

한강에서의 강변여과수 개발을 위한 적지선정 및 개발가능량 산정(I)

Site Suitability and Developable Amount Assessment for Riverbank Filtration in the Han River (I)

이 상 일* / 이 상 신**

Lee, Sang Il / Lee, Sang Sin

Abstract

Riverbank filtration for water supply has been employed for about 150 years in developed countries. In Korea, the feasibility of riverbank filtration has been investigated since 1990's for large river basins, to find a solution to stably meet the ever-increasing demand for water. Recently, some cities in the Nak-dong River Basin have been supplying the water through riverbank filtration. This research studies the feasibility of riverbank filtration in Seoul. Analytic Hierarchy Process (AHP), which selects the most optimal alternative by hierarchically classifying various attributes and then quantifying the importance of each attribute, was applied to candidate locations for the selection of riverbank filtration site. The Kwangnaru district, which has advantages in water quality and close connectivity to the existing water purification facility, was selected as the most optimal site.

keywords : riverbank filtration, Han River, AHP, site suitability analysis

요 지

선진국에서의 강변여과수 개발은 150년 정도의 역사를 가지고 있다. 한국에서도 지속적으로 증가하고 있는 용수 수요에 안정적으로 대처하기 위한 원수 확보방안으로 강변여과수에 대한 조사가 1990년대부터 4대강 유역을 중심으로 시작되었으며, 현재 낙동강을 중심으로 강변여과를 활용한 상수도 공급이 이루어지고 있다. 본 논문은 서울의 원수수질 안정을 위한 방안으로 강변여과 도입의 타당성에 대한 연구이다. 개발 적지의 선정을 위해 여러 가지 속성들을 계층적으로 분류하고 각 속성의 중요도를 파악함으로써 최적 대안을 선정하는 계층분석과정기법(AHP)을 적용하였다. 한강 유역의 경우 개발후보지역을 대상으로 적지분석을 실시한 결과, 수질 및 기존시설연계성 등에서 유리한 광나루지구가 최적지로 선정되었다.

핵심용어 : 강변여과, 한강유역, AHP, 적지분석

* 동국대학교 공과대학 사회환경시스템공학과 교수, Corresponding Author
Professor, Dept. of Civil and Environment Engineering, Dongguk Univ., Seoul, 100-715, Korea
(e-mail: islee@dongguk.edu)

** 동국대학교 공과대학 토목환경공학과 박사과정
Ph.D. Candidate, Dept. of Civil and Environment Engineering., Dongguk Univ., Seoul, 100-715, Korea

1. 서론

일반적으로 지하수는 지표수보다 수질이 양호하고 수온이 일정하다는 장점을 가지고 있어 음용수로 선호되고 있으나, 수량이 제한적이어서 우리나라에서의 수돗물 공급은 대부분 지표수에 의존하고 있다. 그러나 지표수에서의 돌발적 수질오염 사고위험 및 수질 악화 등에 의해 고도정수처리가 불가피하게 되고, 이에 따른 고가의 시설비 및 운영비의 투자가 요구되는 사례가 빈번히 발생하고 있어 강변여과가 취수원의 다변화 측면에서 좋은 대안으로 거론되고 있다. 독일, 네덜란드 등의 서유럽 국가들과 미국에서는 이미 19세기 초부터 강변여과 방식의 물 공급이 시작되어 150여년 넘게 성공적으로 사용되고 있다(Grischek *et al.*, 2002, Tufenkji *et al.* 2002). Table 1은 국내외의 주요 강변여과 개발사례이다.

장기간 강변여과를 할 경우 수위변동이나 철, 망간용출 등의 요인에 의해 관정의 막힘 현상이 발생하여 취수량 감소가 나타날 수 있다(Schubert, 2002). 최근 다양한 원인으로 인해 발생하는 강변여과 취수정에서의 수질 및 수량 변화 예측을 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다(Eckert *et al.*, 2006). 우리나라의 경우 1990년대 이후 낙동강에서의 수질오염 사고 사례가 빈번히 발생하면서, 강변여과 취수 방식의 다변화된 수자원 공급에 대한 타당성이 검토되기 시작하였다. 창원시의 경우 우리나라 최초로 2001년부터 강변여과수를 이용하여 생활용수 공급하고 있으며, 2016년 240,000m³/day의 강변여과수 개발을 목표로 하고 있다(창원시 상수도 사업소, 2006). 함안군 칠서면의 경우 2003년부터 강변여과수

개발 평가를 실시하여 현재 20,000m³/day의 물을 공급하고 있다. 김해시 생림면에도 2007년부터 공사가 착공되었다(김해시상수도사업소, 2006). 수도 서울의 경우 수돗물의 신뢰도를 높이기 위해 강변여과의 도입을 검토하고 있다(서울특별시상수도사업본부 2005, 2006).

