

熱気球におけるリスクマネジメントについて

－気象知識と「係留」中止の条件－

Managing Risk for Hot-Air Ballooning

Conditions that may prevent activities when doing tether work while
in the hot-air balloon

田中 利佳*, 一柳 達幸**, 角田 和代***

Rika TANAKA, Tatsuyuki ICHIYANAGI, Kazuyo KAKUTA

要 旨

熱気球の運航は、気象の変化に大きく影響を受ける。そのためパイロットは、安全な運航を行うための気象に関する知識と変化を予測する力が必要である。

気象の変化をより正確に予測するために必要な知識は、天気図の解釈、雲の特徴、地形特有の気象変化などである。さらにパイロットは、見えるもの、感じるもの全てから気象の情報を得る姿勢を持ち、気象の変化を正確に予測するトレーニングを続けることが重要である。

不特定多数のゲストを搭乗させる係留は、ロープで地上に固定されていること、活動する時間帯が日中であること、活動が長時間に及ぶことから、自由飛行以上に気象の変化に影響を受ける。したがって、パイロットは、係留を安全に行うために「係留の中止を決定する基準」を持つ必要があり、その基準は、次の①～⑤であると考えられる。

- ①風速 4m/sec またはパイロット技能の許容範囲を超えているとき
- ②インフレ時に球皮が暴れクルーが振り回されるとき
- ③クルーが地上で熱気球を静止させることが不可能なとき
- ④サーマルの発生もしくは強い上昇気流が発生したとき
- ⑤積乱雲の急激な発達を確認されたとき

キーワード：熱気球，係留，環境（気象），安全規程，パイロット心理

1. はじめに

鈴鹿市は、秋から春にかけて天候の穏やかな週末に熱気球が数多く飛行する。その姿は、鈴鹿の風物詩となり、市民にも広く認知された活動となっている。

現在、熱気球を操縦する者は、日本気球連盟のパイロットライセンス（熱気球技能証明

*本学准教授、スポーツ方法学 (Methodology of Sports)

**本学特任教授 スポーツ経営学 (Administration and Management of Sports)

***本学准教授 スポーツ経営学 (Administration and Management of Sports)

書)を取得する必要がある、安全運航に必要な技能と知識、熱気球独自のリスクについて学ぶ。特に気象に関する知識を取得することは、気象の変化が運航に大きく影響する熱気球を操縦するために必要不可欠である。

パイロットは、常に安全を最優先に熱気球を運航し、事故防止に努めている。しかし、毎年十数件の事故がパイロットにより日本気球連盟に報告されている。その原因は、気象の変化に影響されるものが多い。

本論文は、パイロットが熱気球の安全な運航を行うために必要な気象に関する知識を検討するとともに、不特定多数のゲストを搭乗させる係留活動の安全を考慮した気象のリスクの観点から、「パイロットが係留活動の中止を決定する基準」を提案することを目的とする。

本論文の目的を果たすために、文献研究を用いることとした。

2. パイロットに必要な気象知識

熱気球の運航は、気象の変化に大きく影響される。そのためパイロットは、運航に際し気象情報の収集と気象の変化についての予測を行う必要がある。日本気球連盟がパイロットライセンス取得希望者に課している講習の内容は、「日本気球連盟と技能証明認定制度」「航空法」「気象」「気球の構造の基礎知識」「気球の操縦法」「航法とフライトプラン」「LPGについて」「航空医学」「気球関連の保険について」の9項目であり、「気象」については、次の①～⑤の内容を含めることとしている。

