

우리나라 산업폐수처리장의 현황 조사 분석<4>

목 차

제1장 서론

- 1.1 연구의 배경 및 목적
- 1.2 연구의 범위 및 방법
- 1.3 조사내용

제2장 폐수처리장의 정의 및 처리방법

- 2.1 폐수의 정의
 - 2.1.1 수질 오염 물질
 - 2.1.2 특정수질유해물질
- 2.2 폐수 처리의 역사
- 2.3 폐수 처리의 목적
- 2.4 대표적인 폐수처리 방법
 - 2.4.1 물리적인 공법
 - 2.4.2 화학적인 공법
 - 2.4.3 생물학적인 공법
 - 2.4.4 기타 공법
- 2.5 폐수의 종류에 따른 처리법
- 2.6 폐수처리 System의 선정
- 2.7 슬러지 처리
 - 2.7.1 슬러지 처리 개요
 - 2.7.2 슬러지 처리 방법

제3장 분석 및 고찰

- 3.1 인적사항
- 3.2 폐수처리장
 - 3.2.1 폐수처리장의 여러 현황
 - 3.2.2 처리장의 환경
 - 3.2.3 자가 측정 설비의 상황
 - 3.2.4 폐수 처리의 수준
- 3.3 환경 관리인
 - 3.3.1 수 처리업무에 대한 만족도
 - 3.3.2 직책 및 진급 정도
 - 3.3.3 근무 체제
- 3.4 폐수처리
 - 3.4.1 폐수 처리 방법
 - 3.4.2 배출 허용 기준에 따른 지역 비용
 - 3.4.3 처리장의 규모
 - 3.4.4 시설 용량과 실제 처리량의 비교
 - 3.4.5 슬러지량과 슬러지처리 방법
 - 3.4.6 폐수 처리의 재이용

제4장 결론



손정일 성원개발(주) 환경관리인, 단국대 산업대학원 석사논문

3.3.2 직책 및 진급정도

(1) 관련분야 최고직책

폐수처리 업무가 가능한 최고 직책을 조사 분석해 본 결과는 그림 3-16와 같이 대리 및 과장급이 47%(101개 업체)에 해당하는 높은 비율을 차지하고 있으며 기타에 포함된 직책은 이사(11), 공장장(2), 기장(2), 계장(3), 주임(3), 기사(3), 반장(2) 등이 있고 나머지는 일반사원 내지 여자라고 답을 했다.

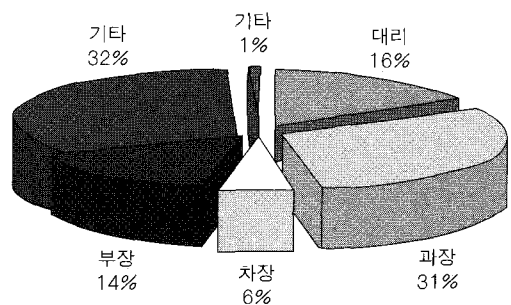


그림 3-16 관련분야 최고 직책

(2) 진급할 수 있는 정도

자기자신의 능력에 따른 진급 가능성 정도를 조사 분석해 본 결과는 그림 3-17과 같이 무진급 및 과장급 이하가 37.4%(80개 업체), 차장급 이상이 22%(47개 업체)로 나

타났고, 특이한 사항은 여자라서와 무응답자가 무려 40.7%(87개 업체)로 밝히기를 꺼려하는 응답자가 많은 질문이었다.

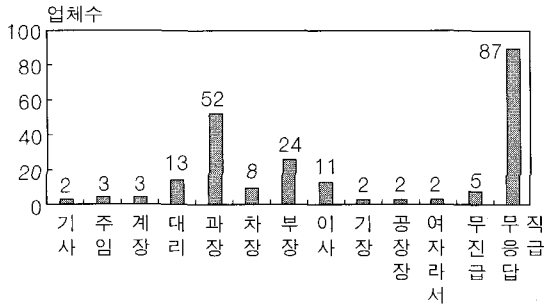


그림 3-17 진급할 수 있는 정도

이는 폐수처리 업무가 전문기술직이면서 소그룹이고 타 업무에 귀속되어 현장실무 책임자 외에 명령책임자가 따로 있어 진급에 관심이 낮은 경향이 있는 것으로 분석된다. (부록-1 참조)

3.3.3 근무체제

(1) 근무방법과 인원수 및 만족도

폐수처리장 근무방법의 특이성은 그림 3-18과 같이 정상적인 아침 출근, 저녁 퇴근 체제가 아니고 3교대, 2교대, 일근+3교대, 일근+2교대 근무 방법의 형태로 진행되고 있는 업체는 36.43%(78개 업체)에 달하고 있음은 폐수처리 시설의 운전시간이 24시간 또는 24시간 동안 상근자가 필요하다는 업무의 특이성을 보여주고 있다.

