

## 雨降って地凹む，しかし1日で回復

～令和元年台風19号，平成30年・令和2年7月豪雨で地表が1-2cm沈降～

### ポイント

- ・豪雨がもたらす洪水の重みで地球が変形する様子を測位衛星によって確認。
- ・雨水の荷重による地殻変動は積雪荷重による沈降と異なり，1日で回復するため観測が困難。
- ・沈降量は雨量に比例，1日に100mmの雨が降ると約1cmの沈降を観測。

### 概要

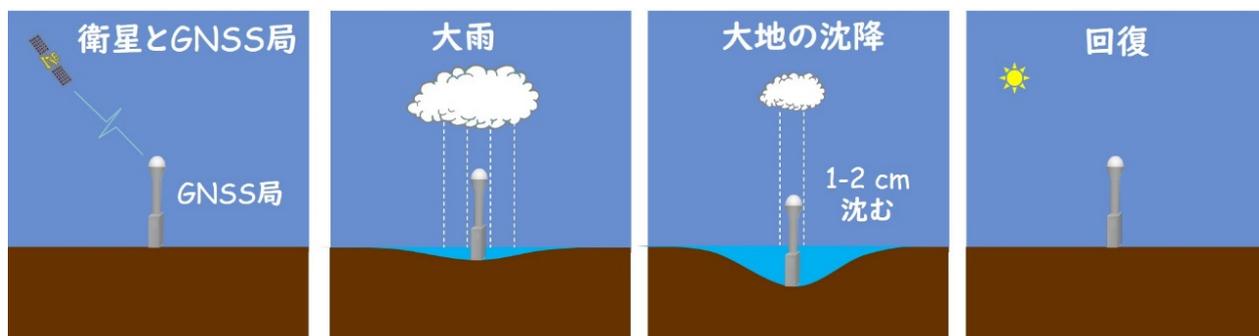
北海道大学大学院理学研究院の日置幸介教授及び同大学大学院理学院博士後期課程（研究当時）のシャフル・アリーフ氏（現インドネシア国土地理院）らの研究グループは，日本列島に多数展開された全球航法衛星システム（GNSS/GPS）<sup>\*1</sup>のデータを解析し，毎年夏季に西日本を襲う豪雨により，地表が最大1-2cm沈降したことを確認しました。

沈降は雨水荷重による地球の弾性変形によるものと考えられ，平成30年7月豪雨や令和2年7月豪雨で特に顕著でした。日置教授は積雪荷重によって冬期に雪国の地表が沈降することを，2001年にScience誌に発表しています。

しかし雨による沈降は，雨水が急速に海に流出して約1日で沈降が回復するため，これまで検出が困難でした。本研究に先立ち，同研究グループは，令和元年台風19号がもたらした豪雨によって，洪水域に同様の沈降が生じたことを2021年5月17日（月）にJournal of Geophysical Research誌で発表しています。

今回，GNSSデータを解析することによって，雨量と沈降量には雨量100mmに対して地表が約1cm沈むという，明瞭な比例関係にあることがわかりました。

本研究成果は，2021年12月2日（木）公開のEarth and Planetary Science Letters誌にオンライン掲載されました。



豪雨がもたらす雨水の重みで変形する地球

## 【背景】

昨今の地球温暖化の影響で、毎年のように初夏に梅雨前線が西日本に停滞して集中豪雨を、またしばしば大型台風が甚大な洪水被害を日本列島にもたらしています。これまで、数十ギガトンにおよぶ雨水の荷重によって、日本列島が変形（主に沈降）することが理論的に予測されていました。

積雪荷重による日本列島の冬期の地殻変動は、20年前に行われた測位衛星を用いた精密位置計測によって明らかにされましたが、雨による地殻変動は短期間しか継続しないため解析が難しく、今まで計測されたことはありませんでした。

## 【研究手法】

国土地理院が運用するGNSS観測網を利用しました。洪水前後を含めた期間のGNSS観測局の上下位置の時系列から見かけの変動を注意深く取り除くと、洪水の荷重に伴う1-2 cmの沈降が浮かび上がります（図1）。本研究ではGNSS観測局の沈降を、気象庁が運用するアメダス雨量計等のデータと比較して、それらの比例関係を見出しました（図2）。

