

# 内灘砂丘湧水地の水生無脊椎動物（予報）

福原晴夫<sup>1</sup>・永坂正夫<sup>2</sup>・高野典礼<sup>3</sup>・高橋 久<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 河北潟湖沼研究所，〒 929-0342 石川県河北郡津幡町北中条ナ 9-9

<sup>2</sup> 金沢星稜大学，〒 920-8620 石川県金沢市御所町丑 10 番地 1

<sup>3</sup> 国立石川工業高等専門学校，〒 929-0392 石川県津幡町北中条タ 1

要約：内灘砂丘と河北潟の物質循環研究の一環として、砂丘地からの湧水3地点（大崎 No.1-4、大崎 No.2-1、内灘権現森 No.1-1）において、2014年8月、2015年3月、7月、10月に水生無脊椎動物相の予備的な調査を行った。水温は14.1～18.4℃で低く、pHは6.37～7.75であった。ECの平均値は、大崎 No.1-4で263 μS/cm、大崎 No.2-1で189 μS/cm、内灘権現森 No.1-1で183 μS/cmであり、明らかに大崎 No.1-4で高い傾向を示した。溶存酸素飽和度は、内灘権現森 No.1-1で平均47%であり最も低かった。流量は、内灘権現森 No.1-1、大崎 No.2-1、大崎 No.1-4の順で多かった。水生無脊椎動物は3地点で合計22分類群が出現した。大崎湧水地ではNo.1-4とNo.2-1で全17分類群のうち7分類群（約40%）が共通であったが、内灘権現森 No.1-1と大崎で共通する分類群は2（約10%）のみであった。優占種は、大崎 No.1-4ではチョウセンコツブムシ、ホクリクヨコエビ、No.2ではカワニナ、ミズムシ、コカクツツトビケラ、内灘権現森 No.1-1ではハブタエモノアラガイであった。

キーワード：水生無脊椎動物、湧水、内灘砂丘、河北潟、チョウセンコツブムシ、ホクリクヨコエビ

## はじめに

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である（日本陸水学会、2006）。湧水の特徴として、年間を通して水温が低く安定している、水位が安定し、従って河床も安定している、水脈のある土壌や基盤の違いによる特徴的な化学的成分を含有する、水脈内の微生物学的条件を反映した窒素や硫黄化合物代謝による水質が形成（ $\text{NH}_4^+$ や $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ などの濃度）されている、地下水に特有な生物の存在などがある。従って、湧水噴出口を有する池沼や河川・湿地には、湧水の物理・化学的環境を反映した水質が形成され、特有の生物が生息する事が期待される。富士山系や箱根山系からの地下水を起源とする柿田川湧水地では、年間を通して水温は15-16℃であり、底生動物では滑行型や固着型が少なく、遊泳型や携巢型が多いなどの特徴が知られている（竹門、2010）。

石川県の湧水の最近の報告に関しては、越川・山下（1994）が22ヶ所の分布と水質測定結果を報告

している。また、北陸の名水として32ヶ所の湧水地が紹介されており（北陸電力株式会社地域総合研究所、1995）、島野・木村（1997）は湧泉を含む12ヶ所を水質も含めて詳しく紹介している。北戸・田崎（1996）は、大桑・卯辰山・高窪累層からの湧水の化学組成を報告している。田知本（2002）は、石川県の名水6ヶ所の水質を細菌調査を含めて報告した。藪崎・島野（2009）は、2006年に選定された名水100選の水質調査を行い、石川県の4ヶ所について報告している。川上ほか（2012）は、20ヶ所の水質調査結果を報告している。金沢市の湧泉については、金沢市環境保全課（1996）による過去の分布も含めた詳細な調査報告がある。同書によれば、調査された約3600ヶ所（掘り抜き井戸なども含む）の中で約3460ヶ所が既に消滅しており、調査時点で現存するのは約170ヶ所となっている。また、石川県の代表的な湧水として、64ヶ所の概要と所在地が環境省（2015）で公開されている。

