

한국은 어떻게 상수도 공급문제를 해결했는가?

How Korea Has Solved Water Supply Problems?

임혜연* · 최막중**

Lim, Hae Yeon · Choi, Mack Joong

Abstract

Since Korea has successfully solved water supply problems during the rapid urbanization period, this study attempts to characterize the Korean water supply model and derive implications for developing countries which suffer from drinking water shortage problem currently. Based on the theory of developmental state, it first illustrates the characteristics of strategic government intervention through the public corporation, Korea Water Resources Corporation (K-Water) as the institutional aspect of the Korean model. This institutional mechanism has made the central government engage directly in multi-regional water supply system while taking advantage of corporate finance instead of public finance, including cross-subsidy scheme derived from profits of public water reclamation projects. Secondly, in physical urban development respect, it provides empirical evidences that massive high-density housing development, which also reflects the characteristic of developmental state in housing supply, has reduced the water supply costs per household and thereby contributed to increasing water supply. In particular, cross-sectional multi-regression analyses show that the proportion of high-density multi-family housing (apartment) has the greatest effect on water supply ratio, suggesting further that developing countries switch from low- to high-density housing development to solve both housing and water shortage problems at the same time.

키 워 드 ■ 상수도, 아파트, 한국수자원공사, 한국, 개발도상국

Keywords ■ Water Supply, Apartment, Korea Water Resources Corporation (K-Water), Korea, Developing Countries

I. 서론

과거 한국은 매우 극심한 식수난을 경험했다. 고지대는 만성적인 급수난을 겪었고 갈수기의 급수제한은 비일비재한 일이었다. 공동수돗나 급수차량에서 물을 받기 위해 길게 늘어선 물지게의 행렬은 쉽게 목격할 수 있는 현상이었으며, 심지어 수도물을 둘러싼 갈등으로 살상 사태가 벌어지기도 했다.¹⁾

그렇지만 한국의 상수도보급률²⁾은 1955년 16.1%

에서 2013년 98.5%(서울의 경우 100%)로 비약적인 증가를 기록했다(환경부, 2013). 국제적인 비교를 위해 아시아개발은행(ADB)의 물보장지수(Household Water Security Index)³⁾를 살펴보면, 2013년 한국의 상수도관을 통한 물 접근성(Piped Water Access)은 93%로서 방글라데시(6%), 미얀마(8%), 캄보디아(17%), 몽골(17%), 인도네시아(20%), 인도(23%), 베트남(23%), 스리랑카(29%), 파키스탄(36%), 필리핀(43%), 태국(48%) 등 대부분의 아시아 개발도상국

* Seoul National University(First author: henna.lim@gmail.com)

** Seoul National University(Corresponding author: macks@snu.ac.kr)

에 비해 월등히 높은 수준이다(Asia Development Bank, 2013).

UN에 따르면 2015년 기준으로 전 세계 인구의 9분의 1에 해당하는 약 8억 명이 안전한 식수를 공급받지 못하고 있으며(UN-Water, 2015), 2025년에는 전 세계 인구의 40%인 27억 명의 인구가 물 부족을 겪을 것으로 예상된다(UNESCO, 2003). 특히 충분한 기반시설 없이 급속한 도시화가 진행되고 있는 개발도상국의 경우 식수난은 더욱 심각한데, 개발도상국에서 발생하는 질병의 80%가 오염된 식수와 열악한 위생체계에 기인한 수인성 질병이라는 사실이 그 심각성을 단적으로 대변한다.⁴⁾

이러한 상황에서 급속한 도시화를 거치면서도 단기간에 상수도보급률을 제고한 한국의 경험은 개발도상국에게 귀감이 될 수 있다. 이에 본 연구는 국제개발협력(International Development and Cooperation)의 관점에서 한국의 상수도공급 모델의 특성을 정립함으로써 개발도상국을 비롯하여 국제적으로 적용할 수 있는 함의를 도출하는데 목적이 있다. 특히 한국이 중앙정부의 전략적 시장개입을 특징으로 하는 개발국가의 성격을 가졌던 점에 주목하여 본 연구는 두 가지 특성에 초점을 맞춘다. 하나는 제도·조직(institutional)의 소프트웨어 측면에서 국가 개입의 매개체였으면서도 국가재정 지출을 줄이는데 기여했던 공기업의 역할이다. 다른 하나는 도시개발의 물리적 하드웨어 측면에서 아파트로 특징지어지는 한국의 고밀 주택개발 방식과의 관련성이다.

제Ⅱ장에서는 먼저 한국의 상수도 공급 성과를 살펴보고, 그 요인을 추출하기 위한 이론적 분석틀을 개발국가 이론에 기초하여 설정한다. 이어 제Ⅲ장에서는 국가의 상수도 공급목표를 달성하기 위한 집행기제로서 한국수자원공사를 매개로 한 광역상수도 공급과 공유수면 매립을 통한 자원조달의 특

성을 분석한다. 제Ⅳ장에서는 아파트로 대표되는 고밀의 대량 주택공급이 상수도 보급에 미친 영향을 실증적으로 분석한다. 이로부터 도출되는 개발도상국에 대한 시사점은 제Ⅴ장에서 정리한다.

Ⅱ. 한국의 상수도 공급

1. 공급 성과

한국에 상수도가 처음 도입된 것은 1903년이였다. 그러나 일제강점기를 겪으며 급수 혜택은 일본인과 외국인에 국한되었고, 이후 한국전쟁으로 상수도 시설이 크게 파괴되면서 급수는 매우 제한적으로 이루어졌다. 본격적으로 상수도시설이 공급된 것은 제1차 경제개발계획이 수립된 1960년대부터로, 급속한 산업화와 도시화로 인해 증가하는 도시인구의 급수수요에 대응하기 위해 상수도시설에 대한 대대적인 계획과 투자가 이루어졌다(서울특별시 상수도사업본부, 2008).

