

## 춘천시의 지하 저장 탱크의 예비적 위해성 평가를 위한 설치 현황 분석 및 지리정보시스템의 적용

### Analysis of Installation Status and Application of GIS for Preliminary Risk Assessment of Underground Storage Tanks in Chuncheon City

김 준 현\* 한 영 한\*\* 이 종 춘\*\*\* 권 영 성\*\*\*\* 이 광 연\*\*\*\*  
Kim, Joon-Hyun Han, Young-Han Lee, Jong-Chun  
Kwon, Young-Sung Lee, Kwang-Yeon

#### Abstract

In this study, the preliminary risk assessment for the underground storage tanks(UST) in Chuncheon city was implemented using the geographical information system(GIS). The estimation variables, such as the installation year, storage capacity, the distances from streams, and from groundwater pumping wells, were selected to estimate the relative risk levels. The weighting factors were given to all the estimation variables. Cumulative scores were induced by the combination of all the scores of the corresponding variables using the buffering technique and the overlay analysis in ArcView. Using the these process, the relative risk level of each UST was estimated. Some sites in this study are simplified and reduced because the number of useable data are limited or too enormous. Thus the selection of the comprehensive estimation variables and the proper weighting values are required for the future study. The methodology in this study could be served not only for the preliminary risk assessment of UST but also for the selection of the proper location of new and old UST. And, it can be used for the effective management system of UST.

키워드 : 지하저장탱크, 설치현황분석, 지리정보시스템, 가중치, 공간중첩분석

Keywords . *Underground Storage Tank, Analysis of Installation Status, Geographic Information System, Weighting Factor, Spatial Overlay Analysis*

#### 1. 서 론

국내 산업의 비약적인 발전과 자동차의 증가, 그로 인한 유류 수요 증대와 국민 생활수준 향상, 주

유소 거리 제한 철폐 등으로 최근 몇 년 사이에 주유소의 수가 부쩍 늘었으며, 이와 더불어 지하저장탱크(UST : Underground Storage Tank)의 수도 비례적으로 증가하였다.[3] 이에 따라, 저장탱크의 누출로 인한 환경오염유발 가능성 또한 매우 높은 상태이다. 지하저장탱크에서 누출이 발생할 시, 오염 유발 형태는 단순히 국부적인 토양 오염에만 그치는 것이 아니라 지하수 오염 및 지표수 오염 등의 광역적인 오염현상으로 확산될 우려가 크다.[4]

\* 강원대학교 지구환경공학부 교수, 공학박사  
\*\* 강원대학교 환경공학과 박사후 과정, 공학박사  
\*\*\* 강원대학교 대학원 환경공학과 석사과정  
\*\*\*\* 강원대학교 환경생물공학부 학부과정

국내의 UST 시설에 대한 관리 상태는 오염 가능성을 우려하기는 하지만 이에 대한 평가 및 관리 체계는 매우 미미한 실정이기 때문에 이러한 부분에 대한 노력이 필요한 시점에 이르렀다. 또한, 국내의 저장탱크 제조회사들의 영세성과 기술의 낙후로 인하여 현행 소방기술규칙을 엄격히 따르는 사례는 거의 없는 실정이므로 더욱, 오염의 위험성이 높다.[3]

국내의 경우, 1996년도에 이르러서야 환경부에서 국내 전체 UST 시설별 토양오염도 현황을 분석하기 위하여 전국의 UST 주변 토양의 오염도 조사를 실시하였다. 그러나, 토양 오염도 조사 결과에 의하면 전국의 지하저장탱크 시설중 약 1~2%만이 누출이 발생하고 있는 것으로 조사되었다. 이것이 사실이라면 그나마 다행스러운 일이지만, 미국 EPA의 조사 결과에 의하면 미국내 강철제 탱크의 약 25% 정도가 누출 현상을 보이고, 12~13년이 지난 저장탱크의 누출 발생율이 약 10~11%인 것으로 조사된 것에 비추어 볼 때, 국내의 조사 결과는 신뢰성을 인정하기 힘들며 오히려 조사단계에서부터 부적합성 여부부터 우려하게 되었다. 이는 토양 오염도 조사시 토양오염 유발시설별로 임의 지점 1개소의 시료만을 측정하는 것이므로 전체의 오염현황을 나타내고 있지 않는 즉, 실제 누출이 유발된 시설에서 오염도를 발견하지 못했을 가능성이 높다는 것을 의미한다.[5]

이러한 관점에서 지하저장탱크에서 발생하는 누유에 의해 환경오염문제가 발생되고, 이에 대한 환경오염 대책을 마련하기 위한 방안으로 UST의 위해성에 대한 예비 평가가 필요하다. 위해성 예비 평가를 통해 누유 가능성이 높고, 누유시 위해성이 높은 지역에 위치하고 있는 저장탱크에 대해 우선적으로 오염방지대책을 수립하여야 한다. 또한, 신규 주유소 등의 새로운 UST의 설치 허가를 승인할 경우에도 위해성이 높은 지역인지 아닌지를 구분하여 결정하는 것이 바람직할 것이다.

따라서, 본 논문에서는 지리정보시스템의 공간 분석 및 중첩 분석을 이용하여 UST의 위해성 예비 평가방안을 모색하고, 춘천시 권역내의 일부 주유소에 대한 분석을 수행하였다.

