원자력방재를 위한 지리정보시스템

Geographical Information System for Nuclear Disaster Prevention

이광표[1] · 이 윤[2] · 김인현[3]

Abstract

고리, 월성, 울진, 영광 등 4개 원전부지와 하나로 연구용 원자로 부지에 대해 방사성물질의 대기 중 누출사고 발생 시 대축척 전자지도와 연계한 사고정보 파악, 예상피해분석, 방재시설 및 소개정보 활용 등을 통해 중앙정부 및 지방자치단체가 방사능 물질 피해지역 관리 및 신속하고 효율적인 주민대응조치 수립을 위한 의사 결정 지원할 수 있는 방사능방재 지리정보시스템 구축이 필요하다.

본 연구에서는 고리, 월성, 울진, 영광, 대전지역의 원자력 발전소 및 연구용 원자로 반경 40km이내 지역의 행정경계, 도로, 등고, 수계, 건물 등의 일반지형지물정보와, 비상계획구역 내 마을의 상세정보, 집결지, 대피소, 교통통제소, 환경방사능감시기, TLD 등의 방재시설물 위치 및 관련상세정보, 관공서, 경찰서, 소방서, 보건소, 학교, 병원 등의 방재관련 지형지물 위치 및 관련상세정보, 원전부지 내 인구분포, 보유 차량 분포, 농작물 재배 현황, 축산물 재배현황 등의 방재관련 사회통계정보를 포함하는 공간 및 속성 데이터베이스는 구축하였다.

이를 기반으로 방사선 피폭영향 평가시스템(FADAS)의 예상평가결과를 전자지도 상에 표출하고, 이에 근거한 예상피해를 분석하며, 소개단계 대상 마을 검색 및 바람장 분석을 활용한 소개경로 제시 등을 통해 주민보호조치 의사결정을 지원하며, 사고대응 및 소개현황 정보를 관리하는 웹 기반의 원자력방재 지리정보시스템을 확대 개발하였다. 방재시설물 및 방재관련 지형지물, 방재관련 사회통계자료의 검색기능 및 실시간 원전 바람장 정보 조회, 실시간 ERMS 수집정보 조회, 수치예보 정보 조회, 온라인 DB관리 등의 확대 구현을 통해 사고대응조치 및 피해분석업무를 지원하였다.

본 연구를 통한 원자력방재지리정보시스템 완성을 통해 방사능 비상시 중앙본부와 지역본부 및 유관기관 간에 지리정보와 연계한 정확한 사고정보 및 방재정보의 신속한 공유를 제공하고, 적절한 비상대응조치 의사결정 및 주민보조조치 수행을 지원하여 효율적인 사고지역 관리 및 인적·물적 자원의 피해를 최소화하는데 기여할 것으로 기대된다.

I. 시스템 개요

원자력방재지리정보시스템은 원전부지의 지리정보와 연계한 정확한 방재관련 정보 및 방사능누출사고정보를 중앙본부와 지역본부, 정부부처, 지방자치단체 및 원자력방

[1] 한국공간정보통신, kplee@ksic.net
[2] 한국공간정보통신, overcom@ksic.net
[3] 한국공간정보통신, ihkim@ksic.net

재 유관기관이 신속하게 공유하고 이에 효율적으로 대응하는 것을 지원하는 웹 기반 방재시스템이다.

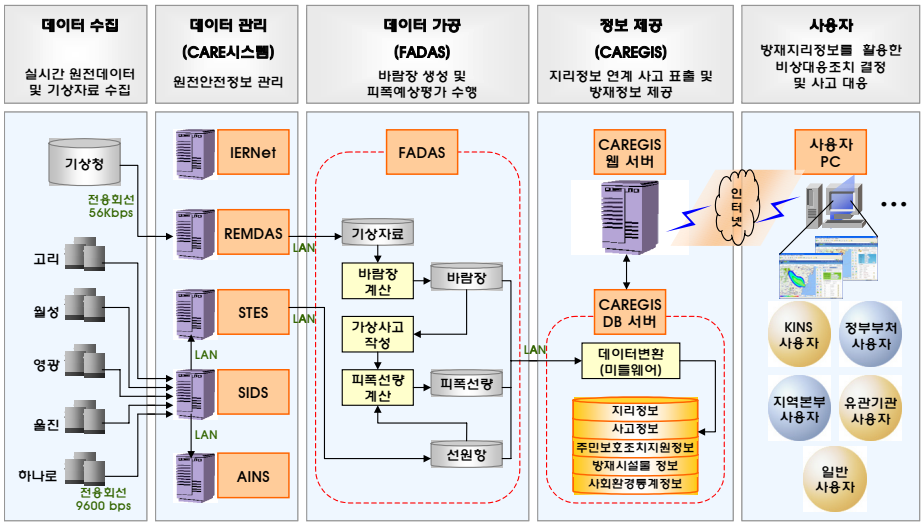
중앙본부(KINS)에서는 상시적으로 원전의 안전변수와 기상청자료를 실시간으로 수집하여 CARE시스템을 통해 원전상태를 모니터링하고 있으며, 방사성물질 누출사고가 발생하거나 방재훈련을 위한 가상사고를 설정하면 수집된 자료를 바탕으로 선원항평가(STES)를 수행하여 그 결과를 입력으로 한 방사선피폭영향평가시스템(FADAS)의 피폭평가가 수행된다.

