

우리나라 지하수 개발가능량 추정 : 2. 5대강 유역에의 적용

Estimation of the Available Amount of Groundwater in South Korea : 2. Application of Five Major River Basins

박창근(Chang - Kun Park)*

요 약 : 5대강 유역의 28개 관측지점의 수위와 유량자료를 이용하여 추정된 지하수 함양량 즉 지하수 유출량은 90억 m³/년이고, 그것은 지하수 개발가능량과 같은 개념이다. 일유출수문곡선의 분석을 통하여 우리나라 지하수 水文年은 2월말에 시작됨을 알 수 있었다. 감수계수(*k*)는 유역면적과 관계없이 거의 일정한 값을 가지므로, 거시적 관점에서 지하수유출에 영향을 미치는 유역은 거의 균질하다고 할 수 있다. 또한 4월 감수기간에서 증발산량이 상대적으로 많이 발생하므로, 4월 감수곡선이 9월 감수곡선보다 급격히 감수함을 확인할 수 있었다.

Abstract : The amount of the annual groundwater recharge for the five major river basins in South Korea is estimated to be 9,000 million cubic meters for one groundwater hydrologic year, of which amount corresponds to the available amount of groundwater. It is proposed from the analysis of hydrographs that the groundwater hydrologic year starts at the end of February. The basin which affects the groundwater outflow behaves as being homogeneous in the macroscopic sense, because recession coefficients(*k*) are independent of the basin area and nearly constant. Also, the curve of April groundwater recession decreases more steeply than that of September groundwater recession, because of the larger amount of evapotranspiration during the period of April groundwater recession.

서 론

우리나라의 지하수 개발가능량을 추정하는 것은 수자원 계획과 관리에 있어 하나의 지표가 될 수 있으므로 추정량은 중요한 역할을 하게 된다. 본 연구의 전편(1. 개념정립과 기법의 개발)에서 이미 언급한 바와 같이, 지하수 함양량은 지하수 유출량과 같고 또한 그 둘의 개념은 정의에 의해 지하수 개발가능량과 같은 의미이다. 또한 지하수 함양량 추정 방법은 기저유출 분리 방법에 기초한 것으로, 지하수의 감수기간과 함양기간에 대하여 일유출수문곡선으로부터 지하수 유출곡선을 각각 분리하여 지하수 함양량을 산정하는 것이다. 제시된 기법은 개념적으로 단순하므로, 그것을 수문곡선 분석시 효율적이고 일관성 있게 적용할 수 있다.

본 연구의 목적은 우리나라 5대강 유역에 대한 지하수 개발가능량을 제시된 기법의 의하여 추정하고 또한 지하수 함양량과 지하수 유출량이 현실적으로 같은 값을 가진다는 것을 검증하는데 있다. 부가적으로 우리나라 지하수 水文年(hydrologic year)의 시점을 선정하고, 감수계수의 특성을 분석하고자 한다.

자료의 수집 및 정리

일유출수문곡선으로부터 지하수유출 즉 기저유출을 분리하

*한국전설기술연구원 수자원연구실(Water Resources Eng. Div., KICT, 14-2 Umyeon-Dong, Seocho-Gu, Seoul 137-140, Korea)

여 지하수 함양량을 추정하고자 할 경우, 어떠한 방법으로 기저 유출을 분리할 것인가 보다 더 중요한 요소는 신뢰성 있는 양질의 일유출수문곡선 자료의 수집이다. 국내의 연구를 살펴보면 갈수량에 대한 연구가 홍수량에 대한 연구보다 상대적으로 미진한 실정이므로, 특히 저수위에 대한 신뢰성 있는 자료의 수집이 필수적이다. 따라서 저수위 영역에서는 이동불(1995)이 제시한 지수형태의 수위-유량곡선을 이용하여 유출수문곡선을 작성하였다. 또한 추정되는 지하수 함양량을 검증할 방법은 현재로는 없기 때문에, 검증의 대안으로 가능한 많은 유역을 대상으로 하고 또한 한 유역내에서도 가능한 많은 유량 또는 수위관측 지점을 대상으로 자료를 수집하였다. 이렇게 함으로써 지하수 함양량을 과대 또는 과소 추정할 수 있는 여지를 배제할 수 있을 뿐만 아니라 보다 신뢰성 있는 지하수 함양량 추정 결과를 얻을 수 있을 것이다.

