



羽田空港

WEATHER TOPICS



定期号

通巻 第 66 号

2016 年 (平成 28 年)

11 月 30 日

発行

東京航空地方気象台

山岳波の上方伝播による乱気流

1. はじめに

山岳波 (MTW:Mountain Wave) は冬型の気圧配置等の状況下で強風が山脈を越えた時に山脈の風下側に発生する波のことをいい、航空機の運航に影響を与える乱気流の発生要因の一つとして知られています。

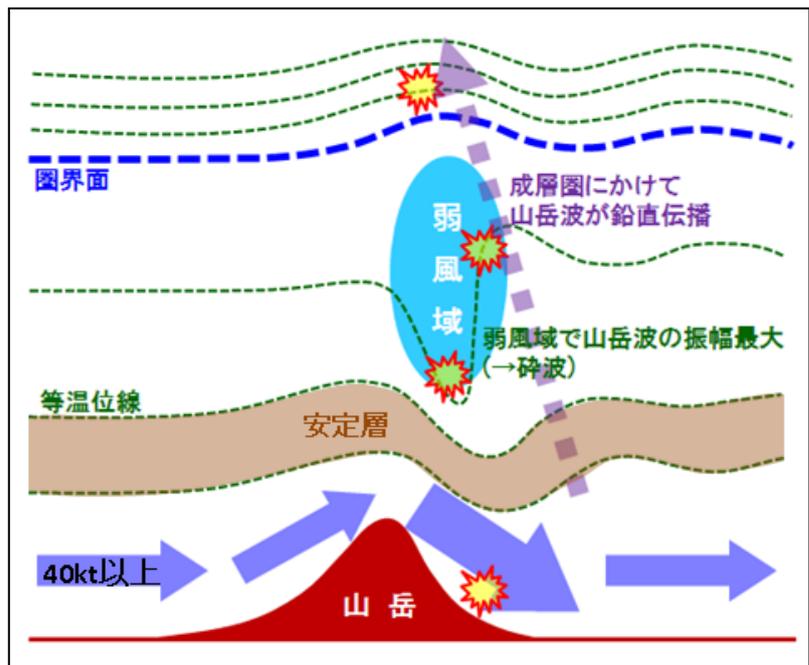
山岳波は中・下層の強風に加えて、山頂付近に逆転層 (安定層) (参照: [羽田空港 WEATHER TOPICS 第14号](#)) がある場合に発生しやすくなります。山岳波は一般的に安定層の高度で抑えられるため、山岳波を要因とする乱気流は主に風下側の山頂から低高度で発生することが多くなりますが、山頂より高い高度でも発生することがあります。これは、山岳波が安定層よりも上方に伝播して砕波^注することにより発生した乱気流と考えられています。山岳波の上方伝播による乱気流は、日本では特に奥羽山脈の上空でよく観測されています。

注: 砕波…波が変形して形がくずれ、波の上下方向への運動が乱れに変化する現象のこと。

2. 山岳波の上方伝播による乱気流の発生メカニズム

第 1 図は、山岳波の上方伝播による乱気流の発生メカニズムを示した図です。山頂付近に安定層が存在し、風下側でおろし風が発達して山岳波が発生している状況を示しています。

山岳波の上方伝播による乱気流の発生条件は、気圧の谷が通過して、上空に弱風域 (概ね風速 30kt 以下の領域) が存在していることです。山岳波は、波の動く速度と周辺の気流との速度差が少ない高度で砕波するという性質を持っています。このため、波の動く速度が 0 である山岳波は、このような弱風域の高度で砕波しやすくなり、乱気流が発生することがあります。乱気流はジェット気流の近くなどの、風の鉛直シアーが大きい領域でしばしば発生しますが、山岳波の上方伝播による乱気流は、風が弱く鉛直シアーが小さくても発生することになります。

