



Title	温度と光に対する水槽内キンギョの行動に関する統計的研究
Author(s)	佐藤, 忠
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38730
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	佐 藤 忠
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 0 4 4 号
学位授与年月日	平成 6 年 1 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	温度と光に対する水槽内キンギョの行動に関する統計的研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 佐藤 俊輔 (副査) 教 授 葛西 道生 教 授 福島 正俊 助教授 中岡 保夫

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では自然の熱、光環境の変化に対する変温動物の行動の変化を空間環境も考慮して実験し、検討することを目的とした。被験動物として、体温が環境水温とほぼ同じと考えて良いキンギョを選んだ。第 1 章で魚の行動の観察装置を述べた。観察装置を光学系とパーソナルコンピュータで構成し、それにより魚の位置の分布、速度分布、さらに日周活動の数日間連続測定を可能にした。第 2 章では空間的環境と魚の行動の関係として、キンギョの水槽内での位置の分布についての実験結果を示した。

本研究ではキンギョの行動を主に統計的に解析した。従って第 3 章では基本的な運動として“走性”を取り上げ、それを 1 次元の非対称なランダムウォークによりモデル化し移流項を持つ電信方程式を導いた。そして第 2 章の実験結果である水槽壁より指数関数的に減少するキンギョの位置の分布を“走触性”で説明した。第 4 章は 1 次元の非対称ランダムウォークの応用であり、はじめにモデルを壁に沿う遊泳行動に拡張し、適用した。次にモデルをゾウリムシの走熱性に応用した。この章ではまた、直交する 2 面の水槽壁への走触性の 2 次元モデルを作り、水槽のコーナーのキンギョの位置の 2 次元分布を求めた。

第 5 章では遊泳活動の日周リズムをキンギョの温度と行動の関係を明らかにする際の基礎とした。日周リズムの解析から通常キンギョの活動リズムは昼行型であるが春と秋活動リズムが夜行型へ反転することが明らかになった。この観察結果と性に関する年周期との関係を検討した。さらに温度と活動度の同時測定によると、キンギョの昼行型活動リズムが正確に表れる季節では温度変化（温度の時間による微分値）と活動度に強い相関が見られた。キンギョの索餌活動の実験からもやはり同じ時期に温度変化と摂餌活動との強い相関が報告されているので、活発な遊泳行動は索餌行動と関係すると推定した。第 5 章 2 節では第 2 章の実験結果のキンギョが示す正の走光性を非対称のランダムウォークにより研究した。計算結果によれば入射光に集まるキンギョの分布をよく説明できた。

第 6 章総括に於いて、多種の動物の行動を解析するための一つの基本的な考え方として「時間は動物の体重の 0.28 乗に比例して同期するというスケーリング則」が全ての動物に拡張できることを述べた。これを、分子生物学がミクロに生物に共通な性質を明らかにする可能性を持つのに対して、マクロに共通性を研究する理論の一つと考えた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、変温動物（キンギョ）が、それが棲む空間のなかで、熱や光環境が変化したときにどのように対応するか、特に行動の変化に注目して実験と数理モデルの両面から検討したものである。まず、光学系とパソコンピュータからなる魚の行動の観察装置を製作した。それにより水槽内での魚の位置の分布、速度分布、さらに日周活動の数日間連続測定をした。空間的環境と魚の行動の関係として、キンギョの水槽内での位置の分布について実験結果を示した。それによればキンギョの位置の分布は水槽壁より指数関数的に減少する。この結果を“走性”的観点から説明を試みた。そのため、1次元非対称ランダムウォークによりキンギョの水槽内での位置の時間的变化をモデル化し、極限として“移流項をもつ電信方程式”を導いた。キンギョの位置の分布が“走触性”によって説明されることを示した。

次に壁に沿う遊泳行動を1次元の非対称ランダムウォークモデルで説明した。次にモデルを中岡、大沢らによって得られたゾウリムシの走熱性に関する実験データに応用した。また直交する2面の水槽壁への走触性の2次元モデルを作り、水槽のコーナーのキンギョの位置の2次元分布を求めた。

キンギョの温度と行動の関係を遊泳活動の日周リズムの観点から検討した。日周リズムの解析結果によればキンギョの活動リズムは、通常昼夜型であるが、春と秋には活動リズムが夜行型へ反転することが明らかになった。さらに温度と活動度の同時測定によるとキンギョの昼夜型活動リズムが正確に現れる季節では温度変化と活動度の間に強い相関が見られた。キンギョの索餌行動の実験からもやはり同じ時期に温度変化と摂餌活動との強い相関が報告されているので、活発な遊泳行動は索餌行動と関係すると推定した。

さらに実験結果で明らかになったキンギョの正の走光性を非対称のランダムウォークにより研究した。計算結果によれば入射光に集まるキンギョの分布をよく説明できた。

多種の動物の行動を解析するための一つの基本的な考え方として様々な種類のスケーリング則がある。キンギョに拡張する可能性について述べた。これは動物全体に共通する性質をマクロな立場から研究する際の基盤になることを述べた。

以上のように、本論文は、魚類の行動を観察し、数理的な観点から解析したものである。動物の行動の解析に数理的な方法を導入したという点で評価することができる。数理生物学や確率過程論の立場からも興味深いと思われる。よって、この研究で得られた業績は博士（理学）の論文に値すると考えられる。