

신 수문학적 토양군에 따른 도서지역의 지하수함양량

Groundwater Recharge Using New Hydrologic Soil Group to the Island Area

이승현*, 배상근**

Seung Hyun Lee, Sang Keun Bae

요 지

수자원의 공급적인 측면에서 내륙지역에 비하여 불리한 도서지역은 단기간의 가뭄에도 생활용수가 고갈되어 매년 상습적인 식수난을 겪고 있는 상태이다. 전국 3,170개 섬 중 491개 유인도에 831,295명(2003년)이 거주하고 있으나 상수도 보급률은 28.7%에 불과하다(환경부, 2005). 나머지 71.3%의 도서지역 주민들은 간이 급수시설, 우물, 지붕수 등을 생활용수로 이용하고 있다. 이와같이 도서지역은 상수도 보급율이 열악하여 지하수자원에 대한 의존도가 내륙지역에 비하여 높아 지하수자원을 통해 부족한 용수를 공급받아야 할 실정이다. 용수공급을 위한 지하수의 개발을 위해서 무엇보다 선행되어야 할 것은 도서지역의 지하수개발가능량 평가이며 이의 평가를 위해서는 지하수함양량의 파악이 이루어져야 한다.

지하수함양량 산정 기법 중 하나인 NRCS-CN방법은 선행강우조건, 토지피복상태, 수문학적 토양군 등의 인자들에 의해 산정되어진다. 수문학적 토양군의 경우 대부분의 연구에서 정정화 등(1995)에 의해 분류된 자료가 이용되고 있었으나 최근 정광호 등(2007)에 의하여 수문학적 토양군이 재분류 되었다. 본 연구에서는 NRCS-CN방법을 이용하여 식수난에 어려움을 겪고 있는 우리나라 서남해안의 14개 도서지역에 대하여 수문학적 토양군의 1995년 분류와 2007년 분류를 적용하여 지하수함양량을 산정하고 비교하였다.

1995년 분류와 2007년 분류에서 지하수함양량과 함양률은 개도, 생일도, 보길도를 제외한 도서지역은 1%미만의 차이로 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 개도, 생일도, 보길도는 1995년 분류에 비하여 2007년 분류에서 2.2%~2.8% 감소하였다. 따라서 대상지역의 수문학적토양군의 재분류에 의한 지하수함양량 및 함양률의 차이가 미미함을 알 수 있었다.

연평균 함양량은 1995년 분류와 2007년 분류에서 수도가 590.8mm, 583.5mm로 최대값을 가지며 가파도가 270.2mm, 270.5mm로 최소값을 가지는 것으로 나타났다. 함양률의 경우 1995년 분류에서는 개도가 29.8%의 최대값을 나타내었고 가파도가 23.3%의 최소값을 가지는 것으로 나타났으며 2007년 분류에서는 사량도 상도가 28.5%의 최대값을 나타내었고 가파도가 23.3%의 최소값으로 나타났다.

핵심용어 : 지하수, 지하수함양, NRCS-CN방법

* 정회원 · 계명대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : sope365@kmu.ac.kr
** 정회원 · 계명대학교 토목공학과 교수 · E-mail : skbae@kmu.ac.kr

1. 서론

도시지역과 같이 내륙지역에 비해 상수도 공급이 어려운 지역에서는 간이 급수시설, 우물, 우수 및 해수담수화 등을 생활용수로 이용한다. 지하수는 도시지역에서 반드시 필요한 수자원의 공급원이며 지하수 이용은 현실적으로 가장 효율적인 용수수요 대처방안이라 할 수 있다. 용수공급을 위한 지하수의 개발을 위해서 선행되어야 할 것은 도시지역의 지하수개발가능량 평가이며 이의 평가를 위해서는 지하수함양량의 파악이 이루어져야 한다.

지하수함양량 산정 기법 중 하나인 NRCS-CN방법은 선행강우조건, 토지피복상태, 수문학적 토양군 등의 인자들에 의해 산정되어진다. 수문학적 토양군의 경우 대부분의 연구에서 정정화 등(1995)에 의해 분류된 자료가 이용되고 있었으나 최근 정광호 등(2007)에 의하여 수문학적 토양군이 재분류 되었다. 본 연구에서는 NRCS-CN방법을 이용하여 식수난에 어려움을 겪고 있는 우리나라 서남해안의 14개 도시지역에 대하여 수문학적 토양군의 1995년 분류와 2007년 분류를 적용하여 지하수함양량을 산정하고 비교하였다.

