

생태독성(TU)

거점소독시설의 폐수처리시설 운영 안내서

2023



한국환경공단



↑ 산업폐수관리 기술지원
소개영상 바로가기

- 목 차 -

1. 개요	1
1) 목적	1
2) 배경 및 필요성	1
3) 관련법령	2
4) 수질오염물질 배출허용기준	7
2. 거점소독시설 구성 및 현황	8
1) 거점소독시설 일반현황	8
2) 거점소독시설 폐수배출시설 현황	13
3. 거점소독시설 기술지원 사업장 수질분석 결과 및 처리효율	14
1) 거점소독시설의 기술지원 사업장 현황	14
2) 거점소독시설 기술지원 사업장 유입수 및 방류수 현황	17
2) 거점소독시설의 폐수처리 형태에 따른 생태독성 및 일반항목 처리효율	19
4. 거점소독시설의 생태독성 발현 원인 및 저감시험	23
1) 생태독성 발현 수준 및 생태독성 원인물질 현황	23
2) 항목별 생태독성 상관관계 분석	26
3) 생태독성 저감시험	35
4) 생태독성 원인 분석	39
5) 생태독성 관리방안	41
[참 고]	
[참고 1] 폐수처리 단위공정별 점검 및 관리방안	44
[참고 2] 변경허가, 신고 등 관련 서식	57
[참고 3] 응집·침전 시험(Jar-Test)	63
[참고 4] 활성탄 흡착시험	66
[참고 5] 주요물질별 반수영향·치사농도(EC ₅₀ ·LC ₅₀)	69

- 표 목 차 -

<표 1> 주요 항목별 배출허용기준	7
<표 2> 기타 항목별 배출허용기준	7
<표 3> 국가가축방역시스템 지역별 사업장 개소수	13
<표 4> 전국오염원조사 지역별 사업장 개소수	13
<표 5> 지역별 사업장 개소수	14
<표 6> 배출규모별 사업장 개소수	14
<표 7> 배출허용기준 지역 구분 개소수	15
<표 8> 배출형태별 사업장 개소수	15
<표 9> 폐수배출시설 유량 현황	15
<표 10> 기술지원 사업장별 폐수배출시설 유량 현황	16
<표 11> 거점소독시설 유입수 현황(배출허용기준 수질오염물질)	17
<표 12> 거점소독시설 유입수 현황(기타 수질오염물질)	17
<표 13> 거점소독시설 방류수 현황(배출허용기준 수질오염물질)	18
<표 14> 거점소독시설 방류수 현황(기타 수질오염물질)	18
<표 15> 세척용수 사용현황	19
<표 16> 거점소독시설 처리형태별 평균 생태독성 처리효율	20
<표 17> 거점소독시설 처리형태별 평균 TOC 처리효율	20
<표 18> 거점소독시설 처리형태별 평균 SS 처리효율	20
<표 19> 거점소독시설 처리형태별 평균 T-N 처리효율	21
<표 20> 거점소독시설 처리형태별 평균 T-P 처리효율	21
<표 21> 거점소독시설 처리형태별 평균 잔류염소 처리효율	22
<표 22> 거점소독시설 처리형태별 평균 Al 처리효율	22
<표 23> 거점소독시설 처리형태별 평균 Cu 처리효율	22
<표 24> 거점소독시설 처리형태별 평균 Zn 처리효율	22
<표 25> 유입수 생태독성 및 주요항목 분석결과	24
<표 26> 방류수 생태독성 및 주요항목 분석결과	25
<표 27> 활성탄 흡착시험에 따른 저감률(배출허용기준 수질오염물질)	35
<표 28> 활성탄 흡착시험에 따른 저감률(기타 수질오염물질)	36
<표 29> 저감시험 전 생태독성 및 주요항목 분석결과	37

<표 30> 저감시험 후 생태독성 및 주요항목 분석결과	38
<표 31> 유입수 생태독성 및 주요 항목 분석결과	40
<표 32> 방류수 생태독성 및 주요 항목 분석결과	40
<표 33> 유입수 + 방류수 생태독성 및 주요 항목 분석결과	40
<표 34> 생태독성 및 주요 항목 상관관계 분석	40

- 그림 목 차 -

〈그림 1〉 거점소독시설 설치사례	9
〈그림 2〉 거점소독시설의 구성도	10
〈그림 3〉 거점소독시설 사진	11
〈그림 4〉 거점소독시설 소독 방식	12
〈그림 5〉 TOC와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	26
〈그림 6〉 TOC와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	26
〈그림 7〉 SS와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	27
〈그림 8〉 SS와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	27
〈그림 9〉 T-N과 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	28
〈그림 10〉 T-N과 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	28
〈그림 11〉 T-P와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	29
〈그림 12〉 T-P와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	29
〈그림 13〉 pH와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	30
〈그림 14〉 pH와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	30
〈그림 15〉 잔류염소와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	31
〈그림 16〉 잔류염소와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	31
〈그림 17〉 Al과 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	32
〈그림 18〉 Al과 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	32
〈그림 19〉 Cu와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)	33
〈그림 20〉 Cu와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)	33
〈그림 21〉 Zn과 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=24)	34
〈그림 22〉 Zn과 생태독성 상관관계(방류수, n=12)	34

거점소독시설의 폐수처리시설 운영 안내서

1. 개요

1) 목적

- 가축 질병 방역 조치를 위해 전국적으로 산재하고 있는 거점소독시설은 소독제 사용 등으로 생태독성을 유발하는 폐수가 발생할 수 있으며, 전문 환경관리인이 부재한 실정임. 이에 따라 거점소독시설에서 발생하는 폐수의 생태독성 관리 및 안정적인 처리시설 운영 방안을 제시하고자 함
- 거점소독시설의 폐수처리시설 기술지원 사례를 종합하여 유사한 폐수배출 공정 및 처리공정을 운영하는 사업장은 운영 안내서를 참고하여 자체적인 문제 해결이 가능할 것으로 기대됨

2) 배경 및 필요성

가. 생태독성 도입 배경

- 생태독성관리제도란 수계로 배출되는 미지의 유해 화학물질의 독성을 통합적으로 관리하기 위하여 도입된 제도임
- 산업발달로 인해 사용·배출되는 유해 화학물질의 종류는 급속히 증가하고 있으나, 이들 미지의 독성물질에 대한 개별 대응에는 한계가 있음
- 세계적으로 10만여 종, 국내에서는 44,000여 종을 제조·사용하고 있고, 매년 400여 종의 신규물질이 수입 또는 제조되어 사용되고 있지만, 물환경보전법 시행규칙에 제시된 배출허용기준은 57종에 불과함
- 미지의 독성물질로 인한 수생태계 위해성의 저감을 위해 산업폐수의 유해 물질 독성에 대한 통합적인 관리의 필요성이 대두됨

나. 생태독성

- 생태독성은 어떠한 물질이 살아 있는 생물에게 미치는 급성영향을 의미하며, 물벼룩(*Daphnia magna*) 급성 생태독성을 적용하고 있음

- 물벼룩을 방류수에 투입하고 24시간 후의 유영저해를 관찰하고 반수 영향농도(median effective concentration, EC₅₀)를 바탕으로 TU(toxicity unit) 단위로 환산함
- TU는 100/EC₅₀으로 방류수 원수에 물벼룩이 50% 영향을 받았을 때 TU는 1이 되며, 이 값이 클수록 방류수의 독성이 강함을 의미함
- 물환경보전법 시행규칙 [별표 13] 수질오염물질의 배출허용기준에 제시된 생태독성 값과 비교하여 초과 여부를 판단함

다. 운영 안내서 마련의 필요성

- 거점소독시설의 폐수 배출규모는 대부분 4~5종으로 소규모 사업장으로 대부분 소독에 관련된 관리자가 있으나, 별도의 환경관리인 없이 운영되고 있음
- ‘21년부터 생태독성이 적용되는 거점소독시설의 현재 처리시설 운영 및 관리자는 생태독성의 정의 및 도입 배경, 폐수처리시설의 운영관리 방안에 대한 이해가 부족한 상황으로 폐수처리시설 운영에 대한 안내서 마련이 필요한 실정임

3) 관련법령

가. 물환경보전법

- ‘물환경보전법’ 하위법령이 2007년 12월 28일 개정되어 2011년 1월 1일 생태독성 배출허용기준이 최초 도입됨(물환경보전법 시행규칙 제 34조 별표 13)
- 2021년 1월 1일부터 기존 개별 폐수배출시설 82개 업종 중 35개 업종 대상에서 47개 업종이 추가 적용됨

나. 기타수질오염원

- 기타수질오염원이란 점오염원 및 비점오염원으로 관리되지 아니하는 수질오염물질을 배출하는 시설 또는 장소임
- 물환경보전법 시행규칙 [별표19]에 따른 기타 수질 오염원 분류는 총 7개 시설로 거점소독시설이 포함되어 있음
- 특히, 15m² 이상의 면적을 가진 거점소독시설은 지자체에 기타수질오염원으로 설치 신고하여야 함
- 거점소독시설의 소독수는 수질오염이 발생하지 않도록 소독수 저장시설을 설치하여

회수 조치를 시행하여야 하는데 회수된 소독수는 위탁처리 하거나, 폐수를 배출 허용기준 이하로 직접 처리하여 배출하여야 함

다. 배출시설 설치허가 및 신고

(1) 설치허가를 받아야 하는 폐수배출시설

- 특정수질유해물질이 환경부령으로 정하는 기준 이상으로 배출되는 배출시설
- 특별대책지역에 설치하는 배출시설
- 환경부장관이 고시하는 배출시설 설치제한지역에 설치하는 배출시설
- 상수원보호구역 또는 그 경계구역으로부터 상류로 유하거리 10킬로미터 이내에 설치하는 배출시설
- 상수원보호구역으로 지정되지 아니한 지역 중 상수원 취수시설이 있는 지역의 경우에는 취수시설로부터 상류로 유하거리 15킬로미터 이내에 설치하는 배출시설
- 설치신고를 한 배출시설로서 원료·부원료·제조공법 등이 변경되어 특정수질 유해물질이 새로 발생 되는 배출시설

(2) 배출시설의 설치신고 대상

- 설치허가 대상 배출시설 외의 배출시설을 설치하는 경우
- 설치허가대상 배출시설 중 폐수를 전량 위탁처리 하는 경우로서 위탁받은 폐수를 처리하는 시설이 “특별대책 지역, 상수원 보호구역, 배출시설 설치제한지역, 상수원보호구역 상류 유하거리 10킬로미터 이내, 상수원 보호구역이 아닌 지역 중 취수시설이 있는 상류 유하거리 15킬로미터 이내” 의 지역 밖 또는 구역 밖에 있는 경우
- 특별대책지역, 배출시설 설치제한지역, 상수원보호구역 상류 유하거리 10킬로미터 이내, 상수원보호구역이 아닌 지역 중 취수시설이 있는 상류 유하거리 15킬로미터 이내 지역에 있는 배출시설 중 특정수질유해물질이 환경부령으로 정하는 기준 이상으로 배출되지 아니하는 배출시설로서 배출되는 폐수를 전량 공공폐수처리시설 또는 공공하수처리시설에 유입시키는 경우

(3) 배출시설의 설치허가를 받은 자가 배출시설의 변경허가를 받아야 하는 경우

○ 변경허가 대상(시행령 제31조제3항)

- 폐수배출량이 허가 당시보다 100분의 50(특정수질유해물질이 환경부령으로 정하는

기준이상으로 배출되는 배출시설의 경우에는 100분의 30) 이상 또는 1일 700세제곱미터 이상 증가하는 경우

- 배출허용기준을 초과하는 새로운 수질오염물질이 발생되어 배출시설 또는 수질오염 방지시설의 개선이 필요한 경우
- 허가를 받은 폐수무방류배출시설로서 폐수 중의 수질오염물질을 고체상태의 폐기물로 처리하는 방지시설에 대한 변경이 필요한 경우

○ 변경신고로 변경허가를 갈음하는 대상(시행령 제31조제4항, 시행규칙 제38조제1항제7호)

- 공동방지시설의 대표자 또는 공공폐수처리시설의 운영자와 폐수의 처리 및 그 비용 부담에 관한 협의를 한 경우
- 폐수처리능력 또는 처리용량을 초과하지 아니하는 범위에서 배출시설을 변경한 경우

(4) 폐수배출시설의 변경신고

- 폐수배출량이 신고 당시보다 100분의 50 이상 증가하는 경우(변경허가를 받아야 하는 경우는 제외)
- 폐수배출량이 증가하거나 감소하여 세차장의 종류(1~5종)가 변경되는 경우
- 폐수배출시설에서 새로운 수질오염물질이 배출되는 경우(변경허가를 받아야 하는 경우는 제외)
- 폐수배출시설에 설치된 수질오염방지시설의 폐수처리방법 및 처리공정을 변경하는 경우
- 수질오염방지시설을 설치하지 아니한 폐수배출시설에 수질오염방지시설을 새로 설치하는 경우
- 폐수배출시설 또는 수질오염방지시설의 일부를 폐쇄하는 경우
- 공동방지시설의 대표자 또는 공공폐수처리시설의 운영자와 폐수의 처리 및 그 비용 부담에 관한 협의를 한 사항을 변경하는 경우
- 폐수처리능력 또는 처리용량을 초과하지 아니하는 범위에서 배출시설을 변경한 사항을 변경하는 경우
- 사업장의 대표자나 명칭이 변경되는 경우
- 사업장의 소재지가 변경되는 경우(허가관청, 신고관청 및 폐수배출시설이 같고, 입지를 제한하는 규정을 위반하지 아니하는 경우에만 해당)
- 폐수배출시설이나 수질오염방지시설을 임대하는 경우
- 폐수처리업자 또는 환경부장관이 인정하여 고시하는 관계 전문기관에 환경부령으로 정하는 폐수를 전량 위탁처리하는 경우로서 폐수를 위탁받는 자를 변경하는 경우
- 폐수배출시설 또는 수질오염방지시설의 전부를 폐쇄하는 경우
- 위 사항 외에 허가증 또는 신고증명서에 적힌 허가사항이나 신고사항을 변경하는 경우

사전 신고	사후 신고
<p>다음의 사항을 변경하려는 자는 특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사·특별자치도지사(이하 “시·도지사”라 함)에게 변경신고해야 함(「물환경보전법」 제33조제2항 단서·제3항 및 「물환경보전법 시행규칙」 제38조제1항)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 폐수배출량이 신고 당시보다 100분의 50 이상 증가하는 경우(변경허가를 받아야 하는 경우는 제외) 2. 폐수배출량이 증가하거나 감소하여 사업장 종류가 변경되는 경우 3. 폐수배출시설에서 새로운 수질오염물질이 배출되는 경우(변경허가를 받아야 하는 경우 제외) 4. 폐수배출시설에 설치된 수질오염방지시설의 폐수처리방법 및 처리공정을 변경하는 경우 5. 수질오염방지시설을 설치하지 않은 폐수배출시설에 수질오염방지시설을 새로 설치하는 경우 6. 폐수배출시설 또는 수질오염방지시설의 일부를 폐쇄하는 경우 7. 변경신고로 변경허가를 갈음할 수 있는 경우에 변경신고의 사항을 변경하는 경우 <p>다음에 모두 해당하는 경우에는 변경신고로 변경허가를 갈음(「물환경보전법 시행령」 제31조제4항)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 폐수처리능력 또는 처리용량을 초과하지 않는 범위에서 배출시설을 변경하는 경우 	<p>다음의 사항을 변경한 자는 시·도지사에게 변경한 날부터 해당 기간 내에 변경신고해야 함 (「물환경보전법」 제33조제2항 단서·제3항, 「물환경보전법 시행규칙」 제38조제2항 및 제3항 단서)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 사업장의 대표자나 명칭이 변경되는 경우 : 2개월 2. 사업장의 소재지가 변경되는 경우(허가관청, 신고관청 및 폐수배출시설이 같고 입지를 제한하는 규정을 위반하지 않는 경우로 한정) : 30일 3. 폐수배출시설이나 수질오염방지시설을 임대하는 경우 : 30일 4. 폐수처리업의 등록을 한 자에게 폐수를 전량 위탁 처리하는 경우 폐수를 위탁받는 자를 변경하는 경우 : 30일 5. 폐수배출시설 또는 수질오염방지시설의 전부를 폐쇄하는 경우 : 30일 6. 사전(事前) 신고 사항 ①부터 ④까지 외에 허가증 또는 신고증명서에 적힌 허가사항이나 신고사항을 변경하는 경우(사업장 종류를 변경하지 않는 범위에서 폐수배출량을 변경하는 경우 및 폐수배출 공정흐름도를 변경하는 경우는 제외) : 30일

다. 행정처분 및 벌칙 등

(1) 허가의 취소 등

- 물환경보전법 제32조제1항에 따른 배출허용기준을 초과한 경우
- 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 제33조제1항부터 제3항까지의 규정에 따른 허가·변경허가를 받았거나 신고·변경신고를 한 경우
- 제33조제1항에 따른 허가를 받거나 신고를 한 후 특별한 사유 없이 5년 이내에 배출시설

또는 방지시설을 설치하지 아니하거나 배출시설의 멸실 또는 폐업이 확인된 경우

- 제33조제2항에 따른 변경허가를 받지 아니한 경우

(2) 행정처분

- 물환경보전법 제71조(행정처분의 기준) 이 법 또는 이 법에 따른 명령을 위반한 행위에 대한 행정처분의 기준은 환경부령으로 정함

(3) 벌칙

- 물환경보전법 제75조(벌칙)에 따라 제33조제1항 또는 제2항에 따른 허가 또는 변경허가를 받지 아니하거나 거짓으로 허가 또는 변경허가를 받아 배출시설을 설치 또는 변경하거나 그 배출시설을 이용하여 조업한 자는 7년 이하의 징역 또는 7천만원 이하의 벌금에 처함
- 물환경보전법 제76조(벌칙)에 따라 제33조제1항에 따른 신고를 하지 아니하거나 거짓으로 신고를 하고 배출시설을 설치하거나 그 배출시설을 이용하여 조업한 자는 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처함

(4) 과태료

- 물환경보전법 제82조(과태료)에 따라 제38조제3항을 위반하여 배출시설 등의 운영상황에 관한 기록을 보존하지 아니하거나 거짓으로 기록한 자는 300만원 이하의 과태료를 부과함
- 제33조제2항 단서 또는 같은 조 제3항에 따른 변경신고를 하지 아니한 자는 100만원 이하의 과태료를 부과함

4) 수질오염물질 배출허용기준

- 폐수배출시설의 배출허용기준은 폐수배출량 및 배출지역에 따라 기준이 차등 적용되고 있으며, 공공하수처리시설로 연계처리하는 경우에는 나지역 기준, 공공폐수처리시설로 연계처리하는 경우에는 별도의 기준을 적용받음
- 거점소독시설이 폐수배출시설로 신고(허가)된 경우에는 배출허용기준을 준수하여야 하며, 기타수질오염원(면적이 15㎡이상)으로 신고되어 있으며, 회수된 소독수를 직접 처리하는 경우에도 배출허용기준 이하로 배출하여야 함

<표 1> 주요 항목별 배출허용기준

대상 규모	1일 폐수배출량 (2천 세제곱미터 이상)				1일 폐수배출량 (2천 세제곱미터 미만)			
	생태독성 (TU)	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	생태독성 (TU)	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)
청정지역	1 이하	30 이하	25 이하	30 이하	1 이하	40 이하	30 이하	40 이하
가지역	2 이하	60 이하	40 이하	60 이하	2 이하	80 이하	50 이하	80 이하
나지역	2 이하	80 이하	50 이하	80 이하	2 이하	120 이하	75 이하	120 이하
특례지역	2 이하	30 이하	25 이하	30 이하	2 이하	30 이하	25 이하	30 이하

<표 2> 기타 항목별 배출허용기준

항목	pH	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	n-H(광) (mg/L)	ABS (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)
청정지역	5.8~8.6	30 이하	4 이하	1 이하	3 이하	2 이하	1 이하	1 이하
가지역	5.8~8.6	60 이하	8 이하	5 이하	5 이하	10 이하	3 이하	5 이하
나지역	5.8~8.6	60 이하	8 이하	5 이하	5 이하	10 이하	3 이하	5 이하
특례지역	5.8~8.6	60 이하	8 이하	5 이하	5 이하	10 이하	3 이하	5 이하