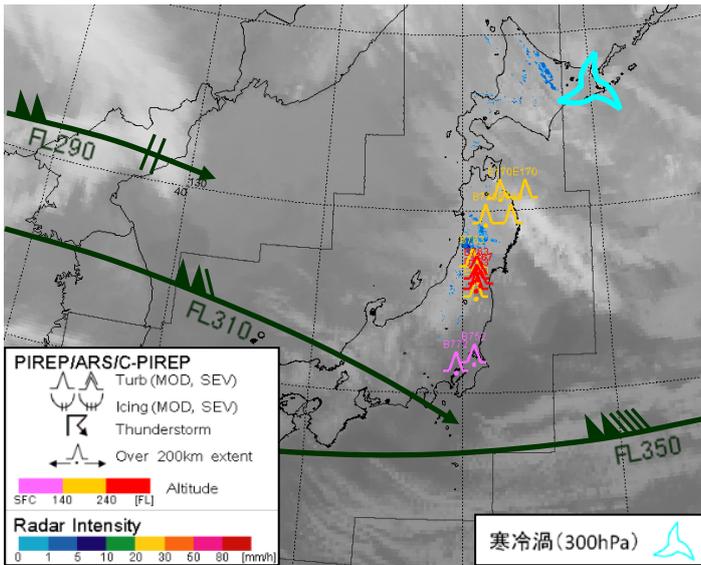


第 1 図 山岳波の上方伝播による乱気流の発生メカニズムの模式図

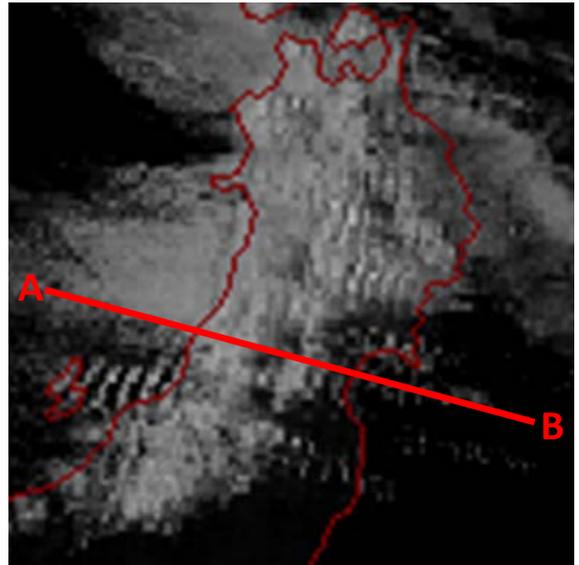
3. 事例紹介

2013年4月7日は低気圧が三陸沖を急発達しながら北東進し、8日にかけて北日本を中心に広範囲で西風の暴風が観測されました。奥羽山脈の風下側にあたる仙台空港では、8日0050UTCに270°35kt・ガスト48ktが観測されました。

第2図は、8日00UTCの国内悪天実況図（UBJP）にジェット気流と300hPaの寒冷渦の位置を重ねた図です。FL290のジェット気流が日本海で減速していることから、本州付近が気圧の谷となっていることが推察できます。航空機観測では、仙台空港周辺～奥羽山脈上空の下層～上層にかけて、山岳波を要因とする並の乱気流（MOD TURB）が多数報告されました。同時刻の衛星可視画像（第3図）でも、東北地方の太平洋側の下層に山岳波による波状雲が見られます。

