

— 기술정보 —

국제경쟁력 강화를 위한 하수도서비스 평가기준 개발 및 적용

— Technical Information —

Development and Application of Evaluation Standard to Reinforce International Competitiveness for Service Activities Relating to Sewage Water Systems

안영미¹ · 김덕진^{1,*} · 윤현식¹ · 최태용²

Ahn, Young Mi¹ · Kim, Duk-Jin^{1,*} · Yoon, Hyun Sik¹ · Choi, Tae-yong²

1 환경관리공단 상하수도지원처 연구개발팀

2 한국상하수도협회 기획처

1. 서 론

1990년대 들어 프랑스계 물 기업들의 해외 진출을 계기로 민간 사업자의 급수인구가 전 세계 인구의 9%까지 급성장한 세계 물 산업은 현재 소수의 다국적 기업들에 의한 과점상태가 심화되어 가고 있다. 세계 물 시장은 886조원(2004년 기준)으로 매년 5.5%의 성장률을 기록하여 세계 4.6%의 경제성장률보다 높은 추세이며, 국내 물 시장은 10.9조원(2003년 기준)이라는 시장규모를 형성하고 있다. 한편, 2015년 무렵에는 세계 물 시장 규모가 1,597조원, 세계 인구의 17%가 민간기업에 의해 상하수도서비스를 공급받을 것으로 전망되고 있다(환경관리공단, 2005). 이에 세계 선진 물 기업들은 시장개방을 요구하며 해외시장에 대한 공략을 본격화하고 있으며, 이러한 국제적인 추세와 맞물려 국제 표준화기구(ISO)에서는 세계 각 나라간 소비자의 질적 및 양적 욕구 충족을 위해 상하수도서비스 활동의 국제표준의 필요성을 제안하였다. 이 제안은 ISO의 규정에 따라 투표 과정을 거쳐 2001년 9월 본 안전에 대한 전문위원회

(TC)를 설치하고 간사국을 프랑스로 하는 안이 승인된 이후 현재 상하수도서비스표준화(ISO/TC224) 작업은 그 실체를 드러내고 있는 실정이다. 지난 2002년 9월 프랑스 파리에서 제1차 총회가 개최된 이후, 현재까지 표준화 문서작업을 위해 5차례의 총회와 수차례의 각 실무그룹(WG) 회의를 거쳐 지난 2005년 6월 상하수도서비스 표준안 위원회 초안(CD)이 완성되었으며 2006년 3월까지 상하수도서비스 국제표준안 초안(DIS)을 확정기로 하였다.

국제표준화는 향후 세계 물 시장에서의 막대한 이권들에 커다란 영향을 미칠 것으로 예상되며, 세계 물시장이 개방될 경우 자국의 기준이 없는 국가에서는 세계기준을 준용하도록 하여 ISO/TC224가 상하수도서비스 국제 표준으로 활용될 수 있다. 무역자유화라는 세계적인 흐름에 의해 향후 언젠가는 어떤 형태로든 물시장을 개방할 수밖에 없는 우리나라의 실정에서 상하수도서비스 분야에 대한 국제표준화가 미치는 파장은 적지 않을 것으로 판단된다. 이러한 상황 속에서 그 어느 때보다 국내 상하수도사업자들의 서비스질 개선을 위한 노력이 필요한 때라 할 수 있다. 이러한 서비스질의 개선은 새로운 재정 투자의

*Corresponding author Tel: +82-32-560-2363, FAX: +82-32-560-2288, E-mail: duk-jin@emc.or.kr (Kim, D.J.)

확대를 통해 개선될 수 있는 부분이나, 전국 하수도 요금 현실화율이 62.5%(2004년 기준)이고 부채금액이 2조 1,934억원(2004년 기준)인 국내 서비스 여건 하에서는 서비스질 개선을 위해 재정 투자를 증가시키는 것에는 한계가 있다. 상하수도 서비스 시장 개방이라는 국제적 상황과 국내 여건을 감안할 때 국내 상하수도 사업자들의 국제 경쟁력 강화를 위해 우선적으로 실시할 수 있는 것은 자체적으로 서비스에 대한 평가를 실시하고 그 결과를 바탕으로 취약한 부분에 대한 재정 및 자원의 재배치를 통해 경영 상황의 개선을 도모하는 것이다.

이에 환경부 및 기술표준원에서는 ISO/TC224에 대응코자 관련 전문가를 중심으로 위원회를 구성하여 운영하고 있으며, 본 연구에서는 환경부의 "차세대핵심환경기술개발사업"의 일환으로 한국상하수도협회, 한국수자원공사 및 환경관리공단과 공동으로 수행하고 있는 "국제경쟁력 강화를 위한 상하수도서비스 평가기준 개발" 연구를 수행 중이다. 본 논문은 상기 연구의 일부분으로 국내 실정에 맞는 하수도서비스 부

분의 평가지표(PI: Performance Indicator)의 개발과 개발된 하수도서비스 평가지표의 적용성을 검토하기 위한 시범적용 결과에 대하여 소개하고자 한다.

