



산업연관분석을 활용한 하수처리 부문의 경제적 파급효과 분석

Economic Effects of Sewage and Wastewater Treatment Service Sector: An Inter-industry Analysis

박소연·임슬예·유승훈*

So-Yeon Park·Seul-Ye Lim·Seung-Hoon Yoo*

서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지정책학과

Department of Energy Policy, Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Science & Technology

ABSTRACT

The economic effects of sewage and wastewater treatment service (SWTS) sector on other sectors have been rarely investigated in the literature. This paper attempts to apply an inter-industry analysis to looking into the economic effects of the SWTS sector. To this end, the most recently published 2012 input-output table is used here. In particular, the SWTS sector is specified as exogeneous to identify the economic effects of the SWTS sector on other sectors. Production-inducing effect, value-added creation effect, and employment-inducing effect are quantified based on demand-driven model. Supply shortage effect and price pervasive effect are also analyzed employing supply-driven model and Leontief price model, respectively. The results show that production-inducing effect and value-added creation effect of a unit of investment or production in SWTS sector are estimated to be 1.7076 and 0.7392, respectively. The employment-inducing effect of one billion of investment or production in the SWTS sector is computed to be 11.0498 persons. The shortage effect of the SWTS sector amounts to 0.8417 won. The overall price effect of the 10% increase in the price of SWTS sector is calculated to be 0.0115%. This quantitative information can be utilized in predicting the economic effects of the SWTS sector-related activities or policy-making.

Key words: sewage treatment, economic effects, inter-industry analysis, exogenous specification

주제어: 하수처리, 경제적 파급효과, 산업연관분석, 외생화

1. 서 론

물은 인류의 생존과 산업생산을 위한 필수적인 투입요소이다. 이러한 물을 사용하게 되면 불가피하게 하수가 발생되는데 하수를 그대로 방류하게 되면 수생태계를 파괴할 뿐만 아니라 미관상 좋지 않고 인간을 포함한 동식물의 건강에 부정적인 영향을 미치므로 인위적인 처리가 필요하다. 특히 소득수준의 향상

에 따라 휴식공간으로서의 수변공간에 대한 수요가 증가하고 있기에, 하수를 제대로 처리한 후 하천으로 방류해야 수변공간이 제 역할을 할 수 있다. 즉 하수처리장을 건설하는 등 하천으로의 오염원 배출을 사전적으로 차단하는 조치를 취해야지만 하천의 수질보전이 가능하다. 따라서 중앙정부뿐만 아니라 지방정부는 하수처리율을 높이기 위해 많은 투자를 하고 있으며, 공장에서 배출하는 하수의 경우 1차적으로 자체 처리할 것을 요구하고 있다.

이렇게 하수처리는 수생태계의 건강성을 유지하는

Received 7 November 2014; Revised 7 April 2015; Accepted 14 April 2015

*Corresponding author: Seung-Hoon Yoo (E-mail: shyoo@seoultech.ac.kr)

pp. 155-163
pp. 165-169
pp. 171-182
pp. 183-192
pp. 193-202
pp. 203-209
pp. 211-222
pp. 223-231
pp. 233-241
pp. 243-249
pp. 251-259
pp. 261-269
pp. 271-281

가장 기본적인 인간의 활동이 되고 있다. 더 나아가 최근에는 하수를 처리하여 공업용수로 활용하는 하수처리수의 공업용수 재이용사업까지도 추진되고 있다. 한국수자원공사가 공급하는 공업용수는 주로 침전수인데 공업용수의 공급이 어려운 지역이나 침전수보다 높은 수준의 수질을 요구하는 공장이 다수 입지한 지역에 대해서는 하수를 재처리한 고품질 정수를 공급하는 사업이 추진되고 있다.

이와 관련하여 하수처리장을 건설하고 운영하는 데서 한 단계 더 나아가 하수처리수를 재처리하여 고품질 공업용수로 공급하는 민간 사업자가 등장하고 이에 대해 민간투자 적격성조사를 통과하는 경우 일정 수준의 중앙정부 재정지원도 이뤄지고 있다. 더 나아가 국내에서 갖춰진 기술력을 바탕으로 국내 기업들이 해외 진출까지도 추진하고 있다. 따라서 하수처리수 재이용 사업은 물이라는 자원의 전주기적 활용, 지속가능한 순환사회의 구축, 재활용을 통한 자원의 절약, 국내 기반구축을 통해 경쟁력을 확보한 후 해외로의 진출을 통한 부가가치 창출 등 다양한 의의를 가진다.

특히 환경부에서는 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률시행에 따른 법정 계획으로 물의 재이용을 촉진하여 물 자원의 효율적 활용 및 수질에 미치는 해로운 영향을 줄임으로써 물 자원의 지속 가능한 이용을 도모하고자 2011년 ‘물 재이용 기본계획’을 수립한 바 있다. 이렇게 정부는 기존 수자원의 의존도를 줄이고 수요자가 원하는 양질의 용수를 안정적으로 공급하기 위하여 대체수자원으로써 하수처리수의 재이용을 점차 확대하고 있다. 하지만 하수처리수의 재이용률이 10%를 약간 상회하는 수준이라 하수처리수의 재이용은 앞으로 보다 확대될 것으로 예상된다.

즉 하수 및 폐수의 하천 방류를 위해서도 하수처리 부문은 중요할 뿐만 아니라 재처리를 통해 사용할 수 있는 물, 즉 용수를 만드는 데 있어서 그 역할이 중요해 지고 있다. 이러한 하수처리 부문에 대기업뿐만 아니라 많은 중소기업이 참여하는 등 하수처리 부문이 하나의 산업으로 자리잡고 있다. 또한 하수를 보다 낮은 비용으로 보다 좋은 수질로 처리하고자 하는 연구개발 활동도 활발하게 수행되고 있다.