2. 대상구역의 선정

표 1. 연구대상도시의 현황

도시명	면적 (km ²)	연평균 강수량 (mm)	강우 관측소	식수원 공급형태
수도	0.277	2,154.2	거제	해수 담수화
사량도 상도	10.817	1,593.5	통영	(계획)
개도	9.782	1,515.5	여수	암반관정
생일도	14.166	1,710.4	완도	(계획)
보길도	33.467	1,710.4	완도	(계획)
관사도	1.070	1,422.6	해남 진도	암반관정
장산도	26.224	1,266.7	목포	암반관정
비금도	46.709	1,266.7	목포	암반관정
병풍도	1.869	1,266.7	목포	암반관정
장고도	1.287	1,272.2	보령	해수 담수화
대난지도	4.264	1,343.3	서산	(계획)
신도	6.836	1,280.0	인천	(계획)
주문도	4.652	1,395.7	강화	(계획)
가파도	0.841	1,159.1	고산	암반관정



그림 1. 연구대상지역

NRCS-CN방법의 적용을 위하여 대상도서를 다음과 같은 조건을 반영하여 선정하였고 일부의 도서로 우리나라 전체 도서의 특징을 나타내어야 하므로 지역적인 특징을 고려하여 전국의 해안을 대상으로 지역별로 대상도서를 배치하였다(표 1). 연구대상도서는 남해안 6곳, 서해안 8곳을 선정하였으며 그림 1에 연구대상도서가 나타나 있다.

- 기저유출이 발생하는 대규모의 자연하천이 존재하지 않는 도서
- 인근에 장기간의 자료를 확보할 수 있는 강우관측소가 존재하는 도서
- 정부시행 도서지역 식수원개발사업의 지원을 받고 있는 도서
- 지역의 안배
- 향후 지속적인 추가연구의 가능성이 있는 도서

3. NRCS-CN방법에 의한 도서지역의 지하수함양량 산정

3.1 도서별 지하수함양량 산정(예시:수도)

표 2. 수도의 연도별 지하수함양량 및 함양률

수도							
연도	강우량 (mm)	함양량(mm)		함양량 증감 (mm)	함양률(%)		함양률 증감 (%)
		1995년 분류	2007년 분류		1995년 분류	2007년 분류	
1996	1555.0	445.9	440.7	-5.2	28.7	28.3	-0.4
1997	2035.5	565.5	557.6	-7.9	27.8	27.4	-0.4
1998	2748.8	708.7	697.8	-10.9	25.8	25.4	-0.4
1999	3397.4	912.8	898.7	-14.1	26.9	26.5	-0.4
2000	1679.4	437.1	434.7	-2.4	26.0	25.9	-0.1
2001	1449.0	400.9	398.7	-2.2	27.7	27.5	-0.2
2002	2678.5	723.4	710.0	-13.4	27.0	26.5	-0.5
2003	2713.6	721.1	713.1	-8	26.6	26.3	-0.3
2004	1838.4	582.0	577.1	-4.9	31.7	31.4	-0.3
2005	1446.6	410.2	407.0	-3.2	28.4	28.1	-0.3
평균	2154.2	590.8	583.5	-7.3	27.4	27.1	-0.3

표 2에 수도의 연도별 지하수함양량 및 함양률과 분류기준에 따른 증감량이 나타나 있다. 본 표에 의하면 수도의 경우 1996년~2005년의 자료를 바탕으로 함양량과 함양률을 산정한 결과 연구기간 전체 평균 2,154.2mm의 강우량에 평균 함양량이 1995년 분류 기준에서 590.8mm, 2007년 분류 기준에서 583.5mm로 나타났으며 평균 함양률이 1995년 분류 기준에서 27.4%, 2007년 분류 기준에서 27.1%로 나타났다.

분류기준에 따른 수문학적 토양군의 변화로 인한 전체 지하수함양량 및 함양률에는 미소한 차이만을 나타내고 있다.

3.2 도서지역 전체 지하수함양량 산정 결과

전국의 14개의 도서에 대하여 10년(1996~2005) 간의 1995년 분류에 따른 지하수함양량과 2007년 분류에 따른 지하수함양량을 산정하고 비교하였다.

