



토양오염방지 및 관리

1차시

1. 토양의 정의

1.1. 정의

1) 일반적 정의

- 토양을 이용하는 각 분야에 따라 토양의 정의는 다르게 나타날 수 있으나, 토양학적인 측면에서의 일반적인 정의는 “암석이 물리화학 및 생물학적 작용을 받아 부서지고 분해된 암석의 풍화산물과 이에 기후·생물 등의 작용을 받아 변화되며 분해(分解)·부후(腐朽) 되어가는 유기물이 섞여, 자연환경 변화에 평형을 이루며, 토양의 단면을 형성한 자연체로서 공기와 물이 공존하며, 기계적으로 식물을 지지하고, 양분을 공급하여 식물을 길러 주는 곳”이라 할 수 있습니다.
- 하지만, 지구의 외피인 토양의 범위와 정의는 간단하지도 않으며, 또한 학자들 간의 의견도 시대에 따라 학자들의 분야에 따라 다양합니다. (박&최, 2012)
 - Ramann E. (1905).; 견고한 지각의 가장 윗부분을 차지하는 모암의 풍화물과 동식물의 유체로부터 생성된 것
 - Hilgard E. W. (1860); 토양은 식물을 지지하고 양분과 그 밖의 식물생육에 필요한 상태를 줄 수 있는 영성하고 부드러운 물질
 - Dokuchayev V. V. (1897); 천연적으로 물과 공기와 생물의 작용에 의하여 이루어진 풍화생성물로서 표층과 이에 접속되는 층을
 - Joffe J. (1936); 토양이란 광물질과 유기물로부터 이루어진 부드러운 천연물이며, 일반적으로 여러 깊이의 층으로 나누어지고 하층과 바탕과는 형태, 이화학적 성질, 성분, 생물 관계 등에 있어서 서로 다른 것

2) 토양학

토양을 동적 자연체로 보아 토양의 기원, 생성, 조성, 성질, 변화발달, 응용 등에 관하여 연구하는 학문으로 기초 토양학과 응용토양학으로 나눌 수 있습니다.

- ① 기초 토양학: 지각의 최상층을 덮고 있는 자연물로 보는 것

- ② 응용 토양학: 토양을 주로 농림업의 입지로서, 또한 환경위생이나 토목건설 사업 등과 관련된 것으로 그 목적에 따라 이용되는 재료로 보는 것

토양학의 연구 분야는 다음과 같이 다양합니다.

- ① 토양물리학 (soil physics)
- ② 토양 화학 (soil chemistry)
- ③ 토양 미생물학 (soil microbiology)
- ④ 토양 비옥도 및 식물영양 (soil fertility and plant nutrition)
- ⑤ 토양공학 (soil technology)
- ⑥ 토양 광물학 (soil mineralogy)

3) 토양의 3상

① 고상

- 고형물의 주요한 부분은 암석의 조각과 광물로 자갈, 모래, 미사 및 점토를 이루게 된다. 자갈은 암석이 부스러져 생긴 조각이며, 모래는 암석과 자갈이 기계적인 힘에 의하여 부스러진 여러 가지 광물의 입자가 대부분이고, 점토는 자갈과 모래보다 더 작고 풍화가 더 진행된 광물들로 이루어진 것이다.
- 토양 유기물의 주요한 형태는 부식물이며 이것은 주로 식물체가 토양에 들어가 토양생물에 의하여 분해되었거나 변형된 것이다. 그 함량은 적으나 토양의 물리적 및 화학적 성질에 미치는 영향이 매우 크다.

② 액상

- 여러 가지 무기 및 유기물질을 포함하고 있는 용액의 상태이며, 토양의 수분함량은 지하수위의 높이와 토양의 구성 상태에 따라 차이가 많고 수직 또는 수평방향으로 이동하며 용탈과 집적 작용이 일어나게 되고, 또한 물질의 화학적 변화가 일어날 때에는 매개체가 된다.

