

WHAT IS  
SICAL FEATURES  
THE GROUND?

# 지형지질환경영향평가

## 01. 지형·지질 항목의 개념과 의의



ENVIRONMENTAL  
PROBLEM

## 1. 환경영향평가의 지형·지질 항목의 특성

지구에서 일어나는 변화는 지표면의 암석, 토양층, 해양, 대기 등에 나타나며 이 변화는 인간에게 영향을 주고 있다. 인간으로 인한 인위적인 변화 또는 변질은 인간을 포함한 생태계에 영향을 주고 있기 때문에 우리는 지구의 환경을 이용할 때 어떤 영향이 있는지를 알고자 하는 것이다. 환경영향평가는 변화로 인한 영향을 미리 예측함으로써 영향을 없애거나 최소화할 수 있는 대비책을 세우기 위한 과정이다. 이러한 면에서 지형·지질 항목은 지구의 역사를 주의깊게 관찰하여 장·단기적 관점에서 인간의 활동이 지구환경에 미치는 영향을 평가하는 분야이다.

원시 지구는 무생물 상태였으나 46억년이라는 장구한 시간을 지나는 동안 많은 변화를 통하여 지구에는 생물이 탄생하고 번성하여 오늘날에 이르렀다. 지구기후의 변화(온난화, 빙하기), 해수면의 상승과 하강, 대홍수, 극심한 가뭄, 소행성의 충돌, 대륙이동, 판의 충돌, 생물의 탄생과 진화, 제4기 지형변화 등은 모두 암석에 기록되어 있다. 즉 지구의 46억년 기록이 지구자체, 즉 암석에 고스란히 기록되어 있다. 지질은 이러한 지구의 역사 기록을 연구하는 분야로서 지구의 지질시대의 변화와 더불어 현세의 지형변화를 간직하는 암석, 지형 등을 총칭하여 지질유산(Geological heritage)이라고 한다. 지질유산과 관련한 사항은 다음 차시에서 자세히 살펴보도록 한다.

지형은 높고 낮은 형태를 가진 지반의 모양으로서 주택, 공장, 도로 등의 건설은 인위적인 지형의 변화를 수반한다. 지형·지질의 변화는 단순히 지반의 형태가 변하는 것 이외에 생태계, 토양, 수질, 대기질, 소음·진동, 경관 등 거의 모든 영향요소와 연계되어 있다. 지반을 형성하는 암석이 풍화되어 형성된 토양은 오랜 세월을 걸쳐 만들어지며 식생의 기반이 된다. 각종 개발사업을 시행하게 될 경우 부지 정지를 필요로 하며 높은 지역은 땅을 깎고 낮은 지역은 깎은 흙을 쌓은 작업을 하게 된다. 절토나 성토에 의한 사면의 발생은 새로운 지반을 노출시켜서 지반의 물리적 상태가 변화하여 불안정성이 증가하게 되며 이는 지반침하, 산사태, 사면붕괴 등과 같은 재해발생 가능성을 높이는 요인이 될 수 있다. 또한 새로이 노출된 암석과 토양에서 특정 지질을 구성하는 광물이 공기와 물에 노출되면서 화학적 반응을 통하여 지질재해를 발생시키기도 한다. 땅을 깎고 흙을 쌓는 작업으로 인하여 지반위에 형성된 토양과 식생이 훼손되며, 토사로 유출된 토양은 수질을 악화시키며 수생태계에 영향을 미치게 된다. 또한 땅을 깎고 흙을 운반하는 과정에서 발생하는 비산먼지와 공사장비에서 배출된 배기가스는 대기질을 악화시키며 소음진동을 유발하여 삶의 질을 저하시킨다. 최종적으로 변화된 지형의 모습과 훼손된 식생은 경관에도 큰 변화를 일으키게 된다. 따라서 지형·지질의 변화는 많은 환경영향을 유발하게 되며 자연환경뿐만 아니라 생활환경에까지 영향을 미친다.

이처럼 지형·지질은 자연환경의 기반이며 지구상의 모든 생명체의 서식지가 되고 있으며 타 항목과도 밀접한 연관성을 가지고 있다. 따라서 지형·지질을 교란하는 경우 유발되는 영향이 매우 크므로 가능한 그 교란을 최소화하는 것이 바람직하다.

