

아파트단지의 급수량 및 오수발생량에 대한 조사 연구

A Study on the Water Supplies and Sewage Amount in the Apartment Complexes

윤 여 진*/ 최 명 수**/ 방 기 웅***/ 이 준 호****

Yoon, Yeo Jin / Choi, Myung Soo / Bang, Ki Woong / Lee, Jun Ho

Abstract

As an improvement on qualities of lives and a change in the habitual ways people eat require more water to be used for daily lives, the amount of wastewater generated from our usual lives is also expected to be in higher rate of consumption. The unit loading factor of sewage flow-rate based upon the number of people living in the apartment complexes has to be found for the design of the sewage or wastewater treatment facilities. These data are definitely thought to be useful for the plans to operate the sewage treatment facilities and for those to establish the plans toward a management of water qualities. Thus this study has shown that the data regarding the water supplies and the number of apartment residents within the 123 districts of KNHC(Korea National Housing Corporation) were collected and analyzed. One district in Seoul and the other local district were chosen as the experimental sites for the hourly, daily, weekly and seasonal measurements of the influent sewage flow rate. The unit loading factor of influent sewage flow-rate were determined through the comparison of total sewage amount in combination with the number of people residing in two apartment complexes with supplying amount of water.

Keywords : supplying water, influent sewage, unit loading factor

요 지

생활수준 향상과 식생활 변화로 인하여 생활용수 소비량이 증가함에 따라 일상생활에서 배출되는 오수의 양도 증가할 것으로 예측된다. 아파트 단지내 오수정화시설 및 하수처리장의 설계를 위해서는 먼저 인구에 근거한 오수량의 발생 원단위를 알아야 한다. 이러한 자료는 하수처리의 운전이나 수질관리 계획 수립을 위해서도 꼭 필요한 것이다. 따라서 본 연구에서는 주택공사의 123개 관리소에 2년간의 급수량을 취합하여 거주인구에 따른 급수량을 분석하였고 그 중에 수도권 1개 단지와 지방권 1개 단지를 선정하여 시간별, 일별, 요일별, 계절별의 오수유입량을 직접 실측함으로써 실제 급수량과 비교를 통하여 오수유입 총량 및 거주인구에 따른 원단위를 계산하였다.

핵심용어 : 급수, 유입오수, 원단위

- * 대한주택공사 환경연구부 연구원
- ** 대한주택공사 환경연구부 책임연구원
- *** 대전산업대학교 환경공학과 조교수
- **** 정주전문대학 환경공학과 조교수

1. 서 론

산업이 발전되고 경제가 지속적으로 성장함에 따라 자연은 회복 불가능하게 오염되어 가고 있다. 과거의 수질오염은 주로 공장이나 사업장의 폐수가 원인이었으나 국민생활양식의 변화와 인구증가에 따른 도시화 등으로 최근에는 소비활동의 고도화 및 생활의 다양화로 인해 도시와 농촌에서도 생활오수로 인한 수질오염, 즉 생활오수로 하천과 호수 등을 오염시켜 심각한 사회문제로 대두되고 있는 실정이다. 이런 추세에 부응하면서 주택공사에서는 1982년 하반기부터 아파트 단지내에 집합적 개념의 오수정화시설을 설치해 오면서 선계개선, 자체시설의 개발 등을 통하여 일정수준 이상의 정화시설을 현재까지 적정하게 운영해 오고 있다.

현재 주택공사내 오수정화시설의 용량설계시 환경부의 설계기준과 동일한 1일 1인당 오수발생량 200리터(대한주택공사, 1997)를 기준으로 설계하고 있는데, 실제 이에 대한 측정자료가 국내에서는 미흡한 실정으로서 본 연구에서는 오수정화시설로 직접 유입되는 유입오수량의 총량과 관리소 급수사용량 조사를 통하여 아파트 거주인구에 따른 생활오수량 원단위(리터/人·日)를 직접 산정함으로써 아파트 단지내 오수정화시설의 적정규모 설계 및 처리효율을 높여 효과적인 수질관리에 기여하는데 그 목적이 있다.

1.1 연구내용

주택공사 단지내 오수정화시설 설치는 단지내 인집에 하수종말처리장이 있어 이에 대한 자집관리가 설치되어 있는 경우에는 자체 오수정화시설을 운영하지 않지만 동상적으로 종말처리장이 없거나 아주 거리가 먼 경우가 대부분으로서 자체 정화시설을 설치·운영하여 방류하고 있다. 따라서, 이러한 시설의 용량설계 등에 활용하고자 전국 주택공사 아파트 단지에서의 급수사용량을 각 권역별로 파악하여 평균적인 급수사용량을 분석하였다. 이에 대한 검증은 위해 단지내 오수정화시설로 유입되는 중오수유입량을 산정하여 1인당 1일 오수발생량과 비교하여 거주인구에 따른 생활오수의 원단위를 계산하였다.

1.2 연구방법

급수사용량의 분석을 위해 주택공사에서 관리하는 11개 지사의 123개 관리소에 최근 2년간의 급수사용량을 취합하여 1인당 1일 급수사용량을 계산하였다. 자체 급

수시설의 계량기 수치를 근거로 단지내 근린복지시설(관리소, 상가, 노인정, 복지관 등)을 포함하여 총 급수사용량을 분석하였다.

