

01차시

인류문명사에서 본 지구환경 문제

목 차

- I. 문제의 제기
- II. 환경생태계의 진화 과정과 방향성
- III. 인류문명의 전개 과정과 특징
- IV. 환경과 문명의 부조화 구조

I. 문제의 제기

• 지구환경 위기의 본질은 무엇인가?

- 무엇이 지구환경 위기인가?
- 지구환경 위기의 지표는 무엇인가?
- 지구환경 위기의 원인과 본질은 무엇인가?
- 지구환경위기는 누구의 위기인가?

• 지구환경문제와 인류문명: 인간 경제계와 자연 생태계의 장기적인 변화 관성으로 분석

- 지구생명 그물망과 인류문명의 형성 및 발달과정과 작동원리를 비교 분석
- 기후, 자원, 경제, 사회, 기술 등을 인류문명사적 맥락에서 통합적으로 고찰, 지구환경문제와 인류문명의 관계 진단

• 환경과 문명의 조화를 위한 조건을 도출

- 인간 경제계는 자연 생태계의 부분체계로서 생태계의 원리를 벗어난 경제계는 항구적으로 존재할 수는 없음을 이해하여야 함

II. 환경생태계의 진화 과정과 방향성

1. 환경 이해의 출발점
2. 생명의 진화와 확산
3. 생물의 육지 이주와 인류의 등장
4. 환경생태계의 진화 과정의 방향성

1. 환경 이해의 출발점

• 지구 생명체의 발전 단계

- 제1단계: 생명이전 시대, 지구탄생(약 46억년전)부터 10억년간
- 제2단계: 미생물의 시대, 생명체 출현 이후 30억년간 지속
- 제3단계: 대형생물(the macrocosm)의 시대, 약 5억년전부터 시작

• 생명체의 창의성(Novelty)과 생명의 그물망(Web of Life) 형성

- 생명체 탄생과 진화 그리고 지구 물리적 환경과 상호작용

• 지구 생물권의 5왕국

- 박테리아, 원형생물, 곰팡이류, 식물, 동물

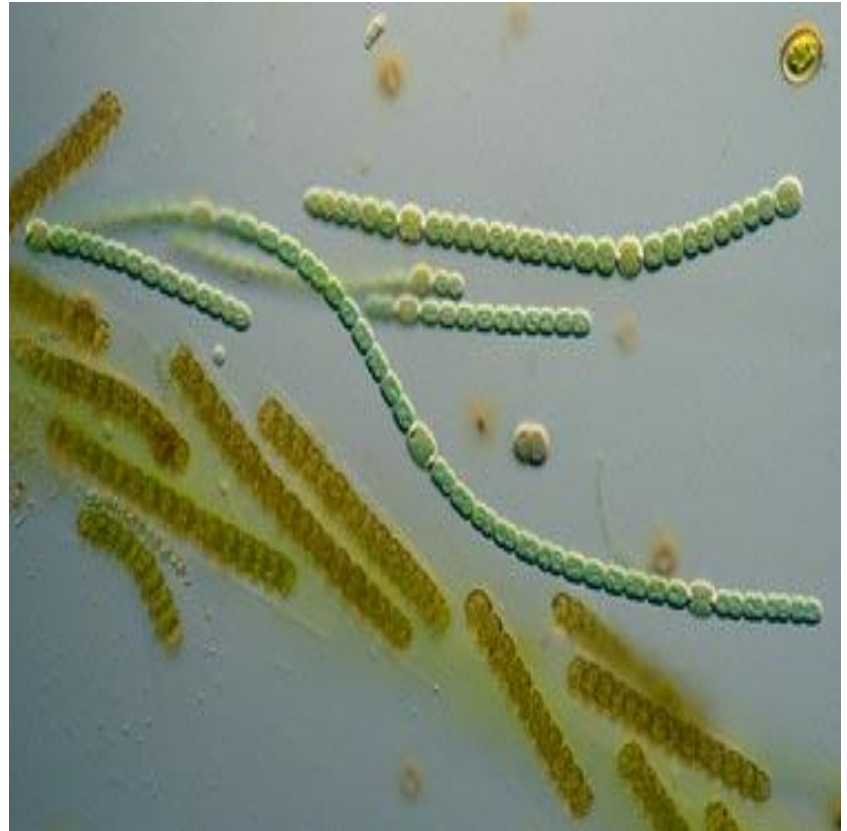
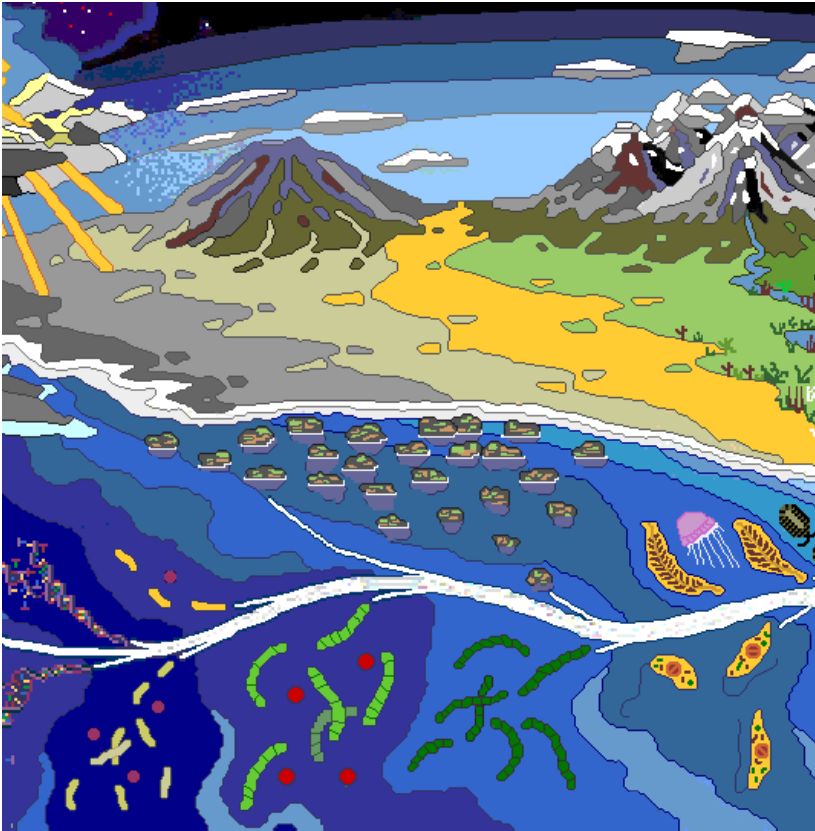
<참고> 생명체의 3가지 진화 양식

