

제 3 장 상수도 수요추정과 개선방안

김 인 섭

3.1 서론

우리나라의 연평균 강수량은 1,274mm로 세계 평균 973mm의 1.3배 정도이나 인구 1인당 강수량은 2,900m³로 세계 평균의 11% 수준에 불과하여 국제인구행동연구소 (PAI)의 보고서에 의하면 물 부족국가로 분류되고 있으며, 계절적으로도 변동이 큰 관계로 홍수시에 대부분 유출되어 실제 이용 가능한 수량은 1996년 기준으로 수자원 총량 1,267억 m³/년 중에서 바다로 유실 31%(396억 m³), 증발 및 지하침투 45%(570억 m³) 등으로 손실되고, 24%인 301억 m³이 이용되고 있다.

이용량을 용도별로 보면 생활용수 62억 m³/년, 공업용수 26억 m³/년, 농업용수 149억 m³/년, 하천유지용수 64억 m³/년로 구분되고, 이러한 각종 용수의 공급원으로서는 편의상 하천수, 댐수, 지하수 등으로 나눌 수 있으나, 여기서 댐수는 하천에 댐을 막아 저수지에서 공급되는 물로서 궁극적으로 하천수의 일부이며 지하수 역시 주위 하천과 독립된 깊은 대수층에서 퍼올린 물을 제외하고는 궁극적으로 하천수로 복귀되는 물로 우리가 이용하고 있는 수자원은 하천수(표류수)가 절대적이다. 하천수의 주요 공급원인 다목적댐 건설이 최근에 각종 민원 등으로 지연되고 있어 용수량 확보에 어려움이 있을 뿐만 아니라 사회의 도시화, 산업화에 따른 절대 오염량의 증가로 수질이 악화되고 있어 환경정책기본법에서 정한 환경기준(하천 및 호소)에 적합한 양질의 용수 확보에도 어려움이 따르고 있다. 더구나 우리나라는 2000년의 선진사회를 목전에 두고 있고, 그간의 경제 발전에 따른 생활수준의 향상과 경제사회의 고도화로 물 수요는 꾸준히 증가해 나갈 것으로 전망되나 수자원의 유한성으로 갈수가 발생했을 때 사회전반에 끼치는 영향은 한층 심각하게 나타날 것이다. 이러한 급수 보급율의 증가와 용수의 안정적인 확보 필요성에 부응하여 선진외국에서는 새로운 상수도시설의 확충이나 수자원개발과 같은 상수도개발의 한계성을 인식하고

수요를 감소시키기 위한 수요관리에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 이수 안정도를 확보하고 갈수기에 대한 물공급의 안정도를 향상시키기 위해서는 정확한 용수사용량을 추정하여 용수수급계획을 수립하여야 하며 이를 위해서는 현재 실태를 정확히 분석하고 수요에 대처할 필요성이 있다.

우리나라 상수도 현황을 보면 1996년말 현재 649개소 급수구역(80시, 176읍, 393면)에서 전체인구의 83.6%인 약 3,882만명이 광역 또는 지방상수도의 혜택을 받고 있고, 기타 전용 및 간이급수시설에서 364만명 등 4,246만명에게 수도물을 공급하고 있으며, 상수도의 시설용량이 2,291만톤/일에 달하고 있다. 이를 지역규모별로 상수도보급 수준을 비교해 보면 6대 특·광역시의 상수도보급율이 98.1%, 시가지 이상의 도시지역이 91.1%로 상대적으로 높은 편이나, 읍급지역은 68.6%, 면단위 농어촌 지역은 19.8%에 불과하여 낮은 수준에 있다. 1일1인당 급수량도 전국 평균은 409L이나 지역규모별로는 특·광역역시가 449L, 시가지 374L, 읍지역 307L, 농어촌 지역 290L로 도시의 규모와 생활수준의 차이에 따라 많은 차이를 나타내고 있다. 상수도의 물사용량을 용도별로 구분하면 생활용수가 61%로 가장 많으며 그외 영업용과 업무용이 15.3%와 15.7%를 나타내고 옥탕과 공업용 등은 8%에 지나지 않는다. 이러한 용수사용량은 선진국중에서 미국, 노르웨이 등 소수 국가를 제외하면 비교적 많은 물사용량을 나타내고 있을 뿐만 아니라, 가정에서 소비되는 물의 소비형태도 미국, 일본, 캐나다, 싱가포르 등에서는 화장실과 수세식변기에서의 사용량이 전체 45%~75%로 물사용량이 많으나, 우리나라는 주방과 세척용수의 사용비율이 32%로 타 국가에 비해 현저하게 높은 반면 목욕용수는 14%로 타국가에 비해 낮은 특성이 있다.

우리나라의 생활용수의 수요예측에 활용되고 있는 예측방식은 인구에 1인 1일 급수량과 보급율을 산술적으로 곱하여 산정하는 방식이 기본이 되고 있다. 이와 같은 산정방식은 경험적 접근방식으로서 용수수요량이라는 종속변수를 예측하기 위하여 인구나 1인1일 급수량 그리고 보급율을 독립변수로 취하는 인과모형의 전형적인 특성을 가지고 있으나, 인과모형은 예측될 변수가 한개 또는 그 이상의 변수와 원인 결과관계를 갖는다고 가정하고 이들 간의 관계를 규명하여 종속변수의 미래값을 예측하는데 사용하는 방법으로 상수도 수요에 영향을 미치는 요인인 수도요금과

에너지 가격, 소득 등의 변수가 고려되지 않은 결점을 가지고 있다. 지금까지의 상수도 수요 예측은 상수도의 보급율 향상이 주요 목표였으나, 앞으로는 지방화 시대와 소득수준의 향상, 산업구조의 변화 등으로 상수도 수요가 지금까지의 추세와는 다르게 지역별로 인구밀도, 산업구조의 특성, 산업의 발전 전망, 인구밀도의 변화, 여가시설의 존재, 주택의 형태 등에 따른 변화가 예상되고 있고 정부에서도 물소요의 낭비를 억제하기 위하여 절수기기 설치 대상을 모든 신축하는 건축물 및 주택으로 절수형 변기의 설치의무화를 확대 적용하는 등의 시책을 펴고 있어 어느때 보다 수돗물에 영향을 미치는 요인들을 정확히 파악하여 이들 변수의 변화예측을 바탕으로 수요예측이 이루어져야 할 것이며, 또한 그간의 국내외 연구실적, 상수도시설기준, 국내 적용 실태를 분석하여 이에 대한 문제점을 진단, 평가한 후에 상수도 공급시설이 계획되어야만이 시설에 대한 과잉 투자나 시설의 비효율적인 이용을 방지할 수 있을 것이다.

3.2 상수도 현황 분석

3.2.1 상수도 공급 추이

상수도 보급율은 1970년 32%에서 1990년 78.4%를 기록하였고 1996년에 83.6%로 표 3.1에서와 같이 점차 증가 추세에 있으며, 전체인구 4,643만명중 급수인구는 3,882만명이 광역상수도나 지방상수도의 혜택을 받고 있다. 상수도의 총시설용량은 2,291만톤/일로 1일 1인당 급수량이 전국평균 409L, 급수도시는 649개 도시에 달하고 있다. 특히, 시·도별로 구분하여 보면 인구가 급격히 증가한 대도시지역의 급수율은 모두 90%이상 높은 것으로 나타나고 있다.

