

紫外線塗料および紫外線照明が魚の遊泳特性に 及ぼす影響

INFLUENCE OF ULTRAVIOLET PAINT AND LAMP ON SWIMMING CHARACTERISTIC OF FISH

鬼束幸樹¹・秋山壽一郎²・野口翔平³・藏本更織³・赤藤哲瑛⁴

Kouki ONITSUKA, Juichiro AKIYAMA, Shohei NOGUCHI, Saori KURAMOTO and Yoshiaki
AKAFUJI

¹正会員 博(工) 九州工業大学大学院准教授 建設社会工学研究系 (〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町1-1)

²フェロー会員 Ph.D. 九州工業大学大学院教授 建設社会工学研究系

³学生会員 九州工業大学大学院 工学府建設社会工学専攻

⁴学生会員 九州工業大学 工学部建設社会工学科

Fish can see not only the visible rays of light for human being but also the ultraviolet rays. However, the effects of the ultraviolet rays on the fish behavior have not been investigated. It is known that the reaction of fish against the reflected light and transmitted light is different irrespective of the same species. In this study, the effects of the reflected ultraviolet light and transmitted ultraviolet light on the fish behavior were investigated experimentally. It was found that the reflected ultraviolet light by the side and bed wall has no effect on the fish behavior. In contrast, the ayu swims under the irradiated area of ultraviolet light by choice.

Key Words : *ultraviolet, transmitted light, statistic water, swimming characteristic*

1. はじめに

ダムや堰などに設置される取水口に魚類が迷入し、放流したサケ、アユ等の稚魚の減耗が問題となっている¹⁾。関谷ら²⁾の行った調査によると、約80%の漁協が魚類の迷入を経験しているという。迷入防止対策として魚類を取水口から忌避させる方法が多く採用されている³⁾⁴⁾が、取水口から少し離れた位置に魚類が選好する環境を創設し、そちらに誘導して迷入を防ぐ方法も有効であると考えられる。魚類は視覚や聴覚等の感覚を利用して周囲の環境を認知している⁵⁾が、遊泳中は視覚と側線感覚への依存が高い。また、視覚と側線感覚への依存比は魚種によって異なる⁶⁾。一般的に、海洋魚類よりも河川魚類の方が視覚への依存度が高い⁷⁾⁸⁾。そのため、視覚情報を通じて魚類の行動を制御する方法が開発されてきた。

光を認識する器官は網膜上に分布する錐体である⁹⁾。魚類が有している錐体数および最大感度は長年不明であったが、Muntz & Cronly-Dillon¹⁰⁾により、キンギョが緑と青および緑と赤を識別できることが証明された。Tomita *et al.*¹¹⁾はキンギョやコイには赤、緑および青に最大感度を持つ錐体が存在することを解明した。Hanyu *et*

*al.*¹²⁾はキンギョやニジマスには上記の3つの錐体に加え、紫外線に最大感度を持つ錐体が存在することを示した¹³⁾。その後、アユ、ウグイおよびギギにも上記の4つの錐体が存在することが解明され、現在では多くの魚類は赤、緑、青および紫外線を識別可能であることが知られている¹⁴⁾¹⁹⁾。

一方、魚類は同じ照度の光であっても色の種類に応じて行動が変化する。また、同色の光であっても反射光と透過光とでは反応が異なる。まず、反射光について着目する。Kawamura *et al.*²⁰⁾は海洋に設置した集魚装置の色を変化させた結果、青や緑の時に集魚率が高くなることを発見した。関谷ら²¹⁾は水槽を2分割し、それぞれの底面を白色および黒色で塗装してアユの遊泳場所を観察した。その結果、約8割のアユが黒色の領域を遊泳することを発見した。鬼束ら²²⁾は関谷ら²¹⁾と類似の実験を9色の組み合わせで行い、同様な結論を得た。

続いて、透過光に対する反応について着目する。鬼束ら²³⁾は水槽の片側に青色ランプを固定し、逆側に赤、橙、黄、緑、紫色のランプをそれぞれ設置し、オイカワおよびカワムツの遊泳位置を測定した。その結果、これら2魚種の遊泳特性に透過光の影響はないことを解明した。

