Journal of the Korean Society of Water and Wastewater
Vol. 20, No. 3, pp. 411-429, 2006

상하수도학회지, 논문
20권 3호, pp. 411-429, 2006

상하수도 서비스 평가지표 개발 및 적용: 상수도 분야를 중심으로

Development and Application of Performance Indicators to Estimate the Service Activities Relating with Water and Wastewater Works: Focus on Water Works Parts

최태용[1,*] · 윤여천[2] · 이정란[2] · 김덕진[3] · 조재홍[4] · 구자용[5]

Choi, Tae-yong[1,*] · Yoon, Yeo Cheon[2] · Lee, Lan Jung[2] · Kim, Duck-Jin[3] · Jo, Jae Hong[4] · Koo, Ja-yong[5]

1 한국상하수도협회 기획처
2 한국상하수도협회 기술연구팀
3 환경관리공단 연구개발팀
4 한국수자원공사 홍보실
5 서울시립대학교 환경공학부

(2006년 4월 12일 논문 접수; 2006년 6월 12일 최종 수정논문 채택)

Abstract

To improve Service quality for water and wastewater works, most water and wastewater utility effort to develop not only facility construction but also operation optimization. The operation is optimized by accurate estimation for ongoing situation. And from the accurate estimation, utility operator gain a information about their service quality and problems, So we developed a evaluation tool (Performance Indicators: PI) for service activity of water and wastewater works. The PI was developed in many countries and some international organizations (World Bank, IWA etc.) for service benchmarking. And ISO (international organization for standardization) just has been making a service standard for water and wastewater system (So called ISO/TC224). This proceeding for making a service standard is ongoing now and will be launched in 2007. In our study, PI was composed of 6 parts (A human resource, facility management, operation, service quality, finance and environment). To evaluate water utilities, performance indicators for water was consisted of 100 items. Each 2 water utilities were estimated by this performance indicator. From the study, we just know that the performance indicator was a very useful tool to estimate utility service quality. And from the result, it is possible to know the strong and weak point of estimated utilities.

Key words: water and wastewater works, service activity, PI(Performance Indicator), ISO/TC224
주제어: 상하수도, 서비스, 평가지표, 상하수도 서비스 표준화

*Corresponding author Tel: +82-2-3156-7701, FAX: +82-2-3156-7778, E-mail: tychoi@kwwa.or.kr (Choi, T.Y.)

1. 서 론

최근 상하수도사업은 물시장의 급속한 확대로 인해 세계 물시장 규모는 886조원(04년 기준)으로 추산되며 매년 5.5%의 성장률을 기록하여 세계 경제성장률 4.6%보다 높은 추세이다. 또한 국내 10조원이라는 시장규모를 형성하고 있으며, 서비스인구를 기준으로 서울은 세계 12위권의 규모를 차지하고 있고, 중국, 인도 등 개도국을 중심으로 상하수도 인프라 구축에 많은 투자가 예상되어 시장규모가 급격히 확대될 것으로 전망된다.

이에 세계 선진 물 기업들은 해외시장 개척에 적극적으로 참여하고 있으며, 이러한 국제적 추세와 맞물려 국제표준화기구(ISO)에서는 상하수도서비스 표준화(TC224)를 추진하고 있다. 또한 거대 물기업을 갖고 있는 유럽국들이 상하수도 서비스분야를 WTO 자유무역 대상에 포함시키고자 하고 있어 세계 물시장 개방의 압력은 가속화 될 전망이다. 세계 물 시장이 개방될 경우 자국의 기준이 없는 국가에서는 세계기준을 준용하도록 WTO에서 규정하고 있어 ISO/TC224가 상하수도서비스 국제표준으로 활용될 수 있다. 무역자유화라는 세계적인 흐름에 의해 향후 언젠가 어떤 형태로든 물 시장을 외국사업자들에게 개방할 수밖에 없는 우리나라의 실정에서 상하수도서비스 분야에 대한 국제표준화가 미치는 파장은 적지 않을 것으로 판단된다. 따라서 상하수도 서비스 시장 개방이라는 국제적 상황과 국내 여건을 감안할 때 국내 상하수도사업자들의 국제경쟁력 강화를 위해 우선적으로 실시할 수 있는 것은 자체적으로 서비스에 대한 평가를 실시하고 그 결과를 바탕으로 취약한 부분에 대한 재정 및 자원의 재배치를 통해 경영상황의 개선을 도모하는 것이다. 또한 이러한 평가제도의 운영을 통해 상하수도사업자들이 소비자에게 제공하는 서비스의 질을 평가할 수 있게 되어 보다 용이하게 소비자의 기대 및 환경보전 욕구를 충족시키며, 궁극적으로는 동일한 상하수도 사업자간의 벤치마킹이 가능하게 되어 전체 상하수도 사업에 건전한 경쟁관계가 형성됨으로서 국내 물산업 개방에 대응하여 상하수도사업자들의 경쟁력 제고에 기여할 수 있을 것이다. ISO/TC224가 국제표준으로 발효될 경우 표준의 목표 및 기준을 ISO에서 정하고 그 이하의 평가지표(Performance Indicator; PI) 등은 각 국에서 작성하도록 하고 있어, 본 연구에서 작성되는 평가지표는 ISO의 목표 및 평가기준을 포함하도록 작성하여 ISO/TC224 표준 발효시 별도의 기준제정을 위한 업무적 비효율성을 감소시키고 평가를 받게 되는 상하수도사업자들의 혼란을 방지하도록 하였다.

따라서 본 연구에서는 국내 실정에 맞는 평가지표를 개발하고 개발된 평가지표를 국내 수도사업자에 적용하여 평가지표의 적용가능성을 고찰하고자 한다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 국내실정에 맞는 평가지표 개발을 위해 국내 · 외 유사 평가제도를 벤치마킹하고 개발된 평가지표는 국내 상하수도사업자들의 공감을 얻을 수 있어야 한다. ISO/TC224가 국제표준으로 발효될 경우 표준의 목표 및 기준은 ISO에서, 그 이하의 평가지표 등은 각 국에서 작성하도록 규정하고 있어 본 연구에서 작성되는 평가지표는 ISO의 목표 및 평가기준을 포함하도록 작성하였다. 또한 ISO/TC224 표준발효 시 별도의 기준제정을 위한 혼란 및 시간 소모를 줄임으로서 평가를 받는 상하수도사업자들이 사전에 준비할 수 있도록 하였다.

2.1. 해외표준 및 평가지표 조사

상하수도 서비스와 관련된 표준은 현재 각국의 표준제정을 담당하는 기관(국내의 경우 기술표준원)에서 제정하여 운영하고 있다. 이에 본 연구에서는 IWA, ISO, World Bank, 미국, 일본, 영국, 프랑스 등에서 제정한 표준과 평가지표 등을 조사하여 각 표준 및 지표간의 유사성을 검토하고 범용적으로 활용가능한 지표에 대해 조사하였다.

2.2. 국내 유사제도 검토

우리나라의 상하수도 사업에 대한 평가는 환경부의 "정수장 운영실태평가제도", "하수도시설 운영 · 관리업무처리 통합지침"에 의한 평가, 행정자치부의 "지방직영기업 경영평가"와 기획예산처의 "정부투자기관의 경영실적평가"를 들 수 있다. 이러한 평가는 일부 항목(회계 · 예산과 운영부분)에 대해서는 평가

상하수도학회지, 논문
20권 3호, pp. 411-429, 2006

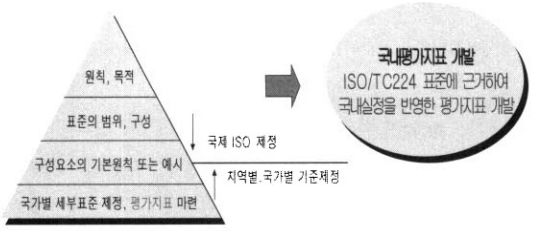

Fig. 2.1. ISO/TC224의 표준구성.

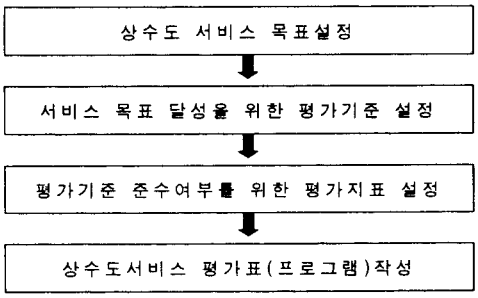

Fig. 2.2. 평가지표 작성 과정.

의 심화정도의 차이가 다를 뿐 유사성이 있다. 따라서 본 연구에서는 각 평가제도들의 평가기법들을 조사하고 그간의 평가실적 등을 분석하여 문제점을 심도 있게 도출함으로써 향후 본 연구의 성과물로 작성되는 평가지표 및 시스템 개발에 반영하였다.

2.3. 상수도서비스 평가지표 개발

상수도 서비스에 대한 평가기준의 개발은 실제 평가를 위한 지표 및 시스템의 개발을 통해 이루어진다. 이러한 평가시스템 중 가장 중요한 요소인 평가지표의 개발은 ISO/TC224에서 규정하고 있는 상하수도 서비스 요소 및 관리방안들을 바탕으로 국내 · 외의 유사 평가들을 중심으로 한 자료조사를 통해 작성하였다.

2.4. 평가지표의 단위사업자 적용 및 평가

개발된 상수도 평가지표의 적정성 및 대표성을 평가하기 위해 우선 평가지표에 사용되는 자료의 취득용이성을 기준으로 사업자를 선정하였다. 이에 따라 특 · 광역시 규모의 S시와 중 · 소규모 사업자인 C시 사업자에 시범적용 하였다. 평가지표 적용을 위해 우선적으로 해당사업자의 업무내용을 파악하였고 업무특성에 따라 평가표를 작성할 부서를 결정하였다. 평

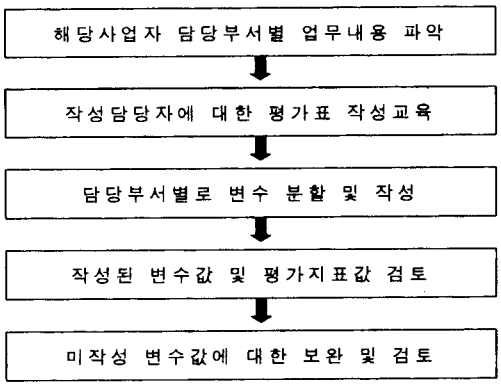

Fig. 2.3. 평가지표 현장 적용 절차.

가표의 작성은 사업자의 규모에 따라 15일에서 한달 정도가 소요되었으며, 담당자들의 평가표 작성을 원활하게 하기 위해 MS-Excel 기반으로 변수값 입력에 의해 평가지표값이 자동으로 계산되도록 하였다.

