

ナマズはいつ餌を襲うのかー擬似餌を用いた検証

今村彰生[†]

大阪市立自然史博物館 〒546-0034 大阪市東住吉区長居公園 1-23
E-mail ginryou715@yahoo.co.jp

キーワード: 一般化線形モデル(GLM) 捕食行動 釣獲試験

2012 年 7 月 13 日受付 2012 年 11 月 25 日受理

要旨 琵琶湖淀川水系上流域の大堰川の上位捕食者であるナマズが, どのような条件下で捕食対象を追尾し捕食するのか, 擬似餌を用いた釣りにより, 釣果を応答変数として検討した. 一般化線形モデル(GLM)と赤池情報量規準(AIC)を用い, 説明変数に開始時刻, 当日の天気, 当日の平均気温, 当日の最大風速, 前日の降水量, 気圧, 月齢を用い, 釣行時間を補正項として解析した. その結果, 当日の天気が選択されたことに加えて, 風速が高いことが捕食行動に正の影響を与えているという新たな発見が得られた. 一方で, 開始時刻, 当日の平均気温, 当日の最大風速, 前日の降水量, 気圧, 月齢が選択されなかった.

はじめに

捕食行動の中でも, 肉食魚が動く物を追尾し捕食するという行動には, 対象の発見, 追尾するか判断, 追尾, 対象の測位, 捕食する(襲う)かの判断, 捕食, という連続した複数の段階が考えられる. 著者も含めて多くの人が経験しているように, 追尾行動が見られない, 追尾しても襲わない(捕食しない), などの現象がしばしば観察される. その一方で, 擬似餌(ルアー)が着水した瞬間に襲いかかるという現象もしばしば観察されることから, 魚類が捕食対象(または擬似餌)を捕食するか否かは, 水温や天候などの諸条件に強い影響を受けていると考えられる.

本研究では, 上位の捕食者であり, とくに成魚は水中では最上位であると考えられるナマズ *Silurus asotus* (ナマズ科ナマズ属)に着目した. ナマズは肉食魚であり, 強い魚食性を示す. ナマズ属は日本に 3 種が知られるが, 本研究の調査地である琵琶湖淀川水系桂川上流の大堰川にはナマズが分布する.

[†] 現所属: 北海道教育大学教育学部旭川校理科教育専攻 〒070-8621 北海道旭川市北門町 9 丁目
E-mail ginryou715@yahoo.co.jp

その個体数も多いとされる(片野 1998)が、調査地の両岸に鎮座する請田神社、桑田神社のご神体はいずれもナマズであり、この点からも大堰川でのナマズの存在の重要性が伺われる。

ナマズの繁殖行動に関する蓄積は多いものの(片野 1988, Maehata 2001, 2002, 2007), それ以外は不明の部分が多く(前畑 2008), ナマズの捕食行動の実態や、ナマズの個体数が減少しているのか減少していないのかについての十分な検討材料すら無いのが現状である。

ナマズを保全することは在来の上位捕食者の保全であり、淡水生態系における食物網の復元にも繋がるという点からも、重要性が高いと考えられる。その一方で、滋賀県の漁業統計などでもナマズという項目は独立しておらず(近畿農政局滋賀統計情報事務所 2010), 食性に関するデータ蓄積もないなど、基礎情報が不足しているのが現状である。

以上から、ナマズがどのような条件下で捕食対象(擬似餌)を追尾し捕食する(襲いかかる)のかを明らかにするために、擬似餌を用いた釣り(ルアー釣り)による調査を実施し、釣り上げられた個体数のデータを蓄積した。

方法

1) 調査地および調査法

琵琶湖淀川水系に属する桂川の上流域である大堰川(保津川)の旧山本浜にて実施した(35.01°N, 135.60°E)。当地は、大堰川の支流である西川と鵜ノ川が本流に合流する地点に形成された砂州である。

全て擬似餌(ルアー)を用いた釣りによって、対象魚がどのような条件で捕食対象(擬似餌)を捕食する(襲う)のかを明らかにすることを目指した。釣り上げた魚については再放流せず除去し、データの重複を排除した。

調査用のルアーには、A社のJという単一メーカーの単一製品を用いた。このルアーJは、水面に浮かび、リールによる糸巻きを行なうと水面で激しく波を立てる、ノイジータイプと呼ばれるものである。これはナマズを対象とした釣りにおいて標準的なもので、容易に入手可能である。

本研究では、全ての調査を著者自身が単独で行なった。その際、河畔の定点に立ち、川面を走査するように擬似餌の投入を繰り返し、60分間に約90回のペースでの投入を維持した。開始時刻、終了時刻、当日の天気、釣果を記録した。釣り上げた場合のみ、「釣果」として個体数をカウントした。1個体釣れてからも調査を続けたが、調査時間は一定ではなかった。

2) 調査期間

2009年5月29日から2010年12月21日の間に114回155時間の調査を行なった。経験的には釣れないと考えられるような条件であっても、調査を行なってデータを収集した。

なお、調査期間中に調査の技量が大幅に変化するということがないよう、本調査の前に1年間の予備調査期間(練習期間)を設定し、その上で単独での調査とした。

表 1. ナマズ釣りの説明変数の中央値, 最大値, 最小値.

