

난지도 매립장 전기·전자 탐사

Electrical and Electromagnetic Surveys on the Nanji-do Landfill

이기화(Kie - Hwa Lee)* · 권병두(Byung - Doo Kwon)** · 정호준(Ho - Joon Chung)**

요 약 : 난지도 매립장의 매립물 특성과 지하구조를 파악하기 위해서 난지도 매립장 상부에서 슬럼버저 전기비저항 탐사와 동일송수신기 배열 시간영역 전자탐사를 실시하였다. 또한 6개의 측정에서는 두가지 탐사를 함께 실시하여 지하구조 해석결과와 신뢰도를 높이고자 하였다. 전기탐사와 시간영역 전자탐사로부터 구한 지하구조 모델은 서로 상당히 일치하는 양상을 보인다. 매립장의 전기비저항 구조는 천부에 높은 전기비저항을 보이는 표층 아래에 낮은 비저항층이 존재하며, 저비저항층 하부에 다시 고비저항층이 존재하는 양상을 보인다. 중간층의 저비저항은 매립물의 분해와 강수의 유입에 의해 생성된 것으로 보이며, 하부의 고비저항층은 난지도 지역의 기반암을 나타내는 것으로 보인다. 이상의 결과는 매립장 및 주변지역에서 실시된 슬럼버저 전기탐사 및 쌍극자배열 전기탐사의 결과와도 잘 대비된다. 매립장의 저비저항층이 기반암이 존재하는 것으로 생각되는 깊이까지 발달하고 있고, 난지도 지역에 오염물질의 수직이동을 막을 수 있는 불투수성 지층이 존재하지 않는 점을 고려할 때, 매립장에서 생성된 오염물질은 난지도 매립장 지하의 지하수로 바로 유입되는 것으로 보인다.

Abstract : Schlumberger electrical soundings and Coincident loop time-domain electromagnetic soundings were made on the Nanji-do landfill to investigate the nature of fills and the subsurface structure. The measured data were transformed into apparent resistivity values and then inverted in terms of 1-D resistivity models. At 6 points, both measurements were carried out to check the validity of the interpreted subsurface electrical structures. Interpreted layered models from each method show a good agreement. Obtained models show that a conductive zone exist below the shallow resistive zone. Conductive zone, which is considered to be influenced by decomposition of organic waste materials and infiltration of precipitation, is terminated by resistive zone which is considered as basement. Considering the fact that conductive zone extends to the basement and there exist no barrier layers such as clay layers, contaminant plumes are likely to flow into the groundwater directly.

서 론

서울특별시 마포구 상암동에 위치한 난지도 매립장은 1978년부터 1992년 말까지 서울시에서 배출된 대부분의 폐기물을 단순투기 방식으로 매립하여 형성되었으며 현재 94 m~98 m의 고도를 갖는 두개의 인공산을 형성하고 있다. 무계획적인 단순 투기방식의 매립으로 인해 악취, 침출수에 의한 한강 및 주변지역의 지하수의 오염, 매립장 자체의 불안정성 등이 문제가 되고 있고 이에 따라 매립지 안정화 및 환경오염 방지를 위한 사업이 서울시에 의해 수행되고 있다(서울시 청소사업본부, 1992a).

난지도 일대의 기반암은 호상흑운모화강암과 화강암질 편마암으로 이루어져 있으며, 기반암의 심도는 지표하 19.5 m~42.2 m 정도이다. 기반암 상부의 충적층은 상부세립층과 하부조립층으로 구분된다. 상부세립층은 대부분 실트질모래로 이루어져

있으며 모래질 실트, 실트질 점토가 분포하며, 하부 조립층은 비교적 분급이 양호한 중립 및 조립질의 모래와 자갈의 혼합물로 이루어져 있다(서울특별시 청소사업본부, 1992b).

난지도 매립장 및 그 주변지역에서 수행한 지구물리 탐사는 권병두 등(1995)이 매립장 및 주변지역에서 중력탐사와 자력탐사를 실시하였고, Lee and Yoon(1995)은 매립장 및 주변지역에서 슬럼버저 전기비저항 탐사를 실시하였으며, 이기화 등(1996)은 매립장 앞쪽 한강변을 따라 쌍극자-쌍극자 배열 전기비저항 탐사를 실시하였다. 본 연구에서는 매립장의 매립물 특성 및 지하구조를 파악하기 위해서 매립장에서 슬럼버저 전기비저항 탐사와 동일송수신기 배열 시간영역 전자탐사를 실시하였다.

