

休耕田を利用した地下水涵養における細菌類の消長

富山県立大学 吉岡翔時 (正会員) 奥川光治 畑由紀 安田郁子

1. はじめに

近年、富山県では都市化の進展や水田の減少に伴い地下水涵養量が減少し、さらに、冬期における消雪用水の利用により、市街地を中心に一時的に大幅な地下水位の低下が見られる。また、工場の新規立地に伴う地下水利用が増加している。そこで、休耕田を利用した地下水涵養が注目されているが、その水質に関しては必ずしも調査研究が進められていないのが現状である。本研究の目的は、砺波市で実施している休耕田を利用した地下水涵養において、流入水、休耕田湛水、地下水などの水質変化と細菌類の消長を調査し、水質形成機構を明らかにするとともに地下水への影響を検討することである。

細菌類としては一般細菌と従属栄養細菌を取り上げる。一般細菌は高濃度の有機栄養を含む培地で、36、24時間培養の条件で計測されるのに対し、従属栄養細菌は比較的低濃度の有機栄養培地で、20、7日間培養の条件で計測される。一般細菌の培養条件は自然環境中には少なく、逆に従属栄養細菌の培養条件は自然環境に近いため、一般細菌試験では増殖できない細菌でも、従属栄養細菌試験では増殖できることが多い(日本水道協会, 2001)。そのため、従属栄養細菌は環境水や水利用システムの評価に有用である。

2. 方法

涵養実験は2005年より休耕中の砺波市柳瀬の庄川左岸沿いの水田で実施した(図1参照)。5枚続きの田越し灌漑水田であり、総面積は4430m²である。休耕田への流入水(農業用水)、休耕田湛水および地下水(観測孔)、また庄川河川水を原則として月1回採取し、水質分析を実施するとともに不定期に細菌試験を実施した。休耕田湛水は上流から1~2枚目の休耕田で採水した。地下水は地下6m付近から揚水し、採水初期の水を捨てた後、採取した。さらに、参考のため砺波市、高岡市および氷見市の8地点において地下水を採取した。これらの地点は、一般の民家でポンプアップして利用しているか、自然に湧出していて広く市民利用がなされているところである。

観測・分析・試験項目は水温、pH、DO、TOC、TN、

TP、溶性ケイ酸、アルカリ度、主要イオンおよび一般細菌(標準寒天培地法)と従属栄養細菌(R2A寒天培地法)などである。

3. 結果および考察

3.1 浸透量および水質

本研究の地下水涵養実験における浸透量は、一筆減水深法で平均232mm d⁻¹、水収支法では平均210mm d⁻¹の日平均減水深が観測され、水田の約10倍の浸透効率であった(川村, 2007)。したがって、地下水涵養による水質への影響と細菌汚染を評価することが必要である。

CIの結果からは、休耕田地下水が涵養源からかなり早く浸透してきていることおよび近くの庄川の影響を大きく受けていることがわかった。また、水温の結果から、休耕田あるいは周辺の水田の影響を受けていることが認められた。さらに、K⁺や窒素など肥料成分の結果からは、周辺の水田や畑の影響を受けていることがわかった。

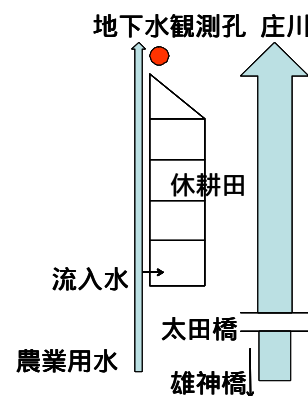


図1 涵養実験概要。

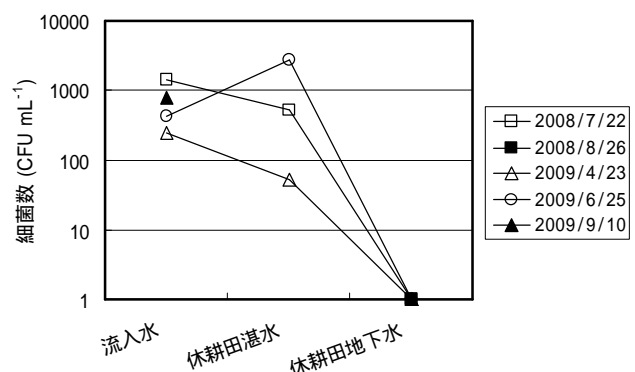


図2 一般細菌の検出状況。

3.2 細菌類

図 2 に示すように,一般細菌の検出状況は流入水で 250~1400 CFU mL⁻¹,休耕田湛水で 53~2700 CFU mL⁻¹ に対して,地下水では 0~1 CFU mL⁻¹ とほぼ検出されなかった。これは地層の濾過作用に加え,地下水が低有機栄養であるためと考えられる。また,図 3 に示すように,従属栄養細菌の検出状況は流入水で 2000~10000 CFU mL⁻¹,休耕田湛水で 590~25000 CFU mL⁻¹ に対して,地下水では減少傾向にあり,10⁴ オーダーになることはなかったが,150~1300 CFU mL⁻¹ であった。

