

제주도 농업용 관정의 양수량 신장피 지하수 이용특성 연구

박원배, 고기원*, 김봉석*, 문덕철**, 양성기**

제주발전연구원, *제주도광역수자원관리본부, **제주대학교 해양토목공학과
(e-mail : gwpark@provin.jeu.kr)

<요약문>

제주도내에 개발·이용 중인 사설 농업용 44개 관정을 대상으로 2002년 11월부터 2003년 11월까지 1년간 지하수 이용량 모니터링 조사를 실시하였다. 재배작물 유형별 지하수 이용특성을 평가한 결과, 밭작물은 대체로 9월에서 11월 초순까지 집중적으로 지하수를 이용하고 있으며, 시설하우스의 경우에는 2월에서부터 10월말까지 비교적 지속적으로 지하수를 이용하고 있는 것으로 분석되었으나, 노지 감귤원은 가뭄이 아닌 경우에는 농약살포 시 매우 소량의 지하수를 이용하고 있으며 이용시기도 매우 불규칙한 것으로 조사되었다. 평균 총 가동 일수는 시설하우스 및 밭작물에 혼용으로 사용하고 있는 지하수 관정의 128일로 최대치를 나타내고 있으며, 연간 지하수 총 이용량의 경우도 관정 가동 일수와 같은 경향을 나타내고 있다. 단위 면적(ha) 당 지하수 일 평균 이용량은 시설하우스가 74m³/일로 가장 많았고 밭작물이 50m³/일로 조사되었다. 원격검침 시스템에 의해 얻어진 모니터링 데이터로부터 산정된 양수량과 계량기 검침에 의한 양수량과의 관계를 비교 분석한 결과, 상관계수가 $R^2 = 0.997$ 을 나타내 수중모터펌프 가동시간 모니터링에 의한 양수량 산정방법이 매우 유효함이 입증되었다.

Key word : 원격검침 시스템, 농업용 관정, 지하수 양수량, 전력소비량

1. 서론

지하수 이용량 모니터링은 전체적인 지하수 이용규모를 파악함은 물론 유역별 적정 개발량·지하수 개발량·이용량간의 상호 관계에 대한 비교분석을 통해 지하수관리 목표를 설정하는데 없어서는 안 될 중요한 기초 자료가 된다. 제주도내에는 2003년 12월말 현재 총 4,832공(조사·연구용 77공 제외)의 관정이 개발되어 있으며, 특히 농축산업용 관정은 지하수 이용시기가 불연속적일 뿐만 아니라 지하수 관정 수도 3,176공에 이르기 때문에 1일 단위로 이용량 조사가 곤란하여 일정 기간 동안 대표 관정에 대한 월 단위 모니터링을 통해 지하수 이용량 규모를 파악하고 있는 실정이다. 제주도에서는 지하수 이용량 통계자료의 중요성을 인식하고, 보다 과학적이고 체계적으로 지하수 이용량을 산정하기 위해 2002년도부터 사설 농업용 관정을 대상으로 지하수 이용량 원격검침 시스템을 설치·운영하고 있다. 이 시스템이 설치된 관정의 지하수 이용량을 분·시간·일 단위로 파악이 가능하여 지하수 이용량, 이용시기, 전력사용량과 지하수 취수량과의 관계 등 다양한 분석을 할 수 있는 기반이 마련되어 지하수 이용량 규모를 파악하는데 큰 도움이 되고 있다. 본 연구에서는 원격검침 시스템이 설치·운영되고 있

는 44개 관정을 대상으로 1년간 원격검침 시스템에 의해 얻어진 모니터링 데이터를 기초로 재배작물별 지하수 이용특성과 지하수 관정의 양수량 산정결과에 대한 적정성을 평가하는데 중점을 두었다.

2. 조사지역

본 연구에서는 제주도광역수자원관리본부에서 2002년부터 지하수 이용량 원격검침 시스템 설치·운영 중인 44개소 관정을 대상으로 관정별 지하수 관정 가동 일수, 양수량, 양수에 따른 전력사용량, 단위면적 당 지하수 이용량을 2002년 11월 14일부터 2003년 11월 30일까지 조사하였다(그림 1). 또한, 지하수 이용량 원격검침 시스템이 설치된 관정 소유주와의 면담조사를 통해 재배작물 유형, 재배면적, 농약 및 관수방법 등을 파악하였다. 특히, 지하수 이용량 원격검침 시스템으로부터 얻어진 모니터링 자료를 기초로 산정된 양수량을 전력사용량, 계량기 검침에 의한 양수량 등과 비교분석을 통하여 평가하였다.

