

## 하수처리장 운전조건의 통계분석

이 찬 형 · 문 경 숙\*  
대구보건환경연구원 · 대구환경시설공단  
(2001년 6월 22일 접수; 2002년 1월 14일 채택)

## Statistical Analysis of Sewage Plant Operation

Chan-Hyung Lee and Kyung-Sook Moon\*

Taegu Institute of Health and Environment, Taegu 706-090, Korea  
\*Taegu Environmental Installations Corporation, Taegu 703-825, Korea  
(Manuscript received 22 June, 2001; accepted 14 January, 2002)

In this study, we examined statistical analysis between sewage plant operations parameters and effluent quality. We got six components from principle component analysis of the operation parameters and secondary effluent quality. 91.8% of the total variance was explained by the six components. The components were identified in the following order : 1) organic matter removal by aeration basin microbe, 2) settleability on secondary clarifier load, 3) removal of nutrients, 4) microbial number increasement and species diversity, 5) microbial activity in aeration basin, 6) oxidation in aeration basin.

Key words : sewage plant, plant operation, statistical analysis, component analysis

### 1. 서 론

1999년말 기준 국내 하수처리장은 150개소가 가동중이며, 처리방법은 활성슬러지법을 대부분 채택하고 있다. 활성슬러지법<sup>1)</sup>은 도시하수 및 대용량인 하수특성에 적합하며 BOD제거에 우수한 방식이나 충격부하에 취약하며 처리수질이 불안정하고 질소 및 인제거에 어려우며 슬러지발생량이 많으며 동력 소비가 큰 처리방식이다. 그러나 전국에 많이 보급되어있고 운영방법도 축적되어있어 앞으로 건설될 하수처리장도 이 방식이 대부분 도입될 예정이다. 운전경험이 많은 만큼 운전조건도 적절한 수준이 제시되고 있으나 각 처리장 유입하수의 수질, 성상 및 유량, 기대되는 처리수질 등에 따라 각 처리장에 맞는 운전조건으로 운영되고 있다. 활성슬러지법은 포기조내 미생물을 이용하여 하수를 처리하는 방식이며 포기조내의 미생물<sup>2)</sup>은 한두종이 아닌 수백종이 섞여서 성장하는 혼합배양계이다. 이러한 혼합배양계에서 미생물 상호간의 공생, 협동, 포식 등의 기

능이 다양하게 작용하여 처리수를 맑게 한다. 생물 처리의 혼합배양계에서는 이러한 상호작용을 잘 제어하면 수질은 향상시키면서 부산물은 적게 발생하는 것이 가능하다. 그러나 개방시스템에서는 미생물 상을 원하는 대로 제어하기가 힘들고, 미생물상을 정확하게 나타내는 변수가 나타나지 않으므로, 여러 이화학적분석결과를 바탕으로 경험에 의존하는 경우가 많다. 이번 분석에서는 하수처리장을 적절하게 운전하기 위해 통계방법을 이용하여 접근하고자 한다. 통계적 접근방식은 생태학 연구부문에서 80년대 부터 많이 사용하는 방법으로 생태계 및 생태계 구성인자에 미치는 환경요인의 영향을 통계학과 컴퓨터를 이용하여 자료를 처리하고 분석하는 기법이다. 이러한 기법에서는 변수상호간의 의존성과 변수들에 공통적으로 영향을 미치는 요인들을 찾아낼 수 있어 수치상에 나타나지 않는 요인을 추가로 찾아 효율적 하수처리가 가능해진다.

### 2. 재료 및 방법

#### 2.1. 조사지점

대구 신천 하수처리장내 수질과 운전조건이 안정된 A, B, C계열 1차침전지, 포기조, 2차침전지를 대

Corresponding Author; Chan-Hyung Lee, Taegu Institute of Health and Environment, Taegu 706-090, Korea  
Phone : +82-53-760-1264  
E-mail : chlee@daegumail.net

상으로 98년 1월부터 99년 6월까지 조사하였다. 신천하수처리장은 연중 유입BOD농도가 80ppm정도로 설계기준 200ppm이하이며 유입유량도 설계기준 이하이다.

