

# 우리나라 산업폐수처리장의 현황 조사 분석<최종화>

## 목 차

### 제1장 서론

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

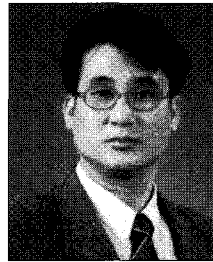
### 제2장 폐수처리장의 정의 및 처리방법

- 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 비율
  - 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

### 3.4.3 처리장의 규모

수질환경보전법 시행령에서는 연중 가장 많이 배출한 달을 기준으로 사업장의 규모를 정하여 종별 부과금의 산정, 위반횟수별 부과계수, 환경관리인 자격기준, 과징금의 부과기준, 자가측정의 대상·항목 및 방법 등 규모에 따라 여러가지 규범을 정하고 있는데 규모별 업소수를 살펴보면 다음의 표 3-35와 같다.

[표 3-35] 처리장의 규모별 업소수

	1종	2종	3종	4종	5종	
규모	2,000m <sup>3</sup> 이상	700m <sup>3</sup> 이상~ 2,000m <sup>3</sup> 미만	200m <sup>3</sup> 이상 ~700m <sup>3</sup> 미만	50m <sup>3</sup> 이상 ~200m <sup>3</sup> 미만	50m <sup>3</sup> 미만	무응답
업소수	39	36	52	46	33	8

표 3-36의 업종별 규모를 살펴보면 제지업이 규모가 크고, 써비스나 세차·운수업이 규모가 작음을 알 수 있다.

설문 조사분석으로는 우리나라 전체 폐수처리장의 종(규모)별 업소수를 정확히 판단할 수 없으므로 정부가 발표한 자료를 살펴보면 우리나라의 1996년 폐수배출업소는 표 3-37에 의하면 총 28,012개소로 분석되고 있다.

[표 3-37] 전국의 연도별 폐수배출업소 현황

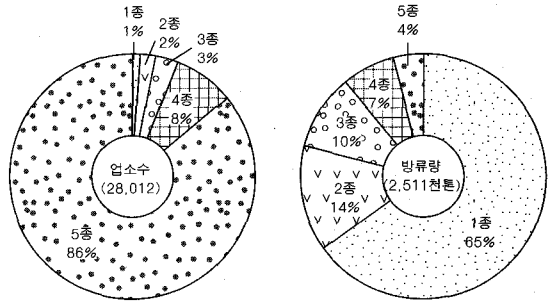
(단위 : 개소)

구분	계	1종	2종	3종	4종	5종
'92	23,310	173	303	377	1,959	20,498
'93	27,041	189	298	399	2,300	23,855
'94	28,574	256	389	790	2,075	25,064
'95	27,754	272	391	681	2,452	25,681
'96	28,012	279	428	869	2,223	24,213

배출업소를 폐수배출량에 따라 구분하는 종별현황을 살펴보면 그림 3-27과 표 3-38을 보듯이 1종 업소는 279개소로 업소수는 전체의 1.0%에 불과하지만 금속, 염색, 제지 등 폐수 다량배출업소로 폐수방류량은 전체의 65.7%를 차지하고 있으며, 비교적 규모가 큰 2,3종 업소까지 합할 경우 업소수는 전체의 5.6%인 1,576개소이나 방류량은 전체의 89.4%인 2,245천m<sup>3</sup>/일을 방류하고 있어 1-3종 업소의 중점관리가 요망된다.

5종 업소는 24,213개소로 전국 28,012개소의 86.4%를 차지하고 있으나, 대부분 세차장 등 소규모 사업장이어

서 폐수방류량은 96천m<sup>3</sup>/일로 전국 방류량 2,511천m<sup>3</sup>/일의 3.8%에 불과하다.[9]



[그림 3-27] 전국의 종별 폐수배출업소수 및 방류량 비율

[표 3-38] 전국의 종별 폐수배출 업소수 및 발생량, 방류량 현황

(단위 : 천m<sup>3</sup>/일)

구분 \ 종별	계	1종	2종	3종	4종	5종
업소수	28,012	279	428	869	2,223	24,213
폐수발생량	8,926	6,371	514	1,029	281	731
폐수방류량	2,511	1,650	347	248	170	96