## 2. 연구 방법 및 범위

UST의 위해성 평가 방안을 모색하기 위하여 춘천시 행정구역내에 위치한 주유소를 대상으로 이들에 대한 위해성 평가를 수행하였다. 본 연구의 취지는 방법론을 제시하는 데 있으므로, 자료 취득이 불가능한 경우 혹은 자료가 너무 방대하여 현실적인 분석이 어려운 경우 연구 대상 지역을 축소하거나 자료의 중요성을 기준으로 선별하여 분석을 수행하여 UST의 위해성 평가 방안을 제시하고자 하였다.

이러한 작업을 위하여 춘천시 행정구역내에 위치한 주유소들의 탱크 용량, 설치 경과 년 수, 재질, 저장 유류 형태 등에 대한 세부 자료를 조사하였으며, 조사된 자료들은 정확한 위치와 함께 ArcView 상에 구축되었다.

UST의 설치된 위치 및 주변의 환경적인 영향성을 고려한 차등적 위해성을 평가하기 위하여 주요 위해성 요인인 탱크 설치경과년 수, 저장용량, 주변 하천과의 인접성, 주변 지하수 이용, 관정과의 인접성 등을 선정하여 차등적인 가중계수를 부여하였다.

조사된 저장탱크에 대한 세부 정보 및 가중 계수를 이용하여 각 주유소에 대한 위해성 점수를 산정하였으며, ArcView의 Buffering 기능 및 중첩 분석 기능을 이용하여 주변 하천 및 지하수 이용 관정과의 인접성이 고려된 총 점수를 산정하여 가장 위해성 요인이 높은 주유소를 선별하는 과정을 수행하였다. 또한, 하천 및 지하수 이용 관정에 영향을 미치지 않는 비교적 위해성 요인이 적으며 도로에 인접해 있는 적정 주유소 입지 지역을 분석하는 과정을 수행하였다.

## 3. 연구 내용 및 결과

### 3.1 기초자료 조사

춘천시 행정구역내에 위치하고 있는 주유소에 대한 자료를 조사하였다. 2002년 현재 춘천시 행정구역내에서는 82개 주유소가 영업을 하고 있는 것으로 조사되었다. 또한, 위해성 평가를 하기 위해서는 저장 유류 종류, 저장 용량, 설치년도, 탱크 재질 등에 대한 자료가 필요하나 각 업체에 대한 정보 유출 금지로 인해 2002년도 현재의 주유소 현황 자료를 이용하지 못하였으며, '96년도의 환경부 오염도 조사결과서의 UST 현황 자료를 이용하였다.[5] 현재 춘천시 행정구역내에서 운영되고 있는 82개 주유소중 현재 운영중인 주유소는 49개소인 것으로 파악되었다. 따라서, '96년 현재의 UST 세부 현황 자료를 이용하여 위해성 분석을 수행하였으며, 2002년 현재 더 증가한 33개의 주유소에 대해서는 위치 정보에 대한 분석만을 수행하였다.

조사된 UST 현황 자료를 다음과 같이 유류별 탱크 개수, 탱크 용량, 탱크 설치년도, 탱크 재질, 지하 매설 깊이, 설치 경과 년 수, 등에 대한 분석을 수행하였다. 분석 결과, 유류별 탱크 개수는 휘발유는 2개, 등유는 1개, 경유는 2개의 탱크를 설치한 업소가 가장 많았으며, 저장 용량은 휘발유는 21~30kl, 등유와 경유는 11~20kl인 경우가 가장 많았다.

설치년도는 공히 1991~1995년 사이에 생긴 것으로 설치 경과년 수가 10년 이하인 경우가 가장 많았는데 이는 1993년경부터 급격한 자동차 소유의

증가 및 주유소 거리 제한 철폐에 의한 영향인 것으로 판단된다. 지하저장탱크의 지하 매설 깊이는 4.8m인 경우가 가장 많은 것으로 분석되었다.

<표 3.1> 유류 종류별 탱크개수

종 류	개 수							합 계
	1개	2개	3개	4개	5개	6개	7개	
휘 발 유	13	23	3	7	2	1	0	49
등 유	46	2	0	0	0	1	0	49
경 유	6	31	4	6	0	1	1	49

<표 3.2> 유류 종류별 탱크용량

종 류	용량(kℓ)							합 계
	0~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61 이상	
휘 발 유	0	16	17	12	1	3	0	49
등 유	1	26	13	6	0	0	3	49
경 유	0	20	10	6	3	6	7	49

<표 3.3> 유류 종류별 탱크 설치년도

종 류	설치년도(년)				합 계
	1961~1980	1981~1985	1986~1990	1991~1995	
휘 발 유	3	3	8	35	49
등 유	3	4	7	35	49
경 유	2	4	8	35	49

<표 3.4> 유류 종류별 탱크 매설 깊이

종 류	매설깊이(m)				합 계
	0.4	4	4.8	6.6	
휘 발 유	0	4	33	12	49
등 유	1	7	35	6	49
경 유	0	3	35	11	49

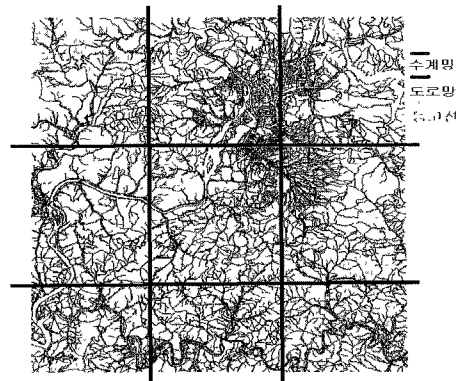
<표 3.5> 유류 종류별 탱크 설치후 경과 년 수

종 류	경과년도(년)				합 계
	1~10	11~20	21~30	31~40	
휘 발 유	27	19	2	1	49
등 유	27	19	2	1	49
경 유	27	20	1	1	49

