



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

울산지역 폐수배출시설 방류수의 배출허용기준
초과 위험도 평가

Assessment on excess risk of the standard for
permissible discharge at wastewater discharging
facilities effluent in Ulsan

울산대학교 산업대학원

환경공학전공

엄 슬 기

울산지역 폐수배출시설 방류수의 배출허용기준
초과 위험도 평가

지도교수 이 병 규

이 논문을 공학석사학위 논문으로 제출함

2022년 7월

울산대학교 산업대학원

환경공학전공

엄 슬 기

엄슬기의 공학석사학위 논문을 인준함

심사위원 오 석 영 (인)

심사위원 경 대 승 (인)

심사위원 이 병 규 (인)

울산대학교 산업대학원

2022년 7월

국문 요약

본 연구에서는 울산지역 10개 업종의 폐수배출시설 방류수 484건을 대상으로 수질오염물질 55 항목의 배출특성을 조사하였다. 또한, 배출허용기준에 대한 초과위험도 평가를 하였다.

수질오염물질 항목별 배출허용기준 초과위험도를 평가한 결과, TOC 항목이 초과위험도가 가장 높은 것으로 평가되었다. 다음으로, COD, SS, Ni, BOD, TN 순으로 높았다.

업종별 배출허용기준 초과위험도를 평가한 결과, 화학물질 제조업이 초과위험도가 가장 높은 것으로 평가되었다. 다음으로, 폐수·폐기물 처리업, 자동차 관련 제조업, 금속 제조업 순으로 높았다.

화학물질 제조업에서 초과위험도가 ‘매우 높음’으로 평가되는 수질오염물질은 TOC이고, ‘높음’으로 평가되는 수질오염물질은 BOD, COD, SS, TN, 총대장균균이다.

폐수·폐기물 처리업에서 초과위험도가 ‘매우 높음’으로 평가되는 수질오염물질은 BOD, COD, TOC, TN, Sb, F이며, ‘높음’으로 평가되는 수질오염물질은 Ni, Hg이다.

목차

국문요약	i
목차	ii
List of Table	iv
List of Figures	v
I. 서론	1
II. 연구배경	2
1. 용어의 정의	2
2. 관련 법령	3
III. 연구방법	7
1. 조사대상	7
2. 조사항목 및 분석방법	8
3. 배출허용기준 초과위험도 평가 방법	9
IV. 결과 및 고찰	11
1. 업종별 배출특성	11
가. 일반항목	11
나. 이온류	11
다. 유기물질	12
라. 금속류	13
마. 휘발성유기화합물	14
바. 생물	14
2. 배출허용기준 초과위험도 평가	15
가. 수질오염물질별 및 업종별 배출허용기준 초과위험도 평가	15
나. 배출허용기준 초과위험도 종합 평가	32

다. 배출허용기준 초과위험도 상위 항목	37
V. 결론	42
참고문헌	44
부록	45
영문요약	55

List of Table

<Table 1> 수질오염물질	2
<Table 2> 폐수배출시설	2
<Table 3> 수질오염물질 배출허용기준	3
<Table 4> 배출허용기준 적용을 위한 지역	6
<Table 5> 수질오염물질의 배출허용기준 중 별도배출허용기준	6
<Table 6> 폐수배출시설의 분류	7
<Table 7> 오염물질별 분석방법	8
<Table 8-1> 일반항목의 업종별 초과 위험도 평가	17
<Table 8-2> 이온류의 업종별 초과 위험도 평가	19
<Table 8-3> 금속류의 업종별 초과 위험도 평가	23
<Table 8-4> 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 평가	27
<Table 8-5> 생물 항목의 업종별 초과 위험도 평가	28
<Table 8-6> 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과 위험도 평가	31
<Table 9-1> 항목별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(1)	32
<Table 9-2> 항목별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(2)	32
<Table 10-1> 업종별 수질오염물질 초과 위험도(1)	35
<Table 10-2> 업종별 수질오염물질 초과 위험도(2)	35
<Table 11-1> 업종별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(1)	36
<Table 11-2> 업종별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(2)	36
<Table 12-1> 니켈의 배출량 및 이동량 정보	38
<Table 12-2> 아연의 배출량 및 이동량 정보	39
<Table 12-3> 망간의 배출량 및 이동량 정보	40
<Table 12-4> 1,4-다이옥산의 배출량 및 이동량 정보	41

List of Figures

[Fig 1] 상자 도표 설명	10
[Fig 2] 일반항목의 업종별 평균 농도 및 검출률	11
[Fig 3] 이온류의 업종별 평균 농도 및 검출률	12
[Fig 4] 유기물질의 업종별 평균 농도 및 검출률	12
[Fig 5] 금속류의 업종별 평균 농도 및 검출률	13
[Fig 6] 휘발성유기화합물의 업종별 평균 농도 및 검출률	14
[Fig 7] 생물 항목의 업종별 평균 농도 및 검출률	15
[Fig 8] 일반항목의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표	16
[Fig 9-1] 이온류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(1)	17
[Fig 9-2] 이온류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(2)	18
[Fig 10] 유기물질의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표	19
[Fig 11-1] 금속류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(1)	20
[Fig 11-2] 금속류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(2)	21
[Fig 11-3] 금속류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(3)	22
[Fig 12-1] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(1)	24
[Fig 12-2] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(2)	25
[Fig 12-3] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(3)	26
[Fig 12-4] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(4)	27
[Fig 13] 생물 항목의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표	28
[Fig 14-1] 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과위험도 계수 상 자 도표(1)	29
[Fig 14-2] 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과위험도 계수 상 자 도표(2)	30
[Fig 14-3] 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과위험도 계수 상 자 도표(3)	31

I. 서론

국내에는 4만 4천 종 이상의 화학물질이 유통되고 있고, 매년 2,000여 종이 새로이 국내시장에 진입되는 등 화학물질 사용이 꾸준히 증가하고 있다. 현재 전 세계적으로 유통되고 있는 화학물질의 수는 20만여 종에 이르며 매년 3천여 종의 새로운 화학물질이 개발되어 상품화되고 있고, 향후에도 화학산업의 지속적인 성장에 예상되고 있다.¹⁾ 화학물질 배출량조사 보고서에 따르면 화학물질 중 0.4% 정도가 수계로 배출되고 있는 것으로 나타난다.²⁾ 이들 중 발암물질이나 내분비계 장애 물질 등과 같은 유해물질은 인간의 건강 및 수생태계에 큰 영향을 미칠 수 있으므로 배출물질 관리에 주의를 기울일 필요가 있다.³⁾

환경부는 매년 산업폐수 중 수질오염물질의 배출실태 조사를 통해 산업계 및 수계에서 배출되는 오염물질의 농도와 빈도를 파악하여 사람건강이나 환경에 대한 영향이 큰 미규제 수질오염물질을 수질오염물질 및 특정수질유해물질로 신규 지정하고 배출허용기준을 신설하고 있다.⁴⁾ 2021년 12월 현재 수질오염물질로는 유기물질, 유류, 불소화합물 등 59종이 지정되어 있으며, 그 중 위해를 줄 우려가 높은 수은, 페놀 등 32종은 특정수질유해물질로 추가 지정되어 있다.¹⁾

환경부 환경통계 포털 사이트 자료에 따르면, 2019년 기준, 울산지역은 7대 특·광역시 가운데 화학물질 배출량, 유기물질 부하량, 폐수 발생량, 폐수 방류량이 가장 많은 것으로 나타났다.⁵⁾ 오염물질의 배출량이 많을수록 배출되는 오염물질의 특성을 정확하게 파악하고, 효율적인 관리방안을 마련하는 것이 중요하다. 업종별 폐수 중에서 배출 가능한 수질오염물질에 대한 배출정보는 폐수배출 시설의 인허가, 허가 후 지도점검 등 관리 현장에서는 물론이고, 관련 환경정책 수립과 추진에 필요한 가장 기초적인 자료로 활용될 수 있다.⁶⁾

이에 본 연구에서는 2019년 1월부터 2021년 12월까지 배출시설 허가, 지도점검, 참고 목적으로 의뢰된 사업장 폐수 중 방류수 484건에 대하여 배출특성을 파악하고, 배출허용기준 초과위험도 평가를 실시하여 울산지역 수계 수질보전과 효율적인 방류수 수질 관리 방안을 마련하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 연구배경

1. 용어의 정의

「물환경보전법」 제2조에서 폐수, 수질오염물질, 폐수배출시설은 다음과 같이 정의하고 있다. 폐수란 물에 액체성 또는 고체성의 수질오염물질이 섞여 있어 그대로는 사용할 수 없는 물을 말하며, 수질오염물질이란 수질오염의 요인이 되는 물질을 말한다. 수질오염물질은 「물환경보전법 시행규칙」 제3조에 따라 <Table 1>과 같다. 폐수배출시설이란 수질오염물질을 배출하는 시설물, 기계, 기구, 그 밖의 물체로 정의 하고 있다. 폐수배출시설은 「물환경보전법 시행규칙」 제6조에 따라 82종으로 분류하고 있으며, 분류된 82종의 폐수배출시설은 <Table 2>에 나타내었다.

<Table 1> 수질오염물질

1. 구리와 그 화합물	22. 주석과 그 화합물	43. 생체독성물질 (물벼룩에 대한독성을 나타내는 물질만 해당한다)
2. 납과 그 화합물	23. 질소화합물	44. 1,4-다이옥산
3. 니켈과 그 화합물	24. 철과 그 화합물	45. 디에틸헥실프탈레이트(DEHP)
4. 총 대장균군	25. 카드뮴과 그 화합물	46. 염화비닐
5. 망간과 그 화합물	26. 크롬과 그 화합물	47. 아크릴로니트릴
6. 바륨화합물	27. 불소화합물	48. 브로모포름
7. 부유물질	28. 페놀류	49. 퍼클로레이트
8. 삭제 <2019. 10. 17.>	29. 페놀	50. 아크릴아미드
9. 비소와 그 화합물	30. 펜타클로로페놀	51. 나프탈렌
10. 산과 알칼리류	31. 황과 그 화합물	52. 폼알데하이드
11. 색소	32. 유기인 화합물	53. 에피클로로하이드린
12. 세제류	33. 6가크롬 화합물	54. 불루엔
13. 셀레늄과 그 화합물	34. 테트라클로로에틸렌	55. 자일렌
14. 수은과 그 화합물	35. 트리클로로에틸렌	56. 스티렌
15. 시안화합물	36. 폴리클로리네이티드바이페닐	57. 비스(2-에틸헥실)아디페이트
16. 아연과 그 화합물	37. 벤젠	58. 안티몬
17. 염소화합물	38. 사염화탄소	59. 과불화옥탄산(PFOA)
18. 유기물질	39. 디클로로메탄	60. 과불화옥탄술폰산(PFOS)
19. 삭제 <2019. 10. 17.>	40. 1, 1-디클로로에틸렌	61. 과불화헥산술폰산(PFHxS)
20. 유류(동·식물성을 포함한다)	41. 1, 2-디클로로에탄	
21. 인화합물	42. 클로로포름	

<Table 2> 폐수배출시설

1. 석탄 광업시설	29. 천연수지 및 나무화합물 제조시설	57. 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조시설
2. 금속 광업시설(채광된 광물의 가공처리 시설)	30. 기타 기초유기화합물 제조시설	58. 동 압연·압출 및 연신제품 제조시설
3. 비금속 광물 광업시설	31. 기초무기화학물질 제조시설	59. 알루미늄 압연·압출 및 연신제품 제조시설
4. 도축, 육류·수산물 가공 및 저장·처리시설	32. 산업용가스 제조시설	60. 기타 비철금속 압연·압출 및 연신제품 제조시설
5. 과일·채소 가공 및 저장·처리시설	33. 염료, 조제 무기안료, 유연제 및 기타 착색제 제조시설	61. 기타 1차 비철금속 제조시설
6. 동·식물성 유지제조시설	34. 비료 및 질소화합물 제조시설	62. 금속주조시설
7. 낙농제품 및 식용빙과류 제조시설	35. 합성고무 제조시설	63. 금속가공제품 제조시설(달리 분류되지 아니하는 표준산업분류 25부터 31까지의 제조시설)
8. 목물 가공품 제조시설	36. 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설	64. 절연선 및 케이블 제조시설
9. 전분 및 당류 제조시설	37. 의약품 물질 및 의약품 제조시설	65. 1차 전기 및 축전기 제조시설
10. 동물용 사료 및 조제식품 제조시설	38. 살충제 및 기타 농약 제조시설	66. 전구 및 조명장치 제조시설
11. 설탕 제조시설	39. 잉크, 페인트, 코팅제 및 유사제품 제조시설	67. 반도체 및 전자부품 제조시설
12. 조미료 및 식품첨가물 제조시설	40. 계면활성제·치약·비누 및 기타 세제 제조시설	68. 영상 및 음향기기 제조시설
13. 기타 식품 제조시설	41. 화장품 제조시설	69. 가구 및 기타 제품 제조시설
14. 알콜음료 제조시설	42. 표면광택제 및 실내가향제 제조시설	70. 화력발전시설
15. 비알콜성 음료 및 얼음 제조시설	43. 마그네틱 및 광학 매체, 사진용 화학제품 및 감광재료 제조시설	71. 수도사업시설

16.담배 제조시설	44.가공업 및 정제업 제조시설	72.먹는샘물 제조시설
17.방직 및 가공사 제조시설	45.방향유 및 관련제품 제조시설	73.수산물 판매장(면적 700제곱미터 이상)
18.섬유염색 및 가공시설	46.접착제 및 젤라틴 제조시설	74.병원시설(병상의 수가 「의료법」에 따른 종합병원 규모 이상인 시설)
19.기타 섬유제품 제조시설	47.화약 및 불꽃제품 제조시설	75.폐수처리업의 폐수저장시설 및 폐기물처리업의 폐수발생시설
20.가죽·모피가공 및 제품 제조시설	48.바이오 연료 및 기타 분류되지 않은 화학제품 제조시설	76.세탁시설(용적 2세제곱미터 이상 또는 용수 시간당 1세제곱미터 이상)
21.신발 및 신발부분품 제조시설	49.화학섬유 제조시설	77.산업시설의 폐가스·분진, 세정·응축시설(분무량 또는 응축량이 시간당 0.01세제곱미터 이상)
22.목재 및 나무제품 제조시설	50.고무제품 및 플라스틱제품 제조시설	78.산업시설의 정수시설(정수능력이 1일당 100세제곱미터 이상)
23.펠프·종이 및 종이제품 제조시설	51.유리 및 유리제품 제조시설	79.이화학 시험시설(면적이 100제곱미터 이상)
24.출판·인쇄·사진처리 및 기록매체 복제시설	52.도자기 및 기타 요업제품 제조시설	80.도금시설
25.코르크 및 연탄제조시설	53.시멘트·석회·플라스터 및 그 제품 제조시설	81.운수장비 수선 및 세차 또는 세척시설
26.석유정제품 제조시설	54.기타 비금속 광물제품 제조시설	82.제1호부터 제81호까지의 분류에 속하지 아니하는 시설
27.석유화학계 기초화합물 제조시설	55.1차 철강 제조시설	
28.석탄화합물 제조시설	56.합금철 제조시설	

2. 관련 법령

수질오염물질은 「물환경보전법시행규칙」 제 34조에 따라 배출허용기준이 설정되어 있다. 설정된 배출허용기준은 <Table 3>에 나타내었다.

배출허용기준이 설정된 항목은 2016년 44개 항목에서 나프탈렌, 폼알데하이드, 에피클로로하이드린, 톨루엔, 자일렌이 추가되었고, 2017년 페놀, 펜타클로로페놀, 2019년 퍼클로레이트, 아크릴아미드, 스티렌, 비스(2-에틸헥실)아디페이트가 추가되었다. 2020년에는 COD가 TOC로 대체되었으며, 2021년에는 주석이 추가되면서 현재는 57항목이 배출허용기준을 적용받고 있다.

BOD, COD, TOC, SS는 1일 폐수배출량 2,000톤을 기준으로 2,000톤/일 이하 일때의 기준과 2,000톤/일 이상일 때의 기준 두 가지가 있다. COD의 경우는 2020년부터 TOC로 대체됨에 따라 COD의 배출허용기준은 폐지되었다. 생태독성 항목의 경우 2021년부터 35개 업종에만 배출허용기준을 적용 받던 이전과 달리 전 업종에서 기준을 적용받게 되었다. 퍼클로레이트의 경우, 기초무기화학물질 제조시설과 비철금속 제련, 정련 및 합금제조 시설의 경우에는 청정지역은 0.4mg/L, 가지역, 나지역 및 특례지역은 4mg/L의 기준을 적용한다. 하수처리구역에서 공공하수도에 유입시키지 않거나 배수설비를 설치하지 않고 폐수를 공공수역으로 배출하는 사업장에 대한 배출허용기준은 공공하수처리시설의 방류수 수질기준을 적용한다.

<Table 3> 수질오염물질 배출허용기준

지역 구분		청정 지역	가 지역	나 지역	특례 지역
항 목					
BOD	폐수배출량 2,000 톤/일 (이상/이하)	30/40 이하	60/80 이하	80/120 이하	30/30 이하
COD(폐자)		40/50 이하	70/90 이하	90/130 이하	40/40 이하
TOC		25/30 이하	40/50 이하	50/75 이하	25/25 이하
SS		30/40 이하	60/80 이하	80/120 이하	30/30이하
노말핵산추출물질합유량	광유류(mg/L)	1 이하	5 이하	5 이하	5 이하
	동식물유지류(mg/L)	5 이하	30 이하	30 이하	30 이하

페놀류합유량(mg/L)	1 이하	3 이하	3 이하	5 이하
페놀(mg/L)	0.1 이하	1 이하	1 이하	1 이하
펜타클로로페놀(mg/L)	0.001 이하	0.01 이하	0.01 이하	0.01 이하
시안화합유량(mg/L)	0.2 이하	1 이하	1 이하	1 이하
크롬합유량(mg/L)	0.5 이하	2 이하	2 이하	2 이하
용해성철합유량(mg/L)	2 이하	10 이하	10 이하	10 이하
아연합유량(mg/L)	1 이하	5 이하	5 이하	5 이하
구리(동)합유량(mg/L)	1 이하	3 이하	3 이하	3 이하
카드뮴합유량(mg/L)	0.02 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
수은합유량(mg/L)	0.001 이하	0.005 이하	0.005 이하	0.005 이하
유기인합유량(mg/L)	0.2 이하	1 이하	1 이하	1 이하
비소합유량(mg/L)	0.05 이하	0.25 이하	0.25 이하	0.25 이하
납합유량(mg/L)	0.1 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
6가크롬합유량(mg/L)	0.1 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
용해성망간합유량(mg/L)	2 이하	10 이하	10 이하	10 이하
플로오르(불소)합유량(mg/L)	3 이하	15 이하	15 이하	15 이하
PCB합유량(mg/L)	불검출	0.003 이하	0.003 이하	0.003 이하
총대장균군(群)	100 이하	3,000 이하	3,000 이하	3,000 이하
총질소(mg/L)	30 이하	60 이하	60 이하	60 이하
총인(mg/L)	4 이하	8 이하	8 이하	8 이하
트리클로로에틸렌(mg/L)	0.06 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
테트라클로로에틸렌(mg/L)	0.02 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
음이온계면활성제(mg/L)	3 이하	5 이하	5 이하	5 이하
벤젠(mg/L)	0.01 이하	0.1 이하	0.1 이하	0.1 이하
디클로로메탄(mg/L)	0.02 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.2 이하
생태독성(TU)	1 이하	2 이하	2 이하	2 이하
셀레늄합유량(mg/L)	0.1 이하	1 이하	1 이하	1 이하
사염화탄소(mg/L)	0.004 이하	0.04 이하	0.04 이하	0.08 이하
1,1-디클로로에틸렌(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.6 이하
1,2-디클로로에탄(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
클로로포름(mg/L)	0.08 이하	0.8 이하	0.8 이하	0.8 이하
니켈(mg/L)	0.1 이하	3.0 이하	3.0 이하	3.0 이하
바륨(mg/L)	1.0 이하	10.0이하	10.0 이하	10.0 이하
1,4-다이옥산(mg/L)	0.05 이하	4.0 이하	4.0 이하	4.0 이하
디에틸헥실프탈레이트(mg/L)	0.02 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.8 이하
염화비닐(mg/L)	0.01 이하	0.5 이하	0.5 이하	1.0 이하
아크릴로니트릴(mg/L)	0.01 이하	0.2 이하	0.2 이하	1.0 이하
브로모포름(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
나프탈렌(mg/L)	0.05 이하	0.5 이하	0.5 이하	0.5 이하
폼알데하이드(mg/L)	0.5 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하
에피클로로하이드린(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
플루엔(mg/L)	0.7 이하	7.0 이하	7.0 이하	7.0 이하
자일렌(mg/L)	0.5 이하	5.0 이하	5.0 이하	5.0 이하
퍼클로레이트(mg/L)	0.03 이하	0.3 이하	0.3 이하	0.3 이하
아크릴아미드(mg/L)	0.015 이하	0.04 이하	0.04 이하	0.04 이하
스티렌(mg/L)	0.02 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.2 이하
비스(2-에틸헥실)아디페이트(mg/L)	0.2 이하	2 이하	2 이하	2 이하
안티몬(mg/L)	0.02 이하	0.2 이하	0.2 이하	0.2 이하
주석(mg/L)	0.5 이하	5 이하	5 이하	5 이하

수질오염물질의 배출허용기준의 지역은 청정지역, 가지역, 나지역 및 특례지역으로 구분되어 있다. 청정지역은 「환경정책기본법 시행령」 별표 1 제3호에 따른 수질 및 수생태계 환경기준 매우 좋음(Ia)등급 정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역을 말한다. 또한, 「자연공원법」 제2조제1호에 따른 자연공원의 공원구역 및 「수도법」 제7조에 따라 지정·공고된 상수원보호구역은 제2호에 따른 항목별 배출허용기준을 적용할 때에는 청정지역으로 본다. 울산지역에서 자연공원으로 지정된 곳은 가지산자연공원이 있으며, 상수원보호구역은 회야댐 상수원보호구역과 대곡(사연)댐 상수원보호구역이 있다. 회야댐 상수원보호구역은 울주군 청량읍, 웅촌면 일원에 위치하며, 대곡(사연)댐 상수원보호구역은 울주군 언양, 범서, 두동, 두서 일원에 위치한다.