[표 3-36] 업종별 규모

업종 \ 규모	금속	비금속	도자기 (유리)	음·식 료품	세차 운수업	화학	섬유	제지	서비스	계 (규모총수)
1종	6	3		7		6	6	6		34(39)
2종	2	1		11		1	6	1	2	24(36)
3종	4	6	1	17		5	4		5	42(52)
4종	8	3	3	4	3	9			8	38(46)
5종	5	1	1	4	1	5	1		11	29(33)
무응답	1	1		1						3
계	26 (26)	15 (15)	5 (5)	44 (45)	4 (4)	26 (27)	17 (17)	7 (8)	26 (26)	170

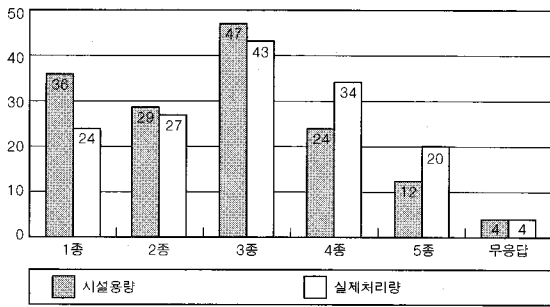
주) 분석할 수 없는 업체 : 44 업체

### 3.4.4 시설용량과 실제 처리량의 비교

폐수처리장에 유입되는 폐수는 항상 일정한 유량과 강도를 유지하는 것이 아니므로 유량조정은 유량변동에 따른 운전상의 문제점을 극복하고 후속공정의 성능 향상 및 후속처리시설의 크기와 비용을 줄이기 위해서 중요한 공정에 속한다.

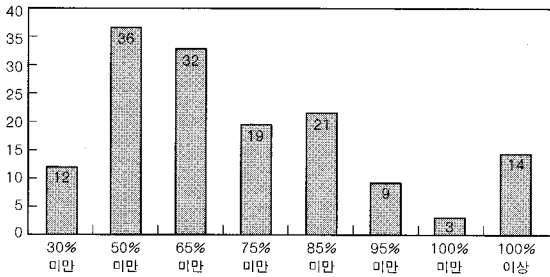
먼저 생물학적처리 시설의 시설용량과 실제 처리량을 비교 분석하기 전에 배

출업소의 규모별 구분에 따른 현황을 살펴보면 그림 3-28과 같이 실제 설계상 시설용량으로 보아 1종은 36개 업체였으나 실제로 처리하는 양은 적어 24개 업체가 되어 설계상 규모의 분포와 실제 처리량의 규모와는 차이가 있는 것을 발견할 수 있다.



[그림 3-28] 시설용량과 실제 처리량(생물학적 처리시설)

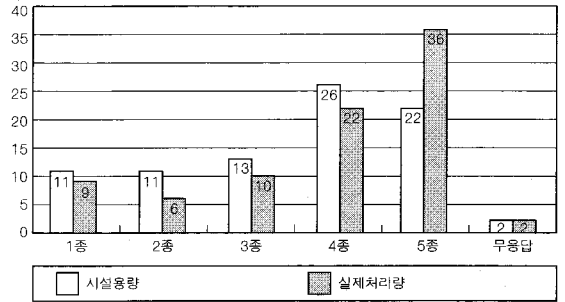
시설용량에 대한 실제 처리량의 비율 분포를 살펴보면 아래의 그림 3-29와 같았고, 6개 업체는 분석할 수 없었다.



[그림 3-29] 시설용량과 실제 처리량과의 비율(생물학적 처리시설)

3-29 그림을 살펴보면 실제 처리량이 시설용량의 50%를 넘지 않는 업체도 많고, 심지어 설계용량을 초과하는 업체도 있어 적정처리에 매우 어려운 여건이 될 거라 분석된다.

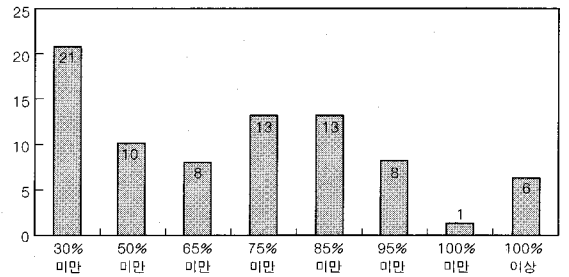
물리·화학적 처리시설의 설계용량과 실제처리량을 비교 분석해보면 그림 3-30과 같이 물리·화학적 처리시설 역시 시설규모와 실제처리 규모에서 차이를 발견할 수 있으며, 시설용량과 실제처리량의 비율도 그림 3-31에서 보듯이 많은 업체가 적정의 용량을 안배하지 못함을 알 수 있다.