2. 연구 방법

본 논문에서의 하수도서비스 평가지표의 개발은 IWA(국제 물협회), World Bank(세계은행), JSWA(일본하수도협회), 프랑스의 서비스 표준, ISO 평가지표 및 국내 하수도 사업에 대한 평가제도를 벤치마킹하였으며, 국내 하수도서비스의 건전한 발전을 위해 필요한 영향인자를 평가하는 항목을 추가하여 국내 실정에 맞는 하수도서비스 평가지표를 개발하였다. 평가지표의 선정 및 검토과정에서 학계, 지자체 하수도사업자, 소비자, 관계 전문가로 구성된 "전문가회의"를 운영하였고, 전문가 회의를 통해 평가지표를 작성하였다. 이렇게 개발된 하수도서비스 평가지표는 101개로 구성되어 있으며, 이의 적용을 위해 하수도 통계자료에 대한 관리가 잘 이루어지고 있는 공

Table 1. 해외 하수도 분야 표준 및 평가지표 현황

구분	JSWA	ISO(목표)	IWA	프랑스	Worldbank
지표수	98		184	21	11
환경	수질기준 만족, 처리수 재이용, 고도처리, 환경에의 배출 등(33개)	자연환경 보호 공공환경 보호	수질기준 만족, 슬러지 처리 등(16개)	수질기준 만족, 처리장 효율, 슬러지 생산량 등(6개)	
인력	근무자의 자격 보유율, 교육 시간, 안전 위생 등(3개)		근무인력수, 인력의 자격 및 교육, 인력의 근무안전 등(25개)		보급률, 처리율 등 (3개)
시설	침전처리, 표준처리, 탈수, 소각의 프로세스 여유율(4개)		처리시설 사용, 관거용량, 펌프시설 여유율, 자동화 정도 등(13개)	범람횟수, 관로막힘(2개)	경영·회계 소비자서비스(6개)
운영 관리	처리시설 고장, 처리시설 운전시 전력, 약품, 연료 등의 소모 등(12개)	공중보건 (하수 차집, 이송, 처리)	시설의 조사청소, 장비의 갱신수리, 사고횟수, 모니터링 횟수 등(56개)	하수처리장 운영관리, 하수도 정책 등(5개)	
서비스 질	서비스 보급률, 악취, 소음 및 진동의 개선, 공사정보 제공, 처리장의 상부시설 이용률 등(21개)	지속가능한 개발증진	서비스 인구, 범람여부, 소비자의 서비스 불만 등(29개)	서비스 공급률, 민원 사항(6개)	
재무	시설효율, 관리효율 재무 및 회계(관리비, 자본금 등) 등(25개)		세입, 세출, 운영비용, 자본구성, 비용의 효율성 등(45개)	요금미납율, 부채 만료기간, 순평균수익 (3개)	

* 위 표에서 평가지표 비교에 사용된 분류기준은 일본의 하수도 서비스 평가지표의 분류기준에 근거하였다.

기업 형태의 특 광역시 하수도 사업자 1개소와 시단 위 하수도 사업자 1개소를 대상으로 하수도 서비스의 전반적인 사항에 대해 평가를 실시하였다. 또한 적용 결과를 바탕으로 본 연구를 통해 개발된 평가지표의 실효성을 평가하였다.

2.1. 해외 하수도 분야 표준 및 평가지표(PI)

IWA, World Bank, JSWA, 프랑스의 서비스 표준, ISO의 평가지표 시스템을 조사한 결과, 다음과 같은 것들이 있으며 Table 1에 나타내었다.

- IWA의 상하수도 평가시스템(Sigmalite): 상하수도 서비스 평가 및 벤치마킹
- 세계은행의 Start-Up Kit: 세계 전역의 물산업 관련 자료 비교평가
- 일본의 하수도 유지관리 서비스향상을 위한 가이드라인: ISO/TC224에 대응하여 작성된 평가 시스템
- 프랑스의 상하수도 서비스 표준: ISO/TC224 평가시스템과 유사시스템

하수도 서비스 분야에 대한 평가지표의 구성은 JSWA와 IWA의 구성이 유사하였고, 이는 JSWA의 평가지표 작성단계부터 IWA의 평가지표를 바탕으로 작성되었기 때문이다. ISO의 하수도서비스 분야의 경우 환경에의 영향을 최소화하는 방향으로 서비스의 목표가 설정되어 있으며, ISO에서 규정하는 서비스 목표들이 중복적이지만 JSWA와 IWA의 평가지표 항목에도 포함됨을 알 수 있다.

2.2. 국내 유사 제도

우리나라 하수도사업에 대한 국내유사제도 조사 결과를 Table 2에 나타내었다. 우리나라 지방상하수도 사업에 대한 성과평가는 다양한 주체들에 의해 각 기관의 목적에 따라 이루어지고 있으며, 정수장과 하

수처리장의 경우 시설의 운영에 대한 평가로 이루어지고, 지방상하수도사업과 광역상수도사업처럼 기관 평가의 성격을 갖고 있기도 하다. 이러한 평가의 가장 큰 문제점은 여러 관리주체에 의해 각각의 평가제도가 운영되고 있다는 것이다. 평가기관 측면에서는 평가횟수가 별 문제가 되지 않겠지만 피평가 기관의 경우 연중 몇 차례의 평가를 받아야 하는 행정 업무의 비효율성을 안고 있다고 할 수 있다. 또한 비계량화된 지표가 많아 평가시 객관성이 떨어지고 평가자의 주관적인 의견이 많이 개입될 여지가 있다. 따라서 종합적이고 객관적인 평가가 이루어지기 위해서는 첫째, 평가자의 주관적인 판단을 최대한 배제할 수 있도록 평가지표를 정량화하고 객관화해야 한다. 둘째, 평가시 소비자 참여의 기회를 높여야 한다. 셋째, 통합적인 평가시스템을 구축하여야 한다. 마지막으로, 평가의 전문성과 자율성을 확보하기 위해 자발적인 평가가 활발히 이루어지도록 해야 한다. 즉 평가 대상기관이 평가지표를 적용하고 적용 결과 확인 후, 보완작업을 수행하여 취약한 부분에 대한 개선 작업을 수행함으로써 스스로 개선이 가능하도록 하는 기능을 가져야 한다.

