

자연 가까이 사랑 가까이

생태독성·TOC 관리 기술지원 사례집

# 생태독성·TOC 관리 기술지원 사례집

2022.4



↑산업폐수관리 기술지원↑  
소개영상 바로가기





# 생태독성·TOC 관리 기술지원 사례집

2022. 4.



**한국환경공단**  
물환경관리처 생태독성관리부



↑ 산업폐수관리 기술지원 ↑  
소개영상 바로가기



## < 적용 및 유의사항 >

생태독성은 산업의 발달로 인해 사용·배출되는 화학물질에 의한 수질평가의 한계를 극복하기 위해 산업폐수 방류수의 유해물질이 수생태계에 미치는 영향을 물벼룩을 이용해 검사하는 것으로 '21년부터 35개 업종에서 82개 전(全) 업종으로 확대 시행되었습니다.

TOC는 유기물 관리지표 중 하나인 COD<sub>Mn</sub>의 대안 마련을 위해 2000년대 초반부터 논의되기 시작하여 난분해성 유기물질이 증가하고 그로 인해 요구되는 관리수단의 필요성, 분석의 신속·편리성이 강조되어 TOC(총유기탄소)로 전환되었고, 해당 적용시기는 공공하·폐수처리시설은 '21년부터, 폐수배출시설은 '22년부터 적용됩니다.

폐수배출시설 생태독성·TOC 관리방안 사례를 통해 효율적인 폐수배출시설 운영·관리방안을 마련하도록 도움을 드리고자 작성되었습니다.

본 사례집에 수록된 현장 운영 사례는 우리 공단에서 2021년도에 수행한 생태독성·TOC 관리 기술지원 사례를 토대로 재구성하여 작성하였습니다.

본문에 제시된 생태독성·TOC 관리방안 내용은 절대적이거나 정형화된 관리방안이 아니므로 현장에 적용할 경우 반드시 경험적인 데이터와 전문가 자문을 통해 사업장 여건에 맞는 운영·관리 방안을 마련하여 적용하는 것이 바람직합니다.

본 사례집은 『물환경보전법』 시행규칙 [별표 4] 2. 폐수배출시설의 분류에 해당하는 폐수배출시설을 대상으로 작성된 참고자료입니다.

폐수처리시설의 운영 미숙 또는 원인물질에 대한 추정이 어렵고 적합한 폐수처리방안 마련 등 자체적으로 해결이 어려운 경우엔 한국환경공단(생태독성관리부)에 기술지원을 의뢰하시기 바랍니다.



**1. 생태독성 관리 기술지원**

1.1. 생태독성 관리제도 ..... 3  
1.2. 생태독성 기술지원..... 13  
1.3. 생태독성 기술지원 사례 ..... 15

**2. TOC 관리 기술지원**

2.1. TOC 관리제도..... 55  
2.2. TOC 기술지원 ..... 60  
2.3. TOC 기술지원 사례..... 62

**3. 자주 묻는 질문**

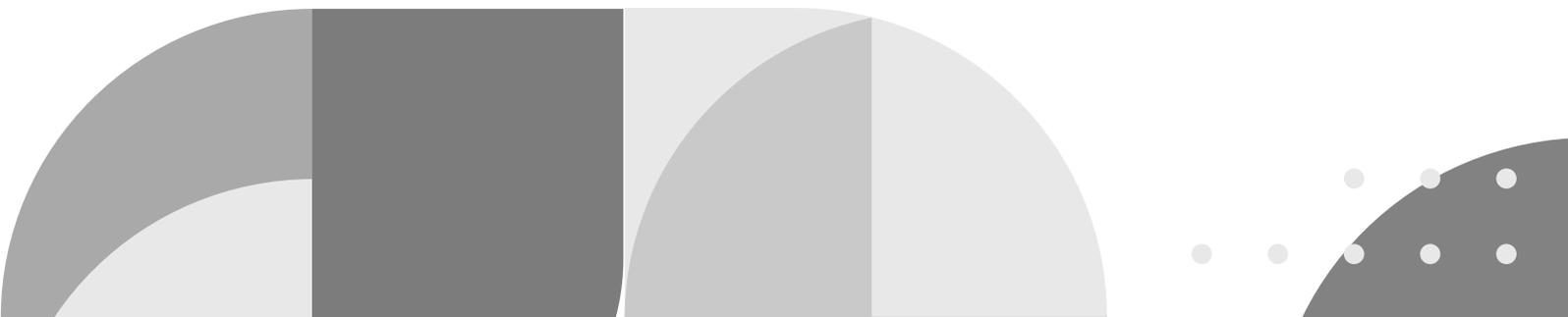
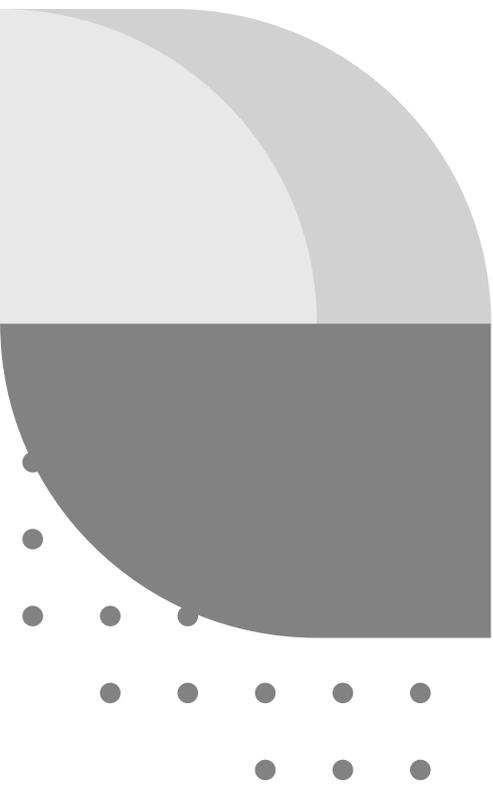
3.1. 생태독성 ..... 111  
3.2. TOC..... 116

**4. 별첨**

4.1. 수질오염공정시험기준 시험법 ..... 119  
4.2. 생태독성 원인물질 및 저감방안 ..... 141  
4.3. 난분해성 물질의 저감방안 ..... 155  
4.4. 용어 정의..... 157



# 1. 생태독성 관리 기술지원





## 1.1. 생태독성 관리제도

### 1.1.1 제도의 시작과 운영

- 현재는 산업폐수 수질의 관리방안으로 일부 수질오염물질 항목의 배출 허용기준을 설정하고 이를 준수하도록 하고 있다. 그러나 우리가 여전히 파악하지 못한 미지의 오염물질과 지금 이 순간에도 발생하고 있을지 모르는 신규 유해화학물질에 대한 위험성을 통합적으로 관리하고자 2011년 생태독성관리제도가 도입되었다. 이 제도는 사업장 업종 및 규모별, 배출 지역별에 따른 생태독성 배출허용기준(단위 TU, Toxic Unit)을 마련하여 현재까지 적용되고 있다.

### 1.1.2. 생태독성이란?

- 2021년 현재 우리나라에서 행정자료로 사용되는 생태독성 시험값은 지역별 수질관리 및 점검기관(유역지방환경청, 시·도지사)에서 “『수질오염 공정시험기준』 ES04704.1b”의 물벼룩을 이용한 급성독성시험에 따라 분석된 값을 사용하고 있다.
- 물벼룩을 이용한 급성독성시험은 수질오염방지시설을 거쳐 최종적으로 처리되어 방류되는 물을 시료로 하며, 그 시료에 물벼룩(*Daphnia magna*)을 투입하여 물벼룩이 유영저해 또는 사멸한 정도에 따라 급성독성을 평가하는 것으로, 물벼룩이 시료에 함유되어 있는 독성에 의해 영향을 받게 되는 정도를 생태독성 값(TU)<sup>1)</sup>으로 계산한 것이다.

1) TU(Toxic Unit, 생태독성값) : EC<sub>50</sub>(반수영향농도, 물벼룩의 50%가 유영저해를 일으키는 농도)을 100/EC<sub>50</sub>으로 환산한 값

### 1.1.3. 적용대상 및 수질기준

- (공공폐수처리시설) 『물환경보전법』 제48조에 의한 공공폐수처리시설
- (공공하수처리시설) 『하수도법』 제2조제9호에 정의된 공공하수처리시설로서 『하수도법 시행규칙』 제3조제1항제1호 관련 [별표1]제1호 가목 비고 5에 해당하는 시설로 폐수배출시설 35개 업종에서 배출되는 폐수가 유입되며, 1일 하수처리용량이 500m<sup>3</sup> 이상인 시설
- (폐수배출시설) 『물환경보전법』 제2조제10호에 따른 폐수배출시설로서 『물환경보전법 시행규칙』 제6조 관련, [별표4] 제2호에 따른 폐수배출시설 82개 전(全) 업종에 적용
- (적용제외) 발생폐수를 전량 공공처리시설로 유입시키는 폐수배출시설, 발생폐수를 전량 재이용 또는 위탁 처리하는 폐수배출시설

<표 1-1> 개별 폐수배출시설 구분(생태독성 적용대상 기존(35개) → 신규(82개) 업종)

폐수배출시설	구분	
	기존(~ 20)	신규(~ 21~)
1) 석탄 광업시설		○
2) 금속 광업시설(채광된 광물의 가공처리시설)		○
3) 비금속 광물 광업시설	○	
4) 도축, 육류·수산물 가공 및 저장·처리시설		○
5) 과일·채소 가공 및 저장·처리시설		○
6) 동·식물성 유지제조시설		○
7) 낙농제품 및 식용빙과류 제조시설		○
8) 곡물 가공품 제조시설		○
9) 전분 및 당류 제조시설		○
10) 동물용 사료 및 조제식품 제조시설		○
11) 설탕 제조시설		○
12) 조미료 및 식품첨가물 제조시설	○	
13) 기타 식품 제조시설		○
14) 알콜음료 제조시설	○	
15) 비알콜성 음료 및 얼음 제조시설		○
16) 담배 제조시설		○
17) 방적 및 가공사 제조시설	○	
18) 섬유염색 및 가공시설	○	
19) 기타 섬유제품 제조시설	○	
20) 가죽·모피가공 및 제품 제조시설	○	

폐수배출시설	구분	
	기준(~ 20)	신규(^ 21~)
21) 신발 및 신발부분품 제조시설		○
22) 목재 및 나무제품 제조시설		○
23) 펄프, 종이 및 종이제품 제조시설	○	
24) 출판·인쇄·사진처리 및 기록매체 복제시설		○
25) 코크스 및 연탄제조시설		○
26) 석유정제품 제조시설	○	
27) 석유화학계 기초화합물 제조시설	○	
28) 석탄화합물 제조시설		○
29) 천연수지 및 나무화합물 제조시설		○
30) 기타 기초유기화합물 제조시설	○	
31) 기초무기화합물 제조시설	○	
32) 산업용가스 제조시설		○
33) 합성염료 유연제 및 기타 착색제 제조시설	○	
34) 비료 및 질소화합물 제조시설	○	
35) 합성고무 제조시설	○	
36) 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설	○	
37) 의료용 물질 및 의약품 제조시설	○	
38) 살충제 및 기타 농약 제조시설	○	
39) 잉크, 페인트, 코팅제 및 유사제품 제조시설	○	
40) 계면활성제·치약·비누 및 기타 세제 제조시설	○	
41) 화장품 제조시설		○
42) 표면광택제 및 실내가향제 제조시설		○
43) 마그네틱 및 광학 매체, 사진용 화학제품 및 감광재료 제조시설		○
44) 가공염 및 정제염 제조시설		○
45) 방향유 및 관련제품 제조시설		○
46) 접착제 및 젤라틴 제조시설	○	
47) 화약 및 불꽃제품 제조시설		○
48) 기타 분류되지 아니한 화학제품 제조시설	○	
49) 화학섬유 제조시설	○	
50) 고무제품 및 플라스틱제품 제조시설	○	
51) 유리 및 유리제품 제조시설		○
52) 도자기 및 기타 요업제품 제조시설		○
53) 시멘트·석회·플라스터 및 그 제품 제조시		○
54) 기타 비금속 광물제품 제조시설	○	
55) 제1차 철강 제조시설	○	
56) 합금철 제조시설		○
57) 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조시설	○	
58) 동 압연, 압출 및 연신제품 제조시설	○	
59) 알루미늄 압연, 압출 및 연신제품 제조시설	○	
60) 기타 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조시설	○	
61) 기타 1차 비철금속 제조시설		○
62) 금속주조시설		○

폐수배출시설	구분	
	기준(~ 20)	신규(~ 21~)
63) 금속가공제품 제조시설(달리 분류되지 아니하는 표준산업분류 25부터 31까지의 제조시설)	○	
64) 절연선 및 케이블 제조시설		○
65) 1차 전지 및 축전지 제조시설		○
66) 전구 및 조명장치 제조시설		○
67) 반도체 및 기타 전자부품 제조시설	○	
68) 영상 및 음향기기 제조시설		○
69) 가구 및 기타 제품 제조시설		○
70) 화력발전시설		○
71) 수도사업시설		○
72) 먹는샘물 제조시설		○
73) 수산물 판매장(면적 700제곱미터 이상)		○
74) 병원시설(병상의 수가 「의료법」에 따른 종합병원 규모 이상인 시설)	○	
75) 폐수처리업의 폐수저장시설 및 폐기물처리업의 폐수발생시설	○	
76) 세탁시설(용적 2세제곱미터 이상 또는 용수 시간당 1세제곱미터 이상)		○
77) 산업시설의 폐가스·분진, 세정·응축시설(분무량 또는 응축량이 시간당 0.01세제곱미터 이상)		○
78) 산업시설의 정수시설(정수능력이 1일 당 100세제곱미터 이상)		○
79) 이화학 시험시설(면적이 100제곱미터 이상)		○
80) 도금시설	○	
81) 운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설		○
82) 제1호부터 제81호까지의 분류에 속하지 아니하는 시설		○
계	35	47

<표 1-2> 시설별 생태독성 법적 수질기준

구분	법규		지역	수질기준
공공하수 처리시설	하수도법 시행규칙	제3조 (방류수의 수질기준 등) [별표1]	I ~IV	1TU 이하
공공폐수 처리시설		제26조 (공공폐수처리시설 방류수 수질기준) [별표10]		
폐수 배출시설 (전업종)	물환경보전법 시행규칙	제34조 (배출허용기준) [별표13]	청정지역	1TU 이하
			가, 나, 특례지역	2TU 이하

### 1.1.4. 수질기준 초과에 따른 행정처분

- 관할 행정기관(유역지방환경청 또는 시·도지사)의 생태독성 지도점검 수행 후 행정처분에 관한 사항은 <표 1-3>과 같다.

<표 1-3> 시설별 생태독성 수질기준 초과 시 행정처분 사항

구 분		행정처분 내용			
폐수배출시설	특별대책지역 밖	개선명령	개선명령	조업정지 5일	조업정지 15일
	특별대책지역 안	개선명령	개선명령	조업정지 10일	조업정지 20일
공공폐수처리시설		경고	개선명령	개선명령	개선명령
공공하수처리시설		개선명령			

<표 1-4> 시설별 생태독성 수질기준 초과 시 과태료 사항

구 분	용 량	과태료(수질기준 초과)		
		1차 (백만원)	2차 (백만원)	3차 (백만원)
폐수배출시설	-	해당사항 없음		
공공폐수처리시설	-	해당사항 없음		
공공하수처리시설	50m <sup>3</sup> 미만	100	200	300
	50m <sup>3</sup> 이상 500m <sup>3</sup> 미만	200	300	400
	500m <sup>3</sup> 이상	300	400	500

### 1.1.5. 국외의 생태독성관리제도<sup>2)</sup>

- 국외 생태독성 관리제도 현황을 살펴보면 미국, 독일 등 26개국에서 생태독성 관리를 위한 항목으로 물벼룩뿐만 아니라 박테리아, 조류 및 어류 등 다양한 시험생물 종을 활용하고 있으며 급성독성, 만성독성, 돌연변이 유발 여부 등을 분석하고 있다.
- 국외의 경우 ‘Environmental Quality Triad(환경품질평가)’ 개념이 도입되면서 수생태계의 위해성 평가 및 관리의 기본 체제에 변화를 이루고 있으며, 기존의 화학적 분석에 의한 농도개념의 평가에서 생태독성 평가에 의한 기능적 평가 및 관리체제로 전환하였다.
- 생태독성관리제도를 규제하는 국가는 우리나라를 포함하여 11개국이며, 미규제 국가는 16개국이다. 그 외, 현재 규제를 시행하기 위하여 약 10개국 이상이 물질별 모니터링을 실시하여 데이터베이스를 구축하고 있다.

<표 1-5> 생태독성 배출허용기준 규제/미규제 국가

국가명	규제 국가(11개국)	미규제 국가(16개국)
유럽	독일, 프랑스, 스웨덴, 체코, 아르헨티나, 러시아, 우크라이나	영국, 네덜란드, 북아일랜드, 스페인, 덴마크, 노르웨이, 벨기에, 스위스, 포르투갈, 핀란드, 슬로베니아
미주	미국, 캐나다	멕시코
아시아/대양주	대한민국, 카자흐스탄	호주, 뉴질랜드, 일본, 홍콩

※ (출처) Elizabeth A. Power and Ruth S. Boumphrey. 2005, “International Trends in Bioassay Use for Effluent Management”

2) <내용 발췌> 생태독성 관리제도 확대를 위한 실시간 감시체계 구축방안 조사 용역(한국환경공단, 2019)

- (독일의 생태독성관리제도)

독일의 경우 1976년부터 표준생태독성시험법을 사용하였고 1997년에는 하수처리장 및 53개 산업분류 군별로 배출기준을 제시하였으며, 현재는 Wastewater Ordinance 분류체계에서 총 57개 업종 중 23개 업종에 대해 어류 독성 결과를 근거로 부과금을 부과하고 있다. 또한 그 외 5개 업종(화학 산업, 폐수처리시설, 수처리, 육상폐기물저장시설, 세모 공정시설)에 대해서는 별도의 생물종에 의한 독성시험을 요구하고 있다. 어류 이외에 시험 종으로는 물벼룩, 조류, 발광박테리아를 적용하고 있으며, 시험 종에 따라 개별 기준을 제시하고 있다.

- (미국의 생태독성관리제도)

미국의 경우 1977년 CWA(Clean Water Act)로 법률이 개정되면서 수계에 배출되는 오염물질에 대한 규제의 근간으로 활용하고 있으며, 이 법에 의거하여 배출수 관리 프로그램을 운영하고, 수서생물 보호를 위한 “생태독성 통합관리(WET : Whole Effluent Toxicity)” 를 운영하고 있다. 방류수 관리제도는 오염원을 위주로 관리하는 기술적 접근방법과 방류수가 수체에 미치는 영향을 관리하는 수질관리 접근방법으로 구분할 수 있는데 이중 WET 평가는 개별화학물질에 대한 문제가 발생할 소지가 있는 경우에 사용되고 있다. 독성기준을 초과하는 방류수를 배출하는 업소에 대해서는 독성저감평가(Toxicity Reduction Evaluation; TRE)를 시도하고 독성물질 확인평가(Toxicity Identification Evaluation; TIE) 또는 독성오염원평가(Toxicity Source Evaluation; TSE)의 절차를 이용하여 방류수 독성 오염원을 추적하여 규명하도록 법적으로 규정하고 있다.

또한 조류, 수생식물, 무척추동물, 어류 등 3종 이상을 시험종으로 하며, 급성독성시험, 만성독성시험으로 구분되며, 희석률을 반영하여 급성의 경우 0.3, 만성은 1을 기준으로 하고 있다.

- (캐나다의 생태독성관리제도)

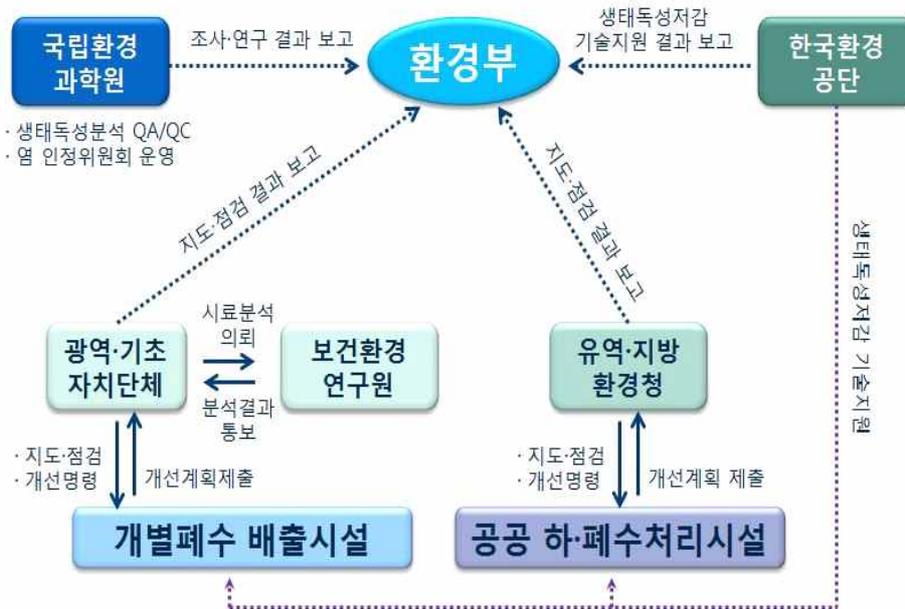
캐나다는 1960년대 후반에 미처리된 폐수 방류와 개별화학물질의 규제를 시작하였고, 1971년에 어업법에 의한 제지펄프 공장배수를 규제하여 100% 방류수에서 4일간 생존할 것을 규정한 어류급성독성시험법을 적용하였고, 1980년대에 생태독성평가를 실증하기 시작하였다. 1987년에 캐나다 환경성에서 생물평가법을 개별사업장에 권고사항으로 추천하고, 1988년부터 1993년에 SLAP(St.Lawrence Action Plan)을 수립하여 사업체의 배출시설에 따라 생물독성에 관한 연구와 조사를 계속 수행하였다. 현재 매 3년마다 환경영향 감시조사(EEM)에 따라 관찰하는 것을 근간으로 생물에 의한 조사방법을 구축하고 있다(Environment Canada, 1999).

- (일본의 생태독성관리제도)

일본의 경우 수질 이상을 조기 파악하기 위하여 원수에 어류를 사육할 것을 권장하고 있으며, 실제로 정수장 등에 감시수조를 설치한 곳이 많이 있다. 또한 물고기의 호흡량을 이용한 수질감시장치의 실험결과가 보고 된 바 있다(Takashi, 2000). 수질감시에 이용되는 어류로는 수원에서 서식하고 있는 것이나 수족관에서 저렴하고, 쉽게 구할 수 있는 어류가 사용된다. 그 외 시험생물 조건으로 수질 이상에 민감하게 반응하는 어종, 동일 어종에서 크기가 가능한 작은 어종, 사육이 어렵지 않고 투쟁성이 없는 어종 등을 제시하고 있다.

### 1.1.6. 기관별 역할

- 한국환경공단에서는 생태독성관리에 어려움을 겪는 폐수처리시설에 기술 및 정책지원을 통하여 자발적으로 오염물질의 유출 부하량을 저감하도록 유도하도록 하고 있다.



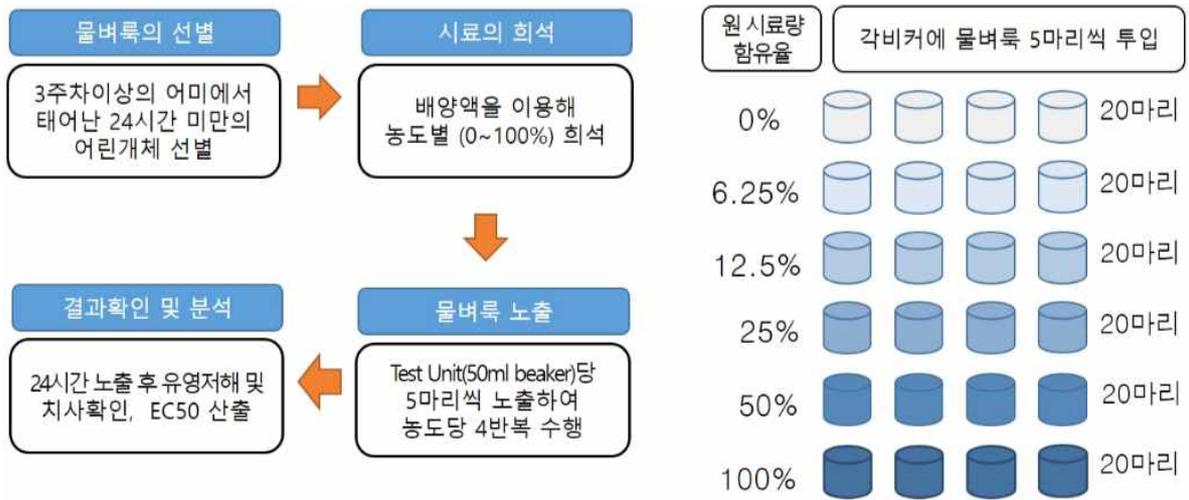
<그림 1-1> 기관별 운영 체계도

<표1-6> 기관별 생태독성관리제도 관련 수행사항

구 분	기관별 수행내용
환경부	생태독성관리제도의 제정과 개정, 전문가 의견수렴을 통한 신규제도 도입 및 개선화 등 정책 수립
국립환경과학원	물벼룩의 정도관리와 생태독성 관련 전문 연구, 염 인정위원회 운영, 물벼룩 분양 등
유역지방환경청	공공하·폐수처리시설 지도점검 및 시료 분석 등
시도지사	사업장 지도점검 및 시료 분석 등
한국환경공단	생태독성관리 기술지원, 지자체-공단 합동 지도·점검, 생태독성관리제도 홍보 등

### 1.1.7. 생태독성 시험 분석법

- 시험방법은 「수질오염공정시험기준」 ES 04704.1b 물벼룩을 이용한 급성독성 시험법을 적용하고 있다.
- 물벼룩(*Daphnia Magna*) 종을 이용하여 단계적으로 희석한 시료에 물벼룩을 투입한 후 24시간 후의 사멸 또는 유영저해를 확인하여 반수영향농도 (EC<sub>50</sub>)를 산정하고 생태독성 값(TU)을 산정한다.



- 유영저해 또는 치사 물벼룩을 육안으로 확인하여 EC<sub>50</sub>을 산정하여 독성값(TU)로 환산
- 희석농도와 유영저해에 따른 TU값 산정(Trimmed Spearman Karber Method 또는 Probit 사용)

<그림 1-2> 급성독성시험 분석 모식도

<표 1-7> 급성독성시험 결과값 예시

생태독성값	방류수	희석수	설 명
1 TU	100%	0%	방류수 원수에서 투입물벼룩 50% 영향
2 TU	50%	50%	희석수에 방류수 50%를 혼합 후 투입물벼룩 50% 영향
4 TU	25%	75%	희석수에 방류수 25%를 혼합 후 투입물벼룩 50% 영향
8 TU	12.5%	87.5%	희석수에 방류수 12.5%를 혼합 후 투입물벼룩 50% 영향
16 TU	6.25%	93.75%	희석수에 방류수 6.25%를 혼합 후 투입물벼룩 50% 영향

## 1.2. 생태독성 기술지원

### 1.2.1. 기술지원 목적

- 생태독성 수질기준 초과 또는 초과우려 사업장을 대상으로 기술지원을 실시하고 효율적인 폐수처리시설관리 및 저감방안을 도출, 제시함으로써 생태독성관리제도를 이해하고 폐수처리시설 운영 시 발생할 수 있는 애로사항을 해소하는데 기여하고자 한다.
- 또한, 기술지원 등을 통한 다양한 사례와 축적된 데이터를 이용하여 업종별 생태독성 저감 사례집을 발간하고 배포함으로써 폐수배출시설 및 관리주체에게 처리시설 운영방안 개선 등 기술적 지원에 그 목적이 있다.

### 1.2.2. 기술지원 대상

- 생태독성관리 기술지원 대상은 500m<sup>3</sup>/일 이상의 폐수를 포함한 하수를 유입하는 공공하수처리시설, 공공폐수처리시설, 1~5종 폐수배출시설 중 생태독성 수질기준을 초과하거나 초과가 우려되는 시설, 전반적인 폐수처리시설 운영방안이 필요한 시설이라면 기술지원을 신청할 수 있다.

### 1.2.3. 수행 근거

- 환경기술 및 환경산업 지원법 제12조(환경기술지원)

제12조(환경기술지원) ① 정부는 기업의 생산활동 과정에서 발생하는 환경오염을 사전에 예방 또는 감소하고 환경시설이 효율적으로 운영·관리될 수 있도록 기술지원을 할 수 있다.

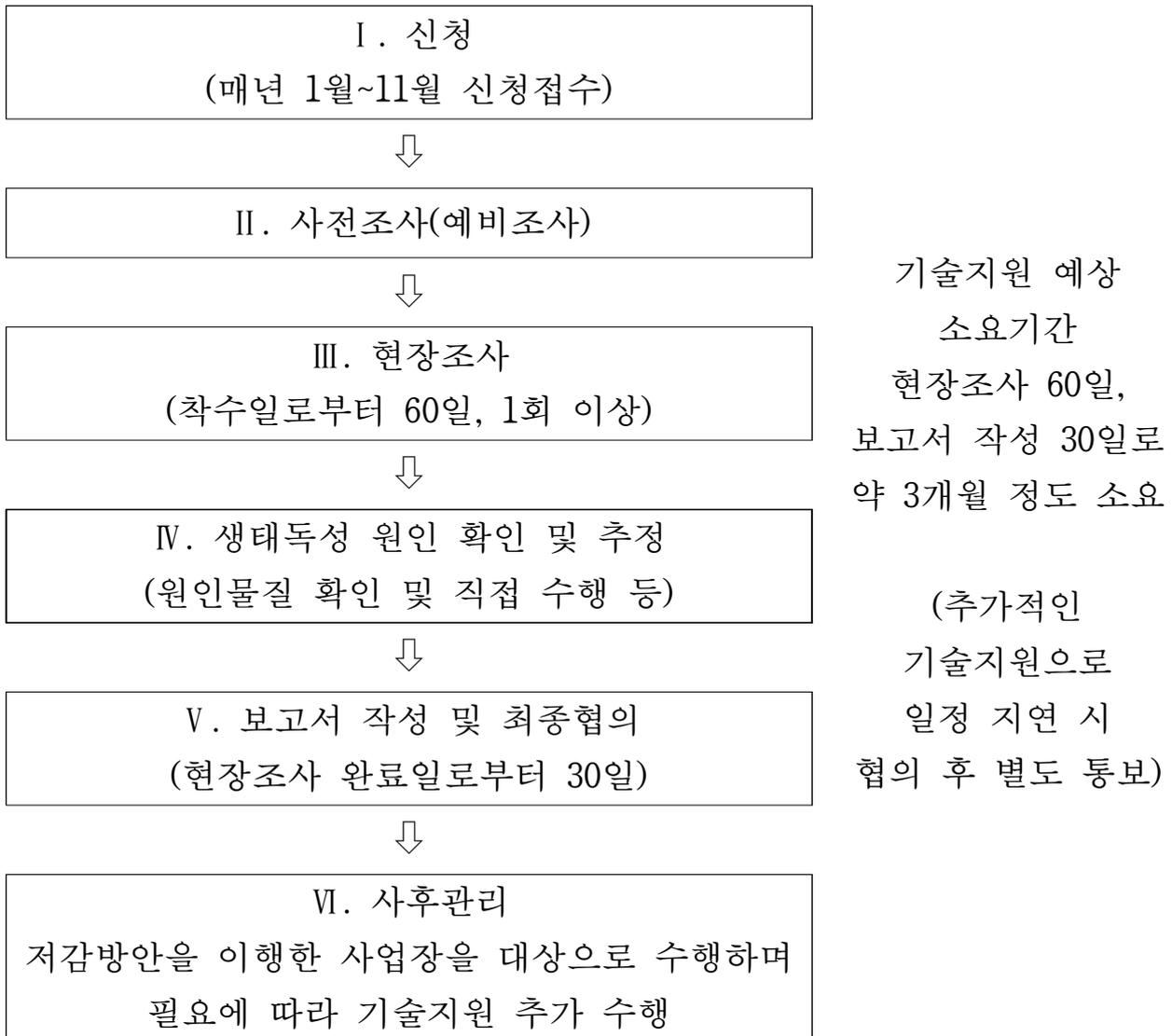
- 환경기술 및 환경산업 지원법 시행령 제33조(위임 및 위탁)

#### 제33조(위임 및 위탁)

⑥ 환경부장관은 법 제31조제2항제2호 및 제3호에 따라 다음 각호의 업무를 **한국환경공단**의 장에게 위탁한다.