단지내 급수사용량에 대한 실제적인 검증방법으로 오수정화시설로 유입되는 총 오수발생량을 산정하여 이에 대한 차이를 분석하고자 수도권과 지방권으로 구분하여 각각 1개 지구를 선정하여 오수발생량을 산정하였다. 실험을 통한 오수발생량의 산정을 위해 1년을 주기로 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울)과 요일별(각 계절에 있어 일요일을 포함한 총 3일), 시간별(하루 24시간을 30분 단위로 산정하였다. 오수유입량의 정확한 산정을 위해 정화시설내에 웨어를 설치하여 매 30분마다의 수위를 유량으로 산정하여 24시간 연속하여 측정하였다.

1.3 연구동향

1994년말 현재 1일 1인당 평균급수량은 408리터로서 20년전에 비하여 2.2배, 보급률은 42%가 늘어난 것으로 양적인 면에서 크게 성장하였다. 지역별로는 대도시에 비하여 농어촌지역이 상대적으로 낮은데 서울이 99.9%로 가장 높고 충청남도가 42.1%로 가장 낮게 나타나고 있으며 시·도별 상수도 보급현황(환경부, 1996)을 참고로 하면 표 1과 같다.

표 1에서 보는 바와 같이 1일 1인당 급수량에 대한 수치(408리터)는 전체 급수량을 급수인구수로 나눈 값이나 본 연구에서의 급수사용량과 오수발생량은 순수 단지내에서 이루어진 것이다.

이처럼 1인당 1일 급수량에 대한 직접적인 실험에 대한 국내에서의 수치는 거의 없는 실정이나 본 연구와 유사한 연구(정제기 등, 1986)에서는 서울 강남구에 위치한 자체 오수정화시설을 대상으로 40평 및 48평형의 한 아파트 단지를 대상으로 1회에 1주일씩, 연간 3회(춘계, 하계, 동계)에 걸쳐 거주 인구수, 상수소비량, 오수량, 오수의 수질을 조사한 연구가 있는 실정이다.

2. 급수사용량 조사

2.1 관리소 급수사용량 조사

주택공사 11개 사업본부에서 관할하고 있는 123개 관리소에 협조를 얻어 파악한 급수사용량을 취합·분석하였다. 총 자료의 기간은 '94. 7부터 '96. 6까지 총 24개월치의 자료로서 세대당 평균거주인구와 1인당 급수사용량(리터/人·日)을 분석하였다. 급수사용량 조사를 실시한 각 지역본부별 관리소 현황은 표 2와 같으며

표 1. 시·도별 상수도 보급현황

도시명	총인구 (미급수도시포함, 천인)	급수인구(천인)	보급률(%)	시설용량 (천톤/일)	급수량 (천톤/일)	1인1일당 급수량 (리터)
합계	45,512	37,351	82.1	20,967	15,231	408
시계	21,710	21,373	98.5	12,601	9,682	453
서울특별시	10,790	10,788	99.9	610	5,137	476
부산광역시	3,847	3,777	98.2	2,000	1,594	422
대구광역시	2,347	2,317	98.7	1,570	14,014	438
인천광역시	2,208	2,160	97.8	1,602	1,073	497
광주광역시	1,271	1,179	92.8	610	376	319
대전광역시	1,235	1,153	93.3	629	489	424
도계	23,802	15,978	67.1	8,306	5,548	347
경기도	7,438	6,010	80.8	3,307	2,106	350
강원도	1,531	1,119	73.1	561	394	352
충청북도	1,427	883	61.9	431	342	387
충청남도	1,845	776	42.1	367	247	319
전라북도	2,005	1,259	62.8	636	456	362
전라남도	2,198	1,015	46.2	619	651	346
경상북도	2,876	1,698	59.0	763	603	355
경상남도	3,970	2,704	68.1	1,411	879	325
제주도	514	514	99.9	272	171	332

