

## < 수질 관리 기술사 문제풀이 >

■ 다음은 7.5°C인 수돗물을 포기하여 얻은 결과이다.  $KL_2(h^{-1})$  값을 구하시오.

시간(분)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
C mg/l	0	1.8	3.2	4.4	5.5	6.4	7.2	7.9	8.4

$$[dC/dt = KLa(C_s - C)]$$

$C_s$  = 포화산소농도 (mg/l)

$C$  = 현재산소농도

- ① 총괄산소 이전(전달) 계수
  - 포기조내 유기물 분해를 위해 공급하는 공기의 산기장치 포기기능을 평가하는 지표
- ②  $KLa$ 
  - 수온, 폐수중의 유기물 농도, 포기장치의 형상, 수심은 포기조에 따라 변화한다.
- ③ 측정방법
  - A. 비정상방법
    - 실험조내에 물을 넣고 일정 공기량을 포기하여 저용존산소 농도에서 포화용존산소 농도까지 농도변화 측정
  - B. 정상법 - 실제 포기조에서 측정
    - a. 먼저 시간에 따른 포기조 용존산소 농도를 측정한다.
    - b. 각 측정시점의 산소이용 속도( $R_r$ )를 측정한다.  
이때는 산소 이용속도 측정장치를 이용하여 경과시 간별  $Do$  농도를 Graph Plot한 다음 기울기를  $R_r$ 로 한다.
    - c.  $R_r$ 별 포기조 용존산소 농도를 Plot한 후 직선의 기울기를

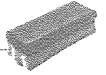
$$C = C_s - \frac{R_r}{KLa} \text{ 상의 } - \frac{1}{KLa} \text{ 과 같다고 한다.}$$

$$\text{즉, } KLa(C_s - C)$$

$$C = C_s - \frac{R_r}{K} - La$$

여기서 포기조의  $Do$  농도와 활성슬러리의 산소이용 속도를 측정하여 총괄산소 이전계수

$$\text{직선방정식 꼴 } C = - \frac{1}{KLa} R_r + C_s$$



즉 비정상법에 해당한다.

$$\frac{dCL}{dt} = KLa (C_s - CL)$$

이것을 적분하면  $KLa = \frac{2.303}{t_2 - t_1} \log\left(\frac{C_s - C_1}{C_s - C_2}\right)$

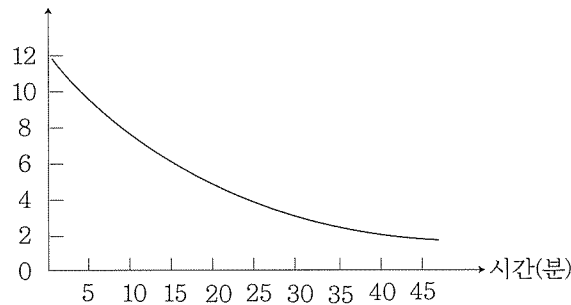
$C_s$ : 실험시 수온, 기압하의 포화 Do농도(mg/l)

$C_1$ : 시간  $t_1$ 의 | Do농도(mg/l)

$C_2$ : 시간  $t_2$ 의 | Do농도(mg/l)

시간(분)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
C mg/l	0	1.8	3.2	4.4	5.5	6.4	7.2	7.9	8.4
$C_s - C$	12	10.2	8.8	7.6	6.5	5.6	4.8	4.1	3.6

( $C_s - C$ ) 반대수그래프(mg/l)



$$KLa = \frac{2.3033}{40-0} \log\left(\frac{12}{3.6}\right) = 0.03011(\text{min}^{-1}) = 1.8(\text{hr}^{-1})$$

## ■ 생물막 공법(Biofilm Process)에 대해 설명하십시오.

### 1. 개요

- 생물막은 미생물에 표면을 제공하는 경우 어디에서나 볼 수가 있다. 정수처리에서의 여과지의 여재 표면, 하천이나 호소 등의 바위, 자갈, 수초, 구조물 등의 표면에 형성되어 오염물의 자정작용에 한몫을 담당하기도 한다.

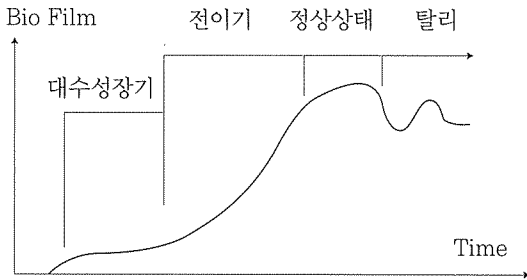
생물막의 형성과정은 주로 물질의 전달현상과 미생물의 대사작용의 결과이며 유체의 전달력에 의한 마찰저항 등으로 막의 두께는 제한을 받는다.

