

산업폐수 배출업종별 알킬페놀류의 검출특성

조은미 · 이해근 · 김정운 · 김자현 · 이상민 · 한혜경 · 정지수 · 이준호

산업폐수과

- 수질오염물질 지정 및 배출허용기준 설정을 위한 기초자료 제공
- 방류수 중 미량유해물질 배출 모니터링을 통한 수자원 안전성 확보

1. 조사개요

- 조사기간 : 2023년 1월 ~12월
- 조사지역 : 폐수배출시설의 유입수 및 방류수
/하천 수질측정망 및 호소수 생물측정망(4회/년)
- 조사대상 : 산업폐수(유입수, 방류수), 하천수 및 호소수
- 조사항목 : 옥틸페놀, 노닐페놀

Table 1. Sample types based on industry classification

연번	업종(배출시설분류에 따름)
1	24.출판·인쇄·사진처리 및 기록매체 복제시설
2	26.정유정제품 제조시설
3	30.기타 기초유기화합물 제조시설
4	35.합성고무 제조시설
5	36.합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설
6	38.살충제 및 기타 농약 제조시설
7	40.계면활성제·치약·비누 및 기타 세제 제조시설
8	48.기타 분류되지 아니한 화학제품 제조시설
9	50.고무제품 및 플라스틱제품 제조시설
10	63.금속가공제품 제조시설(달리 분류되지 아니하는 표준산업분류 25부터 31까지의 제조시설)

II. 조사사업

2. 조사방법

- 산업폐수 중 “환경오염물질 배출사업장 지도·점검 계획” 등에 따라 검사
- (대상 업종) 전 업종을 대상으로 하되, 고농도 배출 가능성이 큰 업종(Table 1)를 참고하여 조사
 - ※ ‘물환경보전법’ 폐수배출시설의 분류(시행규칙[별표4] 제2호 82종) 근거
- 시험방법: 『수질오염공정시험기준』의 『노닐페놀 ES 04613.1 노닐페놀-기체크로마토그래피-질량분석법』, 『옥틸페놀 ES 04614.1 옥틸페놀-기체크로마토그래피-질량분석법』을 따름.

Table 2. River and Lake measurement points

조사지역	지점명	지점종류	주 소
포항시(3)	오어지	호소	포항시 오천읍 항사리
	냉천	하천	포항시 남구 청림동
	칠성천	하천	포항시 남구 대송면 제내리
경주시(3)	하곡지	호소	경주시 안강읍 하곡리
	심곡지	호소	경주시 서면 심곡리
	기계천	하천	경주시 강동면 단구리
상주시(2)	상판지	호소	상주시 모동면 상판리
	지평지	호소	상주시 공검면 지평리
경산시(1)	문천지	호소	경산시 진량읍 문천리
영덕군(1)	묘곡지	호소	영덕군 영해면 묘곡리
성주군(1)	성주댐	호소	성주군 가천면 중산리
문경시(2)	영강1	하천	문경시 영신동
	영강2	하천	문경시 영순면 말응리
영주시(2)	서천1	하천	영주시 문수면 월호리
	서천2	하천	영주시 문수면 승문리
군위군(1)	남천	하천	군위군 효령면 불효리
의성군(1)	쌍계천	하천	의성군 비안면 쌍계리
성주군(1)	성주댐	호소	성주군 가천면 중산리

3. 조사결과

○ 폐수 배출시설별 검출현황

폐수 분석 결과 의뢰된 99건의 시료 중 노닐페놀은 5회(5%), 옥틸페놀은 9회(9%) 검출되었다. 주요 검출 지역은 경산, 경주, 영천, 포항으로 확인되었다. 폐수 방류수 중 노닐페놀은 0~6 ug/L로 비교적 낮은 농도로 확인되었다. 옥틸페놀은 0~630 ug/L로 고농도 배출업종이 존재함이 확인되었다(Table 4 참조). 고농도 검출 사업장은 폐수를 하수처리장으로 연계처리하고 있음을 확인하였다. 또한 추가로 수행된 인근 수계 모니터링 결과 추가 오염은 없는 것으로 확인되었다.

