

농촌지역 간이상수도시설 개발 및 개선에 관한 연구

연세대학교 의과대학 환경공해연구소

정 용 · 구 자 건

연세대학교 의과대학 예방의학교실

김 명 호

대한의학협회

윤 석 우

한국지역사회 복리회

김 인 숙

서 론

우리나라 농어촌의 자연부락은 1987년 말 현재 총 59,080개소, 12,745천명으로, 1967년부터 추진되어 온 정부의 간이급수시설 설치계획에 의해 1987년 말까지 전국의 20호 이상 부락 35,097개소에 이 시설의 설치가 완료된 바 있다(보건사회부, 1988). 그러나 20호 이상의 부락 중에서도 간이상수도 설치 대상에서 제외된 부락이나, 20호 이하의 소규모 부락은 비위생적인 채래식 우물이나 자연수에 의존하고 있다.

1985년도에 한 조사에 의하면 대부분의 간이급수 시설은 외부 오염원으로 부터의 오염 가능성이 높고, 시설 자체의 노후로 인해 약 70%의 시설이 세균학적 및 유기물질에 의한 오염이 있는 것으로 조사분석된 바 있다(유귀현·백은자, 1986).

농촌지역의 간이상수도시설 개선을 위한 기초연구로 연세대학교 보건대학원 및 예방의학교실팀은 1986년 8월, 9월, 11월 3회에 걸쳐 경기도 여주군 금사면 산북지역에 대해 기초조사를 실시한 바 있다. 이 조사결과에 의하면, 7개 마을 35개 조사지점중 1차 조사에서는 25지점(71.4%), 2차 조사에서는 34

지점 중 30지점(88.2%)에서 대장균군이 검출되어 위생학적인 문제점이 있는 것으로 나타난 바 있다 (김명호 외 2인, 1987).

조사지역 급수탱크의 대부분은 논이나 밭 부근에 설치되어 있었으며, 부근지대보다 낮고 뚜껑이 부실해 빗물이나 농약, 비료에 의한 오염의 가능성이 높았다. 또한 주민들의 관심부족과 관리자의 지식 부족, 유지·보수를 위한 재정의 미확보 등 관리체계가 확립되어 있지 않아, 지속적이며 위생적인 용수 공급이 이루어지지 않고 있었다.

조사대상 지역의 간이상수도 시설은 주로 고지대의 냇물, 계곡수를 파이프를 통해 급수탱크로 보내고, 이를 가정의 급수전으로 송수하는 자연유하식이었는데, 여과시설은 전혀 설치되어 있지 않았다.

정부의 농촌지역 간이상수도 설치사업(20호 이상)은 1987년 말 현재, 그 시설 대상지역에 대해선 일단 완료한 상태이다. 그러나 기설치 지역에서도 수량 부족과 수질불량, 시설의 노후로 인해 지속적인 유지관리가 요망되고 있다. 현재 각종 복합영농으로 인해 농약, 비료 사용량이 증대되어, 수질오염이 가중되고 있는 실정으로 상수도 혜택을 받지 못하고 있는 20호 내외의 소규모 자연부락에서의 안전한 급수원의 확보 및 위생적인 급수체계의 확립은 지

역주민들의 보건향상을 위해 매우 중요하다.

본 연구는 「농촌지역 일차보건사업 및 음용수 개선을 위한 사업」 중 1986년도에 실시된 「간이상수도 개선을 위한 기초조사 연구」에 이은 2차 사업으로, 전년도의 조사연구 결과를 토대로 수행되었다. 따라서 본 연구는 전년도의 기초조사를 통해 도출된 농촌지역 간이상수도 문제점의 개선안을 제시하고, 농촌 자연부락에 설치 가능한 간이상수도시설 모형을 개발함으로써 농촌보건 향상에 기여함을 목적으로 하고 있다.