2. 거점소독시설 구성 및 현황

1) 거점소독시설 일반현황

가. 일반현황

- 거점소독시설은 구제역·고병원성 조류인플루엔자 등 국가 재난형 가축 질병 발생 시 신속한 차단 방역 조치를 위한 지역별 거점 소독·세척을 지원하기 위한 목적으로 사용됨
- 축산차량 통행량이 많은 도로 또는 도축장·사료공장·축산분뇨처리시설 등 축산차량 출입이 많은 시설물에 설치하거나 부지확보가 가능한 곳에 설치되고 있음
- 거점소독시설은 행정규칙 「조류인플루엔자 방역 실시요령」에서 “축산 관련 차량의 방역지역별 이동 시 소독을 실시하는 시설”로 명시되어 있음
- 도축장 및 도계장 등 농가와 축산관계시설을 출입·방문하는 차량들은 반드시 거점소독시설을 경유하여 소독실시 후 필증을 발급받아 관계시설 소유자에게 전달토록 「조류인플루엔자 방역 실시요령」과 「구제역 방역 실시요령」에서 규정함
- 거점소독시설에서는 설치 목적에 부합하기 위하여 일반 소독시설들과는 달리 차량 바퀴 및 차체 하부의 유기물(흙, 분변 등)을 제거할 수 있는 “세척시설”을 추가 설치하여 효과적인 소독이 이루어질 수 있도록 노력하고 있음
- 질병 발생 상황 시 지자체 소속의 상주 인력이 24시간 3교대로 근무하며 시설을 운영토록 하고 있음
- 해당 시설의 규모와 설치 금액은 타 시설들에 비해 크기 때문에 국비 50%, 지방비 50% (도비 15% + 시·군비 35%)를 투자하여 설치하고 있음



A 거점소독시설



B 거점소독시설



C 거점소독시설



D 거점소독시설



E 거점소독시설

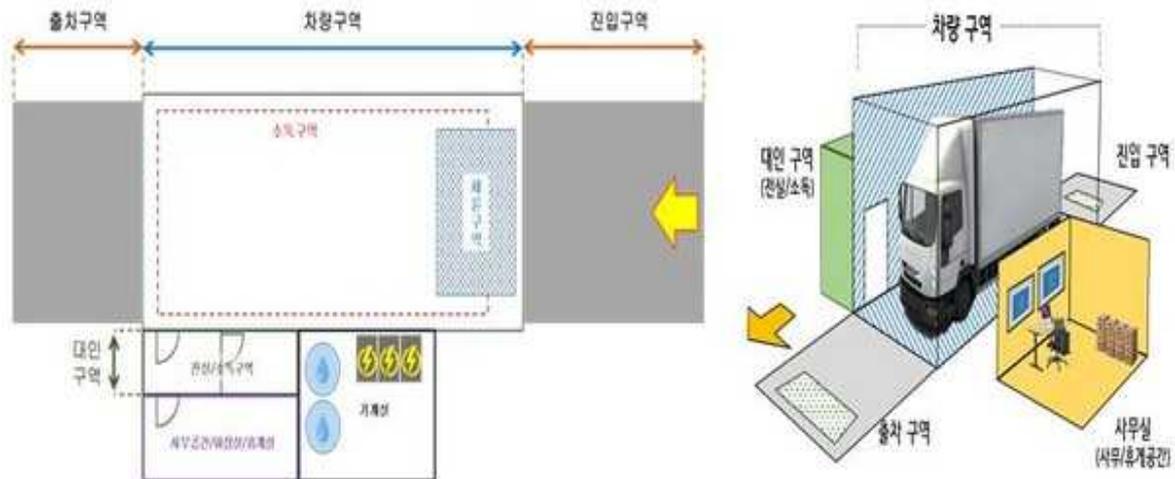


F 거점소독시설

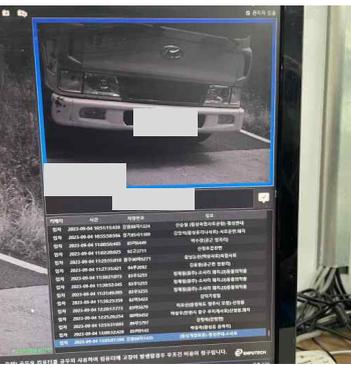
<그림 2> 거점소독시설 설치사례

나. 거점소독시설의 구성

- 거점소독시설은 진입 구역, 차량 구역, 대인소독 구역, 출차 구역, 사무실, 기계실로 구성됨. 설치 장소 및 필요에 따라 부수 설비 등을 추가할 수 있지만, 기본적으로 소독구역의 길이는 20m 이상, 너비 4.5m 이상, 진입 및 출차 구역에 “차량인식 바닥 센서” 설치가 요구됨
- 기계실에는 경수(물) 보관 탱크, 약제 희석 탱크, 컨트롤 박스, 분무 펌프 등이 설치되며 겨울철 기온 하강으로 인한 동파 방지설비와 온수 보급 장치가 필수적으로 설치됨
- 차량 운전자에 대한 소독을 위해 별도의 대인소독시설과 전실을 설치함. 가축 질병 발생 시 24시간 시설이 운영되므로 상주 인력의 휴게공간이 설치되며, 사무실에는 시설 현황과 출입 차량을 실시간으로 확인할 수 있는 설비가 있음



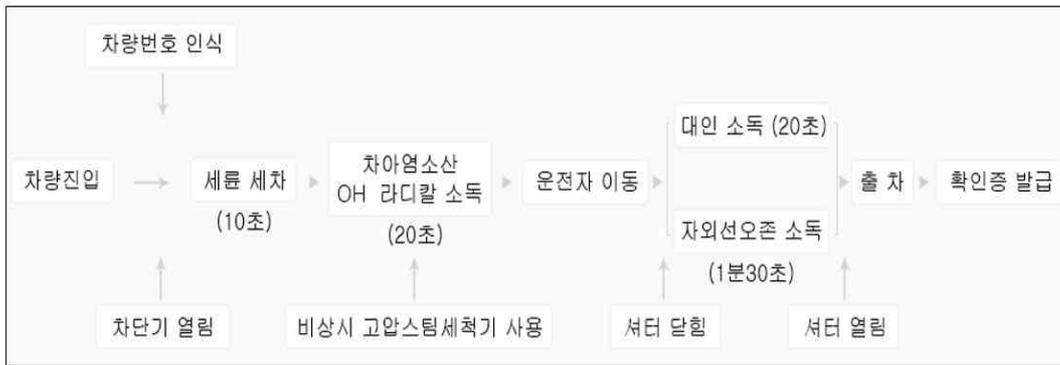
〈그림 3〉 거점소독시설의 구성도

		
<p>소독시설 내부(1)</p>	<p>소독시설 내부(2)</p>	<p>세륜 장치</p>
		
<p>소독액 발생 장치</p>	<p>소독 원액</p>	<p>분사 장치(펌프)</p>
		
<p>중앙 제어판</p>	<p>차량인식</p>	<p>소독차량 현황</p>

〈그림 4〉 거점소독시설 사진

다. 거점소독시설의 소독방법

- 소독에 사용되는 소독액은 일반적으로 새로 제조한 소독액(25~50%)과 재이용수(50~75%)로 구성됨
- 재이용수는 차량 하부를 세척하는데 이용되며, 새로 제조한 소독액은 차량 바닥, 좌우 측면, 천장 4면에서 분무하여 차량을 소독함
- 사용하는 소독액은 염산(HCl)과 염화나트륨(NaCl) 수용액이 섞여 있는 제품을 소독액 생성장치를 통해 차염소산나트륨(NaClO)을 생성 후 사용함
- 소독제의 차염소산나트륨의 농도는 150mg/L를 유지하여 사용하고 차 1대당 약 50L를 사용함
- 소독 차량 대상은 지역을 이동하는 축산차량 및 사료운반 차량 등이며, 여름철은 60~70대/일, 겨울철은 100대 이상/일로 나타남



<그림 8> 거점소독시설 소독 방식

2) 거점소독시설 폐수배출시설 현황

가. 지역별 사업장 개소수

- 국가가축방역시스템에 따른 거점소독시설에 해당되는 사업장은 총 227개소이며, 지역별 사업장 분류는 경기도 36개소, 전라북도 31개소, 경상북도 25개소, 충청남도 25개소, 강원도 24개소, 전라남도 24개소, 충청북도 22개소, 경상남도 20개소, 제주도 8개소, 세종시 4개소, 대구광역시 2개소, 부산광역시 2개소, 광주광역시 1개소, 대전광역시 1개소, 울산광역시 1개소, 인천광역시 1개소로 확인됨
- 환경부의 전국수질 오염원 조사자료(WEMS, 2022)에 따른 기타수질오염원 중 거점소독시설에 해당되는 사업장은 총 53개소이며, 지역별 사업장 분류는 경상북도 11개소, 충청북도 9개소, 강원도 8개소, 경상남도 7개소, 전라북도 7개소, 경기도 4개소, 제주도 3개소, 전라남도 2개소, 충청남도 1개소, 인천광역시 1개소로 확인됨
- 거점소독시설은 폐수배출시설 설치신고 등 폐수처리시설에 대한 관리가 되지 않고 기타 수질오염원으로 분류되어 있어 폐수배출시설에 대한 관리가 필요한 실정임

<표 3> 국가가축방역시스템 지역별 사업장 개소수

구분(개소수)	총계	강원	경기	경남	경북	전남	전북	충남	충북
국가가축방역 시스템	227	24	36	20	25	24	31	25	22
		광주	대구	대전	부산	세종	울산	인천	제주
		1	2	1	2	4	1	1	8

<표 4> 전국오염원조사 지역별 사업장 개소수

구분(개소수)	총계	강원	경기	경남	경북	전남	전북	충남	충북
수질오염원 조사자료 (2022)	53	8	4	11	7	2	7	1	9
		광주	대구	대전	부산	세종	울산	인천	제주
		-	-	-	-	-	-	1	3

3. 거점소독시설 기술지원 사업장 수질분석 결과 및 처리효율

1) 거점소독시설의 기술지원 사업장 현황

가. 지역별 사업장 현황

- 기술지원 거점소독시설 사업장은 총 13개소이며, 지역별 사업장 분류는 경상북도 4개소, 강원도 3개소, 경기도 2개소, 충청남도 2개소, 전라남도 2개소로 확인됨

<표 5> 지역별 사업장 개소수

구분(개소수)	총계	강원	경기	경남	경북	전남	전북	충남	충북	인천	제주
생태독성 기술지원	13	3	2	-	4	2	-	2	-	-	-

나. 배출 규모별 사업장 개소수

- 사업장 규모 분류는 1~4종 사업장은 없었으며, 13개소 모두 1일 폐수배출량 50m³/일 미만인 5종 사업장으로 확인됨

<표 6> 배출규모별 사업장 개소수

구분(개소수)	총계	1종	2종	3종	4종	5종
생태독성 기술지원	13	-	-	-	-	13

다. 배출허용기준 지역 구분 개소수

- 배출허용기준 지역 구분 분류는 청정지역 8개소, 가지역 4개소, 나지역 1개소로 확인됨

〈표 7〉 배출허용기준 지역 구분 개소수

구분(개소수)	총계	청정지역	가지역	나지역	특례지역
생태독성 기술지원	13	8	4	1	-

라. 배출형태별 사업장 개소수

- 배출형태별 사업장은 13개소 모두 개별처리 후 직접방류 사업장으로 확인됨

〈표 8〉 배출형태별 사업장 개소수

구분(개소수)	총계	직접방류	간접방류	전량재이용	전량위탁	기타
생태독성 기술지원	13	13	-	-	-	-

마. 사업장별 처리시설 유량 현황

- 폐수처리시설 시설용량은 평균 17.8m³/일, 신고배출량은 평균 5.8m³/일, 일평균 배출량은 평균 7.5m³/일로 나타남
- 시설용량 대비 평균배출량 비율은 최저 5.7%에서 최대 234%로 나타났고, 시설용량 대비 평균배출량이 높은 사업장은 충분한 체류시간을 확보하지 못해 오염물질 처리효율이 낮아질 수 있음
- 침전조의 수리학적 체류시간은 평균 12.2hr로 확인됨

〈표 9〉 폐수배출시설 유량 현황

구분	시설용량 (m ³ /일)	신고배출량 (m ³ /일)	평균배출량 (m ³ /일)	수리학적 체류시간(hr)
평균 (최소-최대)	17.8 (5.0-29.0)	5.8 (1.5-10.0)	7.5 (0.8-32.7)	12.2 (4.4-25.3)

<표 10> 기술지원 사업장별 폐수배출시설 유량 현황

사업장명	시설용량 (m ³ /일)	신고배출량 (m ³ /일)	평균배출량 (m ³ /일)	수리학적 체류시간(hr)
A 거점소독시설	14.0	1.5	-	24.0
B 거점소독시설	5.0	2.0	-	17.3
C 거점소독시설	29.0	5.0	5.7	25.3
D 거점소독시설	14.0	6.0	0.8	5.8
E 거점소독시설	29.0	5.0	3.2	20.0
F 거점소독시설	29.0	10.0	7.9	4.6
G 거점소독시설	14.0	10.0	4.7	7.7
H 거점소독시설	14.0	8.5	32.7	4.4
I 거점소독시설	21.0	3.0	-	11.6
J 거점소독시설	14.0	8.0	3.3	10.6
K 거점소독시설	5.8	2.0	5.9	5.9
L 거점소독시설	14.0	10.0	7.3	4.9
M 거점소독시설	29.0	5.0	3.2	10.8

※ - : 운영일지 미작성으로 확인 불가

※ 침전조의 수리학적 체류시간은 재이용수를 제외한 방류수를 기준으로 적용

2) 거점소독시설 기술지원 사업장 유입수 및 방류수 현황

가. 폐수 발생원 및 유입수 현황

- 거점소독시설은 축산차량을 소독하는 과정에서 소독 및 세륜 공정을 거쳐 폐수에는 차량 자체, 차량 적재물, 타이어 등에서 중금속이 포함되어 있음
- 농가를 출입하는 차량은 중금속 이외 흙, 퇴비 등이 포함되어 질소 및 인의 농도도 높게 발생함
- 차량 소독에 사용되는 소독제는 차아염소산으로 소독수 재이용 과정에서 잔류염소의 농도가 높은 특징이 있음
- 유입수의 생태독성 평균은 8.7TU로 나타남
- 유입수의 TOC, SS, T-N 및 T-P의 평균 유입 농도는 36.6mg/L, 140.5mg/L, 3.20mg/L, 3.69mg/L로 나타남
- 유입수의 잔류염소, Al, Cu 및 Zn의 평균 유입농도는 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀) 및 반수치사농도(LC₅₀) 이상으로 유입됨

<표 11> 거점소독시설 유입수 현황(배출허용기준 수질오염물질)

구분	생태독성 (TU)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
평균 (최소-최대)	8.7 (0.0-16.0)	36.6 (8.1-143.9)	140.5 (33.6-946.5)	3.20 (1.97-5.55)	3.69 (0.02-44.96)

<표 12> 거점소독시설 유입수 현황(기타 수질오염물질)

구분	pH	잔류염소 (mg/L)	Al (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)
평균 (최소-최대)	5.6 (2.9-8.4)	1.24 (0.06-2.20)	5.02 (0.69-23.09)	0.11 (0.02-0.51)	1.57 (0.32-3.78)

※ 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀) 및 반수치사농도(LC₅₀): 잔류염소 0.05mg/L, Al 3.5mg/L, Cu 0.05mg/L, Zn 0.5mg/L

나. 폐수처리 방법 및 방류수 현황

- 폐수배출시설로 허가(신고)된 거점 소독시설들의 수질오염물질 배출항목은 pH, TOC, SS, T-N, T-P, n-H(광), ABS, 생태독성으로 총 8개로 파악됨
- 폐수처리 방법은 13개소 모두 물리·화학적 처리를 사용하여 오염물질을 처리하고 있음
- 차량 소독에 사용되는 소독제는 차아염소산으로 소독수 재이용 과정에서 잔류염소의 농도가 높은 특징이 있음
- 방류수의 생태독성 평균은 5.0TU로 나타남
- 방류수의 TOC, SS, T-N 및 T-P의 평균 방류농도는 18.3mg/L, 31.6mg/L, 4.21mg/L, 3.58mg/L로 나타남
- 방류수의 잔류염소, Al, Cu 및 Zn의 평균 방류농도는 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀) 및 반수치사농도(LC₅₀) 이상으로 방류됨

<표 13> 거점소독시설 방류수 현황(배출허용기준 수질오염물질)

구분	생태독성 (TU)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
평균 (최소-최대)	5.0 (0.0-16.0)	18.3 (2.4-134.3)	31.6 (1.6-85.6)	4.21 (1.17-20.15)	3.58 (0.02-44.28)

<표 14> 거점소독시설 방류수 현황(기타 수질오염물질)

구분	pH	잔류염소 (mg/L)	Al (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)
평균 (최소-최대)	5.5 (2.7-8.4)	0.54 (0.02-1.38)	8.40 (0.10-38.45)	0.05 (0.01-0.09)	1.16 (0.19-2.55)

※ 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀) 및 반수치사농도(LC₅₀): 잔류염소 0.05mg/L, Al 3.5mg/L, Cu 0.05mg/L, Zn 0.5mg/L

다. 세척용수 사용현황

- 13개소의 각각의 세척용수 사용현황은 상수도(25)+재이용수(75) 6개소, 상수도(15)+재이용수(85) 2개소, 상수도(35)+재이용수(65) 2개소, 상수도(50)+재이용수(50) 2개소, 상수도(30)+재이용수(70) 1개소로 확인됨
- 생태독성 배출허용기준 초과사업장은 9개소이며, 용수 사용비율은 상수도(25)+재이용수(75) 4개소, 상수도(50)+재이용수(50) 2개소, 상수도(15)+재이용수(85) 1개소, 상수도(35)+재이용수(65)

1개소, 상수도(30)+재이용수(70) 1개소로 확인됨

- 재이용수 사용비율에 따른 생태독성 배출허용기준 초과 비율은 큰 차이를 보이지 않는 것으로 확인됨

<표 15> 세척용수 사용현황

용수사용 비율(%)		개소	생태독성 초과사업장
상수도	재이용수		
15	85	2	1
25	75	6	4
30	70	1	1
35	65	2	1
50	50	2	2

2) 거점소독시설의 폐수처리 형태에 따른 생태독성 및 일반항목 처리효율

가. 폐수처리 형태에 따른 처리효율

- 13개소의 각각의 처리공정은 응집·침전 10개소, 응집·침전+정밀여과 3개소로 확인됨
- 유입수의 생태독성은 11개소가 배출허용기준 이상이며, 처리형태별 평균 생태독성 처리효율은 응집·침전 49.9%, 응집·침전+정밀여과 42.5% 순서로 나타났으며, 생태독성 배출허용기준 초과사업장은 9개소로 나타남
- 유입수의 TOC는 4개소가 배출허용기준 이상이며, 처리형태별 평균 TOC 처리효율은 응집·침전+정밀여과 68.9%, 응집·침전 43.5% 순서로 나타났으며, TOC 배출허용기준 초과사업장은 1개소로 나타남
- 유입수의 SS는 8개소가 배출허용기준 이상이며, 처리형태별 평균 SS 처리효율은 응집·침전+정밀여과 78.3%, 응집·침전 41.6% 순서로 나타났으며, SS 배출허용기준 초과사업장은 1개소로 나타남
- 유입수의 T-N은 13개소 모두 배출허용기준 이하이며, 처리형태별 평균 T-N 처리효율은 응집·침전+정밀여과 13.3%, 응집·침전 11.8% 순서로 나타났으며, T-N 배출허용기준 초과사업장은 없는 것으로 나타남

- 유입수의 T-P는 1개소가 배출허용기준 이상이며, 처리형태별 평균 T-P 처리효율은 응집·침전+정밀여과 57.9%, 응집·침전 7.2% 순서로 나타났으며, T-P 배출허용기준 초과사업장은 1개소로 나타남

<표 16> 거점소독시설 처리형태별 평균 생태독성 처리효율

처리형태	개소수	생태독성 수질기준 초과사업장	평균 생태독성 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집·침전	10	8	49.9	64.1
응집·침전+정밀여과	3	1	42.5	82.1
총계	13	9	46.2	73.1