표 2. 각 지역본부별 현장 관리소 현황

지역본부명	관 리 소 명
서울	대방, 동부천 외인, 분산 선유
경기	수원 우인3, 부천 준의, 안성 아양1, 평택합정3, 안성 아양2, 부천소사, 송탄 외인
부산	동삼1, 동삼3, 덕천1, 덕천 영구, 만송, 모래1, 모래3
인천	만수7, 송현, 원수1, 만수9, 삼산 갈산
강원	원주 명산2, 춘천 효재8, 속초 정초, 강릉 임인3, 강릉 송성, 동해 천5, 삼척 원당, 정선 사북1, 정선 사북2, 정선 무릉, 영월 하송
충북	하소4, 제천 정진2, 제천 하소2, 제천 하소3, 연수2.3, 연수1, 청주용안2, 청주 산남2-1, 청주 산남2-2, 청주 산남1
충남	산내 중천2, 중대3, 문산1, 문산2, 문산3, 편암3, 편암4, 문화1, 부여 쌍곡, 아산 유대, 공주 옥봉, 보령 동대, 명천2, 서산 식림2, 서산 식림3
전북	진주 평화1, 진주 평화2, 진주 평화4, 군산 나윤4, 익산 부송1, 익산 부송2, 익산 부송3, 익산 모현, 익산 동산, 정읍 수성1, 김제 신동1, 김제 김산, 남원 노암
전남	우산3, 오차2, 각화 병촌, 두암2, 하남, 나주 성북, 나주 용산, 상동1.3, 상동2, 상동3, 목포 견산1, 순천 조래2, 순천 조래6, 여수 마평2, 여수 문수, 여수 부선
경북	월성2, 영주 가흥, 대구 외인, 포항 학산, 문경 모전2, 김천 부곡, 대구 황금3, 경주 용강, 포항 장포1, 안동 옥동, 안동 옥동3, 영천 아사3, 영천 아사4, 대구 신적, 대구 성서3, 대구 성서1, 대구 안삼1, 대구 안삼3
경남	사천 벌리, 울산 삼호, 김해 구산, 진주 평가2, 거창 대동, 울산 단동3, 진해 풍호, 통영 도남, 밀양 가곡, 진주 가곡1, 진해 석동, 진해 사은, 마산 중리, 울산 화정
제주	서귀포 동흥3

이에 따른 각 지역별 급수사용량 분석결과(표 3과 같
다. 잠정)로 급수사용량 분석에서 국민생활시설(상가, 노
인정, 복지관 등)에서의 급수사용량도 포함하였다.

2.2 급수사용량 비교

2년간의 123개 관리소의 급수사용량을 조사한 후 이
를 비교하기 위해 인구 및 세대수가 비슷한 2개 단지를

표 3. 급수사용량 분석

지역	평균급수사용량 (리터/人·日)	지역	평균급수사용량 (리터/人·日)
서울	169	전남	161
경기	181	충북	183
부산	175	충남	173
인천	193	경북	181
강원	180	경남	155
전북	171	제주	165

표 4. 급수사용량 양상 비교지역 제원

구분	경기 우만 3	전남 우산 3
세대수	1,213	1,274
인원수(명)	4,500	4,500
처리능력(m ³ /day)	1,100	1,000
오수정화방식	상기폭기식	집축산화식

선정하여 급수사용량을 비교·분석한 결과 일정한 패턴으로 나타났다. 한 가지 특이한 사항으로는 전남 우산 3지구가 1994년의 9월과 1995년 10월달에 경기 우만 지구에 비해 월등히 많은 급수사용량을 사용한 것으로 나타났는데, 이는 가을철의 이사철과 지하저수조 및 옥상 물탱크의 정기적인 청소, 수도요금의 차등부과 등에 의한 것으로 사료되며, 급수사용량 양상을 비교한 지구 제원은 표 4와 같으며 2년간의 총급수사용량 비교는 그

림 1과 같이 나타났다.

3. 오수유입량 선정

3.1 대상지구 선정

연구대상지구를 선정하기 위해 평택 합정 2, 3단지, 천안 성정 6단지, 의정부 용현지구, 원주 명륜 2단지, 단구 2단지, 대전 둔산 1, 2, 3단지, 관암 3, 4단지, 서울 대방단지를 답사하였다. 총 6개지역 11개 지구의 현지 오수정화시설에 대한 예비조사를 실시한 결과 시험가능한 지구를 지방권에 대전둔산 3지구와 수도권에 서울 대방지구를 선정하였다.

시험유역을 선정하기 위한 기본조건으로는 첫째, 각 세대에서 발생한 오수가 처리시설까지 이동하는 거리가 짧은 지역이며, 둘째, 분류식 오수관망이므로 우수나 지하수 유입이 거의 없는 지역이며 셋째, 이에 해당하는 오수정화시설 1일 최대처리능력은 1,000톤 이상의 처리시설로 선정조건을 맞추었다.

3.2 오수유입량 측정

당초 오수유입량을 측정하기 위한 방법으로 초음파 유량계 부착방법, 파야살들름에 의한 방법 등을 고려하였지만 내부에서의 설치공간 및 기기설치에 어려움이 있어 60° 웨어를 현장여건에 맞추도록 제작·설치하였다. 웨어수위: 0~30 cm까지로 분급을 매긴 스테인레스

