

농촌지역 지하수 보전관리대책

Groundwater Conservation and Management on Rural Area

김 재 흥*
Kim, Jae-heung

1. 머리말

물은 지상의 모든 생명체에게 없어서는 안 될 소중한 필수적인 자원이다. 그러나 지구상의 물 중 94%는 바닷물이고 우리가 일상생활에서 쓸 수 있는 담수는 6%에 불과하다. 담수의 1/3은 빙하와 만년설로 덮여 있고 나머지 2/3는 지하수로 분포하며, 지표수는 토양수분까지 포함해도 1%에 못 미친다. 이와같이 지구상의 물자원 중에서 지하수가 차지하는 비중은 대단히 크고 중요함에도 불구하고 눈에 잘 드러나지 않는 이유로 소중한 자원이라는 사실을 깊이 인식하지 못하고 있다. 한편 인구증가와 산업의 발전에 따라 물 이용량이 급증하고 환경오염이 심화되고 있으며, 부족한 지표수자원의 대체용수원으로 각광을 받고 있는 지하수자원도 예외가 아니어서 무분별한 개발로 인한 부실시공, 폐공방지, 과잉채수 등 수량과 수질에 대한 총체적인 문제를 야기하고 있다.

지하수는 국토의 혈관과 같으므로 지하수가 오염되면 이 혈관에 죽은 피가 흐르는 것과 같다고 할 수 있다. 대부분의 경우, 지하수의 오염은 일상생활, 농업, 공업 또는 기타 산업활동의 부산물인 폐수와 폐기물로부터 유발되는 것으로서 대도시의 폐기물 매립지나 공단

주변은 물론, 농어촌지역, 심지어는 일부 청정지역에 이르기까지 지하수가 황폐화되고 있어 무분별한 개발과 오염방지 대책이 시급한 실정이다.

2. 국내 물자원 현황

가. 국내 물자원과 문제점

우리나라의 연평균 강수량은 1,283mm로서 세계 연평균 강수량 973mm에 비해 약 1.3배로 비교적 많은 편이나, 국토가 좁고 인구밀도가 높아, 연 강수량을 국토면적과 인구에 대비하여 살펴볼때 1인당 강수량은 2,705m³로 세계 1인당 강수량 26,800m³의 약 1/10에 불과하다. 또한 연간 물자원 총량 1,276억m³중 545억m³(43%)은 대기로 증발하거나 지하로 침투하여 손실되기 때문에 순수 지표수 부존량은 총 강수량의 57%에 해당하는 731억m³ 정도이다. 그러나 이 중에서 홍수시 유출량 493억 m³(39%)를 제외하면 실제 지표수이용가능량은 약 238억 m³(18%) 정도이다. 따라서 국내 순수 지표수 이용량은 평상시 하천이용량 161억 m³와 댐 및 하구언을 통한 용수공급가능량 133억 m³를 합한 294억 m³ 규모이다.

실질적으로 사용가능한 수자원량을 살펴보면,

* 농림부 농촌용수과

〈표 - 1〉 개인의 물사용 가능량에 따른 국가별 분류

| 구 분 | 1인당 사용가능한 물의 양 | 국가별 분류 |
|----------|---|--|
| 물 기근 국가군 | 매년 1,000m ³ 미만 만성적인 물 부족을 경험하며 그 결과 경제 발전 및 국민 복지, 보건의 저해 | 지부티, 쿠웨이트, 몰타, 카타르, 바레인, 바베이도스, 싱가포르, 사우디아라비아, 아랍에미리트연합, 요르단, 예멘, 이스라엘, 튀니지, 카보, 베르데, 케냐, 부룬디, 알제리, 르완다, 말라위, 소말리아 |
| 물 부족 국가군 | 매년 1,700m ³ 미만 주기적인 물 부족을 경험 | 리비아, 모로코, 이집트, 오만, 키프로스, 남아프리카, 한국, 폴란드 |
| 물 풍요 국가군 | 매년 1,700m ³ 이상 지역적 또는 특수한 물 문제만을 경험 | 벨기에 외 120개국 |

자료 : 국제인구행동연구소(PAI : 1997)

1997년 국제인구행동연구소(Population Action International : PAI)의 발표에 따르면 활용가능한 우리나라의 수자원량은 630억 m³이며, 이를 국민 한사람당으로 환산할 경우 1,452 m³으로서 물 부족국가에 해당한다. 세계적으로 물기근에 속하는 나라가 20개국, 물부족 국가에 해당하는 나라는 8개국에 불과하며 우리나라는 세계에서 손꼽히게 물이 부족한 나라에 속한다.