また,図 4 は庄川河川水の影響を見るために実施した細菌試験の結果である。ただし,この 2 回は休耕田への流入水がストップし,人工涵養が行なわれていなかったときの結果である。庄川の細菌数は一般細菌も従属栄養細菌も流入水より低かった。休耕田地下水は庄川と比較すると,一般細菌で 0.4~0.5 倍,従属栄養細菌で 0.7~0.8 倍程度の減少であった。

一方,表 1 は砺波市,高岡市および氷見市における一般の地下水の調査結果である。砺波 A B および高岡 A~E は庄川扇状地の地下水であり,砺波 B が第二帯水層(40m)から揚水しているのを除き,第一帯水層から揚水しているか湧出している地下水である。一般細菌はほぼ検出されなかったが,従属栄養細菌は 0~550 CFU mL⁻¹ であった。注目すべき点は,湧出しているか連続して揚水している地下水では 0~5 CFU mL⁻¹ であったのに対し,利用時に揚水する地下水では 36~550 CFU mL⁻¹ と検出されたことである。しかし,上述の休耕田地下水は,これらの一般の地下水に比べて高かった。地下水観測孔では地下水面直下で採水しており,休耕田や周辺の水田からの浸透水の影響を強く受けていると考えられるが,さらに庄川河川水の影響もあると思われる。水道の水質管理目標は 2000 CFU mL⁻¹ (暫定)であり,休耕田地下水は目標値をクリアしているが,利用上留意が必要である。

4.まとめ

得られた結論を要約すると,(1)一般細菌の検出状況は流入水で 250~1400 CFU mL⁻¹,休耕田湛水で 53~2700 CFU mL⁻¹ に対して,地下水では 0~1 CFU mL⁻¹ とほぼ検出されなかった。(2)従属栄養細菌の検出状況は流入水で 2000~10000 CFU mL⁻¹,休耕田湛水で 590~25000 CFU mL⁻¹ に対して,地下水では 150~

1300 CFU mL⁻¹ であった。(3)休耕田地下水の細菌数を庄川と比較すると,一般細菌で 0.4~0.5 倍,従属栄養細菌で 0.7~0.8 倍程度の減少であった。(4)休耕田地下水の従属栄養細菌数は,一般の地下水に比べて高かった。

本研究の遂行にあたり,砺波市役所の関係諸氏,富山県立大学の広瀬慎一先生,広瀬研究室学生諸氏,奥川研究室学生の村塚理恵さん,今井亮太さん,畑智子さん,場家梨沙さんおよび山本美咲さんの協力を得た。深甚なる謝意を表する次第である。

参考文献

川村安正(2007)富山県立大短大部専攻科修了研究。日本水道協会(2001)上水試験方法解説編。

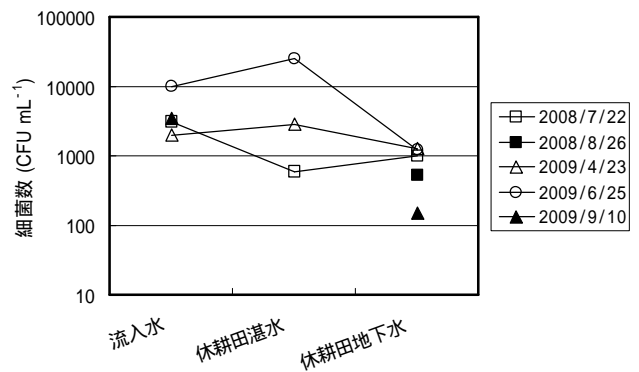


図 3 従属栄養細菌の検出状況。

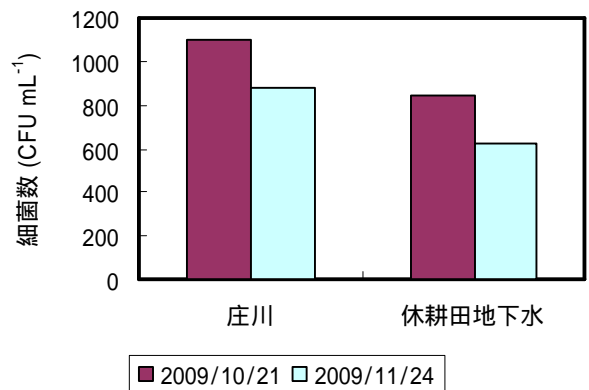


図 4 庄川と地下水における従属栄養細菌数の比較。

表 1 一般の地下水の調査結果。

利用形態	サンプル名	調査年月日	一般細菌 CFU/mL	従属栄養細菌 CFU/mL
利用時揚水	砺波 A	2008/10/30	6	550
利用時揚水	砺波 B	2008/10/30	0	120
利用時揚水	氷見	2008/12/10	0	36
利用時揚水	高岡 A	2008/8/26	0	52
湧出	高岡 B	2008/8/26	0	0
湧出	高岡 C	2009/8/18	0	0
湧出	高岡 D	2009/8/18	0	2
連続揚水	高岡 E	2009/8/18	0	5