

【論文】

## 水生生物によるドジョウ稚魚の捕食

石山 尚樹<sup>1\*</sup>

耕作放棄地を利用した養殖池における水生生物によるドジョウ稚魚の食害を検討するため、石川県内の19カ所の養殖池で水生生物採集調査を行い、さらに6種類の水生生物のドジョウ稚魚(全長18 mm前後)に対する食害の程度を水槽実験により調べた。採集調査では、15科1,366個体の水生生物が確認され、ドジョウ稚魚を食害する可能性のあるヤンマ科とトンボ科の幼虫では抽水植物のある池でのみ採集された。水槽実験の結果からマツモムシ、シオカラトンボ幼虫、ギンヤンマ幼虫、アメリカザリガニが主要な食害生物であると推察された。これらの水生生物による食害を防ぐには、養殖池周囲への仕切板の設置による侵入阻止や、養殖池への消石灰の散布による駆除、水生生物の足場や産卵場所となる抽水植物の除去などの対策が重要である。

石川県では金沢を中心に明治時代からドジョウの蒲焼きを食べる習慣がある。近年では、蒲焼きに使われる大半のドジョウは県外産の天然魚や養殖魚であり、地産地消や地域ブランド化への取り組みが強まるなかで、県内産のドジョウを使用した蒲焼きの復活を望む声が高まっている。石川県水産総合センターでは蒲焼き用の県内産ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* の供給拡大と耕作放棄地の有効活用を目的として、2009年から耕作放棄地を利用した養殖池でのドジョウ養殖の普及に取り組んでいる。しかし、これらの養殖池ではドジョウの脱出とともに、ヤゴやアメリカザリガニなどの水生生物による食害が大きな問題となっている。

養殖池に生息する昆虫は養殖対象種の生残に大きな影響を及ぼすことが報告されている<sup>1-2)</sup>。ラオスのコイ科魚類の種苗生産池では、マツモムシなどの昆虫による稚魚の食害が問題となっており、稚魚の大きさが捕食リスクに深く関わることを報告されている<sup>3)</sup>。Gonzales and Leal<sup>4)</sup>は、トンボ科幼虫、イトトンボ科幼虫、ガムシ幼虫、マツモムシ科、ミズムシを用いて、コイ稚魚に対する食害実験を行い、トンボ科幼虫とマツモムシ科では稚魚の捕食数が多く、体長が大きくなるほど両生物の捕食能力も高いことから、種苗生産池からこれらを駆除することが重要

であることを指摘している。

水田を改変したドジョウ養殖池は、恒久的水域である溜め池と、一時的水域である水田がそれぞれ持つ昆虫の生息環境としての役割をある程度併せ持つ水域である<sup>5)</sup>ため、トンボやゲンゴロウなどの昆虫が多く生息する。ドジョウ稚魚を食害する生物としては、ゲンゴロウ、トンボの幼虫、マツモムシなどの昆虫<sup>6-7)</sup>やヌマエビ<sup>7)</sup>が報告されているが、アメリカザリガニの影響は述べられていない。県内のある養殖場ではアメリカザリガニが多く捕獲できる一方で、ドジョウがほとんどいない事例がある。そこで、本報告では水生生物によるドジョウ稚魚の食害を検討するため、養殖池における水生生物の生息実態を採集調査で明らかにし、主要な水生生物のドジョウ稚魚に対する捕食の程度を室内での水槽実験により評価した。

### 材料および方法

**採集調査** 2015年および2016年の10~11月に図1に示す19カ所の養殖池でたも網(網幅50 cm, 目合3 mm)を用い、各池の適当な5地点でたも網を池底に着けて2 m曳網して水生生物を採集した。入網した水生生物は種毎に、種が特定できない場合は属あるいは科毎に採集尾

2018年8月23日受理

キーワード: ドジョウ, 養殖池, 食害生物, 抽水植物

<sup>1</sup> 石川県水産総合センター内水面水産センター (〒922-0134 石川県加賀市山中温泉荒谷町口100)