## 【研究成果】

雨量と沈降量は西日本全体など広域の合計として求めると、1日に100mmの雨が降ると地面が1cm弱だけ沈むという比例関係にあります。また日本の河川は短くて勾配が大きく、雨水が海へ流れる速度が速いため、これらの沈降は豪雨が終わると約1日で回復して元に戻ることもわかりました。

## 【今後への期待】

GNSS局の上下位置にしばしば見られる異常な沈降の原因は謎でしたが、今回の結果によって沈降のかなりの部分が雨水の荷重によるものであり、固体地球の実際の変形に起因することがわかりました。今後、GNSS局の詳細な位置変化の理解が進むことが期待されます。

## 論文情報

論文名	Crustal response to heavy rains in Southwest Japan 2017-2020 (2017年から2020年にかけて発生した西日本豪雨に対する地殻の応答)
著者名	日置幸介 <sup>1</sup> , Syachrul Arief <sup>2</sup> ( <sup>1</sup> 北海道大学大学院理学研究院, <sup>2</sup> 北海道大学大学院理学院)
雑誌名	Earth and Planetary Science Letters (地球科学一般の速報誌)
DOI	10.1016/j.epsl.2021.117325
公表日	2021年12月2日 (オンライン公開)

## お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 教授 日置幸介 (へきこうすけ)

T E L / F A X 011-706-3826

メール heki@sci.hokudai.ac.jp

U R L <http://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~heki>

## 配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール [jp-press@general.hokudai.ac.jp](mailto:jp-press@general.hokudai.ac.jp)

## 参考論文

論文名 Topographic amplification of crustal subsidence by the rainwater load of the 2019 Typhoon Hagibis in Japan (2019 年台風 19 号がもたらした雨水荷重による沈降の地形による増幅)

著者名 Wei Zhan<sup>1</sup>, 日置幸介<sup>1</sup>, Syachrul Arief<sup>2</sup>, 吉田美月<sup>3</sup> (<sup>1</sup>北海道大学大学院理学研究院, <sup>2</sup>北海道大学大学院理学院, <sup>3</sup>北海道大学理学部地球惑星科学科)

雑誌名 Journal of Geophysical Research Solid Earth (アメリカ地球物理連合発行の専門誌)

DOI 10.1029/2021/JB021845

公表日 2021 年 5 月 17 日 (月) (オンライン公開)

