

九州大学大学院工学研究院 地球熱システム学研究室  
九州大学大学院工学研究院 九重地熱・火山研究観測ステーション

## 福岡県西方沖地震に関係する地下水位の変化について

### —地震活動予測手法としての可能性—

九州大学工学研究院地球熱システム学研究室および九重地熱・火山研究観測ステーションでは福岡県西方沖地震の発生に関連して地球物理学的観測（地震・GPS・傾斜および水位観測）を継続している。

観測点は図1に示すように、いずれも福岡市東区に属し、アイランドシティ（ICY：3成分地震計、GPS、傾斜計、水位計—テレメーター）、志賀島（SKS：3成分地震計、GPS：2ヶ所、水位計—テレメーター）、西戸崎（STZ：3成分地震計、GPS、水位計—テレメーター）および九大箱崎キャンパス（KUH：3成分地震計、GPS、水位計）の4ヶ所である。以下では、特に、緊急に報告する必要があると考えられる水位観測を中心にして報告する。



図1 九州大学地球熱システム学研究室による福岡県西方沖地震の観測点

すでに前回4月開催時においても概要を報告したが、本震発生前より、2観測点（観測開始、WICY：2005年1月31日、WKUH：同2月28日）で水位の観測を実施し、他の2観測点（観測開始、WSKS：4月15日、WSTZ：4月28日）は新たに本震発生後順次設置したものである。現在、WICY、WSKS、WSTZの3点はテレメータで、WKUHは1日ごとのデータ回収により、地下水位変化の監視を行っている。そして、福岡市中心部への地下水位観測ネット構築を福岡市に提案している。

図2に本震前後のアイランドシティの地下水位変化を示した。水位計設置後しばらくは約1ヶ月周期の背景の変動を示している。これは、観測点が海岸から最短でも約300m程度内陸に入っている（埋立地で四方が海に囲まれている）ことから、1日および半日の短周期変動は、長周期変動に比べ減衰し、1ヶ月周期の上に漣のように重なっていると考えられる。そして、3月2日頃から、背景の変動から、はずれはじめ、低下が鈍化してきた（第1段階）。そして、3月12日頃から明瞭に低下傾向に入った（第2段階）。そして、さらに、3月16日から17日にかけてやや急激に上昇し、その後も引き続き上昇傾向が継続し（第3段階）、3月20日午前10時53分にM7.0の本震が発生した。そして、その後急激に水位低下（約60cm）が発生し、21日頃から水位上昇傾向（回復傾向）に転じた。

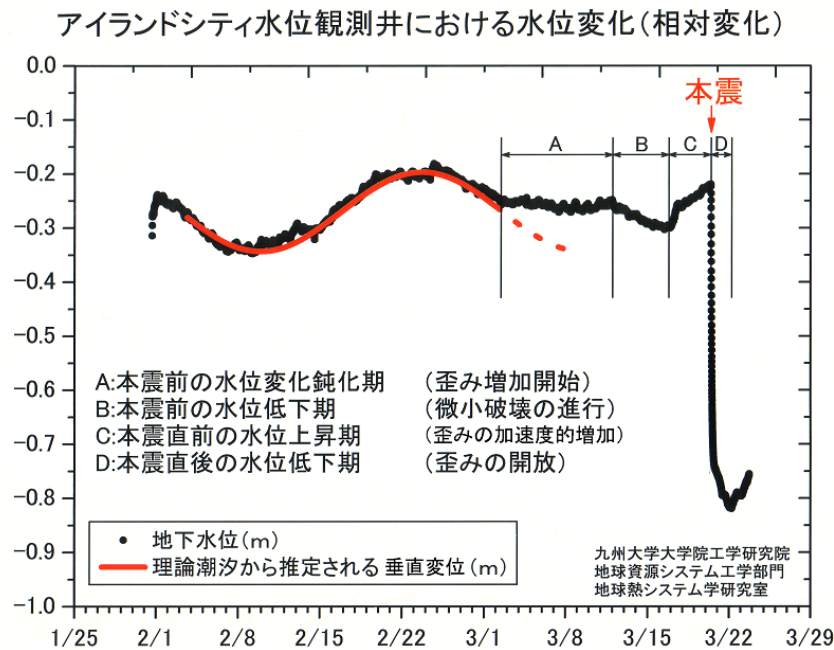


図2 本震前後におけるアイランドシティ観測点における水位変化

これらの、地震発生前の水位変化は3段階に分けられ、第1段階は、歪の増加に伴う水位上昇、第2段階は、微小破壊の進行による空隙の増加に伴う水位低下、そして、第3段階は、周囲からの水の流入および歪の加速度的増加による水位上昇の可能性が考えられる。なお、第3段階においては特に後者の効果が卓越している可能性がある。その理由は、本震および最大余震直前に、志賀島北部で掘削中のボーリング孔でいずれもジャーミングが発生したこと及び後の例でも見られるように、1日程度の急速な現象の場合があるからである。