1961년 수도법이 제정된 후 1962년 제1차 경제개발계획에서는 당시 10%대에 불과하던 급수 보급률을 22%로 확대하겠다는 국가 정책목표가 처음으로 설정되었다. 1966년에는 장기수자원계획인 ‘수자원종합개발10년계획(1970~1980)’이 수립되었고, 다음해인 1967년에 공공의 수자원개발기구로서 한국수자원개발공사(현 한국수자원공사, 이하 수자원공사)가 설립되었다. 그리고 1973년에는 수자원공사가 전담하는 광역상수도 제도가 도입되어 1979년 수도권 광역상수도사업이 전개되었는데, 둘 이상의 지방자치단체에 원수나 정수를 공급하는 광역상수도는 통합 관로 및 정수장을 통해 만성적인 물 부족 상태를 해소하는데 기여하였다(한국수자원학회, 1997). 이러한 노력의 결과로 그림 1에서 보는 것처럼 1980년 한국의 상수도보급률은 54.6%(서울 92.7%)로 크게 향상되었고, 2010년에는 97.7%(서울

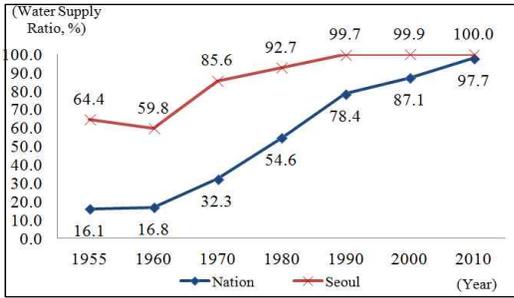


그림 1. 상수도보급률 변화(1955-2010)

Fig 1. Change of Water Supply Ratio(1955-2010)

100%)를 기록하여 오늘날 한국의 식수 문제는 거의 해결이 된 상태이다.

2. 분석틀

1) 중앙정부의 전략적 개입과 집행수단

상수도는 원칙적으로 지방정부가 공급하는 지방 공공재(local public goods) 중의 하나이다. 이러한 점에서 한국의 상수도공급 역사에서 주목할 만한 부분이 공공 계획과 기구를 통한 중앙정부의 개입이다. 즉, 경제개발계획이나 수자원장기종합개발계획과 같은 국가계획에 상수도보급률이라는 수치화된 성과목표를 제시하고, 중앙정부 산하에 수자원공사와 같은 공기업을 설립하여 그 목표를 달성하기 위한 집행기구로 동원하는 방식이다. 이러한 방식은 기본적으로 개발국가의 특성을 반영한다.

‘개발국가(Developmental State)⁵⁾’는 후발산업화 과정에서 국가의 전략적 시장개입의 중요성을 강조하는 이론으로, Jonhson(1982), Amsden(1989), Wade(1990) 등에 의해 동아시아 신흥산업국(NICs, Newly Industrializing Countries)의 경제개발 모델로 정립되었다. 이는 시장경제모델도 계획경제모델도 아닌, 제3의 산업화·경제개발 모델로서, ‘사유재산과 시장경제를 기본원칙으로 하면서도 국가가 스스로 설정한 부국강병이란 목표를 달성하기 위해

시장에 대한 전략적 개입을 행하는 국가(김일영, 2000)를 일컫는다. 이 때 시장개입은 특징적으로 산업화와 경제개발의 정책목표를 국가재정의 투입 없이 민간부문에 대한 당근(직·간접 보조, 독과점 보호 등)과 채찍(성과기준 부과, 규제 등)을 통해 기업의 자원을 동원하여 달성하는 방식으로 나타난다(Woo-Cummings, 1999).

개발국가는 경제정책, 특히 산업정책의 특성을 설명하기 위한 이론이었지만, Yoon(1994), 최막중 외(2014), Kim and Choi(2015)는 이를 주택정책에 적용하여 한국의 주택산업 및 도시개발, 주택공급의 특성을 규명한 바 있다. 급속한 도시화에 대응하기 위한 국가의 주택공급 목표는 1972년 주택 250만호 건설 10개년계획, 1987년 주택 200만호 건설 5개년계획 등으로 구체화되었으며, 이의 실행기구로는 주택의 대량공급에 필요한 초기자본과 기술력을 갖춘 대형 민간 건설업체가 동원되었다. 대형 건설업체는 지정업체 제도에 의해 우월적 지위를 보장 받았고, 공공이 조성원가로 독점 공급하는 택지(당근)와 분양가규제(채찍) 등을 통해 국가의 지원과 통제를 동시에 받았다(최막중 외, 2014).

이러한 개발국가의 특성은 수자원정책 분야에서도 국가가 상수도공급의 정책목표를 설정하고, 이의 실행기구를 제도적으로 지원하는 형태로 나타난다. 다만 상수도는 주택과 달리 민간부문이 공급을 책임지기 어려운 공공재로서, 실행기구가 수자원공사라는 공기업의 형태를 띠었다는 점에 차이가 있다. 이렇게 공기업을 국가정책의 실행기구로 활용하는 경우는 농업기반조성, 도로건설, 택지개발, 주택공급 등에서도 보편적으로 발견되는 한국의 인프라개발 특징이기도 하다.

본 연구는 특히 국가의 전략적 개입을 매개한 수자원공사의 두 가지 역할에 주목한다. 하나는 수자원공사가 담당하는 광역상수도를 통해 국가가 지방자치단체를 초월하여 상수도 문제에 직접 개입할

수 있었다는 점이다. 다른 하나는 공기업이 시행하는 사업은 재정사업이 아니기 때문에 수자원공사는 국가재정의 투입 없이 상수도 재원을 자체적으로 조달할 수 있는 기제로 활용되었다는 점이다. 이러한 수자원공사의 역할에 대해서는 제Ⅲ장에서 심층적으로 분석하도록 한다.

2) 도시개발 및 주택공급과의 연관관계

공동수도의 경우를 제외하고 상수도는 궁극적으로 개별 주택 단위로 공급되기 때문에 상수도 공급은 불가분 주택공급과 밀접히 관련되어 있다. 이러한 점에서 주목해야할 것이 아파트로 대표되는 한국의 압축적 도시개발패턴과 고밀의 주거형태이다.

앞서 개발국가 이론에 따른 한국의 주택공급 특성을 설명하였듯이, 아파트는 개발국가에 의해 고안된 주택의 대량생산 기제로 간주된다(Sonn and Shin, 2014). 주택의 대량공급이라는 국가 정책목표를 달성하기 위해 대형 건설업체는 제도적으로 공공이 공급하는 택지가격과 주택의 분양가격이 통제되어 있는 상황에서 주택개발의 규모와 밀도를 증대하는 물량극대화 전략을 추구할 수밖에 없었기 때문이다(최막중 외, 2014). 실증적으로도 주택밀도의 국제비교 결과에 의하면 주택단지의 평균 호수

밀도는 개발도상국이 22.8호/ha, 선진국이 23.4호/ha임에 비해 한국은 107.7호/ha로 세계적으로 가장 높은 수준이다(최막중 외, 2014). 이로 인해 한국의 아파트 재고는 1975년 9만호에서 2010년 819만호로 비약적으로 증가했고, 1975년 전체 주택재고의 1.9%에 불과했던 아파트 비율은 2010년 53%로 증가하여 전가구의 절반 이상이 아파트에 거주하기에 이르렀다.