따라서 정부에서는 하수처리 부문을 하나의 산업으로 다루며 육성 할 필요성이 있으며, 각 기업도 많은 투자를 하고 있다. 이러한 육성정책 및 투자가 정당화되기 위해서는 사전적으로 하수처리 부문의 경제적

파급효과를 진단할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 저자들이 알고 있는 범위 내에서 하수처리 부문의 경제적 파급효과를 분석한 기존 연구사례는 없는 실정이다. 다만 Kim et al.(2013)이 전라남북도 지역의 하수처리시설 운영에 대한 규모의 경제성을 분석한 사례 정도가 문헌에서 발견된다. 이렇게 된 가장 큰 이유는 경제적 파급효과 분석을 위해서는 한국은행에서 발행하는 산업연관표를 이용해야 하고, 산업연관분석 수행시 산업분류표 상에 하수처리 부문이 명확하게 정의되어 있어야 하는데 그동안 그렇지 못했기 때문이다. 즉 신뢰할만한 자료의 부족으로 제대로 된 분석이 이뤄지지 못한 것이다.

하지만 2014년에 한국은행 산업분류체계가 개편되면서 하수처리 부문이 하나의 독립적인 부문으로 다뤄지게 되었다. 즉 하수처리 부문의 경제적 파급효과를 제대로 분석할 수 있는 공신력을 갖춘 기초자료가 비로소 작성되어 공표된 것이다. 이에 본 논문에서는 2014년에 한국은행에서 발표한 2012년 기준 산업연관표를 이용한 산업연관분석을 통해 하수처리 부문의 경제적 파급효과를 정량적으로 분석하고자 한다. 따라서 본 논문은 국내에서 처음으로 하수처리 부문의 경제적 파급효과를 분석하는 의의를 가진다.

구체적으로는 우선 수요유도형 모형을 적용하여 하수처리 부문의 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과 등의 3가지 경제적 파급효과를 분석한다. 다음으로 공급유도형 모형과 레온티에프 가격모형을 활용하여 각각 공급지장효과 및 물가파급효과를 다룬다. 이러한 분석과정에서 하수처리 부문을 내생부문이 아닌 외생부문으로 취급하는 외생화(exogeneous specification) 분석을 수행함으로써 하수처리 부문을 중심으로 한 파급효과를 계량화한다.

이를 위한 본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 먼저 제2절에서는 연구방법론으로서 산업연관분석 모형을 소개한다. 제3절에서는 분석에 사용된 자료에 대해 설명한다. 제4절에서는 분석결과를 제시한다. 마지막 절은 결론으로 할애한다.

2. 연구방법론

2.1 산업연관분석모형의 기본구조

산업연관분석은 한국은행에서 발행하는 산업연관



표를 활용하여 산업간 각종 파급효과를 부문별로 구분하고 분석하여 경제정책의 수립과 정책효과 측정 등에 활용된다. 산업연관분석 모형은 산출량 결정에 대해 선형인 부문 간 모형으로 한 부문의 생산수준 변화가 다른 부문의 생산물에 대한 연속적인 수요를 어떻게 발생시키는지 나타내고 있다. 모형은 투입 요소의 판매와 구매사이의 연관관계에 강조를 둔 일반균형모형의 성격을 가지기 때문에, 전반적인 경제적 영향을 분석하고 예측하는 데 유용한 방법으로 인식되어 왔다(Miller and Blair, 1985).

n 개의 산업이 경제 내에 존재한다고 할 때, 생산된 재화들은 최종수요를 충족하기도 하고 다른 산업에 중간재로 사용되기도 한다. 중간재를 z 로 나타내고 아래에 첨자를 붙여서 z_{ij} 라고 표기하면 이는 i 부문에서 j 부문으로 투입되는 중간재의 양을 의미한다.

산업연관표를 행(行)으로 보면 i 산업의 중간수요(z_{ij}), 최종수요(Y_i), 총 산출(X_i)이 기록되는데 이는 i 부문의 산출구조를 보여준다. 이러한 산출구조에 대한 관계는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 국내에서의 파급효과 계측에 초점을 맞추고 있으므로 수입(M_i) 항목을 제외한 국산거래표를 분석대상으로 한다.

$$X_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + Y_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i \quad (1)$$

여기서, a_{ij} 는 j 부문에 사용되는 i 재의 투입량의 몫($a_{ij} = z_{ij}/X_j$)이며, 이를 투입계수(input coefficient) 또는 기술계수(technical coefficient)라고 한다. 이 비율은 j 부문에서 한 단위의 산출물을 생산하기 위해 투입된 i 산업의 산출물을 의미하며, 투입과 산출 간의 관계를 보여줌으로써 각 부문별 기술구조 또는 생산 관계를 나타낸다. 식 (1)은 특정부문의 총생산이 경제 내 모든 부문의 한 단위 생산을 위해 투입되는 i 번째 부문의 생산액과 소비지출, 수출, 투자, 정부지출에 의한 최종 용도에 수요되는 양을 합한 것과 같다는 것을 의미한다.

식 (1)과 달리 산업연관표에서 j 라는 산업을 열(列)로 보면 중간투입(z_{ij}), 부가가치(W_j), 총 투입(X_j)이 기록되는데 이는 j 부문의 투입구조를 보여주며 식 (2)로 표현된다.

$$X_j = \sum_{i=1}^n z_{ij} + W_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} X_i + W_j \quad (2)$$

여기서, r_{ij} 는 행벡터로 구성된 중간투입을 총 투입으로 나눈 것이며($r_{ij} = z_{ij}/X_i$), 이를 산출계수(output coefficient)라고 한다. 식 (2)는 어떤 부문의 총 생산은 그 부문이 경제 내 모든 부문과 수입부문으로부터 구매한 금액에 이 부문의 원초적 투입요소 또는 부가가치(즉, 임금, 이윤, 세금 등)에 대한 모든 수익을 합한 것과 같다는 것을 의미한다.