2.2. 분석항목

수온, pH, BOD, COD, SS, TN, TP는 하수처리장의 일일시험결과를 이용하고 운전조건 등 기타 변수는 일일운전결과를 기초로 하여 Solid Retention Time (SRT), Hydraulic Residence Time(HRT), Food/Microorganism(F/M)등 변수를 계산하였다.

2.3. 통계처리<sup>3-5)</sup>

수질항목 및 운전변수는 월평균을 계산한 후 통계분석프로그램인 SPSS(ver 8.0)을 사용하여 통계처리하였다. 수질항목과 운전변수간의 상관관계를 조사한 후 Pearson correlation coefficient가 높은 수질항목과 운전변수간의 다중회귀분석을 실시하여 상호관련성을 규명하고 수식화하였다. 회귀모델선정을 위한 변수투입방법으로는 단계별회귀를 사용하였다. 요인분석을 통해서 상호관련되어 있는 변수들에 영향을 미치는 공통인자를 찾아내었다. 요인분석모델로 주성분 요인분석을 수행하였고, 회전방식은 가장 많이 이용되는 방법인 Varimax방식을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 월별 수질변화

대상기간동안의 월별수질변화를 Table 1에 나타내었다.

2차처리수BOD는 연중 일정하나 여름철에는 겨울철보다 수질이 좋아진다. 제거율은 여름철이 다른 계절보다 낮다. 이러한 현상은 봄, 가을철은 유입유량이 적지만 사람들의 활동이 활발하고 가정내 오염물질의 배출이 늘어나므로 유입농도가 높게 나타나며 겨울철은 갈수기이지만 가정내 오염물질의 배출이 상대적으로 적으므로 농도가 낮게 나타나며, 여름철에는 잦은 강우와 물 사용량의 증가로 유입유량이 늘어나 오염농도가 낮게 유입됨으로 제거율이 낮아도 수질은 좋아지는 것으로 나타난다. COD는 가을철에 낮아지는 계절성을 나타내며, 제거율은 BOD와 같이 여름철에 처리율이 떨어진다. SS의 월별변화도 BOD, COD와 같이 계절적인 변화를 나타내며 여름철에 제거율이 낮음을 알 수 있다. 여름철 SS제거율이 낮은 원인은 수온 증가로 미생물의 활동성이 활발하나 잦은 강우로 유입BOD가 낮음으로 유기물부하(F/M)가 낮아져 미생물 플럭의 크기가 작고 쉽게 부서지는 핀플럭이 생성되어 2차처리수

Table 1. The quality of secondary effluent and the removal efficiencies

Month	BOD		COD		SS		TN		TP	
	ppm	RE (%)	ppm	RE (%)	ppm	RE (%)	ppm	RE (%)	ppm	RE (%)
98.1	3.7	89	8.0	64	6.4	82	22.9	24	0.99	51
2	3.7	90	9.4	64	5.6	87	22.0	25	1.07	47
3	2.8	94	7.3	71	3.8	91	21.1	36	1.04	52
4	2.9	92	7.4	67	4.9	88	17.4	37	0.89	55
5	3.0	90	8.4	61	7.6	80	18.1	30	0.98	40
6	2.8	89	7.7	61	7.7	80	16.2	32	0.96	48
7	2.6	88	7.2	54	7.5	74	14.8	42	0.89	49
8	2.4	87	6.5	46	6.7	78	13.1	38	0.69	63
9	2.2	91	6.4	62	5.3	82	13.9	41	0.90	53
10	2.2	90	6.0	57	5.5	77	12.9	40	0.70	65
11	2.6	91	6.6	64	5.0	83	16.0	33	0.88	50
12	2.9	91	8.2	65	5.2	85	16.9	34	0.89	42
99.1	3.1	92	9.3	61	5.3	84	18.7	29	0.99	40
2	3.6	92	9.6	63	6.0	85	18.6	31	1.03	44
3	3.3	94	7.0	70	4.8	89	23.5	38	0.96	44
4	3.0	95	6.8	71	5.1	89	25.3	34	0.90	54
5	2.6	95	6.8	72	5.5	91	24.0	41	0.88	54
6	2.9	94	7.6	68	8.8	86	25.4	37	1.01	48

