

兵庫県西部の棚田における側溝とため池で越冬する水生昆虫類  
(カメムシ目・コウチュウ目) の記録Records of aquatic insects (Hemiptera and Coleoptera) overwintering in agricultural ditches  
and ponds in the rice terraces of western Hyogo Prefecture, Japan福岡太一<sup>\*1</sup>, 渡辺黎也<sup>2</sup>, 久保 星<sup>3</sup>, 田邑 龍<sup>4</sup>, 小林一清<sup>5</sup>, 大庭伸也<sup>1,6</sup>Taichi Fukuoka<sup>1</sup>, Reiya Watanabe<sup>2</sup>, Sho Kubo<sup>3</sup>, Ryo Tamura<sup>4</sup>, Kazukiyo Kobayashi<sup>5</sup>, Shin-ya Ohba<sup>1,6</sup><sup>1</sup>長崎大学大学院総合生産科学研究科, 長崎県長崎市文教町1-14<sup>2</sup>兵庫県立大学大学院地域資源マネジメント研究科, 兵庫県豊岡市祥雲寺二ヶ谷128<sup>3</sup>株式会社ウエスコ, 岡山県岡山市北区島田本町2-5-35<sup>4</sup>龍谷大学大学院理工学研究科, 滋賀県大津市瀬田大江町横谷1-5<sup>5</sup>兵庫県<sup>6</sup>長崎大学教育学部, 長崎県長崎市文教町1-14

<sup>1</sup> Graduate School of Integrated Science and Technology, Nagasaki University, 1-14, Bunkyo, Nagasaki, 852-8521, Japan. <sup>2</sup> Graduate School of Regional Resource Management, University of Hyogo, 128, Shounji, Toyooka, Hyogo, 668-0814, Japan. <sup>3</sup> Wesco Inc., 2-5-35, Shimada Honmachi, Kita-ku, 700-0033, Okayama, Japan. <sup>4</sup> Graduate School of Science and Technology, Ryukoku University, 1-5, Yokotani, Seta Oe, 520-2194, Otsu, Shiga. <sup>5</sup> Hyogo, Japan. <sup>6</sup> Faculty of Education, Nagasaki University, 1-14, Bunkyo, Nagasaki, Nagasaki, 852-8521, Japan.

\*Corresponding author, e-mail: t.fukuoka01183820@gmail.com

## Abstract

Rice paddy ecosystems are regarded as alternative wetlands in Japan. The diversity of aquatic insects living in wetlands is supported by a combination of temporary water bodies, such as paddy fields, and permanent water bodies, such as agricultural ditches and ponds. Permanent water bodies remaining water during the winter also function as their overwintering sites. Clarifying the overwintering ecology of aquatic insects in rice paddy ecosystems is important for conservation strategy for declining aquatic insect populations in Japan. In this study, we recorded aquatic insects (Hemiptera and Coleoptera) with body lengths >5 mm overwintering in agricultural ditches and ponds in rice terraces of Hyogo Prefecture, Japan. In addition, by comparing the number of species that appeared from spring to fall (active season), their life cycles and overwintering ecology were discussed. Overwintering surveys were conducted in December 2021 and 2022 with dredging in ditches and sweeping with D-frame nets in ponds. Active season surveys were conducted monthly from May to October 2023, with sweeping methods in ditches, paddy fields, and ponds. The results showed that 11 species (6 Hemiptera and 5 Coleoptera) were found in overwintering surveys. Of them, 7 species were found as either adults or larvae/nymphs in paddy fields during the active season, consistent with life cycle patterns reported in previous studies, while *Eretes griseus* was found only in the winter season at ponds, and *Ranatra unicolor* was found only in ponds. Because *Kirkaldyia deyrolli*, *Hydaticus grammicus*, and Gerridae were not found in overwintering surveys, it is guessed they overwinter on land. Ponds and agricultural ditches serve as important overwintering sites for aquatic insects, and periodic dredging for keeping water was considered effective for conservation.

