地下水의 적정 양수량 추정에 관한 연구 (1)

裵 相根* 樋根 勇** 吉田 誠***

1. 서 론

바람직하지 않은 결과를 초래하지 않는 범위 내에서의 이용가능한 최대 지하수 양수량(safe yield)을 추정하는 것은 지하수관리에 있어서 대단히 중요하다. 지하수관리를 위해서는 지하수의 적정양수량 추정이 필요하나, 이것이 쉽지 않다. 이는 보다 양호한 추정을 위해서는 많은 기초자료가 필요하며 이들자료의 수집을 위하여 수반되는 제반 문제들의 해결이 어렵기 때문이다. 본 연구는 현장관측과 여러가지 해석기법을 이용하여 적정 양수량을 추정하기 위한 기초결과의 일부이다.

2. 연구지역의 개요

연구대상지역은 일본 동경도이다. 동경도지역의 지형은 서부로 부터 동부로 향하여 산지, 구릉지, 대지 및 저지로 계단상으로 배열되어 있다. 이와 같은 지형의 상이는 각각의 지형구성물질과 형상시기의 차이에 의한 것이다.

본 지역에는 70 - 360m의 고도로 분포하는 5개의 丘陵이 있다. 또한, 넓은 면적을 가진 武藏野台地가 존재하며 이 대지는 동경도에서 埼玉縣까지 분포하고 있다. 이 대지의 고도는 북서부에서는 약 190m이며 동부로 향할수록 낮아진다. 대지의 동측에서는 急崖를 가져 대지와 경계가 분명한 저지가 분포하고 있다. 동부지역이 下●低地이며 주로 荒川과 中川의 충적저지로 4m이하의 평지이다. 남부의 多摩川연안 지역에는 多摩川低地가 분포하며 삼각주성의 低平한 지역을 형성하고 있다.

본 지역의 지질은 1000本 이상의 지질주상도가 작성되어 있어 비교적 상

* 계명 대학교 부교수** 筑波大學 敎授*** 日サク

세히 알 수 있다. 본 지역의 기반암은 제3기의 上總層群北多摩層으로 전 지역에 걸쳐 분포하며 層厚는 540m이상이며 層相으로는 고결실트나 실트암을 주제로 하는 난투수층이다. 본 층 중에는 최대두께 100m의 江東砂層이 협재하고 있다. 北多摩層의 上位에는 上總層群東久留米層이 거의 전역에 걸쳐 분포한다. 본층의 층후는 최대 300m정도이며 층상은 사층을 주제로 하여 곳곳에 두께 10m미만의 실트를 협재하고 있으며 양호한 대수층이다. 본 층의

상위에는 홍적세의 東京層群舍人層이 최대 200m의 층후로 서부및 남부의 多摩유역을 제외한 거의 전역에 분포한다.

그 상위에는 東京層群江戶川層이 최대 110m의 層厚로 下●低地를 중심으로 분포하고 있으며 본층의 층상은 사력층, 사층및 실트층의 호층으로 되어 있다. 그 上位에는 東京層群高砂層이 최대 190m의 층후로 下●低地의 북동부에서 동부에 걸쳐 분포하고 있으며 층상은 실트층, 사층및 사력층으로 구성된다. 이층의 상위에는 5 - 10m의 두께를 가진 武藏野砂礫層 및 loam層이 분포하며 그 상위에는 약 5m의 층후를 가진 立川砂礫層 및 loam層이 존재한다. 그 층의 상위에는 실트및 사층의 호층으로된 七號地層이 분포하며 그 상위에는 두께 0 - 35m의 하부 실트층과 두께 0 - 10m의 상부사층으로 형성된 有樂●層이 존재한다.

그림 1은 동경대학 本鄕캠퍼스내에 있는 동대지질 연구소의 深井戶에 있어서의 지하수위의 경년변화를 나타내고 있다. 우물심도는 380m이며 스크린의 위치가 우물의 최하단부에 설치되어 있는 것으로 여겨짐으로 이 심정호의 수위는 깊이 380m 부근의 피에조수두를 나타내고 있다고 보여진다.

