

모호계층분석법에 의한 지역물자원의 지속적리용가능성평가방법

김 철 우

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《공해를 방지하는데서 가장 중요한것은 대기와 물의 오염을 철저히 막는것입니다. 공기와 물은 사람의 생존과 활동의 근본원천이며 공기와 물을 떠나서는 사람은 물론 그 어떤 생명체의 생존에 대해서도 생각할수 없습니다.》(《김정일선집》 증보판 제22권 311페이지)

지역의 물자원을 지속적으로 리용하는것은 해당 지역의 물자원을 적극 보호하고 효과적으로 리용하기 위한 근본담보로 된다. 그러므로 지역물자원의 지속적리용가능성에 대하여 정확히 평가함으로써 물자원리용의 불합리성을 극복하고 물자원을 합리적으로 분배, 리용할수 있어야 한다.

논문에서는 지역물자원의 지속적리용가능성에 대한 평가지표체계를 확립하고 모호계층분석법을 리용한 평가방법을 서술하였다.

1. 지역물자원의 지속적리용가능성평가지표체계설정

지역물자원의 지속적리용가능성에 대한 평가지표체계는 물자원의 리용상태 즉 해당 지역의 사회경제발전과 과학기술수준, 물자원개발리용정도를 고려하여 작성하여야 한다.

물자원의 지속적리용가능성은 물자원량과 물리용, 물환경의 측면을 담고있으므로 평가지표를 세가지 즉 물자원량과 사회경제, 물환경부분지표로 나눈다.[1, 3, 6] 그리고 매 부분지표에서 물자원의 지속적리용가능성을 가장 정확하게 반영하는 세부지표들을 선정하여 평가지표체계를 작성한다.

또한 지역물자원의 지속적리용가능성에 대한 종합평가지표를 목표층으로, 부분지표를 준칙층으로, 세부지표들을 인자층으로 하는 계층구조모형을 만든다.

목표층은 물자원의 지속적리용가능성을 정량적으로 나타내며 물자원의 지속적리용가능성에 대한 해당 지역의 자원과 사회경제, 환경의 호상협조적발전을 종합적으로 반영한다.

준칙층은 물자원의 지속적리용가능성에 대한 종합지표에 영향을 미치는 부분지표로 구성되며 물자원량, 사회경제, 물환경의 세가지 측면에서 지역의 발전상태와 공간분포특성을 반영한다.

인자층은 지표체계의 말단구성단위로서 물리용계획작성부문에 대한 구체적인 분석과 지역물자원의 지속적리용에 영향을 주는 지표들의 영향정도 및 자료수집조건을 고려하여 구성하는데 논문에서는 14개의 세부지표들을 선정하였다.

2. 지역물자원의 지속적리용가능성평가방법

1) 무게벡토르결정

무게벡토르는 모호계층분석법을 리용하여 결정한다.[2, 4, 5]

- ① 목표층에 대한 준치층요소들의 판단행렬을 1-9 척도법에 의하여 작성한다.
- ② 모호호상보충판단행렬(B)을 작성한다.

$$B = (b_{ij})_{n \times n}, \quad b_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{ij} + 1} \quad (1)$$

여기서 a_{ij} 는 지표기준에 기초하여 작성한 값이다.

- ③ 모호호상보충판단행렬 B 로부터 그것에 대응하는 모호일치성행렬 $R(=(r_{ij})_{n \times n})$ 를 계산한다.

$$r_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2(n-1)} + 0.5, \quad r_i = \sum_{k=1}^n b_{ik} \quad (2)$$

- ④ 2개의 일치성검사지표[5, 6]를 리용하여 모호호상보충판단행렬 B 의 일치성을 검사한다.

$$\delta = \max\{|b_{ij} - r_{ij}|\}, \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} - r_{ij})^2}{n}} \quad (3)$$

웃식에서 $\delta < 0.2$, $\sigma < 0.1$ 이면 모호호상보충판단행렬은 일치성을 만족시키고 그 반대이면 만족시키지 않는다.

- ⑤ 모호일치성행렬 R 를 리용하여 지표무게벡토르(w_i)를 계산한다.

$$w_i = r'_i / \sum_{i=1}^n r'_i, \quad r'_i = \sum_{j=1}^n r_{ij} \quad (4)$$

- ⑥ 우와 같은 방식으로 목표층에 대한 준치층, 준치층에 대한 인자층요소들의 지표무게벡토르들을 계산한 다음 목표층에 대한 인자층요소들의 총무게 w 를 구한다.

$$w = w_i \cdot w_{ij} \quad (i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n_B}) \quad (5)$$

여기서 w_i 는 목표층에 대한 준치층요소들의 무게, w_{ij} 는 준치층에 대한 인자층요소들의 무게, n 은 준치층의 개수, n_B 는 준치층에 따르는 인자층의 지표개수이다.

