

# 해안지역 지하수 개발의 필요성과 개발 가능성

## Necessity and Potentiality of the Groudwater Development in Coastal Area

박 남 식 | 동아대학교 토목 해양공학부 부교수    심 명 근 | 동아대학교 토목공학과 석사과정  
홍 성 훈 | 동아대학교 토목공학과 박사과정    한 수 영 | 동아대학교 토목공학과 석사과정

### 1. 서 론

한반도는 3면이 바다에 접한 지형적 특성을 띄고 있기 때문에 많은 지역에 해안선이 존재한다. 해안 지역은 담수의 수문순환과정에서 최하류에 위치하고 있기 때문에 상류 지역의 물 사용 상황에 따라 물이 풍부할 수도 또는 그렇지 않을 수도 있다. 본 고에서는 해안 지역의 지하수 개발 및 적정 관리의 필요성과 지하수 개발가능성 평가 방법을 제시하고자 한다. 해안 지역의 지하수 개발 필요성을 조사하기 위하여 90년대 중반에 발생한 가뭄 시의 제한급수지역 자료, 2011년에 예상되는 용수부족지역 자료, 도별 지하수 이용량자료, 그리고 염도증가로 인한 폐공현황자료 등으로부터 해안지역의 지하수 의존도를 평가하였다. 단순한 관측자료로부터 산정될 수 있는 지하수 해안 유출량을 이용하여 해안 지역의 지하수개발 가능량과 지하수 함양율을 평가방법을 제시한다.

### 2. 해안지하수 개발의 필요성

#### 2.1 수자원 특성 및 현황

국내 연평균강수량은 1,283mm(세계평균 973mm의 약 1.3배)이고, 수자원 총량은 1,276억 $m^3$ /년(100%)

이다. 이 중에서 하천유출량은 731.5억 $m^3$ /년(57%)이며 손실량은 545억 $m^3$ /년(43%)이다. 그러나 인구밀도가 높기 때문에 인구 1인당 연강수량은 2,705 $m^3$ 로 세계 평균 약 26,800 $m^3$ 의 약 1/10에 불과하다. 또한 실질적으로 이용 가능한 수자원인 재생 가능한 수자원(renewable water resources : 자연유출량)은 연간 731억 $m^3$ 으로 1인당 1,550 $m^3$ 로서 영국, 벨기에 등과 함께 물부족 국가로 분류되어 있다. 또한 국내 수자원의 특성은 강수량의 계절적 편차가 큰 편이다. 홍수기와 태풍기인 6~9월 사이에 연 강수량의 2/3가 집중되고, 갈수기인 11월부터 익년 4월까지 6개월 간은 연 강수량의 1/5에 불과하여 홍수 및 가뭄이 빈발하는 실정이다. 그리고 65%가 산악지형인 국내지형은 포토층이 얇고 보수능력이 적으며, 하천경사가 급하다. 즉 유량 변동계수가 300~400으로서 국내 수자원 부존 양상에 큰 영향을 미치는 원인 중의 하나이며, 수자원 관리에 불리한 자연적 조건을 가지고 있다. 그리고 가용수자원의 지역적 편중이 심하며, 함양된 지하수 대부분 갈수기 하천유량으로 공급되고 대수층 발달이 빈약하여 대규모 지하수 개발이 어려운 실정이다(건설교통부, 2001).

#### 2.2 수자원 용수수급 현황 및 문제점들

앞에서 기술한 국내 수자원의 특성을 고려하여 다

방면의 수자원 확보와 물절감관리 대책 등으로 수자원의 안정적인 용수공급이 진행되어져 왔다. 1970~1980년(수자원개발 10개년 계획)에 수도권 1단계 등 광역 용수공급체계 구축을 시작으로 하여 1981~2001년(수자원장기종합개발계획)에는 다목적댐과 용수전용댐 및 하구둑 건설을 목표로 광역 용수공급 체계를 전국으로 확대 실시하였으며, 1991~2001년(수자원장기종합계획)에는 전국적 용수공급의 안정화를 추진하였다. 이런 계획에 의해 98년 기준 수자원 총량(100%) 중 총 수요량은 341억(26%)이고 생활용수는 73.1억 $m^3$ /년(22%), 공업용수는 33.6억 $m^3$ /년(9%), 농업용수 158.8억 $m^3$ /년(48%)이고 하천유지용수로 75.5억 $m^3$ /년(21%)이 이용되고 있다. 그리고 수요량은 하천수 161억 $m^3$ /년(13%), 댐 133억 $m^3$ /년(10%), 지하수 37억 $m^3$ /년(3%)를 통해 공급되고 있었다.