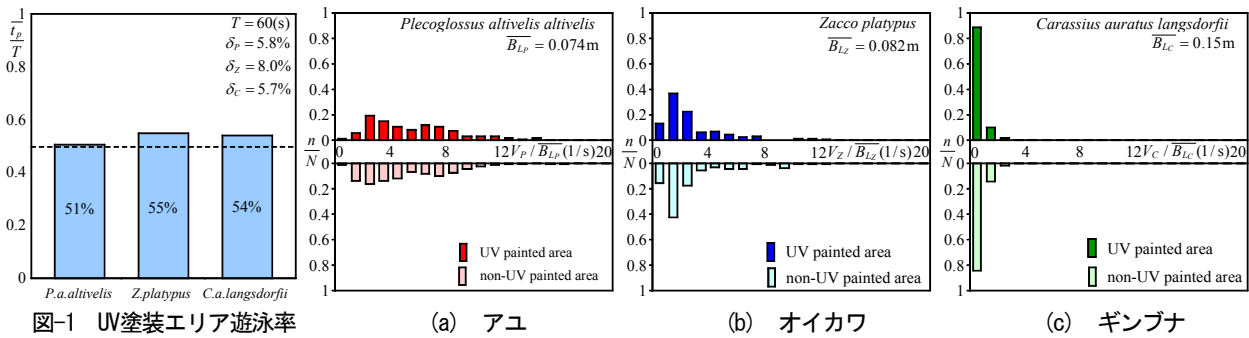


図-1 UV塗装エリア遊泳率

(a) アユ

(b) オイカワ

(c) ギンブナ

図-2 各エリアにおける遊泳速度ヒストグラム (紫外線塗料)

紫外線に対する魚類の反応の研究も幾分なされており、Kelly & Bothwell²⁴⁾は紫外線錐体を有する銀ザケの稚魚が紫外線を忌避することを報告した。一方、松本ら²⁵⁾は赤、緑、青および紫外線をそれぞれ水槽内で水平に照射させ、マダイの挙動を観察した。その結果、マダイは紫外線を忌避する傾向があるが、可視光の方がその効果大きいことを発見した。さらに紫外線錐体を有するキンギョ、オイカワおよびウグイで類似な実験を行った。その結果、ウグイは紫外線を忌避するのに対し、キンギョとオイカワは忌避しないことを明らかにした²⁶⁾。以上のように、紫外線錐体を有する魚類の行動は必ずしも紫外線の影響を受けるとは限らない。そのため、紫外線を迷入防止策等に利用しようとする場合、各魚種について紫外線に対する行動特性を解明しなければならない。また、紫外線が遊泳特性に及ぼす影響や、尾数変化による反応の違いなどはほとんど解明されていない。

本研究は、紫外線の反射光および透過光がアユ、オイカワおよびギンブナの遊泳特性に及ぼす影響を調査し、紫外線の迷入防止策への利用を検討したものである。

2. 紫外線の反射光が魚の遊泳特性に及ぼす影響

(1) 実験装置および実験条件

半径 $r=0.5\text{m}$ の青色の円形プールにカルキを抜いた水温約 23°C の水道水を注水し、水深を 0.05m に設定した。底面および側面の半面に紫外線照射を受けると紫外線を発光する紫外線塗料を塗装した。以下では塗装した領域をUV塗装エリア(UV painted area)、塗装していない領域をUV非塗装エリア(non-UV painted area)と呼称する。実験魚には平均体長 $\overline{B_{Lp}}=74\text{mm}$ の養殖アユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)、 $\overline{B_{Lz}}=82\text{mm}$ のオイカワ(*Zacco platypus*) および $\overline{B_{Lc}}=150\text{mm}$ のギンブナ(*Carassius auratus langsdorfii*)を用いた。各魚種の諸量を表す添字としてP、ZおよびCを付記する。

各ケースにおいてプール全体に紫外線を照射し、プール中央に設置した直径 0.25m の円筒状金網内に魚を1尾投入し、魚を馴致させた後に金網を取り上げ、プール上部に設置した画素数 1440×1080 、撮影速度 30fps のビデオカメラで 60 秒間撮影した。各魚種において同様の実験を、

