

普正寺の森犀川左岸湿地帯（石川県金沢市）における水温及び電気伝導度を中心とした環境調査報告

福原晴夫¹・永坂正夫²

¹河北潟湖沼研究所, 〒 929-0342 石川県河北潟津幡町字北中条ナ 9-9

²金沢星稜大学, 〒 920-8620 石川県金沢市御所町丑 10 番地

要旨：普正寺の森犀川左岸湿地帯（石川県金沢市）において、堤防側からの湿地帯涵養水 28 地点について、流れの様相、水温、電気伝導度（EC）、pH を中心に環境調査を 2018 年 3 月 8 日、10 日に行った。湿地帯の水温は 6.4 ～ 13.5 (℃)、EC は 120 ～ 250 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) であり、様々な起源の水（地下水、伏流水、融雪水、雨水を含む地上表面水などとそれらの混合）が流れこみ、湿地帯を涵養していることを示した。他の季節に行った犀川河川水、道路脇溜水、大池湖水、ササゴイの池の水との比較を行った結果、高 EC の地点の値は地下水によって涵養されている大池の湖水と同程度であった。2018 年 8 月 6 日に行った調査（補記）から、近年にない猛暑や無降雨の乾燥状態の継続にもかかわらず、流出量の減少やプール部分の浅化、湿地の一部に縮小がみられたものの、本湿地帯の湿潤状態が維持されていたことが明らかとなった。これらのことは本湿地帯がクロベンケイガニやアカテガニにとって重要な生息条件を満たし、保全対策が急務の課題となることを示す。

はじめに

犀川河口にある健民海浜公園（図 1、石川県金沢市普正寺町及び佐奇森町）は、石川県健民公社健民海浜公園建設計画によると、1968 年（昭和 43）度より計画策定され（石川県健民公社、1969）、1969 年（昭和 44 年）7 月の浜開きから開園されてきている（石川県、2018）。本公園内及びそれに続く犀川左岸にはクロマツ、エノキ、ニセアカシアを主体とする森林が広がる。1987 年（昭和 62 年）に広坂公園から移設された野鳥園から健民海浜公園に続く通称「普正寺の森」（約 50ha）が野鳥の聖域として整備され、1988 年 1 月から健民海浜公園野鳥の森として開設されている（石川県、1995）。1970-1971 に中心部分に池及び流路（大池）が造成されている（石川県県民ふれあい公社、2002a）。大池は雨水及び汲み上げた地下水によって涵養されている。石川県（2016a）の調査では同公園内には約 380 種の植物が分布し、130 種の野鳥が確認されているが、自然保護団体等の調査ではこれらをはるかに上回る種数が確認されており、生物多様性の高い重要な場所となっている。

同公園の西側の道路から犀川左岸にかけての高水敷にはハンノキやエノキ、オニグルミを主体とする河辺林が発達しているが、それらの中に湿地帯（長さ約 270 m）が形成されている（図 1、図 2）。湿地帯は数か所に分かれており、この湿地帯を中心にクロベンケイガニが極めて高密度で生息することが知られ（図 3）（石川県、2016a, 2016b；永坂・福原、未発表）、石川県内の貴重な生息場所の一つとなっている。また、普正寺の森にはクロベンケイガニの他に陸ガニとしてアカテガニの高密度の生息も知られている（石川県、2016a, 2016b）。

犀川災害復旧助成事業（1961 年着工、1966 年完了）により 1965 年に普正寺橋付近の護岸工事が本格化し、砂丘を掘削してコンクリートブロックによる築堤がなされた（石川考古研究会、1970）。現在の景観はほぼこの時期に形成されたものと推定される。掘削事業時に河岸沿いに中世の遺跡が発掘され、普正寺橋から上流約 400m に「生水」（しょうず、湧水）が確認されている（金沢市史編さん委員会、1999）。この生水の位置は対岸の地形から推察すると、ササゴイの池東側道路の北の三叉路の約 70m 北と推定される。湿地帯付近は過去の国土地理院の航空写真