그러나, 수자원 장기종합계획에 의해 용수공급을 구축한 우리나라는 10~15년 1회 정도 가뭄으로 평가되는 94년에서 96년도에 심각한 물부족을 경험하였다(그림 1(a)과, 1(b)).

제한급수지역 현황을 살펴보면 국내 해안 및 도서

지역을 중심으로 용수공급 부족 현상이 전반적으로 발생하였던 것을 볼 수 있다. 이처럼 10~15년 1회 가뭄에 의해 발생된 물 공급 부족으로 인해 국내에서는 수자원계획의 최대 안전도 기준을 30년 1회 가뭄(외국의 물공급 안전도는 과거 최대 가뭄 혹은 100년 및 50년 1회 가뭄 등)으로 전국적으로 설정하여 물이용 안정성을 제고하게 되었다. 30년 1회 가뭄을 기준으로 4대 권역에서의 용수수급 현황 및 전망을 살펴보면 표 1과 같다(건교부, 2001).

이 중에서 한강 권역은 2006년도까지 30년 1회 가뭄에 대비한 물공급의 안정성을 거의 확보하고 있으나, 2011년에는 약 8억 $m^3$ 의 용수부족이 전망되며 낙동강 권역은 2006년부터 물공급 안정성 확보가 어려울 전망이며, 2011년에 약 7억 $m^3$ 의 용수부족이 전망된다. 또한 금강 권역은 2006년까지 물공급의 안정성을 확보하고 있으나, 2011년부터 1억 $m^3$ 이상의 용수부족이 전망되며, 영산·섬진강 권역은 2006년까지 용수 공급이 어려울 전망이며, 2011년부터 2억 $m^3$ 이상의 용수부족이 전망된다.

4대 권역에서 살펴보면 전국적으로 30년 1회 가뭄 발생시 2006년도에 약 1억 $m^3$ 의 용수부족이 예상되며

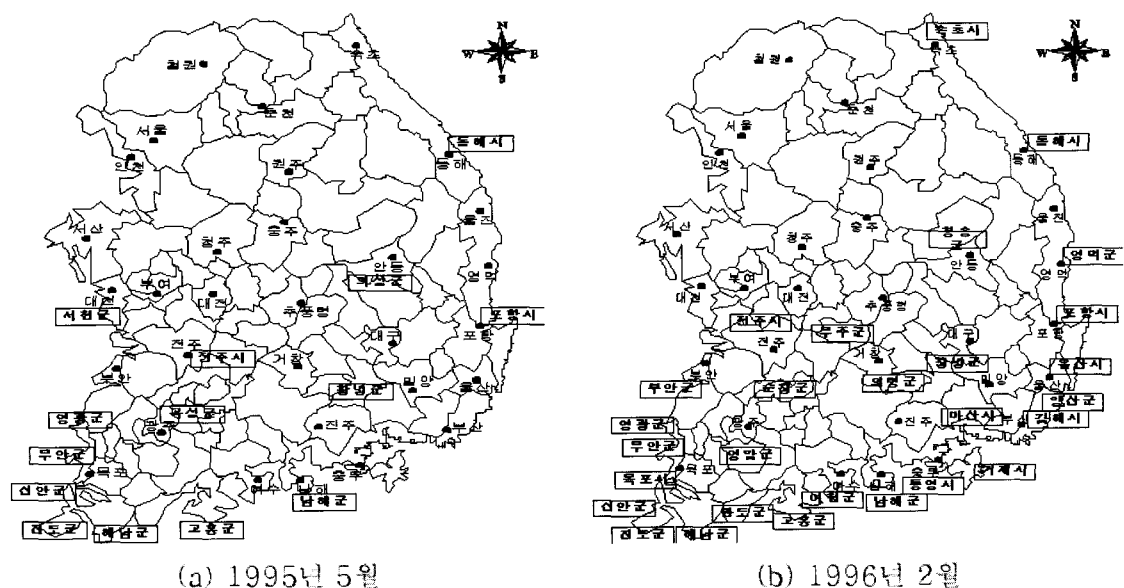


그림 1. 제한 급수지역 현황 (건교부, 2001)

