

8) 熊本市植木町の湧水分布と水質

小笹 康人 廣畑 昌章* 有村 友希

はじめに

熊本県では昭和 60 年に環境庁が選定した「日本名水百選」に 4 ヶ所の水源が、そして「平成の名水百選」(平成 20 年環境省)にも 4 ヶ所の湧水群が選ばれている。さらに、昭和 60 年には本県独自に「熊本名水百選」を選定している。一方、荒巻ら¹⁾熊本の湧泉研究会が編集発行した「水は伝える熊本の湧泉」では、県内各地の湧水を踏査し、伝説・伝承、利用状況等を写真付きで 1300 ヶ所以上紹介している。また、著者らも県内の湧水について、既報等²⁻⁴⁾で地域ごとにその水質と特徴を報告してきた。

このように、本県では有名無名の湧水が数多く分布し、地域の財産として、また飲用水源として大切に管理利用されている湧水も少なくない。

しかし、県内には化学物質による湧水や地下水の水質汚染が顕著な地域が散見されており、特に、植木台地一帯を始めとする一部地域では、硝酸性窒素濃度が高い地下水が多く分布していることが報告されている。

そこで、県は一部環境庁(現環境省)委託業務として、平成 7 年度～9 年度に熊本県鹿本郡植木町(現熊本市植木町)を調査地域とした「環境庁委託業務 硝酸性窒素による地下水汚染対策検討調査 - 熊本県植木町の汚染機構解明調査 -」を実施し、主要な窒素供給源を推定した。これにより、県は熊本市及びその周辺市町、地域の JA と共に具体的な汚染対策として「熊本地域硝酸性窒素削減計画」を作成し、実施に移している。

著者らは、前述の汚染機構解明調査で実施した湧水の水質調査を不定期ながら継続してきた。平成 22 年に植木町と政令指定都市を目指す熊本市との合併が成ったことを機に、これまでの湧水調査結果をとりまとめたので報告する。以後、本文中は旧町名で表記する。

調査方法

植木町の湧水について、平成 9 年には 10 ヶ所、11 年は 2 ヶ所、17 年及び 22 年は 13 ヶ所で調査した。調査時期は、1～2 月とした。採水は極力湧出場所直近で行い、直近採水が困難な湧水では毎回同じ場所で行った。なお、亀の甲井川は水涸れのため 17 年のみの調査となった。湧水地点の位置を図 1 に示す。

調査項目及び分析方法は、pH、EC(導電率)は電極法、

陽イオン(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})、陰イオン(F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , HCO_3^-)のうち、 HCO_3^- を除くイオン成分はイオンクロマトグラフ法、 HCO_3^- は硫酸滴定法により求めた。

経年変化については、著者らが調査を始める以前の昭和 59, 60 年の水質データの一部を「水は伝える熊本の湧泉」から引用した。調査地域の地質及び地下水位の分布状況については、植木町地下水流動調査業務報告書⁵⁾から引用した。

結果

各湧水地点のおよその標高(1:25000 の地図からの読み取り)と、花房層及び相当層の上面等高線図の標高(阿蘇火砕流堆積物 Aso-4/3 間に介在し、第 1 帯水層と第 2 帯水層を隔てる層。植木町地下水流動調査業務報告書からの読み取り)を比較した。

その結果、13 湧水地点が、その上面より標高が高いところに位置していた。さらに、第 1 帯水層水位等高線図と比較したところ、湧水地点付近の等高線分布が解明されていない地域もあるが、第 1 帯水層水位面と



図 1 植木町の湧水位置(図中は旧町名で表記)

ほぼ同じ標高にあった。また、これら湧水は前述の報告書の水理地質平面図から、Aso-4 及びその溶結部に分布するが、崖面の下、他の地質（沖積層、先阿蘇火山岩類、基盤岩類の変成岩）との境付近に位置していることが読み取れた。これらのことから、これら 13 湧水は第 1 帯水層に相当する地下水が湧出したものと考えられた。湧水地点標高と第 1 帯水層水位等高線図を重ね図 2 に示す。また、各湧水の平成 17 年及び 22 年水質分析結果を表 1 に示す。