供試魚を変えて 20 回ずつ行った。その後、撮影した動画をパソコンに取り込み、 $1/10$ 秒間隔で静止画をキャプチャーした。静止画像および座標プロットソフトを用いて、 $1/10$ 秒ごとの供試魚の遊泳位置および遊泳速度を算出した。

(2) 実験結果および考察

a) UV塗装エリア遊泳率

UV塗装エリア遊泳率を式(1)のように定義する。

$$\text{UV塗装エリア遊泳率} = \frac{\text{UV塗装エリア遊泳時間 } t_p}{\text{実験時間 } T} \quad (1)$$

図-1に魚種ごとのUV塗装エリア遊泳率 t_p/T の尾数平均値および標準誤差 δ を示す。いずれの魚種においても、UV塗装エリア遊泳率 t_p/T の平均は 50% 程度となっている。また、標準誤差 δ はそれぞれ 5.8 、 8.0 、 5.7% となっており、各標準誤差より推定される 95% 信頼区間は $40 \sim 65\%$ 程度である。したがって、アユ、オイカワおよびギンブナに底面および側面に塗装された紫外線塗料に対する選好性あるいは忌避性はないと判断される。

b) 各エリアにおける遊泳速度の比較

図-2(a)~(c)に両エリアにおける魚の体長倍遊泳速度 $V/\overline{B_L}$ のヒストグラムを魚種別に示す。図-2(a)に着目すると、アユの遊泳速度 $V_p/\overline{B_{Lp}}$ のヒストグラムはUV塗装エリア、UV非塗装エリアの両エリアにおいて各体長倍遊泳速度の分布は類似しており、差異は見られない。図-2(b)のオイカワの遊泳速度 $V_z/\overline{B_{Lz}}$ および図-2(c)のギンブナの遊泳速度 $V_c/\overline{B_{Lc}}$ についても、ヒストグラムに紫外線塗料の塗装の有無による差異は見られない。このことから、底面および側面に塗装された紫外線塗料による遊泳速度への影響は認められない。

以上より、底面および側面に塗装された紫外線塗料がアユ、オイカワおよびギンブナの遊泳特性に及ぼす影響はないものと判断されたため、以降の遊泳特性に関する詳細な解析は行わなかった。

3. 紫外線の透過光が魚の遊泳特性に及ぼす影響

(1) 実験装置および実験条件

半径 $r=0.5\text{m}$ の青色の円形プールにカルキを抜いた水

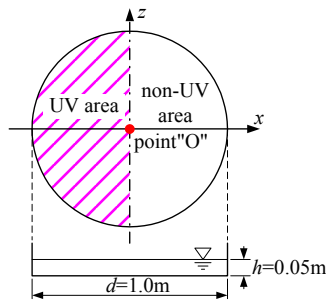
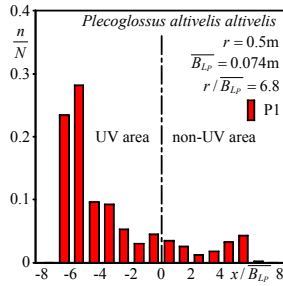


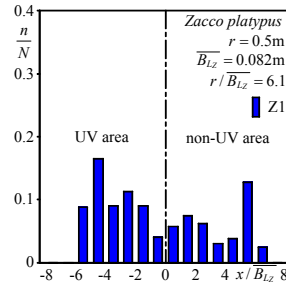
図-3 実験装置概要

表-1 実験条件

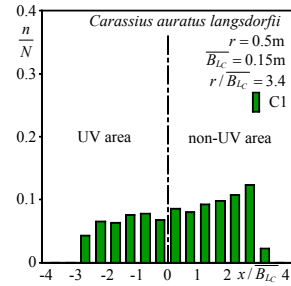
	平均体長 (mm)	case name	
		1尾	2尾
アユ	$\overline{B}_{LP} = 74$	P1	P2
オイカワ	$\overline{B}_{LZ} = 82$	Z1	Z2
ギンブナ	$\overline{B}_{LC} = 150$	C1	C2