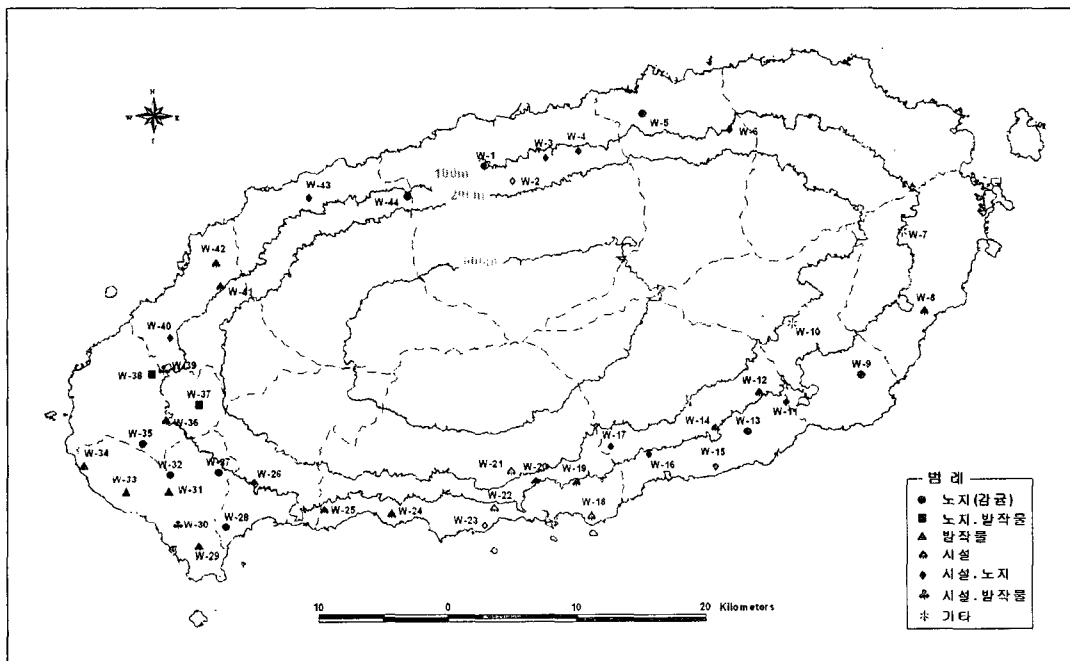


그림 1. 지하수 이용량 원격검침 시스템 설치 관정현황

3. 조사결과

본 연구에서는 제주도에서 주로 재배되고 있는 작물의 종류를 감안하여 크게 6가지 작물재배 유형으로 분류하고, 총 44개 모니터링 관정을 선정하여 지하수 이용특성을 분석하였다. 노지 감귤원은 9개소에 설치된 지하수 관정의 지하수 이용특성을 보면, 연간 지하수 이용량은 감귤원에 따라 차이를 나타내고 있으나, 지하수 이용량은 타 작물에 비해 월등히 적어 평균 총 이용량은 123m³ 정도로 조사되었다. 노지 감귤원에서 지하수는 대부분 농약살포 시 이용하고 관수는 가뭄이 아닌 경우에는 실시하지 않고 있는데서 비롯되는 현상으로 해석된다. 또한, 감귤원마다 소 용량의 저류조 또는 물탱크 시설을 갖추어 있어 빗물을 받아 사용하는 경우가 많기 때문에 노지에 재배하는 감귤에는 많은 양의 물을 필요로 하지 않는 것으로 판단된다. 시설하우스에 이용하고 있는 13개소 관정의 지하수 이용특성은 연간 100일에서 150일 정도 지하수를 이용하고 있으며 일평균 ha 당 50~60m³/일의 지하수를 이용하고 있다. 따

