

포항 옥명 폐기물 매립장에서의 전기탐사

이기화 · 윤종렬

서울대학교 자연과학대학 지질학과

요 약

포항 옥명 폐기물 매립장과 매립장 입구 전방지역에서 1997년 8월과 1998년 1월에 걸쳐 Schlumberger 전기비저항 수직탐사, 쌍극자 비저항탐사 및 전자기 유도방식을 이용한 전기전도도 수평탐사를 실시하였다. 전기비저항 수직탐사는 매립장 내부와 매립장 입구 전방지역에서 11점과 4점이 실시되었으며, 쌍극자 비저항탐사도 각각 1측선씩 실시되었다. 또한 전기전도도 수평탐사는 총 164점이 4개의 측선을 따라 매립장 입구 전방지역에서 수행되었다. 자료의 해석결과 제 6매립장에서는 0.3~3 Ωm의 저비저항대가 지표하 65 m까지 나타나고 있어 하부지층의 침출수에 의한 오염가능성을 시사하고 있으며, 예상 침출수위는 지표하 3~6 m로 추정되었다. 제 9매립장은 2 Ωm이하의 저비저항대가 지표하 11~15 m까지 나타나고 있어 하부지층의 오염가능성은 없는 것으로 판단된다. 한편 매립장 입구 전방지역에서는 비저항 탐사자료나 전기전도도 수평탐사 자료 모두 천부의 비저항값이 낮게 나타나 이 지역에서는 풍화대의 오염가능성이 매우 큰 것으로 생각된다. 또한 같은 지역내에서도 제 6매립장이 가까이 위치하는 남쪽지역이 침출수의 영향을 더욱 많이 받는 것으로 나타났다.

주요어: 옥명 폐기물 매립장, 수직탐사, 쌍극자 비저항탐사, 전기전도도, 침출수

Lee, Kiehwa and Yoon, Jong-Ryeol, 1998, Electrical surveys at the Okmyung waste landfill of Pohang, Journal of the Korean Geophysical Society, v. 1, n. 1, p. 41-50.

ABSTRACT: Schlumberger soundings, dipole-dipole survey and electrical conductivity mappings were carried out inside and in front of the entrance of the Okmyung waste landfill in August, 1997 and January, 1998. Inside and in front of the landfill, 11 and 4 electrical soundings and 1 dipole-dipole survey were carried out, respectively. Electrical conductivities were measured at 164 points along the 4 lines in front of the entrance of the landfill. Interpretations of survey data show that low resistivity zones of 0.3~3 Ωm extend down to 65 m depth from the surface in the 6th landfill, which indicates subsurface contamination by leachate and leachate level at 3~6 m depth from the surface. In the 9th landfill, low resistivity zones below 2 Ωm appear at 11~15 m depth from the surface, which indicates a very slim chance of subsurface contamination. On the other hand, electrical surveys and electrical conductivity mappings reveal low resistivities at shallow depths in front of the entrance of the landfill, indicating a high possibility of contamination of weathered zone in this area. It appears that southern part of this area close to the 6th landfill is more contaminated by leachate.

Key words: Okmyung waste landfill, sounding, dipole-dipole survey, electrical conductivity, leachate

(Lee, Kiehwa and Yoon, Jong-Ryeol, Department of Geological Sciences College of Natural Sciences Seoul National University, Shillim-Dong, Kwanak-Gu, Seoul, 151-742, Korea. email: kihwalee@plaza.snu.ac.kr)

1. 서 론

우리나라의 폐기물처리하는 주로 매립에 의존하고

있으며, 1992년말 현재 전국에 719개소의 폐기물 매립지가 산재하고 있으나(환경청, 1992) 대부분의 시설이 단순 투기 등 비위생적으로 관리되고 있고

매립 종료후 사후관리 부재로 인한 매립장과 그 주변의 환경오염 문제가 심각하게 대두되고 있는 실정이다. 그러나, 매립장에서 발생하는 침출수에 의한 지층과 지하수 오염, 침출수의 이동과 관련된 연구나 폐기물 처리를 위한 악취 및 가스 제거, 매립후 활용방안 등에 대한 체계적이고 과학적인 연구가 아직 미흡한 실정이다.

근래에 들어 매립지 침출수의 분포범위와 거동 양태를 규명하기 위한 다양한 지구물리학적 연구가 우리나라의 대표적 비위생 매립지인 난지도 매립지를 중심으로 여러 매립지에서 활발히 진행되고 있다. Lee · Yoon (1995, 1998)은 슬럼프저(Schlumberger) 배열법과 쌍극자-쌍극자(dipole-dipole) 배열법을 이용한 비저항 탐사를 통해 난지도 매립장의 전기 비저항 구조와 침출수위를 추정하였으며, 매립장 내부와 외부의 연간 비저항 구조 변화에 대한 연구를 수행하였다. 또한 권병두 등(1995)과 이기화 등(1996)은 비저항 탐사 외에 시간영역 전자파탐사와 중력 및 자력탐사를 실시하여 난지도 매립장의 매립물 특성과 지하구조를 연구하였다. 이러한 다양한 지구물리탐사법은 부산 석대 폐기물 매립장과 그 주변의 지층오염 문제를 연구하는 데에도 성공적으로 적용되었다(권병두 외, 1998; Lee · Yoon, 1997).

옥명 폐기물 매립지는 경북 포항시 남구 대송면 옥명리에 위치하고 있으며, 1988년 1월부터 산업 폐기물의 매립이 시작되어 현재까지 매립이 진행 중인 곳이다. 본 매립지는 모두 9개의 소규모 매립지로 구분되어 있으며, 이중 제 7, 8 매립장을 제외한 7개의 매립장은 매립이 완료된 상태이다. 매립면적은 총 141,033 m²이고 총 매립량은 약 2,372,500 m³이다. 매립지의 초기 매립형태는 간단히 처리된 산업폐기물을 지하에 단순 투기하는 방식이었으나, 최근에 폐기물을 물리·화학적으로 처리하고, 매립지에는 차수막을 피복한 후 폐기물 매립과 복토를 병행하여 실시하고 있다.

