

# 北海道東部におけるシグナルヒルミミズ *Sathodrilus attenuatus* の出現状況

山内 雄大<sup>\*1</sup>・川井 唯史<sup>\*2</sup>

Distribution and abundance of the alien crayfish worm *Sathodrilus attenuatus* (Clitellata: Branchiobdellida) in eastern Hokkaido, Japan

Yuki YAMAUCHI<sup>\*1</sup> and Tadashi KAWAI<sup>\*2</sup>

## Summary

Alien crayfish worm *Sathodrilus attenuatus* (Clitellata: Branchiobdellida) on the alien freshwater crayfish *Pacifastacus leniusculus* (Crustacea: Decapoda) were collected from 6 sites in Kushiro City and Shibeche Town, eastern Hokkaido, Japan, from October 2015 to November 2016. The crayfish worms were attached to the body surface and gill of their host. The mean abundance of *S. attenuatus* on *P. leniusculus* ranged from 0.0 to 168.9, with the lowest value being observed in Lake Harutori, Kushiro City where the water was brackish.

## はじめに

ザリガニ類は淡水域に生息する可動性の無脊椎動物としては最大級である (Huxley 1880, Hobbs 1988). そのため、これらが外来種として移入された場合は、在来の生態系に直接的に多大な悪影響を与えることが多く (Kawai 2017), また体が大きいことためその体表を他の動物が棲み処として利用していることも多く、外来ザリガニの移入を許すと、随伴する付着生物も同時に移入して定着することが多い (Edgerton et al. 2002; Longshaw 2011; Ohtaka et al. 2005). ザリガニ類の体表や鰓室には、環形動物ヒルミミズ類 Branchiobdellida が多数共生しており (Brinkhurst & Gelder 2001), 世界では1科4亜科22属153種のヒルミミズ類が報告されている (Gelder 1996, Gelder & Williams 2015; Ohtaka & Gelder 2015). ヒルミミズ類は主に北半球のザリガニ類を宿主とするが (Gelder & Williams 2015), スマエビ科のエビ類など他の甲殻類でも知られている (Gelder & Williams 2015). 北半球のザリガニ類にはヒルミミズ類が見られる一方で、南半球では見られず、扁形動物テムノケファーラ類 Temnocephalida が共生している (Gelder 1999). ヒルミミズ類は宿主であるザリガニ類の体表に付着して一生を過ごすと考えられ、ザリガニ類との生態学的関係は寄生から相利共生までさまざまな報告がある (大高 2010).

現在、日本で確認されている在来のヒルミミズ類は、ニホンザリガニ *Cambaroides japonicus* (De Haan, 1841) を宿主とするザリガニミミズ属 *Cirrodrilus* に属する12種 (大高 2010, Ohtaka & Gelder 2015) と、沖縄県宮古島と和歌山県紀伊半島南部に生息する在来のエビ類を宿主するエビヤドリミミズ

*Holtodrilus truncatus* (Liang, 1963) (北藪ほか 2016) の計13種である。一方で、ザリガニ類やエビ類の外国からの人為的移入に伴って、これまでに4種の外来ヒルミミズ類が記録され (大高 2007), さらに、最近になり新しく東京都心部で採集されたアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) から北米産のヒルミミズ類 *Cambarincola mesochoreus* Hoffman, 1963 が確認されている (Ohtaka et al. 2017). 北海道のウチダザリガニ *Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852) は、1930年にアメリカのオレゴン州のコロンビア川で採集された個体が北海道東部にある摩周湖に放流され、後に北海道の広い範囲で分布を拡大し (川井ほか 2002), 北アメリカ原産のヒルミミズ類である *Sathodrilus attenuatus* Holt, 1981 が付着している (Ohtaka et al. 2005). 北海道の12地点のウチダザリガニ個体群で調べた中では、摩周湖で最も共生数が多く、ザリガニ1個体あたり平均160個体に及んでいる (Ohtaka et al. 2005). 北海道のウチダザリガニに見られるヒルミミズ類は、本種だけであり (Ohtaka et al. 2005), 日本での宿主はウチダザリガニ以外に知られていない (大高 2007). しかし、ヒルミミズ類は一般にザリガニ類に対しては強い選択性を示すが、ザリガニ内での種特異性は弱く (大高 2010), ヒルミミズ類の宿主の乗り換えが起こり、これが随伴生物による生物攪乱となる可能性がある (Vogt 1999). 本研究では道東地方の6地点においてウチダザリガニを捕獲し、採集されたヒルミミズ類の付着状況を調査した。採集したヒルミミズ類は形態観察によって種の査定を行い、共生数の計測や付着場所の観察を行った。