표 1. 4대권역 용수수급 현황 및 전망

(단위 : 백만<sup>3</sup>)

구 분 \ 년 도	2001	2006	2011	2016	2020	비고
○용수수요량	33,741	34,728	36,998	37,437	37,791	
-생활용수	7,219	7,550	8,644	8,815	8,915	
-공업용수	3,345	3,695	4,031	4,299	4,553	
-농업용수	15,629	15,746	15,955	15,955	15,955	
	(22,905)	(22,868)	(23,441)	(23,441)	(23,441)	
-유지용수	7,548	7,737	8,368	8,368	8,368	
○용수공급량	33,801	34,626	35,162	35,169	35,158	
-하천수	15,877	16,110	16,481	16,314	16,120	
-지하수	3,153	3,311	3,476	3,650	3,833	
-댐공급량	14,771	15,205	15,205	15,205	15,205	
○과부족량	+60	-1102	-1,836	-2,268	-2,633	

【주】 (1) 과부족량은 수요관리 절감량을 고려한 것임  
 (2) 농업용수의 ( )의 수치는 강수량에서 직접 이용되는 유효우량을 포함한 수요량임

2011년에는 약 18억<sup>3</sup>, 2020년에는 약 26억<sup>3</sup>의 용수부족이 발생될 것으로 전망되고 있다(그림 2)

그림 1(a)과 1(b)와 비교해보면 제한급수가 발생하였던 해안지역을 중심으로 용수부족이 발생할 것으로 예상을 하고 있다. 그림 2의 전남지역은 용수확보지역으로 예상하고 있지만, 앞에서 기술한 국내 수자원

의 시 공간적 불균형을 고려할 시에는 용수부족 지역으로 예상된다.

용수부족을 겪고 있는 해안 및 도서지역의 경우는 또한 해수침투라는 환경적인 장애를 겪고 있다. 농업기반공사가 입수한 각 지자체 제공 96년 자료를 이용하여 해수침투 발생 의심지역을 조사하였는데, 각 지역별 해수침투 의심지역 수를 살펴보면 표 2와 같다.

조사된 지역의 해수침투 발생 의심지역은 해안지역과 도서지역에 편중되어 있고, 4대강이 포함된 지역의 경우는 내륙지역까지 해수침투 의심지역이 포함되어져 있다. 해안 및 도서지역이 많은 경남이 상대적으로 상당히 많은 것으로 조사되어 있다. 총계인 433개 지구 이외에 자료 유실로 인한 전남지역의 자료가 누락이 되어있는데 경남지역보다 해안 및 도서지역이 더 많은 지역임을 고려할 때 해수침투 의심지역의 총계는 훨씬 더 많은 것으로 사료된다.

또한 농림부(농업기반공사, 농어촌 진흥공사)에서는 98년 10개소, 99년 7개소, 2000년 7개소, 2001년 7개소의 해수침투 조사 지구를 설치, 총 31개소에 대한 해수침투 조사를(2000년, 2001년)를 수행하였는데 조사 내용에 따르면 해수 유입에 의해 직접적인 영향을 받는 지역은 표 3과 같다. 이 지역들은 용수부족을 겪고 있는 제한 급수지역 주 대상지인 대부분의 해

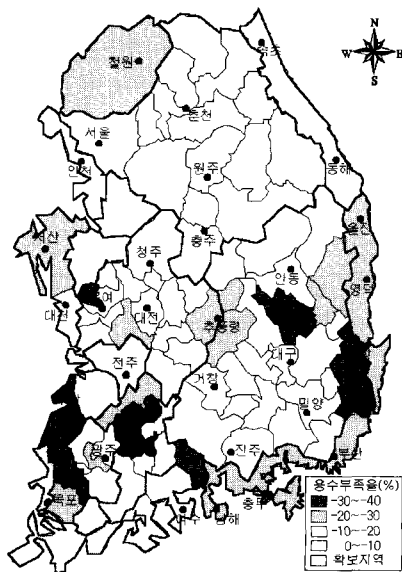


그림 2. 2011년 수요기준 용수부족 지역의 부족율 (건교부, 2001)

