

수변녹지 조성을 위한 토지매수 우선순위 산정 방안 연구

홍진표¹⁾²⁾ · 이재원¹⁾ · 최옥현¹⁾ · 손주동¹⁾ · 조동길²⁾ · 안동만³⁾

¹⁾ 서울대학교 대학원 박사과정 · ²⁾ 넥서스환경디자인연구원(주) · ³⁾ 서울대학교 조경·지역시스템공학부

A Study on Land Acquisition Priority for Establishing Riparian Buffer Zones in Korea

Hong Jin-Pyo¹⁾²⁾ · Lee Jae-Won¹⁾ · Choi Ok-Hyun¹⁾ · Son Ju-Dong¹⁾
Cho Dong-Gil²⁾ and Ahn Tong-Mahn³⁾

¹⁾ Graduate School, Seoul National University,

²⁾ NEXUS Environmental Design Centre,

³⁾ Dept. of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University.

ABSTRACT

The Korean government has purchased land properties alongside any significant water bodies before setting up the buffers to secure water qualities. Since the annual budgets are limited, however, there has always been the issue of which land parcels ought to be given the priority. Therefore, this study aims to develop efficient mechanism for land acquisition priorities in stream corridors that would ultimately be vegetated for riparian buffer zones.

The criteria of land acquisition priority were driven through literary review along with experts' advice. The relative weights of their value and priorities for each criterion were computed using the Analytical Hierarchy Process(AHP) method.

Major findings of the study are as follows:

1. The decision-making structural model for land acquisition priority focuses mainly on the reduction

First author : Hong, Jin-Pyo, Graduate School, Seoul National University, 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-921, Korea,

Tel : +82-2-880-4884, E-mail : phileco1@snu.ac.kr

Corresponding author : Hong, Jin-Pyo, Graduate School, Seoul National University, 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 151-921, Korea,

Tel : +82-2-880-4884, E-mail : phileco1@snu.ac.kr

Received : 7 May, 2014. **Revised** : 16 July, 2014. **Accepted** : 13 August, 2014.

of non-point source pollutants(NSPs). This fact is highly associated with natural and physical conditions and land use types of surrounding areas. The criteria were classified into two categories-NSPs runoff areas and potential NSPs runoff areas.

2. Land acquisition priority weights derived for NSPs runoff areas and potential NSPs runoff areas were 0.862 and 0.138, respectively. This implicates that much higher priority should be given to the land parcels with NSPs runoff areas.

3. Weights and priorities of sub-criteria suggested from this study include: proximity to the streams(0.460), land cover(0.189), soil permeability(0.117), topographical slope(0.096), proximity to the roads(0.058), land-use types(0.036), visibility to the streams(0.032), and the land price(0.012). This order of importance suggests, as one can expect, that it is better to purchase land parcels that are adjacent to the streams.

4. A standard scoring system including the criteria and weights for land acquisition priority was developed which would likely to allow expedited decision making and easy quantification for priority evaluation due to the utilization of measurable spatial data.

Further studies focusing on both point and non-point pollutants and GIS-based spatial analysis and mapping of land acquisition priority are needed.

Key Words : *Non point Source Pollutants(NSPs), Water Quality Protection, AHP(Analytic Hierarchy Process), Riparian Vegetated Buffers.*

I. 서 론

1990년 대 후반 수질오염 심각성이 사회문제로 대두되자 정부는 1998년 한강수계를 시작으로 낙동강수계, 금강수계, 영산강수계 등 4대강에 대한 수질개선특별종합대책을 수립하고 이 대책을 법적으로 뒷받침하기 위해 수계별 물관리 및 주민지원 등에 관한 법률(이하 4대강법)을 제정하였다. 오염총량관리제도, 수변구역제도, 물이용부담금제도, 상수원지역 지원제도, 토지매수제도 및 민간수질감시활동지원제도를 도입하여 4대강 수질을 개선하기 위한 제도적 장치를 마련하였다.

특히, 수변구역제도는 하천주변 일정구간을 수변구역(Riparian Buffer Zone)으로 설정하여 음식점, 숙박시설, 목욕탕, 공장, 축사 등의 설치를 제한하는 제도이며, 토지매수제도는 수변

구역 등 상수원 수질영향이 큰 지역과 수변생태계 복원이 필요한 지역의 토지나 건축물을 소유하고 있는 자와 협의하여 매수하는 제도로, 상수원관리지역 지정으로 행위가 제한되는 토지나 건물을 국·공유화시켜 수질오염원 증가를 억제함과 동시에 수변완충녹지를 조성하여 상수원 수질 개선과 수변생태계 보호를 목적으로 하고 있다(Ministry of Environment, 2012). 이에 필요한 재원을 마련하기 위하여 물이용부담금제도를 도입하고 4대강 수계별로 수계관리기금, 수계관리위원회를 설치하였다.

이러한 토지매수제도를 상세히 살펴보면 환경보전 등 공공 목적의 토지이용규제에 의하여 침해되거나 침해 우려가 있는 사유재산권에 대해 국가 차원에서 손실을 보상하는 제도로서, 토지소유자가 정부에게 해당 토지 매입을 요청하는 제도이며 토지매수청구제도라고도 한다.