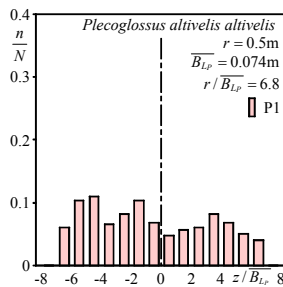
(a) アユ・x方向



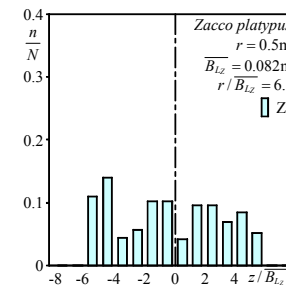
(c) オイカワ・x方向



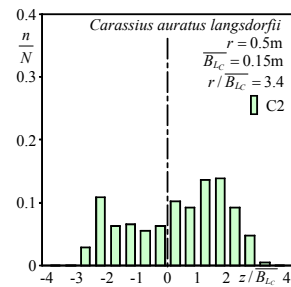
(e) ギンブナ・x方向



(b) アユ・z方向



(d) オイカワ・z方向



(f) ギンブナ・z方向

図-4 遊泳位置の各軸方向ヒストグラム・1尾

温約23℃の水道水を注水して水深を0.05mに設定した。図-3に示すようにプール中心を原点Oとし、直交座標x軸、z軸を設定した。プールの中心線から片側に、ピーク波長352nmの紫外線をプール上部より照射した。紫外線が照射される第II、III象限をUVエリア(UV area)、第I、IV象限をnon-UVエリア(non-UV area)と呼称する。実験魚には養殖アユ、オイカワおよびギンブナの3魚種を用いた。それぞれの平均体長を表-1に示した。また、各魚種の諸量を表す添字としてP、ZおよびCを付記する。表-1に示すケース名は、例えばP1はアユ1尾を用いた実験を表している。

実験方法、撮影に用いたビデオカメラおよび撮影時間は2章(1)と同様である。各魚種において同様の実験を、供試魚を変えて20回ずつ行った(P1, Z1, C1)。なお、上記の実験によって、紫外線の透過光がアユの遊泳挙動に影響を及ぼすことが判明したため、2尾の魚を用いた同様の実験も行った(P2, Z2, C2)。2章(1)と同様の方法で1/10秒ごとの供試魚の遊泳位置を座標データとして得た後、遊泳位置、遊泳速度および個体間距離を算出した。

(2) 実験結果および考察

a) 遊泳位置の各軸方向ヒストグラム (1尾)

図-4(a)～(f)に1尾の実験における魚の遊泳位置xおよびzを、各魚種の平均体長 \overline{B}_L で除した値のヒストグラムを示す。図-4(a)より、 $x/\overline{B}_{LP} < 0$ の範囲に遊泳位置が高頻度となっており、アユがUVエリアを選好して遊泳する傾向が読み取れる。一方、図-4(b)に着目すると、 z/\overline{B}_{LP} は一様な分布を示している。このことから、遊泳位置zに偏りはなく、アユがUVエリア内をランダムに遊泳していることがわかる。

次に、オイカワの遊泳位置に着目する。図-4(c), (d)において、 x/\overline{B}_{LZ} 、 z/\overline{B}_{LZ} は一様な分布を示しており、オイカワは紫外線照射の有無に関わらず、プール内をランダムに遊泳していることがわかる。

ギンブナについては、 $x/\overline{B}_{LC} > 0$ および $z/\overline{B}_{LC} > 0$ の範囲に遊泳位置が偏っているようにも思われるが(図-4(e), (f)), アユと比べると顕著ではなく、紫外線に対する明確な忌避性を有しているとは断定できない。よって、ギンブナは今後詳細な調査を行う必要があると思われる。

b) UVエリア遊泳率 (1尾)

UVエリア遊泳率を式(2)のように定義する。

$$\text{UVエリア遊泳率} = \frac{\text{UVエリア遊泳時間 } t_{UV}}{\text{実験時間 } T} \quad (2)$$

図-5に1尾(isolated)で行った実験における魚種ごとのUVエリア遊泳率 t_{UV}/T の平均および標準誤差 δ を示す。なお、2尾(couple)の結果も並示しているが、これについては後述する。アユに関してはUVエリア遊泳率が50%よりも明瞭に高い値を示しており、アユが紫外線照射に対する選好性を有することが示唆される。オイカワに関しては平均遊泳率が61%、標準誤差が8.1%、95%信頼区間は約45~77%となった。若干高い遊泳率を示していることがわかるが、アユと比べると顕著ではない。以上のことから、オイカワは紫外線に対する明確な選好性あるいは忌避性を有しているとは判断されない。一方、ギンブナに関しては平均遊泳率が40%、標準誤差が2.5%であり、算出される95%信頼区間が約35~45%と50%を下回っているが、顕著な偏差ではないため明確な忌避性を有しているとは断定できない。したがってギンブナはUVエリア遊泳率に関しても、今後の詳細な調査が必要である。

