

法第28条第1項

令和4年度の事業報告書

(令和4年4月1日～令和5年3月31日)

令和5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、「ちば環境再生基金」の助成事業として平成 28 年度に開始した。研究成果は毎年、日本地下水学会、水環境学会、水環境学会、水環境学会及び当法人主催の公開シンポジウムでそれぞれ発表したほか、機関紙「わき水通信」を通して随時公表している。

A-1 事業の目的

印旛沼は流域の谷津に流出している湧水を水源としている。当法人では、それらの湧水の多くが硝酸性窒素により汚染されていることから、印旛沼の窒素負荷の一因となっていると考えられる。一方で水田での脱窒による浄化機能は一般に知られている現象である。本研究は、湧水の流出する谷津の湿地における水田と同等の浄化機能の可能性に着目し、谷津を構成する地質環境や地下水の動態から脱窒機構を解明することによって、その成果を湿地及び湖沼の水環境改善に有効に活用することを目的として実施している。

A-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モデル地区として、台地を涵養域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。モデル地区は 20 年ほど前までは稲作が行われていたが、現在では休耕田となっている。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 2 の湧水 2 地点から右岸水路を流下しているが、湧水 1 地点からは左岸水路へ流下しているほか、1 年ほど前より谷津湿地に流入するようになった。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



図1 畔田の谷津と周辺の土地利用状況

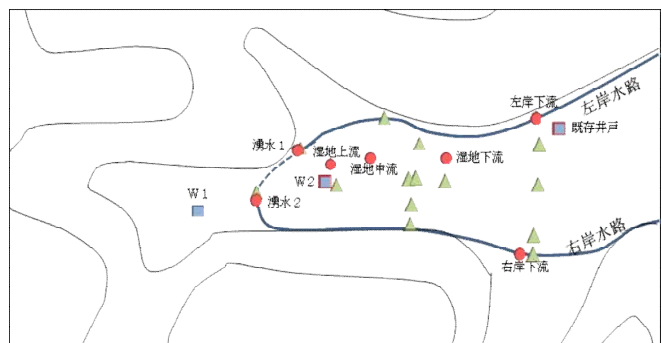


図2 畔田の谷津調査地点図(赤印地点)

るのが確認されている。

過去 6 年の調査内容を表 1 に示す。

表 1 過去 5 年間の調査内容

調査年度	調査内容
平成 28 年度	・ピエゾメーターの設置（千葉大学の協力） ・地質調査・測量 ・湿地内に更新統の観測井を設置 ・湧水と流下する水路の安定同位体比（$\delta^{15}\text{N}$、$\delta^{18}\text{O}$）の分析
平成 29 年度	・湿地内の完新統に観測井を設置。 ・湿地と地下水の関係を把握することを目的とした地下水位と水質調査の定期観測（1 回/月）及び完新統の地下水の窒素及び酸素同位体比による脱窒の検証
平成 30 年度	・沖積層中の地下水位及び地下水質の定期測定 of 継続 ・実験水路の設置。
令和元年度	・観測井・湧水の地下水位及び地下水質の定期測定 of 継続 ・前年度設置した実験水路における脱窒効果の検証 ・自記記録計を（ロガー）を設置し地下水位の 10 分毎の連続記録を開始 ・沖積層中の脱窒と地下水位の関連性の検証 ・沖積層中の簡易透水試験
令和 2 年度	・観測井・湧水の地下水位及び地下水質の定期測定 of 継続 ・谷津田調査 モデル地区以外の谷津田 2 箇所（菖蒲谷津、山之田谷津）における同位体による脱窒の検証
令和 3 年度	・観測井・湧水の地下水位及び地下水質の定期測定 of 継続 ・完新統の地下水の水質特性の調査 硝酸性窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、全窒素、主要イオン 8 項目

A-3. 令和4年度調査内容および成果

(1) 調査内容

令和4年度では、高濃度の硝酸性窒素を含む湧水が湿地を流れる過程での水質の変化に着目し、既存の調査地点と共にモニタリングを実施した。なお、観測井での地下水位の自記記録計のによる連続観測は今年度で終了とした。