가지역은 수질 및 수생태계 환경기준 좋음(Ib), 약간 좋음(II)등급 정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역, 나지역은 수질 및 수생태계 환경기준 보통(III), 약간 나쁨(IV), 나쁨(V) 등급 정도의 수질을 보전하여야 한다고 인정되는 수역의 수질에 영향을 미치는 지역을 말한다. 특례지역은 공공폐수처리구역 및 시장·군수가 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제8조에 따라 지정하는 농공단지이며, 농공단지는 특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장이 지정할 수 있다. 울산지역의 농공단지는 4곳이 있으며, 달천농공단지, 두동농공단지, 두서농공단지, 상북농공단지이다. 달천농공단지는 북구 달천동에 위치하고 있으며, 두동농공단지는 울주군 두동면 봉계리, 두서농공단지는 울주군 두서면 전읍리, 상북농공단지는 울주군 상북면 양등리에 위치하고 있다.

정상가동 중인 공공하수처리시설에 배수설비를 연결하여 처리하고 있는 폐수배출시설에 항목별 배출허용기준을 적용할 때에는 나지역의 기준을 적용한다. 또한, 환경부장관은 공공폐수처리시설 또는 공공하수처리시설에 배수설비를 통하여 폐수를 전량 유입하는 배출시설에 대해서는 그 공공폐수처리시설 또는 공공하수처리시설에서 적정하게 처리할 수 있는 항목에 한정하여 따로 배출허용기준을 정하여 고시할 수 있으며, 이를 별도배출허용기준이라 한다.

「배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 규정」에 따라 울산지역의 지역구분은 <Table 4>와 같이 지정되었다. 울산지역의 중구, 남구, 동구는 전역이 나지역에 해당하며, 북구는 강동동을 제외한 지역이 나지역이다. 북구의 강동동은 가지역에 해당한다. 울주군은 두동·두서면과 웅촌면 통천리, 청량면 중리, 상북면 이천리가 청정지역에 해당한다. 울주군의 삼남·삼동·온양·서생면과 언양읍, 통천리를 제외한 웅촌면, 중리와 상남리 중 울산석유화학단지를 제외한 청량면, 이천리를 제외한 상북면은 가지역에 해당한다. 울주군에서 청정지역과 가지역을 제외한 지역은 나지역 배출허용기준을 적용받는다.

<Table 4> 배출허용기준 적용을 위한 지역

지역별		청정	가	나
울산광역시	중구	-	-	전역
	남구	-	-	전역
	동구	-	-	전역
	북구	-	강동동	“가”지역을 제외한 전역
	울주군	두동·두서면, 웅촌면(통천리), 청량면(중리), 상북면(이천리)	삼남·삼동·온양·서생면, 언양읍, 웅촌면(통천리 제외), 청량면(중리, 상남리 중 울산석유화학단지 제외), 상북면(이천리 제외)	“청정”, “가”지역을 제외한 전역

낙동강유역환경청에서 고시한 「수질오염물질의 배출허용기준 중 별도배출허용기준」에 따라 울산지역에서 별도배출허용기준이 적용되는 처리시설과 처리시설별 적용 항목 및 별도배출허용기준은 <Table 5>와 같다. KCC울산, 봉계 공공폐수처리시설에는 KCC울산, 봉계일반산업단지와 두동농공단지에서 배출되는 오염물질이 유입되며, 별도배출허용기준이 적용되는 항목으로는 BOD, COD, TOC, SS, TN, TP가 있다. 온산 공공하수처리시설에는 온산국가산업단지에서 배출되는 오염물질이 유입되며, 별도배출허용기준이 적용되는 항목으로는 BOD, COD, TOC, SS가 있다. 울산용암공공폐수처리시설에는 울산석유화학단지에서 배출되는 오염물질이 유입되며, 별도배출허용기준이 적용되는 항목으로는 BOD, COD, TOC, SS, TN, TP, 페놀류, 노말핵산추출물질(광유류)가 있다. 울산용암공공폐수처리시설이 별도배출허용기준 적용항목이 가장 많고, 항목별 배출허용기준도 가장 높다.

<Table 5> 수질오염물질의 배출허용기준 중 별도배출허용기준

배출시설위치	처리시설	항목	별도배출허용기준
KCC울산, 봉계일반산업단지 두동농공단지	KCC울산, 봉계공공폐수처리시설	BOD	272 이하
		COD (폐지)	227 이하
		TOC	130 이하
		SS	162 이하
		T-N	65 이하
		T-P	10 이하
온산국가산업단지	온산공공하수처리시설	BOD	200 이하
		COD (폐지)	250 이하
		TOC	140 이하
		SS	200 이하
울산석유화학단지	울산용암공공폐수처리시설	BOD	600 이하
		COD (폐지)	570 이하
		TOC	320 이하
		SS	400 이하
		T-N	140 이하
		T-P	80 이하
		페놀류	30 이하
n-H(광유류)	30 이하		

Ⅲ. 연구방법

1. 조사대상

본 연구의 조사대상은 2019년 1월부터 2021년 12월까지 3년 동안 사업장 가동개시 전 검사, 지도점검 등의 목적으로 분석된 울산지역 폐수배출시설 방류수 시료 484건을 대상으로 하였다.

「물환경보전법」 시행규칙 제6조에 따르면 폐수배출시설은 82개 업종으로 분류되어있다. 본 연구에서는 표본 수의 한계로 인하여 유사한 업종을 그룹화 하여 연구용 업종 10종으로 재분류하였다. 연구용으로 분류한 10개 업종과 세부업종, 표본 수는 <Table 6>과 같다.

<Table 6> 폐수배출시설의 분류

분류 코드	연구용 업종명	세부업종	관내 업소수* (개소)	표본수 (건)	비중 (%)
1	건설업	터널공사, 교량·터널 및 철도 건설업, 토사석 채취 가공시설, 모래 및 자갈 채취업, 건설업	2	35	7
2	금속 제조업	도금업, 알루미늄 주물 제조업, 알루미늄 압연, 압출 및 연신 제품 제조업, 동 압연·압출 및 연신 제품 제조업, 동 제련·정련 및 합금 제조업, 금속 탱크 및 저장 용기 제조업, 비철 금속 제품 제조업, 도장 및 기타 피막처리업, 기타 구조용 금속 제품 제조업, 강관 제조업, 강선 제조업, 금속 조립구조체 제조업, 금속가공제품 제조업, 기타 철강 제조업	83	45	9
3	발전 및 연구시설	생활용수 공급업, 산업용수 공급업, 원자력 발전업, 화학발전시설, 기타 발전업, 기술시험·검사 및 분석업, 대학교	18	31	6
4	세차·세탁업	세탁업, 자동차 세차시설	32	11	2
5	식음료 제조업	음식료품 제조업, 설탕 제조업, 낙농제품 제조업, 액상 시유 및 기타 낙농제품 제조업, 기타 식품첨가물 제조업, 탁주 및 약주 제조업, 주정 제조업	6	26	5
6	자동차 관련 제조업	자동차 제조업, 자동차 신부품제조업, 자동차 부품 제조업, 그 외 자동차용 신부품 제조업, 자동차용동력전달장치 제조업, 자동차 엔진 부품 제조업	57	26	5
7	종이·목재 제조업	펄프·종이·종이제품 제조업, 인쇄용 및 필기용 원지 제조업	5	12	2
8	폐수·폐기물 처리업	폐수 처리업, 폐기물 처리업	12	29	6
9	화학물질 제조업	산영용 가스 제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱물질 제조시설, 화학섬유 제조업, 기타 플라스틱 제품 제조업, 합성고무 제조업, 플라스틱 필름·시트 및 판 제조업, 석유화학계 기초화합물 제조시설, 원유정제업, 기초무기화합물 제조업, 기타 기초유기화학물질 제조업, 그 외 분류안된 화학제품 제조업, 복합비료 및 기타 화학비료 제조업, 무기안료용 금속 산화물 및 관련제품 제조업, 비누 및 기타 세제 제조업, 가공 및 정제업 제조업, 합성염료 및 기타 착색제 제조업, 농약 제조업, 일반용 도료 및 관련제품 제조업, 윤활유 및 그리스 제조업, 계면활성제 제조업	174	253	52
10	기타 제조업	1~9 업종에서 분류 되지 않은 제조시설	87	16	3
총계			476	484	100

Source) *울산광역시청 홈페이지(폐수배출시설 현황, 2022.01.01.)

울산광역시청 홈페이지에서 제공하고 있는 폐수배출시설현황 자료를 연구용 업종별로 분류하면 화학물질 제조업종이 37 %로 가장 많은 비중을 차지하고, 다음으로 기타 제조업과 금속 제조업이 많은 비중을 나타내었다. 2019년에서 2021년까지 지도점검, 가동개시 전 검사, 참고 등의 목적으로 분석 의뢰된 폐수배출시설 방류수 시료는 화학물질 제조업종이 52 %로 과반이상의 비율로 의뢰되었고, 다음으로 금속 제조업종과 건설업의 의뢰 비중이 높았다.

2. 조사항목 및 분석방법

조사대상 항목은 「물환경보전법」 제 34조에 따라 배출허용기준이 설정된 58개 항목 중 수소이온농도, 색도, 온도 항목을 제외한 55개 항목을 대상으로 하였다. 조사대상 항목은 「수질오염공정시험기준」에 따라 분석하였다. 조사항목별 분석방법은 <Table 7>와 같다.

<Table 7> 수질오염물질별 분석방법⁷⁾

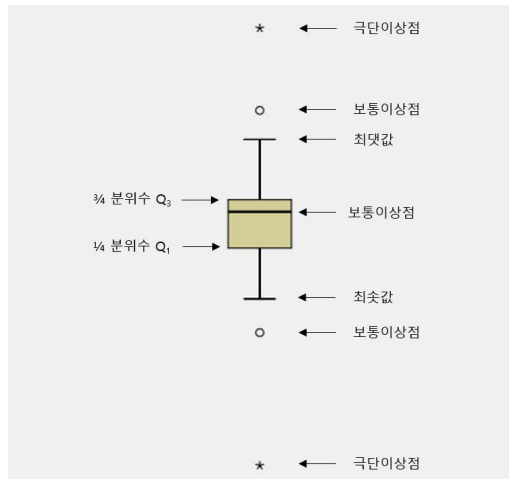
No.	항목	구분	분석방법	수질오염공정시험기준
1	BOD	일반 항목	생물화학적 산소요구량	ES 04305.1c
			용존산소 - 적정법	ES 04308.1e
2	COD		산성과망간산칼륨법	ES 04315.1b
			알칼리성과망간산칼륨법	ES 04315.2b
3	TOC		고온연소산화법	ES 04311.1c
4	SS		부유물질	ES 04303.1b
5	n-H(광)		노말핵산 추출물질	ES 04302.1b
6	n-H(동식물)			
7	불소		이온류	ES 04351.4
8	시안			ES 04353.3c
9	음이온계면활성제	연속흐름법		ES 04359.2b
				ES 04362.2b
10	총인			ES 04363.4c
11	총질소			ES 04364.2b
12	퍼클로레이트		이온크로마토그래피	ES 04365.2c
13	페놀류		연속흐름법	ES 04365.2c
14	다이에틸헥실프탈레이트	유기 물질	용매추출, GC/MS	ES 04501.1b
15	유기인		용매추출, GC	ES 04504.1b
16	폴리클로리네이티드비페닐		용매추출, GC	ES 04503.1c
17	다이에틸헥실아디페이트		용매추출, GC/MS	ES 04505.1
18	6가크롬	금속류	자외선, 가시선 분광법	ES 04415.2c
19	구리		유도결합플라스마-원자발광분광 법	ES 04400.3c
20	납			
21	니켈			
22	바륨			
23	비소			
24	셀레늄			
25	수은		유도결합플라스마-질량분석법	ES 04407.2a
26	아연		냉증기-원자흡수분광광도법	ES 04408.1c
27	안티몬		유도결합플라스마-원자발광분광법	ES 04400.3c
28	용해성 망간			
29	용해성 철			
30	주석			
31	카드뮴			
32	크롬			

33	1,1-디클로로에틸렌	휘발성 유기 화합물	헤드스페이스, GC/MS	ES 04603.2b	
34	1,2-디클로로에탄			ES 04603.2b	
35	1,4-다이옥산			ES 04601.2	
36	나프탈렌			ES 04607.1	
37	디클로로메탄			ES 04601.2	
38	벤젠			ES 04601.2	
39	브로모포름			ES 04601.2	
40	사염화탄소			ES 04601.2	
41	스티렌			ES 04610.1	
42	아크릴로니트릴			ES 04601.2	
43	아크릴아미드			GC/MS	ES 04609.1
44	에피클로로하이드린		용매추출, GC/MS	ES 04608.1	
45	염화비닐		헤드스페이스, GC/MS	ES 04601.2	
46	자일렌			ES 04601.2	
47	클로로포름			ES 04601.2	
48	테트라클로로에틸렌			ES 04601.2	
49	톨루엔			ES 04601.2	
50	트리클로로에틸렌			ES 04601.2	
51	페놀			ES 04611.1	
52	펜타클로로페놀		용매추출, GC/MS	ES 04612.1	
53	폼알데하이드		헤드스페이스, GC/MS	ES 04605.3	
54	생태독성		생물	물벼룩을 이용한 급성독성시험법	ES 04704.1b
55	총대장균군			총대장균군-평판집락법	ES 04701.3d

3. 배출허용기준 초과위험도 평가 방법

배출허용기준 초과위험도 평가 방법은 경기도보건환경연구원에서 발간한 『산업폐수 수질오염물질의 환경기준 적용 해설』에서 제시한 평가 방법을 활용하였다. 『산업폐수 수질오염물질의 환경기준 적용 해설』에 따르면, 폐수처리시설의 운영 기술 미흡이나 비정상 가동 등에 의해 고농도의 이상값이 발생할 수 있는 폐수처리 방류수의 특징을 고려하여, 중앙값과 상자도표를 활용한 평가 방법을 제시하고 있다.⁸⁾

상자 그림에서 상자의 양끝은 1/4분위수 Q_1 과 3/4분위수 Q_3 이며 중앙값의 위치는 상자 안에 선으로 나타낸다. Q_3 에서 Q_1 을 뺀 값을 IQR(사분위수 범위)라고 한다. $Q_1-1.5 \times IQR$ 에서 $Q_3+1.5 \times IQR$ 사이를 안울타리라고 하고, $Q_1-3 \times IQR$ 에서 $Q_3+3 \times IQR$ 사이를 바깥울타리라고 한다. 안울타리에서 가장 작은 값을 최솟값, 가장 큰 값을 최댓값이라고 한다. 안울타리에서 바깥울타리 사이의 값을 보통 이상값이라고 하며 “○”으로 나타낸다. 바깥울타리 밖의 값을 극단이상점이라고 하며 “*”으로 나타낸다.⁹⁾ 상자 그림은 SPSS 20.0 프로그램을 이용하여 작성하였다.



[Fig 1] 상자 도표 설명.

배출허용기준 초과 위험도 평가의 기준값은 폐수방류수의 수질오염물질의 농도를 청정지역의 배출허용기준 농도로 나눈 값으로 하였다. 이 기준값을 “초과 위험도 계수”라고 정의하였다. 청정지역의 배출허용기준 농도를 기준으로 한 것은 설정된 배출허용기준 중 가장 엄격하게 관리되는 기준이기 때문이다.

초과 위험도 계수가 “1” 일 때를 기준선으로 하여 이 기준선이 Q3보다 낮으면 위험도 “매우높음”, Q3보다 크고 최댓값보다 낮으면 “높음”, 보통이상값 범위에 있으면 “보통”, 극단이상값 범위에 있으면 “낮음”, 극단이상값보다 높을 경우 “매우낮음”으로 평가하였다.

각 평가 등급별로 위험도가 “매우높음”일 경우 4점, “높음”일 경우 3점, “보통” 경우 2점, “낮음”일 경우 1점을 부여하여, 종합점수를 산출하였다.

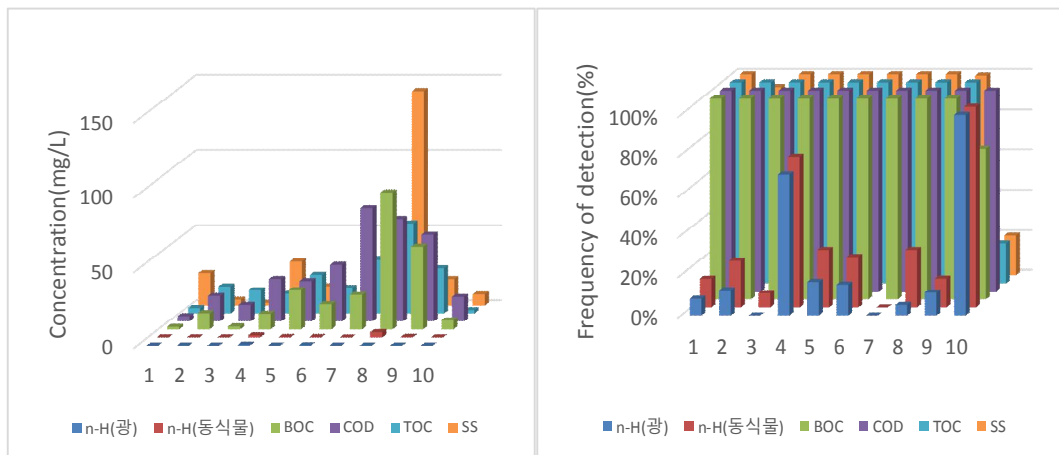
IV. 결과 및 고찰

1. 업종별 배출특성

업종별 수질오염물질의 배출특성을 파악하기 위하여, 55종의 수질오염물질 분석결과 값에 대한 최솟값, 최댓값, 평균, 중앙값, 표준편차, 검출률 등을 업종별로 분류하여 조사하였으며, 결과는 [부록]에 나타내었다. 다음은 항목군별로 배출특성에 대하여 조사한 것이다. 항목군은 수질오염공정시험기준의 분류대로 나누었다.

가. 일반항목

BOD, COD, TOC, SS항목은 폐수·폐기물처리업에서 평균값이 가장 높게 나타났으며, 노말핵산추출물질(광유류, 동식물유지류) 항목은 세차·세탁업에서 평균값이 가장 높았다. 일반항목에서 SS의 평균 농도가 가장 높았고, 특히 폐수·폐기물 처리업에서 평균농도가 143(0.4 ~ 1902) mg/L로 높았다. 부유물질인 SS는 심미적 영향을 주며, 수처리 비용을 상승시키고 또한 수중 환경의 수질을 저하시키기도 한다. BOD, COD, SS항목은 모든 업종에서 90 % 이상의 높은 검출률을 나타냈다. TOC 항목은 기타 제조업에서 75 %의 검출률을 나타냈으며, 나머지 업종에서는 100 %로 검출되었다. 노말핵산추출물질(광유류, 동식물유지류) 항목은 평균값과 마찬가지로 세차·세탁업에서 검출률이 가장 높았다.



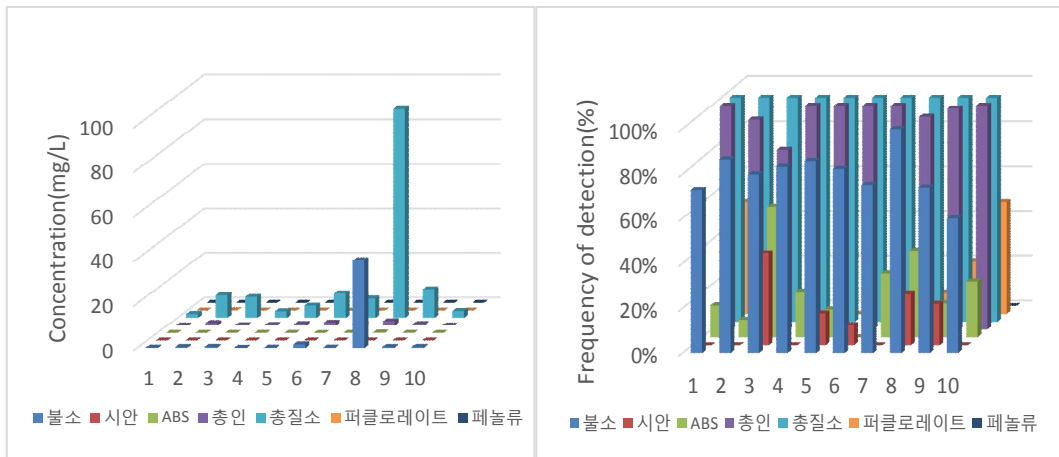
*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 2] 일반항목의 업종별 평균 농도 및 검출률.

나. 이온류

불소, 총인, 총질소, 페놀류 항목은 폐수·폐기물 처리업에서 평균값이 가장 높았으며, 부영양화의 원인물질인 총질소의 경우 폐수·폐기물 처리업에서 평균농도가 93.8(3.57 ~ 809.81) mg/L로 높았다. 아주 적은 양이라도 독성이 강한 시안 항목은 화학물질 제조업에서 높았다. 퍼클로레이트 항목은 금속 제조업에서 평균값이 가장

높았다. 금속 제조업에서 퍼클로레이트 항목의 농도가 높은 것은 예외 기준이 적용된 비철금속 제조업이 포함되어있기 때문으로 추측된다. 불소 항목은 폐수·폐기물 처리업에서 100 % 검출되었고, 나머지 업종에서 60 %이상 검출되었다. 시안, ABS 항목은 발전 및 연구시설에서 검출률이 높게 나타났으며, 총인, 총질소 항목은 전 업종에서 90 % 이상 검출되었다.