그러나 1994년 6월에 폭우로 인하여 제 6매립장 제방이 무너져서, 단순 투기된 액상의 산업폐기물들이 매립장은 물론 인근의 공장과 도로에까지 유출되었었다. 이러한 폐기물 유출사건으로 매립장 주변의 도로 및 공장에까지 오염물질들이 확산되어 있을 가능성이 크다. 또한 조사된 자료(유봉산업, 1995; 경북대 환경연구소, 1995)에 의하면 여러 가지 유독가스(CH₄, CO₂, NH₃, H₂S 등)와 다량의 침출수들이 발생되고 있어 주변의 지층과 지하수들을 오염시키고 있다고 보고되어 있으나, 아직까지 침출수에 의한 지하수와 지층의 오염에 관하여 충분한 수리지질학적·지구물리학적 연구가

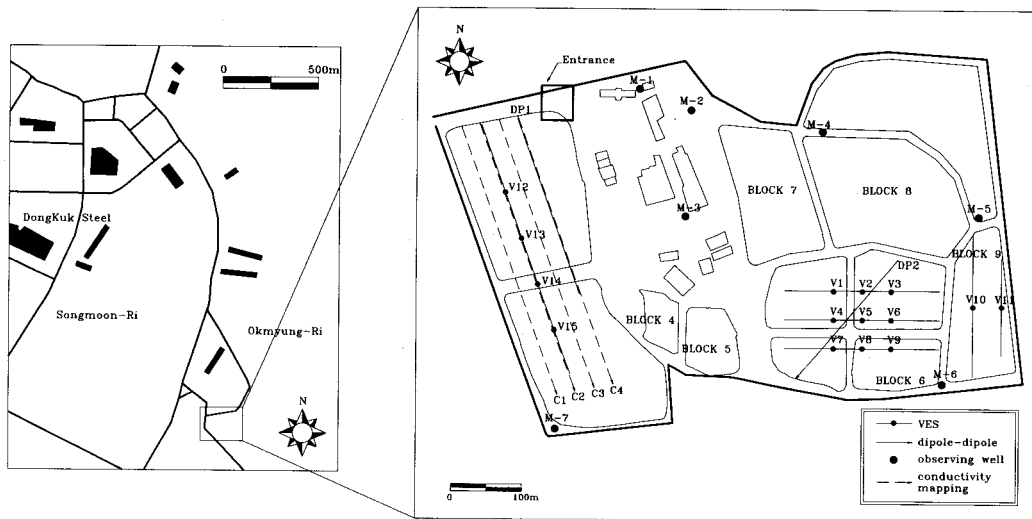


Fig. 1. The location map of electrical surveys.

이루어지지 못한 상태이다.

본 연구에서는 옥명 폐기물 매립장의 비저항 구조를 밝혀내고 침출수에 의한 매립장 내부와 외부의 지층오염 범위 및 정도, 침출수위를 조사하기 위해 비저항 탐사와 전자기 유도방식을 이용한 전기전도도 수평탐사(mapping)를 실시하였다. 비저항 탐사법은 침출수에 의한 환경오염 문제를 다루는데 있어서 매우 경제적이고 편리한 지구물리탐사법이며, 이미 외국에서도 매립장의 환경지구물리학적 연구에 널리 사용되고 있다(Cahyna, 1990; Carpenter *et al.*, 1990; Ross *et al.*, 1990). 자세한 탐사위치도가 Fig. 1에 나타나 있다.

2. 지질 개요

포항 옥명 폐기물 매립지 주변지역의 지질은 주로 중생대에 속하는 규암 및 반암류가 우세하게 분포하고 신생대 제 3기 지질작용에 의한 다양한 지질분포가 나타나고 있다. 구성 암석은 이질암과 사질암이 널리 분포하고 있으며 고기 화산암체가 기반암으로 분포하고 있다. 기반암 상부에 장기층군이 부정합으로 퇴적되었으며, 매립장 부지의 주구성암석인 이질암층의 연일층군이 상부에 부정합으로 피복하고 있다(정상용, 1997).

그러나, 매립장 내에서는 매립장 건설에 따른 사면절토와 암석의 풍화로 인하여 노두의 발달이 매우 불량하여 자세한 지질구조를 알 수는 없으나, 매립장 입구 전방부와 제 6매립장 제방에 위치한 시추공의 시추자료로부터 이 지역의 개략적인 지층구조를 알 수 있다. 시추자료에 의하면 지표하 9~15 m까지 이암의 풍화대가 분포하며, 풍화암은 담회색 내지 암갈색의 모래가 약간 섞인 실트질 점토층이다(정상용, 1997). 이 지역의 풍화대는 원암의 조직과 구조의 식별이 불가능할 정도로 풍화되어 있는 상부 풍화토와 구조 및 조직의 식별이 가능한 풍화대 하부의 이암편과 토괴가 혼재되어 있는 상태로 존재하며, 물을 함유하면 매우 강한 점성을 나타내고 투수성이 불량하다(유봉산업, 1995).

3. 전기비저항 탐사

전기비저항 탐사에 사용된 기기는 ABEM SAS 300B이며, 제 6매립장, 제 9매립장과 매립예정지

인 매립장 입구 전방지역에서 슬럼버저(Schlumberger) 전기비저항 수직탐사와 쌍극자 비저항 탐사를 실시하였다. 비교적 규모가 큰 제 7, 8 매립장은 탐사 당시 매립이 진행 중이어서 지구물리탐사가 수행되지 못했으며, 나머지 매립장들은 규모가 매우 작아서 탐사가 불가능하였다. 전기비저항 전극 전개 길이는 기반암의 심도를 고려하여 매립장 내부와 매립장 입구 전방지역에서 약 70~100 m로 조종하였다. 또한 쌍극자탐사는 전극간격을 20 m로 하였으며, 전극 전개수는 8이다.