2.2 수요유도형 모형

2.2.1 생산유발효과

생산유발효과란 어떤 산업의 생산이 1원만큼 증가하였을 때, 그 산업을 제외한 다른 산업에서 생산이 얼마나 증가하게 되는지를 의미한다. 산업연관분석은 산업의 투입과 산출을 분석 대상 산업에 대한 중간수요 및 최종수요와 상호 연관지를 수 있으므로, 산업에 대한 수요를 분석하는데 유용하다. 분석대상 산업(W)을 외생화한 행렬에 'e'란 상첨자를 붙여 정리하면 다음 식이 유도된다.

$$\Delta X^e = (I - A^e)^{-1} (A_W^e \Delta X_W) \quad (3)$$

여기서, ΔX^e 는 분석대상인 W 부분을 제외한 다른 부문의 산출량 변화분을 의미한다. $(I - A^e)^{-1}$ 는 투입계수행렬에서 W 부분이 포함된 열과 행을 제외시켜 작성한 레온티에프 역행렬을 나타낸다. A_W^e 는 투입계수행렬 A 의 W 부분을 구하는 열벡터에서 W 부분 원소를 제외하고 남은 열벡터이며, X_W 는 W 부분의 산출액을 나타낸다.

식 (3)은 분석대상 산업 부문을 중심으로 한 생산유발효과를 나타내는 식으로 분석대상 산업 부문의 산출이 경제 내 다른 부문의 산출에 미치는 직·간접적인 효과를 나타낸다. 또한 분석대상 산업 부문에 대한 투자는 자체로서의 산출효과에 그치는 것이 아니라 연관효과를 통해 타 부문 부문의 생산을 유발시켜 결과적으로 전체 산업의 생산을 촉진하므로, 식 (3)으로부터 해당산업의 총산출 또는 총투자로 인한 파급효과를 구할 수 있다(Yoo and Yang, 1999).

2.2.2 부가가치 유발효과

부가가치 유발효과란 어떤 산업에서의 생산이 1원만큼 증가하였을 때, 그 산업을 제외한 타 부문의 부가가치가 얼마나 증가하게 되는지를 의미한다. 분석대상 산업의 산출액 증가가 타 부문에 미치는 부가가치 유발효과를 관찰하기 위해, 최종수요의 변동이 없다는 가정 하에 분석대상 산업을 외생화하면 다음 식이 유도된다.

$$\Delta V^e = \widehat{A}_v^e (I - A^e)^{-1} (A_W^e \Delta X_W) \quad (4)$$

ΔV^e 는 분석대상인 W부문을 제외한 다른 부문의 부가가치 변화분을 의미한다. \widehat{A}_v^e 은 부가가치계수의 대각행렬에서 분석 대상 산업의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬을 의미한다. 식 (4)를 통해 분석 대상 산업의 산출액 증가에 따른 부가가치 유발효과를 구할 수 있다.

2.2.3 취업유발효과

취업유발효과란 어떤 산업에서의 생산이 1원만큼 증가하였을 때, 그 산업을 제외한 타 부문의 취업자가 얼마나 증가하게 되는지를 의미한다. 최종수요와 취업유발을 연결시켜 분석하려면, 취업계수와 생산유발계수를 기초로 취업유발계수를 도출해야 한다. 취업계수(m_i)란 일정기간 동안 생산 활동에 투입된 노동량(M_i)을 총산출액(X_i)으로 나눈 계수($m_i = M_i / X_i$)로서 한 단위 생산에 직접 소요된 노동량을 의미한다. X를 생산하기 위해 요구되는 취업자 수는 식 (5)로 표현할 수 있다.

$$M = \widehat{m}X = \widehat{m}(I - A)^{-1}Y \quad (5)$$

식 (5)에서 $\widehat{m}(I - A)^{-1}$ 을 취업유발계수행렬이라 한다. 단, \widehat{m} 은 취업계수행렬의 대각행렬이다. 취업유발계수는 특정 산업부문의 생산물 한 단위 생산에 직접 필요한 노동량뿐만 아니라 생산과급과정에서 간접적으로 필요한 노동량도 모두 포함하고 있다.

분석대상 산업 부문의 산출액이 미치는 효과를 살펴보기 위해서는 분석대상 산업 부문을 외생화 시켜야 한다. 분석대상 산업 부문을 외생화한 식은 다음과 같이 표현된다.

$$M^e = \widehat{m}^e \Delta X^e = \widehat{m}^e (I - A^e)^{-1} (A_W^e \Delta X_W) \quad (6)$$

단, M^e 는 분석대상 산업을 제외한 각 부문별 취업자 수를 나타내며, \widehat{m}^e 는 취업계수 대각행렬에서 분석대상 산업의 행과 열을 제외시키고 남은 행렬이다.

2.3 공급유도형 모형

고정투입계수와 투입요소의 완전탄력적 공급이라는 가정에 의존하는 통상적인 산업연관분석 모형은 최종수요로부터 발생하는 충격, 즉 후방연쇄와 활동의 산출결정을 분석하는데 초점을 맞춘다(Osterhaven, 1996). 그러나 통상적인 산업연관분석 모형은 원초적 공급에서 발생하는 충격, 즉 전방연쇄와 활동의 투입결정을 다루는 데에는 적절하지 못하다. 따라서 공급유도형 산업연관분석 모형을 도입하여 분석대상 산업 공급시장의 직간접적 영향을 평가하는 데 이용할 수 있다(Davis et al., 1984; Osterhaven, 1988; Rose and Allison, 1989).

공급유도형 모형에서 사용되는 계수를 산출계수라고 하며, 산출계수를 이용하여 $(I - R)^{-1}$ 인 산출역행렬(output inverse matrix)을 구할 수 있다. 산출역행렬의 행합은 원초적 투입요소의 단위변화에 대해 경제전체에서의 총 산출 변화를 나타내는 공급승수가 된다(Ghosh, 1958; Wu and Chen, 1990). 분석대상인 W 부문을 외생화한 식은 다음과 같다.

$$\Delta X^{e'} = R_W^e \Delta X_W (I - R^e)^{-1} \quad (7)$$

여기서, R_W^e 는 W부문의 행벡터 중에서 W부문 원소를 제거한 행벡터이며, $(I - R^e)^{-1}$ 는 W부문을 외생화시킨 산출역행렬을 의미한다. 식 (7)를 통해 W부문의 공급지장이 각 산업부문에 미치는 파급효과를 구할 수 있으며, 이를 공급지장효과(supply shortage effect)라 정의할 수 있다(Howe and Smith, 1994).

