

造成地の地盤変動に関する二、三の考察

福山大学工学部 正員 ○ 梅田 真三郎
大阪産業大学工学部 正員 田中 茂
神戸大学工学部 正員 沖村 孝

1. まえがき

本研究は、神戸市内のある造成地の地盤変位発生後長年月に亘って神戸市が田中の指導の下に実施してきた降雨、地下水位、湧水量、地盤変動の観測データに基づき、各種の統計解析と時系列分析から地盤変動の特性を考察したものである。図-1にその造成地の平面図を示す。

2. 各種の観測結果と相関性

地盤変動は、1号線から8号線まで測線を設け、それぞれの測線内で何点が測点を設置し、合計175測点で変動を測定した。地下水位、湧水量はそれぞれ鉛直ボーリングと横ボーリング孔を利用して観測した。なお、降雨量はこの位置より約5 Kmにある神戸海洋気象台の降雨記録を用いた。

それぞれの変動量は、地盤変動が1月毎、地下水位が自記記録、湧水量(l/min)は毎週1回観測されている。以下の解析にはすべて月毎のデータを用いた。地下水位と湧水量におけるこの値としては月のピーク値、降雨量は月の総雨量を用いることにした。これらの観測結果を代表した地盤、地下水位、湧水量および降雨量変動の16変量に関する昭和49年1月から3年間の月変動量をプロットしたのが図-2である。なお、これらの測点の位置は図-1に示している。

図-2に示す地盤変動は、図-1に示したベンチマークに対してそれぞれの測線の基準地盤高からの相対変動量をmm単位で表わしている。この図から明らかなように、基準地盤高の高い8号線の測点2(8-2)と18(8-18)の変動が大きい。それに対して5号線と7号線の5-11と7-丁は、8号線の地盤の上昇時には下降し、その下降時には上昇し8号線とは全く反対の変動パターンを示している。一方、1号線は比較的変動が小さく、また1-Wtは地盤の上昇、下降量がほぼ同程度である。

これらの地盤変動と降雨、地下水位や湧水量の変動とを比較すると、地下水位や湧水量が降雨に対してすぐに対応し、それぞれともに上昇を示しているが、ほとんどの地盤変動はこれとは逆に雨期に下降し乾期に上昇している。すなわち、降雨や地下水位変動とは異なった季節的変動がみられる。なお、地下水位変動をみると、昭和49年の雨期には他の年度に比べて降雨量の割に水位上昇が大まくなっているのが注目される。

次に図-2に示す16変量の3年間のデータに関して相互相関係数を調べてみた結果が表-1である。ただし、降雨に対しては1ヶ月前のデータとの相関が一番高かったのでその結果を表に示している。

この結果をみると、地盤変動間では2-E1, 3-W4, 6-3, 8-2, 8-18のそれぞれの相関が高い。それらに対して5-11と7-丁は負の相関になっている。ところが、1号線のそ

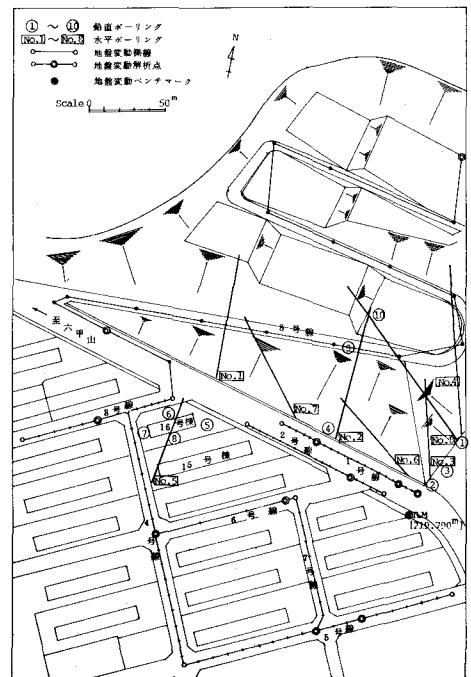


図-1 平面図及び観測位置図

地盤変動と地下水位、湧水量および降雨量の相関性をみるとほとんど負の相関を示し、それもあまり高くない相関となっている。一方、地下水位と湧水量との相関性をみると、それぞ