나. 지하수개발 · 이용현황

(1) 지하수개발 · 이용현황 및 향후 소요예측
1999년말 현재 전국의 관정수는 989,649공으로서, '98년도에 비하여 6,554공이 증가했으며, 연간 지하수 이용량은 '98년 37.1억 m³에서 약 2.5억 m³이 증가한 39.6억 m³에 이른다. 이는 국내 총 수자원 이용량의 13.6%에 해당하며, 전국적으로 지속가능하게 개발할 수 있는 적정 지하수 개발가능량(134억 m³)의 29.6%에 해당한다. 따라서 향후 국내에서 지속가능하게 개발 · 이용할 수 있는 지하수량은 약 100억 m³ 규모이다. 국내에서 지하수는 생활 · 공업 · 농업용수와 온천수 · 먹는샘물 등 다양한 용도로

이용되고 있으며, 특히 농업용수가 55.4%(22억 m³)이며 국민의 건강과 직결되어 있는 생활용수가 38.4%(1.5억 m³)로서, 이는 주로 가정용, 상수도용, 간이상수도용, 공동주택, 농어촌생활용수 및 국군의 음용수 등으로 다양하게 이용되고 있다.

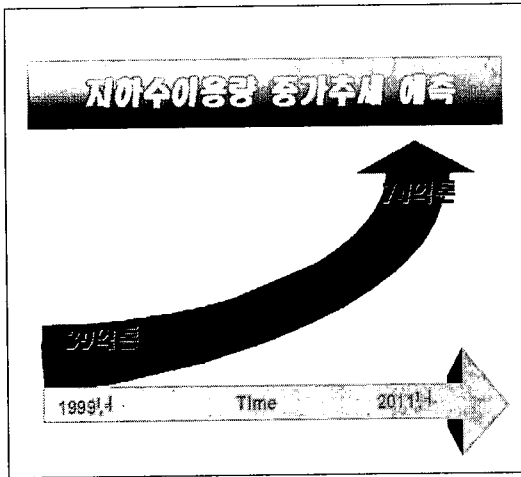
〈표 - 2〉 용도별 지하수 이용현황('99년말 현재)

(단위 : 천공, 백만 m³/년)

| 구 분 | 계 | 생활 | 공업 | 농업 | 기타 | |
|------------|-------|---------|---------|-------|---------|------|
| | | 용수 | 용수 | 용수 | | |
| 시 설 현 황 | 개소수 | 989.6 | 601.4 | 11.9 | 370.9 | 5.4 |
| | 비율(%) | 100.0 | 60.8 | 1.2 | 37.5 | 0.5 |
| 이 용 현 황 | 년이용량 | 3,958.6 | 1,519.7 | 178.1 | 2,194.5 | 66.3 |
| | 비율(%) | 100.0 | 38.4 | 4.5 | 55.4 | 1.7 |

연도별 지하수개발 · 이용량의 증가율을 살펴보면 '70~'81년 동안 연평균 개발공수는 11천공인데 반해, '82~'92년 동안은 42천공, '93~'99년 사이의 최근 7년간은 29천공으로서 '70~'80년대에 비하여 약 267~388% 정도 증가하였다. 지하수이용량 또한 최근 7년간 증가량이 연평균 약 3.2억 m³으로서 '70~'80년대

대비 529~1,852%로 급증한 것을 알 수 있다. 이러한 추세로 이용량이 증가한다면 향후 10년후인 2011년경에는 현재 이용량의 2배인 약 74억 m³을 초과할 것으로 예상된다.



〈그림 - 1〉 지하수이용량 증가추세

(2) 지하수 고갈 실태
현재 전국적인 지하수이용율은 최적개발 가능량의 약 1/3 이하 수준에 머무르고 있어 향후 지하수개발·이용의 잠재성은 매우 크다. 그러나 국지적인 현상이기는 하나 전국 230여 개 시·군·구 중에서 이용량이 개발 가능량을 초과하는 지역이 '97년도에 21개소, '98년도에 16개소 였다. 이들 지역은 지하수 과잉채수의 대표적인 예이다. 이들지역의 현재 이용량과 개발가능량의 차는 연간 약 0.69억 m³으로 총 개발가능량 134억 m³에 비하면 미미한 양이지만, 앞으로 이들 지역에 대해 체계적인 최적 지하수관리기법을 적용치 않으면 대수층의 파괴나 지하수의 고갈로 인해 심각한 국지적인 문제를 야기시킬 수 있다.