수직탐사 자료는 Zohdy의 자동 역산법(Zohdy, 1989)과 대화식 해석방법(Kim · Lee, 1993)을 이용하여 최종 비저항 구조를 결정하였다. 대화식 해석방법에서는 Zohdy 역산에 의해 결정된 비저항 모델과 기존의 시추자료를 최대한 활용하였으며 모든 수직탐사자료는 4층으로 해석되었다.

또한 쌍극자탐사 자료는 유한차분법(Dey · Morrison, 1979; 김 정호, 1987)을 이용하여 평활화 제한(smoothness constraint)을 가한 2차원 역산(Constable *et al.*, 1987)을 실시하여 해석하였다. 평활화 제한법은 지하의 비저항이 급격히 변화하는 것을 피하기 위하여 비저항의 공간에 대한 2차 미분값을 최소로 하는 제한을 가한 역산법으로서 좀 더 지질학적으로 타당성 있는 비저항 구조를 제시하게 된다.

3.1. 매립장 내부(제 6, 9매립장)

제 6매립장은 1994년 4월에 매립이 완료되었으며 그 해 6월에 폭우로 인하여 매립지 제방이 붕괴되는 사고가 발생하여 유출된 폐기물을 제 9매립지로 운반하여 매립하였다. 따라서 제 9매립장은 가장 최근인 1996년 3월에 매립이 완료되었다.

제 6매립장은 본래 내부 진입로에 의해 4개의 소규모 매립장으로 구분되었으나 탐사 당시에는 복토작업이 완료되어 육안으로는 하나의 매립장으로 관측되었으며 그 규모는 옥명 매립지 내의 다른 소규모 매립장에 비해 매우 큰 편이다. 따라서 제 6매립장에서는 쌍극자탐사 1측선과 전기비저항 수직탐사 9점이 격자모양으로 행해져 매립지 내에서 가장 많은 비저항 탐사가 실시되었다.

제 6매립장에서의 수직탐사와 쌍극자탐사 자료의 해석결과가 Fig. 2와 Fig. 3에 각각 나타나 있다. 수직탐사나 쌍극자탐사 자료 모두 관측된 겉보기 비저항의 절대값 자체가 다른 생활 폐기물 매립지와 비교하여 매우 낮은 값을 보이는데 이는

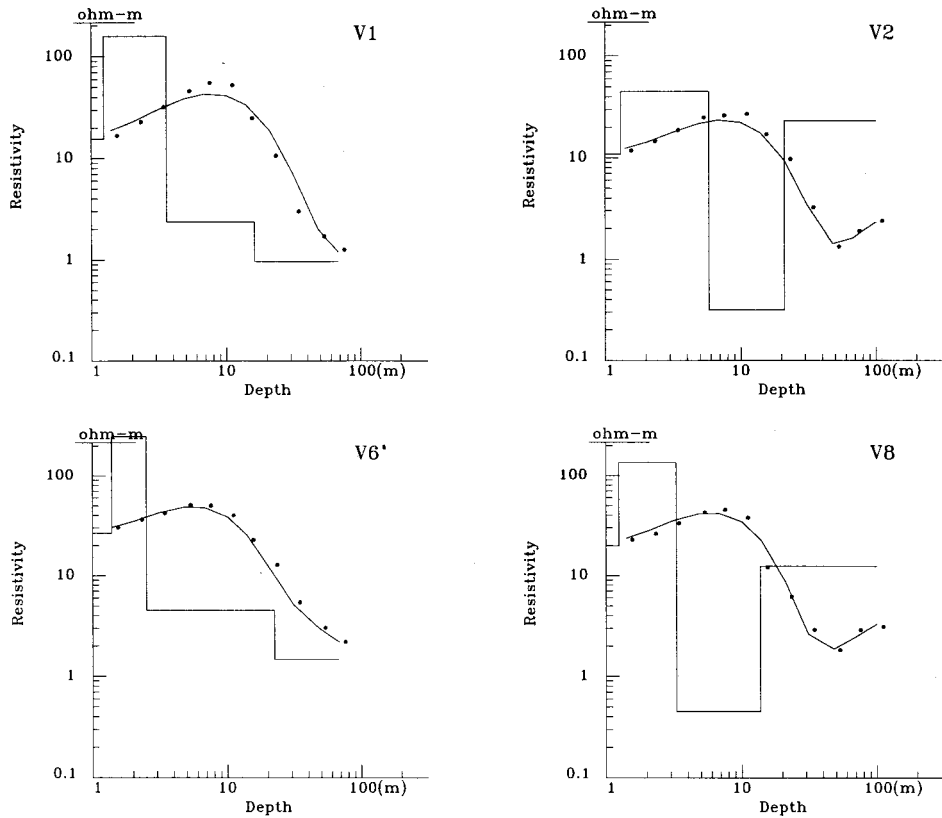


Fig. 2. Interpretations of sounding data in block 6 (dot: observed value, solid line: theoretically calculated value, jagged line: interpreted resistivity structure).

본 매립지의 매립물이 주로 산업 폐기물이나 폐수 처리 오니이기 때문으로 생각된다.

