

# 熊本市の地下水質の経年変化について

津留靖尚 末吉栄志 赤星博興 岩永貴代 岩男明良\*<sup>1</sup> 新屋拓郎\*<sup>2</sup>  
 村上睦子\*<sup>3</sup> 森正徳\*<sup>4</sup> 馬場正寛 中熊秀光 田島幸治

\* 1 現 水道局水源課水質検査室 \* 2 熊本市役所退職  
 \* 3 現 動植物園 \* 4 現 市民病院薬剤部

## 1. はじめに

熊本市は、良質で豊富な地下水に恵まれており、67万市民の生活用水を全て地下水で賄っている。この豊かな地下水は、阿蘇火山の過去4回にわたる大爆発により噴出した火砕流堆積物から成る間隙に富んだ水を通しやすく貯め易い地質と、周辺の山地や畑地に降り注ぐ降水や台地部の水田地帯における灌漑用水によってもたらされている。

しかしながら、近年、地下水位の低下や湧水量の減少が見られることから、熊本市では、市内全域に観測井を設けて水位の動向を監視している。

一方、地下水質についても、火山性の地層は水とともに汚染物質も通しやすいという側面を持ち合わせており、本市においても、これまでに硝酸性窒素やテトラクロロエチレンによる地下水の汚染が見られている。そこで、平成元年から、地下水汚染の早期発見により健康被害の防止や汚染の拡大を防ぐため、市内全域に設置された観測井を用いて定期的な地下水質の監視を行っている。

当研究所では、平成7年の新築移転を機に分析機器の整備を図り、これらの水質分析を行うようになった。それから10年が経過したことから、これまでの測定結果を取りまとめたのでその概要を報告する。

## 2. 調査の概要

### 2.1 調査地点

本市は、阿蘇西麓台地の末端に位置しており、山地丘陵部の山林や台地部の畑地、水田で涵養された地下水は、白川中流域を経て熊本市に流入している。地下水の主な流れは、図1に示したように戸島山の東南側を通り江津湖に向かっており、一部は白川沿いに立田山と小山山の間を通り流下する地下水もある。これらの地下水は、江津湖周辺で西に向きを変えながら熊本平野部を経て有明海に流出している。また、植木台地で涵養された地下水は、坪井川沿いに南西に流動しており、この他にも、南部の山地丘陵から熊本平野へ向かう地下水の流れもある。観測井は、これらの地下水の流れに沿って設置されている。

一方、帯水層は、主に阿蘇火山の最も新しい噴出物であるAso-4や段丘砂礫層から成る第1帯水層と粘土層を挟んでAso-1～3や砥川溶岩から成る被圧地下水を含む



図1 地下水の流動と観測井の配置

第2帯水層に区分されており、観測井もこれらの帯水層毎に設けられている。観測井は、昭和61年に水前寺地区に設置されて以降これまでに19地区で計33本が設けられている。

地下水質の監視は、平成元年6月に開始しており、市の設置した観測井と事業所等が所有している11本の井戸の合計44本で行ってきた(表1)。

## 2.2 調査項目及び回数

調査項目は、水質汚濁防止法に基づく地下水の水質汚濁に係る環境基準項目(26項目)と要監視項目(27項目)とし、カルシウムイオンや重炭酸イオンに代表される地下水の主要成分についても調査を行った。分析法は、それぞれの基準に定められた方法或いはそれに準じた方法を用いた。基準項目の報告下限値は、熊本県地下水質測定計画に基づいて表2のとおりとし、要監視項目については、指針値の1/10とした。

調査回数は、熊本地域の地下水の水位が6月頃に最も低くなり、梅雨や水田の灌漑用水の影響を受けて上昇し、10月頃に最も高くなるという変動パターンを繰り返していることから、6月と10月の年2回とした。

なお、今回は、当研究所で分析を行うようになった平成7年10月から平成17年10月までの21回の調査を解析の対象とした。なお、ポンプの故障等で欠測した井戸や、基準項目等の改正により調査期間の異なる項目もあった。