<표 17> 거점소독시설 처리형태별 평균 TOC 처리효율

처리형태	개소수	TOC 수질기준 초과사업장	평균 TOC 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집·침전	10	1	43.5	52.5
응집·침전+정밀여과	3	-	68.9	68.9
총계	13	1	56.2	60.7

<표 18> 거점소독시설 처리형태별 평균 SS 처리효율

처리형태	개소수	SS 수질기준 초과사업장	평균 SS 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집·침전	10	1	41.6	52.1
응집·침전+정밀여과	3	-	78.3	78.3
총계	13	1	60.0	65.2

<표 19> 거점소독시설 처리형태별 평균 T-N 처리효율

처리형태	개소수	T-N 수질기준 초과사업장	평균 T-N 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집·침전	10	-	11.8	18.2
응집·침전+정밀여과	3	-	13.3	20.0
총계	13	-	12.6	19.1

<표 20> 거점소독시설 처리형태별 평균 T-P 처리효율

처리형태	개소수	T-P 수질기준 초과사업장	평균 T-P 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집·침전	10	1	7.2	17.3
응집·침전+정밀여과	3	-	57.9	57.9
총계	13	1	32.6	37.6

나. 처리형태에 따른 반수영향 관련 항목 처리효율

- 유입수의 잔류염소는 13개소 모두 반수영향농도 이상이며, 처리형태별 평균 잔류염소 처리효율은 응집·침전+정밀여과 72.3%, 응집·침전 49.4% 순서로 나타났으며, 잔류염소 반수영향농도 초과사업장은 9개소로 나타남
- 유입수의 Al은 4개소가 반수치사농도 이상이며, 처리형태별 평균 Al 처리효율은 응집·침전+정밀여과 33.1%, 응집·침전 17.1% 순서로 나타났으며, Al 반수치사농도 초과사업장은 7개소로 나타남
- 유입수의 Cu는 9개소가 반수영향농도 이상이며, 처리형태별 평균 Cu 처리효율은 응집·침전+정밀여과 62.5%, 응집·침전 26.7% 순서로 나타났으며, Cu 반수영향농도 초과사업장은 7개소로 나타남
- 유입수의 Zn는 10개소가 반수영향농도 이상이며, 처리형태별 평균 Zn 처리효율은 응집·침전+정밀여과 40.7%, 응집·침전 12.1% 순서로 나타났으며, Zn 반수영향농도 초과사업장은 9개소로 나타남

<표 21> 거점소독시설 처리형태별 평균 잔류염소 처리효율

처리형태	개소수	잔류염소 반수영향농도 초과사업장	평균 잔류염소 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집 · 침전	10	8	49.4	53.9
응집 · 침전+정밀여과	3	1	72.3	72.3
총계	13	9	60.9	63.1

<표 22> 거점소독시설 처리형태별 평균 Al 처리효율

처리형태	개소수	Al 반수치사농도 초과사업장	평균 Al 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집 · 침전	10	5	17.1	56.9
응집 · 침전+정밀여과	3	2	33.1	99.4
총계	13	7	25.1	78.2

<표 23> 거점소독시설 처리형태별 평균 Cu 처리효율

처리형태	개소수	Cu 반수영향농도 초과사업장	평균 Cu 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집 · 침전	10	5	26.7	51.4
응집 · 침전+정밀여과	3	2	62.5	62.5
총계	13	7	44.6	57.0

<표 24> 거점소독시설 처리형태별 평균 Zn 처리효율

처리형태	개소수	Zn 반수영향농도 초과사업장	평균 Zn 처리효율 (%)	
			전체	처리효율 10 % 미만 제외
응집 · 침전	10	7	12.1	45.4
응집 · 침전+정밀여과	3	2	40.7	61.1
총계	13	9	26.4	53.3

4. 거점소독시설의 생태독성 발현 원인 및 저감시험

1) 생태독성 발현 수준 및 생태독성 원인물질 현황

가. 생태독성 미발현 사업장(2개소)

- 13개소 중 생태독성이 미발현한 2개소는 pH, TOC, SS 등 모두 배출허용기준을 만족함
- 생태독성 발현에 영향을 나타내는 잔류염소, 중금속류(Al, Cu, Zn) 항목은 모두 물벼룩 반수영향농도 및 반수치사농도 이내로 생태독성 발현에 영향을 주지 않는 것으로 나타남

나. 생태독성 발현 사업장(2개소)

- 13개소 중 생태독성이 발현한 2개소는 pH, TOC, SS 등 모두 배출허용기준을 만족함
- 2개소 중 1개소는 잔류염소가 반수영향농도를 초과하였으며 생태독성이 발현됨
- 2개소 중 1개소는 Al, Cu, Zn이 반수영향농도 및 반수치사농도를 초과하였으며 생태독성이 발현됨

나. 생태독성 초과 사업장(9개소)

- 13개소 중 생태독성 기준 초과는 9개소이며, pH 배출허용기준 초과사업장은 4개소로 나타났으며, 모두 기준 이하로 측정됨
- TOC 배출허용기준 초과사업장은 1개소이며, 유기오염물질의 농도가 높을수록 생태독성에 영향을 나타냄
- SS 배출허용기준 초과사업장은 1개소로 나타남
- 잔류염소 반수영향농도 초과사업장은 8개소이며, 평균 잔류염소는 0.63mg/L로 나타나 반수영향농도(0.05mg/L~0.1mg/L)를 초과하였으며 생태독성 기준을 초과함
- Al 반수치사농도 초과사업장은 6개소이며, 평균 Al은 8.40mg/L로 나타나 반수치사농도(3.5mg/L)를 초과하였으며 생태독성 기준을 초과함
- Cu 반수영향농도 초과사업장은 6개소이며, 평균 Cu는 0.05mg/L로 나타나 반수영향농도(0.05mg/L)를 초과하였으며 생태독성 기준을 초과함
- Zn 반수영향농도 초과사업장은 8개소이며, 평균 Zn은 1.57mg/L로 나타나 반수영향농도(0.5mg/L)를 초과하였으며 생태독성 기준을 초과함

<표 25> 유입수 생태독성 및 주요항목 분석결과

사업장명	배출허용기준				반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀)			
	생태독성	pH	TOC	SS	잔류염소	Al	Cu	Zn
A 거점소독시설	0.0	7.2	69.9	946.5	1.12	23.088	0.511	3.784
	미발현	만족	초과	초과	초과	초과	초과	초과
B 거점소독시설	0.0	3.5	18.7	66.7	0.06	0.694	0.030	0.442
	미발현	초과	만족	초과	초과	이내	이내	이내
C 거점소독시설	3.9	6.5	53.4	33.6	2.15	1.080	0.029	0.318
	초과	만족	초과	만족	초과	이내	이내	이내
D 거점소독시설	2.8	4.2	23.2	51.7	0.11	1.068	0.095	0.934
	초과	초과	만족	만족	초과	이내	초과	초과
E 거점소독시설	>16	6.1	10.2	45.5	2.20	7.537	0.063	1.313
	초과	만족	만족	초과	초과	초과	초과	초과
F 거점소독시설	8.0	6.5	21.4	57.1	1.18	1.047	0.084	2.463
	초과	만족	만족	만족	초과	이내	초과	초과
G 거점소독시설	8.5	7.7	17.8	40.3	2.20	0.695	0.034	-
	초과	만족	만족	만족	초과	이내	이내	-
H 거점소독시설	8.2	6.1	45.3	208.8	2.07	9.694	0.157	1.307
	초과	만족	만족	초과	초과	초과	초과	초과
I 거점소독시설	>16	8.4	8.1	43.6	2.20	1.886	0.061	2.284
	초과	만족	만족	초과	초과	이내	초과	초과
J 거점소독시설	8.7	3.8	24.7	100.3	0.15	2.642	0.119	2.758
	초과	초과	만족	초과	초과	이내	초과	초과
K 거점소독시설	9.6	2.9	143.9	41.4	0.06	0.974	0.019	0.876
	초과	초과	초과	초과	초과	이내	이내	초과
L 거점소독시설	15.5	6.4	8.6	115.2	2.20	11.577	0.147	1.075
	초과	만족	만족	만족	초과	초과	초과	초과
M 거점소독시설	>16	4.5	30.5	75.4	0.47	3.319	0.083	1.248
	초과	초과	초과	초과	초과	이내	초과	초과

※ - : 미분석 항목

※ 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀) 및 반수치사농도(LC₅₀): 잔류염소 0.05mg/L, Al 3.5mg/L, Cu 0.05mg/L, Zn 0.5mg/L

<표 26> 방류수 생태독성 및 주요항목 분석결과

사업장명	배출허용기준				반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀)			
	생태독성	pH	TOC	SS	잔류염소	Al	Cu	Zn
A 거점소독시설	0.0	7.2	2.4	1.6	0.02	0.150	0.006	0.195
	미발현	만족	만족	만족	이내	이내	이내	이내
B 거점소독시설	0.0	6.6	8.7	11.6	0.04	0.208	0.012	0.622
	미발현	만족	만족	만족	이내	이내	이내	이내
C 거점소독시설	0.3	7.2	15.0	33.6	1.38	1.761	0.023	0.352
	발현	만족	만족	만족	초과	이내	이내	이내
D 거점소독시설	0.5	6.1	9.2	21.3	0.04	5.797	0.052	1.140
	발현	만족	만족	만족	이내	초과	초과	초과
E 거점소독시설	1.7	5.3	10.2	45.5	0.02	38.455	0.057	1.377
	초과	초과	만족	만족	이내	초과	초과	초과
F 거점소독시설	2.1	5.7	10.3	27.1	0.13	21.656	0.06	2.347
	초과	만족	만족	만족	초과	초과	초과	초과
G 거점소독시설	3.8	6.4	13.4	28.0	1.22	0.694	0.037	-
	초과	만족	만족	만족	초과	이내	이내	-
H 거점소독시설	4.1	5.8	2.8	10.3	1.37	3.151	0.028	0.507
	초과	만족	만족	만족	초과	이내	이내	초과
I 거점소독시설	8.0	7.4	6.5	28.2	1.18	8.469	0.062	2.548
	초과	만족	만족	만족	초과	초과	초과	초과
J 거점소독시설	8.5	4.4	12.5	23.8	0.07	4.360	0.068	2.006
	초과	초과	만족	만족	초과	초과	초과	초과
K 거점소독시설	9.7	3.9	134.4	34.3	0.06	0.997	0.025	0.866
	초과	초과	초과	만족	초과	이내	이내	초과
L 거점소독시설	9.9	6.1	7.9	47.0	1.26	9.456	0.079	0.964
	초과	만족	만족	만족	초과	초과	초과	초과
M 거점소독시설	>16	4.8	10.9	85.6	0.33	14.193	0.093	1.295
	초과	초과	만족	초과	초과	초과	초과	초과

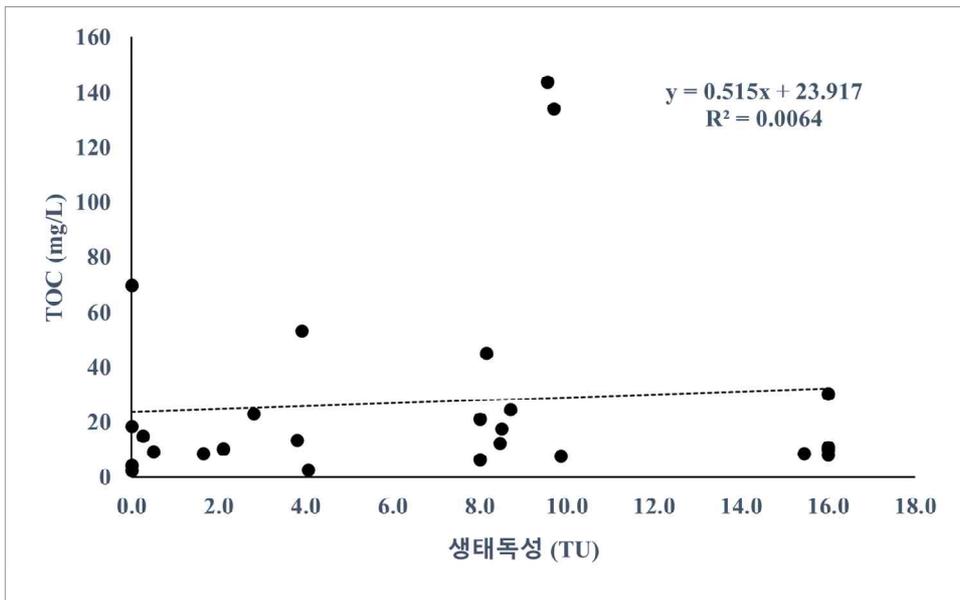
※ - : 미분석 항목

※ 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀) 및 반수치사농도(LC₅₀): 잔류염소 0.05mg/L, Al 3.5mg/L, Cu 0.05mg/L, Zn 0.5mg/L

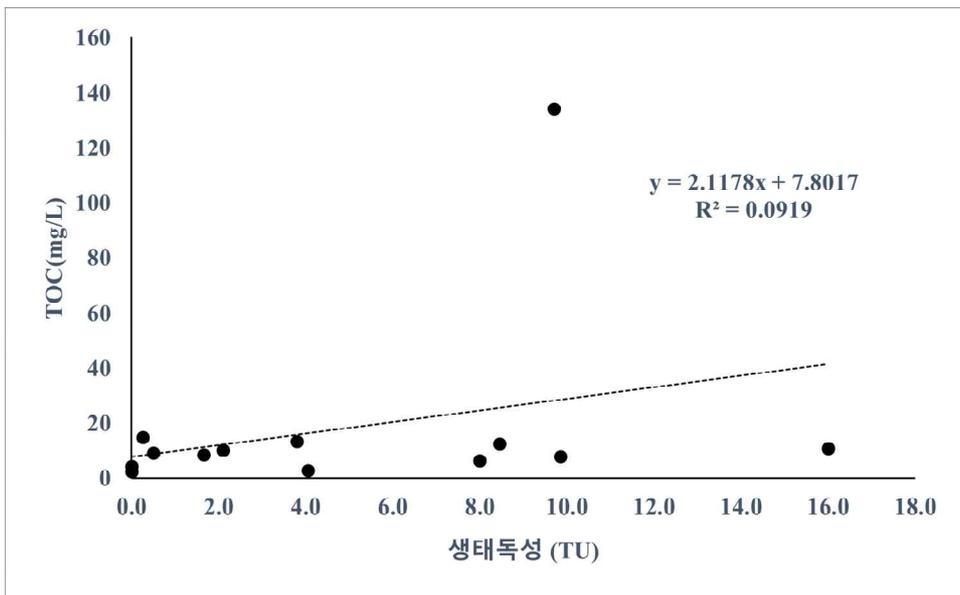
2) 항목별 생태독성 상관관계 분석

가. TOC와 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 TOC와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.08, 결정계수(R²)는 0.006으로 나타남
- 방류수의 TOC와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.30, 결정계수(R²)는 0.092로 나타남



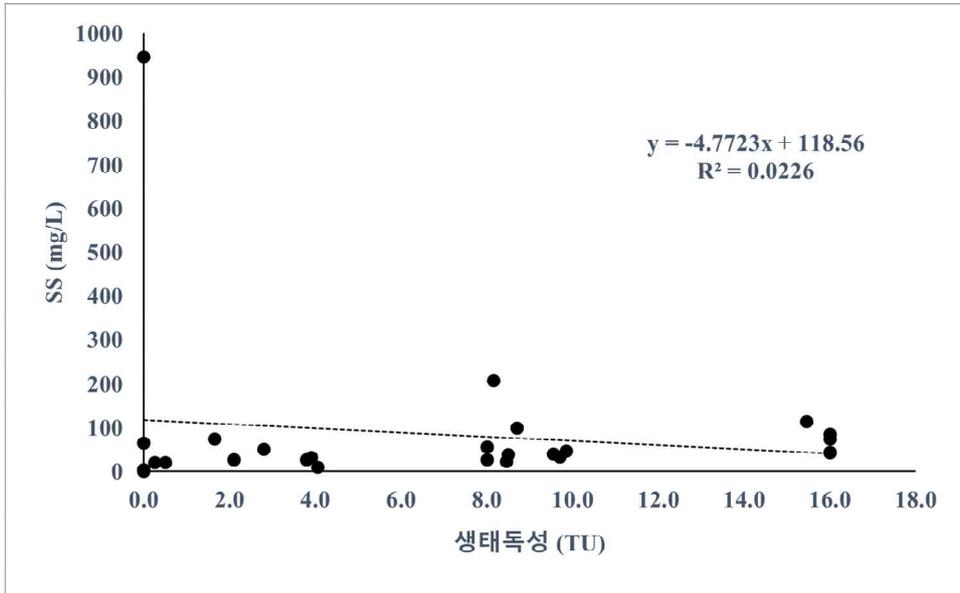
<그림 9> TOC와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



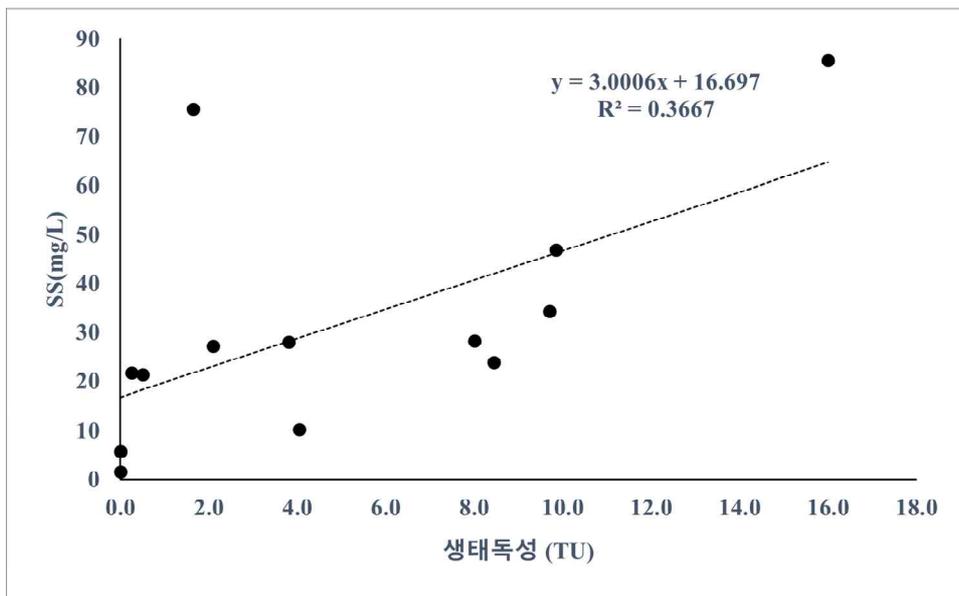
<그림 10> TOC와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

나. SS와 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 SS와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 -0.15, 결정계수(R²)는 0.023으로 나타남
- 방류수의 SS와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.61, 결정계수(R²)는 0.367로 나타남



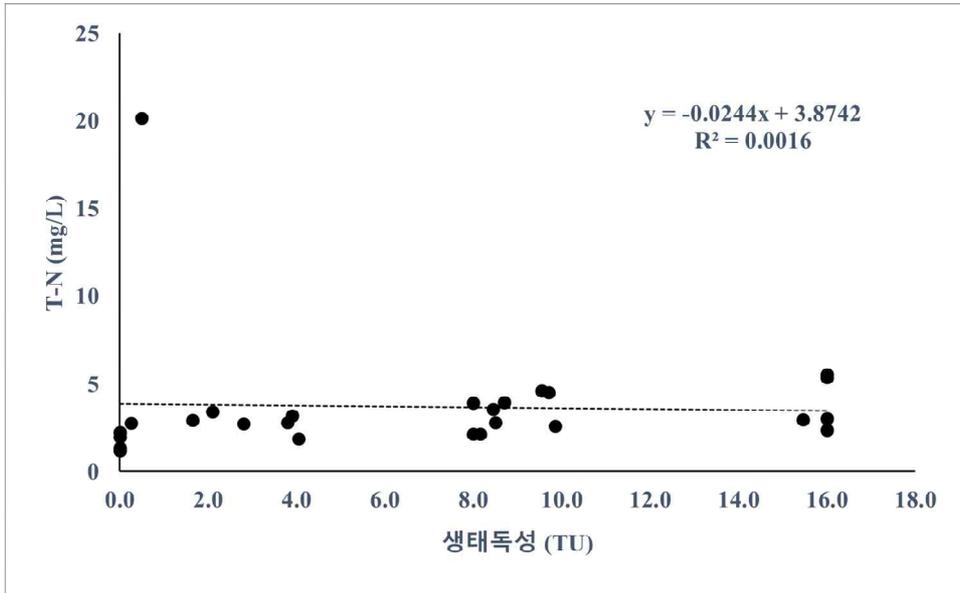
<그림 11> SS와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



