

유적탐사법 개설

정 계 옥

(文化財研究所 學藝研究士)

목 차

I. 서 언	V. 전자유도탐사법
II. 전탐탐사법	VI. 정상파탐사법
III. 자기탐사법	VII. 사진판독법
IV. 지중레이다탐사법	VIII. 결 언

I. 서 언

이 글은 1992년 국비단기해외훈련의 일환으로 국립나라문화재연구소에서 연수한 내용이다. 매장문화재발굴기술에 관한 여러코스중 유적탐사과정¹⁾은 일본에서는 제법 행해지고 있는 발굴기술 중 하나로 장비가 비싸고, 판독에 어려움이 있기는 하나 머지않아 우리나라에서도 널리 사용되리라 믿어진다. 여기에서는 유적탐사에 관해 개론적으로 소개하고자 한다.

지하에 매몰되어 있는 유구는 주위와 비교하면 어떠한 형태로든 물리화학적으로 다른 부분으로 존재하고 있다. 발굴조사에서는 이 차이를 육안으로 판별하고 유구를 검출하는데 반해 유적탐사는 각종의 물리기기를 응용해서 지하의 유구나 유물을 표시하는 다른 성질을 지상에서 추정하는 것을 말한다.

지상에서 이루어진 유적탐사에서는 조사자 자신의 눈과 손으로 유구나 유물을 확인할 수 있는 발굴 조사와 비교하여 보면 발굴조사처럼 인정할 수 있는 정보량이 적고 불확실한 부분이 많으므로 탐사의 결과만을 가지고 발굴조사로 대체할 수는 없다.

탐사에서 얻어진 성과는 지하에 있는 흙의 물리화학적으로 다른부분 즉, 일정한 범위를 가진 흙의 규모나 형태 또는 이물질의 존재 가능성을 지적하는 것이지 유구, 유물의 종류나 성격까지는 알려주지 않는다. 따라서 탐사결과의 판정이나 활용에 대해서는 유적 조사를 하는 사람 자신의 판단에 맡겨지는 부분이 많다. 그러므로 우선 유적조사를 하는 사람은 탐사방법에 대한 기초적인 지식을 가져야 하며, 탐사에 관여하는 노력도 필요하다. 조사자 자신이 탐사를 행하는 경우에는 유적에 대한 예비지식이 당연히 있을 것이고, 탐사결과의 해석에 그것을 충분히 활용하여 결과의 해석을 깊게 할 수 있을 것이다. 또

1) 유적탐사과정의 연수 중 유적탐사에 대한 이론과 실습에 많은 도움을 주신 일본 국립나라문화재연구소 매장문화재센터 西村 康선생님께 감사를 드린다.

한, 탐사를 외부에 위탁하는 경우에도 측정과 그 결과의 해석에는 될 수 있는 한 참가해서 고고학적인 측면에서 개개인의 유적에 대한 이해에 활용해야만 한다. 그 점에 있어서 사전에 현재의 지형관찰이나 유물의 분포상황 파악 등 유적의 현상인식이 최소한 요구되는 사항이다. 현재는 고고학적 목적에 알맞는 각종의 탐사방법이 시험되어 실적도 증가되고 있으며, 또 고고학전용의 장치도 개발되어 있다. 적절한 탐사방법과 응용방법을 선택하면 유적확인에 필요한 정보가 얻어지는 것도 확실한 단계에 있다고 하겠다.

탐사에는 탐사를 목적으로 하는 대상의 종류나 그것이 놓여져 있는 환경을 충분히 확인한 다음에 탐사를 행할 필요가 있다. 뒤에 기술할 것처럼 주위 환경에 따라 적용되어 질 수 없는 탐사방법도 있기 때문이다. 탐사를 목적으로 하는 대상에 대해서 적절치 않은 방법을 사용하게 되면 당연히 유효한 성과를 얻을 수 없는 것이다.

여기에서 소개하는 것은 현재 실용화되어 있는 탐사법으로, 각기의 방법에는 특징이 있고 한계도 있으므로 현재의 상태에서는 탐사하는 대상의 종류에 의해 방법을 선택하고 있다. 즉, 모든 탐사대상에 대해 유효한 만능탐사법은 아직 없다고 하겠다. 그래서 탐사에 있어서는 복수의 방법을 채용하는 것도 요구되는데 원리가 다른 방법에 의해 같은 형태의 결과가 얻어질 때 탐사의 신뢰도가 높아질 수 있기 때문이다.

II. 전기탐사법

전기탐사는 땅속에 전류를 통하게 하여 유구를 표시하는 다른 토질을 전기저항의 차이로써 판별하는 것이다. 흙은 그 성질이나 상태, 즉 입도와 밀도 혹은 함수율에 의해 또는 화학적 성질에 의해 전기저항이 다르기 때문이다.

그러나 주의해 두지 않으면 안되는 것은 유구가 나타내는 전기적인 차이의 정도는 우리가 상상할 정도로 크지 않다는 점이다. 예를들면 가마터는 고열을 받은 결과 그 부분만큼은 확실하게 변색되어 있어 현저한 색조의 차이로써 식별할 수가 있다. 그러나 그 부분은 전기저항으로 주위와 구별했을 때 노출된 가마터 바로 윗면에서 측정한 경우에도 극히 근소한 차이로써 밖에 판별되지 않는다.

이러한 어려움은 가마터 뿐만 아니라 주위와 토질의 차가 전기적으로 많지 않으면 어떠한 종류의 유구라도 같은 모양이기 때문에 여기에 전기탐사법의 한계가 있다.

이 측정법에서 탐사가 가장 곤란한 대상으로서는 주거지를 들 수 있다. 왜냐하면 주거지안에 채여진 흙은 보통 주위에서 서서히 흘러 들어간 경우가 많아서 주거지 내부와 외부의 흙에는 커다란 차이가 나타나지 않기 때문이다. 혹시 차이가 있다고 해도 흙의 입도의 근소한 차이나 유물 등의 혼입물 유무로 생각될 정도이기 때문이다.

따라서 근소한 전기적인 차이 밖에 나타나지 않는 유구를 탐사대상으로 하는 경우에는 충분한 준비가 필요하다. 뒤에 기술할 것처럼 전극배열의 선택이나 측정할 지표면의 음미가 중요하다. 특히 지표면의 상태는 본 측정법에 있어서는 주의할 필요가 있다. 많은 비가 온 후에 지표면이 젖은상태에서는 아무래도 양호한 측정결과를 기대할 수가 없다. 유적조사의 일정상 시간적인 여유가 없는 경우라도 비가 올 때의 측정 등은 피해야 하겠다. 그러나 지나치게 지표면이 건조되어 있어도 전극의 접지저항이 높고 정확한 측정이 되지 않는 경우도 있어 전극을 찌른 위치에 물을 주입하는 등의 대응이 필요하다.

원리적으로 여하한 조건하에서도 전류는 땅속에 충분히 흐른다고 생각하기 쉽지만 실제로는 지표면이 습윤한 상태가 아니라도 전기적인 에너지의 대부분은 지표면을 흐르고 만다.

지표면에서 전류를 흘린다든가 전위를 측정하는 이 방법에는 지하유구의 영향이 가능한 한 지상에 반영될 수 있는 상태를 갖추어서 측정하는 것이 요망된다.

비가 며칠간에 걸쳐서 계속된 직후나 햇빛이 계속 내리 쪼였을 때는 측정조건으로서 는 좋지 않다.

가. 측정방법

1) 전극배열

전기는 도체속에서는 자유로 나아가지만 불량도체가 있는 흙 등에서는 흐르기 어렵다. 땅속에 전류를 집어넣어 토층의 전기저항을 구하기 위해 여러 방법이 고안되어져 있는 것은 효율좋은 전류를 흐르게 하기 위한 것과 정확한 전위를 구하기 위해서이다. 현재 일반에 채용되어 있는 방법은 어느 것이나 4개의 전극을 사용한다. 4개중 2개에 전류를 흐르게 하고($C_1, C_2 = \text{Current}$) 다른 2개는 전위를 측정하지만 ($P_1, P_2 = \text{Potential}$) 이것들을 배열하는 방법에는 감도가 예민한 것이나 둔한 것 등 여러 종류가 있다.

특수한 측정조건을 제외하고 고고학 탐사에는 적당하지 않다고 판단되는 방법도 있으므로 선택에 주의가 필요하다.

땅속에 보내진 전류는 단순한 층, 즉 단일의 매체에서는 이론적으로 예상되는 것과 같은 형태와 경로로 전파되지만 복수의 층위가 있는 곳에서는 비뚤어진다. 따라서 어떤 종류의 전극배열을 선택해 일정한 전극간격에 의한 측정을 행해도, 실제로 측정되어져 있는 심도는 알 수 없다. 항상 「외관상의 깊이」의 정보만 얻게되는 셈이다. 또 전류는 복수의 토층을 경유하기 때문에 개개의 토층고유의 저항도 알기 어려워 「외관상의 저항비」가 된다.

지하에 복수의 토층이 있고 이에 대한 고유의 저항비의 값을 알고 싶을 때에는 표준, 보조곡선을 이용하여 별도계산을 할 수 있지만 고고학 탐사의 경우에는 이런 처리를 생략하는 경우가 많다. 그것은 이 계산법이 원래 깊은 층위의 해석을 목적으로 하고 있기 때문에 고고학에서 취급하는 것 같은 얇은 부분의 계산 결과가 노력이 많이 들어간 만큼 정확치 않기 때문이다. 또 유적탐사에서는 시굴을 해서 깊이 등을 확인할 수 있기 때문에 목표정도의 깊이가 이해되면 좋을 것이라고 생각하기 때문이다. 최근에는 깊이를 정확히 구하는 것보다도 저항비의 분포경향이나 유구의 범위, 규모를 측정하는 일에 중점을 두는 조사가 증가하고 있다.

이 측정 방법은 어떻게 배열하거나 지면에 전압을 늘려서 지하에 등전위의 영역을 만든다. 이것은 지표면에 의해 분산되어진 반원구상의 영역이라고 생각할 수 있는 것이다. 복수의 층이 있을 때에는 이것이 비뚤어지는 일은 위에서 언급한 그대로이지만 유구도 그밖의 다른 토질부분으로 존재하고 있기 때문에 거기에서 조금은 변화된 저항분포를 나타낸다. 전기탐사에서는 실은 이 비뚤어진 부분을 찾아내는 것으로 유구를 추정하기 때문이다.

더욱이 전기탐사에 한하지 않고 물리탐사의 방법은 무한대의 평면을 가상해서 성립되어 있기 때문에 고분분구와 같이 높거나 한쪽이 절벽인 지형에 있어서는 이들의 조건이 탐사결과에 영향을 줄 가능성을 고려해 둘 필요가 있다. 또 전기탐사에서는 구하는 이동전극을 설치할 때의 기점(起点) 간격을 가늘게 잡는 등 여러 방법의 고안이 필요하다. 그러나 어디까지나 평균으로 있는 것은 변함 없고, 깊은 층위에 있는 작은 대상은 탐사되지 않는 것에 주의할 필요가 있다.

2) 2극법

가장 단순한 방법이다. 그런 까닭에 대상물을 찾을 때의 감도로서는 민감함이 떨어지는 감이 있다. 그러나 측정방법이 단순하고 작업능률이 좋기 때문에 최근 고고학에 있어서 탐사에 이용되는 횡수가 증가하고 있다.

그림 1처럼 4개의 전극중 전류와 전위의 각 1개씩(C_1, P_1)을 반무한대의 먼위치에 고정하고 다른 2개(C_2, P_2)를 측정구 안에서 이동하면서 측정점마다의 전위를 잰다.

원전극을 설치하는 위치는 측정구의 끝에서 이동전극 간격의 30배 이상의 거리가 떨어져서 좋은 상태가 된다. 혹시 이 거리가 가까운 경우에는 전류를 흘려서 만든 등전위면이 균일치 못하게 되어 그 결과 얻어진 측정치가 부정확하게 될 염려가 있는 것에 주의해야 한다.

2극법으로 측정되고 있는 것은 이동전극의 중간에 위치해서 2개의 간격(a)와 같은 거리의 깊이까지 반원구상의 영역에 있는 흙의 상태라고 가정되어 있다. 얻어진 외관상의 저항비의 값(ρ_a)은 측정치(R)에 $2\pi a$ 를 곱해서 구한다. R 은 출력된 전류의 전압(V)과 전류의 세기(I)를 읽어 들이기 때문에 $R=V/I$ 의 계산에서 구한다. 그러나 최근의 장치에서는 R 을 직접 읽을 수 있는 것이 많기 때문에 이 계산은 할 필요가 없다.

이동되어지는 전극이 2개이기 때문에 측정작업은 빠르다. 특히 후술할 것과 같이 전용의 측정장치를 채용한 측정으로 전기탐사에서는 종래에 볼 수 없었던 정도의 획기적인 속도로 행하는 것이 가능하다. 단지 감도가 둔하다고 하는, 전극배열의 특성을 고려해서 대상의 측정밀도를 선택하면 응용범위가 넓은 방법이라고 할 수 있겠다. 그러나 저출력 장치의 경우에는 저항비가 낮고 동시에 주위와의 전기적 차가 부족한 대상에는 적당하지 않다고 할 수 있겠다.

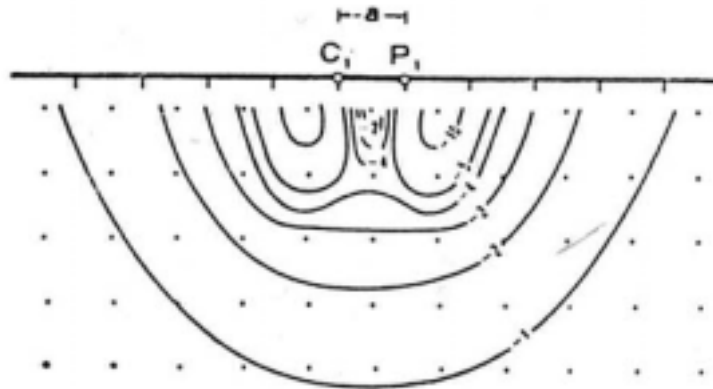


그림 1. 2극법의 감도분포

그림1. 2극법의 감도분포

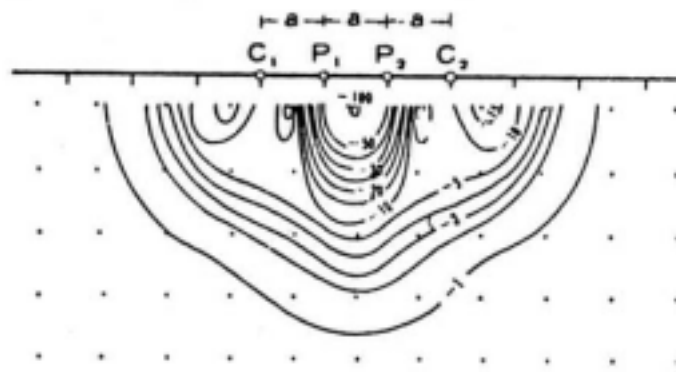


그림 2. Wenner법 감도분포

그림2. Wenner법 감도분포

3) Wenner법

그림 2처럼 4개의 전극을 일직선상에 등간격으로 C_1, P_1, P_2, C_2 의 순으로 배열한다. 일반의 지반탐사에 가장 널리 사용되는 방법으로 응용범위도 넓다. 그러나 4개 모두를 이동시키기 때문에 2극법에 비하면 측정에 약간의 노력을 요한다.

또 탐사지에 따라 4개의 간격이 크게 되어 배열을 충분히 전개할 수 없는 점이 있다.

이 방법은 바깥쪽에 2개(C_1, C_2)의 전류를 흘려 안쪽의 2개(P_1, P_2)에서 전위를 쟀다. 얻어진 흠의 성질로서는 측정되는 중앙에 배치된 전위전극(P_1, P_2)의 중간에서 전극간격(a)의 1.2-1.5배 정도 깊이까지의 영역이라고 생각되고 있다. 외관상의 비교저항치(ρ_a)는 2극법과 같은 모양으로 측정치 R 에 $2\pi a$ 를 곱해서 얻는다.

이 방법의 특징은 2극법 보다는 감도특성이 약간 예민하며, 높은 저항비와 낮은 저항비의 대상을 불문하고 응용할 수 있는 점이라고 하겠다.

4) Dipole Dipole법

그림 3처럼 전극을 C_1, C_2, P_1, P_2 의 순으로 배열한다. C_1, C_2 와 P_1, P_2 의 사이는 각각 등간격이지만 이것들의 2대의 전극 동지(同志)의 간격, 즉 C_2 와 P_1 의 간격은 C_1, C_2 나 P_1, P_2 간격의 정배수로 하는 방법이다. 혹시 C_1, C_2 나 P_1, P_2 간격을 각기 1m, 즉 C_2 와 P_1 의 사이를 3m로 두었다고 하면 이때 갖추어져 있는 모양으로서는 C_2 와 P_1 의 중간에 놓여 2m까지 깊이의 토층이 되어 얻어진 외관상의 저항비(ρ_a)는 $2\pi a \times n(n+1)(n+2) \times 60$ 이 된다.

이 방법에 있어서 주의해야 할 것은, 측정시의 읽혀지는 값이 매우 작기 때문에 감도가 좋은 측정장치가 필요하다는 것이다. 또 감도가 극히 민감한 방법이기 때문에 측정대상 지역이 습윤해서 낮은 저항비라고 예상되는 장소에서, 주위와 근소한 차이로써만 판별되어 진다고 생각되는 유구를 탐사할 목적으로 할 경우만 채용된다. 그렇지 않은 경우는 측정치의 변동폭이 너무 커서 데이터 정리에 있어서 처리할 수 없는 위험이 있다.