れは非常に高くなっている。しかし、
降雨量に対して地下水位と湧水量は相
関性はあまり高くない。これは降
雨量のデータが月々の総降雨量

降雨量に対して地下水位は

関性はあまり高くない。

雨量のデータが月の

としたところ

ある

1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12					
1-1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-2	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-3	0.13	-0.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-4	-0.17	0.71	-0.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-5	0.16	0.64	-0.27	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-6	-0.24	0.37	-0.14	0.54	0.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-7	-0.11	-0.23	-0.37	-0.54	-0.57	-0.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-8	-0.19	0.62	-0.30	0.73	0.80	0.68	-0.37	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-9	-0.15	0.19	-0.14	-0.63	-0.72	-0.60	-0.51	1.00	1.00	1.00	1.00					
1-10	-0.18	0.69	-0.24	0.92	0.88	0.46	-0.59	0.72	1.00	1.00	1.00					
1-11	-0.19	0.65	-0.30	0.89	0.89	-0.50	-0.62	0.75	-0.63	1.00	1.00					
1-12	-0.04	0.09	-0.35	0.46	0.33	-0.11	-0.37	-0.23	-0.13	0.00	1.00					
2-1	-0.14	-0.57	0.10	0.55	0.56	-0.51	-0.08	-0.48	-0.16	-0.59	0.00	1.00				
2-2	-0.08	-0.33	-0.56	0.59	0.55	-0.02	-0.49	-0.19	-0.61	-0.64	0.88	0.97	1.00			
2-3	-0.17	-0.48	-0.09	-0.34	-0.41	-0.56	-0.14	-0.41	-0.52	-0.36	-0.42	-0.70	-0.84	0.84	1.00	
2-4	-0.12	-0.34	-0.16	-0.50	-0.65	-0.48	-0.25	-0.49	-0.64	-0.52	-0.57	-0.49	-0.61	-0.55	-0.52	1.00

今回観測された地盤変動等には季節的な変動を示しているように思われるので、種々の季節指数法のうち連環比指数法による結果について述べる。この方法によって季節指数を求めた結果の一例が図-3である。これらの結果をみると、今回観測された地盤変動は、降雨・地下水位変動パターンと異なった季節変動を示していることが明らかである。また図-3でわかるように地盤変動と降雨・地下水位変動とは変動の振幅に差はあるを示すそれだけ周期的な変動を示していることが判明した。

前述の季節指数法で地盤変動が他の変動に対して長期的な影響をうけていることが想像されるので、その影響を調べるためにさらに1年余りのデータを加えて相互相関分析を試みた。その結果、ラグに対する相互相関係数の変化の一例を図-4に示す。降雨と地下水位の相互相関係数 r は、降雨と8-18あるいは地下水位と8-18の相互相関係数 r とはほぼ対称的な変動状況を示している。このことは季節指数でも考察したように、地盤変動が降雨や地下水位とは逆の変動をしていることを示している。さらにそれぞれの相互相関係数の値の変化から、地下水位は降雨に対して1ヶ月遅れで影響が大になるが、地盤変動は長期的にみれば降雨・地下水位に対して約1年半後に同程度の影響が出てきていることが考えられる。

5年近くにも及び観測資料の解析を試みてきた。それらの解析結果から当地区の地盤変動の特性は、地盤高の高いところの方が変動が大きく、乾期に上昇、雨期に下降の特異な季節変動パターンを示し、さらに降雨と地下水位に対して約1年半の長周期的な影響を受けていることが想像される。

Figure 1 is a line graph showing the relationship between the number of days after sowing (x-axis, 1 to 12) and the number of leaves (y-axis, 98 to 102) for five different rice varieties. The varieties are represented by different symbols: solid circle (●), solid square (■), open circle (○), open square (□), and 'X' (×). The graph shows that the number of leaves generally increases over time, with some varieties showing a peak around day 7-8 before slightly declining or stabilizing. The 'X' variety (Kofu) shows a significant peak around day 7, reaching approximately 101.5 leaves.

Days after sowing	● (Koshihikari)	■ (Koshihikari)	○ (Koshihikari)	□ (Koshihikari)	× (Kofu)
1	100.5	100.5	100.5	100.5	99.0
2	100.5	100.5	100.5	100.5	98.5
3	100.5	100.5	100.5	100.5	99.5
4	100.5	100.5	100.5	100.5	100.0
5	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
6	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
7	100.5	100.5	100.5	100.5	101.5
8	100.5	100.5	100.5	100.5	101.0
9	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
10	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
11	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
12	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5

46