\* Tel: 0761-78-3312, Fax: 0761-78-5756, Email: cisiyama@pref.ishikawa.lg.jp

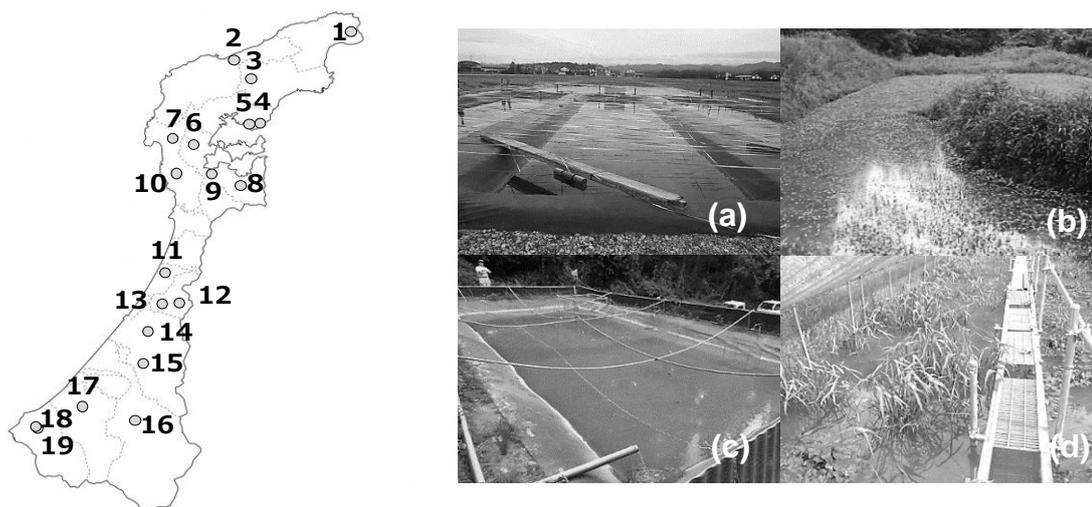


図 1. 採集調査位置とドジョウ養殖池の外観

図中の数字は調査点番号を示す。(a)防虫網なし・抽水植物なし, (b)防虫網なし・抽水植物あり, (c)防虫網あり・抽水植物なし, (d)防虫網あり・抽水植物あり

数を記録した。また、調査中に視認した水生生物の種名、水深、畔の状態、抽水植物の有無、防虫網の有無を記録した。各池の採集データから1曳網あたりの採集数(以下CPUE)を求め、捕食性水生生物とドジョウの採集数、並びに養殖池の環境との関係を調べた。なお、各養殖池では調査した年の6~7月に生産者によって全長15 mm前後のドジョウ稚魚が100尾/m<sup>2</sup>の密度で放養されていた。

**水槽実験** 2015年および2016年の6~11月に石川県水産総合センター内水面水産センター(加賀市山中温泉荒谷町)で水生生物によるドジョウ稚魚の捕食実験を実施した。実験に用いた水生生物は、既報<sup>6,7)</sup>と後述の採集調査結果からドジョウ稚魚の生残に影響する可能性が高い5種(ヒメゲンゴロウ成虫 *Rhantus suturalis*, マツモムシ成虫 *Notonecta triguttata*, シオカラトンボ幼虫 *Orthetrum albistylum*, ギンヤンマ幼虫 *Anax parthenope*, アメリカザリガニ *Procambarus clarkia*)にドジョウ親魚を加えた6種とした。ドジョウ稚魚は内水面水産センターで生産した平均全長18 mmの人工種苗(以下供試魚)を用いた。水生生物1個体と供試魚20尾を1組とし、砂を2 cm程度敷いた実験水槽(幅60 cm×奥行30 cm×高さ36 cm)にこの1組を収容し、供試魚の生残尾数を14日間追跡した。実験水槽の水量を45 L、水温を25°Cに設定し、止水状態でエアレーションした。日長は自然日長とした。実験は各水生生物について5組で行い、実験期間中に水生生物が斃死した場合は、同水生生物の生存期間中における供試魚の生残尾数を集計に用いた。供試魚20尾のみを入れた水槽を対象区とした。実験期間中、供試魚にはブラインシュリンプ *Artemia salina* を1