### 3.2 GIS 분석을 위한 수치지도 구성

UST의 위해성을 GIS 상에서 평가하기 위하여 국립지리원에서 발행된 1/25,000 축척의 수치지도를 이용하였다. 춘천시의 행정구역을 모두 포함하기 위

해서 1/25,000 축척의 도엽 9개를 이용하였다. 9개의 도면을 이용하여 각 도면별로 위해성 평가에 이용될 등고선, 수계망, 도로망, 행정구역 등의 필요 Layer를 추출하였다. 9개의 도면에서 추출된 각 9개씩의 Layer들(등고선, 수계망, 도로망, 행정구역 등)은 ArcView내 Spatial Analyst 모듈에 포함되어 있는 Geoprocessing 기능을 이용하여 다시 각각의 Layer로 결합되었으며, 등고선 Layer는 TIN(Triangulated Irregular Networks) 분석을 수행하였다. 행정구역의 Polyline Layer를 이용하여 춘천시 행정경계에 대한 Polygon Layer를 생성하였다. 9개의 도엽을 사용하여 연구 대상 지역을 표현하였다.(<그림 3.1> 참조)



<그림 3.1> 9개 도엽을 결합한 춘천시 수치지도

또한 상당히 방대한 자료 용량으로 인해 하드웨어적인 저장 공간을 많이 할당하는 문제가 발생하므로 춘천시 행정구역 이외의 불필요한 지역을 제거하는 수치지도 절출 과정을 수행하였다

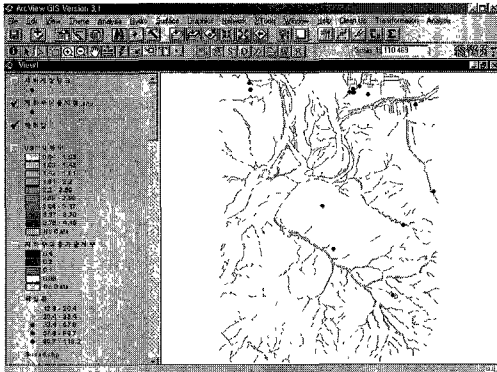
Buffering 등의 연산과정에서 Layer의 저장 용량이 크게 되면 계산 능력이 현격히 저하되거나 불가능한 경우가 발생하므로, 수계망 Layer에 대해서는 불필요한 Polyline 요소들을 제거하는 과정을 수행하여 무리없는 연산이 수행되도록 하였다.

그리고 춘천시 외곽지역은 주유소간의 거리가 상당히 멀어 분석에 의한 의미가 크지 않으므로 춘천시 시내 지역을 위주로 하여 GIS에 의한 분석 지역을 선정하였다.(<그림 3.2> 참조)

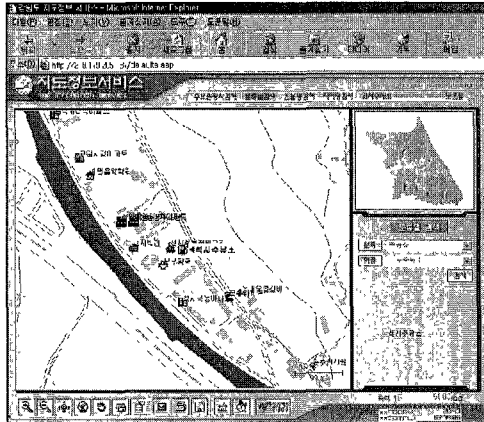
### 3.3 주유소의 위치 확인 및 속성 정보 구축

수치지도상에 주유소의 정확한 위치를 입력하고 속성 정보를 구축하기 위해 강원지도정보(<http://www.chuncheon.go.kr/>)의 검색 시스템을 이용하였다(<그림 3.3> 참조).[9] 이를 통해, 주유소의 정확한 위치를 수치지도상에 표현하고, 조사된 49개소의 주유소에 대한 탱크 용량, 개수, 매설 깊이, 설

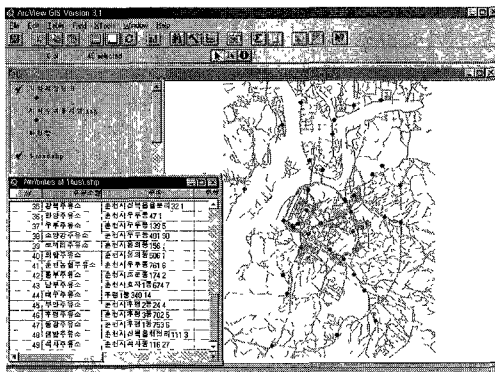
치 경과년도 등의 속성 정보를 구축하였으며, 구축된 결과를 <그림 3.4>에 나타내었다.



