

### Study on the relationship between tidal force and atmospheric pressure 潮汐力と気圧の関係に関する研究

DAISUKE NISHIHAMA<sup>1</sup>, YUTO KATO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of physics, Faculty of Science, Saitama university, Saitama, Japan  
西濱大将<sup>1</sup>, 加藤佑都<sup>1</sup> (1: 埼玉大学理学部物理学科)

**Abstract:** It is generally thought that changes in atmospheric pressure are caused by alternating low and high pressure systems. However, if you look at the chart of pressure change, you will see that there are periodic changes that cannot be explained by the alternation of low and high pressure. We believe that this change is due to tidal forces. We used Fourier analysis techniques to calculate the pressure and period using 11 years of pressure data from the Japan Meteorological Agency (JMA) for the years 2010 to 2020 at three locations: Tokyo, Wakkanai, and Naha. From the data obtained, it was found that the pressure increased with the period of 12 hours, 8 hours, 6 hours, 5 hours and 3 hours. It was also found that the magnitude of the pressure increased with latitude. In the future, we would like to theoretically analyze the change in pressure due to tidal forces and verify that it is consistent with the data obtained. If our hypothesis is correct, we would also like to examine the influence of other planets.

## 1 序論

人体にも影響を与えると考えられている気圧の変化であるが、その変化の図を見てみると低気圧と高気圧が通ることによる不規則な変化の他に、規則的な変化があるように感じられる。その周期が 12 時間や 8 時間のものがあつたため、太陽や月の潮汐力によるものではないかと考えた。今回の研究では、気圧の変化のデータを Excel や Python を用いたフーリエ解析によって解析し、実際に周期が 12 時間や 8 時間になっていることを確かめる。また、理論的に周期を導出すること及び、解析されたデータから読み取れる気圧の大きさと理論的な大きさを比較し、本当に潮汐力による気圧変化なのかを調べる。また、地域等によって変化が生じるのについて調べる。

## 2 方法

気象庁が保有する気象観測データを用いて解析を行う。東京、稚内、那覇の 3 つの地点の 1 時間ごとの気圧データを 2010 年から 2020 年の 11 年分用意し、フーリエ解析を行う。またフーリエ解析にはプログラミング言語 Python における数値計算を効率的に実施するための拡張モジュール Numpy を使用する。長さ  $T$  の時系列データ  $\{y_t\}_{t=0}^{T-1}$  をフーリエ変換した戻り値の中身は

$$c_k = \sum_{t=0}^{T-1} y_t \exp\left(-i \frac{2\pi k}{T} t\right)$$

であり、三角関数を用いて展開した際の係数との対応は以下のようになっている。

$$y_t = c + \sum_{k=1}^M a_k \cos\left(\frac{2\pi k}{T} t\right) + \sum_{k=1}^M b_k \sin\left(\frac{2\pi k}{T} t\right)$$

であり、ただし

$$c = \frac{1}{T}(c_0 + c_{T/2})$$

$$a_k = \frac{2}{T} \operatorname{Re} c_k, \quad b_k = -\frac{2}{T} \operatorname{Im} c_k$$

$$M = \begin{cases} \frac{T-1}{2} & T: \text{奇数} \\ \frac{T}{2} - 1 & T: \text{偶数} \end{cases}$$

$$c_{T/2} = \begin{cases} 0 & T: \text{奇数} \\ \sum_{t=0}^{T-1} (-1)^t y_t & T: \text{偶数} \end{cases}$$

である。

## 3 期待される成果

東京、稚内、那覇の 3 つの地点での 2010 年から 2020 年の 11 年分の気圧のデータを用いて得られた周期と圧力の大きさを示した図を図 3、図 4、図 5 に示す。ただし、一箇所でもデータが抜けている部分は解析できなかった。

東京、稚内、那覇のデータの共通点は 12 時間、8 時間周期の部分で圧力が大きくなっていることがわかる。また、6 時間、4.8 時間、3.4 時間周期の部分でも他と比べると圧力の値が大き

なっている。

3 地点でのデータの相違点は、圧力の大きさが緯度の低いほうが大きいという点である。12 時間周期の所で比べるとわかりやすいが、稚内では 0.3808 hPa, 東京では 0.7533 hPa, 那覇では 0.8421 hPa となっており、明らかに緯度の低いほうが圧力の大きさが大きくなっていることがわかる。ただし、8 時間, 6 時間, 3.4 時間周期の部分では、緯度に関係していないことが分かる。

h \ 度	稚内	東京	那覇
	45.4156	35.6894	26.1245
12	0.3808	0.7533	0.8421
8	0.06887	0.10833	0.08656
6	0.04164	0.04214	0.02128
4.8	0.025	0.02666	0.02670
3.43	0.024985	0.02225	0.01419

