



# 요인분석기법을 활용한 공공하수처리시설 성과평가 지표의 구성 타당성 연구

## A study on the composition validity of performance indicators for public sewage treatment plant by using factor analysis

윤여천·구자용\*

Cheon-Yeo Yoon·Ja-Yong Koo\*

서울시립대학교

University of Seoul

### ABSTRACT

Evaluation and comparison for the performance on the contracting-out became possible after the introduction of the performance indicators(PIs) in 2012 in Korea, And local governments and private companies are utilizing them as evaluation data to enhance the performance of the contracting-out. Several revisions on performance indicator were carried out by expert group on contents validity of PIs, But the review of the composition validity of PIs was not sufficient. In this study, the applicability, distinction ability and composition validity of PIs is evaluated by statistical method. From the results, Improvement of indicator is required in order to increase the interrelationship among indicators to enhance the composition validity of indicators related with operation, sludge and water reuse

**Key words:** Contracting-out, Factor analysis, Performance evaluation of contracting-out, Performance indicator, Composition validity

**주제어:** 민간위탁, 요인분석, 공공하수도 관리대행 성과평가, 성과지표, 구성타당성

## 1. 서 론

환경기초시설에 대한 민간부문 참여는 1997년에 환경부가 「환경기초시설 민영화 업무처리지침」을 마련하고 1997년 9월에 하수도법이 개정되면서 본격적으로 시작되었다.

환경부의 「2013년 하수도통계」에 따르면 전체 공공하수처리시설 3,774개소 중 민간(공공기관 및 지방공기업 포함)이 위탁(관리대행)하고 있는 시설은 2,729개소(72.3%)로 조사되었다(Ministry of Environment, 2013).

2003년에 IWA에서 하수도사업에 대한 평가지표를 개발(Rafacla, 2003)하고, 이를 바탕으로 국제표준화기구

(ISO)에서 상하수도서비스 국제표준(ISO 24510~24512)을 제정(2008)하면서 서비스수준 평가를 위해 성과지표를 채택하였으며, 이후 Alegre 등(2009)은 도시 물산업 기반 서비스에 대한 성능 평가 프로젝트(COST C18 Action) 결과로부터 ISO 표준에서 제시한 것과 같이 국제적으로 통용되는 성과지표를 기반으로 개별 국가들이 성과지표를 개발할 필요성과 방향을 제시하였다.

이러한 국제적인 상황에 따라서 국내실정에 맞는 성과지표의 개발 필요성이 대두되었고 환경부에서 2008년 12월에 성과지표와 평가기준을 수록한 「공공하수도시설 관리업무 위탁지침」을 제정하여 2010년 1월부터 평가를 적용하도록 하면서부터 공공하수처리시설에 대한 관리대행 성과평가가 최초로 제도화되었다.

Received 16 September 2015; Revised 19 October 2015; Accepted 20 October 2015

\*Corresponding author: Ja-Yong Koo (E-mail : jykoo@uos.ac.kr)

pp. 543-550

pp. 551-557

pp. 559-564

pp. 565-573

pp. 575-581

pp. 583-590

공공하수도 관리대행 성과평가는 공공하수도시설의 소유자인 지방자치단체가 수탁자인 공공하수도 관리대행업자의 관리대행성과를 매 1년(단순관리대행) 또는 5년(복합관리대행)마다 의무적으로 평가하도록 규정하고 있다.

환경부의 관련 지침 상에 최초로 수록된 성과지표는 인력(3개 지표), 시설(5개 지표), 운영(23개 지표), 서비스질(12개 지표), 환경(9개 지표), 재정(3개 지표) 분야로 총 55개 지표로 구성되었으며(Ahn, 2007. Song, 2008), 여러 차례의 개정을 통해 현행 38개 지표로 축소되었다.

현행 38개 지표는 운영 중인 처리시설에 종사하는 인력에 대한 성과지표 3개, 하수처리시설 운영 성과지표 15개, 하수찌꺼기 및 처리수 재이용 성과지표 8개, 민원대응 및 공공하수처리시설 유지관리 노력 등 서비스질에 대한 성과지표 12개로 구성되어 있다.

