

산업용수의 공급지장 비용 : 공업용수도 수요업체를 중심으로

엄 미 정 (서울대학교 공과대학 기술정책 대학원과정 Post Dr.)

황 영 순 (STEPI 위촉연구원)

김 태 유 (서울대학교 공과대학 기술정책 대학원과정 교수)

1. 서론

우리 나라는 수자원 부족량과 개발가능 지역이 편재되어 있고 수요지가 일부지역에 밀집되어 있기 때문에 유역변경에 의한 광역공급체계가 대단히 어려운 실정이다. 또한 광역공급체계의 미비로 해안지방과 일부지역에서는 심각한 물부족 현상이 발생되고 있어 생활의 불편은 물론 공업생산액 감소로 경제적으로도 큰 손실을 입고 있는 상태이다. 한편 인구의 증가와 생활수준의 향상, 도시화, 산업화 등 제반요건으로 인해 미래에는 급속한 양적인 증가를 예상되고 있다. 이러한 현실에서 적절한 정책수립을 위한 소비자들의 편의 측정은 필수적이라고 하겠다.

본 연구는 수도물의 수량 서비스의 개선편익을 측정하고자 한다. 특히 공업용수 공급 신뢰도 개선편익을 측정함으로써 미래 수자원 배분에 있어서 유용한 자료를 얻고자 한다. 공업용수는 절대량에 있어서는 전체 물수요에서 차지하는 비중이 작지만, 국민경제에 미치는 영향이 다른 사용가치에 비해 크고 공급변화에 대해 반응하는 탄력성이 다른 용도에 비해 작기 때문에 미래 공급개선을 위한 연구를 수행할 필요성이 아주 크다고 하겠다.

지금까지 우리 나라에서 제조업에 대한 공급지장 비용에 관한 연구는 김정주(1992)와 김태유(1997) 등이 있다. 김정주는 울산지역의 공업용수 감소에 따른 가동률 감소를 바탕으로 1991년도 기업의 실제 피해비용을 산출하였고, 김태유 등은 1993년 산업연관

표를 이용하여 부문별 공급지장비용을 평가한 바 있다. 그러나 산업연관표를 이용한 접근법은 거시적 관점에서밖에 가치를 측정하지 못하고, 김정주 연구의 경우 울산지역의 생산량 감소량만을 대상으로 하였으므로 정책적 적용에 있어 한계를 가진다고 볼 수 있다.

본 연구는 두가지 측면에서 기여하는 바가 크다. 첫째, 본 연구는 공업용수 공급감소로 인한 생산량 감소를 포함한 대체자원 개발, 원료절감, 임금절감 등의 보다 포괄적이고 실질적인 비용을 포함한 공업용수의 공급지장 비용을 도출하였다. 공업용수의 수량적 가치는 설문자료를 이용하여 공장운영에 있어서 수량부족으로 인해 직접 비용으로 발생하는 비용을 계산하였다. 본 연구에서는 과거의 공급량변화에 대한 업체의 대응을 조사한 것이 아니라 미래에 각 업체가 경험할 수 있는 가상적인 시나리오를 선정하여 각 업체의 대응을 바탕으로 피해비용을 도출하였다. 둘째, 본 연구는 공업용수도에서 용수공급을 받는 전국 기업체를 대상으로 공급지장 비용을 계산하였다. 우리나라는 수자원의 지역적 편차가 심한 편이므로 지역별 예상 피해비용을 도출하는 것은 큰 의미를 가지며, 또한 도출된 전국적인 비용에 있어서도 보다 더 신뢰성을 가진다고 할 수 있다.

2. 자료 수집

본 연구에서는 공업용수의 수량적 가치를 공업용수

공급량 감소에 대한 각 업체의 설문응답결과를 바탕으로 접근하였다. 설문은 i)각 산업의 공업용수 사용 현황과 ii)미래 공업용수의 수요를 파악하고, iii)미래 수자원 부족에 의해 야기될 수 있는 용수공급부족이 각 산업에 미치는 영향을 추정하고자 하는 목적으로 설계되었다. 설문은 공장(혹은 사업소) 단위로 이루어졌고, 본 절의 모든 분석도 공장단위로 이루어졌다.