3. 하수도서비스 평가지표 개발 및 적용 결과

3.1. 하수도서비스 평가지표 개발

JSWA와 IWA에서 작성한 하수도서비스 평가지표가 가장 포괄적으로 서비스 항목들에 대해 규정하고 있으며, ISO/TC224에서 규정하고 있는 서비스 목표를 적절히 반영하고 있기 때문에 국내 하수도서비스 평가지표 작성에 있어서 주 벤치마킹 대상으로 선정하였다. 또한 다른 기관(AWWA, Worldbank)에서 채택하고 있는 지표의 추가여부를 검토하였다. 또한 국내 유사평가제도의 평가지표 중 개량화가 이미 되어 있는 지표는 하수도서비스 평가지표로의 활용 여

Table 2. 국내 유사제도

우리나라 공공부문에 대한 성과평가제도	수도사업에 대한 평가: 지방상하수도 • 지방상하수도: 책임경영, 경영관리, 사업운영, 고객만족
하수처리장 운영실태평가	하수도: 34개 지표 행정, 관거정비, 하수처리장운영관리, 슬러지관리, 시설선진화
지방상하수도사업에 대한 경영평가	하수도: 19개 지표

Table 3. 하수도평가지표 구성표

목표	기준	하수도 평가지표
공공의 건강증진(Ph) (11개)	하수도 보급 및 적정운영	Ph.1 인구에 대한 하수도보급률 Ph.2 하수관거 보급율 Ph.3 미처리하수율 Ph.4 우기시 하수 미처리율 Ph.5 수세식화장실 보급률
	수질 개선 및 관리	Ph.6 유입수질관리 Ph.7 방류수질 만족도 Ph.8 방류수 수질기준초과율 Ph.9 수질테스트(일간 검사횟수) Ph.10 수질테스트(월간 검사횟수) Ph.11 수질테스트(분기간 검사횟수)
서비스의 안정적 공급(Ss) (29개)	하수처리시설의 안정적 관리	Ss.1 실질 하수처리율 Ss.2 일차처리 시설 사용율 Ss.3 시설의 노후화율(처리시설 설비) Ss.4 하수처리장 유량계보정 Ss.5 수질모니터링장비 보정 Ss.6 시설 유효 이용율 Ss.7 시설 운영 여유율 Ss.8 하수종말처리시설의 기술진단 Ss.9 하수종말처리시설의 기술진단 개선 완료율 Ss.10 슬러지처리 사용약품원단위 Ss.11 약품사용율
	관거의 안정적 관리	Ss.12 하수관거 점검율 Ss.13 관거파손 Ss.14 강성관거의 사고비율 Ss.15 연성관거의 사고비율 Ss.16 하수관거 막힘 Ss.17 하수관거 개·보수율 Ss.18 시설의 노후화율(관거) Ss.19 하수관망 GIS 관리율 Ss.20 하수관거 유지관리(하수관거 준설실적) Ss.21 유입비 Ss.22 침입비 Ss.23 유입수량 Ss.24 침입수량
	위험관리 및 대비	Ss.25 자동화정도 Ss.26 하수처리시설의 내진화율 Ss.27 펌프 전력사고 Ss.28 침수피해율 Ss.29 위기관리 대처능력
하수도 서비스의 지속성(Sc) (35개)	인력개발 및 전문화	Sc.1 기술직원을 Sc.2 행정직원을 Sc.3 재무회계 직원을 Sc.4 기술 + 연구직 직원자격 취득도 Sc.5 서비스직원을 Sc.6 수도업무 경험년수 Sc.7 내부교육연수시간 Sc.8 외부교육연수시간 Sc.9 공상율 Sc.10 국제기술 등 협력도 Sc.11 국제교류건수

Table 3. 계속

목표	기준	하수도 평가지표
	지속적인 서비스 제공을 위한 재정관리	Sc.12 유통비용 Sc.13 당좌 비율 Sc.14 자기자본구성비율 Sc.15 부채비율 Sc.16 고정장기 적합율 Sc.17 매출액 순 이익율 Sc.18 자기자본 순 이익율 Sc.19 자기자본 경상이익율 Sc.20 총 자본 경상이익율 Sc.21 총 자본 회전율 Sc.22 자기자본 회전율 Sc.23 매출채권 회전율 Sc.24 고정자산 회전율 Sc.25 감가상각율 Sc.26 총 수지비율 Sc.27 경상수지비율 Sc.28 영업수지비율 Sc.39 공급단가 Sc.30 총괄원가 Sc.31 원가보상율 Sc.32 차입금 상환 대 요금수입비율 Sc.33 인건비비율 Sc.34 인건비 대 요금수입비율 Sc.35 직원 1인당 영업수익
지역사회의 지속적인 발전도모(Sd) (14개)	지속적인 발전을 위한 서비스 건전성 확보 지역사회와의 교류증진	Sd.1 직원 1인당 하수처리인구 Sd.2 운영(점검)일지 작성도 Sd.3 하수도서비스 민원율 Sd.4 약취·소음·진동에 관한 민원 Sd.5 오염사고에 대한 불만 Sd.6 민원처리 소요시간 Sd.7 하수도사업 홍보 Sd.8 하수도사업자의 주민을 위한 교육 Sd.9 하수도시설 견학자 비율 Sd.10 모니터비율 Sd.11 모니터 참여율 Sd.12 소비자의 위원회 참여율 Sd.13 정보공개율 Sd.14 주민 친화적 시설활용율
환경에의 영향 최소화(Ee) (12개)	하수처리시설발생환경 부하 저감 노력	Ee.1 하수종말처리장 처리수 재이용 Ee.2 연계유입오염부하량 관리 Ee.3 하수발생량 대비 유입하수량 Ee.4 하수슬러지 발생량 Ee.5 하수슬러지 재활용실적 Ee.6 소화가스 활용율 Ee.7 고도처리율 Ee.8 유입 하수 1㎡당 전력사용량 Ee.9 하수관거시설에 의한 토양오염 방지 관리
	에너지 사용 저감 노력	Ee.10 유입하수 1㎡당 소비에너지 Ee.11 재생 가능한 에너지 이용률 Ee.12 하수처리량 1㎡당 이산화탄소 배출량

부를 검토하였고, 개량적인 지표로 작성이 가능한 평가항목에 대해서는 개량화 작업을 수행하였다.