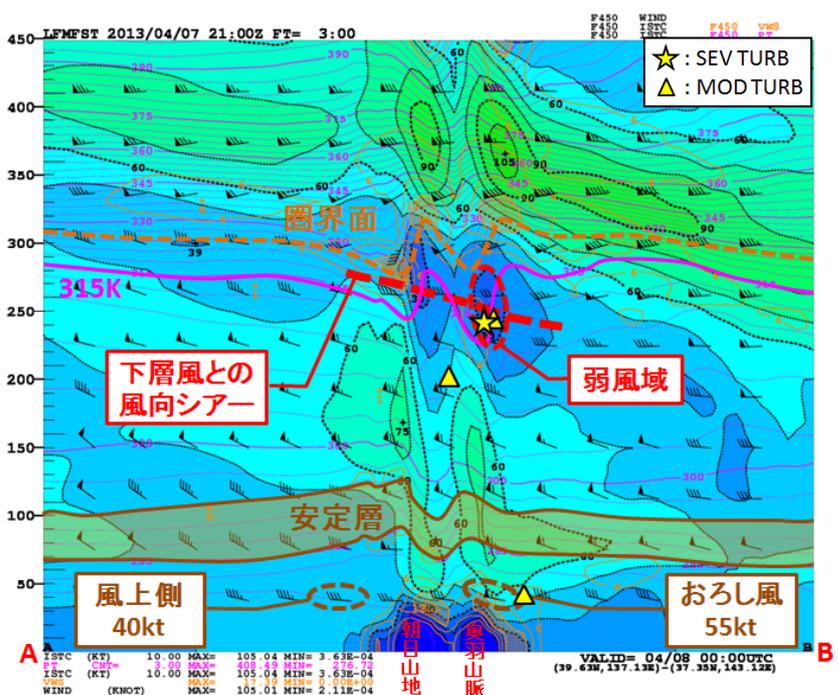


第2図 4月8日00UTCのUBJP
ジェット気流と300hPaの寒冷渦の位置を併記



第3図 8日00UTCの衛星可視画像

第4図は、同時刻の数値予報資料（局地モデル）初期値解析の、奥羽山脈を下層風と直交する方向（第3図のA-B）で切った断面図です。山脈上空のFL250付近に下層風との風向シアーがあり、この付近に風速30kt以下の弱風域が表現されています。この領域で、鉛直シアーが6kt/1000ft以下と大きくないにもかかわらず、並以上の乱気流が発生しています。また、弱風域の高度付近の315Kの等温位線に着目すると、山脈の上で鉛直方向への振幅が大きくなっています。これは、山岳波が上方に伝播していることを示すものであり、山岳波の砕波により乱気流が発生して、成層が上下に振動していることが示唆されています。



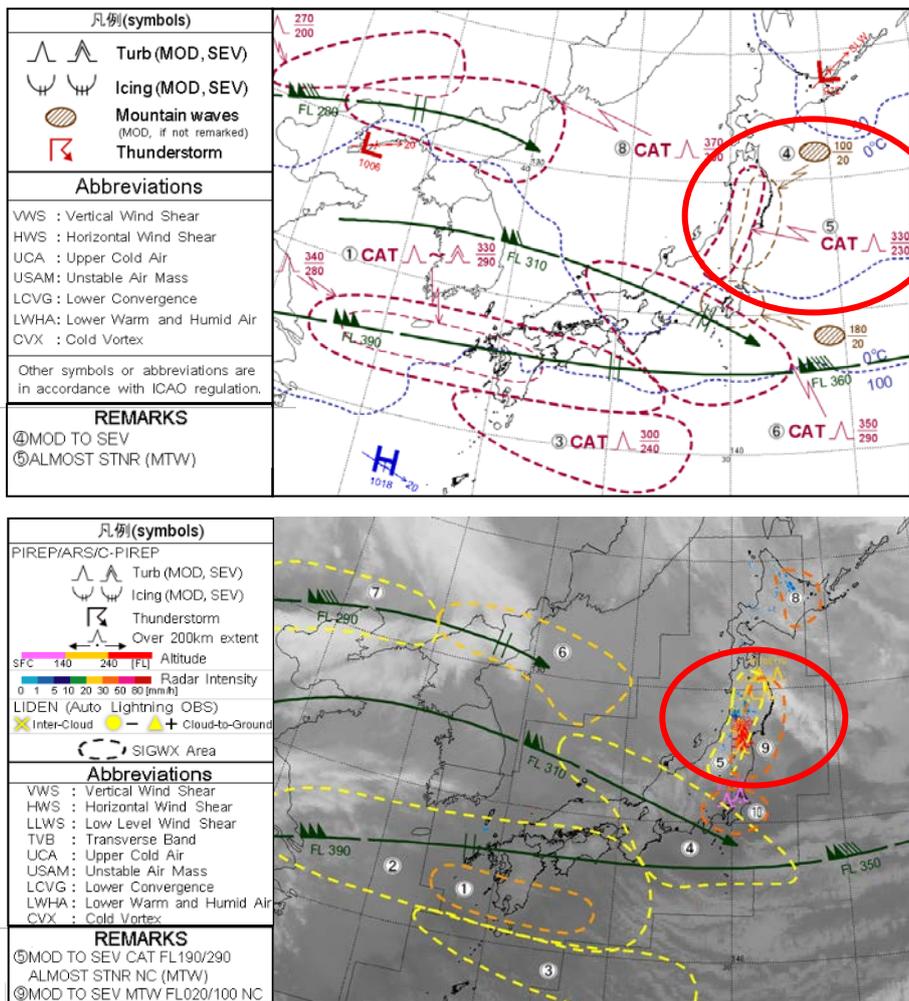
第4図 8日00UTCの数値予報資料のA-B断面図
(色塗りは風速)

4. FBJP及びABJPにおける表記

第5図(上)及び(下)は、それぞれ本稿第3項で示した事例日の国内悪天予想図(FBJP)及び国内悪天解析図(ABJP)です。

FBJPでは、東北地方に着目すると、山脈風下側の山岳波による乱気流(④)は、山岳波の凡例を用いて表現します。ここでは強い乱気流が予想されており、この場合のみREMARKS欄に「MOD TO SEV」と記述します。一方、山岳波の上方伝播による乱気流(⑤)は、山岳波の凡例ではなくCATで表現します。上方伝播した山岳波は山脈の上空からほぼ動かないことから、移動方向・移動速度は「ALMOST STNR」(ほぼ停滞)、要因としてMTWと記述します。なお、山脈風下側の山岳波は停滞であることが自明なため、移動方向・移動速度は表記していません。(FBJPのREMARKS欄は④、⑤以外を省略)

