

## 고도처리 효율 향상을 위한 통계적 접근

문경숙 · 민경섭 · 김승민 · 이찬형\*

대구광역시 환경시설공단, \*대구광역시 상수도사업본부  
(2007년 11월 19일 접수; 2008년 2월 13일 채택)

## Improvement of Operating Efficiency on Advanced Wastewater Plant Using Statistical Approach

Kyung-Sook Moon, Kyung-Sub Min, Seung-Min Kim and Chan-Hyung Lee\*

*Environmental Installations Corporation, Daegu 703-825, Korea*

*\*Waterworks Headquarters, Daegu 711-810, Korea*

(Manuscript received 19 November, 2007; accepted 13 February, 2008)

### Abstract

Statistical analysis technique was applied to operating parameters and removal efficiency data sets obtained from advanced wastewater treatment plant during 1 year. Through factor analysis three factors derived varimax rotation were selected each plant. Three components explained 96%, 87% of the total variance of the process, respectively. The components on A<sub>2</sub>O plant were identified in the following order : 1) Shortening the SRT during high-flow period, 2) Keeping biomass high on winter 3) factor was related to DO. On DNR plant, we defined them as follows: factor 1, Prolonged the SRT during high-flow period; factor 2 was related to sludge return; factor 3, Influent BOD during low-DO period. This technique was believed to assist operators in identifying priorities to improve operation efficiency.

**Key Words** : Advanced wastewater treatment plant, Operating parameters, Statistical analysis, Factor analysis

### 1. 서 론

생활하수와 산업폐수의 처리를 위해 2005년말 기준으로 국내에 294개소의 하수처리장이 운영되고 있으며, 그 중 72%를 생물학적 처리법에 의한 2차 처리를 하고 있다<sup>1)</sup>. 하천 부영양화의 원인물질인 인·질소제거를 위한 생물학적 3차 처리인 고도처리하수처리장의 건설도 활발하여 전체 처리용량의 28%를 처리하고 있다. 처리장은 유입수질, 성상 및

유량, 요구되는 처리수질 등에 따라 각 처리장에 맞는 처리공법과 운전조건으로 운영되고 있다. 생물학적 처리는 활성슬러지를 구성하는 미생물이 처리의 주체이나 개방시스템인 처리장에서는 미생물상을 원하는 대로 제어하기가 힘들고, 미생물상을 정확하게 나타내는 변수가 나타나지 않으므로 처리수의 BOD, TN, TP 같은 이화학적 분석결과를 바탕으로 경험에 의존하여 운영하는 경우가 많다. 이번 분석에서는 통계적 방법을 이용하여 고도처리 하수처리장의 운영을 분석하고자 한다. 통계적 접근 방법은 지표수, 지하수, 환경분야 연구에 많이 사용된 방법<sup>2)</sup>으로 지표수질 같은 자료를 통계학과 컴퓨터를

Corresponding Author : Chan-Hyung Lee, Waterworks Headquarters, Daegu 711-810, Korea  
Phone: +82-53-587-0261  
E-mail: chlee@daegumail.net

이용하여 처리하고 분석하는 기법이다. 이번 연구에서는 고도처리 하수처리장의 운영에 통계적 기법을 적용하여 처리장 운영의 운전변수 상호간의 의존성과 변수들에 공통적으로 영향을 미치지만 수치에 나타나지 않는 요인들을 찾아내어 효율적인 처리장 운영을 위한 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 조사지점

대구광역시에 있는 대규모 고도처리 하수처리장에서 A<sub>2</sub>O(Anaerobic-Anoxic-Oxic)공법의 처리장(Fig.

1)과 DNR(Daewoo Nutrient Removal) 공법의 처리장(Fig. 2)을 대상으로 하였다. A<sub>2</sub>O처리장은 가정하수가 대부분이며 음식물 병합처리장 전처리음식물 등을 통합 처리한다. DNR처리장은 가정하수와 전처리된 분뇨를 통합 처리한다. 조사지점은 고도처리장의 1차침전지, 생물반응조, 2차침전지를 대상으로 2006년 1월부터 12월까지 1년간 조사하였다.

### 2.2. 분석항목

수온, pH, BOD, COD, SS, TN, TP는 하수처리장의 일일시험결과를 이용하고, 고형물 체류시간(SRT), 수리학적 체류시간(HRT), F/M비 같은 운전변수는