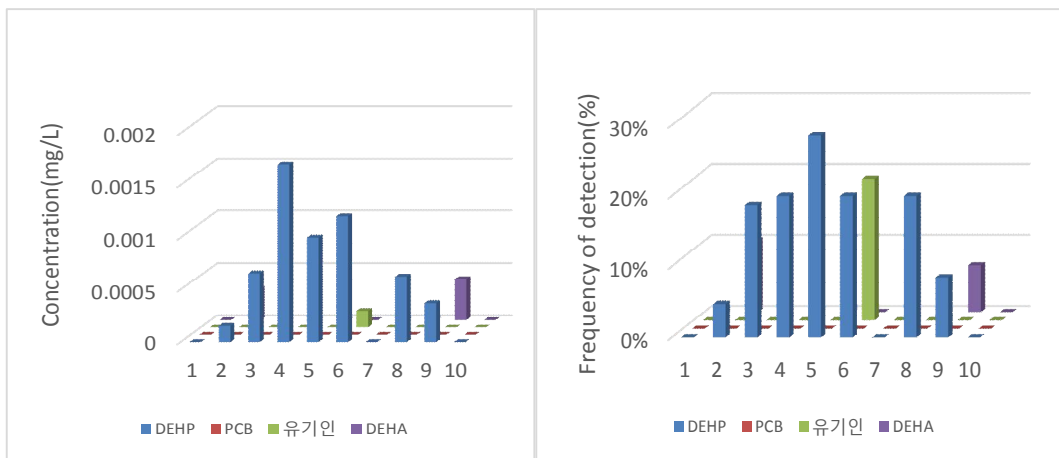


*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 3] 이온류의 업종별 평균 농도 및 검출률.

다. 유기물질

PCB 항목은 전 업종에서 검출되지 않았다. 유기인 항목은 자동차 관련 제조업종에서만 검출되었고, DEHA 항목은 금속 제조업과 화학물질 제조업에서 검출되었다. DEHP 항목이 유기물질군에서 검출률이 가장 높았다. 내분비계 장애물질인 DEHA와 DEHP는 무색, 무취의 화학물질로서 주로 플라스틱 가소제로 이용되고 있다. 유기물질군에 포함된 항목 모두 배출허용기준을 초과하여 배출된 항목은 없었다.

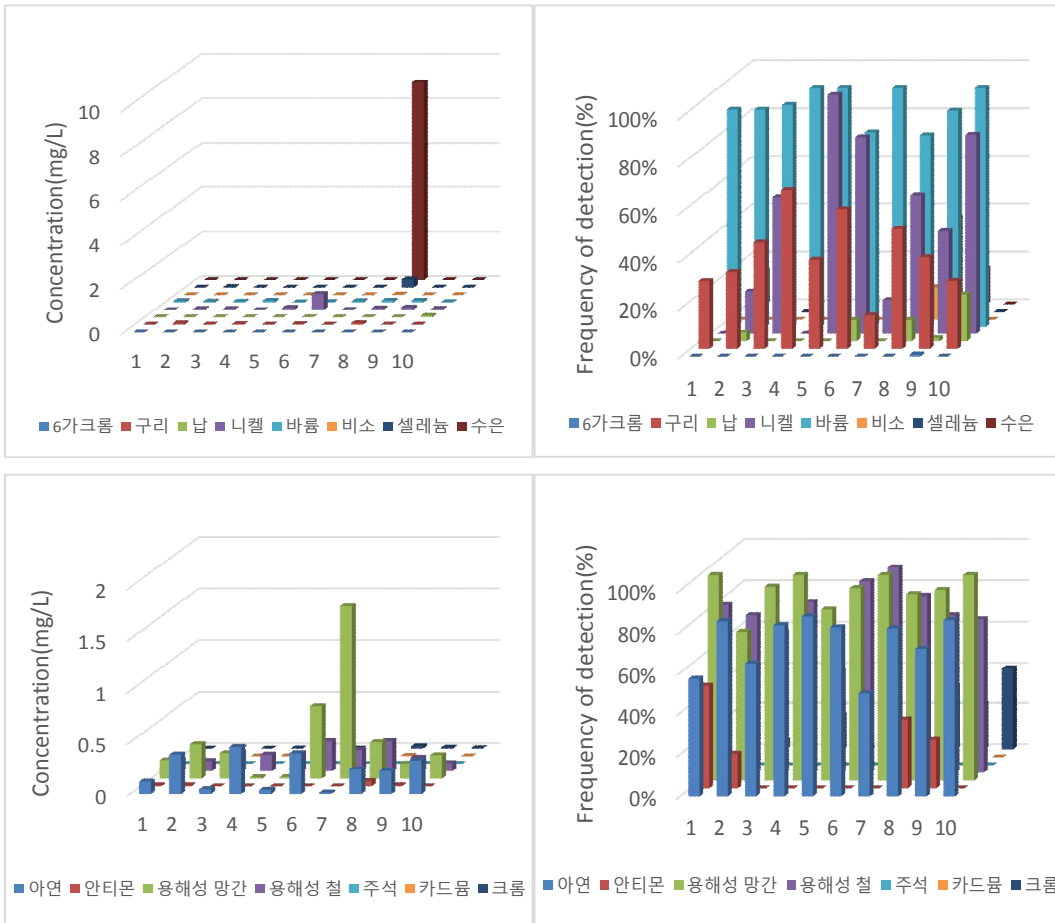


*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 4] 유기물질의 업종별 평균 농도 및 검출률.

라. 금속류

수은 항목은 폐수·폐기물 처리업에서 평균값이 가장 높은 것으로 나타났으나 이는 이상치로 인해 평균값이 높아진 것으로 추측된다. 6가크롬 항목은 화학물질 제조업종에서만 검출되었고, 비소 항목은 폐수·폐기물 처리업에서만 검출되었다. 6가크롬은 산화제로서 다양한 산업분야에서 이용되고 있어 공장폐수에도 함유되어 있다. 폐수·폐기물 처리업에서 가장 많은 금속류 항목이 검출되었으며, 다음으로 화학물질 제조업, 금속 제조업에서 많은 항목이 검출되었다. 바륨 항목은 전 업종에서 80 % 이상 검출되었으며, 망간은 70 % 이상, 아연과 철은 50 % 이상 전 업종에서 검출되었다. 주석은 그동안 배출허용기준이 마련되지 않아 2021년부터 배출허용기준이 적용되었으나 표본수가 부족하여 배출특성을 파악하기 어려웠다.

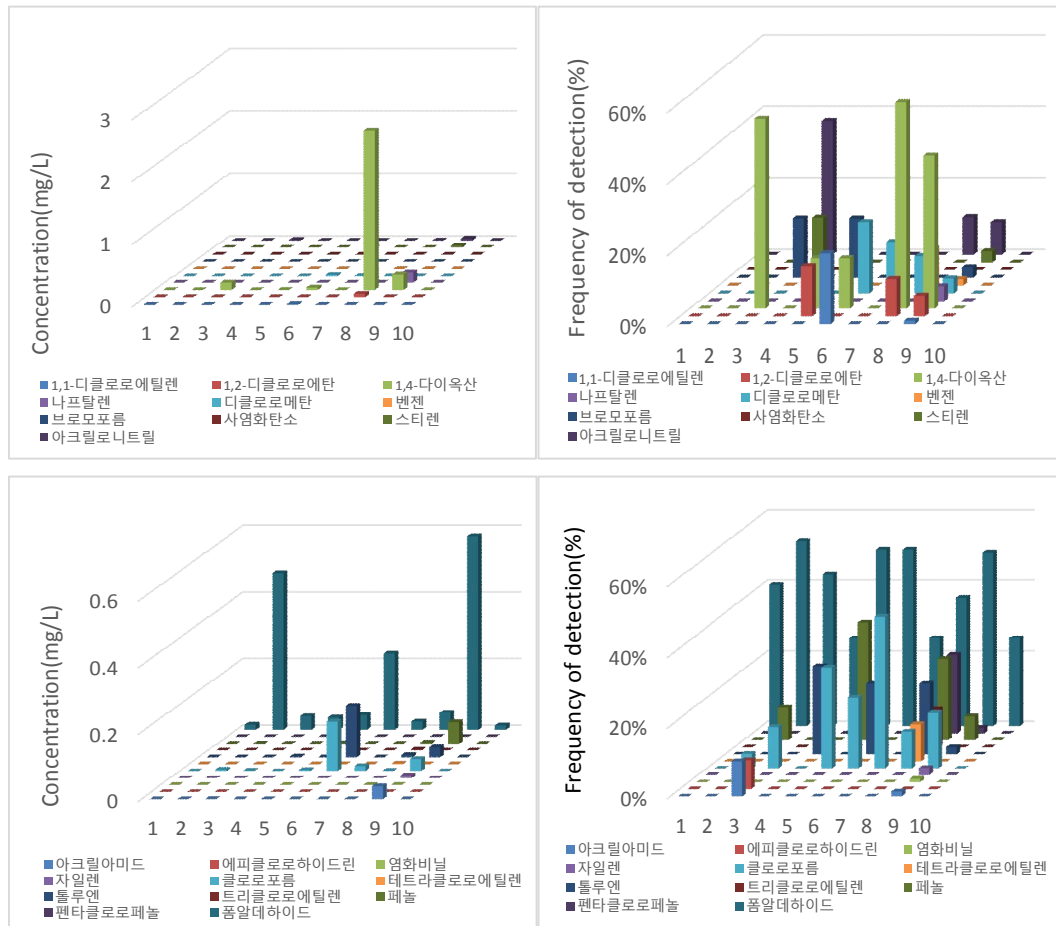


*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 5] 금속류의 업종별 평균 농도 및 검출률.

마. 휘발성유기화합물

1,4-다이옥산 항목은 폐수·폐기물 처리업에서 평균값이 가장 높은 것으로 나타났으나, 이는 이상값으로 인해 평균값이 높아진 것으로 보인다. 폼알데하이드 항목은 전 업종에서 모두 검출되었다. 새집증후군의 원인물질의 하나인 폼알데하이드는 특유의 자극적 냄새가 나며 산업적으로도 화합물제조에 많이 사용된다. 자동차 관련 제조업종에서는 클로로포름과 톨루엔의 평균값이 높게 나타났다. 화학물질제조업종에서 가장 많은 휘발성유기화합물 항목이 검출되었다.



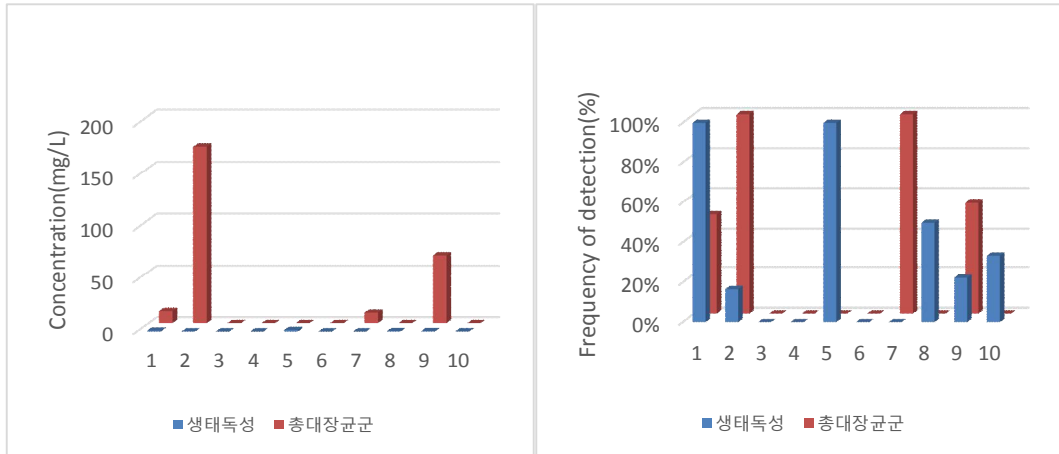
*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 6] 휘발성유기화합물의 업종별 평균 농도 및 검출률.

바. 생물

생태독성과 총대장균군 항목은 화학물질 제조업종을 제외한 업종의 표본수가 10개 미만으로 적어 유의미한 배출특성을 파악하기 어려웠다. 생태독성은 방류수에 물벼룩을 넣어 사멸 또는 유영저해 정도를 측정하는 것으로 화학물질에 대한 독성을 생물체를 이용하여 관리함으로써 건강한 수생태계를 보존하고자 도입한 항목이다. 생태독성 항목의 경우 35개 업종에만 배출허용기준을 적용 받던 이전과 달리 2021년

부터 전 업종에 기준을 적용받게 되었다. 따라서, 지속적으로 데이터를 축적하여 업종별 특성 및 다른 항목들 간의 상관관계 등의 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

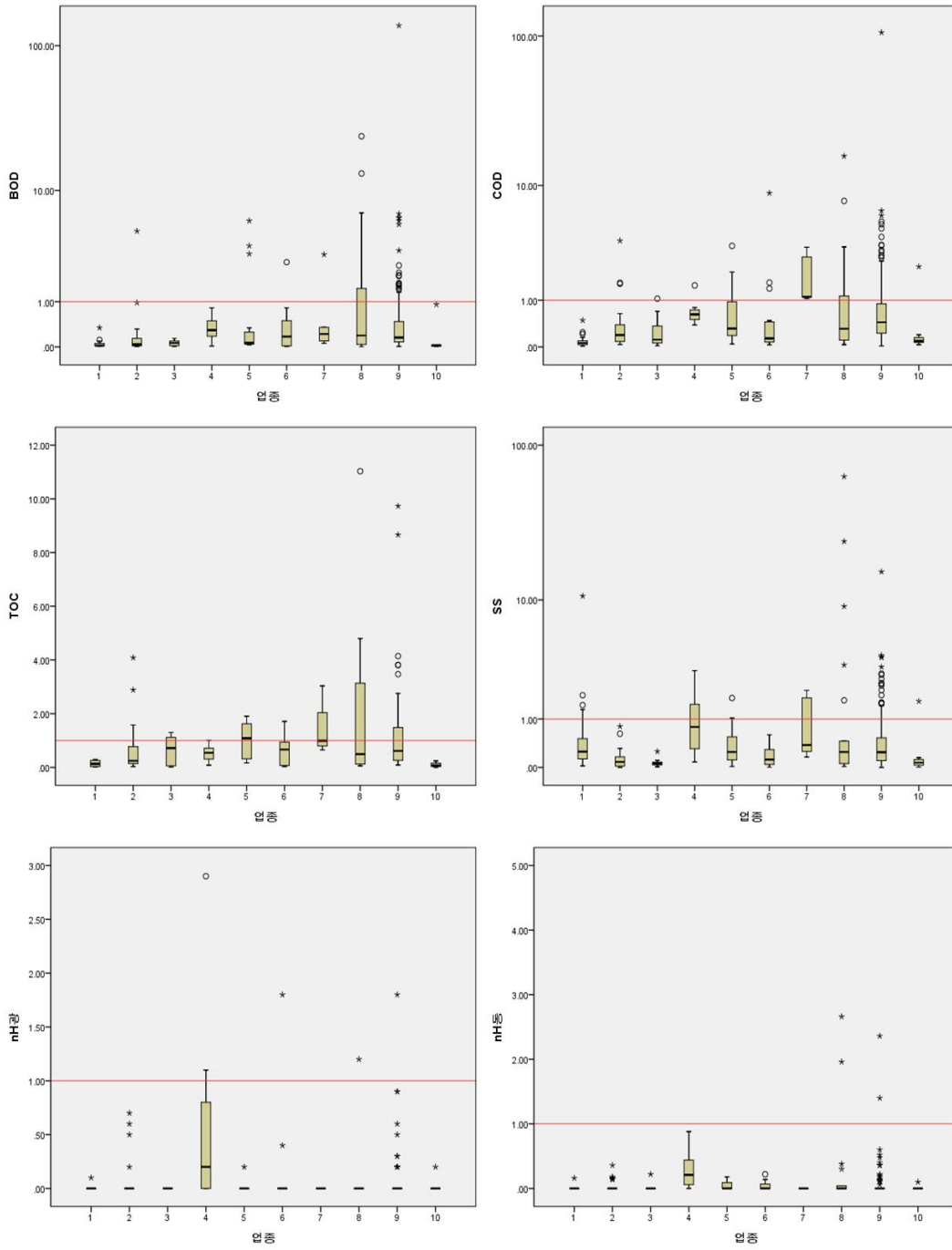
[Fig 7] 생물 항목의 업종별 평균 농도 및 검출률.

2. 배출허용기준 초과위험도 평가

가. 수질오염물질 및 업종별 배출허용기준 초과위험도 평가

(1) 일반항목

BOD 항목은 폐수·폐기물처리업에서 배출허용기준 초과위험도(이하 초과위험도)가 매우 높음으로 평가되었다. COD 항목은 종이·목재 제조업, 폐수·폐기물 처리업에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다. TOC 항목은 발전 및 연구시설, 식음료 제조업, 종이·목재 제조업, 폐수·폐기물 처리업, 화학물질 제조업에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다. SS 항목은 세차·세탁업, 종이·목재 제조업에서 초과 위험도 매우 높음으로 평가되었다.



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3:발전 및 연구시설, 4:세차·세탁업, 5:식음료 제조업, 6:자동차 관련 제조업, 7:종이·목재 제조업, 8:폐수·폐기물 처리업, 9:화학물질 제조업, 10:기타 제조업

[Fig 8] 일반항목의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표.

<Table 8-1> 일반항목의 업종별 초과 위험도 평가

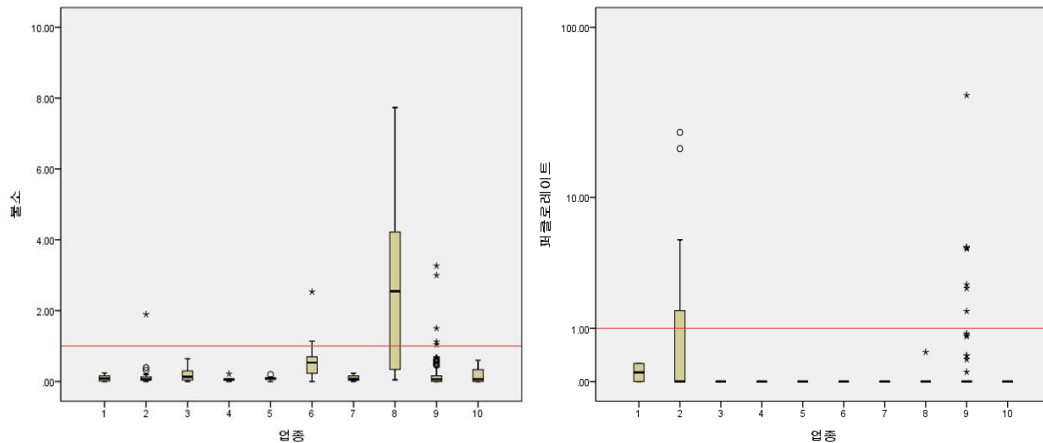
	매우 높음 (4점)	높음 (3점)	보통 (2점)	낮음 (1점)	초과 위험도 점수
BOD	폐수·폐기물	화학	자동차	금속 식품료 종이·목재	12
COD	종이·목재 폐수·폐기물	식품료 화학	금속 발전·연구 세차·세탁 자동차	기타	23
TOC	발전·연구 식품료 종이·목재 폐수·폐기물 화학	금속 자동차	세차·세탁	-	28
SS	세차·세탁 종이·목재	건설 식품료 화학	폐수·폐기물	기타	20
n-H(광)	-	세차·세탁	-	자동차 폐수·폐기물 화학	6
n-H(동,식)	-	-	-	폐수·폐기물 화학	2

초과 위험도를 점수화하였을 때, 일반항목에서는 TOC가 28점으로 초과 위험도가 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 COD가 23점, SS가 20으로 높았다.

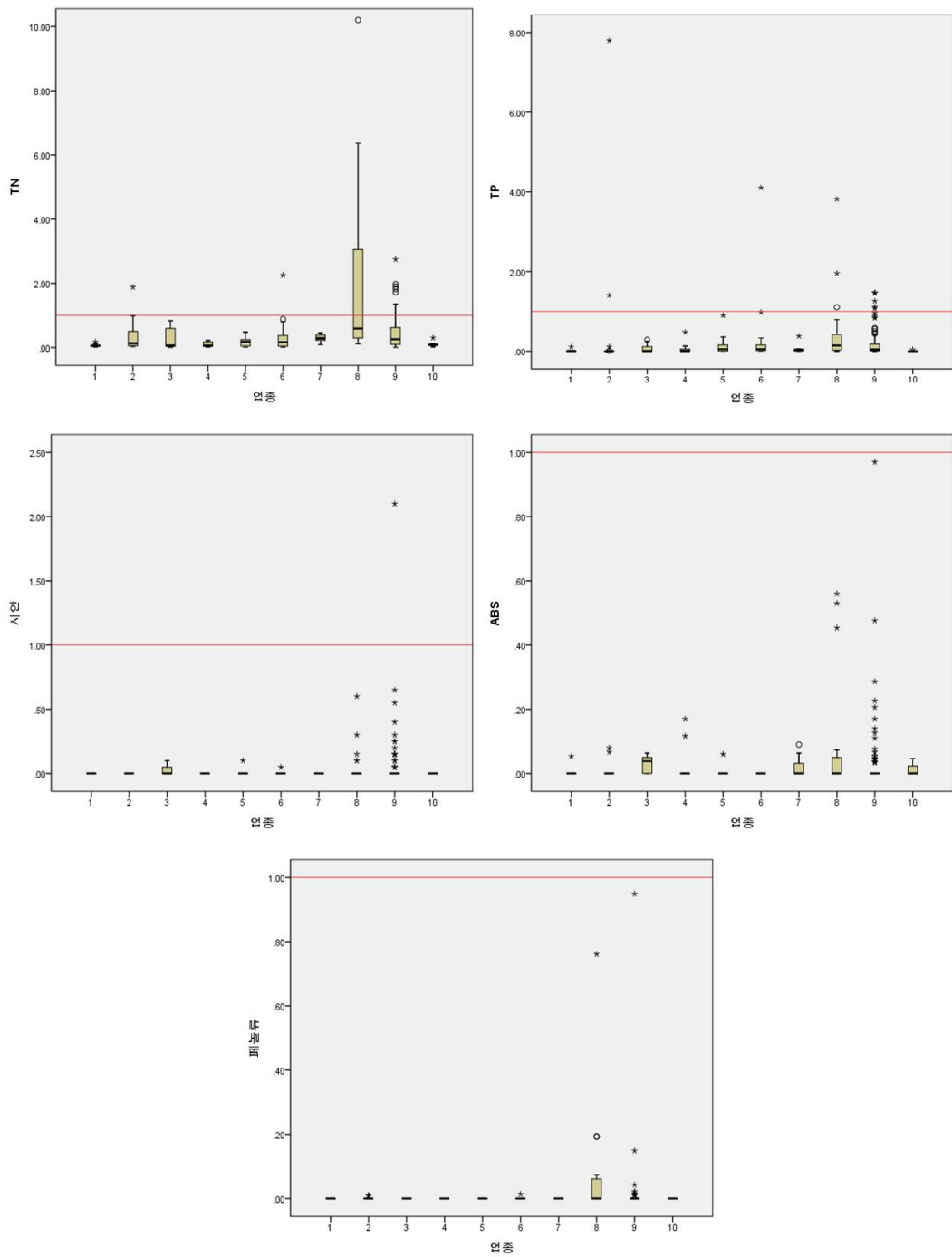
일반항목의 업종별 초과 위험도 평가 세부 내용은 <Table 8-1>와 같다.