Table 1. Land purchases by riparian distance.

Distance	Sum	~ 50m	51~100m	101~300m
Area(1,000m ²)	7,576	3,219	117	663
Ratio(%)	100	42.5	1.5	8.8
Distance	301~500m	501~1,000m	1,000m ~	-
Area(1,000m ²)	850	1,596	1,131	-
Ratio(%)	11.2	21.1	14.9	-

Source: Kang, 2009.

국내에 토지매수제도가 법적으로 도입된 것은 1971년 7월 19일 개정된 도시계획법(법률 제2291호) 제56조에서이다. 그러나 1982년 12월 31일 개정된 국토이용관리법(법률 제3642호) 부칙에 의해 이 조항은 삭제되었다. 1978년 12월 5일 개정된 국토이용관리법에서 토지거래 불허가처분을 받은 토지소유자가 매수청구를 할 수 있는 규정이 그 명맥을 유지하다가 1994년 12월22일 제정된 농지법(법률 제4817호)에서 처분명령 및 매수청구제도(제11조)가 시행되었다(Lee, 2010).

토지매수제도가 본격적으로 도입된 것은 두 차례의 헌법재판소의 판결에 의해서이다. 1998년, 1999년 개발제한구역 지정 및 도시계획시설 지정으로 인한 토지이용규제에 대해 보상규정이 없다는 이유로 헌법재판소에서 헌법불합치 결정을 내렸다. 이를 계기로 정부는 과도한 재산권 침해 우려가 있는 공적 규제로부터 토지소유자의 재산권을 보호할 목적으로 토지매수제도를 본격적으로 도입하였다. 이후 한강수계 상수원 수질 개선 및 주민지원 등에 관한 법률(1999년 2월 8일 제정), 개발제한구역의 지정 및 관리에 관한 특별조치법(2000년 1월 28일 제정), 도시계획법(2000년 1월 28일 개정), 자연공원법(2001년 3월 28일 개정), 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(2002년 2월 4일 제정), 산지관리법(2002년 12월 30일 제정), 백두대간 보호에 관한 법률(2003년 12월 31일 제정), 하천법

(2007년 4월 6일 개정) 등 개별 법률에 토지매수제도가 신설되었다.

한강 등 4대강법에서 규정하고 있는 토지매수제도는 다른 법률에서 규정하고 있는 토지매수제도와 구별되는 특징을 가지고 있는데 매수 우선순위 선정 절차를 두도록 한 점이다. 또한 토지매수 및 관리업무 지침과 토지매수 우선순위 산정 배점 기준표를 마련하고 있다.

한강수계는 2000년부터, 나머지 3대강수계는 2003년부터 토지매수를 시작하여 2012년 말 기준 1조 3,106억원을 투자하여 총 48,105천m²의 토지를 매수하였다(Ministry of Environment, 2013). 2000년부터 2008년 11월까지의 토지매수 현황(Table 1)에 따르면, 50m 이내 하천인접지역 매수율(42.5%)이 상대적으로 높으나, 500m 이상 지역 매수율도 36.0%에 달하고 있다(Kang, 2009). 하천수계에 민감한 영향을 주는 하천인접지역 매수가 가장 시급함에도 불구하고 하천에서 멀리 떨어진 토지가 먼저 매수되는 등 다소 산발적으로 이루어지고 있는 것이 현실이다. 이로 인하여 토지매수의 실효성 뿐 아니라 우선순위 산정 기준에 대한 문제점이 제기되고 있다.

수자원 보호를 위한 가장 효과적인 방법은 물공급자가 토지소유권을 갖고 이를 친환경적으로 관리하는 것이며 여기서 친환경적 관리는 대부분 수변녹지 조성을 뜻하므로 토지매수의 우선순위는 곧 수변녹지 조성우선순위로 간주

할 수 있다(Choi, 2002). 수변녹지 조성 우선순위 관련 연구로는 Choi and Lee(2001)와 Choi(2002)가 있는데 AHP와 GIS를 결합한 녹지조성/토지매수 우선순위를 사례연구를 통하여 제시하였다. 이 연구들은 매입의 관점을 구분하는 긍정적 측면은 있으나 관점별 동일 또는 유사한 평가기준을 사용하고 시나리오에 따라 단순가중치에 의하여 통합함으로써 동일한 평가기준을 중복 적용하는 단점을 가지고 있다. 다른 연구로는 Ban(2010)은 경관생태지수 분석에 의한 경관생태학적 평가를 통해 수변녹지조성 우선순위 모델을 개발·제시하였다. 기타 연구로는 수변구역 토지매수제도에 대한 법률적, 정책적 개선방안 연구(Cho, 2010)가 있으며 그 밖의 관련 연구는 찾아보기 어렵고 수변구역 토지매수 우선순위와 직접적으로 관련된 국내 연구는 Choi(2002)를 제외하고는 전무한 실정이다.