전기비저항 탐사와 시간영역 전자탐사는 모두 지하의 전기비저항 분포에 따라 반응이 결정되며, 탐사심도는 전기비저항 탐사의 경우 전극전개를 넓게 함으로써, 시간영역 전자탐사의 경우 송신루프의 모멘트를 증가시킴으로써 깊어진다. 시간영역 전자탐사시 지하에 유기되는 이차전기장에 의한 이차자기장은 지하의 전기비저항이 높은 환경에서는 매우 빨리 감소하기 때

*서울대학교 지질과학과(Department of Geological Sciences, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

**서울대학교 지구과학교육과(Department of Earth Science Education, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

문에 좋은 탐사 결과를 얻기가 어렵다. 그러나 매립장의 경우 매립된 유기물의 분해, 금속산화물의 용해 등에 의해 일반적으로 낮은 전기비저항 환경이 만들어지므로 시간영역 전자탐사를 효율적으로 수행할 수 있다. 시간영역 전자탐사의 경우 전기비저항 탐사에 비해 상대적으로 깊은 탐사심도를 얻을 수 있는 반면에 얕은 심도의 정보를 얻는데는 한계가 있다. 따라서 얕은 심도의 정보를 비교적 상세하게 제공하는 전기비저항 탐사와 상대적으로 깊은 심도의 정보를 제공할 수 있는 시간영역 전자탐사를 함께 수행함으로써 지하구조를 해석함에 있어서 신뢰도를 높일 수 있다. 본 연구에서는 위와 같은 점을 고려하여 전체 측정점 중 6개 측정점에서 두 탐사를 함께 실시하였다.

일반적으로 슬러퍼져 전기비저항 탐사와 시간영역 전자탐사 자료의 역산은 지하를 수평다층구조로 가정하고 초기모델을 반복적으로 수정하여 최적의 지하모델을 구하는 방식을 사용한다. 이 경우 해의 안정성을 위하여 지하모델에 평활화 제한을 가하거나(Constable *et al.*, 1987) 자코비안 행렬의 고유치들 중에서 특정한 값보다 작은 고유치들에 해당하는 모델 파라미터들의 변화를 억제하는 방식(Jupp and Vozoff, 1975)을 취하여 역산을 실시하게 된다.

이러한 방법은 초기 모델에 강하게 의존하게 되므로 초기모델 설정이 잘못되었을 경우 부적절한 해를 얻을 수 있다. 측정자료로부터 지하 모델을 구하는 또 다른 방식으로는 모델공간을 전체적으로 탐색(global search)하여 측정자료를 가장 잘 설명하는 최적의 모델을 찾는 방법이 있다. 이 방법에서는 주로 SA(simulated annealing)이나 유전알고리즘(GA; Genetic Algorithm)(Holland, 1975)이 사용된다.

본 연구에서는 시간영역 전자탐사 자료의 해석은 유전알고리즘을 이용하여 매립장의 전기비저항 구조를 구하였고, 전기비저항 탐사 자료의 해석은 대화식 해석방법(Kim and Lee, 1993)을 이용하였다.

탐사자료 취득 및 자료해석 방법

탐사자료취득

전기비저항 탐사 및 시간영역 전자탐사는 1995년 5월에 실시하였으며, 전기비저항 탐사기는 OYO McOhm Mark2, 시간영역 전자탐사기는 SIROTEM을 사용하였다.

전기비저항 탐사는 슬러퍼져 배열로 전류전극 전개를 최대 220 m까지로 하여 8개 측정점에서 실시하였다. 시간영역 전자탐사는 동일 송수신기 배열(coincident loop array)을 이용하여 10개 측정점에서 탐사자료를 얻었고 송신루프와 수신루프의 크기는 모두 가로 50 m, 세로 50 m로 하였다.

Figure 1은 전기비저항 탐사와 시간영역 전자탐사의 측정점의 위치를 나타낸 것이다. 그림에서 전기비저항 탐사의 측정점은 화살표로 표시되어 있는데 화살표의 중앙이 탐사측점, 화살표의 방향이 전극배향방향이이다. 시간영역 전자탐사 측정점은 사각형으로 표시하였다. 그림에서 왼쪽이 제1매립지, 오른쪽이 제2매립지이며, 전기비저항 탐사측점은 제1매립지에 5개(S4~S8), 제2매립지에 3개(S1~S3)가 분포하며, 시간영역 전자탐사 측정점은 제1매립지에 5개(T6~T10), 제2매립지에 5개(T1~T5)가 분

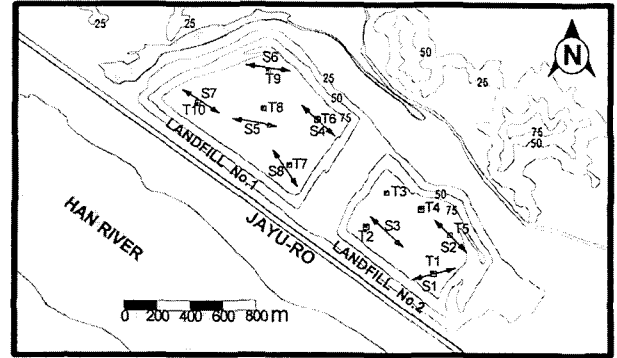


Figure 1. Simplified topographic map of the Nanjido Landfill area showing measurement locations of electric soundings (arrows) and time-domain electromagnetic soundings (squares). Contour interval is 25 m.