(2) 이온류

불소 항목은 폐수·폐기물 처리업에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다. 퍼클로레이트 항목은 금속 제조업에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다. 금속 제조업에서 퍼클로레이트 항목이 초과 위험도가 높은 것은 비철금속제조업에서 예외적으로 높은 기준을 적용받기 때문으로 추측된다. 총질소 항목은 폐수·폐기물 처리업에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다. 음이온계면활성제, 페놀류는 전 업종에서 초과 위험도 매우 낮음으로 평가되었다.



[Fig 9-1] 이온류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(1).



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 9-2] 이온류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(2).

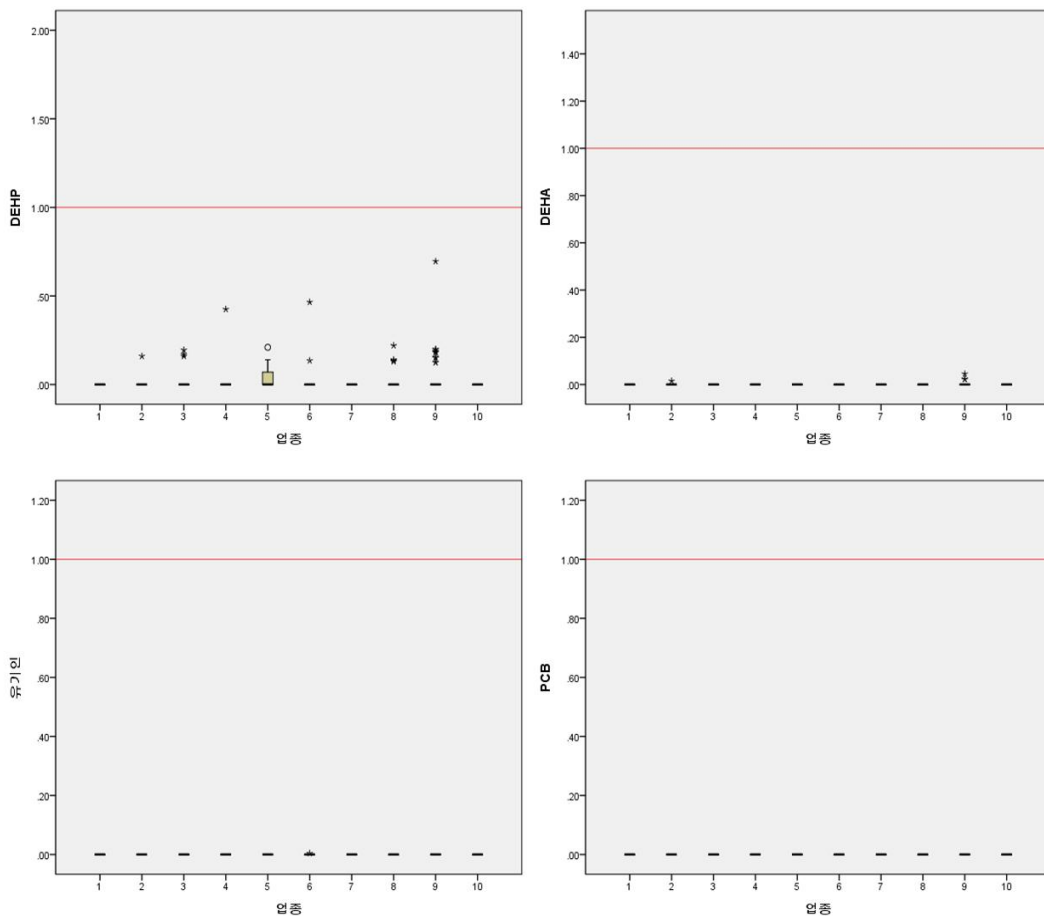
<Table 8-2> 이온류의 업종별 초과 위험도 평가

	매우 높음 (4점)	높음 (3점)	보통 (2점)	낮음 (1점)	초과위험도 점수
불소	폐수·폐기물	자동차	-	금속, 화학	9
퍼클로레이트	금속	-	-	화학	5
총질소	폐수·폐기물	화학	금속	자동차	10
총인	-	-	폐수·폐기물	금속, 자동차, 화학	9
시안	-	-	-	화학	1
ABS	-	-	-	-	0
페놀류	-	-	-	-	0

초과 위험도를 점수화하였을 때, 이온류에서는 총질소가 10점으로 초과 위험도가 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 불소, 총인이 9점, 퍼클로레이트가 5점으로 높았다. 이온류의 업종별 초과 위험도 평가 세부 내용은 <Table 8-2>와 같다.

(3) 유기물질

유기물질 항목에 포함된 DEHP, DEHA, 유기인, PCB 항목은 전 업종에서 초과 위험도 매우 낮음으로 평가되었다. 특히, PCB 항목은 표본 전체가 불검출로 나타났다.



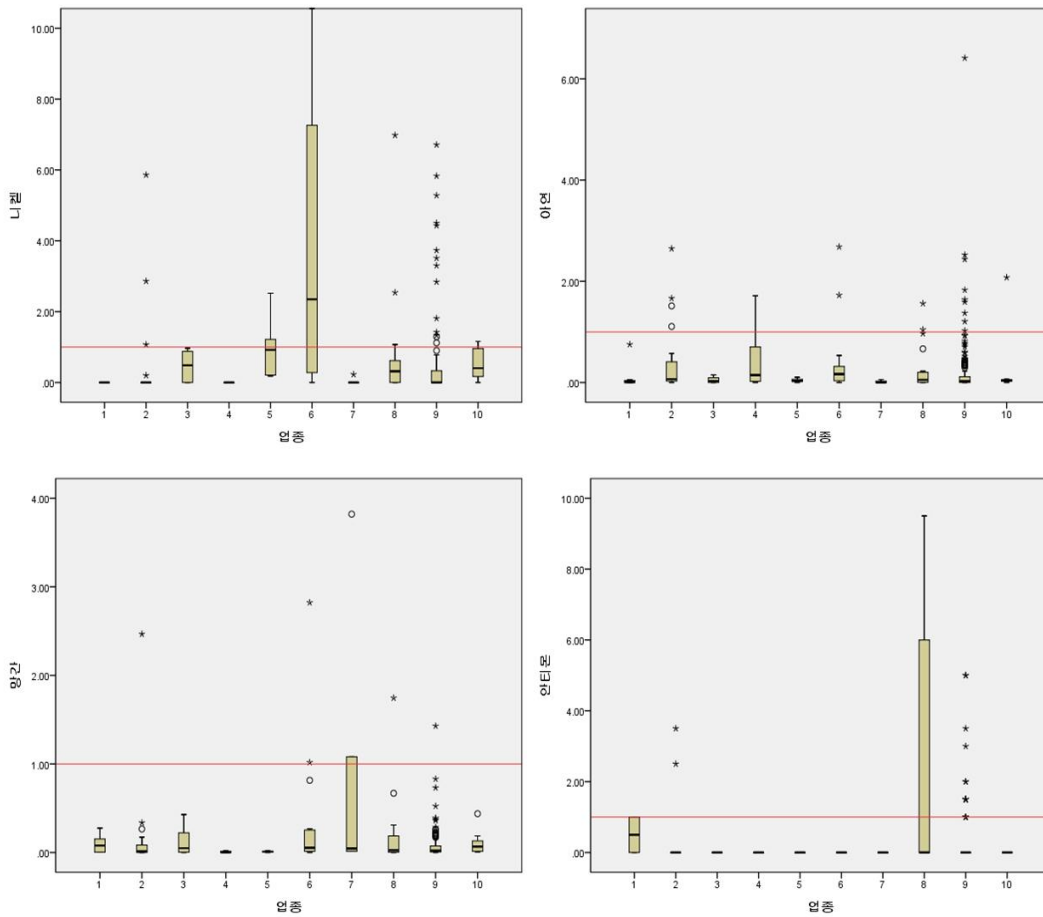
*1:건설업, 2:금속 제조업, 3:발전 및 연구시설, 4:세차·세탁업, 5:식음료 제조업, 6:자동차 관련 제조업, 7:종이·목재 제조업, 8:폐수·폐기물 처리업, 9:화학물질 제조업, 10:기타 제조업

[Fig 10] 유기물질의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표.

(4) 금속류

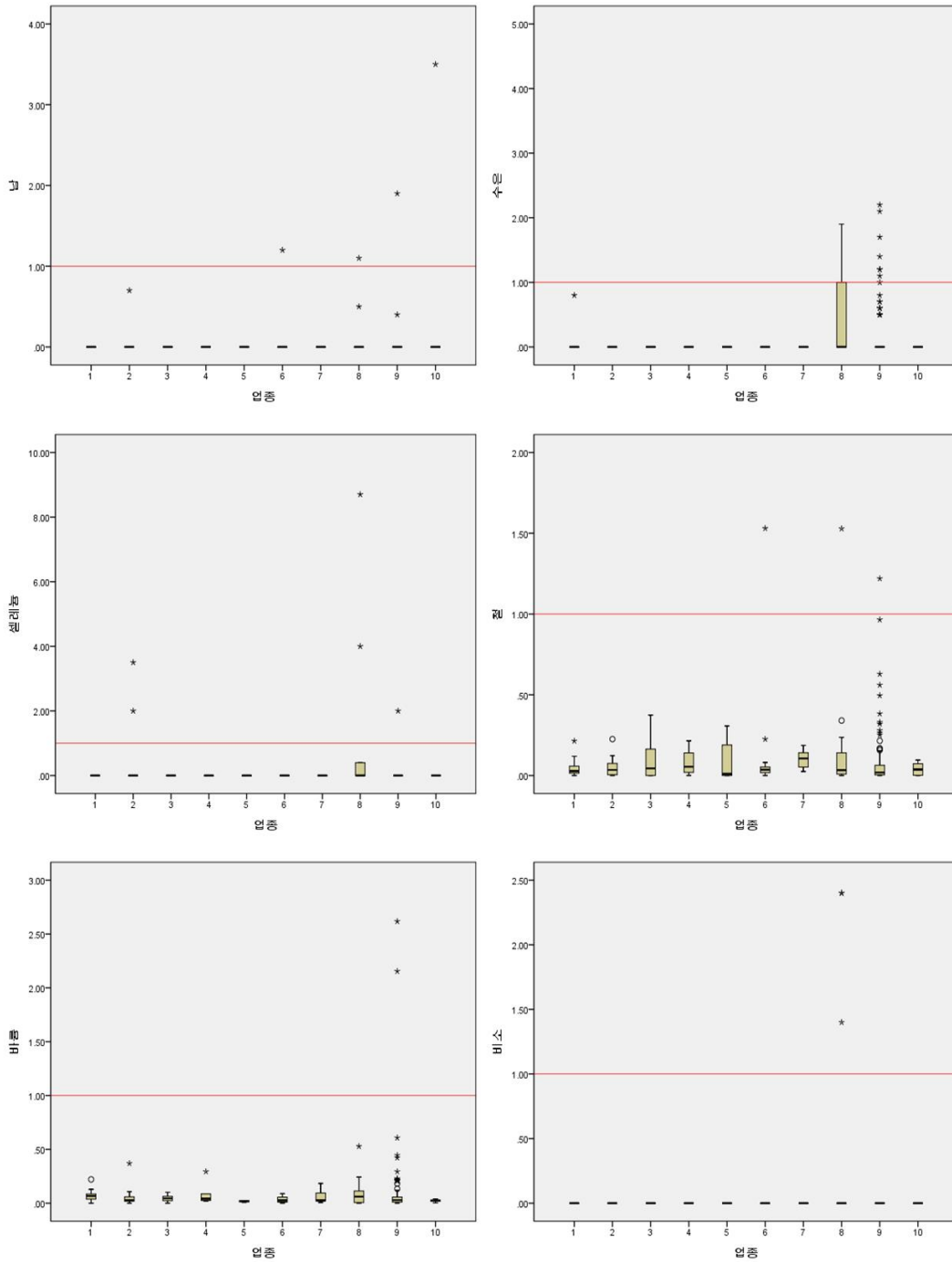
니켈 항목은 자동차 관련 제조업, 식음료 제조업에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다. 특히하게 식음료 제조업에서 니켈이 높게 나타난 것은 식품 제조공정 외의 포장용기 제조 공정 등에서 발생된 것으로 추측되나, 정확히 어떤 공정에서 발생하였는지는 추가적인 조사가 필요한 것으로 판단된다. 망간 항목은 종이·목재 제조업에서 초과 위험도 매우 높음으로 평가되었다. 안티몬 항목은 폐수·폐기물 처리업에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다.

6가크롬, 구리, 크롬의 항목은 전 업종에서 초과위험도가 매우 낮음으로 평가되었다. 주석 항목은 2021년부터 배출허용기준이 적용되어, 표본부족으로 초과위험도 평가를 평가할 수 없었다.



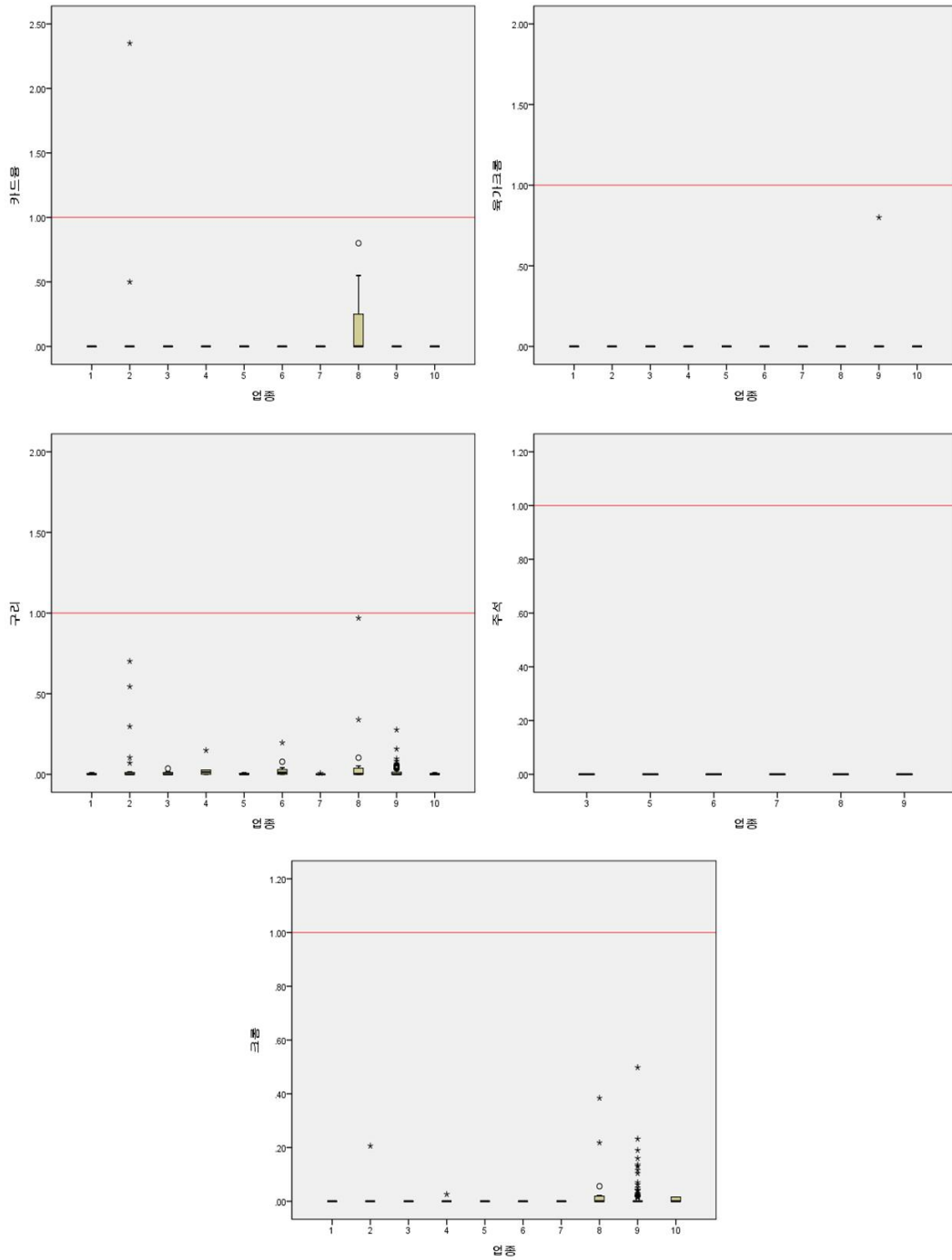
*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 11-1] 금속류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(1).



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3:발전 및 연구시설, 4:세차·세탁업, 5:식음료 제조업, 6:자동차 관련 제조업, 7:종이·목재 제조업, 8:폐수·폐기물 처리업, 9:화학물질 제조업, 10:기타 제조업

[Fig 11-2] 금속류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(2).



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 11-3] 금속류의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(3).

<Table 8-3> 금속류의 업종별 초과 위험도 평가

	매우 높음 (4점)	높음 (3점)	보통 (2점)	낮음 (1점)	초과 위험도 점수
니켈	식음료 자동차	폐수·폐기물 기타	화학	금속	17
아연	-	세차·세탁	금속	자동차 폐수·폐기물 화학,기타	9
망간	종이·목재	-	-	금속, 자동차 폐수·폐기물 화학	8
안티몬	폐수·폐기물	-	-	금속, 화학	6
납	-	-	-	자동차 폐수·폐기물 화학,기타	4
수은	-	폐수·폐기물	-	화학	4
셀레늄	-	-	-	금속, 화학 폐수·폐기물	3
철	-	-	-	자동차, 화학 폐수·폐기물	3
바륨	-	-	-	화학	1
비스	-	-	-	폐수·폐기물	1
카드뮴	-	-	-	금속	1
6가크롬	-	-	-	-	0
구리	-	-	-	-	0
주석	-	-	-	-	0
크롬	-	-	-	-	0

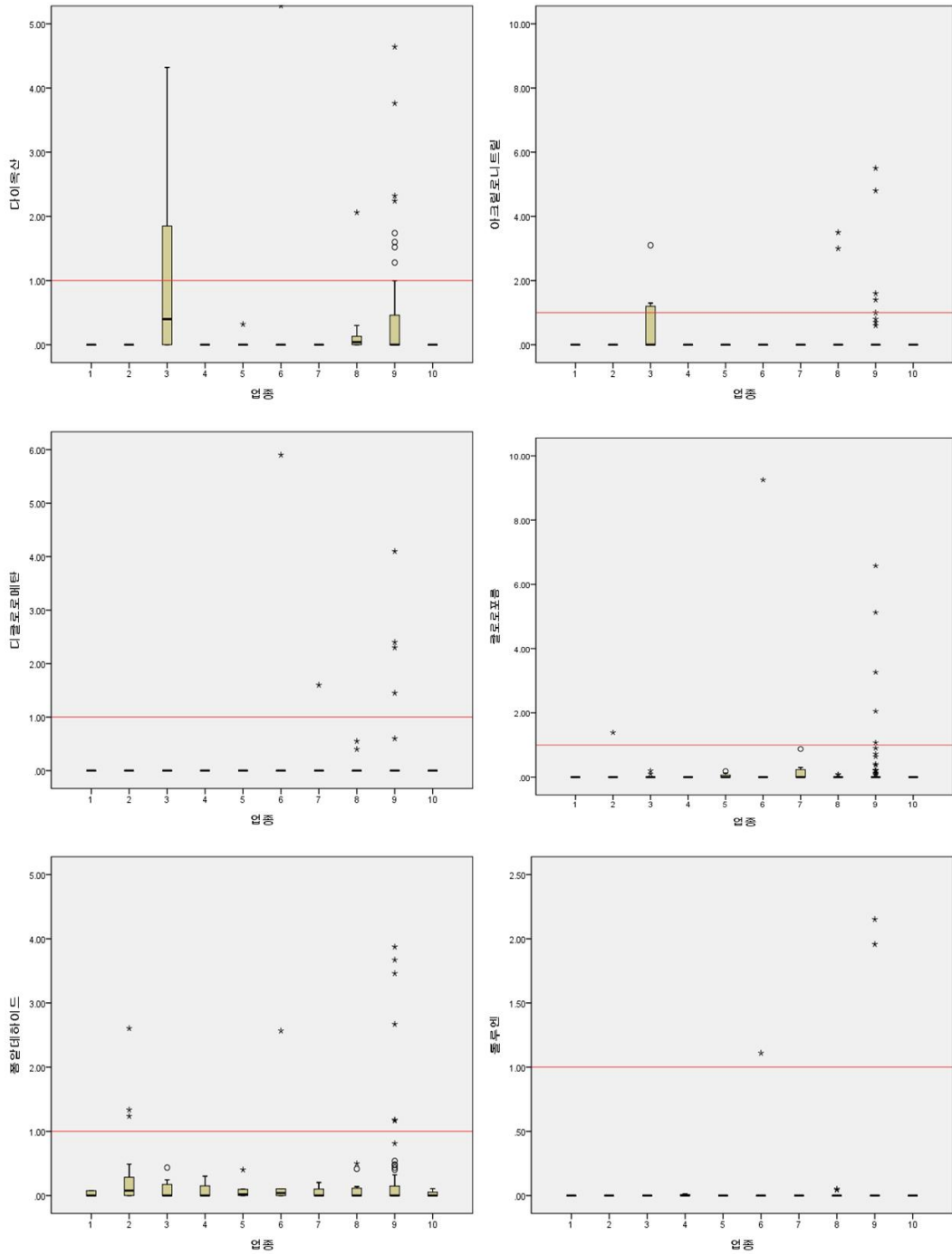
초과 위험도를 점수화하였을 때, 금속류에서는 니켈이 17점으로 초과 위험도가 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 아연이 9점, 망간이 8점으로 높았다.

금속류의 업종별 초과 위험도 평가 세부 내용은 <Table 8-3>와 같다.