2. 강변여과

2.1 개념

강변여과는 하천인근에 취수정을 설치하여 하천 방향의 지하수 흐름을 취수정 방향으로 유도하는 것으로, 지표수를 강변의 대수층에 통과시켜 자연 지층의 자체 정화능력을 이용하여 원수중의 오염물질을 상당량 저감한 후 양수하는 방식으로 독일, 프랑스, 네덜란드 등 주로 유럽에서 오래전부터 널리 활용되고 있는 대체 수자원 이용 방식이다. 강변여과의 개념은 Fig. 1에 나타나 있다. 강변여과 방식의 효과를 증대시키기 위해 취수정의 배후지에 인공함양 분지를 설치하기도 하며, 지하수의 비율을 높이기 위해 취수정을 하천에서 비교적 먼 거리에 설치하고 하천과 취수정 사이에 함양 분지를 통한 직접인공함양을 하기도 한다.

2.2 강변여과의 취수방법

강변여과의 취수방법에 많이 이용되고 있는 형식은 크게 수직정(vertical well)에 의한 방식과 수평집수정(collector well)에 의한 방식이 있다.

가장 기본적인 우물의 형태로 수직정이 있는데, 이는 설치가 용이하고 공사비가 저렴하나 취수 용량이 제한적이다. 수중 모터를 사용할 경우 펌프장 설치가 불필

Table 1. Some Examples of Riverbank Filtration

Location	Well field	Description	Production (m ³ /day)
Rhine River in Germany	Düsseldorf	70 vertical wells, 18 radial collector wells	357,600
Llobregat River in Spain	Cornellá	26 extracting wells, 7 recharge wells	62,000
Limmat River in Swiss	Hardhof	9 vertical wells, 4 radial collector wells	15,000
Donau River in Austria	Lobau	8 radial collector wells	136,000
Donau River in Hungary	Csepel	256 vertical wells, 30 radial collector wells	150,000
Missouri River in USA	Nearman	single radial collector well	120,000
Kansas River in USA	Kansas City	1 collector well	151,200
Ohio River in USA	Louisville	2 collector wells	75,600
Nakdong River in Korea	Chanwon	14 vertical wells	260,000
Tan Cheon in Korea	Seongnam	vertical and collector wells	-
Han River in Korea	US Army Camp	21 vertical wells	10,000
Bukhan River in Korea	Gapyeong	infiltration gallery	15,400

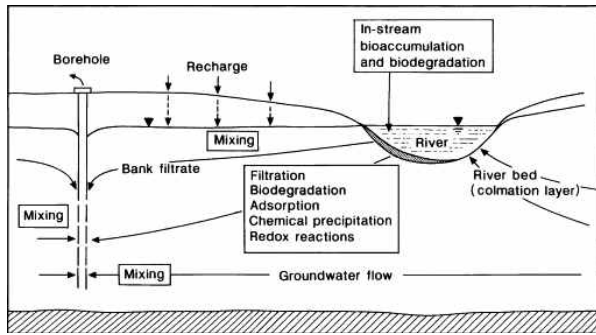


Fig. 1. Concept of Riverbank Filtration (Hiscock and Grischek, 2002)

요하고 시공이 용이하다는 장점이 있으나, 다량취수가 어렵고 유지관리가 힘들다는 단점이 있다(Fig. 2a). 우리나라의 사례로는 창원시 대산정수장(1단계)과 용산미군기지 취수시설 등이 있다.

우물통을 중심으로 하천 방향 또는 방사상의 형태로 수평집수관을 설치, 취수하는 방식으로 수평집수정이 있다. 대용량의 취수가 가능하며, 유지관리 비용이 저렴하다는 장점이 있는 반면 설치 공정이 복잡하고 공사비가 비싼 단점이 있다(Fig. 2b). 대표적인 사례로는 한강 탄천변 하상여과 시설이 있으며, 미국의 Kansas City 및 Kentucky주 Louisville 소재 Payne 정수장 등이 있다.

2.3 강변여과의 장단점

강변여과의 장점은 주로 오염물질의 자체적인 정화 작용과 지하수의 특징인 일정한 수온등과 관련이 깊다. 지표수와 비교하여 본 장점은 다음과 같다(창원시 상하수도 사업소, 2004).

- 수온을 비교적 균등하게 유지하여 겨울철에도 미생물에 의한 암모니아 산화 발생
- 상류지역의 돌발적인 원수오염사고에 대한 안정성이 높고 균등한 수질의 원수를 취수
- 침강, 여과 및 침투과정에서 부유물질과 미생물 등이 제거되고 특히 조류의 영향을 받지 않음
- 정수약품의 사용량을 줄이고 정수공정을 단순하게 하여 정수비용을 절감할 수 있고 슬러지 발생량을 대폭 감소시켜 환경친화적인 시설을 유지
- 홍수시나 갈수시에도 수량의 변동을 적게 유지
- 여과과정에서 강물에 포함된 DOC(용존유기탄소) 등을 60~70% 저감
- 입자상 유기물질과 중금속이 하상 바닥이나 침투층 상부에 부착하여 슬러지처리비용의 절감이 가능

이러한 장점과 더불어 강변여과의 단점은 다음과 같다.