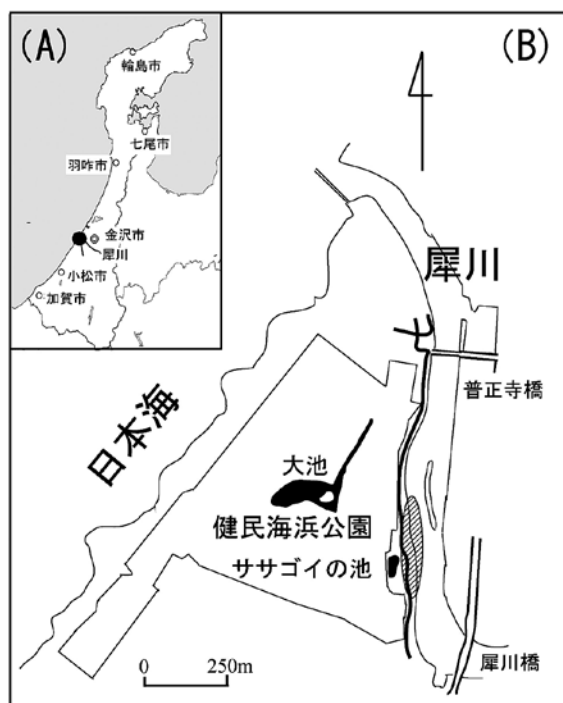


図1. 調査地 (A) 及び健民海浜公園，犀川河口左岸の調査湿地帯の位置 (B)．図内の黒色部分は池沼，斜線部分は湿地帯．



図2. 犀川河口左岸の湿地帯 (図4の湿地3，犀川下流からの風景，2018年3月10日)．



図3. クロベンケイガニ (図4のR-1付近，2017年9月5日)．

(国土地理院 CB651YZ-C13-3, MCB-661X-C4) から判別すると，1965年頃までは耕作地として利用されていたものと推定される．

左岸道路のササゴイの池観察舎までの路肩沿いの水路から山側にかけての平地 (公園側) も湿地状態となる．ササゴイの池観察舎の完成が1987年12月であることから (石川県県民ふれあい公社，2002b)，ササゴイの池の造成もこの年と推定される．これ以前は，水路沿いの湿地とササゴイの池付近はやはり耕作地として利用されていた時代があったことが航空写真から判別できる (国土地理院 CCB7522-C6-2)．ササゴイの池は雨水と湧水によって涵養されている．興味深いのはこの付近で豊富な湧水を利用してドジョウの養殖が行われていたこともあるという (塩嶋保二氏私信)．

以上のように普正寺の森犀川左岸付近は，一部耕作地となっていた時期もあるが，現在はササゴイの池，湿地帯，川辺林を含めて健民海浜公園につながるエコトーンとしても重要な場となっている．湿地

帯は普正寺の森の中では他にはない生態系としても重要である．「犀川水系河川整備基本方針」(石川県，2004)では，左岸の掘削による川幅の拡幅工事が計画されている．この計画の詳細については明らかにされていないが，湿地帯部分が工事区域に入るとされ (普正寺の森河川工事対策委員会，2018)，極めて憂慮される．湿地帯についての詳しい環境調査は行われていない．そこで，クロベンケイガニの多く生息する湿地帯を中心に大池，ササゴイの池を含め，特に湿地への涵養水の実態を明らかにするため，水温，電気伝導度を中心とした環境調査を行ったので報告する．

調査方法

気温，水温，電気伝導度 (EC)，溶存酸素濃度，pHについて測定した．堤防下際からの水は様々な様相で湿地を涵養しており，調査地点での観察からこれらを以下の5段階に分けた：0；流れなし，1；