평가는 2002년~2004년의 3개년 자료에 대해 실시하였고, 평가를 위해 입력한 자료의 출처 및 신뢰성을 파악하기 위해 신뢰도를 4단계로 구분하여 기입하도록 하였다. 또한 적용결과를 바탕으로 개발된 평가지표의 실효성을 파악하였고, 해당 수도사업자들의 문제점을 도출하여 지표를 보완하였다.

2.5. 해외사업자와의 비교 평가

본 평가지표의 적용가능성 평가를 실시한 S시, C시의 서비스 수준 평가를 위해 유사규모의 일본 사업자와 비교, 평가를 실시하였다.

일본은 일본수도협회규격 "JWWA Q100-수도사업 가이드라인" 작성하여 2005년 10개 사업자에 시범적

Table 2.1. 변수값 신뢰도 단계

신뢰도	정 의	입력값
높음	운영일지, 민원처리현황, 통계자료 등 문서상으로 기록되어 있는 자료	3
중간	기존의 유사자료로부터 조합 및 추출을 통해 새로이 생성된 자료	2
낮음	문서상으로 기록되어져 있지 않으며 신뢰도 중간단계보다 신뢰도가 낮으며, 담당자의 추측에 의한 자료	1
자료없음	관련자료가 없고, 담당자의 추측이 어려운 경우	0

Table 2.2. S시 비교대상사업자의 급수인구 현황

도시명	S시	일본 T시	일본 Y시	일본 N시
급수인구(명)	10,281,504	12,000,000	3,538,250	2,291,184

Table 2.3. C시 비교대상사업자의 급수인구 현황

도시명	C시	일본 To시	일본 M시	일본 A시	일본 H시
급수인구(명)	225,750	387,566	130,598	107,150	108,722

Table 2.4. Rank 결정에 따른 배점방법

최종적인 검토항목인 A의 거리를 100으로 간주할 때, B항목 각각 총점을 100/(A 속에 포함된 B의 개수)로 표현할 수 있다. 한편 단위 길이 1에 대한 4단계로 나뉘어진 순위의 값은 각각 [1st]=1, [2nd]=3/4, [3rd]=2/4, [4rd]=1/4로 구분하면, 다음과 같이 각 성과지표의 값(X)을 표현할 수 있다.

$X = 100/b_i \times (5 - r_{ij})/4$

(단, b_i는 i번째 A속에 포함된 B의 개수, r_{ij}는 i번째 A, j번째 B 순위를 각각 표현하였다)

용을 실시하였다. 이에 따라 국내에서 개발된 평가지표와 유사한 평가지표(42개 항목)를 중심으로 비교하였다. 서비스평가는 인력(6개), 시설(13개), 운영(5개), 서비스 질(6개), 재정(8개), 환경(4개)으로 구분하여 평가하였다.

비교대상 사업자의 각 지표값에 순위(Rank)를 결정하여 순위에 따라 차등하여 배점하는 방법으로 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 해외표준 및 평가지표 조사

해외에서 개발한 평가지표의 많은 부분을 차지하는 것은 시설의 운영과 관리측면으로 모든 기관들이 이 부분에 대한 평가지표를 가지고 있다. 다음으로 많은 부분을 차지하는 것은 서비스의 지속성으로서 이 부분에서는 운영인력의 전문성, 경영 · 회계 및 수입에 대한 평가, 소비자에게 제공되는 서비스의 질에 대하여 평가하고 있다. 따라서 국내 상수도 서비스 평가지표 개발에 이러한 부분에 대해 집중적으로 평가지표를 개발하였다. **Table 3.1**에 각국의 상수도분야 평가지표 구성현황을 나타내었다.

3.2. 국내 유사제도 검토

우리나라 상하수도사업에 대한 국내유사제도 조사 결과를 **Table 3.2**에 나타내었다. 우리나라 지방상하수도 사업에 대한 성과평가는 다양한 주체들이 각 기관의 목적에 따라 이루어지고 있으며, 정수장과 하수처리장의 경우 시설의 운영에 대한 평가로 이루어지고, 지방상하수도사업과 광역상수도사업처럼 기관평가의 성격을 갖고 있기도 하다. 이러한 평가의 가장 큰 문제점은 여러 관리주체에 의해 각각의 평가제도가 운영되고 있어 피평가 기관의 경우 년중 몇차례의 평가를 받아야 하는 행정 업무의 비효율성을 안고 있다고 할 수 있다.

Table 3.1. 각국의 상수도분야 평가지표 구성현황

목표	JWWA	ISO/TC224(목표)	IWA	AWWA	세계은행	Ofwat
안심	수자원이용율, 수질기준준수여부	공중보건(음용성, 효율)	수자원 이용율	수자원관리		
안정	급수량 및 보급률, 시설준비율, 사고대비 및 위험관리	서비스규정(서비스인구)	시설의 물리적 상태	보급률	서비스안정성	
지속	경영,회계비용, 직원교육 소비자 서비스질	지속적 발전촉진 (지속적 수원이용)	인력교육 서비스질 재정, 회계	인력, 안전관리 지속적 발전 서비스질 소비자만족	경영, 회계, 소비자서비스	소비자 서비스질
환경	에너지소비율 재활용 정도	환경보호(누수율, 재이용율)				
관리	시설관리상태평가, 사고발생율	서비스 지속성	시설운영	시설운영관리	생산량, 검침 관망관리	월류횟수 개량검침
국제	국제교류 및 기술이전					

상하수도학회지. 논문
20권 3호, pp. 411-429, 2006

Table 3.2. 국내 상하수도 평가제도 운영현황

평가제도 명	주요내용
정수장 운영실태평가	상수도 54개: 인력, 수질관리, 운영관리, 유지관리, 서비스분야
하수처리장 운영실태평가	하수도 31개: 행정, 관거정비, 하수처리장 운영관리, 슬러지관리, 시설선진화
정부투자기관 경영평가	정부투자기관 평가기준 100개 중 수도관리사업, 인적자원관리, 재무 및 예산관리 분야만 유효한 평가임
지방상하수도사업 공기업평가	상수도21개, 하수도19개: 경영, 조직관리, 재정관리, 시설운영 및 기술개발, 고객지원 등

Table 3.3. 국내 상수도서비스 평가지표 작성 내용(예)

분야	평가지표	공 식
인력	기술직원율	기술직원총수/총 직원수 × 100
시설	관로점검율	점검한 관로연장/관로총연장 × 100
운영	급수보급률	급수인구/총인구 × 100
서비스질	수도서비스만원율	전체민원건수/급수인구
재정	부채비율	부채총액/자기자본 × 100
환경	생산량 1㎥당 전력소비량	총 전력사용량/연간생산량

또한 비계량화된 지표가 많아 평가시 객관성이 떨어지고 평가자의 주관적인 의견이 많이 개입될 여지가 있다. 따라서 이의 개선을 위해 먼저 통합적인 평가시스템을 구축하고, 피평가자의 자율성을 높여 자발적 평가가 활발히 이루어지도록 해야 한다. 또한 평가시 소비자 참여의 기회를 높여야 하며, 평가의 독립성과 자율성을 확보하여 평가의 전문성을 높여야만 하고, 무엇보다 중요한 것은 평가자의 주관적인 판단을 최대한 배제할 수 있도록 평가지표를 정량화하고 객관화하는 것이다.

3.3. 상수도서비스 평가지표 개발

해외의 평가지표를 검토한 결과 상수도서비스와 하수도서비스분야에 대한 지표의 구성을 비교해 보면 상수도 분야는 서비스 분야 평가를 위한 분류에 있어 포괄적 개념을 중심으로 서비스가 궁극적으로 추구하는 목표에 따라 지표들이 작성되고 분류되었지만 하수도 분야의 평가는 하수도 서비스를 구성하는 요소들에 대한 직접적인 평가가 이루어져 외견상 평가결과에 대한 해석이 용이하도록 구성되었다. 이러한 이유는 ISO/TC224의 평가지표에 많은 영향을 미친 IWA의 평가시스템의 구성에서 기인한 것이며, 세계적으로 주요 국가들이 느끼는 상수도서비스와 하수도서비스에 대한 접근방식의 차이와 상하수도분야의 서비스의 질적 차이를 반영한 것으로 평가된다.

즉, 해외 평가지표를 벤치마킹하고 국내 평가지표의 문제점과 개선사항을 반영하여 국내 · 외 평가지표 시스템을 검토하고 벤치마킹 한 결과 100개의 상수도 평가지표를 개발하였다. 개발된 평가지표는 인력(11개), 시설(23개), 운영(22개), 서비스 질(15개), 재정(24개), 환경(5개)분야로 구분하여 총 100개로 작성되었고, 평가지표를 구성하는 변수(평가지표가 수식으로 구성되어 있을 때 수식을 구성하는 분자, 분모에 들어가는 인자들을 말한다)들은 144개로 구성되었다. 상수도 서비스 부분에 대한 평가를 중심으로 평가지표가 구성되었으며, 국내의 상수도사업 시스템과 지역적 특성을 반영하여 개발하였다.

3.4. 평가 프로그램 개발

개발된 상수도 서비스 평가지표의 평가표 작성을 용이하게 하기 위해 MS-Excel 기반의 평가프로그램을 개발하였다. 평가표 계산 프로그램은 평가지표를 구성하는 변수들의 자동연산이 가능하도록 작성되었으며, 평가표는 "변수값 입력(총괄)" sheet와 "PI계산" sheet로 구성되어 "변수값 입력(총괄)" sheet가 작성되면 자동으로 "PI 계산" sheet에 연산되어 기록되도록 하였다.