- **유전자 돌연변이(mutation of gene)**
 - 35억 년 전 자기증식 미생물의 탄생
 - 다윈의 진화론: 무작위적인 생물의 돌연변이에서 출발하여 자연선택 즉 적자생존
- **유전자 교환 (gene trading, DNA re-combination)**
 - 박테리아는 유전자 결합 없이 유전자를 계속해서 교환함으로써 재생산
 - 고등생물은 유전자 결합이 필요
- **공생진화(symbiosis)와 진핵세포 등장**
 - 자신 보다 큰 세포에 침입하여 그 속에 재생산을 하여 왔던 박테리아들이 점차 숙주를 죽이지 않고 숙주와 협력하게 되면서 살아남아 계속 진화
 - 수 백 만 년 간의 협력관계가 계속되면서 상호 조화되고 얽혀져서 침입한 박테리아는 큰 세포에 적응하고 큰 세포도 침입한 박테리아에 의존하게 됨(22억 년 전)
 - 진핵세포는 핵막이 있어 핵을 보호하고 세포질과 뚜렷하게 구별되는 세포

2. 생명의 진화와 확산

- **생명체의 등장과 지구 기후 및 환경 조율체계 형성**
 - 35억 년 전에서 15억 년 전까지
(지구 기후 및 환경 조율체계)
 - 바다에서 생명이 등장하여 진화 시작
- **단계별 생명체의 등장과 진화 과정**
 - 원시 박테리아 등장 (35~40억 년 전)
 - 광합성 박테리아 등장 (27~28억 년 전)
 - 진핵생물 등장과 진화 (22억 년 전)
 - 세포의 전문화를 통한 공생진화의 연속
- **오존층의 형성과 육상생물 보호**
 - 광합성 박테리아에 의한 산소 배출과 대기 중 산소의 농축 이후 성층권에 오존층 형성
 - 태양의 해로운 자외선으로부터 육상생물 보호

- <그림> 1. 지구상에서 생명은 바다에서 시작하였다. 바다에서 원시 박테리아가 탄생하면서 지구상의 생명활동이 시작된 것이다.
2. 지구의 기후 및 환경 조율체계의 형성에 지대한 기여를 한 광합성을 하는 시아노 박테리아의 모습, 초기 광합성 박테리아는 산소를 배출하지는 않았으나 수소분자를 얻기 위해 물을 분해하게 되면서 산소를 배출하게 되었다.



• 동물과 식물의 등장

- 세포의 전문화를 통한 공생진화의 연속으로 동물과 식물의 등장
- 유성생식을 통한 재생산방식의 등장 (10억 년 전)
 - ➔ 보다 커지고 복잡해진 생명 형태에서의 세포 전문화는 세포의 자기 복구와 재생산 능력을 감소시킴
- 동물(7억년전) ➔ 식물(5억년전) ➔ 척추동물(어류, 5억년전)
 - ➔ 양서류와 곤충(4억년전)

〈참고〉 7억 년 전 이후 지구생명체는 5 차례의 대멸종을 겪으면서 진화

3. 생물의 육지 이주와 인류의 등장

- **오존층의 형성과 식물과 동물의 육지 이주**

- 전제조건: 오존층 형성, 탈수방지를 위한 표피와 뼈대
- 이주시기: 식물(4.5억 년 전), 동물(4억 년 전)

- **척추동물의 진화**

- 어류(5억년전) → 양서류(4억년전) → 파충류(2.5억년전) → 공룡(2.25억년전) → 포유류(2억년전) → 조류(1.5억년전)

- **영장류에서 인간으로**

- 꼬리있는 작은 원숭이(monkeys, 65백만년전) → 꼬리없는 원숭이(apes, 20백만년전) → 꼬리없는 큰 원숭이(great apes, 10백만년전) → 인류(hominid, 4백만년전)