평가지표의 구성은 하수도서비스에 영향을 미치는 인력, 시설, 운영, 서비스질, 재정, 환경의 여섯 가지 인자들을 바탕으로, ISO/TC224에서 규정하고 있는 하수도서비스가 지향해야 할 다섯 가지 목표에 따라 평가지표들을 분류하였다. 이러한 다섯 가지 목표는 공공의 건강 증진, 하수도 서비스의 안정적 공급, 하수도 서비스의 지속성, 지역사회와의 지속적인 발전 도모, 환경에의 영향 최소화이다.

하수도서비스의 목표와 평가기준에 따라 관련된 평가지표들을 분류하면 다음 Table 3과 같다.

이렇게 선정된 하수도서비스 평가지표의 경우, 현재 환경부의 '하수처리장 운영실태 평가'와 행자부의 '지방하수도사업에 의한 경영평가'의 평가지표 및 국외의 평가지표를 통합하여 통합적인 평가가 되도록 하였다. 이를 통해 현재 국내에서 운영되고 있는 평가제도를 보완하기 위한 것으로써, 각각의 평가제도를 통합하고 비계량 지표가 많은 평가지표는 평가지표를 수정하여 계량화하고 객관화하였다. 또한 하수도서비스의 궁극적인 수혜자인 주민의 입장에서 사업의 효과측정이나 서비스의 질을 평가하게 함으로써 하수도서비스 평가의 효용성을 확보하고자 하였다.

3.2. 하수도서비스 평가지표 적용 절차

하수도서비스 평가지표 101개에 대한 현장적용을 위해 2개의 하수도사업자에 시범 적용하였으며, 평가지표는 다음 Fig. 1과 같은 절차를 걸쳐 작성되었다.

평가지표를 하수도사업자에 적용하기 위해 우선적으로 해당 사업자의 부/과별 업무내용을 파악하였고,

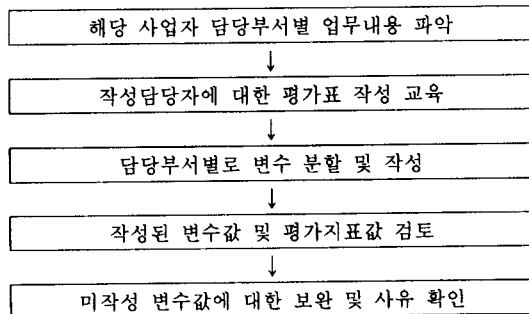


Fig. 1. 평가지표 작성 흐름도.

업무 특성에 따라 평가지표 작성 담당부서를 결정하였다. 작성담당부서의 담당자에 대한 평가지표 작성 교육 실시 후, 담당부서별로 변수를 분할하여 작성케 하였다. 평가지표(총 101개)의 작성은 165개의 변수(평가지표가 수식으로 구성되었으며, 변수는 수식을 구성하는 분자, 분모에 들어가는 인자)들에 대한 2002년, 2003년, 2004년 값을 입력하여 평가도록 하였다. 작성된 변수값 및 평가지표값을 최종 수집 후, 본 연구기관에서 검토하였으며, 미작성 변수값에 대한 데이터의 보완 및 사유를 확인하였다. 평가지표의 현장 시범 적용은 개발된 평가지표의 적용성을 파악하기 위한 것으로, 현장 적용 결과를 분석하여 미작성 지표, 신뢰도가 떨어지는 지표를 구별하였다. 미작성지표 및 신뢰도가 떨어지는 지표 중에서 현실적으로 적용이 불가능한 지표는 제외하는 방안을 선택하였으며, 비록 미작성 지표 또는 신뢰도가 떨어지는 지표라 할지라도 평가시 필수적으로 필요한 평가지표로 구분되는 경우에는 일부 수정을 통하여 재작성하였다.

3.3. 하수도서비스 평가지표 적용성 평가

개발된 하수도서비스 평가지표(총 101개)를 “가”시와 “나”시에 시범 적용한 결과, 총 165개의 변수 중에서 자료를 취득할 수 없었던 변수는 17개였다. 이를 세부 목표별로 분류하여 보면, 공공의 건강증진 부분(31개)에서 1개, 서비스의 안정적 공급 부분(45개)에서 4개, 하수도 서비스의 지속성 부분(45개)에서 12개였다. 총 101개의 평가지표 중 자료를 취득할 수 없었던 평가지표는 15개였고, 공공의 건강 증진 부분(11개)에서 1개, 서비스의 안정적 공급 부분(29개)에서 4개, 하수도 서비스의 지속성 부분(35개)에서 10개였다. 이중 “가”시와 “나”시에서 공통으로 취득할 수 없었던 변수는 “매출채권”이었고, 평가지표는 “매출채권 회전율”이었다. 하수도서비스에 대한 평가를 수행하는데 있어 중요한 부분은 평가에 사용된 변수값들의 신뢰도이다. 따라서 본 연구에서는 신뢰도를 자료출처 및 기록형태에 따라 0에서 3까지 4단계로 분류하였다. “신뢰도 3”은 운영일지, 민원처리 접수현황, 통계자료 등 문서상으로 기록되어 있는 자료를 말하며, “신뢰도 2”는 기존의 유사 자료로부터 조합 및 추출을 통해 새로이 생성된 자료이다. “신