2.4 레온티에프 가격모형

레온티에프 가격모형을 이용하면 물가파급효과를 구할 수 있는데, 물가파급효과란 분석대상 산업의 산출물 가격이 변동될 때 분석대상 산업을 제외한 타 산업의 산출물 가격에 미치는 영향을 의미한다. 본 연구에서는 금액단위의 산업연관분석을 통해 실물단위



의 물가파급효과를 도출하기 위해 가격 정규화 방법의 결과를 그대로 이용한다(Yoo and Yang, 1999; Yoo et al, 2004). 정규화된 모형을 이용하여 분석대상인 W부문을 외생화하여 정리하면 식 (8)이 된다.

$$\Delta \overline{P}_e = (I - A^{e'})^{-1} A_W^{e'} \Delta \overline{P}_W \quad (8)$$

여기서, $\Delta \overline{P}_e$ 는 W산업이 제외된 가격변동을 벡터이며, $\Delta \overline{P}_W$ 는 W산업의 가격변동을 의미한다. 그리고 $A_W^{e'}$ 는 $A^{e'}$ 의 W산업 열벡터에서 W산업 원소만을 제외하고 남은 부분을 의미한다. 최종적으로 식 (8)을 이용하여 W산업의 가격인상이 타 산업 부문에 미치는 물가파급효과를 계측할 수 있다.

2.5 부문간 연쇄효과

부문간 연쇄효과란 전방연쇄효과 및 후방연쇄효과를 나타내는 것으로 각 부문 간의 상호의존의 정도를 의미한다. 부문 간 연쇄효과를 살펴볼 수 있는 지표로는 확산감응도(sensitivity of dispersion)를 측정함으로써 전방연쇄효과(forward linkage effect)를 나타내는 감응도계수와 확산력(power of dispersion)을 측정함으로써 후방연쇄효과(backward linkage effect)를 나타내는 영향력계수가 있다(Hirschman, 1958; Jones, 1976; 이정진, 1983). 감응도계수 (FL_i)는 전 부문의 최종수요를 모두 한 단위씩 증가시키기 위해 i 번째 부문이 생산해야 할 단위의 전 부문 평균치에 대한 비율로 i 부문에 대해 식 (9)으로 정의된다.

$$FL_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{n \sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (9)$$

영향력계수(BL_j)는 전 부문 평균 생산유발계수에 대한 부문별 생산유발계수의 비율로 j 번째 부문에 대해 식 (10)로 정의된다.

$$BL_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} = \frac{n \sum_{i=1}^n a_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (10)$$

3. 분석결과

3.1 분석에 사용된 자료

본 논문에서 분석하고자 하는 하·폐수 처리 부문은 한국은행 산업분류표 상에서 ‘하수, 폐수 및 분뇨처리(이하 ‘하수처리’)’ 부문에 포함되어 있다. 또한 분석에 사용한 산업연관표는 한국은행에서 가장 최근 발표한 2012년 산업연관표(Bank of Korea, 2014)를 사용한다. 한국은행은 5년 단위로 산업연관표를 작성하며, 이 때 작성되는 표가 실측표이고 그 중간에 부분적인 조사를 통해 연장표를 발표한다. 본 논문에서 사용된 자료는 연장표에 해당된다. 새롭게 발표된 산업연관표는 과거(2013년 기준)와 달리 기본부문을 총 384(2013년 기준: 403)개, 소분류 161(2013년 기준: 168)개, 중분류 82(2013년 기준: 78)개, 대분류를 30(2013년 기준: 28)개로 구성하고 있다. 본 분석에서는 편의상 한국은행 30 부문 대분류 방식에 근거하여 분석대상 부문분류를 Table 1과 같이 재구성한다. 본 논문에서 분석하고자 하는 하수처리 부문은 제17부문의 수도, 폐기물 및 재활용서비스에 포함되어 있으며 이를 별도로 분리해내어 제31부문으로 재구성하여 산업연관분석을 수행한다.

3.2 수요유도형 모형 분석 결과

Table 2는 타 부문에 대한 하수처리 부문의 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 추정한 결과이다. 이를 통해 하수처리 부문의 경제적 파급효과를 분석하고자 한다. 먼저, 하수처리 부문의 생산유발효과는 하수처리 부문의 최종수요가 한 단위 증가하였을 때, 이를 충족시키기 위하여 각 산업부문에서 직·간접적으로 유발되는 생산액 수준을 나타낸다. 결과를 보면 하수처리 부문의 1원 생산에 따른 생산유발효과는 제7부문인 화학제품 부문이 0.0857원으로 가장 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 다음으로 전력, 가스 및 증기(제16부문) 부문이 0.0674원, 석유 및 석탄제품(제6부문) 부문은 0.0564원의 생산이 유발되는 것으로 분석되었다. 분석결과에서 알 수 있듯이 화학제품의 하수처리 부문의 생산유발효과가 가장 크게 나타난 것은 하수처리를 하는 과정에서 하수 속 오염물을 분해하기 위해 화학제품을 필요로 하기 때문인 것으로 보인다. 예를 들어 하수 및 폐수에 응집 침전과 인산염 침전, 응결 등의 처리과정을 위해 황산알루

pp. 155-163
pp. 165-169
pp. 171-182
pp. 183-192
pp. 193-202
pp. 203-209
pp. 211-222
pp. 223-231
pp. 233-241
pp. 243-249
pp. 251-259
pp. 261-269
pp. 271-281

