

都市公園化が計画された鉄道林にある湧水池の水環境評価

白鳥聖也¹⁾・山舗直子²⁾

Water environment evaluation of spring pond in railway forest planned to be urban park

Seiya SHIRATORI¹⁾, Naoko YAMASHIKI²⁾
(Accepted 6 December 2018)

1. はじめに

北海道石狩平野のほぼ中央に位置する江別市には、北海道旅客鉄道株式会社（JR北海道）による野幌駅周辺の高架化に伴い、防災林である鉄道防風林（以下、鉄道林）としての役割を終えた林が函館線沿いに存在している。鉄道林の今後の利活用方法として、江別市緑の基本計画¹⁾や都心地区整備基本計画²⁾では、「都心の希少な自然、市民の憩いの緑空間として整備・保全を図る」とされている。鉄道林をはさんだ南北には大型の商業施設があることから、市民交流の場としての空間形成を目指すとともに、都市緑地としての整備・保全を目的に具体的な方針が検討されている³⁾。

2005年と2012年に江別市によって行われた現地調査結果報告書では、鉄道林内の東側にある池において北海道固有の生物種が確認されたことが記載されており、さらに2016年に発足された野幌地区都市緑地等整備検討委員会が依頼・実施した現地調査では、鉄道林内の二つの池において、北海道レッドデータブックにおいて留意種とされるエゾサンショウウオ (*Hynobius retardatus*) の卵嚢が確認されたことが報告されている⁴⁾。

エゾサンショウウオは、春季に水中で産卵されて孵化した後、幼生時代を水中で過ごし、夏-秋季に変態した後に上陸して陸生となることが知られている。幼生は成体と同様に肉食性であり、水生昆虫やカエル類の幼生を捕食するほか、エゾサンショウウオの幼生同士で共食いを行うこともある。上陸後は森林内の倒木や礫、落枝の下など湿度の高い場所を好むことから人目に付きにくいいため、これらの生態

調査は非常に困難である。一方、池などの閉鎖性水域に生息する幼生であれば、比較的調査が容易であるとともに、捕獲個体の発生段階を調べることで生育状況を把握することも可能である。

以上のことから本研究では、鉄道林内の湧水池に産卵および孵化したエゾサンショウウオが現在の水環境において正常に成育することが可能なかどうか等を含め、水環境の現状把握とその評価を目的とした。なお、2017年4月~10月の調査は、酪農学園大学農食環境学群環境共生学類3年次の「実践野生動物学実習」および「実践生命環境学実習」の一環として行った。

2. 方法

2.1 鉄道林と調査地の概要

本研究の調査対象地である鉄道林の整備計画地の中央には、7丁目通りと呼ばれる鉄道の高架化に伴って南北方向に整備された連絡通路が存在している。この通路を境として、これより西側（以下、西区）はトウヒ類を中心とした人工林が広がっているが、現在は過密植栽と管理不足の影響により、トウヒ類の成育状況は思わしくない。この西区の森林内の東側には、窪地に雨水が溜まってできた池と一定の水位を超えた時に越流水として排出されるための排水路が存在している。

通路より東側（以下、東区）には湧水や雨によって形成された沢と、この沢を水源として下流側の流出口付近に盛土を施すことによって造成された池がある。この周辺には水辺や湿地帯を好むヤチダモやハルニレ、ミズナラ、ヤマグワなど同地域にも一般的に見られる樹木などが自生する自然度の高い林と

1) 酪農学園大学農食環境学群環境共生学類

Department of Environmental and Symbiotic Science, College of Agriculture, Food and Environmental Sciences, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

2) 酪農学園大学

Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

なっている。湧水群の周辺は湿地となっており、フクジュソウなどの群落が確認される。東区の林床はよく開けた西区とは対照的にササで覆われており、その他の草本には衰退傾向が見られる。また、林縁部にはオオハンゴンソウ等の外来植物も多く生えている。

本研究で行った水環境の調査地点を図1に示す。学生実習の一環ということから、複数人で容易に水辺に降りられる場所を調査地点に選定した。東区は移動の妨げとなる笹を刈り取ることで作業道を設け、東端の福寿草橋を基点とし、上流方向へ20m

毎の間隔で調査地点の目印となる杭を設置し、調査地点名はこれらの杭を参照して設定した。

2017年7月上旬に東区池の地形を把握するために、基点から上流方向2mごとに両岸から中心点における水深について、長さ1mの目盛付き測幹を用いて計測した。水深調査の結果を図2に示す。45m付近、および55m付近において、極端に深い地形が見られた。