원자력방재지리정보시스템은 피폭평가결과를 바탕으로 지리정보와 연계하여 사고정보를 보다 명확하고 사실적으로 표출하며, 사고정보와 연계한 예상피해 분석과 소개가 필요한 피해예상지역 검색 및 대상주민의 최적소개경로를 제시한다. 실제 소개가 발생하였을 때 소개현황을 입력/관리하며, 전문가들의 의사결정지원을 위한 방재시설물 정보조회 및 사회환경통계정보 조회 기능을 제공한다. 또한 원전부지에서 실시간으로 수집된 바람장정보 및 기상청의 수치예보정보를 지리정보와 연계하여 표출한다[그림1].

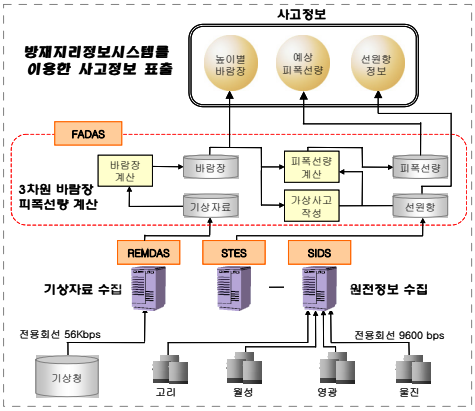
II. 방사능피폭영향평가

방사선피폭영향평가시스템(FADAS: Following Accident Dose Assessment System)은 Random-walk diffusion model이란 확산모델을 기초로 REMDAS로부터 얻어진 3차원 바람장과 STEP에서 평가된 방사선원항을 입력으로 하여 예상시각대별 피폭선량을 평가한다. 그 결과로 방사성물질이 누출되었을 때 시간이 흐름에 따라 방사성물질이 어느 지역으로 확산되는지를 예측할 수 있다[그림2].

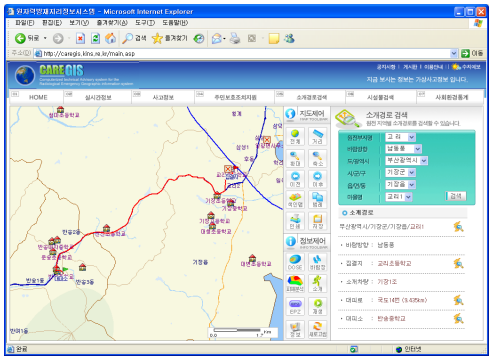
FADAS는 방사성물질 누출사고가 발생하면 원전에서 수집한 실시간정보를 바탕으로 자동으로 평가를 수행하도록 설정되어 있으며, 이를 위해 실시간 자료와 가상자료를 동시에 처리할 수 있도록 복수의 프로세스를 수행할 수 있도록 구성되어있다. 실시간으로 피폭해석 체제의 안정성 확보와 실시간 자료와 가상자료를 동시에 처리하는



[그림 1] 원자력방재지리정보시스템 개요



[그림 2] FADAS 구성



[그림 5] 소개정보 조회 화면

복수의 프로세스가 가능하도록 FADAS는 두 개의 프로세서를 장착한 서버로 구성되었으며, 바람장 계산모듈, 방사성물질누출사고 입력모듈 및 피폭선량 계산모듈로 구성되었다.

