



# 羽田空港

# WEATHER TOPICS



## 定期号

通巻 第 32 号

2013 年 (平成 25 年)

9 月 30 日

発行

東京航空地方気象台

## 大気大循環とジェット気流

### 1. はじめに

ジェット気流とは、上空約 30,000~40,000ft を流れる長さ数千 km、幅数百 km、厚さ数 km の強い西風のことで、航空機の運航と密接な関係があります。今回はジェット気流の成因と、航空機の運航との関係について紹介します。

### 2. 大気大循環

イギリスの気象学者であるジョージ・ハドレー (1685-1768) は太陽放射を受ける量の違いから、赤道付近で大気が温まって上昇し、寒冷な極付近で沈降する大気大循環を唱えました。しかし、実際には地球の自転によって働くコリオリ力 (風の流れに向かって北半球では右方向へ、南半球では左方向へ曲がろうとする力) により図1のような循環となっています。

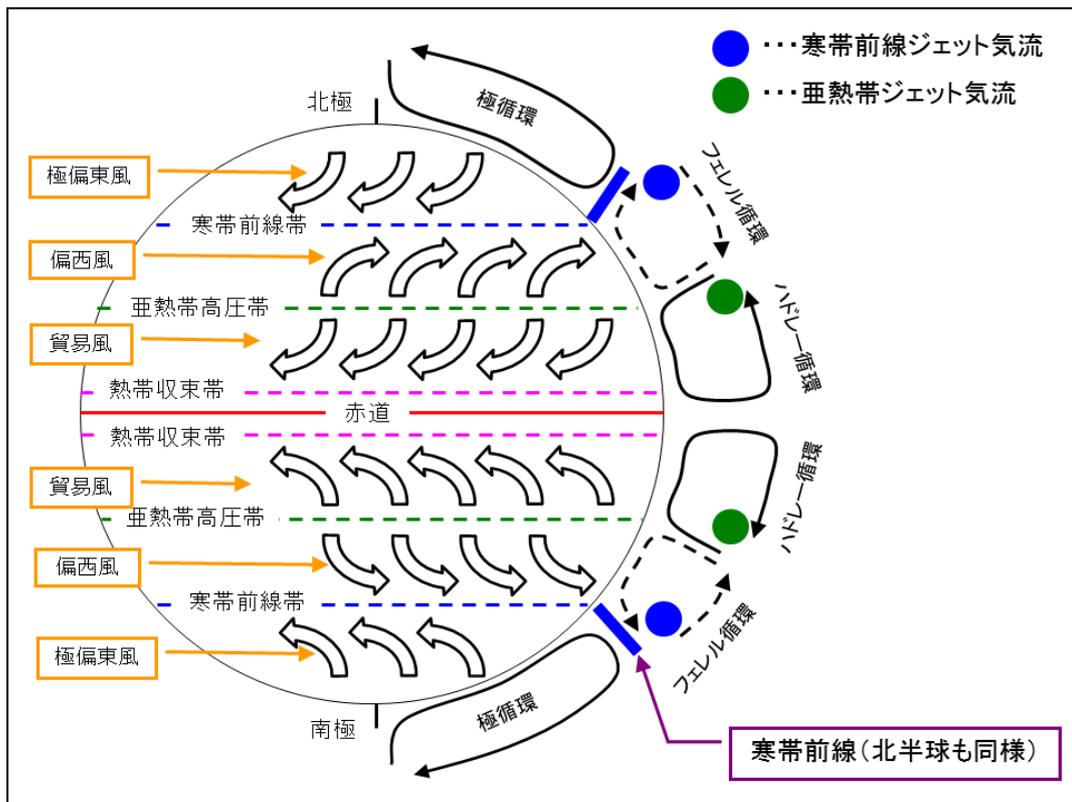


図 1 大気大循環の概念図 (ジェット気流はいずれも西から東へ流れている)

赤道付近では強い太陽放射の影響により強い上昇流が発生し、巨大な積乱雲の塊が多く発生します。気象衛星の画像でも赤道付近に白い巨大な雲（積乱雲）の群れを確認することができます。この赤道付近で積乱雲が発達する地域を「熱帯収束帯」と呼びます。

赤道付近で上昇した空気は上空で南北の極側に向かって流れますが、地球の自転により働くコリオリ力の影響を受けて緯度30度付近までしか到達することができず、このあたりで大気は下降し「亜熱帯高圧帯」を形成します。亜熱帯高圧帯では下降気流により空気は比較的乾燥しています。

北半球及び南半球で形成された亜熱帯高圧帯からは赤道に向かって「貿易風」とよばれる東よりの風が吹き出し、赤道付近で南北の貿易風がぶつかって再び熱帯収束帯を形成します。現代では、この循環を「ハドレー循環」と呼んでいます。ハドレー循環は、夏側の半球では極側までの循環の幅が大きく、冬側の半球では循環の幅が小さくなります。

一方、極付近では太陽放射を受ける量が少ないため大気が冷たくなり、沈降して高気圧が形成され、赤道側に向かって「極偏東風」と呼ばれる東よりの風が吹き出します。極偏東風はコリオリ力の影響を受けて緯度60度付近で上昇し、極付近へ戻ります。この循環を「極循環」と呼びます。

ハドレー循環と極循環の間にある中緯度帯では亜熱帯高圧帯から極側に向かって「偏西風」と呼ばれる西よりの風が吹き出し、極から吹き出す極偏東風とぶつかって「寒帯前線帯」（図1の青線）を形成します。寒帯前線帯では極側の冷たい気団との間で温度差（空気の密度差）が次第に大きくなり、傾圧不安定とよばれる力学的に不安定な状態となります。この温度差による力学的不安定の状態を解消するために温帯低気圧が発生し、中緯度帯における南北の温度差を解消しています。中緯度帯では温帯低気圧により暖気が極側で上昇し、寒気が赤道側で下降していますが、これを「フェレル循環」といいます。