- **인간으로 진화한 유인원의 특징**

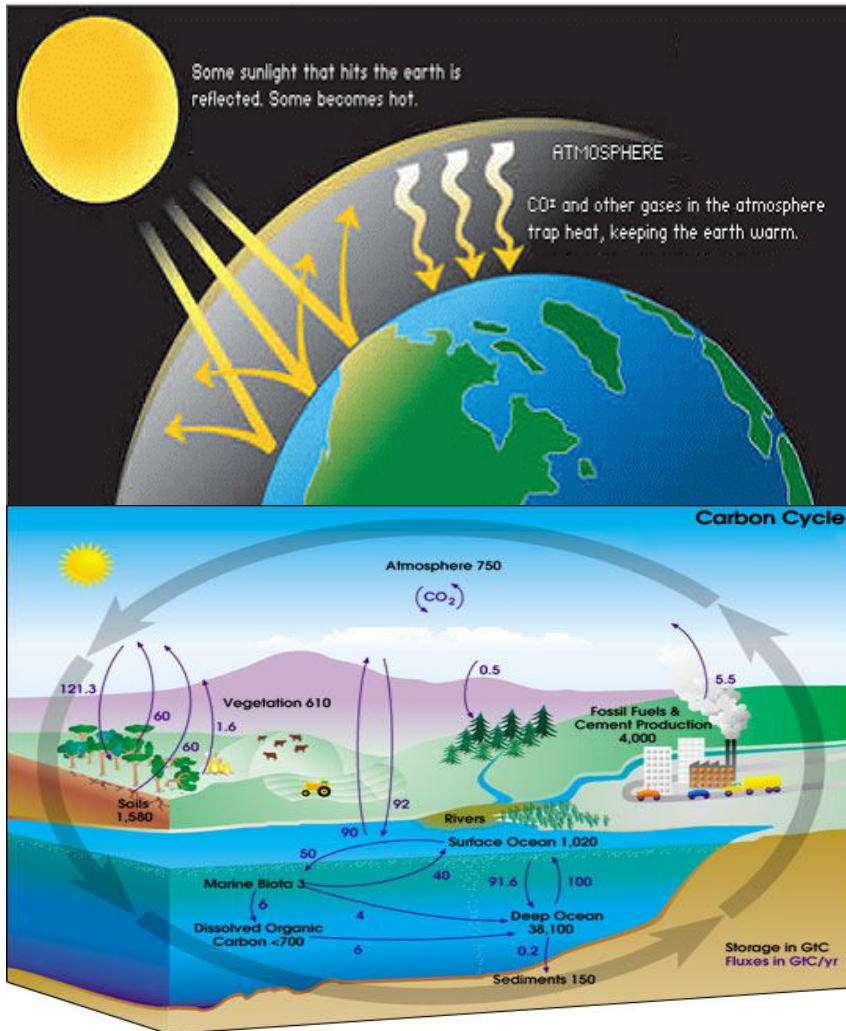
- 미숙아 출생, 직립보행(손의 이용), 언어 사용 등

4. 환경생태계의 진화 과정의 방향성

- **상호의존성(interdependence)**
 - 생태공동체의 모든 구성원들은 매우 광범위하고 복잡한 관련성의 그물망, 즉 생명의 그물망으로 상호 관련되어 있다.
- **순환성(cyclical nature)**
 - 생태계의 환류 구조는 영양물질이 계속해서 순환되는 경로이다.
- **동반자 관계(partnership)**
 - 생태계에서의 에너지와 자원의 순환적인 교환은 광범위한 협력에 의해 유지된다.
- **신축성(flexibility)**
 - 환경변화로 인해 생태계가 정상상태에서 이탈하였을 때 마다 균형 상태로 되돌아 오게 되는 것이다.
- **다양성(diversity)**
 - 생태계의 그물망의 복잡성은 생태계의 생물다양성의 결과이며 다양한 생태공동체가 신축성 있는 공동체가 된다.