그 동안 성과지표 개정은 적용성이 부족한 성과지표를 삭제하거나 새로운 지표로 대체하고, 지표의 변수 정의가 모호한 부분은 구체화시키는 등의 작업이 이루어졌으며, 지표의 변별력을 높이기 위해서 배점 기준을 조정하는 방식으로 적용하였으나 최초로 제정된 55개 지표를 기본으로 보완이 되는 한계가 있었다.

성과지표의 개정이 주로 개별 지표별로 변수정의를 보완하는 형태로 이루어져서, 개정된 지표가 당초 평가 목적을 구현하고 측정 도구로써 개념의 실제 의미를 측정하고 있는가에 대한 타당성 검토가 이루어져야할 필요가 있다.

타당도를 확인하기 위해서는 내용타당도(전문가 검토), 기준타당도(상관분석·회귀분석·인과모형), 구성타당도(요인분석, 다속상다측정방법)의 세 가지 방법이 있으며, 구성타당도는 동일개념에 대한 상이한 측정방법에 의한 측정값의 상관성 정도를 분석하여 검증하게 된다(Lee, 2002).

본 연구에서는 공공하수처리시설 성과평가 지표에 대

해서 그간의 평가결과를 활용하여 기술통계분석과 구성타당성을 검토하여 향후 지표 개정 시의 개선 방향을 제안하고자 한다.

## 2. 연구 방법

2014년 5월에 개정된 「공공하수도시설 관리업무 대행지침」은 8개 지표가 삭제되었는데 이는 관리대행업체의 자구노력으로는 서비스가 개선되지 않는 지표(하수처리시설 가동률)와 처리시설의 특성이 고려되지 않고 상대평가 하는 지표(하수처리량 1m<sup>3</sup>당 이산화탄소 배출량), 하수처리시설과 무관한 하수관로 관련 지표(하수관로 지표 5개, 하수도준설) 등이다 (Koo, 2013).

본 연구에서는 2014년 5월 개정이후의 지표(Table 3)를 적용하여 평가한 2014년도 결과를 활용하였다 (KWWA, 2003~2014).

성과지표 중 해당 처리시설에는 적용이 불가능한 성과지표(소화조가 없는 시설에는 소화조 이용률 평가를 제외)는 평가시 제외하였고 최종평가점수는 가중평균으로 산정한다(Ministry of Environment, 2014).

가중치는 2014년 5월 개정 시 전문가집단, 현장운영자 등을 대상으로 중요도 조사를 통해 작성되었으며, 지표 중요도에 따라서 1.4, 1.0, 0.6의 3단계로 구분되어 적용된다.

기술통계분석시, 지표의 평균이 지나치게 높은 극단적인 값을 갖고 있거나 표준편차가 지나치게 낮은 경우에는 그 지표에서 점수들의 표준편차가 작다는 의미이므로 변별력이 떨어져서 바람직한 지표로 볼 수 없다.

하수처리시설 관리대행을 통해 당초 기대했던 정책적 목적을 달성하기 위해서는 평가수단인 성과지표의 구성타당도 확보가 중요하다.

구성타당도는 측정도구가 개념의 실제 의미를 측정하는가라는 질문과 관련되어있으며, 원래 의도했던

**Table 1.** Composition comparison between initial PI and amended PI

Item	Initial PI(2008)	Amended PI(2014)
No of PI	55	38
Evaluation field	Man power, Facility, operation, Service quality, Environment, finance	Man power, Operation, Sludge & water reuse, Service quality
Element	Indicator, Variable, Scoring method, Weighting factor	
Similarity	Initial and amended PI have a same concept PI of 28~29 units	

**Table 2.** Amended PI for sewage treatment plant(STP) by contracting-out

Item	Amended contents
No of PI	44 units → 38 units
Removed PI	Operation rate of STP, emission quantity of CO <sub>2</sub> by treated sewage(1m <sup>3</sup> ), Dredge of sewer
Added PI	Management of intercepting sewer, Management of CSOs
etc. (added)	Modification of calculation and scoring method, Application of weight factor