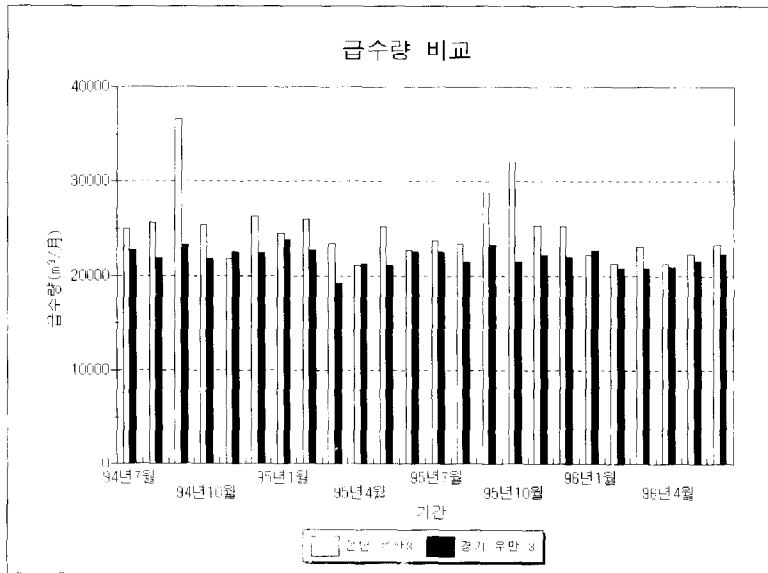


그림 1. 각 지구별 급수량 비교

제품으로 노지부분에 견고하게 부착하였다. 미리 제작한 웨어를 침야시간(02:00~04:00)에 설치하기 앞서 유입 오수를 펌프를 이용하여 유량조정조로 일단 흐르게 하고 난 후 바닥에 굽고결 콘크리트(Z-시멘트)를 타설 후 웨어를 안착하였다. 웨어공식은 경험공식(안수한, 1995)인 Gourley-Crimp식을 적용하였으며 다음과 같다.

$$Q = a \tan \frac{\theta}{2} h^{\beta} \times 24 \times 60 \text{ (m}^3/\text{day)}$$

여기서, $a = 1.32$, $\beta = 2.47$, $h =$ 웨어수심(m)

표 5. 오수유입량 실험지구 제원

구분	대전 분산지구	서울 대방지구
세대수	1,403	1,540
인구수(명)	5,600	6,284
처리능력(m ³ /day)	1,200	1,400
정화방식	장기폭기식	상기폭기식

상기식은 경험공식으로서 본 연구에서 직접 적용하는데 있어서 검증이 필요할 것으로 판단하여 직접 현장시험으로 웨어를 통해 물의 양을 통으로 일정시간(초단위)으로 직접 받아 계량하여 다시 계산하여 분석한 결과

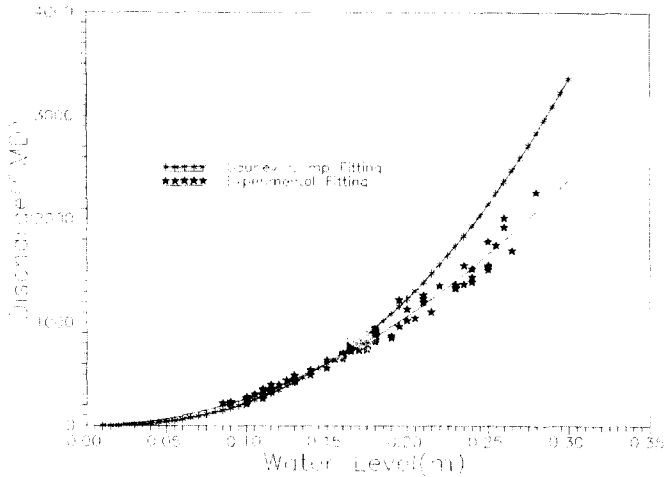


그림 2. 경험식과 제안식의 회귀분석 결과

표 6. 시험 일정

계절	지역	대전			서울		
		차수	날짜	시간	차수	날짜	시간
가을 ('95.10)	1차	급	'95.10.27	~ 10.28	1차	복	'95.10.19 ~ 10.20
		일	'95.10.29	~ 10.30	2차	일	'95.10.22 ~ 10.23
		수	'95.11.01	~ 11.02	3차	수	'95.10.25 ~ 10.26
겨울 ('96.02)	1차	급	'96.02.02	~ 02.03	1차	복	'96.02.01 ~ 02.02
		일	'96.02.04	~ 02.05	2차	일	'96.02.04 ~ 02.05
		수	'96.02.07	~ 02.08	3차	수	'96.02.07 ~ 02.08
봄 ('96.05)	1차	급	'96.05.17	~ 05.18	1차	복	'96.05.02 ~ 05.03
		일	'96.05.19	~ 05.20	2차	일	'96.05.05 ~ 05.06
		수	'96.05.22	~ 05.23	3차	수	'96.05.08 ~ 05.09
여름 ('96.08)	1차	급	'96.08.09	~ 08.10	1차	복	'96.08.01 ~ 08.02
		일	'96.08.11	~ 08.12	2차	일	'96.08.04 ~ 08.05
		수	'96.08.14	~ 08.15	3차	수	'96.08.07 ~ 08.08

$\alpha = 0.52$, $\beta = 1.98$ 로 나타났다. 원래의 경험공식과 실측실험에 대한 회귀분석 결과는 그림 2와 같다.

연구 대상지구로 선정된 서울 대방지구와 대전 둔산 지구에 대한 재원은 표 5와 같고 각 계절별 시험일정보는 표 6과 같다.

오수유입량 산정은 웨어 수위를 매 30분마다 24시간

체크하여 이를 다시 상기 웨어공식에 대입하여 총 오수 유입량을 산정하였다. 각 계절에 대한 측정은 동일한 방식을 적용하였다.