1) 湧水及び観測井の定期調査の継続（令和4年8月20日まで）

①地下水位測定（1回/月） 25箇所（沖積層20、洪積層5）ロガーによる連続観測

②簡易水質測定（1回/月）19箇所（観測井10、既存井1、湿地湧水2、湿地表流水4、実験水路2） DO、ORP、pH、EC、水温、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} （不定期）

2) 沖積層内の地下水の水質特性の調査（令和4年9月17日）

硝酸性窒素、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、全窒素、主要イオン8項目

3) 自記記録計の撤収（令和5年2月25日）

(2) 成果

1) 湧水及び観測井の定期調査の継続

【結果と考察】

①地下水位の測定結果は図3に示すとおりである。いずれの観測井も概ね連動した変動がみられるが、特に湿地に設置したW2とW2_2.5-2の変動が大きい。湿地内では更新統内の地下水は完新統が加圧層となって被圧されているが、水位が低下し沖積層中の地下水位の方が高い場合には完新統から更新統への浸透、逆の場合には更新統から完新統への上向きの浸透が想定され、両地層間での地下水の双方向への動きが想定される。

②沖積層内の観測井ではORPとDOが夏季に値が低くなるという周期的な季節変動がみられる。（図4、図5）。

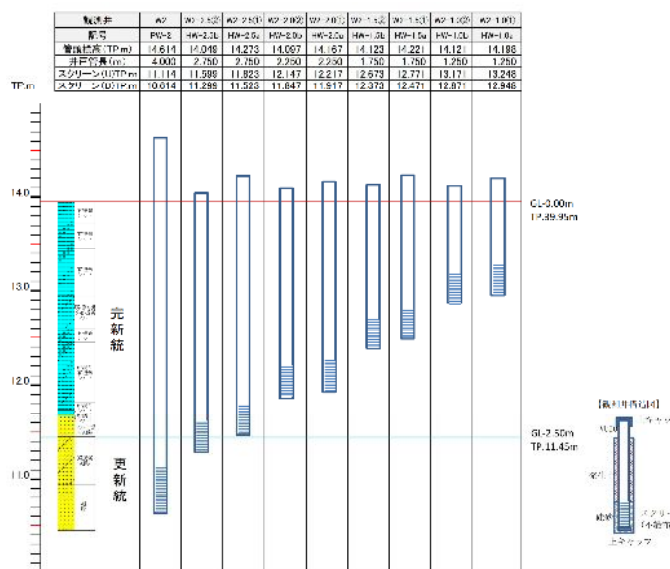


図3 湿地内の観測井配置断面図

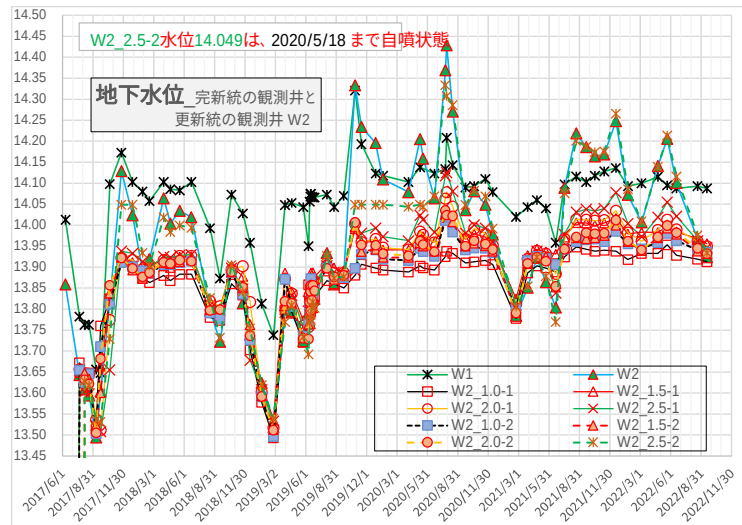


図4 地下水位の推移（令和4年8月20日まで）

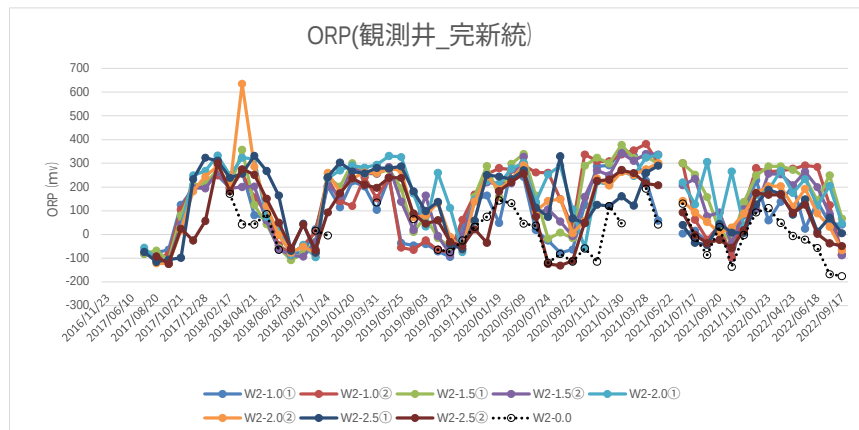


図5 酸化還元電位（ORP）の経時変動

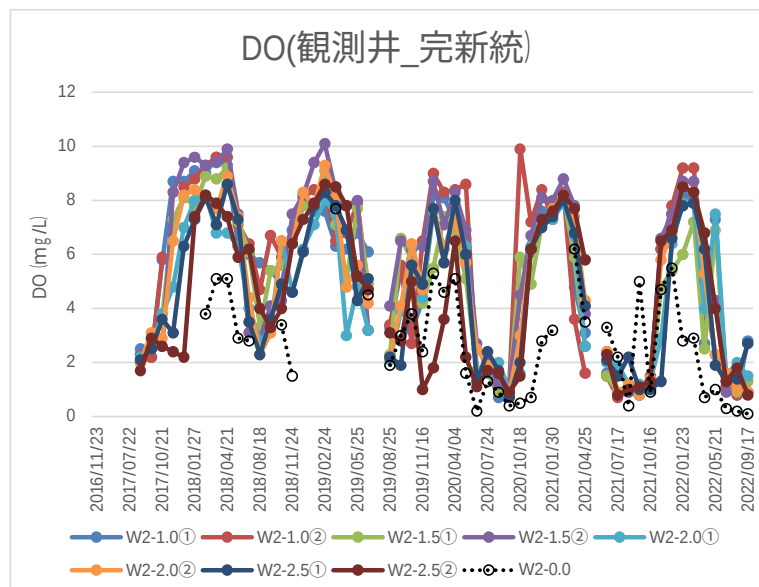


図6 溶存酸素（DO）の経時変動

2) 沖積層内の地下水の水質特性の調査

【結果と考察】

湿地内の 6 箇所から採取した地下水の深度別のヘキサダイアグラムを図に示した。ヘキサダイアグラム形状の類似性から水質はタイプ A、タイプ B、タイプ C の 3 種類に区分される。タイプ B は硫酸イオンの当量比が突出して多いの特徴である。完新統内の最下部の W2-2.5-2 は更新統の地下水と類似している。このことは、地下水位の分布によって完新統と更新統の境界付近で地下水が双方向に動いていることを裏付けていると考える。