3.5. 평가지표의 단위사업자 적용 및 평가

3.5.1. S시에 대한 시범적용 및 결과

평가지표 작성 결과 S시의 경우 잘 짜여진 본부 운영체제로 관리되고 있어, 144변수값에 대하여 미작성

Table 3.4. 변수값 입력 sheet 의 셀 구성

셀 이름	설 명	예시
변수기호	각 변수의 고유기호	A1
변수명칭	변수의 이름, PI에 사용되는 모든 변수들을 기재	급수인구
단위	각 변수의 단위	명
관련평가지표	해당변수를 연산에 사용하는 평가지표 목록	Ph.1 급수보급률 ...
입력년도	3개년(02,03,04)으로 구성	2002,2003,2004
변수값	해당입력년도별로 변수에 해당하는 값	
신뢰도	자료출처 및 정확성에 따른 4단계 신뢰도 표시	3(높음), 2(중간), 1(낮음), 0(자료없음)
비고	평가표 작성 시 특이사항	

Table 3.5. PI 계산 sheet의 셀 구성

셀 이름	설 명	예시
코드	각 지표의 고유코드	Ph.1
지표명	변수들로 구성된 평가지표 명칭	급수보급률
공식	변수들로 구성된 계산식	급수인구/총인구 × 100
단위	해당지표의 단위로서 각 변수의 단위조합 또는 백분율 등	%
조정계수	각 변수값의 계산으로 얻어진 평가지표값의 자리수를 조정하는 계수	100,1000,24 ...
년도	3개년(02,03,04)으로 구성	
평균	3개년의 평균값 자동계산	

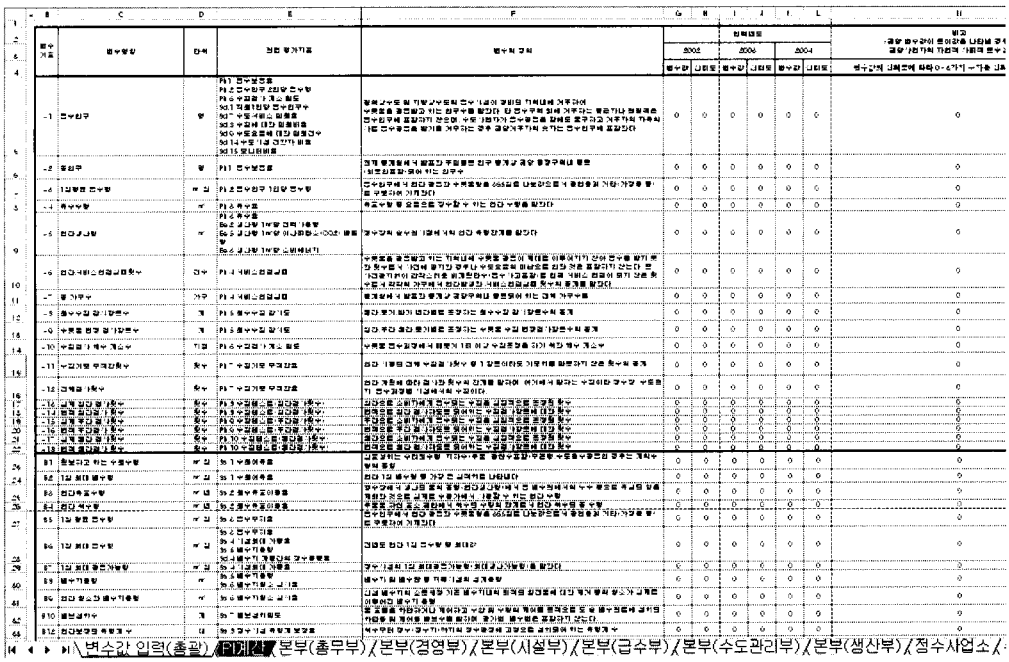

Fig. 3.1. 평가지표 자동계산 프로그램

변수6개(95.8%), 평가지표기준으로 미작성 지표 6개(94%)이다. 미작성 변수들의 대부분은 S시에서 자료로 관리하고 있지않은 변수들로 실제로 사용하고 있지 않은 기술에 대한 적용실적을 묻는 항목과 담당자가 변수값 산정시 정의가 모호하거나 광범위하여 작성할 수 없는 경우였다. 또한 6개 평가부분(인력,

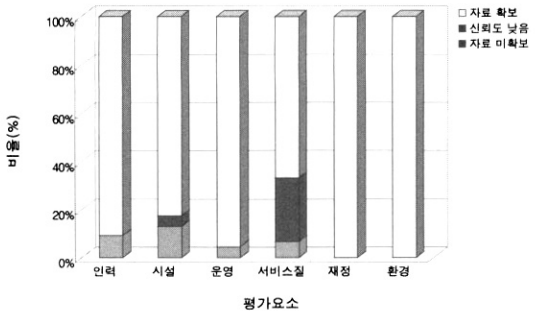

Fig. 3.2. S시 평가지표 작성 현황.

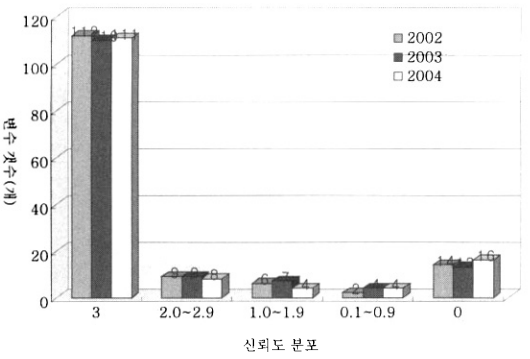

Fig. 3.3. S시 적용 변수값에 대한 신뢰도 분포.

시설, 운영, 서비스질, 재정, 환경) 중 시설현황 및 운영에 대한 자료의 확보가 미흡하였고, 서비스 질의 경우 자료에 대한 신뢰도가 낮아 세부적인 자료관리가 필요한 것으로 평가되었다.

S시 작성 평가지표 변수의 신뢰도 평가 결과 작성된 변수 144개에 대하여 약 85%(신뢰도 2까지 포함)의 높은 신뢰도를 나타내었다. 이는 자체적으로 "상수도통계연보"를 발간하여 체계적인 자료의 기록 및 보존이 가능하기 때문인 것으로 사료된다.

3.5.2. C시에 대한 시범적용 및 결과

평가지표 작성 결과 C시의 경우 변수의 대부분이 운영일지나 기존의 통계자료를 바탕으로 작성되었으며, 미작성변수는 29개(79%), 미작성지표는 24개(76%)이다. 미작성 변수의 대부분은 변수에 대한 행위가 일어나더라도 자료로 관리되지 않는 변수이거나 변수에 대한 행위가 일어나지 않아 변수의 용어조차 생소한 경우이다. 그 외에도 담당자가 변수값 산정에 있어 기존 변수의 정의가 모호하거나 광범위하여 작성할 수 없는 경우가 있었다. C시는 6개 평가부분 가운데 시설현황 및 운영, 서비스 질 부분에 대한 자료 확보가 미흡하였다.

작성된 변수의 신뢰도 평가 결과 약 75%(신뢰도 2까지 포함)를 나타내었으며, 이는 초기에 현장적용 시 우려했던 관련 자료의 기록부족으로 인한 변수값 생성상의 문제점을 해소할 수 있을 정도의 신뢰도라고 판단된다.

3.5.3. S시, C시의 서비스수준 평가

S시와 C시의 상수도서비스 수준을 전국수도사업

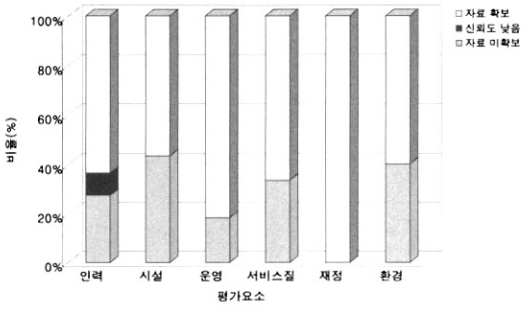

Fig. 3.4. C시 평가지표 작성 현황.

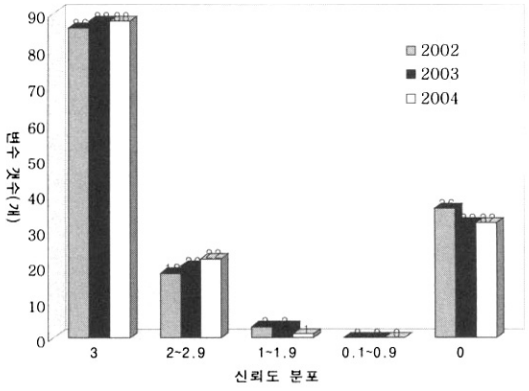

Fig. 3.5. C시 적용 변수값에 대한 신뢰도 분포.

자를 대상으로 평가하기 위해 "상수도통계(2004년 기준)"를 이용하여 평가지표값 작성이 가능한 8개 항목에 대해 도수분포도를 작성하였다.

Fig. 3.6의 "Ph.1 급수보급률"은 S시 100%, C시 89.6%를 나타내고 있다. S시와 C시의 급수보급률에 대한 서비스 수준[1]을 누적도수분포로 평가하면 S시

Table 3.6. 도수분포 작성 가능지표(2004년 기준)

연번	평가지표명	S시 지표값	C시 지표값
1	Ph.1 급수보급률	100%	89.6%
2	Ph.2 급수인구 1인당 급수량	355.9l/명.일	347.7l/명.일
3	Ph.3 유수율	83%	81.3%
4	Sd.1 직원1인당 급수인구	3,559.7명	1,561.4명
5	Ss.3 급수부하율	91.1%	76.5%
6	Sc.1 기술직원율	26.6%	23.3%
7	Sc.2 행정직원율	22.1%	10.3%
8	Sc.29 공급단가	507원/㎥]	412.7원/㎥

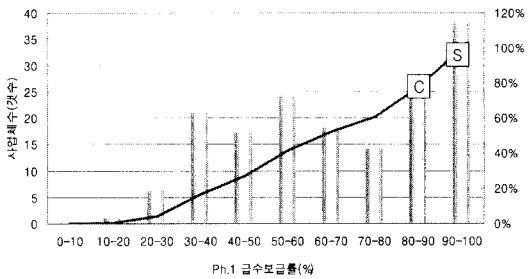

Fig. 3.6. 급수보급률 도수분포도.

는 상위 5% 수준의 급수보급률을 나타내는 것으로 평가되었으며, 이러한 보급률을 기록하고 있는 사업자[2]는 38개소인 것으로 조사되었다. 또한 C시는 상위 20% 수준의 급수보급률을 나타내며 이 수준의 보급률을 기록하는 사업자는 28개소로 조사되었다.

Fig. 3.7의 "Ph.2 급수인구 1인당 급수량"은 S시 355.9L/명 · 일, C시 347.7L/명 · 일 나타내고 있다. S시와 C시의 급수인구 1인당 급수량을 누적도수분포도로 평가하면 두 사업체 모두 상위 20% 정도를 나타내고 있으며, 이러한 수준을 기록하고 있는 사업체는 52개소로 조사되었다.

Fig. 3.8의 "Ph.3 유수율"의 경우 S시 83%, C시 81.3%를 나타내고 있다. S시와 C시의 유수율 달성 정도를 누적도수분포도로 평가하면 두 사업체 모두 상위 5% 수준을 나타내고 있으며 이 수준의 사업체수는 60개소로 조사되었다.

Fig. 3.9의 "Sd.1 직원1인당 급수인구수"는 S시 3,559.7명, C시 1,561.4명을 나타내고 있다. S시와 C시의 직원 1인에 대한 급수인구수를 누적도수분포

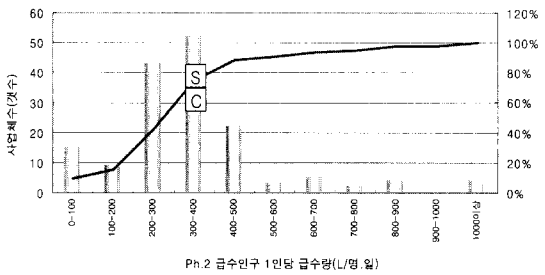

Fig. 3.7. 급수인구 1인당 급수량 도수분포도.