なお、*Sathodrilus attenuatus* の和名については、

\*1 北海道原子力環境センター Hokkaido Nuclear Energy Environmental Research Center

\*2 北海道立総合研究機構 中央水産試験場 Hokkaido Research Organization, Central Fisheries Research Institute  
通信員著者 tadashikawai8@gmail.com

大高明史 (未発表) に準拠してシグナルヒルミミズを用いた。

## 調査方法

### 採集方法及び観察方法

2015年10月から2016年11月に屈斜路湖 (地点1), イベシベツ川 (地点2), 阿寒湖 (地点3), 前田一歩園林業敷地内 (地点4), 釧路川茅沼地区 (地点5), 春採湖 (地点6) の道東地方の6地点において, 魚の内臓を餌とした籠罟を4時間から24時間設置してウチダザリガニを捕獲した (図1)。

ウチダザリガニは, 「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律」により特定外来種に指定されているため, 生きた個体を移動させることが禁じられている。そこで, 阿寒湖と前田一歩園林業敷地内の採集個体は, ヒルミミズ類の観察に支障を来さないように内臓を除去して殺処分した個

体を譲り受けた。捕獲及び譲り受けたウチダザリガニは, 個体ごとに6%ホルマリンまたは70%アルコールで固定し, 体表から脱落したヒルミミズ類を回収した。さらに鰓室内のヒルミミズ類は, 殻をハサミで除去し, 鰓を取り出して双眼実体顕微鏡下で観察しながら回収した。ただし, 2016年9月20日, 29日, 10月13日, 22日, 11月3日に釧路川茅沼地区から捕獲した個体は, ヒルミミズ類の宿主における付着場所を判別するために生体で観察した。その際, 体表のヒルミミズ類は双眼実体顕微鏡下で直接, 鰓室内のヒルミミズ類は, 殻をハサミで除去し, 取り出した鰓を双眼実体顕微鏡で観察し, 採取した。これにより, ウチダザリガニの体表と鰓室内に共生している全てのヒルミミズ類を回収した。釧路川茅沼地区のウチダザリガニから得たヒルミミズ標本の一部は, 種の査定を行った。採取したヒルミミズ類を70%アルコールで固定し, 脱水後, サリチル酸メチルで透徹しカナダバルサムで封入したプレパラート標本とし, 形態観察を行った。ヒルミミズ類の共生数 abundance, 相対共生数 mean abundance 及び共生率 prevalenceは, Bush et al. (1997) を参考にした。体各部の名称は山口 (1935) と大高 (2010), ウチダザリガニの部位の名称は川井ほか (2011) を参考とした。

## 環境調査

ウチダザリガニの調査を行った, 釧路市の春採湖 (地点6) で環境調査を行った。汽水湖である春採湖は, 南方へ続く流程が数百mの春採川で太平洋とつながっている。2016年11月1日15時から16時まで春採川に設置された潮止め施設 (水門) の水の流れを調査した。潮止め施設は, 春採湖と春採川の接続点に設置されている。また上流側と下流側にはそれぞれ水位計が設置されていることから, 逆流時ほどの程度の水位差が生じているのか記録した。

2016年11月26日には, 海水の逆流が想定される春採川河口近くから, 河口から最も離れた対岸を含む7地点 (図2) で表層の塩化ナトリウムの濃度を調査した。ポータブル電気伝導率計 (東亜ディーケー