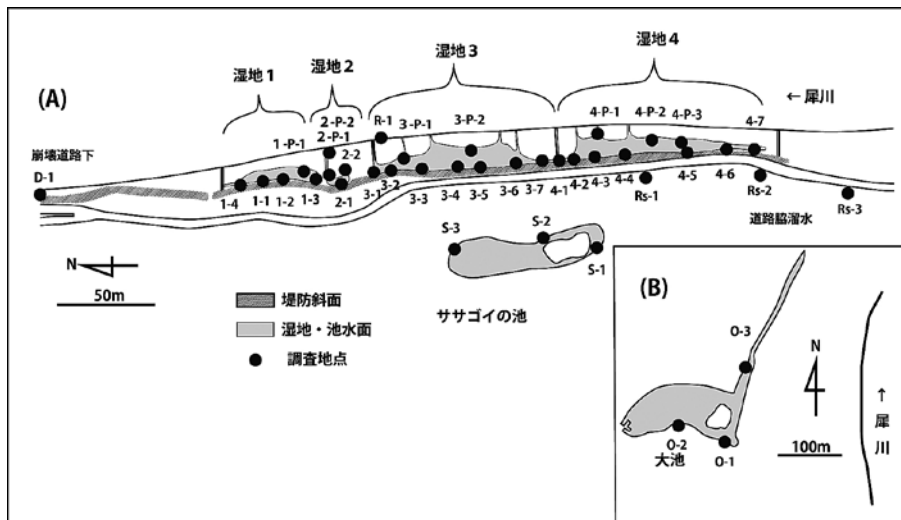


図4. 調査地点。(A)：崩壊道路下，湿地，道路脇溜水，ササゴイの池，(B)：大池。

わずかな流れあり，2：目に見える流れあり，3：明らかな流れあり，4：きわめて良く流れる。調査湿地帯は景観的に4区分した（永坂・福原，未発表）。調査地点を図4に示す。湿地帯の堤防下際に1-1～4-7，湿地内に1-P-1～4-P-3の28地点を設けた（図4A）。他に道路の一部が崩壊している崖下（崩壊道路下）の滲出水（D-1），湿地3の近傍の犀川河川水（R-1），道路公園側脇の溜水（Rs-1～Rs-3），ササゴイ池（S-1～S-3），公園内の大池（図4B，O-1～O-3）についても調査した。

主な調査地点の特徴を以下に記す。D-1：付近は流れ出る水及び滲出水が多く，上部の道路は一部陥没している。R-1：犀川左岸で潮汐の影響を受け，採集時間により河川水がコンクリート部分を越えていることもある。1-1～1-4：湿地1の最も手前の1-4で流れが明瞭であり，1-3でも溜水を作るとわずかな流れが認められる。1-P-1・2-P-2・3-P-2・4-P-2：湿地内の溜水部分で流れが認められず，ぬかるみとなっている。2-P-1・3-P-1・4-P-3：湿地内の溜水，目視では流れなし。4-P-1：湿地内の水を集めて流す排水路の一つ，流れあり。3-1・3-2：比較的大きな流量で流れがきわめて明瞭。3-6：道路下をつらぬく排水路口。Rs-1～Rs-3：道路脇公園側の水路状の溜り水，3月の調査では道路際約30-40cm程度下まで水面が迫っており，極めて水が豊富で，わずかに褐色を呈していた。Rs-1の山側には養殖

水槽跡とみられるコンクリート製の構造物が見られる。6月の調査時にはRs-1に水はなく，Rs-2にわずかな溜水，Rs-3に水深5cm程度の流れあり。O-1～O-3：O-1は汲み上げ供給水の水路の最下部。3月，6月ともに大池では植物プランクトンによるブルームが発生していた。S-1～S-3：S-1付近には湧水時に湧水噴出口が認められている。

同時期の多地点調査を2018年3月8日，10日に行った。また，季節の異なる調査を湿地3の3-1について2016年8月31日，2017年3月27日，2018年6月8日，犀川河川水（R-1）について2018年6月8日，道路脇溜水（Rs-3）について2018年6月8日，大池について2018年6月8日，ササゴイの池について2018年6月8日に行った。

2018年3月8，10日の水温・EC・pHの調査にはHANNA（HI9811-5）を用い，他の調査日では水温・EC・pHの測定にはTOA-DKK（WM-22EP），溶存酸素濃度の測定にはYSI（Pro-Do）を用いた。EC，pHの値には機種によって精度が異なり，HANNAではTOAに比較してECで10μS/cm以内，pHでは0.3以内の差があった。気温は棒状温度計（アルコール）を用いた。棒状温度計を約1.5mの直射日光の当たらない場所にセットして気温を測定した。他の項目についてはプローブの浸漬する水深では直接，水深がない場合には直径20cm程度の凹部を掘り，表水中または滲出水中にプローブ全体を浸して

表 1. 普正寺の森犀川左岸湿地帯及び周辺の涵養水, 大池表面水の同時期多地点環境調査結果(2018 年 3 月 8, 10 日).