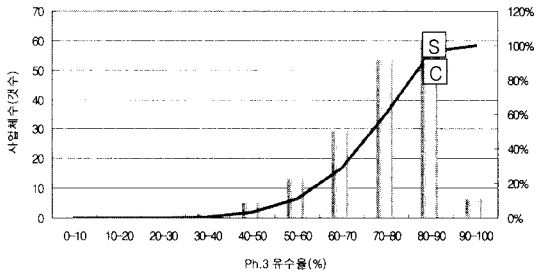

Fig. 3.8. 유수율 도수분포도.

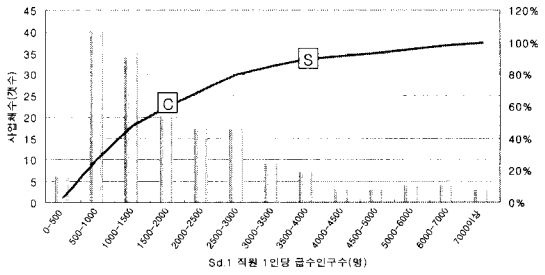

Fig. 3.9. 직원 1인당 급수인구수 도수분포도

도로 평가하면 S시는 상위 10% 수준으로서 이에 대한 사업체수는 전체 수도사업자 가운데 4개소로 조사되었다. 또한 C시는 상위 40% 수준의 직원 1인당 급수인구수를 나타내며, 이 수준의 사업체수는 20개소로 조사되었다.

Fig. 3.10의 "Ss.3 급수부하율"의 경우 S시 91.1%, C시 76.5%로써, 이 두 사업자의 급수수요에 대한 시설효율을 평가하기 위해 누적도수분포도에 따라 평가한 결과 S시는 상위 5% 수준의 급수부하율을 나타내고 있는 것으로 평가되었으며, 이에 대한 수도사업체는 15개소인 것으로 조사되었다. 또한 C시의 경우 상

1) 서비스수준 평가는 1~100% 사이에서 5% 단위로 평가.
2) 사업자수는 해당사업자와 같은 서비스수준을 갖는 사업자를 말함.

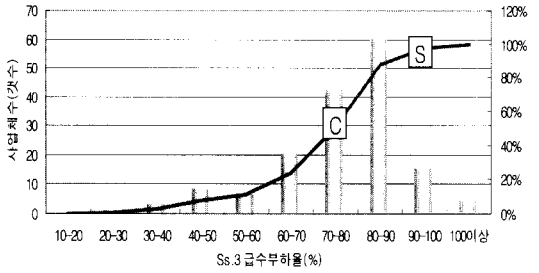

Fig. 3.10. 급수부하율 도수분포도.

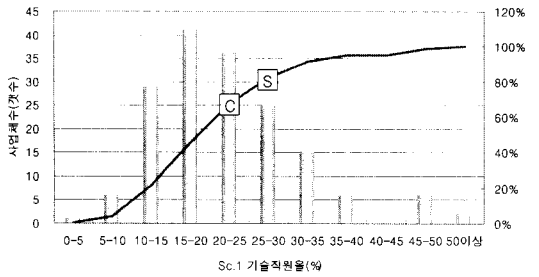

Fig. 3.11. 기술직원율 도수분포도.

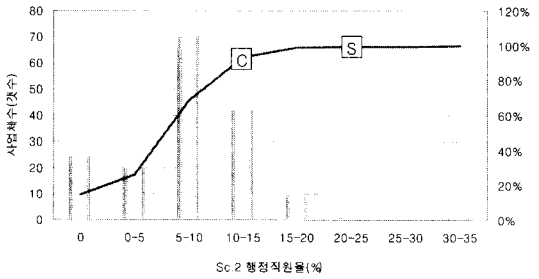

Fig. 3.12. 행정직원율 도수분포도.

위 50%로서 이 수준의 사업체는 42개소인 것으로 조사되었다.

Fig. 3.11은 기술직원율에 대한 도수분포도를 나타낸 것이다. S시 26.6%, C시 23.3%로서 S시는 상위 20% 수준의 기술직원비율을 나타내고 있으며, 이러한 수준의 사업체는 25개소인 것으로 조사되었다. 또한 C시의 경우 상위 25% 수준의 비율을 나타내고 있으며, 이에 대한 사업체는 36개소인 것으로 조사되었다.

Fig. 3.12의 "Sc.2 행정직원율"은 S시 22.1%, C시 10.3%로서 두 사업자의 총 직원에 대한 행정직원의 비율을 누적도수분포도로 나타낸 결과 S시는 상위 1% 수준의 행정직원비율을 나타내고 있으며, 이에 대한 사업체수는 1개소로 조사되었다. 또한 C시는

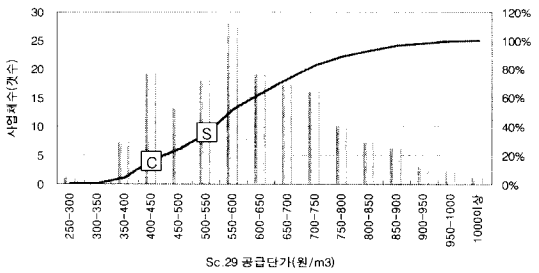

Fig. 3.13. 공급단가 도수분포도.

Table 3.7. 각 부분별 Rank 분석 결과(2004년 기준)

규모 \ 도시	S시	일본 T시	일본 Y시	일본 N시
인력	66.7	70.8	62.5	50.0
시설	42.3	69.2	55.8	82.7
운영	41.7	54.2	50.0	45.8
서비스 질	50.0	70.8	62.5	70.8
재정	82.1	78.6	42.9	50.0
환경	62.5	37.5	81.3	87.5

상위 5% 수준을 나타내고 있으며, 이 수준의 사업체수는 42개소로 조사되었다.

Fig. 3.13의 "Sc.29 공급단가"는 S시 507원/m³, C시 412.7원/m³의 값을 나타내었다. S시와 C시의 수도요금으로 부과된 수량(1m³)에 대한 공급단가를 알아보기 위해 누적도수분포도로 평가한 결과 S시는 상위 40% 수준을 나타내었으며, 이 수준의 사업체수는 18개소로 조사되었다. 또한 C시는 상위 80% 수준으로서, 이에 대한 사업체수는 19개소로 조사되었다.

3.6. 해외사업자와의 비교 평가

3.6.1. S시, 일본 T시 등 과의 비교평가

본 평가지표를 시범적용한 특 · 광역시 규모의 S시와 해외사업자와의 비교, 평가를 위해 일본 유사규모의 4개 사업자와 Rank분석에 의한 평가를 실시하였다. 평가결과는 **Table 3.7**에 나타내었으며, 각 부분별 Rank분석 결과를 **Fig. 3.14~3.20**에 나타내었다.

Fig. 3.14는 서비스수준에 대한 총괄평가 결과를 나타낸 것이다. S시의 경우 인력부분과 재정부분에 대한 서비스수준은 다른 사업자에 가운데 높거나 유사한 것으로 평가되었으나, 운영, 시설, 서비스 질 부분의 경우 최하위로 평가되었다.

Fig. 3.15의 인력분야에 대한 평가 결과 직원의 연수와 관련된 부분에 많은 시간을 투자하고 있으나,

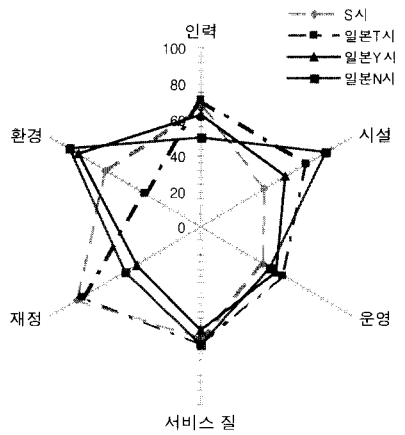

Fig. 3.14. 총괄서비스수준에 대한 Rank 분석 분포도.

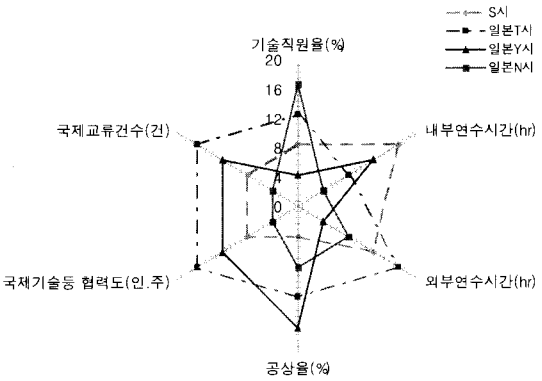

Fig. 3.15. 인력분야에 대한 Rank분석 분포도.

소속직원의 업무에 의한 공상율이 가장 높은 것으로 평가되었으며, 일본 T시에 비하여 국제교류 및 협력에 대한 활동이 부진한 것으로 평가되었다.

Fig. 3.16의 시설분야에 대한 평가 결과, 관로교체율, 관로점검율 등은 비교대상 사업자중 가장 높은 것으로 평가 되었으며, 관로에서의 사고비율이 가장 높게 평가되었고 이러한 사고발생으로 인해 관로의 교체율이 높은 것으로 평가된다. 관로내의 밸브설치밀도가 비교대상 사업자중 가장 낮았으며, 이는 배수조작의 유연성과 관로의 유지관리 측면에서 단수조작시영향을 받는 구역을 최소화 하는 측면에서 볼 때 앞으로 투자 등을 통한 개선이 필요한 부분이다.

Fig. 3.17의 운영분야에 대한 평가 결과, 급수보급률과 수원여유률, 수질기준부적합률은 비교대상 사업자들과 유사하거나 높은 것으로 평가되었으나, 원수

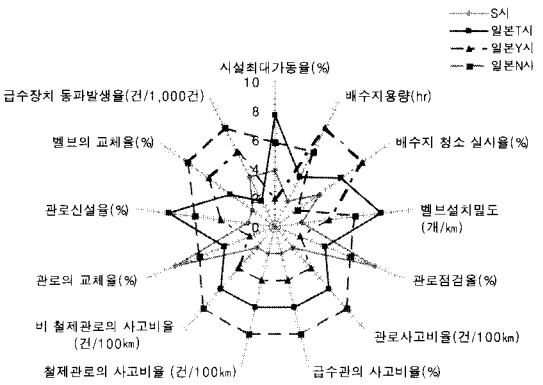

Fig. 3.16. 시설분야에 대한 Rank분석 분포도.