回あたり平均2万個体、またはブラインシュリンプが培養不調の時は配合餌料を1日2回午前と午後給餌した。

## 結果

**採集調査** 養殖池で採集した水生生物を表1に示した。調査を通じて15科1,366個体の水生生物を採集した。なお、1カ所の養殖池で多数のウシガエル幼生を確認したが、たも網で採集できなかったことから目視のみの記録にとどめた。出現頻度は、ヒメゲンゴロウ(13カ所)、マツモムシ(11カ所)、クロイトトンボ属およびコマツモムシ(9カ所)、コムズムシおよびハイイロゲンゴロウ(8カ所)の順で高く、採集数はクロイトトンボ属(239個体)、マツモムシ(231個体)、アメリカザリガニ(130個体)、コマツモムシ(113個体)、ヒメゲンゴロウ(99個体)の順で多かった。

各養殖池における環境条件と稚魚を食害する可能性のある1種4科の水生生物およびドジョウのCPUEを表2に示した。アメリカザリガニを除く主要4科(ヤンマ科、トンボ科、ゲンゴロウ科、マツモムシ科)のCPUEとドジョウのCPUEの関係(図2)では、両者に有意な相関関係は認められなかった。これらの昆虫の有無によってドジョウのCPUEに差がみられるかをマン・ホイットニーのU検定で調べた。この結果、トンボ科生物が採集された養殖池ではドジョウのCPUEが有意に低かった(図3)。

養殖池の環境条件をみると、19カ所のうち防虫網は13カ所に設置されていた。抽水植物は11カ所にみられ、コナギやオモダカ、イボクサなどが池の一部あるいは全面を覆っていた。防虫網および抽水植物の有無によって上記4科

水生生物によるドジョウ稚魚の捕食

表1 ドジョウ養殖池に出現した水生生物

科	和名	学名	出現池数	採集数
ドジョウ科	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	16	233
アメリカザリガニ科	アメリカザリガニ	<i>Procambarus clarkii</i>	2	130
イトトンボ科	アオモンイトトンボ属	<i>Ischnura</i> spp.	5	37
	クロイトトンボ属	<i>Paracercion</i> spp.	9	239
モノサシトンボ科	モノサシトンボ	<i>Copera annulata</i>	1	2
ヤンマ科	ギンヤンマ	<i>Anax parthenope</i>	7	84
トンボ科	シオカラトンボ	<i>Orthetrum albistylum</i>	5	32
	ショウジョウトンボ	<i>Crocothemis servilia</i>	1	12
ゲンゴロウ科	ヒメゲンゴロウ	<i>Rhantus suturalis</i>	13	99
	ハイイロゲンゴロウ	<i>Eretes sticticus</i>	8	55
	クロズマメゲンゴロウ	<i>Agabus conspicuus</i>	2	3
	コシマゲンゴロウ	<i>Hydaticus grammicus</i>	2	4
	クロゲンゴロウ	<i>Cybister brevis</i>	1	1
	キベリクロヒメゲンゴロウ	<i>Ilybius apicalis</i>	1	1
	ヒメゲンゴロウ属(幼虫)	<i>Rhantus</i> sp.	1	10
ガムシ科	ゴマフガムシ	<i>Berosus punctipennis</i>	2	2
	ヒメガムシ	<i>Sternolophus rufipes</i>	4	7
	コガムシ	<i>Hydrochara affinis</i>	1	1
ミズムシ科	コミズムシ	<i>Sigara substriata</i>	8	24
タイコウチ科	ミズカマキリ	<i>Ranatra chinensis</i>	2	3
コオイムシ科	オオコオイムシ	<i>Diplonychus major</i>	1	1
マツモムシ科	マツモムシ	<i>Notonecta triguttata</i>	11	231
	コマツモムシ	<i>Anisops ogasawarensis</i>	9	113
コカゲロウ科	コカゲロウ類	Baetidae	3	21
アカガエル科	ツチガエル(幼生)	<i>Rana rugosa</i>	4	20
	ウシガエル(幼生)	<i>Rana catesbeiana</i>	1	-
イモリ科	アカハライモリ	<i>Cynops pyrrhogaster</i>	1	1