調査地	調査日	調査地点	測定開始時刻	天候	気温(℃)	水温(℃)	pH	EC(μS/cm)	流出状況 ¹⁾	備考
崩壊道路下	180308	D-1	11:15	曇	8.0	11.5	7.3	210	4	
犀川	180308	R-1	12:15	小雨	7.5	6.7	7.2	170	4	河岸から水面まで 25cm
湿地 1	180308	1-1	11:32	小雨	8.0	10.3	7.0	120	3	
	180308	1-2	11:38	小雨	8.0	9.9	6.8	150	3	
	180308	1-3	11:45	小雨	8.5	9.5	6.7	170	1	
	180310	1-4	11:23	晴	14.0	11.4	6.8	170	4	
	180310	1-P-1	11:32	晴	8.5	11.8	6.8	130	0	ぬかるむ
湿地 2	180308	2-1	11:53	小雨	7.5	9.5	6.7	170	1	
	180308	2-2	11:56	小雨	8.0	9.5	6.9	160	1	
	180310	2-P-1	11:49	曇	9.5	10.4	6.8	150	0	
	180310	2-P-2	11:56	曇	10.0	10.2	6.8	170	0	ぬかるむ
湿地 3	180308	3-1	12:04	小雨	9.0	13.5	7.0	200	4	
	180308	3-2	12:10	小雨	10.5	13.3	6.9	250	4	
	180308	3-3	12:24	雨	7.5	9.1	6.8	170	2	
	180308	3-4	12:27	雨	—	6.6	6.4	160	2	周囲は鉄さび色
	180308	3-5	12:32	小雨	7.5	6.5	6.5	160	2	周囲は鉄さび色
	180308	3-6	12:36	曇	7.0	9.1	6.9	170	4	排水溝からの流水
	180308	3-7	12:43	曇	8.5	7.0	6.9	160	0	
	180310	3-P-1	12:07	曇	10.5	11.6	7.0	230	0	
	180310	3-P-2	12:25	曇	10.5	8.2	6.7	180	0	ぬかるむ
湿地 4	180308	4-1	12:54	小雨	9.5	7.0	7.0	150	4	周囲は鉄さび色
	180308	4-2	13:12	小雨	8.0	6.9	7.0	160	4	
	180308	4-3	13:10	-	7.0	6.7	6.8	220	1	
	180308	4-4	13:26	-	9.5	9.9	6.7	230	0	
	180308	4-5	13:35	小雨	8.5	8.6	7.1	190	0	
	180308	4-6	13:39	小雨	8.5	6.6	6.9	170	0	周囲は鉄さび色
	180308	4-7	13:46	小雨	8.5	6.4	6.9	150	0	周囲は鉄さび色
	180310	4-P-1	12:53	晴	11.0	11.7	6.9	190	1	
	180310	4-P-2	13:10	晴	12.5	12.4	6.7	160	0	ぬかるむ
	180310	4-P-3	13:52	晴	11.5	11.2	6.8	160	2	
道路脇溜水	180308	Rs-1	13:52	雨	8.5	6.9	6.7	160	0	道路面から約 30-40cm 下に水面, 水わずかに褐色
	180310	Rs-2	14:00	晴	9.5	9.9	6.7	200	0	水わずかに褐色
	180310	Rs-3	14:06	晴	9.5	9.7	6.9	220	0	水わずかに褐色
大池	180308	O-1	14:08	曇	8.0	8.5	7.7	210	0	植物プランクトンのブルーム
	180308	O-2	14:14	曇	9.5	8.2	8.2	210	0	植物プランクトンのブルーム
	180308	O-3	14:21	曇	8.5	8.4	8.8	220	0	流れ込みの下流比較的透明

— : 未測定

1) : 0 : 流れなし, 1 : わずかな流れあり, 2 : 目に見える流れあり, 3 : 明らかな流れあり, 4 : 良く流れる

表2 普正寺の森犀川左岸湿地帯及び周辺の涵養水、ササゴイの池表面水、大池表面水の環境調査結果.

調査地	犀川	湿地3				道路脇溜水	大池			ササゴイの池		
調査日	180608	160831	170327	180608	180608	180608	180608	180608	180608	180608	180608	180608
調査地点	R-1	3-1	3-1	3-1	Rs-3	O-1	O-2	O-3	S-1	S-2	S-3	
測定開始時刻	13:43	10:05	14:20	13:34	13:06	12:26	12:41	12:50	10:20	10:42	10:55	
天候	晴	—	—	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴	
気温 (℃)	25.8	—	—	24.5	27.5	26.5	27.5	27.5	26.5	30.1	26.5	
水温 (℃)	21.2	14.2	14.1	12.6	18.2	28.1	26.1	28.4	17.1	22.9	23.3	
pH	7.04	6.51	6.84	6.74	7.40	9.65	9.63	9.67	6.61	6.73	6.85	
EC (μS/cm)	1457	150	217	191	236	220	221	222	140	167	165	
溶存酸素 (mg/L)	9.12	6.20	6.54	7.02	3.41	16.77	18.78	17.87	3.43	1.92	6.20	
溶存酸素飽和度 (%)	105.4	62.4	65.7	68.2	37.3	216.7	235.6	232.1	36.7	22.9	74.3	
流量 (cm ³ /S)	—	232	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
流出状況 ¹⁾	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	
備考	湖岸コンクリート上約20cm				水深約5cm	植物プランクトンブルーム	植物プランクトンブルーム	植物プランクトンブルーム	水は澄んでいる	水は濁る	水は濁る	

—：未測定

1)：0：流れなし，1：わずかな流れあり，2：目に見える流れあり，3：明らかな流れあり，4：良く流れる

測定した.

