# カフェインがメダカの心拍数及び持久力に与える影響

著者名 井東拓人

**要旨**

本研究では、カフェインがメダカ *Oryzias* sp. の心拍数および持久力に与える影響を調べた。心拍数については、メダカの心臓付近に異なる濃度のカフェイン水溶液を注入し、心拍数を直接観察して測定した。その結果、$5.0\times10^{-7}$〜$5.0\times10^{-11}$ mol/L の濃度では心拍数が低下し、$5.0\times10^{-12}$〜$5.0\times10^{-16}$ mol/L の濃度では心拍数が上昇した。持久力については、水流を発生させたビーカー内でメダカがその場に留まって泳いだ時間を測定した。$5.0\times10^{-12}$ mol/L のカフェインを作用させたメダカは、作用させていないメダカと比べて、平均して泳ぎ続けた時間が短かった。

**キーワード：** メダカ、カフェイン、心拍数、持久力、走流性

## Ⅰ. はじめに

カフェイン摂取と運動パフォーマンスの関係については、ヒトを対象とした研究において運動能力の変化が報告されている（Guest et al., 2021）。一方で、血圧や心拍数に対する影響については、異なる結果が示されている（Green et al., 1996）。

メダカ *Oryzias* sp. は小型で飼育や観察が容易であり、生理機能の観察に用いられてきた。メダカに対するカフェインの影響としては、黒色素胞への作用（長浜ほか, 1973）や、カフェイン耐性に関する研究（新潟県立高田高等学校理数科, 2024）が報告されている。しかし、運動能力に着目した研究は見られない。

本研究では、メダカを用いて、カフェイン濃度の違いが心拍数に与える影響、および水流下における遊泳時間を指標とした持久力への影響を調べることを目的とした。

## Ⅱ. 手法

1）心拍数の測定

メダカを小型のプラスチックバッグに入れ、心臓が観察できる状態にした。心臓付近にマイクロピペットを用いてカフェイン水溶液 1 $\mu$ml 注入してカフェインをメダカに作用させて、双眼実体顕微鏡下で心臓を直接観察した(Fig, 1)。心拍数は 1 分間あたりの拍動回数として測定した。

カフェイン水溶液の濃度は、$5.0\times10^{-7}$〜$5.0\times10^{-16}$ mol/L の範囲で 10 段階設定した。

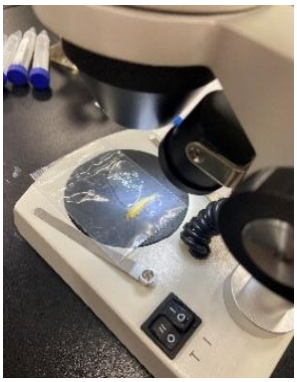


Fig. 1 メダカの心拍測定方法

2）持久力の測定

500 mL ビーカーに水 200 mL を入れ、スターラーを用いて 500 RPM の水流を発生させた。その中にメダカを入れ、同じ位置に留まって泳ぎ続けた時間を測定した。

カフェイン処理は心拍数測定と同様の方法で行い、用いた濃度は実験 1 において最も心拍数の上昇が見られた $5.0\times10^{-12}$ mol/L とした。カフェイ