c) 各エリアにおける遊泳速度の比較

図-6(a)~(b)にUVエリアおよびnon-UVエリアにおける魚の体長倍遊泳速度 V/\bar{B}_L のヒストグラムを魚種別に示す。図-6(a)に着目すると、UVエリア、non-UVエリアの両エリアにおけるアユの遊泳速度 V_p/\bar{B}_{Lp} のヒストグラムに明確な差異は見られない。図-6(b)、(c)のオイカワおよびギンブナの遊泳速度 V_z/\bar{B}_{Lz} 、 V_c/\bar{B}_{Lc} についても、ヒストグラムに紫外線照射の有無による差異は見られない。このことから、紫外線照射がアユ、オイカワおよびギンブナの遊泳速度に及ぼす影響はないと考えられる。

d) 遊泳位置の各軸方向ヒストグラム (2尾)

図-7(a)~(f)は、2尾の実験における魚の遊泳位置 x および z を、各魚種の平均体長 \bar{B}_L で除した値のヒストグラムを示している。図-7(a)から、アユは $x/\bar{B}_{Lp} > 0$ の範囲と比較して $x/\bar{B}_{Lp} < 0$ の範囲の方が高頻度を示しているため、UVエリア側の遊泳頻度が高いことがわかる。一方、図-7(b)において z/\bar{B}_{Lp} は一様な分布を示しているため、遊泳位置 z に偏りはなく、UVエリア内をランダムに遊泳していることがわかる。この特性は1尾の特性と一致する。

オイカワおよびギンブナについては、それぞれの x/\bar{B}_L および z/\bar{B}_L のヒストグラムに顕著な偏りは確認されない(図-7(c)~(f))。このことから、オイカワおよびギンブナは紫外線照射の有無に関わらず、プール内をランダムに遊泳していることがわかる。この特性は1尾の特性と一致する。

e) UVエリア遊泳率

図-5に2尾(couple)で行った実験における魚種ごとの

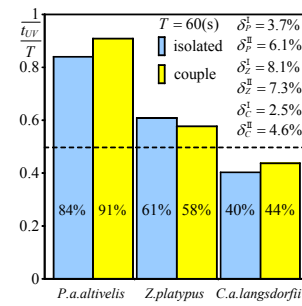
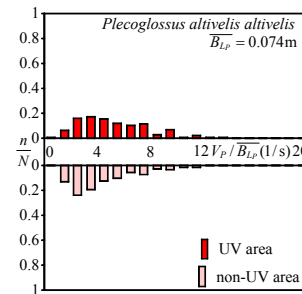
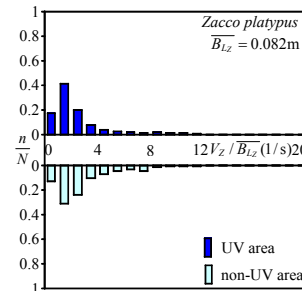


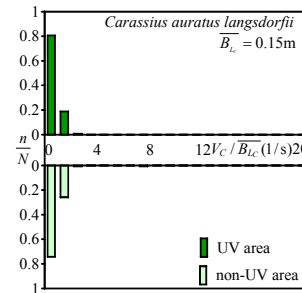
図-5 UVエリア遊泳率



(a) アユ



(b) オイカワ



(c) ギンブナ

図-6 各エリアにおける遊泳速度ヒストグラム (紫外線照射)

