

상하수도공학

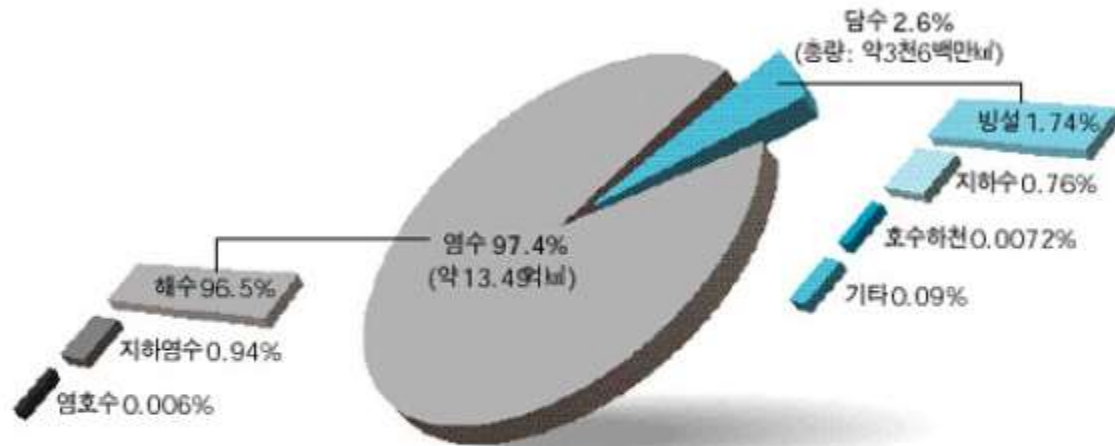
상수도 (1) 총론

명지대학교

지구상의 수자원 분포

지구의 물 존재량

※자료: Water in Crisis(Gleick, P.H 1993), 98 일본수자원현황(일본사단법인수자원협회, 1998)



지구상에 존재 물의 총량은 약 14억km³ (지구전체를 2.7km 깊이로 덮는 양)
이 중 97.4%가 염수, 담수는 2.6%에 불과
담수 중 3/4는 만년빙, 대륙빙, 빙산의 형태로 남극이나 그린란드 지방에 분포,
나머지 1/4은 지표수, 지하수 및 대기권 내 수분의 형태

➤ 실제 우리 인간이 사용할 수 있는 물은 지구 전체 수자원대비 대단히 미소한 양

미래의 물전망

물의 위기(마크 드 빌리어스 저, 박희경·최동진 역, 2001)

국제인구행동연구소 (PAI:Population Action International)	•오늘날 5억5천만명이 물압박국가나 물기근국가에 살고 있고 2025년까지 24억명에서 34억명의 사람들이 물압박 또는 물부족국가에 살게 될 것임
미국 NIC (National Intelligence Council : 미 CIA 산하기구)	•2015년에는 세계인구의 절반이 넘는 30억명 이상이 물부족국으로 분류되는 나라에 살게 될 것임
세계기상기구(WMO)	•2025년 6억5천3백만명 내지 9억4백만명이, 2050년에는 24억3천만명이 물부족을 겪을 것임
앤더슨 국제식량기구연구소 소장	•앞으로 25년 이내에 5개국 중 한 나라가 심각한 물부족사태에 직면할 것임
산드라 포스텔 (Sandra Postel) World Watch Institute	•향후 30년에 걸쳐 지구상의 인구는 약 24억명이 더 늘어날 것임. 그런데 식량생산에 필요한 물의 40%만 강에서 가져온다 해도 농업용수가 매년 1천750km ³ 씩 증가해야 하며, 이 양은 대략 20개의 나일강 또는 97개의 콜로라도강의 규모와 맞먹음
국제원자력연구소 (IAEA, 2002. 3.)	현 추세로라면 2025년 약 27억명이 담수부족에 직면. 현재 약 11억명이 안전한 식수원에 접근하지 못하고, 25억명이 비위생적인 환경에 놓여 있으며, 500만명이상이 수인성 질병으로 사망. 비위생적인 물로 인한 사망자는 전쟁으로 인한 사망자의 10배에 달함
UN 요하네스버그 정상회담 (2002)	2050년 세계인구는 90억명에 이를 전망. 11억명이 안전한 마실물 부족에 직면할 것이며, 개발도상국 질병 원인의 10%는 안전한 식수 부족 또는 물 부족에 기인함
UN 세계 수자원개발 보고서 (2003.3.)	지구의 1인당 담수공급량은 앞으로 20년 안에 1/3으로 줄어들고 2050년까지 적게는 48개국 20억명 많게는 60개국 70억명이 물부족 겪을 것임. 2050년까지 인구는 93억명으로 늘고, 오염된 담수원 면적은 현재 관개용 수자원면적의 9배에 달할 것.

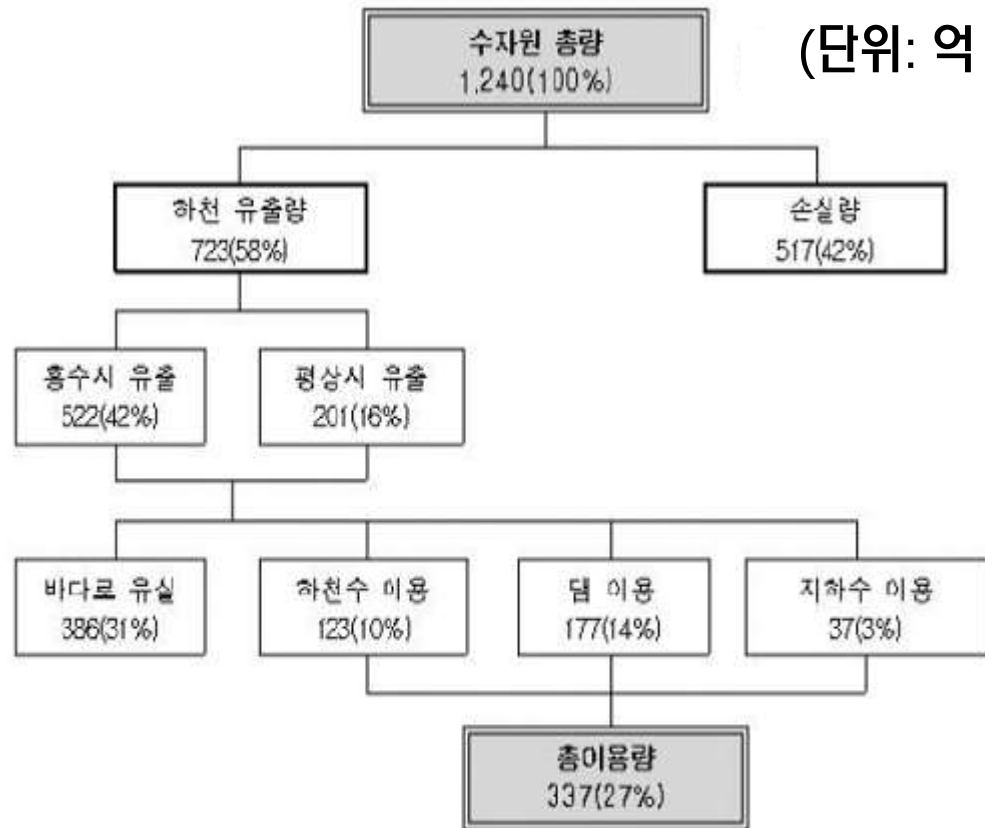
우리나라는 물 부족 국가?