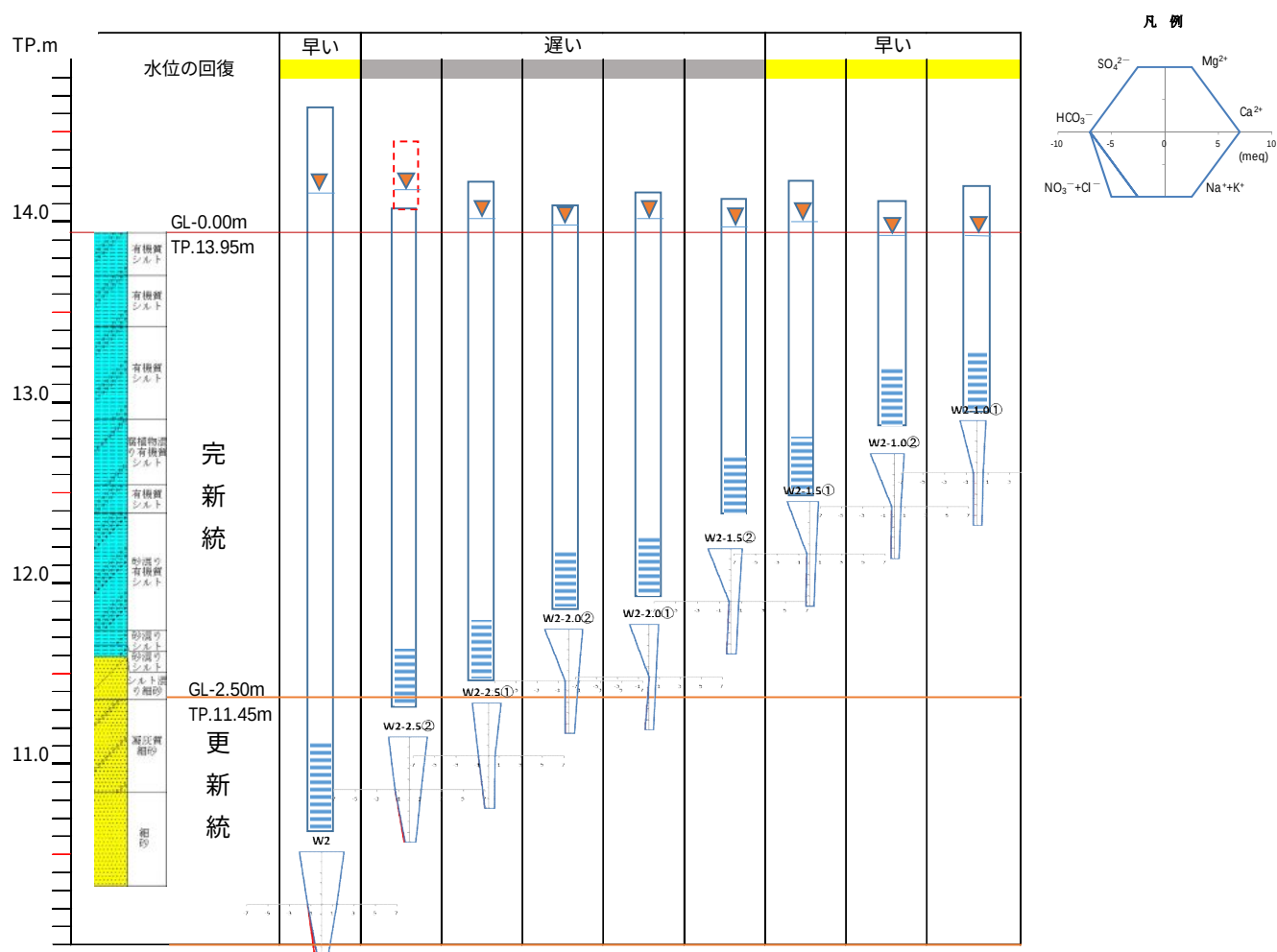


図 7 深度別地下水の水質特性

A-4. 畔田谷津調査のまとめ

本年度及び過去6年間にわたり継続した調査の成果を整理して表2に示す。

表2 畔田谷津調査の成果のまとめ

1. 谷津の地質構造について ➤ 谷津を構成する完新統の層厚が概ね2.5m程度である。 ➤ 完新統は有機質に富むシルト層を主体にところどころ腐植土層を挟む不均質な構造が認められた。 ➤ 完新統の下位に堆積する更新統は、火山灰質の成分に富む砂層が認められた。 ➤ 完新統の透水係数は概ね10^{-8}m/sec～10^{-7}m/sec、更新統で10^{-7}m/secのオーダーであった。
2. 地下水位について ➤ 地下水位の定期測定より、谷津の更新統及び完新統の下部では地下水は肥厚されている。 ➤ 地下水位は各観測井とも連動して変動しており、日変動、季節的な変動は不明瞭であるが降雨との関連性は認められた。 ➤ W2とW2-2.5②は6年間の調査期間をとおしてほぼ被圧状態にあり、お互いに拮抗した水頭圧で変動した。
3. 水質について ➤ 湧水の硝酸性窒素濃度は2～6mg/Lの範囲にあるが、完新統中の地下水では硝酸性窒素はほとんど検出されず、まれに完新統最下部でわずかに検出される。一方で完新統に接している更新統の地下水の硝酸性窒素濃度は0.2～5mg/L以上の範囲で検出され濃度が不安定である。 ➤ 酸化還元電位は、湧水及び更新統では酸化的环境、完新統では還元的環境にあり、完新統では相対的に夏季に低く、冬季に高くなる季節変動が明瞭に認められた。 ➤ pHはうど完新統の深さ1.5～2.0m付近で局所的に4.0～5.0の範囲で酸性を示す傾向が認められた。 ➤ 溶存酸素は、完新統では季節変動が認められ夏季に低く、冬季に高くなる傾向が認められた。 ➤ 湿地表層部、完新統では高い頻度で二価鉄が高濃度で検出された。 ➤ 完新統の地下水はGL-2.0m付近を境に水質が大きく変化する。GL-2.0mまでは硫酸イオンが突出して多くなるが、GL-2.5mでは完新統直下の更新統と類似した成分組成を示し、マグネシウムイオンの成分と拮抗している。