(5) 휘발성유기화합물

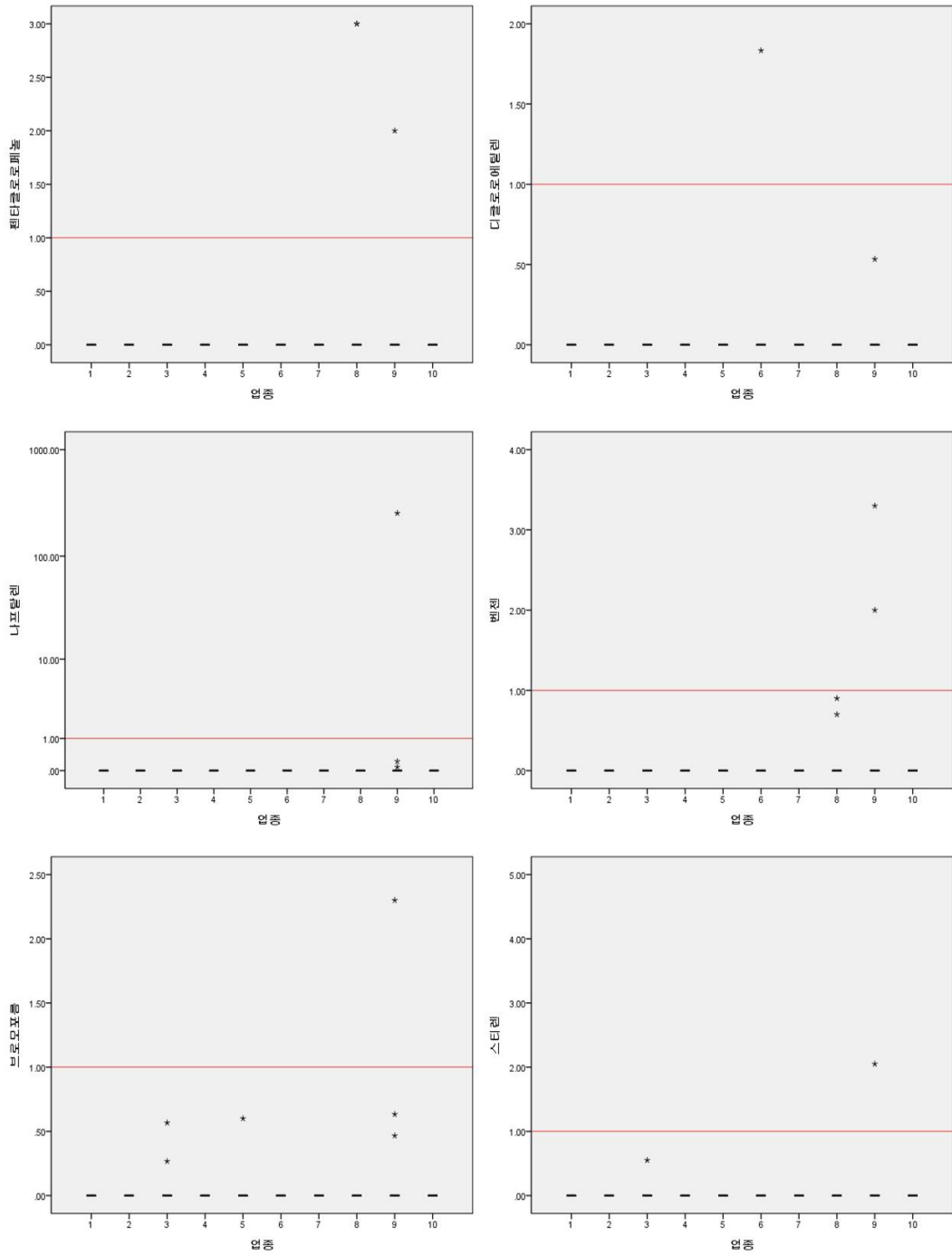
1,4-다이옥산과, 아크릴로니트릴 항목은 발전 및 연구시설에서 초과 위험도가 매우 높음으로 평가되었다. 두 항목을 제외한 휘발성유기화합물 항목 중 초과 위험도가 매우 높음으로 평가된 항목은 없었으나, 화학물질 제조업과 폐수·폐기물 처리업에서 검출률이 높은 것으로 나타났다.

1,2-디클로로에틸렌, 사염화탄소, 에피클로로하이드린, 트리클로로에틸렌 항목은 초과 위험도 계수가 “1” 넘는 시료가 1건도 없어, 초과 위험도가 매우 낮은 것을 알 수 있었다.



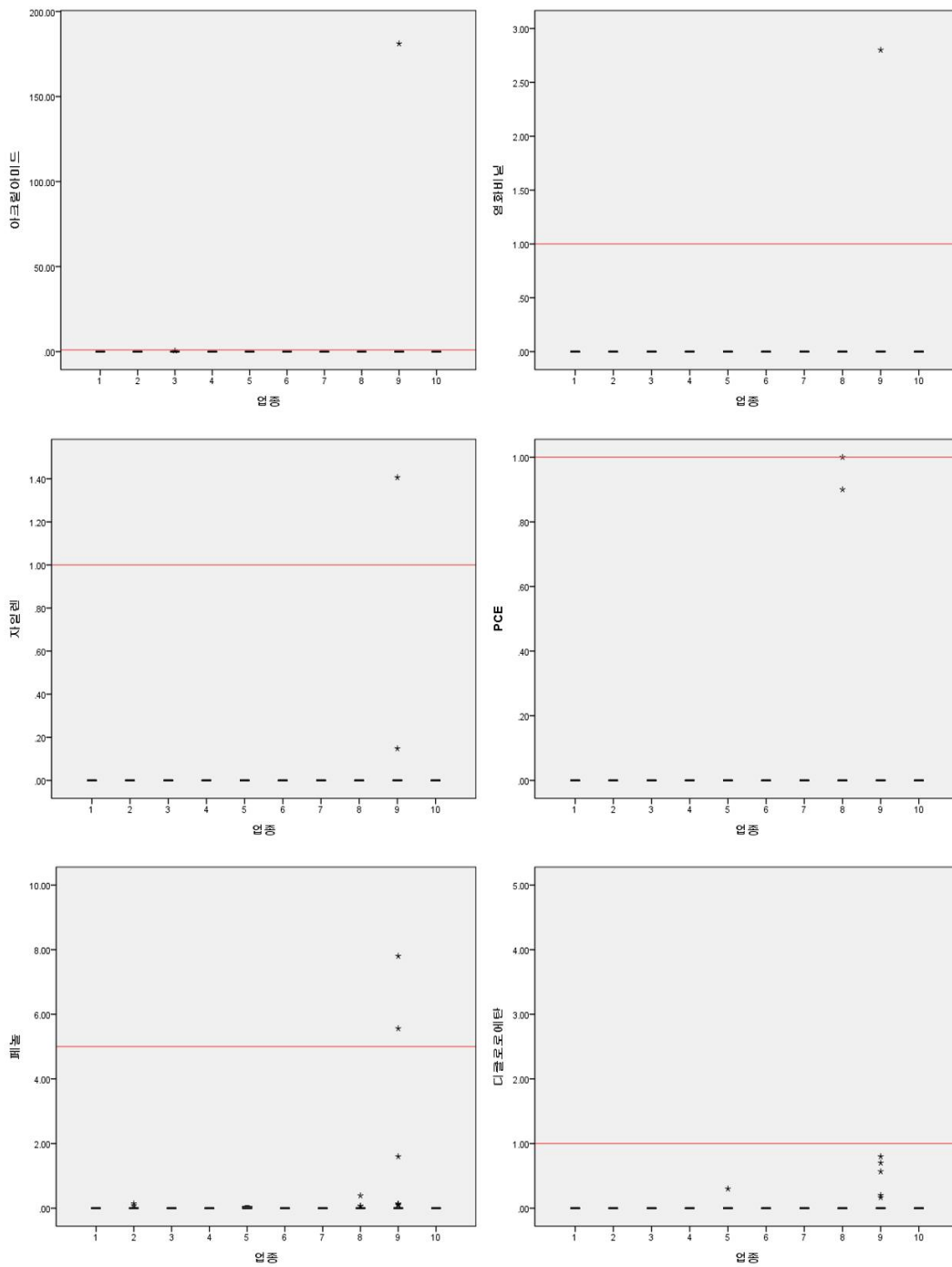
*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 12-1] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(1).



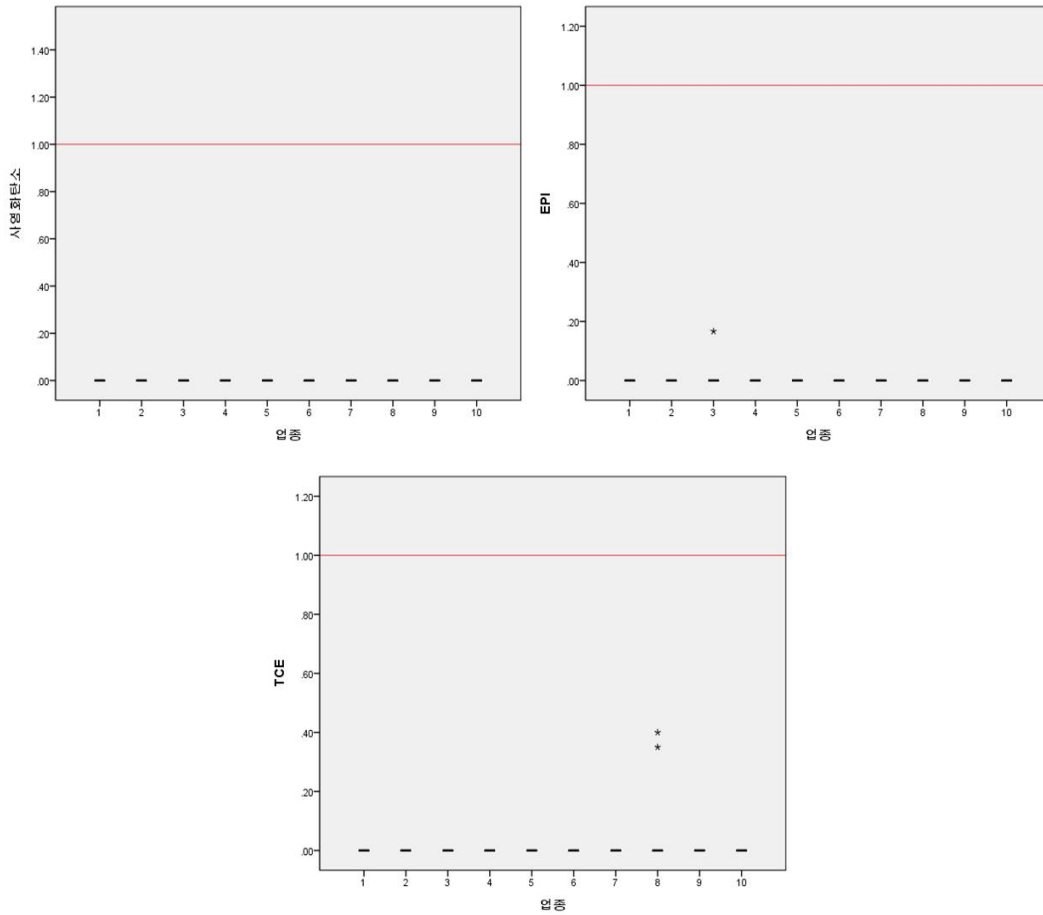
*1:건설업, 2:금속 제조업, 3:발전 및 연구시설, 4:세차·세탁업, 5:식품료 제조업, 6:자동차 관련 제조업, 7:종이·목재 제조업, 8:폐수·폐기물 처리업, 9:화학물질 제조업, 10:기타 제조업

[Fig 12-2] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(2).



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 12-3] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(3).



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 12-4] 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(4).

<Table 8-4> 휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 평가

	매우 높음 (4점)	높음 (3점)	보통 (2점)	낮음 (1점)	초과위험도 점수
1,4-다이옥산	발전, 연구	-	화학	폐수, 폐기물	7
아크릴로니트릴	발전, 연구	-	-	폐수, 폐기물 화학	6
디클로로메탄	-	-	-	자동차 종이, 목재 화학	3
클로로포름	-	-	-	금속, 자동차 화학	3
폼알데하이드	-	-	-	금속, 자동차 화학	3
톨루엔	-	-	-	자동차, 화학	2
펜타클로로페놀	-	-	-	폐수, 폐기물 화학	2
1,1-디클로로에틸렌	-	-	-	자동차	1
나프탈렌	-	-	-	화학	1
벤젠	-	-	-	화학	1
브로모포름	-	-	-	화학	1
스티렌	-	-	-	화학	1
아크릴아미드	-	-	-	화학	1
염화비닐	-	-	-	화학	1

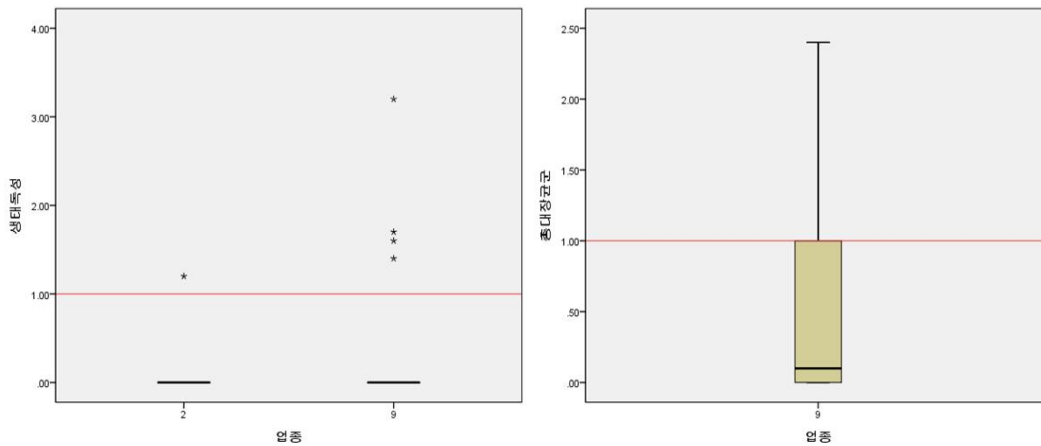
자일렌	-	-	-	화학	1
테트라클로로에틸렌	-	-	-	폐수, 폐기물	1
페놀	-	-	-	화학	1
1,2-디클로로에탄	-	-	-	-	0
사염화탄소	-	-	-	-	0
에피클로로하이드린	-	-	-	-	0
트리클로로에틸렌	-	-	-	-	0

초과 위험도를 점수화하였을 때, 휘발성유기화합물에서는 1,4-다이옥산이 7점으로 초과 위험도가 가장 높은 것으로 나타났다. 다음으로 아크릴로니트릴이 6점, 디클로로메탄, 클로로포름, 폼알데하이드 항목이 3점으로 높았다.

휘발성유기화합물의 업종별 초과 위험도 평가 세부 내용은 <Table 8-4>와 같다.

(6) 생물

생태독성과 총대장균군 항목은 표본이 5개 미만인 업종이 많아 업종별 위험도를 비교하기 어려웠다. 추후 표본을 확보하여 추가적인 연구가 필요한 것으로 보인다.



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 13] 생물 항목의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표.

<Table 8-5> 생물 항목의 업종별 초과 위험도 평가

	매우 높음 (4점)	높음 (3점)	보통 (2점)	낮음 (1점)	초과위험도 점수
생태독성	-	-	-	금속, 화학	2
총대장균군	-	화학	-	-	3

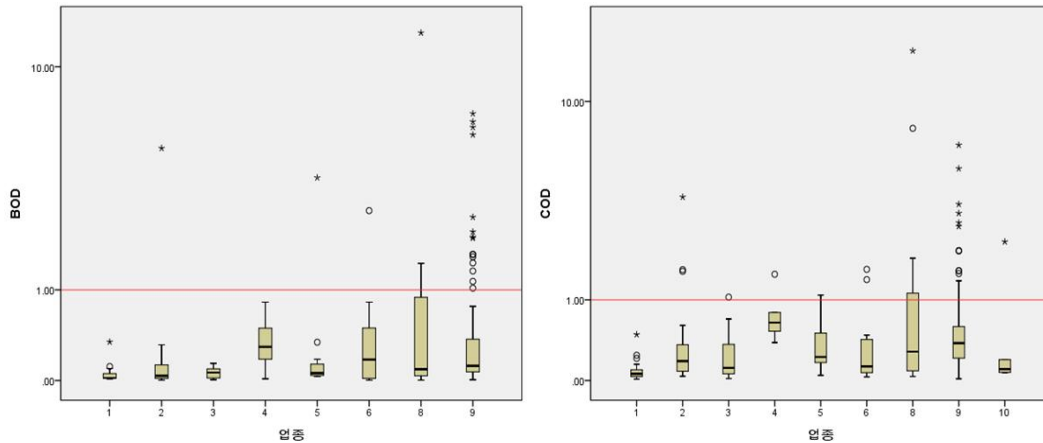
생물 항목의 업종별 초과 위험도 평가 세부 내용은 <Table 8-5>와 같다.

(7) 별도배출허용기준 및 예외기준 적용 항목

KCC울산, 봉계공공폐수처리시설, 온산공공하수처리시설, 울산용암공공폐수처리시설로 방류수가 배출되는 경우 별도배출허용기준을 적용 받는다. 별도배출허용기준이 적용되는 항목으로는 BOD, COD, TOC, SS, 총질소, 총인, 페놀류, 노말핵산추출물질(광유류)가 있다. 퍼클로레이트의 경우 기초무기화학물질 제조시설과 비철금속 제련, 정련 및 합금제조 시설에서 예외 기준을 적용 받는다.

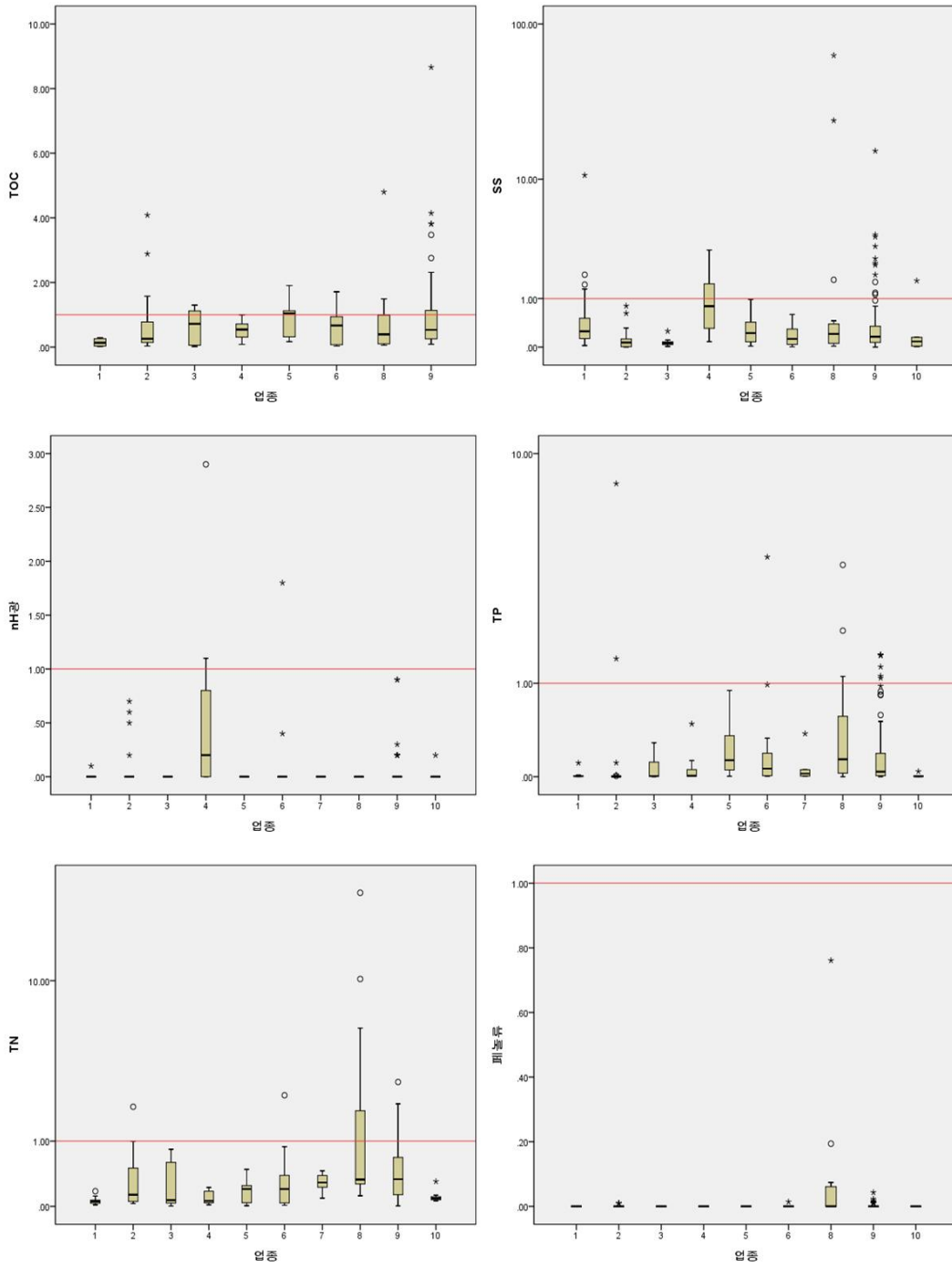
별도배출허용기준과 예외기준을 적용 받는 샘플을 제외 한 후, 초과위험도 평가를 실시한 결과를 [Fig 14-1] ~ [Fig 14-3]에 나타내었다. 평가 결과, BOD와 TOC 항목에서 폐수·폐기물 처리업의 초과위험도가 매우 높음에서 높음으로 낮아졌으며, COD, TOC와 SS 항목에서 종이·목재제조업의 초과위험도가 매우 높음에서 매우 낮음으로 낮아졌다. 퍼클로레이트 항목에서 금속 제조업의 초과위험도가 매우 높음에서 매우 낮음으로 낮아졌다.

반대로, 총인 항목은 폐수·폐기물 처리업의 초과위험도가 보통에서 높음으로, 총질소 항목은 자동차 관련 제조업의 초과위험도가 낮음에서 보통으로 높아졌다. 별도배출허용기준이 적용되는 폐수 및 공공하수처리장으로 방류수가 유입되지 않는 경우, 총인과 총질소의 배출 농도에 주의를 기울일 필요가 있다.



