

오일러역문제풀이에 의한 로자리유적의 지자기마당조사자료해석방법

전준명, 김일남

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《우리 나라의 지질조건과 탐사기술의 세계적발전추세에 맞게 우리 식의 앞선 지질탐사기술과 방법, 수단들을 연구개발하며 탐사에 널리 받아들이도록 하여야 합니다.》

일반적으로 정량해석방법은 간단하고 정확도가 높으며 적용범위가 넓어야 한다. 이러한 해석방법들에는 자성경계면역문제풀이방법, 겔보기자화세기영상화방법, 모의BP역문제풀이법 등 여러가지가 있지만 유적조사를 위한 지자기마당조사에서는 오일러역문제풀이방법이 많이 리용되고있다.

론문에서는 로자리유적모형에 대한 오일러역문제풀이를 진행하여 합리적인 구조지수와 창문크기를 설정하고 그것에 기초하여 로자리유적에서 얻은 지자기마당조사자료를 오일러역문제풀이방법으로 해석하여 그 믿음성을 검증하였다.

1. 오일러역문제풀이의 이론적기초

오일러역문제풀이는 자성체의 자기마당 및 그것의 구배성분과 자성체의 기하학적파라미터들사이의 관계를 오일러르동차방정식으로 풀어 자성체의 수평위치와 놓임깊이를 결정하는 해석방법이다.[1]

점 (x_0, y_0, z_0) 에 놓여있는 자성체가 관측점 (x, y, z) 에 만드는 자기이상을 T , 지자기마당정상마당을 B 라고 표시하면 오일러르방정식은 다음과 같이 쓸수 있다.

$$(x-x_0)\frac{\partial T}{\partial x} + (y-y_0)\frac{\partial T}{\partial y} + (z-z_0)\frac{\partial T}{\partial z} = N(B-T)$$

여기서 N 은 구조지수(자성체의 놓임깊이변화에 따르는 자기이상의 감쇠률)로서 오일러르방정식의 차수 n 에 관계된다.

구조지수를 옳게 설정하는것은 오일러르역문제풀이의 정확도를 높이는데서 매우 중요하다.

일반적으로 구조지수는 주어진 모형이 x, y, z 축방향에서 무한한가를 결정하고 무한한 축의 수를 최대구조지수값 3에서 더는 방법으로 계산한다.(표 1)

표 1. 모형에서 무한한 축의 수와 구조지수사이의 관계

모형	크기가 무한한 축의 수/개	구조지수
구, 립방체	0	3
수직기둥체	1(z 축)	2
수평기둥체	1(x 축 또는 y 축)	2
맥상체	2(z 축과 x 축 또는 z 축과 y 축)	1
접촉대	3(x 축, y 축, z 축)	0

모형이 수직기둥체와 맥상체인 경우 구조지수(SI)와 풀이들사이관계는 그림 1과 같다.

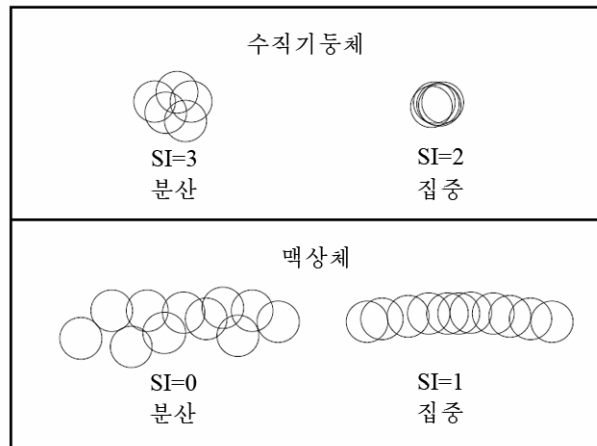
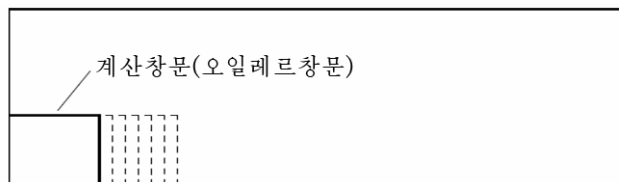


그림 1. 모형들의 구조지수와 풀이들사이관계

그림 1에서 보는바와 같이 수직기둥체인 경우 구조지수가 2일 때 풀이가 집중되고 맥상체인 경우에는 구조지수가 1일 때 풀이가 집중된다. 이로부터 구조지수를 합리적으로 설정하여야 이상체의 위치를 정확히 반영한 풀이를 얻을수 있다는것을 알수 있다.

오일레르역문제풀이를 진행할 때 계산창문(오일레르창문)을 설정하고 미지파라미터들을 구하기 위한 행렬방정식을 작성한다.[2] 다음 그것을 풀어 자성원천의 위치추정량을 결정한다. 이때 풀이가 허용오차를 만족시키면 계산창문을 자료점사이간격만큼 이동(그림 2)시키면서 풀이들을 구한다.