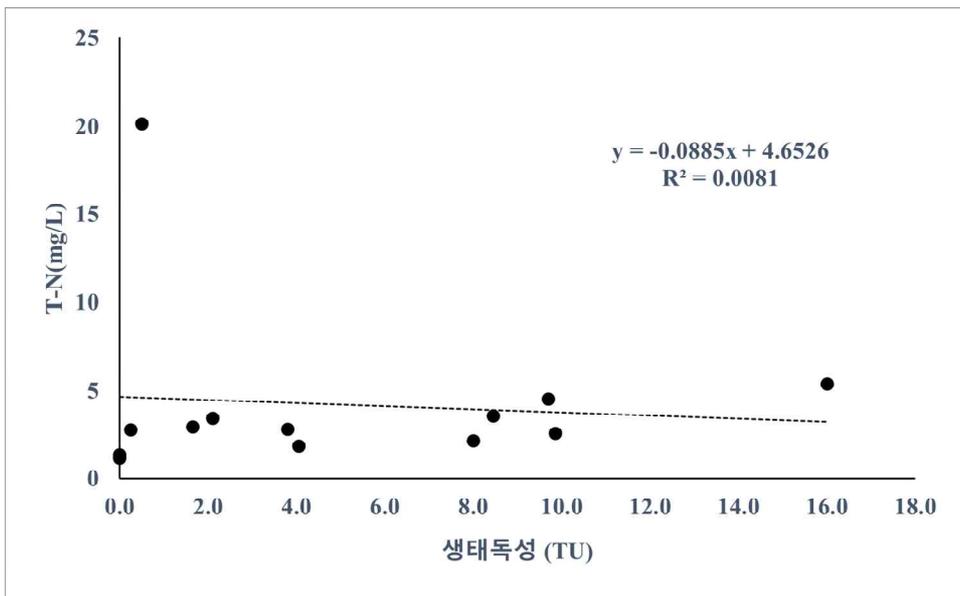
<그림 12> SS와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

다. T-N과 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 T-N과 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 -0.04, 결정계수(R²)는 0.002로 나타남
- 방류수의 T-N과 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 -0.09, 결정계수(R²)는 0.008로 나타남



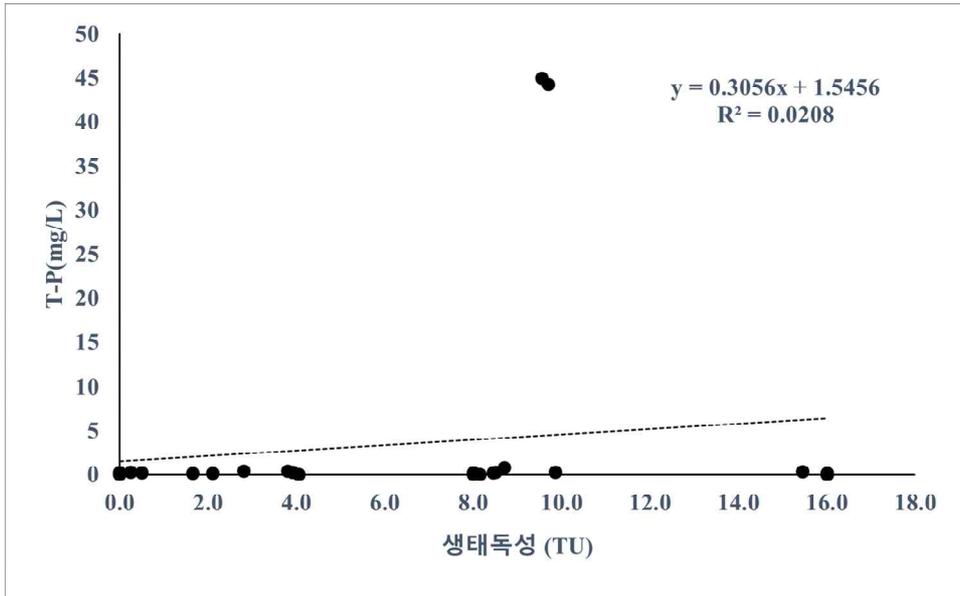
<그림 13> T-N과 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



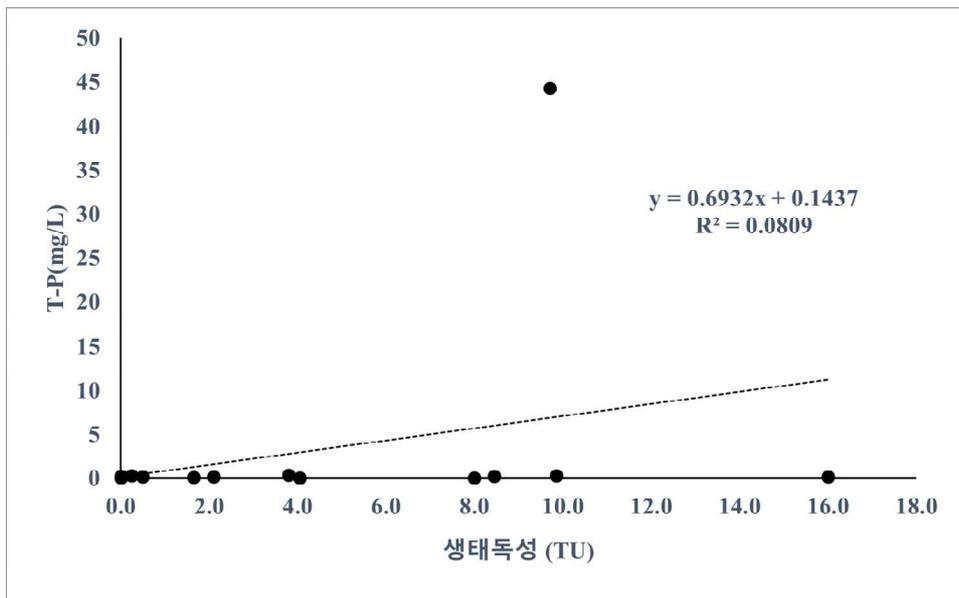
<그림 14> T-N과 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

라. T-P와 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 T-P와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.14, 결정계수(R²)는 0.021로 나타남
- 방류수의 T-P와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.28, 결정계수(R²)는 0.081로 나타남



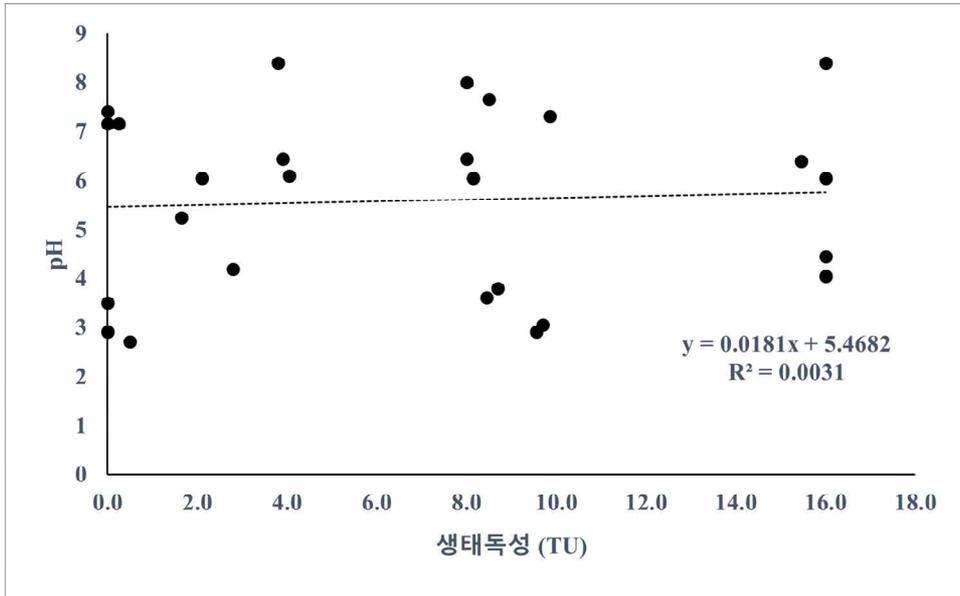
<그림 15> T-P와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



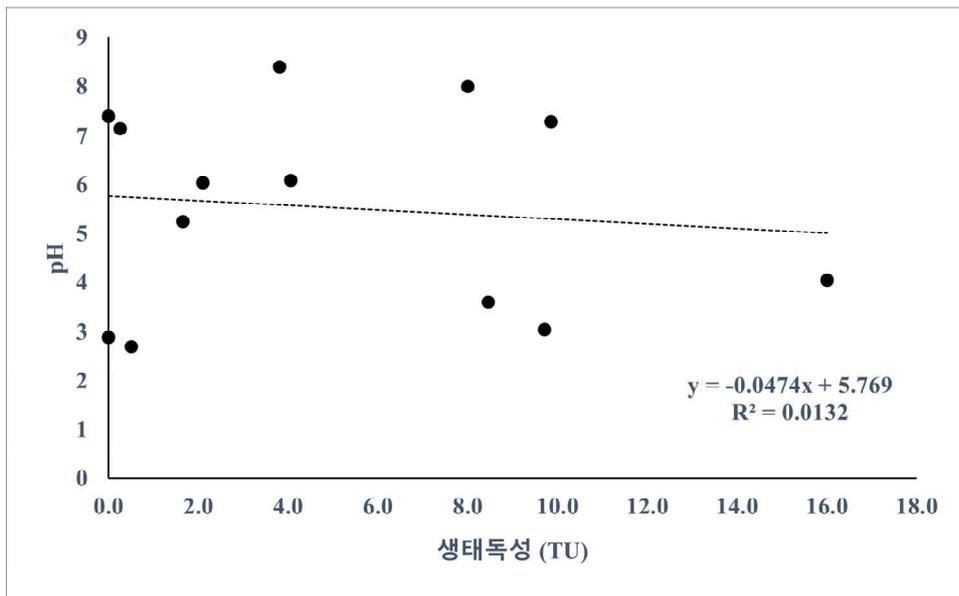
<그림 16> T-P와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

마. pH와 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 pH와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.06, 결정계수(R²)는 0.003으로 나타남
- 방류수의 pH와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 -0.11, 결정계수(R²)는 0.013으로 나타남



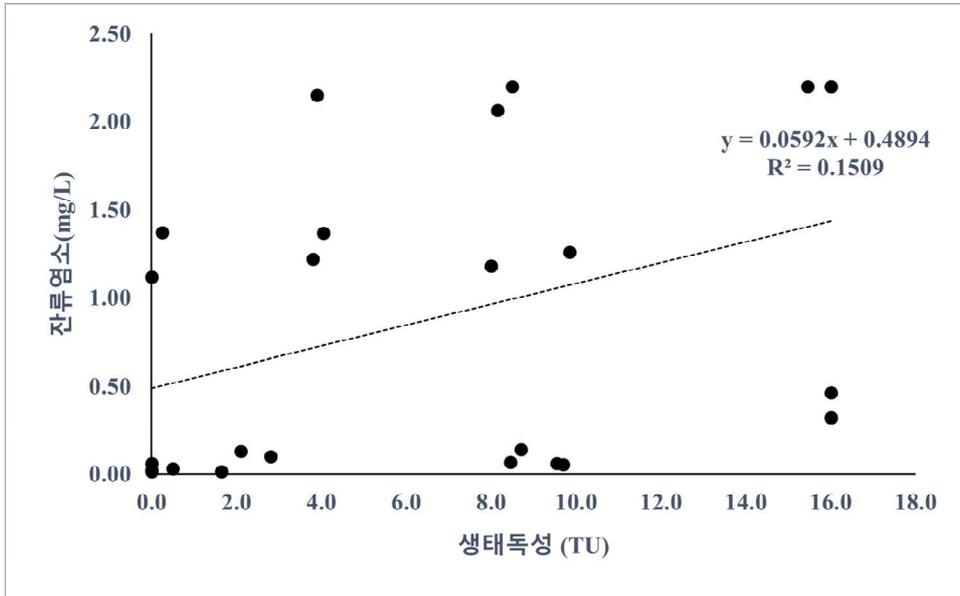
<그림 17> pH와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



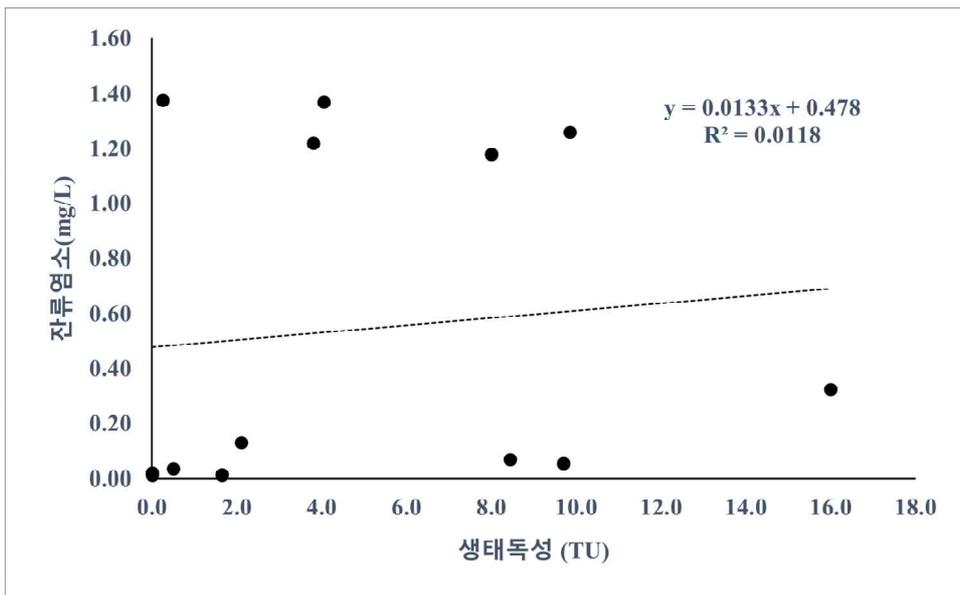
<그림 18> pH와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

바. 잔류염소와 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 잔류염소와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.39, 결정계수(R²)는 0.151로 나타남
- 방류수의 잔류염소와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.11, 결정계수(R²)는 0.012로 나타남



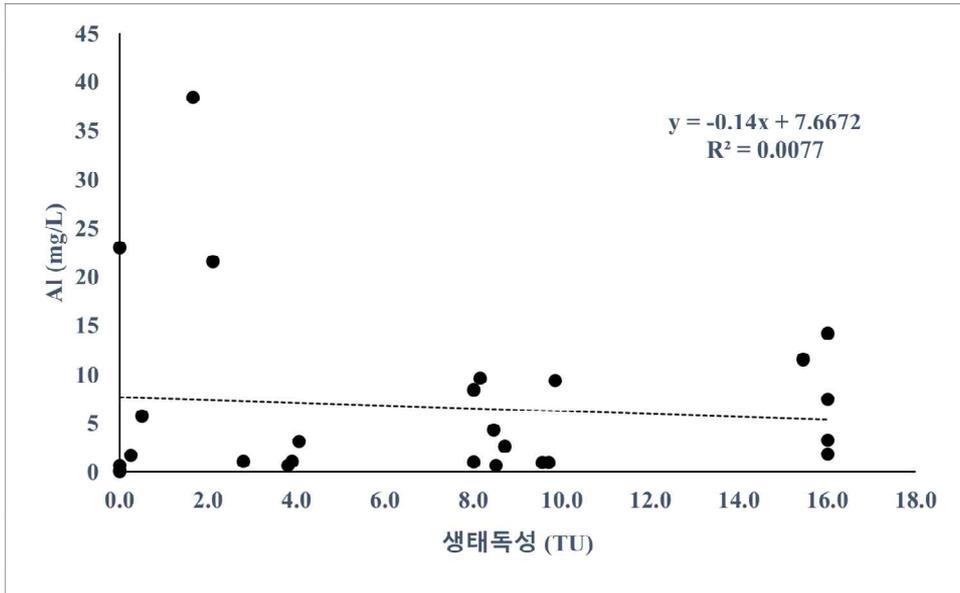
<그림 19> 잔류염소와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



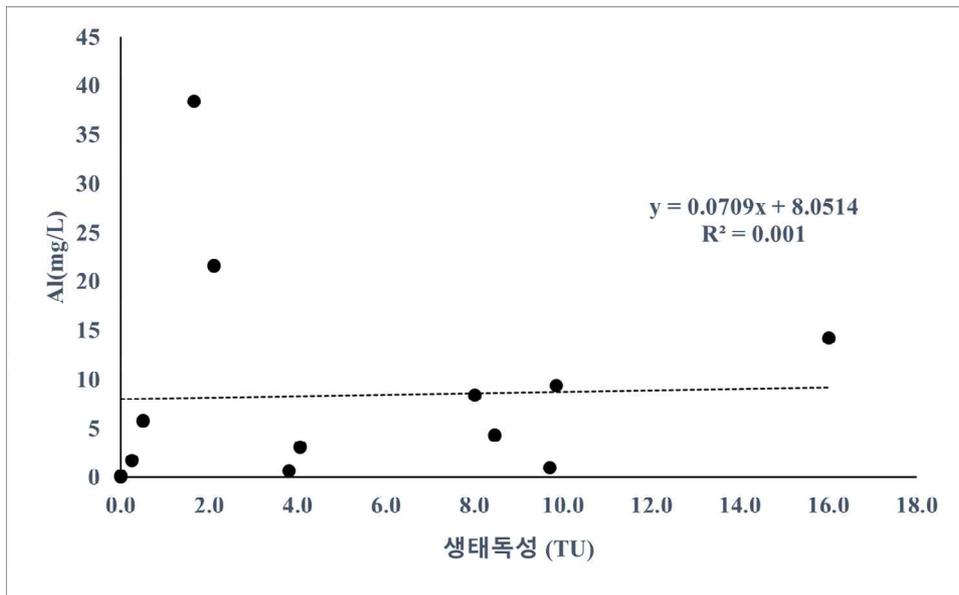
<그림 20> 잔류염소와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

사. Al과 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 Al과 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 -0.09, 결정계수(R²)는 0.008로 나타남
- 방류수의 Al과 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.03, 결정계수(R²)는 0.001로 나타남



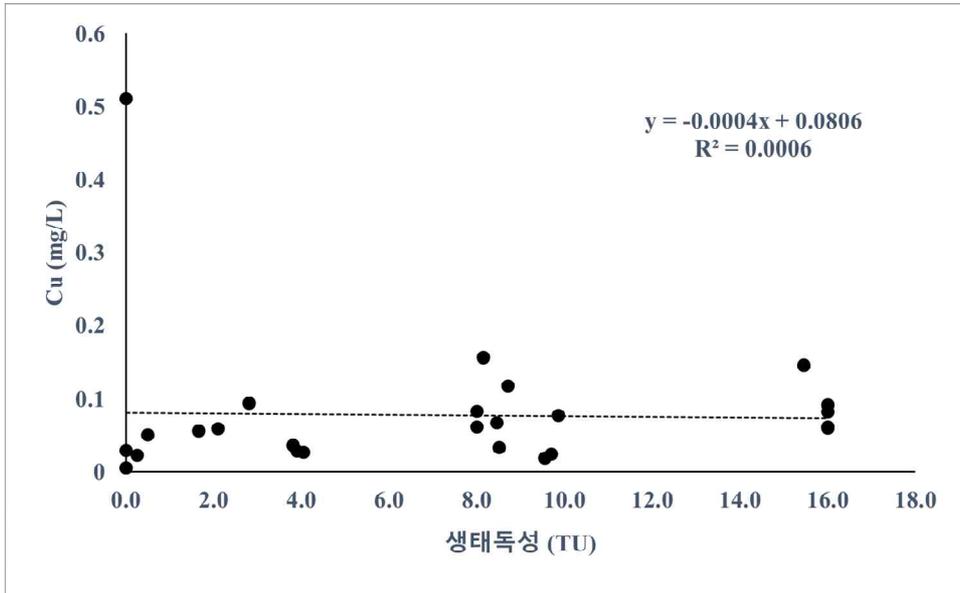
<그림 21> Al과 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