이외에도 1일공급량이 1천톤미만인 간이상수도를 이용하고 있는 인구는 '96년말 현재 전체인구의 7.3%인 339만명이며, 그외 전용상수도 인구는 25만명(0.05%) 등 상수도에 의한 혜택을 받고 있는 인구는 4,246만명으로 91.5%에 달하고 있다

표 3.1 연도별 상수도 공급 추이

구 분	총인구 (천명)	급수인구 (천명)	보급율 (%)	시설용량 (천톤/일)	1인1일급 수량(L)	급수도시 (개소)
1970	32,241	10,430	32	2,166	158	117
1975	35,281	14,961	42	3,842	216	172
1980	38,124	20,809	54	6,756	256	243
1981	38,723	22,088	57	7,508	264	262
1982	39,326	23,363	59	8,076	270	314
1983	39,910	24,728	62	8,386	273	364
1984	40,406	26,211	64	9,498	280	407
1985	40,806	27,188	66	10,214	282	446
1986	41,214	28,289	68	11,505	295	472
1987	41,622	29,556	71	12,613	311	489
1988	42,031	31,161	74	14,442	325	504
1989	42,449	32,968	77	15,725	339	524
1990	42,869	33,631	78.4	16,273	369	551
1991	43,268	34,665	80	16,870	376	572
1992	44,569	35,639	80	18,787	385	585
1993	45,077	36,568	81	20,093	394	625
1994	45,512	37,351	82	20,967	408	654
1995	45,974	38,107	82.6	21,844	398	-
1996	46,426	38,823	83.6	22,908	409	649

자료 : 환경부, 상수도통계, 1997.

시·도별 상수도시설용량을 보면 서울시와 경기도가 가장 많아서 각각 6,190천톤/일, 3,689천톤/일이고, 제주도를 제외하고 가장 적은 시설용량을 가진 지역은 충북과 충남으로 각각 443천톤/일, 423천톤/일을 나타내고 있다.

이러한 상수도의 공급 추이는 도시인구의 증가와 생활수준의 향상 등이 주요한 원인이 되었지만 시·도간의 큰 차이는 각지역별로 시설의 규모, 체제, 재정상황, 자연적인 조건, 지역발전의 상황 및 수요자의 의식과 같은 사회적 조건이 점차로 커지고 있기 때문이다.

표 3.2 간이·전용상수도 현황

구 분	이용인구(천명)				시설수(개소)			
	'93	'94	'95	'96	'93	'94	'95	'96
간이상수도	4,308	3,813	3,646	3,388	26,660	26,363	25,882	25,687
전용상수도	273	298	280	246	272	320	432	447

표 3.3 전국 시·도별 상수도보급현황

구 분	총인구 (천명)	급수인구 (천명)	보급율 (%)	시설용량 (천톤)	급수량 (천톤)	1일1인당 급수량(L)
서울시	10,470	10,459	99.9	6,190	4,991	477
부산시	3,879	3,789	97.7	2,509	1,537	406
대구시	2,491	2,450	98.4	1,720	1,094	446
인천시	2,404	2,291	95.3	1,524	1,091	476
광주시	1,299	1,212	93.2	830	373	308
대전시	1,298	1,217	93.7	829	525	432
경기도	8,191	6,845	83.6	3,689	2,447	358
강원도	1,531	1,167	76.2	665	433	371
충북도	1,458	946	64.9	443	346	366
충남도	1,873	845	45.1	423	273	323
전북도	2,009	1,349	67.2	651	551	409
전남도	2,177	1,085	49.8	673	394	363
경북도	2,799	1,744	62.3	1,014	688	394
경남도	4,022	2,902	72.1	1,435	957	330
제주도	524	524	100.0	313	180	343

- 1) 급수인구(명) = 광역상수도 급수인구 + 지방상수도 급수인구
- 2) 보급율(%) = (급수인구 ÷ 총인구) × 100
- 3) 시설용량(톤/일) = 광역상수도 시설용량 + 지방상수도 시설용량
- 4) 급수량(톤/일) = 광역상수도 급수량 + 지방상수도 급수량
- 5) 1일1인당급수량(L/일·명) = (급수량(톤/일) ÷ 급수인구(명)) × 1,000

3.2.2 상수도의 이용 현황 분석

가. 상수도 생산량 현황

1996년 1년간 우리나라에서 생산하여 공급한 총수돗물량은 5,836백만톤이며 이 가운데 수도요금으로 부과된 양(유수수량)은 연간 4,133백만톤으로 유수율은 70.8%로 점차 증가 추세에 있으며, 상대적으로 누수율은 '91년 20.2%에서 '96년에는 15.3%로 점차 감소되고 있다. 총생산량을 기준으로 볼 때 6대도시가 전체의 60%를 생산하고 있으며, 그 중에서도 인구 밀집지역인 수도권(서울, 인천, 경기도)이 차지하는 비중이 53.6%로 높게 나타나고 있다.

표 3.4 상수도생산량 분석현황

구 분	'91	'92	'93	'94	'95	'96
생산량(백만톤)	4,897	5,085	5,286	5,625	5,572	5,836
유수수량(백만톤)	3,199	3,371	3,575	3,947	3,929	4,133
유수율(%)	65.3	66.3	67.6	70.2	70.5	70.8
누수량(백만톤)	991	996	978	943	903	892
누수율(%)	20.2	19.6	18.5	16.8	16.2	15.3

표 3.5 전국 생산량분석 현황

(백만톤)

구 분	년간생산량	유효수량	유수수량	무효수량	누수량	누수율(%)
서울시	1,827	1,374	1,182	452	267	14.6
부산시	561	426	383	135	96	17.1
대구시	400	351	306	49	49	12.3
인천시	403	326	284	77	67	16.6
광주시	136	115	102	21	18	13.3
대전시	192	152	132	40	32	16.8
경기도	897	786	733	110	109	12.1
강원도	159	126	111	33	33	20.5
충북도	127	109	99	17	17	13.7
충남도	100	86	76	14	14	14.0
전북도	194	156	134	38	37	19.1
전남도	141	108	89	33	29	20.9
경북도	251	206	186	45	44	17.6
경남도	384	318	274	66	66	17.1
제주도	66	52	43	14	13	20.3
전 국	5,836	4,692	4,133	1,144	892	15.3

나. 상수도 예산 규모

1996년도 총세입액은 3조 7,757억원으로 이중 수도요금, 과년도 이월금, 시설분담금, 수탁공사비 등을 포함한 자본수입이 2조 7,333억원, 보조수입(도보조, 교부세, 일반회계보조금 등)이 3,962억원, 기채수입(재정융자, 공채, 차관, 일시차입금 등)이 6,462억원이었으며, 부채액은 생산원가에 못 미치는 수도요금 등으로 인하여 매년 그 부채액이 누적되어 '96년 12월말 현재 3조 2,608억원으로 전년도(2조 8,430억원)에 비해 4,178억원(14.7%)이 증가하였다.

표 3.6 상수도 세입현황

(억원)

구 분	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	
세 입 액	13,404	18,009	22,184	23,727	26,584	31,596	37,757	
자본수입	9,899	13,093	14,631	16,263	19,536	22,538	27,333	
보조수입	878	1,822	2,218	2,065	2,748	3,753	3,962	
기채수입	2,627	3,094	5,335	5,399	4,300	5,305	6,462	
부 채 액	금액	-	-	21,062	24,121	25,620	28,430	32,608
	증가율(%)	-	-	-	14.5	6.2	11.0	14.7

표 3.7 시·도별 부채현황

(억원)

전 국	서 울	부 산	대 구	인 천	광 주	대 전	경 기
32,608	5,235	3,252	990	2,472	1,784	1,419	4,174
강 원	충 북	충 남	전 북	전 남	경 북	경 남	체 주
1,055	1,138	661	1,403	1,639	2,526	4,061	797

또한 1996년도 총세출액은 3조 7,757억원으로 이중 공사비(확장, 개량)는 1조 3,589억원, 유지관리비(동력비, 인건비, 약품비, 보수유지비, 원수·정수구입비 등)가 1조 72억원, 원리금상환액(이자, 원금)이 3,926억원, 기타 이월금 등이 1조 169억원이다.