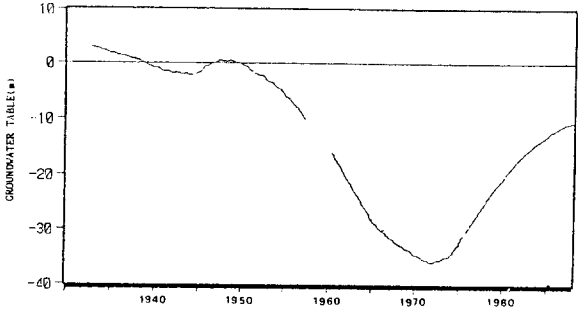

그림 1. 동경대학 심정호의 수위 변화

이 그림으로 부터 명백한 바와같이, 이 深井戶로 대표되는 지하수의 피에죠두수는, 1930년경 부터 1940년까지의 지하수개발의 영향으로 천천히 낮아졌다. 제2차 세계대전중과 그 직후의 일본경제의 정체기에 지하수는 일시적으로 회복하나, 1948년경부터 다시 저하하여 1971년 말에 최저수위를 기록하고 있다. 1932년 10월과 최저수위를 기록한 시점까지의 지하수의 총저하량은 38.97m였다. 그 후, 양수규제에 의하여 수위는 급격히 회복하여 최근에는 표고 -10m 부근까지 회복하고 있음을 나타내고 있다.

3. 지하수 유동해석

연구지역의 상부지질의 영향으로 많은 지역에서 Perched Aquifer의 존재가 확인되어, 지하수면 분포형상을 알기가 대단히 어렵다. 그래서 Perched Aquifer의 영향을 배재할수 있다고 여겨지는 표고 -100m 심도에서의 피에죠수두를 평면적으로 나타내어 전지역의 지하수 유도양상 및 그의 변화를 살펴보았다. 경년변하를 살펴보기 위한 고려대상 년도는 그림 1에서, 본 지역의 지하수위가 최고수위로부터 개발에 의한 영향으로 하강하기 시작한 1950년 , 지하수 채수량이 거의 극에 이르러 지하수위가 거의 최저수위에 달한 1970년과 지하수의 사용규제로 인하여 많은 수위회복를 보였으며 거의 개발이전의 상태까지 회복을 나타내고 있는 최근(1987년) 의 3개년으로 하였다.

이들 3개년에 대한 결과도가 그림 2에서 그림 4까지 나타나있다.그림에서 mesh와 단면을 넣은 것은 계속되는 연구에서 있을 시뮬레이션에 의한 결과치와 비교하기 위하여서이다. 그림 2는 1950년의 표고 -100m에서의 포텐샬 분포도이다. 본 그림으로 부터 아직까지 지하수 사용량이 그다지 많지 않은 관계로 단면 4의 서쪽에서의 지하수 유동은 인위적인 영향을 받지 않고 천천히 유동함을 나타내고 있다. 그러나 4단면의 동쪽에서는 양수로 인한 영향이 조금씩 나타나고 있으며 지하수도 그 양수지점을 향하여 유동하고 있음을 나타내고 있다. 특히, D단면과 5단면, B단면과 5단면의 교차점 부근에서의 양수에 의한 영향이 뚜렷함을 알 수 있다.

그림 3은 지하수 양수규제가 있기 전년인 1970년의 포텐샬분포도이다. 본 그림으로 부터 전지역에 지하수 양수의 영향이 미치고 있음을 알 수 있다. 지하수 유동양상도 대단히 복잡해져 있으며 -40m이상 낮아져 있는

곳도 나타나고 있음을 알 수 있다. 그림 2에서는 서쪽의 산지에서 함양된 지하수가 동쪽으로 유동하여 단면 5를 통과하고 있음을 나타내고 있으나 본 그림에서는 단면 4를 통과하지 못함을 나타내고 있다. 단면 3의 동쪽에서는 지하수가 전반적으로 서쪽에서 동쪽으로 유동하나 단면 3의 동쪽 지역에서의 지하수 유동은 일정한 방향이 없는 복잡한 유동양상을 보이면서 양수지점으로 집중하고 있음을 나타내고 있다.

그림 4는 지하수 양수규제로 인하여 지하수위가 거의 회복된 1987년의 포텐샬 분포도이다. 본 그림에서 지하수는 단면 3의 서쪽에서의 지하수유동은 서쪽에서 동쪽방향으로 일어나고 있으며 단면 3및 그 부근에서 양이 많지 않으나 양수가 있음으로 해서 양수지점을 향하여 지하수가 느리게 유동하여 단면 3및 그 부근에서 대부분의 지하수의 수평방향 유동성분이 없어짐을 나타내고 있다. 또한 단면1과 단면 2 사이에는 단면 2와 단면 B의 교점 부근의 양수의 영향으로 지하수 유동경사가 급하게 나타남을 알 수 있다. 그러나, 단면 3의 동쪽지역에서는 단면 3 부근에서 서쪽으로부터 동쪽으로 유동하던 지하수의 수평성분이 없어짐으로 해서 포텐샬경사가 연직류에만 의존하게 됨으로 흐름이 대단히 느려지게 되었으며 지하수 유동이 거의 없는 지하수 정체 현상이 나타나고 있음을 알 수 있다 .

