

# 雲解像モデルを用いたモンスーン低気圧とそれに伴う豪雨の研究

A study on monsoon depressions and associated heavy precipitation using a cloud-resolving model

平田英隆 (立正大学)

## 1. はじめに

モンスーン低気圧は、夏季に北インド洋ベンガル湾で発生・発達する低気圧である。この低気圧は北西方向へ移動する特徴があるため、ベンガル湾上で発達後に、インド亜大陸へ上陸する。低気圧に伴う降水は、低気圧通過域に位置する南アジアの国々に豪雨をもたらす。さらに、低気圧に伴う循環が、ヒマラヤ山岳域への水蒸気輸送を促進させることで、低気圧中心から離れたヒマラヤ山岳域でも低気圧の影響によって豪雨が生じることが知られている。このように、モンスーン低気圧は夏季の南アジアの気象・気候へ大きく影響を及ぼす。

2019年から、日本とネパールの研究者からなる国際共同研究チームが、ヒマラヤ山脈東部に位置するネパール・ロールワリン地域の6か所において降水観測 (HiPRECS: Himalaya Precipitation Study) を実施している。2019年7月8日 (現地時刻) に観測点のひとつである Dongang (図1の緑点) にて、日降水量 110 mm を超える豪雨が観測された。このとき、モンスーン低気圧が観測域の南西に存在していた。再解析データの分析から、モンスーン低気圧に伴う3次元的な循環が湿潤な空気を観測域へ輸送していることがわかり、これが豪雨の一因となったと考えられる。一方で、低気圧に伴う水蒸気輸送が豪雨をもたらした降水システムへどのように影響をもたらしたかについては、既存の再解析データ等の解像度では十分に調べることは難しい。そこで、本研究課題では、領域雲解像モデルを用いて、このモンスーン低気圧に伴って生じた豪雨のメカニズムについて調査を行った。

## 2. 手法

本研究では、領域雲解像モデル Cloud Resolving Storm Simulator (CRSS; Tsuboki and Sakaikibara 2002) を用いて Dongang で観測された豪雨の数値実験を実施した。水平格子間隔は  $0.02^\circ$ 、計算ドメインは観測域を含む  $81.01^\circ \text{ E}$ - $88.91^\circ \text{ E}$ 、 $26.51^\circ \text{ N}$ - $29.37^\circ \text{ N}$  とした。大気の初期値・境界値には ECMWF の ERA5、海面水温データには NOAA の OISST を使用した。実験期間は、豪雨発生期間を含む 2019年7月7日 18LT から9日 00LT とした。豪雨の発生・発達の再現を試みるコントロール実験に加えて、観測域周辺の山岳の影響を評価するために、観測域周辺 (図1の青枠内の領域) について平滑化した地形データを境界条件として与える実験 (地形改変実験) も実施した。

## 3. 結果

コントロール実験では、Dongang で特に強い降水が観測された時刻あたり (2019年7月

8日19~23LT頃)に、Dongang周辺で降水が強まる様子を再現した(図1a)。降水域は、セル上の構造を持つため、積乱雲からなる対流性の降水システムが豪雨をもたらしたと考えられる。

どのように、豪雨をもたらした降水システムの形成過程について調べるために、大気の対流不安定度について調査した。その結果、モンスーン低気圧の循環に伴ってヒマラヤ山岳域へ輸送された湿潤な空気の層の下面が、山岳域から熱供給を受けることで対流不安定度が強まり、この不安定の解消に伴い湿潤対流が発達し、降水物質の形成が促進されることがわかった。このプロセスを通じて、Dongangの風下の尾根付近で降水システムが発達したため、Dongang付近では大雨が生じたと考えられる。

地形改変実験の降水分布をみると、コントロール実験と比較して、Dongang付近における降水の強度は弱く、Dongangの北側で降水が強まっている(図1b)。おそらく、Dongang周辺の地形が平滑化された影響で、地形性の上昇流が強まる位置が変わり、対流の発生位置が変化したと考えられる。

#### 4. まとめ

ヒマラヤ山脈東部のDongangにて観測されたモンスーン低気圧に伴う豪雨について、雲解像モデルCReSSを用いて調査した。本研究の結果は、モンスーン低気圧に伴う水蒸気輸送、山岳の陸面からの熱供給、および観測域周辺の地形が豪雨をもたらした対流性の降水システムの発生・発達に複合的に影響したことを示唆した。

#### 引用文献

K. Tsuboki and A. Sakakibara, 2002: Large-scale parallel computing of Cloud Resolving Storm Simulator. In High Performance Computing (H. P. Zima et al. Eds.), Springer, 243–259.

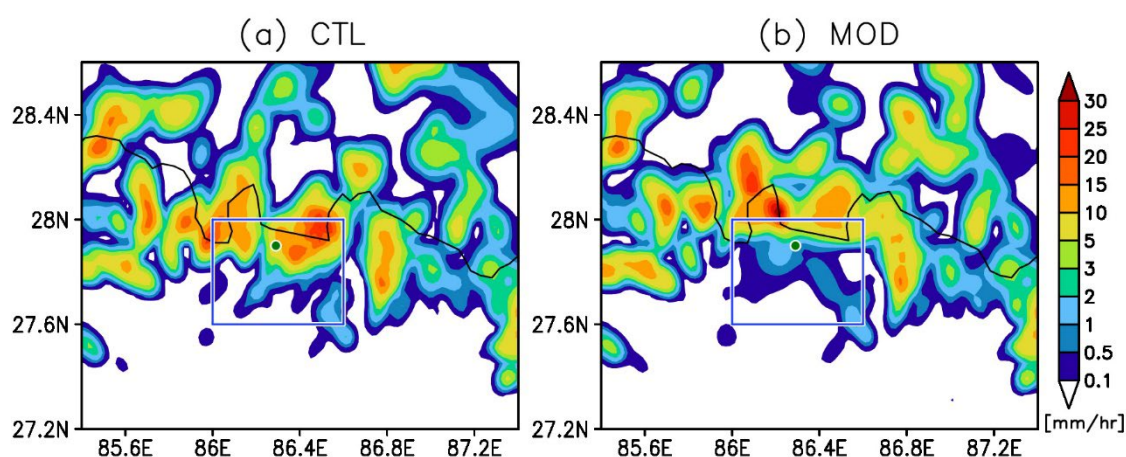


図1. 2019年7月8日20LTの(a)コントロール実験と(b)地形改変実験における地上降水の水平分布図。緑点は観測点Dongangの位置を、青枠は地形改変実験に与える地形データを平滑化した領域を示す。