

# 자기이상의 다척도분해와 그에 의한 이상분리특성평가

전 광 철

지구물리포텐셜마당처리에서 이상분리를 위한 려과방법에는 여러가지가 있다.[1] 매 려과방법들은 려과인자를 어떻게 선택하는가에 따라 그 특성이 달라진다. 실례로 윈너려과를 적용하면 유효신호의 세기가 실제신호에 비하여 작아지며 경향면분석은 선택한 경향면의 차수에 따라 그 정확도가 달라진다. 웨블레트다척도분석법은 수직분해능이 높은 효과적인 마당분리방법으로서 중자력자료해석과 지질구조연구에 널리 리용되고있다.[2, 3]

논문에서는 웨블레트변환을 리용하여 자기이상을 다척도분해하고 분해된 웨블레트세부마디의 이상분리특성을 평가하였다.

## 1. 자기이상의 다척도분해

2차원웨블레트변환을 리용하여 2차원함수  $f(x, y)$  를 다척도분해할수 있다.  $\{V_j\}_{j \in \mathbb{Z}}$  를 1차원다척도공간이라고 하면 그것의 척도함수  $\phi(x)$  와 웨블레트함수  $\psi(x)$  는 쌍척도방정식을 만족시킨다. 만일  $V_j^2 = V_j \oplus V_j$  라고 하면  $\{V_j^2\}_{j \in \mathbb{Z}}$  는 2차원다척도공간을 구성한다. 이때 척도함수는

$$\phi(x, y) = \phi(x) \cdot \phi(y) \quad (1)$$

이고 웨블레트함수는

$$\left. \begin{aligned} \psi^h(x, y) &= \psi(x) \cdot \phi(y) \\ \psi^v(x, y) &= \phi(x) \cdot \psi(y) \\ \psi^d(x, y) &= \psi(x) \cdot \psi(y) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

이다. 여기서 첨자 h, v, d는 각각 수평, 수직, 대각선방향성분이라는것을 의미한다.

$f(x, y) \in \{V_j^2\}_{j \in \mathbb{Z}}$  라고 하고  $A_j f(x, y)$  는  $j$  계척도공간  $V_j^2$  의 저주파근사성분,  $D_j^h f(x, y)$ ,  $D_j^v f(x, y)$ ,  $D_j^d f(x, y)$  는 각각  $j$  계웨블레트공간  $W_j^2$  의 수평, 수직, 대각선방향의 고주파세부마디라고 하면 다음의 관계식이 성립한다.

$$A_j f(x, y) = A_{j+1} f(x, y) + D_{j+1}^h f(x, y) + D_{j+1}^v f(x, y) + D_{j+1}^d f(x, y) \quad (3)$$

여기서  $A_{j+1} f(x, y) = \sum_{m_1, m_2 \in \mathbb{Z}} s_{m_1, m_2}^{j+1} \phi_{j, m_1, m_2}$ ,  $D_{j+1}^T f(x, y) = \sum_{m_1, m_2 \in \mathbb{Z}} d_{m_1, m_2}^{T, j+1} \psi_{j, m_1, m_2}^T$ , T는 h, v, d를 의미한다. 그리고

$$s_{m_1, m_2}^{j+1} = \sum_{m_1, m_2 \in \mathbb{Z}} h_{k_1-2m_1} h_{k_2-2m_2} s_{m_1, m_2}^j, \quad d_{m_1, m_2}^{h, j+1} = \sum_{m_1, m_2 \in \mathbb{Z}} h_{k_1-2m_1} g_{k_2-2m_2} s_{m_1, m_2}^j,$$

$$d_{m_1, m_2}^{v, j+1} = \sum_{m_1, m_2 \in \mathbb{Z}} g_{k_1-2m_1} h_{k_2-2m_2} s_{m_1, m_2}^j, \quad d_{m_1, m_2}^{d, j+1} = \sum_{m_1, m_2 \in \mathbb{Z}} g_{k_1-2m_1} g_{k_2-2m_2} s_{m_1, m_2}^j$$

이다. 여기서  $s_{m_1, m_2}^j$  는  $j$ 계척도공간  $V_j^2$  의 결수  $\{s^j\}$  의  $(m_1, m_2) \in R^2$  에서의 값,  $h_k$ ,  $g_k (k \in \mathbb{Z})$ 는 각각 저역 및 고역통과파연산자이다.