### 3. 亜熱帯ジェット気流

赤道付近の熱帯収束帯で上昇した空気は極側に向かって流れだしますが、風の流れに向かって北半球では右向きに、南半球では左向きにコリオリ力が働くため、緯度30度付近に向かって次第に西よりの風となります。ハドレー循環の極側の上空（北半球では北緯30度付近）にはこの風が集まって「亜熱帯ジェット気流」（図1の●）と呼ばれる強い西よりの風が形成されます。

亜熱帯ジェット気流は主に角運動量保存則という法則によって強い風が維持されています。角運動量保存則とは回転軸からの距離と速度を掛け合わせたものが一定となる法則で、高緯度ほど回転軸（地軸）からの距離が短くなる分、速度が速くなります。フィギュアスケートの選手がスピンをした際に、両手を広げると回転が遅く、両手を頭上に上げると回転が速くなるのと同じ理由です。



### 4. 寒帯前線ジェット気流

中緯度帯では極側の冷たい気団と赤道側の暖かい気団との境に寒帯前線帯が形成されることはすでに説明しましたが、この寒帯前線帯の上空であるフェレル循環の極側には「寒帯前線ジェット気流」（図1の●）と呼ばれる強い西よりの風が形成されています。

冷たい気団と暖かい気団を比較すると、上空で同じ気圧でも高度に差があります。暖かい気団の空気は膨張しているため高く、冷たい気団では空気が重いため低くなっています。

同じ高度で比較すると上空ほど気圧の差（傾き）が大きくなります。これを「気圧傾度」と呼びます。気象学的には上空では「気圧傾度力」と「コリオリ力」が釣り合った「地衡風」（図2）と呼ばれる西よりの風が形成されますが、実際の気象でも地衡風に近い風が吹いています。一般的に上空ほど地衡風が大きくなり、この地衡風の鉛直シアー（鉛直方向

の風速差) の関係により寒帯前線ジェット気流が形成されます。

夏季と冬季を比較すると、南北の気温の差が大きくなる冬季の方が寒帯前線ジェット気流の風速は強くなります。

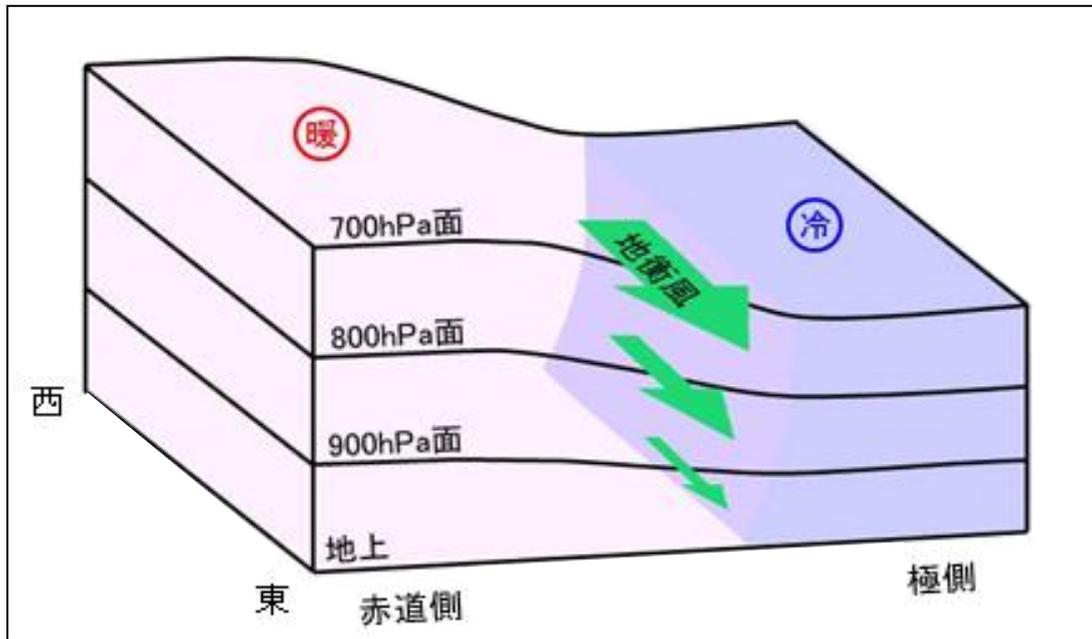


図2 地衡風の概念図

## 5. ジェット気流と航空機の運航

冬季に航空会社の国内線の時刻表をみると、往路と復路では出発から到着までの時間に差がある場合があります。例えば、「東京 ⇒ 福岡」の便は出発から到着まで約2時間かかるのに対して、「福岡 ⇒ 東京」の便は約1時間30分となっています。これは、東に向かう航空機が冬季の強いジェット気流に乗って運航するのに対し、西に向かう航空機はジェット気流に逆らい、向かい風の状態で運航するためです。

図2の暖かい空気（ピンク色）と冷たい空気（青色）の境目は、図1の寒帯前線にあたります。「前線」という名前が付いていますが、暖かい空気と冷たい空気の境目はある程度の厚みを持った「面」となっており、「ジェットフロント」とも呼ばれています。このジェットフロントの付近では、空気の温度（密度）や風向風速が不連続となっており、乱気流が発生しやすい場所となっています。

気象庁では、乱気流が発生しやすい場所や高度、乱気流の強さ等を予測し、利用者の皆さんに提供しています。

(東京航空地方気象台予報課)

発行 東京航空地方気象台  
〒144-0041  
東京都大田区  
羽田空港3-3-1