Table 4. 평가지표 현장 적용시 미작성 변수 및 지표와 신뢰도가 낮은 변수 및 지표

구분	세부목표	세부항목	"가"시	"나"시	
미작성 변수	공공의 건강증진(31개)	수세식화된 인구수	○		
		서비스의 안정적 공급(45개)	강성관거 총연장 길이	○	
			연성관거 총연장 길이	○	
			하수관거 막힘 횟수	○	
			내용연수 초과 관거		○
	하수도 서비스의 지속성(45개)	임여금	○		
		전체 직원의 하수도 업무 경험년수		○	
		직원이 내부 교육 연수를 받은 시간		○	
		직원이 외부 교육 연수를 받은 시간		○	
		인적 기술 등 협력자수		○	
		체재주수		○	
		인적 교류건수		○	
		특별수익		○	
		특별손실		○	
		법인세		○	
매출채권	○	○			
차입금 상환		○			
평가지표	공공의 건강증진(11개)	수세식 화장실 보급률	○		
		서비스의 안정적 공급(29개)	강성관거 사고 비율	○	
	연성관거 사고 비율		○		
	하수관거 막힘		○		
	시설의 노후화율(관거)			○	
	하수도서비스의 지속성(35개)	자기자본 구성 비율	○		
		매출채권 회전율	○	○	
		하수도 업무 경험년수		○	
		내부교육 연수시간		○	
		외부교육 연수시간		○	
		국제 기술 등 협력도		○	
		국제 교류건수		○	
		총 수지 비율		○	
		차입금 상환 대 요금 수입 비율		○	
		인건비 비율		○	
신뢰도 낮은 변수		서비스의 안정적 공급(45개)	점검된 하수관거 총 연장 길이	○	
	관거 파손 횟수		○		
	강성관거의 사고 건수		○	○	
	강성관거 총 연장 길이			○	
	연성관거의 사고 건수		○	○	
	연성관거 총 연장 길이			○	
	내용연수 초과 관거 길이		○		
	자동제어장치가 설치된 시설			○	
	전력 공급 장애로 펌프시설 정지수			○	
	하수도 서비스의 지속성(45개)		총괄원가	○	
		인건비	○		
		평가지표 서비스의 안정적 공급(29개)	하수관거 점검율	○	
			관거 파손	○	
			강성관거 사고 비율	○	○
	연성관거 사고 비율		○	○	
시설의 노후화율(관거)	○				
자동화 정도			○		
펌프전력 사고			○		
하수도 서비스의 지속성(35개)	총괄원가	○			
	인건비 비율	○			
	인건비 대 요금 수입비율	○			

뢰도 1"은 문서상으로 기록되어져 있는 데이터가 아니고 신뢰도 중간 단계보다 신뢰도가 낮으며 담당자의 추측에 의해 작성된 것이다. "신뢰도 0"은 관련 자료가 없고 담당자의 추측이 어려운 경우를 말한다. 신뢰도가 낮은(신뢰도 1) 변수는 총 165개의 변수 중 11개였고, 하수도서비스의 안정적 공급 부분(45개)에서 9개, 하수도 서비스의 지속성 부분(45개)에서 2개였다. 총 101개의 평가지표 중 신뢰도가 낮은 평가지표는 10개였고, 하수도서비스의 안정적 공급 부분(29개)에서 7개, 하수도서비스의 지속성 부분(35개)에서 3개였다. Table 4는 "가"시와 "나"시에 평가지표를 시범 적용한 결과, 미작성된 변수 및 평가지표와 신뢰도가 낮았던(신뢰도가 1) 변수 및 평가지표의 목록을 나타내고 있다(2002~2004년 자료).

"가"시의 경우 165개 변수값에 대하여 미작성된 변수의 개수는 6개로, 평가지표의 자료 관리가 잘 되고 있었다. 미작성된 6개 변수의 미작성 사유로는 담당자의 변수에 대한 이해부족 및 하수관거에 관한 자료가 "가"시 시청 및 각 자치구에서 담당하고 있기 때문에 자료 관리가 쉽지 않았기 때문인 것으로 조사되었다. 미작성 평가지표는 6개로, 공공의 건강증진 부분에서 "수세식 화장실 보급률", 하수도 서비스의 안정적 공급 부분에서 "강성관거 사고 비율", "연성관거 사고 비율", "하수관거 막힘"이었으며, 하수도서비스의 지속성 부분에서 "자기자본 구성비율", "매출채권 회전율"이었다. 변수의 신뢰도가 2 이상은 92.1%로 높게 나타났으며, 이는 본 연구의 평가지표 중 하수처리장 운영에 관련된 변수가 많아 작성이 용이하였으며, "가"시의 경우 지방공단에 의해 위탁 운영되어 안정적으로 관리가 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 개발한 평가지표를 특·광역시 규모의 하수도사업자(공단 위탁운영)의 하수도서비스 평가를 위해 적용하여도 적절할 것으로 판단되었다. "나"시의 경우, 165개 변수값에 대하여 미작성된 변수의 개수는 12개에 불과하였다. 미작성된 변수들 중 대부분은 "나"시에서 자료로 관리되고 있지 않은 변수값들로, 담당자가 변수에 대한 이해부족으로 제시하지 못하여 작성할 수 없는 경우가 대부분이었다. 미작성 평가지표는 10개로, 하수도서비스의 안정적 공급 부분에서 "시설의 노후화율(관거)", 하수도서비스의 지속성 부분에서 "하수도업무

경험년수", "내부교육 연수시간", "외부교육 연수시간", "국제기술 등 협력도", "국제교류건수", "매출채권회전율", "총수지 비율", "차입금 상환 대 요금 수입비율", "인건비 비율"이었다. 변수의 신뢰도가 2 이상은 89.1%로 조사되어 "가"시에 비해 하수처리인구 및 하수처리용량이 적고 직영으로 운전됨에도 불구하고, 하수도서비스에 대한 자료의 관리가 비교적 잘 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

Fig. 2는 하수도서비스 평가지표를 "가"시와 "나"시에 적용한 결과(2002, 2003, 2004년 데이터 입력)로서, 총 165개 변수에 대한 신뢰도 분석을 한 것이다. 신뢰도가 2 이상인 변수는 "가"시가 151개(2002년), 152개(2003년), 152개(2004년)로 신뢰도 2 이상 작성율은 92.1%였으며, "나"시는 153개(2002년), 147개(2003년), 153개(2004년)로 신뢰도 2 이상 작성율은 89.1% 이상이었다.

