



## 渡良瀬川水系の農業水路におけるカラドジョウとドジョウの出現様式と食性

加納光樹<sup>1,\*</sup>・斉藤秀生<sup>1</sup>・淵上聡子<sup>1</sup>・今村彰伸<sup>1</sup>・今井 仁<sup>1</sup>・多紀保彦<sup>1</sup>

### Occurrence Patterns and Food Habits of Introduced Alien Loach *Paramisgurnus dabryanus* and Native Loach *Misgurnus anguillicaudatus* at Irrigation Drainages around Rice Fields in the Watarase River System, Central Honshu, Japan

Kouki KANOU<sup>1,\*</sup>, Syusei SAITO<sup>1</sup>, Satoko FUCHIGAMI<sup>1</sup>, Akinobu IMAMURA<sup>1</sup>, Hitoshi IMAI<sup>1</sup> and Yasuhiko TAKI<sup>1</sup>

**Abstract:** Occurrence patterns and food habits of introduced alien loach *Paramisgurnus dabryanus* and native loach *Misgurnus anguillicaudatus* were studied at irrigation drainages around rice fields in the Watarase River system from January 2005 to January 2006. Alien loach [n = 171, 27–115 mm in standard length (SL)] occurred in only July, whereas native loach (n = 3023, 25–149 mm SL) occurred throughout the study period. During the co-occurring period in July, the stomach contents of alien loach (n = 91, 28–69 mm SL) and native loach (n = 121, 27–85 mm SL) were examined. The major food items of the two species overall were ostracods, insect larvae and the epibenthic crustacean *Branchinella kugenumaensis*. Ostracods were eaten mainly by smaller individuals (<30 mm SL) in both loaches. In larger individuals (≥30 mm SL), however, this prey item was replaced by insect larvae and/or *B. kugenumaensis*. Diet overlap between equivalent size classes of both loaches was high (Schoener index 0.69–0.90), indicating that partitioning of food resources was not evident when they occurred sympatrically.

**Key words:** *Paramisgurnus dabryanus*; Alien fish; Occurrence pattern; Food utilization

カラドジョウ *Paramisgurnus dabryanus* はドジョウ科シマドジョウ亜科に属する純淡水魚で、原産地は中国、台湾島、朝鮮半島とされている (Froese and Pauly 2005)。本種の日本への導入年代ははっきりしないが、遅くとも1960年代には国内での生息の可能性が示されている (Oliva and Hensel 1961; 宮地ほか 1976)。それ以降、各地で採捕が相次ぎ (細谷 2001; 斉藤 2002; 金尾・上野 2005)、2001～2005年に農林水産省と環境省が全国規模で実施した「田んぼの生きもの調査」によれば、青森県から和歌山県にかけての17県で生息が確認されている (農林水産省農村振興局土地改良企画課・社団法人農村環境整備センター 2005)。

日本に分布しているカラドジョウは、原産地から

食用や観賞用肉食魚の餌魚として輸入された個体が何らかの原因で河川や水田地帯に遺棄されたり、逸出したものであると考えられており、地域によっては繁殖に成功し定着している可能性がある (斉藤 2002; 金尾・上野 2005)。本種は在来のドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus* と同所的に出現することから (農林水産省農村振興局土地改良企画課・社団法人農村環境整備センター 2005)、生息場所や餌資源を巡ってドジョウと競争する可能性が示唆されている (環境省 2005)。しかし、カラドジョウの生息場所や餌利用については断片的な知見しかなく (内田 1939; 金尾・上野 2005)、在来のドジョウとの生態の比較も十分に行われていないのが実状である。

2006年11月28日受付：2007年1月19日受理。

<sup>1</sup>自然環境研究センター (Japan Wildlife Research Center, Tokyo 110-8676, Japan).