4. 総合検討 ➤ GL-2.5m②とW2の地下水位は被圧しており、その水頭圧の差によって完新統と更新統の境界付近では、更新統から完新統へフラックス、逆に完新統から更新統へのフラックスが生じていると考えられる。このことから、完新統最下部とそれに接している更新統の地下水の水質の類似性が説明できると考える。 ➤ 完新統と更新統の境界付近では、更新統中の硝酸性窒素濃度が高い地下水が上向きのフラックスによって嫌気的環境下にある完新統内で脱窒される可能性がある。一方で地下水位が全体に低下し完新統最下部で地下水位に下向きのフラックスが生じている場合には、完新統内の還元性の地下水が更新統に浸透し、境界付近の更新統の地下水中では脱窒作用が促進されていると考える。このことは、W2の地下水位が低いと硝酸性窒素濃度が低い傾向にあることを説明できると考える。 ➤ ORPとDOに季節変動がみられ、微生物の活動が鈍くなることが要因と考える。そのため冬季では還元的環境が形成されず脱窒作用は弱いと考える。 ➤ 完新統GL-2.0mまでは硫酸イオンの当量比が突出して多い。完新統内の最下部のW2-2.5-2は更新統の地下水と類似している。このことは、地下水位の分布によって完新統と更新統の境界付近で地下水が双方向に動いていることを裏付けていると考える。



写真-1 現地水質測定状況

(2) 湧水湧出地周辺における生物相の調査に関する事業

「(1) 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」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