## 3. 調査結果

### 3.1 環境基準項目

環境基準項目のうち過去10年間で基準を超えて検出されたことのある項目は、表3に示したように砒素、ほう素、ふっ素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、テトラクロロエチレン及び鉛の6項目であった。また、四塩化炭素も検出されたが、環境基準は超えていなかった。以下に、それぞれの項目の検出状況についてまとめた。

表3 環境基準項目等の検出状況

区分	項目名	検出井戸 (本)	超過井戸 (本)	超過井戸	
1	環境 基準 項目	砒素	5	2	T52、T53
2		ほう素	44	2	T21、T45
3		ふっ素	37	4	T21、T45、T46、T101
4		硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	36	1	T39
5		テトラクロロエチレン	3	1	T101
6		鉛	3	1	T101
7		四塩化炭素	2	0	
8	要監視 項目	全マンガン	38	8	T2、T14、T34、T42、 T45、T46、T101、T102
9		ウラン	11	0	

\*超過井戸の下線は、平成17年10月時点でも超過している井戸

表1 調査井戸の諸元

	番号	地区、区分	深度 (m)	スレーナ位置 (m)	用途
1	T- 2	坪井	40	—	雑用
2	T- 3	上南部	50	—	農業用
3	T- 4	鹿帰瀬	60	—	農業用
4	T- 5	戸島	130	—	農業用
5	T- 6	蓮台寺	90	—	工業用
6	T- 7	野口	50	—	雑用
7	T- 8	元三	120	—	農業用
8	T- 9	水前寺	56	39.0~ 50.0	監視用
9	T- 10	田迎 浅井戸	35	22.3~ 33.3	監視用
10	T- 11	田迎 深井戸	110	97.0~108.0	監視用
11	T- 12	日向東	100	—	監視用
12	T- 13	日向西	100	—	監視用
13	T- 14	力合 浅井戸	46	31.7~ 42.7	監視用
14	T- 15	力合 深井戸	155	121.5~138.0	監視用
15	T- 17	御幸 深井戸	112	95.3~106.3	監視用
16	T- 18	御幸 浅井戸	41	24.7~ 35.7	監視用
17	T- 19	中島 深井戸	210	127.5~149.5	監視用
18	T- 20	中島 中井戸	100	51.4~ 67.9	監視用
19	T- 21	中島 浅井戸	15	6.8~ 12.3	監視用
20	T- 32	江津 No. 1	25	2.0~ 25.0	監視用
21	T- 33	江津 No. 2	25	2.0~ 25.0	監視用
22	T- 34	白川 深井戸	65	39.5~ 55.4	監視用
23	T- 35	白川 浅井戸	21	10.4~ 15.9	監視用
24	T- 36	上南部	110	71.4~ 93.5	監視用
25	T- 38	梶尾	80	—	雑用
26	T- 39	西梶尾	80	—	雑用
27	T- 40	健軍	71	48.0~ 59.0	監視用
28	T- 41	北部 浅井戸	60	54.0~ 59.5	監視用
29	T- 42	北部 深井戸	100	83.5~ 94.5	監視用
30	T- 43	笛田 浅井戸	80	34.7~ 51.2	監視用
31	T- 44	笛田 深井戸	115	82.3~ 98.8	監視用
32	T- 45	天明 浅井戸	10	4.5~ 10.0	監視用
33	T- 46	天明 中井戸	93	53.2~ 75.2	監視用
34	T- 47	天明 深井戸	145	112.0~145.0	監視用
35	T- 48	河内	110	71.5~ 82.5	監視用
36	T- 49	花園 浅井戸	32	15.5~ 26.5	監視用
37	T- 50	花園 深井戸	81	59.0~ 75.5	監視用
38	T- 51	長嶺	137	120.5~131.5	監視用
39	T- 52	飽田 浅井戸	109	71.9~ 93.7	監視用
40	T- 53	飽田 深井戸	135	113.0~129.5	監視用
41	T- 54	龍田	120	—	工業用
42	T- 55	鹿子木	100	—	雑用
43	T-101	春竹 浅井戸	10	4.9~ 9.9	監視用
44	T-102	春竹 深井戸	55	44.0~ 55.0	監視用

