地震発生前後における地下水位の統計的解析

(明治大学総合数理学部現象数理学科4年) | 指導教員　池田 幸太

1. 概要

地震の発生と地下水位の変動にどのような因果関係があるかを統計的に解析する。

先行研究の論文[1]によると...

『地震が発生する前後において、地下水位が上昇したり下降したりするなどといった、水位の変動の影響を受けている』

そこで.....

目標

熊本地震 (2016年4月14日) の地下水位の変動に焦点を当て、
地震の発生と地区ごとの地下水位の変動にどのような関係があるかを調べる

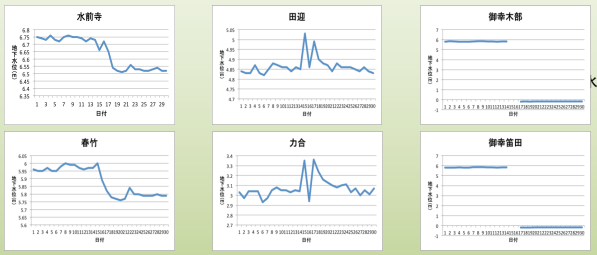
2. 研究内容

(1) 目標1: 共通点を見つけよう

図1. 4月の地下水位グラフ.

計6地区の地下水位グラフを抽出

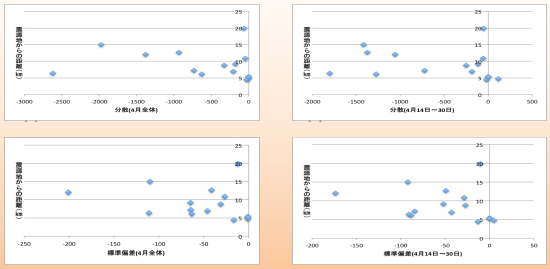
その1　その2　その3



3つの地区で地下水位の変化が類似している！

(2) 目標2: 震源地からの距離と分散・標準偏差との相関の有無を調べよう

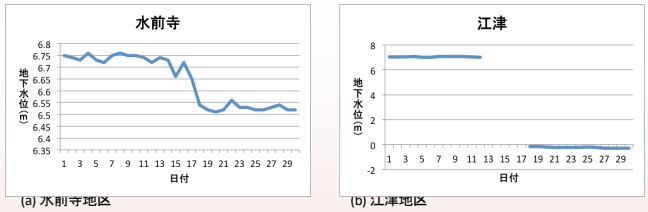
震源地からそれぞれの地区における地下水までの距離が近ければ近いほど、地下水位に与える影響は大きいと予想される。それが本当であるかどうかを確かめるために、4月全体における分散や標準偏差と震源地からそれぞれの地区までの距離との相関係数を求め、さらに正規化を行う。



震源地からの各々の地区までの距離と4月の地下水位データにおける分散や標準偏差には、ほとんど相関がない！

(3) 目標3: 地震前と地震後の地下水位に変化があるかどうかを検定しよう

下の図2を見る限り、4月14日前後で明らかに地下水位が変化しているように見える。この差が有意な差であるかどうかを確かめるために、仮説検定を行う。



(a) 水前寺地区　(b) 江津地区

図2. 4月の地下水位グラフ.

仮説検定を行うにあたり、帰無仮説H_0と対立仮説H_1を設定する必要がある。H_0とH_1をそれぞれ

H_0: 地震前と地震後の地下水位に有意差がない
H_1: 地震前と地震後の地下水位に有意差がある

とおく。また母集団を4月全体の地下水位、標本を4月14日(熊本地震発生当日)～30日までの地下水位とおき、水前寺地区と江津地区の4月の地下水位データから両側検定により仮説検定を行う。水前寺地区と江津地区の4月の地下水位データから両側検定により仮説検定を行う。(有意水準は5%とする)

水前寺地区の母平均、標本平均、母分散、検定統計量をそれぞれ $\mu_1, \overline{X}_1, \sigma_1^2, Z_1$ とおくと、

$$\mu_1 = 6.64, \overline{X}_1 = 6.57,$$
$$\sigma_1^2 = 0.01, Z_1 = -39.45$$

江津地区の母平均、標本平均、母分散、検定統計量をそれぞれ $\mu_2, \overline{X}_2, \sigma_2^2, Z_2$ とおくと、

$$\mu_2 = 3.26, \overline{X}_2 = -0.23,$$
$$\sigma_2^2 = 13.2, Z_2 = -1.32$$

と求められる。両側検定なので、t分布のパーセント点は$Z_{(\alpha/2=0.025)}=1.96$である。この値と水前寺地区、江津地区の2つの検定統計量を比較すると、

$|Z_1| = 39.45 > 1.96$
$|Z_1| = 39.45 > 1.96$

となる。

仮説検定を行った結果...

水前寺地区では、地震前と地震後の地下水位に有意差がある！！

江津地区では、地震前と地震後の地下水位に有意差がない！！

3. まとめ

本研究では、熊本地震 (2016年4月14日) と地下水位の変動にどのような因果関係があるのかを調べた。そこから得られた結論は以下の3つである。

1. 3つの地区で、熊本地震発生後の地下水位の変化の仕方が似ていた！！
2. 4月全体でも、14日～30日に範囲を限定して見ても、分散・標準偏差と震源地からの距離との相関はあまり強くなかった！
3. 仮説検定において、水前寺地区では地震前後で地下水位に有意差があると判明し、江津地区では有意差があるとは言い切れない、と分かった！

参考文献

[1] 小泉尚嗣: 地球化学的地震予知研究について (1997)
[2]『統計学入門』著. 東京大学出版会
[3] http://www.kumamoto-waterlife.jp