「(1) 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」の一環として谷津田の生物相調査を実施した。

(4) 水環境の保全に関する事業

A. 湧水モニタリング調査

昨年度に引き続き千葉県内の湧水地点モニタリング調査を実施した。

調査地点数：33箇所（表3）

調査項目：pH、水温、電気伝導率、流量、硝酸性窒素（パックテスト）、試料採取、水質分析

調査期間：令和4年6月~12月

延べ調査員数：28名 延べ調査日数：8日



写真-2 現地調査状況

表3 湧水モニタリング調査地点リスト及び調査結果

地点名	調査日	調査員	水温 (°C)	pH	電気伝導率 (mS/m)	酸化還元電位 (mV)	硝酸性窒素 (パケットテスト) mg/L	流量 (L/min)
加賀清水	10月24日	岩井・辻	19.6	7.1	22.4	242	4.0	測定不可
上座公園湧水群	10月24日	岩井・辻	17.4	7.5	29.1	213	4.0	6.4
沢山の泉	10月24日	岩井・辻	16.7	6.69	26.2	151	0.3	205
乳子清水	10月24日	岩井・辻	採水不可のため、測定無し					
勝間田の池	11月27日	井野・岩井	14.5	7.3	24.3	119	2.0	測定不可
御手洗井	11月27日	井野・岩井	13.9	7.5	31.8	139	2.0	測定不可
大仏頂寺の弘法の瀧	11月27日	井野・岩井	16.4	7.8	49.3	86	TR	測定不可
堂谷津湧水群	10月10日	瀧・梅里・岩井	18.1	7.6	24.2	145	1.0	190
六崎弁天	10月10日	瀧・梅里・岩井	18.6	7.6	21.8	37	2.0	9.9
月影の井	10月10日	瀧・梅里・岩井	採水不可のため、測定無し					
桃山公園の湧水	10月10日	瀧・梅里・岩井	17.4	7	43.9	153	0.5	測定不可
長寿水	10月10日	瀧・梅里・岩井	16.2	7.38	38.9	109	0.2	2.19
21世紀森と広場の湧水	10月29日	中村・楠田・田村	18.0	7.3	33.9	109.0	1.5	測定不可
羅漢の井	10月29日	中村・楠田・田村	17.9	6.9	31.1	109.0	0.2	測定不可
囃子清水	10月29日	中村・楠田・田村	17.2	6.94	35.1	173	2.0	測定不可
権五郎目洗いの池	10月29日	中村・楠田・田村	17.2	7.3	29.7	136	8.0	測定不可
63_黄和田の湧水	10月29日	楠田・福島・岩井・梅里	14.8	7.93	40.9	+26	nd	測定不可
68_いっせんぼく湧水	10月29日	楠田・福島・岩井・梅里	15.4	7.84	38.4	+50	0.5	測定不可
オチカンさまの井戸	10月29日	楠田・福島・岩井・梅里	14.8	7.30	14.83	+16	1.5	1.9
第二柳川トンネルの湧水	10月29日	楠田・福島・岩井・梅里	14.8	7.76	21.7	+55	tr(0.2弱)	2.3
報徳井戸	10月29日	楠田・福島・岩井・梅里	15.1	6.59	41.7	-57	nd	
60_国本の湧水	10月29日	楠田・福島・岩井・梅里	14.8	7.97	25.1	-80	nd	20
駒返し湧水	11月5日	瀧・岩井	13.9	8.0	23.4	115	0.5	0.8
行屋井戸	11月5日	瀧・岩井	15.7	7.9	32.1	-104	<0.2	測定不可
清澄寺の湧水	11月5日	瀧・岩井	14.7	7.95	22.8	19	<0.2	測定不可
村田川湧泉	12月15日	中村・楠田	15.3	7.1	30.5	欠測	<0.2	測定不可
大藪池	12月15日	中村・楠田	通行不能により調査不可					
南玉不動尊の瀧	12月15日	中村・楠田	14.5	7.74	38.2	-151	<0.2	測定不可
石尊様	9月4日	山濱・楠田	17.0	7.5	82.1	157	>10	測定不可
冷水大師	9月4日	山濱・楠田	17.2	7.6	45.2	181	10	測定不可
中白湧水	9月4日	山濱・楠田	16.1	7.8	37.4	126	>10	測定不可
銚子市春日台	9月4日	山濱・楠田	17.5	7.5	46.4	124	10	測定不可
横山清水	9月4日	山濱・楠田	17.8	7.8	44.2	103	1	19.7

(5) 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。

(6) セミナー、講演などを通しての環境啓発に関する事業

当期は事業の実施に至らなかった。

(7) その他、水環境の普及啓発に関連する事業

A. リーフレットの発行と配布

印旛沼環境基金の助成事業及びびちば環境再生基金の助成事業として、湧水モニタリング調査データを活用してリーフレット「印旛沼湧水めぐり（その2）」（図8（1）～（2））「手賀沼エリアの湧水めぐり」（図9（1）～（2））を発行した。

- 仕様：210 mm×600 mm 6つ折り 全ページカラー
- 発行部数：各 100 部
- 印刷：株式会社みつわ
- 発行日：令和 5 年 3 月
- 掲載内容：