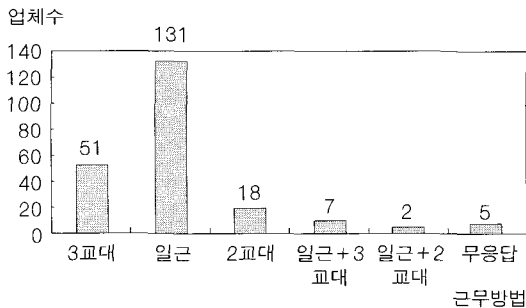


그림 3-18 근무방법

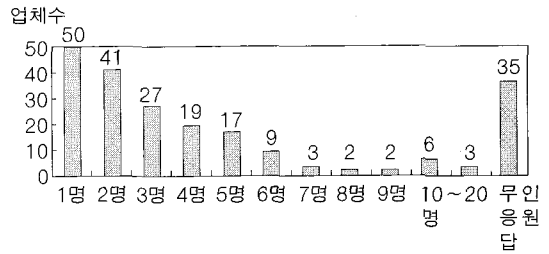


그림 3-19 근무 인원수

근무인원을 알아보면 그림 3-19와 같이 혼자 근무한다가 23.3%(50개 업체)이고 시설용량에 따라 근무인원도 조정되겠지만 1~3명(54.6%) 정도가 가장 많이 분포되었음을 조사결과로 알 수 있다. 이것을 규모(용량)별로 근무인원을 분석해보면 표 3-26과 같이 규모가 큰 1종 사업장에서 근무인원수가 많았으며, 시설용량이 15,000m³/d 인 곳은 20명이 종사하고 있는 경우도 있었으나 시설용량이 50m³미만인(5종) 사업장은 대부분 1·2명이 근무하고 있음을 알 수 있다.

표 3-26 규모별 근무 인원수

인원 규모	인원											계 (규모총수)
	1명	2명	3명	4명	5명	6명	7명	8명	9명	10명	11~12명	
1종			6	4	5	7	2	2	1	5	3	35(39)
2종	3	10	8	7	5		1		1			35(36)
3종	11	15	7	6	5	1				1		46(52)
4종	18	12	1	1	1							33(46)
5종	14	4	2	1	1							22(33)
계	46 (50)	41 (41)	24 (27)	19 (19)	17 (17)	8 (9)	3 (3)	2 (2)	2 (2)	6 (6)	3 (3)	171

주) 1. 1종: 2000m³/d이상, 2종: 700~2000m³/d, 3종: 200~700m³/d 미만, 4종: 50~200m³/d미만, 5종: 50m³/d미만

2. 분석할 수 없는 업체: 43업체

표 3-27은 업종별 근무 인원수를 나타내고 있는데 어느 업종에서 근무 인원수가 특히 많다고 단정하기 어렵고 다만 서비스 업종이 대부분 소규모업체(5종)에 속하므로 근무자가 1·2명으로 근무인원수가 적음을 알 수 있다.

처리수가 허용기준치이하로 배출된다 하더라도 환경시설은 고장과 부식이 자주 문제가 되므로 지속적인 유지보수가 요망되나 1~2명의 인원으로서는 상당한 어려움이 있고, 점검을 요하는 업체가 있다면 [부록-1] 조정이 필요하다

다고 분석된다.