2차원자기이상  $\Delta T(x, y)$  에 대하여 4계다척도분해를 다음과 같이 진행할수 있다.

$$\Delta T(x, y) = A_0 f(x, y) = A_4 f(x, y) + \sum_{j=1}^4 [D_j^h f(x, y) + D_j^v f(x, y) + D_j^d f(x, y)] \quad (4)$$

규칙적인 살창망우에서 얻어진 자기이상자료를 령계척도공간  $V_0^2$  의 결수  $\{s^0\}$  이라고 하면 식 (4)에 의하여 기타 척도공간에서의 결수  $\{s^j\}$  와 웨블레트공간에서의 결수  $\{d^{h, j}\}$ ,  $\{d^{v, j}\}$ ,  $\{d^{d, j}\}$  를 계산할수 있다.

## 2. 다척도분해에 의한 이상분리특성평가

우에서 본 다척도분해를 자력탐사자료처리에 적용할수 있다. 즉 야외측정값  $\Delta T$  를 1계웨블레트분해하여 웨블레트세부마디(국부이상)  $\Delta T_{\mathbb{Q}_1}$  과 근사성분(지방이상)  $\Delta T_{\mathbb{Z}_1}$  을,  $\Delta T_{\mathbb{Z}_1}$  을 2계웨블레트분해하여  $\Delta T_{\mathbb{Q}_2}$  와  $\Delta T_{\mathbb{Z}_2}$  를,  $\Delta T_{\mathbb{Z}_2}$  를 3계웨블레트분해하여  $\Delta T_{\mathbb{Q}_3}$  과  $\Delta T_{\mathbb{Z}_3}$  을 얻을수 있다. 이런 방법으로 자료를 계속 분해할수 있다. 실례로 3계다척도분해를 진행하면 다음의 식이 얻어진다.

$$\Delta T = \Delta T_{\mathbb{Z}_3} + \Delta T_{\mathbb{Q}_3} + \Delta T_{\mathbb{Q}_2} + \Delta T_{\mathbb{Q}_1}$$

매 웨블레트세부마디의 자기이상분리특성을 평가하기 위하여 우리는 그림 1과 같은 구형체모형들을 리용하여 모형계산실험을 하였다.

4개의 구형체모형의 위치파라미터는 표 1과 같다. 구형체모형들의 자화률은  $1000 \times 10^{-5} \text{SI}(\kappa)$  이며 잔류자화의 영향은 무시하였다. 계산을 간단히 하기 위하여 자화경사각은  $90^\circ$ 로 취하였다.

표 1. 구형체모형의 위치파라미터

모형번호	수평위치(x, y)	중심놓임깊이/m	반경/m
1	(60, 60)	10	1.5
2	(140, 60)	30	5
3	(60, 140)	50	7
4	(140, 140)	70	9

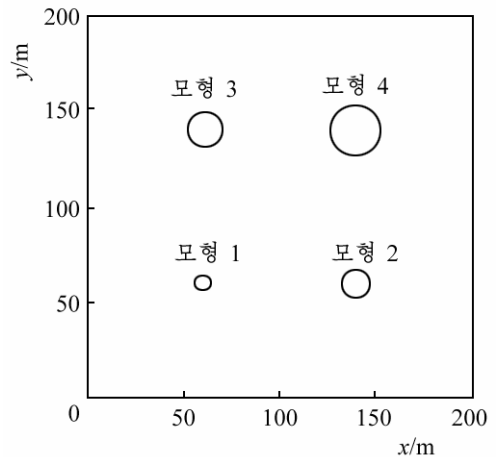


그림 1. 구형체조합모형

모형계산실험에서는 위의 구형체조합모형들이 만드는 자기마당에 20%의 우연장해를 추가하였다.(그림 2) 매 구형체모형들에서의 극대값은 각각 17.36, 23.12, 13.95, 10.64nT이다.

