

지구전류의 측정*

— 전리층 간접측정 모색

곽진영,¹⁾ 김수용,²⁾ 고재준,³⁾ 권명석,¹⁾ 최은호,¹⁾ 이석형,⁴⁾
김동진,²⁾ 민승현,²⁾ 박달,²⁾ 김동수,²⁾ 최자희,²⁾
¹⁾ 경기과학고등학교 ²⁾ 한국과학기술대학
³⁾ 서울대학교 사범대학 ⁴⁾ 경기도 학생과학관
(1987년 5월 10일 접수; 1987년 6월 10일 수리)

Measurement of Earth's Current*

— Toward an indirect observation of Ionosphere

J. Kwak, S. Y. Kim, J. Koh, M. Kwon, E. Choi, S. Lee,
D. Kim, S. Min, D. Park, D. Kim, and J. Choi
(Received May 10, 1987; Accepted June 10, 1987)

Abstract

Earth currents with $10\sim 20 \mu\text{A}$ flow due to a magnetic induction by large currents flowing through the ionosphere. In order to measure the behaviour of ionosphere indirectly, earth currents will be measured and the results will be reported.

요 약

지표근처에는 지상으로부터 100 km 상공에 있는 전리층내에서 흐르는 10^4A 정도의 전류에 의한 전자유도현상에 의하여 미약한 전류가 지표를 따라 흐른다. 지자기의 영향을 간접적으로 측정하기 위하여 지구전류를 측정하며 그 결과를 제시한다.

* 이 연구는 경기과학고등학교 연구비와 한국과학기술대학 기본연구비와 과학재단 기초연구비의 지원을 받았음.

I. 서 론

지구 표면에는 매우 미약한 전류가 흐르고 있다. 그것은 지상 약 100 km 정도에 있는 전리층 내에 흐르는 약 10^4 A의 전류에 의하여 지표근처에 전자기적으로 유도되는 전류이다(檀原毅, 友田好文, 1969). 이러한 지전류의 변화는 지자기의 행동과 밀접한 관계를 가지고 있다.

한편, 지전류가 지진 전후에 현저하게 이상현상을 일으킨다는 사실이 보고되었다(萩原, 1948). 지전류측정은 1849년에 Barlow가 영국의 더비 부근에 전신선을 이용하여 처음으로 실시하였다. 이 측정은 런던동남부의 그린위치 부근에서 2년간 계속되었다.

지전류를 측정할 경우 한 장소에 probe를 꽂아 크기를 측정 및 관찰할 수가 없기 때문에 지표면의 두 점 사이에 전극을 파묻어 그 사이의 전위차를 측정한다. 측정방법은 고저항을 직렬로 연결시킨 검류계를 이용하여 예로부터 사용하고 있으며 오늘날 많이 개량시켜 자동기록계를 이용하여 측정한다. 오래된 문헌(Varley, 1871, Milne, 1890) 등에 의하면 지전류 이상현상이 우연히 지진발생과 일치한다고 보고되었다. 그러나 지전류의 갑작스런 변동 이외의 지전류변화는 지구 외적인 전리층을 포함하여 지구지자기의 변동에 의한 전자기적 반응이다. 따라서 지전류의 변화를 관측하고 그 열개를 밝히는 일은 참으로 의미 있는 일이다.

그러나 실제로는 지전류의 변화와 지자기의 변화는 일치하지 않는다. 그 원인으로는 공장이나 전철부근에서는 60 cycle의 교류전압이 누전되기 때문에 측정지의 지형이나 성격에 따라서 매우 다르게 된다.

초기 측정을 위하여 여러 지역에서의 지전류의 측정을 시도하였다. 2장에서는 측정방법에 대하여 논하고 3장에서 여러 데이터를 보일 것이다. 마지막으로 4장에서 그 결과를 토의할 것이다.

II. 측정방법

지전류를 측정하기 위하여 지름 1 cm, 길이 1 m 정도의 구리막대 또는 10 cm × 10 cm의 구리판이 들어있는 황산구리 수용액을 서로 떨어져 있는 두 지점에 꽂는다. 그 사이에 직렬로 전류계를 연결한다(그림 1). 황산구리 포화수용액을 사용하는 경우에 용기는 이온들이 투과할 수 있도록 화분을 선택하였다. 한편, 1 m의 구리막대에 플라스틱을 덮어 5 cm만 남아서 이 부분이 땅속과 접촉되어 측정하기도 하였다. 한편, 지전류 이외의 전자기적 noise의 효과를 되도록이면 줄이기 위하여 75 Ω의 coaxial cable을 사용한다. 전선을 통하여 들어오는 전류는 filter를 이용하여 60 cycle 정도의 교류를 제거한 후 자기기록계에 연결하였다. 그 대신에 이 전류를

