

# グライダーと気象

～雲たちの千の顔 青空の千の色～

丸伊 満  
(滝川市教育委員会スカイスポーツ課)

## 1. はじめに

グライダーによる飛行と、動力機つまり飛行機やヘリコプター等による飛行とでは、気象に対する考え方に根本的な違いがある。

動力をもたないグライダーにとっては、気象とは飛行のエネルギーを獲得するために必要不可欠な、そして最大限に活用すべき対象である。一方動力機にとっては、飛行を妨げる悪天候についての知識が主たる興味対象で、飛行に適か不適かを判断できればそれで十分といえる。つまり、グライダーパイロットには、他の航空機とは異質な、気流の動向についての詳細な知識や、微細な大気現象に対する観察力が要求される。このようなグライダーが持つ本質的な特性から、グライダーと気象とは、グライダー誕生以来現代に至るまで密接な関係が続いている。

ここではまず、グライダーと気象現象との関わりについて触れ、続いて近年、解明がすすんでいる北海道における上昇風の発生機構について紹介したい。

## 2. グライダーの発達史と上昇風の発見

グライダー発達の歴史は、そのまま種々な上昇風の発見・検証の歴史でもある。黎明期である1920年代当初には、グライダーが利用できる上昇風は斜面上昇風 (slope lift) ただ一種類で、可能な飛行距離も数kmにすぎなかった。また、グライダーの性能面でも滑空比10:1…1m降下する毎に10m前進できる能力…でしかなかった。しかし60年以上を経た現代では、利用可能な上昇風は大きく分けて10種類以上、さらに細かく分類を試みるなら恐らく100種類以上が認識可能であり、向上した滑空性能…滑空比40～60:1…さらに上昇風利用についてのノウハウの集積と相まって、距離300～500kmの飛行は世界各地で日常化

NO	名称	可能飛行距離(km)	可能飛行高度(m)	代表的エリア	北海道の現状
1	thermal 熱上昇風	1250+	5000+	オーストラリア アメリカ西部	内陸部を中心として 500km、4000m
2	mountain lee wave 山岳波	2000+	16000+	ニュージーランド アメリカ西部	7300m 日高山脈起因
3	slope lift 斜面上昇風	1600+	5000+	アメリカ東部 (7/177742)	大雪・十勝山脈西斜面
4	convergence コンバージェンス	1250+	5000+	南アフリカ スペイン	755km、3000m
5	shear wave シアア・ウェーブ	—	—	世界各地	しばしば遭遇
6	thermal wave サーマル・ウェーブ	—	—	世界各地	"
7	anabatic wind 熱斜面風	750+	4000+	フランス (南アルプス)	?
8	frontal lift 前線上昇風	1000+	—	世界各地	"
9	cumulo-nimbus 積乱雲	危険なため、現代ではほとんど利用しない。			
10	dynamic soaring ダイナミックソアリング	風速勾配の急激な変化を利用。過去に数例の報告あり。			

表1 グライダーが利用できる上昇風の種類  
実際の飛行では、これらの現象が互いに混交した複雑な  
気流状態にしばしば遭遇する。

している。表1はグライダーによって利用が可能な上昇風の種類を分類したものであり、同時にそれを利用することで可能となる飛行距離が示されている。そのうち、現在主として距離飛行に利用されていて特に重要なものは、①熱上昇風②山岳波③コンバージェンスである。

日本においては、戦前から続く長い歴史にかかわらず、ごく近年までは本格的な距離飛行は不活発であった。理由は不時着に不適な水田が多く狭い平野部と、上昇風の発生に不適な気候であると考えられてきた。しかし、北海道においては、近年コンバージェンス性の上昇風発生メカニズムが明らかになったことなどにより750km以上の距離飛行が達成されるとともに、山岳波を利用した7000m以上の高々度飛行も実現されており、最先進地として認知されるに至っている。

### 3. 北海道の「上昇風相」

上昇風の種類の多様性、地域特性、季節的消長等を仮に「上昇風相」と表現するならば、北海道の上昇風相は、多様な上昇風種が混在し、かつ山を隔てた各地域毎にその特性が異なるなど、世界的にみてもあまり類のない特に複雑な様相を呈している。その中でも海風の侵入により形成されるコンバージェンスラインは、北海道の上昇風相を特徴づけるキーワードといえる。