연구범위 및 방법

1. 연구대상 및 범위

연구대상 지역 선정에 있어 전년도 기초조사 대상지역이었던 경기도 여주군 급수면 산북지역에 7개 부락, 17개 급수원 중 '한국지역사회복지회'(CDF : Community Development Foundation) 및 지역주민과의 협의, 연구사업의 효과를 고려하여 '하품1리'의 '복지관 뒤' 간이상수도 시설로 정하였다.

시설개선의 범위로는, 기존급수시설을 최대한 활용하도록 하되, 위생상태가 불량한 급수탱크 및 그 부속시설로 하였다. 또한 본 연구사업으로 개발될 간이상수도시설 모형이 유사한 여건의 농촌지역에 적용될 수 있는 대표적인 모형이 될 수 있도록 위생적 안전성, 경제성, 시공 및 관리의 용이성 세가지 측면을 고려하였다.

2. 연구방법 및 내용

1987년 6월과 7월 2개월동안 3회에 걸쳐 현지를 직접 방문하여 급수탱크의 구조 및 위생상태를 실측 조사하였다. 전년도 조사 당시 논 부근에 위치해 있던 취수원을 변경하되, 계곡수를 이용한 자연유하식과 지하수를 이용한 양수식을 비교검토하기 위해 부락 북서쪽 1.2km 지점에 위치한 취수원을 1회 방문 조사한 후, 건설표준품셈을 이용한 비용 산출을 통해 두 안을 비교하였다. 두 안의 비교분석 결과와 외국에서의 간이상수도 설치사례를 참고로 모래여과장치, 펌프장 등이 포함된 급수시설 모형을 설계하였다. 또한 이를 토대로 1987년 9월중 주민들에 의해 시공된 간이상수도의 수질을 환경오염공정법에 의해 분석하였다. 그 구체적인 연구내용은 다음과 같다.

- 1) 자연유하식안(계곡수)과 양수식안(지하수)의 비교
- 2) 간이상수도시설 모형 설계
- 3) 간이상수도시설 제원 및 소요비용
- 4) 수질조사

연구 결과

1. 자연유하식안과 양수식안의 비교

자연유하식의 경우 오염의 우려가 적은 급수원이 급수탱크로부터 원거리에 위치해 있고 이에 따른 파이프 매설비의 증대, 관리의 곤란, 우수혼입 방지 곤란의 문제가 있었다. 그 반면 표 1에서 보듯 지하

표 1. 자연유하식안과 양수식안의 비교

구분	자연유하식	양수식
항목		
급수원	계곡수	지하수
급수탱크로부터의 거리	약 1200m	약 10m
유량	계절적 변동심함	계절적 변동 적음
공사비	약 750만원	약 550만원
공사기간	약 40일	약 30일
시공난이도	장비진입 및 자재운반 곤란	장비진입 및 자재운반용이
관리용이성	비교적 용이	용이하나 전기료 부담
위생적안전성	누수가능성 있고 우수혼입 방지 곤란	비교적 안전

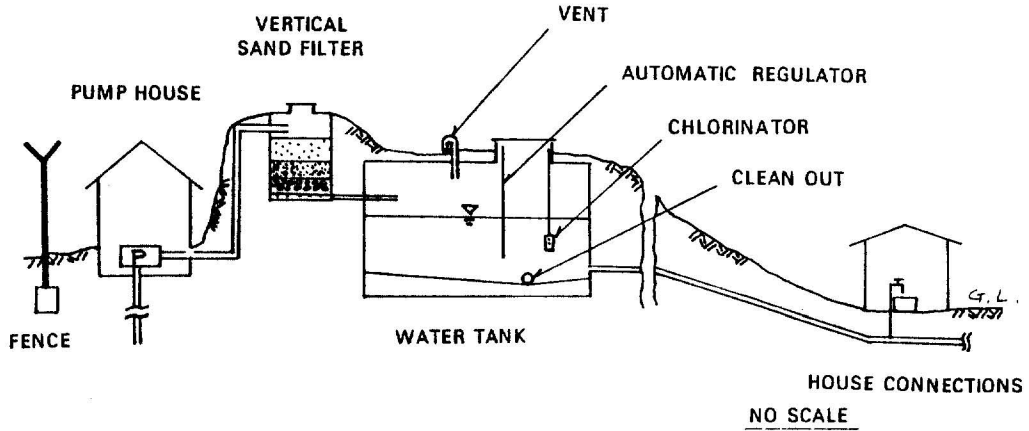


그림 1. Schematic diagram of the simple piped water supply system.