**Table 3.** PIs using by this study

Item	PI Index	Performance indicators	Weight factor
Man power (3)	mp-1	Operators's working years	1.0
	mp-2	Operator's technical qualification	1.0
	mp-3	Operator's time of education	0.6
Operation (15)	op-1	Treatment rate of STP while rainfall	1.4
	op-2	Treatment efficiency of STP	1.4
	op-3	Disinfection of By-pass sewage while rainfall	1.0
	op-4	Satisfaction of effluent standard of treated sewage	1.4
	op-5	M&O rate of worn out treatment plant	1.4
	op-6	Correction rate of flowmeter	1.0
	op-7	Correction rate of monitoring equipments	1.0
	op-8	Improvement rate of technical inspection of STP	1.0
	op-9	Reduction rate of chemical agent of STP	1.4
	op-10	M&O rate of STP	1.4
	op-11	Energy saving rate of STP	1.4
	op-12	Treatment cost of STP	1.4
	op-13	Data management and water quality analysis	1.0
	op-14	Connected treatment rate of other sewage(night soil etc)	0.6
	op-15	Estimation of integrated operation system	0.6
Sludge & water resue (8)	sr-1	Reuse rate of treated sewage in STP	0.6
	sr-2	Recycling rate of sludge	1.0
	sr-3	Operation efficiency of digestion tank	1.4
	sr-4	Utilization rate of renewable energy	0.6
	sr-5	Utilization rate of digestion gas	1.0
	sr-6	Satisfaction of emission standard of malodor prevention facility	1.4
	sr-7	Sludge reduction rate	1.4
	sr-8	Management of harmful chemical substance in STP	1.0
Service quality (12)	sq-1	Frequency of disaster in STP	1.0
	sq-2	Manual and activity for disaster	1.0
	sq-3	Management of intercepting sewer	1.0
	sq-4	Management of CSOs	1.0
	sq-5	Reduction rate of civil complaint	0.6
	sq-6	Processing rate of civil complaint	0.6
	sq-7	Processing time of civil complaint	0.6
	sq-8	Usage of leisure facility in STP	0.6
	sq-9	R&D and support activity	1.0
	sq-10	Improvement effort for environment service quality	0.6
	sq-11	Monitoring and survey for resident	0.6
	sq-12	Data record of M&O in STP	1.4

개념을 측정할 것임을 확인하는 것이 필요하며 구성개념과 측정지표가 적합할수록 타당도가 높아지게 된다. 측정시간의 구성타당도를 확인하기 위해서 가장 많이 사용되고 있는 통계방법은 요인분석(Factor analysis)으로 기본원리는 항목들 간의 상관관계가 높은 것끼리 묶어 공통요인을 추출할 경우, 동일한 내용을 측정하는 성과지표들 간에는 상관관계가 높게 나타나야

한다는 수렴적 타당도(2)를 증명하는 것이다.

본 연구에서는 통계적 분석을 위해서 SPSS 20(IBM, USA)을 사용하였다.

2) 수렴적 타당도(convergent validity)는 같은 개념을 상이한 측정 방법으로 측정했을 때 그 측정값들 사이의 상관관계의 정도를 나타내는데, 같은 개념을 측정하는 여러 측정지표들간에 상관관계가 높으면 그 측정지표는 타당도가 높고 그렇지 못할 경우는 타당도가 낮다고 판단할 수 있다.

pp. 543-550

pp. 551-557

pp. 559-564

pp. 565-573

pp. 575-581

pp. 583-590

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 성과평가 결과에 대한 기술통계분석

2014년에 평가를 실시한 31개 지자체의 368처리시설을 대상으로 평가 결과를 분석하였다. 368개 시설중 시설용량 500 m<sup>3</sup>/일 이상 시설은 95개소(25.8%), 500 m<sup>3</sup>/일 미만은 273개소(74.2%)이며 시설용량별 분포는 Fig. 1에 나타내었다.

