

원전 중대사고시 소외 리스크 정보 시스템 개발

The Development of a Nuclear Accident Risk Information System

정종태, 정원대

한국원자력연구소
대전광역시 유성구 덕진동 150

요약

원자력 발전소 중대사고시 주변 주민에게 미치는 건강영향을 평가하고 결과를 수치지도 상에 도시하여 분석이 가능한 NARIS(Nuclear Accident Risk Information System) 시스템을 개발하였다. 이 시스템을 통하여 중대사고시 방사성 물질이 대기 중으로 방출되었을 경우 발전소 주변의 건강영향 분포를 수치지도 상에 도시하여 특성을 시각적으로 쉽게 파악할 수 있을 뿐만 아니라 선형 등치선도, 영역 등치선도, 조건 검색 등의 주제도 분석을 통하여 사용자가 원하는 분석이 가능하다. NARIS 시스템은 사고 발생시 소외에 미치는 영향을 신속하게 분석할 수 있을 뿐만 아니라 사고별로 미리 계산되어 저장된 데이터베이스를 통하여 신속한 도시 및 분석이 가능하므로 방사선 비상대책 본부에서 신속하고 효율적인 비상대책을 수립하는데 도움을 줄 수 있다. 또한, 앞으로 경제성 평가 모듈과 최적화 모듈이 추가되면 방사선 비상대책 본부에서 최적의 비상대책을 수립하는데 기술적인 지원이 가능하다.

Abstract

The computerized system, NARIS(Nuclear Accident Risk Information System) was developed in order to support the estimation of health effects and the establishment the effective risk reduction strategies. Using the system, we can analyze the distribution of health effects easily by displaying the results on the digital map of the site. Also, the thematic mapping allows the diverse analyses of the distribution of the health effects. The NARIS can be used in the emergency operation facilities in order to analyze the distribution of the health effects resulting from the severe accidents of a nuclear power plant. Also, the rapid analysis of the health effect is possible by storing the health effect results in the form of a database. Therefore, the staffs of the emergency operation facilities can establish the rapid and effective emergency response strategies. The module for the optimization of the costs and benefits and the decision making support will be added. The technical support for the establishment of the optimum and effective emergency response strategies will be possible using this system.

1. 서론

원자력 발전소의 중대사고로 인해 방사성 물질이 대기 중으로 방출되면 방사성 물질은 바람에

의해 이동하며 주변환경은 방사성 구름으로부터 침적된 방사성 물질에 의해 오염되고 사람들은 방사선 피폭을 받게 된다. 방사성 물질이 인체나 환경에 미치는 영향을 평가하기 위해서는 방사성 물질의 대기내 이동 및 확산, 피폭경로별 피폭선량, 건강영향 및 경제적 영향 평가 등을 수행해야 하며 그 결과는 대부분 리스크(Risk)로써 주어진다. 이 리스크는 특정 사고의 발생 확률에 사고로 인한 결말 효과를 곱한 값으로 정의되며 이는 실제로 발전소에서 발생하는 사고의 중요도를 결정하는 가장 중요한 판단 기준이 된다.

만약에 원자력 발전소에서 중대사고가 발생하여 방사성 물질이 대기 중으로 방출된다면 주변 주민 및 환경에 미치는 영향을 제거하거나 감소시키기 위하여 주민 소개나 대피, 임시 이주 등과 같은 다양한 대응조치들이 수행된다. 이러한 다양한 대응조치들 중에서 가장 효율적인 수단을 선택하기 위해 의사 결정자들은 방사성 물질이 방출되는 시간과 대응조치를 수행하는 시간을 우선적으로 고려하여 대응수단을 결정해야 한다[1]. 이러한 효율적인 대응수단을 결정하기 위해서 의사 결정자들은 건강영향이나 심리적인 영향 뿐만 아니라 대응조치의 대중들의 수용 가능성이나 경제적 비용 등과 같은 다양한 정보들을 모두 고려해야 한다. 그러나, 의사 결정자들이 고려해야 될 정보의 양이 너무 많기 때문에 중요한 정보들을 모두 고려하여 정책 결정을 하기는 쉽지 않다. 따라서, 의사 결정자들로 하여금 합리적인 의사결정을 할 수 있고 의사결정에 있어서의 일관성을 유지할 수 있도록 지원할 수 있는 도구가 필요하다[2].

최근에는 의사결정 과정을 손쉽게 하거나 개선시키는 컴퓨터 기반의 정보시스템을 구축하여 의사 결정자들의 합리적인 의사결정을 지원한다[3]. 즉 비구조적인 의사결정을 조정하여 의사결정이 보다 구조적일 수 있도록 지원하며 변수가 너무 많아서 수작업으로 계산하기 어려운 경우에도 구조적인 의사결정을 할 수 있도록 이용된다. 최근에는 의사결정 지원 시스템의 확장된 개념인 공간 의사결정 지원 시스템(SDSS, Spatial Decision Support System)이 활용되고 있는데 이는 의사결정 지원 시스템(DMSS, Decision Making Support System)과 지리정보 시스템(GIS, Geographic Information System)을 통합한 구조로써 공간과 관련된 의사 결정자들을 지원할 수 있다[4].