UVエリア遊泳率 t_{UV}/T の平均を示した。アユに関しては1尾と同様に高い遊泳率を示している。オイカワに関しては若干UVエリア遊泳率が高いが、アユと比べると顕著ではない。一方、ギンブナに関しては、UVエリア遊泳率 t_{UV}/T は若干低くなっているが、顕著ではない。以上のように3魚種とも1尾、2尾の結果は類似したものとなった。次に、各魚種の尾数変化に着目すると、尾数増加に伴うUVエリア遊泳率 t_{UV}/T の明確な変化は観察されなかった。

以上より、アユについては紫外線を選好する傾向が明確に見られるが、オイカワおよびギンブナについては紫

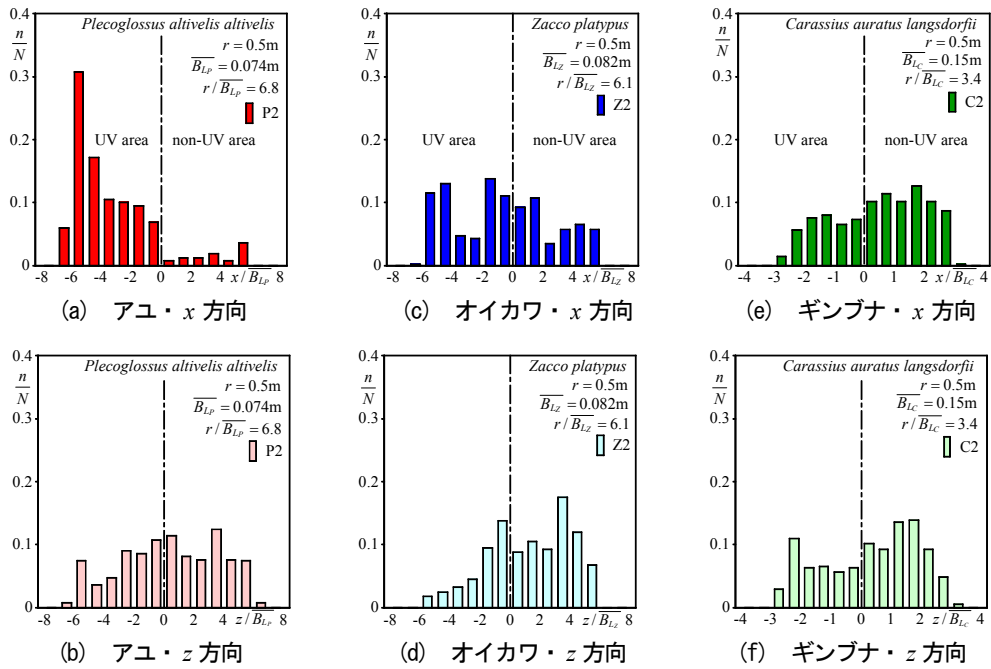


図7 遊泳位置の各軸方向ヒストグラム・2尾

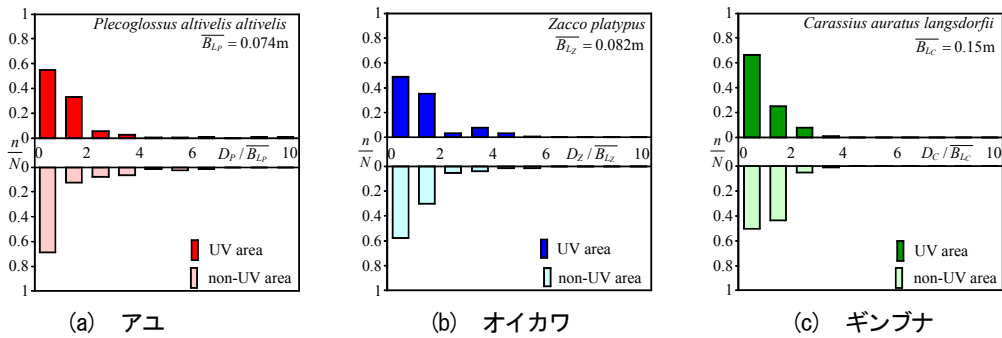


図8 各エリアにおける個体間距離ヒストグラム

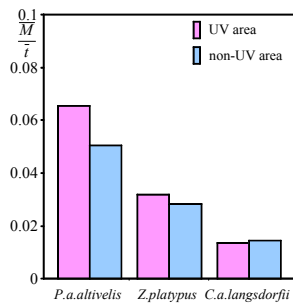


図9 各エリアにおける先頭交代率

外線に対する明確な選好性あるいは忌避性は認められなかった。上記の結果は1尾だけでなく、2尾で遊泳する場合も同様に確認された。このことから、魚の紫外線に対する挙動は尾数に影響せず、魚種ごとに普遍的であることが示唆される。今後さらに尾数を変化させて調査する必要がある。