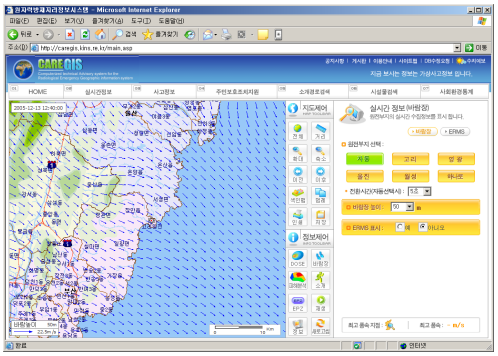
바람장 계산모듈은 부지주변의 기상탑과 부지주변의 자동기상관측망에서 측정되어 10분마다 전송되는 자료를 바탕으로 대기안정도와 안정도에 따른 확산관련변수를 계산하여 부지 주변의 바람장을 생산한다.

방사성물질누출사고 입력모듈은 실시간으로 선원항을 감시하며, 비상시 자동으로 피폭선량 프로그램 기동한다. 또한 미리 작성된 예상되는 사고 유형의 방출률로 현재 시간의 기상장에 적용하여 평가할 수 있도록 사고 시나리오 작성을 담당한다.

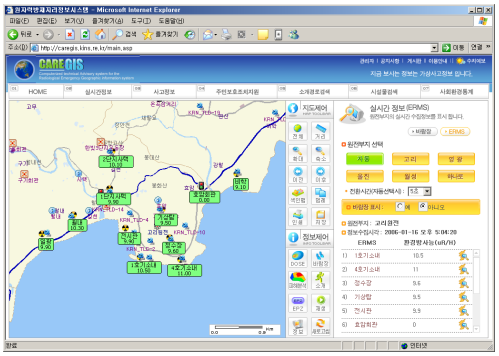
피폭선량 계산모듈은 주어진 다수의 시나리오에 대해서 각각 독립된 프로세스로 피폭선량 계산을 수행하며 하나의 방출 사고에 대해서도 방출율과 방출시간을 달리 가정하여 평가도 가능하다.

III. 시스템 기능 구성

원자력방재지리정보시스템은 방사선피폭영향평가시스템의 평가결과를 바탕으로 원전부지의 지리정보와 연계하여 방재대응조치 등의 의사결정지원을 수행한다. 이를 위해 전자지도와 연계하여 실시간 정보 조회기능, 사고정보 조회기능, 주민보호조치 지

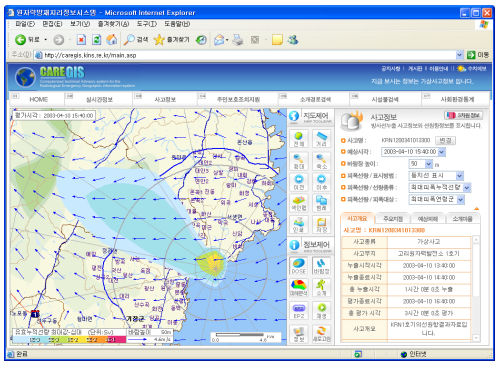


(a) 실시간 바람장

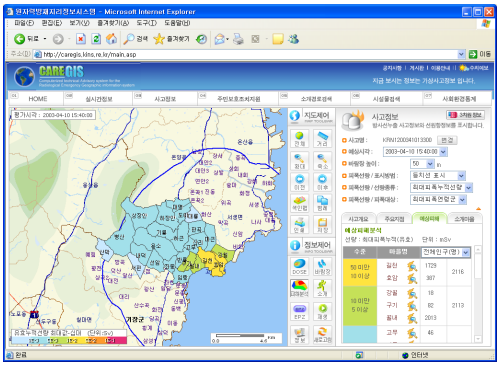


(b) ERMS 수집정보

[그림 3] 실시간 정보 조회 화면



(a) 방사선 피폭영역



(b) 예상피해분석

[그림 4] 사고정보 조회 및 예상피해분석 화면

원기능, 소개경로 조회기능, 시설물정보 조회기능, 사회환경통계 조회기능 등을 제공한다.

실시간 정보 조회기능은 원전부지에서 실시간으로 수집된 높이별 바람장 정보와 원전 주변의 ERMS 및 전국환경방사능 감시기가 수집한 실시간 정보, 현장파견자로부터 전송된 현장수집정보를 지리정보와 연계하여 표시한다. [그림 3]은 실시간 정보 조회기능의 화면을 보여준다.