Table 1. The range and medians of each explanatory variable for Far Eastern catfish.

	Min.	Median	Max.
最大風速 (m/s) Maximum wind speed (m/s)	1.8	4.15	10.0
前日の降水量 (mm) Precipitation of the previous day (mm)	0.0	0.0	59.5
開始時刻 Beginning time	0	19.48	23.25
平均気温 (°C) Average tamperature (°C)	1.6	18.5	29.2
大気圧 (hpa) Atmospheric pressure (hpa)	997	1007	1020

3) 解析

すべての解析には R(R2.15.1 for Mac OS X)を用いた. GLM(一般化線形モデル)によってモデルを構築した. その際, AIC(赤池情報量規準)によるモデル選択を行なった. GLM の応答変数として, 各調査回で釣り上げた個体数を用いた(本研究での範囲は 0 – 1). これはポアソン分布する確率変数であると考えられる.

説明変数として, 開始時刻, 当日の天気, 当日の平均気温(°C), 当日の最大風速(m/s, 10 分ごとに算出される平均風速の最大値), 前日の降水量の日計(mm), 月齢, 気圧(hpa)を用いた. また, 補正項(offset 項)として log(調査時間)を組み込み, 調査時間の違いを補正した. このとき, 開始時刻と調査時間については零時を 0 とし, 24 時間を 1 として標準化した. 当日の平均気温, 当日の最大風速, 前日の降水量については, 園部気象台のデータを引用した. また, 気圧については京都気象台のデータを引用した. 月齢については, 15 を最大とする見かけの月齢に補正し, さらに調査中に月が出ていなければ 0 とした.

これらの変数は, 「釣りの経験則」として一般的に考慮される変数である. 当日の降水量の日計については, 調査の時点では魚が影響を受けていないと考え, 当日の天気をカテゴリー変数として組み込んだ.

水温が低下し魚類が著しく不活発になると考えられる季節のデータを除外し, 気象学的な春の起点である各年の 3 月 1 日から 299 日目(12 月 25 日)までのデータを用いた.

天気の内訳は, 晴れ 45, 霧 2, 曇り 35, 小雨 12, 雨 6, 雪 1, 欠測 13 であった. 開始時刻, 平均気温, 最大風速, 前日の降水量, 気圧の最小値, 最大値, 中央値については表 1 のとおりであった. なお, ナマズが夜行性であることは既知の条件とし, 夜間を中心に調査を行なった.

表 2. AIC を用いたモデル選択の結果.

Table 2. Result of model selection using AIC for capture of Far Eastern catfish.

当日の天気	最大風速 (m/s) (A)	前日の降水量 (mm) (B)	開始時刻	平均気温 (°C)	大気圧 (hpa)	月齢 (C)	説明変数の 交互作用	AIC	ΔAIC
weather	Maximum wind speed (m/s) (A)	Precipitation of the previous day (mm) (B)	Beginning time	Average temperature (°C)	Atmospheric pressure (hpa)	Moon phase (C)	Interaction of variables		
*	*							120.44	best
*	*	*					A*B	120.55	0.11
*	*	*						121.06	0.51
*	*	*				*		122.71	1.65
*	*					*	A*C	123.14	0.43
*	*	*		*		*		124.46	1.32
*	*	*		*	*	*		126.42	1.96
*	*	*	*	*	*	*		128.42	2

*: 組み込んだ説明変数

*: variable incorporated

ΔAIC: 上段の解析とのAICの差

ΔAIC: difference of AIC between the upper raw

表 3. GLM 解析の結果.

Table 3. Result of GLM for capture of Far Eastern catfish.