- <그림> 1. 지구 기후를 조율하는 온실 효과
2. 탄소의 순환 과정: 물질순환으로 엔트로피 저감
3. 바다에서의 먹이사슬

The Greenhouse Effect



III. 인류문명의 전개 과정과 특징

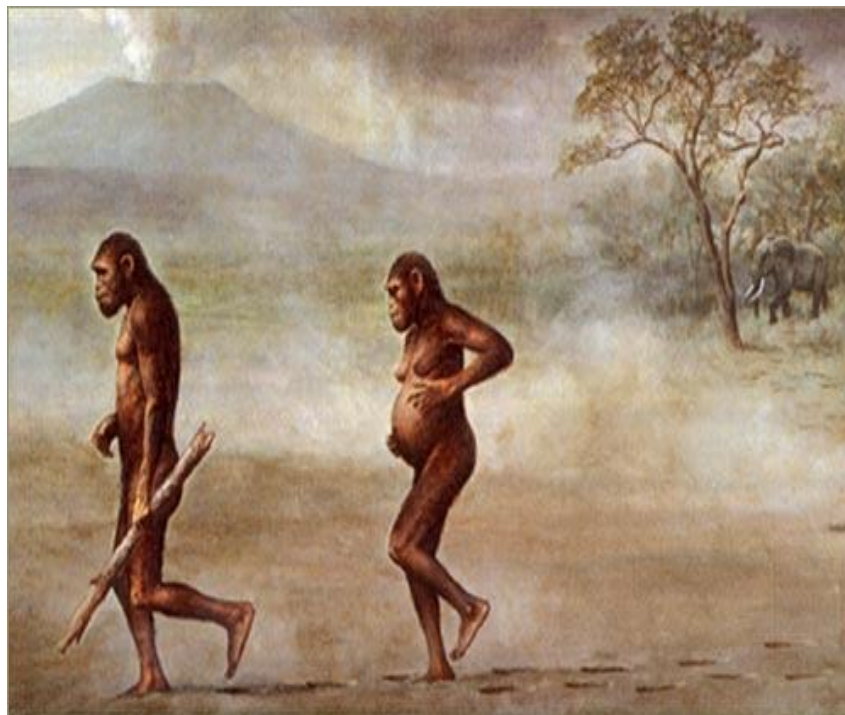
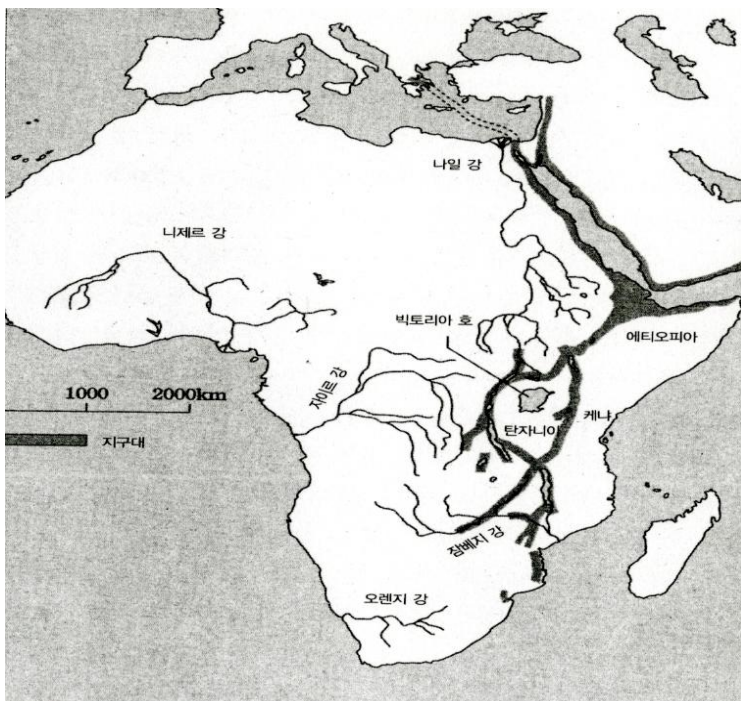
1. 선사시대의 기후변화와 인류발전
 2. 농경문화의 등장과 특징
 3. 산업혁명의 등장과 전개
4. 대량생산과 대량소비시대의 도래
5. 세계화의 확대와 환경-자원 문제
6. 인류문명의 발달 과정상의 특징

1. 선사시대의 기후변화와 인류발전

• 한냉 건조기후기의 도래와 직립인간 등장

- 기후변화로 열대우림이 들판이 있는 초원지대로 변화
- 동아프리카 대 지구대(the great rift valley)에 인류의 조상 등장

<그림> 동아프리카 대 지구대 <그림> 최초 인간등장과 아프리카 환경



- **돌로 된 도구 사용과 육식 시작**

- 돌로 된 도구의 이용
(185만 년 전)
- 동물 사체의 골과 뼈를
돌로 깨 골수 섭취

- **빙하-간빙기 반복과 사냥군단 등장**

- 불의 사용 (70만 년 전) 과
익혀먹기
- 본격 사냥군단 등장
(10만 년 전)