제 6매립장 내의 수직탐사 자료를 보면, 모든 측정점을 4층의 비저항 구조로 해석하였으며 45~250 Ωm의 값을 가지는 최고 비저항대가 제 2층에서 나타나고 있다. 이러한 고비저항대는 지표하 3~6 m까지 나타나는데 그 비저항값이나 심도로 보아 침출수에 의해 포화되지 않은 매립층으로 생각된다. 실제로 제 6매립장 내에 설치된 관측정에서 측정된 지하수위는 지표하 7 m (정상용, 1997)로 고비저항대의 하부경계 심도와 잘 맞는다고 할 수 있다.

고비저항대의 하부에는 0.3~3 Ωm의 매우 낮은 비저항값을 가지는 저비저항대가 나타나며, 이는 측정점에 따라 지표하 65 m까지 나타나고 있다. 이는 제 6매립장의 평균매립고가 30 m인 점을 고려하면 기반암의 상부에 해당하는 깊이까지 저비

저항대가 나타난다고 생각할 수도 있으나, 매립장 내 기반암의 정확한 심도를 알지 못하기 때문에 기반암 상부의 침출수에 의한 오염가능성을 단정 짓기는 어렵다. 또한 제 6매립장 내의 수직탐사 측정점 중 측선길이가 100 m로 가장 큰 측정점 V2와 V8의 비저항 구조를 보면 이들보다 측선길이가 짧은 측정점 V1이나 V6에 비해 비교적 높은 10 Ωm 이상의 비저항값을 가지는 제 4층이 지표하 13~23 m부터 나타나는 것을 볼 수 있다. 이같은 결과는 측정점 V1과 V6의 해석결과 지표하 65 m까지 3 Ωm 이하의 저비저항대가 이어지는 것과는 상이한 비저항 구조이지만, 만약 측정점 V1과 V6의 측선길이가 늘어난다면 측정점 V2와 V8의 비저항 구조와 동일한 비저항 구조가 나타날 수도 있다고 판단된다. 그러나 Fig. 2의 관측값을 보면 측정점 V2나 V8의 경우에는 약 지표하 68 m에서 겉보기 비저항이 증가하는데 비해 측정점 V1이나 V6의 겉보

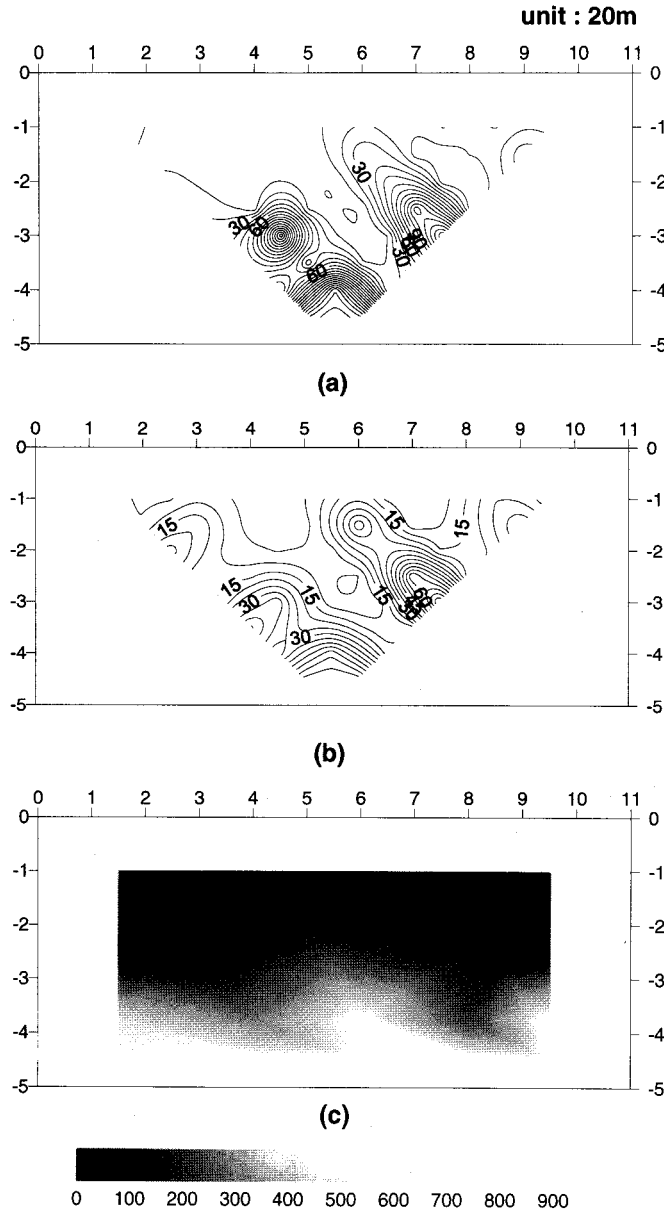


Fig. 3. Interpretation of dipole-dipole survey in block 6: (a) pseudosection of observed apparent resistivity, (b) pseudosection of calculated apparent resistivity, and (c) inverted block model.

기 비저항은 같은 깊이까지 계속 감소하는 것으로 보아, 측선길이가 늘어나게 되면 비저항 구조가 같아질 수는 있어도 저비저항대의 두께는 측점 V1과 V6가 측점 V2나 V8에 비해서 크게 나타날 것으로 판단된다. 이는 측점 V2와 V8이 제 6매립

장을 4개로 구분하는 과거 진입도로에 가까이 위치하기 때문인 것으로 추정된다. 실제로 같은 시기에 행해진 중력탐사 자료에서도 피복된 내부 진입로에 의해 4구역으로 분할된 매립지 내의 매립 형태가 잘 나타나고 있다(권병두, 1999).