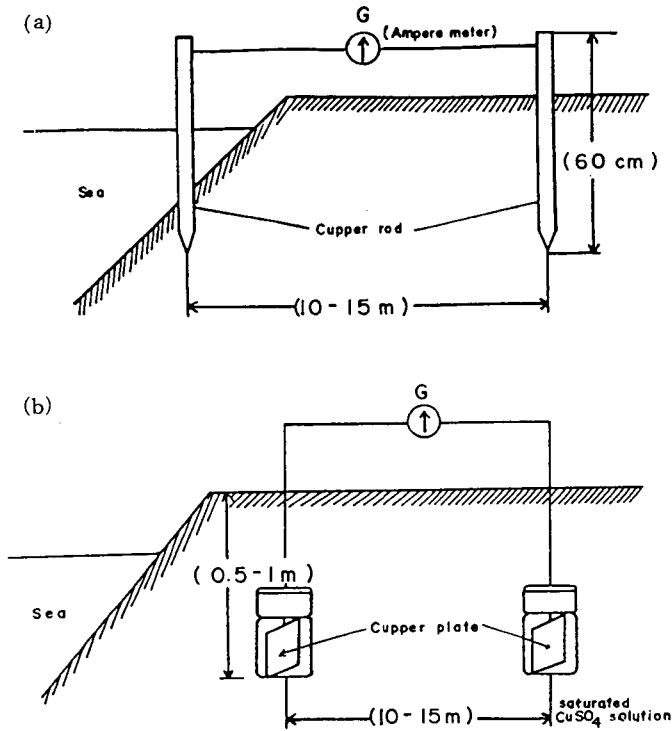


Fig. 1. Method of measuring the earth's currents

DC 증폭부와 ADC converter를 이용하여 컴퓨터에 저장하였다.

Ⅲ. 측정결과

a. 육지와 해안에서의 지전류측정

서해안에 위치한 어도를 4월 17일부터 4월 19일 동안 방문하여 시간에 따라서 전류의 크기를 관찰하였다. 이 점의 지역도는 그림 2와 같다. 한편, 지역에 따른 측정자료는 그림 3에 나와 있다. 조석에 따른 지전류 일변화 측정자료가 그림 4에 나와 있다.

이 결과를 종합하여 보면 2, 6, 7, 9~11지역을 제외한 모든 지역에서 전류는 육지에서 바다로 흘러갔다. 한편, 전류는 pH가 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐른다. 전류량은 간조 때보다 만조시에 더욱 커진다. 또한, 전류량은 큰 파도에 의하여 커진다. 즉, 지전류의 일변화와 간만조의

