

상수도수질 정보공개 효과 분석: 서울시 온라인 수질정보공개에 따른 수질개선 효과를 중심으로*

이재완

국문요약

본 연구는 서울시 상수도사업본부의 온라인 실시간 수질정보공개가 수질개선에 미치는 효과를 실증분석하고 있다. 서울시 상수도사업본부는 아리수 수질을 24시간 실시간으로 자동측정하여 인터넷을 통해 탁도, 수소이온농도(pH), 잔류염소 등 3개 항목의 측정값을 공개하고 있다. 본 연구는 상수도수질 정보공개가 수질개선에 미치는 효과를 분석하기 위해 2006년부터 2012년까지 서울시 25개 자치구의 수질검사결과를 활용하였다. 먼저 수질정보공개 전후로 수돗물 수질에 차이가 있는지를 검증하기 위해 평균차이 분석을 하였는데, 탁도, 수소이온농도(pH), 잔류염소의 평균값이 감소하였으며 그 차이가 통계적으로 유의미하였다. 수질정보공개가 수돗물의 수질에 미치는 영향을 분석하기 위해 고정효과모형을 활용한 패널 회귀분석을 하였다. 그 결과, 수질정보공개가 잔류염소에 대해 통계적으로 유의미한 음(-)의 영향을 나타냈다. 즉 정보공개가 상수도사업본부 직원들의 행태에 변화를 유도하여 수질을 개선하도록 해주는 것이다. 본 연구는 취수장과 정수센터에서 수질에 영향을 미칠 수 있는 여러 변수들을 누락한 한계가 있다. 향후 보다 세분화된 관련 데이터를 확보하여 수질정보공개의 효과를 보다 엄밀히 추정할 필요가 있다.

주제어: 정보공개, 상수도 수질, 아리수 수질정보

1. 서론

본 연구의 목적은 상수도수질 정보공개가 수질개선에 미치는 효과를 분석하는 것이다. 이를 위해 본 연구는 서울시 상수도사업본부의 온라인 실시간 수질정보공개가 상수도수질에 미치는 효과를 실증분석하고자 한다. 서울시 25개 자치구의 상수도 수질검사 결과를 바탕으로 온라인 수질정보공개가 탁도(turbidity), 수소이온농도(pH), 잔류염소 등 수질에 미치는 효과를 분석할 것이다.

정보공개¹⁾는 새로운 정책수단으로 주목을 받고 있다. 정책목표를 달성하기 위해 정부는 전통적으로 명령통제 방식이나 경제적 유인을 사용해 왔다. 그러나 정보공개는 널리 정보를 제공하여 정

* 이 논문은 2010년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구됨(NRF-2010-330-B0031). 귀중한 조언을 해 주신 익명의 심사위원님들께 감사드립니다.

1) 정보공개는 주민의 공개청구를 받아 공개하는 소극적 의미의 청구공개(access)와 공개청구 없이 정보보유기관이 자발적 또는 의무적으로 공개하는 정보공표(dissemination)를 포함하는 넓은 의미이다(이승중, 1991, 2005: 499).

책주체와 대상집단, 혹은 대상집단들 간의 정보격차를 해소함으로써 행태 변화를 유도하여 정책목표를 달성할 수 있게 한다. 즉 비대칭 정보(asymmetric information) 하에서 발생하는 도덕적 해이(moral hazard)나 불리한 선택(adverse selection) 등으로 인한 각종 사회위험, 시장실패, 정부실패를 보완해 준다(문명재, 2010; 전대성·정광호, 2011).

정보공개는 민간재화를 생산하는 기업은 물론 공공재를 생산하는 정부나 공공기관, 그 재화를 소비하는 개인이나 조직의 행태에 영향을 미쳐 바람직한 사회상태를 실현할 수 있도록 해준다(Bennear and Olmstead, 2008; 문명재, 2010). 특히 정보공개는 정책주체의 책임성을 강화해 준다(이승중, 1991; 2005). 정보공개를 통해 일반국민과 정부관료 간의 정보격차가 해소되면 감시기능이 활성화되고 정책주체의 도덕적 해이나 기회주의적 행동(opportunistic behaviors)을 통제하여 행정의 책임성을 확보할 수 있다(전대성·정광호, 2011). 즉 대의민주주의에서 주인인 국민이 대리인인 정부관료의 행태를 제대로 통제하기 어려워서 발생하는 대리비용(agency loss)을 줄이는 데 크게 기여하는 것이다. 이러한 특성으로 인해 정보공개는 식의약품의 성분이나 영양소 표시, 작업장 안전, 공해나 유해물질 배출, 수질개선 등 환경보호, 소비제품의 위험표시 등 다양한 분야에서 활용되는 정책수단이다(Fung, Graham and Weil, 2007).

우리나라는 1980년대 이후 인구증가와 산업화로 인해 상수도의 수질 및 안전성에 대한 사회적 관심이 증가하였고, 1991년 낙동강 폐놀오염사고, 2001년 수돗물 바이러스 검출 등 수질오염 사례가 발생하여 수돗물에 대한 불신이 늘기 시작했다. 더욱이 2000년대 들어 일반국민들이 냄새 없는 맛있는 물을 찾기 시작하면서 수돗물을 직접 마시는 비율은 큰 폭으로 감소하였다(황창하, 2013). 환경부에 따르면, 수돗물을 그대로 먹는 비율은 우리나라가 1.4%로, 미국 56%, 일본 33.1%에 비해 매우 낮은 것으로 나타났다(환경부, 2011). 이는 염소 소독에 의한 불쾌한 냄새와 각종 수질사고 등으로 생긴 수돗물의 안전성에 대한 불안감이 수돗물에 대한 신뢰와 직접 음용비율을 떨어뜨리는 결과를 초래한 것으로 추정된다(황창하, 2013).

서울시 수돗물인 아리수에 대한 음용행태와 빈도 조사에서도 결과는 유사하게 나타났다. 2005년 7월 실시한 서울시 수돗물에 대한 평가에서 ‘그대로 항상 마신다’라고 응답한 비율은 2.4%로 매우 낮았다.²⁾ 이에 대한 대책으로 서울시 상수도사업본부는 2008년부터 상수도 홈페이지(<http://arisu.seoul.go.kr>)를 통해 수질정보를 실시간으로 공개하고 있다.³⁾ 서울시의 온·오프라인에 걸친 아리수 실시간 수질 공개 서비스는 행정의 ‘투명성·신뢰성·대응성 있는 공공서비스 개선분야’에서 최고점(대상)을 받아 유엔 공공행정상(UNPSA)을 받은 바 있다.⁴⁾

상수도수질 정보공개란 수돗물 속에 독성물질 포함여부나 먹는 물 기준에 적합한지 등을 검사하여 일반국민들에게 알려주는 것이다. 미국은 1996년 상수도안전법(SDWA; the Safe Drinking Water Act)을 개정하여 수도공급자로 하여금 소비자안심보고서(CCRs; Consumer Confidence Reports)를 발행해 수돗물 안전기준과 그 위반사항을 의무적으로 공개하도록 하였다(Bennear and Olmstead,

2) 한국시정일보(2009.02.12), “수돗물 음용률, 통계에 숨나?” 기사참조

3) 뉴스와이어(2008.05.16), “서울시 상수도사업본부 홈페이지에 서울 전지역 실시간으로 수질 정보 공개” 기사참조

4) 서울신문(2009.05.04), “‘아리수’와 ‘천만상상 오아시스’ 유엔 공공행정상 대상·우수상” 기사참조

2008: 4). 우리나라의 서울시 상수도사업본부는 시민이 마시는 아리수 수질을 24시간 실시간으로 자동측정하여 인터넷을 통해 누구라도 확인할 수 있도록 공개하고 있다. 이러한 상수도수질 정보 공개는 1차적으로 먹는 물의 수질관리와 개선을 목적으로 하고 있으며, 궁극적으로는 수돗물에 대한 불신 해소와 음용률을 제고하기 위한 것이다.

이에 본 연구는 서울시 상수도사업본부의 온라인 수질 정보공개가 수돗물 수질에 미치는 효과를 분석하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 서울시 25개 자치구의 수도꼭지(급수전)에서 측정된 수질정보를 활용하여 수질정보공개가 수질검사항목인 탁도, 수소이온농도(pH), 잔류염소 등 수질에 미치는 효과를 분석할 것이다.

II. 이론적 논의 및 선행연구의 검토

1. 정책수단으로서의 정보공개 효과에 관한 이론적 논의

정책수단으로서 정보공개 혹은 공표는 그 종류가 매우 다양하다. 캠페인, 기술지원(technical assistance), 교육·훈련 프로그램, 연구결과 공표, 통계시스템, 카운셀링, 홍보(propaganda), 교화(indoctrination), 라벨 표시(labeling), 조직성과보고(organizational reporting) 등이 있다(Vedung, 2005; Weiss, 2002: 218; 문명재, 2010; 정광호·전대성·김홍석, 2008). 정보공개는 일반국민, 기업, 정부, 공공기관 등의 행태를 변화시키기 위해 활용되는 가장 유연한 정책수단이다(Vedung and Deolen, 2005; 문명재, 2010). 정보공개는 특정한 정책수단의 효과를 제고하기 위한 보완적 수단으로 활용되기도 하고 기술지원이나 자문 등과 같이 그 자체가 독립적인 정책수단이 되기도 한다(문명재, 2010). Vedung과 Deolen(2005)은 정책수단으로서의 정보공개 특성을 관련 이론과 연계시켜 다음과 같이 정리하였다(Vedung and Deolen, 2005: 107-114; 문명재, 2010, 2013; 전대성·정광호, 2011; 정광호·전대성·김홍석, 2008).

첫째, 보편적 순응에 대한 소극적 이론(Negative Theory of Universal Compliance)과 관련된 것으로, 보편적 순응이 요구되는 상황에서는 정보공개가 정책수단으로서 한계가 있다고 한다. 즉 사회적으로 특정 행위를 금지하는 것이 바람직한 경우 강제력을 직접 동원하는 수단을 활용하고 정보공개는 피하는 것이 낫다는 것이다(Vedung and Deolen, 2005). 예를 들어, 살인, 절도 또는 계약위반 같이 사회구성원이면 그 누구도 해서는 안 되는 금기(禁忌)사항에 대해서는 정보공개보다 법이나 규제 같은 강제력을 동원할 수 있는 정책수단이 더 효과적이다(Vedung and Deolen, 2005; 문명재, 2013).

둘째, 이익일치이론(Theory of Coinciding Interests)과 관련된 것으로, 정책주체와 대상집단의 이익이 일치할 경우 정보공개는 효과적인 정책수단이라는 것이다(Vedung and Deolen, 2005). 예를 들면, 자동차 운전시 안전벨트 착용 캠페인이나 음주운전금지 캠페인은 개인의 안전이라는 사익과 공중의 안전이라는 공익이 일치하는 경우로서 다른 정책수단보다 효과적으로 정책목표를 달성할

수 있다(전대성·정광호, 2011).

셋째, 온정주의 이론(paternalism)과 관련된 것으로, 정보비대칭(information asymmetry)이 존재하거나 정보비용이 높을 경우에 정보공개는 매우 효과적이다(Vedung and Deolen, 2005). 정보부재로 인해 발생할 수 있는 여러 가지 비합리적인 선택을 정부가 직접 또는 제3자를 통해 국민에게 관련 정보를 제공함으로써 방지할 수 있다. 예를 들어, 공공장소에서의 애정행위에 대한 권고, 안전요원이 없는 수영장에서의 수영금지, 모터사이클 운전시 헬멧착용 권고 등이 있다(전대성·정광호, 2011; 문명재, 2013).