**Key words:** aquatic beetles; aquatic bugs; cultivation management; Japanese wetlands; rice agroecosystem

## 緒言

水田は後背湿地に生息していた水生昆虫類の代替湿地となっている (Usio and Miyashita 2014)。西城 (2001) は水田とため池に生息す

る水生のカメムシ目とコウチュウ目の季節消長を調査し、多くの種が春になるとため池から水田に移動して繁殖し、水田が落水すると再びため池に戻るといった生活環をもつことを明

らかにした。田和ら (2013) や渡部 (2016) は、水生昆虫類の出現種数や個体数が水田と隣接する側溝 (ひよせ、堀上、江、テビなどと呼ばれる) で異なることを報告している。このように、一時的水域である水田と恒久的水域である側溝やため池の組み合わせが、水生昆虫類の群集形成に寄与すると考えられている。しかし近年、圃場整備による乾田化や側溝のコンクリート・暗渠化、担い手不足による耕作放棄、それに伴うため池の改修・廃止、さらには侵略的外来種の侵入によって、水生昆虫類の多様性は急速に失われている (西原ら 2006; 市川 2008; Hayashi et al. 2020)。そのため、水田環境に生息する水生のカメムシ目の 33% (24/72 種)、コウチュウ目の 40% (59/147 種) の種が環境省版レッドリストに記載されている (環境省 2020)。

水生昆虫類にとって、恒久的水域は繁殖・生息場所であるだけでなく、越冬場所としても機能していると考えられている (柳澤 2007; 田和ら 2013)。一般に冬季の低温は昆虫類の個体群の存続に影響を及ぼす要因であるため (Sinclair et al. 2003; Bale and Hayward 2010)、その越冬生態に関する知見は保全を講じる上で重要である。しかし、恒久的水域において実際に越冬している種を調べた研究は限られており (田和ら 2016; 田和・佐川 2022)、知見は十分ではない。

本研究では、兵庫県西部にある棚田において、2021 年および 2022 年の 12 月に側溝とため池で泥上げとすくい取りを実施した。そこで確認された水生昆虫類を報告するとともに、Watanabe et al. (2024) で調査した 2023 年 5–10 月の活動期における側溝と圃場 (水田、ビオトープ) とため池での出現種数を比較することで、それらの生活環と越冬環境について考察した。

## 材料および方法

### 調査地および調査日

兵庫県西部にある棚田の圃場と接する側溝およびその周辺のため池を調査地とした (Figs. 1, 2)。本調査地は獣害対策のため、金属メッシュ

フェンス (高さ 200 cm; 目幅 21 × 18 cm) で囲われている。すべての圃場には、直接湧水が入らないようにするため、棚田の石組みに沿った側溝が設置されている (Fig. 2a, b)。なお、本調査地域では「裏溝」と呼ばれているため、以下そのように表記した。耕作地の管理のために 2021 年 12 月 17 日、2022 年 12 月 3 日に裏溝 7 箇所 (D1–7) の泥上げを行った。泥上げをした裏溝に隣接する圃場は、2021 年に水田 4 筆 (Pa 1–4)、2022 年に水田 2 筆 (Pa 1–2) の稲作を実施した。本調査地域にはタガメ *Kirkaldyia deyrolli*をはじめとした希少な水生昆虫類が生息しているため、保全上の観点から詳細な位置は明記しなかった。

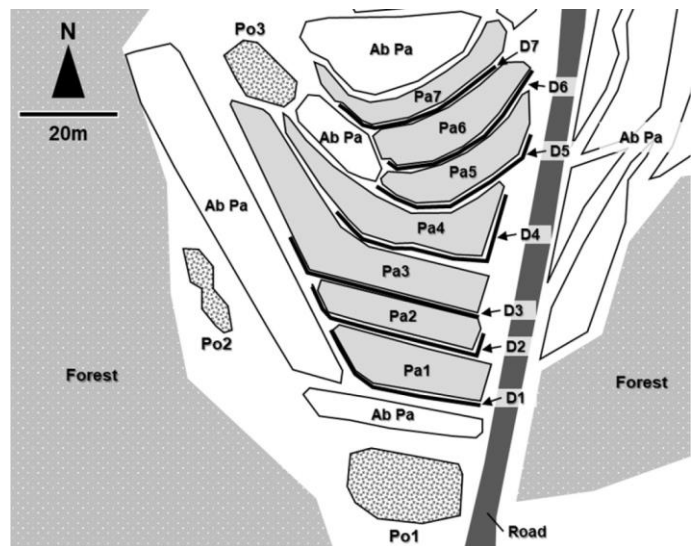


Fig. 1. Map of terraced rice paddies in western Hyogo Prefecture where the survey was conducted. D, Pa, Po, and Ab Pa indicate ditch, paddy field, pond, and abandoned paddy field respectively.