환경영향평가에서 지형·지질 항목의 평가는

어떤 사업을 계획하고 추진하여 시행하는 과정에서 ① 지형·지질 현황을 조사하고 ② 사업으로 인한 영향을 예측하여 ③ 중요한 지형·지질 자원은 지속가능한 이용을 유도하고 ④ 중요한 지형·지질 유산 정보는 보전하여 ⑤ 현재 및 미래의 세대가 지구환경의 변화에 올바르

게 대처할 수 있는 기반을 마련하기 위한 것이다.

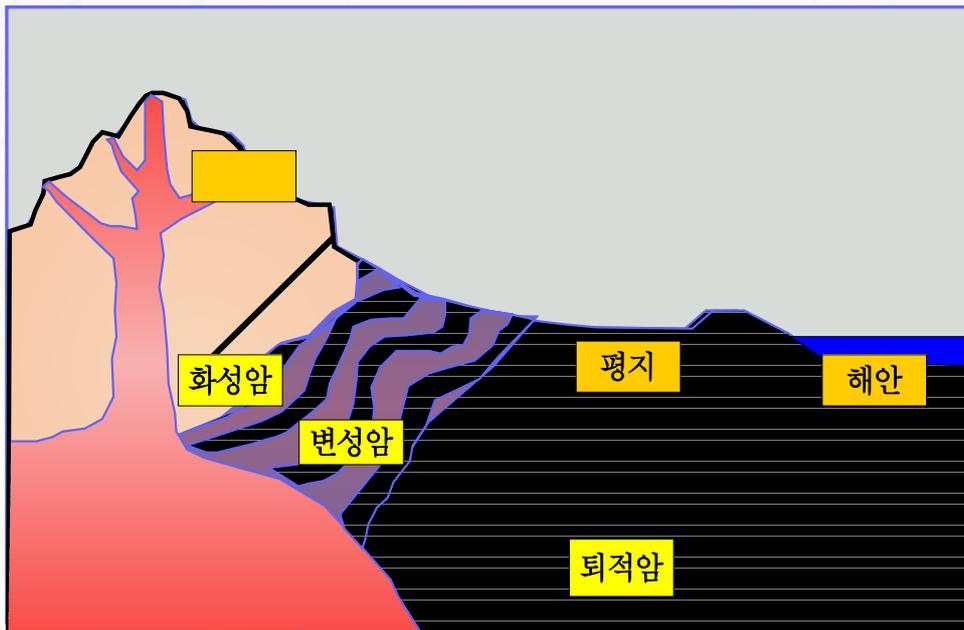
## 2. 지형·지질의 개념과 구성요소

지질학과 지형학은 지구과학의 한 분과로서 우리 지구의 역사와 형태를 다루는 학문이다. 지질학은 과거의 기후, 생명진화, 산맥형성, 대륙이동 등의 기록을 간직한 암석, 광물, 화석 등을 연구하여 지구의 표면과 내부가 시간에 따라 어떻게 변화하는가를 추적하는 학문이다. 생명체의 탄생과 진화 및 멸종의 과정도 연구한다. 지형학은 오늘날 우리가 보는 사막, 해안선, 빙하, 계곡 등의 형태를 기재하고 그들의 형성 원인과 과정, 과거의 변화의 기록과 현재의 변화를 연구하는 분야이다.

지형은 지구의 표면이 가지는 모양으로 지표면 중심의 지구의 외형(Landforms)에 관심을 가지는 것이며, 지질은 지형을 이루는 암석의 특성으로 지구의 구조와 암석의 생성과정 및 구성성분에 관심을 둔다. 지형은 지표면의 기복에 중점을 둔 반면, 지질은 지각과 맨틀까지 고려한다. 다시 말하면 지형은 지구의 외형을 나타내며 지질은 내부특성을 나타낸다.