본 연구에서 대상유역을 5대강 유역인 한강, 낙동강, 금강, 섬진강 및 영산강 유역으로 선정하였다. 상기 유역에 대하여 수집한 수문자료로는 일수위 및 일유량자료, 수위-유량곡선 자료, 각 관측지점의 유역면적, 연강수량 자료 등이 있다. 일유량자료 및 일수위자료와 수위-유량곡선 자료는 일유출수문곡선을 작성하여 지하수 함양량 추정에 이용되고, 유역면적과 강수량 자료는 일유출수문곡선의 신뢰성을 검증하고 또한 강수량과 지하수 함양량 관계를 분석하는데 이용된다.

대상 유역내 모든 관측지점에 대하여 다음의 세가지 기준을 적용하여 5대강 유역내 총 48개의 수위 및 유량관측 지점을

일차로 선정하였다. 관측지점의 일차 선정기준으로는 첫째, 갈수시 유출량에 영향을 미칠 수 있는 댐과 같은 대규모 구조물에 의한 유량조절, 유역변경, 대규모 지하수 개발 등과 같은 인위적 요소로 인하여 유역의 자연유량이 영향을 받지 않는 관측지점이어야 한다. 둘째, 지하수 유출량을 산정할 수 있도록 연중 하천흐름이 지속되는 관측지점이어야 한다. 셋째, 지하수 유출량의 신뢰성 있는 추정을 위하여 적어도 10년 이상의 충분한 기록을 제공할 수 있는 관측지점이어야 한다. 위 기준에 의해 선정된 관측지점은 총 48개 지점이다. 그중 수위자료는 35개 지점이 해당되고 유량자료는 21개 지점이 해당되며, 중복지점이 8개이다. 상기 48개 지점에 대한 수위-유량곡선을 수집하여 재정리하고, 또한 재정리된 자료와 이동률(1995)이 제시한 저수위 영역의 수위-유량곡선을 이용하여 전 지점에 대한 일유출수문곡선을 작성하였다(이동률, 1994). 작성된 일유출수문곡선에서 결측된 수위(또는 유량)와 잘못된 수위를 보정하여 48개 지점에 대한 최종 일유출수문곡선을 도시하였다.

일차로 선정된 48개 지점에 대하여 다음의 세가지 기준에 의거하여 최종적으로 지하수 함양량 추정에 사용될 관측소의 자료를 선정하였다. 첫째, 수문곡선의 전형적인 구성성분(상승부분, 첨두부분, 하강부분)이 명확히 나타나지 않는 지점의 자료는 제외한다. 둘째, 어떤 시점에서 해당 관측소의 서로 다른 수위-유량곡선을 적용할 때, 같은 수위에서 매우 큰 유량차를 나타내는 지점의 자료는 제외한다. 셋째, 유출을 분석에서 연평균 유출율이 20~80%의 범위를 벗어나는 지점의 자료는 제외한다. 이상의 기준에 의해 최종적으로 선정된 수계별 관측소, 유역면적 및 해당하는 자료의 최종 선정기간이 Table 1에 수록되어 있다.

Table 1에서 최종적으로 선정한 관측소는 28개 지점이고, 그중 수위관측은 18개 지점이며 유량관측은 15개 지점이다. 중복되는 관측소는 고안(한강), 현풍, 왜관(낙동강), 송정(섬진강), 나주(영산강) 등 모두 5개 지점이고, 수위자료와 중복되는 유량자료는 그 자료연수가 길지 않기 때문에 수위자료를 검증하는데 사용하였다. 여기서 수위자료는 한국건설기술연구원의 수문데이터베이스(HISS)에서 수집하였으며, 유량자료는 조선하천조사서(조선총독부, 1929)와 유량요람(1924-1940)(조선총독부 광공국, 1944)에서 수집하였다.

강수량 자료는 중앙기상청 산하 관측소와 건설교통부 관할 관측소에서 수집하여 연평균 강수량으로 정리하였다. 수위 및 유량 관측소에 영향을 미치는 우량관측소를 분류하여 산술평균법으로 최종적으로 선정된 28개 관측소에 대한 연평균 강수량을 산정하였다. 여기서 산정된 연평균 강수량은 선정된 수위 또는 유량관측소 자료의 최종 선정기간에 해당하는 연평균 강수량이고, 그 결과가 Table 1에 수록되어 있다. 또한 해당기간에 대한 연평균 유출율을 산정하여 Table 1에 수록하였다.