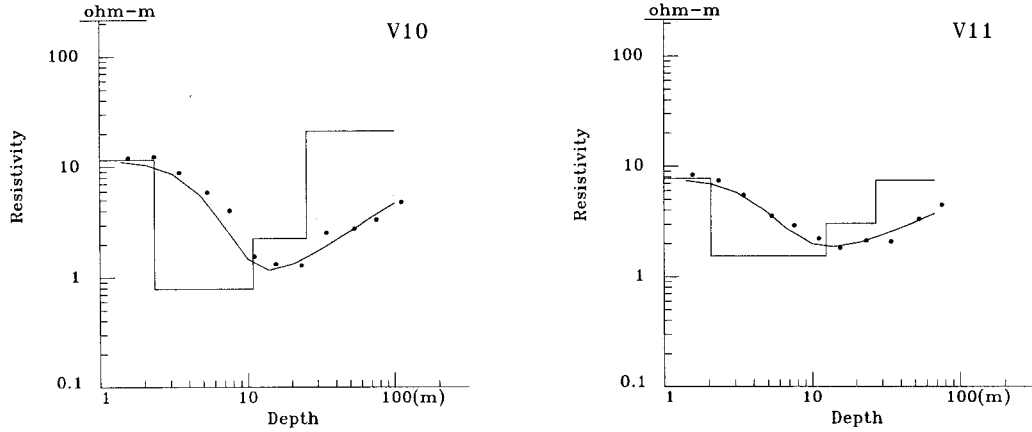


Fig. 4. Interpretations of sounding data in block 9 (dot: observed value, solid line: theoretically calculated value, jagged line: interpreted resistivity structure).

제 6매립장 내에서 S40° W 방향으로 실시한 쌍극자탐사 자료의 해석결과가 Fig. 3에 나타나 있다. 관측된 겉보기 비저항값과 역산모델로부터 이론적으로 계산된 겉보기 비저항값의 최소자승오차는 약 0.2 정도로 다소 큰 편이다. 이는 매립장내의 접지상태가 매우 불량하고, 매립장과 같이 천부지층의 비저항 구조가 불균질할 경우 좋은 탐사 자료를 얻을 수 없는 쌍극자탐사의 이론적인 한계 때문인 것으로 생각된다. 그러나, 관측값이나 이론값의 분포양상은 비교적 유사하므로 역산된 비저항 모델의 타당성을 부정하기는 힘들다고 생각된다.

앞서의 수직탐사 자료와 마찬가지로 겉보기 비저항값이 매우 낮으며 10 Ωm이하의 저비저항대가 지표하 60 m까지 나타나고 있다. 또한 과거 제 6매립장내 진입로의 교차로에 해당하는 축선의 중앙부(5번과 6번 축점)에서 비교적 높은 비저항대가 나타나는 것을 볼 수 있다.

한편 제 9매립장에서는 장축과 평행하게 남북방향으로 2점의 수직탐사가 행해졌다. 축점 V10과 V11의 해석된 비저항 구조를 보면 제 6매립장과 마찬가지로 매우 낮은 겉보기 비저항값들이 관측되었으나 비저항 구조는 약간 다른 양상을 보이고 있다(Fig. 4). 2 Ωm이하의 비저항값을 가지는 최저 비저항층이 지표하 2 m에서 11~15 m까지 나타나고 있는데 이는 제 6매립장에 비해서 그 두께가 약 10~50 m정도 얇으며 나타나는 심도도 낮은 것이다. 따라서 제 9매립장에서는 최저 비저항

층의 심도로 판단해 보건대 제 6매립장보다는 매립장 하부의 지층오염이 경미한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 제 9매립장의 평균매립고가 14.5 m로 제 6매립장에 비해 15 m정도 낮고 매립량도 약 30% 수준이기 때문인 것으로 생각된다. 그러나, 제 4층의 비저항값이 7~20 Ωm의 비교적 낮은 값을 지니는 것으로 보아 침출수에 의한 매립장 하부 지층의 오염 가능성을 전혀 배제할 수는 없는 것으로 보인다.

3.2. 매립장 입구 전방지역

옥명 폐기물 매립장 입구 전방지역에서 수직탐사 4축점과 쌍극자탐사 1축선의 비저항 탐사가 실시되었다. 수직탐사는 매립지 입구 전방의 산업도로와 60 m 떨어진 지점에서 도로와 평행한 축선을 따라 70 m 간격으로 실시되었으며 쌍극자탐사도 매립장 정문에서 50 m 떨어진 지점에서 수직탐사 축선과 동일한 방향으로 수행되었다.

본 매립장 입구 전방지역은 1994년도의 폭우로 인한 제 6매립장 제방붕괴시 다량의 매립물이 유출된 곳이며, 전체적인 침출수의 이동방향도 매립장에서 이곳을 향하고 있는 것으로 조사되고 있어 침출수에 의한 지층 및 지하수 오염이 예상되는 곳이다.

수직탐사와 쌍극자탐사 자료의 해석결과가 Fig. 5와 Fig. 6에 각각 나타나 있다. 이 지역의 수직탐사 자료 V12~V15를 보면 매립장 내부에 비해 비저항값의 변화폭이 작으며 10 Ωm 내외의 저비

