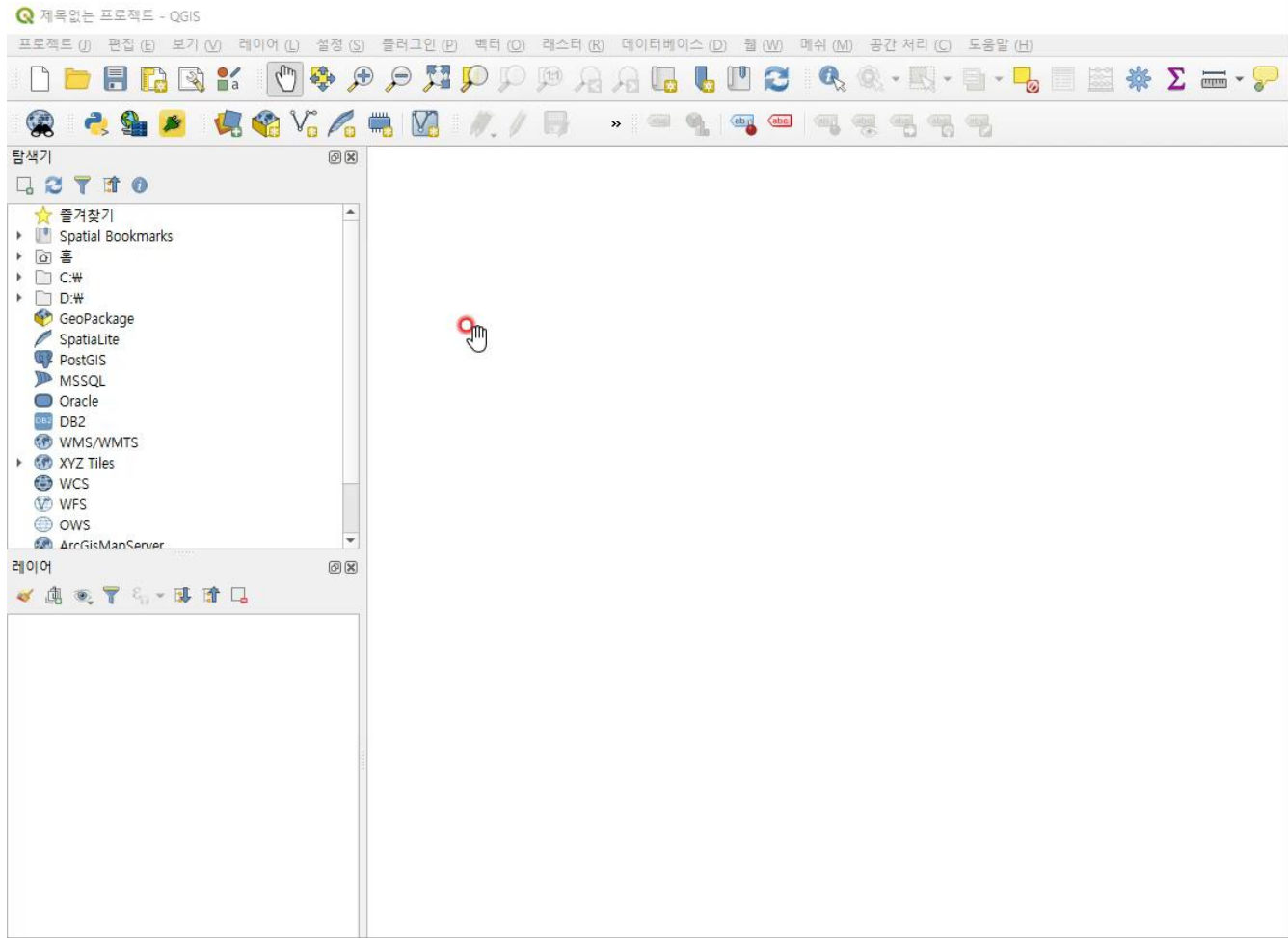
○ K-FRM 주요 기능

기능 구분		General Ver.	Pro Ver.	비고
Hazard	침수구역도 생성	Level Pool 방법에 의한 침수구역도 간편 제작		개발 中
	침수구역도 불러오기	사용자 침수구역도 입력 및 전처리(.asc, .tif, .shp)		
Inventory	인벤토리 DB 입력	사용자 인벤토리 DB 사용	서버로부터 DB 수신	건물, 차량, 농업, 인구 인벤토리
	자산가치 분석	원단위/파라미터 정보 수신 및 정의, 자산가치 분석, 자산통계		
Vulnerability	취약성 정의	손상함수/피해확률 라이브러리 수신, 사용자 정의(수정)		
Loss	피해액 분석	사유자산 피해물량 및 피해액 분석, 요약/레포팅		
	공공자산 피해액 분석	피해계수에 따른 공공자산 피해 분석		개발 中
	EAD 분석	연균등 피해액 분석 및 래스터 매핑		개발 中
기타	베이스맵 지원	베이스맵 지원		



3. K-FRM 지원 시스템 – K-FRM 분석 툴

○ K-FRM 시연