ンを作用させた個体と、作用させていない個体の遊泳時間を測定した。

## III. 結果

1） 心拍数

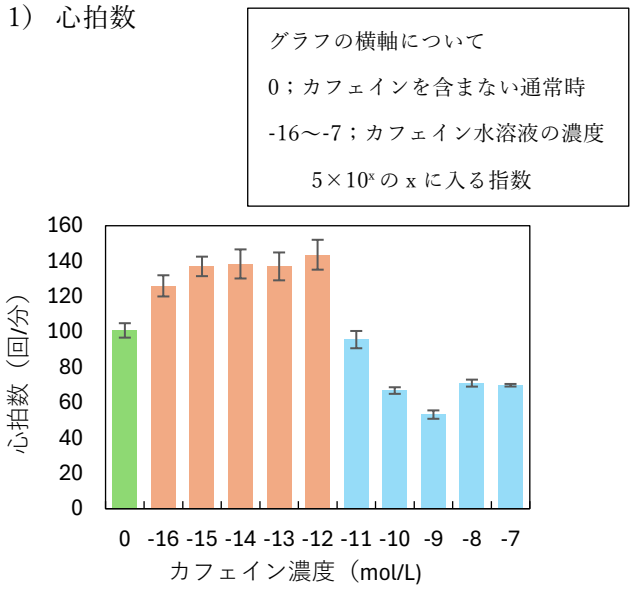



Fig. 2　カフェイン濃度とメダカの心拍数

$5.0\times10^{-7}$～$5.0\times10^{-11}$ mol/L のカフェイン水溶液を注入した場合、メダカの心拍数は通常時(100回程度)と比べて 30 回ほど低い値を示した。
一方、$5.0\times10^{-12}$～$5.0\times10^{-16}$ mol/L のカフェイン水溶液を注入した場合、心拍数は通常時より 40 回ほど高い値を示した。

2）持久力

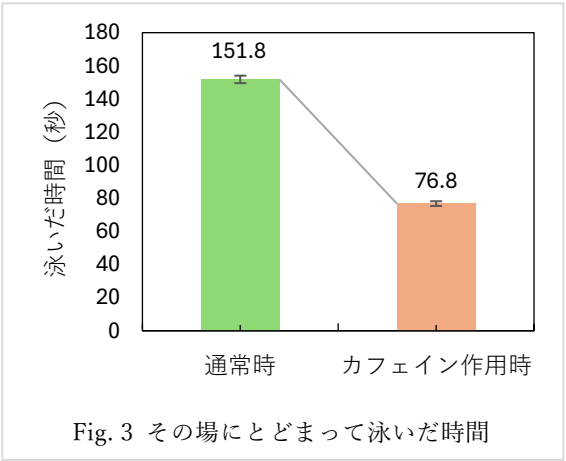



Fig. 3 その場にとどまって泳いだ時間

$5.0\times10^{-12}$ mol/L のカフェインを作用させたメダカは、水流に逆らって同じ位置に留まって泳いだ時間が、カフェインを作用させていないメダカよりも短かった。遊泳時間は、平均して約 1 分短縮していた。

## IV. 考察

実験 1

ある程度低いカフェイン濃度においてはカフェインがメダカの体内においてアデノシンの受容体との結合を競争的に阻害した結果，生体が興奮して心拍数が上昇したと考えられる (栗原久, 2015) 。一方、高すぎる濃度下ではカフェインがホスホジエステラーゼ(PDE)の活性を阻害して、心拍数が下がったと考察される。なお、PDE は生体において cAMP の分解を阻害して心拍を上げる働きが知られている。(栗原久, 2015)。

実験 2

カフェインが一時的に生体を興奮させ，興奮した個体のエネルギー消費を早くすることで，持久力を低下させたことが考えられた(中道里香,1993)。

## V. 結論

実験 1 では $5.0\times10^{-11}$ mol/L よりも高い濃度のカフェインはメダカの心拍数を低下させるが，$5.0\times10^{-12}$ mol/L 以下の濃度では逆に心拍数を上昇させることが示された。また実験 2 からカフェインが作用したメダカは作用していない時と比べて留まっていた時間が短いことから，持久力が下がることが示された。


## 謝辞

最後に、この研究をするにあたって全面的にサポートをしてくれた牧田先生、並びに自分の実力を世に知らしめるのを手助けしてくれた NHK の皆様に多大なる感謝を述べます。


## 文　献


油井明澄，　カフェインを摂取するとパフォーマンスが上がるってほんと?,

R-body, 2023 Guest et al., International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance, Journal of the International Society of Sports Nutrition (2021)

18:1 Green et al., The effects of caffeine on blood pressure and heart rate, Ann. Behav. Med. 18(3):201-16 (1996)

長浜博ほか, メダカの黒色素胞に対するカフェインの作用, 動物学雑誌 82(4):306 (1973)

新潟県立高田高等学校理数科 3 年, メダカのカフェイン耐性について, 35-36 (2024

栗原久、日常生活の中におけるカフェイン摂取, 2015

中道里香ほか、炭水化物ローディングとカフェイン摂取が持久的運動に及ぼす影響,1993