표 3.8 상수도 세출현황

(억원)

구 분	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96
세출액	12,811	18,009	22,184	23,727	26,584	31,596	37,757
공사비	5,166	7,608	9,095	8,235	8,882	10,706	13,589
유지관리비	4,285	5,146	5,750	6,524	7,371	9,007	10,072
원리금상환액	1,933	2,653	3,134	3,991	3,235	4,098	3,926
기타(이월금)	1,427	2,602	4,205	4,977	7,096	7,785	10,169

3.2.3 상수도의 요금 분석

'96년 12말 현재 전국 수도요금 평균단가는 표 3.9에서와 같이 톤당 307원으로 지난 '91년 211원/톤에 비해 96원이 증가(45%)했고, 생산원가는 397원으로 '91년(260원)에 비해 53% 증가됨을 볼 때 생산원가의 증가폭이 평균수도요금보다 높다는 것을 알 수 있으며, 이러한 현상은 수도물의 경제성이나 지역적인 특성을 고려하지 않고 공급 위주의 정책에 따른 요인도 있으나, 정부통제가격으로 수도요금을 책정함으로써 생산원가의 77%에 머무르고 있으며 수도물 사용의 61%를 차지하는 가정용수에 기본요금제의 도입 등은 물소비량의 급격한 증가로 해당지방자치 단체의 부채증가의 원인이 되고 있음을 알 수 있다.

표 3.9 수도요금 현황

구 분	'91	'92	'93	'94	'95	'96
생산량(백만톤)	4,897	5,085	5,286	5,625	5,572	5,836
부과량(백만톤)	3,199	3,371	3,575	3,947	3,929	4,133
부과액(억원)	6,748	7,399	8,504	10,001	10,799	12,696
평균단가(원/톤)	211	220	238	253	275	307
생산원가(원/톤)	260	283	309	349	376	397
30톤기준톤당요금(원/톤)	149	161	162	183	202	221

- 1) 부과량은 유수수량과 동일한 개념으로 '96년 1년간 지방자치단체가 자체조례에 의해 일반수용가에게 수도요금으로 부과한 水量(수도물량)을 의미함
- 2) 생산원가 자료출처: 지방공기업결산 및 경영분석(내무부 공기업과)
- 3) 30톤기준 톤당요금은 일반가정에서 사용한 수량에 대하여 수도요금으로 부과한 금액중 30톤을 사용했을 경우에 톤당단가로 산정한 것임

$$(= \{ \text{기본요금} + (11 \sim 20\text{톤}) \times 10 + (21 \sim 30\text{톤}) \times 10 \} \div 30)$$

전국의 평균 수도요금단가를 살펴보면 표 3.10에서와 같이 제주도의 북제주군이 581원, 전남 목포시 486원으로 전국 평균 307원에 비해 각각 1.9배, 1.6배로 가장 높으며, 최저치는 전남 고흥군(169원), 경남 하동군(190원)순으로 나타나고 있다.

또한 표 3.11에서와 같이 가정에서 부과하는 수도요금을 30톤기준 톤당요금으로 환산해보면 평균 수도요금단가와 마찬가지로 제주도의 북제주군이 427원으로 가장 비싸며 경북 안동, 전남 목포순으로 높은 수준을 보이고, 부산광역시도 303원으로 서울시가 173원인데 비하여 상당히 비싼편이다(서울시의 1.8배).

가정용 수도요금이 낮은 지역으로는 경북 구미시가 113원으로 가장 저렴하고 경기 과천시, 전북 완주군 등의 순으로 나타났다.

표 3.10 평균 수도요금단가의 10대 최고·최저지역 비교

(원/톤)

최 고		최 저	
지 역	평균단가	지 역	평균단가
제주 북제주군	581	전남 고흥군	169
전남 목포시	486	경남 하동군	190
경기 연천군	482	전북 진안군	199
강원 인제군	473	전북 무주군	204
전남 여수시	458	경기 안산시	209
강원 화천군	455	경기 과천시	220
강원 홍천군	448	전북 임실군	220
강원 삼척시	440	경남 남해군	226
충북 충주시	438	경북 포항시	226
제주 서귀포시	436	경북 청송군	229

표 3.11 30톤 기준 톤당 가정요금의 10대 최고·최저지역 비교 (원/톤)

최 고		최 저	
지 역	30톤기준톤당요금	지 역	30톤기준톤당요금
제주 북제주군	427	경북 구미시	113
경북 안동시	359	경기 과천시	132
전남 목포시	346	전북 완주군	133
경남 진해시	332	경북 청송군	136
전남 여천시	327	전북 무주군	137
전남 여수시	317	경기 안산시	142
경남 마산시	309	경북 영양군	143
부산광역시	303	경남 남해군	143
전남 나주시	290	경북 군위군	144
경기 연천군	288	전북 진안군	150

표 3.12 전국 수도요금 현황

시도별	년간생산량 (백만톤)	년간부과량 (백만톤)	부과액 (억원)	유수율 (%)	평균단가 (원/톤)	30톤기준톤당 가정요금(원/톤)
서울시	1,827	1,182	3,434	64.7	291	173
부산시	561	383	1,353	68.3	353	303
대구시	400	306	949	76.5	310	230
인천시	403	284	847	70.4	299	173
광주시	136	102	383	74.5	377	267
대전시	192	132	403	69.1	304	197
경기도	897	733	2,040	81.7	278	197
강원도	159	111	393	69.9	355	222
충북도	127	99	313	78.1	317	177
충남도	100	76	250	75.9	330	217
전북도	194	134	418	69.0	313	176
전남도	141	89	343	63.0	386	258
경북도	251	186	537	74.2	288	195
경남도	384	274	837	71.4	306	224
제주도	66	43	194	66.2	447	308

1) 유수율(%) = (년간부과량 ÷ 년간생산량) × 100

2) 평균단가(원/톤) = (부과액(천원) ÷ 년간부과량(톤)) × 1,000

3.2.4 상수도의 용도별 이용 현황

가. 상수도의 용도별 물사용량

'96년 지방공기업결산및경영분석(내무부, 1997년) 자료에서 상수도의 용도별 사용량을 분석하면 가정용수가 61.0%, 영업용이 15.3%로서 생활용수가 대부분을 차지하고, 공업용과 업무용 그리고 욕탕용 등으로 사용되는 상수도량은 23.7%를 차지하고 있어 상대적으로 낮다. 지자체별 연평균 수도물 소비추이를 보면 1981년이후 1994년까지 가정용, 영업용, 욕탕용, 공공용 등 모든 용도의 수도물 소비가 꾸준한 증가 추이를 보이고 있으나, 그 증가율이 지자체별로 서로 크게 다르다. 서울시, 부산시, 광주시는 가정용과 영업용 등 기타 수도물 소비량에 비하여 욕탕용으로 소비되는 수도물의 양이 가장 증가되는 지역으로, 대구, 인천, 경기, 충남은 가정용 수도물이 가장 증가되는 지역으로, 대전, 강원, 경남은 공업용 수도물이 가장 증가되는 지역으로, 전북과 전남은 공공용 수도물이 가장 증가되는 지역으로, 경상남도는 영업용이 가장 증가되는 지역으로 분류되고 있다. 1981년~1994년 동안 지자체별 수도물 소비량을 대상으로 연평균 증가 추이를 시계열로 분석해 보면 선진국에 비하여 상대적으로 낮은 비율을 차지하고 있는 욕탕용 수도물의 소비 비중이 크게 증가하고 있다.