1. 법 제12조에 따른 환경기술지원업무 및 그 필요경비의 지원업무

### 1.2.4. 기술지원 절차



<그림 1-3> 생태독성 관리 기술지원 절차(한국환경공단)

### 1.2.5. 기술지원 신청방법

- 전화 문의 후 팩스 또는 전자문서, e-메일 접수
- (소속) 한국환경공단 물환경관리처 생태독성관리부
- (전화) 032-590-3981~3989
- (팩스) 035-590-3939
- (e-mail) wetteam@keco.or.kr



기술지원신청 바로가기

### 1.3. 생태독성 기술지원 사례

#### 1.3.1. 알콜음료 제조시설

○ A사업장 기술지원 현황표

업종구분	14. 알콜음료 제조시설	생산품	막걸리
종 구 분	5종	신고배출량	0.23(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	청정지역	평균배출량	0.12(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	-	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리,화학,생물학처리		
폐수처리공정	저류조→중화응집시설→스크린조→유량조정시설→폭기시설→ 침전방류시설→방류		
생태독성기준	1(TU)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 2021년부터 생태독성 기준이 적용되어 배출허용기준 초과 여부 및 초과 시 관리방안 마련			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 막걸리 등 제조업체로 관련 폐수가 발생하며 시설 내부청소 폐수도 유입됨</li> <li>○ 응집침전시설이 설치되어 있으나 수처리제 약품은 사용하지 않고 있음</li> <li>○ 폭기시설 내 공기 주입 양, 미생물 상태 확인 등 조사 결과 환경개선이 필요한 것으로 판단됨</li> <li>○ 생태독성 분석결과 배출허용기준 초과(유입수 : 4.4TU, 방류수 : 2.5TU)</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
○ 막걸리 제조공정, 기타 시설 내부 청소에 의해 발생하는 폐수 내의 유기오염물질			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미사용 중인 수처리제(응집제) 약품 재사용 권장</li> <li>○ 생물학적 처리시설(폭기조) 운영 점검</li> </ul>			

(1) A사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 막걸리 제조에 사용하는 용수는 상수도를 사용함</li> <li>○ 사용되는 원료는 쌀이 주원료이며 설비 및 바닥청소 후 발생하는 폐수 또한 폐수처리시설로 유입됨</li> <li>○ 시설용량은 50m<sup>3</sup>/일이고, 폐수배출량은 0.23m<sup>3</sup>/일 신고되었으나 사업장 현장 조사 시 2021년 6 ~ 8월 운영일지에는 평균배출량은 0.12m<sup>3</sup>/일로 조사됨</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수처리공정은 응집침전에 의한 물리화학적처리와 미생물을 활용한 생물학적처리시설이 설치되어 있으나 현재는 수처리제(응집제) 미사용으로 생물학적처리시설만 운영중임</li> <li>○ 생물학적처리를 위해 공기주입이 되고 있으나 적정 주입되고 있는지 확인이 불가하며 생존하고 있는 미생물이 매우 부족한* 상태임 *포기조 혐미경 검경결과 1종의 미생물만 확인됨</li> <li>○ 외부에 설치되어 있는 시설인 유량조정시설, 침전방류시설의 경우 덮개의 구멍을 뚫어 배관이 연결되어 있어 강우 시, 토사 등의 외부 오염물질이 처리시설 내부로 유입될 수 있으며 이로 인해 처리효율이 낮아지거나 처리되지 못한 오염물질이 방류수에 포함되어 방류될 수 있음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생태독성(TU) 유입수 4.4 → 방류수 2.5</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폭기조는 블로워가 설치되어 있으나 공기 주입 정도를 확인하기 어려움</li> <li>○ 폭기조 혐미경 검경결과 과부하 상태에 출현하는 <i>Monas</i>* 출현 *Monas: 크기 10um 정도의 동물성 편모충으로 부하가 높을 때부터 플럭의 해체기까지 폭넓게 출현. 특히 유기물 부하가 높을 때 다량 출현</li> <li>○ 유기물질 과부하로 상태로 생물학적처리의 효율이 낮으며, BOD, COD, SS 등 유기물질 배출허용기준을 초과하고 있음</li> <li>○ 현장 조사결과 유입수에서 방류수까지 생태독성은 배출허용기준을 초과함에 따라 응집침전공정의 운영 재개를 통한 추가적인 유기물질 제거가 필요한 것으로 판단됨</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<p>○ 폐수처리공정에서 낮은 유기오염물질 처리효율에 따른 생태독성 초과</p>
<p>관리방안</p>	<p>○ 수처리제(응집제) 사용 재개 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유기물질의 과부하로 생물학적처리시설의 처리효율이 낮아짐</li> <li>- 생물학적처리시설 전단에 설치된 응집·침전공정에서 수처리제 약품을 사용하여 유기물질을 일부 제거해주면 생물학적처리시설의 유기물질 과부하 현상을 예방할 수 있을 것으로 판단됨</li> <li>- 응집제(PAC, 0.35mL/L)를 사용한 JAR-TEST 결과 생태독성은 1.1TU로 저감됨</li> <li>- 이에 따라 기존 미가동 중인 응집·침전시설을 가동하고 약품 사용량을 준수한다면 생태독성 저감이 될 것으로 판단됨</li> </ul> <p>○ 생물학적 처리시설(폭기조) 운영 정상화</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 폭기시설에서 채수를 하여 현미경 검경 결과 확인된 미생물 Monas는 유기물질의 부하가 높을 때 출현하는 생물로 폭기조 운영개선이 필요함</li> <li>- 종균제 등을 첨가하여 환경을 개선시킬 필요가 있으며, 폭기조 관리지표 적정 운영기준을 확인하여 운영할 것을 권장함</li> </ul>

### 1.3.2. 화장품 제조시설

○ B사업장 기술지원 현황표

업종구분	41. 화장품 제조시설,	생산품	스킨, 로션, 크림 등
종 구 분	5	신고배출량	3(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	특례지역	평균배출량	0.2(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	황산알루미늄 수산화나트륨 고분자응집제	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적, 생물학적처리		
폐수처리공정	유수분리시설 → 유량조정시설 → 응집시설 → 침전시설 → 유량조정시설(1차 처리수조) → 폭기시설 → 유량조정시설(방류수조) → 방류		
TOC 기준	25(mg/L)	사전분석결과	69.5(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사전분석결과 TOC 기준 초과됨에 따라 기술지원을 통한 기준준수 방안 마련</li> <li>○ 폐수처리시설의 효율적인 운영을 위한 개선방안 요청</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일일 3,000~10,000개의化妆품을 생산하고 있으며, 폐수발생량은 약 0.2m<sup>3</sup>/일 발생함</li> <li>○ 응집침전시설에 주입되는 약품은 pH 계측기를 통해 자동 주입되어 운영하고 있음</li> <li>○ 생물학적 처리시설은 MBR 공법으로 운영하고 있음</li> <li>○ 방류수 TOC는 1차 8.9mg/L, 2차 20.5mg/L로 배출허용기준 준수</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원료를 혼합, 유화하는 과정에서 사용하는 약품에 포함된 유기물질, 세척수 및 청소수에 포함된 유기물질</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생물학적처리 처리시설 운영인자 관리</li> <li>○ 폐수 전량 위탁 고려</li> </ul>			

(1) B사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수 배출 원료는 오일, 왁스, 유화제, 계면활성제, 에탄올 등으로 확인됨</li> <li>○ 원료 사용량은 세탄올 2,625kg, 정제수 206,355kg 등으로 조사됨</li> <li>○ 생산품은 스킨, 로션, 크림 등이며, 생산량은 3,000 ~ 10,000개/일임</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 유수분리시설, 유량조정시설, 응집시설, 침전시설, 유량조정시설(1차 처리수조), 폭기시설, 유량조정시설(방류수조)로 구성</li> <li>○ 처리시설은 회분식으로 운영하고 있으며, 1 ~ 2주에 1회, 3m<sup>3</sup> 처리</li> <li>○ 유량조정시설의 용량은 5.76 m<sup>3</sup>이며, 수리학적 체류시간은 46.08 시간으로 운영함</li> <li>○ 응집시설에 사용하는 약품은 황산알루미늄, 수산화나트륨, 고분자 응집제를 사용하고 있으며, 유입수의 pH에 따라 주입량의 변화가 있음</li> <li>○ 폭기시설은 MBR공법으로 폭기 15분, 침전 30분 cycle로 운영하고 있으며, 폭기시설의 막교체는 5년을 주기로 실시함</li> <li>○ MBR의 압력이 8 이상으로 넘어갈 경우 화학세정을 실시하고 있으며, 세정 주기는 3~4개월임</li> <li>○ 폭기시설의 MLSS, MLVSS 등 운영인자는 별도로 관리하지 않음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 1,825.2mg/L → 방류수 8.9mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 1,243.9mg/L → 방류수 16.5mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1차, 2차 현장조사 분석결과 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준 (25mg/L)을 준수</li> <li>○ 응집침전을 통한 TOC, DOC의 처리효율은 각각 84.4%, 82.1%로 처리 후의 농도는 285.5mg/L, 275.9mg/L로 나타났으며, 응집침전을 통해 입자성 TOC가 대부분 제거되어 응집침전 후의 DOC/TOC</li> </ul>

	<p>비율은 0.97로 나타남</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폭기시설의 TOC 처리효율은 96.9%이며, 처리 후 농도는 8.9mg/L임</li> <li>○ 폭기시설의 MLSS, MLVSS 측정결과는 각각 1954.6 mg/L, 590.6 mg/L로 나타났으며, MBR공법의 적정 MLVSS인 4,000 ~ 16,000 mg/L보다 낮게 운영하는 것으로 나타남</li> <li>○ 1, 2차 현장조사 결과 F/M비는 1차) 0.1, 2차) 1.5로 적정 F/M비인 0.1 ~ 0.4보다 높게 운영하고 있음</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원료를 혼합, 유화하는 과정에서 사용하는 약품에 포함된 유기물질, 세척수 및 청소수에 포함된 유기물질</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (폐수 전량 위탁 고려)             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 처리시설은 응집침전 및 생물학적처리를 통해 TOC를 배출허용기준 이내로 처리하고 있으나 폐수발생량은 평균 0.2m<sup>3</sup>/일로 일일 발생량은 적음</li> <li>- 폐수 위탁처리 시 비용은 1톤당 20 ~ 25만원의 비용이 발생하며, 연간 처리시설 운영비용과 폐수 전량 위탁 처리비용을 비교하여 관리의 편리성 및 경제적인 측면을 고려하여 처리방법의 변경의 검토가 필요함</li> </ul> </li> </ul>

### 1.3.3. 시멘트·석회·플라스틱 및 그 제품 제조시설

○ C사업장 기술지원 현황표

업종구분	53. 시멘트·석회·플라스틱 및 그 제품 제조시설	생산품	이중 바닥재
종 구 분	5종	신고배출량	10(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	3(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	수산화나트륨 황산알루미늄 폴리머	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적처리(응집·침전)		
폐수처리공정	집수조 → 유량조정조 → 반응조(중화·응집) → 침전조 → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	2.4(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 2020년 지도점검 결과 생태독성 배출허용기준 초과로 원인 및 관리방안 마련			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 고로시멘트 및 발포제를 혼합하여 이중바닥재 등을 생산하는 과정에서 강염기성 폐수가 발생됨			
○ 강염기성(pH 12 이상) 폐수에 수산화나트륨을 투입 후 황산알루미늄(Alum, pH 2 ~ 4), 폴리머를 투입하여 응집·침전처리			
○ 강염기성 폐수에 수산화나트륨을 투입함에 따라 알칼리도가 더욱 증가하여 응집제 적정 응집조건(황산알루미늄 기준 pH 5 ~ 8)을 만족하지 않아 처리효율 저하 발생			
○ 기술지원을 통한 생태독성 분석결과, 1차 11.4TU로 기준(2TU) 초과, 2차 0.7TU로 기준 이내로 확인됨(2차 채수 시 지하수 과량 유입으로 인한 배출수 pH 감소로 판단)			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
○ 원료(고로시멘트)에 의한 높은 pH			
○ 응집 최적 pH 범위 부적절			
<b>관 리 방 안</b>			
○ pH 조정제 변경(수산화나트륨 → 황산)시 생태독성 0TU로 저감 가능			

(1) C사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ C사업장은 이중바닥재를 생산하기 위하여 고로슬래그시멘트 및 발포제(콘크리트 경화제 및 침화방지제)를 주원료로 사용함</li> <li>○ 허가배출량은 10m<sup>3</sup>/일이며 약 3m<sup>3</sup>/일 방류하지만 간헐방류로 작업량에 따라 폐수배출량은 최소 1m<sup>3</sup>/일에서 10m<sup>3</sup>/일까지 다양한 것으로 조사됨</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현재 고상형태의 약품을 지하수로 용해하여 사용하고 있으며, 응집 후 플록은 크기가 작고 침강성이 불량함</li> <li>○ 발생 폐수는 강알칼리성(pH 12 이상)의 염기성폐수로 pH 및 알칼리도를 중화시켜야 하나, 오히려 pH를 증가시키는 약품인 수산화나트륨을 사용함에 따라 응집제(Alum) 응집 pH범위 6 ~ 8보다 높아 응집효율이 낮고 생태독성이 발현됨</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 11.4</li> <li>○ (2차) 생태독성(TU) 유입수 8.3 → 방류수 0.7</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수 및 방류수 모두 pH는 약 9 ~ 12로 나타나 배출허용기준을 초과함</li> <li>○ 방류수는 2차 시료의 경우 시료 채수 당일 지하수 유입량이 높아 배출허용기준을 준수한 0.7TU로 나타났으나, 정상가동시 생태독성 기준을 초과할 것으로 판단됨</li> <li>○ 알루미늄 및 황산이온은 폐수처리시설에서 사용하는 황산알루미늄에서 기인한 것으로 판단되며, 중금속(구리, 아연)으로 인한 영향은 없는 것으로 확인됨</li> <li>○ 집수조 폐수는 높은 알칼리도를 나타내고 있으나 폐수처리시설에서 사용하는 수산화나트륨 투입으로 인해 방류조에서 더 높은 알칼리도를 나타내며, pH는 강염기성을 나타내 생태독성의 주요 원인인 것으로 판단됨</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수산화나트륨 사용으로 높은 알칼리도 및 pH</li> <li>○ 황산알루미늄 응집 pH 조건(5 ~ 8) 미달로 응집효율 불량</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 반응조 약품투입 종류 변경             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배출수는 고로시멘트 분말을 함유한 pH 10 이상의 강염기성 폐수</li> <li>- pH를 증가시키는 기존 투입약품인 수산화나트륨(NaOH)은 강염기성 폐수에서 황산알루미늄의 응집효율을 저하시키는 요인으로 작용함</li> <li>- 응집·침전실험 결과, 수산화나트륨을 황산으로 변경하여 투입할 경우 응집효율 증대 및 생태독성 저감이 가능할 것으로 판단됨</li> <li>※ 약품변경(수산화나트륨→황산) 후 방류수의 생태독성은 OTU로 저감, pH는 7.7로 측정됨</li> </ul> </li> <li>○ 반응조 pH 자동측정기기 보수 및 관리             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 황산 또는 황산알루미늄이 과량 주입될 경우 pH가 과도하게 저하될 수 있으므로 현재 정상작동 되지 않는 반응조 pH 자동측정기기를 보수하여 pH에 따른 약품 주입량 조절이 가능하도록 교체 또는 보수(pH 센서 교체 등)가 필요함</li> <li>- 응집제인 황산알루미늄은 폐수에서 응집효율을 나타내기 위해서 pH 5 ~ 8의 조건이 필요하며, 이러한 조건을 조성하기 위하여 반응조에 설치된 pH 측정기기의 정도관리 및 유지관리가 매우 중요함</li> </ul> </li> </ul>

### 1.3.4. 금속가공제품 제조시설

○ D사업장 기술지원 현황표

업종구분	63. 금속가공제품 제조시설	생산품	윈도우 브러쉬
종 구 분	4종	신고배출량	153.54(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	가 지역	평균배출량	80(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	-	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리+화학적처리(응집·침전·여과)		
폐수처리공정	집수조 → 응집·침전조 → 포기조 → 활성탄여과조 → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	1.4(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 2021년 지도점검 시 생태독성 발현으로 원인 파악 및 관리방안 마련			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 자동차 윈도우 브러쉬를 생산하는 사업장으로, 도장공정에서 사용하는 약품들로 인해 중금속 이온(아연, 알루미늄)들이 발생			
○ 염소코팅 공정에서 사용하는 염산으로 인해 높은 잔류염소(1.17 ~ 2.2mg/L) 폐수 발생			
○ 산성(pH 3 ~ 6) 폐수에 수산화나트륨을 투입 후(pH 6.5~7) 황산알루미늄, 폴리머를 투입하여 응집·침전처리			
○ 생태독성 분석결과 방류수 1차 2.8TU, 2차 0.7TU로 1차 배출허용기준 초과			
○ 생태독성의 주요 발현 원인으로 추정되는 중금속 항목인 아연의 적정 응집 조건(pH 8 이상)을 만족시키지 못하고 있음			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
○ 중금속 이온(아연, 알루미늄), 잔류염소의 복합독성			
○ 처리공정 중 처리되지 않은 잔류아연으로 인한 생태독성 발현			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 응집제 투입 시 아연 응집 적정 pH 범위 준수(pH 8 ~ 10)			
○ 활성탄여과시설 적정운영(주기적인 역세 및 교체 등)			

(1) D사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ D사업장은 윈도우 브러쉬를 생산하는 사업장으로, 생산공장에서 고무, 탈지제, 피막제, 코팅제(염산, 차아염소산) 등을 원료로 사용</li> <li>○ 도장공정에서 사용하는 약품(탈지제, 피막제 등)에 의해 아연, 알루미늄 등의 중금속 이온 발생</li> <li>○ 와이퍼의 마찰력 감소 및 내구성 증가를 위해 사용하는 염산 및 차아염소산나트륨에 의해 고농도의 잔류염소 발생</li> <li>○ 평균 배출량은 약 80m<sup>3</sup>/일이며 작업량에 따라 폐수배출량은 최소 70m<sup>3</sup>/일에서 124m<sup>3</sup>/일까지 방류하는 것으로 조사됨</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 시설은 윈도우 브러쉬를 생산하는 공장에서 나오는 폐수를 처리하는 시설로, 도장공정에서 사용하는 약품(탈지제, 피막제)으로 인해 고농도의 중금속 이온들이 발생하며, 염소코팅공정에서 사용하는 차아염소산으로 인해 높은 농도의 잔류염소가 발생함</li> <li>○ 폐수 배출 성상이 요일에 따라 차이를 보이지만 전체적으로 산성이며 중금속 이온들(아연, 알루미늄)이 고농도로 포함된 폐수가 발생함</li> <li>○ 집수조에서 잔류염소 1.17 ~ 2.2mg/L(반수영향농도: 0.05mg/L)로 높게 측정되나, 처리공정에서 0.01 ~ 0.02mg/L까지 감소하여 방류수의 생태독성 발현의 인자로 작용하지 않을 것으로 판단됨</li> <li>○ 잔류염소는 주로 응집·반응조에서 감소함(1차:1.17→0.19mg/L, 2차:2.2→0.33mg/L) 고농도의 유입폐수가 활성탄 여과조로 이송 시 여재 수명에 영향을 끼칠 것으로 판단됨</li> <li>○ 집수조에서 pH 3, pH 반응조에서 pH 6.8 ~ 7.2로 도장시설에서 유입되는 중금속(아연 등)의 응집 적정 조건(pH 8 이상)을 만족시키지 못하여 처리 공정 중 아연이 충분히 처리되기 어려울 것으로 판단됨</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 2.8</li> <li>○ (2차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 0.7</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생태독성은 유입수 16TU 이상으로 분석, 방류수 1차 2.8TU, 2차 0.7TU로 기존 운영을 통한 생태독성 기준준수에 한계가 있을 것으로 판단됨</li> <li>○ 유기물질 및 SS 모두 배출허용기준 이하로 분석, 유기물질(COD, TOC)은 약 50 ~ 55%의 처리효율을 나타내고 SS의 경우 78.7% 가량 저감되고 있음</li> <li>○ T-N은 처리공정 중에 거의 저감 되지 않으나 유입 농도(13.6mg/L)가 낮아 배출허용기준(60mg/L) 준수에 어려움이 없을 것으로 판단됨</li> <li>○ T-P는 유입수 분석결과 4.8mg/L, 방류수 0.1mg/L로 배출허용기준(4mg/L) 준수(제거율 97.6%)</li> <li>○ 아연은 처리공정 중에서 56.2 ~ 78% 가량 저감되어 배출허용기준(5mg/L)은 만족시키나 방류수에서 반수영향농도(0.5mg/L)를 초과하여 생태독성발현의 주요 원인으로 판단됨</li> <li>○ 구리는 유입수 및 방류수에서 모두 반수치사농도(3.5mg/L) 이하로 검출</li> <li>○ 알루미늄은 유입수에서는 반수치사농도(3.5mg/L)를 초과하여 생태독성 발현의 요소로 작용하고 있는 것으로 보이나 처리공정 중에서 적정 처리되어 방류수에서의 생태독성 발현에는 영향을 주지 않을 것으로 판단됨</li> <li>○ 잔류염소 측정결과, 유입수 1.17 ~ 2.2mg/L로 유입수의 생태독성 발현에 주요 인자 중 하나로 판단됨. 방류수에서는 97 ~ 99% 가량 감소된 0.03mg/L로 분석되어 생태독성에 영향을 주지 않을 것으로 판단됨</li> <li>○ pH 미터기에 의해 약품이 주입되고 있으나 유입폐수 정상(강산성의 폐수 유입 시)에 따라 오차가 커지는 것으로 확인됨. 2차 방류수의 경우 배출허용 기준을 만족하지 않는 것으로 측정되어 pH 미터기에 대한 주기적인 점검 및 관리가 필요할 것으로 판단됨</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<p>○ 처리공정 중 처리되지 않은 잔류아연으로 인한 생태독성 발현</p>
<p>관리방안</p>	<p>○ 응집제 투입 시 아연 응집 적정 pH 범위 준수</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시료 분석 결과 및 EDTA 처리시험을 통해 방류수에서 발현하는 생태독성 원인은 아연임을 확인할 수 있었음</li> <li>- 아연의 경우 응집 적정 pH가 8 이상이나 본 시설에서는 pH 7로 설정하여 운영 중이기 때문에 아연이 충분히 처리되지 않아 운영조건의 변경이 필요함</li> <li>- 본 사업장에서 사용 중인 황산알루미늄의 경우 pH 8 이상에서 응집 효과가 떨어질 수 있으므로 현장에서는 8 ~ 8.5 범위에서 반응조를 운영할 것을 권장함</li> <li>- pH 8.5에서 응집침전 후 활성탄 흡착 실험을 통해 생태독성이 OTU까지 저감</li> </ul> <p>○ 활성탄 시설 등 처리시설 적정운영</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유류성분이 생산공정에서 처리시설로 유입되는 것을 방지하기 위해 유흡착포 사용 등을 통해 관리하고 있으나 기술지원 현장 조사 시 폐수에 유입되는 경우가 있는 것을 확인함</li> <li>- 이때 유입되는 유기화합물이 생태독성에 발현에 영향을 줄 수 있으며, 이 물질들의 처리에 있어서 활성탄 흡착시설의 역할이 중요함</li> <li>- 또한, 유입수 생태독성 발현의 주요 요소 중 하나로 판단되는 잔류염소의 경우, 현재 응집 침전조에서 주로 감소하고 있으나 최종적으로 활성탄을 거치면서 반수영향농도 이하로 저감되고 있기 때문에 활성탄의 주기적인 여재 교체 등의 관리 및 효율 확인을 통한 운영이 필요함</li> </ul>

○ E사업장 기술지원 현황표

업종구분	63. 금속가공제품 제조시설	생산품	체인, 농기계
종 구 분	5종	신고배출량	50(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	가 지역	평균배출량	32(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	황산알루미늄 폴리머	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적 처리		
폐수처리공정	침사시설 → 유수분리시설 → 집수조 → 중화시설 → 응집시설 → 침전시설 → 처리수조 → 여과시설(활성탄) → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생태독성 발현 원인물질 파악 및 저감방안</li> <li>○ 생태독성 원인에 따른 폐수처리시설 운전방법 등 기술지원</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 탈지 및 세척에 의한 고농도의 알칼리성 폐수 유입</li> <li>○ 유입수 pH에 따른 응집제 주입량 조절</li> <li>○ 짧은 체류시간으로 인한 활성탄 처리시설 처리효율 저조</li> <li>○ 기술지원 분석결과 1차 7.2TU, 2차 5.3TU, 3차 3.3TU로 초과</li> <li>○ 중금속류(Fe, Mn, Al, Zn 등) 측정 결과 모두 저농도로 유입되는 것을 확인</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 분석항목 이외의 독성유발물질</li> <li>○ 응집제 주입량 부족</li> <li>○ 활성탄 여재 불량</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중화조에 pH 측정기 설치. 수산화나트륨을 주입하여 pH 8 ~ 9 정도로 유지 후 Alum 투입하여 pH 중성 유지 및 응집제 적정량 주입 유도</li> <li>○ 활성탄 여재교체 및 관리</li> </ul>			

(1) E사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ E사업장은 체인, 농기계를 생산하는 금속가공제품 제조시설이며, 제품 생산공정에서 사용하는 탈지제와 연마제, 생산기기에 사용되는 윤활제 등이 함유된 오염폐수가 발생</li> <li>○ 신고 폐수배출량은 50m<sup>3</sup>/일이며 실제 폐수배출량은 일 평균 약 32m<sup>3</sup>의 폐수를 처리하여 방류함</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ pH 측정기로 pH 6.5 ~ 7이 될 때까지 황산알루미늄을 주입하고 있어 유입수의 pH에 따라 주입량에 차이가 발생</li> <li>○ 활성탄 흡착 시설용량 대비 방류량이 많아 체류시간이 짧아져 처리효율이 낮을 것으로 판단됨</li> <li>○ 유입수의 pH가 변동성이 커 처리시설 운영에 어려움이 있을 것으로 판단됨</li> <li>○ 활성탄 여재는 2020년 9월경에 교체 후 아직 교체하지 않아 여재가 오래 되어 처리효율이 낮을 것으로 판단됨</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 4.8</li> <li>○ (2차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 14.5</li> <li>○ (3차) 생태독성(TU) 유입수 7.2 → 방류수 3.3</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 이화학 분석결과 대부분의 분석항목이 저농도로 유입되고 있으며 Cu, Mn과 같은 주요 중금속 또한 저농도로 유입되고 있어 분석항목 이외의 독성유발물질이 있는 것으로 추정됨</li> <li>○ 폐수처리 시 응집침전의 경우 황산알루미늄을 주입하여 폐수의 pH를 6.5 ~ 7로 조절하고 있으며 이로 인해 폐수의 pH가 중성으로 유입되는 경우 황산알루미늄 주입량이 부족하여 처리효율이 낮은 것으로 판단됨</li> <li>○ 또한, 활성탄 여과시설의 여재교체시기가 지나 처리효율이 낮은 것으로 판단됨</li> <li>○ Jar-test 및 활성탄 흡착실험 결과 생태독성은 0TU까지 저감되어 응집 및 활성탄으로 생태독성 원인물질을 제거할 수 있을 것으로 판단됨</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<p>○ 금속가공업체 특성에 따른 폐수에 포함된 분석항목 이외의 독성유발물질</p>
<p>관리방안</p>	<p>○ 유입수 pH 조절 및 응집제 적정 주입량 관리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 사업장에서는 응집제 주입 시 유입수의 pH를 황산알루미늄을 통해 pH 6.5 ~ 7로 조절하고 있음</li> <li>- 유입수의 pH 변동성이 커 주입량이 일정하지 않으며 유입수가 중성으로 유입되는 경우 응집제 주입량 부족으로 응집효율이 저하됨</li> <li>- 또한 금속가공업체 특성상 폐수에 중금속이 포함되어 유입될 수 있어 폐수처리 시 중금속 제거가 필요할 것으로 판단됨</li> <li>- Jar-test 결과 응집침전만으로 생태독성이 1.6 ~ 1.9 TU까지 낮아지는 것을 확인하였으며 Jar-test의 시료를 활성탄 흡착하여 처리한 결과 생태독성이 0 TU까지 낮아지는 것으로 나타남</li> <li>- 따라서 중화조에 pH 측정기를 설치하고 산성 혹은 중성의 pH 폐수 유입 시 수산화나트륨을 이용하여 pH를 8 ~ 9로 조정하고 응집침전에서 황산알루미늄을 이용하여 pH를 6.5 ~ 7로 조정하여 응집할 것을 권장함</li> </ul> <p>○ 주기적인 활성탄 여재 교체 및 관리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 사업장은 여과시설에 사용되는 활성탄 여재는 교체주기가 연 1회이며 현재 여재교체 시기가 지난 것으로 확인됨</li> <li>- 이로 인해 활성탄 여과시설의 처리효율이 저조하여 생태독성이 배출허용 기준을 초과하여 방류되고 있어 활성탄 여재교체 및 관리가 필요할 것으로 판단됨</li> </ul>

### 1.3.5. 도축·육류·수산물 가공 및 저장·처리시설

○ F사업장 기술지원 현황표

업종구분	4. 도축·육류·수산물 가공 및 저장·처리시설	생산품	냉동 굴, 바지락
종 구 분	5종	신고배출량	40.8(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	가 지역	평균배출량	11.1(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	황산알루미늄 알루미늄산소다	배출방법	직접방류
폐수처리공법	생물·화학적처리		
폐수처리공정	스크린조 → pump pit → 미세스크린 → 집수조 → 1차무산소조 → 폭기조(1, 2차) → 2차 무산소조 → 폭기조(3차) → 침전조 → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	2.6(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 생태독성 배출허용기준 적용에 따른 생태독성발현 여부 및 생태독성 발현 시 관리방안			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 굴과 바지락을 이용한 냉동 제품을 생산하며, 용수의 99%로 해수 사용</li> <li>○ 해수는 모래여과와 염소자동발생기에 의한 염소소독 후 생산 공정수로 사용</li> <li>○ 폐수처리시설의 해안가 위치 및 해수사용으로 철 구조물 등의 부식 발생에 취약함</li> <li>○ 무산소조의 용존산소 농도가 높아 원활한 기능이 어려울 것으로 판단됨</li> <li>○ 기술지원 시 유입수 2.8TU, 방류수 2.8TU로 배출허용기준인 2.0TU를 초과함</li> <li>○ 발광박테리아 시험결과 유입수 및 방류수 모두 0.0TU<sub>b</sub>로 분석되어 해수사용에 따른 염이 생태독성 발현 원인으로 추정</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
○ 해수사용에 따른 염			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 염 관련 고시에 의한 수질방류기준 적용제외 신청 검토			

(1) F사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ F사업장은 굴과 바지락을 이용한 냉동 제품을 생산하며, 용수의 99%로 해수를 사용하고 있음</li> <li>○ 제품 생산은 바지락은 1월 ~ 8월, 냉동 굴은 2월 ~ 5월까지이며, 9월부터 11월까지 생산이 중단되는 경우도 있음</li> <li>○ 폐수처리장의 처리능력은 50m<sup>3</sup>/일이며, 신고 폐수배출량은 40.8m<sup>3</sup>/일로 기존공장 32m<sup>3</sup>/일, 신축공장 8.8m<sup>3</sup>/일임</li> <li>○ '21년 9월 ~ 10월의 용수사용량 및 폐수배출량 검토 결과 모두 11.1m<sup>3</sup>/일로 확인됨</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수처리시설의 설치 위치가 해안가에 위치하고 있고, 용수의 대부분이 해수로 기계장치 및 철 구조물이 일부 부식되어 있음</li> <li>○ 폐수처리시설은 유지관리 전문업체에 위탁하여 관리하고 있음</li> <li>○ 생산 여건 등에 따라 약 3개월 정도 기간은 폐수처리장 가동이 중단되고, 다시 미생물을 배양하여 폐수를 처리하는 과정을 반복함</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생태독성(TU) 유입수 2.8 → 방류수 2.8</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (염분) 염분 측정결과 유입수 16.47psu, 방류수 22.7psu로 물벼룩 반수영향농도인 6.67psu보다 2.5 ~ 3.4배 높은 농도를 보이고 있음</li> <li>○ (전기전도도) 유입수 26.76mS/cm, 방류수 36.00mS/cm로 반수영향농도인 10.02mS/cm보다 약 3.6배 높게 나타남</li> <li>○ (Na+) 유입수 6,562.6mg/L, 방류수 6,228.1mg/L로 반수영향농도인 3,630mg/L보다 높게 나타남</li> <li>○ (Cl-) 유입수 9,128mg/L, 방류수 11,491mg/L로 반수영향농도인 4,000 ~ 7,000mg/L보다 높게 나타남</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<p>○ 제품 생산을 위한 해수 사용에 따른 염</p>
<p>관리방안</p>	<p>○ 염 관련 고시에 의한 배출허용기준 적용제외 신청 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생태독성 외 다른 수질항목들은 정상적인 관리가 되고 있음</li> <li>- 해수종인 발광박테리아를 이용한 독성도 비교 분석 수행 결과, 유입수 및 방류수 모두 OTU<sub>b</sub>로 해수 사용에 따른 염이 생태독성 발현물질로 추정됨</li> <li>- 「물환경보전법 시행규칙」 [별표 13]에 의해 생태독성 기준 초과원인이 염으로 증명된 경우 배출허용기준을 초과하지 않은 것으로 적용</li> <li>- 따라서, 생태독성 방류수 배출허용기준 초과원인 ‘염’의 과학적 증명에 필요한 서류* 구비, 인정 절차를 통하여 생태독성 방류수 배출허용기준 초과사업장에서 제외될 수 있는 행정적 추진을 권장(국립환경과학원 고시(제 2022-88호))</li> </ul> <p>* 사업장 현황, 화학물질별 분석 및 원인물질 탐색결과(TIE 1단계), 생물시험중 독성분석 결과 등을 포함한 종합결과보고서(상기 국립환경과학원 고시 [별표1] 참고) 및 신청접수 서류 등</p> <p>○ 이온교환수지, R/O처리시설 등의 처리시설 설치 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 위 처리방법을 통해 염을 처리할 수 있으나 유사 운용 선례가 많지 않으며 설치 및 운영·관리에 많은 비용이 소요될 것으로 예상되어 종합적인 판단을 통한 관리방안 선정이 필요</li> </ul>

### 1.3.6. 과실·채소 가공 및 저장·처리시설

○ G사업장 기술지원 현황표

업종구분	5. 과실·채소 가공 및 저장·처리시설	생산품	김치
종 구 분	4종	신고배출량	83(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	청정지역	평균배출량	33.8(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	수산화나트륨 폴리염화알루미늄(PAC)	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리, 생물학적 처리		
폐수처리공정	스크린조 → 유량조정조 → 제1폭기조 → 제2폭기조 → 제1침전조 → 제2침전조 → 처리수조 → 방류조 → 유량계 → 방류		
생태독성기준	1(TU)	사전분석결과	2.5(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지도 점검결과 생태독성 기준초과 및 이에 따른 생태독성 관리방안 마련</li> <li>○ 염 관련 고시에 의한 수질방류기준 적용 제외 검토</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계절별 김치 생산량에 따라 폐수발생량 변동 있음</li> <li>○ 염 제거 공정은 별도 없음</li> <li>○ 수처리 사용 약품은 없으며 생물학적처리를 이용하여 오염물질 제거</li> <li>○ BOD, COD 제거율은 99% 이상으로 처리됨</li> <li>○ 기술지원 분석결과 생태독성 방류수 배출허용기준 초과(1차 4.6TU, 2차 2.8TU)</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 배추절임 및 세척 후 발생하는 고염 폐수</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 염 관련 고시에 의한 수질방류기준 적용제외 신청 검토</li> </ul>			

(1) G사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

일반 현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사업장의 배출 규모는 일 폐수배출량 50~200㎥/일 미만인 4종 사업장에 해당함</li> <li>○ 폐수처리시설의 처리용량은 100㎥/일, 폐수배출량은 83㎥/일로 신고됨</li> <li>○ 계절별로 김치 생산량에 따라 폐수발생량이 유동적이며 최근 12개월 평균 방류량은 33.8㎥/일로 40.7% 수준으로 폐수를 처리하고 있음</li> <li>○ 2020년 연간 김치류의 생산량은 1,192톤이며 계절별 차이를 보이나 최근 12개월(2020년 1월~2021년 4월) 월평균 방류량은 33.8㎥/일로 조사되었음</li> <li>○ 김치 생산량에 따라 폐수발생량은 계획 대비 22~68%로 나타남</li> </ul>
폐수처리시설 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수처리 전체 공정은 스크린조, 유량조정조, 폭기조, 침전조, 막분리조, 방류조의 공정으로 주된 공정은 활성슬러지법에 의한 생물학적처리임</li> <li>○ 유량조정조는 3개조로 운영하며 발생폐수를 안정적으로 관리함</li> <li>○ 고염 폐수로 인해 폐수처리시설은 금속류의 부식이 진행되어 있음</li> <li>○ pH 중화를 위한 수산화나트륨과 응집·침전을 위한 PAC을 사용하고 있으며 폐수의 유입 성상에 따라 관리자가 수동으로 투입량을 조절하고 있음</li> <li>○ 폭기조의 MLSS의 경우 약 160mg/L로 측정되어 적정 운전기준보다 낮음</li> <li>○ BOD용적부하의 경우 0.48kg-BOD/㎥·일로 적정운영 기준으로 운전되고 있음</li> <li>○ SVI의 경우 5,572로 측정되어 침강성이 양호하지 못함</li> <li>○ 1차 침전조의 규격용량은 43.3㎥, 체류시간 10.3hr이며, 2차 침전조의 설계용량은 18.8㎥, 체류시간 4.5hr이며 막분리조 이후 슬러지를 처리하며 제1폭기조로 반송됨</li> <li>○ 여과막 세정을 위해 구연산과 차아염소산나트륨(NaOCl)을 사용 중이며 사용량은 구연산 0.33kg/일, 차아염소산나트륨 0.67L/일로 조사되었음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 4.6</li> <li>○ (2차) 생태독성(TU) 유입수 5.7 → 방류수 2.8</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ pH 6.5~7.4로 유입수와 방류수에서 배출기준 이내로 측정됨</li> <li>○ 염분은 방류수에서 29.1psu로 측정되어 물벼룩반수영향농도(6.67psu)를 초과하여 생태독성발현의 주요 원인으로 추정됨</li> <li>○ 잔류염소는 유입수와 방류수에서 0.0~0.1mg/L로 측정됨</li> <li>○ 나트륨이온(Na+)은 12,574mg/L로 물벼룩 반수영향농도(3,630mg/L)를 초과함</li> <li>○ 염소이온(Cl-)은 16,613mg/L로 물벼룩 반수영향농도(4,000~7,000mg/L)를 초과함</li> </ul>
<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제품 생산을 위한 배추 등의 절임용 염수와 배추 등의 세척과정에서 발생하는 고농도 염분</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 염 관련 고시에 의한 배출허용기준 적용제외 신청 검토             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생태독성 이외 다른 수질항목들은 정상적인 관리가 되고 있음</li> <li>- 폐수처리시설에 유입되는 고농도의 염을 현재 처리시설에서 처리하여 생태독성을 저감하는 것은 어려울 것으로 판단됨</li> <li>- 「물환경보전법 시행규칙」 [별표 13]에 의해 생태독성 기준 초과원인이 염으로 증명된 경우 배출허용기준을 초과하지 않은 것으로 적용</li> <li>- 따라서, 생태독성 방류수 배출허용기준 초과원인 ‘염’의 과학적 증명에 필요한 서류 구비, 인정 절차를 통하여 생태독성 방류수 배출허용기준 초과사업장에서 제외될 수 있는 행정적 추진을 권장(국립환경과학원 고시(제 2022-88호))</li> </ul> </li> </ul>

○ H사업장 기술지원 현황표

업종구분	5. 과실·채소 가공 및 저장·처리시설	생산품	김치
종 구 분	5종	신고배출량	30(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	25(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	수산화나트륨 황산알루미늄 고분자응집제	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리·화학·생물학적처리		
폐수처리공정	유량조정조 → 물리화학적처리(반응조, 응집조) → 생물반응조(협기, 무산소, 호기) → 침전조 → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	5.3(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생태독성 사전점검 중 5.3TU로 발현하여 기술지원 신청함</li> <li>○ 폐수처리시설 전체적인 점검 및 생태독성 개선방안 요청</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 김치 제조시설로 고농도의 염 폐수가 폐수처리장으로 유입</li> <li>○ 고농도의 염 폐수로 생물반응조의 미생물이 정상적으로 운영되지 않아 단위 공정별 효율이 저하되고 있음</li> <li>○ 생태독성 분석 결과, 기준치(2TU) 초과(1차: 3.6TU, 2차: 2.8TU, 3차: 3TU)</li> <li>○ 염을 구성하는 이온 중 나트륨이온(Na<sup>+</sup>) 약 7,500 ~ 14,000mg/L, 염소이온(Cl<sup>-</sup>) 약 10,000 ~ 13,000mg/L로 전 공정에서 반수영향농도(EC<sub>50</sub>)를 초과하여 나타나 생태독성 발현에 영향을 줌</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생산공정에서 배출되는 고농도 염폐수</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 염 관련 고시에 의한 수질방류기준 적용제의 신청 검토</li> <li>○ 슬러지의 주기적인 인발 필요</li> </ul>			

(1) H사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ H사업장은 김치류 제조업으로 주원료(배추 등)를 절임, 세척, 가공하여 운영중이며 주요 폐수 배출공정은 절임, 세척, 가공 시 배출되는 폐수로 약 25m<sup>3</sup>/일로 배출됨</li> <li>○ 자가측정은 따로 하지 않고 있으며 지도점검에서 생태독성 5.3TU로 생태독성 항목의 배출허용기준을 초과함</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1차 현장조사 시 미생물이 거의 없어 이후 미생물을 추가로 식중</li> <li>○ 2차 현장조사 시 생물반응조의 슬러지가 있으나 검은색, 슬러지 인발을 하지 않아 처리수질이 악화된 것으로 추정됨</li> <li>○ 3차 현장조사 시 슬러지 인발 후 폭기량도 증가시키며 개선중, 슬러지 상태가 황갈색으로 양호해짐</li> <li>○ 유입되는 폐수가 고농도 염 폐수이며 또한 생물반응조의 적정 MLSS 유지를 위해 침전조에서 주기적인 슬러지 인발이 이루어지지 않아 침전조의 일부 슬러지가 방류되고 있음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 3.6</li> <li>○ (2차) 생태독성(TU) 유입수 3.9 → 방류수 2.8</li> <li>○ (3차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 3.0</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방류수의 경우 1, 2차 기술지원 조사 결과 일부 항목(BOD, TOC, SS)이 배출허용기준을 초과하여 방류하고 있으나 반송 펌프 용량 증가, 미생물 식중 등으로 3차 기술지원 시 SS를 제외하고 배출허용기준 이내로 나타남</li> <li>○ 염은 폐수처리시설 공정에서 약 21~28psu의 농도로 반수영향농도 (EC<sub>50</sub>, 6.67psu) 이상으로 나타남</li> <li>○ 염을 구성하는 이온 중 나트륨이온(Na<sup>+</sup>) 약 7,500 ~ 14,000mg/L, 염소 이온(Cl<sup>-</sup>) 약 10,000 ~ 13,000mg/L로 전 공정에서 반수영향농도(EC<sub>50</sub>)를 초과하여 나타나 생태독성 발현에 영향을 줌</li> <li>※ 반수영향농도(EC<sub>50</sub>) : Na<sup>+</sup> 2,600mg/L, Cl<sup>-</sup> 4,000 ~ 7,000mg/L</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<p>○ 생산공정에서 유입되는 고농도 염 폐수</p>
<p>관리방안</p>	<p>○ 염 관련 고시에 의한 수질방류기준 적용제외 신청 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐수처리시설에 유입되는 고농도의 염을 현재 처리시설에서 처리하여 생태독성을 저감하는 것은 어려울 것으로 판단됨</li> <li>- 「물환경보전법 시행규칙」 [별표 13]에 의해 생태독성 기준 초과원인이 염으로 증명된 경우 배출허용기준을 초과하지 않은 것으로 적용 (단, [별표 13] 나. 9) 비고 3. 나. 2)에 따라 2020.12.31. 이전에 변경허가를 받거나 설치신고 또는 변경신고를 한 폐수배출시설로 한정한다)</li> <li>- 따라서, 생태독성 배출허용기준 초과원인 ‘염’의 과학적 증명에 필요한 서류 구비*, 인정 절차를 통하여 생태독성 배출허용기준 초과사업장에서 제외될 수 있는 행정적 추진을 권장(국립환경과학원 고시(제 2022-88호))</li> </ul> <p>* 사업장 현황, 화학물질별 분석 및 원인물질 탐색결과(TIE 1단계), 생물시험중 독성분석 결과 등을 포함한 종합결과보고서(상기 국립환경과학원 고시 [별표1] 참고) 및 신청접수 서류 등</p> <p>○ 슬러지의 주기적인 인발 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 침전조의 슬러지를 주기적으로 인발하지 못하여 일부 방류수로 침전슬러지가 흘러나오고 있어 SS 농도가 높으므로 적절한 인발을 통해 포기조 내 미생물이 적정범위로 유지될 수 있도록 하여야 함</li> <li>- 또한 현재는 탈수시설이 건조상 시설로 이루어져 있어 단순히 중력 침전 후 슬러지를 분리하므로 슬러지 탈수를 위한 시설의 설치 검토 필요</li> </ul>