주택밀도가 증가하면 호(세대)당 상수도관의 길이가 짧아져 상수도 공급비용이 감소할 수 있음은 그림 2를 통해 알 수 있다. 도로에 접한 대지의 폭(frontage)을 a , 도로에서 대지내 주택 인입지점까지의 거리를 b , 주택의 높이를 c 라고 하면, 단독주택의 경우 n 개의 주택에 상수도를 공급하기 위해서는 $n(a+b)$ 또는 호당 $a+b$ 길이의 상수도관이 필요하다. 이에 비해 아파트와 같이 n 개의 주택이 수직적으로 집적하면 $a+b+(n-1)c$ 길이의 상수도관이 필요한데, 비교의 편의상 $b \div c = a$ 라 하면 이는 $a+nb$ 또는 호당 $a/n+b$ 가 되어 단독주택에 비해 길이가 줄어든다. 물론 상수도관의 구경이나 수압 등에 따른 비용의 차이도 있겠지만, 이러한 사실은 적어도 주거밀도가 높아지면 주택수(n) 증가에 따라 호당 상수도관의 길이가 감소하는 규모의 경제(scale

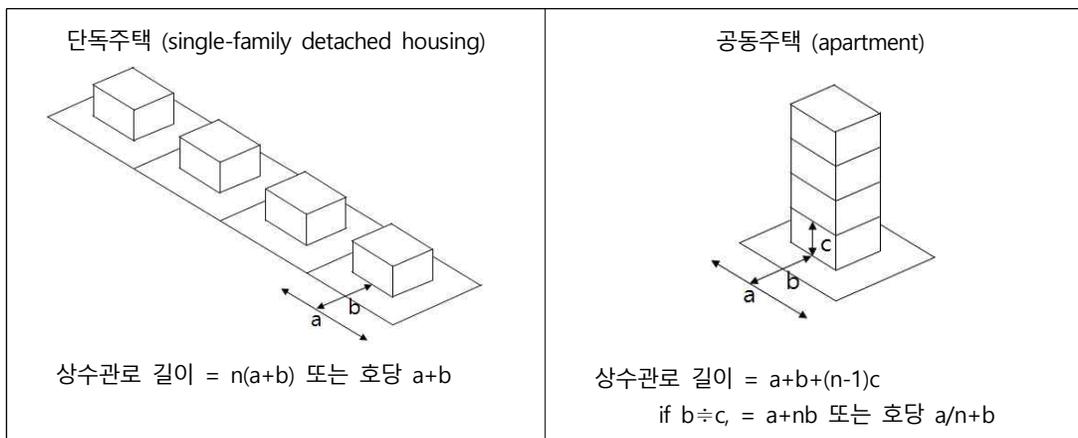


그림 2. 주택밀도에 따른 상수도관 길이 Fig 2. Housing Density and Length of Water Pipeline

economies)가 발생하여 상수도 공급의 효율성이 증대할 수 있음을 시사한다.

선행연구에서도 상수도 및 하수도 공급비용이 주거개발 패턴에 따라 영향을 받는다는 사실이 지적되고 있는데(Downing and Gusteley, 1977; Burchell et al, 1998), 특히 Stephenson et al(2001)에 의하면 기반시설 중에서도 도로나 상·하수도와 같은 운송인프라(delivery infrastructure)의 공급비용이 주거밀도에 더 민감하게 영향을 받는 것으로 나타난다. 한국에서도 주택유형(단독주택, 연립주택, 아파트)에 따라 정성영 외(2012)는 단독주택 비율과 연립주택 비율이 상수도의 단위 생산비용을 유의하게 증가시키고 있음을 밝힌 바 있다. 또한 양승원·박근중(2005)은 16개 시·도간 아파트비율의 차이에 주목하여 수도권이 지방도시에 비해 상수도보급률이 높은 까닭을 수도권에서 공동주택이 단독주택에 비해 크게 증가했기 때문으로 추론하고 있다.

그럼에도 이상의 연구들은 개별 목적에 따라 부분적으로 이루어졌기 때문에 과연 아파트 위주의 고밀 주택유형이 상수도보급률을 높이는데 기여했는지에 대해서는 직접적인 답을 주지 못하고 있다. 이에 따라 제Ⅳ장에서는 정량적 자료에 기초하여 주거밀도와 상수도 공급비용 및 보급률의 관계를 체계적으로 실증 분석해 보도록 한다.

Ⅲ. 공기업을 통한 국가개입과 재원조달

1. 광역상수도

국가 수자원정책의 집행기구로서 수자원공사는 1967년 한국수자원개발공사로 설립되어 경제개발에 필요한 용수공급 및 이를 위한 댐건설과 광역상수도 보급의 임무를 수행해 왔다. 여기서 주목할 만한 것이 광역상수도 시스템으로, 상수도는 원칙적으로 지방자치단체가 설치 및 운영주체가 되지만 광

역상수도는 수도법 제8조의 예외규정에 의해 국가가 설치하고 수자원공사가 운영하도록 되어있다. 이에 따라 한국의 상수도는 지방상수도와 광역상수로 구분되며, 요금체계에 있어서도 지방상수도는 지방자치단체별로 다른 요금을 부과하는 반면 광역상수도는 전국적으로 동일한 요금을 적용한다.

광역상수도는 대도시의 인구집중에 따른 물 부족 문제를 해결하기 위해 1973년 도입되어 1979년에 시행되었는데, 도입 목적은 크게 세 가지이다(류문현, 2011). 첫째는 용수공급의 안정성으로, 지방하천을 취수원으로 하는 지방상수도의 경우 갈수기에 하천유량이 줄면 수도물 공급이 취약해지는 반면 광역상수도는 댐건설을 통해 대규모의 취수원을 확보할 수 있어 안정적인 용수공급이 가능하기 때문이다. 두 번째는 규모의 경제로서 개별 지방자치단체를 넘어 둘 이상의 지방자치단체를 대상으로 상수도를 공급하면 용수공급의 경제성을 높일 수 있기 때문이다. 세 번째 목적은 지역간 형평성으로, 광역상수도는 취수원이 없거나 수질이 좋지 않은 지역에 대해서도 용수공급의 불균형을 해소할 수 있을 뿐 아니라, 전국적으로 동일한 요금을 부과함으로써 지역간 교차보조(cross-subsidy)의 기능을 수행할 수 있기 때문이다.