또 C_1, C_2, P_1, P_2 의 거리를 같게 잡은 경우에는 특히 Eltran법(그림 4)이라고 불리운다.

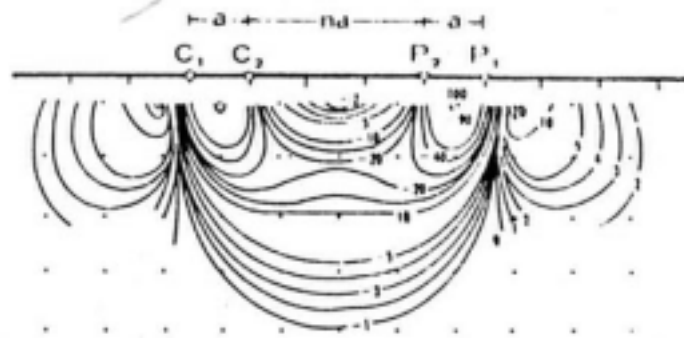


그림 3. Dipole Dipole법 감도분포

그림3. Dipole Dipole 법 감도분포

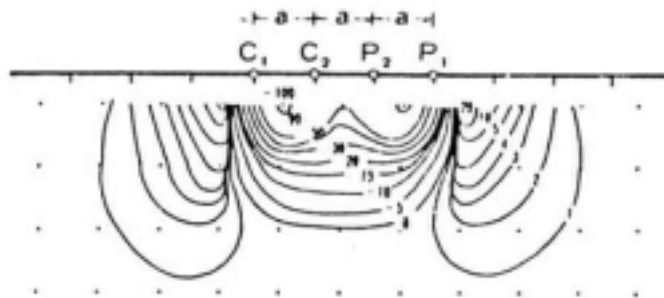


그림 4. Eltran법 감도분포

그림4. Eltran법 감도분포

5) Schlumberger법

그림 5처럼 C_1, P_1, C_2, P_2 의 순으로 일렬로 배열하는 것은 웨너법과 같지만 중앙에 배치한 P_1, P_2 의 간격을 좁게하고 이 바깥에 떨어져서 설치한 C_1, C_2 와의 간격을 넓게 잡는 배열법이다. C_1 및 C_2 와 P_1, P_2 와의 거리는 P_1, P_2 간격(a)의 적어도 7배의 거리($7a$)를 떨어지게 설치한다. 결국 전류전극과 전위전극과의 거리가 항상 1:7이상이 되는 관계를 가지는 것이 필요하다. 이처럼 원거리 전극은 먼곳에 설치하기 때문에 외관상으로는 전류가 지표면과 평행하게 흐른다고 상정되어, 이동전극에서는 그 간격의 4배 깊이까지의 지층의 정보가 얻어질 수 있다고 한다. 그러면서도 이 배열에 의한 유적추정의 예는 적

기 때문에 실제에 채용되는데에는 유적의 종류와 그 깊이에 대하여 충분한 예비지식이 필요하다.

본 방법에 있어서 측정방법의 난점은 통상 4개의 전극을 이용하지 않으면 안된다. 혹시 편법으로서 원전극(C_1, C_2)을 고정해, 이동 전극(P_1, P_2)만이 측정구내를 이동하는 경우에는 지점마다에 양자의 거리차가 생겨, 거리의 보정을 하지 않으면 안된다. 이를 피하기 위해서는 모든 전극을 막대에 고정시키면 전체의 거리간격에 차는 생기지 않고, 보정계산은 필요없지만 PP사이를 25cm로 잡았을 때에도 막대 전체의 길이가 3.75m나 되어 실용적이지 못하다. 또 외관상의 저항비 $a=2\pi a \times (n+1)^2/n$ 으로 구해진다.

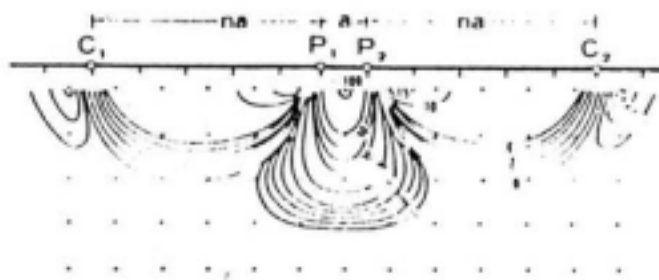


그림 5. Schlumberger법 감도분포

그림 5. Schlumberger법 감도분포

6) 수직탐사

어느 한 점에 있어서 얇은층위부터 깊은위치까지의 토층변화를 구하는 방법이다. 예를 들면 웨너의 배열을 채용했을 때 어느점을 중심으로 해서 전극배열을 1, 2, 5, 10m로 차츰 넓혀가면 각기의 간격에 대응한 외관의 깊이까지의 저항비측정이 가능하다. 그러나 이것은 외관의 깊이가 있고 그 깊이에 층위구별이 있는 것은 아니다. 또 실제의 저항비값은 알 수 없다. 그래서 앞서서도 말했듯이 표준곡선, 보조곡선을 써서 몇층으로 분층함과 동시에 각층 고유의 『실제』의 저항비값을 계산한다.

이처럼 어느 한점에 있어서 토층을 얇은부분부터 깊은부분까지 아는일은 고고학의 탐사에서는 유적내의 특정의 장소를 선택해 거기에 일반적인 지질구조를 알기위해 참고데이터 채취를 목적으로 실시하는 일이 많다.

7) 수평탐사

수직탐사에서 본 것처럼 어느 한점에 있어서 깊은 층위까지의 측정을 횡방향으로 늘어놓는 것으로, 말하자면 단면을 구하는 방법이다.

그러나 이것도 앞서 말했던 것처럼, 실제의 깊이나 저항비를 구하는 것이 곤란하기

때문에, 비슷한 단면이 되는 것에 주의하지 않으면 안된다.

물론 한 측점마다에 수직탐사의 요령으로 계산하는 것은 가능하지만 측점이 많은 경우에는 많은 노력을 요한다는 것을 미리 알아두는 것이 좋다. 유적탐사의 경우에는 수평탐사에 의해 단면을 구하는 것보다 외관의 저항비 그대로, 개개의 유적에 있어서 예지형 등을 알 목적으로 사용하는 일이 많다. 그러나 연못이나 해자 등 규모가 큰 대상 일 때에는 이 수평탐사에 의해 그것들의 깊이나 형태를 구해두는 일이 중요하다.

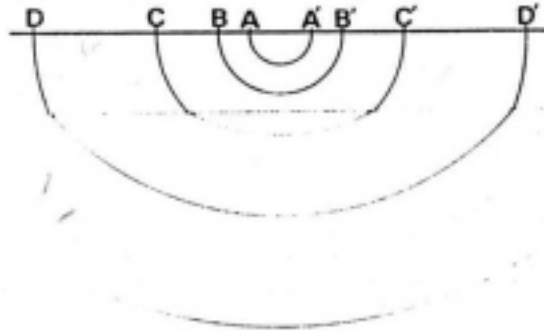


그림 6. 수직탐사에 의한 전극간격
(넓어지기만 함)

그림 6. 수직탐사에 의한 전극간격(넓어지기만 함)

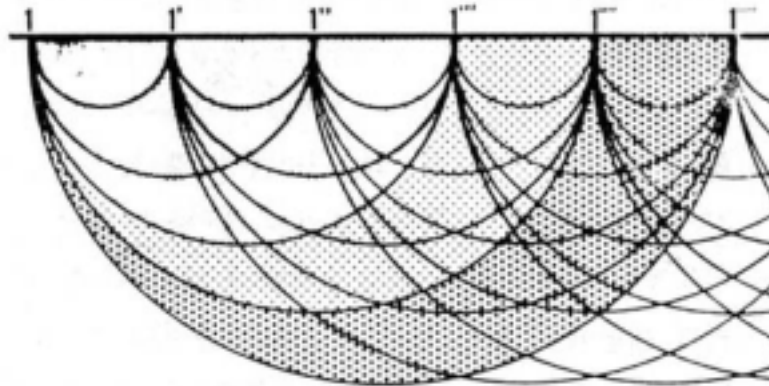


그림 7. 수평탐사에 의한 전극간격
(넓어지면서 옆으로 퍼짐)

그림 7. 수평탐사에 의한 전극간격(넓어지면서 옆으로 퍼짐)

8) 평면탐사

측정대상지역 전체를 어느 외관의 깊이에 있어서 결국 특정의 전극간격으로 인해 측

정해서 저항비의 평면적인 분포경향을 아는 방법이다.

지하에 있는 유구는 주위와 다른 토질부분으로서 존재하고 있기 때문에 당연히 거기
는 저항의 분포에 있어서 조금은 변화를 나타내는 범위로서 구별 가능하다고 생각된다.
위의 수직탐사의 방법과 수평탐사법이 단층 및 단면탐사라고 하면 이 방법은 평면탐사
가 가능하다.

채용하는 전극간격은 혹시 유구가 존재하는 깊이를 알 수 있으면 거기에 맞추어 선택
하는 것이 가능하지만, 모를 경우는 주변지역에 있는 같은종류의 유적을 참고로 하든지
유적주위의 상황을 보아 판단하지 않으면 안된다. 그래서 하나의 간격뿐만 아니고 복수
의 간격에 의해 측정해 두면 혹시 유구의 깊이가 예상과 다소 다르더라도 측정 전체가
헛수고가 되지는 않는다.

나. 측정장치

지하에 전류를 흘려 전위를 측정하는 장치는 여러 가지가 있지만 종래는 일반의 지반
탐사에 사용하는 것을 고고학탐사에 응용해 왔다. 그것들은 깊은 층위까지를 목적으로
한 측정을 하기 때문에 출력이 크고, 경우에 따라서는 위험이 따르는 수도 있다.

핸들을 회전시켜 전기를 만들었던 10년전 형식의 것에서는 수백볼트로 게다가 높은
압페어로 출력하는 장치도 있었다. 이것을 제1세대라고 하면 제2세대에서는 손으로 들
리는 발전에 대신해서 전지를 사용하게 되었다고 하는 변화이다. 그러나 보통의 장치에
서는 전지를 사용하여도 승압시키기 위해서 순간적으로는 고전압이 필요하다. 제3세대
라고 하는 현재에는 측정능력이나 정밀도가 향상된 데다가 측정치가 디지털로 표시되거
나 내부에 측정 데이터를 기록하는 것이 가능하도록 설치되어 있다.

유적의 탐사에도 이러한 장치를 응용하지만 특별한 경우를 제외하고 깊은 층위까지
측정 할 필요가 없기 때문에, 되도록 저출력으로 낮추어서 사용하는 편이 좋다. 전극을
이동시키는 작업자의 전기적인 쇼크에 대비하는 배려를 하지 않아도 되기 때문이다.

유적을 대상으로 하는 전기탐사에서는 전극을 이용하는 노력이 크고, 측정에 시간이
걸리기 때문에 유효한 면이 있는데도 좀처럼 보급되지 않았다. 그러나 수년전에 측정시
간의 단축을 목적으로 해서 고고학 전용의 장치가 영국에서 개발되었다. 이 장치는 2극
법에 의한 측정을 전제로 설계되었기 때문에 주변의 기재도 거기에 맞추어 제작되었다.
저출력이기 때문에 2극법의 경우에는 5m이상 깊이의 추정에는 적용될 수 없지만 그것
을 미리 알고 응용하면 소형이고 가벼우며 측정정밀도도 높기 때문에 충분히 유효한 성
과를 얻을 수 있다. 보통기의 경우같은 고전압은 출력하지 않기 때문에 취급에 특별한
배려는 필요없다.

측정에는 위에서 얘기한 것과 같은 보통기와 전용기의 2종류를 선택하는 일이 가능하
지만, 낮은 저항비의 장소나 깊은 층까지를 목적으로한 경우에는 보통기를, 1m전후의
얕은 층위까지의 저항비 분포를 단시간내에 구하는 경우에는 전용기를 쓰는 등 목적에
따라 잘 분간해서 쓰는 것이 좋다.

다음에 전용기의 RM4저항계기와 보통기의 McOHM 저항계기를 소개한다.

1) RM4

앞에서도 말했듯이 2극법에 의한 측정을 목적으로 고고학탐사의 전용기로서 개발된

장치이다. 2극법에서는 원전극(C_2 , P_2)을 반무한대의 거리에 고정해서 이동전극 (C_1 , P_1)을 측정할 때에 결정된 측정밀도에 따라 측정하지만 RM4에서는 2개의 이동전극이 막대에 고정되어 있다. 그 간격은 50cm이기 때문에 외관상의 깊이 50cm까지 측정하게 된다. 실제로도 50cm깊이까지 흠의 정보를 얻는 일도 있지만 그렇지 못할 때도 있다. 역으로 50cm보다도 깊은 위치에도 다른 것과 저항비가 크게 다른 대상물이 있는 경우에는 이것이 얇은 부분에도 영향을 미치기 때문에 그 결과로서 탐사가 가능한 것이다.

전극봉의 위에는 RM4 본체와 이 전용 데이터 기록장치인 DL10 Data Logger를 얹어 놓는다. RM4가 890g, DL10이 790g이기 때문에 2.9kg의 전용 전극막대와외의 합계 중량은 4.5kg정도 되지만 측정마다 이것을 찌르고 빼내고 또 찌르는 작업에서는 중량에 따른 이동곤란은 없다. DL10과 병용해서 자동기록에 설정된 경우에는 데이터 수록 간격을 0.6-1.7초 중에서 5단계의 길이가 선택된다. 결국 어느 측정점에서 점차로 이동하여 찌르기 때문에 1초나 1.2초후에 DL10이 자동적으로 데이터를 기록한다. 이처럼 전극의 이동과 동시에 측정치가 기록되기 때문에 이 장치는 측정작업을 대단히 빨리 끝낼 수 있다. 막대에 설치되는 전극은 이동하는 C_1 , P_1 이지만 이것과 원전극 C_2 , P_2 와의 사이에는 케이블에 의해 연결한다. 원거리 전극과의 거리는 앞에서 말한 것처럼 이동전극 간격의 30배 이상으로 잡게되는 것이다. 원전극과 연결하는 케이블은 C_2 , P_2 용과 함께 하나로 합쳐져 있기 때문에 이동막대에는 1개만을 묶는 것이 되지만 실제 작업에서는 이것이 이동에 장애가 되지 않도록 보조자가 시중을 들어줄 필요가 있다.

RM4의 경우, 전극막대의 전극간격이 50cm로, 외관의 깊이도 거의 이 정도까지 탐사가 가능하다. 그래서 같은 것처럼 전극막대를 사용하면서 깊은 층위까지도 탐사를 가능케 하기 위해, 보다 전극간격을 넓게 잡은 것이 고안되어 있다. 예를들면 막대에 30cm 간격으로 5개나 50cm간격으로 4개의 전극을 설치하는 방법이다. 어느 것도 한 방향의 끝을 전류전극(C_1)으로서 다른 스위치 전환에 의해 점차 맞추면 0.3, 0.6, 0.9, 1.2m 등 0.5, 1.0, 1.5m의 간격이 선별되어 각기 외관의 깊이를 측정할 수 있다.

이처럼 복수전극의 막대를 사용하면 1도의 막대이동도, 어떤 외관의 깊이에, 말하자면 분층한 것 같은 효과를 가진 측정이 가능하게 된다. 그러나 이것은 어디까지 편의적으로 다른 외관의 깊이를 구하고 있기 때문에 실제에 존재하는 다른 층의 수는 반영하지 않고, 몇층있는가를 구별할 수 없음에 주의하지 않으면 안된다.

또 복수의 저항비의 다른 지층이 존재하는 경우에는 전류는 방향이 바뀌기 때문에 저항비의 평면 분포를 구해도, 탐사대상물의 실제의 규모를 나타내고 있지 않는 일도 있다. 그러나 몇 개의 외관깊이에 있어서 결과를 비교·대조하면 특정대상이 얇은 부분에 있는 것인가, 산의 흠이 얇은 것인가 또는 표토층의 영향이 하부까지 미치는 것인가 등의 정보를 얻을 수 있는 일이 확실하다.

RM4는 위에서 말한 것처럼 미리 유구의 깊이를 알고 있는 경우에 특정외관의 깊이에 대한 평면탐사를 목표로 해서 2극법의 감도특성을 안 다음에 채용하면 측정속도가 빠르기 때문에 능률적인 장치라 말할 수 있다.

그러나 이 장치도 당연히 2극법 이외의 측정에도 응용가능하다. 본체의 뒷면에 있는 커넥터 핀의 배열이 확실하기 때문에 여기에 직접 선을 연결하면 좋다. 다만 출력을 최대로 해도 1mA로 적기 때문에 전극간격을 너무 넓히지 않도록 주의할 필요가 있다. 일반적으로 웨너법의 경우에 있어서도 바깥쪽의 C_1 , C_2 사이에는 5m정도의 거리가 한계이다.

이와같은 저출력장치에서 탐사의 목적이 달성되지 않을 경우, 즉 보다 깊은 층위나

얇은 층위가 있어도, 너무 낮은 저항비라고 예상되는 대상을 탐사할 때는 고출력의 보통장치를 사용하는 쪽이 좋다. 그 예가 McOHM이다.

2) McOHM

본체만도 약 10kg의 중량이기 때문에 휴대하고 측정할 수가 없다. 보통은 DC12V의 자동차용 배터리를 사용하기 때문에 장치는 이것과 함께 측정대상 범위의 밖에 고정시키고 여기서 각기의 전극에 연결된 전선을 배선하게 된다. 출력하는 전압은 최대 200V로 전류는 1-200mA까지의 사이에 8단계로 선택하는 일이 가능하다. 또 측정 때에는 4, 16, 64회의 저장을 해서 중합된 데이터를 표시하거나 데이터를 자동기록하는 능력도 있다.