특히, 지하수조사연보에 의하면 이용량이 개발가능량을 초과한 지역이 '96년에는 3개소 였는데 비하여 1년이 지난 '97년말에는 21개소로

〈표 - 3〉 연도별 지하수개발·이용현황

| 연도 | 내용 | 우물수 (개소) | 이용량 (m ³ /년) | 연도 | 내용 | 우물수 (개소) | 이용량 (m ³ /년) |
|------|----|----------|-------------------------|-----|----|----------|-------------------------|
| 구분불가 | | 196,631 | 462,598,857 | 85 | | 44,474 | 81,857,754 |
| 70 | | 8,592 | 12,532,523 | 86 | | 34,981 | 79,655,435 |
| 71 | | 2,679 | 3,694,435 | 87 | | 45,342 | 99,301,503 |
| 72 | | 4,608 | 6,555,951 | 88 | | 39,203 | 87,794,479 |
| 73 | | 4,053 | 6,134,496 | 89 | | 48,731 | 112,201,870 |
| 74 | | 4,854 | 8,324,511 | 90 | | 57,007 | 121,555,003 |
| 75 | | 12,488 | 15,176,161 | 91 | | 35,631 | 88,940,907 |
| 76 | | 8,660 | 12,924,826 | 92 | | 42,376 | 114,130,573 |
| 77 | | 6,955 | 13,651,596 | 93 | | 35,813 | 445,577,566 |
| 78 | | 14,513 | 23,099,896 | 94 | | 58,895 | 341,741,343 |
| 79 | | 13,555 | 22,714,369 | 95 | | 40,296 | 342,821,676 |
| 80 | | 30,754 | 45,611,601 | 96 | | 23,487 | 219,193,371 |
| 81 | | 17,974 | 39,633,976 | 97 | | 26,496 | 421,911,497 |
| 82 | | 37,506 | 77,450,701 | 98 | | 10,361 | 286,119,581 |
| 83 | | 38,751 | 79,909,819 | 99 | | 6,554 | 211,365,409 |
| 84 | | 37,129 | 74,443,856 | 총 계 | | 989,649 | 3,958,625,541 |

자료 : 지하수조사연보 (건교부, 2000)

〈표 - 4〉 지하수 이용량이 적정 개발가능량을 초과한 시·군·구 (단위 : m³/년)

| 지역 | 내용 | 시·군·구 | 개발가능량 | '98년 | | '99년 | | 증감 |
|----|----|-------|------------|------------|-------|------------|-------|----|
| | | | | 이용량 | 대비(%) | 이용량 | 대비(%) | |
| 부산 | | 남 구 | 2,679,589 | 4,064,803 | 151.7 | 4,056,688 | 151.4 | 감소 |
| | | 동 래 구 | 1,818,840 | 6,448,474 | 354.5 | - | - | 감소 |
| | | 수 영 구 | 1,090,429 | 1,718,941 | 157.6 | 1,666,058 | 152.8 | 감소 |
| | | 연 제 구 | 1,321,202 | 2,937,420 | 222.3 | 2,937,420 | 222.3 | |
| | | 영 도 구 | 1,448,072 | 3,136,769 | 216.6 | - | - | 감소 |
| | | 중 구 | 305,145 | 521,053 | 170.8 | 521,053 | 170.8 | |
| | | 해운대구 | 5,620,576 | 7,568,472 | 134.7 | 7,385,737 | 131.4 | 감소 |
| 대구 | | 남 구 | 1,825,882 | 3,056,700 | 167.4 | 3,864,071 | 211.6 | 증가 |
| | | 북 구 | 9,985,882 | 13,129,494 | 131.5 | - | - | 감소 |
| | | 서 구 | 1,831,111 | 3,089,109 | 168.7 | 3,596,436 | 196.4 | 증가 |
| | | 중 구 | 740,392 | 3,267,989 | 441.4 | 2,790,154 | 377.0 | 감소 |
| 광주 | | 북 구 | 12,065,268 | 15,338,037 | 127.1 | - | - | 감소 |
| | | 서 구 | 4,457,143 | 11,875,652 | 266.4 | - | - | 감소 |
| 경기 | | 부 천 시 | 8,518,274 | 16,652,969 | 195.5 | 14,082,074 | 165.3 | 감소 |
| 전남 | | 영 광 군 | 56,237,135 | 70,863,880 | 126 | 70,882,130 | 126.0 | 증가 |
| 경남 | | 창 원 시 | 37,785,416 | 38,516,605 | 101.9 | 41,815,968 | 111.7 | 증가 |
| 계 | | | | | 16 | | 11 | |

자료 : 지하수조사연보 (건교부, 1999, 2000)

증가했다가 '98년과 '99년말에는 16개에서 11 개소로 다소 감소하였다. 이러한 사실은 여전히 국내 지하수자원의 관리가 얼마나 허술한 상태인지를 반증해 주고 있다.

(3) 지하수 수질오염 실태

전국 지자체에서 지하수 수질검사를 실시한 결과 현행 지하수 수질기준을 초과한 것이 '95 년도에 2.1%, '96년도에 6.8%, '97년도에는 7.1%로 시간이 지남에 따라 지하수오염이 점차 심화되고 있음을 알 수 있다.

〈표 - 5〉 연도별 지하수 수질조사 결과

| 연도 | 내용 | 총계 | 합격 | 불합격 | 미기재 | 불합격율 (%) |
|-------|----|---------|---------|-------|-----|----------|
| 1995년 | | 140,083 | 137,157 | 2,926 | - | 2.1 |
| 1996년 | | 25,267 | 23,407 | 1,696 | 164 | 6.8 |
| 1997년 | | 30,302 | 27,500 | 2,107 | 695 | 7.1 |

이것은 각 지자체가 생활·공업 및 농업 용수로 사용하는 지하수를 대상으로 물시료를 채취하여 분석한 결과를 현행 지하수 수질기준(생·공·농업용수 분류기준)으로 적부판정을 한 결과로서, 이를 먹는물(음용수)기준으로 판정할 경우에는 불합격율이 이보다 훨씬 커질 것이다.