\* Corresponding author: E-mail: kkano@jwrc.or.jp

そこで今回、カラドジョウとドジョウが生息し再生産している渡良瀬川水系藤川上流の農業水路において、両種の出現様式および食性を調べたところ、両種間で生息場所利用や餌利用が重複する時期があることが明らかとなったので報告する。

## 材料および方法

### 調査地

調査は群馬県南部の太田市内を流れる利根川水系渡良瀬川支川の藤川を水源とする水田からの農業水路において行った (Fig. 1)。調査定点は水田からの排水が直接流入する小排水路4か所 (St. 1~4) およびそれらと藤川を結ぶ支線排水路2か所 (St. 5, 6) に設定した。いずれの定点も周年にわたって通水されている。

当地の水田は麦と水稻の二毛作であり、代掻きが6月に、中干しが7~8月に、落水が9月下旬に行われ、灌漑期が6~9月、非灌漑期が1~5月と10~12月である。調査時の各定点の水深は小排水路で約5~50 cm, 支線排水路で20~70 cmであり、総じて灌漑期よりも非灌漑期に浅い傾向にあった。流幅は小排水路で約0.4 m, 支線排水路で約1.8 mであった。小排水路はコンクリート製のU字溝で、底には泥が堆積し、ほとんどの部分で素堀の水路のような状態であった。支線排水路は三面コンクリート護岸であり、底面には泥が堆積していた。

### 生息状況調査

2005年1月, 2月, 6月, 7月, 9月, 10月および2006年1月の各月に, St. 2~6の各定点で1回ずつサ

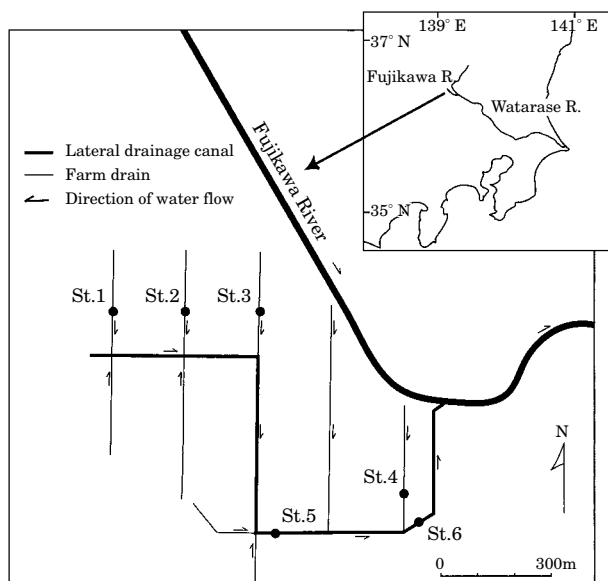


Fig. 1. Map of the study area in the Watarase River system.

ンプリングを実施した。各定点では、流程100 mの範囲内を2名が各自60分間かけて踏査しながら、手網(目合3×3 mm, 口径30 cm)で採集した。

採集したドジョウ類は種を同定し、個体数の計数と標準体長 (mm) の計測を行ったあと、採捕水域に放流した。なお、カラドジョウはドジョウより5対の髭が長く、体高/体長比が高く、尾鰭基底上部の黒点が不明瞭で、尾鰭前部鰭条数が多いなどの特徴を持つ (Yang et al. 1994; 董ほか 1999)。このような形態的差異は本調査地で採集された両種でも確認できた (Fig. 2)。

### 食性調査

2005年7月に、上記の生息状況調査を実施した水路と隣接する別の小排水路 (St. 1) においてもサンプリングを実施した。採集した個体はただちに10%ホルマリン溶液で固定した。これらの標本のなかから、無作為にカラドジョウ91個体 (体長28.1~69.4 mm) とドジョウ121個体 (体長27.3~85.0 mm) を抽出し食性調査を実施した。