다. 측정의 실제

전기적인 성질로 지층이나 대상물을 판별하고자 하는 방법에서는 당연히 흙이 표시하는 저항비의 고저라고 하는 요소에서 구별 가능한 유구의 탐사에 적용된다. 일반적으로 말하면 고분의 석실이나 해자주위, 연못, 도랑, 도랑구멍과 같은 빈굴, 돌 등은 주위와 비교하면 낮은 저항비 또는 높은 저항비의 부분으로서 존재하고 있기 때문에 탐사대상으로서 적당하다고 생각된다. 그러나 실제의 결과는 조사지의 자연환경에 의해 좌우되는 일이 많다.

1) 사전조사

좋은 결과를 얻기 위해서는 탐사를 계획하는 단계에서 유적이 위치하고 있는 환경을 조사해 둘 필요가 있다. 대상지가 논으로 되어 있는가, 산지로 되어 있는가 등의 지목 확인은 최초에 행하는 일로서 별채필요의 유무 등 준비의 정도를 아는 일이 가능하다. 이러한 사전조사가 충분히 전개되지 않아, 절벽 등이 존재해 제한을 받게 되는 경우에는 그것이 측정에 커다란 영향을 미친다. 탐사의 방법은 무한대의 지면을 상정해서 세워지기 때문이다. 혹시 대상지의 시굴 트렌치 등이 한번 파여졌으면, 설령 그곳을 다시 덮었다 해도 측정에 커다란 영향을 미친다. 새롭게 파여진 결과, 그곳만은 다른 토질부분으로서 존재하고 있기 때문에 적어도 커다란 저항비 변화의 요소로서 나타난다. 결과의 판정에 장애를 미치기 때문에 되도록 이런 사전 조사는 메모를 두고 탐사결과에 대한 확인 시굴을 해야한다.

지면의 건설 정도를 보아 둘 필요도 있다. 아무래도 건조해 있을 때에는 전극과 지면과의 접촉이 불안정하게 된다. 그렇기 때문에 전류가 땅속에 충분히 흐르지 않고, 전위도 정확히 잴 수 없다. 이런 접지저항이 큰 경우에는 물을 준비해 전극을 찌른 위치에 물을 주입시킨다. 보통때는 불필요한 작업이 가해지게 되는 것이다.

습윤한 지면에서는 접지저항의 문제는 없다. 그러면서도 전기는 양도체의 부분을 흐르기 때문에 전기적인 에너지의 전파는 지표면에 머물러 지하의 상태가 반영되기 곤란하다. 그래서 이러한 조건 아래에서는 여하한 전극 배열을 채용하여도 측정치 전체의 레벨이 낮고 폭도 좁아진다.

결국 콘트라스트가 나타나기 어렵다. 이런 경우의 대응책으로서는 공급전력을 높이는 측정이 좋다고 말하지만 실제의 효과는 그다지 기대하기 어렵다.

2) 예비측정

탐사지의 흙의 상태는 지표면에서의 관찰로는 알 수 없다. 또 탐사의 대상이 어느 정도의 저항을 나타내기 때문에 어느 전극배열을 채용하면 효과적인가는 유적에 따라 다르다. 그래서 매몰되어 있는 깊이도 알 수 없는 때도 있다. 따라서 광범위한 유적을 본 방법에 의해 탐사할 때에는 어느 한 부분을 잡아서 깊이와 유효한 전극배열을 알기 위한 실험적인 측정을 미리 해 두는 절차를 거치는 것이 바람직하다.

실험측정에는 적어도 두종류 이상의 다른 전극배열을 사용하는 것이 요구되지만 그중에서도 2극법과 웨너법은 포함시키는 쪽이 좋다.

채용할 전극배열이 정해지고, 어느 정도의 깊이를 목적으로 탐사하면 좋을가를 판별하면 평면탐사도 어느 일정의 외관 깊이만을 목적으로 실시하는 일이 가능하다. 결국 전극간격을 고정시킨 상태에서 측정하는 일이 가능하다. 혹시 사전에 깊은 정보가 없는 상태로 평면탐사를 하려고 한다면 몇번씩 해 보아서 다른 깊이를 찾는 일이 필요하다.

III. 자기탐사법

지하에 있는 유구가 어떠한 형태로 주위의 토질과 다르게 존재하는가는 함수율이나 물리화학적인 성질의 차에 따른다. 이들 가운데에도 토양속에 포함되어 있는 자석성질에 주목해 보면 함유량의 많고 적음에 의해서 판별하는 것도 가능하다. 특히 흙속에 가장 보편적으로 존재하고 있는 철은 강한 자성을 띠고 있기 때문에 유구 내외에서 존재량이 다르며 유구와 다른 흙과 자기의 강약이라고 하는 요소에서 구별할 수 있게 된다. 이와 같은 요소를 근거로 유구를 찾으려고 하는 것이 자기탐사법이다.

지구자신이 한 개의 자장으로서 자장에 의하여 둘러싸여 있다는 것은 잘 알려져 있다. 자침을 이 자장속에 두면 북을 가리킴과 동시에 끝이 수평면 보다도 아래로 기울어진다. 북을 가르키는 성질인 수평성분을 편각(D=Declination), 수평면과 각도의 연직성분을 북각(I=Inclination)이라고 부른다. 또 이와는 별도로 연직방향의 성분도 구별할 수 있다. 그리고 이들 모두를 합성한 자장의 강도는 전자력(Total Intensity)이라고 한다. 편각과 북각은 시대에 따라서 변화하기 때문에 옛땅의 자기 연대측정에 이용되는데 자기탐사에서는 일정범위의 전자력의 크기나 자기경사를 측정함으로써 유구를 추정한다. 일반적으로 어떤 물체를 가리키는 자기의 강도는 그로부터 분리되기 때문에 따라서 거리의 3승에 비례하여 감소한다. 결국 지하에 20이라고 하는 단위로 주위와 다른 크기의 자기를 띠는 것이 있다고 한다. 결국 지하에 20이라고 하는 단위로 주위와 다른 크기의 자기를 띠는 것이 있다고 하는 경우에 이것을 2m 떨어진 단위의 지표로부터 관측하면 약 2.5라고 하는 단위로 밖에 구할 수가 없다. 3m떨어져 있으면 약 0.7이 되는 것이다. 따라서 주거지나 도랑과 같이 약간의 토양대자율의 차이로 밖에 판별할 수 없는 대상은 탐사가 어려운 것이다. 자기탐사에서는 이러한 것을 미리 알아 둘 필요가 있다.

특히 논흙의 경우에는 경작토와 바닥흙 뿐이며 50cm전후의 두께가 있는데 이것은 철분이 가라앉아 있기 때문에 강한 자기를 띠고 있다. 보통 유구는 바닥흙의 바로 아래에 있는 것은 드물며 그 아래 몇층의 다른층에 있는 경우가 많다. 상층을 소위 자기를 통과시키지 않는 막으로 덮인 상태로 깊은 위치 즉 거리가 먼 장소의 대상을 탐사하는 것이다. 이와 같은 경우에는 이 방법에 의하여 주거지나 도랑 등을 확인하는 것은 곤란한 일이다. 그러나 유구 가운데에도 열잔류자기를 띤 화덕이나 가마터는 강한 자기를 띠고

있어 자기의 이상한(Anomaly)지점으로서 존재하고 있기 때문에 자연 조건이 좋으면 확인하기 쉽다. 열잔류자기라고 하는 것은 철 등의 강자성을 띤 물질이 있는 일정온도(퀴리온도 : 철 = 770C)이상으로 뜨거워지면 자성을 잃어 버리고, 냉각되는 과정에서 재차 자성을 획득하는데 이열효과에 의하여 얻은 자기를 말한다. 획득할 때는 외부자장, 즉 지구자장의 방향에 따라서 자력을 띤다. 방향을 맞추어서 자력을 띤게 한 결과 그 부분을 주위와 비교하면 상대적으로 자기가 강한 요소로서 존재하게 되므로 탐사를 비교적 용이하게 한다. 열잔류자기를 띤 대상이 아니더라도 탐사지가 논흙이 아닌 경우에는 이 방법에 의하여 유구를 탐사할 수 있는 가능성이 전혀 없는 것은 아니다. 사실 화산재로 이루어진 지역에서는 얇은 위치에 매몰되어 있었던 주거지 등의 유구들도 좋은 측정결과를 얻은 예가 있다. 적어도 지산변화를 포착한 예는 몇군데 알려져 있어서 금후의 실험이나 측정방법의 개량, 혹은 데이터 처리 등이 진전하게 되면 성과가 올라갈 수 있다고 생각된다. 이와같이 자기탐사에서는 미세한 자기강도나 그 변화를 알아내어 유구부분을 특정시킬 필요가 있는데 지자기측정을 할 때에 장애가 되는 것이 있다. 그것을 노이즈(소음)라고 부르고 있다. 노이즈에는 자연현상에 의한 것과 인공적인 것이 있다. 자연현상에서 큰것으로는 지자기를 교란하는 자기폭풍이 있으며 그 이외에도 변동주기가 짧은 일변화나 시간변화가 있다. 이들이 발생하는 것은 사전에 예측할 수 없다. 자연이상에 의한 지구자장의 변동은 태양의 흑점활동 등 오로지 지구 외부로부터 들어온 것이다. 그 이외의 노이즈는 인공적인 것이라고 해서 흔히 존재나 발생을 예측할 수가 있어서 대책을 강구할 수 있다. 인공노이즈원의 전형적인 것으로는 전차, 자동차 등 강한 자기를 발생하면서 이동하는 것이나 움직이지 않고 주위에 강한 자장을 형성하고 있는 고압선, 철조망, 가드레일, 가옥 등을 들 수 있다. 자기탐사에서는 이 가운데도 특히 시간변화와 더불어 변화하는 노이즈가 문제가 된다. 노이즈에 대처하는 방법에 대하여는 다음항에 말하는 바와같다. 또한 자기의 강도를 나타내는 단위로는 가우스(G), 엘스뻬트(Oe), 감마(γ)나 테라스(T)등이 있는데 유적탐사에 사용되는 장치로는 감마나 테라스의 단위로 표시하는 것이 많다.

가. 측정방법

지자기를 측정하여 유구를 특정시키는 방법으로는 두 종류가 있다. 전자력(Total Intensity)을 측정하는 방법과 자기경사(Gradient)를 측정하는 것이 있다. 그리고 그들을 측정하는 장치의 원리에도 프로톤(Proton)형과 플렉스게이트(Fluxgate)형이 있다.

1) 전자력측정

지구자장의 전자력 강도를 구함으로써 유구를 측정하려고 하는 방법이다. 실제 측정할 때에는 통상 프로톤형의 두 대의 자력침을 사용한다. 이것을 두대 연동법이라 부르고 있다. 한 대는 정점으로서 측정대상 범위 밖에 고정시키고 다른 한대는 측정하는 지점마다 지자기를 관측한다. 측정할 때는 두대를 케이블에 의해서 연결시켜 두고 이동점에서 하는 동작을 위한 스위치를 누르면 정점도 동시에 알아낸다. 이와같은 유선제어의 방법에 의하여 두대 다같이 엄밀한 타이밍으로 동시에 측정할 수 있다. 엄밀한 타이밍으로 동시측정을 목적으로 두대의 자력계를 사용할 때는 노이즈의 영향을 받지 않기 때문에 특히 전차나 자동차 등과 같이 시간이 지나면서 이동하는 노이즈원이 문제가 된

다. 예를 들면 측정 중에 자동차가 근접해 오다가 멀어지면 지자기가 변동하게 되는데 그 변동량은 자동차와 측정지와의 거리에 따라서 다르다. 즉 미치는 노이즈의 양이 다르다. 그러면 만약 측정을 하고 측정마다에 지자기의 강도를 구하고 무언가의 변화량을 구하여도 이것이 지하유구에 기인하는 것인가 노이즈 때문인가를 판별할 수가 없게 된다. 그래서 두대 연동법에 의한 측정을 하는 것이다. 두 대의 연동법에 의한 측정으로는 정점과 이동점 다같이 동시에 같은 양의 노이즈의 영향을 받고 있다는 것을 전제로 하고 있다. 노이즈량이 같으면 정점과 이동점에서 측정한 측정치를 뺄으로써 측정 상대점의 자기강도를 알 수가 있다. 그렇지만 이 방법으로도 노이즈원이 정점과 이동점의 어떤쪽의 것과 같은 경우에는 당연히 영향을 주는 노이즈량은 다르며 정확한 측정을 할 수 없다. 일반적으로 말하면 전차선로나 교통량이 많은 도로로부터는 100m정도 떨어질 필요가 있다.

한편 두 대를 사용하는 측정에는 지금 말한바와 같은 유선제어 방식이 아니고 정점과 이동점을 별개로 판독하는 방법이 있다. 이 경우에 정점은 수심보 또는 수분간격으로 자동적으로 판독을 하고 그 간격사이에서의 지자기변화는 일정의 경사면으로 본다. 정점과 이동점과의 차를 구할 때는 양자의 판독시간을 알고 있을 필요가 있기 때문에 장치에는 시계기능을 설치해야만 한다.

2) 자기경사측정

지금 말한 두대 연동법은 측정장치를 분리시켜 별개로 측정하여 두개사이의 차를 구하는 것이었다. 이것들을 가까이해서 한축의 양측이나 상하에 같은 원리로 측정하는 부분을 설치하여 차를 취하면 두대를 분리시킨 방법과 같은 효과를 가지고 측정할 수가 있다.(Differential Style). 여기에 프론트형으로 상하에 자기센서(검출기)를 설치한 방식의 장치도 있지만 플렉스케이트형을 채용하는 편이 많다. 그러나 유구탐사에 사용할 수 있는 휴대용의 플렉스케이트형은 전자기를 측정하는 센서를 갖춘 장치는 없고 지자기의 삼요소 가운데 한 요소만을 상하로 조립한 2기의 센서가 측정하고 그 차를 취한다고 하는 방법이 많다. 상하에서 차를 취한다고 하는데에서 그라디오미터(gradio meter)또는 성분계라고 부를 수도 있을 것이다.

이 방식의 장치는 두대 연동법과는 달라서 지자기의 변동은 항상 2기의 센서사이에서 없어진다. 따라서 만약 측정 중에 지자기의 강도가 변화했을 때, 즉 전체의 레벨이 변화했을 때도 양센서가 똑같이 그 영향을 받기 때문에 노이즈에 대한 고려는 하지 않아도 좋다. 그러나 뒤에 언급할 FM 시리즈 장치의 경우 예를들면 측정 개시시점과 종료시에서는 그 자체의 측정레벨이 변화(Drift)하는데 그것은 온도변화 등의 영향이다.

여기에서 이에 대처하기 위하여 실제의 측정으로는 정점을 설치해두고 어떤 측정구의 측정개시 때와 종료시와 다른 측정구로 옮기는 경우에는 정점에서 판독을 한다. 정점에서 판독치가 예를 들어 측정개시 때와 종료 때가 다르면 그 사이의 변화는 평균경사면으로 보고 수정하는 방법을 취한다.

나. 측정장치

앞서 말한바와 같이 자기탐사에는 전자력측정과 자기경사측정의 두 종류의 방법이 있다. 사용하는 장치도 이들에 견주어서 선택되는데 일반적으로 말하면 전자력측정에서는

프로톤형이, 자기경사측정에서는 플렉스게이트형을 사용하는 수가 많다.

1) 프로톤자력침(Porton Magnetometer)

프로톤 즉 수소원자핵의 핵자기 모멘트를 이용하는 데에서 이와같은 이름이 붙게된 장치이다. 자기를 느끼는 부분인 센서에는 보통의 물이나 알콜 또는 케로싱 등의 액체를 넣은 것을 사용한다. 액체를 넣은 병 주위에는 코일을 감아 이 코일에 전류를 흐르게 하고 자기를 일으켜 강제적으로 자장을 발생시키면 액체 중의 수소원자의 원자핵(프로톤)은 자장에 따라서 팽이와 같이 자전운동을 하게 된다.

그리고 전류를 끊고서 강제자장을 제거시키면 외부 자장의 강도에 따라서 세차, 즉 진자 운동을 한다. 그렇게 하면 이번엔 바깥에 감은 코일에 세차의 주파수에 맞는 전류가 생긴다. 이 전류신호를 꺼내서 주파수를 측정하면 외부자장의 크기를 알 수 있으므로 지자기의 강도를 구하게 된다. 이 형식의 장치를 사용해서 측정하려면 센서부분을 지탱하는 막대기로 고정시킬 필요가 있다. 고정해 두는 시간은 기종에 따라서 다른데 거의 3초 이내로 생각하면 좋다. 따라서 두대 연동법에 의하여 측정할 때 이동점은 측정점마다에 붐을 저른후 몇초간 기다려 관독할 수가 있다. 센서를 정지시키고 있는 동안에는 측정자는 여기서부터 떨어져 있어야 한다. 사람도 약간의 자기를 가지고 있기 때문이다. 이 장치에 한하지 않고 자기탐사에서는 측정자는 철제품을 몸에 지니고 있어서는 안된다. 측정 개시전에는 반드시 몸에 철제품이 있는지를 점검해 두어야 할 것이다.

센서 지지봉의 높이 즉 지표면과의 거리는, 정점은 될 수 있는대로 높게하여 표토층의 영향을 받지 않게 한다. 일반적으로 말하면 2m 전후의 높이가 필요하다. 이동점에서는 지면의 노이즈를 받지 않는 범위로 낮게 하는 것이 이상적인데 30cm보다도 낮게 설정할 경우에는 표토층의 두께나 지표의 요철이 그대로 측정치에 반영되기 때문에 정확한 측정을 할 수 없음을 주의할 필요가 있다.