스웨덴의 물 전문가 폴켄마크(Falkenmark)는 약간의 육식을 포함한 한사람의 영양섭취에 들어가는 1년분 식량생산에 약 1천100m³의 물이 필요하다는데 근거하여 "사용 가능량이 연간 1인당 1천m³미만이면 물 기근국가로, 1천700m³미만이면 물 압박국가로 분류할 것"을 제안함

▶ 물부족국가 분류 (국제인구행동연구소) ▷ 강우유출량 / 인구수

- ① 물 기근국가(1,000m³미만): 만성적 물 부족을 경험하며 그 결과 경제발전과 국민보건의 저해 (싱가폴, 이스라엘, 알제리아 등)
 - ② 물 부족(압박)국가(1,000m³이상 ~ 1,700m³미만): 주기적인 물 압박을 경험 (리비아, 이집트, 폴란드, 한국 등)
 - ③ 물 풍요국가(1,700m³이상): 지역적 또는 특수한 물 문제만을 경험 (미국, 영국, 일본..)
- ☞ 국가별 수자원 현황을 나타내는 지표로 사용되며, 유엔인구국(UNPD), 유엔환경계획(UNEP) 같은 UN산하기관과 세계은행(IBRD), 세계자원연구소(WRI)등 국제기구에서도 공식적으로 인용
- ☞ 우리나라: 1993년-1470m³, 2000년-1488m³ → 물 부족국가

우리나라 수자원 현황



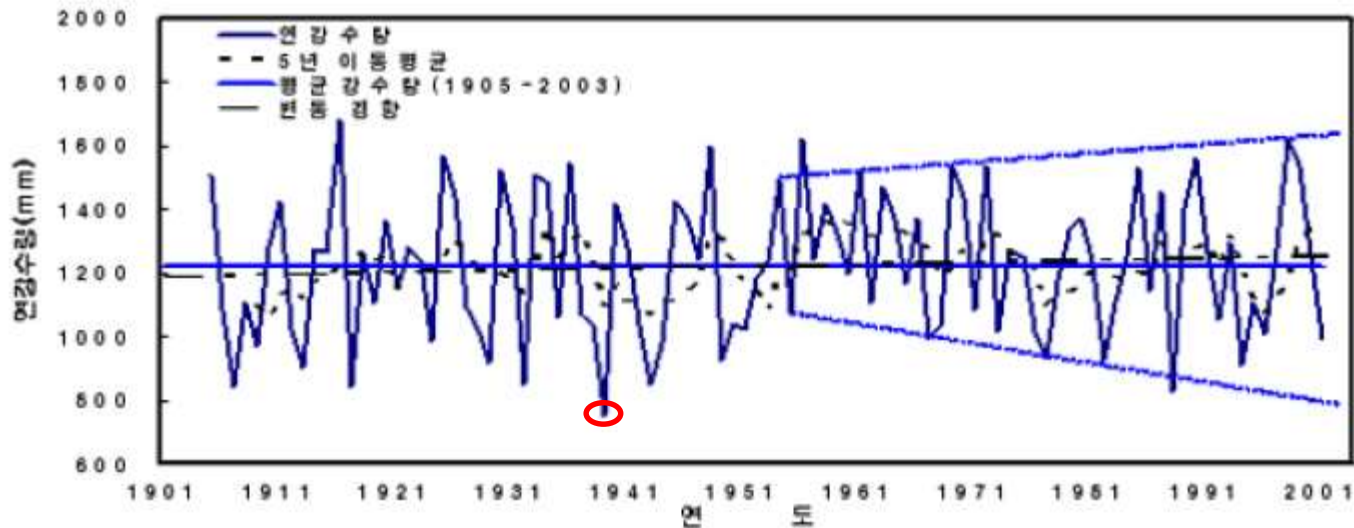
- 연도별, 지역별, 계절별 강수량 및 변화의 폭이 커 수자원 관리에 매우 불리함.

- 337억톤 중 자연하천수 취수가 40%나 되어 가뭄시 취수장애 발생

수자원 부존 및 이용현황

수자원장기종합계획보완, 건설교통부, 2006

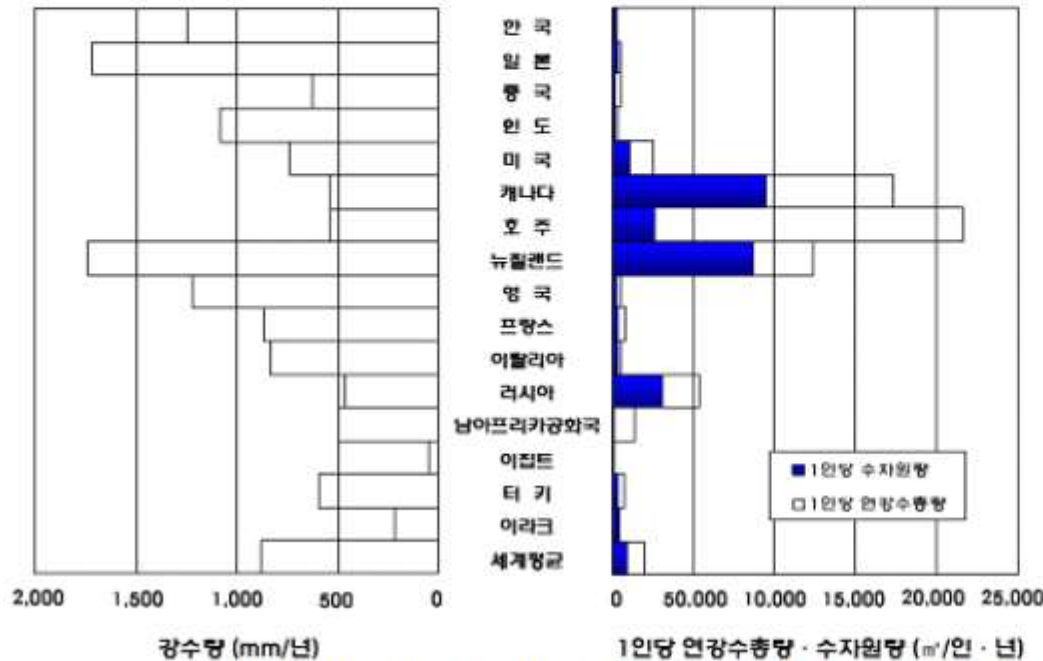
우리나라 강수량의 특성



- 과거 약 100년간 연간 강수량 대체적으로 증가추세
- 최저 754mm(1939년)와 최고치 1,792mm(2003년) 사이에 2.4배 차이
 - 1960년대 이후 가뭄과 홍수가 증가, 1990년대에는 대홍수와 극심한 가뭄이 빈발
 - 기존 수자원 시설물에 의한 용수 공급과 홍수 방어능력 취약
- **큰 계절적 편차, 큰 하천유량의 변동**
 - 연강수량의 2/3가 홍수기인 6~9월의 장마와 태풍기간에 집중
 - 갈수기인 11월부터 익년 4월까지 6개월간은 연강수량의 1/5에 불과
 - 홍수와 가뭄이 빈발

세계 각국의 강수량

구분	한국	일본	미국	영국	중국	캐나다	세계평균
연평균강수량(mm/년)	1,245	1,718	736	1,220	627	537	880
1인당강수량(m ³ /년)	2,591	5,107	25,022	4,969	4,693	174,016	19,635



- 높은 인구밀도로 인해 1인당 수자원 강수량은 2,591m³/년 세계평균 (19,635m³/년)의 약 1/8 수준

세계 각국의 수자원 현황 비교, (수자원장기종합계획보완, 건설교통부, 2006)

우리나라 10대 하천의 강수량

- 낮은 유출량, 큰 유량변동계수(최대유량과 최소유량의 비)가 300 ~ 400
- 외국의 10배 이상 차이
- (영국의 테임즈강은 8, 프랑스의 세느강은 34, 유럽의 라인강은 18, 이집트의 나일강은 30, 미국의 미시시피강은 3, 일본의 요도강은 114)