넷째, 위기이론(Crisis Theory)과 관련된 것으로, 권고 등의 정보공개는 위기상황으로 진행되는 것을 막을 수 있는 유용한 정책수단이다(Vedung and Deolen, 2005). 우리나라에서 전력수요가 급증하는 시기에 전력수급 경보를 발령하여 대규모 정전사태를 방지하는 것과 같다. Baumol과 Oates(1979: 297)는 1960년대 중반 뉴욕시가 가뭄이 최고조에 이르렀을 때 시민들에게 물 절약 권고를 통해 통상적인 물 소비의 4~6%를 절감한 사례를 소개하고 있다(Vedung and Deolen, 2005).

다섯째, 감독장애이론(Theory of Difficult Oversight)과 관련된 것으로, 정책 대상집단이 너무 넓게 분포하고 있어 특정대상을 선별하여 정책수단을 적용하기 어려운 경우 정보공개가 효과적이다(Vedung and Deolen, 2005; 전대성·정광호, 2011). Baumol과 Oates(1979: 295-296)에 따르면, 야생지역의 경우 방문객이 혼자 캠핑하는 경우가 많고, 그 지역도 넓게 퍼져있어 효과적인 감시가 매우 어렵다고 한다. 이처럼 그 대상자가 불특정다수이며 지리적으로도 광범위하게 분포할 때 다른 정책수단보다는 정보공개의 한 유형인 캠페인이 현실적인 대안이다(Vedung and Deolen, 2005).

여섯째, 정당화이론(Legitimizing Theory)과 관련된 것으로, 정보공개가 규제나 경제적 유인과 같은 다른 정책수단에 앞서 시행되어 규제나 유인을 정당화하기 위해 자주 사용된다(Vedung and Deolen, 2005). 예를 들어, 스웨덴에서 안전벨트착용법 제정 전에 안전벨트 착용을 널리 홍보했던 것이나 전력부족으로 인한 할당의 필요성을 미리 홍보했던 1970년 전기 절약 캠페인을 들 수 있다(Vedung and Deolen, 2005).

일곱째, 상징이론(Token Theory of Information)과 관련된 것으로, 공공정보를 활용한 경고나 호소는 실제 감시·감독과 유사한 효과를 거둘 수 있다(Vedung and Deolen, 2005). Baumol과 Oates(1979: 295)는 외부 방문자가 일으키는 야생지역 오염의 경우 두 가지 방식의 정보공개가 효과적으로 작동할 수 있다고 한다. 하나는 적발된 사람을 본보기(an example to others)로 삼아 무거운 처벌을 부과한 후 이를 공개하여 다른 잠재적 오염자들에게 경고를 보내는 방법이다. 하지만 이 방법은 사람들이 공평하지 않다고 인식할 것이다. 다른 하나는 권고 메시지를 보내 방문자의 양심에 호소하는 방법이다. 즉, 방문자가 오염을 일으키는 행동을 하지 않도록 상징적 차원에서 권고하는 것이다(Vedung and Deolen, 2005).

한편 정보공개가 관련 행위자들의 행태 변화를 가져오는지에 대해서도 다양한 논의가 이루어져 왔다(Kraft, Stephan and Abel, 2011). 첫째, 정보공개와 행태변화에 대한 이론적 배경은 대체로 거래비용(transaction cost) 이론에 기초하고 있다. 정보공개는 거래당사자들 간의 거래비용, 특히 정보수집비용을 낮춰 계약이나 협상을 촉진한다(Coase, 1988; Williamson, 1985). 예를 들어, 정부가 공장의 공해배출에 대한 정보를 공개하면 공장 인근 주민들의 정보수집비용이 낮아져서 주민들이 공

해감축 협상에 더욱 적극적으로 나서게 된다는 것이다(Kraft, Stephan and Abel, 2011).

둘째, 정보공개는 외부성(externality)과 관련되어 있다. 즉 정보공개는 부정적인 외부효과를 내부화시키는 장치로서 활용된다는 것이다. 예를 들어, 공해배출에 관한 데이터를 공장들이 만들어 공개하도록 하면 공장주 입장에서는 일종의 비용이 부과되는 것과 같아서 사적인 배출비용이 증가하게 되어 배출량을 줄이게 된다(Kraft, Stephan and Abel, 2011).

셋째, 정보공개는 집단행동의 딜레마와도 관련이 있다. 정부가 정보공개를 통해 정보비용을 절감해 주면, 모든 행위자들의 집단행동 참여 가능성이 높아진다(Olson, 1971; Kraft, Stephan and Abel, 2011). 즉 정부는 강요자(coercer)가 아닌 촉진자(facilitator)로서 역할을 하게 된다(Scholz and Gray, 1997; Kraft, Stephan and Abel, 2011). 특히 죄수의 딜레마 상황에서 정보공개는 유용한 정책수단이다. 공해배출 감축의 경우 사회 전체적으로는 공해물질을 허용기준보다 더 낮게 배출하도록 만드는 것이 합리적이지만, 개별기업의 입장에서는 배출기준을 맞추는 수준에서 공해물질을 배출하는 것이 합리적이다. 이와 같이 사회전체적인 합리성과 개별적인 합리성이 괴리된 경우 정보공개는 이들 간의 격차를 줄이는데 유용한 수단이 된다(Kraft, Stephan and Abel, 2011).

넷째, 심리학적인 동기이론 측면에서도 정보공개는 사람들의 위험 인식에 영향을 미쳐 적극적인 행동에 나서게 만든다(Fischhoff et al., 1981; Lowrance, 1976; Perrow, 1999; Slovic, 1987; Kraft, Stephan and Abel, 2011).

정보공개에 의해 새로운 정보를 획득한 행위자들은 다음과 같은 행태변화를 보일 것이다(Kraft, Stephan and Abel, 2011: 40-41). 우선 일반국민들은 위험을 줄이기 위해 유해물질을 배출하는 공장이나 기업에 대한 소송, 여론에의 호소, 경영자들과의 직접 협상 등 여러 활동에 나서게 된다. 둘째, 언론매체는 유해물질 배출을 보도하여 여론을 환기시키거나 환경운동가들의 활동을 조장하고 그 지지자들을 동원하는 역할을 한다. 셋째, 공장이나 개별기업은 지역사회에 비난이나 조사활동을 예방하기 위해 유해물질 감축에 노력하게 된다. 그리고 선출직 공무원의 경우 지역사회에서의 재선을 위해 부정적인 여론이 발생하기 전에 예방적 활동을 강화하게 된다(Jacobson, 2009; Mayhew, 1974; Kraft, Stephan and Abel, 2011). 넷째, 다른 이해관계자들의 부정적인 행동이 발생한 후 공장은 이들의 활동을 중화시키기 위한 여러 조치를 취하게 된다. 예를 들면, 기업이미지 개선을 위해 환경운동에 앞장선다든지, 오염감축설비 구축, 공정 개선, 기술 개발 등의 활동을 하게 된다(Kraft, Stephan and Abel, 2011).

2. 정보공개 효과에 관한 실증분석

정보공개가 관련자들의 행태를 변화시키는지에 대해 여러 학자들에 의한 실증분석들이 시도되었다(Kraft, Stephan and Abel, 2011). 이들의 연구는 다양한 분야에서 시도되었지만 반드시 일치된 결과를 보여주는 것은 아니다. 몇몇 연구들에서는 공해배출 정보공개가 시민들의 소송을 조장한 것으로 나타났으며(Beierle, 2003; Bouwes, Hassur and Shapiro, 2001; Fung and O'Rourke, 2000; Herb, Helms and Jensen, 2003; Lynn and Kartez, 1997), 다른 연구에서는 지역주민들의 부정적 반응을 예상한 공장이 공해배출을 줄여 이러한 활동의 발생을 예방했다고 한다(Lyon and Maxwell,

2004). 또한 독성물질 배출지표(TRI; Toxics Release Inventory)에 관한 정보공개는 기업의 유해화학물질 배출을 감소시킨다는 연구결과가 제시된 바 있다(Bennear, 2006). 그러나 다른 연구에서는 이 제도가 공개리스트에 포함되지 않은 다른 화학물질을 배출하게 만들거나 공개의무항목들 중 일부를 없애게 만드는 부정적인 효과가 제시되고 있다(Gamper-Rabindran and Swoboda, 2006; Greenstone, 2003; Bennear, 2006). 또한 그 효과가 장기간 지속되지 않으며, 공해배출기업의 반응이 기대수준에 이르지 못했다는 분석도 제시되고 있다(Bui and Mayer, 2003; Weil, Fung, Graham and Fagotto, 2006).

정보공개의 한 유형인 조직리포트 카드(report cards)에 관해 연구한 Gormley(2003)는 리포트 카드가 소비자에게 직접 정보를 제공하거나 아니면 언론매체의 관심과 전문가의 의견을 통해 간접적으로 의사결정에 영향을 미친다고 한다(전대성·정광호, 2011).

캠페인이나 홍보의 경우도 정책수단으로서 유의미한 효과를 가지고 있다. 하연희와 문명재(2007)의 연구는 우리나라 정부가 1960년도 이후 추진해왔던 산아제한이나 최근 출산장려의 경우, 보조금과 같은 경제적 유인과 함께 정보제공이 중요한 역할을 하였음을 실증분석 하였다. 한편 캠페인에 관해 연구한 Stielstra(1993)는 덴마크 정부의 산불예방 캠페인이 역효과가 있어 중단한 사례를 소개하고 있다.

제품에 대한 라벨 표시가 이루어지면 안전 친화적 행태가 유도된다는 의견도 있다(Russo and Leclerc, 1991; Cox et al., 1997). 식품의 성분, 성능, 영양적 가치 등을 제품의 포장이나 용기에 표기하도록 한 식품영양표시는 소비자들에게 정확한 영양 정보를 제공해 줌으로써 소비자들이 합리적으로 선택할 수 있고(Beloian, 1973), 국민의 영양에 대한 인식을 높일 수 있는 교육 도구로서도 가치가 있다(Levy and Schucker, 1989; Bender and Derby, 1992; 이강자·이윤희, 2004). 친환경 마크를 부착한 커피(shade-grown coffee)나 참치(dolphin-safe tuna) 등에 대한 라벨 표시도 소비자의 선택에 유의미한 영향을 미친 것으로 분석되었다(Teisl, Roe and Hicks, 2002; Loureiro and Lotade, 2005). 식품의 라벨 표시는 소비자의 행태뿐만 아니라 기업의 행태도 변화시켜, 식이섬유가 더 들어간 식품을 생산한다든지, 저지방(low-fat)·저나트륨(low-Sodium) 식품을 생산하여 소비자의 제품 선택 폭을 늘리기도 한다(Moorman, 1998; Weil, Fung, Graham and Fagotto, 2006). 또한 재생자원을 활용하여 발전을 하는 전기회사에 대한 정보공개도 소비자 선택에 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다(Delmas, Montes-Sancho and Shimshack, 2007).

식당의 위생에 관한 정보공개도 소비자의 탐색비용을 낮추고 공급자인 식당의 위생 개선에 긍정적인 효과를 미친다(Weil, Fung, Graham and Fagotto, 2006). 로스앤젤레스의 식당위생등급 공개는 식당의 매출과 수입에 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다(Jin and Leslie, 2003). 특히 위생상태의 개선과 함께 식품관련 질병으로 인한 병원방문환자의 수도 감소하였다. 소비자의 선택변화는 식당의 위생 관행 변화를 가져오기도 한다. 최근의 연구는 식당등급제도가 로스앤젤레스 지역에서 식품으로부터 발생하는 각종 질병의 발병을 줄였다고 결론짓고 있다(Simon et al., 2005; Weil, Fung, Graham and Fagotto, 2006).