湧水の水温範囲を平成 17 年(平成 22 年)で見ると、14.7~18.4 (16.5~19.2), 平均水温 16.6(17.5) であった。同様に pH 範囲は 6.4~7.9(6.5~7.8)で 11 湧水が弱酸性を示していた。平成 17, 22 年ともに pH7.0 を超えていたのは小野泉水と那知の湧水であった。13 湧水の pH 変化幅の最大値は 0.2 と小さく安定していた。

EC は、168~410(172~378) μ S/cm, 平均 252(240) μ S/cm であった。著者らが保有している熊本県内 2,373 地下水データの平均 EC は 245 μ S/cm, うち植木町 16 井戸の平均 EC は 244 μ S/cm であった。平均 EC 値より高い値を示したのは池の川水源、熊野神社、亀の甲井川、明神池及び放牛地蔵の 5 ケ所であった。

次に、各湧水の硝酸性窒素濃度を比較した。経年変化を図 3 に示す。



図 2 湧水地点標高と第 1 帯水層水位等高線図

平成 17, 22 年の調査で硝酸性窒素濃度が環境基準 (10mg/l 以下)を超過していた湧水は、池の川水源、熊野神社、亀の甲井川の 3 ケ所であった。なかでも、池の川水源は、昭和 60 年から環境基準を超えており、平成 22 年には 22.0mg/l と昭和 60 年に比べ、濃度で 12.4mg/l(1.9 倍)高くなっている。熊野神社の湧水も、著者らが行った平成 9 年には、すでに環境基準を超え 13.7mg/l であり、平成 22 年には 20.4mg/l と 6.7mg/l (約 1.5 倍)高くなっている。このように、両湧水の硝酸性窒素濃度は、ともに高い増加傾向を示している。亀の甲井川は、平成 22 年には水涸れしていたが、平成 17 年の調査では、17.6mg/l と 3 番目に高い濃度の湧水であった。

明神池は昭和 59 年 2.13mg/l であったのが、平成 9 年には 4.6 倍の 9.8mg/l を示し、平成 17 年 10.4mg/l, 平成 22 年 10.9mg/l と、その後も緩やかな増加傾向が続いている。その他の湧水について、湧水名(昭和 59 または 60 年の硝酸性窒素濃度, 平成 22 年の濃度)で示すと、菱形の池(1.93mg/l, 7.3mg/l), 那知の湧水(2.76mg/l, 5.5 mg/l), のんぼりの井川(1.5mg/l, 7.1mg/l), 小野泉水(1.6mg/l, 3.8mg/l)と、これらの湧水でも 25 年間で 2~4.7 倍程濃度が高くなっているが、明神池と同様、近年の濃度変化はゆるやかな増加傾向にある。御手洗水源(6.7mg/l, 6.6mg/l)と放牛地蔵(平成 9 年 7.2mg/l, 6.7mg/l)は、やや高い濃度のまま横這いかやや減少傾向で推移している。また、平成 17 年から調査した那知の湧水、豊田南地区湧水、知田池では大きな濃度変化はなかった。