표 3. 도서지역의 지하수함양량

도서명	연평균 강우량 (mm)	연평균함양량 (mm)		연평균 함양량 증감(mm)	연평균함양률 (%)		연평균 함양률 증감(%)
		1995년 분류	2007년 분류		1995년 분류	2007년 분류	
수도	2,154.2	590.8	583.5	-7.3	27.4	27.1	-0.3
사랑도 상도	1,593.5	458.8	454.3	-4.5	28.8	28.5	-0.3
개도	1,515.5	450.9	412.4	-38.5	29.8	27.2	-2.6
생일도	1,710.4	481.3	433.1	-48.2	28.1	25.3	-2.8
보길도	1,710.4	452.5	415.8	-36.7	26.5	24.3	-2.2
관사도	1,422.6	384.7	371.1	-13.6	27.0	26.1	-0.9
장산도	1,266.7	328.2	327.8	-0.4	25.9	25.9	0
비금도	1,266.7	328.1	325.9	-2.2	25.9	25.7	-0.2
병풍도	1,266.7	327.8	327.9	0.1	25.9	25.9	0
장고도	1,272.2	306.4	307.0	0.6	24.1	24.1	0
대난지도	1,343.3	341.5	341.5	0	25.4	25.4	0
신도	1,280.0	330.3	332.4	2.1	25.8	26.0	0.2
주문도	1,395.7	350.2	349.4	-0.8	25.1	25.0	-0.1
가파도	1,159.1	270.2	270.5	0.3	23.3	23.3	0
평균	1,454.1	385.8	375.2	-10.6	26.5	25.8	-0.7

표 3에 각 도서별 지하수함양량 및 함양률과 분류기준에 따른 증감량이 나타나 있다. 본 표에 의하면 1995년 분류와 2007년 분류에서 지하수함양량과 함양률은 개도, 생일도, 보길도를 제외한 도서지역은 1%미만의 차이로 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 개도, 생일도, 보길도는 1995년 분류에 비하여 2007년 분류에서 2.2%~2.8% 감소하였다. 따라서 대상지역의 수문학적토양군의 변화에 의한 지하수함양량 및 함양률의 차이가 미미함을 알 수 있다.

4. 결론

14개 도서지역에 대하여 최근 정립된 우리나라 토양의 수문학적 토양군 분류를 적용하여 지하수함양량을 산정하고 기존의 결과와 비교·검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ① 1995년 분류 기준에 비하여 2007년 분류 기준의 경우 D군의 분포가 증가함을 나타내었다.
- ② 1995년 분류와 2007년 분류에서 지하수함양량과 함양률은 개도, 생일도, 보길도를 제외한 도서지역은 1%미만의 차이로 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 개도, 생일도, 보길도는 1995년 분류에 비하여 2007년 분류에서 2.2%~2.8% 감소하였다. 따라서 대상지역의 수문학적 토양군의 변화에 의한 지하수함양량 및 함양률의 차이가 미미함을 알 수 있었다.
- ③ 연평균 함양량은 1995년 분류와 2007년 분류에서 수도가 590.8mm, 583.5mm로 최대값을 가지며 가파도가 270.2mm, 270.5mm로 최소값을 가지는 것으로 나타났다. 함양률의 경우 1995년 분류에서는 개도가 29.8%의 최대값을 나타내었고 가파도가 23.3%의 최소값을 가지는 것으로 나타났으며 2007년 분류에서는 사랑도 상도가 28.5%의 최대값을 나타내었고 가파도가 23.3%의 최소값으로 나타났다. 산정된 함양률에 따른 해당 도서의 연평균 지하수해안유출량은 1995년 분류와 2007년 분류 모두에서 비금도가 15,327,245m³/year과 15,206,461m³/year으로 최대값을 가지는 것으로 나타났으며 수도가 163,357m³/year과 161,338m³/year으로 최소값을 가지는 것으로 평가되었다.
- ④ 본 연구결과는 수문순환해석의 정도향상과 도서 및 해안지역의 지하수 개발가능량 평가에 활용되고 이들 지역의 수자원확보에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 연구비지원에(3-3-3) 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 기상청. (연도미상). 강우량관측자료. 2007. 5. 인용: <http://www.kma.go.kr>
2. 환경부. (2005). 농어촌·도서지역 2단계(2005-2014년) ; 상수도 확충계획. 과천: 환경부.
3. 환경지리정보서비스. (연도미상). 토지피복도. 2006. 12. 인용: <http://egis.me.go.kr>
4. Aron, G., Miller, A. and Laktos, D., (1977) Infiltration Formular Based on SCS Curve Numbers, *Journal of Irrigation and Drain. Div. ASCE*, Vol. 103, No. IR4, pp. 419-427.
5. Hjelmfelt, A. T., (1980) Curve Number Procedures as Infiltration Method, *Journal of Hydraulic. Div. ASCE*, Vol. 106, No. HY 6, pp. 1107-1111.
6. Soil Conservation Service, "Hydrology" in SCS National Engineering Handbook, 1969, 1971, Section 4.