수변구역 내 토지매수는 공공의 한정된 재원으로 이루어지기 때문에 실질적인 수질개선효과를 발휘하도록 추진되어야 한다. 오염원 제거 효과와 수질에 가장 큰 영향을 미치는 토지부터 매수하고 순차적으로 수변녹지 조성이 이루어져야 한다.

따라서 본 연구의 목적은 수변녹지 조성을 위한 토지매수 우선순위 산정의 의사결정 계층구조 모형을 개발하고 수변구역 내 토지매수와 관련된 의사결정인자에 대한 상대적 중요도를 산출하여 토지매수 우선순위 산정의 합리적인 배점 기준을 제시하는 것이다.

II. 연구 방법

본 연구는 토지매수 우선순위 산정의 합리적인 방안을 제시하기 위하여 1) 의사결정 계층구조 모형 개발, 2) 설문조사, 3) 가중치의 산정, 4) 적용(배점 기준 제시)의 4단계로 구분하여 수행하였다.

토지매수 우선순위 산정을 위하여 본 연구에

서는 Saaty(1980, 2001)에 의해 개발된 다기준 의사결정방법의 하나인 계층분석과정(Analytic Hierarchy Process, AHP)을 적용하였다. 또한 두 차례의 집단심층면접(Focus Group Interview, FGI)을 실시하였다. 1차 집단심층면접은 토지매수 우선순위 의사결정 계층구조의 구성과 평가인자 선별을 목적으로 실시하였으며, 2차 집단심층면접에서는 평가 모형을 통해 제시된 배점 기준에 대한 타당성을 검증하기 위하여 실시하였다.

1. 의사결정 계층구조 모형 개발

토지매수 우선순위 의사결정 계층구조 모형 개발을 위해서 오염원의 발생기작, 수변녹지의 규모와 효율성에 영향을 미치는 요소에 대한 관련 문헌연구를 통해 의사결정 계층을 구성하고 평가인자를 도출하였다. 이와 관련하여 집단심층면접(Focus Group Interview, FGI)을 실시하였다. FGI는 연구자의 사회로 수변구역 관리계획 연구용역 또는 생태하천 연구 수행경험이 있는 박사 또는 기술사 이상의 생태복원, 환경, 수질, 조경분야 전문가 6인과 약 1시간 30분의 토론을 진행하였다. FGI의 진행은 기본자료를 제공하고 프리젠테이션을 통하여 본 연구의 목적과 토지매수 우선순위 산정을 위한 계층구조 모형 구성에 대하여 설명을 약 20분간 한 후, 의사결정 계층과 평가인자의 적정성을 주제로 토론하였다.

2. 설문조사 및 일관성 검증

설문조사는 생태복원, 환경, 조경분야 등에 종사하는 실무경력 만 5년 이상인 전문기술인력 60명을 대상으로 실시하였다.

설문조사는 인간의 주관화된 선호정도를 수량화된 가치로 할당하기 위해 Saaty의 9점 척도 쌍대비교 방식을 사용하였으며 상위기준에 대한 제2계층 평가인자의 중요도를 역시 9점 척도 쌍대비교 방식으로 비교하고, 마찬가지로 상

위기준에 대한 제3계층 평가인자의 중요도를 평가하였다.

AHP는 응답자의 주관적 판단을 기초로 두 요소 사이에서만 중요도를 비교함으로써 제3의 다른 요소와의 관계에서 볼 때, 상대적 중요도가 반드시 일치된다고 보장할 수 없다. 따라서 응답자들이 얼마나 논리적으로 일관된 사고를 하고 있는지를 검증하여야 한다. 이러한 일관성 검증을 위해 Saaty(1980, 2001)가 개발한 일관성 비율(Consistency Rate; CR)을 산출하였다.

Saaty는 일관성 비율 값이 0.1 이내인 경우에는 신뢰할 수 있는 만족스런 수준으로 보았고, AHP에 대한 이해가 낮은 사람들을 대상으로 할 경우, 0.2미만이면 허용범위의 일관도라고 판단하는 기준을 제시하였다(Saaty, 1980; Lee, 2003; Suh and Yang, 2004).

3. 가중치 산정

상대적 중요도(가중치)를 산정하기 위해 Saaty (1980, 2001)가 제안한 고유치-고유벡터 계산방법을 사용하였다.

n 개의 요소들을 각각 a_1, a_2, \dots, a_n 이라고 하고 각 요소들의 중요도를 w_1, w_2, \dots, w_n 이라고 하면 쌍대비교로 얻어진 결과로 쌍대비교행렬 $A=(a_{ij})$ 를 구성할 수 있다. 이렇게 구성된 행렬의 각 행을 기하평균하여 고유벡터를 구한 후 $\sum W_j = 1$ 이 되는 표준화 행렬(normalized matrix)을 생성한다. 이렇게 생성된 표준화 행렬 행의 합에 대한 평균값이 각 기준별 상대적 중요도 즉 가중치를 나타낸다.