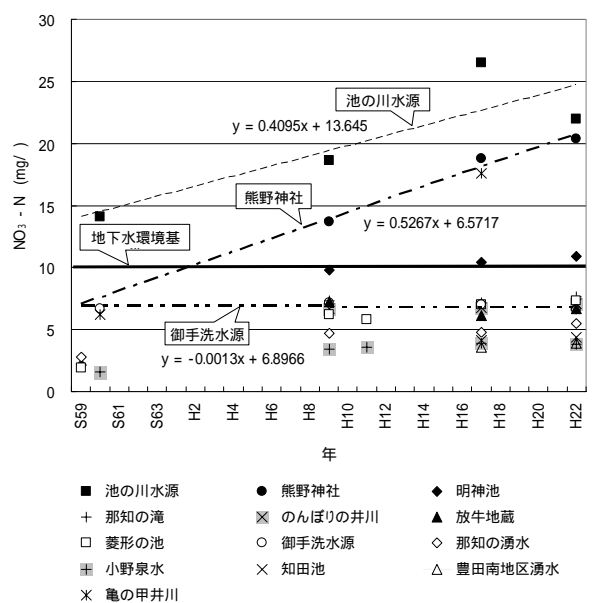


図 3 湧水の硝酸性窒素濃度の経年変化

図4に湧水の水質組成をヘキサダイアグラムで、図5にトリリニアダイアグラムで表示した。豊田南地区の湧水、放牛地蔵がNa-HCO₃型、那知の湧水、那知の滝及び菱形の池はCa、Mg-HCO₃型、その他はCa-HCO₃型であるが、池の川水源、熊野神社、亀の甲井川、明神池はNO₃-Nが多いことで、陰イオンと陽イオンの当量の均衡がほぼとれている。いずれの湧水においても2度の調査年で、若干の硝酸性窒素濃度上昇の変化を除き、水質組成にほとんど違いはなかった。

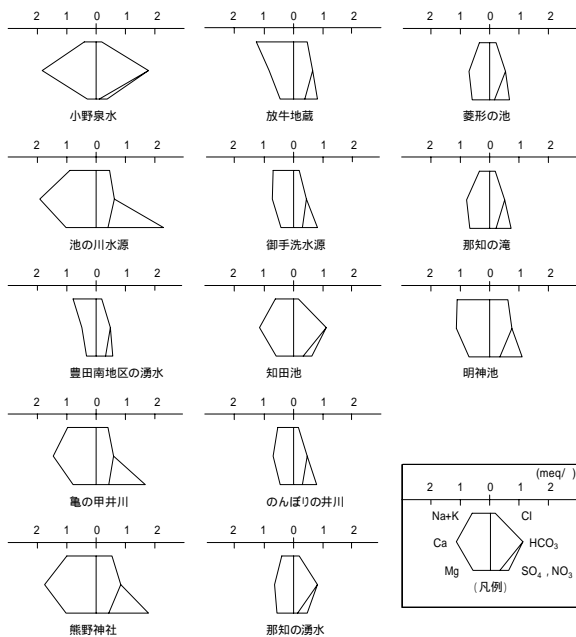


図4 湧水のヘキサダイアグラム (平成17年)

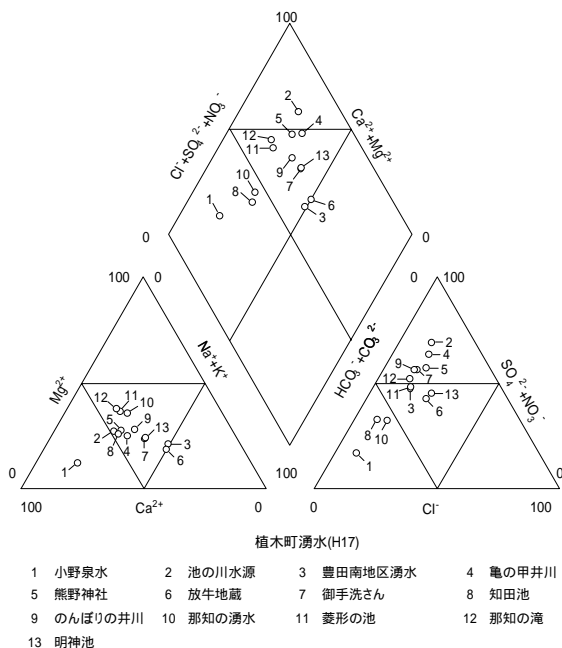


図5 湧水のトリリニアダイアグラム

図1から分かるように、那知の湧水、那知の滝及び菱形の池は、共に隣接した位置にあり、ヘキサダイアグラムでは類似の水質組成を示している。しかし、トリリニアダイアグラムでは、陽イオン組成に大差は見られなかったが、陰イオン組成に違いが見られ、那知の湧水ではHCO₃の比率が他の2地点よりも高くなっていた。また、那知の湧水はpH7.2以上で、硝酸性窒素が5.5mg/lを示すが、隣接する2湧水はpH7.0未満で硝酸性窒素が両湧水とも7mg/lを超えていることから、那知の湧水は隣接する2つの湧水とは流動系が異なっていると考えられる。その他の湧水については、ヘキサダイアグラムから特異的な水質組成を持つ湧水は見られなかった。

