

## < 에너지 소비구조와 임산 에너지의 역할 >

임 기 표  
전남대학교 농과대학

### I. 서 론 : 자연 법칙의 발견과 물리화학적 측정단위

#### 1.1 환경과 시스템의 관계

##### 1.1.1 시스템의 정의와 종류

자연계는 에너지와 물질의 이동성에 따라 연구대상을 그림1.1과 같이 주변환경과 구분하여 시스템을 정의할 수 있다. 이때 시스템의 변화는 물리화학에서 이미 공부한 바와 같이 이상기체법칙에 따라 측정할 수 있다. 자연법칙이야 눈으로 확인가능한 기체로부터 얻어진 결과이나 액체나 고체에도 적용 가능하다. 따라서 고분자재료에서는 딜라토미터(dilatometer)를 제작하여 온도변화에 따른 고분자용액이나 고체의 부피변화를 측정하여 이상기체법칙에 따라 계산하면 기체의 경우와 유사한 결과를 얻을 수 있다. 이때 환경과 구분하는 시스템의 경계층이 에너지만 통과할수 있는 시스템이면 폐쇄시스템(closed system)이라 하고, 에너지와 동시에 물질의 통과가 가능한 시스템을 개방시스템(open system)이라 한다.

이러한 열역학적 시스템의 정의는 최근 각종 사회현상에도 적용되어 복잡한 사회현상을 이해하는데 도움을 주고 있으며, 각종 열역학적 법칙이 적용되기도 한다.

#### 1.2 자연 보존법칙과 에너지의 상호전환

##### 1.2.1 질량과 에너지의 상호전환

##### 1.2.2 열역학 제2법칙

##### 1.2.3 열역학 제3법칙

일반적으로 절대영도( $0^0\text{K}$ )에서는 모든 엔트로피(S)가 zero라고 가정하고, 순수한 물질은 입자의 운동이 정지된 결정상태로 가정한다.

### II. 에너지 형태의 상호변환과 경제적 가치

#### 2.1 에너지의 경제적 가치와 상호 변환 기술

##### 2.1.1 에너지의 경제적 가치

모든 나라가 산업화를 통한 경제성장으로 부유한 국가가 되기를 위하여 다양한 개발을 시도하고 있다. 그러나 경제적 발전에 필요한 에너지는 그림2.1.과 같이 가장 값이 싸야 한다. 환언하면 적은 노력으로 많은 경제적 이득을 얻고자 하는 자본주의 경제에서는 단위 질량당 값이 가장 비싼 식량이나 사료 및 의약품생산에 투자하여야 하나 생활의 편의성을 추구하는 각종 공산품 생산과 이용에 투자하고 있다. 따라서 다루기가 힘든 노동문제를 제거하기 위하여 각종 기계장치를 개발하고, 로봇트가 탄생하였으며, 인간만이 할 수 있다는 사무직까지도 computer의 개발로 대부분의 산업분야가 자동화되고 있다. 이러한 경제적 발전은 에너지에서 고품질의 전기에너지를 계속 증가시키고 있다.

### 2.1.2 경제성장과 에너지 소비구조

따라서 모든 나라가 산업화를 통하여 경제성장을 유도하여 부유한 나라가 되기를 열망하고 있으나 산업적 발전은 그만큼의 에너지를 소비한다. Cook(1971)에 따르면 과학기술의 발달 정도에 따라 필요한 에너지는 고도로 집적된 석탄이나 석유를 연료로 사용하여야 한다. 따라서 경제성장에 따라 석유와 석탄 소비가 증가하고 있으며, 선진국의 경우에는 에너지 소비량 증가율이 경제 성장율보다 낮으나 후진국은 효율적인 에너지 이용체계가 미비하여 경제성장률의 1.5-2.0배에 달한다.

### 2.1.3 에너지의 상호변환과 전기에너지의 생산

#### 2.1.4 연료(fuel)

경제발전에 필수불가결한 에너지를 저장할수 있는 유일한 방법은 화학에너지로 알려진 연료를 확보하는 것이다. 즉 원자사이의 화학결합에 저장된 에너지인 화학에너지는 몇 가지 종류만이 이용되고, 핵연료를 제외하면 모두 탄소와 수소를 근간으로 한 것이 대부분이다.