최종 평가인자의 상대적 중요도 또는 우선순위를 구하기 위해 각 계층에서 계산된 평가인자의 상대적 가중치를 종합해야 한다(Lee, 2011). 가중치의 집합 W_j 와 평가인자 j 에 대한 하위수준에서 요소 i 에 대한 가중치를 x_{ij} 라고 할 때 복합 가중치(composite weight)는 $\sum x_{ij} \cdot W_j$ 로 구한다.

본 연구에서 이와 같은 계산과정은 MS Excel 2007을 이용하여 수행하였다.

4. 적용(배점 기준 제시)

연구의 결과를 수변구역 내 어느 토지부터 매수할 것인가를 판단하는데 실질적으로 적용하기 위하여 토지매수 우선순위 산정 배점 기준표를 제시하였다. 이 기준표는 토지매수 우선순위 의사결정 계층구조 모형의 평가인자와 산출된 가중치를 이용하여 작성하였다. 배점 기준에 대한 타당성을 검증하기 위하여 2차 FGI를 실시하였으며 연구 및 검증의 일관성을 위해 1차 FGI에 참석한 전문가를 대상으로 진행하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. AHP 구조모형 설정

1) 제1계층 설정: 의사결정문제의 정의

수질오염을 일으키는 오염원을 오염물질의 처리 및 관리 측면에서 점오염원과 비점오염원으로 구분할 수 있다. 점오염원의 처리 및 관리 기술이 발전함에도 불구하고 공공수역의 수질이 개선되지 않음은 ‘점오염원 이외의 오염원에 의한 오염’ 즉 비점오염원에 의한 오염에서 기인한 것으로, 이에 대한 적절한 처리 및 관리방안이 필수적인데, 수변식생완충지대(riparian vegetated buffers)가 도시 및 농촌 유출수, 폐수 등을 여과하고 수질을 관리하는 효과적인 수단이다(Phillips, 1989). 점오염원은 오염원이 쉽게 확인되는 것으로 생활하수, 산업폐수 등이 한 곳으로 모아져서 나타나며, 자체 정화시설 설치와 적정 관리를 유도함으로써 오염원의 통제가 가능하기 때문에 (Cho, 2011) 본 연구에서는 점오염원을 제외하고 비점오염원을 대상으로 수질보호를 위한 수변녹지를 조성하는 것에 초점을 맞추어 토지매수 우선순위 결정 모형을 구성하였다. 이는 AHP 구조모형 상 제1계층(level 1)이며 본 연구에서 해결해야 하는 문제 및 전체 연구의 목적이다.

2) 제2계층 설정

AHP 구조모형 제2계층(level 2)을 설정하기

위하여 어느 곳의 토지를 매수하고 수변녹지를 조성하는 것이 수질개선을 극대화할 수 있는가를 두 가지 측면에서 접근하였다. 첫째, 현재 하천주변에서 발생하는 비점오염원을 효과적으로 저감할 수 있어야 한다는 관점과 둘째, 개발압력으로 인하여 토지이용의 변화가 예상되는 지역에 녹지를 우선적으로 조성하여 신규오염원의 입지를 사전에 예방한다는 관점이다. 이러한 관점 하에서 비점오염원 발생의 공간적 유형을 현재 비점오염원이 발생하는 지역과 향후 토지이용 변화에 따른 비점오염원 발생 잠재지역으로 구분하였다. 따라서 AHP 구조모형 제2계층의 평가인자(criteria)를 비점오염원 발생지역과 비점오염원 발생잠재지역으로 설정하였다. 비점오염원 발생지역은 점오염원이 특정한 배출경로를 가진 것과는 달리 도시, 도로, 농지, 산지, 공사장 등 불특정장소에서 불특정한 배출경로를 통해 토양 표면 또는 지표면 가까이 있는 잠재적 오염물질이 빗물과 함께 발생하는 장소 또는 지역을 의미하며 비점오염원은 주로 강우 시 지표유출수와 함께 배출되기 때문에 비점오염원 발생에 영향을 미치는 인자에 대한 이해가 중요하다. 해당 토지의 이용행태에 따라 상이한 비점오염원 발생부하량은 개발을 통한 토지이용 변화에 의하여 증가하는 경향을 가지고 있다. 따라서 비점오염원 발생 잠재지역은 토지이용 변화 가능성 즉 개발가능성이 높아 향후 비점오염원 발생부하량의 증가가 예상되는 지역을 말하며 해당 토지의 개발가능성에 영향을 미치는 요인에 대해 파악하는 것이 중요하다.

3) 제3계층 설정

AHP 구조모형 제3계층(level 3) 하위 평가인자(sub-criteria)는 첫째, 평가인자의 독립성, 둘째, 개념적 크기(conceptual magnitude)의 동일성, 셋째, 상위 기준의 평가인자에 포함됨(Jang, 1998)을 설정 원칙으로 정하였다. 향후 연구를

위하여 자료 취득의 용이성, 정량화 가능성, 수치화가 가능한 공간자료의 세 가지 사항을 추가적으로 전제하였다.