표 3-27 업종별 근무 인원수

인원 업종	인원											무응답	계 (총수)
	1명	2명	3명	4명	5명	6명	7명	8명	9명	10명	11~ 20명		
금속	7	4	2		4	1				2		5	25(26)
비금속		8	1	1	2		1			1		1	15(15)
도자기 (유리)	3	1								1			5(5)
음· 식료품	7	10	5	6	4			1		1	1	9	44(45)
세차 운수업	3							1					4(4)
화학	10	3	4	3	3	1	1	1			1	3	27(27)
섬유	3	2	4	3	1	1	1					1	16(17)
제지			1	2		2			1		1	1	8(8)
서비스	8	9	1			1	1					6	26(26)
계	41 (50)	37 (41)	17 (27)	16 (19)	14 (17)	5 (9)	3 (3)	2 (2)	1 (2)	5 (6)	3 (3)	26 (35)	170

주) 분석할 수 없는 업체 : 44업체

현 근무방법과 근무인원수에 대한 만족도는 그림 3-20을 보면 만족하는 업체는 53%(113개 업체), 만족스럽지 못하는 업체는 33%(71개 업체), 무응답자가 14%를 차지하고 있다. 이는 근무체계가 아침에 출근하고 저녁에 퇴근하는 일상적 방법이 아닌데서 오는 여러가지 불편함과 해야 할 일은 많은데 검직과 현장근무 인원 부족으로 못하는 경우가 많아 불만족을 표현한 것으로 사료된다.

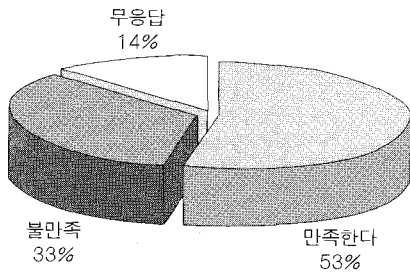


그림 3-20 근무방법의 만족도

규모별로 근무체제의 만족도를 알아보면 표 3-28을 보듯이 거의 비슷하게 만족도가 분석됨에 따라 규모와 근무체제의 만족도와는 서로 영향이 없는 것으로 사료된다.

표 3-28 규모별 근무체제의 만족도

규모	질문			계(규모총수)
	만족한다	불만족	무응답	
1종(2000m³/d 이상)	25	10	4	39(39)
2종(700~2000m³/d 미만)	17	15	3	35(36)
3종(200~700m³/d 미만)	26	19	7	52(52)
4종(50~200m³/d 미만)	26	14	6	46(46)
5종(50m³/d 미만)	15	11	6	32(33)
계	109(113)	69(71)	26(30)	204

주) 분석할 수 없는 업체 : 10개 업체

표 3-29는 업종별 근무체제의 만족도를 나타내고 있는데 비금속에서 불만이 많았으며 제지업체도 불만스러움을 표현하고 있었으나 자세한 이유는 분석할 수 없었다.

표 3-29 업종별 근무체제 만족도

업종	질문			계(규모총수)
	만족한다	불만족	무응답	
금속	12	9	4	25(26)
비금속	4	10	1	15(15)
도자기(유리)	4	1		5(5)
음·식료품	24	14	7	45(45)
세차·운수업	3	1		4(4)
화학	16	10	1	27(27)
섬유	9	6	1	16(17)
제지	3	3	1	7(8)
서비스	13	10	3	26(26)
계	88(113)	64(71)	18(30)	170

주) 분석할 수 없는 업체 : 44개 업체

(2) 근무자들과의 마찰

그림 3-21은 어느 업무나 그렇겠지만 관련업무 때문에 마찰 정도를 나타내고 있는데 상사(비관련자) 혹은 타부서와의 사이에 마찰이 있는 업체가 53.7%(115개 업체), 없는 업체는 25.2%(54개 업체)를 차지하고 있어 근무하면서 인간적인 유대관계에 문제가 있다고 분석된다. 특히 독립된 환경부서가 없고 타부서에 편입되어 있다면 여러 가지 업무 또는 현장실무 때문에 마찰이 잦을 거라 생각되고 문제발생 시에는 그 누구의 도움도 없이 혼자서 해결해야 하는 심각한 상황이 있는 것으로 분석되었다.〔부록-1〕

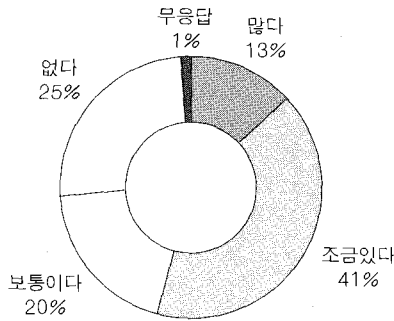


그림 3-21 근무자들과의 마찰정도

그러나 수 처리 업무 부서를 하나의 과 단위로 생각했을 때의 분석은 그림 3-22에서와 같이 자신이 속한 과의 조직을 좋게 평가하는 응답이 48%(103개 업체)이고 복잡하지만 일할만하다가 34%(73개 업체)로 나타나고 있으며, 조직이 복잡하고 엉망이라고 답한 것은 10%(21개 업체)를 차지하고 있어 직접적으로 수 처리업무를 담당하는 사람끼리의 유대관계는 좋은 편이라 사료된다.