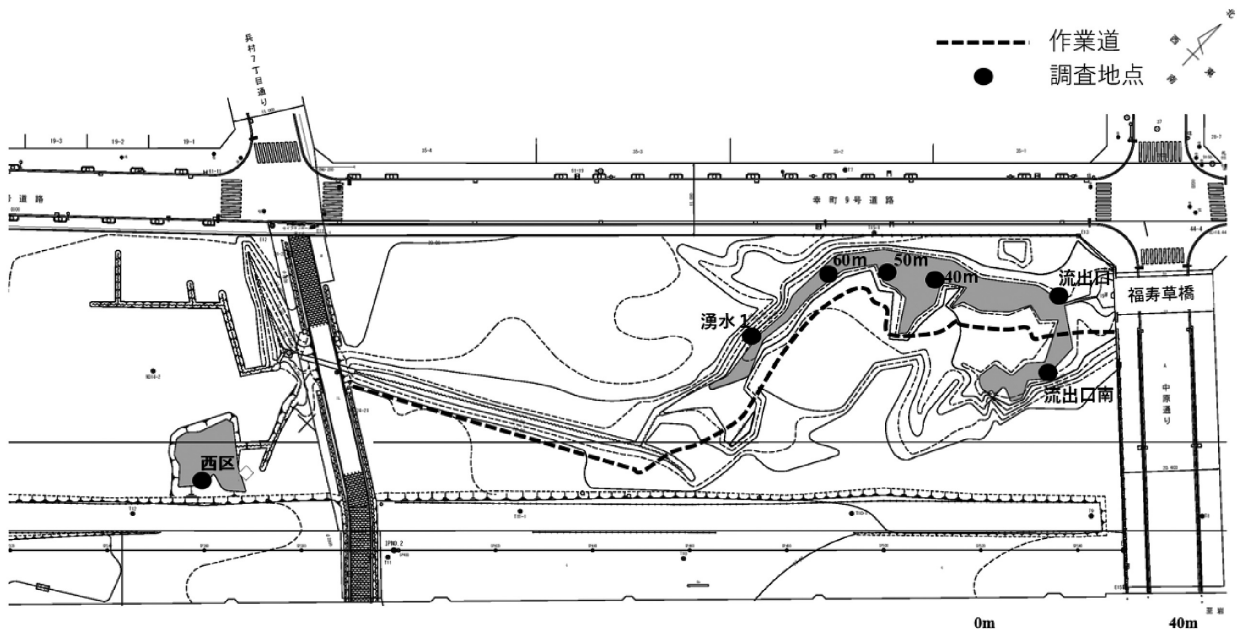


図1 本研究で行った水環境の調査地点

グレーに塗りつぶした部分は水域、黒点は調査を行った箇所、点線は整備した作業道を示す。

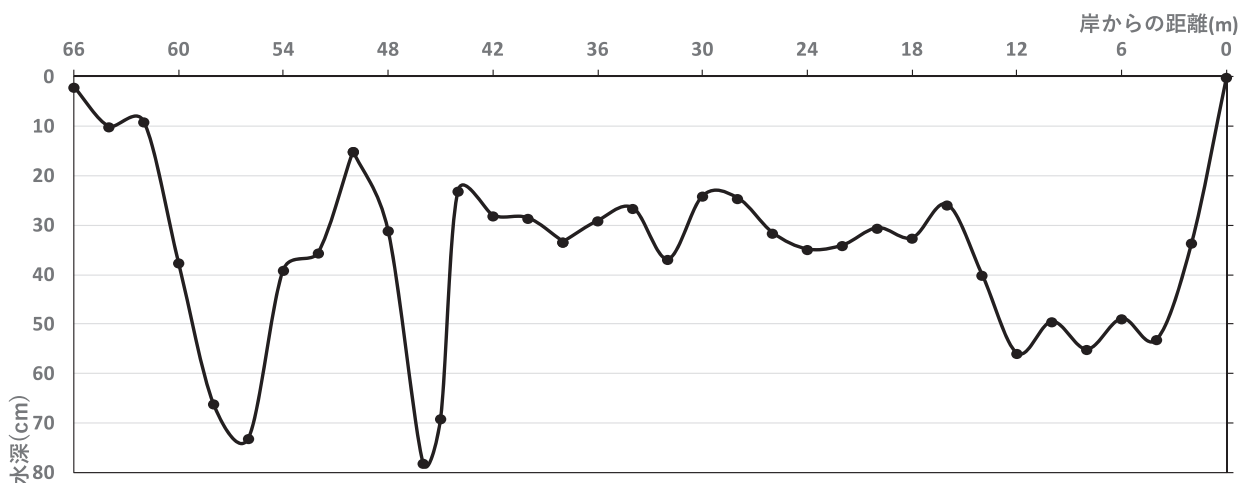


図2 東区池の水深分布

横軸は流出口の基点を0mとし、上流方向への距離(m)を示す。

2.2 試料と方法

2.2.1 生物相調査

エゾサンショウウオの卵囊については、2017年4月22日と5月13日の2回、現地にて目視による観察調査を行った。さらに、6月11日午前9時～12時の間に魚類用のカゴ罟を設置し、生体の捕獲調査を行った。また2017年7月14日と8月2日には18時から翌朝10時まで、カゴ罟に加えてペットボトルを加工して作成した罟を設置し、生体捕獲調査と観察を行った。罟に入れる生体誘引剤としては、市販の冷凍赤虫を用いた。捕獲した個体は一旦小型の水槽に移し入れ、同じ属であるクロサンショウウオの発生段階図表⁵⁾を参考に発生段階を確認し、記録を終えた個体は捕獲した地点に放流した。