<사진> 사냥하는 툰드라 지역 원시인



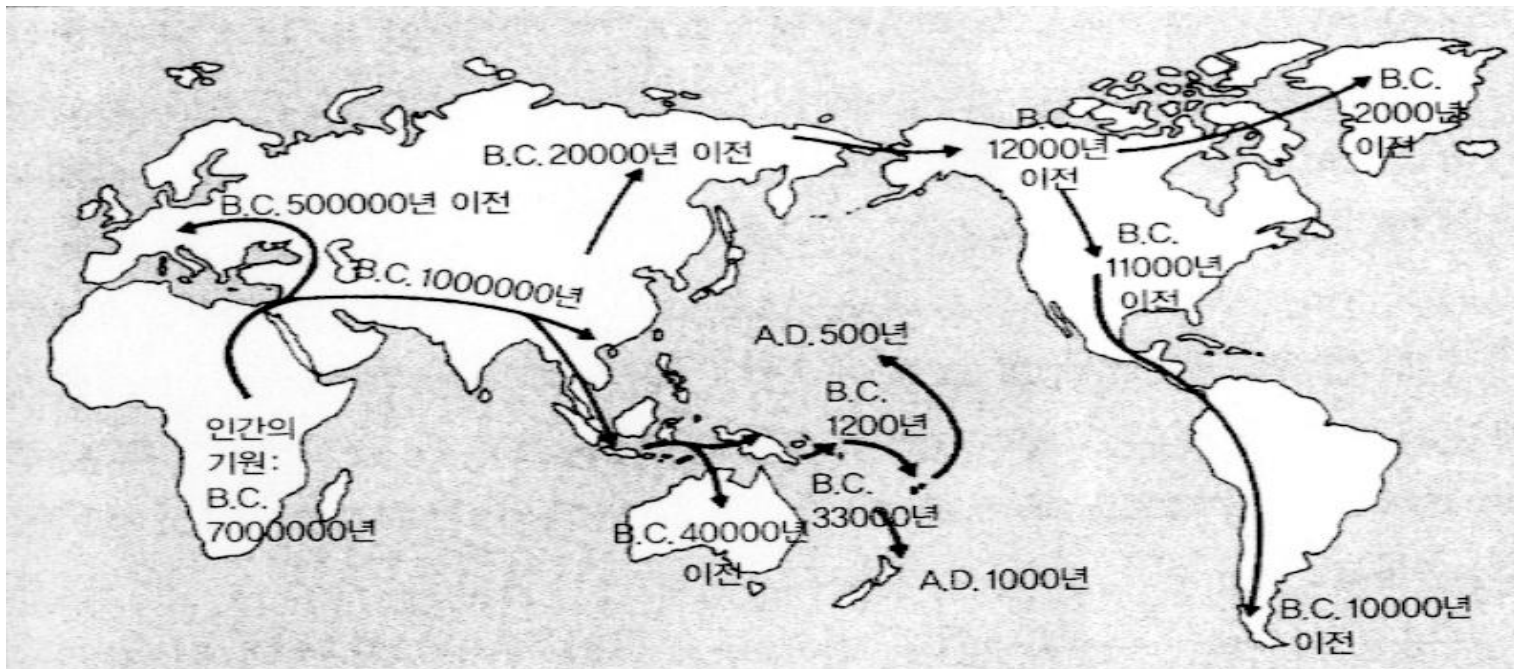
<사진> 궁수: 7500년전 이집트 벽화



• 인류의 범지구적 확산

- 아시아와 유럽지역으로의 확산; 빙하기를 이용
남태평양지역 이주
- 간빙기를 이용한 아메리카 대륙으로의 진출
(B.C. 12000년 이전)

<그림> 인류의 대륙간 확산경로와 시기

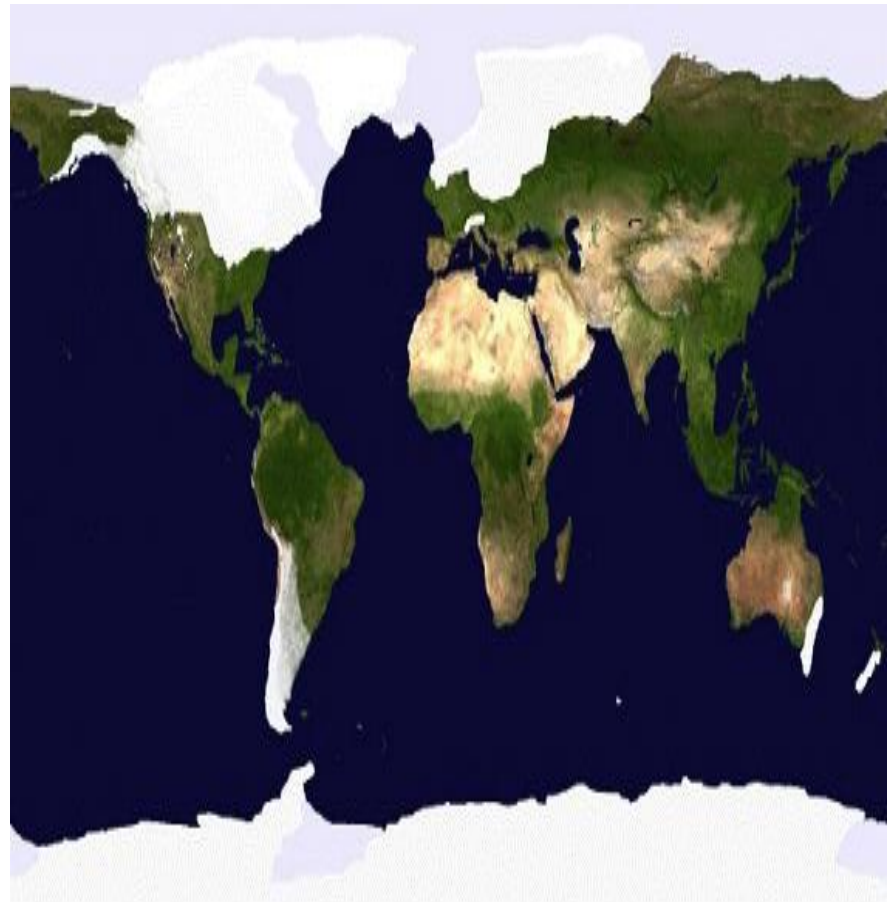


2. 농경문명의 등장과 특징

• 마지막 빙하기의 종료와 먹거리 위기

- BCE 16000년에
대온난화 시작
- 기후와 먹이변화로
대형 초식동물 멸종
- 해수면 상승(120~150m),
잦은 대규모 침수와 수해

<그림> 마지막 빙하기의 지구의 모습



• 농경생활의 시작(1만 년 전)

- 가축 사육: 개, 양, 염소, 소, 돼지, 말 등
- 작물 재배: 밀, 보리, 쌀, 옥수수, 감자 등

<그림> 농사를 짓는 이집트 농민



• 기후변화와 기아, 전쟁, 전염병의 반복

-정착과 농업→인구증가→추가적 농지개간→기후변화,
생산성 감소→기근, 전쟁, 전염병→인구감소→생활개선
→인구증가→빈곤/기아, 전쟁, 전염병

<그림> 페스트로 약해진 로마에
가울족의 침입



<그림> 페스트로 죽은 사람의 관을
준비하는 중세 모습



• 소비기의 도래와 유럽의 신대륙 발견

- 한냉건조기후시대의 도래에 따른 기근, 전염병(페스트), 농지 황폐화 그리고 산림자원 고갈 등으로 신세계 탐험 시작
- 신대륙 원주민들은 백인과 함께 온 전염병으로 무력해져 쉽게 정복됨