また、ABJPでは、山脈風下側の山岳波による乱気流(⑨)については、REMARKS欄に「MOD TO SEV MTW FL020/100 NC」のように強度・要因・高度・強度変化のみを記述し、FBJPと同様に移動方向・移動速度は省略します。一方、山岳波の上方伝播による乱気流(⑤)については、FBJPと同様にCATで表現し、移動方向・移動速度は「ALMOST STNR」、要因はMTWと記述します。(ABJPのREMARKS欄は⑤、⑨以外を省略)



第5図 8日00UTCのFBJP(上)及びABJP(下)

(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

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

2016年10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°C	最高 ×0.1°C	最低 ×0.1°C	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	10175	10186	203	232	178	88	65	20	12	350	16	15	10	5		▽●=	
2	10175	10186	230	267	208	80	65	140	8	140	10	-	-	-			
3	10125	10136	232	277	209	94	76	180	22	200	28	115	95	30		▽=	
4	10119	10130	249	300	210	84	53	70	12	70	16	-	-	-			
5	10139	10150	243	272	226	87	77	190	31	190	43	5	5	5		▽	
6	10108	10118	264	307	226	67	46	210	32	210	48	0	0	0		▽	
7	10228	10239	217	236	205	56	38	340	17	320	24	-	-	-			
8	10129	10140	226	267	189	83	69	210	21	210	30	85	80	30		●▽=	
9	10063	10073	234	265	199	74	44	210	27	200	38	205	140	40		●▽=	
10	10157	10168	189	199	181	66	60	60	16	70	20	0	0	0		●	
11	10167	10179	182	202	171	70	60	10	16	20	20	-	-	-			
12	10152	10163	189	219	154	64	33	50	18	60	21	-	-	-			
13	10202	10213	169	194	158	70	60	100	17	100	20	0	0	0		●	
14	10236	10247	173	193	143	55	37	360	14	360	17	-	-	-			
15	10265	10276	179	217	131	61	41	120	12	340	14	-	-	-			
16	10258	10270	188	226	151	65	44	360	11	360	14	0	0	0		▽	
17	10187	10198	189	206	165	90	67	160	24	160	32	175	65	15		●▽=	
18	10152	10163	214	251	181	88	72	350	11	340	14	45	35	15		▽●=	
19	10156	10167	212	231	200	82	75	90	13	80	15	-	-	-			
20	10122	10133	222	267	193	65	31	330	19	330	26	-	-	-			
21	10165	10176	189	203	177	58	39	340	21	330	28	-	-	-			
22	10135	10146	176	189	160	69	61	20	13	30	16	0	0	0		●	
23	10083	10094	185	208	163	71	52	70	17	20	21	0	0	0		●	
24	10157	10169	154	178	132	55	36	10	16	10	20	-	-	-			
25	10184	10196	152	182	115	69	47	180	11	170	18	10	10	5		●=	
26	10119	10130	200	251	139	83	68	170	15	170	21	0	0	0		●=	
27	10176	10187	201	231	164	56	31	340	21	340	30	0	0	0		●	
28	10160	10171	137	173	111	75	44	340	13	280	16	180	50	25		●▽=	
29	10126	10137	166	211	128	78	49	60	20	60	24	10	10	10		▽●	
30	10256	10267	128	137	114	72	59	30	16	40	21	10	10	5		●	
31	10229	10240	151	178	107	67	58	360	12	360	15	-	-	-			

上旬	10142	10153	229	262	203	78						425										
中旬	10190	10201	192	221	165	71						220										
下旬	10163	10174	167	195	137	68						210										
月	10165	10176	195	225	167	72						855										
極値				307	107		31	210	32	210	48	205	140	40								
起日				6	31				27		6	9	9	9								

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	0	1	10	2	9	2	0	0	19	10	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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
0	0	0	0	0	0	0	1327	508	0	79	0	0	0	0	0	1971	1004	0	0	0	0	0	0	0

【備考】08AMOS巡回保守点検のため、13:31~13:44の気圧、気温、露点温度、相対湿度は欠測。

特記事項