

환경지질도 작성을 위한 GIS 응용연구 GIS Technology for Environmental Geologic Mapping

김 윤 종 (Kim, Youn Jong)
유 일 현 (Yu, Il Hyon)
김 원 영 (Kim, Won Young)
신 은 선 (Shin, Eun Sun)

한국자원연구소
한국자원연구소
한국자원연구소
충남대학교

요약/Abstract

GIS를 이용하여 환경지질도의 분야별 목적도 및 종합도 작성 기술이 본 연구를 통하여 국내에서는 처음으로 개발되었다. 환경지질도는 현재 국내외적으로 자연환경 변화에 따른 지질재해 및 환경오염 등을 분석할 수 있는 중요한 자료로써 활용되고 있다. 그러나 환경지질도 작성을 위해서는 우선적으로 연구지역에 대한 환경지질 분석과 야외조사 자료를 토대로 대상 지역의 자연환경 변화를 유발시킬 수 있는 환경지질 요소들이 정량적, 정성적으로 분석되어야 된다. 환경지질 자료들은 목적에 따라 차이가 있지만 방대하고 다양한 분석 자료들이 포함된다. 국내의 환경지질도 작성기관인 한국자원연구소에서는 이러한 환경지질도 작성기술을 체계적으로 정립시키고자 당연구소 환경지질연구 그룹내에 GIS를 이용한 환경지질 정보시스템을 구현하고 청주지역을 대상으로 환경지질 데이터베이스를 구축한 후 시범연구를 실시하였다. 환경지질도 작성 기술개발에 의하여 생산된 목적별 도면들은 지질공학도, 지질재해도, 지표유출량 분석도, 토공량 및 절취 난이도, 지하수 보호 및 관리 분석도 등이며, 이들에 의한 2차 GIS 지도모형연구를 통하여 토지활용 우선 순위 분석을 위한 종합 환경지질도가 완성되었다. 데이터베이스내에 구축된 일부 환경지질자료들은 타기관에서 제작된 자료들을 활용하였으며, 이로 인한 자료들의 일부 부정확성때문에 금번에 작성된 몇몇 목적도들은 추후 환경자료의 보완 및 갱신에 의하여 수정된 도면들이 재작성 될 것이다. 본 연구결과는 앞으로 국토개발 계획 및 환경영향 평가를 위한 신기술로 활용될 것이며, 당연구그룹에서는 이 기술을 기반으로 환경지질 분석을 위한 GIS전문가 시스템을 구현시킬 예정이다.

Environmental geologic maps were produced on the Cheong-Ju area using GIS technique. They are GIS maps on land management and regional land use planning. In the last year, the model of environmental geologic map was established, and the digital database was constructed by environmental and geotechnical data collected from various sources. The special maps for environmental geologic study were also produced ; landslide hazard and risk map, cut & fill map, actual run-off map and engineering geological map. The maps are secondary models (sub-model) in order to create final environmental geologic map. Finally, Environmental Geologic Unit(EGU) was evaluated for regional land use planning and land management by EGIS(Environmental Geologic Information System). This unit is very important in order to assess environmental geologic impact on large construction works and detailed road design etc.

서 론

본 연구는 '92~'93년도에 당연구그룹에서 개발된 환경지질도들의 중간 목적도(김운중 외, 1993, 1994)들과 금번 연구('93~'94)를 통하여 완성된 지질공학도(Engineering geological map)를 2차 GIS 지도모형연구를 통하여 최종 종합 환경지질도인 토지활용 우선도(Land management and land use planning)를 작성하는 것이다(Fig.1). 기 작성된 중간 목적도(Sub-model)들은 지표 유출량 분석도(Run-off potential map), 토공량 분석도(Cut & Fill analysis), 지질 재해도(Geological hazard map), 지하수 보호 및 관리도(Groundwater protection map)이며, 금년에 작성된 지질공학도를 위해서는 토성, 풍화대 분석, 지하수위 및 시추 자료로부터 작성된 토심도 등이 활용되었다. 본 연구를 위하여는 여러 분야의 환경지질조사(토양, 사면분석, 지질공학, 지하수 등)가 선행되어야 한다. 초기 환경지질정보(토양도, 지질도,

