

2021년 탄소저감 환경시설안전관리 역량강화교육

2021. 7. ~



2021년 탄소저감 환경시설안전관리 역량강화교육

2021. 7. ~



개요

- 목적: 환경시설의 체계적이고 효율적인 운영·관리를 위한 환경기술전문교육으로 환경관리업무개선과 환경업무 숙련도 향상으로 환경안전사고 예방
- 대상: 광주환경공단 임직원 등
- 온라인교육: 광주녹색환경지원센터 온라인교육플랫폼(<http://edu.gjgrec.or.kr>)
- 수료증 발급: 온라인교육플랫폼 활용 교육 이수 후 교육플랫폼시스템 신청
- 주관: 광주녹색환경지원센터·광주환경공단
- 문의: 광주녹색환경지원센터 환경교육팀 ☎ 062-530-3992 / 광주환경공단 : 062-603-5224

교육내용	강사	페이지
빅데이터·AI의 이해와 활용	광주대학교 컴퓨터공학과 임철홍 교수	3
기후변화에 대응하는 습지 생물다양성	김영선 박사 (한백생태연구소 부소장)	29
기후위기와 식단의 비밀	(사)기후행동비건네트워크 정인봉 이사	75
수처리운영	동신대학교 이기완 교수	161
소화조 탈수기운영방안	(주)SNF코리아 배영한 부장	207
매립운영실무	한국건설기술연구원 건설시험인증본부 김상근 연구위원	257

※ 세부운영 사항은 변경될 수 있으며, 상기 교육은 정부인증 법정교육이 아닙니다.


광주녹색환경지원센터
온라인환경교육센터 <http://edu.gjgrec.or.kr>



강의리스트

수강생 인증 시스템

강제정보: 강좌보기, 공지, 자료실, Q&A, 과제

이름 인증이 완료되었습니다. 로그인 후 이용하실 수 있습니다.

☐ 이 페이지에서 추가 학습자를 등록하실 수 있습니다

교육수강 접속

비밀번호 입력 (임시 비밀번호 : 휴대폰번호 뒤 4자리)

초기 비밀번호는 휴대전화 뒤 4자리입니다.

① 【강의신청】
<홈페이지 메인>
강의리스트
해당강의선택
강의신청하기

② 【인증완료】
로그인후 이용하실 수 있습니다.
확인

③ 【교육수강 접속】
휴대폰번호 입력
비밀번호 (휴대폰번호 뒤 4자리)
【로그인】 클릭

< 교육 접속 순서 >


광주녹색환경지원센터
온라인환경교육센터

홈 **강의리스트** 사이버클래스 커뮤니티 내 강의

강좌정보

강좌보기

공지

자료실

Q&A

과제

평가

수료증

강의 수강 순서

- ① **【강좌보기】** ⇒ 화면 오른쪽 동영상목록 선택
⇒ 수강하기(동영상은 남은시간 0:00 확인 완료 후 다음 강으로 이동)
- ② **【자료실】** 확인(자료게시 여부는 교육프로그램 운영 여건상 다를 수 있음)
- ③ **【과제】** 제출(과제파일 등록하기- 교육프로그램 별로 다를 수 있음)
- ④ **【평가】** 확인(온라인동영상을 모두 수강 완료 했을 때 참여할 수 있음)
- ⑤ **【수료증】** 발급(강의기간 마감일 이후 출력 가능)

빅데이터·AI의 이해와 활용



광주대학교 컴퓨터공학과
임철홍 교수

빅데이터 이해와 활용사례

광주대학교 컴퓨터공학과
임 철 홍 교수

광주대학교
GWANGJU UNIVERSITY

1. 빅데이터 개념과 처리과정

- 데이터양 증가로 기존의 데이터 저장, 관리, 분석기법으로 데이터 처리에 한계가 있어 정보 기술의 패러다임도 같이 바뀌어 빅데이터 용어를 등장, 패러다임 지능화, 개인화된 시대를 빅데이터 시대라함.

표 1-1 정보 기술의 패러다임 변화 [01]

	PC 시대	인터넷 시대	모바일 시대	스마트 시대
패러다임 변화	디지털화, 전산화	온라인화, 정보화	소셜화, 모바일화	지능화, 개인화, 사물 정보화
정보 기술 이슈	PC, PC통신, 데이터베이스	초고속 인터넷, www, 웹 서버	모바일 인터넷, 스마트폰	빅데이터, 차세대 PC, 사물 네트워크, Machine to Machine, M2M
핵심 분야(서비스)	PC, OS	포털, 검색 엔진, Web 2.0	스마트폰, 웹 서비스, SNS	미래 전망, 상황 인식, 개인화 서비스
대표 기업	MS, IBM	구글, 네이버, 유튜브	애플, 페이스북, 트위터	구글, 삼성, 애플, 페이스북, 트위터
정보 기술 비전	1인 1PC	클릭 e-Korea	손 안의 PC, 소통	IT everywhere, 신가치창출

1. 빅데이터 개념과 처리과정

❖ 빅데이터 정의

- 빅데이터는 통상적으로 3V로 정의
- 첫째, 크기(Volume)다. 빅데이터 체계 안에서는 양 자체가 기존의 시스템으로 다루지 못할 만큼 많다
- 둘째, 다양성(Variety)이다. 빅데이터는 다양한 형태의 데이터가 모여 형성된다. 기록을 남기는 로그, 사진이나 비디오, SNS에 쓰는 짧은 글도 모두 빅데이터에 포함된다
- 셋째, 속도(Velocity)다. 데이터가 만들어지는 속도와 처리되는 속도가 아주 빨라야 한다.

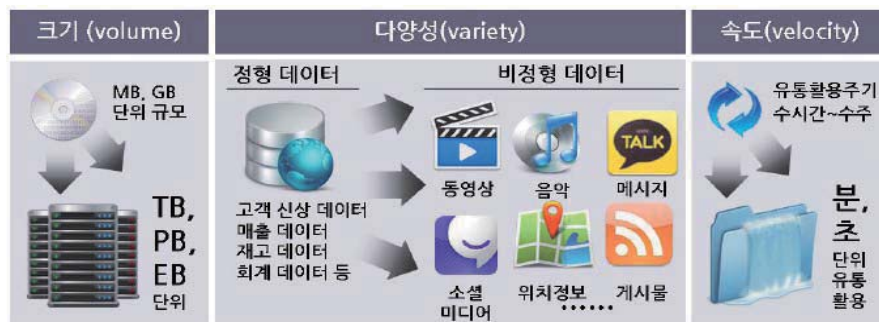
빅데이터 정의

Big data is high volume, high velocity, and/or high variety information assets that require new forms of processing to enable enhanced decision making, insight discovery and process optimization. [Gartner, 2012]

Page | 2

1. 빅데이터 개념과 처리과정

“기존 방식으로 저장/관리/분석하기 어려울 정도로 큰 규모의 자료”(McKinsey)
빅데이터의 특징을 3V에서 출발 (가트너), Value(가치)를 추가(IBM)



“대용량 데이터를 활용/분석하여 가치 있는 정보를 추출하고, 생성된 지식을 바탕으로 능동적으로 대응하거나 변화를 예측하기 위한 기술이자 서비스”

Page | 3

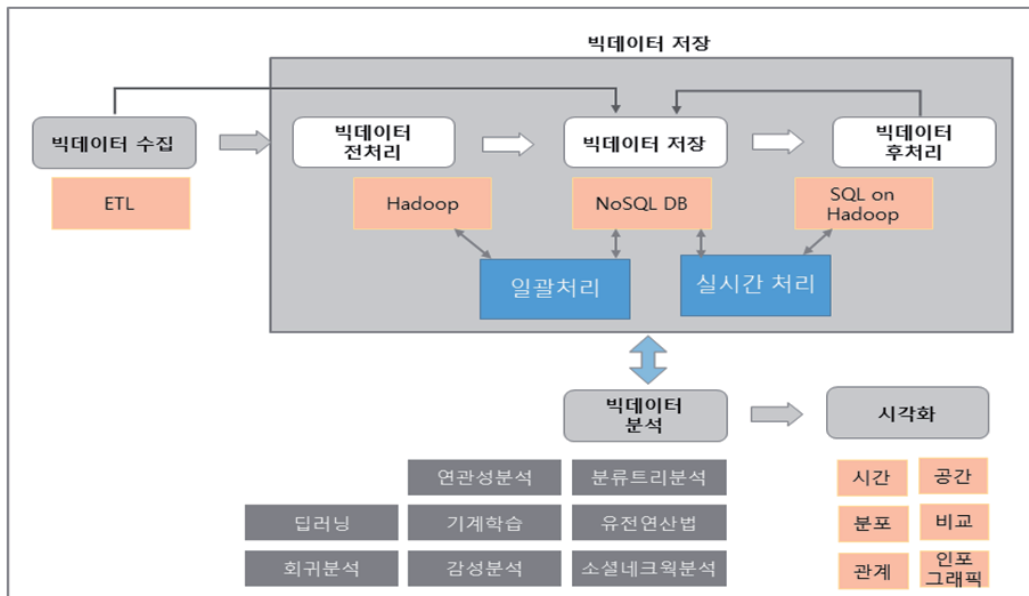
1. 빅데이터 개념과 처리과정

■ 전통적 데이터와 빅데이터 특징 비교

구분	전통적 데이터	빅데이터
데이터 원천	전통적 정보 서비스	일상화된 정보 서비스
목적	업무와 효율성	사회적 소통, 자기표현, 사회 기반 서비스
생성 주체	정부 및 기업 등 조직	개인 및 시스템
데이터 유형	- 정형 데이터 - 조직 내부 데이터(고객 정보, 거래 정보 등) - 주로 비공개 데이터	- 비정형 데이터(비디오 스트림, 이미지, 오디오, 소셜 네트워크 등 사용자 데이터, 센서 데이터, 응용 프로그램 데이터 등) - 조직 외부 데이터 - 일부 공개 데이터
데이터 특징	- 데이터 증가량 관리 가능 - 신뢰성 높은 핵심 데이터	- 가하급수로 양적 증가 - 쓰레기(Garbage) 데이터 비중 높음 - 문맥 정보 등 다양한 데이터
데이터 보유	정부, 기업 등 대부분 조직	- 인터넷 서비스 기업(구글, 아마존 등) - 포털(네이버, 다음 등) - 이동 통신 회사(SKT, KTF 등) - 디바이스 생산 회사(애플, 삼성전자 등)
데이터 플랫폼	정형 데이터를 생산·저장·분석·처리할 수 있는 전통적 플랫폼 예) 분산 DBMS, 다중처리기, 중앙 집중 처리	비정형 대량 데이터를 생산·저장·분석·처리할 수 있는 새로운 플랫폼 예) 대용량 비정형 데이터 분산 병렬 처리

1. 빅데이터 개념과 처리과정

❖ 빅데이터 처리 과정과 기술 (IoT, 빅데이터, 인공지능)



1. 빅데이터 개념과 처리과정

표 1-6 빅데이터 처리 과정별 기술 영역 [10]

과정	영역	개요
생성	내부 데이터	데이터베이스(Database), 파일 관리 시스템(File Management System)
	외부 데이터	인터넷으로 연결된 파일, 멀티미디어, 스트림
수집	크롤링(Crawling)	검색 엔진의 로봇을 사용한 데이터 수집
	ETL(Extraction, Transformation, Loading)	소스 데이터의 추출·전송·변환·적재
저장	NoSQL 데이터베이스	비정형 데이터 관리
	스토리지(Storage)	빅데이터 저장
	서버(Server)	초경량 서버
처리	맵리듀스(MapReduce)	데이터 추출
	프로세싱(Processing)	다중 업무 처리
분석	NLP(Neuro Linguistic Programming)	자연어 처리
	기계 학습(Machine Learning)	기계 학습으로 데이터의 패턴 발견
	직렬화(Serialization)	데이터 간의 순서화
표현	가시화(Visualization)	데이터를 도표나 그래픽적으로 표현
	획득(Acquisition)	데이터의 획득 및 재해석

1. 빅데이터 개념과 처리과정

- 수집과 저장 기술
 - 조직 내외부에 있는 데이터에서 필요로 하는 데이터를 수집
 - 데이터를 활용할 수 있도록 변환 과정을 거쳐 정제된 데이터를 확보
 - 수집된 데이터는 데이터 유형에 따라 수집 기술을 활용하여 저장 형식에 맞추어 저장

- 1) 빅데이터 전처리 : 필터링, 데이터 유형변환, 정제(클린징)를 거쳐 데이터 활용목적에 맞지 않는 정보를 제거하여 분석시간을 단축하고 저장 공간을 효율적으로 활용
- 2) 빅데이터 후처리 : 다양한 형식으로 수집된 데이터를 분석에 용이하도록 일관성 있는 형식으로 변환하는 과정이다. 출처가 다른 데이터를 평활화(smoothing), 집계(aggregation), 일반화(generalization), 정규화(normalization), 속성생성(attribute/feature construction) 등을 거쳐서 상호연관성 있는 데이터로 결합하게 된다.

1. 빅데이터 개념과 처리과정

3) 빅데이터 저장 : 데이터를 안전하게 영구적인 방법으로 보관하는 과정으로 대용량의 다양한 형식의 데이터를 활용목적에 맞게 RDBMS, NoSQL, 분산파일시스템에 저장한다.

구분	특징	비고
RDBMS	-관계형 데이터를 저장하거나, 수정하고 관리하는 데이터베이스 -SQL를 사용해서 데이터베이스 생성, 수정, 검색 등 서비스 제공	oracle, mssql, mySQL, sybase, MPP DB
NoSQL	-Not-Only SQL 약자, 비관계형 데이터 저장소 -테이블 스키마가 고정되지 않고, 테이블 간 조인 연산 지원 안됨 -수평적 확장 (Horizontal Scalability) 용이 -key-value, Document key-value, column 기반 NoSQL 주로 활용	MongoDB, Cassandra, HBase, Redis
분산파일 시스템	-분산된 서버의 로컬 디스크에 파일 저장, 읽기, 쓰기 등 연산을 운영체제가 아닌 API를 통해 처리하는 파일시스템 -파일 읽기, 쓰기 등 단순연산을 지원하는 대규모 데이터 저장소 -범용 x86 서버 사용해서 확장, 수백 PB 이상의 데이터 저장 지원	HDFS

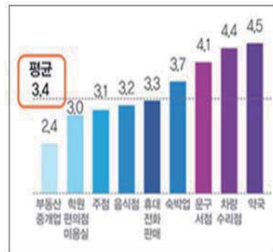
1. 빅데이터 개념과 처리과정

- 처리와 분석 기술
- 대부분의 빅데이터 분석 기술과 방법은 기존 통계학과 전산학에서 사용되던 데이터마이닝, 기계학습, 자연언어처리, 패턴인식 등
- 소셜 미디어 등 비정형 데이터가 증가하면서 텍스트 마이닝, 오피니언 마이닝, 소셜네트워크 분석, 군집분석 등 분석기법이 주목받고 있음

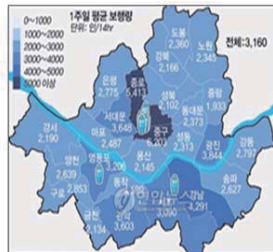
- 1) 빅데이터 일괄처리는 저장된 빅데이터를 여러 서버에 분산해서 처리하고 다시 모아서 결과를 정리하는 분산, 병력 기술방식을 사용하는 데, 하둡의 MapReduce가 대표적인 기술이다.
- 2) 빅데이터 실시간 처리는 인메모리(In-Memory) 다량 데이터를 실시간으로 매우 빠르게 분석해서 사용하기 위해서 데이터를 RAM에 저장해서 처리하는 기술
기술 중 CEP (Complex Event Processing)기술을 사용해서 실시간으로 데이터에서 이벤트를 발생시켜 특정 이벤트만 필터링해서 필요한 작업을 수행하는 기술이다.

1. 빅데이터 개념과 처리과정

- 분석 시각화를 통한 빅데이터 표현
 - 크고 복잡한 빅데이터 속에서 의미 있는 정보와 가치들을 찾아내어 사람들이 쉽게 직관적으로 알 수 있도록 표현하는 기술
 - 빅데이터를 시각화하면 수많은 데이터들의 무질서 속에 숨겨진 패턴을 발견하여 현상 파악, 정보의 확산, 미래 예측에 기여
- 시각화의 과정은 Acquire, Parse, Filter, Mine, Represent, Refine, Interact의 7단계
 - 데이터를 획득하고(Acquire) 분석할 데이터 구조로 만들어서(Parse) 필요한 데이터만 남기고(Filter) 빅데이터 분석기법(Mine; 기계학습, 데이터마이닝 등)을 이용해서 데이터를 파악하고, 막대그래프, 트리구조 등 시각화모델을 이용해서(Represent) 시각적으로 돋보이게 개선하고(Refine) 사용자에게 제공한다(Interact).



비교시각화



공간시각화



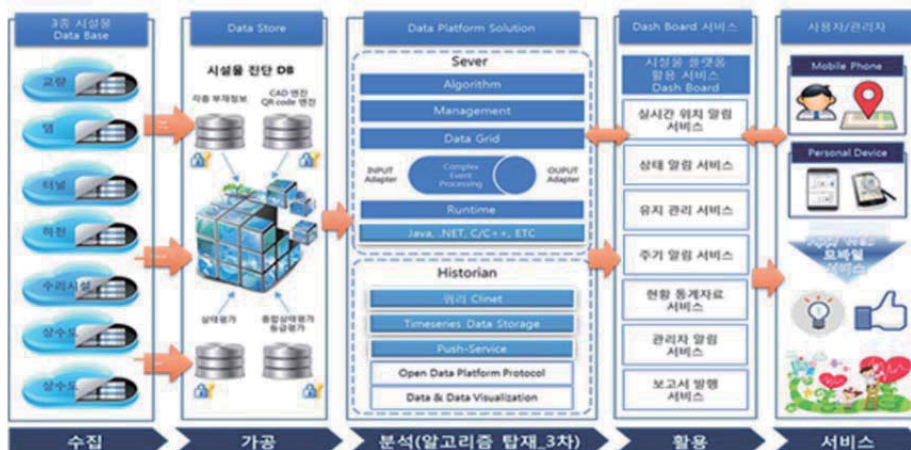
인포그래픽

1. 빅데이터 개념과 처리과정

IoT와 차이점

국토교통기술사업화지원사업
ICT기반 3중 시설물 전자야장 플랫폼 개발

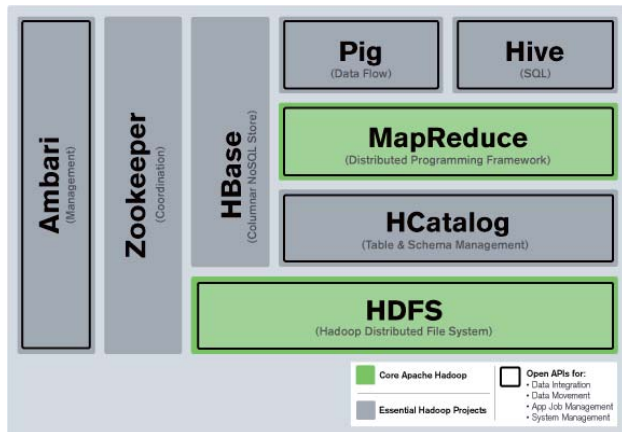
3중 시설물 관리 전용 플랫폼, 앱 설계/개발



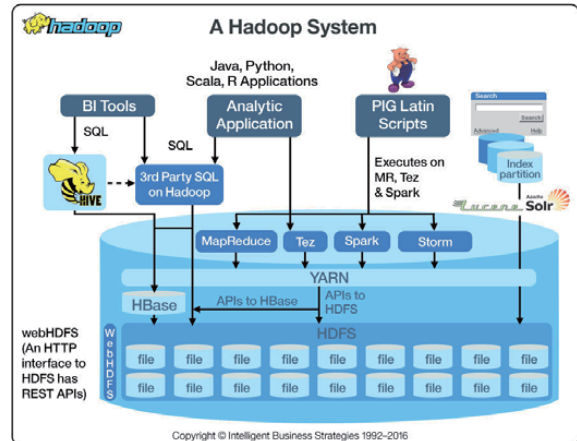
2. 빅데이터 기술

❖ 하둡프레임워크

- 대용량의 데이터 처리와 분석을 위한 대규모 분산 컴퓨팅 프레임워크



[출처] <http://www.itworld.co.kr/print/73626>



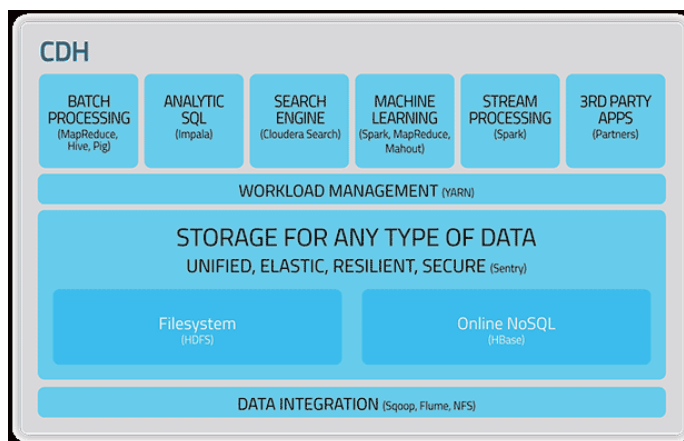
[출처] <https://www.ibmbigdatahub.com/blog/what-hadoop>

Page | 12

2. 빅데이터 기술

❖ 하둡프레임워크

- 오픈소스 기반으로 확장된 상용버전 활용 (Cloudera)
- 오픈소스는 무료 활용, 자체 기능과 기술지원 (Subscription) 유료
- CDH는 하둡의 배포판으로 50노드 한정 무료



[출처] 클라우데라 홈페이지

Page | 13

2. 빅데이터 기술

❖ HDFS(하둡 파일시스템)

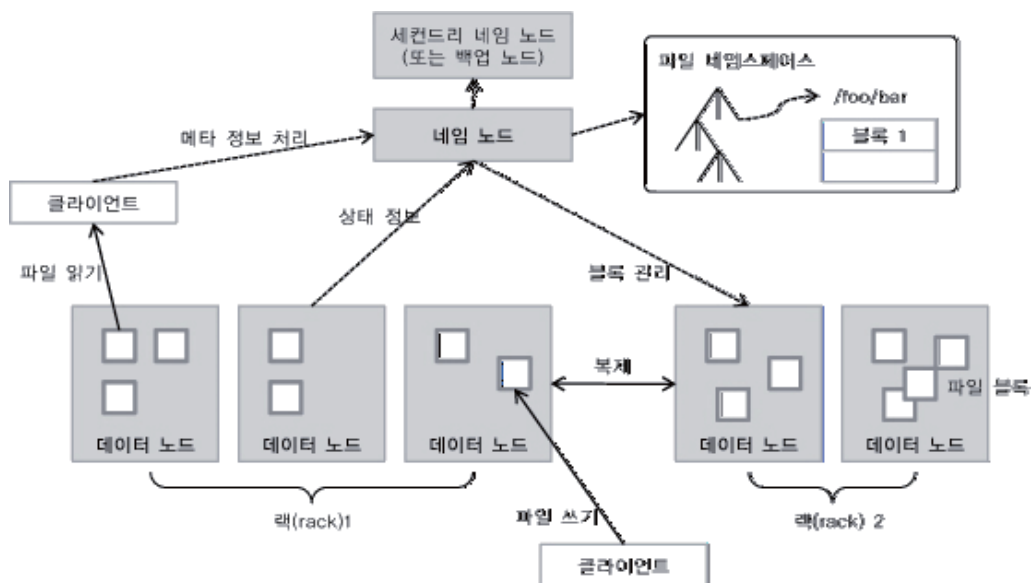
- 하둡 파일시스템은 구글 파일시스템의 설계와 아이디어에 기반
- 대용량 파일 저장과 처리를 위한 솔루션

하둡 파일 시스템 특성

- 하나의 서버에서만 동작하는 파일 시스템이 아니라 여러 서버에서 설치돼 운영되며, 파일 시스템만을 위한 별도 스토리지가 존재하지 않는다.
- PC급 리눅스 서버에 탑재되어 있는 로컬 디스크(SATA 등)를 이용해 수백~수천 대 이상 확장 가능한 구조로 페타바이트 이상 데이터 저장 가능
- 값싼 하드웨어 장비를 사용하여 서버 장애 발생 가능성이 많아, 복제를 통해 가용성 보장. 특정 서버 장애 발생시 자동으로 감지하여 정상 서버의 복사본을 이용해 다른 노드에 복제본을 추가로 생성

Page | 14

2. 빅데이터 기술



[출처] 클라우드 컴퓨팅 구현 기술 (김형준 외, 에이콘)

Page | 15

2. 빅데이터 기술

❖ HDFS(하둡 파일시스템) 장점

- 선형적인 확장성 제공
 - 서비스 초기에 필요한 수준으로만 스토리지 용량을 확보해 시스템을 오픈한 후 스토리지 증가 추이를 보면서 용량 추가 가능
 - 용량 증설을 위해 리눅스 장비를 추가하고 하둡의 데이터 노드만 실행해 주면 하둡 파일 시스템에서 자동 인식
- 비용절감
 - 값싼 리눅스 장비를 활용하여 스토리지를 구성할 수 있어 NAS 등 스토리지를 활용할 때 보다 비용 절감
 - 경쟁 솔루션인 NAS 가격 인하되어 구매 비용은 비슷한 상태. TCO 측면에서 확장성은 우수하나 운영 위한 전문인력 등 필요
- 확장 성능
 - 분산된 서버 디스크를 활용하여 부하 분산

Page | 16

2. 빅데이터 기술

❖ HDFS(하둡 파일시스템) 단점

- 응용프로그램 기반 파일시스템
 - 운영체제의 파일 처리 명령을 활용할 수 없고, 하둡에서 제공하는 명령어나 프로그램 API를 활용해야 함
- 수정 시 성능취약
 - 한 번 써지면 변경되지 않는다고 가정 (불변파일 만 저장)
 - 한번 저장된 파일을 오픈해 특정 위치에 수정하는 랜덤쓰기 기능 지원 안됨 (지우고 다시 올리는 형태 필요)

Page | 17

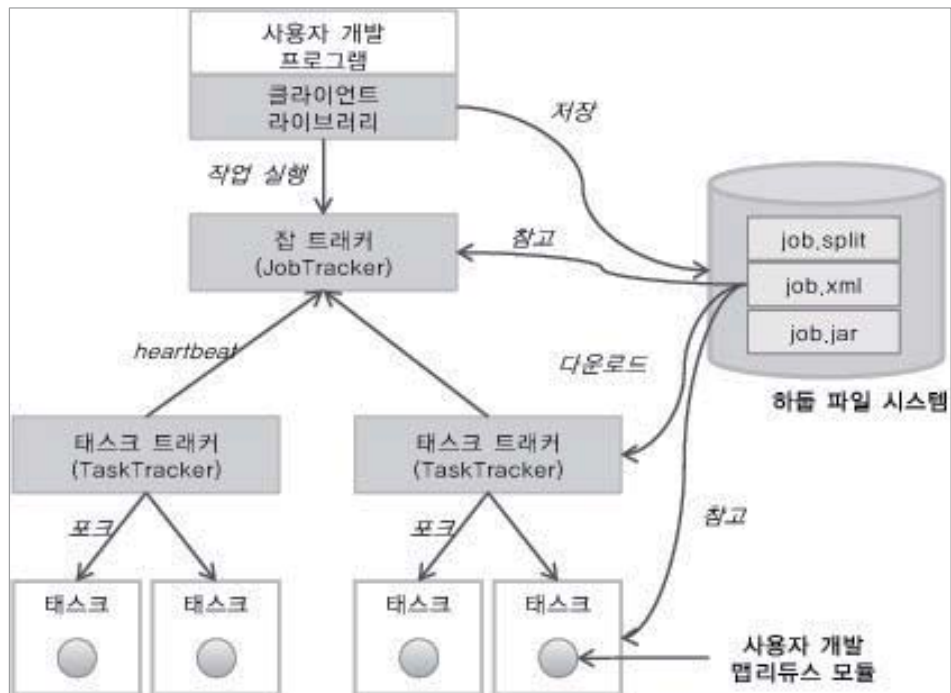
2. 빅데이터 기술

❖ 하둡 MapReduce

- Job Tracker, Task Tracker 클라이언트 라이브러리로 구성
- Job Tracker
 - 전체 작업을 관리하는 기능을 수행하는 마스터 역할 서버
 - Task Tracker에 작업을 분배하고 수행을 제어
 - 주로 네임노드가 실행되는 서버에서 실행
- Task Tracker
 - 사용자가 요청한 작업을 Job Tracker의 명령에 따라 실행
 - 데이터노드가 실행되는 서버에서 실행
- 클라이언트 라이브러리
 - 사용자가 다양한 입력 형태와 분산 처리를 사용할 수 있도록 매커니즘 제공
 - 사용자가 개발한 프로그램을 Job Tracker로 작업하도록 요청하고 작업 결과를 모니터링 할 수 있는 API 제공

Page | 18

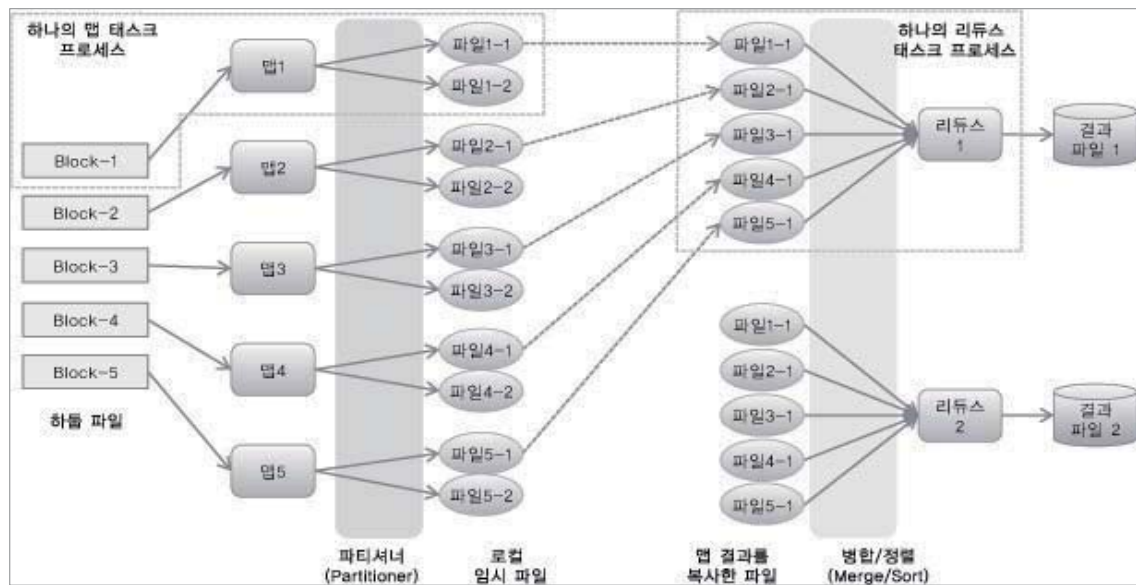
2. 빅데이터 기술



[출처] 클라우드 컴퓨팅 구현 기술 (김형준 외, 에이콘)

Page | 19

2. 빅데이터 기술

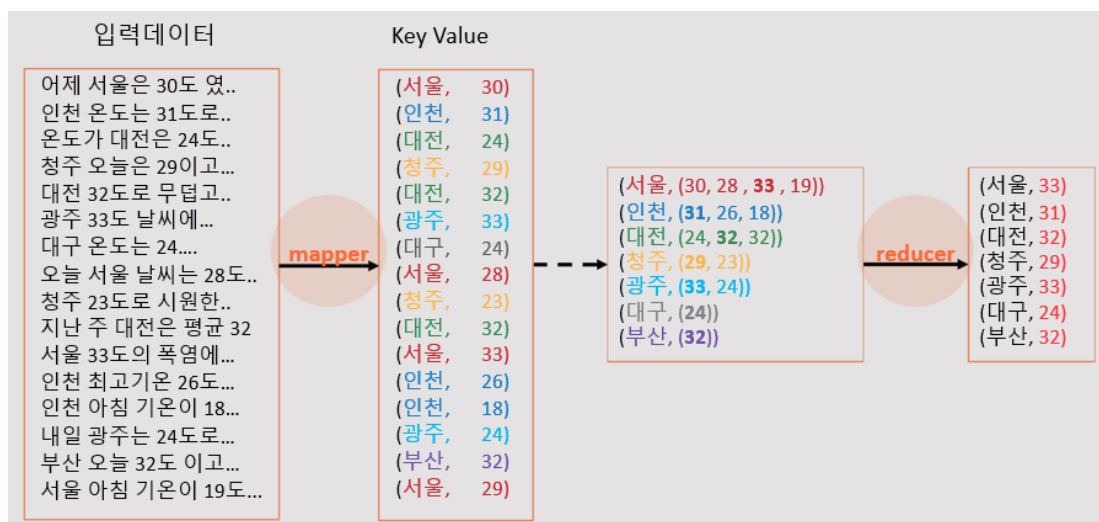


[출처] 클라우드 컴퓨팅 구현 기술 (김형준 외, 에이콘)

2. 빅데이터 기술

❖ MapReduce 사례

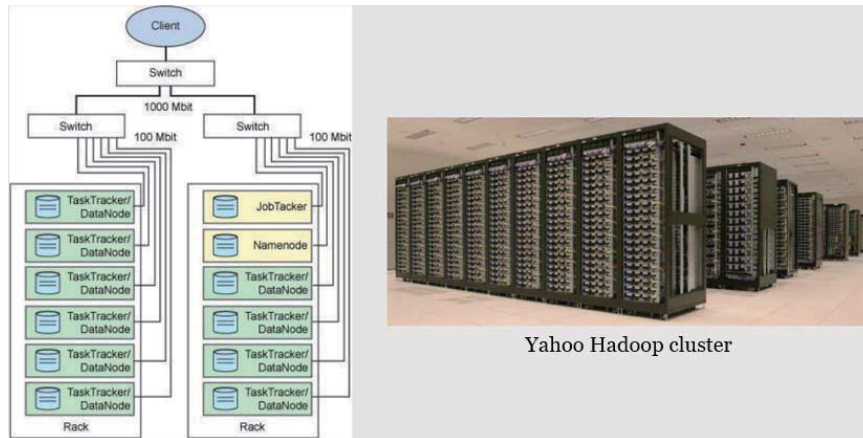
- 도시별 최고온도는?



2. 빅데이터 기술

❖ 하둡 클러스터

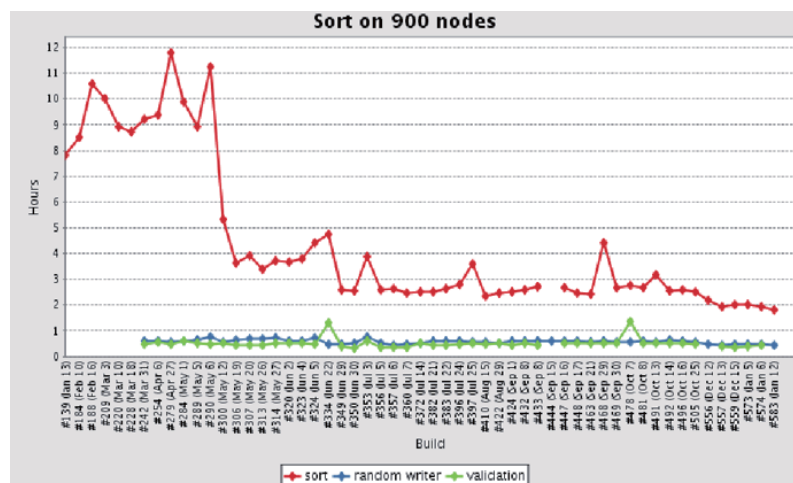
- 서버를 4,000대 까지 연결 (최근 확대)
 - 대용량 분산 파일 시스템 및 분산 병렬 처리 지원



2. 빅데이터 기술

❖ 빅데이터 처리 사례

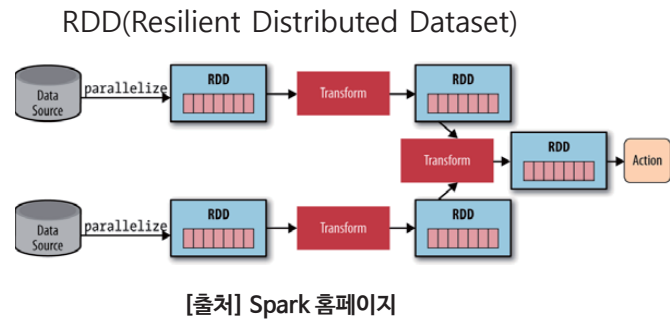
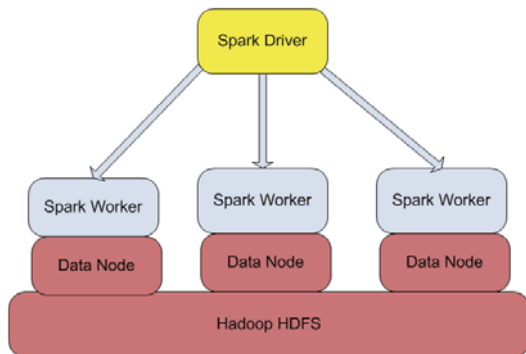
- 정렬 (Sorting)
 - 1PB 정렬 / 3,658 nodes at Yahoo : 16.25h
 - 9TB 정렬 / 900 nodes : 1.8h



2. 빅데이터 기술

❖ Spark

- 인메모리 기법을 활용한 데이터 저장방식을 제공
- 머신러닝 등 반복적인 데이터 처리가 필요한 분야에서 높은 성능을 제공하는 병렬처리 플랫폼

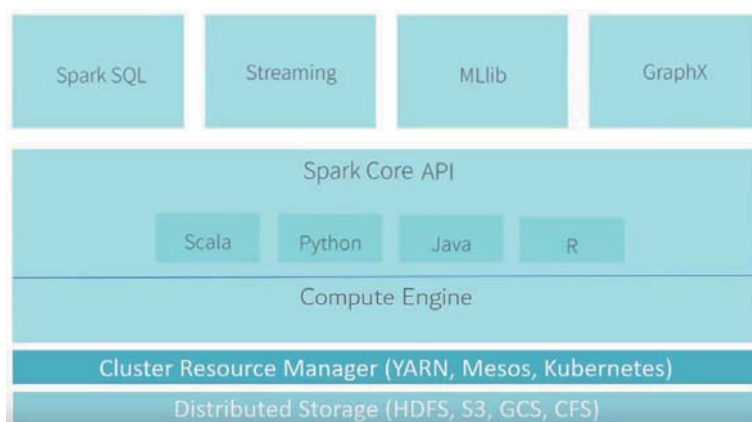


[출처] <https://dzone.com/articles/apache-spark-fast-big-data>

2. 빅데이터 기술

❖ Spark

- Scala, Python, Java, R 지원
- Mlib를 통해 머신러닝 알고리즘 제공



[출처] <https://towardsdatascience.com/getting-started-with-apache-spark-ad9d59e71f6f>

2. 빅데이터 기술

❖ Spark 활용

- 빌드 된 jar 파일을 Spark에 배포하고 실행

```
[spark@masternode spark]$ ./bin/spark-submit --deploy-mode cluster --master spark://masternode.local:6066 --class org.apache.spark.examples.SparkPi /home/spark/spark/examples/jars/spark-examples_2.11-2.3.3.jar 3000
Running Spark using the REST application submission protocol.
19/04/06 12:40:23 INFO RestSubmissionClient: Submitting a request to launch an application in spark://masternode.local:6066.
19/04/06 12:40:24 INFO RestSubmissionClient: Submission successfully created as driver-20190406124023-0002. Polling submission state...
19/04/06 12:40:24 INFO RestSubmissionClient: Submitting a request for the status of submission driver-20190406124023-0002 in spark://masternode.local:6066.
19/04/06 12:40:24 INFO RestSubmissionClient: State of driver driver-20190406124023-0002 is now SUBMITTED.
19/04/06 12:40:24 INFO RestSubmissionClient: Server responded with CreateSubmissionResponse:
{
  "action": "CreateSubmissionResponse",
  "message": "Driver successfully submitted as driver-20190406124023-0002",
  "serverSparkVersion": "2.3.3",
  "submissionId": "driver-20190406124023-0002",
  "success": true
}
19/04/06 12:40:24 INFO ShutdownHookManager: Shutdown hook called
19/04/06 12:40:24 INFO ShutdownHookManager: Deleting directory /tmp/spark-171c6aed-2179-40dd-b9d8-e4ff4c615836
[spark@masternode spark]$
```

Spark Master at spark://masternode.local:7077 - Mozilla Firefox

Spark Master at spark://... x Namenode information x +

masternode.local:8080

Submission ID	Submitted Time	Worker	State	Cores	Memory	Main Cl
app-20190406155057-0003	2019/04/06 15:50:57	spark	FINISHED	27 s		
app-20190406154834-0002	2019/04/06 15:48:34	spark	FINISHED	28 s		
app-20190406154750-0001	2019/04/06 15:47:50	spark	FINISHED	28 s		
app-20190406154644-0000	2019/04/06 15:46:44	spark	FINISHED	30 s		

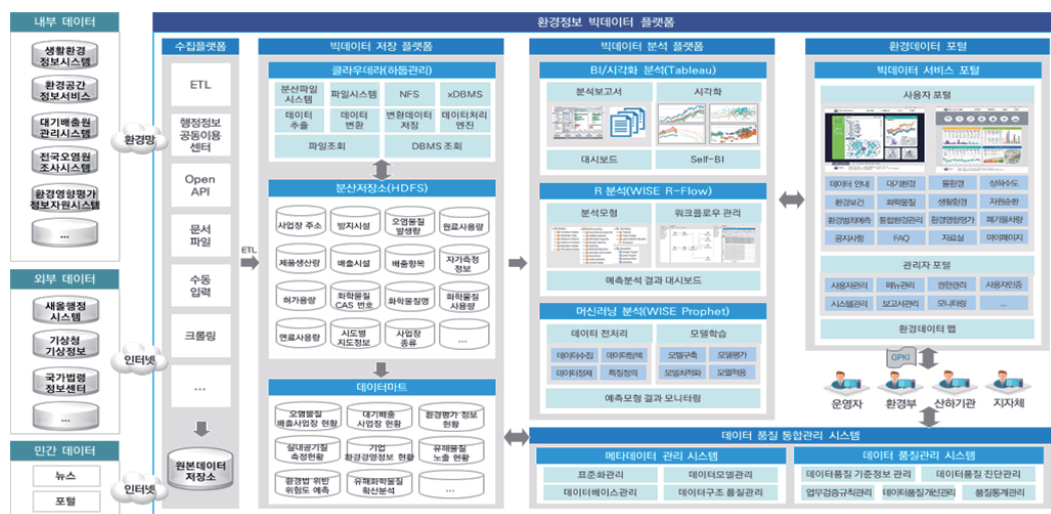
Completed Drivers (3)

Submission ID	Submitted Time	Worker	State	Cores	Memory	Main Cl
driver-20190406172839-0003	2019/04/06 17:28:39	worker-20190406154627-10.0.2.11-34268	FINISHED	1	512.0 MB	org.apac
driver-20190406172759-0002	2019/04/06 17:27:59	worker-20190406154627-10.0.2.13-44037	ERROR	1	512.0 MB	org.apac
driver-20190406172403-0001	2019/04/06 17:24:03	worker-20190406154627-10.0.2.12-45338	ERROR	1	512.0 MB	org.apac

3. 빅데이터 사례

❖ 환경정보 융합 빅데이터 플랫폼

- 기관별 매체별로 분산된 환경정보를 융합 분석하여 환경오염, 기후변화 등의 사회현안에 대한 미래예측 및 선제적 대응



3. 빅데이터 사례

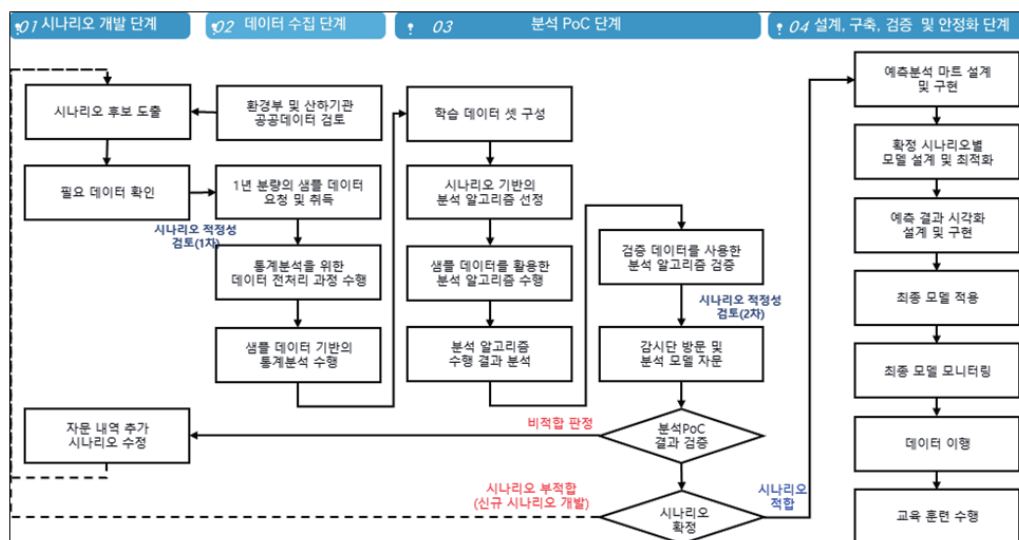
- 환경데이터와 각종 비정형데이터, 외부 데이터 등을 융합
 - (데이터 조회·분석) 사용자가 손쉽게 포털을 통하여 빅데이터를 활용
 - (분석 알고리즘) R-기반의 빅데이터 분석 도구 및 파이썬기반의 머신러닝 분석도구를 통한 다양한 분석 알고리즘 제공
 - (분석 가이드) 사용자의 분석 역량 강화를 위한 데이터 분석 가이드 제공
 - (분석 시각화) 수집된 환경데이터셋 및 빅데이터 분석결과 시각화를 위한 시각화 도구 도입

구분	품목	제조사	주요 규격 및 기능			수량
			Core	Mem	HDD	
H/W	클라우드(가상화) 서버	HPE	32	512	600G	3
	네임노드	HPE	20	256	7.8T	2
	데이터 노드	HPE	20	256	24T	6
	스토리지	HPE	2 controller, 64 cache, 21T SSD			1
	RACK(KVM포함)	HPE				2
	SAN 스위치	HPE				2
N/W	10GB L3 스위치	HPE	24 Ports			2
	1GB L2 스위치	HPE	24 Ports			4

Page | 28

3. 빅데이터 사례

- 지능형 환경감시를 통한 환경오염 사전예방 및 대응
 - 환경정보 빅데이터를 활용하여 환경법 위반 개연성이 높은 사업장을 선별하여 사전 단속에 활용



Page | 29

인공지능의 이해

광주대학교 컴퓨터공학과
임 철 홍 교수

광주대학교
GWANGJU UNIVERSITY

1. 인공지능 기술의 정의 및 특성

인공지능은 문제해결, 의사결정 등을 기계가 수행하도록 자동화 하는 것으로, 대표적인 알고리즘인 인공신경망은 인간의 뇌를 모델링하여 학습능력을 구현

○ 인공지능 정의

- 인공지능이라는 학문이 추구하는 바는 인간이 머리를 써서 해야 할 일을 기계가 하도록 만드는 것임 (Boden, 1977)
- 사람의 주요활동(학습, 문제해결, 의사결정 등)들을 기계가 수행하도록 자동화 (Bellman, 1978)

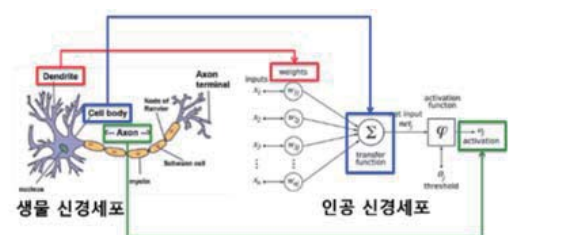
○ 특성

- 인공지능 알고리즘은 알고리즘 등에 공통성이 있어, 서비스로 제공하게 되면 개발자들이 쉽게 활용 가능
- 적용되는 도메인은 다르지만 공통 모듈로 재사용성이 매우 높고 성장엔진으로 중요성이 큼
- 글로벌 벤더들은 생태계 조성을 위해 연구개발 및 오픈소스 전략에 활발히 동참하며 경쟁

○ 인간 뇌의 특징

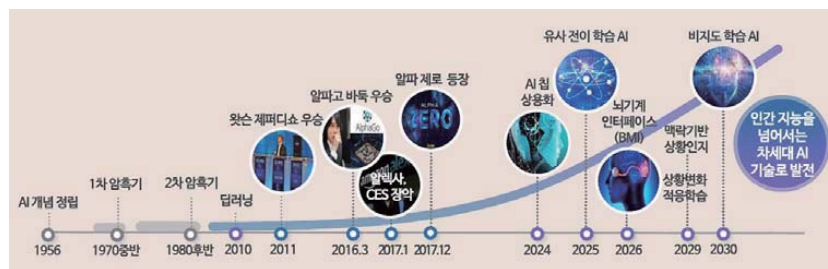
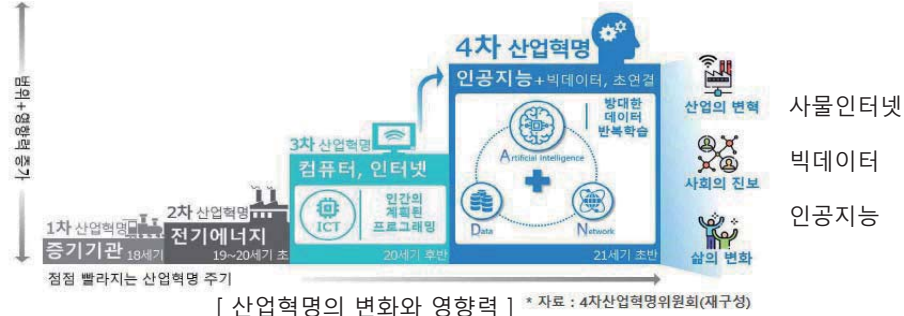
- 100억개 세포체와 6조개 시냅스로 구성
- 매우 복잡하고, 비선형적이며 병렬적인 처리
- 적응성에 따라 잘못된 답의 연결은 약화, 올바른 답의 연결은 강화

○ 인공 신경망은 뇌를 모델링하여, 학습능력을 구현



1. 인공지능 기술의 정의 및 특성

인공지능 기술은 4차 산업혁명의 원동력이며, 향후 AI칩, 비지도 학습 AI 등을 통해 계속 발전할 것임



[인공지능 기술의 성장 (출처 = 과학기술정보통신부 웹진)]

1. 인공지능 기술의 정의 및 특성

- 세계적 수준의 인공지능 기술력 및 R&D 생태계 확보 ('18~'22 2.2조원 투자)

전략목표('22)



투자 방향

민간 투자가 어려운 공공영역과 고위험·차세대 기술 분야 집중

민간 경쟁력이 있는 분야에 대한 초기시장 창출 지원

① 세계적 수준의 AI기술력 확보

응용분야	AI+X(신약, 미래소재, 산업응용 등)
핵심기술	공공 AI 특화 프로젝트 (국방·안전·의료 등)
	AI국가전략 프로젝트 재편
	AI 그랜드 챌린지
	AI HW(칩, 초고성능컴퓨팅)
기초과학	뇌과학 기반 차세대 AI
	신경망 컴퓨팅

② 최고급 인재 양성

고급인재 인공지능 대학원 신설
대학연구센터 AI지원강화
국제공동연구, 인턴십지원

융복합인재 AI프로젝트형 교육

③ 개방 협력형 연구기반 조성

역량결집 인공지능 브레인랩 조성

데이터·컴퓨팅 지원 AI허브 구축

플랫폼 공공·민간 온라인 챌린지 플랫폼 구축

1. 인공지능 기술의 정의 및 특성

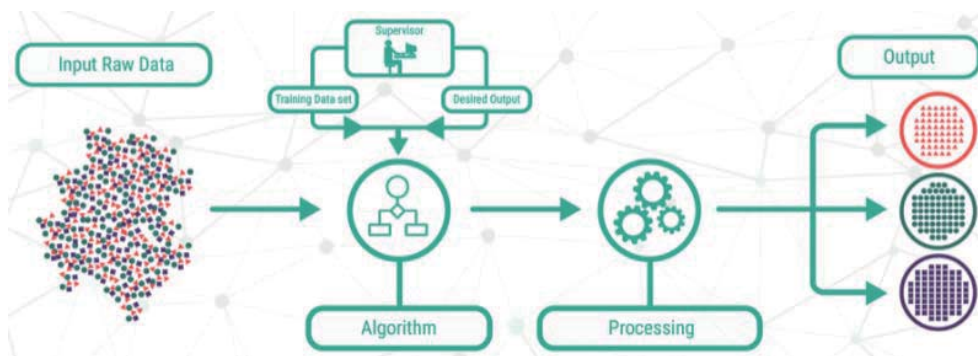
- IT 강국을 넘어 AI 강국으로! - AI for Everyone, AI of Everything



4

Page | 4

1. 인공지능 기술의 정의 및 특성



(훈련) 정답을 아는 데이터를 기반으로 맞는 출력을 낼 때까지 학습을 반복

- 특징을 추출하여 특징에 가까운 것을 찾도록 훈련
- 틀렸을 경우 보정을 할 수 있는 알고리즘 필요

(활용) 훈련된 모델을 실제로 적용

- 테스트 데이터를 활용하여 정확도 등을 측정

Page | 5

2. 머신러닝

인공지능 - 머신러닝

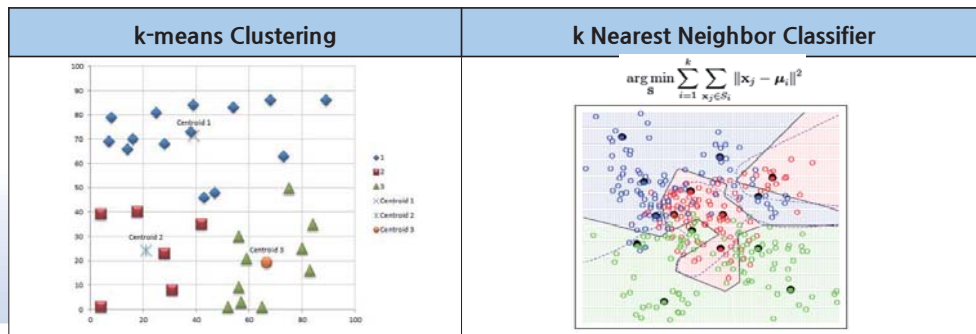
- (머신러닝) 지도 학습과 비지도 학습에 의해 규칙을 정의하고 규칙에 따라 스스로 처리

(군집분석) 데이터 유사도를 계산하여 가까운 것들을 한 그룹으로 모음

- Unsupervised Learning 기법을 활용하여 훈련 없이 학습 진행
- k-means clustering의 최종적으로 k개의 군집을 구성하기 위해 가장 가까운 군집을 찾음
Fuzzy k-means clustering의 경우 특징 데이터가 여러 군집에 속할 경우에 적합

(분류) 훈련데이터를 근거로 자료를 분류

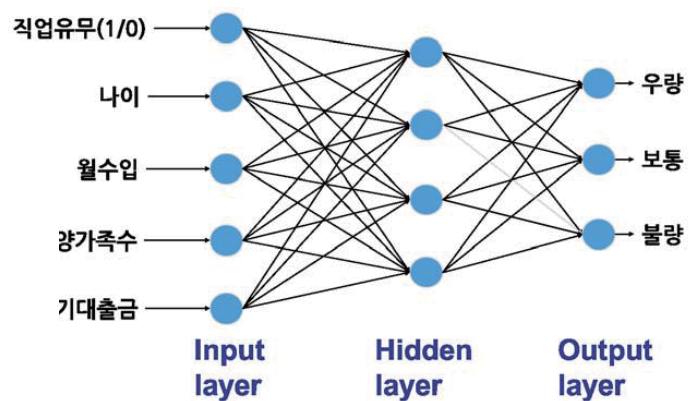
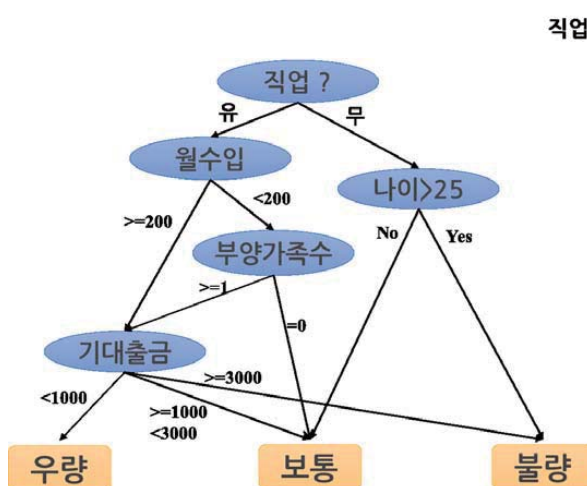
- 훈련데이터를 기반으로 학습을 수행하여 Classifier (분류기) 정확도를 검증하고 실제 분류 수행
- Naïve Bayes는 문서에서 추출된 키워드들이 특정 분류에 속할 확률을 계산, 가장 큰 확률의 카테고리 분류



Page | 6

2. 머신러닝

Decision Tree vs Neural Network



Page | 7

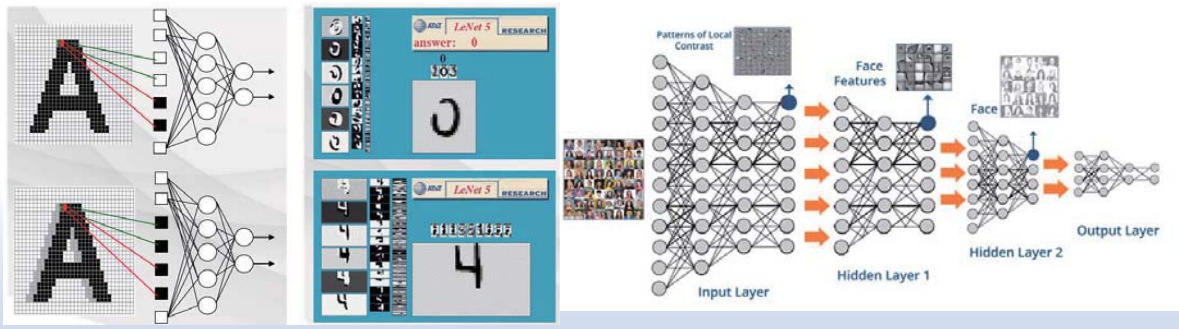
3. 딥러닝

인공지능 - 딥러닝

- (딥러닝) 레이블이 없는 데이터를 컴퓨터가 스스로 학습하여 데이터의 특징을 분류·추출하고 음성과 이미지 인식 알고리즘 등을 활용하여 사용자에게 다양한 방식으로 정보를 제공하는 기술

합성곱 신경망 (CNN, Convolutional Neural Network)

- 합성곱은 입력 데이터와 합성 커널의 각 원을 곱한 다음 합계를 내어 새로운 특징 맵을 생성하는 수학적 연산
- 특징을 1차원 맵 형태로 계층으로 표현하여 변형이나 변화에도 특징을 유지
- 추상적인 특징으로 부터 구체적인 형태로 계층으로 표현하여 필요 없는 탐색을 줄이고 상세한 탐색이 가능



Page | 8

3. 딥러닝

일반 인공신경망과 같은 방법으로 학습을 통해 정답과 가까워지도록 파라미터를 조정하여 학습모델을 완성한 후 실제 데이터를 입력하여 인식



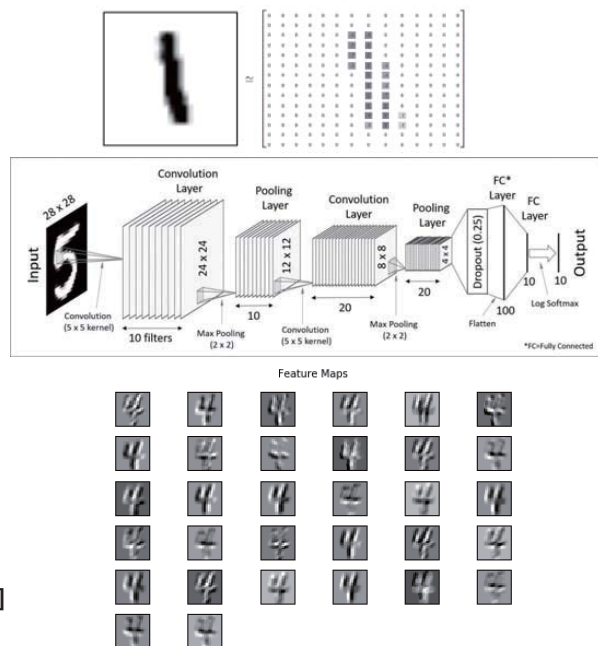
[MNIST 데이터베이스]

60,000개 트레이닝 데이터와 10,000개 테스트 데이터로 구성
Modified National Institute of Standards and Technology



간단한 객체 학습과
인식에 많이 활용

[CIFAR-10, CIFAR-100]



Page | 9

4. 딥러닝 활용 - 객체인식

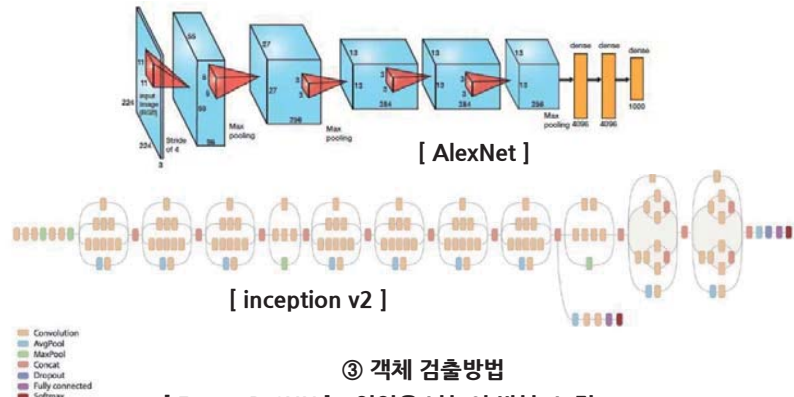
Tensor Flow 객체 탐지 API는 이미지넷 등 데이터셋으로 학습이 완료된 모델을 제공하여 바로 사용 가능

① 학습데이터셋 (MS COCO, ImageNet등)



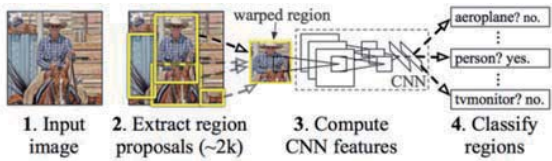
[훈련모델]
 MobileNets - SSD
 Inception v2 - SSD
 Resnet 101 - R-FCN
 Resnet 101 - Faster R-CNN
 Inception v2 - Faster R-CNN

② CNN 구조



③ 객체 검출방법

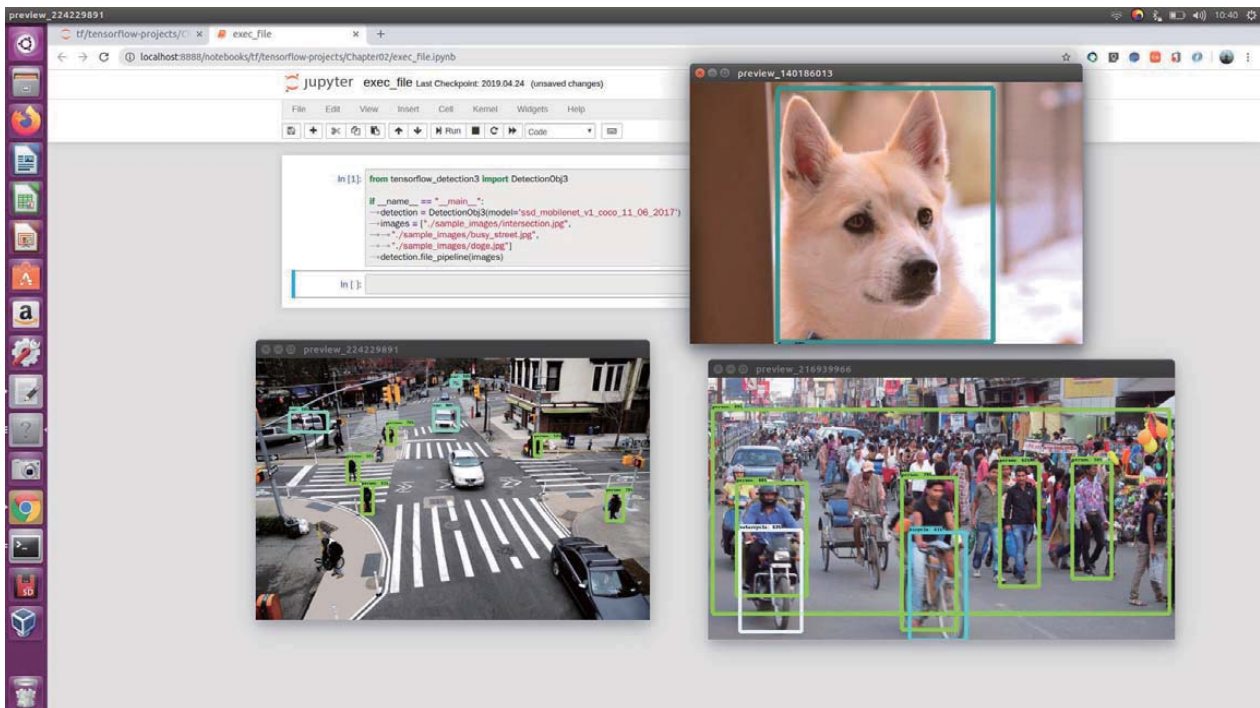
[Faster-R CNN] - 영역을 나누어 반복, 느림



[Single Shot multibox Detector] - 여러 이미지를 생성하여 한번에 처리

Page | 10

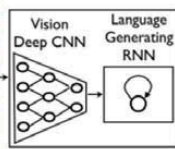
4. 딥러닝 활용 - 객체인식



Page | 11

4. 딥러닝 활용 - 캡션생성

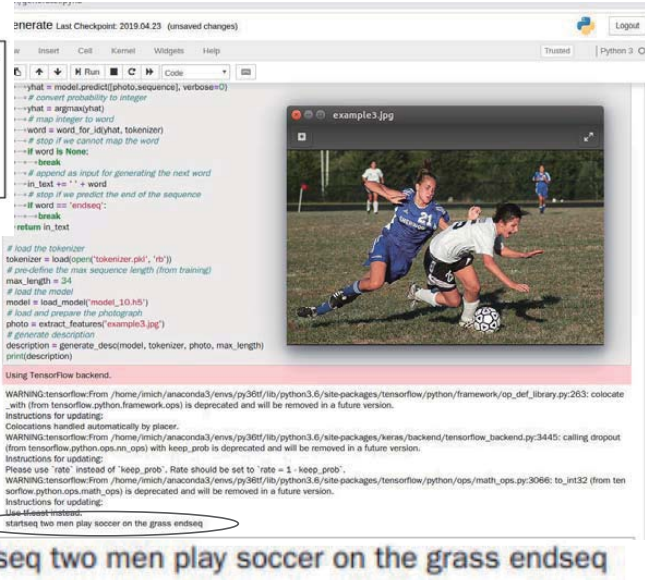
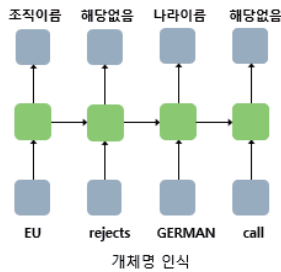
이미지와 스크립트를 딥러닝 기반으로 학습시켜 모델을 생성하고 입력 이미지에 자동으로 캡션을 생성



A group of people shopping at an outdoor market.
There are many vegetables at the fruit stand.