환경부의 지하수 수질측정망은 대체로 지하수 수질오염 우심지역으로 생각되는 공단, 농경지 및 기타지역 등에 소재하는 기존관정 870여개소에서 측정하고 있다. 이 관정들은 수질측정용 관측정으로 이용하기에는 부적절한 우물일 뿐만아니라 지역별, 수역별, 지질별 및 수문학적인 대표성이 없어 전국 지하수의 수질을 대표할 수 없으나, 현재 각종 용수원으로 이용되고 있는 우물들로서 그 결과에 주목이 간다. 인체에 유해한 유기독성물질인 TCE가 전체조사대상 개수의 3.6~5.6% 정도 먹는물

기준치를 초과했으며, 청색증의 원인물질인 질산성 질소는 5.7%~17.2%, COD 함량이 1~3mg/l(2급수)인 것이 33.8~48.7%, COD가 3mg/l 이상(3급수)인 것이 5.3~9.2%에 달하고 있어 그 심각성을 대변해 준다.

른 막대한 경제적 손실을 가져오고 있는 것이 현실로서 그 대응책이 시급하다.

3. 지하수 환경장애

가. 외국의 사례

지난 반세기 동안 세계인구와 식량수요가 두배 이상 증가하고 강물과 하천이 오염됨에 따라, 인류는 점차 지하수를 식수나 관개용수로 활용하는 방안을 모색해 왔다. 지하수 의존도가 증가함에 따라 이용가능한 지하수자원은 점차 줄어들고 있으며 거의 모든 대륙에서 대부분의 주요 대수층이 자연적인 함양율보다 훨씬 빠르게 소모되고 있는 실정이다. 지하수 고갈 문제는 인도, 중국, 미국, 북아프리카 그리고 중동지역에서 심각하게 진행되고 있으며, 결과적으로 매년 2,000억 m³의 물이 전 세계적으로 줄어들고 있다. 대수층에서 막대한 양의 물을 뽑아냄으로써 남아있는 지하수에 오염물질이 농축될 수 있다. 그나마 부족한 지하수 속으로 오염된 지표수나 염분을 함유한 바닷물이 들어 올 수도 있다.

〈표-6〉 지하수수질측정망의 분석결과 먹는물 수질기준 초과비율

| 연도 | 내용 | 총 갯수 | 질산성질소 | COD | | TCE | PCE |
|---------|----|------|-------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| | | | | 2급수 (1-3) | 3급수 (30이상) | | |
| 1996 | 1차 | 769 | 132 17.2 | 269 35 | 66 7.6 | 21 5.2 | 6 1.5 |
| | 2차 | 763 | 103 13.5 | 268 35.1 | 70 9.2 | 13 5.0 | 2 0.8 |
| 1997 | 1차 | 752 | 102 13.6 | 317 42.1 | 45 6.0 | 19 4.0 | 9 1.9 |
| | 2차 | 746 | 91 12.2 | 352 47.2 | 59 7.9 | 24 4.4 | 7 1.3 |
| 1998 | 1차 | 752 | 107 14.2 | 304 40.4 | 40 5.3 | 21 3.6 | 11 1.0 |
| | 2차 | 759 | 91 12 | 370 48.7 | 40 5.3 | 31 5.3 | 13 2.2 |
| 1999 | 1차 | 725 | 41 5.7 | 245 33.8 | 42 5.8 | 31 5.6 | 7 1.3 |
| | 2차 | 738 | 100 13.6 | 256 34.7 | 39 5.3 | 26 4.7 | 11 2.0 |
| 초과범위(%) | | | 5.7~17.2 | 33.8~48.7 | 5.3~9.2 | 3.6~5.6 | 0.8~2.2 |

자료 : 지하수조사연보 (건교부, 1997~2000)

위에서 살펴본 바와 같이 우리나라는 세계적으로 손꼽히는 물 부족국가이나 댐 등의 지표수개발은 환경단체의 반발과 지역이기주의 등으로 한계에 봉착하여 그 대체수원으로서 지하수에 대한 관심과 개발·이용이 날로 증가하고 있다. 그러나 급증하는 지하수의 개발·이용에 비하여 법·제도의 정비와 정부정책 및 국민의식은 이를 따라가지 못하여, 특정지역에서는 적정개발가능량을 초과하여 개발·이용되고 있다. 이러한 난 개발로 인한 폐공의 양산과 방치등과 맞물려 산업활동과 인간생활에 의한 오폐수·폐기물의 증가로 지하수 수질이 점차 저질화되어 국민보건과 건강에 치명적인 악영향을 미치고, 오염복원에 따

게다가 과도한 지하수사용으로 인해 어떤 지형적 조건에서는 대수층 침전물이 응집하여 대수층 저수량이 줄어들고, 이러한 손실들은 규모가 크며 비가역적이기도 하다. 예를들어 캘리포니아 센트럴밸리에서 응집으로 인한 저수량의 손실은 인공저수지 전체용량의 40%에 이른다. 응집된 대수층은 침전물로 인해 토지가 내려앉기도 한다. 멕시코시티, 북경과 중국의 45개 도시를 포함한 인구밀집지역에서 이러한 지반침하 발생이 보고된 바 있다.