2.2.2 水質調査

鉄道林内の湧水池の水質調査に関連して、西区の池では観測点より1m南、東区の池では流出口から1m西に水位計として長さ50cmの目盛りつき測幹を設置し、水質調査日毎に各地点の水位を記録した。2017年は4月12日から10月16日まで、2018年は4月30日から8月30日までの積雪期間を除いて計8回、簡易計測器を用いてpH、電気伝導度(EC)、溶存酸素量(DO)、水温、酸化還元電位(ORP)について現地水質観測を行った。また学生実習の内容に加えて、500mLのポリプロピレン製容器に現地の水試料を採取し、保冷剤を入れたクーラーボックスで大学に持ち帰った。これらの試料に関しては、JIS K 0102工場排水試験方法に従い、全窒素(TN)および全リン(TP)はペルオキシ二硫酸ナトリウム分解-吸光度法、化学的酸素要求量(COD)は過マンガン酸カリウムを用いた酸化還元滴定法、アルカリ度(測定後に HCO_3^- 濃度に換算)は中和滴定法を用いて測定した。さらに孔径0.45 μm のろ紙を用いてろ過した試料水について、亜硝酸イオンおよびリン酸イオン濃度は吸光度法、各種無機イオン(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+})濃度はイオンクロマトグラフ法を用いて測定した。なお、60m地点の深層は2017年6月にはDOとpHの計測のみ行ったが、2017年7月以降はハイロート型採水器を用いて採水し、各種水質項目の測定を行った。水源である湧水群には目視で湧水地点を3箇所確認できた。しかし、そのうち2地点は現地での水質観測および採水が困難であったため、湧水1と呼称した箇所を調査地点とした。湧水1の観測と採水は、湧水が見られた箇所の下流側10cm程度の位置に深さ5cmほどの窪みを掘り、これに湧水を溜め、水の流れが安定した時に行った。

3. 結果と考察

3.1 湧水池の水質

調査日毎の各地点における水質観測結果を表1、各種化学分析の結果を表2および3に示す。

東区の水源となる湧水1の水質は、年間を通じておおむね安定している傾向が見られた。2018年8月30日に観測したEC値は他の調査日の値に比べて高く、逆にpHは他と比べて低かった。さらにCODは10.5mg/Lと非常に高かった。これは、調査日に雨が降っていたため、底質などの巻き上がりなどによって、窪みの中の水の状況が安定する前に採水・計測してしまった可能性が考えられる。また、やや酸性になっている降水の混入によって、低pH値、高EC値を示したものと考えられた。

東区池のECは春季から夏季にかけて高値となったが、夏季から翌春にかけて低値となることで、おおむね水源の値に近くなる傾向が見られた。水源のECは20mS/m付近と比較的高値であったが、夏場の表層水では最大34.5mS/mという著しい高値が観測された。その原因として、第一に夏季に向けて気温が高くなるにつれて微生物の活動が活発になり、底質の分解などによって溶出されるイオンが増えたことが考えられる。また、流出口において計測している水位が高くなるにつれEC値は低くなる傾向が見られ、さらに水位が概ね30cm以下のときにおいて流出量は非常に少なかった。これらのことから、系外への流出量が少なくなることで池の水が停滞したことに加え、さらに表層水の蒸発などによって、池水中のイオン濃度が高くなったことがEC値に影響したとも考えられる。各観測日間の降雨状況をまとめたものを表4に示す。表中には江別市にあるアメダス観測所が公表している降雨記録より、観測日前30日間の総雨量から1日当たりの降水量を算出し示した。観測日6月11日の前30日間当たりの降水量は105.5mmであり、水位は34cmを維持できていたが、観測日7月15日の前30日間当たりの降水量は101mmであったが、水位は25.5cmであり、この前の調査から約9cm低下していた。この6月から7月は植物が一気に成長する時期でもあることから、植物の成長に伴い大量の水が吸収・蒸散されたことが水位の減少に影響した可能性も考えられる。

湧水1のTNは、年間を通じて環境基準値として最も高い類型V(1mgN/L以内)の値を超えており、さらにほぼ全地点においても高値となった。その濃度分布を見ると、40～60m地点は湧水1よりも高

表1 現地水質観測結果

地点名	調査年月日	水位 (cm)	水温 (℃)	EC (mS/m)	pH	DO (mg/L)	ORP (mV)
湧水1	2017/ 5/13	—	8.8	20.1	6.09	0.8	—
	6/11	—	11.1	—	—	3.0	—
	7/15	—	10.4	20.7	6.29	0.7	348
	8/ 3	—	10	22.3	7.15	0.7	408
	10/16	—	9.9	19.6	6.06	0.7	362
	2018/ 4/29	—	9.2	20.7	6.61	0.6	397
	8/30	—	10.3	30.8	5.95	0.6	438
60 m 表層	2017/ 6/11	—	9.9	23.4	6.58	1.9	—
	7/15	—	14.8	27.4	6.71	2.3	253
	8/ 3	—	18.6	26.9	6.98	2.7	347
	10/16	—	10.1	23.8	6.51	2.1	299
	2018/ 4/29	—	10.3	21.9	7.07	4.8	352
	8/30	—	12.7	29.2	6.35	1.8	372
60 m 深層	2017/ 6/11	—	10	—	—	1.6	—
	7/15	—	12.8	36.9	6.6	0.1	308
	8/ 3	—	12.9	—	—	1.0	339
	10/16	—	9.9	24.1	6.48	1.5	310
	2018/ 4/29	—	7.8	21.1	7.17	4.3	270
	8/30	—	12.4	37.2	6.25	0.7	305
50 m	2017/ 5/13	—	12.7	24.7	6.61	7.3	—
	6/11	—	10.5	23.3	6.71	2.4	—
	7/15	—	15.1	33.1	6.6	1.9	247
	8/ 3	—	16.6	27.6	6.78	2.6	345
	10/16	—	9.8	22.6	6.33	2.3	310
	2018/ 4/29	—	9.3	21.1	6.88	5.0	420
	8/30	—	13	30.0	6.3	2.5	325
40 m	2017/ 8/ 3	—	20.7	30.6	6.83	2.7	297
	10/16	—	10	23.7	6.52	2.1	311
	2018/ 4/29	—	9.2	22.1	6.5	4.7	393
	8/30	—	13.3	34.5	6.42	2.2	254
流出口	2017/ 4/22	40	7.2	19.4	4.89	6.8	—
	5/13	34	14.4	26.3	6.75	4.7	—
	6/11	34.6	12	22.8	6.27	2.1	—
	7/15	25.5	17.2	31.1	6.54	1.6	364
	8/ 3	29.5	24.4	29.2	6.5	1.7	347
	10/16	34.8	9.1	23.8	6.45	0.5	246
	2018/ 4/29	—	9.1	21.8	6.73	3.3	455
	8/30	—	13.6	33.3	6.41	0.9	343
	流出口南	2017/ 6/11	—	12.1	16.1	6.25	1.9
7/15		—	22.2	21.4	6.74	1.1	140
8/ 3		—	23.6	21.0	6.61	1.7	245
10/16		—	8.4	16.9	6.26	0.8	241
2018/ 4/29		—	8.6	16.7	6.73	5.0	373
8/30		—	14.7	25.6	6.07	1.4	339
西区	2017/ 6/11	42	12.5	11.7	6.69	2.6	—
	7/15	—	24.4	24.5	6.59	1.2	199
	8/ 3	26	20.3	15.4	6.65	0.3	245
	10/16	39.2	9.8	14.7	6.17	2.0	392
	2018/ 4/29	—	11.7	11.8	6.56	5.2	397
	8/30	—	17.4	18.7	6.29	1.7	297