자본시장에 관한 몇몇 연구들은 공해배출에 대한 정보를 공개하면 이것이 자본시장에서 일종의 신호로 작용하여 기업 가치에 영향을 미친다고 한다(Cohen, 2000; Hamilton, 1995). 이 때문에 기

업 가치의 하락을 방지하기 위해 기업은 깨끗한 제품을 생산하려는 노력을 강화하게 된다. Konar와 Cohen(1997)은 1989년에서 1992년까지의 기간 중 독성물질 공개자료와 배출기업들의 주가를 조사하였다. 그 결과, 독성물질을 많이 배출하는 상위 40개 기업들의 주가가 공개 직후 하락 추세를 보였고, 이후 이들 기업들은 독성물질 배출과 환경사고를 줄이기 위해 친환경 경영전략을 채택하는 변화를 나타냈다(Konar and Cohen, 1997; 문종열, 2003). 문종열(2003)은 1995년 인도네시아에서 시행된 기업의 환경오염 실태 정보공개는 공해배출 기업들의 주가를 떨어뜨리고 제품 판매고를 감소시켰으며, 결과적으로 기업들로 하여금 자발적으로 환경오염물질 배출을 줄이도록 만드는 등 상당한 효과를 보였다고 한다.

주식시장에서 기업가치가 평가되지 않는 조직의 경우에도 정보공개는 영향을 미친다. 비영리기관인 병·의원을 대상으로 연구한 Bently와 Nash의 연구(1998)는 관상동맥집목수술 지표(A Consumer Guide to Coronary Artery Bypass Graft Surgery)가 공개된 펜실베이니아 병원의 경우와 그렇지 않은 뉴저지 병원을 비교하여 공개된 펜실베이니아가 흉부수술관련 직원 채용과 병원 운영에 있어서 더 많은 변화를 시도하였다고 한다(정광호·전대성·김홍석, 2008). 국내 연구의 경우, 정광호·전대성·김홍석(2008)은 항생제 처방률을 공개한 이후 서울시 모든 자치구의 의원에서 항생제 처방률이 감소한 것으로 분석하였다. 전대성·정광호(2011)의 연구에서도 서울시내 개인의원, 병원, 종합병원을 대상으로 감기항생제 처방률을 공개할 경우 이들 의료기관들에서 항생제 처방률이 유의미하게 감소하였음을 밝혔다. 또한 천유진·김창엽(2012)의 연구는 지역별 급성상기도감염 항생제 처방률은 지역별로 차이는 있지만 대부분의 지역에서 공개 전보다 공개 후에 감소하였다고 제시하였다.

또한 공공조직의 경우 정치적 메커니즘을 통해 행태변화에 영향을 미칠 수도 있다(Bennear and Olmstead, 2008). 공공조직의 장이 지역주민들에 의해 선출되거나 또는 정치적으로 임명되는 경우 주민들의 요구와 지지에 민감할 수밖에 없다. 따라서 Downs(1957)가 주장한대로 유권자들로부터 득표를 극대화하기 위해 지역주민들의 요구에 부응하도록 공공재를 생산하여야 한다(Kraft, Stephan and Abel, 2011). 또한 행정관료의 경우도 주민들이나 관련집단의 평가에 민감하게 반응한다(Levy et al., 1974; Gordon et al., 1979; 이승중, 1991). 주민들이나 관련집단의 지지를 얻지 않고서는 그들이 몸담고 있는 조직의 존재이유가 달성될 수 없고 극단적인 경우에는 조직 자체의 존속이 유지되기 어렵기 때문이다(Rourke, 1984; 이승중, 1991). 특히 행정관료의 경우 비난회피동기가 크게 작용하기 때문에 부정적 평가에 매우 민감하게 반응한다(Weaver, 1988; 이승중, 1991). 그에 따라 정보공개가 이루어져 외부의 주민들이 행정관료들의 활동에 대해 알게 되면, 주민들로부터 비난을 받지 않을 수 있는 유일한 방법은 비난의 대상이 될 만한 일을 하지 않고 합법적이고 정당한 업무를 수행하는 수밖에 없다. 이 때문에 정보공개는 행정관료의 책임성을 제고하는 것으로 알려져 있다(이승중, 1991; 2005: 506).

수질에 관한 정보공개 효과를 실증분석한 Madajicz와 그 동료들(2007)의 연구는 방글라데시의 우물에 포함된 비소(arsenic)에 관한 정보를 공개한 경우 위험을 인지한 가구들이 이용하던 우물을 바꾼다는 것을 밝혔다. Johnson(2003)은 수질에 관한 정보공개가 소비자의 위험인식에 영향을 미친다고 한다. 즉 수도설비의 성과나 수질검사 결과에 대한 정보공개에 의해 소비자들이 큰 영향을

받는다고 한다.

한편 상수도 수질에 관한 정보공개를 연구한 Bennear와 Olmstead(2008)는 수질 정보공개가 수질 기준 위반횟수 감소에 효과가 있다고 분석하였다. 그들이 1990년에서 2003년까지 매사추세츠 지역의 517개 수도설비를 대상으로 실증분석한 결과에 의하면, 1996년 수도물안전법에 의해 시행된 소비자안심보고(CCRs)가 위반횟수 감소에 유의미한 영향을 미쳤다.

3. 선행연구의 한계 및 본 연구의 범위

정보공개 효과에 대한 선행연구들은 주로 제품시장에서의 소비자 선호나 평가가 즉시 반영될 수 있고, 자본시장에서 기업가치에 쉽게 영향을 미칠 수 있는 민간재화를 대상으로 분석하였다. 정보공개는 공개 당사자 및 기관에게 유무형의 압력을 가하여 행태변화를 가져온다. 이 때문에 선행 연구들은 기업, 식당, 병원, 그리고 공공기관의 생산 및 운영과정에 대한 성과지표 개선에 큰 관심을 두어 왔다(전대성·정광호, 2011). 일부 선행연구가 행정과정의 각종 관리방식 개선에 주목하여 공공재인 상수도를 대상으로 정보공개 효과 분석하였으나, 이는 수질기준의 위반여부에 대한 영향을 분석한 것이다. 그러나 이러한 선행연구는 공공재인 상수도수질에 대한 지역주민들의 선호가 제대로 반영되지 않은 한계가 있다. 즉 단순히 수질기준 위반여부만을 분석하여 수질기준 허용범위 안에서 미묘하게 변화하는 구성항목들의 개선여부를 분석하지 못한 한계가 있다.

최근에는 단순히 수질기준의 위반여부가 아닌 먹기 좋은 물로서 수도물의 수질이 중시되고 있다. 과거와 같이 음용수로서 상수도만이 존재하는 것이 아니고 다양한 생수들이 시판되고 있는 상황에서 먹는 물로서의 수도물의 수질이 초미의 관심사가 된 것이다.

상수도수질 정보공개 공극적인 목적은 지역주민들이 수도물을 믿고 마실 수 있도록 하는 것이다. 그러나 지역주민들의 수도물에 대한 신뢰는 오랜 기간에 걸쳐 형성되는 특징이 있다. 이 때문에 대개 수질정보, 즉 수질검사결과를 공개하는 경우 단기간에 식별할 수 있는 수질개선을 그 1차적인 목표로 삼고 있다. 일반국민들이 음용하는 수도물이나 샘물 등을 관리하는 「먹는물관리법」 제1조는 “먹는물의 수질과 위생을 합리적으로 관리하여 국민건강을 증진하는 데 이바지하는 것을 목적으로 한다”라고 규정하여 수도물 등 먹는물의 수질과 위생관리가 1차적인 목적임을 밝히고 있다. 또한 동법 제5조 제4항은 “특별시·광역시·특별자치시·도·특별자치도(이하 “시·도”라 한다)는 먹는물의 수질 개선을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 조례로 제3항에 따른 수질 기준 및 검사 횟수를 강화하여 정할 수 있다.”라고 하여 수질검사와 그 결과의 공개가 수질개선을 위한 조치임을 선언하고 있다. 이 규정에 따라 「서울특별시 수도조례」 제37조 제1항 역시 수도물의 수질 검사 결과를 표시할 수 있으며, 수질기준에 적합하지 아니한 경우 수질개선을 요구할 수 있도록 규정하고 있다. 이와 같이 수도물의 수질정보공개는 수질개선에 1차적인 목표가 있다고 할 수 있는 것이다.

따라서 본 연구는 상수도수질 정보공개의 1차적 목적인 수질개선에 초점을 두고, 특히 수질기준 허용범위 내에서의 미세한 변화를 분석하고자 한다. 즉 본 연구에서는 수질 정보공개가 수질검사 항목들(탁도, 수소이온농도, 잔류염소)의 개선에 미치는 효과를 분석하고자 하였다.

선행연구들과 본 연구의 차별성은 첫째, 지방 공공기관이 생산하는 공공재를 대상으로 정보공개가 영향을 미치는 품질개선을 분석하였다는 점이다. 국내연구들은 조직성과리포트나 라벨 표시(labeling) 등의 효과를 분석하기 위해 병의원, 식품제조업체나 음식점 등을 분석하였으나 공공재를 생산하는 공공부문을 대상으로 한 연구는 거의 없다. 둘째, 수질정보공개 효과를 국내 사례에 초점을 맞춰 분석하였다는 점이다. 정보공개에 따른 수질기준위반여부를 분석한 해외연구만 존재할 뿐 이 분야의 국내연구가 거의 이루어지지 않았다. 「먹는물관리법」에 의해 수질검사가 실시되어 그 결과가 공개되고 있으나 아직까지 이를 분석한 선행연구는 없다. 따라서 본 연구는 국내의 수질정보공개 사례인 서울시 상수도사업본부의 온라인 실시간 수질정보공개가 객관적인 지표인 먹는 물 수질기준 검사항목의 허용범위 내에서 어느 정도의 변화를 가져오는지를 분석하고자 한다.

Ⅲ. 수질정보공개서비스와 본 연구의 설계

여기서는 우선 본 연구의 독립변수에 해당하는 서울시 온라인 실시간 수질정보공개에 대해 상술한 다음, 수질정보공개의 1차적인 효과인 수질개선여부를 분석하기 위한 연구가설과 분석틀, 그리고 관련변수들의 측정에 대해 살펴보고자 한다.

1. 서울시 온라인 실시간 수질정보공개 서비스

1) 서울시 온라인 실시간 수질 정보공개

수돗물에 대한 불신이 커지고 생수판매량의 증가와 함께 수돗물을 직접 마시는 비율이 현저히 감소하면서 상수도 사무의 주체인 지방자치단체의 책임성을 강화하려는 제도적 노력이 진행되어 왔다. 「수도법」 제19조는 일반수도업자에게 수질검사를 받도록 의무화하고 있으며, 동법 제27조에서는 그 위반사항 등을 공개하도록 하고 있다. 「지방자치법」 제9조는 상수도사무를 자치사무로 규정하고 있어 일반수도사업자인 전국 각 지방자치단체의 상수도사업소는 각각 수질을 검사하고 이를 공개하고 있다. 그 중에서도 서울시 상수도사업본부의 온라인 실시간 수질정보공개 서비스가 대표적이다.

서울시 상수도사업본부는 안전하고 깨끗한 수돗물 공급을 위해 2001년 6월 원수에서 수도꼭지까지 수돗물 수질자동감시시스템 구축을 위한 기본계획을 수립하여 추진하였다. 서울시 상수도사업본부는 안전하게 믿고 마실 수 있는 수돗물(아리수)을 생산·공급하기 위해 수질자동측정기를 이용하여 24시간 실시간으로 수질을 측정하고 있다. 이와 함께 수질이 적정기준을 초과하면 경보를 발령하도록 하여 수질사고를 예방하는 조기경보시스템을 운영 중이다(Shin et al., 2009; 서울시 상수도사업본부, 2010). 특히 2004년 설치된 수질 자동감시측정 시스템(Seoul Water-Now System)과 연결하여 2008년부터 온라인으로 실시간 수질정보공개 서비스를 제공하고 있다. 즉 한강 원수에서부

터 수도꼭지까지 수질을 감시하고 그 수질을 분석한 결과를 상수도사업본부 홈페이지(<http://arisu.seoul.go.kr>)에 공개하고 있다(서울시 상수도사업본부, 2010).

