

“상하수도공학-물관리와 기본계획(2017, 교문사)” 수정표 v1-2

2024.09.06.

영남대학교 건설시스템공학과, 안영호

| Page | 해당부분 | 수정 전 → 수정 후 |
|------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22 | 그림 1-1 | 수자원(Water Resonres) → 수자원(Water Resources): [별첨] 수정본 참고 |
| 25 | line 10 | 완속여과법(slow sand filtration)을 도입되었고, 이는 첼시수도회사에 의해... → 완속여과법(slow sand filtration)을 도입하였고, 이는 첼시수도회사(chelsea waterworks company)에 의해 1829년 런던 템즈강에서 처음으로 운영되었다. |
| 26 | line 20 | ...집중화된 대도시에서는 → ...집중화된 대도시에서 |
| 49 | line 6 | 자연환경용량의 개념의 → 자연환경용량 개념의 |
| 56 | 1996 | 방류수 → 방류수 |
| | 2018 추가 | 물관리일원화를 위한 관련 3법 개정(정부조직법, 물관리기본법, 물관리기술 발전 및 물산업 진흥에 관한 법률) : 수량·수질·재해예방의 통합관리 추진 |
| | 2021 추가 | 2050 탄소중립이행계획수립(환경기초시설 신재생에너지 생산보급 기지화 등) |
| 58 | 그림 2-1 | 개편된 환경부 조직도표 참고(https://me.go.kr/home/web/index.do?menuId=10427) |
| 62 | b) | 비점오염원 관리 → 비점오염원 관리 |
| 68 | 그림 2-5 | [별첨] 수정본 참고 |
| 69 | 2) line 8 | 하수도 재정비 기본계획 → 하수도 정비 기본계획 |
| 70 | 그림 2-6 | 하수;종말처리시설 → 하수종말처리시설 |
| 71 | line 1 | 배제하는 → 배제하는 |
| 72 | 그림 2-8 | CSO → CSOs |
| 73 | 그림 2-10 | [별첨] 수정본 참고 |
| | 그림 2-11 | [별첨] 수정본 참고 |
| 78 | line 10 | 도입될 예정이다. → 도입되었다. |
| 80 | line 9-16 | 호수의 수질 및 수생태계 보전을 위하여해당한다. → 호소의 수질 및 수생태계 보전을 위하여 녹조발생의 원인물질인 질소, 인 등 영양염류의 관리는 매우 중요하며, 이를 사전에 차단하기 위하여 하·폐수 처리시설 등 환경기초시설 방류수 수질기준 강화와 질소·인 제거를 위한 고도처리시설의 도입이 강력히 추진되었다. 2012년 말부터는 조류경보제가 도입되어 전국 22개 호소에서 운영중에 있다. 조류경보제는 당초 클로로필-a 농도와 남조류 세포수를 기준으로 주의보-경보-대발생의 세단계로 구분하여 운영하여 왔으나 2016년 부터는 남조류 세포수 만을 근거로 하고 있다(표 2-16). 발령기준은 2회 연속 측정하여 남조류 세포수 기준에 해당될 때이며, 해제기준은 2회 연속채취 시 남조류 세포수가 500 cell/mL 미만인 경우에 해당한다. |
| 81 | 표 2-16 | [별첨] 수정본 참고 |
| 90 | line 20 | 무한한 → 유한한 |
| 93 | 그림 3-9 | sanination → sanitation |
| 116 | line 6 | ...질산염이 포함된다. → ...질산염 등을 포함한다. |
| 117 | line 9 | ...중요한 척도가 된다. → ...중요한 척도가 된다. 참고로 수질분석에 있어서 시료의 보존방법은 일반적으로 미국 EPA(1983)의 기준을 따른다. |
| 118 | (2)질량농도 | $C = \frac{Mass_{solute}}{volume_{solute}} \rightarrow C = \frac{Mass_{solute}}{Volume_{solution}}$ 토양의 경우 μ/kg → 토양의 경우 $\mu g/kg$ |
| 119 | 예제 5-1 | $8.2 \text{ mmol HCO}_3^- \rightarrow 8.2 \text{ mmol/L HCO}_3^-$ |
| 120 | 예제5-2,3) | $48g SO_4^{2-}/eq \rightarrow 48g SO_4^{2-}/eq$, |
| 121 | line 9 | 실트(silt) 및 금속류(metal) 이 → 실트(silt), 금속류(metal) 및 |
| 133 | 그림 5-11 | ↓ → ⇕ |
| 142 | 탈질반응 | $N_2 \rightarrow 1/2 N_2$ |
| 143 | line 10 | 자연계에는 물질이다. → 자연계에서 인(P)은 칼슘과 인이 주성분인 무정형 인산염(amorphous phosphate)과 마그네슘과 암모늄 화합물인 삼인산염(triphosphate-struvite) 그리고 수화인산철인 비비안나이트(vivianite)과 같은 인산염 광물에 다양하게 존재한다(그림 5-19). 이들 대부분은 신장결석(kidney stone)의 원인물질이기도 하다. 인회석(apatite)중 수산화이온과 결합한 구조인 하이드록시아파타이트(hydroxyapatite, $Ca_5(PO_4)_3(OH)$)는 척추동물의 뼈나 인광석의 주성분으로, 인공뼈, 인공 치근 등의 재료에 사용되는 물질이다. 또한 흰색-갈색의 피라미드 결정 또는 판상 결정구조를 가진 스트루바이트(인산마그네슘암모늄, $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$, MAP)는 높은 화학적 안정성과 비료로서의 경제적 가치로 인하여 자원회수 분야에서는 꾸준한 관심을 받고 있는 물질이다. |