表2 調査項目一覧 (1) 環境基準項目

項目名	基準値 (mg/l)	報告下限値 (mg/l)
1 カドミウム	0.01	0.001
2 全シアン	検出されないこと	0.1
3 鉛	0.01	0.005
4 六価クロム	0.05	0.04
5 砒素	0.01	0.005
6 総水銀	0.0005	0.0005
7 アルキル水銀	検出されないこと	0.0005
8 PCB	検出されないこと	0.0005
9 ジクロロメタン	0.02	0.002
10 四塩化炭素	0.002	0.0002
11 1,2-ジクロロエタン	0.004	0.0004
12 1,1-ジクロロエチレン	0.02	0.002
13 シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04	0.004
14 1,1,1-トリクロロエタン	1	0.0005
15 1,1,2-トリクロロエタン	0.006	0.0006
16 トリクロロエチレン	0.03	0.002
17 テトラクロロエチレン	0.01	0.0005
18 1,3-ジクロロプロパン	0.002	0.0002
19 チウラム	0.006	0.0006
20 シマジン	0.003	0.0003
21 チオベンカルブ	0.02	0.002
22 ベンゼン	0.01	0.001
23 セレン	0.01	0.005
24 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	10	0.01
25 ふっ素	0.8	0.08
26 ほう素	1	0.01

## (3) イオン成分等

項目名	報告下限値 (mg/l)
1 重炭酸イオン	0.1
2 硫酸イオン	0.1
3 カリウムイオン	0.1
4 カルシウムイオン	0.1
5 マグネシウムイオン	0.1
6 ケイ酸	1

## (2) 要監視項目

項目名	指針値 (mg/l)	報告下限値 (mg/l)
1 クロロホルム	0.06	0.006
2 トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04	0.004
3 1,2-ジクロロプロパン	0.06	0.006
4 p-ジクロロベンゼン	0.2	0.02
5 イソキサチオン	0.008	0.0008
6 ダイアジノン	0.005	0.0005
7 フェニトロチオン (MEP)	0.003	0.0005
8 イソプロチオラン	0.04	0.004
9 オキシ銅	0.04	0.004
10 クロロタロニル (TPN)	0.05	0.005
11 プロピザミド	0.008	0.0008
12 EPN	0.006	0.0006
13 ジクロロボス (DDVP)	0.008	0.0008
14 フェノブカルブ (BPMC)	0.03	0.003
15 イプロベンホス (IBP)	0.008	0.0008
16 クロロニトロフェン (CNP)	—	0.005
17 トルエン	0.6	0.06
18 キシレン	0.4	0.04
19 フタル酸ジエチルヘキシル	0.06	0.006
20 ニッケル	—	0.01
21 モリブデン	0.07	0.007
22 アンチモン	0.02	0.002
23 塩化ビニルモノマー	0.002	0.0002
24 エピクロロヒドリン	0.0004	0.0004
25 1,4-ジオキサン	0.05	0.005
26 全マンガン	0.2	0.02
27 ウラン	0.002	0.0002



### (1) 砒素

砒素は、調査した44本の井戸のうち図2に示した5本から報告下限値の0.005 mg / lを超えて検出され、そのうち飽田地区浅井戸 (T52) と同深井戸 (T53) の2本は環境基準 (0.01 mg / l) を超えていた。両者の平均値は、それぞれ0.018 mg / lと0.017 mg / lで、調査期間を通してほぼ平均値前後の濃度で推移していた (図3)。また、力合地区浅井戸 (T14)、中島地区深井戸 (T19) 及び天明地区深井戸 (T47) からも、0.006 mg / l前後の砒素が継続して検出された。

平成元～3年に行われた地下水質調査によると、西部地域では、地下水が停滞し地層の還元状態が進み、土壌中の砒素が地下水へ溶出することが報告されている<sup>1)</sup>。検出された井戸はこの地域に分布していた。