서울시는 한강을 상수원으로 하여, 팔당(광암), 강북, 암사, 구의, 풍납(영등포), 자양(뚝도) 등 6개 취수장에서 원수를 취수하고, 강북, 영등포, 뚝도, 구의, 광암, 암사 등 6개 아리수정수센터에서 수돗물을 생산하여 각 가정으로 공급하고 있다. 아리수정수센터에서 생산된 수돗물은 먹는 물 수질 기준 58항목과 서울시 감시 105항목의 기준을 모두 만족하고 있으며, 정수센터 간의 수질차이는 거의 없는 것으로 알려져 있다(서울특별시, 2013).⁵⁾

〈표 1〉 수질검사 지점

생산과정(12)		공급과정(174)		합계
취수장	정수장(송수)	배수지·가압장	수도꼭지	
6	6	97	77	186

출처: 서울특별시 상수도사업본부 홈페이지(<http://arisu.seoul.go.kr>).

수질자동감시시스템은 한강의 원수, 아리수의 생산 및 배·급수과정에 186개 감시지점을 두고 450여대의 수질자동측정기를 설치하여 운영되고 있다. 수질감시는 상수도사업본부의 아리수통합정보센터와 수도사업소, 아리수정수센터에서 동시에 수질을 감시하는 다중 감시시스템으로 운영되고 있다. 수질이 적정기준을 벗어나면 감시 장치에서 경보음이 발생하고, 운영자에게 휴대폰 문자메시지를 발송하여 즉각적인 조치가 가능하도록 하고 있다(서울시 상수도사업본부, 2010).

〈표 2〉 서울시의 수질검사 및 공개항목

단계		수질검사 항목	시민 공개 항목
정수과정	원수	탁도, 수온, pH, 페놀, 시안, NH3-N, TOC	탁도, pH
	정수	탁도, pH, 잔류염소, 전기전도도, 수온	탁도, pH, 잔류염소
공급과정		탁도, pH, 잔류염소, 전기전도도, 수온	탁도, pH, 잔류염소

출처: 서울특별시 상수도사업본부 홈페이지(<http://arisu.seoul.go.kr>).

수질검사 항목은 원수에서 페놀, 시안, TOC(Total Organic Carbon), 암모니아성질소 등 7개의 항목을 비롯하여, 공급과정에서 수소이온농도(pH), 탁도(turbidity), 잔류염소, 전기전도도, 수온의 5개 항목을 감시하고 있다. 이 중에서도 시민의 건강과 밀접한 관련이 있는 탁도, pH, 잔류염소 등 3개 항목의 측정값을 공개하고 있다(서울시 상수도사업본부, 2010).

5) 6개의 아리수정수센터에서 생산한 수돗물의 공급구역은 자치구 행정구역과 일치하지 않는다. 13개의 자치구가 2곳 이상의 정수센터에서 생산된 물을 공급받고 있으며, 성동구의 경우 구의, 뚝도, 암사정수센터에서 생산된 수돗물을 공급받고 있다(서울특별시, 2013). 이와 같이 아리수정수센터의 수돗물 공급구역과 자치구 행정구역이 일치하지 않기 때문에 수돗물의 수질에 영향을 미칠 수 있는 각 상수도 사업소의 인력이나 예산, 원수의 수질, 투입된 화학처리제의 양 등을 분석에 반영하지 못한 한계가 있다. 앞으로 동 단위 또는 개별 가구의 수도꼭지에 공급되는 수돗물의 취수장과 정수센터에 대한 관련 데이터를 수집하여 보다 세밀한 연구를 진행할 필요가 있다.

서울시는 이러한 시스템을 구축하여 원수에서부터 수도꼭지까지 24시간 실시간 감시하여 수질사고를 예방하고 수질의 안전성을 확보하였으며, 조기경보시스템을 운영하여 이상사항을 미리 감지하여 신속하게 대응하고 있다. 또한 아리수 수질을 공개함으로써 수질관리의 투명성과 신뢰성을 높이고 있다(서울시 상수도사업본부, 2010).

2. 본 연구의 가설

서울시의 온라인 실시간 수질검사결과 공개는 공공재인 상수도의 품질에 대한 정보공개에 해당한다. 공공재를 생산하는 서울시 상수도사업본부의 경우 민간기업과는 달리 상품시장에서의 소비자들의 평가가 재화의 판매량이나 평판에 직접적인 영향을 미치는데 한계가 있다. 하지만 앞서본 바와 같이 공공재를 생산하는 공공조직의 경우에도 그 조직의 장이 선출직(elected officials)이거나 정치적 임명직(political appointees)인 경우 지역주민들의 반응에 민감하게 반응할 수밖에 없다. 또한 행정관료나 공공조직 종사자들은 지역주민이나 관련집단에게 자신들의 활동을 정당화하고 평판을 유지하기 위해 적극적으로 책임을 다하려고 한다(이승중, 1991). 그리고 「먹는물관리법」 제5조 제2항은 시도지사에게 수질검사를 실시하도록 하고 규정하고 있으며, 동조 제4항은 수질개선을 위하여 필요한 경우 수질검사횟수와 기준을 강화할 수 있다고 규정하여 수도물의 수질개선에 대한 책임을 부여하고 있다. 이 때문에 상수도수질에 관한 정보공개가 이루어지면 수도물의 고객인 지역주민들의 요구에 민감하게 반응하게 된다. 그리하여 수질정보공개는 상수도사업소 종사자들의 행태를 변화시켜 수도물 수질이 먹는 물 기준에 더 부합하도록 만들 것이라는 주장이 가능하다(Bennear and Olmstead, 2008). 그러나 수질검사 결과가 나쁘게 나올 경우 지역주민들의 비난을 회피하기 위해 수질 검사항목을 줄인다든지 검사항목이 아닌 물질을 사용하여 수질을 나쁘게 만든다는 부정적인 주장도 존재한다(Gamper-Rabindran and Swoboda, 2006; Greenstone, 2003; Bennear, 2006). 이와 같은 상반된 주장을 검증하기 위해 본 연구는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설 : 상수도 수질정보공개는 수도물의 수질개선에 영향을 미칠 것이다.

하위가설 1: 상수도 수질정보공개는 탁도에 영향을 미칠 것이다.

하위가설 2: 상수도 수질정보공개는 수소이온농도에 영향을 미칠 것이다.

하위가설 3: 상수도 수질정보공개는 잔류염소에 영향을 미칠 것이다.

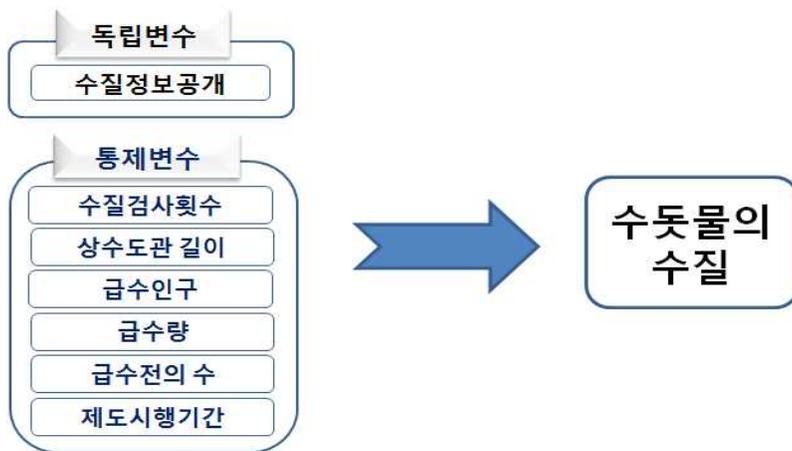
본 연구는 이러한 가설을 검증하기 위해 2006년부터 2012년까지의 서울시 25개 자치구의 수질 검사결과를 활용하였다. 상수도사업본부 종사자의 행태변화는 가시적인 측정에 한계가 있으므로 그 결과로 나타난 측정가능한 객관적인 수질개선 데이터를 중심으로 분석하였다.

3. 본 연구의 분석틀

서울시 상수도사업본부의 온라인 실시간 수질정보공개가 수도물의 수질에 미치는 효과를 분석하

기 위해 본 연구는 다음과 같은 분석틀을 설정하였다. 본 연구의 종속변수는 수돗물의 수질(탁도, 수소이온농도, 잔류염소)이고, 독립변수는 수질정보공개이다. 통제변수로 수질검사횟수, 상수도관 길이, 급수인구, 급수량, 급수전(수도꼭지)의 수, 수질정보공개 제도시행기간을 설정하였다. 수질검사횟수와 수질정보공개 제도시행기간은 수질검사의 반복으로 인한 시험요인(testing)과 시간 경과에 따른 성숙요인(maturation)을 통제하기 위한 것이다.

〈그림 1〉 본 연구의 분석틀



4. 변수 및 분석모형

1) 변수의 측정

(1) 종속변수

본 연구는 수질정보공개의 효과에 의해 영향을 받는 수돗물의 수질을 종속변수로 하고 있다. 수돗물의 수질은 온라인 실시간 수질정보공개를 통해 일반시민들에게 공개되는 수질검사항목인 탁도, 수소이온농도(pH), 잔류염소이다. 이들 3가지 검사항목의 수질정보가 본 연구의 종속변수이다.

첫째, 탁도는 물의 흐린 정도를 나타내며 정수처리 효율을 평가할 수 있는 지표이다. 수질기준은 0.5 NTU(Nephelometric Turbidity Unit) 이하를 요구한다.

둘째, 수소이온농도(pH)는 물의 중성, 산성 또는 알칼리성을 나타내는 지표로서, 수질기준은 5.8~8.5이다. 5.8보다 낮으면 물의 산성이 증가하는 것이고, 8.5보다 높으면 물의 알칼리성이 증가한 것이다.

셋째, 잔류염소는 염소가 물에 녹아 소독력을 지닌 차아염소산과 차아염소산이온의 양을 표시하는 것으로 맛있는 물의 목표치는 0.1~4.0mg/L이다. 그런데 수질검사 항목 중 잔류염소의 허용치에 대한 국가간 기준이 상이하⁶⁾다. 수돗물의 마지막 정수과정에서 염소소독이 이루어지는데, 유해 미

6) 우리나라와 미국은 4.0이며, WHO와 호주의 기준은 5.0이다. 반면 일본의 경우는 1.0을 요구하고 있다(환경부,

생물을 살균, 소독하기 위하여 염소를 첨가하고 있다(김희갑·문희란, 2008; 이목영 외, 2010). 이 때문에 수인성 전염병을 예방하기 위해 잔류염소 농도를 0.1mg/L 이상을 유지하고 있다. 그러나 잔류염소는 아도피성 피부염, 태열, 습진을 유발하고, 피부 또는 두피, 모발세포를 자극하여 탈모 및 피부노화를 가속화시키고, 천식 등 알레르기를 악화시킬 위험도 있다. 특히 장시간 노출시 심장병 및 각종 암을 유발시킬 위험도 존재한다고 알려져 있다(Bove et al., 1995; Bull et al., 1995; Cantor et al., 1998; Hsu et al., 2001; 김희갑·문희란, 2008 재인용).

이러한 위험성 때문에 수돗물을 직접 그대로 마시지 않는 이유 중 잔류염소에 대한 부정적 인식이 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 잔류염소에 의한 역한 냄새와 물맛 저하는 수돗물에 대한 불신과 거부감을 초래하고 있다(김희갑·문희란, 2008; 이목영 외, 2010; 황창하, 2013). 이 때문에 우리나라는 2006년 12월 28일자로 수도꼭지의 먹는 물 잔류염소의 최소농도기준을 F-Cl의 경우는 0.2에서 0.1mg/L로, C-Cl의 경우는 1.5에서 0.4mg/L로 크게 낮추었다(김희갑·문희란, 2008; 이목영 외, 2010).