石川県内の湧水地及び湧水の流れ込む池や用水の生物の研究では、魚類、特にトミヨに関する報告が多い（平井、1975、1992；石川県淡水魚類研究会、

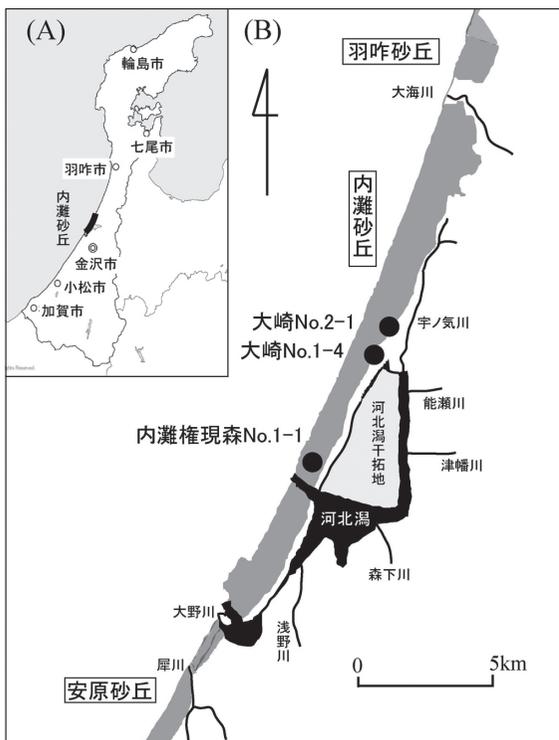


図1. 内灘砂丘の位置 (A) と採集地点及び内灘砂丘の概略 (B). 粕野 (1992) を元に改変, 砂丘名と河北潟に流入する主な河川を加えた.



図2. 大崎 No.1-4 (2016年5月17日). 上部のマダケ林から湧水が流れ出てきている.

そこで本報告では、河北潟と内灘砂丘を巡る物質循環研究の一環として行っている湧水地の水質研究の一部として、小規模ではあるが比較的流量の安定しているかほく市の2湧水地、河北郡内灘町の1湧水地の水生無脊椎動物について、これまでの調査結果を予報的に述べる。

## 調査地

1996; 池田ほか, 2008). 金山・田中 (2004) は、手取川扇状地に位置する七ヶ用水の中で湧水の流入する用水の水生昆虫相を報告している。同時に行われた調査で佐野 (2004) は、バイカモとナガエミクリが湧水の流入する用水に分布することを報告している。墨田・渡辺 (1997) は、金沢市の21ヶ所の湧水地の付着珪藻群集を明らかにし、DAIpo (有機汚濁指数) による判定を行っている。同様に能登半島の20ヶ所の湧水地についてもDAIpoが求められている (墨田・渡辺, 1999)。

多くの湧水は、飲用や灌漑、洗い場等に利用されてきたため、噴出口にイケンドウやコウドが設置されたり、管によって引水されたりして整備されてきているため、湿地状態で残されている場合は多くない。整備された湧水地の場合、多くの水生生物は生育が困難となる。石川県内では、小規模湧水地や砂丘地湧水地には未整備の状態が残されている箇所もあるが、生物相の研究はほとんど行われていない。

調査は、内灘砂丘の東側に位置するかほく市大崎の2湧水地点と内灘町宮坂 内灘権現森で行った (図1)。内灘砂丘は、大海川から浅野川河口までの延長約20km、幅約1.5~2.0km、最高地点61.3mに達する日本屈指の山脈状海岸砂丘に属している (藤, 1975)。かほく市宇気 (旧河北郡宇ノ気町宇気) を境に、北部は3列の縦列砂丘、南部は新砂丘が旧砂丘 (内列, 中列砂丘の砂からなる) を覆う累積砂丘を基本としている。現在、砂丘上は市街地や農地となっているが、農地では春はスイカ・サツマイモ、秋はダイコンを中心とした畑作が行われており、一部では果樹栽培 (ブドウ) や稲作も行われている。海岸沿いには飛砂防止の森林が広がっており、畑作地と畑作地の間にも森林がある。畑作や水田のための農業用水は、河北潟からの揚水や地下水が使われている。従って、内灘砂丘地の湧水は、雨水、河北潟の湖水、地下水の再利用水を主な起源とした地下水から形成されていると言える。農業を中心とした



図3. 大崎 No.2-1 (2016年6月2日). 小道をはさんだ上流部分に湧水湿地がある.