본 연구에서는 원자력 발전소의 중대사고시 소외 건강영향을 평가하고 결과를 수치지도 상에 도시하는 프로그램을 개발하는데 그 목적이 있다. 이 시스템을 이용하여 평가 결과를 영역 등치선도나 선형 등치선도로 구분하여 도시하여 분포를 쉽게 파악할 수 있을 뿐만 아니라 사용자가 지정한 범위 내의 값들만을 선택적으로 도시할 수도 있다. 개발된 프로그램은 향후 비용을 고려한 비상대응의 최적화 모듈과 의사결정 지원 모듈을 추가하여 원자력 발전소 중대사고시 최적 비상대응 결정 지원 프로그램 개발에 이용될 예정이다.

2. 건강영향 평가 모델

2.1 대기확산

원자력 발전소의 중대사고가 발생하면 희유 기체, 할로젠, 또는 에어로졸 형태로 방사성 동위원소가 격납건물 내로 방출되며 격납건물 파손이 발생하면 이들 방사성 동위원소는 대기 중으로 방출되며 대기확산을 통하여 주변 주민과 환경에 방사능으로 인한 오염을 야기시킨다. 대기 중으로 방출된 방사성 물질은 대기 난류에 의해 확산이 일어나는데 확산에 의한 농도분포 예측을 위한

대표적인 모델은 Gaussian 모델이다[5]. 이 모델은 계산 시간이 적게 소요되며 입력 자료가 간단하고 평지에서의 실험 자료와 근사한 결과를 보여주기 때문에 널리 사용되고 있다. 또한, 반복 계산을 통한 민감도 분석이나 불확실성 분석에 매우 용이하다.

Gaussian 모델에서의 일반적인 해는 다음과 같다.

$$\chi = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (1)$$

여기서, χ 는 방사성 동위원소의 농도(Ci/m³), Q' 은 방출율(Ci/sec), \bar{u} 는 x 방향의 평균 풍속, h 는 방출고도, σ_y , σ_z 는 각각 수평 및 수직 방향의 분산계수이다. 그리고, 지표면에 있는 수용체의 농도 즉, $z=0$ 에서의 농도는 다음과 같다.

$$\chi = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{h^2}{2\sigma_z^2}\right)\right] \quad (2)$$

σ_y 와 σ_z 는 방출지점으로부터의 거리와 대기안정도의 함수이다. 보다 현실적인 확산 모델에서는 방사성 동위원소의 농도를 구하기 위해서 분산계수에 대한 실험 자료를 이용하지만 본 논문에서는 P-G 곡선군[6]을 아래와 같은 식으로써 표현하여 이용하였다.

$$\sigma_y(x) = \exp[sy_0 + sy_1 \ln(x) + sy_2 \ln(x)^2] \quad (3)$$

$$\sigma_z(x) = \exp[sz_0 + sz_1 \ln(x) + sz_2 \ln(x)^2] \quad (4)$$

대기 중으로 방출된 방사성 동위원소는 바람에 의해 이동해가면서 여러 가지 현상에 의해 그 농도가 변화한다. 대표적인 현상으로는 건 침적(dry deposition), 습 침적(wet deposition), 플룸 상승(plume rise), 방사성 붕괴, 건물 wake 영향, 지표면 조도(surface roughness), 방출 기간, 역전층(inversion lid) 영향 등이다. 이들 영향을 고려하여 식 (1)을 수정하여 농도 분포가 계산된다.

2.2 피폭선량 계산

대기 중 농도나 지표면 농도가 결정되면 개인이 받게되는 피폭선량을 계산할 수 있는데, 고려되는 조기 피폭경로는 이동 중인 방사성 구름에 의한 외부피폭(cloudshine), 지표면에 침적된 방사성 물질에 의한 외부피폭 (groundshine), 방사성 물질의 호흡으로 인한 내부피폭(inhalation)이 있다.

인체의 임의의 기관 j 에 대한 이동 중인 방사성 구름에 의한 피폭선량은 다음 식에 의해 계산된다.

$$D_c^j = \sum_{i=1}^N \chi_i (F_{\infty})_i^j \left(\frac{F_c}{F_{\infty}}\right)_i^j SF_c \quad (5)$$

여기서, χ_i 는 동위원소 i의 시간 적분된 농도(Ci-s/m³), $(F_{\infty})_i^j$ 는 동위원소 i의 선량 변환인자(rem-m³/Ci-s)이다. F_{∞} 의 값은 방사성 구름이 중심선에서의 값과 같은 값을 가지며 균일한 분포를 가진 준 무한대라는 가정 하에 얻어진 결과이다. 따라서, 이를 보정하기 위하여 보정계수 F_c/F_{∞} 가 이용된다. 이 보정계수는 σ_z 와 \overline{z} 의 함수로써 주어지며 여기서, \overline{z} 는 플룸의 유효 고도이다. 피폭선량은 또한, 차폐계수 SF_c 에 의해 줄어들게 되는데 이는 비상대응 수단에 따라 달라지게 된다.