<그림 3.2> 연구 대상 지역 (하천 및 지하수 관점)



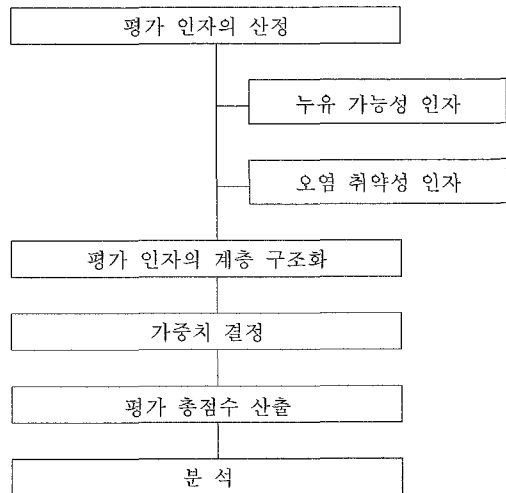
<그림 3.3> 웹 기반의 강원지도정보의 검색 시스템



<그림 3.4> UST 지점 및 속성정보 구축

### 3.4 위해성 인자별 가중치 선정

지하자장탱크에 대한 위해성의 예비적 평가는 저장탱크의 오염유발성에 영향을 미치는 평가인자의 선정, 선정된 평가인자의 계층구조화, 평가인자 속성(범위, 등급) 및 인자 사이의 상대적 중요성을 반영하는 가중치의 선정, 오염가능성 총점수 산출, 상대적 오염가능성 순위 결정의 과정으로 구성된다 (<그림 3.5> 참조).[7]



<그림 3.5> UST의 위해도 평가 체계[7]

평가인자의 선정은 크게 저장탱크로부터의 누유 가능성과 누유시 주변 환경의 오염취약성으로 구분하여, 선택된 평가인자들을 평가의 최종목적에 해당하는 최상의 단계의 오염유발 가능성부터 최하위 단계인 세부 평가인자의 속성에 이르기까지 계층으로 구조화된다.[7] 구조화된 인자에 대해 평가인자의 속성별 상대적 중요성을 반영하는 속성별 가중치와 평가인자들 사이에 중요성을 나타내는 평가인자별 가중치를 짝비교(pairwise comparison)를 통하여 선정한다. 작성된 가중치는 계층구조 단계별로 승합산되어 지하저장탱크의 오염유발가능성을 나타내는 총점수가 된다. 산출된 총점수를 비교하여 지하저장탱크들의 상대적 오염유발 가능성을 분석하였다.

#### 3.4.1 전문가 설문지법

평가 인자에 대한 가중치를 결정하는 방법중 대표적인 것이 전문가 설문지법이다. 전문가 설문지법이란 전형적인 주관적 평가법을 체계화한 것으로, 5~6명 내지 그 이상의 전문가의 주관적 판단에 따르는 의사 결정 기법이다. 즉, 매우 주관적인 의견

이 효과적으로 수렴되기 때문에 미래의 불확실성이 큰 문제에 대하여 예측하는데 적합하다.[6]

전문가 설문지법의 적용 과정은 다음과 같다.[6]

- ① 각 전문가는 예측치에 대한 최대/최소값 및 가장 유익하다고 생각되는 값을 설문을 통해 받아낸다.
- ② 각 문항별로 예측에 대한 통계값들을 계산한다(평균, 표준편차, 최소값, 최대값).
- ③ 전문가에게 문항별로 위에서 계산된 통계값과 해당 전문가가 제시한 값을 비교하도록 표를 만든다
- ④ 위의 설문지 양식에 의해 전문가에게 알려주고, 이를 바탕으로 다시 새로운 예측치를 제시하도록 한다.
- ⑤ 예측치에 대한 분석자와 전문가간의 의견제시 및 조정을 반복하여, 그 결과가 특정한 안정도를 보일 때 분석기준으로 확정한다
- ⑥ 설문값을 토대로 분석을 실행한다.

### 3.4.2 속성별 가중치 산정

오염 유발 가능성 및 위해성을 평가하는데 있어서 평가인자의 가중치 설정이 중요한 역할을 수행하므로 전문가 설문지법 등에 의해 가중치 평가가 바람직하나 현실적으로 어려움 및 제한성이 있으므로, 본 논문에서는 김 등([3], [4], [5])의 연구 결과를 참고하여 가중치를 설정하여 예비적 위해성 평가를 수행하였다. 따라서, 각각의 유해성 요인에 의한 점수 및 중첩 분석된 총 점수의 크기에 따른 절대적 위해성 평가 수행의 의미보다는 유해성 요인에 의한 각 주유소간의 상대적인 점수의 크기에 따른 위해성 분석 및 우선 순위를 평가하고자 하였다.

### 3.4.3 평가 인자별 가중치 설정

UST의 배설 특성 및 주유소의 입지 조건 등과 관련하여 자료의 이용 정도 및 평가자의 견해 등을 고려하여 다양한 평가 인자 및 기준을 설정할 수 있다. 예를 들면, 주유소 입지 지역의 토양 종류, 하천으로부터의 거리, 인근 지하수 이용 관정과의 거리, 기존의 주유소 및 도로와의 거리, 넓이 등을 이용할 수 있고 가중치를 설정할 수 있다.

본 논문에서는 자료의 이용정도를 고려하여 단 순화된 예비적 위해성 평가를 수행하고자 하였으며, 자료의 가용성 및 가중치 산정 가능성을 고려하여 총 4개의 평가 기준을 설정하였다. UST 설치 경과년도와 UST 용량에 따라 차등적으로 가중치를 고려하여 주유소의 위해성에 대한 점수를 산정하였으며, 하천으로부터의 거리, 지하수 이용 관정과의 거리에 의한 평가점수를 고려하여 중첩 분석된 총점수로 평가하였다. 도로와의 거리에 의한 평가 기준은 신규 주유소 입지시 적지 여부 분석에 이용되었다. 본 논문에서 설정된 가중치는 다음과 같다.