表 1. 12, 8, 6, 4.8, 3.4 時間周期の部分のと圧力について

また、周期が 8 時間および 3.43 時間付近においては複数の周期性が見られた。この箇所がノイズであるのか、何らかの潮汐力によるものであるのかについては分かっていない。8 時間付近では 7.99 時間, 8.00 時間, 8.01 時間の 3 箇所、3.43 時間付近では 3.42 時間, 3.43 時間の 2 箇所で気圧変化の周期性が見られた。

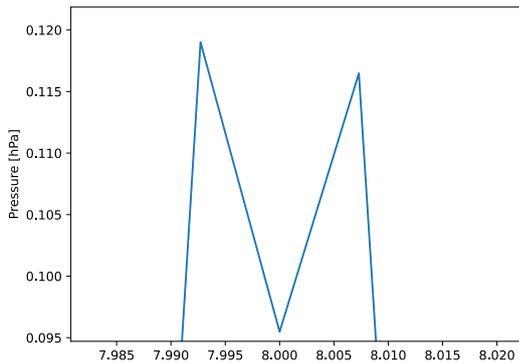


図 1. 東京における周期 8 時間付近の気圧変化の拡大図

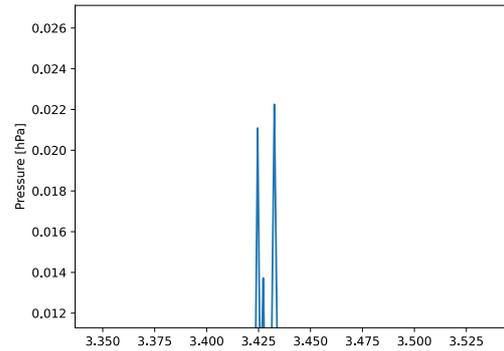


図 2. 東京における周期 3.4 時間付近の気圧変化の拡大図

## 4 今後の展望や課題

今後の展望としては、理論的に潮汐力の圧力の大きさと周期について解析し、今回得られた数値と一致するかどうかを確認する必要がある。潮汐力の理論的な解析では調和分解と呼ばれる方法が用いられている。この方法を用いて潮汐力が与える気圧の大きさと周期を解析することを次の目標とする。

また、圧力が大きくなる部分で緯度と関係があるのか、それとも関係がないのかについてや、8 時間と 3.4 時間での複数の気圧変化の周期性などのはっきりしていない部分についても更に検証する必要がある。

また、潮汐力の影響であるならば、地球の周辺の惑星である火星や金星による気圧変化もあるのではないかと考えられるためその影響も理論的な導出と、データを解析したものから検証してみたい。