여재 표면의 생물막은

- 1) 유기물 흡착



- 2) 미생물의 이동과 부착
- 3) 미생물의 증식에 따른 생물막의 성장
- 4) 생물막의 탈리와 같은 과정을 반복하면서 이루어진다. 유체와 직접 접하는 생물막 표면에서 끊임없이 성장과 탈리가 일어나며 정상상태에 이르면 둘 사이에 균형을 성립한다.



생물막은 3단계를 거치며 변화된다.

- 1단계 : 대수 성장기로 Biomass의 변화율은 생물막을 구성하는 Biomass에 비례하여 증가
- 2단계 : 전이기로 막이 어느 정도 형성되어 기질과 영양분이 충분한 생물막 표면 근처에서만 성장이 이루어진다.
- 3단계 : 정상상태에 이르면 Biomass의 변화는 거의 없게 된다. 그러나 유체의 흐름에 의한 전달력이 막의 응집력보다 더 클 경우 막의 탈착(Sloughing)이 나타난다. 이 현상은 밀도가 낮은 생물막이나 두꺼운 생물막에서 기질과 영양분이 생물막 내부까지 전달되지 않은 경우에 발생된다고 한다.

## 2. 생물막에서의 기질 제거

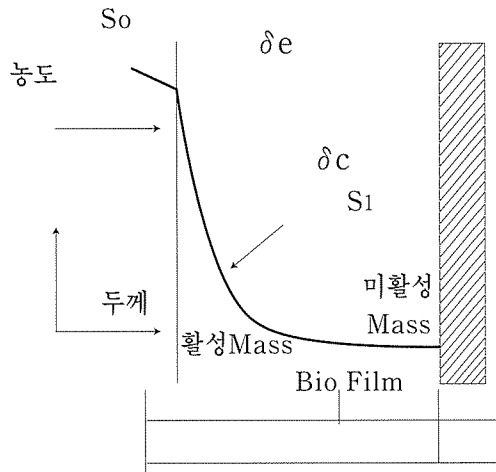
- 생물막에서의 기질이 제거되는 시스템은 기질은 용액내에 존재하고 생화학 반응은 생물막 내부에서 이루어지므로 시스템의 해석은 현탁 증식계에 비해 훨씬 복잡하다. 첫째 용액중에 기질과 영양분이 생물막에 도착되고 둘째 표면에 도착한 모든 반응물질이 확산에 의해 생물막 내부로 침투하고, 셋째 미생물의 화학반응에 의해 기질의 분해가 이루어진다고 할 수 있다. 기질과 함께 생물막 내부로 전달된 영양분은 새로운 세포의 합성에 이용되고 반응생성물은 반대 경로를 따라서 생물막 내부로부터 용액에 전달된다. 따라서 생물막에 의한 기질제거 특성을 이해하기 위해서는 미생물의 고유 특성인 반응 속도뿐만 아니라 생물막 외부와 내부에서의 물질 전달효과도 함께 고려되어야 한다.

Heterogeneous Biofilm에서 생물막 내부와 표면 근처의 기질 농도는 그림과 같이 생물막 깊이에 따라 변화된다.



두꺼운 막이 형성될 때는

- 1) 용액상태의 기질농도가 낮을 때
- 2) 생물막 전체의 깊이가 클 때
- 3) 미생물의 활성도가 높을 때 나타나며 기질의 결핍현상이 나타날 때의 깊이를 유효깊이 (effective thickness)라 한다.



< 생물막에서의 기질 농도 곡선 >

### 3. 생물막 공법의 응용

- 수처리 공정의 RBC 와 TF, 충전층 반응조 외에 부유식 처리시설에 여재를 도입할 복합식 처리방법도 있다.

기타 질산화, 탈 질산화, 폐놀, 중금속 등 상수도 오염 물질 제거 목적으로 개발되고 있으며 그 장점은 아래와 같다.

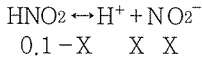
#### 1) 장점

- ① 유입부하 환경 조건의 변동에 강하다.
- ② 정상 상태에서 슬러지량, 공기량이 조절이 필요없다.
- ③ 슬러지 발생량이 적고 발생할 잉여 슬러지의 처리가 쉽다.
- ④ Sludge Bulking 이 일어나지 않는다.
- ⑤ 저농도의 유기성 폐수에 적합
- ⑥ 운전이 간편하고 유지관리비 저렴
- ⑦ 슬러지 일령이 길어 반송이 없이 높은 처리효율이 가능하다.