인간의 개발 사업은 자연 본래의 지표면을 많이 변화시키게 되며 지표면을 변화시켜 새로운 형태로 만들게 되면 지형과 지질의 변화가 수반된다. 지형의 변화는 토양의 유실과 경관의 변화를 가져오며 지질의 변화, 특히 지화학적인 변화가 발생할 경우 환경적 영향이 증가한다. 이처럼 지구는 내부구조와 작용(마그마 생성, 판의 이동 등)을 알아야 외형적인 현상을 보다 더 정확히 알 수 있다(그림 1-1 지형과 지질의 연관성)

[그림 1-1 지형과 지질의 연관성]



<산지, 평지, 해안선은 지형을 나타내는 용어이며 화성암, 변성암, 퇴적암은 지질을 나타내는 용어로서 어떻게 생성된 암석인가를 지시하고 있다. >

## 1) 지형의 개요

지형(landform)이란 지표상에 나타나는 물리적이고 식별 가능한 형상을 말하는데, 특징적인 모양을 가지며 자연적인 원인에 의해 만들어진다. 즉, 평탄지, 대지, 산지와 같은 대규모 지형과 구릉, 계곡, 사면, 에스커(esker), 사구 등과 같은 작은 규모의 지형이 이에 포함된다. 지형 또는 지형경관(landform)은 지형단위의 하나로서, 여러 계층의 위계를 가지는데, 최상위 지형의 예로는 대양과 대륙을 들 수 있다. 지형은 지구조 운동과 같은 대규모 요인에서부터 침식과 퇴적에 이르는 여러 인자에 의해 형성될 수 있으며, 사구와 염습지 발달과정에서의 식물의 역할이나 산호초 형성과정에서의 산호와 조류의 역할처럼 생물적 요인에 의해서도 영향을 받는다.

위의 두 가지 정의에 따르면, 지형이란 지표상에 나타난 기복의 형상을 말하는 것이며, 규모와 형성원인 등에 따라 위계적인 구조를 가진다.

따라서 지형이란 용어에는

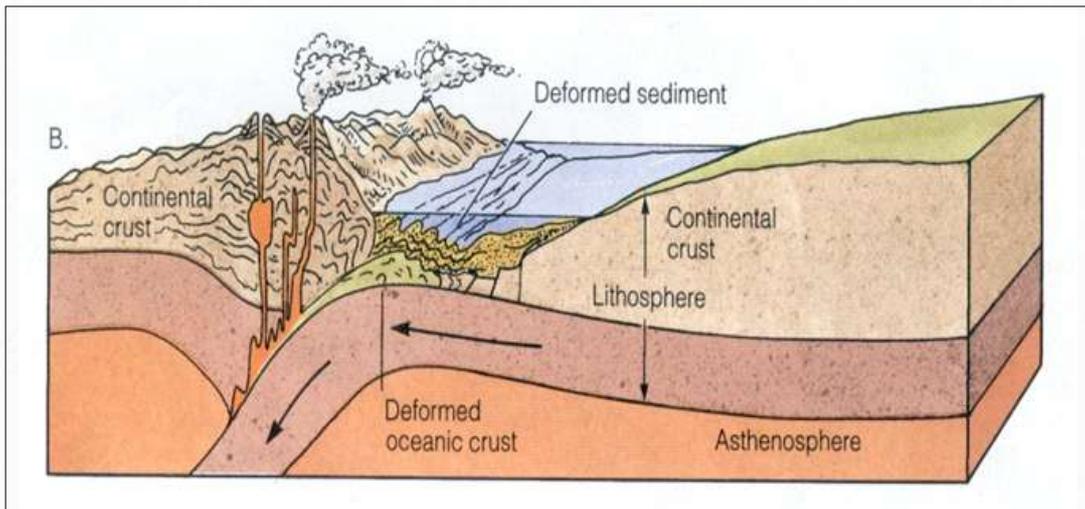
- (1) 대륙과 해양, 구조평야(탁상지와 순상지 등)와 대지(고원 등), 카르스트 대지와 화산대지, 돌리네와 순상화산, 싱크홀과 스킨콘(scoria cone) 등의 순서로 나타나는 규모적 차이와
- (2) 단층애와 구조곡, 구조호나 고위평탄면 등과 같이 구조운동에 의하여 형성된 것들과
- (3) 포트홀(pothole), 타포니(taffony), 암괴류(blocks) 등과 같이 다양한 영력에 의하여 형성된 것들이 모두 포함되어 있다.