주) 1종 : 2,000m<sup>3</sup>이상, 2종 : 700m<sup>3</sup>이상~2,000m<sup>3</sup>미만, 3종 : 200m<sup>3</sup>이상~700m<sup>3</sup>미만, 4종 : 50m<sup>3</sup>이상~200m<sup>3</sup>미만, 5종 : 50m<sup>3</sup>미만

[그림 3-30] 시설용량과 실제 처리량(물리·화학적 처리시설)

적정의 유량조정을 해주지 못하면 충격부하를 일으키고, 독성물질의 희석이 어려우며 pH가 안정되지 않기 때문에 생물학적 처리 시설의 경우 정상적인 효율로 처리하기 어려우므로 현장 실무자들은 오랜 시간 주의 깊게 관찰하여 통계적 자료를 산출해 정상적인 처리에 이용할 수 있도록 기술적 노하우를 나름대로 축적해야 될 거라 사료된다. 특히 앞서 분석한 집수 설비가 불안정한 업체는 비가 올 때는 각 처리장마다 나름대로의 어려움이 있을 것이고 어쩔 수 없이 체류시간의 부족으로 적정 처리후 방류는 어려울 것이다.



주) 5개 업체 분석 안됨.

[그림 3-31] 시설용량과 실제 처리량과의 비율(물리·화학적 처리시설)

### 3.4.5 슬러지량과 슬러지 처리 방법

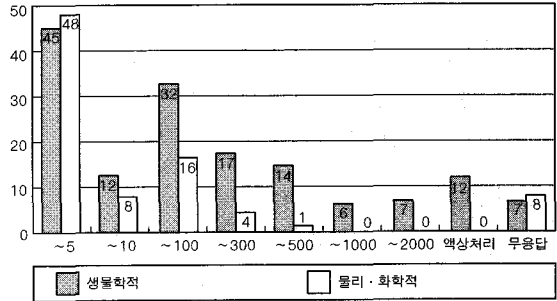
탈수 슬러지의 양을 처리방법에 따라 비교해 보면 표 3-39와 그림 3-32같이 생물학적 처리가 화학적 처리보다 많

이 발생함을 알 수 있으며, 생물학적 처리의 경우 액상으로만 처리하는 업체도 있었으며, 탈수처리도 하고 액상처리도 하는 업체도 있었다.

무응답	7	8
계	152	85

[표 3-39] 슬러지 발생량(ton/월)

처리방법 량(t/월)	생물학적처리(%)	물리·화학적처리(%)
5톤이하	45(29)	48(57)
6~10톤	12(8)	8(9)
11~100톤	32(21)	16(19)
101~300톤	17(11)	4(5)
301~500톤	4(9)	1(1)
501~1000톤	6(4)	0
1000톤 이상	7(5)	0
액상처리	12(8)	0



[그림 3-32] 슬러지(탈수 cake)의 발생량(ton/월)