〈그림〉 피사로의 잉카왕
아타왈파 체포장면



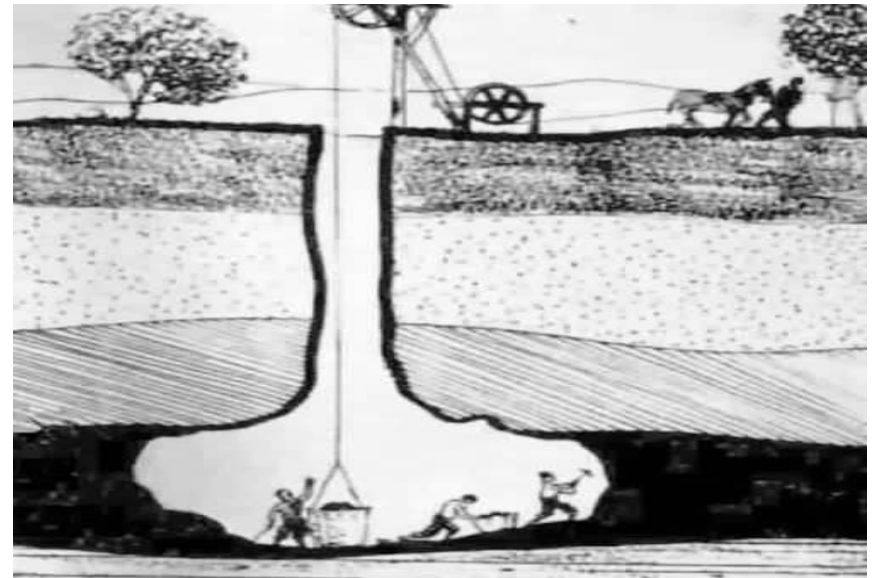
〈그림〉 백인의 신대륙으로
이주하는 유럽인 모습



• 산업혁명의 기반과 배경

- 노획 농법(농지의 사유화와 4단계 윤작)도입으로 농업생산성 증가
- 산림고갈과 에너지 부족
- 신대륙 발견에 따른 자본축적과 농업발전
(새로운 작물과 인조비료의 도입)

<그림> 노획농법으로 구획된 유럽농지 <그림> 산림황폐화로 석탄을 캐는 영국



3. 산업문명의 등장과 특색

- **산업혁명의 의의와 전개**

- 동력혁명

- (1) 산업혁명 이전: 태양에너지 (인력, 축력, 수력 등)
→ 동력에너지

- (2) 산업혁명 이후: 화학에너지 (석탄, 석유 등)
→ 동력에너지

- 수송혁명

- 인력, 우마, 풍력 → 철도, 증기선 → 자동차, 비행기 등

- **에너지 변화의 의미**

- 현재 태양에너지의 수동적 이용 → 과거 저장에너지의 개발 이용

- **산업화의 발달과정**

- 제1차 산업혁명 (18세기 초): 직물, 쇠, 철강, 증기기관, 철도, 중화학공업
- 제2차 산업혁명 (19세기 말~20세기 초): 유기화학, 전기기계, 자동차
- 제3차 산업혁명 (20세기 후반): 전자정보통신, 컴퓨터
➔ IT, BT, NT 등
- 제4차 산업혁명 (21세기): ET(환경/에너지) 등