한국수자원공사의 포항, 여수, 창원, 울산, 과천, 거제 공업용수도에서 용수를 공급받고 있는 업체를 설문대상으로 하여 1998년 6월에 설문을 실시하였다. 공업용수도로부터 용수를 공급받는 업체는 모두 850개로서 이중 일정 규모 이상의 매출액을 가진 589개 업체를 대상으로 설문을 실시하였다. 전체 응답률은 35%로 총 202개 업체가 응답을 하였다. 응답률에 대한 보다 자세한 내용은 표 1.에서 보여주고 있다.

공업용수에 대한 분석은 응답한 203개 업체 중에서 아파트, 군부대, 연구소 등 생활용수로 분류될 수 있는 13개 수요자와 불성실한 응답을 한 8개를 뺀 182개 업체에 대해서만 분석하였다. 업종은 12개로 분류하였는데 자세한 업종분류는 다음과 같다 : 섬유, 의복 및 가죽산업, 목재 및 가구산업, 석유, 화학, 고무, 플라스틱산업, 금속산업, 전기산업, 전자산업, 기계산업, 수송기계(자동차, 자전거) 산업, 조선, 항공산업, 비금속광물산업, 기타. 기타산업에는 산업지원 업체나 저장업체가 포함되어 있다. 설문에 응답한 업

체의 업종별 분포를 보면, 석유·화학산업이 33%로 가장 많은 비중을 차지했으며, 금속, 기계, 비금속광물 산업이 각각 17%, 8%, 8%를 차지하였다. 분석한 업체의 총 매출액은 61조원으로 우리 나라 제조업 총 매출액의 21%였으며, 총 종업원 수는 약 14만 명으로 우리 나라 전체 종업원의 5%에 해당하였다.¹⁾

3. 용수사용 및 대체 수자원 현황

그림 1.과 2.는 각각 응답 업체의 '97년도 업종별 평균 용수사용량과 매출액당 평균 용수사용량을 보여 주고 있다. 금속산업, 섬유산업, 전자산업, 석유/화학 산업 순으로 물을 많이 사용하는 것으로 보고되었다. 한편 용수공급이 그 산업에서 차지하는 중요성을 알아보기 위해서는 매출액 대비 용수사용량을 이용하였다. 그 결과, 섬유, 목재, 식품, 석유/화학 순으로 매출액 대비 용수사용량이 많았으나 평균 용수사용량이 많은 금속, 전자산업은 매출액 대비 용수사용량이 크지 않았다.

미래 물부족과 관련되어 각 업체의 대체용수량 분포를 살펴보면, 평균 대체용수량은 섬유, 전자, 조선/항공 산업을 제외한 산업에서 15% 이상을 상회하는 것으로 나타났고, 응답기업 전체의 평균 대체용수량은 24%로 상당히 높은 것을 알 수 있다. 그러나 개별 기업의 분포를 살펴보면 표 2에서와 같이 161개 업체 중에서 54%(87개)의 업체가 15% 이하의 대체 수량

표 1. 공업용수 설문 모집단과 응답률

지역	전체 업체수(A)	표본 업체수(B)	응답 업체수(C)	지역별 비중			표본비율 B/A(%)	응답률 C/B(%)	평균매출액 (억원/년)
				A/D(%)	B/F(%)	C/G(%)			
포항	44	33	26	5.2	5.6	12.8	75.0	78.8	6,222
여수	64	47	28	7.5	8.0	13.8	73.4	59.6	8,027
창원	512	289	59	60.2	49.1	29.0	56.4	20.4	3,842
울산	171	171	47	20.1	29.0	23.2	100.0	27.5	2,809
과천	57	47	41	6.7	8.0	20.2	82.5	87.2	1,708
거제	2	2	2	0.2	0.3	1.0	100.0	100.0	20,700
계	850(D)	589(F)	203(G)	100.0	100.0	100.0			3,884

1) 1996년도 제조업 총 매출액은 296조원이고, 월평균 종사자는 293만명이다.