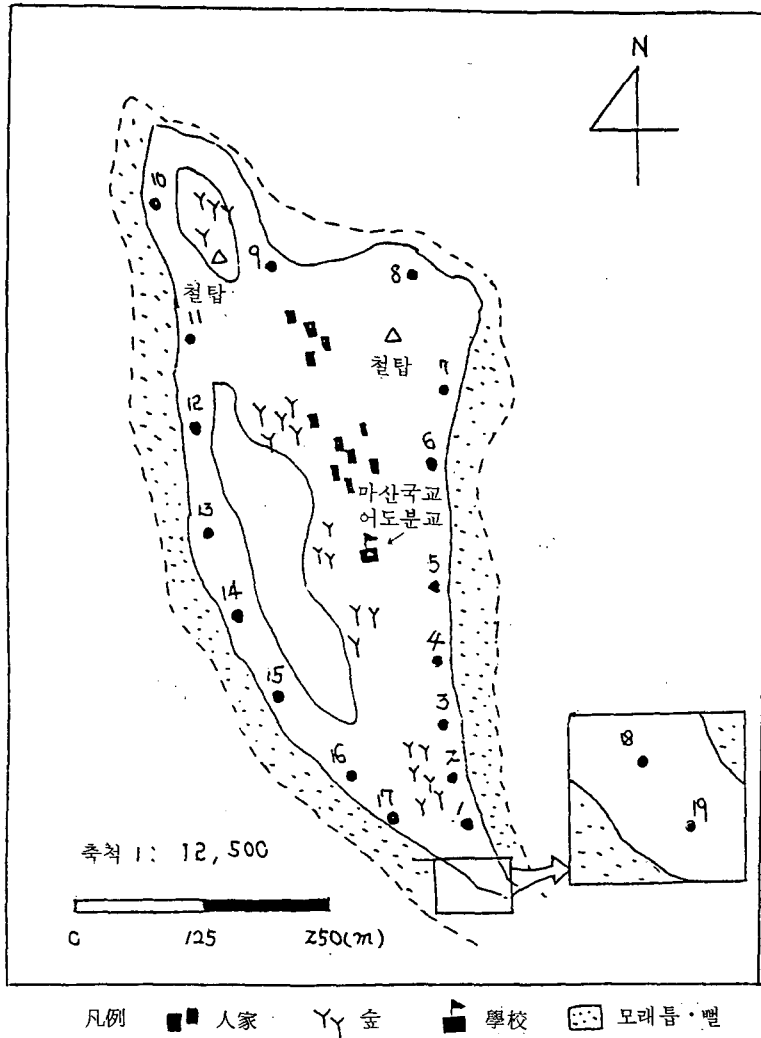


Fig. 2. Local map of Ea-island

일변화는 관련이 있는 것 같다(한국전자통신연구소).

b. 평지에서의 측정

경기도 수원시에 위치한 경기과학고 근처와 대덕단지에 위치한 과기대 주변에서 구리막대나 황산구리 포화수용액을 이용하여 측정하였다.

지역 번호	측정간격 (m)	PH		지전류량(μA) 및 방향(화살표)	비고
		A	B		
1	13	7.58	8.13	① 	
2	13	7.20	7.40	② 	A지점 주위에 숲이 가 까이 위치하고 있다.
3	13	6.44	7.63	③ 	
4	13	7.68	9.95 (7.70)	④ 	해안선에 수직으로, 해 안선에 평행으로 측정하 였다.
5	13	7.40	7.52	⑤ 	
6	13	6.54	7.64	⑥ 	A지점 위쪽에 철탑이 위치하고 숲이 가까이 위 치하고 있다.
7	13	6.34	7.32	⑦ 	
8	13	6.68	7.61	⑧ 	
9	13	6.57	7.48	⑨ 	9 ~ 11의 A 주변에 철 철탑과 숲이 위치하고 있 다.
10	13	6.24	7.37	⑩ 	
11	13	6.30	7.54	⑪ 	
12	13	6.65	7.53	⑫ 	
13	13	7.28	8.05	⑬ 	
14	13	7.15	7.50	⑭ 	
15	13	7.18	7.62	⑮ 	

Fig. 3. Measurement of earth's current at the seashore

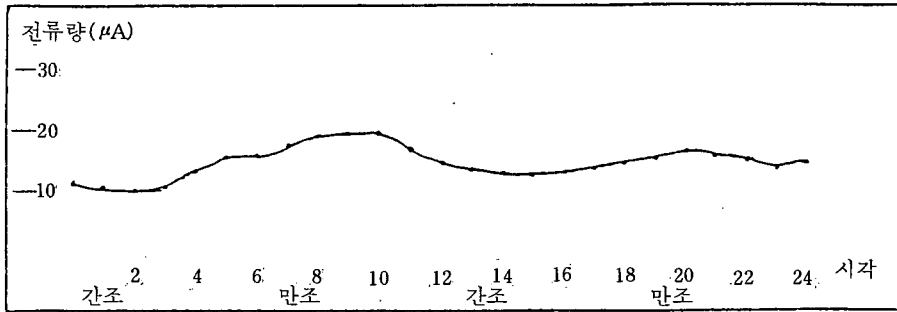


Fig. 4. Daily variations of the earth currents with tides

ADC를 이용하고 적분회로를 달아 적분하여 컴퓨터에 보관된 지전류의 일변화 모습은 그림 5이다. 그림에서 보는 바와 같이 0~4시 사이에는 그 변화의 폭이 비교적 적었는데 이 시간은 수원지방에서 전철이 다니지 않는 때이다. 이것으로 보아 지전류의 국부적인 변화에 전철이 영향을 준다는 사실을 알 수 있다. 이 결과에 의하면 12시와 24시에 각각 큰 값을 보여 주었는데, 이 때는 태양과 지구의 축정지역이 평행을 이루게 되며 dayside와 nightside의 자기권으로부터 강렬하게 날아오는 오로라 전자가 전리층을 더욱더 활발하게 교란시킬 수 있기 때문인 것 같다.