현재 많이 사용되고 있는 장치로는 관독정도가 1또는 0.1감마 단위의 것이 있으며 측정치를 자동기록할 수 있는 것도 있다. 센서부에 부착시키는 방법으로는 가로위치와 세로위치의 것이 있는데 어느 것이고 지지봉 끝에 고정시킨다. 측정마다에 이것을 설치할 때는 지면에 대하여 수직이 되게끔 주의해야 한다. 그리고 센서를 설치하는 방향, 즉 자기북쪽과의 관계는 개개의 장치 사용지시에 따르지만 엄밀한 방향은 지구상에도 고저위도의 지역에서 요구되는 것이며 우리나라의 경우는 기본적으로 무시해도 좋을 것이다. 만약 무시할 수 있다고 하면 다소라도 센서 설정의 속도가 빠르게 되며 측정전체도 빨리 될 수도 있다.

프로톤형 장치를 채용한 유적탐사의 특징은 위에서 말한 바와같이 측정마다 센서부를 찢어서 자기를 일으킬 필요가 있기 때문에 연결측정을 할 수 없게 된다. 프로톤형의 장치로 일본에서 사용도가 높은 전자력을 측정하는 기종으로 GSM-8, G856, 플렉스게이트자력계, FM18, Fm36등이 있다.

2) GSM-8

캐나다 GEM시스템사의 제품으로 측정정밀도는 1감마이다. 센서부는 가로로 향하여 설치하는 형식으로 이것을 알미늄제 봉으로 지탱한다. 봉은 45cm단위이기 때문에 접합시키면 90-135cm등과 같은 높이로 변화시킬 수 있게 된 것이다. 충전식의 배터리를 넣은 본체는 15×8×15cm로 작으며 센서를 포함한 전체중량도 2.7kg로서 가볍다. 한번 충

전하면 약 3,000점의 측정이 가능하다. 한번 측정이 필요한 시간은 1.85초로서 빠르다. 노이즈가 있어서 자기경사가 클 경우는 경고의 표시가 나와서 판독치의 적, 부적을 지시하게끔 되어 있다. 또한 1.85초의 간격에서 자동적으로 판독하는 기능이 있는데 본체에는 기록을 하는 부분이 없기 때문에 자동기록을 하고 싶을 때는 별도의 다른 장치를 준비해야 한다.

3) G856

아메리카 지오메트리코스사의 제품으로 0.1감마의 측정정밀도를 구하는 것이 가능하다. 센서부는 세로 뿐만 아니라 가로로도 설치 가능케 되어 있는데 보통은 세로에 설정한다. 신호강도가 극단적으로 약할 경우에만 가로로 하는 것이 좋다. 지탱하는 봉은 60cm단위이기 때문에 목적에 따라서 몇 개를 접속할 수도 있다.

측정부 본체는 단일의 건전지 8개로 작동하기 때문에 약간 무겁다. 표준건전지를 사용했을 경우에는 약 1,500점을 측정할 수 있다. 측정간격은 1-3초 사이를 선택하는데 짧을수록 측정강도는 떨어진다. 일정 시간 간격에서 자동적으로 측정하는 기능이 있으며 또 데이터의 자동기록도 가능하다. 내부에 시계를 준비해 놓고 있기 때문에 날짜와 측정시간을 알 수가 있으며 케이블 연결에 의존치 않는 두대의 연동법에도 사용할 수가 있다.

4) 플렉스케이트 자력계(Fluxgate Magnetometer)

포화철심형이라고 말하고 있는 것에서 알 수 있는 것과 같이 합금 퍼머로이 등 강한 자성체를 심으로 하고 거기에 코일을 감아 전류를 흐르게 하여 자장을 발생시키는 방식의 장치이다. 보통은 철심2개를 1차코일과 2차코일로서 평행하게 두고 1차코일에 교류를 흐르게 하고 서로를 등지게 자기를 일으킨다. 이때 2차코일에도 유도자계가 생기고 있는데 만약 외부자계가 없는 경우는 1차코일과 2차코일이 균형 잡힌 상태에 있지만 자계가 있는 경우에는 그것이 무너진다. 이 무너진 양을 앞으로서 자기강도를 측정하려고 하는 것이 이 형식의 자력계이다.

프로톤형과 다른점은 센서부분이 항상 자기를 일으키게 되어 있어서 출력을 얻을 수가 있기 때문에 연속측정이 가능한 점이다. 따라서 이 방식의 장치에 의한 측정은 속도가 빠르다. 그러면서도 일반적으로는 이 원리에 의한 장치는 프로톤형과 비교할 때 탐사심도에 제한이 있어서 깊은 층위를 목적으로 한 탐사에는 적용할 수 없다.

이 방식을 채용한 것은 고고학 탐사를 목적으로 개발된 장치이다. 영국의 Geoscan사 제품의 FM 9, FM 18, FM 36이다. 이 가운데 FM 9는 데이터의 자동기록부가 없는 형식이고, FM 18은 4,000점, FM 36은 16,000점의 기록능력이 있다.

5) FM 18, 36

약 60cm길이의 가늘고 긴 상자형의 튜브 상하에 2개의 센서부가 50cm떨어져서 조립되어 있기 때문에 여기에 감지된 자기강도의 차를 구하는 형식이다. 즉 연직성분(Z)의 차만을 측정한다. 측정정밀도로서 0.1, 1, 10nT(나노테라스)의 단위를 선택한다. 측정데이터는 자동기록되는데 측정시에 장치가 경사되어 판독이 부정확하게 되는 것을 방지하기 위해 측정을 평균하는 기능이 있는 16, 32, 64, 128회를 선택하는 것이 가능하다. 작동은 안에 장치된 충전된 배터리를 사용, 최대 12시간의 연속측정을 할 수 있다.

이 장치의 특이한 점은 측정 점수를 미리 10×10라든가 30×30과 같이 설정할 수가 있

어서 그에 따라서 측정하기 때문에 어느 라인의 몇번째의 포인트를 측정하고 있는가를 패널 표시로 항상 확인할 수 있는 점이다. 데이터를 자동기록하는 경우, 때에 따라서는 측정을 잊었다든가 동일지점으로 2회 측정한다든가 하는 잘못은 피할 수가 있다.

이들 FM시리즈의 장치에는 데이터 평균기능도 있기 때문에 측정속도는 빠르다. 지표면의 상황이 좋으면 거의 걸어 다니는 속도로 측정하는 것이 가능하다. 프로톤형에서는 센서부를 지면에 찌르는 작업이나 자기를 일으키는 시간을 필요로 하기 때문에 한점당 최저 4-5초 걸리지만 이 장치로는 그럴 필요가 없다.

다. 측정의 실제

자기탐사에 있어서는 측정을 실시하려는 대상지와 그 부근에 노이즈를 발생시키는 것이 없는가를 우선 확인하는 것이 필요하다. 앞에서 말한바와 같이 시간이 경과함에 따라서 자동차나 전차는 가장 심각한 노이즈를 가져오기 때문에 도로나 선로의 탐사지와 의 거리는 사전에 특히 주의해서 조사할 필요가 있다. 종래의 예로는 교통량이 많은 도로나 전차선로에서 100m 정도 떨어진 장소에서의 측정은 효과가 있는 결과를 얻은 일도 있지만 거리로서는 한계가 될 것이다. 그러나 이와같이 노이즈가 큰 장소에서 탐사할 때는 측정정밀도의 향상을 도모하기 위하여 한점당 복수면의 판독을 하고서 평균식을 구한다고 하는 연구도 필요하다.

측정방법 가운데 두 대의 연동법에서는 보통 정점과 이동점의 자력계를 케이블로 연결하여 작업하기 때문에 탐사지의 표면에 나무 등의 장애물이 있으면 이동점이 자유로이 움직일 수 없어서 작업능력이 나쁘게 된다. 본 측정법에서도 역시 벌채 등이 끝난 후에 실험하는 편이 좋을 것이다. 또한 사소한 일이지만 벌채한 목재나 잡초를 탐사대상지 내에서 처리할 경우, 소각하는 일이 없게끔 주의해 주는 것도 있어서는 아니된다. 그 지점에 열잔류자화를 가져 오기 때문이다.

자기경사를 측정하는 장치의 경우는 그것을 가지고 가는 측정마다에서 판독하는 것뿐이므로 보행하는데 곤란함은 없다. 그러나 측정은 줄자 등을 이용해서 행하기 때문에 지표면에 관목이나 벌채한 나무 등이 있을 때는 측정이 수평으로 되지 않고 거리가 부정확하게 될 우려가 생긴다. 어떠한 탐사에 있어서는 측선은 수평거리로 구한 값을 기준으로 한다. 그렇게 하는 것이 후에 탐사범위를 지도위에 명시할 때 편리하기 때문이다.

측정의 속도로서는 지표면에 장애물이 없고 논과 같이 평탄한 곳의 경우는 프로톤형이면 약 700점, 플렉스게이트형의 경우이면 그의 약 3배의 지점을 하루에 측정하는 것이 가능하다. 탐사계획을 세우는 경우에는 이것이 우선 손쉽게 되는데 지표면의 상태에 따라서는 소요시간의 정도는 크게 변화한다.

또한 FM시리즈와 같이 플렉스게이트형을 사용하는 경우는 그것을 가지고 다니며 측정한다. 따라서 측정자는 금속 특히 철제품을 몸에 달고 다니지 않도록 주의가 필요하다. 구두의 장식이나 벨트 버클 등은 물론 옷의 금속단추등의 존재도 잘 주의해야만 한다. 또 측정위치를 알기 위하여는 줄자를 이용하는데 이것이 스틸형인가 아닌가를 확인하는 것과 끝부분의 금속을 피하는 것 등도 고려해야 한다. 이 방법에 의한 측정결과는 등곡선으로서 정리하는 일이 많다. 지하유구가 있을 때에는 그 부분이 쌍극자자장(Dipole)을 형성하는데 특히 가마터와 같은 경우는 현저하다. 따라서 유구 유무의 판정에는 이 이상을 가리키고 있는 요소에 우선 착안한다. 또 다른 기준으로는 몇 백감마를 넘는 값을

가진 지점은 철에 기인한다고 보아도 좋으며 유구의 가능성에서 제외시켜도 좋다.

앞에서 기술한바와 같이 자기탐사 장치속에 프로톤형이 측정속도는 늦지만 보다 깊은 유구도 탐사할 수 있는 것에 대하여, 플렉스게이트형은 속히 측정은 할 수 있어도 탐사 심도는 낮다. 여기에서 이 방법에 의하여 탐사할 경우 두 종류의 측정기를 능력에 맞추어서 사용처를 구분한다고 하는 방식을 생각해 된다. 즉 광범위한 곳을 대상으로 탐사할 경우는 측정속도가 빠른 FM시리즈의 장치를 우선 이용해서 유구가 존재할 가능성이 있는 지점을 한정시키고 후에 프로톤형을 채용하여 상세하게 측정한다고 하는 2단계의 측정을 채용토록하는 것이다. 이때 주의해야 할 것은 양측정기로는 측정원리가 다르기 때문에 당연히 같은 대상이 갖는 자기이상에도 그 나타나는 형태에 차이가 있다는 것이다.

이와같이 같은 자기탐사에서 측정원리가 다른 장치를 사용해서 측정하고 양자의 결과를 대조해 보면 보다 신뢰도있는 성과를 얻을 수가 있게 될 것이다. 또한 여기에 전기탐사등이 별도의 측정방법에 의하여 동일 범위를 측정하면 탐사로서 이상적인 것이 된다고 할수 있을 것이다.

현재 일본에서는 이 방법에 의한 탐사실적은 열잔류자기를 띤 대상에 한정되고 있다. 그러나 토기나 기와의 가마터와 같이 길이가 6-7m나 되는 가마에서도 밑바닥이 지하 2m를 넘는 깊이에 있을 경우에는 존재를 추정하는 것은 어렵다. 결과 판정에서 이와같은 경우가 있다는 것을 이해하지 않으면 잘못을 범하게 되는 것이다.

열잔류자기를 띤고 있지 않은 유구의 탐사에서는 대상지를 구성하는 토양과 매물심도가 이 방법을 적용시킬 수 있을 것인가 아닌가를 판단할 때의 큰 요소가 된다. 물론 대상의 규모도 문제가 되는데 그것은 어떠한 탐사방법이라도 같으며 깊은 위치에 있는 작은 대상일수록 탐사는 어렵게 된다. 토양의 질로서는 현재상태에서 화산재로 이루어진 지역에서만이 유효한 결과를 얻은 예가 있다는 것을 소개할 수 있을 뿐이다. 그러나 이와 같은 예에도 깊이로서는 지표하 50cm 유구면이 얕을지라도 주거지나 도랑이 확실하게 포착될 것인가는 확실치 않다. 따라서 현재로서는 이 측정방법은 열잔류자기를 띤 대상이외를 목적으로한 탐사에는 추천할 수 없다. 예를들면 주거지 등을 탐사하는 경우에는 전기탐사 쪽에 주안을 두고 자기탐사는 보조적인 측정에 머물게 하고 다른 성질의 데이터를 얻는다고하는 방식을 택하는 것이 좋을 것이다.

그런데 역으로 가마터와 같은 대상을 전기탐사에 의하여 탐사하는 것은 곤란하다. 가마자체와 주변의 흙이 전기적인 요소로서는 차가 적기 때문이다. 열잔류자기를 띤 대상을 확인하려면 자기탐사가 훨씬 우수하다. 전기탐사편은 보조적인 역할이기 때문이다. 어느것이고 간에 탐사를 할 경우는 그것이 효과가 떨어지는 방법이라해도 채용할 수 있다는 것을 명심하고 복수의 탐사사법에 의한 측정을 실시하는 편이 좋을 것이다.

IV. 지중레이다탐사법

이 방법은 전파를 땅속에 보내어 그 반사강도나 형태로 지층을 구분한다든가 「이물」의 존재를 추정한다. 지표로부터 방사된 전파 가운데 40% 정도는 지표면에서 반사되어 없어지고 나머지 60%는 땅속에 들어가 매질이 다른 경계면에서 많이 반사되어 재차 지표에 되돌아온다. 땅속에 보낸 전파를 되돌아온 순서대로 신호의 강약으로 다시 놓게 하고, 흑백의 질고 열음이나 색깔을 사용, 화면에 표시하면 마치 토층단면과 같은 양상을 얻는다. 그러나 이 양상은 어디까지나 비슷한 층표면이며 층서의 실체를 표현하

는 것은 아니라는 점에 주의해야한다.

매질경계면을 만드는 요소로서는 전파의 전파속도가 다른 두 개의 지층경계, 즉 흙의 공극율이나 함수율의 변화하는 면을 들 수 있다. 빈굴이나 금속 혹은 돌이 한두개 있는 등 주 위와 질이 크게 다른 물체가 존재하고 있다고 한다면 이들도 전파를 많이 반사하는 원인이 된다. 땅속에 들어간 전파의 도달심도는 주로 상층의 함수 상태로 결정된다. 건조한 모래등에서는 공극율도 크기 때문에 지하 4-5m까지도 도달할 수 있지만 습윤한 경우는 전파의 감소가 심해져 1m 전후 밖에 투과치 않은 예도 많다.

전파 진행속도는 포질에 따라서도 좌우된다. 건조한 땅에서는 빠르며 습한 땅에서는 늦다. 그렇게되면 혹시 땅속에 수평으로 가로 놓여 있는 대상물이 있다고 할 경우라도 그 상층에 있는 흙의 성질이 국부적으로 다르면 전파의 진행속도에 차가 생긴다. 결국 지하의 같은 지층이나 물체까지의 왕복시간이 다르다. 그러면 실제로 수평인 것도 비뚤어진 물체로 표현된다. 주거지의 밑바닥이 수평하지 않다가 철제가 구부러져 비뚤어지게 보인다는가 하는 일이 있게 되는 것이다. 레이더 탐사에 있어서 주의할 점의 하나이다.

전파송신과 수신은 안테나를 사용한다. 안테나로부터 발생하는 전파는 점이나 선상의 감아놓은 형태가 아니고 폭이 넓게 퍼져나가고 있는 꼴을 하고 있다. 그 형태는 거의 긴원추형이라고 할 수 있다. 그 형태는 거의 긴 원추형이라고 할 수 있다. 따라서 수신 신호가 화면으로 표시되었을 때에는 단순히 안테나 바로 아래로부터 되돌아온 전파의 반사 뿐만 아니라 떨어진 위치에 있는 대상물로부터의 반사도 표현하는 것이 된다.

예를 들면 원추의 각도가 60도였다고 하면 지하 1m에 파묻혀 있는 물체는 안테나 위치보다도 약 60cm 떨어진 지점으로부터 포착되기 시작하는 것이다. 그런데 60도의 각도라고 해도 그 범위내에만 전파가 발사되고 있는 것이 아니고 실제로는 좀더 퍼져나가고 있다. 60도의 주요영역을 벗어난 부분에서도 반사전파의 강도는 미약하지만 무엇인가의 신호를 가져오게 하기 위하여는 충분하리만치 큰 것이다.

가. 측정방법

1) 측정방법

땅속으로 전파를 보내 그 반사를 수신하려면 아테나를 사용한다. 연속적으로 전파를 내면서 안테나를 측선에 따라서 이동시키고 반사전파를 수신하면 그 측선이 마치 단면과 같은 화상을 얻는다. 그렇지만 이 결과는 실제로 어떤 지층의 토적상태를 가리키는 것이 아니고 비슷한 단면이라는 것은 앞서 말한바와 같다.