■ 일반기사

산업용수의 공급지장 비용 : 공업용수도 수요업체를 중심으로

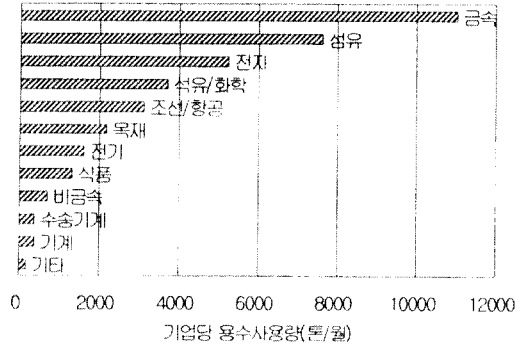


그림 1. 업종별 평균 용수사용량

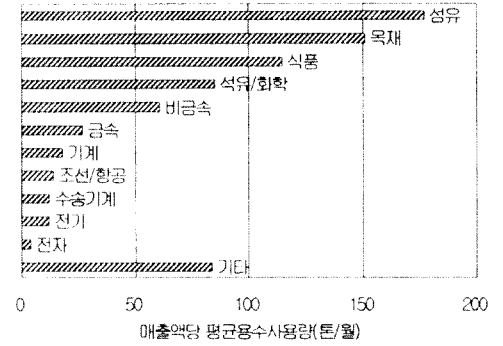


그림 2. 매출액당 평균 용수사용량

표 2. 대체용수량 분포

대체 저수량 구간	해당 업체 수	비 중(%)
100% 이상	6	3.7
50% - 100%	14	8.7
15% - 50%	54	33.5
10% - 15%	14	8.7
5% - 10%	17	10.6
0% < - 5%	24	14.9
0%	32	19.9
계	161	100.0

- 5년에 한번 올 수 있는 가뭄연도에 생기는 상황임.
- 여름 3달 동안 용수공급량이 15% 줄어들 경우
- 3달 전부터 이에 대한 경고가 있을 것임.

을 보고하였다. 더군다나 대체수자원이나 절약을 위한 어떠한 방안도 가지고 있지 않다고 응답한 업체도 20%나 되어, 높은 전체 평균에도 불구하고 실질적으로 15% 용수감소가 불가결한 가뭄상황에서 타격을 입을 업체가 아주 많음을 예상할 수 있다.

즉, 5년에 한번정도 오는 심한 가뭄시기의 여름 3달 동안 현재 외부에서 공급받는 용수량의 15%가 줄어들게 되었을 때 업체가 취할 수 있는 대책과 피해액에 대해 질문하였다. 이러한 용수감소에 대한 경고가 시행 3달 전에 있기 때문에 업체는 평소에 보유하고 있던 예비 저수량과 3달 동안에 취해질 수 있는 조치에 의해 피해를 최소화하고자 할 것이다. 위에서 주어진 상황에서 각 업체가 외부공급 감소분을 대체할 수 있는 대체수자원의 용량과 그 밖의 대응방법에 대한 응답을 이끌어 내었다.

4. 공업용수의 공급지장 비용

4.2. 공급지장 비용

4.1. 공급지장에 대한 시나리오

4.2.1. 공급지장비용 계산식

본 연구에서는 미래 물부족에 의한 업체의 영향을 분석하기 위하여 가상적인 시나리오를 이용하였다. 설계된 미래 공업용수 부족상황은 다음과 같다.

공급지장 비용은 대체수자원 개발비와 물 절약 대응책에 따른 추가적인 비용, 그리고 생산량 감소에 따른 매출액 감소, 원료비 감소, 생산비용 증가를 고려하였다. 또한 고용인 감소에 의해 발생하는 임금절감을 공급지장 비용에 추가하였다. 본 연구에서 도출한 공급지장 비용은 다음과 같이 계산되었다.²⁾

2) 대체수자원의 자본재 투자비는 자본재의 수명을 1년으로 하고 감가상각률을 10%로 하여 계산하였다. 자본재의 수명을 1년으로 한 이유는 자본재 투자비가 매출액에 비해 아주 작은 비용이었고, 또 단기적인 가뭄을 대비하는 것이므로 수명을 1년으로 하는 것에 무리가 없을 것으로 생각되었기 때문이다.