以下に北海道の上昇風相の具体的特徴を示す。

- ①海岸部及び海岸に接する平野部は、頻繁に海風の侵入を被る「海風エリア」であり、熱上昇風の発生は乏しく、原則としてグライダーには不適である。
- ②山岳により海から隔離された内陸部は、春から秋にかけて熱上昇風がよく発生する。
- ③海風エリアと内陸エリアとの接合部では、しばしば海風の到達線に沿って気流の収束帯…コンバージェンスライン…が出現し、特に良好な上昇風が線状に発生する。
- ④山岳が豊富であるため、西よりの上昇風が卓越する秋から春にかけて山岳波がよく出現する。
- ⑤性質の異なる海洋に接していることから、また比較的高い山岳の存在によって各地が気候的に分断されていることなどから、地域毎の変化が激しい。

### 4. 海風の侵入に伴う気流収束帯の形成について

北海道における過去に行なわれた500km以上の距離飛行は、全てコンバージェンスライン (convergence line) と称される上昇風帯を利用したものであり、従ってこの現象を正しく理解することはきわめて重要である。

この気流収束帯の存在は、1991年5月15日に行なわれた高性能グライダーによる気流調査飛行を契機として次第に明らかになってきた。

当日、滝川を離陸した調査機は、常時飛行高度2000m以上を保ちつつ、十勝大樹町、オホーツク津別町を経て、約5時間の飛行で約450kmの距離を飛行した。そして機上からの観察により、線状に連なる雲低高度2000~3000mの積雲が、海岸線と平行する位置関係で発生していることや、陸地に侵入する海風と内陸の気団との接触面が明瞭に認知できたことなどから、それらが海風の侵入に伴う気流収束帯であると推定した。

事後の調査として、当日の各時毎の全道のアメダスデータから各測点の風向と風速を抽出し、それによって全道の地表風の流線推定図の作成を試みた。図1は、風向及び風速の日変化図であるが、そこには流線が対向する気流の収束帯がみられ、その数は4本であることが確認された。さらに図2は、気流収束帯の日変化を示すものであるが、この図からは、ラインの位置は9時から16時までの昼間、殆ど変動しないという事実が判明した。以降、便宜上、これら4本の収束帯をそれぞれ留萌収束線、富良野収束線、十勝収束線、オホーツク収束線と呼称することとした。

尚、当日の気象状況としては、北海道は根室半島の東方海上約500kmの北緯43° 東経152° 付近に中心をもつ1026mbの移動性高気圧の後面に位置し、10000ftまでの上空について殆ど無風といえる穏やかな晴天であり、石狩平野北部、上川盆地、十勝平野では最高気温25℃以上に達している。

### 5. 北海道におけるフライトエリアマップの作成

1991年5月15日の調査を基礎として、その後実際の飛行による観察結果を加えることによって、グライダーによる距離飛行に適したエリアを示すフライトエリアマップが作成さ