표 2. 해수침투 의심 지역의 수

지역	경기	강원	충남	경북	경남	전북	전남	총계
개수	8	3	20	13	374	15	-	>433

표 3. 해수침투 지구

지역(행정명)	관측망개수	해수침투지구	해수침투관측망개수
강화군(경기도)	6	송내1, 송내2, 상방1	3
신안군(전라남도)	5	자동1	1
진도군(전라남도)	4	나리1, 신기1, 자막1	3
완도군(전라남도)	6	화홍1, 고금1	2
남해군(경상남도)	4	갈화1, 갈화2, 가인1, 서상1	4
거제시(경상남도)	6	덕호1, 시방1, 신현1	3

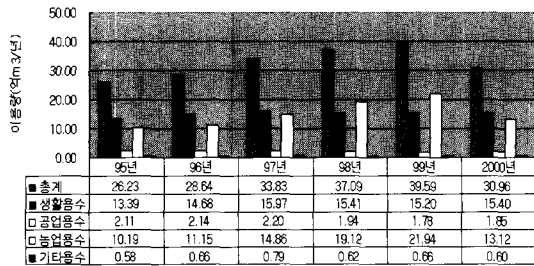


그림 3. 용도별 지하수 이용량 변화

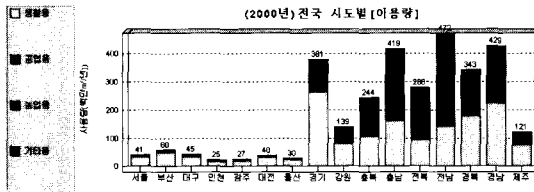


그림 4. 지하수의 용도별 수급현황

염도증가로 인한 지역별 폐공변화

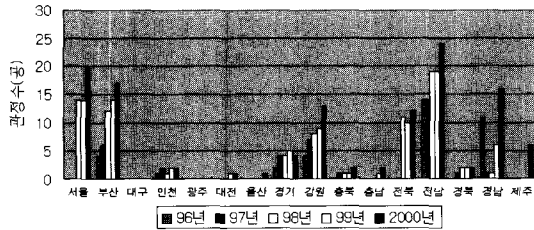


그림 5. 염도증가로 인한 지역별 폐공변화 분석

안 지역 및 도서지역을 포함하고 있다.

이런 해안 및 도서지역은 실제로 지표수자원 확보

가 낮아지며 상수도 보급률이 전국 평균 87.1%(환경부, 2001)보다 훨씬 낮은 40%대로 집계되었다. 즉 이 지역에서는 다른 대체수자원을 필요로 하는데 상기 지역의 경우는 지하수자원을 통한 용수수급을 충당하고 있는 실정이다. 이용되고 있는 국내 지하수자원의 수급현황을 살펴보면 그림 3과 같다.

국내 전체 지하수 이용량 중 생활용수와 농업용수의 비중이 큰 편이다. 또한 그 이용량은 지속적인 증가 추이를 보이고 있다(한국수자원공사, 2002b).

용수부족 및 해수침투 장애가 예상되는 지역들의 지하수자원의 용수수급 현황을 살펴보면 그림 4와 같다(한국수자원공사, 2002a). 용수 부족 및 해수침투 장애가 예상되는 지역들의 경우 지하수자원 이용량의 비중이 크다는 것을 알 수 있다. 특히 전남지역과 경남지역이 지하수 이용량이 큰 편이며, 전남 지역의 경우 생활용수보다 농업용수로의 사용 비중이 더 큰 것을 알 수 있으며, 그 외의 지역은 생활용수의 비중이 상대적으로 큰 것으로 파악된다. 해안 및 도서지역의 경우 지표수자원 및 상수도에 의한 용수수급을 대신하여 지하수자원을 생활용수 및 농업용수로 이용하고 있는데, 용수부족 및 해수침투와 같은 용수수급에 장애가 발생한다면, 많은 해안 및 도서지역이 식수난 및 농작물 재배에 있어 상당한 어려움을 겪을 것으로 사료된다.