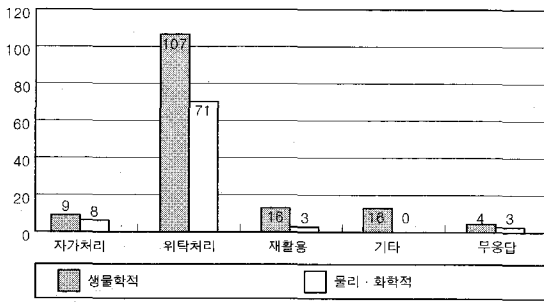
[표 3-40] 규모별 슬러지 발생량

규모 량(t/월)	처리방법	1종	2종	3종	4종	5종	계
5톤이하	생물학적처리	4	6	12	11	10	43(45)
	화학적처리		4	3	16	21	44(48)
6~10톤	생물학적처리			7	4	1	12(12)
	화학적처리	1	2	2	3		8(8)
11~100톤	생물학적처리	4	10	15	3		32(32)
	화학적처리	2	3	4	5		14(16)
101~300톤	생물학적처리	6	8	2			16(17)
	화학적처리	3		1			4(4)
301~500톤	생물학적처리	4	2	1	1		8(14)
	화학적처리	1					1(1)
501~1000톤	생물학적처리	6					6(6)
	화학적처리						
1000톤 이상	생물학적처리	7					7(7)
	화학적처리						
액상처리	생물학적처리			2	2	1	5(12)
	화학적처리						
무응답	생물학적처리		2	2	1		5(7)
	화학적처리	1			1	1	3(8)
계(총규모)	생물학적처리	31(36)	28(29)	41(47)	22(24)	12(12)	134(152)
	화학적처리	8(11)	9(11)	10(13)	25(26)	22(22)	74(85)

주) 분석할 수 없는 업체 1. 생물학적 처리 : 18업체, 2. 화학적처리 : 11업체

표 3-40에서 보듯이 규모별로 슬러지량을 알아보면 생물학적처리든 화학적처리든 규모가 큰 업체에서 슬러지 발생량이 많았으며, 화학적 처리보다는 생물학적처리에서 슬러지가 많았고 액상으로 처리하는 것은 생물학적 처리에서만 볼 수 있었다.

그림 3-33은 탈수처리후 발생하는 슬러지를 처리하는 방법을 분석한 것으로 위탁 처리 하는 경우가 가장 많았으며 재활용한다고 대답하는 업체는 아쉽게 얼마 되지 않았다. 기타에는 자가처리도 하고 위탁처리도 하는 업체, 자가처리도 하고 재활용하는 업체, 또는 일부는 위탁 처리 일부는 재활용하는 업체이다.



[그림 3-33] 슬러지(탈수 cake)의 처리방법

표 3-41은 업종별로 슬러지 처리방법을 조사 분석한 것이다. 업종에 관계없이 대부분 위탁 처리를 하고 있으며, 음·식료품 업체에서 재활용을 그런대로 하고 있는 것을 알 수 있었다.

슬러지는 매우 큰 부피와 자연 분해되어 냄새가 나서 취급하기 싫은 것으로서 폐수처리분야에서 실무자가 당면하는 가장 복잡한 문제중 하나이다. 그래서 부피를 감소시키기 위해 탈수를 해서 여러 방법으로 처분하는데 환경과 사회적, 경제적 요구를 만족시키는 새로운 처분 공법을 연구할 필요가 있다고 사료된다.

[표 3-41] 업종별 슬러지처리 방법

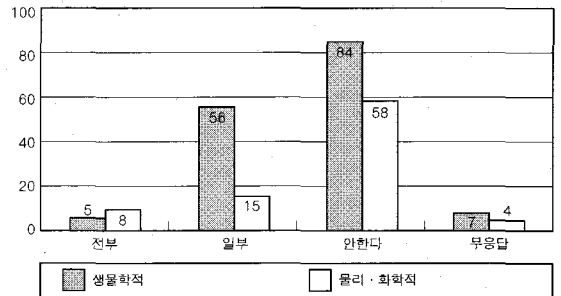
업종	질문					계(업종총수)
	자가처리	위탁처리	재활용	기타	무응답	
금속	1	23				24 (26)
비금속	2	10	2		1	15 (15)
도자기(유리)		5				5 (5)
음·식료품	3	25	11	5	1	45 (45)
세차운수업		4				4 (4)
화학	2	21	1	3		27 (27)
섬유	2	14				16 (17)
제지	2	4	1	1		8 (8)
서비스	3	22	1			26 (26)
계	25	128	16	9	2	170

주) 분석할 수 없는 업체 : 44개 업체

### 3.4.6 폐수처리수의 재이용

지속적인 인구의 증가, 지표수 및 지하수의 오염, 수자원의 불공정한 분배와 주기적인 기뎌 등으로 인하여 용수의 부족현상이 나타나고 있어 적절한 공급을 위한 새로운

용수원을 찾고 있는데 그동안 폐수처리장으로부터 적절히 처리돼 방류되어 왔던 처리수를 새로운 용수로 재이용하는 방안이 주목을 받고 있다. 이에 대해 본 조사분석에서는 산업폐수처리장의 처리수의 재이용도를 조사분석하였으며 그림 3-34와 같이 생물학적 처리의 경우 응답자의 약 40%(61업체) 정도가 일부 또는 전부 재활용한다고 답을 하고 있으나 물리·화학적 처리의 경우는 폐수의 특성상 또는 처리과정에서 여러 화학약품의 첨가 때문에 응답자의 27%(23업체)만이 일부 또는 전부 재활용한다고 답을 하고 있다.