## 2) 지질의 개요

지질학은 지각의 구성 물질, 그 물질의 분포 상태와 구조, 지각에 작용하는 여러 가지 영력(營力, agency), 이들 영력으로 인한 다양한 변화 등을 연구함으로써 궁극적으로는 지구의 역사와 그 변천을 밝히려는 학문이다. 따라서 지질은 지구를 구성하는 암석의 종류와 성분, 생성원인과 작용과정, 판의 움직임과 이로 인한 변화 등과 같이 지구내부의 특성 및 작용의 결과를 나타낸다.

[그림 1-3 지각의 운동과 내부구조]는 섭입대에서의 지각의 구조와 판의 움직임을 나타내고 있다. 지각은 대륙지각과 해양지각으로 구성되어 있으며 해양지각은 대륙지각보다 밀도가 커서 무겁다. 지각 하부에 있는 맨틀 상부에는 암석의 일부가 용융되어 있어 쉽게 움직일 수 있는 연약권이 존재한다. 두 개의 판이 서로 충돌하게 되면 더 무거운 해양지각이 다른 해양지각 밑으로 섭입하게 된다. 그 결과 두 개의 판이 충돌하는 부분에서는 큰 힘이 작용하게 되며 대륙지각 및 해양지각, 그리고 상부에 쌓인 퇴적물이 압력을 받아 변형이 일어난다. 보다 높은 열과 압력을 받은 대륙지각은 암석의 성질이 바뀌어 변성암이 만들어지며, 높은 열과 압력에 의해서 연약권 및 지각의 일부가 용융되면 마그마가 생성되어 화강암과 화산작용을 일으킨다. 이와 같은 다양한 작용에 의해서 만들어지는 암석들은 만들어진 위치와 작용에 따라 특징적인 화학조성을 보이고 있다.

[그림 1-3 지각의 내부구조와 판의 움직임]



### 3. 지형·지질 항목의 구성요소와 평가내용

#### 1) 지형·지질 항목의 구성 요소

환경영향평가에서 지형·지질 항목은 ①지형, ② 지질, ③토양, ④토질/지반을 구성요소로 하고 있다[그림 1-4 지형·지질의 구성요소].

지형은 지표면의 기복을 나타내고 있으며 자연경관과 지세(topography)를 주요 요소로 한다. 자연경관은 자연 그대로의 지형이 가지는 심미성에 따라서 중요도가 고려되며 지세는 땅의 형세로서 지형경사와 산줄기의 연결성 등을 중요하게 고려한다.

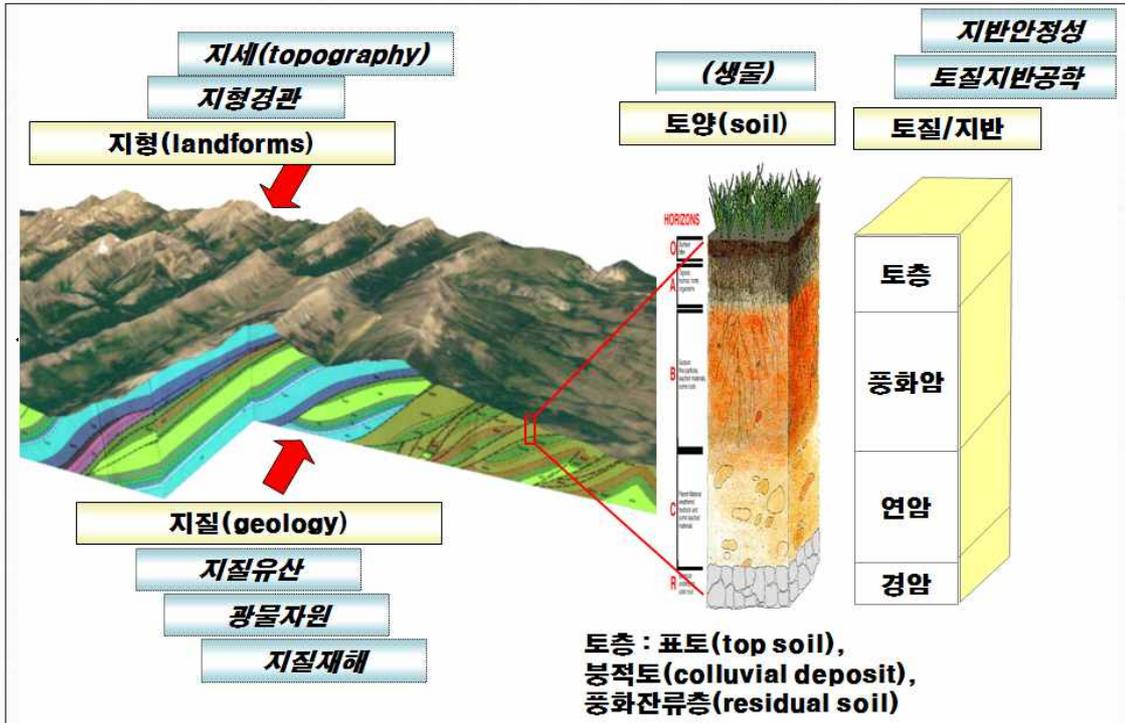
지질 측면에서 중요한 요소는 지구의 역사를 기록하고 있는 지질유산과 자원으로서의 가치가 높은 광물자원, 그리고 지질재해의 발생가능성 등이 있다. 지질재해는 지진, 화산, 산사태 등의 자연재해와 인위적인 개발로 인하여 물리적, 화학적 변화를 초래하여 발생하는 사면붕괴, 지반침하, 산성배수 등을 포함한다.