방사성 구름으로부터 침적된 방사성 물질은 구조물 등을 통과하여 방사성 구름이 지나간 이후에도 감마선을 방출하게 되므로 피폭을 일으키게 된다. 이러한 경우, 침적된 방사성 물질이 방출하는 감마선에 의한 선량은 다음 식에 의해 계산된다.

$$D_g^j = \sum_{i=1}^N \chi_{Di} (F_g)_i^j SF_g \quad (6)$$

여기서, D_g^j 는 인체의 기관 j에 대한 groundshine에 의한 피폭선량, χ_{Di} 는 방사성 동위원소 i의 지표면 농도(Ci/m³), $(F_g)_i^j$ 는 방사성 동위원소 i, 기관 j에 대한 선량 변환인자(rem-m²/Ci)이다. SF_g 는 지표면 조도나 구조물 등을 고려한 차폐계수이며 이는 비상대응 수단에 따라 달라지게 된다.

호흡으로 인해 인체 내에 흡입된 방사성 물질은 생물학적으로 또는 방사성 붕괴에 의해 제거되기 전까지 인체 내에서 지속적으로 피폭선량을 일으키게 된다. 이러한 방사성 물질의 호흡으로 인한 피폭선량은 다음 식에 의해 계산된다.

$$D_i^j = \sum_{i=1}^N \chi_i (F_{in})_i^j Br \quad (7)$$

여기서, D_i^j 는 인체의 기관 j에 대한 호흡에 의한 피폭선량, Br은 호흡률(m³/sec), $(F_{in})_i^j$ 는 방사성 동위원소 i, 기관 j에 대한 선량 변환인자(rem/Ci)이다. 호흡률은 성별 또는 나이에 따라 다르지만 일반적으로 성인의 경우 2.66×10^{-4} m³/sec이다.

2.3 리스크 계산

방사선 피폭으로 인해 주변 주민이 받을 수 있는 조기 건강영향은 조기사망이나 조기 상해가 있다. 일반적으로 조기 사망을 계산하기 위해서 위험도 함수(hazard function)가 이용되는데 누적 위험도(cumulative hazard)를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$H = \ln(2) (D / D_{50})^v \quad (8)$$

여기서, D는 피폭선량, D₅₀은 피폭 받는 인구 집단의 50%가 특정 건강영향을 일으키는 피폭선량, v는 선량과 건강영향 관계식의 기울기이다. 사망 리스크는 다음 식으로 계산된다.

$$Risk = 1 - e^{-(H_1 + H_2 + H_3 + H_4)} \quad (9)$$

여기서 H₁은 골수, H₂는 폐, H₃는 대장, H₄는 소장애 대한 위험도이다. 각각의 위험도에 대한 문턱값은 0.005이다.

NARIS에서 리스크는 다음 식으로 계산된다.

$$R = R_1 + (1 - R_1) R_2 + (1 - R_1)(1 - R_2) R_3 \quad (10)$$

여기서, R₁은 골수, R₂는 폐, R₃는 위장계에 대한 리스크이다. 조기 상해에 대한 리스크는 위 식처럼 계산이 된다.

3. NARIS 프로그램

3.1 NARIS 프로그램 개요

원자력 발전소의 중대사고시 발생할 수 있는 건강영향을 정량적으로 평가하고 이를 감소시키기 위한 대책 수립은 사고로 인해 야기될 수 있는 인체 및 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 훌륭한 도구를 제공해 준다. 최근에는 지리정보시스템(GIS, Geographic Information System), 데이터베이스 관리 시스템(DBMS, Database Management System), 의사결정 지원 시스템(DMSS, Decision Making Support System) 등을 하나로 통합한 시스템을 구축하여 활용하는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

지리정보시스템은 공간 정보를 취득, 저장, 검색, 분석 및 출력하는 컴퓨터화된 데이터베이스 관리 시스템, 혹은 특정 목적을 위하여 실세계로부터 공간 정보를 수집, 정리, 검색, 변환, 분석하며 출력하는 일련의 강력한 도구라고 정의된다. 이 지리정보시스템의 활용은 거의 모든 의사 결정은 지리 정보와 관련이 있기 때문에 1980년대에 의사 결정에 있어서 중요한 역할을 담당하면서부터 급적인 성장을 가져오게 되었다. 이 지리정보시스템 기술은 이용자들이 의사 결정에 필요한 정보들을 조직화하며 공간상의 상호관계를 이해할 수 있도록 돕는 역할을 한다.

데이터베이스는 일반적으로 컴퓨터를 통해 쉽게 접근할 수 있게 조직된 정보의 집합으로써 정의되며 레코드(Record), 필드(Field), 색인(Index)의 기본 개념으로 구성되어 있다. 데이터베이스 관리 시스템은 GIS 구축에 필요한 공간 데이터 및 속성 데이터, 도시(mapping) 및 의사 결정에 필요한 모든 자료들을 구축하고 관리하기 위한 시스템을 말하며 질의 및 선택을 통하여 필요한 데이터를 선택하여 활용할 수 있도록 해 준다.

원자력 발전소의 중대사고로 인하여 방사성 물질이 소외로 방출되었을 경우 인체 건강에 미치는 영향을 평가하고 그 결과를 도시하여 분포를 쉽게 파악하여 최적 비상대응 수단을 결정하는데 도움을 주기 위한 NARIS 시스템의 기본 구조는 그림 1에 도시된 바와 같다. 이 시스템 구축을 통하여 원자력 발전소의 사고관리의 한 분야인 소외 리스크 감소를 위한 최상의 대책 수립에 필요한 리스크 평가 및 도시, 최적의 리스크 감소 방안 도출 방법론 지원 등의 작업을 원활하게 수행할 수 있을 것이다.