- 취수를 위한 시설비와 전력비, 유지관리비가 많이 소요
- 철, 망간 환원조건에서 농도 증가
- 취수정 주변의 경작에 따라 비료와 농약으로 인한 수질오염 예상
- 질산성질소나 염소이온 등의 농도가 높을 때는 수처리에 어려움
- 과다 취수시 주변 지하수위의 저하
- 인공함양지조성에 따른 대규모 토지 매수가 필요하여 초기투자비 필요

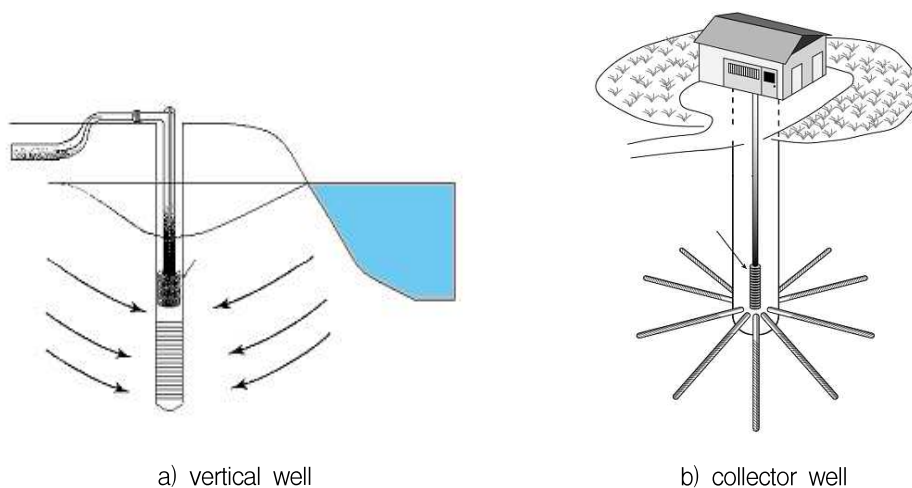


Fig. 2. Types of Wells for Riverbank Filtration (The Office of Waterworks Seoul Metropolitan Government, 2005)

3. 적지분석

3.1 AHP

여러 가지 기준을 가장 잘 만족시키는 대안을 찾는 다기준 의사결정 방법 중 AHP (Analytic Hierarchy Process, 계층분석과정)는 다수의 속성들을 계층적으로 분류하여 각 속성의 중요도를 파악함으로써 최적 대안을 선정하는 기법으로 Saaty(1980)에 의해 개발되었다. 계층분석기법이 갖는 참신성은 다수의 목표, 다수의 평가기준, 다수의 의사결정 주체가 포함되어 있는 의사결정 문제를 계층화하여 해결하는데 있다. 즉, 여러 요인들을 한꺼번에 고려하여 각 요소들의 중요도 또는 가중치를 구하는 것은 매우 어려우므로 의사결정 문제를 계층화한 후, 상위계층에 있는 한 요소(기준)의 관점에서 직계 하위계층에 있는 요소들의 상대적 중요도 또는 가중치를 쌍대비교에 의해 측정하는 방식을 통해 궁극적으로 최하위 계층에 있는 대안들의 우선순위를 구할 수 있도록 해준다(Saaty, 1983, 1987).

3.2 분석과정

AHP의 분석을 위해서는 우선 계층도를 작성하고, 쌍대비교와 선호지수를 산정한 다음, 적합성을 평가하는 일련의 순서를 거치게 된다.

AHP기법을 이용하여 문제를 해결하려면 Fig. 3과 같이 문제의 정의, 계층적 구조화, 쌍대비교, 최종 종합을 체계적으로 수행하기 위해 평가목표·평가기준·대

안을 상호 연관되게 계층구조로 만들어야 한다. 계층도 작성 시에는 제일 상위에 평가의 목표 세우고, 그 아래로 대체안을 평가하기 위한 평가기준을 행으로 나열한 다음, 평가 목표와 선으로 연결한다. 그리고 평가기준의 아래에 대안을 나열하여 평가기준의 각 요소와 선으로 연결한다.