- **기계화와 산업화의 전 영역 확대**

- **농업: 인조비료의 발명과 빈곤 해소**

- 인광석 분해로 과인산 비료 생산
- Haber-Bosch 암모니아 합성법

4. 대량생산과 대량소비시대의 도래

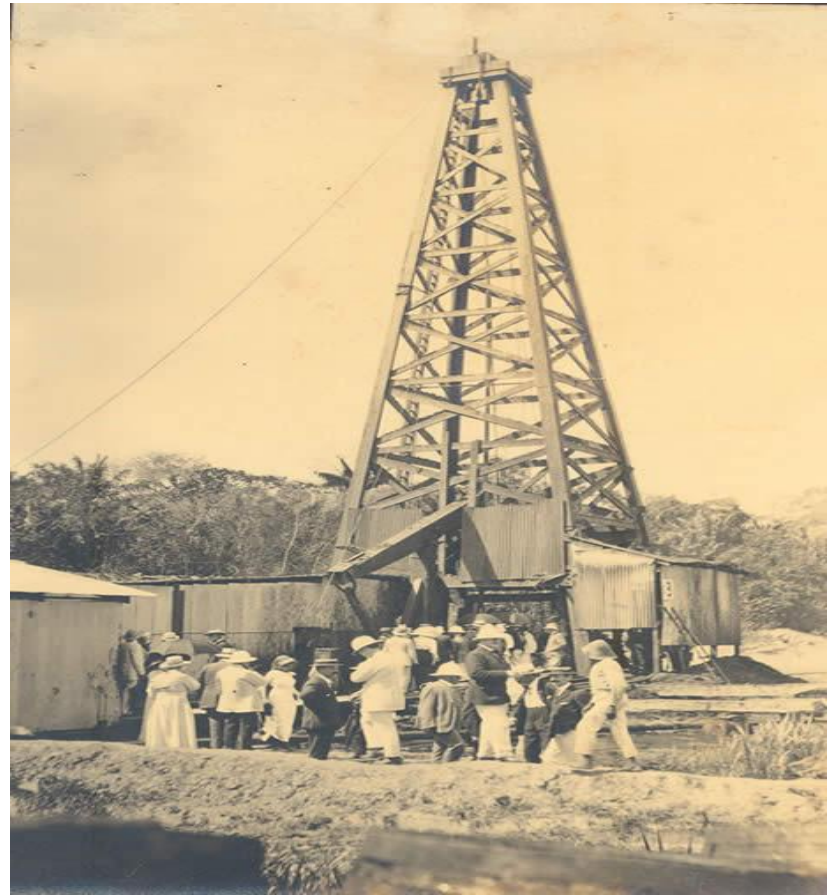
- **석유에너지의 등장**

- 석유 발견과 대량생산으로 새로운 산업혁명 전개

- **포드주의와 과학적 관리법**

- 작업의 분업화에 의한 대량생산체제로 현대 대중 소비사회의 견인
 - 범지구적 에너지/자원낭비 그리고 환경오염과 파괴 초래

<그림> 1. 1901년 트리니다드 토바코에 세워진 유전, 유전이 세계 곳곳에서 개발되기 시작



• 인구폭발과 거대도시화

- 질병원인으로서의 미생물의 역할 규명
- 제2차 세계대전 이후 DDT의 개도국 보급과 유아 사망율의 급감
- 농촌인구의 도시로의 이주 촉진

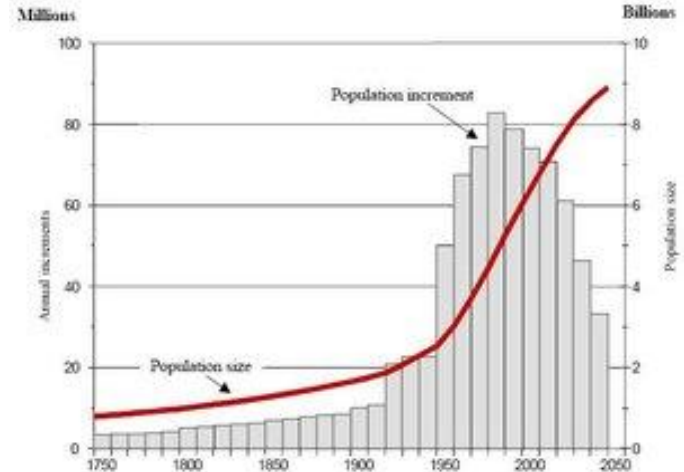
• 농업의 화학화와 산업화

- 농업의 화학화(인조비료, 농약)와 기계화(트랙터), 품종개량(다수확 품종, GMO/LMO) 등으로 수확량 증가
- 농업의 석유 의존도 증가

• 대규모 자연개발과 자원순환체계 고난

- 아스완댐과 나일강, 아랄해 고갈과 바이칼호 오염 등

〈그림〉 폭발적으로 증가하는 세계인구



5. 세계화의 확대와 환경-자원 문제

- **교역의 확산과 세계경제의 통합**

- 고대경제에서의 교역의 확대; 비단길, 몽골제국의 등장
- 유럽의 신대륙 정복과 세계 경제 통합
- 산업혁명과 수송수단의 발달: 기차와 증기선의 등장
- 제2차 세계대전 이후: 2개의 경제권역
- 중국 개방, 구소련 체제 붕괴로 세계 단일경제권화

- **각종 시장의 세계경제로의 통합**

- 자원시장의 통합: 산림, 수산물, 에너지, 광물자원 등
- 농업시장의 통합: 식량원의 단순화, 토양침식, 생태침투
- 소비시장의 거대화와 광역화

• 세계화의 환경적인 측면

- 긍정적인 측면: 기술의 확산으로 자원 이용 효율의 증대(신기술의 개도국 이전)
- 부정적인 측면: 한계에 대한 불감증의 확대, 자연의 상품화, 양극화의 심화, 개도국의 전통사회와 가치체계의 붕괴

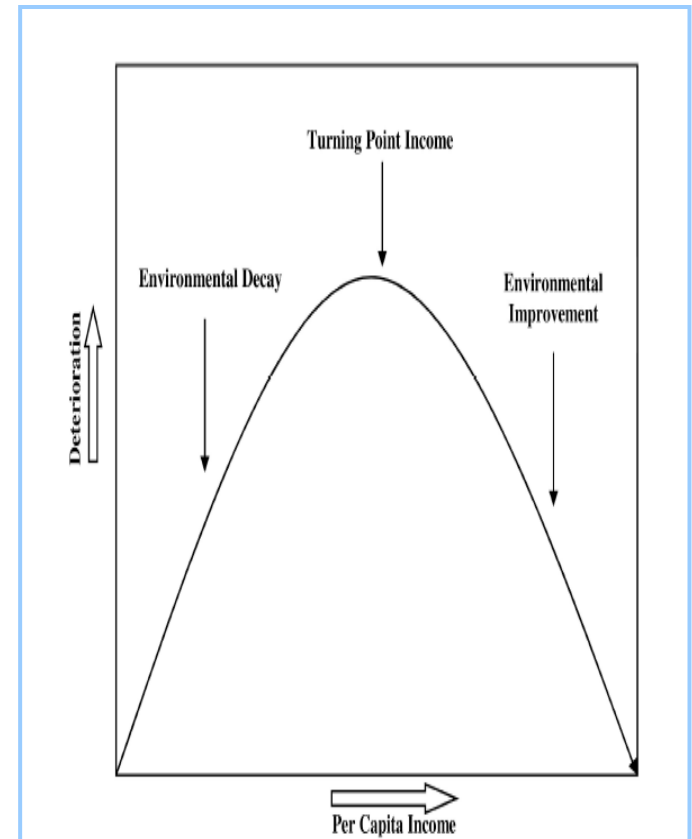
• 여객 및 화물 운송 수요의 폭발

• 경제주의 이념의 세계화

• 환경훼손과 소득수준의 관계

- 경제개발에 따라 환경훼손이 심해지다
소득수준이 높아지면 환경개선이 이루어진다고 봄(환경쿠츠네츠커브)