Table 1. Sectors Classification Adopted in This Study

Codes	Sectors	Codes	Sectors
1	Agricultural, Forest, and Fishery Products	17	Water Supply, Waste Management, Remediation Service
2	Mined and Quarried Products	18	Construction
3	Food, Beverages and Tobacco Products	19	Wholesale and Retail Trade
4	Textile and Leather Products	20	Transportation
5	Wood and Paper Products, Printing and Reproduction of Recorded Media	21	Food Services and Accommodation
6	Petroleum and Coal Products	22	Communications and Broadcasting
7	Chemical Products	23	Finance and Insurance
8	Non-metallic Mineral Products	24	Real Estate and Leasing
9	Basic Metal Products	25	Professional, Scientific, and Technical Services
10	Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture	26	Business Support Services
11	Machinery and Equipment	27	Public Administration and Defense
12	Electronic and Electrical Equipment	28	Educational Services
13	Precision Instruments	29	Health and Social Work
14	Transportation Equipment	30	Cultural and Other Services
15	Other Manufactured Products and Outsourcing	31	Sewage and Water Treatment Service
16	Electricity, Gas and Steam Supply		

미늄, 염화 제 1철, 소석회, 인산염 등의 다양한 화학제품이 필요하다. 반면 광산품(제2부문)부문이 0.0007원으로 생산유발효과가 가장 낮은 것으로 분석되어 가장 영향을 적게 받는 부문으로 분석되었다. 즉, 하수처리 부문의 최종수요가 1원 증가하였을 때, 타 산업에서 0.7076원의 생산을 유발시키는 것으로 분석되었으며, 국민경제전체에서는 1.7076원의 생산을 유발하는 것으로 나왔다.

하수처리 부문의 부가가치 유발효과는 하수처리 부문의 최종수요가 한 단위 증가하였을 때, 각 산업부문에서 직·간접적으로 유발되는 부가가치액 수준을 나타낸다. 하수처리 부문의 1원 생산 증가에 대한 분석 결과 도소매 서비스(제19부문)부문이 0.0237원으로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 하수처리 부문의 1원 생산증가로 인해 이와 도소매 서비스 산업의 생산증가가 일어나는 것을 의미한다. 다음으로 수도, 재활용서비스(제17부문) 부문이 0.0494원, 금융 및 보험(제23부문)부문 0.0204원의 부가가치를 유발하는 것으로 분석되었다. 즉, 하수처리 부문의 최종수요가 1원 증가하였을 때, 타 산업에서 0.2274원의 부가가치를 유발

시키는 것으로 나타났다. 아울러 하수처리 부문의 총 산출에서 부가가치가 차지하는 비중은 0.5118원으로 분석되었다. 따라서 하수처리부문의 1원 생산증가는 국민경제 전체적으로 0.7392원의 부가가치를 유발한다.

끝으로 취업유발효과는 하수처리 부문에서 10억 원 생산으로 인해 각 산업부문에서 직·간접적으로 유발되는 취업자수를 의미한다. 하수처리부문의 취업유발효과 결과를 보면 우선 도소매 서비스(제19부문)부문이 가장 많은 취업을 유발시키는 것으로 분석되었다. 다음으로 사업지원서비스(제26부문)부문, 음식점 및 숙박서비스(제21부문) 부문 순으로 나타났고 광산품(제2부문)부문의 값이 가장 낮게 분석되어 영향을 가장 받지 않는 것으로 분석되었다. 전체적으로 하수처리부문에서 10억원 생산은 타 산업에서 4.0983명의 취업을 유발시키는 것으로 나타났다. 아울러 하수처리 부문에서의 10억원 생산에 대한 취업자 수는 6.9515명이며, 따라서 하수처리 부문의 10억원 생산에 대한 국민경제 전체의 취업유발 인원은 11.0498명으로 분석되었다.



Table 2. Economic Effects of the Investment in Sewage and Wastewater Treatment Service Sectors Based on Demand-driven Model

Codes	Sectors	Production-inducing Effect(KRW)	Ranks	Value-added Creation Effect (KRW)	Ranks	Employment-inducing Effect (person/billion KRW)	Ranks
1	Agricultural, Forest, and Fishery products	0.0052	24	0.0028	21	0.1371	11
2	Mined and Quarried Products	0.0007	30	0.0004	30	0.0024	30
3	Food, Beverages and Tobacco Products	0.0095	23	0.0015	24	0.0339	22
4	Textile and Leather Products	0.0110	20	0.0024	23	0.0601	15
5	Wood and Paper Products, Printing and Reproduction of Recorded Media	0.0098	22	0.0026	22	0.0488	17
6	Petroleum and Coal Products	0.0564	3	0.0032	20	0.0037	29
7	Chemical Products	0.0857	1	0.0160	4	0.1130	13
8	Non-metallic Mineral Products	0.0050	25	0.0014	25	0.0135	27
9	Basic Metal Products	0.0299	8	0.0036	19	0.0223	24
10	Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture	0.0173	15	0.0050	18	0.0432	20
11	Machinery and Equipment	0.0404	6	0.0109	8	0.1238	12
12	Electronic and Electrical Equipment	0.0272	10	0.0069	14	0.0435	19
13	Precision Instruments	0.0042	26	0.0012	26	0.0147	25
14	Transportation Equipment	0.0279	9	0.0060	16	0.0623	14
15	Other Manufactured Products and Outsourcing	0.0154	18	0.0061	15	0.0487	18
16	Electricity, Gas, and steam supply	0.0674	2	0.0122	6	0.0405	21
17	Water supply	0.0494	4	0.0226	2	0.3435	4
18	Construction	0.0030	27	0.0010	27	0.0267	23
19	Wholesale and retail trade	0.0464	5	0.0237	1	0.6820	1
20	Transportation	0.0270	11	0.0087	12	0.2664	6
21	Food services and accommodation	0.0233	13	0.0087	11	0.4064	3
22	Communications and broadcasting	0.0246	12	0.0106	10	0.1435	10
23	Finance and insurance	0.0387	7	0.0204	3	0.2067	8
24	Real estate and leasing	0.0166	17	0.0123	5	0.0518	16
25	Professional, scientific, and technical services	0.0207	14	0.0117	7	0.2438	7
26	Business support Services	0.0166	16	0.0109	9	0.4241	2
27	Public Administration and Defense	0.0012	28	0.0009	28	0.0122	28
28	Educational Services	0.0009	29	0.0006	29	0.0139	26
29	Health and Social Work	0.0110	21	0.0057	17	0.1537	9
30	Cultural and Other Services	0.0152	19	0.0074	13	0.3121	5
Impacts on Other Sectors		0.7076		0.2274		4.0983	
Sewage and Wastewater Treatment Service		1.0000		0.5118		6.9515	
Total		1.7076		0.7392		11.0498	