또한 그림 3에 제시되었던 지속적인 증가 추세의 지하수 이용량과 더불어 폐공의 변화도 지속적인 증

가추세를 보이고 있는데, 주 요인들은 수량부족이 가장 크며, 사용증지, 상수도 대체, 염도 증가 등이다. 폐공원인별 중 염도 증가로 인한 지역별 폐공변화를 살펴보면 그림 5와 같다(한국수자원공사, 2002b).

그림 5에 도시된 바와 같이 거의 모든 지역에서 염도증가로 인해 폐공이 증가하고 있음을 알 수 있으며, 해안과 접하고 있는 도시나 지역 중 특히 전남, 전북, 경남, 강원 등에서 많이 발생하고 있음을 알 수 있다. 이런 염도 증가에 의한 폐공의 증가는 용수수급에 필요한 수자원을 해안 지하수자원을 통해 개발하였지만, 해수침투 및 해안지역 지하수의 특성을 고려하지 않은 개발로 인해 발생한 것으로 사료되며, 폐공의 수가 증가되고 있는 것을 볼 때, 해안지하수 개발에 있어 적정개발이 시급히 필요한 것으로 사료된다.

따라서 해안지역 지하수 개발과 관리에 있어 무분별한 지하수 개발로 인한 수량고갈 및 해수침투와 같은 장애를 방지하기 위해서는 해안 지역에서 지하수의 체계적이고 합리적인 개발과 관리가 필요하며, 용수부족의 발생 또는 기타 다른 환경인자들의 발생을 고려한 해안지하수의 지속적 개발 가능량을 산정해야 할 것이다.

### 3. 해안지하수 유출량 조사의 필요성

#### 3.1 해안지하수 개발가능량

해안지하수 개발량의 결정을 위해 중요한 변수 중의 하나가 지하수 함양량이다. 지하수 함양량 산정방법에는 물수지 분석, SCS-CN 방법, 지하수위 변동량 분석, 하천 갈수량 등으로 많은 방법들이 제시되고 있으며, 국내 많은 연구자들이 지하수 함양 및 개발가능량을 다양한 방법으로 산정하였다(표 4). 기존의 방법들은 여러 가지 한계를 가지고 있다.

광역적인 지하수계에서는 지하수계 전체의 수리상수를 획득하는 것이 불가능하므로 단순히 지하수 평형을 깨뜨리지 않는다는 의미에서 물수지분석에 의한 함양량을 기준으로 정하는 것이 보편적인데, 조사된 각 연구자들이 적용한 방법들은 주로 물수지 분석과 지하수감수곡선 방법이다. 이외에도 지하수 함양량 계산에 필요한 토지이용정보 및 증발산량 산정에 필요한 자료를 Landsat TM 자료를 이용하여 공간자료를 이용한 지하수 함양량 계산기법 연구, 격자기반의 토양수분추적에 의한 지하수함양량 추정기법 개발을 통한 지하수 함양량 평가 연구가 수행되어졌다.

물수지 분석 방법은 사용된 이론이 명확하나, 증발산량 산정에 커다란 불확실성을 포함하고 있기 때문

표4. 지하수 적정개발가능량과 함양량 산정방법 및 결과 비교

연구자(년도)	추정량 (억톤/년)	강우량 대비율(%)	적용기법	사용용어
선우중호(1992)	100-150	7.9-11.8	물수지 Cheremishinoff의 기준	적정개발가능량
최병수(1992)	205	16	물수지	지하수 함양량
	143	11.3	함양량의 70%	경제적 지하수이용 가능량
수자원공사/ 자원연구소(1993)	134	10.6	유역별 물수지	적정개발가능량
	194	15.3	기저유출량	기저유출량
	132	10.7	안전율 70%	적정개발가능량
	186	14.7	Ridge regression	기법 기저유출량
	133	10.3	안전율 70%	적정개발가능량
한정상(1995)/ 이천복(1994)	228	18	물수지	지하수함양량
이동울(1995)	64.8(5대강)	7.8	지하수감수곡선 갈수기지하수유출량	지하수함양량