<그림 6>환경쿠츠네츠커브



6. 인류문명의 발달 과정상의 특징

- **세계화로 지역간 국가간 경쟁의식 증가**
 - 문명이 발달할 수록 자연과 인간 그리고 인간과 인간간의 상호 의존성에 대한 인식의 감소(개체 및 집단 이기주의의 증가)
- **한계를 모르는 선형적인 팽창일변도의 경제 활동**
 - 화석연료 발견 이후 선형적인 에너지와 자원이용체계의 발달
 - 한계의 부정과 자율조정기능의 부재
- **책임의 주위 이전과 지배-종속 구조의 발달**
 - 경쟁, 지배, 확장의 논리 지배로 자연으로부터의, 동료인간으로부터의 소외의 심화
- **지구환경의 신축성에 대한 지속적인 위협**
 - 기술혁신으로 지구 기후 및 환경 변화를 극복하는 과정에서 생태계의 신축성 위협(특히 산업혁명 이후)
 - 온실가스 배출 및 산림파괴 등 지구환경 훼손으로 지구환경의 자율 조정능력의 파괴
- **문화적 생물적 다양성의 지속적인 감소**
 - 세계화된 경제체제에서 식량자원, 문화, 언어, 관습 등의 다양성이 지속적으로 감소

6. 인류문명의 발달 과정상의 특징

- **세계화로 지역간 국가간 경쟁의식 증가**
 - 문명이 발달할 수록 자연과 인간 그리고 인간과 인간간의 상호 의존성에 대한 인식의 감소(개체 및 집단 이기주의 증가)
- **한계를 모르는 선형적인 팽창일변도의 경제 활동**
 - 화석연료 발견 이후 선형적인 에너지와 자원이용체계의 발달
 - 한계의 부정과 자율조정기능의 부재
- **책임의 주위 이전과 지배-종속 구조의 발달**
 - 경쟁, 지배, 확장의 논리 지배로 자연으로부터의, 동료인간으로부터의 소외의 심화
- **지구환경의 신축성에 대한 지속적인 위협**
 - 기술혁신으로 지구 기후 및 환경 변화를 극복하는 과정에서 생태계의 신축성 위협(특히 산업혁명 이후)
 - 온실가스 배출 및 산림파괴 등 지구환경 훼손으로 지구환경의 자율 조정능력의 파괴
- **문화적 생물적 다양성의 지속적인 감소**
 - 세계화된 경제체제에서 식량자원, 문화, 언어, 관습 등의 다양성이 지속적으로 감소

1. 환경과 문명의 부조화

- **문명이 발달할수록 환경과의 부조화가 심화**
- **자연 생태계와 인간 경제계의 발달 과정상의 차이**
 - **자연 생태계:** 진화를 거듭할 수록 상호의존성, 순환성, 다양성과 협력 체계가 강화됨; 기후 및 환경변화에의 내성이 증진됨
 - **인간 경제계:** 발달을 거듭할 수록 다양성 및 순환성이 감소하고 경쟁이 강조되는 방향으로 진행; 기후 및 환경변화의 주도자로 변신하여 자신의 존재 기반을 위협

<참고> 1. 인간 경제계는 자연 생태계의 부분체계
2. 인간 경제계는 자연 생태계의 도움없이
에너지와 물질 흐름 네트워크를 항구적으로
유지할 수는 없음

2. 지구환경문제와 문명의 위기

(1) 지구 생명지원체계의 붕괴

- **오존층의 고갈과 환경오염**

- 수 억 년 전에 광합성 작용의 결과로 조성된 성층권의 오존층이 고갈과 유해화학물질로 인한 환경오염으로 생명체의 생존 위협

- **인위적 요인에 의한 지구온난화**

- 이산화탄소 농도 증가: 1850년 280ppm → 2005년 375ppm

- <참고>지난 65만년간 농도범위; 180-300 ppm

- 지구평균온도 변화 추이: 1906~2005년 사이, 0.74도 상승

- 해수면 상승 추이: 1961~2003년 사이; 연평균 1.8(1.3-2.3) mm 상승 → 1993~2003년 사이; 연평균 3.1(2.4-3.8) mm 상승

- **생물종 다양성의 감소**

- 지구 생명계의 삶의 망을 발전시켜온 진화의 기본방향인 생물종이 감소함으로 생명의 열개가 위협

- **산림고갈과 사막화의 심화**

- 지구 및 지역 기후 자율조율과 자원순환 및 재생산 능력 저하

(2) 자원수요의 폭발적인 증가

- **인구증가와 도시화**

- 인구가 과도하게 증가하고 지구 환경을 훼손하여 지구 1차 생산성이 감소하고 과도한 이용

- **경제성장과 성장과실의 편식**

- 경제규모의 지속적인 증가로 에너지와 물질자원의 수요가 증가

(3) 자원공급상의 제약과 한계

- **에너지 자원의 고갈**

- 석유 등 현대 산업문명을 뒷받침하는 에너지 자원의 부족 심화

- **식량자원의 부족**

- 기후변화로 주요 곡창지대의 생산량 변화와 함께 중국, 인도 등 인구대국의 식생활 변화

- **수자원의 부족과 편재**

- 인구증가, 경제성장, 도시화 등으로 물 수요의 증가하나 기후변화 등으로 수자원공급상황의 악화 가능