3.3 공급유도형 모형 분석 결과

하수처리 부문의 공급지장효과는 하수처리 부문의 산출액 1원 감소에 의한 타 산업에 발생하는 생산감소분을 의미한다. 공급유도형 모형을 활용하여 분석한 하수처리 부문의 공급지장효과의 분석결과는 Table 3에 제시하였다. 자세히 살펴보면, 하수처리 부문의

공급지장효과는 0.8417원으로 하수처리 부문의 공급이 1원만큼 지장을 받으면 전 산업에 0.8417원의 생산을 감소시킴을 의미한다. 이러한 결과는 예를 들어 하수처리 부문의 공급이 10억원 만큼 차질이 발생하였을 때 국민경제 전체에 미치는 손실이 약 8억원에 달한다는 것을 의미한다. 각 부분별로 자세히 살펴보면, 제7부문의 화학제품이 0.0882원으로 공급지장 효과가



Table 3. The Supply Shortage Effects of Sewage and Wastewater Treatment Service Sector

Codes	Sectors	Supply shortage effects	Ranks
1	Agricultural, Forest, and Fishery products	0.0076	24
2	Mined and Quarried Products	0.0003	30
3	Food, Beverages and Tobacco Products	0.0221	14
4	Textile and Leather Products	0.0180	19
5	Wood and Paper Products, Printing and Reproduction of Recorded Media	0.0097	22
6	Petroleum and Coal Products	0.0068	27
7	Chemical Products	0.0882	1
8	Non-metallic Mineral Products	0.0107	21
9	Basic Metal Products	0.0723	3
10	Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture	0.0290	10
11	Machinery and Equipment	0.0195	18
12	Electronic and Electrical Equipment	0.0362	8
13	Precision Instruments	0.0031	28
14	Transportation Equipment	0.0653	5
15	Other Manufactured Products and Outsourcing	0.0205	16
16	Electricity, Gas, and steam supply	0.0280	12
17	Water supply	0.0750	2
18	Construction	0.0432	7
19	Wholesale and retail trade	0.0208	15
20	Transportation	0.0356	9
21	Food services and accommodation	0.0120	20
22	Communications and broadcasting	0.0071	25
23	Finance and insurance	0.0093	23
24	Real estate and leasing	0.0285	11
25	Professional, scientific, and technical services	0.0070	26
26	Business support Services	0.0025	29
27	Public Administration and Defense	0.0270	13
28	Educational Services	0.0469	6
29	Health and Social Work	0.0690	4
30	Cultural and Other Services	0.0205	17
Total		0.8417	

가장 크게 나타났으며, 그 뒤로 하수처리 부문이 속해 있는 제17부문의 수도, 폐기물 및 재활용서비스(0.0750원)가 크게 나타났다. 하수처리 부문은 하수를 처리할 때, 화학제품을 사용하므로 해당 부문의 공급 지장에 가장 많은 영향을 받는 것으로 분석된다. 끝으로 가장 지장을 받지 않는 부문으로는 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과와 마찬가지로 제2부문의 광산품 부문(0.0003원)이 가장 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

3.4 레온티에프 모형 분석 결과

레온티에프 가격모형을 사용하여 하수처리 부문의 10% 가격상승이 타 부문에 야기하는 물가파급효과를 구하여 분석한 결과는 Table 4에 제시되어 있다. 10% 가격인상이 국민경제 전체에 발생시키는 물가파급효과를 구하기 위해서는 각 부문의 산출이 총산출에서 차지하는 비중에 대해 가중평균을 해야 정확한 값을 구할 수 있다(Yoo et al., 2008). 이와 같은 방법으로

**Table 4.** Sectoral Price Effects of the 10% Increase in the Price of Sewage and Wastewater Treatment Service Sector (Unit : %)

Codes	Sectors	Sectoral Price Effects(%)	Ranks
1	Agricultural, Forest, and Fishery products	0.0066	20
2	Mined and Quarried Products	0.0043	25
3	Food, Beverages and Tobacco Products	0.0112	17
4	Textile and Leather Products	0.0112	16
5	Wood and Paper Products, Printing and Reproduction of Recorded Media	0.0127	13
6	Petroleum and Coal Products	0.0020	30
7	Chemical Products	0.0160	5
8	Non-metallic Mineral Products	0.0143	9
9	Basic Metal Products	0.0144	8
10	Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture	0.0145	6
11	Machinery and Equipment	0.0078	19
12	Electronic and Electrical Equipment	0.0047	23
13	Precision Instruments	0.0058	22
14	Transportation Equipment	0.0130	11
15	Other Manufactured Products and Outsourcing	0.0186	4
16	Electricity, Gas, and steam supply	0.0145	7
17	Water supply	0.2187	1
18	Construction	0.0117	15
19	Wholesale and retail trade	0.0045	24
20	Transportation	0.0130	12
21	Food services and accommodation	0.0064	21
22	Communications and broadcasting	0.0031	27
23	Finance and insurance	0.0033	26
24	Real estate and leasing	0.0094	18
25	Professional, scientific, and technical services	0.0031	28
26	Business support Services	0.0030	29
27	Public Administration and Defense	0.0127	14
28	Educational Services	0.0232	3
29	Health and Social Work	0.0339	2
30	Cultural and Other Services	0.0133	10
Weighted Average		0.0115	

구한 하수처리 부문의 물가파급효과는 0.0115%로 분석되었다. 이것은 해당 부문의 산출물의 10% 가격상승으로 0.0115%의 국민경제 전체에 물가상승효과가 나타난다는 의미이다. 이러한 물가상승효과를 가장 크게 영향 받는 부문은 제17부문의 수도, 재활용 서비스(0.2187%) 부문이며, 그 다음으로 보건 및 사회복지서비스(제29 부문, 0.0339%), 교육서비스(제28부문, 0.0232%)부문 순으로 분석되었으며, 석탄 및 석유제품(제6부문)에 미치는 물가파급효과가 0.0020%로 가장 낮았다.