本震後に発生した4つの大きな余震において、いずれも、上述の3段階の過程が生じた後、地震が発生した。それらをまとめたものが表1である。これらのうち、3月20日の本震（M7.0）、3月22日の余震（M5.1）、4月20日の最大余震（M5.8）、5月2日の余震（M4.8）は明瞭な変化が発生した。5月2日の余震のマグニチュードは比較的小さいが、比較的大きな水位変化が生じた。これは、震源位置との関係やあるいは今後マグニチュードが変更される可能性があるのかも知れない。

図3に4ヶ所すべての水位計が設置された後に発生した5月2日の地震発生前後の水位変化を示した。いずれの観測点においても、第3段階の水位の急上昇が明瞭に観測されており、地震は、水位急上昇の中で発生している。志賀島観測点では第2段階の振幅変動がやや大きい、3段階のプロセスが発生したことを明瞭に示している。箱崎観測点でも3段階のプロセスが生じている。しかしながら、アイランドシティ観測点では第2段階が検出されていない。一方、西戸崎観測点では設置期間が短いので、第1段階は観測されていないが、第2段階および第3段階は観測されている。

表1 本震および大きな余震における水位変化各段階の出現状態

	観測点	第1段階	第2段階	第3段階
		→	↘	↗
3/20 10 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 本震 M7.0	WICY	○	○	○
	WSKS	/	/	/
	WSTZ	/	/	/
	WKUH	○	○	○
3/22 15 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>  M5.1	WICY	○	○	○
	WSKS	/	/	/
	WSTZ	/	/	/
	WKUH	○	○	○
4/10 20 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup>  M4.8	WICY	○	○	○
	WSKS	/	/	/
	WSTZ	/	/	/
	WKUH	○	○	○
4/20 06 <sup>h</sup> 11 <sup>m</sup> 最大余震 M5.8	WICY	○	○	○
	WSKS	/	○	○
	WSTZ	/	/	/
	WKUH	○	○	△
5/2 01 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>  M4.8	WICY	○	—	○
	WSKS	○	○	○
	WSTZ	/	○	○
	WKUH	○	○	○