따라서 유기물을 구성하는 원소들이 탄소와 수소가 근간이므로 원소 분석으로 얻어진 원소 함량으로 Dulong 식에 따라 계산할 수도 있다. 즉 C =1kg중 탄소함량, H =1kg중 수소함량, O =1kg중 산소함량, S =1kg중 유황함량, W =1kg중 수분함량을 나타내고, 고발열량은 표준상태를 기준한 발열량이며, 진발열량은 스팀(steam)으로 이용가능한 발열량으로서 100℃를 기준하여 계산한 값으로서 저발열량이라고도 한다. 여기에 유황이 포함된 것은 연료의 가치가 없지만 연료에 포함된 유황이 공기중의 산소와 반응할 때 발열반응으로 열에너지를 발생하기 때문이다.

### 2.1.5 인류문명의 발전과 에너지자원의 변화

### 2.1.6 인구부양과 임산에너지의 역할

### 2.1.7 현재의 에너지 소비구조 (1차에너지의 세계 소비량)

현재 사용하는 에너지는 다음과 같으며, 기존의 연료인 석유와 석탄의 소비량이 감소하는 반면 원자력과 수력발전이 증가하고 있어 환경오염에 대한 고려가 증가되고 있다.

## 2.2. 우리나라의 에너지 소비 구조와 소비량

### 2.2.1 경제성장률과 에너지소비 증가율의 관계 (한국의 경우)

GNP성장률에 대한 에너지소비율 증가의 탄성치는 선진국일수록 1.0이하이나 후진국일수록 1.0이상이다. 따라서 에너지 효율적인 기계장치와 공정 개발로 소비되는 에너지증가율이 경제성장률보다 낮도록 유도하여야 한다.

### 2.2.2 우리나라의 주요 에너지 총량 지표

우리나라의 국민 1인당 에너지소비가 세계평균의 2배에 이르고, 그에 따라 경제성장률도 증가할 것이나 연료자원이 부족하기때문에 에너지 효율적인 기계장치 개발과 공정개발이 필수적이다.

### 2.2.3 1995-96년도 우리나라의 에너지원별 1차에너지 소비량 변화

석유자원이 없는 우리나라는 석유소비율이 감소하고 있으나 아직도 2/3정도가 석유이며, 그에 대해 원자력발전이 증가하여 환경오염과 위기 위험율이 증가하고 있다.

### 2.2.4 1995-96년도 우리나라의 석유 수입량과 의존도

1997년도에는 석유수입액이 270억달러에 이르고, 경상수지적자의 대부분을 점유하고 있다고 한다.

### 2.2.5 1996년도 우리나라의 부문별 에너지소비량

전자공업의 발달로 생활이 편리해졌지만 전기에너지의 소비량증가로 발전부분에서 소비하는 연료량이 많으며, 원자력에 의한 발전량이 50%에 이르고 있다.

## 2.3 우리나라의 Bioenergy 소비량과 수출입 현황

### 2.3.1 우리 나라의 식량과 농산물 수급 현황

농수산물을 식량과 먹거리라고만 생각하나 에너지로 환산가능하므로 bionenergy로 계산하면 에너지부분으로 평가할 수 있다. 따라서 동일한 탄소계 연료이므로 에너지 수입량과 비교하면 1996년도에는 120억 달러에 이르러 소재생산을 위하여 수입한 무기원료보다 많고, 생존을 위하여 매일매일 소비하는 제품이기 때문에 환경보존을 꾀하는 농림수산물생산에 많은 연구개발투자가 필요하다.

## III. 유기 폐기물의 자원화와 환경보존 시스템 구축 필요

### 3.1. 에너지 이용과 환경보존 문제

#### 3.1.1 도시폐기물 조성량과 발생량

#### 3.1.2 폐기물의 원소조성과 발열량

#### 3.1.3 특정폐기물

한편 일반적으로 처리할 수 없는 폐기물로서 전문기술을 가진 업체나 기술집단이 처리하여야 하는 폐기물을 특정 폐기물이라 한다.