본 연구에서는 서울시 25개 자치구의 수질검사결과에 나타난 3가지 항목의 수질정보 데이터인 탁도, 수소이온농도, 그리고 잔류염소의 측정결과 값에 주목하여 분석하고자 하였다. 분석에 사용되는 데이터는 매년도말(12월 31일)을 기준으로 수질검사결과를 취합하여 보고한 서울시의 각 자치구별 집계데이터이다. 이 데이터의 출처는 서울시 열린데이터 광장(<http://data.seoul.go.kr>)의 Dataset에 수록된 “서울시 수돗물 수질검사”이다. 이 데이터는 「먹는물수질기준및검사등에관한규칙」에 의한 수요자에 대한 수질검사 결과로 수돗물 수질검사 현황을 자치구별로 제공하고 있다. 여기서 2006년부터 2012년까지의 자치구별 현황자료를 추출하였다.

(2) 독립변수

본 연구의 독립변수는 서울시 상수도사업본부가 2008년 도입한 온라인 실시간 수질정보공개서비스이다. 서울특별시 상수도사업본부 홈페이지(<http://anis.seoul.go.kr>)를 통해 시민들이 자신이 거주하는 지역의 수도꼭지나 배수지 아이콘을 클릭하면 좌측에 그 지점의 수질정보가 즉시 제공되고 있다.⁷⁾

(3) 통제변수

본 연구에서는 수돗물의 수질에 영향을 미칠 수 있는 혼란요인인 수질검사횟수, 상수도관의 길이, 급수인구, 급수량, 급수전(수도꼭지)의 수, 수질정보공개 제도시행기간을 통제변수로 설정하였다. 이들 개별 변수의 측정과 출처는 다음과 같다.

첫째, 수질검사횟수는 매년 각 자치구별로 수질검사를 실시한 횟수로 측정하였다. 수질검사횟수가 증가할수록 측정반복(testing)에 의해 수질검사결과에 영향을 미치므로 이를 통제하였다.

2012).

7) 뉴스와이어(2008.05.16.), “서울시 상수도사업본부 홈페이지에 서울 전지역 실시간으로 수질 정보 공개” 기사 참조

둘째, 상수도관의 길이는 각 자치구별로 집계한 도수관, 송수관, 배수관, 급수관의 총길이(단위: km)를 합산하여 측정하였다.⁸⁾ 수돗물의 수질은 상수도관내에서의 체류시간과 거리에 어느 정도 영향을 받는다(현인화·이제인·손창호, 2005). 따라서 상수도관의 길이가 길수록 체류시간과 거리가 증가하므로 이를 통제할 필요가 있다.

셋째, 급수인구는 매년도별 25개 자치구의 급수인구(단위: 명)로 측정하였다. 수돗물을 공급받는 급수인구는 수돗물을 공급하는 수도사업소에 압력을 행사하는 집단이다. 또한 수도꼭지에서 수질을 검사하는 것은 인구규모별로 정해진다(현인화·이제인·손창호, 2005). 따라서 급수인구의 규모가 클수록 수질개선에 대한 압력을 크게 행사할 것이므로 통제하였다.

넷째, 급수량은 상수도관을 통해 공급되는 수돗물의 양($m^3/일$)으로 측정하였다. 수도관을 통해 공급되는 수돗물의 양도 수질에 영향을 미칠 수 있으므로 이를 통제하였다.

다섯째, 급수전의 수는 수돗물 공급과정의 최종단계에 해당하는 것으로 각 자치구별 수도꼭지의 숫자(단위: 개)로 측정하였다. 수질의 검사지점인 수도꼭지가 많을수록 집계 데이터에 미치는 영향이 커지므로 이를 통제하였다.

여섯째, 수질정보공개제도 시행기간은 2008년을 기준(1값)으로 제도시행 이전은 0값, 제도시행 이후 매년 한 단위씩 증가하는 것으로 측정하였다. 수질정보공개의 기간이 생산자나 소비자의 위험인식에 영향을 미치므로(Bennear and Olmstead, 2008), 시간경과에 따른 변화(maturation)를 통제하였다.

이 데이터들의 출처는 “서울시 열린데이터 광장(<http://data.seoul.go.kr>)”의 Dataset에 수록된 “서울시 상수도 급수현황”과 “서울시 상수도관” 자료이다. 여기서 2006년부터 2012년까지의 자치구별 현황자료를 추출하였다.

2) 연구의 설계와 분석모형

본 연구에서는 수질정보공개 수질개선 효과를 분석하기 위해 수질정보공개 전과 후를 나누어 비교하는 단절적 시계열 설계(interrupted time-series design)를 사용하였다.⁹⁾ 서울시 상수도사업본부의 온라인 실시간수질정보공개는 25개 자치구 전체에서 동시에 시행되었기 때문에 정보공개를 하지 않은 비교대상이 없으므로 재귀적 통제(reflexive control)에 의한 평가가 불가피하다(노화준, 2006). 재귀적 통제는 어떤 대상집단에 대해 정책 시행 이후 나타난 변화를 정책 시행 이전의 상황과 비교하여 그 차이를 추정하여 정책시행의 효과를 분석하는 방법으로 단절적 시계열 설계가 대표적이다(노화준, 2006).

8) 도수관은 한강물을 유입시키기 위한 관을 말하며, 송수관은 도수관에서 정수장과 배수지까지 연결하는 관을 말한다. 배수관은 배수지에서 구역별 저장소까지 연결하는 관을 말하며, 급수관은 구역별 저장소에서 최종 급수지까지 연결하는 관을 말한다.

9) 항생제 처방률 정보공개 효과를 분석한 정광호·전대성·김홍석(2008)의 경우도 단절적 시계열 설계를 사용하고 있다.

〈그림 2〉 수질정보공개 효과 분석을 위한 실험설계



여기서는 수질정보공개 이전을 비교집단(control group), 수질정보공개 이후를 실험집단으로 구성하였다. 서울시 상수도사업본부가 수질정보공개를 실시한 2008년을 기준(interrupt)으로 공개 이전과 이후로 나누어 수질개선효과를 추정할 것이며, 이를 그림으로 표현하면 <그림 2>와 같다.

본 연구에서는 2006년부터 2012년까지 서울시 25개 자치구의 상수도 현황자료를 균형패널자료로 구성하였다. 수질정보공개가 수도물의 수질개선에 미치는 효과를 분석하기 위한 선형회귀모형은 다음과 같으며, 패널 회귀분석을 위해 STATA 12.0을 사용하였다.¹⁰⁾

$$WQ_{it} = \alpha + \beta_1 DI_{i-2} + \beta_2 Check_{it} + \beta_3 Pipe_{it} + \beta_4 Pop_{it} + \beta_5 Vol_{it} + \beta_6 Faucet_{it} + \beta_7 Time_{it} + \varepsilon_{it}$$

(i = 1, ..., N ; t = 1, ..., T)

여기서, WQ = 수질(탁도, 수소이온농도, 잔류염소), DI = 수질정보공개, Check = 수질검사횟수, Pipe = 상수도관 길이, Vol = 급수량, Faucet = 급수전의 수, Time = 제도시행기간, ε = 오차항

IV. 분석결과 및 논의

1. 수질정보공개 전후의 수질비교

본 연구에 사용된 연속형 변수들의 기술통계량은 다음 <표 3>과 같다. 수질검사결과는 먹는 물

10) 독립변수가 더미변수일 경우 패널 회귀분석에서 독립변수의 계수를 추정하기 위한 STATA 명령어는 “xtfevd”이다.

수질기준에 적합한 수준을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 우선 탁도(turbidity)는 평균 0.12로 마시기에 적합한 수준인 0.5이하로 유지되고 있다. 둘째, 수소이온농도(pH)는 평균 7.15로 먹는 물로 적합한 5.8에서 8.5 사이를 유지하고 있다. 셋째, 잔류염소는 평균 0.35로 안전수준인 0.1mg/L 이상을 유지하고 있다.

〈표 3〉 분석모형에 포함된 연속형 변수의 기초통계량

변수명	관측치	평균	표준편차	최대값	최소값
탁도	175	0.12	0.02	0.08	0.16
수소이온농도	175	7.15	0.06	7.00	7.30
잔류염소	175	0.35	0.11	0.24	0.68
수질검사횟수	175	395.20	89.75	187.00	637.00
상수도관 길이	175	554980.70	114377.80	337248.00	816616.00
급수인구	175	418539.80	127247.20	136348.00	693144.00
급수량	175	129527.10	36299.38	79980.00	259468.00
급수전의 수	175	78728.87	26512.92	30396.00	136880.00
제도시행기간	175	2.14	1.81	0.00	5.00

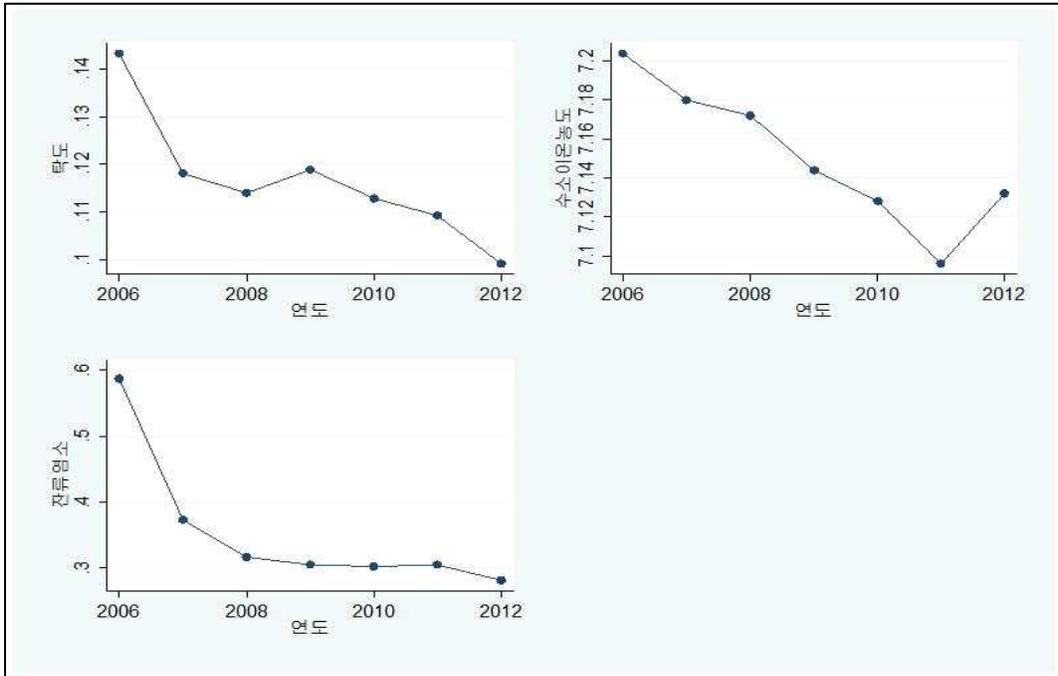
2006년부터 2012년까지의 수질검사항목별 검사결과는 <그림 3>에서 보는 바와 같다. 우선 탁도는 수질정보공개 전에는 수질검사 결과 값이 하락하다가 수질정보가 공개된 후 2009년 일시 상승하였다가 지속적으로 하락하고 있다. 둘째, 수소이온농도의 경우 2006년 이후 계속 하락하고 있으며 수질정보공개 이후에도 하락세는 계속 되었으나 2012년 약간 상승하였다. 셋째, 잔류염소는 2007년 큰 폭으로 감소한 후 2008년부터는 낮은 수치를 유지하면서 하락세를 지속하고 있다. 전체적으로 수질정보공개 이후 수질검사항목의 측정치는 하락세를 보이고 있다고 할 수 있다. 그리고 수질검사 결과는 <그림 4>에서 보는 바와 같이 수질정보공개 후에 전반적으로 낮아진 것을 알 수 있다. 그러나 이 그림은 다른 혼란변수들이 통제되지 않은 상태에서의 추세를 나타내고 있으므로 이를 기준으로 수질개선여부를 판단하기에는 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 단절적 시계열 설계에서처럼 다른 변수들을 통제한 후에 절편의 변화(a change in intercept)나 기울기 변화(a change in slope)로 효과여부를 판단할 수 있다(Shadish, Cook and Campbell, 2002: 175-177).¹¹⁾ 패널 회귀분석에서는 독립변수로 설정된 더미변수인 수질정보공개의 계수 값이 유의미한지 여부를 기준으로 효과 유무를 판단할 수 있다.