3.5 부문간 연쇄효과 분석 결과

앞서 하수처리 부문을 외생부문으로 따로 분류하여 다룸으로써 하수처리 부문을 중심으로 각종 파급효과를 분석해보았다. 이번 부문간 연쇄효과 분석에서는 하수처리 부문이 경제전체에서 차지하는 상대적인 위치를 파악해 보려고 한다. 따라서 31개 부문 전체에 대해 감응도 계수와 영향력 계수를 계산하여 전체 부문에서의 그 결과를 서로 수평적으로 비교하면 하수

Table 5. Sectoral Forward and Backward Linkage Effects.

Codes	Sectors	Forward Linkage Effects	Ranks	Backward Linkage Effects	Ranks
1	Agricultural, Forest, and Fishery products	0.9859	12	0.9770	19
2	Mined and Quarried Products	0.5870	29	0.8972	23
3	Food, Beverages and Tobacco Products	1.0757	10	1.2126	5
4	Textile and Leather Products	0.8332	21	1.0876	10
5	Wood and Paper Products, Printing and Reproduction of Recorded Media	0.9823	13	1.1027	8
6	Petroleum and Coal Products	1.3134	5	0.6631	31
7	Chemical Products	2.0242	2	1.0857	8
8	Non-metallic Mineral Products	0.7532	22	1.0779	12
9	Basic Metal Products	2.1315	1	1.2489	2
10	Fabricated Metal Products, Except Machinery and Furniture	1.0731	11	1.2474	3
11	Machinery and Equipment	0.9599	14	1.2267	4
12	Electronic and Electrical Equipment	1.2366	8	1.0238	14
13	Precision Instruments	0.6460	25	1.0305	13
14	Transportation Equipment	0.9164	16	1.2886	1
15	Other Manufactured Products and Outsourcing	0.9401	15	1.1052	7
16	Electricity, Gas, and steam supply	1.3502	4	0.8085	27
17	Water supply	0.7054	24	1.0166	15
18	Construction	0.6124	26	1.1886	6
19	Wholesale and retail trade	1.6811	3	0.9531	20
20	Transportation	1.2589	7	0.8842	24
21	Food services and accommodation	0.8554	19	1.0986	9
22	Communications and broadcasting	1.1031	9	0.9905	17
23	Finance and insurance	1.2725	6	0.9002	22
24	Real estate and leasing	0.8991	18	0.7610	29
25	Professional, scientific, and technical services	0.9104	17	0.8812	25
26	Business support Services	0.8371	20	0.8310	26
27	Public Administration and Defense	0.5602	30	0.7357	30
28	Educational Services	0.5525	31	0.7720	28
29	Health and Social Work	0.6086	27	0.9267	21
30	Cultural and Other Services	0.7315	23	0.9999	16
31	Sewage and Wastewater Treatment Service	0.6031	28	0.9775	18

처리부문의 국가 경제적 위치 또는 성격 등을 파악할 수 있다. 하수처리 부문의 부문간 연쇄효과 결과는 Table 5에 제시되어 있다. 하수처리의 공급부문에서 감응도계수는 0.0631로 전체 31개 부문 중 28위를 차지하여 낮은 편이다. 하수처리 부문의 감응도계수가 1보다 작다는 것은 일반적으로 경기가 호황일 때, 하수

처리 부문이 전반적인 산업성장에 의해 자극 받는 정도가 작다는 것을 의미한다. 즉, 하수처리 부문은 경기변동에 영향을 받지 않는 산업임을 의미하며, 중간수요적 성격보다는 최종수요적 성격을 갖는다는 사실을 알 수 있다.

영향력계수는 분석대상 부문의 최종수요가 한 단위



증가할 때 중간재로 사용되는 다른 부문의 산출물에 미치는 영향 정도를 의미한다. 하수처리의 공급부문에 대한 영향력계수는 0.9775로 18위를 차지하였다. 영향력계수가 1보다 작다는 것은 하수처리 부문의 투자지출에 따른 경제적 파급효과가 작다는 것을 의미한다. 하수처리 부문은 제조업적 성격보다는 원시산업적(primary input) 성격을 갖는다는 사실을 보여주는 것이다. 따라서 하수처리 부문의 부문간 연쇄효과는 평균보다 낮게 나타났으므로 최종수요적 원시산업형이라고 할 수 있을 것이다.

4. 결론 및 시사점

본 연구는 가장 최근에 발표된 2010년 산업연관표(한국은행, 2014년)를 이용하여 하수처리 부문의 국가경제적 산업파급효과인 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과, 공급지장효과, 물가파급효과, 부문간 연쇄효과를 통해 자기 부문에 미치는 효과와 타 부문에 미치는 영향을 분석하였다. 주요 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 수요유도형 모형을 이용하여 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문의 생산유발효과, 부가가치 유발효과, 취업유발효과를 분석하였다. 먼저 타 산업에 대한 효과를 살펴보면, 하수처리 부문의 1원 생산 또는 투자로 인한 생산 및 부가가치가 각각 0.7076원, 0.2274원으로 나타났고, 10억원의 생산이 4.0983명의 취업을 유발하는 것으로 분석되었다. 또한 하수처리 부문 자체에 미치는 효과를 포함한 국민경제 전체적인 효과를 보면 하수처리 부문 1원 생산은 1.7076원의 생산유발효과와 0.7392원의 부가가치 유발효과를 가져온다. 아울러 10억원 생산은 11.0498명의 취업을 유발하는 것으로 분석되었다.

둘째, 공급유도형 모형을 이용하여 하수처리 부문의 1원 공급지장이 타 부문에 유발하는 생산감소액을 분석하였다. 그 결과 공급지장을 크게 받는 부분은 화학제품, 수도, 폐기물 및 재활용서비스, 금융 및 보험 부문인 것으로 분석되었다. 국민경제 전체적으로 보면 하수처리 부문의 1원 공급지장은 타 산업에 0.8417원의 생산차질을 주는 것으로 분석되었다.