또 측정에 의해 얻어진 영상화면의 지표면이 항상 수평으로 표현되는 것도 주의할 필요가 있다. 예를들면 원형으로 부풀어 오른 고분의 분구를 지형에 따라 그대로 횡단해보면 실제로는 수평하게 되어 있는 석실이나 묘갱을 판 선은 아래쪽이 만곡한 곡선으로서 표현하게 되는 것이다.

안테나로부터 발사하는 전파로 현재 실용화되어 있는 장치로는 보통 단신호 또는 싸이클 단신호의 형태를 취한다. 이 전파는 발사직후 단순한 형이였었지만 땅속을 통과하여 반사하는 과정에서 변형하여 「파동」이 생긴다. 이것이 일견 토층의 실체를 나타내려는 것으로 오해하며, 가로방향으로 대상 패턴을 발생시키는 원인이 된다.

대상 패턴은 전파의 파형진폭을 생각하면 알기 쉽다. 종축은 시간으로 잡고 횡축은 진폭의 크기를 나타내게 하면 지상으로부터 들어온 전파는 지층경계면에서 많이 반사함

과 동시에 깊이 진행하면서 감소한다. 화상표시를 할 때는 보통 수신된 전파의 진폭파형 전체를 그대로 표시하는 것이 아니고 전체 중에서 방사선 피폭량치를 설정하고 그 폭 부분만을 끄집어 낸다. 이 폭을 드렛슈홀드레벨(Threshold Level)이라고 부른다.

그리고 파형 전체의 범위가운데 진폭을 중심으로 0으로 하고 좌우에 플러스와 마이너스치가 있다고 하면 흑백의 농도나 색을 사용하여 화면으로 표현할 때는 마이너스 쪽도 플러스쪽에 되짚어 보내고 같은 성질의 신호로서 취급한다. 즉 절대치를 잡아 같은 신호강도로서 나타내는 것이 보통이다. 이것도 또한 대상패턴을 강조하는 원인이 되고 있다.

만약 가로 방향으로 연결시키는 대상의 표현, 즉 상하방향으로 일정한 폭을 가지고 되풀이 하는 전파의 반사가 있을 경우, 거기에는 지층경계면이나 물체가 있기 때문에 전파가 반사한 결과 「파동」이 생겼다고 생각해도 좋다. 이것을 다중반사라고 부른다. 따라서 실제의 층위 혹은 물체의 상단위치는 띠모양 표현의 최상부에 있다고 이해할 수가 있다.

전파 속도는 빛의 속도와 같아서 진공속에서는 1초간에 지구를 7회돈다. 이것을 1나노(nano)초 즉 10억분의 1초로 환산하면 약 30cm가 된다. 그러나 흙속에서는 거의 모든 경우 6-9cm정도 밖에 진행하지 않는다. 전파 진행 속도는 앞서도 말한바와 같이 주로 흙의 함수상태에 의하여 결정된다. 건조한 흙에서는 빠르고, 습한 상태에서는 느다.

이것은 또 전파의 도달심도에 관계하고 있어서 습한 상태로는 감소가 크니까 깊은 층위로부터의 반사는 얻기 어렵다.

지층레이다 탐사로는 기본적으로 어떤 지층분계면이나 물체까지의 전파왕복시간을 측정만 할 수 있을 뿐이어서 실제 지표면으로 부터의 깊이를 알기 위해서는 탐사를 실시하는 지점고유의 전파의 전파속도를 알 필요가 있다. 그 방법에 대하여는 다음과 같다.

2) 와이드앵글측정

송·수신의 안테나 가운데 송신안테나를 고정해 두고 수신안테나만을 이동시킨다. 결국 송신안테나로부터 멀리 떨어진다. 그렇게 하면 지층 경계와 같은 반사면이 있으면 전파는 거기서부터 반사하지만 수신안테나가 멀어지기 때문에 전파가 전하는 거리는 길게 된다. 그 결과 화면기록상으로는 지층 경계면이 깊어지는 것처럼 된다. 시간이 걸리는 것 만큼 화상에서의 표시는 다음과 같이 기록되기 때문이다.

이때 수신 안테나의 이동거리(X)는 10cm마다 표시를 하고 송·수신사의 거리를 엄밀하게 기록한다. 기록지상에서의 시간설정은 보통 100이라든가, 150n.sec.를 최대 시간폭으로 정한다. 여기에서 계산 요소로서의 이동거리는 이미 알려진 바와 같으며 어떤 반사면까지 왕복에 걸린 시간(T)은 기록지 위에서 비례배분에 의하여 구한 것을 사용한다. 계산의 기본은 피타고라스의 원리에 의한다.

아래에 표시된 예로는 수신안테나의 이동거리에 따라서 속도를 그래프에 플롯하고 평균적인 속도, 즉 도상에서는 직선의 경사면을 구하고 있다. 속도 V 는 $X^2 \div T^2(22.400/450=49.78)$ 로 그 평방근 7.06cm/n.sec. 가 된다.

나. 측정장치

1) 장치의 기본

레이다 탐사에 사용하는 장치는 야외에서 실제 측정을 하는 부분과 실내에서 데이터 처리를 할 때에 사용하는 것과 대별한다.

야외에서는

① 전파를 직접지면을 향해서 송신하고 이것을 수신하는 안테나

② 안테나에 전파신호를 증폭하여 보낸다든가 수신신호를 증폭 혹은 필터처리 등을 하는 제어부,

③ 측정결과를 표시하는 표시부

④ 측정데이터를 기록하는 기록부로 이루어지고 있다.

데이터 기록은 보통 테이프레코더나 하드카피 또는 카메라를 사용한다. 실내에서의 작업은 데이터의 컴퓨터 처리 결과의 표시, 즉 프린트아웃 등 해석작업이 주체이다.

이들 가운데 안테나에서는 전파의 송·수신 방법의 차이 혹은 주행방법의 차이, 표시부에서 채용하는 방법의 차이 등에서 일본에서 사용할 수 있는 장치로는 3종류로 구분할 수가 있다. 이것은 장치를 생산하는 회사의 차이이다.

현재 사용되고 있는 안테나는 측정 방식이 다르기 때문에 크게 두 종류로 구분할 수가 있다. 즉 전파를 발사, 수신할 때에는 하나의 안테나를 사용하는 송수신일체형과 송·수신의 안테나가 따로따로인 송수신별체형이다. 별체형에서의 송·수신의 안테나를 별개로 하여 사용할 수가 있는데 일체형에서는 그것이 되지 않는다. 이와는 달리 안테나의 송·수신은 따로따로이지만 한 개의 부분으로서 짜맞춘(조립) 「절충형」이라고 불러야 할 방식도 있다.

(1) 송수신일체형

일본의 광전제작소 제작의 안테나가 이 방식이다. 전파는 동일부분을 사용하여 송·수신된다. 그러기 때문에 앞에서 말한바와 같은 와이드 앵글 측정을 할 수 없다. 따라서 전파의 진행속도를 알기 위하여는 별도방책을 강구할 필요가 있다. 측정에서는 어떤 지층이나 물체까지의 전파왕복 시간을 알아 내는 것 뿐이고 땅속에서의 전파 진행속도를 모르면 실제의 깊이를 알 수 없다.

광전제작소 제품으로서 현재 사용되고 있는 장치는 170MHz 정도의 주파수를 채용하고 있는 것이 많다. 안테나의 특징으로서는 전파의 누설을 방지하기 위하여 정밀한 버팀목이 설치되어 있다.

KSD-3 AM형에서는 안테나 중량이 60kg이나 되기 때문에 평지 이외에서의 사용이 곤란한 경우가 있다.

(2) 송수별체형

응용지질주식회사가 생산하고 있는 장치로서 안테나는 송·수신기가 각기 별개로서 두 개를 사용한다.

실제의 측정에서 측선에 연결된 「단면」 측정을 할 경우에는 이 2기의 안테나를 썰매와 같은 받침에 올려 놓고서 고정된 상태로 사용한다. 송·수신별체의 안테나로는 앞에서 말한바와 같이 와이드 앵글 측정이 가능하기 때문에 전파의 전파속도 즉 실제 토층의 깊이나 두께를 구하는 계산을 할 수 있다. 썰매 위에 고정시킨 이동이기는 하지만 지면이 평탄하지 않은 장소에서의 조작은 다른 바퀴식 안테나와 비교해도 큰 차는 없으며 어려운 점은 마찬가지이다. 응용지질사에서는 각종주파수의 안테나를 생산하고 있으며 100MHz로부터 1,000MHz까지 목적에 따라 골라서 사용할 수가 있는데 현재 주로 사용되고 있는 Geo-Radar II에서는 350MHz를 기본으로 하고 있다. 안테나의 총중량은 광전제작소 제품보다 가볍다.

(3) 절충형

일본 무선 (J.R.C)이나 G.S.S.I사가 제공하는 장치로서 안테나는 송·수신이 다른 부분으로되어 있는데 양자는 1개의 구성부분으로서 조립되어 있기 때문에 따로따로 사용할 수는 없다.

J.R.C사제품의 안테나에도 각종 주파수의 것이 있는데 400MHz의 것이 기본이 되고 있다. 안테나의 중량은 지금 말한바와 같이 3사 가운데 가장 가볍다. 실제로 측정할 때는 안테나 이동속도도 본장치로는 빠른속도로 대응할 수 있다. 측정시에 안테나가 기울어지면 전파발사를 막기 위해 전파누설을 멈추는 기능을 갖추고 있다. 이 기능은 타사의 제품에서는 볼 수 없다.

지금 말한바와 같이 현재 채용되고 있는 장치의 주파수에는 150-350MHz주변이 많다. 일반적으로 주파수가 낮은 것은 깊은 층위까지 도달하는데 높으면 얇은 층위에서 멈춘다. 그런데 대상을 판별하는 능력이기도 하는 분해능력은 주파수가 높은편이 우수하다. 그렇지만 이 장치의 탐사능력 차는 주파수를 가지고 문제시 할 만큼 크지는 않다. 특히 주의해야 할 것은 500 혹은 1,000MHz등 대단히 높은 주파수를 사용하는 경우 뿐이다.

2) 이동방식

안테나를 이동시키는 방법에도 차이가 있다. 바퀴에 안테나를 달고 주행하는 것(광전 제작소, 일본무선)과 썰매 위에 안테나를 고정시켜 잡아다니는 (용용지질) 두 종류의 방식이 있다. 바퀴를 사용하는 방법으로는 이동거리를 바퀴의 회전수에서 환산한다. 따라서 지표면에 요철이 있다든가 하여 바퀴가 헛 들었을 때는 실제거리보다도 짧은 측정결과가 되어버리는 것이다.

썰매를 사용하는 경우는 측정거리를 알기 위하여 측선설치된 측정을 이용하여 일정간격으로 표시를 넣어두고 기록하는 것이다. 표시의 간격은 1m를 채용하는 수가 많은데 안테나의 주행속도가 일정하지 않으면 1m라도 기록상으로는 길이에 차가 생긴다. 이 경우에는 나중의 데이터 처리단계에서 등간격으로 할 필요가 있다.

또한 바퀴를 사용하는 방식에서도 일정간격으로 표시를 넣는 것은 가능하지만 테이프 레코더에 이 신호가 전송되지 않기 때문에 기록으로서 불충분하다고 할 수 있다.

3) 표시방법

측정결과를 현장에서 즉시 보는 방식도 두종류가 있다. 브라운관에 컬러화면으로서 표시하는 것(광전제작소, 일본무선) 과 팩시·페이퍼에 의한 흑백의 질고 얇은 프린트를 하는 (용용지질 K.K나 GSSI사) 방법이다. 일본무선의 컬러 표시의 경우는 긴 측선이라도 화면전체가 제어부 본체에 기억되었기 때문에 한 개 화면에 표시할 수 없는 범위도 좌우에 비껴 놓여 있기 때문에 볼 수가 있게 되어 있다. 또 현장에서 컬러의 하드카피를 할 수 있게 되어 있다.

또한 일본무선의 장치에서는 「단편」 화면을 좌우로 잘라 전파의 반사파형을 보는 기능의 것도 있다. 이것을 B1 모드라고 부르고 있다. 반사파형을 확인하기 위하여는 용용지질의 경우 제어부에 모니터를 만들어 놓고 있는데 광전사제품에는 없다. 오실로스코프(oscilloscope)등을 별도로 준비할 필요가 있다.

반사파형을 관찰하는 것은 송출되고 있는 전파 에너지가 적당한가를 확인하기 위하여 레이다 탐사를 실시할 때의 가장 중요하고 또한 기초적인 일들이다. 즉 만약 신호가 너

무나 큰 경우는 수신파형에 왜곡이 발생한다든가 장치의 능력을 넘는 포화상태가 된다. 그리고 목적으로 하는 대상으로부터의 신호는 그 속에 파묻혀 버리고 만다. 또 다중 반사가 너무 강조되면 이것도 결과판정에 장애가 된다. 이와같은 상태로는 채취된 데이터는 나중에 계산기에 의한 처리에서도 취급이 곤란하여 충분한 성과를 기대할 수 없다.

어떠한 장치라 할지라도 측정된 데이터는 모두 테이프 레코더에 기록되는데 현재에는 일반적으로 사용되는 음향용의 장치를 채용하고 있는 것 같다. 따라서 만약 계산기에 의한 데이터 처리를 하고 싶을 때는 A/D변환을 하고서 계산기로 전송시킬 필요가 있다. 최근에는 디지털의 테이프 레코더로 서서히 사용되기 시작하는데 이것을 종래 방식과 비교해 보면 데이터의 재현성도 좋아서 앞으로 사용될 기회가 많아질 것이다.

다. 측정의 실제

이 방법에서는 안테나가 이동한 궤적에 따라 비슷한 「단면」을 얻는다. 전파는 각도를 가지고 발사되기 때문에 선상의 단면은 아니고 어떤 폭의 범위내에 있는 정보 모두를 채취한다. 그리고 각도가 있기 때문에 얇은 위치와 깊은 부분을 비교해 보면 당연히 깊은 부분쪽이 폭넓은 범위를 포함시키고 있다. 탐사 계획을 세울 때 이와같은 사실을 유의해 둘 필요가 있다. 층위를 구하는 것이 아니고 대상물의 유무를 문제로 삼을 경우에는 얇은 위치의 작은 것은 탐지하기가 어려운 것이다. 그것은 지표면에 가까운 부분에서는 전파에너지가 크기 때문에 「이 반사를 억제하는 방법을」 어느 방식의 장치에서도 채용하고 있다. 측선의 밀도를 생각할 때에는 이러한 것을 염두에 두고 정할 필요가 있다.

1) 단면탐사

어떠한 탐사목적이라도 보통은 평행으로 설정한 측선을 기본으로 하여 여기에 따라서 안테나를 이동시킨다. 그렇게 하면 「단면」의 화상을 얻을 수 있다. 이것은 발굴조사시에 트렌치 조사와 같다고 할 것이다. 즉 어떤 일정의 폭을 가진 토층의 정보이다. 따라서 만약 도랑, 해자, 도로, 매립지 등 선상의 유구를 탐사할 경우에는 그들과 직교하는 측선을 일정간격으로 설정하여 순차 단면을 구하고서 추적해 보면 위치나 방향을 구할 수가 있다.

이때 주의하여야 할 것은 안테나를 이동시키는 방향이다. 같은 측선을 왕복하여 결과를 비교해 보면 대상물에 의하여, 특히 주거지의 벽과 같은 수직 또는 수직에 가까운 형태로 세워진 것일 경우, 결과가 다를 때가 있다. 어느쪽인가 한쪽 벽만이 명확하고 다른 한쪽이 불명확하다. 이것은 이론적으로는 충분한 설명을 할 수 없고 경험적인 면이 크다. 그러나 실제에 이와같은 현상이 있다고 하면 측정할 때는 안테나를 한 방향으로만 이동시키는 것이 아니고 서로 교차하는 방향을 취하는 것이 바람직스럽다. 지그재그 방향으로 안테나를 이동시키는 것이다. 일일이 같은 쪽의 시점에 안테나를 되돌리기 보다는 그 편이 작업능률이 좋다.

측선의 밀도는 탐사대상의 크기에 따라서 결정된다. 예를 들면 주거지 등과 같이 4-5m 내외의 규모로 원형 또는 방형의 유구를 대상으로 할 경우 측선의 간격도 4m정도를 기본으로 해야만 할 것이다. 그렇게 하면 만약 주거지가 측선의 꼭 중간에 있다고 하더라도 전파는 각도를 가지고 발사되고 있기 때문에 약간일지라도 포착할 수가 있다. 그러나 주거지일부가 희미하게 포착된 결과의 화상 판독에는 숙련이 필요하다. 이와같은 곤란함을 개선키 위하여는 측선 간격을 절반인 2m로 한다든가 유구가 존재할 가능

성을 발견하면 그 부분만 별도로 세부측정하고 보완할 필요가 있는 것이다.

평행한 측선을 이용한 측정에 있어서는 구하는 대상의 위치나 규모는 평면도에 기입하여 정리한다. 그것은 발굴유구를 방안에 실측함으로써 기록하는 것과 같은 요령이 된다. 측선상에서 유구가 존재하는 부분과 규모를 순차적으로 플롯해가면 결과로서 연속한 전체가 확실해진다. 평행한 측선을 설정하지 않을 경우 예를 들면 고분분구 주위의 해자탐사를 목적으로 할 때는 봉분겉으로부터 해자주위를 직각으로 횡단하게끔 소위 방사상의 측선을 설치하는 편이 좋기 때문이다. 이와같은 때에는 방안을 이용하는 편보다는 대축척의 지형도 속에 측선을 집어 써넣고 정리하는 편이 좋을 것이다. 어느 것이고 간에 각 측선마다의 측정 결과를 판정하여 이것을 평면에 그려 넣는 수작업이 필요하다.