### 水生昆虫類の越冬調査

2021年12月17日 (11:00–16:00; 気温7.4℃) は7名で各裏溝について20分間、2022年12月3日 (12:00–16:00; 気温4.5℃) は5名で各裏溝について20分間の泥上げを行った。裏溝には深さ約1–5 cmの水が溜まっていたため (Fig. 2a)、D型フレーム (前幅30 cm; 目合い1 mm) のたも網を用いて3–10回のすくい取りを行った。また、2021年にはため池 (Po 3, 深さ約30–50 cm) で10



Fig. 2. Photographs of the study site. Ditch (D 4; (a) winter, and (b) active season (Spring-Fall)), pond (Po 3; (c) winter and (d) active season (Spring-Fall)).

回、2022年はため池（Po 2、深さ約15–30 cm; Po 3、深さ約30–50 cm）で20回、岸際1 mの範囲を中心から岸に向かってすくい取りを行った。泥上げにはスコップと平鍬を使用し、深さ約10–15 cm掘り上げた。上げた泥は水田側に置き、満遍なく広げた。泥の中から出現した、あるいはすくい取りで採集された体長5 mm以上の水生のカメムシ目、コウチュウ目の種と個体数を記録した。また、補足的に魚類やカエル類などの水生脊椎動物も記録した（Appendix Table 1）。記録後は元居た場所に放流した。

#### 水生昆虫類の活動期との比較

2023年の5月から10月にかけて、水田とビオトープ（稲を植えずに湛水のみ行う）（Pa 1–4, 6）、隣接する裏溝（D 1–4, 6）、ため池（Po 2–3）の水生昆虫類の群集調査を実施した（Watanabe et al. 2024）。調査は各月1回実施し、ため池と裏溝では10回、圃場では5回のすくい取りを行った。この調査で確認された体長5 mm以上の水生のカメムシ目、コウチュウ目と越冬調査で確認

された種について比較を行った。

#### 結果

2021年および2022年の越冬調査の結果、全11種（カメムシ目6種、コウチュウ目5種）が確認され、すべて成虫であった（Table 1）。マツモムシ *Notonecta triguttata* は計60個体と最も多く、ヒメミズカマキリ *Ranatra unicolor* とハイイロゲンゴロウ *Eretes griseus* はそれぞれ1個体で最も少なかった。タイコウチ *Laccotrephes japonensis* やミズカマキリ *Ranatra chinensis*、コミズムシ属複数種 *Sigara* spp. は裏溝のみで、ヒメミズカマキリ、ヒメゲンゴロウ *Rhantus suturalis*、ハイイロゲンゴロウはため池のみで確認された。

2023年の水生昆虫類の活動期調査（Watanabe et al. 2024）の結果、全21種（カメムシ目12種、コウチュウ目9種）が確認され、そのうち15種で幼虫が確認された（Table 1）。コミズムシ属複数種は計1,124個体と最も多く、ヒメミズカマキリ、アメンボ *Aquarius paludum*、ホソセスジゲンゴロウ *Copelatus weymarni* はそれぞれ1個体で最も少



Table 1. Species and abundance of aquatic insects (Hemiptera and Coleoptera) found during winter and active season (Spring-Fall).