デジタルノギスを用いて各個体の体長を0.1 mmの精度で計測したあと、実体顕微鏡下で消化管を摘出した。両種とも消化管はI字型だが、胃がはっきりと認められるため、食道から胃にかけての内容物を調査した。胃内には珪藻や泥のような不定形のものが出現したため、体積分析法 (Hyslop 1980) を用いた。種ごとの餌利用パターンは平均体積百分率 (%V), 出現頻度 (%F), vacuity index (VI) を調べることによって明らかにした。

%Vは、次のようにして求めた。まず、各個体の胃内容物を実体顕微鏡下で観察して餌の査定を行ない、次に、餌項目ごとの体積を1×1 mmのグリッドパ

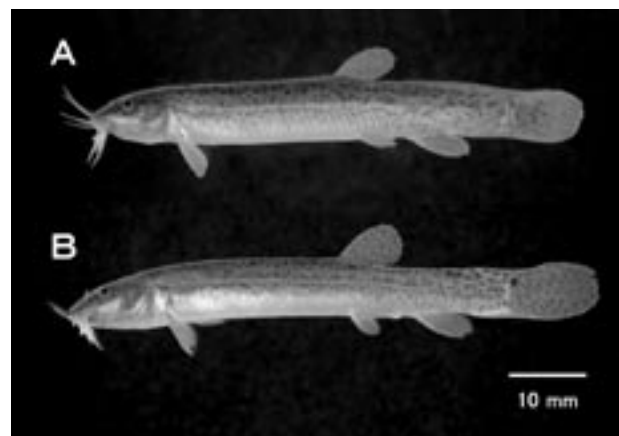


Fig. 2. Cobitidae species collected from the study area in the Watarase River system. A, *Paramisgurnus dabryanus*, 54.2 mm in standard length (SL); B, *Misgurnus anguillicaudatus*, 57.6 mm SL.

ターンの入ったスライド（離合社製）上で厚さ0.2～1.0 mm にそろえて調べた。特定の餌項目の体積が胃内容物全体の体積中に占める割合を摂餌個体ごとに求め、その平均値を%Vとした（Kanou et al. 2005）。

%Fは、全摂餌個体数のなかで、特定の餌項目が胃内容物中から出現した個体数の占める割合とした。

VIは空胃率（%）で、全調査個体数に占める空胃個体数の割合（Molinero and Flos 1992）とした。

解析

小排水路または支線排水路における単位努力当たりの漁獲量（CPUE）は、流程100 mの範囲内を2名が各自60分間かけて手網で採集した個体数とした。ただし、手網による漁獲効率は水際や水底の状況の影響を受けるため、採集地点間で漁獲努力量が一定していたとは言えない。そこで本研究では、異なるタイプの水路間でのCPUEの比較は行わず、同じタイプの水路において月間でCPUEの比較を参考程度に行うだけにとどめた。同じ水路内で採集されたカラドジョウとドジョウの体長を比較するときには、Mann-Whitney U-testを用いた。

カラドジョウとドジョウのそれぞれについて、体長階級間で胃内容物の主要な餌項目の%Vに違いがあるかどうかを検定する際には、得られたデータについて対数変換や逆正弦変換を行なっても等分散性が得られなかったため、ノンパラメトリック統計手法であるKruskal-Wallis testを用いて検定した。有意差があった場合には、どの体長階級間で違いがあったのかを、多重比較法（Tukey's Q test）によって検定した。また、カラドジョウとドジョウとの間で、胃内容物組成の重複度を判断するために、同じ体長階級ごとに重複度指数（Schoener 1970）を算出した。

結果

出現様式

調査期間中に採集されたカラドジョウは171個体（体長27～115 mm）、ドジョウは3023個体（体長25～149 mm）であった。両種ともに体長30～50 mmほどの小型個体が多かった（Fig. 3）。

カラドジョウは7月のみに小排水路と支線排水路で採集されたが、その他の時期には採集されなかった（Fig. 4）。一方、ドジョウは調査期間を通じて小排水路と支線排水路で採集され、特に9～10月に小排水路で多い傾向がみられた。両種が採集された7月において、定地点ごとにカラドジョウとドジョウのCPUEをみると、St. 2で9個体と6個体、St. 3で28個体と9個体、St. 4で129個体と70個体、St. 5で3個体と3個体、St.