[RNN - Recurrent Neural Network)

유닛간의 연결이 순환적 구조를 갖는 인공지능망
시변적 동적 특징을 모델링 하여 신경망 내부에 상태를 저장



기후변화에 대응하는 습지 생물다양성



한백생태연구소 부소장
김영선 박사

기후변화에 대응하는 습지생물다양성

김영선 (환경생태학 박사)
한국환경생태학회 교육부회장
한백생태연구소 부소장



착한 생태 학자



풀순아줌마의 아름다운 세상

동영상 3개 · 풀빛순수

KBC 풀순아줌마의 아름다운 세상

진도 첨철산

크라운 사이니스(crown shyness) : 식물들의 사적인 공간



— 목 차 —

I. 록본기힐스의 미래

II. 아름다운 자연생태계

III. 기후변화의 위기

IV. 물순환도시와 인간

V. 습지생물다양성(숲과 물)

I . 록본기힐스의 미래

록본기힐스의 미래



록본기힐스

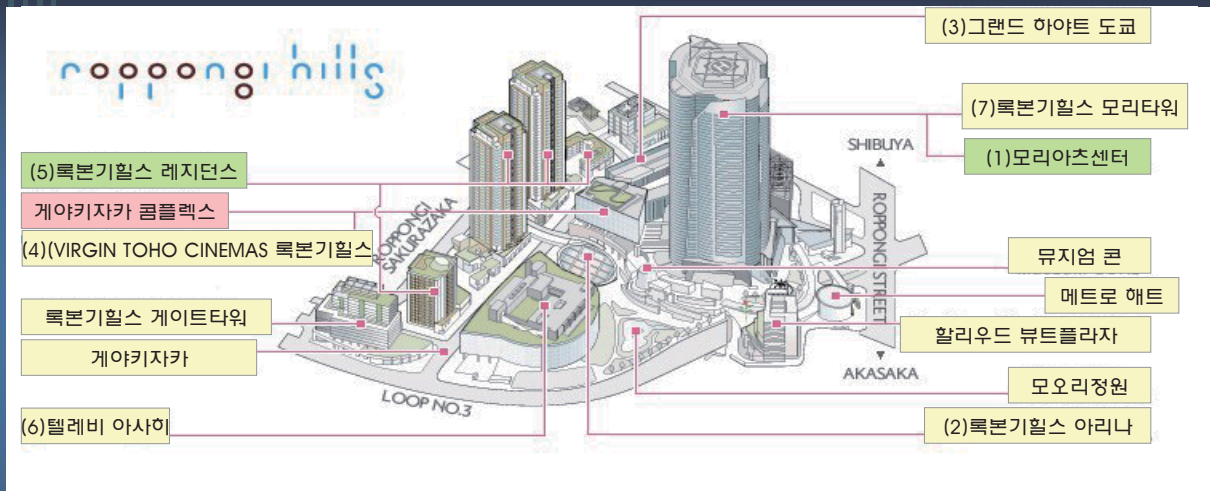
- 일본 최대급의 도심재개발 사업
- 1986~2003년까지 17년간 세월을 걸쳐 완공
- 부지 면적 : 약 3만 5000평

- 58층의 오피스인 **모리타워건물** 중심
- 주상복합아파트, 방송국, 쇼핑센터, 영화관, 미술관 등 **10여개** 건물로 구성
- **록본기힐스 투어**라는 프로그램 운영
- 넓은 광장과 조경시설을 일반인들에게 공개, 이용

— 록본기힐스 — 재개발사업구역

록본기힐스 시설소개

록본기힐스의 미래



1) 모리아츠센터

▶ 미술관, 전망대, 회원제 클럽, 아카데미 시설

2) 록본기힐스 아리나 : 매일 이벤트가 있는 도시의 광장

3) 그랜드 하얏트 도쿄 : 고급숙박시설

4) VIRGIN TOHO CINEMAS 록본기힐스 : 복합연화관

5) 록본기힐스 레지던스 : 아파트

6) 텔레비 아사히 : 방송국

7) 록본기힐스 모리타워 : 사무실

7

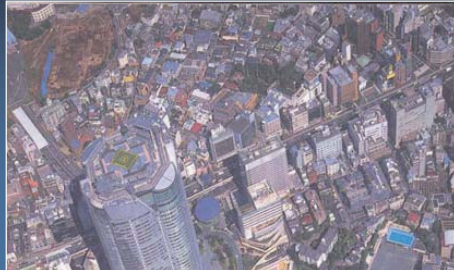
록본기힐스의 미래



8

게야키자카(느티나무언덕) 콤플렉스 옥상정원

동경 구릉지에 재개발한 특본기힐스



- ▶ 테마: '사계의 들' → 약 1300㎡ 면적의 정원
- ▶ 옥상정원의 무게를 지지하는 최신회진장치를 도입
- ▶ 경량도가 아닌 일반 토양(약 1~1.5m 두께)을 사용
- ▶ 논과 채소밭에 주민들이 직접 농작하고 수확을 하는 주민참여프로그램을 실시



9

게야키자카(느티나무언덕) 콤플렉스 옥상정원

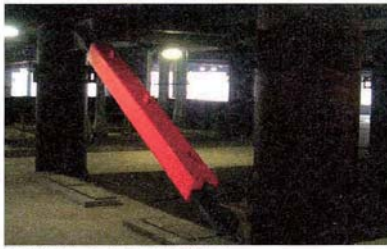
특본기힐스의 미래



10



세미액티브오일댐퍼 (六本木ヒルズ森タワー)
Semi-active Oil Damper (Roppongi Hills Mori Tower)



언bonded브레이스 (六本木ヒルズ森タワー)
Unbonded bracing (Roppongi Hills Mori Tower)



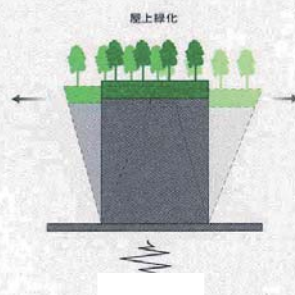
粘性体制振壁 (六本木ヒルズレジデンスB・C棟)
Seismic Damping Walls with viscous core (Residences B and C)



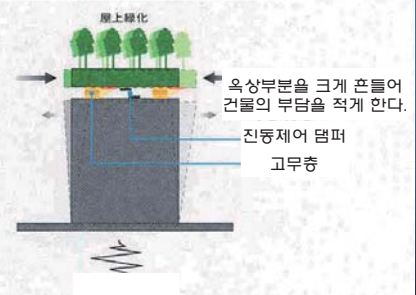
グリーンマスタンプ (けやき坂コンプレックス)
Green Mass Damper (Keyakizaka Complex)

■ 그린매스 댐퍼

일반적인 옥상녹화를 실시한 건물



그린매스 댐퍼를 설치한 건물



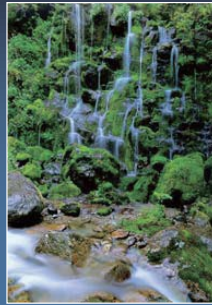
II. 아름다운 자연생태계

지리산국립공원

아름다운 자연생태계



지리산 운해



뱀사골 계곡



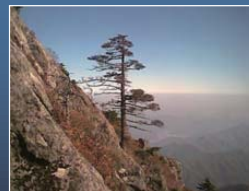
노고단 정상



지리터리플



반달가슴곰
(멸종위기야생종 · 식물 I)



구상나무

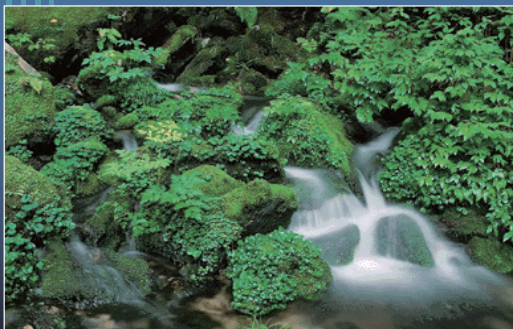
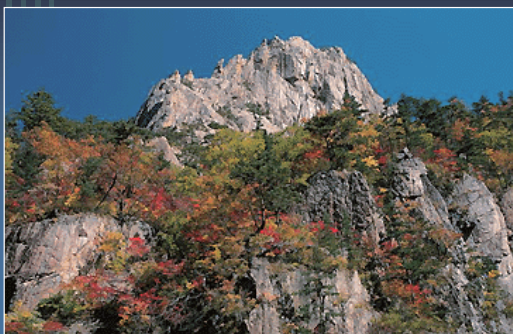


히어리
(멸종위기야생종 · 식물 II)

13

설악산국립공원

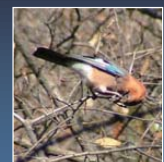
아름다운 자연생태계



산양
(멸종위기야생종 · 식물 I)



꼬리치레도롱뇽



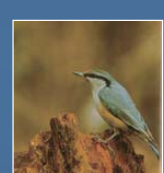
어치



하늘다람쥐
(멸종위기야생종 · 식물 II)



금강초롱



둥고비



묵납자루
(멸종위기야생종 · 식물 II)

14

무등산국립공원

아름다운 자연생태계



서석대(천연기념물 제465호)



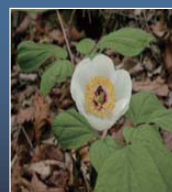
상제나비
(멸종위기야생종 · 식물 I)



설
(멸종위기야생종 · 식물 II)



노루



산작약
(멸종위기야생종 · 식물 II)



수정란꽃



무당개구리

15

생명집합체 : 숲

아름다운 자연생태계



전나무숲



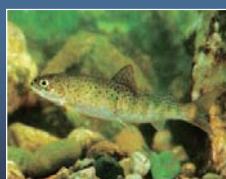
멧비둘기



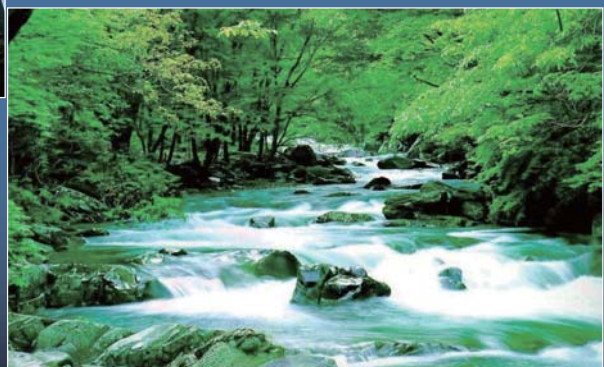
장수하늘소
(멸종위기야생종 · 식물 I)



가랑잎애기버섯



열목어
(천연기념물 제73호)



지리산국립공원 뱀사골계곡

16



천해의 비경 거문도



정도리 구계동(명승 제3호)



완도 순비기 군락



제주 주상절리
(천연기념물 제443호)



다도해 바위섬



태안반도 해안사구
(천연기념물 제431호)



낙조

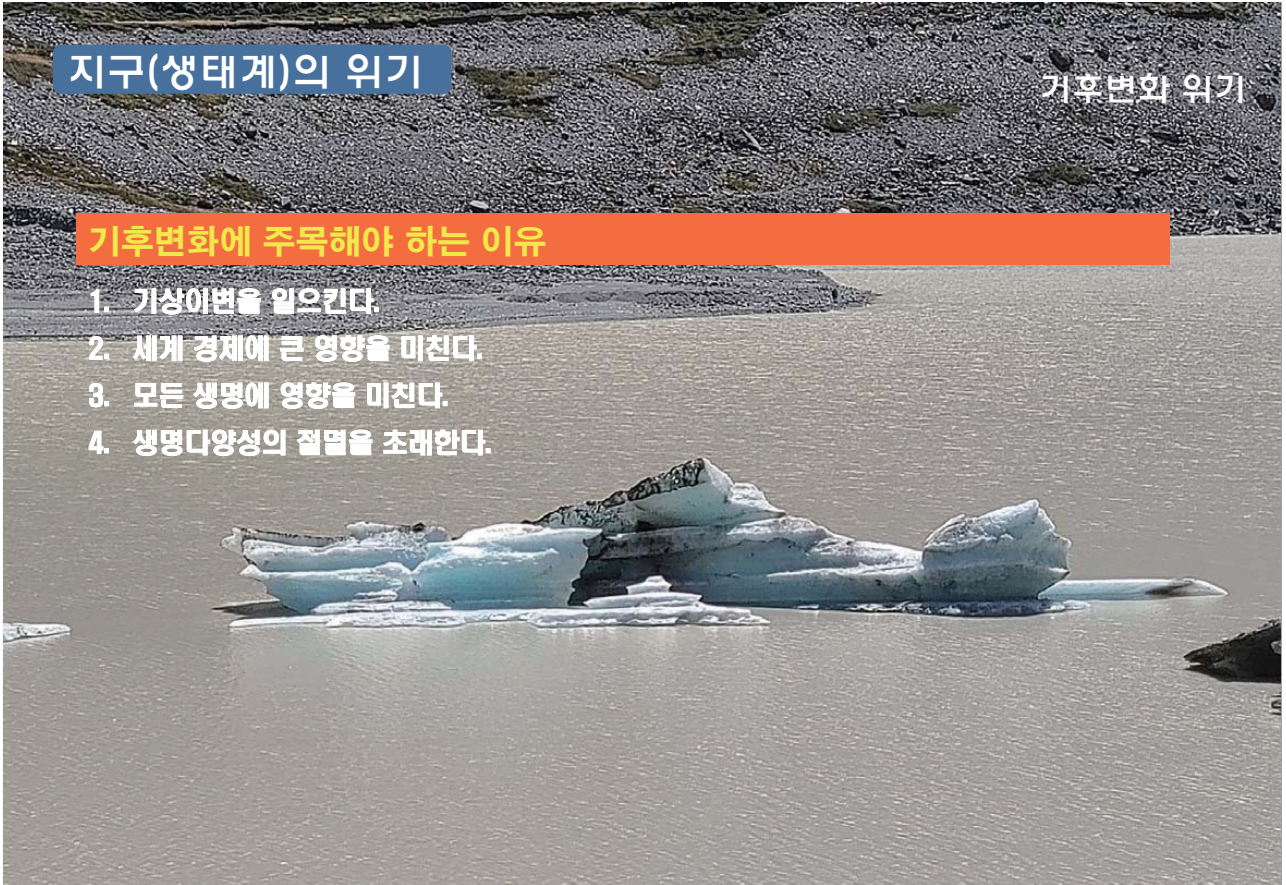
III. 기후변화 위기

지구(생태계)의 위기

기후변화 위기

기후변화에 주목해야 하는 이유

1. 기상이변을 일으킨다.
2. 세계 경제에 큰 영향을 미친다.
3. 모든 생명에 영향을 미친다.
4. 생명다양성의 절멸을 초래한다.



이스터섬 문명 붕괴의 미스터리

기후변화 위기



- ▶ 18세기 네덜란드, 미국인들이 남태평양에 있는 섬, 발견시 원시적, 야만적 사회
- ▶ 남아메리카 해안 **3,700km** 격리, 가장 가까운 섬과 **2,000km** 떨어져 고립
- ▶ **면적: 180km²**
- ▶ 갈대로 엮은 오두막과 동굴에 거주
- ▶ 전쟁, 식인풍습

이스터섬 문명 붕괴의 미스터리

기후변화 위기

미스터리

- ▶ 섬에 흩어져 있는 10~30여톤의 정교한 석상(거석)조각들이 과거 상당한 규모의 문명흔적 보여줌
- ▶ 석상 높이는 **약 6m(30여톤)**, **붉은돌 모자 10톤** 모아이 석상
(1722년 네덜란드 탐험가 야코프 로헤벤 선장)

조사결과

- ▶ **5세기경 동남아시아인**들이 이주(개, **닭**, 양, 토란종류, 밤나무 코코넛, **고구마** 등을 가지고 감)
- ▶ 토양환경: 닭과 고구마 주식으로 이용
- ▶ **16세기 7,000명** 정도의 인구, 최고 문명기
- ▶ **씨족간 경쟁적 조상숭배** → **거석문화(사회조직 유지수단)** → **삼림파괴** → **식량감소. 약탈** → **전쟁** → **파괴**
(문명의 붕괴 저자 재러드 다이아몬드 미국 UCLA교수)



21

1991년 일본판 지구의 파멸보고서

기후변화 위기

100년 이내 3단계 문명 붕괴론(현 문명유지 불가능)

원 인

산업기술이 인구증가 못 따라감

이산화탄소 회수능력 부족

자원, 이용기술 부족

핵융합 발전기술 부족

결 과

1단계 — 인구·문명 팽창

↓
자원부족·해결노력

2단계 — 자원 수탈과 전쟁

↓
3단계 — 지구 문명의 파국



22

인류 출현

지구 46억년전 탄생

▶ 원시인류: 600만년전

▶ 현생인류: 5~10만년전

▶ 농경문화: 15,000년전

인구 수 증가

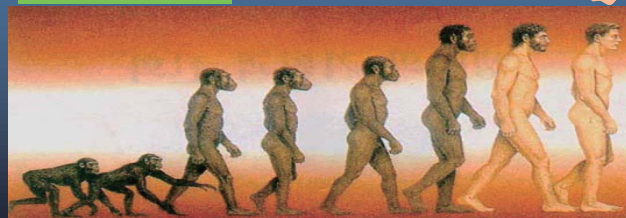
지구의 수용능력: 100~140억명

▶ 1995년: 인구 56억명

▶ 2000년 : 60억 6천만명

▶ 2025년: 83억명으로 예상

원시 인류의 화석 발견지



23

산업혁명

자연섭리/신의 의지 꺾 만큼 문명발달
→ 지구, 국토파괴

식량부족

도시화 · 고소비 시대

, 자원 고갈

산림 파괴

매년 한반도 크기의 산림 감소

24

지구의 위기

지구 온난화

오존층 파괴 → 피부암 발생, 생태계 변화

산성우 및 토양산성화 → 산림·생태계 파괴

기상이변 : 산림파괴, 생태계 파괴

수자원 부족 및 오염

생물종 감소

지구 위기

인류위기

이웃(중국, 일본)의 위기, 한국민의 위기

25

지구온난화 1.5도 특별보고서(IPCC, 2018)/ 제48차 총회에서 채택(인천송도)

- 지구온난화가 현재 속도로 지속된다면 2030년에서 2052년 사이 1.5℃ 상승 도달
- 호우빈도, 강도, 강수량 증가, 일부 지역의 가뭄 강도, 빈도 증가 등이 발생할 것으로 평가
- 곤충의 6%, 식물의 8%, 척추동물의 4%(1도 상승시)
- 곤충의 18%, 식물의 16%, 척추동물의 8% 기후지리적 분포범위의 절반 이상을 잃음(2도상승시)
- 전세계 육상생물의 다양성은 2050년까지 10% 더 감소하고 생물다양성이 높은 원시림은 13% 축소



사막화 되어가는 지구(데드블레이)



기후변화의 경보벨인 해빙현상

빙하기 식물(다이세츠산국립공원, 해발 2214m)



홍월굴



노란만병초

설악산국립공원 서식하고 있지만 절멸위기

Ⅳ. 물순환도시와 인간

도시

사람들이 함께 모여 사는 것이 이로울 것 같아 한울타리, 촌락, 읍을 이루고 시장, 소도시 발전 → 도시화 → 거대도시화

오래된 도시계획 : 메소포타미아 니프로(4,500년전), 함무라비 법전(3,800년전)

2000년 전세계 50% 이상 도시거주

농·산·어촌 → 도시로 이동(경제활동, 교육, 편리함, 문화혜택)

우리나라는 2010년경 약 90%의 국민이 도시/공업단지 거주

도시기능의
변천

과거 - 농·산·어촌간 유기적 관계: 공생관계

현재 - 전원간 유기적 공생관계 단절

미래 - 도시환경문제 증가



- ▶ 일본 나고야 동북쪽 아이치현(2006년 3월~9월까지 개최)
- ▶ 주제 : '자연의 叡智'
- ▶ "우주, 생명과 정보 " : 포 환경과 인구문제
- ▶ "삶의 기술과 지혜 " : 고령화 사회와 어린이들의 창조성
- ▶ "순환형 사회 " : 새로운 와 재생(리사이클링)기술

31



아이치박람회 메시지

세계의 경제성장과 산업발전을 달성



자연의 자정능력 상실



세계의 잠재적 위기 해결 필요



생태계와 조화를 이루기 위해 노력 필요

32

도시생태계 회복을 위한 물순환도시 중요성 부각



33

물순환도시 용어정의

- **비점오염원(非點汚染源)** : 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등에서 빗물 또는 눈이 녹은 물에 의해 불특정하게 수질오염물질을 배출하는 배출원
- **저영향개발(Low Impact Development)** : 개발사업의 계획부터 녹지를 확보하고 불투수면을 줄이는 등 자연적인 물순환 기능을 최대한 유지하여 빗물을 관리하는 방식
- **불투수층(不透水層)** : 빗물 또는 눈 녹은 물 등이 지하로 스며들 수 없게 하는 아스팔트, 콘크리트 등으로 포장된 도로, 주차장, 보도 등을 말함
- **물순환**: 지구의 물이 언제나 움직이며 지구에서 순환하는 전 과정
- **물순환도시**: 빗물이 땅으로 잘 스며드는 보도블록, 나무와 풀 등 식물로 만들어진 수로, 빗물 정원 등의 저영향개발기법이 도시 곳곳에 적용되어 기존 도시에 비해 빗물저장능력이 뛰어난

34

물순환도시의 개요

- 물순환도시가 조성되면 빗물이 오염물질과 섞이는 경우가 줄어들어(비점오염) 수질이 개선될 뿐 아니라 도시침수, 가뭄 등에 대한 대응능력 강화와 도시 생태계 회복 등의 효과
- 도심내에 물이 제대로 잘 순환하여 도시생태계를 회복할 수 있도록 하는 것을 목표
- 물순환은 수도순환과 빗물순환으로 구분
 - 수도순환은 상수원에서 취수, 정수장, 배수지 등 상수공급과 오수관, 하수관을 통한 하수처리과정으로 이루어짐
 - 하수처리수는 하천수량의 대부분을 차지하고 있으며 이로 인해서 하천의 자연성을 훼손
 - 빗물순환은 하늘에서 내린 빗물이 지하수로 스며들고, 또 토양에 머금어진 물이 증발산을 통해 하늘로 올라간다는 수직적 순환의 의미

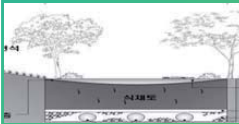
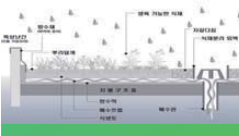
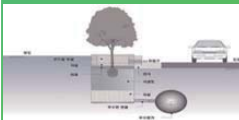
빗물순환의 왜곡

- 도시개발로 인한 불투수면의 증가로 증발산량의 감소
- 열순환 감소로 불투수면에 의한 열축적 문제로 도시 열섬현상
- 주변 하천수로의 지속적인 공급 감소로 건천화의 원인
- 유출량의 증가는 기후변화에 따른 집중호우와 맞물려 도시 침수 등 안전에 영향
- 도시표면에 축적한 각종 오염원을 주변 하천으로 흘러 보내서 수질오염과 녹조의 원인
- 수도순환과 빗물순환의 왜곡은 결국 도시와 하천에 악영향을 미침

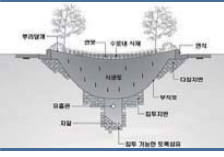
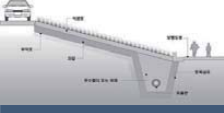
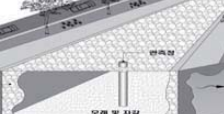
저영향 개발 기법

물순환의 왜곡, 특히 빗물순환의 왜곡에 대한 해결방식

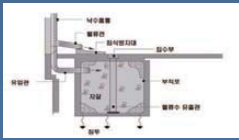
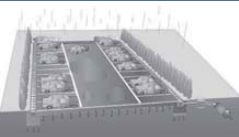
빗물이 지하로 스며들도록 토지이용계획 적용과 빗물 최대한 머금고 침투시키는 기법과 기술

명칭	기술개요	모식도
식생체류지 (Bioretention)	토양에 의한 여과, 생화학적 반응, 침투 및 저류 등의 방법으로 강우유출수를 조절하는 식생으로 덮인 소규모의 저류시설	
옥상녹화 (Greenroof)	강우유출수를 옥상에서 차집하여, 여과, 증발, 저류함으로써 도시화된 지역의 유출을 저감하는 기술요소. 도심 내 열섬 해소 효과, 휴게 공간 제공 등 부가적인 편익 창출	
나무여과장치 (Treeboxfilter)	가로수 하부에 여과부가 포함된 구조물(콘크리트 박스)을 매립하여 강우시 유출되는 우수를 유입시킨 후 여과, 침투 유도	

저영향개발 기법

명칭	기술개요	모식도
식물재배와분 (Planter box)	도심 녹지공간이나 기존 수목이 식재된 화분 등의 공간을 활용하여 우수를 저류, 체류 할 수 있는 시설물로 지피식물, 관목류 등의 식재를 통해 녹지기능과 우수관리기능을 확보	
식생수로 (Bioswale)	배수 구조물로서 토양에 의한 여과, 생화학적 반응, 침투 및 저류 등의 방법으로 강우유출수를 조절하는 식생으로 덮인 수로	
식생여과대 (Bioslope)	자갈 및 식생활착이 유리한 토양으로 구성되며 강우유출수를 감소시키고 사면안정과 함께 여과기능을 수행, 수질개선 및 도심내 녹지공간 기능	
침투도랑 (Infiltration trench)	자갈, 쇄석 등 공극이 많은 재료로 채워진 형태의 도랑으로 강우시 유출수를 담아두고 토양으로 침투시키는 기술요소	

저영향개발 기법

명칭	기술개요	모식도
침투정 (Dry well)	자갈 또는 돌 등으로 채워져 있고 건축물의 홈통과 연결되어 있거나 불투수면의 유출수가 유입될 수 있도록 설치되어 토양으로 침투시키는 기술요소	
투수성 포장 (Porous pavement)	강우유출수와 오염물질 저감을 위해 다공성 아스팔트, 콘크리트, 투수블록 등과 채석의 공극을 통과하여 강우유출수를 토양에 침투시키고 오염물질을 저감하는 기술요소	

빗물정원, 침투마우스, 침투형 빗물받이, 옥상녹화, 식생수로 등 빗물이 땅속으로 들어가도록 하는
우리 주변의 작은 실천

저영향개발기법 적용효과

- 도시화로 인해 아스팔트, 콘크리트 등의 불투수면이 증가하면 자연적인 물순환 기능 훼손
 - 비가 많이 내리면 빗물이 지하로 스며들지 못하고 유출 도시홍수와 비점오염 인한 수질 악화
 - 반대로 강수량이 적은 계절에는 평시 지하수 저장량이 부족하여 지하수 고갈, 하천건천화
 - 도시 열섬, 열대야 등의 기후현상도 물순환 왜곡으로 인해 발생하는 문제
- 분산식 빗물관리 방법으로 저류, 침투, 증발산 등의 자연적인 물순환을 회복
 - 지하수가 충전되어 홍수를 예방하고, 가뭄 시 하천의 건천화도 방지
 - 생태 녹지공간 확보를 통해 생태서식처 확보, 도시경관 개선의 효과

시민참여형 물순환도시



41

시민참여형 물순환도시

- 미국, 독일 등에서는 LID가 도시 빗물관리의 인프라 그리닝(Greening) 기법으로 각광 받고 있으며, 중국은 '스폰지 시티' 라는 이름으로 100여개의 LID 기법 적용 도시를 계획하고 있는 등 전 세계적 흐름
- 2017년 상무시범사업(297억원)과 광주광역시 물순환기본계획 수립
- 시원한 도시, 촉촉한 도시, 쾌적한 도시 등 우리 일상생활에서 오감으로 느낄 수 있음
- 토지소유의 30%인 공공보다는 70%인 시민들의 참여와 역할이 있어야만 가능한 일



42

V. 습지생물다양성

1. 숲조성 및 복원
2. 물순환도시 조성
3. 생물다양성 보전

습지보호

생물다양성 보전

습지의 기능

생물종 보존

수질정화

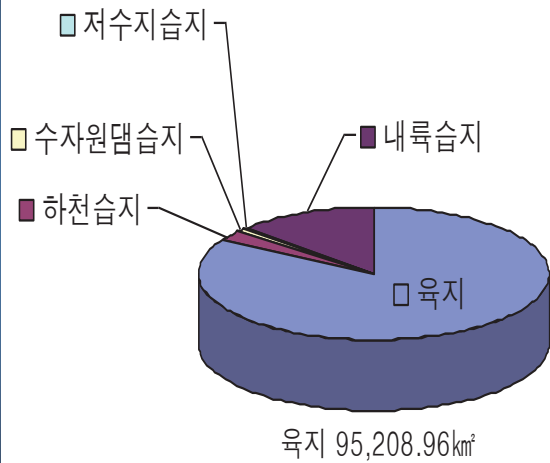
홍수조절

기후조절

수산자원

여가, 생태휴양

우리나라 습지 생태구성비

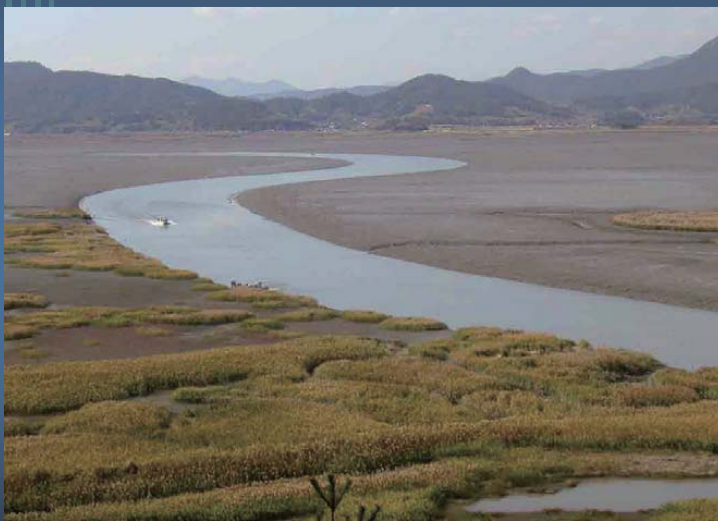


■ 하천습지	2798.68km² (2.81%)
□ 수자원댐습지	1023.8km² (1.02%)
□ 저수지습지	585.94km² (0.59%)
■ 내륙습지	14023.65km² (14.73%)

참고 : 연안습지 2,550km² (2.56%)

45

순천만 습지



46



47



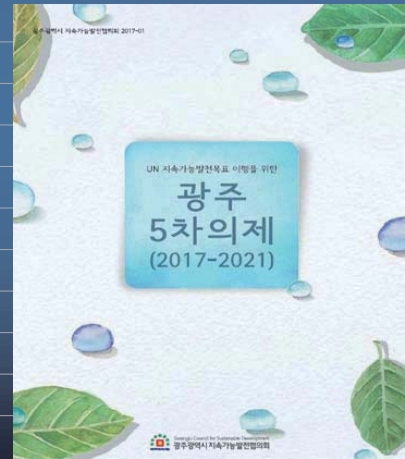
씨앗은 상처받지 않고서는 새싹이 나오지 않는다.

48

거버넌스 과정

- 지방의제 21의 목적은 지속가능발전을 지역사회에 추구하는 것임
- 민관협력 거버넌스, 지역의 민주적 합의과정을 활용, 실천의제 작성하여 광주공동체 형성 목표
- 광주 5차의제(2017-2021)는 지속가능한 백년광주 실현을 비전으로 17개 의제 작성
- 첫번째 물순환의제로 2021년까지 습지보호지역 지정 2개 목표(장록습지와 평두메습지)

달성목표	
2017년	시민참여형 물순환조례 제정, 물순환기본계획 함께
2018년	시민참여형 물순환 지도 및 물순환교육센터 설립
2019년	시민참여형 물순환도시 축제
2020년	습지보호지역 지정하기
2021년	광주천 복개하천 복원하기
주요지표	광주광역시 1만개의 비오름레인가튼 달성률(%)
	습지보호지역 2개소 지정하기
	광주천 복개하천 복원 달성률



주요조사

- 2005년 전국 내륙습지 조사(환경부)
- 2008년 전국 내륙습지 일반조사(환경부)
- 2010년 습지보호지역지정 및 관리방안(광주발전연구원)
- 2015년 제4차 전국 자연환경조사(국립생태원)
- 2018년 장록습지 정밀조사(국립습지센터)

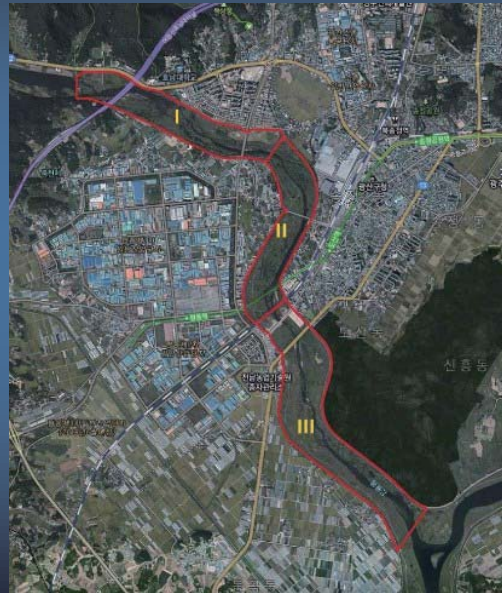
조사결과

면적 조사분야	총 11개 분야(전국내륙습지 조사지침 근거)
3.96km ²	영산강의 지류로서 도심지를 통과하는 하천습지
조사구역	환경조건 차이에 따라 3개 조사구역으로 구분 하여 조사



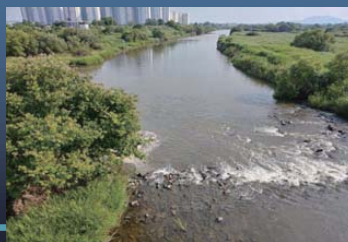
조사결과

- 지형지질: 사력 퇴적지가 넓게 형성된 습지, 비교적 자연적인 하천지형을 유지, 도심지에 인접해 있으며 곳곳에 공원 및 체육시설이 위치해 있어 주변 서식처와의 생태적 연결성이 낮고 인간 간섭의 위험이 높음
- 수리수문: 상류지역 경작지로부터 유입된 부유물에 의해 탁도 제한한 수질 양호, 습지로 유입되는 지류하천으로부터 생활하수 및 오수 등이 함께 유입되어 부영양화 위험 높아 체계적 관리 필요



51

- 식생 : 달뿌리풀, 물억새, 버드나무, 갈대, 왕버들 등의 습지식물 중심으로 8개 식물군락 확인, 중 · 하류지역 하천습지로서 식생의 자연성과 보전상태 양호
- 식물상 : 60과 77종 1아종 7변종 85분류군 확인, 도심지 주변 습지로서 귀화식물과 생태계교란 야생식물의 다양성 낮은편이나, 낚시객의 방문빈도가 높은 지역을 중심으로 서식처 교란이 심각해 외래종 출현 빈도 높음
- 어류 : 8과 16종 확인, 한국특산종 5종 확인되어 하천습지로서 건강성 양호
- 양서 · 파충류 : 5과 6종 확인, 습지내 자연성은 양호하나, 도로, 시가지 등 주변 서식지로의 생태적 연결이 낮아 산지보다 하천을 선호하는 종다양성 높게 나타남
- 육상 곤충 : 60과 155종 확인, 국외반출승인대상종 빈대붙이 등 8종과 환경부특정종 남색 초원하늘소 등 10종 확인. 주로 초지대 서식지를 선호하는 종다양성 높음



52

조사결과

- 포유류 : 6과 8종 확인(멸종위기야생생물 I 급 : 수달, II 급 : 삵) , 산지와 연결성이 높은 상류지역과 식생이 잘 발달하여 인간간섭이 낮은 지역을 중심으로 포유류의 출현 빈도 높음
- 조류 : 13목 28과 57종 830개체 관찰, ※ 멸종위기야생생물 II 급 : 새호리기
- 저서성대형무척추동물 : 34과 41종 확인, 우렁이류, 다슬기류, 재첩류, 이매패류 등의 연체동물과 곤충류의 다양성과 출현빈도 높음
- 식물플랑크톤: 규조류와 남조류의 출현율이 높으며 규조류의 상대밀도가 89%로 매우 높게 나타남, 인근 도시와 농경지로부터 영양염 유입에 대한 관리 필요
- 장록습지의 국가습지보호지역 지정 및 보전방안 필요



53

거버넌스 과정

- 장록습지 민관학 현장답사 및 정밀조사 신청(2017. 4/5)
- 정밀조사대상지 선정 및 조사실시(2018.1-12.)
- 국가습지보호지역 대상지로 선정 및 보류(2018.12.)
- ✓ 장록습지 정밀조사 결과보고회에서 지역주민 반대여론
- ✓ 체육시설 등 여가 활용시설 설치 및 주변개발 저해 우려 등
- 장록습지보호지역 지정 지속적인 노력 자문의견(영산강유역환경청, 2018.12/20)
- 광주습지생물다양성 실무위 1차 회의 및 답사(13개시민환경단체/ 장록습지일원, 2019. 1/11)
- 광주항룡강 장록습지 지정 현안 간담회(광주광역시의회실, 2019. 1/18)
- 광주장록습지 국가습지지정을 위한 시민네트워크 구성(단톡방 개설, 2019. 1/21, 현재 125명)



54

거버넌스 과정(2019)

- 장록습지보호지역 지정 1차 주민토론회(광산구청 회의실, 1/25)
 - 장록습지 국가습지 지정 유튜브 & 팟캐스트 방송 제작 및 홍보(다락도서관, 1/29)
 - 지역주민과 함께하는 장록습지 탐방(장록습지 일원, 2/26)
 - 광주습지생물다양성 실무위 2차 회의 및 답사(장록습지일원, 3/11)
 - 광주습지생물다양성 실무위 3차 회의(김대중컨벤션센터, 3/15)
 - 장록습지보전과 지역활성화, 거버넌스 간담회(광주NGO센터, 3/20)
 - 세계 물의 날 기념, 장록습지 걷기대회(장록습지현장, 3/23)
 - 황룡강 장록습지 2차 주민토론회(광산구청 회의실, 4/3)
 - 광산구의회 선진지 견학(태화강과 우포늪, 4/5)
- 



거버넌스 과정

- 장륙국가습지 지정을 위한 시민네트워크(13개시민환경단체)
- 장륙국가습지 지정 광주습지생물다양성 매달세미나 개최
- 지역주민참여, 어룡동주민센터 및 광주시청(4/17-12/18)



2019 장륙국가습지지정
수달이 사는 물순환 생태도시 광주

기후변화 대응!

광주습지생물다양성
세미나

광주전남녹색연합
062.233.6501

• 광주습지생물다양성 포럼
이영기광복포럼(이영기주최) 등

이야기꽃도서관(어름동주민센터) 등

	일정	주제	발제자	발제처	좌장
1	4. 7.(수) 14:00	장북교습습지 지위를 위한 현안과제 및 해결방안	김영민 연구원	김광현 의원	최용환 교수
2	5. 15.(수) 14:00	장북교습습지 지위를 위한 하천변의 일화회와 정책방안	김정숙 연구원		이성기 교수
3	7. 17.(수) 14:00	장북습지 생태계 관제차: 화학적 요소(중금속 사별)	최희철 연구원	전교필 의원	전승수 교수
4	9. 19.(수) 14:00	광주 물순환도시 및 녹지공간 개선방안	권영호 연구원	김광현 의원	조진경 교수
5	11.20.(수) 14:00	생물다양성 보전과 광주 5차도시 생물다양성 관리	김민정 연구원	송윤우 의원	김광현 교수
6	12.18.(수) 14:00	광주 시 생태계전원 현황과 복원 방안	김민정 연구원	송윤우 의원	장영민 교수

·타지역 답사 및 실천활동

광주광역시청정문, 황룡강친수공원일원

	일정	주제	연사자	진행자
1	6. 19(수)	광주시민들과 우포늪과 태화강습지 탐사	이만식 선생 홍기남 회장 임강숙 위원장	최지현 회장 김종관 회장
2	10. 19(토)	장곡습지 생태대 및 청화호습지(II)	김종숙 국장 임아숙 국장 남희희 회장	박경희 회장 김종관 회장

* 위 정보 및 내용은 주최측의 사정에 따라 변경될 수 있습니다.

장학국가수지 차감을 위한 서민네트워크 (13개 시민·환경단체)

광주전남녹색연합, 광주환경운동연합, 광주수해예방협회광주전남지부, 광주생명의숲, 시민생활환경회의, 광주시민센터, 환경경시인모임, 광주천지킴이모임, 환경공동체환경문화지킴이, 물결청년사람모임, 생명농노래하는술가벗, 광주에코바자르, 상상창작소 등

거버넌스 과정

- 광주시민과 함께 우포늪 선진지 답사(2019.6/19)
- 광주천습지 현황 및 개선방안
- 담양국가습지 현황 및 관리
- 우포늪 답사안내
- 지역주민과 함께 공존하는 습지보전 사례
- 장록습지 생태적 가치가 뛰어나음을 확인하는 자리



거버넌스 과정

- 2019 광주시민총회 원탁토론으로 장록습지 지정 안건 제언(제54회 광주시민의 날, 5/21)
- 세계 생물다양성의 날 성명서 발표(장록국가습지 지정을 위한 시민네트워크, 5/22)
- 장록습지를 국가습지보호지역으로 지정하여 광주에 습지보호지역 제1호로 등록하여 보전관리 제언
- 장록국가습지 지정을 위한 사회적 합의안 도출(85.8% 찬성, 2019/11)
- 2020년 하반기 장록국가습지 지정 추진중



평두메습지

생물다양성 보전

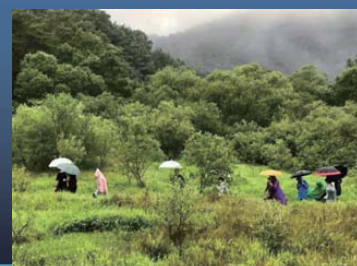
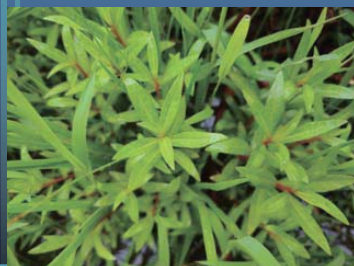


59

평두메습지

생물다양성 보전

- 최대 독논습지로 포유류(11종), 조류(17종), 양서류(1종), 어류(2종), 저서무척추동물(28종), 고등균류(10종)이 분포
- 생태적으로 우수한 환경을 지니고 있는 장소임
- 최대 북방산개구리 산란지(약 4만 개체 서식)



60

평두메습지

생물다양성 보전

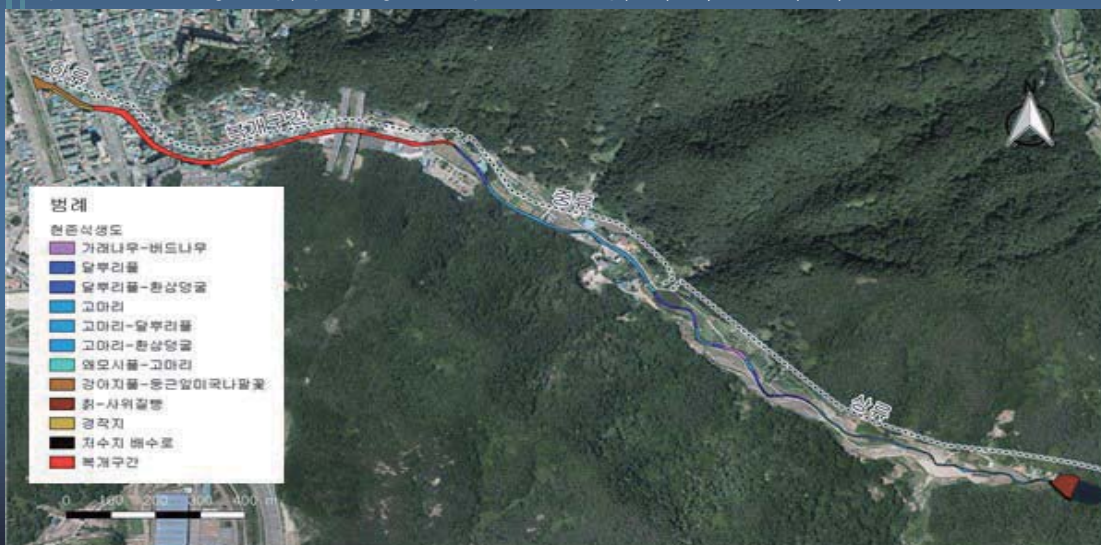
- 장록습지 국가습지지정 촉구와 평두메습지 학술조사 결과 발표 및 보도자료 홍보(2019. 7/4)
- 평두메습지 학술조사 참여(광주전남녹색연합, 국시모, 한국환경생태학회, 한백생태연구소 공동조사)
- 세상에서 가장 작은 꼬마잠자리
- 팔색조 멸종위기종 발견
- 평두메습지 전문가와 시민단체가 5개분야 모니터링 조사(2020.7.15.)
- 습지보호지역 지정제안



소태천 도랑살리기

생물다양성 현황 및 관리방안

식물상 102종/ 식생 인공시설지 42.3%, 고마리-달부리풀군락 15.1%/ 양서류 7종/파충류 구렁이(멸종위
기동물2급/ 수서곤충 32종, 총채민강도래 1종/포유류 10종, 습(2급)과 수달(1급)



소태천 도랑살리기

소태천현황 및 개선



63

소태천 도랑살리기



2019년 개선전

2019년 개선후

2020년

64

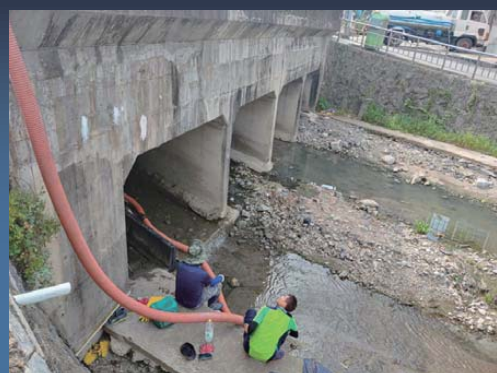
64

소태천 도랑살리기



65

소태천 도랑살리기



66

소태천 도랑살리기



67

소태천 도랑살리기



68



69

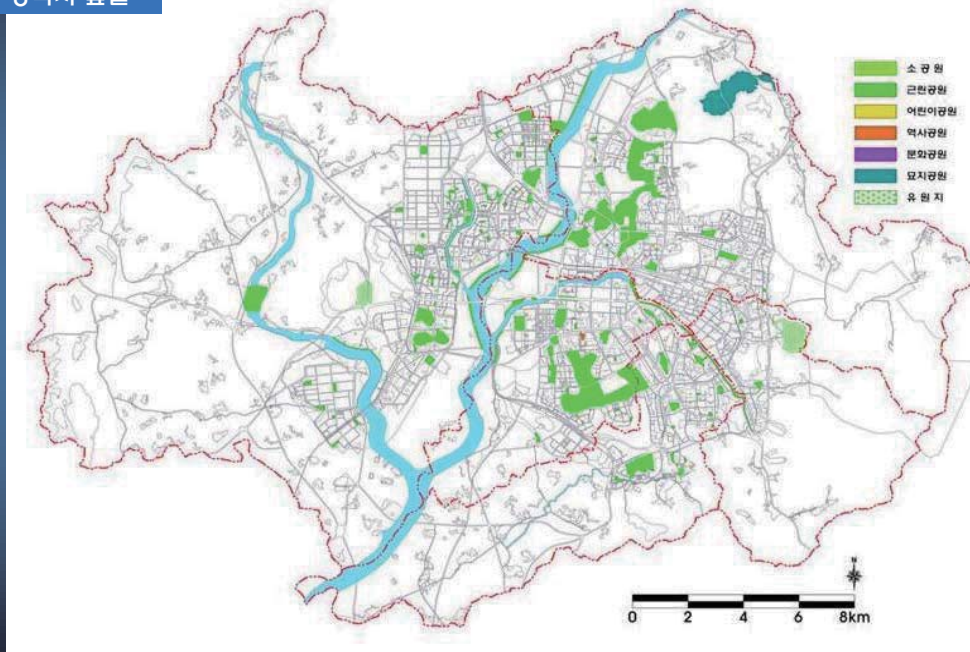
독일 도르트문트시

클레핑거리 가로수길



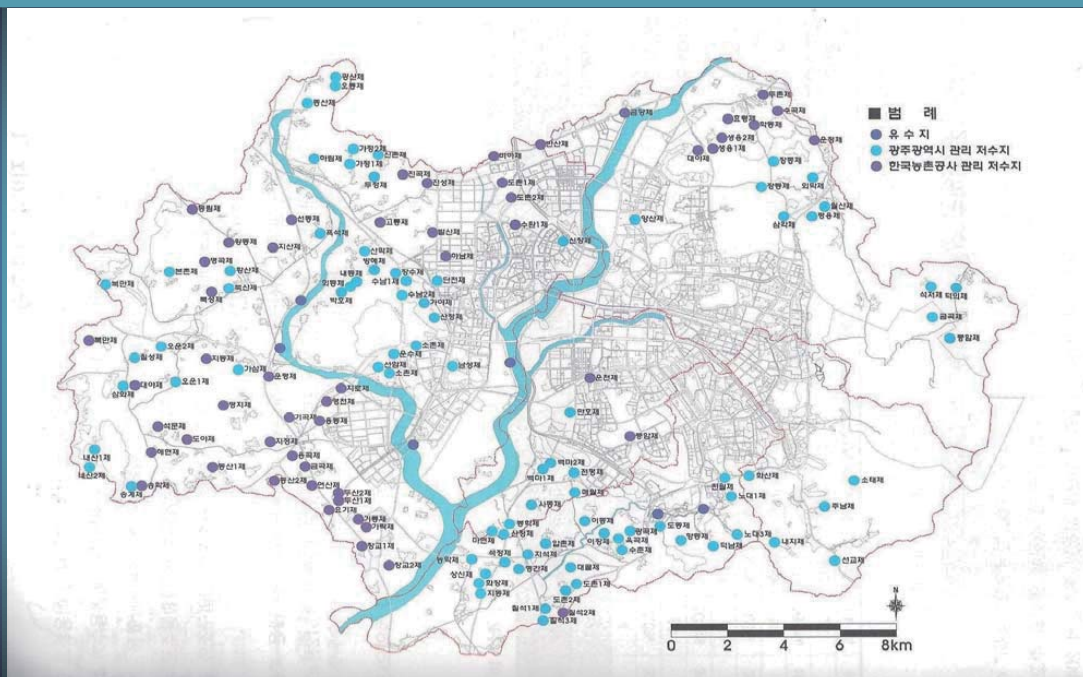
70

광주광역시 숲길



71

광주광역시 물길



72

광주습지생물다양성 정책제안(10대 과제)

생물다양성 보전

목표	의제	추진과제	세부사업
1. 생명존중	습지&도시숲	1. 광주광역시 습지생태계 보전정책 수립	• 습지생태현황조사 및 보전 전략 수립 • 습지를 포함하는 소생태계 조성 • 광주 지방생물다양성 전략 수립 • 자연환경전문가 공무원 채용 • 광주습지보호지역 보전 네트워크 결성 • 습지보호지역 지정 추진
		2. 숲길-물길 녹지축 구축	• 광주 숲길-물길 녹자연결망 구축 • 숲길-물길 녹지축 관련업무의 일원화
		3. 시민과 함께 하는 광주숲 백년 프로젝트	• 광주의 대표숲 '광주숲' 조성 • 시민이 참여하는 숲조성 및 운영
		4. 무등산 정상 방송통신시설 이전 및 복원	• 무등산 정상부 복원 체계 구축 • 무등산 방송·통신시설 이전추진

73

광주습지생물다양성 정책제안(10대 과제)

생물다양성 보전

2. 생태순환형 사회 건설	물순환	5. 시민참여형 물순환 도시관리 시스템 구축	• 광주 물순환도시 선언 • 물순환도시 선언을 위한 관련부서 협력 계획 수립 • 저영향개발(LID)에 대한 행정 매뉴얼 제작 및 집행 • 기반시설 계획 및 도시공간 계획에 물순환 개념 및 절차 도입 • 풀뿌리 시민정신으로 물순환도시 적극적으로 추진 • 시민참여형 빗물침투통(침투마우스) 보급 사업 실시 • 물순환 도시에 대한 시민 평생학습의 장 마련 • 저영향개발(LID) 시설 설치관련 산업의 적극적인 육성
		6. 복개하천 복원 및 수달이 사는 광주천 보전	• 양동 복개상가 복원을 위한 사전 의견 청취 및 이전방안 협의 • 광주천 수계의 일부 복개하천 복원을 통한 모델 사업 추진 • 소태천 복원사업 추진 • 광주천유역 저영향개발 방식으로 개발 • 광주천 살리기 통합관리방안 수립

74

광주습지생물다양성 정책제안(10대 과제)

생물다양성 보전

2. 생태 순환형 사회 건설	기후·에너지	7. 시민참여형 광주 재생에너지 전환 로드맵 수립	- 재생에너지 비중 목표 상향 조정 - 에너지전환을 위한 로드맵 수립 - 이해관계자 모두가 참여하는 시민원탁토의를 통한 계획수립
		8. 사회공헌형 에너지협동조합 20개 구축	- 시민 에너지협동조합 지원 및 확산 유도 - 에너지전문 마을기업 육성 - 시유지 및 공공건물 등 부지 전수조사를 통한 부지 정보제공 및 연결 - 사회공헌형 햇빛발전소 구축
		9. 기후안전 녹색도시 체계 구축	- 기후변화적응 안심마을 조성 - 마을주인이 참여하는 민관협치형 사업 추진 - 열섬 취약지구 대상 교육 및 컨설팅 강화 - 도시개발 및 계획에 바람길 활용 가이드라인 제시 - 열환경에 대한 전반적인 조사 데이터 구축
3. 환경 교육	녹색 교육	10. 녹색환경교육 플랫폼 구축	- 광주시 녹색환경교육센터 설치 및 운영 계획 마련 - 환경교육팀 설치 및 전담 업무 추진 - 녹색교육 콘텐츠 강화 - 사회 녹색환경교육 지원 시스템 강화 - 학교환경교육 활성화

75

앞산뒷산 보전



76



광주지속가능발전협의회 시민기자단
“까치밥통신”과 떠나는
습지생물다양성 취재여행

기후변화 대응과 생물다양성의 보전 습지
생물이 살아있는 습지생태계의 이해를 높이고 시민들에게 알리기 위해 취재여행을 떠납니다.