서울 및 대전지구의 오수정화시설에 대한 각 계절별 시간에 따른 오수유입량의 추이는 그림 3~그림 8과 같이 나타났다. 2개의 지구에서 오수발생량의 추이는 거의

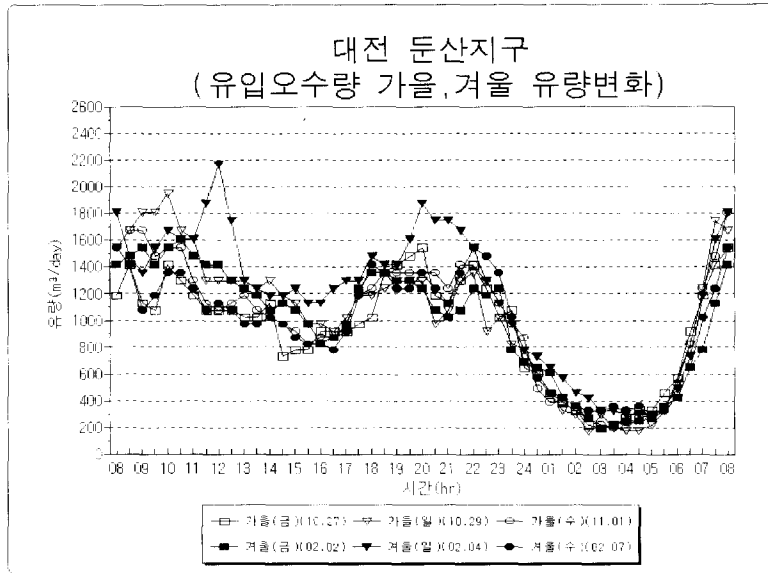


그림 3. 웨어유량변화(대전 가을, 겨울철)

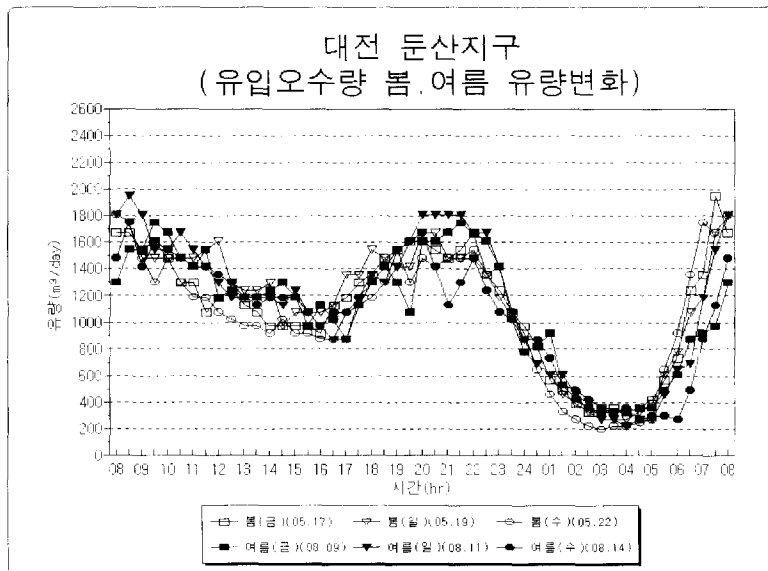


그림 4. 웨어유량변화(대전 봄, 여름철)

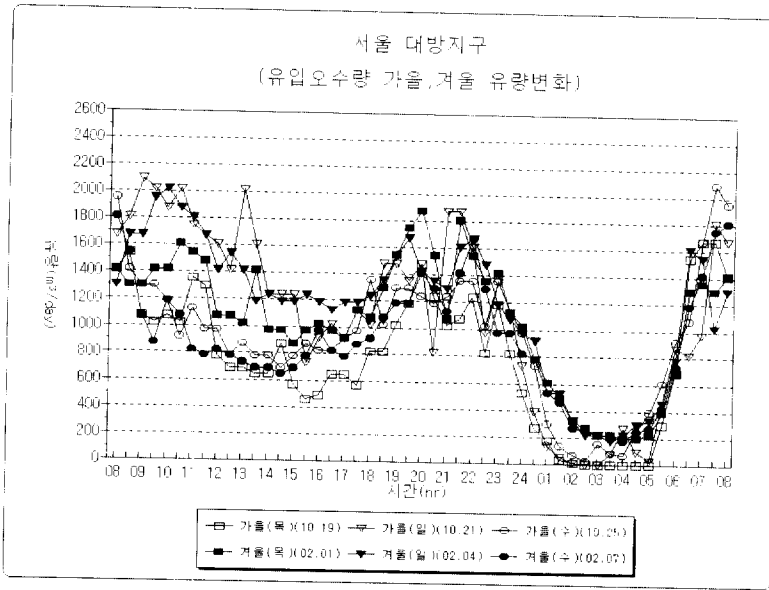


그림 5. 웨어유량 변화(서울 가을, 겨울철)