지하수위도, 풍화대 및 시험 시추도 등)들은 이러한 조사 결과들을 토대로 분석되어야 하며, 환경지질도의 작성기법 연구가 주 목적인 본 연구를 위한 초기 정보들은 연구지역의 기 조사자료들이 이용되었다. 지하지질 정보들은 농어촌진흥공사의 시험 시추자료(1970~1991)가 광범위하게 수집되어 본 연구 목적에 부합되도록 재정리된 후 컴퓨터에 입력되었다. 이와같은 연구를 위하여는 수치정보시스템인 GIS(Geographic Information System)의 활용이 필수적으로 요구되며, GIS를 통하여 모든 환경정보들은 종합적인 데이터베이스 구축이 가능할 수 있었다. 특히 구축된 연구지역의 GIS 데이터베이스는 다른 환경분석을 위하여서도 아주 요긴하게 활용될 수 있으며, 청주지역을 대상으로 작성된 지질공학도의 활용은 실제 토목공사 뿐만 아니라 도로 및 철도공사 등에도 긴요하게 활용되어 질 것이다. 또한 토지활용 우선 순위 분석을 위한 환경지질 종합도의 활용은 체계적이며 효과적인 국토개발계획의 수행을

가능하게 할 것이다. 금번 연구를 통하여 생성된 환경지질도 중간 목적도들과 종합 환경지질도의 작성 기법 기술은 앞으로 국가 환경관리기술 및 환경영향 평가 분야에 중요하게 활용될 것이다.

환경지질도의 기본 모형과 환경지질 정보시스템

Fig.1은 금번 연구를 통하여 구현된 환경지질도 기본 모형의 요약이다. 이러한 환경지질도 작성을 위하여 당연구그룹에서 설계된 환경지질 정보시스템의 주요 기능들이 Fig.2에 설명되었다. 환경지질 정보시스템에서는 1차적으로 여러 목적들의 환경지질도를 생산할 수 있다. 이러한 목적도들에 대하여 2~3차 지도모형 기법의 적용은 사용자 목적

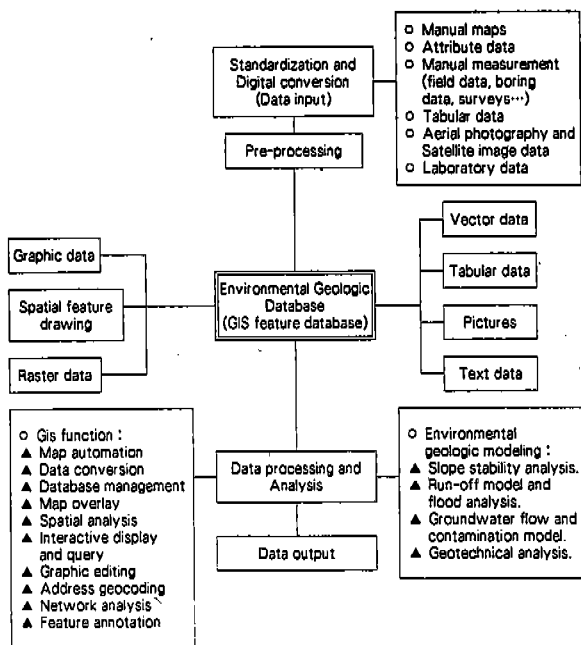


Fig. 2 Environmental Geologic Information System(EGIS)

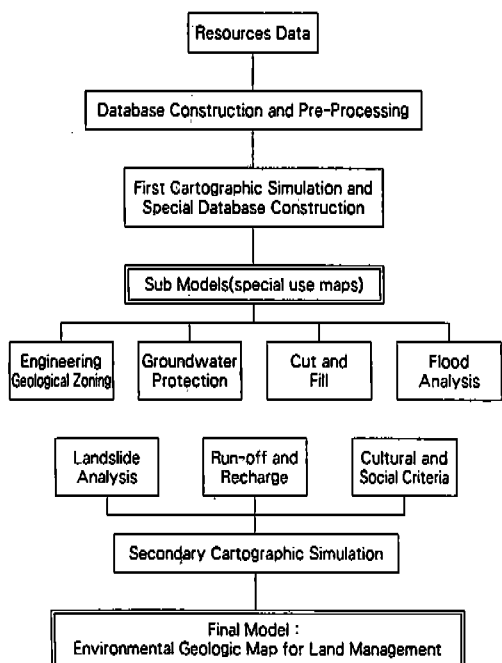


Fig. 1 Model of environmental geologic map

에 따라서 다양한 종합 환경지질도(국토개발 계획도, 자연자원 관리도 등)의 작성을 가능하게 하며, 금번 연구에서는 최종적으로 토지활용 우선 순위도가 작성되었다. 환경지질 연구는 자연환경 변화에 따른 지질재해 예방, 구조물들의 안전성 분석, 토지의 적절한 활용연구 등을 위한 지질학적 연구를 흔히 말하며, 본 연구를 통하여 작성된 환경지질도는 이러한 목적들의 환경지질조사를 도면화하여 환경피해를 최소화함은 물론 토지의 적절한 활용에 이용하고자하는 것이다. 금번 연구에서 구현된 환경지질정보시스템(Fig.2)은 ARC/INFO 시스템을 기본으로 설계되었으며, 기본적 GIS기능과 환경지질 분석을 위한 GIS 전문가 시스템의 일부 기능이 보충되었다. GIS 기본 시스템과 환경지질 모형 분석 기술과의 일부 통합은 현재 구현중에