### ■ 25C에서 0.1M HNO<sub>2</sub>의 평형 pH는 얼마인가?

단, K<sub>a</sub>(평형상수) = 10<sup>-3.29</sup>



$$\therefore K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]} = \frac{X \cdot X}{0.1 - X} = 10^{-3.29}$$

$$0.1 > X \text{ 이면 } 0.1 - X = 0.1$$

$$\therefore X^2 = 10^{-4.29}$$

$$X = 7.16 \times 10^{-3} \text{ (Mole/L)} = [\text{H}^+]$$

$$\therefore \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = \log(7.16 \times 10^{-3})$$

$$= 3 - \log 7.16$$

$$= 3 - 0.85$$

$$= 2.15$$

$$= 100\text{mg/l} \times \frac{4 \times 32}{2 \times 14} = 457.14\text{mg/l}$$

### ■ 탈질소 활성 슬러지법에 대해서 설명하고 장단점과 공정에 대하여 기술하시오.

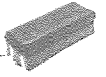
#### 1. 개요

- 폐하수 유기물을 제거할 목적으로 적용되는 대다수의 처리공정 중 가장 광범위하게 사용되는 것은 활성 슬러지법이지만 이 공법은 질소(N), 인(P) 등의 무기 영양염류가 제거되지 않는 속명적, 치명적인 결점이 있다.

2차 처리수에 이들 영양염류 등이 미처리 된 채 방류되면 식물 Plankton의 이상증식이 촉진되어 하류에 부영양화 등의 문제를 발생시킨다.

이러한 문제를 방지하기 위해 활성 슬러지 내에 증식되고 있는 활성 슬러지 내에 증식되고 있는 질화균, 탈질소균의 기능을 공정출에 도입시켜 질소와 인 등의 무기영양염류를 제거하는 기술을 생물학적 탈질소 활성슬러지법의 장점은 다음과 같다.

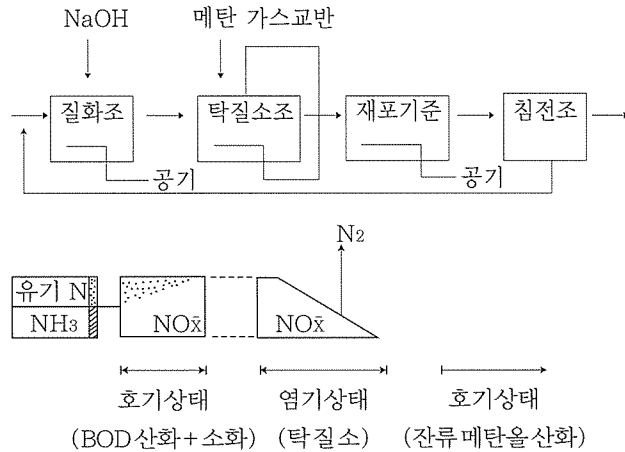
- 1) 질화균과 탈질소균의 생리작용을 합리적으로 조합시킨다.
- 2) 처리의 최종형태가 질소가스(N<sub>2</sub>)로써 사후처리가 필요 없고 이차 공해의 문제도 없다.
- 3) 질산화를 진행시키는 슬러지의 부하조건에서는 무기성 질소의 제거뿐만 아니라 유기성 질소도 생물학적인 탈 아미노반응에 의해 제거시킬 수 있다.
- 4) 처리수온이 비교적 낮아도 제거기능은 안정하다.



5) 운전이 용이하고 기존의 활성 슬러지 공정에 용이하게 조합할 수 있다.

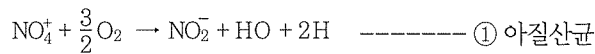
6) Running Cost(운전비)가 크게 많지는 않다.

- 본 Process의 기본적 구성은 질산화 공정과 탈질소공정의 2단계로 나누어지며 대표적인 공정은 아래와 같다.



## ■ 질산화 공정(Nitrification Process)에 대하여 설명하시오.

- 폐수중의  $\text{NH}_3\text{-N}$  및 BOD 산화균의 이화대사작용에 의하여 유기성 질소에서 전환되는  $\text{NH}_3\text{-N}$ 을 질산화균에 의해서 N을 질산화균에 의해서  $\text{NO}_2\text{-N}$ 과  $\text{NO}_3\text{-N}$ 으로 산화시킨다.