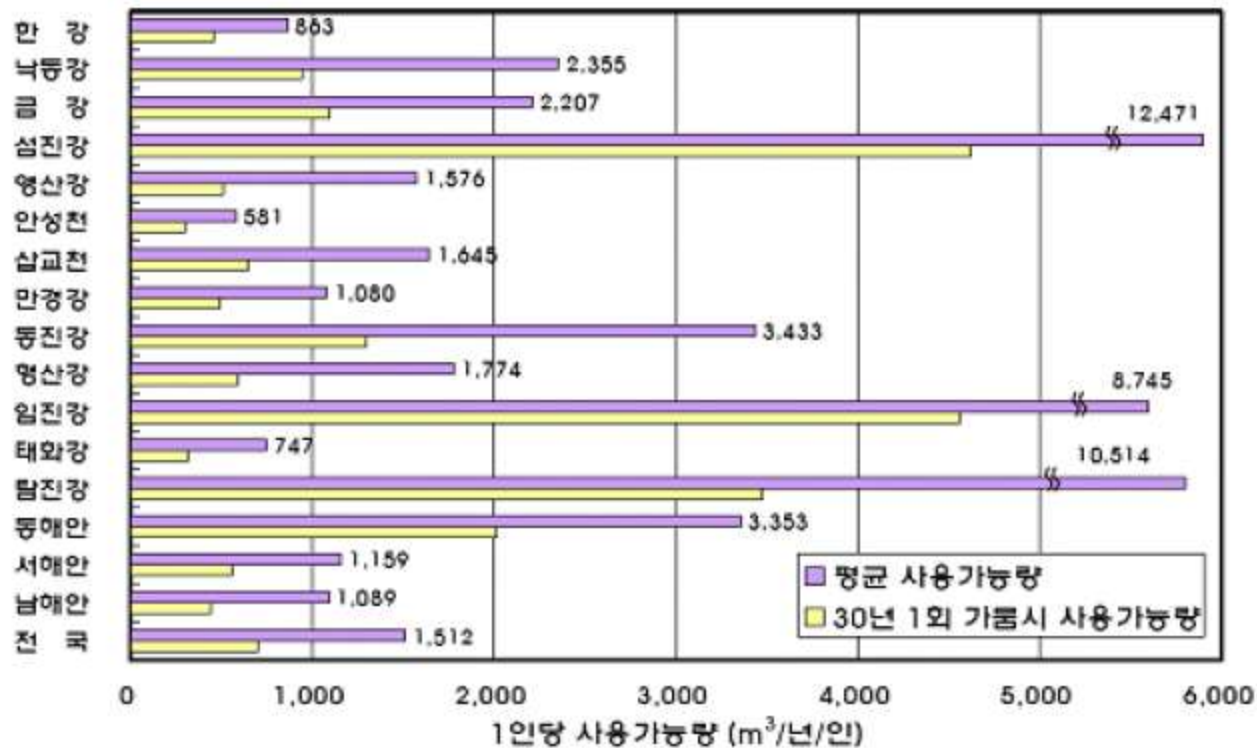
이름	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	연평균유출량 (억 m ³)	연평균강수량 (mm)	지천개수 (개)
한 강	25,954 (35,770)*	494	160	1,208	703
낙동강	23,384	506	157	1,178	785
금 강	9,912	398	70	1,227	486
섬진강	4,912	224	41	1,433	284
영산강	3,468	138	28	1,336	170
안성천	1,656	76	11	1,189	103
삽교천	1,649	64	11	1,194	100
만경강	1,504	81	12	1,255	82
영산강	1,133	63	7	1,133	30
동진강	1,124	51	9	1,224	88

()안은 북한 지역을 포함한 한강의 유역면적임,

자 료 : 1. 한국하천일람(건설교통부, 2005. 12), 2. 수자원장기종합계획 보완(건설교통부, 2006)

우리나라 10대 하천의 강수량

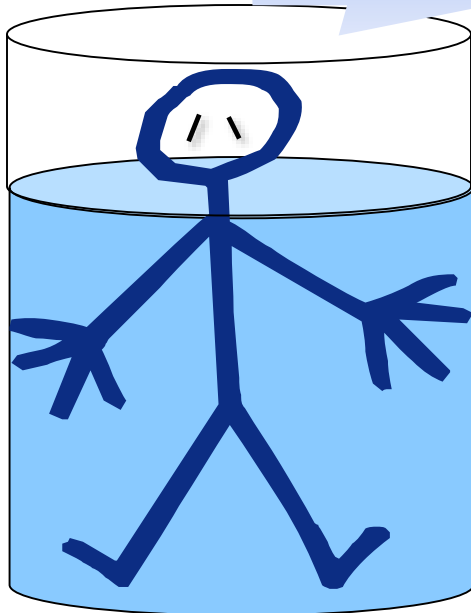
- 유역별 1인당 이용 가능한 수자원량은 지역적 편중이 심함 (인구밀도 차이)
- 가뭄 시기에는 이용 가능 수자원량이 크게 줄어 30년 빈도의 가뭄에서는 평균 사용가능량의 절반



1) 상수도의 역할과 정의

1.1 물과 인간생활(Water and Human Life)

인체의 약 70%는 물



체내 수분이 10% 감소시 신체에 이상 발생



20~30% 손실되면 생명이 위험



2일만 절수하여도 생명에 위협 초래

THE
END



성인의 경우 하루 평균 1~1.5L의 물을
섭취하며 음식물 포함시 2~3L 섭취

1) 상수도의 역할과 정의

1.1 물과 인간생활(Water and Human Life)

문화생활에 필요한 1인 1일 사용수량

구분	사용수량(L)	비고
음용 및 조리	4.5	* Water Waste and Wealth by P.C.G Isaac (1965.9.6)
청소 및 그릇 세척	13.5	
세탁	18.0	
목욕 및 위생	36.0	
수세식 화장실	40.5	
계	112.5	

1) 상수도의 역할과 정의

1.1 물과 인간생활(Water and Human Life)

가축 1마리 1일 소요수량

구분	사용수량(L)	비고
젖소 (우유통 냉각 및 세정)	135.0	* 영국 Ministry of Agriculture, Fisheries and Food의 기준
거세우와 기타 소	45.0	
방목말	27.0	
사역하는 말	45.0	
돼지	13.5	
양	6.8	
조류	0.23	

1) 상수도의 역할과 정의

1.2 상수도의 역할(Importance of Water Supply)



음용수

상수도 초기목적



세탁



세척용



취사

인간의 생존에 필요한 음용수와 최소한의
취사 및 세척용과 세탁 등에 필요한 물 공급

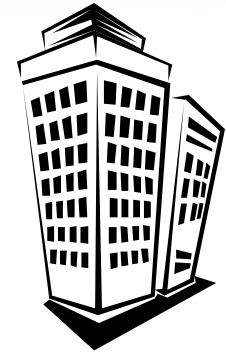
1) 상수도의 역할과 정의

1.2 상수도의 역할(Importance of Water Supply)

도시의 발달



생활용수



공공용수

도시의 발달과 더불어 생활용수 외에 도시의
기능상 필요한 공공목욕탕, 분수(공공용수) 등에
물 공급

1) 상수도의 역할과 정의

1.2 상수도의 역할(Importance of Water Supply)

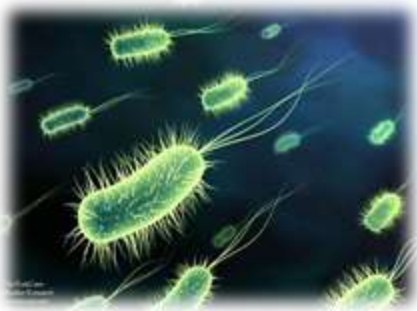
산업화



환경오염



수인성질병



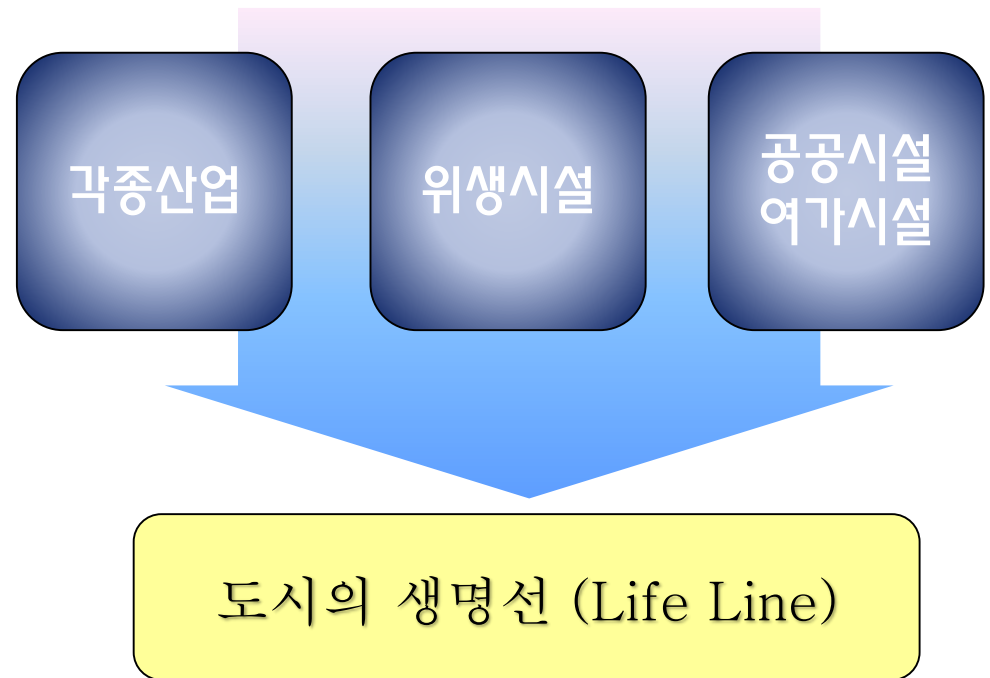
정수처리



19세기 초: 물을 여과하여 정수된 물을 공급
콜레라, 이질, 장티프스 등 전염병 감소
환경위생시설로 상수도 역할 확립

1) 상수도의 역할과 정의

1.2 상수도의 역할(Importance of Water Supply)