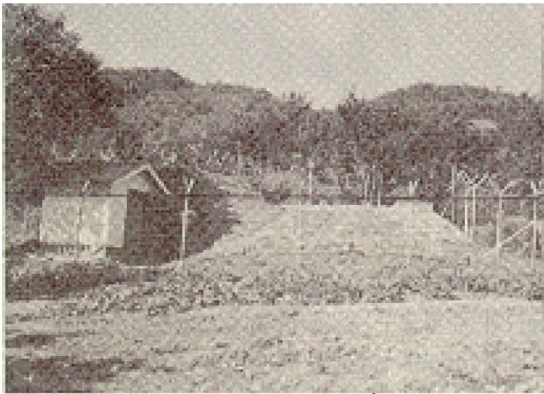


그림 2. 간이상수도시설 전면 모습.

수를 이용한 양수식 급수시설은 비교적 관리가 용이하고, 계곡수를 이용한 자연유하식보다 위생적 안전성이 높은 것으로 나타났다.

2. 간이상수도시설 모형 설계

간이상수도시설은 양수식으로 하되 기존급수탱크의 시설개선, 여과장치 및 펌프장의 신설, 두 부분에 중점을 두었다. 자동펌프에 의해 양수된 지하수는 모래여과장치를 거쳐 기존급수탱크에 저류되고 일정 수위에 도달하게 되면 자동수위조절기에 의해 자동점멸 되도록 설계 되었다. 이 간이상수도의 급수계통도는 그림 1과 같다. 그림 2는 공사가 완료된 후의 간이상수도시설 전면 모습이다.

1) 기존급수탱크 개선

급수탱크의 구조상 결함으로 인해 청소를 하기 어렵게 되어 있어 급수탱크의 바닥을 경사지게 하고

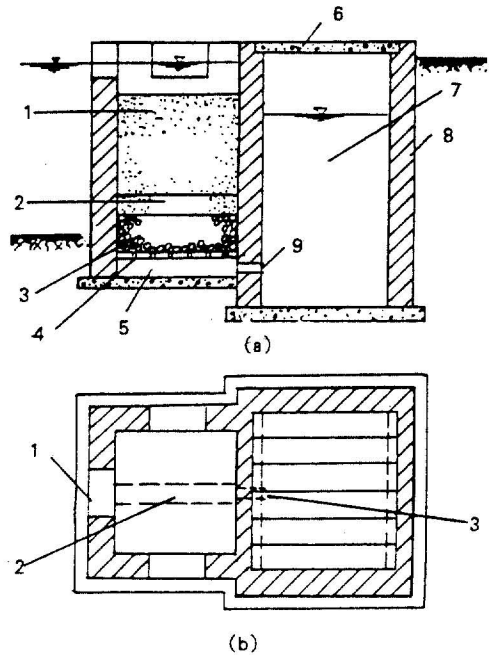


그림 3. A vertical pond-side filter : (a) the cross section(1, fine sand ; 2, coarse sand ; 3, pebbles or stones ; 4, channeled, porous stone ; 5, main drain ; 6, cover ; 7, storage tank ; 8, wall ; and 9, drain) and(b) the plan(1, influent ; 2, main drain ; and 3, drain).

소제구(clean out) 및 밸브박스(valve box)를 신설하였다. 기존급수탱크의 콘크리트 덮개를 폐기하고, 빗물의 침입을 방지하기 위해 입구를 지면으로부터 30cm 정도 높인 후, 철제덮개를 설치토록 하였다.

