

모임쌍해석에 기초한 물환경질종합평가방법

강건호, 강철경

해당 수역의 물환경질을 종합적으로 평가하는것은 그 수역의 물환경을 보호하고 물환경관리사업을 개선하는데서 나서는 중요한 문제의 하나이다.

선행연구[1-4]에서는 종합지수법, 모호수학적방법 등을 리용하여 해당 수역의 물환경질상태를 종합적으로 평가하는 문제를 많이 논의하였다.

본문에서는 모임쌍해석(Set Pair Analysis)법을 리용하여 n 수역의 물환경질을 종합적으로 평가하는 방법에 대하여 서술하였다.

1. 물환경질종합평가를 위한 모형화방법

① 연구수역의 자연지리적 및 환경학적특성과 물환경감시측정자료들을 분석한데 기초하여 물환경질을 종합적으로 평가하기 위한 평가지표들을 선정한다.

② 선정된 평가지표들의 상대적중요성정도를 계산한다.

③ 평가지표들에 대하여 다음의 모형을 리용하여 모임쌍해석을 진행한다.

$$\mu_n^m = a_n^m + b_n^m i + c_n^m j + d_n^m k + e_n^m l \quad (1)$$

여기서 i, j, k, l 은 물환경질평가등급에서 각각 2, 3, 4, 5급, $a_n^m, b_n^m, c_n^m, d_n^m, e_n^m$ 은 각각 m 번째 물환경감시측정지점에서 n 번째 평가지표가 물환경질평가등급(1-5급)에 속하는 확실성정도이다. 이때 모든 물환경질평가지표에 대하여 물환경감시측정값들은 물환경질평가등급들사이에 놓이거나 그밖에 놓일수도 있다. 그러므로 식 (1)에서 $a_n^m, b_n^m, c_n^m, d_n^m, e_n^m$ 은 다음의 공식을 리용하여 계산한다.

$$a_n^m = \begin{cases} \frac{\lambda_n^2 - x_n^m}{\lambda_n^2 - \lambda_n^1}, & x_n^m \in (\lambda_n^1, \lambda_n^2) \\ 0, & x_n^m \notin (\lambda_n^1, \lambda_n^2) \end{cases}, \quad b_n^m = \begin{cases} \frac{x_n^m - \lambda_n^1}{\lambda_n^2 - \lambda_n^1}, & x_n^m \in (\lambda_n^1, \lambda_n^2) \\ 0, & x_n^m \notin (\lambda_n^1, \lambda_n^2) \end{cases}$$

$$c_n^m = \begin{cases} \frac{x_n^m - \lambda_n^2}{\lambda_n^3 - \lambda_n^2}, & x_n^m \in (\lambda_n^2, \lambda_n^3) \\ 0, & x_n^m \notin (\lambda_n^2, \lambda_n^3) \end{cases}, \quad d_n^m = \begin{cases} \frac{x_n^m - \lambda_n^3}{\lambda_n^4 - \lambda_n^3}, & x_n^m \in (\lambda_n^3, \lambda_n^4) \\ 0, & x_n^m \notin (\lambda_n^3, \lambda_n^4) \end{cases}, \quad e_n^m = \begin{cases} \frac{x_n^m - \lambda_n^4}{\lambda_n^5 - \lambda_n^4}, & x_n^m \in (\lambda_n^4, \lambda_n^5) \\ 0, & x_n^m \notin (\lambda_n^4, \lambda_n^5) \end{cases}$$

여기서 $\lambda_n^1, \lambda_n^2, \lambda_n^3, \lambda_n^4, \lambda_n^5$ 은 n 번째 평가지표들의 물환경질평가등급(1-5급)의 대표값이다.

④ 다음의 식을 리용하여 m 번째 물환경감시측정지점에서 물환경질을 평가한다.

$$\mu^m = \sum_{n=1}^N w_n \mu_n^m \quad (2)$$

여기서 w_n 은 개별적인 물환경질평가지표들의 무게이다.

이때 식 (2)는 $\mu^m = a^m + b^m i + c^m j + d^m k + e^m l$ 형태로 표시되는데 a^m, b^m, c^m, d^m, e^m 들중에서 최대값을 가지는 등급이 이 지점의 물환경질등급이다.