에(Lesack, 1993) 함양량의 정확한 산정이 어렵다. 갈수기 최저 지하수위와 풍수기 최고 지하수위의 차이로 함양량을 산정하는 지하수위 변동량 분석 방법은 지하수 유동에 의한 저류량의 변화를 고려하지 않기 때문에 이론적인 기반이 취약하다. 하천 갈수량(기저유출분리법) 이용 방법에서는 해안선을 통하여 유출되는 지하수량이 무시되기 때문에 기저유출분리방법으로 산정한 지하수 함양량은 실제 지하수 함양량보다 과소평가될 소지가 있다. 또한 기저유출된 지하수는 이미 지표수로 환원된 상태이므로 기저유출량을 지하수 함양량으로 취급하고 이를 근거로 지하수 개발가능량을 산정하는 것은 문제가 있다. 이 외에도 기저유출분리방법은 수문곡선의 분리에 임의성이 내재되어 있으며(이동률, 1995), 댐 등의 인위적인 영향을 받지 않은 하천 유량을 사용해야한다는 한계를 가지고 있다. 그러므로 수자원 개발의 관점에서 의미를 가지는 지하수 함양량은 해안선까지 지하수 상태로 남아있는 지하수 수문순환의 개념에서 접근할 때 해안유출량이 함양량에 포함될 수 있다. 즉, 지하수 함양량은 해안으로 유출되는 해안유출량과 지하수 이용량의 합으로 산정할 수 있다. 지하수 함양량을 지표면에 도달한 강수 중에서 지하로 침투하는 양을 통칭하는 것으로 정의를 내린다면 함양된 지하수는 다음의 네 가지 요소로 나뉘어 질 수 있다.

함양 지역의 지하수 함양량

$$= \text{증발산량} + \text{하천 및 저수지 기저유출량} \\ + \text{지하수 개발량} + \text{해안 지하수 유출량}$$

물론 위의 네 가지 요소가 서로 독립적인 관계는 아니다. 예를 들면, 어느 지역에서 지하수 개발량이 증가하면 낮아진 지하수위로 인하여 기저유출량이 줄어들거나 오히려 하천수가 지하로 유입되는 경우가 생긴다. 그러나 지하수자원의 개발이라는 관점에서 볼 때에는 우변의 처음 두 항은 지하수자원으로 활용될 수 없기 때문에 의미가 없으며 세 번째와 네 번째 항만이 의미를 가진다.

따라서 해안 지역에서의 개발가능량은 해안 유출량

을 토대로 산정하는 것이 상대적으로 신뢰성이 있으며, 개발가능량이 해안 유출량을 초과해서는 안될 것이다. 이런 해안지역에서의 개발가능량은 지하수 개발을 위한 공법에 따라 상이할 수 있다. 예를 들어 지하댐의 경우는 해안으로 유출되는 지하수량의 전량을 사용할 수 있으므로, 해안유출량이 개발 가능량이 될 수 있겠지만, 단일 관정 또는 군정의 경우 그 형태 및 집수방법 그리고 해수침입을 고려하여 해안으로부터의 거리 등에 따라 해안 지하수 개발 가능량이 달라질 수 있을 것이다.

요컨대, 해안지역의 지하수 적정개발가능량의 산정을 위해서는 해안지역으로 유출되는 해안유출량에 대한 정확한 산출이 필요하다. 또한 용수부족 및 해수침입 등 그 지역 특성에 맞는 개발가능량이 산정되어야 하며 해안지역 개발가능량은 해안 유출량의 범위를 상회해서는 안될 것으로 사료된다.

### 3.2 해안지하수 유출량 평가를 통한 지하수 함양량 추정

유출량에서 제외되는 해안 유출량에 대한 적용을 위하여 지하수 해안 유출량을 경북 울진군내에서 산정해 보았다. 사용된 자료로 울진군 지하수 기초조사 보고서 중 정밀 수문지질도와 울진군 내에 소재한 지자체 보조관측망(충적층 관측정) 10개를 이용하여 울진군 지역을 27개 소지역으로 나누고 대수층 두께와 수리전도도의 대푯값을 선정하였다.(표 5) 그리고, 연강수량은 1044.2mm(1977~1996)이고, 유역면적은 1130.52km<sup>2</sup>이다.