의 SS가 증가하는 것으로 추정된다. TN제거율은 30~40%정도로 활성슬러지법의 평균제거율인 30%보다 다소 높게 처리되며, BOD, COD, SS와는 달리 TN제거율은 여름철이 높으며 처리수질도 여름철에 낮게 나타나고 있다. 이것은 잉여슬러지로 TN이 제거되는 양 이외에 여름철에 일부 탈질반응도 일어나는 것으로 추정된다. TP의 제거율은 40~70%이며 TN과 같이 여름철에 제거율이 높아진다.

3.2. 운전변수의 월별변화

하수처리장 주요운전변수의 월별변화를 Table 2에 나타내었다.

여름철은 수온이 증가하며, 포기조SV(Sludge Volume), SVI(Sludge Volume Index), SRT, 반송율, BOD부하 등이 낮아진다. 여름은 수온증가로 미생물의 증식속도가 증가하므로 포기조내 미생물농도 (MLSS)을 높게 유지하면 처리수질이 악화되므로 낮게 유지하고있다. 포기조MLSS는 수온상승기에는 600~800ppm정도이고, 수온저하시에는 1000~1500 ppm 정도이다. 포기조내 미생물농도의 저하로 SRT, 반송율, SV가 낮게 나타난다. F/M비는 0.1이하로 낮게 유지하고, SRT는 평균 11일로 긴 편이며 SVI는 적정선인 50~150사이에서 운전하고 있다.

하수처리장 운전조건의 통계분석

Table 2. The monthly variation of sewage plant operating parameters

Month	Temp.	MLSS	F/M	SRT	RAS R.	HRT	SV	SVI	BOD load
98.1	10	1419	0.08	12.3	50.3	7	18	127	0.12
2	9	1322	0.09	10.2	63.1	7.8	16	124	0.12
3	10	1150	0.08	14.2	56.6	11.9	14	119	0.09
4	12	1002	0.1	8.1	37.5	8.1	9	92	0.1
5	15	900	0.08	10.2	40.3	10.1	5.9	66	0.07
6	17.5	697	0.09	8.4	37.4	10.1	5.6	68	0.06
7	20.6	749	0.09	8.8	57.3	11.6	4.6	61	0.07
8	22.5	601	0.09	7.1	38.5	7.9	4	58	0.05
9	23.8	792	0.08	10.7	59.9	8.9	4	56	0.06
10	21.2	757	0.07	12.6	59.8	8.8	5	62	0.06
11	16.5	826	0.08	11.7	68.9	9.5	6	70	0.07
12	14.4	1069	0.08	12.5	71.7	9.7	11	99	0.08
99.1	12.8	1223	0.08	13.8	64.8	8.8	17	132	0.1
2	11	1237	0.09	13.1	74.3	9.9	18	128	0.11
3	12.9	1439	0.08	13.6	64.7	9.2	18	117	0.12
4	13.7	1468	0.09	13.1	67.2	9.6	15	100	0.13
5	18.2	1469	0.09	10.4	64.4	9.1	12	78	0.13
6	20.3	1194	0.1	8.0	59.9	8.5	8	64	0.12

RAS R. means Return Activated Sludge flow Rate.

3.3. 상관분석

수질제거율과 운전변수들간의 상관관계를 조사한 결과를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. The correlation coefficient between removal rate and operating parameters

	AER Temp.	AER MLSS	AER SV	Others
BOD R.E (%)	-0.298	0.639**	0.480*	RAS R.(0.511*) AER BOD load(0.698**) SRT(0.438)
COD R.E (%)	-0.511*	0.577*	0.556*	AER BOD load(0.738**) AER COD load(0.425) SRT(0.449)
SS R.E (%)	-0.566*	0.487*	0.650**	AER BOD load(0.751**) SRT(0.393)
TN R.E (%)	0.699**	0.106	-0.524*	
TP R.E (%)	0.524*	-0.332	-0.529*	SVI(-0.475*)

\* p<0.05, \*\* p<0.01

AER means Aeration Basin.