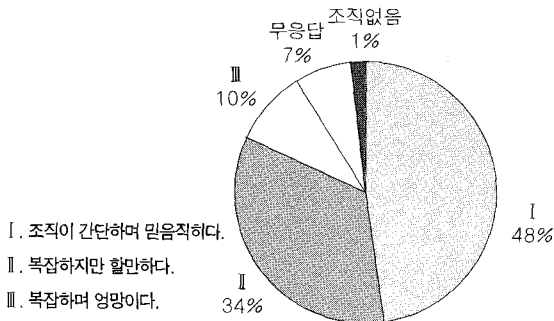


그림 3-22 수 처리 업무 조직의 형편 정도

끝으로 요즈음 환경문제를 여러 환경관련단체에서 지적하고 개선방안들을 제시하고 있는데 이들 환경관련 단체에 대한 신뢰도의 조사분석은 그림 3-23을 보듯이 33%(70개 업체)만이 신뢰를 한다라고 응답했고, 64%(138개 업체) 정도가 큰 신뢰성을 갖지 못함을 보이고 있다.

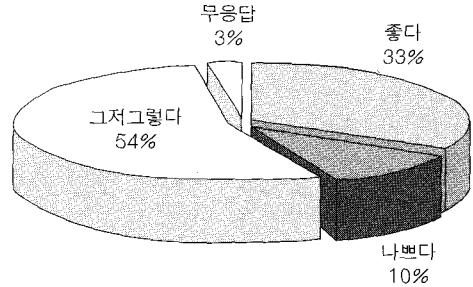


그림 3-23 환경관련 단체의 신뢰도

참고로 환경문제에 대한 국민들의 높은 관심과 다양한 요구가 계속 증가됨에 따라 민간환경단체의 설립 및 환경보전 활동이 매우 활발해지고 있는 추세이다. 이들 민간단체 현황을 설립근거 및 성격, 소재지별로 분류해 보면 다음의 표 3-30과 같다.[9]

표 3-30 전국의 민간단체 현황

('97. 2. 28 현재)

구분	계	서울		부산		대구		대전		인천		광주		경기		강원		충남		전남		경남		제주
		·북	·남	·북	·남	·북	·남	·북	·남	·북	·남	·북	·남	·북	·남	·북	·남	·북	·남	·북	·남			
계	371	233	8	15	12	11	7	27	4	8	12	33	1											
허가단체	90	69	3	2	1	-	3	5	1	1	1	4	-											
신고단체	212	99	5	12	11	11	4	22	3	7	9	28	1											
기타단체	46	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-											
임의단체	23	19	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-						2	1	-			

주) 1) 허가단체 : 민법 제32조 및 환경부소관 비영리법인의 설립 및 감독에 관한 규칙에 의거 환경부장관의 허가를 받은 단체

2) 신고단체 : 사회단체 신고에 관한 법률에 의거 지방자치단체에 신고를 한 단체

3) 기타단체 : 본래의 설립목적 이외에 환경운동을 병행하는 단체

4) 임의단체 : 관련법령에 따라 허가나 신고를 하지 않고 활동하는 단체

3.4 폐수처리

폐수처리방법, 처리공법, 배출허용기준에 따른 지역, 시설용량과 실제처리량(물리·화학적처리, 생물학적처리), 슬러지(탈수 Cake)의 량, 슬러지 처리방법, 처리수의 활용, 물리·화학적 처리시설의 가동시간 등을 질문하여 폐수처리장의 여러가지 상황들을 분석하였다.

3.4.1 폐수처리 방법

폐수처리 방법을 분석해 본 결과 표 3-31에서 보듯이 214개 업체 중 생물학적 처리시설을 운영하는 업체는(물리·화학적·생물학적 처리시설 포함) 152개 업체, 화학적 처리시설을 운영하는 업체는 85개 업체, 그리고 화학적 처리시설, 생물학적 처리시설을 둘 다 운영하는 업체는 26개의 업체로 조사 분석되었다.