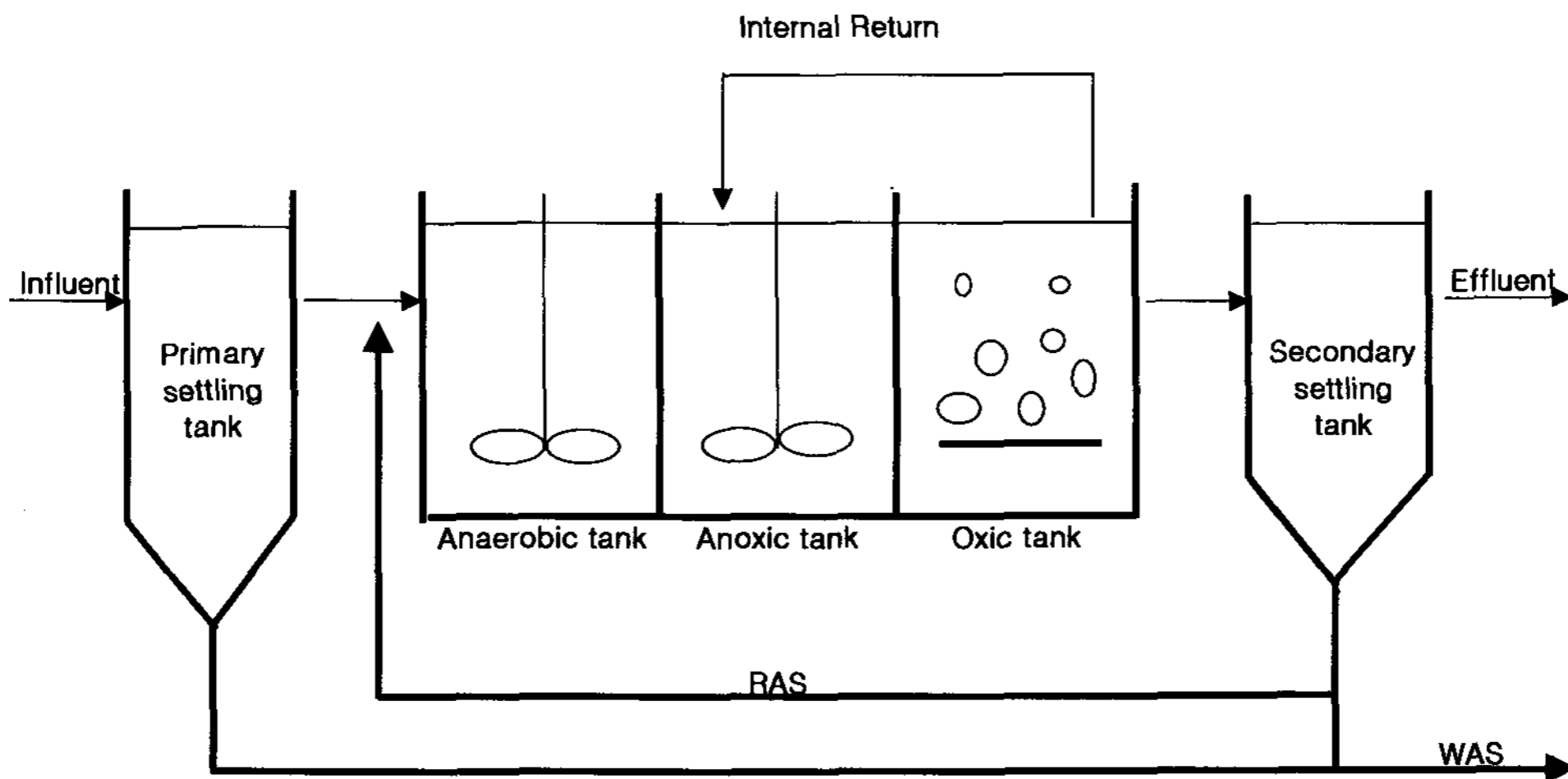


Fig. 1. Schematic diagram of A<sub>2</sub>O process plant.