토양은 지각의 최상층에 위치하며 심도(depth)면에서 극히 미소한 형태이나 생물학적 관점에서 매우 중요한 요소이다. 토양층은 크게 표토, 붕적토, 풍화잔류층으로 구성되며 유기물이 풍부한 표토층은 생물서식처로서 매우 중요한 기능을 하고 있다. 암석이 풍화되어 토양이 생성되는데 오랜 세월을 필요로 하기 때문에 자연환경 측면에서의 토양의 보전은 매우 중요하다. 지형·지질 항목에서의 토양은 자연환경적 측면의 토양을 평가대상으로 하며 토양의 교란 및 유실을 최소화하고 표토의 보전을 다룬다.

인위적인 개발로 새롭게 지반이 노출될 경우 물리적 불안정성이 야기될 수 있다. 따라서 땅을 깎고 흙을 쌓은 후에 건축물을 짓는 경우 안정성을 확보하기 위하여 토질 및 지반의 물리적 특성을 고려하는 것이 중요하다. 자연환경 측면에서 보전가치를 다루는 지형, 지질, 토양과 달리 토질 및 지반은 공학적으로 접근하는 경향이 크다. 토질 및 지반 공학에서는 암석의 물리적 특성을 단순화하여 토층, 풍화암층, 연암, 경암으로 구분하고 있다. 하지만 암석의 성분과 불균질성 등과 같은 지질특성을 고려하지 않는 경우 지반이

나 사면에서 있어 불안정성이 야기될 수 있다.

[그림 1-4] 지형.지질의 구성요소



## 2) 지형.지질 항목의 평가 내용

외국의 지형.지질 항목의 명칭과 비교하면 자연환경에 대한 평가항목의 명칭은 나라마다 다르다. 우리나라와 일본은 지형과 지질로 분류하고 있으며 미국과 영국은 지질과 토양으로 분류하고 있다. 지형.지질 항목에 대한 평가내용은 각국이 다소 다르며, 이는 그 나라가 자연환경의 현황을 중요시하는가 혹은 오염물질을 통제하는데 중점을 두는가에 따라 평가내용은 많은 차이점을 가지고 있다(표 1-1, 각국의 지형.지질 항목의 평가내용).

<표 1-1> 각국의 지형지질 항목의 평가내용

국가	평가항목의 분류	주요 평가내용
한국 <sup>1)</sup>	-지형 -지질	. 지형 형상, 지질 및 토양상황 . 광물자원 및 고생물자원 . 지질재해 . 동굴 및 특이지형지질(매립지, 습지, 연안, 해안, 침식지 등) . 지형적 장애물
미국 <sup>2)</sup>	-지질 -토양	. 지형, 표고특성 . 암상분포 . 지질재해(지진위험성, 침강, 사면붕괴 등) . 지질특성(풍화정도, 지하수위, 불투수층의 두께, 지하수 유동 등) . 토양(비옥도, 유실율 등)
일본 <sup>3)</sup>	-지형 -지질	. 지형 . 암석, 광물의 노두 . 지질구조 . 화석산지 . 자연현상 . 토양
영국 <sup>4)</sup>	-지질 -토양	. 재료의 양 . 문화적 풍광 . 지반안정성 . 보전가치 지형지질 지역(SSSI*, RIGS** 등) . 토양비옥도(비옥토관리 등) . 토양의 혼염도