図4. 内灘権現森 No.1-1 (2016年6月2日). 道路の左手部分が湧水湿地, 中央の枯木の下に主な噴出口がある.

砂丘の利用形態の詳細については一連の続報で述べる.

調査地点を図1Bに示す. 大崎地区にはかつて多くの湧水地(清水-しょうず)があり, 飲用や野菜の洗い場として利用されていた(地元談). しかし現在知られている主なものは, これらの2ヶ所のみ減っていると言う. 春の融雪期には, 国道沿いのいくつかの地域で地下水の浸み出し箇所が観察されたが, 年間を通しての噴出箇所は特定出来なかった.

大崎 No.1-4 では, 上流のマダケ林の中に約  $80 \text{ m}^2$  の湧水地があり, 主要な噴出口4ヶ所からの湧水が流入している(図2). 採集地点は約  $1.3 \text{ m}$  幅の細流となっており, 周囲のマダケやカササゲなどの落葉落枝が水底に堆積している. 大崎 No.2-1 は, 大崎 No.1-4 より東北に約  $0.4 \text{ km}$  離れた山側の麓にあり, 約  $6 \text{ m}$  上流に約  $10 \text{ m}^2$  の湧水地がある(図3). 湧水地ではセリが優占しており, 山側はマダケ林となっている. 大崎 No.2-1 の水路幅は約  $0.6 \text{ m}$  で, マダケなどの落葉が堆積し, 水路内にはセリ, ドクダミなどが生育している. 両地点とも海岸からの距離は約  $1.5 \text{ km}$  である. 内灘権現森 No.1-1 は, 河北郡内灘町の内灘権現森海水浴場に通じる道沿いで, 海岸から約  $250 \text{ m}$  に位置している. 約  $40 \text{ m}^2$  の湧水地の各所から浸み出し水があり, キショウブ, スギナ, オオズメノカタビラを主体とする小湿地を形成している(図4). 細流を形成する主な噴出口は1ヶ所で

ある. 大崎 No.1-4 及び大崎 No.2-1 の標高は約  $10 \text{ m}$ , 内灘権現森 No.1-1 の標高は約  $5 \text{ m}$  である.

## 方法

2014年8月6日, 2015年3月6日, 2015年7月27日, 2015年10月3日に調査を行った. 内灘権現森 No.1-1 では, 前2回については採集を行わなかった. 水生動物の採集地点において, 水温・pH(WM-22EP, TOA-DKK), EC(電気伝導度, WM-22EP, TOA-DKK)とDO・DO%(溶存酸素濃度・溶存酸素飽和度(Pro-Do, YSI))を測定した. また大崎 No.1-4, 大崎 No.2-1 においては, 流路断面積を求め, 流速(CR-7WP, Kosmo)を測定して流量を求めた. 内灘権現森 No.1-1 は明確な流路状となっていないため, 湧水の噴出口において  $1 \text{ L}$  の採水に要する時間を測定して流量を求めた.

本報告では, 湿地性の種も含めて扱った. 動物の採集は以下のように行った. 調査地点において, 水底の枯葉や木片, 水生植物をランダムに採取し, タモ網(網目  $0.25 \text{ mm}$ )内で洗って, デトライトスと共に動物を集め, これらを冷却して持ち帰った. 試料の全部または多い場合には一部について, 肉眼により動物を拾い出した.  $70\%$  アルコールで固定後, 同定した. 同定は主に上野(1973), 川合・谷田(2005), 近藤ほか(2001), 紀平ほか(2003),

表 1. 湧水の水温, pH, 溶存酸素濃度 (DO), 酸素飽和度, 流量及び採集地点の水深.