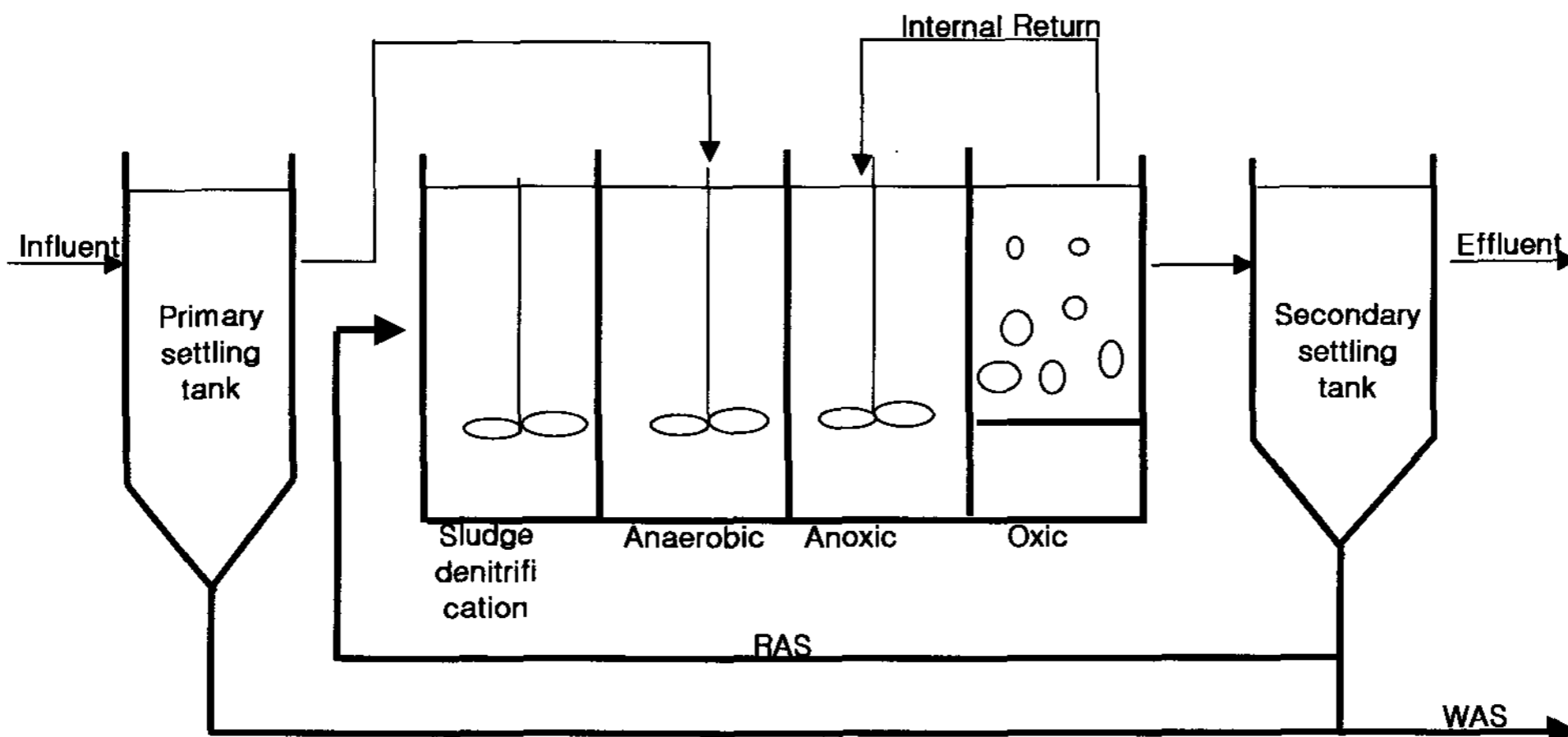


Fig. 2. Schematic diagram of DNR process plant.

일일운전결과를 기초로 하여 계산하였다.

### 2.3. 통계처리

수질항목 및 운전변수는 월평균을 계산한 후 통계분석프로그램인 SPSS (ver 11.0)프로그램을 사용하여 통계처리하였다<sup>3,4)</sup>처리수질에 영향을 미치는 요소를 찾기 위하여 하수처리장의 처리수질항목, 오염제거율과 운전변수간의 상관관계를 조사하였다. 요인분석은 직접적으로 나타나지 않고 내재된 요인들의 관점에서 관찰값사이의 상관을 설명하기 위해 사용된다<sup>5)</sup>. 운전 변수들에 공통의 영향을 미치는 공통인자들을 찾아내고 분석이 용이하도록 적은 수의 요인으로 줄이기 위해 운전변수의 요인분석을 실시하였다. 요인의 선정은 scree plot에서 기울기가 완만해지는 지점까지의 요인을 선정하였다. 요인의 회전은 varimax방식을 사용하여, 요인간의 상호 관련성이 없도록 독립성을 유지하면서 변수를 줄여 통계적으로 유의성이 있는 요인간의 분산의 형태를 해석하고자 하였다. 고도처리가 도입되기 전 표준 활성슬러지법으로 운영될 때의 통계분석과 비교하여 고도처리 도입 전 후를 분석하였으며, 다른 고도처리장과의 비교하여 고도처리공법별로 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 하수처리장 수질