| Page | 해당부분 | 수정 전 → 수정 후 |
|------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 144 | 표 5-8 | Ca-, mg-P → Ca-, Mg-P |
| 145 | 표 5-9 | atm → $\frac{atm \cdot mol}{mol}$ |
| | line 18 | 1 ppm 에서부터 → ppm 단위에서부터 |
| 146 | 표 5-10 | Methanol → CH ₃ OH Ethanol → C ₂ H ₅ OH 1.29 O ₂ /g algae → 1.24 g O ₂ /g algae 147 O ₂ /g P → 142.5 g O ₂ /g P 주) Algae oxidation (Stumm and Morgan, 1996): $C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P + 138O_2 + 18HCO_3^- \rightarrow 124CO_2 + 140H_2O + 16NO_3^- + HPO_4^{2-}$ |
| 147 | 예제 5-8 | 1000/0.25 → 1000/250 |
| 148 | 그림 5-21 | BOD _μ → BOD _u |
| 154 | [추가] | <p>4) TOC와 SUVA</p> <p>수중에 포함된 용존 유기물질(DOM, dissolved organic materials)의 분석을 위해서는 총 유기 탄소(TOC, total organic carbon), 용존성 유기 탄소(DOC, dissolved organic carbon), 자외선 흡광도(UVA 또는 UV254) 그리고 과망간산 칼륨(KMnO₄) 소비량(COD_{Mn}) 등의 방법을 사용할 수 있다. DOC 및 UVA 분석결과는 확장된 개념인 비자외선 흡광도(SUVA, Specific UV Absorbance)의 평가를 위해서도 사용된다. 이러한 방법들은 각종 수원과 음용수를 대상으로 주로 적용되며 특히 소독부산물(DBP, disinfection by-products)의 평가에서는 중요한 인자가 된다(APHA, 2023; Thermo Fisher Scientific Inc., 2020; US EPA, 2009). 유기물질 분석자료는 가끔 KMnO₄ 소비량 분석결과와 함께 비교하기도 하는데, 통상적으로 COD_{Mn}의 검출한계는 약 1-2 mg/L 정도이다.</p> <p>TOC 및 DOC 분석을 위해서는 먼저 시료를 산성화하여 무기성 탄소(IC, inorganic carbon)를 완전히 제거하는 전처리 단계가 선행되어야 하고, 이 후 TOC 분석 시스템(TOC analyzer)을 사용하여 유기성 탄소(OC, organic carbon)의 함량을 분석한다. DOC 분석을 위해서 시료에 포함된 입자상 유기 탄소(POC, particulated OC)의 제거가 필요한데 통상적으로 0.45 μm 여과지를 사용한다. 여과지의 종류는 경험상 셀룰로오스나 유리섬유 계통보다는 나일론 기반 여과지가 더 적합하다. TOC와 DOC 모두 시료에 포함된 유기 탄소를 이산화탄소로 산화시켜 측정하게 되는데, 표준용액으로는 프탈산수소칼륨(KHP, potassium hydrogen phthalate)을 사용한다. 이 방법은 산업폐수의 배출수(원수나 처리수)의 분석을 위해서는 잘 사용되지 않는데, 그 이유는 이러한 폐수 시료가 분석기기 시스템을 손상시키거나 오염시킬 수 있기 때문이다. 일반적으로 TOC 분석 시스템의 검출한계(DL, detection limit)는 TOC 및 DOC 모두 0.02-0.12 mg/L OC 범위인데, 이는 분석실의 관리여건에 따라 차이가 있다.</p> <p>자외선 흡광도(UVA, cm⁻¹)은 수중의 불특정 유기 화합물(부식질, 방향족 화합물: 페놀류 등, 금속: 철, 망간, 음이온: 질산염, 아황산염, 등)을 분석하기 위한 방법으로, 흔히 UV254(cm⁻¹), UV 투과율(UVT, %) 또는 분광 흡수 계수(SAC254, spectral attenuation coefficient)로 다양하게 표현하기도 한다. UV 흡광도는 수중에 포함된 유기 탄소(친수성, 소수성), 색도, 트리할로메탄(THM) 및 할로아세트산(HAA, haloacetic acids)과 같은 소독 부산물의 전구체 등 화합물의 특성과 상관관계가 매우 높다. 다른 유기물질 측정 방법(BOD, COD, TOC)에 비하여 이 방법은 측정방법이 단순하고 간단하여 담수, 염수 및 폐수 등을 대상으로 특정 성분을 측정하거나 수처리 공정의 효과를 평가하는 데도 유용한 대용법이다. 특히 UVA와 UVT는 모두 원수 수질, 소독성능, 응집 제어 및 DBP 전구체 등의 모니터링 뿐만 아니라 다양한 응용 분야에서도 적용된다. 이 방법은 0.45 μm 여과지로 입자성 고형물을 제거한 후 분광광도계를 이용하여 특정 파장(λ = 254nm)에서의 자외선 흡수량(cm⁻¹)을 측정한다. UV 파장 범위(200-400 nm)에서 검출되는 유기 화합물은 주로 방향족(aromatic), 지방족(aliphatic) 및 부식성 천연 유기물질(NOM)이다. 특히 주어진 파장범위에서 스캔하여 간접물질의 존재를 확인하고, 필요한 경우 선호하는 파장을 선택하여 상관관계를 분석하기도 한다. 예를 들어, 파장 280nm는 BOD와 더 밀접한 상관관계가 있을 수 있고, 파장 260nm는 생물분해가 어려운 난분해성 유기물질의 총량 지표로 그리고 파장 220 nm는 저분자성 물질 및 1가 이온(질산염 등)의 간접지표로 사용하기도 한다. [참고로, 방향족 화합물은 하나 이상의 벤젠고리(6개의 탄소원자가 동글게 결합된 고리) 및 그 유도체를 포함하는 탄화수소 화합물(mono- 또는 polycyclic)를 말하고, 지방족 화합물은 원자가 단일, 이중 또는 삼중 결합으로 연결되어 비고리 구조를 형성하는 모든 유기 화합물을 말한다. 천연 유기물질(NOM)은 환경에서 자연적으로 혹은 인간 활동의 결과로 발생하는 부식질 물질로, 주로 색도를 유발하거나 각종 독성 물질과 미량 오염 물질을 운반하는 매개체 역할을 하기도 하고, 특히 소독부산물(DBP)의 전구체로 알려져 있다. 대표적인 DBP인 트리할로메탄(THM, trihalomethanes)은 물의 소독처리 과정에서 발생하는데, 이는 천연 유기물질이 소독제인 염소와 반응할 때 형성된다. 또한, 총 트리할로메탄(TTHM, total trihalomethane)이란 브롬과 염소계의 THM을 모두 합한 값을 말하는데, 트리할로메탄 생성능(THMEP, trihalomethanes formation potential)은 특정 조건하에서 수중의 비특정 유기오염물질을 정량화(μg/L 또는 μM/L)하는 데 유용한 도구이다.</p> |

| Page | 해당부분 | 수정전 → 수정후 |
|------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 154 | [추가] | <p>[계속]</p> <p>비자외선 흡광도(SUVA, L/mg-m)은 시료의 UV 흡광도(cm^{-1})를 시료의 DOC(mg/L)로 나눈 값을 의미한다. 이는 수중의 존재하는 유기물의 유형(특히 NOM)을 특성화하는 데 유용한데, 일반적으로 평가된 SUVA가 낮을수록 소독부산물을 형성할 가능성은 낮아진다. SUVA값이 4~5 사이이면 용존 유기물질은 비교적 소수성 및 방향족 고분자 유기물로 구성되어 있고, SUVA가 3 이하이면 친수성이면서 저분자인 유기물로 구성되어 있다고 판단한다. 정수처리와 밀접한 관련이 있는 NOM은 휴믹물질(humic acid, fulvic acid)은 대부분 소수성으로, 휴믹물질을 분석하기 위해 일반적으로 DOC, UVA, 및 THMFP 등의 인자가 유용하다.</p> $SUVA(L/mg-m) = \frac{UVA(cm^{-1})}{DOC(mg/L)} \times 100$ <p>국내의 분석결과(채선아 외, 2004)에 따르면 호소수와 대표 하천수의 경우 DOC 농도는 1-4 mg/L, UVA는 최대 0.12 cm^{-1}, SUVA는 1-8 L/mg-m, 그리고 $KMnO_4$ 소비량은 2-25 mg/L 정도였다. 특히 호소수에 비하여 하천수가 비교적 높았으며, 계절적 영향은 크게 나타나 겨울철에 가장 높게 나타나는 경향을 보였다. 평균적으로 SUVA는 4 (2.4-4.1) L/mg-m 이하로 용존 유기물질은 휴믹과 비휴믹 그리고 소수성과 친수성이 유사하게 공존하는 중간적인 특징을 보였다. 특히, DOM 지표인자들(DOC, UVA, $KMnO_4$ 소비량)에 대한 상관관계는 매우 낮은 것으로 보고하였다.</p> |
| 156 | | 역할을 한다). → 역할을 한다. |
| 161 | 표 5-13 | Hoover, et al. (1982) → Hoover, et al. (1952) |
| 163 | line 3 | ... 등이 대표적이다. → ... 등은 대표적인 시아노박테리아 종류이다. |
| 163 | line 13 | ...원인균을 나타내었다. → ..원인균을 나타내었다. 영양물질(질소, 인)의 과잉 유입, 강한 햇빛, 높은 수온 그리고 물순환의 정체 (체류시간의 증가) 등은 남세균 성장의 중요한자이다. |
| 164 | line 14 | ...다세포 생물이다(표 5-14). → ...다세포 생물이다. |
| 164 | line 17 | ...띠고 있는 것이다. → ...띠고 있는 것이다. 이를 기초로 조류는 녹조식물문(chlorophyta, 예: 녹조류 green algae), 황갈조식물문(chrysophyta, 예: 규조류 diatoms), 유글레나식물문(euglenophyta, 예: 유글레나 Euglena), 황적조식물문(pyrrrophyta, 예: 와편모조류 Euglena) 등으로 분류한다. 또한 생육장소(담수조류, 해조류)나 서식방법(부착조류, 부유조류) 등으로도 구분한다. 녹조류, 규조류 및 유글레나는 대표적인 담수조류이며, 여기에 남색을 띄는 남조류(남세균)을 포함시키기도 한다. |
| 168 | line 28 | FC/FS 0.1~4(0.6) 가축에 의한 오염 → FC/FS 0.7~2.0 주로 가축에 의한 오염, FC/FS <0.7 동물에 의한 오염 |
| 169 | line 6 | ... USEPA, 2000, 2002). → .. USEPA, 2000, 2002). 우리나라에서는 2011년 이후 생태독성시험법을 도입하고 있다 (국립환경과학원, 2015). |
| 169 | line 8 | ...희석한 물(시료)에 물벼룩을 넣고... → ...희석한 물(시료농도는 6.25, 12.5, 25, 50, 100%)에 물벼룩(각 5마리)을 넣고... |
| 169 | line 11 | 생태독성값은 ... → 다수의 시험(통상적으로 4회)을 통해 생태독성값은 ... |
| 169 | line 14 | (0.02×영향받은 퍼센트) → (0.02×치사 및 유영저해 영향 퍼센트) |
| 180 | 표 6-7 | 주) 단위 (mg/L) |
| 184 | 그림 6-1 | 국가별 수질기준 항목수 비교(2013년 기준) → 국가별 수질기준 항목수 비교(2017년 기준) 한국 59, WHO 91, 미국 97, 일본 50 → 한국 60, WHO 90, 미국 89, 일본 51, EU 45 |
| 184 | line 6 | 2013년 기준으로 일반세균 등 59개 항목을 운영하고 있다 → 2017년 기준으로 일반세균 등 60개 항목을 운영하고 있다 |
| 184 | line 7 | 유해물질에 대해 환경부는...있다. → 유해물질(microcystine LR 포함 총 26개항목)에 대해 환경부는 있다 (국립환경과학원, 2017). |
| 184 | line 16 | tetrachloroethylene → tetrachloroethylene |
| 185 | 표 6-11 | 먹는물 수질기준(2015.12.2.) → 먹는물 수질기준(2018.1) 먹는물(수돗물) 총계 59 → 먹는물(수돗물) 총계 60 브롬산염: 먹는물(수돗물) → 브롬산염: 먹는물(수돗물) 0.01, 먹는샘물 0.01 |
| 186 | 표 6-11 | 주) 단위 (mg/L); 방사능 관련 기준 mBq/L |
| 191 | line 10 | (4,1000여종) → (41,000여종) |
| 199 | (3) 제목 | 하수처리수(온배수) → 하수처리수 및 온배수 |
| 205 | line 5 | ...증가하고 실정이다. → ...증가하고 있는 실정이다. |
| 206 | 표 7-1 | Typical EPA maximum contaminant level → Typical EPA maximum contaminant levels |
| 207 | 그림 7-2 | 음용수해농도(DWEL) → 음용수 등가농도(DWEL) 발암잠재력(ql) → 발암잠재력(q1) 10^{-1} - 10^{-2} 위해도 범위 → 최대 내성용량(MTD)에서의 위해도 범위에서 저농도의 위해성 외삽 모델링 평가 |
| 209 | 표 7-3 | [별첨] 수정본 참고 |
| 209 | line 11 | 역치(threshod dose)가 → 생물 반응이 일어나지 않는 최저 용량인 역치(threshod dose)가 |
| 209 | line 18 | NOAEL(최대 무영향수준) → NOAEL(최대 무영향수준) 혹은 기준용량하한값 (BMDL) |
| 209 | line 19 | 인체 1일 허용량 → 인체 1일 허용량(ADI, acceptable daily intake) |

