

河川に生息する数魚種に関する流速の選好曲線の提案

九州工業大学工学部 学生員 ○西内教郎
 九州工業大学大学院 学生員 小野篤志
 九州工業大学大学院 学生員 竹内光
 九州工業大学大学院 正会員 鬼束幸樹
 九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎

1. はじめに

現在、河川に生息する魚類に関する選好曲線は、中村¹⁾、河村²⁾などによって求められているが、同魚種においても異なる形状となっているのが現状である。このような相違が生じた原因として、現地調査を行う際に必ずしも生息している魚の全てを捕獲できないために生じる調査結果の誤差や^{3,4)}、検証に用いた選好曲線の作成方法の信頼性が必ずしも高くないことが挙げられる。

本研究では、河川水辺の国勢調査のデータにおいてデータ数が多いウグイ、オイカワ、カワムツに注目し、流速の選好曲線を求めた。

2. 対象データおよび選好曲線の算出方法

(1) 対象データ

1990年度から2005年度までの水辺の国勢調査には全国の112河川で延べ約20万の魚種別個体数データと、その魚種の体長別個体数、観測日時、観測地点の流速、水深などが記録されている。本研究では全国に広く生息し、既往の研究で頻繁に研究対象となっているウグイ、オイカワ、カワムツについて着目した。なお、ウグイ、オイカワ、カワムツの流速に関する個体数のデータ数はそれぞれ10694、12803、2278である。

(2) 選好曲線の算出方法

現地データに基づき選好曲線を求める方法として、頻度分布分析、Bivariate Polynomial分析、河村の方法、Univariate Polynomial分析およびその他の様々な関数が挙げられる⁵⁾。頻度分布分析とは、頻度分布を滑らかに繋げる方法である。最も簡単であるが任意性が入りやすい。Bivariate Polynomial分析とは、2つの生息域変数を同時に計算する方法である。しかし、本研究では流速のみを変数として用いるためBivariate Polynomial分析は使用できない。そこで、頻度分布分析およびBivariate Polynomial分析を除く、河村の方法、Univariate Polynomial分析およびその他様々な関数の精度を検証する。本研究では様々な関数として、ガンマ分布およびベータ分布を用いる。この4つの方法を用いて、3魚種のうちデータ数が最も多いウグイの東北地方における、体長、季節および地方別に整理された流速別平均個体数を用いて、各選好曲線を作成した。なお、Univariate Polynomial分析においては3次方程式および5次方程式の選好曲線を作成し比較している。各選好曲線で作られる選好値 $SI(v)$ と観測データとの差の絶対値を各選好値 $SI(v)$ で割って算出される相対誤差の平均値を表-1に示す。表-1に示す4つの方法のうち、最も誤差が小さいガンマ分布を採用する。

表-1 分析方法別の誤差の比較(ウグイ, 東北地方)

Tribolodon hakonensis Tohoku	Komura	Univariate Polynomial		gamma distribution	beta distribution
		Curve 3	Curve 5		
~3cm (%)	40.46	25.08	28.78	29.02	46.69
3~5cm (%)	35.33	22.59	25.26	25.12	41.66
5~10cm (%)	57.58	44.32	43.37	37.86	44.97
10~20cm (%)	46.59	36.48	36.22	25.31	47.30
20cm~ (%)	53.40	38.13	38.83	28.76	38.39
Average	46.67	33.32	34.49	29.21	43.80

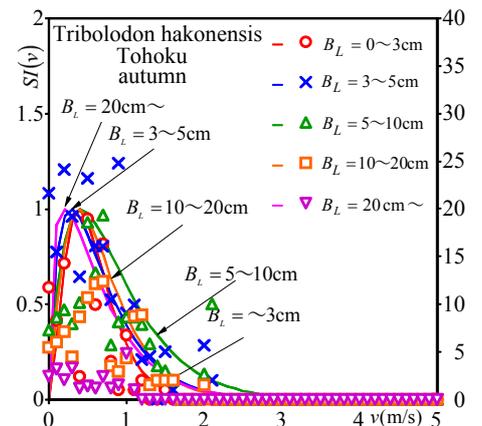


図-1 ウグイの東北地方の選好曲線(秋)

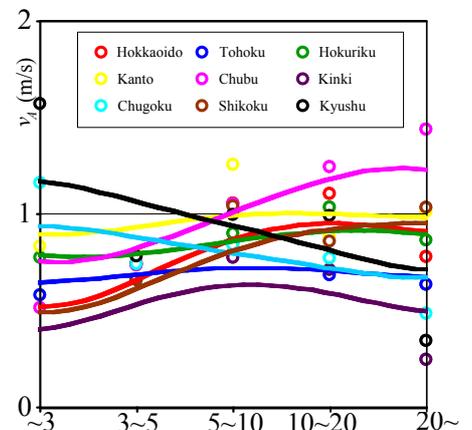


図-2 ウグイの地方別の平均値(秋)

$$SI(x) = \frac{1}{\Gamma(\lambda)} \alpha^\lambda x^{\lambda-1} e^{-\alpha x} \quad (1)$$

$$\Gamma(\lambda) = \int_0^{\infty} x^{\lambda-1} e^{-x} dx \quad (2)$$

ここに、 $\Gamma(\lambda)$ は式(2)で示されるガンマ関数である。流速別平均個体数を式(1)に与えて最小二乗法を用いて平均値 λ/α 、分散 λ/α^2 を算出し、選好曲線の形状を算出する。