일단 오염물질이 지하수속으로 들어가면 오염은 계속 유지된다. 대수층은 일반토양보다도 용존산소나 미네랄, 세균 등이 훨씬 적다. 게다가 대부분의 대수층은 규모가 어마어

마하며 막대한 물을 담수하고 있어 인간이 접근하기도 힘들고, 실제 정화하기란 거의 불가능하다. 위기가 드러났을 때, 우리는 단지 위기의 엄청난 규모만을 이해하기 시작했을 뿐이며, 이로 인한 손실정도를 어렵פות이 인식했을 뿐이다. 규모가 엄청나고 멀리까지 영향이 미치며 감시비용마저 너무 커서 대부분의 나라들은 보통 자국의 대수층 상태를 파악하지 못하고 있다. 현재까지 알려진 개략적인 지하수 위험 영향권과 직면하게 될 위험요인

을 예측할 수 있다.

앞에서 언급한 대수층 오염사건들에는 한가지의 공통점이 있다. 즉 전세계 인구팽창지역에서 의도하지는 않았지만 우물을 오염시켰던 탓에 결국 중요한 담수공급원을 잃어버리고 말았다는 것이다. 몇몇 도시들은 지하수를 활용할 수 없게 되자 지하수 사용금지 등 대응 방안을 시도하였다.

미국 국립연구위원회 과학자들은 미국에서 지하수가 심각하게 오염된 30만~40만개 지

〈표-7〉 지하수의 위험요인별 영향 및 주요 위험지역

| 위험요인 | 발생원 | 고농도 하에서 건강과 생태계 영향 | 주요 위험지역 |
|--------|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| 질산염 | 화학비료 유출/축산 분뇨 및 기타 | 뇌에 도달하는 산소량 감소로 인한 유아시맹(청색증)/소화기관 질병 및 암/녹조 현상 및 지표수의 부영양화 | 미국 중서부, 중국북부평원, 인도북부, 동유럽 일부 |
| 농약 | 경작지, 정원, 골프장으로 부터의 유출/매립지 침출수 | 유기염소는 야생동물의 생식교란/유기 인산염은 신경계 손상 및 암 유발 | 미국 일부지역, 중국, 인도 |
| 석유화학물질 | 지하석유 저장탱크 | 벤젠 및 기타 석유화학물질은 저농도로도 암 유발 | 미국, 영국, 구 소련 일부 |
| 염소계용매 | 금속과 플라스틱 탈지공정/직물세탁/전기 및 항공기 제조 | 생식교란 및 암유발 | 캘리포니아, 동아시아 산업지대 |
| 비소 | 자연발생 | 신경계 및 간 손상/피부암 | 방글라데시, 벵골 서부, 인도, 네팔, 대만 |
| 중금속 | 광산 폐기물 및 신광 찌꺼기/매립/유해성 폐기물 투기 | 신경계 및 신장 손상/신진대사 중단 | 미국, 중앙아프리카, 동유럽 |
| 방사능물질 | 핵실험 및 의료 폐기물 | 암발생 가능성 증가 | 미국서부, 구 소련 일부 |
| 불소화합물 | 자연발생 | 치아문제/척추 및 골격손상 | 중국 북부, 인도 서북부, 스리랑카 일부, 태국 및 동아프리카, |
| 염분 | 해수유입 | 식수와 관개용수로 사용불가 | 중국, 인도, 멕시코만, 플로리다의 해안지역, 호주, 태국 |

자료 : 지구환경보고서 2001 (생태사회연구소 2001)

〈표 - 8〉 화학적 오염으로 인해 사용 금지된 대수층의 사례

| 지역 | 화학물질 | 평가 |
|----------------|--------------------------------|--|
| 태국 방콕 | 염분 | 과다한 지하수 사용으로 인해 바닷물이 대수층으로 유입됐으며, 염분농도가 60배 이상 증가하여 많은 우물을 폐쇄함 |
| 미국 캘리포니아 산타모니카 | 휘발유 첨가제 (MTBE) | 석유 유출로 인해 MTBE 농도가 기준치의 30배를 초과하여, 지역용수의 50%를 공급하던 우물을 전부 폐쇄함 |
| 중국 심양 | 질산염, 암모늄, 기름, 페놀 그리고 기타 산업 폐기물 | 과다사용과 오염으로 인해 관계당국은 지하수를 훨씬 비싼 지표수로 대체함 |