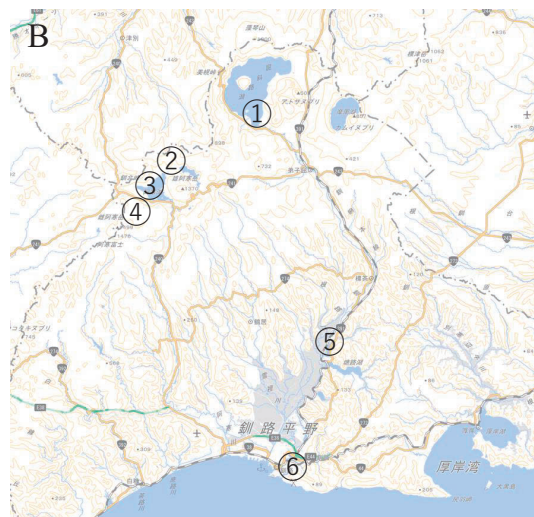
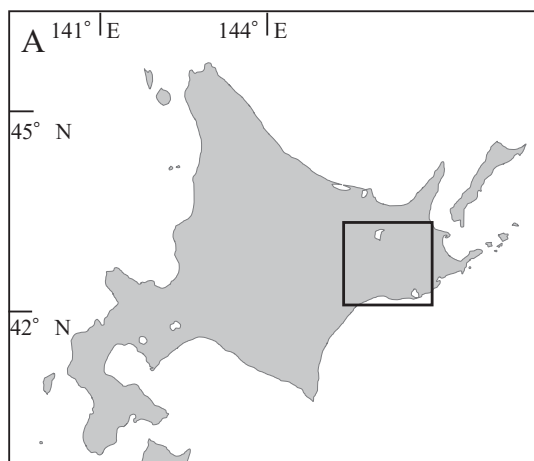


図1 調査地点

A 北海道全域, B はウチダザリガニの捕獲地点。

- ① 屈斜路湖 (43° 34'49.6"N 144° 18'38.6"E),
- ② イベシベツ川 (43° 29'07.4"N 144° 08'37.5"E),
- ③ 阿寒湖 (43° 26'18.3"N 144° 05'55.2"E),
- ④ 前田一歩園林業敷地 (43° 25'50.8"N 144° 05'01.5"E),
- ⑤ 釧路川茅沼地区 (43° 12'17.7"N 144° 30'04.2"E),
- ⑥ 春採湖 (42° 58'24.6"N 144° 24'04.3"E).

地図は国土交通省国土地理院を利用  
(<https://mapps.gsi.go.jp/article2.html>).

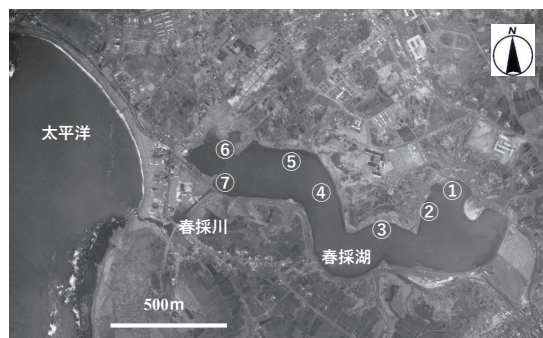


図2 春採湖の調査地点

地点①から⑦は, 2016年11月26日に湖岸表層の塩化ナトリウム濃度 (電気伝導率からの換算による) を測定した地点。

地図は国土交通省国土地理院を利用  
(<https://mapps.gsi.go.jp/article2.html>).

ケー(株, WM-22EP) を使用して表層水の電気伝導率を測定し, 同時に換算して表示される塩化ナトリウムの濃度を記録した.

## 結果

### ヒルミミズ類の種の査定及び付着部位

採集個体の形態観察により, 今回捕獲したウチダザリガニに付着しているヒルミミズ類はシグナルヒルミミズ *Sathodrilus attenuatus* であることが確認された. 釧路川茅沼地区個体の形態の概要は以下のとおりで, いずれの形態も Holt (1981) の原記載とよく一致した.