f) 各エリアにおける個体間距離の比較

図-8(a)～(c)に、両エリアにおける2尾の個体間距離 D を魚の平均体長 \overline{B}_L で除した値のヒストグラムを魚種

別に示す。図-8(a)に着目すると、UVエリア、non-UVエリアの両エリアにおけるアユの個体間距離 D_P / \overline{B}_{LP} のヒストグラムに差異は見られない。図-8(b)のオイカワの個体間距離 D_Z / \overline{B}_{LZ} および図-8(c)のギンブナの個体間距離 D_C / \overline{B}_{LC} についても、ヒストグラムに紫外線照射の有無による差異は見られない。このことから、紫外線照明がアユ、オイカワおよびギンブナの個体間距離に及ぼす影響はないと考えられる。

g) 各エリアにおける先頭交代率の比較

先頭交代率を式(3)のように定義する。

$$\text{先頭交代率} = \frac{\text{各エリアの平均先頭交代回数} \overline{M}}{\text{各エリアの平均遊泳時間} \overline{t}} \quad (3)$$

図-9に魚種ごとの両エリアにおける魚の先頭交代率 $\overline{M}/\overline{t}$ を示す。紫外線の有無に関わらず、先頭交代率はアユが最も高く、オイカワ、ギンブナの順に低くなる。これは、魚種によって遊泳挙動が異なるからである。また、いずれの魚種においても、紫外線照射の有無による先頭交代率 $\overline{M}/\overline{t}$ の明確な変化は見られなかった。このことから、紫外線照明がアユ、オイカワおよびギンブナ

の先頭交代率に及ぼす影響はないと考えられる。

以上より、紫外線照明がアユ、オイカワおよびギンブナの遊泳速度、個体間距離および先頭交代率に及ぼす影響は認められなかった。

4. おわりに

本研究は、紫外線の反射光および透過光がアユ、オイカワおよびギンブナの遊泳特性に及ぼす影響を解析したものである。得られた知見は以下の通りである。

- (1) 底面および側面に塗装された紫外線塗料は、アユ、オイカワおよびギンブナの遊泳特性に影響を及ぼさない。
- (2) アユは紫外線照射された領域を選好して遊泳する紫外線選好性を有しており、オイカワには明確な紫外線選好性および忌避性は確認されなかった。ギンブナに関しては紫外線忌避性を有する可能性が示唆されたため、今後詳細な調査を行う必要がある。
- (3) アユ、オイカワおよびギンブナの遊泳速度、個体間距離および先頭交代率への紫外線照射の影響は確認されなかった。紫外線が魚の遊泳特性に及ぼす影響はないことが示唆される。

知見(2)より、アユに対しては紫外線を用いて取水口から誘導する等の迷入防止策が有効であることが示唆された。今後は紫外線を用いてアユを取水口から誘導する等の迷入防止策を提案し、その効果を検証する必要がある。