포한다.

시간영역 전자탐사에서 측정되는 반응은 수신루프에 유기되는 기전력으로 시간에 따라 감소하는 양상을 보인다. 기전력의 감쇄곡선으로부터 지하의 전기비저항 분포를 직접 알기는 어렵기 때문에 겉보기 전기비저항으로 환산하는 것이 편리하다. 기전력을 겉보기 전기비저항으로 환산하는 방법으로는 후기시간대 근사식(late time approximation)을 이용하는 방법(Lee and Lewis, 1974)과 Spies and Raiche(1980)에 의해 제시된 방법이 주로 사용된다. 본 연구에서는 후자의 방법으로 기전력을 겉보기 전기비저항으로 환산하였다.

유전알고리즘

유전알고리즘은 생명체가 여러 세대를 거치는 동안 적자생존의 원리에 의해 진화하는 것과 유사하게 풀고자 하는 문제의 해들을 진화시켜 가장 적합한 해들을 구하는 알고리즘이다. 유전알고리즘은 1975년 Holland와 그의 연구진들에 의해 체계화되었으며, machine learning, 함수의 최적화(optimization) 문제 등에 적용되어왔다. 지구물리탐사 자료의 해석에 유전알고리즘을 적용한 예로는 반사파 자료의 파형역산(Stoffa and Sen, 1991), AVO 자료 역산(Sen and Stoffa, 1992), MT자료의 이차원역산(Everett and Schultz, 1993) 등이 있다.

유전알고리즘의 장점은 목적함수의 구배(gradient) 정보에 의존하는 국부탐색(local search)방법에 비해 국부최적점(local optima)에서 벗어날 가능성이 높다는 점이다. 즉, 국부탐색방법에서는 새로운 모델은 이전 단계의 모델을 바탕으로 구해지므로 초기 모델이 국부최적점 근처에 있는 경우 최종 모델은 국부최적점에 수렴할 가능성이 높은 반면에 유전알고리즘은 이전 단계의 모델들을 바탕으로 하면서도 동시에 모델공간의 새로운 부분을 탐색할 수가 있기 때문에 국부최적점에서 벗어날 수가 있다.

유전알고리즘으로 최적의 해를 구하기 위해서는 먼저 모델과 라미터를 적절한 형태로 표현해야 하는데 일반적으로 이진수 문자열(string)을 사용한다. 진화를 하기 위한 집단은 적절한 개수의 이진수 문자열로 표현된 모델들로 구성된다. 초기모델들은 무작위(random)로 선택되며 이러한 모델들로 구성된 집단은 번식(reproduction), 교배(crossover), 변종(mutation) 과정을

거치면서 진화하게 된다. 어떤 세대에서 집단에 포함된 각 모델들은 적합성(fitness)을 부여받으며, 새로운 세대를 구성하기 위해서는 현재 집단에서 두개의 모델을 선택하여 교배와 변종과정을 거쳐 새로운 모델을 만들게 된다. 이 과정에서 적합성이 높은 모델일수록 선택될 가능성을 높게 한다. 일단 적합성에 따라 모델들을 선택하게 되면 선택된 모델들의 적합성의 평균은 증가하게 된다. 교배는 이러한 모델들로부터 좀 더 적합성이 높은 모델들을 구하기 위한 과정으로 생명체의 번식에서 유전인자의 교환이 일어나는 것과 같은 과정이다. 적합성에 따라 선택된 두개의 모델을 각각 P_1, P_2 , 교배에 의해 생긴 새로운 모델들을 C_2, C_1 라 하고 문자열의 길이가 7, 문자열의 교환이 일어날 위치 k 가 4라고 하면 다음과 같은 방식으로 새로운 모델이 만들어진다.

$P_1 = 00001000 \quad C_1 = 00001111$
 $P_2 = 11111111 \quad C_2 = 11111000$

변종 과정은 해들이 너무 빨리 수렴하는 것을 막기위해 적용된다. 즉, 모델공간을 충분히 탐색하지 않은 상황에서 해들이 수렴하게 되는것을 막기 위한 과정으로 아주 작은 확률로 문자열의 선택된 위치의 수를 바꾸어 준다.

