

## 扇状地の地下水変動の研究

北海道大学工学部 古川 治彦  
 北海道大学工学部 正 員 黒木 幹男  
 北海道大学工学部 正 員 板倉 忠興

### 1. はじめに

地下水は、地盤を構成している一要素であるとともに、貴重な水資源でもある。しかし近年、地下水は過剰取水に伴う地下水位の低下や枯渇、さらには地盤沈下という問題や、有機塩素化合物などの浸透による地下水汚染が大きな社会問題となってきている。これらの問題を解決するためには、地下水の動態を知ることが重要になる。地下水保全を進めていく上で、この動態を知ることが第一歩になると言えるのではなかろうか。

本論文では、豊平川扇状地をモデルとして、地下水位データとその自己相関関数から各地点における地下水位変動の特徴をとらえ、地下水位がどのような影響を受け変動するのか、また地下水の流向はどう予測されるかについて探っていこうとおもう。

### 2. 観測井と区域分け

現在、豊平川扇状地とその周辺地域には22地点、25個の地下水位観測井（以下、観測井と略す）がある。このうち、あまりに接近しているため、どちらか一方でよかろうと思われる1地点を除いた21地点に対して、Thiessen法により区域分けを行った。これにより、一区域内の地下水位は、その区域内の観測井と同様の傾向を示すものとした。これらを表したのが図-1であるが、豊平川扇状地の扇端部はPOINT 1~3~5の辺りであり、またPOINT 19の辺りには月寒台地が張り出しているので豊平川扇状地からははずれていると考えられる。よって今回の論文では、豊平川扇状地からはずれている地点（POINT15~21、図-1の ~~影~~の部分）に関しては対象外とする。

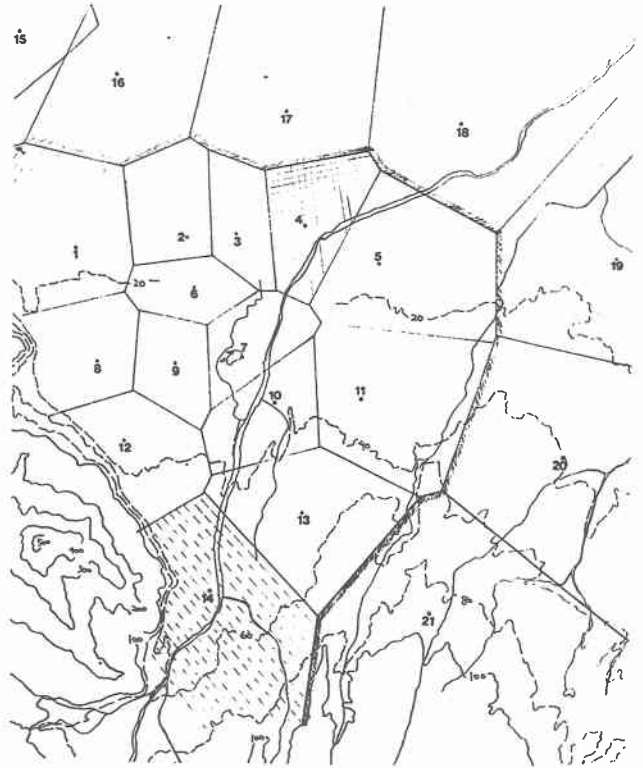
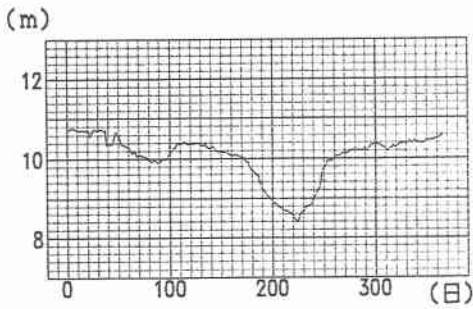
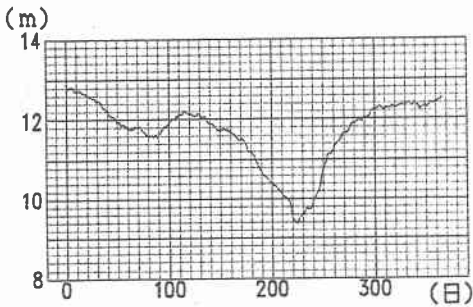
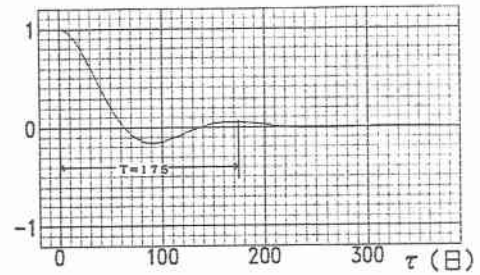


