

印旛沼流域における湿地の水質浄化機能

NPO 水環境研究所 正会員 ○瀧 和夫・岩井久美子

・田村嘉之・中村正直・楠田 隆・木津利矩

千葉大学 近藤 昭彦・濱 侃・堀江政樹・飯田瑞樹

1. まえがき

自然環境下での谷津田等の湿地が水質における自然浄化に大きな力となっている、ということは広く知られている。しかし、その浄化効果が硝酸性窒素の分解によるものか、希釈によるものかは不明な点が多い。本研究は硝酸性窒素の浄化が微生物の関与によってなされることから、一般的な水質項目に加え、水に含まれる安定同位体の変化から湿地の持つ自然浄化効果を明らかにし、その成果を湿地及び湖沼の水環境改善活動へ繋げていこうとするものである。

2. 畔田の谷津と調査地点の概要

本研究では図1の印旛沼流域の手繰川水系畔田の谷津を対象域に、台地を起源とする湧水の水質浄化について検討することとした。畔田の谷津上流部の台地は古くから畑作として、近年では資材置き場として、広く利用されており、谷頭部からの湧水には高い濃度の硝酸性窒素が検出されている¹⁾。調査地点の谷津部は現在、休耕田となっており、アシヤイネ科植物が繁茂しており、ヤナギ、クワなどの木々も散見されている。

台地からの湧水は図2の湧水 2 地点から右岸水路を、また、湧水 1 地点から左岸水路へと流れ下っている。これらの湧水は直接湿地(休耕田)へ流入することはない。ここで、湿地の表層(上位)の沖積層は有機質シルト層を主体とし、下位の凝灰質砂を主体とする洪積層へと漸移しているのが確認されている。

本調査は図2に示す湿地内の観測井戸(W2)と既存井戸、赤丸印で示す湧水地点とその下流の水路地点、および、湿地内の浸出水の3地点(赤丸印)で実施した。ここで、△印地点は沖積層中の地下水の動向を把握するため、GL-40cmとGL-1mを1組とするピエゾメータの設置地点である。観測井戸 W2 は GL-2.5~-3.5 の洪積層中に、また、W2 より約 100m 下流の湿地内に既存井戸があり、そのスクリーン深度は GL-20~-24m 付近にある。ピエゾメータによる現地調査は 7 月よりほぼ毎月、公定法による水質分析は 11 月 23 日に実施した。

3. 調査結果および考察

(1)湿地における地下水の流動機構

地下水位観測を湿地内のピエゾメータ 12 地点および W2 井戸、既設井戸にて行った。その結果、ピエゾメータ(沖積層)の水位は湿地の地表水面と同じ水位を、また、湿地の上流側に位置する W2 井戸の水位は GL+10cm、下流側の既設井戸では約 GL+33cm を得た。これらの観測結果から、洪積層中に設置2本の井戸(W2、既存井戸)の地下水が被圧状態にあることが、そして、台地から湿地の底部に潜り込んだ地下水は谷津の湿地を構成する水源として、ゆっくり湿地表面へと移動している可能性が想定される。

(2)湿地の水質浄化

調査結果は表 1 に示すとおりである。ここで、地下水位、pH、EC、水温、酸化還元電位(ORP)、水温の 6 項目は現地簡分析計にて、また同時に、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、二価鉄はパックテストにて測定を行った。更

キーワード 水質浄化機能、窒素安定同位体、湿地、印旛沼流域

連絡先 〒276-0046 千葉県八千代市大和田新田 94-99 NPO 水環境研究所 E-mail: office_iwe@wakimizu.org



図1 畔田の谷津と周辺の土地利用状況

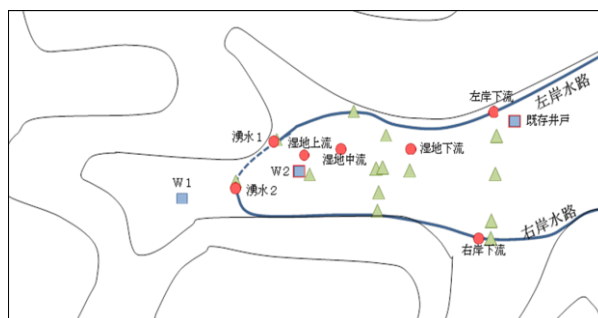


図2 畔田の谷津調査地点図(赤印地点)

