



羽田空港

WEATHER TOPICS



定期号

通巻 第 25 号

2012 年 (平成 24 年)

10 月 31 日

発行

東京航空地方気象台

晴天乱気流(CAT)

1. 晴天乱気流 (CAT)

季節が進んで、気象衛星画像でも日本付近で東西に走行するジェット気流が明瞭となってきています。ジェット気流が強まる秋から春は、航空機の運航に大きな影響を与える晴天乱気流 (Clear Air Turbulence、以下 CAT という) が多く発生します。CAT とは、雲 (上層雲を除く) を伴わないで発生する乱気流のことをいいます。

CAT の予想においては、CAT の時間スケールが数分から 10 分程度、空間スケールは 10m から 1000m 程度であるため、数値予報で正確に予測することは非常に困難です。

2. CAT の発生要因

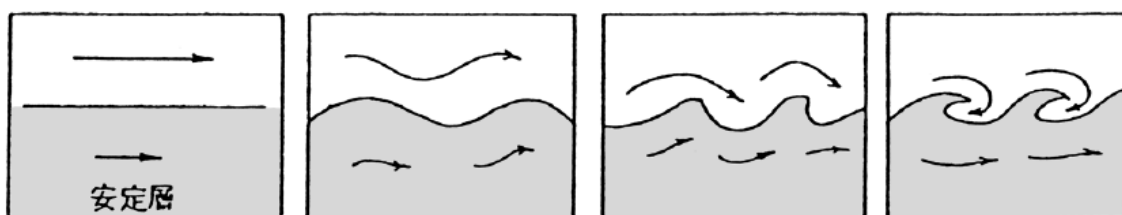
CAT の主な要因はケルビン・ヘルムホルツ (以下、K-H という) 不安定によって生じた K-H 波といわれています。通常、K-H 波は視認できることは少ないですが、稀に地上からでも、雲の形状から K-H 波の存在を知ることができます (写真 1)。



写真 1 ケルビン・ヘルムホルツ不安定による雲
(南極昭和基地で撮影)

第 1 図は K-H 波の生成概念図です。上空のある高度で、密度が異なる気塊が存在し、その上下で風の鉛直シアがある

と安定層内とその上部では互いに異なる波が発生します。この波を K-H 波といいますが、この波はある条件がそろくと波の振幅が大きくなって崩れ始め、この碎波する過程で渦を生成し、乱気流を発生させます。この状態を K-H 不安定といいますが、この不安定条件の臨界値として利用されているものが、リチャードソン数 (Ri) です。リチャードソン数は以下の式により表され、理論値として 0.25 以下が不安定条件といわれています。



第 1 図 KH 波の生成概念図

$$Ri = \frac{g}{\theta} \frac{\frac{\Delta\theta}{\Delta z}}{\left(\frac{\Delta V}{\Delta z}\right)^2}$$

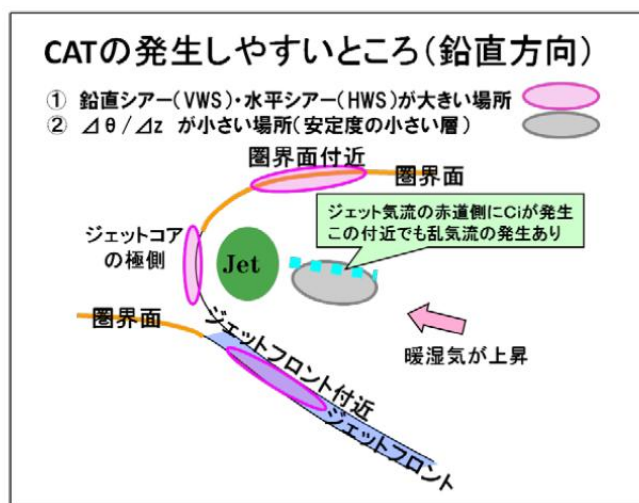
θ : 温位、z : 高度
V : 風速、g : 重力加速度

3. CATの発生しやすい領域

CATの発生の主要因であるK-H不安定を観測網が粗い現状では的確にとらえることはできませんが、CATは深い気圧の谷の近傍やジェット気流の前線帯（以下、ジェットフロントという）や圏界面側等の鉛直方向の風のシア（以下、VWSという）が大きな領域に発生することが多いため、CATを予想するには、VWSが大きく予想される領域を各種予報資料で検討することになります。

第2図はCATの発生しやすい場所の代表的な例です。上空の風はジェット気流の核で極大となります（第2図の緑色）。大きなVWSは空気密度の不連続なところにあるため、CAT領域は圏界面付近とジェット軸の極側及びジェットフロント付近に現れます。この他にも強いCATは上層リッジに伴い高気圧性の強い湾曲ジェット軸に伴って発生する場合や、ジェット軸の合流場や分流場で発生することがあります。