근대화, 도시화에 따른 상수도의 보급시대

1) 상수도의 역할과 정의

1.2 상수도의 역할(Importance of Water Supply)

상수도를 위한 수원 선정 : 계획 취수량 확보

- ① 천수 : 천수는 주로 우수로 강우를 포함한 강수를 총칭으로 수질은 깨끗하나 수량이 적어 도서지방이나 강수가 많은 지역에서 개별가정의 음용수원 정도로 이용 또한, 초기우수에는 불순물 많으며, 칼슘 등의 미네랄 없어 경도가 낮음
- ② 지표수 : 하천수, 호소수, 댐물로 구분되며 현재 대규모 상수도의 수원으로 가장 많이 이용되고 있지만 점점 오염이 심해져 가는 실정, 하천수는 태풍 등 자연재해, 오염물 유입에 따른 환경오염 등에 취약함으로 취수 위치를 선정하는데 철저해야 함
- ③ 지하수 : 심층수, 천층수, 복류수, 용천수로 구분되며, 대수층의 구성에 따라 수량이 결정되며, 강수 등의 대수층을 통과하면서 오염물질 대부분 제거됨

지하수의 구분

- * 복류수(river bed water) : 하천 바닥이나 모래나 자갈층에 스며있는 물
- * 용천수(spring water) : 자연적으로 지표면으로 분출되어 나오는 지하수
- * 천층수(sub-surface water) : 제 1차 불투수층 위에 존재하는 물
- * 심층수(ground water) : 1차 불투수층과 2차 불투수층 사이에 존재하는 물

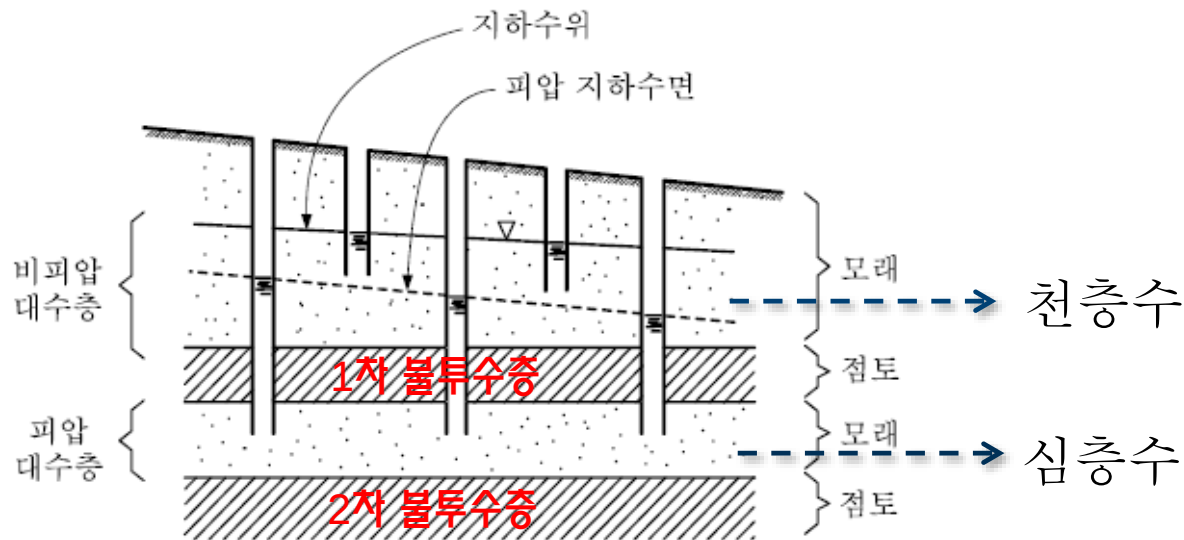


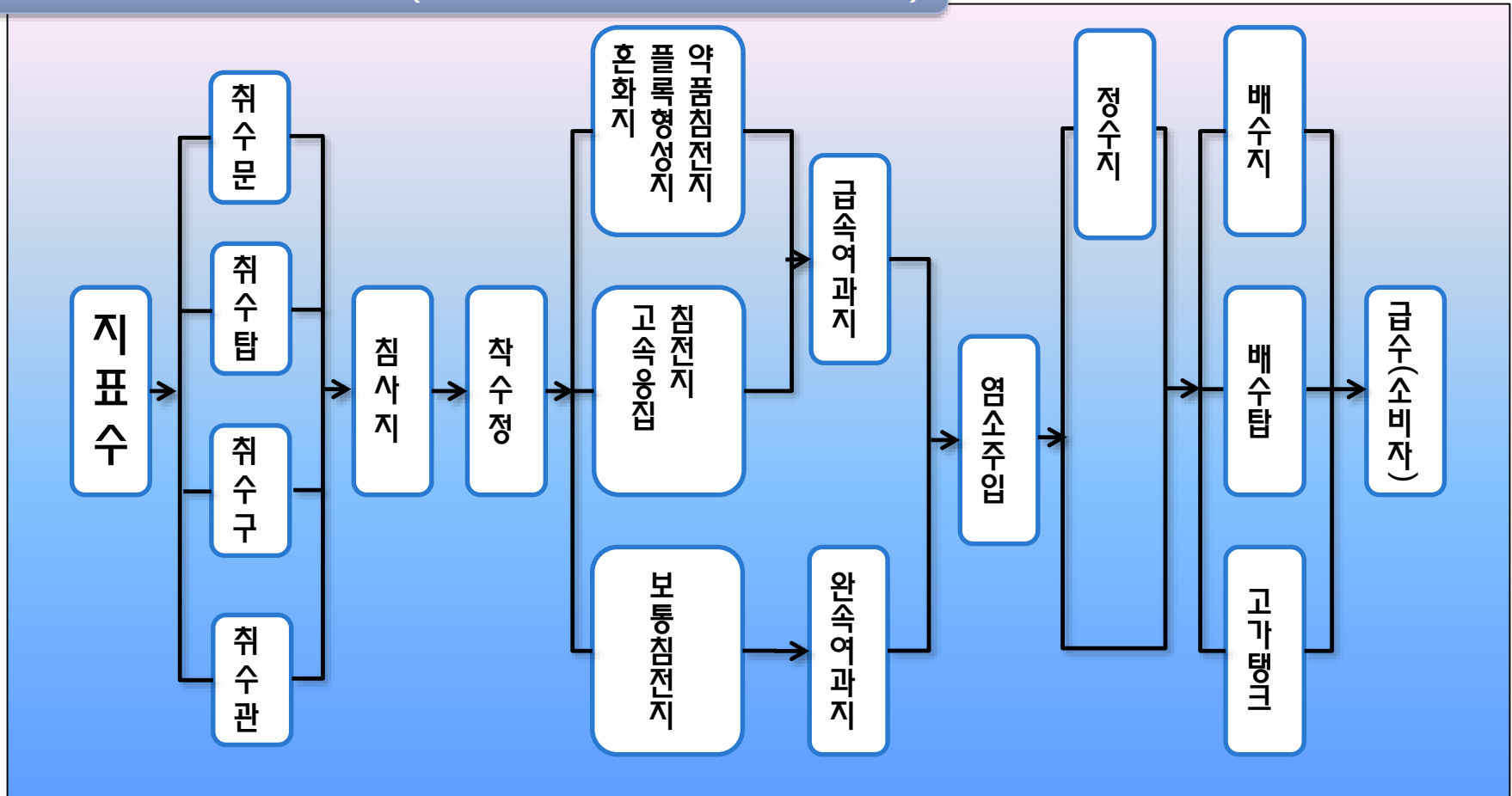
그림 1.6 비피압 대수층과 피압 대수층의 수위

대수층(aquifer): 우물이나 샘으로 상당량의 물을 산출시키는 충분히 포화된 투수성 물질을 포함하는 지층으로, 물의 **저유성(저장)**과 **투수성(전달)**을 갖고 있음