謝辞：本研究を実施するに当たり、科学研究費補助金基盤研究(C)23560610（代表：鬼束幸樹）の援助を受けた。

参考文献

- 1) 関谷明, 福井吉孝, 下村充, 打田剛: 魚類の迷入とその防止方法, 土木学会論文集, No.782/II-70, pp.81-91, 2005.
- 2) 関谷明, 福井吉孝, 湯目吏吉也, 坂本裕嗣: 魚類の迷入防止対策の実態とその迷入防止について, 河川技術論文集, 第7巻, pp.233-238, 2001.
- 3) 全国内水面漁業協同組合連合会: 魚の迷入の実態とその対策へのアプローチ, 1996.
- 4) 全国内水面漁業協同組合連合会: 魚を取水施設に迷入させないための試み, 2001.
- 5) 有元貴文: 光を利用した魚群制御技術, 水産工学, Vol.28, No.1, pp.71-76, 1991.
- 6) 益田玲爾: 魚類の群れ行動の個体発生, 日本水産学会誌, 第77巻, 1号, pp.117, 2011.
- 7) 井上実, 任為公, 有元貴文: 河川魚類の明・暗環境における向流行動, 日本水産学会誌, 第48巻, 12号, pp.1697-1701, 1982.
- 8) 井上実, 任為公, 有元貴文: 海産魚類の明・暗環境における向流行動, 日本水産学会誌, 第50巻, 1号, pp.63-69, 1984.
- 9) 源利文, 清水勇: 魚類の視覚適応の分子的基盤, 魚類学雑誌, 52巻, pp.91-106, 2005.
- 10) Muntz, W.R.A. and Cronly-Dillon, J.R.: Colour discrimination in goldfish, *Animal Behavior*, Vol.14, pp.351-355, 1966.
- 11) Tomita, T., Kaneko, A., Murakami, M. and Pautler, E.L.: Spectral response curves of single cones in the carp, *Vision Research*, Vol.7, pp.519-531, 1967.
- 12) Hanyu, I., Niwa, H. and Tabata, M.: A slow potential from the epiphysis cerebri of fishes, *Vision Research*, Vol.9, pp.621-623, 1969.
- 13) Browman, H.I. and Hawryshyn, C.W.: The developmental trajectory of ultraviolet photosensitivity in rainbow trout is altered by thyroxine, *Vision Research*, vol.34, pp.1397-1406, 1994.
- 14) Háróshi, F.I. and Hashimoto, Y.: Ultraviolet visual pigment in a vertebrate, *Science*, Vol.222, pp.1021-1023, 1983.
- 15) Ekstrom, P. and Meissl, H.: Intracellular straining of physiologically identified photoreceptor cells and hyperpolarizing interneurons in the teleost pineal organ, *Neuroscience*, Vol.25, pp.1061-1070, 1988.
- 16) 宮城美加代, 川村軍蔵: 海産魚のL型S電位のUV反応とUV錐体, 日本水産学会誌, 第66巻, 2号, pp.195-199, 2000.
- 17) Losey, G.S., Cronin, T.W., Goldsmith, T.H., Hyde, D., Marshall, N.J. and McFarland, W.N.: The UV visual world of fishes: a review, *Journal of Fish Biology*, Vol.54, pp.921-943, 1999.
- 18) Meissl, H. and Ekstrom, P.: Dark and light adaptation of pineal photoreceptors, *Vision Research*, Vol.28, pp.49-56, 1988.
- 19) 河村正二: 錐体オプシン遺伝子と色覚の進化多様性, 比較生理生化学, Vol.26, No.3, pp.110-116, 2009.
- 20) Kawamura, G., Matsushita, T., Nishitai, M. and Matsuoka, T.: Blue and green fish aggregation devices are more attractive to fish, *Fisheries Research*, pp.99-108, 1996.
- 21) 関谷明, 下村充, 坂本裕嗣, 甲田篤史, 福井吉孝: アユの行動特性と迷入防止について, 水工学論文集, 第46巻, pp.1133-1138, 2002.
- 22) 鬼束幸樹, 秋山壽一郎, 渡邊拓也: 階段式魚道の壁面色が魚の遡上に及ぼす影響, 水工学論文集, 第53巻, pp.1243-1248, 2009.
- 23) 鬼束幸樹, 秋山壽一郎, 渡邊拓也, 飯國洋平, 小林達也: 透過光および気泡が魚の行動特性に及ぼす影響, 水工学論文集, 第52巻, pp.1207-1212, 2008.
- 24) Kelly, D.J. and Bothwell, M.L.: Avoidance of solar ultraviolet radiation by juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*), *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol.59, pp.474-482, 2002.
- 25) 松本太朗, 川村軍蔵, 西隆昭, 高田吉雄, 杉村暢昭, 山下佑介, 栗原梢: LED点滅光によるマダいの侵入抑制効果, 日本水産学会誌, 第71巻, pp.188-197, 2005.
- 26) 松本太朗, 川村軍蔵, 西隆昭: UV-LED点滅によるコイ科魚類忌避刺激効果, 照明学会全国大会講演論文集, 第38巻, pp.285, 2005.

(2012. 9. 30受付)