

ウグイに関する流速の選好曲線の提案

九州工業大学	学生員	○芹川泰介
九州工業大学大学院	学生員	小野篤志
(株)建設技術研究所	正会員	永矢貴之
(独)土木研究所	正会員	白石芳樹
(株)建設技術研究所	正会員	釜瀬明日香
九州工業大学大学院	正会員	鬼束幸樹
大分工業高等専門学校	正会員	東野誠
大分工業高等専門学校	正会員	高見徹
延岡河川国道事務所	正会員	東均
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に注目し、流速の選好曲線を求めた。

表-1 分析方法別の誤差の比較

	Tolerance Limits	Univariate Polynomial		
		The third curve	The fifth curve	The seventh curve
3~5cm (%)	20.44	10.44	10.39	10.51
5~10cm (%)	26.17	23.34	23.67	22.73
10~20cm (%)	19.94	24.28	25.51	24.46

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について着目した。なお、ウグイの流速に関する個体数データは11310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、Tolerance Limits分析、Univariate Polynomial分析、Bivariate Polynomial分析が挙げられる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。Tolerance Limits分析、Univariate Polynomial分析は数学的に解析する方法である。この2つの方法を用いて選好曲線を作成し、現地データとの誤差を比較したものを表-1に示す。なお、Univariate Polynomial分析においては3次方程式、5次方程式、7次方程式の選好曲線を作成し比較している。表-1より次数を変えることによる精度の変化はほとんどないことが確認される。そこで、本研究ではできるだけ次数を少なくするとともに、ピーク値が0(m/s)以外の点をとることの多い5次方程式のUnivariate Polynomial分析を採用する。

$$SI(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 \quad (1)$$

ここに、 x は流速、水深などの物理量で、 $SI(x)$ は選好値、 $a_0 \sim a_5$ は係数である。

3. 解析結果および考察

(1) 地方、季節、体長別の解析

地方、季節および体長の3因子が流速の選好値に及ぼす影響を検討するためには、これら3因子をそれぞれレンジ分けし、2つの因子が同一で1つの因子のみが異なるデータを解析しなければならない。そのため、ウグイの流速に関するデータ数が最も多い東北地方を解析対象とした。図-1に東北地方における春の体長別に別けた選好曲線の式(1)を示す。選好曲線からは顕著なばらつきから断定的な結論が得られない。そこで、選好曲線の選好値 $SI(v)$ が0.5となる流速を半値流速 $v_{0.5}$ と定義し求めた。図-2に東北地方の季節別、体長別の半値流速 $v_{0.5}$ を示す。同図からは、半値流速 $v_{0.5}$ の体長に伴う変化が見られたが、季節に対する系統的な変化は見られなかった。これは、各レンジの

データ数が少ないことでばらつきが発生したことを意味する。

以上のことから、地方、季節および体長別にレンジ分けをしたデータを解析すべきであるが、データ数が少ないために事実上は困難なことが判明した。

(2) 地方、季節、体長による選好値の変化

図-3に全体長、全季節を用いた地域ごとの選好曲線の式(1)を示し、図-4に全体長、全地方を用いた季節ごとの選好曲線の式(1)を示す。さらに、図-5に全地域、全季節を用いた体長ごとの選好曲線の式(1)を示す。また、半値流速 $v_{0.5}$ と体長との関係を図-6に示した。図-3、図-4より、ウグイ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と考えられる。一方、図-5、図-6より、体長別におけるウグイの選好性では、体長が20cm以上のデータを除くと、体長の増加に伴い半値流速 $v_{0.5}$ が増加する傾向が確認された。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。体長が20cm以上のデータの傾向が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少なかったことが考えられる。表-2に体長別の選好曲線の係数 $a_0 \sim a_5$ を示す。

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、最もデータ数の多い東北地方のデータを解析対象としたが、季節に対する系統的な変化は見られなかった。そのため、これら3因子を独立に扱わずに解析を行った。

(2) ウグイ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)および表-2に示す選好曲線を提案した。

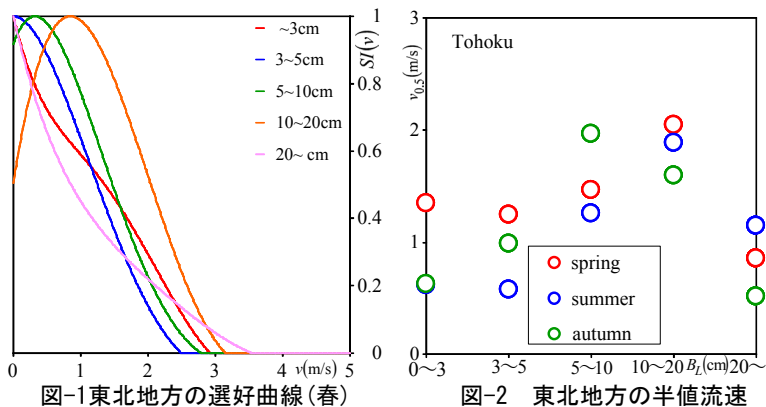


図-1 東北地方の選好曲線(春)

