

2) 지표수(Surface water)

- ✓ 지표수는 지표면을 흐르는 하천, 강, 호수, 저수지 등을 말함
- ✓ 지표수의 성분은 배수유역 특성과 계절, 수계의 유량에 따라 유동적인 특성을 갖고 있어, 수질오염에 매우 취약하다고 할 수 있음
- ✓ 반면, 자정작용에 의한 정화능력이 있으나, 자정의 한계를 넘는 오염물질이 유입될 경우에는 수질오염 현상이 쉽게 나타나기도 함
- ✓ 지표수의 홍수기와 갈수기의 수질은 평수기 보다 악화되는 특성을 갖고 있음
- ✓ 지표수는 이화학적으로 알칼리도와 경도가 낮은 편에 속함
- ✓ 지표수의 주요 성분으로는 Na^+ , Mg^+ , Ca^+ 등이 해당되며, 또한 지표수의 유역에는 천연유기물의 함량이 높은 특성을 가지고 있음
- ✓ 지표수는 주로 상수도의 수원으로 이용되며, 지표수의 오염이 증가할수록 정수 비용이 증가하고 수인성 질병의 원인이 되기도 함

(1) 하천과 강

- 하천과 강은 빗물을 바다로 유출시키는 통로의 역할 함
- 그리고 생활용수, 공업용수와 농업용수의 중요한 급수원이 되기도 함
- 또한 하천과 강은 물의 흐름에 의한 침식과 퇴적작용으로 토사와 육상의 오염물질을 바다로 운반하고 있음
- 또한 수력발전과 내수면 양식, 운송, 여가의 장소로 이용되는 기능을 갖고 있음

(2) 호수(Lake)

- 호수는 화산활동과 지각변동으로 만들어진 천연 저수지로서 지역 특성에 따라 담수호와 염수호 등 다양한 형태로 존재함
- 호수도 하천과 같이 생활용수, 공업용수, 농업용수 등 중요한 급수원 역할을 하고 있으며,
- 내수면 어업, 운송수단, 관광, 오락 및 스포츠 등 다양하게 이용되고 있음

(3) 저수지

- 저수지는 지표수를 효율적으로 이용하기 위해 인위적으로 만든 저수시설 임
- 우리나라 저수지는 대부분 다목적댐의 건설로 조성되었으며 수확보, 홍수조절, 전력생산, 용수공급의 역할을 하고 있음

3) 지하수(Ground water)

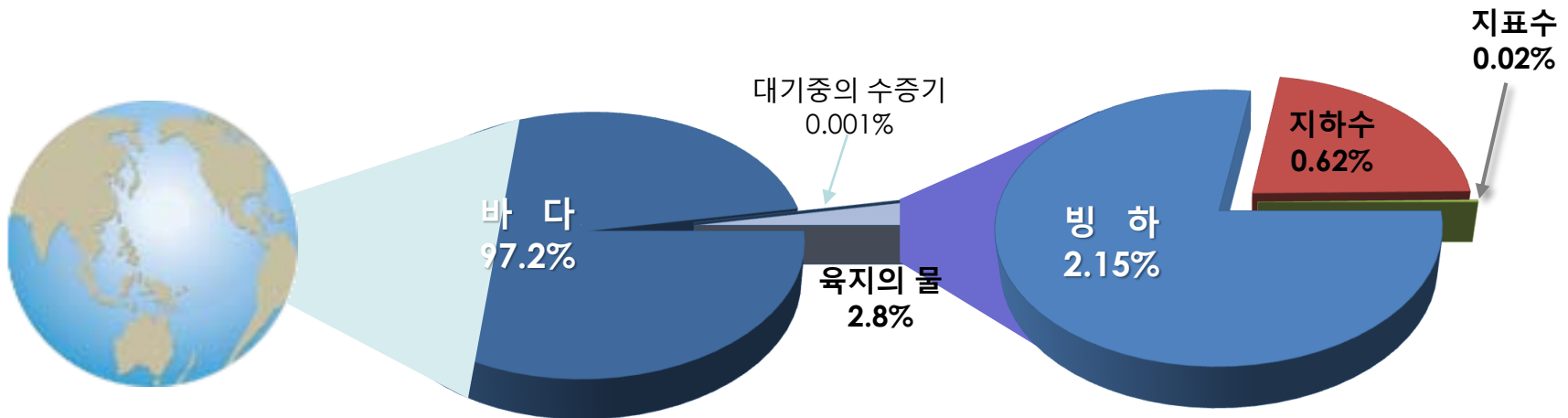
- ✓ 지하수는 강우에 의해 지표면에 내린 빗물 중 일부가 토양층을 통해 지하로 스며들어 지각 상부의 토양층과 암석층 사이에서 형성된 물을 말함
- ✓ 빗물과 지표수는 지층을 통해 스며들면서, 토양층에 의하여 오염물질은 여과되어 수질이 좋은 지하수가 만들어지게 됨
- ✓ 토양의 다양한 성분들은 지표수의 용매작용으로 용해되어, 지표수보다 경도가 높고 광물질 성분이 많이 함유되어 있음
- ✓ 지하수는 순환속도가 느리고 토양 특성에 많이 의존되며, 수질은 안정되어 있는 특성
- ✓ 표토층에서 부터 많은 공극을 가지고 있고, 공기와 물로 채워져 있는 통기대는 식물과 나무들의 성장에 필요한 물을 공급하게 됨 지하수의 오염은 일반적으로 토양오염에서 시작됨
- ✓ 용천수는 대수층에서 지각의 균열 틈으로 용출되는 지하수
- ✓ 복류수는 하천 부근에 잠류하는 물로서 하천의 상수원수로 많이 이용되고 있음
- ✓ 그리고 온천수도 지하수의 일종으로 볼 수 있음