일반적으로 비점오염원은 오염발생지를 찾기가 어렵고 유역에 넓게 분포하는 특징을 가지고 있기 때문에(Chesters and Schierow, 1985) 비점오염원이 어떻게 발생하여 어떠한 경로를 거쳐 하천으로 유입되는지에 대한 구체적인 이해가 선행되어야 비점오염원 발생기작(mechanism) 및 발생경로에 영향을 미치는 인자를 파악할 수 있다. 강우 시 지표 유출과 함께 발생하는 비점오염원은 오염물질의 종류에 따라 두 가지 이동형태로 나타나는데, 물에 용해되지 않고 입자의 형태로 운반되는 오염원과 물에 용해되어 운반되는 오염원으로 구분한다(Phillips, 1989). 지표면 유출수가 지니고 있는 에너지와 통과시간(detention time)이 이러한 오염원들의 이동을 좌우하며 이동거리, 지형요소, 지표상태(land cover), 토양의 수리적 특성 등이 직접적인 영향인자이다. 제2계층의 평가인자의 하나인 비점오염원 발생지역의 하위 평가인자를 비점오염원 발생기작 및 발생경로의 직접적인 영향요인을 고려하여 이동거리는 수체인접성 또는 하천과의 인접성으로, 지형요소는 지형기울기(지형경사)로, 지표상태는 토지피복상태로, 토양의 수리적 특성은 유출비율과 관련된 토양투수율로 추출하였다.

향후 토지이용 변화에 따라 비점오염원 발생 잠재지역의 영향요인은 토지이용의 변화 요인인 개발잠재력 또는 개발가능성으로 판단하고 개발전문가 및 적지분석 전문가의 자문을 통해 개발잠재력/개발가능성의 영향요인으로 접근성, 경관성, 개발가능용량, 경제성을 도출하였다. 제2계층 평가인자의 다른 하나인 비점오염원 발생 잠재지역의 하위 평가인자를 토지이용의 변화요인을 고려하여 접근성은 토지가 도로와 얼마나 인접하여 있는가로, 경관성은 하천에 대한 가시정도로, 개발가능용량은 용도지역의

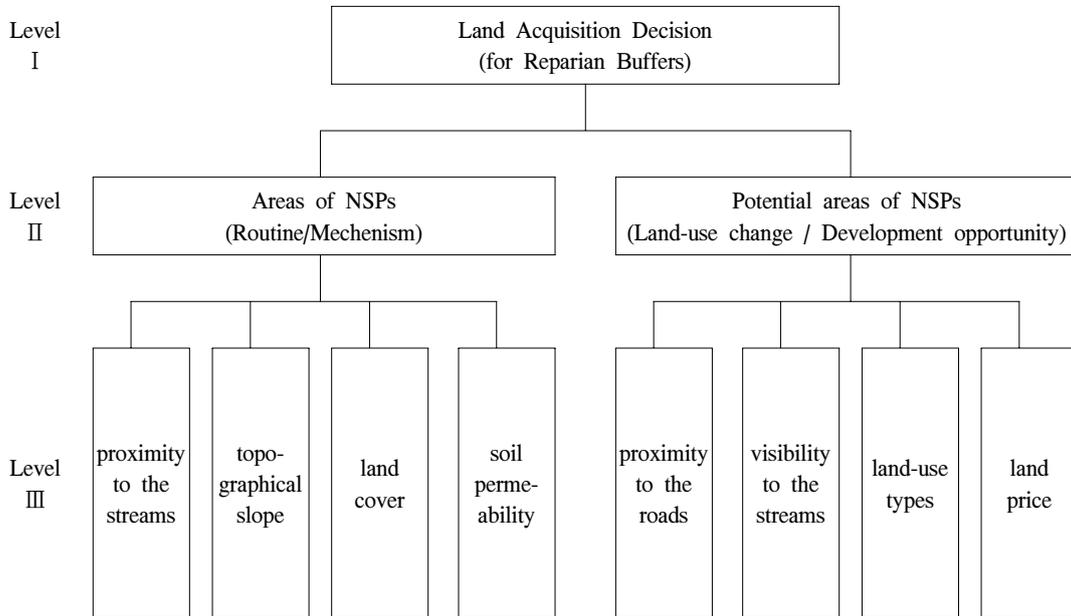


Figure 1. AHP model in Land Acquisition Priority Decision.

로, 경제성은 토지의 가격으로 설정하였다.

또한 AHP 구조모형 계층 구성과 평가인자 선별에 대한 FGI를 통하여 전문가들의 의견 수렴과 검증 과정을 진행하였다.

최종적으로 본 연구에서 설정한 토지매수 우선순위 결정 AHP 구조모형은 Figure 1과 같다.

2. 설문조사

설문조사는 2012년 3월과 4월에 시행하였으며 총 60부를 직접 또는 이메일로 보내 45부를

회수하였다. 회수된 설문지 총 45부에 대한 일관성 비율을 산출하여 0.1을 초과하는 설문지는 제외하고 일관성 비율이 0.1이하인 유효한 표본 30부의 설문결과를 분석하였다. 유효한 응답자들은 박사(6명), 기술사(7명)를 포함한 실무경력 6년 이상 12명, 11년 이상 12명, 16년 이상 3명, 20년 이상 4명으로 구성되었다.