- ① 印旛沼エリア湧水めぐり（その3）、湧水7箇所の紹介（武西の湧水、沢山の湧水、大仏頂寺弘法の瀧、乳子清水、御手洗井、物木湧水、山之田谷津の湧水）
- ② 内房エリア湧水めぐり（その1）、湧水7箇所の紹介（報徳井戸、オチカン様の井戸、柳川第二トンネルの湧水、国本の水、姉崎の湧水、黄和田の湧水、いっせんぼく湧水）



図8（1） リーフレット「印旛沼エリアの湧水めぐり（その3）」(表)



図8（2） リーフレット「印旛沼エリアの湧水めぐり（その3）」(裏)



図9（1）リーフレット「内房エリアの湧水めぐりその1」(表)

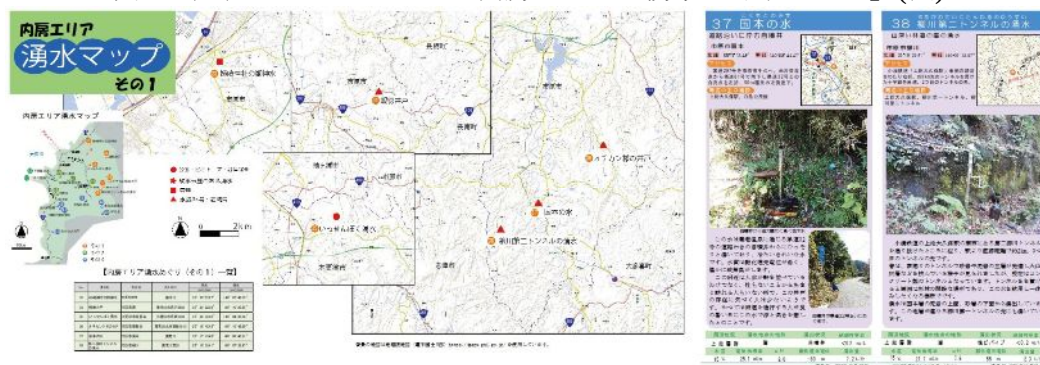


図9（1）リーフレット「内房エリアの湧水めぐりその1」(表)

B. 佐倉産業大博覧会・印旛沼シンポジウムへの出展

普及啓発活動として、佐倉産業大博覧会及び印旛沼シンポジウムにおいてポスター展示などの出展をおこない、活動内容の広報活動、及び事業活動の説明を行った。

① 印旛沼シンポジウム「印旛沼を楽しもうー印旛沼のこれからー」

開催日：令和4年10月9日

会 場：ウィシュトンホテルユーカリ

主 催：公益財団法人印旛沼環境基金

内 容：印旛沼流域で活動する環境活動団体のポスター展示及びフォーラム

② 佐倉産業大博覧会

開催日：令和4年11月13~14日

会 場：草笛の丘

主 催：佐倉市、佐倉産業大博覧会実行委員会

内 容：佐倉市を拠点とする事業者、NPO、他各団体の展示、出店



写真-3 佐倉産業大博覧会



展示ポスターその 1



展示ポスターその 2

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	印旛沼流域における湿地の水質浄化機能に関する調査研究	令和4年4月～令和5年3月	佐倉市	延 45	会員 25 名 市民一般多数。 環境保全活動に係る市民、団体	568,324
湧水湧出地周辺における生物相の調査に関する事業						
湧水湧出地周辺における地質調査に関する事業						
水環境の保全に関する事業	湧水モニタリング調査	令和4年9月～12月	千葉県全域	延 28 名	会員 25 名 県民一般多数 環境保全活動に係る市民、団体	23,870
その他、水環境の普及啓発に関連する事業	・印旛沼シンポジウム	令和4年10月9日	佐倉市	3 名	シンポジウム参加者 約 50 名	5,900
	・佐倉産業大博覧会	令和4年11月12・13日	佐倉市	3 名	会場来場者多数	11,370
	リーフレットの発行	令和3年3月		12 名	会員 23 名 市民一般多数。 環境保全活動に係る市民、団体	92,598