体長は生体で3.1mm, 固定標本で2.1mmに及ぶ(図3A). 体の背面に突起はない. 口節には指状突起がなく, 背唇腹唇ともなめらかで, 腹唇の中央には浅い切れ込みを持つ. 顎板(図3B, C)は黄褐色で, 背腹とも長方形をしている. 背側顎板で5本, 腹側顎板で4本または背腹とも4本の同形の歯を備える. 環帯は第5体節中央から第7体節の中央までを占める. 腺性膨腔部は2分岐しており, それぞれの末端に細い輸精管が接続する. 前立腺は膨腔部の分岐葉よりもやや小さく, 膨腔部の背側に付属する. 筋肉質の射精管は, 前立腺と同じ程度の大きさで, 膨腔部と陰茎囊の接続部は細くなる. 陰茎囊は膨らんだ卵型で, 反転して陰茎となり外部に突出する. 受精囊は第5体節に位置し, 受精囊管と受精囊膨腔部は細い接続部を境に明瞭に区別される.

なお, 日本に在来のザリガニミミズ属 *Cirrodrilus* のヒルミミズ類では, 顎板上の歯は大きな中央歯左右に分布する小歯が区別され, また, 口節に指状の突起を持っていることから(山口 1935; Timm 1991), シグナルヒルミミズと区別される.

また, 釧路川茅沼地区個体の生体観察から, 宿主における主要な付着場所は頭胸甲部の背面であった(図4). また宿主の鰓を観察したところ, 脚鰓 podobranch に密生する網状毛 filament 上にシグナルヒルミミズが観察された(図5). ただし, 観察は採集から2日後に行っているため, 体表に付着していた個体が宿主の体内にある脚鰓に移動した可能性は残されている.

### 地点別付着状況

6地点のヒルミミズ類の調査では, 確認されたヒルミミズ類はすべてシグナルヒルミミズであった(図3). 北海道に分布する在来種は見られず, 在来ヒルミミズがウチダザリガニに宿主を変えている現象は観察されなかった.

調査を行った地点の環境について, 屈斜路湖(地点1)はカルデラ湖で, 採取した和琴半島周辺は, 湖底から温泉水が湧き出ている場所もあり, ところどころ湖底が温かいところがあった. イベシベツ川(地点2)は, パンケトーから阿寒湖への流入河川であり, 阿寒湖(地点3)はカルデラ湖で, 南側の

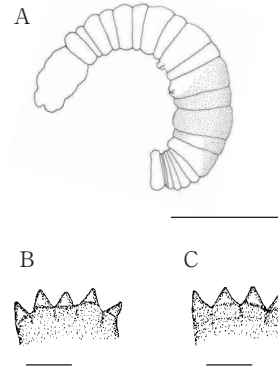


図3 採集したシグナルヒルミミズ *Sathodrilus attenuatus* 2016年11月3日に釧路川茅沼地区から捕獲したウチダザリガニから採集したもの. Aは全体図, Bは背側顎板, Cは腹側顎板. スケールAは1.0mm, BとCは0.25 $\mu$ m. Aは山内作図, BとCは川井作図.