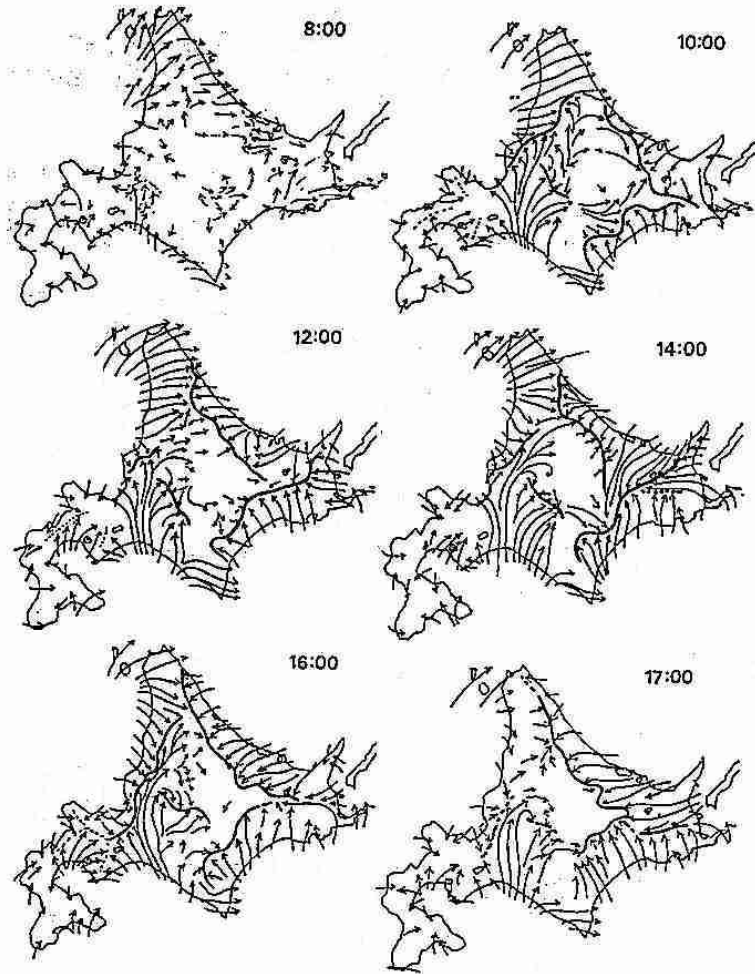
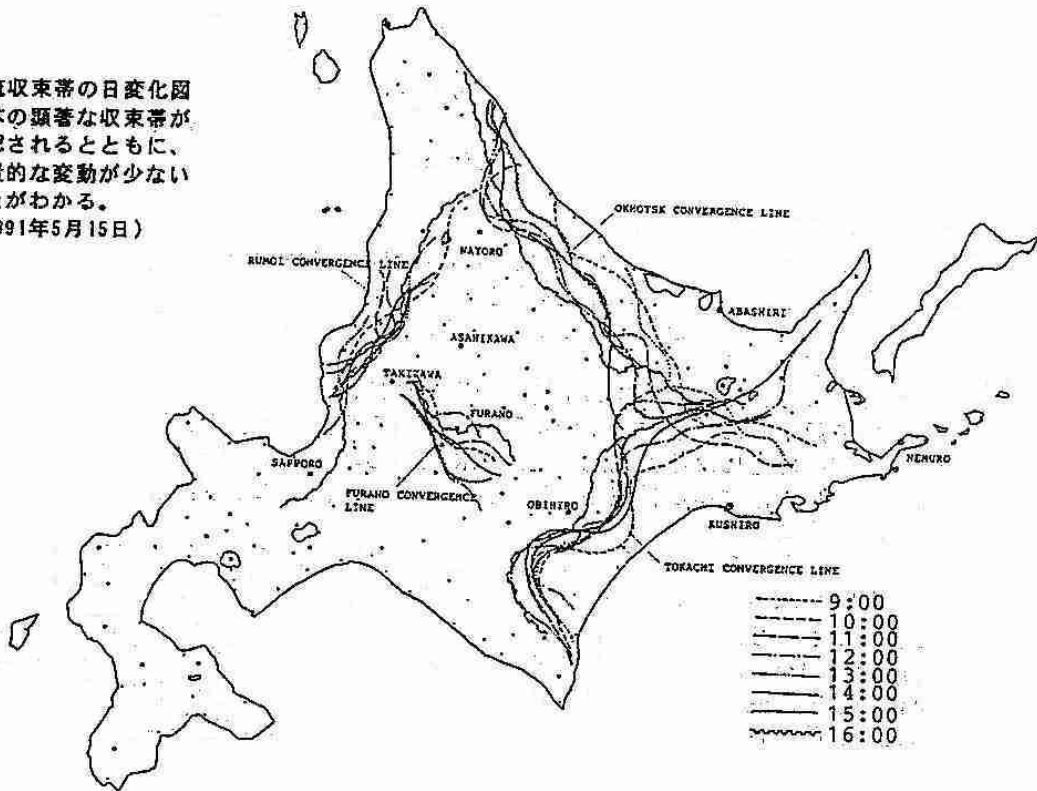


図1 地表風の流線推定図  
海風の侵入に伴って、  
日中から夕刻にかけて  
気流の収束帯が出現し  
ている。(1991年5月15日)

図2 気流収束帯の日変化図  
4本の顕著な収束帯が  
確認されるとともに、  
位置的な変動が少ない  
ことがわかる。  
(1991年5月15日)