주: 1) 환경부. 2009.8, 환경성평가제도 관련 규정.지침. 330쪽

2) Marriott, BB. 1997. *Practical Guide to Environmental Impact Assessment*. McGraw-Hill, p.3, p.197-212. USEPA. 1998. *Student Text for Principles of Environmental Impact Assessment Review*, p.8, pp.416-418.

3) 일본자연환경연구센터. 1998. 「자연환경 영향평가 기술메뉴얼(번역서)」, p.23.

4) Wood. C. 1995. *A Practical Guide to Environmental Impact Assessment. A Comparative Review*. Longman, p.163-165.

\* SSSI: Sites of Special Scientific Interest

\*\* RIGS : Regionally Important Geological/Geomorphological Sites

자료 : 환경영향의 합리적 영향예측에 관한 연구(김지영, 2002, 한국환경정책.평가연구원, 10쪽)

### 3) 평가목표와 평가대상

환경정책기본법(제1조)에 의하면 환경훼손의 예방 혹은 최소화도 환경오염의 예방과 마찬가지로 중요한 환경보전 대상이다. 따라서 자연환경의 변화를 초래하는 내용을 평가대상으로 하게 된다. 지형지질 항목의 평가목표와 평가대상을 살펴보면 다음과 같이 나눌 수 있다.

(1) 자연환경 변화를 최소화하는 것을 **목표**로 한다.

- 지형개변의 최소화 목적
  - .토공량 규모
  - .절.성토 규모의 적정성
  - .토취장 및 사토장의 규모 등

(2) 자원의 절약과 재사용을 **목표**로 한다.

- 사용되는 재료가 지속 가능한지 평가한다.
  - .재료원의 수급 계획의 적정성
  - .재료의 재사용성 여부
- 사업지역 주변에 중요한 자원의 개발에 미치는 영향을 평가한다.
  - .천연자원의 개발 및 이용에 미치는 영향
  - .효율적인 자원의 활용 등

(3) 지구과학적 연구대상을 **평가대상**으로 한다.