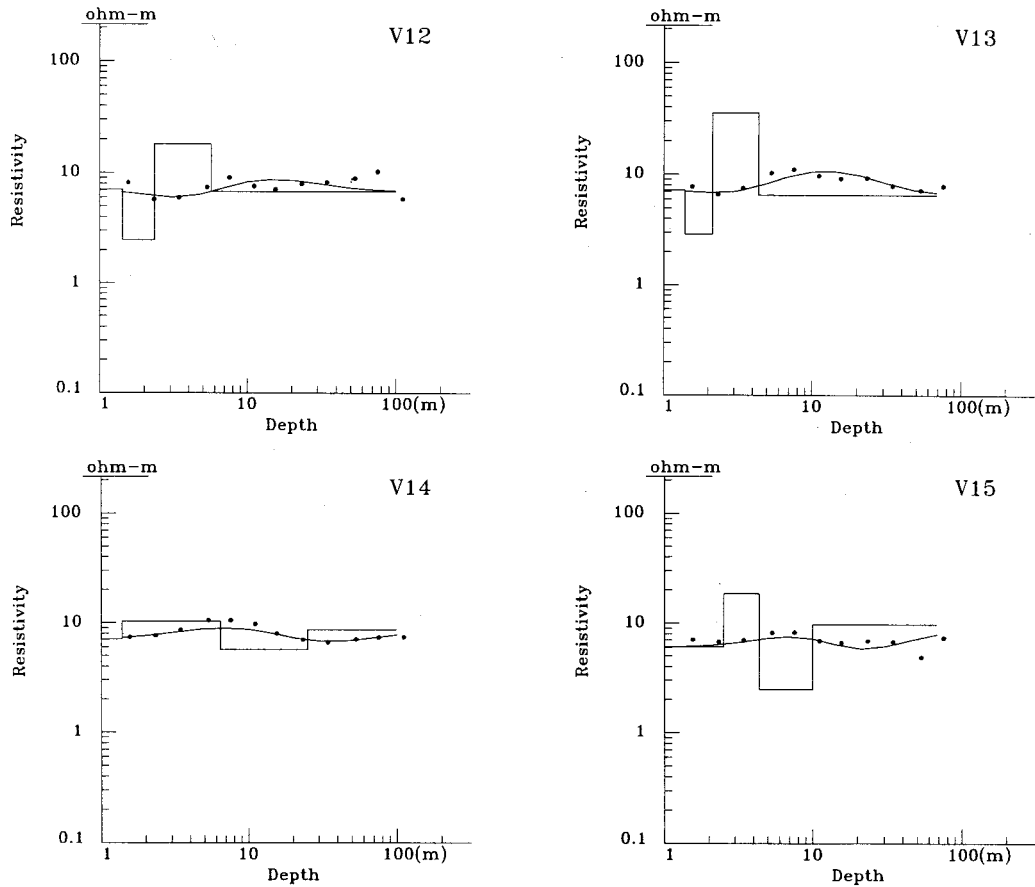


Fig. 5. Interpretations of sounding data in front of the entrance of the Okmyung landfill (dot: observed value, solid line: theoretically calculated value, jagged line: interpreted resistivity structure).

저항층이 지표하 70 m의 심부까지 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 심부의 저비저항층은 매립지 내부보다는 그 비저항값이 높기는 하지만 매립지가 아닌 지역에서의 기반암에 비해서는 매우 낮은 비저항값을 가지고 있다. 또한 그 심도도 일반적인 기반암 심도에 비해 매우 큰 것이어서 침출수에 의한 기반암의 오염가능성을 보여주고 있으나, 현실적인 수리전도도를 생각할 때 저비저항층의 심도가 매우 큰 것이어서 이 자료만으로는 기반암의 오염을 단정하기는 힘들다고 판단된다.

또한 Fig. 6의 쌍극자탐사 자료 해석결과를 보면, 20~30 Ωm의 비저항값을 가지는 저비저항대가 지표하 15~30 m까지 연속적으로 나타나고 있다. 이는 앞서 말한 수직탐사 자료의 저비저항대

심도보다는 매우 작은 것이며 일반적인 기반암 심도와도 크게 다르지 않은 것으로 보아, 이 지역에서는 쌍극자탐사 자료가 더 큰 신뢰성을 가지고 있는 것으로 판단된다. 그러나, 수직탐사 자료와 마찬가지로 지표하 15~30 m까지는 저비저항대가 나타나므로 풍화대의 오염 가능성은 매우 크다고 할 수 있다.

한편 Fig. 6의 해석단면을 보면 축선의 오른쪽, 즉 매립장 입구에서 제 6매립장 앞쪽으로 갈수록 저비저항대의 두께가 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 축선의 오른쪽 부분에 규모가 큰 제 6매립장과 9매립장이 위치하고 있어 침출수의 영향을 매립장 입구쪽보다 더 많이 받기 때문으로 생각된다. 이러한 경향은 전기전도도 수평탐사 결과에서