③ 기상

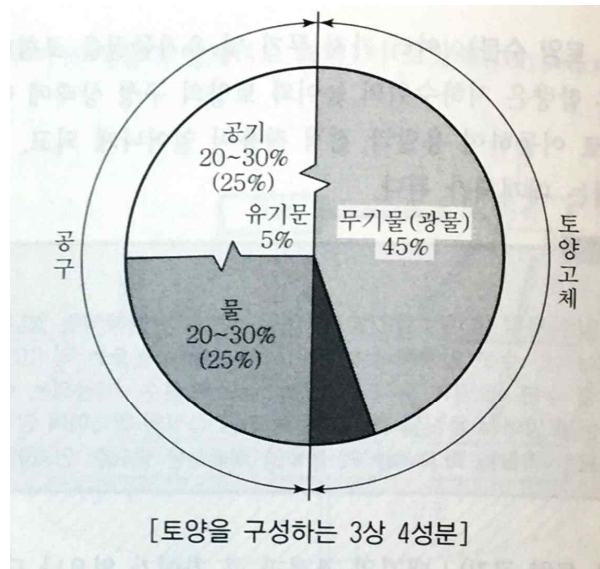
- 대기의 조성과의 큰 차이가 없으나 다만, CO₂의 농도와 수증기의 함량이

대기보다는 항상 높은 편이며, 토양 공기 중의 CO₂의 양은 토양의 유기물 함량, 수분 함량, 온도 및 토양 반응 등에 따라 차이가 있다.

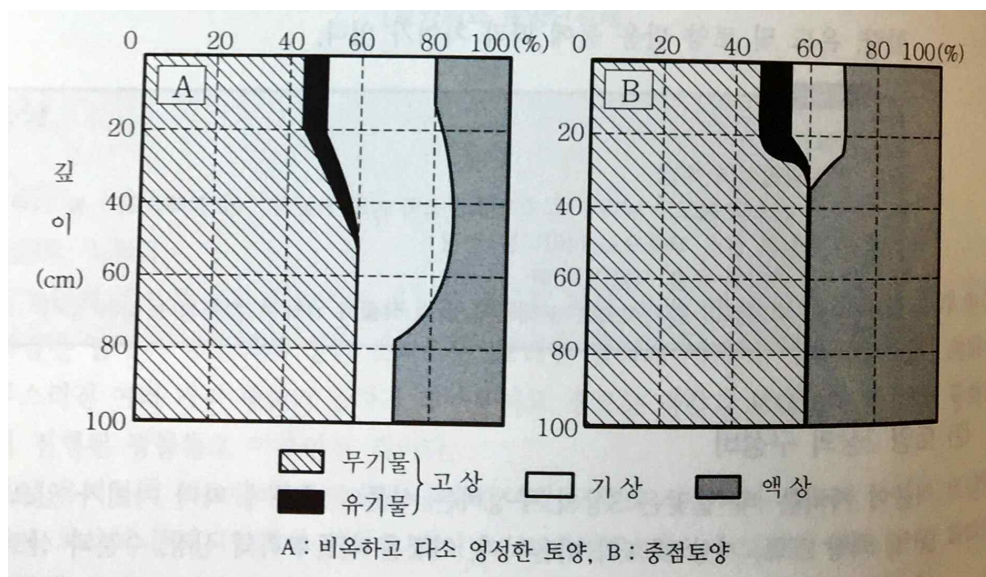
4) 토양 3상의 구성비

식물이 자라는데 알맞은 3상의 구성비는 식물의 종류에 따라 차이가 있으나 대체로 고상 50%, 액상 25%, 기상 25%의 비율이며, 이것은 식물뿌리의 신장, 수분과 산소의 공급상태 등과 밀접한 관계가 있다.