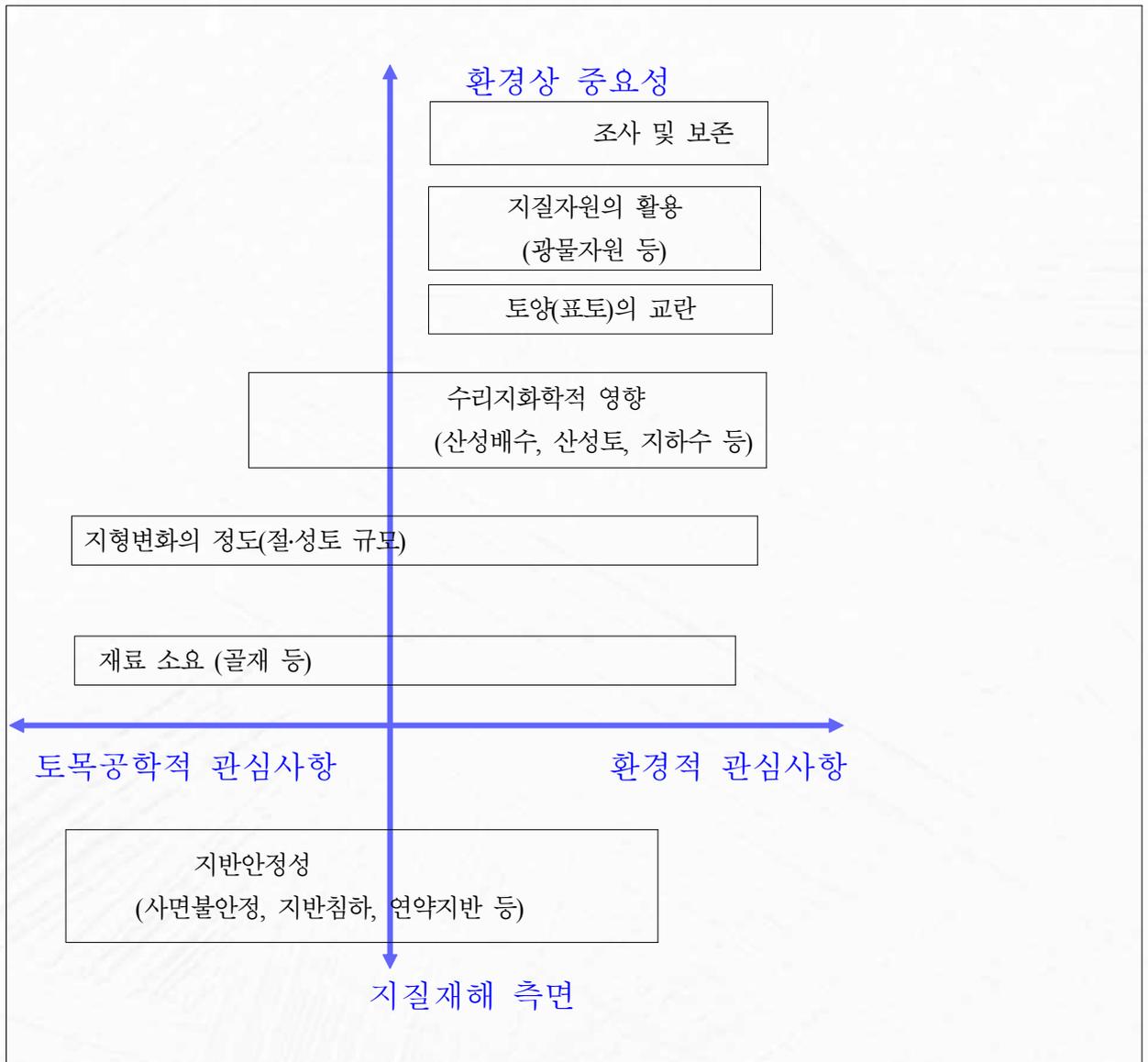
- 중요한 지형.지질 유산의 존재 여부
  - .화석, 중요 지질구조, 특이지형, 사구, 우수한 지형경관 등
- 중요한 자연환경의 변동의 정도를 평가한다.
  - .하천의 모양 변화, 해안선의 변화 등

(4) 사업으로 인한 부차적인 환경영향을 **평가대상**으로 한다.

- 환경영향평가의 본래 목적이 안전한 국민생활을 도모하는 것이므로 사업으로 인한 직접적인 영향과 사업의 입지를 선정함으로써 발생하는 모든 문제를 평가대상으로 하는 것이 바람직하다. 따라서 다음과 같은 것을 평가대상에 포함한다.
  - .지반안정성의 정도(지반침하로 인한 영향, 사면안정성의 정도 등)
  - .지구화학적 영향의 정도(중금속이나 방사성 등 자연적 오염물질의 노출 및 확산으로 인한 영향 등)
  - .수리지질학적인 영향의 정도(지하수의 변동, 지하수질의 변동으로 인한 영향 등)

환경영향평가에서 지형.지질 항목의 평가대상을 종류별로 분류하면 [그림 1-5 지형.지질 항목의 평가대상과 속성]과 같다.

[그림 1-5] 지형·지질 항목의 평가대상과 속성



## 참고 문헌

### <정부 발간 문헌>

환경부(2009.8). 환경성평가제도 관련 규정 · 지침. 330쪽

일본자연환경연구센터(1998). 「자연환경 영향평가 기술메뉴얼(번역서)」. p.23.

### <개인 발간 자료>

원종관 외(1989). 지질학원론. 성지문화사

조석주 외 옮김(2009). 지구의 이해. 시그마프레스

권혁재(2008). 지형학. 법문사.

김지영(2002). 환경영향의 합리적 영향예측에 관한 연구. 한국환경정책·평가연구원. p10.

Marriott, BB(1997). Practical Guide to Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill. p.3. p.197-212.

USEPA(1998.) Student Text for Principles of Environmental Impact Assessment Review. p.8. pp.416-418.

Wood. C. (1995). A Practical Guide to Environmental Impact Assessment. A Comparative Review. Longman. p.163-165.