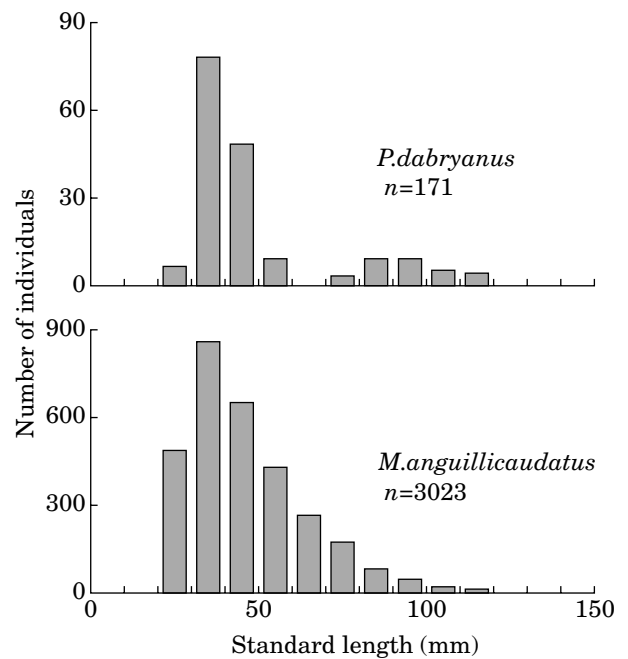


Fig. 3. Size-frequency distribution of *Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus* collected by hand nets during the study period.

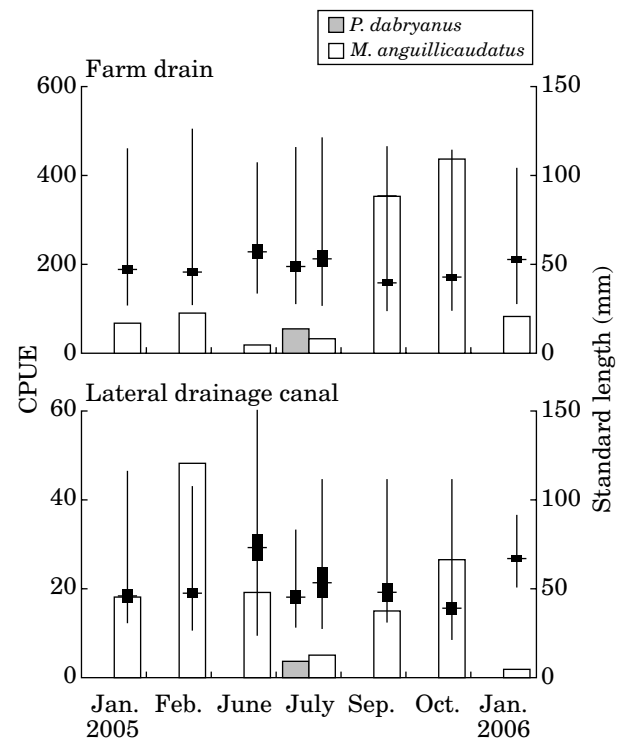


Fig. 4. Seasonal changes in CPUE (catch per unit of effort) of *Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus* collected by hand nets during the study period. Vertical lines and thick black bars indicate body lengths ranges and means  $\pm$  SE, respectively.