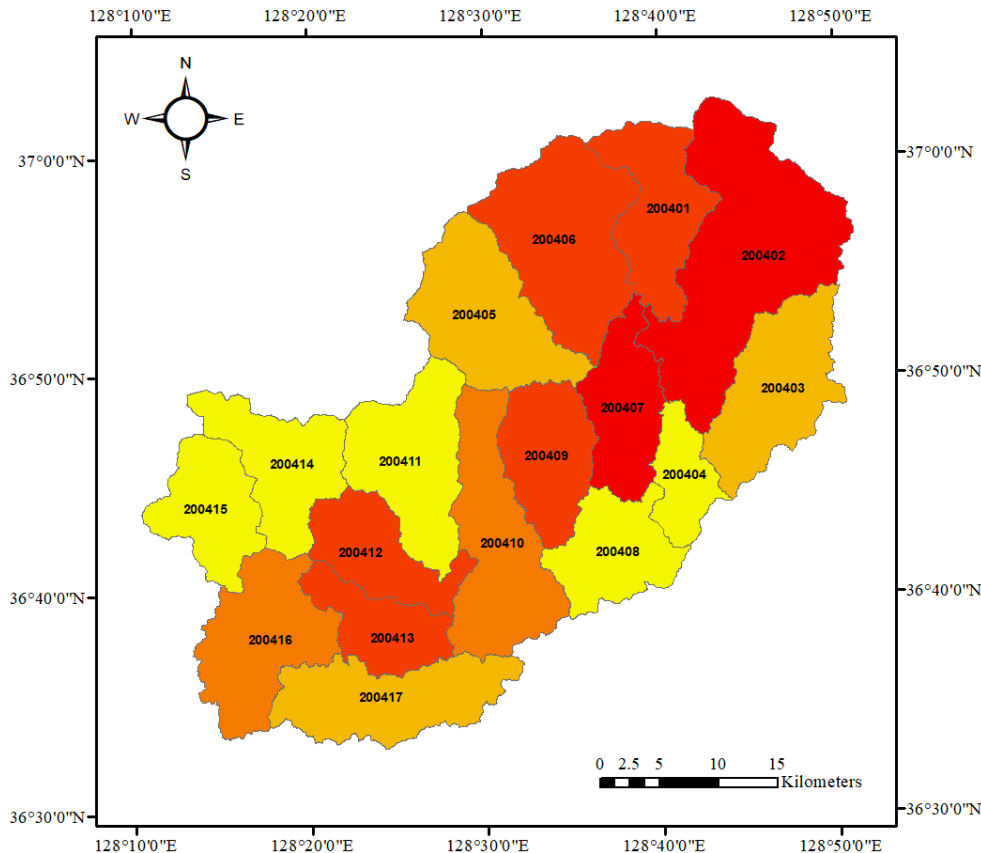


4. K-FRM 활용사례 (1) – 정량적 홍수위험 평가

● 정량적 홍수위험 평가: 내성천 유역

▣ 내성천유역내 표준유역별 EAD 분석

- 표준유역 “200407”의 EAD가 연간 68.8억원으로, 가장 높은 위험도를 보임
- 내성천 본류구간의 경우 전반적으로 상류구간에서 위험도가 높은 것으로 나타남



Sub-basin	EAD (1,000KW)	비고
Total	13,840.6	
200407	6,888.3	서천
200402	2,699.5	내성천
200412	675.4	금곡천
200406	650.1	죽계천
200409	628.4	옥계천
200413	555.0	한천
200401	542.6	낙화암천
200416	424.3	금천
200410	250.5	내성천
200403	168.0	토일천
200405	157.8	서천
200417	119.1	내성천
200415	34.4	대하리천
200411	25.1	한천
200408	20.8	내성천
200414	1.1	금천
200404	0.3	내성천