이러한 과정들은 해들이 적절한 조건으로 수렴할 때까지 반복적으로 수행된다. 물론 수렴된 해가 전체최적점이 아닐 수도 있지만, 유전알고리즘은 모델공간의 많은 부분을 동시에 탐색하여 그들의 적합성을 비교하기 때문에 해가 국부최적점으로 수렴될 확률은 적다.

유전알고리즘 역산의 검증

유전알고리즘을 이용한 역산은 모델공간에서 무작위적으로 선택된 모델들은 진화시켜서 해를 구하게 되는데 모델 공간을 완전히 탐색하기 보다는 탐사자료, 지질학적 정보 등을 통해 탐색공간을 제한하는 것이 효율적이다. 설정된 탐색범위 내에서 각 파라미터를 원하는 분해능(resolution)으로 이산화(discretization)하여 이진수문자열로 표시된 모델들에 대응시킨다. 본 연구에서는 각 파라미터는 로그축상에서 등간격으로 분포하도록 이산화 하였다. 모델의 적합도는 오차가 큰 초기단계에는 각 측정값에 대해 이론값의 상대오차를 구하여 상대오차의 값에 따라 적절한 값을 할당한 후 그 값들을 합한 다음에 전체 측정값의 개수로 나누어 최대가 1이 되도록 설정하였으며, 이론반응의 오차가 어느정도 작아진 후에는 위와 비슷하게 측정값과 이론값 곡선의 유사도를 나타내는 값을 계산하여 상대오차로부터 할당된 값과 합하여 최대 적합도가 2가 되도록 하였고 Micro GA(Krishnakumar,1989; Carroll, 1996) 기법을 이용해 해를 구하였다.

Figure 2는 유전알고리즘의 적용가능성을 검증하기 위해 인위적으로 설정한 모델의 이론반응에 유전알고리즘을 적용한 결과를 나타낸 것이다. 역산알고리즘으로 구한 지하모델은 2층의 두께가 다소 얇게 계산되고 2층, 4층의 전기비저항의 값이 실제보다 낮게 나오지만 전체적인 전기비저항 구조를 매우 잘 나타내고 있으며 유전알고리즘을 실제 탐사자료의 해석에 적용할 수 있다고 판단된다.

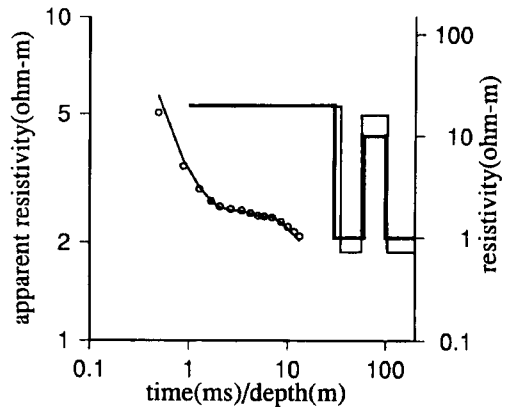


Figure 2. Result of GA for artificial model. Thick solid line and circles represent the artificial model and its response. Interpreted model using GA and its response are represented by thin solid line.

자료 해석 결과

전기비저항 탐사

Figure 3은 8개 측정에서의 슬림버저 전기비저항탐사의 측정값(원)과 지하의 전기비저항 구조(굵은 실선) 및 이론반응(가는 실선)을 함께 나타낸 것이다. 지하의 전기비저항 구조는 4층구조를 가정하였다. 측정된 겉보기 전기비저항의 변화양상은 높은 겉보기 전기비저항을 보이는 표층 아래에 낮은 겉보기 전기비저항을 가지는 층이 존재함을 보여주며 다시 겉보기 전기비저항이 증가하는 양상을 보인다.

Table 1은 슬림버저 탐사자료로부터 구한 전기비저항 구조를 나타낸 것이다. 본 연구의 전기탐사결과는 Lee and Yoon (1995)의 결과와 대체로 잘 일치한다. Figure 2 및 Table 1에서 보면, 슬림버저 전기탐사자료로부터 구한 전기비저항 구조는 크게 상부의 고비저항층, 중간층의 저비저항층, 하부의 고비저항층으로 구분될 수 있음을 알 수 있다. 상부의 고비저항층은 2.2 m~10.9 m의 두께를 보이는 층으로 전기비저항은 26.8 ohm-m~88.5 ohm-m 사이의 값을 가진다. 고비저항층 하부의 저비저항층은 10.2 m~26.1 m 정도의 두께와 7.1 ohm-m~16.4 ohm-m의 전기비저항을 보이는 층과 그 하부의 83.9 m~106.2 m 정도의 두께와 2.5 ohm-m~9.6 ohm-m의 전기비저항을 가지는 층으로 나눌 수 있다. 이 층들은 침출수에 의해 부분포화된 층과 완전히 포화된 층에(Lee and Yoon, 1995) 해당한다. 그러나 부분포화된 층 및 완전포화된 층의 두께는 Lee and Yoon(1995)에 의해 제시된 두께와 다소 차이를 보이는데 이는 전기탐사 자료 해석상의 오차와 강우 등에 기인한 매립장의 지하수위의 변화에 의한 것으로 생각된다.