まとめ

今回調査した植木町の湧水は、第1帯水層に相当する地下水が湧出していると考えられた。詳細な地図から、13箇所の湧水の標高が、第1帯水層水位とほぼ同じ標高にあることが読み取れた。このことは、地下水位の僅かな低下でも湧出水量の減少、そして水涸れに繋がることが推測される。

これまでの調査報告書によれば、植木町の地下水第1帯水層は町域のみを涵養域とし町域外からの地下水流入がなく、町域外に向けて流出している。このため植木町の地下水量は、町域における涵養量と揚水量の釣り合いに影響を受ける。調査湧水の亀の甲井川の水涸れは、これによる水位低下の影響と考えられる。

植木町を含む熊本地域硝酸性窒素削減計画は、平成17年度から実施に移され5年経過したが、本報で示したように、一部の湧水では硝酸性窒素濃度が環境基準を超え、現在も増加傾向が見られる。このことから、湧水の湧出状況及び硝酸性窒素濃度の監視のため、今後も定期的なモニタリング調査が望まれる。

文献

- 1) 荒巻一利, 田中浩二, 古江研也, 米田正:「水は伝える熊本の湧泉」熊本の湧泉研究会(2004).
- 2) 廣畑昌章: 熊本県保健環境科学研究所報, 26,64, (1996).
- 3) 廣畑昌章, 小笹康人: 熊本県保健環境科学研究所報, 35,117 (2005).
- 4) 廣畑昌章, 小笹康人: 熊本県保健環境科学研究所報, 36,68(2006).
- 5) 熊本県環境公害部環境保全課:「平成7年度植木町地下水流動調査業務報告書」(平成8年3月)