Table 4에는 수질과 운전변수들간의 상관관계를 조사한 결과를 나타내었다.

Table 4. The correlation coefficient between secondary effluent quality and operating parameters

	AER water temp.	AER SV	Others
BOD	-0.842**	0.821**	PC water temp.(-0.910**) AER BOD load(0.671**) Primary effluent BOD(0.492*)
COD	-0.677**	0.616**	Primary effluent COD(0.658**) AER COD load(0.191)
SS	0.414	-0.409	AER SS load(0.411) SRT(-0.659**)
TN	-0.514*	0.689**	AER TN load(0.717**) AER BOD load(0.923**) Primary effluent TN(0.932**)
TP	-0.526*	0.528*	AER TP load(0.472*) Primary effluent TP(0.358)

\* p<0.05, \*\* p<0.01

PC means Primary Clarifier.

Table 4에서 수질항목과 상관계수가 공통적으로 높은 변수는 포기조 수온과 포기조 SV이다. 특히 2차 처리수 BOD는 1%미만의 유의수준에서 포기조수온과는 0.842의 음의 상관관계를, 포기조SV와는 0.821의 양의 상관관계를 나타내었다. 그러나 Table 3에서 BOD제거율은 수온과는 -0.298의 상관관계를 보이므로 여름철의 2차처리수BOD수질이 좋은 것은 수온상승으로 인한 미생물활동이 왕성하여 BOD제거율이 높은 것이 아니라 1차처리수 BOD가 낮게 유입되어 BOD제거율이 낮더라도 처리수질이 좋아 보이기 때문이다. 수온이 처리효율에 미치는 영향이 무시할 정도인 경우는 서울 청계천하수처리장에서 볼 수 있다.<sup>6)</sup> 그러나, 여름철 수온증가시 BOD제거율이 높아지는 달서천 처리장과는 차이를 보인다.<sup>7)</sup> Mckinney<sup>8)</sup> 등은 미생물의 생육속도가 상온에서는 10℃ 상승하면 2배가 증가한다고 하였다. 그러므로 제거율이 높아져야하지만 활성슬러지 정화기능에는 응집이나 흡착같이 온도에 뚜렷한 영향을 받지 않는 작용도 동반하므로 처리수질에 온도의 영향이 극단적으로 나타나지는 않는 것 같다.<sup>9)</sup> 신천하수처리장의 경우는 BOD부하가 클수록 제거율은 높아지나 2차처리수BOD도 높아지므로 하수처리장의 유입농도가 높아진다면 처리수질은 현재보다 악화될 것임을 알 수 있다. 포기조MLSS와 BOD제거율이 0.639의 상관계수를 가지고, SS제거율과는 0.487의 상관계수

를 가지므로 포기조미생물농도가 높아지면 BOD를 많이 제거하고 최종침전지에서의 고액분리도 좋아져서 수질이 좋아짐을 알 수 있다. COD의 경우도 BOD처럼 1차처리수COD가 낮을수록, 포기조COD 부하가 적을수록 제거율이 높아지고 수질이 좋아짐을 알 수 있다. SS는 2차침전지에서의 고액분리가 좋을수록 수치가 낮아지는데, 포기조MLSS가 높을수록 제거율이 높고 수온과는 음의 상관관계를 가진다. 이것은 포기조 MLSS가 높아지면 미생물에 의해 산화되어 제거되는 양 이외에 미생물에 흡착되어 2차침전지에서 침강되기 때문이고, 수온과 음의 관계를 나타낸 것은 여름철 장마시 유입유량증가로 2차침전지 체류시간이 평소보다 짧아져서 2차침전지에서의 고액분리가 충분하게 일어나지 않은 것으로 추정된다. BOD, COD, SS는 BOD부하 외에도 SRT와 양의 상관관계를 나타내는데, SRT는 미생물이 포기조에 머무는 시간이며 SRT에 따라 포기조내 미생물의 종구성이 달라진다. SRT가 증가할수록 활성슬러지내 생균수가 증가하며, 비증식속도가 작은 미생물까지도 포기조내 증식이 가능함으로 활성슬러지의 미생물종이 다양하여 처리하지 못하였던 물질도 처리할 수가 있어 수질이 좋아진다.<sup>10)</sup> 한편 TN, TP는 제거율이 포기조 수온과는 양의 상관관계를 나타내므로 여름철에 제거율이 높고 처리수질도 양호하며 포기조부하와는 관계없다는 점은 BOD, COD, SS와는 다른점이다. 수온과 관계가 높으므로 수온이 높은 달인 98년 6월에서 9월, 99년 6월을 대상으로 상관분석을 하였다. 여름철 TN, TP 제거율은 포기조 SVI와 각각 -0.811, -0.637의 음의 관련성을 나타낸다. SVI는 슬러지 침강성을 나타내는 지수로 사용되며 적정범위는 50에서 150사이이다. 수온이 높은 달의 SVI는 56에서 68사이이므로 여름철에는 56이하로 유지하여 운전함으로써 하천 부영양화의 원인이 되는 TN, TP제거율을 높일 수 있다.