이 가운데 특히 규모의 경제와 관련하여 권형준(2009)은 광역상수도의 경제적 효과를 지방자치단체간 통합 관로 및 정수장 설치에 따른 건설비 절감과 상수도시스템 통합에 따른 운영비 절감 효과로 계량화한 바 있다. 구체적으로 상수관로의 경우 최소규모(80mm)와 최대규모(1천mm)간 단가 차이는 6배이나 수송하는 유량의 차이는 약 1,300배에 달해 대규모 관로의 광역상수도가 규모의 경제 효과를 누리는 것으로 나타난다. 또한 급속여과 정수장의 경우 100만 m^3 /일 규모는 5천 m^3 /일 규모에 비해 건설비가 23배 높지만 생산용량은 200배에 달해 광역 통합정수장이 지방자치단체가 개별적으로 설치

하는 정수장에 비해 약 40%의 건설비 절감 효과가 있는 것으로 산정된다. 한편 운영비 측면에서는 13개 계통의 통합 정수장 설치로 매년 약 333억 원의 비용절감 효과가 있는 것으로 추정되었다.

이 밖에도 상수도공급에 있어 규모의 경제는 지방상수도 생산규모에 따라 단위 생산비용과 노동투입비용이 체감하는 현상(박상인, 2005)이나 상수도 공급 산업의 비용합수 추정(김지영, 2008)을 통해서도 입증된 바 있다. 다만 광역상수원을 이용하는 지방자치단체가 자체 정수장을 동시에 보유하는 경우에는 중복 투자에 따른 비효율성도 존재한다(장덕희·신열, 2010).

광역상수도는 1979년 ‘수도권 광역상수도 1단계 건설사업’을 시작으로 하여 2011년 말 기준으로 전국 113개 지방자치단체에 보급되어 총 용수공급 용량의 약 절반(47.6%)을 차지하는 규모로 확대되었다(한국수자원공사, 2012). 이를 국제적으로 비교해 보면 전 세계 광역상수도 의존율은 2000년 기준으로 13.6%로 집계되어(Gupta and Van der Zaag, 2008) 2001년 기준의 한국의 광역상수도 의존율 45.3%과 비교해 보아도 한국에서 광역상수도가 차지하는 비중이 매우 높은 수준임을 알 수 있다. 특히 북미지역(42.6%)을 제외하고는 세계적으로 광역상수도 의존율이 매우 낮는데, 개발도상국이 집중되어 있는 대륙별로는 아시아 6.2%, 아프리카 4.7%, 남미 1.6% 수준에 불과하다(Gupta and Van der Zaag, 2008).

이와 같이 한국에서 차지하는 광역상수도의 높은 비중은 국가주도형 상수도 개발모델의 특징을 단적으로 나타낸다. 지방정부 차원을 넘어 국가가 직접 광역상수도 인프라를 구축하고 중앙정부 산하의 수자원공사로 하여금 운영을 책임지도록 함으로써 상수도공급의 국가 정책목표를 달성하기 위한 실행력을 확보했기 때문이다. 또한 이를 통해 광역상수도 요금의 결정권을 국가가 가지게 되면서 지방정부가

관할하는 지방상수도의 요금에도 간접적으로 영향을 행사할 수 있었다.

2. 공유수면 매립을 통한 자원조달

상수도시설은 건설을 위해 막대한 초기자금이 소요되지만 투자비를 회수하는데 오랜 시간이 걸리는 사회기반시설이다. 더욱이 한국의 수도요금은 원가 대비 현실화율이 2011년 기준으로 78.7%로, 이용자에 대한 요금(user charge)을 통해 비용을 모두 회수하기는 어려운 실정이다. 따라서 경제개발 초기에 취약한 재정 하에서 가능한 공공의 부담을 줄이기 위해 수자원개발에 필요한 재원을 수자원공사가 자체적으로 조달할 수 있는 방안을 모색하게 되었는데, 이러한 점에서 개발도상국에서도 주목할 만한 일종의 창의적 자원조달(creative financing) 방식이 공유수면매립 사업이다.

공유수면매립 사업은 1962년 제정된 공유수면매립법(현 공유수면 관리 및 매립에 관한 법률)에 의해 국가가 소유한 바다, 하천, 호수 등을 매립하여 토지를 조성하는 사업으로, 사업비를 조성된 토지를 매각하여 조달할 수 있는 프로젝트 파이낸싱(Project Financing) 기법의 특성을 갖고 있다. 그런데 급속한 도시화로 인해 주거용·공업용 토지에 대한 초과수요가 상존하는 상황에서 공유수면 매립을 통해 새로이 조성된 토지는 사업비를 충당하고도 많은 수익을 남길 만큼 높은 가격에 매각될 수 있어 ‘황금알을 낳는 거위’(강홍빈·주명덕, 2002)로 비유될 수 있었음에 주목할 필요가 있다.

이러한 점에서 한국수자원개발공사 설립 이후 첫 사업이 1968년 서빙고지구 공유수면 매립사업이라는 사실이 흥미롭다. 이 사업은 소양강댐 건설 재원을 마련하기 위해 자체 수익사업을 모색하는 과정에서 비롯되었는데, 당시 춘천댐, 의암댐, 청평댐, 팔당댐 등으로 인해 한강의 수위가 낮아지면서 드

러난 서빙고지역을 매립하여 조성된 토지를 분양했던 것이다. 분양가는 초기 평당 2만원에서 시작하여 10만원이 넘게 치솟았고, 결국 약 17억 원의 이익을 거두어 소양강댐 건설에 투입할 수 있었다고 기록되고 있다(안경모, 2002). 수자원공사를 매개로 하여 수자원개발에 교차보조가 이루어진 셈이다.

공유수면 매립사업은 1970년대 들어 중공업진흥 정책에 따른 공업용지 공급의 필요성으로 인해 보다 본격적으로 이루어졌는데, 이를 계기로 수자원개발공사는 산업기지개발공사로 개편되어 공업용지를 매수·조성·분양하고 상하수도과 같은 도시기반시설을 공급하는 역할을 담당하기에 이른다. 1973년에 제정된 산업기지개발촉진법은 산업기지개발사업의 시행자를 국가·지방자치단체 또는 산업기지개발공사로 한정하여(제7조) 산업기지개발공사에게 사실상 사업의 독점권을 부여했다. 이와 함께 산업기지개발사업에 필요한 용지를 확보하기 위해 공유수면을 매립할 때 실시계획 승인으로 매립 면허를 갈음하고 면허수수료를 면제해 주는 혜택을 부여했다(제15조).