전체 368개 평가대상중 시설용량 40 m<sup>3</sup>/일 시설이 28개소가 가장 많았고, 최소 시설용량은 5 m<sup>3</sup>/일이고 최대 시설용량은 900,000 m<sup>3</sup>/일 이다.

시설용량은 500 m<sup>3</sup>/일 미만과 500 m<sup>3</sup>/일 이상으로 나누어 평가점수를 비교해 보면 Table 4와 같다.

Table 4에서 500 m<sup>3</sup>/일이상의 처리시설에 적용된 지표수(적용률 72.6 %)가 27.6개로 500 m<sup>3</sup>/일 미만 처리시설에 적용된 지표수(적용률 44.2 %)보다 10.8개 정도가 많은 것으로 나타났으며 500 m<sup>3</sup>/일미만 처리시설의 성과지표 적용률을 높이기 위해서 500 m<sup>3</sup>/일 미만에 특화된 성과지표의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

368개 시설의 평가 점수에 대한 히스토그램과 정규분포도를 Fig. 2에 나타내었다.

368개 시설에 대한 점수분포를 보면 전반적으로 크게 분포를 하고 있으며, 정규분포에 가깝게 나타나고 있으나, 60~70점대 점수분포보다는 80~90점대의 분포가 많은 것을 확인할 수 있다.

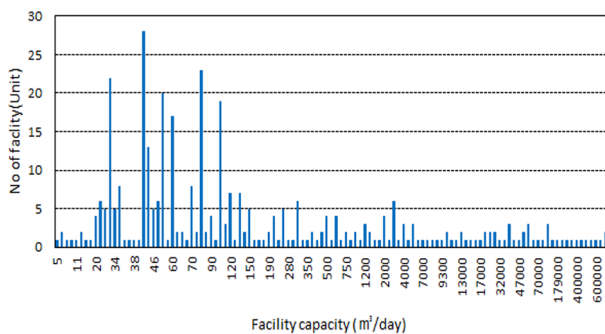


Fig. 1. Distribution of facility capacity.

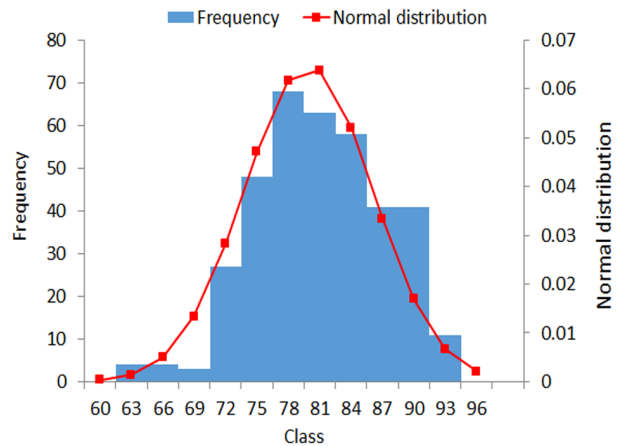


Fig. 2. Histogram and normal distribution of score

관리대행 성과평가지에서는 지표의 중요도에 따라서 상(1.4), 중(1), 하(0.6)로 가중치를 주어 최종점수를 가중 평균하여 산정한다.

가중치가 최종점수에 미치는 영향을 분석하기 위해 가중치 전후의 점수 차를 비교한 결과 가중치를 적용한 최종평가 점수가 평균 1점정도 높은 것으로 분석되어 가중치가 최종 평가점수에 많은 영향을 주지 않는 것으로 분석되었다.

평가지침에서는 70점미만의 점수를 받을 경우 수탁자로 하여금 부진한 분야에 대한 개선을 유도하고 있으며, 가중치 적용 전후로 70점을 기준으로 점수가 변화되는 Case는 368개 시설중 5개 정도로 분석되어 가중치가 미치는 영향이 크지 않은 것을 확인하였다.

성과지표의 적용성과 변별력을 지표 적용율과 평균, 표준편차를 이용하여 분석하였으며 Table 5에 나타내었다.