3.4. 회귀분석

수질에 영향을 미치는 인자를 알아보기 위해 수질항목을 종속변수로, 운전변수와 2차처리수SS를 독립변수로 설정하여 단계적 회귀분석방법으로 다중회귀분석을 실시한 결과를 Table 5에 나타내었다.

$R_A^2$ 는 수정된 결정계수로 자유도를 고려하여 모집단의 결정계수를 추정할 때 사용하는 계수이다. 2차처리수BOD는 수정결정계수가 0.920로 2차처리수 BOD의 92.2%가 회귀선에 적합한 것으로 포기조수온, 최종침전지SS 및 포기조SV에 의하여 설명되는 것을 의미한다. 이번 분석에서 운전변수 중에서 선

Table 5. The regression equation between secondary effluent quality and operating parameters

	Regression equation	$R_A^2$
BOD	-0.0613 AER water temp. + 0.164 secondary effluent SS+ 0.04154 AER SV + 2.449	0.920
COD	-0.209 secondary effluent water temp. + 0.555 secondary effluent SS - 0.343 AER TP load + 9.238	0.781
SS	-0.372 SRT + 10.041	0.399
TN	139.466 AER BOD load + 6.071	0.842
TP	0.02979 AER SV + 0.117 AER TP load + 0.111	0.537

정된 독립변수는 소수이며 각 기울기도 적은 편이다. 2차처리수BOD의 경우  $R_A^2$ 가 0.920으로 높은 편이나 각 독립변수의 기울기가 작은 편이라 독립변수를 가지고 종속변수를 예측하기 어려워 상수로서 종속변수를 예측하여야 한다. 나머지 수질항목도 독립변수의 기울기가 적고  $R_A^2$ 가 낮아서 좋은 회귀 모형으로는 미흡하다.

3.5. 요인분석

수질제거율과 운전변수와의 요인분석을 행하고 고유치(Eigen Value)와 분산의 정도를 Table 6에 나타내었다.

Table 6. Total Variance Explained

Component	Eigen Value	percentage of Variance	Cummunity percentage
1	7.580	32.957	32.957
2	6.333	27.535	60.492
3	2.839	12.345	72.837
4	1.693	7.362	80.199
5	1.513	6.58	86.779
6	1.148	4.992	91.771
7	0.705	3.067	94.838
8	0.503	2.188	97.026
...	...	...	...

고유치(Eigen Value)가 1이상인 요인이 6개가 추출되었다. 요인별 요인부하량은 요인 1이 총분산의 33%를 나타내었고 요인 2는 28%로 요인 6개가 총분산의 91.8%를 설명할 수 있다. Varimax회전을 실시한 결과를 Table 7에 나타내었다.