하부의 고비저항층은 이 지역의 기반암으로 생각되며 고비저항층 상부면까지의 깊이는 105.9 m~130.0 m의 범위를 보인다.

시간영역 전자탐사

Figure 4는 10개 측정에서의 시간영역 전자탐사의 측정값(원), 지하전기비저항 구조(굵은 실선) 및 이론반응(가는 실선)

를 함께 나타낸 것이다. 각 그림에서 가로축은 시간 또는 심도를 나타내며 왼쪽의 세로축은 탐사곡선의 겉보기 비저항축이다

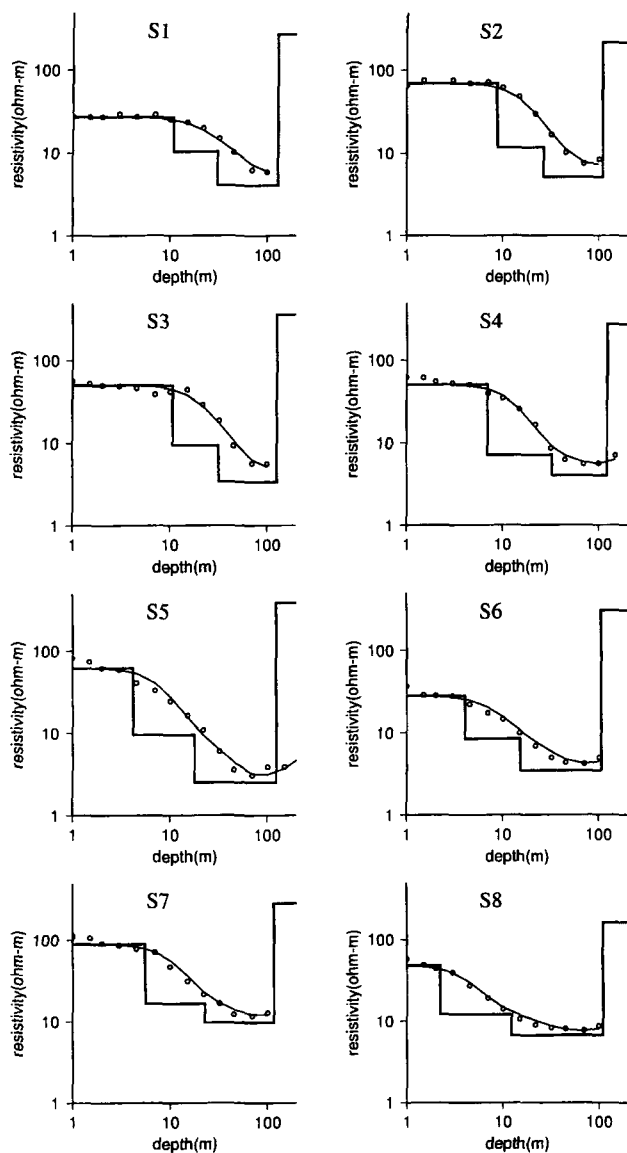


Figure 3. Apparent resistivity curves of electric soundings and interpreted layered models (circle : measured data; thin solid line : theoretical response of layered model; thick solid line : layered model).

Table 1. Interpreted resistivity models of the layered earth based on Schlumberger soundings (H : thickness of layer (meter), Rho : resistivity of layer (Ohm-m))

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
H1	10.9	8.8	10.6	7.0	4.2	4.1	5.5	2.2
H2	20.2	17.8	21.0	26.1	13.8	11.2	17.2	10.2
H3	98.9	83.9	94.1	89.2	106.2	90.6	94.3	98.1
Rho1	26.8	69.2	50.0	50.7	61.5	27.6	88.5	48.4
Rho2	10.4	11.7	9.4	7.1	9.5	8.4	16.4	12.1
Rho3	4.0	5.2	3.4	4.0	2.5	3.5	9.6	6.7
Rho4	276.5	219.6	363.6	274.2	381.2	304.5	279.9	161.9