인력분야는 운영요원 근무년수(mp-1)의 평균값이 높고 표준편차가 작아 지표의 변별력을 높이기 위한 지표개선이 필요하고, 운영분야에서는 강우시 하수처리율(op-1), 강우시 By-pass 하수소독(op-3), 시설 유효연계 이용률 (op-14)의 적용성이 낮고, 노후화된 처리설비의 유지관리 개선율(op-5), 공공하수처리시설 유지관리 개선율(op-10), 통합운영관리 정도(op-15) 지표

Table 4. Score comparison based on facility capacity 500 m<sup>3</sup>/day

Item	No of facility	No of Applied PI	Score			Standard deviation
			Ave.	Max.	Min.	
Total	368	19.6	80.0	93.0	62.0	6.1
Above 500 m <sup>3</sup> /day	95	27.6	80.4	92.0	63.0	4.0
Below 500 m <sup>3</sup> /day	273	16.8	79.8	93.0	62.0	6.1



의 변별력이 낮은 것으로 평가되었다.

하수찌꺼기 및 재이용 분야는 소화조 운영 효율(sr-3), 재생에너지 이용률(sr-4), 소화조 발생가스 이용률(sr-5)의 적용성이 낮고 하수찌꺼기 재활용율(sr-2), 소화조 운영 효율(sr-3) 지표의 변별력이 낮은 것으로

평가되었다.

서비스질 분야는 하수도 월류수 관리(sq-4), 민원 처리율(sq-6), 민원처리 소요시간(sq-7)의 적용성이 낮고, 재해발생 빈도(sq-1), 민원발생 감소율(sq-5), 민원 처리율(sq-6), 민원처리 소요시간(sq-7), 주민 친화적 시

**Table 5.** Applicability and discrimination of PI

Item	PI index	Total facility			applicability (%)	
		Applicability (%)	Ave.	Norm. distribution	Above 500m <sup>3</sup> /day	Below 500m <sup>3</sup> /day
Man power (3)	mp-1	100.0	96.3	8.5	100.0	100.0
	mp-2	100.0	80.3	17.7	100.0	100.0
	mp-3	100.0	46.4	22.5	100.0	100.0
Operation (15)	op-1	6.8	0.0	0.0	26.3	0.0
	op-2	100.0	66.6	22.7	100.0	100.0
	op-3	5.7	74.8	20.2	22.1	0.0
	op-4	98.9	95.8	16.7	100.0	98.5
	op-5	20.4	99.7	2.3	48.4	10.6
	op-6	98.9	65.2	46.0	98.9	98.9
	op-7	34.8	79.8	30.1	96.8	13.2
	op-8	26.6	81.8	29.7	51.6	17.9
	op-9	34.8	49.2	48.7	81.1	18.7
	op-10	79.1	99.7	5.9	98.9	72.2
	op-11	96.7	61.1	48.0	95.8	97.1
	op-12	100.0	46.6	29.2	100.0	100.0
	op-13	100.0	87.2	13.3	100.0	100.0
	op-14	7.3	71.9	22.4	28.4	0.0
	op-15	85.6	89.6	9.9	44.2	100.0
Sludge & water resue (8)	sr-1	26.4	24.8	39.9	100.0	0.7
	sr-2	17.9	90.9	22.8	69.5	0.0
	sr-3	3.3	100.0	0.0	12.6	0.0
	sr-4	5.2	88.4	31.5	16.8	1.1
	sr-5	3.3	86.7	29.9	12.6	0.0
	sr-6	25.8	89.3	17.7	100.0	0.0
	sr-7	20.7	38.2	48.2	80.0	0.0
	sr-8	19.0	82.0	18.7	65.3	2.9
Service quality (12)	sq-1	100.0	99.7	2.3	100.0	100.0
	sq-2	99.5	88.1	19.9	97.9	100.0
	sq-3	24.2	84.5	17.3	56.8	12.8
	sq-4	7.1	76.9	40.7	27.4	0.0
	sq-5	97.8	95.9	15.5	98.9	97.4
	sq-6	8.2	96.7	18.3	21.1	3.7
	sq-7	8.2	90.7	21.5	21.1	3.7
	sq-8	17.9	94.2	16.0	69.5	0.0
	sq-9	25.0	74.1	31.5	96.8	0.0
	sq-10	100.0	82.1	21.2	100.0	100.0
	sq-11	20.7	76.2	29.2	80.0	0.0
	sq-12	100.0	99.6	2.6	100.0	100.0