### 1.3.7. 세탁시설

○ I사업장 기술지원 현황표

업종구분	76. 세탁시설	생산품	세탁된 시트
종 구 분	5종	신고배출량	45(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	23.6(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	수산화나트륨 황산알루미늄	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적처리		
폐수처리공정	유량조정조 → 반응시설 → 응집시설 → 침전시설 → 여과시설 → 흡착시설 → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	>16(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2020년 자체 수질 분석결과 &gt;16TU 이상으로 배출허용 초과 사업장에 해당</li> <li>○ 2021년부터 생태독성 기준이 적용되어 배출허용기준 초과 여부 및 초과 시 관리방안 마련</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 병원 침대시트 등의 세탁으로 세제와 소독제 사용하고 있음</li> <li>○ 반응조에서 수처리약품을 사용하여 응집·침전 공정이 주된 공정임</li> <li>○ 흡착시설은 설치되어 있으나 현재 미운영 중임</li> <li>○ 생태독성 자체 분석결과 유입수, 방류수 모두 &gt;16TU로 배출허용기준 초과</li> <li>○ 기술지원 생태독성 분석결과 유입수, 방류수 모두 &gt;16TU로 배출허용기준 초과</li> <li>○ 생태독성 저감실험(활성탄 흡착)을 통해 방류수 생태독성이 0TU로 저감되는 것을 확인</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수처리공정에서 유기오염물질 처리효율 저하에 따른 생태독성 초과</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미운영 중인 활성탄 흡착시설 재가동</li> <li>○ 수처리약품은 pH meter와 연동하여 적정 pH 운영 권장</li> </ul>			

(1) I사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사용되는 세제는 일반 액체 세제 및 알칼리계 세제를 사용 중이며 소독을 위한 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)와 차아염소산나트륨(NaOCl)을 사용하고 있음</li> <li>○ 시설용량은 50m<sup>3</sup>/일이고, 폐수배출량은 45m<sup>3</sup>/일 신고되었으나 사업장 현장 조사 시 2021년 6월 운영일지에는 배출량은 16 ~ 29m<sup>3</sup>/일이며 평균 배출량은 23.6m<sup>3</sup>/일로 조사됨</li> <li>○ 세탁물의 양에 따라 폐수발생량은 계획 대비 35.6 ~ 64.4%로 나타남</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 집수조의 시설용량은 22.5m<sup>3</sup>/일이며 세제 사용으로 인해 탁도가 매우 높으며 소독제 사용으로 인한 악취가 발생함</li> <li>○ 침전조의 시설용량은 7m<sup>3</sup>/일이며 체류시간은 약 3.3일로 조사됨</li> <li>○ 여과 및 흡착시설은 현장조사 당시 미운영 상태로 여과와 흡착시설 내부를 확인할 수 없었음</li> <li>○ 2차 현장 수질측정 결과 응집·반응시설의 pH는 4.6 ~ 5.0으로 측정되었고 황산알루미늄의 적정 응집조건인 pH 5.5 ~ 8.6보다 다소 낮아 응집 효과가 낮은 것으로 나타남</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 &gt;16</li> <li>○ (2차) 생태독성(TU) 유입수 &gt;16 → 방류수 &gt;16</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (COD) 1차 방류수에서 142.0mg/L로 배출허용기준을 초과하고 유입수와 방류수 비교 시 제거율은 30.4%이며, 2차 방류수에서 261.3mg/L로 배출허용기준을 초과하고 유입수와 방류수 비교 시 제거율은 17.8% 수준임</li> <li>○ (TOC) 1차 방류수에서 135.0mg/L로 배출허용기준을 초과하고 유입수와 방류수 비교 시 제거율은 45.6%, 2차 방류수에서 160.4mg/L로 배출허용기준을 초과하고 유입수와 방류수 비교시 제거율은 30.4% 수준임</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<p>○ 폐수처리공정에서 유기오염물질 처리효율 저하에 따른 생태독성 초과</p>
<p>관리방안</p>	<p>○ 활성탄 흡착시설 운영 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 ~ 3차 현장조사와 이화학분석 및 생태독성 저감시험 등을 통해 본 사업장의 생태독성 초과 원인은 유기오염물질임을 확인함</li> <li>- 유기오염물질이 저감됨에 따라 생태독성도 저감되는 것을 실험을 통해 확인함, 생태독성 및 유기물질 배출허용 기준 이내로 저감</li> <li>- 본 사업장의 주된 오염물질 제거 공정은 약품을 이용한 응집·침전의 물리적 처리중이나 COD<sub>Mn</sub> 및 TOC는 배출허용기준을 초과함</li> <li>- 현재 사용 중인 약품에 의한 응집·침전은 생태독성 배출허용기준에 한계가 있으며, 이에 추가적인 오염물질 제거를 위한 방법이 필요함</li> <li>- 3차 방류수 시료를 이용해 활성탄 흡착실험 결과 0.0TU로 생태독성은 발현하지 않았으며, COD 및 TOC도 배출허용 기준 이내로 저감되는 것을 확인함</li> <li>- 이에 따라 기존 미가동 중인 흡착시설을 가동하고 개선한다면 오염물질 처리효율을 높일 수 있을 것으로 판단됨</li> </ul> <p>○ 수처리 약품 적정 사용량 관리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2차 현장 조사시 반응조부터 방류수까지 pH는 4.6 ~ 5.0의 범위를 보여 낮은 pH로 인해 응집효율이 불량한 것으로 나타남</li> <li>- 이에 따라 적정 pH를 유지하기 위해 pH meter와 연동하여 수산화나트륨 투입량 조정이 필요함</li> <li>- 황산알루미늄의 적정 pH 범위는 5.5 ~ 8.6이며 적정 pH로 사용 권장</li> </ul>

### 1.3.8. 운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설

○ J사업장 기술지원 현황표

업종구분	81. 운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	생산품	세차
종 구 분	5종	신고배출량	45(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	9(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC)	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리·화학적 공법		
폐수처리공정	유수분리 및 반응조 → 화학적침강시설 → 유량조정조 → 활성탄여과시설 → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	2.3(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 지자체 합동 지도점검 시 2.3TU로 생태독성 초과, 독성원인 물질 및 생태독성 저감방안 필요			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세차 시 파워세정샴푸, 발수코팅왁스, 버블폼을 사용하여 세척 작업실시</li> <li>○ 유수분리 및 반응조에서 폴리염화알루미늄(PAC)를 사용하여 화학적처리 중</li> <li>○ 교반시설이 없으며, 응집제 투입 후 응집 플록 상태 불량 및 침전성이 낮음</li> <li>○ 활성탄 여과시설 운영 중이며 '21년에 교체함</li> <li>○ 1차 기술지원 시 반응조에서 EC<sub>50</sub>값 이상의 금속이온물질(AI) 농도 확인</li> <li>○ 기술지원 결과 방류수 생태독성 배출허용기준 준수(0TU)</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
○ 반응조 교반시설 부재로 인한 잔류 알루미늄			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 약품주입 시 교반기 설치 필요</li> <li>○ 여과시설 여재(활성탄) 확인, 교체 등 주기적 관리를 통한 처리효율 유지 필요</li> </ul>			

(1) J사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주유소 부대시설로 소형차량용 세차시설 가동 시 발생하는 폐수를 PAC(폴리염화알루미늄)을 사용하여 응집·침전 및 활성탄 처리 후 직접 방류하고 있음</li> <li>○ 차량 세척에 사용하는 약품은 파워세정샴푸, 발수코팅왁스, 버블폼의 물질안전보건자료(MSDS) 확인 결과, 환경에 미치는 영향(생태독성) 중 급성독성시험종인 <i>Daphnia magna</i>를 포함한 갑각류에서 독성 자료를 확인함</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유수분리 및 유량조정역할과 동시에 PAC을 투입하여 화학적처리 중이며, 활성탄역세 시 역세수가 유수분리조로 반송되고 있음</li> <li>○ 침전지에 경사판을 적용하여 수면적 부하를 늘려 응집된 플러의 침전효율을 높이고 있음</li> <li>○ 활성탄 흡착력을 이용하여 잔류하는 유기물질 및 SS를 제거</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생태독성(TU) 유입수 1 → 방류수 0</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수에서 생태독성은 유입 및 유수분리조에서는 1 ~ 0.5TU로 발현되나 방류수의 생태독성은 발현되지 않음(0TU)</li> <li>○ ABS는 불검출, Al은 유입에서 반수영향농도 이상 3.64mg/L로 측정됨</li> <li>○ 1차 채수 시 유수분리 및 반응조에서 알루미늄이온이 EC<sub>50</sub>값을 초과하여 생태독성이 발현된 것으로 추정됨. 알루미늄 이온의 농도는 사용하는 약품(PAC)에서 발현한 것으로 추정되며 교반기 부재 및 응집침전 불량으로 잔류된 것으로 판단됨</li> <li>○ 2차 유입 채수 시 발생한 생태독성은 세차 시 사용한 약품으로 인한 생태독성(ITU) 발현이 추정되며 응집침전 및 활성탄 여과 후 0TU로 저감이 확인됨</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세차 시 사용되는 약품 및 응집침전 효율 저하로 인한 잔류 알루미늄             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 세차 시 사용되는 파워세정샴푸, 발수코팅왁스 MSDS 확인 결과 생태독성 유발물질을 함유하고 있음.</li> <li>- 응집 시 교반시설 없이 처리 중으로 응집효율 저하로 인한 잔류 금속이온이 잔류함</li> </ul> </li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 응집처리시설 시설개선             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화학적 처리시설의 교반조건은 폐수처리효율 향상을 위한 중요한 인자 이므로 기계식 교반시설을 설치하여 운영할 것을 권장함</li> <li>- 응집효율 증가를 위해 급속교반 후 완속교반하는 방식으로 설치할 것을 권장함</li> <li>- 현장 응집침전실험 결과, 약품투입량은 동일하여도 교반시설 설치할 경우 응집상태가 개선되어 처리효율이 높아질 것으로 판단되며, 120 ~ 150rpm으로 0.5 ~ 5분 정도 급속교반 → 60rpm으로 20 ~ 30분 정도 완속교반을 권장함</li> </ul> </li> <li>○ 주기적인 수질 모니터링             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 저농도의 폐수가 유입되어 방류수의 생태독성은 배출허용기준 이내로 확인되나, 방류수의 주기적인 모니터링을 통해 활성탄여과시설의 효율 유지 필요</li> </ul> </li> </ul>

○ K사업장 기술지원 현황표

업종구분	81. 운수장비 수선 및 세차 또는세척시설	생산품	세차
종 구 분	5종	신고배출량	3(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	0.4(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC)	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리·화학적처리(응집·침전, 활성탄여과)		
폐수처리공정	세차폐수 → 침사시설 → 유수분리 및 유량조정시설 → 반응·응집시설 → 침전시설 → 활성탄여과시설 → 방류		
생태독성기준	2(TU)	사전분석결과	2.8(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 가동개시 신고에 따른 방류수 채수 결과 생태독성 등 수질기준 부적합 기술지원 요청			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량 세척에 사용하는 약품의 일부 성분으로 인해 생태독성 발현</li> <li>○ 침전시설에 슬러지가 상당량 누적되어 수질에 영향을 끼침</li> <li>○ 반응·응집시설에 교반시설이 없어 응집제 투입 후 응집 플록 상태 불량 및 침전성이 낮음</li> <li>○ EC<sub>50</sub>값 이상의 금속이온물질(Cu, Al) 농도 확인</li> <li>○ 생태독성, TOC, 음이온계면활성제 배출허용기준 초과</li> </ul>			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
○ 차량 세척 약품에 포함된 생태독성 유발물질(음이온계면활성제) 및 응집침전 효율 저하로 인한 잔류 금속이온(알루미늄, 구리)			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량 세척 약품 사용량 조절 또는 약품 종류 변경</li> <li>○ 응집제(PAC) 사용량 조정</li> <li>○ 산기식 교반시설 설치</li> <li>○ 유량조정시설, 침전시설의 슬러지 준설 관리 필요</li> </ul>			

(1) K사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ K사업장은 실내세차장으로 차량을 세차하면서 발생하는 폐수를 집수하고 응집제(PAC)를 사용하여 응집·침전 후 활성탄 여과를 통해 인근 하천으로 방류하고 있음</li> <li>○ 차량 세척에 사용하는 약품은 도장 클리너, 프리워시 세정제, 카샴푸로 각각의 물질안전보건자료(MSDS) 확인 결과, 환경에 미치는 영향(생태독성) 중 급성독성시험종인 <i>Daphnia magna</i> 등에서 독성 자료를 확인함</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 적절한 응집·침전 반응을 위해 교반시설 설치 필요</li> <li>○ 적절한 응집제 투입여부 검토 필요</li> <li>○ 슬러지 부패현상 확인</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생태독성(TU) 유입수 4.3 → 방류수 10.9</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수, 방류수의 생태독성 분석결과는 각각 4.3TU, 10.9TU로 방류수의 경우 배출허용기준(2TU)을 초과함</li> <li>○ 유입수, 방류수의 TOC 분석결과는 각각 70.2mg/L, 77.5mg/L로 방류수의 경우 배출허용기준(75mg/L)을 초과하였음</li> <li>○ 생태독성에 큰 영향을 준 원인은 차량세제에서 기인된 음이온계면활성제로 보이며 두 채수지점의 음이온계면활성제 측정농도는 유량조절시설 폐수 22.69mg/L, 방류수 17.00mg/L로 방류수는 배출허용기준(5mg/L)을 초과했음</li> <li>○ 그 밖에 방류수에서 알루미늄 4.2mg/L, 구리이온 0.1mg/L로 분석되었으며 EC<sub>50</sub>값을 모두 초과하여 생태독성에 영향을 준 것으로 추정됨</li> <li>○ 유기물질, SS, 중금속의 농도를 보면 유입수보다 방류수에서 더 높게 나타난 것은 차량종류 및 세척수량에 따른 수질변동에 의한 것도 있지만 반응·응집 시설이 기능을 못하고, 침전시설로 슬러지 관리 부재에 의한 영향이 클 것으로 판단됨</li> </ul>

<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량 세척 약품에 포함된 생태독성 유발물질(음이온계면활성제) 및 응집침전 효율 저하로 인한 잔류 금속이온(알루미늄, 구리)</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세차약품 사용량 조절 또는 응집제 변경             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유입수 및 방류수의 측정항목 분석결과 생태독성의 주요 원인은 음이온계면활성제의 영향으로 보이며 이는 사업장에서 사용하는 세차약품에서 기인되므로 사용량을 줄일 경우 농도를 낮게 관리할 수 있을 것으로 판단됨</li> </ul> </li> <li>○ 슬러지 준설관리             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장 채수 시 유량조정시설 및 침전시설을 진단했을 때 슬러지 준설의 이력이 없고 상층수에 기포와 함께 부패성 악취가 확인되었으며, 측정항목 분석결과 방류수 농도가 유량조정시설 폐수보다 높으므로 유량조정시설 및 침전시설의 정기적 준설이 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 응집제투입량 변경 및 교반시설 설치 등             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 사용하고 있는 응집제 PAC(0.2kg/일)은 응집침전 실험결과 0.4ml/L의 양으로 주입 시 응집효율 향상</li> <li>- 원활한 응집반응을 위해서는 교반시설이 필요하며 현재 설치된 산기펌프를 활용하면 반응·응집 시설 내부에서 폭기시켜 교반할 수 있을 것으로 판단됨</li> </ul> </li> <li>○ 유량조정시설의 균질화             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 사업장은 세차 종류와 양에 따라 폐수의 성상 및 발생량에 변동이 있으므로 유량조정시설에 블로어를 신설하여 폐수의 부패를 방지하고 혼합 관리할 필요가 있음</li> <li>- 응집제 투입장치로 사용하고 있는 산기펌프를 유량조정시설 교반용 펌프로 사용하는 것이 바람직함</li> </ul> </li> </ul>

### 1.3.9. 공공폐수처리시설

#### ○ L공공폐수처리시설 기술지원 현황표

시설명	L공공폐수처리시설	시설구분	공공폐수처리시설
시설용량	43,000(m <sup>3</sup> /일)	평균유입량	29,162(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	Ⅳ	평균방류량	28,705(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC) 황산알루미늄 폴리머	배출방법	직접방류
폐수처리공법	(기존)CSBR+가압부상, (증설)URC+MBR분리막		
폐수처리공정	(기존)침사지 → 생물반응조 → 가압부상조 → 사여과지 → 방류 (증설)전처리시설 → 1차처리시설 → 생물반응조 → 방류 ※ 각각 계열의 처리수는 마지막에 합쳐져 방류		
생태독성기준	1(TU)	사전분석결과	1.4(TU)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 지도점검 시('20.10.20) 생태독성 1.4TU로 기준치(1TU)를 초과하여 생태독성 관리방안 마련을 위해 기술지원 신청			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 입주 업체는 30여개소로, 대부분 물리·화학적 및 생물학적 처리공정 운영 ○ 주요 입주 업체들의 높은 고농도 염 폐수가 생태독성 발현의 주요 원인으로 판단됨 ○ 유기물질, SS 및 중금속 등은 적정 처리되고 있으나 염의 경우 시설에서 처리되지 않고 방류 ○ 생태독성 분석 결과, 기준치(1TU) 초과(1차: 2.4TU, 2차: 1.6TU, 3차: 1.5TU)			
<b>생태독성 원인물질 추정</b>			
○ 주요 입주 업체로부터 유입되는 고농도의 염			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 염 관련 고시에 의한 방류수 수질기준 적용제외 신청 검토			

(1) L공공폐수처리시설 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

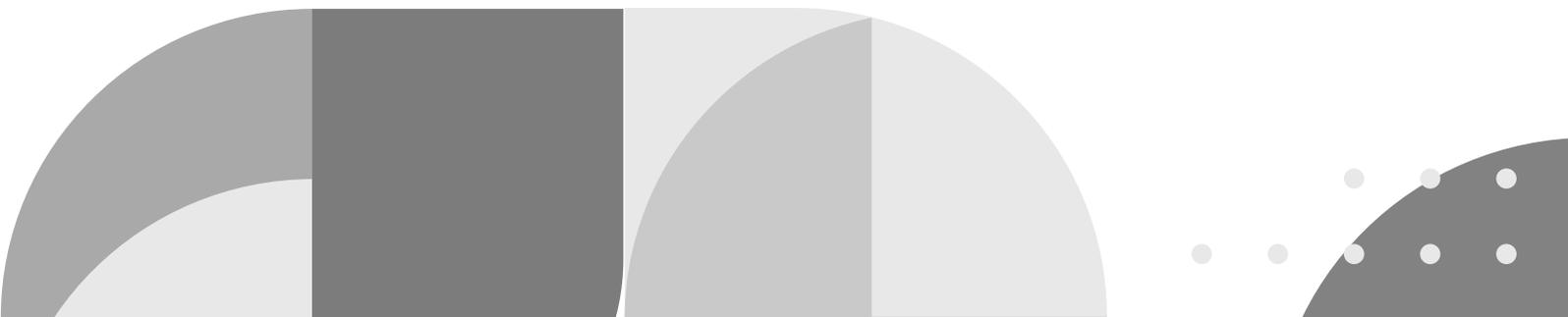
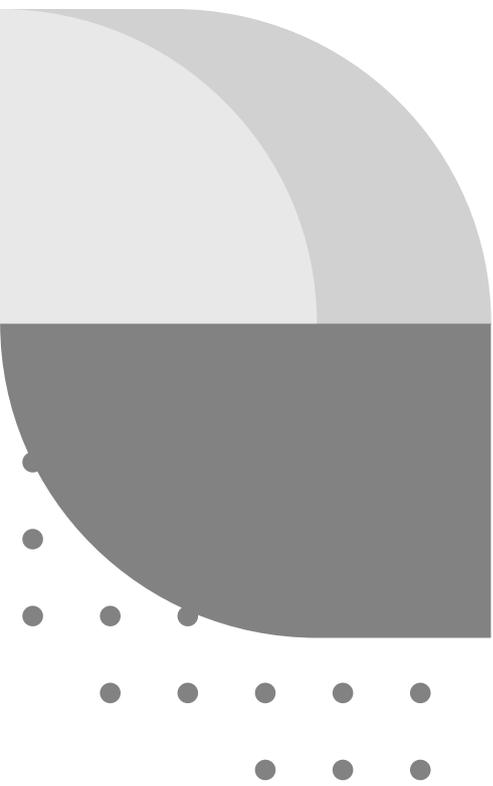
<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 입주 사업장은 30여개소로, 대부분 물리·화학 및 생물학적 처리공정 운영</li> <li>○ 주요 입주 업체들에서 고농도의 염 방류</li> <li>○ 본 공공폐수처리처리장의 시설용량은 총 43,000m<sup>3</sup>/일(기존 30,000m<sup>3</sup>/일+ 증설 13,000m<sup>3</sup>/일)이며 2020년도 평균 유입유량은 29,162m<sup>3</sup>/일로 시설용량 대비 약 68% 수준으로 유입</li> <li>○ 2020년도 평균 방류수질은 모든 항목에서 설계수질 및 방류수 수질기준 준수</li> <li>○ 생태독성 항목은 자체수질 분석 시 미발현하였으나 지도점검 및 기술지원 시 기준(ITU) 초과</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ L공공폐수처리시설은 유입수가 기존에 있던 처리시설(CSBR+가압부상)과 증설한 처리시설(URC+MBR분리막)에 나누어 처리</li> <li>○ 기존 처리시설(CSBR)의 경우 하나의 SBR 반응조가 슬러지 반송, 회분식 반응을 수행하는 동안 나머지 반응조에서 처리수 배출, One-Cycle이 종료되면, 상호 공정을 반대로 수행</li> <li>○ CSBR의 C/N비, HRT, F/M비는 설계기준 대비 낮게 운영되고 있는 것으로 확인됨             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (C/N비) 평균 2.0, 설계기준 7.3</li> <li>- (HRT) 평균 9.9시간 설계기준 18.0</li> <li>- (F/M비) 평균 0.03, 0.06 설계기준 0.1,</li> </ul> </li> <li>○ 증설 처리시설의 경우 전처리시설을 거친 유입수가 급속 혼화조로 유입되어 Alum과 혼화되고 응집조, 완속혼화조를 지나 생물반응조(MBR)로 유입</li> <li>○ MBR의 C/N비는 설계기준 대비 낮게 운영되고 있으며 HRT의 경우 현장 상황에 맞게 유기적으로 운영중             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (C/N비) 현장조사 0.9 ~ 2.95, 설계기준 7.1</li> </ul> </li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>생태독성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) 생태독성(TU) 유입수 2.4 → 방류수 2.4</li> <li>○ (2차) 생태독성(TU) 유입수 1.2 → 방류수 1.6</li> <li>○ (3차) 생태독성(TU) 유입수 1.5 → 방류수 1.5</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 염의 측정치가 반수영향농도(EC<sub>50</sub>, 6.67psu)를 초과하여 생태독성 발현에 주요 원인으로 판단됨</li> <li>○ 생태독성 원인물질로 고염을 추정하여, 유입수 및 방류수에서 해양 시험 생물종인 발광박테리아를 이용하여 생태독성 분석 수행, 분석결과 유입수 현장 조사 결과 각각 0, 0.9, 0TU<sub>b</sub>로 분석되었고 방류수는 3회 분석 모두 미발현</li> <li>○ 아연(Zn)은 유입수에서 반수영향농도(EC<sub>50</sub>, 0.5mg/L) 이상 검출되었지만 처리 공정에서 적정처리 되어 방류</li> <li>○ 알루미늄(Al)은 2,3차 분석 시 유입수에서 반수치사농도(LC50, 3.5mg/L) 이상 검출되었으나 처리공정을 통해 저감되어 방류수에서 반수치사농도 이내로 방류</li> <li>○ 유기물질, SS, T-N, T-P는 전반적으로 적정 처리되어 생태독성에 영향이 없을 것으로 판단되며, 방류수 수질기준 만족</li> </ul>
<p>생태독성 원인물질 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주요 입주 업체들로부터 유입되는 고농도의 염</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 염 관련 고시에 의한 수질방류기준 적용제외 신청 검토             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐수처리시설에 유입되는 고농도의 염을 현재처리 시설에서 처리하여 생태독성을 저감하는 것은 어려울 것으로 판단됨</li> <li>- 「물환경보전법 시행규칙」 [별표 10]에 의해 생태독성 기준 초과원인이 염으로 증명된 경우 방류수질기준을 초과하지 않은 것으로 적용</li> <li>- 따라서, 생태독성 방류수 수질기준 초과원인 ‘염’의 과학적 증명에 필요한 서류 구비, 인정 절차를 통하여 생태독성 방류수 수질기준 초과 사업장에서 제외될 수 있는 행정적 추진을 권장(국립환경과학원 고시 (제 2022-88호))</li> </ul> </li> </ul>



## 2. TOC 관리 기술지원





## 2.1. TOC 관리제도

### 2.1.1. TOC 도입 배경

- COD<sub>Mn</sub>은 산화율이 낮아 난분해성 유기물질까지 포함한 전체 유기물질 총량을 측정하지 못함에 따라 유기물질 관리에 한계가 있으며, 공공수역(하천, 호소)에 설정된 TOC 생활환경 기준과 연계한 체계적인 유기물질 관리를 위해 점오염원에 대한 TOC 기준이 도입되었다.

### 2.1.2. TOC란?

- TOC란 물속에 존재하는 유기물의 양을 나타내는 지표 중 하나로 시료를 고온(550℃ 이상)으로 태우거나 과황산 염료를 첨가하여 발생하는 이산화탄소를 측정하여 유기물 양을 계산하는 방식을 통해 탄소 총량으로 표현한 것이다.

<표 2-8> 유기물질 지표 비교

구분	TOC	COD <sub>Mn</sub>	COD <sub>Cr</sub>	BOD
측정원리	유기물 산화로 인한 CO <sub>2</sub> 발생량을 탄소 농도로 측정	과망간산의 유기물 산화로 인한 산소 소비량을 이용	중크롬산의 유기물 산화로 인한 산소 소비량을 이용	미생물의 호흡 활동, 유기물 분해에 의한 산소 소비량을 이용
측정 단위	C, mg/L	O <sub>2</sub> , mg/L	O <sub>2</sub> , mg/L	O <sub>2</sub> , mg/L
유기물질 특성	대부분 유기물	저분자, 고분자 등 유기물	대부분 유기물	저분자, 당류, 지방류 등 생분해성 유기물
산화율 (하수 기준)	90% 이상	60% 이하	90% 이상	40% 이하
방해물질	할로겐화합물	Cl <sup>-</sup> 등	Cl <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> 등	고분자 유기물, 독성물질 등
산화방법	고온연소법 또는 UV습식산화	과망간산칼륨, 95℃ 가열	중크롬산칼륨, 140℃ 가열	5일간 호기성 미생물 배양
분석시간	30분 이내, 실시간 가능	1시간	3시간	

### 2.1.3. 적용대상 및 TOC 기준

- (공공폐수처리시설) 『물환경보전법』 제48조에 의한 공공폐수처리시설
- (공공하수처리시설) 『하수도법』 제2조제9호에 정의된 공공하수처리시설
- (폐수배출시설) 『물환경보전법』 제2조제10호에 따른 폐수배출시설

<표 2-9> 처리시설별 TOC 기준

구분	지역	수질 기준		법규	비고
		2,000m <sup>3</sup> /일 이상	2,000m <sup>3</sup> /일 미만		
폐수배출시설	청정 지역	25 mg/L	30 mg/L	『물환경보전법』 시행규칙 제34조 (배출허용기준) [별표13]	
	가 지역	40 mg/L	50 mg/L		
	나 지역	50 mg/L	75 mg/L		
	특례 지역	25 mg/L	25 mg/L		
공공폐수 처리시설	I 지역	15 mg/L		『물환경보전법』 시행규칙 제26조 (공공폐수처리시설 방류수 수질기준) [별표10]	TOC 25 mg/L (농공단지)
	II 지역	15 mg/L			
	III 지역	25 mg/L			
	IV 지역	25 mg/L			
공공하수 처리시설 (500m <sup>3</sup> /일 이상)	I 지역	15 mg/L		『하수도법』 시행규칙 제3조 (방류수수질기준)	TOC 25 mg/L (500m <sup>3</sup> /일 미만)
	II 지역	15 mg/L			
	III 지역	25 mg/L			
	IV 지역	25 mg/L			

### 2.1.4. 수질기준 초과에 따른 행정처분

<표 2-10> 시설별 TOC 수질기준 초과 시 행정처분 사항

구 분		행정처분			
		1차	2차	3차	4차
폐수배출시설	특별대책지역 밖	개선명령	개선명령	조업정지 5일	조업정지 15일
	특별대책지역 안	개선명령	개선명령	조업정지 10일	조업정지 20일
공공폐수처리시설		경고	개선명령	개선명령	개선명령
공공하수처리시설		개선명령			

<표 2-11> 시설별 TOC 수질기준 초과시 과태료 사항

구 분	용량	과태료 (수질기준초과)		
		1차 (백만원)	2차 (백만원)	3차 이상 (백만원)
폐수배출시설	-	해당사항 없음		
공공폐수처리시설	-	해당사항 없음		
공공하수처리시설	50m <sup>3</sup> 미만	100	200	300
	50m <sup>3</sup> 이상 500m <sup>3</sup> 미만	200	300	400
	500m <sup>3</sup> 이상	300	400	500

<표 2-12> 시설별 TOC 수질기준 초과 시 부과금 사항

구 분	부과금	
	기본배출부과금	초과배출부과금
폐수배출시설	유기물질, 부유물질	유기물질 등 19개 항목
공공폐수처리시설	유기물질, 부유물질	해당사항 없음
공공하수처리시설	해당사항 없음	

### 2.1.5. 국외의 TOC 관리제도 운영현황

- 외국의 경우 산업폐수기준으로 COD<sub>Cr</sub>을 법정 관리항목으로 설정하고 있기 때문에 법정 항목으로 TOC 적용을 하지 않고 있으나, 유기물질 항목(BOD, COD<sub>Cr</sub>) 대신 사용할 수 있도록 하고 있음
- 또한, 수은 및 중금속 사용에 대한 협약(미나마타 협약 등) 등과 관련 COD<sub>Cr</sub>에 사용되는 산화제 및 폐액에 대한 규제변화로 인하여 TOC 측정이 일반화되고 있음

#### 1) (독 일)

폐수배출업종 허가의 경우, 유기물 배출허용기준 적용 시 COD<sub>Cr</sub> 대신 TOC를 사용할 수 있도록 규정하고 있음. 독일 폐수배출시설 허가 시 유기물 기준은 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Cr</sub> 등 53개 업종별로 기준을 달리 적용하나, 53개 업종 중 3개 업종은 TOC 적용을 다르게 규정하고 있음. TOC를 적용할 경우 COD 기준과 비교하여 기준 만족 여부를 판단하여 적정여부 결정

<표 2-13> TOC 적용 업종(독일)

업종	내용
23. 폐기물의 생물학적 처리시설	총탄소 10mg/L
33. 폐기물 소각에서 폐가스의 세척	법 제6조 (3)항의 규정의 예외(derogation)로 “총유기탄소(TOC)의 3배가 COD 기준을 초과하지 않으면 달성한 것으로 간주 된다” (단, 공정수내 초기 COD 값을 제외한 경우 시)
47. 연소시스템에서의 연돌가스의 세척	법 제6조 (3)항의 규정의 예외(derogation)로 “총유기탄소(TOC)의 3배가 COD 기준을 초과되지 않으면 달성한 것으로 간주 된다” (단, 공정수내 초기 COD 값을 제외한 경우시)

2) (미 국)

59개 폐수배출시설에 대한 배출수 가이드라인(Effluent Guidelines)를 제공하고 있음. 이중 각 업종별 처리기술(BPT, BAT, BCT, PSES, NSPS, PSNS 등)에 따라 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Cr</sub> 값을 제시하고 있는데 다음과 같은 경우에 TOC를 대체 사용하도록 하고 있음

- 폐수에 염화이온(Cl)의 농도가 1,000mg/L (1,000ppm)을 초과한 것을 증명할 수 있는 경우에는, 허가기관은 COD 대신 TOC를 parameter로 대체할 수 있음
- TOC 폐수 기준은 TOC가 BOD<sub>5</sub>와 상관관계가 있는 폐수의 데이터를 기반으로 함

3) (EU(유럽연합))

주로 온라인 분석과 경제적, 생태학적 건강성(독성유발물질 미발생) 등을 이유로 COD<sub>Cr</sub>을 TOC로 대체하고 있음. 배출시설의 허가 시 참고하는 최적 가용기법 기준서(BREF) 등에 TOC 값에 대한 제공 및 이에 대한 현황자료 제공(유럽은 통합허가제도 시행에 따라 BREF에 규정된 사항들을 허가 시 검토하도록 되어 있음). 도시하폐수처리지침(91/271/EEC) 규정에 BOD 대신 TOC를 사용할 수 있다고 규정함

<표 2-14> 유기물질 관련 기준(EU)

항목	농도	최소 제거율	측정 권고 방법
BOD <sub>5</sub> <sup>1)</sup>	25mg/L O <sub>2</sub>	70~90 40 <sup>2)</sup>	균질화, 여과되지 않은, 5일 계획 전후로, 완전히 어두운 곳에서 20°C ±1°C 에 용존 산소의 측정. 질산화 억제제 추가
COD <sub>Cr</sub>	125mg/L O <sub>2</sub>	75	균질화, 여과되지 않은, 경사지지 않은 중크롬산칼륨(Potassium dichromate)샘플

주) : 1) BOD 항목은 다른 항목과 대체될 수 있음 : TOC, TOD(total oxygen demand)와 같은 대체항목과 BOD<sub>5</sub>와의 상관관계가 성립되면 대체 가능

2) 해발 1,500m 이상의 시설로 낮은 온도에 의해 효과적인 생물처리가 안되는 경우

## 2.2. TOC 기술지원

### 2.2.1. 기술지원 목적

- TOC 기술지원의 목적은 TOC 수질기준 초과 또는 초과우려 사업장을 대상으로 효율적인 폐수처리시설관리 및 저감방안을 도출, 제시함으로써 TOC 관리방안을 이해하고 폐수처리시설 운영 시 발생할 수 있는 애로사항을 해소하는데 있다.

### 2.2.2. 기술지원 대상

- 기술지원 대상은 공공하·폐수처리시설 및 1~5종 폐수배출시설 중 TOC 수질기준 초과가 우려되거나 전반적인 폐수처리 운영에 어려움을 겪고 있는 시설을 대상으로 한다.

### 2.2.3. 수행 근거

- 환경기술 및 환경산업 지원법 제12조(환경기술지원)

제12조(환경기술지원) ① 정부는 기업의 생산활동 과정에서 발생하는 환경오염을 사전에 예방 또는 감소하고 환경시설이 효율적으로 운영·관리될 수 있도록 기술지원을 할 수 있다.

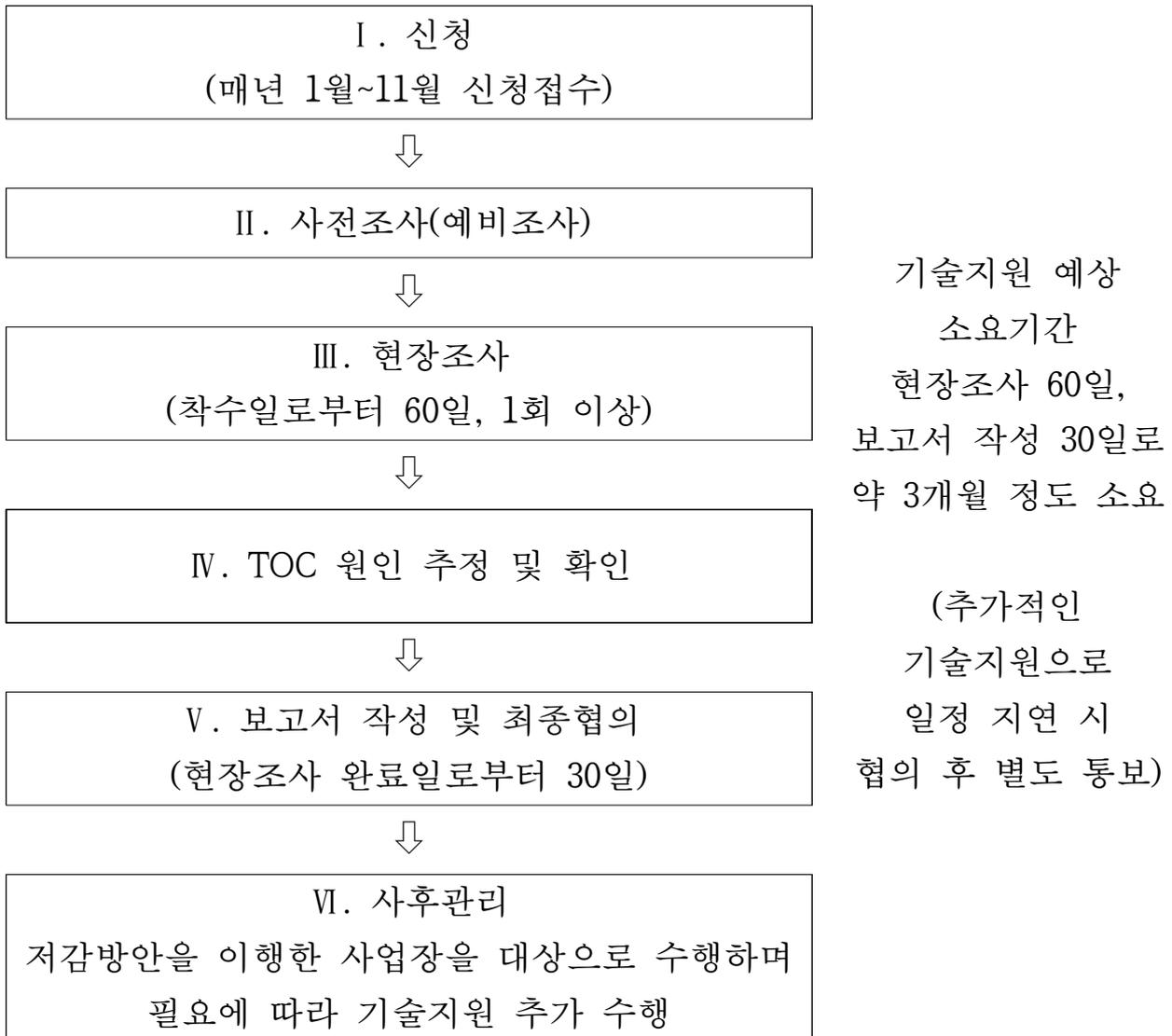
- 환경기술 및 환경산업 지원법 시행령 제33조(위임 및 위탁)

#### 제33조(위임 및 위탁)

⑥ 환경부장관은 법 제31조제2항제2호 및 제3호에 따라 다음 각호의 업무를 한국환경공단의 장에게 위탁한다.