⑤ 다음의 식을 리용하여 연구수역의 물환경질상태를 종합적으로 평가한다.

$$\mu = \sum_{m=1}^M \mu^m = a + bi + cj + dk + el \quad (3)$$

2. 연구수역의 물환경질종합평가

연구수역의 상, 중, 하류에는 3개의 물환경감시측정지점이 배치되어있고 물환경평가지표들로는 COD, BOD, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 을 선정하였다.

평가지표들에 대한 매 지점에서의 여러해 평균물환경감시측정자료들은 표와 같다.

표. 매 지점에서의 여러해 평균물환경감시측정자료				
지 점	지 표			
	COD	BOD	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$
1	1.89	1.06	0.36	1.254
2	1.95	1.15	0.42	2.946
3	1.64	1.26	0.45	6.846

표에서 주어진 자료와 국가물환경기준값을 리용하여 물환경질종합평가를 진행하였다. 먼저 1지점에서의 모임쌍해석을 진행한다.

$$\begin{aligned} \mu_{\text{COD}}^1 &= 0 + 0.74i + 0.26j + 0k + 0l \\ \mu_{\text{BOD}}^1 &= 0.94 + 0.06i + 0j + 0k + 0l \\ \mu_{\text{NH}_4\text{-N}}^1 &= 0 + 0i + 0.85j + 0.15k + 0l \\ \mu_{\text{NO}_3\text{-N}}^1 &= 0.87 + 0.13i + 0j + 0k + 0l \end{aligned} \quad (4)$$

다음 표준값법[1]을 리용하여 COD, BOD, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 무게를 계산한다.

$$W = (0.235, 0.112, 0.511, 0.142) \quad (5)$$

다음 식 (2)를 리용하여 1지점에서 물환경질을 평가한 결과는 다음과 같다.

$$\mu^1 = 0.228 \ 8 + 0.200 \ 1i + 0.494 \ 3j + 0.077 \ 0k + 0l \quad (6)$$

같은 방법으로 2, 3지점에 대해서도 평가한다.

$$\begin{aligned} \mu_{\text{COD}}^2 &= 0 + 0.7i + 0.3j + 0k + 0l \\ \mu_{\text{BOD}}^2 &= 0.85 + 0.15i + 0j + 0k + 0l \\ \mu_{\text{NH}_4\text{-N}}^2 &= 0 + 0i + 0.6j + 0.4k + 0l \\ \mu_{\text{NO}_3\text{-N}}^2 &= 0.027 + 0.973i + 0j + 0k + 0l \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \mu^2 &= 0.099 \ 0 + 0.301 \ 9i + 0.377 \ 1j + 0.204 \ 4k + 0l \\ \mu_{\text{COD}}^3 &= 0 + 0.93i + 0.07j + 0k + 0l \\ \mu_{\text{BOD}}^3 &= 0.74 + 0.26i + 0j + 0k + 0l \\ \mu_{\text{NH}_4\text{-N}}^3 &= 0 + 0i + 0.625j + 0.325k + 0l \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{NO}_3\text{-N}}^3 &= 0 + 0.45i + 0.55j + 0k + 0l \\ \mu^3 &= 0.082 \ 9 + 0.311 \ 4i + 0.408 \ 6j + 0.166 \ 1k + 0l \end{aligned}$$

끝으로 연구수역에서의 물환경질을 종합적으로 평가한다.

$$\mu = 0.139 \ 0 + 0.275 \ 5i + 0.434 \ 0j + 0.151 \ 5k + 0l \quad (9)$$

식 (9)에서 보는바와 같이 0.434가 제일 큰값을 가지므로 연구수역은 3급수역으로 평가한다.

맺 는 말

우리가 제기한 모임쌍해석법을 리용하면 연구수역의 물환경질상태를 종합적으로 평가하는 문제를 쉽게 해결할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 2, 152, 주체101(2012).
- [2] A. Randall; A Journal of the Human Environment, 32, 264, 2003.
- [3] J. Hwang; Water Resources Research, 41, 9, 1354, 2005.
- [4] 王福林 等; 农业经济与管理, 1, 470, 2015.

주체106(2017)년 11월 5일 원고접수

Synthesis Assessment Method of Water Environmental Quality based the Set Pair Analysis

Kang Kon Ho, Kang Chol Gyong

We considered the synthesis assessment method of water environmental quality by the set pair analysis in the river area.

If the result of the set pair analysis is well applied, water environmental quality state of the object water area can be estimated comprehensively.

Key words: set pair analysis, water environmental quality, synthesis assessment