이에 따라 1974년 당시 산업기지개발공사의 사업규모 496억 원 중 산업기지개발사업이 61.8%를 차지할 만큼 공업용지 조성이 공사의 핵심적인 업무를 이루었다. 공업용지 조성업무를 토지개발공사에 이관하고 산업기지개발공사가 다시 댐과 수도사업을 전담하는 수자원공사로 개편된 것은 1988년으로, 이때까지 공사는 바다와 하천의 공유수면 매립을 통해 15년간(1973~1988년) 창원, 여천, 온산, 구미 공업단지 및 반월신도시와 시화지구 등 한국의 대표적인 공업단지를 조성하는 역할을 담당했다.

반월신공업단지의 경우 임강원(1992)에 의하면 1977~1986년의 사업기간 동안 총수입은 4,653억 원, 총지출은 4,162억 원을 기록하여 약 491억원 또는 연평균 49억원에 해당하는 경상수익이 발생한 것으로 나타난다. 그런데 1985~1987년 공사의 수

도사업비가 연평균 412억 원이었음을 고려하면, 반월신공업단지 조성을 통해 창출한 수익이 연간 수도사업비의 12% 정도를 충당할 수 있었던 규모임을 알 수 있다. 따라서 1973~1988년에 걸쳐 이루어진 다수의 산업기지개발사업은 상수도공급의 재원을 자체적으로 조달하는데 상당 부분 기여할 수 있었음을 짐작할 수 있다.

IV. 주거밀도와 상수도공급

주거밀도와 상수도공급의 관계는 단독주택, 다세대·연립주택, 아파트의 주택유형을 기준으로 두 가지 측면에서 실증 분석한다. 첫째, 미시적 차원에서 주택유형별 상수도공급 비용의 차이를 확인한다. 둘째, 집계(aggregate)자료를 이용하여 아파트비율과 상수도보급률의 관계를 통계적으로 검증한다.

1. 주거밀도와 상수도 공급비용

주택유형별 상수도 공급비용은 서울시의 2008~2010년 상수도 인입공사 자료(서울특별시 상수도사업본부, 2011)에 기초하여 비교해 보도록 한다. 상수도 인입이란 앞서 그림 2에서와 같이 주택을 건설할 때 상수도관을 해당 부지까지 연결하는 것을 의미하는데, 통상 도로상 배수관에서 수도계량기까지의 구간이 인입구간에 해당한다. 인입공사는 지방자치단체가 담당하지만 공사비용은 수용가구가 부담한다.

먼저 표 1에 제시되어 있는 것처럼 주택유형에 따라 설치된 상수도관의 크기와 길이를 살펴볼 필요가 있다. 상수도관의 대부분을 차지하는 구경 20~80mm 범위에서 동일 구경에 대해 공동주택(아파트, 연립·다세대주택)의 상수도관 평균 연장은 단독주택에 비해 짧게 나타난다. 또한 구경의 설치빈도 분포를 보면 공동주택이 단독주택에 비해 상대적으로 더 큰 구경의 상수도관을 사용하고 있음을 알

표 1. 주택유형별 상수도관 구경과 평균 공사연장
Table 1. Water Pipe Size and Average Construction Length by Housing Type

관경 pipe size	단독주택*		공동주택	
	건수(비율) number (percent)	평균연장 Avg. Length	건수(비율) number (percent)	평균연장 Avg. Length
20mm	1,453(21.9)	5.3	150(3.0)	4.0
25mm	1,776(26.8)	5.3	658(13.3)	4.5
30mm	1,519(22.9)	5.6	2,660(53.7)	4.6
40mm	1,029(15.5)	5.5	1,049(21.2)	4.9
50mm	560(8.4)	7.4	223(4.5)	6.5
80mm	190(2.9)	7.0	48(1.0)	7.7
100mm	63(1.0)	9.9	38(0.8)	8.6
150mm	24(0.4)	9.6	80(1.6)	11.5
200mm	11(0.2)	14.8	43(0.9)	11.9

자료: 서울특별시 상수도사업본부(2011), 47-48쪽
* 단독주택에는 일반건물 포함

수 있는데, 제Ⅲ장에서 고찰한 바와 같이 상수도관의 구경이 커지면 설치비용에 비해 공급용량이 더 크게 늘어나는 규모의 경제가 존재하게 된다. 따라서 공동주택은 단독주택에 비해 상대적으로 짧고 굵은 상수도관을 설치할 수 있어 공급세대당 인입 공사비를 줄일 수 있음을 추론할 수 있다.

실제 서울시의 2008~2010년간 주택유형별 연평균 인입공사 집행액은 표 2와 같다. 세대당 공사비는 아파트의 경우 89천원으로, 연립·다세대주택의 213천원에 비해 절반에도 못 미치는 수준이다. 단독주택의 경우 공급세대수 정보가 누락되어 있어 정확한 산정은 어렵지만, 원론적으로 한 가구가 거주하는 단독주택을 상정하면 세대당 공사비는 무려 1,605천원이나 된다. 또한 다가구주택으로 간주하여 평균 3~4가구가 거주하는 경우를 상정하면 세대당 공사비는 421~562천원으로 산정되어 대략 연립·다세대주택의 2~3배 또는 아파트의 5~6배 수준에 이른다. 나아가 8가구까지 거주해야 세대당 공사비

표 2. 주택유형별 상수도 급수공사비 집행현황
Table 2. Construction Costs of Water Supply by Housing Type

주택유형 housing type	급수 공사비 (천원) total. cost	공사내역 construction units		단위 공사비 unit cost	
		건수 no. of cases	세대수 no. of house- holds	건당 per case	세대당 per house- holds
단독주택 Detached House	3,379,028	2,007	-	1,685	-
연립·다세대 Row House	3,759,777	1,480	17,573	2,694	213
아파트 Apartment	2,352,375	93	23,873	25,857	89

자료: 서울특별시 상수도사업본부(2011), 11쪽

가 연립·다세대주택과 유사한 수준으로 낮아질 수 있기 때문에, 이러한 일련의 경우를 고려하면 단독주택의 세대당 공사비가 가장 높을 것으로 예측할 수 있다.