Fig. 3은 하수도서비스 평가지표 101개를 공공의 건강 증진(Public health, Ph), 하수도 서비스 안정적 공급(Service safety, Ss), 하수도 서비스의 지속성(Service continuousness, Sc), 지역사회 지속적 발전 도모(Sustainable development, Sd), 환경에의 영향 최소화(Environment effect, Ee)의 다섯 개의 세부 목표별로 분류하였을 때, 작성된 지표, 미작성된 지표 및 신뢰도가 낮은 평가지표의 분석결과를 비교한 것이다("가"시와 "나"시에 시범 적용, 2003년 자료).

"가"시의 경우, 하수도서비스의 목표 중 공공의 건강증진(Ph)의 평가지표 자료확보율은 90% 이상인

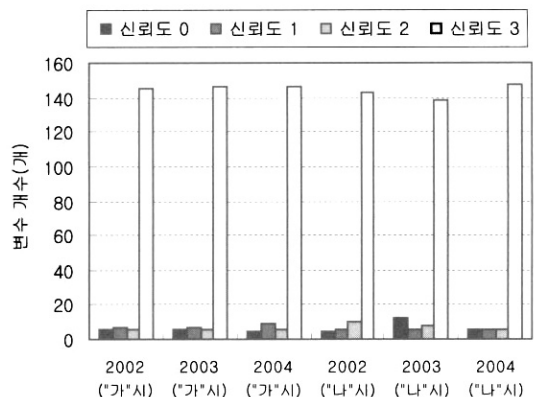


Fig. 2. 하수도서비스 평가지표 적용시 신뢰도 분석 결과("가"시와 "나"시).

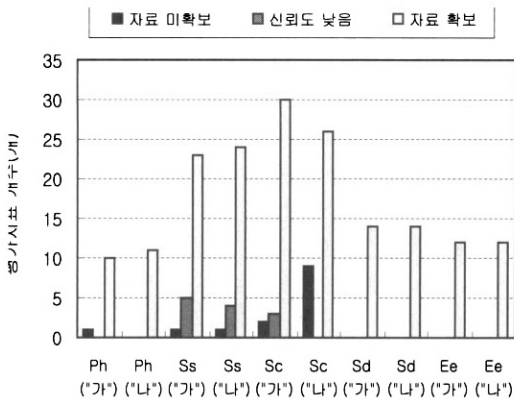


Fig. 3. 하수도서비스 목표별 평가지표(101개)의 자료 확보 분석 결과(2003년 “가”시와 “나”시 기준).

고, 지역사회에 지속적인 발전 도모(Sd), 환경에의 영향 최소화(Ee)의 평가지표 자료는 모두 작성되었다. 서비스의 안정적 공급(Ss) 및 하수도서비스의 지속성(Sc)의 평가지표 자료 확보율은 80% 이상으로 하수관거 또는 하수행정에 대한 자료 관리는 좀더 확충이 되어야 할 것으로 판단되었다. “나”시의 경우, 공공의 건강 증진(Ph), 지역사회에 지속적인 발전도모(Sd), 환경에의 영향 최소화(Ee)의 평가지표들은 모두 자료가 확보되었다. 서비스의 안정적 공급 항목의 자료 확보율은 83% 이상이며, 하수도서비스의 지속성의 평가지표 자료 확보율은 74% 정도로, “가”시 뿐만 아니라 “나”시도 하수관거 및 하수행정에 대한 자료 관리가 필요할 것으로 판단되었다. 특히 하수관거에 관한 변수 중 “관거파손 횟수”, “강성관거의 사고 건수”, “연성관거의 사고 건수”, “내용연수 초과 관거 길이” 및 “점검된 하수관거 총 연장”의 변수들은 가장 적용이 힘든 부분이었다. 하수관거는 하수도 시설의 중요한 부분이나, 전국적으로 하수관거에 대

한 기초 자료가 부족한 실정이다. 현재 BTL 등 대규모 하수관거 정비사업 등이 추진 중이며, 이러한 하수관거 정비사업 추진시에 하수관망도와 같은 하수관거에 대한 기초 자료 구축 사업이 반드시 수반되어야 하고, 장기적으로는 하수도 시설의 운영 효율 제고를 위해 하수종말처리장과 하수관거 자료의 통합관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

3.4. 해외의 하수도서비스 평가지표의 적용성 비교

일본의 경우, “하수도 유지관리 서비스 향상을 위한 가이드라인”의 작성에 참여한 도시들(교토, 나고야 등) 중에서 일부를 내부적으로 시범 적용한 결과, 98개 항목 중 교토시의 경우 모든 평가지표를 확보할 수 있었으며, 나고야시는 7개 항목에 대한 평가지표를 확보할 수 없었다. 나고야시의 경우, 자료 추출이 어려웠던 지표는 “보다 고도의 수처리(COD)”, “새로운 에너지의 이용”, “탈취설비보유율”, “합류개선 대책(차집관)”, “토구의 개량율”, “시설의 내진화율(토목)”, “관로의 내진화율”로 일본 하수도사업자의 경우는 환경과 서비스 질에 대한 자료가 제대로 축적되어 있지 않은 상태임을 알 수 있었다. 표 5는 일본의 “하수도 유지관리 서비스 향상을 위한 가이드라인”의 평가지표를 교토시와 나고야시에 적용한 결과와 본 연구에서 개발된 하수도서비스 평가지표(국내)를 국내의 “가”시와 “나”시에 적용한 결과를 보여주고 있다. 현장 적용에 대한 경우의 수가 적어 평가지표 적용에 대한 결과를 비교하는 것이 다소 무리가 있기는 하나, 일본의 하수도서비스 평가지표 98개를 교토시와 나고야시에 현장 적용한 결과, 교토시는 미작성 평가지표수가 0개, 나고야시는 7개였다. 국내의 하수도서비스 평가지표 101개를 “가”시와 “나”시에 적용 결과, “가”시의 미작성 평가지표수는 6개, “나”