- ①風と雲について
- ②大気の安定度
- ③天気図の読み方
- ④サーマルについて
- ⑤飛行に適した気象条件

その中でも天気図を読むことは、大気の安定度や風の変化に関する予測を行うために重要であり、パイロットが運航計画を立てるために必要な知識である。¹⁾

(1) 天気図

天気図は、各地点における気圧や気温、風速などを図に表したものであり、等圧線・高気圧・低気圧・前線などが記されている。低気圧では周辺の空気が集まって上昇気流となり、高気圧の域内では空気が降りて周辺に流れていると考えられる。また、等圧線の間隔が狭いほど風速が早いと推測される。一般的に天気図において、高気圧の接近は好天、低気圧の接近は悪天と予想される。前線付近では、暖かい空気が冷たい空気によって上昇させられるため、降雨の確率が高い。パイロットは、天気図に記載された情報と数字で空気を立体化して思考することにより風の流れ方や方向を予測するが、正確に読み解くことは非常に困難であり、訓練を要する。

図1～図3は、同時刻に発表された天気図である。図1は気象庁発表のもので、気圧の移動予想が記載されている。図2はYahoo発表の天気図で、カラー表示により工夫されている。図3はアジア地上解析図(ASAS)と呼ばれるもので、速報天気図の観測データについて、さらに気象庁で広い範囲を解析し、気象庁担当海域における警報事項(海上台風、海上強風、海上風、海上濃霧)や陸上や海上の観測データ(気温、露天温度、風向風速、雲形雲量)が記載されており、速報天気図よりも得られる情報量が多い。ただし、速報天気図が発表されてから解析するため、2時間30分のタイムラグがあり、速報天気図が1日に7回発表されるのに対して、アジア地上解析図の発表は4回である。

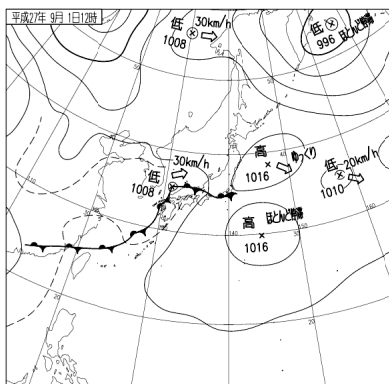


図1 2015年9月1日12時
気象庁発表の速報天気図
(出典：気象庁HP 2015.9.1)

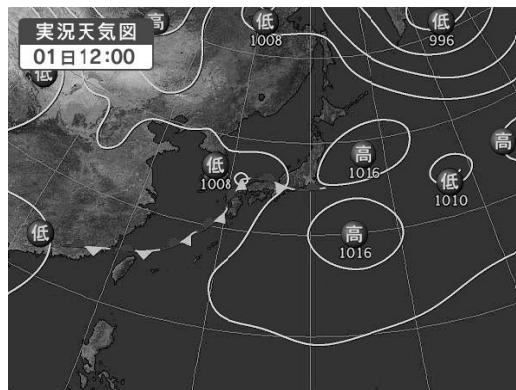


図2 2015年9月1日12時
Yahoo発表の天気図
(出典：YahooHP 2015.9.1)

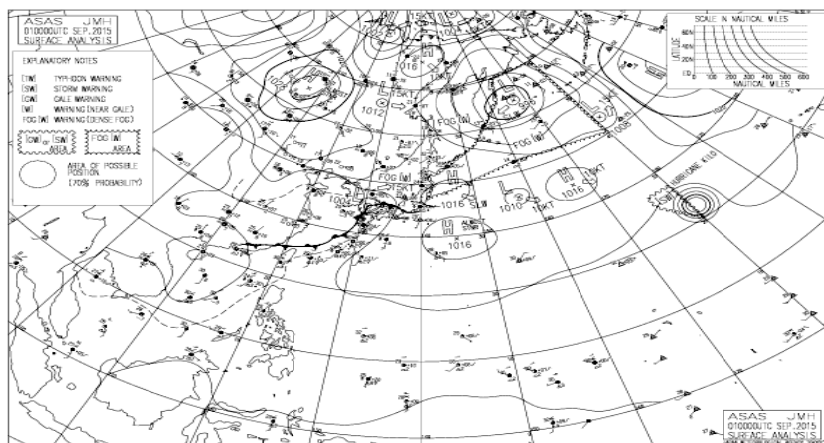


図3 2015年9月1日12時 気象庁発表のアジア地上解析図

現在は、天候に関する様々な情報を瞬時に取得できる状況にある。しかしパイロットは、それらの情報を参考に気象の変化を予測することが重要である。気象変化を予測する技術を研鑽することが重要であると考える。

