

## 강하천수역토지등급평가방법에 대한 연구

리 승 호

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리 나라는 부침땅이 제한되어있는것만큼 토지관리와 보호사업에 언제나 깊은 관심을 돌려야 합니다.》

토지등급화를 위하여 모호평가방법, 무리분석방법, 주성분분석방법, 인자분석방법[1-7] 등이 리용되고있는데 이 방법들은 지표체계의 계층성을 반영하지 못하고 분류기준설정에서 주관성이 심한 결함을 가지고있다.

우리는 무리분석, 주성분분석[1-4] 등을 리용한 선행연구의 부족점을 극복하기 위하여 비선형분류의 하나인 코호넨신경망모형으로 강하천수역토지등급을 평가하는 방법을 연구하고 대동강지역에 적용하여 응용효과성을 검증하였다.

### 1. 강하천수역토지의 평가지표설정

강하천수역토지가 다른 토지들과 차이나는 특성은 다음과 같다.

① 강하천수역토지에서 기본자원으로 리용되고있는 물자원의 량이 자연적인 요인에 의하여 크게 변동된다는것이다. 토지는 기본적으로 인간의 활동에 의하여 그 자원량과 질이 크게 달라진다. 그러나 물자원량은 인간의 영향보다는 기후변동과 계절에 따라서 크게 달라진다.

② 강하천수역토지의 기본면적을 차지하는 물흐름구역에서 구조물건설이 매우 힘들다는것이다. 다른 토지들에서와는 달리 강하천수역토지에서는 가물막이, 배수로공사 등 보조구조물공사가 선행되어야 하므로 그만큼 더 많은 투자가 요구되며 부동산개발도 힘들다.

③ 강하천수역토지에 대한 보호관리가 다른 토지들에 미치는 영향이 매우 크다는것이다. 강하천수역토지에 대한 보호관리는 그자체에도 의의가 있지만 다른 토지들을 보호하는데서 더 큰 의의가 있다. 실례로 하천에서 큰물이 나는것을 미리 막으면 그 주변의 주민지, 농경지, 산업지 등이 파피, 류실, 매몰되는것과 같은 큰 피해를 막을수 있다.

강하천수역토지의 이러한 특성을 고려하여 강하천수역토지평가에 작용하는 요인들을 분석한 결과 6개의 기본지표(물자원 및 수력자원, 관개 및 도시급수, 하천정리, 큰물피해방지, 수역토지리용, 하천운수 및 담수양어)와 그아래에 24개의 세부지표(년평균흐름량, 수력자원량, 개발된 수력자원량, 관개용수, 공업용수, 주민용수, 제방길이, 호안장석길이, 호안림면적, 보호주민세대수, 보호농경지면적, 보호공장개수, 보호도로길이, 보호철길길이, 농경지면적, 립시농경지면적, 수영장면적, 유보도면적, 뽕트장면적, 자원채취면적, 연간화물수송량, 연간려객수, 연간물고기생산량, 양어가능면적)로 나누어 선정하였다.

선정된 세부지표들에 대한 구체적인 의미는 다음과 같다.

물자원 및 수력자원조건 년평균흐름량은 하천물자원량을 평가하는 기본지표로서 기준한 해평균흐름량이다. 수력자원량은 연구지점의 이론수력자원량이며 개발된 수력자원량은 현재 개발되어 리용되고있는 수력자원량이다.

관개 및 도시급수조건 관개용수, 공업용수, 주민용수는 해당 하천구간이 보장하는 관개용수량, 공업용수량, 주민용수량이다.

하천정리조건 제방길이는 해당 하천구간에서 필요한 제방길이에 대한 현존제방길이의 비를 의미하며 호안장석길이는 현존제방길이에 대한 호안장석길이의 비를 의미한다. 호안림면적은 해당 하천구간을 보호하는 호안림면적이다.

큰물피해방지조건 보호주민세대수, 보호농경지면적, 보호공장개수, 보호도로길이, 보호철길길이는 해당 하천제방에 의하여 보호되는 주민세대수, 농경지면적, 공장개수, 도로 및 철길길이이다.