| Page | 해당부분 | 수정전 → 수정후 |
|-----------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 211 | 그림 7-4 | [별첨] 수정본 참고 |
| | line 6 | 고농도 조건에서 → 최대 내성용량(MTD, maximum tolerance dose)의 고농도 위해성(10^{-1} - 10^{-2}) 조건에서 |
| | line 7 | 저농도 위해성 평가로의 → 저농도 위해성(10^{-4} - 10^{-6}) 평가로의 |
| 212 | 그림 7-5 | 그림 7-5 발암성 물질의 용량-반응단계 외삽법 적용예 |
| | | UR (단위해상도) → UR (단위위해도) 농도 (Ug/L) → 농도 ($\mu\text{g/L}$) |
| 213 | line 12 | (4) 위해도 결정 → (4) 위해도 결정: 정량적 위해 수준 추정, 불확실성 제시 |
| | line 14 | 노출안전역(MOE)은 ...이며, → 노출한계(MOE, margin of exposure)는 NOAEL(무독성량) 또는 BMD(기준용량)을 노출량으로 나눈 값이며, |
| | line 17 추가 | HI = Exposure/ [RfD(mg/kg-day)x RSC(%)] 위해성 판단 : MOE 100 이하, HI 1 이상 |
| | line 26 추가 | MOE= 기준용량 하한값(BMDL)/노출량 위해성 판단 : MOE 10,000 이하, 최대발암율 10^{-4} 이상 (최대발암율이 10^{-6} 이하의 경우 위해성 없음으로 판단한다.) |
| 216 | 표 7-6 | 5.4×10^4 oocysts/L → 5.4×10^3 oocysts/L |
| | | 8×10^4 CFU/L → 8×10^3 CFU/L |
| | | Duropean → European |
| | 예제 7-1 | 인체 1일 허용량(RfD) → 인체 1일 허용량(RfD) = |
| 217 | 예제 7-2 | CHC ₁₃ → CHCl ₃ |
| | | 유효인자는 6.1×10^3 → 유효인자는 6.1×10^{-3} |
| | | 한국에서 ... 193명으로 가정한다 → 한국에서 ... 193명(2018년 기준)으로 가정한다 |
| | | 0.12 명 → 0.12 명/년 |
| | 예제 7-3 | $\frac{0.69}{K}$ → $\frac{0.693}{K}$ |
| 226 | 그림 8-2 | or Qe, Ce → 삭제 |
| 229 | 표 8-2 | 염도(%) → 염도($\%, g\text{Cl}^-/L$) |
| | | 염도 5% 0°C에서 4.11 → 14.11 |
| 233 | line 1 | N_s → n_s |
| 236 | line 4 | $dC/dt = Ka(Cs-C) = -KaD$ → $dC/dt = K_a(C_s - C) = K_aD$ |
| 237 | line 14 | θ : 1.024 → θ : 1.020~1.028(1.024) |
| | line 19 | $dC/dt = r_D + r_R$ → $dC/dt = \gamma_D - \gamma_R$ |
| 239 | line 11~12 | K_d, K_r → k_d, k_r |
| 243 | 예제 8-2 | L_w, L_u → C_w, C_u |
| | | L_{mix} → $y_{t(mix)}$ |
| 244 | 예제 8-3 | K_1, K_2 → k_d, k_r |
| | | 8.22 → 8.09 |
| | | $t_c=2.21$ 일, $D_c=4.30$ mg/L → $t_c=5.13$ 일, $D_c=4.27$ mg/L |
| | | $8.22-4.30 = 3.92$ mg/L → $8.09-4.27 = 3.81$ mg/L |
| | | $t_c=2.19$ 일, $D_c=4.01$ mg/L → $t_c=5.08$ 일, $D_c=3.99$ mg/L |
| | | $8.22-4.01 = 4.21$ mg/L → $8.09-3.99 = 4.10$ mg/L |
| 245 -24 6 | 예제 8-5 | K_1', K_2' → k_d, k_r |
| | | 1. 15°C DO _{sat} =10.2 mg/L → 1. 15°C DO _{sat} =10.07 mg/L 7. 임계점에서의 BOD _c =18.2mg/L → 7. 임계점에서의 BOD _c =13.6 mg/L |
| 249 | line 18 | 자정효과 수질이 → 자정효과로 수질이 |
| | line 20 | 저수효과로 오염물로 분해된다 → 저수효과로 오염물이 분해된다 |
| 250 | line 7 | 또 조류농도는 → 일반적으로 조류농도는 |