4) 온천수

- ✓ 온천수는 수온이 그 지방의 년평균기온 보다 높은 물을 말함(25°C 이상)
- ✓ 온천수는 지하의 Magma 수증기에 의하여 온도가 상승하고 60종이 넘는 지각의 다양한 성분이 용해되어 온천수의 특성을 갖게 됨
- ✓ 수온에 따라, 냉천은 25°C 이하의 온천으로, 광물질을 다량 함유하고 있어 광천이라하고, 이 온천은 수온이 $25 - 34^{\circ}\text{C}$ 범위, 일반적인 온천은 $34 - 42^{\circ}\text{C}$ 의 수온을 갖게 됨,
- ✓ 42°C 이상의 수온을 갖는 온천수를 열천 이라고 함
- ✓ 또한 온천수는 화학성분에 따라 단순천, 탄산천, 중탄산 토류천, 염류천, 유황천, 방사능천, 광천등으로 구분됨.
- ✓ 국내에는 40여 개의 온천이 있으며, 이중 유황천 50%, 염류천 15%, 방사능천 35%로 분포되어 있음

4. 수자원의 분포

- ✓ 물은 지구표면의 70%이상 있으나, 약 97.2%가 해수, 육지에 분포된 물은 약 2.8%에 불과함
- ✓ 육지에 분포 약 2.8% 중 빙하를 제외한 담수는 약 0.64% 이며, 담수 중 지하수가 98.6%, 강과 호수 1.2%, 대기과 생물 0.1%로 분포
- ✓ 우리가 쉽게 사용할 수 있는 강과 호수의 지표수는 많지 않음
- ✓ 또한 육지의 민물 중 빙하, 만년설, 지하수, 수증기를 제외하면, 결과적으로, 하천/호수 등 사용할 수 있는 물은 전체의 약 0.001% 미만에 불과함
- ✓ 특히, 수질오염과 기후변화로 인한 양질의 수자원 부족 위기에 있다는 사실이 심각한 문제



5. 수질오염의 정의와 원인

- ✓ 수질 오염은 하천, 호수, 저수지, 해양 등의 수체에 인위적인 요인으로 하·폐수가 유입되거나,
- ✓ 유역의 지질 영향을 받아 물의 이용에 지장을 초래하고, 환경 변화를 일으켜 수중 생태계에 영향을 주는 것을 말한다.

- 자연적, 인위적 요인으로 수체가 이용목적에 부적합하거나, 생태계에 악영향 주는 현상
- 수중의 오염물질의 양이 정상 농도를 초과하여 인간이나 동식물의 이용에 악영향을 주는 현상

자연적 요인

- 기상조건 불규칙 → 유량, 유속 불연속성 → 퇴적 및 불안정
- 나뭇잎, 동물 사체, 대사 폐기물 등 유입

사회적 요인

- 인구증가, 도시집중화, 산업의 발달
- 가정하수, 공장폐수, 축산폐수, 기름유출 등

6. 수질 오염원

1) 내부 오염원

- ✓ 수중에서 성장한 식물이나 동물의 사체, 그리고 퇴적물이 부유하는 것을 들 수 있으며
- ✓ 특히 부영양화된 호수의 경우에는 내부 오염원이 크게 작용한다.