생산량 감소만 응답하고 매출액 감소를 응답하지 않은 업체에 대해서는 일년 매출액을 이용하여 감소분을 계산하여 무응답을 대체하였다. 원료비 절감분과 생산비용 증가비용은 응답하지 않은 경우, 0원으로 간주하였다. 또한 생산량 감소에 비해 지나치게 큰 매출액 감소를 보고한 업체의 경우도 생산량 감소율을 이용하여 매출액 감소분을 계산하였다.

- 대체수자원 자본재 투자비 및 유지비용(+)
- 기타 물질적 조치에 따른 추가비용(+)
- 매출액 감소분(+)
- 원료 구입비 감소분(-)
- 제품 생산비용 증가분(+)
- 고용인 감소에 따른 임금절감액(-)

여기에서 괄호 안의 부호는 공급지장 비용에 있어서 증가분과 감소분을 구분한 것이다. 앞에서 선정 한 시나리오에서 실제 공급감소기간을 3달로 하였기 때문에 연간 평균 공급지장비용은 각 업체에서 기업한 월평균 피해비용에 여름 3달분을 곱하여 계산하였다.

매출액 감소에 있어서 응답하지 않은 업체의 경우 임의로 생산량 감소량과 연간 매출액을 바탕으로 매출액 감소를 추정하였고, 연간 매출액에 비해 지나치게 높은 매출액 감소를 답한 업체의 경우도 생산량 감소를 기준으로 다시 계산하였다. 그리고 생산량 감소로 인한 원료 구입비 감소와 제품생산비 증가분을 응답하지 않은 경우 0으로 처리하였다.

4.2.2. 업종별 공급지장 비용

표 3.은 여름 3달 동안의 물부족 사태에 대한 평균 공급지장 비용을 계산한 결과이다. 매출액 대비 비율은 각 업체의 비율을 계산한 후 이를 평균한 값이다. 15% 공업용수 감소에 대해 조선/항공산업이 가장 많은 피해를 입을 것으로 나타났고, 그 뒤로 석유/화학 산업, 금속, 전기, 식품 순이었다. 매출액 대비 피해비용의 비율은 조선/항공, 석유/화학, 금속산업 순으로 2%에 가까운 피해를 보였고, 비금속, 수송기계, 섬유, 식품산업도 매출액 대비 1% 이상의 높은 비용을 보였다. 업종별 피해액은 모두 매출액의 5% 미만이었다. 전체 업체에 대한 평균 공급지장비용은 약 77억원, 매출액 대비 약 1.65% 정도였다.

매출액에 미치는 영향만을 살펴보면 조선산업이 3.56%의 매출액 감소율을 보인 반면, 석유/화학 산업은 공급지장 비용 비율 2.84%보다 큰 3.1%의 평

표 3. 물부족에 의한 업종별 평균 공급지장 비용

업종	분석기업 수	평균 공급지장비용 (만원/년)	평균 공급지장비용 매출액 (%)
조선/항공	4	5,991,909	3.56
석유/화학	49	1,739,576	2.96
금속	27	252,003	1.85
전기	5	181,930	0.21
식품	10	97,749	0.98
전자	6	95,108	0.13
섬유	7	74,665	1.23
수송기계	9	43,284	1.30
비금속	14	34,441	1.45
기계	15	15,100	0.11
목재	3	534	0.01
기타	7	33	0.01
전체기업	156	769,817	1.65

균 매출액 감소를 보였다. 이것은 생산량 감소로 인한 원료비 감소효과가 상대적으로 큰 것에서 기인한 것으로 생각된다. 매출액 감소율이 1%가 넘는 산업은 금속, 식품, 비금속, 수송기계, 섬유 산업 등으로 매출액 감소율은 총 물사용이 많거나 매출액 대비 물사용량이 많은 기업이 전반적으로 크다고 할 수 있다.