· 일시 : 2016년 5월 ~ 2016년 12월 매월 둘째, 넷째 목요일 오전 10시
· 안내 : 감영선(생명을 노래하는 습지행 대표)
· 준비물 : 카메라, 메모장, 도시락, 물, 통산화 등
· 참여분위 : 광주지속가능발전협의회 회원의 간사
(062-613-4177 / www.greeng21.or.kr)

구분	일정	주제	장소
1	5. 19	습지식물지 보고, 편편해	백사산과 관동계곡(백사산습지)
2	6. 09	국립공원, 최대 복합습지연구의 산란지	무동산과 광주대습지
3	6. 23	습지생물다양성이 뛰어난 계곡습지	송추계곡과 계곡습지
4	7. 14	도시수변공간인 순천계	백사산과 순천계습지
5	7. 28	비옥한대지의 습지, 갈조계	사할린과 갈조계습지
6	8. 8	나비잡이와 곤충을 찾아서	장수공원과 장수계습지
7	8. 22	배달비전, 황해습지습지	소래리와 광주조습지
8	10. 13	농경지의 홍수공간, 배어재	백사산과 관동계습지
9	10. 27	단풍이 아름다운 습지	한양이산과 배원계습지
10	11. 10	연꽃향습지	송학산과 포항습지
11	11. 24	추경지, 비옥한대지 아름다운 습지	광학산과 광학계습지
12	12. 8	가시연꽃을 찾아서	이천계습지
13	12. 22	귀화식물과 복제된 습지	광주원과 소래계습지

광주광역시 지속가능발전협의회

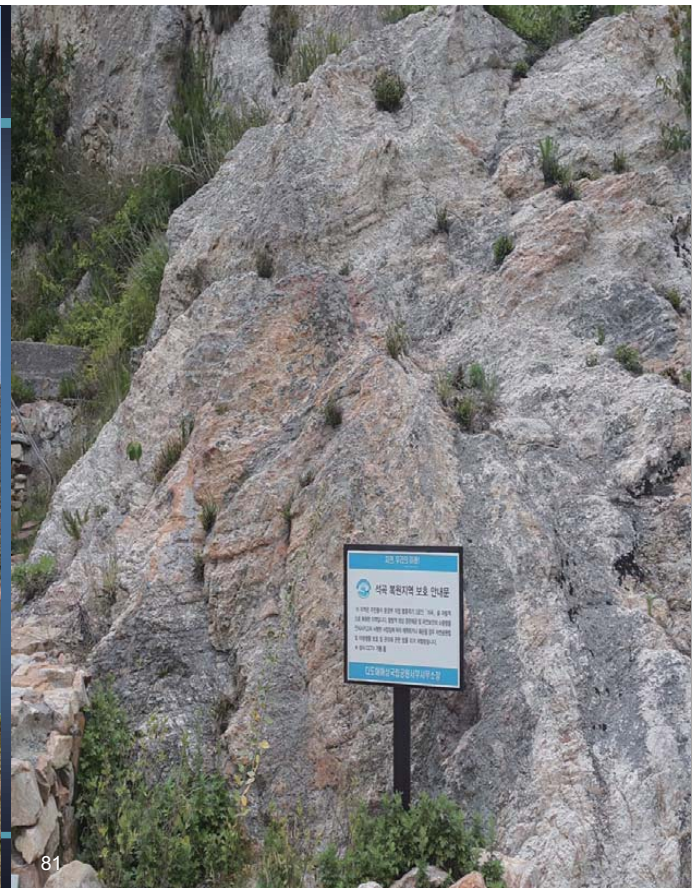


광주천 보전





영산도

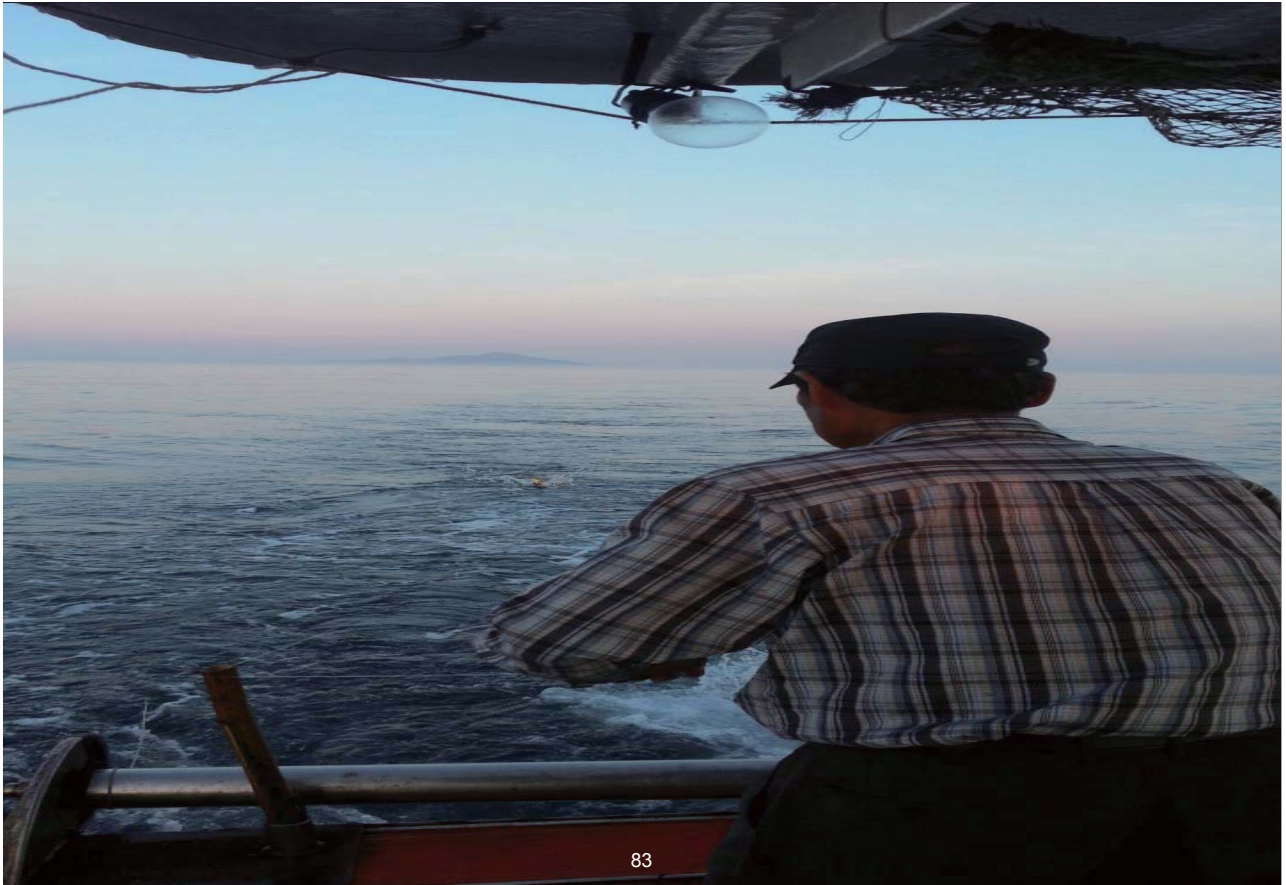


81



기죽지 말고 살아봐
꽃 피워봐
참종아
나태주 풀꽃3

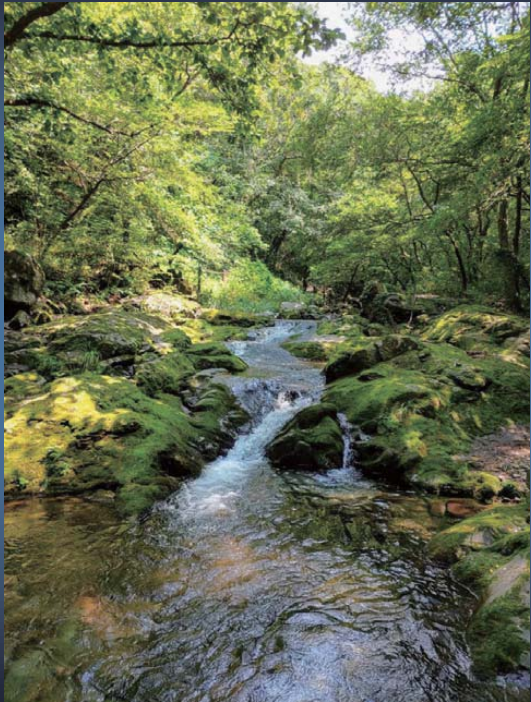
82



생물다양성 보전



?



84



?



85

맺음말

백년광주의 미래

우리의 꿈

- 기후변화대응 숲 조성 및 복원도시 광주
- 물길과 숲길을 잇는 물순환도시 광주
- 습지보호지역 지정관리하는 환경생태수도 광주

86



기후위기와 식단의 비밀



(사)기후행동비건네트워크
정인봉 이사

기후위기와 식단의 비밀

정인봉

기후행동 비건네트워크 이사

조선대학교 박사과정 식품의약학과 재학

광주혁신추진위원회 기후위기대응 특별위원회위원 역임



차 례

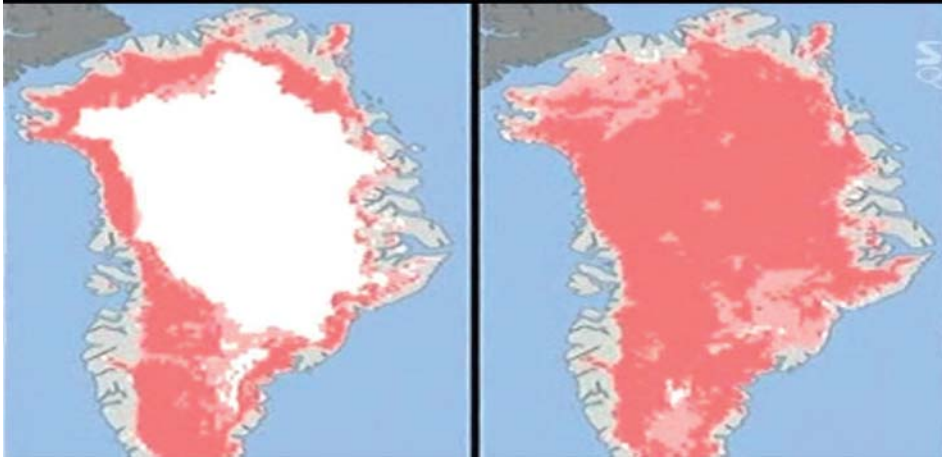
- 기후 위기의 과학적 증거
- 1도 상승으로 인한 피해 현황
- 지구온도가 2도로 상승한다면
- 세계의 온실가스 배출 현황
- 기후 재앙, 우리에게 남은 시간은?
- 긴박한 기후 위기, 무엇을 할 것인가?
- 기후 위기와 밥상의 불편한 진실
- 소박한 밥상의 생태영양학

기후 위기의 과학적 증거

NASA, 북극 빙하 5년 뒤(2012년) 다 녹을 수 있어
미 항공우주국, 북극빙하 5년 뒤 다 녹을 수 있어(YTN사이언스, 2007.12.13)



세계 최대 빙하섬 그린란드, 관측 사상 처음으로 4일만에 97% 녹아
그린란드 얼음 녹는다(SBS뉴스, 2012. 7.26)



지구는 얼마나 더워졌는가?

지구온난화 1.5°C 특별보고서(환경부 제작 2018. 12. 5)



세계적인 '위기'...변해야 하는 날씨가 계속되고 있다!(조천호)

김어준의 뉴스공장(2020. 8. 5)

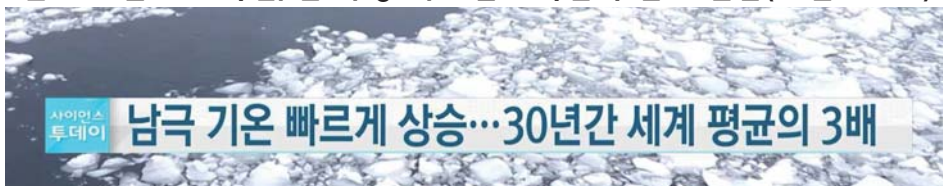


남극 기온 1989~2018년 사이 1.8도 올라

남극 기온 빠르게 상승...30년간 세계 평균의 3배(YTN 사이언스, 2020. 6.30)



날씨는 남북극과 적도 사이의 균형에 의해 유지되는데,
온도차 줄어서 폭염/한파/홍수/가뭄.. 극단적 날씨 빈발(조천호교수)



사이언스
투데이

남극 기온 빠르게 상승...30년간 세계 평균의 3배

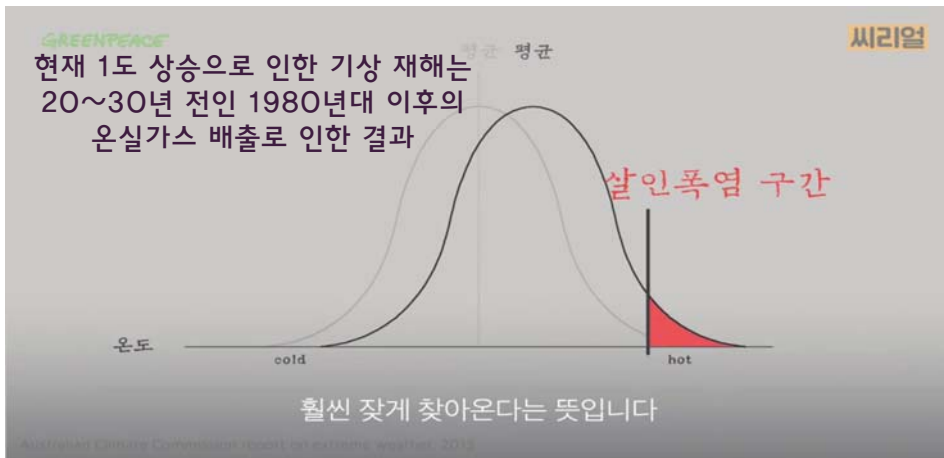
한국은 세계 평균보다 2배 빠른 1.7도 상승

지구온난화 1.5℃ 특별보고서(환경부 제작 2018. 12. 5)



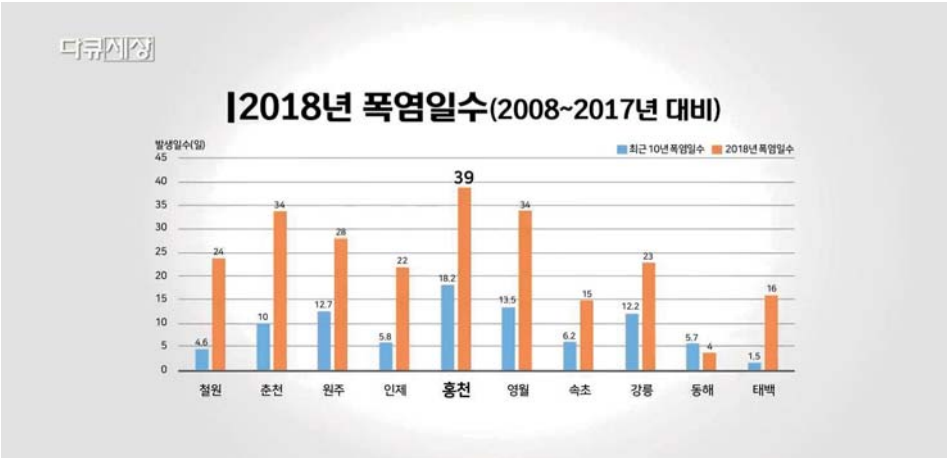
평균 온도 상승의 의미

과학자들이 아무리 말해도 당신이 현실부정하는 10년 후 팩트(그린피스, 2019. 8.26)



1도 상승으로 인한 피해 현황

2018년 폭염일수, 평년보다 2배 이상 늘어
KBS 다큐세상 인류의한계 온도1.5도씨(2019.11. 7)



메르스보다 많은 사망자를 발생시킨 한국의 폭염

통계청/홍윤철 교수



38명
메르스로 인한 사망(31주)



160명(통계청)~1천명(홍윤철 교수)
폭염으로 인한 사망(17주)

폭염과 오랜 가뭄으로 인한 대규모 산불 빈발

美 산불 12개주로 확산...'기후변화 재앙 예고편'(YTN뉴스, 2020.9.13)



'2018 폭염·2019 태풍'...올해는 '센 장마' 왜

MBC뉴스데스크, 2020. 8. 4



"늘어난 수분 흡수해 태풍 더 강력해져"

괴물 태풍 '하비' 키운 온난화...극단적 홍수 시대로'(JTBC뉴스 2017. 8. 31)



“인도 등 남아시아, 올 여름 수재민 4100만명 발생”
 괴물 태풍 '하비' 키운 온난화... '극단적 홍수 시대로'(JTBC뉴스 2017. 8. 31)



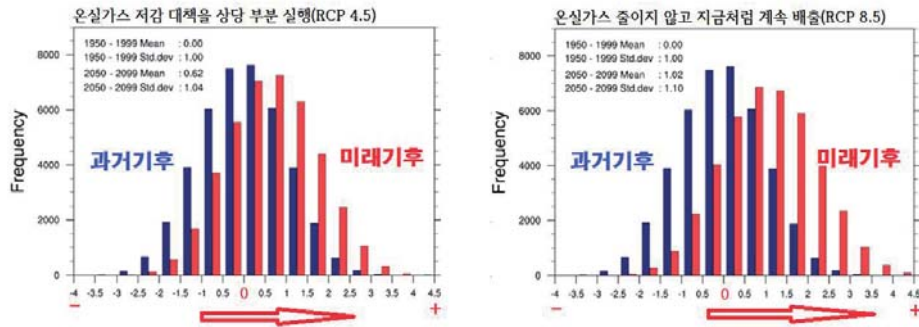
기후 난민
 세계 난민의 날 - 기후난민에 대해 들어보셨나요?(그린피스 서울사무소, 2020)



[취재파일] 기후변화, 최악의 고농도 미세먼지 잦아진다

SBS뉴스, 2019. 1.15

〈 기후변화에 따른 고농도 미세먼지 발생 기상조건 빈도수 변화 〉

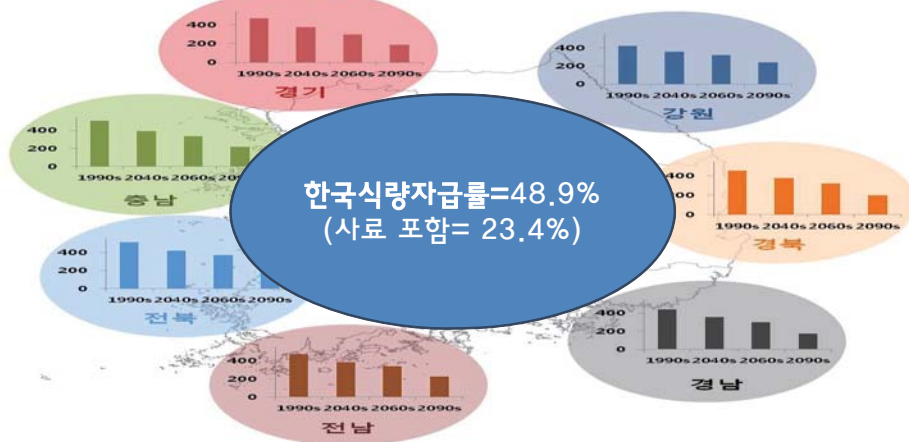


순식간에 도시 삼켜버린 거대한 '모래 폭풍' 현장

JTBC 사건반장, 2020. 9.16



기후변화로 2040년대 쌀 생산성 13.6% 줄어든다
RCP 8.5에 따른 연대별/도별 쌀 생산량 미래전망(농촌진흥청, 2016. 6.30)

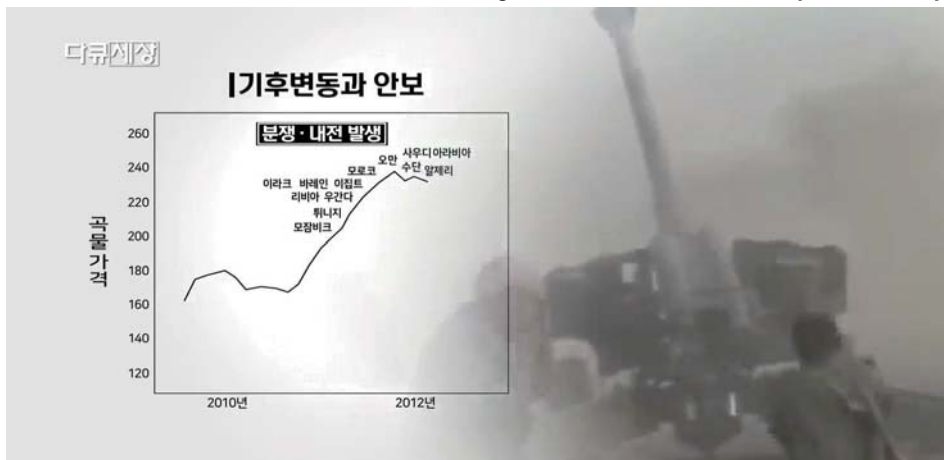


2010년, 러시아 가뭄/밀 수출 중단으로 분쟁과 내전 늘어

KBS 다큐세상 인류의한계 온도1.5도씨(2019.11. 7)



2010년, 러시아 가뭄/밀 수출 중단으로 분쟁과 내전 늘어
KBS 다큐세상 인류의한계 온도1.5도씨(2019.11. 7)



사스·메르스·코로나... 동물 병균, 기후 변화로 더 날뛰다

서울신문, 2020. 1.29

인류 위협하는 인수공통감염병 매개 동물

➤ 메르스 박쥐, 낙타

➤ 에볼라 과일박쥐, 침팬지

➤ 사스 박쥐, 사향고양이

➤ 에이즈 작은흰코원숭이, 붉은머리 망가베이

➤ 조류 인플루엔자 새

➤ 뎅기열, 뇌염 모기

➤ 쯔쯔가무시 신증후군출혈열 등줄쥐, 집쥐

➤ 렙토스피라 들쥐, 집쥐, 족제비, 개

➤ 브루셀라 염소, 양, 소



[人터view] 선을 넘은 녀석들 - 인수공통감염병의 비밀

YTN, 2020. 3. 28



인수공통감염병은 왜 발생하는 것일까

YTN 사이언스, 2020. 6. 1



인수공통감염병은 왜 발생하는 것일까

YTN 사이언스, 2020. 6. 1



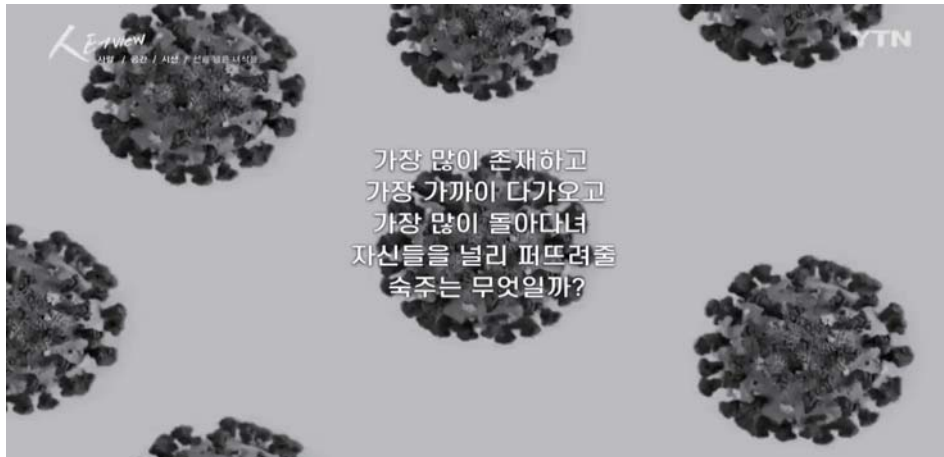
인수공통감염병은 왜 발생하는 것일까

YTN 사이언스, 2020. 6. 1



[人터view] 선을 넘은 녀석들 - 인수공통감염병의 비밀

YTN, 2020. 3. 28



전 세계 기후변화 피해액 현황

기후변화 돌이킬 수 없는 재앙인가 - 1부 지구가 보내는 경고(EBS, 2016.12.10)



전 세계 기후변화 피해 인구 현황

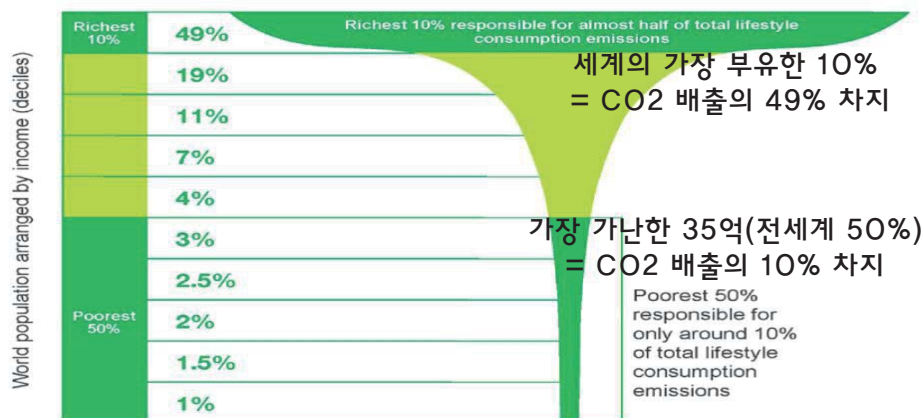
기후변화 돌이킬 수 없는 재앙인가 - 1부 지구가 보내는 경고(EBS, 2016.12.10)



기후불평등

OXFAM, 2015.12

Percentage of CO₂ emissions by world population



지구온도가 2도로 상승한다면

8년 밖에 남지 않은 시간... 1.5도에서 2도로 늘면
심상치 않은 북극 빙하...8년 밖에 남지 않은 시간(JTBC뉴스 2019. 9. 19)



8년 밖에 남지 않은 시간... 1.5도에서 2도로 늘면
 심상치 않은 북극 빙하...8년 밖에 남지 않은 시간(JTBC뉴스 2019. 9. 19)



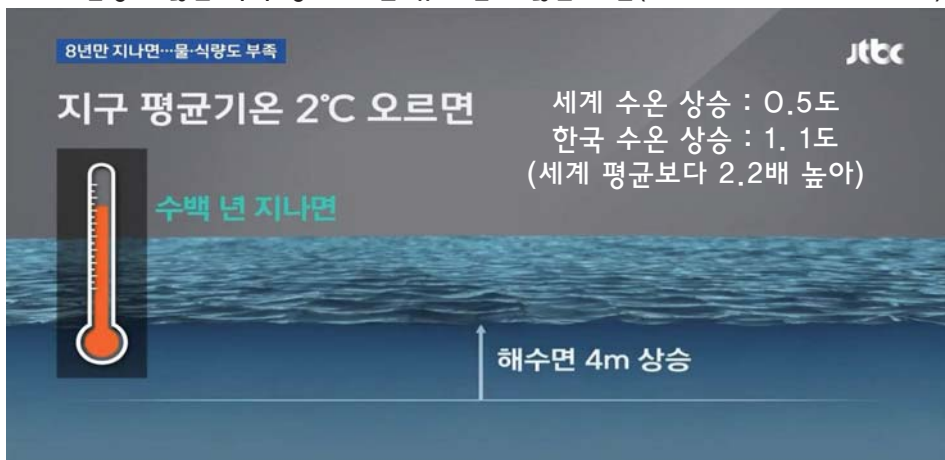
8년 밖에 남지 않은 시간... 1.5도에서 2도로 늘면
 심상치 않은 북극 빙하...8년 밖에 남지 않은 시간(JTBC뉴스 2019. 9. 19)



8년 밖에 남지 않은 시간... 1.5도에서 2도로 늘면
 심상치 않은 북극 빙하...8년 밖에 남지 않은 시간(JTBC뉴스 2019. 9. 19)



8년 밖에 남지 않은 시간... 1.5도에서 2도로 늘면
 심상치 않은 북극 빙하...8년 밖에 남지 않은 시간(JTBC뉴스 2019. 9. 19)



'기후변화 이대로면 10년 뒤 해운대·인천공항 잠긴다'

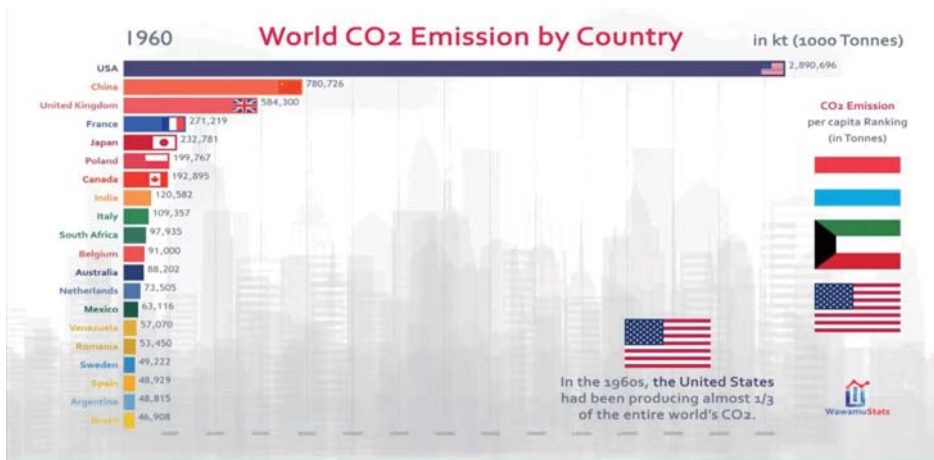
JTBC 뉴스룸(2020. 8.12)



세계의 온실가스 배출 현황

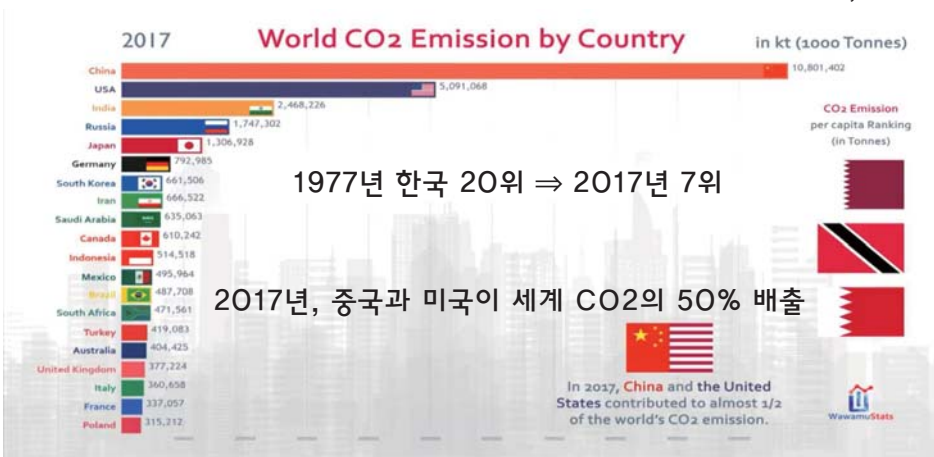
1960년~2017년까지 탄소배출 상위 20개국 비교

FUTUREARTH, 2020



1960년~2017년까지 탄소배출 상위 20개국 비교

FUTUREARTH, 2020

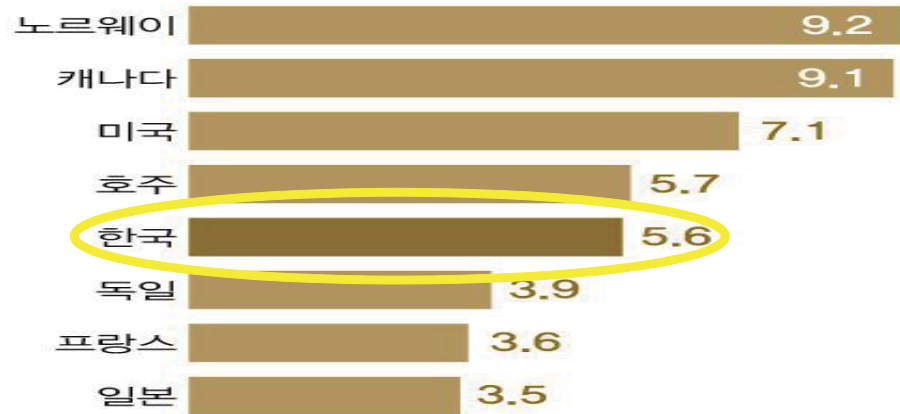


OECD 1인당 연간 전력 소비량 : 한국 5위

연합뉴스 2018. 4.16

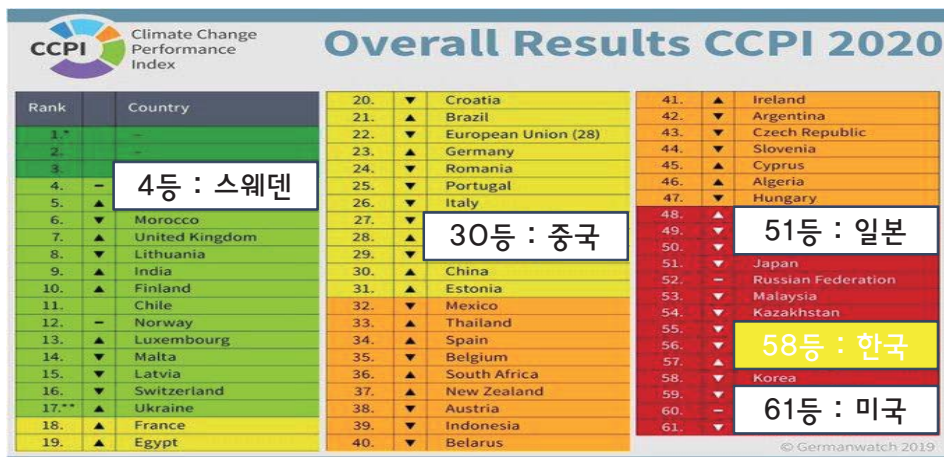
2016년 기준

단위: TOE

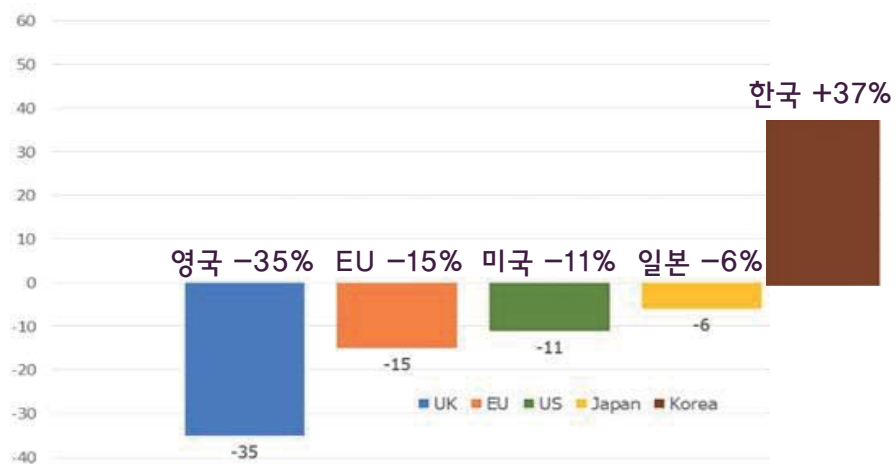


2019년 기준, 61개국 기후변화 대응 지수(CCPI)

THE CLIMATE CHANGE PERFORMANCE INDEX 2020: RESULTS



2000년 대비 2017년 온실가스 증가량 비교



한국, 세계 4대 기후악당에 등극하다

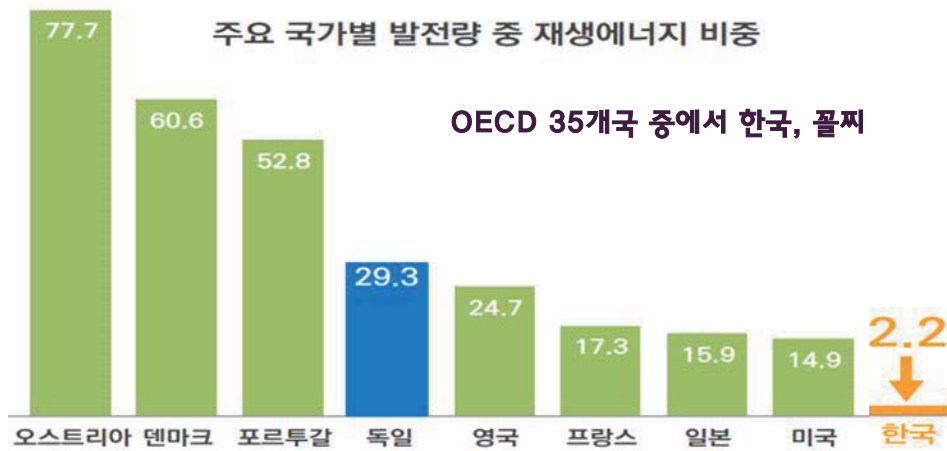
오마이뉴스(2018.9.6)

영국 기후변화연구기관 <<기후행동추적(CAT)>>(2018.4)

'세계 4대 기후악당(CLIMATE VILLAIN)'으로 지목

무엇이 문제인가?

RENEWABLE INFORMATION 2017 IEA



무엇이 문제인가?

2007년~2018년까지 미국 석탄 소비량(www.CEICDATA.COM)





무엇이 문제인가?

!!!

국내
미세먼지
최대 단일 배출원
온실가스
최대 배출원

석탄화력발전소 60기
+
신규 7기 건설중
해외 석탄 투자 2위

석탄화력발전소

현재 소비 수준을 유지하는데 필요한 국가별 지구 수

글로벌 생태발자국 네트워크(GFN), 2018



현재 소비 수준을 유지하는데 필요한 국가별 지구 수

글로벌 생태발자국 네트워크(GFN), 2018



현재 소비 수준을 유지하는데 필요한 국가별 지구 수

글로벌 생태발자국 네트워크(GFN), 2018



기후 재앙, 우리에게 남은 시간은?

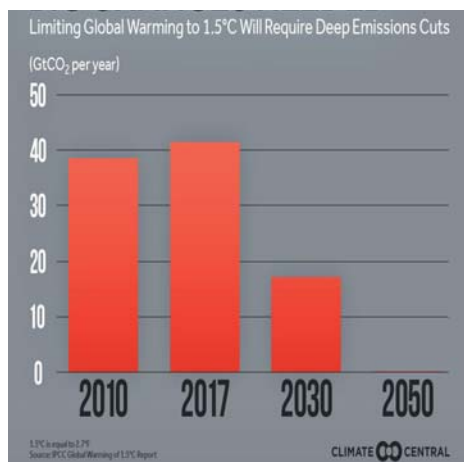
지구의 한계 온도 1.5도

KBS 다큐세상 인류의한계 온도1.5도씨(2019.11. 7)



한계 온도 1.5도 이내로 줄이려면

CLIMATE CENTRAL



* 2030까지 2010대비 최소 45% ↓

* 2050까지 석탄발전 0%
재생에너지 70~85%
넷제로(net-zero) 달성

기후위기, 얼마나 다급한가?

기후변화는 핵전쟁에 버금가는 위험요인이기 때문에
전시체제에 준하는 자원 및 인원 동원 체제를 갖추어야 한다.

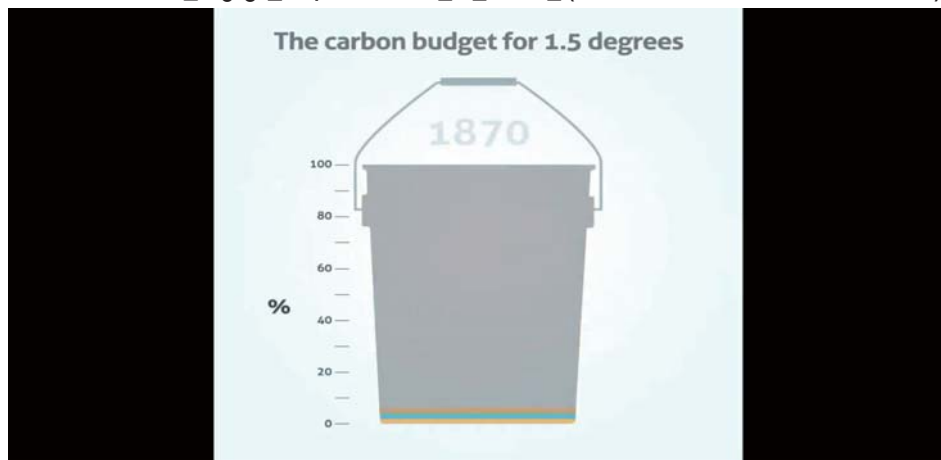
— 호주국립기후복원센터 연구팀 2019 보고서 —

앞으로 10년, 극적인 변환없으면 대파국 필연적

— 세계 기후과학자들(2018) —

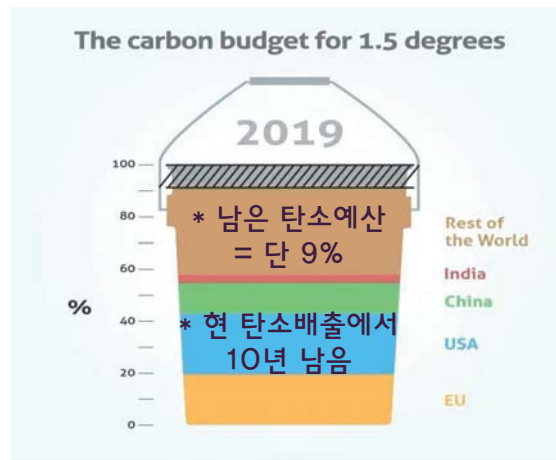
기후위기, 왜 10년 남았다고 했을까?

1.5도로 기온 상승을 억제하기 위한 탄소예산(GLOBALCARBONPROJECT.ORG)



기후위기, 왜 10년 남았다고 했을까?

1.5도로 기온 상승을 억제하기 위한 탄소예산(GLOBALCARBONPROJECT.ORG)



기후위기, 왜 10년 남았다고 했을까?

* 1년간 배출하는 CO2의 양(탄소예산) = 420억톤

* 안전하게 배출할 수 있는 CO2의 양(탄소예산) = 4,200억톤(2018)

2020년 9월 기준 남은 시간은 7년

심상치 않은 북극 빙하...8년 밖에 남지 않은 시간

JTBC뉴스, 2019. 9. 19



긴박한 기후 위기, 무엇을 할 것인가?

EU의 그린 딜

연합뉴스, 2020. 1. 17

EU '그린딜' 계획 일부 구체화... "원전 지원 제외" 첫 명시

송고시간 | 2020-01-17 06:55

f t v ... | 100% + -

소외지역 지원하는 '공정 전환 체계'서 원전·석탄연료 배제키로



'탄소제로' 그린딜 청사진 발표하는 EU 집행위원장
(브뤼셀 AP=연합뉴스) 우르줄라 폰데어라이엔 유럽연합(EU) 집행위원장이 11일(현지시간) 벨기에 브뤼셀 집행위 본부에서 EU를 최초의 '탄소 중립 대륙'으로 만들기 위해 기후변화 및 환경분야 청사진을 담은 '유럽 그린 딜'을 발표하고 있다.

미국의 그린 뉴딜

[포커스]경제 살리는 '그린 뉴딜' 한국만 잠잠(주간 경향, 2020. 3. 2)



독일, 2038년까지 탈석탄

연합뉴스, 2020. 1. 18

독일, 52조원 투입해 2038년까지 '석탄화력 종말'

등록: 2020-01-16 2

f t r ★

+ -

16일 경제장관·환경장관·재무장관 합동 발표
2030년까지 탄소배출 1990년의 55%로 감축
올해 당장 석탄화력 8곳 폐쇄... "즉각 실행 착수"



국제 많이 보는 기사

1. '독립 선언' 영 해리 부부, 봉부터 '왕실' 다 내려놓는다
2. 인생 후반기의 당성을 꿈꾸고 있나요
3. 트럼프 '스타 변호' 러... '르윈스키 스캔' 별검사도 참여
4. 중국 '우한 폐렴' 후 17명 확진... '준결' 앞두고 '비상'
5. 페이스북, 사진병을 '중구덩이'로 변역...



교육, 기후변화로 인한 위기를 정규교과 편성

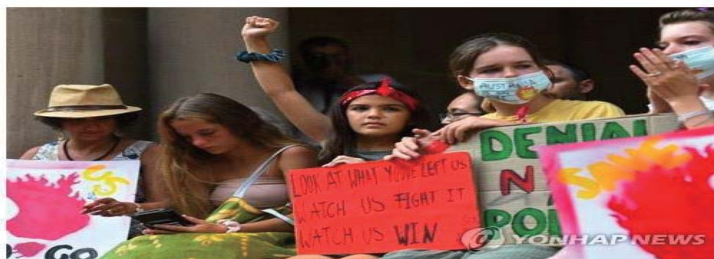
연합뉴스, 2020. 1. 13

최신기사

뉴질랜드, 기후변화 위기 정규교과로 편성... 11~15세 학생 대상

송고시간 | 2020-01-13 16:45

f t r ... |



기후변화 대응 촉구 시위에 나선 청소년들
[EPA-연합뉴스]

탄소중립 넷제로 목표국/도시 : 73개국, 396개 도시

ENERGY & CLIMATE INTELLIGENCE UNIT

NET ZERO EMISSIONS RACE

2019 SCORECARD



다보스에 오는 모든 회사들은 2050년까지 탄소배출 순제로 약속 요청

WWW.WEFORUM.ORG/AGENDA/2020/01

World Economic Forum asks all Davos participants to set a net-zero climate target



Klaus Schwab, founder and Executive Chairman of the World Economic Forum (WEF), addresses a news conference ahead of the Davos annual meeting in Cologny near Geneva, Switzerland, January 14, 2020.

Image: REUTERS/Denis Balibouse

100% 신재생에너지 약속 기업, 263개국(2020.10월 기준)

WWW.THERE100.ORG/RE100-MEMBERS

RE 100



LG화학, 한국 최초 RE 100 가입... 삼성전자 등 23개 기업 참여 의사

ZDNET KOREA, 20. 7.10

'RE100 1호기업' 탄생...바통 누가 이어받나

[이슈진단+] LG화학, 韓 최초 RE100 가입

박영민 기자 | 입력 :2020/07/10 13:49 -- 수정: 2020/07/10 16:53 | 산업일반



[웨비나] Oracle 클라우드 전환을 통한 획기적인 성능 향상 및 비용 절감 사례를 확인해보세요!

RE 100

일반인이 실천할 수 있는 일은?

쓰레기 안버리기, 분리수거 잘하기, 나무 심기,
1회용품 덜 쓰기, 장바구니/텀블러 이용하기?

이것만으로는 너무 늦다.
현재의 1도 상승은 20~30년 전의 온실가스 배출로 인한 것.
가장 빠르고 효과 높은 일은?

- 채식 위주의 식생활과 음식물 쓰레기 최소화
 - 그린 뉴딜, 녹색 정치인에 투표
 - 에너지 절약과 재생에너지 실천
- 걷기, 자전거, 녹색대중교통 도시 만들기
 - 녹색 소비와 자원 재활용

플랜 드로다운(Plan Draw Down) - 솔루션 1~10위

[HTTPS://DRAWDOWN.ORG/](https://drawdown.org/)

1	풍력발전용 터빈(육상) Onshore Wind Turbines	147.72
2	태양광 발전단지 Utility-Scale Solar Photovoltaics	119.13
3	음식물 쓰레기 최소화 Reduced Food	94.56
4	채식 위주의 식단 Plant-Rich Diets	91.72
5	건강과 교육 Health and Education	85.42
6	열대림 복원 Tropical Forest Restoration	85.14
7	안전한 취사 스토브 Improved Clean Cookstoves	72.65
8	분산된 태양광발전 Distributed Solar Photovoltaics	68.64
9	냉매 관리 Refrigerant Management	57.75
10	대체 냉매 Alternative Refrigerants	50.53

플랜 드로다운(Plan Draw Down) - 솔루션 합산

[HTTPS://DRAWDOWN.ORG/](https://drawdown.org/)

1. 태양광 발전단지 119.13 + 분산된 태양광발전 68.64 + 태양열 온수 14.29 = 202Gt

2. 음식물쓰레기 최소화 94.56 + 채식위주의 식단 91.72 = 186Gt

3. 열대림 복원 85.1 + 조림35.9 + 온대림27.8 + 삼림보호 8.7 + 초원/연안습지 보호 5.7 = 163.2Gt

4. 풍력발전(육상) 147.72 + 풍력발전(해상) 11.42 + 풍력발전(마이크로) 0.13 = 159Gt

*** 태양광 202Gt : 석탄화력발전소 약 7,400개 10년간 CO2발생량**

건강과 교육 85.4Gt

대중교통23.3 + 자전거 인프라6.6 + 전기자전거4. + 걷기 좋은 도시 5.4 +

전기/Hybrid자동차 20.3 + 수송(승차공유+트럭+선박+전기기차+고속철도+비행기) 24.6 = 84.4Gt

재활용6 + 재생지1.9 + 폐기물 에너지 3 + 바이오 플라스틱 3.8 + 퇴비화 3.1 = 17.9Gt

태양광 설치, 한국땅은 좁다?



태양광 설치, 한국땅은 좁다?



세종시 자전거도로 태양광발전소 = 년600가구 전력

태양광 설치, 한국땅은 좁다?

“우리 나라 연간 전력량(8400만 Kw)을 태양광만으로 생산하려면
국토 면적(10만km²)의 1%(840km²)면 충분”

이성호 전북대 교수(전 신재생에너지센터 소장)



“중소규모 공장 지붕(10GW) + 주택지붕 + 도로 + 교량 + 제방에
햇빛발전소 설치하면 최소한 해발전소 30기 이상 생산 가능”

박승옥 서울시민햇빛발전소 이사장(프레시안 2018.2.3)

충주 다목적댐 청풍호 수상 태양광 = 연간 950가구

태양광 설치, 한국땅은 좁다?

SOURCE: TESLA

**"서울 건물 지붕 30%만 태양광
깔면 서울 전기의 30% 공급"**
미국 신재생에너지 전문가 존번 교수
(한겨레 2017. 6. 1)

**"세계의 모든 전기를
태양광만으로 발전 가능"**
테슬라 CEO 엘론 머스크

태양광 설치, 한국땅은 좁다?



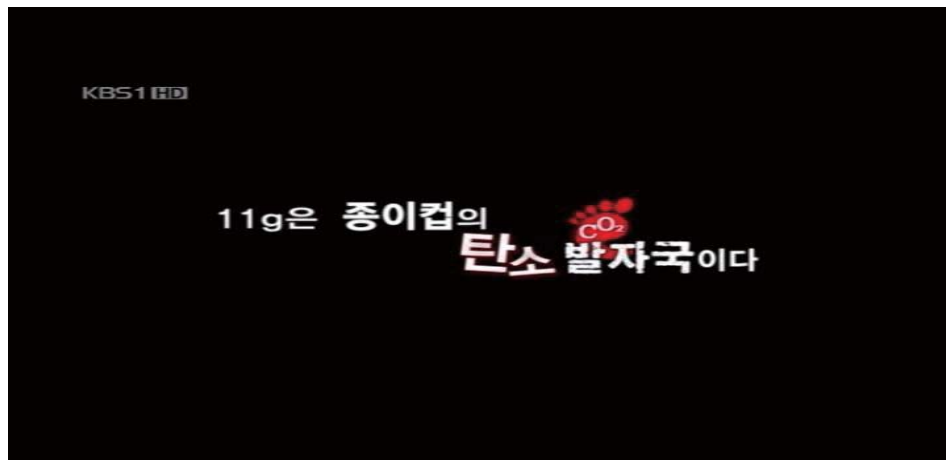
RE100을 뛰어 넘는, 에너지 플러스 하우스



기후 위기와 밥상의 불편한 진실

탄소 발자국

KBS, 환경스페셜, 2008



탄소 발자국

KBS, 환경스페셜, 2008



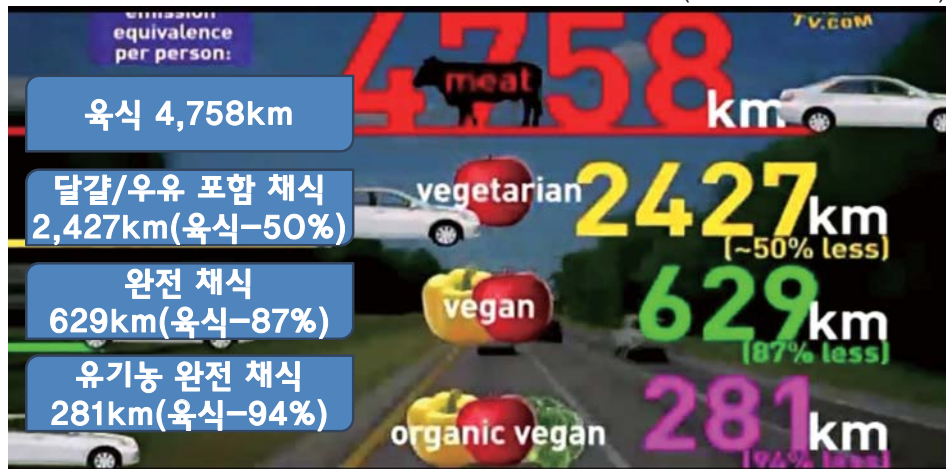
탄소 발자국

KBS, 환경스페셜, 2008



식사 유형별 1년간 1인당 온실가스 배출량 비교(중형 자동차)

VEGAN DIET DRAMATICALLY REDUCES CARBON FOOTPRINT(SUPREMEMASTERTV.COM)



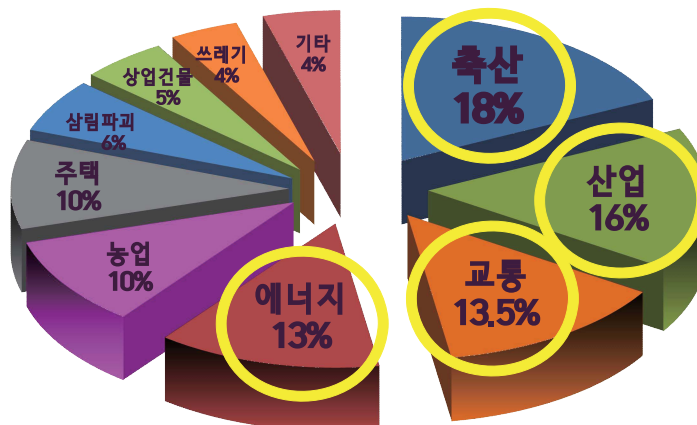
지구 온난화에 공장식 축산업이 끼치는 영향

UN, 식량농업기구(FAO) 보고서 - 『축산업의 긴 그림자, 2006』



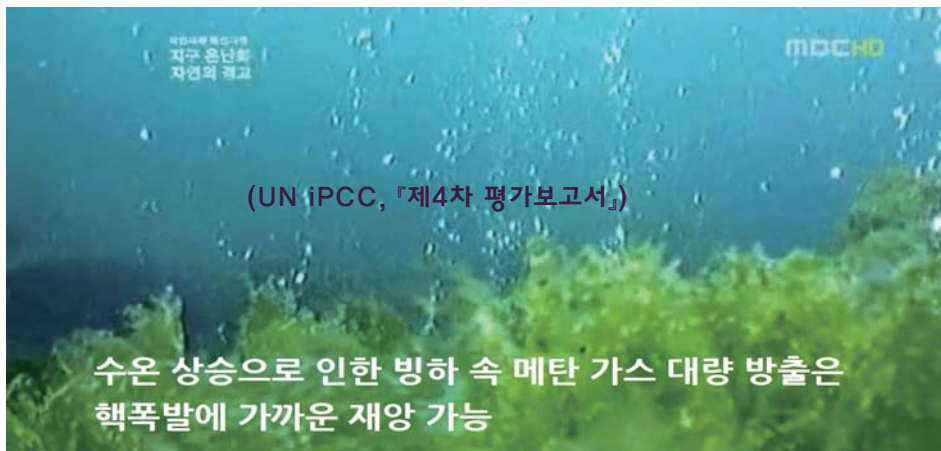
전 세계 온실가스 배출 비율

UN, 식량농업기구(FAO) 보고서 - 『축산업의 긴 그림자, 2006』



빙하가 녹으면 더욱 위급한 것은?

자연재해 특집 다큐 - 지구온난화 자연의 경고(MBC, 2007.12.13)



"시베리아 38도 폭염, 영구동토층에 갇혀 있던 막대한 온실가스 방출"

시베리아 북극에 웬 산불... 결국 사람 탓 (2020.07.16 뉴스데스크 MBC)

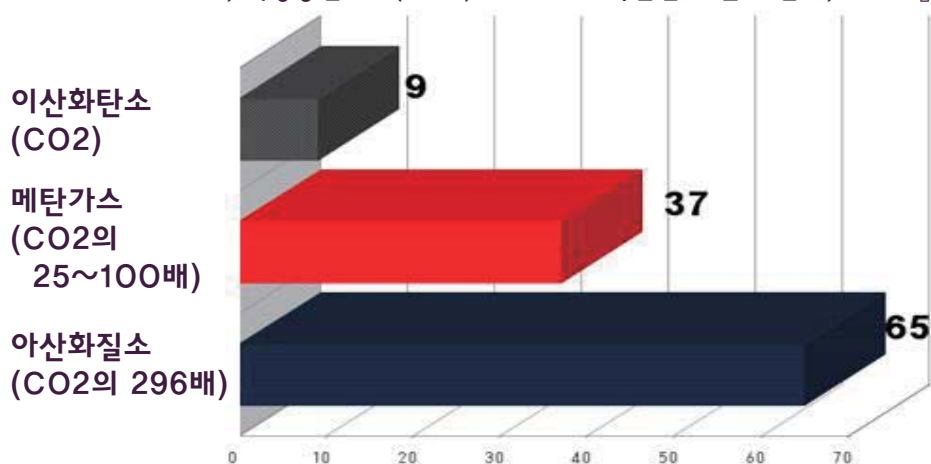


메탄가스, 이산화탄소보다 21~100배 강력한 온실가스

- 농업/산업/동물과 인간의 배설물/식량생산과 소비로 인한 유기성 폐기물 → 분해 과정에서 메탄 생성
 - 벼농사 논 : 세계 메탄 총량의 9~19%(『플랜 드로다운(2017)』)
 - 매립지 : 세계 메탄 총량의 12%
 - 축산 : 세계 메탄 총량의 37%(UN, 『축산업의 긴 그림자(2006)』)
-
- 100년 기준, 메탄의 열보존력은 CO₂의 25배
 - 20년 기준, 메탄은 CO₂의 72배(UN IPCC, 『제4차 평가보고서』)
 - CO₂는 수천년간 지구를 덥히지만, 메탄은 10년이면 거의 사라짐.

지구온난화에 공장식 축산업이 끼치는 영향

UN, 식량농업기구(FAO) 보고서 - 『축산업의 긴 그림자, 2006』



지구위기 해결의 가장 쉽고 빠른 길

월드워치연구소 매거진(2009), 헤럴드경제(2016. 6.21)

UN의 2006년 보고서는

축산업이 지구온난화의 18% 원인을 제공한다고 추산했지만
자료를 보완한 결과, 보수적으로 계산해도 51% 이상을 차지한다.
월드워치연구소 매거진(2009년)

런던 왕립국제문제연구소의 경고

"우리 식습관의 근본적 변화만이
목축업으로 인한 탄소 배출량을 줄이는 유일한 해결책"

헤럴드경제 2016.6.21

인간의 채식이 지구온난화 대처 숨통 트이게 할 수 있어

연합뉴스 2020. 9. 8

미국 뉴욕대 연구팀, 네이처(Nature) 지속가능성에 발표

* 육류·유제품 생산(세계 농경지의 83% 차지) 대신,
콩/견과류로 대체시
러시아 크기(700만km²=남한32배)
식생 복원해 CO₂흡수

= 2050까지
332~547 Gt의 CO₂ 제거
(석탄화력발전소 1만~2만개의
10년간 CO₂배출량)

* 플랜 드로다운 1위 태양광 = 202 Gt



공장식 축산업에 탄소세 부과해야

뉴스한국-파이낸셜 타임스 인용 2010년 2월 19일

* 소 1마리가 1년간 트림/방귀만으로 메탄 180kg 방출
= 중형 자가용 1.6대의 1년간 CO2 배출량

* 전 세계 자동차는 20억대, 소는 15억마리 ...
중형 자가용 24억대의 1년간 CO2 배출량

뉴스한국-파이낸셜타임스(FT) 2010년 2월 19일



UN의

축산업 탄소세 부과 움직임

미국·브라질 축산업계 큰 타격



우리는 고기를 별로 안먹는 것 같은데?