Table 3. Characteristics of industry and frequency of detection based on industry classification

번호	폐수배출시설명	분석건수	노닐페놀 검출빈도	옥틸페놀 검출빈도
13	기타 식품 제조시설	10	0	0
14	알코올음료 제조시설	2	0	0
17	방직 및 가공사 제조시설	5	0	0
18	섬유염색 및 가공시설	2	0	0
19	기타 섬유제품 제조시설	4	0	0
23	펄프·종이 및 종이제품 제조시설	1	1	0
24	출판·인쇄·사진처리 및 기록매체 복제시설	1	0	0
31	기초무기화합물 제조시설	1	0	0
32	산업용가스 제조시설	1	0	0
36	합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설	2	1	0
37	의료용 물질 및 의약품 제조시설	1	0	1
47	화약 및 불꽃제품 제조시설	1	0	0
54	기타 비금속 광물제품 제조시설	2	0	0
55	1차 철강 제조시설	1	0	0
61	기타 1차 비철금속 제조시설	1	0	0
63	금속가공제품 제조시설	12	0	4
64	절연선 및 케이블 제조시설	1	0	0
65	1차 전지 및 축전지 제조시설	9	0	0
66	전구 및 조명장치 제조시설	2	0	0
67	반도체 및 전자부품 제조시설	9	1	3
68	영상 및 음향기기 제조시설	5	0	0
74	병원시설	4	0	0
75	폐수처리업의 폐수저장 시설 및 폐기물처리업의 폐수발생시설	1	1	0
76	세탁시설	2	0	0
78	산업시설의 정수시설	8	0	0
79	이화학 시험시설	3	1	1
80	도금시설	2	0	0
81	운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설	6	0	0
28개 업종		총 99건	총 5회	총 9회

II. 조사사업

Table 4. Concentrations of Nonylphenol and Octylphenol in wastewater based on industry classification.

연번	폐수배출시설명	노닐페놀 검출농도(ug/L)	옥틸페놀 검출농도(ug/L)
1	펄프·종이 및 종이제품 제조시설	3	—
2	합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설	3	—
3	의료용 물질 및 의약품 제조시설	—	3
4	금속가공제품 제조시설	—	630
		—	60
		—	12
		—	3
5	반도체 및 전자부품 제조시설	—	40
		6	10
6	폐수처리업의 폐수저장 시설 및 폐기물처리업의 폐수발생시설	—	3
		3	—
7	이화학 시험시설	6	2

○ 하천수 및 호소수 수질 조사결과

경북지역의 하천 오염 정도를 파악하기 위해 하천수 및 호소수 측정망 지점(분기 1회) 시료를 분석하였으며, 전 지점 모든 시료에서 수질오염공정시험 유효농도인 정량한계 2 ug/L 이하로 불검출로 확인되었다.

그러나 조사연구의 목적에 따라 목표물질의 미량 존재 유무를 확인하기 위해 수질오염공정시험의 정량한계보다 더 낮은 농도인 0.4 ug/L까지 검량선을 작성하였다. 또한 미량오염 정도를 확인하기 위해 방법검출한계(노닐페놀 0.056 ug/L, 옥틸페놀 0.034 ug/L) 이상의 측정값을 Figure 1과 Figure 2에 나타내었다.

※ 방법검출한계: 정제수에 정량한계 부근의 농도가 되도록 첨가한 7개의 첨가시료를 분석하여 표준편차를 구하고, 표준편차에 3.14를 곱한 값을 방법검출한계로 한다.