있으며, 이 부분의 완성은 앞으로 확실한 환경지질분석 전문가 시스템 기술의 기본이 될 것이다. 환경지질 모형 분석 부분과의 통합을 제외한 나머지 부분들은 환경지질 데이터베이스를 기초로한 공간자료 분석기능 등이 완성되었으며, 금번 연구에서 생산된 모든 목적도들과 종합도 분석이 본 시스템을 이용하여 수행되었다. Fig.3은 본 시스템의 데이터베이스를 구현하고 있는 기본 자료층의 형태(다각형, 선, 점 등) 그림이다. 환경지질도 작성을 위한 기본 자료들은 공통자료(지형, 수계, 도로, 지질, 토양 등)와 목적자료(지질재해정보, 지하수위, 풍화대 등)들로 구분되며, 이들은 환경지질 데이터베이스 구축과 설계시 공통 DB 및 목적 DB로 분류되어져 구축되었다.

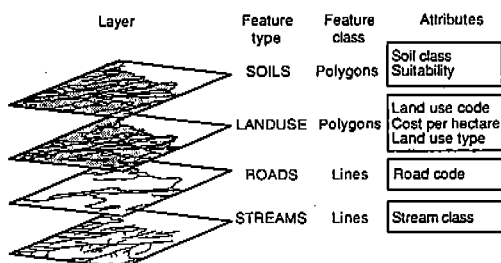


Fig. 3 Basic thematic data set and feature class of EGIS(ESRI, 1990)

지질공학도 작성

지질공학도(Engineering geological map)는 최종 종합 환경지질도 작성을 위하여 금번에 개발된 중간 목적도(Sub-model, Fig. 1)중 하나이다. 금번 연구를 통하여 생성된 지질공학도는 기존의 지질 및 시추 자료와 일부 현장조사를 토대로 작성되었다. 그러나 본 연구의 주목적은 환경지질도작성 기법 연

구로써 수학적 내삽법에 의한 등치선 작성(지하수위, 토심도, 풍화대 등)에 부분적인 문제점이 발견되었으나, 추후 그들에 대한 자료를 일부 보충, 수정키로 하였다. Table 1은 지질공학도 작성을 위하여 사용된 GIS 자료층들과 환경지질 정보시스템을 이용하여 실시된 GIS 지도모형연구의 등급표이다. 다음은 그들에 대한 요약 설명이며, 일부 도면들은 당연구소에서 발행된 환경지질도작성기법연구(III)(1994)를 참고하시기 바랍니다.

○ 토심(Soil depth) ; 시추자료로 부터 작성된 연구지역의 토심분포는 약 5~6m정도가 가장 넓게 분포하고 있다. 산악지에서는 2~6m, 평탄지는 8~12m, 산악지와 평탄지의 중간지역에서는 14m이상의 분포를 보이고 있으며, 등급은 평탄지③, 중간지②, 산악지①의 값이 주어졌다(값이 클수록 토지활용도가 큰지역으로 구분된다). 물론 이 자료는 대상지역의 풍화대 깊이와 특성에 따라서 지질공학적 등급이 변화될 수 있다.

○ 지질 및 풍화대 구분(Geology) : 연구지역 전체에 대한 풍화대 조사는 불가능하였으므로, 기존의 지질도(한국자원연구소, 1989)와 일부 대표지역에 대한 조사를 통하여 분석되었다. 연구지역은 편마암(1), 편암(2), 화강암(3) 및 층적층(4) 등으로 대분류되어 지역적 지질 분포와 풍화정도에 따라 등급이 주어졌다(환경지질도 작성기법연구(III), 1994).

○ 토성(Soil texture) : 당연구그룹에서 데이터베이스가 구축된('91~'92) 토양도(농촌진흥청,1977)가 분류의 기본이 되었다. 등급의 기준은 점토 및 자갈 함량에 따라서 주어졌으며, 토양도의 기본 분류를 통일 분류법(Unified Soil Classification)과 연구지역의

Table 1. Summary of rating system for engineering geological unit

factor	rating	source data
soil depth	1 ~ 3	boring data
geology and weathering grade	1 ~ 4	geological map, 야외조사 및 실내실험
soil texture	1 ~ 5	soil map, 야외조사 및 실내실험
depth to groundwater table	1 ~ 7	boring data 및 수맥도

토양분포를 고려하여 GP(1), ML(2), SC(3), SP(4), SM(5) 등으로 구분되었다. 물론 이 등급은 지역적 토양조건에 따라서 변경될 수 있다(환경지질도 작성기법연구(III), 1994).