3.2 GIS 소프트웨어 MapInfo

본 연구에서 채택한 GIS 소프트웨어는 MapInfo Professional 4.5이다[7]. 이는 미국의 MapInfo Corporation에서 개발한 제품으로 GIS를 활용한 데스크탑 매핑(Desktop Mapping)을 위한 훌륭한 도구를 제공해 준다. GIS를 활용한 데스크탑 매핑 도구로서 이 MapInfo의 주요 특징은 재구획화나 원격 데이터 연결, 지도 오브젝트를 다른 응용 프로그램에 삽입 가능, 데이터 형태를 강조할 수 있는 주제도 작성 등 많은 분야에서 단순한 매핑(Mapping)을 통한 시각화(Visualization) 뿐만 아니라 복잡한 지리적 분석을 가능하게 해준다는 점이다. 또한 새로운 기능들을 추가하여 활용도를 증대시켰는데 이는 OLE Embedding, Drag and Drop 기능, 자동추적(Autotracing), 복제 지도(Clone Maps), 지도 클리핑(Map Clipping), ODBC 테이블 지원, 새롭게 고안된 라벨링 등이 있다.

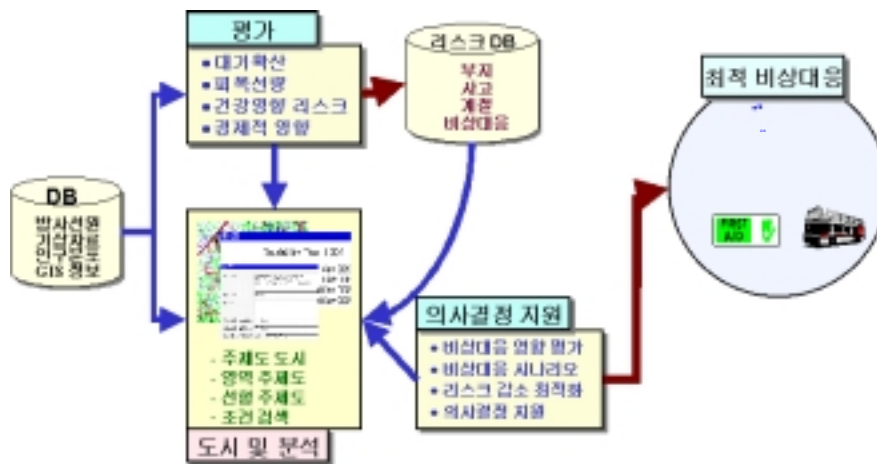


그림 1. NARIS 시스템 기본 구조

이 MapInfo를 활용하여 응용 프로그램을 개발하기 위해서는 MapBasic 4.2[8]를 활용한다. 이 MapBasic 4.1을 활용하면 MapInfo 응용 프로그램 개발, MapInfo 기능 및 활용성 확대, MapInfo와 다른 응용 프로그램과의 작동이나 통합을 위한 반복 기능의 자동화 등이 가능하다. 이는 또한, Visual Basic, C++, PowerBuilder, Delphi 등과 같은 다른 프로그래밍 언어로 작성된 응용 프로그램과 쉽게 통합이 가능하다. 그러나, 이 MapBasic은 다른 프로그래밍 언어와는 달리 자체적으로 실행이 불가능하며 반드시 MapInfo 내에서 MapBasic 프로그램 실행 메뉴를 통해서만 실행이 가능하다. 이 MapBasic의 주요 특징으로는 새로운 메뉴나 버튼의 추가를 통하여 상용화된 사용자 연결(User Interface) 구축 가능, 다른 응용 프로그램과의 연결을 용이하게 하기 위한 OLE(Object Linking and Embedding) 및 DDE (Dynamic Data Exchange) 지원, 질의를 통한 데이터 분석을

위한 SQL 내장 등을 들 수 있다.

또한, 계산 결과를 수치지도 상에 도시하고 필요할 경우 주제도 분석을 통하여 원하는 결과만을 선택적으로 도시하기 위해서는 Vertical Mapper[9]와 Vertical Mapper SDK 2.1이 이용된다.

3.3 NARIS 주요 기능

가. 프로그램 실행

NARIS를 실행하기 위해서는 먼저 MapInfo를 실행시킨 후, Naris_Main.MBX 파일을 실행시키면 그림 2와 같은 시작화면이 나타나며 프로그램이 실행된다. 파일을 실행시키면 로고화면이 나타난 후, MapInfo의 기본 메뉴 외에 NARIS 프로그램을 위해 새로이 추가된 분석과 공간분석 메뉴가 나타나는데 각각의 메뉴 및 하위 메뉴는 그림 3에 도시된 바와 같다. 이어서 시작화면이 사라지고 영광군 지도 창이 열리며 영광군 지도 창에는 홍농읍에 위치한 영광원자력 발전소와 주변 행정도가 표시되는데 영광군에 대한 기본 수치지도는 그림 4에 도시된 바와 같다.