일반시민들에게 온라인으로 실시간 수질정보를 공개한 2008년을 기준으로 수질공개 전후의 수질 검사결과 차이는 <표 4>와 같다. 우선 탁도(turbidity)는 수질정보공개 전에 평균값이 0.1306에서 수질정보공개 후 0.1108로 0.0198만큼 감소하였다. 수질정보공개 전후 탁도의 평균값 차이는 t-값이

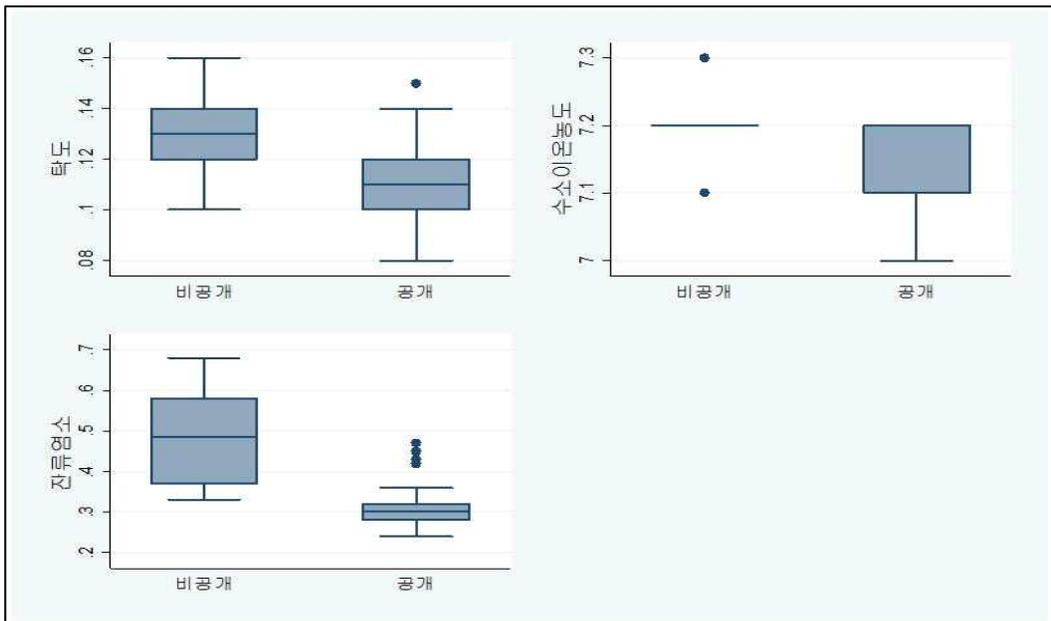
11) 회귀불연속 설계(Regression Discontinuity Design)에서는 구분점을 중심으로 좁은 대역을 설정하여 그 속에 포함된 개체에 대해서는 무작위로 실험처리를 하거나 하지 않는 동점분리(tie-breaking) 실험하여 그 효과를 추정할 수 있다(Shadish, Cook and Campbell, 2002: 241). 그러나 본 연구의 경우처럼 모든 자치구에서 일괄적으로 수질정보공개를 한 경우에는 적용하기 어렵다.

8.9853로 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의미하게 나타났다.

〈그림 3〉 연도별 수질검사 결과



〈그림 4〉 수질정보공개 전후의 수질검사결과의 상자도표



둘째, 수소이온농도는 수질정보공개 전에 평균값이 7.1920에서 수질정보공개 후 7.1344로 0.0576만큼 감소하였다. 수질정보공개 전후 수소이온농도의 평균값 차이는 t-값이 6.8343로 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의미하게 나타났다.

〈표 4〉 수질정보공개 전후의 평균차이 비교

구분		관측치	평균	표준편차	차이	t-값	p-value
탁도	공개 전	50	0.1306	0.0161	0.0198	8.9853	0.0000
	공개 후	125	0.1108	0.0118			
수소이온농도	공개 전	50	7.1920	0.0396	0.0576	6.8343	0.0000
	공개 후	125	7.1344	0.0540			
잔류염소	공개 전	50	0.4800	0.1132	0.1778	15.6552	0.0000
	공개 후	125	0.3022	0.0369			

셋째, 잔류염소는 수질정보공개 전에 평균값이 0.4800에서 수질정보공개 후 0.3022로 0.1778만큼 감소하였다. 수질정보공개 전후의 수소이온농도의 평균값 차이는 t-값이 15.6552로 유의수준 0.01에서 통계적으로 유의미하게 나타났다. 전반적으로 수질정보공개 전후로 수질검사결과의 차이가 유의미하다고 할 수 있을 것이다.

그러나 이것은 다른 혼란변수들(confounding variables)이 통제되지 않은 상태에서 나타난 집단 간 차이에 불과하다. 어떤 원인에 의해 차이가 발생하였는지 알기 위해서는 혼란변수를 통제된 회귀분석이 필요하다.

2. 상관분석 결과

분석모형의 종속변수의 수질검사항목의 측정결과, 즉 탁도, 수소이온농도, 잔류염소와 다른 변수들 간의 상관관계를 분석하면 <표 5>와 같다. 종속변수인 수질검사항목의 측정치들 간에도 잔류염소가 탁도(turbidity) 및 수소이온농도와 유의미한 양(+)의 비교적 높은 상관관계를 나타냈다. 소독을 위해 많은 염소를 투여할 경우 탁도와 수소이온농도를 높이는 것으로 추정할 수 있다.

한편 수질검사횟수가 수질검사결과에 유의미한 부(-)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 또한 제도 시행기간도 유의미한 부(-)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 다음으로 급수량은 탁도와 수소이온농도에 유의미한 양(+)의 상관관계를 갖고, 급수전의 수는 탁도에 유의미한 양(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 급수인구와 급수량, 급수인구와 급수전의 수 간의 상관계수가 0.701, 0.907로 매우 높게 나타났다.¹²⁾

그러나 이와 같은 단순 상관관계 분석은 혼란변수들이 통제되지 않은 상태에서 분석된 것이다.

12) 이들 변수간의 상관관계가 매우 높게 나타났으나, 다중공선성을 우려할 수준에는 이르지 않았다. 설명변수들 간의 다중공선성을 진단하기 위해 분산팽창인자(VIF: Variance Inflation Factor) 값을 계산하였다. 일반적으로 VIF가 10보다 크면 다중공선성의 문제를 의심해야 한다(민인식·최필선, 2008: 201). 그러나 여기서 급수인구가 6.63, 급수전이 6.00이었으며, 전체 평균 VIF는 2.89로 나타났다.

이하에서는 패널데이터를 활용한 OLS 분석을 통해 본 논문에서 분석하고자 하는 설명변인들의 영향력을 살펴보고자 한다.

<표 5> 연속형 변수들 간의 상관관계

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1.탁도	1.000								
2.수소이온농도	0.444***	1.000							
3.잔류염소	0.663***	0.411***	1.000						
4.수질검사횟수	-0.402***	-0.193**	-0.334***	1.000					
5.상수도관 길이	-0.035	0.104	0.039	0.240***	1.000				
6.급수인구	0.112	0.017	-0.007	0.216***	0.473***	1.000			
7.급수량	0.180**	0.135*	0.101	0.312***	0.514***	0.701***	1.000		
8.급수전의 수	0.125*	-0.063	-0.026	0.220***	0.405***	0.907***	0.659***	1.000	
9.제도시행기간	-0.619***	-0.525***	-0.626***	0.233***	-0.036	0.012	-0.061	0.024	1.000

주: * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01, () 속은 표준오차.

3. 회귀분석 결과

본 연구에서는 종속변수인 수질검사항목의 수질정보, 즉 탁도(turbidity), 수소이온농도(pH), 잔류염소에 대한 설명변수들의 영향력을 패널데이터를 활용한 선형회귀모형으로 분석하였다. 세 가지 종속변수에 대한 패널 회귀분석의 결과를 보면 다음과 같다.

패널데이터를 분석하기 위한 고정효과모형과 확률효과모형의 선택을 위해 Hausman 검정을 하였다. 그 결과, 탁도에 대해 Hausman 검정통계량이 $\chi^2=56.50$ 로 유의수준 1%에서 독립변수와 횡단면 단위간의 상관관계가 존재하지 않는다는 귀무가설이 기각되어 고정효과모형이 더 적절한 것으로 나타났다. 다음으로 수소이온농도(pH)에 대해서는 Hausman 검정통계량이 $\chi^2=12.07$ 로 유의수준 1%에서 기각되었고, 잔류염소에 대해서도 Hausman 검정통계량이 $\chi^2=124.23$ 로 유의수준 1%에서 기각되어 고정효과모형이 더 적절한 것으로 나타났다. 세 가지 수질검사결과에 대한 고정효과모형의 추정 결과를 보면 다음과 같다.

첫째, 탁도(turbidity)에 대해서는 수질정보공개가 음(-)의 부호를 나타냈으나, 통계적으로 유의미하지는 않았다. 그러나 통제변수로 설정된 수질검사횟수와 제도시행기간이 통계적으로 유의미한 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반복적인 측정과 그 결과의 공개는 검사 그 자체에 익숙해져서 검사항목을 개선하거나 상수도사업본부 직원들의 의식성장에 영향을 미칠 수 있는 것이다. 상수도관의 길이는 탁도에 유의미한 긍정적 효과를 나타내서 상수도관이 길면 수돗물을 흐리게 하는 미세물질들이 늘어나기 때문에 탁도가 증가하는 것으로 해석된다.

둘째, 수소이온농도(pH)에 대해서는 수질정보공개가 음(-)의 부호를 나타냈으나, 통계적으로 유의미하지는 않았다. 그러나 상수도관의 길이가 수소이온농도에 유의미한 양(+)의 영향을 나타냈다.

상수도관의 길이가 길수록 탄산가스가 감소하거나 수도관 속의 침전물에 함유된 칼슘·마그네슘 등 양이온과 이온교환을 거치면서 수소이온농도가 증가하는 것으로 추정된다.¹³⁾ 제도시행기간의 경우 앞의 경우와 마찬가지로 상수도사업본부 직원들의 의식성장을 초래하는 성숙효과 때문에 보다 중성에 가까워지는 것으로 추정된다. 그러나 아리수의 수소이온농도(pH)는 몸에 좋은 약알카리성(pH 6.7~7.6)을 계속해서 유지하고 있다.

〈표 6〉 수질정보에 대한 회귀분석 결과

종속변수	탁도		수소이온농도		잔류염소	
	고정효과모형	확률효과모형	고정효과모형	확률효과모형	고정효과모형	확률효과모형
설명변수	회귀계수 (표준오차)	회귀계수 (표준오차)	회귀계수 (표준오차)	회귀계수 (표준오차)	회귀계수 (표준오차)	회귀계수 (표준오차)
수질정보공개	-0.0037 (0.0028)	-0.0041 (0.0029)	-0.0118 (0.0124)	-0.0164 (0.0122)	-0.1289*** (0.0180)	-0.1469*** (0.0173)
수질검사횟수	-0.0001*** (1.33e-05)	-5.86e-05*** (1.05e-05)	-2.63e-05 (5.87e-05)	-6.54e-05 (4.47e-05)	-0.0004*** (8.52e-05)	-0.0002*** (6.35e-05)
상수도관 길이	1.82e-07* (1.00e07)	-2.01e-08** (8.76e-09)	1.45e-06*** (4.43e-07)	2.66e-08 (3.72e-8)	4.86e-07 (6.43e-07)	-1.70e-09 (5.28e-08)
급수인구	-1.33e-07 (8.79e-08)	-8.67e-09 (1.68e-08)	1.87e-07 (3.87e-07)	1.16e-08 (7.15e-08)	-5.81e-07 (5.63e-07)	3.49e-08 (1.01e-07)
급수량	-1.50e-08 (5.90e-08)	1.20e-07*** (3.49e-08)	8.54e-09 (2.60e-07)	3.22e-07** (1.48e-07)	5.97e-07 (3.78e-07)	4.74e-07** (2.11e-07)
급수전의 수	-7.88e-07 (4.53e-07)	9.03e-08 (7.57e-08)	6.97e-07 (2.00e-06)	-9.05e-07*** (3.21e-07)	-3.49e-07 (2.90e-06)	-5.29e-07 (4.56e-07)
제도시행기간	-0.0031*** (0.007)	-0.0039*** (0.0007)	-0.0110*** (0.0032)	-0.0119*** (0.0030)	-0.0053 (0.0047)	-0.0062 (0.0042)
절편	0.1736** (0.0685)	0.1430*** (0.0051)	6.2536*** (0.3001)	7.1803*** (0.0215)	0.5318 (0.4358)	0.5038*** (0.0305)
관측치	175		175		175	
총 자치구 수	25		25		25	
R^2 (Adjusted R^2)	0.6688 (0.5970)		0.4919 (0.3818)		0.6900 (0.6228)	
Hausman 검정통계량 (p-값)	56.50 (0.0000)		12.07 (0.0071)		124.23 (0.0000)	

주: * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01, () 속은 표준오차.