| Page | 해당부분 | 수정전 → 수정후 |
|------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 251 | line 1 추가 | <p>호수의 영양성 비교 뿐만 아니라 수질 평가나 예측을 위해 흔히 부영양화 지수(trophic state index, TSI)가 사용된다. 이때 평가인자로는 총인(TP), 투명도 및 엽록소-a 등이 일반적으로 사용된다(Aizaki et al., 1981; Carlson, 1977). 그러나 각 성분의 양적관계와 영양성의 정도는 적용지역의 환경특성과 물이용에 따른 장애 정도에 따라 다소 편차가 있으므로 실제 판정목표와 기준은 다르게 정의하기도 한다. 우리나라는 주로 총인과 총질소를 기준으로 영양상태를 분류하고 있으나, 엽록소-a와 투명도의 기준은 미국 EPA의 기준을 따르고 있다. 수중 미생물(조류포함)성장에 영향을 미치는 제한요인(limiting factor)이라는 관점에서 볼 때 질소/인의 비율이 7이하일 경우는 질소가, 반면에 16이상의 경우에는 인을 주요 제한요인으로 고려한다. 그러나 실제 수중에서 질소와 인의 비율은 수계의 여러 가지 요인들에 의해 영향을 받으므로 총질소/총인 비율에 따른 평가결과는 주로 참고자료로 사용된다.</p> <p>호소의 부영양화 정도를 평가하기 위해 우리나라는 한국형 부영양화 지수(TSI_{KO}, Trophic State Index of Korea)라는 평가방법을 도입하였다(「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 제10조 2 제3항 및 같은 법 시행규칙 제25조 제4항에 따른 환경부고시 제 2013-134호, 수질 및 수생태 목표기준 평가 규정 별표 제 6조 제 2항 제4호 참고 호소의 부영양화정도 평가방법). 이때 지수 산정에 사용되는 개별 항목의 오염도는 연간 산술평균값을 기준으로 한다.</p> <p>총합TSI_{KO}=0.5 TSI_{KO}(COD)+0.25 TSI_{KO}(Chl-a)+0.25 TSI_{KO}(T-P) 여기서, TSI_{KO}(COD)=5.8+64.4 log(COD mg/L) TSI_{KO}(Chl-a)=12.2+38.6 log(Chl-a mg/m³) TSI_{KO}(T-P)=114.6+43.3 log(T-P mg/L)</p> <p>한국형 부영양화 평가기준은 산정된 한국형 부영양화 지수(총합 TSI_{KO})를 바탕으로 4단계 (빈영양, 30이하; 중영양, 30-50; 부영양, 50-70; 과영양, 70이상으로 구분하고 있다.</p> |
| 253 | line 7 line 8 | 양호한 잘되는 수체(water body)를 기술하는데 → 양호한 수역을 해석하기에 수체 → 수역 |
| 254 | line 4 line 15 | Accumuation → Accumulation 물질수지식에 대입하고, → 물질수지식에 대입하고, |
| 256 | 예제 8-7 | t=-3.00/(0.015) = 200d → t=-3.00/(-0.015) = 200d |
| 257 | line 12 | 부폐조(septic tank) → 부패조(septic tank) |
| 260 | line 7 | 지하수와 이동과 함께 → 지하수의 이동과 함께 |
| 261 | line 15 | 적용기술의 특성에 물리적, → 적용기술의 특성에 따라 물리적, |
| 262 | line 3 line 15 line 22 | 정화뿐만 아니라 및 오염기름을 → 정화뿐만 아니라 기름오염을 communities → communities (AC, cerobic cometabolism) → (AC, aerobic cometabolism) |
| 265 | 예제 8-8 | 풀이 2) 5×10 ⁻⁵ m/a → 5×10 ⁻⁵ m/s |
| 281 | 표 9-1 | 30 mm → 300 mm |
| 287 | line 27 | ... 고려되어야 한다. → ... 고려되어야 한다. 하수도 시설기준에 따르면 계획급수인구가 5만명 이하일 때 배수지 설계용량에 추가 용량(최대 400 m ³)을 고려하도록 제안하고 있으며, 계획급수인구가 10만명 이하의 경우 배수관 설계에서도 소화용수량을 충분히 고려하여 관경을 결정한다. |
| 289 | 표 9-4 | 배수지 용량 = 계획 1일 최대급수량의 8~12시간 (최소 6시간) → 배수지 용량 = 계획 1일 최대급수량의 12시간분 이상 |
| 294 | 표 9-14 | (단위: L/인·일) → (단위: L/인·일) |
| 303 | line 5 | ... 바람직하다. → ... 바람직하다. 우리나라 환경부 기준에 따르면 간선 및 지선(D500m이하) 하수관의 우수 유출량 산정을 위해 적용되는 확률빈도는 각각 10~20년 및 5년이다. |
| 306 | 예제 9-2 | [참고] 만조로 → 만관으로 |
| 311 | line 8 | 유량가중 성분농도 → 유량가중 평균농도 |
| 324 | line 12 line 14 | ...계획하며, ...(표 9-47) → ...계획하며(표 9-47), 용도별 요구되는 수질기준을 만족해야 한다(표 6-24) 하수처리량의 5%이상 목표 → 하수처리량의 10%이상 목표 (약 5 km 이내) → (공업용수의 경우 약 5 km 이내) |
| 326 | 표 9-48 b) | 장내 중도수 → 장내 중수도 |
| 327 | line 4 | 하수처리를 포함한 필연적으로 발생한다. → 하수처리를 포함한 모든 오염물질 처리시설에서 슬러지(처리 부산물)는 필연적으로 발생한다. 하수처리과정에서 발생하는 고형성(solid), 반고형성(semi-solid) 및 액상(liquid) 등의 각종 잔류물(residue)을 총칭하여 하수슬러지(sewage sludge)라고 부른다. |
| 331 | line 11 line 27 | 생산효율 → 생산효율 향상 약 9 톤 이상의 → 약 9m ³ 이상의 |