2) 상수도 시설의 구성내용

1.4 상수도 시설의 구성내용 (Component of Water systems)

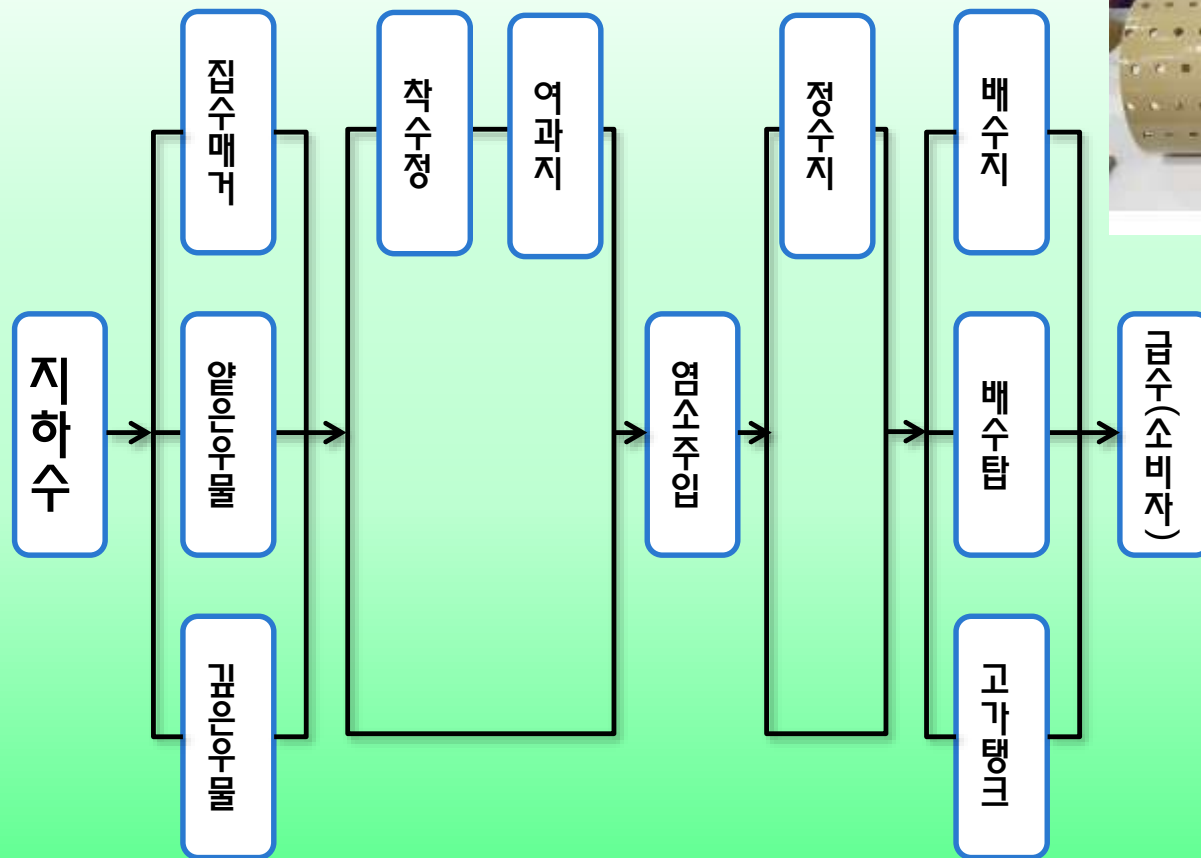
상수도시설 일반계통도 (지표수를 수원으로 하는 경우)



2) 상수도 시설의 구성내용

1.4 상수도 시설의 구성내용 (Component of Water systems)

상수도시설 일반계통도 (지하수를 수원으로 하는 경우)



1) 상수도의 역할과 정의

1.3 상수도의 정의 (Definitions of Water Works)

(대한민국 수도법) 시행: 2008년 3월 21일

제3조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. **"원수"**란 음용·공업용 등으로 제공되는 **자연 상태의 물**을 말한다. 다만, 「농어촌정비법」 제2조제3호에 따른 농어촌용수는 제외한다.
2. **"상수원"**이란 음용·공업용 등으로 제공하기 위하여 **취수시설을 설치한 지역의 하천·호소·지하수** 등을 말한다.
3. **"광역상수원"**이란 둘 이상의 지방자치단체에 공급되는 상수원을 말한다.
4. **"정수"**란 원수를 **음용·공업용 등의 용도에 맞게 처리한 물**을 말한다.
5. **"수도"**란 **관로, 그 밖의 공작물을 사용하여 원수나 정수를 공급하는 시설의 전부**를 말하며, 일반수도·공업용수도 및 전용수도로 구분한다. 다만, 일시적인 목적으로 설치된 시설과 「농어촌정비법」 제2조제6호에 따른 농업생산기반시설은 제외한다.
6. **"일반수도"**란 광역상수도·지방상수도 및 마을상수도를 말한다.
7. **"광역상수도"**란 국가·지방자치단체·한국수자원공사 또는 국토해양부장관이 인정하는 자가 둘 이상의 지방자치단체에 원수나 정수를 공급(제43조제4항에 따라 일반 수요자에게 공급하는 경우를 포함한다)하는 일반수도를 말한다. 이 경우 국가나 지방자치단체가 설치할 수 있는 광역상수도의 범위는 대통령령으로 정한다.

1) 상수도의 역할과 정의

1.3 상수도의 정의 (Definitions of Water Works)

8. **"지방상수도"**란 지방자치단체가 관할 지역주민, 인근 지방자치단체 또는 그 주민에게 원수나 정수를 공급하는 일반수도로서 광역상수도 및 마을상수도 외의 수도를 말한다.
9. **"마을상수도"**란 지방자치단체가 대통령령으로 정하는 수도시설에 따라 100명 이상 2천500명 이내의 급수인구에게 정수를 공급하는 일반수도로서 1일 공급량이 20세제곱미터 이상 500세제곱미터 미만인 수도 또는 이와 비슷한 규모의 수도로서 시장·군수·구청장이 지정하는 수도를 말한다.
10. **"공업용수도"**란 공업용수도사업자가 원수 또는 정수를 공업용에 맞게 처리하여 공급하는 수도를 말한다.
11. **"전용수도"**란 전용상수도와 전용공업용수도를 말한다.
12. **"전용상수도"**란 100명 이상을 수용하는 기숙사·사택·요양소, 그 밖의 시설에서 사용되는 자가용의 수도와 수도사업에 제공되는 수도 외의 수도로서 100명 이상 5천명 이내의 급수인구(학교·교회 등의 유동인구를 포함한다)에 대하여 원수나 정수를 공급하는 수도를 말한다. 다만, 다른 수도에서 공급되는 물만을 상수원으로 하는 것 중 대통령령으로 정하는 것과 그 수도 시설의 규모가 대통령령으로 정하는 기준에 못 미치는 것은 제외한다.
13. **"전용공업용수도"**란 수도사업에 제공되는 수도 외의 수도로서 원수 또는 정수를 공업용에 맞게 처리하여 사용하는 수도를 말한다. 다만, 다른 수도에서 공급되는 물만을 상수원으로 하는 것 중 대통령령으로 정하는 것과 그 수도시설의 규모가 대통령령으로 정하는 기준에 못 미치는 것은 제외한다.
14. **"소규모급수시설"**이란 주민이 공동으로 설치·관리하는 급수인구 100명 미만 또는 1일 공급량 20세제곱미터 미만인 급수시설 중 시장·군수·구청장이 지정하는 급수시설을 말한다.

1) 상수도의 역할과 정의

1.3 상수도의 정의 (Definitions of Water Works)

15. "**중수도**"란 사용한 수돗물을 생활용수 · 공업용수 등으로 재활용할 수 있도록 다시 처리하는 시설을 말한다.
16. "**빗물이용시설**"이란 빗물을 모아 생활용수 · 조경용수 · 공업용수 등으로 이용할 수 있도록 처리하는 시설을 말한다.
17. "**수도시설**"이란 원수나 정수를 공급하기 위한 취수, 저수, 도수, 정수, 송수, 배수시설, 급수설비, 그 밖에 수도에 관련된 시설을 말한다.
18. "**수도사업**"이란 일반 수요자 또는 다른 수도사업자에게 수도를 이용하여 원수나 정수를 공급하는 사업을 말하며, 일반수도사업과 공업용수도사업으로 구분한다.
19. "**일반수도사업**"이란 일반 수요자 또는 다른 수도사업자에게 일반수도를 사용하여 원수나 정수를 공급하는 사업을 말한다.
20. "**공업용수도사업**"이란 일반 수요자 또는 다른 수도사업자에게 공업용수도를 사용하여 원수나 정수를 공급하는 사업을 말한다.
21. "**수도사업자**"란 일반수도사업자와 공업용수도사업자를 말한다.