pp. 543-550

pp. 551-557

pp. 559-564

pp. 565-573

pp. 575-581

pp. 583-590

설 이용(sq-8), 공공하수처리시설 유지관리 노력(sq-12) 지표의 변별력이 낮을 것으로 평가되었다.

시설용량 500 m<sup>3</sup>/일 미만 시설의 경우 지표 적용성이 0 %인 Case(하수찌꺼기 및 재이용, 서비스질 분야)가 많이 발생하여 전체 지표 적용성을 저하시키고 있어서 500 m<sup>3</sup>/일 미만 시설평가에 특화된 별도 지표의 개발이 필요하다.

### 3.2 요인분석기법을 활용한 지표의 구성 타당도 분석

동일한 내용을 측정하는 성과지표들 간에는 상관관계가 높게 나타나야 한다는 수렴적 타당도 증명을 위해 요인분석기법 중 일반적으로 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 표준접합도(MSA : Measure of sampling adequacy), Bartlett's test of sphericity(구형성 검정), 공통인자분산의 점검, 상관계수 행렬의 점검, 고유값 점검, 잔영상관행렬의 점검 등의 방법이 사용된다.

KMO's MSA는 변수의 쌍들이 상관관계가 다른 변수에 의해 설명되는 정도를 나타낸다. 즉, 두 변수 간의 상관관계가 다른 변수와의 관계가 있는지를 검정하게 된다. 따라서 이 값이 일정기준 이하(0.5이하)로 낮게 나타나면 수렴적 타당도가 낮음을 의미한다(Koo, 2012).

인력분야에 대한 KMO와 Bartlett 검정 결과는 Table 6에 나타내었다.

인력분야 전체의 KMO의 MSA는 0.569이고 개별 지표의 MSA값도 기준치인 0.5보다 높게 나타났으며 Bartlett의 구형성 검정의 유의확률이 0.000으로 나타나 전반적으로 변수들간에 상관관계는 유의적이며 요인분석을 실시하기 위한 적절한 자료로 판단된다.

**Table 6.** KMO's MSA and Bartlett's test of sphericity for PI of man power

KMO's MSA		0.569
Bartlett's test of sphericity	Approx. chi-square	39.298
	Degree of freedom	3
	Significance probability	0.000

**Table 7.** KMO's MSA for each PI of man power

	mp-1	mp-2	mp-3
mp-1	.610a	.102	.138
mp-2	.102	.561a	-.219
mp-3	.138	-.219	.554a

a. MSA

운영분야에 대한 KMO와 Bartlett 검정 결과는 Table 8에 나타내었다.

요인분석시 관측치의 수는 100개 이상이 바람직하며 최소한 50개 이상이 되어야 하므로 관측치가 적은 경우시 하수처리율(op-1), 강우시 By-pass 하수 소독(op-3), 시설 유효 연계 이용률(op-14)을 제외하였고 평가점수가 높아 변수쌍 간에 상관계수가 낮은 하수처리 효율(op-2), 방류수 수질기준 준수(op-4), 노후화된 처리설비의 유지관리 개선율(op-5), 공공하수처리시설 유지관리 개선율(op-10)은 계산과정에서 제외하였다

운영분야 전체의 KMO의 MSA는 0.310이고 개별 지표의 MSA값도 기준치인 0.5보다 낮게 나타났으며 Bartlett의 구형성 검정의 유의확률이 0.077로 나타나 전반적으로 변수 간에 상관관계가 유의적이지 않아서 구성타당도가 낮은 것으로 확인되었다.

하수찌꺼기 및 재이용분야에 대한 KMO와 Bartlett 검정 결과는 Table 9에 나타내었다.