調査結果と考察

表1に同時期測定を行った結果、表2に他の季節の測定結果を示す。測定日の2018年3月8日の天候は曇から雨で、気温は7.0～10.5(℃)であった。一方3月10日は曇から晴で、気温は8.5～14.0(℃)であった。気温は特に水深のない滲出水の水温に影響を与えるので、この影響を考慮する必要がある。

滲出水、溜水を含めた湿地部分の水温は6.5(3-6)～13.5(℃)(3-1)であった。このことは一様ではない様々な起源の水が流れこみ、湿地帯を涵養していることを示す。特にこの傾向は湿地3と湿地4に顕著であった。この時期の低い水温の要因は融雪水の混入の程度が関係しているかもしれない。一方

この時期多くの地点で気温よりも水温が高く、特にD-1, 1-P-1, 3-1, 3-2で顕著であった。

湿地部分のpHは6.4(3-4)～7.1(4-5)で多くは7前後であった。この傾向は3-1では他の季節においても変わらなかった。道路脇溜水もこの範囲内であった。大池の湖水のpHは高く3月で7.7～8.8, 6月は9.6程度であった。明らかに目視により植物プランクトンのブルームが確認され、これが原因である。6月の200(%)を超える溶存酸素飽和度にも表れている(表2)。これに比してササゴイの池のpHは低く7以下で、溶存酸素濃度も飽和以下であり、ブルームも観察されなかった。

電気伝導度の値にも幅があり、湿地帯で120(1-1)-250(μS/cm)(3-2)であった。特に湿地3の3-1, 3-2及び周辺の溜水、湿地4の4-4付近で高い地点が顕著であった。3-1は他の季節においても高い傾

向を示した(表2)。崩壊道路下のD-1, 道路脇溜水のRs-2, Rs-3においても200 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)以上を示した。大池湖水の電気伝導度は3月及び6月においても高く220 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)前後であった。ササゴイ池では140-167 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)で低かった。犀川河川水の電気伝導度は3月の170 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), 6月の1457 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)と大きく変動したが, これは明らかに測定時期と時間に潮汐が影響したものである。

湧水とは, 地下水が透水層と難透水層との境, 岩盤の割れ目, 断層線などから地上に自然湧出する水と定義されている(日本陸水学会, 2006)。したがって水脈のある土壌や基盤を通過する途上で化学的成分を溶解するために, 一般に河川水に比較して電気伝導度が高くなることや, 大気から遮断された環境では酸素などの溶解が無くなり, 微生物の影響を受けて溶存酸素濃度が低くなることが知られている(半谷・小倉, 1995)。また, 浅層地下水の水温は恒温層上限深度や地温と関係し, 北陸地方では12~14℃と推定されている(木内, 1950)。通常日本においてはその土地の年平均気温にほぼ等しいか若干高くなる(新井, 2004)。金沢市の年平均気温が14.6℃と推定されていることから(気象庁, 2018), 電気伝導度が高く溶存酸素飽和度の低い14℃程度の水が地上に噴出している場合には, 地下水起源の湧水である可能性が高くなる。福原ら(2016)は内灘砂丘の湧水(大崎No. 1-4)における年4回の測定で水温14.2~16.4℃, 電気伝導度223-288 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), 溶存酸素飽和度77.8~91.1%を報告している。

大池は地下水の汲み上げによって涵養されており, 電気伝導度は3月, 6月ともに200 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)以上であった。このことから200 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)前後の高い電気伝導度の水は地下水由来の可能性が高い。また, 湧水地帯として知られている道路脇溜水のRs-3の電気伝導度も高く220-230 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)であった。ササゴイの池も湧水によって涵養されているといわれているが, 今回の測定地点では140-167 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)であり低かった。しかし, 渇水期に湧水噴出口が現れる付近では210 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (2018年6月8日)と高く, 本池が湧水と雨水(融雪水を含む)によって涵養されていることがこの点からも推定される。