○ 지하수 깊이도(Depth to groundwater table) : 시추자료를 이용하여 등치선이 작성된 도면으로부터 1.5m이하(1), 1.5~3m(2), 3~9m(3), 9~15m(4), 15~21m(5), 21~30m(6), 30m이상(7)의 등급이 주어졌고, 지하수위가 아래에 있을수록 높은 값(안정된 지역)이 부여되었다.

○ 지질공학도(Fig.5) : 위에서 설명된 초기 환경정보들을 기초로 Table 1의 종합적인 등급표에 따라서 환경지질 정보시스템내에서 지질공학도 작성을 위한 1차적인 지도 모형연구가 실시되었다. 최종 분류를 위한 지질공학단위(Engineering Geological Unite)는 위에서 분석된 환경지질 요소들의 총합으로 계산되었으며, Table 2는 계산된 각 지질공학 단위들의 누계 면적(%) 표이다. 벡터 자료처리의 기본은 래스터 자료들과 비교하여 초기 자료들(Source data)의 정확성을 고려하여야 하기 때문에 가능한 한 복잡한 수학적 연산기법을 피하는것이 바람직하다. 이것은 자료 처리중 발생될 수 있는 누적 오차를 최소화하고자 하는 것이다. Fig.4는 벡터 자

Table 2. Value of engineering geological unit

Value	area(m ²)	area(%)	Carea(%)
2	1076411	0.3	0.3
3	1621891	0.4	0.7
4	3046003	0.7	1.4
5	16666233	4	5.4
6	37417119	9.1	14.5
7	49531294	12	26.5
8	57639998	13	39.5
9	60524481	14.7	54.2
10	63110042	15.2	69.4
11	51706541	12.6	82
12	33346616	8.1	90.1
13	24496296	6.8	96.9
14	11316318	2.8	99.7
15	1290202	0.3	100
Total	412789445	100	

(Carea : cumulated area)

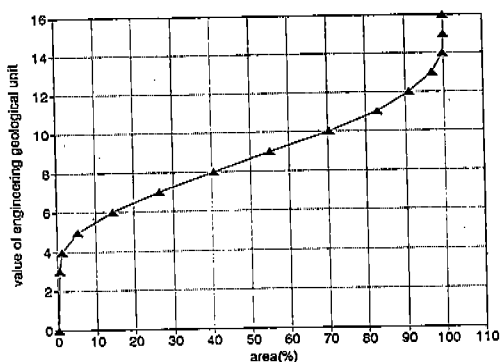
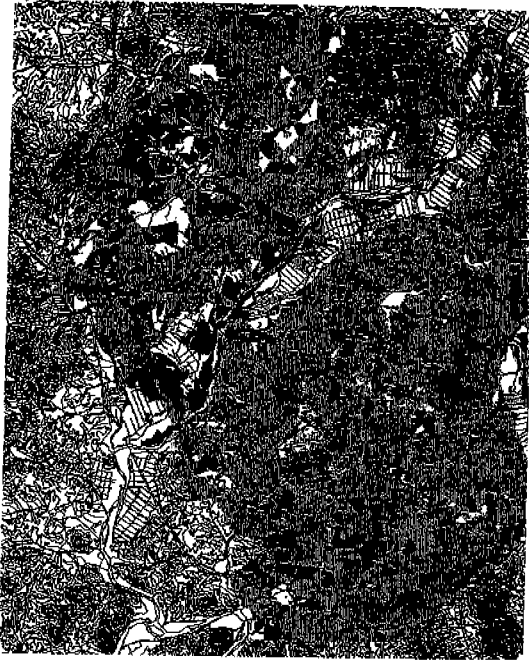


Fig. 4 Percentage cumulative curve(area vs. value of engineering geological unit)



Engineering Geological Unit

- | | |
|---------------|-------|
| very low | water |
| low | road |
| moderate | |
| slightly good | |
| good | |
| very good | |
| excellent | |

Engineering Geological Unit is combination of 5 geological properties :

- Analysis of weathered zone (geology)
- Soil Depth (boring data)
- Groundwater level (boring data)
- Soil texture
- Slope analysis

Fig. 5 Engineering geological map

로 분류기법의 기본인 누적곡선 분류방법을 이용하기 위하여 작성된 그림이며, 이 그림에서 7개의 변곡점들이 추출되어 다음과 같이 구분되었다(Fig. 5) : very low, low, moderate, slightly good, good, very good, excellent. 지질공학단위 값이 높을수록(good ~excellent) 토지활용도가 높을 수 있는 지역으로 분류되었다.