하수찌꺼기 및 재이용분야 지표중 적용율이 낮은 소화조 운영효율(sr-3), 재생에너지 이용률(sr-4), 소화조 발생가스 이용률(sr-5) 지표는 제외하였고, 1차 분석 후 개별지표의 MSA값중 낮은 값을 나타낸 하수찌꺼기 감량화 개선율(sr-7)을 제외하고 KMO와 Bartlett 검정을 재실시하였고 4개 지표에 대해서 구성타당도가 기준이상인 것으로 평가되었다. 하지만 Bartlett 검정

**Table 8.** KMO's MSA and Bartlett's test of sphericity for PI of operation

KMO's MSA		0.310
Bartlett's test of sphericity	Approx. chi-square	39.257
	Degree of freedom	28
	Significance probability	0.077

**Table 9.** KMO's MSA and Bartlett's test of sphericity for PI of sludge & water reuse

KMO's MSA		0.541
Bartlett's test of sphericity	Approx. chi-square	5.06
	Degree of freedom	6
	Significance probability	0.536

**Table 10.** KMO's MSA for each PI of sludge & water reuse

	sr-1	sr-2	sr-6	sr-8
sr-1	.545 <sup>a</sup>	.042	.237	-.017
sr-2	.042	.646 <sup>a</sup>	-.052	.007
sr-6	.237	-.052	.528 <sup>a</sup>	.199
sr-8	-.017	.007	.199	.552 <sup>a</sup>



결과에서 유의확률값이 0.536으로 유의수준(0.01)보다 커서 구성타당도가 낮은 것으로 판단된다.

서비스질분야에 대한 KMO와 Bartlett 검정 결과는 Table 11에 나타내었다.

대부분의 평가대상 시설의 점수가 100점으로 분산이 0에 가까운 공공하수처리시설 유지관리 노력(sq-12)을 제외하고 1차 분석한 결과 개별지표의 MSA 값이 낮은 주민 친화적 시설이용(sr-8), 연구개발 및 지원(sr-9), 환경서비스질 제고노력(sr-10)을 제외하고 2차 분석을 실시한 결과, 서비스 전체의 KMO의 MSA는 0.502이고 Bartlett의 구형성 검정의 유의확률이 0.005로 유의수준(0.01)보다 작아서 서비스질 분야에서 해당지표의 구성타당도가 있는 것으로 평가되었다.

**Table 11.** KMO's MSA and Bartlett's test of sphericity for PI of service quality

KMO's MSA		0.502
Bartlett's test of sphericity	Approx. chi-square	25.053
	Degree of freedom	10
	Significance probability	0.005

**Table 12.** KMO's MSA for each PI of service quality

	sq-1	sq-2	sq-6	sq-7	sq-11
sq-1	.517 <sup>a</sup>	-.102	-.035	.116	.287
sq-2	-.102	.507 <sup>a</sup>	-.045	.060	-.627
sq-6	-.035	-.045	.502 <sup>a</sup>	-.810	.148
sq-7	.116	.060	-.810	.499 <sup>a</sup>	-.096
sq-11	.287	-.627	.148	-.096	.497 <sup>a</sup>

## 4. 결 론

공공하수처리시설 관리대행 성과평가 지표의 적용성과 및 변별력 검증과 현행 지표가 당초 평가 목적을 구현하고 측정도구로서 개념의 실제 의미를 측정하고 있는가에 대한 구성타당성 검토를 실시하고 아래와 같은 결론을 도출하였다.

1) 성과지표의 적용율과 변별력을 분석한 결과 인력분야는 모든 지표가 적용성은 높으나 변별력이 낮은 지표가 1개, 운영분야는 적용성이 낮은 지표가 3개, 변별력이 낮은 지표가 3개, 하수찌꺼기 및 재이용 분야는 적용성이 낮은 지표가 3개, 변별력이 낮은 지표가 1개, 적용성과 변별력이 둘 다 낮은 지표가 1개, 서비스 질 분야는 적용성이 낮은 지표가 1개, 변별력

이 낮은 지표가 4개, 둘 다 낮은 지표가 2개로 평가되어 향후 지표 개선 시 적용성이 낮은 지표는 삭제 및 타 지표로 대체하고, 변별력이 낮은 지표는 배점구간을 재조정할 필요가 있다.