며, 오른쪽 축은 지하구조의 전기비저항 축이다. 탐사곡선은 겉보기 전기비저항이 감소하다가 다시 증가하는 형태가 대부분이나, T5의 경우 겉보기 전기비저항이 증가하다가 감소하는 형태, T7과 T10에서는 겉보기 전기비저항이 계속 감소하는 양상을 보인다. 시간영역 전자탐사시 측정이 시작되는 시간에는 지하에 유기된 이차전류가 이미 어느정도 깊이까지 전파된 후이기 때문에 천부에 대한 자세한 정보를 얻기 힘들다. 따라서 이러한

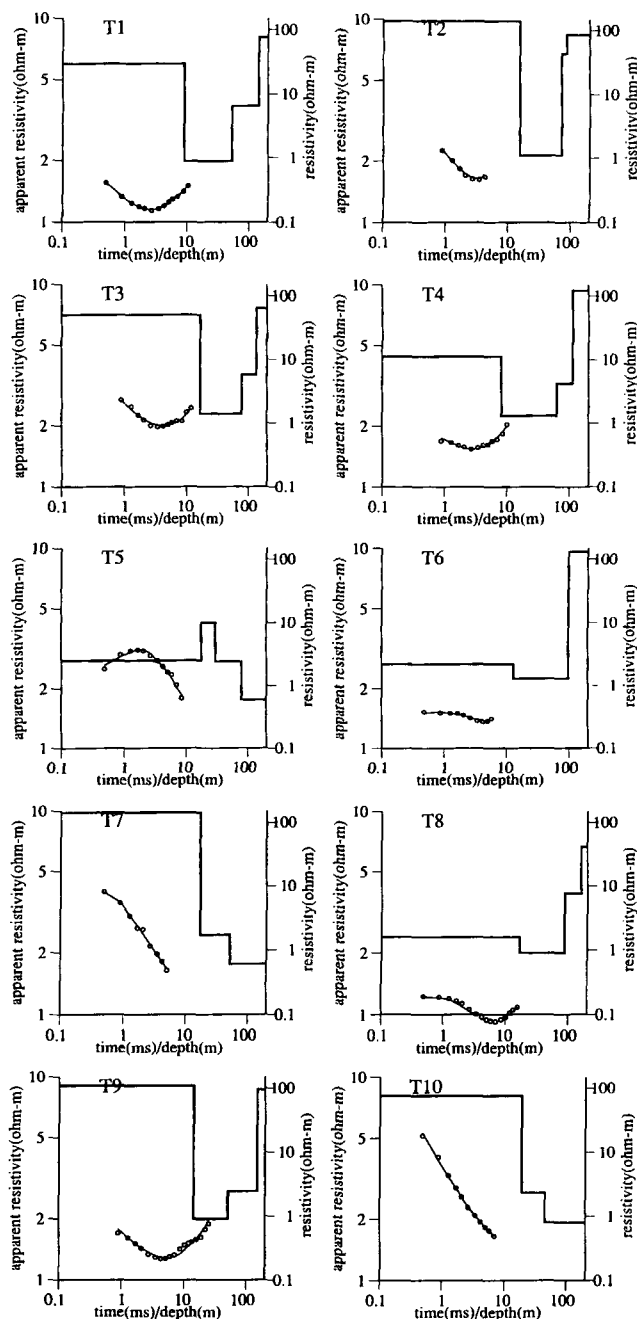


Figure 4. Apparent resistivity curves of time-domain electromagnetic soundings and interpreted layered models (horizontal axis : depth (m) or delay time (ms); left vertical axis : apparent resistivity for curve; right axis : resistivity for layered model).

경우 최소자승법으로 역산을 하면 초기 모델을 설정하기가 어렵다. 그러나 유전알고리즘을 이용하게 되면 지하모델을 구할 때 초기모델은 무작위적으로 선택되므로 이러한 문제점을 피할 수 있다.

Table 2는 시간영역 탐사자료로부터 구한 전기비저항 구조를 나타낸 것이다. 겉보기 전기비저항이 시간에 따라 계속 감소하는 경향을 보이는 T5, T7, T10을 제외하고는 고비저항을 나타내는 첫번째 층의 두께는 8.2 m~19 m 사이의 값을 가진다. 시간영역 전자탐사자료에는 초기시간에서의 정보가 부족하기 때문에 첫 번째 층의 전기비저항 값은 신뢰도가 있는 값이라 할 수는 없다. 고비저항층 하부의 저비저항층은 0.6 ohm-m~7.7 ohm-m의 전기비저항과 70.5 m~142.8 m의 두께를 보이며 매립장 상부면으로부터 86 m에서 159.4 m 깊이까지 분포하는 것으로 나타난다. 저비저항층은 두개의 층으로 구분되는데 전기탐사 자료로부터 구한 전기비저항 구조와는 양상이 다르다. 일반적으로 시간영역 전자탐사 자료의 전기비저항과 전기탐사 자료의 전기비저항 값은 다르게 나타나는데 이는 지하 매질의 대한 두 탐사의 반응양상의 차이, 지표 부근에 금속성 물체가 존재할 때의 반응정도의 차이 등 여러 요인에 의해 생기며 이로 인해 역산 결과는 서로 어느 정도 달라지게 된다.