나. 국내·외 용도별 물사용 특성

가정내 물의 사용용도는 목욕용, 수세변소용, 세탁용, 주방용, 세척용, 등으로 나눌 수 있으며, 각 용도의 물사용비율은 국가마다의 문화적, 사회적 특성에 따라 다르다. 캐나다, 미국, 싱가포르 등 외국의 가정에서 사용되는 물의 소비형태를 보면 전체적으로 욕실과 수세식변기에서의 물사용량이 45%~75% 정도를 차지하여 많은 부분으로 평가되며, 캐나다의 경우 수세식변기에서 45%를 사용하여 사용량이 가장 많은 반면에 세탁에 소요되는 물사용량은 타 국가에 비해 적은 편이다. 미국 역시 수세식변기에서 물사용량이 35%로 가장 많으며 주방에서 사용되는 물소비량은 현저하게 적은 편이다. 동양권의 일본과 싱가폴은 변기에 의한 물사용량이 미국이나

표 3.13 지자체 상수도 소비 연평균 증가율

(단위: %)

시·도별	가정용	영업용	욕탕용	업무용	공업용	기타
전국평균	61.0	15.3	2.9	15.7	4.7	0.4
서울	69.0	18.9	4.1	8.0	0.0	0.0
부산	55.1	16.6	4.4	23.9	0.0	0.0
대구	46.3	9.9	2.5	29.4	11.9	0.0
인천	53.6	16.8	2.4	24.1	0.1	2.0
광주	68.5	11.4	2.1	13.7	4.3	0.0
대전	61.4	16.0	1.6	13.0	7.5	0.4
경기	64.5	12.6	1.9	15.7	4.5	0.8
강원	64.8	14.8	1.7	16.8	1.7	0.1
충북	62.4	13.1	1.1	11.7	11.7	0.0
충남	63.5	15.7	2.3	18.4	0.0	0.0
전북	44.8	12.8	1.6	13.8	27.1	0.0
전남	65.2	13.8	2.9	17.3	0.8	0.0
경북	41.6	12.2	1.6	19.5	25.1	0.0
경남	65.8	17.7	2.7	13.8	0.0	0.0
제주	66.7	6.5	0.4	17.3	0.0	9.1

자료 : '96지방공기업결산 및 경영분석(내무부)

표 3.14 상수도 이용량의 용도별 비중

(단위: %)

시·도별	가정용	영업용	욕탕용	업무용	공업용
서울	10.9	8.2	13.2	5.1	-
부산	10.8	8.6	11.8	7.2	-
대구	17	15.4	10.4	14.5	6.9
인천	30.2	13.8	29.3	10.9	-
광주	23.4	12.8	98	26.2	-
대전	27.3	30.9	-	8.5	676
경기	62.6	46.5	52.9	49.1	-
강원	14.4	15.7	6.3	12.6	28.7
충북	21.8	4.6	11.1	19.6	-
충남	21.8	4.6	11.1	19.6	-
전북	18.2	1.7	25.4	26.6	-
전남	20.2	14.1	18.8	32.8	-
경북	22	21.7	9.2	27.1	40.8
경남	20.5	26.7	8.4	21	-
제주	12.6	9.4	0.8	16	-

자료 : 상수도 수요 모형 개발(한국환경기술개발원 1996.12)

제 3 장 상수도 수요 추정과 개선방안

캐나다에 비해 적은 반면에 싱가포르 목욕에 45%를 사용하여 물소비량이 가장 많고, 일본은 주방에서의 물 사용량이 23%로 다른 용도에 비해 많은 것으로 나타났다. 우리나라의 경우 수세화율이 선진국에 비해 그 비율이 낮아 상대적으로 수세식 변기에 의한 소비량은 27%로 적고, 주방에서 사용량이 32%로 많아 외국의 경우와 비교된다. 이러한 물사용 형태는 문화적, 사회적 특성, 기후조건등이 많은 영향을 끼치고 있음을 알 수 있다.

표 3.15 각 국가별 용도별 물사용 비율

(단위 : %)

국 가 별	목 욕 탕	수세변소용	세탁용	주방,세척	기 타	합 계
한 국 ¹	14	27	20	32	7	100
미 국 ²	28	35	22	15	0	100
캐나다 ³	30	45	20	5	0	100
일 본 ⁴	25	16	26	23	10	100
싱가폴 ⁵	45	22	13	4	17	100

자료 : 1) 중수도 기술개발 방안 연구(건교부, 1994. 6)

2) William O.Maddaus, Water Conservation, AWWA, 1987

3) Environment Canada, Freshwater series A-6, 1992

4) 일본 수도시설 설계지침, 1990

5) Ngee Ann Polytechnic, 1988

표 3.16 가정용수의 용도별 사용비율 조사결과

(단위 : L/일 · 인)

구 분	사 용 량	비 율(%)
세 탁 용 수	47	20
수세 변소 용수	63	27
목 욕 용 수	34	14
세차 살수 용수	8	3
음료 취사 용수	84	36
세면 · 수세용수		
청 소 용 수		
계	236	100

자료:중수도 원단위 산정 및 지침 작성(대한상하수도학회, 1994)

다. 가정용수의 용도별 물사용량

우리나라와 생활습관 및 주거양식이 유사한 일본의 일반주택 및 아파트 단지내의 있어서 용도별 사용수량의 특성은 일반주택에 있어서 일반적인 물사용 용도는 음용(취사), 목욕 및 세탁용으로 사용되는 비중이 높으며 아파트단지내도 일반주택과 비슷한 형태를 나타내고 있다.

표 3.17 일본 생활용수중의 용도별 사용수량 구성비

용도	목욕	세탁	세면	음용·취사	변소	청소	살수·세차
물 사용 구성비(%)	15-20	25	5-15	20-30	20	4-8	2-5

자료 : 잠용수도(중수도)기준 조사연구 중간보고서(일본수도협회)

일본주택공단이 芝山團地를 대상으로 실시한 아파트 단지의 급수사용량의 특성을 1인당 사용수량은 생활수준의 향상과 더불어 매년 증가하고 있고, 아파트단지내 주거자의 생활패턴은 대체로 유사하나 급수량에 있어서는 월별, 주별 변화가 있는 것으로 나타났다. 월별로는 여름철인 6~9월의 급수사용량은 다른 계절의 평균 급수량 보다 10~20%정도 증가되는 것으로 나타났다, 주별로는 토·일요일의 급수량이 일평균 급수량보다 7~8%정도 증가된 것으로 조사되었다.

표 3.18 일본의 아파트단지내 용도별 물사용 원단위

(단위 : ℓ/일·인)

용도	목욕	세탁	세면	주방	변소	청소	살수·세차	계
일평균	50	60	30	50	40	10	10	250
일최대	66	79	40	66	53	13	13	330
비율(%)	20	24	12	20	16	4	4	100

자료 : 주택단지에서의 중수도방식의 개발연구(일본 주택공단 건축부 1977)

환경부에서 (사)한국환경과학연구협회에 의뢰 시행한 하수발생량 절감 방안 등에 관한 연구 용역에서 안양 아파트단지를 표본지역을 대상으로 조사한 자료에 의하면 화장실 및 샤워, 목욕수가 50% 이상으로 나타나고 있어, 점차 선진국의 물 소

비량과 유사한 형태를 보이고 있다.