자료 : 지구환경보고서 2001 (생태사회연구소 2001)



〈그림 - 2〉 미국 LOVE CANAL 지역은 지하수 오염에 의한 암, 호흡곤란, 간·신장질환, 높은 유산율, 출산결함, 염색체손상 등 질병의 만연으로 1978년 미정부 재해 지역으로 선포되어 800세대 영구이주 및 지역폐쇄

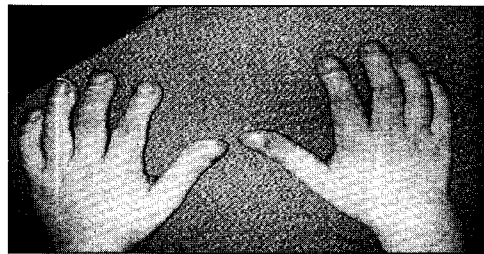
역을 정화하는데 드는 비용이 앞으로 30년 동안 1조달러 정도될 것으로 추정하고 있다 (1980년에 「수퍼펀드」 법이 통과된 이래로 지금

까지 4,000개 지역에서 정화작업이 진행됐다). 세계적인 수문지질학자인 앤드류스키너는 다음과 같이 말하고 있다.

“예방만이 유일하게 믿을 만한 전략이다.”



〈그림 - 3〉 가자지구 지하수지원고갈 보도



〈그림 - 4〉 질산성 질소가 과다 함유된 지하수를 장기 복용한 유아의 손(청색증)

나. 국내 사례

최근들어 국내에서도 지표수개발의 한계붕착과 지하수개발·이용의 편리성에 따라 지하수이용량이 매년 동강댐 용수이용계획량이었던 약 3.2억 m³/연씩 급증하고 있으며, 생활·공업·농업 및 산업폐수와 폐기물의 배출로 환경오염이 심화되고 있다. 이와함께 무분별한 지하수의 난개발로 폐공이 양산되어 지하수오염이 가속되고, 무계획적인 과잉양수 등으로 인하여 지반침하와 함께 해안·도시지역에서의 해수침투에 의한 염수오염이 발생하고 있다.

'99년 국토개발연구원의 조사결과 환경오염 유발공장의 80% 이상이 농촌지역에 편중되어

있어 농촌지하수의 오염이 심화되고 있으며, 전국의 폐공발생도 '96년 15,724공이던 것이 '99년에는 35,900공으로 두배 이상 증가했으며, '98년 농진청의 전국 195개소 시설농업 지하수 수질검사결과 22%인 43개소가 농작물재배 수질기준치를 초과한 것으로 나타났다. 한국농촌경제연구원에 의하면 이러한 농업환경 오염에 따른 사회적 비용이 매년 2조 7천억원 정도 소요될 것으로 추정하고 있다.

그 실례로서 부산시 문현금융단지 조성예정

지구는 '60년대부터 군 정비창으로 사용중에 유류로 오염된 지역으로서 금융단지 조성을 위한 터파기 과정('98)에서 지하수 및 토양오염이 발견되어 공사가 중지되었으며, 2000. 12월부터 140억원을 들여 오염복원사업을 시행중에 있다.

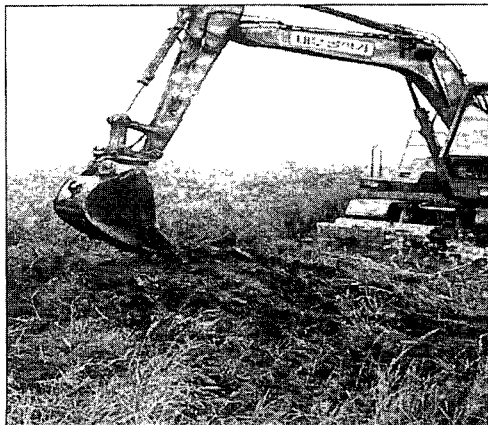
이와같이 수년동안 감추어졌던 지하수(토양)오염은 잠복후 반드시 훗날 막대한 피해와 댓가를 치루는 시한폭탄과 같다는 교훈을 주며, 사전예방의 중요성을 다시한번 일깨워 주고 있다.



〈그림 - 5〉 쓰레기장으로 변해버린 농지, 지하수 오염이 우려된다.



〈그림 - 7〉 지하수 과다채수로 인한 지반침하현장 (전남 무안읍)



〈그림 - 6〉 매립장 주변 침출수로 인한 지하수·토양 오염사례



〈그림 - 8〉 지하수·토양오염복원 현황

4. 농업·농촌용수종합이용 계획

21세기에는 세계적으로 물부족 현상이 더욱 심화될 것으로 전망되며, 우리나라도 예외가 아니어서 농업용수 개발이 미흡한 실정으로서 농림부에서는 지속적이고 안정적인 영농을 위한 용수 확보와 합리적인 이용·배분 및 수질 관리·보전을 위해 「농업·농촌용수 종합이용계획」을 1999. 11월 관계부처와 협의를 거쳐 수립하였다.