2) 평면탐사

지금 말한 것과 같은 작업으로 「단면」으로부터 「평면」을 구하는 번잡함을 해결하기 위하여 컴퓨터를 사용하여 기계적으로 평면도를 작성할 수 없느냐는 요구가 있다. 평면형을 알면 유구의 규모 뿐만 아니라 종류를 추정할 수 있는 것도 가능케 되기 때문이다. 유적탐사에서는 당연한 사고방식일 것이다. 이와 같은 요구에 따르는 지중레이다 장치는 한 기종 뿐이다. J.R.C사 제품의 장치가 그것으로서 측정현장에서 즉시 평면형을 만들 수 있다.

평면형을 만들 때에는 많은 세로 방향이 단면데이터를 늘어 놓아두고 그 가운데에서 어떤 시간대 만을 꺼내서 가로로 다시 늘어놓게 하는 것을 상상하면 좋을 것이다. 예를 들면 세로의 데이터가 반사의 전시간에서 보면 60n.sec.에 해당하여 그것들이 컴퓨터상으로는 256개의 데이터로 치환시켜 놓았다고 할 경우 256개 가운데 43-45이라든가 52-54번째의 데이터를 사용하여 가로로 늘어놓게 한다. 그렇지만 이와같이 하여 평면도를 만들어도 유구의 실제의 형상을 얻는 것은 쉬운 일이 아니다. 그 가장 큰이유는 흠속에서의 전파진행이 일정치 않다는데 있다. 앞서에서도 말한바와 같이 만약 어떤 대상의 상층에 국부적으로 질이 다른 흠이 분포하고 있다고 하면 전파의 반사에 소요된 시간은 제각기 달라 수평이어야 할 대상도 비뚤어지게 표현되고 만다. 또 목적으로 하는 유구가 수평으로 존재해 있지 않으면 데이터를 기계적으로 가로 방향으로 늘어나 보아도 유구를 비스듬이 슬라이스하게 되어 평면형 전체를 표현할 수 없다. 땅속 레이다 탐사에서도 평면형을 구하게 되면 결과의 판정에 유효하게 된다는 것을 알 수 있다 해도 실제로 시도되는 경우가 적은 것은 이와같은 이유가 있기 때문이다.

V. 전자유도탐사법

인공적으로 발생시킨 자장을 땅속에 미치게 하면 와전류가 생긴다. 이것을 1차자계라 한다. 그리고 이 와전류 때문에 2차자계가 발생하는데 그 크기는 흠이 가지고 있는 도전율(conductivity), 즉 전류를 통과시키는 능력에 따라서 다르다. 이러한 것을 이용하여 자계를 만들고 전기전도도를 측정함으로써 흠의 저항비를 아는 방법을 전자유도탐사법이라고 부르고 있다. 이 측정방법으로 흠 등 땅속에 있는 물질의 전기전도비를 구한다. 측정단위는 저항비를 나타내는 옴(Ω :Ohm)의 역수(mho=1/mho)다. 이러한 사실에서도 알 수 있는바와 같이 본 측정방법으로도 전기탐사와 똑같이 흠을 전기적인 요소에서 판별하려는 하는 것이다. 그러한 의미에서 본 측정법도 전기탐사속에 포함시킬 수 있다.

일반적으로 전자탐사라고 하는 경우에도 접지식으로 전류를 흐르게 하는 것과 비접촉으로 자계를 유도하는 방법도 포함시키고 있는데 여기서는 비접촉의 방법에 대하여 소개하려 한다. 자계를 방생시키는 이 측정방법으로는 발생시킨 이상의 강한 자계가 측정기에 미치면 이것이 노이즈가 되어 정확한 측정을 할 수가 없다. 자기탐사와 같은 약점에 있다고 생각할 수 있다. 자계를 방생시키는 이 측정방법으로는 발생시킨 이상의 강한 자계가 측정기에 미치면 이것이 노이즈가 되어 정확한 측정을 할 수가 없다. 자기탐사와 같은 약점이 있다고 생각할 수 있다. 따라서 도시지역 등에서는 응용할 수가 없으며 사용하는 기회가 한정된다. 그러면서도 금속유물과 같이 높은 전도율을 가리키는 대상에는 대단히 민감하게 반응하므로 고고학탐사에서 금속탐지를 목적으로 채용되는 일이 많다. 일반적으로 잘 알려져 있는 간편한 금속탐지기는 탐사가 가능한 심도가 극단적으로 얇고 정확한 탐사를 기대할 수 없기 때문이다. 전기유도탐사도 물론 전기탐사와 같이 흙의 전기저항을 구하는 탐사에도 응용할 수 있으며 본래의 목적도 거기에 있는 것이다. 그러나 노이즈에 약하다는 것과 비저항이 높은 흙의 탐사로서는 적당치 않다는 것, 고고학 탐사에 사용하는 소규모적인 장치에서는 깊은 층위까지 탐사할 수 없는 점 때문에, 흙의 전기적인 성질을 구하는 것을 목적으로 하는 경우에는 최초부터 전기탐사 전용의 장치쪽을 선택하게 된다. 금속 중에서도 철제유물의 탐사를 목적으로 했을 때에는 자기탐사도 응용할 수 있다. 그러나 자기탐사로서는 철 이외의 대상은 잡을 수가 없다. 그에 반해 전자유도탐사는 모든 종류의 금속을 탐지할 수가 있다. 그래서 실제탐사에서는 자기탐사와 전자유도탐사의 채용한 측정을 행하고 결과를 검토하는 것이 바람직하다. 만약 같은 위치에서 두 방법 모두 이상을 보이면 그것은 철제품이라 추정할 수 있으며, 그렇지 않으면 철제품 이외의 금속일 가능성을 지적할 수 있기 때문이다.

가. 장치와 측정법

고고학 탐사에서 사용하는 작고 가벼운 장치로는 캐나다 Geonice사 제품인 EM 31, 34, 38형을 생각할 수 있다. 이들은 송·수신용의 코일이나 루프간격, 출력주파수가 각각 다르기 때문에 탐사가 가능심도와 해석기능이 다르다. 원리적으로 말하면 주파수가 낮은 것은 깊은 위치까지 탐사할 수 있는 반면 해석기능은 떨어져서 작은 대상물의 판별은 어렵게 된다.

1) EM 38

이 형은 길이 1.03m, 높이 12cm, 두께 2.5cm로서 편평한 반자와 같은 형태를 하고 있다. 양끝에 송·수신의 코일이 고정되고 있고 그 간격은 꼭 1m이다. 총 무게가 1.4kg 밖에 되지 않아 가볍게 취급할 수 있고 간단하기 때문에 일본에서는 고고학 탐사에 많이 사용하는 기종이다.

출력주파수는 13.2KHz로서 9볼트의 건전지로도 작동한다. 탐사능력은 1.5m라고 하는데 실제로는 측정하는 모드에 따라서 다르다. 즉 측정모드에는 장치를 세로와 가로로 놓은 두가지가 있어서 각기 측정 유효심도가 다르다. 세로로 놓을 경우 코일도 세로로, 즉 아래로 향하는 상태가 되면 깊이 1.5m까지 탐사가 가능하며 가로로 할 경우 꼭 세로의 절반인 0.75m까지 측정가능하다고 한다. 여기에서는 EM 38을 사용한 측정에 대하여 소개 하고자 한다.

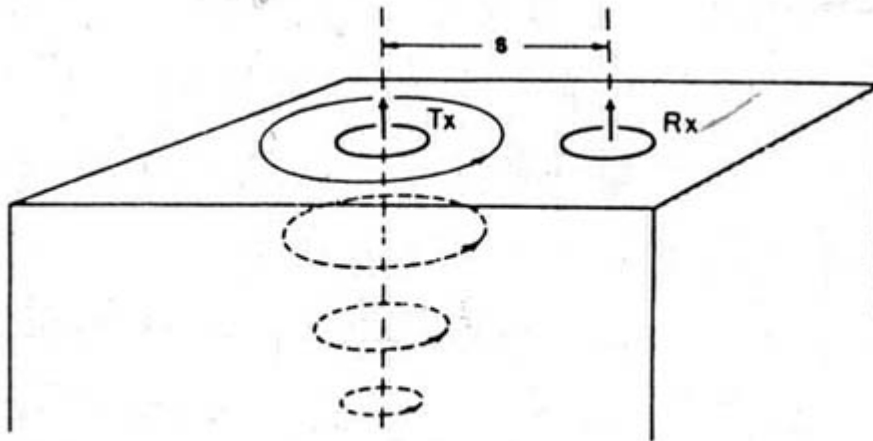


그림 8. 송신코일과 수신코일

그림 8. 송신코일과 수신코일

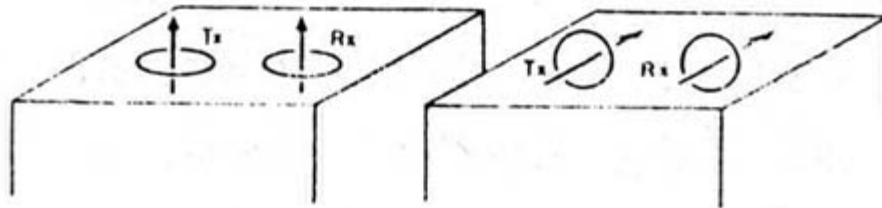


그림 9. 가로모드와 세로모드

그림 9. 가로모드와 세로모드

2) 측정방법

EM 38은 가볍기 때문에 한손으로 가지고 다닐수가 있다. 그런데 자계를 발생시키는 이 장치로는 측정자의 몸에 금속이 있으면 그것이 노이즈원이 된다. 벨트, 시계, 구두의 장식, 안경, 동전, 전화카드 등은 대표적인 노이즈원이 된다. 또 옷의 금속단추 등은 현장에서 제외시킬 수 없기 때문에 처음부터 이와같은 종류의 복장은 피하는 것이 좋을 것이다. 측정할때에는 탐사대상의 크기나 예상할 수 있는 깊이에 따라서 측정밀도를 정한다. 예를 들면 큰 금속덩어리라 할지라도 그것이 깊은 위치에 있을 때는 자계를 교란시키는 정도가 작기 때문에 탐지할 수 없고 작더라도 얕으면 알 수 있다. 일반적으로 측정밀도는 다른탐사법에서도 채용되는 일이 많다. 1m간격 정도의 밀도를 기본으로 하

여 무언가 이상이 있음을 확인했을 경우 그곳을 정밀하게 보충, 측정하면 좋은 방법이 될 것이다. 예를 들면 지름 50cm의 청동유물이 60-70cm보다도 얇은 위치에 묻혀 있을 경우 이 정도의 간격으로도 탐지할 수 있다. 실제의 측정은 다른 탐사방법과 같아서 설정된 축선을 따라서 행한다. 판독이 되는 데이터를 손으로 써서 기록할 경우에 기록자는 장치로부터 5m 정도는 떨어져 있는 것이 바람직 하다. 자동기록할 경우는 장치본체에 기록하는 부분이 설치되어 있지 않기 때문에 데이터 전송용의 코드를 단다든가 기록장치를 준비할 필요가 있지만 노이즈원으로서 영향을 주지 않을 정도로 떨어질 필요가 있다. 또한 자동기록할 때에는 장치를 지상에서 스치듯이 내려뜨린다가 썰매 위에 실어서 옮기는 방법이 취해진다. 본 측정방법에서는 자계를 발생시키기 때문에 만약 주변에 그보다도 강한 자계, 즉 노이즈가 있으면 정확한 측정을 할 수 없다. 이것은 자기탐사와 같다. 따라서 이 방법을 응용할 경우에는 사전에 자기탐사에서 본바와 같이 대상으로 하는 현지의 자연조건 확인이 필요하게 된다. 노이즈원의 존재여부를 아는 예비조사인 것이다.

VI. 정상파탐사법

흙과 흙을 구별할 때의 요소로서는 그것이 단단한가 부드러운가에 주목해야만 한다. 석재로 구성된 유구는 말할 필요도 없이 어떠한 유구라도 주위와 비교했을 때 단단하고 부드러움이 다르게 존재하고 있다고 생각하면 이 요소에 따라서 판별할 수가 있다. 흙이나 암석을 이와같은 관점에서 식별하는 방법으로는 진동파를 이용하는 방법이 있다.

일반적으로 진동파는 단단한 매체에서는 빨리 전해지며 부드러울 경우는 늦다. 또 진동의 진폭이 잦은 파장, 즉 주파수가 높은 것은 얇은 층에 전해지며, 주파수가 낮은 파장은 깊은데까지 이른다. 여기에 소개하는 정상파 탐사법도 기본적으로는 그림 10과 같은 원리에 의하고 있는데 어떤 일정의 진동을 발생시켜 그것만을 수신하려는 점이 보통 행해지고 있는 진동파탐사와는 다르다.

어떤 일정의 진동파를 발생시켜 수신하는데에서 정상진동법, 즉 정상파탐사라고 부르는 이 방법으로는 레이저파(Rayleigh)로서 구별되는 표면파를 이용한다. 그 특징은 일반적으로 행해지는 세로파(P)나 가로파(S)등을 사용하는 진동탐사의 반사법과는 달리 진동 에너지의 60-70%는 지표면과 평행으로 1파장의 영역을 통하여 진행된다고 생각된다. 그리고 이때 포착된 흙의 평균적 성질로서는 근사적인 파장의 1/2깊이의 흙과 같다고 본다. 이와같이 흙의 성질을 지표면과 평행으로 소위 분층하면서 탐사하는 이방법은 발굴조사에 있어서 층위식별과 유사해서 고고학적조사에 단골로 사용된다고 하겠다.

본 탐사법에서는 진동파를 이용하기 때문에 주변에서 발생한 이외의 진동이 있는 환경에서는 그것이 노이즈가 되어 정확한 측정을 할 수 없는 때가 있다. 또 지표면이 부드럽다든가 밀도가 거칠기 때문에 땅속에 진동에너지가 충분히 전달할 수 없는 경우라도 측정은 제한을 받는다. 땅속에 경사된 지층이 있을때는 진동의 전달경로가 왜곡된다든가 혹은 단단한 층이 있으면 그 아래층의 정보를 얻어 내기 어려운 점 등 실제 측정에 있어서 곤란한 부분도 있다.

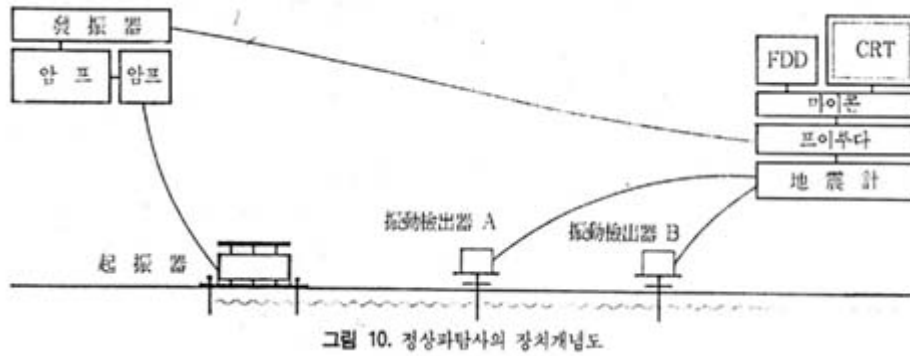


그림 10. 정상파탐사의 장치개념도

그림 10. 정상파탐사의 장치개념도

가. 정상파 탐사방법

1) 측정방법

이 방법으로는 진동파의 전파속도로부터 지층이 단단한지 부드러운지를 구분할 수 있는데 실제 측정에서는 진동확인자 사이에 있는 평균적 성질을 구할 수 있게 된다. 따라서 만약 검출기를 1m의 간격으로 둘 경우에 1m사이의 모든 흙의 평균이 되어 이 간격보다도 작은 대상물은 판별할 수 없게 된다는 것에 주의할 필요가 있다. 검출기의 간격은 목적으로 하는 대상의 크기에 따라서 결정할 수가 있는데 너무 좁게 하면 파장이 길게 되었을 때 즉, 깊은 층위를 찾으려고 할 때에는 분해능이 나쁘게 되어 대상의 규모 등을 판별할 때에 곤란하다. 일반적으로 5m 깊이를 탐사할 경우이면 1m 정도의 간격을 유지하는 것이 좋다.

깊은 층위를 목적으로 했을 때는 간격을 넓히는 편이 좋은데 너무 넓게하면 발생시킨 진동에너지가 먼쪽의 검출기에 충분히 전해지지 않게 된다. 이에 대한 대처방안은 규모가 큰 진동 발생기를 준비하는 등 진동을 높이는 연구가 필요하게 된다. 그러나 너무 높게 하면 파형에 왜곡이 생겨 정확한 측정을 할 수 없게 된다.