(2) 天気図以外から得る気象に関する情報

パイロットは、天気図などの情報を基に気象の変化を予測しフライト時間を含む運航計画を立てるが、実際の気象変化は複雑であり予想が困難である。例えば鈴鹿は、鈴鹿山脈と海に挟まれた地形であり風が発生しやすいという特徴があげられる。このように天気図以外の地形による気象変化の特徴が存在する。パイロットは、地形による気象変化の特徴についても情報を得る必要があり、それらを踏まえて予測と観察を繰り返し、経験を積むことが大切である。

パイロットが天気図以外から得られる具体的な情報は、感覚（気温、風向、風速、湿度など）、視覚（工場の煙突から出る煙、雲の流れ、道端の旗、木の枝の揺れ具合、土埃の舞い方など）である。運航の実施を決定する際には、風速計による実測、ヘリウムガスを入れた風船を上げ軌跡を観測するなどさらに詳しく状況を把握し、運航計画の確認や変更役に役立つ。また、他のパイロットによる経験談、その土地で暮らす人の意見も有効な情報と考えられる。

1) 風

風は、気圧分布と密接に関係しており、大気運動の重要な情報となる。また、気象学における風は、大気の地表面に対する水平的な空気の流れを意味しており、鉛直方向の運動は気流として区別されている。風速を表す単位は、m/sec（秒速）とkt（ノット）が使用され、気象庁では、地上での風速にm/sec、高層ではktを使用している。これらの単位の関係は、 $1\text{kt} \approx 0.5\text{m/sec}$ である。

また、風を表現するにあたって気象庁は、風の吹いてくる方向を風向と呼び、360度を16方位に分けて表すことが多い。例えば、北北東・北東・東北東・・・などである。熱気球活動時のパイロットは、真北を0度（360度）とした度数法を使用することが多い。

計器がない場合や使用できない場合の風速計測方法として、ビューフォート風力階級表がある。その中で陸上の様子について抜粋したものを表1にまとめた。

表1 ビューフォート風力階（出典：ビューフォート風力階級表をもとに、筆者作成）

状況	陸上の様子	風速予想(m/sec)
平穏	静穏、煙がまっすぐに上る。	0.0～0.2
至軽風	風向きは煙がなびくことでわかるが、殆ど感じない。	0.3～1.5
軽風	顔に風を感じる。木の葉が動く。	1.6～3.3
軟風	木の葉や細かい小枝が絶えず動く。軽く旗が開く。	3.4～5.4
和風	砂埃がたち、紙片が舞い上がる。小枝が動く。	5.5～7.9

