

法第28条第1項

平成28年度の事業報告書

(平成28年4月1日～平成29年3月31日)

平成29年6月

特定非営利活動法人 水環境研究所

1 事業の成果

1-1 特定非営利活動に係る事業の成果

(1) 湧水の水質調査研究に関する事業

A. 印旛沼流域における湿地の水質浄化機能に関する調査研究

本事業は、千葉大学近藤研究室との共同研究事業として「ちば環境再生基金」の助成事業として実施した。3か年の継続事業であり、初年度の成果を3月に開催された土木学会で発表した。

A-1 事業の目的

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。

A-2. 畔田の谷津と調査地点の概要

本研究では図A-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、アシや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A-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A-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



図A-1 畔田の谷津と周辺の土地利用状況



図A-2 畔田の谷津調査地点図(赤印地点)

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。

A-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A-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ヵ所の地下水は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のように、水路を流下する湧水は、その流下過程で窒素系化合物の濃度変化は小さく、NO₃-N濃度の高いまま流下しているのが認められる。一方、湿地内ではORP値が負の還元状態に、また、二価鉄イオン、NH₄-NおよびTOC濃度の高く、さらに、NO₂-N、NO₃-Nおよび硫化物イオンが低濃度であることがわかる。

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。

表A-1 畔田の谷津湿地帯の水質調査結果

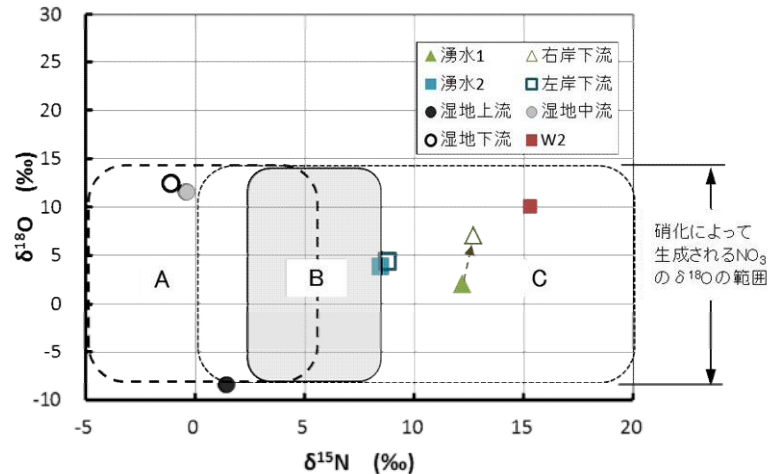
試料採取年月日:平成28年11月23日

項目	湧水2 左岸下流		湧水1 右岸下流		W2 既存井戸		湿地	湿地	湿地	
	湧出水	表流水	湧出水	表流水	井水	自噴	上流	中流	下流	
現場測定項目	pH	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 °C	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			

(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A-3に示す。ここで、A領域は肥料および降下由来 NH_4 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、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度も非常に低い。更に、上昇傾向のTOC、下降傾向の $(\text{SO}_4)^{2-}$ 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。



図A-3 畔田の谷津湿地における安定同位体比

B-4. まとめ

湿地の脱窒効果を検証するために、地下水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。

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-, 日本水文学会誌、第 41 巻、第 3 号、pp91-101, 2011.



写真B-1 現地調査の状況

C. 印旛沼流域湧水定期調査

西印旛沼と北印旛沼流域の湧水地点 123 箇所についてモニタリング調査を毎月 1 回実施した。

湧水の水質や水量が周辺環境の指標としての役割を担っていることから、これらの調査を継続することにより、自然環境の保全に資する貴重なデータを得ることができると期待される。

(2) 湧水湧出地周辺における生物相の調査に関する事業

「B. 印旛沼流域における湿地の水質浄化機能」の一環として谷津田の生物相調査を実施した。

(3) 湧水湧出地周辺の地質調査に関する事業

「B. 印旛沼流域における湿地の水質浄化機能」の一環として谷津田の地質調査を実施した。

(4) 水環境の保全・普及啓発に関する事業

A. 環境学習活動

本事業は印旛沼環境基金助成事業の一環として実施した。

「水循環」というテーマで、NPO法人八千代オイコスが主催する「川の学校」と合同で環境学習を実施した。概要は以下のとおりである。

- ①習内容：地下水流動模型による水循環の話、ガラスビーズ、砂等による水の浸透実験
- ②実施日：平成 28 年 7 月 30 日
- ③実施場所：花輪川護岸（図 A-2）

私たちは、「花輪川」の水源になっている湧水がどのような場所から供給されるのか、さらにその湧水が地下水として地層中をどのように動くのかそのメカニズムについて説明した。