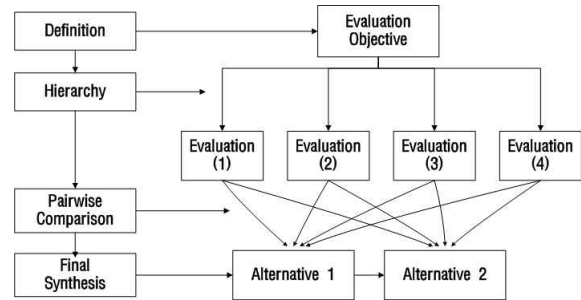


Fig. 3. Hierarchy Diagram (Lee and Lee, 2007)

계층구조가 만들어지면 다음으로 쌍대비교와 선호지수 산정이 필요하다. 쌍대비교는 요소 i 와 요소 j 의 비교를 통해서 한쪽이 어느 정도 더 중요한지에 대한 답을 Table 2와 같이 똑같은(equal), 약간(slight), 꽤 (quite), 매우(very), 절대적으로(absolute) 중요하다 등으로 구별할 수 있다. 쌍대비교를 하는 이유는 각 대안들의 평가기준 선호도를 산정할 때 한꺼번에 전체 비교가 어렵기 때문이다. 두 기준에 대한 중간값을 사용함으로써 좀 더 정확하게 판단할 수도 있다. 각 요소에 대한 쌍대비교 행렬은 Table 3과 같다.

Table 2. Pairwise Comparison

Relative importance between element i and j	Intensity of importance(a_{ij})
i and j is equally important	1
i is slightly more important than j	3
i is quite more important than j	5
i is very more important than j	7
i is absolutely more important than j	9
Intermediate values between two adjacent judgements	2, 4, 6, 8

Table 3. Pairwise Comparison Matrix

	element 1	element 2	element 3	element 4
element 1	1	a_{12}	a_{13}	a_{14}
element 2	$\frac{1}{a_{12}}$	1	a_{23}	a_{24}
element 3	$\frac{1}{a_{13}}$	$\frac{1}{a_{23}}$	1	a_{34}
element 4	$\frac{1}{a_{14}}$	$\frac{1}{a_{24}}$	$\frac{1}{a_{34}}$	1

Table 4. RI of N×N Pairwise Comparison Matrix

N	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

선호도 지수를 구하는 방법은 우선, Table 3과 같이 만들어진 쌍대비교 행렬 a_{ij} 에서 각 열(column)에 대한 합 S_i 를 구한다(Eq. (1)).

$$S_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

다음, 각 요소값 a_{ij} 들을 열의 합인 S_i 로 나누면 Eq. (2)와 같이 V_{ij} 인 행렬이 얻어지며, 이를 정규화된 쌍대비교 행렬(normalized pairwise comparison matrix) 또는 정규화된 행렬(normalized matrix)이라 부른다.

$$V_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_i} \quad (2)$$

이제, 상대적 가중치를 구하기 위해 각 행(row)별로 정규화된 가중평균(normalized weight)을 구하면 Eq. (3)과 같다.

$$P_j = \sum_{i=1}^n \frac{V_{ij}}{n} \quad (3)$$

여기서, P_j 는 각 요소의 선호도지수 또는 상대적 중요도(Relative Importance Weight, RIW)라 하고, P_j 값들을 모두 더하면 '1'이 되어야 한다.

선호도 지수를 계산하려면 일련의 쌍대비교에 일관성이 있어야 한다. 즉, 주어진 요소값에 대하여 논리적 일관성이 있는가를 조사하기 위해 일관성비율(Consistency Ratio, CR)을 평가해야 한다. Satty(1980)에 의하면 CR은 일관성지수(Consistency Index, CI)를 무작위지수(Random Index, RI)로 나눔으로써 계산되며 Eq. (4)와 같다.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

여기서, CI는 행렬의 최대고유치 λ_{max} 와 행렬의 크기 n 으로부터 얻어지는 것으로 Eq. (5)로 나타낼 수 있다.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

또한 RI는 1에서 9까지 정수들을 무작위로 추출하여 상반행렬을 작성한 후 일치지수를 구한 것으로, N×N 쌍대비교행렬의 무작위 지수 값은 Table 4에 나타났다. 기준에 대한 의사결정자의 판단은 일관성 비율이 10% 이하일 경우에는 양호한 결과이며, 기준에 대한 우선순위 평가는 신뢰성이 매우 높다고 볼 수 있다.

최종적으로 우선순위를 결정하기 위해 적합도(Suitability Index, SI)는 각 단계별 상대적 중요도(RIW_i)를 이용하여 Eq. (6)과 같이 표현된다. 적합도가 높을수록 좀 더 나은 대안이 됨을 의미한다.

$$SI = \sum_{i=1}^n RIW_i \quad (6)$$

여기서, RIW_i는 i 번째 요소(element)에 대해 계산된 최상위부터 최하위 유효레벨까지의 상대적중요도의 누적값이다.

3.3 분석틀

강변여과수 개발지점 선정을 위해서 기준을 확립하고 AHP 기법에 의한 적지분석의 틀을 만드는 것이 필요하다. 여기에서 강변여과수 개발에 고려되어야 할 특성인자들을 선정하고, 강변여과수 개발대상 지역 자료를 활용하여 개발 타당성을 정량적으로 평가할 수 있는 분석틀을 제시한다. 국내의 강변여과수 개발 사례와 이론적 연구 등을 종합적으로 분석하고, 각종 조사보고서 등을 면밀히 검토하여 강변여과수 개발 지점에서 반드시 고려되어야 할 예비인자 28개를 추출하고, 자료의 취득 가능성 및 전문가의 판단 등을 거쳐 최종적으로 21개의 영향인자를 Fig. 4와 같이 확정하였다(동국대학교, 2004).