- : 目視で確認

表2 調査点の情報と主要種の採集結果

調査点	日付	CPUE(個体数/曳網)					水深 (cm)	抽水植物	防虫網	
		ドジョウ	アメリカザリ ガニ	ヤンマ科	トンボ科	ゲンゴロウ科				マツモムシ科
1	2015年10月14日	0	0	9.8	2.4	0.8	1.6	21	○	×
2	2015年10月15日	2.8	0	0	0	2.2	2.2	18	×	○
3	2015年10月15日	0.4	0	1.6	0.2	2.0	3.6	16	○	×
4	2015年10月14日	1.6	0	0	0	0	0	50	○	○
5	2015年10月14日	1.6	0	0	0	0	11.4	22	×	○
6	2015年10月15日	1.2	0	0.2	0	0.6	0.2	13	○	○
7	2016年10月21日	2.0	0	0	0	0	0	51	○	○
8	2015年10月21日	7.8	0	3.0	0	2.6	0.8	28	○	×
9	2016年10月21日	1.2	0	0	0	0.4	8.2	45	×	○
10	2015年10月20日	0.8	0	0	0	0.6	0	40	×	○
11	2016年10月27日	0	0	1.8	1.8	0.8	0.2	91	○	○
12	2016年10月27日	0.4	0	0	1.6	0.6	4.2	15	○	○
13	2015年10月20日	0	25.4	0	0	0.6	1.4	20	×	×
14	2015年10月21日	1.2	0.6	0	0	0.2	0	13	×	○
15	2016年11月08日	0.6	0	0	0.2	1.0	31.0	21	○	○
16	2015年10月22日	12.0	0	0	0	0	0	10	○	×
17	2015年11月11日	0.2	0	0.4	2.6	12.4	3.2	9	○	○
18	2015年11月04日	6.4	0	0	0	0.4	0	15	×	○
19	2015年11月11日	6.4	0	0	0	9.4	0.8	32	×	×

○: あり、×: なし

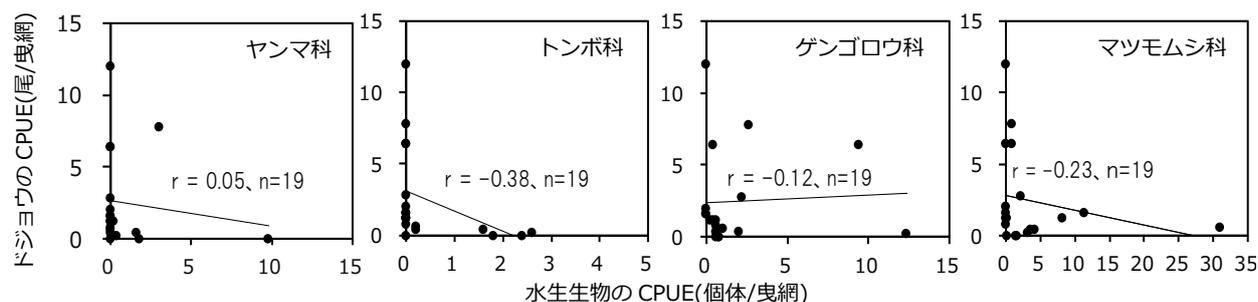


図2. 水生生物主要4科のCPUEとドジョウのCPUEの比較 rは相関係数, nは調査点数を示す。

の水生生物のCPUEに差がみられるかを、U検定で調べた。ただし、ヤンマ科とトンボ科は抽水植物のある池でのみ採集されたため検定から除外した。この結果、防虫網の有無および抽水植物の有無によって水生生物のCPUEに差は認められなかった(図4)。