지하구조 해석의 신뢰도를 높이기 위해서 6개의 측정점에서 두가지 탐사를 동시에 실시하였다.

시간영역 전자탐사시 송신루프의 전류단락은 계단함수의 형태가 아니고 램프(ramp)형태로 나타나므로 탐사자료의 역산시 램프 시간을 고려하여야 한다. 그러나 이번 탐사에서는 램프 시간을 정확히 측정할 수 없었기 때문에 0.1ms로 가정하였고, 이 때문에 역산결과에 오차를 유발할 수 있다. 또한 지하 매질의 불균질성, 실제 지하구조와 역산모델의 차이, 자료에 포함된 잡음수준의 차이등 때문에 지하구조를 일차원으로 가정하여 해석을 하게 되면 두 자료의 역산 결과는 다소 차이를 나타내게 된다.

Figure 5는 6개의 측정점 중 3개 측정점(S1과 T1, S4와 T6, S6와 T9)의 각 탐사의 결과를 비교한 것이다. 굵은 실선은 전기비저항 탐사에 의한 구조, 가는 실선은 시간영역전자탐사에 의한 구조를 나타낸다. 그림에서 보면 두 자료의 결과가 서로 다소 차이를 보이지만 깊이에 따른 전기비저항의 구조에서 상당히 유사한 결과를 보임을 볼 수 있고 따라서 여러 탐사를 동시에 실시하면 해석 결과의 신뢰도를 높일 수 있음을 알 수 있다.

결론

시간영역 전자탐사자료와 전기비저항 탐사자료의 비교

시간영역 탐사와 전기비저항 탐사의 결과를 서로 비교하여

Table 2. Interpreted resistivity models of the layered earth based on TEM soundings (H : thickness of layer (meter), Rho : resistivity of layer (Ohm-m))

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
H1	8.9	15.5	16.5	8.2	17.5	13.0	17.1	16.6	14.1	19.0
H2	43.3	56.1	61.4	54.3	12.3	86.2	34.2	70.3	36.7	25.6
H3	90.7	14.4	57.4	50.0	48.5			72.5	98.9	
Rho1	29.3	139.5	49.8	11.2	2.5	2.2	141.4	1.6	108.5	75.4
Rho2	0.9	1.1	1.4	1.3	9.9	1.3	1.7	0.9	0.9	2.3
Rho3	6.5	43.4	5.7	4.2	2.4	130.5	0.6	7.7	2.4	0.8
Rho4	75.4	86.0	63.5	122.2	0.6			40.8	94.0	

난지도 매립장의 지하 전기비저항구조를 밝히기 위해서 매립장 상부에서 시간영역 전자탐사와 전기비저항 탐사를 실시하였다. 두 탐사자료의 해석결과를 다소 차이를 보이지만 상당히 유사한 전기비저항 구조를 보인다. 각 탐사자료로부터 구한 지하 전기비저항 구조를 보면 매립장 표층에 고비저항을 나타내는 층이 존재하고 그 하부에 저비저항층이 존재하며 이 저비저항층은 다시 두 개의 층으로 구분될 수 있다. 이러한 저비저항층은 유기질 매립물의 분해와 유수의 유입으로 인해 형성된 것으로 생각되며 전기탐사 자료로부터 구한 모델들에서는 두께와 심도에서 다소 차이를 보이지만 Lee and Yoon(1995)에 의해 제시된 부분포화층, 완전포화층에 해당하는 것으로 보인다.

저비저항층 하부에는 다시 고비저항층이 나타나는데 고비저항층까지의 심도는 난지도 주변에서 실시한 솔럼버저 전기비저항 탐사(Lee and Yoon, 1995) 및 난지도 매립장 남쪽의 한강변에서 실시한 쌍극자배열 전기비저항탐사(이기화 등, 1996) 결과 확인된 저비저항층 하부의 고비저항층의 심도와 거의 유사