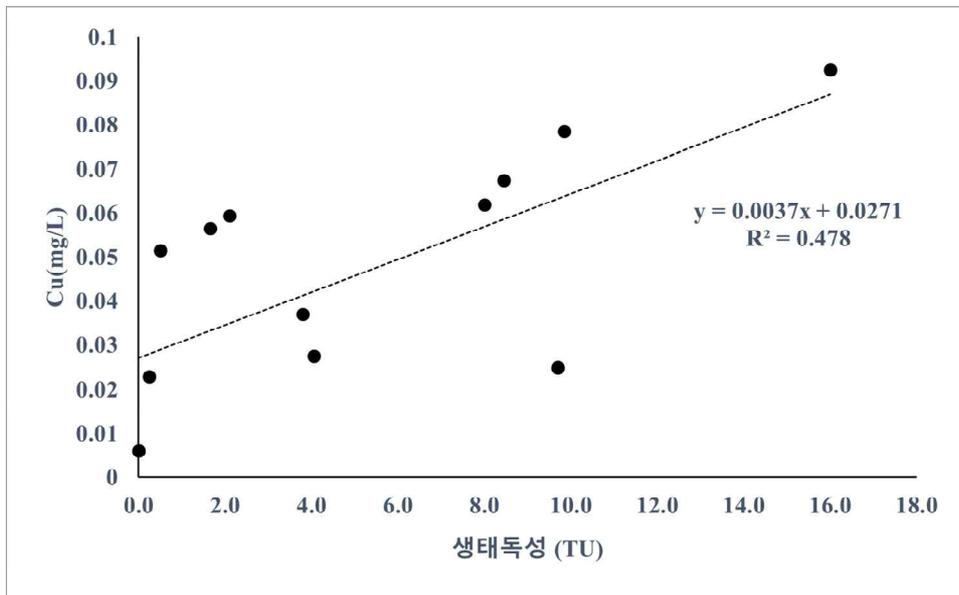
<그림 22> Al과 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

아. Cu와 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 Cu와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 -0.02, 결정계수(R²)는 0.001로 나타남
- 방류수의 Cu와 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.69, 결정계수(R²)는 0.478로 나타남



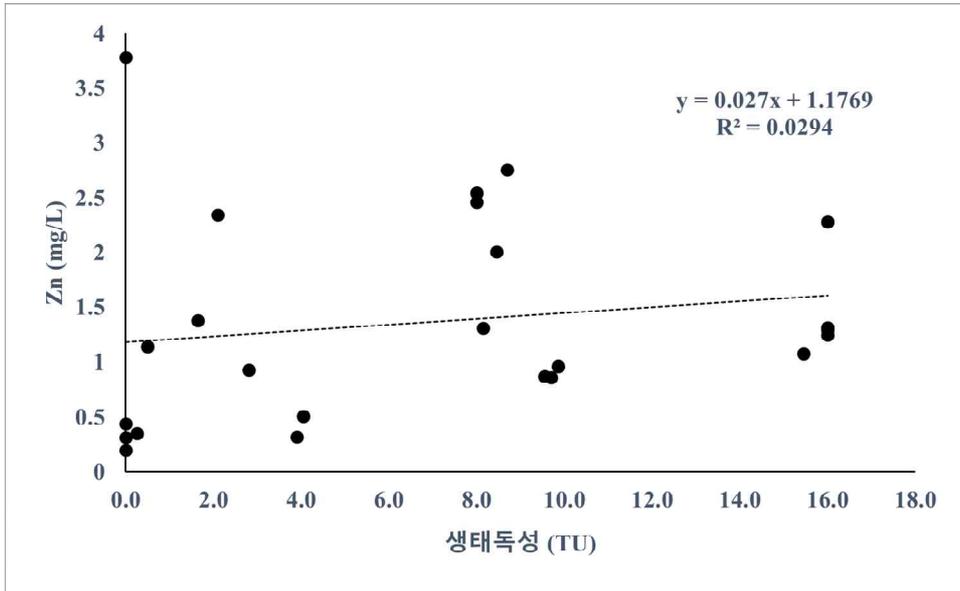
<그림 23> Cu와 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=26)



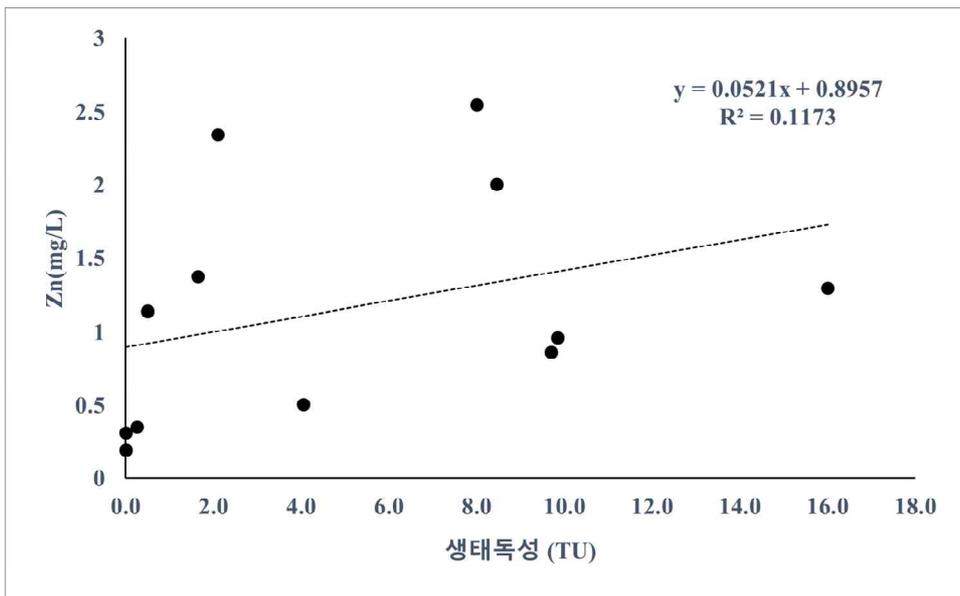
<그림 24> Cu와 생태독성 상관관계(방류수, n=13)

자. Zn과 생태독성의 상관관계

- 유입수+방류수의 Zn과 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.17, 결정계수(R²)는 0.029로 나타남
- 방류수의 Zn과 생태독성 상관관계 분석결과 상관계수(R)는 0.34, 결정계수(R²)는 0.117로 나타남



<그림 25> Zn과 생태독성 상관관계(유입수+방류수, n=24)



<그림 26> Zn과 생태독성 상관관계(방류수, n=12)

3) 생태독성 저감시험

가. 활성탄 흡착시험에 따른 저감률

- 13개소 중 생태독성 기준을 초과한 8개소 사업장의 방류수를 대상으로 활성탄 흡착시험을 수행함
- 생태독성은 8개소를 분석하였고 시험 전 8개소가 배출허용기준을 초과함. 시험 후 저감률은 평균 100%이며 생태독성은 미발현되어 8개소 모두 배출허용기준을 만족함
- TOC는 8개소를 분석하였고 시험 전 1개소가 배출허용기준을 초과함. 시험 후 TOC 저감률은 평균 83.4%이며 8개소 모두 배출허용기준을 만족함
- SS는 4개소를 분석하였고 시험 전 1개소가 배출허용기준을 초과함. 시험 후 SS 저감률은 평균 83.6%이며 4개소 모두 배출허용기준을 만족함
- T-N은 4개소를 분석하였고 시험 전 배출허용기준을 초과한 사업장은 없었음. 시험 후 T-N 저감률은 평균 90.0%이며 4개소 모두 배출허용기준을 만족함
- T-P는 4개소를 분석하였고 시험 전 배출허용기준을 초과한 사업장은 없었음. 시험 후 T-P 저감률은 평균 50.4%이며 4개소 모두 배출허용기준을 만족함

<표 27> 활성탄 흡착시험에 따른 저감률(배출허용기준 수질오염물질)

구분	개소수	시험 전 기준 초과사업장	시험 후 기준 초과사업장	평균 저감률 (%)	
				전체	저감률 10 % 미만 제외
생태독성(TU)	8	8	-	100.0	100.0
TOC(mg/L)	8	1	-	83.4	83.4
SS(mg/L)	4	1	-	83.6	83.6
T-N(mg/L)	4	-	-	90.0	90.0
T-P(mg/L)	4	-	-	50.4	67.2

나. 활성탄 흡착시험에 따른 반수영향 관련 항목 저감률

- 잔류염소는 8개소를 분석하였고 시험 전 5개소가 반수영향농도를 초과함. 시험 후 잔류염소 저감률은 평균 87.2%이며 8개소 모두 반수영향농도 이내로 나타남
- Al은 7개소를 분석하였고 시험 전 6개소가 반수치사농도를 초과함. 시험 후 Al 저감률은 평균 92.1%이며 7개소 모두 반수치사농도 이내로 나타남
- Cu는 8개소를 분석하였고 시험 전 6개소가 반수영향농도를 초과함. 시험 후 Cu 저감률은 평균 86.7%이며 8개소 모두 반수영향농도 이내로 나타남
- Zn는 8개소를 분석하였고 시험 전 7개소가 반수영향농도를 초과함. 시험 후 Zn 저감률은 평균 95.0%이며 8개소 모두 반수영향농도 이내로 나타남

〈표 28〉 활성탄 흡착시험에 따른 저감률(기타 수질오염물질)

구분	개소수	시험 전 반수영향농도 및 반수치사농도 초과사업장	시험 후 반수영향농도 및 반수치사농도 초과사업장	평균 저감률 (%)	
				전체	저감률 10 % 미만 제외
잔류염소	8	5	-	87.2	87.2
Al	7	6	-	92.1	92.1
Cu	8	6	-	86.7	86.7
Zn	8	7	-	95.0	95.0

<표 29> 저감시험 전 생태독성 및 주요항목 분석결과

사업장명	배출허용기준					반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀)			
	생태독성	TOC	SS	T-N	T-P	잔류염소	Al	Cu	Zn
D 거점소독시설	1.6	14.2	-	-	-	0.02	16.20	0.235	0.769
	초과	만족	-	-	-	이내	초과	초과	초과
E 거점소독시설	1.9	7.6	96.7	3.74	0.172	0.16	49.90	0.059	0.975
	초과	만족	초과	만족	만족	초과	초과	초과	초과
F 거점소독시설	>16	6.8	13.4	3.94	0.393	0.08	-	0.060	1.860
	초과	만족	-	만족	만족	초과	-	초과	초과
H 거점소독시설	1.4	2.9	16.0	1.91	0.027	1.42	5.940	0.038	0.613
	초과	만족	-	만족	만족	초과	초과	이내	초과
J 거점소독시설	8.6	18.0	-	-	-	0.43	8.350	0.20	3.40
	초과	만족	-	-	-	초과	초과	초과	초과
K 거점소독시설	>16	142.3	-	-	-	0.04	0.747	0.033	1.250
	초과	초과	-	-	-	이내	이내	이내	초과
L 거점소독시설	>16	5.4	35.1	3.17	0.369	2.20	6.698	0.059	1.233
	초과	만족	만족	만족	만족	초과	초과	초과	초과
M 거점소독시설	1.4	5.1	-	-	-	0.04	19.67	0.076	0.316
	초과	만족	-	-	-	이내	초과	초과	이내

※ - : 미분석 항목

※ 물벼룩 반수영향농도(EC50) 및 반수치사농도(LC50): 잔류염소 0.05mg/L, Al 3.5mg/L, Cu 0.05mg/L, Zn 0.5mg/L

<표 30> 저감시험 후 생태독성 및 주요항목 분석결과

사업장명	배출허용기준					반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀)			
	생태독성	TOC	SS	T-N	T-P	잔류염소	Al	Cu	Zn
D 거점소독시설	0.0	0.6	-	-	-	0.01	3.130	0.043	0.008
	만족	만족	-	-	-	이내	이내	이내	이내
E 거점소독시설	0.0	1.7	3.2	0.33	0.055	0.00	0.861	0.00	0.021
	만족	만족	만족	만족	만족	이내	이내	이내	이내
F 거점소독시설	0.0	1.5	5.4	0.50	0.133	0.00	-	0.00	0.032
	만족	만족	만족	만족	만족	이내	-	이내	이내
H 거점소독시설	0.0	1.0	2.6	0.19	0.06	0.00	0.354	0.00	0.009
	만족	만족	만족	만족	만족	이내	이내	이내	이내
J 거점소독시설	0.0	1.4	-	-	-	0.01	1.280	0.02	0.820
	만족	만족	-	-	-	이내	이내	이내	초과
K 거점소독시설	0.0	3.2	-	-	-	0.01	0.073	0.012	0.014
	만족	만족	-	-	-	이내	이내	이내	이내
L 거점소독시설	0.0	1.3	2.0	0.27	0.12	0.00	0.157	0.00	0.008
	만족	만족	만족	만족	만족	이내	이내	이내	이내
M 거점소독시설	0.0	0.8	-	-	-	0.01	0.475	0.032	0.04
	만족	만족	-	-	-	이내	이내	이내	이내

※ - : 미분석 항목

※ 물벼룩 반수영향농도(EC₅₀) 및 반수치사농도(LC₅₀): 잔류염소 0.05mg/L, Al 3.5mg/L, Cu 0.05mg/L, Zn 0.5mg/L

4) 생태독성 원인 분석

- 생태독성은 다양한 원인 물질들에 의해 복합적인 영향으로 나타날 수 있어 단순하게 특정 물질을 생태독성 원인으로 단정할 수 없음
- 다만, 거점소독시설 기술지원 시 분석한 항목을 토대로 생태독성 원인으로 추정되는 물질을 검토해 본 결과 잔류염소, 중금속, pH 등이 그 원인으로 추정됨
- 소독제를 주로 사용하는 거점 소독시설의 특성상 가장 큰 생태독성 원인은 산화제에 해당하는 잔류염소이며, 대부분 사업장에서 잔류염소에 의한 생태독성이 발현함
- 생태독성 기준을 초과한 20개 시료 중 19개 시료(95.0%)에서 잔류염소가 반수영향농도 이상의 농도를 나타내었으며, 생태독성과 잔류염소와의 상관관계가 타 항목보다 가장 높은 수준(유입수, 방류수 모든 시료 기준)으로 나타남
- 거점 소독시설을 운수·세차시설로 구분할 수 있으며, 세차시설 폐수처럼 차량에서 배출되는 다양한 오염물질이 발생함. 세차시설 폐수는 차량 자체, 차량 적재물, 타이어 등에서 중금속을 포함(특히 대형차)할 수 있는데, 농가를 출입하는 차량은 흙, 퇴비 등의 물질이 포함될 수 있어 중금속 농도가 높게 배출될 가능성이 있음
- 생태독성에 영향을 주는 Zn, Cu 등 중금속은 생태독성 기준을 초과한 사업장 20개 시료 중 14개 시료(70.0%)가 반수영향농도 및 반수치사농도 기준을 초과하였음
- 한편 거점 소독시설의 소독 능력을 높이기 위해 낮은 pH 조건으로 유지하며 그에 따라 낮은 pH의 폐수가 발생하는데, 낮은 pH는 염소와 중금속의 거동에 영향을 줌
- 폐수에 유입된 염소는 온도, pH, 폐수의 완충력, 염소의 특성에 따라 영향이 달라짐
- 염소는 물과 반응하여 다음식과 같이 가수분해 및 이온화 반응을 일으키며 이 반응에서 주어진 바와 같이 HOCl과 OCl⁻의 비는 수용액의 최종 pH에 의하여 결정됨
- 소독력이 큰 HOCl은(OCl⁻의 200배) pH 6 이하에서 90% 이상으로 존재하여 생태독성(물벼룩)에 큰 영향을 줌
- 낮은 pH는 Zn, Cu 등 중금속의 용출에 영향을 주어 폐수 중의 중금속 농도가 높게 나타날 수 있으며, 미생물 등에 강한 독성 영향을 줄 수 있음

<표 31> 유입수 생태독성 및 주요 항목 분석결과

구분	배출허용기준 항목			반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀) 초과율			
	pH	TOC	SS	잔류염소	Al	Cu	Zn
생태독성기준 초과 사업장(11개소) 항목별 초과율(%)	36.4% (4/11)	27.3% (3/11)	45.5% (5/11)	100.0% (11/11)	27.3% (3/11)	72.7% (8/11)	90.0% (9/10)
생태독성기준 준수 사업장(2개소) 항목별 초과율(%)	50.0% (1/2)	50.0% (1/2)	100.0% (2/2)	100.0% (2/2)	50.0% (1/2)	50.0% (1/2)	50.0% (1/2)

<표 32> 방류수 생태독성 및 주요 항목 분석결과

구분	배출허용기준 초과율			반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀) 초과율			
	pH	TOC	SS	잔류염소	Al	Cu	Zn
생태독성기준 초과 사업장(9개소) 항목별 초과율(%)	44.4% (4/9)	11.1% (1/9)	11.1% (1/9)	88.9% (8/9)	66.7% (6/9)	66.7% (6/9)	100.0% (8/8)
생태독성기준 준수 사업장(4개소) 항목별 초과율(%)	0.0 (0/4)	0.0 (0/4)	0.0 (0/4)	25.0 (1/4)	25.0 (1/4)	25.0 (1/4)	25.0 (1/4)

<표 33> 유입수 + 방류수 생태독성 및 주요 항목 분석결과

구분	배출허용기준 초과율			반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀) 초과율			
	pH	TOC	SS	잔류염소	Al	Cu	Zn
생태독성기준 초과 사업장(20개소) 항목별 초과율(%)	40.0% (8/20)	20.0% (4/20)	30.0% (6/20)	95.0% (19/20)	45.0% (9/20)	70.0% (14/20)	94.4% (17/18)
생태독성기준 준수 사업장(6개소) 항목별 초과율(%)	16.7 (1/6)	16.7 (1/6)	33.3 (2/6)	50.0 (3/6)	33.3 (2/6)	33.3 (2/6)	33.3 (2/6)

<표 34> 생태독성 및 주요 항목 상관관계 분석

구분	배출허용기준 관련 항목					반수영향농도(EC ₅₀) 및 반수치사농도(LC ₅₀) 초과율				
	pH	TOC	SS	TN	TP	잔류염소	Al	Cu	Zn	
상관 계수(R)	유입수+방류수	0.06	0.08	-0.15	-0.04	0.14	0.39	-0.09	-0.02	0.17
	방류수	-0.11	0.30	0.61	-0.09	0.28	0.11	0.03	0.69	0.34
결정 계수(R ²)	유입수+방류수	0.003	0.006	0.023	0.002	0.021	0.151	0.008	0.001	0.029
	방류수	0.013	0.092	0.367	0.008	0.081	0.012	0.001	0.478	0.117

5) 생태독성 관리방안

가. 잔류염소의 안정적인 처리를 위한 폭기 장치 설치

- 거점소독시설의 소독과정에서 사용하는 소독수의 주요성분인 차아염소산은 유리 잔류염소와 낮은 pH 조건을 유지하여 높은 살균력을 나타내는 특징이 있음
- 생태독성 배출허용기준을 초과한 9개소의 잔류염소 측정결과 8개소가 물벼룩 반수영향농도(0.05mg/L) 이상으로 나타남
- 잔류염소는 소독수의 투여량에 따라 발생량이 달라질 수 있으며 거점소독시설의 생태독성 주요 원인인 잔류염소는 지속적인 모니터링이 필요함
- 잔류염소 과량 생성에 따른 생태독성 발현 시 재이용수조 또는 유량조정조에 잔류염소 제거에 도움이 되는 폭기 장치를 설치·운영할 것을 제안함
- 시설용량 대비 평균배출량이 더 많은 사업장의 경우 체류시간이 충분히 확보되지 못하고 있으며, 이에 따라 침전조 등의 처리조에서 충분한 체류시간을 확보한다면 잔류염소 제거에 도움을 줄 수 있음