표 3-31 폐수처리 방법

질문	조사결과(%)
생물학적 처리시설만 운영	75(35)
물리·화학적, 생물학적 처리시설 운영	51(24)
물리·화학적, 생물학적 처리시설을 따로 운영	26(12)
화학적 처리시설만 운영	59(28)
무응답	3(1)
계	214

한편 생물학적 처리방법의 경우, 오수(액체성 또는 고체성의 더러운 물이 섞여 그 상태로는 사람의 생활이나 사업 활동에 사용할 수 없는 물로서 사람의 일상생활과 관련하여 수세식 변소, 목욕탕, 주방 등에서 배출되는 것을 말한다)만 처리하는 경우와 폐수(물에 액체성 또는 고체성의 수질오염물질이 혼합되어 그대로 사용할 수 없는 물을 말한다)만 처리하는 경우 그리고 오수와 폐수를 함께 처리하는 경우를 분리 조사한 결과는 그림 3-24와 같다.

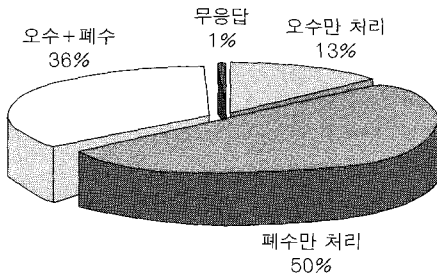


그림 3-24 생물학적 처리방법

업종과 처리방법을 비교해 보면 표 3-32와 같이 음·식료품 제조와 제지 폐수의 경우에는 생물학적 처리방법을 주로 이용하고 있고 금속, 비금속, 운수업(세차) 등에는 화학적 처리방법을 주로 운영하고 있는 것으로 분석되었다.

표 3-32 업종별 처리방법

업종 방법	금속		도자기 제조	음· 식료품	세차 (운수업)	화학	섬유	제지	서비스	알수 없음	계
	금속	비금속									
순수 생물학적	4	1	1	28	-	10	5	6	14	32	101
물리·화학 생물학적	3	-	-	15	-	8	6	3	4	12	51
화학적 처리	25	13	5	4	3	7	2	1	16	9	85
계	32	14	6	47	3	25	13	10	34	53	237

물리·화학적·생물학적 처리시설을 세분화 해보면 물리·화학적 처리 후 표준활성슬러지 35개 업체, 물리·화학적 처리후 장기폭기법 5개 업체, 화학적 처리후 접촉안정법 5개 업체, 화학적+접촉안정+표준활성법 1개 업체, 그리고 혐기성소화+화학적 처리가 1개 업체이고, 파악할 수 없는 업체가 3곳이었다.

생물학적 처리공법은 폐수내에 존재하는 유기물중에서 생물에 의해서 분해 가능한 유기물을, 미생물을 이용하여 제거시키는 방법으로서 폐수내의 부유, 용존 또는 Colloid 상태의 분해 가능한 유기물을 산화시켜 H₂O나 CO₂로 혹은 침전시킬 수 있는 미생물체로 변화시킴으로서 폐수를 처리하는 방법이다. 이 방법은 조사결과 주로 음·식료품 제조업에서 발생하는 폐수를 처리하는데 이용되고 있었다. 금속이나 비금속 업종은 폐수를 중화, 산화, 환원, 응집침전, 이온교환, 흡착 등의 화학적 처리공법을 채택하고 있었다. 물리·화학적, 생물학적 처리공법은 전처리로 화학적 처리를 한 다음, 생물학적 처리를 하는 공법이다.[5]

생물학적 처리방법을 운영하는 업체중 처리공법을 분석해 본 결과는 표 3-33과 같이 표준활성슬러지법을 가장 많이 이용하고 있음이 조사되었고 그 다음으로는 장기폭기법, 접촉안정화법, 회전원판법 순으로 이용률이 많음이 분석되었다. 기타에는 혐기성소화, LAGOON법, 혐기성소화+장기폭기법, 혐기성소화+접촉안정법 등 생물학적 처리 공법을 혼합운영하는 업체도 있었다.