그림 2 NARIS 시작 화면

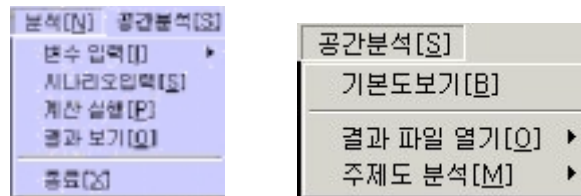


그림 3 분석과 공간분석 메뉴 및 하위 메뉴

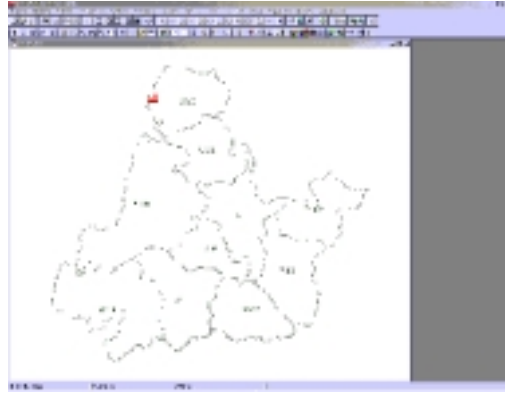


그림 3.4 영광군 수치 지도

나. 분석 메뉴

분석 메뉴는 그림 3과 같이 변수 입력, 시나리오 입력, 계산 실행, 결과 보기, 종료로 구성되어 있다. 이 중 변수 입력은 계산 프로그램을 실행하기 위해서 입력 파일을 열어서 변수를 직접 변경하거나 대화창을 열어서 대표적인 변수를 변경할 수 있는 메뉴로써 변수변경과 파일열기의 하위 메뉴가 있다. 이 중 파일열기는 입력파일을 직접 열어서 필요한 변수 값들을 변경할 수 있는 메뉴이다. 변수변경은 대화창을 열어서 입력 변수 값들을 변경할 수 있는 것으로 이를 위한 대화창은 그림 5에 나타난 바와 같이 방출고도, 열 함량, 방출시간, 경고시간, 풍속, 강수량, 기상 자료를 직접 입력할 수 있다. 시나리오 입력은 신속한 입력 변수 변경을 위해 대표적인 방사선원 방출변수와 계절별 기상자료 특성을 고려하여 미리 지정된 시나리오를 사용자가 선택하면 지정된 값들이 입력 파일을 열 필요 없이 바로 변경이 되는데, 이는 그림 6에 나타난 바와 같다. 계산 실행은 입력 변수를 변경한 이후에 클릭하면 바로 계산 프로그램이 실행되는 메뉴이다. 결과 보기는 계산 결과를 수치지도 상에 도시하기 전에 사용자가 결과를 직접 열어서 그 결과를 확인할 수 있는 메뉴이다.

다. 공간분석 메뉴

공간분석 메뉴에는 그림 7에 나타난 바와 같이 기본도 보기, 결과 파일 열기, 주제도 분석이 있다. 결과 파일 열기는 다시 결과파일 실행과 DB 선택의 하위메뉴가 있다. 결과파일 실행이란 입력 변수 변경을 통해 실제 계산이 이루어진 결과 파일을 열어서 수치지도 상에 도시하기 위해 포인트 생성을 하는 메뉴이다. 결과 파일을 연 다음에는 다음에 계산을 거치지 않고 바로 도시할 수 있도록 데이터베이스 형태로 저장할 수도 있다. 이 데이터베이스는 부지, 사고 종류, 계절, 비상대응으로 구분되어 저장함으로써 다음에 저장된 데이터베이스 파일 이름만으로도 파일의 특성을 쉽게 파악할 수 있도록 구성되어 있다. 결과 파일을 저장할 수 있는 대화창은 그림 8에 나타나 있다. 그림에서와 같이 미리 지정되어 있는 부지, 사고 종류, 계절, 비상대응 중에서 입력 변수에 맞는 항목들만을 선정하면 저장할 수 있는 데이터베이스 이름이 된다. 예를 들어, 여름철에 영광 발전소에서 SGTR 사고가 발생하여 소외로 방사성 물질이 방출되는 경우 주민 보호를 위하여 소개가 이루어진 경우의 영광군 주변 지역의 건강영향 평가 결과를 도시하고자 할 경우에 그 파일은 YGN-SGTR-SUMMER-EVAC가 된다.