( $\text{NH}\text{-N}$  1kg에 대해 질소 3.4kg 필요)



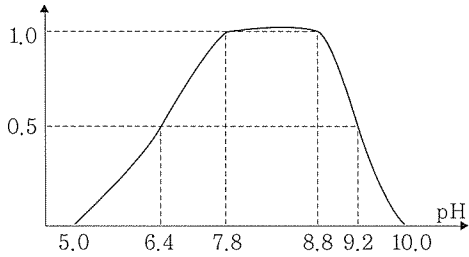
( $\text{NO}_2\text{-N}$  1kg에 대해 산소 1.2kg 필요)

질산화 형식을 지배하는 가장 큰 요소는 혼합배양액의  $\text{NH}_4$  농도와 pH로 알려져 있다. 이 때문에 유리 암모니아( $\text{NH}_3$ )가 질산화 형식을 지배하는 결정적 요소로 판단된다. 또한 처리수온도 큰 영향을 주는데 최적수온은 35도 근방이고 15도 이하가 되면 아질산균의 활성도는 크게 떨어진다.

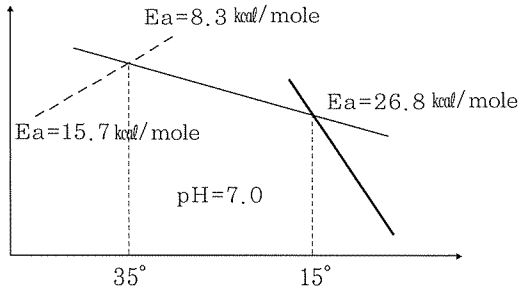
탈 질소 조건의 최적 온도는 37도~39도 범위이고 혼합배양액 pH(최적 7~8)에 강하게 영향을 받는다.



<아질산균 상대 활성도>



<아질산균의 증식속도>



2) 탈 질소 활성슬러지의 변법

● 탈 질소의 변법으로써는 질산화 공정과 탈질소 공정의 두가지 차를 두고

- ① 질소 제거율의 고효율화(기능의 증대)
- ② 처리 Process의 축소화(compact화)
- ③ 수소공여체로써의 유기탄소원의 절감
- ④ 필요산소량의 절감
- ⑤ 중화제로써의 알카리의 절감
- ⑥ 슬러지 증식율의 절감 등을 고려한 변법이 제반되고 있으나 모든 조건을 전부 충족시키는 이상적 Process는 있을 수 없으므로 처리대상 폐수의 수질적 특성, 방류전의 환경 조건 등을 고려하여 가장 합리적이라고 판단되는 Process를 선정하는 것이 중요하다.

[자료제공 : 한국산업기술협회 환경연구부]



## < 대기 관리 기술사 문제풀이 >

### ■ 톨루엔(Toluene)에 대해 설명하시오

1. 화학식 :  $C_6H_5CH_3$

#### 2. 특징

- 특유한 냄새를 갖는 휘발성 무색액체
- 연소성이 있고 그 증기는 폭발성이 있다.
- 끓는 온도 :  $110.6^{\circ}C$

#### 3. 용도

- 톨루엔은 주로 원유로부터 생성된다.
- 사카린(Saccharin), 클로라민-T(Chloramine-T)  
트리니트로톨루엔(TNT: Trinitrotoluene)  
톨루엔 디이소시아네이트(Toluene Diisocyanate) 및 각종 염료등 각종 화합물의 합성 원료로서 사용된다.
- 고무, 타르, 아스팔트 및 셀룰로오스, 페인트와 니스의 용제로 쓰임.

#### 4. 인체에 미치는 영향

- 마취작용과 신경독성 작용
- 급성중독 : 현기증, 기면상태, 의식상실, 호흡정지, 사망
- 만성중독 : 두통, 권태감, 무력감, 협동운동장애, 기억력장애, 오심, 식욕부진, 월경불순

#### 5. 폭로량과 생체 반응

- 급성중독 :  $750mg/m^3$ (8시간)  
 $1,125mg/m^3$ (20분)
- 만성중독 :  $200\sim 400mg/m^3$





## ■ 포름알데히드의 용도 및 발생원에 대하여 설명하시오.

### 1. 특징

- 분자량 : 30.03(HCHO)
- 비점 : -92℃
- 비중 : 0.8253
- 무색의 자극성 기체
- 물에 잘 녹으며 구 수용액 40%은 포르말린(Formaline)
- 인화점이 낮아 폭발 위험
- 단기노출 : 눈, 코, 목의 자극 증상
- 장기노출 : 기침, 설사, 어지러움, 구토, 피부질환

### 2. 용도

- 1) 화학공업의 원재료로 광범위하게 사용
- 2) 강한 환원성으로 살균, 소독제, 페놀수지, 요소수지의 원료로 쓰임.
- 3) 접착제, 방부제 및 고분자 재료에 이용
- 4) 우레아 수지품 단열재, 섬유옷감, 실내가구의 칠등의 재료에 이용

