

大分県におけるオオウナギの記録と分布現況、 および生息地の水温特性

高野裕樹¹・星野和夫^{1,2}

¹ 〒 870-0942 大分県大分市羽田 523-10 大分生物談話会

² 〒 870-0802 大分県大分市高崎山下海岸 大分マリーンパレス水族館「うみたまご」

(2020年8月25日受付；2020年12月8日改訂；2020年12月8日受理；2021年2月12日J-STAGE 早期公開)

キーワード：オオウナギ, 分布, 冬季水温, 湧水, 水温連続測定, 分布域北限

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 2021

Hiroki Takano* and Kazuo Hoshino. 2021. Distribution of *Anguilla marmorata* and habitat water temperatures in Oita Prefecture, Japan. Japan. J. Ichthyol., 68(1): 35–45. DOI: 10.11369/jji.20-032.

Abstract Distribution of the Indo-Pacific eel, *Anguilla marmorata*, and habitat water temperatures in Oita Prefecture were investigated using literature review, sample surveys, field sampling, and temperature logging. Thirteen records from nine localities were confirmed by literature and voucher specimens. Field sampling revealed the current distribution of the species at eight localities. Winter water temperatures at spring-fed stations where *A. marmorata* was present differed significantly from those at stations where *A. marmorata* was absent, the former being higher. Accordingly, over-wintering under the substrate in warmer water temperatures is likely to contribute significantly to the survival of *A. marmorata* at the northern limit of its range.

*Corresponding author: Oita Seibutsu Danwakai, 523-10 Hada, Oita, Oita 870-0942, Japan (e-mail: takano1602@gmail.com)

オオウナギ *Anguilla marmorata* は成長すると 1.8–2.2 m に達する大型のウナギ属魚類で (多部田, 1989; Williamson, 1993), アフリカ東部を含むインド洋沿岸域から北西太平洋および中部太平洋まで広範囲に生息する (Ege, 1939; 多部田, 1994; 水野・長澤, 2009). 国内の分布域は太平洋側では利根川以西, 東シナ海側では長崎県以西で, 産地は黒潮地方に多く, 主に河川中流域と湖沼に生息するとされる (多部田, 1989, 1994; 水野・長澤, 2009; 波戸岡, 2013). 本種およびその生息地は, 九州本島以北の日本各地で天然記念物に指定され, 保存管理が図られている点に特徴がある (牟岐町, 2013; 館山市, 2018; 文化庁, 2019; 愛媛県教育委員会, 2020; 指宿市, 2020). 同時に, 多くの生息地で絶滅のおそれのある野生生物にも選定されている (和歌山県レッドデータブック改訂委員会, 2012; 愛媛県レッドデータブッ

ク改訂委員会, 2014; 東京都環境局, 2014; 長崎県, 2017 など). このため生態や生息環境についての知見は保護対策の基礎情報として重要であるが, 主な保存・保護対象である国内の河川・湖沼に生息する個体群についての知見は限られている. 河川内の生息場所については, これまでに河川中流域 (多部田, 1989) や汽水域 (日比野・木村, 2015; 緒方ほか, 2017) が報告され, 環境要素として湧水や密生した草木 (石橋・多部田, 2001), 川岸の間隙 (佐藤, 2016), 岸壁の割れ目, 巨岩, 礫 (水野ほか, 2000), 暗渠 (緒方ほか, 2017) が挙げられている.

九州北東部に位置する大分県は, 沿岸域を瀬戸内海, 豊後水道, 日向灘に接し, 多様な海浜環境を有する地域である. 水野・長澤 (2009) によれば, 佐賀関半島以南の豊後水道と日向灘の沿岸地域は本種の産地が多い黒潮地方に含まれ, 本種は

県中南部の広範囲に分布する可能性が示唆される。大分県における本種の分布については、これまでに県中南部津久見市での記録が整理されたほか（大分県史蹟名勝天然記念物調査会，1923；二村，未発表），国内の文献記録を整理した水野・長澤（2009）が2005年以降の3件の採捕記録（県北部国東市，県中南部津久見市，県南部佐伯市）を挙げている。このほかにも単発的な採捕記録や断片的な生息に関する記述は散見されるが（大分県環境保健部環境管理課，1974；星野・松尾，2009など），本県全域における分布状況や生息環境については全く整理されておらず，生息実態は把握されていない。このことは本種の学術上価値が整理，理解されておらず，それらに基づく公的な保護管理や保全対策の必要性が検討されていないことを意味し，上述した他県の状況と比較しても憂慮すべき状況である。これまでに分布が知られている地域の生息環境はそれぞれ異なることが想定され，大分県全体の生息実態を網羅的に把握する必要がある。そこで本研究では大分県における過去の分布を文献・標本調査により整理し，採集調査によって現在の分布状況を把握した。また生息環境の要素として水温に着目し，季節変化を把握するため水温の連続測定を実施して，その水温特性を把握することを目的とした。

材料と方法

標本および文献資料調査

大分県におけるオオウナギの過去の分布に関する情報を得るため，2016年12月までの標本および文献資料を収集，精査した。大分県産の本種の標本の有無については，「自然史標本情報検索システム S-Net」(<http://science-net.kahaku.go.jp/>)を利用したほか，北海道大学総合博物館水産科学館，鹿児島大学総合研究博物館，神奈川県立生命の星・地球博物館，近畿大学農学部，北九州市立自然史・歴史博物館，国立科学博物館，京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所・総合博物館，三重大学大学院生物資源学研究科附属水産実験所，大分マリンパレス水族館「うみたまご」，大阪市立自然史博物館，滋賀県立琵琶湖博物館，道の駅やよい番匠おさかな館，徳島県立博物館，和歌山県立自然博物館に聞き取り調査を行った。また本種は特にその大きさと希少性から新聞記事として掲載されることが少なくないため，それらについても資料収集の対象とし可能な

限り年代を遡って精査した。得られた情報については，標本もしくは写真により本種であることが確認でき，採捕年，採捕地が記録されているもののみを分布情報として扱った。標本および写真からの同定は波戸岡（2013）に従い，体のまだら状の斑紋の有無，背鰭起部と胸鰭後端と肛門の位置を観察した。標本および文献資料から特定された生息地および採集調査の調査地点の一部については，河口からの流路長を国土地理院ウェブサイト (<http://maps.gsi.go.jp/>，2020年6月14–18日確認)で測定した。

