

푸리에결수에 의한 습곡의 분류방법과 적용

리명성, 김동철

지질구조분석기술이 발전하는데 따라 새로운 습곡분류방법들이 제기되고있으며 습곡 분류를 정량적으로 하기 위한 연구[1, 2]가 활발히 벌어지고있다.

우리 나라에서는 습곡측면과 습곡날개의 특징을 비롯한 습곡의 요소들에 기초하여 습곡을 분류하기 위한 연구는 진행되었지만 푸리에결수를 리용하여 습곡을 분류하는 연구는 거의 진행되지 못하였다.

푸리에결수에 의한 습곡분류방법은 습곡의 주기와 중첩성을 정량적으로 평가하는 방법으로서 부탄대와 함광층의 분포특성, 지질구조 등을 정량적으로 해석하고 구조운동의 격렬성을 평가하는 현대구조지질학적방법의 하나이다.

1. 푸리에결수에 의한 습곡의 분류방법

일반적으로 습곡은 유한개의 시누스파와 코시누스파들의 조합으로 이루어진 하나의 조화파로 생각할수 있다. 즉 지질자름면상에서 습곡은 다음과 같은 방정식으로 표시할수 있다.

$$f(\alpha) = a_0 + a_1 \cos \alpha + a_2 \cos 2\alpha + a_3 \cos 3\alpha + \dots + b_1 \sin \alpha + b_2 \sin 2\alpha + b_3 \sin 3\alpha + \dots \quad (1)$$

일반적으로 습곡을 묘사하는데 필요한 푸리에결수는 2개이면 충분하다. 그 리유는 다음과 같다.

① 자리표계를 설정할 때 자리표계의 중심을 변곡점에 설정하면 함수 $f(x)$ 는 홀함수가 되므로 결수 a_0 과 모든 코시누스성분들이 영으로 되기때문이다. 즉

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos nx dx = 0, \quad (n=0, 1, 2, \dots) \\ b_n &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin nx dx = \frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} f(x) \sin nx, \quad (n=0, 1, 2, \dots) \\ f(x) &= \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin nx \end{aligned} \quad (2)$$

② 습곡이 대칭이라고 가정하면 직립습곡으로 볼수 있기때문이다.

③ b_3 보다 큰 결수를 가지는 성분들은 무시할수 있기때문이다.

④ $\sin 2\alpha = 2\sin \alpha \cos \alpha$ 이므로 $b_2 = 0$ 이기때문이다.

그러므로 습곡형태를 묘사하는데는 2개의 결수 b_1 과 b_3 이면 충분하다. 이 결수들을 구하자면 직립습곡에서 3개의 점이 필요하다. 이때 3개의 점들가운데서 1개의 점은 습곡의 등줄에 놓여야 한다.

습곡의 형태는 그림 1에 표시된 푸리에결수 b_1 과 b_3 의 자리표에 의하여 결정된다. 이때 자리표의 척도는 임의로 설정할수 있다.

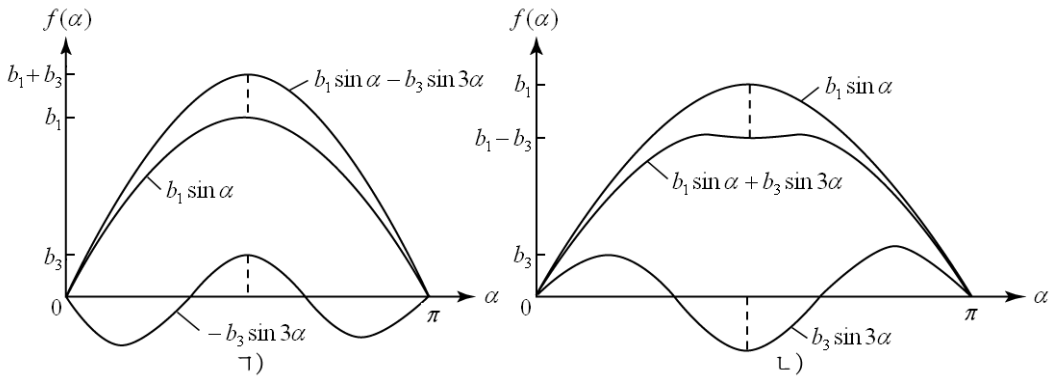


그림 1. 체크론습곡구조(ㄱ)와 상자형습곡구조(ㄴ)의 푸리에분석모형

푸리에결수에 의하여 구분되는 습곡류형은 그림 2와 같다.