### 3. 발생원

#### 1) 인위적 발생원

- 포름알데히드의 제조, 소독제, 염료공업, 섬유공업, 합성수지, 피혁공업 등의 생산공정에서 발생
- 소각로, 유류, 천연가스등의 연소시설
- 촉매변환기가 없는 자동차의 배출가스에서도 방출
- 실내 발생원 : 우레아수지품 단열재, 섬유옷감, 실내가구의 칠 난방용 연료의 연소과정, 흡연, 생활용품, 의약품, 접착제 등

#### 2) 자연적 발생원

대기중의 HC가 산화되어 생성되는 것으로 죽은 수목이 분해되거나 관엽식물에서 방출되는 화학물질의 변환으로 생성

- ※ 지하생활공간 공기질 관리법  
지하공기질 기준 물질

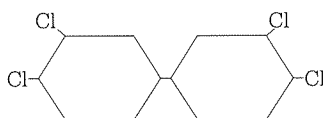


HCHO의 기준 24시간 평균 0.1ppm이하

## ■ PCB(Poly Chlorinated Biphenyl)에 대해 설명하시오.

### 1. 구조 및 특성

#### 1) 구조식



- 2) 유기염소의 일종, 다가(多價)염소 화합물이다.
- 3) 페놀이 두 개 결합된 화합물에 수소 대신 염소가 치환된 다가염소 화합물이다.
- 4) DDT와 비슷한 구조이며, 물에 용해되지 않고 화학적으로 안정한 물질임.
- 5) 변압기, 배터리에 존재함.
- 6) 특정대기 유해 물질이다.

### 2. 독성

- 1) 생체내 흡입시 지방에 축적되고 배설되지 않는다.
- 2) 중독시 전신권태, 수족마비, 심하면 성호르몬을 파괴하여 발암유발(인체유전독성 유발)
- 3) PCB관련 환경 오염 사건 : 가네미 사건, 1986년 일본 구주, 가네미 회사 닭 사료 원료에 PCB함유, 닭폐사, 인체결병(피부병)

### 3. 처리방법

- 1) 고온 열 분해 처리 : 완전연소는 1300~1400℃의 고온 필요,  
완전 무해처리가 용이치 않음.
- 2) Pyrolysis Incineration(플라즈마 소각시설) 등
- 3) PCB 처리 과정에서 잘못처리 했을 때 2차 오염물질로서 발암물질인 Dioxin이 발생할  
우려가 있음.

## ■ 다환방향족탄화수소(PAHs; Polynuclear Aromatic Hydrocarbon)에 대해서 세부적으로 설명하시오.

### 가. 물질의 특성



- ① 정의 : 2개 이상의 방향족 고리가 융합된 유기 화합물
- ② PAH는 여러 개의 벤젠고리를 지닌 방향족 탄화수소로서 유기물이 불완전연소시 발생
- ③ 미량으로도 암을 유발시킬 수 있는 발암물질이거나 돌연변이원성을 가진 물질임.
- ④ 경유, 휘발유 등 화석연료를 사용하는 자동차의 배출가스에서도 많이 발생되며 경유 자동차의 PM등에 흡착되거나 가스상으로 존재하며, 공기역학적 직경이 2.5 $\mu$ m 미만의 입자상 물질로서 공기 중에 방출됨.

### 나. 자연계 분포

- ① PAH는 방향족 고리가 2~4개인 경우 기체 또는 고체에 흡착된 형태로 분포하지만 5개 이상이 되면 주로 고체에 흡착된 상태로 존재함.
- ② 배출된 대기중의 PAH는 오존에 의해 변화되며 NO<sub>2</sub>등과의 반응에 의해 nitro-PAHs 등이 생성됨.

#### (1) 환경 중 PAH의 변화

- 대기 중의 PAHs는 오존에 의해 변화되어 분해 반응이 일어나며, NO<sub>2</sub> 등과의 반응에 의해 nitro-PAH, hydroxy-PAH 및 hydronitro-PAH 등이 형성됨.
- 오염원으로부터 방출된 대기 중 PAH의 소멸반응을 요약하면 다음과 같다.

- 대기 중 산화환원반응
- 침진 후 생물학적 분해
- 광분해 반응
- 입자상 물질에의 흡착
- 생물체 농축

#### (2) 대기 오염 현황

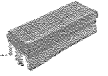
PAH 종류별 대기오염도는 조사위치나 조사방법에 따라 차이를 나타낼 수 있으며, 특히 휘발성이 큰 PAH화합물은 조사방법에 따라 측정치의 차이가 클 수 있다.