<표 3.6> 경과년도에 의한 가중치

경과년수 (년)	1~10	11~20	20~
가중치	0.2	1	1

<표 3.7> 총 저장용량에 의한 가중치

총저장용량 (kl)	0~50	51~100	101~200	201~
가중치	0.1	0.1	0.15	0.15

<표 3.8> 하천과의 거리에 의한 가중치

하천과의거리 (m)	0~50	51~100	101~200	201 이상
가중치	0.6	0.4	0.2	0

<표 3.9> 지하수 이용 관정 거리에 의한 가중치

정호거리 (m)	0~50	51~100	101~150	151~200	201 이상
가중치	0.4	0.2	0.1	0.05	0

우선, UST 설치 경과년도와 UST 용량에 대한 가중치를 이용하여 주유소 자체에 대한 위해성 점수를 산정하였다. 각 주유소의 유류별 탱크(휘발유, 등유, 경유)로 구분하여 자료를 저장한 후, 각각의 가중치를 고려하여 합산한 결과를 주유소에 의한 점수로 산정하였다.

- 경과년수에 의한 점수 : 경과년수\*가중치
- 용량에 의한 점수 : 탱크개수\*용량\*가중치
- 주유소별 위해성 점수 : 경과년수에 의한 점수 \* 용량에 의한 점수

이후, 유류별 탱크의 점수를 각각 더하여 최종적인 주유소별 위해성 점수를 산정하였다.

## 3.5 버퍼링 분석

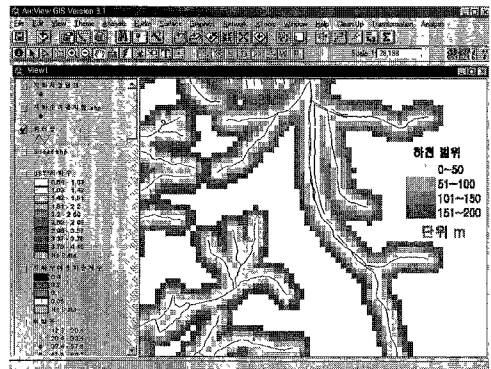
하천으로부터의 거리, 지하수 이용 관정과의 거리에 의한 평가점수를 산정하기 위하여 ArcView내에 포함된 기능인 버퍼링 분석 기능을 활용하였다. 버퍼링 분석은 근접성 분석을 위해 지정한 요소들 주위에 일정거리의 폴리곤 구역을 생성해준다. ArcView의 Theme 메뉴에서 Create Buffers를 선택하면 3단계의 대화상자를 이용하여 버퍼링 분석을 정의하도록 해준다. 이 버퍼링 분석을 통해서 나

은 폴리곤 구역에 특정가중치를 부여하여 이 폴리곤 구역을 중첩 분석하면 여러 가지 가중치에 의한 복합적인 영향을 알 수 있다. 또한, 폴리곤을 Grid로 변환하여 중첩분석을 수행함으로써 여러 평가인자 및 가중치에 의한 총점수를 산정할 수 있다.

UST 가중계수에 의한 Buffering을 분석을 수행하기 위하여, 각 주유소를 20m×3개의 Buffering 구간을 설정하였다.

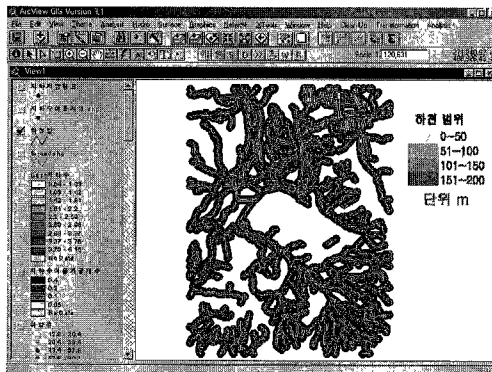
하천과의 거리에 의한 가중계수 Buffering 분석을 수행시에는 하천 수계망 수치 Layer가 용량을 많이 차지하므로 적절한 분석이 수행되지 못하였다. 그러므로, 춘천 외곽지역을 제외한 시내 지역을 기준으로 Buffering 분석으로 수행하였으며, Layer의 용량을 줄이기 위해 불필요한 Polyline을 제거해주는 수치지도 조작과정을 수행하였다.

다음 <그림 3.6>에 연구대상 지역에 대한 하천 Buffering 분석 결과를 나타내었으며, Buffering 분석 결과의 확인을 위한 확대 화면을 <그림 3.7>에 나타내었다. 그리고, 하천과의 거리에 의한 가중치 분석을 위해 Grid로 변환한 결과를 <그림 3.8>에 제시하였다.

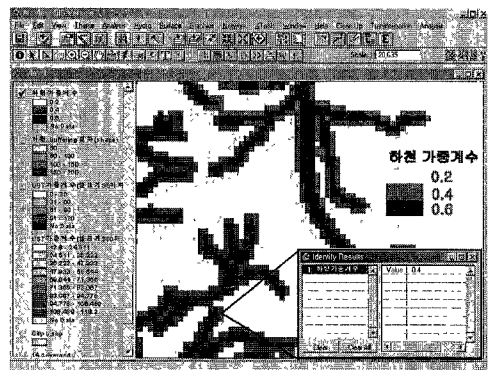


<그림 3.8> 가중치 분석을 위한 Grid 변환

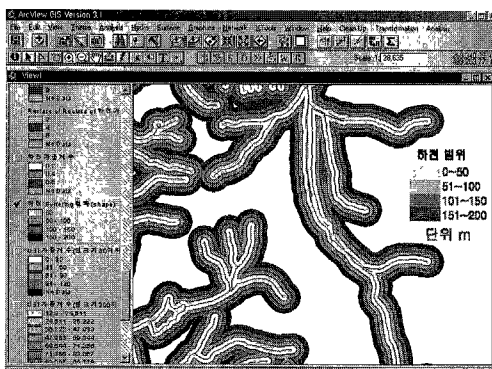
하천과의 거리별로 가중치를 두어 위해성을 평가하기 위해서는 가중계수 값을 지니고 있는 Grid로 변환시켜야 하므로, 상기 그림의 Grid가 지니고 있는 거리의 값을 가중계수 값을 지니도록 변환(Reclassify)시킨 결과를 다음 <그림 3.9>에 나타내었다.