>>> 매 풀이를 계산한 다음 계산창문을 이동시킨다.

그림 2. 오일레르역문제풀이때 계산창문의 이동

역문제풀이과정에 얻어진 파라미터들은 허용오차를 가지는데 보통 최대허용오차는 10~15%로 정한다.

계산창문의 크기(포함되는 자료점의 수)는 자기마당과 자기마당구배의 분포특성을 고려하여 합리적으로 설정하여야 한다. 만일 계산창문의 크기가 지내 크면 다른 자기이상체의 영향으로 하여 거짓풀이가 얻어지며 계산창문의 크기가 작으면 풀이의 정확도는 높아지지만 계산량이 많은 부족점이 있다. 그러므로 계산창문의 크기는 자기이상의 변화를 반영할수 있게 합리적으로 설정하여야 한다.

2. 모형계산에 의한 구조지수와 계산창문의 크기설정

유적조사자료에 대한 해석에서 오일레르역문제풀이방법을 적용할 때 합리적인 구조지수와 창문크기를 설정하기 위하여 모형계산을 진행하였다.

먼저 로자리유적모형의 구조지수를 설정하기 위하여 구조지수를 각이하게 설정하고 오일레르역문제풀이를 진행하였다.(그림 3)

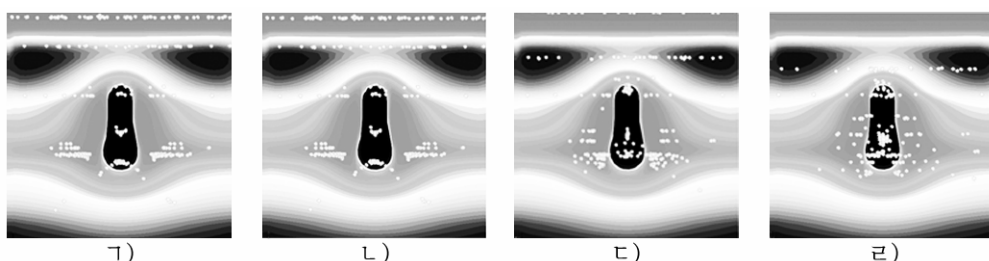


그림 3. 구조지수에 따르는 풀이의 분포특성

㉠), ㉡), ㉢), ㉣)는 각각 구조지수가 0, 1, 2, 3일 때; 점들은 풀이들의 위치

그림 3에서 보는바와 같이 구조지수가 3일 때에만 해석풀이들이 로자리유적모형에 집중되지만 구조지수가 0일 때에는 분산된다. 이것은 지질체와 달리 유적모형의 크기가 일정하기때문이다. 그러므로 로자리유적에 대한 지자기마당조사자료의 오일레르역문제풀이에서는 구조지수를 1~3으로 설정하는것이 합리적이다.

다음으로 계산창문의 크기를 설정하기 위하여 구조지수가 3일 때 계산창문의 크기를 각 이하게 설정하고 오일레르역문제풀이를 진행하였다.(그림 4)

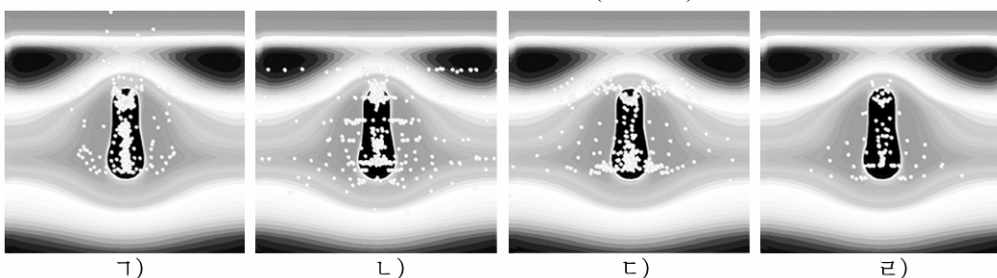


그림 4. 계산창문의 크기에 따르는 풀이의 분포특성

㉠), ㉡), ㉢), ㉣)는 각각 계산창문의 크기가 5, 10, 15, 20일 때; 점들은 풀이들의 위치

계산창문의 크기에 따르는 풀이의 수는 표 2와 같다.

표 2. 계산창문의 크기에 따르는 풀이의 수

계산창문의 크기/개	5	10	15	20
풀이의 수/개	711	1 333	1 436	1 457

그림 4와 표 2에서 보는바와 같이 창문크기가 10개이상일 때 풀이의 수가 매우 많아졌다. 이것은 풀이들속에 거짓풀이가 많이 포함되어있기때문이다. 그러므로 로자리유적모형의 자기이상에 대한 해석에서는 크기가 작은 창문을 리용하는것이 합리적이다.