본 연구 결과는 조선/항공산업을 제외하면, 김태유(1997) 등 연구에서 공급지장 비용이 높은 산업과 유사하다.³⁾ 그러나 두 공급지장 비용 값 자체에 있어서는 큰 차이를 보이는데 두 비용은 전혀 다른 의미므로 비교는 무의미하다. 일단 김태유(1997) 등 연구에서 공급지장 비용 계수를 구하기 위해 설정한 산업분류는 본 절에서 분류와는 다를 뿐더러, 도출한 공급지장 비용은 순전히 산출액 감소분만을 의미한다. 따라서 생산량 감소에 따른 매출액 감소, 원료비 감소, 생산비 증대 등을 고려한 본 연구의 결과에 비해 아주 작을 수 있다. 또한 현재의 배분패턴에서 관련산업들의 한계적인 변화에 대응하는 관련산업들의 한계적 반응을 의미하는 것이 김태유 연구의 공급지장계수에 전제된 논리인데 반해, 본 절에서 도출한 공급지장 비

3) 김태유 등(1997)의 연구에서 수도부분에서 1원어치의 공급이 이루어지지 않았을 때 부문별 공급지장비용은 화학제품부분이 약 0.092원으로 가장 크며, 섬유, 가죽부분이 0.0749원, 제1차 금속부분이 0.0625원, 음식료품 부분이 0.0625원 순이었다.

용은 15% 감소라는 가상적 시나리오 상황에 대한 대응값이다.

4.2.3. 지역별 공급지장 비용

표 4.에서는 지역별 공급지장비용(피해비용)과 매출액 대비 공급지장 비용의 비율을 보여주고 있다. 지역별 공급지장비용은 거제지역이 조선산업으로만 구성되어 있기 때문에 15% 용수감소에 의해 가장 많은 피해액을 나타냈다. 두 번째로 여수지역의 피해가 큰 것으로 나타났는데, 이것은 여수지역에 석유/화학산업이 주종을 이루기 때문인 것으로 생각된다. 포항, 울산, 과천, 창원 지역 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다. 반면에 매출액 대비 피해금액은 거제, 여수, 포항, 울산 순이었다.

매출액 대비 피해비용의 비율과 평균 매출액을 이용하여 계산한 피해비용을 '대표기업의 피해비용'이라 하면, 대표기업의 피해비용과 전체 기업수를 이용하여 공업용수도 공급 기업의 전체 피해비용을 계산할 수 있다. 계산 결과, 지역 총 피해비용의 크기는 여수, 창원, 포항 순이었고, 공업용수도 전체 수요기업의 총 피해비용은 연간 5조 5천억원으로 계산되었다.

울산지역에서 '91년도 용수수요량 657천톤/일의 15%인 87천톤/일 부족 때 기존기업의 가동률이 연간 15%~30% 떨어졌다는 통계를 바탕으로, 김정주(1992)는 15% 가동률 감소에 대해 경제적 손실은 연간 6조 7천~13조 5천억원이 발생된다고 발표한다

표 4. 지역별 공급지장비용

업종	전체 기업수	분석 기업수	매출액대비(%)	표본 피해비용 (억원/년)	대표기업피해비용 (억원/년)	지역 총 피해비용 (억원/년)
여수	64	19	4.60	381.04	369.61	23,655
창원	512	46	0.63	5.70	24.02	12,296
울산	171	39	1.60	35.36	44.80	7,661
포항	44	19	1.84	18.79	114.72	5,048
거제	2	2	6.29	1,168.35	1,301.26	2,603
과천	72	31	1.19	14.01	20.36	1,466
전체기업	850	156	—	76.98	65.48	55,659

있다. 본 연구 결과는 김정주 결과의 하한계보다 작은 값을 보였는데, 이것은 대상 업체의 범위와 물부족에 따른 피해가 높은 지역이라는 사실로부터 이해할 수 있을 것이다.⁴⁾

5. 결론

지금까지 공업용수도에서 물을 공급받는 182개 업체들의 응답을 바탕으로 미래에 예상되는 공업용수 공급감소의 영향을 분석하였다. 공업용수의 공급지장 비용은 공업용수도에서 용수를 공급받고 있는 기업을 대상으로 5년에 한번씩 오는 15% 용수 공급감소'에 대한 대체수자원 확보와 생산량 감소에 따른 영향을 질문하여 자료를 수집하였다. 응답 업체는 202개로 응답기업 전체의 매출액은 우리 나라 제조업 전체의 21%이고, 고용인은 5%이다.