### 다. 오염원

PAH의 오염원은 매우 다양하며 모든 탄소화합물의 연소과정에서 나타날 수 있다.

대표적인 오염원의 예를 들면 다음과 같다.

- (1) 화석연료를 사용하는 것은 산업 공정이나 자동차 배출가스 및 나무의 연소 담배와 같은 인위적인 것이 대부분임.
- (2) 쓰레기 연소시 또는 용광로 산업장의 연기와 매연 그을린 음식에서도 발견됨.
- (3) 자연적으로는 화산, 산불, 원유 등에서 발견되다(HSDB, 1988).



(4) 인위적 오염원은 자연적인 오염원보다 훨씬 많은 양을 방출함.

## 라. 유해성

PAH화합물은 물에 대한 용해도가 낮고 유기용매에 대한 용해도가 큰 물질로 증기압이 비교적 낮아 입자상 물질에 흡착되어 인체에 흡수되며,  $1.0\mu\text{m}$  이하의 크기는 쉽게 인체로 흡입된다.

PAH에 대한 일반적인 유해성에 관한 사항을 정리하면 다음과 같다.

- (1) 일반적으로 환경발암물질에 장기간 만성적인 노출이 단기간의 급성노출보다 훨씬 더 중요함(Daisey emd. 1976).
- (2) 유해폐기물 처리장, 소각장, 자동차 밀집 지역에 사는 사람들에게 노출이 심함.
- (3) 환경노출의 정상조건하에서, 고농도의 PAH를 포함하는 토양, 기름, 콜타르 등에 접촉 시 피부를 통해 몸으로 흡수됨.
- (4) 지방분을 포함하는 모든 신체조직에 유입되어 신장, 간 등에 축적되며 대부분의 PAH, 는 분비물을 통해 체외로 빠져 나감.
- (5) PAH를 포함하는 혼합물에 호흡과 피부폭로가 인간의 암과 관련이 있음.
- (6) PAH중 benzo(a)purene는 거의 모든 동물종에서 발암성을 나타내는물질로서 가장 관심이 주목되고 있음.

## 마. 문제점

- (1) PAH에 대한 규제기준 미제정
- (2) PAH의 광범위하고 다양한 스펙트럼, 다양한 방추류, 매질 때문에 표준화 어려움이 있으나 신뢰할만한 분석관리를 위해서 시표채취 및 분석과정의 표준화 요망
- (3) 특정 연구조사를 위한 시료채취 방법의 응용과 개발, 분석기술 요구

## 바. 대책

- (1) 배출기준 마련을 위한 조사연구사업 추진
- (2) 디젤자동차에서 배출되는 PAH를 줄이기 위해 엔진기술개발, 후처리장치 장착 및 청정대체연료의 사용
- (3) 황 및 방향족화합물의 함유량이 적은 연료 사용
- (4) PAH 취급자의 피해방지를 위한 사업장 관리

■ 기후 · 생태계 변화 유발물질에 대해 서술하시오.



### 1. 정의

지구 온난화 등으로 생태계의 변화를 가져올 수 있는 기체상의 물질

### 2. 종류(7가지)

종류	(G.W.P)지구온난화지수	potential(Global Werning)
① 이산화 탄소(CO <sub>2</sub> )	1	55%
② 메탄(CH <sub>4</sub> )	21	15%
③ 아산화 질소(N <sub>2</sub> O)	310	6%
④ 수소불화탄소(HFC)	1,300	4%
⑤ 과불화 탄소(PFC)	7,000	
⑥ 육불화 탄소(SF <sub>6</sub> )	23,900	
⑦ 염화불화탄 (CFC)		20%

※ 지구온난화 총 기여도

CO <sub>2</sub>	55%
CFC	20%
CH <sub>4</sub>	15%
H <sub>2</sub> O	6%
기타	4%

### ■ 환경 위해성 평가(ERA : Enviromental Risk Assessment)에 대해서 세부적으로 설명하시오.

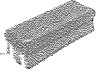
#### 1. 정의

- 어떤 독성물질이나 위험상황에 노출되어 나타날 수 있는 개인 혹은 집단의 건강피해 확률을 추정하는 과학적인 과정
- 사람이 환경적 위험에 노출되었을 경우, 발생가능한 영향을 정성 또는 정량적으로 추정하는 과정

#### 2. 위해성 평가의 개념(종류)

- 인간 건강 위해성 평가(Human Health Assessment)
- 생태학적 위해성 평가(Ecological Risk Assessment)
- 응용된 산업장 위해성 평가(Applied Industrial Risk Assessment)

#### 3. 위해성 평가의 중요성



유해물질에 대한 위해도 관리를 통하여 정책입안과 규제방안을 특히 환경기준 설정 등 제공함.