採集調査

現在の分布状況を把握するため，2017年4月から2020年6月にかけて大分県内において採集調査を行った。調査地点は標本，文献で分布が確認された地点，および黒潮や湧水の影響を受けると考えられる地点を，河川等の中流域から河口の範囲に25地点設定した（Fig. 1：St. 1–25）。採集は1地点につき，タモ網によるすくい取り（2名×約30分）と小型定置網の夜間設置（2カ統×約16時間；片袖2m×0.6m，袋部2m）を基本とした。調査地点の河床はWentworth（1922）の示す階級区分に従い，目視により定性的に記録した。なお生息地保護の観点から，調査地点・河川名等の詳細は記載を控えた。

採集されたオオウナギは，1地点につき1から4個体を活魚で持ち帰り，冷凍後に10%ホルマリン全身液浸標本としたのち全長を0.1mm単位で計測した。その他の個体は，本種がわが国の多くの産地において絶滅危惧種等に位置づけられ，多くの場所で減少傾向（多部田，1994）であることを考慮し，全長を1mm単位で計測後に採集地点に放流した。この時，鹿野・中島（2014）を参考にクローブ精油（NOW社）を用いて麻酔を施し，個体が覚醒し自力遊泳ができることを確認した後に再放流した。成長段階の区分は，岡・矢部（1953）およびOkamura et al.（2007）に従い，クロコ期についてはRobinet et al.（2003）も参考とした。なお持ち帰った標本は，全て鹿児島大学総合研究博物館にて登録，管理されている（KAUM-I 142455–142468，145502：15個体）。

水温測定

本種の生息水域の水温およびその特性を把握するため，6地点に温度ロガー（サーモクロンSL；KNラボラトリーズ社）を設置し，水温を連続測

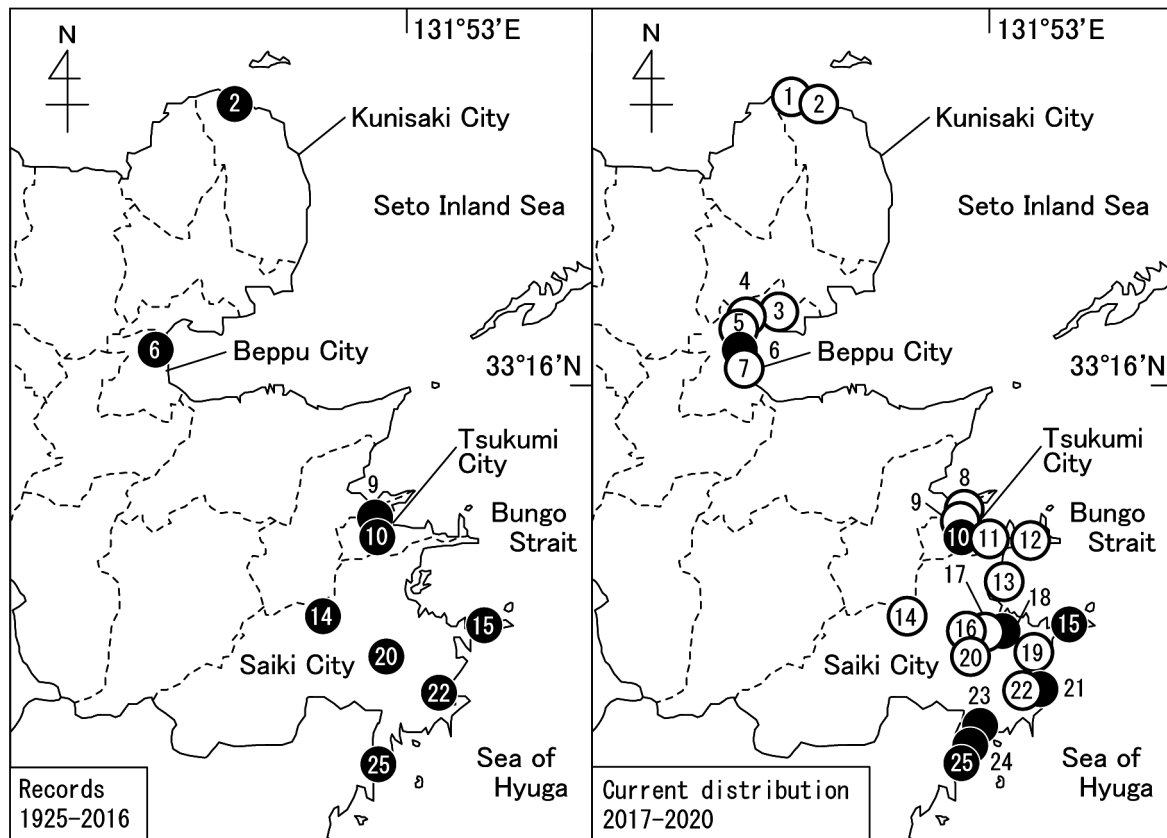


Fig. 1. Distribution of *Anguilla marmorata* in Oita Pref., Kyushu Island, Japan. Literature records and specimens collected from 1925 to 2016 shown on left. Current status revealed from field sampling conducted from 2017 to 2020 shown on right. Closed and open circles indicate presence and absence of *A. marmorata*, respectively.

定した。これら6地点のうち、4地点 (St. 6, 10, 24, 25) は採集調査にて本種が確認された地点から、2地点 (St. 3, 12) は本種が確認されなかった地点からそれぞれ選定した。温度ロガーは空洞コンクリートブロック (JIS A 5406, 質量約 10 kg) 内側に固定し、水深 30 cm から 100 cm 程度の川底に針金等で固定した。なお、6地点のうち3地点 (St. 3, 6, 25) は潮汐の影響を受ける汽水域で、他の3地点 (St. 10, 12, 24) は潮汐の影響のない淡水域であった。水温の季節変化を把握するため、測定は 2018 年 1 月 1 日から 2019 年 12 月 31 日まで 2 年間行い、水温の記録は 1 時間に 1 回、 0.1°C 単位で行った。温度ロガーは 1 ヶ月に 1 度設置状況の点検を行い、概ね 3 か月に 1 度データ回収を行った。得られた水温データはデータ回収日を除いて分析対象としたが、温度ロガー逸失のため、St. 6 において欠測が生じた。水温データは地点ごとに日平均水温および月平均水温を求め、6-8 月を夏季、12-2 月を冬季と定義して分析した。月平均水温の差の検定にはマン・ホ