<그림 3.6> 하천 Buffering 분석 결과



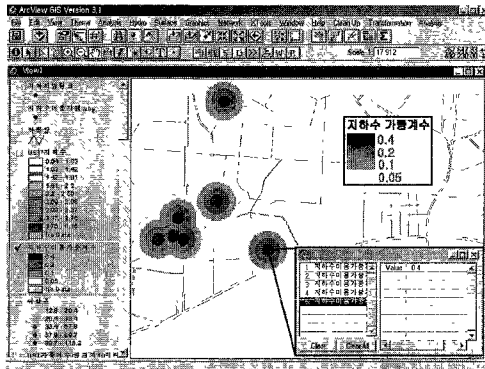
<그림 3.9> 하천 가중 계수 적용을 위한 Grid 변환



<그림 3.7> 하천 Buffering 분석 결과의 확대 화면

지하수 이용 관점과의 거리에 의한 가중계수 Buffering 분석시에는 자료의 방대함으로 인해 일부 중요한 지하수 관정만을 선별하여 분석을 수행하였다. '98년 현재 춘천시 행정구역내에서 이용하고 있는 지하수 관정 수는 6,249개에 달하므로 모든 관정의 위치를 판단 및 확인하고 속성정보를 구축하는데 있어 상당한 시간적·경제적 노력이 소요된다. 따라서, 본 연구에서는 일일 취수량이 100톤 이상인 관정만을 선별하고 정확한 위치를 확인할 수 있는 15개 관정을 대상으로 하여 지하수 이용 관점과의 거리에 의한 위해성 Buffering 분석에 이용하였다. 지하수 가중계수 Buffering 분석에 이용된 일일 취수량 100의 위치를 <그림 3.2>에, 거리에 따른 가중계수로 변환시킨 Grid를 <그림 3.10>에 나타내었다.

춘천시의 지하 저장 탱크의 예비적 위험성 평가를 위한 설치 현황 분석 및 지리정보시스템의 적용



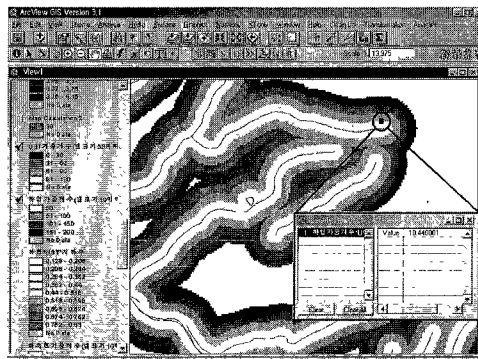
<그림 3.10> 지하수 가중계수 Buffering 분석 결과

### 3.6 지하저장탱크의 예비적 위험성 평가

지하저장탱크의 예비적 위험성 평가를 위하여 다음과 같이 순차적인 평가 과정을 수행하였다.

#### 3.6.1 UST 및 하천과의 거리에 의한 위험성 평가

우선, UST 가중 점수와 하천 거리에 대한 가중 점수를 중첩 분석한 위험성 예비평가를 수행하였다. UST 가중 점수와 하천 거리에 대한 가중점수가 중첩되어 분석된 결과를 다음 <그림 3.11>에 나타내었다. 이 과정을 통해 하천에 대해 영향을 미칠 수 있는 주유소가 선별적으로 구분되면 중첩된 주유소에 대한 상세 정보는 물론 위험성 점수의 크기도 비교할 수 있다.



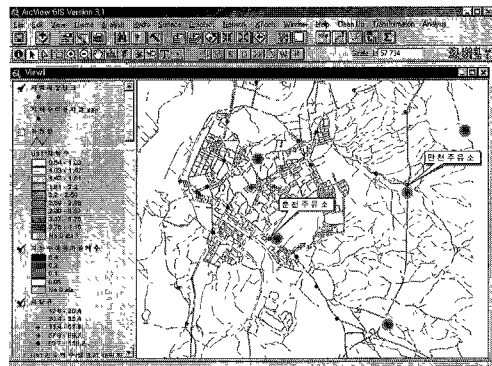
<그림 3.11> UST 및 하천과의 거리에 의한 위험성 중첩 분석 결과

#### 3.6.2 UST 및 지하수 이용 관정과의 거리에 의한 위험성 평가

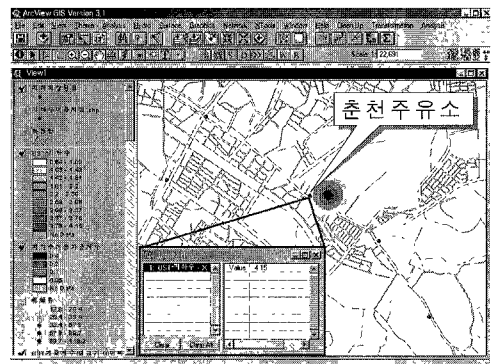
UST 가중 점수와 지하수 이용 관정과의 거리에 대한 가중점수를 중첩 분석하여 위험성을 평가하였다. 지하수 이용 관정은 앞서 언급된 바와 같이 일

일 취수량 100t 이상인 15개 지점에 대한 자료를 이용하였다.