表1 湧水の水質（平成17年，22年）

H17.2調査																		
番号	地点名	水温 ()	pH	EC (μ S/cm)	Na ⁺ (mg/)	NH ₄ ⁺ (mg/)	K ⁺ (mg/)	Ca ²⁺ (mg/)	Mg ²⁺ (mg/)	F ⁻ (mg/)	Cl ⁻ (mg/)	NO ₂ ⁻ (mg/)	Br ⁻ (mg/)	NO ₃ ⁻ (mg/)	PO ₄ ³⁻ (mg/)	SO ₄ ²⁻ (mg/)	HCO ₃ ⁻ (mg/)	NO ₃ -N (mg/)
1	小野泉水	16.6	7.9	241	7.83	<0.1	2.54	36.6	3.54	0.06	7.07	<0.03	<0.05	17.4	<0.2	5.28	109	3.92
2	池の川水源	18.4	6.6	410	14.0	<0.1	11.5	38.3	12.4	<0.05	15.9	<0.03	<0.05	117	<0.2	19.9	37.6	26.5
3	豊田南地区の湧水	15.5	6.5	174	11.1	<0.1	11.3	9.62	3.94	<0.05	6.82	<0.03	<0.05	16.3	<0.2	15.3	28.9	3.68
4	亀の甲井川	14.7	6.5	344	16.1	<0.1	10.3	29.1	9.46	<0.05	14.3	<0.03	<0.05	78.1	<0.2	20.4	36.2	17.6
5	熊野神社	17.0	6.5	402	16.9	<0.1	10.4	35.4	12.3	<0.05	18.9	<0.03	<0.05	83.4	<0.2	20.7	50.3	18.8
6	放牛地蔵	16.4	6.4	268	20.0	<0.1	15.5	16.6	5.61	<0.05	16.6	<0.03	<0.05	27.2	<0.2	18.2	40.4	6.14
7	御手洗水源	18.2	6.4	197	11.9	<0.1	7.14	14.3	5.10	<0.05	7.00	<0.03	<0.05	31.0	<0.2	14.9	27.2	7.00
8	知田池	18.0	6.8	230	11.2	<0.1	4.83	23.0	7.16	0.11	6.23	<0.03	<0.05	18.4	<0.2	15.2	68.0	4.15
9	のんぼりの井川	15.7	6.6	180	9.95	<0.1	4.22	14.0	5.68	<0.05	6.16	<0.03	<0.05	30.3	<0.2	14.4	27.4	6.84
10	那知の湧水	16.3	7.2	168	7.31	<0.1	3.61	13.1	6.98	<0.05	7.04	<0.03	<0.05	21.3	<0.2	5.99	49.5	4.81
11	菱形の池	16.2	6.9	173	7.06	<0.1	2.09	14.1	7.23	<0.05	7.62	<0.03	<0.05	31.0	<0.2	8.28	32.3	7.01
12	那知の滝	16.7	6.7	183	6.80	<0.1	1.91	15.4	8.10	<0.05	6.59	<0.03	<0.05	32.1	<0.2	10.6	31.5	7.25
13	明神池	16.4	6.6	312	19.5	<0.1	10.6	22.8	8.39	<0.05	21.8	<0.03	<0.05	46.2	<0.2	16.9	45.5	10.4
H22.2 調査																		
番号	地点名	水温 ()	pH	EC (μ S/cm)	Na ⁺ (mg/)	NH ₄ ⁺ (mg/)	K ⁺ (mg/)	Ca ²⁺ (mg/)	Mg ²⁺ (mg/)	F ⁻ (mg/)	Cl ⁻ (mg/)	NO ₂ ⁻ (mg/)	Br ⁻ (mg/)	NO ₃ ⁻ (mg/)	PO ₄ ³⁻ (mg/)	SO ₄ ²⁻ (mg/)	HCO ₃ ⁻ (mg/)	NO ₃ -N (mg/)
1	小野泉水	17.4	7.8	265	9.95	<0.1	6.37	30.1	3.93	0.07	9.08	<0.03	0.05	17.0	<0.2	8.32	126	3.85
2	池の川水源	18.9	6.7	362	12.3	<0.1	8.72	31.4	9.78	<0.05	12.6	<0.03	0.34	97.5	<0.2	23.4	44.2	22.0
3	豊田南地区の湧水	16.6	6.5	174	10.7	<0.1	10.3	9.87	3.85	<0.05	6.77	<0.03	<0.05	17.4	<0.2	15.7	30.8	3.92
4	亀の甲井川	水濁れ																
5	熊野神社	17.7	6.5	378	16.3	<0.1	9.98	30.2	10.7	<0.05	14.0	<0.03	0.11	90.4	<0.2	22.5	45.9	20.4
6	放牛地蔵	17.0	6.5	267	18.8	<0.1	14.2	15.7	5.43	<0.05	14.3	<0.03	0.06	30.1	<0.2	19.1	47.5	6.79
7	御手洗水源	18.7	6.6	189	11.1	<0.1	6.44	13.1	4.61	<0.05	6.22	<0.03	0.06	29.6	<0.2	15.8	36.2	6.69
8	知田池	19.2	7.0	234	10.6	<0.1	4.45	22.1	6.84	0.14	6.05	<0.03	0.05	19.7	<0.2	13.9	83.6	4.44
9	のんぼりの井川	16.8	6.8	175	9.23	<0.1	3.77	12.9	4.94	<0.05	5.96	<0.03	<0.05	31.5	<0.2	14.3	33.7	7.12
10	那知の湧水	16.5	7.3	172	7.32	<0.1	3.60	12.7	6.28	<0.05	7.27	<0.03	0.07	24.7	<0.2	6.43	61.7	5.58
11	菱形の池	16.5	7.0	183	8.19	<0.1	2.36	13.9	6.46	<0.05	7.31	<0.03	<0.05	32.5	<0.2	12.5	41.9	7.33
12	那知の滝	16.8	6.9	186	6.69	<0.1	2.17	14.9	7.40	<0.05	6.35	<0.03	<0.05	34.0	<0.2	11.4	49.0	7.68
13	明神池	17.9	6.8	301	17.1	<0.1	9.73	21.3	7.95	<0.05	18.3	<0.03	0.66	48.7	<0.2	18.5	54.3	11.0