

제주도 상수도 현황과 장래 계획에 대한 고찰

고 창 중

〈제주전문대학 토목과 교수〉

I. 서 론

도시생활의 근대화를 위해 여러가지 문제가 있으나 그 중에서도 상수도의 시설은 우리가 생활하는데 필연적으로 하수도와 마찬가지로 상수도가 필요하다.

그러므로 물은 인간생활에 있어서는 하루라도 없어서는 안된다는 것은 두말할것도 없고 도시에 있어서는 수량을 우물만으로는 충족시킬 수 없다.

이러한 추세에 비추어 제주도는 국내유일의 관광지인 동시에 국제적인 관광지를 지향하고있어 상수도 수요는 지역주민들의 생활용수 뿐만 아니라 증가하는 관광객을 위한 관광용수와 공업화에 따르는 공업용수도 상당히 큰비중을 차지하게 되는 실정이므로 상수도시설은 도시생활의 근간을 형성하는 설비이며 도시민의 보건과 환경보전을 위하여 극히 주요한 것으로서 이분야가 발전되지 않고서는 현대 도시로서 건전한 생활을 기대할 수 없다고 하겠다.

그리하여 본 연구에서는 제주도 상수도의 장래계획수립에 이바지하는 것을 목적으로 한다.

II. 본 론

1. 제주도의 지형형태

제주도는 북위 33° 12'에서 33° 34' 동경 126°에서 127°사이 한반도 남단 목포항에서 약 88해리 부산에서 약 175해리에 위치하고 있으며 연중 평균기온은 섭씨 14°이고 한겨울의 최저온도는 섭씨 영하 5°을 밑도는 일이 없는 온화한 해양성기후이나 바람이 많이 불어서 평균풍속이 4m/s 이고 겨울에는 매일 10%의 북서계절풍이 불어오고, 지질형태는 조면암 안산암 및 현주암 등의 용암으로 구성되어있어 이같은 암반은 화산분출지역의 특징인 기포공격절리 열장 및 냉각균열등이 잘 발달되어 있는 관계로 연간 평균강수량이 한반도 전역에서 가장 많은 지역이나(한국년평균 1159mm, 제주도 년평균 약 1600mm)용수난이 매우 극심하다.

2. 제주도 상수도 연혁

제주도의 상수도는 1953년 제주시 건입동에서 용천수를 수원으로서의 금산수원지 시설공사를 착공하여 1956년 10월 27일 준공됨으로서 1957년 7월 3일부터 본격적인 급수가 이루어졌다. 또한 1957년 7월 한림읍 동명리 조물수원개발을 시초로 한림도시상수도 급수개시 및 1961년 서귀동에서 용천수를 수원으로서의 정방수원지 시설공사를 착공하여 1962년 2월에 정방물 돈내코물 절골지물을 수원으로서 개발

사업을 준공하여 서귀포 도시상수도가 이루어 졌다.

또한 1963년 3월 화순 중문 하원 대정지구 수원개발 상수도시설공사가 준공과 함께 중문지구 용천수 사업시설의 완공으로 서부지역의 급수가 개시됨과 아울러 1965년 6월 25일 협재 수원개발로 비양도 해저수도시설 완료와 함께 제주도의 숙원사업인 도서지방의 원활한 급수공급이 이루어 졌다.

1965년 9월 법환지구 상수도시설의 준공에 이어 도순 수원개발사업 인성 남원 위미 등 5개지구 상수도시설이 이루어 지면서 성산읍 관내와 표선면 관내 일부지역의 상수도공급이 이루어 졌다.

반면 제주시 관내 어승생수원을 이용 1968년 10월 15일부터 중산간지역의 급수난 해결이 원활하게 이루어 졌으며 1970년 1월 26일 월산정 수장사업 및 다목적 지하수사업 굴착을 시행하여 관내 급수난 해결에 부응했으며 1971년 12월 강정천 수원개발사업의 준공과 아울러 1972년 신희지구 지하수개발급수를 개시하고 1975년 강정천을 수원으로 다목적 용수시설을 개발 현재 서귀시 및 중문동 일부지역에 급수를 해결했다.

1978년 1월 25일 의도천수원시설, 삼양수원지 시설공사가 차례로 건설됨으로서 현재 수원지개발로 94,030t/d를 취수하는 반면 지하수개발로 134,330t/d가 생산됨으로서 제주도는 하루 228,360t/d에 상당하는 수원시설 및 지하수시설을 갖추어 급진적인 상수도 보급을 보이고 있다.

그러나 급수난 해결을 위해서는 보다 점진적인 재정적 지원과 수원개발에 박차를 가해야 원활한 상수도 보급이 행해지겠다.