본 계획에 의하면 '98년말 현재 농업·축산 및 생활·공업·환경용수의 연간 공급량을 112억 m³으로서 지표수가 87.5%(98억m³), 지하수가 12.5%(14억m³)를 차지하는 것으로 조사되었으며, 2011년의 필요수량은 179억 m³으로 추산되어 이를 위해 향후 72억 m³의 추가공급 계획을 수립하였다. 향후개발 계획은 지표수가 45억m³(63%), 지하수는 27억m³(37%)을 공급하는 것으로 계획되어, 농촌용수로서 지하수의 이용율이 '98년 12.5%에서 37%로 2배이상 크게 확대 계획되어 있다.

이와 같이 지하수이용량이 크게 증가하는 것으로 전망됨에 따라 그 부작용으로 지하수 자원의 국부적인 고갈, 오염 및 지반침하현상 등이 예상된다. 따라서 이러한 지하수 환경장애를 적극적으로 사전예방함으로써 풍부하고 깨끗한 지하수를 농촌용수로 공급할 수 있으며, 지하수환경장애 극복을 위한 비용을 크게 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 농촌지역 지하수 보전·관리 대책

가. 사업개요

농촌지역 지하수 보전관리사업은 농촌지역의 지하수이용량이 급증하고, 오염이 확산됨에 따라 「농업·농촌용수종합이용계획」에 의한

지하수의 계획적인 개발과 합리적인 이용·배분 및 수질관리·보전을 목적으로 추진한다.

주요 조사내용은 농촌용수구역(464지구) 단위로 지하수부존량, 오염원, 이용현황 및 영향조사, 지하수 최적이용관리시스템 구축, 관측망 운영 및 수문지질도 작성 등이며, 이를 토대로 지하수자원의 최적 이용·관리기반을 구축함으로써 난개발 및 지하수환경재해를 방지하게 된다. 본사업은 조사의 전문성과 통일성 및 자료의 신뢰도 확보를 위하여 지하수관련 전문기관인 농업기반공사로 하여금 시행토록 하고 있다.

나. 추진계획

2001년부터 시행하는 농촌지하수 보전·관리대책은 농촌용수구역으로 설정된 464지구중 보전·관리가 시급한 지역부터 단계적으로 시행하여 효율적인 지하수자원 관리가 되도록 계획되어 있다. 2001년은 처음으로 수질악화, 지반침하, 수량고갈 및 해수침투 등으로 지하수 오염확산방지 대책이 시급한 3개지역을 선정, 시범사업으로 시행하여 사업평가 및 기준정립을 하고, 시범사업 결과를 토대로 2011년까지 지하수장애 및 오염우심 지역에 대하여 연차적으로 확대 시행할 예정이다.

2001년 시행지구는 신공단지 조성 등 경제여건 변화로 지하수이용이 급증하여 수질악화와 수량고갈이 우려되는 경기도 화성군의 화남 2지구, 지반침하등 지하수 재해발생이 있었던 전남 무안군의 무망지구, 공단지건설 등 지역여건 변화에 따라 농업용수가 부족한 경남 김해시의 김진지구 등 3지구이다.

다. 조사방법

지하수보전·관리조사는 지하수 업무지원시

시스템 구축과 수질오염과 지하수 장애를 예·경보 할 수 있는 관측정 모니터링시스템으로 구성된다. 지하수 업무 지원시스템은 합리적인 지하수개발 계획과 지하수의 인허가 업무 및 오염유발시설 위치선정 등을 자동화하여 실무에 이용하기 위한 것으로 자료수집과 현장조사, 시스템구축, 지하수 유동모델링 등을 수행한다. 관측정 모니터링시스템은 지하수의 수질과 수위를 실시간으로 모니터링하기 위하여 관측정의 위치와 규모설정, 관측정 시추, 관측장비 설치 및 자료취득의 단계로 구성되어 있다.

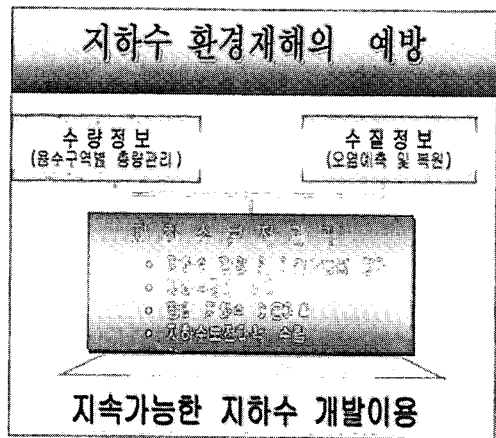
현장조사는 관정현황조사(이용실태, 시설물 규모, 이용현황), 간이수질검사, 지하수위조사, 잠재오염원 및 수질분석을 중점으로 조사하며, 지하수조사시 일반적으로 이루어지는 양수시험과 물리탐사 등 지하수 수리지질조사에 대하여는 기실시된 자료를 수집·분석하여 정리하고 기초자료가 미흡한 지역에 한하여 조사한다. 조사대상 중 충적지하수는 지하수 보전·관리의 중점 조사대상으로 오염상태 및 수문지질 등 모델링 기법을 이용하여 현재상태 및 향후 예측을 실시하고, 암반지하수는 현재 이용상태에 중점을 두고 이용상의 수질 또는 지하수의 고갈 등을 조사한다.