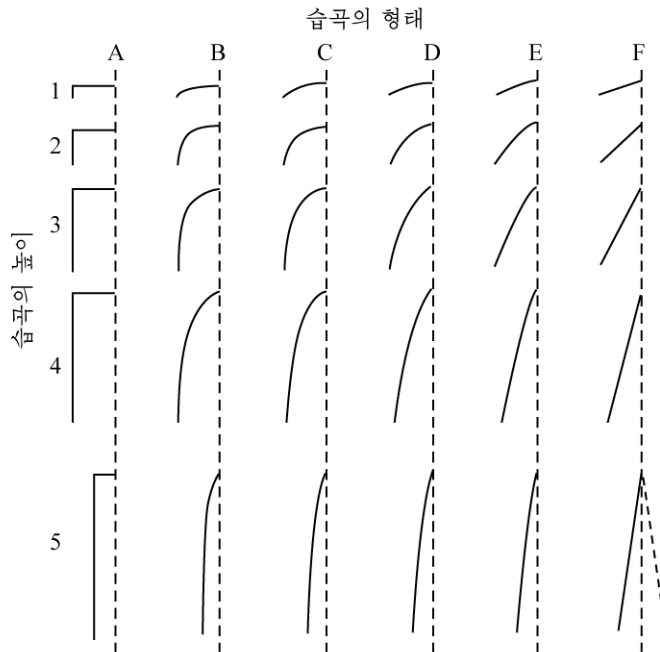


그림 2. 습곡의 유형

A-상자형습곡, B-2개의 등줄을 가진 습곡, C-반타원형습곡, D-포물선형습곡, E-반V형습곡, F-V형습곡, 1-5는 습곡의 높이(상대단위)

2. 사리원-서흥요함대지역에 발달한 습곡의 분류

사리원-서흥요함대는 우리 나라에서 선상습곡들이 가장 잘 발달된 지역이다. 이 지역의 습곡들을 분류하고 주기성을 밝히는것은 우리 나라 지각발전리론을 완성하는데서 중요한 의의를 가지므로 푸리에결수에 의한 습곡분류방법을 이 지역에 적용하였다.

그림 3과 4는 사리원-서흥요합대에서 나타나는 습곡의 2차원자름면도와 북남방향지질자름면도이다.