2) 외부 오염원

- ✓ 오염 물질의 배출 지점을 확실히 식별할 수 있는 **점오염원(point source)**과
- ✓ 그렇지 않는 **비점오염원(non-point source)**로 구분
- ✓ 또 대기로부터 수체에 침적되는 대기 유입 오염물질도 지역에 따라 주요 오염원으로 고려

가) 점오염원

- ✓ 「물환경보전법」제2조 제1항에 의하면 점오염원은 “폐수 배출 시설, 하수 발생 시설, 축사 등으로서 관거·수로 등을 통하여 일정한 지점으로 수질 오염 물질을 배출하는 배출원을 말한다.”라고 정의하고 있다.
- ✓ 생활 하수나 산업 폐수 등이 수체에 유입될 때 일정한 점으로 표현할 수 있기 때문에 흔히 점오염원으로 분류한다.

점 오염원(Point source)

- 단일지점에서 오염물질이 대상수역으로 배출되는 발생원
- 가정하수, 산업폐수, 축산폐수 등
- 발생원 및 유출량을 알 수 있음 → 제어 가능

나) 비점오염원

- ✓ 「물환경보전법」 제2조 제2항에 의하면 비점오염원은 “도 시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등으로 불특정 장소에서 불특정하게 수질 오염 물질을 배출하는 배출원을 말한다.”라고 정의하고 있다.
- ✓ 비점오염원은 지면에 있던 오염 물질이 강우 현상에 의해 씻겨 자연수체로 유입되는 것을 의미하는데,
- ✓ 산에서의 낙엽이나 나뭇가지 등이 부패하고, 논이나 밭에서 풀 등이 부패하여 발생하는 것을 말하며, 도시와 농촌에 따라 배출되는 오염 물질이 다르다

비점오염원(Non-point source)

- ❖ 오염원이 특정하지 않고 광범위한 지역에서 배출 → 강우에 의존
- ❖ 수로 및 지하수로 직접 하천, 호수에 유입
- ❖ 배출위치가 불명확 → 제어가 어려움
- ❖ 목축, 도시근교, 농경지, 산림, 토양배수, 지하수, 대기오염 등

다) 기타 수질 오염원

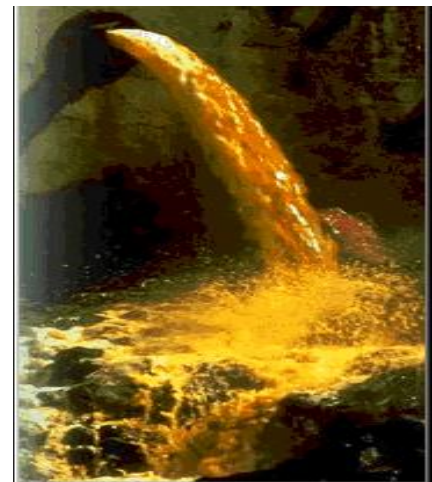
- ✓ 「물환경보전법」 제2조 제3항에서는 기타 수질 오염원 을 “점오염원 및 비점오염원으로 관리되지 아니하는 수질 오염 물질을 배출하는 시설 또는 장소로서 환경부령이 정하는 것을 말한다.”라고 규정하고 있다.

시설구분	대상
1. 수산물 양식시설	가. 「내수면어업법」 제6조에 따른 가두리 양식어장 나. 「내수면어업법」 제6조 또는 제11조에 따른 양만장(養鰻場) 또는 일반양어장 다. 「수산업법」 제41조제3항제2호에 따른 육상해수양식어업 중 수조식양식어업시설
2. 골프장	「체육시설의 설치·이용에 관한 법률 시행령」 별표 1에 따른 골프장
3. 운수장비 장비 또는 폐차장 시설	가. 동력으로 움직이는 모든 기계류·기구류·장비류의 정비를 목적으로 사용하는 시설 나. 자동차 폐차장시설
4. 농축수산물 단순가공시설	가. 조류의 알을 물세척만 하는 시설 나. 1차 농산물을 물세척만 하는 시설 다. 농산물의 보관·수송 등을 위하여 소금으로 절임만 하는 시설 라. 고정된 배수관을 통해 바다로 직접 배출하는 시설(양식어민이 직접 양식한 굴의 껍질을 제거하고 물세척을 하는 시설을 포함)로서 해조류·갑각류·조개류를 채취한 상태 그대로 물세척만 하거나 삶은 제품을 구입하여 물세척만 하는 시설
5. 사진 처리 또는 X-Ray시설	가. 무인자동식 현상·인화·정착시설 나. 한국표준산업분류 733 사진촬영 및 처리업의 사진처리시설(X-Ray시설 포함) 중에서 폐수를 전량 위탁처리하는 시설
6. 금은 판매점 세공시설이나 안경점	가. 금은판매점의 세공시설(「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 제30조에 따른 준주거지역 및 상업지역에서 금은을 세공하여 금은판매점에 제공하는 시설을 포함한다)에서 발생하는 폐수를 전량 위탁처리하는 시설 나. 안경점에서 렌즈를 제작하는 시설(하수종말처리시설로 유입·처리하지 아니하는 경우만 해당한다)
7. 복합물류터미널 시설	화물의 운송, 보관, 하역과 관련된 작업을 하는 시설
8. 거점 소독시설	조류인플루엔자 등의 방역을 위하여 축산 관련 차량의 소독을 실시하는 시설