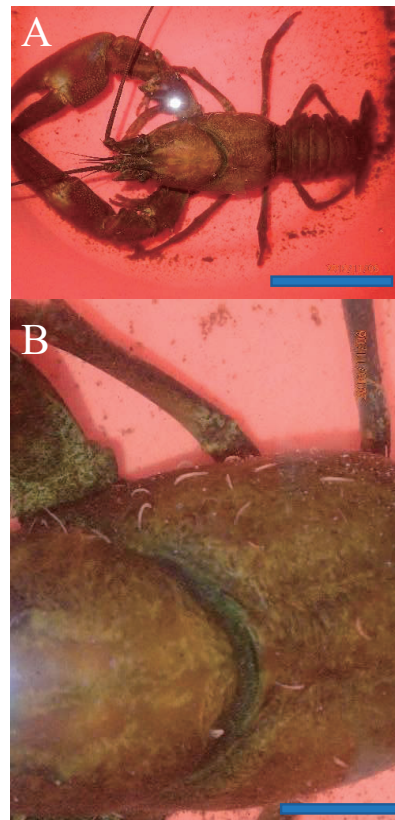


図4 ウチダザリガニに付着するシグナルヒルミミズ Aは全体図, Bはウチダザリガニの頭胸甲部の拡大. 2016年11月3日 釧路川茅沼(捕獲してから3日後に撮影). スケールAは6.0cm, BとCは2.0cm.

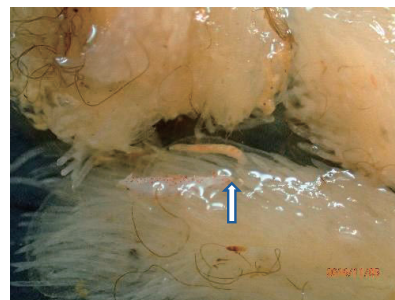


図5 ウチダザリガニの鰓に付着したシグナルヒルミミズ 2016年11月3日, 釧路川茅沼で採集した個体(捕獲してから2日後に撮影).

湖岸には阿寒湖温泉街が隣接している。前田一步園林業敷地内(地点4)は、採取地点の上流にボッケ(アイヌ語で「煮え立つ」という意味で、地下から熱い泥が火山ガスとともに噴き出す場所) ([http://ja.kushiro-lakeakan.com/things\\_to\\_do/3733/](http://ja.kushiro-lakeakan.com/things_to_do/3733/) 2020年11月5日ダウンロード)があり、噴き出した温泉が直接流入していた。釧路川茅沼地区(地点5)は、釧路川まで数十mの小川で接続している地点で採取した。春採湖(地点6)は汽水湖で、先述のとおり春採川で太平洋とつながっている。

この6地点での調査日別のウチダザリガニの捕獲数とシグナルヒルミミズの共生数を表1に示し、調

査地点別のウチダザリガニの捕獲数とシグナルヒルミミズの共生数、共生率を表2に示した。採集地点間の共生数の違いについては、一元配置分散分析を行った(IBM SPSS statistics 22)。その結果、有意な違いが見られたことからTukeyのHSD法による多重比較を実施した。その際の有意水準は0.05とした。

調査地点別のシグナルヒルミミズの共生数(表1)は、前田一步園林業敷地内(地点4)と春採湖(地点6)で他の地点を大きく下回り、2地点のシグナルヒルミミズの共生数、共生率(表2)を比較すると、春採湖(地点6)の共生率が最も低かった。調査地

表1 調査日別のウチダザリガニの捕獲数とシグナルヒルミミズ類の共生数。採捕数が1個体の場合は相対共生数の計算を行わなかった。相対共生数は(1回の採集で得られたシグナルヒルミミズ総共生数/ウチダザリガニの総捕獲数)。地点は図1に示した。

地点	地点名	年/月/日	ウチダザリガニ	シグナルヒルミミズ	
			<i>P. leniusculus</i>	<i>S. attenuatus</i>	
			捕獲数	共生数 (abundance)	相対共生数 (mean abundance)
①	屈斜路湖	2015/10/13	2	10~21	15.5
①	屈斜路湖	2015/11/6	3	3~37	14.3
①	屈斜路湖	2016/7/12	3	8~44	20.7
②	イベシベツ川	2015/11/10	11	6~110	24.5
③	阿寒湖	2015/10/24	12	64~278	168.9
④	前田一步園林業敷地内	2015/10/24	19	0~7	1.0
⑤	釧路川茅沼	2016/7/10	13	9~277	91.4
⑤	釧路川茅沼	2016/9/20	1	7	—
⑤	釧路川茅沼	2016/9/29	1	65	—
⑤	釧路川茅沼	2016/10/13	1	25	—
⑤	釧路川茅沼	2016/10/22	1	122	—
⑤	釧路川茅沼	2016/11/3	2	97~168	132.5
⑥	春採湖	2015/10/7	20	0	0
⑥	春採湖	2015/11/17	10	0~1	0.2
⑥	春採湖	2015/12/17	4	0	0
⑥	春採湖	2016/6/22	21	0	0