Order	Family	Species	Japanese name	Winter Dec. 2021, 2023		Spring-Fall † May-Oct. 2023		
				Ditch	Pond	Ditch	Paddy field, Biotope	Pond
Hemiptera	Nepidae	<i>Laccotrephes japonensis</i> Scott, 1874	タイコウチ	A: 57	-	A: 40, N: 29	A: 2, N: 8	A: 3, N: 4
		<i>Ranatra chinensis</i> Mayr, 1865	ミズカマキリ	A: 3	-	A: 15, N: 11	A: 3, L: 9	A: 30, N: 6
		<i>Ranatra unicolor</i> Scott, 1874	ヒメミズカマキリ	-	A: 1	-	-	-
Belostomatidae	<i>Kirkaldyia deyrolli</i> (Vuillefroy, 1864) <i>Appasus japonicus</i> Vuillefroy, 1864 <i>Appasus major</i> (Esaki, 1934)	タガメ	-	-	A: 12, N: 19	-	-	A: 2, N: 8
		コオイムシ	A: 25	A: 2	A: 17, N: 33	A: 12, N: 35	A: 7, N: 18	
		オオコオイムシ	A: 14	-	A: 250, N: 151	A: 450, N: 168	A: 51, N: 54	
Corixidae	<i>Sigara</i> spp. <i>Hesperocorixa koltzoffi</i> (Lundblad, 1933)	コムズムシ オオミズムシ	-	-	N: 1	-	-	A: 8
Notonectidae	<i>Notonecta triguttata</i> Motschulsky, 1861 <i>Anisops ogasawarensis</i> Matsumura, 1915	マツモムシ	A: 43	A: 17	A: 34, N: 57	A: 1	A: 79, N: 104	
		コマツモムシ	-	-	A: 1, N: 7	A: 12, N: 35	A: 186, N: 340	
Gerridae	<i>Aquarius paludum</i> (Fabricius, 1794) <i>Gerris latidominis</i> Miyamoto, 1958 <i>Gerris nepalensis</i> Distant, 1910	アメンボ	-	-	-	-	-	N: 1
		ヒメアメンボ	-	-	A: 21, N: 29	A: 3, N: 11	A: 15, N: 96	
		ハネナシアメンボ	-	-	-	-	A: 3, N: 13	
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrophilus acuminatus</i> Motschulsky, 1854	ガムシ	A: 11	A: 2	A: 8, L: 3	A: 3	A: 4, L: 1
		<i>Sternolophus rufipes</i> (Fabricius, 1792)	ヒメガムシ	-	-	A: 1	-	A: 1
		<i>Enochrus simulans</i> (Sharp, 1873)	キイロヒラタガムシ	-	-	A: 4	A: 7	-
		<i>Coelostoma stultum</i> (Walker, 1858)	セマルガムシ	-	-	A: 2	-	-
		<i>Copelatus weymarni</i> J.Balfour-Browne, 1947	ホソセスジゲンゴロウ	-	-	-	A: 1	-
		<i>Agabus japonicus</i> Sharp, 1873	マメゲンゴロウ	A: 6	A: 4	A: 1	-	A: 11
Dytiscidae	<i>Rhantus suturalis</i> (W.S.MacLeay, 1825) <i>Cybister brevis</i> Aubé, 1838 <i>Hydaticus grammicus</i> (Germar, 1827) <i>Eretes griseus</i> (Fabricius, 1781)	ヒメゲンゴロウ	-	A: 2	A: 4	A: 1	-	A: 2, L: 1
		クロゲンゴロウ	A: 17	A: 1	A: 16, L: 16	N: 16	A: 6, L: 27	
		コシマゲンゴロウ	-	-	A: 9	N: 2	A: 1, L: 1	
		ハイイロゲンゴロウ	-	A: 1	-	-	-	

† Data obtained from Watanabe et al. (2024). A, L, and N indicate adult, larva, and nymph, respectively.

なかった。セマルガムシ *Coelostoma stultum* は裏溝のみ、ホソセスジゲンゴロウは圃場（水田、ピオトープ）のみ、ヒメミズカマキリ、アメンボ、ハネナシアメンボ *Gerris nepalensis* はため池のみで確認された。活動期に確認された 21 種のうち、11 種は冬季には確認されなかった。一方、ハイイロゲンゴロウは冬季のみに確認された。

### 考察

水田環境に生息する水生のカメムシ目およびコウチュウ目の多くは、繁殖期になるとため池（恒久的水域）から水田（一時的な水域）に移動して繁殖し、水田が落水するとため池に戻るという生活環をもつことが知られている（西城 2001）。今回の調査では、冬季に確認された全 11 種のうち、ヒメミズカマキリやマメゲンゴロウ *Agabus japonicus*、ヒメゲンゴロウ、ハイイロゲンゴロウの 4 種を除く 7 種は、活動期に圃場で成虫もしくは幼虫が確認され、これまで報告されている生活環と一致する結果となった。ハイイロゲンゴロウは冬季のみに確認され、活動期には確認されなかった。本種は水田で繁殖することが知られているため（Watanabe et al. 2013; 浴井・宮永 2021）、越冬のために調査地外から飛来したと考えられる。一方、ヒメミズカマキリは冬季・活動期ともにため池のみで確認された。本種はヒシ *Trapa japonica* やマツモ *Ceratophyllum demersum* といった水生植物に産卵することから（中島ら 2020; 渡部・澄川 2022）、ため池内で生活環が完結すると考えられる。マメゲンゴロウおよびヒメゲンゴロウは冬季や早春に繁殖するため（三田村ら 2017a; Watanabe and Fukuoka 2024）、5 月から 10 月には幼虫がほとんど確認されなかったと推察される。