설문지의 토지매수 우선순위 결정을 평가하기 위한 평가영역과 평가인자 그리고 평가내용은 다음 Table 3과 같다.

Table 2. Characteristics of Respondents.

Sex	Man			Woman		
	18			12		
Work	Design	Construction	Government office	Education	Research	Etc.
	12	4	5	1	2	6
Major	Eco-restoration		Environment	Landscape		Etc.
	5		7	15		3

Table 3. Factors/Actors of Appraisal for Land Acquisition Priority Decision.

	Target	Factors of Appraisal	Actors of Appraisal
Land Acquisition	Areas of NSPs	proximity to the streams	How much alliance does the site have from the streams?
		topographical slope	How steep is the slope of the land?
		land cover	How rugged is the surface of the land?
		soil permeability	How permeable is the rainwater into the soil?
Priority		proximity to the roads	How accessible is the roads/paths toward the site?
Decision	Potential areas of NSPs	visibility to the streams	How directly visible are water landscapes?
		land-use types	How available does the land-use type of the site makes out for land development?
		land price	How reasonable is the land price?

3. 가중치 산정

토지매우 우선순위 결정을 위해 선정된 평가인자에 대한 설문 결과를 토대로 쌍대비교 행렬을 작성하고 표준화 행렬 과정을 통해 각 평가인자의 가중치(상대적 중요도)를 산정하였다 (Table 4).

비점오염원 발생지역과 발생 잠재지역 간 가중치 산정 결과, 비점오염원 발생지역(0.862)이 발생잠재지역(0.138)보다 매우 높게 나타났다. 비점오염원 발생지역의 하위 평가인자 간 가중치 산정결과, 하천과의 인접성(0.534)이 가장 높게 나타났고 지형경사(0.111)가 가장 낮게 나타났다. 비점오염원 발생잠재지역의 하위 평가인자

간 가중치 산정결과는 도로와의 인접성(0.419)이 가장 높게, 토지가격(0.090)이 가장 낮게 나타났다.

평가인자의 최종가중치는 하천과의 인접성(0.460), 토지피복상태(0.189), 토양투수율(0.117), 지형경사(0.096) 등의 순으로 나타났다.

4. 일관성 검증

분석 자료의 신뢰도와 산정된 가중치의 논리적 일관성을 검증하기 위하여 일관성 비율(CR)을 산출하였다.

산출 결과, 비점오염원 발생지역과 비점오염원 발생 잠재지역의 하위 평가인자들의 가중치

Table 4. Outcome of Weight.

Target	High Weight	Factors of Appraisal	Low Weight	Final Weight (Rank)
Areas of NSPs	0.862	proximity to the streams	0.534	0.460 (1)
		topographical slope	0.111	0.096 (4)
		land cover	0.219	0.189 (2)
		soil permeability	0.136	0.117 (3)
Potential areas of NSPs	0.138	proximity to the roads	0.419	0.058 (5)
		visibility from the streams	0.231	0.032 (7)
		land-use types	0.260	0.036 (6)
		land price	0.090	0.012 (8)

의 일관성 비율은 각각 0.083, 0.097이며 일관성 비율(CR)이 유의한 수준인 0.1이하이기 때문에 일관성을 확보한 것으로 판단한다.

따라서 본 연구에서 사용한 평가인자의 가중치는 모두 일관성을 확보하였다.

5. 적용: 배점 기준 제시

앞서 도출된 평가인자와 가중치를 이용하여

토지매수 우선순위 산정 배점 기준표(Table 5)를 제시하였다. 본 연구에서 제시한 배점 기준표는 『토지 등의 매수 및 관리 업무처리 지침』 중 우선순위 산정 배점기준표를 대체 가능하다는 의의가 있다.

평가인자 및 내용은 평가인자들에 대한 관련 문헌연구와 2차 FGI 의견을 수렴하여 등급을 세분화하였다. 평가인자별 100점 만점으로 하

Table 5. Standard Score Criteria for Land Acquisition Priority Decision.

Target	Factors of Appraisal	Actors of Appraisal	Standard Score Criteria		Weights
	Proximity to the streams	Distance from the border of water bodies ¹⁾	Under 50m	100	0.460
			50m~250m	75	
			250m~500m	50	
			500m~1,000m	25	
	Topographical slope	Slope division from the Detailed Soil Map (Rural Development Administration) ²⁾	0~2%	100	0.096
			2~7%	80	
			7~15%	60	
			15~30%	40	
			30~60%	20	
			60%~	0	
Areas of NSPs	Land cover	Coefficient of roughness for land surface ³⁾ (Land Cover Mapping division, Ministry of Environment)	Forest(0.231)	100	0.189
			Grassland(0.112)	85	
			Field(0.092)	70	
			Paddy Field(0.05)	55	
			City(0.043)	40	
			Bare Ground(0.040)	25	
			Wetland(0.028)	10	
			Pawnee(0.015)	0	
	Soil permeability	Soil drainage by the soil type and saturated hydraulic conductivity ⁴⁾	Excessively drained (> 25)	100	0.117
			Well drained(12.0-25.0)	80	
			Drained(4.0-12.0)	60	
			Less drained(0.5-4.0)	40	
			Ill drained(0.1-0.5)	20	
			Excessively undrained(< 0.1)	0	

Table 5. Continued.