#### 4. 위해도(risk)란

- 유해물질의 특정농도나 용량에 노출된 개인 또는 집단에게 유해한 결과가 발생할 확률 (prodability) 또는 가능성
- 위해도(risk) = 유해성(hazard) × 노출량(exposure)

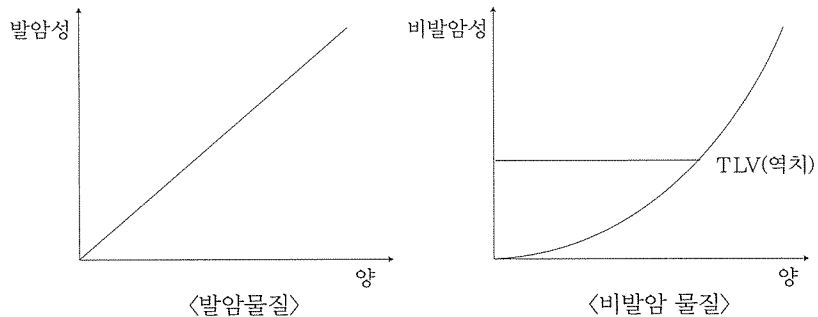
#### 5. 위해성 평가 과정(Risk Assessment process-4step)(위/용/노/위)

##### 1) 위해성 확인(hazard identification)

- 어떤 화학물질에 노출 되었을 경우, 유해한 영향을 유발시키는 가를 결정하는 단계
- 그 물질에 대한 모든 동물 실험자료 및 사람에 대한 자료 in vitro 시험 자료 활용

##### 2) 용량-반응 평가(dose-response Assessment)

- 인체가 유해물질의 특정용량에 노출되었을 경우 유해한 영향이 발생할 확률이 어느 정도인가를 추정하는 과정
- 환경오염물질에 대한 인체영향을 역치(threshold)존재 유무에 기본 과정을 두고 발암 물질 혹은 비발암 물질로 구분하여 수행



##### 3) 노출평가(exposure Assessment)

- ① 환경오염물질에 노출우려가 있는 인구집단에서 위해가 발생할 수 있는 정도를 결정하기 위해서는 인체 노출량을 평가하여, 만성노출을 포함하여 대부분의 경우 mg/Kg/day로 표현

- ② 인체 노출량 산정

##### 4) 위해도 결정(risk characterization)

- 평가대상 물질에 대한 용량반응 평가 및 노출평가 단계에서 노출된 정보를 통합하여 지역주민의 평가대상물질에 노출되어 유해 영향이 발생할 확률 결정



- 앞 단계에서 행한 정량적인 계산 결과를 해석하고 계산상에서 수반될 수 있는 불확실성에 대해서 평가하여 의사결정에 적절히 적용할 수 있도록 하는 단계

## ■ 먼지의 종류 및 특성에 대하여 세부적으로 기술하시오.

### 1. 먼지의 정의

먼지(Dust, particulates)라 함은 대기중에 떠다니거나 흩날려 내려오는 입자상 물질을 말한다. 여기서의 입자상 물질이란 물질의 파쇄, 선별, 퇴적, 이적 및 기타기계적 처리 또는 연소, 합성, 분해시 발생하는 고체상이나 액체상의 미세물질로서 먼지(Dust), 매연(Smoke), 검댕(Soot), 훈연(Fume), 박무(hoze), 연무(mist) 등을 말한다. 대체로 먼지의 입경은 0.001~500 $\mu\text{m}$ 로 대부분의 크기는 0.1~10 $\mu\text{m}$  정도이다.

### 2. 먼지의 종류(구분 및 분류)

#### 1) 일반적 구분

##### ① 강하먼지(Dust fall)

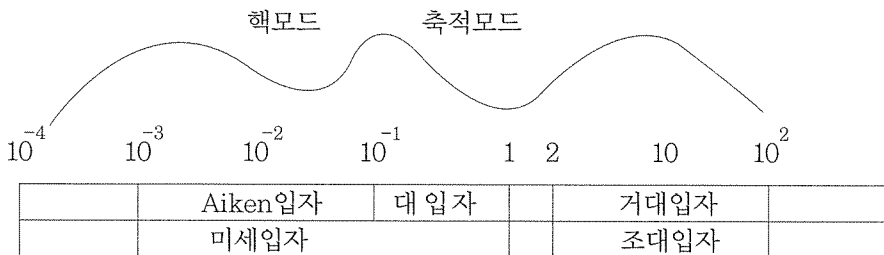
- 직경 10 $\mu\text{m}$ 이상이므로 침강하기 쉬운 먼지
- 단위 : ton/km<sup>2</sup>/mouth