水生のカメムシ目およびコウチュウ目の越冬形態は種によって異なり、水中あるいは陸上で越冬することが知られている（三田村ら 2017a, b; 中島ら 2020）。今回確認された 11 種はすべて水中越冬（もしくは陸上と両方）であり（Mukai and Ishi 2007; Ohba and Goodwyn 2010; 田和ら 2016; 三田村ら 2017a, b; 中島ら 2020）、裏溝では水が

わずかに溜まった泥中で越冬していた。一方、活動期に確認されたタガメ、アメンボ、ヒメアメンボ *Gerris latiabdominis*、ハネナシアメンボ、キイロヒラタガムシ *Enochrus simulan*、コシマゲンゴロウ *Hydaticus grammicus* は畦や林内の落ち葉の下で越冬することから（三田村ら 2017a, b; 渡辺 2017; 林 2020; 中島ら 2020; 市川 2021）、冬季には裏溝やため池で確認できなかったと考えられる。オオミズムシ *Hesperocorixa kolthoffi*、コマツモムシ *Anisops ogasawarensis*、ヒメガムシ *Sternolophus rufipes* は水中越冬をする種であるにもかかわらず（三田村ら 2017a, b; 市川 2015）、越冬調査では確認できなかった。この理由については不明だが、周辺の水域、あるいはため池の深場や泥中で越冬しているのかもしれない。また、セマルガムシとホソセスジゲンゴロウの越冬形態は明らかになっていない。この 2 種は活動期には水際や湿った土の上で生活していることから（中島ら 2020）、陸上で越冬している可能性があるが、本調査地での個体数が少ないため、詳細な調査が必要である。

恒久的な水域は、水田の落水後の水生昆虫類や魚類、両生類の避難場所や越冬場所として機能していると考えられており（柳澤 2007; 田和ら 2013, 2016; 田和・佐川 2022）、今回の調査でも実際に越冬場所として利用されていることが確認された。定期的な泥上げは、耕作時の水管理を行ううえで必要な作業の一つであるとともに、冬季に水域が維持されることにより、水生昆虫類の越冬場所を提供できると考えられる。今回は、水田環境に生息する 5 mm 以上の水生のカメムシ目とコウチュウ目を対象としたが、その他の分類群や微小種についても越冬生態を調査する必要がある。

### 謝辞

調査に協力してくださった森脇優介氏、長野光希氏、笹 愛美氏、依田剛明氏に感謝申し上げます。本研究の一部は、ニッセイ財団 2022 年度若手研究・奨励研究助成および文部科学省科学研究費（20K06076、23H02224）、特別研究員奨励費（23KJ1858）、環境省生物多様性保全推進支援事