한겨레2016. 4.15/조선2017. 6. 7

한국인, 아시아인 중 육류 섭취 1위, 생선 1위

한겨레2016.4.15/조선2017.6.7

1970년에 비해 육류 섭취량 9.8배 폭증



식사 비율	식물성 음식	동물성 음식
미국인	76%	24%
한국인	80%	20%

“하루 섭취 음식물 20%는 동물성” 2009. 1. 4. 경향신문
(2007 국민건강영양조사 자료를 인용한 경향신문 기사에서 인용)

중국 보건부 규정식 권고안 "육류소비 50% 줄여 온실가스 저감"
한겨레/헤럴드경제 2016.6.21



세계 최대 비만국 중국(=9천만),
국가별 육류소비 세계 1위(31%)

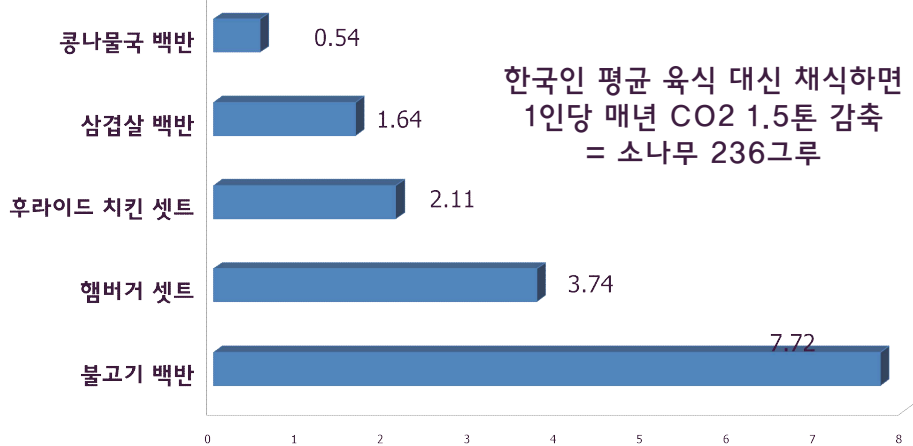
한국인 하루 육류섭취=140g

2030년까지 육류 절반으로 줄여(=하루 40~75g) 성인병 예방

권고안이 지켜지면 중국 축산업계에서 배출되는 이산화탄소량을
2030년 예상치보다 10억t(=중형차 4억만대 CO2) 감축~

식단별 탄소 발자국

환경부, 『음식물의 에너지 소모량 및 온실가스배출량 산정 연구』(2010)



한국인 평균 육식 대신 채식하면
1인당 매년 CO2 1.5톤 감축
= 소나무 236그루

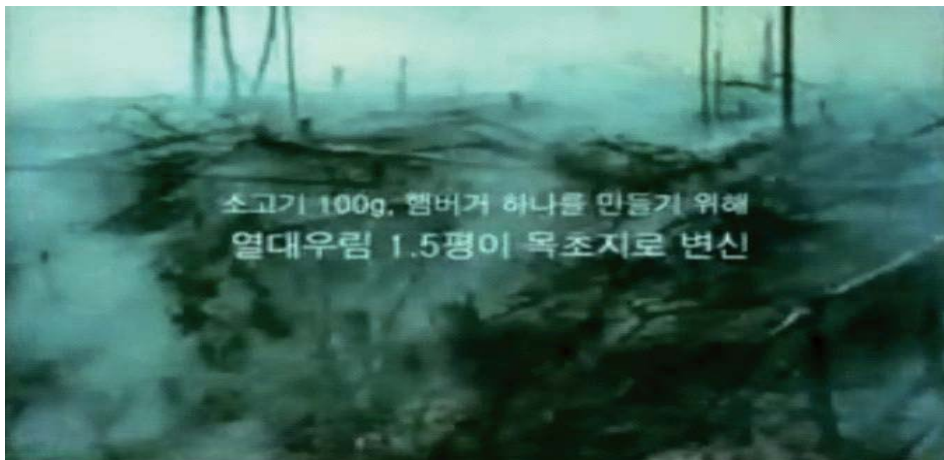
축산과 사막화

햄버거 커넥션(HAMBURGER CONNECTION)(EBS지식채널E, 2011.10.26)



축산과 사막화

햄버거 커넥션(HAMBURGER CONNECTION)(EBS지식채널E, 2011.10.26)



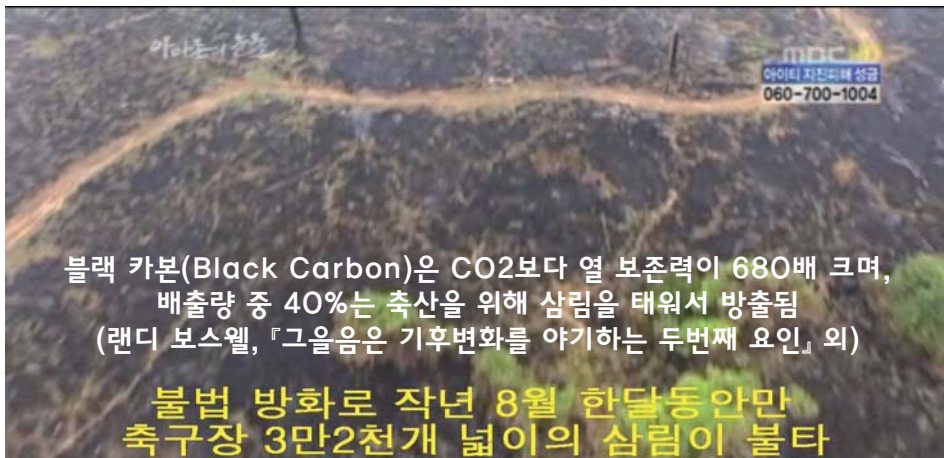
아마존 밀림 파괴의 주범, 축산

아마존의 눈물3부(MBC 2010.1.29)



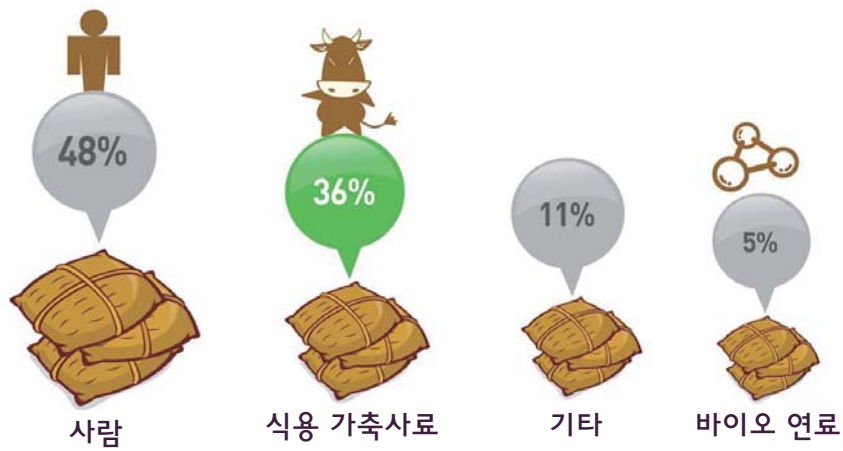
아마존 밀림 파괴의 주범, 축산

아마존의 눈물3부(MBC 2010.1.29)



세계의 기아와 축산 : 전 세계의 식량 사용 현황

미국 월드와치연구소



축산과 식량, 기아

MBC다큐 농업이 미래다 12-국가의 조건, 식량안보(2020.5.11)



축산과 식량, 기아

MBC다큐 농업이 미래다 12-국가의 조건, 식량안보(2020.5.11)

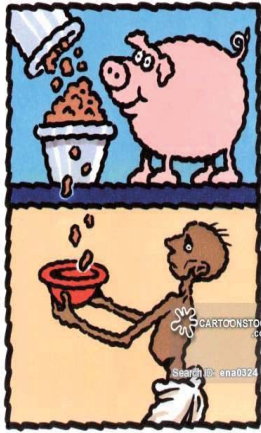


축산과 식량, 기아

햄버거 커넥션(HAMBURGER CONNECTION)(EBS지식채널E, 2011.10.26)



축산과 식량, 기아



전 세계에서 굶주리는 사람의 수는 무려 **10억명!!**
 동물사료로 먹여 살릴 수 있는 사람 수는 **20억명!!**

나의 한끼에 사용된 물발자국?

1. 쇠고기 1인분(250g) + 콜라 500g
2. 햄버거 1개 + 우유 1잔
3. 파스타 1접시 + 우유 1잔 + 달걀 1개 + 초콜릿 1개
4. 피자 1판 + 우유 1잔
5. 밥 1공기 + 바나나 1개 200g + 김치 100g + 감자볶음 100g

나의 한끼에 사용된 물발자국?

1. 쇠고기 1인분(250g) + 콜라 500g = 3,855 kg
2. 햄버거 1개 + 우유 1잔 = 2,655 kg
3. 파스타 1접시 + 우유 1잔 + 달걀 1개 + 초콜릿 1개 = 1,851 kg
4. 피자 1판 + 우유1잔 = 1,515 kg
5. 밥1공기(250kg)+바나나 1개(0.16kg)+김치(13kg)+감자볶음(29kg)=292kg

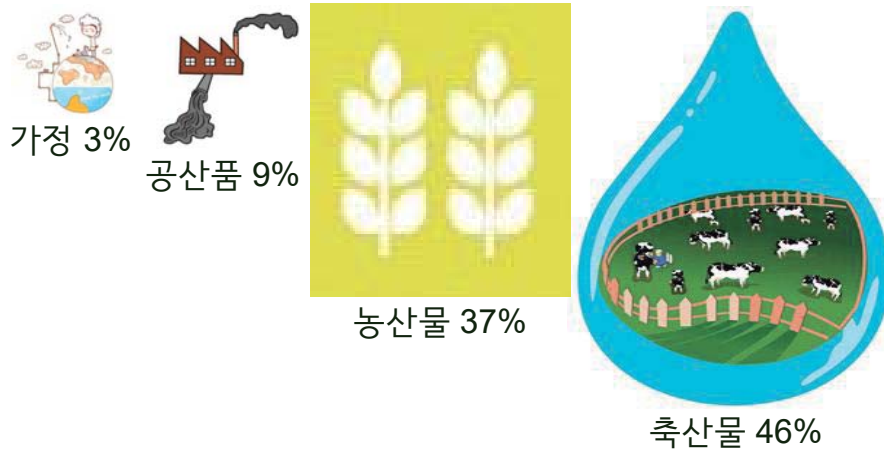
음식의 물발자국

꼼꼼한 경제 "물 발자국 지표 아시나요" (JTBC 2015.11.11) / NEWS G (EBS 2016. 3.22)



음식의 물발자국 : 전 세계 물 사용 비율

유럽연합(EU) 28개국 비교 논문



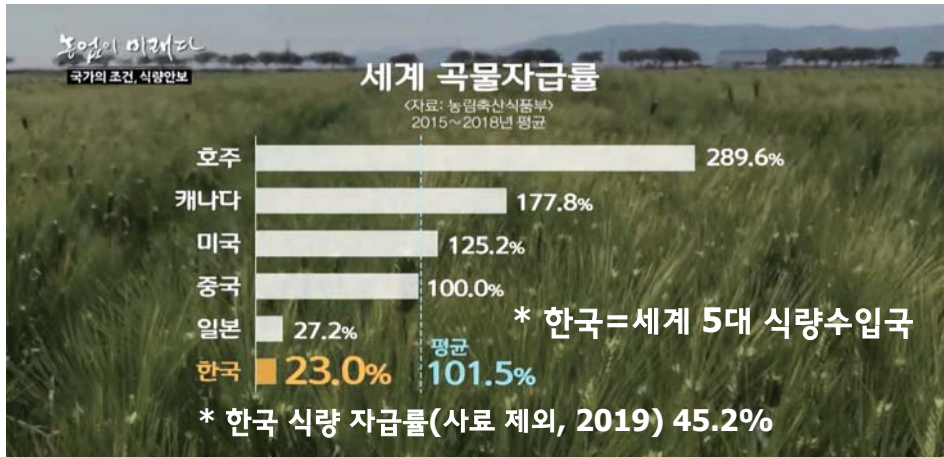
음식의 물발자국

EBS지식채널E "당신의 물 발자국" (2011.3.21)



우리가 먹는 음식은 어디서 오는가?

MBC다큐 농업이 미래다 12-국가의 조건, 식량안보(2020.5.11)



음식의 물발자국

NEWS G "오늘 내가 사용한 물은 얼마나 될까" (EBS 2016. 3.22)



건강·환경 둘 다 잡았다,미 '식물성패티' 햄버거 인기
JTBC뉴스(2018. 1.25)



소박한 밥상의 생태영양학

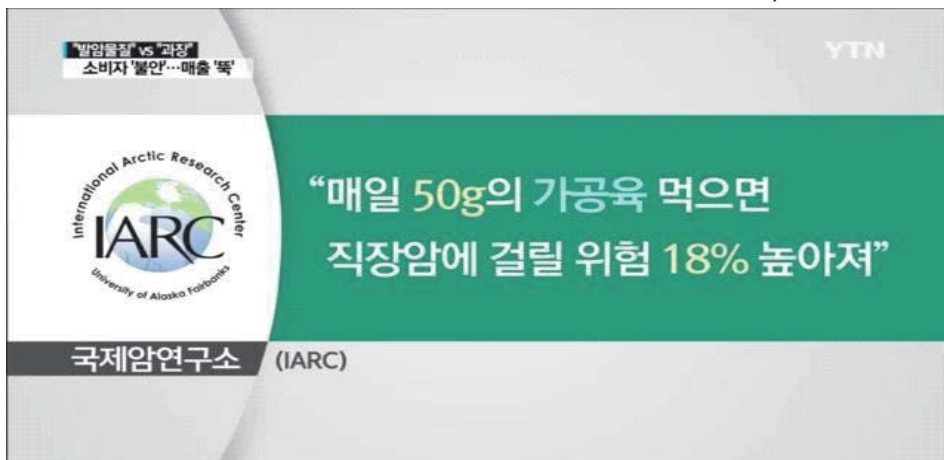
WHO '가공육 1급 발암물질'...소비자 불안 확산

YTN, 2015.10.28



WHO '가공육 1급 발암물질'...소비자 불안 확산

YTN, 2015.10.28

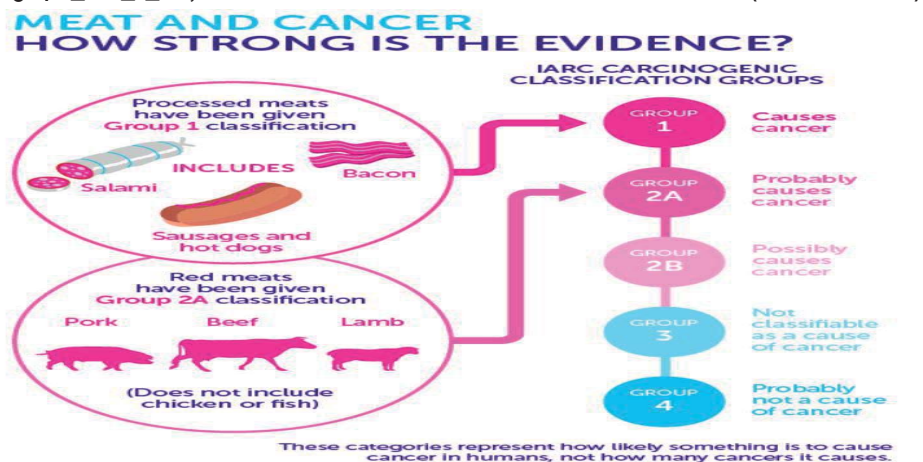


WHO '가공육 1급 발암물질'...소비자 불안 확산

YTN, 2015.10.28

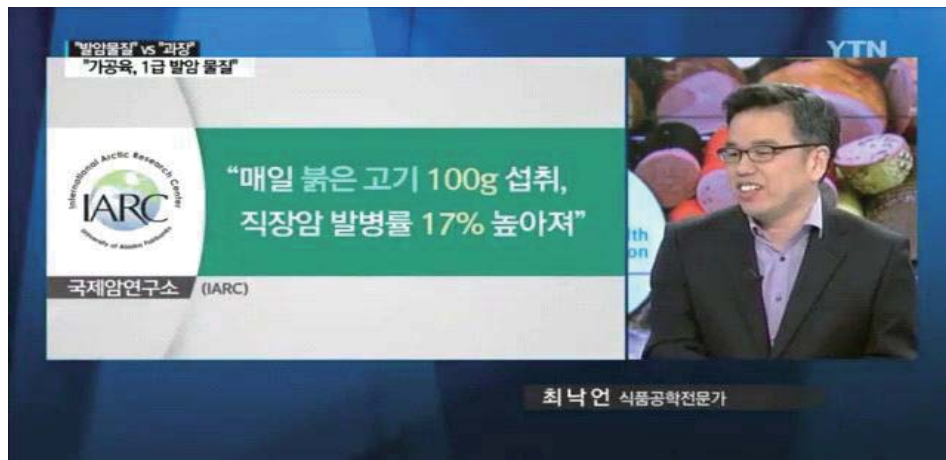


WHO(세계보건기구), 가공육류/붉은 고기 발암물질 분류
영국 인디펜던트, PROCESSED MEAT AND CANCER LINK(2015.10.26)



WHO '가공육 1급 발암물질'...소비자 불안 확산

YTN, 2015.10.28



[내몸보고서] 한국인 발병률 세계 2위... '대장암'

YTN 사이언스, 2019. 9.17



영국 대장암 예방 위해 적색육과 가공육 하루 70g 이하로 줄여라
영국 메디컬뉴스 투데이, 2011.2.25

영국 보건부

“대장암 예방 위해 적색육과 가공육 하루 70g 이하로 줄여라”



영국 정부 차원, 처음으로 1일 섭취량까지 제한
70g=구운 고기 슬라이스 2쪽, 햄 슬라이스 3쪽

한국 2008 암환자 4명중 1명이 대장암
전체 3위-곧 1위 예상(영국/미국=3위,일본=2위)

잘 계획된 채식은 건강

미국영양협회 저널 제97권, 1997

“잘 계획된 완전채식과 우유와 달걀을 포함하는 채식은
임신기간과 수유기간을 포함하는
생애의 모든 시기를 충족시켜줄 수 있으며,
유아·어린이·청소년의 영양적 요구를 만족시키고
정상적인 성장을 돕는다.”

“미국영양협회(ADA)의 입장 : 채식주의 식사”

『미국영양협회 저널제97권』(1997)

동물성 식품은 꼭 필요한가?

미국 농무부, 1996

“사람에게는 동물성 식품이 필요하지 않다.”

(1996년 미국 농무부)

“붉은 고기의 섭취량은 ‘0’이어야 한다”

(세계적인 노화연구자인 미국 텍사스주립대학의 유명팔 박사)

단백질, 채식에 대한 일반의 미신

미국영양협회, "고기를 안먹는 식사가 대세가 된다"(2003)

“미국 청소년들 중 3분의 1이 채식주의가 될 것을 고려중이라 한다 . . . 채식에 대한 일반의 미신은 단백질과 같은 특정 영양소를 섭취하기 어렵다고 생각하는 점이다. 콩 제품은 성장과 세포 유지에 필요한 고급 단백질을 제공할 수 있다 . . . 육류가 없이 영양적으로 잘 맞는 가족들의 식단을 짜는 것은 빠르고 쉬우며, 경제적이다.”

모유의 단백질 함량 비교(칼로리 기준)

미국 농무부, 1996

	모유의 칼로리 중 단백질 비율	몸무게 2배되기까지 걸리는 시간
사람	5 ~ 7%	180일
말	11%	60일
소	15%	47일
염소	17%	19일
개	30%	8일
고양이	40%	7일
쥐	49%	4일

식물성 식품에는 필수 아미노산 중 일부가 없다?

농촌진흥청, 식품성분표 제6개정판(2001)

식 품 명	단 백 질 함 량 (g)	식품 가식부 100g당 함유되어 있는 필수 아미노산 함량(mg)													
		이 소 루 신	루 신	라 이 신	함황아미노산			방향족아미노산			트 레 오 닌	트 립 토 판	발 린	히 스 티 딘	아 르 기 닌
					메 티 오 닌	시 스 테 인	합 계	페 닐 알 라 닌	티 로 신	합 계					
두부 한 모(400g)	36.8	1736	2736	2092	468	616	1084	1824	1160	2984	1416	444	1716	824	2752
마른 대두(100g)	32.7	1509	2308	1946	392	321	713	1517	883	2399	1124	412	1557	777	2254
쇠고기 안심(100g)	21.7	973	1667	1891	456	223	679	833	695	1528	905	221	991	719	1389
돼지 삼겹살(100g)	18.6	923	1513	1662	412	211	623	753	665	1418	831	207	966	739	1293
두부 반 모(200g)	18.4	868	1368	1046	234	308	542	912	580	1492	708	222	858	412	1376
달걀 2개(100g)	13.7	728	1131	950	412	326	738	687	554	1242	625	195	859	318	897
우유 2컵(400g)	13.2	644	1176	928	304	84	388	588	572	1160	528	124	772	304	432

단백질이 가장 적은 식품인 배추의 필수 아미노산 함량

농촌진흥청, 식품성분표 제6개정판(2001)

식 품 명	단 백 질 함 량 (g)	식품 가식부 100g당 함유되어 있는 필수 아미노산 함량(mg)													
		이 소 루 신	루 신	라 이 신	함황아미노산			방향족아미노산			트 레 오 닌	트 립 토 판	발 린	히 스 티 딘	아 르 기 닌
					메 티 오 닌	시 스 테 인	합 계	페 닐 알 라 닌	티 로 신	합 계					
배추	1.1	21	30	32	7	9	16	18	13	31	26	6	30	14	34

고단백질은 건강에 해롭다

조셉 머콜라, 『케톤하는 몸』(판미동, 2019)

- * 고단백질 식단은 고탄수화물 식단보다 더 위험
 - 단백질의 아미노산은 당으로 전환되어 인슐린 분비 자극
 - 필요량보다 많은 섭취는, 신장에서 늘어난 질소 쓰레기 제거에 과부하
 - 열량 제한의 효과는 단백질 섭취 감소하면 나타나며, 특히 육류에 많은 메티오닌 아미노산 섭취 감소의 결과.
 - 과잉 단백질은 노화촉진자인 IGF-1 호르몬 생성 자극 (IGF-1 생산이 적은 동물일수록 장수하고, 질병 발병률 낮음)
- * 단백질 아미노산은 mTOR 경로를 강하게 자극하여 노화 촉진
 - 모든 암은 mTOR 활성화와 연관되며,
 - mTOR 경로가 자극되지 않아야 세포 복구/유지, DNA복구, 세포내 항산화제 활성화, 오토파지(세포 속 쓰레기 청소)

단백질 얼마나 필요한가

나단 프리티킨(NATHAN PRITIKIN)

“칼로리가 부족하지 않는한
단백질이 부족한 식단을 짜는 영양전문가는 없다.
단백질은 전체 칼로리 중 5~6%만 있으면 된다.
일반적 식단에서 9% 이하를 섭취하는 것은 불가능하다.”
- 미국 최고 권위의 영양학자, Nathan Pritikin -



- * 성인 여성 1일 권장 칼로리(2000)의 6% = 120칼로리
- * 단백질 1g = 4칼로리
- * 콩잡곡밥 2공기(240g)의 단백질 = 30g
- * 30g × 4칼로리 = 120칼로리

단백질 섭취량에 따른 체내 칼슘 평형 실험

미국 위스콘신 대학

피험자	단백질섭취량 (g/일)	칼슘 섭취량 (mg/일)	인 섭취량 (mg/일)	체내 칼슘평형 (mg/일)
19~22세(9명)	47 g	500 mg	800 mg	+ 31 mg
	95 g			- 58 mg
	142 g			- 120 mg
	47 g	800 mg	1000 mg	+ 12 mg
	95 g			+ 1 mg
	142 g			- 85 mg

단백질 유형별 요증 칼슘 배설량

Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, Vol 66, 140-146, 1988.



- * 15명의 젊고 건강한 사람들 12일간 식사
- * 소금·칼륨·칼슘·인·마그네슘과 단백질 함량을 인위적으로 동일화
- * 함황 아미노산 함량만 차이
- * WHO “채식위주의 식사는 칼슘 요구량이 더 낮아도 된다”

식품의 칼슘함량과 흡수량 순위(1끼 식사)

순위	식품명	칼슘량 (mg)	흡수율 (%)	흡수량 (mg)	순위	식품명	칼슘량 (mg)	흡수율 (%)	흡수량 (mg)
1	케일 1점식(100g)	320	58.8 **	188.2	13	겨자잎(72g)	64 **	57.8 **	37.0
2	두부 1/2모(200g)	318	31.0 *	98.6	14	시금치(chinese)(85g)	347 *	8.36 *	29
3	체다 치즈(42g)	303 *	32.1 *	97.2	15	마른멸치(중)10개(10g)	129	10	13
4	배추(chinese cabbage floewr leaves)(85g)	239 *	39.6 *	94.7	16	브로콜리(71g)	35 *	61.3 *	21.5
5	겨자잎(chinese)(85g)	212 *	40.2 *	85.3	17	아몬드 구운것(28g)	80 **	21.2 **	17.0
6	우유 1컵(200g)	210	32.1 *	67.4	18	배추(green)(75g)	25 **	64.9 **	16.2
7	마른 흰깨 2수저(20g)	249	20.8 **	51.8	19	위터크래스(크레송)(17g)	20 **	67.0 **	13.4
8	순무잎 (72g)	99 **	51.6 **	51.1	20	삶은 강낭콩(86g)	44.7 *	26.7 *	11.9
9	요구르트(120g)	150 *	32.1 *	48.2	21	컬리플라워(62g)	17 **	68.6 **	11.7
10	두유 1컵(200g)	154 3)	31.0 **	47.7	22	무(Radish)(50g)	14 **	74.4 **	10.4
11	배추(chinese)(85g)	79 **	53.8 **	42.5	23	삶은 팥(172g)	40.5 *	24.4 *	9.9
12	삶은 대두(흰콩)(50g)	123	31 ***	38	24	고구마(164g)	44 *	22.2 *	9.8

식품의 칼슘함량과 흡수량 순위(1끼 식사)

※ 출처 :

* : Connie M Weaver, William R Proulx, and Robert Heaney, "Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet," Am J Clin Nutr 1999;70(suppl):543S 8S의 내용을 그대로 옮긴 것

** : Heaney(1990)와 Weaver(1994)의 연구를 인용한 "Food Sources of bioavailable Calcium"에 나온 내용을 옮긴 것. 승정자(숙명여대 식품영양학과 교수), "골다공증의 관리," 숙명여대 사이버 임상영양전문가 과정 : 『치료식사요법 III』, 4쪽.

*** RP Heaney, CM Weaver and ML Fitzsimmons, "Soybean phytate content : effect on calcium absorption," 『American Journal of Clinical Nutrition』, 1991, Vol 53, 745-747에 의함.

1) : 마른 멸치의 경우 크기에 따라 칼슘 함량이 다양한데, 여기에서는 농촌진흥청의 식품성분표에 나온 '멸치 자건품-중멸치'를 기준으로 한 함량임. 마른멸치 중에서, 큰멸치는 100g당 1905mg, 중멸치는 1290mg, 잔멸치는 902mg의 칼슘 함유농촌생활연구소, 『식품성분표 제6개정판(2001년) 제1편』(농촌진흥청, 2001).

2) 정은영(생물학박사) 역음, 『소화, 위대한 드라마』(동아사이언스, 2002), 25쪽에 나온 멸치나 콩치의 칼슘 흡수율 10~20% 중에서 작은 값인 10%를 멸치의 흡수율로 임의로 정한 값.

3) 칼슘제가 보강되어 있는 정식품의 "토들러" 200ml 1팩의 칼슘 함량임.

※ 나머지 아무런 표기가 되어 있지 않은 칼슘 함량은 『한국인 영양권장량-제7차개정』(한국영양학회, 2000)에 의함.

비건은 칼슘 섭취 더 적어도 충분

미국영양협회 저널 제97권, 1997

“순수채식가(vegan)들은 동물성음식을 먹는 사람들보다 칼슘을 더 적게 섭취해도 충분하다고 밝혀졌다. 왜냐하면, 완전채식(vegan) 식단의 경우, 총 단백질 섭취량이 낮고 알칼리성 음식은 충분히 섭취하여 체내 칼슘을 보존하는 효과가 있기 때문이다.”

“미국영양협회(ADA)의 입장 : 채식주의 식사”

『미국영양협회 저널제97권』(1997)

완전 식품에 대한 오해, 달걀

한국인영양권장량(한국영양학회, 2000)

성인
1일 엽산 필요량을
섭취하려면

- 달걀 100개
- 고구마 3~4개
- 시금치 150g
- 생미역 170g

성인
1일 칼슘 필요량을
섭취하려면

- 달걀 30개
- 두부 1.5모
- 케일 220g
- 참깨 57g

'완전 식품'이라는
달걀에 zero인 성분

- ☞ 식이섬유
- ☞ 베타 카로틴
- ☞ 비타민 C
- ☞ 파이토 케미컬

완전 식품에 대한 오해, 우유

한국인영양권장량(한국영양학회, 2000)

성인
1일 엽산 필요량을
섭취하려면

- 우유 208팩
- 고구마 3~4개
- 시금치 150g
- 생미역 170g

성인 여성
1일 철분 필요량을
섭취하려면

- 우유 16kg(80팩)
- 두부 500g(1.2모)
- 통보리 300g
- 들깨 116g

'완전 식품'이라는
우유에 극소량인 성분

- ☞ 식이섬유
- ☞ 베타 카로틴
- ☞ 비타민 C, E
- ☞ 철분, 엽산

철분과 비타민C가 모두 풍부한 식품

한국인영양권장량(한국영양학회, 2000)

음식(100g)	철분(mg)	비타민C(mg)	음식(100g)	철분(mg)	비타민C(mg)
쇠등심	2.4	0	무청	7.3	62
우유	0.1	1	키위	0.3	27
열무김치	1.8	25	생 다시마	2.4	14
삶은 시금치	2.2	40	생 미역	1.5	16
삶은 브로콜리	1.1	50	말린 클로렐라	73.4	108.5
삶은 고춧잎	3.1	85	삶은 감자	0.5	13
고구마잎	5.8	30	구운 밤	1.6	10
파슬리	1.5	139	구운 고구마	0.8	21
빨강 피망	0.7	191	삶은 서양호박	2.8	33
냉이	5.2	74	케일	1.2	83

철분, 과다 섭취하면 발암률 증가/50세 이후 철분·구리 섭취량 낮춰야

기능식품신문(2005. 6.29)/약업신문(2010. 1.21)

- * 미국 사우스 캐롤라이나 의대, 미국 역학저널 2005.6월호 발표 논문
 - 3,278명 14년 이상 추적 조사
 - 철분/LDL콜레스테롤 모두 높은 그룹 : 상호작용으로 발암률 168% 상승
- * 미국 미시간대 의대 조지 브루어 박사(유전학·내과의학) 연구팀
 - 철분과 구리의 체내 수치가 높게 나타나면
알츠하이머, 심장병, 중추신경계 질환, 동맥경화, 당뇨 등 연관
 - 철분/구리 함유된 비타민제 섭취 삼가고, 육류 섭취량 줄일 것 권고
 - 정기 헌혈을 통해 체내 철분 수치 낮출 것

과잉 철분의 유해성

조셉 머콜라, 『케톤하는 몸』(판미동, 2019)

- 철 과다 증상 : 관절 통증, 불규칙한 심장 박동, 피로, 복통 등
- 병원체의 성장 촉진, 해로운 미생물에 쾌적한 환경 제공
- 철은 혈당과 인슐린 농도에 영향을 주고,
높은 혈청 페리틴 농도는 당뇨와 밀접한 연관
- 비만인 사람은 혈청 페리틴 농도 높아
- 과잉 철은 DNA 손상을 일으켜 췌장암·유방암·신장암·대장암 등 유발
- 알츠하이머·파킨슨·루게릭 등 신경 퇴행성 질환 높이고, 골다공증 초래
- * 인간의 몸은 과잉 철분을 배출할 방법이 월경/헌혈/사혈 외에 없음
(헌혈하는 사람은 뇌졸중/심장마비 확률 50% 이하로 낮춰)
- * 동물성음식의 철분은 흡수율 높고, 식이섬유는 철과 결합해서 배출 도움

육류 잔류 호르몬, 아동 성적 성숙 3년 앞당겨

영국의학잡지 "DRUGS IN ANIMALS AFFECT HUMAN GROWTH," HEALTH BULLETIN, NOV.6

“화학 성분으로 살찌워진 가축의
살코기에 남은 잔류 호르몬이
영국 취학 아동들의 성적 성숙을
과거보다 최소 3년을 앞당기고 있다”

초경, 비만은 유방암 위험 증가시켜

유방암 원인과 예방법(MBC뉴스투데이, 2009.10. 9)

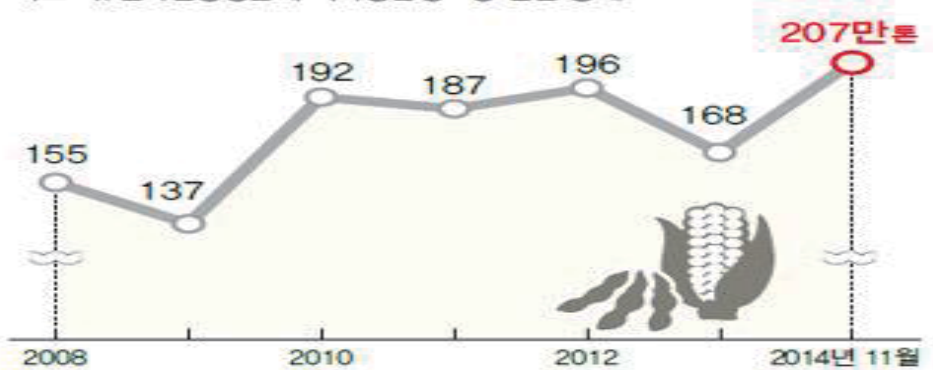


식용 GMO 수입 세계 1위...GMO 표기 가공식품은 '0'

한겨레, 2015. 1.15

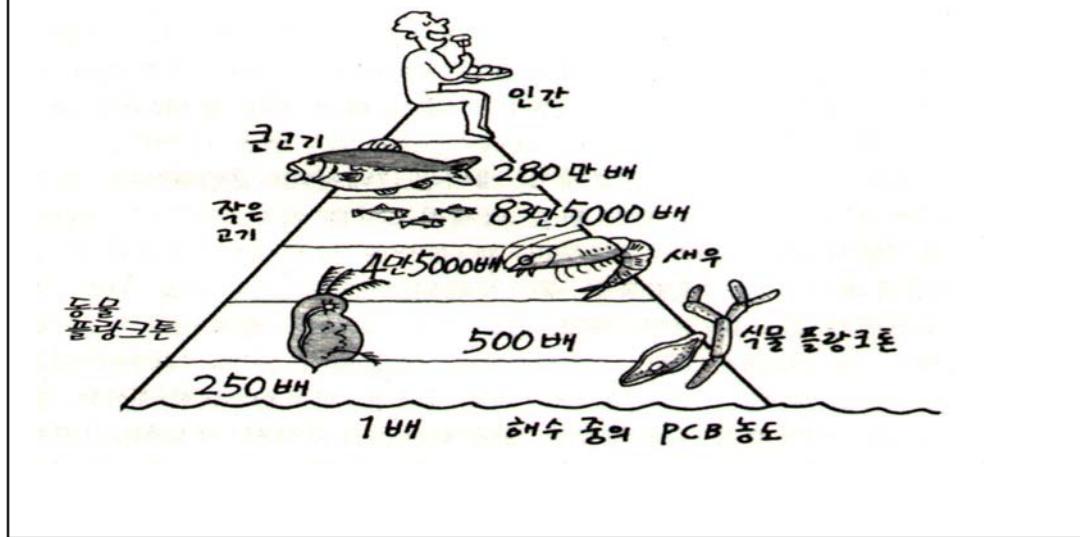
식용 유전자변형생물체(GMO) 연도별 수입 추이

자료: 유전자변형생물체 국가통합정보망 관련 통계



먹이 피라미드의 낮은 음식일수록 안전

생물농축 자료

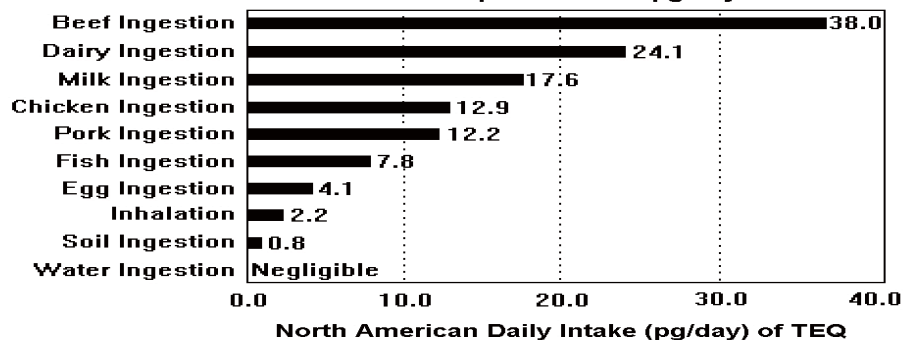


미국인 다이옥신 섭취량

EPA DIOXIN REASSESSMENT SUMMARY 4/94 – VOL. 1, P. 37

This is where you get your dioxin from:

Total Exposure = 119 pg/day



Is this a good case for vegetarianism or what?

[A TEQ is a dioxin Toxic Equivalent]

한국인 다이옥신 섭취량 “생선이 육류의 9배”

‘랩프런티어’ 강윤석박사 조사

한국인의 경우 생선을 통해 섭취하는 다이옥신의 양이 육류에 의한 섭취량보다 9배 많다는 연구 결과가 나왔다.

환경벤처기업인 ‘랩프런티어’ 강윤석 박사는 9일 “몸무게 60kg인 한국인이 하루에 생선류에서 섭취하는 다이옥신은 평균 0.63pg(피코그램·1pg=1조분의 1g)이고 육류를 통한 섭취량은 평균 0.07pg”이라고 밝혔

다.

강 박사는 이 같은 내용의 연구 논문을 10~14일 경북 경주에서 열리는 ‘제21차 국제다이옥신학술대회(다이옥신 2001)’에서 발표할 예정이다.

다이옥신은 암 등을 유발하는 환경호르몬(내분비계 장애물질)으로 식품의약품안전청은 하루 섭취량이 4pg을 넘으면 건강에 해를 끼치는 것으로 보고 있다. <김준석기자> kjs359@donga.com

다이옥신, 갈치·참치에 많다

한겨레 2007. 6.13

다이옥신 ‘갈치·참치’에 많다

해양수산부 보고서 “1인당 섭취량, 허용기준 20% 수준”

[한겨레]

조홍섭 기자 [환경지평로그]

국산 수산물 가운데 다이옥신류에 가장 심하게 오염된 수산물은 갈치로, 참치보다 오염도가 약 20배 높은 것으로 나타났다.

이와 더불어(참치), 갯장어, 참치, 고등어, 갈치, 참조기 순으로 오염도가 높았으며, 갈치, 참치, 참조기, 가자미 등은 이들보다 10분의 1~20분의 1 수준의 오염도를 보였다.

이런 사실은 해양수산부가 12일 국회 농업·해양수산위원회 갈기갑 의원에게 낸 2006년도 국내산 수산물 어종별 다이옥신류 잔류실태 조사보고서에서 밝혀졌다.

이번 조사에서 갈치의 오염도는 4.625pgTEQ/g(ppb)은 1조분의 1g, TEQ는 독성등가환산농도)는 일본이 2004년 조사한 갈치 오염도 0.05~3.45pgTEQ/g보다 높은 값이다. 참치도 국산이 3.364pgTEQ/g로 일본 측정치 2.43pgTEQ/g보다 높았고 참치는 국산이 5.4배나 오염이 심했다.

유럽에서 수산물의 다이옥신 문제가 가장 심각한 노르웨이에서 조사한 수치는 대서양참치 8.2pgTEQ/g를 제외하면 갈치 1.9, 참치 1.5, 고등어 0.73pgTEQ/g 등 모두 우리보다 낮았다. 최근 어류의 다이옥신류 기준을 마련한 유럽연합은 최대 허용수준을 6pgTEQ/g, 오염원과 경로를 추적해 저감조치를 취해야 하는 ‘조기경보’ 기준을 6pgTEQ/g으로 설정하고 있다.

해양수산부는 이 보고서에서 “국산 수산물을 통해 국민 한 사람이 섭취하는 다이옥신류는 하루 0.794pg으로 국내 허용기준의 20% 수준”이라고 밝혔다. 그러나 보건전문가들은 보통 사람보다 많은 생선을 섭취하거나 다이옥신에 취약한 임신부 등 취약집단에 대한 대책이 시급하다고 지적했다. 조홍섭 환경전문기자 ecothink@hani.co.kr



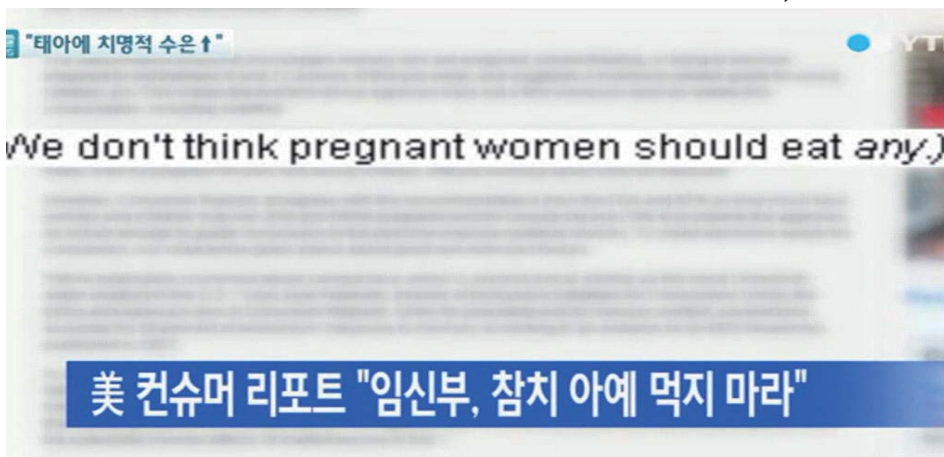
다이옥신, 갈치·참치에 많다

한겨레 2007. 6.13



컨슈머리포트 임신부, 참치 아예 먹지 마라

YTN, 2014. 8.21



바닷속 플라스틱 알갱이, 당신도 만개씩 먹고 있다

한겨레, 2016. 8.15

내장까지 통째로 먹는 홍합, 굴, 새우 등 먹이피라미드 통해
유럽인 평균 매년 1만1000개 미세플라스틱 섭취할 수도(홍합, 굴만으로)



보리새우 위장 안을 가득 채운 형광물질로 처리된 미세플라스틱

자동차 3500만대 CO2 제거 효과 '크릴 새우', 남획/온난화로 위기

낚시 미끼·양식 사료 인기 크릴새우,

남획/급속한 온난화로 인한 생태계 파괴로 위기(한겨레, 2006.10.19)

- * 크릴, 마구잡이...남극 생태계 흔들릴라
- * 공장식 어선 등장 남획 급증...
 펭귄·고래 먹이부족 우려
- * 한국 세계2위 어획국...
 불법조업 원격감시등 대책 시급
- * 영국과학자들,
 크릴은 플랑크톤이 흡수한 CO2를
 바다 밑바닥에 격리하여
 자동차 3500만대 분량 CO2 제거 효과



모발의 중금속 기준치 초과 비교

잘먹고 잘사는법 제3부(SBS, 2002. 1.13)

중금속 기준치 초과비교		
	H고 (101명)	삼육고 (50명)
알루미늄	24%	8%
수은	37%	2%

제6의 영양소, 장수·건강의 필수, 섬유질

조셉 머콜라, 『케톤하는 몸』(판미동, 2019)/농진청, 식품성분표 제7개정판(2007)

(1)식이섬유의 역할

- 몸 속 유익균의 먹이로, 건강한 장내 미생물군의 최적화에 필수
- 장내 미생물군이 섬유질을 풍부하게 먹으면,
면역 기능 조절 및 뇌 건강 개선하는 화합물 생성
(면역세포인 T세포 증가, 조절 작용에 관여)
- 탄수화물 흡수를 막아서 혈당·인슐린 상승 억제, 인슐린 민감도 향상
- 콜레스테롤·혈압 감소, 염증반응 감소, 만성질환·암 위험 낮춤
- 물에 녹지 않는 불용성 식이섬유는 장에 그물망을 만들고,
물에 녹는 수용성은 그물망의 구멍을 메워 함께 장벽을 만들어 간 보호

* 권장량 : 최소 25g/35~50g 이상(한국 청소년 평균 약10g 섭취)

* 쇠고기/삼겹살/치킨/달걀/생선/우유/치즈 등의 섬유질 함량 = 0

제6의 영양소, 장수·건강의 필수, 섬유질

조셉 머콜라, 『케톤하는 몸』(판미동, 2019)/농진청, 식품성분표 제7개정판(2007)

(2) 수용성 식이섬유

- 단쇄지방산으로 바뀌어 장내 미생물군을 건강하게 키우고, 세포에서 연료로 사용되며, 중요한 생물 신호 전달분자로 이용
 - 장에서 겔 형태의 덩어리를 형성하여 소화 작용을 늦춤
 - 더 오래 포만감을 느끼게 하여 체지방 감량에 도움
 - 포도당 흡수를 낮춰서 인슐린 농도 낮춤
 - 장에서 발효되어 장내 미생물군의 건강 유지
- 식품(100g당) : 통보리=6.9g, 통밀=4g(백밀=1.3g), 현미=0.3g, 검정콩=2.1g, 대두=2.2g, 호두=0.6g, 고구마=1.4g, 김치=0.2g, 당근=0.4g, 시금치=0.9g, 키위=0.7g, 유자=1.3g, 레몬=2g, 아보카도=2g, 느타리버섯=0.3g, 김=0.3g, 마른미역=6.8g

제6의 영양소, 장수·건강의 필수, 섬유질

조셉 머콜라, 『케톤하는 몸』(판미동, 2019)/농진청, 식품성분표 제7개정판(2007)

(3) 불용성 식이섬유

- 소화관에 축적된 노폐물/무기물/약물 등 독성물질 배출
- 장 표면을 문질러 찌꺼기 청소, 부산물의 빠른 이동과 대변 정상화
- 해로운 미생물에 적대적 환경 조성 및 규칙적 장운동에 도움
- 식품(100g당) : 현미=3g(백미=0.9g), 통밀=14.6g(백밀=2.1g), 검정콩=15g, 대두=14.5g, 들깨=19g, 호두=7g, 아몬드=9.6g, 고구마=2.4g, 김치=2.8g, 당근=2.5g, 시금치=2.3g, 콩나물=1.7g, 느타리버섯=1.4g, 아보카도=3.5g, 레몬=2.9g, 유자=2.6g, 딸기=1.5g, 키위=1.8g, 마른 김=33g, 마른미역=36.6g

* 나가사키 원폭 1.8km의 프란치스코 병원 직원/환자 방사능 피폭 생존

* 병원장 다쓰이치로 아키즈키의 식사 처방 :

현미밥, 된장국, 미역/다시마, 호박, 간장, 천일염 등 소박한 전통 식단

채식가, 일반인보다 20% 이상 장수

영국 브리티시 메디컬 저널(1996)

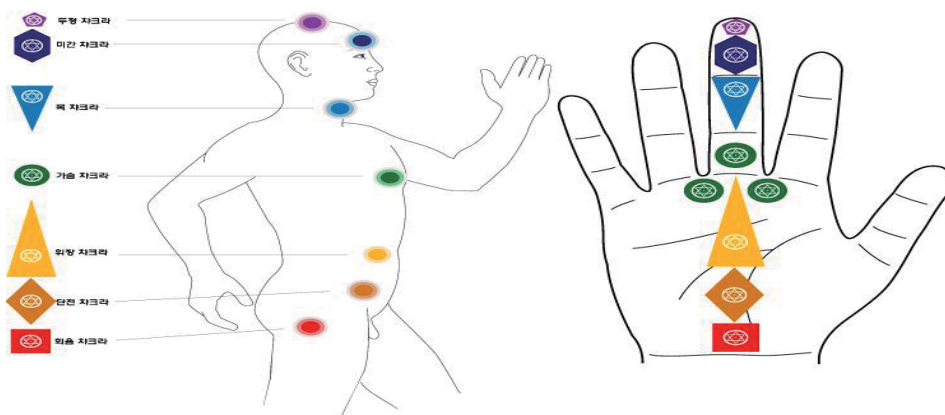
“채식가들은 일반인보다 20% 이상 장수한다.
그들은 심근경색증의 발병률이 일반인에 비해 25% 낮고,
뇌출혈은 32% 낮으며,
위·장·기관지 등에 발생하는 모든 종류의 암과,
당뇨·호흡기·순환기 질환에서도 발병률/사망률이 낮다.”

영국 옥스퍼드대학의 17년간 1만1천명에 대한 연구

음식을 골고루 먹는다는 것

박광수, [손으로 색으로 치유한다](정신세계사, 2006)

수지 차크라 색채도



오행의 기운을 고루 갖춘 무지개 음식과 파이토 케미컬 비교

색	오행	주요 파이토케미컬과 효과	식품 급원
초록색	木 간/담 신맛	-클로로필=엽록소(자연치유력 높임, 피 생산, 세포재생, 혈압/콜레스테롤 낮춤, 항산화) -설포라페인/인돌(항암작용, 간의 독소 배출) -루테인/제아잔틴(눈의 건강, 폐의건강 증진) -이소티오시아테이트(폐암 예방) -카테킨(녹차에 함유, 항암/항산화/혈당조절, LDL콜레스테롤 억제/배출, 동맥경화예방, 중금속 제거)	들깨, 배추, 양배추, 상추, 쑥갓, 케일, 브로콜리, 청포도, 키위, 파슬리, 아스파라가스, 녹차, 오이, 시금치, 매실, 녹색 파프리카

오행의 기운을 고루 갖춘 무지개 음식과 파이토 케미컬 비교

색	오행	주요 파이토케미컬과 효과	식품 급원
빨강색	火 심장/ 소장 쓴맛	-카로티노이드(라이코펜/베타카로틴/캡산틴은 모두 카로티노이드계 색소-토마토, 사과, 고추, 당근, 호박 등은 카로티노이드 효과, 강력한 항산화제, 노화방지, 면역력 강화, 과산화지질 억제) -라이코펜(발암물질 배출, 항암 작용, 알콜 분해과정의 아세트알데히드 작용 억제) -안토시아닌(소염/항암작용) -캡산틴(붉은고추에 함유, 혈액순환/항암작용)	토마토, 토마토케첩, 비트, 사과, 붉은고추, 팔, 석류, 대추, 오미자, 딸기, 수박, 체리, 자두, 빨강 파프리카

오행의 기운을 고루 갖춘 무지개 음식과 파이토 케미컬 비교

색	오행	주요 파이토케미컬과 효과	식품 급원
노 랑 색	± 위/ 비장 단맛	-카로티노이드 효능 -베타카로틴(강력한 항산화제,폐암 예방 특효, 체내에서 비타민A로 전환) -켈세틴(고구마,콜레스테롤 억제,심장병/폐암 억제) -세스페레틴(오렌지에 함유,플라보노이드류, 항산화제, 유방암 세포의 증식 저지) -리모노이드(오렌지 껍질/씨, 암세포 생성 억제) -루테인/제아잔틴(눈의 건강, 폐의건강 증진)	당근, 호박, 고 구마, 카레, 유 자, 오렌지, 감, 귤, 레몬, 망고,, 파인애플, 파 파야, 노랑 파 프리카

오행의 기운을 고루 갖춘 무지개 음식과 파이토 케미컬 비교

색	오행	주요 파이토케미컬과 효과	식품 급원
흰 색	金 폐/ 대장 매운맛	-안토크산틴(폐/기관지의 건강, 세균/바이러스에 대한 저항 증진, 에스트로겐 기능) -알리신(항암 작용, 콜레스테롤 낮춤) -베타글루칸(항암, 간염 치료) -아이소플라본/제니스타인(콩에 함유, 유방암/골다공증 예방치료)	현미, 흰깨, 흰 콩, 버섯, 무, 더 덕, 감자, 도라 지, 콩나물, 컬 리플라워, 마 늘, 양파, 바나 나, 배, 복숭아, 배추줄기

오행의 기운을 고루 갖춘 무지개 음식과 파이토 케미컬 비교

색	오행	주요 파이토케미컬과 효과	식품 급원
검정 색	水 신장/ 방광 짠맛	-안토시아닌(안토시아닌의 기본 효능에 검정음식에 많은 셀레늄/레스티틴/비타민/미네랄과 함께 시너지 작용)	검정콩, 흑미, 검은깨, 김, 미 역, 다시마, 우 영, 연근, 석이 버섯

오행의 기운을 고루 갖춘 무지개 음식과 파이토 케미컬 비교

색	오행	주요 파이토케미컬과 효과	식품 급원
보 라 색	(水)	-안토시아닌(피를 맑게 하여 심장질환/뇌졸중 예방, 강력한 소염/살균, 눈의 질환 예방) -플라보노이드(포도껍질에 함유, 노폐물의 혈관 침착 방지) -스코폴레틴/스코파론(가지에 함유, 진 통 작용)	포도, 가지, 블 루베리, 붉은 양배추, 붉은 양파, 오디

콩/두부/청국장과 한우 등심의 영양소 비교

『한국인영양권장량』(한국영양학회, 2000)/농진청, 『식품성분표(제6개정판, 2001)』

	콩 3수저(50g)	두부1/2모(200g)	청국장 2수저(50g)	한우등심(100g)
열량	200kcal	158kcal	111kcal	218kcal
단백질	18g	16.8g	9g	21g
지방	9g	7g	5g	14.1g
식이섬유	12g	15.7g	2.7g	0g
칼슘	123mg	318mg	109mg	11mg
인	310mg	180mg	87mg	165mg
철분	3.3mg	5.2mg	4.3mg	2.4mg
아연	1.4mg	1.6mg	1.5mg	2.81mg
비타민B1	0.27mg	0.1mg	0.08mg	0.07mg
비타민B2	0.14mg	0.08mg	0.28mg	0.19mg
엽산	115μg	30μg	16μg	3.7μg
비타민E	1.8mg	1mg	0.5mg	0.2mg
콜레스테롤	0mg	0mg	0mg	64mg
제니스타인/이소플라본	43mg/200mg	32mg/79mg	16mg/61.9mg	0mg/0mg

건강한 식사와 생활의 예

1. 자연의 식사/수면 리듬 지키기 : 식사는 19시이전까지, 23~04시 숙면
2. 간식 절제(간헐적 단식), 권장 열량보다 10% 이상 칼로리 제한 & 기부
3. 정제 가공식품(3백식품·정제식용유·GMO·인공감미료)/동물성식품 절제
4. 30분 이상 햇빛을 쬐어 비타민D와 천연 호르몬 합성 촉진
5. 하루 6~8잔 생수와 천연 소금(된장·죽염 등), 허브/향신료 적절히
6. 하루 최소 5천보 이상 걷고(대중교통), 스트레칭 등 몸을 고루 움직이기
7. 비정제/좋은 지방 충분히(전체 칼로리의 50% 이상)
참깨·들기름·호두·아마씨유·마카다미아·피스타치오·아보카도·코코넛
8. 단백질은 15% 이내 : 견과류·깨류·통곡식·발효콩류(된장/나토/청국장)
9. 다양한 색과 맛의 채소·버섯류 충분히(파이토케미컬)
10. 해조류 매일 1가지 이상 충분히(김·미역·다시마·툇·스피루리나·클로렐라)
11. 저당 과일 적절히(베리류·자몽·레몬·라임·오렌지·키위)
12. 혈당 상승 없는 당류(에리스리톨·나한과·스테비아·자일리톨)로 단맛

나 혼자 하루 채식하면

온실가스 4kg을 줄이고, 물 2000L 절약!!!

나 혼자 '1주일에 하루'씩 1년간 채식하면

30년생 소나무 33그루를 심은 효과(CO2 222 kg)
= 물 104,000L(1인용 200L 욕조 520개)를 절약한 효과

한국인 모두 '1주일에 하루'씩 1년간 채식하면

자가용 450만대를 없앤 효과
= 소나무 17억그루를 심은 효과

수처리운영



동신대학교 이기완 교수

수처리 운영(1)

- 하수처리 중심 -



동신대학교 이기완 (☎ 010-7247-3152, kwlee@dsu.ac.kr)

- 목 차 -

서언(들어가는 말)

1. 수처리 시스템
2. 하·폐수 처리
3. 하수 고도처리
4. 수 처리 설비중의 금속재질 부식 관련
5. 수 처리 시설의 에너지 자립



물의 철학(윤리)

☞ 우리의 사상(정신세계)을 지배



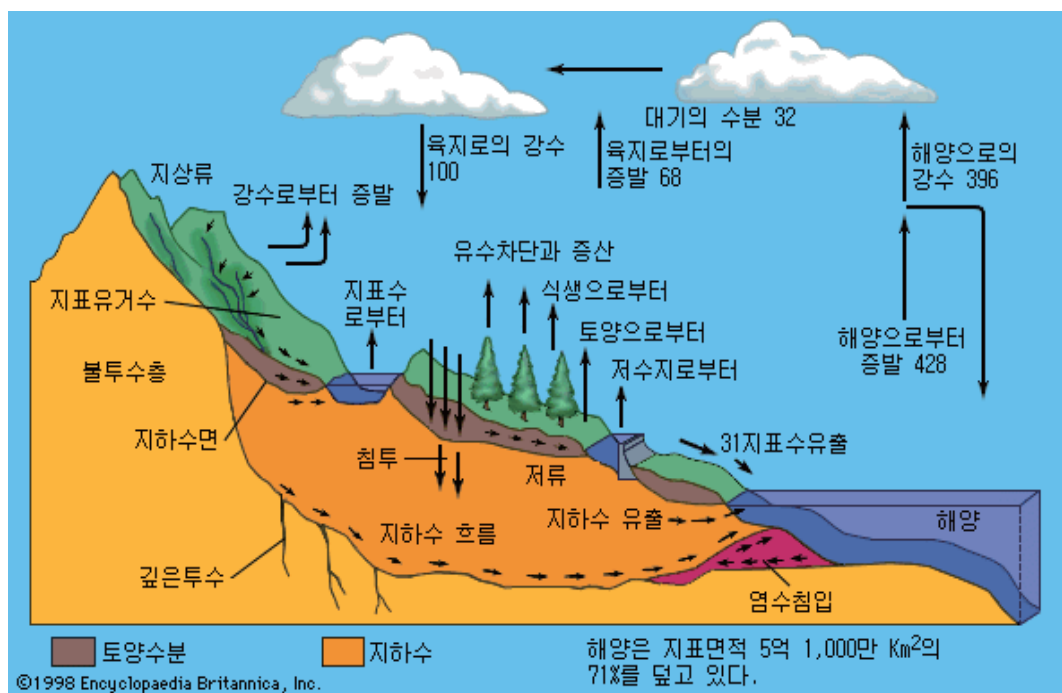
- **동양철학**: 길흉화복을 지배하는 풍수사상
- 得水 / 破水? (들어오고/나가는 물)

- 서양철학:

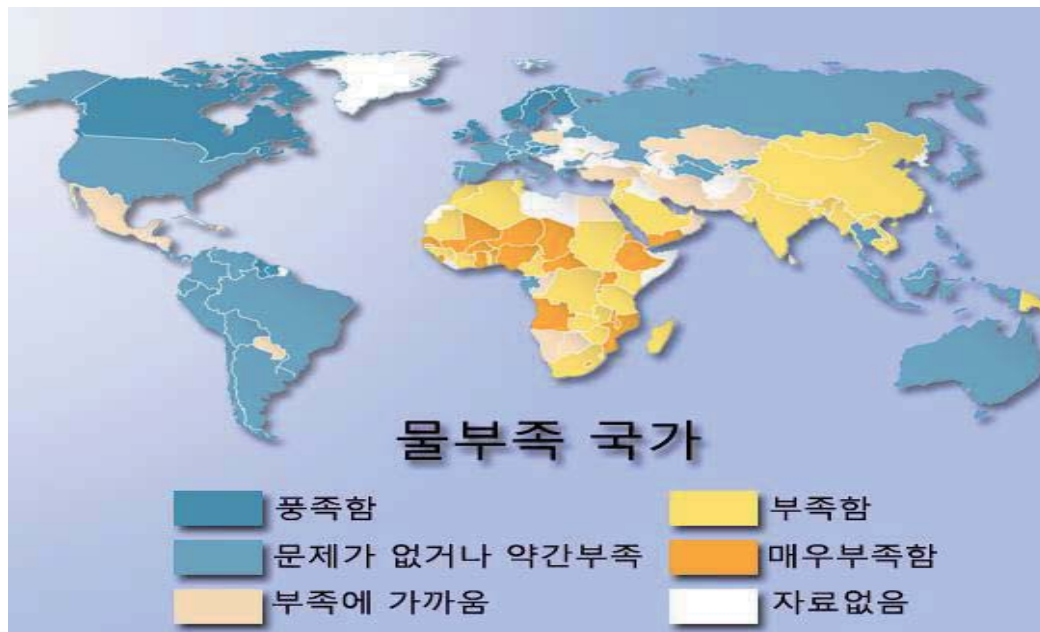
- 탈레스 "물은 모든 것의 밑에 숨겨진 근원적인 것 (생명에 불가결한 물질)"
- 아리스토텔레스 "4원소(물, 불, 흙, 공기)의 우주론"
- 기독교 사상 (세례: 영적인 거듭남)을 지배



물 자원의 시간적, 공간적 변동성



물 자원의 공간적 분포의 불균형



온난화로 강수량이 늘어나는 지역(열대 우림 등)에서는 증가하고,
육지로부터의 증발이 늘어나는 지역(사막 등)에서는 감소

수자원 현황

- ✚ **지구상의 물** (지표면의 73%가 바다)
 - 가장 풍부한 자원(10^{18} 톤) 이면서 제한된 량
- ✚ **하천수 (1조 2천억 톤)**
 - $12\text{억} \times 10\text{억} (=100\text{경} \leftarrow 10^{18})$ 톤 의 $1/10^6$
 - 지하수 $\approx$ 강물의 6,000배
 - 대기중 $\approx$ 강물의 10배
 - 바닷물 $\approx$ 지구상 수자원 총량의 97.2%
- ✚ **우리나라는 물의 빈국**
 - 1인 당 연평균 강수량 $2,600\text{m}^3/\text{년}$
($\approx$ 세계평균 $20,000\text{m}^3/\text{년}$)
 - 물 부족 국가군?
(1인당 사용가능 수량 $1,700\text{m}^3/\text{년}$ 미만)
 - $\approx$ 주기적인 물 압박 경험 국 : 리비아, 모로코, 이집트, 오만, 남아프리카, 한국 등

21C의 물 관리 방향

물 순환의 인위적 변경 억제

- 온실가스 2배 증가 시, 물 순환속도 10~20 % 증대

지속적인 환경기초시설 확충 - 수질오염 예방

하천수 관리 (하천 유지용수 확보)

하·폐수의 재사용 / 무 방류 ⇨ 하·폐수 제로배출 운동

빗물 자원은?