1) 상수도의 역할과 정의

1.3 상수도의 정의 (Definitions of Water Works)

- 22. **"일반수도사업자"**란 제17조제1항에 따른 일반수도사업의 인가를 받아 경영하는 자를 말한다.
- 23. **"공업용수도사업자"**란 제49조에 따른 공업용수도사업의 인가를 받아 경영하는 자를 말한다.
- 24. **"급수설비"**란 수도사업자가 일반 수요자에게 원수나 정수를 공급하기 위하여 설치한 배수관으로부터 분기하여 설치된 급수관(옥내급수관을 포함한다)·계량기·저수조·수도꼭지, 그 밖에 급수를 위하여 필요한 기구를 말한다.
- 25. **"수도공사"**란 수도시설을 신설·증설 또는 개조하는 공사를 말한다.
- 26. **"수도시설관리권"**이란 수도시설을 유지·관리하고 그로부터 생산된 원수 또는 정수를 공급받는 자에게서 요금을 징수하는 권리를 말한다.
- 27. **"갱생"**이란 관 내부의 녹과 이물질을 제거한 후 코팅 등의 방법으로 통수기능을 회복하는 것을 말한다.
- 28. **"정수시설운영관리사"**란 정수시설의 운영과 관리 업무를 수행하는 자로서 제24조에 따른 자격을 취득한 자를 말한다.

1) 상수도의 역할과 정의

1.3 상수도의 정의 (Definitions of Water Works)

수도시설의 관리주체



2) 상수도 시설의 구성내용

1.4 상수도 시설의 구성내용 (Component of Water systems)

수도시설의 구성내용

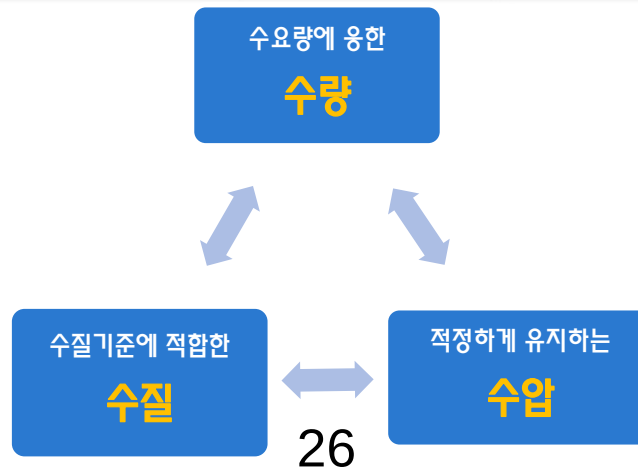
수도시설

원수나 정수를 공급하기 위한 취수, 저수, 도수, 정수, 송수, 배수시설, 급수설비, 그 밖에 수도에 관련된 시설을 말한다.

급수설비

수도사업자가 일반 수요자에게 원수나 정수를 공급하기 위하여 설치한 배수관으로부터 분리하여 설치된 급수관(옥내급수관을 포함한다)·계량기·저수조·수도꼭지, 그 밖에 급수를 위하여 필요한 기구를 말한다.

수도시설의 3요소



2) 상수도 시설의 구성내용

1.4 상수도 시설의 구성내용 (Component of Water systems)



1) 취수시설 : 원수를 취수하는 시설

2) 저수시설 : 원수를 저류하는 시설



2) 상수도 시설의 구성내용

1.4 상수도 시설의 구성내용 (Component of Water systems)



3) **도수시설** : 원수를 정수장까지 보내는 시설

4) **정수시설** : 원수를 침전, 여과, 살균(소독) 등 조작으로 정수하는 시설



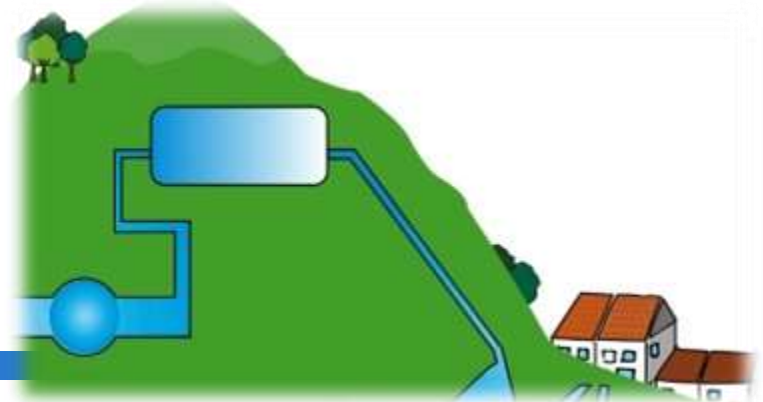
2) 상수도 시설의 구성내용

1.4 상수도 시설의 구성내용 (Component of Water systems)



5) **송수시설** : 정수를 배수지까지 보내는 시설

6) **배수시설** : 정수를 저장하는
배수지와 배수지역을 연결하는
배수관 등의 시설



2) 상수도 시설의 구성내용

1.4 상수도 시설의 구성내용 (Component of Water systems)



7) **급수시설** : 배수관에서 분기하여 각 수요가에 급수하는데 필요한 각종 장치

2) 상수도 시설의 구성내용

1.5 상수도의 연혁 (History of Water Supply)

B.C. 2000년 – 고대 이집트의 Joseph 의 우물

312년 – 고대 로마의 아피아 수도

서기 1235년 – 런던의 수도

1412년 – 독일 아우구스부르크에서 주철관 포설

1582년 – 런던 수도에 수동펌프 사용

1590년 – 일본 강호신전상수(덕천가강)

1619년 – 런던에 파이프를 포설하고 각 호별로 급수개시

1652년 – 미국 보스턴에 수도시설

1761년 – 런던에서 펌프운전에 처음으로 증기기관 사용

1800년 – 파리에 센강물을 완속여과, 런던의 여과 등 인공여과 보급

1804년 – 미국 필라델피아에 주철관 포설

1881년 – 영국에서 처음으로 약품용집침전

1884년 – 미국에서 처음으로 급속여과지 설치

1885년 – 런던에서 처음으로 음용수의 미생물학적 수질검사가 실시됨

1887년 – 일본 요코하마에서 처음으로 주철관 펌프, 여과지를 이용한 수도 완성

1908년 – **뚝도(뚝섬) 정수장** 준공

2) 상수도 시설의 구성내용

1.5 상수도의 연혁 (History of Water Supply)



로마시대에 건설된 Aquaduct



2) 상수도 시설의 구성내용

1.5 상수도의 연혁 (History of Water Supply)