2) 雲

雲の分類は、1803年にイギリスのハワードが行った科学的分類をもとに、1896年国際会議を経て10種類に分類されている。

表2 国際基準による雲の分類と特徴

雲の種類	よく現れる高度	特徴
巻雲	上層 5~13 km	すじぐも。氷晶が集まってできていて、典型的な繊維状構造を持ち、白い巻き毛のような外観の雲 輪郭が霞むと天気の快方、霧状、網状は悪天と予想
巻積雲		うろこぐも。いわしぐも。白い小石を敷き詰めたような雲。巻雲や巻層雲と同時に発生することが多い
巻層雲		うすぐも。主に氷晶で、白っぽく透明な繊維状か、ペール状の雲 時には太陽が傘をかぶったように見える場合がある。時間とともに別の雲に変化し、天候が悪くなることが多い
高積雲	中層 2~7 km	ひつじぐも。小さな塊でまだら状、帯状になっている。塊が比較的大きいと好天、小さいと悪天になる場合が多い
高層雲		おぼろぐも。薄墨色の雲で、半分以上が半透明。太陽や月が曇りガラスを通したようにぼんやり見える。この下に層積雲など低い雲が現れ始めたら、雨が近いと推測される
乱層雲		あまぐも。ゆきぐも。雨雲と呼ばれる黒色の雲。弱い雨を長時間降らせる。温暖前線に伴っている場合が多い
層積雲	下層 地表~2 km	うねぐも。むらぐも。くもりぐも。灰色または白っぽい雲で、薄い板状か丸みのある塊が層状または波状に浮かんでいる。雲塊と雲塊の間から青空が見えるときは穏やかと考えてよい。
層雲		きりぐも。灰色で一様な層状の雲。霧に似ている。大気の状態は穏やかで層雲より上層が青空なら好天となることが多い。
積雲	下層から中・上層	わたぐも。つみぐも。身近な雲のひとつで、綿のように浮かんでいる。この雲が発生している時は、上昇気流が発生している。上昇気流が強くなると、発達して積乱雲になることがある。
積乱雲		にゅうどうぐも。かみなりぐも。夏季によく出現する雲。鉛直上方に大きく発達した濃密な雲で、山や巨大な塔のような外観をしている。内部では強い上昇気流が発生しており、成長すると短時間に強い雨を降らせる。雷を伴うこともある。

出典：国際基準による雲の分類とその特徴について、パイロットハンドブックを参考に筆者作成

パイロットは、雲の形状と性質を学習することによって多くの情報を得ることができる。巻層雲、高積雲、層積雲が現れると、やがて風が強くなると予想される。また、巻積雲、巻層雲、高積雲、高層雲、層積雲のような波状雲が見られるときは、雲の高さの大气が波うっていることを表す。巻雲、高積雲、高層雲、層積雲、積雲が地平線の1点から放射状に出ているように見える場合、その方向に低気圧の中心があることが考えられる。特に積乱雲など危険を伴う雲を注視し、早期の危険回避行動につなげることが望ましい。

3. 事故状況について

パイロットライセンス所持者は、熱気球の運航における安全を最優先に行動し、事故防止に努めている。しかし、毎年事故は報告されている。日本気球連盟事故調査委員会に報告された事故件数は、2013年に19件、2014年に24件、2015年8月末日までに14件であった。事故時における飛行目的と事故原因は、図4及び図5のとおりである。

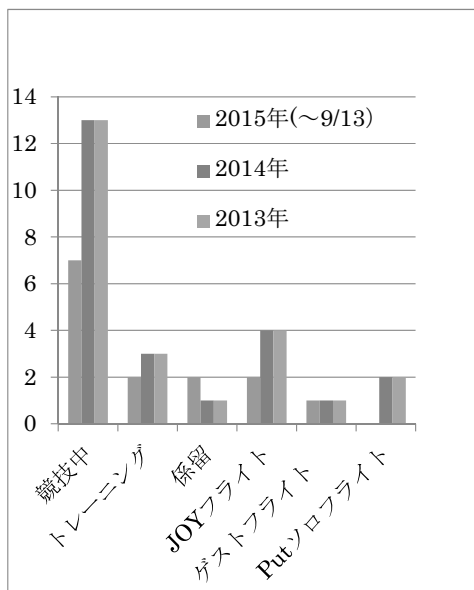


図4 事故発生年別飛行目的

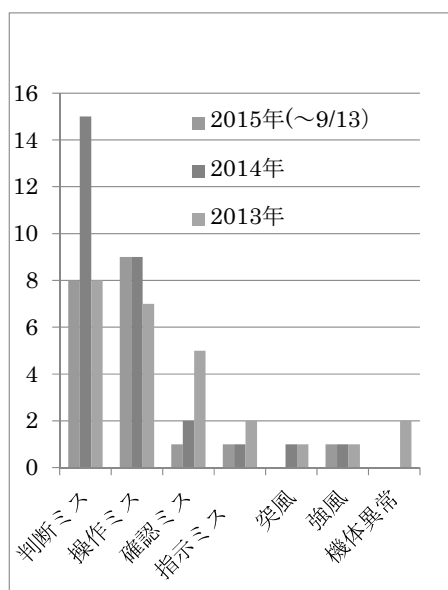


図5 発生年別事故原因

(出典：日本気球連盟事故調査委員会発表資料を基に筆者作成)