		水温 (°C)	pH	EC ( $\mu$ S/cm)	DO (mg/l)	DO (%)	流量 (l/min.)	水深 (cm) <sup>3)</sup>
大崎 No. 1-4	6 Aug. 2014	16.4 <sup>1)</sup>	6.37 <sup>1)</sup>	223 <sup>1)</sup>	8.64 <sup>1)</sup>	91.1 <sup>1,2)</sup>	205	6
	6 Mar. 2015	14.2	6.68	254	8.01	77.8	526	15
	27 Jul. 2015	15.8	7.38	288	7.92	80.6	292	6
	3 Oct. 2015	16.1	7.22	285	8.20	83.5	344	8
大崎 No. 2-1	6 Aug. 2014	16.9	6.56	193	7.26	77.3 <sup>2)</sup>	24	3
	6 Mar. 2015	14.1	7.36	171	9.38	91.5	183	4
	27 Jul. 2015	18.4	7.75	191	8.90	95.6	77	4
	3 Oct. 2015	18.2	7.42	202	8.99	95.9	30	5
内灘権現森 No.1-1	27 Jul. 2015	15.8	6.79	181	5.44	54.8	1	<5 <sup>4)</sup>
	3 Oct. 2015	16.8	6.55	184	3.75	38.9	2	<5 <sup>4)</sup>

1) : 大崎 No.1-4 では未測定のため, 最も流量の多い噴出口の値を示した.

2) : 水温からの計算値

3) : 流速測定時の流路断面の最大の水深

4) : 主な溜まり (pool) 部分の水深

Morino (1985), 森野 (2015), Nunomura (1998), Ito (1985), 中坊 (2013) によった. 科以上の分類名は, 日本分類学会連合 (2003) によった.

本報告では, 各分類群の出現状況の記載を基本とした.

## 結果と考察

### 湧水環境の概況

湧水環境の概況を表 1 に示す. 測定期間内の湧水の水温は, 大崎 No.1-4 で 14.2 ~ 16.4°C, 大崎 No.2-1 で 14.1 ~ 18.4°C, 内灘権現森 No.1-1 で 15.8 ~ 16.8°C であった. 大崎 No.2-1 は流量が少なく, 噴出口から距離があるために高い傾向を示した可能性がある. 湧水の pH は 6.37 ~ 7.75 であり, 湧水地によって特に特徴はなかった. EC の平均値は大崎 No.1-4 で 263 $\mu$ S/cm, 大崎 No.2-1 で 189 $\mu$ S/cm, 内灘権現森 No.1-1 で 183 $\mu$ S/cm であり, 明らかに大崎 No.1-4 で高い傾向を示した. 溶存酸素濃度についても湧水地によって特徴的であり, 内灘権現森 No.1-1 で平均飽和度が 47% で最も低かった. 最も大きな特徴は流量に現れており, 内灘権現森 No.1-1, 大崎 No.2-1, 大崎 No.1-4 の順で規模が大きかった. 内灘権現森 No.1-1 は流量が少なく湿地

状態を示し, 大崎 No.2-1 と大崎 No.1-4 は流路状だが, 後者のほうが水量の豊富な湧水地であった. 流量の増減の傾向は, 大崎 No.1-4 と大崎 No.2-1 では一致しなかった. これは, 二つの湧水地点が近距離にありながらも, 砂丘内の水脈の違いがある事を示していると考えられる. 水生動物の採集地点の水深は浅く, 通常は最大 5cm 程度であった. このことは噴出口での湧水中の溶存酸素濃度が低くても, 流下中に大気からの酸素の溶解が容易であり, 水生動物への影響が少ないことを示す. 越川・山下 (1994) による石川県内の湧水の水質と比較すると, pH は通常の湧水の範囲内であるが, EC は高い傾向にあり, 特に大崎 No.1-4 は極めて高い値を示している.

### 水生無脊椎動物

各地点における水生無脊椎動物の出現状況を表 2 に示す. 無脊椎動物以外では魚類のスズキ目ハゼ科のピリングゴ (*Gymnogobius breunigii* (Steindachner, 1880)) が大崎 No.1-4 (2014 年 8 月 6 日, 2015 年 3 月 6 日) と大崎 No.2-1 (2014 年 8 月 6 日), オオヨシノボリ (*Rhinogobius fluviatilis* Tanaka, 1925) が大崎 No.1-4 (2014 年 8 月 6 日, 2015 年 10 月 3 日) に出現した.

