北西太平洋を直進する台風による日本上空への水蒸気輸送と極端降水

山田侑奨（筑波大学大学院生命環境科学研究群）
釜江陽一（筑波大学生命環境系）

1. はじめに

夏季に北西太平洋や南シナ海で発生する台風は日本に接近・上陸時に大雨をもたらすが、日本から離れている台風が日本上空へ多量の水蒸気を輸送し、遠隔的な影響を与えることがある。Yamada and Kawamura (2007) は、北西太平洋上に位置する台風の北東側に高気圧偏差が励起され、台風と高気圧偏差の間の東西気圧勾配によって低緯度からの水蒸気輸送の強化と、それに伴う降水が発生することを明らかにした。1999 年 6 月に発生した台風 3 号「マギー」に関する調査では、高気圧偏差による亜熱帯高気圧の西方への伸長は、台風の低気圧性循環による熱帯からの低渦位の移流によって発生したことが示唆されている(Yoshida and Itoh 2012)。また、転向せずに、海南島に向かって直進していく 7 月の台風についての調査では、台風から北に向かう水蒸気が高気圧偏差の西縁に沿って日本海を経由して日本の中部で収束し、大雨をもたらすことが示された。さらに 8 月では、梅雨前線の北上に伴い、水蒸気の収束域とそれに伴う降水域の変化が示唆されている。(Hirata and Kawamura 2014)。

このように、直進台風の特定の事例や特定の月を対象とした解析はされてきたが、初夏から晩夏にかけての水蒸気輸送経路の変動及び、日本で発生する大雨への影響は明らかにされていない。本研究では、6~8 月に海南島方面へ直進する台風による水蒸気輸送の特徴、それに伴う日本で生じる大雨の分布と、その変動を明らかにした。

2. 使用データと解析手法

本研究では、対象期間を 1977 年から 2015 年の 6 月から 8 月とし、大気循環場データには JRA-55(Kobayashi et al. 2015)、日本国内の日降水量データとして、APHRODITE_JP V1207 (Kamiguchi et al. 2010)を用いた。台風の中心位置の解析には、The Regionalized Meteorological Center（RSMC） Tokyo が提供しているベストトラックデータを用い、対象期間内に観測され、図 1 の赤枠の範囲(10°N-25°N,115°E - 120°E) を通過し、再び 115°E を東側へ超えない台風を直進台風と定義した。

直進台風が東シナ海へと直進した後の環境場や、日本への影響を評価するため、抽出した台風が 120°E 以西にある時点の環境場を解析対象とする。そのため、日平均(前日 18UTC~当日 12UTC)した台風の中心位置が 120°E を超えた日を「直進開始日」とする。また直進開始日後、1 日の 4 つの時間ス

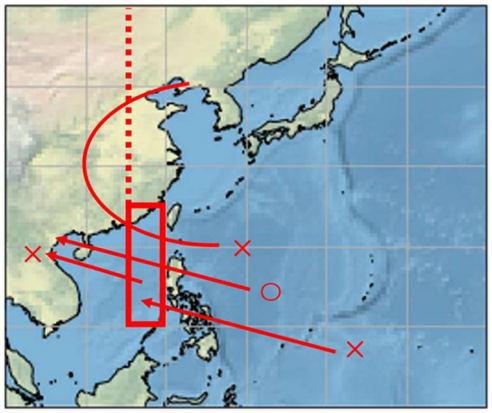

図 1 直進台風の抽出範囲
(10°N-25°N, 115°E -120°E)

テップのうち 3 つ以上で熱帯低気圧以上で観測されている日を「直進日」とする。直進日のうち、日本の主要 4 島(北海道、本州、四国、九州)上空に 140kg m^{-1} s^{-1} 以上の IVT の気候値からの正偏差域がかかり、台風中心近傍から日本上空への水蒸気輸送が認められる日を「事例日」として抽出した。

3. 結果と考察

総発生台風、直進台風、事例日が確認された直進台風及び、直進日に対する事例日の割合を図 2 に示す。39 年間で直進台風は 72 事例抽出され、7 月に最も多く 38 事例抽出された。また、直進日に対する事例日の割合は、7 月(67.5 %)に最も高く、8 月(30.7%)にかけて急減した。