- 조선시대 : 물독대(천수의 저장)
- 비 많이 내리는 지역 : 논농사
- 비가 적게 내리는 지역 : 밭농사
- 간헐적인 강수 지역 : 초원
- 비가 거의 안 내리는 지역 : 사막

빗물의 지하 침투 부족 현상 ← 토지의 피복화 (아스팔트 / 콘크리트 포장)

- 서울시 빗물 침투량 변화 : 총 빗물량의 40%(1962년) → 23% (2009년) → ?? % (2021년 현재)
부작용 : 지하수 고갈, 하천의 수위 저하, 지반의 침하 (건물 붕괴 위험)
- 빗물의 저류 및 이용기술 관심도 증가
- 빗물 자원의 단점 : 산성비 / 알칼리성 미세먼지비(황사) 확인 필요



1. 수처리 시스템

상수도 시스템



상수도의 일반적 계통

수원	취수시설	도수시설		정수시설						송수시설	배·급수시설		
표 수	최수탑	침	도	착	침전지	여과지		염	정	송	배수시설	급수시설	
	보통침전지				완속여과지		배수지						
	악품침전지				급속여과지		배수탑						
지 하 수	지수매거	사	관	수	여과지				소	소	관	고가탱크	급수관
	천정호												
	심정호												

마을(소규모) 상수도 시설

1. M시 용포마을상수도 Q=100㎥/d (1991년 설치)



2. M시 내곡마을상수도 Q=100㎥/d (2003년 설치)



3. W군 굴화마을상수도 Q=253㎥/d (1974년 설치)



4. H군 낙동마을상수도 Q=100㎥/d (1992년 설치)



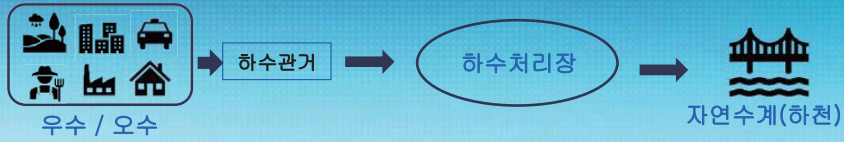
5. H군 수곡샐터 소규모급수시설 Q=80㎥/d (1996년 설치)



6. H군 덕재 소규모급수시설 Q=80㎥/d (2000년 설치)



하수도 시스템



하수처리의 일반적 계통



2. 하·폐수처리

2-1. 주요 수질오염물질과 중요성

오염물질	중요성
부유물질	미처리 하·폐수를 수생환경에 방출 시, 부유물질이 침적하여 슬러지 형성 및 수환경의 혐기화 유발
생분해성 유기물	주로 단백질/탄수화물/지방으로 구성되고, 생분해성 유기물은 BOD/COD/TOC 등의 농도로 나타내며, 미처리 상태로 수생환경에 방출 시, 생물학적 안정화(분해) 과정에서 수중 산소원을 고갈시켜 혐기성 상태를 유발
병원균	하·폐수 중의 병원균으로 인하여 전염병이 발생할 수 있음
영양염류	질소(N)와 인(P)은 탄소와 함께 성장의 필수 영양소이며, 수계에 방출 시 바람직하지 못한 수생생물의 성장을 유발시키고, 또한 토양에 다량 배출하면 지하수 오염이 유발됨
특정오염물 (Priority pollutants)	특정의 유기/무기물은 발암성·돌연변이성·기형성·급성독성을 보이며, 이러한 대부분의 성분은 폐수에서 유래
난분해성 유기물 (Refractory Organics)	이들 유기물은 재래식 하·폐수처리 방법으로는 처리되지 아니함 (대표적 물질: 계면활성제(합성세제), 페놀, 농업용 살충제 등)
중금속	상업/산업 활동으로 수중에 중금속이 들어가며 미량 잔류되어도, 유해한바 물의 재사용 시 제거는 필수
용존 무기물	칼슘, 나트륨, 황산염 등의 무기성분은 물 소비과정에서 수중에 첨가되어 물의 용도가 제한되므로, 물의 재사용 시 제거는 필수

2-2. 물리적 처리 공정

구분	공정설명
1) 스크린분리(Screening)	차폐에 의한 대형 및 침강성 고형물질 제거(표면거름)
2) 분쇄(Comminution)	대형고형물을 다소 균일한 크기로 분쇄 약 0.3 cm정도
3) 침사지(Grit chamber)	사석과 모래를 제거하여 포기조, 침전조 등에서 축적되는 것을 방지
4) 유량균등	유량부하와 BOD 및 현탁고형물 질량부하의 균등화
5) 교반	화학약품 및 가스를 폐수와 혼합, 고형물의 현탁상태를 유지
6) 플럭형성	중력침강으로 쉽게 제거할 수 있도록 작은 입자를 응집시켜 대형입자 형성
7) 침전	침강성 고형물의 제거 및 슬러지 농축
8) 부상분리	밀도가 물과 비슷한 미세 현탁고형물 및 입자의 제거, 생물슬러지의 농축
9) 여과	생물 또는 화학처리 후의 미세 잔류현탁고형물의 제거
10) 기체전달	기체가 다른 상태로 전달되어 처리효율을 증대시키는 방법
11) 막공법	선택적 여과막을 사용함으로써 혼합물로부터 용매를 분리시키는 방법
12) 유수분리	중력을 이용한 물리적인 방법으로 수분과 유분을 분리시키는 방법

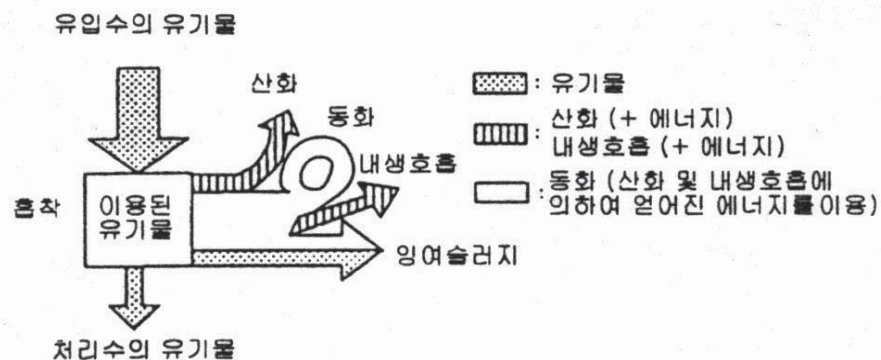
2-3. 화학적 처리 공정

구 분	공 정 설 명
1) 화학적 침전	물리, 화학적 처리에 사용되는 1차 침전설비에서의 SS 제거, 인의 제거 등
2) 흡착	재래식 화학적 생물학적 처리로 제거되지 않는 유기물의 제거, 처리 배출수의 최종처분 전에 폐수의 탈염소에도 사용
3) 살균	병원균을 선택적으로 제거하는 화학적 단위공정
4) 산화 및 환원	완전산화, 환원하여 무해물로 변화시키거나 불용성물로 침전제거하는 방법
5) 중화	산성 또는 알칼리성 폐수를 반대성질의 약품으로 화학적처리하여 제거
6) 이온교환	다른 종류의 이온에 의하여 비용해성 교환수지로부터의 이온치환공정
7) 약취조절	폐수내 발생악취가스를 물리, 화학적 방법 또는 생물학적방법에 의해 제거

2-4. 생물학적 처리 공정

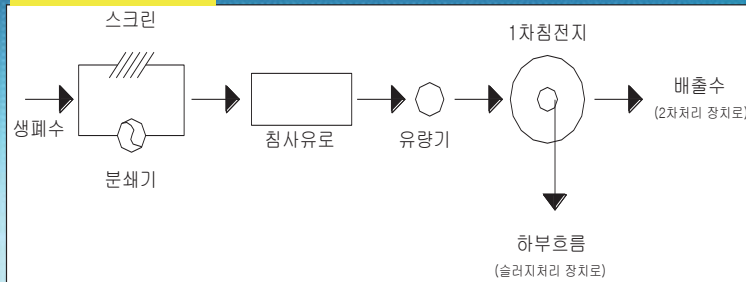
공정의 유형	
1) 호기성 process	4) 호기성/무산소 또는 혐기성 process
2) 혐기성 process	5) 부착증식 복합 process
3) 무산소 process	6) 상기 내용을 응용한 기타 process

활성슬러지공정의 처리 원리

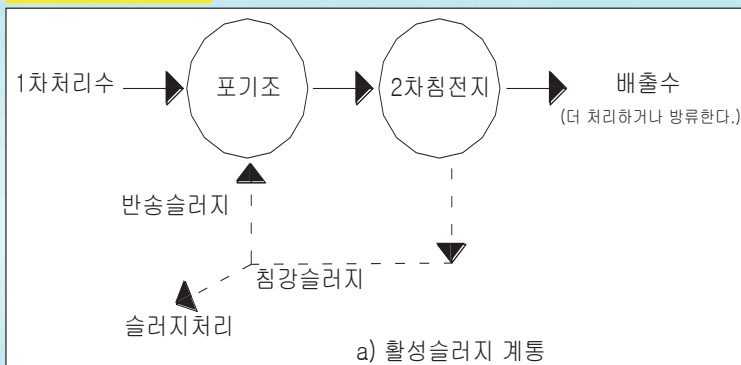


2-5. 처리계통상의 공정 분류

1차 처리



2차 처리



3차 처리

-2차 처리후의 잔류물질 제거(고도처리)

- SS
- DS (N, P)
- 기타의 특정물질

2-6. 공정별 설계/운전

물리/화학적 처리시설

스크린

기능	폐수처리의 첫 단계로써 폐수중의 비교적 큰 부유물을 제거하여 펌프 등 각종 기계장치를 보호함
종류	1) 스크린의 유효간격에 따라 - 조 스크린: 50mm 이상 - 중스크린 : 25-50mm - 세스크린 : 25mm이하 2) 스크린의 모양에 따라 - 봉스크린 - 격자스크린 - 망스크린
설계기준	1) 스크린조의 체류시간은 1-3분으로 한다 2) 통과유속을 0.5-0.75 m/sec 로 한다 3) 설치각도는 수평면에 대하여 45-70° 한다 4) 스크린 폭은 400-2500mm로 한다
처리효율	1) 폐수중의 비교적 큰 부유물을 제거하여 펌프 등 각종 기계장치를 보호함 2) 미세 스크린의 경우 SS 5-20% BOD 5-10% 제거가능

유량조정시설

기능	시간의 변화에 따른 폐수의 유량 및 농도의 변화를 최소화하는 것이 주기능이며 공정중 일부 다른 기능으로써 추가 설비된다
종류	1) 집수조: 유입폐수의 수리부하량 및 오염부하량 변화 균등화 목적 2) PUMPING 조: 자연유하가 어려운 미세스크린, 여과, 흡착조 등에서 이송목적 3) 처리수조: 폭기조의 소포수으로써 또는 여과흡착조의 역세수로서 처리수의 일시저장목적 4) 방류수조: 최종방류수 관리목적
설계기준	1) 정전, 시설물의 고장 및 휴무등에 대비하여 집수조는 체류1일 정도의 저류용량을 갖는 것이 가장 이상적이다(최소 12-24HR) 2) 폐수배출시간과 처리장 가동시간 차이에 따른 용적산출 필요용량 = (시간배출량 - 시간처리량) * 폐수배출시간
처리효율	유기성 폐수인 경우 1일 정도의 산시교반으로써 BOD 5-10%의 제거 효율을 기대할 수 있다.

pH 조정시설

기능	응집·산화, 환원반응을 용이하게 하기 위하여 최적의 PH를 조정해 준다.
종류	1) 응집반응을 위한 PH 조정 : SS, 중금속 처리 2) 산화반응을 위한 PH 조정 : CN- 처리 3) 환원반응을 위한 PH 조정 : Cr+6 처리
설계기준	1) 체류시간을 5-10분으로 한다 2) PH 조정범위 - 응집반응 : JAR TEST에 의하여 최적 PH 결정 - 산화반응 : 1차 PH 10-11, 2차 PH 7.5-8.5 - 환원반응: PH 2-3 3) 교반속도는 120-180rpm으로 한다 4) 교반기 형태는 프로펠라형 또는 터빈형으로 한다 5) 조의 형태는 폭=길이=길이의 비 (W:L:H = 1:1:1-2) 6) 입출구는 대각선에 위치하도록 함

혼합시설 (반응시설)

기능	폐수중의 함유되어 있는 콜로이드상태의 불순물 또는 중금속류를 최적의 PH 상태에서 응집제를 첨가하여 입자를 크게 뭉치게 하거나 금속 수산화물을 형성시켜 침전이 용이하게 함
설계기준	1) JAR TEST에 의해 응집제 및 주입량, 교반속도 및 교반시간 등에 대한 최적조건을 결정한다 2) 체류시간은 10-20분으로 한다 3) 교반속도는 120-180rpm으로 한다 4) 교반기 형태는 프로펠라형 또는 터빈형으로 한다 5) 조의 형태는 폭=길이=길이의 비 (W:L:H = 1:1:1-12) 6) 입출구는 대각선에 위치하도록 함

응집시설

기 능	응집보조제로써 고분자 응집자(POLYMER)를 첨가해 혼합시설에서 형성된 입자끼리의 응집을 촉진시켜 크고 무거운 FLOC으로 성장시켜 줌.
설계기준	1) JAR TEST 실시할 때 반응조와 관련지어 응집보조제(CATION 계, ANTION 계, NONION 계)를 결정한다. 2) 체류시간은 20-30분으로 한다 3) 교반속도는 40-80rpm으로 한다 4) 교반기 형태는 패들형 또는 터빈형으로 설치한다 5) 조의 형태는 폭=길이=깊이의 비 (W:L:H=1:1:1-1.2) 6) 입출구는 대각선에 위치하도록 함
처리효율	폐수중의 미세한 입자, 현탁물질, 콜로이드성 물질의 조대화를 기함으로써 침강시간을 단축할 수 있음

부상시설

기 능	폐수중에 포함된 고체입자나 오일입자 등에 미세한 기포를 부착시켜 비중감소에 의한 부력증가로 부상시켜 제거
설계기준	1) 공기고형물비(A/S비)는 0.01-0.05로 한다 2) 표면적부하는 3-9㎡/㎡·hr로 한다 3) 고형물부하는 5-10kg D.S/㎡·hr로 한다 4) 부상조 체류시간은 전가압일때 20-30분, 반송부분 가압일때는 30-50분 정도로 하고 가압탱크의 체류시간은 1-5분으로 한다 5) 가압탱크는 6kg/cm ² 압력에 견딜수 있어야 한다
처리효율	일반적으로 폐수의 점도,입경,농도,온전조건에 따라 크게 차이는 있으나 BOD 40-60% COD 40-65% SS 60-95% n-H 추출물질 60-80% 정도이다.

침전시설

기 능	화학적 또는 생물학적 처리후 생성된 floc을 중력에 의하여 자연침강시켜 고액분리 제거하는 기능		
설계기준	1) 체류시간은 2-5시간으로 한다		
	2) 표면적부하(㎡/㎡/day)는 아래 표에 따른다		
	1차침전조	유산반도	13-15.6
		철 염	18.2-20.8
		소 석 회	36.4-41.6
	2차침전조	장기폭기법	5.2-10.4
		활성슬러지법	10.4-20.8
		살수여상법	10.4-15.6
설계기준	단, 1차 침전조의 경우 응집보조제를 사용때 통상 15-20㎡/㎡/day 3) 유류수심은 2-4m으로 한다 4) 바닥경사는 원형이나 정방형일때 1:10-20 장방형일때 1:50-100 정도로 한다. 5) 침점물의 분리장치인 drive unit 선속도는 1-2m/분으로 유지한다		

환원시설

기 능	6가 크롬이 함유된 유독한 폐수에 PH 2.5-2.8이 되도록 H_2SO_4 를 주입한 후 $NaHSO_3$ 을 주입하여 무해한 3가크롬으로 환원시키는 시설
종 류	1) 산성환원 침전법 $2H_2Cr_2O_7 + 6NaHSO_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 3Na_2SO_4 + 8H_2O$ $Cr_2(SO_4)_3 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow 2Cr(OH)_3 + 3CaSO_4$ 2) 이온교환법 $R-OH + CrO_4^{2-} \rightarrow R-CrO_4 + OH^-$ $2R-H + Na_2CrO_4 \rightarrow R-Na + H_2CrO_4$ 3) 전기분해 환원법 $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$
설계기준	1) 체류시간은 15-30분 2) 교반속도 120-180 rpm 3) 교반기 type: W/Drive 또는 VS motor 로 설치한다 4) 조의 형태는 폭=길이=깊이 — W:L:H=1:1:1-1.2
운전요령	1) 환원조에서 H_2SO_4 용액으로 PH는 2.5-2.8을 유지하고 $NaHSO_3$ 용액으로 ORP 250-330mV로 유지한 상태에서 15-30분간 반응시켜 황색의 폐수가 등적색에서 청록색으로 육안식별이 가능할 때까지 반응시킨다 2) 환원처리한후 중화제 주입시 $Ca(OH)_2$ 를 사용하는 것이 경제적이고 안전하다
처리효율	일반적으로 6가 크롬 80-95% 제거 가능 처리수의 6가 크롬은 0.1mg/l 이하까지 가능

산화시설

기 능	CN 폐수에 $NaOCl$, Cl_2 , $HOCl$, $KMnO_4$ 등의 산화제를 주입하여 CO_2 와 N_2 로 분해시켜 제거하는 시설 부가적으로 COD와 ABS 및 n-H의 제거기능이 있음
설계기준	1) 체류시간: 제1산화조 10-20분 제2산화조 30-40분 2) 교반속도 : 120-180rpm 3) 교반기 type : W/Drive 설치 4) 조의 형태: 폭=길이=깊이 (1:1:1-1.2)
운전요령	알카리성 연소주입법에서의 운전요령은 제1산화조의 PH를 10.5-11로 조정하여 산화제 $NaOCl$ 주입시 ORP는 300-350mv로 유지시킨 상태에서 10-20분정도 반응시키고 제2산화조의 pH는 7.5-8.0으로 조정하여 ORP는 600-650mV로 유지시킨 상태에서 30-40분간 반응시킨다
처리효율	고농도일 경우 CN 80-95% 정도의 제거효율을 갖으며 일반적으로 처리수의 CN은 0.1mg/l 까지 가능하다 COD는 20~100mg/l (주로 저분자유기물이나 환원제에 의한 무기성 COD) ABS는 10~20mg/l, n-H은 5~15mg/l 정도 제거

여과시설

기 능	화학적 및 생물학적 처리후 처리수 중에 남아 있는 미세한 SS성분을 제거함
설계기준	1) 급속여과기 여과속도 : $5\sim24 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ ($7\sim15\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ 범위가 바람직) 단 최대 여과속도 $20\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ 적용시는 유입속도가 100mg/l 이하 여야 한다. 2) 생물학적 처리수에 대한 적용여과속도의 최대값은 $14\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ 이다 3) 높이:직경 = 2:1을 넘지않게 한다 4) 순수충진층(여과층)의 높이는 통상 여과탑의 직경과 같게 한다 5) 총 높이는 역세시 팽창물을 고려하여 여과층에 대해 50-100% 여유 고를 둔다 6) 역세시 수리학적 부하율은 $30\sim50\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$
처리효율	유출수는 SS $5\sim20 \text{ mg/l}$ 정도, 제거되는 COD/BOD는 약 $10\sim20\text{mg/l}$ 정도 제거 가능

흡착시설

기 능	여과시설을 거친 처리수 또는 화학적 생물학적 처리수에 대하여 잔존 BOD, COD의 제거, 탈취, 합성세제의 제거기능을 가짐
설계기준	1) 수리학적 부하율을 하향류, 상향류 모두 $5\sim12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ 2) 역세시 수리학적 부하율은 하향류인 경우 $25\sim50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hr}$ 3) 전체높이 대 직경의 비 2:1 로 한다 4) 순수충진층(활성탄층)의 높이는 통상 흡착탑의 직경과 같게한다 5) 접촉시간: 15-30분 6) 하향류에서 Carbon size : $8\times30 \text{ mesh}$ 이며 상향류의 경우는 $12\times40 \text{ mesh}$ 이다. 7) 사용되는 Carbon 성상은 석탄질로써 ks규격 2-3급이 바람직함
처리효율	1) 처리대상 폐수, 활성탄 type 및 소요량에 따라 다르나 일반적인 유기폐수의 경우 30-45분 접촉시간으로써 Cabon 1kg 당 0.2-0.8 kg COD 의 범위 2) 유출수 최고 $0.5\sim15 \text{ mg/l}$ COD 까지 가능하다

살균시설

기 능	폐수내 병원균을 함유하거나 함유할 수 있는(부패가능한) 폐수의 경우 방류직전에 살균처리하며 살균효과는 살균후 살아 있는 지표세균인 대장균군의 농도 또는 잔류염소농도로써 판단한다.
종 류	Cl_2 , NaOCL , CaOCL , O_3 폐수 살균처리에는 일반적으로 차아염소산(NaOCL)을 많이 사용함
설계기준	* 차아염소소산소다를 사용할 경우 1) 접촉시간은 15분 이상으로 한다 2) 약 액조는 약 7일간의 저장에 알맞으며 내식성의 용기로 한다 3) 주입량은 정수의 경우 Breakpoint curve에 의한 결정을 하지만 폐수에서는 $5\sim30\text{mg/l}$ 정도 주입량이면 된다 (break point까지는 필요없다)

농축시설

기 능	탈수처리전 슬러지부피를 감소시키므로써 탈수효율을 증대시키는 기능																				
종 류	중력농축, 부상농축, 원심분리농축																				
설계기준	• 중력농축의 경우 1) 월류부하는 16.3- 32.6 $m^3/m^2/day$ 로 한다 2) 고형분 체류시간은 0.5-2 day이며 하절기에는 낮은 값, 동절기에는 높은 값을 사용한다 (여름철에는 미생물농도 활동도가 높음) 3) 유효깊이는 3-3.7 m 으로 한다 4) 유입슬러지에 대한 고형물부하 및 농축전후의 농도는 다음과 같다. <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">슬러지종류</th><th rowspan="2">고형물부하 ($kg/m^2.day$)</th><th colspan="2">고형물 함유량(%)</th></tr> <tr> <th>농축전</th><th>농축후</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1차 슬러지</td><td>98-146</td><td>2.5-5</td><td>8-10</td></tr> <tr> <td>활성슬러지</td><td>24-29</td><td>0.5-1</td><td>2.5-3</td></tr> <tr> <td>1차+활성슬러지</td><td>29-49</td><td>4-5</td><td>5-10</td></tr> </tbody> </table>			슬러지종류	고형물부하 ($kg/m^2.day$)	고형물 함유량(%)		농축전	농축후	1차 슬러지	98-146	2.5-5	8-10	활성슬러지	24-29	0.5-1	2.5-3	1차+활성슬러지	29-49	4-5	5-10
슬러지종류	고형물부하 ($kg/m^2.day$)	고형물 함유량(%)																			
		농축전	농축후																		
1차 슬러지	98-146	2.5-5	8-10																		
활성슬러지	24-29	0.5-1	2.5-3																		
1차+활성슬러지	29-49	4-5	5-10																		

생물학적 처리시설

폭기시설-호기성처리

기능	활성슬러지에 의한 유기성물질의 산화, 슬러지의 증식 자기산화 등 생물학적 반응을 진행시켜 유기물을 제거하기 위해 이에 필요한 공기(산소)를 주입하고 교반하는 시설		
설계기준		표준	장기폭기
	F/M 비 (KG BOD/KG MLSS.D)	0.15-0.4	0.05
	SRT (day)	4-8	30
	폭기조 체류시간 (hr)	8-24	24 이상
	BOD 용적부하 (kg/m ³ .d)	0.3-1.0	0.1-0.3
	산소요구량 (kg BOD 제거량)	0.8-1.1	1.4-1.6
	슬러지 반송률(%)	30-100%	100-300%
	MLSS (mg/l)	1500-4000	5000-12000
	* 폭기조 설계는 최근 개발되는 기술, system에 따라 많은 차이가 있으며, 특히 기질에 따라 미생물을 이용한 분해효율이 영향을 받으므로 이에 따라 폭기조 size 결정이 달라진다.		

소화조-혐기성처리

기 능	고농도유기물(CODcr:5,000mg/l 이상)을 LNG(메탄GAS)로 전환시켜 ENERGY를 생산할 수 있으며 슬러지 발생량과 전력 소모량 및 소요 부지면적이 호기성에 비해 1/10~1/20수준이므로 매우 경제적이다.		
설계기준		혐기성(UASB TYPE)	호기성
	SRT (day)	150-300	5-30
	체류시간 (hr)	의미 없음	8-24
	BOD 용적부하 (kg/m ³ · d)	10-20	0.5-1.5
	산소요구량 (kg BOD 제거량)	0	0.8-1.6
	슬러지생산율(kgMLSS/kgBOD)	0.01-0.015	0.6-0.7
	MLSS (mg/l)	50,000-100,000	2,000-6,000
	DISTRIBUTOR	유입수분산이 용이할 것	
	SEPARATOR	가스와 슬러지분리가 용이하며 정류기능 구조	

고도처리시설(질소/인)

탈인 시설(혐기조)

기 능	원폐수중의 유기물을 이용하여 탈인미생물(X-PAO)이 인을 방출함 (LUXY-UP TAKE)	
설계기준	체류시간 (hr)	0.5HR-1HR
	공법에 따라 차이가 많음.	
운전조건	DO(mg/l)	0
	질산염/아질산염(mg/l)	0
	ORP(mV)	-300
	PH	6.5~7.5
처리효율	원폐수의 기질과 질산염과 아질산염의 농도에 따라 차이가 큼. 혐기조에서 방출되는 인의 양에 최대 8배정도를 후단 포기조에서 과잉 섭취할 수 있음. 본 설비를 설치할 경우 일반적인 활성오니법에서 제거되는 인의 양에 약 1.5~2배 내외로 추가 제거 가능. 따라서 고농도의 인의 제거는 곤란하며 이 경우 화학처리법을 병용해야 함.	

탈질 시설(무산소조)

기능	질산화조에서 유입되는 질산염과 아질산염을 전자수용체로 이용하고 유기물을 전자공여체로 이용하여 무해한 질소가스로 환원시켜 제거함. 이때 탈질조의 위치가 질산화조 전단에 위치할 경우 전탈질법으로 분류하며 전자공여체는 원폐수중의 BOD를 이용하게 된다. 탈질조의 위치가 질산화조의 후단일 경우 전자공여체는 외부에서 공급되어지는 BOD(예 : 메탄올, 초산 등)가 필요하다. 이를 후 탈질법이라 한다.		
설계기준		전탈질	후탈질
	체류시간 (hr)	2~8HR	2~5HR
	공법과 질소농도에 따라 차이가 많음.		
	비탈질을 (kgNO ³ -N/kgMLSS.day)	0.05~0.1	0.1~0.15
운전조건	DO(mg/l)	0	
	ORP(mV)	-50~-350	
	PH	6.5~8.0	
	수온(℃)	12이상(최적20이상)	

질산화 시설 (포기조)

설계기준	체류시간 (hr)	6HR-12HR
	유기물 제거의 경우 - F/M(kgBOD/kgMLSS.day)	0.1~0.3
	질산화의 경우 - 비 질산화율(kgNH ₃ -N/kgMLSS.day) - TKN용적부하(kgTKN/m ³ .day)	0.02~0.05 0.1~0.3
	공법에 따라 차이가 많음. 일반적으로 유기물제거에 따른 조 용량과 질산화에 따른 조 용량을 비교하여 큰 값을 선택함	
운전조건	DO(mg/l)	1.5~2
	수온(℃)	4~45 (15℃ 이하에서 속도저하됨)
	PH	7.5~8.0 (보통 6.3이하에서 정지)
	SRT(day)	5~15 (19day as 9℃, 5day as 16~23℃)
	FA(Free Ammonia)	10~150
	FNA(Free Nitrous Acid)	0.22~2.8
	내부반송율(%)	100~400(전탈질의 경우)

슬러지 탈수시설

DECANTER

원 리	응집된 FLOC은 거의 1형침전형태를 나타낸다. 여기에 원심력이 작용되면 원심력의 크기에 비례하여 단시간 내에 FLOC으로부터 저 함수율의 CAKE를 생산할 수 있다.		
설계기준	슬러지농도가 20,000mg/l, 원심력 2500G 일 때 기준		
	Q(m ³ /hr)	Bowl size	동력(Kw-max)
	1~5	200mm	7.5
	5~10	300mm	22
	10~20	400mm	37
	20~30	500mm	55
	30~50	600mm	75
	50~70	700mm	105
유지관리	자동화 설비의 구현에 적합하다 소음이 적고 부지소요 면적이 타 종류의 탈수설비에 비해 가장 적다 잔고장등 유지관리가 거의 불필요하다. 약 2년에 1회 내부 스크류의 용사가 필요하다(외부 반출)		

BELT PRESS

원 리	응집된 FLOC이 합성직물로 만들어진 여과포 사이를 통과하면 COMPRESSOR에 의해 BELT VALVE가 팽창하면서 FLOC을 가압하게 되고 여액이 배출되면서 CAKE가 생성됨.
설계기준	BELT 폭(Width)당 건조 고형물의 부하량으로 설계됨. 100kg-Dried Solid/m-Width-Hr
유지관리	관리 포인트가 많아 자동화 설비의 구현이 곤란하다 소음이 중간 정도이나 부지소요 면적이 타 종류의 탈수설비에 비해 크다. 부대설비가 많아 잔고장등 유지관리가 요구된다. 약 2년에 1회 여과포 교체가 필요하다. 대체적으로 슬러지의 성상에 큰 영향을 받지 않고 무난한 탈수가 가능하다.

FILTER PRESS

원리	슬러지가 P.E 등의 재질로 만들어진 여과판 사이의 공간에 이송되면 COMPRESSOR에 의해 고압 AIR가 여실내부로 유입되어 슬러지에 압축을 가하게 된다. 이때 수분은 여과판 사이의 여과포를 통과하게 되어 탈수된 CAKE가 생성된다. 생성된 CAKE는 실린더의 후진으로 여과판이 이동하면서 중력에 의해 하부 보관 BOX로 낙하한다.
설계기준	함수율을 고려한 CAKE의 생산량과 동일하게 여실을 설정하며 이를 설계용량으로 산정한다. 통상 1일 슬러지 발생량을 1CYCLE에 처리할 수 있도록 산정하는 것이 좋다.
유지관리	관리 포인트가 적어 자동화 설비의 구현이 가능하다 소음은 Air 펌프를 사용했을 경우 매우 크고 일반 원심펌프나 기타 고양정 펌프를 사용했을 경우는 거의 소음이 없이 운전할 수 있다. 소요 부지면적이 다소 크다. COMPRESSOR는 별도의 공간을 만들어 격리시키는 것이 좋다. 1년에 2~3회정도 여과포의 교체가 필요하다. 적용은 화학침전 슬러지에 적용하는 것이 가장 좋으며 활성슬러지에 적용은 곤란하다.

수 처리 운영 (2)

- 하수처리 중심 -



동신대학교 이기완 (☎ 010-7247-3152, kwlee@dsu.ac.kr)



3. 하수고도처리?

3-1 고도 처리

질소의 처리방법

◦ 물 리 적 처 리

- Air Stripping, 여과법, 증류법, 부상법, 냉동법, 지면살포법, 역삼투법, 이온투입법, 전기투석법

◦ 화 학 적 처 리

- 활성탄흡착법, 응집침전, 이온교환, 산화제사용, 환원제사용

◦ 생 물 학 적 처 리

- Bacteria 동화작용법, 조류채취법, 질산화 탈질소법

N, P의 제거방법

종 류	제거방법	내 용
N	탈기법 (Air stripping)	◦유입 폐수의 pH를 11.1 이상 유지하여 수중의 암모늄이온(NH_4^+)을 암모니아(NH_3)로 변환시킨 후 탈기탑에서 공기와 접촉하여 기체로 날려보냄 : $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}^+$
	이온 교환법	◦암모늄이온을 선택적으로 치환시키는 특성을 가진 Resin을 충전한 이온 교환 Column을 통과시켜 제거
	파괴점 염소주입	◦파괴점 이상의 염소를 주입시켜 N_2 Gas로 제거 $6\text{NO}_3 + 2\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 6\text{NO}_2 + 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ $6\text{NO}_2 + 3\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow 3\text{N}_2 + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{OH}^-$
	질산화 - 탈질화 system	◦질 산 화 : $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ◦탈질소화 : $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2 \uparrow$
P	응집제 첨가	◦응집침전에 의한 제거
	Lime 첨가	◦ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 주입에 의한 침전
	A/O Process	◦Anaerobic(P release) $\rightarrow$ Oxic(P luxury uptake)
	Phostrip	◦side stream removal
질소, 인 동시 제거		◦Bardenpho system, A^2/O , UCT, SBR, VIP, 수정 phostrip 등

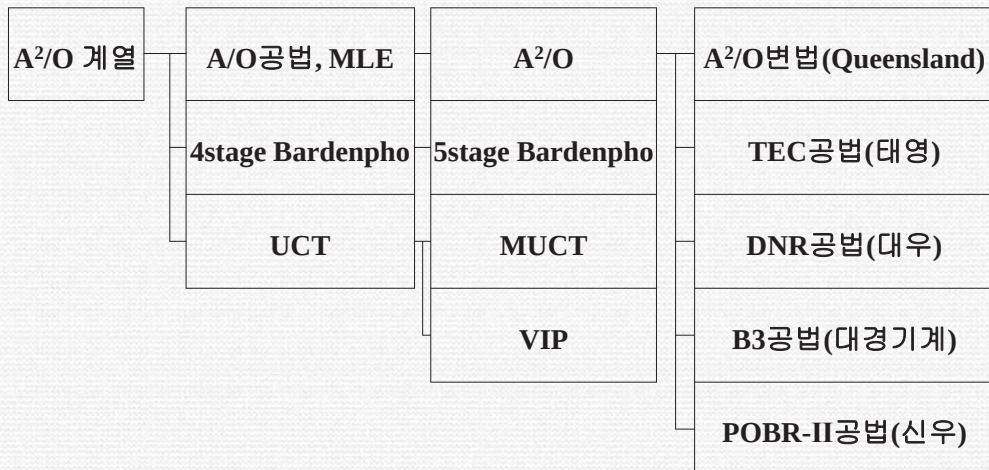
● A²/O 계열

◦ A²/O공법의 구성 : 혐기조 + 무산소조 + 호기조

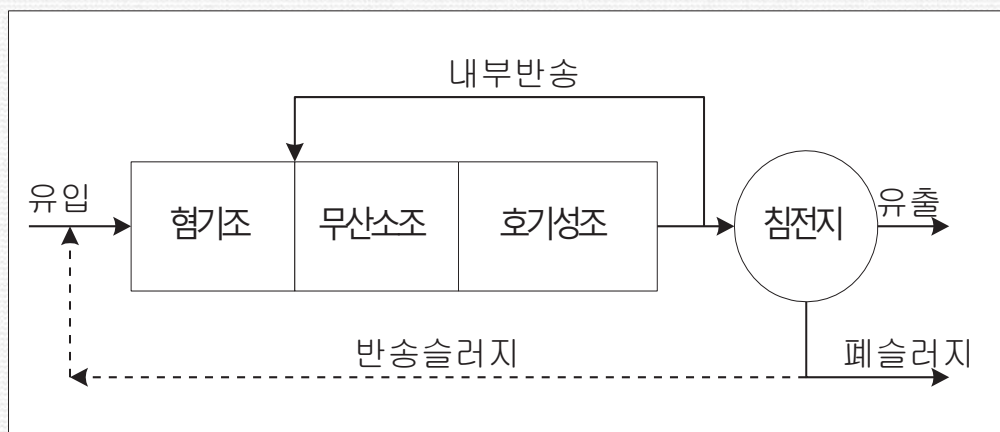
◦ 각조의 역할

- 혐 기 조 : 인방출(유입수내의 탄소원을 이용)
- 무 산 소 조 : 탈질화(유입수내의 탄소원을 이용)
- 호 기 조 : 질산화 및 인의 과잉섭취

< A²/O 계열의 국내외 고도처리공법 >



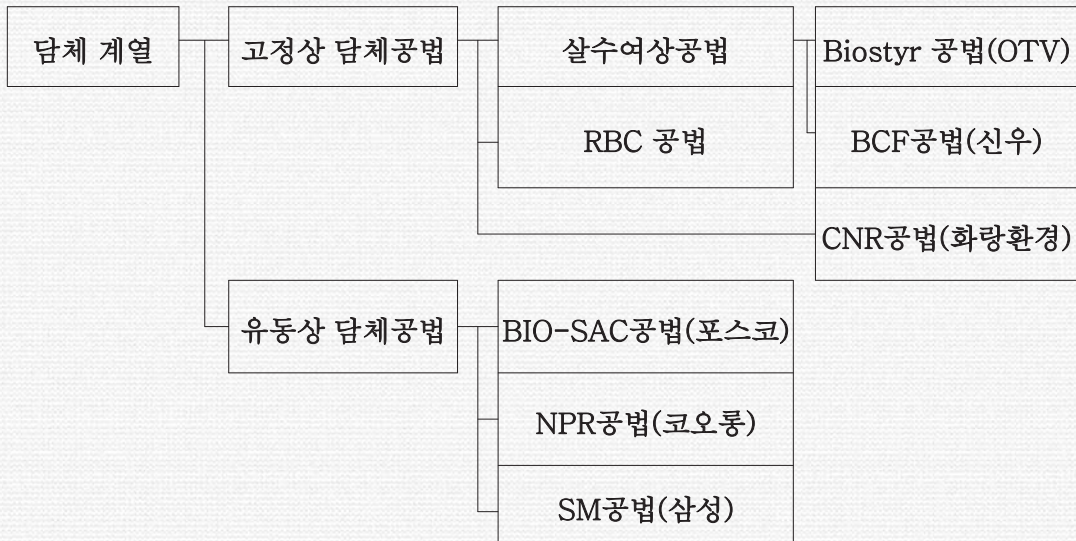
< A²/O공법 모식도 >



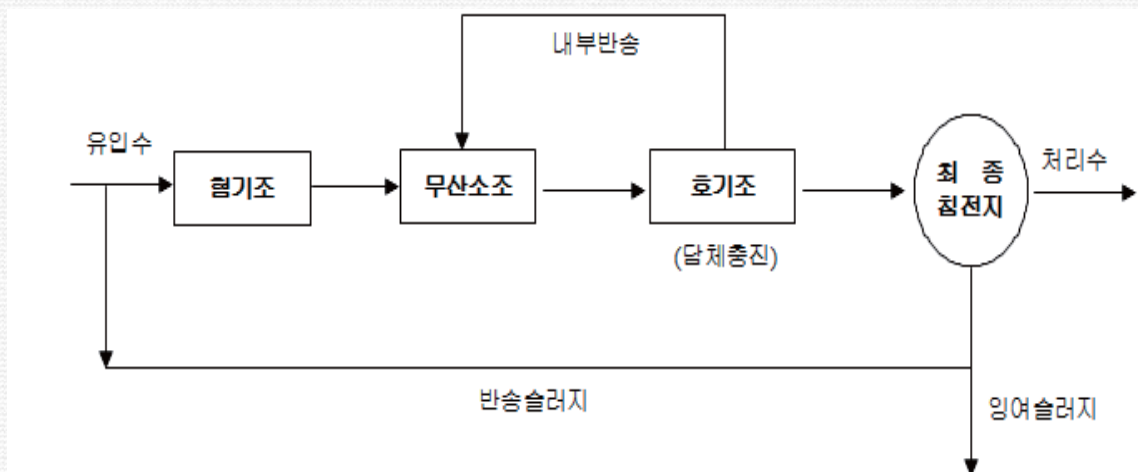
❶ 담체계열

- 개발목적
: 고농도 미생물 확보를 통한 처리효율 향상 및 경제성 확보
- 형태
 - 고정상 : 반응조 내부에 고정담체를 충전
 - 유동상 : 담체가 유동하는 형태

< 담체계열 국내외 고도처리공법 >

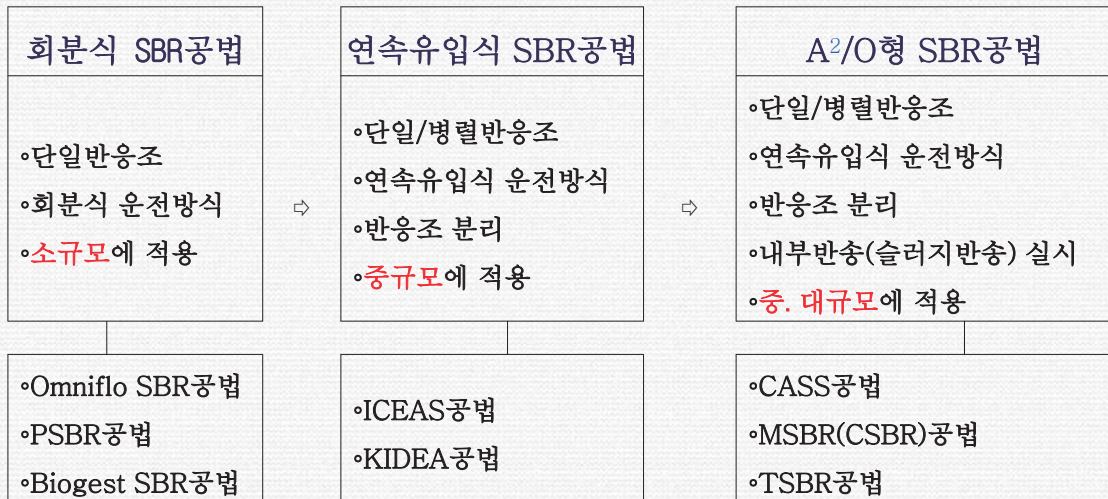


< 유동상 담체공법 모식도 >



❶ SBR 계열

- 단일반응조에서 유입→반응→침전→배출 단계를 한 주기로 구성하여 반복적으로 운전함으로써 질소, 인 제거
- SBR공법의 개량추이



3-2) 최근의 MF활용 하수 고도처리 기술



Particle distribution $\propto$ Parameters in raw sewage

막의 종류 : 공경(구멍크기 ; Pore Size)에 따른 분류

- 정밀여과(micro-filtration : MF) : 10^{-4} mm = 0.1 μ m
- 한외여과(ultra-filtration : UF) : 10^{-5} mm = 0.01 μ m
- 나노여과(nano-filtration : NF) : 10^{-6} mm = 0.001 μ m
- 역삼투(reverse osmosis : RO) : 10^{-7} mm = 0.0001 μ m

	0.001 μ	0.01 μ	0.1 μ	1 μ
BOD	99 %	95 %	93 %	85 %
COD	99 %	95 %	93 %	89 %
T-N	90 %	75 %	70 %	55 %
T-P	99 %	95 %	90 %	60 %

Conventional biological treatment of sewage

Membrane Process

Direct Filtration of
Membrane

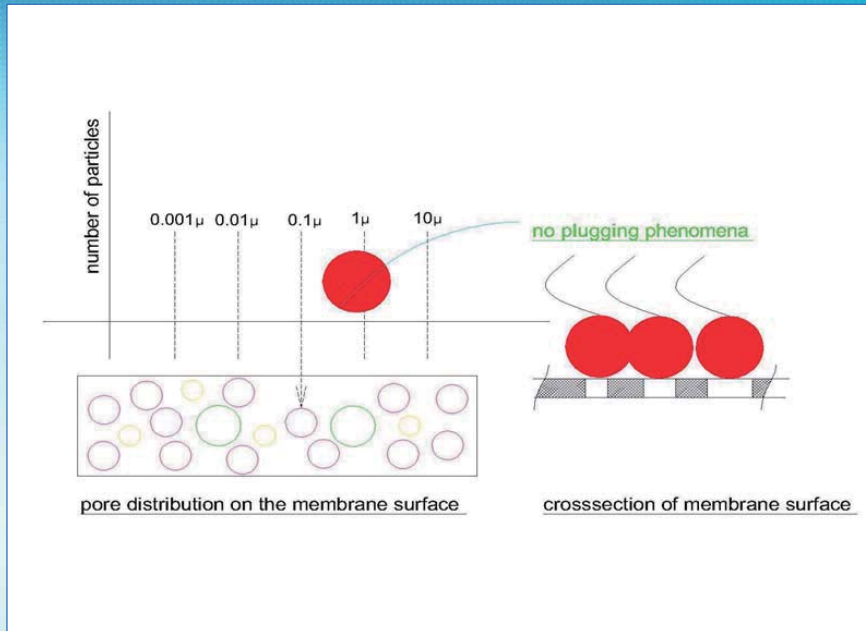
- ➡ Plugging/ Fouling
- ➡ Flux decline/ short term operation

Biological Pretreatment
+
Membrane

➡ MBR(Membrane Bio Reactor)

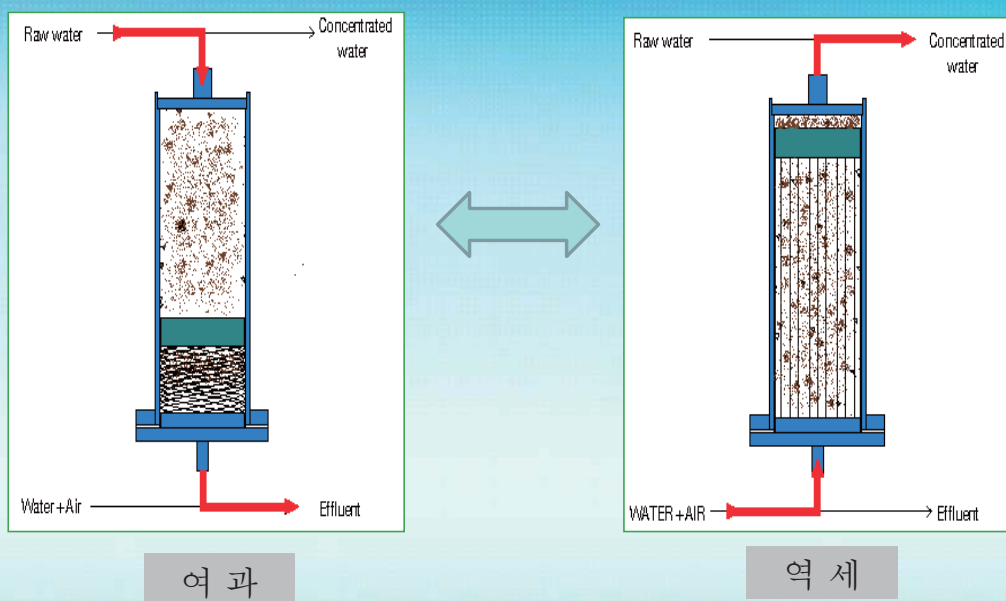
Membrane Process

정밀여과 필요성?



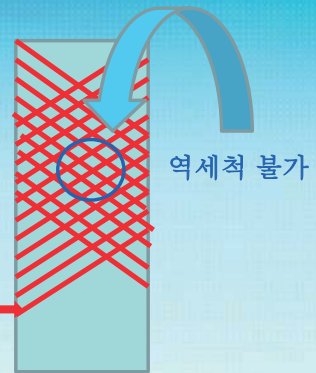
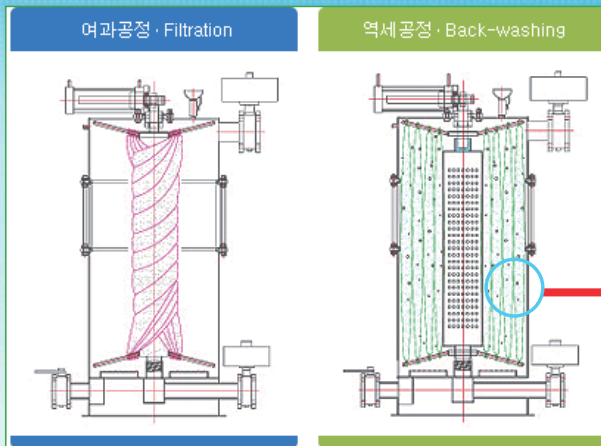
VPMF(Variable Pore Micro Filter, 가변세공정밀여과장치)

VPMF 의 원리



섬유사 필터에서 Bundle Fouling

VPMF는
역세척 쉽다

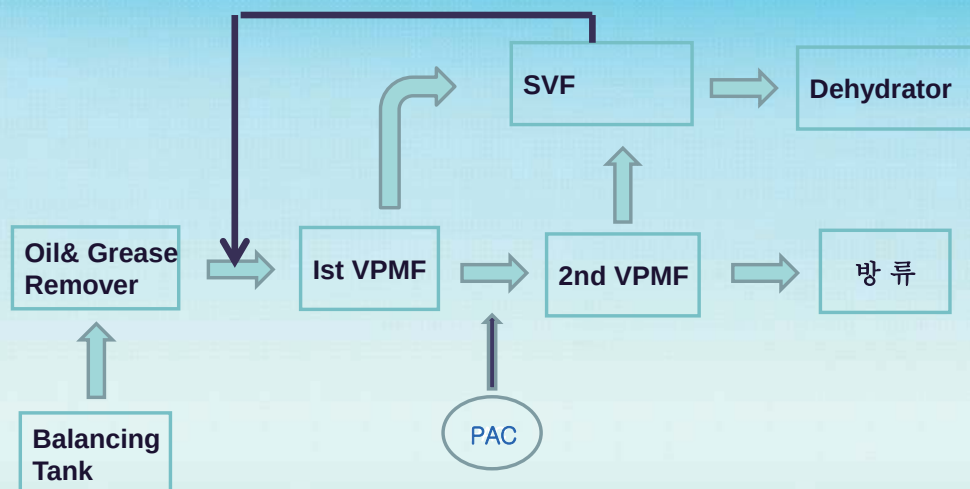


파이버 번들

파이버 번들은 모노사를 여러 가닥 꼬아서 제조

DFS(Direct Filtration of Sewage)

DFS Process



DFS(Direct Filtration of Sewage)

DFS Performance

Process	COD(mg/l)	BOD(mg/l)	TSS(mg/l)	NH3(mg/l)	T-N(mg/l)	T-P(mg/l)
Raw Sewage	150~300	150~300	150~200	10~20	30~40	3~10
VPMF1	75~150	75~150	20~40	8~18	27~38	2~9
VPMF2	10~15	5~10	<1	2~5	7~10	<0.01
방류	5~10	3~8	<1	1~2	3~5	<0.01
BEFORE SVF	2,700~5,600	2,700~5,600	2,000~4,000	75~168	375~500	25~112
AFTER SVF	540~1,120	540~1,120	100~200	8~17	3	
SLURRY	27,000~35,000	27,000~35,000	15,000~20,000	750~1,680	3,75	



VPMF(또는 DFS) 공정의 처리 성능 비교

하수처리(원수/미생물처리/정밀여과) 수질

Parameters	Raw Sewage	Biological Process		VPMF(DFS)	
		Treated Water	Removal	Treated Water	Removal
BOD(mg/l)	150~300	7~12	95.3~96 %	1~3	99~99.3 %
COD(mg/l)	150~300	8~30	90~94.7 %	5~10	96.7 %
SS(mg/l)	200~300	2~8	97.3~99 %	<1	>99 %
NH ₃ -N(mg/l)	10~20	6~13	60~65 %	1~2	90~99 %
T-N(mg/l)	30~40	6~16	60~80 %	1~2	95~96.7 %
T-P(mg/l)	3~10	0.2~0.9	91~93.3 %	<0.01	>99 %

하수 방류수의 총인 제거 기술

총인 제거의 목적

공공수역의 부영양화 방지

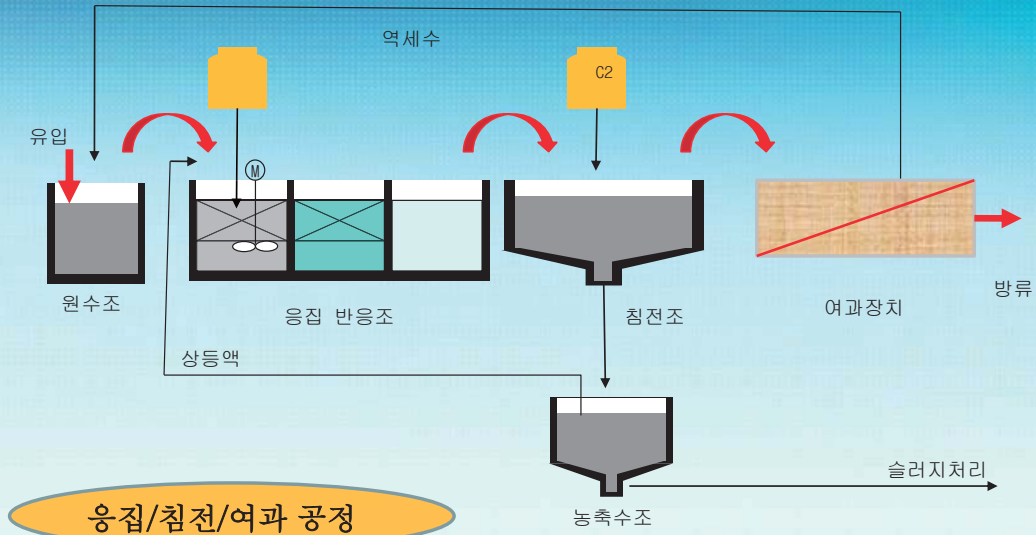
EPA 기준 총인 농도 (ppm)		국내하천 기준 총인 농도 (ppm)	(Q = 500톤/일 이상규모) 방류수 총인 농도 (ppm)	
빈영양	0.01 이하	1b급,종음/일반정수 후 생활용 (0.04 이하)	0.2 이하	상수원보호/수변 구역 (I 지역)
중영양	0.01~0.02	III급,보통/고도정수 후 생활용 (0.2 이하)	0.3 이하	중권역 목표기준초과 고시지역 (II 지역)
부영양	0.02 이상	V 급,나쁨/특수정수 후 공업용 (0.5 이하)	0.5 이하	5대강 수계 고시지역 (III 지역)
-	-	-	2 이하	기타 수계 (IV 지역)
조류증식의 최적점 : T-N 0.3 ppm ,T-P 0.02 ppm				

방류수 T-P제거용 고액분리 MF 기술

총인(T-P) 제거기술의 비교

대 분류	주 요 공 법	처 리 효 율	처리 후 T-P 농도
방 류 수			1~5 ppm
생물학적처리		70~80 %	
화학/여과	응집/침전(부상)	85~86 %	0.15~0.75 ppm
	응집/침전/여과	95~99 %	0.05~0.25 ppm
물리적 처리	MF or UF	40~70 %	0.6~3 ppm
	R/O	99 % 이상	0.05 ppm 이하

MF를 이용한 하수방류수의 인 제거 기술(A Type 설계)

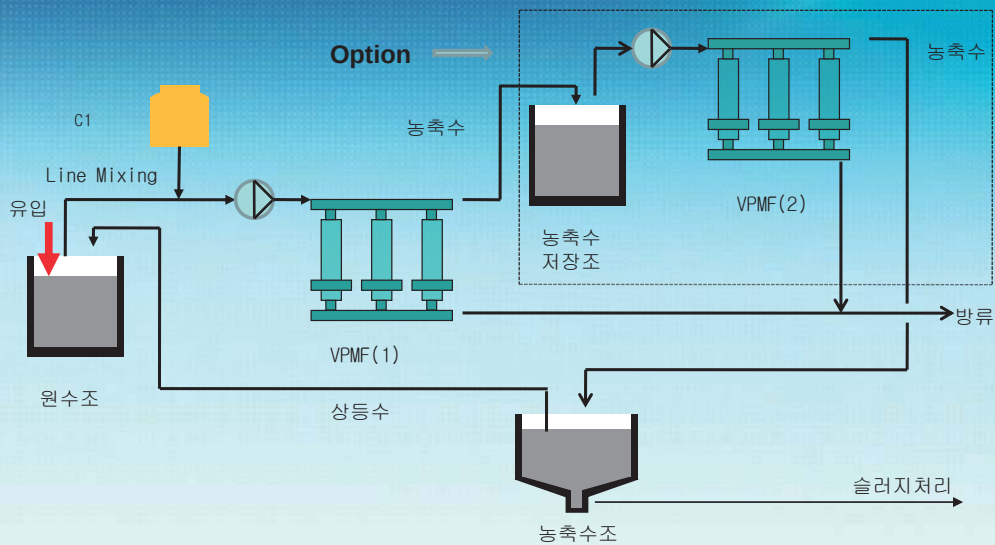


MF를 이용한 하수방류수의 인 제거 기술(A Type 설계)

응집/침전/여과 공정의 특징

- 응집 반응조 에서 응집제와 방류수와의 혼화문제
- 응집제 적량화 문제 (소량 주입:5~8ppm)
- 침전조 효율저하 문제(약한 플록 /밀도류등)
- 시설 소요부지가 크고 토목시설비 높음

MF를 이용한 하수방류수의 인 제거 기술(B Type 설계)



Line Mixing/VPMF 공정

MF를 이용한 하수방류수의 인 제거 기술(B Type 설계)

Line Mixing/VPMF 공정의 특징

- ☼ 응집조와 침전(부상)조가 불필요
- ☼ 응집제가 펌프의 임펠러에 의해서 혼화되므로 안정적 혼화 가능
- ☼ VPMF만으로도 고농축(0.4~0.5 %)이 가능
- ☼ 약한 응집플록을 효과적으로 제거하여 처리수 총인 농도를 안정적으로 감소

MF를 이용한 하수방류수의 인 제거 기술

Line Mixing/VPMF 및 응집/침전/여과 공정 비교

항 목	Line Mixing/VPMF	응집/침전/여과
소요 면적	220 m ²	900~1,200 m ²
침전불량	없 음	발생가능성 높음
수질 안정성	안정됨	침전효율에 따라 변동
응집제 혼화	양 호	균등혼화 어려움
슬러지 발생량	0.6~0.7	1

1,000 m³/h의 경우 비교

VPMF의 기술적 Position

가변세공형

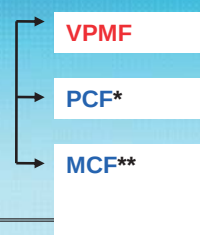
모래여과기



규조토
코팅필터



섬유사 필터



고정세공형

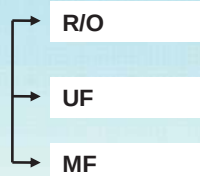
메쉬망



카트리지
필터



멤브레인
필터



* PORE CONTROL FIBER FILTER

여과시 섬유다발이 다공관 주위에 비틀어져 고이므로 TWIST FILTER라고 하며, 압착과 이완으로 여재공극이 제어됨

** MICRO CHIP FILTER

열융착 가공한 섬유사를 여과기 여재로 사용한 여재압축방식 침층 여과장치

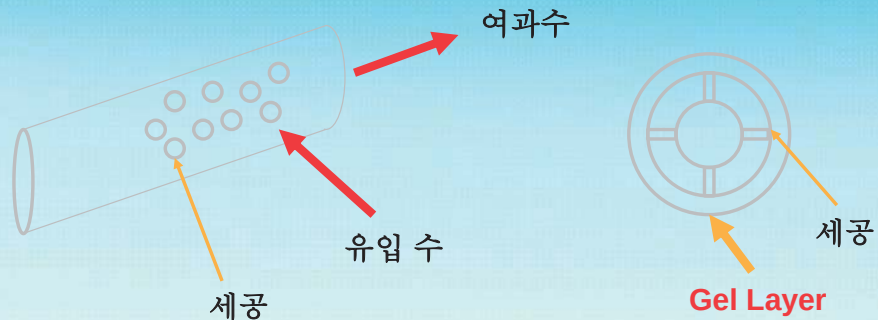
VPMF와 타 섬유사 필터의 비교

항 목	VPMF	PCF	MCF	Hayase
세공크기	25,10,5,1,0.5,0.2 μ	5 μ	5 μ	3 μ
여재	분할 모노사	분할사를 Bubble 형태로 짠 굵은 섬유사	섬유 사 불 여재	분할 모노사
필터층 형성 방식	유입수 압력으로 압착	섬유사의 비틀림	피스톤으로 불 여재 압착	피스톤으로 압착
역 세척 효율	아주 좋음	좋지 않음	좋지 않음	좋지 않음
모듈형태	단일모듈/멀티모듈	탱크 크기 확장	탱크 크기 확장	탱크 크기 확장
Fiber Bundle Fouling	없음	심함	심함	보통
여재 수명	6년	2년	1년 이하	2년
주요 적용 처	정수장,오/하/폐수	오/하수	정수	오/폐수

VPMF와 분리막의 비교

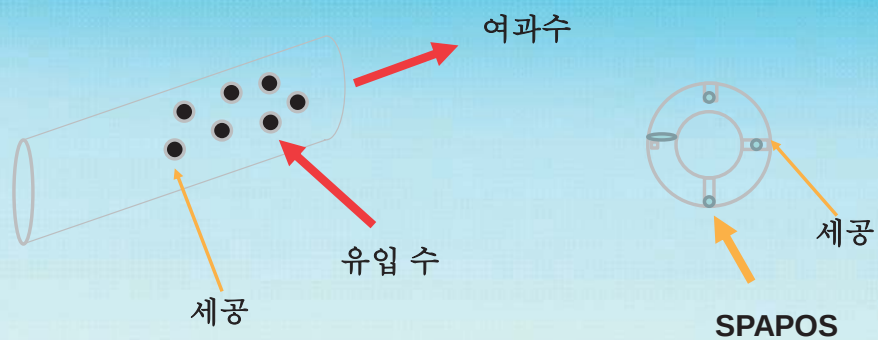
비교항목	VPMF	분리 막
세공크기	25,10,5,1,0.5,0.2 μ	0.5~0.0001 μ
여과방식	외압식/전여과	내,외압식/전,십자여과
여과효율	97~99 % /세공크기	99 % 이상/세공크기
전처리	거의 불필요	대부분 필요
역 세척 효율	아주 좋음	나쁨
Plugging	없음	항상 수반됨
Gel Fouling	없음	항상 수반됨
화학세정(CIP)	없음	항상 수반됨
엘리먼트 교체	엘리먼트만 교체	MF,UF: 모듈 전체

분리막의 Gel Fouling ?



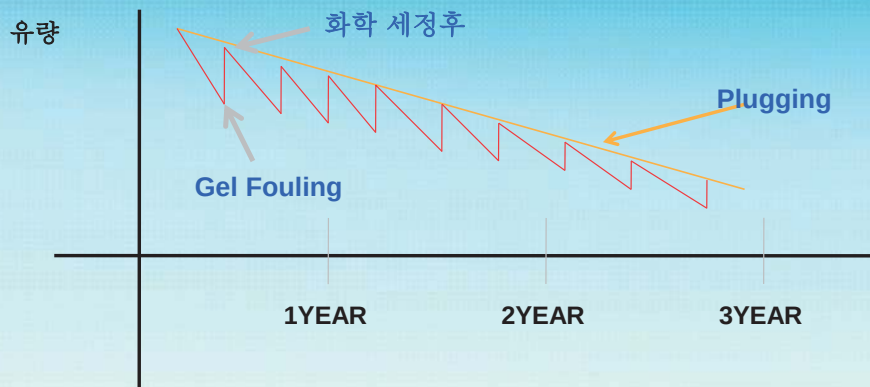
- ▲ 분리막 표면의 세공이 SS, 콜로이드 물질에 의해서 막히는 현상
(화학세정에 의해서 제거)

분리막의 Plugging ?



