

熊本地域の地下水水質と河川水質との関係

九州東海大学工学部 ○学生員 脇 明生
九州東海大学工学部 正 員 金子好雄

1. はじめに

熊本市をはじめ周辺市町村の水道水源は、100%地下水に依存しているため、それに応じた水道水源の保全＝地下水のかん養域の保全が必要だが、近年都市化の進展によってかん養面積が減少している。このようなかん養域減少に対する1つの対策として地下水の人工かん養が考えられている。しかし、人工かん養を行う場合、かん養地域の選定や、地下水中に有害物質が混入した場合の影響地域を把握するために本研究では、多変量解析を用いて水質面から地下水の流動状況について検討を行った。

2. 調査地点及び結果と考察

図1に示した阿蘇外輪山西麓から熊本地域の湧水、深井戸と白川、黒川、木山川の合計29地点で水質調査を行った。白川中流部の大津・菊陽地域は、阿蘇外輪山西麓と熊本市とのほぼ中間に位置し、白川から灌漑用の農業用水路が古くから発達しており、しかもこの地域の水田からの浸透能が高いため、灌漑期においては日量約86万m³が水田から地下にかん養されていると考えられている。¹⁾したがって、白川中流域では白川の河川水が大量に地下にかん養されており、熊本地域の地下水の重要なかん養源となっている。

表1に白川中流域から熊本市周辺地域にかけての主要帯水層である第2帯水層と考えられている深井戸と湧水および白川、黒川、木山川の測定水質の一部を示した。また、これらの測定水質の特徴を調べるため、図2にトリリニアダイアグラムを示した。これより、陽イオン組成については河川水、地下水、湧水ともに違いは見られず、陰イオンの硫酸イオンと炭酸水素イオンの組成について大きな違いが見られた。特に白川中流部の水質は、硫酸イオンの組成が特に大きい。

白川中流部の水質は、熊本地域の他の河川水の水質と際立って異なるため、同地域の地下水水質への影響の可能性を調べることににより地下水流動の概況が把握できると考え、多変量解析を行った。ここでは多変量解析としてクラスター分析と主成分分析を用いた。解析に用いたプログラムは、脇本らのプログラムで詳しくは3)を参照。解析データとして水質濃度を直接使用した場合と、測定した全イオン濃度に対する各イオン濃度の組成率を用いた場合とについて解析を行った。水質濃度を解析データとして用いた場合、クラスター分析、主成分分析ともに、白川中流部の水質濃度の40%～50%以下に設定した仮想データについては、白川の水質のグループでは



図1 調査地点の概略図

表1 水質成分表 (単位meq/l)

地点	ポイント名	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
1	黒川大正橋	0.049	0.52	0.06	2.37	1.00	0.93	0.17	1.31	2.39	
2	白川No. 4	0.022	0.22	0.11	0.99	1.01	0.43	0.11	0.59	1.57	
3	白川No. 6	0.011	0.53	0.05	2.53	2.54	1.94	0.27	1.76	2.63	
4	白川No. 8	0.032	0.37	0.07	1.67	1.21	0.82	0.16	1.02	1.89	
5	白川No. 13	0.030	0.38	0.07	1.61	1.31	0.82	0.16	0.98	1.83	
6	白川No. 14	0.031	0.38	0.07	1.63	1.27	0.82	0.16	0.97	1.79	
7	木山川中流部	0.000	0.05	0.01	0.05	0.53	0.19	0.05	0.19	0.48	
8	木山川富岡橋	0.000	0.08	0.03	0.07	0.67	0.24	0.07	0.22	0.53	
9	木山川平田橋	0.000	0.08	0.03	0.09	0.68	0.22	0.06	0.21	0.54	
10	木山川新川橋	0.000	0.08	0.04	0.10	0.73	0.23	0.06	0.27	0.57	
11	R-1	0.000	0.11	0.25	0.44	0.78	0.32	0.08	0.44	0.74	
12	R-2	0.000	0.26	0.24	0.18	1.22	0.34	0.13	0.59	1.24	
13	R-3	0.000	0.09	0.06	0.19	0.77	0.27	0.07	0.40	0.70	
14	R-4	0.002	0.19	0.11	0.61	0.88	0.37	0.10	0.65	1.13	
15	R-5	0.000	0.13	0.14	0.05	0.87	0.28	0.08	0.37	0.72	
16	R-6	0.000	0.12	0.17	0.04	0.77	0.28	0.09	0.33	0.72	
17	R-7	0.000	0.13	0.13	0.09	0.99	0.32	0.11	0.44	0.89	
18	R-8	0.000	0.33	0.26	0.48	1.69	0.54	0.11	0.74	1.72	
19	R-9	0.000	0.17	0.19	0.09	1.11	0.39	0.10	0.39	1.02	
20	L-1	0.000	0.11	0.11	0.09	0.91	0.26	0.09	0.39	0.73	
21	L-2	0.002	0.14	0.16	0.09	1.04	0.29	0.13	0.34	0.73	
22	L-3	0.000	0.16	0.10	0.38	0.88	0.50	0.18	0.30	0.70	
23	L-5	0.000	0.15	0.15	0.14	0.94	0.32	0.16	0.29	0.93	
24	L-6	0.004	0.24	0.23	0.26	1.05	0.42	0.10	0.48	0.97	
25	湧き池	0.000	0.06	0.01	0.07	0.67	0.20	0.06	0.18	0.50	
26	高熱湧水1	0.009	0.24	0.20	0.66	1.17	0.52	0.13	0.72	1.20	
27	高熱湧水2	0.009	0.25	0.15	0.81	1.15	0.54	0.12	0.77	1.26	
28	八雲山湧水	0.004	0.16	0.19	0.16	0.99	0.34	0.11	0.46	1.23	
29	江津浦深井戸	0.006	0.26	0.22	0.43	1.13	0.49	0.12	0.65	1.27	

