

# 熊本・江津湖における硝酸性窒素濃度の挙動と湧水量の関係について

東海大学 学生会員 小島 智佳  
 東海大学 正会員 市川 勉

## 1. はじめに

熊本地域(13市町村、人口約100万人)では他の地域に比べ地下水の循環速度が速いため地下水利用も発達し、上水道水源の100%を地下水に依存している地域である。しかし、近年、涵養地の都市化や工場・上水道水源のための地下水くみ上げの影響で地下水位低下<sup>1)</sup>や肥料、畜産系の廃棄物、家庭・工場排水の地下への浸透により硝酸性窒素による地下汚染などの問題が懸念されている。熊本県が平成17年3月に出した熊本地域硝酸性窒素削減計画<sup>2)</sup>ではH6~H15まで定点監視調査を実施しその結果を表1にまとめた。表1から硝酸性窒素の検出率は80%以上であり、熊本地域全体で硝酸性窒素汚染が発生していることがわかる。このような状況を受けて策定された熊本県の硝酸性窒素削減計画で熊本地域の地下水の硝酸性窒素の目標平均値は約2mg/Lであると掲げたのに対し、江津湖周辺の湧水の硝酸性窒素濃度は約4mg/Lとされている。これらの目標はあくまでも年間平均値ベースのものであり、最高値は実際にはもっと大きくなると考えられる。なぜなら、硝酸性窒素の供給源と考えられる農地の施肥の状況は農業カレンダーで実施しており、常に一定のものではない。熊本県保健科学研究所の研究成果報告書<sup>3)</sup>では、第一帯水層の硝酸性窒素濃度は施肥の影響で大きく上昇している。また、熊本県・市の観測井戸は、上水道水源に当たる第二帯水層が多く、第一帯水層の井戸の観測結果については、詳細な調査・公表はなされていない。本研究では、江津湖の湧水量観測

	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15
調査地点数	159	159	161	159	159	159	159	173	171	173
検出地点数	144	130	135	138	136	135	142	146	145	145
検出率 (%)	90.6	81.8	84.9	85.7	85.5	84.9	54.8	84.4	84.8	83.8
平均値 (mg/L)	2.32	2.83	2.62	2.55	2.5	2.41	2.5	2.43	2.43	2.64
最高検出値 (mg/L)	40	31	23	18	17	18	16	20	15	21
基準超過地点数	2	6	5	3	4	5	5	2	3	3
超過率 (%)	1.26	3.77	3.14	1.86	2.52	3.14	3.14	1.16	1.75	1.84

キーワード:硝酸性窒素、湧水量、難透水性層  
 〒862-8652 熊本県熊本市渡鹿9丁目1番1号  
 096-386-2706 東海大学熊本校舎

と同時に、湧水の硝酸性窒素濃度観測を行なうことにより、江津湖の第一帯水層と第二帯水層の湧水量比率や、第一帯水層の地下水の硝酸性窒素汚染の進行の程度について検討を行なった。

## 2. 熊本地域の地下水と地下構造

阿蘇山は4度の大噴火をしたと言われている。水理地質基盤とする先阿蘇火山岩類の上を層状に火砕流堆積物が覆い、古いものからASO-1、-2、-3、-4と呼ばれ、これらの地層は、亀裂が発達し、地下水を通しやすい地層である(図2参照)。また、この間には阿蘇火山とは別の火山の溶岩からなる砥川溶岩と呼ばれる地層も存在し、この溶岩を含む帯水層を第二帯水層と呼ぶ。この上に布田層(難透水性層)があり、この層の上部を第一帯水層と呼ぶ。第一帯水層と第二帯水層を区分する布田層は、全体的に分布するのではなく、一部欠落しているといわれていた。東海大学中山らのグループが、熊本地域の地質構造を解析し、布田層の分布が図-3のように分布していることを示した<sup>5)</sup>。その結果、江津湖のすぐ上流で布田層が欠落し、江津湖に流出する湧水が、

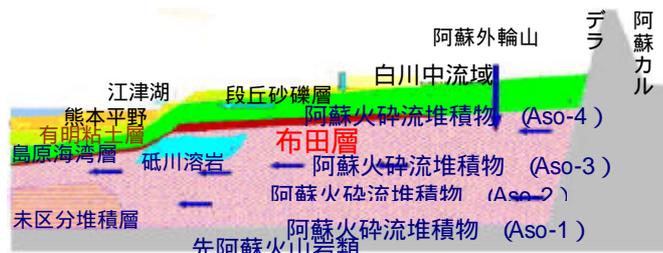


図2 熊本地域の地質構造<sup>4)</sup>



図3 布田層の分布図<sup>5)</sup> (江津湖周辺)