1. 법 제12조에 따른 환경기술지원업무 및 그 필요경비의 지원업무

### 2.2.4. 기술지원 절차



<그림 2-3> TOC 관리 기술지원 절차(한국환경공단)

### 2.2.5. 기술지원 신청방법

- 전화 문의 후 팩스 또는 전자문서, e-메일 접수
- (소속) 한국환경공단 물환경관리처 생태독성관리부
- (전화) 032-590-3981~3989
- (팩스) 035-590-3939
- (e-mail) wetteam@keco.or.kr



기술지원신청 바로가기

## 2.3. TOC 기술지원 사례

### 2.3.1. 알콜음료 제조시설

#### ○ M사업장 기술지원 현황표

업종구분	14. 알콜음료 제조시설	생산품	막걸리
종 구 분	5종	신고배출량	0.23(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	청정지역	평균배출량	0.12(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	-	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적, 생물학적처리		
폐수처리공정	저류조 → 중화응집시설 → 스크린조 → 유량조정시설 → 폭기시설 → 침전방류시설 → 방류		
TOC 기준	30(mg/L)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수질측정을 통한 TOC 기준 준수여부 파악</li> <li>○ 폐수처리시설의 효율적인 운영을 위한 개선방안 요청</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일 평균 3,700L/일을 제조하고 있으며, 폐수발생량은 약 0.12m<sup>3</sup>/일 발생</li> <li>○ 본 사업장은 중화응집시설, 생물학적 처리시설을 통해 처리하고 있음</li> <li>○ 응집침전시설의 유기물질 처리효율은 없는 것으로 확인됨</li> <li>○ 1, 2차 조사결과 방류수의 TOC는 78.0, 182.6mg/L로 배출허용기준(30mg/L)을 초과함</li> <li>○ 현재 중화응집시설에 응집제는 주입하지 않고 있으며, 생물학적 처리시설의 미생물량 등 운영인자의 관리는 이뤄지지 않고 있음</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 알콜음료 제조 과정 중 세미과정 및 공정세척과정에서 유출되는 오염물질</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중화응집시설에 응집제(황산알루미늄) 주입</li> <li>○ 생물학적 처리시설 미생물 식종</li> <li>○ 폐수위탁처리</li> </ul>			

(1) M사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수배출 원료는 쌀, 용수, 누룩 등으로 확인됨</li> <li>○ 알콜음료 제조 시 사용되는 쌀의 사용량은 약 376kg/일로 조사됨</li> <li>○ 생산품은 막걸리이며, 생산량은 3,700L/일임</li> <li>○ 신고된 폐수배출량은 0.23m<sup>3</sup>/일이며, 폐수처리시설의 배출 규모는 5종임</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 저류조, 중화응집시설, 스크린조, 유량조정시설, 폭기시설, 침전방류시설로 구성되어 있음</li> <li>○ 중화응집시설은 응집제를 보충하지 않고 운영하고 있으며, 응집에 의한 오염물질 처리기능을 상실한 상태임</li> <li>○ 생물학적 처리시설은 미생물의 관리 및 슬러지 반송, F/M비 관리 등 생물학적 처리시설 운영에 필요한 운영인자는 관리하고 있지 않음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 319.5mg/L → 방류수 78.0mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 310.2mg/L → 방류수 182.6mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 분석결과 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준(30mg/L)을 초과함</li> <li>○ 응집침전을 통한 TOC, DOC의 처리효율은 각각 1.2%, 6.3%로 처리 후의 농도는 315.8mg/L, 218.0mg/L로 나타남</li> <li>○ 응집침전시설에 약품이 주입되지 않고 있어 유기물질에 대한 처리효율은 미미한 것으로 나타나며, 침전을 통한 일부 부유물질이 처리되는 것으로 나타남</li> <li>○ 생물반응조 전후의 TOC 농도는 315.8mg/L, 78.0mg/L이며, 처리효율은 75.3%로 확인됨</li> <li>○ 생물반응조의 BOD 처리효율은 72.3%이며, 처리 후 BOD의 농도는 51.5mg/L로 나타남</li> <li>○ 폭기조의 MLSS, MLVSS 측정결과는 각각 22.0mg/L, 21.0mg/L이며, 육안상 미생물 슬러지는 확인되지 않음</li> </ul>

<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세미공정 및 공정세척 중에 발생하는 유기물질</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중화응집시설 응집제 주입                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재는 중화응집시설은 약품을 보충하여 가동이 필요하며 응집제 최적 주입량 산정을 위한 Jar-Test 결과 응집제(황산알루미늄)의 최적 주입량은 0.05kg/m<sup>3</sup>로 확인되어 약품 보충 및 주입량을 조절하여 운전이 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 생물학적 처리시설 미생물 식종                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 폭기시설의 MLVSS 조사결과 너무 낮은 농도로 확인되었으며, 육안상 미생물 슬러지는 확인되지 않는 상태로 처리효율 개선을 위하여 미생물량의 증가가 필요하며, F/M비 0.2 ~ 0.4 범위로 운영할 경우 폭기시설의 MLVSS는 600~1,200mg/L로 유지가 필요함</li> <li>- 인근 하수처리시설 등의 협조를 요청하여 미생물의 식종이 필요하며, 미생물 식종 후 MLSS, SVI, 처리효율 등을 검토하여 슬러지 반송량 및 인발량 등 세부 운영인자의 조절이 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 폐수위탁처리                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐수발생량은 0.12m<sup>3</sup>/일로 일일 발생하는 폐수의 양이 적은 상황에서 생물학적 처리시설을 운영해야 하는 시설로 운영인자 관리 및 미생물 관리에 어려움이 있을 수 있으므로 위탁처리를 통해 처리하는 방법을 고려할 필요가 있음</li> <li>- 폐수를 위탁하는 경우 일반적인 폐수위탁 비용은 1톤당 20~25만원 수준으로 폐수배출시설 가동일 300일로 산정하였을 때 연간 폐수위탁 비용은 720~900만원으로 예측되며, 위탁관리비용과 처리시설 운영에 필요한 경비 등을 종합하여 폐수위탁 여부에 대한 판단이 필요함</li> </ul> </li> </ul>

### 2.3.2. 방적 및 가공사 제조시설

○ N사업장 기술지원 현황표

업종구분	17. 제사·방적 및 직조시설,	생산품	원단
종 구 분	4종	신고배출량	185(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	가 지역	평균배출량	178(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	수산화나트륨(NaOH), 황산알루미늄(Alum), 폴리머(Polymer)	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리·화학적처리		
폐수처리공정	제사·방적폐수 → 스크린조 → 유수분리조 → 응집·반응조 → 가압부상조 → 방류		
TOC 기준	75(mg/L)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 유기물질 측정지표 전환(COD <sub>Mn</sub> →TOC)에 따른 폐수처리 관리방안 마련			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 제사·방적 과정에서 발생하는 폐수의 농도가 낮은 수준으로 배출됨			
○ 폐수배출량은 일 평균 178m <sup>3</sup> 로 조사			
○ 용수사용량은 거의 일정하며 재이용수는 없음			
○ 반응·응집조 시설에서 적정처리를 위해 수산화나트륨 및 황산알루미늄, 폴리머를 주입하여야 하나 미주입 상태			
○ 교반시설, 펌프, 탈수기 등 부대시설이 설치되어 있으나 미가동 상태로 부식 및 고착 현상이 진행			
○ TOC 분석결과 1차 33.9mg/L, 2차 23.3mg/L로 배출허용기준 준수			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 제사, 방적시 원료(P.E)에서 발생한 용존성 고분자 유기화합물			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 폐수처리시설의 부대시설(pH meter, 펌프, 탈수기 등) 관리 철저			
○ 응집·반응조에 응집제 적정량 주입 및 기록관리			

(1) N사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ N사업장은 방적 및 가공사 제조시설로서 P.E(Poly Ethylene) 원사를 주원료로 Water Jet 직기를 이용하여 원단을 생산하는 사업장임</li> <li>○ 조업시간은 24시간/일, 350일/년으로 신고함</li> <li>○ 생산과정에서 발생하는 폐수를 폐수처리시설로 이송하여 약품(수산화나트륨 및 황산알루미늄, 폴리머)을 사용하여 응집·침전으로 처리하여야 하나 약품 미투입 및 기설치 되어 있는 모든 기기류가 미가동 상태로 운영하고 있으며, 방류수는 인근 하천으로 직접 방류함</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수처리시설로 유입된 폐수는 전과정이 자연 유하식으로 처리</li> <li>○ 적절한 응집·침전 반응을 위해 약품을 사용해야 하지만 약품 미사용 및 약품일지 미기록 상태로 운영</li> <li>○ 폐수처리를 위한 부대시설(pH meter, 교반기, 각종 펌프, 탈수기 등)이 미가동 상태로 운영</li> <li>○ 약 26년 된 폐수처리시설로 철 구조물의 부식이 심하게 진행됨</li> <li>○ 반응·응집조의 pH meter, 약품주입 펌프, 교반기 등이 미가동 상태로 현 상태로는 정상적인 기능을 기대하기 어려움</li> <li>○ 가압부상조는 컴프레셔 미가동 및 상부 스크래퍼 고장으로 미가동 상태였으며, 상부에 부패 슬러지가 일부 육안으로 확인</li> <li>○ 폐수처리 운영일지에 사용 약품이 미기록되어 있어 사용량 및 적정 투입량 판단은 어려움</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 37.4mg/L → 방류수 33.9mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 27.7mg/L → 방류수 23.3mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방류수 시료의 TOC는 배출허용기준(75mg/L) 이내로 확인</li> <li>○ TOC 제거효율이 5~10%로, 처리시설 미가동 및 약품 미사용, 가압 부상조 슬러지 관리 부재 등의 영향으로 제거효율이 저조함</li> <li>○ BOD, COD, SS는 유입수에 비하여 방류수의 농도가 거의 유사한 수준으로 나타났으며, 이는 처리시설 미가동 및 약품 미사용, 반응·응집시설이 제기능을 못하고, 가압부상조 슬러지 관리 부재에 의한 영향으로 제거율이 없는 것으로 판단됨</li> <li>○ T-N과 T-P의 제거율은 유입수 대비 방류수에서 거의 변화가 없어 처리시설 미가동 및 약품 미사용으로 인한 영향으로 판단됨</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제사·방적 시 원료(P.E)에서 발생한 용존성 고분자 유기화합물</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 응집·반응조 시설의 응집제 적정량 주입             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 응집·반응조 시설의 적정 약품량 투입 및 교반조건은 폐수처리효율 향상을 위한 중요한 인자이므로 응집 및 침전 상태를 확인하여 폐수처리 약품 투입량을 결정 후 적정량 주입</li> </ul> </li> <li>[응집침전실험(Jar-test)]</li> <li>- (실험목적) 상등수의 응집상태 및 슬러지 침전성을 토대로 약품 투입량에 따른 반응상태 및 저감을 확인하기 위함</li> <li>- (실험결과)             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 수산화나트륨 0.2mL/L, 황산알루미늄 0.75mL/L, Polymer 0.2mL/L를 투입 후 응집·침전한 상등수의 생태독성은 1.1TU에서 0TU, TOC는 23.3mg/L에서 12.2mg/L로 저감되는 결과가 나타남</li> <li>· 기타항목의 경우 배출허용기준 이내의 결과가 나타남</li> </ul> </li> </ul>

관리방안

· Jar-test 투입량 분석항목 값

분석항목	단위	유입수	응집·침전 상등수	제거효율(%)
생태독성	TU	1.1	0	100
TOC	mg/L	23.3	12.2	48
SS	mg/L	20.0	1.5	93
COD <sub>Mn</sub>	mg/L	28.9	17.6	39
BOD	mg/L	41.5	6.7	84
T-N	mg/L	1.74	3.59	-
T-P	mg/L	0.155	0.047	70

※ 응집·침전 상등수는 NaOH 0.2mL/L + Alum 0.75mL/L + Polymer 0.2mL/L 투입

○ 부대시설 운영관리 및 기록 철저

- 미운영중인 pH meter 교정 및 기계식 교반기 등 부대시설을 수리하여 운영할 것을 권장함
- 사용 약품량, 슬러지 처리량, 방류량 등 폐수배출시설 운영일지를 주기적으로 기록 및 관리할 것을 권장함

### 2.3.3. 펄프종이 및 종이제품 제조시설

○ O사업장 기술지원 현황표

업종구분	23. 펄프종이 및 종이제품 제조시설,	생산품	포장용지
종 구 분	1종	신고배출량	9,897(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	2,850(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC) 폴리머	배출방법	공공폐수처리시설
폐수처리공법	생물학적처리(순산소포기법)		
폐수처리공정	유량조정조 → 응집 → 가압부상 → 폭기조 → 침전조 → 방류		
TOC 기준 (별도배출허용 기준)	200(mg/L)	사전분석결과	140(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 유발물질 확인</li> <li>○ 1차 화학적처리 개선 및 난분해성 COD(TOC)의 생물학적처리 효율 개선방안</li> <li>○ 추가 방지시설 검토 요청</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 신문폐지용지(국산)와 국외폐지를 주원료로 사용하며 제지를 생산하며, 생산공정에서 배출되는 폐수가 폐수처리시설로 유입</li> <li>○ 본 폐수처리시설은 응집조(급속+완속), 가압부상조, 생물반응조, 침전조로 구성</li> <li>○ 유입수 대비, 응집+부상조에서의 TOC 제거율은 평균 40.9%로 TOC 제거에 기여</li> <li>○ 응집+부상조 대비 생물반응조에서의 TOC 제거율은 평균 72.3%, BOD 제거율은 평균 96.4%로 생물반응조내에서 생물학적으로 분해가능한 유기물의 대부분을 제거</li> <li>○ 생물학적처리 된 처리수가 2차침전조를 거쳐 방류되는 형태이며, 별도배출허용기준 (200mg/L)을 준수하고 있음</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제지생산을 위해 사용되는 원료인 신문용지폐지와 국외폐지</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 활성탄 흡착조 고려</li> </ul>			

(1) O사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해당 폐수배출시설은 크라프트지 및 상자용 판지제조업의 펄프종이 및 종이제품 제조시설</li> <li>○ 연간 15만톤 규모의 고부가가치 지종인 크라프트지 및 친환경 특수 포장용지를 생산하고 있음</li> <li>○ 현재 포장용지를 하루에 450톤 정도를 생산하고 있음</li> <li>○ 40% 정도의 신문폐지용지(국산)와 60% 정도의 국외폐지를 주원료로 사용하고 있음</li> <li>○ 용지 생산과정에서 발생하는 폐수를 응집, 부상시설, 생물학적처리를 통해 처리하고 있음</li> <li>○ 생물학적 처리공정은 부지면적의 문제로 인해 순산소공법인 UNOX 공정으로 운전중에 있음</li> <li>○ 허가배출량은 9,897m<sup>3</sup>/일이며, 가동시간은 연간 360일임. 1종 사업장이며, 배출허용기준 적용지역은 나 지역으로 구분되나 폐수처리구역내 위치하여 별도배출허용기준을 적용받고 있음</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 컵원지 제조공정, 크라프트지 제조공정, 그리고 기타종이 제조공정에서 발생하는 폐수는 스크린과 침사시설을 거친 후 유량조정조로 유입</li> <li>○ 급속혼화조는 15m<sup>3</sup> 용량의 1지로 구성되어 있으며, Alum을 주입함. 완속혼화조는 15m<sup>3</sup> 용량의 2지로 구성되어 있으며 폴리머가 주입</li> <li>○ 가압부상조는 110.4m<sup>3</sup> 용량의 2지로 운영되고 있으며, 응집공정에서 만들어진 플러를 고액분리(solid-liquid separation)로 제거</li> <li>○ 생물반응조는 2열 3칸으로 구성되어 있으며, 부지면적의 문제로 인해 순산소공법인 UNOX 공정을 운영</li> <li>○ 2차침전조는 1,785.3m<sup>3</sup> 용량의 1지로 구성</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 690.6mg/L → 방류수 140.0mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 657.3mg/L → 방류수 79.0mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수는 제지생산 과정에서 발생된 폐수로서, 유입수의 TOC는 657.3 ~ 690.6mg/L, BOD는 577.2 ~ 797.1mg/L, COD<sub>Mn</sub>은 850.6 ~ 1,309.6mg/L로 발생</li> <li>○ 방류수의 TOC 농도는 1차, 2차 모두 별도배출허용기준(200mg/L)을 준수</li> <li>○ TOC 이외의 유기물 지표인 BOD, COD, 그리고 SS 또한 별도배출 허용기준을 모두 준수</li> <li>○ 방류수의 BOD 농도는 24mg/L(1차), 14.5mg/L(2차)로 생분해 가능한 유기물은 생물학적 처리공정에서 대부분 제거되었음.</li> <li>○ 방류수의 DOC/TOC 비율을 통해, TOC를 구성하는 대부분의 유기물은 용존성 형태로 나타남.</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제지생산을 위해 사용되는 원료인 신문용지폐지와 국외폐지</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 활성탄 흡착조 고려             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 폐수처리시설은 3차 처리시설을 갖추고 있지 않고 향후 TOC 초과 우려에 대해 사업장 의견을 반영해 활성탄 흡착 실험을 진행하였으며, 활성탄 흡착 공정을 통해 추가적인 TOC 저감을 충분히 이루어질 수 있을 것으로 판단함</li> <li>- 또한, 사업장에서 입상활성탄 공정의 추가 설치 말고 응급 상황을 염두에 둔 간헐적 운전방식의 분말활성탄 공정도 고려해볼 수 있을 것으로 판단함</li> </ul> </li> </ul>

### 2.3.4. 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설

○ P사업장 기술지원 현황표

업종구분	36. 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설,	생산품	pet chip
종 구 분	5	신고배출량	50(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	12(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC) 수산화나트륨 폴리머	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적처리		
폐수처리공정	집수조 → 응집조 → 침전조 → 방류		
TOC 기준	75(mg/L)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 방류수의 TOC 저감 방안 요청			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 1차 재활용된 폐플라스틱을 세척하여 2차 재활용하여 PET CHIP을 생산하며, 생산공정 및 플라스틱을 세척하는 과정에서 발생하는 폐수가 폐수처리시설로 유입됨			
○ 본 폐수처리시설은 집수조, 반응조, 응집조, 침전조로 구성되어 있음			
○ 1차, 2차 현장조사 결과, 유입수 대비 응집 및 침전을 통해 TOC 제거율은 평균 69.5%, SS 제거율은 97%로 제거되며 TOC 외에 유기물 제거율은 TOC 제거율과 유사하게 나타났음			
○ 방류수의 TOC는 1차 334.6mg/L, 2차 86.2mg/L로 배출허용기준(75mg/L)을 만족하지 못했음. 이는 유입수의 TOC 농도가 비교적 높아 응집만으로 전체 유기물 제거의 한계가 있을 것으로 판단함			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 플라스틱 칩(chip) 원료에 포함된 미세척 불순물 또는 용출 유기물			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 응집제 종류 변경 제안(PAC → 철염)			
○ 생물학적 처리시설 고려			
○ 여과시설 고려			

(1) P사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해당 폐수배출시설은 가공 및 재생 플라스틱 원료 생산</li> <li>○ 주요 원료는 PET(polyethylene terephthalate)이며 1차 재활용된 폐플라스틱을 세척하여 2차 재활용을 통해 폐플라스틱으로부터 fiber(섬유)를 생산</li> <li>○ 폐플라스틱을 세척하는 과정에서 발생하는 폐수 내 유기물을 응집 및 침전을 통해 처리하여 직접방류</li> <li>○ TOC 항목의 배출허용기준은 나 지역 기준 75mg/L</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 허가배출량은 50m<sup>3</sup>/일이며 TOC 기술지원 시기에는 하루에 약 10m<sup>3</sup> 정도 처리하고 있었음</li> <li>○ 집수조, 반응조, 응집조, 침전조, 방류조, 시브스크린은 각각 1지로 설치되어 운영됨</li> <li>○ 플라스틱 세척 후 발생하는 폐수가 집수조로 유입됨</li> <li>○ 폐플라스틱 세척 후 PET CHIP을 생산하는 건물 내에 폐수처리시설이 위치</li> <li>○ 폐수처리를 위한 공간은 비교적 협소하여, 추가적인 공정 도입은 어려움</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 1,367.6mg/L → 방류수 334.6mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 233.3mg/L → 방류수 86.2mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수는 플라스틱 재활용 시 세척에 의해 발생하는 폐수이며 TOC는 평균 800mg/L로 다른 유기물 지표와 동일하게 부하량의 변동이 높으며 고형물질인 SS도 평균 2,725mg/L로 높은 수준</li> <li>○ 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준(75mg/L)을 초과</li> <li>○ 1차 및 2차 유입수의 DOC/TOC 비율을 통해, TOC를 구성하는 대부분의 유기물은 입자성 형태로 나타남. 반면에 1차 및 2차 방류수의 DOC/TOC 비율을 보면, 1차의 경우, 대부분 입자성 유기물로 구성되었으나 2차의 경우 용존성 유기물로 대부분 구성됨</li> </ul>

<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 플라스틱 칩(chip) 원료에 포함된 미세척 불순물 또는 용출 유기물</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 응집제 종류 변경                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 사업장의 폐수처리시설은 협소한 부지면적으로 인해 추가 공정 도입이 어려운 실정임</li> <li>- 기존 사업장에서 사용 중인 PAC 응집제가 유기물 제거에 충분히 기여하고 있으며, 추가적으로 철염 응집제로 유입폐수를 처리해본 결과 주입농도가 상대적으로 낮았음에도 불구하고 PAC 응집제와 처리효율이 유사하게 나타났음</li> <li>- 철염 응집제가 PAC 응집제보다 상대적으로 가격면에서 경제성이 있어 사업장의 운영비 절감 차원에서 철염 응집제 사용을 제안함</li> <li>- 다만 철염 과다 주입 시 색도 등의 문제가 발생할 수 있어 현장에서 적정량 주입을 위한 운영관리 체계화가 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 생물학적 처리시설 고려                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 채수시기에 따라 유입폐수의 TOC를 포함한 유기물 지표의 부하량 변동폭이 큼</li> <li>- 1차 현장조사시의 TOC 농도(1,367.6mg/L)와 lab-scale 실험시의 TOC 농도(114.1mg/L)의 차이가 매우 크게 나타나, 부하량이 높은 시기에는 기존 응집 및 침전공정만으로는 TOC 배출허용기준을 준수하기에는 한계가 있을 것으로 보임</li> <li>- 폐수 및 방류수에 여전히 생물학적 분해가능 한 유기물이 존재하므로 필요에 따라서는 생물학적 처리공정 중 Compact 한 Membrane Bioreactor 도입여부를 사업장에서 고려해볼 것을 제안함</li> </ul> </li> <li>○ 여과시설 고려                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1차 현장 조사 결과, 방류수 내 DOC/TOC의 비율이 29%로 입자성 유기물 비율이 높았으며 여과 공정 도입도 검토해 볼 필요가 있음</li> </ul> </li> </ul>

### 2.3.5. 화장품 제조시설

○ Q사업장 기술지원 현황표

업종구분	41. 화장품 제조시설,	생산품	스킨, 로션, 크림 등
종 구 분	5	신고배출량	3(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	특례 지역	평균배출량	0.2(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	황산알루미늄 수산화나트륨 고분자응집제	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적, 생물학적처리		
폐수처리공정	유수분리시설 → 유량조정시설 → 응집시설 → 침전시설 → 유량조정시설(1차 처리수조) → 폭기시설 → 유량조정시설(방류수조) → 방류		
TOC 기준	25(mg/L)	사전분석결과	69.5(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사전분석결과 TOC 기준 초과됨에 따라 기술지원을 통한 기준준수 방안 마련</li> <li>○ 폐수처리시설의 효율적인 운영을 위한 개선방안 요청</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일일 3,000~10,000개의 화장품을 생산하고 있으며, 폐수발생량은 약 0.2m<sup>3</sup>/일 발생함</li> <li>○ 응집침전시설에 주입되는 약품은 pH 계측기를 통해 자동 주입되어 운영하고 있음</li> <li>○ 생물학적 처리시설은 MBR 공법으로 운영하고 있음</li> <li>○ 방류수 TOC는 1차 8.9mg/L, 2차 20.5mg/L로 배출허용기준 준수</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 원료를 혼합, 유화하는 과정에서 사용하는 약품에 포함된 유기물질, 세척수 및 청소수에 포함된 유기물질			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생물학적처리 처리시설 운영인자 관리</li> <li>○ 폐수 전량 위탁 고려</li> </ul>			

(1) Q사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수배출 원료는 오일, 왁스, 유화제, 계면활성제, 에탄올 등으로 확인됨</li> <li>○ 원료 사용량은 세탄올 2,625kg, 정제수 206,355kg 등으로 조사됨</li> <li>○ 생산품은 스킨, 로션, 크림 등이며, 생산량은 3,000 ~ 10,000개/일임</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 유수분리시설, 유량조정시설, 응집시설, 침전시설, 유량조정시설(1차 처리수조), 폭기시설, 유량조정시설(방류수조)로 구성</li> <li>○ 처리시설은 회분식으로 운영하고 있으며, 1 ~ 2주에 1회, 3m<sup>3</sup> 처리</li> <li>○ 유량조정시설의 용량은 5.76 m<sup>3</sup>이며, 수리학적 체류시간은 46.08 시간으로 운영함</li> <li>○ 응집시설에 사용하는 약품은 황산알루미늄, 수산화나트륨, 고분자 응집제를 사용하고 있으며, 유입수의 pH에 따라 주입량의 변화가 있음</li> <li>○ 폭기시설은 MBR공법으로 폭기 15분, 침전 30분 cycle로 운영하고 있으며, 폭기시설의 막교체는 5년을 주기로 실시함</li> <li>○ MBR의 압력이 8 이상으로 넘어갈 경우 화학세정을 실시하고 있으며, 세정 주기는 3~4개월임</li> <li>○ 폭기시설의 MLSS, MLVSS 등 운영인자는 별도로 관리하지 않음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 1,825.2mg/L → 방류수 8.9mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 1,243.9mg/L → 방류수 16.5mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1차, 2차 현장조사 분석결과 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준 (25mg/L)을 준수</li> <li>○ 응집침전을 통한 TOC, DOC의 처리효율은 각각 84.4%, 82.1%로 처리 후의 농도는 285.5mg/L, 275.9mg/L로 나타났으며, 응집침전을 통해 입자성 TOC가 대부분 제거되어 응집침전 후의 DOC/TOC 비율은 0.97로 나타남</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폭기시설의 TOC 처리효율은 96.9%이며, 처리 후 농도는 8.9mg/L임</li> <li>○ 폭기시설의 MLSS, MLVSS 측정결과는 각각 1954.6 mg/L, 590.6 mg/L로 나타났으며, MBR공법의 적정 MLVSS인 4,000 ~ 16,000 mg/L보다 낮게 운영하는 것으로 나타남</li> <li>○ 1, 2차 현장조사 결과 F/M비는 1차)0.1, 2차)1.5로 적정 F/M비인 0.1 ~ 0.4보다 높게 운영하고 있음</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원료를 혼합, 유화하는 과정에서 사용하는 약품에 포함된 유기물질, 세척수 및 청소수에 포함된 유기물질</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (폐수 전량 위탁 고려)             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 처리시설은 응집침전 및 생물학적처리를 통해 TOC를 배출허용기준 이내로 처리하고 있으나 폐수발생량은 평균 0.2m<sup>3</sup>/일로 일일 발생량은 적음</li> <li>- 폐수 위탁처리 시 비용은 1톤당 20 ~ 25만원의 비용이 발생하며, 연간 처리시설 운영비용과 폐수 전량 위탁 처리비용을 비교하여 관리의 편리성 및 경제적인 측면을 고려하여 처리방법의 변경의 검토가 필요함</li> </ul> </li> </ul>

### 2.3.6. 도축, 육류·수산물 가공 및 저장·처리시설

○ R사업장 기술지원 현황표

업종구분	4. 도축, 육류·수산물 가공 및 저장·처리시설	생산품	생굴, 냉동굴
종 구 분	4종	신고배출량	130(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	가 지역	평균배출량	70(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	알루미늄산나트륨	배출방법	직접방류
폐수처리공법	생물학적처리, 물리적 처리		
폐수처리공정	드럼스크린 → pH 조정조 → 집수조 → 생물반응조 → MICRO FILTER → 방류		
TOC 기준	50(mg/L)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 기준 전환에 따른 폐수처리시설 TOC 처리효율 검토</li> <li>○ 방류수의 TOC 기준 준수여부 확인</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수산물(굴) 세척 폐수 발생</li> <li>○ 세척수는 해수 8 : 지하수 2 사용</li> <li>○ 계절별 용수사용량 및 배출량 변동</li> <li>○ 처리시설의 TOC 처리효율 80.6%로 양호함</li> <li>○ 여과시설 오염물질 처리효과 미미</li> <li>○ TOC (11.0mg/L) 방류로 배출허용기준 준수</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 굴 세척과정에서 발생하는 굴 부산물 등에 포함된 유기물질			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 월별 폐수발생량 변화에 따른 생물학적 처리시설 운영인자 관리(F/M비, MLSS 등)</li> <li>○ 여과시설의 여과압력 모니터링을 통한 주기적인 역세척 및 여재 교체 권장</li> </ul>			

(1) R사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 계절별 작업량에 따라 폐수발생량 및 폐 배출량이 다르며, 1~5월은 약 100m<sup>3</sup>/일, 9 ~ 1월은 약 40 ~ 50m<sup>3</sup>/일이 배출됨</li> <li>○ 생산품은 생굴, 냉동굴이며, 각각의 생산량은 1.3ton/일, 4.2ton/일로 확인됨</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 드럼스크린, pH 조정조, 집수조, 생물반응조, MICRO FILTER로 구성되어 있으며, 대부분의 유기물질은 생물학적 처리를 통해 제거하는 공정으로 구성됨</li> <li>○ pH 조정조에 사용되는 약품은 수산화나트륨에서 알루미늄나트륨으로 변경하여 사용하고 있음</li> <li>○ 생물반응조의 운영인자인 F/M비, MLSS, SV30 등은 별도로 측정하지 않으며, 미생물 인발량은 육안으로 침전조 계면을 확인하여 조절함</li> <li>○ 침전조의 체류시간은 24시간으로 운영하고 있음</li> <li>○ MICRO FILTER는 섬유여과이며, 역세척 주기는 10일, 교체주기는 약 2~3년으로 운영함</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 유입수 56.8mg/L → 방류수 11.0mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준(50mg/L)을 준수함</li> <li>○ 유입수의 DOC/TOC 비는 0.2로 입자성 TOC의 비중이 높지만 방류수의 DOC/TOC 비는 0.9로 처리 후의 잔류하는 TOC는 대부분 용존성 유기 물질로 확인됨</li> <li>○ 유입수 및 방류수의 BOD 농도는 각각 55.0mg/L, 4.7mg/L로 조사되었으며, 방류수의 BOD는 배출허용기준(80mg/L)을 준수함</li> <li>○ 유입수의 SS 농도는 305.0mg/L, 방류수의 SS 농도는 5.8mg/L로 배출허용 기준(80mg/L)을 준수함</li> <li>○ 유입수 및 방류수의 COD<sub>Mn</sub> 농도는 각각 52.0mg/L, 14.8mg/L로 배출허용기준 (90mg/L)을 준수함</li> </ul>

TOC 원인 추정	<p>○ 굴 세척 시 발생하는 굴 부산물 등에 포함된 유기물질</p>																															
관리방안	<p>○ 생물학적 처리시설 운영인자 관리</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 폐수의 염분농도가 높은 사업장으로 생물반응조의 미생물은 염분농도 변화에 따라 충격부하가 발생할 우려가 있으므로 염분농도에 의한 충격부하가 발생하지 않도록 생물학적 처리시설 유입 전 염분농도를 측정하여 일정한 염분농도를 유입할 수 있도록 지속적인 관리를 권장함</li> <li>- 사업장의 폐수발생량은 월별 조업량에 따라 차이가 발생하며, 발생량 변화에 따라 유기물질 부하도 변동되어 생물학적 처리시설에 충격부하가 발생할 수 있으므로, 적정 F/M비 유지를 위한 주기적인 MLSS 측정 및 슬러지 인발량 조절을 권장함</li> </ul> <p>○ 여과시설</p> <p>[표] 여과시설(MICRO FILTER) 처리효율(%)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">구분</th> <th>TOC (mg/L)</th> <th>DOC (mg/L)</th> <th>COD<sub>Cr</sub> (mg/L)</th> <th>COD<sub>Mn</sub> (mg/L)</th> <th>BOD (mg/L)</th> <th>SS (mg/L)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">수질 변화</td> <td>처리 전</td> <td>11.5</td> <td>10.2</td> <td>12.0</td> <td>13.6</td> <td>5.1</td> <td>5.4</td> </tr> <tr> <td>처리 후</td> <td>11.0</td> <td>10.3</td> <td>10.0</td> <td>14.8</td> <td>4.7</td> <td>5.8</td> </tr> <tr> <td colspan="2">처리효율 (%)</td> <td>4.3</td> <td>-</td> <td>16.7</td> <td>-</td> <td>7.8</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 여과시설은 처리효과가 미미한 것으로 나타나 운영개선이 필요함</li> <li>- 여과시설의 처리효율 개선을 위해 섬유 여재 교체가 필요함</li> <li>- 여과시설의 여재 교체 후 여과압력을 주기적으로 모니터링하여 적정 여과압력을 파악하고 여과압력의 상하 변화에 따른 여재 손상 및 폐색 등을 파악하여 적정 주기의 역세척 및 여재 교체를 권장함</li> </ul>	구분		TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)	수질 변화	처리 전	11.5	10.2	12.0	13.6	5.1	5.4	처리 후	11.0	10.3	10.0	14.8	4.7	5.8	처리효율 (%)		4.3	-	16.7	-	7.8	-
구분		TOC (mg/L)	DOC (mg/L)	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)																									
수질 변화	처리 전	11.5	10.2	12.0	13.6	5.1	5.4																									
	처리 후	11.0	10.3	10.0	14.8	4.7	5.8																									
처리효율 (%)		4.3	-	16.7	-	7.8	-																									

○ S사업장 기술지원 현황표

업종구분	4. 도축, 육류·수산물 가공 및 저장·처리시설	생산품	육가공품
종 구 분	2종	신고배출량	1,420(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	청정 지역	평균배출량	1,200(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	황산알루미늄 고분자응집제	배출방법	직접방류
폐수처리공법	생물학적처리, 물리화학적 처리		
폐수처리공정	스크린조 → 집수조 → 생물반응조 → 응집·부상조 → 방류		
TOC 기준	30(mg/L)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 기준 전환에 따른 폐수처리시설 TOC 처리효율 검토</li> <li>○ 방류수의 TOC 기준 준수여부 확인</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생축(소, 돼지)의 도축 및 육가공 공정에서 폐수 발생</li> <li>○ 일 평균 생돈 2,650두, 생우 70두를 도축 및 육가공 생산하고 있으며, 폐수발생량은 약 1,200m<sup>3</sup>/일 발생</li> <li>○ 주요 처리공정은 생물학적 처리와 응집·부상으로 구성</li> <li>○ 1, 2차 현장조사 결과 TOC 처리효율은 98.7%, 98.8%로 처리효율은 우수한 수준이지만, 원수의 TOC 농도가 높아 처리수 농도도 비교적 높게 나타남</li> <li>○ 유입수질 변동, 사업장 여건에 따라 TOC 배출허용기준을 초과할 우려가 있으므로 활성탄 흡착공정을 신설하여 적절한 가동이 필요</li> <li>○ 1, 2차 조사결과 TOC는 25.3mg/L, 22.3mg/L로 배출허용기준 준수</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 도축 및 육가공 공정에서 발생하는 유기물질</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 활성탄 여과시설 권장</li> </ul>			