[그림 3-34] 폐수처리후(처리수)의 재활용 여부

업종별 처리수의 재활용 여부를 알아보면 표 3-42와 같이 금속, 비금속 도자기, 음·식료품, 화학, 섬유, 제조업에서는 전부 또는 일부를 재활용하고 있으나 서비스 업종에서는 26개 업체 중 25개 업체가 전혀 재활용을 하지 않고 있음을 알 수 있다. 세차·운수업에서는 4개 업체중 2개 업체가 전량 재활용하고 있었다. 사업여건이 어려운 만큼 원가절감노력이 필요하다고 본다. 폐수 처리수의 재이용 가능성은 이러한 원가절감노력의 일환으로라도 검토하는 것이 좋을 것이다. 현재로서는 힘들지만 장차 폐수처리의 합리화가 이루어져 처리수질이 양호한 경우에는 처리수의 일부라도 청소용수 등 잡용수로 사용가능할 것으로 사료된다.

[표 3-42] 업종별 처리수의 재활용

업종	질문				계(업종총수)
	전부한다	일부한다	안한다	무응답	
금속	3	5	18		26(26)

비금속	1	6	8		15(15)
도자기(유리)	1	1	3		5(5)
음·식료품		18	25	1	44(45)
세차운수업	2		2		4(4)
화학	1	12	14		27(27)
섬유	1	7	8		16(17)
제지		6	2		8(8)
서비스		1	25		26(26)
계	9	56	105		171

주) 분석할 수 없는 업체 : 43개 업체

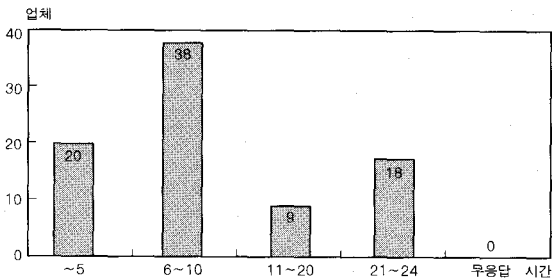
표 3-43은 처리수의 재활용 여부를 배출허용기준에 따른 지역별로 나타내고 있는데 가장 엄격한 배출허용기준이 적용되는 청정지역이라고 해서 특별히 처리수의 재이용을 많이 하는 것은 아니라는 것을 알 수 있다.

[표 3-43] 배출허용기준에 따른 지역별 처리수의 재활용

지역	질문				계(지역총수)
	전부한다	일부한다	안한다	무응답	
청정지역	1	2	9		12 (12)
가지역	1	16	25	1	43 (43)
나지역	4	39	75		118 (118)
특례지역	1	8	16		25 (25)
계	7	65	125	1	198

주) 분석할 수 없는 업체 : 16개 업체

끝으로 물리·화학적 처리시설의 일일 가동시간은 그림 3-35와 같이 6~10시간 정도 운전한다가 44.7%(38개 업체)를 차지하고 있고, 5시간 이하 또는 21~24시간이 각각 23.5%(20개 업체), 21.2%(18개 업체)로 분석되었고, 11~20시간이 10.6%(9)로 나타나고 있다.



[그림 3-35] 물리·화학적 처리시설의 가동시간(h/d)

## 제4장 결론

본 연구는 우리나라 폐수처리장에 근무하는 현장실무자(환경관리인)들을 대상으로 설문조사를 하여 이들 조사사항을 분석한 것이며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수 처리 업무에 종사하는 사람들의 성별, 나이, 전공, 경력, 자격 및 학력 등을 조사 분석한 결과 응답자의 대부분이 남성들이었다. 처리장에는 특수한 악취와 특유의 작업환경 때문에 여성들이 남성들에 비해 낮은 취업율을 나타내고 있었는데 직업관을 새롭게 정립해야 되고, 경력은 타 직종에 비해 낮았으나 젊은 일꾼들이 전문 자격증을 많이 소지하고 있는 바, 이들이 이 분야에서 긍지와 자부심을 갖고 업무에 임할 수 있도록 사회적·국가적 배려가 있어야 된다고 판단된다.