사고정보 조회기능은 방사선피폭영향 평가시스템의 평가결과를 지도 화면에 표출하고, 표출결과를 제어하며, 사고 관련 정보를 제공한다. 이에는 사고명 선택 및 사고개요 조회와 평가시각별로 피폭선량, 바람장, 주요 지점 결과, 예상 피해 분석, 소개마을 검색, 대상마을의 추천 소개경로 조회 등이 포함된다. [그림 4]는 사고정보 조회기능의 대표적인 화면들을 보여준다.

주민보호조치 지원기능은 피폭영향평가 결과를 바탕으로 주민보호조치를 지원하기 위한 기능으로 소개현황 정보를 조회하고 관리하며, 사고처리현황을 지도상에 표시하여 정보를 공유할 수 있도록 지원한다.

소개경로 조회 기능은 마을별 바람방향별 소개경로를 조회하는 기능을 포함한다. [그림 5]는 소개경로 조회 화면을 보여준다.

시설물정보 조회기능은 주민들의 원자력 방재교육 및 비상대응결정 지원을 위해 원전부지에 존재하는 방재관련 시설물을 검색하고 관련정보를 제공하는 기능으로 선택된 행정구역이나 지도상의 선택 영역에 대하여 집결지, 대피소, 교통통제소, 환경방사능감시기, TLD 등의 방재시설물과 관공서, 경찰서, 소방서, 보건소, 병원, 학교 등의 방재관련 지형지물을 종류별로 검색하고 시설물의 상세정보를 제공한다.

사회환경통계정보 조회기능은 방사능 오염지역의 피해예상분석 지원을 위해 원전부지의 방재관련 사회환경통계정보를 제공하는 기능으로 인구분포, 보유차량분포, 농작물 재배현황, 축산물 사육현황의 관련 항목들을 종류별로 검색하고 읍면동 레벨까지의 자료를 제공한다.

그 밖에 수치예보정보 조회 기능은 3시간마다 기상청으로부터 수신되는 30시간동안의 수치예보 정보를 바탕으로 등압별 바람장, 등압높이, 행성경계층, 강우량, 대기안정도 등의 정보를 시각대별로 조회하며, 온라인 DB 수정 기능은 온라인으로 변경된 속성 DB의 변경 요청을 할 수 있는 기

능으로 수정 요청을 하는 기능과 수정된 요청 정보를 처리하는 기능을 포함한다.

IV. 데이터베이스 구성

원자력방재지리정보시스템의 데이터베이스는 고리, 월성, 영광, 울진, 하나로 원전 반경 40km 이내 지역에 대해 구축된 공간 데이터베이스와 속성데이터베이스로 구성된다.

1) 공간데이터베이스 구성

원자력방재지리정보시스템에 사용되는 공간 데이터베이스는 고리 및 월성, 영광, 울진, 하나로 원전의 반경40km 이내 지역의 행정경계, 도로, 건물, 지형, 수계 등의 일반지형지물과 집결지, 대피소, 교통통제소, 환경방사능감시기, TLD 등의 방재시설물, 관공서, 경찰서, 소방서, 보건소, 병원, 학교 등의 방재관련 지형지물의 공간정보를 구축한다. <표 1>은 공간데이터베이스의 레이어 구성을 정리한다.

2) 속성데이터베이스 구성

원자력방재지리정보시스템의 속성데이터베이스는 기본정보, 사고정보, 소개정보, 방재관련 시설물정보, 온라인DB수정정보, 방재관련 사회환경통계정보, 수치예보정보로 구성된다. 기본정보 및 온라인 DB 수정정보는 사용자의 시스템 사용과정에서 자동 생성되며, 사고정보 및 수치예보정보는FADAS의 결과를 원자력방재지리정보시스템에서 표출하기 적합한 형태로 데이터를 변환한 결과이다. 소개정보 및 소개관련 방재시설물정보(집결지, 대피소, 교통통제소, ERMS, TLS)는 한국수력원자력본부의 부지별 방사선비상계획서를 근거로 구축되었으며, 그 외 방재관련시설물정보(관공서, 경찰서, 소방서, 보건소, 학교, 병원)는 관련기관의 홈페이지 및 공개자료를 근거로 구축되었다. 방재관련 사회환경통계정보는 해당 행정기관의 통계연보 및 통계청의 농어업총조사 자료를 기반으로 구축되었다. <표 2>은 원전부지별 속성데이터베이스의 구축량을 정리한다.