イットニーの U 検定を用いた。

結 果

大分県における過去の分布

収集した資料を精査した結果、標本もしくは文献により 13 件 (9 地点; 計 21 個体) の採捕記録を確認した (Fig. 1; Table 1)。大分県外の施設等において本県の採捕記録は確認されなかった。最古の記録は 1925 年の津久見市の河川におけるもので (大分県史蹟名勝天然記念物調査會, 1925), ミイラ状態で保管された標本が確認された (Fig. 2)。確認された 21 個体のうち 8 個体は全長 1 m を超える大型個体で、2000 年代以降に比較的集中して確認された。また佐伯市における 2015 年 8 月と 2016 年 8 月の 2 件の記録については、同時に 5 個体が確認された。確認地点は大分県北部から南部にかけての 4 市 (国東市, 別府市, 津久見市, 佐伯市) におよび、瀬戸内海, 豊後水道, 日向灘に流入する水系の河川, 水路, 湖沼で、淡

Table 1. Records of *Anguilla marmorata* in Oita Pref. Kyushu Island, Japan from literature and sample surveys, with current locality status

Locality	St.No.	Date	N*	Total length (mm)**	Records from literature and sample surveys			Current locality status		
					Evidence	Literature records	Environment / Water / Dominant substrate	Distance from river mouth (km)	Field sampling (presence/absence)	
Kunisaki	2	2007 - , -	1	1150	Photograph	Oita Godo Newspaper (2007), Hoshino and Matsuo (2009)	river / fresh / gravel	1.3	Absent	
Beppu	6	1985 Nov. -	1	600	Photograph	Oita Godo Newspaper (1985)	river / blackish / cobble	0.2	Present	
Tsukumi	9	1929 - , -	1	1062	Specimen	Personal communication (Tsukumi City Educational Committee)	drainage / fresh / concrete	0.6	Not conducted	
Tsukumi	9	2008 Apr. 04	1	1100	Specimen, Photograph	Oita Godo Newspaper (2008), Hoshino (Unpublished data)				
Tsukumi	10	1925 Aug. 24	1	1141	Specimen	Oita Pref. Research Committee of Cultural Assets (1925)	river / fresh / cobble	1.9	Present	
Tsukumi	10	1952 Jul. 28	1	1300	Photograph	Oita Godo Newspaper (1952)				
Saiki	14	1940 Jun. 20	1	1380	Specimen	Hoshino (Unpublished data)	river / fresh / pebble	21.8	Absent	
Saiki	14	2005 Dec. 10	1	1300	Specimen, Photograph	Oita Godo Newspaper (2005), Hoshino (Unpublished data)				
Saiki	14	2012 Aug. 18	1	450	Specimen	Personal communication (Banjou Osakanakan)				
Saiki	15	2016 Aug. 15	5	1000***	Photograph	Oita Godo Newspaper (2016)	pond / blackish / sand	0.1	Present	
Saiki	20	2008 May 12	1	650	Specimen	Hoshino (Unpublished data)	river / fresh / pebble	11.0	Absent	
Saiki	22	2014 Jul. 28	1	390	Specimen	Personal communication (Banjou Osakanakan)	river / fresh / pebble	1.0	Absent	
Saiki	25	2015 Aug. 13	5	900***	Photograph	Personal communication (Banjou Osakanakan)	river / blackish / gravel	0.4	Present	

* Number of individuals.

** Total lengths measured by authors; otherwise as given in literature.

*** Maximum total length recorded.



Fig. 2. *Anguilla marmorata* caught in Tsukumi city, the oldest voucher specimens from Oita Pref. Upper, caught in 1925, 1141 mm total length (TL); lower, caught in 1929, 1062 mm TL. 30 cm scale at bottom right.

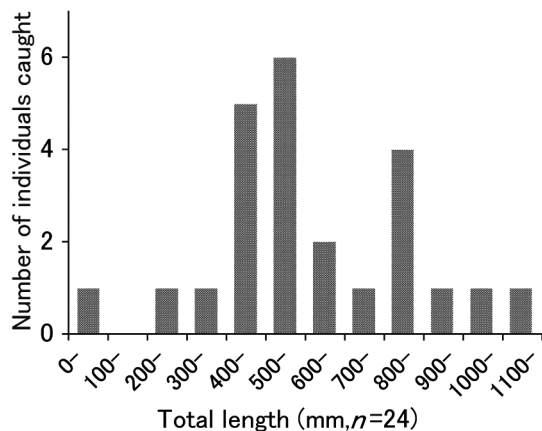


Fig. 3. Total length distribution of *Anguilla marmorata* caught in Oita Pref., including nine individuals subsequently released.

水域もしくは汽水域であった。河口から最も離れた地点は流路延長で 21.8 km 上流の St. 14, 最も河口に近い地点は 0.1 km 上流の St. 15 であった。

上記のほか、標本や写真が保存されていない記録も複数認められ、津久見市では 1877 年頃から 1923 年にかけて 14 個体が、佐伯市では 1917 年に 1 個体がそれぞれ採捕された（大分県史蹟名勝天然記念物調査会，1923；津久見市誌編さん刊行委員会，1985；二村，未発表）。

現在の分布状況および採集個体の全長組成

採集調査の結果、8 地点から 24 個体のオオウナギを確認した（Fig. 1）。St. 9 は複数回訪問したが水がわずしか流れておらず、採集調査を実施できなかった。確認地点は大分県中部から南部にかけての 3 市（別府市、津久見市、佐伯市）および、瀬戸内海、豊後水道、日向灘に流入する水

系の河川、水路および湖沼で、淡水域および汽水域であった。河口から最も離れた地点は流路延長で 6.5 km 上流の St. 18 で、最も河口に近い地点は 0.1 km 上流の St. 15 であった。確認地点の多くは流路幅が比較的狭い水域であった。河床は礫や石が優占する地点が多く、一部では砂や砂利も見られた。河岸は少なくとも片側がコンクリートにより護岸された地点が多かったが、一部に両岸で護岸のない地点も見られた。

採集された計 24 個体の全長は 92.0–1148 mm の範囲であった。最小個体 1 尾（全長 92.0 mm）はクロコ期に、その他全ての個体は未成熟個体（黄ウナギ）に判別された。全長 500–600 mm の個体が最も多かった（Fig. 3）。