表2 調査地点別のウチダザリガニの捕獲数とシグナルヒルミミズの相対共生数と共生率。相対共生数は(地点ごとの採集で得られたシグナルヒルミミズ総共生数/ウチダザリガニの総捕獲数)、共生率は捕獲したウチダザリガニのうちシグナルヒルミミズが得られた個体数/捕獲したウチダザリガニ総個体数×100%。地点は図1に示した。

地点	地点名	ウチダザリガニ	シグナルヒルミミズ		
		<i>P. leniusculus</i>	<i>S. attenuatus</i>		
		捕獲数	共生数 (abundance)	相対共生数 (mean abundance)	共生率(%) (prevalence)
①	屈斜路湖	8	3~44	17.0	100.0
②	イベシベツ川	11	6~110	24.5	100.0
③	阿寒湖	12	64~278	168.9	100.0
④	前田一步園林業敷地内	19	0~7	1.0	42.1
⑤	釧路川茅沼	19	7~277	88.0	100.0
⑥	春採湖	55	0~1	0.04	3.6

点間のシグナルヒルミミズの共生数には有意な違いが見られた ( $F(5.118) = 63.62, p < 0.05$ ).

春採湖 (地点6) と各地点の共生数を比較すると、阿寒湖 (地点3) と釧路川茅沼地区 (地点5) には有意な違い (ともに  $p < 0.05$ ) が見られた。一方で、屈斜路湖 (地点1)、イベシベツ川 (地点2)、前田一步園林業敷地内 (地点4) では有意な違いは見られなかった。しかし、有意な違いが見られなかった4地点のうち、屈斜路湖 (地点1) とイベシベツ川 (地点2) は共生率が100%であったが、前田一步園林業敷地内 (地点4) と春採湖 (地点5) の共生率はそれぞれ42.1%と3.6%であり、春採湖の共生数は特に低い値を示した。前田一步園林業敷地内 (地点4) では、調査したウチダザリガニ19個体のうち、8個体でシグナルヒルミミズの共生が確認できた。春採湖 (地点6) では、調査したウチダザリガニ55個体のうち、2個体でしかシグナルヒルミミズの共生は確認できなかった。

#### 環境調査

春採川に設置された潮止め施設 (水門) での逆流の有無を調査した2016年11月1日は大潮の日であり、天候は晴れ、風もなく穏やかな天気であった。調査を行った1時間で上流側よりも下流側の水位が高くなる逆流は、2回起こった。調査を開始した15時時点では逆流は起きておらず、水門の上流側の水位が高かったが、徐々に下流側の水位が上昇し、15時12分に1回目の逆流が始まった。その後、15時23分に1回目の逆流は終わったが、15時30分には2回目の逆流が始まり、15時34分に2回目の逆流も終わった。逆流時の上流側と下流側の最大水位差は、2回とも2cmであり、15時16分と15時31分起こった。調査を終了した16時03分には上流側の方が下流側よりも10cm高くなっていた。

春採湖の調査地点における塩化ナトリウムの換算濃度は、地点1:1.4%、地点2:1.5%、地点3:1.6%、地点4:1.6%、地点5:1.2%、地点6:1.7%、地点7:1.7%であり、地点5を除き、地点1から地点7にかけて濃度が上昇していた。春採湖表層の塩化ナトリウムの濃度は、太平洋に近い南側でわずかに高い傾向にあった。