A<sub>2</sub>O처리장의 처리수BOD는 3월의 8.3 ppm을 정

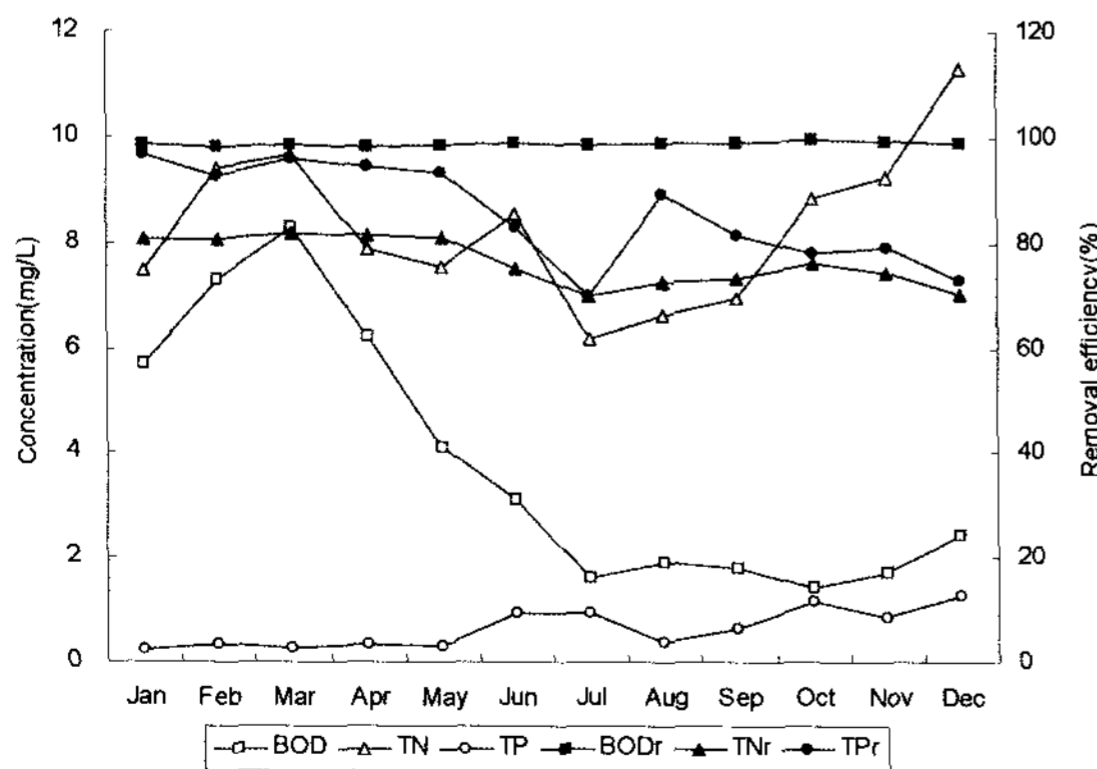


Fig. 3. The effluent quality and the removal efficiency on A<sub>2</sub>O plant. (BODr : BOD removal efficiency, TNr : TN removal efficiency, TPr : TP removal efficiency)

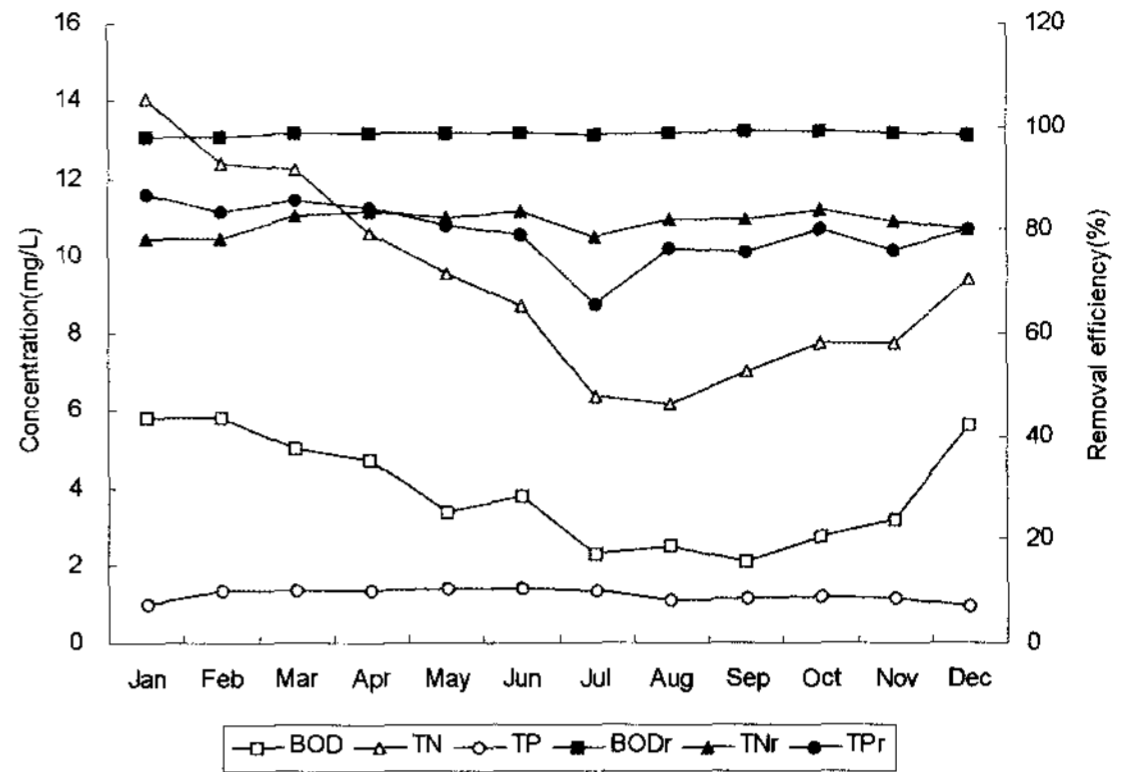


Fig. 4. The effluent quality and the removal efficiency on DNR plant. (BODr : BOD removal efficiency, TNr : TN removal efficiency, TPr : TP removal efficiency)

점으로 낮아져 7월부터는 2 ppm내외를 유지한다. 그러나 BOD제거율은 큰 변화가 없는데 이는 유입수의 BOD가 1월부터 4월까지 높게 나타나 처리수 BOD가 높게 나타났다. 유출수 TN농도는 7월-9월에 낮아졌다가 연말로 갈수록 높아지며, 유출수 TP는 6, 7월에 높고 8월에 낮았다가 연말로 갈수록 높아진다. TN, TP제거율은 연초보다 연말로 갈수록 낮게 나타난다.

DNR처리장의 처리수BOD는 여름과 가을철에 낮으며 겨울에 높게 나타난다. BOD제거율은 거의 일정하다. 유출수 TN는 연초에는 높다가 7-8월에 낮아지며 연말로 갈수록 차츰 높아진다. TN제거율은 78-83%범위로 큰 변화가 없었다.