2. 아파트비율과 상수도보급률

1) 분석틀

주택유형 중 아파트가 세대당 상수도 공급비용이 가장 낮다는 사실은, 아파트가 동일한 재원으로 가장 많은 세대에게 상수도를 공급할 수 있는 주택유형임을 의미한다. 따라서 주택유형 중 아파트가 차지하는 비중이 높은 지역일수록 상수도보급률이 높을 것으로 유추할 수 있다. 이에 따라 지역별 상수도 보급률을 종속변수로 하고 아파트비율을 독립변수로 하는 횡단면(cross-section) 통계분석을 실시해 볼 수 있는데, 상수도보급률은 지역의 자연적, 경제적 특성 등 다른 요인에 의해서도 영향을 받을 수 있으므로 이를 포괄하는 다중회귀모형(multi-regression model)을 구축한다.

분석의 공간적 단위는 시·군의 기초자치단체로 하며, 분석대상은 광역자치단체의 영향을 제어하기 위해 7개 특·광역시(서울, 인천, 대전, 광주, 대구, 울산, 부산)와 1개 특별자치도(제주도)에 속한 기초자치단체 등을 제외한 전국 141개 시·군으로 한다.⁶⁾ 그런데 2000년대에 들어서는 상당수의 시군구에서 상수도보급률이 90%를 상회하게 되어 지역간 변별력을 확보하는데 어려움이 있기 때문에, 이에 따라 분석 시점은 1995년으로 설정한다. 분석자료로는 각 시군구의 통계연보를 활용한다.

상수도보급률 변수는 지역별 인구 대비 급수인구 비율로 산출되고, 아파트비율 변수는 전체 주택수 대비 아파트수의 백분율로 산정된다. 독립변수 중 통제변수(control variable)로는 지역의 지역적 특성을 나타내는 행정구역 대비 하천의 면적 비율을 포함하는데, 하천은 주요 취수원으로 그 비율이 클수록 용수를 끌어오기가 용이하여 상수도보급률이 높아질 수 있기 때문이다. 또한 경제적 측면에서 지방상수도는 지방정부 재정에 비례하여 공급이 증가할 수 있으므로, 지방자치단체가 동원할 수 있는 재정능력을 반영하는 1인당 재산세를 독립변수로 투입한다. 마지막으로 인구밀도가 높은 지역에서는 규모의 경제를 통해 상수도보급률을 제고할 수 있기 때문에(이현찬, 2011), 주택유형에 기초한 아파트비율에 비해 보다 전반적인 도시밀도를 나타낼 수 있는 인구밀도를 독립변수로 추가한다. 다만 인구밀도는 아파트비율과 유사한 특성을 공유할 수 있으므로, 아파트비율만을 투입한 모형을 기준으로 하고, 여기에 인구밀도를 추가한 모형을 보완적으로 추정하도록 한다.

2) 분석결과

다중회귀모형의 추정결과는 표 3에 정리되어 있다. 모형의 설명력은 약 74% 수준으로 높은 편이

며, 분산팽창계수(VIF)에 의거할 때 인구밀도 변수 추가에 따른 아파트비율 변수와의 공선성(multicollinearity)은 우려할 만한 수준이 아니다. 설명변수들의 영향을 살펴보면 다른 조건이 일정할 때(*ceteris paribus*) 아파트비율이 높을수록, 1인당 재산세가 높을수록, 인구밀도가 높을수록 모두 상수도 보급률이 높아지는 정(+)의 관계가 관찰된다. 통계적 유의도를 보면 두 모형에서 하천비율을 제외한 모든 변수들이 상수도보급률에 유의한 영향을 미치고 있으며, 특히 아파트비율의 통계적 유의도가 매우 높다($p=0.000$). 또한 표준화계수를 통해 각 설명변수의 영향력을 비교할 때 두 모형에서 모두 아파트비율이 상수도보급률에 미치는 영향력이 절대적으로 가장 크다는 사실을 알 수 있다. 다만 하천비율의 경우 예상과는 달리 부(-)의 관계를 보이지만 통계적으로 유의한 수준은 아니다.

이러한 추정결과는 무엇보다 아파트비율로 대표되는 주거밀도가 상수도보급에 영향을 미치는 매우 중요한 요소라는 사실을 일깨워준다. 따라서 자료의 한계상 실증분석은 한국내 지역간 횡단면 분석에 기초했지만, 아파트로 대표되는 한국의 고밀 주거개발방식이 상수도공급을 확대시키는데 크게 기여했음을 충분히 유추할 수 있다. 인구밀도로 대표되는 도시의 전반적인 밀도수준도 상수도공급에 유의한 영향을 미친다는 사실은 이러한 추론을 뒷받침한다. 이 외에 1인당 재산세에 의해 포착되듯이 상수도공급을 증대하기 위해서는 지방정부의 재정능력 확충도 중요함을 알 수 있다. 한편 하천의 영향력이 유의하지 않게 나타난 것은 국가가 협소하여 지역간 자연환경의 차이가 크지 않은 한국의 특수성에 기인한 결과일 수 있다. 그러므로 지역별로 열대우림, 초지, 사막 등 다양한 자연환경을 가진 개발도상국에서는 여전히 유효한 설명변수가 될 수 있는 가능성을 배제하기는 어렵다.

표 3. 다중회귀모형 추정결과 Table 3. Estimation Results of Multiple Regression Model

구분 Classification	Model 1					Model 2				
	추정 계수 Coef.	표준 오차 SE	표준화 계수 Std. Coef	유의 확률 p-value	분산 팽창 계수 VIF	추정 계수 Coef.	표준 오차 SE	표준화 계수 Std. Coef	유의 확률 p-value	분산 팽창 계수 VIF
상수 Constant	26.3***	3.218	-	.000		25.6***	3.222	-	.000	
아파트비율 Proportion of Apartment (%)	.955***	.098	.731	.000	2.971	.849***	.115	.650	.000	4.151
하천비율 Proportion of River-Area (%)	-.405	.572	-.031	.480	1.020	-.245	.576	-.019	.670	1.047
1인당 재산세 Per Capita Property Tax (천원)	1.312**	.618	.158	.036	2.939	1.528**	.626	.184	.016	3.062
인구밀도 Population Density (인/km ²)			-			.001*	.001	.096	.087	1.674
R ²	0.741					0.747				
Adj-R ²	0.735					0.739				

*** p<0.01, ** p<0.05, *p<0.1

V. 결론

본 연구는 한국이 급속한 도시화과정에서 극심한 식수난을 단기간에 극복하고 100%에 가까운 상수도보급률을 달성한 역사적 경험이 국제적인 벤치마킹 사례로 활용될 수 있음에 주목하여, 국제개발협력의 관점에서 개발국가 이론에 기초하여 한국의 상수도공급 모델의 특성을 두 가지 측면에서 규명하였다. 첫 번째는 제도·조직의 측면에서 수자원공사를 매개로 한 중앙정부의 전략적 개입으로, 광역상수도 시스템을 통해 국가가 상수도공급에 직접 개입하면서도 공기업을 통한 자체 재원조달방식을 활용하여 국가재정 투입을 줄였다는 점이다. 두 번째는 도시개발의 물리적 측면에서 아파트로 대표되는 고밀의 주거개발방식이 세대당 상수도 공급비용을 줄여 상수도보급률을 증대시키는데 크게 기여했다는 점이다. 이러한 점에서 한국이 채택한 대량의 고밀 주택공급방식은 급속한 도시화과정에서 주택부족 문제를 해결하면서 동시에 효율적으로 상수도 기반시설을 공급하는 역할을 수행했음을 확인할 수 있다.