水質データは'95年8月～'96年2月に測定したものである

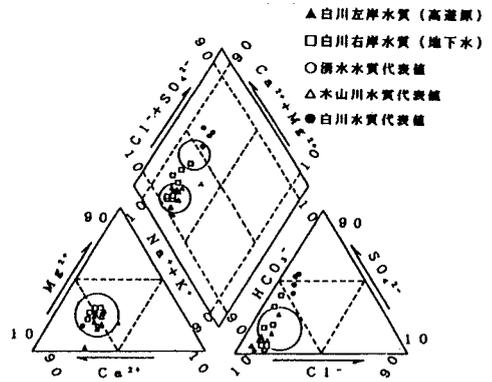


図2 トリリニアダイアグラム

ないと分類される。このため、白川中流部の浸透水の地下水・湧水水質への影響の可能性の程度によりグループ化を行うためには水質濃度値を直接解析データとして使用するの分類の範囲が狭くなるため適当ではないと考え、全イオン濃度に対する各イオン濃度の組成率を解析データとして使用したほうが適当であるとする。ただし、組成率を用いる場合、組成率さえ近いものであれば、濃度がどんなに異なっても同じグループと分類されるため、白川中流部の実際の水質データに対する割合をチェックして最終的なグループ分けを行った。解析に使用する水質項目の種類の数については、解析法によって結果が変化すると考えられる。クラスター分析においては水質項目数を9～4まで変化させても顕著な違いは見られなかったが、主成分分析の場合は、水質項目数が多いと、よい結果が得られないため、水質項目間の相関の高い4項目に絞って解析を行った。解析結果の一部を図3に示した。これより白川中流域から熊本市周辺地域の地下水流動の概況を図4に示した。この結果は同地域の帯水層の水位標高²⁾より予測される地下水流動とほぼ一致した。

3. まとめ

本研究より、クラスター分析や主成分分析等は、水質濃度の影響を受けるために解析データとして組成率を使用するほうが妥当だと考えられるが、グループ化された地点について白川中流部の実際の水質データに対する割合をチェックする必要がある。

また、解析結果と予測される地下水流動とがほぼ一致したことから、地下水は大津・菊陽地域から江津・嘉島地域へ流れていると考えられる。このことから、白川は熊本市周辺地域への地下水の重要なかん養源になっていることが言える。この重要な地下水を今後とも保全していくためにも大津・菊陽地域の田畑等を利用した人工かん養を含めたかん養量の増加を図っていくこと、白川の水質を低下させないことが必要と考える。

4. おわりに

今回使用したデータは、白川中流部の大津・菊陽地域が主であったが今後、阿蘇上流域の深井戸等の水質データ等も使用して地下水流動について検討していく必要がある。

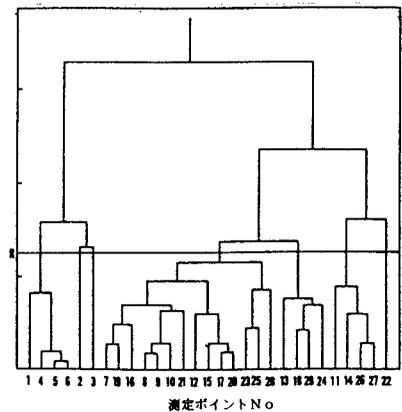


図3-1 最遠隔法によるDendrogram

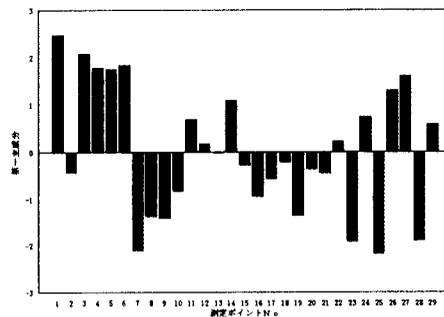


図3-2 主成分分析結果



図4 地下水流動概略図

参考文献

- 1) 熊本県・熊本市、平成5年度熊本地域地下水総合調査報告書、pp44、平成6年3月
- 2) 熊本県・熊本市、平成5年度熊本地域地下水総合調査報告書、pp18、平成6年3月
- 3) 脇本和昌他、パソコン統計解析ハンドブック②多変量解析編、pp242～pp249とpp166～pp173