### 3.2. 운전변수의 월별변화

하수처리장의 주요 운전변수의 월별변화를 Table 1, 2에 나타내었다. 도시하수를 처리하는 A<sub>2</sub>O처리장과 전처리된 분뇨를 연계처리하는 DNR처리장은 주요 운전조건을 비슷한 범위로 운영하고 있다. DNR처리장의 SRT는 29일 정도로 상대적으로 길게 유지하고 있다. SRT는 여름철에 두 처리장에서 차이가 크게 난다. A<sub>2</sub>O처리장은 여름철에 SRT가 일년 중 낮은 범위이며, DNR처리장에서는 연중에서 높은 범위이다.

### 3.3. 상관분석

처리수 수질항목과 운전조건의 상관관계(Table 3,

**Table 1.** The monthly variation of operating parameters on A<sub>2</sub>O process plant

A <sub>2</sub> O	Influent (m <sup>3</sup> /d)	Temp (°C)	DO (mg/ℓ)	MLSS (mg/ℓ)	SVI	Return ratio(%)	F/M (kgBOD/kgMLSS)	BOD load (kgBOD/m <sup>3</sup> ·d)	SRT (d)	Internal return(%)
Jan	380,682	11.0	2.0	3,092	252	62.5	0.07	0.18	25.9	140
Feb	410,188	11.0	2.3	3,168	275	56.4	0.07	0.17	18.6	128
Mar	404,217	13.3	2.2	3,115	285	56.4	0.08	0.21	16.2	128
Apr	463,292	15.7	2.1	3,174	270	51.0	0.10	0.23	12.8	111
May	508,403	19.0	1.9	3,413	235	45.5	0.11	0.25	12.2	97
Jun	470,943	22.3	2.0	3,182	191	40.6	0.10	0.24	13.2	105
Jul	645,599	22.1	2.8	2,242	125	29.9	0.13	0.14	10.6	78
Aug	555,832	25.6	2.1	2,022	123	35.4	0.10	0.11	18.2	93
Sep	490,468	22.6	2.3	1,934	140	39.8	0.05	0.08	21.2	108
Oct	416,947	21.6	2.1	2,095	158	45.5	0.06	0.12	24.7	128
Nov	415,733	17.3	2.5	2,129	177	45.8	0.06	0.13	26.1	127
Dec	404,157	13.7	2.8	2,257	207	46.7	0.06	0.14	26.2	131
Avg	463,872	17.9	2.3	2,652	203	46.3	0.08	0.17	18.8	115
Max	645,599	25.6	2.8	3,413	285	62.5	0.13	0.25	26.2	140
Min	380,682	11.0	1.9	1,934	123	29.9	0.05	0.08	10.6	78

**Table 2.** The monthly variation of operating parameters on DNR process plant

DNR	Influent (m <sup>3</sup> /d)	Temp (°C)	DO (mg/ℓ)	MLSS (mg/ℓ)	SVI	Return ratio(%)	F/M (kgBOD/kgMLSS)	BOD load (kgBOD/m <sup>3</sup> ·d)	SRT (d)	Internal return(%)
Jan	323,579	12.0	2.0	2,785	248	50	0.07	0.19	29.8	128
Feb	323,371	12.6	2.0	2,906	270	62	0.07	0.20	26.2	126
Mar	326,790	15.1	2.0	2,668	295	58	0.08	0.20	20.2	124
Apr	372,630	17.8	2.0	2,368	257	54	0.10	0.22	19.8	109
May	394,647	21.2	2.0	2,077	223	54	0.10	0.20	33.8	111
Jun	377,109	25.1	2.0	2,109	163	68	0.12	0.25	34.6	120
Jul	447,803	24.1	2.5	1,983	145	54	0.09	0.18	37.9	115
Aug	439,210	27.5	1.9	2,149	155	56	0.10	0.20	31.8	122
Sep	461,603	23.9	1.8	2,361	194	59	0.11	0.25	30.5	126
Oct	351,376	22.5	1.7	2,445	238	68	0.09	0.22	29.9	166
Nov	343,063	17.9	1.9	2,494	264	73	0.08	0.21	28.0	169
Dec	337,993	13.7	1.9	2,491	280	75	0.09	0.23	25.0	172
Avg	374,931	19.5	2.0	2,403	227.8	61	0.09	0.21	29.0	132
Max	461,603	27.5	2.5	2,906	295.0	75	0.12	0.25	37.9	172
Min	323,371	12.0	1.7	1,983	144.9	50	0.07	0.18	19.8	109

4)는 처리장별로 차이가 있는 것으로 나타났다.

처리장에서는 유출수 수질에 의해 규제를 받으므로 수질값에 중점을 두지만, 유입수의 수질이 낮을 경우 제거율이 낮더라도 유출수의 수질이 낮게 나타나므로 수질제거율에 중점을 두고 분석을 하였다. A<sub>2</sub>O처리장의 BOD제거율은 수온, SRT와 양의 상관관계를 나타내며, MLSS, SVI, BOD load와는 음의 상관관을 나타낸다.