ハイフン (—) は未測定を示す。

表2 各地点における水の化学分析結果①

調査地点	調査年月日	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Na ⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	K ⁺ (mg/L)	Mg ²⁺ (mg/L)	Ca ²⁺ (mg/L)
湧水1	2017/ 5/13	13.0	4.7	21.8	20.6	LOD	2.2	12.3	24.1
	10/16	12.4	4.1	21.8	20.4	LOD	2.1	11.6	22.9
	2018/ 4/29	13.7	4.5	20.5	21.6	LOD	1.7	12.4	24.1
	8/30	13.7	4.3	20.0	20.9	LOD	2.0	12.1	22.9
60 m 表層	2017/ 6/11	20.2	6.3	30.6	22.1	LOD	2.3	14.4	28.2
	7/15	19.3	6.3	30.8	22.7	LOD	2.5	14.1	27.7
	8/ 3	19.8	6.4	32.7	23.6	LOD	2.5	15.2	30.2
	10/16	23.4	5.2	31.7	23.7	LOD	2.4	15.0	28.9
	2018/ 4/29	21.2	6.4	29.4	21.5	LOD	1.5	13.2	25.1
	8/30	19.5	5.7	27.1	20.8	0.03	2.3	13.2	25.3
60 m 深層	7/15	85.0	1.9	30.6	30.2	LOD	2.7	24.3	47.2
	8/ 3	21.3	6.4	34.6	24.2	LOD	2.6	16.3	31.8
	10/16	23.5	5.2	31.8	23.8	LOD	2.4	15.1	29.1
	2018/ 4/29	22.1	5.9	30.2	21.9	LOD	1.6	13.4	26.0
	8/30	22.6	5.4	34.2	23.8	0.05	2.4	16.3	31.0
50 m	2017/ 5/13	19.4	3.42	31.0	22.2	LOD	2.31	14.1	27.5
	6/11	21.7	6.03	32.1	22.9	LOD	2.30	15.5	30.2
	7/15	22.0	5.28	30.6	23.3	LOD	2.50	15.1	29.6
	8/ 3	19.5	6.28	32.0	23.6	LOD	2.32	14.4	28.4
	10/16	20.8	5.30	30.8	23.1	LOD	2.39	14.1	27.6
	2018/ 4/29	20.4	6.33	29.1	21.5	LOD	1.56	12.9	24.8
	8/30	17.1	5.91	25.7	20.5	0.03	2.17	12.2	23.5
40 m	2017/ 8/ 3	20.8	6.06	33.2	23.7	LOD	2.51	15.6	30.6
	10/16	21.9	4.57	31.5	23.5	LOD	2.47	14.7	28.9
	2018/ 4/29	21.2	5.77	29.7	21.9	LOD	1.52	13.4	25.7
	8/30	18.0	5.16	26.9	20.8	0.09	2.28	12.5	24.4
流出口	2017/ 5/13	19.2	4.14	31.2	22.5	LOD	2.76	14.0	27.7
	6/11	18.2	5.34	28.7	21.1	LOD	2.37	13.0	25.9
	7/15	21.8	4.68	31.9	23.3	LOD	2.50	15.1	29.6
	8/ 3	19.9	3.74	32.3	23.6	LOD	2.32	14.4	28.4
	10/16	23.0	0.13	31.5	24.1	LOD	3.09	15.1	30.1
	2018/ 4/29	21.5	3.39	30.2	22.2	LOD	1.36	13.7	26.5
	8/30	19.4	3.88	26.9	22.0	0.29	2.03	13.7	26.7
流出口南	2017/ 6/11	12.5	2.69	30.6	20.0	LOD	1.38	6.1	13.9
	7/15	11.8	2.53	26.3	23.5	LOD	1.38	6.7	15.0
	8/ 3	14.1	0.52	33.1	23.8	1.23	1.38	6.7	15.2
	10/16	17.7	0.11	38.1	24.2	LOD	2.45	7.8	17.6
	2018/ 4/29	16.3	1.53	40.6	24.6	LOD	1.00	7.1	15.7
	8/30	14.8	3.51	37.2	23.8	0.17	1.40	6.9	14.3
西区	2017/ 6/11	4.4	1.4	9.2	7.7	LOD	2.0	4.4	18.7
	7/15	12.2	4.5	7.7	13.9	3.5	2.3	6.4	24.1
	8/ 3	8.2	LOD	4.6	10.7	2.10	3.2	5.1	22.0
	10/16	5.1	0.2	10.3	9.5	0.14	2.1	5.8	25.8
	2018/ 4/29	10.7	LOD	10.2	7.9	0.03	1.0	4.0	17.7
	8/30	3.8	LOD	10.7	7.9	0.12	2.0	5.1	24.0