지표수는 지하수와 연계되어 오염 또는 수량 문제점의 원인 파악을 잠재오염원과 관련하여 조사하며, 수질오염조사는 대상지역이 농촌지역임을 감안하여 농약, 비료 등 비점오염원조사에 중점을 두고, 각 용수구역의 면적 및 지하수질 오염정도, 지하수장애 현상 발생정도 등 현황이 매우 상이하므로 지구특성을 파악하는 것이 중요하며 공종별 조사량은 지구여건에 따라 조사 항목 및 조사량을 조정한다.

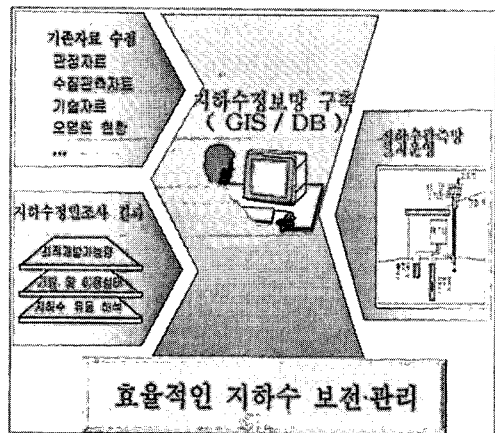
라. 농촌지역 지하수 보전·관리시스템

지하로 각종 오염물질이 유입되지 않도록

철저히 보호하면서 동시에 최적의 상태로 개발·이용하고 유지·관리하여 지속가능한 개발(ESSD)을 도모하는 기법인 『지하수의 최적관리기법』을 이용하여 농촌지역 지하수자원에 대한 보전·관리시스템을 구축할 예정이다. 이렇게 함으로써 지하수 난개발과 오염을 방지하며, 지하수정보 분석이 상시 가능하게 된다.



〈그림 - 9〉 지하수 최적관리기법 모식도

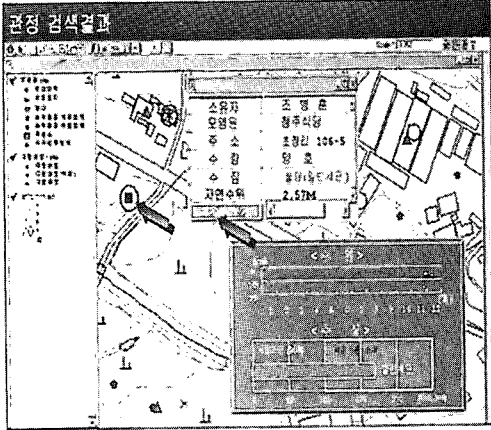


〈그림 - 10〉 지하수보전관리시스템 모식도

마. 기대효과

농촌지역 지하수 보전관리대책은 농촌지역

의 소중한 지하수자원을 지속적으로 보전관리하여 후손에 물려줄 수 있는 토대마련을 위하여 시행하는 것으로서 그 효과는 다음과 같다.



〈그림 - 11〉 지하수보전관리시스템에 의한 검색 : 관정검색 결과



〈그림 - 12〉 지하수보전관리시스템에 의한 정보분석 : 지하수 오염취약성 평가

- 지하수오염의 사전예방으로 막대한 정화비용 대폭절감
(부산시 문현지구 유류오염지역(32천평)의 경우 오염토양·지하수 정화비용으로 약 140억원 소요)

- 농촌지역 지하수자원의 효율적 개발·이용 및 보전·관리 정책수행
 - 구축된 정보망을 활용한 효율적인 지하수개발·이용·관리
 - 농촌지역 지하수환경재해 방지를 위한 자료제공 및 기술지원
 - 지하수 시설물 유지관리를 위한 정보제공
 - 지하수보전구역 지정 관련자료 제공
 - 지하수개발 전 지하수환경영향조사 자료 제공
 - 지하수개발 관련 인·허가 검토자료 제공
 - 지하수시설 설치계획 심의자료 제공
 - 오염위해시설 설치 및 이전 심의자료 제공
 - 각종 국토개발시 지하수정보자료 제공
 - 지하수오염 우심지역에 대한 오염방지 대책 수립
 - 지하수오염 심화지역에 대한 오염복원 계획 수립자료 제공

- 농촌지역 지하수의 난개발을 막고 수질 오염을 예방
 - 지하수 폐공감소로 개발비 절감 및 지하수오염방지
(’99년에 발생한 폐공 7,189공중 허가·신고관정 3,053공의 50%만 줄여도 매년 약 150억원의 시추비용 절감 가능)