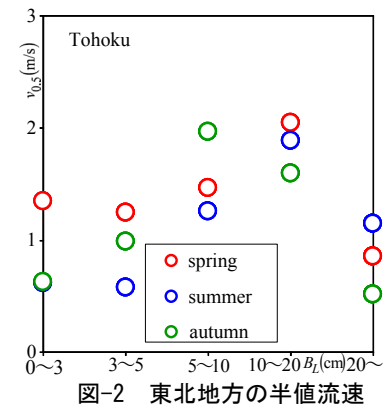


図-2 東北地方の半値流速

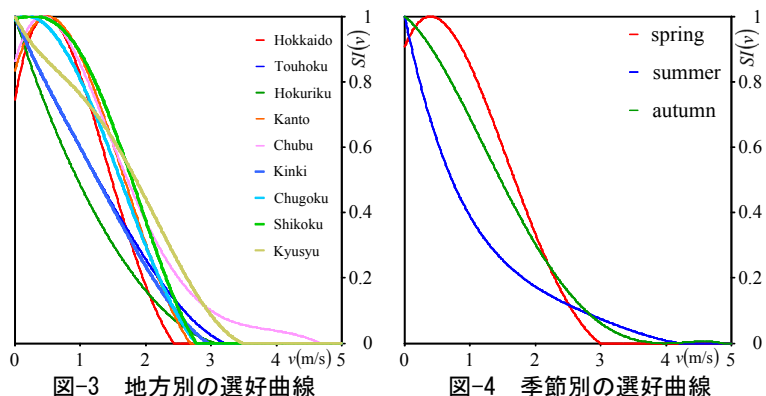


図-3 地方別の選好曲線

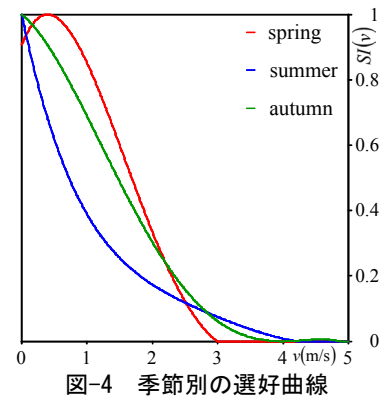


図-4 季節別の選好曲線

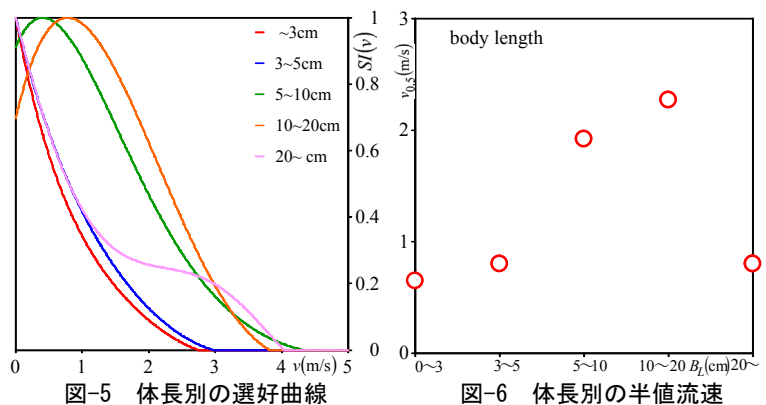


図-5 体長別の選好曲線

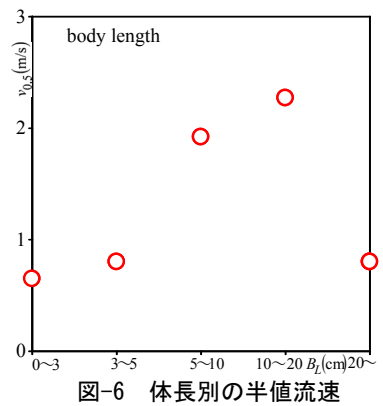


図-6 体長別の半値流速

表-2 体長別選好曲線の係数

body length	BL=~3cm	BL=3~5cm	BL=5~10cm	BL=10~20cm	BL=20~cm
a_0	3.33	8.38	6.36	2.56	0.38
a_1	-0.04	-0.07	0.03	0.03	0.00
a_2	1.94E-04	2.81E-04	-5.21E-04	-2.68E-04	5.91E-06
a_3	-6.79E-07	-8.53E-07	1.91E-06	6.00E-07	3.65E-08
a_4	1.31E-09	1.69E-09	-3.02E-09	-4.23E-10	-1.67E-10
a_5	-9.92E-13	-1.36E-12	1.82E-12	6.91E-15	1.78E-13

参考文献

- 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、座談法人リバーフロント整備センター、1999。
- 河村三郎：リバーフロント整備センター、2003。
- Mathur, D.: *Can. J. Fisheries and Aquatic Sci.*, Vol.42, pp.825-831, 1985.
- 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。
- 金亭烈、玉井信行、松崎浩憲：水工学論文集、第40巻、pp.151-156, 1996。