水生無脊椎動物は, 3 地点で 22 分類群が出現した.

表 2. 湧水地における水生無脊椎動物の出現状況. (+, ++, +++ はランダムサンプル中の個体数のおおよその割合を示す; +: < 30%, ++: 30-50%, +++: > 50%; ●は出現を示す)

分類群	大崎 No. 1-4					大崎 No. 2-1					内灘権現森 No.1-1			
	6 Aug. 2014	6 Mar. 2015	27 Jul. 2015	3 Oct. 2015	出現状況	6 Aug. 2014	6 Mar. 2015	27 Jul. 2015	3 Oct. 2015	出現状況	27 Jul. 2015	3 Oct. 2015	出現状況	
Phylum Platyhelminthes 扁形動物門														
Class Turbellaria ウズムシ綱														
Order Tricladida ウズムシ目														
Family Dugesiiidae サンカクアタマウズムシ科														
<i>Dugesia</i> sp. ナミウズムシ属の一種		+			●	+							●	
Phylum Mollusca 軟体動物門														
Class Gastropoda 腹足綱														
Order Discopoda 盤足目														
Family Pachychilidae カワニナ科														
<i>Semisulcospira libertina</i> (Gould, 1859) カワニナ	++	+	+	+	●	+	+	++	+++	●				
Order Basommatophora モノアラガイ目														
Family Lymnaeidae モノアラガイ科														
<i>Pseudosuccinea columella</i> (Say, 1817) ハブタエモノアラガイ											++	++	●	
Phylum Annelida 環形動物門														
Class Oligochaeta 貧毛綱														
Order Oligochaeta spp. 貧毛綱の複数種	+				●		+	+					●	
Phylum Arthropoda 節足動物門														
Class Crustacea 甲殻綱														
Order Amphipoda 端脚目														
Family Anisogammaridae キタヨコエビ科														
<i>Jesogammarus hokurikuensis</i> Morino, 1985 ホクリクヨコエビ	++	+	++	+++	●									
Family Talitridae ハマトビムシ科														
<i>Platorchestia</i> sp. ヒメハマトビムシ属の一種						+	+				●	+	+	●
Order Isopoda 等脚目														
Family Sphaeromatidae コツブムシ科														
<i>Gnoringosphaeroma naktongense</i> Kwon et Kim, 1987 チョウセンコツブムシ	++	+++	++	+	●									
Family Asellidae ミズムシ科														
<i>Asellus hilgendorfi</i> Bovalius, 1886 ミズムシ	+	+	+		●	++	++	+						●
Order Decapoda エビ目														
Family Palaemonidae テナガエビ科														
<i>Palaemon paucidens</i> de Haan, 1844 スジエビ	+		+		●									
Class Insecta 昆虫綱														
Order Odonata トンボ目														
Family Cordulegastridae オニヤンマ科														
<i>Anotogaster sieboldii</i> Sélys, 1854 オニヤンマ								+		+	●	+		●
Order Plecoptera カワゲラ目														
Perloidea not det. カワゲラ上科の不明種												+		●
Order Trichoptera トビケラ目														
Family Lepidostomatidae カクツツトビケラ科														
<i>Lepidosotma japonicum</i> Tsuda, 1936 コカクツツトビケラ	+	+	+	+	●	+	++	+	+	●				
Order Diptera ハエ目														
Family Tipulidae ガガンボ科														
<i>Tipula</i> sp.1 ガガンボ属の一種												+		●
<i>Tipula</i> sp.2 ガガンボ属の一種												+	+	●
<i>Hexatoma</i> sp. ヒゲナガガガンボ属の一種	+				●									
Family Dixidae ホソカ科														
<i>Dixa</i> sp.1 ホソカ属の一種	+				●									
<i>Dixa</i> sp.2 ホソカ属の一種						+			+	●				
Family Chiromomidae ユスリカ科														
Pentaneurini spp. ヤマトヒメユスリカ族の複数種												+		●
Procladiini spp. カユスリカ族の複数種	+		+		●	+	+			●				
Orthoclaadiinae sp. エリユスリカ亜科の一種	+				●					●				
Chironomini spp. ユスリカ族の複数種						+				●				
Tanytarsini spp. ヒゲユスリカ族の複数種	+		+		●				+	●				
分類群計	9	9	6	6	13	8	7	4	5	11	7	3		7