図-1 豊平川扇状地の地形と  
 地下水位観測井の位置

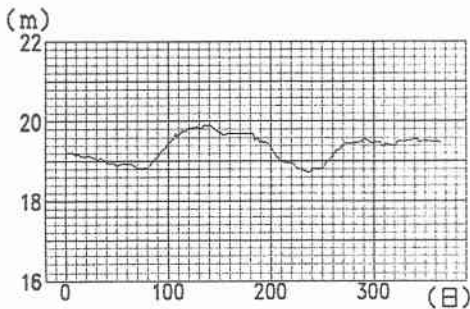
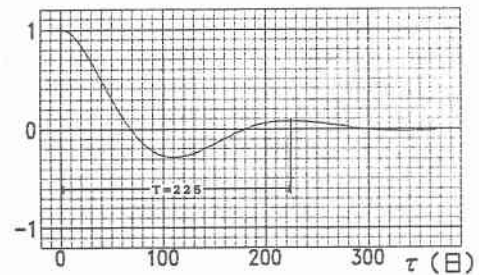
Study on Groundwater Change of Alluvial Fan  
 by Haruhiko Furukawa, Mikio Kuroki, Tadaoki Itakura



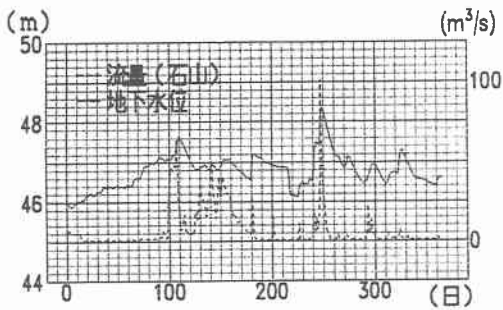
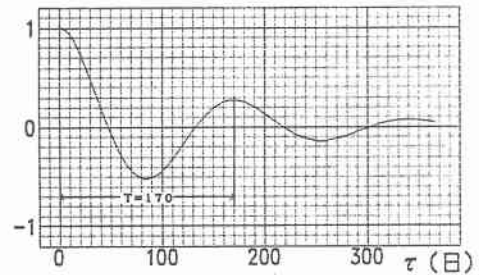
POINT 4 : 中央小学校3号



POINT 6 : 創成小学校3号



POINT 11 : 八条中学校2号



POINT 14 : 札幌河川3号

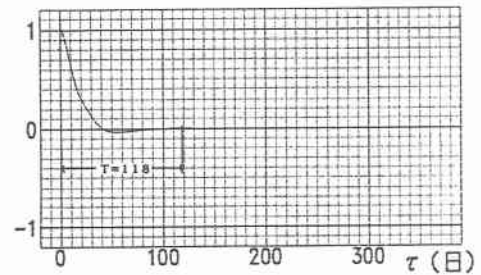


図-2-1 地下水位変動図

図-2-2 自己相関係数図

### 3. 分類法

地下水位変動図(図-2-1)と自己相関係数図(図-2-2)によりタイプ別に分類する。地下水位のデータは、最近のものでデータの欠測がなるべく少ないものを選んだ結果、1989年のものを使うこととした。なお欠測部分は、そのデータの前後の平均値をとり埋めることとした。これを用いて、最大エントロピー法(MEM)により自己相関係数 $C(\tau)$ を計算し、最大値をとる $C(0)$ で基準化したものを自己相関係数とした。

分類の手順としては、まず地下水位変動図から同じような変化をしているものに分け、さらに自己相関係数図から、地下水位データの中に埋もれてしまっている周期を探り出し、その周期によって分類を試みようというものである。なお分類を手助けするために図-3の降水量の年変化の図と、図-4の豊平川扇状地周辺の大まかな地質図を用いた。また、図-2-1のPOINT 14の図には豊平川の流量変動(1989年)も共に示す。

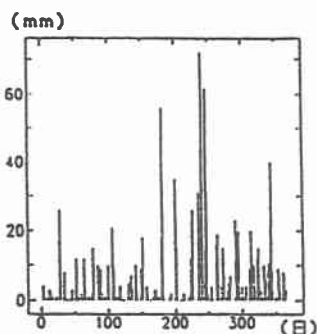


図-3 降水量(小金澤)

### 4. 流向

地下水位等高線を描くにあたって各観測井の水位は、年平均によるものとする。地下水は大局的には、地下水面の形状に支配されてその等高線に直交する方向に流動することから、流向を探ることとした。

### 5. 仮定

- 1) 各々の観測井が複数ある帯水層のうちどの影響を受けているのかという問題については、考慮しないものとした。
- 2) 本論文において地下水の流動に関しては、地下水は等方で均質な帯水層中を一樣に流れるということを前提に考えているが、実際には旧河道が水みちを形成し、それに沿って局所的に流動していると言われているが、今回はその影響については触れずに、大局的なものを求めるにとどめる。