5대강 유역 지하수 함양량 추정 및 분석

5대강 유역에 대한 지하수 함양량을 추정하기에 앞서 먼저 낙동강 현풍지점(1923년)의 경우를 살펴보고자 한다. 상기 지

Table 1. River stage gauging stations

유역	관측소	유역면적 (km ²)	최종 선정기간	연평균 강수량 (mm)	연평균 유출율 (%)	자료 형태**)
한강	고안*)	23607.9	1917-1940	1165	52	수위
	청평	10455.5	1917-1940	1156	57	
	여주	11036.0	1958-1983	1174	60	
	충주	6624.5	1917-1940	1031	64	
	후포	1606.2	1963-1985	1165	78	
한강	호명	10581.5	1923-1925	1315	63	유량
	동량	6412.5	1923-1926	1231	61	
	영춘	4787.7	1936-1939	1001	59	
	팔괴	4216.5	1926-1935	1054	68	
	정선	1460.1	1934-1940	1030	52	
	화천	4207.1	1937-1940	990	56	
	인제	2080.8	1927-1928 1936-1940	925	58	
낙동강	진동	20311.3	1930-1940 1958-1979	1107 1092	45 47	수위
	정암	3280.0	1957-1969	1326	43	
	독산	2304.1	1957-1969	1326	65	
	합천	1042.0	1971-1982	1005	57	
	현풍*)	14000.9	1918-1940 1965-1979	1026 1043	46 41	
	왜관*)	11074.4	1924-1940 1959-1979	1069 1067	40 48	
	낙동	9369.0	1924-1940 1958-1977	1003 1047	73 40	
금강	규암	8261.0	1916-1940 1963-1979	1208 1202	77 59	수위
	공주	7531.0	1917-1940	1172	57	
	용담	989.5	1966-1979 1963-1992	1157 1197	50 77	
	안남 무주	3628.0 1555.2	1923-1926 1926-1932	1264 1145	41 56	
섬진강	송정*)	4255.7	1917-1940 1962-1979	1324 1378	69 51	수위
	압록	2447.5	1917-1940 1958-1979	1253 1348	63 58	
	나주	2058.7	1916-1940 1959-1979	1289 1308	43 53	
영산강	마북	684.0	1917-1922	1292	38	유량

*) 수위 및 유량자료가 중복되어 수집된 관측소
 **) 수위자료 : 한국건설기술연구원 수문데이터베이스(HISS)
 유량자료 : 조선하천조사서, 조선총독부(1929); 유량요람(1924-1940), 조선총독부 광공국(1944)

점에 대한 일유출수문곡선과 본 연구의 전편에서 제안한 방법에 의하여 함양기간 및 감수기간의 지하수유출 곡선이 Figure 1에 도시되어 있다.

Figure 1에서 2월 24일부터 4월 15일까지는 강수에 의하여 지하수가 함양되는 '2월 함양기간'이며 4월 15일부터 7월 14일까지는 '4월 감수기간'에 해당하고, 이 두기간을 합하여 편의상 '전반기'라 명명하였다(Table 2 참조). 마찬가지로 Table 2에서