위의 자료들을 취합하여 계산한 결과 울진군 연간 해안유출량은 총연강수량(1,180,489,000m<sup>3</sup>) 대비 약 4.45%인 52,517,295m<sup>3</sup>으로 산출되었다. 또한 울진군 지역의 총 관정수는 1,504개이며 지하수 이용량은 21,373,667m<sup>3</sup>이다. 따라서 해안 유출량 및 지하수 이용량과 하천기저유출량을 고려한 지하수 함양량은 180,482,642m<sup>3</sup>이고, 이것은 총연강수량 대비 약 15.29%로 산출되었다. 위 결과를 울진군 내 11개의 지방2급 하천 유역별로 수문학적 물수지 분석에 의한 평가와 비교하면 표 6과 같다.

표 5. 소지역 및 수리지질상수

지역번호	대표공번		K(m/d)	l	b(m)	L(m)	Q(m <sup>3</sup> /d)	Q(m <sup>3</sup> /d)평균
1	UJE2	최대	7.91	0.10	5.86	900	4,172	2,920
		최소	7.91	0.04	5.86	900	1,669	
2	UJE2		7.91	0.06	5.86	400	1,112	1,112
3	UJE1과 UJE2의 평균	최대	21.01	0.10	9.58	1750	35,223	24,656
		최소	21.01	0.04	9.58	1750	14,089	
4	UJE1	최대	34.10	0.10	13.30	1600	72,565	47,167
		최소	34.10	0.03	13.30	1600	21,769	
5	UJE1	최대	34.10	0.20	13.30	2000	181,412	113,383
		최소	34.10	0.05	13.30	2000	45,353	
6	UJE1과 UJE3의 평균	최대	17.42	0.10	15.61	1400	38,070	22,842
		최소	17.42	0.02	15.61	1400	7,614	
7	UJE1과 UJE3의 평균	최대	17.42	0.06	15.61	1300	21,210	15,908
		최소	17.42	0.03	15.61	1300	10,605	
8	UJE1과 UJE3의 평균	최대	17.42	0.20	15.61	2700	146,840	84,433
		최소	17.42	0.03	15.61	2700	22,026	
9	UJE1과 UJE3의 평균	최대	17.42	0.10	15.61	2400	65,262	45,684
		최소	17.42	0.04	15.61	2400	26,105	
10	UJE3	최대	0.64	0.20	17.92	4500	10,322	5,935
		최소	0.64	0.03	17.92	4500	1,548	
11	UJE3	최대	0.64	0.06	17.92	900	619	568
		최소	0.64	0.05	17.92	900	516	
12	UJE3과 UJE4의 평균	최대	5.04	0.01	24.12	3300	4,012	6,017
		최소	5.04	0.02	24.12	3300	8,023	
13	UJE4	최대	9.44	0.06	30.32	700	12,021	10,018
		최소	9.44	0.04	30.32	700	8,014	
14	UJE4	최대	9.44	0.10	30.32	2400	68,693	48,085
		최소	9.44	0.04	30.32	2400	27,477	
15	UJE5와 UJE6의 평균	최대	2.61	0.10	15.20	3500	13,885	9,720
		최소	2.61	0.04	15.20	3500	5,554	
16	UJE5와 UJE6의 평균	최대	2.61	0.10	15.20	2800	11,108	7,776
		최소	2.61	0.04	15.20	2800	4,443	
17	UJE6	최대	3.96	0.06	13.00	2500	7,722	5,792
		최소	3.96	0.03	13.00	2500	3,861	
18	UJE6과 UJE7의 평균	최대	4.42	0.20	15.10	3400	45,385	27,231
		최소	4.42	0.04	15.10	3400	9,077	
19	UJE7	최대	4.88	0.06	17.12	2500	12,532	9,399
		최소	4.88	0.03	17.12	2500	6,266	
20	UJE7	최대	4.88	0.06	17.12	1300	6,517	4,344
		최소	4.88	0.02	17.12	1300	2,172	
21	UJE7	최대	4.88	0.06	17.12	2300	11,529	9,608
		최소	4.88	0.04	17.12	2300	7,686	
22	UJE7	최대	4.88	0.06	17.12	1000	5,013	4,177
		최소	4.88	0.04	17.12	1000	3,342	
23	UJE7과 UJE8의 평균	최대	3.63	0.06	17.75	6300	24,355	16,237
		최소	3.63	0.02	17.75	6300	8,118	
24	UJE9	최대	2.36	0.05	10.91	3250	4,184	2,510
		최소	2.36	0.01	10.91	3250	837	