#### 考察

北海道東部では現在のところ在来ヒルミミズがウチダザリガニに宿主を変える、乗り換えは起こっていないと考えられる。

ヒルミミズ類の共生数は、前田一步園林業敷地内 (地点4) と春採湖 (地点6) の2地点で、他の地点と比較して著しく少なかった。前田一步園林業敷地内は、調査地点から数十m上流のボッケから噴き出た温泉が直接流れ込んでいた。それによって、温泉による水温上昇や硫黄成分の流入等の影響を受けている可能性がある。共生率が最も低く、一部のザリ

ガニ個体でしかシグナルヒルミミズの共生が確認できなかった春採湖は、干満の差により春採川を通じて海水が逆流して、湖水の塩分濃度が上昇しシグナルヒルミミズの生存に影響を与えていると考えられる。今回の環境調査によると河口付近の方が塩分濃度は高く、海水の逆流調査の日は、穏やかな天候であったにも関わらず逆流が確認された。強風の日や台風接近時など、天候によって逆流量が増えることも予測できる。著者の一人である山内が予備的に行った室内での塩分耐性実験では、5%の塩化ナトリウム水溶液でもシグナルヒルミミズの死亡が早まる傾向がみられたことから、春採湖では、流入した海水に敏感に反応するものと推察される。一方で、宿主であるウチダザリガニの調査では、河口域において21%の塩分濃度まで耐性が見られる (Holdich et al. 1997)。これらのことからシグナルヒルミミズの塩分耐性は、宿主のウチダザリガニよりもはるかに弱く、このような塩分耐性の差が原因して海水流入が起こる春採湖においてシグナルヒルミミズが見られない可能性がある。

また、Wada et al. (2016) は、紀伊半島の河川に分布するヌマエビ *Paratya compressa* (De Haan, 1844) に共生するエビヤドリミミズが潮の影響を受ける下流部で見られなくなる現象について、塩分濃度が0.5%でも生存に影響を受けるといふ、低い塩分耐性と関連づけて説明している。そのため、エビヤドリミミズと近縁のシグナルヒルミミズでも塩分耐性が低い可能性がある。

春採湖においてシグナルヒルミミズが生存できない理由を具体的に知るためには、種々の環境要因を比較するとともに、ウチダザリガニとシグナルヒルミミズの塩分耐性の違いを明らかにしていく必要がある。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり御指導を下さった北海道教育大学釧路校の伊原禎雄教授、ヒルミミズの種査定を御指導頂き投稿用原稿への御助言を頂いた弘前大学教育学部の大高明史教授、英文部を修正頂いた Honorary Professor S. R. Gelder of University of Main at Presque Isle, U.S.A., 現場調査の協力を頂いた環境把握推進ネットワーク-PEGの照井滋晴代表、及び北海道教育大学釧路校の学生の皆さんに深謝します。

#### 引用文献

Brinkhurst, R. O. & Gelder, S. R. 2001. Annelida: Oligochaeta including Branchiobdellidae. *In*: Thorp, J. H. & Covich, A. P. (eds.), Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (2nd edition), p431-463. Academic