TN제거율과 TP제거율은 비슷한 상관성을 나타낸다. MLSS, SVI, 반송율, BOD load와 양의 상관관을 나타내며, 수온과 용존산소에는 음의 상관관을 나타낸다. 영양염류를 제거하기 위해서는 반송율을 높여 조내 MLSS농도를 높이고 유입BOD를 증가시키고, 용존산소는 현재 공급하는 범위에서 적게 공급하여야 한다. 고도처리공법에서 인의 제거는 미생물에 의한 인의 과잉섭취를 이용하는 방법이므로

TP제거율을 높이기 위해서는 생물반응조내 미생물량이 많아야 한다<sup>6)</sup>.

DNR처리장의 BOD제거율(Table 4)은 F/M, BOD 부하와 양의 상관관계를 나타내며, MLSS와 음의 상관관계를 나타낸다. BOD제거율을 높이기 위해서는 MLSS의 운영범위에서 낮게 유지하며, F/M을 높이기 위해서 BOD 부하를 더 높여 운영하여야 한다. 수온과의 상관관계수는 0.75를 나타내는데 DNR처리장은 수온이 12.0°C에서 27.5°C범위로 일반적인 처리장과 비슷하다. 온도가 상승하면 미생물내의 화학적 효소적 반응이 촉진되고 성장이 가속화되며, 대구 달서천 처리장 연구에서도 여름철 BOD의 제거율이 높았다<sup>7)</sup>. TN제거율은 F/M, BOD 부하와 양의 상관관계를 나타내는데 탈질반응에 에너지원으로 BOD로 대표되는 유기물이 필요한 것으로 판단된다. TP제거에는 MLSS, SVI가 양의 상관성이 나타나 A<sub>2</sub>O처리장과 유사하였다.

### 3.4. 요인분석

운전변수사이의 요인분석을 행하여 요인을 각각 3개씩 얻었고 varimax방식으로 회전하여 고유치, 분산의 정도와 Component Matrix를 Table 5, 6에 나타내었다. 요인별 요인부하량은 A<sub>2</sub>O 처리장에서 요인 1이 총 분산의 40.8%를 나타내었고 요인 2는 40.7%로 요인 3개가 총 분산의 95.71%를 설명할 수 있다. DNR처리장은 요인 1이 총 분산의 46.4%를 나타내었고 요인 2는 20.9%로 요인 3개가 총 분산의 86.8%를 설명할 수 있다.

A<sub>2</sub>O처리장에서는 요인 1이 유입수량(0.844), F/M(0.954)과 SRT(-0.931)에 높은 요인 적재치를 나타내므로 “유입수량과 유입 BOD 증가되는 시기에 잉여슬러지 인발로 인한 SRT감소”을 의미한다고 해석하였다. 요인 2는 수온(-0.843), MLSS (0.875), SVI(0.958)의 요인적재치를 보임으로 “수온이 낮고 유입수량이 감소하는 겨울철 미생물의 활동성이 낮

**Table 3.** The correlation coefficient between effluent quality and operating parameters on A<sub>2</sub>O process plant

A <sub>2</sub> O	BOD	COD	SS	TN	TP	BODr	CODr	SSr	TNr	TPr
Influent	-0.45	-0.52	0.05	-0.74	0.06	0.00	-0.82	-0.81	-0.50	-0.35
Temp.	-0.75	-0.73	-0.24	-0.57	0.32	0.57	-0.77	-0.58	-0.58	-0.44
DO	-0.34	-0.38	-0.46	0.26	0.59	0.17	-0.48	0.05	-0.68	-0.75
MLSS	0.79	0.91	0.90	0.12	-0.58	-0.74	0.72	-0.09	0.81	0.71
SVI	0.93	0.97	0.57	0.46	-0.55	-0.70	0.90	0.36	0.86	0.72
Return rate	0.79	0.76	0.25	0.47	-0.48	-0.48	0.91	0.65	0.80	0.69
F/M	0.03	0.05	0.59	-0.54	-0.20	-0.38	-0.31	-0.78	-0.03	0.05
BOD load	0.61	0.81	0.95	0.13	-0.39	-0.56	0.59	-0.23	0.66	0.55
SRT	-0.23	-0.26	-0.65	0.45	0.30	0.50	0.20	0.76	-0.16	-0.18
Internal return	0.40	0.41	-0.19	0.71	-0.01	0.00	0.73	0.87	0.41	0.26

**Table 4.** The correlation coefficient between effluent quality and operating parameters on DNR process plant

DNR	BOD	COD	SS	TN	TP	BODr	CODr	SSr	TNr	TPr
Influent	-0.81	-0.74	-0.58	-0.76	0.11	0.54	-0.43	-0.12	0.13	-0.74
Temp.	-0.90	-0.79	-0.63	-0.85	0.22	0.75	-0.30	0.00	0.47	-0.65
DO	-0.02	0.02	0.21	-0.02	0.40	-0.32	-0.22	-0.71	-0.47	-0.47
MLSS	0.73	0.73	0.47	0.75	-0.29	-0.61	0.27	0.30	-0.37	0.68
SVI	0.72	0.64	0.44	0.68	-0.15	-0.37	0.41	0.31	-0.04	0.71
Return rate	0.02	-0.25	-0.34	-0.28	-0.25	0.15	-0.37	-0.16	0.19	-0.09
F/M	-0.55	-0.59	-0.34	-0.63	0.22	0.70	-0.12	-0.02	0.58	-0.39
BOD load	-0.11	-0.19	-0.11	-0.21	-0.05	0.49	0.07	0.31	0.56	0.12
SRT	-0.61	-0.57	-0.40	-0.54	0.07	0.22	-0.46	-0.47	-0.20	-0.68
Internal return	0.05	-0.25	-0.46	-0.16	-0.62	0.02	-0.41	-0.06	0.00	-0.01