표 5. 소지역 및 수리지질상수(계속)

지역번호	대표공번		K(m/d)	i	b(m)	L(m)	Q(m <sup>3</sup> /d)	Q(m <sup>3</sup> /d)평균
25	UJE9	최대	2.36	0.20	10.91	3500	18,023	10,363
		최소	2.36	0.03	10.91	3500	2,703	
26	UJE10	최대	11.46	0.40	17.54	3500	281,412	147,741
		최소	11.46	0.02	17.54	3500	14,071	
27	UJE10	최대	11.46	0.10	17.54	2500	50,252	32,664
		최소	11.46	0.03	17.54	2500	15,076	

1. 10m등수위선을 기준으로 산정.
2. b는 총적층 대수층 두께.
3. 지하수 등수위선은 보조 관측망에서 1997.11~98.7 동안 매월 2회씩 주기적으로 지하수위를 측정하여 그 결과로 작성한 것임.
4. 지역번호는 보조관측망의 투수계수와 대수층두께를 사용했으므로 그것을 사용하기 위해 임의로 지역을 나누었음.(북쪽부터 번호 부여)
5. 최대 최소는 그 지역의 동수경사를 말하는 것임.

표 6. 지하수 함양량 비교

함양량 산정방법	함양량(m <sup>3</sup> )[총연강수량 대비율, %]
해안유출량+지하수 이용량+하천기저유출량	180,482,642 [15.29]
물수지	145,140,000 [12.57]

#### 4. 결론

상수도 수질에 대한 불신과 지하수 수질에 대한 근거 없는 신뢰 때문에 지하수의 의존도가 높아지고 있다. 대부분의 해안지역이 94년~96년의 가뭄 시에 급수가 제한되는 어려움을 겪은 것으로 나타났으며 2011년에도 많은 해안 지역에서 심각한 물부족 현상이 나타날 것으로 예상되었다. 또한 지하체에서 조사한 지하수 해수침투 우려 지역이 수백개소에 달하는 것으로 나타났고, 염도 증가로 인하여 폐공된 관정의 수가 증가일로에 있는

것으로 조사되었다. 이는 해안지역의 지하수 개발 및 적정관리가 시급하다는 것을 잘 보여주고 있다.

단순한 지하수 수위관측자료로부터 산정된 지하수 해안유출량으로 해안지역의 지하수 개발 가능량과 지하수 함양을 평가하였다. 기존에 사용되어왔던 지하수 함양을 평가 방법의 하나인 기저유출법의 논리적 모순점을 지적하였으며 대안을 제시하였다. 본 고에서 제시한 기법들은 추가 연구를 통하여 보완된 후에 추후 발표될 예정이다.

#### 감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 3-3-1)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

건설교통부(2001). 수자원장기종합계획.  
 농업기반공사(2000,2001). 해수침투사업보고서.  
 환경부(2001). 상수도통계.  
 한국수자원공사(1999). 울진지역 지하수 기초조사 보고서.  
 한국수자원공사(2002a).  
 수자원 정보센터 <http://kiss.kowaco.or.kr/>.  
 한국수자원공사(2002b).  
 지하수세상, <http://groundwater.kowaco.or.kr/>.  
 홍성훈, 한수영, 박남식, 최철순 (2002), “해안지역 지하수 유출량과 지하수 개발가능량 평가”, 대한토목학회 학술발표회 초청 및 구두발표논문 초록집, 대한토목학회, pp. 203