水生無脊椎動物の出現は3湧水地でそれぞれ特徴的であった。大崎湧水地では、No.1-4とNo.2-1でそれぞれ13, 11分類群が出現し、全17分類群のうち7分類群(約40%)が共通であったが、内灘権現森No.1-1の出現分類群は7と少なく、大崎湧水地との共通分類群は2(約10%)であった。従って、内灘権現森No.1-1は、大崎湧水地とは大きく異なった環境にあると言える。この要因として、流量の規模が考えられる。内灘権現森No.1-1は流量が少なく、湿地状態のため(図4)、流水性の動物(チョウセンコツブムシやスジエビなど)が分布していないと考えられる。

今回の調査では、各湧水地で優占種も異なっていた。大崎No.1-4では、チョウセンコツブムシ、ホクリクヨコエビが優占し、大崎No.2-1ではカワニナ、ミズムシ、コカクツツビケラが優占した。内灘権現森No.1-1ではハブタエモノアラガイが優占した。

チョウセンコツブムシは、現時点でのサンプリング結果では大崎No.1-4にのみ出現し、特徴的であった。本種は海水から淡水に適応進化した種と考えられており、海岸沿いの河川下流部(小泉他(1987)が主に中国地方の日本海側に位置する河川・湖沼から報告した*Gnorimosphaeroma* sp.も本種である可能性が高い)に出現し、特に日本海側では汽水部分より上流に分布することが知られている(阿部・福原, 1999)。本種は甲殻類では珍しい雌から雄に性転換することでも知られ(Abe & Fukuhara, 1996; 福原, 1999)、本調査においても、大崎No.1-4の2015年3月のサンプル中に性転換したと思われる雄が確認出来た。性転換を含めた生活史研究の課題が残る。本調査地のように隔離的な湧水地にも分布する種であり(帆苅・本間, 1994)、湧水地の消滅とともに生育地を失うことが懸念される。

広く分布し、湧水にも出現するヨコエビ類としては、東日本を中心にオオエゾヨコエビ(キタヨコエビ科, *Jesogammarus jesoensis* (Schellenberg, 1937)、西日本を中心にニッポンヨコエビ(ヨコエビ科, *Gammarus nipponensis* Ueno, 1940)が知られている(草野, 2001)。本調査では、Morino(1985)が福井県から記載したホクリクヨコエビが、大崎No.1-4にのみ出現した。本種も湧水もしくは湧水の流入する河川に生息するとされている(草

野, 2001; 富川, 2007)。北陸地方の湧水地における、本種とオオエゾヨコエビ、ニッポンヨコエビの分布範囲の違いが興味深い課題である。

富樫(2012)は、中規模な湧水地である地本(新潟県胎内市)において、個体数の多いトビケラとしてカクツツトビケラ科のカンバラカクツツトビケラ(*Lepidostoma kanbaranum* Kobayashi, 1968)を報告している。本調査地では大崎No.2-1においてカクツツトビケラ科の個体数の割合が高かった。Ito(1985)に従い、本調査地の種を暫定的にコカクツツトビケラと同定したが、現段階では成虫による同定が行えていないため、複数種の存在も予想され、今後の精査が必要である。本調査では大崎の両地点において2015年3月の標本にのみサナギが出現したため、羽化時期は早春であると推定される。比較的多くの個体が採集されるので、今後は生活史の解明も可能である。

内灘権現森No.1-1では、ハブタエモノアラガイの個体数の割合が高かった。本種は北アメリカ原産の外来種で、1980年代頃から各地に急速に分布を広げている種である。特に湧水に依存性の高い種ではなく、河北潟周辺においても記録されており(野村・高橋, 2006)、外来種として今後の動向が注目される種である。