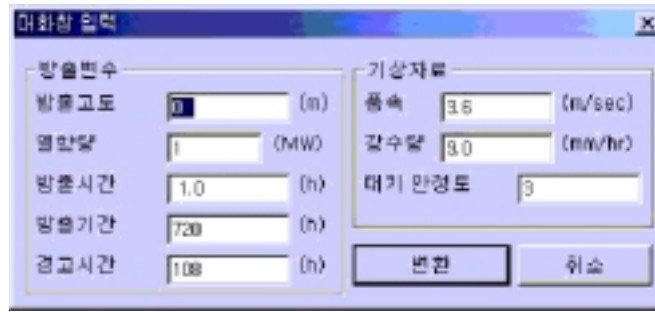


그림 5. 대화창 입력을 통한 입력 변수 변경



그림 6. 시나리오 입력을 위한 대화창



그림 7. 공간 분석 메뉴

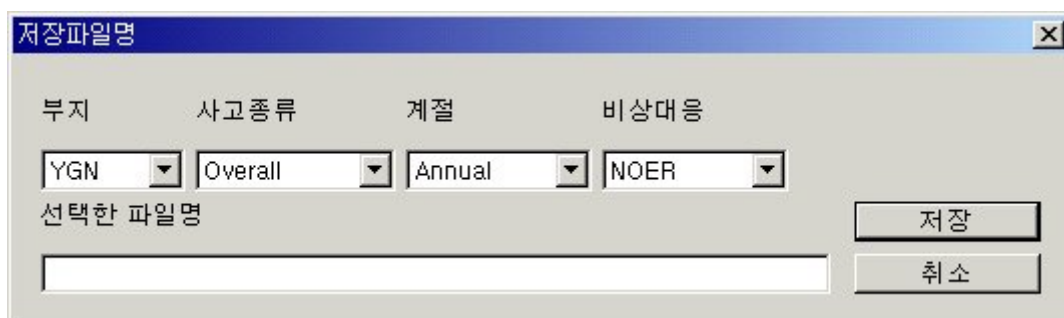


그림 8. 결과 파일의 DB로의 전환을 위한 대화창

DB 실행이란 미리 계산되어 데이터베이스 형태로 저장된 파일 중에서 사용자가 도시하고자 하는 파일을 선택을 통하여 도시할 수 있는 메뉴이다. 이 과정에서는 결과파일 실행에서 행해지는 포인트 생성과정이 이미 수행되어 파일로 저장되고 계산 과정이 생략되기 때문에 실제 사고시 계산 및 포인트 생성 과정이 생략되어 신속하게 건강영향 평가 결과의 도시가 이루어진다.

주제도 분석 메뉴에는 주제도, 선형 주제도, 영역 주제도, 조건 검색의 하위 메뉴가 있으며 이는 그림 9에 나타난 바와 같다. 주제도 메뉴는 결과파일 실행이나 DB 선택을 통하여 생성된 포인트 파일을 Vertical Mapper를 이용하여 건강영향 평가 결과를 지도 상에 도시하는 메뉴이다. 현재 결과 파일에는 갑상선 피폭선량, 폐 피폭선량, 조기사망 리스크, 조기 상해 리스크, 갑상선 암 사망 리스크에 관한 결과가 포함되어 있는데 주제도 메뉴에서는 이 건강영향 중에서 분석할 칼럼을 선택하여 도시 할 수 있다. 이를 위한 대화창은 그림 10에 나타나 있다. 그림 10에서와 같이 도시하고자 하는 파일 이름이 나타나는 창이 있고 이 중에서 분석할 칼럼에는 위의 다섯 가지 건강영향이 있는데 이 중에서 도시하고자 하는 칼럼을 선택하고 확인 버튼을 누르면 수치지도 상에 결과가 도시되는데 대표적인 화면은 그림 11과 같다.

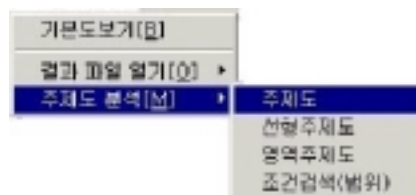


그림 9. 주제도 분석 메뉴

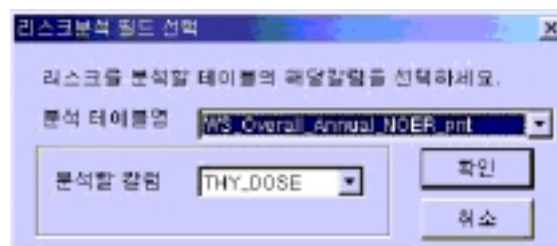


그림 10. 리스크 분석 필드 선택 화면

선형 주제도는 주제도 분석 화면 중에서 같은 값들을 선형으로 연결하여 도시하는 메뉴이며 결과는 그림 12에 나타난 바와 같다. 영역 주제도는 일정 범위의 값들을 영역으로 구분하여 결과를 분석할 수 있도록 하는 메뉴로 결과는 그림 13에 나타난 바와 같다.

조건 검색 메뉴는 건강영향 평가 결과 중에서 일정 범위의 값만을 선택하여 그 결과를 도시하는 메뉴이다. 이는 만약에 건강영향 평가 결과, 임시이주가 필요한 지역만을 선정하거나, 정해진 값 이상의 피폭선량을 일으키는 지역을 선정하여 그 지역의 농산물을 폐기 처분하도록 조치하기

위하여 지정된 범위 내의 지역들을 선정하는데 도움이 된다. 이를 위한 조건 검색 대화창은 그림 14에 나타난 바와 같다. 조건 검색을 할 수 있는 방법에는 두 가지가 있는데 이는 조건 선택과 조건 입력이다. 조건 선택은 결과 파일에서 사용자가 선택한 칼럼 값들이 미리 구분되어 있으며 이들 값 중에서 사용자가 임의로 선택하면 된다. 또한, 조건 입력은 사용자가 미리 선정한 값들을 직접 입력하는 것이다. 이와 같은 조건 검색을 통하여 선정된 범위의 값만을 도시한 화면은 그림 15에 나타난 바와 같다.