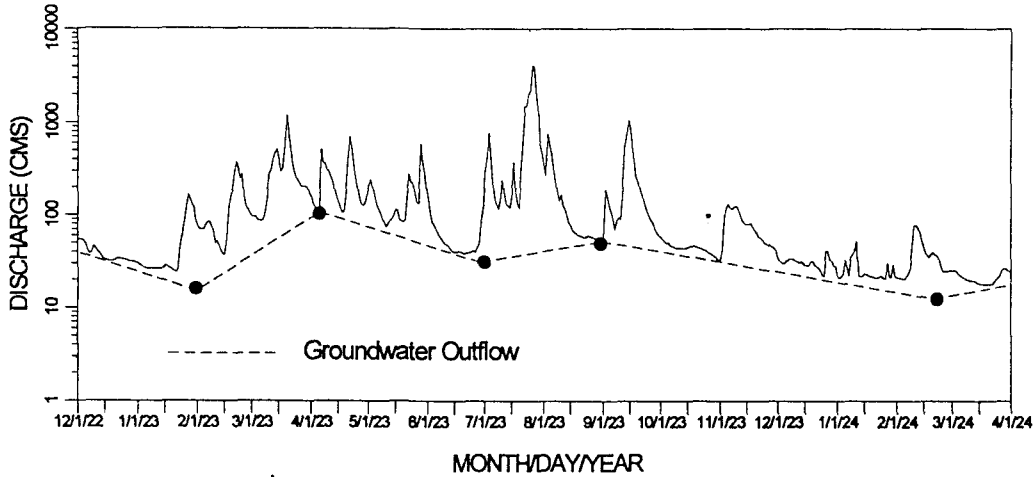


Figure 1. Groundwater hydrograph at Hyun-poong in Nak-dong river basin

Table 2. Estimated amount of groundwater recharge at Hyun-poong(1923년) in Nak-dong river basin

$t_1^{(i-1)}$ (월일)	$Q_r^{(i-1)}$ (mm)	$V_g^{(i)}$ (mm)	$t_0^{(i)}$ (월일)	K_1 (day)	k	$Q_0^{(i)}$ (mm)	$V_a^{(i)}$ (mm)	$V_r^{(i)}$ (mm)	$R_1^{(i)}$ (mm)	$R^{(i)}$ (mm)	$V^{(i)}$ (mm)
2월 함양기간			4월 감수기간			전 반 기					
2.24	7	5.8	4.15	155	0.9853	40	12.8	5.3	14.3	20.1	18.6
6월 함양기간			9월 감수기간			후 반 기					
7.14	12	8.2	9.1	270	0.9915	52	25.4	2.9	23.1	31.2	33.6
										연 간	
										51.3	52.2

강우에 의한 '6월 함양기간'과 '9월 감수기간' 및 '후반기'가 정의될 수 있다. 여기서 4월 감수기간에서도 상당한 양의 강수가 발생하지만, 증발량이 상대적으로 많기 때문에 지하수 감수기간이 발생하게 된다. 각 함양기간 및 감수기간에 대하여 Figure 1과 전술한 지하수 함양량 추정 절차에 따라 계산한 결과가 Table 2에 수록되어 있다.

지하수 수문년 단위로 볼 때 낙동강 현풍지점(1923년)의 지하수 함양량은 단위면적당 51.3 mm로 산정된다. 또한 연간 저류량의 변화(ΔS)는 연간 지하수 함양량과 유출량의 차로 정의될 수 있으므로, $\Delta S = R^{(i)} - V^{(i)}$ 로 계산된다. 따라서 낙동강 현풍지점(1923년)의 경우 $\Delta S = -0.9$ mm로 계산되고, 그것은 연간 지하수 함양량의 약 1.8%를 차지하고 있다.

Table 1의 각 유역별 수위 및 유량관측소에 대하여 일유출수문곡선의 분석을 실시하면, 각 관측소별 연평균 지하수 함양량과 지하수 유출량을 산정할 수 있다. 한강유역에 대한 지하수 함양량 추정 결과가 Table 3에 수록되어 있다.

여기서 한강유역 전체에 대하여 2월 및 6월 함양기간은 평균적으로 각각 2월 18일과 6월 24일에 시작되고, 4월 및 9월 감수기간은 각각 4월 11일과 9월 1일에 시작된다. 나머지 4개 유역에 대한 일유출수문곡선 분석 결과에 의하면 한강유역과 거의 비슷한 함양기간과 감수기간의 시점을 얻을 수 있었다. 따라서 한강유역이 남한의 북쪽에 위치하고 있다는 사실을 고려하면, 우리나라 지하수 수문년의 시점을 강우가 시작되는 2월 말경으로 선정하는 것이 타당성이 있다고 판단된다.

연평균 강수량에 대한 연평균 지하수 함양량과의 비로 정의되는 강우함양계수(α)는 한강유역에 대하여 12.0%로 추정되며, 그것은 Table 3에서 각 관측소별 면적 가중평균으로 계산된 값이다. 따라서 북한지역을 제외한 한강유역의 면적이 23,026 km²이므로 한강유역에 대한 연간 지하수 함양량은 35.5억 m³으로 추정된다.