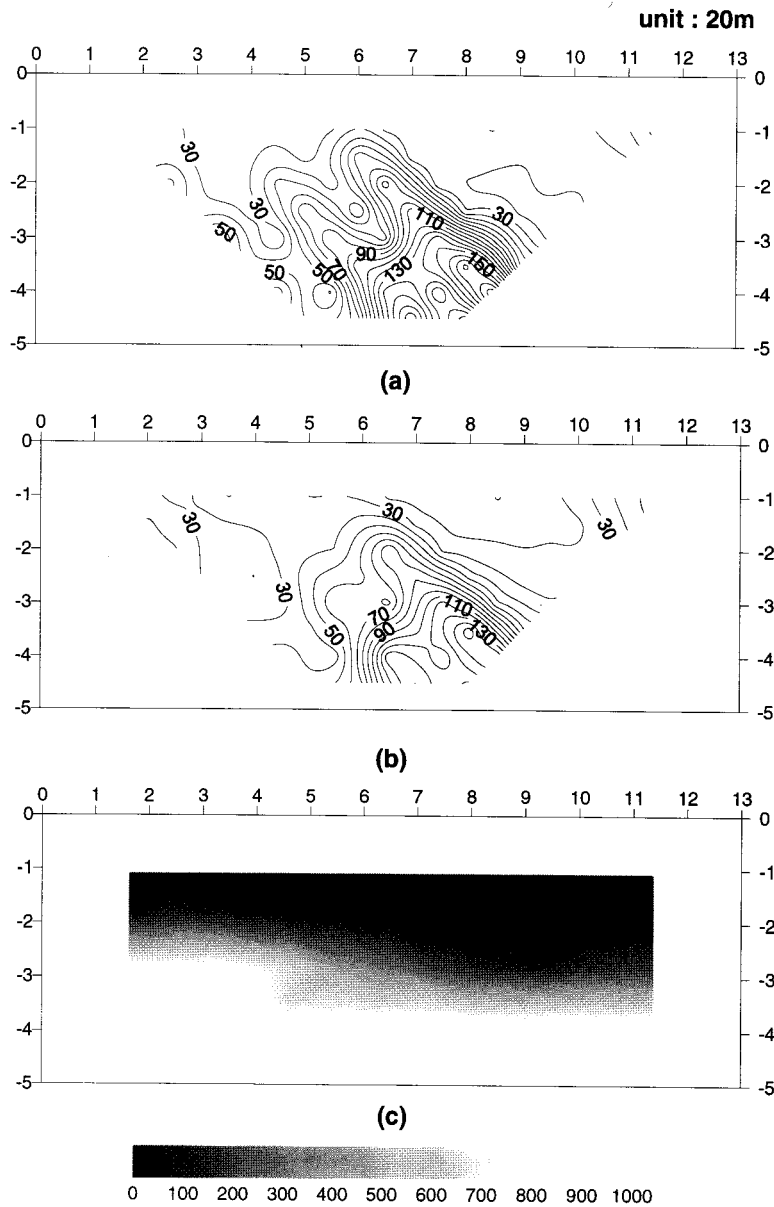


Fig. 6. Interpretation of dipole-dipole survey in front of the entrance of the Okmyung landfill: (a) pseudosection of observed apparent resistivity, (b) pseudosection of calculated apparent resistivity, and (c) inverted block model.

도 잘 나타난다.

4. 전자탐사

옥명 폐기물 매립지 입구 전방지역에서 4개 측

선을 설정하여 모두 164점의 전자기 유도방식을 이용한 전기전도도 수평탐사를 실시하였다. 측선의 방향은 매립장 입구 전방의 산업도로와 평행하며 측선간의 간격은 30 m, 측점간의 간격은 10 m 로 설정하였다. 전기전도도 수평탐사에 사용된 기

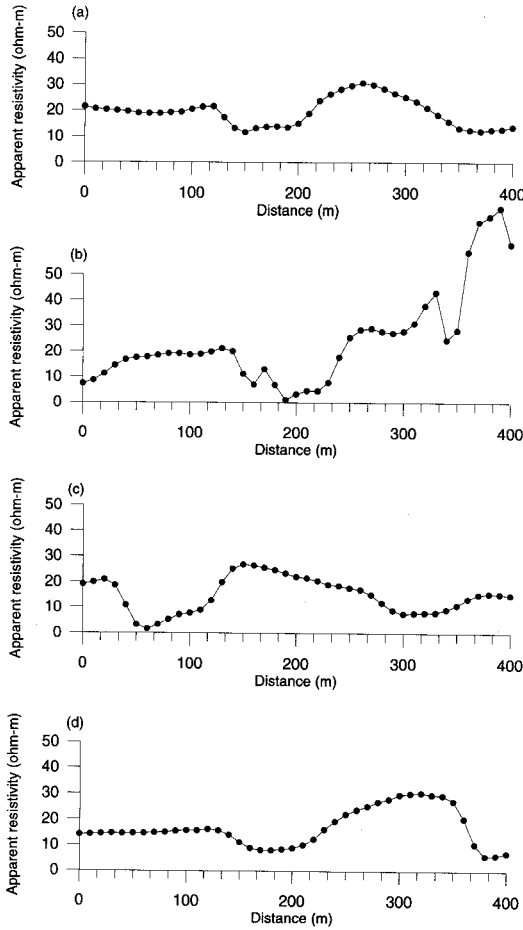


Fig. 7. Results of electrical conductivity mappings in front of the entrance of the Okmyung landfill: (a) Line C1, (b) Line C2, (c) Line C3, and (d) Line C4.

기는 Geonics사의 EM31 conductivity meter이다.

전기전도도 수평탐사는 1차 자장으로부터 유도된 2차 자장을 수신하여 1차 자장과 비율을 측정함으로써 겐보기 비저항을 계산하여 이루어진다. 본 탐사에 사용된 EM31기기는 코일간격이 3.75 m이고 사용주파수는 9.75 kHz로 유효탐사심도는 약 6 m이다(Geonics, 1980).

Fig. 7에 나타난 측선 C1~C4 를 살펴보면, 전반적으로 겐보기 비저항값이 1~30 Ωm 사이로 비저항 탐사 자료와 비슷한 측정값을 가지며 일부 측정에서는 50 Ωm이상의 값도 나타나고 있다. 또한 이 지역의 쌍극자탐사 자료와 마찬가지로 측

선 C2를 제외하고는 측선 오른쪽 즉 남쪽방향의 겐보기 비저항값이 낮은 경향을 보이고 있어 비저항 탐사 자료와 잘 일치한다고 판단된다. 또한 각 측선에 나타나는 부분적인 저비저항대는 탐사지역 곳곳에 위치한 소규모 물웅덩이나 방치된 철재폐기물 때문인 것으로 생각된다.

한편 매립장 입구로부터의 거리에 따른 각 측선별 겐보기 비저항값의 분포 형태는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이같은 결과로 보아 비교적 낮은 심도의 지층, 즉 유효탐사심도 6 m이내의 지층은 매립장 입구 전방지역 전역에 걸쳐 골고루 낮은 비저항값을 가진다고 할 수 있다. 이는 이 지역 비저항 탐사 자료에서도 마찬가지로 고려할 때, 이 지역내 풍화대의 전반적인 오염 가능성을 다시 한 번 시사하는 결과라고 할 수 있겠다.

그러나, 유효탐사심도가 매우 낮은 편이어서 심부 지층의 오염을 판단하는 자료로 사용하기에는 다소 무리가 있으며 탐사지역의 전반적인 수평 비저항 분포를 살펴보거나 비저항 탐사의 보조자료로써 활용하는 것이 좋다고 생각된다.