3. 解析結果および考察

(1) 地方, 季節, 体長別の解析

図-1にウグイの東北地方における流速 v と選好値 $SI(v)$ との関係の体長別変化を秋についてのみ示す。体長の変化に伴い選好曲線が変化することは読み取れるが、季節変化については明確には判断できない。そこで、ガンマ分布の平均値 v_A を求めた。図-2にウグイの秋における体長変化と平均値 v_A の変化を各地方別にプロットすると共にベジェ関数を示す。同図からは、平均値 v_A の体長に伴う変化が見られたが、地方に対する系統的な変化は見られなかった。他の季節の場合も同様の傾向が見られた。またオイカワ、カワムツの場合もウグイと同様の傾向が見られた。

以上のことから、全地方を統合して対象の3魚種を季節別、体長別に解析を行うことにした。

(2) 地方, 季節, 体長による選好値の変化

図-3~5にウグイ、オイカワ、カワムツの体長変化と平均値 v_A の変化をそれぞれ各季節別にプロットすると共にベジェ関数を示した。図-3より、ベジェ関数はほぼ重なる形となっており、ウグイの流速に対する選好性は季節の変化による影響をほとんど受けないと考えられる。図-4、図-5より、オイカワ、カワムツの選好性においては、季節による相違が見られるものの、体長による変化ほど顕著ではない。一方、図-3よりウグイの3つの季節において、体長が20cm以上のデータを除くと、体長 B_L の増加に伴い平均値 v_A が増加する傾向が見られる。また図-4、図-5より、オイカワ、カワムツの体長別の選好性でも、同様の傾向が見られる。これは、体長の増加に伴い選好する流速が増加することを意味する。一般に、体長の増加に伴い遊泳力が増すことが指摘されており、生理運動学的にも裏付けられる。ウグイの体長が20cm以上のデータの傾向が他の体長の傾向と異なっていた原因として、体長が20cm以上となるウグイのデータ数が他と比べて少なかったことが考えられる。また、オイカワ、カワムツの体長が20cm以上のデータは、他の体長のデータに比べて圧倒的に少なかったため、今回は解析の対象とはしていない。

4. おわりに

本研究は、河川水辺の国勢調査のデータに基づいてウグイ、オイカワ、カワムツの流速に関する選好曲線を求めたものである。以下に結論を示す。

- (1) 地方, 季節および体長の3因子が流速に及ぼす影響を解明するため、これらの3因子をレンジ分けして検討したところ、季節, 地方に対する系統的な変化は見られなかった。そのため、地方の区別をせずに解析を行った。
- (2) ウグイ, オイカワ, カワムツの流速に対する選好性は季節および地方の相違による影響をほとんど受けないことが示された。一方、体長による影響を受けることが明らかとなり、式(1)に示す選好曲線を提案した。

参考文献

- 1) アメリカ合衆国内務省, 国立生物研究所原著, 中村俊六, テリー・ワドゥル訳: IFIM入門, 財団法人リバーフロント整備センター, 1999.
- 2) 河村三郎: リバーフロント整備センター, 2003.
- 3) Mathur, D.: *Can. J. Fisheries and Aquatic Sci.*, Vol.42, pp.825-831, 1985.
- 4) 黒田直樹, 玉井信行, 知花武佳, 鈴木一平: 河川技術に関する論文集, 第7巻, pp.303-308, 2001.
- 5) 金亨烈, 玉井信行, 松崎浩憲: 水工学論文集, 第40巻, pp.151-156, 1996.

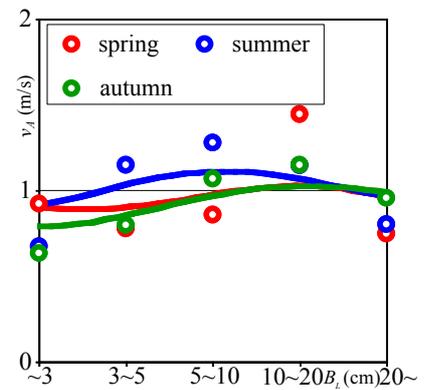


図-3 ウグイの体長別の平均値

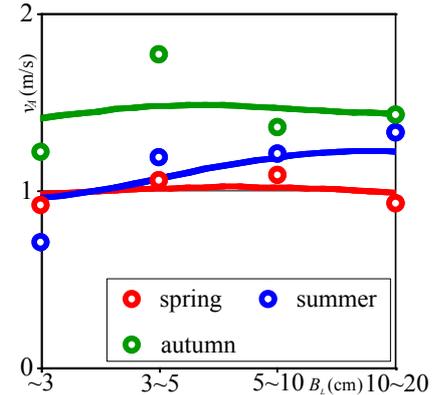


図-4 オイカワの体長別の平均値

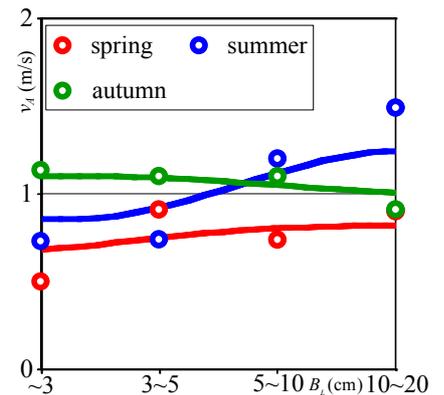


図-5 カワムツの体長別の平均値