表3 各地点における水の化学分析結果②

調査地点	調査年月日	NO ₂ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ⁻ (mgPO ₄ ⁻ /L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	TN (mgN/L)	TP (mgP/L)	COD (mg/L)	溶存態 N (%)	溶存態 P (%)
湧水1	2017/ 5/13	0.002	0.069	129.2	1.2	0.04	3.2	88.3	50.6
	10/16	0.003	0.058	130.6	1.2	0.04	3.2	77.8	42.8
	2018/ 4/29	—	—	136.6	1.1	0.04	4.2	91.6	—
	8/30	0.001	0.074	251.9	1.4	0.16	10.5	67.8	14.6
60 m 表層	2017/ 6/11	0.002	0.045	136.7	1.8	0.09	4.0	81.1	17.0
	7/15	0.004	0.079	133.8	1.6	0.06	3.4	90.1	43.3
	8/ 3	0.002	0.074	143.8	2.2	0.15	9.4	65.8	16.2
	10/16	0.046	0.049	139.2	1.6	0.06	2.7	74.4	27.0
	2018/ 4/29	—	—	121.4	1.4	0.03	1.6	103.1	—
	8/30	0.014	0.118	122.0	1.5	0.02	5.0	85.6	162.0
60 m 深層	7/15	0.002	0.111	177.5	0.6	0.19	2.4	69.9	19.2
	8/ 3	0.002	0.053	152.7	2.2	0.20	8.9	65.4	8.7
	10/16	0.052	0.077	142.0	1.3	0.05	2.5	88.1	51.1
	2018/ 4/29	—	—	126.3	1.7	0.06	5.5	80.2	—
	8/30	0.034	0.076	149.5	2.1	0.02	10.8	59.7	104.0
50 m	2017/ 5/13	0.002	0.058	138.1	1.4	0.06	3.0	57.1	33.3
	6/11	0.002	0.067	144.5	1.5	0.08	2.5	92.2	28.1
	7/15	0.004	0.101	146.6	1.4	0.13	3.2	84.8	24.9
	8/ 3	0.002	0.064	138.5	1.5	0.06	3.1	94.2	36.5
	10/16	0.040	0.083	149.1	1.3	0.06	5.4	90.8	46.1
	2018/ 4/29	—	—	122.0	1.4	0.02	1.9	99.3	—
	8/30	0.010	0.106	118.95	1.7	0.09	4.6	79.1	37.9
40 m	2017/ 8/ 3	0.003	0.077	152.3	1.5	0.08	12.7	88.6	32.5
	10/16	0.063	0.089	144.5	1.2	0.06	—	90.7	46.2
	2018/ 4/29	—	—	128.1	1.4	0.04	2.0	93.7	—
	8/30	0.020	0.136	122.0	1.8	0.11	4.7	68.6	41.8
流出口	2017/ 5/13	0.003	0.079	138.8	1.2	0.11	4.3	81.2	22.6
	6/11	0.002	0.071	126.7	1.4	0.11	4.2	83.3	20.2
	7/15	0.002	0.079	150.5	1.2	0.09	2.4	88.7	29.0
	8/ 3	0.003	0.088	140.6	2.5	0.18	14.3	33.4	16.1
	10/16	0.001	0.225	158.3	0.3	0.16	5.2	11.1	45.2
	2018/ 4/29	—	—	134.8	1.0	0.06	3.3	75.8	—
	8/30	0.030	0.246	146.4	1.5	0.16	4.8	74.1	49.5
流出口南	2017/ 6/11	0.001	0.132	60.4	0.8	0.10	5.1	75.0	44.2
	7/15	0.004	0.394	75.6	1.0	0.29	8.6	55.7	43.8
	8/ 3	0.015	0.272	78.1	2.8	0.30	9.3	38.2	29.5
	10/16	0.001	0.297	79.2	0.3	0.15	2.6	10.0	63.7
	2018/ 4/29	—	—	72.6	0.5	0.04	3.0	63.3	—
	8/30	0.018	0.113	68.3	1.3	0.10	5.5	71.0	37.5
西区	2017/ 6/11	0.002	0.050	82.0	0.5	0.05	5.4	69.9	32.0
	7/15	0.073	0.269	110.8	5.0	0.20	16.3	75.3	42.9
	8/ 3	0.007	0.054	104.7	2.7	0.08	3.7	59.8	21.0
	10/16	0.014	0.031	109.0	0.3	0.04	6.0	54.3	28.2
	2018/ 4/29	—	—	62.2	0.3	0.04	6.3	9.1	—
	8/30	0.003	0.189	97.6	0.4	0.01	6.6	24.0	548.3

表4 2017年の調査期間における降水量と東区池の水位

調査日	集計期間	総降水量 (mm)	1日当たりの 降水量(mm/d)	水位 (cm)	前回調査からの 水位の差(cm)
4月22日	-	-	-	40	-
5月13日	4/13-5/12	54	1.80	34	-6
6月11日	5/12-6/10	105.5	3.52	34.6	0.6
7月15日	6/15-7/14	101	3.37	25.5	-9.1
8月3日	7/ 4-8/ 2	89.5	2.98	29.5	4