図 3 の上段に、6、7 月の各台風につき、台風から日本上空への水蒸気輸送が最も卓越していた日について、降水量偏差のコンポジット解析を行った結果を示す。下段には、直進台風による極端降水発生日数への寄与率を示す。6 月は、九州地方北部から中国地方まで正偏差が広がり、特に九州北部で統計的に有意な約 20 mm day^{-1} の正偏差領域が見られた。同様の地域で、極端降水への寄与率は 2~8%であり、山陽や山陰で 10%を超える。6 月と比較して、7 月は西日本での降水量偏差が減少しているのに対し、北陸地方から東北北部にかけては有意な正偏差領域である。極端降水への寄与率は、山陰から東北南部にかけて日本海側を中心に、7~20%、特に山陰と北陸東部などでは 15%以上であった。また、同地域の 7 月の総降水量に対して、15%以上は事例日に発生した降水であった。8 月は、日本列島の日本海側には、統計的に有意な領域はほぼ見られない。一方で、九州南部から東北南部の太平側では有意な負偏差領域が拡大しており、8 月に直進台風が発生した際には、これらの地域で降水が減少することが示唆される。しかし、秋田県の日本海側を中心とする地域では、極端降水日数の 10%以上は直進台風を伴っており、同地域で事例日の 25%以上で極端降水が発生していたため、局所的な降水への影響は存在する（非図示)。

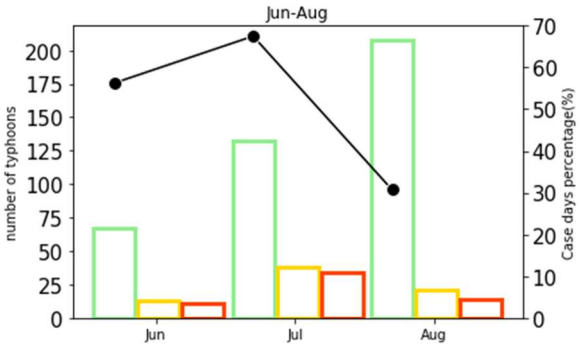

図 2 抽出された台風及び直進日に占める事例日の割合。
左から 6 月、7 月、8 月を示す。それぞれの月で、左から総発生台風数(緑棒)、直進台風数(黄棒)、事例日発生台風数(赤棒)、及び事例日/直進日(黒線, 単位: %)。

以上のような降水分布の変動要因を確認するため、鉛直積算水蒸気フラックス(IVT)と海面更生気圧(SLP)について合成解析した結果を図 4 に示す。6 月は、台風から九州地方にかけて有意な IVT の正偏差が連続しており、九州地方から中国地方付近で局所的に強まっている。同地域の上空で水蒸気傾度が大きいことから、上空に停滞した梅雨前線に水蒸気が流入し、収束し、上昇流が励起されていたことが示唆される(非図示)。7 月は、台風の北東側に形成される高気圧偏差(Yamada and Kawamura 2007)が強まり、西へ張り出した亜熱帯高気圧の西縁を回り

込むようにして、日本海側から日本上空へ水蒸気が流入している。日本海上の IVT の極大は、6 月と同様、梅雨前線による収束であると考えられるが、その収束域は梅雨前線の気候学的な変動に伴って北上し、図 3 で示した降水域の北上に対応している。8 月は、さらに高気圧偏差が強まり、台風から日本上空への水蒸気輸送が前 2 か月より、弱化した。また、高気圧偏差の強化による亜熱帯高気圧の張り出しは、九州南部から東北地方南部の太平洋側の降水量の減少に寄与していると考えられる。

このように、水蒸気輸送と降水量分布の変動には台風の北東に見られる高気圧偏差が重要な役割を持つ。高気圧偏差の形成要因として、台風循環に伴う熱帯域からの低渦位の移流が示唆されており(Yoshida and Itoh 2012)、図 5 に直進台風に伴う渦位の時系列変化を示す。6 月から 8 月の全ての月で、台風中心の東側で低渦位の中緯度への移流が確認された。8 月に最も熱帯からの低渦位の貫入が見られ、これは図 4 で示した 8 月の高気圧偏差の強化と整合的である。