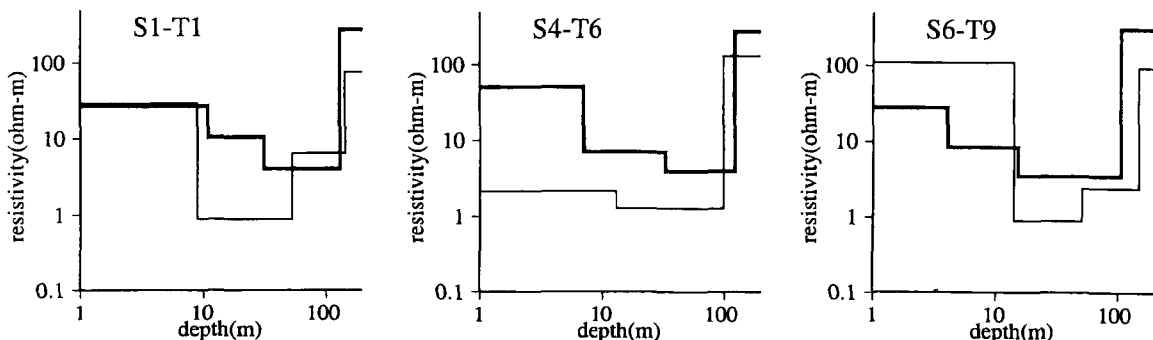


Figure 5. Comparison of layered models interpreted based on electric soundings (thick solid line) and time-domain electromagnetic soundings (thin solid line) at three stations.

하게 나타나며 이 층은 이 지역의 기반암에 해당하는 것으로 보인다.

본 탐사의 결과와 쌍극자배열 전기탐사의 결과, 그리고 난지도 지역의 충적층의 지질이 상부부분은 실트질모래, 하부부분은 조립질모래와 자갈로 이루어져 있고 매립장에서 나오는 오염물질의 이동을 막을 수 있는 투수성이 낮은 점토층등이 존재하지 않음을 고려할 때 매립장에서 생성된 오염물질은 하부의 지하수로 바로 이동하는 것으로 생각된다.

사 사

이 연구는 대학부설 기초과학연구소 학술연구조성비 지원으로 이루어진 연구과제(과제번호:BSRI-95-5407)의 일부로 연구비를 지원해 주신 관계기관에 감사드립니다.

참고문헌

- 권병두, 김차섭, 정호준, 오석훈, 1995, 난지도 매립지 및 그 주변의 지질환경 연구 : 중력 및 자력탐사, 대한환경지질학회, 28, p. 469-480.
- 서울특별시 청소사업본부, 1992a, 난지도 매립지 환경오염방지 및 안정화대책 기본계획보고서, 444p.
- 서울특별시 청소사업본부, 1992b, 난지도 매립지 환경오염방지 및 안정화대책 기본계획 토질조사보고서, 199p.
- 이기화, 권병두, 오석훈, 김차섭, 1996, 난지도에 인접한 한강변에서의 쌍극자-쌍극자 전기탐사, 29, p.335-343.
- Carroll, D. L., 1996, Chemical Laser Modeling with Genetic Algorithms, AIAA J., 34, p.338-346.
- 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, p. 289-300.
- Everett, M. E. and Schultz, A., 1993, Two dimensional nonlinear magnetotelluric inversion using a genetic algorithm, J. of Geomagnetism and Geoelectricity, 45, p.1013-1026.
- Holland, J. H., 1975, Adaptation in natural and Artificial systems, MIT press.
- Jupp, D. L. B. and Vozoff, K., 1975, Stable iterative methods for geophysical inversion, Geophys. J. Roy. Astr. Soc., 42, p.957-976.
- Kim, H. S. and Lee, K., 1993, Interactive interpretation methods for one-dimensional Schlumberger electrical sounding and magnetotelluric data, Jour. Geol. Soc. Kor., 26, p.493-506.
- Krishnakumar, K., 1989, Micro Genetic Algorithms for stationary and non-stationary function optimization, SPIE: Intelligent Control and Adaptive Systems, v.1196, Philadelphia, PA.
- Lee, K. and Yoon, J. R., 1995, Electrical Explorations in and around the Nanjodo Waste Landfill, J. of the Korean Society of Groundwater Environments, 2, p.64-71.
- Lee, T. and Lewis, R., 1974, Transient EM response of a large loop on a layered ground, Geophys. Prosp., 22, p.430-444.
- Spies, B. R. and Raiche, A. P., 1980, Calculation of apparent conductivity for the transient electromagnetic (coincident loop) method using HP-67 calculator, Geophysics, 45, p.1197-1204.
- Stoffa, P. L. and Sen, M. K., 1991, Nonlinear multiparameter optimization using genetic algorithms : inversion of plane-wave seismograms, Geophysics, 56, p.1794-1810.
- Sen, M. K. and Stoffa, P. L., 1992, Genetic inversion of AVO, TLE, p.27-29.