7. 수질오염 현상 및 특성

수질오염 현상

- ✓ 수중 용존산소 고갈 : 유기물 분해
- ✓ 산업폐수에 의한 중금속 오염 : 먹이사슬에 의한 체내 농축
- ✓ 질소, 인 등에 의한 부영양화 : 정체수역
- ✓ 전염성 세균에 의한 오염 : 수인성 전염병 감염
- ✓ 기타 독극물, 독성물질에 의한 오염



<표 1-1> 수질 오염의 현상 및 특성

수질 오염 현상	특 성
부수성 (saprobity)	물이 부패하는 현상으로, 용존 산소를 측정하고 수중 유기물 함유량을 파악하기 위하여 생화학적 산소 요구량이나 화학적 산소 요구량을 측정
부영양성 (eutrophy)	수중 식물이 성장하는 데 필요한 질소와 인 또는 규소와 같은 무기 물질이 풍부한 정도를 말하며, 부영양화와 적조 현상을 발생
독성 (toxicity)	중금속이나 유독성 화학 물질과 같이 생물체에 병을 일으키거나 치사를 유발하는 현상
병원성 (pathogenicity)	수중에 바이러스나 박테리아, 원생동물, 기생충 등이 포함된 현상
혼탁성 (turbidity)	수중에 부유 고형 물질이 존재하여 물의 투명도를 감소시키는 현상

1. 수질오염물질 성상파악하기

1. 수질오염의 원인과 현상을 이해하고 파악할 수 있다.
2. 수체별(지표수, 지하수, 해수 등) 수질오염물질 종류 및 특성을 파악할 수 있다.
3. 수체별 물리, 화학적, 생물학적 분석가능한 오염물질 종류를 파악할 수 있다.

1. 수질오염에 대한 법적 규정

- ✓ 「물환경보전법」 제2조 제7항의 "수질 오염 물질"이라 함은 수질 오염의 요인이 되는 물질로서 환경부령이 정하는 것을 말한다.
- ✓ 「물환경보전법 시행규칙」 제3조 수질 오염 물질에는 구리와 그 화합물, 납과 그 화합물을 포함해 53종, 제4조 특정수질 유해 물질에는 구리와 그 화합물, 납과 그 화합물, 비소와 그 화합물을 포함해 32종이 있다.

[별표 3] <개정 2017.1.19>

특정수질유해물질(제4조 관련)

구리와 그 화합물, 납과 그 화합물, 비소와 그 화합물, 수은과 그 화합물, 시안화합물, 유기인 화합물, 6가크롬 화합물, 카드뮴과 그 화합물, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 폴리클로리네이티드바이페닐, 셀레늄과 그 화합물, 벤젠, 사염화탄소, 디클로로메탄, 1, 1-디클로로에틸렌, 1, 2-디클로로에탄, 클로로포름, 1,4-다이옥산, 디에틸헥실프탈레이트 (DEHP), 염화비닐, 아크릴로니트릴, 브로모포름, 아크릴아미드, 나프탈렌, 폼알데하이드, 에피클로로하이드린, 페놀, 펜타클로로페놀, 스티렌, 비스(2-에틸헥실)아디페이트, 안티몬

2. 수체별 수질오염물질

- ✓ 「환경 정책 기본법」제12조 제2항에서는 수체에 따른 환경 기준을 설정하고 있으며,
- ✓ 지하수는 「먹는 물 관리법」제5조 및 「수도법」제26조에 따라 환경부령으로 정하는 수질 기준을 적용한다 .