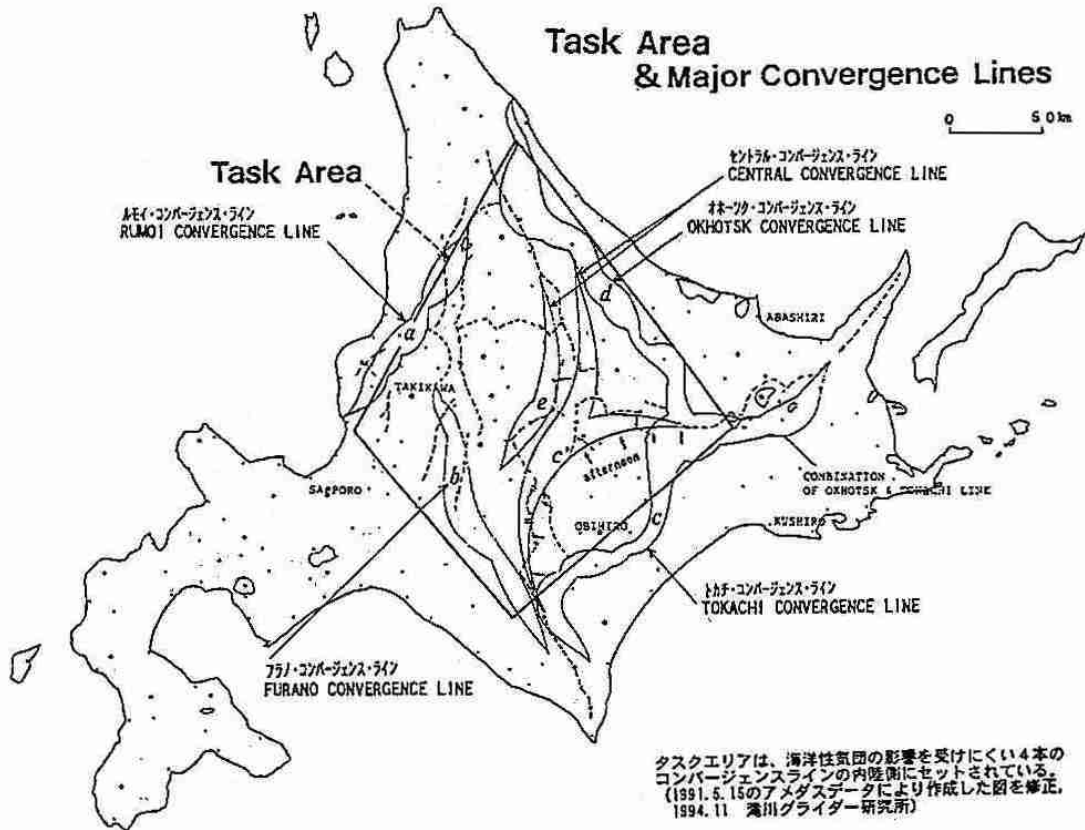


図3 北海道におけるフライトエリアマップ  
安定して上昇気流の発生が期待できるエリアは、4本の気流収束帯及びその内側の内陸部であり、従ってフライトエリア（タスクエリア）は概ね実線で囲まれた部分となる。

れた（図3）。この図では、先の4本の気流収束帯に大雪・十勝山系及び日高山脈上に頻繁に発生する山岳起因の気流収束帯を加え、計5本のラインの予想される発生位置が示されている。現在では、滝川を起因としてのグライダーによる距離飛行のコース選定は、その殆どがこのマップに基づいて行なわれており、特別なケースを除いて「タスクエリア」として実線で示された範囲において飛行している。

#### 6. 日高山脈に起因する山岳波の利用

グライダーによる高々度飛行には、山岳波 (mountain lee wave) が適している。他の上昇風種では到達できない、きわめて高い高度…しばしば10000m以上…を得ることが出来、かつ長時間にわたってその気象状態が継続するため、結果としてきわめて長い距離を飛行することが可能となる。

北海道においては、このタイプの上昇風の発生には、地形的特性から日高山脈が最適といえ、西風時の風下側に位置する十勝平野を航行する小型飛行機や、時には10000m付近を航行する旅客機などによる乱気流や上昇風に関するパイロットレポートも多い。そこで日高山脈に起因する山岳波の存在をグライダーの飛行により実証する目的で、1990年及び91年に調査を行なった。

調査はまず、山岳波の発生位置を推定するため、アメリカの地球観測衛星ランドサット2・3・4・5号により撮影された衛星写真を検索し、雲の存在により可視化された山岳波の画像を抽出することから始められた。そのうち明瞭に山岳波を捉えた衛星写真5枚について、各波動の頂部を合成したのが図4である。この図から、日高山脈北部、特に新得町から御影町にかけて発生する第1波 (primary wave) の位置がきわめて安定しており、変動が少ないことが確認され、高度獲得に最適のエリアであると推定された。