Table 5. Varimax rotated factor loading on A<sub>2</sub>O plant

A <sub>2</sub> O	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Communality
Influent	.844	-.477	-.145	0.960
Temp.	.445	-.843	.258	0.976
DO	8.045E-03	-.185	-.973	0.981
MLSS	.242	.875	.391	0.978
SVI	-.181	.958	.137	0.970
Return rate	-.582	.767	.176	0.958
F/M	.954	.104	5.846E-02	0.924
BOD load	.399	.774	.395	0.913
SRT	-.931	-.205	-.165	0.936
Internal return	-.189	.418	-5.016E-03	0.980
Eigen value	5.11	3.50	0.98	
Pct.variance(%)	40.8	40.7	14.2	

Table 6. Varimax rotated factor loading on DNR plant

DNR	1	2	3	Communality
Influent	.831	-.333	9.288E-02	0.960
Temp.	.912	-7.777E-02	.216	0.976
DO	.327	-.423	-.642	0.981
MLSS	-.909	.134	-5.054E-02	0.978
SVI	-.934	.207	7.246E-02	0.970
Return rate	-3.239E-02	.890	.329	0.958
F/M	.733	-4.432E-02	.632	0.924
BOD load	.150	.207	.922	0.913
SRT	.839	9.320E-02	-.335	0.936
Internal return	-.219	.940	6.307E-02	0.980
Eigen value	4.96	2.65	1.07	
Pct.variance(%)	46.4	20.9	19.5	

아짐으로 반송율을 높여 생물반응조내 미생물량을 높게 유지하는 상태”를 의미한다고 해석하였다. 요인 3은 생물반응조 DO(-0.973)에만 높은 요인 적재치를 나타내므로 DO와 관련된 것으로 추정된다.

DNR처리장은 요인 1이 유입수량(0.831), 수온(0.912), F/M(0.733)과 SRT(0.839)에 높은 요인 적재치를 나타내므로 “수온이 높고 유입수량과 유입 BOD가 증가되는 시기에 MLSS양을 낮게 유지하면서 SRT를 길게 운영하는 상태”를 의미한다고 해석하였다. 요인 2는 반송율(0.890), 내부반송율(0.940)에 높은 요인 적재치를 보임으로 “활성슬러지 반송”과 관련된 것으로 추정된다. 요인 3은 DO(-0.642), F/M(0.632), BOD load(0.922)에 높은 요인 적재치를 나타내므로 “DO가 낮게 운영되는 기간의 유입수 BOD”를 나타낸다고 판단된다. 처리장별 차이는 유

입수의 성상과 운영조건의 차이 등으로 활성슬러지의 활동성에 영향을 미치고, 활성슬러지에 의해 유출수의 수질 및 제거율이 영향을 받는 것으로 판단된다. 처리장은 활성슬러지를 이용하여 유입수를 처리하는데 활성슬러지에 영향을 미치는 요인은 유입수 성상과 처리장의 운영조건 외에도 미생물사이의 종간, 종내 상호작용, 독성물질의 유입, 수온, 강우 등이 있으나 유입수 성상과 처리장의 운영조건이 가장 주요하다고 알려져 있다<sup>8)</sup>.

고도처리시설 설치전의 표준 활성슬러지법으로 운영될때의 요인분석<sup>9)</sup>에서는 A<sub>2</sub>O처리장의 경우 요인 1은 “미생물 종 다양성 증가로 인한 유기물산화의 촉진”으로, 요인 2는 “적정 F/M유지로 인한 활성슬러지 농축성”과 관련이 있는 것으로 해석하였다. DNR처리장은 요인 1은 A<sub>2</sub>O처리장의 요인 1과 같으

며, 요인 2는 “포기조내 미생물량”으로 해석하였다. 두 처리장의 경우 요인 1은 동일한 것으로 해석되며, 모든 요인이 미생물과 관련되어있으므로 유출수의 수질향상에는 활성슬러지내 미생물의 조절이 중요한 것으로 드러났다.

고도처리장 운전조건의 요인분석에서는 미생물을 나타내는 요인도 나타나지만, A<sub>2</sub>O 처리장의 요인 1이 “유입수량과 유입 BOD 증가되는 시기에 잉여슬러지 인발로 인한 SRT감소”로 요인 2가 “수온이 낮고 유입수량이 감소하는 겨울철 미생물의 활동성이 낮아짐으로 반송율을 높여 생물반응조내 미생물량을 높게 유지하는 상태”로 해석되는 등 운전상태를 나타내는 경우가 많아 요인의 해석이 어려워 졌다. 고도처리장은 표준활성슬러지법의 포기조를 분할하여 혐기조, 무산소조, 호기조를 구성하며, 분할된 반응조내의 운전조건이 다름으로 운영변수의 해석이 표준활성슬러지법보다 복잡해진다.