수역토지리용조건 농경지면적은 제방안쪽의 농경지로 리용되는 부지면적(경지로 등록된 것)이며 립시농경지면적은 농경지로 리용되나 경지로 등록되지 않은 부지면적을 의미한다. 수영장면적, 뽕트장면적은 물면적가운데서 수영장, 뽕트장으로 리용되는 면적이며 유보도면적은 도시령역내 하천에서 유보도로 리용되는 면적이다. 자원채취면적은 사금, 수석, 골재, 모래 등 자원채취에 리용되는 면적이다.

하천운수 및 담수양어조건 년간화물수송량, 년간려객수는 해당 하천구간을 통해 년간에 수송되는 화물량(류별구간인 경우 류별량)과 려객수이다. 년간물고기생산량은 해당 하천구간에서 양어가 진행되는 경우에 년간 생산되는 총물고기량이며 양어가능면적은 해당 하천구간에서 양어를 할수 있는 물면적을 의미한다.

## 2. 강하천수역토지평가지표들의 무게결정

평가지표들의 무게는 계층구조분석법에 의하여 결정한다.

강하천수역토지평가지표선정층을 목표층(A), 기본지표층을 조건층(B), 세부지표층을 방안층(C)이라고 할 때 계층구조분석법에 의한 지표무게결정은 다음과 같다.

목표층에 대한 조건층, 조건층에 대한 방안층요소들의 판단행렬을 작성한다. 판단행렬 작성은 1 : 1 비교법과 9점법에 의하여 진행한다. 판단행렬로부터 무게벡터를 구한다.

목표층에 대한 조건층의 판단행렬에 대하여 무게값을 계산한다.

판단행렬의 매 렬을 정규화하고 정규화행렬에서 행의 총합을 구한다.

$$C'_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^6 C_{ij}} \quad (j = \overline{1, 6}), \quad \overline{C}_i = \sum_{j=1}^6 C'_{ij} \quad (j = \overline{1, 6})$$

목표층에 대한 조건층의 무게값  $W_i$ 는 다음과 같이 계산한다.

$$W_i = \frac{\overline{C}_i}{\sum_{i=1}^6 \overline{C}_i}$$

최대특성값을 구하고 일치성검정을 진행하여 일치성이 만족되지 않으면 판단행렬을 다시 구성하고 우의 계산을 진행한다.

우와 같은 방식으로 조건층에 대한 방안층세부지표들의 무게값  $r_{ij}$ 를 계산하고 일치성검정을 통해 그것을 확정한다.

목표층에 대한 방안층세부지표들의 무게를 구한다.

$$V_{ij} = W_i r_{ij} \quad (i = \overline{1, 6})$$

우의 지표들에 대하여 수역토지평가를 위한 지표무게 및 지표들의 우선권순위분석결과를 표 1과 같다.

표 1. 지표무게 및 우선권순위

No.	$C_j$	B1	B2	B3	B4	B5	B6	총무계	우선권순위				
		0.276	7	0.444	4	0.117	2			0.079	6	0.054	0
1	년평균흐름량	0.163	8					0.045	0				7
2	수력자원량	0.297	2					0.082	0				4
3	개발된 수력자원량	0.539	0					0.149	0				2
4	관개용수		0.163	8				0.073	0				6
5	공업용수		0.297	2				0.132	0				3
6	주민용수		0.539	0				0.239	5				1
7	제방길이			0.643	4			0.075	0				5
8	호안장석길이			0.282	8			0.033	0				9
9	호안림면적			0.073	7			0.008	6				16
10	보호주민세대수				0.484	7		0.038	5				8
11	보호농경지면적				0.188	8		0.015	0				13
12	보호공장개수				0.143	1		0.011	0				15
13	보호도로길이				0.056	6		0.004	5				20
14	보호철길길이				0.226	8		0.018	0				11
15	농경지면적					0.418	2	0.022	5				10
16	림시농경지면적					0.256	7	0.013	8				14
17	수영장면적					0.034	3	0.001	8				23
18	유보도면적					0.091	5	0.004	9				19
19	뽕트장면적					0.043	4	0.002	3				22
20	자원채취면적					0.156	0	0.008	4				17
21	년간화물수송량						0.557	9	0.015	7			12
22	년간려객수						0.263	4	0.007	4			18
23	년간물고기생산량						0.056	9	0.001	6			24
24	양어가능면적						0.121	9	0.003	4			21

표 1에서 보는바와 같이 주민용수, 개발된 수력자원량, 공업용수, 수력자원량, 제방길이, 관개용수, 년평균흐름량, 보호주민세대수 등이 연구지역의 강하천수역토지평가에 주는 영향이 제일 크다. 그것은 이 지역이 대하천과 중소하천을 끼고있으며 도시지역과 농촌지역이 다같이 존재하면서도 도시지역이 매우 우세한것과 관련된다.