측정을 개시했을 때에는 측정지에서 노이즈의 크기를 확인한다. 전차나 자동차가 가까이에서 통과하게 되면 불필요한 진동발생원이 되는데, 이로부터 매우 떨어진 산속에 서있는 나무가 바람에 의하여 움직이면 어떤류의 진동이 생기게 된다. 그래서 우선 탐사지에 노이즈의 크기를 구하여 두는 것이다. 그렇게 하면 진동을 관측하는 지진계의 최저감도영역의 설정이 정확하게 된다. 다음으로는 발생시킨 진동파가 정확하게 진동검출기의 A와 B로 전해졌는가를 확인한다. 그렇게 함으로써 진동발생기에서 필요로 하는 전기에너지의 정도를 알 수 있게 된다. 확인에는 검출기의 A.B가 받고있는 파형을 관찰하면 좋다. 정확한 수신을 목적으로 하는 파장에서는 변조가 가해져 몇 개의 보통파장 사이에는 확대된 피크가 발생되고 있기 때문에 이 피크끼리 서로 식별할 수 있다면 정상으로 수신될 수 있게 되어 계산도 가능하게 된다. 진동검출기 가까운쪽에 설치된 A와 먼곳에 설치된 B와의 사이를 얼마만큼 시간이 걸렸는가 즉, 전파시간은 이들 피크와 피그 사이의 도달시간의 차를 비교하면 알 수있다. 만약 검출기의 간격이 dm으로서 거기를 통과하는데 t sec.의 시간이 걸려 발생시킨 파장의 주파수가 N이었다고 한다면 평균속도(V)는 $d/t(m/sec)$ 로 되는데 이때 포착된 토층의 깊이는 V/N 의 1/2로 된다. 이와같

이 하여 얇은 층으로부터 깊은 층까지 점차 전파속도를 구해 가는데 실제의 측정에서는 지하에 여러개의 다른 토층의 존재하고 있어 진동파도 이들 전부를 경유한다. 따라서 만약 상층에 단단한 층이 있고 하층에 부드러운 경우에는 일견으로는 아랫쪽층도 실제 보다는 단단한 즉 전파속도가 빠르게 포착할 수가 있다. 이것을 수정하기 위하여 개개 층 고유의 속도를 구할 필요가 있다. 이와같은 고유의 속도를 부분속도 또는 순간속도 라고 한다.

또한 실측화되어 있는 장치(Gr. System)에서 연산은 이와같은 피크 대 피크의 방법이 아니고 수신파형의 상관관계를 취한다고 하는 형식을 채용하고 있다. 또 목적으로 하는 대상의 심도에 따라서 진동을 발생시키는 것도 여러 가지 준비되어 있어서 진동검출기도 지표면의 상황에 맞추어서 개발되어 있다.

2) 측정장치

이 방법에 의한 측정장치의 구성은 다음과 같은 두 개 부분으로 크게 나눌 수 있다. 진동파를 만들어서 보내는 부분인 발신기, 앰프, 진동발생기와 수신계측부의 진동검출기, 필터, 계산기 등인데 실용화되어 있는 장치에는 각기 약간의 차가 있는데 여기에서는 일본 나라 문화재연구소에서 사용하는 형식을 중심으로 다음과 같이 소개하고자 한다.

(1) 발신기 : 발전시키는 진동주파수를 설정하는 부분으로서 1-7, 999.99Hz까지를 설정할 수 있다. 또 100, 10, 1, 0.1, 0.01의 주파수 간격을 가지고 자동적으로 나아가게하는 능력도 갖추고 있다. 진진은 연속적으로 150스텝까지 가능하다.

여기에서는 또한 발생시킨 진동파를 정확하게 수신하기 위하여 파형에 변조를 가한다. 즉 연속하는 같은 파형 가운데 피크를 만들어 그 크기도 변화시킨다. 또한 피크와 피크의 사이에는 보통의 진폭파형을 여러개로 설정한다.

(2) 앰프 : 진동발생기에 전력을 공급하는 부분이다. 발신기로부터의 신호를 받아 여기에 따라서 출력시킨다.

(3) 진동발생기 : 지면에 설치하여 진동을 땅속에 보내는 부분으로서 철제의 원반을 전자석에 의하여 연직방향으로 운동시킨다. 발생시키는 진동력은 원반의 중량에 따라서 다른데 40kg의 모델의 경우는 최대 50kg-G의 가진력을 얻을 수가 있어서 노이즈가 없을 경우 약 10m 깊이까지 측정이 가능하다.

(4) 진동검출기 : 지면에 전달되는 진동파의 속도를 계측하는 부분으로서 2기를 사용한다. 하나(A)는 진동발생기에 가까운 쪽에 설치하고 다른 하나(B)는 보통 약 1m정도 떨어진 위치에 둔다. 검출기는 직경 10cm의 작은 원반 위에 놓는다. 원반에는 지면에 박기 위한 봉이 접속되어 있어 측면형은 T자형이다. 봉의 길이는 보통 20cm이다. 이 2기의 검출기 사이에 얼마만큼의 시간이 걸려서 진동이 전하는가를 감지하게 되면 흠이 갖는 고유의 전파속도를 알게 되는 것이다.

(5) 지진계 : 2기의 진동검출기로 감지한 진동의 전기신호는 각기 지진계로 보내진다. 여기에서는 각기의 신호를 적절한 전압의 신호로 조정하여 필터부로 전송한다. 유효측정범위는 0.3-250MHz까지이며, 측정하고 있는 주파수상에 의하여는 각기 250, 50, 10Hz이상의 주파수를 수동에 의하여 삭제시키는 것도 가능하다.

(6) 필터 : 발생되고 있는 주파수를 알아 그것만을 수신하기 위하여 발신기에 접속되어 있다. 그 동조신호를 받음으로써 밴드패스 기능도 작동시켜 발생된 주파수의 진동파 신호를 계산기로 전송한다.

(7) 계산기 : 진동검출기에 의해서 얻은 필터부를 통과해온 A.B의 진동검출기의 신호로부터의 A.B간의 전파속도를 우선 구한다. 다음으로 주파수와 확인기 사이의 거리에서 파장이 전달한 깊이(Depth)와 전파속도(Velocity)를 계산한다.

다. 측정의 실제

이 측정방법으로는 항상 어떤 일정간격의 평균을 구한다. 그것은 전기탐사와 닮았고 할 수 있다. 그러나 정확하게 토층의 깊이나 두께를 구하는 방법이 크게 다르다. 다른 방법에서 볼 수 없는 특이한 점이 있다. 그래서 유적조사에 응용할 경우에는 다른 탐사방법에 의하여 유구의 위치나 범위가 한정된 후에 그것이 매설되어 있는 두께를 구한다고 하는 보조적인 정보를 얻는 것을 목적으로 측정하는 일이 많다. 그때에는 「점」 정보를 얻는다고 하는 점에서 이해할 수 있을 것이다.

물론 이 측정방법으로만 「면」적인 탐사를 할 수 없는 것은 아니다. 사실 넓은 범위의 옛지형을 구한 측정에도 있다. 그러나 측정에 사용하는 장치 전체는 여러개의 부분으로 구성되어 있어서 개개의 부분은 대단히 무겁다. 실용화되어 있는 탐사장치가 자동차에 적재하는 형식으로 되어 있는 것도 이 때문인데 자동차가 들어갈 수 없는 곳에서는 원칙적으로 사용할 수 없다. 이것이 이 측정법의 약점이다.

면적인 탐사를 목적으로 할때는 어떤 일정간격을 측정한다. 이것이 옛지형의 복원과 같이 세부에 걸친 데이터를 그렇게 요구하지 않을 경우는 측정의 간격은 대충해도 좋다. 그런데 만약 작은 대상물의 규모 등을 구할때는 측정간격을 세밀하게 할 필요가 있다. 그렇게 하면 측정에 걸리는 시간이 길게 된다. 이 방법으로 만약 10m까지의 깊이를 5cm단위정도로 분층하면서 탐사했을 경우 하루에 할 수 있는 측정점수는 15-20점 정도에 불과하다.

이와 같이 가능성이 결여되었다는 것과 측정 속도가 느리다는 점에서 이 측정방법은 유적탐사에 응용하는 일이 적다. 그러나 깊은 위치의 작은 대상물도 탐사할 수 있다고 하는 특이한 능력이 있기 때문에 그러한 것을 염두에 두고 활용하는 것을 생각해 두면 좋다.

전기 탐사에서는 깊은 층을 탐사하면 탐사할수록 얻어지는 정보는 대충대충이 된다. 전자유도탐사도 이와 같다. 자기탐사에서는 열잔류자기를 띤 가마터에서도 2m를 넘는 깊이에서는 탐사가 어렵다. 땅속 레이다는 아무리 조건이 좋아도 5m깊이를 목표로 탐사는 할 수 없다. 그러나 정상과 탐사에서는 지하 10m의 깊이에는 1-2m의 입방체를 탐지할 수 있는 가능성을 가지며 또 거기까지의 거리를 정확하게 알 수가 있는 것이다.

VII. 사진 판독법

우리가 유적을 지표조사 관찰에 의하여 인정하는 경우 가장 초보적인 수단으로서 유물이 지표에 산포되어 있는 것을 발견할 수가 있다. 또 고분봉분과 같이 현재의 지형으로도 명확하게 남아 있는 것을 발견한다든가 자연지형의 인공적개변에 착안하여 추정하는 등 지표에 남긴 어떠한 흔적을 실마리로 한다. 이와같이 비교적 쉽게 육안으로 관찰할 수 있는 상태외에 유적이 지하에 매몰되어 있기 때문에 보통은 눈가늠 할 수 없는 조건도 있다.

그러나 이들 유구에는 어딘가 흠의 차이가 있는 부분이 존재하고 있는 것이다. 그 가운데에도 건설의 정도가 다른 요소로서 어떤 경우는 이 상태가 지표면까지 미쳐 관찰할

수도 있다. 또 변화가 식생의 차이로서 나타날 때도 있다. 이와 같은 현상이나 위에서 말한바와 같은 자연지형의 인공적 변조를 포착할 목적으로 사진을 이용하여 유구를 추정하는 방법이 사진 판독이다. 사진이란 모체에 영상화하는 것과 한번에 넓은 범위를 관찰할 수 있는 점 등이 특징이라고 말할 수 있다.

사진판독을 목적으로 영상을 기록하는 모체에는 흑백뿐만 아니라 컬러사진도 사용되는 일이 늘어나고 있다. 또 인공위성에서 보는 바와 같이 육안으로 감지할 수 없는 전자파 영역의 열영상이나 적외선 밴드의 기록을 목적으로한 방법이나 멀티스펙트럼의 촬영과 같이 종래의 사진에는 없는 방식도 채용하게 되어 그 기록매체도 진보하고 있다.

영상을 얻기 위한 플랫폼은 현대에서는 인공위성이나 비행기 및 헬리콥터 혹은 산위나 망루 등 다양하다. 이들 각각은 대상물까지의 거리를 달리하는 영상의 축적이 다르며, 분해기능에도 차이가 있어서 목적에 따라서 사용 구분이 다르다.

다음에는 지하 유구를 사진판독에 의하여 발견하게 되는 경우는 기본적인 지표틀 여러 외국의 예를 참고하면서 소개하기로 한다. 다른나라의 예에 의존하는 것은 이 방법에 의한 탐사가 외국에 있어서 발달한 것과 일본에서 실적이 대단히 적기 때문이다.

1) 소일 마크(Soil Mark, 그림 11) : 지표면이 벌거숭이 땅일 경우 지하에 파묻혀 있는 유구가 가리키는 건·습의 정도가 흑백의 짙고 옅음으로 나타나고 있다. 이것을 소일 마크라 부른다. 일반적으로는 지하에 있어도 수분이 많은 상태에 있는 도랑이나 해자와 같은 유구는 그 바로 위의 지표면이 습한 상태에 있기 때문에 검은 색으로, 돌이나 도로 등 건조한 것은 하얗게 비친다는 것으로 생각하고 있는데 실제로는 그다지 규칙적으로 되어있지 않다. 소일 마크가 표시되는 방식은 여러 가지가 있는데 경작 등의 지표면의 변조가 유구면까지 이르렀다고 할 경우와 유구면에 이르지 못할 경우에 따라서 다르다. 만약 경작이 유구면에까지 이르렀다고 할 때, 즉 유구면을 파괴하고 있을 때는 유구와 주위의 흙과의 차이가 그대로 지상에 나타나는 수가 많기 때문에 흙색깔의 차이로서 구별할 수가 있다. 유구면이 파괴되어 있지 않을 경우에는 흙의 차이는 위에서 말한 바와 같이 수분의 많고 적음이 반영된 상태로 나타내는 것이 주체가 된다.

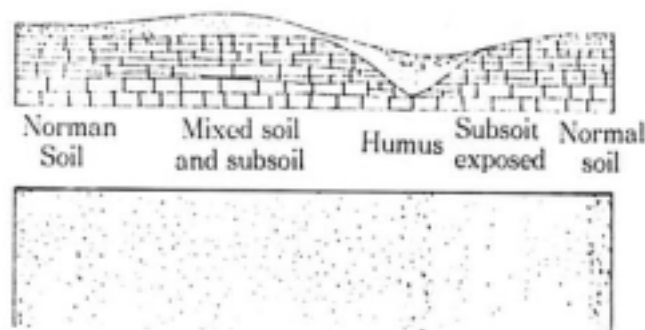


그림 11. Soil Mark

그림 11. Soil Mark

2) 크롭 마크(Crop Mark, 그림 12) : 지하 유구가 원인이 되어 지표면의 건조상태에 영향을 미치고 있을 경우 그것이 식물의 생육에 작용하는 수가 있다. 소일 마크가 생기는 지면에서 건·습의 차가 식물의 성장에 작용하는 것을 상상하면 좋다.

습한 곳에서는 생육이 좋고 건조한 상태에는 나쁘다. 또 이것은 생육의 좋고 나쁨 기준으로서 좋은 것은 포지티브(정), 나쁜 것은 네가티브(부)가 되는 것과 같은 지표에서도 구별할수 있다. 이와 같은 정·부의 차는 정의 마크이면 도랑이나 주거지와 같은 산지를 판 네가적 유구에 의한 것이며, 또 부의 마크는 들을 까는 것이나 도로 또는 축대 같은 포지적 유구에 의하여 생기는 일이다. 그것은 전자의 경우에는 수분이 있어서 식물이 뿌리를 뻗치기 쉽다는 상태에 놓여 있기 때문이며 후자는 그 역이 때문이다. 크롭 마크가 나타나는 식물로서는 벼, 보리 혹은 목초 등과 같이 광범위하고 일정하게 지배되는 종류의 식물을 들 수 있다. 유구부분이 생육의 좋고 나쁨의 차가 있는 부분으로서 주위와 다른 상태를 나타내는 것은 파종의 직후 보다도 수확시기에 가까운 시점일 때가 많다. 벼의 경우 여름무렵에는 생육의 정도는 색조의 차이로 나타나고 황색이 짙은 부분과 아직 녹색이 짙게 남은 부분으로 나누어지는 것이 보통이다. 그러나 벼는 모심은 후 한달이 경과했을 무렵에는 색조는 같지만 성장의 정도 즉 키의 높이의 차로 나타나는 일도 있다.

또한 이 지표는 플랜트 마크(Plant Mark)라고 불리우는 일도 있다. 소일마크와 크롭 마크의 차이는 다음과 같이 정리할 수 있다. 즉 소일 마크는 기본적으로는 경작 등 인공적 개변이 미쳐서 흙의 변화를 반영하기 위하여 깊은 위치에 있는 유구는 나타나지 않는데 대하여 크롭 마크에서는 건조만 좋으면 다른 깊이에 있는 유구나 경사된 유구면이라 할지라도 반영될 가능성이 있다는 점이다. 그러면서도 어느 지표에 있어서도 깊은 층위에 묻혀있는 유구는 지표까지 그 영향을 미치는 일이 드물어서 탐지할 수 없는 일이 훨씬 많다.

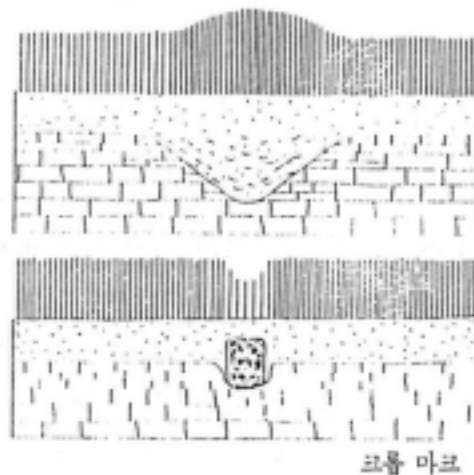


그림 12. Crop Mark

그림 12. Crop Mark

3) 섀도우마크(Shadow Mark, 그림 13) : 어떤 높이를 가지고 존재하고 있는 구조가

후세에 깎여진 후라도 약간이라도 주위보다 높게 남아 있다든가 당초부터 낮게 된 유구 물로서 구축된 유구가 묻혀 있는 후에도 주위보다도 낮은 부분으로서 존재하고 있을 때 태양 광성이 비스듬하게 비치게 되면 여기에서부터 생기는 음영된 사진으로 찍힌다.

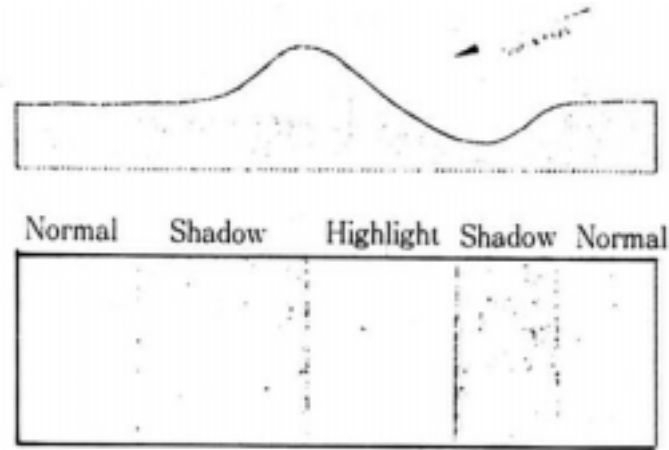


그림 13. Shadow Mark

그림13. Shadow Mark

4) 눈, 서리 마크(Frozen Mark) : 지하유구의 부분이 타부분과 다른 흙으로 구성되어 있으면 그부분은 지열의 축적이나 방사온도가 다른 개소로서 존재하고 있다고 생각된다. 사실 눈이 와서 잔설이 녹는 과정에서 유구부분만이 눈이 녹아서 다른 부분과 달라 있을때이다. 또 서릿발이 발생할 때 지하에 수분의 분포가 다른 개소가 있으면 서리의 생성상황에 차가 생겨 녹는 과정에서도 차이가 생긴다.