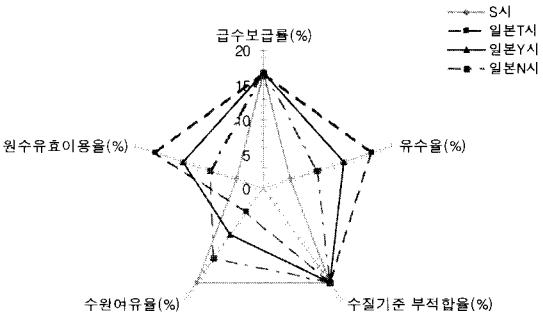

Fig. 3.17. 운영분야에 대한 Rank분석 분포도.

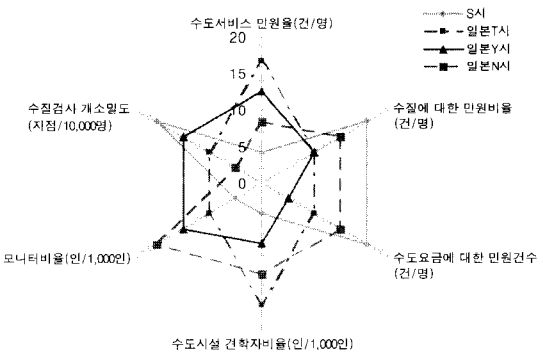

Fig. 3.18. 서비스 질 분야에 대한 Rank분석 분포도.

유효이용율과 유수율은 비교평가 사업자에 가운데 낮은 것으로 평가되었다. 원수유효이용율은 취수량에 대해 효과적으로 사용된 원수 비율을 나타내는 것으로써, 누수율과 유사한 개념으로 누수율보다 넓은 의미에서 수도시스템 전체의 원수이용 유효성을 의미하며 이 값이 낮기 때문에 유수율이 낮은 것으로 평가되었다.

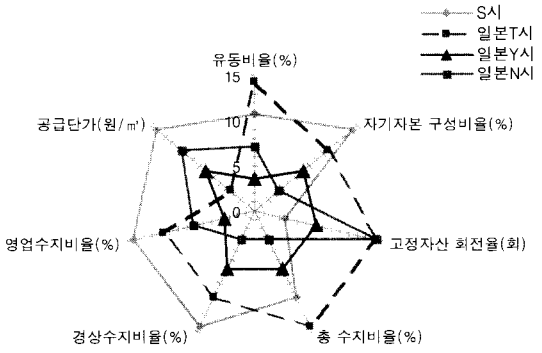

Fig. 3.19. 재정분야에 대한 Rank 분석 분포도.

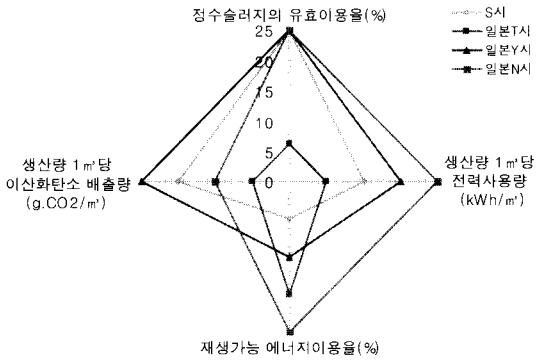

Fig. 3.20. 환경 분야에 대한 Rank분석 분포도.

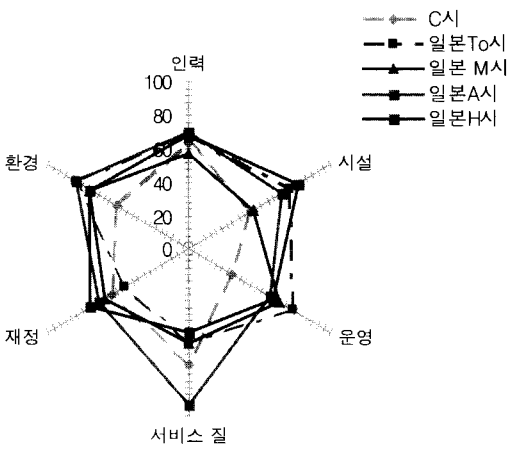

Fig. 3.21. 총괄서비스수준에 대한 Rank 분석 분포도.

Table 3.8. 각 부분별 Rank 분석 결과(2003년 기준)

규모 / 도시	C시	일본 To시	일본 M시	일본 A시	일본 H시
인력	63.3	67.5	56.7	70.0	68.3
시설	43.1	70.8	46.2	66.2	76.9
운영	30.0	73.3	63.3	56.7	60.0
서비스질	70.0	56.7	56.7	93.3	50.0
재정	54.3	45.7	60.0	62.9	77.1
환경	50.0	80.0	70.0	80.0	70.0

Fig. 3.18의 서비스 질에 대한 평가결과 S시는 수도요금과 수질, 수질검사 개소밀도에 대해서 비교대상 사업자들 중에 가장 만족도가 높은 것으로 평가되었다. 그러나, 수도사업의 시민 참여도를 알 수 있는 수도시설 견학자비율과 모니터 비율에서 가장 낮은 것으로 평가되었고 수도서비스에 대한 총괄적 민원이 가장 많은 것으로 평가되어 이 부분에 대한 지속적인 개선이 필요하다.

Fig. 3.19의 재정 분야에 대한 평가 결과, S시는 총수지 및 영업수지, 경상수지, 자기자본 구성 부분에서 비교대상 사업자보다 높이 평가되어 경영부분의 건전성이 높은 것으로 평가되었고, 수돗물의 공급단가는 4개 사업자중 가장 낮아서 우수한 것으로 평가되었다. 고정자산 회전율 부분에서 비교 대상 사업자 중 가장 낮은 것으로 평가되어, 시설에 대한 과잉투자 경향이 있는 것으로 평가되었다.

Fig. 3.20의 환경분야에 대한 평가결과, 정수슬러지의 유효이용은 일본 T시를 제외한 비교 대상 사업자들이 100% 활용하고 있는 것으로 조사되었으며, S시는 자체적으로 재생가능한 에너지 활용을 통한 환경부하 저감을 위한 노력은 저조한 것으로 평가되었다.

3.6.2. C시, 일본 To시 등 과의 비교평가

본 평가지표를 시범적용한 중 · 소규모 사업자인 C시와 일본 유사규모의 4개 사업자의 Rank분석에 의한 평가결과를 **Table 3.8**에 나타내었으며, 각 부분별 Rank분석 결과를 **Fig. 3.22~3.27**에 나타내었다.

Fig. 3.21의 서비스 수준에 대한 총괄평가 결과 C시는 서비스 질 부분에 대해서는 비교적 다른 사업자보다 높게 평가되었으나, 서비스 질을 제외한 다른 부분의 경우 비교대상 사업자 가운데 가장 낮게 평가되어 전체적으로 지속적인 개선이 필요할 것으로 사료된다.

Fig. 3.22의 인력에 대한 평가 결과 C시는 기술직원율, 직원에 대한 연수부분에 대해 다른 사업자 가운데 가장 높은 것으로 평가되어 직원의 전문성을 높이고자 하였으나 국제 교류 및 협력에 대한 부분이

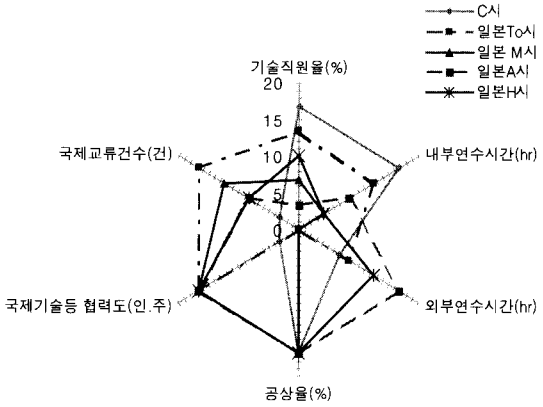

Fig. 3.22. 인력분야에 대한 Rank분석 분포도.

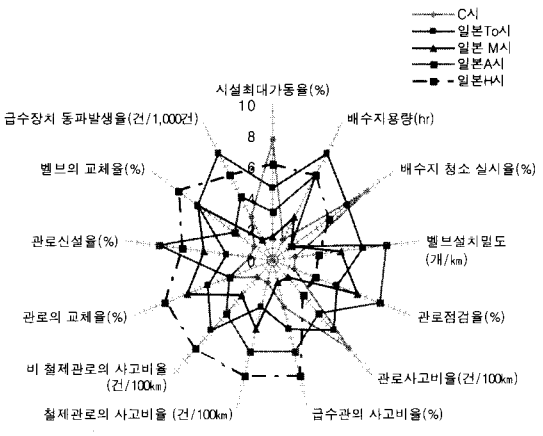

Fig. 3.23. 시설분야에 대한 Rank분석 분포도.

부진한 것으로 평가되어 좀 더 확대된 직원교류 및 협력이 필요할 것으로 사료된다.

Fig. 3.23의 시설분야에 대한 평가 결과, C시는 급수관의 사고비율, 배수지 용량 및 배수지청소 실시율 등은 비교대상 사업자중 높은 것으로 평가 되었으며, 관로에서의 사고비율이 가장 높게 평가되어 관로의 안정적인 관리 및 정비가 지속적으로 개선되어야 할 것으로 사료된다. 관로내의 밸브설치밀도가 비교대상 사업자중 가장 낮게 평가되었는데, 이는 배수조작의 유연성과 관로의 유지관리 측면에서 단수조작시 영향을 받는 구역을 최소화 하는 측면에서 볼 때 앞으로 투자 등을 통한 개선이 필요한 부분이다.

Fig. 3.24의 운영분야에 대한 평가 결과, C시는 수질기준 부적합율을 제외한 나머지 평가지표에서 비교대상 사업자보다 낮은 것으로 평가되었다. 원수유효

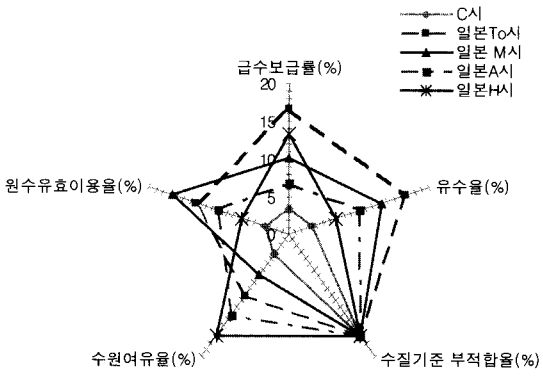

Fig. 3.24. 운영분야에 대한 Rank분석 분포도.

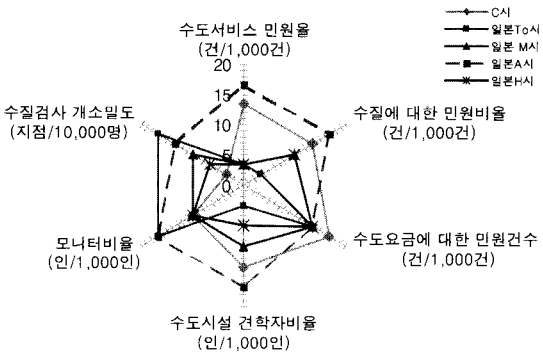

Fig. 3.25. 서비스 질 분야에 대한 Rank분석 분포도.