6で4個体と7個体であり、両種がすべての定点で同所的に出現していることがわかった。この時期の各水路において両種の体長を比較したところ (Fig. 4), 有意な違いは認められなかった (Mann-Whitney *U*-test, 小排水路:  $z = -0.29, P = 0.77$ ; 支線排水路:  $z = -0.82, P = 0.41$ )。

### 食性

調査したカラドジョウ91個体のうち、36個体が空胃であり、VIは39.6%であった (Table 1)。また、ドジョウ121個体のうち、57個体が空胃であり、VIは47.1%であった。

カラドジョウは、カイミジンコ類、ホウネンエビ、ケシゲンゴロウ亜科幼虫、チビゲンゴロウ成虫、ミズムシ類、ユスリカなどのさまざまな餌を摂餌していた (Table 1)。それらのうち、カイミジンコ類、ホウネンエビおよびケシゲンゴロウ亜科幼虫は、%Vでそれぞれ42.8%, 21.8%および17.3%を占め、重要な餌項目となっていた。これら3つの餌項目は、%Fでも高い値が得られた。カラドジョウの主要な餌項目の%Vを体長階級間で比較したところ (Fig. 5), いずれの餌項目においても有意な差がみられた (Kruskal-Wallis test, カイミジンコ類,  $H = 10.3, P < 0.01$ ; ホウネンエビ,  $H = 7.50, P < 0.01$ ; ケシゲンゴロウ亜科幼虫,  $H = 5.43, P < 0.05$ )。カイミジンコ類は体長30 mm未満の稚魚で多く摂餌されていたが、成長に伴って徐々に減少し、体長40 mm以上の個体ではほとんど摂餌され

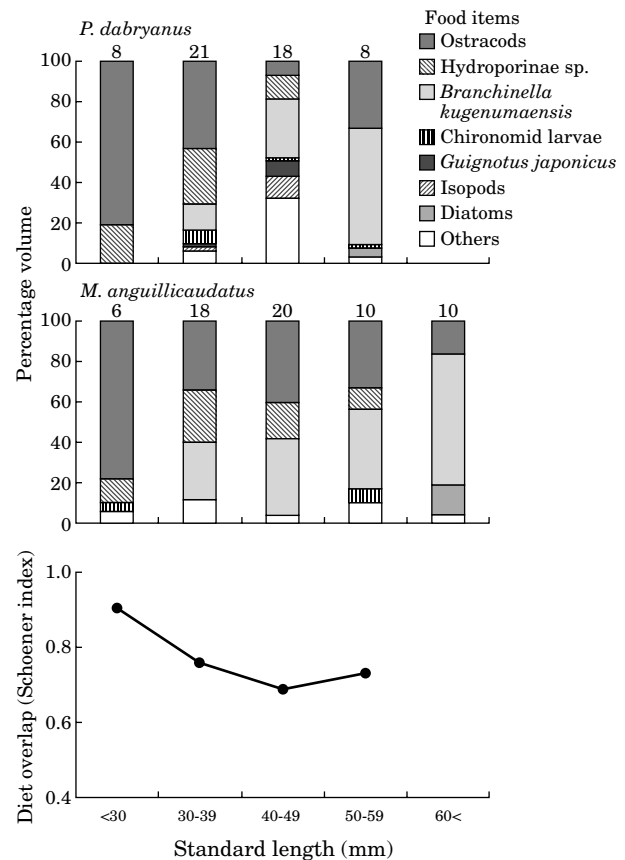
なかった (Fig. 5, Tukey's *Q* test,  $P < 0.05$ )。また、ケシゲンゴロウ亜科幼虫については、体長50 mm以下の個体に摂餌されていた。一方、ホウネンエビは体長30 mm以上の個体に摂餌され、体長50 mm以上の個体で増加した (Tukey's *Q* test,  $P < 0.05$ )。

ドジョウでもカイミジンコ類やホウネンエビ、ケシゲンゴロウ亜科幼虫が主要な餌項目であり、%Vでそれぞれ41.7%と30.5%, 18.4%を占めていた (Table 1)。ドジョウの主要な餌項目の%Vを体長階級間で比較したところ (Fig. 5), いずれの餌項目でも有意差はなかった (Kruskal-Wallis test, カイミジンコ類,  $H = 7.86, P = 0.07$ ; ホウネンエビ,  $H = 6.63, P = 0.08$ ; ケシゲンゴロウ科幼虫,  $H = 4.28, P = 0.13$ )。ただし、ドジョウの成長に伴う餌項目の変化をみると、カイミジンコ類は体長30 mm未満の稚魚に、また、ホウネンエビは体長30 mm以上の個体に摂餌されているなど (Fig. 5), カラドジョウと類似する傾向もみられた。