확정된 영향인자를 상대적 중요도에 따른 일관성 지수 비교 및 AHP 분석을 실시하기 위한 3단계까지의 쌍대비교행렬의 값이 Table 5에 나타나 있다. 4, 5단계 21개 영향인자에 대해서도 같은 방법으로 쌍대비교행렬을 이용하여 선호도벡터를 산출했다(동국대학교, 2004).

3.4 SASCU

앞 절에서 소개된 AHP기법을 바탕으로 지표수-지하수 연계이용을 위한 범용 적지분석 시스템을 개발하였

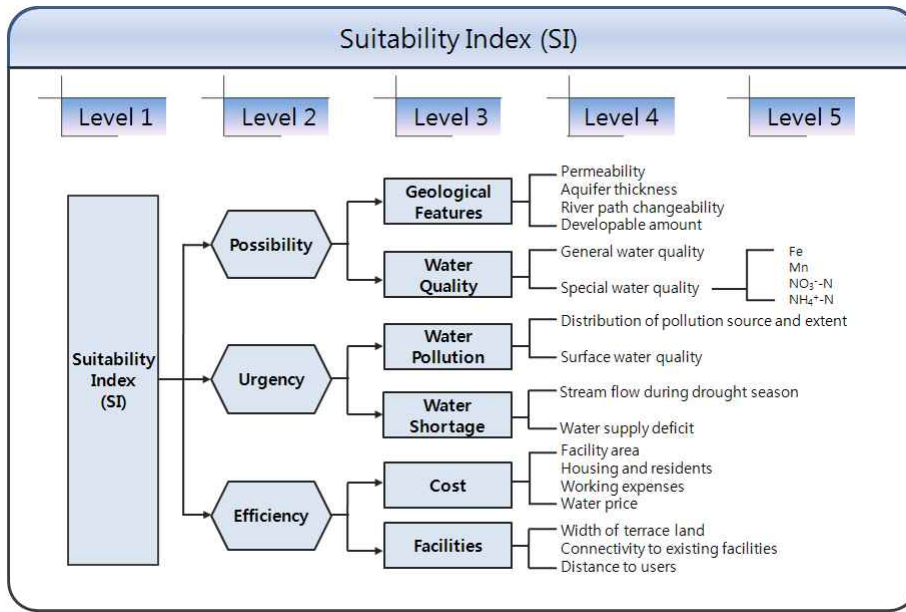


Fig. 4. Elements for Site Suitability Analysis of Riverbank Filtration

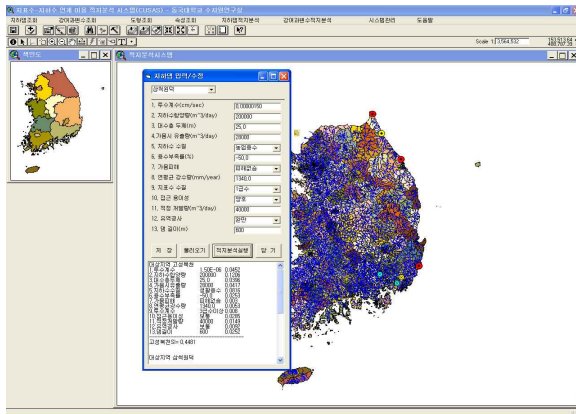


Fig. 5. SASCU - A Tool for Site Selection

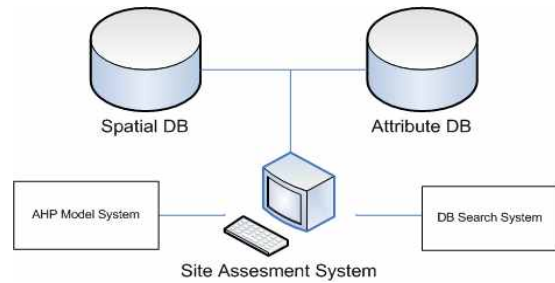


Fig. 6. System Configuration

다(Fig. 5). 이 시스템은 강변여과 뿐 아니라 하천과 저수지, 댐, 지하댐 등의 연계이용을 위한 적지선정에 사용될 수 있도록 설계하였다.