공업용수 공급지장비용 연구의 주요결과는 다음과 같다.

- 가뭄시 각 업체들의 외부 공급감소를 대체할 수 있는 대체수량은 응답한 161개 업체 중에서 54%(87개)의 업체가 15% 이하의 대체 수량을 준비하고 있었는데, 특히 20% 이상은 전혀 대체 수자원을 확보할 수 없다고 응답하였다.
- 15% 용수공급 감소에 대해 연간 매출액 대비 0.01~3.56%의 공급지장비용이 발생하였고, 분석한 전체업체에 대해서 매출액 대비 평균

4) 본 연구는 공업용수도 수요업체만을 대상으로 한 반면, 김정주 연구는 지역별 GDP 기여율을 이용하여 전국값으로 확대하였으므로 피해기업의 범위가 다르다고 하겠다.

1.65%의 피해를 받을 것으로 예상된다.

- 15% 공업용수 공급지장에 대해 조선/항공이 3.6%로 가장 큰 영향을 받을 것이고, 용수 공급 감소시 공장가동을 중지해야 하는 것으로 알려져 있는 석유/화학 업종이 매출액 대비 2.8% 정도의 영향을 받을 것으로 예상된다.
- 지역별 영향으로는 지역내 주요 업종에 의해 거제 지역과 여수지역이 큰 피해를 받을 것으로 예상된다. 전국 공업용수도 수요업체의 공급지장비용은 약 5.5조원 정도로 추산되었다.

설문 내용의 어려움으로 인해 많은 업체들이 응답에 있어서 일관성을 유지하지 못하거나 응답을 하지

못하였기 때문에 본 연구 결과의 이용에 있어서 유의할 점이 몇가지 있다. 즉, 본 연구는 공업용수도에서 공급받는 업체만을 대상으로 하였기 때문에 지방상수도에서 주로 공급을 받는 업체를 포함시킬 경우 다른 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한, 본 연구에서 도출한 공급지장비용은 특정 시나리오를 이용한 분석이므로 상황이 바뀔에 따라 달라질 수 있다. 그러나 이러한 한계에도 불구하고 지금까지 공업용수 감소에 의한 산업피해에 관한 연구가 거의 없는 상태에서 미시자료를 이용하여 공급지장비용을 계산한 본 연구는 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다. ●

〈참고문헌〉

- 국무총리실 수질개선기획단 (1998). 『물관리 업무자료』.
- 김정주 (1992). 『사회간접자본 확충구상에 관한 연구-용수부문』. 국토개발연구원.
- 김태유, 유승훈, 허은영 (1997). "수도사업의 국민경제적 역할 분석", 『한국수자원학회논문집』, 30권, pp. 367-377.
- 농림수산부 농어촌진흥공사 (1995). 『'94, '95 가물극복』.
- ADI Nolan Davis and Gardner Pinfold Consulting Economists Limited (1996). Canada-Newfoundland Agreement Respecting Water Resource Management : Assessment of the Economic Value of Water and its Contribution to the Economy of Newfoundland, Government of Newfoundland and Labrador, Department of Environment Water Resources Division, Newfoundland, Canada.
- California Urban Water Agencies (1994). The Value of Water Supply Reliability: Results of a Contingent Valuation Survey of Residential Customers, prepared by Barakut and Chamberlin, Inc..
- Howe, W. C. and M. G. Smith (1994). "The value of Water Supply Reliability in Urban Water Systems." Journal of Environmental and Management, Vol. 26, pp. 19-30.
- Kwak, S. J., and C. S. Russell (1994). "Contingent Valuation in Korean Environmental Planning: A Pilot Application to the Protection of Drinking Water Quality in Seoul." Environmental and Resource Economics, Vol. 4, pp.511-526.
- Woo, C. K. (1994). "Managing water supply shortage: Interruption vs. Pricing." Journal of Public Economics, Vol. 54, pp.145-160.
- Wade, W.W. (1991). Cost of Industrial Water Shortages, California Urban Water Agencies, prepared by Spectrum Economics, Inc..