- Press, New York.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. & Shostak, A. W. 1997 Parasitology meets ecology on its own teams: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83: 575-583.
- Edgerton, B. E., Evans, L. H., Stephens, F. J. & Overstreet, R. M. 2002. Synopsis of freshwater crayfish diseases and commensal organisms. *Aquaculture*, 206: 57-135.
- Gelder, S. R. 1996. A review of the taxonomic nomenclature and a checklist of the species of the Branchiobdellae (Annelida: Clitellata). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 109: 653-663.
- Gelder, S. R. 1999. Zoogeography of branchiobdellidans (Annelida) and temnocephalidans (Platyhelminthes) ectosymbiotic on freshwater crustaceans, and their reactions to one another in vitro. *Hydrobiologia*, 406: 21-31.
- Gelder, S. R. & Williams, B. W. 2015. Clitellata: Branchiobdellida. *In*: Thorp, J. H. & Rogers, D. C. (eds.), *Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*, p551-563. Academic Press, New York.
- Hobbs, Jr. H. H. 1988. Crayfish distribution, adaptation, and evolution, *In*: *Freshwater Crayfish: Biology: Management and Exploitation*, Holdich, D. M. & Lowery, R. S. (eds.), p52-82, Croom Helm, London.
- Holdich, D. M., Harliglu, M. M. & Firkins, I. 1997. Salinity adaptations of crayfish in British waters with particular reference to *Austropotamobius pallipes*, *Astacus leptodactylus* and *Pacifastacus leniusculus*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44: 147-154.
- Holt, P. C. 1981. New species of *Sathodrilus* Holt, 1968, (Clitellata: Branchiobdellida) from the Pacific drainage of the United States, with the synonymy of *Sathodrilus virgiliae* Holt, 1977. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 94: 848-862.
- Huxley, T. H. 1880. *The Crayfish: An Introduction to the Study of Zoology*. C. Kegan Paul & Co. London.
- Kawai, T. 2017. Morphological observation of *Procambaus clarkii* with information of spreading range across Japan. *Freshwater Crayfish*, 23: 41-53.
- 川井唯史・中田和義・小林弥吉. 2002. 日本における北米産ザリガニ類(タンカイザリガニとウチダザリガニ)の分類および移入状況に関する考察. *青森自然誌研究会誌*, 7: 59-71.
- 川井唯史・林健一・鈴木廣志. 2011. 甲殻類の体各部名称. 川井唯史・中田和義編, エビ・カニ・ザリガニ, p2-38. 生物研究社, 東京, 2-38.
- 北藪順弥・大高明史・大和茂之. 2016. 紀伊半島南部におけるエビヤドリミミズ(環形動物門, 環帯綱, ヒルミミズ目, ヒルミミズ科)の共生生態. *南紀生物*, 58: 190-196.
- Longshaw, M. 2011. Diseases of crayfish: A review. *Journal of Invertebrate Pathology* 106: 54-70.
- 大高明史. 2007. 日本における外来ヒルミミズ類(環形動物門: 環帯綱)の分布の現状. *陸水学雑誌*, 68: 483-489.
- 大高明史. 2010. 保全生態学. ザリガニの生物学. 川井唯史・高畑雅一編著, 北海道大学出版会, p445-475, 札幌.
- Ohtaka, A. & Gelder, S. R. 2015. Description of a new species of Branchiobdellida (Annelida: Clitellata) and comparison with other *Cirrodrius* species in northern Honshu, Japan. *Species Diversity*, 20: 67-71.
- Ohtaka, A., Gelder, S. R., Kawai, T., Saito, K., Nakata, K. & Nishino, M. 2005. New records and distributions of two North American branchiobdellidan species (Annelida: Clitellata) from introduced signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, in Japan. *Biological Invasions*, 7: 149-156.
- Ohtaka, A., Gelder, S. R. & Smith, R. J. 2017. Long-anticipated new records of an ectosymbiotic branchiobdellidan and an ostracod on the North American red swamp crayfish, *Procambaus clarkii* (Girard, 1852) from an urban stream in Tokyo, Japan. *Plankton & Benthos Research*, 12: 123-128.
- Timm, T. 1991. Branchiobdellida (Oligochaeta) from the farthest South-East of the U.S.S.R. *Zoologica Scripta*, 20: 321-331.
- Vogt, G. 1999. Diseases of European freshwater crayfish, with particular emphasis on interspecific transmission of pathogens. *In*: Gherardi, F. & Holdich, D. M. (eds.), *Crayfish in Europe as Alien Species: How to make the best of a bad situation*, p87-103. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Wada, K., Tanaka, K. & Hamasaki, K. 2016. Distribution of *Holtodrilus truncates*, a Branchiobdellidan ectosymbiotic on atyid shrimps in the Kii Peninsula, western Japan, with reference to salinity tolerance and host preference. *Zoological Science*, 33: 154-161.
- 山口英二. 1935. 日本動物分類 ヒルミミズ類(有帯類), p1-37. 三省堂, 東京.