凡例 ○：出現 /：観測データなし(未設置) △：判定困難 —：出現せず

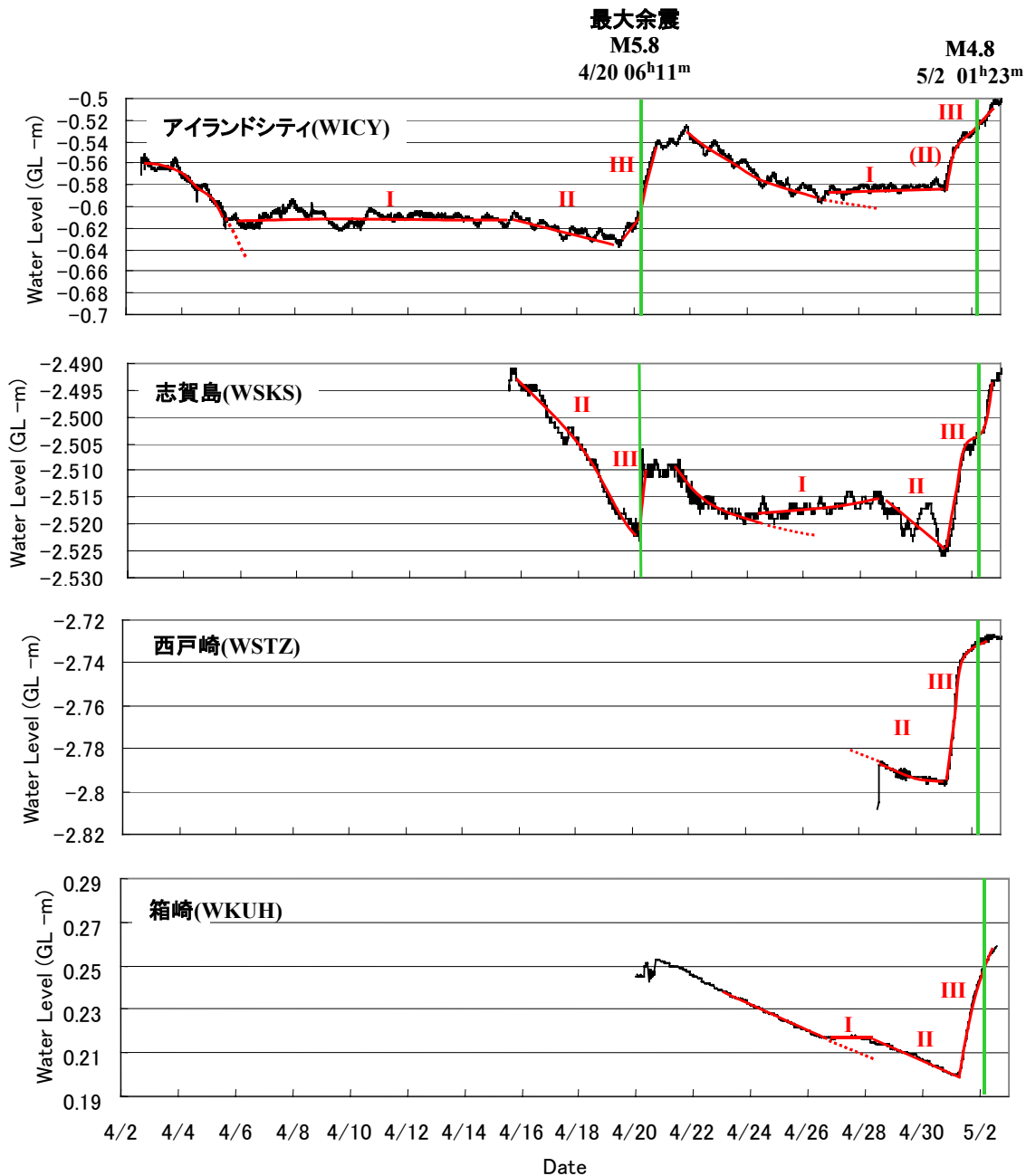


図3 4月20日の最大余震（M5.8）前後の4水位観測点での水位変化

以上のように、5月2日の余震時にアイランドシティ観測点で第2段階が観測されなかったことおよび4月20日の最大余震時に箱崎観測点で第3段階が不明なこと（箱崎観測点はサンプリング間隔が30分で他の観測点より長いこと及び他の観測点より水位計の感度がやや低いことにも起因していると考えられる）を除くと、いずれの場合も、観測が行われている場合には、すべて3段階のプロセスが生じたことになる。

また、水位変化異常の出現（第1段階の開始）から地震発生に至るまでの時間（水位異常継続時間）と発生する地震の大きさとの間には、まだ例が少ないが、一定の関係が存在するようである。それぞれ1例だけであるが、M7クラスで約3週間、M6クラスで約2週間、M5クラスで約1週間程度である。そして、第3段階の開始から、地震発生までの時間は、M7クラスで3日程度、M6、M5クラスで1日程度である。これらは当面の見積もりであり、今後十分なデータを蓄積して、確かなものになりたい。

以上のように、これまでの水位観測の結果は、地震発生前に特徴的な変化を示しており、地震活動の予測に有効なデータとなる可能性がある。なお、以上の観測は、まだ限られた期間の観測であり、多くの検討を要すると考えられる。しかしながら、これまで、降水量、気圧、気温、湿度等の気象要素との比較検討を行ったが、それらによって、上述の水位変化が生じたものではないことを確認している。

一方、水位変化の開始はいずれも背景的水位変化が低下傾向にあるときに発生しており、地震の発生が潮汐（地球潮汐・海洋潮汐）の変動に関係していることも推定される。これに関係し、地震活動が日変化（日中少なく、夜間に多い傾向にある）の傾向を示しており、潮汐力がトリガーになっている可能性が考えられ、このことは、福岡地域の応力レベルが依然と高いことを反映している可能性がある。