환경지질도 중간 목적도들의 종합분석

본절에서 설명되는 환경지질도 목적도들은 당연구그룹에서 기 개발된 도면(환경지질도 작성기법연구(I), (II), 1992, 1993)들에 대한 요약 설명이며, 본 내용은 최종 종합 환경지질도인 토지활용 우선순위도 작성을 위

하여 재정리되었다. 즉 기 작성된 목적도들의 속성값들을 본 연구 목적에 맞게 재배열한 후 금년에 생산된 지질공학도와 환경지질정보시스템내에서 2차 지도모형연구를 통하여 종합환경지질도(토지활용 우선 순위도)가 생성되기 때문이다. 1차적으로 생산된 중간 목적도들은 지표 유출량 분석도, 지질재해도, 지하수 관리 및 보호도, 토공량 분석도 들이며 다음에 요약 내용이 기술되었다.(환경지질도 작성기법연구(III), 1994)

○ 지표유출량 분석도 : 연구지역의 지표 유출량은 S.C.S(Soil Conservation Service) 방법(FHWA/RD-81060, 1981)에 의하여 산출되었으며, 상세한 계산 내역은 환경지질도 작성기법연구(II)(1993) 및 수자원 관리와 보호를 위한 GIS활용연구(김윤중외, 1993)에 수록되어 있다. 미국 농무성의 S.C.

S는 초과 강우량 또는 직접 유출량을 구하는 방법으로서 다음과 같은 간단한 공식을 제시하였다 ; $F/S=Q/P$ (F : 시간(t)에서 흙의 저유량, S : 흙이 완전 포화되었을 경우 저유량, Q : 직접 유출량(mm), P : 누적 강우량(mm)). 강우로부터 발생하는 직접 유출량은 흙이 최대로 저유할 수 있는 양(S)과 실제로 흡수되는 물 양(F)의 함수로 표시되며, 직접 유출량과 강우량과의 차이이다. 즉 $F=P-Q$ 이며, 이 관계를 위식에 대입하여 유출량을 계산하게 된다. S의 결정은 물 침투의 진행 상태에 따라 크게 다르며, 침투는 흙의 종류, 지표의 상태 등에 따라 다르기 때문에 SCS는 흙의 종류, 지표 상태에 따라서 S를 구하는 방법을 별도로 제시하였으며($S=(25,400/CN)-254$), 이와 같은 공식들에 의하여 연구지역의 각 토지이용 요소들의 면적이 고려된 지표의 실제 총 유출량(Q)은 148.3mm로 계산되었고 각 지표 요소별 실 유출량의 계산 결과는 다음과 같다 ; 하천(21.08mm), 산림(33.4mm), 경작지(34.36mm), 공한지(29.65mm), 총적층(21.28mm), 거주지(5.44mm), 하천부지(3.09mm)(환경지질도작성기법연구(II), 1993). Table 3의 총강수량(P)에 대한 총유출량 비율(Run-off Potential Ratio ; $R.P.R=TQ/P$)은 연구지역 전체에 대하여 각 요소들의 총강수량(P: 990mm)에 대한 전체 유출량(TQ)의 비율을 나타내며 (요소별 전체 유출량(TQ) ; 하천(331.8mm), 산림(107.37mm), 경작지(110.13mm), 공한지(180.0mm), 총적층(180.4mm), 거주지(259.52mm), 하천부지(281.35mm)), 이 자료가 최종 종합 환경지질도 작성에 활용되었다.

Table 3. Run-off Potential Ratio(R.P.R) of the study area($R.P.R=TQ/P$)

R.P.R(%)	Run-off	Area(%)	지표 요소
0-15	Low	62.3	산림 및 전답
15-25	Moderate	28.2	공한지, 총적층
25-30	High	3.2	하천부지, 주거지
30이상	Very high	6.3	하천, 주거지
		100	

○ 토공량 분석도 : 연구지역의 일반적 자연조건을 기초로 다음 3가지의 초기조건을 설정한 후 1차 대상 지역(토공량 계산지역)을 추출하였다(김윤종의, 1994); ①지표 표고가 40ML이상, 120ML 하부 지역, ②기존의 거주지역 제외, ③토양 자료가 포함된 지역. 선정된 대상지역에 대하여 토공량 계산을 위한 기준 설계 고도를 60ML로 설정하였으며, 설계 고도와 위의 초기조건에 의한 토공량 산출 깊이는 $-20m \leq \text{Cut \& fill depth} \leq +40m$ 이다. 연구지역에서 자연 환경 측면이 고려된 가장 경제적 토지 개발이 가능한 지역은 $-20m \leq \text{Cut \& Fill depth} \leq +20m$ 지역으로 분석되었으며, 이 지역들이 토지활용 우선 순위도가 높은 지역으로 사료된다.