権現森No.1-1と大崎No.2-1にはハマトビムシ科ヒメハマトビムシ属の一種が出現した。ハマトビムシ科は、端脚目の中で唯一陸上生活に適応し、海岸から森林土壌まで分布域を持つ種を有している。本来の水生動物ではないが、いくつかの種は湖沼沿岸域や湿地にも分布するため、本研究でも取り上げた。成熟雄は内灘権現森No.1-1で1個体採集出来たのみのため、正確な同定は本報告では保留した。

今回の予備的調査は、回数も少なく、特に内灘権現森No.1-1においては2回の調査しか行えなかった。従って、湧水無脊椎動物相の一端しか明らかに出来なかったが、それぞれの湧水が、特に流量に応じて、特徴のある分類群を擁すると言う規模との関係を解析の手掛かりとする示唆を得た。また、水生昆虫では幼虫のみの同定となり、成虫による精査が出来なかった。今後、調査地や回数を増やし、湧水無脊椎動物の分類・生態を明らかにすることが必要である。その場合、湧水の規模と生物相との関

係、どのような種が湧水に特有または依存性が高いか、湧水依存性の生理・生態的な特性は存在するのか、比較的安定な環境において生活史の同調性はどのように維持されているのか、などの課題が設定出来る。

## 謝辞

湧水地の所在や状況についての情報を提供して頂いた、河北潟沿岸土地改良区の長原克信氏、金沢大学名誉教授の藤則雄氏、調査にあたって湧水地への立ち入りに便宜をはかって頂いたかほく市大崎区長の松原秋夫氏、大崎在住の今村正明氏に感謝申し上げます。調査時にご協力いただいた国立石川工業高等専門学校環境都市工学科高野典礼研究室の学生諸氏、調査及び動物のソーテング、生物情報の提供にご協力をいただいた河北潟湖沼研究所所員高橋奈苗氏、黒川貴弘氏、番匠尚子氏に感謝致します。文章表記や分類学的視点からご意見いただいた査読者に感謝致します。

## 引用文献

- Abe, M. and H. Fukuhara. 1996. Protogynous hermaphroditism in the brackish and freshwater isopod, *Gnorimosphaeroma naktongense* (Crustacea: Isopoda, Sphaeromatidae). *Zoological Science*. 13: 325-329.
- 阿部正敏・福原晴夫. 1999. 阿賀野川下流域におけるイソコツブムシ属2種, *Gnorimosphaeroma naktongense* と *G. chinense* の分布. 新潟県生物教育研究会誌. 34: 9-12.
- 藤 則雄. 1975. 北陸の海岸砂丘. 第四紀研究. 14: 196-220.
- 福原晴夫. 1999. 甲殻類における性転換. 海洋と生物. 125: 487-494.
- 平井賢一. 1975. 石川県の淡水魚. 「石川の自然第1集」. 石川県教育センター. 金沢市. p. 3-11.
- 平井賢一. 1992. 手取川扇状地における淡水魚の減少傾向. 日本海域研究所報告. 24: 49-62.
- 帆苺信夫・本間義治. 1994. 新潟県中条町の扇状地におけるイハラトミヨの生息環境. 新潟県生物教育研究会誌. 29: 45-50.
- 北陸電力株式会社地域総合研究所(編). 1995. 「北陸の名水」. 北陸電力株式会社. (株)シー・エー・ビー. 富山市. 96p.
- 池田千也・草光紀子・細川正次. 2008. トミヨの生息場所保全活動のフォローアップ. 水土の知. 76: 144-145.
- 石川県淡水魚類研究会. 1996. 「石川県の淡水魚類」. 石川県環境部自然保護課. 金沢市. p. 64-65.
- Ito, T. 1985. Females, pupae and larvae of the *japonicus* group of *Goerodes* (Trichoptera, Lepidostomatidae). *Kontyu Tokyo*. 53: 261-269.
- 金山 晃・田中吾吾. 2004. セケ用水の水生昆虫. 石川県農業短期大学研究報告. 33: 39-45.
- 金沢市環境保全課(編). 1996. 「金沢のわき水調査報告書」. 金沢市環境保全課. 金沢市. 161p.
- 鮎野義夫. 1992. 加賀平野. アーバンクボタ. 31: 48-55.
- 川合禎次・谷田一美(共編). 2005. 「日本産水生昆虫 科・属・種への検索」. 東海大学出版会. 東京. 1360p.
- 川上慶子・浅田征彦・坂本真美・山岸喜信・北川恵美子. 2012. 石川県の名水の水質特性に関する調査研究. 石川県保健環境センター研究報告書. 49: 13-20.
- 環境省. 2015. 石川県の代表的な湧水. <https://www.env.go.jp/water/yusui/result/sub4-2/PRE17-4-2.html> (2016年5月25日).
- 紀平 肇・松田征也・内山りゅう(共編). 2003. 「日本産貝類図鑑①」. ピーシーズ. 東京. 159p.
- 北戸丈晴・田崎和江. 1996. 金沢市に分布する大桑累層中の微生物被膜. 北陸地質研究所報告. 5: 311-325.
- 小泉顕雄・田原 博・磯江正人. 1987. 淡水産コツブムシ *Gnorimosphaeroma* sp. の生態学的研究. 鳥取県立博物館研究報告. 24: 11-17.
- 近藤繁生・平林公男・岩熊敏夫・上野隆平(共編). 2001. 「ユスリカの世界」. 培風館. 東京. 306p.
- 越川司朗・山下 尚. 1994. 石川県内の主な湧水の分布と水質. 「石川の自然第18集」. 石川県教育センター. 金沢市. 36p.
- 草野晴美. 2001. 淡水性ヨコエビの生息環境. 月刊