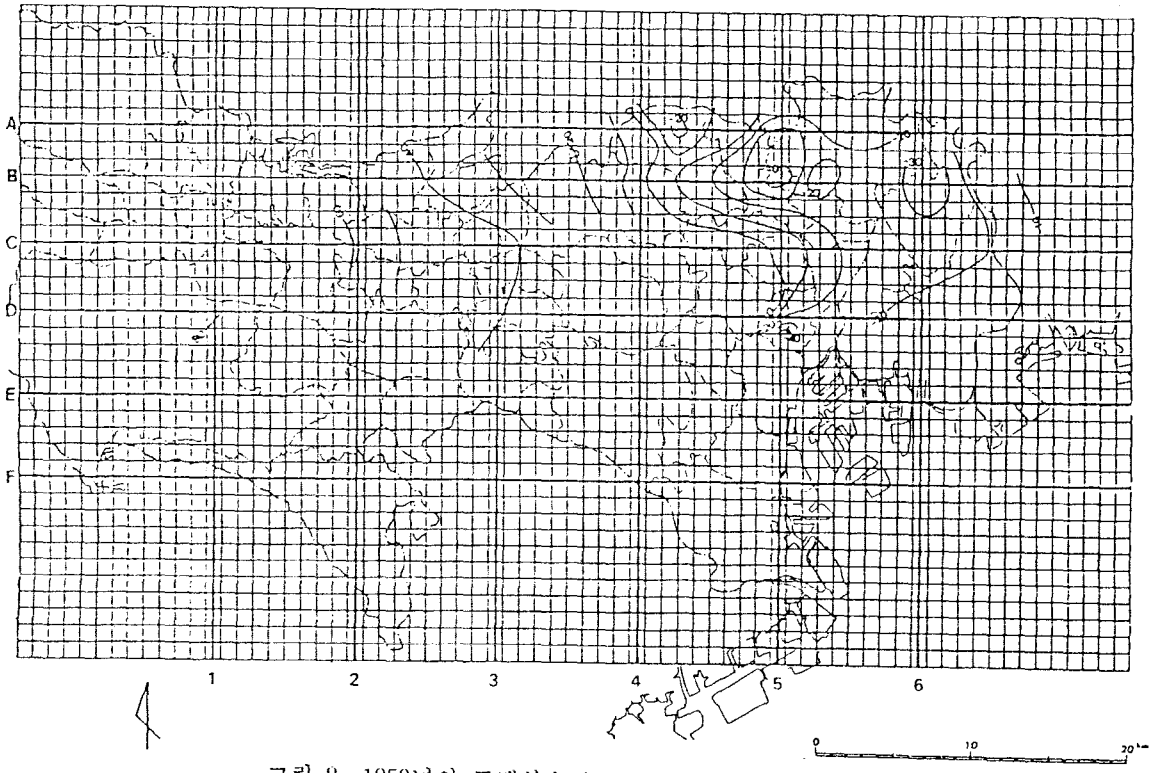

그림 2. 1950년의 포텐샬수평분포도

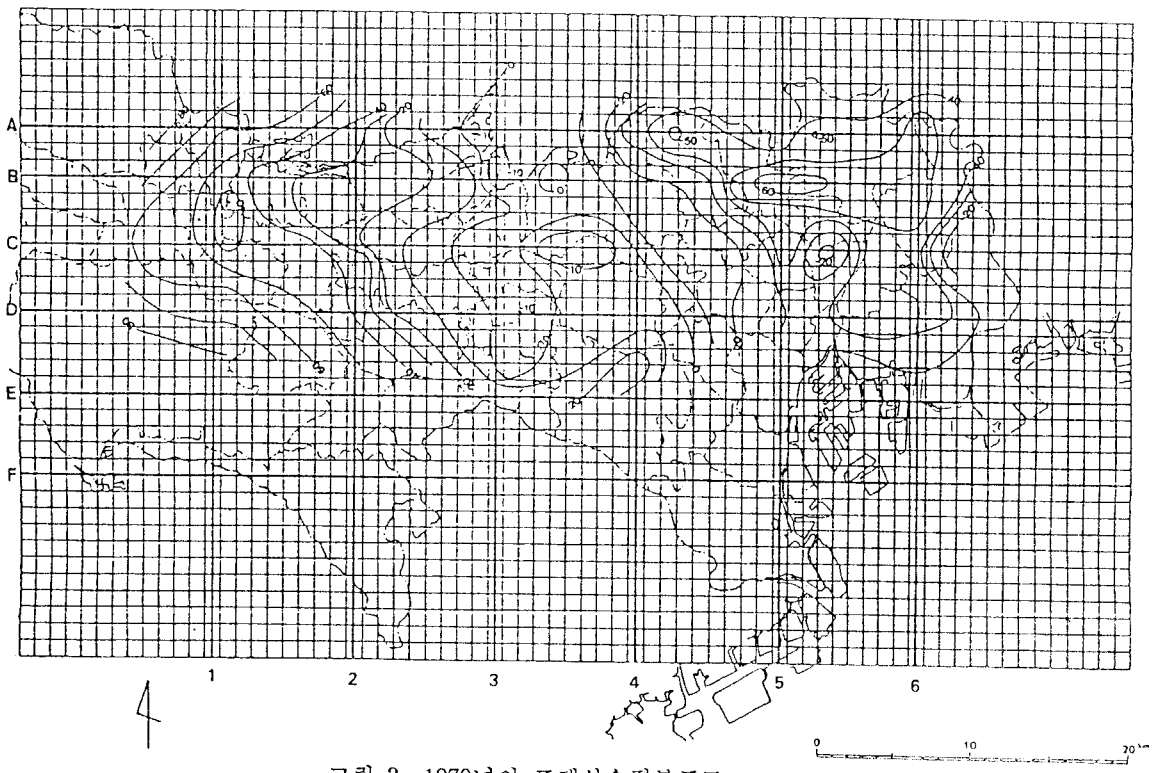