2) 시설용량 500 m<sup>3</sup>/일 이상과 미만의 처리시설에 대한 지표 적용성을 비교하면 500 m<sup>3</sup>/일 미만 시설에 대해서 지표 적용률이 0 %인 Case(하수찌꺼기 및 재이용, 서비스질 분야)가 많이 발생되고 있어서 500 m<sup>3</sup>/일 미만 시설평가에 특화된 지표의 개발이 필요하다.

3) 성과지표의 구성타당도를 요인분석을 통해 KMO의 MSA점검과 Bartlett의 구형성 검정으로 평가한 결과 인력분야는 전체적인 지표의 구성타당도가 판단기준(KMO's MSA값>0.5)보다 높았고, 운영분야는 전체의 KMO의 MSA는 0.310이고 개별 지표의 MSA값도 기준치인 0.5보다 낮게 나타나서 구성타당도가 낮은 것으로 확인되었다.

4) 하수찌꺼기 및 재이용분야는 Bartlett 검정 결과 0.01 유의수준에서 지표간의 상관관계가 낮은 것으로 평가되어 요인분석을 실시하기에 부적절하고 구성타당도가 낮은 것으로 확인되었다.

5) 서비스질 분야는 KMO의 MSA값과 Bartlett 검정 결과에 따라 지표의 구성타당도가 높은 것으로 평가되었다. 이러한 결과로부터 향후 지표 개정 시 운영과 하수찌꺼기 및 재이용 분야 지표간의 상관성이 높도록 구성하여 평가를 통해 원래 의도했던 개념을 측정 가능하도록 개선할 필요가 있다.

6) 본 연구에서는 기초통계분석을 통해 지표들의 적용성과 변별력을 검토하였고 요인분석기법을 활용하여 4개 분야별 지표의 구성타당도를 분석하였다. 본 연구를 바탕으로 적용성을 고려하여 지표를 범용적으로 적용 가능한 지표와, 시설특성(용량, 설비여부)을 고려한 성과지표로 구분하여 적용할 필요가 있으며, 변별력은 지표별 배점기준을 실측자료로 활용하여 정규분포가 되도록 재조정하면 향상 될수 있을 것이다.

## References

Alegre, H. Cabrera, E. Merkel, W. (2009). Performance assessment of urban utilities: the case of water supply, wastewater and solid waste, Journal of water supply : Research and Technology-AQUA, Vol 58, No 5, pp. 305 ~ 315

pp. 543-550

pp. 551-557

pp. 559-564

pp. 565-573

pp. 575-581

pp. 583-590

- Ahn, Y. M. (2007). The development and application of the performance indicator for sewage system service in Korea. Journal of the Korean Society of Water and Wastewater, Vol 21, No4. pp. 453~465.
- Koo, J. Y. Korean Society of Water & Wastewater(KWWA) (2013). The study on the improvement of performance indicator for contracting-out of public sewerage. pp 76~78.
- Koo, Y. C. (2012). A study on the construct validity of the social welfare facility evaluation index. Master's Thesis, Sungkonghoe University, Seoul, pp.15~16.
- Korea Water and Wastewater Works Association (2013~2014). Result report of performance evaluation on public sewage utilities.
- Lee, Y. J. (2002). Understanding of factor analysis, SeokJung, Seoul.
- Ministry of Environment (2014). Guideline of contracting-out for Public sewage facility management. pp.110~142.
- Ministry of Environment (2013). Sewage statistics
- Rafaela, M., Richard A., Adriana C., Alejo M., Andreas S., Patricia D., (2003). performance indicators for wastewater services-on the way to a manual of best practice and its implementation, IWA Publishing
- Song, E. J. (2008). Characterization of Sewage System Service Change of Korea through the Application of the Performance Indicator for Sewage System Service, Master's Thesis, The University Of Seoul, Seoul, pp.6~11.