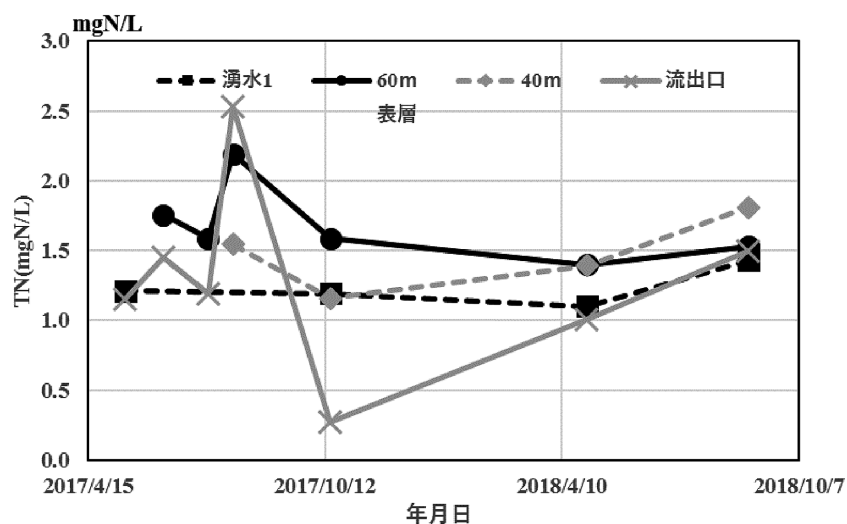


図3 各地点における TN 濃度の季節変化

く、流出口では2017年8月3日を除くと40~60m地点よりも低くなっていた(図3)。また、夏季においてTNに占める溶存態窒素の割合は流出口で約90%、流出口南では約60%を占めていたが、秋季には10%程度と低い割合となっていた。湧水池の最下流部に位置する流出口付近の周辺環境は水辺にサ

サなどの植物が繁茂しているほか、水面にはウキクサが非常に多く繁茂しており(写真1)、それらの植物体による溶存態窒素の吸収による影響が考えられた。TNの結果とは逆に、流出口にかけてTP濃度は増加していく傾向が見られた。40m付近まではおおむね環境基準値の類型V(0.1mgP/L以内)で



写真1 流出口付近の様子(2017年10月16日撮影)

水面はウキクサにより覆われている。

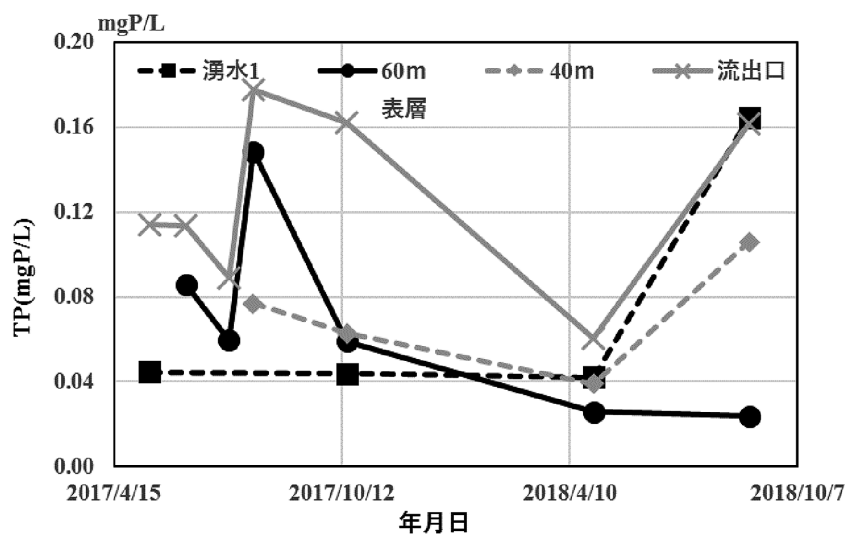


図4 各地点における TP 濃度の季節変化

あったが、流出口においてはこれを超えた（図4）。また、TPに占める溶存態リンの割合は夏季から秋季にかけて増加していた。リンも植物による吸収の影響が起こりうるが、この時期には落ち葉や微生物の死骸などの分解・溶出の影響がより大きいと考えられた。夏場の水位低下は、流速の低下に伴う粒子状物質の堆積を助長することもリン濃度の増加に影響したものと推測された。

DOの値は春季を除き全体的に非常に低く、環境基準値の最低となる類型C(2 mg/L以上)の値を下回ることもしばしば見られた。水源である湧水1のDO値は年間通じて0.5~0.8 mg/L付近であることを考慮すると、水源に一番近い60m地点のDO値が2 mg/L付近である(表1)ことから、下流方向に流れる際に大気中などからの酸素供給が多少みられることが示された。一般に沈水植物は水質の浄化や底まで伸ばした根から光合成により生じた酸素の水中への供給が期待されるが、浮遊植物であるウキサは根が短く、気孔は葉の上側についているため水中への酸素供給は期待できない。また、水面を覆うことで、大気-水間の酸素の交換を抑制する上、水中の光環境を悪化させることで植物プランクトンの光合成を阻害する要因となっている可能性がある。これらの複合的な影響の結果として、DO値の低下に伴いORPも低い値を示す地点が多く観測され、水質調査の際には腐卵臭(硫黄臭)などの異常な臭気が観測された。したがって、東区の池では底質に溜まったリターなどの分解などによりDO値が恒常的に低くなり、嫌気的な環境になりやすいことが考えられる。