オオウナギ生息地の水温

6 地点（St. 3, 6, 10, 12, 24, 25）における水温の季節変化について、日平均水温を Fig. 4 に、月平均水温を Table 2 に示す。St. 6 では温度ロガー逸失のため、2019 年 1 月から 5 月まで欠測が生じた。各地点の年毎の月平均水温は 8 月から 10 月に最高値を記録し、1 月および 2 月に最低値を記録した。

水温には特徴的な季節変化が見られ、St. 6；St. 10, 24, 25；St. 3, 12 の 3 パターンに分けられた（Fig. 4）。St. 6（オオウナギ確認地点）は温泉地を流れる河川で温排水や余剰温泉水（以下、温排水等）が流入し（川野ら，1994）、水温は他地点と比べて周年にわたり高く特異であった。月平均水温は最高で 33.1°C（2018 年 8 月）、最低で 21.9°C（2018 年 2 月）を記録した。St. 10, 24, 25（本種確認地点）では一部の地点で 1, 2 月に水温低下が見られたものの年間の水温変化は比較的小さく、

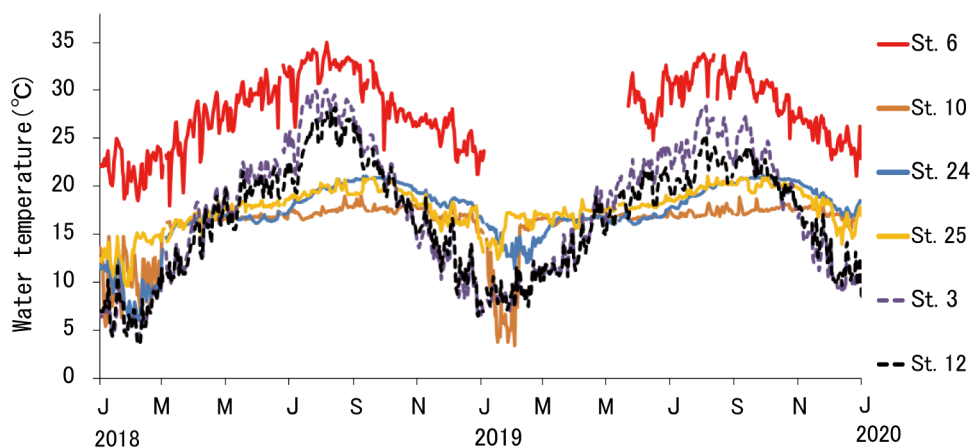


Fig. 4. Seasonal water temperature changes at six stations. Bold lines indicate stations where *Anguilla marmorata* was present; broken lines where *A. marmorata* was absent. Water temperature logged on riverbed (0.3-1.0 m depth) at each station.

Table 2. Monthly mean water temperatures in 2018 and 2019 at selected stations

Year	Station Month	6	10	24	25	3	12
		<i>Anguilla marmorata</i> present				<i>A. marmorata</i> absent	
2018	Jan.	22.1	10.7	10.1	12.1	6.8	7.0
	Feb.	21.9	10.4	8.6	14.5	7.2	7.0
	Mar.	23.8	16.1	15.6	15.9	12.3	11.8
	Apr.	27.2	16.5	17.0	16.9	17.0	16.3
	May	28.7	16.7	16.7	17.9	19.9	18.6
	Jun.	30.3	16.9	16.7	18.2	22.2	20.4
	Jul.	32.1	17.1	18.7	19.2	27.0	23.6
	Aug.	33.1	17.7	20.2	19.8	28.4	26.4
	Sep.	30.9	17.9	20.9	20.0	24.1	22.9
	Oct.	27.6	17.8	20.3	19.7	18.8	18.6
	Nov.	26.4	17.2	18.7	17.3	13.8	14.8
	Dec.	24.4	16.7	18.2	16.7	10.5	11.3
2019	Jan.	-	8.4	14.7	14.8	8.1	8.6
	Feb.	-	14.3	13.5	16.7	9.9	9.8
	Mar.	-	16.5	16.1	17.0	12.3	12.0
	Apr.	-	16.7	16.7	17.4	16.0	15.3
	May	-	16.8	16.4	17.8	20.0	17.9
	Jun.	28.5	16.9	16.9	18.2	22.5	20.4
	Jul.	31.2	17.0	18.5	19.1	24.1	20.8
	Aug.	32.0	17.5	20.1	20.3	25.8	22.8
	Sep.	31.3	17.5	20.8	20.3	24.4	22.6
	Oct.	28.7	17.7	20.8	20.2	20.4	20.0
	Nov.	26.3	17.6	19.6	18.6	14.2	15.4
	Dec.	24.1	16.8	17.6	16.2	10.6	11.2

Bold case numbers indicate maximum and minimum water temperatures at each station.

Data for station 6 from Jan. to May 2019 not available due to data logger loss.

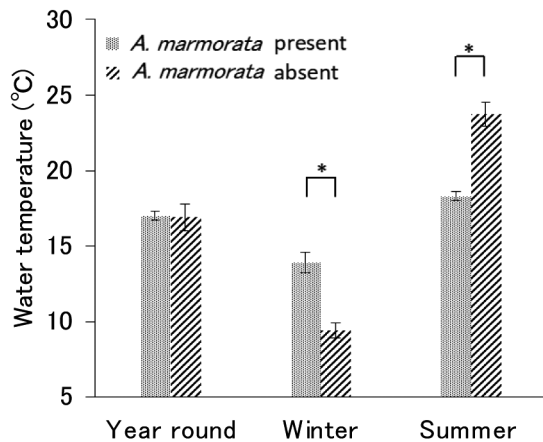


Fig. 5. Comparison of monthly mean water temperatures between stations where *Anguilla marmorata* was present (Stns. 10, 24, 25) and absent (Stns. 3, 12) over 24-month period (winter - Dec., Jan., Feb.; summer - Jun., Jul., Aug.). * $P < 0.01$; Mann-Whitney U -test.