○ 지하수 보호 및 관리도 : EPA(Environmental Protection Agency)의 DRASTIC (Aller et al, 1987) 모델을 기본으로 개발된 본 모형의 1차 결과는 수자원 관리와 보호를 위한 GIS 활용연구(김윤종의,1993)에서 분석되었다. 모델의 정확도는 환경지질 및 수문학 자료들의 취득 과정과 방법에 좌우되며, 이러한 정보들을 취득하기 위하여 환경지질 기본 자료들과 여러 지질공학적인 방법

들이 활용되었다(환경지질도작성기법연구(I), 1992). 최종 오염 가능지역 분석도 작성을 위하여는 PI(Pollution Index)를 계산하여야 하며, 이는 EPA의 DRASTIC Index 계산방법과 동일하다. 즉 최종 중첩되는 지역들에 대하여 대상 요소들의 등급과 가중치 곱의 총합으로 계산되며, PI값이 높을수록 오염 가능성이 높은 지역으로 평가될 수 있다. PI값은 오염 가능성에 상대적 수치로써, 값이 클수록 오염 가능성이 높은 지역으로 분석되며, 최종 1차 지하수 오염 가능성에 대한 광역 분석도가 위의 PI등급에 의하여 6등급(low~high)으로 구분되어 작성되었다(김윤중외,1993).

○ 지질재해 분석 : 본모형은 당 연구그룹에서 1991년에 개발된 기본 모형을(XVII ISPRS Congress, 1992) 기초로 연구 지역의 특성을 고려하여 6개의 요인(지형 경사, 방위, 암질, 토질, 식생, 토지 이용)이 선정되었으며, 지질재해(산사태)분석을 위한 중요도에 따라서 각각의 요소들에 대한 등급과 가중치가 개발되었다(김윤중외, 1994). 각 환경요소들의 최종 중첩에 의하여 재해 발생 예상지수 (Hazard Index)가 계산되었으며, 이 값들이 높으면 산사태 발생 가능성이 크

다는 것을 의미한다. 재해 등급을 분류하기 위하여 재해 발생 예상지수를 4등급(low, medium, high, very high)으로 구분한 1차 재해 발생 예상도가 환경지질도 작성기법연구(II)(1993)에서 작성되었으며, 이 값들이 높은 지역은 재해의 발생 정도가 높은 곳으로 고려되어질 수 있다.

토지활용을 위한 종합 환경지질도

토지활용 우선 순위 분석을 위한 종합 환경지질도는 Fig.1의 환경지질도 기본 모형에 의하여 앞 절에서 작성된 중간 목적도들의 2차 GIS 지도모형 연구에 의하여 생성되었다. Table 4는 토지활용 우선순위 분석을 위하여 작성된 환경지질 중간 목적도들과 각 목적도들의 등급 구분표이다. 등급이 높을수록 토지 활용도가 높은 순위로 재배열하였으며, 홍수위 분석 모델은 금번 연구에서 제외되었다. 이것은 토공량 분석시 1차 대상지역 범위와(40ML~120ML) 기준 설계 고도를 이미 60ML로 설정하였기 때문이다. 종합도 작성을 위하여 중첩된 각 요소들의 최종 지표는 환경지질 단위(EGU:Enviromental Geologic Unit)로 표시되었으며, 지질공학도 작

Table 4. Scoring system of enviromental geologic map for land management and land use planning (Kim, Y.J. et al, 1994)

Sub-model	rating	source data
Engineering geological unit	1 ~ 7	Engineering geological map
DRASTIC Index	1 ~ 6	Model for mapping susceptibility of groundwater contamination
Hazard Index	1 ~ 4	Geological hazard map
Cut & Fill Index	1 ~ 4	Cutting and filling depth
Run-off Index	1 ~ 4	Run-off potential map