Table 3과 같이 한강유역에 대하여 연평균 지하수 함양량을 추정할 절차에 따라 나머지 4개 유역에 대한 지하수 함양량을 추정하였고, 그 결과가 Table 4에 요약 수록되어 있다.

Table 4에 의하면 우리나라 5대강 유역에 대한 평균 강우함양계수는 약 10.8%로 계산되어 지고, 한강과 금강유역의 경우 강우함양계수가 높은 편에 속하고 영산강과 섬진강유역의 경우는 낮은 편에 속한다. 5대강 유역에 대한 연간 지하수 함양량은 북한지역을 제외하면 약 88억 m³에 이르고, 북한지역을 포함하면 약 93억 m³에 이른다. 따라서 5대강 유역에 대한 지하수 함양량을 연간 90억 m³으로 추정하면 별 무리가 없을 것으로 판단된다.

본 연구에서 추정된 지하수 함양량은 수자원공사(1994)가 갈수시 3개월간 다목적댐 유입량을 4배하여 산정한 기저유출량인 193.9억 m³/년(전국대상)과는 상당한 차이가 발생하고 있음을 알 수 있다(본 논문의 전편 참조). 그 이유는 갈수시 3개월간 댐유입량을 지하수유출과 직접유출의 두 성분으로 분리하지 않고, 두 성분 모두 지하수유출 즉 기저유출로 가정된 것에 기인한다고 판단된다. 한편 이동률(1995)이 추정된 5대

Table 3. Estimated amount of groundwater recharge in Han river basin

지점	유역면적 (km ²)	연수	2월 함양기간			4월 감수기간			6월 함양기간			9월 감수기간			연간			연평균 유출율 (%)	연평균 강수량 (mm)	강유함양 계수(%) α^{**}		
			시점 (월-일)	기간 (day)	V_g (mm)	시점 (월-일)	기간 (day)	V_g (mm)	시점 (월-일)	기간 (day)	R_1 (mm)	시점 (월-일)	기간 (day)	V_g (mm)	합양량 R_1 (mm)	유출량 V (mm)	ΔS^{*1} (mm)					
고안	23,607.9	24	02-18	51	13.3	04-10	80	20.2	20.5	06-28	65	24.5	09-01	170	56.0	56.2	114.5	114.0	0.5	52	1,165	9.8
청평	10,455.5	24	02-21	50	15.8	04-12	78	25.9	25.6	06-29	69	34.2	09-06	168	75.7	76.5	152.1	151.6	0.5	57	1,156	13.2
여주	11,036.0	26	02-19	51	15.6	04-11	78	24.7	28.5	06-28	64	31.1	08-31	172	72.6	68.4	143.6	144.0	-0.4	60	1,174	12.2
충주	6,624.5	24	02-18	53	14.9	04-12	71	21.8	23.3	06-22	75	36.4	09-05	166	75.3	74.5	149.1	148.4	0.7	64	1,031	14.5
후포	1,606.2	8	02-17	51	18.0	04-09	75	35.4	46.0	06-22	72	41.5	09-02	168	72.9	62.3	167.8	167.8	0.0	78	1,165	14.4
호명	10,581.4	3	02-22	47	16.7	04-10	77	29.8	38.2	06-26	67	29.4	09-01	181	66.2	55.5	139.8	142.1	-2.3	63	1,315	10.6
동량	6,412.5	4	03-03	36	11.1	04-08	71	30.0	36.1	06-18	71	43.4	08-28	181	91.8	87.0	177.6	176.3	1.3	61	1,231	14.4
영춘	4,787.7	4	01-03	75	24.3	04-15	68	29.0	40.8	06-22	66	27.8	08-27	155	39.6	20.6	113.5	120.7	-7.2	50	1,001	11.3
팔괴	4,216.5	10	02-10	58	19.5	04-09	71	31.2	46.5	06-18	76	41.1	09-02	161	68.7	52.3	159.4	160.5	-1.1	68	1,054	15.1
경선	1,460.1	7	02-13	68	18.8	04-22	74	26.2	33.0	07-04	61	24.0	09-03	162	51.7	43.6	119.4	120.7	-1.3	52	1,030	11.6
화천	4,207.1	4	02-21	50	10.6	04-12	60	20.9	31.5	06-11	82	38.8	09-01	172	62.6	53.7	134.6	132.9	1.7	56	990	13.6
인제	2,028.1	7	02-28	44	13.2	04-13	81	34.4	47.5	07-03	64	28.7	09-05	177	53.6	40.5	129.9	129.9	0.0	58	925	14.0
평균	7,252.0	12	02-18	53	16.0	04-11	74	27.5	34.8	06-24	69	33.4	09-01	169	65.6	57.6	141.8	142.4	-0.6	59.92	1,103	12.0