이용율은 취수량에 대해 효과적으로 사용된 원수 비율을 나타내는 것으로써, 누수율과 유사한 개념으로 누수율보다 넓은 의미에서 수도시스템 전체로서의 원수이용 유효성을 의미하며 이 값이 낮기 때문에 유수율이 낮은 것으로 평가되었다. 전체적으로 서비스 공급의 효율성을 높이기 위한 지속적인 개선이 필요한 것으로 사료된다.

Fig. 3.25의 서비스 질에 대한 평가 결과, C시는 수도시설 견학자 비율이 높은 것으로 평가되어 수도사업에 대해 어느 정도 시민의 참여가 이루어지고 있는 것으로 평가되었으나 수도서비스에 대한 총괄적 민원이 가장 많은 것으로 평가되어 이 부분에 대한 지속적인 개선이 필요하다.

Fig. 3.26의 재정 분야에 대한 평가 결과, C시는 자기자본 구성비율 부분에서 높은 것으로 평가되었으나, 총수지, 영업수지, 경상수지, 공급단가 부분은 가장 낮게 평가되어 수도사업자의 재정운영 효율정도에 있어서 우수하다고 판단할 수는 없다. 그러나 수도사

상하수도학회지, 논문
20권 3호, pp. 411-429, 2006

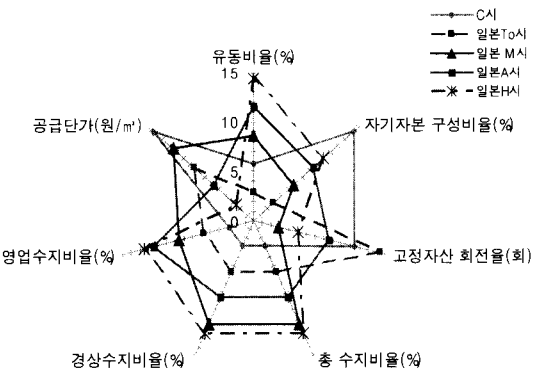

Fig. 3.26. 재정분야에 대한 Rank분석 분포도.

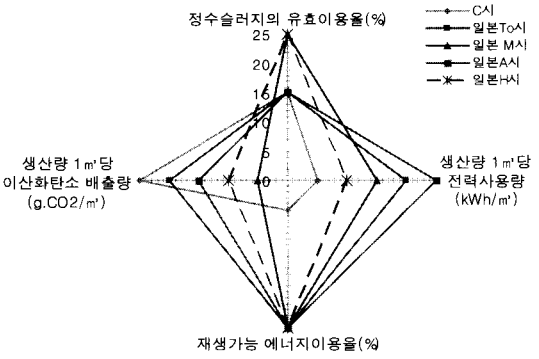

Fig. 3.27. 환경 분야에 대한 Rank분석 분포도.

업이 시설형(施設型) 사업이라는 점에서 고정자산 회전율은 중요지표이며, 회전율이 비교적 높이 평가되어 수도시설이 효과적으로 운영, 가동되고 있음을 알 수 있다.

Fig. 3.27의 환경분야에 대한 평가 결과 C시는 정수슬러지의 유효이용이 낮게 평가되어 앞으로 폐자원의 재활용측면을 고려하여 개선해야할 것으로 사료되며 이산화탄소의 배출량이 비교대상 사업자보다 높게 평가되어 환경부하 저감을 위한 노력이 시급할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 상하수도서비스 국제 표준화에 대응하기 위해 국내 수도사업자에 대한 서비스수준 평가를 목적으로 평가지표(Performance Indicator; PI)를 개발하였고, 이의 적정성을 평가하기 위해 단위사업자를 대상으로 시범적용을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 본 연구를 통해 개발된 상수도평가지표는 인력(11개), 시설(23개), 운영(22개), 서비스 질(15개), 재정(24개), 환경(5개)분야에 대해 총 100개의 지표를 개발하였다.

2. 평가지표의 실효성 평가를 위해 특 · 광역시 규모의 S시 및 중 · 소규모 단위의 C시 사업자에 시범적용한 결과 S시의 경우 100개 평가지표 중 미작성 지표 6개로 94%의 지표작성률을 나타내었고, 작성된 변수값에 대해서도 약 85%의 높은 신뢰도를 나타내었다. 또한 C시의 경우 미작성 지표 24개로 76%의 지표작성률을 나타내었고, 75%의 신뢰도를 갖는 것으로 평가되어 개발된 평가지표가 국내 수도사업자의 서비스 수준을 평가하는데 적절한 것으로 평가되었다.

3. S시의 상수도서비스 수준 평가를 위해 전국수도사업자를 대상으로 "상수도통계(2004년 기준)"를 이용, 8개 분야에 대해 도수분포도를 작성하여 평가한 결과 S시의 경우 급수보급률, 행정직원율은 전국사업자대비 상위 1%, 급수보급률, 유수율, 급수부하율은 상위 5% 수준으로 높게 평가되었으나 기술직원율 상위 20%수준, 공급단가 상위 40% 수준으로 비교적 낮게 평가되었다.

4. C시의 상수도서비스 수준 평가를 위해 전국수도사업자를 대상으로 "상수도통계(2004년 기준)"를 이용, 8개 분야에 대해 도수분포도를 작성하여 평가한 결과 유수율, 행정직원율은 전국수도사업자 대비 상위 5% 수준으로 높게 평가되었으나 급수보급률, 급수인구 1인당 급수량은 20%, 직원1인당 급수인구수 상위 40% 수준으로 다소 낮게 평가되었다.

5. S시와 유사한 규모를 가진 일본 T시 등 3개 사업자와의 서비스 수준을 평가하기 위해 Rank 분석법에 의해 평가한 결과 S시는 인력, 재정부분에 대한 서비스 수준은 다른 비교 사업자 가운에 높거나 유사한 것으로 평가되었으나 시설, 운영, 서비스 질 부분에 대해서는 가장 낮게 평가되어 향후 지속적인 개선이 필요할 것으로 사료된다.

6. C시와 유사한 규모를 가진 일본 To시 등 4개 사업자와 서비스 수준을 평가하기 위해 Rank 분석법에 의해 평가한 결과 C시는 서비스 질 부분에 대해서는 다른 사업자보다 비교적 높게 평가되었으나 서비

스 질 부분을 제외한 다른 부분의 경우 가장 낮게 평가되어 수도서비스 질 향상을 위해 전반적인 개선이 필요한 것으로 평가되었다.

7. 모든 평가지표를 변수값을 이용하여 개량화함에 따라 각 사업자들간의 서비스수준을 객관적으로 평가할 수 있어 수도사업자는 자신의 서비스수준을 파악하고 다른 사업자보다 부족한 분야에 대한 평가가 가능하였다.

감사의 글

본 연구는 환경부, "차세대핵심환경기술개발사업"의 일환으로서 본 연구를 지원해주신 환경부에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. 동경도수도국 (2005) *수도사업가이드라인의 업무지표 적용결과*, Vol. **17**, pp.124-125.
2. 한국상하수도협회 (2006) *국제경쟁력 강화를 위한 상하수도서비스 평가기준 개발연구*, pp.2-4, 138-140.
3. 환경관리공단(2004) *상하수도서비스 경쟁력 강화를 위한 표준화방안 연구*, pp.190-203.
4. 환경부 (2003) *2002 상수도통계*, pp.82-25.
5. 환경부 (2004) *2003 상수도통계*, pp.95-105.
6. 환경부 (2005) *2004 상수도통계*, pp.85-96.
7. 환경부 (2003) *2002 하수도통계*, pp.345-348.
8. 환경부 (2004) *2003 하수도통계*, pp.298-305.
9. 환경부 (2005) *2004 하수도통계*, pp.340-342.
10. 환경부 (2005) *정수장 운영 및 관리실태 평가규정*, vol. **61**, pp.11-20.
11. 행정자치부(2004) *지방직영기업 경영평가편람*, pp.17-27.
12. 일본수도협회(2005) *수도사업가이드라인*(JWWA Q 1000), pp.73-85.
13. 일본수도협회(2003) *수도통계*(시설 · 업무편), pp.648-655.
14. 일본수도협회(2005) *일본수도협회지*, Vol. **74**, No.7, pp.113-121.
15. Angela K. Lafferty and William C.Lauer (2005) *Benchmarking performance indicators for water and wastewater utilities*, AWWA, pp.43-57.
16. Arunk. Deb, Yakir j. Hasit and Frank M. Grablutz (1995) *Distribution system performance evaluation*. AWWARF, pp.77-85.
17. H. Alegre, W.Hirner, J.M. Baptista and R. Parena (2000) *Performance indicators for water supply services*, IWA pp.31-51.
18. David Stephenson (2005) *Water service management*, IWA pp. 124-138.