셋째, 잔류염소에 대한 분석결과, 수질정보공개는 통계적으로 유의미한 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 수질정보공개제도가 수도물의 수질검사항목인 잔류염소를 낮추는데 기여한 것으로 볼 수 있다(Shin et al., 2009: 111). 잔류염소는 세균 등 미생물을 살균시켜 주기 위해서 투입

13) 중앙일보, 2011년 8월 10일, “땅에 떨어진 빗물은 무해한 중성 ... 건물에 저장소 두면 침수 피해도 줄죠” 기사참조

된 염소가 수도꼭지까지 남아서 검출된 것이다. 수도물에서 냄새가 나도록 만드는 잔류염소는 수도물 불신의 중요한 원인이다. 이 때문에 환경부는 잔류염소 허용한도를 낮추려고 노력하고 있다(현인환·이제인·손창호, 2005).

서울시 상수도사업본부의 경우도 시민들이 안심하고 마실 수 있는 깨끗하고 안전한 물을 공급하기 위해 잔류염소를 줄이고자 노력하고 있다. 즉 서울시는 염소 냄새에 대한 거부감을 줄이기 위해 ‘맛있는물 가이드라인’을 발표하고 잔류염소 농도를 0.1~0.3mg/L로 대폭 낮추어 수도물을 공급하고 있다.¹⁴⁾ 수질정보공개가 이러한 노력을 더욱 가속화시키는 것으로 해석된다. 즉 지방 공공재인 상수도 품질에 대한 정보공개가 상수도 생산자인 서울시 상수도사업본부의 행태에 영향을 미쳐 더 좋은 품질의 수도물을 생산하도록 유도하는 것으로 추정할 수 있다. 이러한 긍정적 효과는 상수도의 수질기준위반을 분석한 Bennear와 Olmstead(2008)의 연구결과와 동일한 맥락에서 이해될 수 있을 것이다. 한편 잔류염소에 대해 수질검사횟수가 유의미한 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다는데, 이는 반복측정에 의한 것으로 해석된다.

V. 결론: 요약 및 시사점

본 연구는 2006년부터 2012년까지를 시간적 범위로 하여 서울시 25개 자치구를 대상으로 온라인 실시간 수질정보공개가 수도물의 수질에 미치는 영향을 살펴보았다. 이를 위해 본 연구는 서울시 열린데이터 광장에 공개된 서울시 상수도 관련 패널데이터를 활용하였다.

수질정보공개 전후를 비교하여 수도물의 수질검사항목의 측정결과가 차이가 있는지를 보기 위해 집단간 평균 차이 분석을 실시하였다. 그 결과, 시민들에게 공개되는 수도물 수질 검사항목인 탁도(turbidity), 수소이온농도(pH), 잔류염소의 평균값이 공개 이후 감소하며 그 차이가 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었다.

본 연구는 수도물의 수질, 즉 수질검사항목의 측정치에 수질정보공개가 영향을 미치는지를 분석하기 위해 고정효과모형을 활용한 패널 회귀분석을 하였다. 그 분석결과를 정리해 보면 다음과 같다. 첫째, 다른 변수들을 고정한 상태에서 잔류염소에 대해 수질정보공개가 통계적으로 유의미한 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 수도물 불신의 원인인 염소 냄새를 줄이기 위한 노력이 수질정보공개로 가속화되고 있음을 알 수 있다. 지방 공공재인 상수도 품질에 대한 정보공개가 상수도사업본부의 행태에 영향을 미쳐 더 나은 품질의 수도물을 생산하도록 유도하는 것으로 추정된다. 반면, 탁도(turbidity)와 수소이온농도에는 수질정보공개가 음(-)의 부호를 나타냈으나 통계적으로 유의미하지는 않았다.

둘째, 통제변수로 설정된 수질검사횟수는 탁도와 잔류염소에 유의미한 음(-)의 영향을 미쳐 반복측정이 수질개선에 영향을 미치는 것으로 해석된다. 그리고 제도시행기간이 탁도와 수소이온농도에

14) 은평타임즈, 2013년 6월 8일, “아리수와 함께 ‘365 손씻기’ 생활화: 무더운 날씨에 질병을 줄일 수 있어” 기사 참조

유의미한 음(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 수질정보공개제도가 정착 또는 지속되면서 나타나는 효과로 해석할 수 있다.

셋째, 수도관 길이는 탁도와 수소이온농도에 유의미한 양(+)의 영향을 나타냈는데, 이는 상수도관이 길수록 침전되는 불순물들이 늘어나고 그 속에 포함된 칼슘이나 마그네슘 등 양이온이 증가하기 때문으로 추정된다.

본 연구는 서울시 상수도사업본부의 온라인 실시간 수질정보공개가 수돗물의 수질, 특히 잔류염소를 개선하는데 기여한다는 사실을 밝혔다는 점에서 의의가 있다. 서울시의 온라인 실시간 수질정보공개가 공공재인 수돗물 생산과 수질관리를 보다 엄격하게 하도록 만들어 먹는 물 기준에 좀 더 부합하는 수돗물을 공급하도록 하는 것이다. 이는 학자들에 의해 주장되었던 정보공개가 행정의 책임성을 향상시킨다는 명제를 상수도 수질 관련 데이터를 바탕으로 실증적으로 입증한 것이다.

그러나 본 연구는 다음과 같은 한계가 있다. 우선 서울시 상수도사업본부의 자기보고 방식으로 수집된 데이터라는 한계가 있다. 그리고 집계데이터를 바탕으로 분석하였기 때문에 수질정보공개가 수질에 어떠한 과정을 거쳐 영향을 미치는지에 대한 미시적이고 구체적인 작동원리를 분석하지 못했다. 또한 수돗물의 수질에 큰 영향을 미친다고 알려진 노후관 교체 데이터를 확보하지 못해 이를 누락시킨 한계가 있다. 한편 정수센터의 공급구역과 자치구 행정구역의 불일치로 인해 수돗물의 취수와 정수과정에서 수질에 영향을 미칠 수 있는 여러 변인들을 통제하지 못한 한계가 있다.

향후 관련 변수들의 데이터와 보다 세분화된 단위의 데이터를 추가로 확보하고, 대상범위를 전국의 상수도사업을 시행하는 자치단체로 확대하여 분석한다면 엄밀한 작동원리를 발견할 수 있을 것이다. 즉 수질정보공개를 실시하는 자치단체와 공개하지 않는 자치단체, 수질정보공개 실시 전후 등을 고려한 분석을 한다면 수질정보공개의 효과를 보다 엄밀히 추정할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 김희갑·문희란. (2008). 염소소독 수돗물 중 잔류염소 저감 방안 연구. 「기초과학연구」. 19: 101-112.
- 노화준. (2006). 「정책평가론 (제4판)」. 서울: 법문사.
- 「뉴스와이어」. (2008). 서울시 상수도사업본부 홈페이지에 서울 전지역 실시간으로 수질 정보 공개. 5.16. 먹는물관리법. (개정 2012.6.1., 법률 제11463호).
- 문명재. (2010). 정보제공의 정책 수단적 특성과 향후 연구 방향. 「행정논총」. 48(1): 51-70.
- 문명재. (2013). 정보제공과 정책수단: 정보제공의 유형과 연구방향. 김병섭 외. (2013). 「정책수단론」. pp.268-289. 서울: 법문사.
- 문종열. (2003). 환경오염 통제와 정보공개 정책: 정부의 새로운 역할. 「환경정책」. 10(3): 89-113.
- 민인식·최필선. (2008). 「STATA 기초통계와 회귀분석」. 서울: 한국STATA학회.
- 「서울신문」. (2009). '아리수'와 '천만상상 오아시스' 유엔 공공행정상 대상·우수상. 5.4: 10.
- 서울특별시. (2013). 「2012 아리수품질보고서」.
- 서울특별시 상수도사업본부. (2010). 「서울이 만들고 UN이 인정한 건강하고 맛있는 서울의 수돗물: 아리

수」.

서울특별시 수도조례. (개정 2012.1.5., 서울특별시조례 제5236호).

수도법. (개정 2013.3.23., 법률 제 11690호).

「은평타임즈」. (2013). 아리수와 함께 ‘365 손씻기’ 생활화: 무더운 날씨에 질병을 줄일 수 있어. 6.8.

이강자·이윤희(2004), 식품영양표시 제도에 대한 소비자 인식 및 이용실태, 「동아시아식생활학회지」. 14(1): 54-63.

이목영·김세철·이진효·이동식·오승용·이정기·이은숙·한선희·박용상. (2010). 수도물 잔류염소에 대한 새로운 접근: 최근 3년간 서울 수도물 잔류염소 변화경향 고찰. 한국물환경학회 공동 춘계학술발표회 발표문.

이승중. (1991). 지방정부의 행정정보공개: 행정통제론적 접근. 「한국행정학보」. 25(3): 891-916.

이승중. (2005). 「지방자치론: 정치와 정책」. 서울: 박영사.

전대성·정광호. (2011). 정보공개 효과분석: 서울시 종합병원, 병원, 의원의 감기항생제 처방률을 중심으로. 「한국정책학회보」. 20(2): 109-142.

정광호·전대성·김홍석. (2008). 정보공개가 항생제 처방에 미친 영향: 서울시 의료기관을 중심으로. 「행정논총」. 46(1): 124-150.

「중앙일보」. (2011). 땅에 떨어진 빗물은 무해한 중성 ... 건물에 저장소 두면 침수 피해도 줄죠. 8.10.

지방자치법. (개정 2013.3.23., 법률 제11690호).

천유진·김창엽. (2012). 정보 공개에 따른 지역별 항생제 처방률 변이에 영향을 미치는 요인: 전국 시군구 의원을 중심으로. 「보건행정학회지」. 22(3): 427-450.

하연희·문명재. (2007). 정책목표변화에 따른 정책도구의 전략적 선택과 효과: 우리나라의 인구정책을 중심으로. 「정부학연구」. 13(2): 75-106.

「한국시정일보」. (2009). 수도물 음용률, 통계에 숨나? 2.12.

현인환·이제인·손창호. (2005). 수도꼭지 수도물수질검사 지점별 상관요소의 분석. 「한국물환경학회·대한상수도학회 공동춘계학술발표회 논문집」. pp.154-160. 2005년 4월 22일(국립금오공과대학).

환경부. (2011). 「먹는물 수질감시항목 운영지침」.

환경부. (2012). 「먹는물수질공정시험기준」 [환경부고시 제2012-143호, 2012.7.30, 전부개정].

황창하. (2013). 수도물 수질검사와 신뢰 향상. 오피니언 기고문. 「강원도민일보」. 2013년 4월 17일.