(1) S사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 평균적으로 생돈 2,650두/일, 생우 70두/일을 도축하고 육가공 생산함</li> <li>○ 생산품은 가공돼지 및 가공소이며 생산량은 총 300톤/일 정도로 파악됨</li> <li>○ 신고된 폐수배출량은 1,420㎥/일이며, 폐수처리시설의 배출 규모는 2종임</li> <li>○ 해당 폐수배출시설은 개별처리 후 직접방류하는 시설이며, 1일 폐수 배출량 2,000㎥ 미만, 지역구분은 청정지역으로 TOC 배출허용기준은 30mg/L 이하임</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 스크린조, 침사지·유수분리조, 생물학적 처리시설, 침전조, 처리수조, 반응·응집조, 가압부상조로 구성되어 있으며 모든 시설은 관리자에 의해 정상 가동되고 있음</li> <li>○ 처리시설은 최근 폐수배출량 증가와 안정적인 질소처리를 위해 생물학적 처리시설을 증설함(무산소조·폭기조)</li> <li>○ 시설 관리자가 주기적으로 정상 관리·운영하고 있으며 연속식으로 폐수를 처리하고 있고 처리시설이 최근 증설된 후 안정적으로 운영 중임</li> <li>○ 사업장 특성(도축 및 육가공)으로 발생 폐수는 오염성분들이 매우 고농도임</li> <li>○ 생물반응조의 설계기준은 MLSS는 5,000mg/L, F/M비는 0.33이며, 최근 안정적인 수질관리를 위하여 생물반응조를 증설하여 운영하고 있음</li> <li>○ 생물학적처리 후 응집·부상공정을 운영하고 있으며, 응집약품은 황산알루미늄과 고분자응집제를 사용하고 있음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 2,153.0mg/L → 방류수 25.3mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 1,747.3mg/L → 방류수 22.3mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준(30mg/L) 미만이나 초과할 우려가 있음</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수의 DOC/TOC 비는 0.54, 방류수의 DOC/TOC 비는 0.90으로 처리시설을 거친 후의 잔류하는 TOC는 용존성 유기물질이 많은 비중을 차지함을 확인</li> <li>○ 2차 분석결과 유입수(스크린조를 거친 후의 집수조)의 TOC 농도는 1,747.3mg/L로 유입되어, 방류수의 TOC 농도는 22.3mg/L로 배출허용기준 (30mg/L)을 준수함</li> <li>○ 유입수의 DOC/TOC 비는 0.39, 방류수의 DOC/TOC 비는 0.84로 처리 시설을 거친 후의 잔류하는 TOC는 용존성 유기물질이 많은 비중을 차지함</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소, 돼지의 도축 및 육가공 공정에서 발생하는 혈액에 포함된 유기물질</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생물학적처리시설 관리방안             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 분석결과 생물반응조의 운영인자 MLSS와 MLVSS는 각각 7,670mg/L, 6,920mg/L이며 F/M비(MLVSS 기준)는 0.19로 운영하고 있음(설계치: MLSS 5,000mg/L, F/M비 0.33).</li> <li>- 유량은 조업량에 따라 시기별로 차이가 있으므로, 유량 및 오염 물질 부하 변동에 따른 생물반응조 운영인자(F/M비, MLSS, SV30 등)를 주기적으로 점검하여 적정 F/M비 유지를 위한 MLSS 및 BOD부하 등의 관리가 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 활성탄 흡착공정 신설             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 사업장의 안정적인 TOC 처리를 위한 활성탄 흡착 실험을 실시한 결과 처리수의 TOC 농도는 활성탄 접촉시간에 따라 1.9~12.7mg/L 범위로 처리되는 것을 확인함</li> <li>- TOC 배출허용기준 70% 수준 이하로 처리하기 위한 접촉시간은 0.5분 이하로 확인되며 배출허용기준 70% 수준으로 처리 시 1일 활성탄 사용량은 2.8kg임</li> </ul> </li> </ul>

- TOC 배출허용기준 70% 수준 이하로 처리 시 연간 활성탄 사용금액은 2,562천원이 소요되며, 처리시설 시설용량 1,500m<sup>3</sup>/일로 활성탄 흡착시설 설치비용은 약 36,817천원이 소요될 것으로 예측됨(종합물가정보(2020.7))
- 흡착공정의 상시가동은 높은 운영비 부담을 초래하므로 유로변경식 배관을 설치하고 처리수의 TOC를 상시 모니터링하여 비상시에만 추가 활성탄 흡착처리를 실시하는 시스템을 구축하는 방안을 권장함

### 2.3.7. 과실·채소 가공 및 저장·처리시설

○ T사업장 기술지원 현황표

업종구분	5.과실·채소 가공 및 저장·처리시설	생산품	사과주스 등
종 구 분	5종	신고배출량	48.5(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	청정 지역	평균배출량	15.0(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	응집제, 수산화나트륨 요소(필요시), 인산(필요시)	배출방법	직접방류
폐수처리공법	생물학적처리		
폐수처리공정	집수조1→집수조2→폭기조1→폭기조2→폭기조3→침전조→방류		
TOC 기준	30(mg/L)	사전분석결과	33.9(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ TOC 자체분석 결과 배출허용기준 초과에 따른 TOC 관리방안 요청			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 사과주스 제조과정에서 발생하는 폐수는 즉각적으로 처리수 저장조로 이동되며 연속적으로 폭기(40분 폭기, 20분 휴지)시켜 폐수의 혐기성화를 방지함. 그 후 폐수는 집수조로 옮겨져 스크린(큰 고형물 제거목적) 및 pH 조정을 거친 후 폭기조로 유입			
○ TOC 분석결과 1, 2차 모두 배출허용기준 초과(1차: 71.6mg/L, 2차: 33.7mg/L)			
○ 1, 2차 현장 조사결과 유입수 대비 생물학적 처리시설에서의 TOC 제거율은 79.5~89.9%, BOD 제거율은 92.7~99%로 생물학적으로 분해될 수 있는 유기물은 대부분 제거			
○ 1차 현장조사 시 SVI 측정결과 218mL/g로 슬러지 침전성이 낮음			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 주스 및 각종 음료생산을 위해 사용되는 원료인 클라우디와 탈이온			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 섬유여과 및 모래여과조 도입			
○ 침전조에 PAC 및 Alum 주입			

(1) T사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 평균적으로 사과주스를 하루에 5,365.5m<sup>3</sup> 정도 생산</li> <li>○ 클라우디(cloudy, 유화제를 사용하여 향료를 물속에 분산 유화시킨 것, 유화향료)와 탈이온을 주원료로 사용</li> <li>○ 허가배출량은 48.5m<sup>3</sup>/일이며, 평균 폐수배출량은 15m<sup>3</sup>/일로 조사됨. 가동시간은 연간 365일임. 5종 사업장으로 청정지역으로 구분되어 배출허용기준을 적용받고 있으며 직접방류 하고 있음</li> <li>○ 사업장 자체적으로 TOC 분석한 결과 33.9mg/L로 나타나 배출허용 기준을 초과함</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수처리약품은 수산화나트륨을 사용하며, 응집제는 원심탈수기에서 슬러지 고액분리를 위해서만 사용중</li> <li>○ 미생물 성장을 위해 폭기조에 2kg/일의 종균제를 주입 중임</li> <li>○ 사과는 산성도가 높아 수산화나트륨을 가해 pH를 중성 영역으로 맞춤</li> <li>○ 폭기조의 수리학적 체류시간은 대략 3.5일 정도임</li> <li>○ 방류수의 SS 기준초과 문제로 침강제인 황산반토를 사용했으나 침강제는 계절에 따라 기능이 달라지며, 현재는 사용하지 않음</li> <li>○ 침전된 슬러지를 폭기조 1번으로 1m<sup>3</sup>/시간 유량으로 내부반송 함</li> <li>○ 1차 및 2차 현장조사 결과, 1차때 SVI는 218mL/g으로 슬러지 침전성이 불량하였으나 2차 결과는 SVI는 102mL/g로 양호한 수준을 확인함</li> <li>○ 슬러지 침전성이 낮아 방류수의 SS 농도가 높아질 수 있으며 그로 인해 TOC 농도가 높아질 수 있는 가능성이 있음</li> <li>○ 슬러지 침강성이 불량한 경우가 현장에서 빈번히 발생함에 따라 사상균 벌킹의 가능성에 대비해 F/M비 등에 대한 운영관리가 필요함</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 348.9mg/L → 방류수 71.6mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 334.7mg/L → 방류수 33.7mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수는 사과주스생산(1차 채수시), 커피음료생산(2차 채수시) 과정에서 발생된 폐수로서, 유입수의 TOC는 334.7 ~ 348.9mg/L, BOD는 306.2 ~ 459.2mg/L, COD<sub>Mn</sub>은 310.0 ~ 461.76mg/L로 나타남</li> <li>○ 방류수의 TOC 농도는 71.6mg/L(1차), 33.7mg/L(2차)로 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준(30mg/L)을 준수하지 못함. TOC 이외의 유기물 지표인 BOD는 배출허용기준을 준수하였으나, COD<sub>Mn</sub>과 SS는 각각 1차는 미준수, 2차는 준수하였음</li> <li>○ 방류수의 BOD 농도는 22.5mg/L(1차), 2.7mg/L(2차)로 생분해 가능한 유기물은 생물학적 처리공정에서 대부분 제거되었음.</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주스 및 각종 음료생산을 위해 사용되는 원료인 클라우디와 탈이온</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침전조에 PAC 및 Alum 주입             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 슬러지 침강성 개선 실험 결과, PAC와 Alum 주입을 통해 방류수 내 탁도를 90% 이상 저감할 수 있었으므로 이러한 침강제를 최종방류 전 침전조에 주입한다면 SS 저감과 TOC 저감을 충분히 이룰 수 있을 것으로 기대함</li> </ul> </li> <li>○ 섬유여과 및 모래여과조 도입             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 폐수처리시설로 유입되는 폐수는 주요 공정인 생물학적처리 후에 침전조에서 고액분리 후에 최종방류되는 형태임</li> <li>- 침전조 후에 미생물 플러들이 현탁된 상태의 Pin floc(핀플럭) 형태를 보이므로 여과 시설을 도입한다면 기존에 겪고 있는 SS 초과문제를 해결할 수 있을 것으로 판단하며, SS 저감을 통해 TOC 저감을 함께 이룰 수 있음</li> </ul> </li> </ul>

### 2.3.8. 금속가공제품 제조시설

○ U사업장 기술지원 현황표

업종구분	63. 금속가공제품 제조시설,	생산품	연마된 금속제품
종 구 분	5	신고배출량	9.0(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	6.0(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	분말활성탄 수산화나트륨 무기응집제	배출방법	공공하수처리시설 유입
폐수처리공법	물리화학적 처리		
폐수처리공정	유량조정시설 → 침전시설 → 처리수조 → 여과시설 → 방류		
TOC 기준	75(mg/L)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ TOC 기준 전환에 따른 폐수처리시설 TOC 처리효율 검토			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 금속가공제품 세척폐수 발생하며 금속가루, 세척세제 등의 성분이 주로 유입</li> <li>○ 침전시설의 교반기 고장으로 작동하지 않음</li> <li>○ 침전시설에 분말활성탄을 주입하여 운영</li> <li>○ 후단 여과시설은 입상활성탄을 사용하며, 교체주기는 3~4개월로 운영</li> <li>○ 방류수의 TOC 농도는 1차 412.0mg/L, 2차 282.2mg/L로 배출허용기준(75mg/L) 초과</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 약세사리 등의 금속가공제품을 세척하는 과정 중 유기물질 발생			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침전시설 개보수</li> <li>○ 생물학적처리시설 도입</li> </ul>			

(1) U사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수배출 원료는 전자부품, 장신구, 세제, 연마석 등으로 확인됨</li> <li>○ 연마 및 세척 시 사용되는 연마석, 세제의 양은 각각 500kg/일, 5kg/일로 조사됨</li> <li>○ 생산품은 연마된 장신구, 기타 부품들이며, 생산량은 6ton/일임</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 유량조정시설, 침전시설, 처리수조, 여과시설로 구성되어 있음</li> <li>○ 시설의 노후화로 응집반응조의 교반기 고장 및 시설 전반적인 부식이 진행됨</li> <li>○ 응집약품을 유량조정조에 주입하여 폭기를 통해 교반하고 있으며, 반응 후 침전시설로 이송 시 분말활성탄을 담당자가 수동으로 주입하고 있어 폐수량에 따른 주입량이 일정하지 않음</li> <li>○ 응집약품은 약품 납품업체에서 안내한 양을 주입하고 있으나, 약품주입 펌프의 가동이 수동으로 작동되고 있어 정확한 주입농도는 파악되지 않음</li> <li>○ 여과시설의 여재는 입상활성탄을 사용하고 있으며, 교체주기는 3 ~ 4개월로 운영하고 있음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 1,007.5mg/L → 방류수 412.0mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 484.0mg/L → 방류수 282.2mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수는 금속가공제품 세척 후 발생하는 폐수로 금속가공물에서 제거된 부유물질로 유입수의 SS 농도는 평균 3,280.0mg/L, 방류수의 SS 농도는 평균 273.0mg/L로 배출허용기준(120mg/L)을 초과함</li> <li>○ 유입수의 BOD 농도는 평균 495.35mg/L이며 방류수의 BOD 농도는 평균 529.2mg/L로 생분해성 유기물질이 다량 잔류하여 방류되며, 배출허용기준(120mg/L)을 초과함</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수 및 방류수의 DOC 농도는 평균 339.3mg/L, 274.8mg/L이며, 유입수의 DOC/TOC는 평균 0.47, 방류수의 DOC/TOC는 평균 0.80로 방류수에 잔류하는 유기물질이 대부분 용존성 유기물질인 것으로 판단됨</li> <li>○ 응집침전 처리 후 TOC는 평균 50.2%, SS는 96.0% 제거되며 BOD는 평균 -8%로 제거효율이 없는 것으로 나타남</li> <li>○ 여과 처리 후 TOC, BOD는 변동이 거의 없으며 SS의 경우 약 100% 증가하여 여과시설 관리가 필요할 것으로 판단됨</li> <li>○ 응집침전의 효율은 양호하나 여과시설의 효율은 매우 낮아 활성탄 흡착실험을 진행. 방류수 TOC를 191.4mg/L까지 저감하는데 드는 연간 활성탄 사용금액은 약 430,000천원으로 배출허용기준까지 저감하려면 과도한 활성탄 사용금액이 필요하여 경제성이 낮은 것으로 확인됨</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 금속가공제품 세척 시 발생하는 불순물 및 원료로 사용되는 세척세제에 포함된 유기물질</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침전시설 개보수             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 침전시설은 회분식 반응조로 사용되고 있으나 노후화로 인한 교반기 고장으로 응집약품을 유량조정조로 주입하여 폭기에 의해 교반하여 운영하고 있음</li> <li>- 침전시설의 개보수를 통해 교반기를 보수하고 응집약품을 침전시설로 주입되도록 시설의 개보수가 필요함</li> <li>- 침전시설에서 처리 후 후단공정은 여과시설로 별도의 유량조정시설이 없으므로 반응 후 pH를 확인하여 배출허용기준 이내로 조정이 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 생물학적처리시설 도입             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 처리시설은 응집침전 및 활성탄 흡착을 통해 처리를 하고 있으나 응집침전을 통한 입자성물질의 처리효율은 양호하지만 활성탄 흡착의 효율은 미미한 상태임</li> </ul> </li> </ul>

- 활성탄 흡착시설 개선을 위해 활성탄 흡착실험을 실시하였으나 추가 저감이 필요한 TOC의 농도는 고농도로 활성탄 사용금액 과다로 현장에 적용하기에는 부적합한 것으로 나타나 TOC 추가저감을 위하여 생물학적 처리시설 도입을 고려함
- 생물학적 처리시설 도입을 위한 COD Fraction 실험결과 생분해가능 COD는 87.9%로 생물학적처리가 가능한 것으로 나타났으며, 현장에 적용가능한 생물학적 처리공법은 소요부지가 적고 관리가 용이한 MBR 공법을 권장하며, 폐수발생량 9m<sup>3</sup>/일의 MBR 공법의 설치비용은 227,000천원이며, 시설의 감가상각을 10년으로 산정하고 여과막 교체 비용까지 포함한 연간 운영비용은 27,100천원으로 예측됨

○ V사업장 기술지원 현황표

업종구분	63. 금속가공제품 제조시설,	생산품	자동차 부품
종 구 분	5	신고배출량	100(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	32.4(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	수산화칼슘 황산알루미늄 알루미늄산나트륨	배출방법	공공하수처리시설 유입
폐수처리공법	물리화학적처리		
폐수처리공정	유량조정조→응집→침전→모래여과→활성탄 흡착→방류		
TOC 기준	75(mg/L)	사전분석결과	112.3(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ TOC 사전분석결과 초과에 따른 폐수 배출시설 및 폐수처리시설 TOC 관리방안 마련			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 1차 조사결과 유입수 TOC는 243.6mg/L, 방류수 TOC는 43.4mg/L로 배출허용기준 준수			
○ 유입수 대비, 응집+침전에서의 TOC 제거율은 75.1%이며, 응집+침전 대비 모래여과조에서의 TOC 제거율은 14.8%, 모래여과조 대비 활성탄 여과조에서는 TOC 제거율은 15.5%로 확인			
○ 2차 조사결과 유입수 TOC는 289.9mg/L, 방류수 TOC는 143.5mg/L로 배출허용기준 초과			
○ 유입수 대비, 응집+침전에서의 TOC 제거율은 51.5%이며, 응집+침전 대비 모래여과조에서는 TOC 제거율은 -13%로 농도가 다소 높아졌으며, 모래여과조 대비 활성탄 여과조에서는 TOC 제거율은 14.9%로 확인			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 3공정(도장시설)의 용수 재사용으로 인한 난분해성 유기물질 농축			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 3공정(도장시설)폐수의 폐수처리 주기 변화((기존) 2주에 1회, (변경) 3~4일에 1회)			

(1) V사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 해당 폐수배출시설은 자동차 부품을 알칼리 및 산세, 수세, 화성피막 공정을 통하여 생산</li> <li>○ 생산공정 시 사용되는 물은 공정별 용량이 차면 월류되어 그 폐수가 바닥의 집수조로 유입된 후 폐수처리공정으로 이송</li> <li>○ 자동차 전자부품은 하루에 약 8,000개 생산</li> <li>○ 2021년 기준 하루 평균 폐수발생량은 32.4m<sup>3</sup>이며, 평균 방류량은 26.2m<sup>3</sup>로 나타남</li> <li>○ 폐수가 발생하는 생산공정은 1, 2, 3공정 및 폐가스 세정시설이 있으며, 1공정은 약 8시간/일 가동 하며 2공정은 4시간/일 가동함. 3공정은 도장 및 건조시설이며 2주 1회씩 약 5m<sup>3</sup>의 깨끗한 용수가 도장시설에 채워지고, 2주 동안 재사용된 후 처리하고 있음</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유량조정조는 지하에 위치한 장방형의 유량조정조와 원기둥형의 유량조정조 2기가 있으며, 지하에 위치한 유량조정조는 폭기교반하며 유량조정조에 수산화칼슘과 PAC를 투입</li> <li>○ 투입량은 일정하지 않고 pH 9 기준으로 투입중이며 절삭유 사용으로 배출 폐수 중 기름성분이 많아 비누화를 위해 pH를 높이는 수산화칼슘을 투입</li> <li>○ 혼합조에 투입되는 약품은 없으며, 반응조에 알루미늄나트륨을 투입하여 175rpm 속도로 교반하여 pH를 9.5~10까지 조정하고 pH 조정조에 황산알루미늄을 투입하여 117rpm 속도로 교반하여 pH 6.5~6.8로 조정함. 응집조에 폴리머는 정량 투입되지만 투입량 확인 불가</li> <li>○ 응집 및 침전된 처리수는 모래여과 및 활성탄 흡착조를 통해 방류되며 모두 가압식으로 운전중. 모든 여재는 1년 1회 교체하며 반응조 내의 압력이 높아졌을 경우에 역세를 진행</li> <li>○ 필터프레스(탈수기)는 주 2회 가동하며 농축시설에서 발생하는 상등수는 거의 발생하지 않고 탈수여액이 유량조정시설로 다시 유입</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ (1차) TOC 유입수 243.6mg/L → 방류수 43.7mg/L</li> <li>○ (2차) TOC 유입수 289.9mg/L → 방류수 143.5mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유입수는 1공정, 2공정 및 폐가스 세정시설에서 발생된 폐수로서, 스크린을 통과 후 유량조정조에 모두 모이게 되며 이를 종합유입수라 칭함</li> <li>○ 1차 시료 분석 결과 종합유입수의 TOC 농도는 243.69mg/L, BOD는 205.5mg/L, COD<sub>Mn</sub>은 1,386.6mg/L, COD<sub>Cr</sub>은 2,448.3mg/L로 분석됨</li> <li>○ 1차 시료 분석 결과, 방류수의 TOC 농도는 43.7mg/L로 배출허용기준(75mg/L)을 충분히 만족함. BOD, COD, SS 또한 모두 배출허용기준을 만족함</li> <li>○ 2차 시료 분석 결과, 종합유입수의 TOC 농도는 289.9mg/L, BOD는 245.4mg/L, COD<sub>Mn</sub>은 348.2mg/L, COD<sub>Cr</sub>은 1,039.8mg/L로 분석됨</li> <li>○ 2차 시료 분석 결과, 방류수의 TOC 농도는 143.5mg/L로 배출허용기준(75mg/L)을 준수하지 못함. BOD와 COD 또한 배출허용기준을 만족시키지 못했음. SS는 배출허용기준을 만족함</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1공정, 2공정, 3공정, 폐가스 세정시설에서 배출되는 폐수 및 각 공정에서 사용하는 유기용제(바인더, 페이스트, 도료, 희석제 등)</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 3공정(도장시설)폐수의 폐수처리 주기변화             <ul style="list-style-type: none"> <li>- (기존) 2주에 1회, (변경) 3~4일에 1회</li> <li>- 3공정 폐수의 TOC 모니터링 결과, 3공정 운전 시작 4일 후부터 TOC 농도가 약 2.5배 상승(최초:417mg/L→4일 후:1,036.8mg/L)</li> <li>- 2주 동안 재사용한 용수 5㎥을 폐수처리 시 TOC 배출허용 기준 준수는 어려울 것으로 보임</li> <li>- 따라서, 기존 2주에 한번 씩 폐수처리가 아닌 운전 시작 후 3일 또는 4일 후에 5㎥ 전량 또는 5㎥ 중 일부를 유량조정조로 유입시켜 폐수 처리를 한다면 배출허용 기준을 만족시킬 수 있을 것으로 보임</li> </ul> </li> </ul>

### 2.3.9. 폐수처리업의 폐수저장시설 및 폐기물처리업의 폐수발생시설

○ W사업장 기술지원 현황표

업종구분	75. 폐수처리업	생산품	처리된 폐수
종 구 분	3	신고배출량	497.0(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	345.0(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	수산화나트륨, 황산 황산알루미늄, 염화 제2철	배출방법	공공하수처리시설 유입
폐수처리공법	물리화학적 처리 + 진공증발농축처리 + 생물학적처리시설		
폐수처리공정	폐유처리공정 : 집수조-pH조정-부상조-진공증발농축-응집-부상조-폭기조 폐수처리공정 : 집수조-pH조정-1차응집-진공증발농축-2차응집-부상조-폭기조		
TOC 기준	75(mg/L)	사전분석결과	86(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 오염부하가 유동적이며 수용성절삭유 처리공정 중에 발생하는 폐수 및 수탁 폐수내 TOC 유발물질이 많을 것으로 추정되어 이에 대한 기술지원 신청			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 1차 현장조사 결과, 폐유 원수의 TOC는 17,939.6mg/L이며 생물학적 처리공정으로 유입되기 직전의 TOC는 1,576.2mg/L로 폐유에 대한 전처리공정을 통해 TOC는 91.2% 제거 ○ 폐수 원수의 TOC는 4,766.7mg/L이며 생물학적 처리공정으로 유입되기 직전의 TOC는 920.1mg/L로 폐수에 대한 전처리 공정을 통해 TOC는 80.7% 제거 ○ 2차 현장조사 결과, 폐수 원수의 TOC는 22,037.7mg/L이며 생물학적 처리공정으로 유입되기 직전의 TOC는 2,322.7mg/L로 폐유 전처리공정을 통해 TOC는 89.5% 제거 ○ 폐수 원수의 TOC는 1,536.4mg/L이며 생물학적처리 공정으로 유입되기 직전의 TOC는 444.2mg/L로 폐수 전처리공정을 통해 TOC는 71% 제거 ○ 방류수의 TOC는 1차 86mg/L, 2차 73.7mg/L로 배출허용기준 준수			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 수용성 절삭유 및 수탁폐수 내 포함된 각종 난분해성 유기물			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 오존 산화시설 검토			

(1) W사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 사업장에서 수탁받는 폐수는 고농도의 처리가 힘든 폐수이며, 여러 종류의 폐수를 종합적으로 처리하고 있음</li> <li>○ 고도처리시설(물리화학적 처리 + 진공증발농축처리 + 생물학적 처리 시설)을 도입하여 수탁폐수를 처리하고 있음</li> <li>○ 본 사업장의 수탁폐수는 두 가지 계열로 나뉠 수 있으며 수용성질삭유를 회수 및 처리하기 위한 ‘폐유’ 처리공정에서 발생한 폐수인 ‘폐유원수’ 와 위탁받은 폐수를 처리하는 ‘폐수원수’ 가 있음</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본 사업장의 폐수처리시설은 모두 건물 내부에 위치해 있으며, 폐유 처리공정과 폐수처리공정 시설이 각각 다른 건물에 위치해 있음</li> <li>○ 본 사업장의 폐수처리시설은 폐유 처리공정과 폐수 처리공정으로 나뉘며, 각 공정에서 증발농축 처리 후 응축수를 생물반응조로 유입</li> <li>○ 폭기조는 총 11지, 2차 침전조는 총 2지로 구성되어 있으며 침전조 각각의 체류시간은 6시간임</li> <li>○ 폐수처리공정보다 폐유처리공정에 더 어려움이 있다고 자체적으로 판단 특히, 수용성질삭유 처리에 어려움 겪고 있음</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 폐유원수 1차 17,939.6mg/L, 2차 22,037.7mg/L</li> <li>○ TOC 폐수원수 1차 4,766.7mg/L, 2차 1,536.4mg/L</li> <li>○ TOC 방류수 1차 86.0mg/L, 2차 73.7mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐유원수의 DOC/TOC 비율은, 84%(1차) 그리고 80%(2차)로 나타나, TOC를 구성하는 용존유기물은 비율은 채수기간별 비교적 일정한 것으로 보임</li> </ul>

- 폐수원수의 DOC/TOC 비율은, 86%(1차) 그리고 60%(2차)로 나타나, TOC를 구성하는 용존유기물의 비율은 채수 기간별 다소 편차가 있었으나 후단 처리 공정에서 폐수 내 유기물의 용존성이 약 95% 내외로 나타나 입자성 유기물의 영향이 크지 않은 것으로 보임
- 방류수는 생물반응조에서 폐수원수와 폐유원수가 합류되므로 두 계열 폐수로부터 모두 영향을 받게됨. 방류수 TOC 농도는 86.0mg/L(1차), 73.7mg/L(2차)로 방류수의 TOC 농도는 방류기준(75mg/L)을 초과하거나 초과 우려가 있음. TOC 이외의 유기물 지표인 BOD, COD<sub>Mn</sub>, SS는 모두 방류기준을 준수하는 것으로 확인
- 방류수의 BOD 농도는 32.6~47.6mg/L 범위로 생분해 가능한 유기물이 어느 정도 잔존하는 편이지만 원수와 비교하면 생물학적 처리공정에서 대부분 제거되었음
- 방류수의 DOC/TOC 비율은, 85.5%(1차)와 90%(2차)로 나타나, TOC를 구성하는 유기물은 대부분 용존성으로 나타남

<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수용성 질석유 및 수탁폐수 내 포함된 각종 난분해성 유기물</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미운영중인 시설 가동 검토             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생물학적처리 및 2차 침전조를 거친 방류수의 TOC는 배출허용기준을 준수하였으나 초과 우려가 있음. 또한, 본 사업장의 생물반응조는 93.1%의 TOC 제거율을 나타내어 비교적 안정적으로 운영되고 있는 것으로 판단되므로, 생물학적처리 전에 최대한 TOC 부하를 낮출 수 있는 방안이 필요해 보임</li> <li>- 이에 현재 미운영중인 3차 중화시설과 3차 반응시설의 가동을 검토할 필요가 있음</li> </ul> </li> <li>○ 오존 산화시설 검토             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 본 폐수처리시설로 유입되는 폐수의 오염부하가 유동적이라 폐수처리에</li> </ul> </li> </ul>

어려움이 있을 수 있으나, 1차 및 2차 현장조사 결과, 폐유 및 폐수 계열에 대한 폐수처리 시 각 공정 및 생물반응조는 비교적 안정적으로 운영되고 있음에도 불구하고 방류수는 배출허용기준을 초과하거나 초과위험 수준으로 나타남

- 폐유 및 폐수계열이 각 공정에서 처리된 후 생물반응조에서 모두 혼합되어 생물학적처리 공정을 거치며 2차 침전조에서 고액분리되어 최종방류 되고 있음. 즉, 3차(고도)처리 시설을 갖추지 않고 있으며, 추가적인 TOC 저감을 위해 3차 처리 시설도입이 필요할 것으로 판단됨
- 최종방류수의  $COD_{Mn}$ 과  $COD_{Cr}$ 의 농도가  $BOD_5$  농도보다 상대적으로 높아, 추가적인 생물학적처리보다는 최종방류수 내 높은 DOC 비율 및 낮은 생분해도 문제를 해결하기 위해 오존 등의 고도산화 방식이 효율적일 수 있다고 판단됨
- 또한, 사업장 측에서도 추가 공정 증설에 대한 의지가 있으며, 오존 산화조의 도입 검토를 하고 있는 측면에서, 오존산화 후 생물학적처리를 한 번 더 거친다면 추가적인 TOC 저감이 가능할 것으로 판단함. 다만 오존산화 최적화는 현장에서 운전을 통해 도출할 필요가 있음

### 2.3.10. 세탁시설

○ X사업장 기술지원 현황표

업종구분	76. 세탁시설	생산품	세탁물
종 구 분	5	신고배출량	56.0(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	가 지역	평균배출량	40.0(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC)	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리화학적 처리		
폐수처리공정	유량조정조 → 혼합/응집시설 → 침전시설 → 여과수조 → 재이용수조 → 여과&방류수조 → 방류		
TOC 기준	50(mg/L)	사전분석결과	60(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 사전분석결과 TOC 기준초과로 기술지원 신청</li> <li>○ 폐수처리시설의 효율적인 운영을 위한 개선방안 요청</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세탁 시 세제 및 유연제 등을 사용</li> <li>○ 일 평균 10ton을 세탁하고 있으며, 폐수발생량은 약 40m<sup>3</sup>/일 발생</li> <li>○ 응집제는 PAC를 사용하여 약품 주입량을 플럭형성 상태에 따라 조절하여 운영함</li> <li>○ 처리공정을 통한 입자성물질의 처리효율은 양호함</li> <li>○ 방류수의 TOC가 53.7mg/L로 배출허용기준 초과</li> <li>○ 응집·침전을 통한 TOC, DOC의 처리효율은 각각 24.6%, 10.7%로 처리 후의 농도는 57.0mg/L, 52.0mg/L로 확인됨</li> <li>○ 응집·침전 후의 DOC/TOC 비는 0.91이며, 처리공정을 통해 입자성 TOC가 제거되고 잔류하는 TOC는 대부분 용존성인 것으로 확인됨</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 세탁물 세탁 시 사용하는 세제, 유연제 등에 포함된 물질 및 세탁물에서 제거된 오염물질			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 활성탄 흡착시설 도입			

(1) X사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수배출 원료는 지하수, 세제, 유연제, 재이용수 등으로 확인됨</li> <li>○ 세탁 시 사용되는 세제 및 유연제의 사용량은 약 6L/일로 조사됨</li> <li>○ 생산품은 세탁물이며, 생산량은 10ton/일임</li> <li>○ 신고된 폐수배출량은 56m<sup>3</sup>/일이며, 폐수처리시설의 배출 규모는 5종임</li> <li>○ 해당 폐수배출시설은 개별처리 후 직접방류하는 시설이며, 1일 폐수 배출량 2,000m<sup>3</sup> 미만, 지역구분은 가 지역으로 TOC 항목의 배출허용 기준은 50mg/L 이하임</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 유량조정조, 혼합/응집시설, 침전시설, 여과수조, 재이용수조, 여과&amp;방류수조로 구성되어 있음</li> <li>○ 여과수조에는 별도의 여재가 충전되어 있지 않음</li> <li>○ 각 시설의 설비는 처리시설 관리자에 의해 정상 작동하고 있음</li> <li>○ 처리시설은 유량조정조의 수위에 따라 자동으로 운영되고 있음</li> <li>○ 혼합/응집시설에 사용하는 약품은 PAC 17%를 10배 희석하여 사용 중이며, 플러 형성 상태를 육안으로 확인하여 약품 주입량을 조절하여 운영하고 있음</li> <li>○ 침전시설의 체류시간은 약 3 ~ 4Hr로 운영하고 있음</li> <li>○ 방류 전 여과시설은 섬유여재를 망에 채운 뒤 거름망 위로 폐수가 자연유하되는 방법으로 운영하는 간이 여과처리시설 임</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 유입수 75.6mg/L → 방류수 53.7mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준(50mg/L)을 초과함</li> <li>○ 방류수 DOC/TOC의 비는 약 0.94이며, 잔류하는 TOC는 대부분 용존성 유기물질로 확인됨</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 응집·침전을 통한 TOC, DOC의 처리효율은 각각 24.6%, 10.7%로 처리 후의 농도는 57.0mg/L, 52.0mg/L로 확인됨</li> <li>○ 여과시설의 TOC 처리효율은 2.2%로 저감효과가 미미함</li> <li>○ 여과시설 후의 DOC/TOC는 0.92로 용존성 유기물질이 다량 잔류하는 것으로 확인되며, 처리 후 TOC 농도는 53.7mg/L로 배출허용기준(50mg/L)을 초과하고 있어 용존성 유기물질에 대한 추가 처리공정이 필요함</li> </ul>
<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세탁 시 사용하는 세탁약품 및 세탁물에서 제거된 유기물질</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 활성탄 흡착시설 도입             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 처리시설은 응집·침전, 섬유여과시설로 용존성 유기물질의 추가 처리를 통한 TOC 배출허용기준 준수를 위해 활성탄 흡착시설 도입을 권장함</li> <li>- 활성탄 흡착실험 도입을 위한 활성탄 흡착 실험을 실시한 결과 활성탄 접촉시간 0.5분으로 처리 시 처리수의 TOC 농도는 18.8mg/L이며, 처리효율은 64.9%로 나타나 배출허용기준(50mg/L)을 준수함</li> <li>- 활성탄 흡착시설 도입 시 처리시설 설치비용은 약 6,400천원이 소요될 것으로 예측되며, TOC의 처리농도를 배출허용기준의 70% 수준으로 처리 시 연간 활성탄 사용금액은 약 1,400천원으로 예측됨</li> </ul> </li> </ul>

### 2.3.11. 운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설

○ Y사업장 기술지원 현황표

업종구분	81. 운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	생산품	세차
종 구 분	5종	신고배출량	3(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	0.4(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC)	배출방법	직접방류
폐수처리공법	물리·화학적처리(응집·침전, 활성탄여과)		
폐수처리공정	세차폐수 → 침사시설 → 유수분리 및 유량조정시설 → 반응·응집시설 → 침전시설 → 활성탄여과시설 → 방류		
TOC 기준	75(mg/L)	사전분석결과	49.6(mg/L)
<b>기술지원 신청사유</b>			
○ 가동개시 신고에 따른 방류수 채수결과 생태독성 등 수질기준 부적합 기술지원 요청			
<b>현장조사 결과</b>			
○ 차량 세척에 사용하는 약품의 일부 성분으로 인해 생태독성 발현 물질과 고농도 TOC 폐수가 배출됨			
○ 유량조정시설 유입구, 약품주입구, 활성탄 여과시설의 위치변경이 필요하고 침전시설에 슬러지가 상당량 누적되어 수질에 영향을 끼침			
○ 반응·응집시설에 교반시설이 없어 응집제 투입 후 응집 플록 상태가 나쁘고 침전성이 낮음			
○ 현장조사 결과 방류수 TOC 배출허용기준 초과(77.5mg/L)			
<b>TOC 원인 추정</b>			
○ 세차 폐수에 함유된 유기물질			
<b>관 리 방 안</b>			
○ 폴리염화알루미늄(PAC)사용량 조정			
○ 산기식 교반시설 설치			
○ 유량조정시설, 침전시설의 슬러지 준설 관리 필요			

(1) Y사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ N사업장은 실내세차장으로 차량을 세차하면서 발생하는 폐수를 집수하고 폴리염화알루미늄(PAC)을 사용하여 응집·침전 후 활성탄 여과를 통해 인근 하천으로 방류하고 있음</li> <li>○ 신고배출량은 3m<sup>3</sup>/일로 평소 폐수배출량 및 처리량은 일정하지 않으며 4.14 ~ 6.13의 기간 동안 평균 0.4m<sup>3</sup>/일 폐수를 처리하여 방류함</li> <li>○ TOC의 경우 도장 클리너, 프리워시 세정제, 카삼푸 성분 중 에탄올, 아이소프로판올, 폴리옥시에틸렌계 계면활성제 성분 등 TOC 중 용존성 유기탄소(DOC, Dissolved Organic Carbon)를 나타내는 성분을 확인함</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인허가 받은 응집제 투입위치는 반응응집시설이나 실제 설치된 위치는 침전시설의 반송배관이기 때문에 반응응집이 이루어지는 공간은 침사시설로 간주해야 하며 반응응집시설의 역할이 거의 없음</li> <li>○ 활성탄 여과시설이 침전시설 이후에 위치해야 하나 반응응집시설에 있어 필요 이상의 부유물질과 응집제 플러이 활성탄과 결합되고 여과시설이 제 역할을 수행하기 어려운 것으로 보임</li> <li>○ 현장에 응집제 반응을 유도할 교반시설이 없고 유량조절시설의 유입배관(원폐수+반송배관)을 통해 유입 시 낙차에 의한 효과만 볼 수 있기 때문에 적절한 응집반응이 이루어지지 못하고 있음</li> <li>○ 응집제를 주입하는 장치가 산기펌프를 통해 압력으로 조금씩 주입되는 방식(에어 리프트펌프)이고 폐수처리시설 업체가 설정한 투입량(0.2kg/일)으로 가동하고 있어서 응집제 투입량의 검토가 필요함</li> <li>○ 원폐수가 침사시설의 일정수위에 도달할 때 가동되는 시설이기 때문에 정지 상태를 유지하는 경우가 빈번하여 유수분리 및 유량조정시설, 침전시설의 하단에 슬러지가 부패되는 현상이 발견됨</li> </ul>