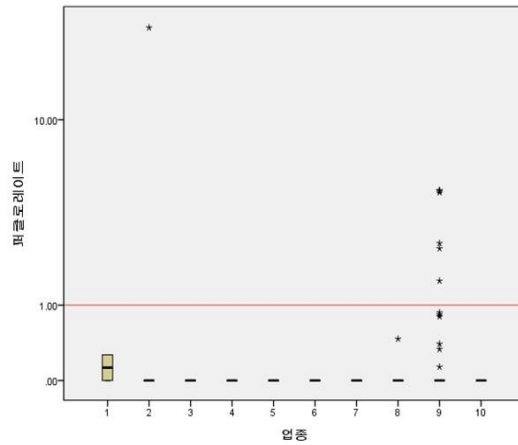
*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 14-1] 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(1).



*1:건설업, 2:금속 제조업, 3: 발전 및 연구시설, 4: 세차·세탁업, 5: 식음료 제조업, 6: 자동차 관련 제조업, 7: 종이·목재 제조업, 8: 폐수·폐기물 처리업, 9: 화학물질 제조업, 10: 기타 제조업

[Fig 14-2] 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(2).



[Fig 14-3] 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과 위험도 계수 상자 도표(3).

<Table 8-6> 별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과 위험도 평가

	매우 높음 (4점)	높음 (3점)	보통 (2점)	낮음 (1점)	초과위험도 점수
BOD		폐수, 폐기물	자동차, 화학	금속, 식음료	9
COD	폐수, 폐기물	식음료, 화학	금속, 발전, 연구, 세차, 세탁, 자동차	기타	19
TOC	발전, 연구 식음료 화학	금속 자동차 폐수, 폐기물	세차, 세탁		23
SS	세차, 세탁	건설	식음료 폐수, 폐기물 화학	기타	14
n-H(광)		세차, 세탁		자동차	4
총인		폐수, 폐기물		금속, 자동차 화학	6
총질소	폐수, 폐기물	화학	금속, 자동차		11
페놀류					0
퍼크로레이트				화학	1

별도배출허용기준 및 예외기준적용 항목의 업종별 초과 위험도 평가 세부 내용은 <Table 8-6>와 같다.

나. 배출허용기준 초과위험도 종합 평가

(1) 항목별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가

항목별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과는 <Table 9-1>과 같다. 항목별 종합 평가 결과, TOC 항목이 28점으로 초과위험도가 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 COD가 23점, SS가 20점으로 높았다. 상위 10개 항목 중 유기성 물질이 가장 많이 분포한 것으로 나타났고, 금속 항목에서는 니켈, 아연, 망간 항목이 초과위험도가 높은 것으로 보인다. 휘발성유기화합물 항목에서는 1,4-다이옥산이 초과위험도가 높은 것으로 평가되었다.

별도배출허용기준 및 예외기준을 적용 받는 샘플을 제외 한 후, 항목별 초과위험도 평가를 실시한 결과는 <Table 9-2>와 같다. 별도배출허용기준 및 예외기준을 적용 받는 항목의 경우, 노말핵산추출물질(광유류)를 제외한 항목의 종합 점수는 모두 낮아졌다. 초과위험도가 높은 상위 10개 항목의 종류는 변화가 없었으며, 니켈과 SS, 총질소와 BOD의 순위가 바뀌었다.

<Table 9-1> 항목별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(1)

(단위: 업종수, 점)

	매우높음	높음	보통	낮음	총계
TOC	5	2	1	0	28
COD	2	2	4	1	23
SS	2	3	1	1	20
니켈	2	2	1	1	17
BOD	1	1	1	3	12
총질소	1	1	1	1	10
아연	0	1	1	4	9
불소	1	1	0	2	9
용해성 망간	1	0	0	4	8
1,4-다이옥산	1	0	1	1	7
n-H(광)	0	1	0	3	6
안티몬	1	0	0	2	6
아크릴로니트릴	1	0	0	2	6
총인	0	0	1	3	5
퍼클로레이트	1	0	0	1	5
납	0	0	0	4	4
수은	0	1	0	1	4
총대장균군	0	1	0	0	3
셀레늄	0	0	0	3	3
용해성 철	0	0	0	3	3
디클로로메탄	0	0	0	3	3
클로로포름	0	0	0	3	3
폼알데하이드	0	0	0	3	3
n-H(동식)	0	0	0	2	2
생태독성	0	0	0	2	2
톨루엔	0	0	0	2	2
펜타클로로페놀	0	0	0	2	2
시안	0	0	0	1	1
바륨	0	0	0	1	1
비소	0	0	0	1	1

카드뮴	0	0	0	1	1
1,1-디클로로에틸렌	0	0	0	1	1
나프탈렌	0	0	0	1	1
벤젠	0	0	0	1	1
브로모포름	0	0	0	1	1
스티렌	0	0	0	1	1
아크릴아미드	0	0	0	1	1
염화비닐	0	0	0	1	1
자일렌	0	0	0	1	1
테트라클로로에틸렌	0	0	0	1	1
페놀	0	0	0	1	1
음이온계면활성제	0	0	0	0	0
페놀류	0	0	0	0	0
DEHP	0	0	0	0	0
DEHA	0	0	0	0	0
유기인	0	0	0	0	0
PCB	0	0	0	0	0
6가크롬	0	0	0	0	0
구리	0	0	0	0	0
주석	0	0	0	0	0
크롬	0	0	0	0	0
1,2-디클로로에탄	0	0	0	0	0
사염화탄소	0	0	0	0	0
에피클로로하이드린	0	0	0	0	0
트리클로로에틸렌	0	0	0	0	0

<Table 9-2> 항목별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(2)

(단위: 업종수, 점)

	매우높음	높음	보통	낮음	총계
TOC	3	3	1	0	23
COD	1	2	4	1	19
니켈	2	2	1	1	17
SS	1	1	3	1	14
총질소	1	1	2	0	11
BOD	0	1	2	2	9
아연	0	1	1	4	9
불소	1	1	0	2	9
용해성 망간	1	0	0	4	8
1,4-다이옥산	1	0	1	1	7
안티몬	1	0	0	2	6
아크릴로니트릴	1	0	0	2	6
총인	0	1	0	3	6
NH광	0	1	0	1	4
납	0	0	0	4	4
수은	0	1	0	1	4
총대장균군	0	1	0	0	3
셀레늄	0	0	0	3	3
용해성 철	0	0	0	3	3
디클로로메탄	0	0	0	3	3
클로로포름	0	0	0	3	3
폼알데하이드	0	0	0	3	3
NH동식	0	0	0	2	2
생태독성	0	0	0	2	2
톨루엔	0	0	0	2	2
펜타클로로페놀	0	0	0	2	2
퍼클로레이트	0	0	0	1	1
시아나이드	0	0	0	1	1
바륨	0	0	0	1	1
비소	0	0	0	1	1

카드뮴	0	0	0	1	1
1,1-디클로로에틸렌	0	0	0	1	1
나프탈렌	0	0	0	1	1
벤젠	0	0	0	1	1
브로모포름	0	0	0	1	1
스티렌	0	0	0	1	1
아크릴아미드	0	0	0	1	1
염화비닐	0	0	0	1	1
자일렌	0	0	0	1	1
테트라클로로에틸렌	0	0	0	1	1
페놀	0	0	0	1	1
음이온계면활성제	0	0	0	0	0
페놀류	0	0	0	0	0
디에틸헥실프탈레이트	0	0	0	0	0
비스(2-에틸헥실)아디페이트	0	0	0	0	0
유기인	0	0	0	0	0
PCB	0	0	0	0	0
6가크롬	0	0	0	0	0
구리	0	0	0	0	0
주석	0	0	0	0	0
크롬	0	0	0	0	0
1,2-디클로로에탄	0	0	0	0	0
사염화탄소	0	0	0	0	0
에피클로로하이드린	0	0	0	0	0
트리클로로에틸렌	0	0	0	0	0

(2) 업종별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가

<Table 10-1>은 업종별로 청정지역 배출허용기준을 초과할 위험이 있는 항목들을 정리한 것이고, 업종별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과는 <Table 11-1>과 같다.

업종별 종합 평가 결과, 화학물질제조업이 52점으로 초과 위험도가 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 폐수·폐기물처리업이 46점, 자동차 관련 제조업이 26점으로 높았다.

화학물질제조업은 유기물의 초과위험도가 높게 나타났으며, 검출되는 수질오염물질의 수가 가장 많았다. 특히, 휘발성유기화합물의 검출률이 다른 업종에 비해 높게 나타났다. 폐수·폐기물 처리업은 유기물의 초과위험도가 매우 높은 것으로 나타났으며, 안티몬, 니켈, 수은의 중금속의 초과 위험도 또한 높았다. 다른 업종과 다르게 불소 항목의 초과 위험도가 매우 높은 것으로 나타났다.

자동차 관련 제조업에서는 니켈, 금속 제조업에서는 비철금속 제조업에서의 퍼클로레이트 배출을 주의해야 할 것으로 보인다.

건설업이 10개 업종 중 초과 위험도가 가장 낮은 것으로 나타났다. 건설업종은 교량 및 터널 공사 현장에서 발생하는 부유물질의 배출을 유의해야 할 것으로 보인다.

발전 및 연구시설에서 1,4-다이옥산, 아크릴로니트릴 항목, 식음료 제조업에서는 니켈 항목, 종이·목재 제조업에서 망간 항목이 초과 위험도가 매우 높음으로 평가된

것은 특이점으로 보인다. 세 업종에서는 해당 항목이 어떠한 공정에서 배출되었는지 구체적으로 조사해 볼 필요성이 있다.

<Table 10-2>과 <Table 11-2>는 별도배출허용기준 및 예외기준을 적용 받는 샘플을 제외 한 후 업종별 초과위험도 평가를 실시한 결과이다. 평가 결과 종이·목재 제조업이 5위에서 9위로 초과위험도 순위가 큰 폭으로 하락하였으며, 자동차 관련 제조업의 경우 총질소 항목의 초과위험도가 낮음에서 보통으로 높아짐에 따라 최종 점수가 상향되었다.

<Table 10-1> 업종별 수질오염물질 초과 위험도(1)

	매우 높음	높음	보통	낮음
건설	-	SS	-	-
금속	퍼클로레이트	TOC	COD, 총질소, 아연	BOD, 총인, 셀레늄, 니켈, 안티몬, 망간, 카드뮴, 폼알데하이드, 생태독성, 불소, 클로로포름
발전·연구	TOC, 다이옥산, 아크릴로니트릴	-	COD	-
세차, 세탁	SS	아연, n-H(광)	COD, TOC	-
식음료	TOC, 니켈	COD, SS		BOD
자동차	니켈	TOC, 불소	BOD, COD	총인, 총질소, 납, 아연, 망간, 철, 디클로로에틸렌, 디클로로메탄, 클로로포름, 톨루엔, 폼알데하이드, n-H(광)
종이, 목재	COD, TOC, SS, 망간	-	-	BOD, 디클로로메탄
폐수, 폐기물	BOD, COD, TOC, TN, 안티몬, 불소	니켈, 수은	SS, 총인	셀레늄, 납, 아연, 망간, 철, 다이옥산, PCE, 아크릴로니트릴, 펜타클로로페놀, n-H(광), n-H(동식물), 비소
화학	TOC	BOD, COD, SS, 총질소, 총대장균군	니켈, 다이옥산	총인, 퍼클로레이트, 바륨, 셀레늄, 납, 수은, 아연, 안티몬, 망간, 철, 나프탈렌, 벤젠, 디클로로메탄, 브로모포름, 스티렌, 아크릴로니트릴, 아크릴아미드, 염화비닐, 자일렌, 클로로포름, 톨루엔, 페놀, 펜타클로로페놀, 폼알데하이드, 불소, 생태독성, 시안, n-H(광), n-H(동식물)
기타	-	니켈	-	COD, 납, SS, 아연

<Table 10-1> 업종별 수질오염물질 초과 위험도(2)

	매우 높음	높음	보통	낮음
화학	TOC	COD, 총대장균군, 총질소	BOD, SS, 니켈, 1,4-다이옥산	총인, 퍼클로레이트, 바륨, 셀레늄, 납, 수은, 아연, 안티몬, 망간, 철, 나프탈렌, 디클로로메탄, 벤젠, 브로모포름, 스티렌, 아크릴로니트릴, 아크릴아미드, 염화비닐, 자일렌, 클로로포름, 톨루엔, 페놀,

				펜타클로로페놀, 폼알데하이드, 생태독성, n-H(동식물), 불소, 시안
폐수·폐기물	COD, 총질소, 안티몬, 불소	BOD, TOC, 니켈, 수은, 총인	SS	셀레늄, 납, 아연, 망간, 철, 1,4-다이옥산, 아크릴로니트릴, PCE, 펜타클로로페놀, n-H(동식물), 비소
자동차	니켈	TOC, 불소	BOD, COD, 총질소	총인, 납, 아연, 망간, 철, 디클로로에틸렌, 디클로로메탄, 클로로포름, 톨루엔, 폼알데하이드, n-H(광)
금속		TOC	COD, 총질소, 아연	BOD, 총인, 셀레늄, 니켈, 안티몬, 망간, 카드뮴, 폼알데하이드, 생태독성, 불소, 클로로포름
식음료	TOC, 니켈	COD, SS		BOD
발전·연구	TOC, 1,4-다이옥산, 아크릴로니트릴		COD	
세차·세탁	SS	아연, n-H(광)	COD, TOC	
기타		니켈		COD, 납, SS, 아연
종이·목재	망간			디클로로메탄
건설		SS		

<Table 11-1> 업종별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(1)

(단위: 항목수, 점)

	매우높음	높음	보통	낮음	총계
화학	1	5	2	29	52
폐수·폐기물	6	2	2	12	46
자동차	1	2	2	12	26
금속	1	1	3	11	24
종이·목재	4	0	0	2	18
식음료	2	2	0	1	15
발전,연구	3	0	1	0	14
세차·세탁	1	2	2	0	14
기타	0	1	0	4	7
건설	0	1	0	0	3

<Table 11-2> 업종별 배출허용기준 초과위험도 종합 평가 결과(2)

(단위: 항목수, 점)

	매우높음	높음	보통	낮음	총계
화학	1	3	4	28	49
폐수·폐기물	4	5	1	11	44
자동차	1	2	3	11	27
금속	0	1	3	11	20
종이·목재	2	2	0	1	15
식음료	3	0	1	0	14
발전,연구	1	2	2	0	14
세차·세탁	0	1	0	4	7
기타	1	0	0	1	5
건설	0	1	0	0	3

다. 배출허용기준 초과위험도 상위 항목

항목별 배출허용기준 초과위험도 평가 결과 초과위험도가 높았던, 상위 10개 항목으로는 TOC, COD, SS, 니켈, BOD, 총질소, 아연, 불소, 망간, 1,4-다이옥산이 있다. 이것들 중 유기성물질을 포함한 TOC, COD, BOD, SS, 총질소, 총인을 제외한 니켈, 아연, 불소, 망간, 1,4-다이옥산에 대하여, 물질의 물리·화학적 특성, 오염물질 배출원, 인체 및 환경에서의 유해성, 배출량 및 이동량 정보 등을 조사하였다.

(1) 니켈

순수한 니켈은 은백색의 금속으로 상당히 견고하며, 여러 가지 금속성분과 결합하여 합금을 제조할 때 사용된다. 지각에 존재하는 원소들과 결합하기 쉬운 성질을 가지는 니켈은 환경 중에서 산소와 황과 먼저 결합하여 산화물 또는 황화물을 생성한다. 니켈은 철, 구리, 크롬, 아연 등과 같은 금속성분들과 결합하여 합금제품에 대한 내식성, 내열성, 경도와 강도를 증가시키기 위하여 주로 사용된다. 많은 종류의 니켈화합물은 수용성이고 녹색을 띄고 있으며, 특정한 무취, 무미의 특성을 가진다.¹⁰⁾

니켈은 크롬과의 합금으로 생성되는 스테인리스강 제조에 가장 많이 사용된다. 그 외에 각종 주방기구, 건물 설비, 자동차 및 전자 부품, 화학공장 설비 및 특수 합금 제작에 이용된다.¹¹⁾

여러 종류의 니켈화합물은 크게 물에 대해 용해성이 큰 화합물과 적은 화합물로 분류할 수 있다. 일반적으로 염화니켈, 황산니켈, 질산니켈 등의 용해성이 큰 화합물들이 그렇지 않은 화합물들, 용해성이 상대적으로 작은 니켈화합물들에 비해 훨씬 독성이 강한 것으로 알려져 있다.¹⁰⁾

황화니켈, 염화니켈, 붕산에 오염된 물을 마신 근로자들에게서 소화기 증상들이 발생하였다.¹²⁾ 직업적 뿐만 아니라 일반 인구집단에서도 니켈에 대한 피부노출은 접촉성 피부염의 가장 흔한 원인이다. 피부 노출 뿐만 아니라 니켈을 섭취한 경우에도 피부염이 발생할 수 있다.^{13,14,15)} 4일간 니켈 정상치인 0.007 mg/kg /day 의 5배에 노출된 경우 접촉성 피부염이 발생하였다.¹⁶⁾ 현기증, 권태감, 두통 등의 신경학적 증상도 나타날 수 있다.¹³⁾

<Table 12-1> ~ <Table 12-4>은 2018년부터 2020년까지 3년 동안의 화학물질 배출량 및 이동량 보고 결과를 정리한 것이다. 화학물질 배출량조사는 「화학물질 관리법」 제11조에 따라 사업장의 제조 또는 사용과정에서 환경(대기, 수계, 토양)으로 배출되는 화학물질의 양을 사업자 스스로 파악토록 하고, 배출저감 노력으로 제품이나 원료물질의 배출 손실을 줄여 기업의 생산성을 향상시키고, 환경오염을

최소 하려는데 그 목적이 있다. 배출량 조사는 사업자의 보고로 인한 정보이기 때문에, 실제 배출되는 정보와는 차이가 있을 수 있다. 배출량은 사업장내에서 배출되는 양이고, 이동량은 외부 사업장으로 폐기물 또는 폐수처리업체로 위탁처리 등을 위해 이동된 양을 말한다.¹⁷⁾

<Table 12-1> 니켈의 배출량 및 이동량 정보

화학물질명		니켈 및 그 화합물		
년도		2020	2019	2018
전국	전체 배출량(kg/년)	47,004	39,087	42,001
	수계배출량(kg/년)	6,801	3,274	3,470
	전체 이동량(kg/년)	6,933,861	7,181,844	6,541,274
	폐수이동량(kg/년)	206,960	209,135	200,908
울산	전체 배출량(kg/년)	2,493	3,218	1,457
	수계배출량(kg/년)	30	11	14
	전체 이동량(kg/년)	339,248	507,571	506,426
	폐수이동량(kg/년)	133	340	439

Source) 화학물질 배출량 정보공개(화학물질안전원, 2018~2020)

2020년 기준 전국 니켈의 전체 배출량은 47,004 kg/년이며 이 중 수계로 배출된 양은 6,801 kg/년으로 전체 배출량의 14.47 %이다. 울산의 전체 배출량은 2,493 kg/년으로 전국 전체 배출량의 5.30 %이고, 울산의 수계 배출량은 30 kg/년으로 전국 전체 배출량의 0.06 % 울산 전체 배출량의 1.20 % 이다.

2020년 기준 울산지역에서 니켈을 배출한다고 보고한 사업장은 28개소이고, 화학물질 및 화학제품 제조업이 9개소로 가장 많았고, 다음으로 1차 금속 제조업과 기타 운송장비 제조업이 각각 4개소였다.

(2) 아연

아연은 청백색의 광택이 있는 중금속이며, 비교적 연한 금속으로 가공성이 양호하여 합금제조에 널리 사용된다. 또한, 부식방지를 위한 합금, 청동 등에 사용된다. 염화아연은 건전지 전해액, 활성탄의 활성화제, 염로의 보조제, 농약 등에 사용된다. 아연은 1차 금속산업, 화합물 및 화학제품 제조업 및 조립금속제품 제조업 등에서 배출되고 이중 81 %가 공기 중으로 배출되고 17 % 정도가 물로 배출된다.¹⁸⁾

아연은 인체의 필수 미량원소로 우리 몸의 인슐린, 성장호르몬, 성호르몬 등의 효소 작용을 돕기 때문에 성 기능에 직접 영향을 주며, 피부를 비롯한 신체 노화에 관여하는 항산화 효소의 필수 요소로서 미용에도 큰 역할을 한다.⁸⁾ 독성이 낮지만 과량 섭취하면 구토, 설사, 현기증, 신장에 영향을 줄 수 있다.¹⁸⁾ 아연은 발암성과

관련하여 US EPA에서 “인체 비발암성물질(Group D)”로 분류하였으며, IARC(국제 암연구소)에서 아직 평가가 완료되지 않았다.¹⁹⁾

<Table 12-2> 아연의 배출량 및 이동량 정보

화학물질명		아연 및 그 화합물		
년도		2020	2019	2018
전국	배출량(kg/년)	145,073	143,642	409,895
	수계배출량(kg/년)	29,585	31,541	32,153
	이동량(kg/년)	42,084,925	42,279,078	53,049,302
	폐수이동량(kg/년)	63,057	92,183	85,322
울산	배출량(kg/년)	32,707	24,996	11,940
	수계배출량(kg/년)	71	20	41
	이동량(kg/년)	6,697,147	6,701,740	8,275,892
	폐수이동량(kg/년)	7,430	3,677	4,401

Source) 화학물질 배출량 정보공개(화학물질안전원, 2018~2020)

2020년 기준 전국 아연의 전체 배출량은 145,073 kg/년이며 이 중 수계로 배출된 양은 29,585 kg/년으로 전체 배출량의 20.39 %이다. 울산의 전체 배출량은 32,707 kg/년으로 전국 전체 배출량의 22.55 %이고, 울산의 수계 배출량은 71 kg/년으로 전국 전체 배출량의 0.05 % 울산 전체 배출량의 0.22 % 이다.

2020년 기준 울산지역에서 아연을 배출한다고 보고한 사업장은 42개소이고, 화학 물질 및 화학제품 제조업이 13개소로 가장 많았고, 다음으로 1차 금속 제조업 6개 소였다.