### (2) ほう素

ほう素は、平成8年10月から調査を開始しており、全ての地点で報告下限値の0.01 mg / lを超えて検出された。そのうち、西部地域の中島地区浅井戸 (T21) と天明地区浅井戸 (T45) は、環境基準 (1 mg / l) を超えており、平均値はそれぞれ1.8 mg / lと1.1 mg / lであった (図2)。これらの井戸の深さは10m前後で、同じ地区にある深さ50～70mの中井戸 (T20、T46) 及び野口地区のT7からは0.4～0.5 mg / l、深さ70m以上の深井戸 (T19、T47) 及び飽田地区浅井戸 (T52) と同深井戸 (T53) からは0.2 mg / l程度検出され、浅い層ほど高濃度であった。一方、これ以外の井戸は、全て0.1 mg / l以下で、西部地域が他の地域に比べて高濃度であった。

経年的な濃度変化は、図3に示したようにT21とT45は、共にわずかながら減少傾向を示しており、T45は平成15年度以降、基準値以下となっている。

ほう素は、平成11年2月環境庁告示第16号により、要監視項目から環境基準項目に追加された項目である。T21とT45が環境基準を超えていたことから、平成12年度に実態把握のための水質調査及び原因究明調査を行ったところ、熊本平野西部地域の広範囲で検出され、腐植物を含む地層から地下水へ溶出したものと推定された<sup>2)</sup>。

### (3) ふっ素

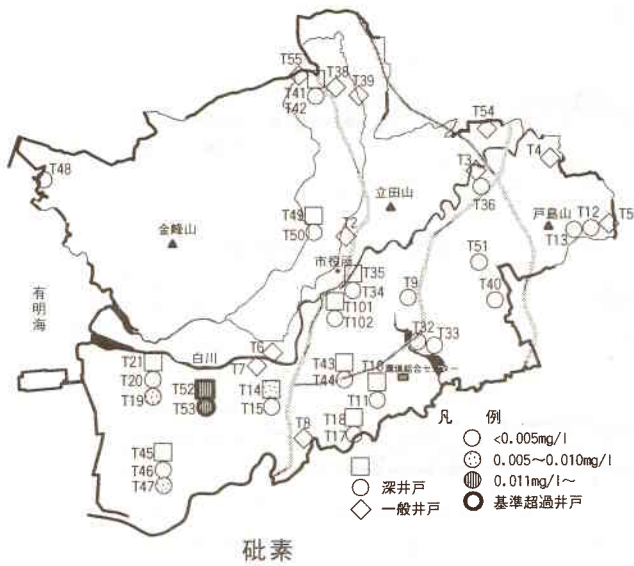
ふっ素は、37本で報告下限値の0.08 mg / lを超えて検出され、ほう素と同様に中島地区浅井戸 (T21) と天明地区浅井戸 (T45) で、環境基準 (0.8 mg / l) を超えており (図2)、平均値はそれぞれ3.3 mg / lと1.4 mg / lであった。また、天明地区中井戸 (T46) と春竹地区浅井戸 (T101) でも一時的に環境基準を超えていた。また、中心部の白川沿いから西部地域にかけて0.3 mg / l、東部から南部にかける地域では0.1 mg / l程度検出された。

濃度の経年変化は、図3に示したようにT21ではやや増加傾向が、一方、T45では減少傾向が見られた。

ふっ素も、ほう素と同様に平成11年2月に要監視項目から環境基準項目に追加されたことから、ほう素と併せて原因究明調査を行った。その結果、西部地域には、白川の沖積作用による河成三角州堆積物が広く分布しており、この地層に含まれているふっ素が地下水に溶出したものと推定された<sup>2)</sup>。

また、東部から南部にかける地域で検出された0.1 mg / l前後のふっ素は、阿蘇カルデラに起因するふっ素を含む白川の河川水が、台地で灌漑用水として用いられていることに起因するものと思われる。

なお、北部地域の地下水からは、ふっ素は検出されなかった。この地域の地下水は、植木台地から流入しており、白川の影響を受けていないためと考えられる。



砒素



ほう素



ふっ素



硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素



テトラクロロエチレン



鉛・四塩化炭素

\*濃度区分は、対象期間中の平均値を用いて行った。また、期間に1度でも環境基準を超過した井戸を基準超過井戸として表した。

図2 環境基準項目の検出状況