### 6. 考察

#### 6-1. 分類について

まず、地下水位変動図だけにより分類を試みると次のようになる。

- 1) 3月~5月と9月~12月にかけて水位の上昇するもの (POINT 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)
- 2) 1)と同様の変化をするものの夏期に大きな陥没がみられるもの (POINT 1, 2, 3, 4, 6)
- 3) 水位が短期間に激しく変動するもの (POINT 11)

次に自己相関係数図によりさらに分類を試みた。結果は次の通りである。

- a) 1)の条件を満たし水位変化の周期が180日前後のもの (POINT 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13)
- b) 2)の条件を満たし周期が180日前後のもの (POINT 4)
- c) 2)の条件を満たし周期が230日前後のもの (POINT 1, 2, 3, 6)
- d) その他 (POINT 14)



図-4 地形と地質

まず、地下水位の陥没と上昇の起こる要因として降水量が第一にあげられるであろう。図-4より降水量の年変化を追っていくと9月～1月にかけて増し、4月～8月では少なくなる傾向がある。しかし、冬の降水は降雪であるために降水直後には地表水または地下水として流動することはなく、気温の上昇する3月～5月にかけて融解を起し大部分が河川に流出する。さらに河川流量を見てみると確かに融雪期と台風により降水量の増大する夏期において、流量の増化がみられる。次に人為的要因を考えてみると、地下水の過剰な汲み上げによる陥没があげられるが、これは渇水期の街の中心部によくみられる。以上を考慮すると、a)のタイプは季節変動によるところが非常に大きいと考えられる。これは扇状部によく見られた。b)のタイプとc)のタイプの大きな違いは、自己相関係数から予測できるようにb)の変動は融雪期と夏期の水位の上昇という半年周期の現象の影響を一番受けているのに対し、c)の変動は230日周期の影響が最も強いということである。これは、c)の変動においては、夏期における地下水位の低下に対して地下水の供給が間に合わず、結果として水位が元の状態に戻るのが遅れるからであり、言いかえると地下水位変動の振幅が大きいため周期が大きくなるのである。また、d)の変動は観測井との距離が150m程ということもあって、河川流量とよく似た動きがみえた。

## 6-2. 流向について

豊平川扇状地地下水報告書によると、渇水期においては北部泥炭地、琴似、寒寒扇状地及び西部山麓部の地下水が張り出し、豊水期には、豊平川扇状地の水位が上がり、周辺地域の地下水を外側に押しやるのがわかっている。本論文では、年平均水位を用いたので季節によってどのように流動するかについては言えないが図-6のような結果となり、豊平川の左岸地域では河川水によっても地下水が供給されているのではないかと思われる。

## 7. まとめ

今回の論文では流量と観測井、また観測井どうしの関係などについて推定の域を越えることができなかったが、地下水の流動をさらに深く知るにはこれらの相互相関をとるなどする必要があるであろう。

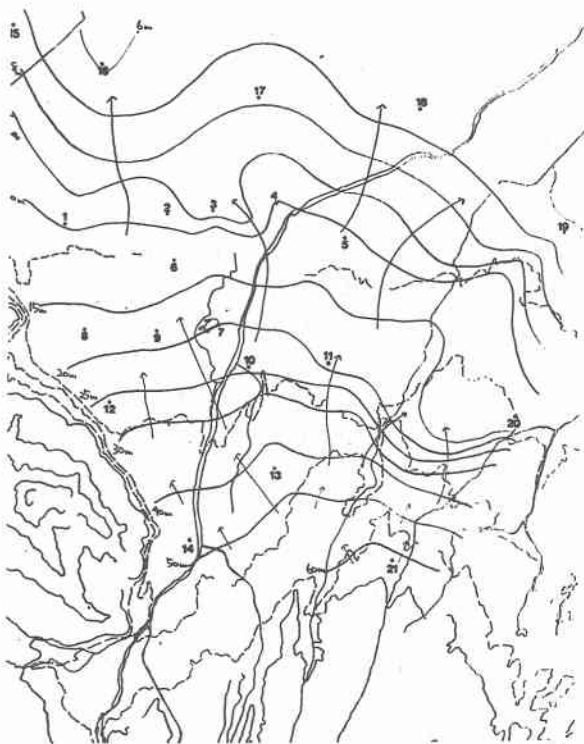


図-5 地下水位等高線と流向図

## 参考文献

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1) 建設省河川局          | : 地下水位年表                 |
| 2) 日本河川協会          | : 流量年表                   |
| 3) (財) 日本気象協会北海道支部 | : 北海道の気象                 |
| 4) 札幌経済協議会         | : 豊平川扇状地地下水調査報告書 (1963年) |
| 5) 日野 幹雄           | : スペクトル解析, 朝倉書店          |