나. 중금속류 처리를 위한 수처리제 사용량 준수

- 거점 소독시설을 운수·세차시설에 해당하며 세차폐수는 차량 자체, 차량 적재물, 타이어 등에서 중금속이 포함되어 있고, 농가를 출입하는 차량은 그 외에도 흙, 퇴비 등의 물질이 포함되어 있어 중금속이 높게 배출되고 있음
- 차량 세차 시 차량에서 유입되는 폐수의 오염물질에 포함된 중금속류와 수처리 과정에서 과다하게 사용된 응집제로 인해 Al, Cu, Zn은 물벼룩 반수영향농도 및 반수치사농도 이상으로 나타남
- 유입되는 폐수 유량에 따른 응집제 적정 사용량을 조정하고 약품 주입 펌프의 주입농도와 속도를 모니터링하여 응집제 투여량이 과다하게 주입되지 않도록 조절이 필요함

다. 재이용수 사용비율 조정 및 정기적인 재이용수 방류 처리

- 세척에 사용되는 용수 사용비율 결과 전체 용수의 50% 이상을 재이용수로 사용하고 있으며, 재이용 비율과 재이용 횟수에 따라 오염물질의 농축으로 인해 생태독성이 발현할 수 있음

- 차후 재이용수 사용비율을 조정하고 정기적으로 재이용수를 방류하고 새로운 신수 사용을 권장함

라. 활성탄 여과시설 설치

- 거점소독시설의 경우 유기오염물질, 중금속 및 잔류염소 등의 복합적인 물질에 의해 생태독성이 발현되고 있음
- 실제 생태독성 저감시험으로 활성탄 흡착시험을 수행한 결과 생태독성 기준을 초과한 8개소를 시험한 결과 모두 생태독성이 미발현되었음
- 활성탄 흡착시험에 따른 오염물질 저감률은 잔류염소 87%, Al 92%, Cu 87%, Zn 95%로 모두 반수영향농도 및 반수치사농도 이내로 나타남
- 추후 기존 여과시설에 설치되어 있는 여재는 활성탄 필터로 교체하며, 필요시 활성탄 여과시설을 폐수처리 공정 후단에 설치하는 것을 권장함
- 염소는 발암물질인 THM 생성 등 수생생물에 대하여 급성, 만성의 독성을 나타내는 것 외에도 물고기의 종류 수를 감소시키는 현상도 보여줌. 한편, 폐수 처리시 바이러스 제거는 염소처리보다는 흡착작용에 의한 영향을 받으며, 대장균에 대한 대응은 가능하나 장티푸스 병원균 제거에는 불충분함. 따라서 방류수역의 수생생물 보호 및 완벽한 병원균 제거를 위해서는 활성탄 여과시설을 설치할 것을 권장함

참고문헌

- 환경부, 2009. 폐수종말처리시설 생태독성 배출실태 파악 및 독성원인 탐색(2). 최종보고서.
- 환경부, 2011a. 폐수배출시설용 생태독성저감 가이드북, 환경부, 한국환경공단.
- 환경부, 2011b. 3~5종 폐수배출시설 생태독성관리 업무편람.
- 환경부, 2017. 공공폐수처리시설 설계지침.
- 환경부, 2022. 하수도설계기준.
- 한국환경공단, 2011. 2008~2009년 하수·분뇨처리시설 기술진단 사례집.
- 환경관리공단, 2003. 환경신기술 설계편람.
- 환경관리공단, 2004. 하수종말처리시설 고도처리 실태점검결과.
- Amodei, M., And Azzoni, R., 1991. Use of *Daphnia magna* in detecting drinking water emergencies. Quad. Ist. Ric. Acque., 93: 1-10.
- Cabejek, I., And Stasiak, M., 1960. Investigation on the influence of some metals on the biocoenosis of water with the use of *Daphnia magna* as an indicator (Part I). Roczyn. Zabl. Hig. Warsaw, 11: 303-312.
- Chapman, G. A., Ota, S., And Recht, F., 1980. Effects of water hardness on the toxicity of metals to *Daphnia magna*. USEPA. Office of Research and Development, Corvallis, OR.
- Khangarot, B. S., And Ray, P. K., 1989. Investigation of correlation between physicochemical properties of metals and their toxicity to the water flea *Daphnia magna* Straus. Ecotoxicology and environmental safety, 18(2): 109-120.
- Mount, D. I., And Norberg, U. T., 1984. A seven-day life cycle cladoceran toxicity test. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal, 3(3): 425-434.
- Schuytema, G., 1984. Toxicity of cadmium in water and sediment slurries to *Daphnia magna*. Environ. Toxicol. Chem., 3.: 293-308.
- USEPA., 2000. Pesticide Ecotoxicity Database [Formerly: Environmental Effects Database (EEDB)].
- Wakabayashi, M., Konno, R., And Nishiido, T., 1988. Relative lethal sensitivity of two *Daphnia* species to chemicals. Tokyo-to Kankyo Kagaku Kenkyusho Nenpo, 12: 126-128.

참고 1 폐수처리공정 검토 방법(예)

1) 응집·침전 시설

가. 개요

- 응집공정은 응집 약품을 사용하여 미세입자 및 부유고형물 등을 응집시키고 응집물(Floc)을 중력에 의해 침전시켜 폐수와 분리하는 처리시설로 입자성 물질을 처리하는 것이 목적인 처리시설로 입자성 물질의 처리와 함께 일부 용존성 물질이 제거되지만 큰 저감효과는 없음
- 응집공정은 연속식 처리와 회분식 처리로 구분할 수 있으며, 연속식 처리는 폐수가 연속적으로 유입하는 시설로 유입되는 폐수에 응집제가 주입되고 교반 후 침전시설로 이송되어 상등수가 처리수로 배출되는 구조이며, 회분식 처리시설은 한 개의조를 반응조와 침전조로 사용하여 폐수를 유입 후 약품 주입 및 교반, 침전까지 한 개의 반응조에서 실시하고 상등수는 처리수로 배출하고 하부 슬러지는 폐기하는 방식임

나. 운영현황 검토 및 관리방안

(1) 처리기능 검토

- 응집공정은 입자성 물질을 처리하는 공정으로 SS의 처리효율 및 입자성 유기물질 처리효율이 중요하며, 응집공정의 처리효율 점검은 응집공정 전후의 시료채취 및 TOC, DOC, SS 분석을 통해 확인할 수 있음



<응집공정 처리효율 점검 방법>

- 응집공정 전후의 분석을 통해 SS 처리효율은 최소 50% 이상인 경우와 처리 후 DOC/TOC 비율은 0.7 이상인 경우 처리기능이 양호한 상태로 판단하며, 그 이하인 경우에는 처리공정의 개선이 필요한 상태로 판단함

<응집공정 정상 가동 상태(예시)>

구분	배출허용기준	처리 전	처리 후	처리효율(%)	비고
TOC(mg/L)	75	95.8	55.7	41.9	처리 후 DOC/TOC > 0.7 이상
DOC(mg/L)	-	62.4	51.0	18.3	
DOC/TOC 비	-	0.65	0.92	-	
SS(mg/L)	120	133.6	30.1	77.5	SS 처리효율 50 % 이상

<응집공정 비정상 가동 상태 (예시)>

구분	배출허용기준	처리 전	처리 후	처리효율(%)	비고
TOC(mg/L)	75	95.8	90.4	5.6	처리 후 DOC/TOC > 0.7 이하
DOC(mg/L)	-	62.4	60.8	2.6	
DOC/TOC 비	-	0.65	0.68	-	
SS(mg/L)	120	133.6	125.3	6.21	SS 처리효율 50 % 이하

(2) 운영현황 점검 및 관리방안

- 응집공정의 처리기능이 미흡한 경우에는 폐수처리 운영 절차에 대한 전반적인 검토가 필요하며, 응집공정의 고려사항은 응집제의 선택 및 주입량 산정, 약품 주입 후 교반, 침전조의 운영 및 슬러지 관리로 크게 구분할 수 있음

○ 응집약품 점검

- 응집공정을 통한 처리 시 우선 고려해야하는 사항은 응집제의 선택으로 폐수의 성상에 따라 응집제별 처리효율의 편차가 발생하므로 폐수 성상과 알맞은 응집제의 선택이 필요함
- 응집제의 종류는 다양하게 있으나 일반적인 세차폐수에서는 황산알루미늄, 알루미늄산나트륨이 일반적으로 많이 사용되고 있으며, 적정 응집제 선택을 위해서는 Jar-Test를 실시하여 확인할 수 있으며, 약품별 TOC, SS 처리효율과 약품 주입량을 산정하여 경제적으로 처리가 가능한 약품을 선정하는 것이 바람직함

<응집제의 종류 및 특징>

구분	적용 pH 범위	특징	비고
황산알루미늄	4.5-8.0	- 가격이 저렴하며, 모든 부유물의 제거에 유효하며, 독성이 없음 - 적정 pH폭이 좁음	
알루미늄산나트륨	< 7	- 약알칼리성으로 산성폐수에 사용이 가능함	
염화제이철	9-11	- Floc이 무거워 침강속도가 빠름 - 부식성이 높아 기계 및 설비 손상 우려가 있음	
황산제1철	9-11	- 가격이 저렴하고 Floc이 무거워 침강속도가 빠름 - 부식성이 강하고 철이온이 잔류함	
폴리염화알루미늄(PAC)	5-9	- pH 범위가 넓음 - 생성된 플록의 침강속도가 빠름 - 가격이 비교적 비쌘	

○ 교반장치 점검

- 응집제를 주입한 후에는 폐수와 응집제의 혼합과 응집물(Floc)을 생성하기 위해서 교반을 실시하며, 교반속도에 따라 급속교반과 완속교반으로 구분함
- 급속교반은 응집제를 주입 후 폐수와 빠르게 섞는 것을 목적으로 하며, 보통 급속교반은 0.5~2분 정도가 적당하며, 교반속도는 속도경사(G)값을 지표로 사용하여 400~1500/s로 함

- 속도경사(G)값의 계산은 현장에서 어려움이 있으므로 약품과 폐수가 빠르게 혼합되도록 교반속도를 조정해야 하며, 전체 교반 후 응집상태 점검이 필요함
- 완속교반은 급속교반을 통해 생성된 응집물(Floc)을 크게 만드는 교반으로 통상 교반시간은 20~30분이 적당하며, 교반속도는 속도경사(G)값을 40~100/s로 유지하는게 적정함



응집제 주입 전

응집제 주입 및 교반 후

<응집물 형성 과정>

- 응집물(Floc)이 형성되지 않는 원인은 다양하게 있으나 폐수와 맞지 않는 응집제 사용한 경우, 폐수의 pH가 응집제 사용범위를 벗어난 경우, 응집제 주입 후 교반이 부족한 경우 응집물(Floc)이 제대로 형성되지 않을 수 있으므로 Jar-Test를 통해 점검이 필요함

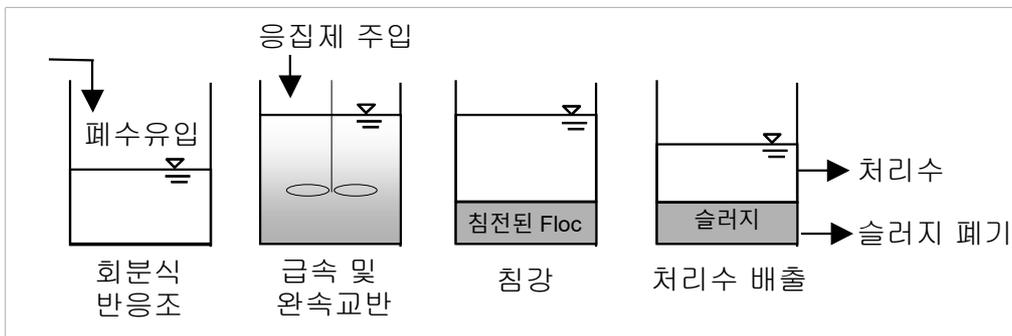
○ 침전시설 점검

- 응집제 주입 후 교반을 통해 응집물(Floc)을 생성하고 고액분리를 통해 응집물(Floc)을 제거하는 시설이 침전시설이며, 생성된 응집물(Floc)은 중력의 의해 침강되어 하부로 이동하게 되며, 상등수는 처리수로 배출되고 하부의 응집물(Floc)은 슬러지로 처리됨
- 침전시설의 슬러지는 주기적으로 제거해야 하며, 장기간 방치하는 경우 침전조의 슬러지의 누적으로 처리수에 슬러지가 월류할 수 있으며, 침전조의 슬러지 부패에 의한 슬러지 부상 등 처리수질이 악화될 수 있음

- 응집공정의 침전시설은 연속식 응집과 회분식 응집에 따라 차이가 있으며, 설치된 응집공정의 구성에 따라 침전시설의 관리 및 슬러지 처리가 필요함

○ 회분식 처리시설

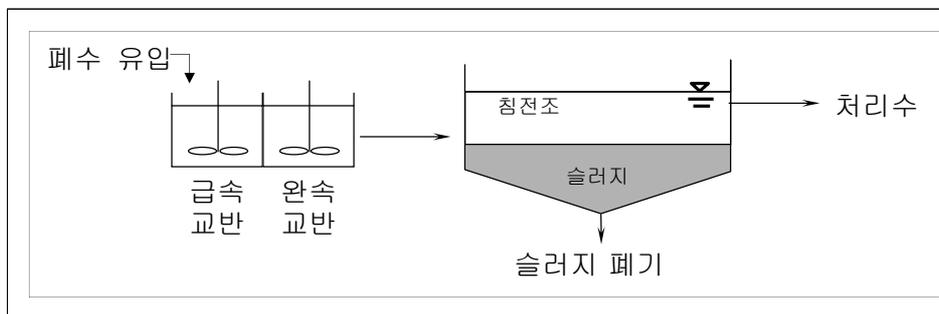
- 회분식 처리시설은 1회 처리 후 발생하는 응집물(Floc)의 침전물들을 배출하여 폐기물로 처리하여야 하며, 회분식 반응조는 응집반응조와 침전시설의 역할을 동시에 수행하기 때문에 슬러지를 처리하지 않고 폐수를 다시 주입 후 응집반응을 시키는 경우 응집물(Floc)이 생성되지 않는 문제가 발생할 수 있으므로, 1회 처리 후 즉시 슬러지를 폐기처리하도록 운영관리가 필요함



<회분식 응집처리시설>

○ 연속식 처리시설

- 연속식 처리시설의 경우 지속적으로 슬러지 처리가 가능한 침전시설은 침전조의 슬러지를 주기적으로 제거하여야 하며, 슬러지가 과량 축적되어 유출되지 않도록 관리가 필요함



<연속식 응집처리시설>

2) 여과시설

가. 개요

- 여과는 모래, 섬유 등의 여재를 이용하여 수중에 존재하는 입자성 물질을 물로부터 걸러내어 제거하는 목적이며, 물이 여재 사이를 통과하면서 입자성 물질이 여재를 통해 걸러내는 시설임
- 여과시설은 가압식 여과와 중력에 의한 자연유하 방식의 여과가 있으며, 여과시설의 여재는 모래, 섬유, 기타 여재 등이 사용되며, 일반적으로 가압식 여과는 섬유여재가 사용되며, 자연유하 방식의 여과는 일반적으로 모래를 여재로 사용함



가압식 모래여과



가압식 섬유여과

<여과시설의 종류>

나. 운영현황 검토 및 관리방안

(1) 처리기능 검토

- 여과시설은 입자성 물질을 처리하는 공정으로 SS의 처리효율이 중요하며, 처리효율 점검은 여과공정 전후의 시료채취 및 TOC, DOC, SS 분석을 통해 확인할 수 있음



- SS 처리효율은 최소 50 % 이상인 경우와 처리 후 DOC/TOC 비율은 0.7 이상인 경우 처리기능이 양호한 상태로 판단함
- 여과공정의 정상가동 상태 예시는 다음과 같음

<여과공정 정상가동 상태(예시)>

구분	배출허용기준	처리 전	처리 후	처리효율(%)	비고
TOC(mg/L)	75	95.4	25.9	72.9	DOC/TOC > 0.7이상
DOC(mg/L)	-	25.9	22.4	17.6	
DOC/TOC 비	-	0.27	0.86	-	
SS(mg/L)	120	140.5	11.2	92.0	50 % 이상

- 여과시설의 SS 처리효율이 50 % 이하이며, 처리 후 DOC/TOC 비가 0.7 이하인 경우 여과시설을 통한 입자성 물질에 대한 처리가 적정하게 이뤄지지 않는 비정상 가동 상태로 판단됨
- 여과공정의 비정상 가동 상태 예시는 다음과 같음

〈여과공정 비정상 가동 상태(예시)〉

구분	배출허용기준	처리 전	처리 후	처리효율(%)	비고
TOC(mg/L)	75	95.4	85.9	10.0	DOC/TOC > 0.7 이하
DOC(mg/L)	-	25.9	25.2	2.7	
DOC/TOC 비	-	0.27	0.29	-	
SS(mg/L)	120	140.5	124.6	11.3	50 % 이하

(2) 운영현황 점검 및 관리방안

- 여과시설의 처리기능이 미흡한 경우에는 대부분 여재가 손상된 경우가 많으며, 여과시설의 관리방안은 여재의 종류와 가압식 여부 등에 따라 차이가 있음

○ 가압식 모래여재

- 가압식 모래여과 시설의 경우 주기적인 역세척을 통해 관리하여 운영하며, 역세척을 실시하지 않는 경우 입자성 물질이 모래여재에 축적되어 폐색에 의한 여과속도의 저하 등의 문제가 발생할 수 있음
- 여재의 교체는 역세척을 주기적으로 실시하는 경우 전체 교체가 필요하지 않으나 모래가 응집제나 슬러지 등과 결합 된 경우 해당 부분을 제거하고 보충하는 방식으로 운영 관리가 필요함

○ 자연유하식 모래여재

- 자연유하식 모래여과는 중력에 의해 여과되는 공정으로 역세척이 가능한 경우 역세척을 주기적으로 실시하여 여과기능을 유지할 수 있음
- 역세척 설비가 없는 시설의 경우 주기적으로 모래여재를 제거하여 세척 후 재충전하는 관리가 필요하며, 세척주기를 연장하기 위해서는 모래여재 위에 여과포 등을 설치하고 주기적으로 여과포의 교체를 통해 축적된 고형물을 제거하는

방식으로 운영할 경우 모래의 오염 방지를 통해 세척주기를 연장할 수 있음

○ 가압식 섬유여재

- 가압식 섬유여재는 섬유필터에 의해 폐수의 입자성 물질이 처리되는 시설이며, 대부분의 섬유필터는 역세척을 실시하지 않고 교체를 통해 관리하며, 역세척 설비가 있는 경우에는 주기적인 역세척을 통한 관리가 필요함
- 가압식 여과시설은 압력계가 설치되어 여과압력을 확인할 수 있으며, 여과압력을 통해 여재의 오염도와 손상 여부 등을 확인할 수 있음
- 여과압력은 여재 교체 후 일반적인 여과압력의 확인이 필요하며, 주기적인 여과압력을 확인하여 사용시기가 길어질수록 입자성 물질의 축적에 의해 여과압력이 상승하게 되며, 일정 압력 이상으로 높아질 경우 여재의 손상이 발생하여 여과압력이 낮아지게 되며, 여재가 손상된 경우에는 여재의 교체가 필요함
- 여과필터의 제원을 확인하여 사용가능한 범위의 여과압력을 확인하고 여과필터의 허용압력을 초과하는 경우에는 여재의 손상이 발생할 수 있으므로 여재 교체를 통한 관리가 필요함

3) 활성탄 흡착시설

가. 개요

- 활성탄 흡착은 각종 용존 난분해성 유기물질을 비롯한 미량의 유기물질이 활성탄에 흡착되어 제거되는 공정으로 색도, 탈취, 중금속의 제거 등에도 사용됨
- 활성탄 흡착시설은 가압식 시설과 자연유하식 시설이 있으며, 흡착시설의 활성탄은 일반적으로 입상 활성탄을 사용하며, 처리가 필요한 오염물질에 따라 활성탄의 크기와 종류는 차이가 있으나 일반적인 금속가공제품 제조시설의 유기물질 처리를 위한 활성탄은 석탄계 활성탄을 사용함