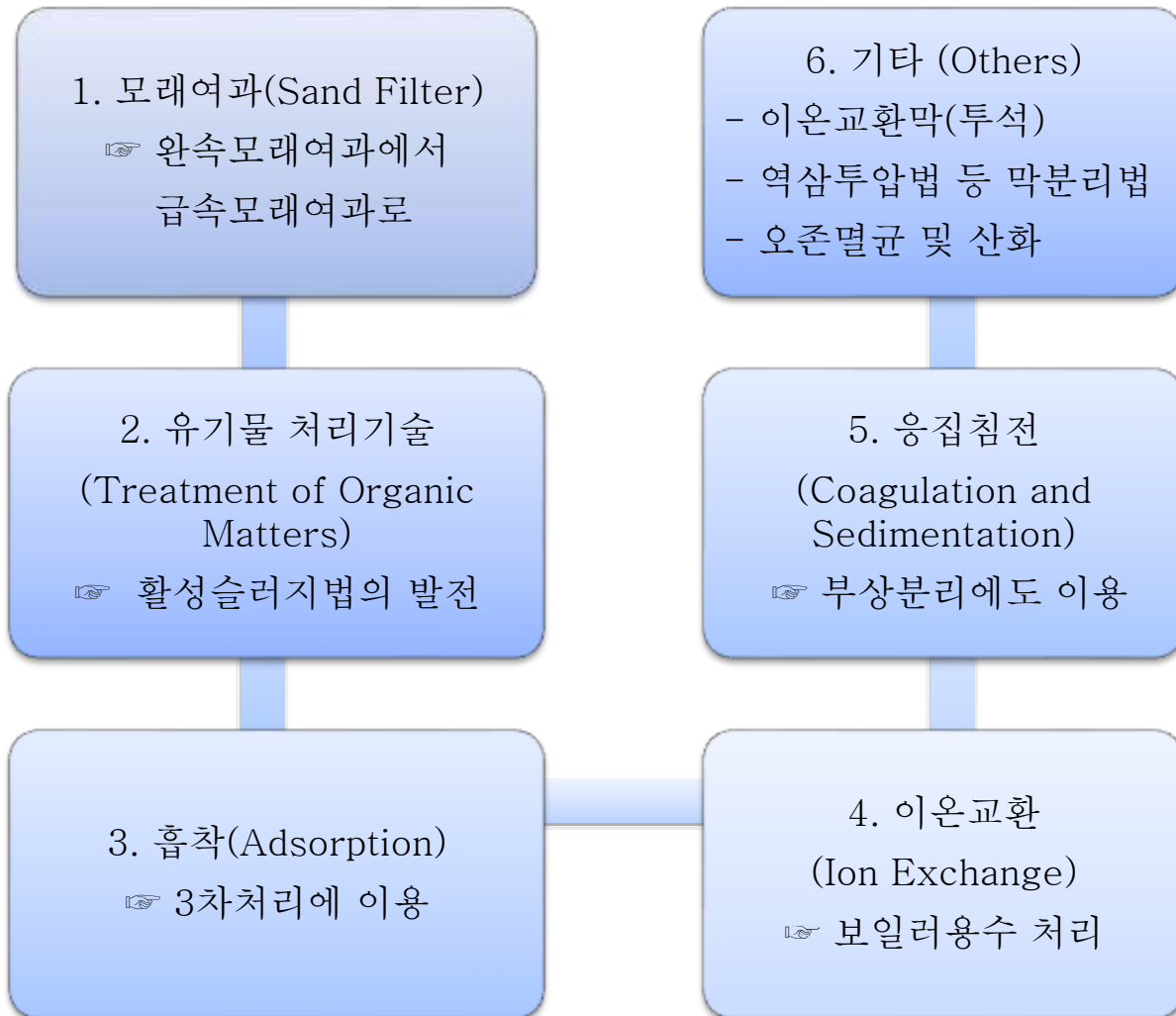
1903년, 미국인 콜브란과 보스트 위크가 당시 대한제국 정부(고종황제 시절)로부터 상수도 시설에 관한 특허를 얻어 1906년 기공하여 1908년 8월에 준공

뚝섬 부근의 물을 취수하여 서울의 종로, 중구, 용산 지역에 수도물을 초창기에는 서울시내 5만 6천 가구 중에서 1/3 정도인 1만 8천 가구가 이 수원지의 물을 공급함



2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)



2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

1. 모래여과

완속모래여과

- ① 가는 모래층에 서서히 통수시켜 정기적으로 상부의 이토(mud) 층을 제거하고, 다시 여과시키는 방법으로 능률이 적고 설치면적이 넓음
- ② 원수가 비교적 깨끗한 경우에 적합한 방법
- ③ 4~5m/d 의 속도로 여과되며, 모래층 표면이나 모래층 내부에서 증식한 조류와 세균 등의 다양한 생물중에 의해 조성된 점액질의 막(생물막)의 작용으로 깨끗하고 안정된 수질을 확보할 수 있음

급속모래여과

- ① 원수 중의 부유물질을 화학약품인 응집제를 사용하여 우선 응집침전 처리함
- ② 나머지는 120~150m/d 의 빠른 속도로 모래 입자층을 통과시켜 여재의 체작용으로 제거하는 방법임



(상향류식 모래여과)

2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

2. 유기물 처리기술 (활성슬러지법의 발전)

활성슬러지법

- ① 1913년 영국에서 개발, 1916년 미국에서 실용화되어 세계에 보급됨
- ② 하수를 활성슬러지 조건에서 하수를 산화하는 세균집단과 함께 폭기조에서 폭기와 교반하여 BOD(생화학적 산소요구량)를 만족하면, 하수 속의 콜로이드 또는 용해한 물질이 침전하거나 활성슬러지에 흡착되어 깨끗한 물이 됨
- ③ 일반 도시하수에서는 4~8시간이면 정화됨
- ④ 활성슬러지는 정화작용을 한 다음 차례로 처리대상물인 하수에서 침전에 의하여 분리되며, 필요에 따라 폐기되거나 또는 다시 본처리과정으로 반송됨

2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

3. 흡착 (하수의 재생 등의 3차 처리에 이용)

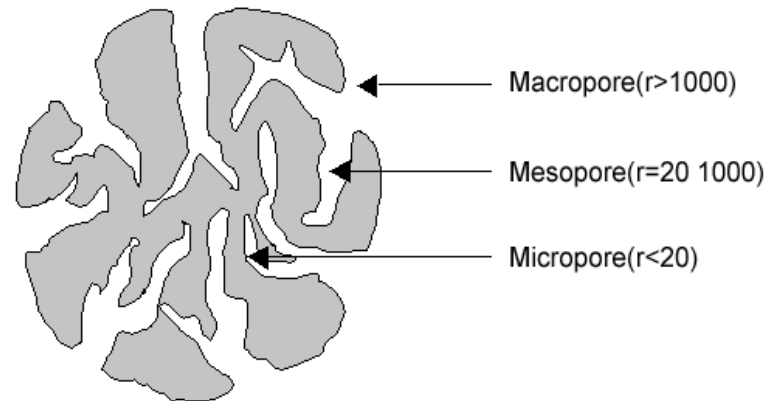
흡착 (adsorption)

- ① 액체-고체, 기체-고체, 기체-액체 등과 같이 서로 다른 두 상 사이에 있어서 어떠한 물질이 계면에 농축 또는 축적되는 현상을 흡착이라고 함
- ② 흡착은 반데르발스의 분자간 힘 (Van der waals' force) 에 의한 물리흡착과 흡착제의 표면과 흡착질이 화학반응을 일으키는 화학흡착으로 나뉨
- ③ 많은 흡착현상에서는 이 두 가지가 동시에 일어나고 있다고 보고되고 있음.
- ④ 흡착에는 활성탄의 표면적, 흡착질의 성질, pH, 온도 및 공존하는 물질 등의 인자가 영향을 미친다.

흡착제



(활성탄 필터, 대기오염)



(흡착제인 활성탄의 세공구조)



(활성탄 필터, 수처리용)

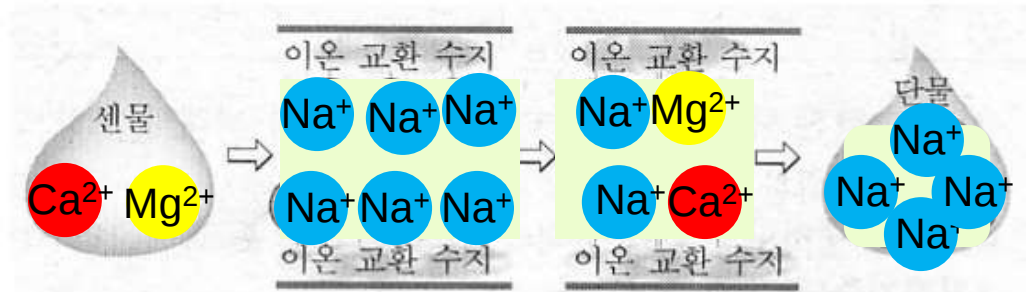
2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