	推定値 Estimate	標準誤差 Std. Error	z値 z value	Pr(> z)
AIC= 120.44				
(切片) ^a (Intercept) ^a	-15.55	1914	-0.009	0.994
天気: 小雨 Light rain	16.65	1914	0.009	0.993
天気: 霧 Fog	16.45	1914	0.009	0.993
天気: 晴れ Clear	16.21	1914	0.009	0.993
天気: 曇り Cloudy	15.40	1914	0.008	0.994
天気: 雪 Snow	1.436	6029	0.000	1.000
平均気温 Average temperature	ns			
最大風速 Maximum wind speed	0.264	0.170	1.556	0.120
前日の降水量 Precipitation of the previous day	ns			
月齢 Moon phase	ns			
開始時刻 Beginning time	ns			
大気圧 Atmospheric pressure	ns			

a: 天気の基準は"雨"

a: Base of weather is "rain"

ns: AICを用いたモデル選択によって選択されなかった

ns: Not selected by model selection with AIC

結果

ナマズ 21 個体を釣り上げた。このうち、夜間の釣果が 18, 昼間の釣果が 3 個体であった。この他コウライニゴイ *Hemibarbus labeo* を 1 個体釣り上げたが、解析からは除外した。

GLM 分析の結果、天気と最大風速の 2 変数のみが選択された ($AIC = 120.44$, 表 2)。このとき、前日の降水量がモデル選択の最終段階まで棄却されなかったため、前日の降水量、最大風速の 3 変数と降水量と最大風速との交互作用を組み込んだ解析も行なったが、 $AIC = 120.55$ と上記の 120.44 をわずかに上回った。また、月齢についても棄却されない傾向が見られたため (表 2) 月齢と最大風速の交互作用も検討したが、 $AIC = 123.14$ と大きかった。以上から、天気と最大風速のみの 2 変数モデルを選択した。

説明変数として天気が選択されたが、いずれの天気についても係数の推定値の標準誤差が大きい (表 3)。これは、6 つのカテゴリーのなかでの例数の偏りなどによると考えられるが、この変数を除外すると、いずれの解析でも AIC が増加した。しかし、「雪」の推定値が著しく小さいことを除けば天気カテゴリー間の推定値に大きな差はなく、したがって天気カテゴリー間での影響の差は本研究では検出できなかったといえる。「雪」の例数は著しく少ないが、係数の推定値は「雪」では釣果がなかったことを反映している。

天気以外の変数としては風速のみが選択されたが、係数の推定値に対して標準誤差が小さいことから、正の影響を与えているといえる。つまり、最大風速が高いほど釣果が上がる傾向があるということである (表 3)。

考察

本研究での解析の結果、ごく少数の説明変数だけが選択された (表 2, 3)。これは、当日の天気としては小雨でも晴れでも曇りでも同様に釣果がありえ、加えて強風が良い、という結果であると要約できる。この「強風」という荒天下で捕食対象 (擬似餌) を活発に襲っている (釣果がある) という結果は、天気が晴れか小雨かなどにかかわらず、「釣り人」にとって釣り竿、釣り糸、擬似餌を操作しづらいという状況でこそ釣果がある、ということの意味している。強風は必然的に波高が高いことも意味し、本研究で使ったような水面に浮かんで動くような擬似餌が誘因の効果を発揮しないことへの危惧が持たれ、釣りそのもの、または釣り上げることを諦めてしまうかもしれない。この点において、本研究を通じて釣りにおける経験則を超越した結果が得られたといえる。

では、ナマズにとってこれらの条件は何を意味しているのか。選択されなかった変数についても検討し考察する。

開始時刻が選択されなかったが (表 2)、ナマズが夜行性であることが否定されたわけではなく、夜間の時間帯の中での開始時刻の影響が見られなかったということの意味している。この調査では、ナマズは夜行性であることは既知の条件とし、夜間を中心に調査を行なったためである。これは平均気温についても同様で、冬の低温期は不活発になることは既知として除外した場合、この変数が捕食対象 (擬似餌) を襲うかどうかに影響しなかったことを意味する。

魚類の産卵行動が捕食者に見つかりにくい新月に活発化することが知られているが (Yako et al. 2002), 本研究では月齢が変数として選択されず, ナマズの捕食行動には月が出ているかどうかは影響を与えていないこと, つまり新月であっても満月であっても同様の捕食行動をとる可能性が示唆された。

この点と, 荒天(強風)が捕食行動に正の影響を与えていたことを総合すると, ナマズの捕食行動における視覚以外の感覚の重要性が浮き彫りになる。片野(1998)は, 「ナマズが夜行性なのは, 夜間に他の魚を捕らえやすいためであり, 状況によっては昼間に活動することもある」としており, 本研究でも, 夜間以外で釣り上げた事例が 3 例あった。