셋째, 레온티에프 가격모형을 이용하여 하수처리 부문의 10%가격인상이 타 부문에 유발하는 물가파급

효과를 분석하였다. 수도, 재활용 서비스, 보건 및 사회복지서비스, 교육서비스부문이 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 그리고 산출물 가격이 10% 인상될 때 국민경제 전체적인 물가파급효과는 0.0115%로 분석되어 비교적 값이 작다.

넷째, 31개 산업의 부문간 연쇄효과를 분석하였다. 하수처리의 공급부문에 대한 전방연쇄효과는 0.0631으로 3개 부문 중 28위로 평균보다 낮으며, 후방연쇄효과 또한 0.9775(18위)로 1보다 작아 산업평균보다 낮은 값이 분석되었다. 이것은 현재의 하수처리 부문의 특성을 나타내는 것으로서 전후방 측면의 연쇄효과를 좀 더 키우기 위해서는 정부의 육성정책이 필요함을 의미한다. 또한 최종수요적 원시산업형에 속해 있어 경기변동에 영향을 받지 않음을 알 수 있다.

본 논문은 우리나라 하수처리(하수, 폐수 및 분뇨처리) 부문의 국민경제적 파급효과를 정량적으로 분석함으로써 몇 가지 의의를 갖는다. 우선 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문이 그간 산업연관표 상에서 제대로 정의되지 않았기 때문에 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문의 경제적 파급효과에 대한 분석에 어려움이 있었다. 하지만 최근 한국은행에서 새롭게 발표한 산업연관분석에 별도로 분류됨에 따라 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문을 중심으로 한 경제적 파급효과 분석이 가능하게 됨으로써, 본 연구에서는 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문의 산업연관표를 이용한 첫 산업간 효과에 대한 분석임에 그 의미가 크다. 또한 분석방법에 있어 상대적 복잡성으로 널리 사용되지 않은 공급유도형 모형 및 레온티에프 가격모형을 적용하였으며 산업연관분석에 있어 해당 부문을 외생화하여 분석 및 해석함으로써 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문에 집중하여 논의를 할 수 있었다는 점에서도 의미가 있다 할 수 있다.

본 연구에서의 분석은 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문의 분석값의 크고 작음으로 해당 산업의 중요도를 평가한 것이 아니며, 대상산업의 현재 특성을 나타낸 것이다. 그러한 측면에서 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문은 그 값이 낮을 수 있으며, 이는 현재 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문이 중요함에도 불구하고 시작단계에 있음을 의미하며 향후 해당산업에 대하여 더 많은 투자를 시도하는 등의 육성 정책이 필요함을 시사한다. 따라서 이와 같은 정량적 정보는 특정 지역에 하수, 폐수 및 분뇨처리 부문과 관련된 경제적 파급효과와 물가파급효과를 사전적으로 예측하는 데 유용하게 활용

pp. 155-163

pp. 165-169

pp. 171-182

pp. 183-192

pp. 193-202

pp. 203-209

pp. 211-222

pp. 223-231

pp. 233-241

pp. 243-249

pp. 251-259

pp. 261-269

pp. 271-281

될 수 있으며, 정부의 투자 및 정책에 기초자료로 제공될 수 있다. 추후 연구주제로 현재 분석된 자료(2012년 기준)와 향후 발표되는 2014년 기준의 산업연관표를 분석하여 해당 산업에 대한 비교연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

References

- Kim, K.H, Yoo, S.H.(2013), Economies of Scale in the Sewerage Treatment Sectors of Cheonla Province Area, *Journal of Korean Society of Water and Wastewater*, 27(1). pp.11-20.
- Yoo, S.H., Yang, C.Y.(1999), Role of Water Utility in the Korean National Economy, *International Journal of Water Resources Development*, 15, pp.527-542.
- Yoo, S.H, Heo, J.Y, Kim, K.J.(2004), The Role of the Wireless Communications Industry in the Korean National Economy : An Input-output Analysis, *Journal of Industrial Economics and Business*, 17(5), pp.1593-1612.
- Yoo, S.H, Lim, E.S, Ku, S.J.(2008), An Analysis on the National Economic Impacts of the Advertising Industry, *Advertising Research*, 78, pp.189-214.
- Bank of Korea.(1987) Intorduction to Input-Output Analysis.
- Bank of Korea.(2003) 2000 Input-Output Table.
- Bank of Korea.(2013) 2011 Input-Output Table.
- Bank of Korea.(2014) 2012 Input-Output Table.
- Davis, H. C., Salkin, E. L.(1984), Alternative Approaches to the Estimation of Economic Impacts Resulting from Supply Constraints, *Annals of Regional Science*, 18, pp.25-34.
- Ghosh, A.(1958). Input-output Approach to An Allocative System. *Economica*, 25, 58-64.
- Howe, C. W., Smith, M. G.(1994), The Value of Water Supply Reliability in Urban Water System, *Journal of Environmental Economics and Management*, 26, pp.19-30.
- Hirschman, A. O.(1958), The Strategy of Economic Development, New Haven: *Yale University Press*
- Haruvy, N.(1997), Agricultural Reuse of Wastewater: Nation-wide Cost-benefit Analysis, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 66, pp.113-119.
- Osterhaven, J.(1996), Leontief versus Ghoshian Price and Quantity Models, *Southern Economic Journal*, 62, pp.750-759.
- Osterhaven, J.(1988), On the Plausibility of Supply-driven Input-output Model, *Journal of Regional Science*, 28, pp.203-217.
- Rose, A., Allison, T.(1989), On the Plausibility of the Supply-driven Input-output Model: Empirical Evidence on Joint Stability, *Journal of Regional Science*, 29, pp.451-458.
- Miller, R. E., & Blair, P. D.(1989) Input-output Analysis: Foundations and Extensions. New Jersey: Prentice-Hall.
- Wu, R. H., & Chen, C. Y.(1990), On the Application of Input-output Analysis to Energy Issues. *Energy Economics*, 12, 71-76.