- 분리막 표면의 세공이 SPAPOS(Same Size of Particle as Pore Size)에
의해 막히는 현상(화학세정에 의해서 제거 불가능-분리막의 교체시기)

분리막의 일반적 유량곡선



VPMF(DFS)의 적용 국내사례

□ TERTIARY TREATMENT OF WW (POSCO)

- CAPACITY : 4,000 M3/D
- LOCATION : KWANGYANG



☐ **RECYCLING OF COOLING
WASTE WATER (SEA BESTIL)**

- CAPACITY : 16,800 M3/D
- LOCATION : KUNSAN



☐ **RIVER WATER FILTRATION
(SEA BESTIL)**

- CAPACITY : 3,600 M3/D
- LOCATION : SUWOON



VPMF(DFS)의 적용 국외사례

□ TERTIARY TREATMENT OF SEWAGE EFFLUENT (T&T PACIFIC)

- CAPACITY : 240,000 M3/D
- LOCATION : KUALAUMPUR
(M ALAISIA)

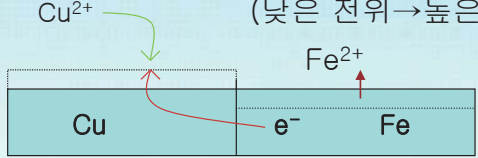


4. 수처리 설비중의 금속재질 부식관련

부식(corrosion)?

부식: 금속이 외부로부터 화학작용에 의해 소모되어 가는 현상

- > 전면부식: 표면 전반이 고르게 부식 (부식속도, 수명 예측 가능하여 대책 용이)
- > 국부 부식: 표면 일부에서만 부식 진행 (부식속도 예측 불가로 문제가 심각)

	습 식	건 식
원인	액상(液相)과의 접촉	비교적 고온에서 기상(氣相)과의 접촉
메커니즘	전기화학적 전지의 구성: 전자(e⁻)의 방출 (낮은 전위→높은 전위)  ※ 갈바닉 부식	

Cu의 EMF는 0.345 V ($\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$), Fe의 EMF는 -0.440 V ($\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$)
EMF는 기전력(electro motive force)을 말하며, 전위차로 인한 전자의 이동이 곧 전지반응.

금속에 대한 EMF 서열 (25℃)

element	Electrode reaction (전극 반응)	표준 전위 (Volt)
Gold	$\text{Au}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Au}$	1.420
Platinum	$\text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pt}$	1.200
Silver	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	0.800
Copper	$\text{Cu}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0.522
Copper	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0.345
Hydrogen	$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0.000 (reference)
Lead	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.126
Tin	$\text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.136
Nickel	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.250
Cobalt	$\text{Co}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Co}$	-0.277
Cadmium	$\text{Cd}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd}$	-0.402
Iron	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.440
Chromium	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.710
Zinc	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.762
Manganese	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.050
Aluminum	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$	-1.670
Beryllium	$\text{Be}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Be}$	-1.700
Magnesium	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.340
Sodium	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	-2.712

e⁻를 수용
하는 경향

음극
성향

양극
성향

e⁻를 방출
하는 경향

국부 부식

1. 공식 (孔蝕, pitting)

표면에 생성된 부동태막으로 내식성을 유지하는 금속 또는 합금(스테인레스강, 티타늄 등)의 표면 일부가 파괴되어 국부적으로 진행되는 부식/용해

< 메커니즘 >

- 양극(Anode) 반응 : $M \rightarrow M^+ + e^-$
- 음극(Cathode) 반응 : $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
- 식공내 M^+ 의 증가에 따른 외부 Cl^- 침입으로 MCl 형성 후 가수분해됨 ($MCl + H_2O \rightarrow MOH + HCl$)

2. 틈 부식 (crevis corrosion)

표면의 이물질 부착 또는 구조적 틈새로 다른 곳에 비해 현저히 부식/용해되는 현상

< 메커니즘 >

- 금속의 용해이온이 틈 내부에 농축되어 이온농도 차로 인한 부식 촉진 :
 틈 내부에서의 양극(Anode) 반응, $M \rightarrow M^+ + e^-$
 틈 내부에서의 음극(Cathode) 반응, $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
- 점진적인 틈내 산소의 소비로 음극(Cathode) 반응억제 $\rightarrow OH^-$ 생성 감소로 외부의 Cl^- 침입 및 금속염(MCl) 생성
- 금속염의 가수분해 ($MCl + H_2O \rightarrow MOH + HCl$)로 pH 저하 및 부식 촉진

3. 산소 농도 전지 (Oxygen - concentration cell)

용액내 산소농도가 주위보다 낮을 경우(즉, 퇴적물이 쌓인 금속표면 또는 가스켓 접촉면에서) 주로 발생

< 메커니즘 >

- 양극(Anode) 반응 : $4Fe + 2O_2 + 8H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 + 4H^+ + 4e^-$
- 음극(Cathode) 반응 : $O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$

4. 갈바닉 부식 (Galvanic corrosion)

활성이 다른 이종 금속이 전도성 용액에 노출되어있을 경우, 상대적으로 활성이 큰 금속은 양극(anode)으로, 작은 금속은 음극(cathode)으로 작용하여 흐르는 전류로 인한 부식

< 메커니즘 >

- 상대적 저전위(고활성) 금속의 양극(anode)화 : $M_1 \rightarrow M_1^{n+} + ne^-$
- 상대적 고전위(저활성) 금속의 음극(cathode)화 : $M_2^{n+} + ne^- \rightarrow M_2$

5. 입자계 부식 (Intergranular corrosion)

결정 경계면을 따라 일어나는 부식으로 금속의 강도와 유연성이 감소되는 현상 (오스테나이트 스테인레스강의 경우, 450~843℃ 온도 영역에서 크롬카바이드(Chromium carbides)가 결정 경계면에서 형성되어 크롬 함량이 낮아지면서 부식환경에 민감한 영향을 받음)

6. 응력부식 균열 (Stress corrosion cracking)

내부의 잔류응력 또는 외부 힘에 의해 부식이 가속되는 현상 (대부분의 합금이 응력부식균열을 보이는 시간 범위는 수분~수년에 이름)

7. 액체 금속 부식 (Liquid-metal corrosion)

Hg와 같은 액체금속이 Si합금과 같은 모재의 결정 경계면을 따라 침투하여 모재에 손상을 주는 부식현상

8. 난류 부식 (Erosion corrosion)

금속표면에 충돌하는 액체의 분출, 또는 부식매체의 난류로 인한 부식현상

9. 충격 부식 (Impingement corrosion)

산화피막과 같이 금속표면을 보호하고 있는 산화피막이 주위 유체와의 마찰로 떨어져 나감으로서 부식이 가속되는 현상

10. 부식 피로 (Corrosion fatigue)

금속표면에 주기적으로 응력이 작용할 경우, 금속표면보호용 산화피막이 쉽게 파괴되어 파괴 부에 응력이 집중됨으로서 부식이 시작되고 결국 균열로 이어지는 현상

11. 캐비테이션 부식(Cavitation corrosion)

액체의 빠른 유속과 부식작용이 서로 복합적으로 작용하여 생기는 현상으로, 기포가 금속 표면에서 터질 때 강한 충격작용으로 부동태 산화피막이 깨지고 소지금속도 손상을 초래.

Cavitation(空洞) ?

- 유속이 매우 커서 베르누이법칙에 의한 정압 P가 액체의 증기압보다 낮아질 때 액체 중에 기포가 생기는 현상

12. 찰과 부식 (Fretting corrosion)

접촉면에 수직압력이 작용하고 윤활제가 없을 경우, 진동 등에 의해 서로 움직이는 2개의 고체(또는 이중의 하나)의 계면에서 일어나는 부식현상 (부식생성물이 산화물이란 사실이 찰과부식의 큰 특징)

13. 수소 취화 균열 (Hydrogen attack)

고온, 수소분압이 높을 경우, 금속에 수소가 침투하여 탄소와 반응 후 형성되는 메탄으로 인해 금속의 유연성 저하, 균열 발생, 금속표면에 대한 수포형성 등에 따라 소재의 강도가 저하되는 현상

14. 구조적 부식 (Structural corrosion)

- 1) 흑연부식 (Graphite corrosion) : 회주철에서 금속이온이 산화되어 흑연 층을 형성
- 2) 탈아연부식 (Parting (Dealloying) corrosion) : 합금 구성성분의 일부가 부식되는 현상으로서, Zn함량 15%를 넘는 청동의 경우 Zn만 선택적으로 부식되어 Cu만 남게 됨.
- 3) 미생물 부식(Biological corrosion) : 미생물의 신진대사 결과로 직간접적으로 금속표면에 부식환경을 조성하는 현상

부식 영향 인자

1. pH

- 귀금속(금, 백금 등)은 pH영향 없음.

2. 산화제

- 대부분 부식을 촉진하나, 스테레스강의 산화크롬은 보호막 역할.

3. 온도

- 고온일수록 부식속도는 증가

4. 속도

- 부식성 유체의 유속이 빠를수록 부식속도는 증가.

5. 피막 (Film)

진행된 부식의 경우, 피막성질에 따라 부식 억제 또는, 부식 금속이 유실되기도 함.

▪ 부식 억제: 부식성 유체로부터 불용성 화합물(Carbonite, Sulfate 등)이 금속표면에 침전/ 표면을 보호

▪ 금속 유실: 피막이 부식성 유체에 의해 투과 또는 용해될 경우 합금되지 못한 탄소강 표면에 새로운 부식층이 형성/금속을 유실함.

6. 농도 및 시간

- 농도, 시간에 정비례하지 아니한 경우가 있으므로 실험자료에 근거해야.

7. 불순물

- 부식성 유체중의 불순물은 부식속도를 지연/촉진 함.

부식 예방

1. 고온 부식 저항

- 크롬 산화막: 550℃이상에서 이용되는 합금에 필수.
- 실리콘: 탄소강에 산화저항성 부여.

2. 재질 선정

- 유사한 기존 공정 자료 참조 또는 실험에 의한 판단이 중요.

3. 적정 설계

- 적절한 배수(Drainage), 틈새(crevice) 최소화, 검사 및 정비의 용이, 가능한 맞대기 용접방식 채택. 이종금속의 접촉을 피함. 보온재의 흡습은 금물, 금속재료는 적절한 열처리 및 표면처리 필수

4. 부식환경 변화

- 유체중의 산소함량 변화, 불활성 가스 치환, 수분 제거, 온도/pH 변화

5. 음전기 보호 (Cathodic protection)

- 희생양극 사용법(갈바닉 음극보호법): 보호대상 금속보다 낮은 전위의 금속을 연결시켜 정기적으로 교체(Zn, Mg, Al 등)
- 전해음극보호법: 정류기와 비반응성 흑연(탄소) 양극을 사용.

6. 유기물질 도장 (Organic coating)

- 표면에 유기물질을 0.75mm 이상 도포, Polymer를 0.25mm 이상 덧씌우는 방법.

7. Glass-lined steel

- 특수유리를 1.5~2.5mm 두께로 덧씌우는 방법.(부식성이 큰 산 용액에 주로 사용)

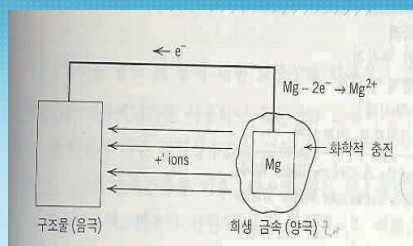
8. Cladding & Overlay

- 모재에 내식성 물질을 압착(Cladding) 또는, 용접봉으로 용접층을 형성(overlay)

9. Metallic lining

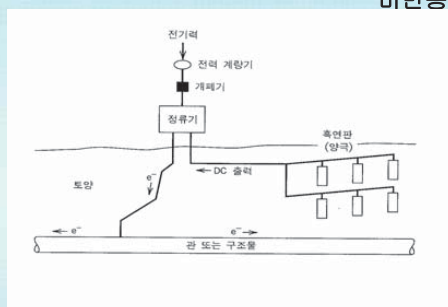
- 모재표면에 Zn, Sn, Cd, Pb, Al을 코팅하여 부식 저항 및 전기화학적 특성 응용

- **희생양극 사용법(갈바닉 음극보호법):** 보호대상 금속보다 낮은 전위의 금속을 연결시켜 정기적으로 교체(Zn, Mg, Al 등)



▪ 전해음극보호법:

- 정류기(구조물로 전자를 보내는 전자펌프 역할)와 비반응성 흑연(탄소) 양극을 사용.





5. 수처리 시설의 에너지 자립

에너지 시스템의 패러다임 변화에도 대응하자!

오바마-시진핑, 온실가스 감축 전격 합의
미·중 정상회담서 10~15년내 감축 합의...세계 기후변화 협상에 새로운
전기



PHOTO: US president Barack Obama and Chinese president Xi Jinping decide on tackling cybercrime and climate change.
(AFP: Yuri Gripas)

오바마 “ 2025년까지 온실가스 배출
량을 2005년 수준에서 26-28% 줄이
겠다”

시진핑 “2030년을 전후해 온실가스 배출
량을 더는 늘리지 않을 것이며 대체 에너지
원 비중을 2030년까지 20%로 끌어 올리
겠다”

시 주석이 온실가스 양을 구체적으로 얼마
나 줄일지 밝히지는 않았지만 중국 정부가
특정시점을 언급하며 감축 계획을 제시한
것은 이번이 처음이다.

- 발전부분에서 '30년까지 '05년 수준의 탄소 배출
량에서 30%를 감소하겠다는 Action Plan 을 발
표
- '20년까지 '12년 석탄 발전소 용량의 20%에 해
당하는 60GW 석탄 발전소를 폐쇄 해야함

오바마 → 트럼프 → 바이든(46대 대통령)은??

한국 : 에너지 자립형 상하수도 시설 구축 방향

공공하수도시설 에너지 자립율 제고

- 2007년 0.8% ⇒ 2030년 45%

2030년 에너지 자립율 45% 달성

소화가스



소수력



태양광



풍력



- 감사합니다 -



소화조 탈수기운영방안



(주)SNF코리아 배영한 부장

소화조 및 탈수기 운영방안

: 개별 인자 평가 및 개선 방안

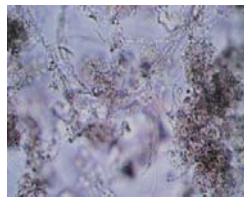
SNF KOREA

공학박사 배영한

목 차

1. 슬러지 처리공정의 개요
2. 응집제의 영향
3. 용해수와 용해조건의 영향
4. 응집반응의 영향
5. 탈수기 종류 및 탈수기 자체의 한계성
6. 슬러지 성상 및 응집조건의 영향
7. 탈수기 운전조건의 영향
8. 혐기성 소화공정
9. 혐기성 소화 운영 기술

1.1. 슬러지 처리 공정의 인자(1)



1. 고분자 응집제
이온성, 분자량 및 분자의 구조, 화학적 조성
첨가제 등 화학적 특성

2. 응집제의 용해
용해방식 및 시간, 용해수 수질, 용해농도



3. 응집반응 및 농축방식
직접 투입, 응집반응조(단단 및 다단), 고속응집,
가압 압송, 전탈수 및 후탈수, 농축 및 약주 형태
(침전 및 부상, 다중원판농축, 드럼농축, 원심농축)

4. 탈수공정
원심탈수기, 벨트프레스, 스크류프레스
필터프레스
연계 탈수 / 단독탈수 / 운전조건 / 용량

5. 슬러지 성상 및 응집 조건
• 종류: 생, 잉여, 소화, 종인, 반류
• 슬러지의 주 조성
• 복합 투입약품(슬러지 개질 목적)
• 화학적 특징
• 최종 처리 방법

• 온도, pH, 전도도 및 경도
• 총고형분, VS/FS
• 입자의 크기 및 밀도, 섬유질 함량
• EPS(Extracellular Polymeric Substance)

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 3 -

1.2. 슬러지 처리 공정의 인자(2)



6. 탈수기 유입
슬러지 유량 vs. 응집제 유량
슬러지 건량 기준 유입량

7. 탈수기 운전조건
탈수기별 차이: DAM, 차속, 건량기준 용량



8. 저류조 형태
단일 슬러지 처리 / 병합 처리 / 혼합방식
저류조 교반 방식: 저류, 교반, 포기, 순환
슬러지 공급펌프

부하변화
유량변화 / 부하량 변화 / 탈수기별 부하량 차이
회수율 평가

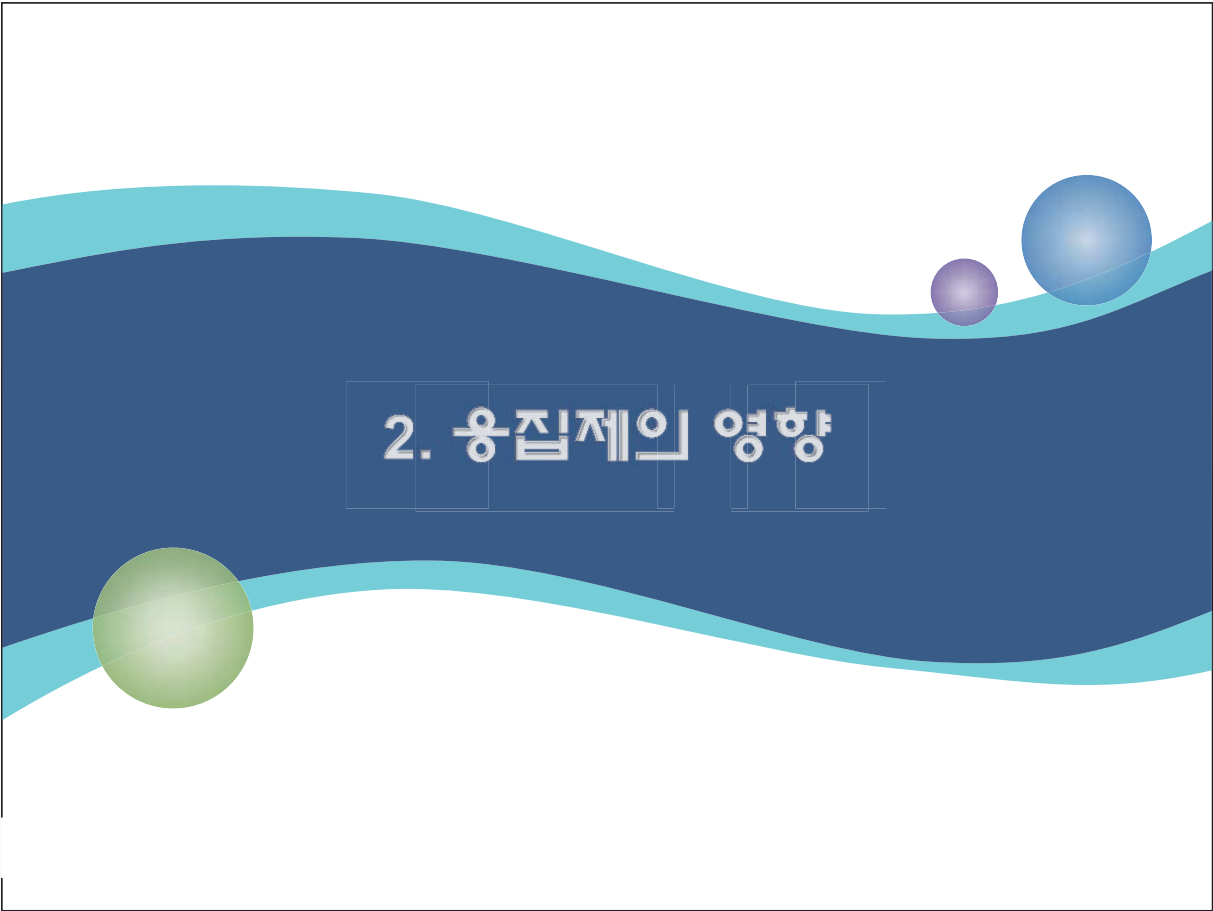
9. 탈수기 자체의 특성 및 한계성
• 벨트 프레스
• 원심탈수기
• 스크류 프레스
• 프레임 필터 프레스
• 다중원판

• 가압방식 및 가압 효율
• 기계적 마모 등 내구성
• 여과 방식과 비여과방식
• 유지관리
• 제조사 특성

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

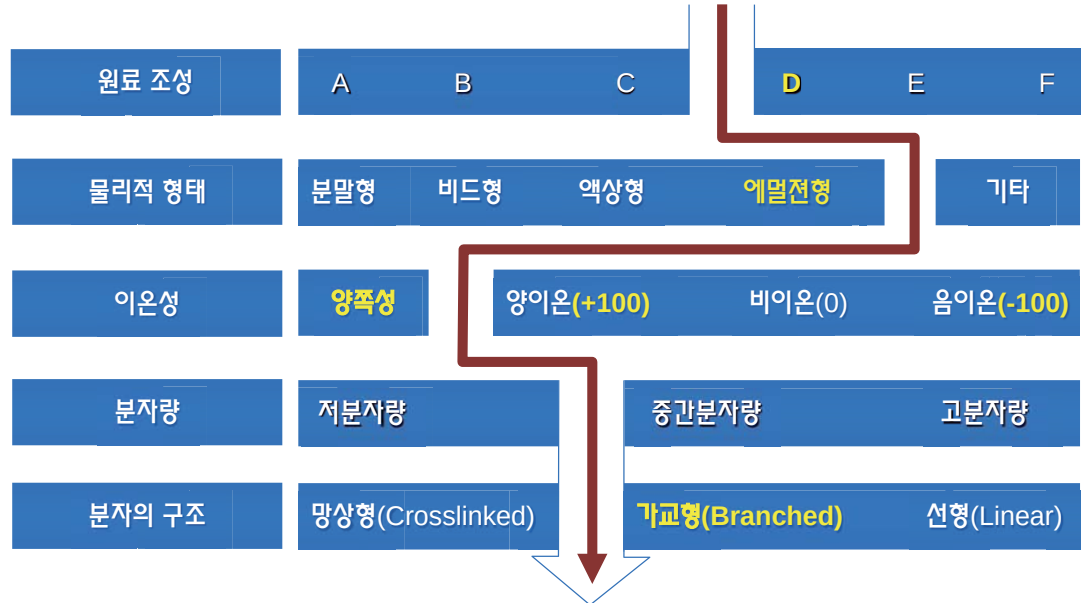
- 4 -



2.1. 고분자 용집제의 화학적 특성에 따른 영향

Q. 어떤 용집제 종류가 있나요?

용집제의 선택



Jar-test / 현장 시운전

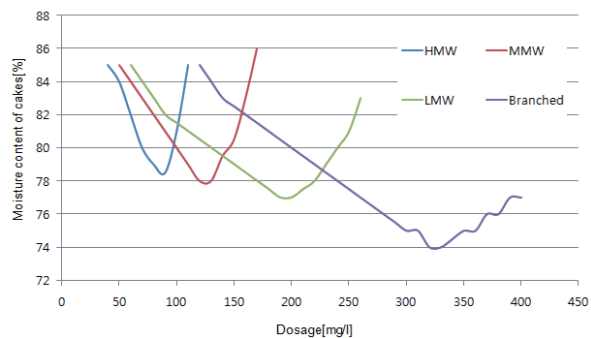
2.2. 고분자 응집제의 구조에 따른 영향

1. 다양한 고분자 응집제의 구조적 특성

응집제의 구조	분자량	선형 저분자량 기준 응집제 투입량	응집 플럭(Floc) 상태		
			저투입량	고투입량	투입량 범위
선형	고	50~80%	크고 강함	과한 점성을 보유한 플럭	매우 좁음
	중	80~90%	강함	점성을 보유한 플럭	좁음
	저	100%	작음	비교적 강한 플럭	보통
가교형	저~중	150~200%	매우 작음	매우 강한 플럭	넓음
그물형	저	200~600%	미세 플럭	크고 매우 강한 플럭	매우 넓음

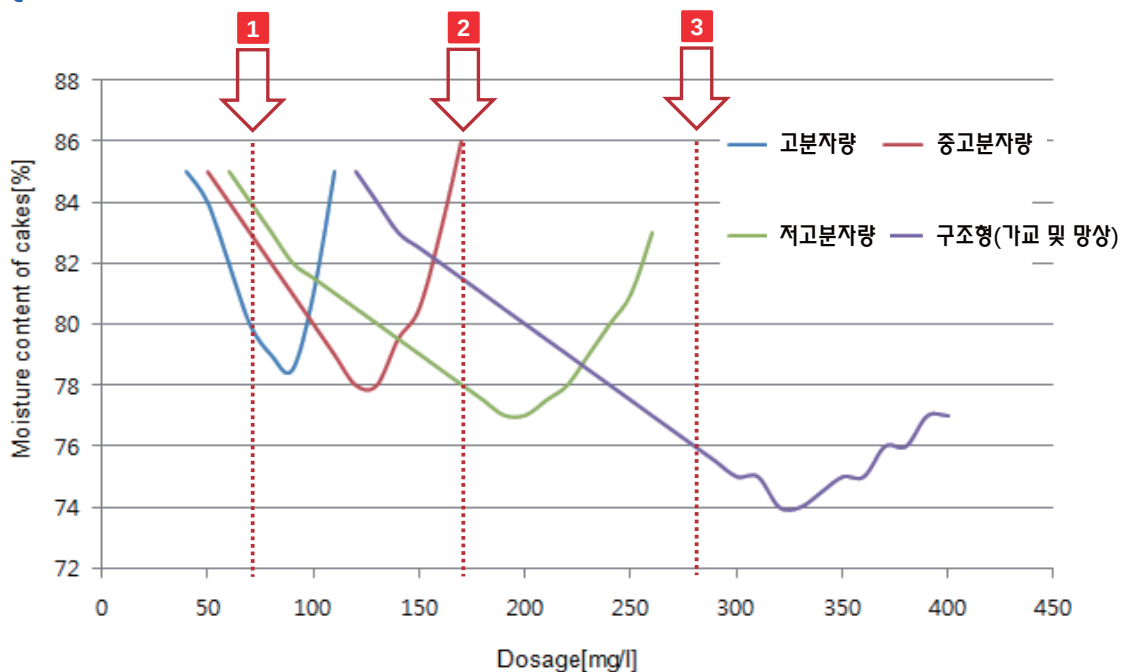
2. 응집제의 구조에 따른 효율 비교

투입량과 무관하게 함수율과 응집강도를 기준으로 응집제 자체의 탈수효율은
그물형 > 가교형 >> 선형의 순서임.
슬러지의 특성에 따라 선형고분자 응집제만으로 적정처리가 가능한 경우도 많으나 압밀성이 낮고 유기성이 높은 슬러지의 경우 구조형 응집제를 적용하여야만 적정 압밀성을 가진 플럭을 형성할 수 있는 경우가 발생됨.



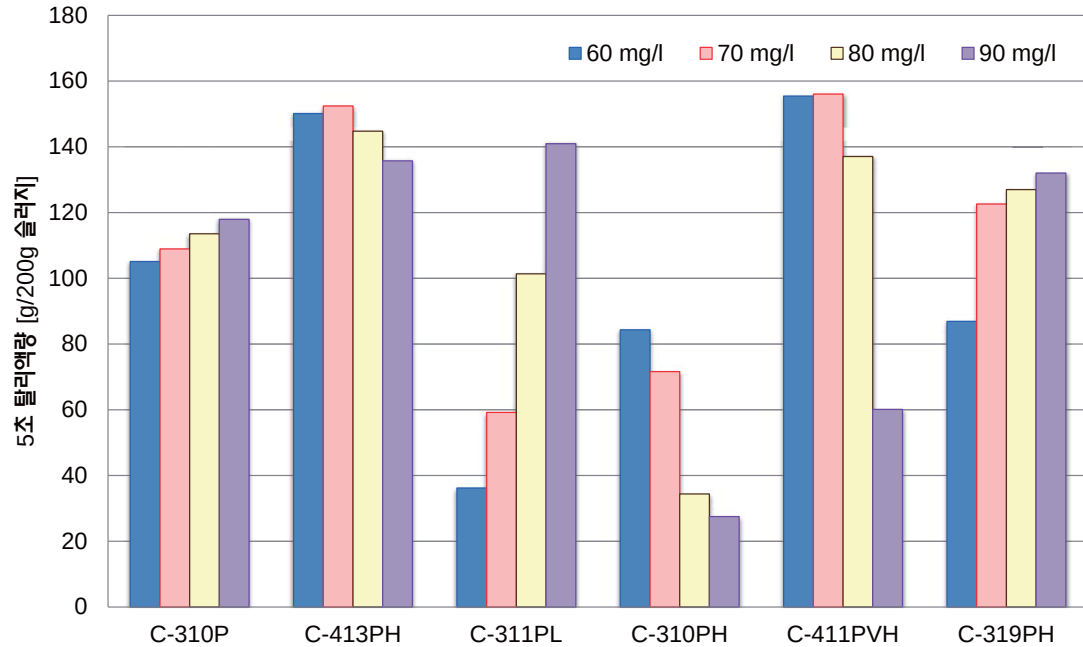
2.3. 고분자 응집제의 투입량에 따른 영향: 분자량의 영향

Q. 응집제를 어떤 조건에서 선정해야 하나요?



2.3. 고분자 응집제의 투입량에 따른 영향: 응집제별 영향

Q. 응집제를 많이 넣으면 넣을수록 탈수가 잘 되겠죠?



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 9-

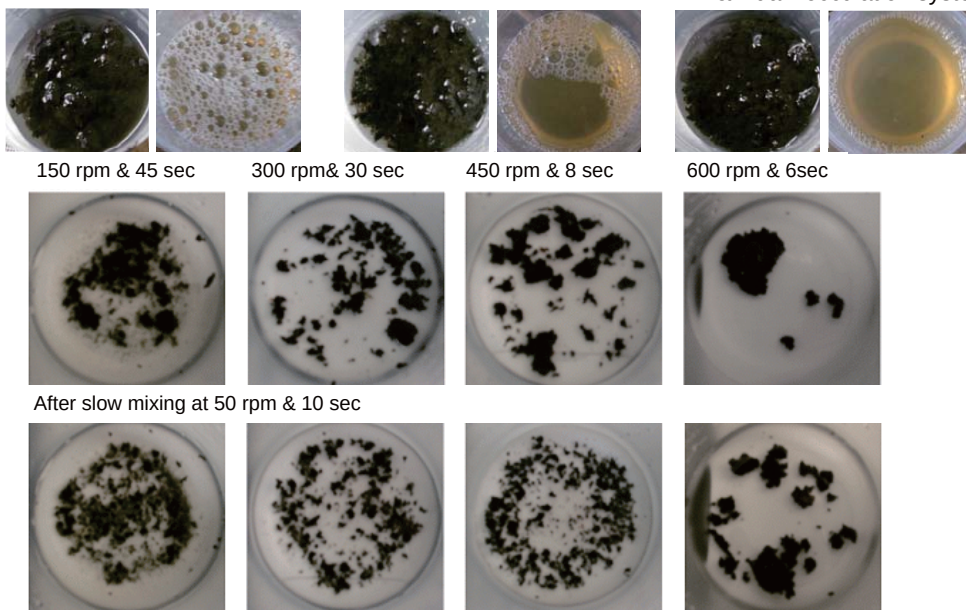
2.4. 고분자 응집제의 적용에 따른 영향: 반응시간의 영향

Q. 응집반응을 길게 해야 하나 아니면 짧게 해야 하나요? 교반 강도는?

Case.1. 단일응집반응
Single flocculation

Case.2. 고속응집반응
Only high shearing

Case.3. 다중투입 및 고속응집반응
Single flocculant
& Dual flocculation system



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

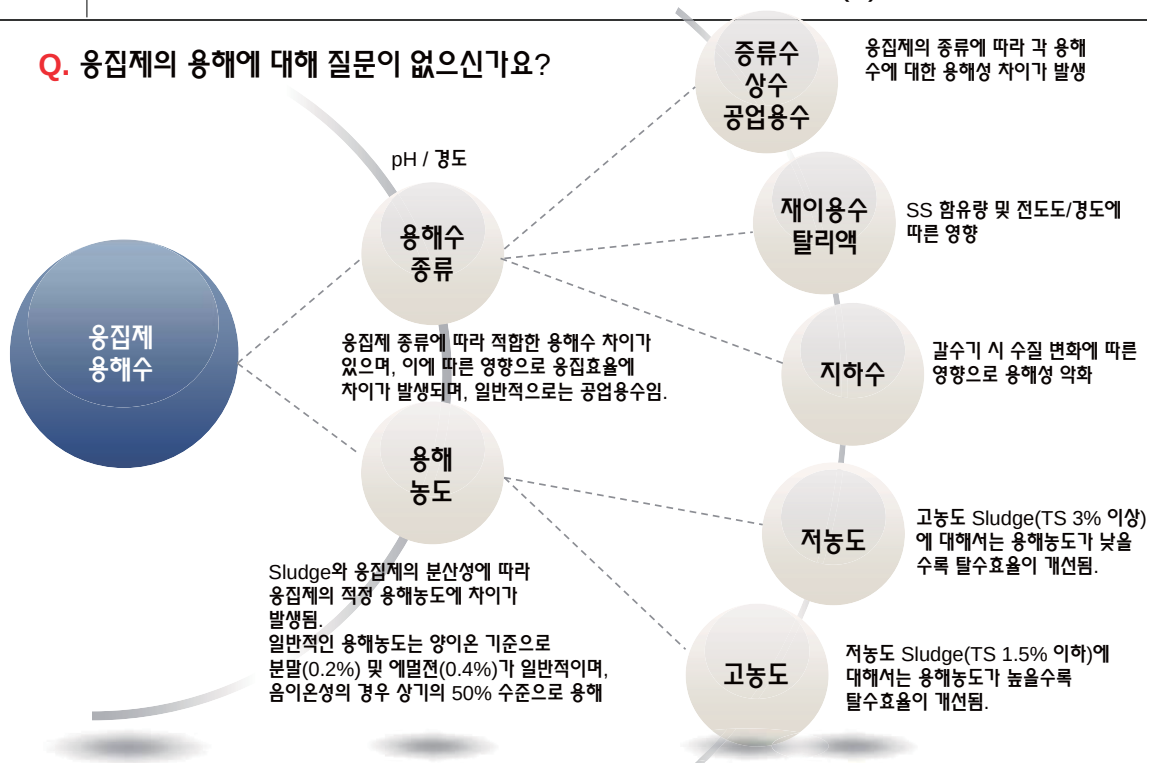
소화조 및 탈수기 운영방안

- 10-

3. 용해수와 용해조건의 영향

3.1. 고분자 응집제의 용해수와 용해조건에 따른 인자(1)

Q. 응집제의 용해에 대해 질문이 없으신가요?



3.1. 고분자 용집제의 용해수와 용해조건에 따른 인자(2)

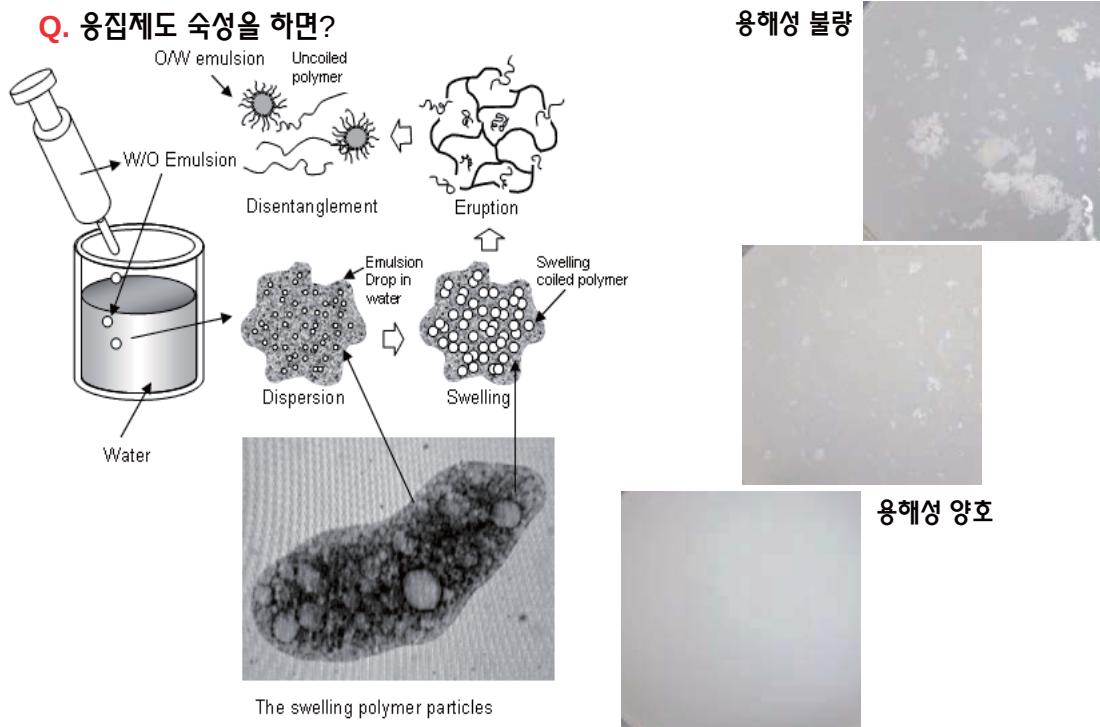


‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 13 -

3.2. 에멀전형 고분자 용집제의 용해 과정



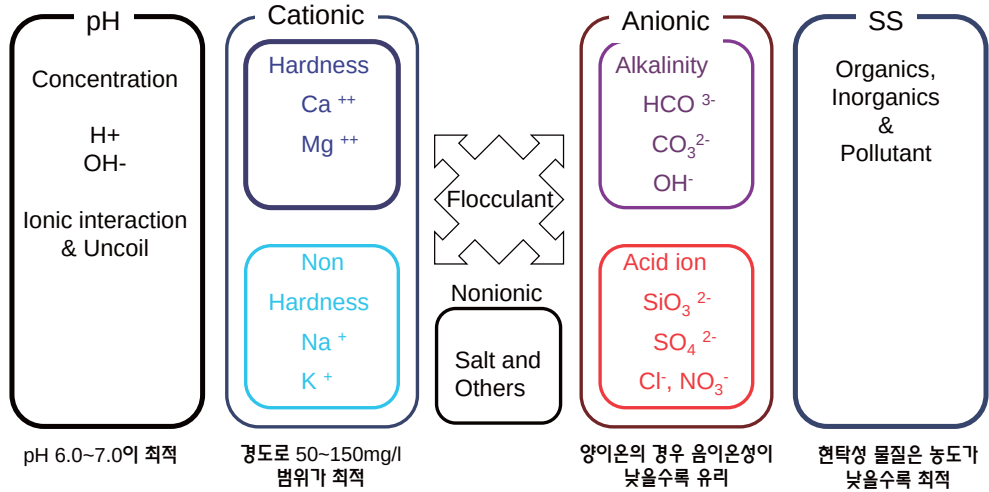
‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 14 -

3.3. 용집제 용해수 중의 성분에 따른 인자 평가

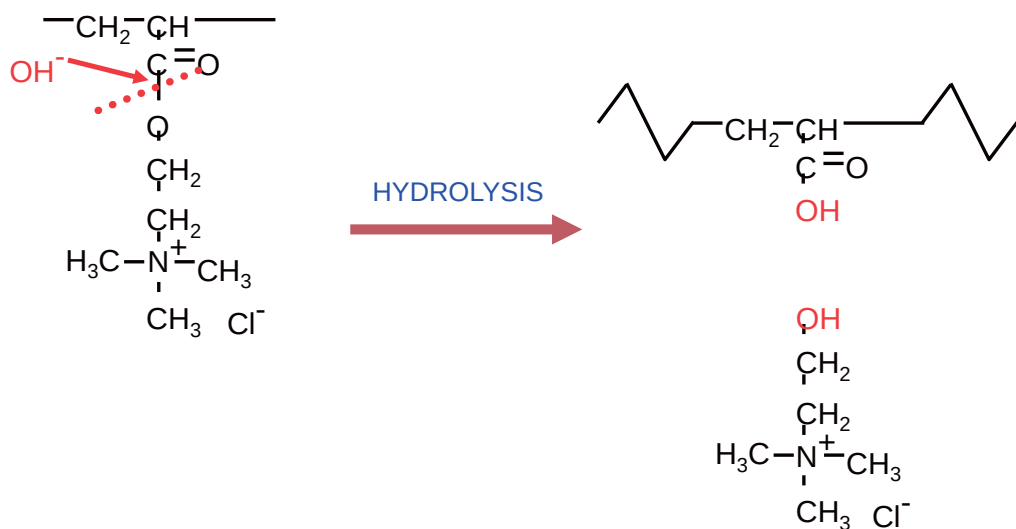
Q. 수질관리를 하시면서 용해수 수질은 확인해 보셨나요?



일반적으로 미용해 상태의 용집제는 수개월 이상 안정적이나, 용해가 된 상태에서는 화학적, 기계적 및 미생물 등에 의해 가수분해가 발생되어 그 작용기를 잃게 되므로 효율이 저하되며, 용해수의 종류에 따라 급격한 효율저하가 발생될 수 있으며 양이온 > 음이온 > 비이온의 순서로 가수분해 속도가 빠르므로 양이온계 고분자 용집제의 경우 용해 후 빠른 시간 내 사용 하는 것이 가장 효율적임.

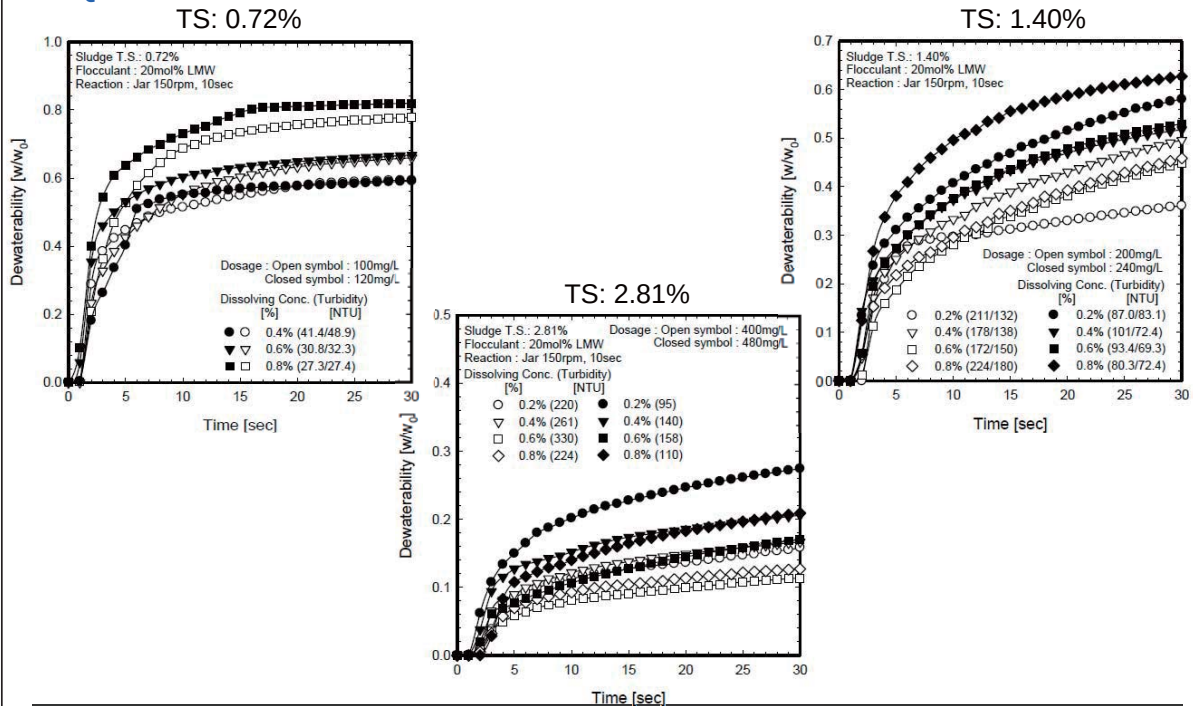
3.4. 용집제 용해수 중의 성분에 따른 경시변화

Q. 용집제를 용해하고 남아 다음 날 사용했는데 용집이 안됩니다.



3.5. 용집제 용해농도와 슬러지 농도와의 상관관계

Q. 용집제는 몇 %로 용해하는 것이 맞는지?



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 17 -

3.6. 용집제 적용 조건변경에 따른 탈수효율 개선 사례(1)

1. D 사업소

- 처리방식: 혐기성소화 후 스크류프레스 탈수
- 탈수공정: 슬러지의 고형분이 20% 내외로 높아 양이온 분말형 고분자 용집제를 1%로 용해하여 탈수를 하고 있으나 고농도이므로 슬러지 내 분산성 저하로 탈수보조제를 적용
- 개선효과: 배출함수율이 65~68% 범위로 안정적으로 처리.

2. G 하수사업소

- 처리방식: 혐기성소화 슬러지 및 무약주 원심농축기로 잉여슬러지를 농축 후 개별 또는 혼합하여 원심탈수
- 탈수공정: 고분자량의 분말 용집제를 적용하고 있어 소화슬러지의 탈수성은 양호하나 잉여슬러지의 탈수 효율이 저하됨. 혼합슬러지의 총고형분이 3~5%로 높아 분산성 저하로 탈수효율이 저하되므로 용집제 용해농도를 0.2%에서 0.1%로 변경
- 개선효과: 배출함수율이 82%에서 78%로 개선.

3. H 하수

- 처리방식: A2O공법의 활성슬러지를 스크류프레스로 탈수
- 탈수공정: 애벌전형 용집제를 0.6%로 용해농도를 높이고 고속용집을 적용
- 개선효과: 배출함수율이 81~85%에서 78%로 개선.

4. S 하수

- 처리방식: A2O공법 후 슬러지를 혐기성소화 후 벨트 및 원심탈수기로 탈수
- 탈수공정: 양이온 분말형 용집제를 0.2% 용해에서 0.15%로 용해농도 변경
- 개선효과: 배출함수율이 79~83%에서 78%이하 수준으로 개선되고 용집제 사용량을 15% 저감.

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 18 -

3.6. 용집제 적용 조건변경에 따른 탈수효율 개선 사례(2)

5. E 사업소

- 처리방식: 가축분뇨 전처리 방식으로 원심분리를 고액분리로 적용
- 탈수공정: 용해수를 지하수를 적용하고 있어 갈수기 등 수질 변화에 따라 용집효율 저하(갈수기 시 용집제 사용량 30~50% 증가 및 함수율 2~5% 증가)로 갈수기 시 방류수를 용집제 용해수로 변경
- 개선효과: 갈수기에도 안정적인 효율로 처리 가능.

6. C 사업소

- 처리방식: 잉여슬러지를 원심탈수하고 있으나 처리용량이 적어 당일 용해 후 익일까지 사용.
- 탈수공정: 용해수 내 경도가 높아 용집제 용해 후 경시변화로 익일 탈수 시 탈수 불가.
용해조 내 용집제 용해액을 소진하는 기준으로 탈수기 운영시간 관리 변경.
- 개선효과: 안정적 처리가 가능해지고 용집제 사용량 25% 절감.

7. D 하수

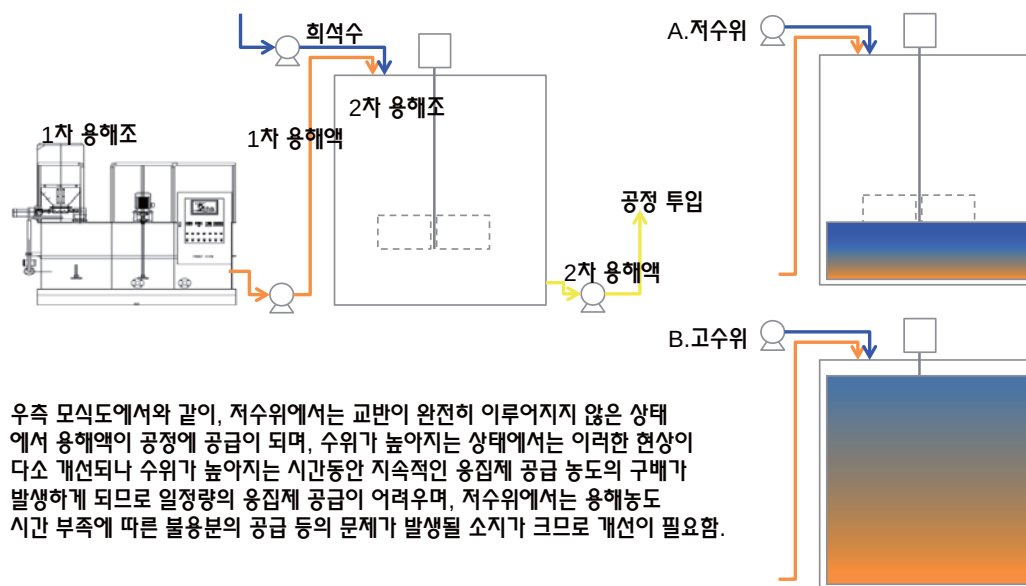
- 처리방식: 혐기성소화슬러지 원심탈수 후 탈리액을 가압부상조로 공급
- 개선효과: 탈리액 내 잔류하고 있는 용집제 성분을 활용하여 가압부상조를 무약주 방식으로 운영.

8. P 사업소

- 처리방식: 폐수 슬러지를 스크류 프레스로 탈수
- 탈수공정: 양이온 분말형 용집제를 3단 용해설비로 용해하여 사용하고 있어 미용해분이 탈수기로 직접 공급되고 있어 함수율도 높고 용집제 사용량이 과다하여 추가 용해조를 신설하여 2단 용해방식으로 변경
- 개선효과: 배출함수율이 84%에서 81%수준으로 개선되고 용집제 사용량을 25% 저감.

3.7. 용집제 용해방식에 따른 영향

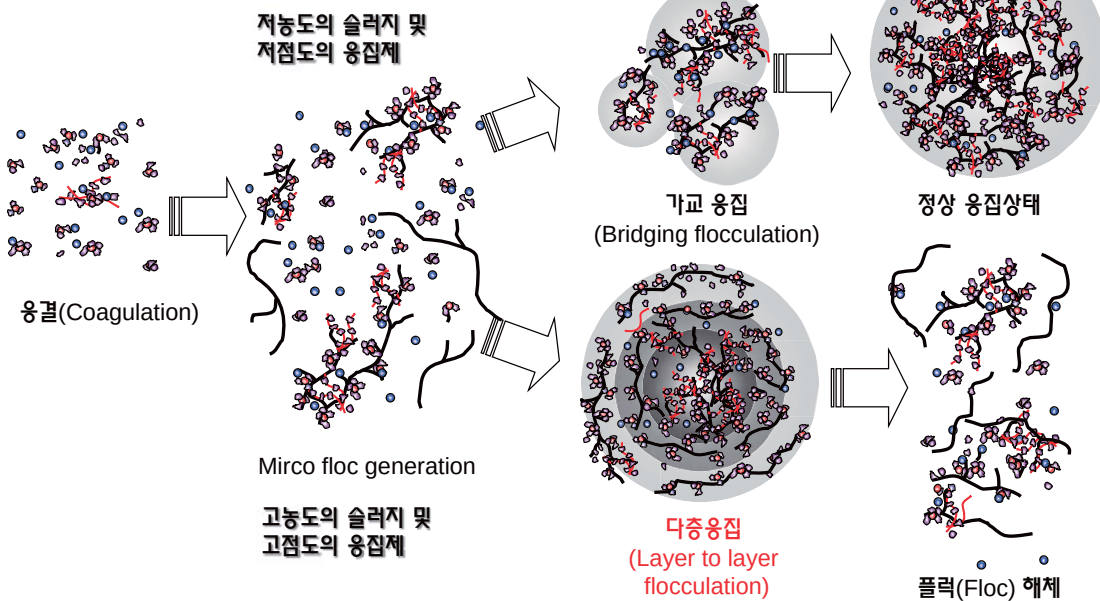
아래 모식도에서와 같이 현 운영상태에서는 2차 용해조에서 수위가 낮아지는 상태에서 회석수와 1차 용해액이 동시 공급되면서 공정으로 투입되는 2차 용해액도 동시에 공급이 되는 상태이므로 2차 용해가 불완전한 상태가 되며, 농도도 불균질하게 됨.



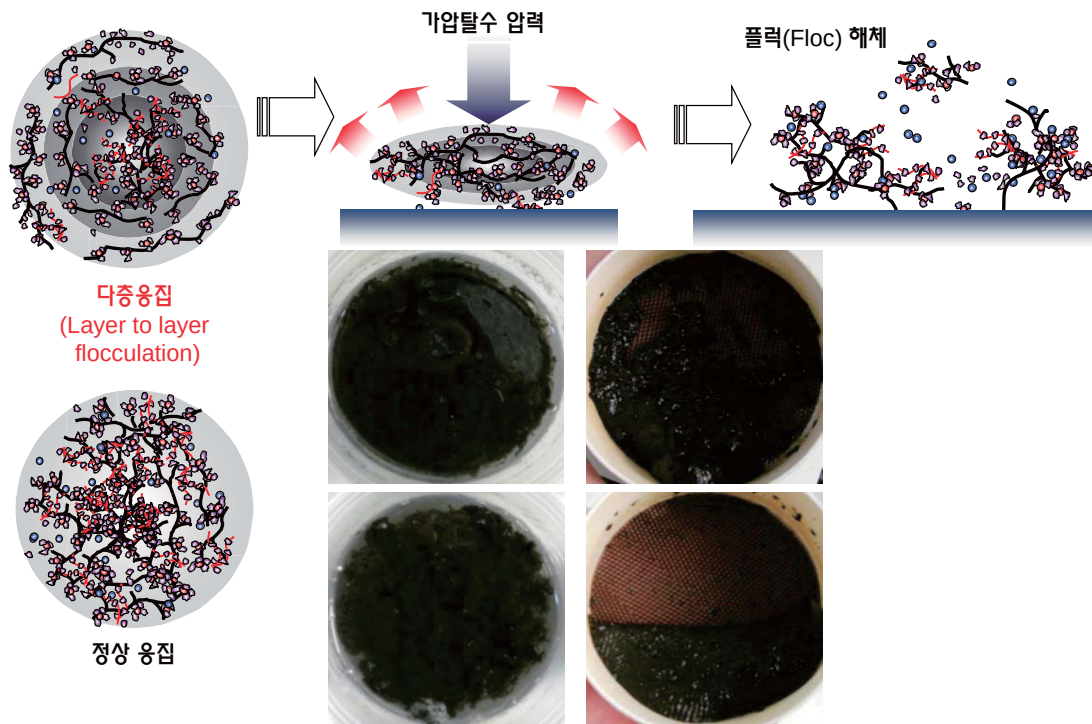
4. 응집반응의 영향

4.1. 응집(Flocculation) 반응(1)

슬러지가 점도를 가지거나 응집체의 과투입 또는 점도가 과도할 경우 아래 모식도와 같이 정상적으로 응집이 되지 않아 강도가 약한 플러를 형성하게 됩니다.
응집된 플러가 크다고 해서 좋은 것은 아닙니다.



4.1. 용집(Flocculation) 반응(2)



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 23 -

4.2. 탈수용 약품의 투입방식

Q. 탈수공정에서 다른 약품들을 적용하여 함수율을 낮출 수 있다고 하던데?

항목	System. A	System. B	System. C	System. D
탈수용 약품	고분자 응집제 단독	고분자 응집제 2종 이상	무기계 응결제와 고분자 응집제	기타 첨가제 고분자 응집제
항목	약품종류	용해	투입 위치	비고
SF	분말응집제 1종 또는 에멀전응집제 1종	단일설비에서 동시용해	단일 위치	SFSF
		각각 용해	다중 위치	SFDF
DF	분말(에멀전) 응집제 2종 또는 분말 및 에멀전 각 1종	단일설비에서 동시용해	단일 위치	DFSF
		각각 용해	다중 위치	DFDF
MF	다양한 보조제와 응집제	각각 용해	단일/다중 위치	

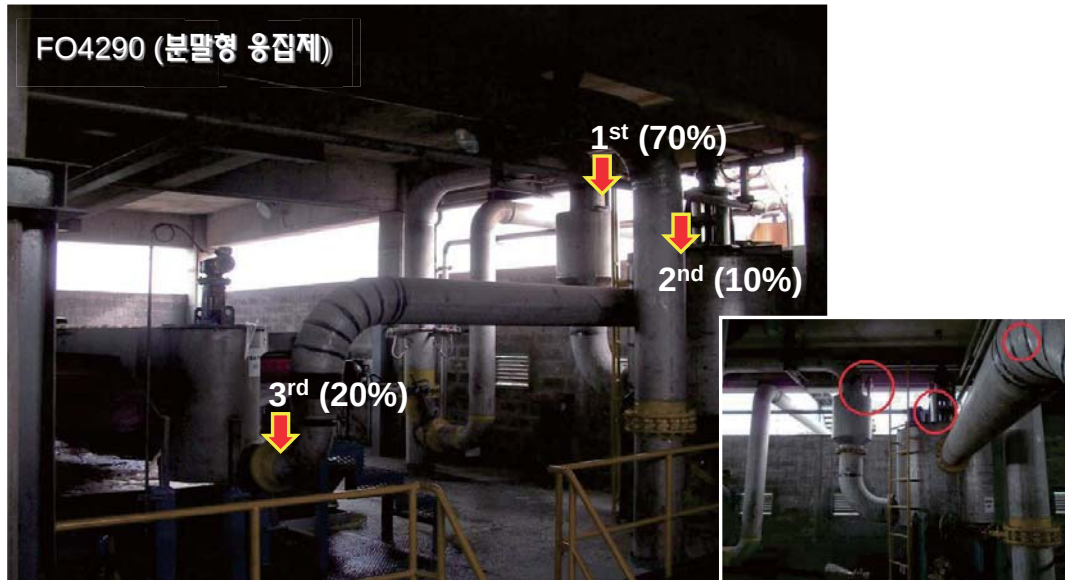
‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 24 -

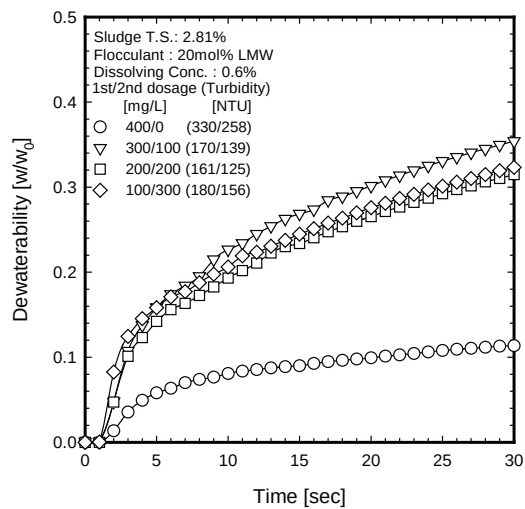
4.3. 탈수용 약품의 투입방식(5)

Q. 탈수공정에서 응집제를 분할 투입하면 효율이 좋다고 하던데?

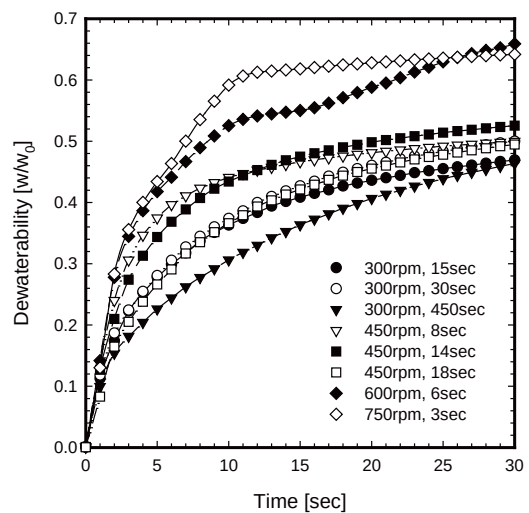


4.3. 탈수용 약품의 투입방식(6)

1. 응집제 투입방식



2. 응집반응의 교반시간 및 강도

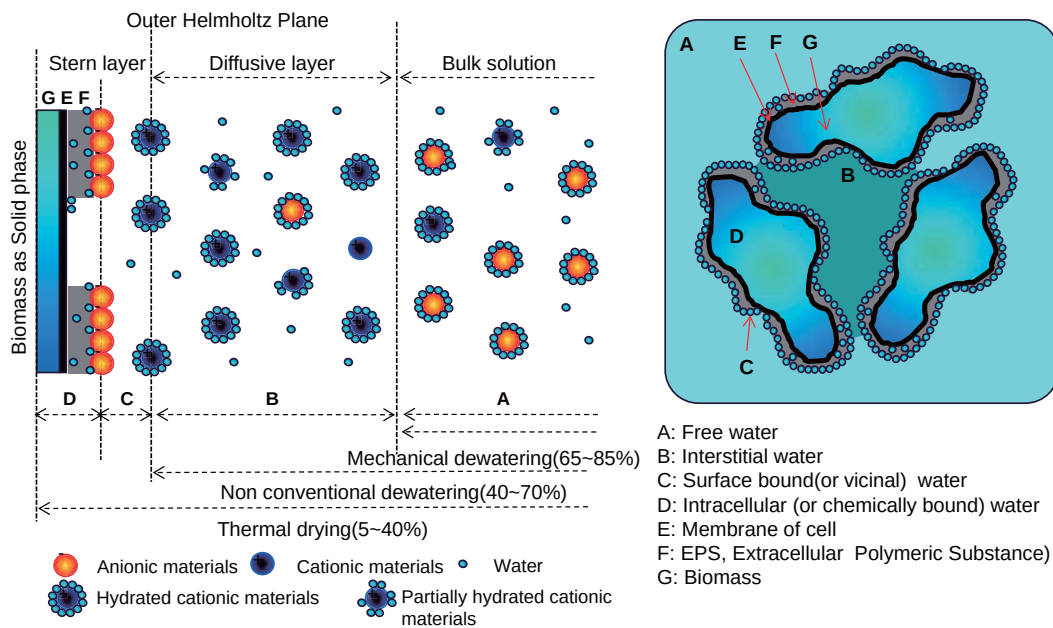


5. 탈수기 종류 및 탈수기 자체의 한계성

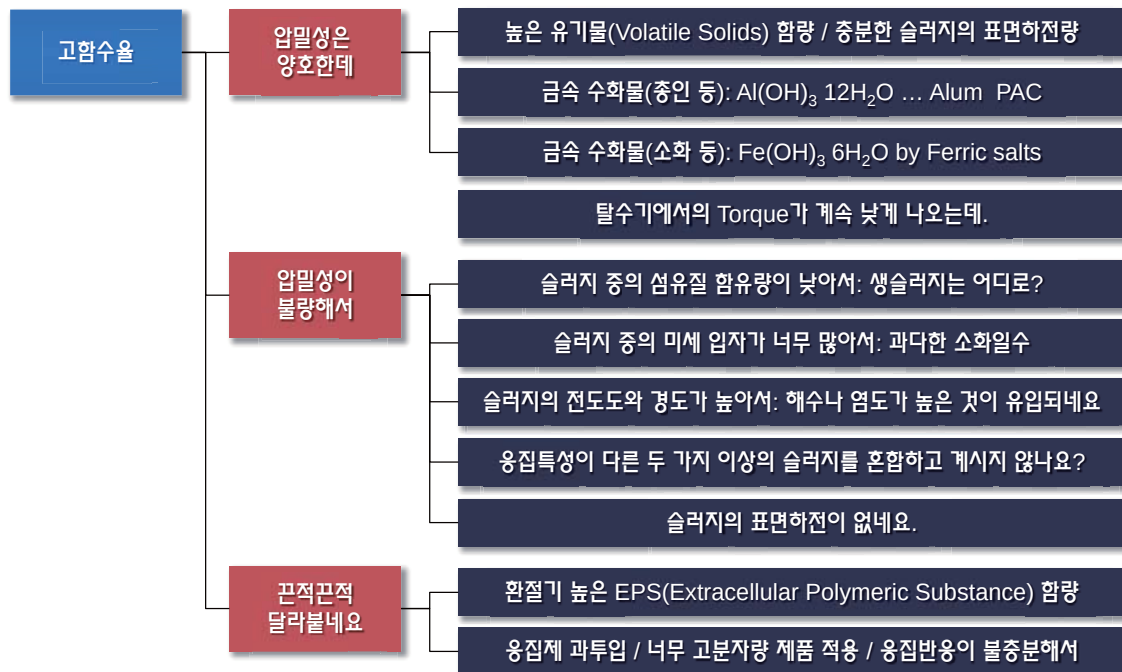
원심탈수기 기준

5.0. 함수율을 얼마나 낮출 수 있나요?