## 3. 코호넨신경망모형에 의한 강하천수역토지등급평가방법

강하천수역토지등급평가에서 나서는 원칙적요구는 다음과 같다.

① 강하천수역토지의 자연적 및 사회경제적특성의 공간적차이가 명백히 갈라지도록 등급을 평가하여야 한다.

② 강하천수역토지의 자연적 및 사회경제적특성이 종합적으로 반영되도록 등급을 평가하여야 한다.

이 원칙에 따라 강하천수역토지등급평가에 코호넨신경망모형을 적용하기 위해서는 우선 지표체계를 작성하여야 한다.

우리는 강하천수역토지평가를 위하여 위의 지표들가운데서 지표의 무게가 크고 연구 지역의 자연경제적특성을 잘 반영하는 9개의 지표를 선정하여 강하천수역토지등급평가를 위한 지표체계를 작성하였다.

조건층에는 물자원 및 수력자원조건, 판개 및 도시급수조건, 하천정리 및 큰물피해방지조건, 수역토지리용조건 등이 포함된다.

지표층의 지표들은 옷층의 조건들에 각각 대응된다.

단위층에서 대상은 하천구간토막이다.

분류층은 조건층의 지표들이 몇등급인가를 평가하는 층이다.

위의 지표체계에 기초하여 지표층과 단위층을 통합하여 입력층으로 하고 분류층을 경쟁층으로 하는 무교수코호넨신경망구조를 만든다.

코호넨신경망의 작용원리는 경쟁층에서 패턴들사이의 유사성이 높은 신경세포들은 흥분시키고 낮은 신경세포들은 억제시키는 방식으로 패턴들을 분류하는것이다.

강하천수역토지등급분류를 위한 무교수코호넨신경망학습알고리즘은 다음과 같다.

걸음 1  $t=0$  에서 결합무게벡토르  $w_j^r(0) = \{w_{ji}^r(0), t=\overline{1, m}\}$ ,  $(j=\overline{1, n}, r=\overline{1, l})$  을 초기화하며 학습결수를 결정한다.

$$\eta(t) = \eta_0 \cdot \left(1 - \frac{t}{t_{\max}}\right) \quad (1)$$

여기서  $\eta_0$  은 초기학습결수,  $t_{\max}$  는 미리 설정해둔 학습회수,  $t$  는 학습회수,  $i=\overline{1, m}$  는 입력층의 신경세포(지표)수,  $j=\overline{1, n}$  는 경쟁층(출력층)의 신경세포수,  $r=\overline{1, l}$  는 하천구간수,  $w_j^r = w_{ji}^r$  ( $i=\overline{1, m}, j=\overline{1, n}, r=\overline{1, l}$ ) 는 입력층과 경쟁층의 신경세포들을 련결하는 결합무게벡토르이다.

걸음 2 학습하려는 매개 하천구간의 지표자료들을 정규화하여 입력층에 입력한다.

지표의 정규화에서 값존재범위를  $[0, 1]$ 로 하며 값평가기준은 0에 가까울수록 좋고 1에 가까울수록 나쁘다고 규정한다.

$$x_i^r = \frac{x_{i\min} - x_{0i}^r}{x_{i\max} - x_{i\min}} \quad (2)$$

여기서  $x_{0i}^r$  는 정규화전의  $i$  지표값,  $x_{i\max}$ ,  $x_{i\min}$  은 정규화전의  $i$  지표의 최대, 최소값,

$x^r = x_i^r$  ( $i = \overline{1, m}, r = \overline{1, l}$ ) 는 하천구간의  $i$  지표들로서 입력벡터이다.

걸음 3 경쟁층에서 모든 신경세포들의 내부상태  $u_j^r$  ( $j = \overline{1, n}, r = \overline{1, l}$ ) 를 구하고 류사성이 제일 큰 신경세포와 그 근방의 신경세포들을 선택하여 무게를 수정한다.

$$u_j^r = \left[ \sum_{i=1}^m \alpha_i (x_i^r - w_{ji}^r)^2 \right]^{1/2} \quad (j = \overline{1, n}, r = \overline{1, l}) \quad (3)$$

$$u_{j^*}^{r_0} = \min_r \min_j \{u_j^r; j = \overline{1, n}, r = \overline{1, l}\} \quad (4)$$

여기서  $u_j^r$  는 경쟁층에서  $r$  하천구간의  $j$  신경세포등급의 내부상태벡터이다.