熱気球の事故報告によると、競技フライト中に最も多く事故が発生しており、2番目のJOYフライトの3倍強であった。発生の事故原因は、パイロットの判断ミスや操作ミスによるものが最も多いことが確認された。競技フライト中のパイロットは、高得点を得るために無理をする傾向があり、事故がパイロットの機体操作に起因するところが多い。事故内容については、機体損傷や物損事故が大半を占めている。

気象の変化に起因した事故は、地上風の影響を受けやすい係留に多く、実際に報告され

ている4件の事故事例をもとに原因を検証する。

【事例1】風速情報無し

係留の待機中、ガスの節約のため通常より球皮がしぼんだ状態であったところに風を受けて、球皮が倒れ掛かったりすることがあった。その時に、空気調整のためのラインが想定外のところに絡まっていたと予想される。バーナーを焚いたときに、ラインの一部が燃え、溶けカスがゲストに降りかかり、火傷を負わせた。

【事例2】風速2~4m/secと推測

大会イベント係留のインフレ中の事故。パイロットライセンス所持者3名、係留手伝い経験有りのボランティアスタッフ2名、経験無しのボランティアスタッフ5名の計10名で立ち上げ中、横風を受けて炎の方向が開口部に向いたと思われる。開口部担当者が火傷を負う。人員配置と指示のミスと報告。

【事例3】天気予報風速2~3m/sec

小学校での係留中、午前10時前から風が吹き始めたため係留を一時中断した。バスケットを安定させる目的でクルー3名を搭乗させ、残りのメンバーでバスケットを押さえ待機していた。突風が吹き、機体が上昇したためパイロットはバスケットを押さえていたクルーに手を放す指示をしたのちバーナーを焚くが、バーナーに点火している間に地上に気球を固定してあるロープが張り、引っ張られて地上にぶつかった。衝撃でパイロットの手が、ON状態にあるバーナーから離れたため、球皮のパネルとスカート部分を損傷した。(機体損傷)

【事例4】風速情報無し

係留中、東からの風が急に強くなったため、気球の形を保ちながら待機していた。突風により側面がつぶれ、球皮がへこむように変形。風に合わせてバーナーを焚き、球皮を立て直していたところ、球皮側面が波状になり、パネルが裂ける事故が発生。係留の熱気球固定方法と強風による事故と報告。(機体損傷)

事例1~4によると、過去3年以内に起きた係留中の事故は、強風もしくは突風の影響を受け、それに伴うパイロットの判断ミスや操作ミスが重なって発生していることが明らかとなった。

日本気球連盟事故調査委員会は、1994~2003年の係留事故報告を分析した結果、人の負傷4件と機体損傷が16件であり、突風と係留用ロープが関わる事故が多いと発表している。事故発生の時間帯は、10時以降に増加し、12時~15時の時間帯が最も多い。事故状況の分析のまとめとして次の4点をあげている。

- ①係留しているロープについて注意が足りない。
- ②気象条件の急変をあまり予想していない。
- ③強風下で適切な中止時期の判断ができない。

④通常フライト条件と異なることが正しく理解されていない。

また、係留中の安全対策法として、突風の備え、中止を判断する基準、気象状況の把握などを正しく行うようパイロットに指導している。(日本気球連盟事故調査委員会 2004)

4. 熱気球「係留」活動の特徴

熱気球の活動は、自由飛行と係留に分類される。

自由飛行は、インストラクターが Put (訓練生) を指導するトレーニングフライト、大会などの競技フライト、有志で楽しむ JOY フライト、ゲストを乗せるゲストフライトに分類できる。管轄の管制局に許可を得たエリアと時間帯で、運航計画に基づき飛行を行う。