이상의 두 가지 특성 가운데 특히 물리적 주거밀도 특성은 서구 선진국에서 볼 수 있는 저밀의

주거개발 패턴을 답습하고 있는 여러 개발도상국들에게 시사하는 바가 크다. 개발도상국에서 저밀 주거지개발에 따른 도시의 평면적 확산은 토지자원의 낭비를 초래하고 식량 생산을 위한 농업용지를 잠식하는 문제를 야기할 뿐 아니라(Cameron 2006), 도시기반시설의 효율적인 공급을 저해함으로써 식수난과 공중위생 문제의 해결을 지연시킬 수 있기 때문이다. 따라서 개발도상국이 당면한 상수도 기반시설 부족문제를 해결하기 위해서는 한국과 같은 고밀 주거개발을 대안적으로 적극 검토할 필요가 있는데, 이는 주택 문제와 식수 문제를 동시에 해결할 수 있는 패키지 대안으로서 더욱 조명을 받을 의의가 있다.

한편 제도·조직의 측면에서 공기업과 같은 집행 기제는 국가마다 역사적, 문화적, 사회경제적 배경에 차이가 있기 때문에 개발도상국에 대한 적용 가능성을 일괄적으로 판단할 수는 없다. 그럼에도 불구하고 공유수면매립 사업에서와 같이 주거용·공업용 토지를 개발, 공급하는 과정에서 공공이 일정 부분의 개발이익을 확보할 수 있다면, 이를 상수도를 비롯한 기반시설 확충에 교차보조할 수 있음에 주목할 필요가 있다. 따라서 개발도상국에서도 이러

한 창의적 재원조달 기법을 충분히 활용한다면 재정 부담을 줄이면서도 도시용 토지와 기반시설 공급을 증대시킬 수 있는 여력이 커질 수 있을 것으로 기대된다.

다만 본 연구에서 공기업의 제도·조직 측면과 도시개발 밀도의 물리적 측면을 각각 독립적으로 다루었음에도 불구하고, 두 측면은 상호 관련되어 있음에 유의할 필요가 있다. 즉 수자원공사가 다목적댐 건설을 통해 광역상수도에 필요한 상수원을 확보했던 까닭은 고밀의 주택공급방식을 뒷받침하기 위해 다량의 상수원이 필요했기 때문이다. 결국 한국의 고밀 주거개발과 수자원공사에 의한 광역상수도 공급 사이에는 보완관계가 존재한다. 따라서 개발도상국의 상수도문제 해결에 있어서도 물리적 도시개발의 측면과 상수도공급 제도·조직의 측면을 분리해서 개별적으로 접근해서는 곤란할 것이다.

- 주1. 관련 신문기사는 “수돗물의 균등공급을 위해 송수 제한”(동아일보, 1961.8.4), “물이 모자라 급수시간을 하루 12시간제로”(동아일보, 1965.8.12.), “우물 둘러싸고 50명 패싸움 중 1명 사망”(조선일보, 1970.2.2.), “수도 시설 가진 사람과 물을 얻으러 온 이웃 주민간 실랑이로 1명 사망”(조선일보, 1970.5.31.), “신촌, 서교동 일대에 한 달째 물 안 나와 농성”(대한일보, 1970.8.4.) 등으로 쉽게 찾아볼 수 있음.
- 주2. 환경부 ‘상수도통계’에 기초함. 상수도보급률은 전체 인구 대비 급수인구 비율로 산정됨.
- 주3. Household Water Security Index는 Access to Piped Water Supply(%), Access to Improved Sanitation(%), Hygiene의 3가지 지표로 구성됨.
- 주4. United Nations. Statement by Secretary General Koffi Annan. 2003. <http://www.un.org/News/Press/docs/2003/sgsm8707.doc.htm>
- 주5. ‘개발국가’는 종종 김일영(2000)에서와 같이 종종 ‘발전국가’로도 번역됨.
- 주6. 행정구역의 변화 등으로 인해 자료구득이 어려운 경기도 13개 군과 통계적으로 이례치(outlier)로 판명된 태백시, 양산군도 분석대상에서 제외함.

인용문헌

References

- 강홍빈·주명덕, 2002. 「서울에세이: 근대화의 도시 풍경」, 서울: 월화당.
Kang, H. B. and Joo, M. D., 2002. *Seoul Essay : A portrait of Modernity, Traversing Seoul*, Seoul: Youlhwadang Publishers.
- 권형준, 2009. “광역상수도의 국가 경제적 효과”, 「저널 물 정책·경제」, 12:29-43.
Koun, Hyoung Joon, 2009. “The Effect of Bulk Waterworks upon National Economy”, *Journal of Water Policy and Economy*, 12:29-43.
- 김일영, 2000. “19960년대 한국발전국가의 형성과정: 수출지향형 지배연합과 발전국가의 물적 기초의 형성을 중심으로”, 「한국정치학회보」, 33(4):121-143.
Kim, Il-Yong, 2000. “Formation Process of Korea’s Developmental State in 1950s”, *Korean Political Science Association Journal*, 33(4): 121-143.
- 김지영, 2008. “한국 지방상수도사업의 광역화 논의에 대한 실증 분석: 비용함수 추정과 규모의 경제”, 「재정포럼」, 13(9): 35-49.
Kim, Ji Young, 2008. “An Empirical Analysis on Spatial Integration of Local Water System in Korea: Cost Function Estimation and the Scale Economy”, *Finance Forum*, 13(9):35-49.
- 류문현, 2011. “광역상수도의 사회적 편익 추정 연구: 조건부 가치추정법을 사용하여”, 「저널 물 정책·경제」, 18:13-19.
Ryu, Mun Hyun, 2011. “Social Value of Multi-regional Water System: Using Conjoint Valuation Method”, *Journal of Water Policy and Economy*, 18:13-19.
- 박상인, 2005. “한국 지방상수도사업의 규모의 경제에 대한 계량적 분석”, 「산업조직연구」, 13(2): 1-19.
Park, Sang In, 2005. “A Quantitative Analysis of Economies of Scale in the Water Industry in Korea”, *The Korean Journal of Industrial*