Target	Factors of Appraisal	Actors of Appraisal	Standard Score Criteria		Weights	
Potential areas of NSPs	Proximity to the roads	Development Area Ratio ⁵⁾ of roadside land	Under 50m	100	0.058	
			50m~160m	70		
			160m~	40		
	Visibility from the streams	Distant-Middle-Short range of visible area ⁶⁾	Visible Area	Close(~400m)	100	0.032
				Middle(~800m)	70	
				Distant(800m~)	40	
			Invisible Area	10		
	Land-use types	Building-to-Land Ratios and Floor area ratios within Special-Purpose Areas in National Land Planning and Utilization Act	Urban areas(100)	Commercial areas	100	0.036
				Residential areas	95	
				Industrial areas	90	
				Green areas	85	
			Control areas(75)	Planned control areas	75	
Production control areas				65		
Conservation and control areas				55		
		Agricultural and forest areas(50)	50			
		Natural environment conservation areas(25)	25			
Land price	Appraised value of land	Low(bottom 25%)	100	0.012		
		Middle(25~75%)	70			
		High(upper 25%)	40			

- 1) 'Distance from border of water bodies' criteria in priority score standard from the 『Guideline on Land Purchase and Management Practice Procedure』
- 2) 'Slope criteria of division' in 'Physical Factors' from 'Slope division from the Detailed Soil Map'(Rural Development Administration) was used
- 3) 'Coefficient of roughness for land surface' was referred to the Park and Lee(2008)'s average number calculated from the 8 large categories but for the wetland and water Areas
- 4) Soil Permeability Ratio from 'Detailed Soil Interpretive Map' of Rural Development Administration
- 5) Standard division referred to 'proximity from the roads' from Lee(2001) p.48
- 6) The standard criteria of 'Close-Middle-Distant visible range view' referred Shin(2003) p.30

고 배점기준 등급의 수에 따라 등급 간 확연한 득점 차이를 두기 위하여 등비간격(하위 등급 ÷ 상위등급 ≒ 0.5)으로 점수화하는 배점

기준을 제시하였으나 배점 기준에 대한 타당성을 검증하기 위한 2차 FGI에서 등비배점의 경우 하나의 평가인자에 의한 편향된 결과가 나

을 수 있다는 의견을 반영하여 등간격으로 점수화하는 배점기준으로 수정하였다.

IV. 결 론

본 연구에서는 수질개선 측면에서 수변녹지 조성을 위한 토지 매수 우선순위 산정 가중치를 전문가 설문, FGI 및 AHP 기법을 이용하여 객관적이고 과학적인 방법으로 산출하였으며 그 결과 및 시사점은 다음과 같다.

1. 적정관리와 통제가 용이한 점오염원을 제외하고 발생 특성 상 자연물리환경 및 토지이용과 밀접한 연관을 갖고 있는 비점오염원을 대상으로 토지매수 우선순위 의사결정 구조모형을 개발하였다. 이 모형에서는 비점오염원 발생의 공간적 유형을 발생지역과 발생 잠재지역으로 구분하고 비점오염원의 발생기작 및 발생경로에 영향을 미치는 인자와 토지이용변화(개발잠재력)에 영향을 미치는 인자로 평가인자를 구성하였다.

2. 비점오염원 발생지역과 발생 잠재지역의 가중치는 각각 0.862, 0.138로 나타났다. 이는 잠재적인 오염원보다 현재 발생하는 오염원의 처리가 수질보호를 위해서는 더 중요한 의미를 갖는 것으로 해석할 수 있다.

3. 비점오염원 발생지역 평가인자의 가중치는 하천과의 인접성 0.534, 토지피복상태 0.219, 토양투수율 0.136, 지형경사 0.111로 분석되었다. 비점오염원은 하천에 인접할수록 유하시간이 짧아지고 자정작용 없이 하천으로 유입되어 즉각적인 오염을 유발하기 때문에(Choi, 2002) 하천과의 인접성을 수질 보호에 가장 중요한 인자로 평가하고 있음을 확인할 수 있다.

4. 비점오염원 발생 잠재지역 평가인자의 가중치는 도로와의 인접성 0.419, 용도지역 0.260, 하천가시성 0.231, 토지가격 0.090로 나타났다. 하천지역이라는 특성을 고려할 때, 다른 요소에 비하여 하천에 대한 가시정도(경관성) 항목에

중요도를 부여할 것이라는 예상과는 달리 도로와의 인접성(접근성)에 더 높은 중요도가 나타났다.

5. 평가인자의 최중가중치 및 우선순위는 하천과의 인접성(0.460), 토지피복상태(0.189), 토양투수율(0.117), 지형경사(0.096) 등의 순으로 산출되었다. 비점오염원 발생지역 평가인자에서와 같이 최중가중치에서도 하천과의 인접성이 가장 높게 나타난 것은 수질개선을 위해서는 하천과 인접한 토지의 우선 매수가 필요함을 공통적으로 인식하고 있다고 할 수 있다.