2. 폐수처리장의 여러가지 환경을 파악해 본 결과 시설물이 노후되고 환기에 문제가 있고 온도, 습도 등이 적절하지 못했다. 이는 안전사고의 우려 및 미관상의 문제와 노후화 속도가 더욱 빨라질 것이라고 판단되므로 시설 개선에 대한 투자와 경영진들의 진정한 관심이 필요하다고 분석된다. 특히 처리시설이 작은 소규모 사업장일수록 처리장의 시설과 수 처리상태 등의 인적·물적 환경이 규모가 큰 업체보다 불량하므로 소규모 사업장의 시설관리에 많은 관심이 필요하다고 판단된다.

3. 환경관리인들의 상황을 파악해 본 결과 많은 응답자가 현 직종에 만족감을 느끼지 못하고 이직을 원하고 있는 바, 열악한 근무여건을 개선하고 낮은 보수를 해결하고, 인사상의 불공정한 대우를 개선하여 환경실무자들에게 지위와 권한이 법적으로 향상되어야 된다고 판단된다.

4. 오염물질의 배출허용기준에 따른 지역비율을 분석해 본 결과 공단을 포함한 배출허용기준이 가장 완화되어 있는 “나” 지역에 가장 많이 위치하고 있어 이 지역의 중점관리가 필요하다고 판단된다.

5. 배출업소를 폐수배출량에 따라 구분해 종별현황을 살펴 본 결과 1종, 2종 및 3종의 업소가 차지하는 비율은 높지 않았지만 규모가 크고 방류량이 많아 1~3종 업소의 중점 관리가 중요하다고 판단된다.

6. 폐수의 유량(설계유량)이 처리효율에 큰 영향을 미친다. 그러나 많은 업체가 적당한 유량조정에 어려움을 느끼고 있으므로 저류시설의 유효용량을 최적화하여 처리부하를 균등하게 되도록 할 필요성이 있다고 판단된다.

7. 원가절감 측면에서의 용수의 사용량 절감, 처리과정을 개선하여 슬러지의 재활용과 폐수처리수의 재이용에 대한 검토와 노력이 필요하다고 판단된다.

8. 끝으로 정부는 미래지향적인 환경정책을 수립하여 효율적이고 효과적인 환경관리가 될 수 있도록 앞장서야 하며, 각 배출업체에서는 단순히 행정 규제만을 충족시키면 된다는 방어적인 태도에서 벗어나 적극적인 관점에서 처리기술에 과감한 투자가 필요하며, 실무자들은 스스로가 긍지와 자부심을 갖고 항상 긍정적인 생각과 능동적으로 업무를 처리하는 자세가 필요하다고 판단되었다.

## 참고문헌

1. 고팡백(외), "폐수처리공학", 1995.
2. 김병진·박주량, "환경기술 인력의 전문화 및 지원 육성방안에 관한 연구(1)", 환경관리연구소, 제4권 4호, 1997.
3. 김병진·박주량, "환경기술 인력의 전문화 및 지원 육성방안에 관한 연구(2)", 환경관리연구소, 제4권 5호, 1997.
4. "수질환경보전법", 1997.
5. 이규성(외), "수질오염방지기술", 1995.
6. 이정기, "녹색경제학", 1997.
7. 한국경제신문사, "기업정보 '98", 1997.
8. 환경관리연구소, "환경산업총람", 1997.
9. 환경부, "환경백서", 1997.
10. 환경관리인연합회, "환경관리인", 143호 144호, 1998.

## '환경관리인의 배움마당'에서 주인을 찾습니다.

월간 <환경관리인>에서는 공부하는 환경인을 찾습니다. 어려운 현실에도 아랑곳하지 않고 현장을 지키는 환경파수꾼의 배움흔적을 찾아 '환경관리인의 배움마당'에 소개하고자 하오니 환경업무에 종사하면서 석·박사 과정을 이수한 환경인은 학위논문(석·박사)을 보내 주십시오. 여러분의 학위논문을 소중하게 다루어드리는 '환경관리인의 배움마당'에 환경인 여러분의 많은 참여 바랍니다.

- ♣ 원고는 수시로 받습니다.
- ♣ 학위논문 발표기간은 상관하지 않습니다.
- ♣ 보내주신 원고는 돌려드리지 않습니다.