*) $\Delta S = R - V$

**) $\alpha =$ 연평균 지하수 함양량/연평균 강수량

Table 4. Estimated amount of groundwater recharge per year

유역	한강	낙동강	금강	영산강	섬진강	5대강*)
강우함양계수 α (%)	12.0	10.2	12.2	7.1	8.4	10.9 (10.8)
유역면적 (km ²)	26,219 (23,026)	23,817	9,805	3,371	4,943	68,155 (64,962)
연평균 강수량 (mm)**)	1,286	1,166	1,269	1,319	1,414	
지하수 함양고 (mm)***)	154	119	155	94	119	
지하수 함양량 (억 m ³ /년)	40.4 (35.5)	28.3	15.2	3.2	5.9	93.0 (88.1)

()안의 숫자는 북한지역을 제외한 수치임
 *) 5대강에 대한 수치는 유역면적 가중평균을 한 것임
 **) 자료 : 전국하천조사서(한국수자원공사, 1992)
 ***) 지하수 함양고 = 연간 지하수 함양량/유역면적

Table 5. Variation of annual storage in five major river basins

유역	한강	낙동강	금강	영산강	섬진강
연평균 지하수 함양량 R(mm)	141.8	111.1	149.5	92.1	106.0
연평균 지하수 유출량 V(mm)	142.4	111.2	149.4	92.4	106.1
연평균 저류량 변화 ΔS (mm)	-0.6	-0.1	0.1	-0.3	-0.1
$\Delta S/R$ (%)	-0.4	-0.1	0.1	-0.3	-0.1

의 감수에 영향을 미치는 유역의 복잡한 거동이 예견되지만, 거시적 관점에서 볼 때 지하수유출의 감수가 유역이 비교적 균질하다는 가정에 의해 발생하고 있음을 의미한다. 이와 같은 결과는 Farvolden(1963)의 연구 결과인 지하수유출이 등방성이고 균질한 유역에서 거동하고 있다는 사실을 뒷받침하고 있다.

5대강 유역에 대하여 연평균 저류량 변화($\Delta S=R-V$)가 Table 5에 수록되어 있다. 연평균 지하수 함양량에 대한 연평균 저류량 변화의 비가 5대강 유역 모두에 대하여 1% 보다 작은 값을 가지므로, 거시적으로 볼 때 어떤 주어진 유역에 대한 지하수 함양량과 지하수 유출량은 같은 값을 가지고 있음을 알 수 있다.

또한 '지하수 개발가능량'을 양수된 물의 수량과 수질이 시간에 따라 변하지 않는 평형상태에서 대수층으로부터의 연간 지하수 함양량이라고 정의할 수 있으므로, 지하수 개발가능량을 지하수 함양량과 같은 개념으로 볼 수가 있다. 따라서 우리나라 5대강 유역에 대한 지하수 개발가능량은 지하수 함양량인 연간 약 90억 m³으로 추정된다.

결론

본 연구는 그 전편에서 제시한 지하수 함양량 추정 방법에 의하여 우리나라 5대강 유역에 대한 지하수 함양량을 추정하였다. 추정된 지하수 함양량은 연간 90억 m³이고, 그것은 5대강 유역의 지하수 개발가능량과 같은 개념이다. 또한 장기간의 자료 분석에서 5대강 유역에 대한 연평균 저류량의 변화가 아주 작기 때문에 지하수 함양량과 지하수 유출량이 같은 값을 가진다고 할 수 있다. 여기에서 사용된 자료는 28개 관측지점에서 수집한 수위 또는 유량자료이다.

