

## 고지자기극위치정합에 의한 지괴들사이의 상대적인 평행이동량 및 회전운동량 동시추정방법

김 일 남

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 과학기술분야에서 이룩한 성과에 만족하지 말고 나라의 과학기술을 새로운 높은 단계에로 발전시키기 위하여 적극 투쟁하여야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제11권 133페이지)

선행연구[1, 2]에서는 고지자기극위치정합에 의해 지괴들사이의 상대적평행이동량 혹은 회전운동량을 추정할수 있는 방법에 대하여 제기하였다.

본문에서는 고지자기극위치정합에 의해 지괴들사이의 상대적평행이동량과 회전운동량을 동시에 추정할수 있는 방법을 제기하고 모의계산을 통하여 믿음성을 검증하였다.

### 1. 동시추정원리

지질학적으로 동일한 시대에 형성된 두 지괴  $A(\varphi_A, \lambda_A)$ 와  $B(\varphi_B, \lambda_B)$ 사이에 그 어떤 상대적이동도 없었다면 이 두 지괴들로부터 결정된 고지자기극위치  $P_A(\Phi_A, \Lambda_A)$ 와  $P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 는 서로 일치한다. 즉

$$P_A(\Phi_A, \Lambda_A) = P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$$

여기서  $\varphi_A$ 와  $\lambda_A$ ,  $\varphi_B$ 와  $\lambda_B$ 는 각각 A지괴와 B지괴의 위도와 경도이며  $\Phi_A$ 와  $\Lambda_A$ ,  $\Phi_B$ 와  $\Lambda_B$ 는 각각 A지괴와 B지괴로부터 결정한 고지자기극위치의 위도와 경도이다.

그러나 B지괴가 A지괴에 대하여  $B'(\varphi_{B'}, \lambda_{B'})$ 으로의 평행이동과 수평방향에서  $\alpha_0$ 만큼, 수직방향에서  $\beta_0$ 만큼 회전운동을 하였다면 이때의 지괴  $B''(\varphi_{B''}, \lambda_{B''})$ 로부터 결정된 고지자기극위치  $P_{B''}(\Phi_{B''}, \Lambda_{B''})$ 는  $P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 와 차이난다. 즉

$$P_{B''}(\Phi_{B''}, \Lambda_{B''}) \neq P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$$

여기서  $\varphi_{B'}$ 와  $\lambda_{B'}$ ,  $\varphi_{B''}$ 와  $\lambda_{B''}$ 는 각각 B'지괴와 B''지괴의 위도와 경도이며  $\Phi_{B'}$ 와  $\Lambda_{B'}$ ,  $\Phi_{B''}$ 와  $\Lambda_{B''}$ 는 각각 B'와 B''지괴로부터 결정한 고지자기극위치의 위도와 경도이다.

$B''(\varphi_{B''}, \lambda_{B''})$ 로부터 결정된 고지자기극위치  $P_{B''}(\Phi_{B''}, \Lambda_{B''})$ 가  $P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 와 차이나는것은 B지괴가 평행이동을 한 경우에는 복각과 편각은 달라지지 않지만( $I_B = I_{B'}$ ,  $D_B = D_{B'}$ ) 위도와 경도가 달라지고 수평 및 수직방향에서 회전운동을 한 경우에는 위도와 경도는 달라지지 않지만( $\Phi_{B'} = \Phi_{B''}$ ,  $\Lambda_{B'} = \Lambda_{B''}$ ) 복각과 편각이 달라지기때문이다. 여기서  $I_A$ 와  $D_A$ ,  $I_B$ 와  $D_B$ ,  $I_{B'}$ 와  $D_{B'}$ ,  $I_{B''}$ 와  $D_{B''}$ 는 각각 A지괴와 B지괴, B'지괴와 B''지괴에서의 복각과 편각이다.

그림과 같이 B지괴가 상대적인 이동을 한 경우에는 평행이동이 먼저 진행되고 그다음에 회전운동이 진행되었다고 볼수 있다.