- ① 토양의 종류 : 부식함량이 많은 유기질 토양이나 토양 구조가 발달하여 입단화된 토양은 전공극량이 많아서 고상에 비해서 기상과 액상의 비율이 커진다. 점토 함량이 적고 모래 함량이 많은 사질계 토양에서는 고상의 비율이 커진다.
- ② 기상의 조건 : 기상조건은 기상과 액상의 상대적 비율에 작용한다
- ③ 경작여부: 작토층은 경운이나 작물의 재배로 인하여 미경작지에 비하여 기상과 액상의 비율이 크다. 미경작지, 작토층의 심토는 작토층에 비하여 고상의 비율이 크다.
- ④ 토양3상의 용적비: 토양 3상의 비율은 용적비로 표시한다.



[그림1] 토양을 구성하는 3상
(출처. 토양학 (최상민, 예문사, 2010))



[그림2] 토양의 깊이에 따른 3상의 구성비
(출처. 토양학 (최상민, 예문사, 2010))

2. 토양의 분류

2.1. 토양의 특성

1) 토양의 색

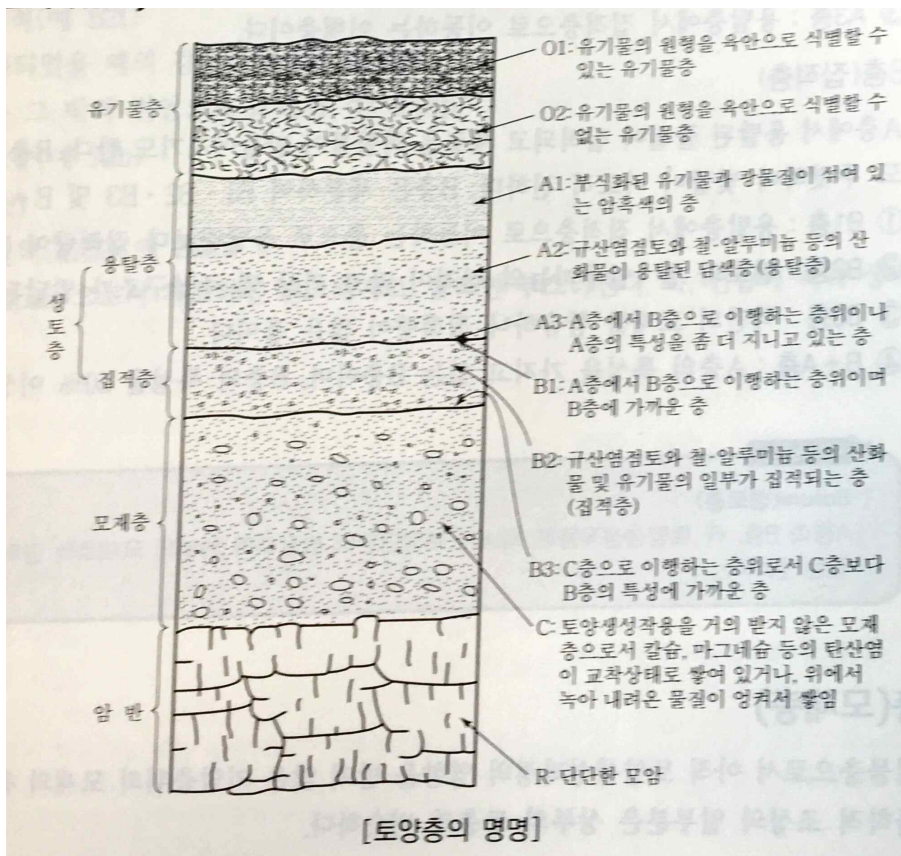
- 토양의 색에 영향을 미치는 요인은 토양의 구성암석, 광물 및 유기물 함량, 수분함량 및 배수성 등임
 - 광물로서는 Fe와 Mn 광물에 의한 착색이 뚜렷함. 산화철은($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)은 황갈색, 아산화철(FeO)은 청회색을 띰.
 - 유기질의 분해물이 많으면 어두운 색을 띠고, 논토양은 토양중에 Fe, FeS 및 부식물 등이 환원조건하에 섞여 있기 때문에 회색을 띠고 있음.