係留は、自由飛行と異なる特徴が大きく5つあげられる。

一番目に、その場に留まる活動であること。係留活動は、熱気球を3~4本のロープで地上に配置した車などに固定し、ロープの長さを調整することで地上から20~30m程度の昇降運動を繰り返す。熱気球教室や搭乗体験イベントに用いられる。ゲストは、熱気球を間近で長時間見ること、直接触れることが可能であるため、年齢を問わずゲストに人気の高い活動である。小学校での体験授業や、企業や自治会のイベントなどに依頼されることも多い。

二番目に、風の影響である。自由飛行の場合熱気球は、離陸した後は風に乗って移動するため、着陸時を除いては風の影響による球皮の変形やバスケットの揺れはほとんど見られない。しかし係留は、地上風の影響を受けやすい状況にある。風の影響により球皮が傾く、変形する、またはロープに引っ張られバスケットが上下左右に振られるなど、ゲストにとって危険な状況が発生しやすい。

三番目に、活動日や飛行時間の決定プロセスである。自由飛行は、事前に収集した気象情報により飛行可能と判断した日時に活動する。飛行時間は、搭載したガスボンベの残量や着陸予定地によりパイロットの判断で決定されるが、2時間を超えることは殆どない。一方係留は、依頼されたイベントの日時において、気象状況が可能な限り実施することを前提として活動する。そのため1回の活動時間が長く、8時間に及ぶこともある。

四番目に、ゲストに対する説明に関することである。自由飛行は、ゲストを搭乗させる場合でも、パイロットが飛行計画や諸注意を伝えるブリーフィングを離陸前に実施するため、フライト中にパイロットが操作に集中できる。しかし係留は、あらかじめゲスト全員に諸注意などの説明を行ってから活動できる特別な場合を除いて、搭乗ゲストが交替する度に必要最低限の説明を行う責任がパイロットにある。しかも、説明している間も機体の操作を行う必要がある。そのため、パイロットの負担を軽減するために、ゲストの指導を含めた地上の活動を任せることのできる経験豊富なクルーを確保する必要がある。

最後に、複数パイロットによる活動である。自由飛行と比較して活動時間が長い係留は、機体の昇降操作回数やゲスト対応によるパイロットの疲労が著しい。そのためパイロット

は、一定の時間で交替することが多い。バスケット内でバーナーを握り機体を操作するパイロットに活動の全権があるため、パイロットの交代とともに全権が移譲されることになる。パイロットの技能や判断には個人差があるため、経験の浅いパイロットは、中止すべき判断を回避し、チーム内のより技能の高いパイロットと交替するなど、中止の判断を遅らせてしまう危険がある。

5. 係留におけるパイロットの意思決定

(1) 熱気球活動のリスク・エレメント(危険要素)

熱気球活動におけるリスク・エレメントは次の①～⑤であると考えられる。パイロットは、リスクを評価する際、リスクを平均化すること、バランスを取るなどの必要性がある。

①パイロット：パイロットに身体的、生理的、精神的に大きなストレスがなく、良好な状態であること。

②機体：機体及び装備品に異常がない状態であること。

③環境：気象状況及び活動場所の状況が活動に適していること。

④運航：燃料・人員確保・時間などが計画通り進んでいること。

⑤状況：①～④を組み合わせて考えた総合的な評価が良好であること。

(2) 係留のリスク・エレメント

係留に熱気球活動のリスク・エレメント以外に特別なものは存在しない。しかしリスク・エレメントの量や質は自由飛行と大きく異なる。

①パイロットは、自由飛行と比べて、身体的、生理的、精神的ストレス大きい。パイロットは、ゲストの安全確保に最大限の注意を払い環境に対応しながら機体を操作する一方、ゲストが交替する毎に注意事項を伝え、注意に反する思わぬ行動をとるゲストに対応し、小さなこどもへ配慮するなど、絶えず神経を使っている。