月平均水温は 8.4–20.9°C の範囲であった。St. 3, 12 (本種未確認地点) では 1, 2 月に最低月平均水温を, 8 月に最高月平均水温を記録し, 年間の水温変化は大きく, 月平均水温は 6.8–28.4°C の範囲であった。月平均水温について, St. 6 を除く本種確認地点 (St. 10, 24, 25: 72 地点・月) と未確認地点 (St. 3, 12: 48 地点・月) を周年で比較したところ, 有意な差は見られなかった (Mann-Whitney's U -test, $U=1770.5$, $P=0.82$)。一方, 冬季 (12, 1, 2 月) の月平均水温を本種確認地点 (18 地点・月) と未確認地点 (12 地点・月) で比較したところ, 有意に異なり (Mann-Whitney's U -test, $U=23.5$, $P<0.01$), 本種確認地点で高かった (Fig. 5)。同様に, 月平均水温は夏季 (6, 7, 8 月) においても本種確認地点 (18 地点・月) と未確認地点 (12 地点・月) で有意に異なり (Mann-Whitney's U -test, $U=216$, $P<0.01$), 本種確認地点で低かった (Fig. 5)。

考 察

大分県内の過去と現在の分布状況

標本および文献より 13 件, 9 地点のオオウナギ採捕記録が得られた。本種の国内における分布について, 水野・長澤 (2009) は文献情報を整理して青柳 (1979) の日本淡水魚類の分布区と照合し, 分布記録の多くは黒潮地方に含まれることを示した。標本および文献から確認された地点のう

ち 7 地点はこの黒潮地方に含まれた一方, 本研究ではこの範囲外の瀬戸内海流入河川の 2 地点 (St. 2, 6) から採捕記録が得られた。本種 (シラスウナギ期) はニホンウナギ *Anguilla japonica* と同様に黒潮により日本沿岸まで運ばれることが知られ (Kuroki et al., 2005; Aoyama, 2009), これら 2 地点での採捕記録については, 黒潮分枝流により豊後水道まで運ばれ, 通年では卓越する豊後水道から紀伊水道への流れ (駒井ほか, 2008) によって瀬戸内海まで到達した可能性が考えられた。これらの採捕記録は, 別府湾流入河川および国東半島の一部の河川が本種の分布域となりうることを示している。また 13 件の採捕記録のうち, 最古の記録は 1925 年であったことから, 本県は以前より本種の生息地であることが明らかとなった。

採集調査により大分県中部以南の 8 地点 (St. 6, 10, 15, 18, 21, 23, 24, 25) で生息が確認され, 中でも 4 地点 (St. 6, 10, 15, 25) は過去の採捕記録があることから, 現在も生息が確認される主な生息地と考えられた。一方, 17 地点では生息が確認できず, 本種の生息地は黒潮や湧水の影響を受ける水域の中でも限られることが示唆された。過去の採捕記録がある 5 地点 (St. 2, 9, 14, 20, 22) では生息が確認できなかったが, これらのうち市街地の水路である St. 9 は, 2000 年代後半の水路整備により両岸と河床がコンクリート製の水路となっていた。また河川の中流域に位置する St. 14 周辺では, 採集調査の中で地域住民より 2017 年 9 月の大雨による土砂流動によって多くの淵が消失したとの情報が得られた。これらの地点では河川環境が変化し, 生息に不適となった可能性がある。他方, St. 14, 20 の 2 地点については河口からの距離が比較的長い (St. 14: 21.8 km; St. 20: 11.0 km)。河川進入後の本種がこれらの地点を含む生息適地まで遡上, 到達する過程やその方法の詳細については知見が少ないが, 距離が短い地点と比較して遡上は容易でないことが想定される。主な生息地と比べて断続的に利用される環境であるのかもしれない。

採集個体の成長段階

オオウナギの全長と年齢については, 国内および海外の個体に基づく知見がある。シラスウナギ期の全長について, 西・今井 (1969) は屋久島にて 48–70 mm と, Arai et al. (2002) は種子島にて 47.8–54.2 mm としている。色素が発達し川を遡上するクロコ期について, Robinet et al. (2003) は

西インド洋レユニオン島にて平均 117.3 mm としている。未成魚および成魚について、Shiao et al. (2003) は台湾にて全長 166–612.5 mm の個体が 2–9 歳、Arai et al. (2013) はベトナムにて全長 500–1150 mm の個体が 3–8 歳であるとしている。成熟時の全長については、中国南部にて 13–17 歳の雌の全長が 1150–1800 mm (Williamson, 1993)、Arai (2014) はインドネシアの河川および湖にて 8 個体の全長が 832–1368 mm、Hagihara et al. (2018) はインドネシアの湖にて 7–23 歳の雌の全長が 800–1630 mm であるとしている。本研究では年齢推定は行っていないが、クロコ期から成熟可能な全長の個体まで、様々な成長段階の個体が確認されたことから (Fig. 3)、本種は近年において複数年にわたって本県沿岸に來遊していると考えられた。また、本県を含む日本の個体群の再生産について、多部田 (1994) は死滅回遊群として扱っているが、その具体的根拠は示されていない。一方、近年の記録の蓄積により本州、四国、九州本島を含む国内各地から成熟可能な全長の個体が確認され (水野・長澤, 2009)、Wakiya et al. (2019) は奄美大島の個体群について降河回遊を行う個体が含まれる可能性を示唆している。加えて、日本の個体群が含まれる北太平洋集団の産卵場については、ニホンウナギとほぼ同じ海域とされ (Kuroki et al., 2009)、産卵回遊の距離も 1000–3000 km で概ね同じと考えられている (Arai, 2014)。これらをあわせて考えると、本県の個体群を含む九州本島以北の個体群も降河し産卵回遊を行う可能性が考えられるが、海域も含めた今後の詳細な調査による確認が待たれる。

水温環境の成立要因

魚類生息地における水温の季節変化は多くの種で調査事例がある。トゲウオ科ハリヨ *Gasterosteus microcephalus* の生息地にて水温を通年で調べた Mori (1994) は、河川内の本流部では水温が気温に応じて変化した一方、湧水部の水温が通年約 15 °C で一定であり、繁殖様式がそれぞれの場所で異なることを示した。また産卵のために河川を遡上するサケ科サケ *Oncorhynchus keta* では、産卵場に砂利底から地下水が湧き出るところが選ばれとされ (佐野, 1955, 1959)、北海道においてその湧水の水温は年間を通じて概ね 6–10 °C で一定であるという (鈴木, 1999)。本研究においてオオウナギ確認地点のうち 3 地点 (St. 10, 24, 25) の月平均水温は、1, 2 月に低下が見られるもの年間の