2) 토양의 단면

- 토양은 생성학적인 측면에서 여러층으로 구분되어 있음
 - O층(O horizon)은 부분적으로 분해가 일어나고 있는 유기물층으로 대체로 밀접한 식생 하에서나 삼림토양에서 볼 수 있으며, 상당한 두께와 특성을 지니고 있음. O층은 유기물의 분해정도에 따라 다시 O1, O2층으로 구분. O1층은 유기물이 신선하거나 일부가 변질된 상태로 있지만 원조직은 육안으로 볼 수 있으며 가장 윗부분의 유기물층임. 낙엽이나 나뭇가지 등으로 되어 있기 때문에 낙엽퇴(litter; L층)라고도 함. O2층은 O1층 아래 또는 A1층위에 있는 유기물층위로서 어느 정도 분해되어 원조직을 육안으로 잘 식별할 수 없음. 이 층위는 그 분해정도에 따라 다시 F층과 H층으로 나뉘는데, F층(fermentation layer)은 유기물의 분해가 활발하게 진행되고 있는 층위이고, H층(humified layer)은 부식화가 진행된 층위로서 A1층 바로 위에 위치.
 - A층(A horizon)은 성토층(solum)의 가장 윗부분에 있으며, 기후·식생 등의 영향을 직접 받아 가용성 염기류가 용탈될 뿐만 아니라 경우에 따라서는 점토·부식 등과 같은 교질물질도 아래층으로 이동. 그러므로 A층을 크게는

용탈층 (alluvial horizon)이라고도 함. A층을 특성에 따라 다시 A1, A2 및 A3층으로 구분.

- B층(B horizon)은 규산염점토와 철, 알루미늄 등의 산화물 및 유기물의 일부가 집적되는 집적층(illuvial horizon) 이라 하며 A층의 경우와 같은 개념에 따라 B1, B2, 및 B3층으로 다시 구분
- C층(C horizon)은 모재층으로 칼슘, 마그네슘 등의 탄산염이 교착상태로 쌓여있거나 위에서 녹아 내려온 물질이 엉키어 쌓인층임
- R층(R horizon)은 암반층으로 단단함 모암층임



<그림 3> 토양층의 명명

(출처. 토양학 (최상민, 예문사, 2010))

2.2. 토양의 분류

1) 토양의 입경구분과 물리성

○ 토양은 크기가 다른 여러 가지 입자로 구성

- 토양을 풍건한 후 그물망의 크기가 2x2mm인 체로 쳐서 걸러진 입자가 자갈임.
그 이하의 것을 세토(fine soil)라 하며, 세토를 다시 모래·미사·점토 등으로 나눈다. 이와 같은 구분을 입경구분(separates)이라 함 <표 1>.

<표 1> 토양의 입경구분과 입자수 및 비표면적

구 분	지름(mm)		토양 1g 당 입자수	비표면적 (cm ² /g)
	미국 농무성법	국제 토양학회법		
礫 (자갈; gravel)	>2.00	>2.00	-	-
極粗砂 (왕모래; very coarse sand)	2.00~1.00	-	90	11.3(2.00)
粗砂 (coarse sand)	1.00~0.50	2.00~0.20	720	22.6(1.00)
中間砂 (중모래; medium sand)	0.50~0.25	-	5,700	45.3(0.5)
細砂 (가느모래; fine sand)	0.25~0.10	0.20~0.02	46,000	90.6(0.25)
極細砂 (고운모래; very fine sand)	0.10~0.05	-	722,000	226.4(0.10)
微砂 (가루모래; silt)	0.05~0.002	0.02~0.002	5,776,000	452.8(0.05)
粘土(clay)	<0.002	<0.002	90,260,853,000	1,509.434(5×10 ⁻⁶)