요인 1은 BOD제거율(0.880), COD제거율(0.848), BOD부하(0.845), 포기조MLSS(0.818), SS제거율(0.780)와 높은 양의 가중치를 가진다. 그러므로 요인 1은

하수처리장 운전조건의 통계분석

Table 7. Rotated Component Matrix

	Component					
	1	2	3	4	5	6
BOD R.E	0.880	-0.406	*	*	0.165	*
COD R.E	0.848	-0.283	0.194	*	*	*
AER BOD load	0.845	0.188	0.405	*	0.256	*
AER MLSS	0.818	*	0.469	0.161	0.235	*
SS R.E	0.780	-0.294	0.238	-0.115	0.240	-0.253
AER TN load	0.741	0.598	-0.153	*	*	*
AER SS load	0.718	0.580	-0.188	-0.230	-0.103	*
AER COD load	0.651	0.610	0.298	*	-0.116	*
SC surface load	-0.118	0.940	*	-0.194	*	*
SC weir load	-0.121	0.939	*	-0.192	*	*
SC HRT	0.113	-0.931	*	0.212	-0.180	*
AER TP load	*	0.898	-0.103	*	-0.246	*
AER water temp.	-0.264	0.173	-0.895	*	-0.151	*
TN R.E	0.106	*	-0.844	*	*	0.323
TP R.E	-0.130	-0.315	-0.748	-0.275	0.295	*
AER SV	0.530	*	0.736	0.214	0.241	*
SVI	0.360	-0.337	0.559	0.335	-0.343	0.112
F/M	0.314	0.217	*	-0.859	*	0.119
SRT	0.252	-0.435	0.400	0.719	0.157	*
AER DO	-0.339	-0.160	*	*	-0.880	0.143
RAS R.	0.353	-0.258	*	0.514	0.609	0.211
AER pH	0.186	-0.299	0.143	*	*	-0.918
AER HRT	*	-0.605	-0.135	*	-0.133	0.703

\* < 10<sup>-2</sup>

SC means Secondary Clarifier.

“포기조내 미생물에 의한 BOD성 물질제거”로 해석할 수 있다. 요인 2는 2차침전지 표면적부하(0.940), 2차침전지 월류부하(0.939)와 매우 큰 양의 가중치를 나타내고, 2차침전지HRT(-0.931)와는 매우 높은 음의 가중치를 나타내므로 “2차침전지 부하에 따른 침강성”으로 해석하였다. 요인 3은 포기조 수온(-0.895), TN제거율(-0.844) 및 TP제거율(-0.748)에 음의 가중치를 나타내므로 “수온 변동에 따른 영양물질의 제거”로 사료되었다. 이번 분석에서는 BOD, COD, SS가 한 그룹으로 TN, TP가 다른 그룹으로 행동을 같이하고 있다. 요인4는 F/M(-0.859), SRT(0.719)에 가중치를 나타내므로 슬러지체류시간 증가로 인한 “미생물 개체수 증가 및 종 다양성 증가”로 해석하였다. 요인5는 포기조DO(-0.880), 반송율(0.609)에 가중치를 나타내므로 “포기조내 미생물 활동성”으로 해석하였다. 요인6은 포기조pH(-0.918), 포기조HRT(0.703)에 가중치를 나타내므로 “포기조

내 산화과정”으로 해석하였다. 대부분의 요인이 미생물과 관련되어있으므로 미생물상의 제어가 수질 개선에 중요함을 알 수 있다. 일반적으로 처리장내의 미생물상을 제어하기 위한 조작조건으로는 1) 영양물질의 농도(BOD) 및 부하량(BOD부하) 2) 수온, pH, 용존산소 3) 폐수 및 슬러지 체류시간(HRT, SRT) 4) 미생물 종류, 미생물의 농도(MLSS) 및 활성도 5) 교반, 포기 등이 있을 수 있다.<sup>11)</sup> 또한 포기조를 Black box가 아닌 수백종의 미생물로 구성된 하나의 생태계로 인식하여 각 종간의 상호작용관계를 분석하고 이러한 상호작용을 제어함으로써 수질을 향상시키고 경제성을 추구할 수 있다.<sup>12)</sup> 이러한 생태계적 연구의 초기단계로서 이화학적 분석 이외에 미생물학적분석을 실시하여 총 미생물수 및 각종별 개체수, 생세포수, 지표미생물동정 등의 기초 자료를 획득하고 미생물종간의 상호작용을 규명하여야 할 것이다.