성시 이용된 벡터자료 분석의 누적곡선 분석 방법이 재활용되었다(Table 5, Fig.6). 이 누적곡선은 EGU를 5단위(very low, low, moderate, high, very high)로 구분케하였으며, EGU 값이 높을수록 토지 활용 우선 순위가 높은 지역으로 평가될 수 있다(Fig. 7). 실제로 제3차 국토 개발계획(국토개발연구원,1991)에 표시된 개발지역(철단산업기지, 경부전철역사 등)들이 부분적으로 이 도면(Fig.7)과 잘 일치되며, 추후 이러한 국토 개발 계획의 수정과 변경에도 본 환경지질 정보시스템을 이용하여 생성된 종합 환경지질도의 활용성이 기대된다. 최종 종합도 작성을 위해서 각 요소들에 대한 가중치는 부여되지 않았다. 그러나 다른 목적의 종합 환경지질도 작성을 위해서는 각 목적도들에 의

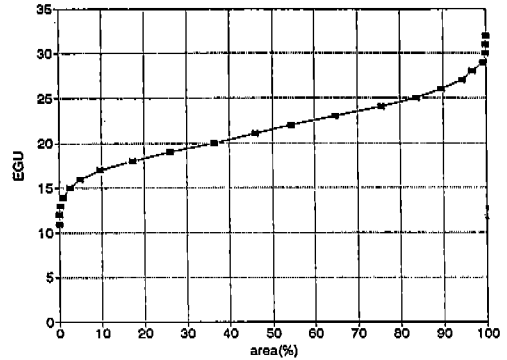
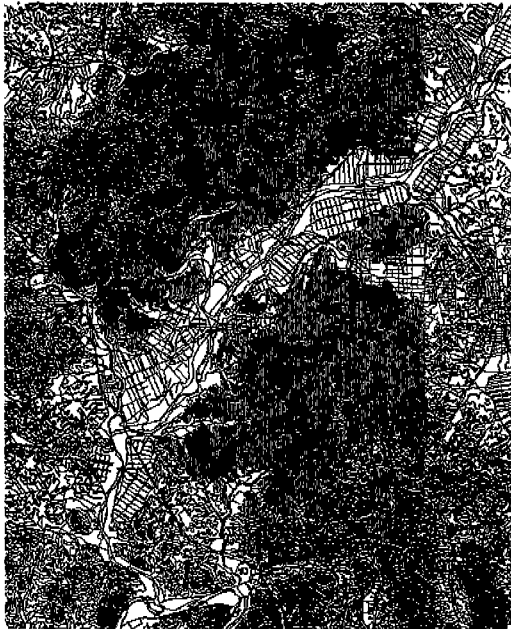


Fig. 6 Percentage cumulative curve(area vs. EGU)
(EGU : Environmental Geologic Unit)

해 분석된 환경요소들에 대하여 새로운 등급 및 가중치 설정이 필요하며, 이러한 작업을 위해서는 GIS를 이용하여 구현된 환경지질 정보시스템의 활용이 필수적으로 요구된다.



EGU (Environmental Geologic Unit)

- very low (11 - 17 ; 9.7%)
 - low (18 - 21 ; 36.4%)
 - ▨ moderate (22 - 25 ; 37.7%)
 - high (26 - 29 ; 10.5%)
 - very high (above 30 ; 5.6%)
- ▭ water
▭ road

Higher values of EGU are more important areas for land use planning.

EGU is total 5 sub-model indices :

- DRASTIC index (1-6)
- Hazard index (1-4)
- Engineering geological unite (1-7)
- Cut and Fill index (1-4)
- Runoff index (1-4)

Fig. 7 Environmental geologic modeling at large scale for land use planning

Table 5. Environmental Geologic Unit(EGU)

EGU	area(m ²)	area(%)	Carea(%)
11	25434	0.01	0.01
12	29219	0.01	0.02
13	445777	0.2	0.22
14	1056242	0.6	0.82
15	2863906	1.7	2.52
16	4135577	2.4	4.92
17	7988998	4.7	9.62
18	13018441	7.7	17.32
10	14665359	8.6	25.92
20	17740850	10.4	36.32
21	16411467	9.7	46.02
22	14274887	8.4	54.42
23	17808184	10.5	64.92
24	18079375	10.6	75.52
25	13907696	8.2	83.72
26	9976440	5.9	89.62
27	8200419	4.8	94.42
28	4149280	2.4	96.82
29	4208337	2.5	99.32
30	784331	0.5	99.82
31	195663	0.07	99.89
32	11597	0.11	100
Total	169977479	100	

(Carea : cumulated area %)

결 론

본 연구는 GIS를 이용한 환경지질도 작성 연구로써 토지 관리(Land management and land use planning)를 위한 종합 환경지질도 작성의 기법 개발이 주목적이다. 이러한 목적을 위하여 당 연구그룹에서 이미 개발된 지질재해 분석도, 토공량 계산과 절취 난이도, 지표 유출량 분석도 등의 중간 환경지질