また水平方向の風のシアによるCATは、気圧の谷後面にあたるジェット気流の減速場や、発達した低気圧の前面や後面に見られる水平方向の風の収束発散による変形場などで発生します。



第2図 CATの発生しやすい場所

4. 気象庁から発表する情報

気象庁から発表されるCATに関する情報として、国内悪天解析図（ABJP）、国内悪天予想図（FBJP）、狭域悪天予想図（FBTT・FBGG・FBBB）、国内悪天12時間予想図（FBJP112）やシグメット情報を提供しています。CATの予想域については、計算機の進歩により数値予報の分解能も大きくなったことで改善されていますが、未だにK-H不安定の発現を予報することは難しい状況です。このため統計的な調査結果から、大きなVWSの領域に注目してポテンシャル予報として行っています。

国内悪天12時間予想図（FBJP112）の場合は、数値予報から自動的にVWSの大きさにより、12kt/1000ft以上を並、17kt/1000ft以上を強の乱気流として予想しています。

また、VWSについては毎時大気解析や国内航空路6・12時間予想断面図で確認することができます。

（東京航空地方气象台予報課）

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

航空気象観測月表

官署名 東京航空地方気象台

地点略号 RJTT

2012年09月

| 日/要素 | 平均気圧 | | 気温 | | | 相対湿度 | | 最大風速 | | 最大瞬間風速 | | 降水量 | | | 降雪の深さの合計 cm | 積雪の深さ 09h cm | 大気現象 |
|------|----------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------|----------------|----------|----------------|----------|--------------|---------------------|----------------------|----------------|--------------------|------|
| | 飛行場 現地 ×0.1hPa | 海面 ×0.1hPa | 平均 ×0.1℃ | 最高 ×0.1℃ | 最低 ×0.1℃ | 平均 % | 最小 % | 風向 36 方位 | 風速 kt | 風向 36 方位 | 風速 kt | 合計 ×0.1mm | 最大 1時間 ×0.1mm | 最大 10分間 ×0.1mm | | | |
| 1 | 10133 | 10144 | 273 | 303 | 242 | 77 | 60 | 50 | 27 | 50 | 31 | 235 | 155 | 60 | | | ☁ |
| 2 | 10124 | 10135 | 257 | 281 | 235 | 83 | 68 | 20 | 19 | 30 | 24 | 150 | 55 | 45 | | | ☁ |
| 3 | 10134 | 10145 | 267 | 314 | 244 | 74 | 49 | 170 | 18 | 170 | 23 | 10 | 20 | 5 | | | ☁R |
| 4 | 10151 | 10161 | 271 | 319 | 238 | 78 | 59 | 180 | 16 | 170 | 23 | 65 | 60 | 15 | | | ☁R |
| 5 | 10167 | 10178 | 279 | 328 | 243 | 72 | 42 | 190 | 15 | 180 | 22 | - | - | - | | | |
| 6 | 10161 | 10171 | 271 | 323 | 238 | 76 | 53 | 360 | 19 | 360 | 24 | 35 | 20 | 5 | | | ☁R |
| 7 | 10187 | 10198 | 268 | 303 | 242 | 73 | 57 | 170 | 15 | 160 | 19 | 0 | 0 | 0 | | | ☁= |
| 8 | 10187 | 10198 | 275 | 321 | 247 | 77 | 52 | 170 | 14 | 170 | 20 | 0 | 0 | 0 | | | ☁= |
| 9 | 10157 | 10167 | 284 | 324 | 259 | 70 | 48 | 190 | 16 | 180 | 23 | - | - | - | | | |
| 10 | 10122 | 10132 | 283 | 323 | 260 | 70 | 46 | 180 | 15 | 180 | 22 | - | - | - | | | |
| 11 | 10096 | 10106 | 281 | 323 | 248 | 68 | 43 | 170 | 13 | 170 | 18 | 0 | 0 | 0 | | | ☁R |
| 12 | 10089 | 10100 | 273 | 306 | 238 | 66 | 52 | 80 | 14 | 80 | 17 | 10 | 5 | 5 | | | ☁R |
| 13 | 10097 | 10107 | 279 | 323 | 249 | 67 | 49 | 190 | 17 | 170 | 24 | - | - | - | | | |
| 14 | 10144 | 10155 | 281 | 320 | 258 | 69 | 48 | 180 | 17 | 180 | 24 | 0 | 0 | 0 | | | ☁ |
| 15 | 10176 | 10187 | 271 | 298 | 248 | 78 | 55 | 130 | 13 | 170 | 17 | 0 | 0 | 0 | | | ☁ |
| 16 | 10179 | 10190 | 275 | 316 | 250 | 79 | 54 | 200 | 16 | 200 | 23 | 0 | 0 | 0 | | | ☁ |
| 17 | 10144 | 10155 | 276 | 311 | 249 | 78 | 61 | 180 | 22 | 180 | 28 | 35 | 20 | 20 | | | ☁ |
| 18 | 10108 | 10119 | 276 | 312 | 238 | 78 | 60 | 180 | 25 | 180 | 36 | 35 | 20 | 15 | | | ☁R |
| 19 | 10083 | 10094 | 263 | 290 | 244 | 85 | 69 | 190 | 27 | 180 | 30 | 175 | 55 | 40 | | | ☁R |
| 20 | 10103 | 10114 | 270 | 296 | 247 | 73 | 56 | 160 | 16 | 170 | 21 | - | - | - | | | |
| 21 | 10116 | 10127 | 250 | 286 | 235 | 78 | 59 | 80 | 20 | 80 | 24 | 0 | 0 | 0 | | | ☁ |
| 22 | 10121 | 10132 | 230 | 251 | 212 | 79 | 67 | 70 | 18 | 70 | 21 | 20 | 20 | 10 | | | ☁R |
| 23 | 10054 | 10065 | 206 | 226 | 186 | 88 | 76 | 360 | 22 | 360 | 26 | 585 | 155 | 55 | | | ☁●= |
| 24 | 10064 | 10075 | 228 | 267 | 190 | 73 | 52 | 40 | 23 | 50 | 27 | 190 | 120 | 50 | | | ☁R |
| 25 | 10156 | 10167 | 206 | 220 | 189 | 81 | 74 | 30 | 17 | 350 | 23 | 50 | 20 | 10 | | | ☁R |
| 26 | 10190 | 10201 | 216 | 244 | 193 | 69 | 56 | 60 | 20 | 60 | 23 | - | - | - | | | |
| 27 | 10166 | 10177 | 211 | 233 | 190 | 66 | 55 | 40 | 26 | 30 | 34 | 0 | 0 | 0 | | | ☁ |
| 28 | 10089 | 10100 | 221 | 244 | 193 | 72 | 65 | 350 | 25 | 360 | 33 | 0 | 0 | 0 | | | ☁● |
| 29 | 10080 | 10090 | 238 | 271 | 213 | 80 | 66 | 170 | 15 | 170 | 23 | - | - | - | | | |
| 30 | 10043 | 10054 | 251 | 291 | 220 | 77 | 60 | 190 | 49 | 190 | 65 | 65 | 60 | 45 | | | ☁= |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-------|-----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|----|------|-----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 上旬 | 10152 | 10163 | 273 | 314 | 245 | 75 | | | | | | 495 | | | | | | | | | | |
| 中旬 | 10122 | 10133 | 275 | 310 | 247 | 74 | | | | | | 255 | | | | | | | | | | |
| 下旬 | 10108 | 10119 | 226 | 253 | 202 | 76 | | | | | | 910 | | | | | | | | | | |
| 月 | 10127 | 10138 | 258 | 292 | 231 | 75 | | | | | | 1660 | | | | | | | | | | |
| 極値 | | | | 328 | 186 | | 42 | 190 | 49 | 190 | 65 | 585 | 155 | 60 | | | | | | | | |
| 起日 | | | | 5 | 23 | | 5 | | 30 | | 30 | 23 | 23 | 1 | | | | | | | | |