4. 결 론

이번 조사에서는 신천 하수처리장의 일일수질 및 운전자료로부터 월별 변화특성을 조사하였고 상관관계, 다중회귀분석 및 요인분석의 통계분석을 실시하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1) 2차 처리수 BOD 농도는 봄과 가을에 높아지고 여름철에는 낮아지는 계절성을 나타내며 제거율은 여름철에 낮아진다. 여름철에는 잦은 강우와 물 사용량의 증가로 오염농도가 낮게 유입되며 수온상승기에 오염물질제거율이 떨어진다.

2) TN, TP 제거율은 여름철이 높으며 처리수질도 여름철에 낮게 나타나고 있다. BOD, COD, SS가 하나의 그룹으로 TN, TP가 다른 하나의 그룹으로 행동을 같이하며 요인분석에서도 같은 경향을 나타낸다.

3) 요인분석에서는 고유치가 1이상인 요인이 6개가 추출되었고, 요인 6개가 총분산의 91.8%를 설명할 수 있었다. 요인 1은 BOD제거율, COD제거율, 포기조BOD부하, 포기조MLSS, SS제거율에 의해 설명이 가능한 요인으로 “포기조내 미생물에 의한 BOD성 물질제거”로 해석할 수 있다. 요인 2는 2차 침전지 표면적부하, 2차침전지 월류부하, 2차침전지 HRT와 관련이 있으며 “2차침전지 부하에 따른 침강성”으로 해석하였다, 요인 3은 포기조 수온, TN제거율, TP제거율에 가중치를 나타내므로 “수온 변동에 따른 영양물질의 제거”로 해석하였다. 요인4는 F/M, SRT에 가중치를 나타내므로 슬러지체류시간 증가로 인한 “미생물 개체수 증가 및 종 다양성 증가”로 해석하였다. 요인5는 포기조DO, 반송율에 가중

치를 나타내므로 "포기조내 미생물 활동성"으로 해석하였다. 요인6은 포기조pH, 포기조HRT에 가중치를 나타내므로 "포기조내 산화과정"으로 해석하였다.

4) 다중회귀분석결과 2차처리수BOD의 경우  $R_A^2$ 가 0.920으로 높은 편이나 각 독립변수의 기울기가 작아서 독립변수를 가지고 종속변수를 예측하기 어려우며, 나머지 항목도 독립변수의 기울기가 적고  $R_A^2$ 가 낮아서 좋은 회귀모형으로는 미흡하다.

#### 참 고 문 헌

- 1) Grady, Jr., C.P.L., T. D. Glen, and C. L. Henry, 1999, Biological wastewater treatment, Marcel Dekker, Inc., New York.
- 2) Atlas, R. M. and B. Richard, 1991, Microbial ecology, The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., Redwood. CA.
- 3) 노현진, 1999, 다변량데이터의 통계분석, 도서출판 석정.
- 4) 전중풍, 1995, 다변량 통계해석법, 자유아카데미.
- 5) Berthouex, P. M. and L. C. Brown, 1994, Statistics for environmental engineers, Lewis publishers, Boca Raton.
- 6) 이은경, 1981, 활성오니공법에 있어서 수온이 처리효율에 미치는 영향에 관한 분석, 한국환경위생학회지, 7(1), 9-20.
- 7) Kim, S. S., 1989, Relationship between water quality index and protozoa at the sewage plant, M. Sc. Thesis, Yeungnam Univ., Korea.
- 8) McKinney, R. E., 1962, Microbiology for sanitary engineers, McGraw-Hill, Inc., New York.
- 9) 김남천, 이태수, 1995, 생물학적 피수처리, 신광문화사.
- 10) 都留 信也, 1988, 환경미생물, 녹원출판사.
- 11) 須藤隆 ; 1991, 폐수의 생물학적 처리기술 과제와 전망, 수질보전학회지, 7(3), 193-199
- 12) Metcalf and Eddy, 1991, Wastewater engineering, McGraw-Hill, Inc., New York