では, 強風条件はここでいう「他の魚を捕らえやすい」条件であるだろうか。ナマズは骨鰓上目に属し, ウェーベル氏器官によって外部の音を増幅して聞き, また上下 2 対のヒゲによって外界の状況を把握していると考えられ(小早川 2008), さらに側線を縦列方向にも横列方向にも有している。これらから, 視覚への依存度が低い捕食行動を行なっていると考えられるが, 一方でナマズの捕食対象であるオイカワやカワムツなどの昼行性魚類は視覚への依存度が高いと考えられ, 側線のみには頼らざるを得ない夜間などは, 被食回避には不利であると考えられる。この状況を補強するのが強風条件ではないか, というのが現段階での推察である。しかし, 現段階では推測に過ぎず, 水槽実験などで視覚を含めた感覚器官の働きや捕食行動との関連を調べるのが今後の課題である。降雨後の濁度の上昇も, 視覚への依存度が低い捕食行動にとって有利であると考えられるが, 本研究では水の濁度を測定しておらず今後の課題である。

気圧もまた荒天を示す変数であるが, 本研究では選択されず, 前日の降水量も選択されなかった。降雨がありかつ低気圧であることは, 強風と同様に荒天でありうるが, ナマズの捕食行動には直接影響を及ぼしていないという解析結果であった。

在来の上位捕食者であることからナマズを傘種と位置づけ, 種生物学的な記述データの蓄積をめざした本研究であるが, キャラクター化されて馴染みがあるという点で, ナマズは象徴種とも位置づけられる。国内の淡水生態系の現状と将来像を考えたとき, 在来魚であるナマズの種生物学的なデータをさらに蓄積し, 傘種かつ象徴種と位置づけてナマズの保全や増加を目指すことは, 生態学的にも社会的にも有効と考えられ, そのための基礎的知見を蓄積するために, 調査を継続する必要があると考える。

謝辞

愛知教育大学の島田知彦博士には, 原稿について有意義な示唆をいただいた。中央水産研究所の斉藤憲治博士には, 投稿に関するアドバイスをいただいた。ここに両氏へ深く感謝申し上げる。

引用文献

- 片野 修. 1988. ナマズ *Silurus asotus* のばらまき型産卵行動. 魚類学雑誌 35: 203-211.
片野 修. 1998. ナマズはどこで卵を産むのか: 川魚たちの自然誌. 創樹社, 東京.

- 近畿農政局滋賀統計情報事務所. 2010. 滋賀農林水産統計年報, 大津.
- 小早川みどり. 2008. ナマズの世界. 前畑政善・宮本真二(編). 鯰 イメージとその素顔. pp. 142-160. 八坂書房, 東京.
- Maehata, M. 2001. Mating behavior of the rock catfish, *Silurus lithophilus*. Ichthyol. Res. 48: 283-287.
- Maehata, M. 2002. Features of the reproductive ecology of the rock catfish, *Silurus lithophilus*. Ichthyol. Res. 49: 109-113.
- Maehata, M. 2007. Reproductive ecology of the Far Eastern catfish, *Silurus asotus* (Siluridae), with a comparison to its two congeners in Lake Biwa, Japan. Environ. Biol. Fish. 78: 135-146.
- 前畑政善. 2008. ナマズ類の繁殖生態と水辺移行帯. 前畑政善・宮本真二(編). 鯰 イメージとその素顔. pp. 183-216. 八坂書房, 東京.
- Yako, L. A., Mather, M. E. & Juanes, F. 2002. Mechanisms for migration of anadromous herring: an ecological basis for effective conservation. Ecol. Appl. 12: 521-534.

In which conditions do Far Eastern catfish (*Silurus asotus*) pursue their prey?

Akio Imamura[†]

Osaka Museum of Natural History, 1-23 Nagai Park, Higashi-Sumiyoshi-ku, Osaka 546-0034, Japan
E-mail ginryou715@yahoo.co.jp

Abstract Far Eastern catfish (*Silurus asotus*) are a top predator in Japanese freshwater ecosystems. The author used lure fishing on the Ooigawa-river, of the Biwako-Yodogawa basin system, to investigate the conditions in which the catfish pursue their prey. Using the catch number as the response variable, the data was analyzed by GLM (generalized linear model) and model selection with AIC (Akaike's information criterion). The explanatory variables were the time of day, weather, average temperature, maximum wind speed, precipitation of the previous day, atmospheric pressure, and the moon phase. Detention time was the offset value in order to standardize the survey time variable. Results indicated that two variables, weather and the maximum wind speed, were selected by GLM using AIC. It is suggested that the capture of *S. asotus* tended to increase with more severe weather conditions.

Keywords: generalized linear model, predation, test by fishing

Received: July 13, 2012/ Accepted: November 25, 2012

[†] Present address: Hokkaido University of Education, Asahikawa Campus, 9 Hokumon-cho, Asahikawa, Hokkaido 070-8621, Japan E-mail ginryou715@yahoo.co.jp