상하수도학회지, 논문
20권 3호, pp. 411-429, 2006

〔부록〕

〈본 연구에서 개발된 상수도평가지표〉

목표	기준	상수도평가지표	공 식
공공의 건강증진 (Ph)	상수도 보급 및 적정운영	Ph.1 급수보급률	급수인구/총인구×100(%)
		Ph.2 급수인구 1인당 급수량	1일 평균 급수량/급수인구×1,000(L/명 · 일)
		Ph.3 유수율	유수수량/생산량×100(%)
		Ph.4 서비스연결 실패	연간 서비스 연결 실패 횟수/총 가구수×1,000(건수/1,000가구)
	수질개선 및 관리	Ph.5 원수수질감시도	원수수질 감시항목수/수돗물 법정검사 항목수×100(%)
		Ph.6 수질검사 개소 밀도	수질검사 채수 개소수/급수인구×10,000(지점/10,000명)
		Ph.7 수질기준 부적합율	수질기준 부적합회수/전체검사회수×100(%)
		Ph.8 수질테스트(일간 검사횟수)	실제 일간 검사횟수/법적 일간 검사횟수×100(%)
서비스의 안정적 공급(Ss)	정수처리 시설의 안정적 관리	Ss.1 수원여유율	확보하고 있는 수원수량/1일 최대 생산량×100(%)
		Ss.2 원수유효이용율	연간유효수량/연간 취수량×100(%)
		Ss.3 급수 부하율	1일 평균 급수량/1일 최대 급수량×100(%)
		Ss.4 시설최대 가동율	1일 최대급수량/1일 최대공급가능량×100(%)
		Ss.5 배수지유효용량	배수지용량/ 1일 최대급수량×24(hr)
		Ss.6 배수지 청소 실시율	년간 청소한 배수지 총 용량/배수지 용량×100(%)
		Ss.7 밸브설치밀도	밸브설치수/관로총연장(개/km)
		Ss.8 정수시설 유량계 보정율	연간 보정된 유량계 개수/정수시설에 설치된 유량계 개수 100×(%)
		Ss.9 배수지 연속자동수질감시도	배수지 연속자동 수질감시장치 설치대수/배수지수
		Ss.10 설비점검 실시율	전기 · 계장 · 기계설비 등의 점검회수/12(회/월)
		Ss.11 정수장의 기술진단	최근 5년 이내에 기술진단을 실시횟수(횟수)
		Ss.12 정수장의 기술진단 개선 완료율	개선완료건수/전체지적건수×100(%)
		Ss.13 정수슬러지처리 사용약품원단위	사용약품량(슬러지처리)/탈수슬러지량
		Ss.14 약품사용율	전 정수장 사용약품량/연간생산량×100(%)
	관로의 안정적 관리	Ss.15 관로점검율	점검한 관로연장/관로총연장×100(%)
		Ss.16 관로 사고비율	관로의 사고건수/관로총연장×100(건/100km)
		Ss.17 급수관의 사고비율	급수관의 사고건수/급수전수×1,000(건/1,000건)
		Ss.18 도 · 송 · 배수관로의 사고비율	도 · 송 · 배수관로의 사고건수/도 · 송 · 배수관로연장×100(건/100km)
		Ss.19 철제관로의 사고비율	철제관로의 사고건수/철제관로 총연장×100(건/100km)
		Ss.20 비철제관로의 사고비율	비철제관로의 사고건수/비철제관로 총연장×100(건/100km)
		Ss.21 관로의 개량율	개량된 관로연장/관로총연장×100(%)
		Ss.22 관로의 교체율	교체된 관로연장/관로총연장×100(%)
		Ss.23 관로 신설율	신설관로연장/관로총연장×100(%)
		Ss.24 유효누수 제어수리	누수제어를 통해 감지된 누수 건수/총 송 · 배 · 급수관 연장×100(건/km · 년)
		Ss.25 관망의 GIS 관리율	GIS 구축 관로 연장/관로총연장×100(%)
		Ss.26 밸브의 교체율	교체된 밸브 수/관로에 설치되어 있는 밸브 총수×100(%)
		Ss.27 급수압 부적정율	부적정 급수압력 측정개소수/급수압 측정개소 총수×100(%)
	위험 관리 및 대비	Ss.28 자동화정도	자동제어장치가 설치된 시설수/제어장치가 설치된 시설수×100(%)
		Ss.29 정수시설 내진율	내진설계된 시설수/정수처리시설수 중 내진화 필요시설 수×100(%)
		Ss.30 펌프 전력사고	년중 전력공급장애로 인해 펌프시설 정지 건수/총 펌프시설의 개수(건수/갯수 · 년)
		Ss.31 위기관리 대처능력	위기관리 대처를 위한 예산/ 전체예산×100(단위: %)

목표	기준	상수도평가지표	공 식
상수도 서비스의 지속성 (Sc)	인력 개발 및 전문화	Sc.1 기술직원율	기술직원총수/총 직원수×100(%)
		Sc.2 행정직원율	행정직원총수/총 직원수×100(%)
		Sc.3 재무회계 직원율	회계직원총수/총 직원수×100(%)
		Sc.4 기술 + 연구직 직원자격 취득도	직원이 취득하고 있는 관련 자격수/총 직원수(건/명)
		Sc.5 서비스직원율	서비스 직원수/총 직원수×100(%)
		Sc.6 수도업무 경험년수	전체직원의 수도업무 경험년수/총 직원수(년/명)
		Sc.7 내부교육연수시간	각각의 직원이 내부교육연수를 받은 총 시간/총 직원수(시간)
		Sc.8 외부교육연수시간	각각의 직원이 외부교육연수를 받은 총 시간/총 직원수(시간)
		Sc.9 공상율(公傷率)	[(공상으로 휴무하고 있는 연인원×휴무일수)/(총 직원수×연간 근무일수)]×100(%)
		Sc.10 국제기술 등 협력도	인적기술 등 협력자수×체재주수(명·주)
		Sc.11 국제교류건수	인적교류건수/총 직원수×100(%)
	지속적인 서비스 제공을 위한 재정관리	Sc.12 유동비율	유동자산/유동부채×100(%)
		Sc.13 당좌 비율	당좌자산/유동부채×100(%)
		Sc.14 자기자본구성비율	(자기자본금 + 잉여금)/부채·자본합계×100(%)
		Sc.15 부채비율	부채총액/자기자본×100(%)
		Sc.16 고정장기 적합율	고정자산/(자기자본+고정부채)×100(%)
		Sc.17 매출액 순 이익율	[당기순이익/순매출액(영업수익-급수공사수익)]×100(%)
		Sc.18 자기자본 순 이익율	당기순이익/자기자본×100(%)
		Sc.19 자기자본 경상이익율	경상이익/자기자본×100(%)
		Sc.20 총 자본 경상이익율	경상이익/총자본×100(%)
		Sc.21 총 자본 회전율	순 매출액(영업수익-급수공사수익)/총자본(회)
		Sc.22 자기자본 회전율	순 매출액(영업수익-급수공사수익)/자기자본(회)
		Sc.23 매출채권 회전율	순 매출액(영업수익-급수공사수익)/매출채권(회)
		Sc.24 고정자산 회전율	순 매출액(영업수익-급수공사수익)/고정자산(회)
		Sc.25 감가상각율	당기 감가상각비/(고정자산-미상각자산+감가상각비)
		Sc.26 총 수지비율	[총수익(영업수익+영업외수익+특별수익)/총비용(영업비용+영업외비용+특별손실+법인세 등)]×100(%)
		Sc.27 경상수지비율	[경상수익(영업수익+영업외수익)/경상비용(영업비용+영업외비용)]×100(%)
		Sc.28 영업수지비율	(영업수익-급수공사수익)/(영업비용-급수공사비)×100(%)
		Sc.39 공급단가	급수수익(사용료수익)/연간 총 조정량(부과량)(원/㎥)
		Sc.30 총괄원가	총괄원가/연간 총 조정량(부과량)(원/㎥)
		Sc.31 원가보상율	급수수익/총괄원가×100(%)
		Sc.32 기업채원리금 상환 대 요금수입비율	[차입금상환/급수수익(사용료수익)]×100(%)
		Sc.33 인건비비율	인건비/총비용(영업비용+영업외비용+특별손실+법인세등)×100 (%)
		Sc.34 인건비 대 요금수입비율	[인건비/급수수익(사용료수익)]×100(%)
		Sc.35 직원 1인당 영업수익	영업수익/총 직원수(원/인)
지역사회의 지속적인 발전 도모 (Sd)	지속적인 발전을 위한 서비스 건전성 확보	Sd.1 직원1인당 급수인구수	급수인구/총 직원수(명)
		Sd.2 급수제한수	연간 급수제한일수(일)
		Sd.3 수도계량기 동파발생율	연간 수도계량기 동파건수/급수전수×1,000(건/1,000수)
		Sd.4 관체 동파발생율(신설)	연간 관체동파건수/급수전수×1,000(건/1,000수)
	지역사회와의 교류 증진	Sd.5 잔류염소저감을 위한 노력	[1 - (연간 잔류염소 최대농도 - 잔류염소 수질관리목표치) / 잔류염소 수질관리목표치]×100(%)
		Sd.6 수도서비스 민원율	전체 민원건수/급수인구(건/명)
		Sd.7 수질에 대한 민원비율	수질 민원건수/급수인구(건/명)
		Sd.8 수도요금에 대한 민원건수	연간 수도요금에 대한 민원건수/급수인구(건/명)
		Sd.9 민원처리 소요시간	민원처리 총 소요시간/전체민원건수(건/명)
		Sd.10 상수원 보호구역 주민	상수원 보호 관련 민원 건수/전체민원건수×100(%)

목표	기준	상수도평가지표	공 식
		만족도	
		Sd.11 수도사업 홍보	홍보를 위해 사용한 예산/전체예산 × 100(%)
		Sd.12 수도사업자의 주민을 위한 교육	교육을 위해 사용한 예산/전체예산 × 100(%)
		Sd.13 수도시설 견학자 비율	시설 견학자수/급수인구 × 1,000(명/1,000명)
		Sd.14 모니터비율	(모니터 인원수/급수인구) × 1,000(명/1,000명)
		Sd.15 모니터 참여율	평균 앙케이트 참여 모니터수/총 모니터 인원수 × 100(%)
		Sd.16 소비자의 위원회 참여율	소비자 위원 수/위원회 위원 수 × 100(%)
		Sd.17 정보 공개율	정보 공개 건수/정보 공개 요청건수 × 100(%)
		Sd.18 주민 친화적 시설활용율	주민 친화적 시설면적/정수처리시설면적 × 100(%)
환경에의 영향 최소화 (Ee)	하수처리시설 발생 환경부하 저감 노력	Ee.1 정수슬러지의 유효이용율	연간 정수슬러지의 재활용량/연간 정수슬러지 발생량 × 100
		Ee.2 생산량 1㎥당 전력사용량	총 전력량/생산량(kWh/㎥)
	에너지 사용 저감 노력	Ee.3 생산량 1㎥당 소비에너지	당해연도 정수장 소요 에너지 비용/연간 생산량(원/㎥)
		Ee.4 재생가능한 에너지 이용율	재생 가능한 에너지 설비의 전력사용량/총 전력사용량 × 100 (%)
		Ee.5 생산량 1㎥당 CO_2 배출량	[총전력사용량(kWh) × 0.424kgCO_2/kWh]//연간 생산량 × 1,000(g CO_2/㎥)