그림 3. 1970년의 포텐샬수평분포도

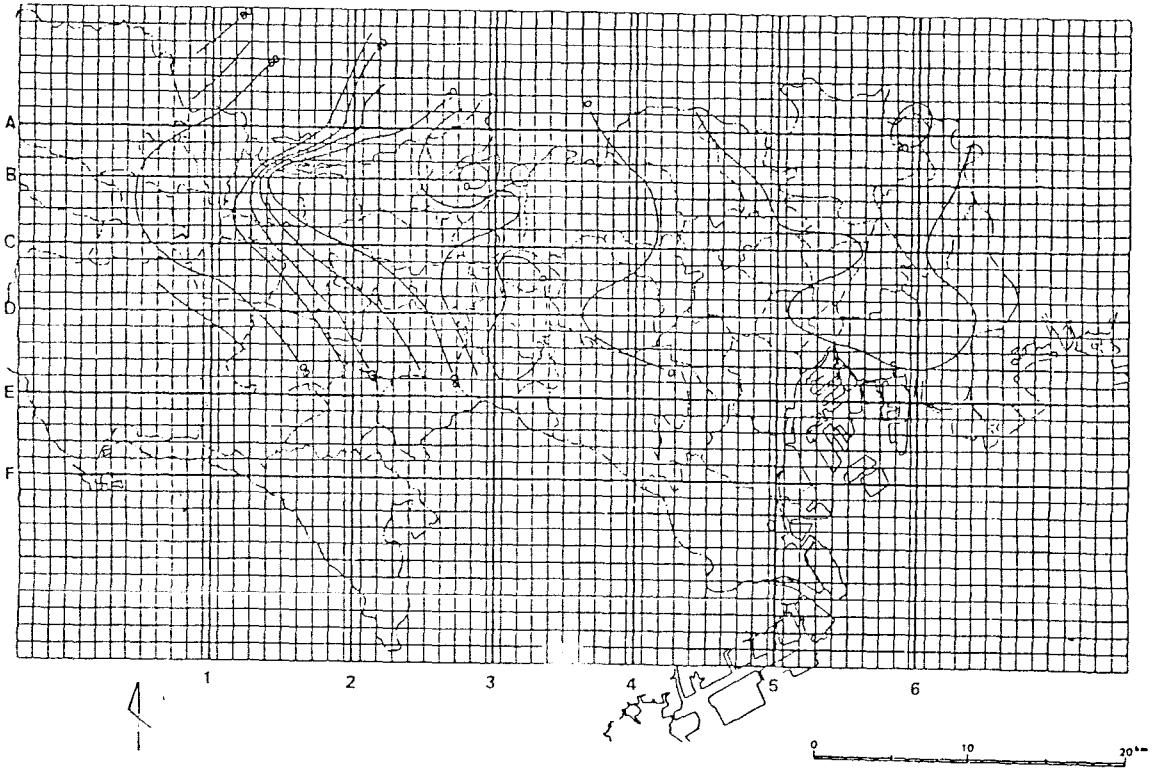

그림 4. 1987년의 포텐샬수평분포도