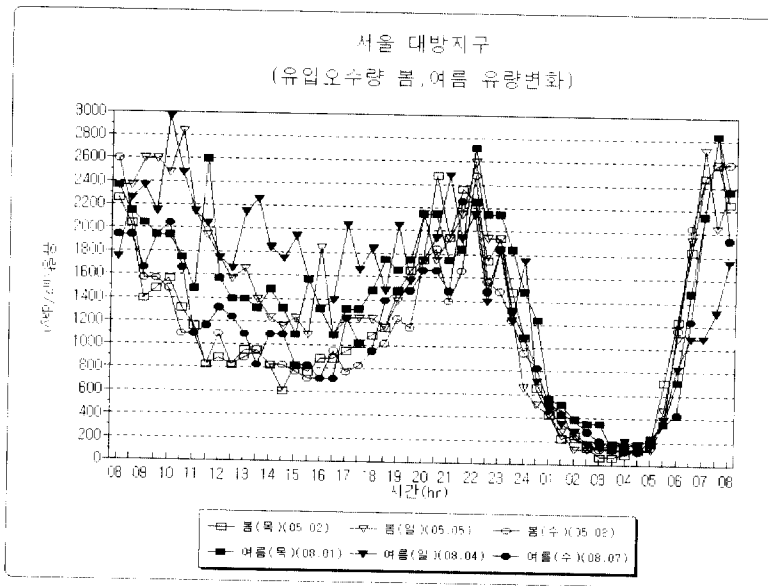


그림 6. 웨어유량 변화(서울 봄, 여름철)

표 7. 대전 둔산지구 오수유입량 총량 및 원단위

구분	대전 둔산지구											
	가을			겨울			봄			여름		
	금	일	수	금	일	수	금	일	수	금	일	수
원단위(리터/人·日)	169	186	181	176	213	172	201	205	189	197	207	191
총 오수유입량 (m ³ /day)	947	1,041	1,013	986	1,191	964	1,125	1,150	1,061	1,103	1,157	1,068

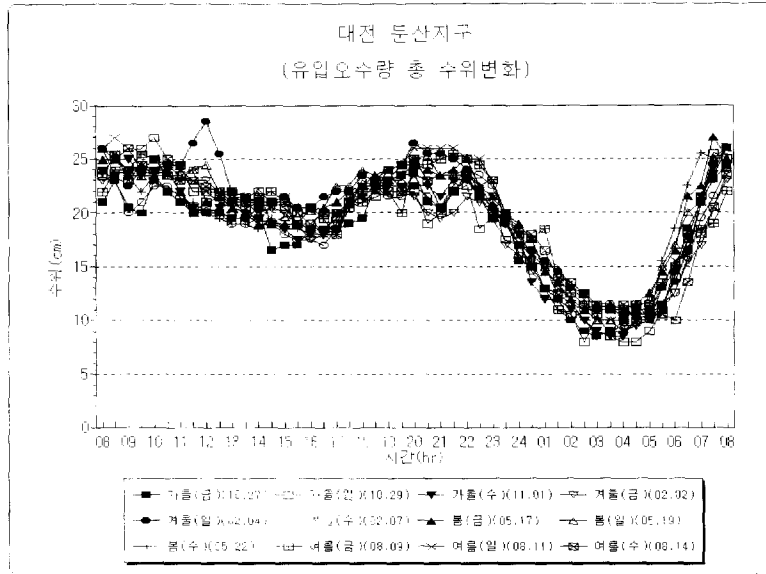


그림 7. 대전지구 총계절 뉘어수위변화

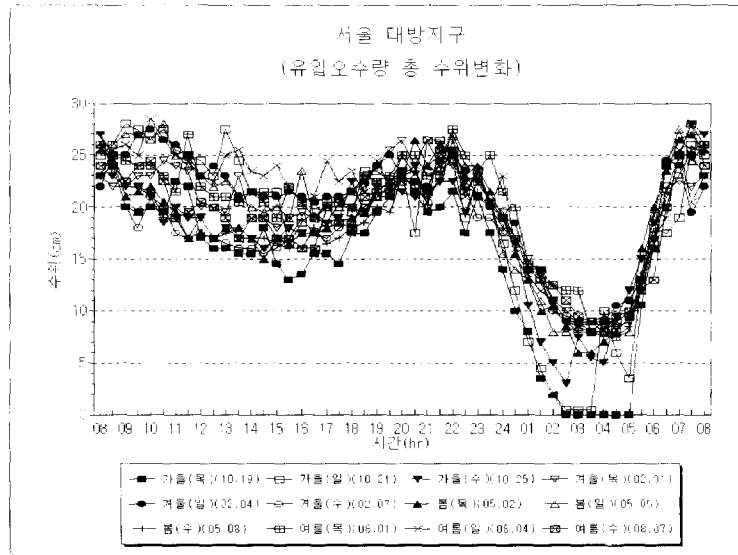


그림 8. 서울지구 총계절 웨어수위 변화

표 8. 서울 대방지구 오수유입량 총량 및 원단위

구 분	서울 대방지구											
	가을			겨울			봄			여름		
	날	일	수	날	일	수	날	일	수	날	일	수
원단위(리터/人·日)	125	178	151	170	186	144	160	183	154	189	194	161
총 오수유입량 (m ³ /day)	788	1,120	951	1,068	1,172	909	1,006	1,171	938	1,190	1,220	1,011