湿地帯では水がよく流れている3-1, 3-2では電気伝導度及び水温も高く, 特に3-1では季節的にも



図5. 湿地4の6月の状態(2018年6月8日)。

安定していることから, 地下水由来の湧水の可能性が高い。溶存酸素濃度の低いことも証左となる(表2)。4-3は電気伝導度が高いが水温は気温よりも低く, 融雪水の混入が考えられる。3-P-1, 4-4, 4-5, 4-P-1は電気伝導度が高いが水温はほぼ気温に等しい。これらの地点ではほとんど流れがないため, 気温とほぼ平衡となっている可能性がある。周囲が鉄サビ色の茶褐色を示す地点がいくつか見られた(3-4, 3-5, 4-1, 4-6, 4-7)。これらの地点では溶存酸素濃度の低い水が噴出し, 二価鉄イオンが酸化されて酸化鉄の色を呈しているものとみられる。崩壊道路下のD-1は電気伝導度が高く, 水温も比較的高い地点であった。先にも述べたようにこの付近では過去に「生水」が確認されており(金沢市史編さん委員会, 1999), 湧水の豊富な場所であった可能性が高い。

湿地1と湿地2においても電気伝導度, 水温ともに調査地点による相違があった。融雪水の浸透の差などの複雑な要因がかかわっていると思われる。

本調査は, 限られた時期の調査であるが, 水温及び電気伝導, 溶存酸素濃度を測定することによって, 湿地帯を起源の異なる水が涵養していることが明らかになった。水温, 電気伝導度, 溶存酸素飽和度から明らかに地下水起源の湧水と思われる地点も複数存在した。また, 6月の調査では道路脇溜水がほとんど枯渇しているにもかかわらず, 道路を超えた湿地4では3月同様に湿地状態が継続していた(図5)。このことは, 湿地4を涵養している水脈の複雑さを示している。クロベンケイガニが本湿地を利用していることは周年湿地状態が継続されている明らかな

証拠ではあるが、涵養水の起源や湿地状態の継続性を明らかにするためには、さらに水の化学的性質や季節変化の調査が必要となる。

まとめ

「伏見橋合流地点から普正寺橋付近までの下流域は、, , 河畔林が多く, , 堤防や水際の植物群落とともに豊かな生態系を形成している。」(石川県, 2005)とあるように、本地域は官民ともに認める生態的に重要な場所である。その中に湿地帯も当然含まれる。湿地帯はクロベンケイガニやアカテガニの石川県内における重要な生息地となっている。これらの湿地帯は環境調査により複数の水脈による湧水によっても涵養されていることが明らかになった。クロベンケイガニは大池やササゴイ池の周辺にも分布するが(石川県, 2016b), 個体数密度は圧倒的に湿地帯で高い(石川県, 2016a)。クロベンケイガニが陸ガニの中でも水たまりや湧水近くに集中して分布することは他の地域においても知られており(蒲生, 1965; 松田・上甫木, 2004), 水辺を離れての生活は不可能である。小林(2000)が指摘するようにクロベンケイガニを含む「陸生イワガニ類には地下水が浸透し、水分が適度に供給され、植生が繁茂する広い後背湿地」が必要である。クロベンケイガニの個体群の存続には本湿地帯の保全対策は急務の課題となる。

謝辞

普正寺の森の環境調査報告書の入手でお世話になった中村正男氏(日本野鳥の会石川), 手井修三氏, ササゴイの池の調査に同行し, 便宜をはかっていただいた白川郁榮氏(日本野鳥の会石川), ササゴイの池付近の過去の状況について情報をいただいた塩嶋保二氏(日本野鳥の会石川), 健民海浜公園の歴史について情報をいただいた健民海浜公園管理事務所に感謝いたします。

引用文献

新井 正. 2004. 地温と地下水. 「地域分析のため

の熱・水収支水文学」. p.140-161. 古今書院. 東京.

福原晴夫・永坂正夫・高野典礼・高橋 久. 2016. 内灘砂丘湧水地の水生無脊椎動物(予報). 河北潟総合研究. 19: 7-14.

普正寺の森河川工事対策委員会. 2018. 普正寺の森河川工事対策委員会 HP. http://fushyouji.blogspot.com/p/blog-page_29.html. (2018年6月24日閲覧)

蒲生重男. 1965. 河口産のカニ類の種類と分布について. 甲殻類の研究. 2: 91-101.

半谷高久・小倉紀雄. 1995. 水質調査法(第3版). 丸善株式会社. 東京. pp.335.

