

## 모호종합분석에 의한 토지등급평가

리 승 호

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 지적하시였다.

《토지는 중요한 생산수단이며 경제발전과 인민생활의 큰 밑천입니다. 토지관리사업을 잘 하여야 농업생산을 늘이고 인민생활을 끊임없이 높일수 있습니다. 토지는 우리 세대뿐 아니라 후손만대의 번영을 위한 귀중한 재부입니다.》(《김정일선집》 제11권 증보판 33페이지)

토지는 중요한 생산수단이며 나라의 경제발전과 인민생활에서 없어서는 안될 매우 중요한 의의를 가지는 자원이다.

우리는 포전의 지표별 등급기준을 리용하여 모호종합모형으로 토지등급을 평가하는 방법[1-3]을 고찰하였다.

### 1. 토지등급평가를 위한 모호종합모형작성

토지등급평가를 위한 모호종합평가모형작성과정은 다음과 같다.

걸음 1 토지등급평가를 위한 모호관계행렬을 만든다.

이제 2개의 정의역 즉 토지등급정의역

$$V \triangleq \{v_1, v_2, \dots, v_n\} = \{y_1, y_2, \dots, y_n\} \quad (1)$$

과 등급평가지표정의역

$$U \triangleq \{u_1, u_2, \dots, u_n\} = \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \quad (2)$$

을 설정한다.

이때  $U$  우에서 등급평가지표모호모임  $A$  와  $V$  우에서 토지등급모호모임  $B$  사이 모호관계는 모호관계행렬로 표현된다.

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 & \cdots & y_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3)$$

식 (3)에서  $r_{ij}$  는 모호성원함수값으로서 다음과 같이 표현된다.

$$r_{ij} = \mu_R(u_i, v_j) \quad (4)$$

$U$  우에서 등급평가지표모호모임은

$$A = \frac{a_1}{x_1} + \frac{a_2}{x_2} + \cdots + \frac{a_m}{x_m} \quad (5)$$

으로,  $V$  우에서 토지등급모호모임은

$$\underset{\sim}{B} = \frac{b_1}{y_1} + \frac{b_2}{y_2} + \dots + \frac{b_n}{y_n} \quad (6)$$

으로 정의한다.

걸음 2 농업토지에 대한 등급평가지표모호성원함수를 작성한다.

모호성원함수작성에 앞서 다음의 가정을 한다.

첫째로, 지표별등급기준표가 이미 주어져야 한다.

둘째로, 매개 등급에 대하여 모호분할을 한다.

셋째로, 모호성원함수는 등급의 평균값을 중심으로 정규분포한다.

위의 가정으로부터 작성된 등급기준표는 표 1과 같다.

표 1. 등급기준

등급지표	$y_1$	$y_2$	...	$y_n$
$x_1$	$x_{11}^{\min} \sim x_{11}^{\max}$	$x_{12}^{\min} \sim x_{12}^{\max}$	...	$x_{1n}^{\min} \sim x_{1n}^{\max}$
$x_2$	$x_{21}^{\min} \sim x_{21}^{\max}$	$x_{22}^{\min} \sim x_{22}^{\max}$	...	$x_{2n}^{\min} \sim x_{2n}^{\max}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$
$x_m$	$x_{m1}^{\min} \sim x_{m1}^{\max}$	$x_{m2}^{\min} \sim x_{m2}^{\max}$	...	$x_{mn}^{\min} \sim x_{mn}^{\max}$

그리고 정규형모호성원함수를 작성한다.

$$\mu_{ij}(x_i) = \exp \left[ - \left( \frac{x_i - \bar{m}_{ij}}{C_{ij}} \right)^2 \right] \quad (7)$$

여기서  $x_i$ 는  $i$  지표값,  $\bar{m}_{ij}$ 는  $i$  지표의  $j$  등급구간에서 평균값,  $C_{ij}$ 는  $i$  지표의  $j$  등급구간에서 상수로서의 추정파라미터이다.

매개 등급에서 평균값은 다음과 같이 계산한다.

$$\bar{m}_{ij} = \frac{x_{ij}^{\min} + x_{ij}^{\max}}{2} \quad (8)$$

매개 등급에서 지표의 아래, 윗한계값이 2개 등급사이에 놓이는 경우 그것의 성원함수 값은 같으므로 근사적으로 0.5로 놓고 상수  $C_{ij}$ 를 추정한다.

$$C_{ij} = \left( \frac{(x_{ij}^{\max} - x_{ij}^{\min})^2}{-4 \cdot \ln 0.5} \right)^{1/2} \quad (9)$$

걸음 3 부동산토지에 대한 등급평가지표의 모호무계를 결정한다.

등급평가지표의 모호무계를 계층구조분석법으로 결정할수 있는데 이때 모호무계를  $\underset{\sim}{W} = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 로 표시한다.