学習の対象者が小学生であることから、実際に花輪川の上流部から歩きながら湧水を観察し、さらに現地ではパネル及び模型(千葉県中央博物館から借用)を使用した。子供たちが実際に実験をして、雨水が地下浸透して地層中に涵養される様子を体験してもらった。「水循環」の学習は通常室内の座学が一般的であるが、今回実施した花輪川の護岸における体験型の学習は、より深い関心と理解を得る上で効果的だったと考える。



図 A-2 川の学校位置図



写真 A-1 花輪川での環境学習



写真 A-2 水循環の話

B. 印旛沼体験フェアのブース出展

平成2年10月30日、佐倉市ふるさと広場で開催した「印旛沼体験フェア」に出展し、印旛沼流域の湧水のポスターによる紹介のほか、出版物の展示、及び市販の天然水を試飲し「美味しい水」の評価を行った。



写真B-1 ブース全景



写真B-2 美味しい水はどれ？

C. 機関紙「わきみず通信」の発行

機関紙「わき水通信」第18号、第19号を発行した。



「下総台地の湿地帯における水質浄化機能に関する調査」始まる！

千葉県環境基金の助成事業として今年度中に「印旛沼における地帯的役割調査」を完了させ、1年間調査結果の集約と発表として完成させる予定です。

本調査は、湿地帯における水質浄化機能の調査と、地帯的役割の調査の両方で行われます。調査期間は、平成28年6月17日から平成29年3月31日までです。調査場所は、印旛沼の湿地帯です。

なぜやるの？
 印旛沼は、千葉県最大の湿地帯です。この湿地帯は、水質浄化機能や地帯的役割を有しています。本調査は、この湿地帯の機能を明らかにし、その価値を評価することを目的としています。

何をやるの？
 調査は、1年間の調査期間を2回に分けて実施します。今回の調査内容は、「地帯的役割」です。これによって、湿地帯の水質浄化機能や地帯的役割を明らかにすることができます。

調査は、千葉県環境基金の助成事業として実施されています。調査期間は、平成28年6月17日から平成29年3月31日までです。調査場所は、印旛沼の湿地帯です。

調査は、千葉県環境基金の助成事業として実施されています。調査期間は、平成28年6月17日から平成29年3月31日までです。調査場所は、印旛沼の湿地帯です。

調査は、千葉県環境基金の助成事業として実施されています。調査期間は、平成28年6月17日から平成29年3月31日までです。調査場所は、印旛沼の湿地帯です。



平成28年度「熊鷹物産分場」で「地帯的役割調査」の見学(7月2日)

「地帯的役割調査」を見学しました。

熊鷹物産分場の「地帯的役割調査」の見学を行いました。調査は、熊鷹物産分場の湿地帯で行われました。調査内容は、「地帯的役割」です。これによって、湿地帯の水質浄化機能や地帯的役割を明らかにすることができます。

調査は、熊鷹物産分場の湿地帯で行われました。調査内容は、「地帯的役割」です。これによって、湿地帯の水質浄化機能や地帯的役割を明らかにすることができます。

調査は、熊鷹物産分場の湿地帯で行われました。調査内容は、「地帯的役割」です。これによって、湿地帯の水質浄化機能や地帯的役割を明らかにすることができます。

調査は、熊鷹物産分場の湿地帯で行われました。調査内容は、「地帯的役割」です。これによって、湿地帯の水質浄化機能や地帯的役割を明らかにすることができます。

調査は、熊鷹物産分場の湿地帯で行われました。調査内容は、「地帯的役割」です。これによって、湿地帯の水質浄化機能や地帯的役割を明らかにすることができます。

D. 年報第4号の発行

平成29年3月に、平成26～27年度の事業活動、及び研究レポート等をまとめた年報第4号を発行した。



目次	
総論	田中 義 202
1 事業の成果	
事業報告(平成26～27年度)	1
西郷長岡一池(平成26～27年度)	3
川瀬沼環境基金助成事業による成果報告(平成26～27年度)	7
沼津沼(平成27年度)	11
沼津沼環境基金助成事業による成果報告(平成27年度)	19
2 調査・研究	
沼津沼の周辺地域における水質調査と水質改善の現状と見通し	27
沼津沼の周辺地域の水質調査と水質改善の現状と見通し	31
沼津沼の周辺地域の水質調査と水質改善の現状と見通し	35
3 沼津沼環境基金	
沼津沼環境基金の活動と今後の展望	45
4 セミナー開催報告	
沼津沼環境基金の活動と今後の展望	55
5 定款など	
特定非営利活動法人水環境研究所 定款	61
特定非営利活動法人水環境研究所年報 わきみず 総論編	66
人々生活書	69