표 3-33 처리공법(생물학적처리)

처리공법	업체수(%)
표준활성 슬러지법	99(65.1)
실수 여성법	0

회전 원판법	3(1.97)
장기 폭기법	22(14.5)
접촉 안정법	12(7.9)
기타	12(7.9)
무응답	4(2.6)
계	152

3.4.2 배출허용기준에 따른 지역비율

배출허용기준에 따른 지역(수질환경보전법 제8조) 비율을 살펴보면 생물학적 처리방법을 운영하는 업체가 오수만 처리하는 업체 152개 업체중 19개 업체만 해당하므로 오수 및 축산업폐수에 관한 법률에 적용하지 않고 모두 수질환경보전법 제8조 관련 시행규칙 별표5에 따른 지역비율로 분석해 본 결과는 표 3-34와 같이 “나” 지역에 위치하고 있는 업체가 많음을 알 수 있다.

표 3-34 배출허용기준에 따른 지역 구성비

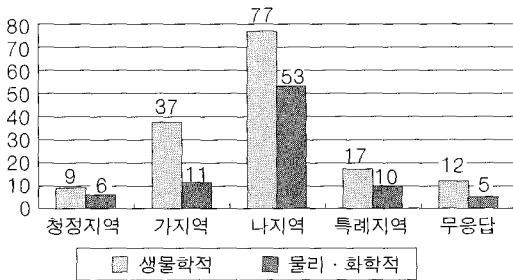
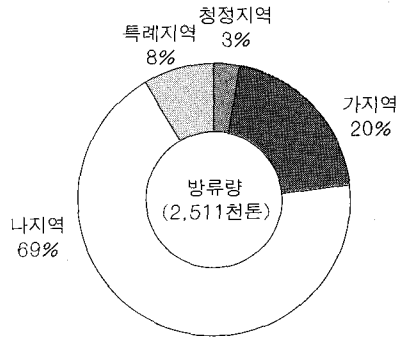


표 3-34에서와 같이 배출허용기준에 따른 지역비율의 조사분석은 응답자의 55%, 즉 130개 업체가 “나”지역임을 알 수 있고 그림으로 나타내면 그림 3-25와 같다.

본 설문분석만으로는 우리나라 전체의 지역비율을 정확히 알 수 없으므로 환경부가 발표한 자료에 의한 전국의 업소에 대한 현황을 보면 그림 3-26과 같이 “청정지역”에 위치한 업소수는 1,374개소로 전체 업소의 4.9%를 차지하고, 폐수방류량도 74천m³/일로 전체의 2.9%에 불과하다. “가”지역에 위치하는 업소수는 6,009개소로 전체 업소의 21.5%를 차지하여, 폐수방류량은 510천m³/일로 전체의 20.3%를 차지하고 있다.[9]

대부분의 배출업소는 공단을 포함한 배출허용기준이 가장 완화되어 있는 “나”지역에 위치하고 있어 전국 배출업

소의 67.1%인 18,793개소에서 전국의 68.3%인 1,714천m³/일의 폐수가 방류되고 있다. 농공지구 및 각 업소에서 발생된 폐수를 1차 처리후 공단폐수종말처리장에서 유입처리하는 “특례”지역에는 1,836개소가 위치하고 있으며, 동 지역에서 방류되는 폐수량도 213천m³/일로 전국의 8.5%를 차지하고 있다.[9]



- 주) “청정” 지역: 환경기준(수질) 등급을 보전하기 위한 수역구간, 가장 엄격한 배출 허용기준 적용
- “가” 지역: 환경기준(수질) 등급을 보전하기 위한 수역구간, 엄격한 배출 허용 기준 적용
- “나” 지역: 환경기준(수질) 등급을 보전하기 위한 수역구간, 가장 엄격한 배출 허용기준 적용
- “특례” 지역: 폐수종말처리구역으로써 별도의 배출허용기준을 적용하는 지역

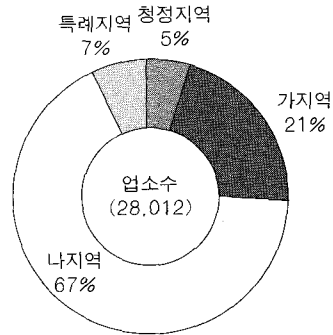


그림 3-26 전국의 배출허용기준 적용지역별 업소수 및 방류량 비율