石川県. 1995. 観光. 「石川県史現代篇(6)」. p.602. 石川県. 金沢市.

石川県. 2016a. 「二級河川犀川普正寺地区環境調査中間報告(秋)」. 石川県. 金沢市. pp. 31.

石川県. 2016b. 「二級河川犀川普正寺地区環境調査中間報告(春)」. 石川県. 金沢市. pp. 28.

石川県. 2004. 「犀川水系河川整備基本方針」. 石川県. 金沢市. pp.19.

石川県. 2005. 「犀川水系河川整備計画」. 石川県. 金沢市. pp.35.

石川県. 2018. 県政の主なあゆみ昭和44年～昭和45年. 石川県. <http://www.pref.ishikawa.lg.jp/kenmin/kouhou/nenpyo/44-45.html>. (2018年6月4日閲覧)

石川県県民ふれあい公社. 2002a. 健民海浜公園の概要. 「公社事業の概要」. p.93. 石川県県民ふれあい公社. 金沢市.

石川県県民ふれあい公社. 2002b. 河北潟野鳥観察舎及びササゴイの池観察舎の概要. 「公社事業の概要」. p.67. 石川県県民ふれあい公社. 金沢市.

石川県健民公社. 1969. 「健民海浜公園建設計画」. 石川県健民公社. 金沢市. pp.4.

石川考古学研究会. 1970. 序説. 「普正寺」. p.1-9. 石川考古学研究会. 金沢市.

金沢市史編さん委員会. 1999. 普正寺遺跡. 「金沢市史資料編 19 考古」. p.633-644. 金沢市史編さん委員会. 金沢市.

気象庁. 2018. 気象庁 HP. <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>. (2018年6月26日閲覧)

- 木内四郎兵衛. 1950. 土壤気象の研究—恒温層深度と温度に関する考察. 地学雑誌. 59: 88-92.
- 小林 哲. 2000. 河川環境におけるカニ類の分布様式と生態—生態系における役割と現状. 応用生態工学. 3 (1): 113-130.
- 松田朋子・上甫木昭春. 2004. 大阪府泉南の海岸埋め立て部における陸ガニの生息状況と環境特性との関係に関する研究. ランドスケープ研究: 日本造園学会誌. 67 (5): 537-542.
- 日本陸水学会. 2006. 日本陸水学会 (編). 「陸水の辞典」. 講談社. 東京. pp.578.

—補記—

本稿で指摘したようにクロベンケイガニやアカテガニの生息から、通年の湿地帯への涵養水の供給（すなわち湿地帯の維持）が予想されたが、必ずしも周年の調査が行われた訳ではない。2018年夏は異例の猛暑が続き、降雨も少なかった（気象庁, 2018）。記録によると金沢市ではここ30年間で7月の最高気温が30℃を超えた日は27日間（一番多く（2番目が2001年及び2008年の24日間）、6月と7月の無降雨日及びほとんど降雨のない日（日降雨量0.5mm以下）も45日間（1992, 2000, 2008の各年が同日）あり、記録的な年であった。湿地帯の観察を行った8月6日正午時点までほとんど降雨が記録されていない日は連続26日間（0.5mm以下の降雨日2日を含む）で、ここ30年間で一番長かった。このような気候条件下では、湿地帯を涵養する水の枯渇や蒸発による乾燥化が予想される。異常気象下で湿地状態が継続されていたのかどうかは陸ガニ類の生存にとって極めて重要となる。そこで、本稿図4に示した湿地帯がこの間の異常な乾燥下で湿地状態を継続していたかどうかを確認し、記録したので本稿の補記として報告する。また、合わせて本稿表1の中で明らかな流れが観察された地点及び大池、公園側道路脇溜水、犀川について環境調査を行った。

方法

2018年8月6日に本稿図4崩壊道路下から南側に向けて踏査し、出来るだけ湿地部分を確認しながら写真撮影を行い、状況を観察した。3月の調査と異なり、調査地はノイバラやクズ等に覆われている箇所が多く、細部を観察できない場所もあった。2018年の8月7日に本稿図4の1-4, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2の5地点、大池の3地点に加えてO-3の上流の汲み上げ水の流れる水車場横の水路（O-4）、道路脇溜水のRs-3、犀川（R-1）で本稿の方法により環境調査を行った。なお6日夜半に極めて少ない（0.5mm以下）降雨が観測されているが、涵養水や湿地にはほとんど影響を与えていないと思われる。