우리나라 지하수 水文年은 2월말 경에 시작되고, 한 水文年내에 함양기간과 감수기간이 각각 두 번씩 존재함을 알 수 있었다. 즉 개략적으로 함양기간은 2월말~4월중순, 6월말~9월초에 해당하고, 감수기간은 4월중순~6월말, 9월초~다음 해 2월말에 해당한다.

지하수유출에 대한 유역의 총체적 영향을 설명하는 감수계수 k는 유역면적과 관계없이 거의 일정한 값을 가지므로, 거시적 관점에서 지하수유출의 감수가 유역이 균질하다는 가정하에서 발생하고 있음을 의미한다. 또한 4월 감수기간에서 증발산량이 상대적으로 많이 발생하므로, 4월 감수곡선에서의 감수계수 k가 더 작은 값을 가지고 4월 감수곡선이 9월 감수곡선 보다 급격히 감수함을 확인할 수 있었다.

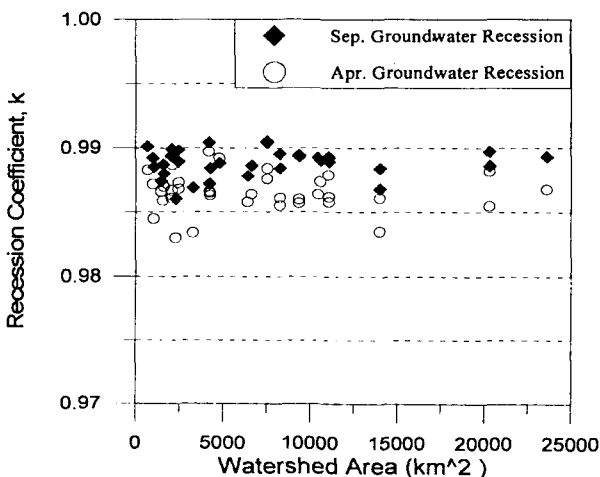


Figure 2. Relationship between recession coefficient and watershed area

강 유역에 대한 지하수 함양량은 약 72억 m³/년으로, 그는 본 연구에서 보다 다소 낮게 추정하였다. 그 이유는 본 연구에서는 감수기간뿐만 아니라 함양기간의 지하수 유출량을 고려하여 지하수 유출량을 추정하였지만, 이동률(1995)은 갈수기 즉 감수기간의 지하수 유출량만을 고려하였기 때문이라고 판단된다.

유역면적과 감수계수(k)의 관계를 도시한 결과가 Figure 2에 나타나 있다. Figure 2에 사용된 자료는 Table 1의 28개 관측소에 대한 자료이다. 여기서 k는 지하수유출에 대한 유역의 총체적 영향을 설명하는 매개변수이다.

Figure 2를 살펴보면 4월 감수기간의 k 값이 9월 감수기간의 k 값보다 작음을 알 수 있고, 그것은 일유출수문곡선 상에서 4월 감수곡선이 보다 급격히 감소함을 의미한다. 이러한 사실은 4월 감수기간에서 상대적으로 보다 많은 양의 증발산이 발생하기 때문이라 판단된다. 또한 유역면적에 따라 감수계수 k의 값의 변화가 아주 작다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 감수계수의 특성은 비록 유역내부에서 미시적 관점에서 볼 때 지하수유출

사 사

본 연구를 위하여 자료를 협조하여 주신 한국건설기술연구원 이동률박사에게 심심한 사의를 표한다.

참고문헌

이동률, 1995, 지하수 감수곡선을 이용한 지하수 함양량 추정과 장 기갈수량 예측, 고려대학교 박사학위논문.
이동률, 1994, 일유출수문곡선선집(전5권), 고려대학교 토목환경공학과.

조선총독부, 1929, 조선하천조사서.
조선총독부 광공국, 1944, 유량요람(1924-1940).
한국건설기술연구원, 1989, 수문데이터베이스(HISS).
한국수자원공사, 1992, 전국하천조사서.
한국수자원공사, 1994, 지하수자원 기본조사(2차) : 지하수 이용관리법안 수립 및 대체용수원 개발지역 산정조사 보고서.
Farvolden, R. N., 1963, Geologic controls on ground-water storage and baseflow, Jr. of Hydrology, 1, p. 219-249.
Meyboom, P., 1961, Estimating Ground-water Recharge from Stream Hydrology, Jr. of Geophysical Research, 66(4), p.1203-1214.