水温変化は比較的小さかった。各地点周辺で水温に影響を与える排水等が確認されないこと、3 地点全ての地域住民から河川・水路の主な水源が湧水であるとの情報が得られたことから、これらの地点は湧水の影響を受けている水域と考えられた。実際に St. 10 では、採集調査にて河床からの湧水の自噴を目視確認した。また、3 地点 (St. 10, 24, 25) の日平均水温は、1, 2 月にしばしば大幅に低下した。これらの地点では、1, 2 月の温度ロガー一点検時に水位の大幅な低下が確認され、止水に近い状態も見られたことから、水温が気温の影響を大きく受けて一時的に低下したと考えられた。他方、本種確認地点である St. 6 の水温は温排水等の影響を受けて周年にわたり高く、緒方ほか (2017) の宮崎県における事例と同様、本県においても本種は温排水等の影響を受ける水域を利用することが確認された。これら湧水の影響を受ける水域および温排水等の影響を受ける水域は、本県の地理や土地利用状況を考慮すると 3 つの代表的なパターンに大別できると考えられ、限定的である。すなわち、多量の温排水等が河川に流入する県中部の一部 (川野ら, 1994)、石灰岩地からの比較的安定した湧水が見られる県中南部の一部 (二村, 1935; 河野, 2001)、リアス海岸に位置する小規模な沖積平野に地下水が湧出する国東半島北部 (河野ほか, 1996) と県南部の一部と考えられた。

水温に着目した生息環境

オオウナギ生息地における水温の季節変化について、石橋・多部田 (2001) は長崎県の小河川での断続的な測定から、湧水が認められる生息地で、秋季および冬季の水温が 16.5 °C でほぼ安定していることを報告した。一方、屋久島の河川にて年間の連続測定を行った Kumai et al. (2020) は、生息河川の水温が夏季に 25 °C 以上、冬季に 10 °C 近くとなることを確認した。沖縄島では Kita and Tachihara (2020) が河川での 2 年間の測定から、生息河川の水温が夏季に 25 °C 以上、冬季に 15 °C 程度となることを確認しており、屋久島および沖縄島において測定された水温は気温に応じて季節変化している。なお、本種の低温耐性については Luo et al. (2013) が水槽実験を行い、18 °C 以上で問題なく生残するが、13 °C ではほとんどの個体が 10 日間以内に斃死することを明らかにしている。

本研究で測定された湧水の影響を受ける水域 (St. 10, 24, 25) における月平均水温は 8.4–20.9 °C

の範囲であり、通年で比較すると調査地は石橋・多部田(2001)が報告した生息地に類似の水温環境であると考えられた。一方、冬季の月平均水温は8.4–12.1°Cを記録しており、屋久島で冬季に記録された生息河川の最低水温(Kumai et al., 2020)と近似であるが、水槽実験で生残するとされた水温(Luo et al., 2013)を下回っている。これらの水温は自然条件下における本種の生息地水温の下限である可能性がある。本種は熱帯産のウナギ科魚類であり(多部田, 1989; Williamson, 1993), 本研究での本種未確認地点の冬季水温は本種確認地点と比べ低いことを考慮すると、冬季水温は本種の分布域を制限する要因の1つであると考えられ、九州本島以北の個体群にとって冬季水温の著しい低下を抑制する湧水等の存在は必須である可能性が高い。

本種は生息水域の河床や湖底に穴を掘って棲むことが知られ(西・今井, 1969; 多部田, 1994), 本調査地においても同様の生態をもつと考えられる。湧水が存在する河川において、湧出部の河床下がその影響を受けて冬季では表層や河床上に比べ高温となることはサケ産卵床の事例で知られ(鈴木, 1999), 適応的であるとされる(ト部ほか, 2013)。本種についても特に冬季水温を考慮した場合、河床下の巣穴を利用してより適した水温環境に身を隠して越冬することは、分布域北限での生残に有利であると考えられた。

生息地保全への課題

オオウナギは九州以北の多くの生息地にて天然記念物に指定、もしくは絶滅危惧種に選定されており、本種個体群保全のために生息環境の把握は不可欠である。本研究では本種が瀬戸内海、豊後水道、日向灘にそそぐ水系の、河口から21.8 km上流までの範囲の淡水域および汽水域を利用することを確認した。また、底質は主に礫や石で、湧水および温排水等の影響を受ける水域を利用することを詳細な生息地水温データによって確認した。湧水、温排水等、礫や石といった生息環境の要素は、九州本島以北における既出の報告(水野ほか, 2000; 石橋・多部田, 2001; 緒方ほか, 2017)と一致した。

冬季水温に影響を与える湧水については、一般的に、涵養面積の減少、保水力や雨水浸透能の低下、地下水流動の障害、過剰取水等によって枯渇または湧出量の減少が引き起こされる(環境省, 2010)。河川内の湧水では、集水域の土地利用の

変化、流域での地下水利用量の増大、コンクリート構造物の設置、河床や兩岸のコンクリートによる護岸、土砂堆積等によって影響を受けることが懸念される。上述のとおり、過去に採捕記録のあった地点の一部(St. 9, 14)では、湧水の供給が断たれて生息に不適な環境に変化した可能性がある。

本県の本種確認地点の多くは流路幅が比較的狭い小規模な水域で、愛媛県および高知県でも同様の生息環境が報告されている(水野ほか, 2000)。これらの水域では地域住民が本種の生息を認知していない、もしくは大型の魚類の生息を想定していないことがあり、保全策を検討する際に注意が必要である。

本県の個体群の再生産については今後の調査が待たれるが、再生産に寄与しない場合でも、本種が来遊し条件の整った水域に相当年数生息する状況、また本県に1925年(96年前)以前から生息し地域自然史を形成していることは特筆すべきである。本種は大分県において絶滅危惧種や天然記念物に未選定で、これらへの選定を含め保護策を検討することが課題である。湧水や温排水等の影響を受ける冬季水温の重要性は、分布域北限である九州本島以北の国内他地域でも同様と考えられ、分布域や保護策の検討にあたって他の生息環境の要素とともに注目する必要がある。

謝 辞

採集調査および分布情報の収集では、宮島尚貴氏(道の駅やよい番匠おさかな館)、梶原敬二氏(津久見市教育委員会)、松尾敏生氏(大分生物談話会)、足利由紀子氏(故人、NPO法人水辺に遊ぶ会)、永野昌博氏(大分大学理工学部)、大分県立図書館の皆様にご協力いただいた。二村溪友氏(故人)が残した昭和初期までの記録は、本研究を進めるうえで特に有益な資料となった。本村浩之氏(鹿児島大学総合研究博物館)には標本登録および標本調査でお世話になった。標本調査では田城文人氏(北海道大学総合博物館水産科学館)、瀬能 宏氏(神奈川県立生命の星・地球博物館)、細谷和海氏・松沼瑞樹氏・渡邊 俊氏(近畿大学農学部)、日比野友亮氏(北九州市立自然史・歴史博物館)、中江雅典氏(国立科学博物館)、甲斐嘉晃氏(京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所)、立川淳也氏(道の駅やよい番匠おさかな館)、木村清志氏(三重大学)