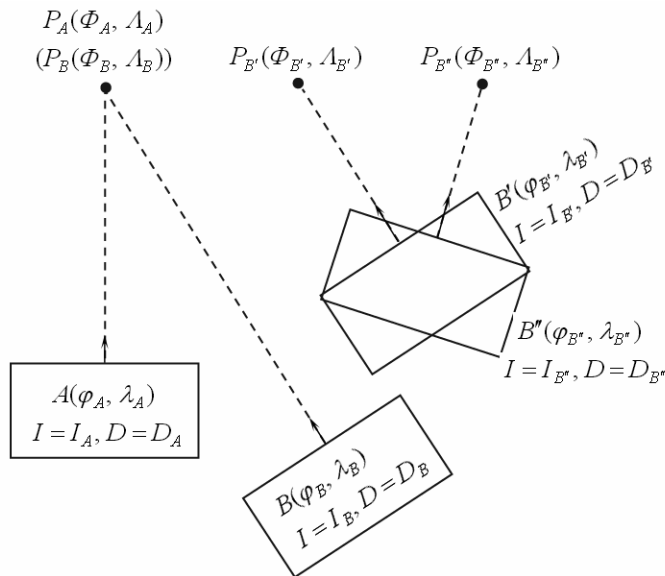


그림. A지피에 대한 B지피의 평행이동 및 회전운동과 그것에 따르는 고지자기극위치의 변화

A지피에 대한 B지피의 평행이동과 회전운동으로 초기의 고지자기극위치  $P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 가  $P_B''(\Phi_B'', \Lambda_B'')$ 로 변위되는 과정은 직각자리표계에서 수평회전각과 수직회전각에 의한 2차자리표변환연산, 위도와 경도가 주어진 지역에서의 복각과 편각으로부터 고지자기극위치를 결정하는 연산을 결합하여 표시할수 있다.

그러면 위의 연산과정을 거꾸로 고찰해보자.

이러한 문제는 고지자기극위치  $P_B''(\Phi_B'', \Lambda_B'')$ 로부터  $B''$ 지피에서의 복각과 편각을 구하고 이 값들에 수직 및 수평회전각에 의한 자리표변환을 적용하여 얻어진 값들을 리용하여 계산된 고지자기극위치가 초기의 고지자기극위치  $P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 와 같아지는 위도와 경도, 수평회전각과 수직회전각을 추정하는 문제로 볼수 있다.

고지자기극위치가 주어졌을 때 위도와 경도가 알려진 지역에서의 복각과 편각을 계산하는 방법과 직각자리표계에서의 수직 및 수평회전각에 의한 자리표변환방법은 이미 잘 알려져있다.[1, 2] 그러므로 B지피가 평행이동과 회전운동을 진행한 결과 변화된 고지자기극위치  $P_B''(\Phi_B'', \Lambda_B'')$ 를 초기의 고지자기극위치  $P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 와 정합시키는 위도와 경도, 수평회전각과 수직회전각을 추정하는것은 원리적으로 가능하다.

## 2. 동시추정방법과 믿음성검증

$P_B''(\Phi_B'', \Lambda_B'')$ ,  $B''(\varphi_{B''}, \lambda_{B''})$ ,  $P_A(\Phi_A, \Lambda_A) = P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 로부터  $\alpha$ 와  $\beta$ ,  $\varphi_B$ 와  $\lambda_B$ 를 추정하는 방법은 다음과 같다.

먼저 현재의 고지자기극위치  $P_B''(\Phi_B'', \Lambda_B'')$ 에 의하여 고찰하는 지피  $B''(\varphi_{B''}, \lambda_{B''})$ 에서의 복각  $I_{B''}$ , 편각  $D_{B''}$ 를 계산한다.[1]

다음으로  $I_{B''}$ 와  $D_{B''}$ 에 대하여  $-180^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ ,  $-90^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$ 인 모든  $\beta$ ,  $\alpha$ 에 의한 자리표변환[2]과  $-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ ,  $-180^\circ \leq \lambda \leq 180^\circ$ 인 모든  $\varphi$ ,  $\lambda$ 에서의 고지자기극위치를 계

산한다. 계산과정에 얻어진 고지자기극위치와 초기의 고지자기극위치  $P_B(\Phi_B, \Lambda_B)$ 가 같아질 때의  $\beta'$ ,  $\alpha'$ ,  $\varphi'$ ,  $\lambda'$ 를 추정한다.