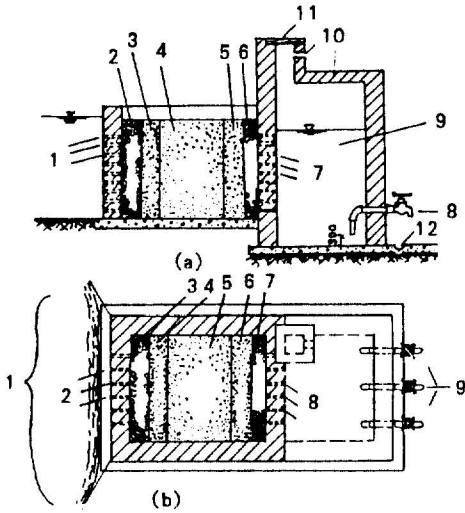


그림 4. A horizontal pond-side filter : (a) the cross section(1, drain ; 2, pebbles or stones ; 3, coarse-sand ; 4, fine sand ; 5, coarse sand ; 6, pebbles or stones ; 7, drain ; 8, tap ; 9, storage tank ; 10, vent ; and 11, cover) and (b) the plan(1, source ; 2, drain ; 3, pebbles or stones ; 4, coarse sand ; 5, fine sand ; 6, coarse sand ; 7, pebbles or stones ; 8, drain ; and 9, taps).

자동수위조절기를 설치하여 항상 일정수량이 유지 되도록 하였으며 간이 염소소독기를 설치하였다.

2) 신설 설치 시설

(1) 모래여과장치

계량식 간이상수도는 재래식 우물에 비해 대장균 군수(total bacterial count)에 있어 약 60~80%의 감소 효과가 있으며 모래여과의 경우 약 90% 정도의 감소효과가 있는 것으로 보고되어 있다.

그림 3 및 그림 4는 표층수(surface water)를 이용한 수직모래여과장치 및 수평모래여과장치를 나

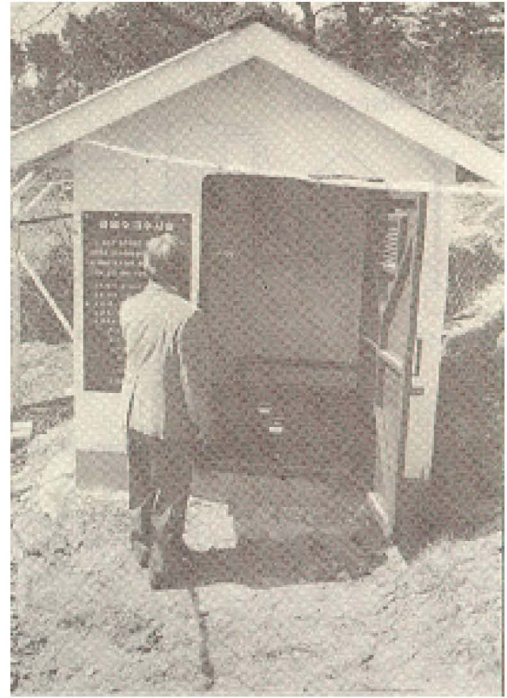


그림 5. 펌프장 및 그 내부.

타낸 것이다. 본 설계에서는 그림 3에서의 커버(cover)와 주배출구(main drain) 대신 시공이 편리한 유공관(porous pipe)을 사용토록 하였다.

(2) 펌프장

펌프장의 본체는 시멘트 블럭조로 하였으며 자동 펌프 2대는 급수탱크의 자동수위조절기와 연결기능을 갖도록 하여 교대로 사용되도록 하였다. 계량기를 설치하여 주민들이 부담할 수도 사용료의 산정근거가 되도록 하였다. 또한 여과장치와 연결된 파이프는 동결 파손을 방지하기 위해 보온재를 사용토록 설계하였다. 그림 5는 완성된 후의 펌프장 및 그 내부의

표 2. 간이상수도시설 제원 및 소요비용

1988. 9.

항 목	내 용	비 고
공 사 기 간	1987.9.1. - 9.24	약 1개월
공 사 비	4,851천원	
동 원 인 력 수	138인	외부기능공 포함
급 수 탱 크 규 격	3.5M×3M×2.5M	직사각형
평 균 저 수 량	20 TON	
최 대 저 수 량	26 TON	
수 해 가 구	34 가구	112인



그림 6. 주민들에 의한 간이상수도시설 공사광경.