なお、地震観測および GPS 観測に関しては、現在解析中であるが、興味ある地震活動を最後に紹介したい。図 4 にアイランドシティにおける 1 時間あたりの地震観測数の変化を示した。これによると、地震発生が日変化（日中に少なく、夜間に多い傾向にある）していることである。これについては、夜間は背景的振動が小さく、より小さい地震が多く観測される可能性があるが、マグニチュード別の頻度分布図を作成したところ、やはり、日変化は存在している。これについては、すでに上述したが、福岡地域の高い応力レベルを反映している可能性がある。図 4 を見るとさらに興味深いことが読み取れる。すなわち、本震発生後、地震活動は低下しつつあるが、4 月 9 日頃からは、地震発生数が低下するとともに、日変化が見えにくくなっている。そして、4 月 14 日頃から、やや地震活動が活発化するとともに、再び日変化が明瞭になっている。そして、4 月 20 日の最大余震発生直前には、地震活動が低下し、その後、最大余震の発生に至っている。これらは、本震の余震とも考えられるが、4 月 20 日の地震の前震活動とも考えられ、興味ある現象と言える。さらに、最大余震の発生後も地震活動は明瞭な日変化を示しており、福岡地域に蓄積された歪は依然として解放されつくしてはいないのではないかと考えられる。従って、福岡地域においては、引き続き、地震活動に注意を払っていく必要があると考えられる。

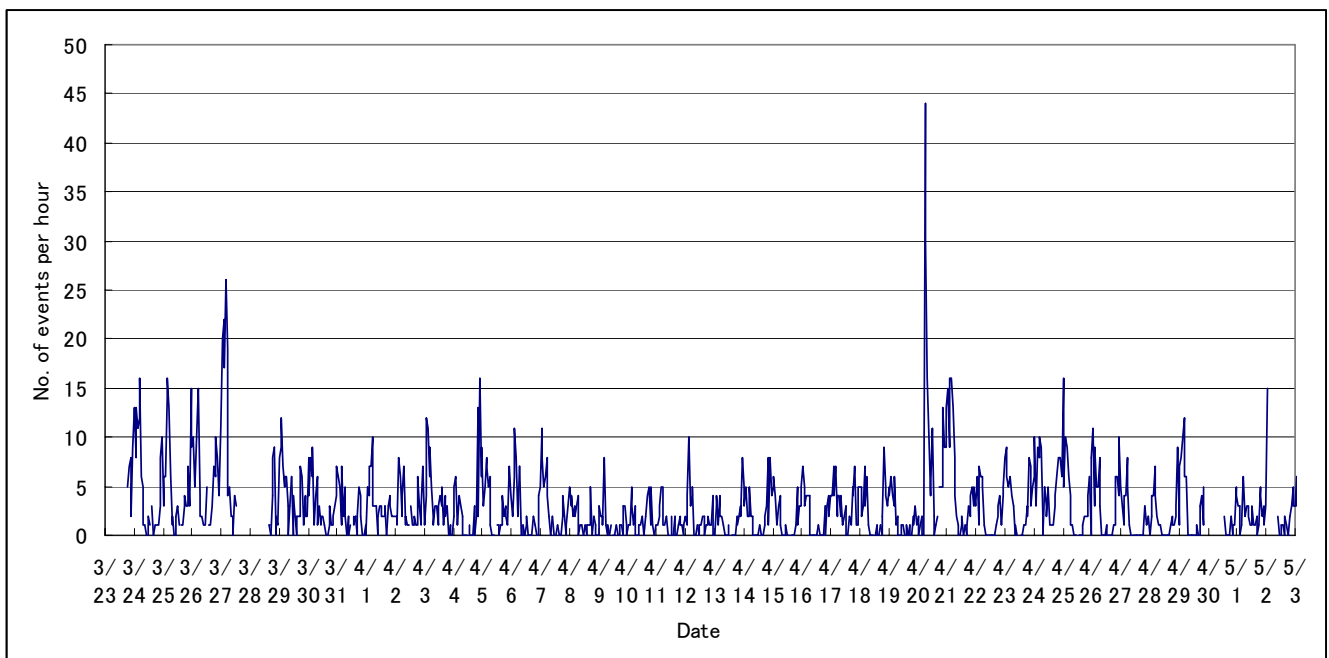


図 4 アイランドシティ観測点における 1 時間あたりの地震観測数の経時変化