〈표 1-2〉 수질 기준에 의한 수체별 수질 오염 물질

수체	수질기준	수질 오염 물질
하천	사람의 건강 보호 기준	카드뮴(Cd), 비소(As), 사이안(CN), 수은(Hg), 유기인, 폴리클로리네이티드바이페닐(PCB), 납(Pb), 6가 크로뮴(Cr ⁶⁺), 음이온 계면 활성제(ABS), 사염화탄소, 1,2-다이클로로에테인, 테트라클로로에틸렌(PCE), 다이클로로메테인, 벤젠, 클로로폼, 다이에틸헥실프탈레이트(DEHP), 안티모니, 1,4-다이옥세인, 폼알데하이드, 헥사클로로벤젠
	생활 환경 기준	pH, BOD, COD, TOC, SS, DO, T-P, 총대장균군, 분원성 대장균군
호수	사람의 건강 보호 기준	카드뮴, 비소, 사이안, 수은, 유기인, 폴리클로리네이티드바이페닐, 납, 6가 크로뮴, 음이온 계면 활성제, 사염화탄소, 1,2-다이클로로에테인, 테트라클로로에틸렌, 다이클로로메테인, 벤젠, 클로로폼, 다이에틸헥실프탈레이트, 안티모니, 1,4-다이옥세인, 폼알데하이드, 헥사클로로벤젠
	생활 환경 기준	pH, BOD, TOC, SS, DO, T-P, T-N, 클로로필 a, 총대장균군, 분원성 대장균군

호소	사람의 건강 보호 기준	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 유기인, 폴리클로리네이티드비페닐, 납, 6가 크롬, 음이온 계면활성제, 사염화탄소, 1,2-디클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 디클로로메탄, 벤젠, 클로로포름, 디에틸헥실프탈레이트, 안티몬, 1,4-다이옥세인, 포름알데히드, 헥사클로로벤젠
	생환경 기준	pH, BOD, TOC, SS, DO, T-P, T-N, 클로로필-a, 총대장균군, 분원성 대장균군
지하수	일반오염물질	pH, 총대장균군, 질산성질소, 염소이온
	특정 유해물질	카드뮴, 비소, 시안, 수은, 유기인, 페놀, 납, 6가 크롬, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1,1,1-트리클로로에탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌
해역	생활환경	pH, 총대장균군, 용매 추출유분
	해양 생태계 보호 기준	구리, 납, 아연, 비소, 카드뮴, 6가 크롬
	사람의 건강보호	6가 크롬, 비소, 카드뮴, 납, 아연, 구리, 시안, 수은, 폴리클로리네이티드비페닐, 다이아지논, 파라티온, 말라티온, 1,1,1-트리클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 트리클로로에틸렌, 디클로로메탄, 벤젠, 페놀, 음이온 계면활성제

✓ 서술적 수질상태 이해

등급		상태 (캐릭터)	특성 및 용도
매우 좋음 (Very Good)	I a		-용존산소가 풍부하고 오염물질이 없는 청정상태의 생태계 -여과 등에 의한 간이정수처리후 상수원수 이용 가능
좋음 (Good)	I b		-용존산소가 많은 편이며, 오염물질이 거의 없는 청정상태에 근접한 생태계
약간 좋음 (Fairly Good)	II		-약간의 오염물질은 있으나 용존산소가 많은 상태의 다소 좋은 생태계 -침전, 여과 등에 의한 일반적 정수처리후 상수원수 이용 가능 -수영용수 이용 가능
보통 (Fair)	III		-용존산소를 소모하는 오염물질이 보통수준에 달하는 일반 생태계 -대장균, SS 등 오염도가 다소 높아 전처리 등을 거친 고도의 정수처리 필요성 검토 후 상수원수 이용 가능 -침전, 여과 등에 의한 통상의 정수처리후 공업용수 이용 가능
약간 나쁨 (Fairly Poor)	IV		-상당량의 용존산소를 소모하는 오염물질이 있어 나쁜 영향을 받는 생태계 -약품주입 등 고도의 정수처리 필요성 검토후 공업용수 이용 가능 -농업용수 이용 가능 -낚시 가능
나쁨 (Poor)	V		-과량의 용존산소를 소모하는 오염물질이 있어 물고기가 드물게 관찰되는 빈곤한 생태계 -산책 등 국민의 일상생활에 불쾌감을 유발하지 않는 한계 -초미세여과 등 특수한 정수처리 필요성 검토후 공업용수 이용 가능
매우 나쁨 (Very Poor)	VI		-용존산소가 거의 없는 오염된 물로 물고기가 살 수 없음