가압식 활성탄 흡착시설



자연유하식 활성탄 흡착시설

<활성탄 흡착시설>

나. 운영현황 검토 및 관리방안

(1) 처리기능 검토

- 활성탄 흡착시설은 용존성 유기물질을 처리하는 공정으로 DOC의 처리효율이 중요하며, 활성탄 흡착시설의 처리효율 점검은 흡착시설 전후의 시료채취 및 TOC, DOC, SS 분석을 통해 확인할 수 있음



- 활성탄 흡착을 통한 DOC 처리효율은 활성탄 접촉시간에 따라 처리효율의 차이가 발생할 수 있으며, 경제적인 처리를 위해 접촉시간을 조정하는 경우가 있으므로 DOC 처리효율이 30 % 이상인 경우는 처리능력이 양호한 상태로 판단함
- 활성탄 흡착시설의 정상가동 상태 예시는 다음과 같음

<활성탄 흡착시설 정상가동 상태 (예시)>

구분	배출허용기준	처리 전	처리 후	처리효율(%)	비고
TOC(mg/L)	75	102.2	24.8	75.7	
DOC(mg/L)	-	94.5	23.4	75.2	DOC 처리효율 30 % 이상
SS(mg/L)	120	32.6	15.4	52.8	SS 처리효율 50 % 이상

- 활성탄 흡착시설의 DOC 처리효율이 30 % 이하인 경우 활성탄 흡착시설을 통한 용존성 유기물질에 대한 처리가 적절하게 이뤄지지 않는 비정상 가동 상태로 판단됨
- 다만, 처리시설의 유입수의 DOC가 저농도로 유입되어 활성탄 접촉시간을 짧게 조정하여 운영하는 경우에는 DOC의 처리효율이 30 % 이하여도 SS 처리효율이 50 % 이상인 경우에는 정상 가동상태로 판단함
- 활성탄 흡착시설의 비정상 가동 상태 예시는 다음과 같음

〈활성탄 흡착시설 비정상 가동 상태 (예시)〉

구분	배출허용기준	처리 전	처리 후	처리효율(%)	비고
TOC(mg/L)	75	92.2	90.3	2.1	
DOC(mg/L)	-	73.3	68.4	6.7	DOC 처리효율 30 % 이하
SS(mg/L)	120	31.2	30.2	3.2	SS 처리효율 50 % 이하

(2) 운영현황 점검 및 관리방안

- 흡착시설의 처리기능이 미흡한 경우는 대부분 활성탄의 처리기능 상실이 주요 원인이며, 그 외의 활성탄의 종류, 활성탄 접촉시간, 유입수의 성상 등이 있음
- 흡착시설은 활성탄의 종류 및 운영방법에 따라 관리방안에 차이가 있음

○ 활성탄의 종류

- 금속가공제품 제조시설에서 사용하는 활성탄은 일반적으로 유기물질 처리를 위한 석탄계 입상활성탄을 사용하고 있으나 사업장별 활성탄의 종류(야자계, 석탄계 등)와 입자 크기 등 사용하는 활성탄에 따라 오염물질의 처리효율과 교체주기는 차이가 발생할 수 있음

○ 활성탄의 접촉시간

- 오염물질의 처리효율은 활성탄과의 접촉시간에 따라 차이가 발생하며, 활성탄과의 접촉시간이 길어질수록 오염물질의 처리효율은 상승하게 됨
- 활성탄 접촉시간을 과도하게 길게 유지하게 되면 오염물질의 처리효율은 증가하나 활성탄의 교체주기가 짧아져 운영비용이 상승하게 되므로 배출허용기준 준수를 위한 적정 활성탄 접촉시간을 선정해야하며, 활성탄의 접촉시간은 자연유하방식은 별도로 시간을 조정하기 어려운 구조이나 가압식 흡착시설은 유입유량 및 여과속도를 조정하여 활성탄 접촉시간을 조정하여 운영할 수 있음

○ 활성탄의 교체주기

- 활성탄의 교체는 활성탄이 오염물질을 흡착을 통해 처리하기 때문에 흡착할 수 있는 능력이 떨어져 오염물질을 처리할 수 없는 상태에서 교체가 필요하며, 활성탄의 교체주기는 유입수의 오염도와 처리유량, 운영현황에 따라 차이가 있으며, 처리시설에서는 주기적으로 흡착시설의 처리효율을 평가하여 처리효율이 저하된 경우 교체하여 운영관리가 필요함

○ 유입수 관리

- 활성탄 흡착시설은 부유물질의 농도가 높게 유입되는 경우 흡착효율이 급격하게 낮아질 수 있으므로 일반적으로 활성탄 흡착시설 전에는 여과시설을 설치하여 입자성 물질을 제거하고 흡착시설로 처리하는 구조로 설계함
- 처리시설 구성에 따라 입자성 물질을 처리하지 못하고 흡착시설을 운영하는 경우 입자성 물질이 축적되어 폐색 및 수로현상의 발생으로 폐수와 활성탄이 충분히 접촉하지 못 하고 유출되어 처리효율이 악화될 수 있으므로 이러한 경우에는 주기적인 역세척을 실시하여 폐색 및 수로현상이 일어나지 않도록 관리가 필요함

참고 2 변경허가, 신고 등 관련 서식

■ 물환경보전법 시행규칙 [별지 제12호서식] <개정 2021. 12. 10.>

폐수배출시설 설치 [] 허가신청서 [] 신고서

※ 뒤쪽의 작성방법을 읽고 작성하시기 바라며, []에는 해당되는 곳에 √ 표를 합니다. (앞쪽)

접수번호	접수일시	처리기간	뒤쪽참조	
신청 (신고인)	사업장명	사업자등록번호		
	대표자			
	주 소	(전화번호:)		
	사업장 소재지	(전화번호:)		
신청 (신고) 내용	사업종류 (분류번호)	주생산품		
	설치개시 예정일 년 월 일	가동개시 예정일 년 월 일		
	폐수배출시설 및 수질오염방지시설			
	폐수배출시설명	제품별 생산능력 (/일)	폐수배출량 (m ³ /일)	폐수처리의 방법 및 능력
	폐수배출시설의 조업시간 및 연간 가동일 ()시간/일, ()일/연		수질오염방지시설의 조업시간 및 연간 가동일 ()시간/일, ()일/연	
	수질오염물질 배출항목			
	측정기기 부착항목			
	비점오염원 신고대상	[] 해당(신고서 제출여부 []제출 []미제출) [] 해당없음		
	사업장 부지면적(m ²)			

「물환경보전법」 제33조제1항, 제34조제1항, 같은 법 시행령 제31조제5항 및 같은 법 시행규칙 제36조, 제37조제1항에 따라 폐수배출시설의 [] 설치허가를 신청 [] 설치를 신고 합니다.

년 월 일

신청(신고)인

(서명 또는 인)

시·도지사, 시장·군수·구청장 귀하

210mm×297mm[백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

첨부서류	1. 일반 제출서류: 다음 각 목의 서류 각 1부 가. 폐수배출시설의 위치도 및 폐수배출공정흐름도 나. 원료(용수를 포함합니다)의 사용명세 및 제품의 생산량과 발생할 것으로 예측되는 수질오염물질의 명세서(「물환경보전법 시행규칙」 별표 4 제1호다목 단서에 따른 폐수배출시설의 경우에는 따로 용수의 수질분석자료를 제출하여야 합니다) 다. 수질오염방지시설의 설치명세서 및 그 도면(설치신고를 하는 경우에는 도면을 배치도로 갈음할 수 있습니다) 또는 수질오염방지시설 설치면제 대상 폐수배출시설을 설치하는 경우에는 「물환경보전법 시행규칙」 제43조에 따라 제출하여야 하는 서류 라. 「물환경보전법 시행령」 별표 7 비고 제4호에 따른 측정기기 부착 일부항목 면제이유를 증명하는 서류 2. 폐수무방류배출시설을 설치하는 경우: 다음 각 목의 서류 각 1부 가. 제1호 각 목에 따른 서류 나. 「물환경보전법 시행령」 제31조제7항 각 호의 시설설치계획서와 그 도면 다. 「물환경보전법 시행령」 별표 6에 따른 세부설치기준 이행계획서와 그 도면 3. 공동방지시설을 설치하는 경우: 「물환경보전법 시행규칙」 제45조제1항 각 호에 따른 서류 각 1부
담당 공무원 확인사항	1. 법인인 경우 법인 등기사항증명서 2. 개인인 경우 사업자등록증

행정정보 공동이용 동의서

본인은 이 건 업무처리와 관련하여 담당 공무원이 「전자정부법」 제36조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 위의 담당 공무원 확인사항 중 제2호를 확인하는 것에 동의합니다. *동의하지 않는 경우에는 신청인이 직접 해당서류를 제출해야 합니다.

신청인(신고인)

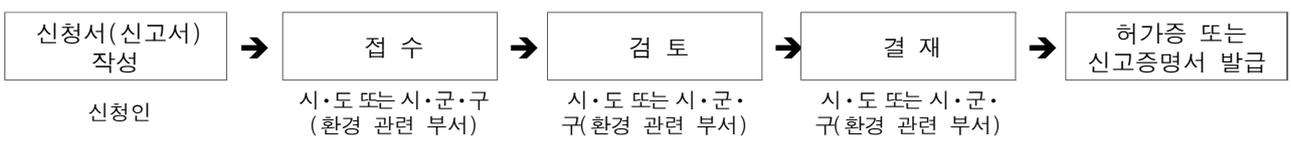
(서명 또는 인)

작성 방법

※ 처리기간: 10일(폐수무방류배출시설의 경우에는 60일)

1. 대표자란에는 법인의 경우 성명 대신 직함을 적어도 됩니다.
2. 폐수배출시설의 위치도에는 사업장 내 폐수배출시설의 위치, 용수·폐수의 흐름과 그 양을 측정할 수 있는 기기의 부착위치 및 종류를 표시하고, 폐수배출공정흐름도에는 원료의 최초 투입부터 최종제품이 생산될 때까지의 전 공정에 대하여 원료·부원료·첨가물, 용수의 투입점과 폐수·폐기물 및 제품의 배출점(정비 시의 배출점은 제외합니다)을 나타내야 하며, 복수 또는 다수의 공정인 경우에는 이를 각각 나타내야 합니다.
3. 원료(용수를 포함합니다)의 사용 명세 및 제품의 생산량과 발생할 것으로 예측되는 수질오염물질의 명세서의 작성방법은 아래와 같습니다.
 가. 원료·부원료·첨가물의 사용량 및 제품생산량은 월간 및 연간 최대량·평균량을 적되, 다수의 폐수배출시설이 일련의 연속공정인 경우에는 각각의 시설별로 작성하지 아니하고 일괄하여 작성할 수 있습니다.
 나. 용수는 공급원(지하수·하천수 등)별 및 사용목적(공정용수·간접냉각수 등)별 일일 최대량·평균량을 적어야 하고, 「물환경보전법 시행규칙」 별표 4 제1호다목 단서에 따른 폐수배출시설의 경우 제출하는 용수의 수질분석자료는 「먹는물관리법」 제43조제2항에 따른 먹는물수질검사기관에서 분석한 자료를 제출하여야 합니다.
 다. 수질오염물질 발생예측서에는 발생 수질오염물질의 종류, 오염도, 폐수량, 폐기물량에 대한 최대·평균 예측치 및 산출방법을 표시하여야 합니다.
4. 수질오염방지시설설치명세서는 폐수처리계통도, 처리방법, 처리능력, 처리효율, 시설명칭 및 용량, 운전요령과 발생된 폐기물의 처리방법(재생방법, 이용방법, 사업장 안에서 스스로 처리하거나 위탁처리하는 방법)이 포함되어야 하며, 그 도면에는 방지시설업 등록사항 및 설계자, 최종 방류수량 및 방류수질을 확인할 수 있는 계측기의 부착 위치(해당 사업장으로 한정합니다), 최종방류구의 위치가 표시되어야 합니다.
5. 폐수무방류배출시설의 세부 설치기준 이행계획서에는 처리수의 재이용방법이 포함되어야 하고, 재이용량을 확인할 수 있는 계측기의 부착 위치가 표시되어야 합니다.
6. 「물환경보전법 시행령」 제72조제3항, 제4항 및 제5항제2호에서 정하는 비점오염원 신고대상 여부를 확인하여 비점오염원 신고대상란에 표기하고, 신고대상인 경우 관할 행정관청에 신고하여야 합니다.

처리 절차



* 210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 중질지(80g/㎡)]

폐수배출시설 변경 [] 허가신청서 [] 신고서

※ 아래 작성방법을 읽고 작성하시기 바라며, []에는 해당되는 곳에 √ 표를 합니다.

(앞쪽)

허가(신고)번호	제 호	접수일시	처리기간	뒤쪽참조
신청인 (신고인)	사업장명		사업자등록번호	
	대표자			
	주 소			
	(전화번호:)			
		사업장 소재지		
		(전화번호:)		
설치개시 예정일		가동개시 예정일		
변경사항	변경 전		변경 후	
비점오염원 신고대상		[] 해당(신고서 제출여부 []제출 [] 미제출) [] 해당없음		
		사업장 부지면적(m ²)		

[] 「물환경보전법」 제33조제2항 본문, 제34조제1항, 같은 법 시행령 제31조제5항 및 같은 법 시행규칙 제37조제2항에 따라 폐수배출시설의 변경허가를 신청합니다.

[] 「물환경보전법」 [] 제33조제2항 단서 및 같은 법 시행규칙 제38조제3항에 따라 폐수 배출시설 등의 변경사항을 신고합니다.

년 월 일

신청인(신고인)

(서명 또는 인)

시·도지사, 시장·군수·구청장 귀하

첨부서류	1. 폐수배출시설 설치허가증 원본 또는 설치신고증명서 원본 2. 변경내용을 증명하는 서류 1부	수수료(변경허가신청) 5,000원 (정보통신망을 이용할 경우 4,000원)
담당 공무원 확인사항	1. 법인인 경우 법인 등기사항증명서 2. 개인인 경우 사업자등록증	

행정정보 공동이용 동의서

본인은 이 건 업무처리와 관련하여 담당 공무원이 「전자정부법」 제36조제1항에 따른 행정정보의 공동이용을 통하여 위의 담당 공무원 확인사항 중 제2호를 확인하는 것에 동의합니다. *동의하지 않는 경우에는 신청인이 직접 해당서류를 제출해야 합니다.

신청인(신고인)

(서명 또는 인)

작성 방법

「물환경보전법 시행령」 제72조제3항, 제4항 및 제5항제2호에서 정하는 비점오염원 신고대상 여부를 확인하여 비점오염원 신고대상란에 표기하고, 신고대상인 경우 관할 행정관청에 신고하여야 합니다.

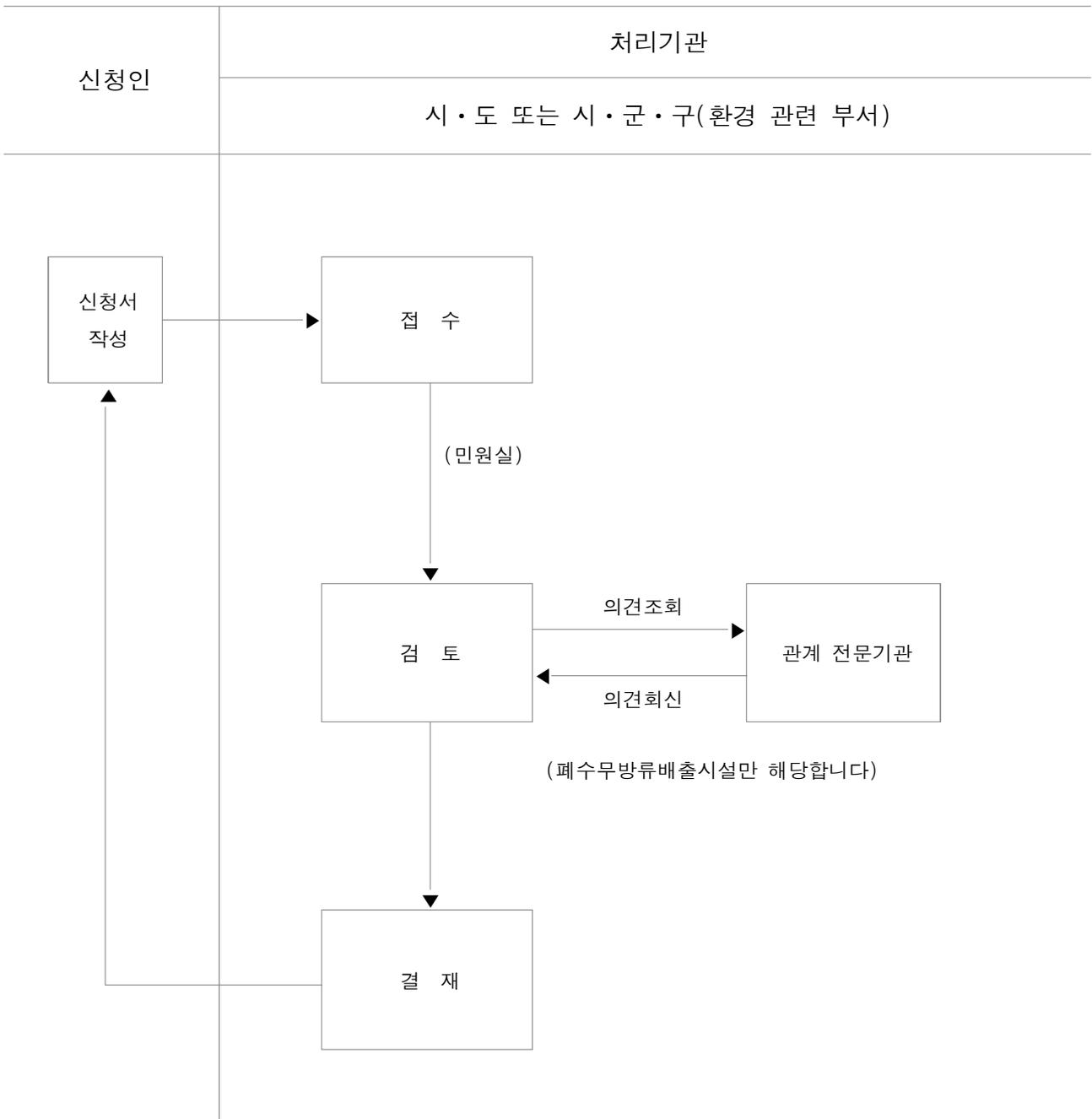
210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 중질지(80g/㎡)]

※ 처리기간

- 변경허가 : 7일(폐수무방류배출시설의 경우에는 60일)
- 변경신고 : 5일. 다만, 시설의 전부 폐업, 사업장의 명칭변경, 대표자 변경의 경우에는 즉시 처리됩니다.

처 리 절 차

※ 이 서류는 아래와 같이 처리됩니다.



210mm×297mm[백상지(80g/㎡) 또는 중질지(80g/㎡)]

(앞 쪽)

폐수배출시설 및 수질오염방지지설 운영일지

결 재	환경기술인	부서장	공장장	대표자

년 월 일 요일

날씨:

온도:

1. 폐수배출시설 가동(조업)시간대

시간대 구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

2. 수질오염방지지설 가동시간대(처리방법:)

시간대 구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
시간대별 근무자 직·성명	※ 시간대 표시는 검은색																							

3. 용수 공급원별 사용량과 폐수배출량

구분	항목	전일 지침 (m³)	금일 지침 (m³)	사용량 (m³/일)	검침 시간대	구분	항목	전일 지침 (m³)	금일 지침 (m³)	배출량 및 사용량(m³/일)
	계							폐수발생량		
상수 도	1호					폐수배출량				
	2호									
공업 용수	1호					냉각수량				
	2호									
지하 수	1호					소모 (증발량)				
	2호									
하천 수	1호					재사용량				
	2호									
해수 등 기타	1호					생활용수량				
	2호									

4. 슬러지의 발생량 및 처리량

슬러지발생량(m³)	처리량(m³)	보관량(m³)	함수율(%)	보관장소

※ 함수율(%)란은 슬러지를 처리하는 경우 또는 슬러지를 적정하게 관리·처리할 수 있는 주기(월 1회 등)마다 작성합니다.

※ 슬러지를 스스로 처리하는 경우 그 처리장소:

※ 위탁처리를 하는 경우 위탁처리업소명:

210mm×297mm[일반용지 60g/m²(재활용품)]

(뒤 쪽)

5. 원료 또는 첨가제 등의 사용량

원료 또는 첨가제 등									
사용량(kg)									

※ 일반적으로 사용되는 용어 또는 공통어로 기재합니다.