(2) 조사결과 및 관리방안

TOC 결과	○ TOC 유입수 70.2mg/L → 방류수 77.5mg/L
현장조사 결과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 분석결과 방류수의 경우 배출허용기준(75mg/L)을 초과하였음</li> <li>○ SS 항목은 배출허용기준을 준수했지만 유량조절시설 폐수대비 방류수에서 약 2배의 분석결과 값이 나타난 것으로 봐서 응집·침전 효율이 저조한 것으로 추정됨</li> </ul>
TOC 원인 추정	○ 세차 폐수에 함유된 유기물질
관리방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 응집제 투입량 변경 및 교반시설 설치 등                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 사용하고 있는 응집제(PAC)는 응집·침전 실험결과 0.4ml/L의 양으로 주입했을 때 TOC 농도가 70.2mg/L → 40.0mg/L로 저감되었기 때문에 약품주입량을 조정하는 것이 바람직함</li> <li>- 약품의 원활한 응집반응을 위해서는 교반시설이 필요하며 현재 설치된 산기펌프를 활용하면 반응·응집 시설 내부에서 폭기시켜 교반할 수 있을 것으로 보임</li> </ul> </li> <li>○ 슬러지 준설관리                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 사업장은 세차 양에 의해 폐수발생량에 변동이 생기기 때문에 상시가동이 어려운 폐수처리시설이고 이로 인해 유량조절시설 및 침전시설의 슬러지가 부패하여 방류수의 수질에 부정적 영향을 끼칠 수 있으므로 적절한 준설 관리가 바람직함</li> </ul> </li> </ul>

○ Z사업장 기술지원 현황표

업종구분	81. 운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	생산품	세차
종 구 분	5종	신고배출량	2.5(m <sup>3</sup> /일)
지역구분	나 지역	평균배출량	1.5(m <sup>3</sup> /일)
수처리제	폴리염화알루미늄(PAC)	배출방법	공공하수처리시설 연계처리
폐수처리공법	물리화학적 처리		
폐수처리공정	유수분리시설 → 유량조정시설 → 화학적침전시설 → 여과시설 → 방류		
TOC 기준	75(mg/L)	사전분석결과	-
<b>기술지원 신청사유</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수질측정을 통한 TOC 기준준수 여부 파악</li> <li>○ 폐수처리시설의 효율적인 운영을 위한 개선방안 요청</li> </ul>			
<b>현장조사 결과</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일 평균 5대를 세차하고 있으며, 폐수발생량은 약 1.5m<sup>3</sup>/일 발생함</li> <li>○ 응집제 주입량은 150mL로 운영하고 있으나 Jar-Test 결과 40mL가 최적 주입량으로 산정됨</li> <li>○ 방류수 TOC 농도는 128.0mg/L로 배출허용기준(75mg/L) 초과</li> </ul>			
<b>TOC 원인 추정</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동차 세차 시 사용하는 세차 약품에 포함된 물질 및 세차 폐수에 포함된 유기물질</li> </ul>			
<b>관 리 방 안</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폴리염화알루미늄(PAC) 주입량 변경(기존 150mL → 변경 40mL)</li> <li>○ 활성탄 충진을 통한 여과시설 효율 증대</li> </ul>			

(1) Z사업장 일반 현황 및 폐수처리시설 특성

<p>일반 현황</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 폐수배출 원료는 용수, 세제 등으로 확인됨</li> <li>○ 세차 시 사용되는 세제의 사용량은 약 1.0L/일로 조사됨</li> <li>○ 생산품은 세차된 차량이며, 생산량은 25대/일임</li> <li>○ 신고된 폐수배출량은 2.5m<sup>3</sup>/일이며, 폐수처리시설의 배출 규모는 5종임</li> <li>○ 해당 폐수배출시설은 개별처리 후 공공하수처리시설 연계처리로 TOC 항목의 배출허용기준은 75mg/L 이하임</li> </ul>
<p>폐수처리시설 특성</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 처리시설의 구성은 유수분리시설, 유량조정시설, 화학적침전시설, 여과시설로 구성되어 있으며, 입자성물질 처리에 적합한 시설로 구성됨. 펌프 및 관련 설비는 정상 작동하고 있음</li> <li>○ 화학적 침전시설은 회분식으로 운영하고 있으며, 폐수처리는 폐수 집수량에 따라 일주일에 1~2회 실시하고 있음</li> <li>○ 응집제는 PAC를 사용하고 있으며, 처리시설 가동 시 150mL(0.15kg/m<sup>3</sup>)를 수동 주입하여 운영하고 있음</li> <li>○ 응집반응 후 침전시간은 4시간 이상으로 운영하고 있으며, 후단의 여과 시설은 별도의 여재를 충전하지 않고 운영하고 있음</li> </ul>

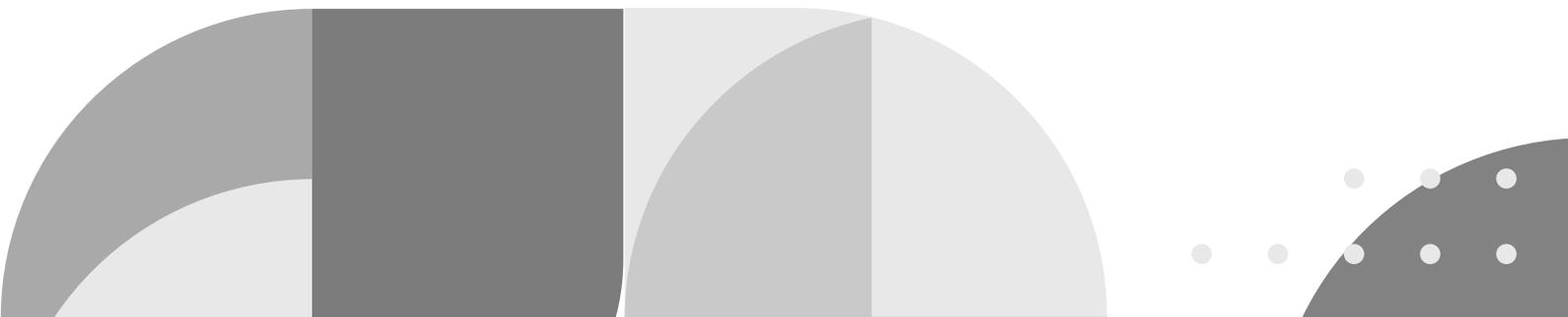
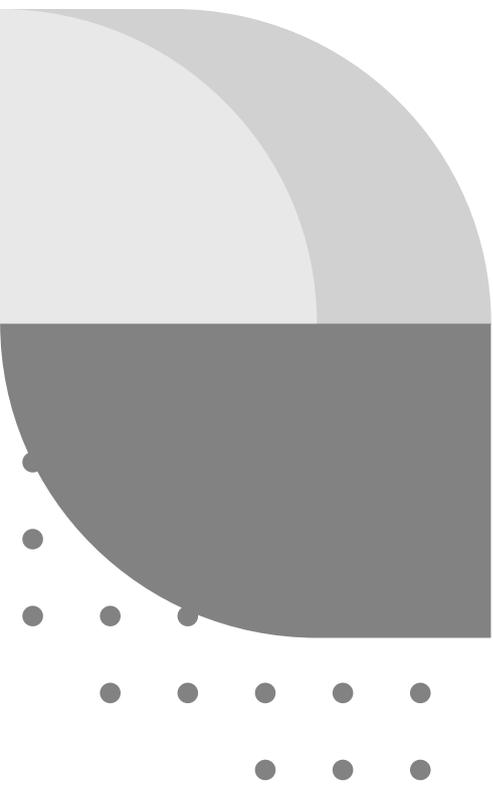
(2) 조사결과 및 관리방안

<p>TOC 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ TOC 유입수 190.3mg/L → 방류수 128.0mg/L</li> </ul>
<p>현장조사 결과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 현장조사 분석결과 방류수의 TOC 농도는 배출허용기준(75mg/L)을 초과함</li> <li>○ 유입수 및 방류수의 SS 농도는 196.0mg/L, 52.0mg/L로 방류수의 SS는 배출허용기준(120mg/L)을 준수함</li> <li>○ 유입수의 COD<sub>Mn</sub> 농도는 266.9mg/L, 방류수의 COD<sub>Mn</sub> 농도는 151.1mg/L로 배출허용기준(130mg/L)을 초과함</li> <li>○ 유입수 및 방류수의 BOD 농도는 각각 293.4mg/L, 288.7mg/L로 배출허용기준 (120mg/L)을 초과함</li> </ul>

<p>TOC 원인 추정</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 세차 시 발생하는 세차약품 및 세차 폐수에 포함된 유기물질</li> </ul>
<p>관리방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 응집제 주입량 변경             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현재 처리시설은 1회 처리 시 응집제(PAC)를 150mL 주입하여 처리하고 있으나, 현장조사 결과 SS를 제외한 TOC, COD, BOD는 배출허용기준을 초과하고 있음</li> <li>- 응집제 적정주입량 산정을 위한 Jar-Test 실시결과 적정 응집제 주입량은 1회 처리 시 40mL로 나타났으며, 처리 후 TOC의 농도는 48.6mg/L로 배출허용기준(75mg/L)을 준수하는 것으로 나타남</li> <li>- 응집제 주입량을 기존 150mL에서 40mL로 변경하여 운영하는 것이 필요함</li> </ul> </li> <li>○ 활성탄 여과시설 운영             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 응집약품 최적화 후 처리수의 TOC 농도는 48.6mg/L로 배출허용기준의 64.8%로 나타나 유입수질이 악화되어 처리효율이 저하되는 경우 배출허용기준 초과 우려가 있음</li> <li>- 여과시설에 활성탄 여재를 충전하여 처리할 경우 안정적으로 배출허용기준 준수가 가능할 것으로 판단됨</li> <li>- 활성탄 여재 충전 후 처리수질을 모니터링하여 처리효율 저하 시 활성탄을 세척 및 교체하여 운영하는 것을 권장함</li> </ul> </li> </ul>



### 3. 자주 묻는 질문





### 3.1. 생태독성

#### 3.1.1. 법령

1) 생태독성 기준초과에 따른 개선명령기간을 8개월 이상 부여한 이유와 배출허용기준 초과 시 과태료 부과여부는 어떻게 되나요?

- ⇒ 생태독성 배출허용기준 초과 시 그 원인을 파악하여 저감하는데 시간이 많이 소요되므로 업체부담 경감 측면에서 8개월 이상을 부여한 것임.
- ⇒ 생태독성 항목은 기본 및 초과배출부과금 대상이 아니지만, 위반 횟수 산정 시 타 항목과 합산되고 있음.

2) 생태독성 배출허용기준의 초과원인이 염인 경우 행정처분을 면제하는 조항(물환경보전법 시행규칙 별표 13의 비고 제6항)과 관련하여, 항만·연안해역에 방류하는 경우 생태독성 배출허용기준 초과원인이 염인 경우 행정처분 면제 사유는 무엇입니까?

- ⇒ 생태독성원인이 “염” 인 경우 이를 제거하기 위해서는 이온교환수지, 역삼투압 공정 등의 설치가 필요하나, 비용과다로 현실적·합리적인 대안으로 부적절한 것으로 나타남.
- 따라서, 항만·연안해역 방류 시 산업체의 부담을 경감하고 제도의 실효성 제고 등을 위하여 일정기간(3년) 행정처분을 면제해주는 것임.

3) 항만·연안해역을 제외한 곳으로 방류하는 사업장의 경우에도 생태독성 초과원인이 염인 경우 행정처분을 면제하는 사유는 무엇입니까?

- ⇒ “염” 에 대한 배출허용기준이 설정되어 있지 않아 대부분의 사업장이 내륙에 있는 실정임.
- 기존 사업장(35개 업종에 해당)의 경우 '10년 12월 31일까지 배출시설 설치허가(변경포함) 또는 신고(변경신고 포함)를 한 폐수배출시설로 한정.
- 확대 사업장(47개 업종에 해당)의 경우 '20년 12월 31일까지 배출시설 설치허가(변경포함) 또는 신고(변경신고 포함)를 한 폐수배출시설로 한정.

- 행정처분 면제 대신 “염”에 의한 독성으로 수생태계에 미치는 영향을 최소화하기 위해 기술지원을 받을 수 있도록 하였음.

4) 생태독성만 규제하면 수질오염물질이 배출허용기준 이내로 배출될 것으로 판단되는 바, 생태독성 외 수질오염물질에 대한 배출허용기준을 동시에 관리하는 것은 이중규제가 아닌가요?

⇒ 수질오염물질별 배출허용기준은 각 항목별 수질 및 수생태계, 인체 등에 미치는 영향, 적정 처리기술 수준 등을 고려하여 설정됨.

- 생태독성은 수질오염물질별 관리가 곤란하거나 미지의 독성물질 등으로 인하여 수생태계에 미칠 수 있는 영향을 사전에 차단하기 위한 배출허용기준임.
- 따라서, 규제 목적이 상이한 수질오염물질별 배출허용기준과 생태독성은 중복된 규제가 아니므로 병행관리가 필요함.
- 참고로, 생태독성제도를 도입하고 있는 미국, 독일 등에서도 병행 관리하고 있음.

5) 생태독성 배출허용기준과 관련하여, 생태독성 적용대상 사업장 35개 업종의 폐수배출시설은 새로운 수질오염물질 배출에 따른 폐수 배출시설 변경신고를 해야 하는데, 산업단지에 입주해 있는 연계처리 사업장의 경우도 폐수배출시설 변경신고 대상인가요?

⇒ 생태독성은 「물환경보전법」 시행규칙 별표2(수질오염물질의 배출허용기준)에 포함되어 있으므로 동법 제33조 제1항내지 제3항의 규정에 의한 배출시설 설치신고 또는 변경신고 대상임.

⇒ 배출오염물질에 “생태독성”이 추가되어야 하나, 변경신고를 하지 않아 적발될 경우 1천만원 이하의 과태료를 부과함(물환경보전법 제82조).

### 3.1.2. 시험분석

#### 1) 생태독성 시험분석 장비를 갖추어야 하나요?

- ⇒ 수질검사 의무가 있는 공공처리시설은 자체 실험실을 설치하지 않을 경우에는 수질분야 측정대행업체 등 전문기관 중 생태독성시험이 가능한 업체에 의뢰하면 됨.
- ⇒ 다만, 자체 분석설비를 갖추는 것이 유리하다고 판단되는 경우에는 경제성 등을 종합적으로 고려하여 결정하면 되나, 시험장비 설치 시에는 분석인원, 별도의 실험공간, 물벼룩을 배양하기 위한 배양기 및 일반 분석장비, 실험실 운영비 등이 소요됨.

#### 2) 생태독성 시험분석은 어디에 의뢰를 해야 하나요?

- ⇒ 한국환경공단 홈페이지(www.keco.or.kr) 생태독성 자료실에 게시되어 있는 “생태독성 시료분석 의뢰 가능 기관 현황” 을 참고.
- 한국환경공단 홈페이지 → 주요 사업 → 물 토양 → 수질오염 관리 및 방제 → 자료실

#### 3) 생태독성시험실을 설치하기 위하여 필요한 장비는 어떤 것이 있는지요?

- ⇒ 생태독성 시험분석 주요 장비로는 “물벼룩 배양기(배양실과 노출실은 구분하여 운영), 증류수제조장치, 전자저울, DO Meter, pH Meter, 전기전도도 측정기, 온도계, 조도계, 경도측정기, 잔류염소 측정기, 암모니아 측정기, 노출시료 용기 틀(Rack), 확대경” 등이 필요함.

#### 4) 물벼룩의 상태에 따라 생태독성 값이 달라질 수 있지 않나요?

- ⇒ 생태독성시험방법은 수질오염공정시험기준에 따라 시험하도록 규정되어 있음.
- ⇒ 생태독성값을 측정하기 위하여 사용되는 물벼룩은 생후 24시간 이내의 어린 개체만을 사용하도록 하는 한편, 동일 시료를 4개의 용기에 나누어 실험하고, 시험기간 동안 대조군(배지) 시험을 실시하는 표준 독성실험을 통해 산출된 독성값의 신뢰도를 높이고 있음.

⇒ 아울러, 물벼룩의 배양, 배지에 사용되는 약품의 종류 및 양에 대한 표준화를 실시하고, 국립환경과학원에서는 측정업체에 대하여 정도검사 및 현장평가를 실시하고 있음.

#### 5) 사업장 생태독성 자가측정시험 의무 및 주기는 어떻게 되나요?

⇒ 개별 폐수배출시설(1~5종 사업장)인 경우 의무적으로 측정을 하도록 규정하고 있지는 않으나, 지도·점검 시 배출허용기준을 준수할 수 있는지 확인하기 위하여 자체 점검 차원에서 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

⇒ 공공하수처리시설의 경우 「공공하수도시설 운영관리지침」 규정, 공공폐수처리시설의 경우 「폐수종말처리시설 설치 및 운영관리지침」 규정에 근거하여 유입수 및 방류수를 월 1회 이상 측정하도록 규정하고 있음.

#### 6) 물벼룩 분양은 어떻게 하나요?

⇒ 『국립환경과학원 시험생물종 분양지침』을 참고, 물벼룩 분양 등 관련 실험에 대한 부분은 국립환경과학원 물환경공학연구과(032-560-7427 또는 7430)로 문의.

#### 7) 생태독성 항목을 추가하면 기존 수질오염물질 항목은 측정을 하지 않아도 되나요?

⇒ 기존 수질오염물질 항목에 생태독성을 추가하여 분석을 하는 것이므로 측정이 반드시 이루어져야 함.

#### 8) 생태독성 분석비용을 중앙정부나 지자체에서 지원받을 수 있나요?

⇒ 농공단지 공공폐수처리시설의 운영 및 유지관리(분석비용 등)는 사업주체인 농공단지 지정권자(시장·군수)가 원인자 부담원칙에 따라 비용을 부담하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

### 3.1.3. 기타

- 1) 독성저감을 위해 생태독성 원인물질평가(TIE)를 반드시 수행해야 하나요?
- ⇒ 생태독성이 나타나는 경우 우선적으로 생산공정 및 폐수처리시설의 점검을 통하여 원인물질을 예측할 수 있으며, 그 원인물질의 저감만으로도 생태독성이 저감되는 경우가 많음.
- ⇒ 따라서, 원인물질에 대한 판단과 그 원인물질의 제거만으로 생태독성이 저감되었다면 반드시 생태독성원인평가(TIE)를 수행할 필요는 없음. 다만, 생태독성 원인물질의 예측이 어렵거나 확증이 필요한 경우 등 선택적으로 수행하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

## 3.2. TOC

1) 유기물질 관리지표 변경에 따라 사업장 종류별 TOC 적용시기에 관한 관련 근거는?

⇒ COD, TOC 배출실태를 고려하여 TOC 기준을 설정하고, 기업의 준비를 위해 '21년까지 유예기간 부여

⇒ 공공폐수처리시설은 경우 물환경보전법 시행규칙 부칙 제3조, 폐수 배출시설은 같은법 시행규칙 부칙 제4조에 명시

2) TOC 무상 기술지원의 범위는?

⇒ TOC 기술지원 중 채수한 시료의 이화학분석과 그 결과를 토대로 개선방안을 작성한 결과서를 제공하며, 시설 유지보수 및 신규설치 등의 비용은 지원하지 않음

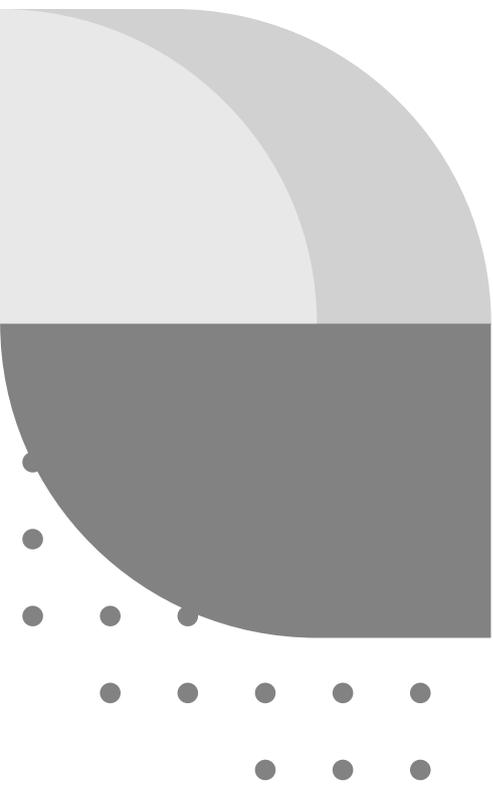
3) 폐수의 유기물질 관리지표를 화학적산소요구량(COD)에서 총유기탄소량(TOC)으로 전환하는 이유 및 기대효과는?

⇒  $COD_{Mn}$ 는 난분해성 유기물질을 포함한 전체 유기물질 측정에 한계가 있으며, 하천·호소의 경우 TOC 기준을 도입·시행 중('13.1월)이므로, 이와 연계하여 산업폐수에도 전체 유기물질 총량을 측정할 수 있는 TOC를 도입하여 효율적인 수질오염물질 관리 및 하천 수질 개선을 기대함

4) TOC 기준 도입으로 기업 운영에 어려움은 없는지?

⇒ 과거 TOC 기준 도입 조사·연구 결과, COD, TOC 제거효율이 비슷하여 수질오염방지시설 증대없이 처리할 수 있을 것으로 예상되나, 일부 취약 업종(제지업, 화학업종)에 대해서는 수질오염방지시설 적정 운영을 위해 기술지원이 필요함

## 4. 별첨





## 4.1. 수질오염공정시험기준 시험법

### 4.1.1. 물벼룩을 이용한 급성독성 시험법

수질오염공정시험기준

ES 04704.1b

### 물벼룩을 이용한 급성독성 시험법

2017

(Acute Toxicity Test Method of the *Daphnia Magna* Straus (Cladocera, Crustacea))

## 1.0 개요

### 1.1 목적

이 시험기준은 수서 무척추동물인 물벼룩을 이용하여 시료의 급성독성을 평가를 목적으로 한다.

### 1.2 적용범위

이 시험기준은 산업폐수, 하수, 하천수, 호소수 등에 적용할 수 있다.

## 2.0 용어정의

### 2.1 치사 (death)

일정 희석 비율로 준비된 시료에 물벼룩을 투입하여 24시간 경과 후 시험용기를 손으로 살짝 두드려 주고, 15초 후 관찰했을 때 독성물질에 의해 영향을 받아 움직임이 명백하게 없는 상태를 '치사'라 판정한다.

### 2.2 유영저해 (immobilization)

일정 희석 비율로 준비된 시료에 물벼룩을 투입하여 24시간 경과 후 시험용기를 손으로 살짝 두드려 주고, 15초 후 관찰했을 때 독성물질에 의해 영향을 받아 움직임이 없을 경우를 '유영저해'로 판정한다. 이때, 안테나나 다리 등 부속지를 움직인다 하더라도 유영을 하지 못한다면 '유영저해'로 판정한다.

## 2.3 반수영향농도 (EC<sub>50</sub>, Median effective concentration)

투입 시험생물의 50%가 치사 혹은 유영저해를 나타낸 농도이다.

## 2.4 생태독성값 (TU, Toxic unit)

통계적 방법을 이용하여 반수영향농도 EC<sub>50</sub>을 구한 후 100에서 EC<sub>50</sub>을 나눠준 값을 말한다.

[주 1] 이때 EC<sub>50</sub>의 단위는 %이다.

## 2.5 지수식 시험방법 (static non-renewal test)

시험기간 중 시험용액을 교환하지 않는 시험을 말한다.

## 2.6 표준독성물질 시험방법 (standard reference toxicity substance test)

독성시험이 정상적인 조건에서 수행되는지를 주기적으로 확인하기 위하여 사용하며 다이크롬산칼륨 (potassium dichromate, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, 분자량 : 294.18)을 이용한다.

## 3.0 분석기기 및 기구

### 3.1 항온장치 (배양기, 항온수조)

항온장치 설치 시 주변 공기 상태가 깨끗하지 않다면 여과장치를 갖추어야 하고, 배양실 및 실험실의 온도와 조도는 각각 (20 ± 2) °C와 (500 ~ 1000) Lux로 유지되어야 한다.

### 3.2 시험용기 및 배양 용기

시험용기 및 배양용기는 배양기간 동안 물벼룩 유영에 영향이 없음이 입증된 재질의 용기(유리, PE 재질)를 사용한다.

[주 2] 시험용기와 배양용기를 자주 사용하는 경우 내벽에 석회성분이 침적되므로 주기적으로 묽은 염산 용액에 담가 제거한 후 세척하여 사용한다. 농약, 휘발성 유기화합물, 기름 성분이 시험수에 포함된 경우에는 시험 후 시험용기 세척 시 '뜨거운 비눗물 세척-헹굼-아세톤 세척-헹굼' 과정을 추가한다. 시험수의 유해성이 금속 성분에 기인한다고 판단되는 경우, 시험 후 시험용기 세척 시 '묽은 염산(10%) 세척 혹은 질산용액 세척-헹굼'과정을 추가한다.

## 4.0 시약

### 4.1 배양액 및 희석수

4.1.1 시험생물을 배양하기 위해 제조된 용액을 ‘배양액’이라 하고, 독성시험을 할 때 원수를 50 %, 25 %, 12.5 %, 6.25 %로 희석하기 위한 용액을 ‘희석수’라 한다.

4.1.2 독성시험에 사용하는 희석수는 배양액과 동일한 것을 사용하고 표 1과 같은 조성으로 제조한다.

표 1. 배양액의 구성

시약	첨가량(mg/L)
염화칼륨 (KCl)	8
황산마그네슘 (MgSO <sub>4</sub> )	120
황산칼슘 이수화물 (CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O)	120
탄산수소나트륨 (NaHCO <sub>3</sub> )	192

4.1.3 배양액 또는 희석수의 pH는 7.6 ~ 8.0, 경도는 (160 ~ 180) mg CaCO<sub>3</sub>/L, 알카리도는 (110 ~ 120) mg CaCO<sub>3</sub>/L, 용존산소는 3.0 mg/L 이상 유지되도록 하며, 사용하기 전 24시간 정도 폭기시킨다.

### 4.2 시험생물

4.2.1 시험생물은 물벼룩인 *Daphnia magna* straus를 사용하도록 하며, 출처가 명확하고 건강한 개체를 사용한다. 시험생물인 물벼룩은 내구란의 형태로 특정 회사에서 구입, 부화시켜 사용할 수 있다. 이 경우 동 내구란의 사용 여부를 기록지에 포기하여야 한다.

4.2.2 시험을 실시할 때는 계대배양(여러 세대를 거쳐 배양)한 생후 2주 이상의 물벼룩 암컷 성체를 시험 전날에 새롭게 준비한 용기에 옮기고, 그 다음날까지 생산한 생후 24시간 미만의 어린 개체를 사용한다. 물벼룩은 배양 상태가 좋을 때 7일 ~ 10일 사이에 첫 새끼를 부화하게 되는데 이때 부화된 새끼는 시험에 사용하지 않고 같은 어미가 약 네 번째 부화한 새끼부터 시험에 사용하여야 한다. 군집배양의 경우, 부화 횟수를 정확히 아는 것이 어렵기 때문에 생후 약 2주 이상의 어미에서 생산된 새끼를 시험에 사용하면 된다.

4.2.3 외부기관에서 새로 분양받았다면 4.2.2의 방법과 동일한 방법으로 계대배양하여, 2번 이상의 세대 교체 후 물벼룩을 시험에 사용해야 한다.

4.2.4 시험하기 2시간 전에 먹이를 충분히 공급하여 시험 중 먹이가 주는 영향을 최소화하도록 한다.

4.2.5 먹이는 *Chlorella* sp., *Pseudochirkinella subcapitata*등과 같은 단세포 녹조류와 yeast, chlorophyll(R), trout chow의 혼합액인 YCT를 사용한다.

- 4.2.6 물벼룩을 폐기할 경우에는 망으로 걸러 살아있는 상태로 하수구에 유입되지 않도록 주의해야 한다.
- 4.2.7 배양액을 교체해주거나 정해진 희석배율의 시험수에 시험생물을 옮겨 주입할 때에는 시험생물이 공기 중에 노출되는 시간을 가능한 한 짧게 한다.
- 4.2.8 태어난 지 24시간 이내의 시험생물일지라도 가능한 한 크기가 동일한 시험생물을 시험에 사용한다.
- 4.2.9 평상시 물벼룩 배양에서 하루에 배양 용기 내 전체 물벼룩 수의 10 % 이상이 치사한 경우 어미개체를 폐기하고 이들로부터 생산된 어린 물벼룩은 시험생물로 사용하지 않는다.
- 4.2.10 배양시 물벼룩이 표면에 뜨지 않아야 하고, 표면에 뜰 경우 시험에 사용하지 않는다.
- 4.2.11 물벼룩을 옮길 때 사용되는 스포이드에 의한 교차 오염이 발생하지 않도록 주의를 기울인다.

## 5.0 시료채취 및 관리

ES 04130.1c 시료의 채취 및 보존 방법에 따른다.

## 6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

### 6.1 표준독성물질 시험

6.1.1 표준독성물질 시험은 배양액에 24시간-EC<sub>50</sub>값이 0.9 mg/L ~ 2.1 mg/L 범위가 되도록 다이크롬산칼륨을 첨가한 표준독성물질 용액을 이용하여 7.0 분석절차와 동일하게 시험한다.

[주 3] 24시간-EC<sub>50</sub>값이 (0.9 ~ 2.1) mg/L 범위 밖으로 나왔다면 재시험하고, 재시험 결과에서도 24시간-EC<sub>50</sub>값이 (0.9 ~ 2.1) mg/L 범위 밖으로 나왔다면 시험을 중지하고, 물벼룩을 전량 폐기 후 새로운 개체를 재분양 받아야 한다.

6.1.2 표준독성물질 시험은 월 1회 이상 수행하여야 하며, 이를 내부정도관리차트(control chart)로써 작성하여야 한다.

## 7.0 분석절차

7.1 시료의 희석비는 원수 100 %를 기준으로, 50 %, 25 %, 12.5 %, 6.25 %로 하여 시험한다.

7.2 한 농도 당 시험생물 5마리씩 4개의 반복구를 둔다. 이때, 시험용액의 양은 50 mL로 한다.

7.3 시험기간 동안 조명은 명 : 암 = 16 : 8시간을 유지하도록 하고 물 교환, 먹이공급, 폭기를 하지 않는다.

7.4 시험 온도는  $(20 \pm 2)$  °C 범위로 유지되어야 한다.

7.5 24시간 후의 유영저해 및 치사여부를 관찰하여 그 결과로 원수 및 각 희석수의 EC<sub>50</sub>을 구한다.

7.6 시험 종료 후 시료의 EC<sub>50</sub>값과 95 % 신뢰구간은 시험성적의 분포특성을 고려하여 프로빗 (Probit) 또는 트림드 스피어만-카버 (Trimmed Spearman-Kärber) 등과 같은 통계프로그램 중에서 적절한 방법을 택하여 산출한다.

[주 4] 프로빗방법은 (1 ~99) % 사이에 유영저해 및 사망에 대한 데이터가 2개 이상인 경우 이용 가능하고, 트림드 스피어만-카버는 유영저해 및 사망률 자료가 1개 이상인 경우에 이용 가능하다.

## 8.0 결과보고

### 8.1 생태독성값 계산

#### 8.1.1 통계적 방법을 통한 EC<sub>50</sub>을 구할 수 있는 경우

$$\text{생태독성값 (TU)} = 100/EC_{50} \quad (\text{식 1})$$

#### 8.1.2 통계적 방법을 통한 EC<sub>50</sub>을 구할 수 없는 경우

8.1.2.1 100 % 시료에서 투입 물벼룩의 (0 ~ 10) %에 영향이 있는 경우(예: 원수인 100 % 시료에 투입 물벼룩 20마리 중 (0 ~ 2) 마리가 유영저해 및 치사를 보일 때)에는 TU를 0으로 한다.

8.1.2.2 원수 100 % 시료에서 투입 물벼룩의 (10 ~ 49) %에 영향이 있는 경우에는  $0.02 \times$  (유영저해율 또는 치사율)로 TU를 계산한다.

[주 5] 원수인 100 % 시료에 투입 물벼룩 20마리 중 5마리가 유영저해 및 치사가 관찰되었을 때,  $0.02 \times 25 = TU 0.5$  가 된다

8.1.2.3 원수 100 % 시료에서 투입 물벼룩의 (51 ~ 99) %에 영향이 있는 경우, 필요에 따라 100 %와 50% 사이에 시료 희석비를 추가하여( 예 : 75 %) 다시 시험할 수 있다.

8.1.2.4 시료 6.25 %에서 투입 물벼룩의 50 %를 초과한 개체가 영향을 받아 EC<sub>50</sub>값을 구할 수 없는 경우에는 TU > 16으로 표기할 수 있다.

## 8.2 시험 결과 보고

8.2.1 시험결과는 소수 첫째자리까지 표기하고 수치의 뱃음법은 ES 04000b 총칙 5.0 시험결과의 표시검토에 따른다.

[주 6] 원수와 방류수에 대한 결과기록부는 부록의 별지 1과 별지 2의 서식에 따라 작성하여야 한다.

8.2.2 시험결과 보고시 시료농도별 물벼룩 개체수 와 누적유영저해 개체수, 대조군에서의 치사율, 기타 시험과정에서 관찰된 이상 현상 및 내부정도관리차트를 반드시 함께 보고하여야 한다.

## 9.0 참고자료

9.1 Environment Canada, Reference method for determining acute lethality of effluents to *Daphnia magna*, EPA1/RM/14, (2000)

9.2 KS I ISO 6341, 수질-물벼룩 운동성 억제 특성 측정 방법(급성 독성 시험 방법), (2003)

9.3 JIS K 02291, 화학물질 등의 물벼룩류 유영저해 시험방법, (2000)

9.4 US EPA, Method guidance and recommendations for Whole Effluent Toxicity(WET) testing(40 CFR Part 136), EPA 821-B-00- 004, (2000)

9.5 US EPA, Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms, EPA- 821-R-02-012, (2002)

9.6 US EPA, Technical support document for water quality-based toxics control, (1991)

9.7 US Wisconsin, Aquatic life toxicity testing methods manual, (2004)

## 10.0 부록

### <별지 1>

원수 시료 결과 기록부		
배출시설 :	시료채취장소 :	시료 번호 :
채취일자 :		
채취방법 : <input type="checkbox"/> Grab <input type="checkbox"/> Composite		
채취시간		
시작 : 일 시 분		종료 : 일 시 분
시료채취 1일전의 폐수 특성 : <input type="checkbox"/> 정상 <input type="checkbox"/> 비정상(내용 : )		
시료 운반 조건 : <input type="checkbox"/> 냉장 <input type="checkbox"/> 실온		
시료채취량(L) :		시료유효기간 :
현장 측정항목		
온도(°C) :	pH :	시료색깔 : <input type="checkbox"/> 유 <input type="checkbox"/> 무( )
용존산소(mg/L) :		유입수량(m <sup>3</sup> /일) :
전기전도도(μS/cm) :		염분(psu) :
독성시험항목		
물벼룩 : 24시간 급성독성	EC <sub>50</sub> :	TU(100/EC <sub>50</sub> ):
사용한 통계분석법 :		
수질 측정항목		
잔류염소(mg/L) :	암모니아(NH <sub>3</sub> , mg/L) :	경도(mg/L) :
최종 작성일 :		년 월 일

기업자 성명 : \_\_\_\_\_ (서명)

<별지 2>

방류수 시료 결과 기록부		
배출시설 :	시료채취장소 :	시료 번호 :
채취일자 :		
채취방법 : <input type="checkbox"/> Grab <input type="checkbox"/> Composite		
채취시간		
시작 : 일 시 분		종료 : 일 시 분
시료채취 1일전의 폐수 특성 : <input type="checkbox"/> 정상 <input type="checkbox"/> 비정상(내용 : )		
시료 운반 조건 : <input type="checkbox"/> 냉장 <input type="checkbox"/> 실온		
시료채취량(L) :		시료유효기간 :
현장 측정항목		
온도(°C) :	pH :	시료색깔 : <input type="checkbox"/> 유 <input type="checkbox"/> 무( )
용존산소(mg/L) :	방류수량(m <sup>3</sup> /일) :	
전기전도도(μS/cm) :	염분(psu) :	
독성시험항목		
물벼룩 : 24시간 급성독성	EC <sub>50</sub> :	TU(100/EC <sub>50</sub> ):
사용한 통계분석법 :		
수질 측정항목		
잔류염소(mg/L) :	암모니아(NH <sub>3</sub> , mg/L) :	경도(mg/L) :
최종 작성일 :		년 월 일

기업자 성명 : \_\_\_\_\_

## 4.1.2. TOC 수질오염공정시험기준 시험법

수질오염공정시험기준

ES 04311.1c

### 총 유기탄소-고온연소산화법

2015

(Total Organic Carbon-High Temperature Combustion Method)

## 1.0 개요

### 1.1 목적

이 시험기준은 물 속에 존재하는 총 유기탄소를 측정하기 위하여 시료 적당량을 산화성 촉매로 충전된 고온의 연소기에 넣은 후에 연소를 통해서 수중의 유기탄소를 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>)로 산화시켜 정량하는 방법이다. 정량방법은 무기성 탄소를 사전에 제거하여 측정하거나, 무기성 탄소를 측정한 후 총 탄소에서 감하여 총 유기탄소의 양을 구한다.

### 1.2 적용범위

이 시험기준은 지표수, 지하수, 폐수 등에 적용하며, 정량한계는 0.3 mg/L 이다.

## 2.0 용어정의

### 2.1 총 유기탄소 (TOC, total organic carbon)

수중에서 유기적으로 결합된 탄소의 합을 말한다.

### 2.2 총 탄소 (TC, total carbon)

수중에서 존재하는 유기적 또는 무기적으로 결합된 탄소의 합을 말한다.

### 2.3 무기성 탄소 (IC, inorganic carbon)

수중에 탄산염, 중탄산염, 용존 이산화탄소 등 무기적으로 결합된 탄소의 합을 말한다.

## 2.4 용존성 유기탄소 (DOC, dissolved organic carbon)

총 유기탄소 중 공극 0.45  $\mu\text{m}$ 의 여과지를 통과하는 유기탄소를 말한다.

## 2.5 비정화성 유기탄소 (NPOC, nonpurgeable organic carbon)

총 탄소 중 pH 2 이하에서 포기에 의해 정화(purging)되지 않는 탄소를 말한다.

## 3.0 분석기기 및 기구

### 3.1 총 유기탄소 분석기기

#### 3.1.1 산화부

시료를 산화코발트, 백금, 크롬산바륨과 같은 산화성 촉매로 충전된 550  $^{\circ}\text{C}$  이상의 고온반응기에서 연소시켜 시료 중의 탄소를 이산화탄소로 전환하여 검출부로 운반한다.