2017年7月に行った水深調査の結果、40~60mの区間において2箇所ほど急激に水深が深くなる場所が存在することが明らかとなった。これらの場所において、夏季の2017年7月における表層のEC値は27.4 mS/m、深層では36.9 mS/mであった。また2018年8月においても、表層では29.2 mS/m、深層では37.2 mS/mであり、深さ方向にEC値が大きく異なることが示された。一方、秋季及び春季には深さ別のEC値にはあまり差が見られない(表1)。春季から夏季の水温において表層よりも深層のほうが低値となる傾向にあり、水の密度差があることから、急激に深くなる地形によって上流から流れてきた水は、深層まで到達しにくく、汚染物質が留まりやすい地点であることが考えられる。実際に、2017年7月のイオン成分測定の結果、塩化物イオン濃度は85.0 mg/L、カルシウムイオン濃度は47.2 mg/Lと突出して高かった。調査地点の北側にある急勾配の坂の上には交通量の多い道路があることから、冬季にまかれた融雪剤が溶解して池に流れ込んでいる可能性が考えられる。2018年の調査では、それらは周りの地点と比べて少し高い程度であった。この池においてその年の降雪や除雪状況、使用した融雪剤の量の違いなどによって起こる人為的影響があり、年毎に値が高い、低い年がある可能性が考えられる。

流出口南の地点においては、作業道とした池の上を通る部分は少し浅くなっているため、水位が高い時は池とつながっているが、水位の低い日は池とは寸断された状態となっていた。そのため、EC値の高い湧水よりも雨水の流入による影響が大きい

め、全体的に EC 値は池水よりも低い傾向にあると考えられる。また、水位が低くなるにつれて閉鎖的な環境になりやすいため、DO や ORP の値が低くなり、嫌気的な環境になりやすい地点であることを示唆する。

3.2 西区池の水質

西区の池は東区の池本体と比べ、観測・分析結果にはばらつきが大きく見られ、流出口南の水環境に近いと考えられる。東区の池と異なり、湧水からの水供給がないため、池の水位は降雨や周囲の植生に大きく影響されることが考えられる。水質を見ると、栄養塩類は降雨以外の流入する経路がないため低値を示した。2017 年の夏季において、DO 値は 0～2 mg/L 付近、ORP 値は 200～250 mV 付近と低かった。水位が大きく変動することの影響か、池の中にも繁茂した植物の残渣が多いため、有機物の供給が多いことでの高 COD 値となり、有機物分解の過程で DO が消費されることで嫌気的な環境になりやすいと考えられる。

3.3 水質調査のまとめ

pH, COD, DO については 2017 年、および、2018 年の夏季では DO の値において環境基準における類型 C（環境保全）の値を下回った地点が多かったが、2018 年の春季は類型 C の値を概ね達成していた。全窒素・全リンについては、全窒素は春季においてほぼ全ての地点で類型 V（環境保全）の値を上回った。全リンの値については、春季には類型 V の値を概ね満たしていたが、夏季には東区の池の下流において基準値を上回る地点が多かった。これらの

ことから、春季と比べて夏季の水質は大きく悪化することがわかる。この中でも特に夏季の DO は春季の半分以下、COD は 2 倍以上になる地点が多く、夏季の水質は必ずしも良いとはいえない状態であった。この先、都市公園の池としての利用法に関する方針次第では、入水可能な基準値である類型 A および類型 II（水浴）を目指した水環境の改善策が必要となる。

調査中に腐卵臭がしたことから、池のレジャー利用はしない方針になったとしても、都市公園の水辺として市民に親しまれるためには、環境保全の観点から DO 値を類型 C に適合した値まで改善することが必要である。また、湧水の水質も良いとはいえないという結果は、過去の土地利用状況の確認を含めて、今後も湧水地点から流出口までの池自体を含めた継続的なモニタリング調査を行なう必要性を示唆する。

3.4 生物相の調査

2017 年に行った水生生物の調査結果を表 5 に示す。4 月と 5 月の観察調査では、東区・西区の池の両方においてエゾサンショウウオの卵嚢が確認できた。また 5 月の調査ではし、卵嚢から幼生が出て行く孵化の様子も目視で確認できた。6 月の調査では、エゾアカガエルの幼生とヨコエビ類が捕獲されたのみで、エゾサンショウウオの幼生やその他の生物は確認できなかった。その原因として、罟の設置時間が足りない、または罟の大きさや形が対象の捕獲に適していないことが考えられた。そこで、7 月と 8 月の調査では、新たに 1.5 L のペットボトルを加工した自作罟を作成し、設置時間も一晩とした結

表 5 生体捕獲調査の結果（2017 年）

調査日 地点	エゾサンショウウオ 捕獲数（匹）	発生段階 (stage)	その他の水生生物
6/11 東区	0	—	エゾアカガエル幼生 3 匹 ヨコエビ類多数
6/11 西区	0	—	エゾアカガエル幼生 19 匹
7/15 東区	4	st.63 (3) st.64 (1)	エゾアカガエル幼生 127 匹 エゾアカガエル成体 1 匹 ヨコエビ類多数
7/15 西区	1	st.63 (1)	エゾアカガエル幼生 49 匹
8/3 東区	2	st.64 (2)	ヨコエビ類多数
8/3 西区	0	—	エゾアカガエル幼生 9 匹

発生段階のカッコ内は捕獲個体数を表す。

表6 水生生物に対する底層溶存酸素量の基準値

項目類型	基準値	説明
生物1	4.0 mg/L 以上	貧酸素耐性の低い生物が生息できる場を保全・再生する水域
生物2	3.0 mg/L 以上	貧酸素耐性の低い水生生物を除いて生息できる場を保全・再生する水域
生物3	2.0 mg/L 以上	貧酸素耐性が高い生物が生息できる場を保全・再生する水域および無生物状態を解消する水域