6. 전력사용량

가동시간	사용량 (kWh)	금일 폐수 1m ³ 당 소모전력량(kWh/m ³)	검침시간	적산전력계 지침	참고사항

7. 약품사용량

약품명	구입량	약품 소모량	잔량	비고	약품명	구입량	약품 소모량	잔량	비고

8. 폭기조 운전상태(생물화학적 처리시설의 경우)

pH	수온	DO	SV30	MLSS	SVI	폭기시간	주미생물상태

※ 미생물 관찰: 현미경 보유(600배율 이상), 주미생물상태는 양호 또는 불량으로 적습니다.

9. 수질오염방지시설 고장 유무 및 특기사항

10. 수질오염물질 측정내용

구분 \ 항목	pH	BOD	TOC	COD	SS	n-Hex	시안 (CN)	Cu				분석일
	원폐수											
방류수												

※ 사업장에서 분석하는 경우 분석자명:

※ 분석을 위탁하는 경우 측정대행업소명:

11. 수질자동측정기기 등의 측정항목별 점검내용

구분 \ 항목	pH	BOD	TOC	COD	SS	T-N	T-P	유량계	시료채취조
	청소상태								
시료도입[튜브 (tubing: 배관)류] 상태									
시약류 주입상태									
센서류 작동여부									
소모품 교체									

12. 지도·점검을 받은 사항

※ 제1호부터 제4호까지는 폐수처리방법 등 사업장 특성을 고려하여 해당 부분을 반드시 적어야 하며, 제5호부터 제12호까지는 사업자의 판단에 따라 선택적으로 적을 수 있습니다.

참고 3 응집·침전 시험(Jar-Test)

○ 응집·침전 시험(Jar-Test) 개요

- Jar-Test는 응집공정에서 사용하는 응집제의 선택 및 최적 주입량과 pH 조건에 따른 응집효율 등 실제로 응집공정을 운영하기 위한 조건을 도출하는 시험임
- 응집효율은 응집공정을 통해 저감 하고자 하는 물질에 따라 차이가 있으며, 일반적인 시설의 경우 유기물질은 TOC와 부유물질은 탁도를 처리기준으로 하여 처리효율을 평가하고 중금속 처리가 필요한 시설은 해당 중금속을 처리기준으로 처리효율 평가를 실시함



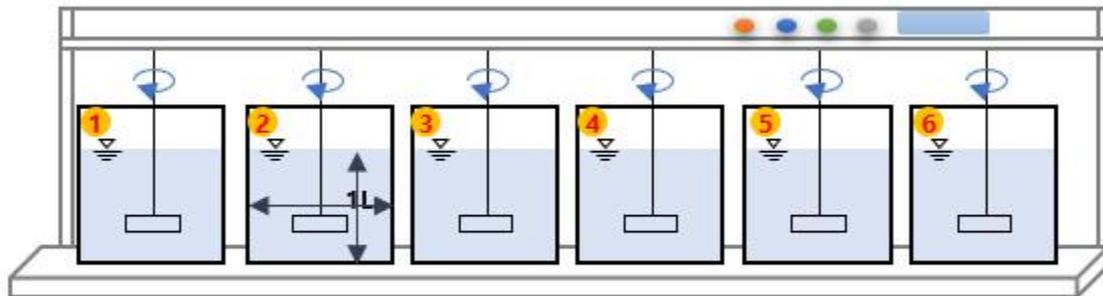
Jar-Test

○ 응집·침전 시험(Jar-Test) 방법

- 응집시험은 우선 응집제의 선택과 응집제별 최적 주입량 산정을 실시하고 최적 주입량을 토대로 최적 pH를 도출하는 과정으로 실시하며, 일반적인 금속가공제품 제조시설은 유입수의 pH는 중성 범위로 유입되고 있으며, 별도의 pH 조정 등을 통한 운영관리에 어려움이 있으므로 응집제별 처리효율 및 최적 주입량을 산정하는 과정으로 운영조건을 최적화하여 개선을 실시함

< 응집제 및 주입량 산정을 위한 Jar-Test 방법>

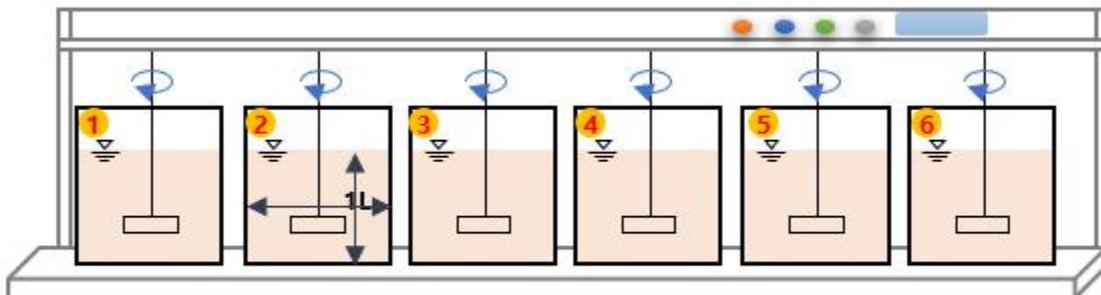
- 1) 응집과정으로 유입되기 전 폐수 채취 및 폐수의 TOC, 탁도 분석
- 2) 6개의 비이커에 채취한 폐수를 각각 1 L 주입
- 3) Jar-Test에 사용할 응집제 선정(PAC, 황산알루미늄 등)
- 4) 선정된 응집제를 각각의 비이커에 5, 10, 20, 30, 40, 50 mg/L 주입
- 5) 응집제 주입 후 교반기를 이용하여 급속교반(120 RPM, 1분) 및 완속교반(60 RPM, 15분) 실시
- 6) 교반이 끝난 후 약 1시간 정지하여 침전 후 각각의 비이커 상등액 시료 채취
- 7) 채취한 시료에 대해 TOC, 탁도 분석
- 8) 시험 원수의 TOC, 탁도와 Jar-Test 후 응집제 주입량 별 TOC, 탁도 값 비교
- 9) 응집제별 TOC, 탁도 처리효율을 비교하여 응집제 선택
- 10) 응집제 주입량별 TOC, 탁도 처리효율을 비교하여 최적 주입량 선정



1. pH 고정
2. 응집제 주입량 변경(5, 10, 20, 30, 40, 50)mg/L

< 최적 pH 도출을 위한 Jar-Test 방법 >

- 1) 응집공정으로 유입되기 전 폐수 채취 및 폐수의 pH, TOC, 탁도 측정
- 2) 6개의 비이커에 채취한 폐수를 각각 1 L 주입
- 3) 각 비이커에 채워진 폐수의 pH를 4, 5, 6, 7, 8, 9로 맞춤
- 4) 이때 pH를 조절하기 위해서 1M H₂SO₄, 1M NaOH를 사용함
- 5) pH를 맞춘 후 각 비이커에 응집제를 동일한 양을 주입함
- 6) 응집제 주입 후 교반기를 이용하여 급속교반(120 RPM, 1분) 및 완속교반(60 RPM, 15분) 실시
- 7) 교반이 끝난 후 약 1시간 정지하여 침전 후 각각의 비이커 상등액 시료 채취
- 8) 채취한 시료에 대해 TOC, 탁도 분석
- 9) 시험 원수의 TOC, 탁도와 Jar-Test 후 pH 별 TOC, 탁도 값 비교
- 10) pH 별 TOC, 탁도 처리효율을 고려하여 최적 pH 산정



1. 응집제 종류 및 응집제 주입량 고정
2. pH 변경(pH 4, pH 5, pH 6, pH 7, pH 8, pH 9)

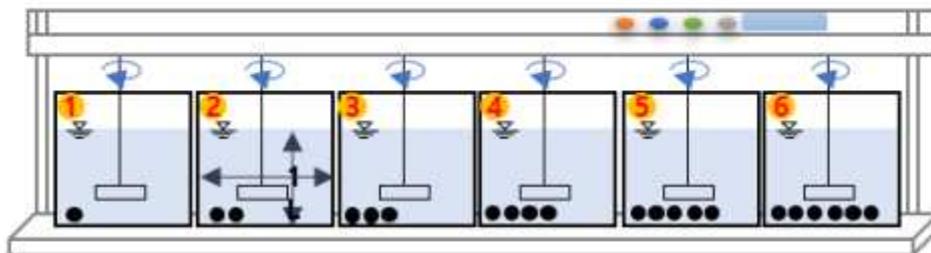
참고 4 활성탄 흡착시험

○ 활성탄 흡착시험 개요

- 활성탄 흡착시험은 운영 중인 활성탄 흡착시설의 활성탄 소모량을 도출하여 처리시설의 활성탄 교체주기 산정을 목적으로 하는 시험임
- 활성탄 교체주기 산정을 위해서는 등온흡착식을 도출해야 하며, Freundlich 등온흡착식과 Langmuir 등온흡착식 2가지 방법이 있으며, 등온흡착식의 선택은 시험결과에 따라 상관관계가 높은 등온흡착식을 사용하며, 등온흡착식별 상관관계는 폐수의 성상 및 활성탄의 종류 등 다양한 원인에 의해 차이가 발생할 수 있음

<활성탄 교체주기 산정을 위한 흡착시험 방법>

- 1) 활성탄 흡착시설로 유입되기 전 폐수 채취 및 폐수의 TOC 측정
- 2) 6개의 비이커에 채취한 폐수를 각각 1 L 주입
- 3) 활성탄*을 각각의 비이커에 20, 50, 100, 200, 400, 600 mg 주입
- 4) 활성탄 주입 후 교반기를 이용하여 교반을 실시
- 5) 흡착 평형 후 시료를 여과 채취하여 TOC 분석(흡착 평형은 24시간 이상)



1. 6개의 비이커에 폐수를 동일하게 분취
2. 동일하게 분취된 비이커에 활성탄을 무게별로 각각 주입

* 시험에 사용하는 활성탄은 증류수로 세척하여 물에 뜨거나 입자가 작은 불순물을 제거하고 105 오븐에서 2일 동안 건조한 후 사용

<활성탄 흡착시험 결과 산출 방법(Freundlich 등온흡착식)>

● Freundlich 등온흡착식 계산 방법

Freundlich 등온흡착식 : $X/M = k \cdot C_e^{1/n}$

X : 흡착된 TOC의 양(mg), M : 활성탄의 양(g), C_e : 평형농도, k, n : 시험 상수

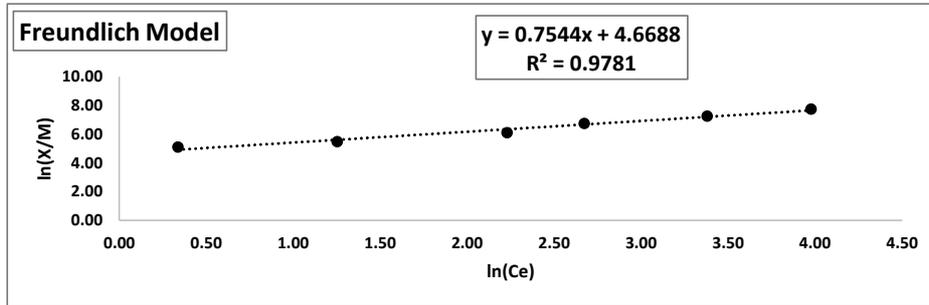
X(흡착된 TOC의 양) = 시험 원수 TOC 농도 - 평형농도(교반 후 TOC 농도)

M(활성탄의 양) = 각각 비이커에 주입한 활성탄양(20, 50, 100, 200, 400, 600 mg)

C_e (평형농도) = 각각 비이커별로 흡착평형(약 24시간 교반 후) 후의 TOC 농도

Ex) 시험원수 TOC 농도는 100 mg/L이며, 흡착 시험결과는 다음 표와 같음

X(mg)	M(g)	C_e (mg/L)	X/M(mg/g)	$\ln(C_e)$	$\ln(X/M)$
46.6	0.02	53.4	2330.00	3.98	7.75
70.6	0.05	29.4	1412.00	3.38	7.25
85.5	0.1	14.5	855.00	2.67	6.75
90.7	0.2	9.3	453.50	2.23	6.12
96.5	0.4	3.5	241.25	1.25	5.49
98.6	0.6	1.4	164.33	0.34	5.10



- 도출된 수식 $y=0.7544x+4.6688$ 에서 기울기는 $1/n$ 값이며, y절편은 $\ln(k)$ 값으로 $1/n$, k 값을 산출할 수 있음($1/n = 0.7544$, $k = 106.5698$)

1일 활성탄 사용량(kg/d) = $\frac{(C_0 - C_e) \times Q}{X/M}$

C_0 : 활성탄 흡착탑 TOC 유입농도(mg/L), C_e : 처리수 TOC 농도(mg/L), Q : 처리유량(m³/일)

- 유입수 100 mg/L, 처리수 30 mg/L, 처리유량 5 m³/일로 운영하는 흡착시설인 경우

: $X/M = k \cdot C_e^{1/n} = 106.5698 \cdot 30^{1/0.7544} = 1386.67$

: 1일 활성탄 사용량(kg/d) = $\frac{(C_0 - C_e) \times Q}{X/M} = \frac{(100 - 30) \times 5}{1386.67} = 0.25 \text{ kg/d}$

- 활성탄 흡착시설의 활성탄 충전량이 20 kg인 경우 교체주기는 80일로 산정됨

: 활성탄 충전량(20 kg) / 활성탄 사용량(0.25 kg/d) = 80일

<활성탄 흡착시험 결과 산출 방법(Langmuir 등온흡착식)>

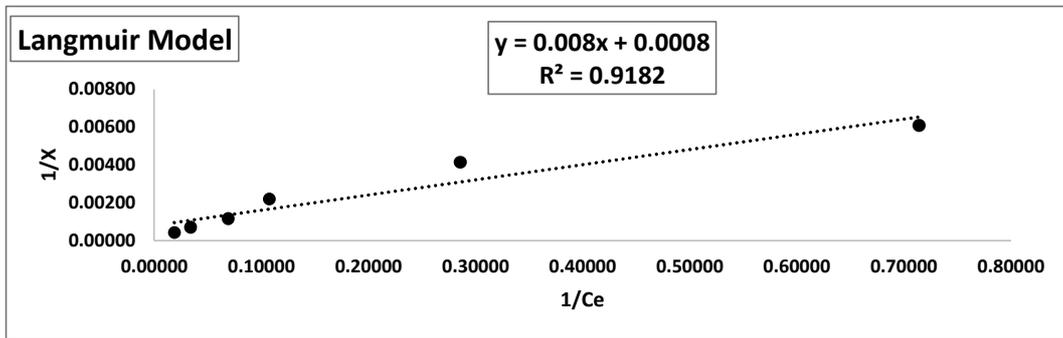
● Langmuir 등온흡착식 계산 방법

$$\text{Langmuir 등온흡착식} : X/M = \frac{abC_e}{1+aC_e}$$

X : 흡착된 TOC의 양(mg), M : 활성탄의 양(g), C_e : 평형농도, a, b : 시험 상수

Ex) 시험원수 TOC 농도는 100 mg/L이며, 흡착 시험결과는 다음 표와 같음

X(mg)	M(g)	C _e (mg/L)	X/M(mg/g)	1/C _e	1/(X/M)
46.6	0.02	53.4	2330.00	0.01873	0.00043
70.6	0.05	29.4	1412.00	0.03401	0.00071
85.5	0.1	14.5	855.00	0.06897	0.00117
90.7	0.2	9.3	453.50	0.10753	0.00221
96.5	0.4	3.5	241.25	0.28571	0.00415
98.6	0.6	1.4	164.33	0.71429	0.00609



- 도출된 수식 $y=0.7544x+4.6688$ 에서 기울기는 $1/ab$ 값이며, y절편은 $1/a$ 값으로 a, b값을 산출할 수 있음($a = 1250, b = 0.1$)

$$\text{1일 활성탄 사용량(kg/d)} = \frac{(C_0 - C_e) \times Q}{X/M}$$

C₀ : 활성탄 흡착탑 TOC 유입농도(mg/L), C_e : 처리수 TOC 농도(mg/L), Q : 처리유량(m³/일)

- 유입수 100 mg/L, 처리수 30 mg/L, 처리유량 5 m³/일로 운영하는 흡착시설인 경우

$$: X/M = \frac{abC_e}{1+aC_e} = \frac{1250 \cdot 0.1 \cdot 30}{1+1250 \cdot 30} = 937.50$$

$$: \text{1일 활성탄 사용량(kg/d)} = \frac{(C_0 - C_e) \times Q}{X/M} = \frac{(100 - 30) \times 5}{937.50} = 0.37 \text{ kg/d}$$

- 활성탄 흡착시설의 활성탄 충전량이 20 kg인 경우 교체주기는 약 54일로 산정됨

$$: \text{활성탄 충전량(20 kg)} / \text{활성탄 사용량(0.37 kg/d)} = 54 \text{ 일}$$

참고 5 주요 물질별 반수영향 · 치사농도(EC₅₀ · LC₅₀)

순번	항목	EC ₅₀	LC ₅₀	출처
1	잔류염소	0.05 ~ 0.1mg/L	0.14mg/L	Cairns, 1978.
2	전기 전도도	10.02mS/cm as NaCl	9.92mS/cm as NaCl	Schuytema, 1997.
3	염분	6.67psu as NaCl	6.38psu as NaCl	환경부, 2009.
4	Ag	-	0.01mg/L	Poynton, 2012.
5	Al	-	3.5mg/L	Wakabayashi, 1998.
6	As	-	3.8mg/L	Mount, 1984.
7	Cd	0.13mg/L	0.33mg/L	EC ₅₀ : Stuhlbacher, 1993. LC ₅₀ : Schuytema, 1984.
8	CN	0.354mg/L	-	Amodei, 1991.
9	Cr	0.07mg/L	0.02mg/L	EC ₅₀ : Dorn, 1993. LC ₅₀ : Mount, 1984.
10	Cr(VI)	0.1 ~ 0.9mg/L	-	Danish, 1999.
11	Cu	0.05mg/L	0.036mg/L	EC ₅₀ : De Schampheleere, 2007. LC ₅₀ : LAZORCHAK, 1987.
12	Fe	35 ~ 84mg/L	-	Cabejzek, 1960.
13	Hg	0.002mg/L	-	Guilhermino, 1997.
14	Mn	2.0mg/L	-	포스코 산업폐수 생태독성관리사례, 2009.
15	Ni	-	1.92mg/L	Chapman, 1980.
16	Pb	0.2mg/L	0.724mg/L	Chen, 2015.
17	Zn	0.5mg/L	-	환경부, 2011b.
18	Ca ²⁺	1,838 ~ 3,526mg/L	-	Mount. 1997.
19	Cl ⁻	4,000 ~ 7,000mg/L	2,600mg/L	EC ₅₀ : 환경부, 2011a. LC ₅₀ : Vinot, 1984.
20	K ⁺	328 ~ 740mg/L	-	Mount, 1997.
21	Mg ²⁺	2360mg/L	-	Khangarot, 1989.
22	Na ⁺	3,630mg/L	-	Elphick, 2011.
23	NaOCl	2.3mg/L	-	USEPA, 2000.
24	NH ₃	2.1mg/L	4.18mg/L	EC ₅₀ : Kaniewska-Prus, 1982. LC ₅₀ : Mount, 1984.
25	SO ₄ ²⁻	3,000 ~ 9,000mg/L	-	환경부, 2011b.

<거점소독시설의 폐수처리시설 운영 안내서>

1. 본 거점소독시설의 폐수처리시설 운영 안내서는 한국환경공단에서 수행한 기술지원을 바탕으로 작성되었습니다.
2. 본 거점소독시설 폐수처리시설 운영 안내서의 복제 및 배포 또는 외부 발표 등에 활용할 경우에는 한국환경공단(생태독성관리부)과 협의 후 사용하시기 바랍니다.
3. 본 안내서의 내용에 관한 문의사항은 아래 문의처로 연락 주시기 바랍니다.

기술지원 수행기관

- 한국환경공단(물환경관리처 생태독성관리부, Tel: 032-590-3981~4)
- (주)네오엔비즈(032-718-9400)
- (주)동남의화학연구원(051-627-7123)



생태독성 기술지원
신청 바로가기