라서 시설하우스 가동 일수, 관정 가동의 지속성, 일평균 이용량 및 단위 면적당 이용량 등을 고려하면 조사대상 작물재배 유형 6가지 중에서 지하수를 가장 많이 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 시설하우스 및 노지감귤에 겸용으로 이용하고 있는 11개소 관정의 지하수 이용특성을 보면, 총 가동 일수는 평균 56일이며, 일평균 이용량 40m³/일로 조사되었다. 지하수 평균 총 이용량 2,030m³이고 단위 면적(ha) 당 평균 이용량은 평균 26.3m³/일로 조사되어 노지 감귤원에서의 지하수 이용량이 연간 평균 123m³을 감안 하면, 지하수 이용량 대부분은 시설하우스 시설에 이용하고 있는 것으로 판단된다. 시설하우스 및 밭작물에 겸용으로 이용하고 있는 관정의 이용특성을 보면, 총 가동 일수는 49~207일이며, 총 이용량은 2,668~23,479m³, 일평균 이용량 54~113m³/일, 단위 면적(ha) 당 평균 이용량은 20.6~31.7m³/일로 조사되었다. 노지 감귤원 및 밭작물에 겸용으로 이용하고 있는 관정의 이용특성을 보면, 총 가동 일수는 6~15일이며, 총 이용량은 940~1,080m³, 일평균 이용량 72~157m³/일, 단위 면적(ha) 당 평균 이용량은 32.6~52.7m³/일로 조사되었다. 밭작물 전용으로 이용하고 있는 4개소 관정의 지하수 이용특성을 보면, 총 가동 일수는 24~69일이며, 총 이용량은 1,277m³~6,520m³, 단위 면적(ha) 당 이용량 16m³~78m³/일(평균 50m³/일)로 조사되었다. 밭작물 재배에만 이용하고 있는 지하수 관정은 대체로 9월에서 11월 초순까지 집중적으로 지하수를 이용하고 있는 것으로 조사되었다. 또한, 전술한 6가지 재배작물 유형별 지하수 이용특성을 평가하기 위해 재배 작물별 평균 급수면적, 평균 총 가동 일수, 평균 총 이용량, 일평균 이용량 등을 정리하여 <표 1>에 나타내었다.

표 1. 재배작물 유형별 지하수 이용특성

재배 작물별	급수면적(ha)	총 가동 일수(일)	총 이용량 (m ³)	평균이용량 (m ³ /일)	최대이용량 (m ³ /일)	단위면적 당 평균 이용량(m ³ /d /ha)
노지감귤	1.7	12.0	123.3	10.3	26.9	7.6
노지 및 밭작물	2.6	10.5	1,010.2	114.3	211.2	42.7
밭 작 물	2.2	43.8	4,470.0	104.8	279.5	49.6
시설하우스	1.0	73.8	4,060.6	50.3	188.6	73.9
시설 및 노지	2.0	56.4	2,030.4	40.0	143.9	26.2
시설 및 밭작물	3.6	128.0	13,073.5	83.9	356.4	26.2

6가지 작물재배 유형별 지하수 이용특성을 평가한 결과, 연간 지하수 관정 가동 일수는 시설하우스 및 밭작물에 이용하는 지하수관정이 128일로 최대치를 보이고 있으며, 시설하우스(74일), 시설하우스 및 노지 감귤원(56일), 밭작물(44일) 순으로 조사되었다. 연간 지하수 총 이용량의 경우, 관정 가동 일수와 비슷한 경향을 보이며 시설하우스 및 밭작물을 혼용하는 경우가 최대치를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 일평균 지하수 이용량은 노지감귤 및 밭작물을 함께 재배하는 작목이 114m³/일로 최대치를 나타냈고, 밭작물(105m³/일), 시설하우스 및 밭작물(84m³/일), 시설하우스(50m³/일) 순으로 분석되었다. 일 최대 지하수 이용량은 시설하우스 및 밭작물이 최대치를 나타냈고, 밭작물과 노지 감귤원 및 밭작물 작목 순으로 분석되었다. 단위 면적(ha) 당 지하수 일평균 이용량은 시설하우스가 74m³/일로 가장 많았고 밭작물(50m³/일), 노지 감귤원 및 밭작물(43m³/일), 시설하우스 및 밭작물(26m³/일) 순으로 조사되었다. 이상과 같은 결과를 종합하면, 농업용수 주 이용 대상은 시설하우스와 밭작물이며, 지하수 이용량은 이 두 가지 작목을 함께 재배하는 경우가 단독으로 재배하는 때보다 훨씬 많아지고 있는 것으로 분석되었다.