両種の同じ体長階級間で胃内容物組成の重複度指数を求めたところ、0.69~0.90の値を示した (Fig. 5)。

**Table 1.** Percentage volume (%V) and percentage frequency (%F) of food items in the diet of *Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus*

Food items	<i>P. dabryanus</i>		<i>M. anguillicaudatus</i>	
	%V	%F	%V	%F
<b>Insects</b>				
Chironomid larvae	3.1	14.5	1.8	10.9
<i>Guignotus japonicus</i>	3.3	7.3	0	0
Hydroporinae sp. larvae	17.3	36.4	18.4	26.6
<b>Crustaceans</b>				
<i>Branchinella kugenumaensis</i>	42.8	70.9	41.7	57.8
Cladocerans	21.8	25.5	30.5	40.6
Ostracods	0.6	3.6	0.1	1.6
Isopods	4.5	5.5	0	0
Oligochaetes	1.9	1.8	0	0
Trematodes	0.4	1.8	0	0
Diatoms	0.7	1.8	0	3.1
Detritus	0.3	7.3	2.6	9.4
Mud	1.4	7.3	4.7	17.2
Unidentified materials	1.9	7.3	0.2	7.8
<b>Summary</b>				
No. of fish examined	91		121	
No. of fish with no food examined	36		57	
Vacuity index	39.6		47.1	



**Fig. 5.** Percentage volume (%V) of food items in the diets of each size class of *Paramisgurnus dabryanus* and *Misgurnus anguillicaudatus*, and dietary overlap in the two species. Numerals on top of each column indicate number of fish with food examined.

## 考 察

本調査地においてカラドジョウは7月に出現したが、それ以外の時期には認められなかった。採集した個体の多くは体長30~50 mmの稚魚であったが、体長100 mm前後の成魚も少数確認された。このように、カラドジョウの稚魚や成魚が主に夏季の水田周辺の水路に出現し、秋季から冬季にはほとんどみられない傾向は、本調査地で例年確認されている(斎藤秀生 未発表)。滋賀県近江八幡市の小排水路においても、このようなカラドジョウの出現様式が確認されており、本種が季節的に生息場所をシフトさせながら、水田とその周辺環境で繁殖している可能性が指摘されている(金尾・上野 2005)。

一般に、ドジョウは春季から秋季にかけて水田やその周辺水域に大量に出現し、冬季でも少数ながら生息が確認される(宮地ほか 1976; 斎藤ほか 1988; Naruse and Oishi 1996; 田中 1999, 2001; 中村・尾田 2003)。本調査地においてもドジョウは秋季に小排水路に多く出現し、ほぼ年間を通して確認されるなど、カラドジョウとは季節的出現の傾向が異なっていた。ただし、カラドジョウの稚魚が多数出現する時期において、カラドジョウとドジョウの体サイズが重なっていたことから、両種では繁殖期が一部で重複している可能性もある。

これまでカラドジョウの食性についてはほとんど知られていなかったが(内田 1939)、本研究から、体長約30~60 mmのカラドジョウはカイミジンコ類やホウネンエビ、ケシゲンゴロウ亜科幼虫、ミズムシ、ユスリカなどの底生無脊椎動物を主に摂餌していることが明らかになった。このような本種の餌項目は、日本国内の水田や用水路などに生息するドジョウのそれとよく似ている(宮地ほか 1976; Katano et al. 2003; 本研究)。