3. 제주도의 인구동태와 장래 인구추정

1) 과거 10년 동안의 인구동태

도시의 상수도 계획시는 장래 도시발전 및 인구의 동태, 산업구조의 향상을 고려해서 1인 1일당 사용하는 물의 양을 생각하여 총급수인구를 산출해서 계획급수인구를 산정해야 하므로 지난 10여년 동안의 제주도 인구조사 자료를 토대로하여 다음 (표II - 1)과 같이 만들었다.

2) 장래 인구추정

표II - 1 과거 10년 동안의 인구동태

년 도	인 구 (인)	년 도	인 구 (인)
1974	408,246	1979	456,988
1975	412,021	1980	462,755
1976	420,830	1981	467,876
1977	431,897	1982	473,967
1978	443,708	1983	477,861

제주도는 소비성의 도시지만 후방지역의 발달과 점진적인 도시팽창과 산업구조의 발달로 인구추정에는 여러가지 방법이 있으나 추정의 결과치는 방법선택에 따라서 반드시 일치하지는 않는다.

그러나 이것은 추정방법의 차이에서 생기는 결과일 뿐이고 인구변동의 본질적인 요인은 일정한 가정 아래서는 같다.

그러므로 장래인구추정에 있어서는 특수현상에 의하여 급변되는 상태가 아닌 현재까지의 경향이 지속된다는 가정에서 인구변동 요인을 추정한다.

이러한 추세에 비추어 제주도의 인구추정에는

① 사망과 출생의 지역적 인구변동 요인에 관한 정확한 기본자료를 얻기 어려운 점.

② 인구 이동이라는 사회적인 인구 변동요인 분석자료를 얻기 어려운 점.

③ 경제적 분석자료와 장래의 정확한 전망을 수립하기 어려우므로 총인구 규모를 추계할 수 있는 자료가 없기 때문에 본 필자는 제주도 인구추정에 있어서 년평균 인구증가율을 일정하다는 가정 아래 등비급수적 계산법에 의해 인구를 추정해 보았다.

$$P_n = P_0 (1 + r)^n$$

여기서 P_n : 장래인구추정

P_0 : 현재인구

r : 년평균 증가율

n : 년수

r 의 대략 값은 다음과 같이 추정해서 사용하고 있다.

대도시 : 2~3%

중소도시 : 0.5~1%

읍면소재지 : 0~0.3%

위의 등비급수적 방법으로 인구를 추정하여 1984년부터 인구와 상수도 계획의 최대년차인

20년 후의 인구를 산정해서 상수도 급수량 산정 기본계획의 자료로 삼았다.

$$477,861 = 408,246 (1+r)^n$$

$$r = \left(\frac{477,861}{408,246}\right)^{1/9} = 1.02$$

1986년 추정인구 : $486,924 \times (1.02)^2 = 503,562$ 명

1991년 " : $503,562 \times (1.02)^5 = 549,463$ 명

2001년 " : $549,463 \times (1.02)^{10} = 654,199$ 명

4. 제주도의 상수도 현황 (1985년 12월 31일 현재) 및 장래급수량 결정

- 1) 급수가구 : 111,886호
- 2) 급수인구 : 472,908명
- 3) 최대 상수도 공급량 : 228,360t/d
- 4) 평균 상수도 공급량 : 80,942t/d
- 5) 시설 지구수 : 164개소
- 6) 급수전수 : 72,403전
- 7) 누수량 : 약 43%
- 8) 실공급 수량 : 2,428,260t/month
- 9) 1인 1일당 급수량 : 도시 212ℓ, 농촌 132ℓ, 평균 171ℓ

위의 제주도 상수도 현황을 자료로 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 현재의 급수율 : $\frac{\text{급수인구}}{\text{총인구}} \times 100\%$
 $= \frac{472,908}{477,861} \times 100\% \approx 98\%$

2) 현재 1인 1일당 평균급수량
 $= 2,428,260,000 \div 30 \div 472,908 = 171\ell/D$

위의 결과를 상수도시설기준에 비교하기 위해 도시규모별 최소한의 도시용수는 기초상공업 및 공공용수로서 대략 100ℓ가 소요되는 상태이다.

이에 따라 총도시용수는 소도시에는 200ℓ, 중소도시에는 250ℓ, 대도시에는 300ℓ가 필요하다.

따라서 국토개발연구원 부분별 보고서에 의하면 생활수준별 급수원 단위를 참고하면 표II-2와 같다.

상기 표를 비교하여 제주도의 1인 1일당 급수량을 결정하면 표II-3과 같이 설정하였다.