목적도들과 금년에 생산된 지질공학도가 GIS를 이용하여 구현된 환경지질 정보시스템내에서 2차 지도모형연구를 통하여 토지활용 우선 순위를 분석한 최종 종합 환경지질도를 완성시켰다. 종합도 뿐만아니라 환경지질도 기본 모형 설계를 위하여 완성된 중간 목적도들의 작성도 환경영향 평가를 위하여 아주 중요하게 활용될 수 있다. 특히 금년에 작성된 지질공학도는 토공량 분석도와 더불어서 지반 안정성 및 구조물 건설을 위한 중요한 기본 환경지질 정보로써 제공될 것이다. 그러나 본 연구를 위한 GIS기술 적용에서 가장 중요한 점은 초기 환경지질 자료들의 정확성과 대상지역에 대한 1차적 환경지질학적 평가 및 분석이 필요하다는 점을 명심하여야 할 것이다. 종합 환경지질도작성 기술의 확립에 따른 다음 단계는 그들의 대량 자동 생산 기술확보와 환경지질 정보시스템에 의한 종합적인 환경정보 데이터베이스 구축이 될 것이다. 이러한 기술의 개발은 매해 상습적인 자연 재해에 대한 방지 대책의 즉각 수립을 가능케 함은 물론, 환경지질 정보학의 새로운 분야 개발에도 큰 의의가 크다. 동시에 본 기술은 전 국토의 자연자원 관리를 위한 국토 자원 종합정보시스템 개발을 위한 기초 기술로 활용될 수 있으며, 다른 국토 기본도들의 자동화 생산 기술에 적용될 수 있다.

참 고 문 헌

- 기상월보, 기상청 (1986~1993).
- 김윤중외, 1994, 지질피해 예상 및 절취난이도 분석을위한 GIS응용연구, 지질공학회지, 제4권 제1호, pp.43-56.

- 김윤종의, 1994, 지반의 지질공학적 특성 분석을 위한 GIS 활용연구, 한국GIS학회지, 제2권 제1호, pp.39-46.
- 김윤종의, 1993, 수자원 관리와 보호를 위한 GIS 활용연구, 지질공학회지, 제3권 제3호, pp.253-266.
- 김윤종의, 1993, 지하수자원개발을 위한 GIS 응용연구, 지질공학회지, 제3권 제2호, pp.101-114.
- 수택도 조사보고서, 1983-1991, 농어촌진흥공사.
- 정밀토양도(청주시, 청원군 및 연기군), 1977, 농촌진흥청, 농업기술연구소.
- 제3차 국토종합계획발계획 시안, 1991, 국토개발연구원.
- 지하수 조사보고서, 1970-1982, 농어촌진흥공사.
- 한국지질도(청주, 병천), 1989, 한국자원연구소.
- 환경지질도 작성기법연구(I), 1992, 한국자원연구소.
- 환경지질도 작성기법연구(II), 1993, 한국자원연구소.
- 환경지질도 작성기법연구(III), 1994, 한국자원연구소.
- Aller, L, T. Bennette, J.H.Lehr, and R.J. Petty, 1987, DRASTIC : A standardized system for evaluation ground water pollution potential using hydrogeologic settings, National Water well Association, EPA/600/2-85/018, April 1987.
- Extension of the soil conservation service rainfall, 1981, Report No. FHWA/RD-81060. pp.1~75.
- ESRI, 1990, Glossary of GIS and ARC/INFO terms, p.22.
- Goodchild, M.F., 1991, Integrating GIS and environmental modeling as global scales, GIS/LIS '91 proceedings, 28 October-1 November 1991, Atlanta Georgia, pp. 117-126.
- Kim, Y.J., Kim, W.J., Yu I.H., Seo, D.J., and Yang, Y.K., 1992, Analysis of regional Geologic Hazard(Landslide) using GIS Technology, ISPRS XVII Congress, Washington, D.C., Vol.XXIX, Part B4 (Commission IV), pp.675-680.
- Zaporoze, A., 1989, Hydrogeologic mapping for groundwater protection, Recent advances in ground-water hydrology, American Institute of Hydrology, pp.588-597.

김윤종, 유일현, 김원영 :
 한국자원연구소 지질연구부
 대전시 유성구 가정동 30번지, 305-350
 TEL : (042)868-3057
 FAX : (042)861-9720

신은선 :
 충남대학교 자연과학대학 지질학과
 대전시 유성구 궁동 220번지, 305-764
 TEL : (042)821-6423
 FAX : (042)822-9690