❖ Removal efficiency of water in floc: $A \gg B > C \gg D$



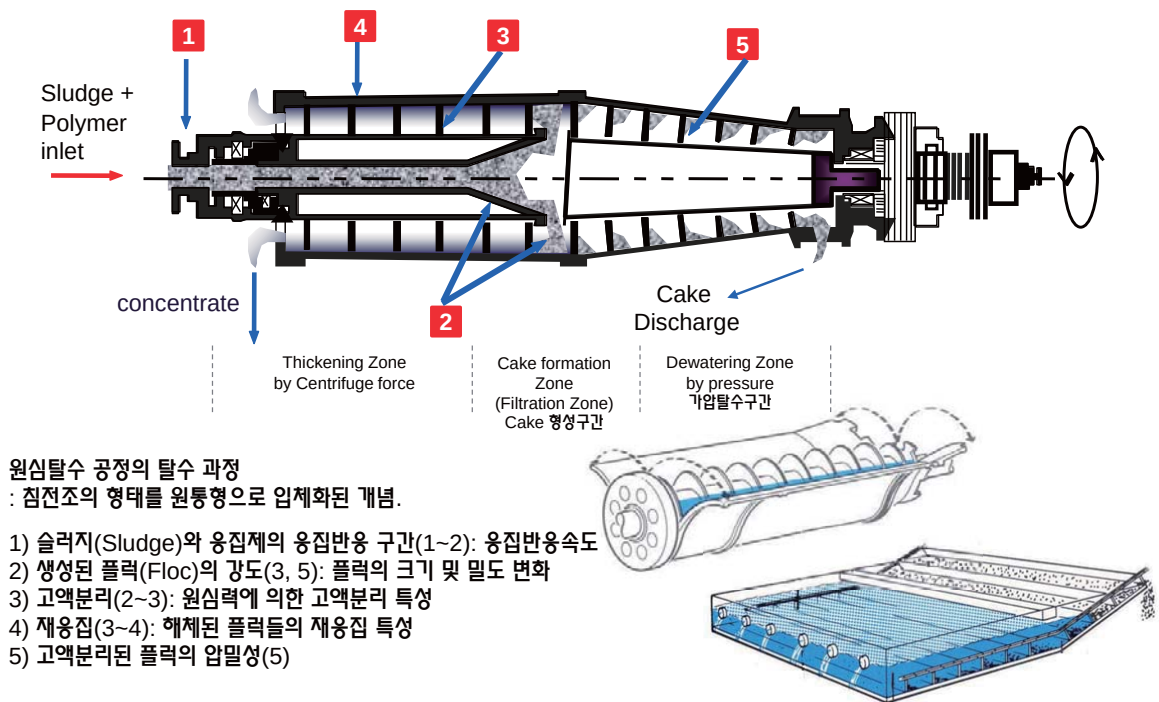
5.1. 함수올이 높은데 낮추려면(1)



5.1. 함수올이 높은데 낮추려면(2)



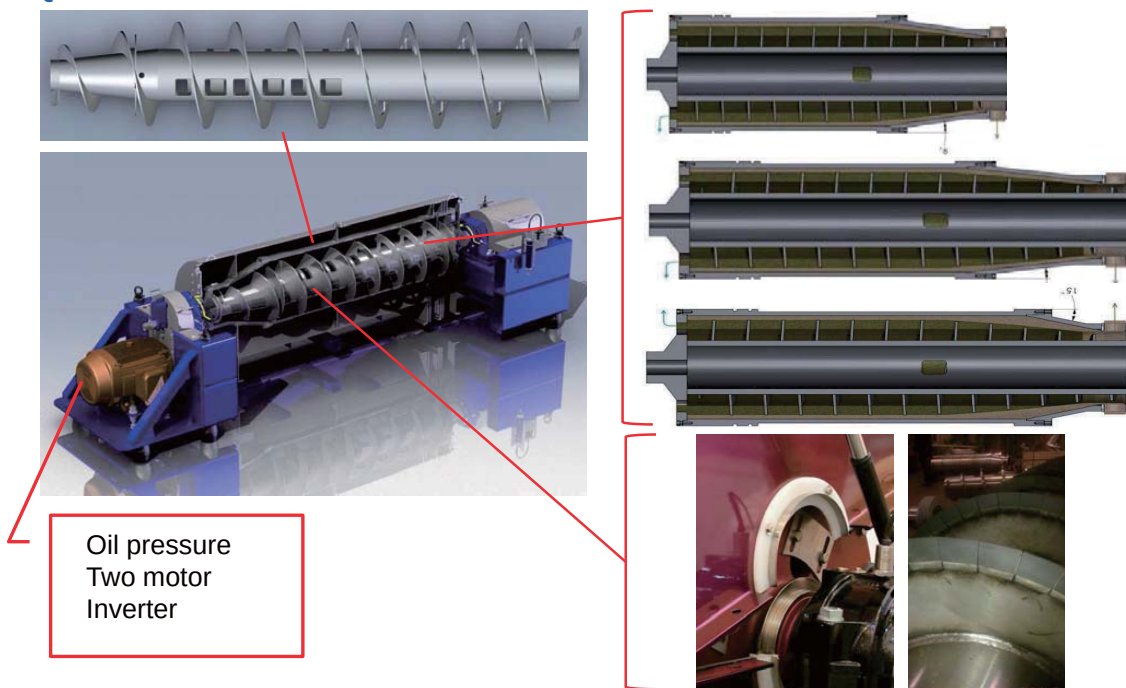
5.2. 원심탈수기(1): 구조 및 탈수 원리



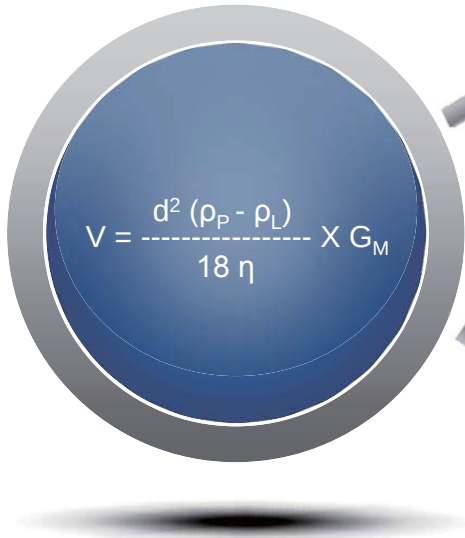
Sources: Centrisys 기술자료

5.2. 원심탈수기(1): 구조 및 탈수 원리

Q. 원심탈수기 효율이 계속 저하되는데 / 다 똑같은 원심탈수기가 아닌가요?



5.3. 원심탈수기(1): 이론적 탈수인자



d (Particle diameter)

입자가 커질수록, 단 과다할 경우 간극수 증가
: 응집에 의한 플렉(floc) 조대화

η (Liquid viscosity)

연속상의 점성이 낮을수록
: 응집제 과다 및 비적정 응집제 적용에 의한 잔량점성영향.

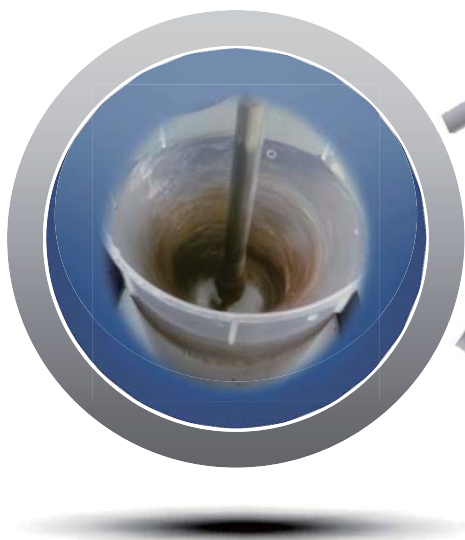
ρ_P & ρ_L (Density of Particles & Liquid)

밀도의 차이가 클수록: 슬러지 상상에 따른 영향
: 혼합슬러지의 경우 복잡성 발현

G_M (Gravitational acceleration)

기중별 설계값
: 직경, 회전수에 따른 고정값
일반적으로 G값이 높을수록 응집제 사용량 증가

5.3. 원심탈수기(2): 현장 운전 인자



슬러지(Sludge) 유량 -> 건량 부하

유량이 많을수록 체류시간이 줄어들어 효율 저하
실제 건량(Dry solids) 기준이 적함.
: 적을수록 유리하나 일정 이상 낮을 경우 압밀 저하

차속(Relative speed) 및 토크(Torque)

기기별 차속 및 토크 운전방식이 상이함.
설정치에 따라 토크를 높일 시 함수율 및 차속을
높일 시 회수율 개선 가능
상호 반비례하므로 탈수기 운전 시 적정 수준의
설정이 중요.

회수율(Recovery ratio)

유입된 오염물 건량이 탈리액으로 배출되지 않고
처리되어야 함. 일반적으로 차속을 높일 경우 개선
탈리액 배출구 댐 조절로도 조절이 가능.

응집제의 용해농도

슬러지 종류 및 농도별 응집반응특성이 다름.
그 특성에 맞는 응집제 용해농도로 조절이 필요하나
동일한 조건에서 운전

5.3. 원심탈수기(3): 현장 운전 인자

항목	슬러지 유량 (건량 기준)	용집제 유량	토크 (Torque of Scroll driver)	차속 (Relative speed, ΔS)
함수율 (Water contents of cakes)				
회수율 (SS in filtrate)				

- A** 일반적으로 총고형분(Total Solids) 기준으로 0.5% 이하 시 적중 효과가 없어 함수율이 상승되며, 유량도 동일하게 건량기준 대비 과도하게 낮아질 경우 동일한 현상이 발생
- B** 용집제 유량은 초기 증량 시 함수율 개선이 크며, 적정 투입량 수준까지는 개선이 되나 이후 증량 시 큰 변화가 없는 구간이 있으며, 추가 투입 시 과투입에 의한 반발효과로 함수율이 역으로 상승
- C** 용집된 플렉(floc)이 가압에 유지될 수 있는 한 그 압력인 토크는 증가될수록 함수율이 저감되나 이 경우 회수율이 불량해질 수 있으며, 일정 이상의 토크를 초과 시 기계적 부하로 auto-stop이 되거나 trouble이 발생

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 35 -

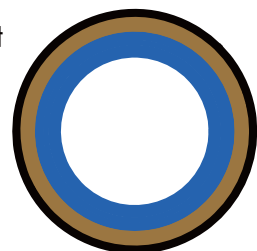
5.3. 원심탈수기(4): 현장 운전 인자 중 유량과 건량 기준의 차이

용량	TS : 2.5%	TS : 3.0%	TS : 3.5%	TS : 4.0%	TS : 4.5%	비 고
0.9 ton/hr	36 (29)	30 (24)	26 (21)	23 (18)	20 (16)	
1.0 ton/hr	40 (32)	33 (27)	29 (23)	25 (20)	22 (18)	
1.1 ton/hr	44 (35)	37 (29)	31 (25)	28 (22)	24 (20)	
1.2 ton/hr	48 (38)	40 (32)	34 (27)	30 (24)	27 (21)	
1.3 ton/hr	52 (42)	43 (35)	37 (30)	33 (26)	29 (23)	

❖ 원심탈수기의 실제 처리용량은 슬러지 유입량이 아닌 고형분을 기준으로 하여야 하므로 실제 처리 용량이 40 m³/hr라고 표기하는 것은 체류하는 건량에 따라 큰 차이가 있으므로 불합리하며, 유입슬러지 고형분에 대한 최대 건량을 고려하여 슬러지의 습량으로의 유입량을 고려하여 운전하여야 함.

❖ 계산량은 최대 유입슬러지량이며, 팔호 안은 값은 일반 원심탈수기의 경우 가동율을 90%이하 수준에서 운전하는 것이 바람직하므로 가동율 80%를 고려하여 계산한 값임.

실제 운전 시에는 단순 건량만의 조건이 아닌 유기물(Volatile Solids) 함량에 따른 인자도 고려해야만 적정 함수율로 처리가 가능함.



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 36 -

5.3. 원심탈수기(5): 현장 운전 인자 중 유량과 건량 기준의 차이



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 37 -

5.3. 원심탈수기(6): 설비 자체 및 관리인자

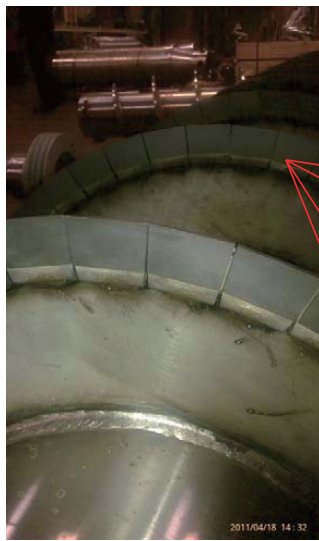


‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 38 -

5.3. 원심탈수기(6): 설비 중 Scroll wear의 Tile 영향



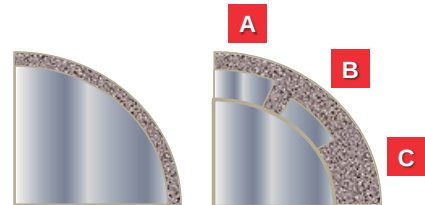
Tungsten Carbide Tiles



Fused Tungsten Carbide Flame

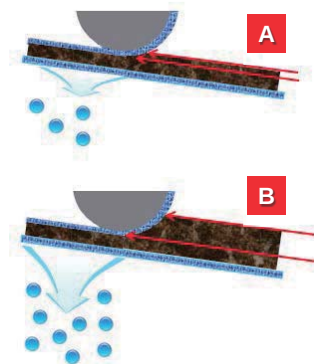
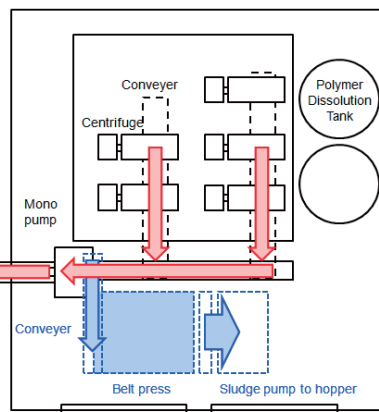
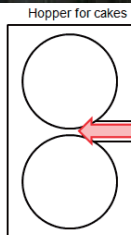


슬러지 내 모래성분 등이 많을 경우 회전에 의한 마모로 간극이 커져 토크가 일정 이상 상승 또는 유지될 수 없어 함수율이 상승.



5.3. 원심탈수기(6): 설비 중 Scroll wear의 Tile 영향 개선방안

실험조건	슬러지투입량	용집제투입량	차속	함수율
	[m ³ /hr]	[m ³ /hr]	[%]	[%]
기존	20.1	4.6	4.5	80.0~81.4
용집제 변경	20.1	4.6	4.5	78.6~79.8
차속 조절	20.1	4.6	2.5	77.9~79.8
가압 탈수	-	-	-	73.1~74.7

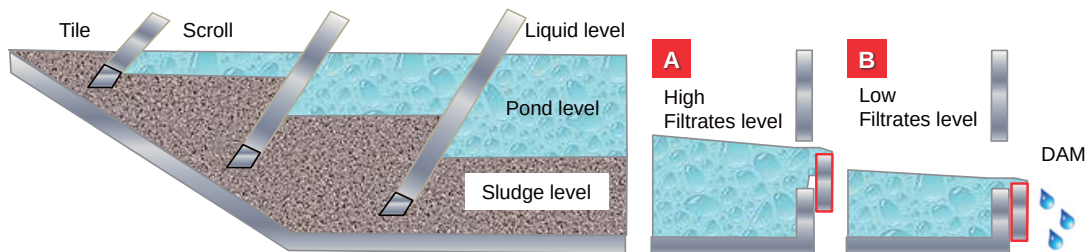
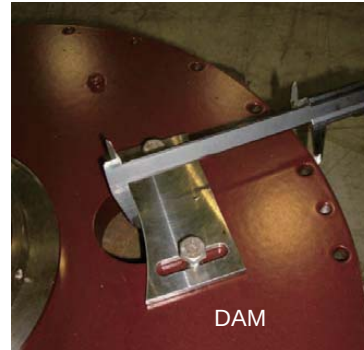


5.3. 원심탈수기(6): 설비 중 탈리액 배출구 수위 조절

Sludge outlet



Filtrates outlet



5.3. 원심탈수기(6): 설비 중 탈리액 배출구 수위 조절



6. 슬러지 성상 및 용집조건의 영향

6.1. 슬러지 성상 및 유기물함량(VS)에 따른 함수율(1): 잉여슬러지

Q. 배출함수율 기준이 75±3%인데 우리는 왜 함수율이 높나요?

탈수대상오니성상		수처리 방식			표준 활성오니법 · 호기성여상법													
		오니의 종류			혼합생오니													
		오니성상	강열감량(VTS)		[%]	86.0~83.0		83.0~80.0		80.0~77.0		77.0~75.0		75.0~72.0				
			공급오니농도(TS)	중력식		1.0	(分流式) 1.5		2.0		(分流式) 2.5		3.0					
		기계식		[%]	3.5정도		3.5정도		3.5정도		3.5정도		-					
			섬유상물(100메쉬)		[%]	10		20		10		20		10		20		
			탈수케이 크함수율		[%]	85이하		84이하		84이하		83이하		83이하		82이하		
		원심농축	1.액조질 (표준형)	처리량		[m³/h]	표준처리량		표준처리량		표준처리량		표준처리량		표준처리량			
				고형물(SS)회수율		[%]	95이상		95이상		95이상		95이상		95이상			
				약주율 (對 TS:폴리머)		[%]	1.40이하		1.30이하		1.20이하		1.00이하		0.80이하			
				탈수케이 크함수율		[%]	820이하		810이하		810이하		790이하		800이하		780이하	
		원심농축	1.액조질 (고효율형)	처리량		[m³/h]	표준처리량		표준처리량		표준처리량		표준처리량		표준처리량			
				고형물(SS)회수율		[%]	95이상		95이상		95이상		95이상		95이상			
				약주율 (對 TS:폴리머)		[%]	1.40이하		1.30이하		1.20이하		1.00이하		0.80이하			
				탈수케이 크함수율		[%]	850이하		840이하		840이하		830이하		830이하		820이하	
		원심농축	1.액조질 (표준형)	처리량		[m³/h]	표준의 0.7배		표준의 0.7배		표준의 0.8배		표준의 0.8배		-		-	
				고형물(SS)회수율		[%]	95이상		95이상		95이상		95이상		-		-	
				약주율 (對 TS:폴리머)		[%]	1.40이하		1.30이하		1.20이하		1.00이하		-		-	
				탈수케이 크함수율		[%]	820이하		810이하		810이하		790이하		800이하		780이하	
		원심농축	1.액조질 (고효율형)	처리량		[m³/h]	표준의 0.7배		표준의 0.7배		표준의 0.8배		표준의 0.8배		-		-	
				고형물(SS)회수율		[%]	95이상		95이상		95이상		95이상		-		-	
				약주율 (對 TS:폴리머)		[%]	1.40이하		1.30이하		1.20이하		1.00이하		-		-	
				탈수케이 크함수율		[%]	820이하		810이하		810이하		790이하		800이하		780이하	

日本下水道事業團「機械設備標準仕様書」遠心脱水機(標準形, 高效率形)의 性能値.. 일본하수도사업단

6.2. 슬러지 성상 및 유기물함량(VS)에 따른 함수율(4): 탈수기 제조사

Q. A처리장에서 77%로 처리하고 있어 동일한 탈수기를 설치했는데 우리는 왜 함수율이 높나요?

VS 농도	원심탈수기(국산)	원심탈수기(외산)	비 고
	함수율	함수율	
45 %	71 %	71 %	사용 약품에 따라 약품 소요량 및 함수율의 변수가 있음.
50 %	74 %	74 %	
55 %	75 %	75 %	
60 %	76 %	76 %	
65 %	77 %	77 %	
70 %	80 %	80 %	
75 %	83 %	83 %	

VS(휘발성고형물) 농도에 따른 함수율의 변화

슬러지의 TS에 대한 VS 증가에 따라 함수율도 비례증가하며, 국산과 외산의 성능차이는 미비하다. 함수율에 영향을 미치는 요인은 ①슬러지 성상, ②기계적인 요인, ③적정 약품, ④유입슬러지량, 유입슬러지 농도의 균일화

6.3. 슬러지 성상 및 응집제 투입량, 함수율 상관관계(예시)

Q. 저희 처리장 슬러지의 물성은 일정합니다. 그런데 왜 함수율이 높나요?
중인슬러지는 탈수는 잘 되는데 함수율이 너무 높네요.

슬러지 및 응집제 성상별 응집효율 차이

① 분말형 응집제의 탈수효율 평가 결과.

항목	단위	소화	소화(50%) +중인(50%)	소화(25%) +중인(75%)	중인
응집제 투입량	mg/l	190	180	140	60
5초 탈리액량	g	119	112	113	67.5
건조속도	sec/g	275	235	276	648
함수율	%	75.56	79.52	82.07	86.55

② 에멀전형 응집제의 탈수효율 평가 결과

항목	단위	소화	소화(50%) +중인(50%)	소화(25%) +중인(75%)	중인
응집제 투입량	mg/l	680	380	300	160
5초 탈리액량	g	143	109	129	92
건조속도	sec/g	258	296	290	382
함수율	%	74.06	79.13	80.66	85.22

6.4. 혼합슬러지 성상의 영향: 혼합비율 변화

Q. 저희 처리장 슬러지의 물성은 일정합니다. 그런데 왜 함수율이 높나요?

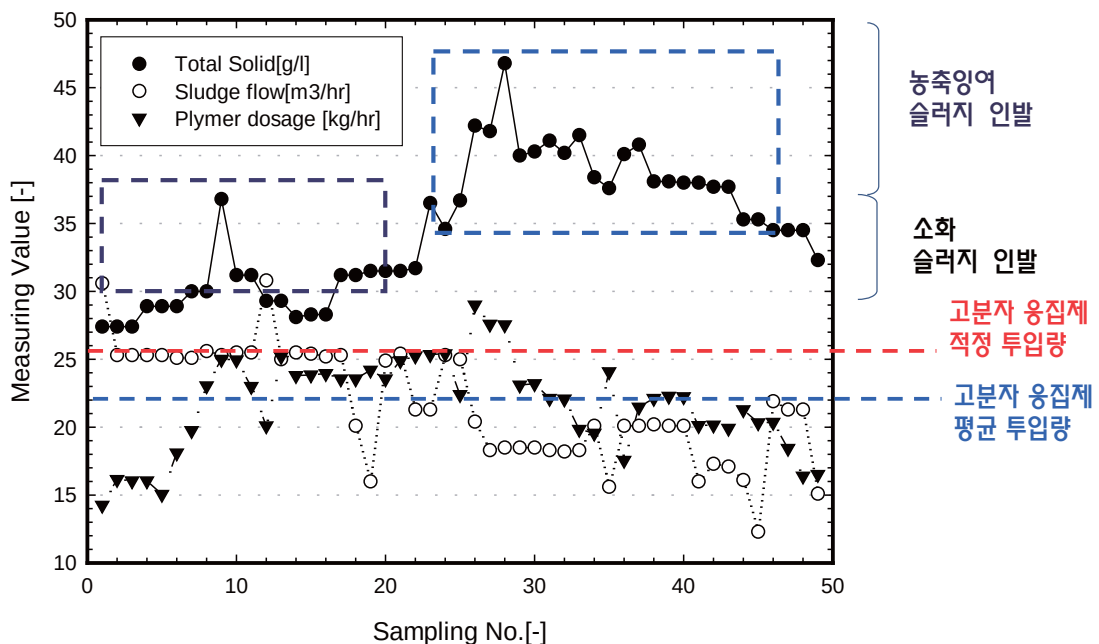
Items	Sludge	pH	TS	Primary Ratio	VTS	VTS/TS	SS	Total SS	VSS	Fiber	Total Fiber	M-Alkalinity
Date	Kinds	-	mg/l	%	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	% in SS	mg/l
2012. 6. 18	Primary	5.5	29,300	36.9	26,300	89.8	29,000	76,600	26,200	15,600	53.8	250
	Excess	6.5	50,000		41,100	82.2	47,600		39,500	700	1.5	700
2012. 7. 17	Primary	5.0	24,800	34.0	22,000	88.7	22,600	67,900	19,800	11,700	51.8	87
	Excess	6.5	48,200		39,300	81.5	45,300		37,100	440	1.0	730
2012. 7. 30	Primary	5.0	15,500	24.1	13,800	89.0	14,700	59,700	13,400	9,000	61.2	73
	Excess	6.5	48,700		40,400	83.0	45,000		37,400	290	0.6	750
2012. 8. 22	Primary	5.1	17,400	26.8	15,300	87.9	14,200	58,700	12,800	9,800	69.0	100
	Excess	6.4	47,500		38,600	81.3	44,500		36,600	210	0.5	740
Average	Primary	5.1	23,220	31.9	20,720	89.1	21,260	66,660	19,160	12,240	58.9	107
	Excess	6.5	48,440		39,700	82.0	45,400		37,540	496	1.1	718
2011	Primary	5.7	31,267	37.2	27,600	88.3	27,500	75,467	24,667	15,667	57	277
	Excess	6.5	52,700		43,633	82.8	47,967		40,500	750	2	790
2010	Primary	5.6	32,367	39.9	26,133	85.0	28,767	72,967	26,300	15,300	53	267
	Excess	6.6	48,767		40,400	82.8	44,200		36,700	720	2	863

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 49 -

6.4. 혼합슬러지 성상의 영향(2): 인발 시간에 따른 불균질



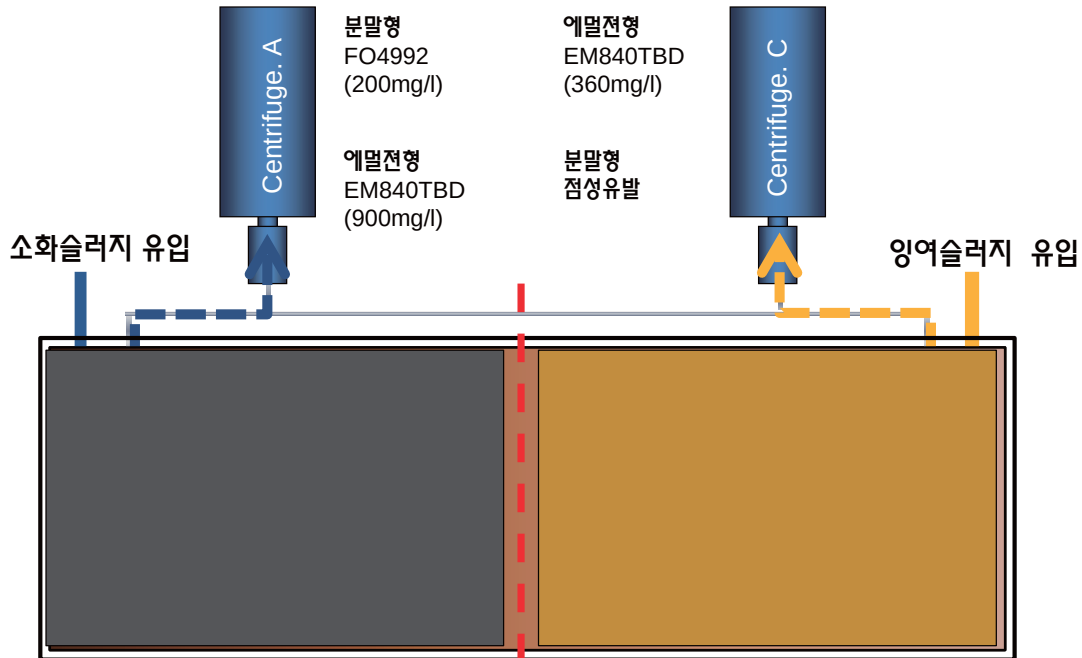
‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 50 -

6.4. 혼합슬러지 성상의 영향(2): 저류조 유입 배관 형태에 따른 영향

Q. 동일한 저류조에서 슬러지를 인발하는데 탈수효율이 다르네요. 탈수기가 불량인지 용집제가 문제인지?



6.4. 혼합슬러지 성상의 영향(2): 탈수기 유입성상에 따른 운전조건

혼합슬러지 분리탈수 적용 검토 후 최종 설계 변경을 통해 분리탈수 시행.

- ❖ 소화 잉여혼합 슬러지 탈수와 잉여농축 단독 탈수를 비교 시, 소화 혼합 슬러지가 실제 건조감량 기준으로 40kg/hr를 더 처리할 수 있으며, 함수율이 약 2.15%가 낮아지며, 총 처리원가는 9,453원/hr이 절감됨.
- ❖ 동일 약품으로 슬러지 종류만 다를 경우 총 처리원가를 감안 시, 678만원/월의 처리비용이 절감됨.

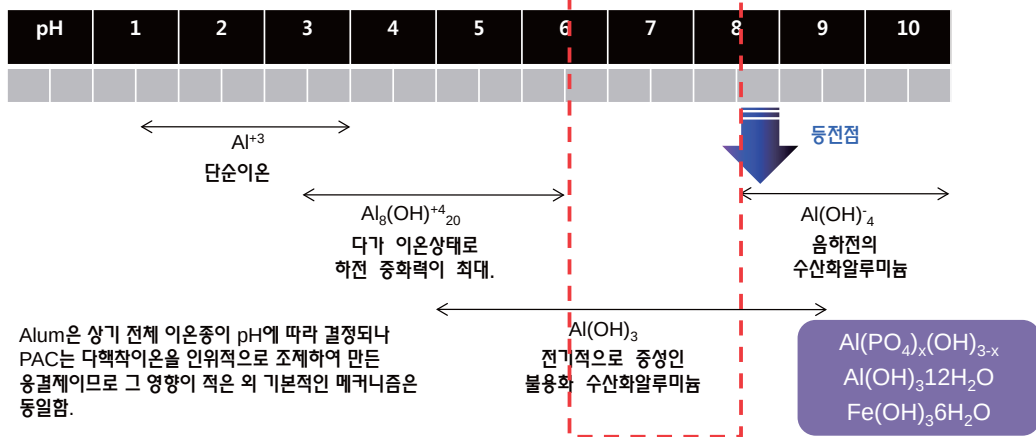
항 목	단위	소화혼합	잉여농축	차이	비고
총고형분(Total Solids):	%	2.98	4.01	-1.03	
슬러지 유량 (Sludge flow)	m3/hr	26.2	18.5	+7.7	
총 처리량 (Dry solid base)	kg/hr	780.76	741.85	+38.91	
용집제 유량 (Polymer flow)	m3/hr	3.86	5.63	-1.77	
주입율	%	1.12	1.42	-0.3	
함수율	%	81.40	83.55	-2.15	
Cake 발생량	ton/hr	4.198	4.510	-0.312	
Polymer 사용량	Kg/hr	19.43	23.41	-1.79	
시간당 처리원가	원/hr	117,240	131,388	-14,148	

6.5. 화학적 슬러지의 한계성

1) 중인 슬러지 병합처리에 따른 문제

- 원인 물질: T-P 처리 시설에서 발생하는 슬러지 중의 약 VS 및 FS 성분이 각 50% 수준이며, FS 성분 중 처리약품 투입에 따른 슬러지 발생으로 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 가 가장 많은 조성을 나타냄.
 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 의 경우, 1분자(78 g/mol) 당 12수화물 (216 g/mol)의 형태로 존재하므로 탈수 및 건조 특성이 매우 불량함.
- 이러한 원인은 중인처리약품인 무기응결제들의 반응속도가 느리며, 활성화 조건이 적용조건과 상이하기 때문임.

[pH에 따른 Al의 수중 이온상태]

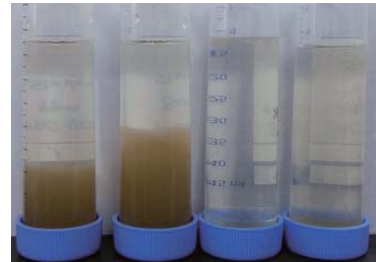
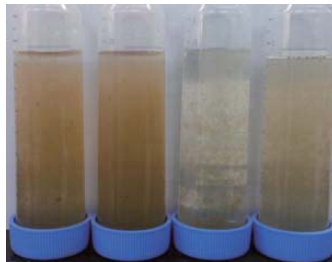
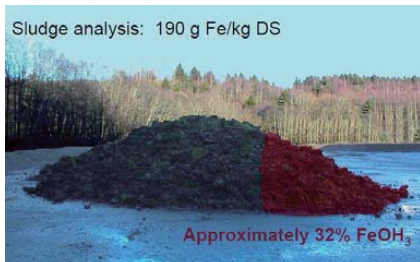
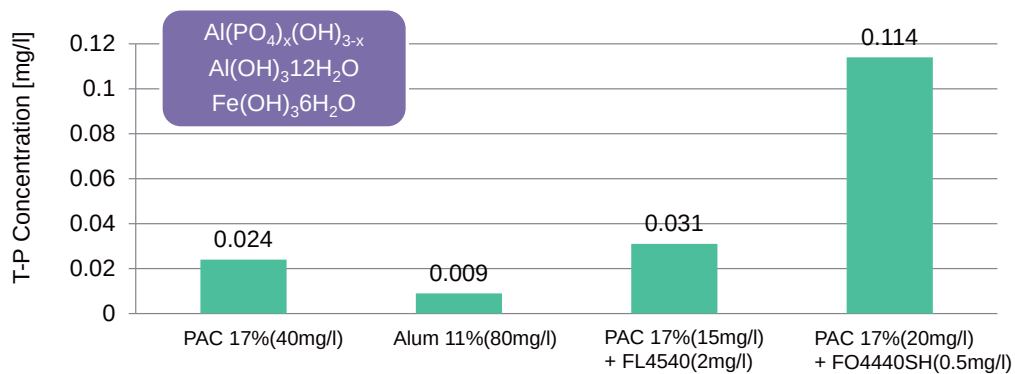


‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 53 -

6.7. 화학적 슬러지의 한계성(3)



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 54 -

6.7. | 화학적 슬러지의 한계성(3)

❖ 중인슬러지의 응집특성

기존 PAC 투입조건



PAC 저감 및 유기용결제 적용 시 부상 압밀성 개선 상태



6.7. | 화학적 슬러지의 한계성(4)

* 탈수 방식에 따른 문제

- 개별 탈수 후 혼합: 하기 사진과 같이 각각 조성의 탈수 cake이 처리시설로 반입되므로 성상의 분균질에 따른 문제가 발생되어 안정적인 처리가 불가능.

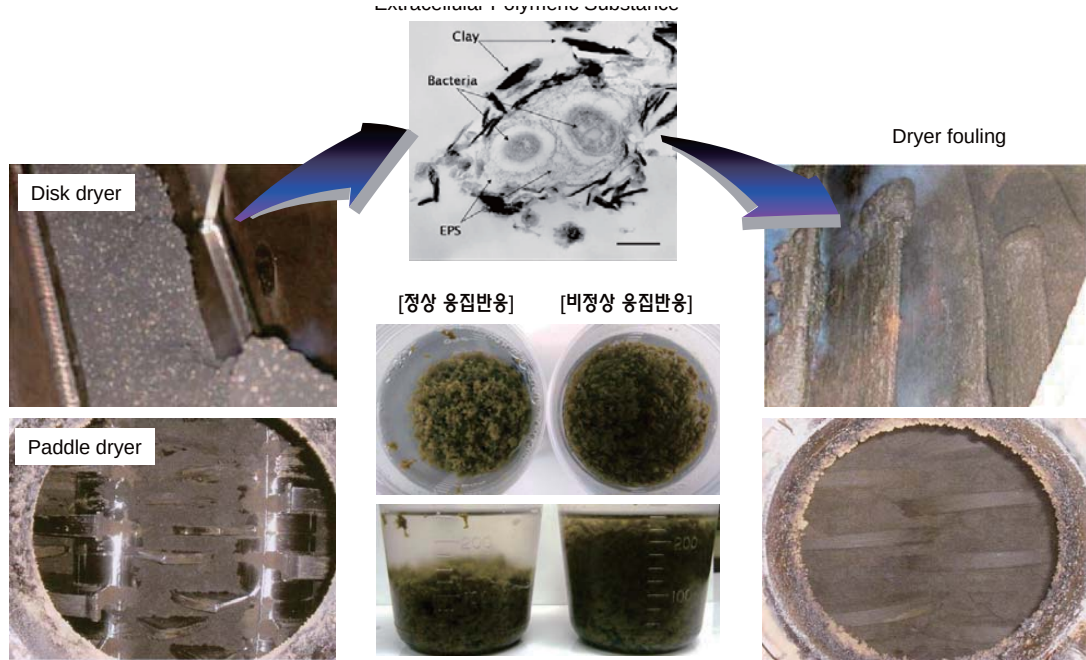


- 저류조 병합처리: 인발량(시간에 따른 변화)에 따른 조성변화로 균질한 슬러지 성상에서의 처리가 어려움.

각 슬러지는 슬러지별로 그 생물학적 처리, 탈수 및 건조 특성에 따라 개별처리가 가장 합당하며 혼합 시 인발량의 변화에 따른 성상변화 및 개별 슬러지 특성 차이로 안정적인 처리가 불가능함.

6.8. 잉여슬러지 중의 EPS에 의한 건조과정 중 fouling 현상(1)

Q. 자원화시설에서 저희 탈수 케이크는 못가져 가겠다고 하는데요?



6.8. 잉여슬러지 중의 EPS에 의한 건조과정 중 fouling 현상(2)

1. 일반적으로 아래 원인들이 건조 공정 중 fouling의 주원인임.

EPS
(미생물대사산물)

Advanced biological
system

Change of season

Accumulation of
EPS

미생물 대사 산물인 EPS(Extracellular Polymeric Substance)이 직접적인 fouling 원인 물질임.
유사 점성유발 물질인 응집제의 경우, 그 자체의 영향보다는 응집효율의 저하에 따른 문제를 부가적 원인으로
건조 중 fouling 현상을 유발함.



슬러지 입경
(Particle size)

Decomposition of
organics

More fine particle

Sticky properties

기계식 교반, 이송, 생물학적 처리(호기성 및 혐기성 등)에 따른 입자크기의 감소로 표면적 증가.
밀 자체 또는 밀가루 형태와 동일 수분을 혼합 시 점성 유발은 입자가 작을수록 점성이 증가됨.



고함수율 및 유기성
잉여 슬러지

Glue zone in dryer

High moisture
contents

Poor drying
efficiency

수분함량이 높고, 미생물 활성도가 높은 잉여 슬러지의 경우, 건조 공정 중 세포 내 수분의 배출로 Glue zone형성

6.8. 잉여슬러지 중의 EPS에 의한 건조과정 중 fouling 현상(3)

2. Sludge 중 VS 함량에 따른 건조특성이 상이함.



일반적인 슬러지의 경우 유기물(VS, Volatile Solids)함량이 높을수록 결합수 함량이 높아져 건조속도가 느려지며, 무기를 함량이 높아질수록 건조속도는 빠름.

3. 종인슬러지의 경우, 아래와 같이 두가지 원인이 건조 공정 중 효율저하의 주원인임.



종인처리 등과 같이 수처리 공정 중 PAC 및 Alum 등을 투입 시 알루미늄의 수화물 형성 반응이 가장 우선되는 반응이므로 이에 따른 영향으로 함수율 상승.
특히, $Al(OH)_3$ 의 경우, 12수화물을 형성함.



종인슬러지의 경우, 표면 경화 및 자유수의 빠른 건조 후 결합수가 매우 느리게 건조되며, 일반 잉여 슬러지 대비 약 2배의 시간이 소요됨.

6.8. 잉여슬러지 중의 EPS에 의한 건조과정 중 fouling 현상(4)

4. 슬러지 처리설비 및 장치



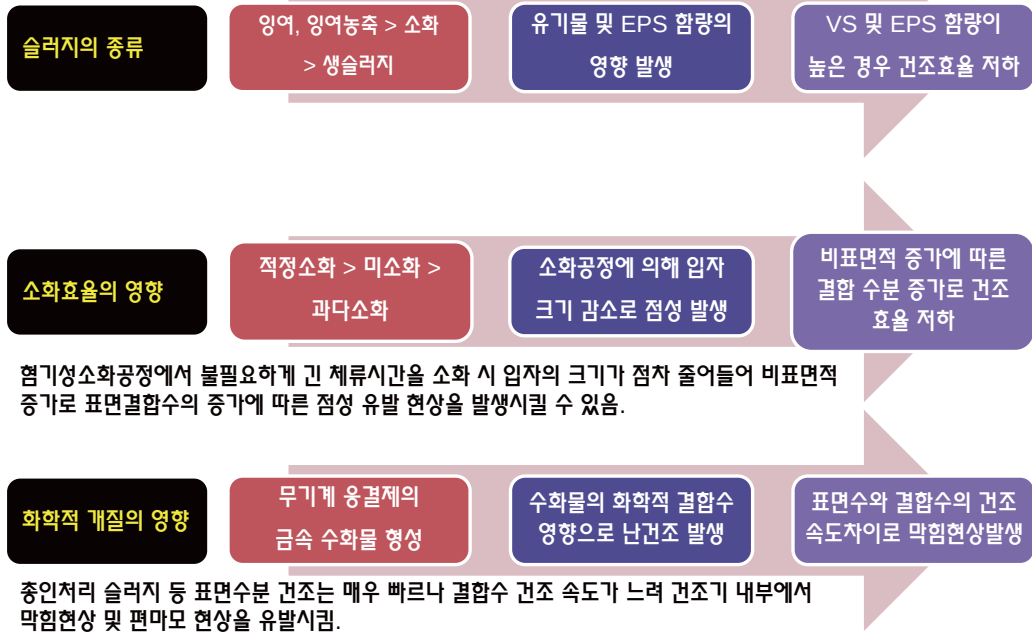
탈수 케이크(cake)의 성상이 덩어리화되는 특성이 있으며, 공극이 줄어들게 되어 건조 과정 중 케이크와 건조기 전열 면적과의 접촉면적이 줄어들어 건조효율이 저하될 수 있음.
단, 슬러지의 종류에 따라 차이가 있으며, 동일한 슬러지 종류 시 상기 탈수기 종류에 따른 영향이 발생.



탈수케이크는 저류조에 저장 시 미생물의 사멸에 따른 내부수의 배출, 적중에 따른 가압으로 표면수 증가, 용집체의 비가역적 반응으로 플록 해체 등에 의해 일정 기간이 경과 시 하부는 재슬러지화가 진행되어 슬러지의 형태로 변화하게 됨.

6.8. 잉여슬러지 중의 EPS에 의한 건조과정 중 fouling 현상(5)

5. 슬러지 자체의 영향

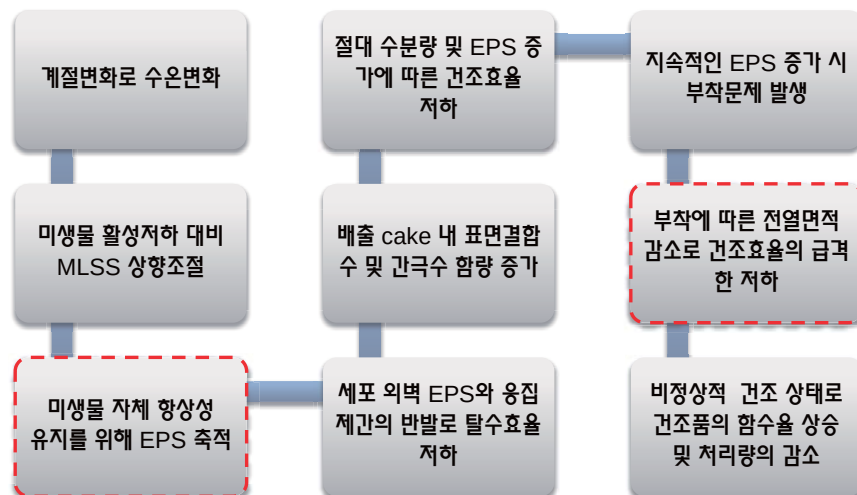


‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 61 -

6.8. 잉여슬러지 중의 EPS에 의한 건조과정 중 fouling 현상(6)



[EPS의 생성 및 축적량 변화]: 상기의 원인으로 환절기 이후 (10월부터 4월까지) 건조효율저하가 유발됨.
 : 미생물 대사에 의해 EPS가 배출되나 정상적 상태에서는 축적량을 최소화하고, 다시 분해하여 영양원으로 활용.
 ① 환절기에 생물학적 처리 효율저하를 대비하여 MLSS를 조절함(봄에는 MLSS를 낮추고 가을에는 높이는 조절로 미생물 농도에 의해 처리효율을 일정하게 유지하고자 하는 사유임)함과 함께 수온저하에 의해 각 미생물 개체는 생존을 위해 EPS를 저장영양원 및 세포보호막으로서 과다 축적을 하기 시작함.
 ② 동절기가 되면, 미생물이 다시 안정화되어 EPS를 다시 분해하거나 탈리시켜 SMP의 형태로 배출하기 시작하나 하절기 대비 그 영향이 적어 동절기가 함수율이 높아짐.

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 62 -

7. 탈수기 운전조건의 영향

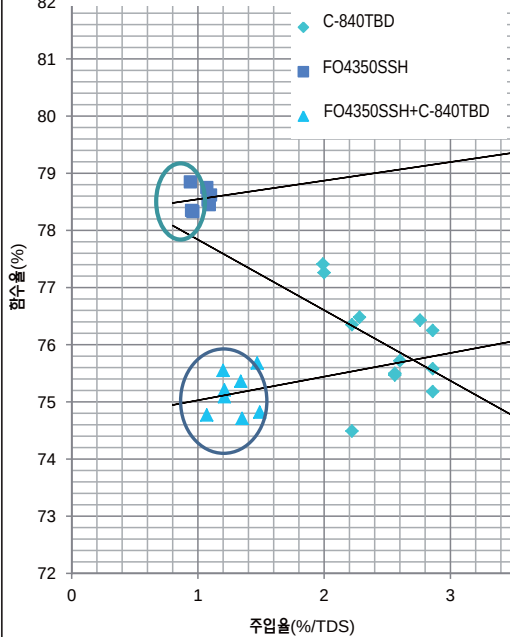
7.1. 탈수공정 최적화: 용집제 및 각 탈수기별 적정 운영

· Q. 시운전 시 기존 운전조건에 맞는 용집제를 주세요?

항목			슬러지(Sludge)		탈수케이크(Cake)		용집제		효율평가	
			유량	총고형분	유량	함수율	투입율	사용량	용집제 투입율	비용 절감율
			m ³ /day	%	m ³ /day	%	%	kg/day	ppm/DS base	%
A처리장 벨트프레스	3월	3209.1	1.60	338.57	81.9	1.013	612.7	1.19	119.33	
	4월	3172	1.88	354.2	81.1	0.998	661	1.12	110.84	7.11
	5월	3159	2.01	351.16	81.2	1.053	686	1.04	108.04	9.46
B처리장 원심탈수	3월	3346.18	2.07	290.23	79.9	1.253	725.5	0.84	104.74	
	4월	3508	2.66	319.1	80.5	1.264	764	0.67	81.88	21.83
	5월	3305.45	2.66	319.33	78.5	0.900	606	0.78	68.92	34.20
C처리장 원심탈수	3월	790.6	1.75	63.28	80.6	1.488	182.7	0.89	132.05	
	4월	982	1.99	78.85	79.5	1.106	173	0.83	88.53	32.96
	5월	905	2.28	71.57	77.9	0.891	123	0.77	59.61	54.86

7.2. | 탈수공정 최적화: 분말 및 에멀전 병행적용(1)

Q. 에멀전 응집제의 효율은 좋은데 사용량이 많아서.....?



구분	내용		
구분	슬러지 및 응집제	기계 조건	함수율
	FO4350SSH	•슬러지 25~26 m ³ /hr 및 응집제 0.95~1.1 m ³ /hr로 운전	•차속 7
구분	C-840TBD	•슬러지 25~26 m ³ /hr 및 응집제 2.0~2.9 m ³ /hr로 운전 •파우더 단독대비 주입율 2.6배 상승	•차속 7
	FO4350SSH :C-840TBD =35:65	•슬러지 25~26 m ³ /hr 및 응집제 1.0~1.5 m ³ /hr로 운전 •파우더 단독대비 주입율 1.2배 상승	•차속 7으로 설정
평가	• C-311PH는 하절기 실험때 보다 함수율이 2~3% 상승 (계절적 요인) • C-810EB 주입율을 2.6배 정도 높였을시 함수율 3%가량 저감 • C-311PH와 C-810EB=35:65로 처리시 파우더 단독 사용시 대비 주입율 증가(20%↑), 함수율 저감 효과(3~4%↓) • 에멀전 단독 사용시 대비 주입율 절감(100%이상↓)과 함수율 저감 효과(1~2%↓)		

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 65 -

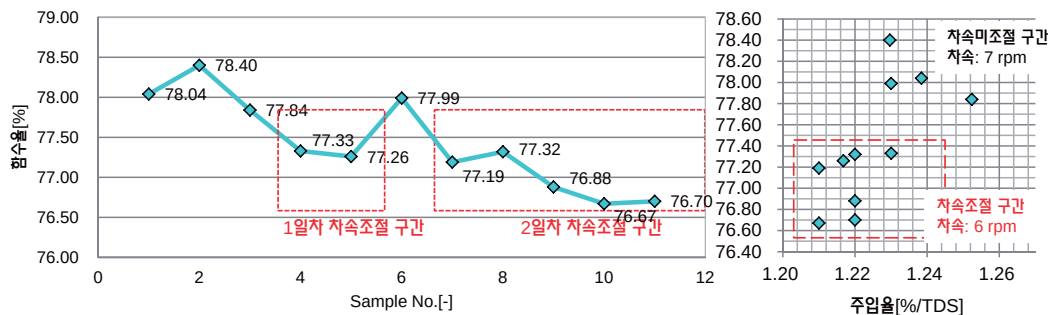
7.2. | 탈수공정 최적화: 탈수기별 적정 운전 시행(2)

Q. 탈수기 운전조건을 일정하게 맞춰서 잘 운영하고 있는데요?

1) 각 탈수기별 시운전 결과

원심 탈수기	평균 배출함수율(%)			시운전 결과 요약	추천 운전 조건	비고
	기준	시운전	차이			
A호기	76.54	76.36	-0.18	안정적 운영가능	현상태 유지 또는 차속조절	
B호기	77.87	77.96	+0.09	주입율 저감 시 함수율 상승폭이 적음	차속 및 주입율 낮춤.	
C호기	78.09	77.05/76.75	-1.04/-1.34	차속 조절 시 함수율 개선효과가 큼	차속 조정.	안정화 후 저속 저감

2) 시운전 전체 결과 평가.



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 66 -

7.3. 탈수기 유입성상에 따른 운전조건(1): 유량, 충고형분, VS....

Q. 현재 운영하고 계시는 탈수기의 용량을 아세요? 벨트는 m당 150kg인데.

처리하는 상용화된 원심탈수기의 유입슬러지 고형분에 대한 최대 유입량을 고려하여 운전하여야 함.

❖ 계산량은 최대 유입슬러지량이며, 팔호 안은 값은 일반 원심탈수기의 경우 가동율을 90%이하 수준에서 운전하는 것이 바람직하므로 가동율 80%를 고려하여 계산한 값임.

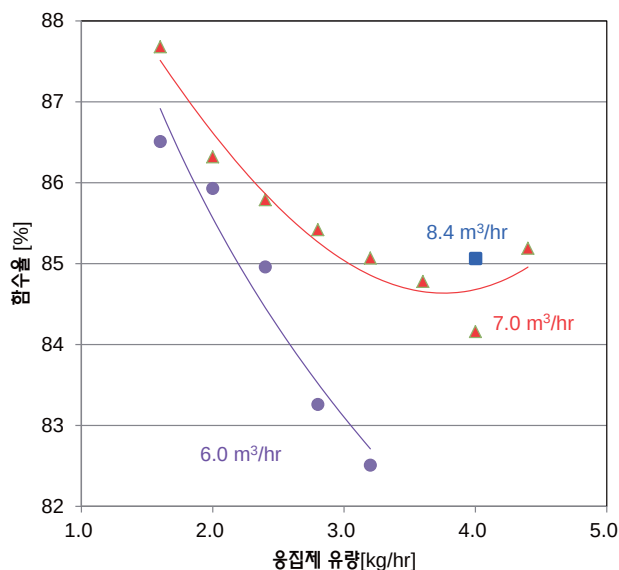
용량	TS : 2.5%	TS : 3.0%	TS : 3.5%	TS : 4.0%	TS : 4.5%	비고
0.9 ton/hr	36 (29)	30 (24)	26 (21)	23 (18)	20 (16)	
1.0 ton/hr	40 (32)	33 (27)	29 (23)	25 (20)	22 (18)	
1.1 ton/hr	44 (35)	37 (29)	31 (25)	28 (22)	24 (20)	
1.2 ton/hr	48 (38)	40 (32)	34 (27)	30 (24)	27 (21)	
1.3 ton/hr	52 (42)	43 (35)	37 (30)	33 (26)	29 (23)	

❖ 최대유량을 조절한 결과 현 탈수기가 건조 고형분 기준으로 약 1.0~1.2 ton/hr의 용량으로 실제 유입 농도를 기준으로 할 때 혼합은 약 23~27 m³/hr가 적정이며, 잉여농축은 20m³/hr이하가 적정임.
또한, A호기와 B호기의 동시 가동 시 TS차이가 약 0.3% 이므로 실제 처리 시 유입 슬러지량을 약 3 m³/hr 정도 차이를 두고 운전하는 것이 바람직함.

7.3. 탈수기 유입성상에 따른 운전조건(2)

Q. 우리 처리장은 함수율이 절대 낮 떨어져요 어떤 용집제를 써도 마찬가지네요?

용집제 투입량 변화에 따른 Sludge flow 별 함수율 그래프



■ Sludge flow를 낮출수록 함수율 저감 효과가 있으며, 현 원심탈수기의 용량이 10m³/hr이나 현장 적용결과를 감안할 때, 중 유입량이 9m³/hr 이상이 되면 탈수 효율 및 회수율이 급격히 저하됨.