다른 고도처리 하수처리장의 요인분석결과<sup>10)</sup>와 비교하면, A<sub>2</sub>O공법의 처리장은 2003년 조사된 같은 공법의 북부처리장의 요인4 “DO와 관련”된다는 요인을 제외하면 다른 분석결과를 나타냈다. MLE 공법의 처리장 결과도 다른 분석결과를 나타내었다. 같은 공법을 사용하더라도 처리장별로 유입수의 특성이 다르고 방류기준도 달라 운영조건을 다르게 운영함으로써 운영조건에 공통적으로 영향을 미치는 요인을 찾고자 하는 요인분석결과는 다르게 나타난다.

처리장 별로 분석된 요인들은 처리장 운영의 중요요인이므로 분석결과를 처리장 운영에 적용할 수 있다. A<sub>2</sub>O처리장의 요인1은 “유입수량이 증가하는 시기의 SRT감소”이므로, 유입수량이 증가하는 여름철에 SRT를 운영의 중요인자로 인식하여 SRT를 조절함으로써 처리효율을 향상할 수 있을 것이다. 요인2의 적용은 겨울철에 생물반응조내 미생물량을 조절함으로써 겨울철 처리효율을 높일수 있을 것이다. 요인 3은 DO와 관련된 것으로 판단되나 구체적인 적용은 어렵고 DO도 중요한 운영변수로 인식하고 운영하여야 한다고 생각된다. 위와 같이 통계분석은 표면에 드러나지 않는 변수를 찾음으로써 처리장 운영자들에게 운영에 중요한 자료와 우선순위를 제공함으로써 효율적 운영에 기여할 수 있다.

## 4. 결 론

고도처리 처리장의 유출수질 및 운전자료로부터 변화특성을 조사하였고 상관관계분석과 요인분석을 실시하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1) BOD제거율과 F/M의 상관관계가 A<sub>2</sub>O처리장에서는 음의 상관관계를, DNR처리장에서는 양의 상관관계를 나타내듯이 처리수 수질항목과 운전조건의 상관관계는 처리장별로 차이가 있는 것으로 나타났다.

2) 요인분석결과 A<sub>2</sub>O 처리장에서 요인은 “유입수량과 유입 BOD 증가되는 시기에 잉여슬러지 인발로 인한 SRT감소”, “수온이 낮고 유입수량이 감소하는 겨울철 미생물의 활동성이 낮아짐으로 반송율을 높여 생물반응조내 미생물량을 높게 유지하는 상태” 및 DO와 관련된 것으로 추정된다. DNR처리장의 요인은 “수온이 높고 유입수량과 유입 BOD가 증가되는 시기에 MLSS양을 낮게 유지하면서 SRT를 길게 운영하는 상태”, “활성슬러지 반송”과 관련, “DO가 낮게 운영되는 기간의 유입수 BOD”을 나타낸다고 판단된다.

3) 모든 요인이 미생물과 관련되어있는 표준활성슬러지법 처리장의 요인분석결과와 달리 포기조를 분할한 고도처리장은 분할된 반응조내의 운전조건이 다름으로 미생물을 나타내는 요인외에도 운전상태를 나타내는 요인이 많았다.

4) 통계분석은 표면에 드러나지 않는 변수를 찾음으로써 처리장 운영자들에게 운영에 중요한 자료와 우선순위를 제공함으로써 효율적 운영에 기여할 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 대구광역시 환경시설공단의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

## 참 고 문 헌

- 1) 환경부, 2006, 하수도 통계(2005), 환경부, 392-551pp.
- 2) PRAUS P., 2005, Water quality assessment using SVD-based principal component analysis of hydrological data, Water SA., 31, 417-422.

- 3) 우수명, 2003, SPSS for windows 11.0, 인간과 복지, 269-322pp.
- 4) Berthouex, P. Mac and L. C. Brown, 1997, 환경통계학, 동화기술, 273-346pp.
- 5) YU S., SHANG J., ZHAO J., GUO H., 2003, Factor analysis and dynamics of water quality of the Songhua River Northern China. Water, Air Soil Pollut., 144, 159-169.
- 6) Metcalf and Eddy, Inc., 1993, 폐수처리공학, 동화기술, 652-746pp.
- 7) Kim, S. S., 1989, Relationship between water quality index and protozoa at the sewage plant, M, Sc. Thesis, Yeungnam Univ., 25-32pp.
- 8) 이문호, 1999, 생물학적 폐수처리, 환경관리 연구소, 72-99pp.
- 9) 이찬형, 문경숙, 2002, 통계방법에 의한 하수처리장 운전분석, 한국환경위생학회지, 28(3), 34-38.
- 10) 이찬형, 문경숙, 2005, 고도처리 하수처리장 운전조건의 통계분석, 한국환경과학회지, 14(2), 251-258.