- 2) 주성분분석법에 의한 지역물자원의 지속적리용가능성평가체계의 부분평가지표값계산
- 주성분분석법에 의한 부분평가지표값은 각 부분지표별로 계산하는데 그 절차는 다음과 같다.[1, 6]

- ① 초기자료를 표준화하고 상관행렬을 계산한다.
- ② 상관행렬의 고유값과 고유벡토르를 계산한다.
- ③ 고유값계산결과에 기초하여 주성분의 개수를 확정한다. 누적기여률이 80%보다 클 때에는 앞의 m 개의 주성분들을 선택한다. 그리고 매 주성분 y_i 와 기여률 s_i 를 계산한다.

$$y_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \quad (i = \overline{1, m}), \quad s_i = \lambda_i / \sum_{i=1}^m \lambda_i \quad (6)$$

여기서 a_{ij} 는 주성분결수, x_j 는 표준화된 초기자료값, λ_i 는 고유값이다.

④ 매 주성분기여물과 주성분에 근거하여 물자원의 지속적리용종합평가체계의 부분평가지표값 P 를 계산한다.

$$P = \sum_{i=1}^m s_i y_i \quad (7)$$

3) 지역물자원의 지속적리용가능성종합평가지표값계산

부분지표무계벡토르와 부분평가지표에 의하여 종합평가지표값(SI)을 계산한다.[1]

$$SI = w_1 P_1 + w_2 P_2 - w_3 P_3 \quad (8)$$

여기서 P_1, P_2, P_3 은 각각 물자원량, 사회경제, 물환경부분평가지표값이다.

3. 지속적리용가능성평가방법의 응용

7지역에 이 방법을 적용하여 그것의 응용효과성을 검증하였다.

연구지역은 10개의 크고작은 저수지들과 그것들과 연결된 자연흐름식물길체계로 이루어져있으며 농업을 위주로 하는 지역인것으로 하여 관개용수가 많은 비중을 차지하고있다. 지역의 이러한 특성으로부터 물자원량부분지표로서 1인당 평균물자원량, 관개면적단위용수량, 1인당 평균생활용수량, 단위관개면적물자원량, 사회경제부분지표로서 인구밀도, 1인당 평균농경지면적, 공업일군구성비율, 물환경부분지표로서 1인당 평균오수배출량, 1인당 평균생활오수배출량, 물오염비율을 선정하였다.

이로부터 계층구조모형을 작성하고 해당 지역의 7개 구역에 대한 자료행렬을 구성한다.

먼저 모호계층분석법에 의하여 부분지표무계벡토르를 계산한 결과는 다음과 같다.

$$w = (0.381, 0.343, 0.276)$$

다음 주성분분석법에 의하여 지역물자원의 종합평가지표값을 계산한 결과는 표와 같다.

표. 부분 및 종합평가지표값

구역	부분평가지표값			종합평가지표값
	물자원량	사회경제	물환경	
1	-2.003	-1.123	-0.657	-0.968
2	0.709	2.204	0.317	0.940
3	-0.749	-1.113	-1.037	-0.382
4	1.165	-0.625	2.377	-0.425
5	-0.868	-0.569	-0.543	-0.377
6	1.508	0.309	-0.561	0.836
7	0.238	0.917	0.105	0.376

$SI \geq 0.5$ 일 때 지속적으로 리용할

수 있는 방식, $-0.5 \leq SI < 0.5$ 일 때 중간계층의 리용방식, $SI \leq -0.5$ 일 때 낮은 계층의 리용방식이라는것을 고려할 때 표에서 보는바와 같이 2, 6구역은 지역물자원을 지속적으로 리용할수 있는 가능성이 높고 3, 4, 5, 7구역은 그 가능성이 중간정도이며 1구역은 매우 낮은 상태이다. 2, 6구역의 가능성이 높

은것은 이 구역들의 물자원량이 비교적 풍부하고 오수배출량이 적기때문이며 1구역의 가능성이 낮은것은 물자원량이 매우 적고 물리용측면이 매우 낮은 상태에 있기때문이다.

맺 는 말

지역물자원의 지속적리용가능성평가방법을 리용하여 해당 지역의 합리적인 물자원개발리용계획을 세울수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 9, 152, 주체101(2012).
- [2] 김철우 등; 지질 및 지리과학, 2, 42, 주체102(2013).
- [3] 李刚军 等; 自然资源学报, 22, 6, 872, 2012.
- [4] 林钧昌 等; 运筹与管理, 7, 2, 37, 1998.
- [5] 呈群英 等; 广西工学院学报, 6, 1, 12, 1995.
- [6] 李湘姣 等; 水文, 12, 12, 2011.

주체106(2017)년 1월 5일 원고접수

The Assessment Method of the Water Resources Sustainable Utilization Capacity in the Area by F-AHP

Kim Chol U

We studied the assessment method of the water resources sustainable utilization capacity in the area using fuzzy analytical hierarchy process. Based on the results, we can make rational development and utilization plan of the water resources in the area.

Key words: water resource, F-AHP, sustainable utilization