果、7月に東区の池と西区の池でエゾサンショウウオの幼生をそれぞれ4匹と1匹を捕獲し、さらに、8月には東区の池で2匹を捕獲した。このとき、自作罟および市販カゴ罟の両方で捕獲できたことから、6月に捕獲できなかった原因は設置時間が短いことにあると考えられた。これら捕獲したエゾサンショウウオの発生段階は、ステージナンバー63~64であった。この段階は鰓の退化が始まる前段階であり、ステージナンバー68は鰓が完全に消失する変態完了期であることを考慮すると、調査対象とした湧水池においてエゾサンショウウオの幼生は順調に発生できていることを示唆する。ただし、産卵数や孵化数、変態完了までの個体数を確認できなかったことから、今後生存率の調査が必要である。

本調査の間、エゾサンショウウオ、エゾアカガエル、ヨコエビ類以外の水生生物は目視調査を含めて確認することができなかった。原因として、調査手法が他の生物を観察する上で適していなかったことも考えられるが、水環境としてDO値が非常に低いことによる影響が考えられる。水生生物に対する底層溶存酸素量の環境基準値(表6)⁶⁾と比較すると、生物Ⅲ型(2.0 mg/L以上)、あるいはそれ以下のDO値を示す地点がほとんどであった。加えて、この基準値は湖沼の水底におけるDO値の基準となっている。本調査では表層水において得られた観測結果である上に、池の水の流動性が少ないことから、湧水池の水底におけるDO値はさらに低い可能性が高く、より水生生物にとって住みにくい環境であることが推測される。したがって、この池は貧酸素耐性が低い水生生物の成育には適さないといえる。

調査対象の池に生息するエゾサンショウウオの幼生やエゾアカガエルの幼生は低DO値の水質環境において、両生類の幼生にとって溶存酸素量は発生を阻害する要因としてはあまり重要ではない可能性が考えられる。むしろこの低DO環境下では、天敵となる水生生物は生息しにくく、かえってエゾサンショウウオにとっては住みやすい環境であることが示唆される。

2017年8月の調査において、西区の池では水位が26 cmと低く、開水面が著しく小さくなっているこ

とが確認された。西区の池では雨のみが水源であることから、干ばつ時には池が消失する可能性が考えられる。そのため、公園化し、開発する際にエゾサンショウウオが生育するための池を残すのであれば、池の形状や深さの分布、周辺の植生環境などを詳細に調査すると共に、水位が低くなる夏季においても適度に水位を保つことができるような方策を立てる必要性が考えられる。

今回、エゾサンショウウオ幼生の孵化後の発生について変態過程に進行した状況を数個体で確認できたが、上陸やそれ以降については追跡できなかった。生活史全般にわたる生息状況の把握にはかなりの困難があるため、今後も産卵期における卵囊の数や成体の数についての年次調査を継続して行うことによってエゾサンショウウオの生息状況を確認する必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたって、鉄道林の都市公園化に向けた池に関する情報と現地での学生実習を行うテーマを提供いただいた、野幌地区都市緑地等整備検討委員会委員である酪農学園大学元教授の宮木雅美氏、エゾサンショウウオに関する事前情報の提供および、捕獲調査に関してご助言・ご協力くださった酪農学園大学非常勤講師の桑原禎知氏には心より感謝申し上げます。また、現地水質観測と採水、化学分析にご協力いただいた酪農学園大学教授の中谷暢丈氏と水質化学研究室の学生各位、2017年度実践野生動物学実習および実践生命環境学実習における鉄道林実習担当教員である酪農学園大学元助教の上原裕世氏、並びに受講学生各位にも深く感謝する。

引用文献

- 1) 江別市(2014) 江別市緑の基本計画 改訂版.
<https://www.city.ebetsu.hokkaido.jp/uploaded/attachment/13549.pdf>.
- 2) 江別市(2005) 都心地区整備基本計画~江別の顔づくり~.
<https://www.city.ebetsu.hokkaido.jp/uploaded/attachment/10828.pdf>
- 3) 江別市(2017) 野幌地区都市緑地等における整

- 備・保全の方針及びゾーニング計画（案）
<https://www.city.ebetsu.hokkaido.jp/uploaded/attachment/27202.pdf>
- 4) 野幌地区都市緑地等整備検討委員会（2017）野幌地区都市緑地等整備に関する提言書（野幌地区都市緑地等整備基本構想）
<https://www.city.ebetsu.hokkaido.jp/uploaded/attachment/29058.pdf>
- 5) 岩澤久彰・山下香（1991）クロサンショウウオの発生段階図表. Japanese Journal of Herpetology, 14(2), 39-62.
- 6) 環境省（2016）生活環境の保全に関する環境基準（湖沼）
<https://www.env.go.jp/kijun/wt2-1-2.html>

ABSTRACT

In the railway forest that the Ebetsu government plans to convert into an urban park, there are two ponds inhabited by Ezo salamanders (*Hynobius retardatus*). For the sustainable use of this forest in the future, it has been proposed that the forest be developed as a nature reserve/park that people can visit for relaxation. In this study, the water quality of the two ponds was investigated from June 2017 to October 2018 to evaluate the water environment as well as the growth and development of the salamanders. The results of the pond water evaluation showed eutrophication and low dissolved oxygen, which can hinder the growth of aquatic organisms. However, favorable growth conditions for salamanders were confirmed in both ponds.

Revised by “editage”