| Page | 해당부분 | 수정전 → 수정후 | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|---------|------------|-----------------|---|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------|-------------------|---|---------------------|----------|---|
| 332 ~ 333 | 332, line 12 ~ 333, line 8 | <p>하수슬러지의 자원화 관점에서 효과적인 최종처분방법으로 농지적용(agricultural land application)은 전 세계적으로 관심의 대상이다. 그 이유는 하수슬러지는 본질적으로 유용한 자원이라는 인식으로 자원의 회수 및 재이용 측면에서 폐기물처리와 자원의 순환을 가장 잘 연결할 수 있기 때문이다.</p> <p>고형성 유기물비료(biosolids)는 적절한 안정화 기술에 의해 처리된 하수슬러지를 재사용할 수 있는 유기성 고형물로서 정의되며, 호기성 소화(aerobic digestion), 혐기성 소화(anaerobic digestion) 및 퇴비화(composting)과 같은 기술이 적용될 수 있다(Metcalf & Eddy, 2003). 미국에서는 하수슬러지 발생량의 55% 정도가 이러한 비료로 사용되고 있다(EPA, 2013). 미국의 연방환경법규(the Code of Federal Regulations(CFR), Title 40, Part 503)에서 처음 정의된 이 용어는 안정한 토지주입(land application)과 지표면 처분(surface disposal)을 위해 각종 미량독성물질(toxicchemicals)과 병원성 미생물(pathogens-class A)이 중요한 제한인자로 현재 전 세계적으로 통용되는 개념이다(US EPA, 1992, 1999; EU, 1986, 2000). 미국 EPA에서는 식량생산을 위해 비료로 사용되는 안정화된 슬러지 내에 포함된 다이옥신을 세분화하여 엄격하게 규제하고 있지 않지만(ENN, 2003), 유럽연합은 좀 더 강화된 규칙(표 9-51)을 적용하고 있다.</p> <p>→ 하수슬러지의 자원화 관점에서 토지적용(land application)은 효과적인 최종처분방법중 하나로 여겨진다. 그 이유는 유효 자원의 회수와 재이용 측면에서 폐기물 처리와 자원의 순환 시스템을 잘 연결할 수 있기 때문이다. 실제 하수슬러지를 토지개량제(soil conditioner)나 농지용 비료로 만들어 사용하는 방법은 과거에도 일부 사용되어 왔으나 오염물질의 다양성 증가로 인해 그 환경적 위해성과 안전성이 더욱 강화되고 있다.</p> <p>생물고형물(biosolids)은 하수슬러지의 재이용과 관련하여 미국 EPA(US EPA, 1992, 1999)와 국가연구위원회(NRC, 2002)에 의해 새롭게 정립된 개념으로 현재에는 전 세계적으로 통용되고 있다. 이는 하수처리 공정에 의해 생산된 유익하게 재활용 가능한 유기성 고형물(현재 재활용 여부와 상관없이), 또는 Part 503 규칙 (Part 503 Rule) 및 이와 상응한 토지적용기준(land application standards/or practices)을 충족하도록 처리된 하수슬러지로 정의하고 있다. 여기서 Part 503 규칙이란 1993년에 수립된 하수슬러지의 재이용과 처분기준(The Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge)과 관련한 미국의 연방환경법규(the Code of Federal Regulations(CFR), Title 40, Part 503)를 말한다. 생물고형물을 정의하는 주요 제한인자로는 슬러지내 포함된 병원성 미생물과 각종 미량 독성물질이 포함되는데, 이는 토지주입이나 지표면 처분(surface disposal)을 시행할 때에 경작물이나 동물방목 그리고 인간의 접촉 등에 대한 환경적 위해성에 대응하기 위해 매우 상세히 규정하고 있다. 생물고형물과 관련된 각종 규제들이 도입에 따라서 하수슬러지의 처리와 최종처분에 있어 지속가능한 기술적 발전이 이루어졌다.</p> <p>미국 EPA의 규정에 따라 생물고형물은 병원성 지표미생물의 포함 특성에 따라 두 종류(A급, B급)로 구분된다. A급 생물고형물(Class A Biosolids)은 토지 적용에 제한이 없는 경우를 말하며, 법적으로 농지에 직접 비료로 사용할 수 있고 퇴비 또는 비료로 판매가 가능하도록 허용되어 있다. 이러한 A급 생물고형물은 검출 가능한 수준의 병원균을 함유하지 않도록 규정되어 있지만 실제로 법률에서 규제하는 병원균은 분변성 대장균 군, 살모넬라 군, 장바이러스(Enteric viruses)와 기생충 알(helminth ova)이다. B급 생물고형물(Class B Biosolids)은 토지 적용에 있어 가정의 잔디와 정원(home lawns and gardens), 농작물 및 잔디 수확(harvesting of crops and turf), 동물 방목(grazing of animals) 및 공공 접촉(public contact)등과 같은 용도의 비료 사용을 제한하는 경우를 말한다. 경우에 따라 고형물의 살포 후 30일에서 38개월 이상 수확이나 접촉을 금지하고 있다. B급 생물고형물에서 법적으로 규제하는 병원균은 분변성 대장균 군 하나이며, 다른 병원균들이 검출될 수 있으므로 실제 안전을 보장하기에 충분하지 않다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>Class A</th> <th>Class B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Salmonella</td> <td><3 MPN/4g TS or</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fecal coliforms</td> <td><1000 MPN/g TS and</td> <td><2,000,000 MPN/g TS</td> </tr> <tr> <td>Enteric viruses</td> <td>< 1 PFU/4g TS and</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Viable helminth ova</td> <td><1/4g TS</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>병원성균 규정을 제외하고 생물고형물의 두 등급(A와 B)에 대한 다른 오염물질에 대한 규정(표 9-52)은 본질적으로 동일하다. 그러나 그 안전성 측면에서 특히 미량독성물질은 점차 강화되는 경향이다(US EPA, 1992, 1999; EU, 1986, 2000). 미국 EPA규정에서는 안정화된 슬러지가 식량생산을 위해 직접 비료로 사용되는 경우에도 슬러지내에 포함된 다이옥신을 세분화하여 엄격하게 규제하고 있지 않지만, 유럽 연합은 좀 더 강화된 규칙(표 9-51)을 적용하고 있다(ENN, 2003). 반면에 일부 오염물질(acetone, diazinon, phenol 등 15종)에 대해서는 추가적인 검토를 요구하기도 한다. 현재 미국에서는 하수슬러지 발생량의 55% 정도가 생물고형물 생산기술을 통하여 비료로 사용되고 있다(EPA, 2013).</p> <p>A급 생물고형물을 생산할 수 있는 슬러지처리공정(PFRPs, processes to further reduce pathogens)으로는 퇴비화(composting), 열 건조(heat drying), 열 처리(heat treatment), 고온 호기성 소화(thermophilic aerobic digerstion), 방사능 조사(beta/ gamma ray irradiation) 및 멸균(pasteurization) 등의 방법이 있다. 또한 B급 생물고형물을 생산할 수 있는 슬러지처리공정(PSRPs, processes to significantly reduce pathogens)으로는 호기성 소화(aerobic digestion), 공기 건조(air drying), 혐기성 소화(anaerobic digestion), 퇴비화(composting) 및 석회안정화(lime stabilization) 등의 방법을 제안하고 있다.</p> | Type | Class A | Class B | Salmonella | <3 MPN/4g TS or | - | Fecal coliforms | <1000 MPN/g TS and | <2,000,000 MPN/g TS | Enteric viruses | < 1 PFU/4g TS and | - | Viable helminth ova | <1/4g TS | - |
| Type | Class A | Class B | | | | | | | | | | | | | | | |
| Salmonella | <3 MPN/4g TS or | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fecal coliforms | <1000 MPN/g TS and | <2,000,000 MPN/g TS | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enteric viruses | < 1 PFU/4g TS and | - | | | | | | | | | | | | | | | |
| Viable helminth ova | <1/4g TS | - | | | | | | | | | | | | | | | |

| Page | 해당부분 | 수정전 → 수정후 |
|------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 335 | line 4 | 0.425~0.491 kg → 0.426~0.491 kg |
| 357 | line 18 | 탈질(N)이 제한 요소이다. → 질소(N)의 탈질이 제한 요소이다. |
| 361 | line 20 | 해역에 존재하는 해수가 침투하여 지하에 존재하는 물 ... → 해역에 존재하는 해수 또는 해수가 침투하여 지하에 존재하는 물... |
| 362 | line 7 | 중수 → 중수(재이용수) |
| 370 | line 5 | 배수로(pitt) → 배수로(pit) |
| 374 | 그림 10-11 | 유효 저수량 → 유효 저수용량 |
| 375 | 그림 10-12 그림 10-13 | 월 또는 순 → 월 |
| 377 | 예제 10-2 표 | 0(0.281), 0(0.177), 0(0.032) → 0(-0.104), 0(-0.249), 0(-0.281) |
| 391 | line 8 | 상수도망이 → 상수도 관망이 |
| 405 | 예제 11-1 b) | (9.81 m/m ²) → (9.81 m/s ²) |
| 409 | 표 11-7 | n _s → N _s |
| 410 | line 7 | ... 크면 공동현상이 → ... 너무 크면 공동현상이 ... |
| 413 | line 18 | ... 역지밸브는 관로와 분리된다. → ... 역지밸브에 의해 관로와 분리된다. |
| 416 | line 15 | 출구 손실수두= $(1.0 \frac{V_d^2}{2g}) / (0.7 \frac{V_d^2}{2g}) = 4.57 \times 0.247 = 1.129m$ → 출구 손실수두= $(1.0 \frac{V_d^2}{2g})$ 계= $(4.57 \frac{V_d^2}{2g}) = 4.57 \times 0.247 = 1.129m$ |
| 417 | line 2 | 속도는 → 새로운 회전속도는 |
| 420 | line 15 line 16 | 오수는 0.001~0.02m ³ → 오 수는 0.001~0.02m ³ 합류식인 경우는 0.001~0.02m ³ → 합류식인 경우는 0.001~0.02m ³ |
| 451 | line 2~3 | 직접 및 간접적으로 들어갈 수 없도록 하기 위한 물리적 연결을.. → 직접 및 간접적으로 들어갈 수 있도록 되어 있는 물리적 연결을 ... |
| 452 | line 20 | 니토밸브는 → 이토밸브(drain Valve)는 |
| 495 | 6. b | 맨홀 수를 표현한다. → ... 맨홀 번호를 표현한다. |
| 506 | 표 E3-1 | Flow time (4+15) → Flow time (4÷15) |
| 514 | line 6 | 롬 losm → 롬(loam) |
| 530 | line 4 line 5 | ... 시설로서 ... → ... 시설로서 하수저류시설이라 부르기도 한다. 이는 ... 우수의 오염부하량을 감소... → 우수의 유출량(방류량)을 저감... |
| 543 | line 2 | 배제하기 위한 → 배제하기 위한 |
| 547 | 표 13-15 | 맨홀제원 → 맨홀제원 |
| 548 | line 3 line 4 | 시나리오를 파악을 → 시나리오 파악을 일반적으로 적용하는 ... → 일반적으로 검토 가능한 ... |

2.3 국가 물환경관리 정책구조

우리나라 물환경관리의 기본정책 구조는 과거 수량과 수질 관리가 이원화되어 있던 체계에서, 2019년 「물관리기본법」 시행을 계기로 통합 물관리 체계로 전환되었다. 즉, 「물관리기본법」은 우리나라 물환경관리의 법적 기반으로, 물 순환 전 과정을 고려한 유역별 관리 핵심이다. 그 목표는 양질의 수량확보, 수질보전, 수재해 예방의 통합적 관리 및 건강한 물 순환 실현에 있다. 주요 정책 구조와 특징은 다음과 같다.