院生物資源学研究科附属水産実験所), 波戸岡清峰氏(大阪市立自然史博物館), 金尾滋史氏(滋賀県立琵琶湖博物館), 佐藤陽一氏(徳島県立博物館), 水野晃秀氏(愛媛県立宇和島水産高校), 揖善継氏(和歌山県立自然博物館)にご協力いただいた。編集委員と2名の匿名校閲者には原稿の改訂にあたり, 有益なご指摘・助言をいただいた。ここに記して厚くお礼申しあげる。本研究の一部は大分県レッドデータブック改定作業として行われた。

引用文献

- Aoyama, J. 2009. Life history and evolution of migration in catadromous eels (*Genus Anguilla*). Aqua-BioSci. Monogr., 2(1): 1–42.
- 青柳兵司. 1979. 日本列島産淡水魚類総説 復刻版. 日本淡水魚保護協会, 大阪, 272 pp.
- Arai, T. 2014. Evidence of local short-distance spawning migration of tropical freshwater eels, and implications for the evolution of freshwater eel migration. Ecol. Evol., 4: 3812–3819.
- Arai, T., M. Marui, T. Otake and K. Tsukamoto. 2002. Inshore migration of a tropical eel, *Anguilla marmorata* from Taiwanese and Japanese coasts. Fish. Sci., 68(1): 152–157.
- Arai, T., N. Chino and D. Q. Le. 2013. Migration and habitat use of the tropical eels *Anguilla marmorata* and *A. bicolor pacifica* in Vietnam. Aquat. Ecol., 47: 57–65.
- 文化庁. 2019. 国指定文化財等データベース: <https://kunishitei.bunka.go.jp/bsys/index>. (参照 2020-5-17).
- Ege, V. 1939. A revision of the genus *Anguilla* Shaw. A systematics, phylogenetic and geographical study. Dana Report, 16: 1–256.
- 愛媛県教育委員会. 2020. 愛媛の文化財: <https://chime-c.esnet.ed.jp/bunkazai/bunkazai.htm>. (参照 2020-5-21)
- 愛媛県レッドデータブック改訂委員会. 2014. 愛媛県レッドデータブック 愛媛県の絶滅の恐れのある野生生物. <https://www.pref.chime.jp/reddatabook2014/top.html>. (参照 2020-5-5)
- 二村溪友. 1935. 津久見地方地勢草稿綴. 津久見. (自費出版)
- 二村溪友. 未発表. 郷土資料. 津久見. (自費出版)
- Hagihara S., J. Aoyama, D. Limbong and K. Tsukamoto. 2018. Age and growth of migrating tropical eels, *Anguilla celebesensis* and *Anguilla marmorata*. J. Fish Biol., 92: 1526–1544.
- 波戸岡清峰. 2013. ウナギ科. 中坊徹次(編), pp. 240, 1783–1784. 日本産魚類検索 全種の同定 第3版. 東海大学出版会, 秦野.
- 日比野友亮・木村清志. 2015. 標本に基づくオオウナギ *Anguilla marmorata* の三重県からの記録. 日本生物地理学会会報, 70: 197–201.
- 星野和夫・松尾敏生. 2009. 国東半島の淡水魚類と沿岸性魚類. 大分県企画振興部景観自然室(編), pp. 121–126. 国東半島県立自然公園 自然環境学術調査報告書. 大分県. 大分.
- 指宿市. 2020. 文化財・史跡: 指宿市の指定文化財一覧. <https://www.city.ibusuki.lg.jp/main/kyoiku/bunka/bunkazai/page002705.html>. (参照 2020-5-21)
- 石橋茂人・多部田 修. 2001. 長崎県島原半島小松川におけるウナギ類の分布と生態. 長崎県生物学会誌, 52: 1–7.
- 環境省. 2010. 湧水保全・復活ガイドライン. <https://www.env.go.jp/water/yusui/guideline/full.pdf>. (参照 2020-11-7)
- 鹿野雄一・中島 淳. 2014. 小 - 中型淡水魚における非殺傷のかつ簡易な魚体撮影法. 魚類学雑誌, 61: 123–125.
- 川野田実夫・小石哲史・金子 敦・志賀史光. 1994. 別府市の水系と水質. 別府市自然環境学術調査団(編), pp. 85–102. 別府市自然環境学術調査報告書 別府の自然. 別府市環境部環境保全課, 別府.
- Kita, T. and K. Tachihara. 2020. Age, growth, and gonadal condition of the Giant mottled eel, *Anguilla marmorata*, in Okinawa-Jima Island, Japan. Environ. Biol. Fish. doi.org/10.1007/s10641-020-00994-5.
- 駒井克昭・日比野忠史・大釜達夫. 2008. 黒潮の蛇行・直進が瀬戸内海の流れに及ぼす影響. 土木学会論文集 B, 64: 166–179.
- 河野 忠. 2001. 大分県南部地域湧水の水文化学的研究. 大分県温泉調査研究会報告, 52: 27–35.
- 河野 忠・田川豊治・藤原秀二. 1996. 国東半島と鹿鳴越山群の名水. 日本地下水学会誌, 38: 137–143.
- Kumai, Y., K. Tsukamoto and M. Kuroki. 2020. Growth and habitat use of two anguillid eels, *Anguilla marmorata* and *A. japonica*, on Yakushima Island, Japan. Ichthyol. Res., 67: 375–384.
- Kuroki, M., J. Aoyama, M. J. Miller, T. Arai, H. Y. Sugeha, G. Minagawa, S. Wouthuyzen and K. Tsukamoto. 2005. Correspondence between otolith microstructural changes and early life history events in *Anguilla marmorata* leptocephali and glass eels. Coastal Mar. Sci., 29: 154–161.
- Kuroki, M., J. Aoyama, M. J. Miller, T. Yoshinaga, A. Shinoda, S. Hagihara and K. Tsukamoto. 2009. Sympatric spawning of *Anguilla marmorata* and *Anguilla japonica* in the western North Pacific Ocean. J. Fish Biol., 74: 1853–1865.
- Luo, M., R. Guan, Z. Li and H. Jin. 2013. The effects of water temperature on the survival, feeding, and growth of the juveniles of *Anguilla marmorata* and *A. bicolor pacifica*. Aquaculture, doi.org/10.1016/j.aquaculture.