6. 응답결과의 일관성을 산출한 결과 일관성 비율(CR)이 유의한 수준으로, 모형 내에서 인자들간의 상대적인 가중치가 일관되게 산출되었음을 검증하였다.

7. 도출된 평가인자와 가중치를 이용하여 토지매수 우선순위 산정을 위한 배점 기준표(Table 5)를 제시하였다. 평가인자 및 내용은 자료 취득이 용이하고 정량화 및 수치화가 가능한 공간자료를 활용하고 있기 때문에 우선순위 산정에 대한 계량화가 편리하고 신속한 의사결정이 가능하다는 장점을 갖고 있다.

본 연구의 한계점은 토지매수 우선순위 산정모형을 구축하고 배점기준표는 도출하였으나 구체적인 대상지에 적용하지 못하여 모형과 배점기준의 적용타당성 검토가 생략되어 있다. 따라서 추후 수변구역 내 구체적인 대상지에 이를 적용하여 제안한 모형이 실제로 얼마나 의미있는 모형인지와 배점기준의 실효성을 검증하는 연구가 이루어져야 한다. 이를 통해 모형과 배점기준의 수정 과정을 거쳐 보다 현실적으로 의미있는 연구 결과로 발전시켜야 할 것이다.

또한 본 연구에서는 수변녹지 조성을 위한 토지매수를 전제로 점오염원을 제외하고 비점오염원으로 한정하여 연구를 수행하였다. 그러나 현재 발생하고 있는 오염원에 대하여 더 중요한 의미를 둔다는 연구결과를 비추어 볼 때,

비점오염원과 점오염원을 동시에 고려한 연구가 필요하다. 마지막으로 검증, 수정된 모형과 배점기준을 적용하여 수변구역 전체를 대상으로 GIS 공간자료를 분석하는 토지매수 우선순위 지도화 연구를 추가 진행하여야 할 것이다.

References

- Kang SJ. 2009. Management of riparian buffer zone and policy implication. Policy Brief. Gyeonggi Research Institute, pp. 1-11. (in Korean)
- Ban SH. 2010. A development of landscape ecological model for priority setting green space on riparian zone - case study of the Kyongan stream. Master Thesis, Dongguk University, Seoul, Korea. (in Korean with English summary)
- Chesters, G. and Linda-Jo Schierow. 1985. A primer on non-point pollution. *Journal of Soil & Water Conservation* 40(1): 9-13.
- Cho DG. 2011. Ecological restoration planning and Design(2nd ed.). Seoul: Nexus Environmental Design Research Publications. pp. 357.
- Cho DY. 2010. A study on the land purchase system in the riparian zones - focused on the Yeongsan river Act. Ph.D. Thesis, Mokpo National University, Mokpo, Korea. (in Korean with English summary)
- Choi JY. 2002. Development of land acquisition priority in riparian zones for the water quality improvement. *The Korea Spatial Planning Review* 34: 29-43. (in Korean)
- Choi JY and Lee JH. 2001. Research on establishing and managing riparian buffers in urban areas. report to Korea Environment Institute. (in Korean with English summary)
- Jang JW. 1998. A study on improving AHP user interface. Master Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea. (in Korean with English summary)
- Lee EJ. 2003. A program evaluation of the environmental education in practical experience using Analytic Hierarchy Process(AHP). Master Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea. (in Korean with English summary)
- Lee JH. 2001. An establishment of the watershed-based land prioritization model for water supply protection. Master Thesis, Ewha Womans University, Seoul, Korea. (in Korean with English summary)
- Lee KH. 2010. A study on the purchase claim system of land law. Master Thesis, Korea University, Seoul, Korea. (in Korean with English summary)
- Lee KH. 2011. Study on the selection of reuse options for decommissioned NPP site using AHP. Master Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea. (in Korean with English summary)
- Ministry of Environment. 2012. 2012 White Paper of Environment, pp. 438-445. (in Korean)
- Ministry of Environment. 2013. 2013 White Paper of Environment, pp. 146. (in Korean)
- Park SS and Lee JT. 2008. Determination of surface roughness consider the landuse and classification method, the Korean Society of Civil Engineers 2008 Convention, pp. 564-567.
- Phillips, J. D. 1989. An evaluation of the factors determining the effectiveness of water quality buffer zones. *Journal of Hydrology* 107: 133-145.
- Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw, pp. 3-35.
- Saaty, T. L. 2001. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process(2nd ed.)*. Pittsburgh: RWS

- Publications, pp. 84.
- Shin JH. 2003. A study on the indicators fro urban visual landscape planning: Considering size and layout of buildings. Ph.D. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea. (in Korean with English summary)
- Suh JH and Yang HS. 2004. A study on framing techniques of landscape assessment using the Analytic Hierarchy Process - the assessment on the landscape control points. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 32(4): 94-104. (in Korean with English summary)