(3) 망간

망간은 강철 생산에 필수적이며, 알루미늄, 구리, 마그네슘, 철 등을 합금할 때 사용된다. 세계적으로 망간 광물의 90%는 제철 산업에서 황의 환원제로 이용되고 기타 건전지 제조, 과망간산칼륨 및 망간염 제조에 이용된다. 이산화망간은 하이드로 퀴논, 망간화칼슘, 황산망간을 만드는데 사용되며, 염료, 페인트, 유약, 성냥, 비료, 약품 등의 제조에 사용된다. 망간 화합물은 세라믹 산업에서 유리의 착색제로 사용된다. 또한 망간은 용접봉 전극의 피막제조, 유리 및 섬유의 표백제, 염색제, 가죽의 유피제에 사용되며 망간의 유기탄산염은 중유의 첨가제, 매연제거제, 안티노크제의 첨가제로 이용된다.¹¹⁾

망간은 미량으로 물에 색을 유발시키며, 관내에 축적되어 흑수의 원인이 된다. 급성독성으로 복통, 급성 심부전, 폐렴, 호흡기 및 신경계에 영향을 주며, 만성독성으로 무기력, 떨림, 의식장애가 있다. 장기간 반복적으로 누출되면 운동실조, 파킨슨병 등이 발생할 수 있다. US EPA에서 “인체 비발암성물질(Group D)”로 분류하였다.¹⁸⁾

<Table 12-3> 망간의 배출량 및 이동량 정보

화학물질명		망간 및 그 화합물		
년도		2020	2019	2018
전국	배출량(kg/년)	49,635	62,046	64,846
	수계배출량(kg/년)	14,066	14,269	16,732
	이동량(kg/년)	194,806,789	168,169,825	191,796,312
	폐수이동량(kg/년)	195,870	33,813	14,079
울산	배출량(kg/년)	431	885	1,405
	수계배출량(kg/년)	317	872	1,091
	이동량(kg/년)	181,620	216,062	269,815
	폐수이동량(kg/년)	7,521	6,186	7,560

Source) 화학물질 배출량 정보공개(화학물질안전원, 2018~2020)

2020년 기준 전국 망간의 전체 배출량은 49,635 kg/년이며 이 중 수계로 배출된 양은 14,066 kg/년으로 전체 배출량의 28.34 %이다. 울산의 전체 배출량은 431 kg/년으로 전국 전체 배출량의 0.87 %이고, 울산의 수계 배출량은 317 kg/년으로 전국 전체 배출량의 0.64 % 울산 전체 배출량의 73.55 % 이다.

2020년 기준 울산지역에서 망간을 배출한다고 보고한 사업장은 19개소이고, 화학 물질 및 화학제품 제조업이 7개소로 가장 많았고, 다음으로 기타 운송 장비 제조업 이 5개소였다.

(4) 1,4-다이옥산

1,4-다이옥산은 자극성 냄새를 지닌 무색의 액체물질이다. 섬유제조, 합성피혁, 의약품, 농약, 전자제품, 화장품제조, 산업용 용매 또는 유기용매의 안정제에 사용된다. 화학물, 화학제품 제조업, 코크스, 석유 정제품 및 핵연료 제조업 등에서 배출된다. 수계에서는 보통 수표면에서 휘발하여 제거되나, 토양흡착계수가 작아 지하수 등에 매우 높은 농도로 존재하여 지하수 오염을 유발한다.

단기간 노출 시 눈, 코, 목의 염증을 유발하며, 다량 노출 시 중추신경계 억제 및 신장과 간에 손상을 일으킬 수 있다. US EPA에서 “인간발암우려물질-동물에 대한 충분한 증거에 기초(Group B2)”로 분류하였다.¹⁸⁾

<Table 12-4> 1,4-다이옥산의 배출량 및 이동량 정보

화학물질명		1,4-다이옥산		
년도		2020	2019	2018
전국	배출량(kg/년)	8,376	716	1,614
	수계배출량(kg/년)	4	0	0
	이동량(kg/년)	378,759	570,145	616,697
	폐수이동량(kg/년)	2,270	1,411	2,226

Source) 화학물질 배출량 정보공개(화학물질안전원, 2018~2020)

2020년 기준 전국 1,4-다이옥산의 전체 배출량은 8,376 kg/년이며 이 중 수계로 배출된 양은 4 kg/년으로 전체 배출량의 0.05 %이다. 울산지역에서 2018년에서 2020년까지 3년동안 1,4-다이옥산 배출량에 대하여 보고된 정보는 알 수 없었다.

2020년 기준 전국에서 1,4-다이옥산을 배출한다고 보고한 사업장은 10개소이고, 화학 물질 및 화학제품 제조업이 6개소로 가장 많았고, 다음으로 폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업이 3개소였다.

(5) 불소

불소는 반응성이 매우 높기 때문에 자연계에서는 원소상태로 존재하지 않고, 광물 질 안에 다양한 불소염 형태로 존재한다. 자연상태의 토양 및 암석에 존재하며, 알루미늄 생산과정, 우라늄 정련의 용제, 유리가공, 전자공업 등에서 환경 중으로 배출된다.¹⁸⁾

인체에 0.5~ 2 mg/L로 노출 시 충치감소의 효과를 얻을 수 있으나, 고농도로 노출 시 반상치를 유발 할 수 있다. 급성으로 노출시에는 위통, 호흡곤란, 두통, 마비, 경련 등을 일으킬 수 있다. IARC 국제암연구소에서 “인체 발암성 미분류 물질 (Group 3)”으로 분류하였다.¹⁸⁾

V. 결론

2019년 1월부터 2021년 12월까지 배출시설 허가, 지도점검, 참고 목적으로 의뢰된 사업장 폐수 중 방류수 484건에 대하여 업종별 배출특성을 조사하고, 배출허용기준 초과위험도 평가를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 항목별로 초과위험도 평가를 실시하였을 때, TOC 항목이 초과위험도가 가장 높게 평가되었으며, 다음으로 COD, SS, 니켈, BOD, 총질소 순으로 위험도가 높게 나타났다. 음이온계면활성제 등 14개 항목은 초과위험도가 매우 낮은 것으로 평가되었다.

2. 업종별로 초과위험도 평가를 실시하였을 때, 화학물질 제조업종에서 초과위험도가 가장 높게 평가되었으며, 다음으로 폐수·폐기물처리업, 자동차 관련 제조업, 금속 제조업 순으로 나타났다.

3. 화학물질 제조업종의 경우 TOC 항목이 초과위험도가 매우 높음으로 평가되었고, 다음으로 BOD, COD, SS, 총질소, 총대장균군 항목이 높게 평가되었다. 또한, 다른 업종에 비해 VOCs 항목의 검출률이 높은 것으로 나타났다. 폐수·폐기물 처리업종에서는 안티몬, 불소, BOD, COD, TOC, 총질소 등 유기성물질에 대한 초과위험도가 높은 것으로 나타났다. 자동차 관련 제조업종에서는 니켈 항목이, 금속 제조업종에서는 퍼클로레이트 항목이 초과위험도가 매우 높음으로 평가되었다.

4. 별도배출허용기준 및 예외기준이 적용되는 샘플을 제외하고 초과위험도 평가를 실시하였을 때, 상위 10개 항목의 종류는 변화가 없었으며, 니켈과 SS, 총질소와 BOD의 순위가 바뀌었다. 특히, 총인과 총질소 항목의 경우 별도배출허용기준이 적용되는 샘플을 제외하지 않았을 때보다 초과위험도가 더 높게 평가 되었다. 업종별 평가에서는 종이·목재 제조업에서 초과위험도가 큰 폭으로 하락하였다.

5. 발전 및 연구시설에서 1,4-다이옥산, 아크릴로니트릴 항목, 식음료 제조업에서는 니켈 항목, 종이·목재 제조업에서 망간 항목이 초과 위험도가 매우 높음으로 평가된 것은 특이점으로 보인다. 세 업종에서는 해당 항목이 어떠한 공정에서 배출되었는지 구체적으로 조사해 볼 필요성이 있는 것으로 판단된다.

6. 생물 항목군의 생태독성, 총대장균군 항목과 2021년 신규로 배출허용기준이 설정된 주석 항목은 표본수의 부족으로 업종별 배출특성을 파악하기 어려웠으며 향후 지속적인 데이터 축적과 추가 연구를 통해 연구 결과의 신뢰성을 높일 필요가 있다.

7. 울산지역 폐수배출시설 중 가장 많은 비중을 차지하고, 배출허용기준 초과 위험도가 가장 높았던 화학물질제조업에 대해서는 세부적으로 업종을 분류하여 추가적인 연구를 해볼 필요성이 있는 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 환경부, 환경백서(2021)
- 2) 환경부, 화학물질 배출량조사 보고서(2019)
- 3) 국립환경과학원, 낙동강수계 산업폐수유래 유해물질관리방안 연구(Ⅱ)(2016)
- 4) 국립환경과학원, 산업폐수 업종별 수질오염물질 배출목록 구축 고도화 연구 2(2020)
- 5) 환경부, 환경통계포털(2019)
- 6) 국립환경과학원, 산업폐수 업종별 수질오염물질 배출목록 조사(2016)
- 7) 환경부, 수질오염물질공정시험기준(2021)
- 8) 경기도 보건환경연구원, 산업폐수 수질오염물질의 환경기준 적용 해설(2020)
- 9) 대한수학회, 수학백과(2015)
- 10) 국립환경과학원, 수질유해물질 적정관리를 위한 배출허용기준 설정 연구(8차년도)(2009)
- 11) 산업안전보건연구원, 근로자건강진단 실무지침 3권: 유해인자별 건강장해(2013)
- 12) Sunderman FW Jr, Dingle B, Hopfer SM, et al. 1988. Acute nickel toxicity in electroplating workers who accidentally ingested a solution of nickel sulfate and nickel chloride. *Am J Ind Med* 14:257-266.
- 13) Burrows D, Creswell S, Merrett JD. 1981. Nickel, hands, and hip prosthesis. *Br J Dermatol* 105:437-444.
- 14) Christensen OB, Moller H. 1975. External and internal exposure to the antigen in the hand eczema of nickel allergy. *Contact Dermatitis* 1:136-141.
- 15) Veien NK, Hattel T, Justesen O, et al. 1987. Oral challenge with nickel and cobalt in patients with positive patch tests to nickel and/or cobalt. *Acta Derm Venereol* 67:321-325.
- 16) Nielsen FH. 1990. Other trace elements. In: Brown ML, ed. *Present knowledge in nutrition*. 6th edition, Washington, DC: International Life Sciences Institute Press, 294-307.
- 17) 화학물질안전원, 2020 화학물질 배출량 조사결과(2022)
- 18) 국립환경과학원, 먹는물 수질기준 해설서(2017)
- 19) 국립환경과학원, 신규 수질유해물질 적정 처리기술 및 관리방안 연구(Ⅱ)(2013)

부록

<Table 1> 수질오염물질별 배출특성(1. 건설업)

1. 건설업										
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	0.4000	10.3000	1.7200	0.6000	2.5501	15	15	100%	
	COD	0.5000	19.4000	3.4031	2.4000	3.6367	32	32	100%	
	TOC	0.6000	7.3000	3.6500	3.3500	3.3131	4	4	100%	
	SS	0.7000	319.0000	21.7303	7.6000	55.0994	33	33	100%	
	n-H(광)	0.1000	0.1000	0.0083	0.0000	0.0289	1	12	8%	
	n-H(동식물)	0.8000	0.8000	0.1143	0.0000	0.3024	1	7	14%	
이온류	불소	0.1000	0.7200	0.2900	0.2600	0.2563	8	11	73%	
	시안	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	ABS	0.1600	0.1600	0.0229	0.0000	0.0605	1	7	14%	
	총인	0.0040	0.4310	0.0480	0.0160	0.1112	14	14	100%	
	총질소	0.4800	5.2400	1.8421	1.6600	1.2389	14	14	100%	
	퍼클로레이트	0.0080	0.0080	0.0040	0.0040	0.0057	1	2	50%	
유기물질	페놀류	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	DEHP	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
금속류	DEHA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	2	0%	
	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	구리	0.0090	0.0110	0.0029	0.0000	0.0049	2	7	29%	
	납	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	니켈	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	바륨	0.0040	0.2210	0.0719	0.0670	0.0622	10	11	91%	
	비스	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	셀레늄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	수은	0.0008	0.0008	0.0001	0.0000	0.0003	1	7	14%	
	아연	0.0100	0.7530	0.1204	0.0100	0.2797	4	7	57%	
	안티몬	0.0200	0.0200	0.0100	0.0100	0.0141	1	2	50%	
	용해성 망간	0.0080	0.5510	0.1830	0.1570	0.2067	11	11	100%	
	용해성 철	0.0240	0.4280	0.1019	0.0550	0.1286	9	11	82%	
	주석	-	-	-	-	-	0	0	-	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	휘발성 유기 화합물	크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%
1,1-디클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
1,2-디클로로에탄		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
1,4-다이옥산		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
나프탈렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
디클로로메탄		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
벤젠		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
브로모포름		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
스티렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	2	0%	
아크릴로니트릴		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
아크릴아미드		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	2	0%	
에피클로로하이드린		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
염화비닐		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
자일렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
클로로포름		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
테트라클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
톨루엔		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
트리클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
펜타클로로페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
폼알데하이드		0.0380	0.0400	0.0156	0.0000	0.0214	2	5	40%	
생물		생태독성	0.4000	1.4000	0.9000	0.9000	0.7071	2	2	100%
		총대장균군	23.0000	23.0000	11.5000	11.5000	16.2635	1	2	50%

<Table 2> 수질오염물질별 배출특성(2. 금속제조업)

2. 금속제조업									
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률	
일반항목	BOD	0.1000	147.1000	10.7700	1.2500	32.7355	20	20	100%
	COD	1.5000	153.6000	17.0600	7.7500	29.9723	30	30	100%
	TOC	0.8000	102.1000	18.1611	6.0500	27.3796	18	18	100%
	SS	0.1000	24.0000	4.0031	2.4500	5.2794	30	32	94%
	n-H(광)	0.2000	0.7000	0.0625	0.0000	0.1809	4	32	13%
이온류	n-H(동식물)	0.7000	1.8000	0.2192	0.0000	0.4499	6	26	23%
	불소	0.1000	5.6900	0.5418	0.2000	1.1868	19	22	86%
	시안	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	25	0%
	ABS	0.2000	0.2400	0.0176	0.0000	0.0612	2	25	8%
	총인	0.0030	31.2070	1.1723	0.0065	5.5694	30	32	94%
	총질소	0.9100	56.4400	10.1344	3.9700	12.6964	32	32	100%
	퍼클로레이트	0.1600	0.7400	0.1357	0.0000	0.2687	3	11	27%
	페놀류	0.0090	0.0100	0.0018	0.0000	0.0038	3	16	19%
	DEHP	0.0032	0.0032	0.0002	0.0000	0.0007	1	21	5%
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
금속류	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	DEHA	0.0030	0.0030	0.0003	0.0000	0.0009	1	10	10%
	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	23	0%
	구리	0.0060	0.7010	0.0629	0.0000	0.1701	9	28	32%
	납	0.0700	0.0700	0.0026	0.0000	0.0135	1	27	4%
	니켈	0.0200	0.5860	0.0454	0.0000	0.1366	4	22	18%
	바륨	0.0060	0.3700	0.0503	0.0275	0.0762	20	22	91%
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	26	0%
	셀레늄	0.2000	0.3500	0.0262	0.0000	0.0861	2	21	10%
	수은	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	23	0%
	아연	0.0180	2.6460	0.3829	0.0690	0.6372	23	27	85%
	안티몬	0.0500	0.0700	0.0100	0.0000	0.0237	2	12	17%
	용해성 망간	0.0020	4.9330	0.3336	0.0235	1.0441	16	22	73%
	용해성 철	0.0090	0.4510	0.1003	0.0695	0.1067	20	26	77%
	주석	-	-	-	-	-	0	0	-
	카드뮴	0.0100	0.0470	0.0023	0.0000	0.0095	2	25	8%
	크롬	0.1030	0.1030	0.0045	0.0000	0.0215	1	23	4%
휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	1,2-디클로로에탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	1,4-다이옥산	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	21	0%
	나프탈렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	14	0%
	디클로로메탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	24	0%
	벤젠	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	21	0%
	브로모포름	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	사염화탄소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	21	0%
	스티렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	11	0%
	아크릴로니트릴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	아크릴아미드	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%
	에피클로하이드린	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	14	0%
	염화비닐	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	21	0%
	자일렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	14	0%
	클로로포름	0.1110	0.1110	0.0046	0.0000	0.0227	1	24	4%
	테트라클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	톨루엔	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	트리클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	20	0%
	페놀	0.0080	0.0140	0.0010	0.0000	0.0034	2	22	9%
	펜타클로로페놀	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%
	폼알데하이드	0.0390	6.5760	0.4714	0.0390	1.4354	11	21	52%
	생태독성	1.2000	1.2000	0.2000	0.0000	0.4899	1	6	17%
	생물	총대장균군	170.0000	170.0000	170.0000	170.0000	-	1	1

<Table 3> 수질오염물질별 배출특성(3. 발전 및 연구시설)

3. 발전 및 연구시설										
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	0.2000	4.2000	1.9000	1.9000	1.4283	14	14	100%	
	COD	0.7000	41.9000	11.0636	4.6000	13.5315	11	11	100%	
	TOC	0.4000	32.5000	15.6500	18.0000	13.5969	10	10	100%	
	SS	0.3000	7.7000	1.9421	1.6000	1.6399	19	19	100%	
	n-H(광)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	14	0%	
n-H(동식물)	1.1000	1.1000	0.0786	0.0000	0.2940	1	14	7%		
이온류	불소	0.1000	1.9400	0.6000	0.4000	0.5806	12	15	80%	
	시안	0.0100	0.0200	0.0059	0.0000	0.0080	7	17	41%	
	ABS	0.1100	0.1900	0.0867	0.1150	0.0795	7	12	58%	
	총인	0.0040	1.1480	0.2601	0.0185	0.3665	16	20	80%	
	총질소	0.1100	25.0500	9.4288	2.0700	9.6935	17	17	100%	
	퍼클로레이트	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	8	0%	
	페놀류	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	14	0%	
	DEHP	0.0032	0.0039	0.0007	0.0000	0.0014	3	16	19%	
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	12	0%	
유기물질	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	12	0%	
	DEHA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
금속류	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%	
	구리	0.0070	0.0360	0.0066	0.0000	0.0095	8	18	44%	
	납	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	16	0%	
	니켈	0.0350	0.0970	0.0445	0.0485	0.0428	8	14	57%	
	바륨	0.0160	0.1020	0.0474	0.0450	0.0291	13	14	93%	
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	16	0%	
	셀레늄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%	
	수은	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	16	0%	
	아연	0.0200	0.1500	0.0474	0.0290	0.0501	11	17	65%	
	안티몬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	9	0%	
	용해성 망간	0.0030	0.8580	0.2494	0.0995	0.2940	17	18	94%	
	용해성 철	0.0070	0.7490	0.1848	0.0895	0.2274	11	16	69%	
	주석	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	16	0%	
	크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	15	0%	
	휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%
		1,2-디클로로에탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	16	0%
		1,4-다이옥산	0.0200	0.9810	0.1155	0.0200	0.2507	8	15	53%
		나프탈렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	14	0%
디클로로메탄		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	16	0%	
벤젠		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%	
브로모포름		0.0080	0.0170	0.0021	0.0000	0.0052	2	12	17%	
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%	
스티렌		0.0110	0.0110	0.0014	0.0000	0.0039	1	8	13%	
아크릴로니트릴		0.0120	0.1420	0.0139	0.0000	0.0353	6	16	38%	
아크릴아미드		0.0080	0.0080	0.0008	0.0000	0.0025	1	10	10%	
에피클로하이드린		0.0050	0.0050	0.0004	0.0000	0.0014	1	12	8%	
염화비닐		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	12	0%	
자일렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	10	0%	
클로로포름		0.0080	0.0160	0.0014	0.0000	0.0042	2	17	12%	
테트라클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	13	0%	
톨루엔		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	11	0%	
트리클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	12	0%	
페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	15	0%	
펜타클로로페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	10	0%	
폼알데하이드		0.0260	0.2180	0.0419	0.0000	0.0659	6	14	43%	
생물		생태독성	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%
		총대장균군	0.0000	0.0000	0.0000	18.0000	13.5969	0	1	0%

<Table 4> 수질오염물질별 배출특성(4. 세차·세탁업)

4. 세차·세탁업										
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	0.4000	24.6000	10.3750	8.8000	7.7498	8	8	100%	
	COD	15.4000	59.7000	28.3714	24.8000	14.8179	7	7	100%	
	TOC	2.1000	25.0000	13.2600	13.6000	8.8732	5	5	100%	
	SS	2.4000	89.9000	29.1800	23.5500	26.9646	10	10	100%	
	n-H(광)	0.2000	2.9000	0.5600	0.2000	0.8996	7	10	70%	
이온류	n-H(동식물)	0.6000	4.4000	1.4375	1.0500	1.4851	6	8	75%	
	불소	0.1000	0.6500	0.2233	0.1950	0.2233	5	6	83%	
	시안	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	ABS	0.3500	0.5100	0.0860	0.0000	0.1852	2	10	20%	
	총인	0.0080	1.9200	0.2904	0.0250	0.5941	10	10	100%	
	총질소	0.5200	6.6800	3.0120	1.8050	2.3702	10	10	100%	
	퍼클로레이트	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	페놀류	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	DEHP	0.0085	0.0085	0.0017	0.0000	0.0038	1	5	20%	
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
유기물질	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	DEHA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	구리	0.0100	0.1490	0.0340	0.0140	0.0573	4	6	67%	
	납	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	니켈	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	바륨	0.0200	0.2940	0.0852	0.0420	0.1054	6	6	100%	
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	셀레늄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	수은	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	아연	0.0230	1.7140	0.4557	0.1470	0.6686	5	6	83%	
	안티몬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	용해성 망간	0.0030	0.0360	0.0153	0.0095	0.0145	6	6	100%	
	용해성 철	0.0390	0.4300	0.1612	0.1090	0.1629	5	6	83%	
	주석	-	-	-	-	-	0	0	-	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	크롬	0.0130	0.0130	0.0022	0.0000	0.0053	1	6	17%	
휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	1,2-디클로로에탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	1,4-다이옥산	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	나프탈렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	디클로로메탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	벤젠	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	브로모포름	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	사염화탄소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	스티렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	아크릴로니트릴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	아크릴아미드	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	에피클로하이드린	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	염화비닐	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	자일렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	클로로포름	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	테트라클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	톨루엔	0.0100	0.0100	0.0025	0.0000	0.0050	1	4	25%	
	트리클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	페놀	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	펜타클로로페놀	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	폼알데하이드	0.1510	0.1510	0.0378	0.0000	0.0755	1	4	25%	
	생물	생태독성	-	-	-	-	-	0	0	-
		총대장균군	-	-	-	-	-	0	0	-