표 II-2 The unit of Water Supplied by the Standards of living

(단위 : ℓ/인/일)

The standards of Living	basic family life	Cultural Life	Sentimental or Cultural Life
도시규모			
기초 (2만명 이하)	150	250	300
소도시 (5만~5.5만)	150~250	200~300	250~350
중소도시 (50만~5.5만)	250~300	250~350	300~400
대도시 (50만 이상)	350 이상	350~450	400~500

자료 : 국토개발연구원, 제 2 차국토종합개발 계획 보고서 (1982년)

표 II-3 도시별 급수량

(단위 : ℓ/인/일)

년 도	1991	2001
도시별		
제주시	360	440
서귀포시	340	400
읍지역	270	320
면지역	230	260
평균	300	360

위의 표를 참조하여 현재 제주도의 상수도현황은 시설기준에 육박하고 있으나 아직은 미흡한 상태이다.

그러므로 1인 1일당 최대 상수도급수량을 상승시키고자 노력하여야 하겠다.

그리고 안전한 정수를 충분히 공급하여 국민의 건강을 보존하고 화재에 즈음하여서는 충분한 수압과 수량에 의하여 피해를 최소한도로 막기 위한 활동을 이루는 것으로 시민의 보건위생과 민생안전에 기여하고 더 나아가서는 도시번영의 기반이 형성되도록 노력 해야 하겠다.

5. 장래 상수도 급수량

상수도 급수량을 결정하는데는 다음과 같은 사항을 참고로 하여 급수량을 결정하였다.

- 1) 기후조건
- 2) 수도 요금율
- 3) 생활수준
- 4) 하수도 설비정도
- 5) 시설수도 상태
- 6) 산업발달의 정도

- 7) 계량기 구비정도
 8) 배수관망의 수압
 9) 수질관계
 10) 상수도관리
 등으로 오는 점을 고려하여 급수량을 결정하면 다음 표와 같이 추정해서 세울 수 있다.

표 II-4 용도별 최대급수량 (1991년)

용도별	1인 1인당 최대급수량
가정용수	75
공업용수	25 ~ 30
공공용수	70 ~ 75
영업용수	60 ~ 70
선박용수	20 ~ 25
불명수량	20 ~ 25
계	270 ~ 300

표 II-5 연도별 급수량 및 보급율 (1991년)

연도	인구(인)	1인 1인당 최대급수량(ℓ)	보급율(%)	급수량(t)
1991	549,463	270	70	103,848
"	"	"	75	111,266
"	"	"	80	118,684
"	"	"	85	126,101
"	"	"	90	133,519
1991	549,463	300	75	123,629
"	"	"	80	131,871
"	"	"	85	140,113
"	"	"	90	148,355
"	"	"	95	156,596

6. 장래 급수율과 급수량 추세

표II-4를 기준으로 하여 상수도 계획년차를 참고로 하여 급수율에 따르는 급수량과 계획에 의한 계획 1일최대급수량, 계획 1일평균급수량, 계획시간최대급수량을 정하였다.

즉 급수량=인구×급수율×1인 1일당급수량
 위의 식에 의해 1991년도는 모든 산업 및 문화시설이 진취적으로 발전할 것이고 관광분야의 시설규모가 완비되는 년도로 생각해서 1991년도의 추정인구를 자료로 하여 표II-4를 기준해 급수율에 따르는 급수량을 표II-5와 같이 추정하였다.

제주도의 상수도시설 확충계획은 60년도에 1차, 70년도에 2차, 80년도에 3차, 20년후인 2001년도에 4차시설 확충계획을 하는 해로 정하

표 II-6 용도별 최대 소비량 (2001년)

용도별	1인 1일당 최대급수량
가정용수	90
공업용수	40 ~ 50
공공용수	90 ~ 100
영업용수	70 ~ 80
선박용수	20 ~ 50
불명수량	10 ~ 15
계	320 ~ 360

여 사용목적별 1인 1일당 최대급수량을 다음과 같이 수정하여 정하였다.

상수도 계획년차 마지막해인 2001년대의 추정인구를 자료로하여 II-6을 기준으로 한 급수율에 따르는 급수량을 다음과 같이 추정한다.