SASCU(Site Suitability Assessment System for Conjunctive Use)에서는 AHP 모형이 적지분석시 고려되는 인자들에 관한 정보를 데이터베이스에 저장된 도형정보와 속성정보를 활용하여 적합도를 계산한다(Fig. 6). 대상에 대한 도형데이터베이스와 속성데이터베이스를 가지며, 정보검색시스템에 의해 데이터베이스가 조회된다. 또한, AHP 모형 시스템은 구축된 데이터베이스와 적지분석시 고려될 인자들을 입력받아 적합도를 계산하여 출력할 수 있도록 한다. 이 시스템은 대상지역의 각종 정보 검색시스템, AHP 모형 시스템의 통합 시스템으로 ArcView의 스크립트 언어인 Avenue와 Visual Basic을 이용하여 Windows 기반으로 설계되었다. 시스템의 자료 흐름은 Fig. 7과 같다.

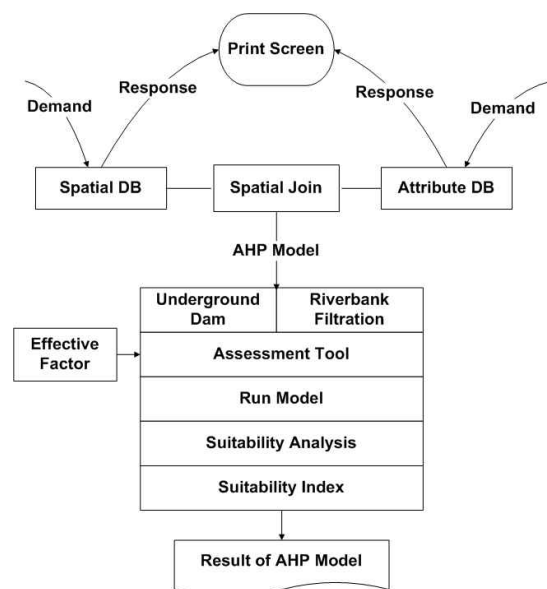


Fig. 7. Data Flow in SASCU

Table 5. Pairwise Comparison Matrix Down to Level 3

Level	Factors	Pairwise comparison matrix					RIW	Consistency
1	Suitability Index (SI)		Possibility	Urgency	Efficiency			OK
		Possibility	1	2	2		0.5000	
		Urgency	1/2	1	1		0.2500	
		Efficiency	1/2	1	1		0.2500	
2	Possibility		Geological features	Water quality				OK
		Geological features	1	1/2			0.3333	
		Water quality	2	1			0.6667	
	Urgency		Water pollution	Water shortage				OK
		Water pollution	1	1/3			0.2500	
		Water shortage	3	1			0.7500	
Efficiency		Cost	Facilities				OK	
	Cost	1	2			0.6667		
		Facilities	1/2	1			0.3333	
3	Geological Features		Permeability	Aquifer thickness	River path changeability	Developable amount		OK
		Permeability	1	1/2	1/3	1/7	0.0913	
		Aquifer thickness	2	1	1	1	0.2644	
		River path changeability	3	1	1	1	0.2837	
		Developable amount	7	1	1	1	0.3606	
	Water Quality		General water quality	Special water quality				OK
		General water quality	1	1/5			0.1667	
		Special water quality	5	1			0.8333	
	Water Shortage		Streamflow during drought season		Water deficit			OK
		Streamflow during drought season	1		1/3		0.2500	
		Water deficit	3		1		0.7500	

Table 5. Continued

Level	Factors	Pairwise comparison matrix				RIW	Consistency	
3	Water Pollution		Distribution of pollution source and extent		Surface water quality			OK
		Distribution of pollution source and extent	1		1/3		0.2500	
		Surface water quality	3		1		0.7500	
	Cost		Facility area	Housing and residents	Working expenses	Water price		OK
		Facility area	1	1/3	1/3	1/7	0.0688	
		Housing and residents	3	1	1	1/3	0.1934	
		Working expenses	3	1	1	1/3	0.1934	
	Water price	7	3	3	1	0.5444		
	Facilities		Width of terrace land	Distance to users	Connectivity to existing facilities			OK
		Width of terrace land	1	1/2	1/5		0.1222	
		Distance to users	2	1	1/3		0.2299	
		Connectivity to existing facilities	5	3	1		0.6479	

4. 적용

한강유역 서울구간에서의 강변여과개발은 도심을 한강이 통과하므로 고수부지를 활용하는 방안이 있다. 따라서, 본 연구에서는 강변여과 개발을 위한 적지선정 대상지역으로 서울시 구간인 행주대교부터 팔당대교 구

간에 12곳의 고수부지를 1차로 선택하였다. 이들 후보지에 대해 서울시 지반정보관리 시스템의 시추공 자료를 활용하여 각 지구별 고수부지 및 하상의 층적층 분포 현황에 대해서 살펴보았다(Table 6). Fig. 8은 고수부지의 위치도이다.