本調査地において、カラドジョウとドジョウの主要な餌項目は、体長約30 mmを境にカイミジンコ類からホウネンエビに変化した。両種の餌利用パターンを比較するために、同じ体長階級ごとに胃内容物組成についてSchoenerの重複度指数を算出したところ、いずれの体長階級においても明らかに餌利用が重複していることを示す0.6以上の値(Wallace 1981)が確認された。したがって、両種が同所的に生息する排水路において、餌利用パターンは非常によく似ていると判断できる。

以上のことから、本調査地においてカラドジョウとドジョウはとくに夏季に生息場所利用や餌利用が重複していることが示された。今後は、この時期にカラ

ドジョウが生息場所や餌資源を巡ってドジョウと競争し、駆逐することがあるかどうかについて検討を行うことが望まれる。また、夏季以外のカラドジョウの生息状況についても調査する必要がある。

ドジョウ類は世界各地に定着しているにもかかわらず、在来生物に与える影響はほとんど明らかになっていない(Lever 1996; Fuller et al. 1999)。そのような状況下においても、先進的な外来種対策を講じているイギリスでは、問題を引き起こすおそれのある外来種を導入しないという予防的観点から、法令によりドジョウ類の輸入を規制している(加納ほか 2006)。一方、我が国の規制制度の枠組みでは、カラドジョウのように在来生態系への影響がはっきりしない種については、予防的措置として輸入規制などを実施することができない。そのため、現行の規制制度の枠組みで、本種の分布拡大を防ぐためには、一般の利用者に本種の識別情報を周知するとともに、食用のドジョウ類を生きたまま天然水域に遺棄しないこと、野外で捕獲したドジョウ類を不用意に他水域に移植しないことの大切さを広く啓発することが重要であろう。

## 要 約

2005年1月から2006年1月にかけて、渡良瀬川水系の水田周辺にある排水路において、カラドジョウとドジョウの出現様式と食性を調査した。調査期間中に採集されたカラドジョウは171個体(体長27~115 mm)、ドジョウは3023個体(体長25~149 mm)であった。カラドジョウは7月にだけ出現したのに対し、ドジョウは調査期間を通じて出現した。カラドジョウとドジョウの共存時期において、両種の主要な餌はともにカイミジンコ類、水生昆虫の幼虫、ホウネンエビであった。どちらの種でも体長30 mm未満ではカイミジンコ類を食べていたが、体長30 mm以上になると水生昆虫の幼虫やホウネンエビなども食べるようになった。同じ体長階級ごとに胃内容物組成についてSchoenerの重複度指数を算出したところ、0.69~0.90の高い値が示され、両種が同所的に出現したときの餌資源分割が明瞭ではないことがわかった。

## 謝 辞

本稿を作成するにあたり、次に記す方々に多くのご助言、文献のご教示や提供を賜った。ここに記して、心よりお礼申し上げます：細谷和海氏・藤田朝彦氏(近畿大学)、小林 光氏(自然環境研究センター)、斎藤憲治氏(独立行政法人水産総合研究センター)、金尾滋史氏(多賀町立博物館)、渡邊昭弘氏・石黒徳広氏・

河本智宏氏（農村環境整備センター）、河野博氏・茂木正人氏（東京海洋大学）、井上隆氏（東京大学）。また、水生昆虫の同定についてご助言いただいた岸本太郎氏・石塚新氏（自然環境研究センター）に深謝する。本研究は農林水産省と環境省による「田んぼの生きもの調査」のモニタリングの際に並行して実施されたものである。