5. 결 론

본 연구에서는 옥명 폐기물 매립지 내부와 매립지 입구 전방지역에서 전기비저항 수직탐사, 쌍극자 비저항 탐사와 전기전도도 수평탐사를 실시하였다. 매립지의 규모가 작아 많은 물리탐사가 이루어지지 못한 관계로 상세한 비저항 구조를 파악하기는 힘들었으나, 전반적인 지층의 오염범위나 정도를 파악할 수는 있었다. 탐사자료의 복합적인 해석결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 관측된 겐보기 비저항의 절대값이 다른 매립지에 비해 매우 낮게 나타나고 있으며, 이는 산업폐기물 매립지로서의 특징을 잘 보여주고 있는 것이다.

2. 제 6매립장에서는 피복된 과거 진입도로 부근을 제외하고는 0.3~3 Ωm의 저비저항대가 지표하 65 m까지 나타나고 있으며, 침출수위로 예상되는 이 저비저항대의 상부심도는 지표하 3~6 m로 나타났다.

3. 제 9매립장은 2 Ωm이하의 저비저항대가 지표하 11~15 m까지만 나타나고 있어 제 6매립장에 비해 매립장 하부의 지층오염은 경미한 것으로

판단된다.

4. 매립지 입구 전방지역의 비저항 탐사자료나 전기전도도 수평탐사 자료 모두 천부 지층의 비저항값이 20~30 Ω m로 매우 낮은 편이어서 이 지역내 풍화대 오염가능성이 높은 것으로 판단된다. 또한 같은 매립지 입구 전방지역에서도 매립장 입구쪽보다는 남쪽지역이 상대적으로 침출수의 영향을 많이 받고 있는 것으로 생각된다. 이는 매립장이 많고 매립시기도 오래된 제 6매립장과 제 9매립장에서 발생하는 침출수가 서쪽으로 이동하기 때문인 것으로 판단된다.

사 사

이 연구는 대학부설 기초과학연구소 학술연구조성비 지원으로 이루어진 연구과제(과제번호: BSR1-97-5407)의 일부로, 연구비를 지원해 주신 관계기관에 감사드립니다.

참고문헌

경북대학교 환경연구소, 1995, 폐기물 제 5매립장 지반안정 및 차단형 매립장의 구조물 안전 진단. 권병두, 김차섭, 정호준, 오석훈, 1995, 난지도 매립지 및 그 주변의 지질환경 연구: 중력 및 자력탐사, 자원환경지질, 28, 469-480.
 권병두, 서정희, 오석훈, 1998, 부산시 석대 매립지에서의 중력, 자력, VLF탐사, 자원환경지질, 31, 59-68.
 권병두, 오석훈, 정호준, 임형래, 이춘기, 1999, 포항 유봉산업 폐기물 매립지에서의 중력, 자력, VLF 탐사, 자원환경지질, 32 (계재 예정).
 김정호, 1987, 2차원 전기비저항 탐사자료의 역산. 서울대학교 박사학위 논문.
 유봉산업, 1995, 유봉산업 폐기물 매립시설 환경성 검토 및 사후대책수립 보고서.
 이기화, 권병두, 오석훈, 김차섭, 1996, 난지도에 인접한 한강변에서의 쌍극자 쌍극자 전기탐사, 자원환경지질, 29, 335-343.
 정상용, 1997, 포항폐기물 매립지 지하수분포 및 오염현황 연구, 부경대학교.
 환경청, 1992, 환경백서.

Cahyna, F., 1990, Monitoring of artificial infiltration using geoelectrical methods; *in* Ward, S. H., Ed., Geotechnical and Environmental Geophysics, Society Exploration Geophysics, 2, 101-106.
 Carpenter, P. J., Kaufmann, R. S., and Price, B., 1990, Use of resistivity sounding to determine landfill structure, *Groundwater*, 28, 569-575.
 Constable, S. C., Parker, R. L., and Constable, C. G., 1987, Occam's inversion: A practical algorithm for generating smooth models from electromagnetic sounding data, *Geophysics*, 52, 106-136.
 Dey, A. and Morrison, H. F., 1979, Resistivity modelling for arbitrarily shaped two-dimensional structure, *Geophysical Prospecting*, 27, 106-136.
 Geonics, 1980, Electromagnetic terrain conductivity measurement at low induction numbers, Technical Note TN-6.
 Kim, H. S. and Lee, K., 1993, Interactive interpretation methods for one-dimensional Schlumberger electrical sounding and magnetotelluric data, *Journal of the Geological Society of Korea*, 26, 493-506.
 Lee, K. and Yoon, J. R., 1995, Electrical explorations in and around the Nanjido waste landfill, *Journal of the Korean Society of Groundwater Environment*, 2, 64-71.
 Lee, K. and Yoon, J. R., 1997, Electrical surveys at the Seokdae waste landfill of Pusan, *Journal of the Korean Society of Groundwater Environment*, 4, 185-190.
 Lee, K. and Yoon, J. R., 1998, Annual variation of resistivity structure in and around the Nanjido waste landfill, *Journal of the Korean Society of Groundwater Environment*, 5, 1-9.
 Ross, H. P., Mackelprang, C. E., and Wright, P. M., 1990, Dipole-dipole electrical resistivity surveys at waste disposal study sites; *in* Ward, S. H., Ed., Geotechnical and Environmental Geophysics, Society Exploration Geophysics, 2, 145-152.
 Zohdy, A. A. R., 1989, A new method for the automatic interpretation of Schlumberger and Wenner sounding curves, *Geophysics*, 54, 245-253.

1998년 8월 26일 원고접수
 1998년 12월 7일 원고채택