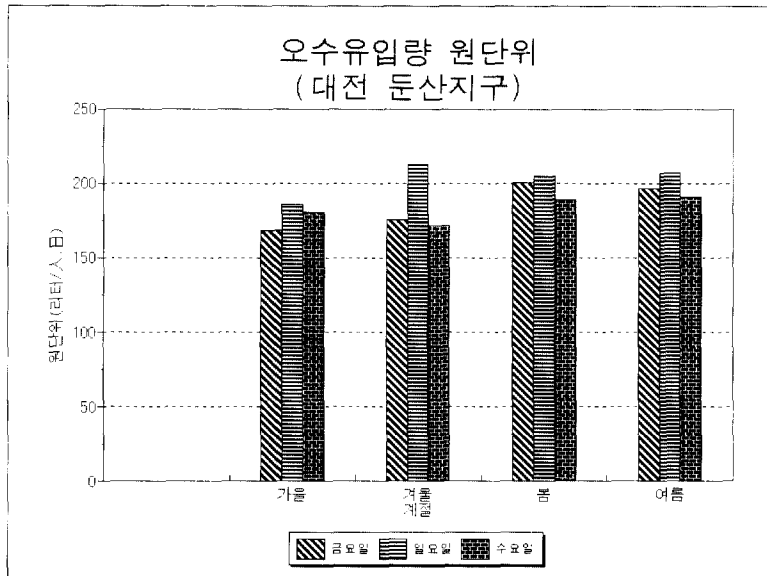


그림 9. 대전지구 오수유입량 원단위

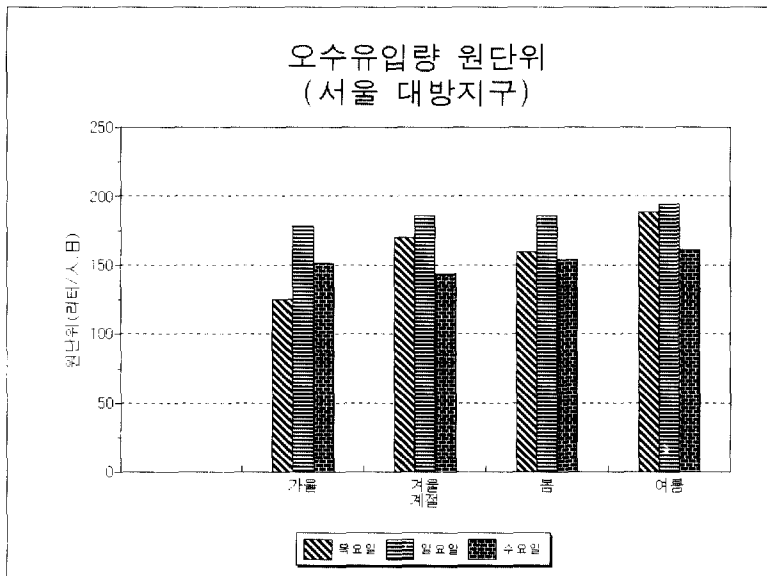


그림 10. 서울지구 오수유입량 원단위

같은 패턴으로 나타났으나 서울지구에서 봄과 여름철에 웨어수위 편차가 많이 발생하여 유량변동폭이 큼을 알 수 있었다.

또한 오수발생량을 계산하여 각 지역에 오수유입량 원단위를 계산한 결과는 표 7~표 8과 같고 이를 그림으로 나타내면 그림 9~그림 12와 같다.

4. 결론 및 고찰

4.1 급수사용량

123개의 관리소에서 취합한 급수사용량 조사와 이에 대한 분석 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