湿地の状況

崩壊道路下のD-1付近はしみ出し水により湿潤状態が保持されており、多くのクロベンケイガニが集中していた。流れのある噴出口は繁茂する草木等のため発見できなかった。湿地1ではタデ科植物やイネ科植物によっておおわれていたがその下は湿潤状態が保たれていた（補図1）。湿地2は大部分枯死したイネ科植物に覆われていたが補図2にあるように、湿潤状態にありプール状の溜りも認められた。湿地3は基本的には春の調査時の様相を呈し、流れ部分（補図3）、プール状部分、湿潤部分が保たれていたが、補図3にみられるように水量は少なく、プール部分の浅化やハンノキ林の下の巣穴部分が白く乾燥している場所も所々に見られた。湿地4では湿潤状態はほぼ保たれていたが、春の調査時に流れが認められた4-1ではほとんど流れがなく、また、南側半分は湿潤部分の縮小があった。道路脇溜水では6月の調査時と変化がなく、Rs-3のみで流れが認められた。ササゴイ池の水位は測定できなかったが、目視によると6月の水位と大差がないように見えた。

春季の調査時にある程度の流れが認められた地点、犀川、大池の観測結果を補表1に示す。ECは春季同様に高く、噴出口で測定した水温は13.6～14.6℃で気温よりも明らかに低く、湧水としての地下水の流出であると推定される。ECが高いにもかかわらず水温が高いのは（4-1, 4-2, Rs-1, O-4）、

流路の途中で水温が上昇したものと解される。

結論として普正寺の森の湿地帯は、近年にない猛暑や無降雨の乾燥状態の継続にもかかわらず、流出量の減少やプール部分の浅化、湿地4の一部に縮小がみられたものの湿潤状態が基本的に維持されていたと言える。砂丘地における地下水への降雨の影響はある程度のタイムラグを示して現れるため、今後の観測も必要である。

引用文献

気象庁. 2018. 過去の気象データ検索. http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=56&block_no=47605&year=2009&month=08&day=&view=a1. (2018年8月7日閲覧)



補図1. 湿地1のタデ科植物の下の状態 (2018年8月6日).



補図2. 湿地2のイネ科植物の枯葉下の状態, プール状に湛水している (2018年8月6日).



補図3. 湿地3の地点3-1の状態, 水量は少ないが流れが見られる (2018年8月7日).



補図4. 湿地4の状態, 浅いプール状であるが, 踏み込むと水が滲み出てくる (2018年8月7日).

補表 1. 普正寺の森犀川左岸湿地帯及び周辺の涵養水, 大池表面水の環境調査結果 (2018 年 8 月 7 日).

調査地	犀川 河川水	湿地 1	湿地 3		湿地 4		道路脇 溜水	大池			
調査地点	R -1	1-4	3-1	3-2	4-1	4-2	Rs-3	O -1	O -2	O -3	O-4
測定開始 時刻	10:20	10:05	10:27	10:33	10:50	11:00	—	11:26	11:42	11:50	12:00
天候	曇	晴	曇	曇	晴	晴	晴	晴	晴	晴	晴
気温 (℃)	28.0	27.0	27.0	26.5	27.5	28.5	29.5	30.0	29.5	29.5	28.5
水温 (℃) ¹⁾	24.1	14.6	13.6	14.1	21.7	21.0	22.3	29.2	29.1	29.2	17.7
p H ¹⁾	7.2	6.8	6.9	6.9	7.1	6.8	7.1	9.8	9.9	9.8	8.3
E C (μS/cm) ¹⁾	1580	200	160	170	190	210	210	220	230	220	260
流出 状況 ²⁾	4	3	4	4	1	4	4	0	0	0	4
備考	湖岸コン クリート を超す	噴出口で 測定, 流 れ部分は WT:14.6 ℃, pH:6.6, EC:110 (μS/cm)	3 月より は流量少 ない	3 月より は流量少 ない	シミダシ 多い, 周 囲は鉄さ び色	3 月より は流量少 ない	流れあり, 深さ 5cm 以下, 周 囲にクロ ベンケイ ガニ多い,	ブルーム, アオコ浮 く	ブルーム, アオコ浮 く	ブルーム, アオコ浮 く	水車の下 WT:19.5 ℃, pH:8.3, EC:260 (μS/cm)

— : 未測定

1) : HANNA (HI9811-5) による

2) : 0 : 流れなし, 1 : わずかな流れあり, 2 : 目に見える流れアリ, 3 : 明らかな流れある, 4 : 良く流れる