표 3.19 공동주택에서의 용도별 물사용량

구 분 용 도	1인당 하루 물 사용량(ℓ/일·인)	비율(%)	1세대당 하루 물사 용량(ℓ/세대·인)	1세대당 한달 물사 용량(ℓ/세대·인)
세 탁	49.12	19	200.41	6.01
화장실	68.60	26	279.89	8.40
세 면	31.79	12	122.07	3.66
샤워,목욕	64.84	25	264.55	7.94
청 소	6.40	2	26.11	0.78
부 역	43.25	16	176.46	5.29
합 계	264.00	100	1,068.96	32.07

자료 : 하수발생량 절감 방안 등에 관한 연구(환경부, 1994.7)

3.3 상수도 수요분석 연구 동향

3.3.1 외국의 상수도 수요분석 연구 동향

물수요가 증가하고 수질오염이 심해지면서 대도시지역에서 깨끗한 생활용수를 공급하는 비용이 점차 증가하고 있다. 이에 따라 물수요에 대한 연구는 환경당국과 물공급당국으로 부터 많은 관심의 대상이 되고 있어, 많은 나라에서 생활용수의 수요에 대한 연구가 이루어져 왔다. 대부분의 연구에서 생활용수는 소득, 물가격, 기후변수가 중요 인자이고 생활용수 수요의 소득 탄력도가 수도요금에 대한 탄력도보다 훨씬큰 것으로 알려져 있다. 외국의 상수도 수요 추정 연구동향을 연대별로 살펴보면

- (1) Gottlied(1963) : 미국 캔사스시를 대상으로 소득과 가격변수를 사용해 생활용수에 미치는 영향 분석
- (2) Howe와 Linaweaver(1967) : 도시의 용수가 수세식변소와 잔디살수용수에 과다하게 사용되므로 가격정책과 교육을 통해서 절수 유도 방안 연구
- (3) 마쓰모토순이치로(松本順一郎, 1968) : 淀川수계내 도시들의 물사용 패턴을 연구
- (4) Lee(1969) : 인도의 뉴델리를 대상지역으로 선정하여 소득, 주택내 방수,

주거가족 인원이 물수요에 미치는 영향을 언급

- (5) Peter W.(1970) : 도시생활용수에 영향을 미치는 요인들을 분석한 결과 용수관련법규, 용수가격정책, 교육캠페인, 주거양식, 용수공급비용, 기술진보 등 6개의 요인을 추출하고, 도시용수 수요량의 96%를 설명할 수 있다고 하였고, 2년후에는 미국 볼티모어와 피닉스시를 대상으로 용수가격정책, 주택유형, 공급비용 등을 변수로 상수도수요를 예측하였다
- (6) 나가야마(中山禎輝, 1970) : 교토(京都)에서 가족 수별 용수사용량을 조사
- (7) Wong(1972) : 시카고시와 주변 11개 도시의 1951~1961년의 시계열자료를 이용하여 용수가격, 소득 등을 변수로 물수요 모델을 도출하고, 용수가격을 10%인상시 용수수요는 최대 12%가 감소한다는 결과를 발표. 이 결과에서 도시지역 보다는 교외지역이 수도요금에 더 민감한 반응을 보이지만 시간이 경과하고 소득이 증가하면 수도물 사용량은 다시 증가하는 것으로 보고.
- (8) Peter(1972) : Baltimore와 Phoenix를 사례지역으로 하여 물값정책, 주택유형, 공급비용 등을 변수로 확률이론을 도입하여 새로운 물수요 예측식을 도입하기 위한 이론을 전개.
- (9) Grima(1973) : Pickering마을을 대상으로 가족수와 용수가격을 변수로 최적 모델을 유도
- (10) Richard(1973) : 뉴기니아 고지에서 축산용수, 식용수, 세탁용수 등 용도별 사용량과 구성비 그리고 원단위 조사
- (11) 肥田登(1974) : 일본의 치바(千葉)시와 이치하나(市原)시를 사례로 용수원 단위 산정의 새로운 방법으로 용도별 원단위를 주장
- (12) Stephen(1975) : 이스라엘 Haifa, Tel Aviv Suburbs 등 4개지역에서 소득, 가족수 등을 변수와 생활용수 수요 관계를 규명
- (13) Morgan(1975) : 캘리포니아주의 33개시에서 용수가격, 소득, 강수량, 기온 등의 변수를 적용하여 도시용수의 변인관계를 밝히는 추정식을 유도
- (14) Martin(1977) : 말레이시아 페낭에서 저소득층과 고소득층을 대상으로 용수가격과 소득이 상수도 수요에 미치는 영향을 연구
- (15) Danielson(1979) : 미국, 노스캐롤라이나주에서 강우량, 기온, 주택가격, 가

- 구수를 이용하여 상수도 수요 분석
- (16) Billings and Agthe(1980) : 과거의 정적인 상수도 수요 추정방식과 달리 동적 방정식을 추정, 미국 아리조나주 투산시를 대상으로 월간 물사용데이터를 이용하여 동적인 수요모델을 추정하여, 물수요의 가격탄력도는 로그모델에서는 -0.267 이며, 일반선형모델에서는 $-0.45 \sim -0.61$ 수준이고, 2차가격변수의 탄력도는 로그모델에서는 -0.12 이며, 선형모델에서는 $-0.03 \sim -0.21$ 임을 발표
- (17) 新見治(1980) : 생활용수의 수요구조를 소득, 가족수, 주거형태, 화장실 형태, 절수 기기 유무, 목욕탕 유무를 고려하여 분석
- (18) 야마구찌(山口雅功, 1985) : 일본 동북지역의 물이용량을 용도별로 분류하여 비교
- (19) Cochran and Cotton(1985) : 미국 오클라호마시를 중심으로 물수요를 추정하여 생활용수 소비량에 영향을 미치는 변수는 소득이 가장 중요한 요인인 것으로 나타났고 수도요금도 설명력이 높았으나 소득만큼 중요하지 않았다.
- (20) Wong(1987) : 태국내 생활용수의 소비형태를 연구
- (21) Johns. Hopkins대학 : 5년간에 걸친 샘플조사를 통해 용수가격, 주택가격, 주택내 인구, 가옥밀도, 잔디면적, 증·발산량, 유효수량의 변수를 이용하여 용수 수요구조를 분석·연구하여 상수도 사용량은 잔디살수용수가 가장 많은 비중을 차지하고 있으며 소득수준에 따라 용수사용량의 차이가 크다는 것을 발표
- (22) 일본의 장기물수급계획 : 용수이용패턴을 조사한 결과 용수수요의 변동요인은 소비지출과 용수가격이 24%, 물사용기기(수세식 변소)의 보급 격차가 47%, 기타가 29%인 것으로 나타나 용수수요가 생활수준의 향상에 더 큰 영향을 받는 것으로 밝혔다.
- (23) Nieswiadomy and Molina(1989, 1991) : 미국 텍사스주 덴톤시를 대상으로 101개 가구를 무작위 추출하여 1976~1980년간 월간 물사용량과 1981~1985년의 월간 물사용량 자료를 이용하여 물소요를 추정한 결과, 서로 다른 수도요금 체계하에서 요금에 대한 민감도가 다름을 제시하고 있다.

즉, 생활용수 사용자는 체감수도요금을 지불하는 경우 평균가격에 따라 반응하며, 체중요금을 지불하는 경우에는 한계가격에 따라 반응한다는 것이다.