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad (10)$$

걸음 4 토지등급모호모임  $\underset{\sim}{B}$ 는 다음과 같이 결정한다.

$$\underset{\sim}{B} = \underset{\sim}{W} \circ \underset{\sim}{R} \quad (11)$$

$$(b_1, b_2, \dots, b_n) = (w_1, w_2, \dots, w_m) = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$(b_1, b_2, \dots, b_n) = \left[ \bigvee_{i=1}^m (w_i \wedge r_{i1}), \bigvee_{i=1}^m (w_i \wedge r_{i2}), \dots, \bigvee_{i=1}^m (w_i \wedge r_{in}) \right] =$$

$$= \left\{ \max_i [\min(w_i, r_{i1}), i = \overline{1, m}], \max_i [\min(w_i, r_{i2}), i = \overline{1, m}], \dots, \max_i [\min(w_i, r_{in}), i = \overline{1, m}] \right\} \quad (13)$$

식 (13)을 통하여 토지의 등급을 결정한다.

$$b_j = \max(b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_n) \quad (14)$$

여기서  $b_j$ 는 토지가 매개 등급에 속할 성원수준값 가운데서  $j$ 등급에 속할 성원수준이 최대인 모호값이다.

식 (14)는 토지가  $b_1, b_2, \dots, b_n$  등급가운데서 성원수준이 최대인 값이  $j$ 등급에 속한다는 것을 보여준다.

## 2. 지구역 농업토지등급평가

지구역의 농업토지등급평가를 논토지와 밭토지로 나누어 진행하였다.

논토지와 밭토지의 등급평가기준은 표 2, 3과 같다.

표 2. 논토지등급평가기준

지 표	등 급									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
해발고/m	8~107	107~206	206~305	305~404	404~503	503~602	602~701	701~800	800~900	900≤
경사도/(°)	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9≤
토심/cm	30≤	29~30	27~29	26~27	24~26	23~24	22~23	20~22	18~20	≤18
부식/%	10<	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
pH	7.1<	6.7~7.1	6.4~6.7	6.0~6.4	5.7~6.0	5.4~5.7	5.0~5.4	4.6~5.0	4.0~4.6	4.0~3.5
질소/(mg·100g <sup>-1</sup> )	10<	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
린/(mg·100g <sup>-1</sup> )	10<	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
칼리움/(mg·100g <sup>-1</sup> )	10<	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
경작거리/km	0~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	3.0~3.5	3.5~4.0	4.0~4.5	4.5~5.0	5.0<

모호종합분석에 의한 토지등급평가

표 3. 발토지등급평가기준

지 표	등 급									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
해발고/m	0~200	200~400	400~600	600~800	800~1 000	1 000~1 200	1 200~1 400	1 400~1 500	1 500~1 600	1 600≤
경사도/(°)	0~2.1	2.1~4.2	4.2~6.3	6.3~8.4	8.4~10.5	10.5~12.6	12.6~14.0	14.0~15.0	15.0~16.0	16.0≤
토심/cm	30≤	27~30	23~27	20~23	17~20	14~17	10~14	10~8	8~6	<6
부식/%	<10	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
pH	<7.1	6.7~7.1	6.4~6.7	6.0~6.4	5.7~6.0	5.4~5.7	5.0~5.4	4.6~5.0	4.0~4.6	4.0~3.5
질소/(mg·100g <sup>-1</sup> )	<10	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
린/(mg·100g <sup>-1</sup> )	<10	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
칼리움 /(mg·100g <sup>-1</sup> )	10	10~8	8~6	6~5	5~4	4~3	3~2	2~1	1.0~0.5	<0.5
경작거리 /km	0~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	3.0~3.5	3.5~4.0	4.0~4.5	4.5~5.0	5.0≤

이 구역의 농업토지는 148개의 포전(논, 밭은 각각 36, 112개)으로 되어있다.(표 4, 5)

표 4. 정규화된 지표값

포 전	지 표								
	해발고	경사도	토심	비옥도	질소	린	칼리움	산도	경작거리
1	0.36	0.22	0.27	0.42	0.64	0.31	0.69	0.32	0.47
2	0.25	0.13	0.34	0.46	0.35	0.87	0.99	0.25	0.58
3	0.43	0.43	0.24	0.64	0.53	0.86	0.79	0.35	0.44
4	0.23	0.23	0.23	0.56	0.47	0.75	0.89	0.25	0.49
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
148	0.27	0.35	0.12	0.86	0.57	0.85	0.98	0.28	0.73

표 5. 포전별등급평가

포 전	등 급									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
148	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## 맺 는 말

모호종합모형에 의한 7지역의 농업토지등급평가결과를 신경망모형에 의한 평가와 비교한 결과 등급평가에서 유사한 결과를 얻었다.

## 참 고 문 헌

- [1] 리승호; 자원학, 김일성종합대학출판사, 1~66, 주체96(2007).
- [2] 리승호; 국토 및 자원분석, 김일성종합대학출판사, 1~88, 주체98(2009).
- [3] 董黎明 等; 房地产开发经营与管理, 北京大学出版社, 134, 1997.

주체103(2014)년 4월 5일 원고접수

**Estimation of Lands Classification with Fuzzy Integrating Model**

*Ri Sung Ho*

I proposed a way which makes a estimation of lands classification possible with fuzzy integrating model by using classification criteria of every indicator of agricultural fields.

Key words: fuzzy integrating model, land classification