Table 6. Terrace Lands of the Han River and Their Characteristics

Location	Length (km)	Average width (m)	Alluvial thickness(m)			
			River bed		Terrace land	
			Average	Range	Average	Range
Kwangnaru	12.8	82	5.6	4.5 ~ 6.7	13.0	9.0 ~ 17.0
Jamsil	5.4	109	4.8	2.3 ~ 7.5	11.1	9.6 ~ 12.5
Ttukseom	9.6	86	4.5	4.0 ~ 5.0	16.8	15.7 ~ 17.9
Jamwon	5.2	56	4.0	2.6 ~ 5.5	15.1	14.9 ~ 15.3
Banpo	6.4	89	3.7	2.3 ~ 5.1	-	-
Ichon	8.0	62	5.2	1.8 ~ 8.7	11.5	10.0 ~ 13.0
Yeouido	3.8	186	15.9	11.7 ~ 20.1	17.6	10.9 ~ 24.2
Yangwha	11.7	82	13.2	9.0 ~ 17.3	15.8	13.7 ~ 17.8
Mangwon	8.8	183	11.3	11.3	15.2	11.6 ~ 18.7
Nanji	3.2	242	20.2	14.0 ~ 30.0	15.7	10.0 ~ 21.3
Kangseo	2.0	170	29.1	27.0 ~ 31.2	28.6	27.0 ~ 30.2

*The Office of Waterworks Seoul Metropolitan Government, 2005

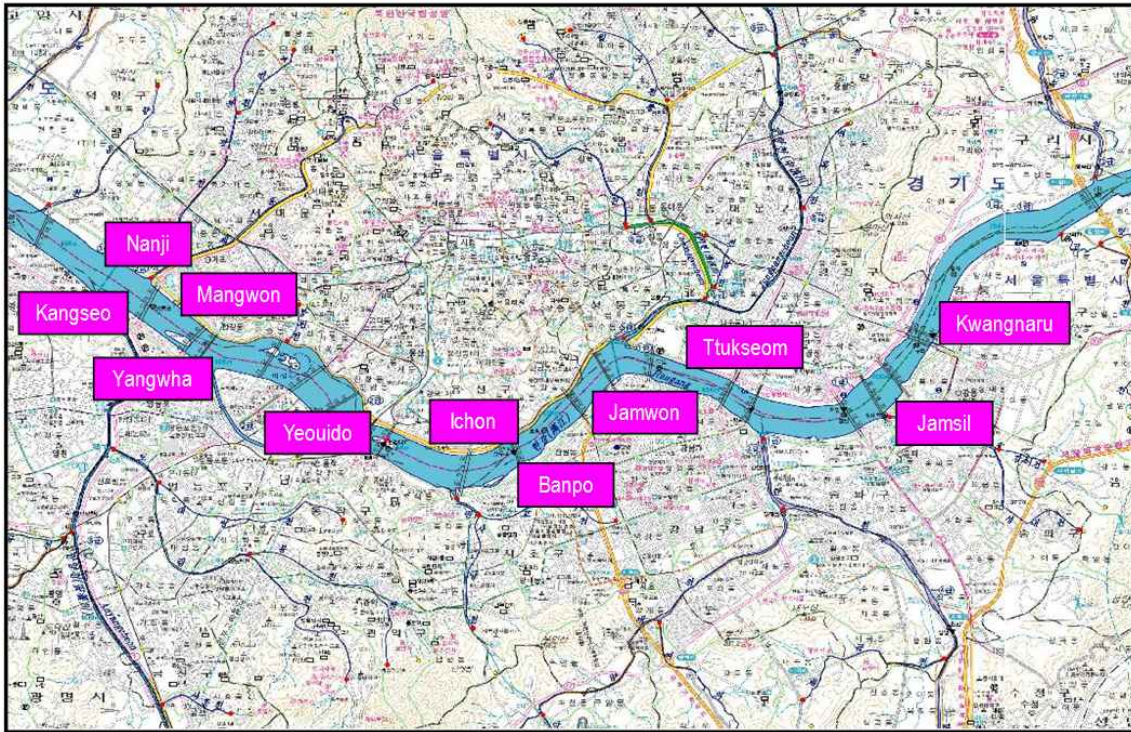


Fig. 8. Locations of Terrace Land of the Han River

Table 7. Suitability Index of Four Sites in Han River Basin

Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Kwan-naru	Jamsil	Ichon	Yangwha	
Suit-ability Index (SI)	Possibility	Geological features	Permeability		0.0016	0.0029	0.0029	0.0029	
			Aquifer thickness		0.0115	0.0047	0.0047	0.0115	
			River path changeability		0.0309	0.0119	0.0045	0.0309	
			Developable amount		0.0170	0.0170	0.0170	0.0387	
		Water quality	General water quality		0.0372	0.0049	0.0049	0.0049	
			Special water quality	Fe		0.0227	0.0087	0.0087	0.0087
				Mn		0.0227	0.0227	0.0227	0.0087
				NO ₃		0.0227	0.0087	0.0087	0.0087
	NH ₄			0.0227	0.0087	0.0087	0.0087		
	Urgency	Water pollution	Distribution of pollution source and extent		0.0015	0.0039	0.0102	0.0102	
			Surface water quality		0.0313	0.0313	0.0104	0.0104	
		Water shortage	Stream flow during drought season		0.0272	0.0272	0.0272	0.0272	
			Water supply deficit		0.0940	0.0940	0.0940	0.0940	
	Efficiency	Cost	Facility area		0.0080	0.0080	0.0080	0.0080	
			Housing and residents		0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	
			Working expenses		0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	
			Water price		0.0636	0.0636	0.0636	0.0636	
		Facilities	Width of terrace land		0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	
			Connectivity to existing facilities		0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	
			Distance to users		0.0187	0.0169	0.0169	0.0187	
Sum					0.4882	0.3902	0.3684	0.4110	