표 II-7 연도별 급수량 및 보급율 (2001년)

연도	인구(인)	1인 1일당 최대급수량(ℓ)	보급율(%)	급수량(t)
2001	654,199	320	75	157,007
"	"	"	80	167,474
"	"	"	85	177,942
"	"	"	90	188,409
"	"	"	95	198,876
2001	654,199	360	80	188,409
"	"	"	85	200,184
"	"	"	90	211,960
"	"	"	95	223,736

급수율에 따르는 급수량은 1991~2001년까지 계획년차에 의하여 구한 것을 끝으로 하고 이에 따르는 각종 수량을 상수도시설의 설계자료로 삼고자하여 다음과 같이 구하였다.

$$\text{계획 1일평균급수량} = \text{계획 1일최대급수량} \times \begin{matrix} 0.7 \text{ (중소도시)} \\ 0.8 \text{ (대도시)} \end{matrix}$$

$$\text{계획시간최대급수량} =$$

$$\frac{\text{계획 1일최대급수량}}{24} \times \begin{matrix} 1.5 \text{ (중소도시)} \\ 1.3 \text{ (대도시)} \end{matrix}$$

표II-5, II-7에서 얻은 1일최대급수량을 자료로하여 참고사항에 의하여 다음과 같이 각종 급수량을 구한다. (제주도를 중소도시에 대비하고 구한 수치임)

이상과 같이 1991~2001년까지의 각종 급수량의 추정을 표로서 나타냈으며 이 각종 급수량

표 II-8 The Various of Water Supplied based on 270ℓ (1991년)

The rates of Water Supplied (%)	design daily maximum Water Consumption (t)	design daily mean Water Consumption (t)	design hourly maximum Water Consumption (t)
75	111, 266	77, 886	6, 954
80	118, 684	83, 078	7, 417
85	126, 161	88, 270	7, 881
90	133, 519	93, 463	8, 344

표 II-9 The Various amounts of Water Supplied based on 300ℓ (1991년)

The rates of Water Supplied (%)	design daily maximum Water Consumption (t)	design daily mean Water Consumption (t)	design hourly maximum Water Consumption (t)
80	131, 871	92, 309	8, 241
85	140, 113	98, 079	8, 757
90	148, 355	103, 848	9, 272
95	156, 596	109, 617	9, 787

표 II-10 The Various amounts of Water Supplied based on 320ℓ (2001년)

The rates of Water Supplied (%)	design daily maximum Water Consumption (t)	design daily mean Water Consumption (t)	design hourly maximum Water Consumption (t)
80	167, 474	117, 231	10, 467
85	177, 942	124, 559	11, 121
90	188, 407	131, 886	11, 775
95	198, 876	139, 213	12, 429

표 II-11 The Various amounts of Water Supplied based on 360ℓ (2001년)

The rates of Water Supplied (%)	design daily maximum Water Consumption (t)	design daily mean Water Consumption (t)	design hourly maximum Water Consumption (t)
85	200, 184	140, 128	12, 511
90	211, 960	148, 372	13, 247
95	223, 736	156, 615	13, 983

이 표중에서 제주도의 제반사항을 고려하여 종래 급수보급율을 기초로 하여 다음과 같이 정하여 보았다.

표 II-12 Various amounts Situation of the Wateworks developed in Cheju - do

year	Population (persons)	maximum Water Consumption per head per day	the rates of Water Supplied	design daily maximum Water Consumption (t)	design daily mean Water Consumption (t)	design hourly maximum Water Consumption (t)
1986	503, 562	250	80	100, 712	70, 498	6, 294
1991	549, 463	300	90	148, 355	103, 848	9, 272
2001	654, 199	360	95	223, 736	156, 615	13, 983

- 급수개시후 5년 : 30%
- 10년 : 40~50%
- 20년 : 60~70%
- 30년 : 70~80%
- 40년 : 80~95%

이상과 같이 급수개시후 40년후에는 100%의 보급율이 행해질 것으로 전망이 되어 제주도의 상수도시설확충의 자료를 삼기위하여 계획년차에 따르는 각종 급수량을 표II-12과 같이 작성하였다.

III. 결론

한정된 예산으로 이와같은 확장사업의 실시에도 인구의 자연증가나 시세의 확장 도시현대화, 도시산업 발전 등 상수도 수요증가의 요인으로 공급이 수요를 따르지 못하는 실정으로 이를 해소키 위해서는 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1. 제주도 인구는 점진적으로 증가되었으나 계절적 인구나 관광객의 증가추세가 커서 상수도 계획의 어려운 점.

2. 제주도의 상수도시설현황을 보면 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

① 예비지 설치비미로 유사시 안전하고 확실한 수질의 물을 얻을 수 없다.

② 누수량이 많다.

③ 노후관 개량사업과 함께 내용년수가 경과한 양수기를 교체해서 기계오차를 감소시켜야 한다.

④ 제주도의 공급수량은 기준에 미달이며 급수율도 저조하다.

이와같은 수원지확장사업과 노후관 개량, 유효율증대, 배수지증설을 년차적으로 향상시켜야 하고 상수도시설확장사업 등의 연구에 필요한 문제점을 장기적으로 해결해 나가야 하겠다.