Table 5. 일본과 한국의 하수도서비스 평가지표 적용 도시 현황 및 적용결과

구분	연번	도시명	서비스인구(명)	미작성 평가지표수
일본	1	교토	1,473,873	0
	2	나고야	2,291,184	7
국내	3	“가”시	1,406,915	6
	4	“나”시	255,563	12

주) 연번 1-2: 일본의 “하수도 유지관리 서비스 향상을 위한 가이드라인”의 평가지표(98개) 현장적용 결과
연번 3-4: 국내의 1차년도에 개발된 하수도서비스 평가지표(101개) 현장적용 결과

시는 12개로 일본보다 미작성 평가지표수가 많긴 하지만, 일본보다 하수도서비스 표준화 대응에 뒤늦게 출발한 점을 감안하면, “가”시와 “나”시의 경우 하수도서비스에 관한 운영과 관리가 비교적 잘 이루어지고 있는 것으로 판단되었다.

3.5. 하수도서비스 평가지표 적용결과

하수도서비스 평가지표를 시범 적용한 “가”시와 “나”시에 대한 하수도 서비스 수준을 평가하기 위해 전국단위 하수도 사업자 167개소를 대상으로 도수분포분석을 실시하였다. 2005년 하수도통계 자료를 바탕으로 하수도서비스 평가지표 중 12개의 평가지표에 대하여 도수분포도를 작성하여, 인구에 대한 하수도보급률, 하수관거 보급률, 실질하수처리율, 시설운영여유율, 하수관거 개·보수율, 하수관거 유지관리(하수관거 준설실적), 직원 1인당 하수처리인구, 기술직원을, 행정직원을, 공급단가, 하수슬러지 재활용 실적 및 고도처리에 대한 서비스 수준을 전국 대비 “가”시와 “나”시가 해당되는 수준을 비교 분석하였다.

Table 6은 본 연구의 평가지표 중 하수도통계에 공개되는 자료들로서 2004년 값을 입력하여 얻은 전국 대비 “가”시와 “나”시의 도수분포 분석 결과를 나타낸 것이다. **Table 6**에서 나타난 바와 같이 “가”시는 시설운영 여유율, 하수관거 개·보수율, 행정직원을 및 고도처리에 있어서 서비스 수준을 좀더 관리해야 할 부분으로 판단되었다. “나”시는 실질하수처리율, 하수관거 개보수율, 하수관거 유지관리, 기술직

원을 및 행정직원에 있어서 서비스 수준을 좀더 관리해야 할 부분으로 판단되었다. “가”시와 “나”시에 서 지적된 부분(관거, 시설 또는 인력)들은 서비스 수준을 향상하기 위하여 많은 예산이 필요할 것으로 판단되어, 이에 대한 향후의 투자 및 지원이 확보되어야 할 것이다.

Fig. 4는 하수슬러지 재활용 실적에 대한 전국 대비 “가”시와 “나”시의 서비스 수준을 나타내고 있다. “가”시와 “나”시 모두 하수슬러지 재활용 실적은 0% 이나, 100여 개의 지자체에서 하수슬러지를 재활용하지 않고 있어 상위 30%에 해당하는 것을 알 수 있다. 하수슬러지 재활용실적과 같은 평가지표는 2008년부터 시행되는 런던협약으로 인하여 하수슬러지의 해양 투기가 전면 금지되기 때문에, “가”시와 “나”시 모두 향후 슬러지 재활용 비율을 높일 수 있는 적극적인 시설투자 및 운영·관리가 필요할 것으로 판단된다.

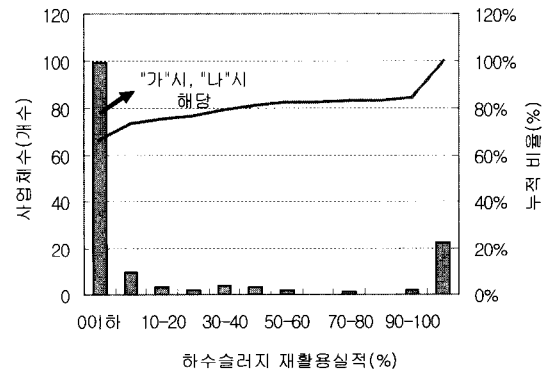


Fig. 4. 하수슬러지 재활용 실적에 대한 도수분포도.

Table 6. “가”시와 “나”시의 하수도서비스 평가지표 작성 결과(환경부, 2005)

연번	평가지표	“가”시 지표값(2004년 기준)	“나”시 지표값(2004년 기준)
1	Ph 1. 인구에 대한 하수도 보급율	97.9%(상위 5%)	85.4%(상위 10%)
2	Ph 2. 하수관거 보급률	86.8%(상위 10%)	70.9%(상위 20%)
3	Ss 1. 실질 하수처리율	119.3%(상위 5%)	74.3%(상위 60%)
4	Ss 7. 시설운영 여유율	4.6%(상위 60%)	25.7%(상위 20%)
5	Ss 17. 하수관거 개·보수율	0.38%(상위 40%)	0.23%(상위 40%)
6	Ss 20. 하수관거 유지관리	6.5%(상위 25%)	0.58%(상위 90%)
7	Sd 1. 직원 1인당 하수처리인구	6409.8명(상위 10%)	3577.3명(상위 35%)
8	Sc 1. 기술직원을	60.5%(상위 23%)	31.2%(상위 70%)
9	Sc 2. 행정직원을	8.8%(상위 40%)	4.9%(상위 70%)
10	Sc 29. 공급단가	316.5원/㎡(상위 10%)	168.2원/㎡(상위 70%)
11	Ee 5. 하수슬러지 재활용실적	0%(상위 30%)	0%(상위 30%)
12	Ee 7. 고도처리율	16.7%(상위 40%)	33.3%(상위 30%)

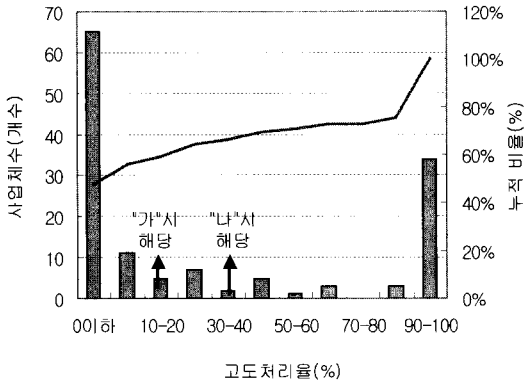


Fig. 5. 고도처리율에 대한 도수분포도.