2) 토성

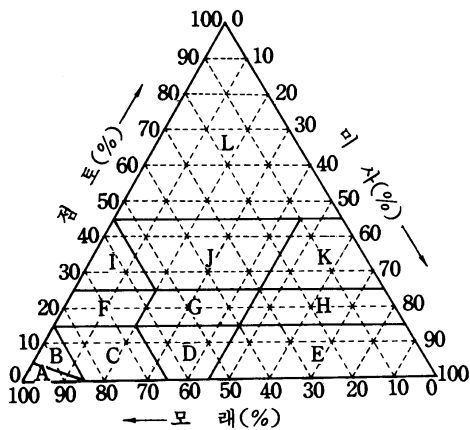
○ 토성(soil texture, soil class)은 토양의 무기질입자의 입경조성(기계적 조성)에 의한 토양의 분류로 모래·미사·점토 등의 함유 비율에 의하여 결정됨

- 토양의 기계적 분석으로 모래(조사+세사)·미사 및 점토의 백분율을 산출하여

삼각도표법을 이용하면 토성을 쉽게 결정할 수 있음

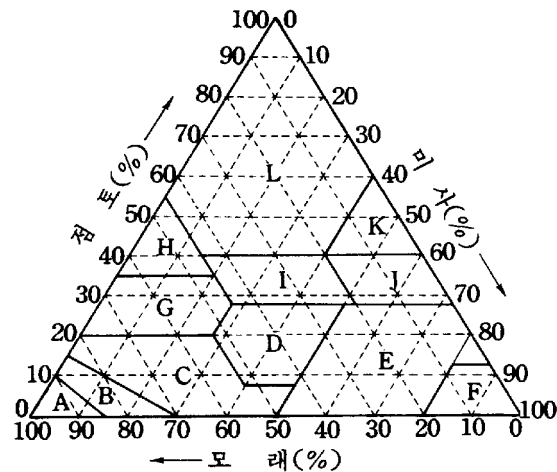
- <그림 4>는 국제토양학회, <그림 5>은 미국 농무성(USDA, United States Department of Agriculture)에 의한 토성의 구분으로 삼각형의 각 정점을 모래·미사 및 점토의 100%로 취하고, 각 변상에 그 토양의 모래·미사 및 점토의 함량을 취하여 대변과 평행하게 그은 직선교점으로부터 토성을 결정하는 것임

※ 예를 들면, 점토의 함량이 20%, 미사의 함량이 60%, 모래의 함량이 20%인 토양은 국제토양학회에 의하면 <그림 4>에서 보는 바와 같이 H의 범위에 있어 미사질식양토이고, 미국 농무성 자료에 의하면 <그림 5>에서 보는 바와 같이 E의 범위에 있으므로 미사질 양토임. 토성명이 경계선 상에 해당될 경우에는 작은 입자가 많은 토성의 이름을 따르게 됨



- A : 砂 土(sand)(S)
 B : 壤質砂土(loamy sand)(LS)
 C : 砂壤土(sandy loam).....(SL)
 D : 壤 土(loam)(L)
 E : 微砂質壤土(silt loam).....(SiL)
 F : 砂質埴壤土(sandy clay loam)···
(SCL)
 G : 埴壤土(clay loam)(CL)
 H : 微砂質埴壤土(silty clay loam)···
(SiCL)
 I : 砂質埴土(sandy clay)(SC)
 J : 微砂質埴土(silty clay)(SiC)
 K : 輕埴土(light clay)(LiC)
 L : 重埴土(heavy clay).....(HC)

<그림 4> 국제토양학회에 의한 토성구분 및 이름



A : 砂 土(sand)	(S)
B : 壤質砂土(loamy sand)	(LS)
C : 砂壤土(sandy loam)	(SL)
D : 壤 土(loam)	(L)
E : 微砂質壤土(silt loam)	(SiL)
F : 微砂土(silt)	(Si)
G : 砂質埴壤土(sandy clay loam)...(SCL)
H : 砂質埴土(sandy clay).....	(SC)
I : 埴壤土(clay loam)	(CL)
J : 微砂質埴壤土(silty clay loam)...(SiCL)
K : 微砂質埴土(silty clay)	(SiC)
L : 埴 土(clay)	(C)

<그림 5> 미국농무성법에 의한 토성구분 및 이름