第一帯水層の地下水と第二帯水層の地下水の混合であると考えられる。

### 3. 第一、第二帯水層の地下水湧水と硝酸性窒素濃度との関わり

第一、第二帯水層を区切る布田層の分布は、図-3に示したように、白川中流域から江津湖にかけて分布しているが、熊本市内では、欠落している部分が多いが、連続して地下水を区分している。本来ならば、江津湖の上流側である東側の地点で、第一、第二帯水層の地下水位観測データを使用すべきであるが、熊本市水保全課の地下水位観測データでは、江津湖の上流側で第一、第二帯水層の地下水位を同じ位置で観測している地点はない。そこで、江津湖に近い位置で、両方の地下水位を観測している御幸笛田地点の地下水位を使用することとした。御幸笛田にある深井戸(第二帯水層)・浅井戸(第一帯水層)の2009年4月から2010年5月までの地下水位変化を見ると6月ごろから水位が上昇し9、10月ごろに最高水位となり、5月末ごろに最低の水位となる。熊本の地下水を構成する上下二つの帯水層の地下水位と江津湖の水位差に各帯水層からの湧水量が比例するとの仮定を用いて各帯水層からの湧水量を評価した結果、第一帯水層からの湧出は年間を通じて大きく変化せず、ほぼ日量10万m<sup>3</sup>程度を推移していることがわかった。これに対し、第二帯水層からの湧出は、全湧水量と同様な変化を表し、日量30万m<sup>3</sup>前後を推移しており、全湧水量の約75%と、江津湖に湧出している湧水は第二帯水層からの湧出が主であることがわかった。

また、深井戸の帯水層の硝酸性窒素濃度は保険環境科学研究所のデータから年間の変動はほとんどなかったため、この値を用いて第一帯水層の硝酸性窒素濃度の変化を計算した結果、図-4のようになった。

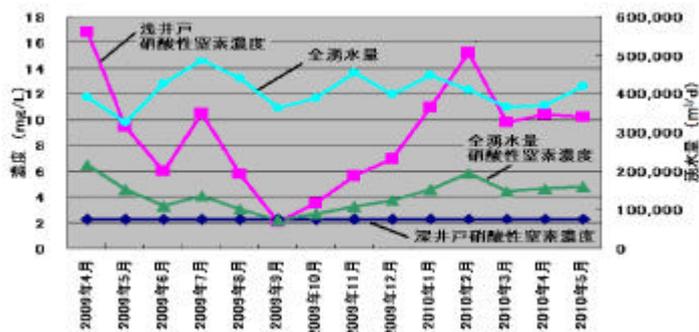


図-4硝酸性窒素濃度の経年変化

図-4に示しているように第一帯水層の硝酸性窒素濃度は水稲作付け期(6月から9月頃)に大幅に低下し、10月以降上昇する。最高濃度も10mg/Lを超えると推定された。これは、白川中流域周辺より南側にある畑地帯を中心とする農業地帯からの肥料などの影響を第一帯水層が受けやすい事が原因と考えられる。しかし湧出水の濃度を見るとほぼ5mg/L以下であり深井戸からの湧水が多いため希釈され、濃度が低下していると考えられる。

### 4. まとめ

2009年から2010年にかけての地下水位、湧水量、硝酸性窒素濃度の観測結果を用いて上下二つの帯水層の湧水量と硝酸性窒素濃度の変化を推定した。その結果、湧水の硝酸性窒素濃度は、春先の水田が始まる前の6mg/Lの最高値から秋口の水田終了直前の2mg/Lの最低値まで年変動を示すことがわかった。また、浅い第一帯水層からの湧水量は全湧水量の約25%、深い第二帯水層からの湧水は全湧水量の約75%を占めていることがわかった。また、硝酸性窒素濃度を深い第二帯水層の濃度を一定として、第一帯水層の硝酸性窒素の濃度を計算すると、水稲作付け期(6月頃から9月頃)に15mg/Lの値から2mg/Lへ大幅に低下し、10月以降上昇する。これは、白川中流域周辺より南側にある畑作地帯における肥料と水田からの大量の地下水涵養の影響を第一帯水層が受けていることが原因と考えられる。しかし混合した湧水の濃度を見ると約5mg/L以下であり深井戸からの湧水が多いため希釈され、低下していると考えられる事ができる。

今回の解析では、未知量が多いため、幾つかの仮定条件を用いたが、今後は、観測データを増やして諸量の間関係を更に詳しく明らかにしていきたい。

#### 参考文献

- 1) 今辻銀二、東海大学大学院修士論文、水前寺・江津湖における湧水のメカニズムとその変動に関する研究 p.5、10、12、2008
- 2) 熊本県、熊本地域硝酸性窒素削減計画、p.25、2005
- 3) 熊本県保健環境科学研究所水質科学部地下水科学室、火山性河川水に由来する化学成分の地下水における挙動研究報告書 p.34、2009
- 4) 熊本県地下水採取資料、2006
- 5) 熊本地盤研究会、熊本周辺の地質断面図、2010