3. 오일레르역문제풀이법에 의한 로자리유적의 조사자료해석

온천군 원읍지구에 있는 로자리유적에 대한 지자기마당조사를 진행하고 오일레르역문제풀이방법을 적용하여 해석하였다.

먼저 유적구역에서 얻은 지자기마당조사자료에 대한 보간을 진행하여 살창자료를 얻었다. 이때 살창점사이간격은 0.5m로 설정하였다.

다음 살창자료로부터 x, y, z축방향의 편도함수를 계산하고 구조지수를 3, 계산창문의 크기를 3개×3개, 최대허용오차를 10%로 설정하여 오일레르역문제풀이를 진행하였다. 풀이결과를 반영한 유적구역의 자기마당세기완전성분의 수직구배등값선도는 그림 5와 같다.

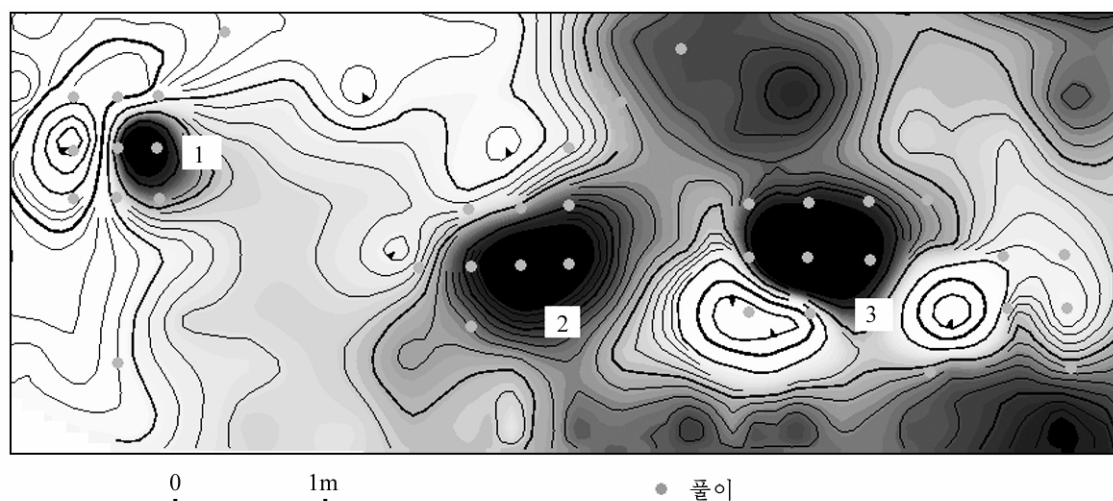


그림 5. 유적구역에 대한 오일레르역문제풀이결과

그림 5에서 보는바와 같이 유적구역에 분포된 3개의 자기이상들에 풀이들이 집중된다. 이것은 얻어진 풀이들이 이상체의 위치를 비교적 정확히 반영하였다는것을 보여준다.

풀이가 반영하는 이상체의 깊이(해석깊이)와 로자리유적의 깊이를 비교하였다.(표 3)

표 3. 해석깊이와 로자리유적의 깊이사이의 오차

자기이상번호	로자리유적의 깊이/m	해석깊이/m	절대오차/m	상대오차/%
1	0.7	0.61	0.09	12.9
2	0.9	0.8	0.1	11.1
3	0.7	0.65	0.05	7.14

표 3에서 보는바와 같이 유적깊이와 해석깊이사이의 상대오차는 12.9%이하, 절대오차는 0.1m이하이다. 이것은 오일레르역문제풀이방법으로 얻은 해석깊이가 비교적 정확하다는것을 보여준다.

맺는 말

1) 로자리유적모형에 대한 오일레르역문제풀이를 진행하여 합리적인 구조지수와 계산 창문의 크기를 설정하였다.

2) 온천군 원읍지구에 분포된 로자리유적에 대한 지자기마당조사자료를 오일레르역문제풀이방법으로 해석하여 풀이의 정확성을 검증하였다.

참고 문헌

[1] 김일성종합대학학보(자연과학), 58, 8, 162, 주체101(2012).

[2] Nancy Whitehead et al.; Montaj Grav/Mag Interpretation, Geosoft Inc. 49~63, 2008.

주체110(2021)년 1월 5일 원고접수

Data Interpretation on Geomagnetic Area Survey Data of Kiln Site by Euler Deconvolution

Jon Jun Myong, Kim Il Nam

We have performed Euler deconvolution simulation for the model of Kiln Site and have set up the rational Structural Index(SI) and Euler window size. Then, on the basis of the result, we have performed Euler deconvolution on geomagnetic survey data of Salt Kiln Site of Wonup region, Onchon County and have verified the exactitude of the solution.

Keywords: geomagnetic survey, site survey, data interpretation, Euler deconvolution