1) 조사결과 거주인구는 세대당 평균 3.7명이 거주

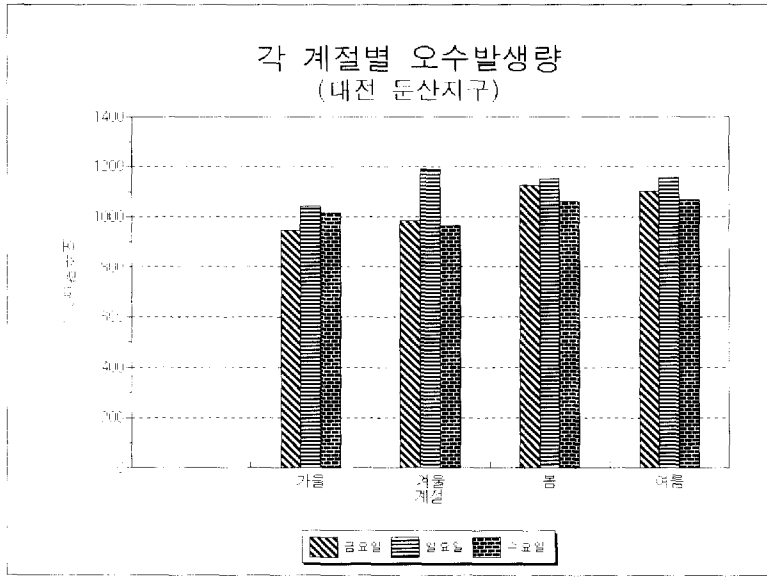


그림 11. 대전지구 각 계절별 총 오수발생량

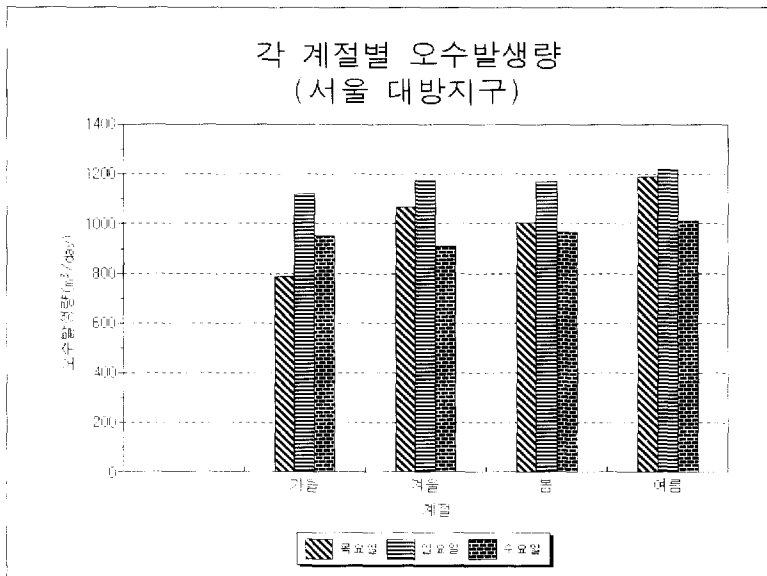


그림 12. 서울지구 각 계절별 총 오수발생량

하루는 것으로 나타났으며, 아파트 관리소의 급수사용량을 조사한 결과 174(리터/人·11)를 사용한 것으로 조사되었다. 반면에 오수유입량을 웨어선형으로 산정하여 단위를 산정한 결과 평균 178(리터/人·11)로 나타나 급수량의 하수화율은 1.02로 나타났다. 급수량과 오수유입량의 차이는 관로자체에 대한 지하수유입, 현장에서

의 선형오차 등으로 판단된다.

2) 주택공사의 대부분 자수가 실제 전용면적이 작고 영구임대주택이 많은 관계로 급수사용량 및 실제 오수발생량이 다른 공동주택보다는 작은 추세로 나타나고 있으므로 사료되며, 각 지역별 가정오수량의 차이는 도시의 형태, 주기생활환경, 상수의 보급율 및 생활수준 등 여

러 조건에 따라 발생량에 많은 차이가 나타난 것으로 사료된다.

4.2 오수발생량

각 계절에 대한 오수유입량을 직접 웨어를 통해 산정함으로써 다음과 결론을 내릴 수 있었다.

1) 유입오수량을 시간대별로 측정한 결과 08:00~10:00 및 20:00~22:00에 첨두를 나타냈으며 특히 일요일과 여름철에 가장 많은 유량을 나타내었고 첨두에 해당하는 유입량은 평균유입량보다 훨씬 많은 양이 들어오는 것으로 나타났다.

2) 대전 문산지구의 오수발생량 원단위는 190(리터/人·日)이고 오수유입량은 평균 1,068(m^3 /日)로 나타났으며, 서울 대방지구에는 오수발생량의 원단위는 167(리터/人·日)이고 오수유입량은 평균 1,048(m^3 /日)로 나타났다. 이렇게 오수발생량의 단차이는 각 지역별, 주민생활 패턴 등 많은 요인에 의한 것으로 판단되며 향후 계속적인 자료의 축적이 필요하다고 판단된다.

4.3 고 찰

본 연구에서 공동주택 단지내 급수사용량 조사는 주택공사의 전체 관리소를 대상으로 하여 획득한 수치로

각 지사별로 다소간의 차이는 있다. 오수정화시설 설계 시 소규모 단지에서는 환경부의 기준으로 1인 1일당 최대오수량은 200리터로 설계하고 있어 설비기준에는 적합한 것으로 나타났다. 아파트 단지의 유입오수량에 대한 직접적인 실험을 통해 산정된 오수유입량 원단위(리터/人·日)가 오수정화시설의 설계와 효율적인 운전관리를 통한 수질관리 자료로 이용될 것이며 이번 실험을 기초로 반복적이고 장기적인 실험을 통한 자료축적이 필요하다고 판단된다.

추후 각 평형별, 일반 단독주택 등 폭넓은 실험이 요구되며 신뢰성있는 자료의 확보를 위해서 체계적이고 장기적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 대한주택공사 (1997). 토목설계기준.
 - 안수환 (1995). 수리학, 동명사
 - 정재기, 조공명, 김낙주 (1986). "가정오수의 오탁부하량 원단위에 관한 조사 연구." 대한환경공학회 논문집, Vol. 8, No. 2, pp. 55-63.
 - 환경부 (1996). '96환경백서
- <최종본 접수일 : 1998년 1월 23일>