**水槽実験** 実験に用いた供試魚と水生生物の大きさを表3に示した。供試魚の全長は実験開始時には16~19mmであったが、終了時には26~33mmに成長した。試験区毎の供試魚の平均生残率の推移を図5に示した。対照区が生残率は実験終了時までほぼ100%で推移し、14日目には98%であった。ドジョウ親魚区およびヒメゲンゴロウ区では、供試魚は1~2尾しか捕食されず、対照区と同様に生残率はほぼ100%で推移し、14日目でそれぞれ96%と97%であった。シオカラトンボ区は7日目に63%、マツモムシ区では8日目に79%に低下し、その後はほぼ横ばいで推移した。なお、マツモムシとシオカラトンボは全体的に実験後半から動きが緩慢になる傾向がみられ、マツモムシは13日目、シオカラトンボは12日目にそれぞれ1尾が死亡した。ギンヤンマ区は3日目に51%に低下し、その後は徐々に低下した。アメリカザリガニ区では、生残率は実験開始3日目に22%に低下し、その後は低下が緩やかとなった。

表3 供試生物の全長

試験区	ドジョウ稚魚の全長(mm)		水生生物全長(mm)
	開始時	終了時	
対照区	17±6	27±6	
ドジョウ親魚区	19±2	33±6	111±6
ヒメゲンゴロウ区	16±2	26±3	11±0
マツモムシ区	16±1	27±1	13±0
シオカラトンボ区	17±2	31±2	21±1
ギンヤンマ区	17±8	33±6	31±8
アメリカザリガニ区	16±2	33±2	31±4*

数字は平均値±標準偏差を示す。

\*は頭胸甲長(mm)を示す。

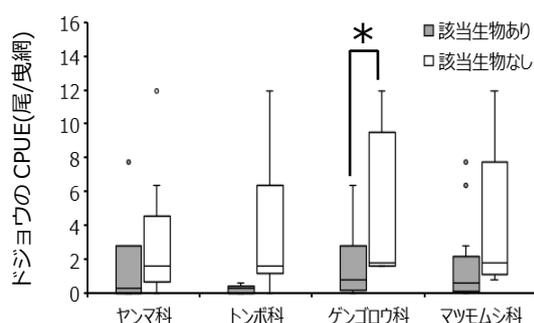


図3. 主要4科の有無によるドジョウのCPUEの比較

エラーバーは四分位範囲の1.5倍の長さ、箱の上辺と下辺は第1および第3四分位、箱内の線は中央値、点は外れ値を示す。\*は有意(p < 0.05)であることを示す。