#### 3.1.2 검출부

검출부는 비분산적외선분광분석법 (NDIR, non-dispersive infrared), 전기량적정법 (coulometric titration method) 또는 이와 동등한 검출 방법으로 측정한다.

## 4.0 시약 및 표준용액

### 4.1 시약

#### 4.1.1 산용액

염산 (hydrochloric acid, HCl, 분자량 : 36.46), 인산 (phosphoric acid,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , 분자량 : 98.00), 황산 (sulfuric acid,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 분자량 : 98.08) 중 제조사의 제조방법에 따라 적당량을 취해 정제수에 희석하여 1 L로 한다. 주로 비정화성 유기탄소 측정 시 무기탄소의 제거 또는 측정을 위해 사용한다.

### 4.2 표준용액

#### 4.2.1 프탈산수소 포타슘 표준원액 (1,000 mg C/L)

프탈산수소 포타슘 (potassium hydrogen phthalate,  $\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}$ , 분자량 : 204.22)을 105  $^{\circ}\text{C}$  ~ 120  $^{\circ}\text{C}$ 에서 약 1시간 건조한 후 데시케이터에서 방치하여 냉각한 다음 2.125 g을 정제수에 녹여 1 L로 한다.

#### 4.2.2 프탈산수소 포타슘 표준용액 (100 mg C/L)

프탈산수소 포타슘 표준원액 10 mL를 정확히 취하여 정제수를 넣어 100 mL로 한다.

#### 4.2.3 무기성 탄소 표준원액 (1,000 mg C/L)

탄산 소듐 (sodium carbonate,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 분자량 : 105.99)과 탄산수소 소듐 (sodium bicarbonate,  $\text{NaHCO}_3$ , 분자량 : 84.01)을 (285 ± 5) °C에서 1시간 건조한 후 데시케이터에서 방랭한 이후에 탄산 소듐 4.415 g을 정제수에 녹인 후 탄산수소 소듐 3.500 g을 정제수에 녹여 정확히 1 L로 한다. 사용 시마다 조제한다.

#### 4.2.4 무기성 탄소 표준용액 (100 mg C/L)

무기성 탄소 표준원액 10 mL를 정확히 취하고, 정제수를 넣어 100 mL로 한다. 사용 시 조제한다.

#### 4.2.5 부유물질 정도관리용 표준원액 (1,000 mg C/L)

셀룰로오스 (cellulose,  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ )(입자의 크기 20 μm ~ 100 μm) 2.25 g을 정제수에 녹여 정확히 1 L로 한다. 약 2주간 냉장 보관할 수 있으며, 사용시 충분히 교반하여 사용한다.

#### 4.2.6 부유물질 정도관리용 표준용액 (100 mg C/L)

부유물질 정도관리용 표준원액 10 mL를 정확히 취하고, 정제수를 넣어 100 mL로 한다. 사용 시 조제한다.

## 5.0 시료채취 및 관리

ES 04130.1c 시료의 채취 및 보존 방법에 따른다.

## 6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

### 6.1 방법검출한계 및 정량한계

#### 6.1.1 비정화성 유기탄소 정량방법

방법검출한계 및 정량한계는 ES 04001b 정도보증/정도관리에 따라 측정한다. 정제수에 정량한계부근의 농도를 첨가한 시료 7개를 준비하여 각 시료를 7.0 분석절차와 동일하게 측정하여 표준편차를 구한다.

[주 1] 방법검출한계 및 정량한계의 측정시료에 무기성 탄소 표준용액 일정량을 첨가하여 분석 시 무기성 탄소가 잘 제거되는지를 확인하여야 한다.

6.1.1.1 표준편차에 3.14를 곱한 값을 방법검출한계로, 10을 곱한 값을 정량한계로 나타낸다. 측정된 방법 검출한계는 표 1에서 제시한 정량한계 이하이어야 한다.

## 6.1.2 가감 정량방법

방법검출한계 및 정량한계는 ES 04001b 정도보증/정도관리에 따라 측정한다. 정제수에 정량한계부근의 농도를 첨가한 시료 7개를 준비하여 각 시료를 7.0 분석절차와 동일하게 측정하여 표준편차를 구한다.

[주 2] 방법검출한계 및 정량한계의 측정시료에 무기성 탄소 표준용액 일정량을 첨가하여 분석 시 무기성 탄소가 잘 측정되는지를 확인하여야 한다.

6.1.2.1 표준편차에 3.14를 곱한 값을 방법검출한계로, 10을 곱한 값을 정량한계로 나타낸다. 측정한 방법 검출한계는 표 1에서 제시한 정량한계 이하이어야 한다.

## 6.2 방법바탕시료의 측정

ES 04001b 정도보증/정도관리에 따라 시료군마다 1개의 방법바탕시료를 측정한다. 방법바탕시료는 정제수를 사용하여 7.0 분석절차와 동일하게 전처리.측정하며 측정값은 방법검출한계 이하이어야 한다.

## 6.3 검정곡선의 작성 및 검증

6.3.1 검정곡선의 작성 및 검증은 정량범위 내의 3개 이상 농도에 대해 검정곡선을 작성하고, 얻어진 검정곡선의 결정계수 ( $R^2$ )가 0.98 이상 또는 감응계수 (RF)의 상대표준편차가 20 % 이내이어야 하며 결정계수나 상대표준편차가 허용범위를 벗어나면 재작성하도록 한다.

6.3.2 검정곡선의 감응계수를 검증하기 위하여 각 시료군마다 1회의 검정곡선 검증을 실시하는 것이 바람직하다. 검증은 검정곡선의 중간 농도값을 갖는 표준용액의 농도를 측정한다. 측정된 농도값과 표준용액의 농도값 간의 차이가 20 % 이내에서 일치하여야 한다. 만약 이 범위를 넘는 경우, 검정곡선을 재 작성한다.

## 6.4 정확도 및 정밀도

6.4.1 정확도 및 정밀도의 측정은 ES 04001b 정도보증/정도관리에 따른다. 정제수에 정량한계의 1배 ~ 10배가 되도록 동일하게 표준물질을 첨가한 시료를 4개 이상 준비하여, 7.0 분석절차와 동일하게 측정하여 평균값과 표준편차를 구한다.

6.4.2 정확도는 첨가한 표준물질의 농도에 대한 측정 평균값의 상대백분율로서 나타내며 그 값이 80 % ~ 120 % 이내이어야 한다.

6.4.3 정밀도는 측정값의 % 상대표준편차 (RSD)로 계산하며 측정값이 20 % 이내이어야 한다.

## 6.5 내부정도관리 주기 및 목표

6.5.1 방법검출한계, 정량한계, 정밀도 및 정확도는 연 1회 이상 산정하는 것을 원칙으로 하며, 분석자의 교체, 분석 장비의 수리 및 이동 등의 주요 변동사항이 생길 경우에는 다시 실시한다. 단, 장비의 청소 및 측정 장비의 감도가 의심될 때에는 언제든지 측정하여 확인하여야 한다.

6.5.2 검정곡선 검증 및 방법바탕시료의 분석은 각 시료군마다 실시하며, 고농도의 시료 다음에는 방법바탕시료를 측정하여 오염여부를 점검한다.

6.5.3 각 정도관리 항목에 대한 정도관리 목표 값은 표 1과 같다.

[주 3] 부유물질을 함유한 시료의 측정 시에는 부유물질에 대한 정확도와 정밀도의 정도관리를 실시해야 한다. 부유물질 정도관리는 부록 10.2와 같이 하며, 분석 중에는 교반 등을 통하여 시료의 균질성을 유지해야 한다.

## 7.0 분석절차

7.1 시료를 검정곡선 범위 내에 들도록 원 시료를 적절히 희석한 후 분석한다. 부유물질을 함유한 시료의 경우 초음파 장치 등 균질화 장치를 이용하여 시료를 균질화 시킨 후 입경 300  $\mu\text{m}$ 이하로 하여 분석하며, 자동시료주입기를 사용하는 경우 분석하는 동안 부유물질이 측정 중에 침전되지 않도록 연속적으로 교반을 해야 한다.

[주 4] 시료 균질화와 유기탄소 손실의 최소화를 위해 저주파 (20 kHz ~ 40 kHz) 범위의 초음파 장치를 적용한다.

### 7.2 비정화성 유기탄소 (NPOC) 정량방법

시료 일부를 분취한 후 산 (acid)용액을 적당량 주입하여 pH 2 이하로 조절한 후 일정시간 정화 (purging) 하여 무기성 탄소를 제거한 다음 미리 작성한 검정곡선을 이용하여 총 유기탄소의 양을 구한다.

[주 5] 총 탄소 중 무기성 탄소 비율이 50 %를 초과하는 시료는 비정화성 유기탄소 정량방법으로 정량한다.

### 7.3 가감 (TC - IC) 정량방법

시료 일부를 분취한 후 시료의 총 탄소 (TC)를 미리 작성한 검정곡선으로부터 구하고, 시료 일부를 따로 분취한 후 시료에 산 (acid)용액을 적당량 주입하여 pH 2 이하로 한 후, 정화과정에서 발생한 무기성 탄소를 미리 작성한 검정곡선을 이용하여 구하고, 이를 총 탄소에서 감하여 총 유기탄소를 구한다. 경우에 따라서 총 탄소와 무기성 탄소를 동시에 분석할 수 있다.

[주 6] 높은 농도 (수 mg/L 이상)의 휘발성 유기물질 (VOC)이 존재하는 시료는 가감 정량방법으로 정량한다.

## 7.4 검정곡선의 작성

### 7.4.1 비정화성 유기탄소 (NPOC) 검정곡선

프탈산수소 포타슘 표준용액 (100 mg C/L) 0 mL ~ 20 mL를 단계적으로 각각 취하여 100 mL 부피플라스크에 넣고 정제수를 넣어 표선까지 채운다. 총 유기탄소 분석기로 측정한 후 검정곡선을 작성한다.

[주 7] 시료의 총 유기탄소 농도가 검정곡선 범위보다 높은 경우 150 mg/L까지 검정곡선을 확대 작성 후 측정 할 수 있으며, 그 이상의 시료는 150 mg/L 이하로 희석하여 측정한다.

#### 7.4.2 가감 (TC-IC) 검정곡선

프탈산수소 포타슘 표준용액 (100 mg C/L) 0 mL ~ 20 mL, 무기성 탄소 표준용액 0 mL ~ 20 mL를 단계적으로 각각 취하여 100 mL 부피플라스크에 각각 넣고 정제수를 넣어 표선까지 채운다. 총 유기탄소 분석기기로 총 탄소와 무기성 탄소를 각각 측정하여 검정곡선을 작성한다.

[주 8] [주 7]과 같이 시료의 총 탄소가 검정곡선 범위보다 높은 경우 프탈산수소 포타슘 표준용액과 무기성 탄소 표준용액을 150 mg/L까지 검정곡선을 확대 작성 후 측정할 수 있으며, 그 이상의 시료는 150 mg/L 이하로 희석하여 측정한다.

### 8.0 결과보고

#### 8.1 비정화성 유기탄소 (NPOC)법으로 정량한 경우

$$\text{총 유기탄소 (TOC)} = \text{비정화성 유기탄소 (NPOC)} \quad (\text{식 1})$$

#### 8.2 가감 (TC-IC)법으로 정량한 경우

$$\text{총 유기탄소 (TOC)} = \text{총 탄소 (TC)} - \text{무기성 탄소 (IC)} \quad (\text{식 2})$$

### 9.0 참고자료

9.1 APHA, AWWA, WEF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed, Part 5310, "Total Organic Carbon(TOC)", (2005).

9.2 DIN EN 1484(DIN Method), "Water analysis - Guidelines for the determination of total organic carbon(TOC) and dissolved organic carbon(DOC)", (1997).

9.3 US EPA Method 415.3, Revision 1.2, "Determination of Total Organic Carbon and Specific UV Absorbance at 254nm in Source Water and Drinking Water", EPA, (2009).

9.4 KS I ISO 8245, "수질-용존 유기탄소(DOC) 및 총 유기탄소(TOC) 측정지침", 기술표준원, (2010).

9.5 KS I 3206, "공업용수의 시험방법", 기술표준원, (2008).

9.6 KS I 3217, "공장 폐수 시험방법", 기술표준원, (2008).

## 10.0 부록

### 10.1 정도관리 목표

표 1. 정도관리 목표 값

정도관리 항목	정도관리 목표
정량한계	0.3 mg/L
검정곡선	결정계수 ( $R^2$ ) $\geq$ 0.98 또는 감응계수 (RF)의 상대표준편차 $\leq$ 20 %
정밀도	상대표준편차가 20 % 이내
정확도	80 % ~ 120 %
부유물질시료 정확도	80 mg/L ~ 120 mg/L
부유물질시료 정밀도	상대표준편차가 20 % 이내

### 10.2 부유물질을 포함하는 시료에 대한 정도관리 실시

이 실험은 부유물질을 함유한 시료에 대한 분석시 침전에 의한 불균질성 및 산화에 의한 회수율을 확인하기 위한 실험이다. 시료는 4.2.6에서 제조한 부유물질 정도관리를 표준용액을 사용하여 측정한다. 자동 주입기가 사용되는 경우 시료는 분석되는 동안 지속적으로 교반되어야 하며, 3번 이상의 측정으로부터 얻은 평균값이 80 mg/L ~ 120 mg/L의 범위에 있어야 하며, 상대표준편차가 20 % 미만이어야 한다. 분석은 내부정도관리 주기에 따라 실시한다.

**총 유기탄소-과황산 UV 및 과황산 열 산화법**  
(Total Organic Carbon-Persulfate-Ultraviolet or Heated-Persulfate  
Oxidation Method)

2014

## 1.0 개요

### 1.1 목적

이 시험기준은 물속에 존재하는 총 유기탄소를 측정하기 위하여 시료에 과황산염을 넣어 자외선이나 가열로 수중의 유기탄소를 이산화탄소로 산화하여 정량하는 방법이다. 정량방법은 무기성 탄소를 사전에 제거하여 측정하거나, 무기성 탄소를 측정한 후 총 탄소에서 감하여 총 유기탄소의 양을 구한다.

### 1.2 적용범위

이 시험기준은 지표수, 지하수, 폐수 등에 적용하며, 정량한계는 0.3 mg/L이다.

## 2.0 용어정의

### 2.1 총 유기탄소 (TOC, total organic carbon)

수중에서 유기적으로 결합된 탄소의 합을 말한다.

### 2.2 총 탄소 (TC, total carbon)

수중에서 존재하는 유기적 또는 무기적으로 결합된 탄소의 합을 말한다.

### 2.3 무기성 탄소 (IC, inorganic carbon)

수중에 탄산염, 중탄산염, 용존 이산화탄소 등 무기적으로 결합된 탄소의 합을 말한다.

### 2.4 용존성 유기탄소 (DOC, dissolved organic carbon)

총 유기탄소 중 공극 0.45  $\mu\text{m}$ 의 여과지를 통과하는 유기탄소를 말한다.

## 2.5 비정화성 유기탄소 (NPOC, nonpurgeable organic carbon)

총 탄소 중 pH 2 이하에서 포기에 의해 정화 (purging)되지 않는 탄소를 말한다.

## 3.0 분석기기 및 기구

### 3.1 총 유기탄소 분석기기

#### 3.1.1 산화부

시료에 과황산염을 넣은 상태에서 자외선이나 가열로 시료 중의 유기탄소를 이산화탄소로 산화시켜 검출부로 운반한다.

#### 3.1.2 검출부

검출부는 비분산적외선분광분석법 (NDIR, non-dispersive infrared), 전기량적정법 (coulometric titration method) 및 전도도법 (conductometry) 또는 이와 동등한 검출 방법으로 측정한다.

## 4.0 시약 및 표준용액

### 4.1 시약

#### 4.1.1 산용액

염산 (hydrochloric acid, HCl, 분자량 : 36.46), 인산 (phosphoric acid, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 분자량 : 98.00), 황산 (sulfuric acid, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 분자량 : 98.08) 중 제조사의 제조방법에 따라 적당량을 취해 정제수에 희석하여 1 L로 한다. 주로 비정화성 유기탄소 측정 시 무기탄소의 제거 또는 측정을 위해 사용한다.

#### 4.1.2 과황산염용액

과황산 포타슘 (potassium persulfate, K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 분자량 : 270.32) 또는 과황산 소듐 (sodium persulfate, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>, 분자량 : 238.11) 용액을 측정 장비의 제조방법에 따라 제조한다.

## 4.2 표준용액

### 4.2.1 프탈산수소 포타슘 표준원액 (1,000 mg C/L)

프탈산수소 포타슘 (potassium hydrogen phthalate,  $C_8H_5O_4K$ , 분자량 : 204.22)을 105 °C ~ 120 °C에서 약 1시간 건조한 후 데시케이터에서 방치하여 냉각한 다음 2.125 g을 정제수에 녹여 1 L로 한다.

### 4.2.2 프탈산수소 포타슘 표준용액 (100 mg C/L)

프탈산수소 포타슘 표준원액 10 mL를 정확히 취하여 정제수를 넣어 100 mL로 한다.

### 4.2.3 무기성 탄소 표준원액 (1,000 mg C/L)

탄산 소듐 (sodium carbonate,  $Na_2CO_3$ , 분자량 : 105.99)과 탄산수소 소듐 (sodium bicarbonate,  $NaHCO_3$ , 분자량 : 84.01)을 (285 ± 5) °C에서 1시간 건조한 후 데시케이터에서 방냉한 이후에 탄산 소듐 4.415 g을 정제수에 녹인 후 탄산수소 소듐 3.500 g을 정제수에 녹여 정확히 1 L로 한다. 사용 시마다 조제한다.

### 4.2.4 무기성 탄소 표준용액 (100 mg C/L)

무기성 탄소 표준원액 10 mL를 정확히 취하고, 정제수를 넣어 100 mL로 한다. 사용 시 조제한다.

### 4.2.5 부유물질 정도관리용 표준원액 (1,000 mg C/L)

셀룰로오스 (cellulose,  $(C_6H_{10}O_5)_n$ )(입자의 크기 20 μm ~ 100 μm) 2.25 g을 정제수에 녹여 정확히 1 L로 한다. 약 2주간 냉장 보관할 수 있으며, 사용시 충분히 교반하여 사용한다.

### 4.2.6 부유물질 정도관리용 표준용액 (100 mg C/L)

부유물질 정도관리용 표준원액 10 mL를 정확히 취하고, 정제수를 넣어 100 mL로 한다. 사용 시 조제한다.

## 5.0 시료채취 및 관리

ES 04130.1c 시료의 채취 및 보존 방법에 따른다.

## 6.0 정도보증/정도관리 (QA/QC)

### 6.1 방법검출한계 및 정량한계

#### 6.1.1 비정화성 유기탄소 정량방법

6.1.1.1 방법검출한계 및 정량한계는 ES 04001b 정도보증/정도관리에 따라 측정한다. 정제수에 정량한계 부근의 농도를 첨가한 시료 7개를 준비하여 각 시료를 7.0 분석절차와 동일하게 측정하여 표준편차를 구한다.

[주 1] 방법검출한계 및 정량한계의 측정시료에 무기성 탄소 표준용액 일정량을 첨가하여 분석시 무기성 탄소가 잘 제거되는지를 확인하여야 한다.

6.1.1.2 표준편차에 3.14를 곱한 값을 방법검출한계로, 10을 곱한 값을 정량한계로 나타낸다. 측정한 방법검출한계는 표 1에서 제시한 정량한계 이하이어야 한다.

#### 6.1.2 가감 정량방법

6.1.2.1 방법검출한계 및 정량한계는 ES 04001b 정도보증/정도관리에 따라 측정한다. 정제수에 정량한계 부근의 농도를 첨가한 시료 7개를 준비하여 각 시료를 7.0 분석절차와 동일하게 측정하여 표준편차를 구한다.

[주 2] 방법검출한계 및 정량한계의 측정시료에 무기성 탄소 표준용액 일정량을 첨가하여 분석 시 무기성 탄소가 잘 측정되는지를 확인하여야 한다.

6.1.2.2 표준편차에 3.14를 곱한 값을 방법검출한계로, 10을 곱한 값을 정량한계로 나타낸다. 측정한 방법검출한계는 표 1에서 제시한 정량한계 이하이어야 한다.

### 6.2 방법바탕시료의 측정

ES 04001b 정도보증/정도관리에 따라 시료군마다 1개의 방법바탕시료를 측정한다. 방법바탕시료는 정제수를 사용하여 7.0 분석절차와 동일하게 전처리.측정하며 측정값은 방법검출한계 이하이어야 한다.

### 6.3 검정곡선의 작성 및 검증

6.3.1 검정곡선의 작성 및 검증은 정량범위 내의 3개 이상 농도에 대해 검정곡선을 작성하고, 얻어진 검정곡선의 결정계수 ( $R^2$ )가 0.98 이상 또는 감응계수 (RF)의 상대표준편차가 20 % 이내이어야 하며 결정계수나 상대표준편차가 허용범위를 벗어나면 재작성하도록 한다.

6.3.2 검정곡선의 감응계수를 검증하기 위하여 각 시료군마다 1회의 검정곡선 검증을 실시하는 것이 바람직하다. 검증은 검정곡선의 중간 농도값을 갖는 표준용액의 농도를 측정한다. 측정된 농도값과 표준용액의 농도값 간의 차이가 25 % 이내에서 일치하여야 한다. 만약 이 범위를 넘는 경우, 검정곡선을 재 작성한다.

## 6.4 정확도 및 정밀도

6.4.1 정확도 및 정밀도의 측정은 ES 04001b 정도보증/정도관리에 따른다. 정제수에 정량한계의 1배 ~ 10배가 되도록 동일하게 표준물질을 첨가한 시료를 4개 이상 준비하여, 7.0 분석절차와 동일하게 측정하여 평균값과 표준편차를 구한다.

6.4.2 정확도는 첨가한 표준물질의 농도에 대한 측정 평균값의 상대백분율로서 나타내며 그 값이 80 % ~ 120 % 이내이어야 한다.

6.4.3 정밀도는 측정값의 % 상대표준편차 (RSD)로 계산하며 측정값이 20 % 이내이어야 한다.

## 6.5 내부정도관리 주기 및 목표

6.5.1 방법검출한계, 정량한계, 정밀도 및 정확도는 연 1회 이상 산정하는 것을 원칙으로 하며, 분석자의 교체, 분석 장비의 수리 및 이동 등의 주요 변동사항이 생길 경우에는 다시 실시한다. 단, 장비의 청소 및 측정 장비의 감도가 의심될 때에는 언제든지 측정하여 확인하여야 한다.

6.5.2 검정곡선 검증 및 방법바탕시료의 분석은 각 시료군마다 실시하며, 고농도의 시료 다음에는 방법바탕시료를 측정하여 오염여부를 점검한다.

6.5.3 각 정도관리 항목에 대한 정도관리 목표 값은 표 1과 같다.

[주 3] 부유물질을 함유한 시료의 측정 시에는 부유물질에 대한 정확도와 정밀도의 정도관리를 실시해야 한다. 부유물질 정도관리는 부록 10.2와 같이 하며, 분석 중에는 교반 등을 통하여 시료의 균질성을 유지해야 한다.

## 7.0 분석절차

7.1 시료를 검정곡선 범위 내에 들도록 원 시료를 적절히 희석한 후 분석한다. 부유물질을 함유한 시료의 경우 초음파 장치 등 균질화 장치를 이용하여 시료를 균질화 시킨 후 입경 100  $\mu\text{m}$  이하로 하여 분석하며, 자동시료주입기를 사용하는 경우 분석하는 동안 부유물질이 측정 중에 침전되지 않도록 연속적으로 교반을 해야 한다.

## 7.2 비정화성 유기탄소 (NPOC) 정량방법

시료 일부를 분취한 후 산 (acid)용액을 적당량 주입하여 pH 2 이하로 조절한 후 일정시간 정화 (purging)하여 무기성 탄소를 제거한 다음 미리 작성한 검정곡선을 이용하여 총 유기탄소의 양을 구한다.

[주 4] 총 탄소 중 무기성 탄소 비율이 50 %를 초과하는 시료는 비정화성 유기탄소 정량방법으로 정량한다.

### 7.3 가감(TC - IC) 정량방법

시료 일부를 분취한 후 시료의 총 탄소 (TC)를 미리 작성한 검정곡선으로부터 구하고, 시료 일부를 따로 분취한 후 시료에 산 (acid)용액을 적당량 주입하여 pH 2 이하로 한 후, 정화과정에서 발생한 무기성 탄소를 미리 작성한 검정곡선을 이용하여 구하고, 이를 총 탄소에서 감하여 총 유기탄소를 구한다. 경우에 따라서 총 탄소와 무기성 탄소를 동시에 분석할 수 있다.

[주 5] 높은 농도 (수 mg/L 이상)의 휘발성 유기물질 (VOC)이 존재하는 시료는 가감정량방법으로 정량한다.

### 7.4 검정곡선의 작성

#### 7.4.1 비정화성 유기탄소 (NPOC) 검정곡선

프탈산수소 포타슘 표준용액 (100 mg C/L) 0 mL ~ 20 mL를 단계적으로 각각 취하여 100 mL 부피플라스크에 넣고 정제수를 넣어 표선까지 채운다. 총 유기탄소 분석기기로 측정 후 검정곡선을 작성한다.

[주 6] 시료의 총 유기탄소 농도가 검정곡선 범위보다 높은 경우 150 mg/L까지 검정곡선을 확대 작성 후 측정 할 수 있으며, 그 이상의 시료는 150 mg/L 이하로 희석하여 측정한다.

#### 7.4.2 가감 (TC-IC) 검정곡선

프탈산수소 포타슘 표준용액 (100 mg C/L) 0 mL ~ 20 mL, 무기성 탄소 표준용액 0 mL ~ 20 mL를 단계적으로 각각 취하여 100 mL 부피플라스크에 각각 넣고 정제수를 넣어 표선까지 채운다. 총 유기탄소 분석기기로 총 탄소와 무기성 탄소를 각각 측정하여 검정곡선을 작성한다.

[주 7] [주 6]과 같이 시료의 총탄소가 검정곡선 범위보다 높은 경우 프탈산수소 포타슘 표준용액과 무기성 탄소 표준용액을 150 mg/L까지 검정곡선을 확대 작성 후 측정할 수 있으며, 그 이상의 시료는 150 mg/L 이하로 희석하여 측정한다.

## 8.0 결과보고

### 8.1 비정화성 유기탄소 (NPOC)법으로 정량한 경우

$$\text{총 유기탄소 (TOC)} = \text{비정화성 유기탄소 (NPOC)} \quad (\text{식 1})$$

### 8.2 가감(TC-IC)법으로 정량한 경우

$$\text{총 유기탄소 (TOC)} = \text{총 탄소 (TC)} - \text{무기성 탄소 (IC)} \quad (\text{식 2})$$

## 9.0 참고자료

9.1 APHA, AWWA, WEF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed, Part 5310, "Total Organic Carbon(TOC)", (2005).

9.2 DIN EN 1484(DIN Method), "Water analysis - Guidelines for the determination of total organic carbon(TOC) and dissolved organic carbon(DOC)", (1997).

9.3 US EPA Method 415.3, Revision 1.2, "Determination of Total Organic Carbon and Specific UV Absorbance at 254nm in Source Water and Drinking Water", EPA, (2009).

9.4 KS I ISO 8245, "수질-용존 유기탄소(DOC) 및 총 유기탄소(TOC) 측정지침", 기술표준원, (2010).

9.5 KS I 3206, "공업용수의 시험방법", 기술표준원, (2008).

9.6 KS I 3217, "공장 폐수 시험방법", 기술표준원, (2008).

## 4.2. 생태독성 원인물질 및 저감방안

### 4.2.1. 생태독성 원인물질

- 수생생물에 대한 오염물질의 생태독성은 수온, pH, DO, 전기전도도뿐만 아니라 유기화합물, 중금속, 염분, 경도 등 다양한 물질에 의해 생태독성이 발현될 수 있다. 생태독성 발현 원인으로는 단일물질이 생태독성 발현에 큰 기여를 할 수도 있지만 대부분의 경우 다양한 물질이 존재함으로써 생겨나는 복합적인 원인으로 인한 생태독성이다.
- “금속가공제품제조시설”은 공통으로 발생하는 오염물질로 중금속을 주요 원인으로 추정할 수 있으나 생산공정에서 사용하는 부수적인 원료 또는 첨가제로 인해 유기화합물, 잔류염소, 높은 알칼리도, 낮거나 높은 pH 등이 복합적으로 작용하여 생태독성을 유발하고 있다.

#### - (유기물질)

- 유기물질은 현재 방류수 수질기준 및 배출허용기준에서 COD, BOD, TOC(2022년부터), SS를 지표로 법적 기준을 설정하여 관리하고 있다. 법적 수질기준을 준수한다 할지라도 미지의 유기화합물로 인한 생태독성에 영향을 최소화하기 위하여 다수의 사업장에서 생물학적 공정 또는 흡착 및 여과 공정을 이용하여 잔류 유기화합물을 관리하고 있다.

#### - (금속물질)<sup>3)</sup>

- 금속물질은 물에 용해될 경우 pH나 공존하는 이온에 따라 수중에서의 형태가 다르고, 이에 따라 작용 양식이나 독성의 강도도 다르며 혼합된 금속의 종류나 비율에 영향을 받는다.

3) <일부 내용 발췌> 화학물질과 생태독성, 若林 明子, 2007

- 금속물질별 EC<sub>50</sub>값은 배경 시료에 따라 무수히 많은 값이 존재하며, 개별 금속에 대한 최소 농도가 지켜진다 하더라도 다른 금속이 동시에 존재하는 경우에는 복합독성을 나타내기도 한다.
- 혼합한 금속수가 많아질수록 복합독성은 커지기도 하며 카드뮴, 수은, 아연 이온 등 단독 물질로는 거의 영향을 나타내지 않는 농도이나 2개의 성분을 혼합한 용액에서는 급성독성뿐만 아니라 만성독성에서 상가작용을 나타낼 수 있다.
- 뿐만 아니라 금속물질은 다른 유기화합물과 함께 또 다른 기작의 독성을 나타내기도 하므로 발생한 금속물질의 적절한 처리가 생태독성 관리에서 가장 중요한 관리 인자 중 하나이다.

#### - (염소 소독제)

##### <소독력의 차이>



- 일반적으로 오존이 가장 강력한 소독제로 알려져 있으나 설치 및 운영 비용이 고가여서 사용이 편리하고 저렴한 염소 소독제를 사용하는 사업장이 많다.
- 그러나 염소 소독제는 투여량에 따라 생태독성이 크게 발현하기 때문에 반드시 잔류염소의 농도가 방류수에서 일반적으로 0.05mg/L를 넘지 않아야 생태독성에 영향을 최소화할 수 있다.
- 잔류염소 농도 제어가 어려울 경우 염소소독 이외의 소독 시설(자외선, 오존 등)을 설치하여 운영하도록 한다.

- (암모니아)

- 수중에 존재하는 무기질소는 자유암모니아(NH<sub>3</sub>)와 암모늄이온(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N) 등이며 자유 암모니아가 수중 유기체에 상대적으로 더 독성이 크다. 자유 암모니아는 기체 상태 화합물로 존재하며 암모늄이온은 수중에 이온으로 용해된 형태로 존재한다.

자유암모니아(NH<sub>3</sub>) 농도가 수중에 높게 존재하게 되면 생물 체내에 암모니아를 축적하여 독성을 나타내게 된다.

<수중의 pH 증가에 따른 자유암모니아>

- $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NH}_4^+$
- 유리형 NH<sub>3</sub>가 0.2mg/L 이상이 될 경우 생물에 치명적
- 암모니아 독성은 보통 pH 8 이하와 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 농도가 1mg/L 이하인 경우에는 문제되지 않음

- (염)

- 염의 EC<sub>50</sub>값은 약 6.67psu로 이상 유입되어 처리되지 못하고 방류될 시에 생태독성에 큰 영향을 끼치므로 반드시 발생폐수에서의 염 농도 제어가 필수적이다.

### 4.2.2. 생태독성 원인별 저감방안 도출

- 생태독성 발현 시 원인물질을 추정하고 추정물질의 제거를 목표로 처리 시설 운영가이드를 마련하기 위한 실험을 수행하고 결과를 토대로 처리 시설에 적용하여 개선 과정을 거치면서 최적의 운영관리방안을 마련할 수 있다.
- **(응집제의 종류)<sup>4)</sup>** 일반적으로 응집제는 황산알루미늄, 황산제1철, 황산제2철, 염화제2철, 염화알루미늄, 알루미늄산나트륨 등 다양하게 존재한다. 가장 널리 사용되고 있는 응집제로는 알루미늄염이나 철염이며, 폐수의 특성을 고려하여 응집보조제를 함께 사용하면 응집효과가 증대된다. 이 응집제는 각각의 응집제별 특성에 따라 최적의 pH 범위와 알칼리도 등의 조건이 상이하야 현장 투입 전에 응집제별 투입량 산정과 최적의 응집 조건 설정을 위해 자-테스트<sup>5)</sup>를 수행한다.

<표 4-1> 폐수처리에 사용되는 주요 응집제

응집제	화학식	분자량(g)	밀도(kg/m <sup>3</sup> )	
			건조상	액상
황산알루미늄	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )·18H <sub>2</sub> O	666.7	961~1201	1121~1281(49%)
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )·14H <sub>2</sub> O	594.3	961~1201	1281~1362(49%)
염화제2철	FeCl <sub>3</sub>	162.1	-	1346~1490
황산제2철	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	400	-	-
	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·3H <sub>2</sub> O	454	-	1121~1153
황산제1철	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	278	993~1057	-
수산화칼슘	Ca(OH) <sub>2</sub>	CaO로 56	561~801	-
폴리염화알루미늄	Al <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>	238.4	-	1190 이상

※ (출처) 공공폐수처리시설 설계지침, “응집제의 종류” (환경부, 2017. 5. 17.) 등

4) <내용 발췌> 공공폐수처리시설설계지침(환경부, 2017. 5. 17.)

5) 원수의 수질 및 수온에 최적인 응집제, 응집보조제의 종류와 첨가량 및 pH 값 등을 정할 때 수행하는 응집 시험으로 몇 개의 비커(Jar)에 일정량의 시험수를 넣고 교반, 정지 분리 등을 실행하여 침강 상태를 관찰하는 시험(환경공학용어사전, 성안당, 1996.4.)

<표 4-2> 응집에 영향을 미치는 인자

인자	내 용
수온	·수온이 높으면 반응속도 증가 및 물의 점도저하로 응집제의 화학 반응이 촉진되고, 낮으면 플록형성에 소요되는 시간이 길어질 뿐만 아니라 응집제의 사용량도 많아진다.
pH	·응집제의 종류에 따라 최적의 pH 조건을 맞추어 주어야 한다.
알칼리도	·폐수 중의 알칼리도가 많으면 응집제를 완전히 가수분해시키고, 플록을 형성하는데 효과적이며, pH 변화와 관련한다.
용존물질의 성분	·수중에 응집반응을 방해하는 용존물질이 다량 존재하는지의 여부를 검토하여야 한다.
교반조건	·응집제 및 응집보조제의 적절한 반응을 위하여 교반조건을 조절하여야 한다.

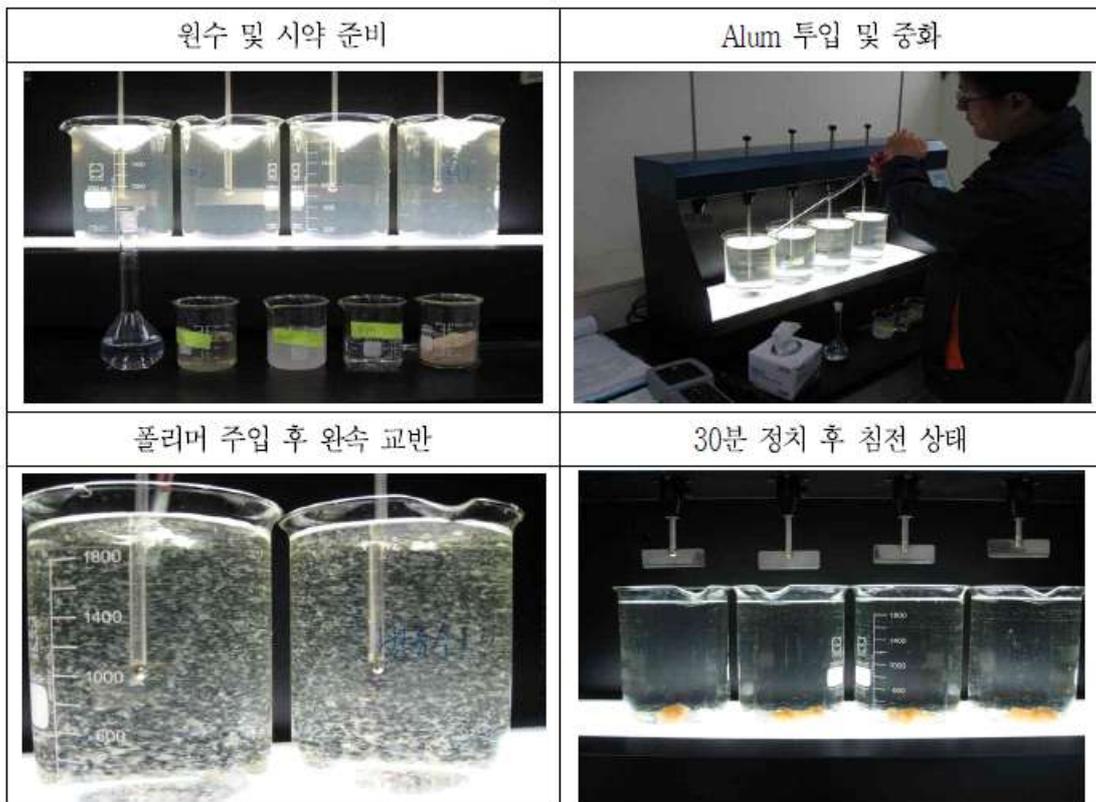
※ (출처) 공공폐수처리시설 설계지침, “응집시설” (환경부, 2017. 5. 17.)

- (응집침전실험)<sup>6)</sup> 자-테스트를 통해 처리시설의 응집제 적정 투입량을 조사하여 배출허용기준의 만족 여부를 파악하고, 현장의 최적 응집제 투입률을 확인할 수 있다. 응집제 투입률은 자-테스트를 통하여 결정할 수 있지만 원수 수질 변화에 대한 대응성이 낮으므로 Zeta 전위계, SCD(Streaming Current Detector, 흐름 전위 측정) 등을 이용하여 최적의 응집제 투입량을 결정할 수 있다.