다음으로 추정된  $\varphi_B$ 와  $\lambda_B$ ,  $\varphi_{B''}$ 와  $\lambda_{B''}$ 로부터  $B$ 지피의 평행이동방향과 이동거리를 계산한다.[2]

제기한 방법의 믿음성을 검증하기 위하여 모의계산에서는 두 지피  $A$ 와  $B$ 가 있을 때  $A$ 지피에 대한  $B$ 지피의 평행이동위치와 회전운동량, 그에 따르는 변위된 고지자기극위치값을 초기자료(표 1)로 하였다.

표 1. 초기자료

No.	$P_B = P_A$		$A$ 지피		$B$ 지피		$B'$ 지피		회전 운동량		$B''$ 지피		$P_{B''}$	
	$\Phi_B = \Phi_A$	$\Lambda_B = \Lambda_A$	$\varphi_A$	$\lambda_A$	$\varphi_B$	$\lambda_B$	$\varphi_{B'}$	$\lambda_{B'}$	$\alpha_0$	$\beta_0$	$\varphi_{B''}$	$\lambda_{B''}$	$\Phi_{B''}$	$\Lambda_{B''}$
1	82	-113	30	120	35	125	40	130	5	10	40	130	72.415 5	-57.404 2
2	86	305	32	125	37	130	40	135	-10	5	40	135	76.242 7	-82.038 8
3	70	-175	35	130	40	135	45	140	-10	10	45	140	54.425 1	-177.753 4

표 1과 같이 초기자료가 주어졌을 때 제기한 방법을 리용하여 추정한  $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\varphi'$ ,  $\lambda'$ 가 각각 초기값  $\alpha_0$ ,  $\beta_0$ ,  $\varphi_B$ ,  $\lambda_B$ 와 일치된다면 제기한 방법이 정확하다는것을 알수 있다. 제기한 방법에 의한 추정결과는 표 2와 같다.

표 2. 추정결과

No.	$P_B = P_A$		$P_{B''}$		$B''$ 지피		추정된 량			
	$\Phi_B = \Phi_A$	$\Lambda_B = \Lambda_A$	$\Phi_{B''}$	$\Lambda_{B''}$	$\varphi_{B''}$	$\lambda_{B''}$	$\alpha'$	$\beta'$	$\varphi'$	$\lambda'$
1	82	-113	72.415 5	-57.404 2	40	130	5	10	40	130
2	86	305	76.242 7	-82.038 8	40	135	-10	5	40	135
3	70	-175	54.425 1	-177.753 4	45	140	-10	10	45	140

표 2에서 보는바와 같이 추정된 량  $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\varphi'$ ,  $\lambda'$ 는 표 1의 초기값  $\alpha_0$ ,  $\beta_0$ ,  $\varphi_B$ ,  $\lambda_B$ 와 정확히 일치한다.

## 맺는 말

같은 시대에 해당하는 고지자기극위치들이 차이나는 원인을 두 지피사이의 상대적인 평행이동과 회전운동에 의한것이라고 볼 때 고지자기극위치정합에 의하여 지피들사이의 상대적평행이동량과 회전운동량을 동시에 추정할수 있다.

시대별 고지자기극위치들에 대하여 위의 방법을 순차적으로 반복적용하여 고지자기극이동곡선을 정합시킴으로써 시대에 따르는 지피의 연속적인 평행이동 및 회전운동경로를 복원할수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보 지구환경과학 및 지질학, 66, 3, 115. 주체109(2020).
- [2] 김일성종합대학학보 지구환경과학 및 지질학, 66, 2, 80, 주체109(2020).

주체109(2020)년 10월 5일 원고접수

### **The Methods for Estimating the Magnitude of Relative Translation and Relative Rotation Motion between Massifs by Matching Paleomagnetic Pole Positions**

*Kim Il Nam*

In this paper, we have described the methods by which magnitude of relative translation and relative rotation motion between massifs by matching the paleomagnetic pole positions can be simultaneously estimated when we refer the reason of discrepancy of paleomagnetic pole positions corresponding to same age interval to the relative translation and relative rotation motion between two massifs.

Keywords: paleomagnetic pole positions, massifs, translation, rotation motion, matching