

気象衛星画像の解析と利用
－ 航空気象編 －



平成14年3月
気象衛星センター

表紙の画像（ひまわりの初画像）

ひまわりは、1977年7月14日米国航空宇宙局のロケットにより打ち上げられた。表紙の写真はひまわりが初めて撮影した画像である（1977年9月8日03UTC可視画像）。

画像では、沖縄の南海上を北上中の台風第9号が捉えられている。この台風は沖永良部台風と呼ばれ、同日00UTCに905hPaの最低気圧を記録している。

はじめに

我が国における気象衛星による観測も 25 年になろうとしている。

1976 年に気象衛星課（当時）で邦訳した「予報と解析への気象衛星資料の利用」（原題：ESSA TECHNICAL REPORT NES51 “Application of Meteorological Satellite Data in Analysis and Forecasting” Anderson *et al.*, 1974）を最初の技術書とし、その後も様々な技術書を刊行して雲解析の手引きとして大いに利用してきた。

2000 年 3 月には水蒸気画像など新しい画像の見方や最新の雲解析の知見をまとめた「気象衛星画像の解析と利用」を刊行した。

気象衛星画像は台風や低気圧などスケールの大きな現象ばかりでなく、局地的な顕著現象の把握や予測など多方面で利用されてきている。しかし、雲解析の技術は気象衛星センターに集約され、蓄積されてきたために、必ずしも一般的な技術として共有されていない部分もあった。

しかし、今後はそれぞれの気象官署において気象衛星の画像あるいは雲量格子点情報などの資料を用いて、現象をリアルタイムで把握し、理解するとともに、それを天気予報や防災などに直ちに活かしていくことが求められるようになる。

一方、航空気象の面でも気象衛星の資料はさらに一層有効に利用されることが期待されている資料のひとつである。航空機の運航上、広い大洋上で遭遇する晴天乱気流に関する情報などは極めて重要であり、こうした情報を気象衛星資料から入手することは航空関係者共通の願いである。

今回、これまでに「気象衛星センター技術報告」や「雲解析事例集」などで報告した事例、あるいは新たに調査して加えた事例を集大成して「気象衛星画像の解析と利用 — 航空気象編 —」を刊行する運びとなった。

本書には執筆担当者がこれまでこつこつと資料を収集し、調査を重ねて来たものが数多く含まれている。航空気象関係者だけでなく、全ての気象関係者にとって大変有用な内容であり、是非一読をお薦めしたい。

本書は第 1 章、第 2 章で気象衛星による観測の基本的な解説がされており、第 3 章以降で乱気流など個々の現象について詳細な解説がされている。基礎的な部分が理解できていれば、必ずしも章を追って読み進める必要はない。また、各章とも具体的な事例について画像を多く用いて比較的平易に解説することを心がけた。必要な時に必要な項目を再読されることもよいだろう。

気象衛星資料の解析と利用について、航空気象の視点から初めてまとめられた本書が、航空気象に関する予報技術の向上、安全運航の確保など多方面で有効に利用されるものと期待している。

最後に、本書の刊行に際して原稿の執筆にあたった解析課の関係者、また原稿に対して有益なコメントをいただいた本庁予報課及び東京航空、新東京航空、関西航空の各地方気象台の関係者、原稿の校正等に携わった関係者の労を多とするものである。

2002 年 3 月

気象衛星センター所長
福 井 徹 郎

目 次

第1章 基礎

1.1 気象衛星による観測	1
1.2 画像の特性	4
1.3 雲型判別	7

第2章 衛星画像で観測される雲パターンと水蒸気パターン

2.1 雲パターン	9
2.2 水蒸気パターン	18

第3章 乱気流とウインドシヤー

3.1 高高度の晴天乱気流(CAT)	27
3.1.1 衛星画像とCAT	27
3.1.2 浪雲	29
3.1.3 CATの指標となる雲パターン	30
3.1.4 CATの指標となる水蒸気パターン	45
3.1.5 山岳波	57
3.1.6 衛星画像によるCAT発生の判別と事例	63
3.2 中・下層の乱気流	89
3.2.1 バウンダリーと対流雲列	91
3.2.2 風下波による波状雲	101
3.3 低層の乱気流とウインドシヤー	107
3.3.1 LLWS発生時の雲の特徴	107
3.3.2 寒気場内の対流雲列(筋状雲)	116
3.3.3 山岳波に関連するLLWS	119
3.3.4 竜巻、ガストフロント及び海風前線	122

第4章 対流雲(積乱雲)

4.1 画像による対流雲の判別	127
4.2 対流雲の発達条件	132
4.3 総観規模の現象と対流雲の発達	132
4.4 テーパリングクラウド	144

第5章 地上風の推定

5.1 地上風を推定する方法	153
5.2 寒冷前線(対流雲列)	153
5.3 下層渦	164

第6章 寒気場内の現象	
6.1 寒気場内の雲パターン	167
6.2 帯状対流雲	173
6.3 寒気場の雲渦	181
第7章 霧	
7.1 衛星画像で見られる霧の特徴	193
7.2 内陸の霧（放射霧）	193
7.3 海上の霧（移流霧）	196
7.4 新センサーの利用	199
第8章 火山噴煙、黄砂及び大規模森林火災	
8.1 火山噴煙	201
8.2 黄砂	210
8.3 大規模森林火災	212
参考文献	215
索引	221
コラム	
TBB、雲頂温度及び雲頂高度	8
ジェット気流	14
「系に相対的な流線」と雲	23
衛星画像と変形域	26
CAT予測のインデックス	28
ケルビンヘルムホルツ波	35
雲解析事例集と気象衛星観測月報	56
衛星風	62
富士山の乱気流	90
捕捉された風下波とスコラー数	115
MCCと雲クラスター	126
大気的不安定	139
航空機の被雷	171
ドップラーレーダーが捕らえたシヤーライン	179
ドップラーレーダーが捕らえたガストフロント	180
黒い霧	192
カルマン渦	200
航空路火山灰情報センター	207