원격검침에 의해 산정된 양수량이 적정하게 산정되었는지를 평가하기 위해 조사대상 관정 중 분당 출수량과 계량기 검침이 가능한 15개 관정을 대상으로 원격검침 양수량과 계량기 검침에 의한 양수량과의 관계를 비교분석하였다(그림 2). 원격검침 시스템에 의해 얻어진 모니터링 테이터로부터 산정된 양

수량과 계량기 검침에 의한 양수량과의 관계를 분석한 결과, 상관계수가 $R^2=0.997$ 을 나타내 수중모터 펌프 가동시간 모니터링에 의한 양수량 산정 방법이 매우 유효함이 입증되었다.

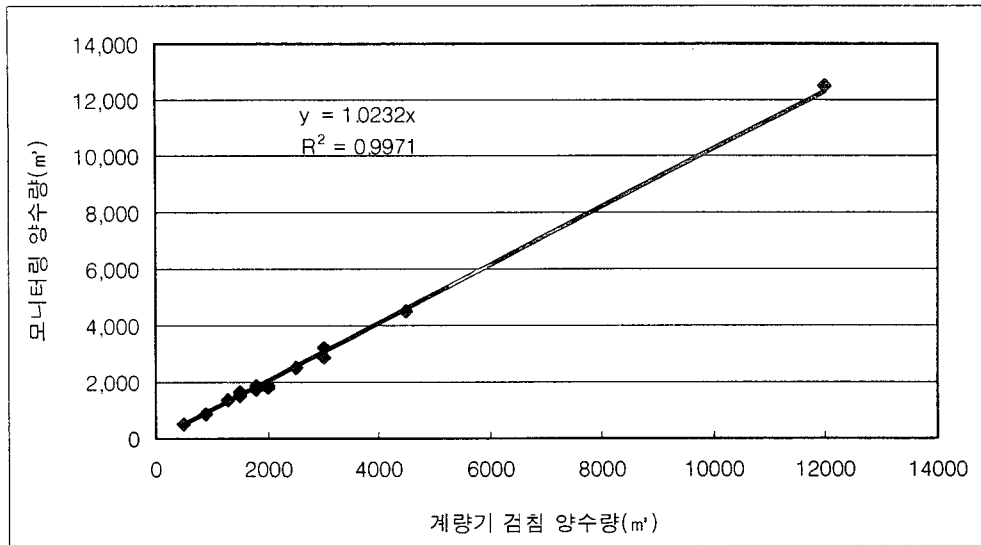


그림 2. 계량기 검침에 의한 양수량과 원격검침 양수량과의 관계

4. 지하수 관정의 양수량 산정을 위한 향후 과제

첫째, 현재 제주도광역수자원관리본부에서 설치·운영 중에 있는 방식과 같은 원격검침 시스템을 500여개소로 확대하여 표고별, 양정별, 지역별, 수중모터펌프 용량별의 양수량과 전력소비량 간의 상관관계를 분석하여 경험식을 개발하여야 한다. 둘째, 원격검침 시스템이 설치되어 있지 않은 관정을 200여개소 선정하여 일정주기로 계량기 및 전력량계를 최소 1년 이상 검침하고 검침자료를 원격검침 시스템에 의해 개발된 표고별, 양정별, 수중모터펌프 용량별 등을 고려해 개발한 경험식을 전력소비량 자료에 적용시켜 양수량을 산정함과 아울러, 산정결과를 계량기 검침에 의한 양수량과의 차이에 대한 비교 검토를 통하여 오차 발생원인을 분석한 후 경험식을 수정·보완해야 한다. 셋째, 현재 이용중인 지하수 관정으로 인입된 전기를 단독으로 시설하여 전력사용량 자료를 확보할 수 있도록 해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 제주도, 2000, 제주도 지하수 보전·관리계획 보고서
- 농업기반공사·농어촌연구원, 2002, 제주도 발관개 용수량 산정법 정립에 관한 연구(I)
- 제주발전연구원·제주도광역수자원관리본부 2003, 제주도 농업용 관정의 양수량 산정과 지하수 이용 특성 연구
- 제주도, 2003, 제주도 농업용수 종합계획수립 보고서