[통합 물관리 체계의 기반]

- 「물관리기본법」(2019년): 물관리의 기본 이념, 원칙, 국가와 지방자치단체의 책무 등을 규정하는 최상위 법률이다.
- 통합 물관리 원칙: 지표수와 지하수 등 물 순환 과정에 있는 모든 형태의 수자원에 대한 상호 균형 관리, 정책 수립 시 물 순환 과정의 전 주기를 고려하도록 명시하고 있다.
- 유역별 관리 원칙: 물은 지속가능한 개발·이용 및 보전을 위해 유역 단위로 관리됨을 원칙으로 한다.
- 주요 소관 부처의 일원화: 기존에 국토부, 해양부, 행정안전부 등 분산되어 있던 물관리 기능을 환경부로 일원화하였다. 다만, 하천관리(구조물, 방재) 등 일부 기능은 국토교통부, 농업농수는 농림축산식품부 등에 남아있어 상호 협력적으로 관리한다.

[정책 계획 체계]

- 통합물관리의 실현을 위해 계층적 구조의 계획을 수립한다.
- 국가물관리기본계획: 국가물관리정책의 최상위 목표와 방향을 설정하며, 모든 국가 단위의 물 관련 계획은 이 기본계획의 방향에 부합하게 수립되어야 한다.
- 유역물관리기획: 국가물관리기본계획을 바탕으로 각 유역 단위에서 구체적인 수자원 개발·보전, 물의 수급, 재해 예방 등의 계획을 수립한다.

[주요 정책 수단 및 제도]

- 오염총량관리제도: 과학적인 근거를 바탕으로 목표 수질을 설정하고, 그 목표를 달성을 위해 오염물질의 총량부하를 관리하는 제도이다. 각 유역 구성원의 책임성을 강화하고 환경과 개발을 함께 고려하는 유역관리제도이다.
- 유역관리거버넌스(수계관리위원회): 전국의 4대강 수계별로 수계관리위원회를 설치하여 환경부 장관과 광역자치단체장 등이 함께 정책을 논의하고 의사를 결정하는 분권적 공동 의사 결정체 역할을 하는 조직으로 수계관리기금 조성을 통해 상수원 지역 주민, 지자체, 시민단체 등의 유역관리 활동을 지원한다.
- 수변구역 제도: 하천 인접 지역에서 발생하는 오염물질의 직접 유입을 막기 위해 하천에서 일정 구간을 수변구역으로 설정하여 오염원 시설 설치를 제한하고, 토지를 매수하여 수변녹지를 조성한다.

[표 2-6] 통합 물관리 정책의 구성과 특징

| 구분 | 정책 구성 요소 | 주요 역할 및 특징 | 주요 소관 부처 |
|-------------|-----------|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| 최상위 법적 기반 | 「물관리기본법」 | 통합 물관리 이념, 유역별 관리 원칙, 국가와 지자체의 책무 규정 (물관리의 근본 법규) | 환경부 |
| 국가 단위 전략 계획 | 국가물관리기본계획 | 10년 주기 물관리 목표, 비전, 장기적인 전략 제시 (최상위 물관리 계획) | 국무총리 산하 국가물관리위원회 |
| 유역 단위 실행 계획 | 유역물관리계획 | 유역별(4대강) 특성을 고려한 수량·수질·수생태 목표 설정 및 구체적인 실행 계획 수립 | 환경부 및 유역물관리위원회 |
| 실행 수단 | 오염총량관리제 | 유역별 목표 수질 달성을 위한 오염 물질 허용 총량 설정 및 관리 | 환경부 |
| | 유역관리거버넌스 | 유역물관리위원회(의사 결정) 및 수계관리위원회 (기금 운용 및 사업 실행) | 환경부 |
| | 물환경 보전수단 | 수변구역 지정/관리, 비점오염원 관리, 지하수·하천 생태 관리 | 환경부 |
| 협력 및 조정 | 관계 부처 협력 | 농업용수(농림부), 하천 구조물/방재(국토부) 등 관련 부처 간 역할 분담 및 협력 | 환경부, 국토교통부, 농림축산식품부 등 |



그림 2-2 주요 물관리정책 구분

[참고]

- **오염총량관리제도 (TMDL: Total Maximum Daily Load):** 하천 등 공공수역이 달성해야 할 목표 수질을 설정하고, 이 목표를 달성하기 위해 유역 내 오염원으로부터 배출되는 오염 물질의 총량을 산정하여 할당하고 관리하는 수질관리 제도이다. 그 법적 근거는: 「물환경보전법(2019)」에 근거하고 있으며, 현재 4대강 수계 대부분 지역에서 시행 중이다. 이는 과거 오염물질의 배출 농도만 규제하던 방식(농도 규제)에서 벗어나, 하천의 유량과 자정 능력 등을 고려하여 유역 전체가 감당할 수 있는 오염 부하량 기준으로 하고 있다. 목표 수질을 달성하기 위해 각 유역별 오염 부하의 할당과 관리가 필요하며, 유역 내 지자체, 오염원(점오염원, 비점오염원)별로 배출할 수 있는 오염 총량을 정하여 할당하고, 이 할당량을 초과하지 않도록 관리한다. 따라서 해당 지자체 스스로가 개발 계획(공장, 도시 개발 등)과 환경 보전 계획을 연계하여 관리하고, 개발과 보전의 조화와 유역 관리의 책임성을 강조하는 제도이다.
- **유역물관리위원회(유역관리거버넌스):** 「물관리기본법」에 따라 설치된 유역 단위의 의사 결정 기구로, 유역 물관리의 분권화와 협치를 실현하도록 운영된다. 따라서 유역 내 지방자치단체의 장, 지역 주민 대표, 전문가, 시민단체, 기업 등 다양한 이해관계자들이 참여하여 해당 유역의 유역물관리계획의 수립 및 변경에 대한 심의 의결과 유역 내 물 관련 현안, 갈등 조정, 지자체 간의 협력 사항 등을 조정해야 한다. 특히, 수량(물 공급), 수질(환경), 수생태, 재해 예방 등 물 관련 모든 이슈를 유역 단위에서 통합적으로 검토하고 의사 결정을 도출해야한다. 이는 중앙정부 중심의 획일적 관리에서 벗어나, 지역의 특수성을 반영하고 지역 이해관계자의 참여를 통해 민주적이고 효율적인 물 관리를 실현하는 핵심적인 관리체계이다.