이상과 같은 지표외에 동물의 활동에 의하여 생기는 표시나 홍수 등도 예로서 들 수가 있다. 동물활동에서는 두더쥐나 토끼 등이 부드러운 흙으로 이루어진 유구부분만을 파고들어가서 그 활동의 결과가 유구의 존재를 가리킨다고 한다. 이러한 사례는 홍수때 지형적으로 얕은 곳만이 토사로 뒤덮여서 결과적으로는 유구의 존재를 가리키는 현상이 유적 판독의 예이다. 또한 홍수도 오래전 시대에 일어나서 매몰되어 버린 것과 얼마되지 않은 것과는 구별할 수 있다.

가. 사진 판독방법

사진판독은 일반적으로 항공사진을 이용하는 것을 말하며 수직사진을 가리키는 일이 많다. 그러나 사진에 의하여 광범위하게 찍으려는 것은 망루위에서도 가능하며 언덕이나 산꼭대기에 서면, 사면사진이지만 찍을 수가 있다. 이것은 항공기의 경우와 같이 비용은 들지 않는다. 사진판독의 실적이 적은 현재의 상황에서는 갑자기 비싼 항공기의 이용을 생각하는 것 보다는 그곳 토지의 토양조건 등을 확인한다든가 손쉽게 할 수 있는 촬영을 시도해서 판독의 효과를 보는 것이 우선 중요하다.

사진을 이용하여 지하 유구를 추정하기 위하여는, 당연히 사진을 찍는다는 것, 그리고 사진상에서 목적하는 바 대상을 발견해 내는 그러한 작업이 필요하다. 때로는 거꾸로 어떤 현상을 잡아서 기록한다는 것도 있을 것이다. 아무튼 어떤 경우라도 찍는 방법,

계절, 시간, 감광재 등을 적절히 선택하는 것이 요구된다.

1) 촬영시기 : 소일 마크를 목적으로 할 경우에는 밭이나 논을 불문하고 흙을 경작한 직후가 가장 적당한 시기라고 말하고 있다. 경작이 유구면에까지 미치고 있는 상태일 경우에는 그것은 흙색의 차이로서 나타난다. 지표면 관찰이나 촬영은 최소한 이와같은 시기를 고르는 일로부터 시작해야 할 것이다. 일조가 계속되는 해에는 그 직후의 강수량에 의하여 유구의 건습이 다른 부분으로서 나타나는 일이 있다. 비가 온 후 어느정도 지난뒤가 적당한 상태인가는 토질에 따라서 달라 흡수성이나 보수능력에 따라서 결정한다. 비가 온 후 적어도 2-3일간 쬐은 계속적으로 관찰하는 것이 좋다.

이 마크를 촬영할 때에는 될 수 있는 한 구름이 없는 날을 선택해야만 한다. 지표에 찍힌 구름의 그늘과 마크가 판별할 수 없는 경우가 있기 때문이다. 또 촬영 각도에 따라서는 전혀 마크를 관찰할 수 없는 일이 지표에 있다는 점을 주의해 둘 필요가 있을 것이다. 연속하여 촬영된 항공사진속에 선명한 마크가 관찰될 수 있는 것과 전혀 보이지 않는 사진이 인접하여 찍힌 예가 있는 것이다. 이같은 일이 일어난다는 것은 주로 지표면에서 빛의 반사각도의 차이가 원인이다.

건습의 정도를 기록하는 경우 보통의 팬크로나 칼라필름 등의 감광재 외에 적외선 영역 촬영이 효력이 있다. 그것은 적외선이 가시선 보다도 파장이 길고 굴절률도 적어 투과율이 높기 때문이다. 적외선사진에 의하여 지하수의 분포가 명확하게 된 예가 많은 것으로도 알 수 있듯이, 특히 물에 대한 독특한 반응을 이용하는 것이다. 크롭 마크의 관찰을 목적으로 했을 때 식물의 생육 정도에서 적절한 시기를 고르려고 하면 역시 평소부터 탐사를 목적으로 하는 지역에 관심을 두고 살펴 볼 필요가 있다. 논과같은 지대의 경우라고 하면 앞에서도 말한바와 같이 모심기가 끝나고 한달쯤 경과한 시점이나 수확이 가까울 무렵의 관찰에 주의할 필요가 있을 것이다. 특히 벼의 경우는 생육에 차이가 생길 가능성이 있는 것은 여름이 되기 전과 수확이 가까울 무렵이라고 하는데 대단히 한정된 시간대이다. 그리고 이 마크는 길게는 계속되지 않고 1주간 정도밖에 관찰할 수 없다고 한다. 또 크롭마크는 매년 관찰할 수 있는 것이 아니고 기후에 따라서는 볼 수 없는 해도 있다. 그것은 특히 뿌리의 깊이와 그 흙의 보수능력과 관계되고 있어 식물의 종류에 따라서도 다르다. 논을 대상으로 관찰하는 경우 단일의 논흙속과 같은 좁은 범위에서 보이는 「이상한」 요소는 흙의 경작정도의 차이나 비료의 불균일한 산포에 따라서도 생기는 현상일 가능성이 있으므로 주의할 필요가 있다. 여러층의 논에 걸쳐서 볼 수 있는 지표쪽이 유구를 반영하고 있을 가능성이 크다. 또한 논이 아닌 구릉지에 있어서의 보리나 목초등으로 지형 그 자체가 생육에 강하게 영향을 주는 경우가 있다. 색조가 달리 나타나고 있는 크롭 마크를 기록하려면 일반적으로 옆으로 촬영하는 것은 적당치 않고 수직사진 쪽이 좋다고 한다. 높이의 차로써 나타내고 있는 마크는 하나의 그림자(새도우 마크)를 이용하는 일도 있지만 태양광선의 방향에 따라서 관찰이 어려울 때가 있다. 역광에 의한 촬영효과를 이용하는 편이 좋을 것이다. 색이 다르게 보이는 것을 찍을 때는 순광이 바람직하다. 새도우 마크를 기록하려면 당연히 사면으로 광선이 닿는 아침이나 저녁을 선택하게 되는데 서리 마크를 목적으로 하는 경우에도 새벽녘이 적당하다. 그러나 이것도 그 날의 일기가 어떠한가에 따라서 녹는 방법이 다르다 하겠으며 일률적으로는 정할 수가 없는 것이다. 약간의 눈이 왔을때도 그것이 녹는 상태를 관찰해보면 서리 마크와 같은 성과가 기대되는데 하루 가운데 어느때가 적당한가는 역시 공기의 기온이나 일조도의 강약에 따라서 다르다.

2) 감광재료 : 사진을 찍기 위하여 사용되는 재료 즉 필름이나 건판 등에는 종류가 많다. 그 가운데 어떤 재료를 선택하는가는 지금까지 여러모로 검토되어 오고 있다. 일반적으로는 컬러사진과 같은 비싼 재료를 쓰지 않아도 흑백사진으로 충분히 기록을 얻을 수 있다고 하겠다. 그렇지만 흑백의 감광재에도 여러 종류가 있어서 목적으로 하는 대상을 나타내는 방법 즉, 색조에 대하여 충분한 지식이 필요하다.

예를들면 소일 마크가 주위의 검은 흠속에서 하얗게 건조된 상태로 보이는 경우는 현재 시판되고 있는 어떠한 필름을 사용해도 문제가 없겠지만 붉은색이나 오렌지색 톤을 띠는 흠에서는 붉은 계통의 색을 충분히 기록할 수 있는 필름을 사용해야만 한다. 또 노랑색이나 녹색 등이 문제가 되는 크롭 마크를 찍는 경우에도 그에 적당한 감광재가 요구된다. 그러나 이들 요소에 구애받지 않고 손쉽게 사용하려면 폭넓은 색범위에 대처할 수 있는 네오판 SS를 고르는 것이 무난할 것이다.

3) 일반적 주의 : 사진을 이용하여 탐사할 때 각종의 지표관찰에서 유의할 점은 이상과 같은 일들인데 그이외에도 주의해 둘 필요가 있는 것이 있다.

그것은 어떤 유적의 사진판독에 의한 탐사인데 한번 혹은 한 장의 사진을 관찰하는 것만으로 회망하는 성과는 얻을 수 없다. 같은 지역을 수년에 걸쳐서 계절, 시간, 감광재 등을 바꾸어가며 촬영하여 그 결과들을 비교 검토한 다음에야 비로소 그 장소에서의 적합성을 말할 수가 있다.

VIII. 결 언

현재 실용화되어 있는 유구탐사법은 이상과 같은 방법이다. 어느 것이고 장점과 단점을 가지고 있다. 그러나 이들을 탐사대상이나 유적이 존재하고 있는 환경에 따라서 적절하게 선택하여 응용하면 유효한 정보를 얻는다는 것도 확실하다. 유효한 정보란 즉, 기본적으로는 흠과 흠의 구분인 것이다. 때로는 흠속에 있는 「이물질」이 존재하는 것을 지적해 내는 일이다. 그런데 탐사자체는 그들이 무엇인가 라는 것은 가리켜 주지 않는다. 탐사의 성과를 올리기 위하여는 우리들 고고학에 달려 있는 것이 있어 관련을 지워야만 하는 중요한 부분이 있다는 것을 확인해 둘 필요가 있다.

이상으로 실제 탐사를 행할 경우의 유의점을 물리 탐사를 중심으로 하여 정리해 둔다.

1) 탐사계획 : 탐사를 시시하기 전에 우선 「무엇을」 대상으로하여 「어디까지」 밝힐 것인가를 생각해 둔다. 예를 들면 발굴조사에서 밝혀진 바 있는 도랑이나 해자 등을 조사구 밖으로 추적할 경우 방향과 연장만을 문제로 한다면 일정간격으로 설정한 횡단측선에서의 「선」적인 측정이라도 성과는 올라갈 것이다. 혹은 유구의 존재여부나 그 위치만을 안다고 하는 것이 목적이었다면 그리드 방법(Grid Method) 측정만으로도 충분할 경우가 있다.

그러나 유구의 규모나 평면형의 상세한 상황을 알고 싶을 때는 보다 세밀한 간격을 이용할 필요가 있을 것이다. 「면」적인 측정이 요구되는 것이다. 그런데 상세한 것을 구하려고 하면 할수록 측정해야 할 점수는 늘어난다. 동시에 노력과 시간이 걸리는데, 그것은 경비의 부담을 의미한다.

측정을 실시할 때에는 측선이나 그리드를 설정하여 그것을 이용하여 실시한다. 즉 무엇인가 기준이 되는 점에 의거하여 실시된다. 탐사장소나 범위는 정확하게 기록하지 않으면 모처럼의 성과를 살릴 수 없게 된다. 기록을 위한 기준의 설정이다. 그것은 발굴조

사를 하는데 있어 실측 등의 기록도 같으며 탐사를 실시하기 전에 확인한다든가 설치할 필요가 있다.

탐사 예정지의 지표면 현상을 조사해 두는 것도 사전준비로서 중요한 일이다. 잡목이 무성하다든가 잡초가 밀집되어 있으면 사람이 걸어 다니는 것도 곤란하며, 이와같은 상황으로는 측정도 제한을 받게된다든가 때로는 탐사가 불가능 하게 된다. 또 기준점이나 측선의 설치도 할 수 없다. 따라서 탐사를 실시할 시기나 기간은 유적의 조사계획 전체 테두리안에서 생각하는 것이 필요하다. 벌채나 청소가 끝난후에야 탐사기간을 설정하는 것이 기본이다.

2) 방법의 선택 : 다음으로 탐사할 대상이 무엇인가를 정리해둔다. 그것에 따라서 채용해야 할 또는 채용이 가능한 방법이 결정된다. 유적이 존재하는 자연환경에 따라서는 충분한 성과를 기대할 수 없는 방법이 있기 때문이다. 그 가운데에도 노이즈에 영향되는 일이 많은 방법을 예정하고 있는 경우에는 사전에 탐사지의 환경을 조사해 두는 것이 필요하다. 지도에 나타나 있지 않은 고압선이나 가드레일 등 현지에 가지 않으면 알 수 없는 것도 있다.

현지 상황을 알기 위하여는 항공사진도 이용된다. 지도에 표현되어 있지않은 것을 확인 할 수 있을 뿐만 아니라 사진판독에 쓸 수 있기 때문이다.

채용하는 방법은 기본적으로는 대상으로 하는 유구의 종류나 파묻혀 있는 깊이에 따라서 정한다. 전기탐사에서는 흙의 건습 정도에서 구별할 수 있는 도랑이나 해자 또는 석실, 석부, 빈굴 등이다. 자기탐사는 열전류자기를 띤 가마터나 화덕자리 혹은 자성체의 강약에서 주위와 구별할 수 있는 얇은 위치에 있는 주거지 등이다. 지중레이다 탐사에서는 흙과 흙이 건습의 정도나 밀도의 차이로서 존재하기 때문에 반사면을 만들고 있는 층서, 혹은 주위와 질이 크게 다른 금속이나 돌 또는 빈굴 등이다. 정상파탐사는 대상의 존재를 흙의 단단함과 부드러움의 식별에 따라서 추정이 가능한 도랑, 해자, 돌 등이다. 전자유도탐사에서는 도전율의 차이에서 식별할 수 있는 대상 특히 금속과 같은 것으로 요약할 수 있을 것이다.

그러나 가장 중요한 점은 어떠한 목적으로 탐사를 실시할 경우에도 단순히 한 종류만의 방법으로 끝나는 것이 아니고 복수의 방법을 채용하여 결과를 대조하는 일이다. 특히 전기탐사와 레이다 탐사에서는 흙이 갖는 전기저항의 고저는 전파의 진행이나 도달 심도를 추측하여 재는데 필요하며 두가지를 동시에 응용하는 것은 필수라고 할 수 있다. 전자유도탐사를 금속의 발견을 목적으로 채용할 경우 자기탐사도 병행하여 실시하게 되면 금속가운데에도 철이나 그 이외의 것이 판별할 수 있는 가능성이 있다.

3) 실시계획 : 구체적인 측정에 들어갈때는 다음과 같은 준비도 필요하다. 그것은 탐사하는 대상이 「이미 알려져 있는가」 「알 수 없는가」에 따라서 다르다.

발굴조사할 유구의 일부가 알려져 있는곳을 추적 탐사할 때에는 발굴구에 인접한 곳의 미발굴부분을 이용하여 「이미 알려져 있는가」 「알 수 없는가」에 따라서 다르다.

발굴조사할 유구의 일부가 알려져 있는곳을 추적 탐사할 때에는 발굴구에 인접한 곳의 미 발굴부분을 이용하여 「샘플데이터」를 적성해 놓는다. 샘플이 어떠한 「반응」으로서 나타나는가를 확인해 두는 것이다. 그렇게 하면 탐사결과는 이 샘플데이터와 대조를 할 수 있으며 목적으로 하는 대상인가 아닌가를 보다 세밀하게 추정할 수가 있다.

사전에 유구의 샘플 데이터를 채취할 수 없는 경우에는 발견을 예상하는 대상의 종류에 따른 「가상모델」을 설정해 둔다. 즉 어떤 측정방법을 채용하여 어떠한 유구를 대상

으로 하면 이 토질에서는 어떠한 반응이 일어나는가를 추정해 두는 것이다. 이 경우에는 측정의 결과 얻는 반응은 형태나 그 크기 정도에 따라서 유형화 한다. 그리고 유형화가 된 몇 종류의 반응속에서 그러한 것이 어디에, 어떻게 기인하는가를 확인하기 위하여 몇 개 지점을 골라 시굴한다. 시굴에 따라서 유구의 종류가 확인되면 동일 유형에 포함된 다른 지점에도 같은 종류의 유구가 존재하고 있는가를 추정할 수 있는 것이다.

4) 탐사의 의의 : 유적탐사에 대하여 말할때 「파는 편이 빠르다」라고 하는 말을 종종 한다. 과연 그럴까? 유적조사가 빠른 것을 문제로 하는것인가? 판다는 것, 즉 유적을 발굴하는 의미는 무엇인가? 그것은 유적과 유구 및 유물이 포함하고 있는 역사정보를 정확하게, 다량으로 꺼내는 수단이다. 또한 발굴조사란 다른 의미로는 유적을 파괴하는 것이므로 두 번 다시 되풀이될 수 없는 실험이라고 말을 바꿀 수도 있다.

발굴조사는 외과수술, 유적탐사는 내과적인 예찰이라고 할 수도 있다. 최근에는 CT스캔이나 X선 촬영 등으로 미리 환부의 조사가 충분히 이루어진후 비로소 외과적인 수단을 취한다. 유적에 대해서도 탐사에 의한 예찰을 실시하고 난 후 외과적 기법인 발굴조사의 구체적 계획을 세우면 별안간 파들어간다고 하는 방법과는 당연히 얻을 수 있는 결과의 차가 생기는 것이다.

유적과 유물을 재차 판다고 하는 것이 불가능하므로 발굴조사를 실시하기전에 만전의 준비를 해가지고 일에 들어가야만 할 것이다. 지형의 관찰이나 기록 혹은 유물의 산포상황의 확인 등은 발굴에 임하기 전에 조사해 두어야 할 최소한의 일인 것이다. 즉, 현상에서의 지표면의 예찰인 것이다. 이 예찰단계에서 유적탐사가 하는 역할은 적지 않다고 생각된다. 각방법의 한계와 유효성을 숙지한 후 응용하는 기회를 늘려야만 하는 것이다.