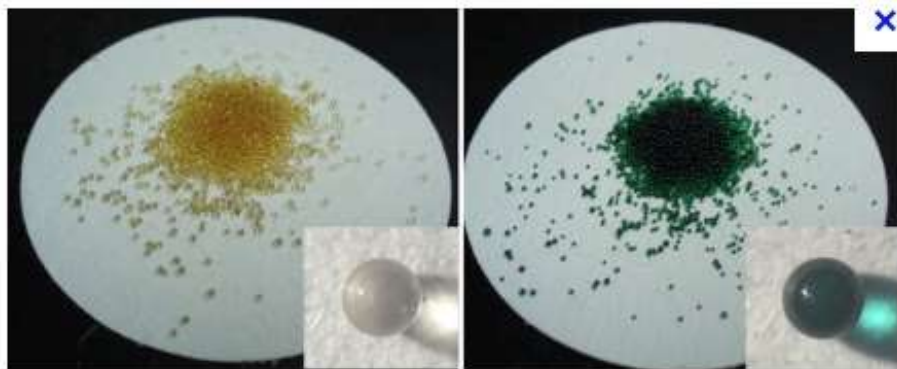
4. 이온교환

이온교환 (ion exchange)

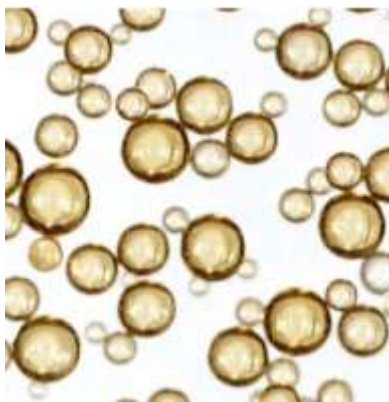
- ① 어느 물질을 염류의 수용액과 접촉시켜 두었을 때 그 물질 속의 이온은 용액 속으로 나오고 용액 속의 이온이 그 물질 속으로 들어가는 현상
- ② 제올라이트(zeolite), 이온교환수지(불용성, 다공질)를 사용하여 물속의 특정이온을 제거함
- ③ 이온에 따른 교환능의 크기 : 일반적으로 원자가가 크고 원자량이 큰 양이온의 교환능력이 커짐
(※ 양이온의 경우: $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Li}^+$)



이온교환수지



(한국건설기술연구원에서 개발한 이온교환수지)



(이온텍 의 이온교환수지)

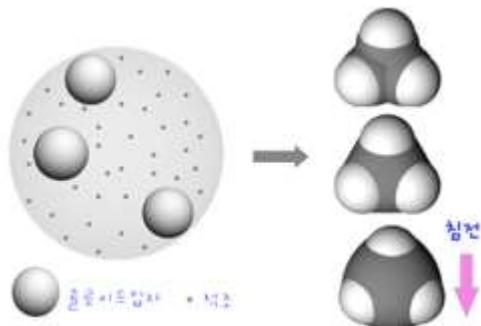
2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

5. 응집침전

응집 침전 (coagulation and precipitation)

- ① 용액에 물리화화적인 조작을 가해 미세입자를 만들고 성장시켜 침전 및 제거하는 고액분리하는 방식
- ② 수중에 응집제를 투입하여 혼합, 교반시켜 플록을 형성하고, 여기에 불순물을 흡착시켜 침전시키는 것을 말함
- ③ 응집제: 황산알루미늄(황산반토, alum), 폴리염화알루미늄 (PAC: polyaluminum chloride)



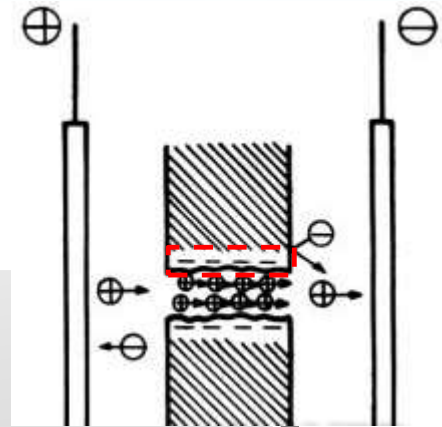
2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

6. 기타 (Others)

이온교환막(투석)

순수제조 등에 사용되고 있는 이온교환막을 이용하여
이온 상태의 불순물을 제거하는 방법임 (전기투석을 이용)



양이온교환막

막분리법 (separation)

물속의 콜로이드·유기물·이온 같은 용존물질을 반투과성 분리막을 이용하여
여과함으로써 분리 제거하는 방법임 (압력을 이용)

막의 구멍크기(pore size)에 따라 통과되는 입자가 다른 점을 이용

오존 멸균 및 산화

오존의 강력한 산화력으로 산화분해를 이용하여 소독하거나 악취제거의
시안 화합물과 페놀산화에 효과적임

막(membrane)의 종류

1) 막의 공경

막 종류	공경크기(μm)	제거대상물질	비고
정밀여과(MF)	0.01 이상	부유물질, 콜로이드, 세균, 조류, 바이러스, 지아디아	
한외여과(UF)	0.01~0.001	부유물질, 콜로이드, 세균, 조류, 바이러스, 지아디아 부식산	
나노여과(NF)	0.005~0.001	유기물, 농약, 맛/냄새물질 황산이온, 질산성질소	
역삼투(RO)	0.001~0.0001	금속이온, 염소이온, 해수 중의 염분 (용해성 이온)	해수의 담수화

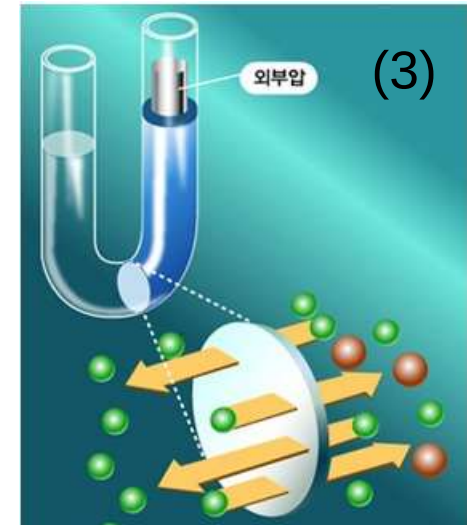
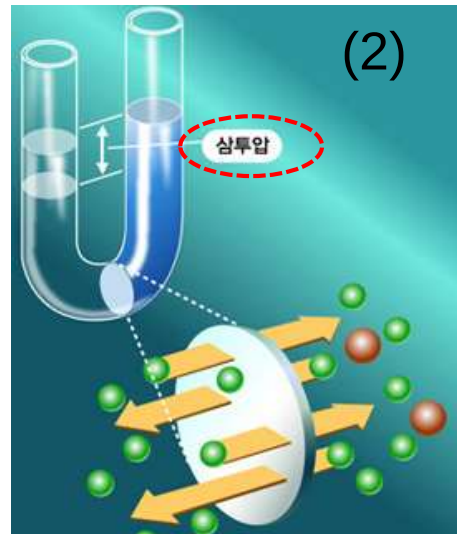
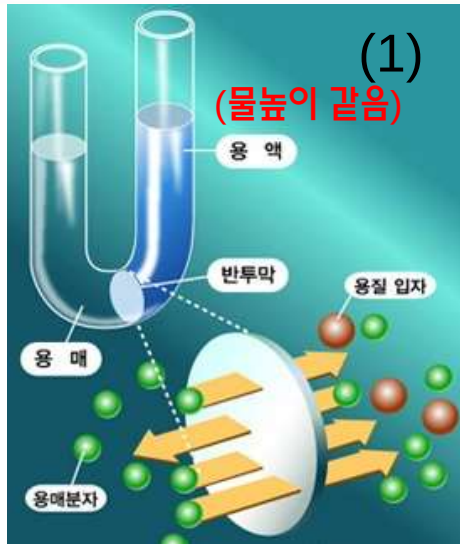
2) 막의 모양- 평막, 중공사막.....



막에 대해 관심 있으면..

<http://www.roplant.or.kr/>

역삼투 (Reverse Osmosis)



저농도 → 고농도 용매이동

역삼투: 삼투압보다 높은 압력을 가할 때, 용액으로부터 순수한 용매가 반투막을 통해 빠져 나오는 현상

해수의 담수화(Desalination): 바닷물에 삼투압인 30기압보다 더 높은 압력을 가해 주면서 반투막을 통과해 가도록 하면 순수한 물을 얻을 수 있음
(증류법에 쓰이는 에너지의 7~8% 밖에 되지 않아 에너지 절감면에서 효율적임)

2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

막분리법



2) 상수도 시설의 구성내용

1.6 수처리기술의 역사 (History of Treatment Technology)

막분리법

막의 적용



MF/UF Membrane



RO/NF Membrane



Membrane Bioreactor