<Table 5> 수질오염물질별 배출특성(5. 식음료제조업)

5. 식음료 제조업										
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	0.9000	177.4000	26.2000	2.0000	52.9540	16	16	100%	
	COD	1.8000	139.3000	26.9632	12.5000	34.0055	19	19	100%	
	TOC	4.2000	47.6000	25.7667	27.1000	17.2224	6	6	100%	
	SS	0.4000	51.0000	13.0526	7.4000	13.4111	19	19	100%	
	n-H(광)	0.2000	0.2000	0.0333	0.0000	0.0816	1	6	17%	
이온류	n-H(동식물)	0.9000	0.9000	0.2571	0.0000	0.4392	2	7	29%	
	불소	0.2000	0.5900	0.2686	0.2200	0.1819	6	7	86%	
	시안	0.0200	0.0200	0.0029	0.0000	0.0076	1	7	14%	
	ABS	0.1800	0.1800	0.0225	0.0000	0.0636	1	8	13%	
	총인	0.0120	3.5890	0.7259	0.2070	1.1629	9	9	100%	
	총질소	0.2100	14.4400	5.5956	5.4500	4.5542	9	9	100%	
	퍼클로레이트	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	페놀류	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	DEHP	0.0028	0.0042	0.0010	0.0000	0.0018	2	7	29%	
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
금속류	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	DEHA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	구리	0.0060	0.0100	0.0028	0.0000	0.0040	3	8	38%	
	납	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	8	0%	
	니켈	0.0180	0.2520	0.0995	0.0920	0.0862	6	6	100%	
	바륨	0.0080	0.0250	0.0188	0.0210	0.0069	6	6	100%	
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	셀레늄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	수은	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	아연	0.0190	0.1040	0.0418	0.0295	0.0357	7	8	88%	
	안티몬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	용해성 망간	0.0080	0.0380	0.0187	0.0170	0.0149	5	6	83%	
	용해성 철	0.0410	0.6150	0.1766	0.0205	0.2443	4	8	50%	
	주석	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	8	0%	
	크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%
		1,2-디클로로에탄	0.0090	0.0090	0.0013	0.0000	0.0034	1	7	14%
1,4-다이옥산		0.0160	0.0160	0.0023	0.0000	0.0060	1	7	14%	
나프탈렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
디클로로메탄		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
벤젠		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
브로모포름		0.0180	0.0180	0.0030	0.0000	0.0073	1	6	17%	
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
스티렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
아크릴로니트릴		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
아크릴아미드		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
에피클로하이드린		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
염화비닐		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
자일렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
클로로포름		0.0100	0.0150	0.0036	0.0000	0.0063	2	7	29%	
테트라클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
톨루엔		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
트리클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
페놀		0.0060	0.0070	0.0022	0.0000	0.0034	2	6	33%	
펜타클로로페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
폼알데하이드		0.0170	0.2010	0.0445	0.0085	0.0790	3	6	50%	
생물		생태독성	1.5000	1.5000	1.5000	1.5000	-	1	1	100%
		총대장균군	-	-	-	-	-	0	0	-

<Table 6> 수질오염물질별 배출특성(6. 자동차 관련 제조업)

6. 자동차 관련 제조업										
항목	취수값 (mg/L)	취매값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중양값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	0.1000	79.9000	16.8000	5.2000	29.1193	7	7	100%	
	COD	1.3000	352.6000	37.5067	5.4000	89.2756	15	15	100%	
	TOC	0.8000	42.8000	17.1400	16.7000	17.3085	5	5	100%	
	SS	0.1000	17.8000	5.5263	3.6000	5.2700	19	19	100%	
	n-H(광)	0.4000	1.8000	0.1692	0.0000	0.5023	2	13	15%	
n-H(동식물)	0.7000	1.1000	0.2250	0.0000	0.4301	2	8	25%		
이온류	불소	0.1000	7.6000	1.7106	1.6000	1.8167	14	17	82%	
	시안	0.0100	0.0100	0.0009	0.0000	0.0030	1	11	9%	
	ABS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	12	0%	
	총인	0.0140	16.4250	1.3555	0.2110	3.7569	19	19	100%	
	총질소	0.3500	67.6500	11.0263	5.1700	15.9928	19	19	100%	
	퍼클로레이트	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	페놀류	0.0140	0.0140	0.0020	0.0000	0.0053	1	7	14%	
유기물질	DEHP	0.0027	0.0093	0.0012	0.0000	0.0030	2	10	20%	
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	유기인	0.0008	0.0008	0.0002	0.0000	0.0004	1	5	20%	
	DEHA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
금속류	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	12	0%	
	구리	0.0100	0.1960	0.0306	0.0105	0.0570	7	12	58%	
	납	0.1200	0.1200	0.0109	0.0000	0.0362	1	11	9%	
	니켈	0.0240	4.1210	0.7169	0.2350	1.2958	14	17	82%	
	바륨	0.0070	0.0890	0.0329	0.0260	0.0277	13	16	81%	
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	12	0%	
	셀레늄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	수은	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	8	0%	
	아연	0.0050	2.6820	0.3955	0.1670	0.7171	14	17	82%	
	안티몬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	용해성 망간	0.0040	5.6440	0.7013	0.1065	1.4488	15	16	94%	
	용해성 철	0.0150	3.0610	0.2911	0.0720	0.7738	14	15	93%	
	주석	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	9	0%	
	크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	9	0%	
	휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0550	0.0550	0.0110	0.0000	0.0246	1	5	20%
		1,2-디클로로에탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%
1,4-다이옥산		0.2640	0.2640	0.0377	0.0000	0.0998	1	7	14%	
나프탈렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
디클로로메탄		0.1180	0.1180	0.0236	0.0000	0.0528	1	5	20%	
벤젠		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
브로모포름		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
스티렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
아크릴로니트릴		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
아크릴아미드		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
에피클로하이드린		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
염화비닐		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
자일렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
클로로포름		0.7400	0.7400	0.1480	0.0000	0.3309	1	5	20%	
테트라클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
톨루엔		0.7770	0.7770	0.1554	0.0000	0.3475	1	5	20%	
트리클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
펜타클로로페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
폼알데하이드		0.0390	1.2830	0.2290	0.0195	0.5168	3	6	50%	
생물		생태독성	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%
		총대장균군	-	-	-	-	-	0	0	-

<Table 7> 수질오염물질 배출특성(7. 종이·목재 제조업)

7. 종이·목재 제조업										
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	1.8000	93.6000	23.0800	6.6000	39.5695	5	5	100%	
	COD	42.1000	135.7000	75.5800	44.2000	44.8991	5	5	100%	
	TOC	16.3000	75.9000	35.4500	24.8000	27.2803	4	4	100%	
	SS	4.8000	60.4000	27.0600	11.3000	26.4961	5	5	100%	
	n-H(광)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
이온류	n-H(동식물)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	불소	0.1900	0.7000	0.2900	0.2300	0.2959	3	4	75%	
	시안	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	ABS	0.1900	0.2700	0.0657	0.0000	0.1146	2	7	29%	
	총인	0.0060	1.5070	0.3230	0.0940	0.5849	6	6	100%	
	총질소	2.7200	13.7800	8.7217	8.7000	3.9849	6	6	100%	
	퍼클로레이트	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	페놀류	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
	유기물질	DEHP	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%
		PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%
유기인		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
DEHA		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
금속류	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	구리	0.0070	0.0070	0.0010	0.0000	0.0026	1	7	14%	
	납	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	니켈	0.0230	0.0230	0.0033	0.0000	0.0087	1	7	14%	
	바륨	0.0070	0.1840	0.0641	0.0260	0.0686	7	7	100%	
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	셀레늄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	6	0%	
	수은	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	아연	0.0100	0.0600	0.0162	0.0050	0.0239	3	6	50%	
	안티몬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
	용해성 망간	0.0260	7.6400	1.6723	0.0895	3.0426	6	6	100%	
	용해성 철	0.0500	0.3740	0.2058	0.2115	0.1212	6	6	100%	
	주석	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
	크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%
		1,2-디클로로에탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%
		1,4-다이옥산	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%
		나프탈렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%
디클로로메탄		0.0320	0.0320	0.0046	0.0000	0.0121	1	7	14%	
벤젠		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
브로모포름		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
스티렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
아크릴로니트릴		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
아크릴아미드		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
에피클로하이드린		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
염화비닐		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
자일렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
클로로포름		0.0130	0.0700	0.0153	0.0000	0.0259	3	7	43%	
테트라클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
톨루엔		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
트리클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	7	0%	
펜타클로로페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
폼알데하이드		0.1020	0.1020	0.0255	0.0000	0.0510	1	4	25%	
생물		생태독성	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	2	0%
		총대장균군	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	-	1	1	100%

<Table 8> 수질오염물질 배출특성(8. 폐수·폐기물 처리업)

8. 폐수·폐기물 처리업									
항목	취수량 (mg/L)	취폐량 (mg/L)	평균 (mg/L)	중양값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률	
일반항목	BOD	0.1000	726.6000	91.3889	5.8500	189.0777	18	18	100%
	COD	1.4000	640.4000	68.2714	12.4000	148.5581	21	21	100%
	TOC	1.5000	275.7000	60.0111	12.3000	90.6925	9	9	100%
	SS	0.4000	1902.0000	142.9864	7.4000	424.8953	22	22	100%
	n-H(광)	1.2000	1.2000	0.0632	0.0000	0.2753	1	19	5%
이온류	n-H(동식물)	0.2000	46.2000	3.4714	0.0000	10.3928	6	21	29%
	불소	0.1500	346.4800	39.5000	7.6500	97.6466	22	22	100%
	시안	0.0200	0.1200	0.0114	0.0000	0.0283	5	22	23%
유기물질	ABS	0.1100	1.6800	0.2917	0.0000	0.5827	7	18	39%
	총인	0.0050	15.2620	1.9506	0.5720	3.6812	19	20	95%
	총질소	3.5700	809.8100	93.7886	17.6750	179.2684	22	22	100%
	퍼클로레이트	0.0140	0.0140	0.0013	0.0000	0.0042	1	11	9%
금속류	페놀류	0.0340	0.7610	0.0775	0.0000	0.1875	6	17	35%
	DEHP	0.0026	0.0044	0.0006	0.0000	0.0013	4	20	20%
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	16	0%
	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	18	0%
휘발성 유기 화합물	DEHA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%
	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	22	0%
	구리	0.0060	0.9690	0.0741	0.0030	0.2129	11	22	50%
	납	0.0500	0.1100	0.0073	0.0000	0.0253	2	22	9%
	니켈	0.0230	0.6980	0.0758	0.0320	0.1622	11	19	58%
	바륨	0.0040	0.5280	0.0881	0.0610	0.1233	16	20	80%
	비소	0.0700	0.1200	0.0141	0.0000	0.0374	3	22	14%
	셀레늄	0.0400	3.2100	0.3652	0.0000	0.9512	6	21	29%
	수은	0.0006	100.8518	8.9196	0.0000	28.8695	8	22	36%
	아연	0.0030	1.5620	0.2400	0.0525	0.4248	18	22	82%
	안티몬	0.1200	0.1900	0.0517	0.0000	0.0830	2	6	33%
	용해성 망간	0.0070	3.4900	0.3558	0.0510	0.7736	20	22	91%
	용해성 철	0.0160	3.0570	0.2908	0.0675	0.6461	19	22	86%
	주석	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%
	카드뮴	0.0050	0.0160	0.0027	0.0000	0.0049	6	22	27%
	크롬	0.0080	0.1920	0.0218	0.0000	0.0530	5	16	31%
	생물	1,1-디클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	19
1,2-디클로로에탄		0.5270	0.5430	0.0563	0.0000	0.1687	2	19	11%
1,4-다이옥산		0.0010	48.1760	2.5661	0.0020	11.0454	11	19	58%
나프탈렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	10	0%
디클로로메탄		0.0080	0.0110	0.0010	0.0000	0.0030	2	19	11%
벤젠		0.0070	0.0090	0.0008	0.0000	0.0025	2	19	11%
브로모포름		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	19	0%
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	19	0%
스티렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%
아크릴로니트릴		0.0300	0.0350	0.0034	0.0000	0.0103	2	19	11%
아크릴아미드		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	11	0%
에피클로하이드린		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	9	0%
염화비닐		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	19	0%
자일렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	10	0%
클로로포름		0.0060	0.0070	0.0007	0.0000	0.0021	2	19	11%
테트라클로로에틸렌		0.0180	0.0200	0.0020	0.0000	0.0060	2	19	11%
톨루엔		0.0310	0.0360	0.0067	0.0000	0.0142	2	10	20%
트리클로로에틸렌		0.0210	0.0240	0.0024	0.0000	0.0071	2	19	11%
페놀		0.0060	0.0390	0.0040	0.0000	0.0108	3	13	23%
펜타클로로페놀		0.0030	0.0030	0.0007	0.0000	0.0013	2	9	22%
폼알데하이드	0.0450	0.2490	0.0520	0.0000	0.0908	4	11	36%	
생태독성	0.9000	0.9000	0.4500	0.4500	0.6364	1	2	50%	
총대장균군	-	-	-	-	-	0	0	-	

<Table 9> 수질오염물질 배출특성(9. 화학물질 제조업)

9. 화학물질 제조업										
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	0.2000	4094.5000	54.8376	4.6000	378.7290	117	117	100%	
	COD	0.6000	4224.5000	57.6558	17.7000	322.6886	172	172	100%	
	TOC	2.2000	243.2000	30.0081	15.3000	44.1914	62	62	100%	
	SS	0.1000	464.0000	17.8058	7.3000	40.7602	172	173	99%	
	n-H(광)	0.2000	1.8000	0.0507	0.0000	0.2016	16	140	11%	
이온류	n-H(동식물)	0.3000	11.8000	0.3098	0.0000	1.2796	19	133	14%	
	불소	0.1000	9.8000	0.5352	0.2000	1.2291	110	149	74%	
	시안	0.0100	0.4200	0.0099	0.0000	0.0411	24	130	18%	
	ABS	0.1000	2.9100	0.0717	0.0000	0.3003	21	138	15%	
	총인	0.0040	5.8960	0.6293	0.1650	1.1422	164	166	99%	
	총질소	0.1600	82.4500	12.9315	7.7200	13.5611	167	167	100%	
	퍼클로레이트	0.0040	1.2190	0.0326	0.0000	0.1550	15	64	23%	
	페놀류	0.0090	0.9490	0.0139	0.0000	0.1016	10	89	11%	
	DEHP	0.0025	0.0139	0.0004	0.0000	0.0015	10	118	8%	
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	95	0%	
유기물질	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	98	0%	
	DEHA	0.0045	0.0090	0.0004	0.0000	0.0016	3	46	7%	
	6가크롬	0.0800	0.0800	0.0007	0.0000	0.0073	1	119	1%	
금속류	구리	0.0060	0.2760	0.0127	0.0000	0.0305	57	148	39%	
	납	0.0400	0.1900	0.0017	0.0000	0.0165	2	138	1%	
	니켈	0.0150	2.4620	0.1110	0.0000	0.3853	57	133	43%	
	바륨	0.0030	2.6170	0.0817	0.0290	0.2750	143	158	91%	
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	130	0%	
	셀레늄	0.2000	0.2000	0.0017	0.0000	0.0186	1	116	1%	
	수은	0.0005	0.0022	0.0001	0.0000	0.0004	19	129	15%	
	아연	0.0020	6.4120	0.2246	0.0260	0.6448	114	159	72%	
	안티몬	0.0200	0.1000	0.0100	0.0000	0.0223	15	64	23%	
	용해성 망간	0.0020	2.8580	0.1505	0.0425	0.3219	145	156	93%	
	용해성 철	0.0070	2.4390	0.1348	0.0380	0.3070	120	156	77%	
	주석	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	17	0%	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	125	0%	
	크롬	0.0070	0.2490	0.0081	0.0000	0.0274	31	138	22%	
	휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0160	0.0160	0.0002	0.0000	0.0016	1	100	1%
1,2-디클로로에탄		0.0050	0.1820	0.0025	0.0000	0.0184	6	101	6%	
1,4-다이옥산		0.0010	9.5900	0.2559	0.0000	1.0370	50	116	43%	
나프탈렌		0.0040	12.6980	0.1766	0.0000	1.4964	3	72	4%	
디클로로메탄		0.0120	0.0820	0.0018	0.0000	0.0099	5	120	4%	
벤젠		0.0200	0.0330	0.0005	0.0000	0.0036	2	111	2%	
브로모포름		0.0140	0.0690	0.0010	0.0000	0.0073	3	98	3%	
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	99	0%	
스티렌		0.0410	1.9570	0.0317	0.0000	0.2465	2	63	3%	
아크릴로니트릴		0.0060	3.7600	0.0368	0.0000	0.3585	10	110	9%	
아크릴아미드		2.7160	2.7160	0.0377	0.0000	0.3201	1	72	1%	
에피클로로하이드린		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	73	0%	
염화비닐		0.0280	0.0280	0.0003	0.0000	0.0028	1	97	1%	
자일렌		0.0740	0.7030	0.0082	0.0000	0.0724	2	95	2%	
클로로포름		0.0060	2.8070	0.0360	0.0000	0.2553	20	128	16%	
테트라클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	103	0%	
톨루엔		1.3700	1.5060	0.0296	0.0000	0.2056	2	97	2%	
트리클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	104	0%	
페놀		0.0090	6.1120	0.0643	0.0000	0.5660	8	119	7%	
펜타클로로페놀		0.0020	0.0020	0.0000	0.0000	0.0003	1	62	2%	
폼알데하이드		0.0160	15.4920	0.5820	0.0000	2.3909	58	118	49%	
생물		생태독성	1.4000	3.2000	0.4389	0.0000	0.9134	4	18	22%
		총대장균군	10.0000	240.0000	65.4444	10.0000	93.9908	5	9	56%

<Table 10> 수질오염물질 배출특성(10. 기타 제조업)

10. 기타 제조업										
항목	최솟값 (mg/L)	최댓값 (mg/L)	평균 (mg/L)	중앙값 (mg/L)	표준편차	검출 (건)	검사건수 (건)	검출률		
일반항목	BOD	0.3000	27.6000	5.9300	0.8000	12.0891	5	5	100%	
	COD	1.4000	91.8000	16.3714	3.7000	33.3222	7	7	100%	
	TOC	1.6000	6.0000	2.3500	1.7000	2.5632	3	4	75%	
	SS	0.1000	47.4000	7.6250	2.1500	16.1298	8	8	100%	
	n-H(광)	0.2000	0.2000	0.0400	0.0000	0.0894	1	5	20%	
n-H(동식물)	0.5000	0.5000	0.1000	0.0000	0.2236	1	5	20%		
이온류	불소	0.2000	1.8000	0.6000	0.2000	0.7874	3	5	60%	
	시안	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	ABS	0.1400	0.1400	0.0350	0.0000	0.0700	1	4	25%	
	총인	0.0030	0.1600	0.0306	0.0115	0.0529	8	8	100%	
	총질소	0.5200	9.1000	3.1100	2.3900	2.5892	8	8	100%	
	퍼클로레이트	0.0390	0.0390	0.0195	0.0195	0.0276	1	2	50%	
	페놀류	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	2	0%	
유기물질	DEHP	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	PCB	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	유기인	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	DEHA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
금속류	6가크롬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	구리	0.0090	0.0090	0.0026	0.0000	0.0044	2	7	29%	
	납	0.3500	0.3500	0.0700	0.0000	0.1565	1	5	20%	
	니켈	0.0170	0.1160	0.0517	0.0405	0.0452	5	6	83%	
	바륨	0.0030	0.0390	0.0223	0.0230	0.0113	7	7	100%	
	비소	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	5	0%	
	셀레늄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	수은	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
	아연	0.0110	2.0760	0.3253	0.0400	0.7723	6	7	86%	
	안티몬	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
	용해성 망간	0.0150	0.8770	0.2299	0.1350	0.3117	7	7	100%	
	용해성 철	0.0070	0.1920	0.0800	0.0745	0.0790	6	8	75%	
	주석	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
	카드뮴	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
	크롬	0.0080	0.0080	0.0032	0.0000	0.0044	2	5	40%	
	휘발성 유기 화합물	1,1-디클로로에틸렌	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%
		1,2-디클로로에탄	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%
1,4-다이옥산		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
나프탈렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
디클로로메탄		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
벤젠		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
브로모포름		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	4	0%	
사염화탄소		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
스티렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-	0	1	0%	
아크릴로니트릴		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
아크릴아미드		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	2	0%	
에피클로하이드린		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
염화비닐		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
자일렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
클로로포름		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
테트라클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
톨루엔		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
트리클로로에틸렌		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	3	0%	
펜타클로로페놀		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	2	0%	
폼알데하이드		0.0540	0.0540	0.0135	0.0000	0.0270	1	4	25%	
생물		생태독성	0.7000	0.7000	0.2333	0.0000	0.4041	1	3	33%
		총대장균군	-	-	-	1.7000	2.5632	0	0	-

영문 요약

In this study, The discharge characteristics of 55 water pollutants were investigated for 484 wastewater effluents to 10 industries in Ulsan. In addition, excess risk of the standard for permissible discharge was evaluated.

As a result of evaluating excess risk of the standard for permissible discharge by water pollutant, TOC was rated as having the highest excess risk. Next, it was high in the order of COD, SS, Ni, BOD and TN.

As a result of evaluating excess risk of the standard for permissible discharge by industry, Chemicals manufacturing industry was rated as having the highest excess risk. Next, it was high in the order of wastewater·waste treatment industry, automobile-related manufacturing industry, and metal manufacturing industry.

In the chemical manufacturing industry, the water pollutants evaluated as “very high” in excess risk is TOC, and the water pollutants evaluated as “high” are BOD, COD, SS, TN, and total coliforms.

In the wastewater·waste treatment industry, the water pollutants evaluated as “very high” in excess risk are BOD, COD, TOC, TN, Sb and F and the water pollutants evaluated as “high” are Ni and Hg.