모습이다.

(3) 보호시설

급수탱크, 여과장치, 펌프장 등 주요 3개 시설에 외부인 출입 통제를 위해 철제 울타리를 설치토록 했다. 주요 3개 시설에 철제덮개 및 출입문, 자물쇠를 설치토록 하였고, 쥐나 곤충이 침입하지 못하도록 여과장치와 급수탱크의 입구는 세밀시공토록 하였다.

3. 간이상수도시설 제원 및 소요비용

1987년 9월 1일~24일까지 약 1개월에 걸쳐 완성된 간이상수도시설의 공사비는 4,851,000원이었다. 이 중 '한국지역사회복지회'의 지원금은 3,750,000원이었으며 주민부담금은 1,101,000원이었다. 표 2는 간이상수도시설 제원 및 소요비용을 나타낸 것이며 그림 6은 주민들이 공사를 하는 광경이다.

4. 수질조사 성적

간이상수도시설 공사 완료 후 간이염소소독기 설치전, 모래여과장치를 거쳐 급수탱크에 유입된 물의 수질에 대해 환경오염공정법에 의해 8개 항목을 조사하였다. 조사결과, 대장균 및 일반세균이 검출되지 않음으로써 병원성 미생물에 의한 오염가능성이 제거, 개선된 것으로 나타났다(표 3).

3가구 6개의 가정급수전에 대해서 김출폐이퍼(Sun Chemical Co., Japan)를 이용, 대장균 및 일반세균을 조사한 결과 6개 지점 모두 검출되지 않았다.

표 3. 수질조사 결과

1988. 9.

항 목	기 준	결 과
경 도	300ppm 이하	73.4ppm
pH	5.8-8.5	6.2
NH ₄ -N	0.5ppm이하	0.1ppm
NO ₂ -N	N.D.	N.D.
Cl	150ppm 이하	15.8ppm
KMnO ₄ 소모량	10ppm 이하	1.5ppm
대장균	50cc중 불검출	N.D.
일반세균	1cc중 100 이하	N.D.

N.D. : 불검출

결론 및 종합

1986년 「농촌지역 일차보건사업 및 음용수 개선을 위한 사업」의 일환으로 동년도에 실시된 「간이상수도 개선을 위한 기초조사 연구」를 참고하여 그 연속사업으로 본 연구를 수행한 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 본 연구대상 급수시설 및 산북부락의 급수방식은 계곡수 등의 표층수를 이용한 자연유하식이나, 지하수를 이용한 양수식 간이상수도시설이 위생적으로 안전하며, 저비용으로 설치 가능하며, 시공 및 관리가 용이하다.

2) 단순구조의 모래여과장치를 설치할 경우 대장균의 약 90% 정도 감소 효과를 기대할 수 있으며, 본 연구대상 급수시설의 경우 모래여과장치가 설치된 후 미생물학적 오염의 제거 효과가 있었다.

3) 표층수를 급수원으로 하여 이용하고 있는 기존의 농촌 간이상수도시설에도 저비용의 모래여과장치를 설치할 경우, 위와 같은 효과를 기대할 수 있다.

4) 기존급수탱크 개선, 모래여과장치 및 펌프장, 울타리 신설 등 간이상수도시설 공사에 소요된 공사비는 4,851,000원이었으며 그 비율은 자재비 48.9%, 인건비 21.3%, 기타공사비 29.8%였다. 공사비의 77%는 '한국지역사회복지회'의 지원금으로 충당되었으며, 호당 평균부담금은 33,000원이었다.

5) 농한기를 이용하여 약 1개월에(실공사기간 24

일) 설치가 가능하였으며, 전기료 및 펌프의 감가상각비를 포함하여 호당 평균 1,000~1,500/월의 금액으로 시설의 유지가 가능했다.