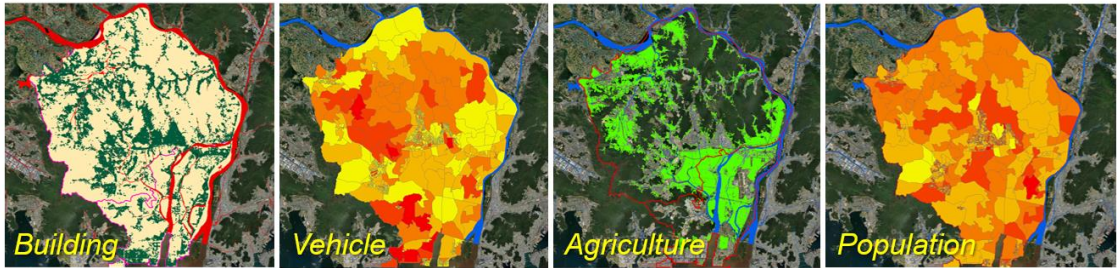


4. K-FRM 활용사례 (2) – 경제성분석

● 경제성분석(편익분석): 서낙동강 하천정비사업 예비타당성조사 (KDI)

대상지역
인벤토리 구축

건물, 차량, 농업, 인구
인벤토리 구축
(부산광역시 강서구,
김해시)



홍수피해 추정
(by K-FRM)

5개 홍수빈도에서의
사업시행전,
사업시행후
조건에서의
홍수피해 추정

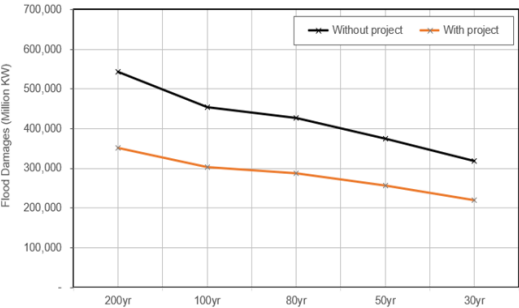
〈K-FRM을 이용한 홍수피해 추정 결과〉 (단위: 백만원)

홍수빈도	사업시행전/ 사업시행후	건물피해	차량피해	인적피해		농업피해		사유자산 피해	공공자산 피해	총 피해액
				인명	이재민	농작물	농경지			
30년	사업시행전	108,718	22,576	627	627	18,148	6,190	156,887	161,750	318,637
	사업시행후	76,458	18,200	438	368	7,103	5,675	108,243	111,598	219,841
50년	사업시행전	132,193	24,883	708	674	19,686	6,322	184,466	190,184	374,650
	사업시행후	92,655	19,893	475	384	7,184	5,793	126,386	130,304	256,689
80년	사업시행전	154,425	27,001	763	717	21,207	6,460	210,575	217,102	427,677
	사업시행후	106,107	21,313	517	403	7,251	5,889	141,480	145,866	287,347
100년	사업시행전	164,953	28,192	787	740	21,906	6,558	223,136	230,053	453,190
	사업시행후	113,256	21,943	536	410	7,275	5,919	149,339	153,968	303,307
200년	사업시행전	202,722	31,536	863	803	24,198	7,083	267,205	275,489	542,694
	사업시행후	135,106	23,689	588	439	7,343	6,017	173,182	178,550	351,732

**홍수피해경감편의
결정**

홍수피해밀도곡선(초과
확률-홍수피해)에 의한
홍수피해경감편의 결정

〈홍수피해밀도곡선〉



“예비타당성조사 수행을 위한 세부지침 (KDI)” 내 K-FRM 반영 예정

참고자료



- ❑ K-FRM 플러그인 & 소스코드: <https://github.com/floodmodel/K-FRM>
- ❑ K-FRM wiki: <https://github.com/floodmodel/wiki>
- ❑ K-FRM 교육 동영상: <https://www.youtube.com/watch?v=PzIEDj—56g&t=16s>

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 물관리연구사업의 지원을 받아 연구되었습니다.(21AWMP-B121100-06)

감 사 합 니 다 .