4. 結論

解析の結果から、直進台風は 7 月に最も多く、120°E を西へ超えた日数の 7 割近くで日本への水蒸気の流入が見られた。また、降水量の正偏差が統計的に有意な領域が、6 月は九州北部、7 月は山陰から東北南部の日本海

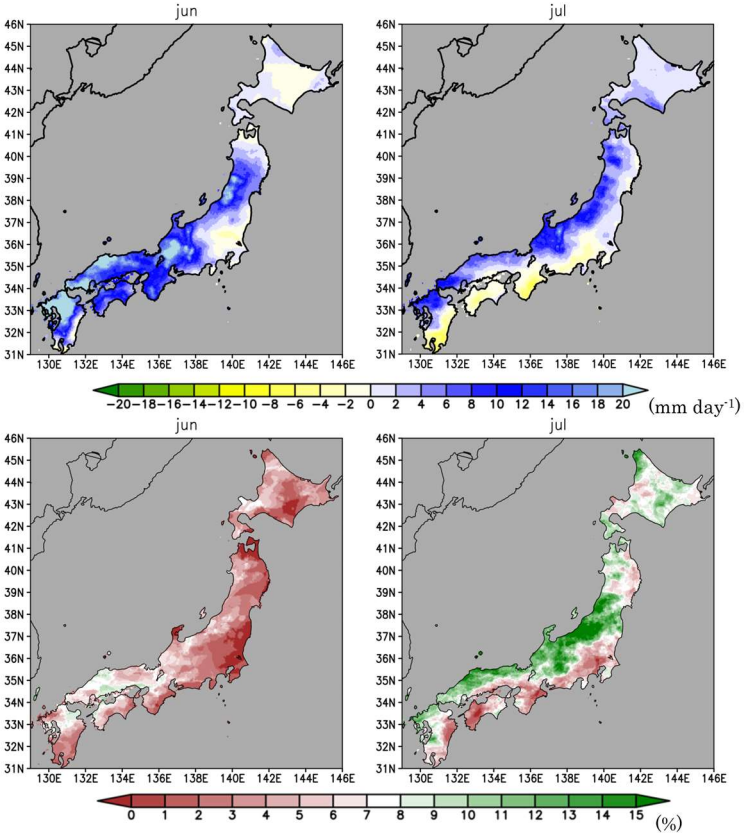

図 3 上段は、日降水量の合成平均の気候値からの偏差（陰影, 単位: mm day^{-1})。下段は、直進台風による極端降水日数への寄与率(陰影, 単位: %)。事例日かつ各格子の降水量の上位 10%以上の降水量が観測された日数(極端降水日数)を、上位 10%以上の降水量が観測された日数で除して算出した。それぞれ左から順に 6 月、7 月を示す。

側と変化しており、梅雨前線の北上と直進台風に伴う高気圧偏差による水蒸気輸送ルートの変化によるものであると考えられる。各地域の極端降水への影響は、6 月は西日本を中心に 10%以下であるのに対し、7 月は北陸東部や山陰などで 15%以上であり、直進台風は 7 月の同地域に最も日本の大雨に影響を与えることが明らかになった。一方で、8 月は、熱帯域からの低渦位の移流が強く、高気圧偏差が最も強化されることで、太平洋側で降水量が減少する傾向が見られた。

謝辞 本研究は科研費（19H05704）の支援を受けた。

5. 参考文献

Hirata, H., and R. Kawamura, 2014: Scale interaction between typhoons and the North Pacific subtropical high and associated remote effects during the Baiu/Meiyu season. *J.Geophys. Res. Atmos.*, **119**, 5157-5170.

Kamiguchi, K., O. Arakawa, A. Kitoh, A. Yatagai, A. Hamada, and N. Yasutomi, 2010: Development of APHRO_JP, the first Japanese high-resolution daily precipitation product for more than 100 years. *Hydro. Res. Lett.*, **4**, 60-64.

Kobayashi, S., Y. Ota, Y. Harada, A. Ebita, M. Moriya, H. Onda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka, and K. Takahashi, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5-48.

Yamada, K., and R. Kawamura, 2007: Dynamical link between typhoon activity and the PJ teleconnection pattern from early summer to autumn as revealed by the JRA-25 reanalysis. *SOLA*, **3**, 65-68.