- 水野晃秀・長澤和也. 2009. わが国におけるオオウナギの地理的分布の現状. 日本生物地理学会会報, 64: 79–87.
- 水野晃秀・清水孝昭・山本孝雄・古屋野太一. 2000. 宇和海斜面におけるオオウナギの記録. 徳島県立博物館研究報告, 10: 61–68.
- Mori, S., 1994. Nest site choice by the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (form *leirus*), in spring-fed waters. J. Fish Biol., 45: 279–289.
- 牟岐町. 2013. 牟岐町勢要覧 資料編. 牟岐町, 牟岐. 26 pp.
- 長崎県. 2017. 長崎県レッドリスト (2011) 中間見直し 分類群ごとのレッドリスト掲載種 (中間見直し後) 魚類. <https://www.pref.nagasaki.jp/shared/uploads/2017/06/1498553962.pdf>. (参照 2020-5-5)
- 西 源二郎・今井貞彦. 1969. 屋久島オオウナギ幼期の生態ならびに形態学的研究. 鹿児島大学水産学部紀要, 18: 65–76.
- 大分合同新聞社. 1952. 化ウナギ捕まる. 大分合同新聞朝刊 (1952年7月30日).
- 大分合同新聞社. 1985. 珍魚ラッシュ続く 今度は別府でオオウナギ. 大分合同新聞夕刊 (1985年11月29日).
- 大分合同新聞社. 2005. 四重奏. 大分合同新聞朝刊 (2005年12月13日).
- 大分合同新聞社. 2007. ビックリ かば焼き何人分!?. 大分合同新聞朝刊 (2007年10月12日).
- 大分合同新聞社. 2008. 体長1.1メートル 言い伝え通り?. 大分合同新聞朝刊 (2008年4月5日).
- 大分合同新聞社. 2016. いたぞ! オオウナギ. 大分合同新聞朝刊 (2016年8月15日).
- 大分県環境保健部環境管理課. 1974. 大分県の自然—現状と保護対策—. 大分. 57 pp.
- 大分県史蹟名勝天然記念物調査会. 1923. 大鰻. 史蹟名勝天然記念物調査報告第二輯. pp. 109–112, 大分県, 大分.
- 大分県史蹟名勝天然記念物調査会. 1925. 大鰻. 史蹟名勝天然記念物調査報告第四輯. p141, 大分県, 大分.
- 緒方悠輝也・村瀬敦宣・瀬能 宏. 2017. 宮崎県で採集されたオオウナギの記録とその出現状況. 日本生物地理学会会報, 71: 213–216.
- 岡 英夫・矢部 博. 1953. 養殖種苗としてのカガヤン河 (ルソン島) 遡上シラスウナギに関する一知見. 水産増殖, 23: 100–102.
- Okamura, A., Y. Yamada, K. Yokouchi, N. Horie, N. Mikawa, T. Utoh, S. Tanaka and K. Tsukamoto. 2007. A silvering index for the Japanese eel *Anguilla japonica*. Environ. Biol. Fishes, 80: 77–89.
- Robinet, T., S. Guyet, G. Marquet, B. Mounaix, J. M. Olivier, K. Tsukamoto, P. Valade and E. Feunteun. 2003. Elver invasion, population structure and growth of marbled eels *Anguilla marmorata* in a tropical river on Réunion Island in the Indian Ocean. Environ. Biol. Fishes, 68: 339–348.
- 佐野誠三. 1955. 鮭の産卵に就いて (産卵環境). 北海道さけ・ますふ化場報告, 1: 1–6.
- 佐野誠三. 1959. 北日本産サケ属の生態と繁殖について. 北海道さけ・ますふ化場報告, 14: 21–90.
- 佐藤陽一. 2016. 徳島県におけるオオウナギ *Anguilla marmorata* の記録. 徳島県立博物館研究報告, 26: 49–55.
- Shiao J. C., Y. Iizuka, C. W. Chang and W. N. Tzeng. 2003. Disparities in habitat use and migratory behavior between tropical eel *Anguilla marmorata* and temperate eel *A. japonica* in four Taiwanese rivers. Mar. Ecol. Prog. Ser., 261: 233–242.
- 鈴木俊哉. 1999. 遊来部川におけるサケの自然産卵環境調査. さけ・ます資源管理センターニュース, 4: 1–4.
- 多部田 修. 1989. オオウナギ. 山溪カラー名鑑 日本の淡水魚 初版. pp. 50–51, 山と溪谷社, 東京.
- 多部田 修. 1994. オオウナギ. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料 (I). pp. 335–341, 日本水産資源保護協会, 東京.
- 館山市. 2018. 館山市の指定文化財 (種別). <https://www.city.tateyama.chiba.jp/syougaigaku/page006620.html>. (参照 2019-9-5)
- 東京都環境局. 2014. レッドデータブック東京: 東京都の保護上重要な野生生物種 (鳥しょ部) 解説版 2014. 東京都, 東京, 634 pp.
- 津久見市誌編さん刊行委員会. 1985. 津久見市誌. 津久見市, 津久見, 781 pp.
- ト部浩一・三島啓雄・宮腰靖之. 2013. 十勝川水系におけるサケ・サクラマス産卵環境評価 (資料). 北海道水産試験場研究報告, 84: 47–56.
- 和歌山県レッドデータブック改訂委員会. 2012. 保全上重要なわかやまの自然—和歌山県レッドデータブック—2012年改訂版. 和歌山県環境生活部環境政策局, 和歌山.
- Wakiya, R., H. Itakura and K. Kaifu. 2019. Age, Growth, and Sex Ratios of the Giant Mottled eel, *Anguilla marmorata*, in Freshwater Habitats Near Its Northern Geographic Limit: A Comparison to Tropical Regions. Zool. Stud., doi:10.6620/ZS.2019.58-34.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments, J. Geol., 30: 377–392.
- Williamson, G. R. 1993. The eels *Anguilla marmorata* and *A. japonica* in the Pearl River and Hong Kong, China. Asian Fish. Sci., 6: 129–138.