■ Sludge flow가 7.0 m³/hr일 때
-. 현 운전 투입량 : 0.9 m³/hr
-. 현 함수율 : 84.78%
-. 용집제 최적투입량 : 1.0 m³/hr
-. 최적함수율 : 84.16%

■ Sludge flow가 6.0 m³/hr일 때
-. 용집제 최적투입량 : >0.8 m³/hr
-. 최적함수율 : < 82.51%
-. 적정 투입량 : 0.6 ~ 0.7 m³/hr

■ Sludge flow가 8.4 m³/hr일 때
-. 용집제 최적투입량 : 1.1 m³/hr
-. 최적함수율 : < 85.12%

8. 혐기성 소화공정

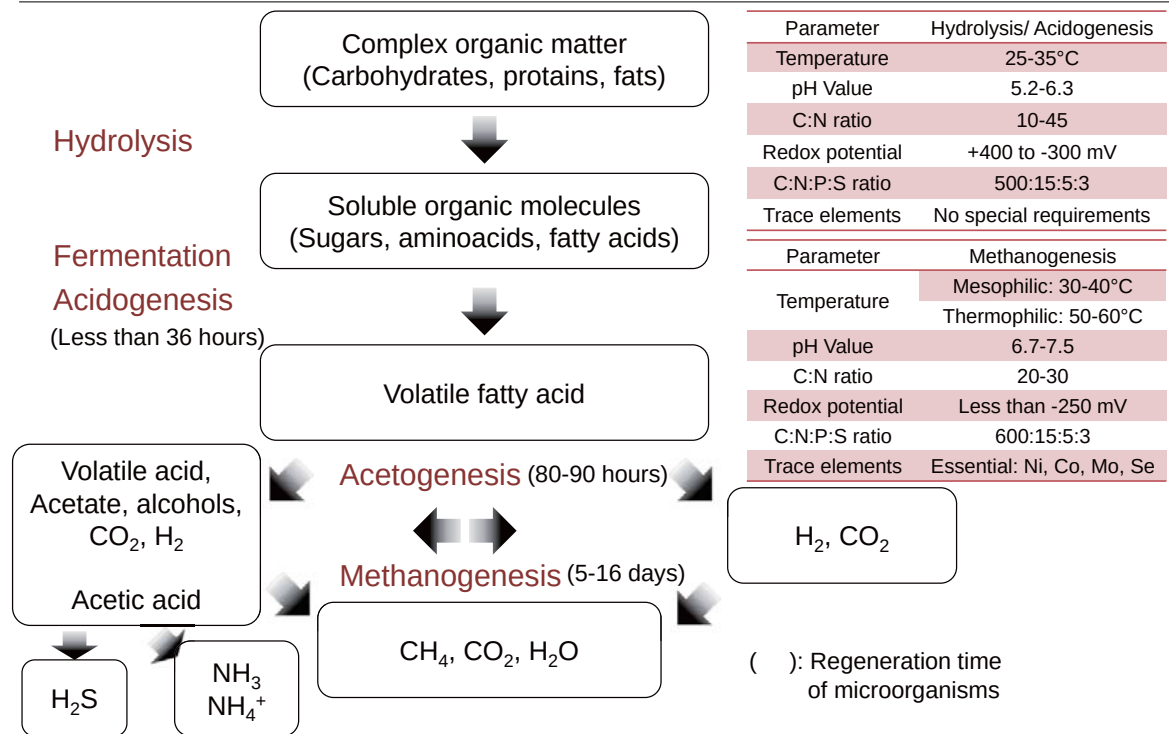
8.1. 혐기성 소화공정 적용 시 장점



Aerobic &
Anaerobic
Digestion



8.2. 혐기성 소화의 단계별 공정 개요



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 71 -

8.3. 유입원별 바이오가스 발생율

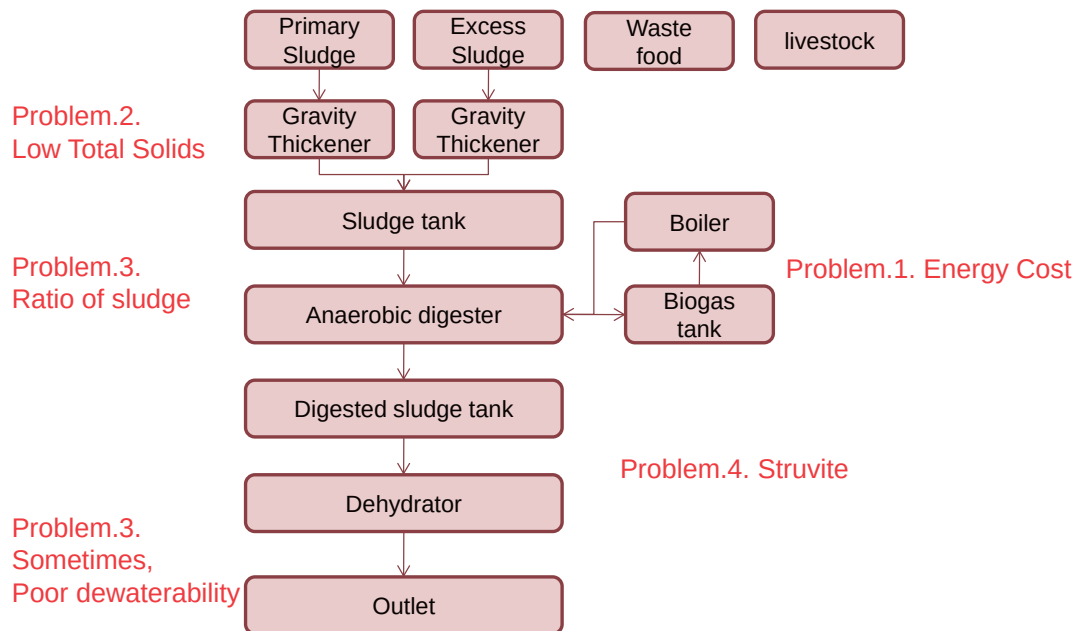
Organic waste	TS [%]	VS in TS [%]	Biogas yield (SPB) m ³ kg ⁻¹ of VS]
Municipal organic waste	15-30	80-95	0.5-0.8
Municipal wastewater sludge	3-5	75-85	0.3-0.5
Brewery spent grain	20-26	80-95	0.5-1.1
Yeast	10-18	90-95	0.5-0.7
Fermentation residues	4-8	90-98	0.4-0.7
Fruit slurry (juice production)	4-10	92-98	0.5-0.8
Pig stomach content	12-15	80-84	0.3-0.4
Rumen content (untreated)	12-16	85-88	0.3-0.6
Vegetable wastes	5-20	76-90	0.3-0.4
Fresh greens	12-42	90-97	0.4-0.8
Grass cuttings (from lawns)	20-37	86-93	0.7-0.8
Grass silage	21-40	87-93	0.6-0.8
Corn silage	20-40	94-97	0.6-0.7
Straw from cereals	~86	89-94	0.2-0.5
Cattle manure (liquid)	6-11	68-85	0.1-0.8
Cattle excreta	25-30	75-85	0.6-0.8
Pig manure (liquid)	2-13	77-85	0.3-0.8
Pig excreta	20-25	75-80	0.2-0.5
Chicken excreta	10-29	67-77	0.3-0.8
Sheep excreta	18-25	80-85	0.3-0.4
Horse excreta	25-30	70-80	0.4-0.6
Waste milk	~8	90-92	0.6-0.7
Whey	4-6	80-92	0.5-0.9

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

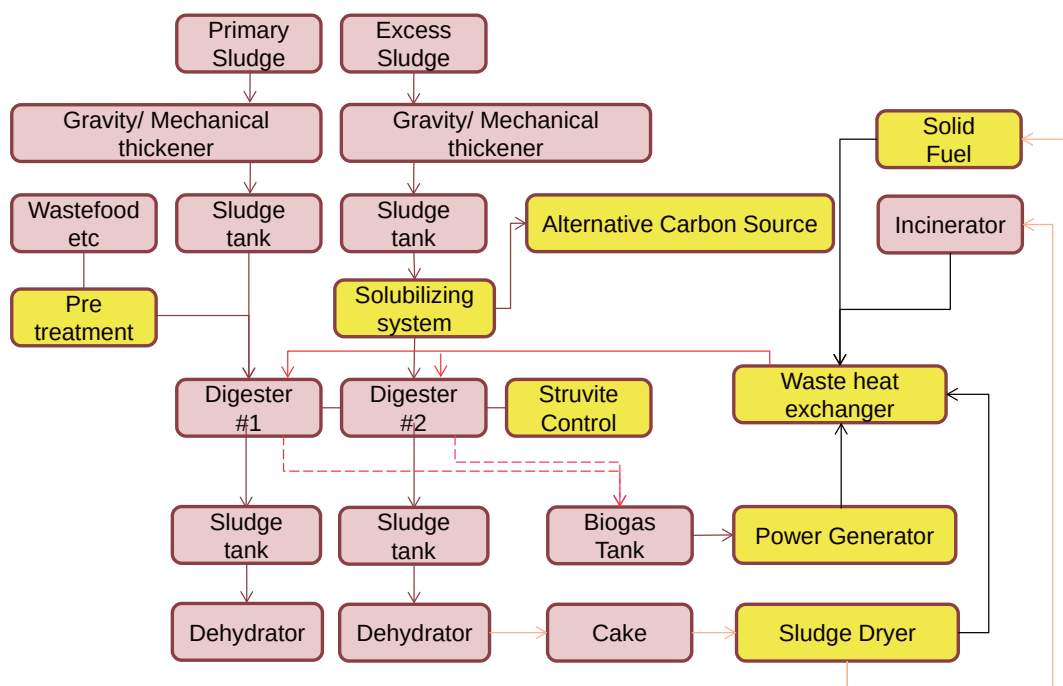
소화조 및 탈수기 운영방안

- 72 -

8.4. 혐기성 소화공정 적용 방식(1) : 일반적 적용방식



8.5. 혐기성 소화공정 적용 방식(2) : 최적화를 위한 공정 제안

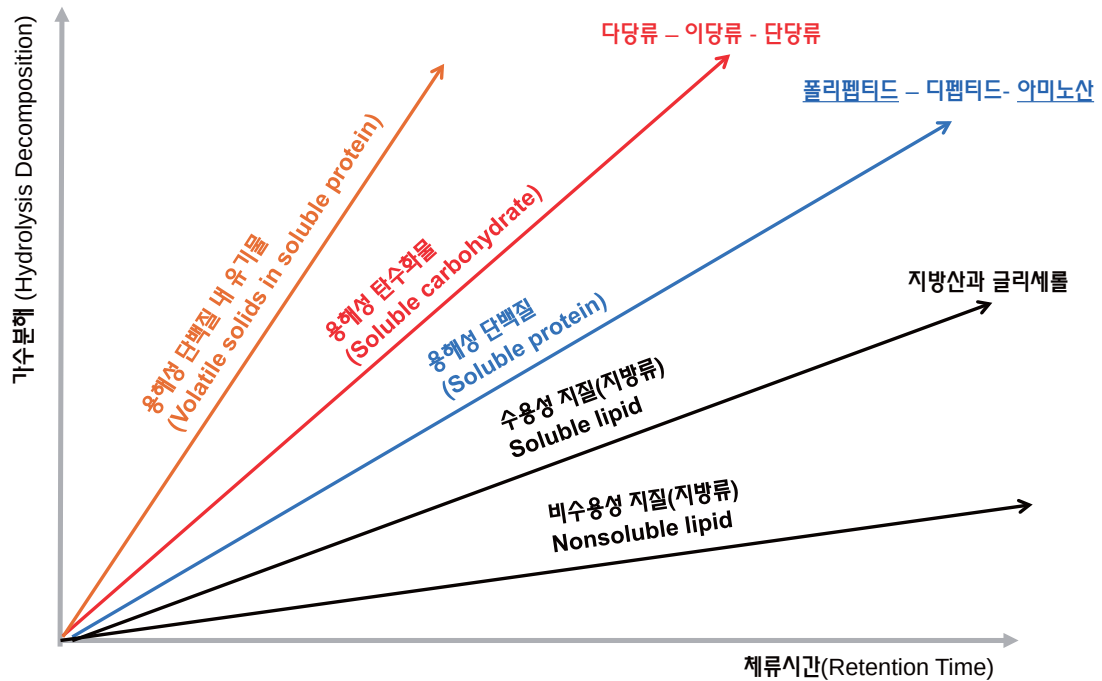


9. 혐기성소화 운영기술

9.0. 혐기성 소화조 운영 및 관리 인자

- 3.1. 알칼리도(Alkalinity)와 유기산(VA, Volatile acid) 비율
- 3.2. VA/Alkali 비율, 소화효율 및 가스발생의 상관관계
- 3.3. VA/Alkali 비율과 pH의 상관관계
- 3.4. 소화조 교반의 효과
- 3.5. 혐기성소화 생성물 및 정상 운영에 따른 인자
- 3.6. 메테인(CH_4) 생성균
- 3.7. 스컴(Scum)에 따른 문제 및 부하>Loading) 관리
- 3.8. 소화일수의 최적 관리
- 3.9. pH 완충작용(Buffering)
- 3.10. 소화공정의 독성물질
- 3.11. 소화 및 탈수공정에서의 유분(Oil & Fat)의 영향
- 3.12. 소화 및 탈수공정에서의 스트루바이트(Struvite)의 영향
- 3.13. 기타 운영 인자

9.1. 물질 별 혐기성소화공정에서의 가수분해 특성

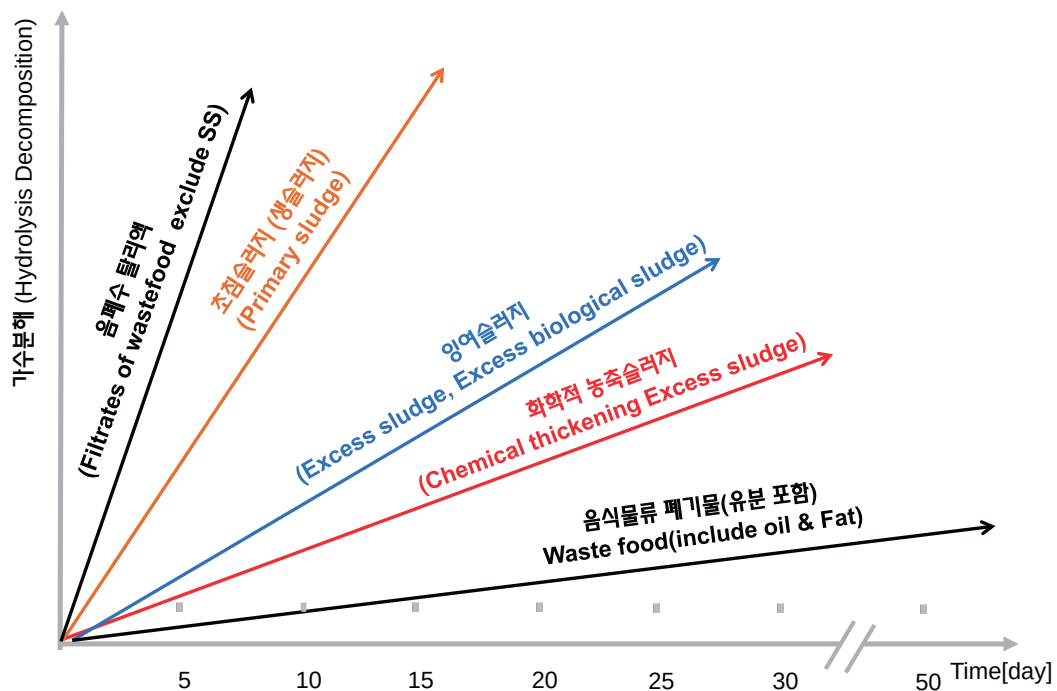


‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 77 -

9.2. 슬러지 종류별 혐기성소화공정에서의 가수분해 특성

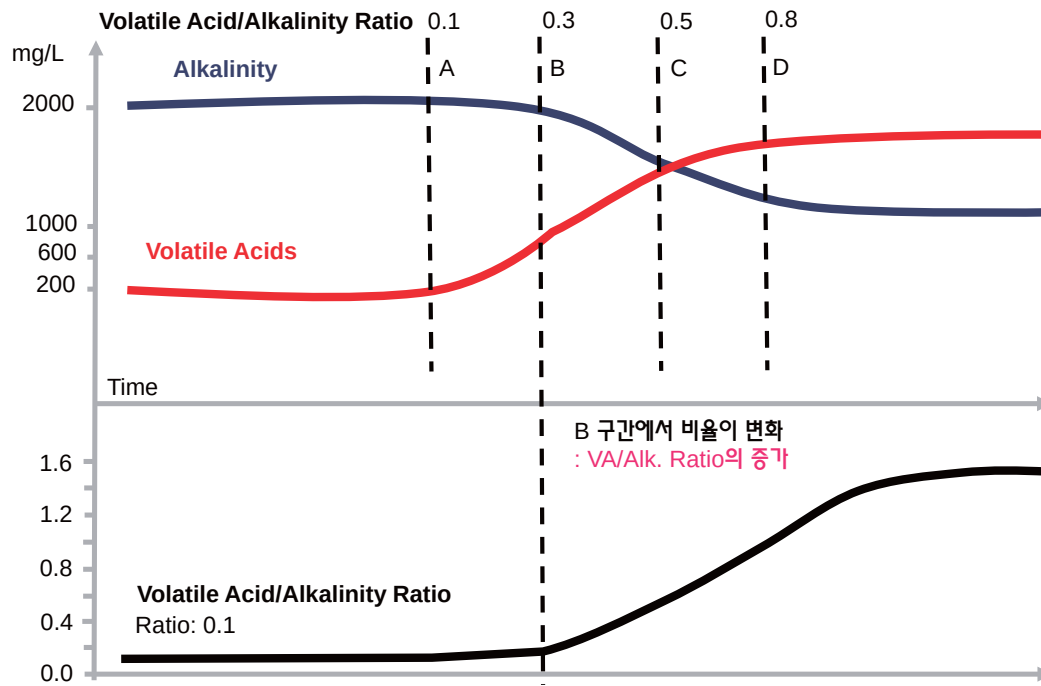


‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 78 -

9.3. 알칼리도(Alkalinity) 및 유기산(Volatile acid) 비율 : VA/Alkali

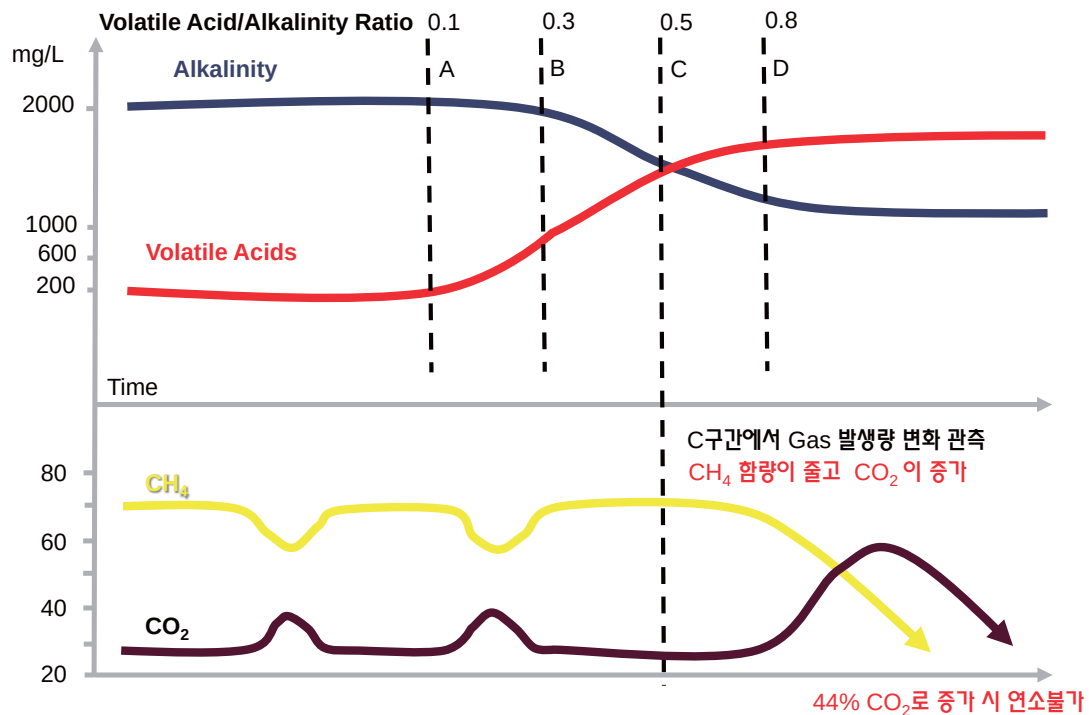


'2021 탄소저감 "환경시설 안전관리 역량강화교육"

소화조 및 탈수기 운영방안

- 79 -

9.4. VA/Alkali 비율과 Gas 조성과의 상관관계

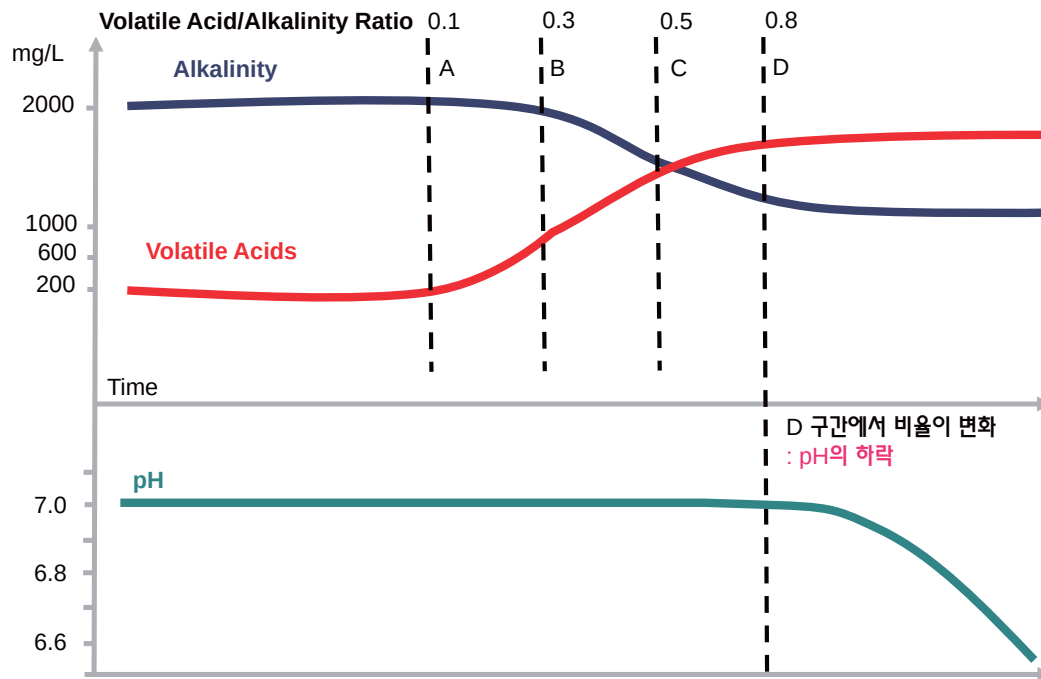


'2021 탄소저감 "환경시설 안전관리 역량강화교육"

소화조 및 탈수기 운영방안

- 80 -

9.4. VA/Alkali 비율과 소화조 pH의 상관관계



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 81 -

9.4. 소화조 교반의 영향

고형분 함량이 높을수록 긴 소화일수가 필요하게 되며, 건식소화 방식이 아닐 경우 소화조 내 균질화 및 Biogas의 배출 등을 위해 아래 교반의 영향이 중요한 인자가 됨.

Mixing

Dead Zone

Digested Retention Time

1. **접촉 및 균질화**
: 박테리아(Bacteria)와 그 영양원이 원활하게 반응
2. **조 내 온도의 균질화(Heat Distribution)**
: 소화조 내 일정한 온도가 아닌 온도구배(Gradient)가 발생하지 않도록 함
소화조 상 하부의 온도차가 발생 시 소화효율의 급격한 저하 발생 가능
3. **침전의 최소화**
: 조 내 유기물의 농도 구배 발생을 방지하고 Dead zone에 의한 유효용적 감소를 방지.
4. **스컴(Scum) 발생의 최소화**
: 운영 중 문제로 기름의 비누화(Saponification) 및 고조균 등에 의한 Foaming 폭주 현상 등을 최소화

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 82 -

9.5. 소화조 정상운영에 의한 생성물

Products of Digestion

1. Biogas의 조성
: Methane (CH₄), Carbon Dioxide (CO₂), Oxygen(O₂), Hydrogen Sulfide (H₂S), Siloxane
2. 스크م(Scum) : 가벼운 고상입자 및 일부 거품유발물질
3. 월류수 : T-N 및 T-P가 높은 특징
4. 슬러지(Sludge): 안정화된 형태로 유기물, 병원균, 약취 등 대부분이 저감된 형태로 배출

Mechanism of Anaerobic Digestion



- 유기물 분해율은 약 40~50%
- Bio gas 조성은 CH₄(63%), CO₂(35%), N₂, H₂, H₂S(2%)
- NH₄⁺는 슬러지 내 용해되어 pH 상승 및 T-N 부하로 작용
- 호기성 미생물의 성장을 위해 과다 축적되어져 있던 Poly-P가 혐기상태에서 배출

9.5. 소화조 정상운영에 따른 인자

Well Digested Sludge

1. VS(Volatile solids) 저감에 따른 유기물 함량 감소
: 결합수 및 내부수 감소에 따른 탈수효율 개선
2. 슬러지(Sludge) 색상변화
: 일반적인 슬러지는 연노랑색에서 갈색을 나타내나 정상적인 혐기성소화 후 슬러지는 검은색으로 변함.
3. 약취(Odor) 저감
: VOC 물질의 분해, Biogas상으로의 배출 등으로 약취가 저감
4. 안정적인 운전 시 pH 및 온도 변화가 거의 없음.
5. 혐기성소화의 결과로 발생하는 Biogas 중의 CH₄ 및 H₂S 함량이 일정하게 유지됨.

경우에 따라 H₂S gas 발생량이 증가되는 경우에도 운영인자들이 정상적인 값으로 관찰되는 경우가 있으며, 이는 일시적인 사향으로 메탄균 대비 황산화 미생물의 우점으로 COD 등의 소모량이 커져 정상적인 상태와 유사한 운영 인자를 나타내나 급격히 악화될 수 있음.

9.6. 메탄 생성균의 특징

Methane Former

1. 매우 느린 안정화 속도(5~16 day)
2. 생장조건에 대해 매우 민감
: 부하량, pH, 온도 등 대부분의 변화에 영향을 받음.
3. 만약 소화조 내 온도가 0.5°C의 변화가 있을 경우, 메테인(CH₄) 생성균의 활성도 함께 변화됨.
: 소화조 내 온도변화는 유량의 급격한 증가 시 유입전 열교환이 없거나 열교환기의 오작동 시 이러한 문제가 발생될 수 있으며, 직접가온방식에서 수증기의 채널링(Channeling) 현상으로 불균질 가온에 따른 영향으로 온도차가 발생될 수 있음.
4. 메테인 생성균(Methane formers)의 대사작용은 pH가 6.2 이하일 때 중단됨.
메테인 생성균의 활성 저하 -> Biogas 발생량 저하 -> 소화조 온도 하락
-> 소화효율의 급격한 저하의 형태로 공정 문제가 발생

소화조 운영관리는 메테인 생성균의 생장을 활성화할 수 있는 최적의 생장조건에 맞춰 이를 유지하는 것이 가장 주요함.

9.7. 스컴(Scum)에 따른 문제 및 부하>Loading) 관리

Scum

1. 가벼운 고체 입자들의 Biogas 포집을 위한 배출 시 스컴을 형성
2. 소화가 되지 않는 외형질 등에 의한 스컴
3. 유분의 비누화반응에 의한 거품(Foaming)에 미세한 고체 입자들이 부착된 형태의 스컴 형성
3. 소화조 용량의 저하 및 스컴의 경화에 따른 소화조 내 압력 상승
: 배관, 통풍구, Vent line의 폭발 등이 과도한 스컴의 축적 및 짧은 시간 내 과다 축적되는 스컴에 의해 발생가능.

Loading

1. 수리학적 부하(Hydraulic Loading)
: 높은 슬러지 공급유량 및 충고형분 함량
2. 유기물 부하(Organic Loading)
: 고유기성 유입량 증가에 따른 유기물 부하 증가
3. 무기물 부하(Inorganic Loading)
: 펌프 및 벨브류 파손 및 Dead zone 형성을 방지하기 위한 골분, 모래 등의 무기물 성분의 유입 방지

9.8. 소화일수의 최적 관리

Retention Time

1. 적정 혐기성 소화를 위해 요구되는 최소 체류시간:
적절한 소화를 위한 단계
 - 고상 형태의 가수분해를 통한 단분자화
 - 유기산의 가스화
 체류시간의 결정 인자
 - 소화효율(공법, 구조, 교반방식 등)
 - 슬러지의 종류 및 병합처리 형태(음식물, 분뇨, 축분 등)
생슬러지(Primary, 10~15일), 활성슬러지(25~30일)
음식물류 폐기물 중 음폐수(7~10일) 및 폐기물(유분 포함 시 60일)
2. 체류시간 확보 방안
 - 농축을 통한 유량 저감, 단 최대 COD 부하율 고려 필요
 - 혐기성 미생물 반응기술 여부

소화조 운영은 슬러지 및 폐수의 다양한 종류에 따른 개별 소화조의 적정 체류시간 관리가 가장 중요함.

9.9. pH 완충작용(Buffering effects)

정상적인 조건에서 소화조 내에서 pH 변화가 없도록 완충작용(Buffering)을 하는 물질은 아래와 같이 두가지 물질이 있어 일정한 pH 범위로 유지될 수 있다.

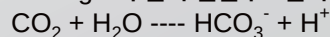
Buffering Maintain pH

Carbon dioxide : 이산화탄소(CO₂) 및 탄산(CO₃)의 형태

혐기성 소화과정 중에는 지속적으로 CO₂가 생성되며, Gas상으로 배출이 되게 되어져 있으며, pH가 낮아질 때 CO₂는 하전을 가지지 않은 형태로 용해되어져 존재한다. 이 때 pH가 증가됨에 따라 용해되어져 있던 CO₂가 탄산을 형성하게 되고 H⁺ 이온에 배출되게 된다.

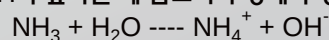
pH가 4일때, 모든 CO₂는 분자형태이며, pH가 13일 때 모든 CO₂는 탄산염의 형태로 용해되어져 있는 형태가 된다.

pH가 6.5 수준에서 변화가 없이 유지되는 형태로 완충역할을 하게 되며, 2500에서 5000 mg/L 수준의 탄산수소염의 형태로 존재할 때 완충역할이 최대화되게 된다.



Ammonia :

pH가 낮아질 경우 암모늄 이온(ammonium ions)이 H⁺를 배출하고 형성되어진다. pH가 높아질 때 암모니아 형태가 형성이 되게 된다.



9.10. 소화공정의 독성물질

Toxic

- 독성물질 : 금속류 및 유기물 중 주요 독성물질

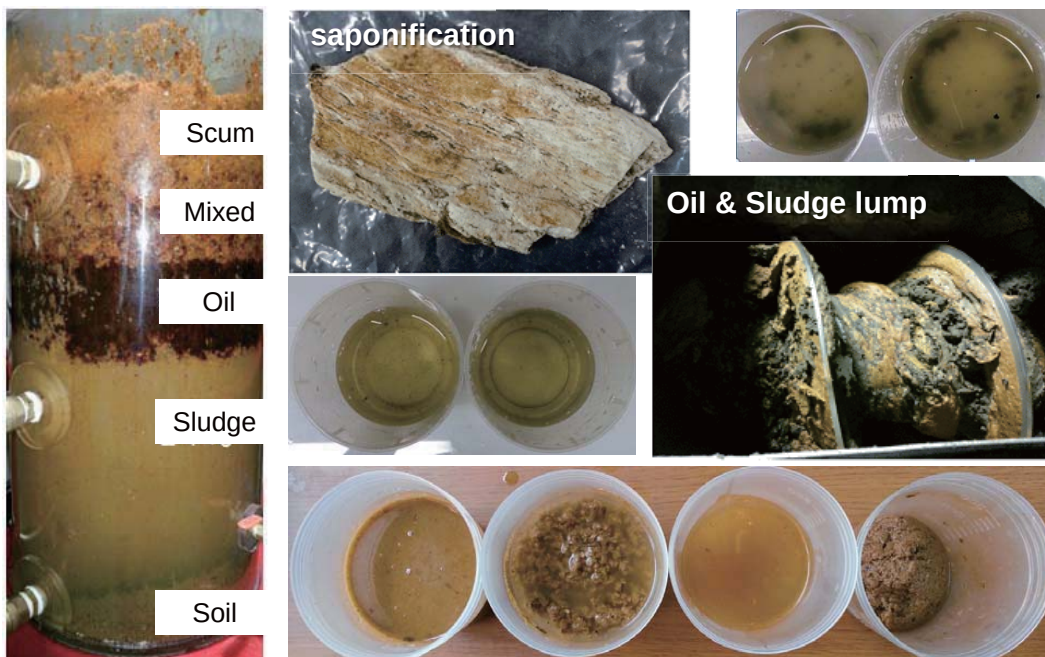
(Units: mg/l)

항목	Low toxic	Medium toxic	Strong toxic
Na	100~200	3,500~5,500	8,000
K	200~400	2,500~4,500	12,000
Ca	100~200	2,500~4,500	8,000
Mg	75~150	1,000~1,500	3,000

물질명	저해농도	물질명	저해농도
Octane	2	Phenol	2,100
Cyclohexane	150	Chloromethane	50
Benzene	1,200	Chloroform	1
Toluene	580	Methanol	22,000
Xylene	250	Trichloroacetic Acid	< 0.001

9.11. 소화 및 탈수과정에서의 유분(Oil 및 Fat)의 영향

❖ Saponification reaction: $\text{RCOOR}' + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{R}'\text{OH}$



9.12. 소화 및 탈수공정에서의 스트루바이트(Struvite)의 영향



‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 91 -

9.12. 소화 및 탈수공정에서의 스트루바이트(Struvite)의 영향

❖ What is Struvite?

Struvite : $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, Struvite-(K) : $\text{KMgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Factors of Struvite

1. Digestion using mixed sludge
2. Well digestion
: Increasing of NH_3 & PO_4
3. Strong mixing
by valve, pump, dehydrator

Trouble by Struvite

1. Generation by scale
2. Out of order
: Dehydrator, pump, etc

Solution

1. Control of concentration of main component
2. Recycle system to make a struvite
3. Chemical treatment

Advantage of Struvite

1. Indicator of well digestion for mixed sludge
2. New treating methods for T-N and T-P.

Dewaterability

: More easily



Usage of Struvite

1. Fertilizer
2. Fire extinguisher
3. Recovery source of phosphate

‘2021 탄소저감 “환경시설 안전관리 역량강화교육”

소화조 및 탈수기 운영방안

- 92 -

9.13. 기타 운영인자(1)

Bacteria

- 적정 개체수 유지 / 계의 배출 방지(특히 건식소화는 매우 중요)
및 급격한 변화 주의 / 소화조 준설 시 재가동 관련 사항 검토 필요

Food

- 무기물 성분의 유입을 최소화
: 유효 용적의 감소
산업폐수, 연계처리 및 기타 유입 중의 모래 성분
- 독성 물질로 중금속류, pH 변화원 등 유입 최소화

Main

- 혐기성 유지: No Oxygen
- pH : 최소 (6.2~6.5), 적정 (6.8~7.5), 병합 시 (7.0~8.2)
- VA/Alkali ratio: 0.4 이하
- 소화조 온도: 변화가 없거나 변화율이 낮은 상태를 유지.
교반 시 상부 및 하수 등의 부위별 온도 구배도 영향이 있음.

9.13. 기타 운영인자(2)

Salts

Conductivity

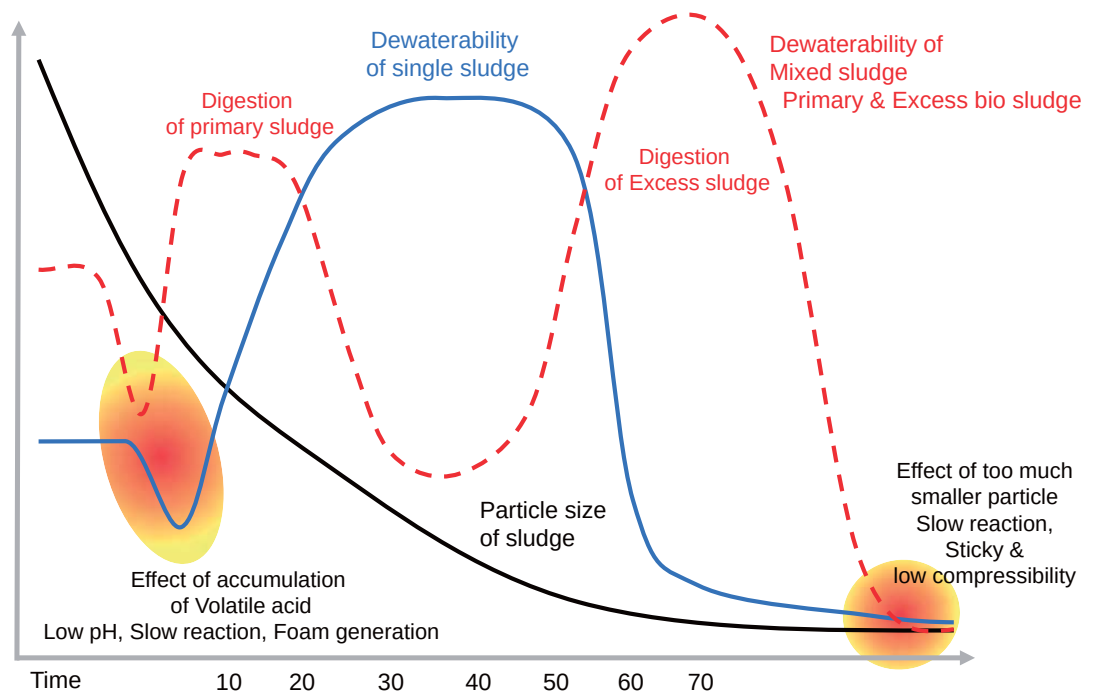
H₂S

Ammonia

Inlet pH

- 만약 슬러지의 pH가 너무 낮을 경우(음폐수 병합처리 시 등)의 경우 소화조 투입 이전 pH가 높은 슬러지와 혼합 후 투입이 필요.
- 경우에 따라 음폐수의 산발효에 따른 buffering 효과로 pH는 3.5 수준이나 유입 시 그 영향이 매우 클 수 있음.

9.14. 혼합슬러지 혐기성소화 시 주의사항



매립운영실무



한국건설기술연구원 건설시험인증본부
김상근 연구위원

폐기물 매립시설 기준 및 운영

한국건설기술연구원
김 상 근 연구위원

폐기물 매립지

□ 1980년대 매립지 (비위생매립)



〈 난지도 쓰레기산 〉



〈 난지도로 몰려드는 쓰레기 차량 〉



〈 쓰레기로 덮여 있는 난지도 〉



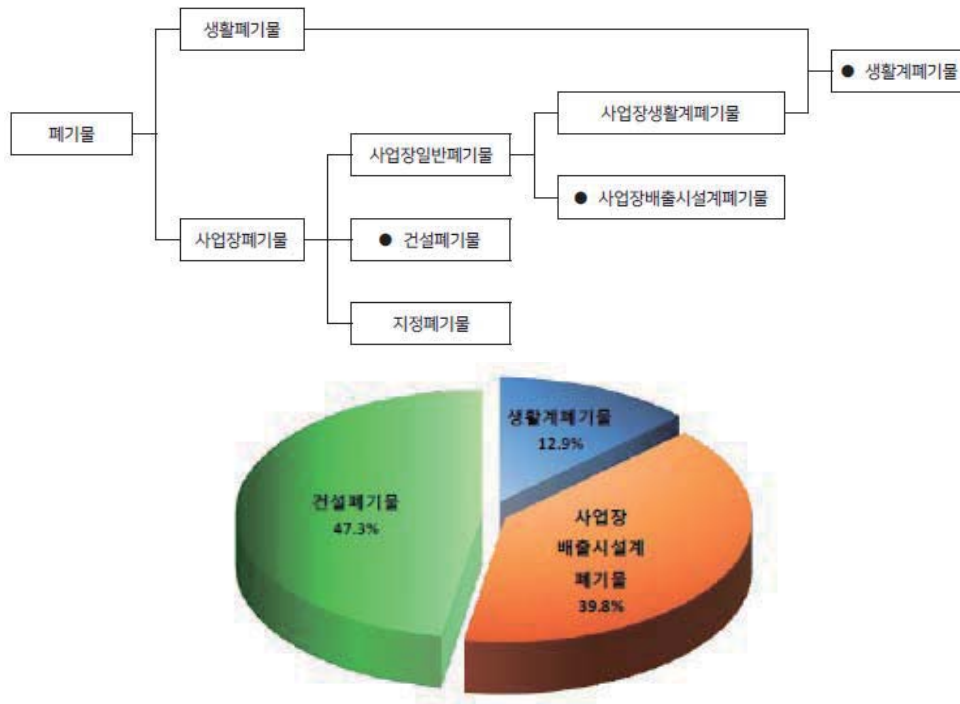
〈 폐품 수집중인 난지도 사람들 〉

(서울특별시 자원회수시설 homepage 발췌)

□ 1990년 이후 매립지 (위생매립)



폐기물 분류 (폐기물관리법 기준)



폐기물 처리(treatment)

□ 소각



□ 매립



□ 해양배출

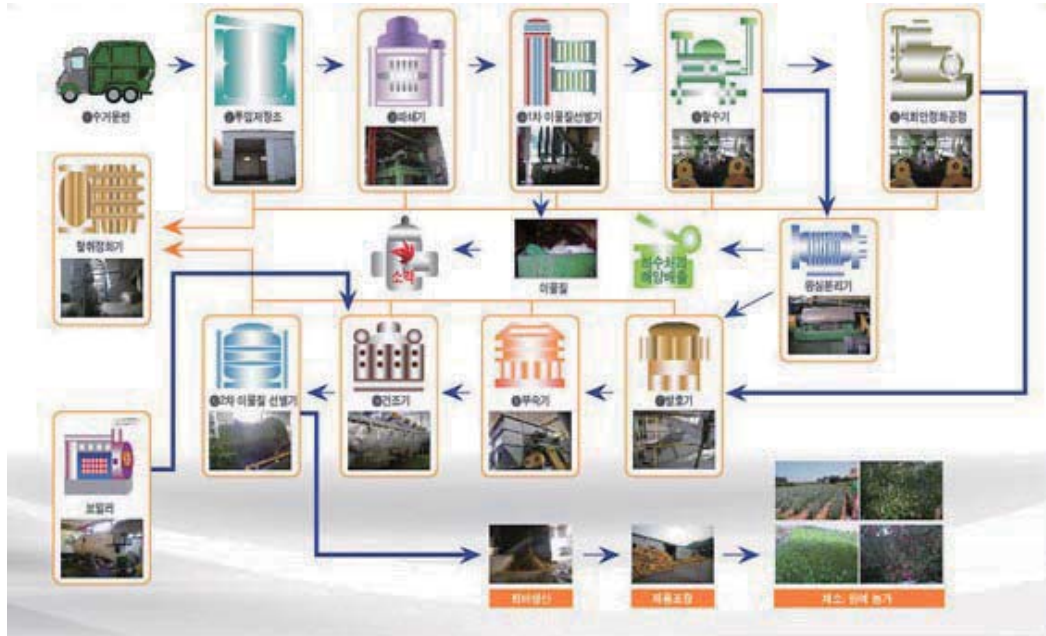


□ 재활용 : 골재, 고형연료 생산



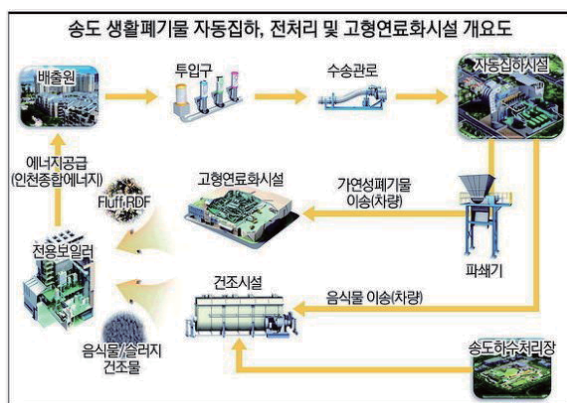
폐기물 순환(Recycle)

음식물 재활용 : 사료 또는 퇴비화

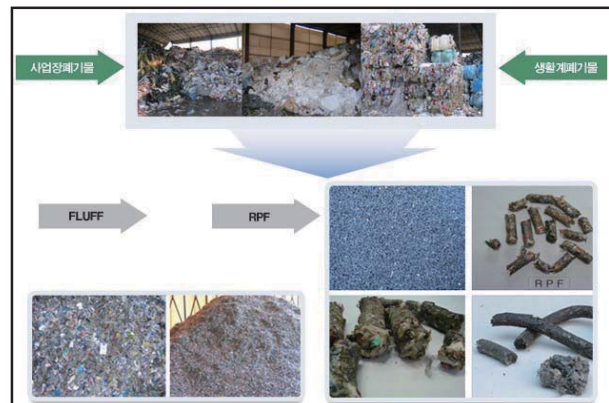


폐기물 순환

생활폐기물 재활용

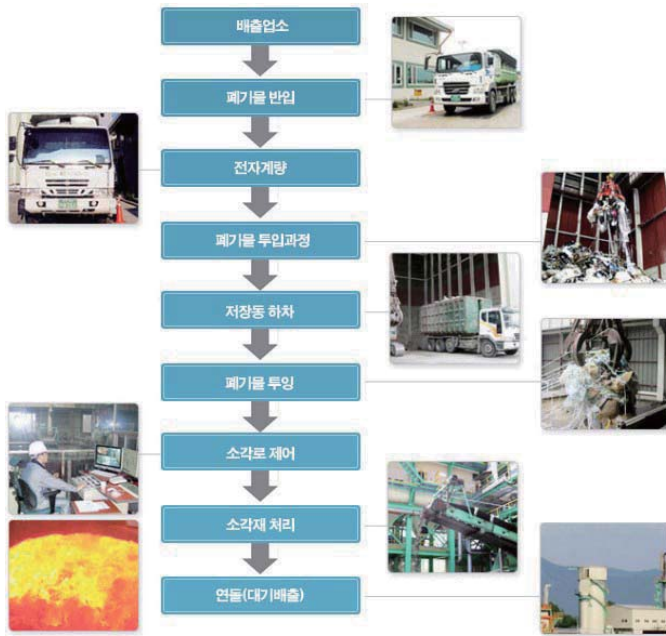


고형연료 생산

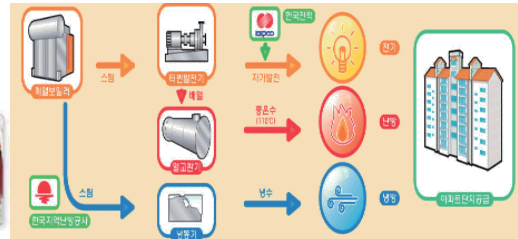


폐기물 순환

□ 소각후 재활용



증기 및 폐열 이용 : 공장 등의 냉난방시설 활용



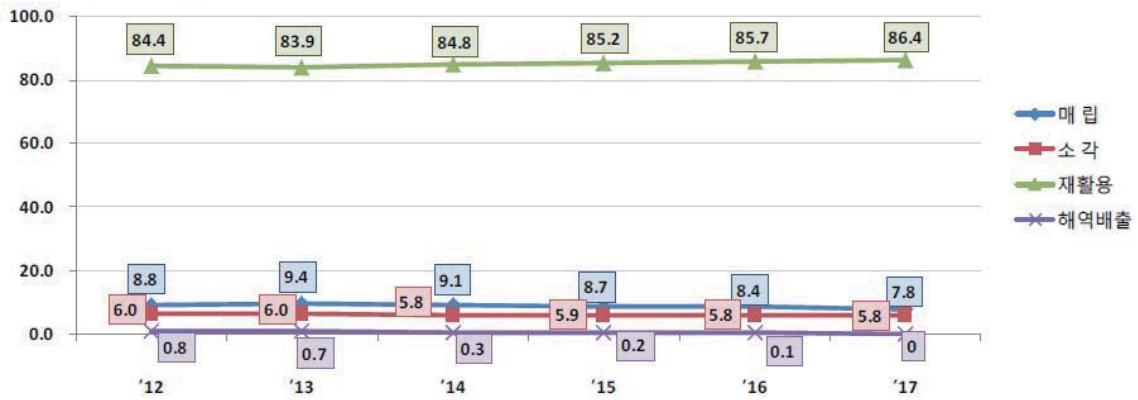
폐기물 순환

□ 건설폐기물 재활용



폐기물 처리 현황

(%) 처리방법별 처리율



폐기물 발생량 해마다 증가 → 매립 비율 감소

폐기물 정책 : 재생에너지, 탈원전 정책

폐기물 매립시설 현황

- 매립시설은 총 281개이며 '17년도 매립량은 1,169 만 톤
- 2017년도 총 매립용량은 65,822 만 m³이고, 잔여 매립용량은 28,974 만 m³
- 매립시설 수를 운영주체별로 살펴보면 지방자치단체 220개(잔여용량의 82.4%), 자가처리업체 27개 (잔여용량의 13.0%), 최종처분업체 34개(잔여용량의 4.6%)

매립시설 현황

(2017년 기준)

구 분	시설수 (개소)	총매립용량 (만 m ³)	잔여매립		'17 매립량 (만 톤)
			용량(만 m ³)	비율(%)	
계	281	65,822	28,974	100.0	1,169
지방자치단체	220	48,341	23,887	82.4	668
자가처리업체	27	12,662	3,752	13.0	83
최종처분업체	34	4,819	1,335	4.6	418

폐기물 매립시설 SYSTEM

□ 매립시설 구조



(수도권매립지관리공사 homepage 발췌)

폐기물 매립시설 설치 과정

□ 굴착 및 사면 정리



□ 옹벽 및 제방



□ 바닥부 차수 시설



폐기물 매립시설 설치 과정

□ 사면 차수시설



□ 침출수 집배수시설



폐기물 매립시설 설치기준

□ 외곽시설

매립시설의 주위에 사람 또는 가축 등의 출입을 방지할 수 있는
철망 등의 외곽시설을 지상 1.5m 이상의 높이로 설치하여야 한다.

다만, 매립시설이 사람들이 무단으로 출입할 수 없는 사업장 안에 있는
경우와 그 주위가 사람들의 출입이 곤란한 해변, 하천, 절벽 등의 지형인
경우에는 그의 주위에 외곽시설 등을 설치하지 아니할 수 있다.

□ 외곽시설



생활폐기물 매립시설 설치기준

□ 매립시설 표시

매립시설에 접근이 용이한 지역 또는 사람의 통행량이 많은 지역에
폐기물매립지임을 표시하는 가로 100cm 이상, 세로 50cm 이상의
표지판을 지상 1m 이상의 높이에 설치하여야 한다.
표지판에는 매립시설의 종류, 관리자의 주소·성명·전화번호,
설계·시공·감리자명 등을 기재하여야 한다.

❑ 매립시설 표시



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 축대벽 및 독

폐기물의 유출을 방지할 수 있는 축대벽 및 독은 매립되는

폐기물의 하중 등을 고려하여 안전하게 설치하여야 한다.

축대벽의 경우에는 저면활동에 관한 안전율(1.5 이상)

전도에 대한 안전율(2.0 이상), 지지력에 대한 안전율(3.0이상)

독의 경우, 자체 및 최종매립단면의 사면활동에 관한 안전율(1.3 이상)

❑ 축대벽 및 둑



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 지반침하 방지

매립시설의 기초지반이 연약한 경우에는 지반침하 등의 우려가 없도록 **지반보강을 위한 필요조치**를 하여야 하며, 암반이 노출된 경우, 암반의 요철 등에 의하여 차수시설이 손상되지 아니하도록 적절한 조치를 하여야 한다.

또한, 성토지역의 경우에는 지반다짐상태를 양호하게 한다.

❑ 지반침하 방지 대책공법

- 다짐공법 : 다짐말뚝공법, 동압밀공법
- 고결열처리공법 : 심층혼합처리공법, 약액주입공법
- 보강공법 : 표층피복공법, 복토공법
- 치환공법 : 굴착치환, 강제치환, 폭파치환공법
- 압밀배수공법 : 연직배수공법, 생석회 말뚝공법 등
- 하중균형공법 : 압성토공법

❑ 강널말뚝(SHEET PILE) 공법 예



☐ 암반 노출 처리(부직포 포설)



☐ 암반 노출 처리 (shotcrete 공법)



폐기물 매립시설 설치기준

□ 지하수 배제시설

매립시설 바닥 및 측면의 라이너밑에는 주변에서 집수된 빗물 또는 지하수를 배제할 수 있는 시설(유공관, 돌망태, 집속다발관)을 설치하여야 한다. 다만, 빗물이 유입되지 아니하거나 지하수가 발생되지 아니하는 지역에 매립시설을 설치하거나 빗물 또는 지하수배제시설을 설치할 필요가 없는 구조로 매립시설을 설치하는 경우에는 그러하지 아니하다.

□ 지하수 배제시설



폐기물 매립시설 설치기준

☐ 빗물배제시설

매립시설 외부에서 빗물이 유입되지 아니하고 매립시설 내부에
떨어진 빗물이 폐기물을 매립중인 구역에 유입되지 아니하도록
빗물배제시설을 갖추어야 한다. (상류지역 우회수로, 주변부 집배수구
매립지내 집배수구, 매립지표면 집배수구 등을 설치)

☐ 빗물배제시설



폐기물 매립시설 설치기준

□ 계량시설

반입되는 폐기물의 중량을 측정할 수 있는 계량시설을 설치하여야 한다.

다만, 시·도지사 또는 지방환경관서의 장이 필요하지 아니하다고

인정하는 경우와 다른 계량시설을 이용하여 반입되는 폐기물의 중량을 측정할 수 있는 경우에는 그러하지 아니하다.

□ 계량시설



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 세륜 · 세차시설

차량진출입구에 폐기물운반차량의 세륜 · 세차시설을 갖추어야 한다.

다만, 시·도지사 또는 지방환경관서의 장이 처리대상폐기물을 고려하여 필요하지 아니하다고 인정하는 경우에는 이를 갖추지 아니할 수 있다.

❑ 세륜 · 세차시설



폐기물 매립시설 설치기준

□ 지하수 검사정 설치

폐기물매립으로 인하여 침출수가 발생하는 경우에는 지하수 오염여부를 확인할 수 있는 지하수검사정을 사용개시 신고일 **2개월전** 까지 매립시설의 주변 지하수흐름층 상류에 **1개소이상**, 하류에 **2개소이상** 설치하여야 한다.

지하수 검사정은 직경이 **10cm** 이상이고, 재질은 테프론·스테인레스강 또는 합성수지관을 사용하여야 하며, 지하수검사정의 지표면으로부터 오염물질이 유입되지 아니하는 구조로 설치하여야 한다.

다만, 매립지의 경계선이 해수면과 인접하여 있어 지하수검사정 설치가 어려운 시설로서 해수면 인접지역에 지하수검사정 대신 **해수수질검사를** 실시할 수 있는 지점을 **2개소이상** 선정한 시설의 경우에는 그러하지 아니하며, 이 경우 시료채취지역은 일정하여야 한다.

□ 지하수 검사정 설치



□ 해수 채취



폐기물 매립시설 설치기준

□ 차수시설

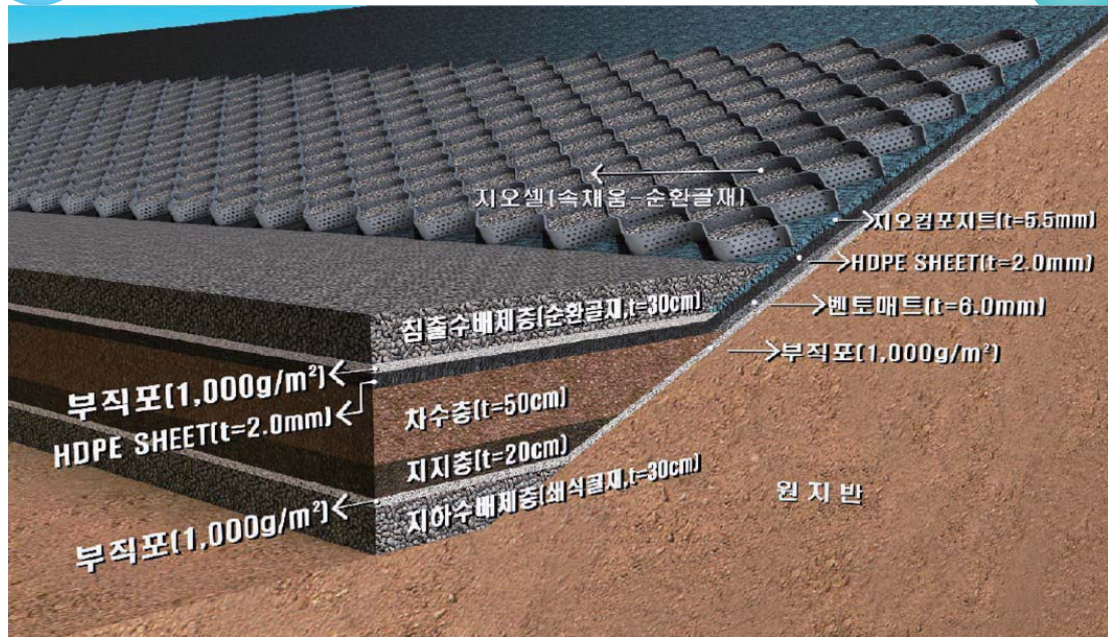
침출수가 매립시설에서 유출되는 것을 방지하기 위하여 매립시설의 바닥 및 측면은 폐기물의 성상, 매립높이, 지형조건 등을 고려하여 점토, 점토광물혼합토 등 점토류라이너, 고밀도폴리에틸렌 또는 이에 준하는 재질의 토목합성수지라이너를 사용하여 다음의 방법에 따라 차수시설을 설치하여야 하며, 고밀도폴리에틸렌 또는 이에 준하는 재질의 토목합성수지라이너를 사용하는 경우에는 폐기물의 하중 등에 대한 안전성을 검토하여 항복인장강도의 안전율이 2.00이상이 되도록 설계·시공하여야 한다.

폐기물 매립시설 설치기준

□ 차수시설

① 고밀도폴리에틸렌 또는 이에 준하는 재질의 토목합성수지라이너를 사용하는 경우 두께 2.0mm (지정폐기물의 매립에는 2.5mm)이상의 것을 1겹 이상 포설하여야 하고, 토목합성수지라이너 하부에는 점토·점토광물혼합토 등 점토류를 다져 투수계수가 $1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 이하이고 두께가 50cm 이상(지정폐기물의 매립에는 1m 이상)인 라이너를 설치하여야 한다.

□ 차수시설 구조



(수도권매립지관리공사 homepage 발췌)

폐기물 매립시설 설치기준

□ 차수시설

② 점토광물혼합토 등 점토류를 사용하는 경우 투수계수가

$1 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ 이하이고 두께가 1m 이상(지정폐기물의 매립에는 1.5m 이상)인

라이너를 설치하여야 한다.

③ 기타 차수재료를 사용하는 경우, ① 또는 ②와 동등한 차수효과를

가지도록 차수시설을 설치하여야 한다.

❑ 차수시설



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 침출수 집배수 시설

바닥의 토목합성수지라이너위에는 지오킴포지트, 지오텍스타일 등을 설치한 후 그 위에 침출수집배수층(투수계수가 0.01cm/sec 이상, 두께가 **30cm** 이상), 집배수관로, 집수정 및 이송관로 등 침출수집배수시설을 설치하고, 매립시설 측면의 토목합성수지라이너위에는 매립하중하에서 투과능계수가 $1/30,000\text{ m}^2/\text{sec}$ 이상인 지오킴포지트, 지오토크 또는 지오텍스타일 등 토목합성수지배수층을 설치하여야 하며, 점토류라이너로 차수시설을 설치하는 경우 측면의 점토류라이너위에는 투수계수가 0.01cm/sec 이상, 두께가 **30cm** 이상 인 모래 등을 포설하여야 한다. 이 경우 집배수관로의 주변에는 집배수관로가 막히지 아니하도록 충분한 투수계수를 갖는 자갈 등을 설치하여야 하며 침출수 집배수시설의 바닥구배는 **2% 이상**이 되도록 하여야 한다.

❑ 침출수 집배수 시설



❑ 침출수 집배수 시설



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 침출수 유량조정조

침출수량 등의 변동에 대응하기 위하여 침출수 유량조정조를 설치하여야 하며,
침출수 유량조정조는 최근 10년간 1일 강우량이 10mm이상인 강우일수중
최다빈도의 1일 강우량의 7배 이상에 해당하는 침출수를 저장할 수 있는 규모로 설치하되,
유량조정조 내부를 방수처리하고 유량조정조 유입구에는 유량계를 설치하여야 한다.

❑ 침출수 유량조정조



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 침출수 처리시설

침출수를 법적 배출허용기준 이하로 처리할 수 있는 시설을 설치하여야 하며,

침출수처리시설 배출구에는 유량계를 설치하여야 한다.

다만, 다른 매립시설의 침출수처리시설 및 수질오염방지시설에서 처리하는 오염물질을

당해시설에 이송·처리하거나 폐수처리업자에게 위탁처리하는 경우

또는 인근에 종말처리시설, 분뇨처리시설에서 처리하는 오염물질을 당해 시설에

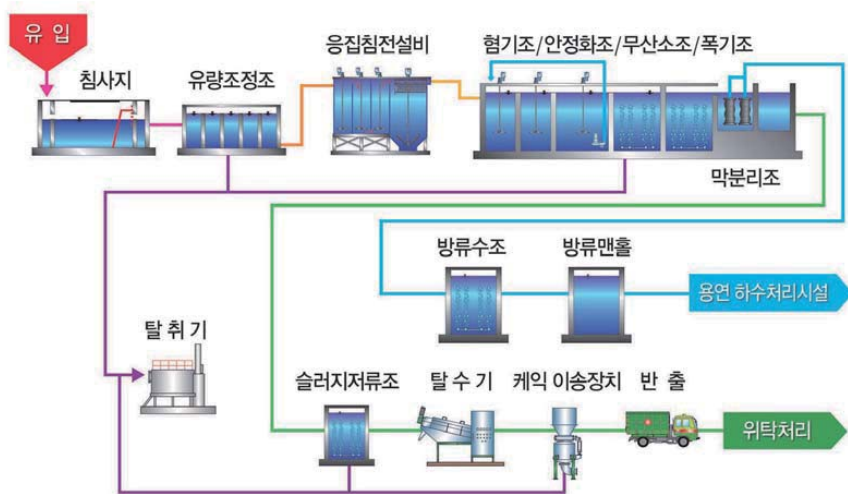
이송·처리하는 경우에는 침출수 처리시설의 일부 또는 전부를 갖추지 아니할 수 있다.

이 경우 인근에 종말처리시설이 위치한 경우에는 침출수를 종말처리시설로 이송·처리하는 것을 원칙으로 한다.

폐기물 매립시설 설치

❑ 침출수 처리시설

침출수 처리계통도



(울산광역시 환경에너지타운 homepage 발췌)

❑ 침출수 처리시설



❑ 유량계 설치



❑ 종말처리장 이송처리



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 가스처리시설

유기성폐기물을 매립하여 가스가 발생하는 경우에는 매립시설에서 발생하는 가스를 모아 소각하는 등 처리시설을 설치하거나 발전·연료화처리시설 등의 활용시설을 설치하여야 한다.

❑ 가스처리시설



폐기물 매립시설 설치기준

❑ 내부진입도로

폐기물의 반입과정에서 차수시설 등의 손상을 방지할 수 있는 구조로 내부진입도로를 설치하여야 한다.

다만, 물 등을 이용하여 폐기물을 운반하는 경우에는 그러하지 아니하다.

□ 내부진입도로



폐기물 매립시설 설치기준

□ 비고

1. 지정폐기물이 아닌 연탄재·유리·연소재·도자기조각·광재류·수산가공잔재 폐각류, 비금속광물제조업공정에서 발생하는 무기성오니, 건설폐재류 등의 폐기물로서 시·도지사가 침출수 발생이 없거나 발생되는 침출수가 항상 침출수배출허용기준 이하로 배출되어 수질오염방지가 필요하지 아니하다고 인정하는 폐기물만을 매립하고자 하는 시설의 경우에는 차수시설, 집수시설, 침출수유량조정조, 침출수처리시설, 가스소각시설 및 발전·연료화처리시설을 갖추지 아니할 수 있다.
2. 물을 이용하여 폐석고·폐석회·연소재·분진·폐주물사·폐사를 운반후 침전처리하는 경우에는 가스소각시설 및 발전·연료화처리시설을 갖추지 아니할 수 있다.

□ 회처리장



폐기물 매립시설 운영

반입폐기물 처리과정



(울산광역시 환경에너지타운 homepage 발췌)

폐기물 매립시설 운영

□ 계량시설



□ 세륜·세차시설



□ 일일복토



□ 중간복토



□ 폐쇄형 매립

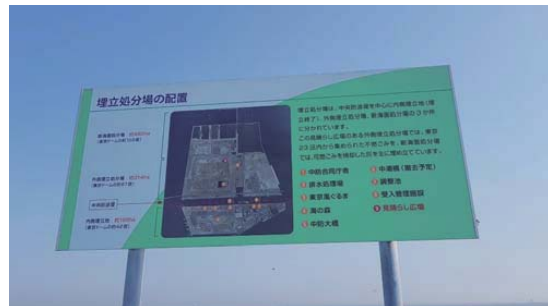
에어돔형



지붕형



□ 일본 해상 인공섬 매립(Tokyo landfill)



폐기물 순환

☐ 매립부지 토지이용



폐기물은 더 이상 쓰레기가 아니다.

BEAUTIFUL RECYCLING

RECYCLE WILL SAVE YOU!

1% OF WASTE RECYCLING = 639억

우리가 무심코 버린 쓰레기를 줄이는 재활용할 수 있는 것들이 있습니다. 올바른 분리수거를 통해 재활용되어 재사용되거나 인간의 공정을 거쳐 재탄생할 수 있는 많은 재활용가능폐기물이 사람들의 지시 부족으로 인해 잘못 분류되거나 혹은 일반쓰레기로 처리되어 또 다른 쓰레기더미를 만들어내고 있습니다. 지난해 폐지한 수만배율은 1조 7천억 원에 달하고 있습니다. 폐지한 재활용률이 1% 높아질 경우 연간 639억 원의 외화가 절감됩니다. 폐지, 폐금속류, 캔류, PET 용기류를 모아서 화가들 재활용율을 높이는 데 우리 모두 동참합시다.



PLASTIC
1% OF PLASTIC RECYCLING = 24억

플라스틱 폐기물 재활용이 1% 높아질 경우 연간 약 24억원의 이익이 발생합니다.



METAL
1% OF METAL RECYCLING = 505억

금속 폐기물 재활용이 1% 높아질 경우 연간 약 505억원의 이익이 발생합니다.



GLASS
1% OF GLASS RECYCLING = 3억

유리 폐기물 재활용이 1% 높아질 경우 연간 약 3억원의 이익이 발생합니다.



PAPER
1% OF PAPER RECYCLING = 107억

종이 폐기물 재활용이 1% 높아질 경우 연간 약 107억원의 이익이 발생합니다.