그림 2와 같은 리론자기마당에 대하여 6계웨블레트다척도분해를 진행한 다음 매 모형

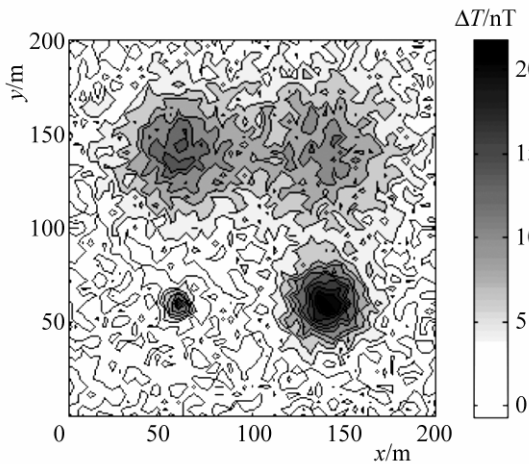


그림 2. 장애가 20% 포함된 경우 구형체 조합모형에 의한 자기이상등값선도

들에 따라 리론자기이상의 극대값과 웨블레트세부마디에서의 극대값의 백분율을 계산하였다.(표 2) 이때 웨블레트로 콤팩트성과 대칭성이 좋은 직교웨블레트인 Db4웨블레트를 리용하였다.

표 2로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

우선 중첩이상을 다척도분해할 때 얻어지는 매 세부마디들은 각이한 깊이에 놓여있는 구형체가 만드는 자기마당을 반영한다. 즉 10m 깊이에 놓여있는 모형 1의 자기마당은 주로 1, 2계세부마디에, 30m 깊이에 놓여있는 모형 2의 자기마당은 주로 3, 4계세부마디에, 50m 깊이에 놓여있는 모형 3의 자기마당은 주로 4계세

부마디에, 70m 깊이에 놓여있는 모형 4의 자기마당은 주로 5계세부마디에 반영된다.

표 2. 리론자기이상의 극대값과 웨블레트세부마디에서의 극대값의 백분율(%)

웨블레트세부마디	모형번호			
	1	2	3	4
1계	23.09	3.93	0.5	6.22
2계	33.77	4.46	3.23	1.95
3계	14.61	29.76	11.82	17.23
4계	12.38	37.77	42.25	14.95
5계	4.4	8.03	18.21	34.49
6계	0.83	0.87	4.79	2.09

또한 중첩된 이상을 분리할 때 다른 포텐셜마당분리방법들과 마찬가지로 다척도분해법 역시 일정한 깊이에 놓여있는 지질체가 만드는 이상을 완전히 분리해낼 수 없다. 왜냐하면 놓임깊이가 각이한 지질체가 만드는 마당의 주파수스펙트럼이 서로 중첩되기 때문이다.

또한 6계세부마디에는 각이한 모형들이 만드는 자기마당이 약하게 반영된다.

이로부터 다척도분해를 리용하여 국부적인 자성체의 심부발달특성을 해명하고 심부에 존재하는 자성체를 발견할 수 있다.

## 맺는 말

1) 자기이상을 다척도분해할 때 주어지는 웨블레트세부마디들에는 놓임깊이가 각이한 자성체가 만드는 자기마당이 반영된다.

2) 자기이상의 다척도분해를 리용하여 국부적인 자성체의 심부발달특성을 해명하고 심부에 존재하는 자성체를 발견할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] M. N. Nabighian et al.; Geophysics, 70, 6, 33ND, 2005.
- [2] F. Boschetti et al.; Geophys. J. Int., 159, 833, 2004.
- [3]李志华 等; 物探与化探, 33, 1, 91, 2009.

주체104(2015)년 8월 5일 원고접수

## **Multiscale Decomposition of the Magnetic Anomaly and Estimation of Anomaly Separation Features by using It**

*Jon Kwang Chol*

I dismantled magnetic anomaly in several scales with wavelet transform and evaluated anomaly separation features by using it.

When I dismantle magnetic anomaly in several scales, the obtained wavelet detail components indicate magnetic field generated by magnetic sources in several depths.

By using the multiscale decomposition of the magnetic anomaly I can estimate deep elongation of the local magnetic source and know whether new magnetic source exist in the deep place or not.

Key words: multiscale decomposition, magnetic anomaly, wavelet