



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Influence of the Gulf Stream on ascending airstreams in extratropical cyclones [an abstract of entire text]
Author(s)	Son, Jinyoung
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第15284号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/89601
Type	doctoral thesis
File Information	Jinyoung_Son_summary.pdf



学位論文の要約

博士の専攻分野の名称 博士 (理 学) 氏 名 Jinyoung Son

学位論文題名

Influence of the Gulf Stream on ascending airstreams in extratropical cyclones
(メキシコ湾流による温帯低気圧の上昇気流への影響)

1. Introduction

地球に存在する特殊な海流の一種である西岸境界流は海面水温の勾配が大きい海面水温前線を作り、中緯度大気では降水量や風など社会に大きい影響を与える現象を強化している。特に冬の台風である温帯低気圧の発達に大きい影響を与えるため、学会の注目を受けてきた。温帯低気圧の中には大きく二つの上昇気流があり、この二つの気流は温帯低気圧に熱と水蒸気を運んで、低気圧の発達を促進する。そしてその過程で大量の降水と強風をもたらすため、多くの研究が行われてきた。だが、既存の研究はこの二つの上昇気流という存在に囚われすぎる傾向があり、温帯低気圧の内部に存在する二つの上昇気流には分類されない、比較的小さい上昇気流の存在は無視した。また、西岸境界流が温帯低気圧に及ぼす影響に関しては活発に研究されてきたが、温帯低気圧の上昇気流に及ぼす影響に関する研究は非常に少なく、一つの温帯低気圧に対する事例研究しか存在しない。私の研究は西岸境界流が温帯低気圧で発生する全ての上昇気流に及ぼす影響を20年に渡って分析することで、西岸境界流が温帯低気圧の上昇気流に及ぼす影響と、そのメカニズムを解明することを目指す。

2. Method

この研究には Atmospheric general circulation model For the Earth Simulator (AFES) という大気大循環モデルから得られたデータを用いる。今回の研究には観測の海面水温データを利用した実験 (CNTL) と、北大西洋の西岸境界流であるメキシコ湾流の海面水温を平滑化して、メキシコ湾流の影響を抑えた海面水温を利用した実験 (SMTHG)、北太平洋の西岸境界流である黒潮の影響を抑えた海面水温を利用した実験 (SMTHK) のデータを利用する。1981年12月から2001年2月までのデータを利用しており、温帯低気圧は主に冬に発生するため、この研究では12月、1月、2月のデータだけを使う。温帯低気圧の上昇気流を探すため、三つの実験の風のデータを利用して空気の塊の動きを追跡する。空気の塊の追跡には Lagrangian analysis tool (LAGRANTO) というプログラムを活用する。本研究では追跡期間中に温帯低気圧の領域に一回以上入りながら、海洋大気境界層の上に到達する気流を温帯低気圧の上昇気流と定義している。温帯低気圧の領域の識別は、海面気圧の極小値を使って行う。海面気圧の極小値を中心に経度5度分の長さを半径にする円の領域を低気圧の領域に定義することで、温帯低気圧の領域を識別している。

3. Results

二つの実験で温帯低気圧の上昇気流が海洋大気境界層にあるときの分布の差は CNTL と SMTHG の水温の差が激しい領域に集中されており、メキシコ湾流の領域で CNTL の上昇気流の数は SMTHG より4%多く、二つの実験の間の上昇気流の差は統計的に有意で ($p < 0.03$)、メキシコ湾流が上昇気流の発生を増やしている。この研究は上昇気流に対するメキシコ湾流の影響に興味があるため、メキシコ湾流の領域にある上昇気流を選別し、メキシコ湾流の上昇気流と定義する。

メキシコ湾流は上昇気流の動きにも影響を与える。550 hPa 以上に到達したメキシコ湾流の上昇気流は CNTL で SMTHG より 5.3% 多く、250-300 hPa に到達した上昇気流の数の差が一番大きい。メキシコ湾流の上昇気流の水平移動も CNTL で SMTHG より長く、3000 km 以上移動した上昇気流の数は CNTL で 23.8% 多い。

この研究で二つの実験間の温帯低気圧の上昇気流の上昇の差は 68% が非断熱過程による差であ

るため、非断熱加熱を調べる。CNTLの上昇気流の非断熱加熱はSMTHGより18%強い。また、海洋大気境界層の下(0 hours以前)ではvertical diffusionが非断熱加熱の差に重要で、海洋大気境界層の上ではlatent heatingが重要だ。

もう一つの西岸境界流である黒潮についても温帯低気圧の上昇気流を追跡して見た結果、メキシコ湾流と同じく、CNTLの海面水温がSMTHKより高い領域でCNTLの上昇気流の数が多い。だが、統計的な差は存在しなく、黒潮の周りに限定しないならSMTHKの上昇気流の数をもっと多い。北太平洋で西岸境界流に対する温帯低気圧の上昇気流の反応が弱い理由は、海面水温の勾配が小さいことが原因だと推測される。

4. Conclusions

1. メキシコ湾流の存在はメキシコ湾流の軸を沿って温帯低気圧の上昇気流の発生を増やす。
2. 温帯低気圧の上昇気流の鉛直移動と水平移動はメキシコ湾流によって強化される。
3. メキシコ湾流によって強化された非断熱加熱がメキシコ湾流による上昇気流の上昇の差に重要で、海洋大気境界層の下ではvertical diffusionが、海洋大気境界層の上ではlatent heatingが重要な加熱である。

メキシコ湾流と上昇風の相互作用に関する先行研究はすでにいくつか存在する。先行研究はメキシコ湾流が対流圏の下層部まで上昇風を強化していることを示した。だが、この研究では先行研究で使わなかった粒子追跡方法を利用して、メキシコ湾流が対流圏の上層部までも影響を与えることがわかった。このような上昇の強化はメキシコ湾流による水蒸気供給の増加が、気流の潜熱放出の強化を招来して行われる。この研究は温帯低気圧の気流に限定されているが、中緯度の海流が対流圏の上層部まで影響を与える新しいメカニズムを提示する。