- 海洋号外, 26: 244-248.
- Morino, H. 1985. Revisional studies on *Jesogammarus-Annanogammarus* group (Amphipoda: Gammaroidea) with descriptions of four new species from Japan. Publications of the Itako Hydrobiological Station, 2: 9-55.
- 森野 浩. 2015. ヨコエビ目. 「日本産土壤動物 - 分類のための図解解説 (第Ⅱ版)」青木淳一編著. 東海大学出版部. 東京. p.1970-1989.
- 中坊徹次(編). 2013. 「日本産魚類検索 II」第三版. 東海大学出版部. 東京. 1747p.
- 日本分類学会連合. (2003). 第1回日本産生物種数調査. <http://ujssb.org/biospnum/search.php>. (2016年6月15日)
- 日本陸水学会(編). 2006. 「陸水の辞典」. 日本陸水学会. 講談社. 東京. 578p.
- 野村卓之・高橋 久. 2006. 河北潟地域の陸・淡水産貝類相. 河北潟総合研究. 9: 7-22.
- Nunomura, N. 1998. On the genus *Gnorimosphaeroma* (Crustacea, Isopoda, Sphaeromatidae) in Japan with descriptions of six new species. Bulletin of the Toyama Science Museum. 21: 23-54.
- 佐野 修. 2004. セケ用水の水生植物. 石川県農業短期大学研究報告. 33: 27-37.
- 島野安雄・木村繁男. 1997. 名水を訪ねて(37) 石川県の名水. 地下水学会誌. 39: 139-152.
- 墨田迫彰・渡辺仁治. 1997. 石川県金澤市及びその近郊部湧水のDAIpo. Diatom. 13: 161-169.
- 墨田迫彰・渡辺仁治. 1999. 石川県能登半島の湧水のDAIpo. Diatom. 15: 111-117.
- 田知本正夫. 2002. 石川県の名水の水質調査. 石川県農業短期大学研究報告. 31: 1-3.
- 竹門康弘. 2010. 柿田川における底生動物群集の構造と特徴. 「柿田川の自然」柿田川生態系研究会(編). 浜松市. p. 48-81.
- 富樫繁春. 2012. IV -2 動物目録. 「地本湧水の自然」. イバラトミヨ・水芭蕉の会. 新潟県胎内市. p. 42-43.
- 富川 光. 2007. *Jesogammarus* 属(甲殻綱:端脚目:キタヨコエビ科)の分類と系統. 広島大学大学院教育学研究科紀要. 第二部 56: 23-29.
- 上野益三(編). 1973. 「川村日本淡水生物学」. 北隆館. 東京. 760p.
- 藪崎志穂・島野安雄. 2009. 平成の名水百選の水質特性. 地下水学会誌. 51: 127-139.