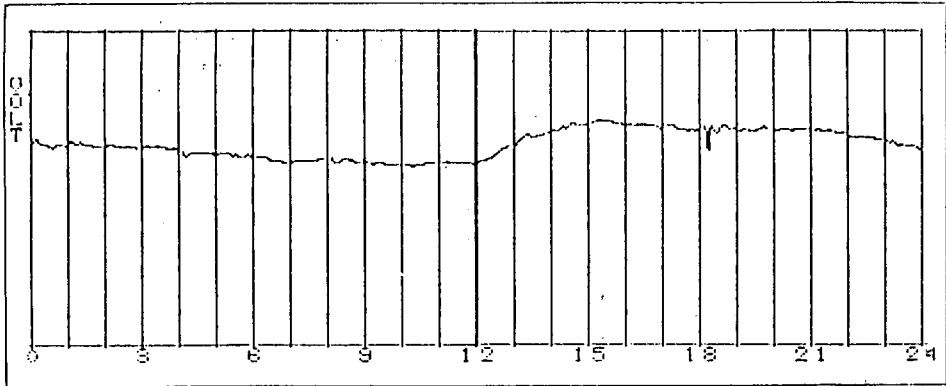


Fig. 5. Daily variations of the earth currents by Apple computer

한편, 60사이클의 교류 noise를 제거시키는 filter를 달고 자기기록계에 연결하여 얻은 그래프가 그림 6이다. 이것은 대덕단지에서 실시하였다. 각각 6:00~7:00 AM사이와 0:00~1:00 AM 사이의 값을 그래프로 나타내었다. 아침으로 갈수록 D.C. level이 저하되고 밤 자

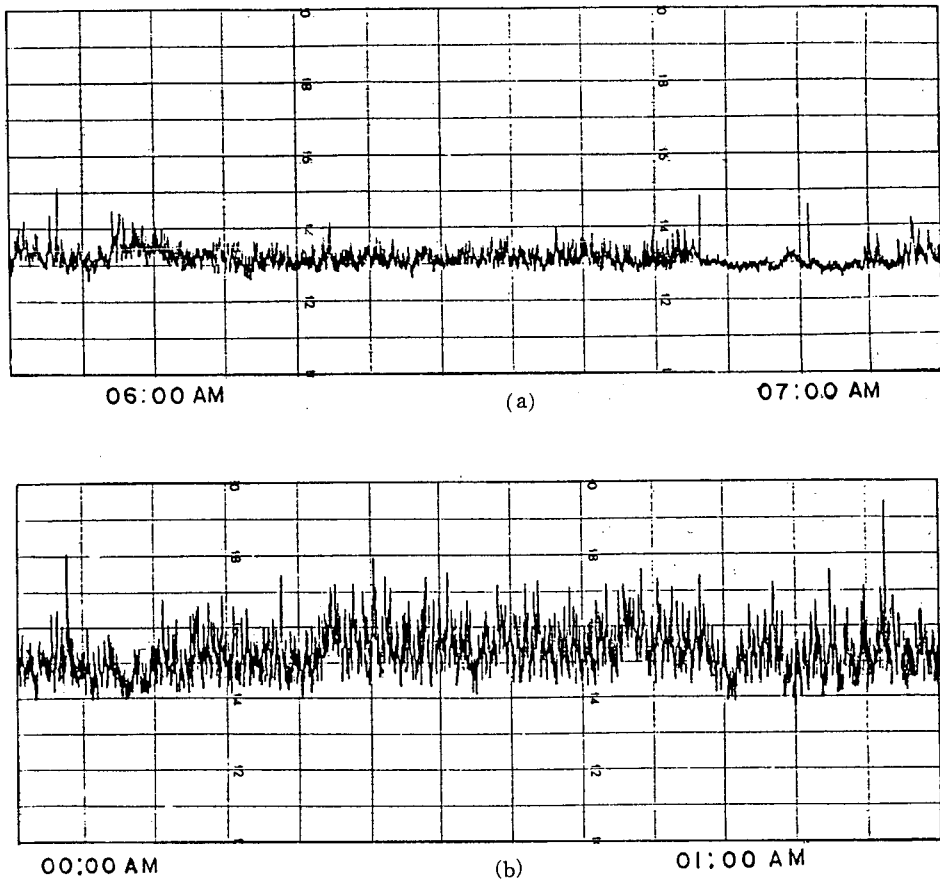


Fig. 6. Daily variations of the earth currents measuring by recorder.

정을 전후로 D.C level의 peak가 나타난다. 이러한 경향은 과학고 실험에서 얻은 결과와 일치한다. 그러나 자정 근처에서의 심한 fluctuation은 과학고 결과와 위배된다. 이것은 8bit ADC로 적분을 행함으로써 1MHz 이상의 고주파신호가 무시되기 때문이다.

IV. 토 의

지전류의 측정을 여러 지역 섬이나 평지 등에서 실시하였다. 앞으로 지역에 따른 지전류의 영향을 분석하기 위하여 좀더 세밀하고 계속적인 연구를 할 것이다. 또한, 지표면에 집어 넣는 probe의 질을 향상시키고자 한다. 지전류는 대체로 육지에서 바다로 흘러가고 pH가 높은 곳