### 3.2 유기 폐기물의 매립과 환경 오염 문제

#### 3.2.1 유기폐기물의 자연 분해속도와 환경 친화성 재료의 개발 필요성

### 3.3 유기폐기물의 소각과 환경오염 문제

#### 3.3.1 고분자 재료의 연소특성

M. Lewin 등(1984)의 연구에 따르면 지구상에서 발생하는 각종 유기폐기물을 탄산가스와 수분으로 분해하여 자연계로 환원하는 소각조작에서 필요한 공기중의 한계 산소지수(LOI : limiting oxygen index)가 고분자의 화학구조에 따라 요구되는 LOI가 다르다.

#### 3.3.2 폐기물의 소각 문제점

현재 합성되고 있는 석유계의 각종 고분자는 폐기하였을 때 자연계에서 미생물에 의하여 쉽게 분해되지 않으므로 분리 회수하여 재 이용함으로써 폐기물을 제거하거나 강제로 소각하여 탄산가스와 수분으로 자연계에 되돌려 보내야 한다. 그러나 매립시는 분해지연으로 환경오염이 발생하고, 그로 인하여 매립지 문제가 혐오시설이라 하여 사회문제로 발전하고 있는 반면 소각처리하는 방법은 Dioxin과 같은 유해성분이 발생하지 않도록 하여야 한다.

### 3.3 유기폐기물의 재활용과 순환시스템 구축 ==> 지구온난화 가스 감축 기술 개발

## IV. 산업발전과 생태계에 대한 환경 영향 평가

---제품의 전과정평가(LCA : Life-Cycle Assessment of products)---

### 4.1. 환경과 생태계의 관계

#### 4.1.1 생태계의 먹이사슬

식물계(생산자)==>동물계(소비자)==>미생물계(분해자)==>환경조건

#### 4.1.2 식물계와 환경의 관계

#### 4.1.3 인간활동과 환경의 관계

#### 4.1.3 환경 요소와 파라미터

### 4.2 환경에 대한 공산품제조와 유통에 대한 전과정 평가시스템

#### 4.2.1 선진국의 활동

미국은 SETAC(Society of Environmental Toxicology and Chemistry)를 구성하여 공산품의 탄생과 폐기 및 분해까지의 전 과정(life cycle)에서 발생하는 각종 인간활동에 대한 환경오염물질을 분석 평가하는 LCA(Life-Cycle Assessment)시스템을 구축하여 다음과 같은 순서에 따라 환경에 미치는 경제활동의 영향을 평가하고, 앞으로 다가올 Green Round를 대비하고 있다.

환경보존운동은 물리화학적으로 측정·분석하여 수집된 데이터를 근거로 평가하며, UN을 통한 여론수렴으로 경제활동을 제한하려는 정치적인 수단으로 나타나고 있다.

따라서 LCA 기준은 인간에게 필수적인 식량과 의약품 및 주거환경에 오염을 일으키지 않는 범위를 규정해 주는 사업으로서 그의 개략적인 평가순서는 다음과 같다.

#### 4.2.2 공산품의 LCA (Life-Cycle Assessment) 순서

### 4.3 생분해성 고분자 개발과 전망

최근 몇가지 고분자재료들이 개발되었으나 기본적으로는 기존의 생태계에 존재하는 화학성분의 구조를 갖추어야 생분해성을 나타내며, 목재와 같은 천연고분자라도 화학적으로 다른 구조로 변형하면 생분해성이 저하된다. 따라서 목재의 가공에서도 생분해성을 유지하는 화학구조를 갖추는 가공이 필요하다고 생각된다.

## V. 산림자원의 기능과 목재의 가치

### 5.1 환경보존과 산림자원의 역할

#### 5.1.1 인간 생존조건과 환경의 관계

대기오염에 대하여 연구한 Goldsmith & Friberg(1977)에 따르면 “인간은 음식(food)을 먹지 않고서는 5주 이상을 살 수 없고, 물(water)을 마시지 않고서는 5일 이상을 살 수 없으며, 공기(air)를 마시지 않고서는 5분 이상 살아 남을 수 없다”고 한다. 그러나 인간은 동물이기 때문에 살던 곳의 환경이 악화되면 깨끗한 공기, 맑은 물, 풍부한 식량이 생산되는 살기 좋은 곳으로 이동(이민)할 것이다. 이러한 현상은 현재 산업사회의 도시와 농산어촌, 정착한 민족 국가와 유목민등의 사회현상을 보더라도 알 수 있다.