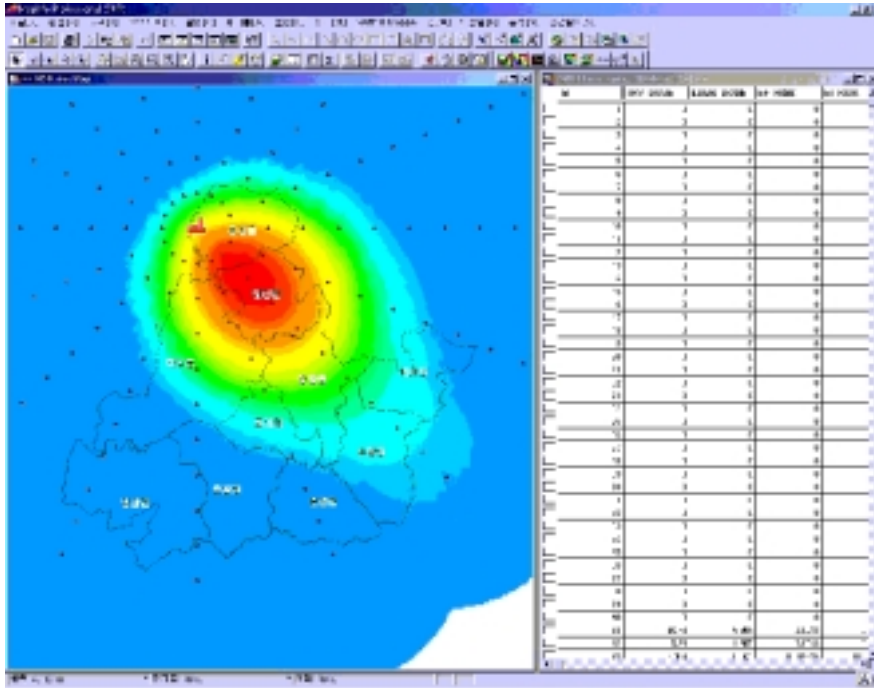


그림 11. 결과의 수치 지도상에서의 도시 화면

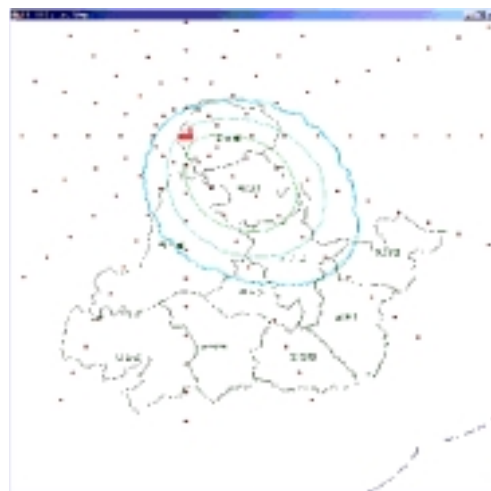


그림 12. 선형 주제도 화면

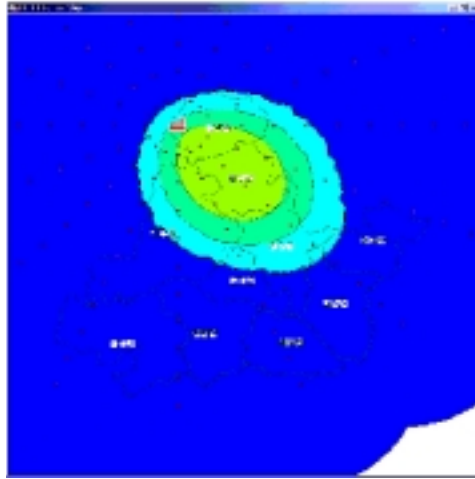


그림 13. 영역 주제도 화면

라. 범례 창 만들기

수치지도 상에 도시된 건강영향 평가 결과들에 대한 범례는 Vertical Mapper에서 제공되는 Grid Color Tool을 이용하면 된다. 범례 형성을 위한 대화창을 통해 사용자가 임의로 값들을 지정하여 필요한 범례를 만들 수 있으며 또한, 미리 지정하여 저장된 범례를 불러서 사용할 수도 있다. 이런 과정을 거쳐서 만들어진 범례를 포함한 주제도 도시 화면은 그림 16에 나타난 바와 같다.