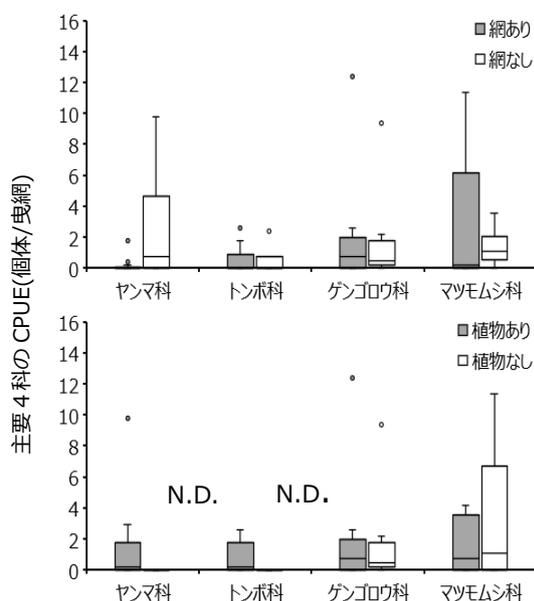


図4. 防虫網および抽水植物の有無による主要4科のCPUEの比較

エラーバーは四分位範囲の1.5倍の長さ、箱の上辺と下辺は第1および第3四分位、箱内の線は中央値、点は外れ値を示す。N.D.は採集されなかったことを示す。

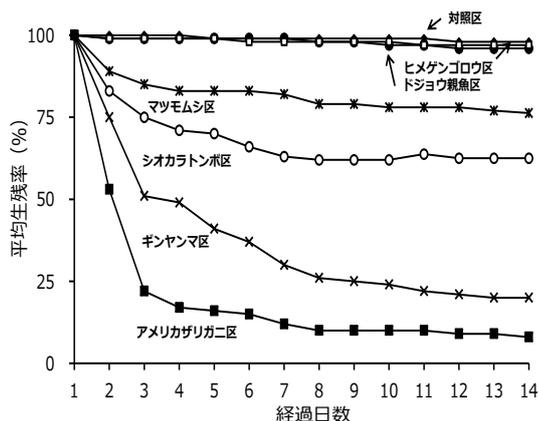


図 5. ドジョウ稚魚の生残率の推移

水生生物が斃死した水槽を含めた 14 日目のドジョウの生残数を図 6 に示した。生残数は、対照区、ヒメゲンゴロウ区、ドジョウ親魚区、マツモムシ区、シオカラトンボ区、ギンヤンマ区、アメリカザリガニ区の順で多かった。これらの各試験区の生残数に差がみられるかどうかを等分散を仮定しない Games-Howell 検定で調べたところ、対照区、ドジョウ親魚区、ヒメゲンゴロウ区で有意差は認められなかった(図 6)。また、対照区とマツモムシ区、シオカラトンボ区、ギンヤンマ区、アメリカザリガニ区との間で有意差が認められた。

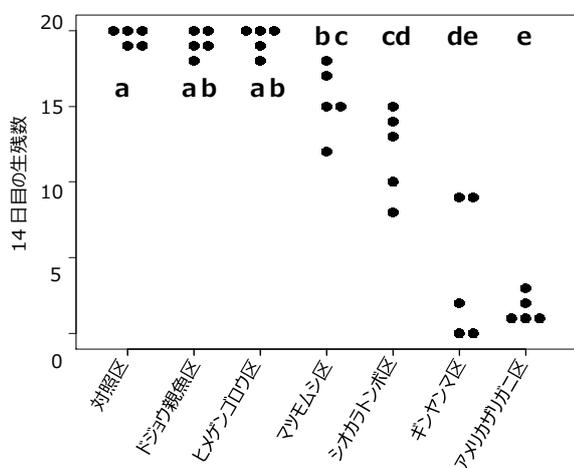


図 6. 14 日目における各組のドジョウ稚魚の生残数  
同じアルファベットを含まない試験区間に有意差 ( $p < 0.05$ ) があることを示す。

## 考 察

養殖池のドジョウの生息密度は食害以外に池からの脱出でも変動することから、ドジョウの CPUE は水生生物による食害の影響のみを反映したものではない。しかし、養殖池における水生生物の CPUE とドジョウの CPUE を比較

した結果、トンボ科 2 種(シオカラトンボ、ショウジョウトンボ)が生息する養殖池では、生息しない養殖地と比較してドジョウの CPUE が有意に低かった。また、アメリカザリガニは 19 カ所中 2 カ所でのみ採集されたが、アメリカザリガニの CPUE が高かった 1 カ所ではドジョウは全く採集されなかった。水槽実験では、ドジョウ稚魚の生残率は、アメリカザリガニ、ギンヤンマ、シオカラトンボ、マツモムシの順で低かった。これらを考慮すると、耕作放棄地を改変したドジョウ養殖池では、アメリカザリガニ、ギンヤンマ、シオカラトンボ、マツモムシが主要な食害生物であると推察される。なかでもアメリカザリガニはドジョウ稚魚に対する捕食圧が最も大きいことから、本種が分布する地域では、ドジョウ稚魚を放す前に消石灰を散布して駆除するほか、周囲の水域からの侵入<sup>8)</sup>を防ぐため養殖池の周囲に仕切板を設置するなどの対策が必要と考えられる。