6) <내용 발췌> 폐수배출시설용 생태독성저감 가이드북, 환경부, 한국환경공단, 2011.12.

<표 4-3> Jar Test 절차7)

절 차	내 용
① 대상시료	· 대상 시료를 2L Jar에 표선에 맞추어 분취 · 원수의 수온, 탁도, 알칼리도, pH 등을 측정하고 사용할 응집제 준비
② 급속교반	· 예상되는 적정 응집제 소요량이 중간지점에 위치하도록 응집제량을 단계적으로 증가시켜 주입 후 150 ~ 180RPM으로 급속교반 실시
③ 완속교반	· pH 조정제(수산화나트륨, 황산 등)를 주입하여 중성(약 pH 7)에 맞춤 · 고분자응집제를 적정량 주입 · 응집플록의 상태를 확인 후 교반 중지
④ 침 전	· 약 30분 이상 침전 · 플록의 침전상태를 관찰하고 상등수를 경사법으로 채수
⑤ 시험분석	· 상등수는 생태독성 및 이화학 항목의 분석 의뢰
⑥ 결과도출	· 측정분석 값을 토대로 최적의 응집제 주입량 산정



<그림 4-1> 응집침전실험(Jar-Test) 사진

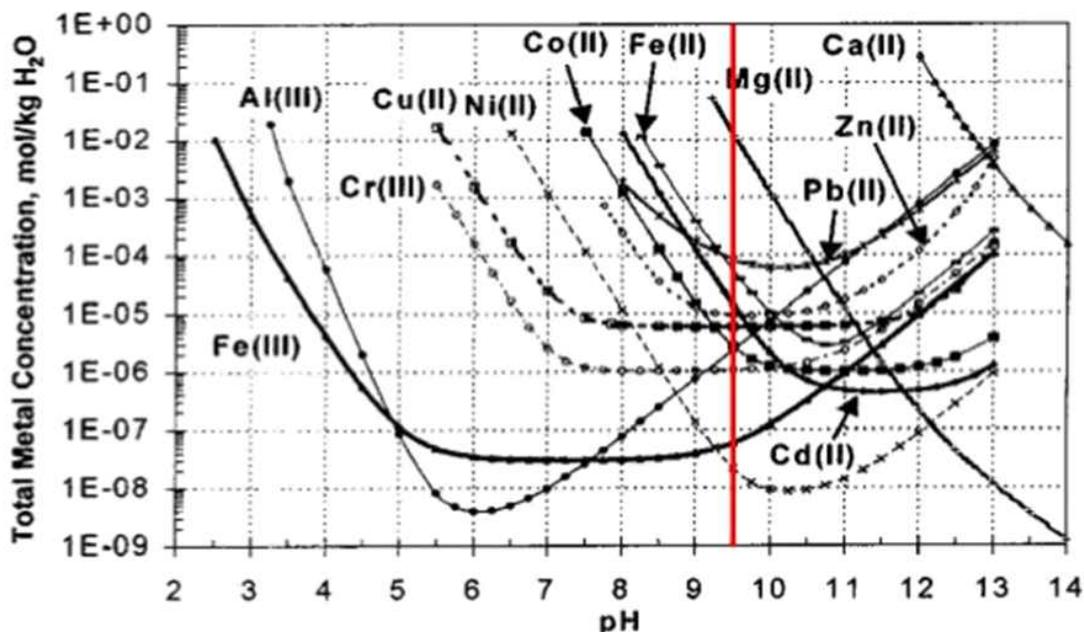
7) 상수도 유지관리매뉴얼(한국상하수도협회, 2007) 절차 준용

- (금속물질의 응집침전)<sup>8)</sup>

금속물질이 함유된 폐수로부터 금속물질의 독성을 제거할 수 있는 방법은 화학적 침전, 탄소흡착, 이온교환과 역삼투를 통하여 금속물질을 제거하는 것이다. 이들 기술 중에서 화학적 침전은 대부분 금속에 적용되어 제거되는 대표적인 폐수처리공법 중 하나이다.

각각의 중금속은 <그림 4-2>, <그림 4-3>과 같이 pH에 따라 용해도가 변화하고 용해도가 최저가 되는 pH에 따라 처리하고자 하는 금속물질을 수산화침전 또는 황화물침전 등으로 제거할 수 있다.

대부분 금속은 수산화물이나 황화물로 침전되며 최소 용해도 pH로 조정하기 위하여 석회 또는 수산화나트륨을 투입함으로써 금속수산화물로 대부분 침전된다.

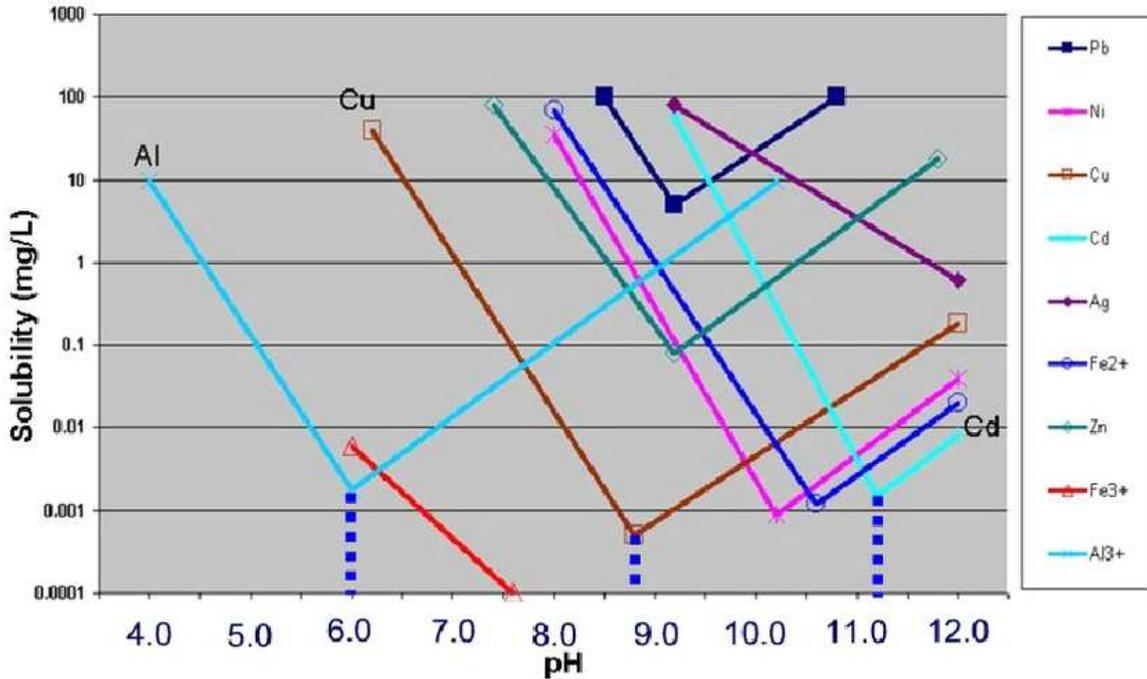


Retrieved from Dyer, J. A., Scrivner, N. C. and Dentel, S. K. (1998), A practical guide for determining the solubility of metal hydroxides and oxides in water. Environ. Prog., 17: 1-8. doi:10.1002/ep.670170112

<그림 4-2> 중금속별 용해도 그래프-1

(출처) Retrieved from Dyer, J.A., Scrivner, N. C. and Dentel, S. K., 1998.

8) <내용 발췌> Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4/e By Metcalf & Eddy, 2004.

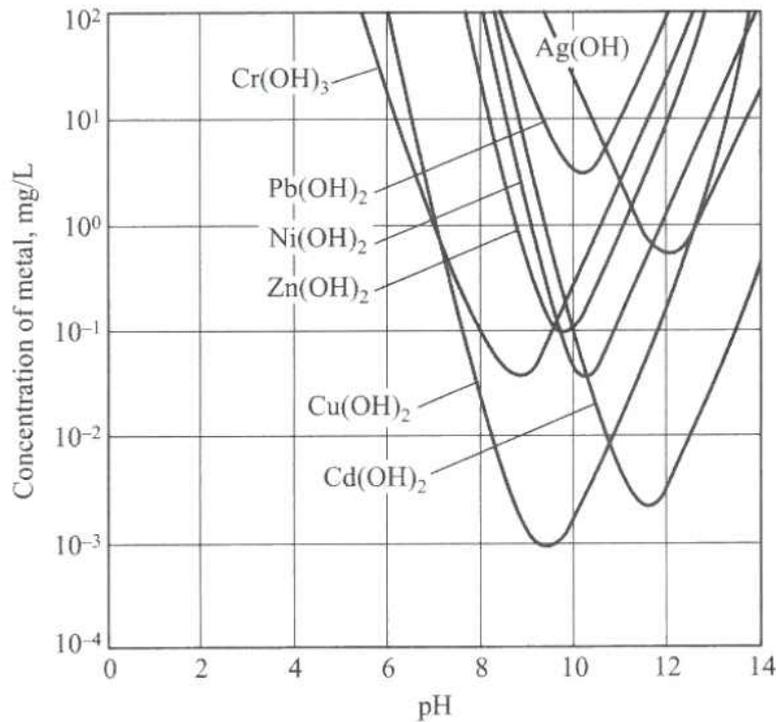


<그림 4-3> 중금속별 용해도 그래프-2

(출처) USGS(U.S Geological Survery) Database

최소 용해도 pH 값은 수산화 침전물로서 <그림 4-4>와 같이 금속에 따라 달라진다. 그러나 최소 용해도의 위치는 폐수에 존재하는 혼합 오염물질에 따라 달라지며 폐수처리 후 실질적으로 잔류하는 금속물질의 최종 농도는 온도뿐만 아니라 하수에 있는 유기물질에 따라 달라질 수 있다.

- (최적의 응집제 주입량 산정 실험 - Jar Test) 폐수 내에 존재하는 금속물질 외의 다양한 오염물질에 의한 변수를 고려하기 위하여 실제 사업장에서는 자-테스트를 통하여 응집제 주입량과 운영방법(pH 범위, 교반속도, 침전시간 등)을 파악하여 현장에 적용해야 한다.



<그림 4-4> 금속수산화물로 침전시키기 위한 pH 함수로서 잔류 용해성 금속 농도<sup>9)</sup>  
(출처) Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4/e By Metcalf & Eddy, 2004.

- (금속물질 처리를 위한 자-테스트) 폐수의 성상이 고농도의 중금속을 함유한 산성 폐수라면 처리하고자 하는 금속물질의 최저 pH 용해도를 기준으로 pH를 단계적으로 조절하여 플록의 크기, 상등수의 상태, 침전성, 잔류 금속물질 및 생태독성 분석으로 최적의 pH 범위를 정한다.

※ (예시) 고농도의 구리 함유 산성 폐수(pH 4 이하)의 수산화 침전 제거

- 1) 2L의 Jar 6개에 원 폐수(pH 4 이하, 구리 함유)를 분취하여 교반
- 2)  $\text{Cu(OH)}_2$ 의 용해도가 최저가 되는 이론적 pH 범위인 pH 8~10 구간을 나누어 교반 중인 Jar에 수산화나트륨(NaOH) 또는 석회를 투입하여 pH를 단계적으로 조정(pH 8, 8.5, 9, 9.5, 10, 10.5)
- 3) 형성된 플록을 30분 이상 침전시킨 뒤 상등수를 채수하여 생태독성 및 이화학분석을 의뢰

9) 다양한 금속 수산화물의 용해도 및 평형상수의 넓은 변화로 인하여 이 그림은 단지 참고용으로만 사용이 가능함 (Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4/e By Metcalf & Eddy, 2004.)

※ 분석 결과 금속물질 및 수질오염항목의 법적기준을 준수할 경우 pH를 중성으로 조정하여 마무리할 수 있음

※ 그러나 몇몇의 폐수처리시설에서는 금속물질 뿐만 아니라 용존성 및 부유성 고형물질 입자의 제거와 총인 처리를 위하여 pH 조정, 응집제 투입, 응집보조제 투입 등의 순서로 운영함

4) 상등수의 Cu 농도가 최저가 되는 실험군의 pH를 설정한 뒤 상등수를 분취하여 위와 같은 방법으로 약품(황산알루미늄, 철염, PAC, 폴리머 등)의 주입량 산정 실험을 실시한다.

- (활성탄 흡착)<sup>10)</sup> 일반적으로 활성탄 흡착은 난분해성 유기물질뿐만 아니라 질소, 아황산염(Sulfide), 그리고 중금속과 같은 잔류 무기화합물의 제거에 사용된다. 활성탄 흡착에 제거될 수 있는 전형적인 화합물들은 아래 표와 같다.

<표 4-4> 흡착 처리공정에서 쉽게 흡착되는 유기물질과 잘 흡착되지 않는 유기물질\*

쉽게 흡착되는 유기물	방향족 용매	벤젠, 톨루엔, 니트로벤젠
	염소화 방향족화합물	PCBs, 클로로페놀
	다핵성의 방향족화합물	Acenaphthene, 벤조피렌
	살충제 및 제초제	DDT, 알드린, 클로르덴, 아트라진
	염소화 비방향족 화합물	Carbon tetrachloride, 클로로 알킬 에테르, 트리클로로에텐, 브로모포름
	높은 분자량의 탄화수소류	염료, 휘발유, 아민, 휴믹
잘 흡착되지 않는 유기물	낮은 분자량의 케톤, 산, 알데히드, 당과 전분, 아주 높은 분자량 또는 콜로이드성 유기물, 낮은 분자량의 지방성 화합물	

\* From Froelich (1978)

활성탄은 중금속 이온, 잔류염소, 난분해성 유기물질 등을 제거하여 폐수처리시설 내에서 주로 최종 방류조 전단에 설치하여 미처리된 오염물질을 최종 처리하기 위한 여재로 활용되고 있다.

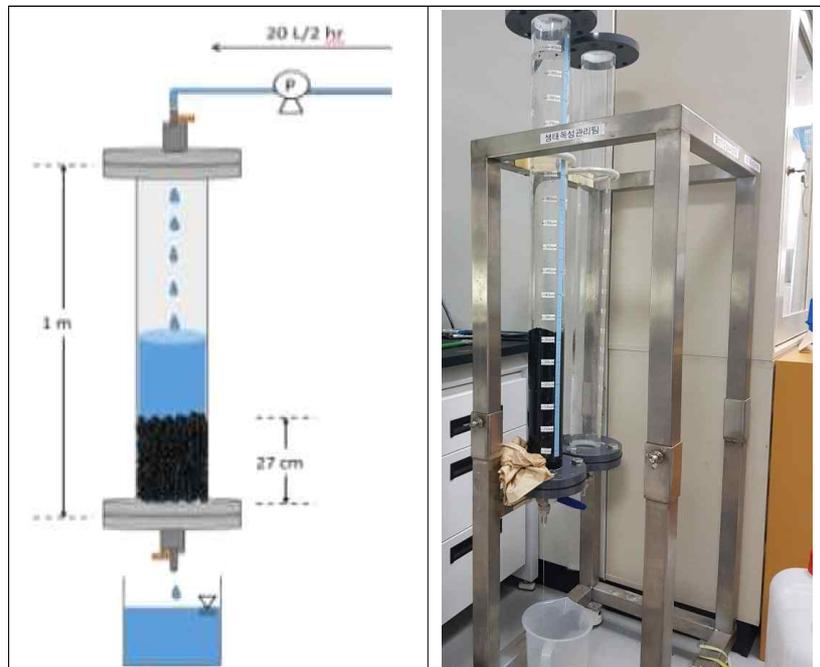
10) <내용 발췌> Wastewater Engineering Treatment and Reuse, 4/e By Metcalf & Eddy, 2004.

- (소규모 칼럼 실험) 입상 활성탄의 처리효율을 확인하기 위하여 소규모의 투명 칼럼에 활성탄을 충전하고 펌프 가압식 또는 자연 유하 방식으로 처리대상 시료를 여과하여 생태독성 제거효율을 확인할 수 있다.

- (활성탄 칼럼 실험 예시)

※ (예시) 활성탄(입상 활성탄 0.1mm 이상, 8×30 mesh), 칼럼(총길이 1.2m, 내부직경 Ø65mm의 칼럼을 사용

- 1) 활성탄 여재를 칼럼에 27cm 채우고 실험 원수를 <표 4-4>의 조건으로 통과시킨 후 여과된 시료를 무균 채수병에 채수
- 2) 채수된 시료를 생태독성 및 이화학 분석 의뢰

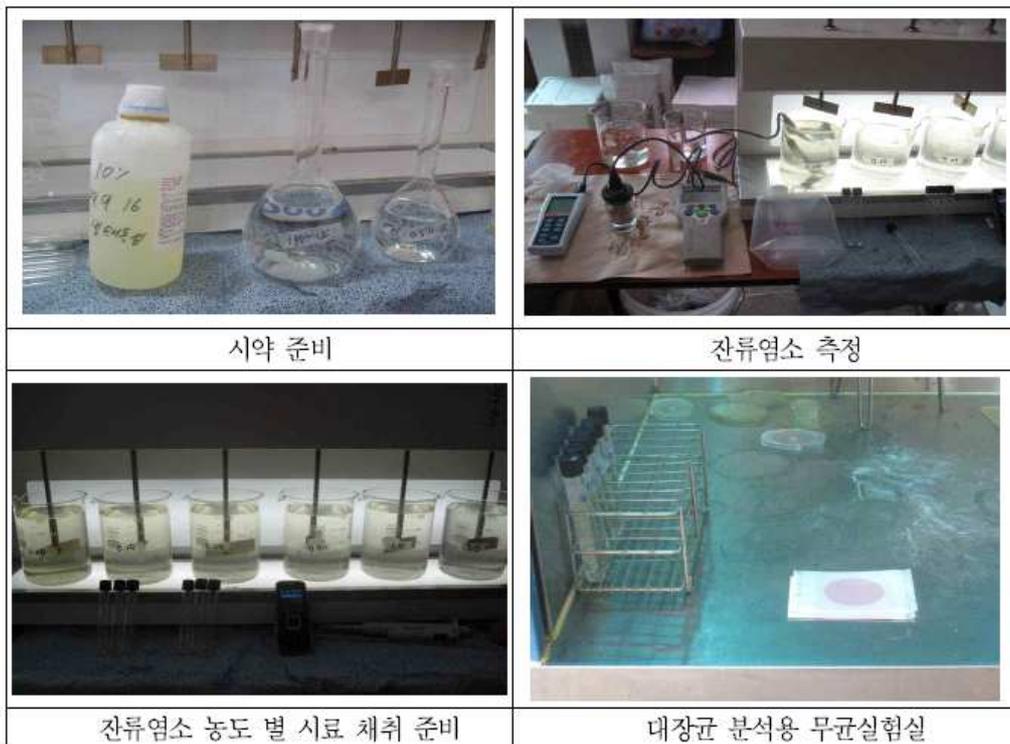


<그림 4-5> 활성탄실험 모식도 및 실제 칼럼 사진

<표4-5> 활성탄 칼럼 통과실험 설계조건

변수	조건
처리용량(Q)	3 L
운전시간	20 min
EBCT(공상탑 접촉시간)	6 min
활성탄 높이(H)	0.27 m
선속도 (여과속도, LV)	3m/hr (5cm/min)

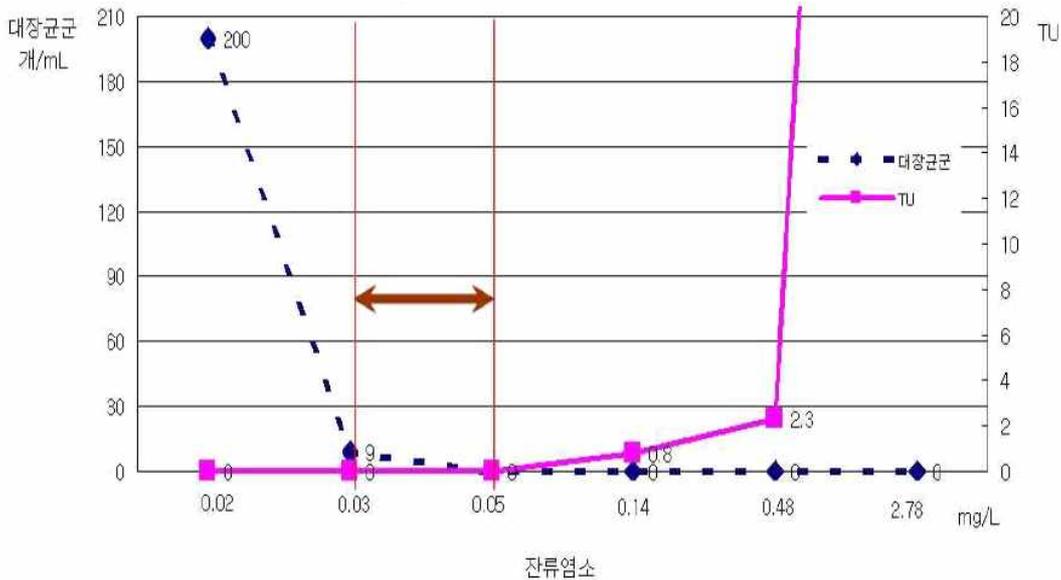
- (염소소독제의 주입량 결정) 산화제를 이용한 방류수의 소독은 총대장균 군수의 배출허용기준 준수를 위하여 고체 염소 등과 같은 산화제를 방류조에 투입하여 관리하기도 한다. 고체 염소 또는 액체 염소를 사용할 경우에 반드시 생태독성에 독성을 일으키지 않으면서 총대장균군의 배출허용기준을 준수할 수 있는 개선방안을 마련하여 적용하도록 한다.



<그림 4-6> 염소소독제 최적주입량 산정 실험 사진

(출처) 폐수배출시설용 생태독성저감 가이드북, 환경부, 한국환경공단, 2011.12.

- (생태독성 발현 잔류염소 농도 범위)<sup>11)</sup> 염소 주입농도를 0.05, 0.15, 0.25, 0.50, 1.0, 3.0mg/L로 하여 접촉시간을 5분으로 한 뒤 생태독성이 발현되는 범위를 측정한 결과, 염소 주입농도는 0.35~0.5mg/L, 잔류염소 농도는 0.05~0.1mg/L 이하 범위에서 대장균군이 전부 사멸되고 생태독성이 발현되지 않은 것으로 조사되었다.



<그림 4-7> 잔류염소 및 대장균과 TU 상관관계

(출처) 폐수배출시설용 생태독성저감 가이드북, 환경부, 한국환경공단, 2011.12.

- (잔류염소의 제거) pH 증가, 포기, 산화제 투입
  - 잔류염소는 pH가 산성일수록 농도가 증가하고 pH가 알칼리성일 경우 잔류염소의 농도가 급격하게 낮아진다.
  - 포기시간에 따라 잔류염소 농도가 낮아지기도 하며 배출수에 염소농도 1.0mg/L를 주입하여 포기시간 변화에 따른 잔류염소 농도를 측정한 결과, 주입 직후 0.48mg/L에서 포기 30분 후에는 0.09mg/L로, 포기 60분 후에는 0.03mg/L로 측정되었고 밀봉한 뒤 24시간 후에 측정한 잔류염소 농도는 0.02mg/L로 거의 소멸되었다.

11) <내용 발췌> 폐수배출시설 용 생태독성저감 가이드북(환경부, 한국환경공단, 2011.12.)

- 소독부산물 외에 배출공정에서 사용하는 약품으로 인해 발생하는 고농도의 잔류염소를 환원제(티오황산나트륨)를 투입하여 저감하는 방법도 있으나 티오황산나트륨 자체의 생태독성 및 부산물로 인한 생태독성을 고려하여 적절한 투입량을 산정하여 적용하도록 한다.

- (염의 제어) 유입폐수의 염 농도 제어

- 폐수배출공정상 발생하는 고농도의 염은 특수한 염 제거 시설(ex. 이온교환수지)이 설치되지 않은 경우 응집침전공법이나 활성탄 여과 공정으로는 처리하기 어려우므로 유입수의 염 농도를 모니터링하고 고농도의 염 폐수를 소량씩 폐수처리시설로 이송하는 등의 염 농도 제어를 통한 생태독성 관리가 필요하다.

### 4.3. 난분해성 물질의 저감방안<sup>12)</sup>

- 일반적 수처리는 물리적 처리(스크리닝, 침사, 응결, 침강분리, 부상분리, 흡착 등), 화학적 처리(중화, 폭기, 산화, 환원, 이온교환 등), 생물학적 처리(살수여상법, 활성슬러지법, 혐기성 소화법, 호기성 소화법 등)로 구분할 수 있는데, 이 시설만으로 난분해성 유기물처리가 어려우므로 가능한 대안은 물리화학적인 처리방법으로 활성탄 흡착, 펜톤산화법(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 오존처리(O<sub>3</sub>), 광촉매 및 UV radiation 등이 있고 생물학적 처리 방법으로는 미생물 균주를 이용한 생물학적 처리, 2단 포기 방식, 회분식 활성오니법, 혐기성 여상 등이 있다.

<표 4-6> 처리된 하·폐수 유출수 내 입자 및 용존 잔류성분 제거를 위한 단위공정 적용

잔류물질	단위공정											
	심층여과	표면여과	정밀및한외여과	역삼투	전기투석	흡착	탈기	이온교환	증류	화학침전	화산산화	고도산화
<b>유기 부유 및 콜로이드 입자 물질</b>												
부유물질	●	●	●	●		●		●	●	●		
콜로이드 물질	●	●	●	●		●		●	●	●		
<b>용존유기물</b>												
총 유기탄소(TOC)				●	●	●		●	●	●	●	●
난분해성 유기물				●	●	●			●		●	●
휘발성 유기화합물				●	●	●	●		●		●	●
<b>용존무기물</b>												
암모니아				●	●		●	●				
질산이온				●	●			●	●			
인	●*			●	●			●	●	●		
총 용존고형물				●	●			●	●			
<b>생물학적 물질</b>												
세균			●	●	●				●			
원생동물												
cyst와 oocyst	●		●	●	●	●		●	●	●		
바이러스				●	●				●		●	●

\* 인은 2단 여과 공정으로 제거

12) 난분해성 폐수처리 시스템(DICER, 2004) 재구성

<표 4-7> 다양한 고도산화공정의 장·단점

고도산화공정	장점	단점
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 안정적이므로 사용 전 일시적으로 현장 보관 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과산화수소는 UV흡광이 매우 낮음. 그래서 물 자체가 빛을 잘 흡광하면 조사된 UV는 주로 물에 의해 낭비될 수 있음.</li> <li>- 조사선 조사를 위한 반응기 필요</li> <li>- 잔류 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 제거 필요</li> <li>- 램프 부착성 오염 가능성 있음</li> </ul>
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /O <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자외선 투과도가 낮은 물 처리 가능</li> <li>- 자외선 조사를 위해 반응기 불필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 오존 생성은 고가, 비효율적인 공정일 수 있음</li> <li>- 외기로 배출되기 전 오존처리 필요</li> <li>- 적정 O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 주입 비율이 필요</li> <li>- 낮은 pH는 처리 시 공정에 치명적임</li> <li>- 휘발성 유기물이 오존 접촉조로부터 탈기될 수 있어 VOCs 처리가 요구됨</li> </ul>
O <sub>3</sub> /UV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 정밀한 주입 불필요</li> <li>- 잔류산화제 신속히 분해, 오존 반감기 7분</li> <li>- 오존은 과산화수소보다 자외선 빛을 잘 흡수(파장 254nm에서 200배 이상임)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O<sub>3</sub>와 UV는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 생성 후 UV 조사로 HO를 형성. 이 공정은 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 생성이 비효율적</li> <li>- 자외선 조사를 위해 반응기 필요</li> <li>- 배출되는 오존처리 필요</li> <li>- 램프 보호관의 오염 가능성 있음</li> <li>- 휘발성 유기물은 공정에서 탈기되어 VOCs 처리 요구됨</li> </ul>
O <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업폐수 처리에 적용</li> <li>- 과산화수소는 오존 물질 이동을 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자외선 조사를 위한 반응기 필요</li> <li>- 외부로 배출되는 오존 기체의 제거 필요</li> <li>- 자외선램프 보호관의 표면 오염 발생</li> <li>- 휘발성 화합물이 공정에서 탈기되어 VOCs 처리 필요</li> </ul>
펜톤반응 (Fe/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , photo-Fenton or Fe/O <sub>3</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업폐수 처리에 적용</li> <li>- 산화력이 높음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 낮은 pH 필요</li> <li>- 처리 후 유출수가 펜톤반응을 유도할 수 있는 과량의 철성분을 포함</li> <li>- 철염 투입으로 인한 슬러지 발생량 증가</li> </ul>
TiO <sub>2</sub> /UV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 등의 주입 불필요</li> <li>- TiO<sub>2</sub> 코팅 반응체를 이용할 경우 운영관리 용이함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 촉매 열화 발생</li> <li>- 슬러리 상태로 사용 시 TiO<sub>2</sub> 회수 필요</li> <li>- 자외선램프 보호관의 표면 오염 발생</li> <li>- 자외선에 의해 활성화되어 빛 투과가 잘 되어야 함</li> </ul>
O <sub>3</sub> (pH 8~10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자외선이나 과산화수소가 불필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 외부로 배출되는 오존 기체의 제거 필요</li> <li>- pH 조절이 쉽지 않아 실용적이지 않음</li> <li>- 상업적 적용 사례 없음</li> <li>- 오염물의 분해가 효과적이지 못함</li> </ul>

주) Crittenden et al, Water Treatment : principles and Design, 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley & Sons Inc.,(2012)

## 4.4. 용어 정의

### 1. 유영저해(Immobilization)

- 시험용기를 조용히 움직여 준 후, 약 15초 후에 관찰하여 물벼룩의 일부 기관(촉각, 후복부 등)은 움직이나 유영하지 않는 것을 말한다.

### 2. 반수영향농도(EC<sub>50</sub>, Effect Concentraion of 50%)

- 일정 시험기간 동안 시험생물의 50%가 유영저해를 일으키는 시료 농도 (시험수 중 시료의 함유율 %)이다.

### 3. 생태독성값(TU, Toxic unit)

- 단위시험 기간 시험생물의 50%가 유영저해를 일으키는 농도(시험수 중 시료 함유율(%))인 EC<sub>50</sub>을 100/EC<sub>50</sub>으로 환산한 값을 말한다.

### 4. 경도(Hardness)

- 물속에 용해되어 있는  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ , 등 2가 양이온 금속 등을 이에 대응하는  $CaCO_3$ 로 환산표시한 값으로 물의 세기를 말한다.

### 5. 알칼리도(Alkalinity)

- 물속에 용해되어있는 중탄산염[ $HCO_3^-$ ], 탄산염[ $CO_3^-$ ], 수산화물[ $OH^-$ ]의 형태로 함유되어 있는 알카리분( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ )을 이에 대응하는  $CaCO_3$ 로 환산표시(mg/L as  $CaCO_3$ )한 값으로 “산을 중화시키는 능력의 척도” 를 말한다.

$$\text{※ Alkalinity} = [CO_3^-] + [HCO_3^-] + [OH^-]$$

## 6. 총용존고형물(Total Dissolved Solid, TDS)

- 용존고형물은 순수한 물 이외 물속에 포함되어 있는 용해성 물질로 미네랄, 염분, 금속, 양이온, 음이온을 말하며 일반적으로 TDS 농도는 물속의 양이온과 음이온의 총합계를 말한다.

## 7. 산화환원전위(Oxidation-Reduction Potential, ORP)

- 어떤 물질이 전자를 잃고 산화되거나 또는 전자를 받고 환원되려는 경향의 강도를 나타낸 것을 말한다.

## 8. 염(Salinity)

- 염류는 해수에 녹아있는 여러 가지 성분(여러가지 무기물들)으로 염분의 단위는 천분율인 psu로 바닷물 1,000g에 들어있는 염류의 양을 g수로 나타낸 것이다.

## 9. 총 유기탄소(Total Organic Carbon, TOC)

- 물속 유기오염물질이 가진 탄소의 총량으로 수질오염 정도를 나타내는 주요 지표다. COD(화학적 산소요구량)나 BOD(생화학적 산소요구량) 값과 상관관계가 있어 처리장의 효율적 계측 운영이 가능하다. BOD나 COD 보다 빠르고 확실한 유기물 측정 방법으로, 입자성 유기탄소, 용존 유기탄소, 휘발성 유기탄소를 모두 포함한다.

## 10. 용존성 유기탄소(Dissolved Organic Carbon, DOC)

- 물속에 용해되어 있는 유기성탄소로 DOC로 표시한다. 물속에 함유되어 있는 유기물질의 농도로서 물속에 포함된 전체 탄소량을 의미하는 총유기탄소 중 공극 0.45  $\mu\text{m}$ 의 막여과지를 통과하는 유기탄소를 말한다.

## 11. 생화학적 산소요구량(Biochemical Oxygen Demand, BOD)

- 수질오염 정도를 나타내는 주요 지표로서, 측정원리는 호기성 미생물이 물속의 유기물을 분해할 때 소요되는 용존산소량(DO)의 양을 통해 물의 오염도를 간접적으로 파악하는 것이다. BOD가 높을수록 물의 오염도가 높다. 1L의 물속에 1mg(1,000분의 1g)의 산소가 필요할 때를 1ppm이라고 한다.

## 12. 화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand, COD)

- 하천 오염상태를 나타내는 지표로 생화학적 산소요구량(BOD)과 함께 가장 많이 쓰인다. 유기물이나 아질산염, 황화물 등의 물질은 산화제를 넣어 주면 산화반응이 일어나면서 분해되는데, 이때 사용된 산화제의 양에 따른 산소량을 표시한다. 오염된 물일수록 유기물이 많기 때문에 산화에 필요한 산화제의 양이 늘어나고, 따라서 COD값도 커지게 된다. 산화제로는 과망간산칼리나 중크롬산칼리가 사용된다. 단시간에 검사가 가능하므로 오염의 개략치를 추정하는 데 주로 쓰인다.

## 13. 총질소(Total Nitrogen, T-N)

- 물속에 포함된 질소화합물(유기성 질소, 암모니아성 질소, 아질산성 및 질산성 질소 등)의 총량을 말한다. 총질소(T-N)는 자연계의 질소순환과정에서 자연수에 포함되어 있으나, 생활하수, 공장폐수, 축산폐수 등과 같은 인위적인 유입에 따라 증가한다. 총인(T-P)과 함께 호수나 연안의 부영양화를 나타내는 지표로도 사용된다.

## 14. 아질산염질소(Nitrite Nitrogen, NO<sub>2</sub>-N)

- 주로 대·소변, 하수 등의 혼입에 의한 암모니아성 질소의 산화 과정에 생성되는 무기성 질소로, 수질 오탁을 표시하는 지표의 하나로 이용된다. 아질산염, 아질산이온(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) 등으로 표시하는데 그 양은 질소량으로 표시되므로 아질산성 질소로 나타낸다.

## 15. 암모니아성 질소(Aammonium Nitrogen, $\text{NH}_3\text{-N}$ )

- 질소의 각종 화합물 중 암모니아 또는 암모늄염으로 존재하는 질소를 말한다. 생체나 분뇨의 구성요소인 유기성질소가 분해되어 산화될 때 초기에 나타난다. 따라서 암모니아성 질소를 함유했다면 그 물은 비교적 오래되지 않았다는 뜻이 된다. 이런 특성을 이용해 분뇨나 하수, 공장폐수 오염을 측정하는 지표로 쓰인다. 일반적으로  $\text{NH}_3\text{-N}$ 으로 표기한다.

## 16. 총인(Total Phosphorus, T-P)

- 물속에 포함된 인화합물(입자성 인, 유기성 인, 폴리인산염, 인산염이온 등)의 총 농도로 호소, 하천 등의 부영양화를 나타내는 지표 중 하나이다. 인은 합성세제, 축산폐수, 농업폐수를 통해 주로 흘러들어온다.

## 17. 음이온 계면활성제(Anionic Benzene Surfactant, ABS)

- 물에 녹으면 계면 활동 부분이 음이온으로 되는 합성세제의 성분이다. 비누나 세제 등 초기 합성세제의 주류를 차지하였다. 분해성이 낮고, 물에서 거품을 생성하여 햇빛과 공기가 물에 침투하는 것을 막아 물 오염을 일으킨다.

## 18. 오존(Ozone, $\text{O}_3$ )

- 산소원자 3개로 구성된 무색 무미의 자극성 있는 기체다. 질소산화물, 탄화수소류 등이 자외선과 광화학반응을 일으켜 생성된다. 강력한 산화력이 있기 때문에 살균, 탈취 등에 활용되지만 농도가 높아지면 인체뿐 아니라 농작물에 피해를 준다.

## 19. 응집제(Cohesive Agents)

- 액체 속에 현탁되어 있는 고체입자를 뭉치게 하기 위해 첨가하는 약품이다. 응집 시 액체 속의 입자는 일반적으로 침강속도가 빨라지므로, 이 현상은 침강을 촉진시키는 데 이용된다. 침강촉진제 또는 침강제라고도 한다.

## 20. 고분자응집제(Polymer Coagulant)

- 수중에 현탁되어 있는 미세입자를 흡착, 가교화하여 응집, 침전시키는 고기능성 수용성 고분자(Polymer)로 폐수처리 및 다양한 산업분야에서의 농축, 여과, 탈수 등과 같은 고액분리공정에 사용된다. 물속의 콜로이드 입자와 고분자물질의 분자 간 힘에 의한 가교작용으로 응집효과를 나타낸다. 이것은 고분자물질을 매개로 입자가 달라붙는 것이다.

## <생태독성·TOC 관리 기술지원 사례집>

1. 본 생태독성·TOC 관리 기술지원 사례집은 한국환경공단의 「폐수배출시설 기술지원」의 일환으로 수행하여 작성되었습니다.
2. 본 사례집 내용의 복제 및 배포 또는 외부 발표 등에 활용할 경우에는 한국환경공단(생태독성관리부)과 협의 후 사용하시기 바랍니다.
3. 본 사례집의 내용에 관한 문의사항은 아래 문의처로 연락주시기 바랍니다.

문의처

- 한국환경공단(물환경관리처 생태독성관리부, Tel: 032-590-3981~4)
- 이메일 : wetteam@keco.or.kr



기술지원 소개 영상  
바로가기



생태독성 기술지원 신청  
바로가기



TOC 기술지원 신청  
바로가기