Baumol, William J., and Oates, Wallace E. (1979). *Economics, Environmental Policy, and the Quality of life*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Beierle, T. C. (2003). *The benefits and costs of environmental information disclosure: What do we know about right-to-know?* Discussion Paper 03.05. Washington, DC: Resources for the Future, RFF.

Beloian, A. (1973). *Nutrition Labels: A Great Leap Forward*. FDA Consumer (September, 1973), 1.

Bender, M. M., and Derby, B. M. (1992). Prevalence of reading nutrition and ingredient information on food labels among adult Americans: 1982-1988. *Journal of Nutrition Education*, 24(6): 292-297.

Benbear, L. S. (2006). *The effect of reporting thresholds on the validity of TRI data as measures of environmental performance: Evidence from Massachusetts*. Working paper, Duke University.

- Benhear, L. S., and Olmstead, S. M. (2008). The impact of the “right to know”: Information disclosure and the violation of drinking water standards. *Journal of Environmental Economics and Management*, 56: 117-130.
- Bouwes, N., Hassur, S. M., and Shapiro, M. D. (2001). *Empowerment Through Risk-Related Information: EPA's Risk Screening Environmental Indicators Project*. University of Massachusetts, Amherst, Political Economy Research Institute, Working Paper Series Number 18.
- Bove, F. J., Fulcomer, M. C., Klotz, J. B., Esmart, J., Dufficy, E. M. and Savrin, J. E. (1995). Public drinking water contamination and birth outcome. *American Journal of Epidemiology*, 141: 850-862.
- Bui, L. T., and Mayer, C. J. (2003). Regulation and capitalization of environmental amenities: Evidence from the Toxics Release Inventory in Massachusetts. *Review of Economics and Statistics*, 85: 693-708.
- Bull, R. J., Birnbaum, L. S., Cantor, K. P., Rose, J. B., Butterworth, B. E., Pergram, R. and Tuomisto, J. (1995). Water chlorination: essential process or cancer hazard? *Fundamental and Applied Toxicology*, 28: 155-166.
- Cantor, K. P., Lynch, T. C. M., Hildesheim, M. E., Dosemeci M., Lubin, J., Alavanja, M. and Craun, G. (1998). Drinking water source and chlorination byproducts. I. Risk of bladder cancer. *Epidemiology*, 9: 21-28.
- Coase, R. (1988). *The Firm, the Markets, and the Law*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cohen, M. A. (2000). Information as a Policy Instrument in Protecting the Environment: What Have We Learned? *Environmental Law Reporter*, 31: 10425-10452.
- Cox, Eli P. III, Wogalter, M. S., Stokes, S. L. and Murff, E. J. T. (1997). Do product warnings increase safe behavior?: A meta-analysis, *Journal of Public Policy and Marketing*, 16: 195-204.
- Delmas, M., Russo, M. V. and Montes-Sancho, M. (2007). Deregulation and Environmental Differentiation in the Electric Utility Industry. *Strategic Management Journal*, 28: 189-209.
- Downs, A. (1957). *An Economic Theory of Democracy*. New York: Harper & Row.
- Fischhoff, B., Lichtenstein, S., Slovic, P., Derby, S. L., and Keeney, R. L. (1981). *Acceptable Risk*. New York: Cambridge University Press.
- Fung, A., Graham, M., and Weil, D. (2007). *Full disclosure: The perils and promise of transparency*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Fung, A., and O'Rourke, D. (2000). Reinventing Environmental Regulation from the Grassroots Up: Explaining and Expanding the Success of the Toxics Release Inventory. *Environmental Management*, 25(2): 115-127.
- Gamper-Rabindran, S., and Swoboda, A. (2006). *Information disclosure: Plants' responses to TRI rankings*. Working paper, University of Pittsburgh.
- Gordon, A. C. and Heinz, J. P. (eds.). (1979). *Public Access to Information*. New Brunswick, N.J.:

Transaction Books.

- Gormely, W., and Weimer, D. (1999). *Organizational Report Cards*. Harvard University Press.
- Graham, M., and Miller, C. (2001). Disclosure of toxics releases. *Environment*, 43(8): 8-20.
- Greenstone, M. (2003). Estimating regulation-induced substitution: The effect of the Clean Air Act on water and ground pollution. *American Economic Review*, 93(2): 442-448.
- Hamilton, J. T. (1995). Pollution as news: Media and stock market reactions to the Toxics Release Inventory data. *Journal of Environmental Economics and Management*, 28: 98-113.
- Herb, J., Helms, S., and Jensen, M. J. (2003). Harnessing the 'Power of Information': Environmental Right to Know as a Driver of Sound Environmental Policy. In Dietz, T., and Stern, P. C. (eds.). *New Tools for Environmental Protection: Education, Information, and Voluntary Measures*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Hsu, C. H., Jeng, W. L., Chang, R. M., Chien, L. C. and Han, B. C. (2001). Estimation of potential lifetime cancer risks for trihalomethanes from consuming chlorinated drinking water in Taiwan. *Environmental Research*, 85: 77-82.
- Jacobson, M. Z. (2009). Review of solutions to global warming, air pollution, and energy security. *Energy and Environmental Science*, 2: 148-173.
- Jin, G. Z., and Leslie, P. (2003). The effect of information on product quality: Evidence from restaurant hygiene grade cards. *Quarterly Journal of Economics*, 118: 409-451.
- Johnson, B. B. (2003). Do reports on drinking water quality affect customers' concerns? Experiments in report content. *Risk Analysis*, 23(5): 985-998.
- Konar, S., and Cohen, M. A. (1997). Information as regulation: The effect of Community Right to Know laws on toxic emissions. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32: 109-124.
- Kraft, M. E., Stephan, M., and Abel, T. D. (2011). *Coming clean: Information disclosure and environmental performance*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levy, A. S., and Schucker, R. E. (1989). *Food labeling as an educational device*. Paper presented at the association for the study of food and society. College Station, Texas (June 3).
- Levy, F., Meltsner, A. J., and Wildavsky, A. (1974). *Urban Outcomes*. Berkeley: University of California Press.
- Loureiro, M. L., and Lotade, J. (2005). Do fair trade and eco-labels in coffee wake up the consumer conscience? *Ecological Economics*, 53(1): 129-138.
- Lowrance, W. W. (1976). *Of Acceptable Risk: Science and the Determination of Safety*. Los Altos, CA: W. Kaufmann.
- Lynn, Frances M., and Kartez, Jack D. (1994). Environmental Democracy in Action: The Toxics Release Inventory. *Environmental Management*, 18(4): 511-521.
- Lyon, T. P., and Maxwell, J. W. (2004). *Corporate environmentalism and public policy*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Madajewicz, M., Pfaff, A., van Geen, A., Graziano, J., Hussein, I., Momotaj, H., Sylvi, R., and Ahsan.

- H. (2007). Can information alone change behavior? Response to arsenic contamination of groundwater in Bangladesh. *Journal of Development Economics*, 84(2): 731-754.
- Mayhew, D. (1974). *Congress: The Electoral Connection*. New Haven, CT: Yale Univ. Press.
- Moorman, C. (1998). Market-level effects of information: Competitive responses and consumer dynamics. *Journal of Marketing Research*, 35: 82-98.
- Olson, M. (1971). *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Perrow, Charles. (1999). *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton: Princeton University Press.
- Rourke, F. (1984). *Bureaucracy, Politics, and Public Policy* (3rd ed.). Boston: Little Brown Co.
- Russo, J. E., and Leclerc, F. (1991). Characteristics of successful product information programs. *Journal of Social Issues*, 47: 73-92.
- Salamon, L. (2002). *The Tools of Government: A Guide to the new Governance*. Oxford University Press.
- Scholz, J., and Gray, W. (1997). Can Government Facilitate Cooperation? An Informational Model of OSHA Enforcement. *American Journal of Political Science*, 41(3): 693-717.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., and Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Design*, New York: Houghton Mifflin Company.
- Shin, P. S., Song, Y. R., Choi, Y. J., and Park, Y. S. (2009). Seoul (Korea) online water quality monitoring of drinking water. *World Environmental and Water Resources Congress*, 2009: 103-111.
- Simon, P. A., Leslie, P., Run, G., Jin, G. Z., Reporter, R., Aguirre, A., and Fielding, J. E. (2005). Impact of restaurant hygiene grade cards on foodborne-disease hospitalizations in Los Angeles County. *Journal of Environmental Health*, 67(7): 32-36.
- Slovic, P. (1987). Perception of Risk. *Science*. 236: 280-285.
- Stielstra, T. (1993). Bos brandt beter als de overheid geld uitgeeft aan voorlichting (Forests Burn Better when Government Spends Money on Information Campaigns). *De Volkskrant*. 26(July).
- Teisl, M. F., Roe, B., and Hicks, R. (2002). Can eco-labels tune a market? Evidence from dolphin-safe labeling of canned tuna. *Journal of Environmental Economics and Management*, 43: 339-359.
- Weaver, R. Kant (1988). *Automatic Government: The Politics of Information*. Washington D. C.: Brookings.
- Vedung, E. (2005). Policy Instruments: Typologies and Theories. In Bemelmans-Videc, Marie-Louise, Rist, Ray C., and Vedung, E. (eds.). *Carrots, Sticks and Sermons: Policy Instruments and Their Evaluation*. New Brunswick, N.J.: Transaction Publishers.
- Vedung, E., and Doelen, Frans van der (2005). The Sermon: Information Programs in the Public Policy Process-Choice, Effects, and Evaluation. In Bemelmans-Videc, Marie-Louise, Rist, Ray C., and Vedung, E. (eds.). *Carrots, Sticks and Sermons: Policy Instruments and Their Evaluation*. New

Brunswick, N.J.: Transaction Publishers.

Weil, D., Fung, A., Graham, M., and Elena, F. (2006). The effectiveness of regulatory disclosure policies. *Journal of Policy Analysis and Management*, 25: 155-181.

Weiss, J. (2002). Public Information. In Salamon, L. (ed.). *The Tools of Government: A Guide to The New Governance*. Cambridge, MA: Oxford University Press.

Weiss, J. M., and Tschirhart, M. (1994). Public Information Campaigns as Policy Instruments. *Journal of Policy Analysis and Management*, 13(1): 82-119.

Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism: Firms, markets, relational contracting*. New York: Free Press.

서울특별시 상수도사업본부 홈페이지(<http://arisu.seoul.go.kr>).

서울시 열린데이터 광장(<http://data.seoul.go.kr>).

이재완(李在完): 서울대학교 행정대학원에서 행정학 박사학위를 받고(논문: 지방정부의 행정정보공개에 관한 연구, 2013), 동대학원 고용노동행정연구센터의 선임연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 정보공개, 재정정책, 정책수단, 정책평가 등이다. 주요 논문으로는 “행정정보 공개청구의 연관요인 탐색: 16개 광역시도를 중심으로”(2011, 공저), “관료적 지대추구가 특별교부세 배분에 미치는 영향에 관한 연구”(2011, 공저), “정보공개청구 수용에 관한 연구: 기초자치단체를 중심으로”(2011, 공저)가 있다(noso791@gmail.com).

Abstract

An Analysis of the Effect of Information Disclosure on Drinking Water Quality: Focused on Seoul Water-Now System

Lee, Jae-Wan

The purpose of this study is to analyze the effects of a real-time water quality information disclosure on the drinking water quality. The water quality information of 3 items(turbidity, pH, and residual chlorine) is opened to the public by the Office of Waterworks Seoul Metropolitan Government through the internet. This study uses the data of tap water quality test results of the 25 Autonomous Districts of Seoul from 2006 to 2012. The findings according to the t-test indicate that the differences in the mean value of turbidity, pH, residual chlorine before and after information disclosure were statistically significant. And the findings from panel regression model with fixed effects show that the water quality information disclosure have a statistically significant negative effect on the residual chlorine.

Key Words: information disclosure, tap water quality, Seoul Water-Now system