に、各地点の採水は公定法に基づき、窒素系化合物4項目、総有機炭素(TOC)、硫化物イオンの分析を行った。

調査結果より、湿地上流、湿地中流、湿地下流地点を除く6カ所の地下水はORP値が正の酸化状態であることが認められる。また、湧水2及び湧水1の

表1 畔田の谷津湿地帯の水質調査結果

試料採取年月日:平成28年11月23日											
項 目		湧水2 左岸下流		湧水1 右岸下流		W2	既存井戸	湿地上流	湿地中流	湿地下流	
現場測定項目		湧出水	表流水	湧出水	表流水	井水	自噴	表流水	表流水	表流水	
	p H	5.88	6.64	5.96	6.55	6.04	7.15	6.54	6.77	7.14	
	EC mS/m	17.2	19.94	28.2	26.8	49.2	43.5	37.2	38.7	37.1	
	水温 ℃	16.1	15.0	16.2	15.4	15.3	14.8	12.0	11.8	11.3	
	ORP mV	175	123	253	134	172	63	-40	-91	-77	
	二価鉄 mg/L	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	1	0.2	3	2	3	
公定分析項目	NO ₃ -N mg/L	3.1	2.9	4.8	4.5	7.5	3.7	<0.03	<0.03	<0.03	
	NO ₂ -N mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	
	NH ₄ -N mg/L	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.13	<0.03	1.5	1	0.24	
	T-N mg/L	3.5	3.2	5.2	5.0	8.6	4.2	2.4	3.2	3.0	
	TOC mg/L	1.0	3.3	0.5	3.2	1.9	1.7	2.3	25.0	34.0	
	(SO ₄) ²⁻ mg/L	24	27	59	54	140	11	47	12	19	
備考		左岸水路 へ流出	左岸水路	右岸水路 へ流出	右岸水路	湿地内 井戸深度 4m	湿地内 井戸深度 24m	湿地内表流水			

このことから、畔田の谷津の存

在は嫌気性微生物の活性化による硫化物イオンや NH₄-N、二価鉄イオンを増大させる機能を有すると考えられる。そして、二価鉄イオンにおいては $3\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Fe}^{3+}$ および $4\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{Fe}^{3+}$ の過程を経て窒素化合物の浄化に寄与したものと推察される。

(3) 湿地の窒素安定同位体

窒素安定同位体比の計測結果を図3に示す。ここで、A領域は肥料および降下由来 NH₄ を、B領域は土壌中の N を、また、C領域は家畜糞尿および下水由来 N を特徴的に示す領域である¹⁾。

図より、湧水1、2及びその水路では $\delta^{15}\text{N}$ 値が高いことから、周辺台地の土地利用に伴う影響を受けていると思われる。そして、これらのORP値が+200mV程度以下であることから²⁾、図中の鎖線矢印のような脱窒が行われていることがわかる。一方、湿地の表流水(湿地上・中・下流)では、 $\delta^{15}\text{N}$

値が低く、NO₃-N、NO₂-N濃度も非常に低い。更に、上昇傾向のTOC、下降傾向の(SO₄)²⁻などがみられる。これは湿地内微生物による特異な働きと診ることができる。ここで、NH₄-Nの観測は還元状態の深層井水によくみられる現象でもある。

4. まとめ

湿地の脱窒効果を検証するために、地下水位を含む湿地環境について調査した。その結果、次の事が明らかとなった。

- ・印旛沼流域の畔田の谷津周辺の台地を起源とする地下水は酸化状態の湧水として湧出している。
- ・湿地の底部に潜り込んだ地下水は弱い被圧状態にあり、湿地表層方向へとゆっくり移動している。
- ・湿地表層部の表流水は還元状態が保たれている。
- ・湧水から水路内への窒素安定同位体の濃度変化は微生物による脱窒環境による水質浄化を示している。

謝 辞

本研究の一部は平成28年度ちば環境再生基金助成事業によって実施した。また、佐倉市環境部には地元関係者との折衝に大変お世話になった。ここに記して、関係各位に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 中島泰弘: 第V章 負荷物質の動態調査法 I, 水環境保全のための農業環境モニタリングマニュアル(改訂版)、(独法)農業環境技術研究所、平成18年3月。
- 2) 斎藤光代・小野寺真一: 地下水流動は脱窒過程の制御要因か? -現状と今後の課題-、日本水文科学会誌、第41巻、第3号、pp91-101, 2011。

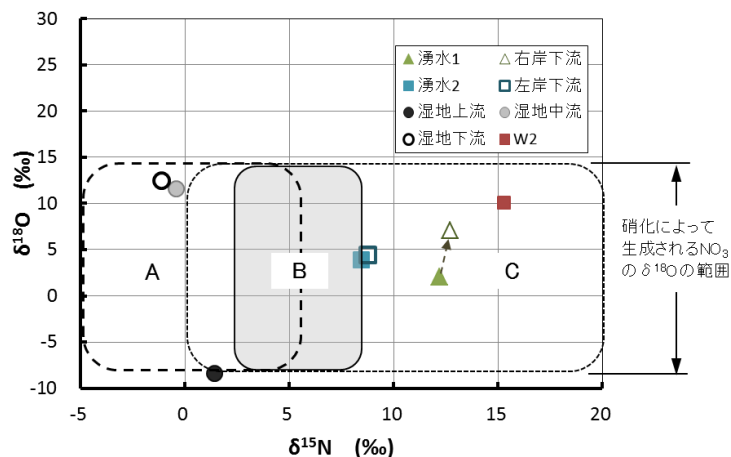


図3 畔田の谷津湿地における安定同位体比