〈본 연구에서 개발된 하수도평가지표〉

목표	기준	하수도평가지표	공 식
공공의 건강증진 (Ph)	하수도 보급 및 적정운영	Ph.1 인구에 대한 하수도보급률	하수처리인구/총인구 × 100(%)
		Ph.2 하수관거 보급율	시설연장/계획연장 × 100(%)
		Ph.3 미처리하수율	연중 미처리 하수 총량/년중 총 시설용량 × 100(%)
		Ph.4 우기시 하수 미처리율	일차 처리량/이차 처리량 × 100(%)
		Ph.5 수세식화장실 보급률	수세식화된 인구수/총인구 × 100(%)
	수질개선 및 관리	Ph.6 유입수질관리	연평균 유입수질/계획유입수질 × 100(%)
		Ph.7 방류수질 만족도	{1-[∑(방류수 농도/방류수 수질기준)/6]} × 100(%)
		Ph.8 방류수 수질기준초과율	수질기준 초과횟수/수질측정 횟수 × 100
		Ph.9 수질테스트(연간 검사횟수)	실제 연간검사 횟수/법적 연간검사 횟수 × 100(%)
서비스의 안정적 공급 (Ss)	하수 처리시설의 안정적 관리	Ss.1 하수처리 가동율	현재처리용량/계획시설용량 × 100(%)
		Ss.2 일차처리 시설 가동율	하수처리장 일차처리시설 일 최대처리량/하수처리장 일차처리시설 계획 시설용량 × 100(%)
		Ss.3 시설의 노후화율 (처리시설 설비)	처리시설 설비 내용연수 초과대수/처리시설 주요설비대수 × 100(%)
		Ss.4 시설의 유지관리 개선율 (처리시설설비)(신설)	처리시설설비 내용연수 초과대수 중 유지관리 개선 설비대수/처리시설 설비 내용연수 초과대수 × 100(%)
		Ss.5 하수처리장 유량계보정	하수처리시설 유량계 보정횟수/하수처리시설 유량계 총 개수(건/개)
		Ss.6 수질모니터링장비 보정	하수처리 모니터링 장비 보정횟수/하수처리시설 모니터링장비 총 개수(건/개)
		Ss.7 시설 유효 이용율	일 최대 유입하수량/시설용량 × 100(%)
		Ss.8 시설 운영 여유율	(1-시설용량/일 최대처리용량) × 100(%)
		Ss.9 하수종말처리시설의 기술진단	최근 5년 이내에 기술진단을 실시횟수(횟수)
		Ss.10 하수종말처리시설의 기술진단 개선 완료율	개선완료건수/전체지적건수 × 100(%)
		Ss.11 슬러지처리 사용약품원단위	사용약품량(슬러지처리)/탈수슬러지량
		Ss.12 약품사용율	전 하수처리장 사용약품량/유입하수량 × 100(%)

목표	기준	상수도평가지표	공 식
	관거의 안정적 관리	Ss.13 하수관거 조사율	조사된 하수관거 총연장/하수관거 총 시설 연장×100(%)
		Ss.14 관거결함 발생 빈도	관거결함 발생 횟수/조사된 하수관거 총시설연장(회/km·년)
		Ss.15 하수관거 배수불량 빈도	연간 하수관거 배수불량 빈도횟수/하수관거 총 시설연장(건/km·년)
		Ss.16 하수관거 개·보수율	당해년도 하수관거 개·보수연장/하수관거 총 시설연장×100(%)
		Ss.17 시설의 노후화율(관거)	내용연수 초과 관거길이/하수관거 총 시설연장
		Ss.18 하수관망 GIS 관리율	GIS 구축 하수관거 연장/하수관거 총 시설연장×100(%)
		Ss.19 하수관거 유지관리 (하수관거 준설실적)	최근 5년간 하수관거 준설 연장/하수관거 총 시설연장×100(%)
		Ss.20 관거길이 당 유입수량	(우기시 일평균 하수량-건기시 일평균 하수량)/지선 및 간선관거 길이(㎥/일·km)
		Ss.21 관거길이 당 침입수량	(건기시 일평균 하수량 - 일평균 계획오수량)/지선 및 간선 관거 길이(㎥/일·km)
	위험 관리 및 대비	Ss.22 자동화정도	제어장치가 설치된 시설수/제어가능한 시설수×100(%)
		Ss.23 하수처리시설의 내진화율	내진설계된 시설수/하수처리시설수 중 내진화 필요시설 수×100(%)
		Ss.24 펌프 전력사고	년중 전력공급장애로 인해 펌프시설 정지 건수/총 펌프시설의 개수(건수/갯수·년)
		Ss.25 침수피해율	침수피해인구/하수도 범람횟수×100(%)
		Ss.26 위기관리 대처능력	위기관리 대처를 위한 예산/전체예산×100(%)
하수도 서비스의 지속성 (Sc)	인력 개발 및 전문화	Sc.1 기술직원율	기술직원총수/총 직원수×100(%)
		Sc.2 행정직원율	행정직원총수/총 직원수×100(%)
		Sc.3 재무회계 직원율	회계직원총수/총 직원수×100(%)
		Sc.4 기술+연구직 직원자격 취득도	직원이 취득하고 있는 관련 자격수/총 직원수(건/명)
		Sc.5 서비스직원율	서비스 직원수/총 직원수×100(%)
		Sc.6 하수도업무 경험년수	전체직원의 하수도업무 경험년수/총 직원수(년/명)
		Sc.7 내부교육연수시간	각각의 직원이 내부교육연수를 받은 총 시간/총 직원수(시간)
		Sc.8 외부교육연수시간	각각의 직원이 외부교육연수를 받은 총 시간/총 직원수(시간)
		Sc.9 공상율(公傷率)	[(공상으로 휴무하고 있는 연인원 휴무일수)/(총 직원수×연간 근무일수)]×100(%)
		Sc.10 국제기술 등 협력도	인적기술 등 협력자수×체재주수(명·주)
		Sc.11 국제교류건수	인적교류건수/총 직원수×100(%)
	지속적인 서비스 제공을 위한 재정관리	Sc.12 유동비율	유동자산/유동부채×100(%)
		Sc.13 당좌 비율	당좌자산/유동부채×100(%)
		Sc.14 자기자본구성비율	(자기자본금 + 잉여금)/부채·자본합계×100(%)
		Sc.15 부채비율	부채총액/자기자본×100(%)
		Sc.16 고정장기 적합율	고정자산/(자기자본+고정부채)×100(%)
		Sc.17 매출액 순 이익율	[당기순이익/순 매출액(영업수익-수탁공사수익)]×100(%)
		Sc.18 자기자본 순 이익율	당기순이익/자기자본×100(%)
		Sc.19 자기자본 경상이익율	경상이익/자기자본×100(%)
		Sc.20 총 자본 경상이익율	경상이익/총자본×100(%)
		Sc.21 총 자본 회전율	순 매출액(영업수익-수탁공사수익)/총자본(회)
		Sc.22 자기자본 회전율	순 매출액(영업수익-수탁공사수익)/자기자본(회)
		Sc.23 매출채권 회전율	순 매출액(영업수익-수탁공사수익)/매출채권(회)
		Sc.24 고정자산 회전율	순 매출액(영업수익-수탁공사수익)/(기초고정자산+기말고정자산)/2(회)
		Sc.25 감가상각율	당기 감가상각비/(고정자산-미상각자산+감가상각비)
		Sc.26 총 수지비율	[총수익(영업수익+영업외수익+특별수익)/총비용(영업비용+영업외비용+특별손실+법인세 등)]×100(%)
		Sc.27 경상수지비율	[경상수익(영업수익+영업외수익)/경상비용(영업비용+영업외비용)]×100(%)

목표	기준	상수도평가지표	공 식
		Sc.28 영업수지비율	(영업수익-수탁공사수익)/(영업비용-수탁공사비)×100(%)
		Sc.39 공급단가	하수수익(사용료수익)/연간 총 조정량(부과량)(원/㎥)
		Sc.30 총괄원가	총괄원가/연간 총 조정량(부과량)(원/㎥)
		Sc.31 원가보상율	하수수익/총괄원가×100(%)
		Sc.32 차입금 상환 대 요금 수입비율	[차입금상환/하수수익(사용료수익)]×100(%)
		Sc.33 인건비비율	인건비/총비용(영업비용+영업외비용+특별손실+법인세등)×100(%)
		Sc.34 인건비 대 요금수입비율	[인건비/하수수익(사용료수익)]×100(%)
		Sc.35 직원 1인당 영업수익	영업수익/총 직원수(원/인)
지역사회의 지속적인 발전 도모 (Sd)	지속적인 발전을 위한 서비스 건전성 확보	Sd.1 직원 1인당 하수처리인구	하수처리인구/ 총 직원수
		Sd.2 운영(점검)일지 작성도	실제기록횟수/법정기록횟수×100(%)
	지역사회와의 교류 증진	Sd.3 하수도서비스 민원율	전체민원건수/하수처리인구(건/명)
		Sd.4 악취·소음·진동에 관한 민원	악취·소음·진동에 관한 민원건수/전체 민원건수×100(%)
		Sd.5 오염사고에 대한 불만	년중 오염 사고 발생에 따른 불만 건수/하수처리인구(건/명)
		Sd.6 민원처리 소요시간	민원처리 총소요시간/전체민원건수(일/건)
		Sd.7 하수도사업 홍보	홍보를 위해 사용한 예산/전체예산×100(%)
		Sd.8 하수도사업자의 주민을 위한 교육	교육을 위해 사용한 예산/전체예산×100(%)
		Sd.9 하수도시설 견학자 비율	(견학자수/하수처리인구)×1,000(명/1,000명)
		Sd.10 모니터비율	(모니터 인원수/하수처리인구)×1,000(명/1,000명)
		Sd.11 모니터 참여율	평균 앙케이트 참여 모니터수/총 모니터 인원수×100(%)
		Sd.12 소비자의 위원회 참여율	소비자 위원 수/위원회 위원 수×100(%)
		Sd.13 정보공개건수	정보공개건수(건)
		Sd.14 주민 친화적 시설활용율	주민 친화적 시설면적/하수처리시설면적×100(%)
환경에의 영향 최소화 (Ee)	하수처리시설 발생환경부하 저감 노력	Ee.1 하수종말처리장 처리수 재이용	연간 하수처리수(장외, 장내)재 이용량/연간하수처리수방류수량×100 (%)
		Ee.2 연계유입오염부하량 관리	(연평균 연계유입량 연평균 연계유입수질(실제유입하수량 실제유입수질)×100(%)
		Ee.3 하수발생량 대비 유입 하수량	[(1일 평균 유입하수량 보정계수)/(하수처리구역내 1일 평균 용수사용량 오수전환율)]×100(%)
		Ee.4 하수슬러지 발생량	[(연간 하수슬러지 고형물 발생량×1,000)/(1일 평균유입하수량+연계처리수량) SS유입수질 가동일수]×100(%)
		Ee.5 하수슬러지 재활용실적	연간 하수슬러지의 재활용량/연간 하수슬러지 발생량×100(%)
		Ee.6 소화가스 활용율	활용 가스량/가스발생량×100(%)
		Ee.7 고도처리율	고도처리시설용량/하수처리시설용량×100(%)
		Es.8 유입 하수1㎥당 전력사용량	당해연도 하수종말처리시설 소요 에너지 비용/연간 총 유입하수량(원/㎥)
		Es.9 하수관거시설에 의한 토양 오염방지 관리	총 복구 소요기간/관거 파손 등으로 인한 하수의 토양 유입 건 수(일/건)
	에너지 사용 저감 노력	Ee.10 유입하수1㎥당 소비에너지	당해연도 하수종말처리시설 소요 에너지 비용/연간 총 유입하수량(원/㎥)
		Ee.11 재생 가능한 에너지 이용율	재생 가능한 에너지 설비의 전력생산량/총 전력량×100(%)
		Ee.12 하수처리량 1㎥당 이산화탄소(CO_2) 배출량	[총전력사용량(kWh)×0.424kgCO_2/kWh]//연간 생산량×1,000(g CO_2/㎥)