

# 環境気象と動物行動の複雑性との関係について

## —局所的フラクタル次元による解析—

\*松本 教久† 山内 明子†† 上條 賢一†

†東洋大学大学院生命科学研究所

††伊豆海洋科学研究所

### 1. はじめに

一般に、動物は地震などの宏感現象などで知られるように、人間では察知できない僅かな変化を感知する能力があると言われている。しかしながら、実際に動物行動に影響を与える要因の解明は極めて難しく、まだ不明な点が非常に多い。

本研究では、多摩動物公園の協力の下、動物行動を観察し数値化を行い、局所的フラクタル次元(LFD)を用いてその行動の複雑性を測定し、環境気象との関係を調べた。これにより、環境気象が動物行動に与える影響を複雑系としての立場から考察することを目的としている。なお、今回観察対象となる動物をヨーロッパオオカミ(*Canis lupus lupus*)13頭からなる群れのリーダーである雄狼のロボ(以下「観察対象動物」)とした。

### 2. 研究方法

- 1) 3次元空間内を自由に動き回ることのできる物体の位置座標を(X,Y,Z)とし、この位置情報の時間変化を考えた。
- 2) 処理の対象となる、各座標に関する長さ  $L$  の有限な離散時系列を取り出した。観察対象動物の位置座標について、観測尺度(サンプリング間隔)  $r$  における累積ノルムである  $M(r,k,D)$  は、一般に  $r, k, L$  の関数となるため、ユークリッド距離を、以下のように定義した。但し、 $[\ ]$  はガウス記号である。

$$M(r,k,D) =$$

$$\frac{1}{r} \sum_{j=1}^{\lfloor \frac{L}{r} \rfloor} \sqrt{(x_{k+jr+i-1} - x_{k+jr+i-1})^2 + (y_{k+jr+i-1} - y_{k+jr+i-1})^2 + (z_{k+jr+i-1} - z_{k+jr+i-1})^2}$$

- 3)  $M(r,k,D)$  を、適当な比例定数  $A$  と指数  $D_k$  を用いて、以下のように再定義した。

$$N(r,k,L) = A r^{-D_k}$$

このとき、 $D_k$  を LFD と定義した。

さらに、両辺の対数を取り、

$$\log N(r,k,L) = -D_k \log r + \log A \equiv \log N_r$$

と変形した。上式における、 $-D_k$  は回帰直線の傾きであり、下記の式により求められる回帰係数である。

$$D_k = - \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} \equiv LFD_k$$

- 4) 観察対象動物の移動エリアをいくつかのブロックに分割し(X-Y-Z座標系)、ビデオカメラによる1時間の定点撮影により、1分毎の観察対象動物の時系列位置情報を記録した。

- 5) ビデオ撮影時の気温、湿度、気圧を携帯気象観測装置(kestrel 4500NV)により測定した。

- 6) 得られた時系列データから2)、3)の式を用いて、長さ30の移動LFDを算出し、観察時の気象情報とLFDとの関係を調べた。

### 3. 結果および考察

解析結果をFig. 1に示す。移動LFDの解析では、晴天時と比べると雨天時ではLFDの値が平均して0.25程小さくなっていた。これは、雨天時は同じ場所に停滞している時間が多くなっていたことから、雨天時に観察対象動物の活動性が低下しているためであると考えられる。しかしながら、日光が直接個体に当たっている時は、晴天にも拘わらず、LFDが減少しており、平均すると0.18程小さくなっていた。これは、体温の上昇を防ぐため自発的に活動性を低下させているためであると考えられる。

### 4. まとめ及び今後の展望

以上の結果及び考察により、環境気象の変化に伴って観察対象動物の活動性に変化が生じていることが明らかになった。これにより、動物行動と環境気象との関係をLFDにより評価することができると考えられる。

今後は、長期の観察を行い通常状態でのLFDの分布を調べることで、動物の宏感現象のような異常気象の前兆を検出できるかを調べる。さらには、月の引力による動物への影響をLFDにより解析する、気温や湿度といった気象情報とLFDの関係を、重回帰分析等により調べる予定である。また、本研究では観察対象がヨーロッパオオカミのみであるので、他の動物も観察し、本研究と同様の結果が他の動物にも見られるかどうかを調べることも次の課題となる。

### 謝辞

本研究に快く協力していただいた多摩動物公園職員の方々には、厚く御礼申し上げる次第である。

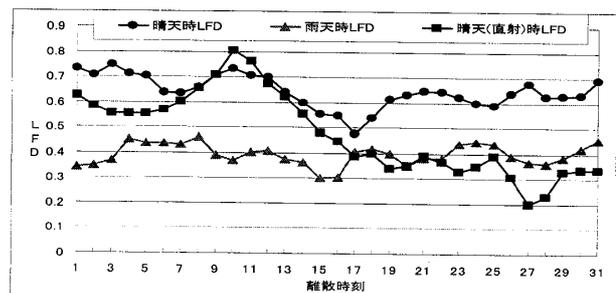


Fig. 1 晴天時と雨天時のLFD比較グラフ