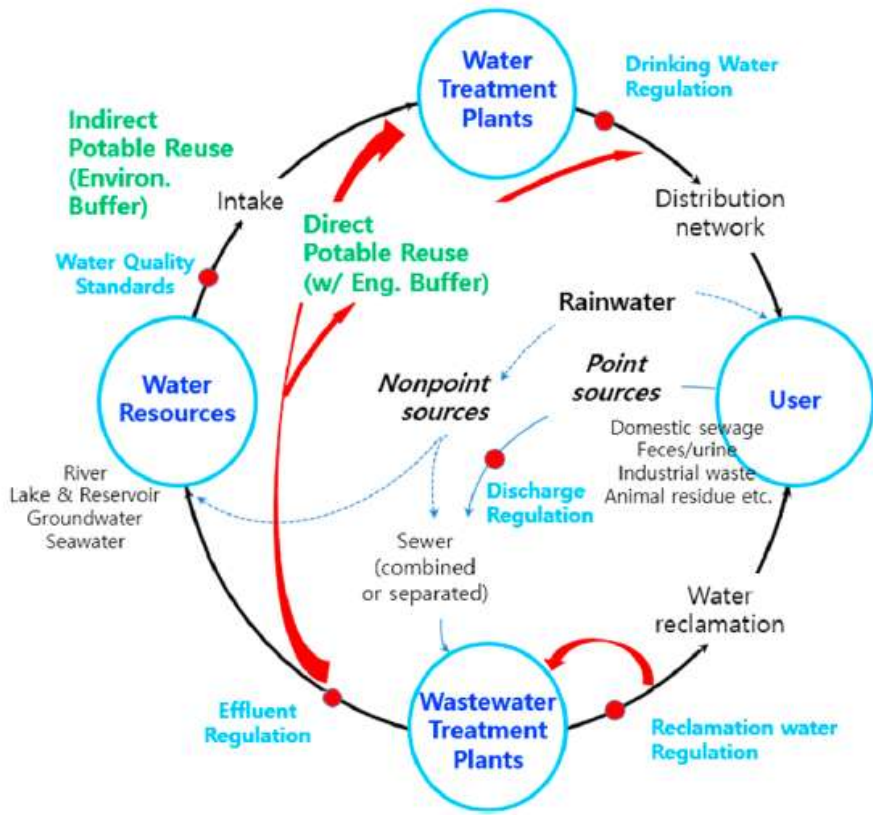


그림 1-1 물관리 시스템 개요

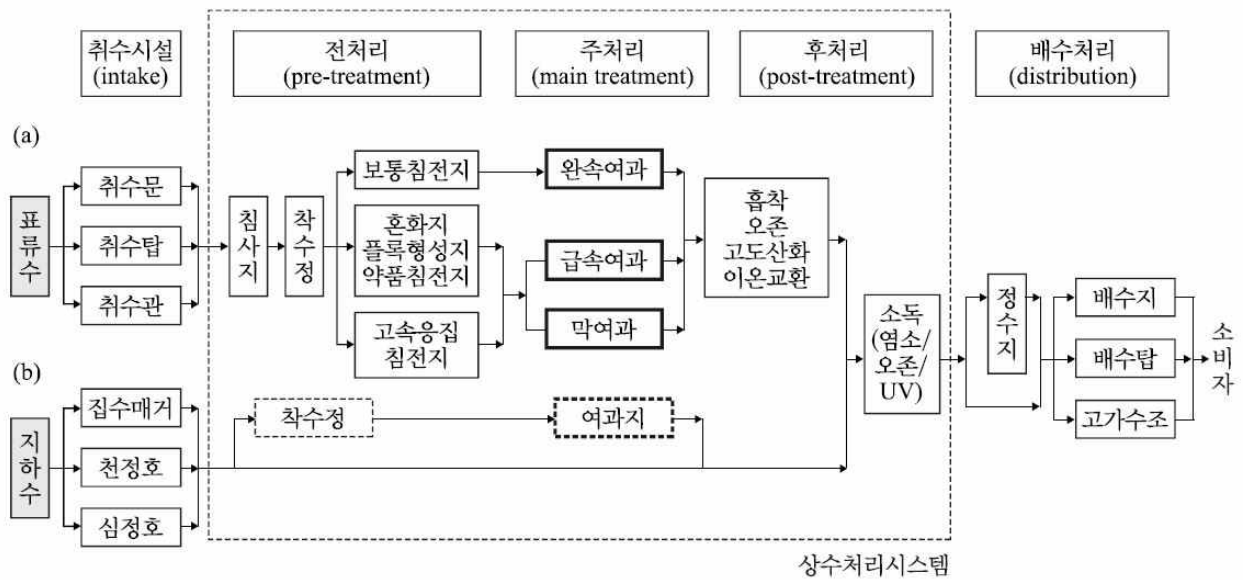


그림 2-5 상수도의 구성

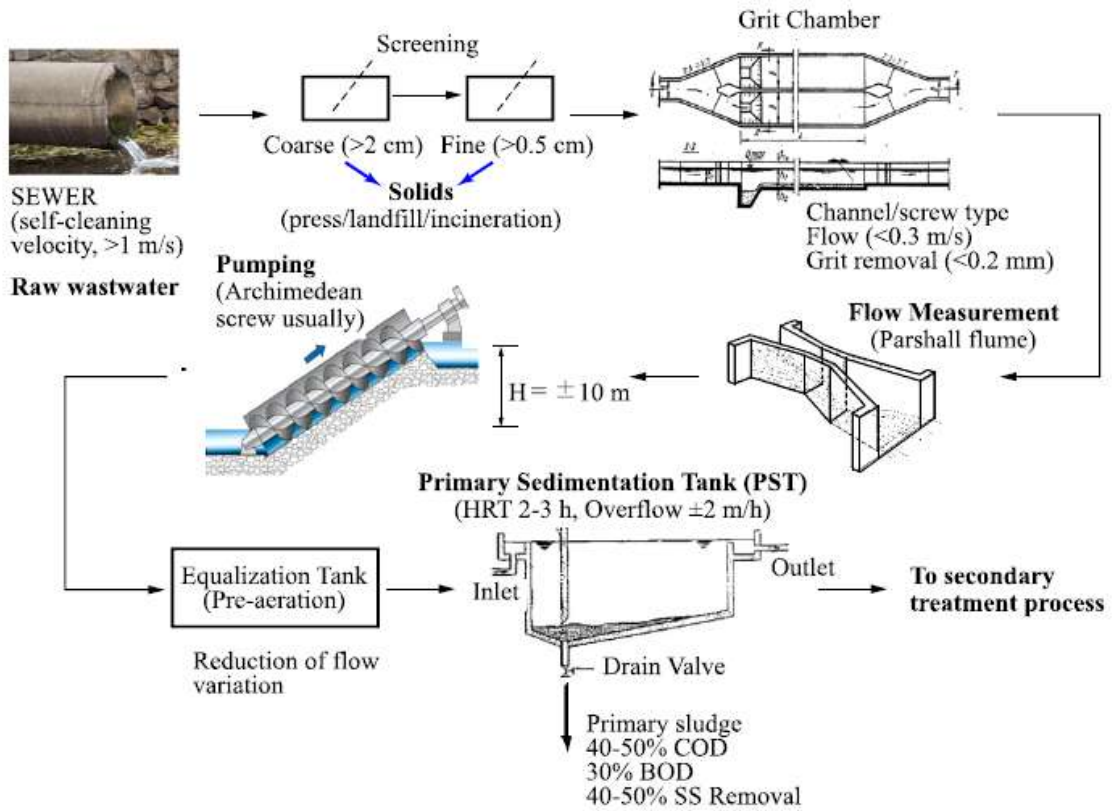


그림 2-10 일반적인 도시하수의 예비처리와 1차처리공정 배열도

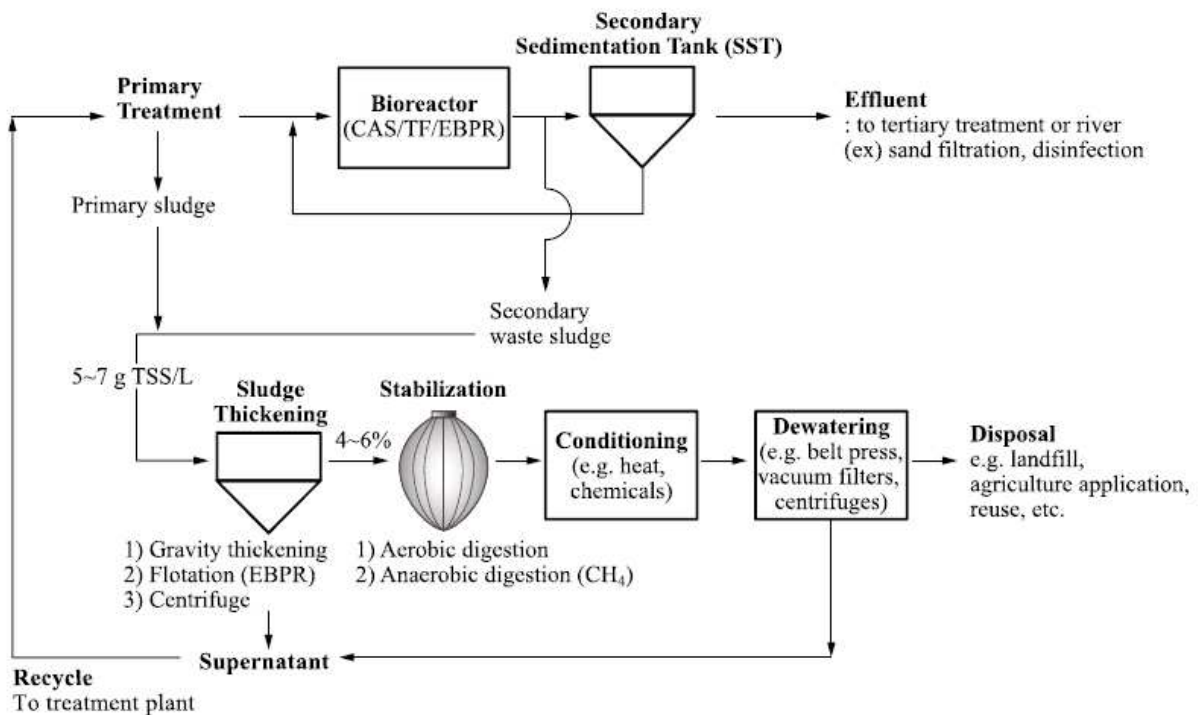


그림 2-11 일반적인 도시하수의 2차처리 및 슬러지 처리공정 배열도

표 2-16 조류경보제 발령기준 (2016)

| 구분 | 관심 (조류주의) | 경계 (조류경보) | 조류대발생 |
|----------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|
| 클로로필-a 농도(mg/m ³) | - (15 이상) | - (25 이상) | - (100 이상) |
| 남조류 세포수(세포/mL) | 1,000 이상 (500 이상) | 10,000 이상 (5,000 이상) | 1,000,000 이상 (1,000,000 이상) |

주) ()는 2015.12.31. 까지

표 7-3 발암물질 분류 체계 (USEPA, 1986, 2005; IARC, 2019)

| EPA (1986, 2005) | | | IARC (2019) | |
|------------------|-------------------|---------|-------------|------------|
| Group | 기준 | 화학물질의 수 | Group | 화학물질의 수 |
| A | 발암물질 | ~24 | 1 | 129 |
| B1, B2 | 추정(probably) 발암물질 | 100~200 | 2A | 96 |
| C | 가능(possibly) 발암물질 | 300~400 | 2B | 321 |
| D | 비분류 (충분한 자료미흡) | ~75,000 | 3 | 499 |
| E | 추정 비발암물질 | ~80 | 4 | (1, 카프로락탐) |

주) IARC, International Agency for Research on Cancer

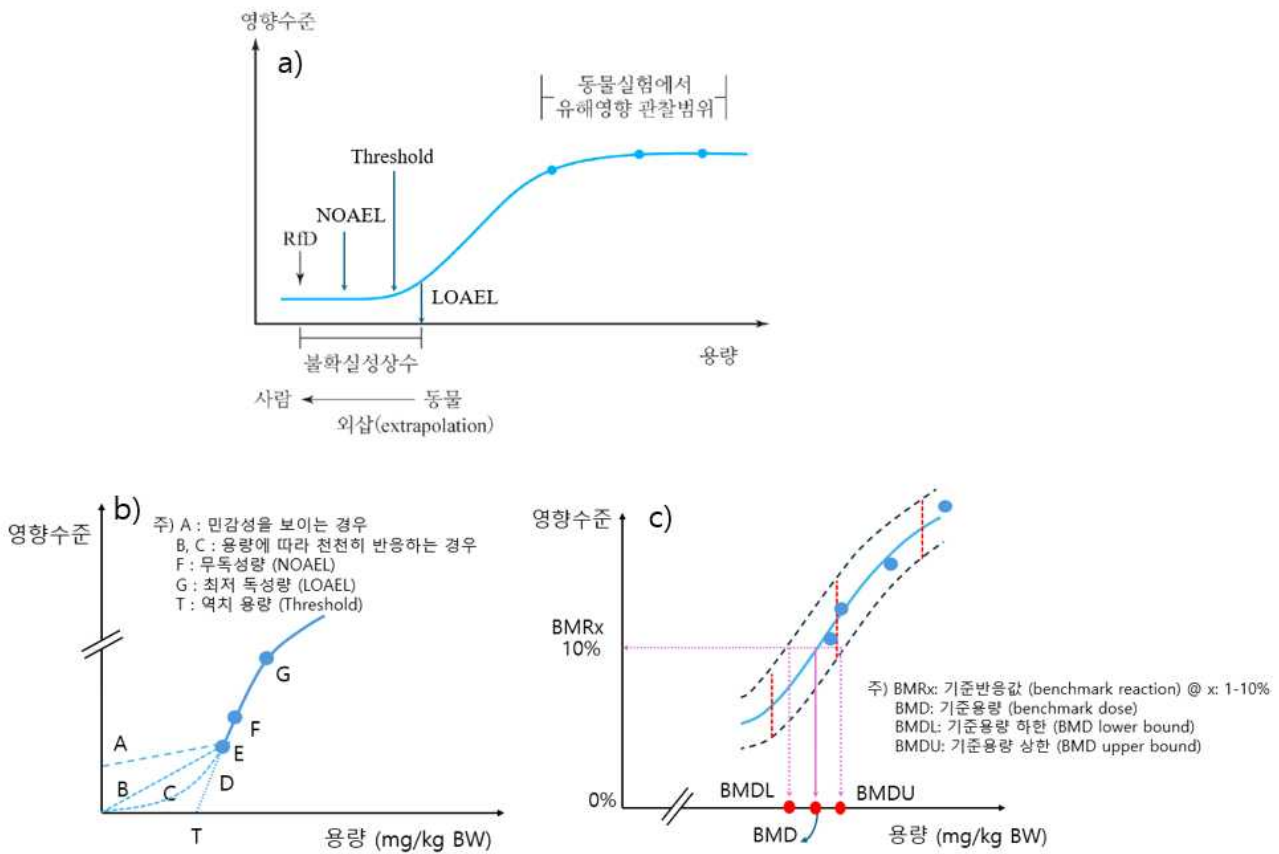


그림 7-4 NOAEL과 RfD 결정방법 (a), 용량에 따른 영향수준 (b) 및 기준 용량 (c) 개념도

참고문헌 추가 (알파벳순)

5장(p.170)

- APHA (2023). Method 5910, UV-Absorbing Organic Constituents, In: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 24th Ed. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC, USA. (www.standardmethods.org)
- Gerba, C.P. (2014). Ch22. Environmentally transmitted pathogens. In: *Environmental Microbiology*(3e), Academic Press.