- Organization*, 13(2):1-19.
7. 서울특별시 상수도사업본부, 2008. 「서울상수도 백년사: 1908-2008」, 서울: 서울특별시.
The Office of Waterworks Seoul Metropolitan Government, 2008. *The 100 years of Seoul Waterworks: 1908-2008*, Seoul: Seoul Metropolitan Government.
 8. 서울특별시 상수도사업본부, 2011. 「급수공사 정액공사비 원가산정에 관한 연구 보고서」, 서울: 서울특별시.
The Office of Waterworks Seoul Metropolitan Government, 2011. *A Study on Estimating the cost of fixed amount fee for water supply works*, Seoul: Seoul Metropolitan Government.
 9. 안경모, 2004. 「지도를 바꾸고 역사를 만들며」, 서울: 한국수자원공사.
Ahn, G. M., 2004. *Change territory, Make History*, Seoul: Korea Water Resources Corporation.
 10. 양승원·박근준, 2005. “주택수요 예측을 위한 주택량과 상수도보급률의 상관성 분석”, 「한국건설관리학회 논문집」, 6(2):61-68.
Yang, Seung-Won and Park, Keun-Joon, 2005. “The Analysis on the Correlationship for Housing Demands and Water Supply Ratio”, *Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management*, 6(2):61-68.
 11. 이현찬, 2011. “상수도 서비스의 형평성에 관한 연구: 지역별 상수도 요금과 보급을 중심으로”, 성균관대학교 대학원 석사학위논문.
Lee, H-C., 2011. “A Study on Equity in Water Supply Services: Focusing on Local Water Supply Prices and Supply Rates”, Master’s Degree Dissertation, SungKyunKwan University.
 12. 임강원, 1992 “수도권 신도시계획의 성과분석과 계획상의 개선방안”, 「환경논총」, 30:22-54.
Lim, K-W., 1992. “Performance Evaluation and Improvement of the New Town Development Plan in Seoul Metropolitan Area”, *Journal of Environmental Studies*, 30:22-54.
 13. 장덕희·신열, 2010. “생산방식에 따라 달라지는 지방 상수도 생산원가 비교 분석: 광역상수원과 자체생산 간의 비교”, 「지방행정연구」, 24(1):271-296.
Jang, Duck-Hee and Shin, Yeol, 2010. “Comparison Analysis According to the Change in the Method of Supplying Local Water System”, *The Korea Local Administration Review*, 24(1):271-296.
 14. 정성영·조세현·현대용·배수호, 2012. “지방상수도 서비스 생산비용 및 요금에 관한 영향요인 연구”, 「지방행정연구」, 26(3):287-310.
Jeong, Seong-Young, Cho, Sae-Hyeon, Hyun, Dae-Yong, and Bae, Su-ho, 2012. “Factors Affecting Local Water Supply Costs and Water Prices in Korea”, *The Korea Local Administration Review*, 26(3):287-310.
 15. 최막중·임이랑·박규전, 2014. “주택의 대량공급을 위한 한국 도시개발 모형의 실증적 특성”, 「국토계획」, 49(4):141-152.
Choi, Mack Joong, Lim, Yirang, and Park, Kyu Jeon. 2014. “Empirical Evidence of Korean Urban Development Model for Mass Production of Housing”, *Journal of Korea Planners Association*, 49(4):141-152.
 16. 한국수자원학회, 1997. 「한국의 수자원 개발 30년」, 대전: 한국수자원공사.
Korea Water Resources Association, 1997. *30 years of Korean Water Resources Development*, Daejeon: Korea Water Resources Corporation.
 17. 한국수자원공사, 「2012. 연차보고서」 2012.
Korea Water Resources Corporation, 2012. *Annual Report of Korea Water Resources Corporation*, Daejeon.
 18. Asia Development Bank (ADB), 2013. “Asian Water Development Outlook 2013”, Manila: Asia Development Bank.
 19. Cameron, G., 2006. “Housing Densities for Developing Countries”, *Third World Planning Review*, 2(1):45-53.
 20. Downing, P. B. and R. D. Gustely. 1977. “The

- public service costs of alternative development patterns: a review of the evidence,” in *Local Service Pricing Policies and Their Effect on Urban Spatial Structure*. ed. P. B. Downing, Vancouver, BC: University of British Columbia Press.
21. Frank, J. E., 1989. *The Costs of Alternative Development Patterns: A Review of Washington*, DC: Urban Land Institute.
22. Gupta, J., and Van der Zaag, P., 2008. “Interbasin Water Transfers and Integrated Water Resources Management: Where Engineering, Science and Politics Interlock”, *Physics and Chemistry of the Earth*, 33:28-40.
23. Kim, Yoon-jung and Choi, Mack Joong, 2015. “Why big construction companies have replaced real estate developer in Korea?”, *International Journal of Urban Sciences*, 20 (forthcoming, online publication DOI:10.1080/12265934.2014.999818)
24. Sonn J. W. and Shin, H. B., 2014. “Accumulation by Dispossession under Developmental State: High-Rise Apartment Development in Gangnam, South Korea”, mimeo.
25. Stephenson, K., Speir, C., Shabman, L. and Bosch, D., 2010. “The Influence of Residential Development Patterns on Local Government Costs and Revenues”, U.S.A: Virginia Technology University publication.
26. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), 2003. *The United Nations World Water Development Report 2003*. The United Nations World Water Assessment Programme (WWAP).
27. UN-Water, 2015. *The United Nations World Water Development Report 2015: Water For a Sustainable World*. The United Nations World Water Assessment Programme (WWAP).
28. Woo-Cumings, Meredith (ed.), 1999. *The Developmental State*, Ithaca: Cornell University Press.
29. Yoon, Il-Sung, 1994. *Housing in a Newly Industrialized Economy: The Case of South Korea*, Aldershot: Avebury.

Date Received 2015-04-27
 Date Reviewed 2015-06-19
 Date Accepted 2015-06-19
 Date Revised 2015-06-22
 Final Received 2015-06-22