図4 十勝平野における西風時のウェーブ性の雲の分布パターン  
LANDSATにより撮影された十勝平野における西風時の山岳波のうち、雲の配列時が顕著な5例を選んで合成した図であり、各ラインは雲列の頂部(crest)を示している。  
日高山脈に対してほぼ平行に山岳波が発生していること及び特に第1波について発生位置の変動が少ない(a)ことがわかる。(1990年11月24日)

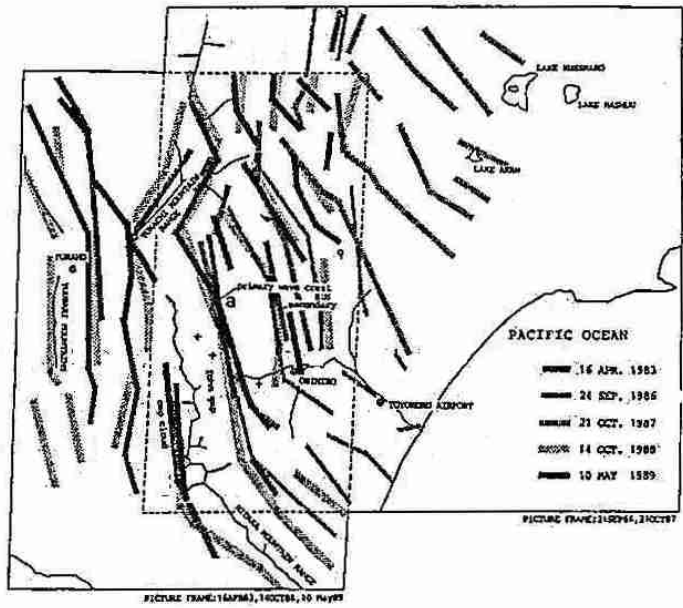
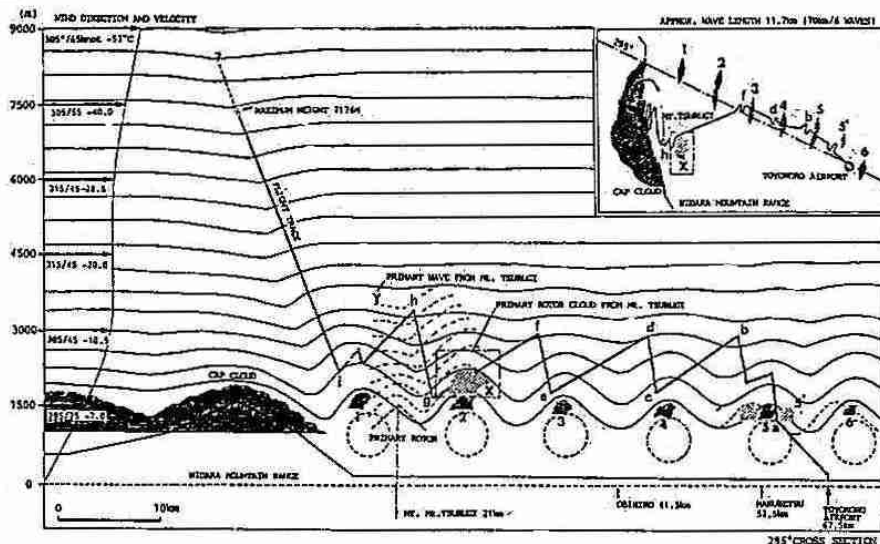


図5 十勝平野における山岳波発生時の気流推定図  
方位角295°における垂直断面推定図。飛行の経路も同時に示されている。(1990年11月24日)



従って実際の飛行は、豊頃町の飛行機を基点として、この第1波への接触を主眼において試みられたが、1990年11月24日及び1991年1月20日に調査飛行は成功し、日勝峠上空において最高々度7176、47mを記録した。その際の気流状態を推定して作図したのが図5である。当日、山岳波は少なくとも第6波まで観測され、またそれぞれの波動においてはローター雲 (rotor cloud) が発生していた。

7. おわりに

これまで述べてきたように、北海道における上昇風相は、その第1の特徴である5本のコンバージェンスラインを中心として、種々な気象現象が混交したきわめて複雑な様相を呈している。今後衛星位置標定・記録装置 (GPS recorder) を搭載したグライダーによる飛行等を通じて、それらの解明がすすめられるとともに、結果としてより長距離の飛行が達成されることを期待したい。