- Hoover, S.R., Porges, N. (1952). Assimilation of dairy wastes by activated sludge: II. The equation of synthesis and rate of oxygen utilization. *Sewage and Industrial Wastes*, Vol.24.
- McKinney, R.E. (1990). *Biological principles of environmental systems*. Kansas Univ.
- Thermo Fisher Scientific Inc. (2020). Application tips for UV254, SAC254, UVA, and SUVA, Application Note AN033.
- US EPA (1983). *Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes*. EPA/600/4-79/020.
- US EPA (2009). Method 415.3, Determination of total organic carbon and specific UV absorbance at 254 nm in source water and drinking water, US EPA/600/R-09-122, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, USA.
- 채선아, 이경혁, 임재림, 김성수, 왕창근, 안효원 (2004). 수원에 따른 용존 유기물질의 생성특성과 계절적 변화, 대한 환경공학회지, 26(11), 1244-1250.
- 환경부, 녹조바로알기(<http://www.me.go.kr/issue/algae/>)

7장(p.218)

- US EPA (1986, 1996). *Guidelines for Carcinogen Risk Assessment*(EPA/630/R-00/004, EPA/600/P-92/003C). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

8장(p.273)

- Aizaki, M., Otsuki, A., Fukushima, T., Hosomi, M., & Muraoka, K. (1981). Application of Carlson's trophic state index to Japanese lakes and relationships between the index and other parameters. *Internationale Vereinigung fur theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 21(1), 675-681.
- Carlson, R.E. (1977). A trophic state index for lakes. *Limnol. Oceanogr.* 22: 361-369.
- Parsons (2004). *Principles and Practices of Enhanced Anaerobic Bioremediation of Chlorinated Solvents*. AFCEE, NFEC, ESTCP, 457.