V. 결 론

〈표 1〉 공간데이터베이스 레이어 구성

분류		레이어
방재시설물		집결지, 대피소, TLD, 환경방사능감시기, 교통통제소
방재관련 지형지물		관공서, 경찰서, 소방서, 보건소, 병원, 학교
지형지물	행정경계	광역시/도계, 시/군/구계, 읍/면/동계 등
	도로	고속도로, 일반국도, 지방도, 시/군도, 도로중심선, 도로번호 등
	도로시설	인도, 교량, 육교, 지하도입구, 계단, 고가도로, 터널 등
	건물	아파트, 빌딩, 일반주택, 연립주택, 상업시설 등
	지형	등고
	수계	하천경계, 하천중심선, 호수, 저수지, 폭포 등
	기타	철도시설, 농경지, 녹지 등
	POI	수계명, 산명, 다리명
FADAS 시스템 DB		AWS, 주요관심지점

〈표 2〉 원전별 반경 40km이내 지역의 속성데이터베이스 구축량

구분	구 축 량				
	고 리	월 성	울 진	영 광	하나로
소개정보	115개	46개	43개	121개	1개
방재관련	86개	46개	43개	37개	1개
시설물	88개	50개	25개	22개	2개
정보	35개	11개	33개	22개	2개
	37개	21개	28개	37개	1개
	11개	10개	10개	13개	–
	21개	5개	–	11개	–
	43개	42개	43개	43개	6개
	339개	58개	51개	106개	176개
	34개	65개	35개	93개	120개
	95개	20개	36개	11개	38개
	39개	28개	29개	64개	41개
	44개	7개	6개	30개	22개
	869개	202개	141개	257개	530개
방재관련 사회환경 통계	305개 행정구역	58개 행정구역	46개 행정구역	100개 행정구역	155개 행정구역

본 연구에서는 고리, 월성, 울진, 영광, 대전지역의 원자력 발전소 및 연구용 원자로 반경 40km이내 지역의 행정경계, 도로, 등고, 수계, 건물 등의 일반지형지물정보와, 비상계획구역 내 마을의 상세정보, 집결지, 대피소, 교통통제소, 환경방사능감시기, TLD 등의 방재시설물 위치 및 관련상세정보, 관공서, 경찰서, 소방서, 보건소, 학교, 병원 등의 방재관련 지형지물 위치 및 관련상세정보, 원전부지 내 인구분포, 보유 차량 분포, 농작물 재배 현황, 축산물 재배현황 등의 방재관련 사회통계정보를 포함하는 공간 및 속성 데이터베이스는 구축하였다.

이를 기반으로 방사선 피폭영향 평가시스템(FADAS)의 예상평가결과를 전자지도상에 표출하고, 이에 근거한 예상피해를 분석하며, 소개단계 대상 마을 검색 및 바람장 분석을 활용한 소개경로 제시 등을 통해 주민보호조치 의사결정을 지원하며, 사고대응 및 소개현황 정보를 관리하는 웹 기반의 원자력방재 지리정보시스템을 확대 개발하였다. 방재시설물 및 방재관련 지형지물, 방재관련 사회통계자료의 검색기능 및 실시간 원전 바람장 정보 조회, 실시간 ERMS 수집정보 조회, 수치예보 정보 조회, 온라인 DB관리 등의 확대 구현을 통해 사고대응조치 및 피해분석업무를 지원하였다.

본 연구를 통한 원자력방재지리정보시스템 완성을 통해 방사능 비상시 중앙본부와 지역본부 및 유관기관 간에 지리정보와 연계한 정확한 사고정보 및 방재정보의 신속

한 공유를 제공하고, 적절한 비상대응조치 의사결정 및 주민보조조치 수행을 지원하여 효율적인 사고지역 관리 및 인적·물적 자원의 피해를 최소화하는데 기여할 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 1, 2, 3단계에 걸쳐 한국원자력안전기술원의 '원자력방재지리정보시스템 구축' 연구 과제의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

[1] 원자력방재지리정보시스템 구축, 2005, 한국원자력안전기술원
[2] GPS방사선원위치추적관리시스템 및 원자력방재지리정보시스템 구축, 2004, 한국원자력안전기술원
[3] 원자력방재지리정보 및 환경방사능감시차량관제시스템 구축, 2003, 한국원자력안전기술원
[4] 실시간 피폭해석시스템(FADAS) 운영체제 개선, 2000, 한국원자력안전기술원