| 気温 日数 °C | | | | | | | 最大風速階級別日数 kt | | | | 日降水量階級別日数 mm | | | | | | 降雪の深さの日合計階級別日数 cm | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|------|------|------|--------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------------------|---------|-----|-----|------|------|------|-------|
| 日最低 <0.0 | 日平均 <0.0 | 日最高 <0.0 | 日最低 >=25.0 | 日平均 >=25.0 | 日最高 >=25.0 | 日最高 >=30.0 | >=20 | >=30 | >=40 | >=50 | >=0.0 | >=1.0 | >=5.0 | >=10.0 | >=30.0 | >=50.0 | >=70.0 | >=100.0 | >=0 | >=5 | >=10 | >=20 | >=50 | >=100 |
| 0 | 0 | 0 | 4 | 22 | 25 | 16 | 11 | 1 | 1 | 0 | 23 | 14 | 8 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | >=0 | >=5 | >=10 | >=20 | >=50 | >=100 |

| 日最深積雪階級別日数 cm | | | | | | | 視程継続時間 分 | | | | RVR継続時間 分 | | | | 最低雲高継続時間 分 | | | | 大気現象出現日数 | | | | | |
|---------------|-----|------|------|------|-------|-------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|----|---|---|
| >=0 | >=5 | >=10 | >=20 | >=50 | >=100 | >=200 | m <5000 | m <3200 | m <1600 | m <1600 | m <800 | m <600 | m <400 | m <200 | m <100 | ft <1500 | ft <1000 | ft <500 | ft <300 | ft <200 | ft <100 | 雷 | 霧 | 雪 |
| | | | | | | | 374 | 134 | 5 | 98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1285 | 366 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |

特記事項 注)3日の最大1時間降水量は2.0mm、起時は23:30から4日の00:30です。