Fig. 5는 고도처리율에 대한 전국 대비 “가”시와 “나”시의 서비스 수준을 나타내고 있다. “가”시는 16.7%의 고도처리율로 상위 40%에 해당하며, “나”시는 33.3%의 고도처리율로 상위 30%에 해당된다. 2008년부터 강화될 수질기준 (BOD 10mg/L, SS 10mg/L, T-N 20mg/L, T-P 2mg/L 이하)의 준수 및 오염물질 총량규제에 대처하기 위한 하수처리장의 고도처리율에 대한 증가가 시급하기 때문에, 고도처리 시설 확충에 대한 시설 투자 및 운영·관리가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

상하수도서비스 시장 개방이라는 국제적 상황과 상하수도서비스 분야에 대한 열악한 국내적 여건을 감안할 때, 상하수도 사업자들의 국제 경쟁력 강화를 위해 국내 여건에 맞는 하수도서비스 평가가 실시되어야 할 것이다. 따라서 본 논문에서는 국내 평가지표의 문제점과 개선사항을 적극 반영하고 국내·외 평가지표시스템을 검토하여 벤치마킹한 결과, 하수도서비스에 대한 101개의 평가지표를 개발하였다.

하수도서비스 평가지표의 현장 적용 결과, 사업자의 규모에 따라 적용성에 차이는 있었으나 90.1% 이상의 작성율을 나타냈으며, 작성된 지표값에 대해 89.1% 이상의 높은 신뢰도를 나타내어 개발된 하수도서비스 평가지표의 현장적용성이 높은 것으로 평가되었다. 그러나 “가”시와 “나”시의 결과에서 알 수 있듯이, 하수도서비스의 목표 중 공공의 건강증진 (Ph), 지역사회의 지속적인 발전 도모 (Sd), 환경에의

영향 최소화 (Ec)의 평가지표 자료 확보율은 90% 이상이지만, 하수도서비스의 안정적 공급 (Ss) 및 하수도서비스의 지속성 (Sc)의 평가지표 자료 확보율은 74% 이상으로 하수관거 또는 하수행정에 대한 자료 관리는 좀더 확충이 되어야 할 것으로 판단되었다.

하수도서비스 평가지표 중 12개의 평가지표에 관한 도수분포분석을 실시하여 하수도서비스 수준을 평가한 결과, “가”시는 시설운영여유율, 하수관거 개·보수율, 행정직원율 및 고도처리율에 있어서 서비스 수준을 좀더 관리해야 하며, “나”시는 실질하수처리율, 하수관거 개·보수율, 하수관거 유지관리, 행정직원율 및 기술직원율에 있어서 보완되어야 할 것으로 판단되었다.

또한 하수도서비스 평가지표 101개에 대해 “가”시와 “나”시에 현장적용을 실시하여 실효성이 없는 지표의 삭제, 지표내용 수정 및 보완작업을 수행하여 96개의 하수도서비스평가지표를 확정하였다.

향후 하수도서비스 평가지표를 확대 적용함으로써 개발된 평가지표의 계속적인 보완작업을 실시하여 하수도서비스 평가지표 시스템을 구축할 것이다. 따라서 하수도사업자는 구축된 하수도서비스 평가지표 시스템에 적용한 평가 결과를 바탕으로 하수도서비스의 취약한 부분에 대한 재정 및 자원의 재배치를 통해 경영 상황의 개선을 도모할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 환경부의 “차세대핵심환경기술개발사업”의 일환으로 2005년 4월부터 2008년 3월까지의 연구로서 본 연구를 지원해주신 환경기술진흥원 및 환경부에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. 환경관리공단 (2005) 물산업 육성방안에 관한 연구.
2. 환경부 (2005) 2004 하수도통계.
3. 한국상하수도협회 (2006) 국제경쟁력 강화를 위한 상하수도서비스 평가기준개발 연구 1차년도 보고서.
4. 환경관리공단 (2004) 상하수도서비스 경쟁력 강화를 위한 표준화방안 연구.
5. 환경부 (2005) 정수장 운영 및 관리실태 평가규정.
6. 환경부 (2005) 하수도시설 운영·관리업무처리 통합지

- 침(개정).
7. 행정자치부 (2004) 지방직영기업 경영평가편람.
 8. 일본수도기술연구센터 (2005) 수도사업가이드라인업무 지표(PI)산정결과에 관해.
 9. 동경도수도국 (2005) 수도사업가이드라인의 업무지표 적용결과.
 10. 日本下水道協會 (2003) 下水道維持管理 サービス向上のためのガイドライン.
 11. AWWARF (1995) Distribution system performance evaluation.
 12. IWA (2003) Performance indicators for wastewater services.
 13. AWWA (2005) Benchmarking performance indicators for water and wastewater utilities.
 14. WEF (2002) Performance indicator for water and wastewater utilities.
 15. EU (2004) WATERBENCH report.
 16. ISO (2005) ISO/TC224 CD24510.
 17. ISO (2005) ISO/TC224 CD24511.
 18. ISO (2005) ISO/TC224 CD24512.