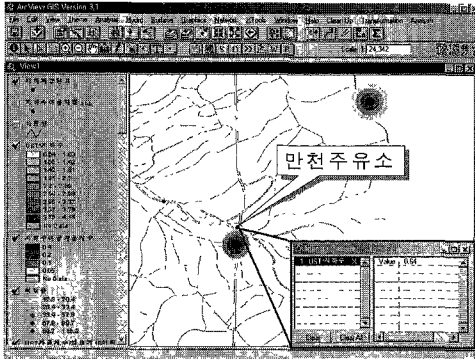
연구대상 지역에 위치한 주유소의 가중 점수와 지하수 이용 관정과의 거리에 대한 가중점수를 중첩 분석한 결과 2개의 주유소가 중첩되는 결과를 나타내어 상대적으로 위험성이 높은 것으로 평가되었다. 다음 <그림 3.12>는 중첩 분석 결과 2개 주유소가 오염 위험성이 높은 주유소로 분석된 것을 보여주고 있다. 이 2개의 주유소에 대해 확대 분석하여 중첩수를 나타낸 결과를 <그림 3.13> 및 <그림 3.14>에 나타내었으며, A 주유소는 가중점수가 4.15, B 주유소는 0.64인 것으로 나타나 A 주유소의 경우가 유해성이 더 높은 것으로 나타났다.



<그림 3.12> UST 및 지하수 이용 관정과의 거리에 의한 위험성 평가 결과



<그림 3.13> 춘천주유소 분석 결과(점수 4.15)

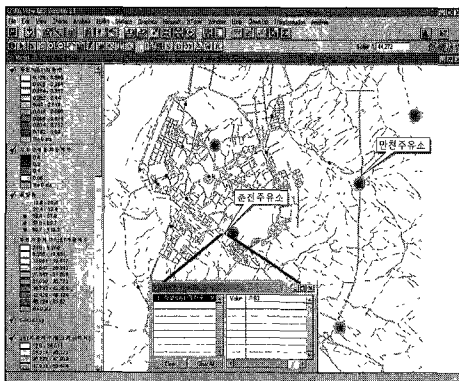


<그림 3.14> 만천주유소 분석 결과(점수 0.64)

3.6.3 UST, 하천 및 지하수 이용 관정과의 거리에 의한 위해성 평가

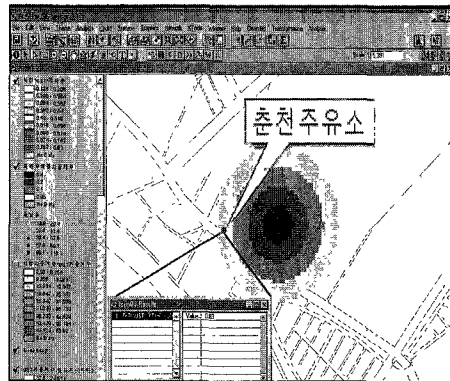
UST 가중 점수, 하천 거리에 대한 가중점수, 지하수 이용 관정 거리에 대한 가중점수를 모두 중첩 분석하여 위해성을 평가하였다.

중첩 분석 결과, 지하수 이용 관정 자료의 제한성으로 인해 3.6.2절에서의 분석 결과와 마찬가지로 2개의 주유소만이 중첩되는 것으로 나타났다. 주유소, 하천 거리, 지하수 이용 관정 거리에 대한 가중점수를 모두 중첩분석한 위해성 예비평가는 상기의 결과와 마찬가지로 2개의 주유소만이 중첩 분석되는 것으로 나타났다(<그림 3.15> 참조). 세가지의 영향이 고려된 상대적인 점수는 A 주유소가 0.83, B 주유소가 0.128로 나타나 약 7배 정도의 위해성 차이를 나타내고 있는 것으로 분석되었다. 이들 2개 지점은 유류 누유시 하천과 지하수가 오염될 우려가 높은 지역이라는 것을 알 수 있다.

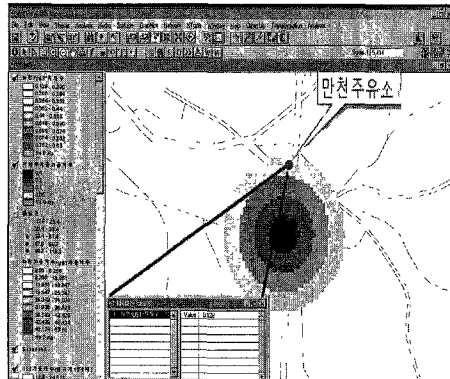


<그림 3.15> UST, 하천 및 지하수 이용 관정과의 거리에 의한 위해성 평가 결과

점수의 값이 UST 및 관정만을 고려한 경우보다 작아진 이유는 3가지의 영향 인자를 모두 고려했을 경우의 상대적인 영향성을 평가하기 위하여 관정에 의한 가중치를 곱해주었기 때문이다. 따라서, 절대적인 평가 기준이 아닌 3가지의 영향 인자를 고려했을 경우 상대적인 평가 기준으로 고려되어야 한다. 이 2개의 주유소에 대해 확대 분석하여 총점수를 나타낸 결과를 <그림 3.16> 및 <그림 3.17>에 나타내었다.