현재의 산업 선진국들은 생존지역의 환경 문제를 중요하면서 대기 오염문제는 어느 국가와 민족 뿐만 아니라 대양의 경계를 넘어 다니는 환경문제가 되고 있고, 수질 오염문제는 국가나 자치단체의 경계를 넘어 다니는 환경문제가 되고 있으며, 식량문제는 국가정책이나 경제체제에 따라 다르지만 생존문제를 야기하고 있다.

### 5.1.2 경제 개발과 환경에 관한 UN의 Agenda 21

산업사회의 도시화로 야기된 각종 환경오염문제로 1972년 스톡홀름에서 개최된 UN인간환경회의의 20주년행사로 1992년 브라질 리오데자이로에서 개최된 환경과 개발에 관한 국제연합회의에서는 21세기를 대비한 주제로 표5.1.1.과 같이 Agenda 21를 선정하여 국가원수들이 서명하기도 하였다. 즉 환경과 인간의 생존은 밀접한 관계가 있으므로 우선적으로 환경을 보존하는 방향에서 인구와 빈곤퇴치 문제, 경제발전과 에너지소비문제에서 산림자원이 핵심적인 역할을 한다는 것을 보여주고 있다.

## 5.2 산림생태계의 환경보존 역할

### 5.2.1 대기 오염 정화와 산림 생태계의 역할

대기중의 산소 농도는 환경보존의 중요한 인자가 된다. 의학분야의 연구에 따르면 생존에 필요한 대기조건은 [21%산소 + 78%질소 + 0.03%탄산가스 + 아르곤]정도로 구성되고, 폐활량이 평균 500mL의 허파를 가진 성인남자는 1분에 16회 호흡하고, 이때 배기되는 호기중의 공기조성은 [16%산소 + 78%질소 + 4.03%탄산가스 + 기타] 정도가 되어 산소농도가 약 5% 감소하는데 반해 탄산가스농도는 5% 증가한다고 한다. 또한 지하에서 실시하는 각종 안전 규칙중 대기조건이 18%이하이면 질식할 위험이 있다고 한다.

### 5.2.2 에너지 비축과 산림생태계의 역할

다년생 임목으로 구성된 산림생태계는 생리학적으로 생명현상이 표면에 집중되어 구조물로 이용하는 각종 목재가 죽어 있는 고분자물질이지만 생리적으로 교묘하게 생합성된 고분자로서 거칠은 자연환경과 기후조건에 견디도록 구성되어 있다. 따라서 역사적으로 목재는 중요한 연료자원이었으며, 문명의 발전을 가져 온 철동기와 철기시대를 여는 연료로 중요한 역할을 하였다.

### 5.2.3 맑은 물 자원과 산림 생태계의 역할

생명활동의 근간이 되는 물에 대한 환경 오염은 특히 육상생물에게 중요하다. 즉 인간이 식수로 마셔야 하는 깨끗한 물은 최소한 평균 1인당 매일 2L이며, 우리나라의 상수도 보급량(1986)은 매일 295L(전국 평균)이다.

그러나 이러한 상수도를 공급하는 원천은 연간 강우량으로서 산속의 숲이 맡고 있다. 즉 이러한 상류저수지를 보호하기 위하여 선진국들은 상수원지 보호구역을 만들어 일체의 사업이나 관광 및 레크리에이션을 하지 못하도록 규제하고 있다. 한편 사우디 아라비아과 같은 사막국가들은 석유를 팔아 바다물을 증류하는 식수제조공장을 건설해야 하기 때문에 식수값이 석유값보다 보더 비싸며, 술값보다 비싸다.

### 5.2.4 비옥한 농경지 보존과 산림생태계의 역할 : humus 공급

정상적인 농경지에는 2.0-3.0%의 humus 함유

### 5.2.5 정착 주거지 보호와 산림생태계의 역할

토양유실방지, 산사태방지, 토목건축용 목재공급, 안락한 주거지 구축재료