(5) 水資源の研究・保全・利活用に関する事業

A. 印旛沼流域の湧水の水質調査

本事業は印旛沼環境基金の助成事業として実施し、成果を印旛沼環境基金助成事業成果報告会にて発表した。

A-1 活動目的

本調査は、印旛沼流域の湧水が印旛沼の水質汚濁の改善に重要な役割を担うという考えから、湧水の水質調査を実施し印旛沼水質汚濁との関連性を解明すること、及び湧水の役割についての啓発を行うことを目的とした。

A-2 活動内容

以下の内容で印旛沼流域に分布する湧水調査を実施した。

- ①調査地点(図1)：畔田谷津(6)、山田の谷津湧水(2)、米戸湧水(2)、くもの井、太田ビオトープ、大仏頂寺弘法の瀧、長町の湧水、吉岡の湧水(2)、
- ②現地測定項目：pH、電気伝導率(EC)、酸化還元電位(ORP)、パックテスト(NO₃-N)、流量

- ③公定法分析（畔田湧水など6箇所）：硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、全窒素、全有機炭素、硫酸イオン
- ④同位体分析（畔田湧水2箇所）：
硝酸イオン中の $\delta^{15}\text{N}$ 及び $\delta^{18}\text{O}$
- ⑤調査日：平成28年11月20日、11月23日

A-3 活動の成果と考察

各調査地点の現地水質測定結果を表A-1に、公定法分析結果及び窒素及び酸素安定同位体比（ $\delta^{15}\text{N}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$ ）を表A-2に示す。

印旛沼流域の湧水のpHは5.9～7.9の範囲にあり概ね中性の水質を示し、酸化還元電位は147～253mvの値を示すことから酸化的な環境にあることが認められる。一方電気伝導率（EC）は7～56mS/mと幅があり、溶存成分の量に差が見られる。このことは湧水の湧出機構あるいは地質環境の違いが反映されていると想定される。例えば、大仏頂寺弘法の瀧は56mS/mの高い電気伝導率を示すが、硝酸性窒素濃度はバックテストで $<0.2\text{mg/L}$ と低い値を示すことから、地層中の成分が反映されていると思われる。公定法分析及び同位体分析については畔田谷津に湧出する湧水の動態を追跡する目的で実施した。その結果、畔田谷津の2箇所の湧水は硝酸性窒素濃度及び同位体比から、湧水1の窒素は動物性の窒素、湧水2は肥料系に由来し、涵養域の土地利用が異なる地下水流動系が存在すると考える。



図A-1 調査地点位置図

表A-1 現地水質測定結果

地点名	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	ORP (mV)	PT(NO ₃ -N) (mg/L)
くもの井	17.3	7.6	39	152	1
米戸の湧水	15.8	7.2	26	154	10
米戸の湧水2	15.6	7.4	24	167	10
吉岡の湧水	16.7	6.0	7	224	<0.2
吉岡の湧水2	16.1	6.1	10	237	0.5
長町の湧水	15.8	7.1	17	197	5
大田ビオトープ	15.8	7.6	36	161	2
大仏頂寺弘法の瀧	17.4	7.9	56	147	<0.2
山之田谷津の湧水1	15.5	7.7	26	157	0.2
山之田谷津の湧水2	14.9	7.7	28	148	2
畔田湧水1	16.2	6.0	28	253	7
畔田湧水2	16.1	5.9	17	175	1~2

表A-2 公定法及び安定同位体分析結果

地点名	NO ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	T-N (mg/L)	TOC (mg/L)	SO ₄ ⁻² (mg/L)
畔田湧水1	4.8	<0.03	<0.03	5.2	0.5	59
畔田湧水2	3.1	<0.03	<0.03	3.5	1	24
観測井2	7.5	<0.03	0.12	8.6	1.9	140
既存井戸	3.7	<0.03	<0.03	4.7	1.2	11
右岸下流	4.5	<0.03	<0.03	5	3.2	54
左岸下流	2.9	<0.03	<0.03	3.2	3.3	27

地点名	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
畔田湧水1	12.2	2.0
畔田湧水2	8.4	3.9



写真A-1 米戸湧水



写真A-2 大仏頂寺弘法の瀧



写真A-3 くもの井



写真A-4 太田ビオトープの湧水

B. 湧水モニタリング調査

平成 22 年度に出版した「ちばの湧水めぐりー湧き水から訪ねる千葉の自然と文化ー」に掲載した湧水地点から選定した 58 箇所のほか、新規調査地点 8 地点を加え県内の湧水モニタリング調査を実施した。調査項目は、pH、電気伝導率、水温、パックテストによる硝酸性窒素濃度を測定した。