6) 34가구 112인의 수혜가구 중 일부 가구를 방문, 주민과 면접한 결과 수량 및 수질에 대해 매우 만족하고 있었으며, 산북지역 내 수 개 부락에서도 이와같은 간이상수도시설 개선사업을 원하고 있는 바, 정부 차원에서의 계속사업이 요망된다.

정부의 농촌지역 간이상수도 설치 계획은 일단 완료된 상태이나 농촌지역에서의 수질오염의 가중, 시설의 노후, 관리체계의 미확립으로 대부분 위생적인 음용수를 공급받지 못하고 있는 실정이다. 본 연구는 기존급수탱크의 개선 활용 및 지하수 개발, 모래여과장치 신설 등, 가능한 저비용으로 농촌지역에 설치가 가능한 간이상수도 시설모형을 개발한 것이다. 이 연구는 우리나라 및 개발도상국 농촌지역에서의 간이상수도시설 신설 및 개선사업의 모델로써 제시될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 보건사회부 : 보건사회통계연보, 1988
- 2) 보건신문사 : 보건연감, 1986
- 3) 김명호 · 정 용 · 손양래 : 간이상수도 시설관리 개선을 위한 기초조사 연구. 한국농촌의학회지 12(1) : 28-35, 1987
- 4) 유귀현 · 백은자 · 김영환 : 농어촌의 자연부락에 대한 안전급수대책에 관한 연구. 국립보건원보 23 : 161-185, 1986
- 5) 정 용 : 급수위생. 학교보건협회지 16 : 38-43, 1987
- 6) IDRC : Rural water supply in China ; IDRC-TS25e, Ottawa, 1981
- 7) WHO : Guide to simple sanitary measures for the control of enteric diseases. Geneva, 1974
- 8) Kim DM : Rural village water supplies in Korea, the City University of Seoul, 1979

= Abstract =

A Study on the Development and Improvement of Simple Piped Water Supply System in Rural Area of Korea

Yong Chung*, Suk-Woo Yun**, Myung-Ho Kim***, In-Sook Kim****, Ja-Kon Koo*

* The Institute for Environmental Research, Yonsei University

** The Korean Medical Association

*** Department of Preventive Medicine, College of Medicine, Yonsei University

**** Community Development Foundation, Korea

It is very important to supply safe drinking water for rural area not only a prevention of enteric diseases but also a promotion of health life. It is estimated that 6,981,000 rural inhabitants were covered by the simple piped water supply system at the end of 1987 in Korea.

The programme for improvement of water supply system in rural villages was initiated by the government since 1967. But most of these systems have been operated carelessly by the hands of villagers who have no proper knowledge and experience. Since most of water sources were located nearby farmland, there might be a possibility that the sources could be contaminated by pesticides and fertilizers. For this reason, it is recommended to take underground water as a water source rather than surface water such as a pond or streamwater in rural areas. However, the system is supplied from the surface water, its water quality can be improved by using of simple sand filter and simple chlorinator inexpensively.

On the basis of an on-site study, conducted during 1986-87, in San-Buk Village, Keum-Sa-Myon, Yeju-Gun, Kyong-Gi-Do, the new simple piped water supply system was designed by the Institute for Environmental Research, Yonsei University, and constructed by the villagers themselves in September 1987.

This simple system which is protected by metal fences consists of three main parts, pump house, vertical sand filter and water tank. The pumped water from underground flows into the upper part of the sand filter, through the sand, and out the water tank which is connected to the bottom of vertical filter. And the simple plastic-bottle chlorinator was installed in the water tank for chlorination.

The water quality was remarkably improved after completion of construction. The total bacterial count was not detected from the tap water in households distributed by this simple piped water supply system.

The construction cost of this system which was connected 34 households in San-Buk Village, was 4,851,000 won (approximately 6,020 U.S. dollars : 1 \$ = 805.8 won) in 1987, 77% of expenses was supported by the Community Development Foundation in Korea. This case study for simple piped water supply projects will be applicable to other programme for improvement of water supply system in rural areas of Korea, and other developing countries.