(24) Hansen(1994) : 덴마크의 코펜하겐 광역시지역의 시계열 자료를 이용하여 생활용수 수요를 추정하면서 덴마크는 생활용수로 이용되는 물의 중·온수 이용량이 총 물이용량의 2/3인 점을 고려 에너지가격이 상수도수요에 미치는 부의 효과가 큰 것으로 상수도 공급계획을 수립함에 있어서는 물 가격 뿐만 아니라 에너지 가격변화의 영향을 고려하는 것도 중요하다는 것이다.

3.3.2 국내 상수도 수요분석 연구 동향

우리나라 용수수급계획에서 생활용수의 수요예측에 사용되고 있는 예측방식은 인구와 1인당1일급수량과 보급율을 산술적으로 곱하여 산정하는 방식인 인과모형이 가장 많이 사용되고 있어, 이러한 과제를 해결하기 위하여 국내 연구기관, 대학교수, 대학원 석사연구과정에서 발표된 상수도 수요예측을 위한 연구결과를 연도별로 분류하여 보면 아래와 같다.

- (1) 裴淸(1969)과 林承秀(1976) : 통계자료를 이용하여 용수문제의 전체적인 개관을 논함
- (2) 朴承禹 (1974) : 충남 일대에서 농촌 생활용수 조사
- (3) 朴亨錫(1973)과 朴柱錫(1983) : 선형 및 대수선형을 이용하여 서울시의 물수요 예측을 시도
- (4) 金秋潤(1991) : 서울시의 생활용수 수요를 분석하면서 수요에 영향을 미치는 변수와 수요의 구조적 특성을 규명하려고 시도하였고, 용수수요에 계절성과 불확실성이 강한 소비패턴을 반복하는 물수요를 정확하게 예측하기 위하여 확률 과정의 이론을 적용한 ARIMA모형을 적용하기도 하였다
- (5) 金政秀(1992) : 전국의 생활용수수요를 독립변수(1인당 GNP, 주택수, 1인급수량)에 의한 회귀분석으로 추정한 결과 1일급수량이 수요에 가장 높은 영향을 미친다고 밝혔다.

- (6) 崔桂湮(1992) : 용수수요가 집중함으로서 시설계획에서 막대한 낭비요인이 발생하고 있음을 보고하고, 피크 용수수요를 분산시키기 위하여 용수가격체계 개선이 요망된다고 판단하였다.
- (7) 대한주택공사(1993) : 주택단지의 대형화, 고밀도화 및 생활수준의 향상에 따라 급수, 급탕량이 변화되고 있어 설계업무에 이를 참조하기 위하여 아파트 내에서의 실제 사용량을 전국 주요지역의 주공 및 민간 아파트단지의 1990 ~ 1992년의 물사용량을 지역 및 평형별로 구분하여 제시, 아파트라는 특수 주거지를 대상으로 우리나라에서 최초로 실시된 대규모 용수사용량 조사로서 매우 큰 의미가 있다.
- (8) 朴聖濟(1994) : 생활용수 수요의 예측모형에 관한 연구에서 전국 주요 10개 시급 도시의 상수도 자료를 수집하여 통계적 기법으로 모형을 구축하여 장래의 용수수요량을 예측하는 기법을 개발하여 분석 결과 및 전국 주요 아파트 단지의 용수사용량 자료를 수집하여 용수사용량 특성을 분석한 결과 등을 종합 발표한 보고서에서 아래와 같은 특성이 있음을 주장했다.

(가) 주요도시의 상수도 공급량 시계열은 모두 비정상(non-stationary) 시계열로서 상향 추세와 계절성이 인정된다.

(나) 생활용수의 월별 변동지수는 주거수준의 향상에 따라 변동폭이 좁아지고 있으며, 월별 변동지수의 새로운 지표를 제시

(단위:%)

월별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
%	97	96	97	99	100	102	105	106	103	100	98	97

(다) 윈터스방법과 ARIMA모형에 의한 용수수요 예측능력은 고전적 기법인 윈터스방법보다 확률과정모형인 Box-Jenkins방식이 약간 더 우수하였다

(라) 용수사용량에 대한 아파트 주거면적과 소재 지역별 효과는 통계적으로 극히 유의한 것으로 판명되었다.

(마) 아파트 거주 특성별 1인 연간 용수사용량을 추정한 결과, 각 특성별 표본평균에 대한 추정값을 제시

그룹 사용량	아파트 평수(α)			지역별(β)		
	18이하	18-25	25이상	중부	북부	남부
톤/일	56.2	82.7	87.8	78.5	86.0	62.4

(9) 김광임(1996) : 한국환경기술개발원이 국책연구과제로 연구한 상수도 수요 모형 개발연구에서 상수도 소비량의 60%이상을 차지하는 가정용 생활용수를 대상으로 지난 20년 동안의 시계열 자료를 이용하여 가정용 상수도 수요의 특성을 분석하고 가정용 상수도 수요모형, 영업용 상수도 수요모형, 욕탕용 상수도 수요모형, 공공용 상수도 수요모형, 총 상수도 수요를 예측하는 모형을 개발하고 분석한 결과 발표에서

- (가) 상수도 수요함수 추정결과 수돗물 수요는 가격에 대한 탄력성이 높은 것으로 분석.
- (나) 가정용 상수도 소비량에 영향을 미치는 요인중 주택수와 가구수가 가장 주요한 변수이며, 소득 수준도 주요 변수인 것으로 분석.
- (다) 에너지가격도 수돗물 수요의 영향을 주는 변수로 분석.

(10) KICT(1997) : 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수 추정식 개발 및 Software 개발

3.4 상수도 수요 추정의 실제와 문제점

우리나라는 기본적으로 용수부문에 관한 과거 관측자료가 미비하여 현업부서에서 생활용수의 수요예측시에는 주요 구성인자를 인구, 상수도보급율, 1인1일평균급수량으로 판단하고 구성인자의 예측치를 외삽법으로 산정하여 서로 산술적으로 곱하여 결정하고 있으나, 국내외 연구결과를 분석하면 용수사용량은 도시의 규모, 성질, 입지조건, 기상조건, 생활정도 및 생활양식 기타 경제적인 사회적인 조건에 따라 크게 변화하는 것으로 나타나고 있다.

그러나 우리나라에서는 아직까지 이에 대한 뚜렷한 기준이 없는 실정으로 장기수자원계획을 수립하거나 또는 각종 주거용 건물을 설계하는 경우 설계자는 과연 현재 또는 장래의 1인1일 용수사용량을 어떤 기준에 의하여 얼마 정도를 고려하여야 하는지에 대하여 많은 혼란에 직면하게 된다.

현재 우리나라의 상수도시설기준상의 상수도 수요 추정방법과 일반적인 상수도 수요 추정방법 등을 분석하고 문제점을 살펴보기로 한다.

3.4.1 상수도시설기준상 시설의 규모 결정

상수도사업은 각지역별로 시설의 규모, 체계, 재정상황, 자연적인 조건, 지역발전의 상황 및 수요자의 의식과 같은 사회적 조건이 다르기 때문에 상수도시설을 계획할 때에는 그 지역의 특성에 적합한 계획이 될 수 있도록 수도정비기본계획을 수립하여 시행하도록 법제화하고 있으므로 상수도 시설기준상의 그 중요 내용을 먼저 숙지하므로 보다 좋은 계획이 수립될 수 있을 것이다.

가. 계획년도

새로운 상수도시설 혹은 기존시설에 대한 확장시설을 하려는 경우에도 계획당시의 자금사정, 건설비 유지관리비 시설의 수명 등에 의하여 결정하되, 최소 장래 5~15년간을 고려하여 계획하여야 하며, 장기적인 인구 추정이 불가능한 경우, 혹은 급수량 추정이 불확실한 경우에는 예외로 한다.