## 文 献

- Froese, R. and D. Pauly (2005) FishBase. World Wide Web electronic publication. <http://www.fishbase.org>
- Fuller, P.L., L.G. Nico and J.D. Williams (1999) Nonindigenous fishes introduced into inland waters of the United States. American Fisheries Society, Special Publication 27, Bethesda, Maryland, 613 pp.
- 董仕・谷口順彦・石田力三 (1999) 茨城県東連津川で見られたドジョウ2型. 魚類学雑誌, **46**, 83-90.
- Hyslop, E. J. (1980) Stomach contents analysis: a review of method and their application. *J. Fish Biol.*, **17**, 411-429.
- 細谷和海 (2001) 日本産淡水魚の保護と外来魚. 水環境学会誌, **24**, 273-278.
- 金尾滋史・上野世司 (2005) 滋賀県におけるカラドジョウの初記録と定着について. 関西自然保護機構会誌, **27**, 59-63.
- 環境省 (2005) 要注意外来生物リスト. 環境省自然環境局ホームページ. <http://www.env.go.jp/nature/intro/youtyuui.html>
- 加納光樹・吉田剛司・井上隆・瀬能宏・細谷和海・多紀保彦 (2006) 諸外国で輸入が禁止されている侵略的外来魚. 生物科学, **57**, 223-232.
- Kanou, K., M. Sano and H. Kohno (2005) Ontogenetic diet shift, feeding rhythm, and daily ration of juvenile yellow-fin goby *Acanthogobius flavimanus* on a tidal mudflat in the Tama River estuary, central Japan. *Ichthyol. Res.*, **52**, 319-324.
- Katano, O., K. Hosoya, K. Iguchi, M. Yamaguchi, Y. Aonuma and S. Kitano (2003) Species diversity and abundance of freshwater fishes in irrigation ditches around rice fields. *Environ. Biol. Fishes*, **66**, 107-121.
- Lever, C. (1996) Naturalized fishes of the world. Academic Press, San Diego, 408 pp.
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦 (1976) 原色日本淡水魚類図鑑 全改訂新版. 保育社, 東京, 462 pp.
- Molinero, A. and R. Flos. (1992) Influence of season on the feeding habits of the common sole *Solea solea*. *Mar. Biol.*, **113**, 499-507.
- 中村智幸・尾田紀夫 (2003) 栃木県那珂川水系の農業水路における遡上魚類の季節変化. 魚類学雑誌, **50**, 25-33.
- Naruse, M. and T. Oishi (1996) Annual and daily activity rhythms of loaches in an irrigation creek and ditches around paddy fields. *Environ. Biol. Fishes*, **47**, 93-99.
- 農林水産省農村振興局土地改良企画課・社団法人農村環境整備センター (2005) 平成16年度「田んぼの生きもの調査」調査結果取りまとめ業務委託事業報告書. 105 pp.
- Oliva, O. and K. Hensel (1961) Some remarks on eastern Asiatic loaches of the genus *Misgurnus* (Cobitidae). *Japan. J. Ichthyol.*, **8**, 86-91.
- 斎藤憲治・片野修・小泉顕雄 (1988) 淡水魚の水田周辺における一時的水域への侵入と産卵. 日本生態学会誌, **38**, 35-47.
- 斉藤憲司 (2002) ドジョウ. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚 改訂版 (川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編・監), 山と溪谷社, 東京, pp. 382.
- Schoener, T. W. (1970) Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology*, **51**, 408-418.
- 田中道明 (1999) 水田周辺の水環境の違いがドジョウの分布と生息密度に及ぼす影響. 魚類学雑誌, **46**, 75-81.
- 田中道明 (2001) 水田とその周辺水域に生息するドジョウ個体群の季節的消長. 日本環境動物昆虫学会誌, **(2)**, 91-101.
- 内田恵太郎 (1939) 朝鮮魚類誌, 第1冊. 朝鮮総督府水産試験場報告, **(6)**, 1-458.
- Wallace, R. K. Jr. (1981) An assessment of diet-overlap indices. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **110**, 72-76.
- Yang, S. Y., H. J. Yang, S. R. Jeon, M. M. Nam, M. S. Min and J. H. Kim (1994) Systematic study on the fishes of the family Cobitidae (Pisces, cypriniformes) 3. Taxonomic study on morphological variation of the *Misgurnus anguillicaudatus* and *M. mizolepis* from Korea. *Bull. Inst. Basic Sci. Inha Univ.*, **15**, 79-86. (In Korean.)