## 【参考図】

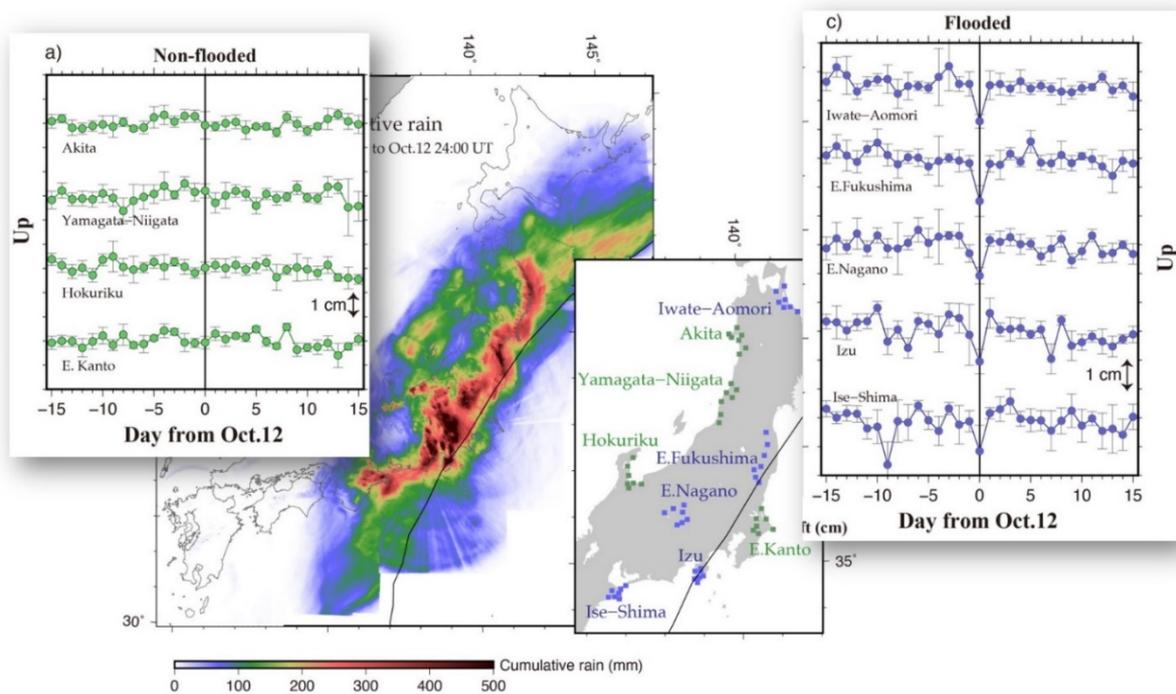


図 1. GNSS で観測された令和元年台風 19 号による雨の分布 (地図) と台風上陸日の前後 15 日を含む約 1 か月間の地表の沈降を洪水被害地域 (青) と被害のない地域 (緑) で比べたもの (参考論文より)

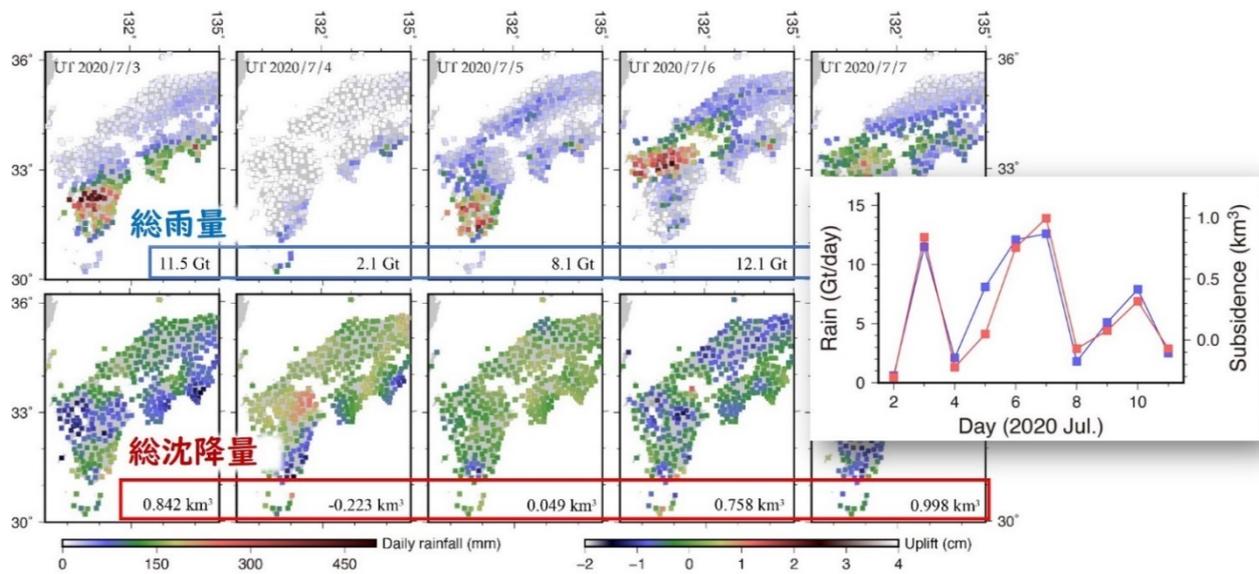


図 2. 令和 2 年 7 月豪雨の時の 7/3-7/7 の雨（上段）と沈降（下段）の分布を比較したもの（左），及び西日本全体の総雨量（青）と総沈降量（赤）の比例関係を示す図（右）

#### 【用語解説】

\*1 全球航法衛星システム（GNSS/GPS） … GNSS とは Global Navigation Satellite System の略で、衛星を用いて正確な位置を知るためのシステムをいう。米国の GPS や日本のみちびきなどがよく知られる。