나. 계획급수 면적

급수면적 즉, 급수지역은 계획기간내에 배수관을 매설하여 급수하는 지역으로 막연히 시내 일원이라고 하여 급수지역으로 설정하여서는 아니된다

다. 계획급수 인구

계획급수 인구는 계획급수량 결정시 필수적인 사항으로 인구 추정시에는 다음 사항을 기초로 하여 결정하여야 한다

- (1) 계획급수인구는 계획기간내에 추정된 인구에 급수보급율을 곱하여 결정
- (2) 인구 추정방법은 각 도시 혹은 지방자치단체 등에 의하여 추정된 자료를 사용하거나, 다음방법 혹은 공인된 기타 추정방법에 의하여 과거 약 20년간의 인구증감을 고려하고, 산업발전에 따르는 인구의 증가 또는 기타 사회적 조건에 따라 인구의 증감 등을 고려하여 결정한다.
 - (가) 타도시와 비교방법
 - (나) 등차급수 방법
 - (다) 등비급수 방법
 - (라) 감소율 성장방법
 - (마) 로지스틱 방법
 - (바) 비교법

만약 과거의 인구 통계가 없거나 혹은 비정상적인 발전, 특수한 여건을 갖는 도시는 예외이다

라. 계획1인1일최대급수량

급수시설은 신설하는 경우에 있어서 계획 1인1일 최대급수량은 대상도시와 유사한 성질을 갖는 도시의 기초자료를 이용 결정하여야 하며, 만약 시설을 확장하는 경우에 있어서는 과거의 자료를 이용하여야 하며 장래에 대하여도 고려 하여야 한다. 또한 1일최대급수량에 관계되는 요소인 도시의 규모, 성질, 입지조건, 기상조건, 생활정도 및 생활양식 기타 경제 및 사회적인 조건에 따라 크게 변화되므로 이에 대한 고려도 필요하다.

마. 계획1일최대급수량

상수도시설의 규모 결정의 기초가 되는 수량으로 계획1인1일최대급수량에 계획급수인구를 곱하여 결정한다.

바. 계획1일평균급수량

계획1일평균급수량은 약품 및 전력 사용량의 산정이나 유지관리와 상수도요금의 산정 등에 사용되므로 필요한 수량으로 1일평균급수량은 연간 총급수량을 급수인구로 나눈 값으로 계획1일최대급수량의 70%~85%를 표준으로 한다.

최근 7년간의 우리나라 상수도 현황은 표 3.20과 같다.

표 3.20 최근 7년간 상수도 현황

구 분	단 위	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
총인구	만명	4,287	4,327	4,457	4,508	4,551	4,597	4,643
급수인구	만명	3,363	3,467	3,564	3,657	3,735	3,811	3,882
보급율	%	78.4	80.1	80.0	81.1	82.1	82.9	83.6
시설용량	만톤/일	1,627	1,687	1,879	2,010	2,097	2,184	2,291
급수량	만톤/일	1,242	1,304	1,372	1,439	1,523	1,518	1,588
1인1일 급수량	L	369	376	385	394	408	398	409

1) 보급율(%) = (급수인구(명) ÷ 총인구(명)) × 100

2) 1인1일당급수량 = 급수량(톤/일) ÷ 급수인구(명) × 1,000

자료 : 상수도통계(1997), 환경부

3.4.2 일반적인 용수수요 추정 방법

우리나라 현업부서에서 생활용수 수요예측을 실시함에 있어 해방후 지금까지 거의 예외없이 외삼법에 의존하고 있으며, 이 방법은 기본적으로 용수부문에 관한 과거 관측자료가 미비하여 분석적인 기법의 적용이 현실적으로 어려운 그간의 사정

에 기인함이 가장 크다. 그러나 외삽법에 의한 수요예측이 오랫동안 계속되는 동안 이 방식에 의한 예측만이 당연한 것으로 인식되어 왔다.

현행 생활용수 수요예측은 주요구성인자를 인구, 상수도보급율, 1인1일평균급수량으로 판단하고 구성인자의 예측치를 외삽법으로 산정하여 서로 산술적으로 곱하여 결정한다.

$$\boxed{\text{생활용수량}} = \boxed{\text{인구}} \times \boxed{\text{보급율}} \times \boxed{\text{1인1일 평균급수량}}$$

인구는 생활용수수요를 추정하는데 가장 중요한 인자로서 전국적인 총량은 현황 및 예측이 국가지표로서 비교적 정확하게 제시되어 있으나 지역적인 배분에서 많은 오차가 발생되고 있다. 지역계획의 수립시에 지역의 인구가 근거없이 부풀려지는 사례가 많고, 급수량은 도시규모와 생활수준 그리고 생활양식에 따라 결정이 되는 반면에 보급율은 상수도 보급에 대한 정부의 정책의지와 지형적, 기술적인 요인에 지배를 받는다고 볼 수 있다.

그러나 1인1일급수량과 보급율은 그 산정근거나 공식적인 기준이 없어서 실제로 용수계획을 수립시에는 어려움이 많다. 상수도시설기준상에서는 그 지역의 특성에 적합한 계획이 될 수 있도록 먼저 수도정비계획을 수립하여 시행하도록 하고 있으며 계획인구, 급수면적, 급수인구, 급수량을 추정하는 방법들을 제시하고 있으나, 계획1인1일최대급수량의 경우에는 대상도시와 유사한 성질을 같은 도시의 기초 자료를 이용하고, 추가로 도시의 규모, 성질, 입지조건, 기상조건, 생활정도 및 생활양식 기타 경제 및 사회적인 조건에 따라 크게 변화되므로 이에 대한 고려도 필요하다는 등의 아주 추상적인 기준만이 있어 현실적인 문제는 과거의 통계에 의존하여 계획을 수립하거나 기 수립된 계획을 통계적으로 처리하여 평균치를 취하는 경우가 많아, 상수도시설 용량이 과대하거나 지역여건에 부합되지 않는 경우가 있다.

일반적으로 지방자치단체에서 적용하고 있는 인구, 보급율, 1인1일평균급수량 등 생활용수 수요 추정 사례를 살펴보면 아래와 같다.

가. 인 구

인구는 생활용수를 추정하는데 가장 중요한 인자중의 하나이나, 일반적으로 계획 시에는 과거 인구자료를 수집하여 증가추세를 회귀분석하여 장래 인구를 추정한후 통계청의 지표나, 도시계획상의 인구에 맞도록 시·군의 인구비율을 적용하여 조정하고 있으나, 행정구역별 실제 인구와의 차이에 의하여 시급이하 지역의 인구가 감소 추세에 있으나, 추정한 인구는 증가하는 것으로 채택되는 경우가 많다.

나. 보급율

장래 보급율을 추정하기 위하여 과거 급수 실적을 토대로 자료를 회귀분석하여 계획을 수립하거나, 아래 표 3.21, 표 3.22, 표 3.23에서는 정부의 광역상수도 계획 등의 세부 자료와 각 도시의 급수계획 자료를 상호 보정하여 계획을 수립하고 있으나, 일반적으로는 보급율은 정부의 상수도 보급에 대한 정책 의지와 지형적, 기술적 요인에 의하여 지배를 받는다고 보고 상위계획상의 지표를 이용하고 있다.