식 (4)는 류사성이 높은 신경세포를 선택한다는것을 의미한다.

선택된 세포의 결합무게를 수정한다. 즉

$$w_{j^*i}^{r_0}(t+1) = w_{j^*i}^{r_0}(t) + \eta(t) \cdot (x_i^{r_0}(t) - w_{j^*i}^{r_0}(t)) \quad (5)$$

선택된 세포의 일정한 근방에 포함되는 신경세포들도 결합무게를 수정한다. 이때 선택된 출력신호에는 1을, 기타에는 0을 취한다.

걸음 4  $t=t+1$ 로 한다.

걸음 5 걸음 2-걸음 4를 미리 설정해둔 학습회수에 이를 때까지 반복진행한다.

걸음 6 학습이 끝나면 신경세포들의 출력신호  $y_j^r$  ( $j = \overline{1, n}, r = \overline{1, l}$ ) 에 기초하여 등급분류를 진행한다. 즉  $r$  하천구간의  $j$  등급의 출력신호가 1이면  $j$  등급에 속하며 0이면 속하지 않는것으로 한다. 여기서  $y_j^r$  ( $j = \overline{1, n}, r = \overline{1, l}$ ) 는  $r$  하천구간의  $j$  신경세포(등급)의 출력신호이다.

우리는 대동강지역의 강하천수역토지등급을 평가하였다. 이 지역의 강하천수역토지는 22개의 하천구간으로 되어있다. 신경망의 입력층의 신경세포수(지표개수)를 9개, 경쟁층의 신경세포수(등급수)를 2~5로 정하였다. 그리고 학습회수를  $t_{\max} = 5000$ , 초기학습결수를  $\eta_0 = 0.2$ , 근방크기를  $\varepsilon = 0.9$ 로 확정하였다.

경쟁층의 신경세포수(등급수)를 각각 2, 3, 4, 5로 정하여 계산실험을 진행하였는데 3개 등급으로 나누었을 때의 결과가 해당 지역의 강하천수역토지의 특성을 잘 반영하였다. (표 2)

표 2. 하천구간별등급평가

대상	등급				대상	등급				대상	등급				대상	등급			
	1	2	3			1	2	3			1	2	3			1	2	3	
1	0	1	0		7	0	0	1		13	0	0	1		19	0	0	1	
2	1	0	0		8	0	0	1		14	0	0	1		20	0	0	1	
3	0	1	0		9	0	0	1		15	0	0	1		21	0	0	1	
4	0	0	1		10	0	0	1		16	0	0	1		22	0	0	1	
5	0	0	1		11	0	0	1		17	0	0	1						
6	0	0	1		12	0	0	1		18	0	0	1						

표 2에서 보는바와 같이 1등급으로 평가된 하천구간은 모든 지표가 다른 하천구간들에 비하여 유리하기때문이다.

## 맺 는 말

논문에서는 비선형분류의 하나인 코호넨신경망모형으로 강하천수역토지부동산등급을 분류하는 방법을 연구하고 대동강지역에 적용하여 응용효과성을 검증하였다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 60, 2, 129, 주체103(2014).
- [2] 김주화; 지질 및 지리과학, 4, 30, 주체88(1999).
- [3] 等编著; 土地类型与土地评价概论, 高等教育出版社, 122~138, 2009.
- [4] 程建权; 城市系统工程, 武汉测绘科技大学出版社, 120~136, 1999.
- [5] 袁春; 土地资源调查与评价, 地质出版社, 123~129, 2009.
- [6] 董黎明 等; 房地产开发与管理, 北京大学出版社, 386~434, 1997.
- [7] 李双成; 经济地理, 21, 5, 523, 2001.

주체104(2015)년 10월 5일 원고접수

## Classification Methods of Lands in Water Area of Rivers

*Ri Sung Ho*

I studied the method to classify lands in water area of rivers by using the Kohonen neural-network model and tested its effectiveness.

This method can correctly estimate classification of any lands in water area of rivers.

Key words: rivers, water area, classification