12곳의 고수부지가 강변여과수를 개발할 수 있는 곳으로 나타났다. 12곳의 고수부지 중 평가를 위한 자료의 확보가 용이하고, 비교적 수질이 양호한 4곳의 후보지에 대하여 개발된 적지분석시스템(SASCU)을 이용하여 적지분석을 실시하였다. 공간자료와 속성자료는 국가수자원관리종합정보센터(2007), 서울특별시상수도사업본부(2005, 2006) 및 수치지도를 이용하여 데이터베이스로 구축하였다. Table 7은 SASCU실행 결과 각 영향인자별 결과값과 4곳의 후보지의 적합도 결과이다. 수질, 기존시설(정수장)과의 연계성 등에서 뛰어난 광나루지구가 적합도 0.4882로 최적 후보지로 선정되었다(동국대학교, 2007).

5. 결 론

본 연구에서는 AHP를 이용한 적지분석 시스템을 개발하고 이를 이용하여 한강유역 서울구간의 강변여과 최적개발지를 선정하였다. 그 결과 광나루지구가 최적의 후보지로 선정되었다. 물론, 이 결과는 검토 지역 중 광나루지구가 가장 높은 적합도를 보였다는 것을 의미하며, 다른 지역이 배제되어야 한다는 의미는 아니다.

본 연구의 결과 AHP가 새로 강변여과를 검토하는 지역들 간의 비교우위를 결정하는데 유용한 도구임이 입증되었다. 또한, 개발된 소프트웨어 시스템은 강변여과를 통해 상수도 공급을 모색하는 지역에서 체계적으로, 그리고 용이하게 공간 및 속성자료를 활용하여 최적개발지를 선정하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 3-4-3)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

김해시상하수도사업소 (2006.5.10).
<http://water.gimhae.go.kr>
 국가수자원관리종합정보시스템 (2007.8.8).
<http://www.wamis.go.kr>
 동국대학교 (2004). 지표수-지하수 연계이용 기법 개발 보고서
 동국대학교 (2007). 인공함양을 활용한 한강 및 낙동강 유역 수도공급 방안 연구 보고서

서울특별시상수도사업본부 (2005). 간접취수 도입을 위한 기초조사 보고서
 서울특별시상수도사업본부 (2006). 간접취수 도입을 위한 타당성조사 중간보고서
 이상일, 이재문 (2007). "AHP기법을 이용한 최적 계획 하폭 선정-입천에의 적용 사례연구." **한국수자원학회 논문집**, 한국수자원학회, 제40권, 12호, pp. 931-941
 창원시상하수도사업소 (2004). 강변지하수 개발사업의 추진현황과 개발방향
 창원시상하수도사업소 (2006.5.10).

<http://sudo.changwon.go.kr>

Eckert, P. and Irmscher, R. (2006). "Over 130 years of experience with riverbank filtration in Düsseldorf, Germany." *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*, Vol. 55, No. 4, pp. 283-291
 Grischek, T., Schoenheinz, D., Worch, E. and Hiscock, K. M. (2002). "Bank filtration in Europe - An overview of aquifer conditions and hydraulic controls, In: Management of Aquifer Recharge for Sustainability." *Dillon, P.(ed.) Swets Zeitlinger, Balkema, Lisse*, pp. 485-488
 Hiscock, K.M and Grischek, T. (2002). Attenuation of groundwater pollution by bank filtration, *Journal of Hydrology*, Vol. 266, pp. 139-144
 Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill, New York
 Saaty, T. L. (1983). "Priority Setting in Complex Problems." *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol. 30, No. 3, pp. 140-155
 Saaty, T. L. (1987). "Rank Generation, Preservation and Reversal in the Analytic Hierarchy Decision Process." *Decision Sciences*, 18, pp. 157-177
 Schubert, J. (2002). "Hydraulic aspects of riverbank filtration-Field studies." *Journal of Hydrology*, Vol. 266, pp.145-161
 Tufenkji, N., Ryn, J. N. and Elimelech, M. (2002). "The promise of bank filtration", *Environ. Sci. Technol.* Vol. 36, No. 21, pp. 423-428

(논문번호:08-41/접수:2008.03.14/심사완료:2008.06.20)