표 3.21 상수도 중장기 계획

총인구	'89		'96		2001		비 고
	보급율 (%)	1인당급수량(L)	보급율 (%)	1인당급수량(L)	보급율 (%)	1인당급수량(L)	
300만 이상	99	409	99	492	99	548	
300~40만	92	308	96	377	97	420	
40~5만	82	287	90	315	92	353	
5~2만	62	223	72	258	80	290	
2만 미만	39	206	54	228	65	260	

자료: 전국 상수도 중장기 계획(건설부, '91. 3)

표 3.22 대청댐계통 광역상수도사업

총인구	'89		'96		2001		비 고
	보급율 (%)	1인당 급수량(L)	보급율 (%)	1인당 급수량(L)	보급율 (%)	1인당 급수량(L)	
40~5만	89	300	92	325	95	400	
5~2만	80-85	250-300	63-88	280-350	85-90	300-380	
2만 미만	10	150	20-55	180	30-75	210	

자료:대청댐계통 광역상수도 실시설계(건설부, '82. 12)

표 3.23 상수도 증장기 계획

총인구	'89		'96		2001		비 고
	보급율 (%)	1인당 급수량(L)	보급율 (%)	1인당 급수량(L)	보급율 (%)	1인당 급수량(L)	
300~40만	90	350	95	380	98	400	
40~5만	85	300	90	330	95	350	
5~2만	80	250	80	280	80	300	
2만 미만	70	150	70	200	70	200	

자료:섬진강계통 광역상수도 실시설계(건설부, '88. 9)

다. 1인1일평균급수량

1인1일평균급수량(Lpcd)은 도시의 생활용수량 수요 변화를 반영하는 직접적인 지표로서 인구규모별로 비슷한 경향이 있으나, 도시의 특성, 입지, 기상조건, 생활정도, 생활양식과 경제, 사회조건 등에 따라 크게 변화한다. 그러나 일반적으로 계획시는 과거의 급수실적에 근거한 1인1일평균급수량 자료를 회귀분석하여 추정한 후, 각 도시의 급수계획 자료와 표 3.21, 표 3.22, 표 3.23으로 정부의 광역상수도 계획 등을 참고하여 최종적으로 급수량 원단위를 결정하고 있다.

라. 생활용수 추정

인구, 보급율, 1인1일평균급수량(Lpcd)을 각각 추정하여 산술적으로 곱하여 도시

상수도에 의한 생활용수 수요량을 산정한 후 계곡수, 우물물 등에 의존하는 간이급수시설에 의한 생활용수 수요량을 고려하여 최종적으로 생활용수량 수요량을 산정하고 있다.

3.4.3 문제점

우리나라에서 지금까지 생활용수를 추정하는 방법으로 생활용수를 예측하기 위해 사용하는 모형은 과거의 동향을 기초로 한 것이었다. 이러한 예측방법은 사회경제적 여건의 변화나 시간적, 계절적 변동을 고려하지 못하는 한계점을 지적하고 새로운 예측모형들을 제시하는 연구결과가 최근 제시되고는 있으나 부분적으로 이루어지고 있어 국가 계획에는 반영되지 못하고 있다. 국내 생활용수 수요 계획시 개별 구성인자의 분석방법들의 문제점은 첫째 상수도 가격의 반영부족, 둘째 공급위주의 상수도시설 계획과 수요 분석 부족, 셋째 지자체별 산업 특성과 전망의 반영부족 등의 문제점이 있고, 현행 생활용수 수요예측은 주요 구성인자를 1인1일 단위 급수량, 상수도 보급율, 계획인구로 판단하여 계획하고 있어 아래와 같은 문제점이 있다.

- (1) 지역계획 수립시에 지역의 인구가 근거없이 부풀려지는 사례가 많다
- (2) 급수량은 도시규모와 생활수준 그리고 생활양식에 따라 결정이 되는 반면에 보급율은 상수도 보급에 대한 사업주체의 정책의지나 지형적, 기술적 요인에 지배를 받는다
- (3) 1인1일 급수량과 보급율의 산정근거나 공식적인 기준이 없다.

이렇게 산정된 상수도시설에 의한 물공급은 상수도시설을 이용하는 주민의 의식은 물의 경제적 가치에 대한 개념이 없어져 물을 물쓰듯 하고 있어 선진외국에 비하여 1인1일급수량이 상대적으로 높은 결과를 초래하고 있다.

표 3.24 주요국가의 상수도보급율 및 1일1인당급수량

구 분	한 국	일 본	미 국	영 국	서 독	대 만
보급율(%)	82.1('94)	94.9('91)	100('87)	99.2('91)	100('87)	81.6('89)
급수량(L/일·인)	408('94)	397('91)	678('84)	393('91)	-	318('85)

자료:상수도의 효율적 운영방안(한국환경기술개발원, 1995)

3.5 결 론

우리나라 용수 사용량의 특성을 분석하면 용도별 사용량이 선진외국은 욕실과 수세식 변기에서의 물사용량이 45%~75% 정도로 많은 부분을 차지하는 반면에 우리나라는 수세화율이 선진국에 비해 그 비율이 상대적으로 수세식변기에 의한 소비량은 27%로 적고, 주방에서 사용량이 32%로 많아 외국의 경우와 비교된다. 이러한 물사용 형태는 문화적, 사회적 특성, 기후조건 등의 차이로 인하여 발생되고 있는 것으로 판단된다. 국내에서도 이러한 요인들을 고려한 연구들이 산발적으로 이루어지고 있으나 종합적으로 연구되어 원단위를 추정할 수 있는 정확한 산정공식이 없어 과거의 수자원의 자원화 개념이 없는 상태에서 산정된 수자원 장기종합계획이나 광역상수도계획상의 보급율 및 급수량을 인용하고 있어 상수도 수요예측 모델의 개발이 시급한 실정이다.

현재까지는 일반적으로 이용되고 생활용수 수요예측 방법들은 종합해 보면, 첫째 미래의 생활용수사용이 과거와 유사한 패턴으로 이루어질 것이라는 가정하에서 이루어지는 것으로서 생활용수 수요예측에 필요한 변수로 인구1인당1일급수량·보급율을 산술적으로 곱하여 산출하는 방법 둘째 생활용수 사용에 영향을 줄 수 있는 사회·경제 변수들을 독립변수로 하여 생활용수 사용 모델을 회귀분석하여 추정하는 방법, 셋째 생활용수의 사용 요인들을 분석하여 용수수요량을 예측하는 방법, 넷째 사용용도에 따라 생활용수를 추정하는 방법으로 생활용수의 변동을 가장 잘 반영하는 장점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 지방자치단체의 실정에 맞는 모형의 상수도 수요 예측모델을 개발 보급할 경우에는 사회적, 문화적, 기후 특성은 물론 수도물 사용의 61%를 차지하고 있는 가정용수 사용량을 줄이기 위해 정책 시책으로 추진하고 있는 중수도 활용 방안, 신규 건축물 시공시 절수기사용 의무화, 수도물 요금 현실화 및 요금체계의 정비 등에 대한 저감 효과 등 복합적인 요인들을 고려한 수요 예측 모델이 개발되고, 정부시책으로 반영될 때에 보다 현실에 접근하는 계획이 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 환경부, (1997. 12), “상수도시설기준”.
2. 국토개발연구원, (1994. 12), “생활용수 수요의 예측 모형에 관한 연구”.
3. 환경부, (1994. 7), “하수발생량 절감 방안 등에 관한 연구”.
4. 환경부, (1997. 11), “상수도통계자료”.
5. 한국환경기술개발원, (1996. 12), “상수도 수요예측을 반영한 공급정책 방향연구”.
6. 환경부, (1995. 4) “수도기자재 규격표준화 및 용수절약형기기 사용의무화 방안 연구”.
7. 건설교통부, (1996. 12), “수자원 장기종합계획(1997~2011)”.