Yoshida, K., and H. Itoh, 2012: Indirect effects of tropical cyclones on heavy rainfall events in Kyushu, Japan, during the Baiu season. *J. Meteor. Soc. Japan*, **90**, 377-401.

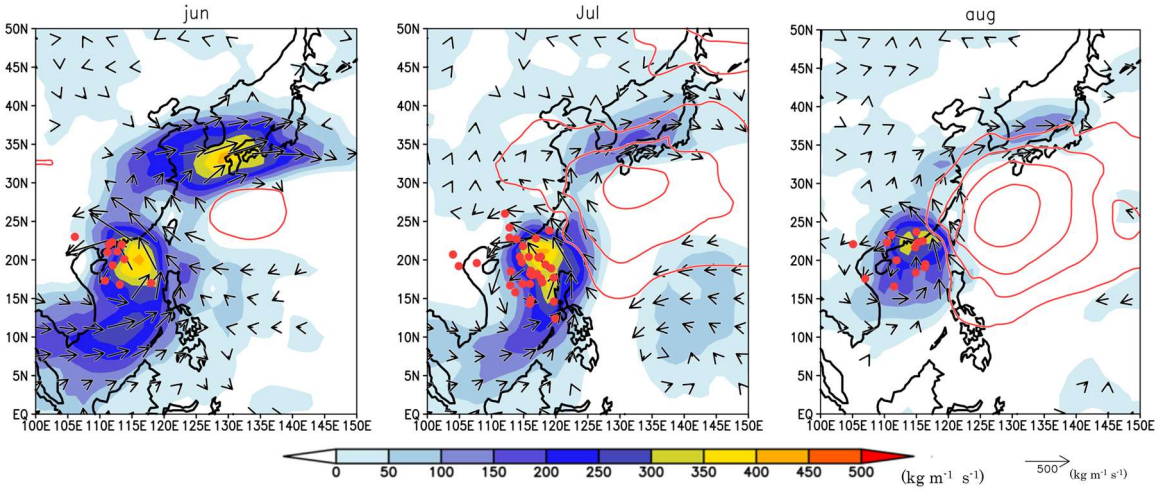

図 4 水蒸気卓越日の台風の中心位置(赤点)、IVT の東西・南北成分の平均(ベクトル)とその絶対値の気候値からの偏差(陰影，単位: kg m^{-1} s^{-1})。それぞれ左から順に 6 月、7 月、8 月を示す。

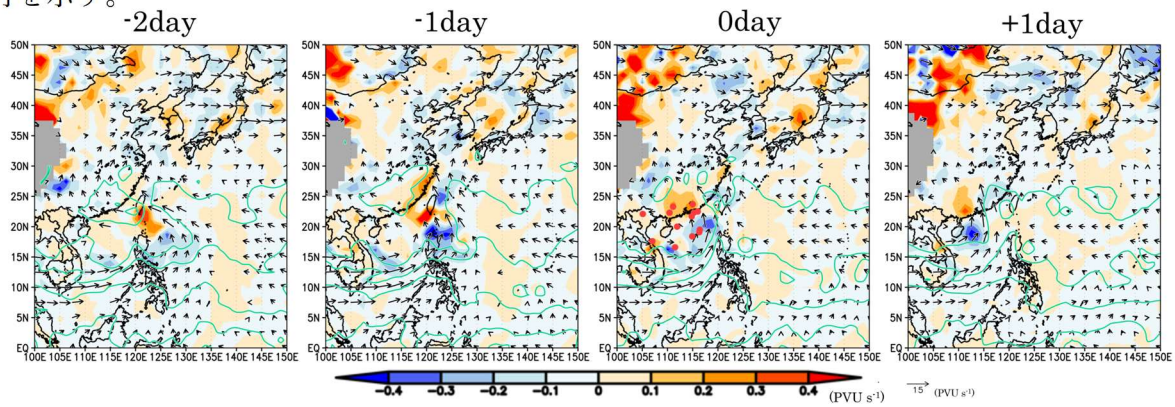

図 5 310K 等温位面の渦位変化(陰影，単位: PVU s^{-1})、水平風(ベクトル，単位: m s^{-1})、渦位(等値線，単位:PVU)、赤点は台風の位置を示す。水蒸気輸送が最も卓越した日を 0day とし、左から順に-2day、-1day、0day、+1day を示す。