## 5 参考文献

Discrete Fourier Transform (numpy.fft); NumPy v1.22 Manual

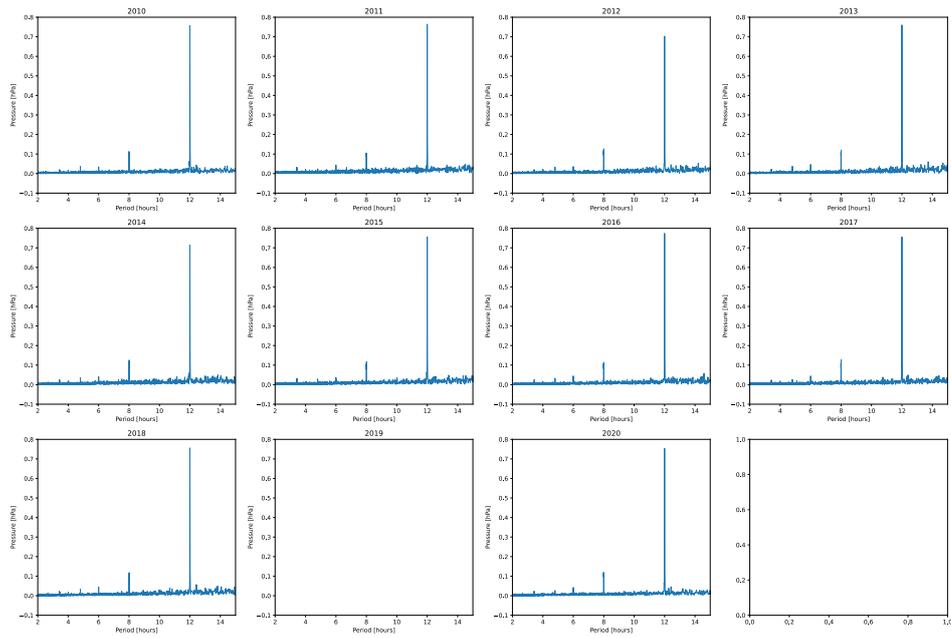


図 3.東京での周期と圧力の大きさの関係図

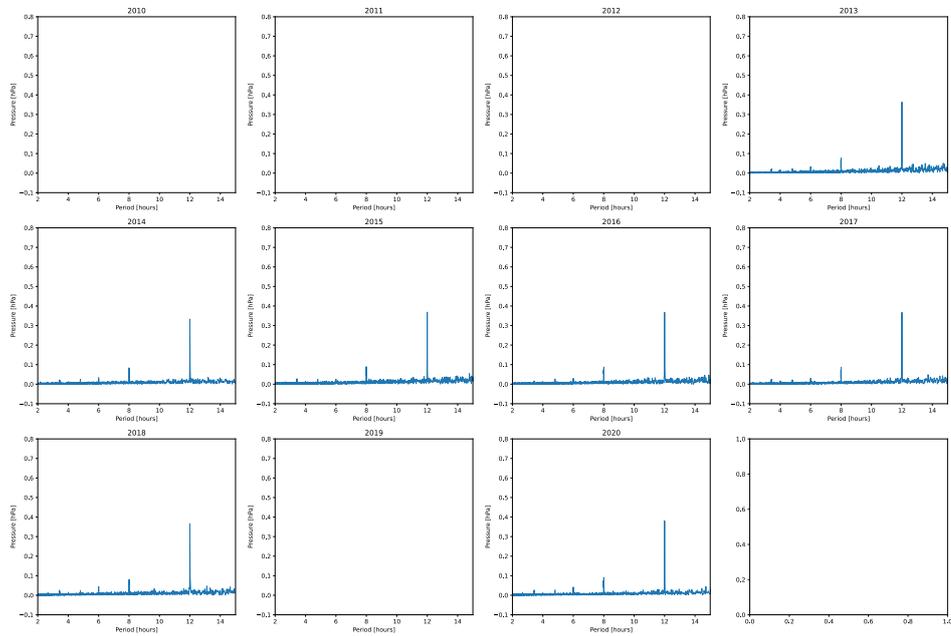


図 4. 稚内での周期と圧力の大きさの関係図

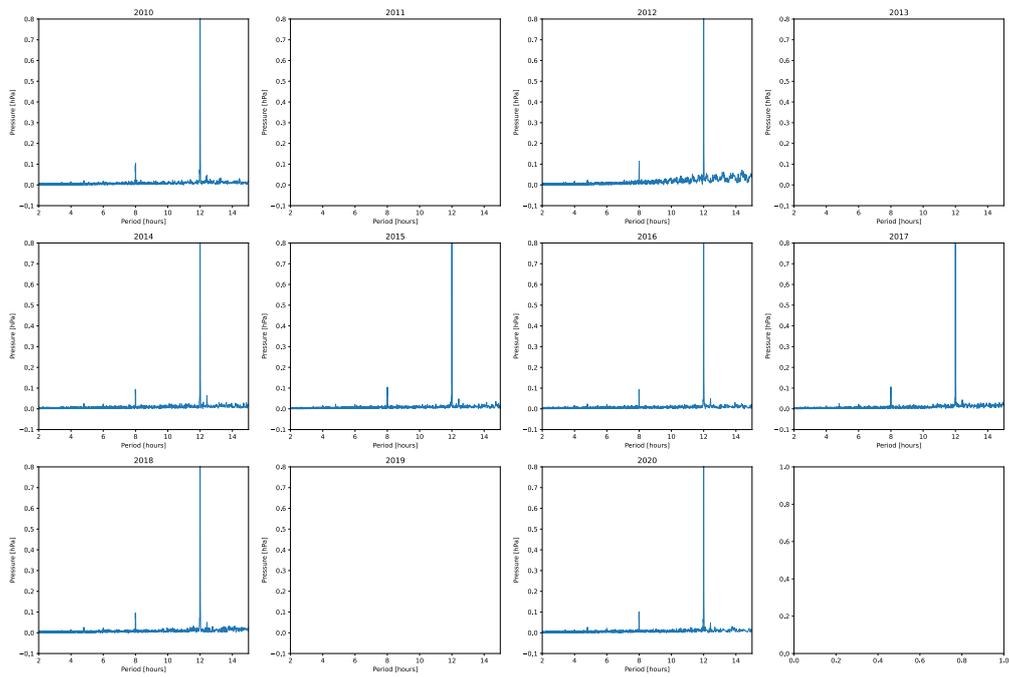


図 5. 那覇での周期と圧力の大きさの関係図