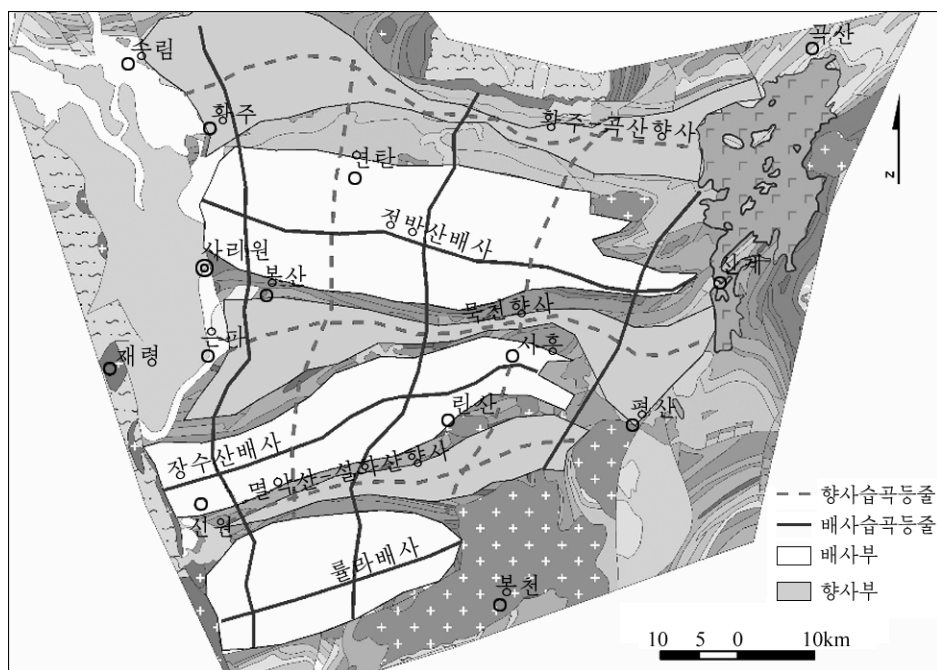


그림 3. 사리원-서흥요합대지역 습곡구조



그림 4. 사리원-서흥요합대 북-남지질자름면도

그림 3과 4에서 보는바와 같이 이 지역에는 큰 동서방향의 습곡축을 가진 1급습곡구조들이 정연하게 발달한다.

연구지역에 발달한 습곡구조들에 푸리에결수에 의한 분류방법을 적용한 결과는 그림 5와 같다.

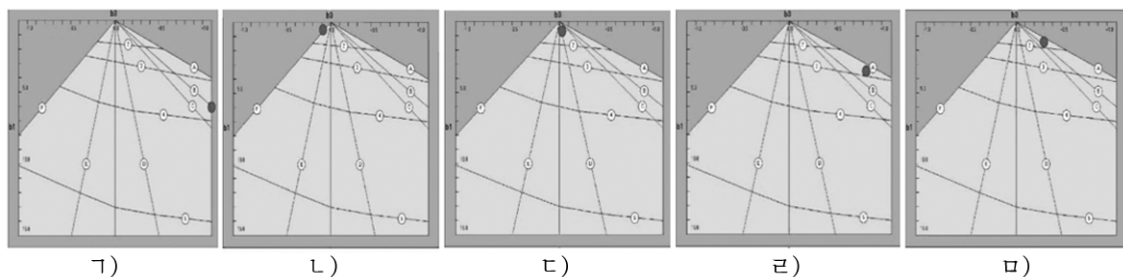


그림 5. 사리원-서흥요합대지역에 발달한 습곡구조들에 대한 푸리에분석결과

가) 황주향사, 나) 정방산배사, 다) 목천향사, 라) 장수산배사, 마) 멸악산향사

그림 5에서 보는바와 같이 황주향사는 B형으로서 2개의 등줄을 가진 습곡(높이 3~4)이고 정방산배사는 V형습곡인 F형(높이 1~2)에 속한다. 그리고 묵천향사는 포물선형습곡인 D형(높이 2)이고 장수산배사는 A형인 상자형습곡(높이 2~3)이며 멸악산향사는 황주향사와 마찬가지로 B형(높이 1~2)에 속한다.

푸리에분석결과와 지질자름면에서 습곡의 형태를 비교해보면 푸리에분석결과가 습곡의 형태를 비교적 잘 반영한다는것을 알수 있다.

푸리에분석결과에 의하면 황주향사와 멸악산향사는 퇴적피복층으로 이루어진 습곡구조이고 정방산배사는 핵부에 련화산암군이 놓인 습곡이다.

맺 는 말

푸리에결수를 리용하여 사리원-서흥요함대에 발달하는 1급습곡구조들의 형태를 분석한데 의하면 요함대의 최북단과 최남단에 있는 황주향사와 멸악산향사는 2개의 등줄을 가지는 B형습곡이고 그 아래에 놓이는 정방산배사와 장수산배사, 묵천향사는 각각 F, A, D형의 습곡이다. 이로부터 같은 지체구조적조건에서 습곡작용을 받아도 각이한 류형의 습곡구조들이 형성된다는것을 알수 있다.

참 고 문 헌

[1] 박현욱 등; 지질 및 지리과학, 2, 37, 주체95(2006).

[2] H. Fossen et al.; Structural Geology, Cambridge University, 257~270, 2011.

주체103(2014)년 7월 5일 원고접수

The Classification Method and Application of Folds by Fourier Coefficients

Ri Myong Song, Kim Tong Chol

We analyzed first order fold structures distributed in Sariwon-Sohung subsidence zone.

The results are as follows: Hwangju cyncline and Myolaksan cyncline are B-type folds that have two hinglines. And Jongbangsan anticyncline, Jangsusan anticyncline and Mukchon cyncline are other types.

This shows that the different types of folds are formed, although these are placed in the same geodynamic condition.

Key words: fold, Fourier coefficients