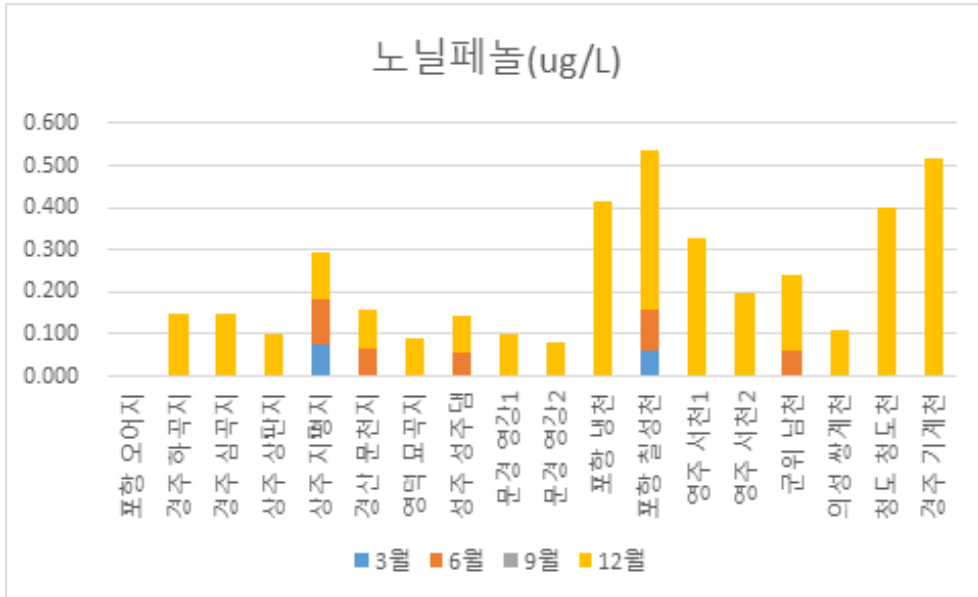


Figure 1. Characteristics of Nonylphenol Detection in River and Lake



Figure 2. Characteristics of Octylphenol Detection in River and Lake

II. 조사사업

노닐페놀은 갈수기일 6월과 12월에 미량이 존재함이 확인되었다. 노닐페놀은 포항 칠성천과 상주 지평지에서 3월, 6월, 12월에 걸쳐 미량 존재함을 확인하였다.(Figure 1) 옥틸페놀은 상주 상판지, 경산 문천지, 포항 칠성천에서 6월과 12월에 미량 존재하였다.(Figure 2).

포항 칠성천과 경산 문천지의 경우 노닐페놀, 옥틸페놀 모두 검출되어 인근 주변의 오염 상황을 추가 조사하였다. 포항 칠성천의 경우 온천 주변(상류)부터 영일만 근처(하류)까지 모니터링 해본 결과, 칠성천 측정망 지점에서만 미량의 피크가 꾸준히 확인되었다. 칠성천 측정 지점의 경우 인근 소형 금속가공업체가 다수 위치하고 있어 우수로 인해 인근 하천으로 오염원이 유입되었을 가능성이 있다. 경산 문천지의 경우 6월에만 다소 높은 농도의 옥틸페놀이 검출되었는데 인근 상류(다문리, 문천리) 및 하류(양기리 부기천교)에서는 옥틸페놀이 모두 불검출되었다. 이는 6월 채수 지점이 대구대학교 수상스포츠 실습장 인근으로 여름철 운영으로 인해 유류오염 등이 발생했을 가능성이 있다. 9월과 12월에는 채수지점을 양기리 부기천교로 변경하였고 문천지에서는 추가적인 검출은 없었다.

4. 결과요약 및 활용방안

알킬페놀류인 옥틸페놀과 노닐페놀은 국립환경과학원에서 고지한 중점조사 대상업종 중 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설(36), 금속가공제품 제조시설(63)에서 검출되었다. 또한 중점조사 대상업종 외 펄프·종이 및 종이제품 제조시설(23), 반도체 및 전자부품 제조시설(67), 폐수처리업의 폐수저장시설 및 폐기물처리업의 폐수방류시설(75), 이화학 실험시설(79) 등 다양한 업종에서 검출될 수 있음을 확인하였다.

경북지역 하천 및 호소수 오염정도를 파악하기 위해 수행한 분기 모니터링 결과에서 노닐페놀은 상주 지평지, 포항 칠성천에서, 옥틸페놀은 상주 상판지, 경산 문천지, 포항 칠성천에서 미량 검출되었다. 포항 칠성천은 노닐페놀, 옥틸페놀 모두가 꾸준히 존재하였으며, 지자체와 협의하여 추가적인 배출원 조사가 필요한 것으로 판단된다.