養殖池の環境と水生生物の関連をみると、ヤンマ科のギンヤンマとトンボ科のシオカラトンボは抽水植物がある養殖池でのみ採集された。ギンヤンマは植物組織内に産卵する習性があるため<sup>9)</sup>、抽水植物のある養殖池に出現したと考えられるが、腹部の先端を水面につけて産卵するシオカラトンボが抽水植物のある養殖池にのみ出現した要因は明らかではない。Sana *et al.*<sup>10)</sup>は、構造物が存在することで、マツモムシの仲間 *A. bouvieri* が水生生物をより多く捕食することを報告している。水槽実験では、マツモムシやギンヤンマが加温器具のコードにつかまる様子が頻りに観察されており、養殖池でも水生生物が抽水植物や沈水植物を足場にして捕食量を増やしている可能性が考えられる。これらのことから、養殖池の除草はこれらの昆虫による食害を防ぐ対策として重要性が高いといえよう。

一方、現状の防虫網に関しては、水生生物の防除効果は低いと判断された。この原因としては、養殖池に水を入れた後に防虫網を設置する例があること、網の目合いが大きいこと、さらに網の固定が不十分で強風でめくれる例が多くみられたことがあげられる。防虫網の効果を高めるためにはこれらの改善が必要である。

アメリカザリガニとギンヤンマは全長 18 mm 前後の稚魚に対する捕食圧が著しく高いことが確かめられた。シオカラトンボとマツモムシも全長 18 mm 前後の稚魚に対する食害が大きい。試験開始(放養後)7,8 日目になると捕食圧が低下することがわかった。ドジョウ稚魚の生残率を向上させるために、今後、これら捕食性水生生物によるドジョウ稚魚の食害を対サイズ別に調べて、適正な放養サイズを検証したい。

文 献

- 1) Adeyemo, A.A., Yakubu, A.F., Oladosu, G.A., Ayinla, O.A: Predation by aquatic insects on African catfish fry. *Aquaculture International*, 1997, **5**, p.101-103.
- 2) Edwards, P., D. Little, A. Yakupitiyage: A comparison of traditional and modified inland artisanal aquaculture systems. *Aquaculture Research*, 1997, **28**, p.777-788.
- 3) 佐野幸輔: ラオスにおけるコマツムシ属(半翅目:マツモムシ科)による養殖種苗の食害の実態. 博士論文, 東京大学, 2011.
- 4) González, A. V., and J. M. Leal: Predation potential of some aquatic insects (*Pantala*, *Coenagrion*, *Tropisternus*, *Notonecta* and *Sigara*) on common carp fry. *Journal of applied Aquaculture*, 1995, **5(1)**, p.77-82.
- 5) 西城洋: 止水性水生昆虫の生活史における養魚水田の役割. 日本生態学会誌, 2002, **52**, 155-165.
- 6) 鈴木亮: 図解/ドジョウの養殖, 緑書房, 1982, p.68.
- 7) 横松芳治: ドジョウの種苗生産試験. 大分県海洋水産研究センター事業報告, 1993, p.10-11.
- 8) 荏部治紀, 西原昌吾: エビ・カニ・ザリガニ-淡水甲殻類の保全と生物学(川井唯史,中田和義), 生物研究社, 2011, p.315-328.
- 9) 高木良吉: 改訂 トンボの調べ方(日本環境動物昆虫学会, 生物保護とアセスメント手法研究部会), 文教出版, 2010.
- 10) Saha, N., G. Aditya, A. Bal, and G.K. Saha: Influence of light and habitat on predation of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) larvae by the waterbugs (Hemiptera: Heteroptera). *Insect science*, 2008, **15(5)**, p.461-469.