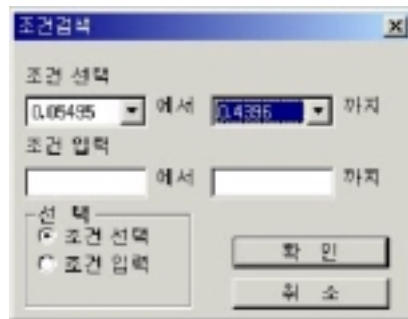


그림 14. 조건 검색을 위한 대화창

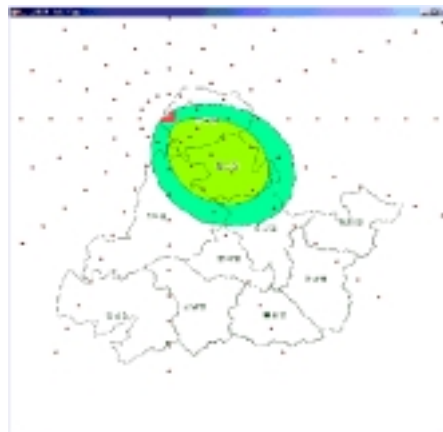


그림 15. 조건 검색을 통한 결과의 도시 화면

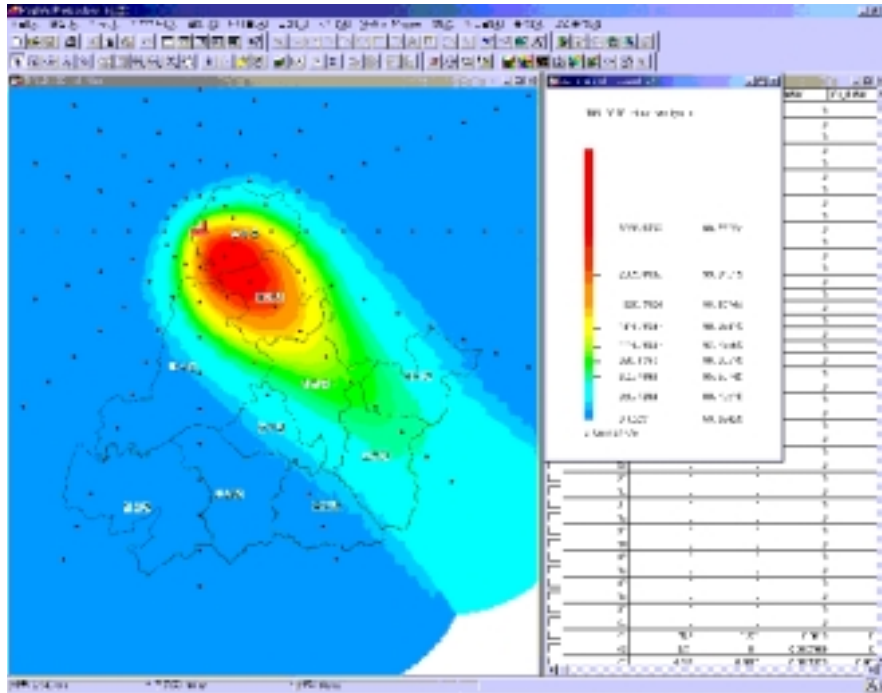


그림 16. 범례를 포함한 주제도 도시 화면

4. 결론

원자력 발전소에서 중대사고가 발생하여 방사성 물질이 대기 중으로 방출되면 방사능으로 인하여 주변 주민 및 환경에 영향을 미치게 된다. 이러한 영향을 제거하거나 감소시키기 위하여 주민 소개나 대피, 임시 이주 등과 같은 다양한 대응조치들이 수행된다. 이러한 다양한 대응조치들 중에서 가장 효율적인 수단을 선택하기 위해 의사 결정자들은 다양한 정보를 신속하게 분석하여 가장 적절한 대응수단을 결정해야 한다. 그러나, 의사 결정에 필요한 정보의 양이 너무 많기 때문에 중요한 정보들을 모두 고려하여 정책 결정을 하기는 쉽지 않다. 따라서, 의사 결정들로 하여금 합리적인 의사결정을 할 수 있고 의사결정에 있어서의 일관성을 유지할 수 있도록 지원할 수 있는 도구가 필요하다.

이러한 의사결정 과정을 손쉽게 하거나 개선시키기 위하여 컴퓨터 기반의 정보시스템을 구축하여 의사 결정자들의 합리적인 의사결정을 지원하기 위한 연구가 활발하게 진행되는데, 본 연구에서는 지리정보 시스템을 기본 플랫폼으로 하여 사고시 방출되는 방사성 물질의 확산 및 이로 인한 피폭선량과 건강영향 리스크를 평가하고 이를 도시할 수 있는 원자력 사고 리스크 정보 시스템(NARIS, Nuclear Accident Risk Information System)을 개발하였다. 이 시스템에서는 단순히 계산 결과를 도시하는 것 뿐만 아니라 결과를 영역 등치선도나 선형 등치선도로 구분하여 도시함으로써 분포를 쉽게 파악할 수 있게 지원해 주며 또한 사용자가 지정한 범위 내의 값들만을 선택적으로 도시할 수도 있다. 개발된 프로그램은 향후 비용을 고려한 비상대응의 최적화 모듈과 의사결정 지원 모듈을 추가하여 원자력 발전소 중대사고시 최적 비상대응 결정 지원 프로그램 개발에 이용될 예정이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 중장기 연구개발 사업의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

1. Michael K. Lindell, "An Overview of Protective Action Decision Makers for a Nuclear Power Plant Emergency," J. Of Hazard Materials, Vol. 75, 2000.
2. K. N. Papamichail and S. French, "Decision Support in Nuclear Emergencies," J. Of Hazard Materials, Vol. 71, 2000.
3. Silver M. S., "Systems that Support Decision Makers: Description and Analysis," John Wiley & Sons, 1991.
4. Walsh, Michael R., "Toward Spatial Decision Support Systems in Water Resources," J. of Water Resources Planning and Management," ASCE 119(2), 1993.
5. Slade, D. H. (Ed.), "Meteorology and Atomic Energy," U. S. Atomic Energy Commission, TID-24190, 1968.
6. Pasquill F., "The Estimation of the Dispersion of Windborne Material," Meteorol. Mag., 90 (1063), 1961.
7. "User's Manual of MapInfo Professional 4.5," MapInfo Corporation, 1997.
8. "User's Manual of MapBasic Professional 4.2," MapInfo Corporation, 1997.
9. "Vertical Mapper: Contour Modelling and Display Softwares," Northwood Geoscience, 1997.