<그림 3.16> 춘천주유소 분석 결과(상대점수 0.83)



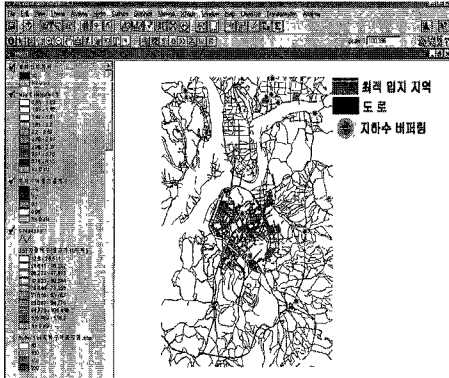
<그림 3.17> 만천주유소 분석 결과(상대점수 0.128)

(4) 신규 주유소 신축시의 적정 입지지역 선정

구축된 자료와 평가 결과를 활용하기 위한 방안의 하나로써, 신설될 주유소 및 오염유발 가능성이 높게 나타나는 주유소의 이전을 위한 적지를 파악하기 위한 입지지역 평가 방안에 대한 분석을 수행하였다. 예정 적지는 누출된 유류가 인근의 하천과 정호에 유입되는 것을 최소화하기 위해 인근의 하천과 정호로부터 각각 200미터이상의 거리에 위치해야 하는 것을 기본 특성으로 하였으며, 주유소의 특성상 도로에 인접한 지역이어야 하므로, 이들 조건을 만족시킬 수 있는 지역에 대한 분석을 수행하



였다 도로에 인접해야 하므로 도로에 대해 30m 구간으로 버퍼링을 수행하였으며, 하천 인접지역 및 지하수 이용 인접지역을 중첩분석해 소거해주는 과정을 수행하였다. 수환경에 대한 위해성이 적은 적정 입지지역에 대한 분석 결과를 다음 <그림 3.18>에 나타내었다.



<그림 3.18> 적정 입지 지역 분석 결과

#### 4. 결 론

본 연구에서는 지리정보시스템을 활용하여 춘천시 행정구역내에 위치한 주유소들의 지하저장탱크에 대한 위해성의 예비적 평가를 수행하였다. 이를 위하여 본 논문에서는 지하저장탱크의 설치년도, 저장 용량, 하천과의 거리, 지하수 이용 관정과의 거리 등 4개의 평가 인자를 선정하였다. 각각의 평가 인자에 대해 가중치를 두어 각 인자별로 위해성에 대한 점수를 산정하였다. 그리고, 각 인자들의 조합에 의한 누적 점수는 GIS의 Buffering 분석 및 중첩 분석을 이용하여 평가 점수를 산출함으로써 주유소들에 대한 상대적 위해성을 평가할 수 있었다.

사례를 통한 춘천시 행정구역내의 주유소에 대한 상대 점수를 분석한 결과 2개의 주유소가 모든 평가인자에 중첩분석되어 오염유발 가능성이 높고 가장 큰 위해성을 지니는 것으로 평가되었다. 또한, 주유소간의 상대적인 위해성을 평가할 수 있었다.

위해성 인자의 평가 후, Buffering 분석을 통해 평가된 영향 지역의 중첩 분석을 통해 주유소 신규 건설시 적정 입지지역 및 이전 가능지역에 대한 평가도 수행할 수 있었다

본 논문에서는 자료의 제한성 및 광범위성으로 인해 몇몇 부분이 축소 및 단순화되어 평가가 수행되었지만 이러한 분석 방법을 확대 적용하여 다양한 평가 인자 선정 및 적정 가중치 선정을 수행할 시, 지하저장탱크의 위해성 예비 평가는 물론, 신규 주유소 입지선정 및 기존 주유소의 이전, 그리고 최

종적으로 UST의 효율적인 관리 체제로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

- [1] 김준현, 문현생, 김중철, “웹 기반의 모형과 지리정보시스템을 이용한 통합적 수환경관리기법”, 한국환경영향평가학회지, Vol. 10, No. 3, pp.235~243, 2001
- [2] 김준현, 최윤희, “춘천시 수환경 관리를 위한 웹 기반 GIS 및 DB 분석 시스템”, 2001년 추계학술 발표회, 한국환경영향평가학회, 2001. 11
- [3] 김준현, 한영한, “토양오염 방지를 위한 지하저장탱크의 관리 방안 연구”, 대한환경공학회 춘계 학술연구발표회 논문초록집, 대한환경공학회, pp.564~566, 1998
- [4] 김준현, 한영한, 최경림, 함광준, “유류 지하저장탱크의 시설현황 및 토양오염도 분석을 위한 DB 프로그램의 개발 및 적용”, 한국수질보전학회 춘계발표회 논문초록집, 한국수질보전학회, pp.85~88, 1998
- [5] 김준현, 황규대, 정덕영, 배우근, 최광호, 김무훈, 송창수, “오염토양복원기술 및 제도발전에 관한 연구”, 국립환경연구원, 1997
- [6] 김채승·윤창진, “지리정보체계”, 대영사, 1999.
- [7] 이상훈 외 2명, “GIS를 이용한 지하유류저장탱크의 유해성 예비 평가”, 대한환경공학회 춘계논문발표회, 1997
- [8] 홍상표, 김정욱, “수자원 오염 특성에 의한 불량 매립지 예비평가모형 정립, 환경영향평가학, 4(1), pp.17-23, 1995
- [9] <http://www.chuncheon.go.kr/>, 강원지도정보