##### ② 부유먼지

- 직경이 10 $\mu\text{m}$ 이하로써 대기중에 떠 있는 먼지
- 단위 : mg/m<sup>3</sup> 또는  $\mu\text{m}/\text{m}^3\text{dmfh}$  vyl

#### 2) 입경에 따른 분류

- Aiken 입자 : 10~ $\mu\text{m}$  < r < 10~1 $\mu\text{m}$
- 대입자 : 10~1 $\mu\text{m}$  < r < 1 $\mu\text{m}$
- 거대(조대)입자 : 2 $\mu\text{m}$  이상
- 미세입자 : 2 $\mu\text{m}$  이하



<그림1> 입경에 따른 먼지 구분



### 3) 생성기구에 따른 분류

#### ① 1차 먼지

- 발생원에서 물리 화학적인 과정을 걸쳐 직접 대기 중으로 방출되는 먼지

#### ② 2차 먼지

- 발생원에서 대기중에 방출되는 물질이 광화학 반응이나 중화 반응 등에 의하여 먼지로 변화하는 것
- 대기중 총먼지의 50% 이상이 2차 먼지로 추정됨.
- 산소 함유 탄화수소(Oxyhydro Carbon), 황산염, 질산염 등

## 3. 입지상 물질의 분류 및 특성

참고로 먼지를 포함한 입지상의 물질들의 분류 및 특성은 다음과 같습니다.

#### ① 먼지(bust)

- 강하먼지(bust foll)

직경이 107m 이상으로 중력이나 강수에 의하여 지상으로 강하하는 먼지

- 부유먼지(Suspend porticulate)

직경이 107m 이하로 대기중에 떠 있는 먼지

#### ② 매연(Smoke)

- 연료와 연소할 때 불완전연소로 인하여 생성되는 유리보소를 주로 함유하고 있는 연물질의 입자
- 탄소나 연소성의 물질로 구성
- 입자의 크기 0.01 $\mu$ m 이상

#### ③ 점댕(soot)

- 탄소화합물의 불완전연소시에 발생하는 유리탄소(타르)가 응결하여 생기는(탄소입자의 응집체)
- 입자크기(1 $\mu$ m 이상)

#### ④ 훈면(fume)

- 고체의 승화, 액체의 증발, 소화 등과 같은 물리·화학 반응과정에서 발생하는 증기가 응결하며 고체상으로 변한 지름이 0.001~1 $\mu$ m 범위의 입자상 오염물질
- 대단히(응집하기 쉬운 성질)을 갖는다.

#### ⑤ 박무(haze)

- 가시광선 파장(0.38~0.76 $\mu$ m)범위의 입자상 오염 물질
- 수분, 오염물질, 먼지 등으로 구성되어 있는 사성장에물질
- 빛을 산란시키며 지름이 보통 1 $\mu$ m 이하 임.





- (검은 배경에는 청자색) 밝은 배경에는 황갈색을 띄우는 경우가 많음.

⑥ 먼무 (mist)

- 상대습도 70% 이상일 때
- 친수성 입자가 수증기를 흡수하며 성장한 지름이 1~10 $\mu\text{m}$ 의 액체임.
- 표면장력에 의해 둥근모양을 형성
- 공기 중에 부유하기도 하고 큰 것을 침강
- 주성분은 물이며 안개보다는 투명하고 빛을 산란시킴.

● 먼지의 입점 분포

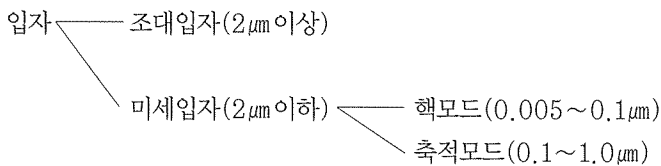
- 1955년 Jungler가 처음 언급

1. 이산형 분포(bimodal)

; 입자의 크기는 입자상물질이 생성되는 배출원의 특성에따라 달라짐.

- ① 0.1 $\mu\text{m}$  주위에서 하나의 분포  
연소과정이나 분자수준에서의 화학반응에 의하여 생성된 입자
- ② 10 $\mu\text{m}$  주위에서 분포  
기계적 힘에 의한 파쇄 된 입자상 물질

2. 상산형 분포(trimodal)



< 다음호에 계속 >

[자료제공 : 한국산업기술협회 환경연수부]

(사)한국환경기술인연합회 입회 문의

TEL : (02) 852 - 2291 (代)