業（令和2年度）からの助成を受けた。

## 引用文献

- Bale, J. S., Hayward, S. A. L. (2010). Insect overwintering in a changing climate. *J. Exp. Biol.* 213: 980–994.
- 浴井 栞・宮永龍一 (2021). 人工水域におけるハイロゲンゴロウの生息場所利用について. *中国昆虫* 34: 1–9.
- 林 成多 (2020). 改訂島根県の水生甲虫 (1). *ホシザキグリーン財団研究報告特別* 25: 1–84.
- Hayashi, M., Nakajima, J., Ishida, K., Kitano, T., Yoshitomi, H. (2020) Species diversity of aquatic Hemiptera and Coleoptera in Japan. *Japanese J. Syst. Entomol.* 26: 191–200.
- 市川憲平 (2008). 里地の水生昆虫の現状と保全. *日本環境動物昆虫学会誌* 19: 47–50.
- 市川憲平 (2015). 準絶滅危惧種オオミズムシの生活史. *兵庫陸水生物* 66: 29–31.
- 市川憲平 (2021). タガメの陸上越冬についての知見. *兵庫陸水生物* 72: 37–40.
- 環境省 (2020). 環境省レッドリスト 2020. <https://www.env.go.jp/content/900515981.pdf>
- 三田村敏正・平澤 桂・吉井重幸 (2017a). 水生昆虫 1. *ゲンゴロウ・ガムシ・ミズスマシハンドブック*. 文一総合出版, 東京.
- 三田村敏正・平澤 桂・吉井重幸 (2017b). 水生昆虫 2. *タガメ・ミズムシ・アメンボハンドブック*. 文一総合出版, 東京.
- Mukai, Y., Ishii, M. (2007). Habitat utilization by the giant water bug, *Appasus* (= *Diplonychus*) major (Hemiptera: Belostomatidae), in a traditional rice paddy water system in northern Osaka, central Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 42: 595–605.
- 中島 淳・林 成多・石田和男・北野 忠・吉富博之 (2020). *ネイチャーガイド日本の水生昆虫*. 文一総合出版, 東京.
- 西原昇吾・苅部治紀・鷲谷いづみ (2006) 水田に生息するゲンゴロウ類の現状と保全. *保全生態学研究* 11: 143–157.
- Ohba, S., Goodwyn, P. P. (2010). Life cycle of the water scorpion, *Laccotrephes japonensis*, in Japanese rice fields and a pond. *J. Insect Sci.* 10: 45.
- 西城 洋 (2001). 島根県の水田と溜め池における水生昆虫の季節的消長と移動. *日本生態学会誌* 51: 1–11.
- Sinclair, B. J., Vernon, P., Klok, C. J., Chown, S. L. (2003). Insects at low temperatures: an ecological perspective. *Trends Ecol. Evol.* 18: 257–262.
- 田和康太・中西康介・村上大介・西田隆義・沢田裕一 (2013) 中山間部の湿田とその側溝における大型水生動物の生息状況. *保全生態学研究* 18: 77–89.
- 田和康太・佐川志朗 (2022). 豊岡市の水田ビオトープにおける水生昆虫とカエル類の季節消長と群集の特徴. *応用生態工学* 24: 289–311.
- 田和康太・佐川志朗・丸山勇氣・日和佳政・水谷瑞希 (2016). 兵庫県豊岡市の水田ビオトープにおける水生動物群集の越冬状況. *野生復帰* 4: 87–93.
- 渡部晃平 (2016). 愛媛県南西部の水田における明渠と本田間の水生昆虫 (コウチュウ目・カメムシ目) の分布. *保全生態学研究* 21: 227–235.
- Usio, N., Miyashita, T. (2014). *Social-ecological restoration in paddy-dominated landscapes*. Springer, Tokyo.
- Watanabe, K., Koji, S., Hidaka, K., Nakamura, K. (2013). Abundance, diversity, and seasonal population dynamics of aquatic Coleoptera and Heteroptera in rice fields: effects of direct seeding management. *Environ. Entomol.* 42: 841–850.
- Watanabe, K., Fukuoka, T. (2024). Field records on the seasonal occurrence of small- to medium-bodied Dytiscid larvae from Ishikawa Prefecture, Japan, with diagnostic characteristics of *Rhantus erraticus* Sharp larvae (Coleoptera, Dytiscidae). *Elytra New Series* 14: 251–258.
- 渡部晃平, 澄川智紀 (2022). ヒメミズカマキリ (半翅目, タイコウチ科, ミズカマキリ亜科) の幼虫期間と効率的な飼育方法. *昆虫 (ニューシリーズ)* 25: 3–8.
- 渡辺黎也 (2017). シマゲンゴロウとコシマゲンゴロウの越冬場所を示唆する観察例. *さやばねニューシリーズ* 28: 47–48.
- Watanabe, R., Kubo, S., Fukuoka, T., Takahashi, S., Kobayashi, K., Ohba, S. (2024). Do fallow field biotopes function as habitats for aquatic insects similar to rice paddy fields and irrigation ponds? *Wetlands* 44: 68.
- 柳澤祥子 (2007). テビに生息する生き物. (水谷正一編) *農村の生きものを大切にすゝる—水田生態工学入門*. pp 71–74. 農山漁村文化協会, 東京.

Received: 24 February 2025 | Accepted: 24 March 2025 | Published: 3 April 2025

Appendix Table 1. Species and abundance of aquatic vertebrates found.

Order	Family	Species	Japanese name	Winter	
				Dec. 2021, 2022	
				Ditch	Pond
Cypriniformes	Cobitidae	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (Cantor, 1842)	ドジョウ	56	-
Beloniformes	Adrianichthyidae	<i>Oryzias</i> sp.	メダカ属一種	3	-
Anura	Ranidae	<i>Rana japonica</i> Boulenger, 1879	ニホンアカガエル	A: 1	-
		<i>Glandirana rugosa</i> (Temminck et Schlegel, 1838)	ツチガエル	A: 36, T: 58	-
Urodela	Salamandridae	<i>Cynops pyrrhogaster</i> (Boie, 1826)	アカハライモリ	A: 51	-

A and T indicate adult and tadpole, respectively.