【調査概要】

調査地点数：72 箇所（調査地点リスト参照）

調査項目：pH、水温、電気伝導率、流量、植生、水生生物、硝酸性窒素(パックテスト)

調査期間：平成 28 年 9 月～平成 29 年 3 月

延べ調査員数：25 名

延べ調査日数：11 日

《湧水モニタリング調査地点リスト》

印旛沼エリア		手賀沼エリア	
IBN-1	加賀清水	TGN-1	船戸の森湧水
IBN-2	上座公園湧水群 a	TGN-2	月影の井
IBN-3	西御門の湧水（2）	TGN-3	大下の湧水
IBN-4	くもの井	TGN-4	四季の丘湧水
IBN-5	勝間田の池	TGN-5	小袋池
IBN-6	米戸の湧水	TGN-6	弁天池
IBN-7	吉岡の湧水	TGN-7	増尾湧水
IBN-8	吉岡の湧水2	TGN-8	高野山桃山公園の湧水
IBN-9	長町の清水	九十九里エリア	
IBN-10	武西の湧水		
IBN-11	福良の泉	kjk-2	石尊様
IBN-12	沢山の泉	kjk-3	龍福寺の湧水
IBN-13	乳子清水	kjk-4	冷水大師
IBN-14	物木の湧水	kjk-5	安久山湧水群その2
IBN-15	佐倉市大田ビオトープ	kjk-6	中白清水
IBN-16	大仏頂寺弘法の瀧	kjk-7	御成り街道の湧水
IBN-17	山之田谷津の湧水	kjk-8	熊野の清水
利根川エリア		kjk-9	かくれ水
TNR-1	権五郎目洗いの池	kjk-10	銚子市春日台
TNR-2	おやは古酒子は清水	kjk-11	小堤の名水
TNR-3	長寿水		
TNR-4	横山清水		
TNR-5	香取神宮の湧水		
TNR-6	法乳泉		

奥東京湾エリア		内房エリア	
OTK-1	滝不動	UTB-1	姉崎神社の御神水
OTK-2	羅漢の井	UTB-2	水神谷津湧水群
OTK-3	大町公園の湧水	UTB-3	黄和田畑湧水
OTK-4	21世紀の森と広場の湧水	UTB-4	延命水
OTK-5	宮の下湧水	UTB-5	滝不動尊
OTK-6	大藪池の湧水	UTB-6	いっせんぼく湧水
OTK-7	村田川湧泉	UTB-7	三保の稲荷
外房エリア		UTB-8	袖ヶ浦市鐘ヶ淵池
STB-1	駒返しの水	UTB-9	月出の清水
STB-2	行屋井戸	UTB-10	第二柳川トンネルの湧水
STB-3	清澄水	UTB-11	報徳井戸(牛久)
STB-4	原の下湧水	UTB-12	不動尊清水
STB-5	灰汁井戸	UTB-13	志駒不動尊の盥水
STB-6	大貫の湧水	UTB-14	吉井の大井戸
STB-7	神余の弘法井戸	UTB-15	国本の湧水
		UTB-16	生きた水久留里

(6) アクア・ミュージアム館の建設と運営に関する事業

当期は事業の実施に至らなかった。

1-2 その他の活動に係る事業の成果

当法人では平成 25 年度より「その他の事業」に該当する事業は設けていない。

2 事業の実施に関する事項

(1) 特定非営利活動に係る事業

事業名	事業内容	実施日	実施場所	従事者の人数	受益対象者の範囲及び人数	支出額（円）
湧水の水質調査研究に関する事業	印旛沼流域湧水定期調査	延べ60日。 各月5日間実施	西印旛沼流域及び 北印旛沼流域の12 市町村	延120名 (平均2名/日)	会員 23名 市民一般多数。 環境保全活動に係る 市民、団体	31,000
	印旛沼流域の湧水の水質調査	平成28年4月～平成 29年1月	佐倉市	延15名	会員 23名 市民一般多数。 環境保全活動に係る 市民、団体	185,710
	印旛沼流域における湿地の水質浄化機能に関する調査研究	平成28年4月～平成 29年1月	佐倉市	延30名	会員 23名 市民一般多数。 環境保全活動に係る 市民、団体	215,021
水環境の保全・普及啓発に関する事業	印旛沼体験フェア	平成28年10月30日	佐倉市	3名	市民一般多数。 環境保全活動に係る 市民、団体	1,815
	環境学習活動	平成28年7月30日	八千代市	2名	川の学校参加者30名	11,533
水環境の水資源の研究・保全・利活用に関する事業	湧水モニタリング調査	平成27年9月～平成 28年3月	千葉県全域	延20名	会員 23名 県民一般多数 環境保全活動に係る 市民、団体	185,091

(2) その他の事業 対象事業なし