降雨や強風で誰もが中止と判断できる気象状況以外では、パイロットの技能によって係留の実施判断が左右されるため、イベント主催者やゲストの係留実施に対する期待の大きさが、パイロットの判断に影響を与えてしまう傾向にある。営利目的で行う場合も実施が収益に直接つながるため、中止を決定する場合にかかるパイロットの心理的負担は大きい。さらにパイロットは、係留実施の有無を準備段階で判断するだけでなく、告知されたイベント時間内の気象変化に伴い、遅延実施や係留開始後の一時中断、係留中の中止判断を行う必要がある。特に係留開始後の中止判断は、曖昧な気象条件の変化により完全中止を判断することが困難であるため、立ち上げたままの状態をゲストを搭乗させない「待機」という状態が生み出されることになる。一定しない風の状況において、「回復」か「悪化」かの気象変化を予測する時間と考えることも可能だろう。そのような場合においてもパイロットは、並び待つゲストが少数の場合「最後のひとりまで」と考え、中止の判断を遅らせてしまう心理状態に置かれる。パイロットの技能にも個人差があるため、複数で活動する

場合、経験の浅いパイロットは熟練者に頼る傾向が生まれる。

②機体は、ロープで固定することにより地上風、横風の影響を強く受ける。安定した天候であっても、風は一定でないため、時折吹く強めの風に、球皮が大きく傾く、または変形する場合がある。また、ロープの張力による引き戻しの動きがあることも大きな特徴である。熱気球のサイズや形状によっても風から受ける影響力は異なる。

③環境は、活動の実施時間や継続時間で異なる。自由飛行を実施する早朝や日没前は比較的天候が安定するが、係留は活動が長時間に及ぶことが多いため危険も増す。特に地表温度が太陽熱によって上昇する時間帯に風が強くなる傾向にあり、上昇気流の発生が予測される。雲の量により太陽熱も変化するため、薄い雲で覆われている天候より、晴天時に発生しやすい。その他、地形による風や、周辺の建造物によって発生する風など、不慣れた土地においては、変化の予測が極めて難しい。

⑤運航に関しては、活動予定時間によるが、交替のパイロット、地上を任せることのできる経験豊富なクルーを含み多くのスタッフが必要となる。事故防止の観点からも活動が3時間を超えるような場合は、交替パイロットと地上チーフを含め10名程度確保したい。さらに長時間に及ぶ係留では、スタッフの体力と休憩時間を考慮した人数の確保が必要である。自由飛行と比較して燃料の交換も回数が増すため、ガスボンベの取り扱いにも十分注意が必要となる。優秀なスタッフ及び人数が確保できない場合は、天候に関係なく活動の中止を決断すべきである。

6. 熱気球係留活動に関する規定

熱気球の安全運航を目的に、日本気球連盟は、諸外国の規定を参考に航空法に代わるものとして数々の内規を定めた。その中に、熱気球自由飛行安全規定と熱気球係留安全規定がある。定められた事項は以下のとおりである（抜粋）。また、それぞれの規定に解説を加え、日本気球連盟のHPに掲載し、パイロットに周知している。

(1) 熱気球自由飛行安全規定

【第4章 遵守事項】

4-2 機長の責任と権限

- 1) 機長は飛行に際して全ての責任と権限を持つ。
- 2) 機長は飛行に先立ち、必要な情報のすべてを熟知しなければならない。
- 3) 機長は飛行に先立ち機体の点検を行い、安全な飛行ができる状態にあるかを確認しなければならない。
- 4) 熱気球自由飛行を行う機長は、日本気球連盟の定める有効な熱気球操縦士技能証を所持するものでなければならない。但し、連盟の定めるトレーニングフライトにおけるPu/tのソロフライトはこの限りではない。
- 5) 第三者の生命、財産等を危険にさらすような飛行を行ってはならない。又事故が起

きた場合の為の十分な配慮がなされていなければならない。

6) 機長は事故を起こした場合は、事故報告書を作成し速やかに日本気球連盟事務局へ提出しなければならない。

7) 機長は飛行に先立ち、熱気球操縦士技能証を有しない搭乗者に対して、気球の飛行に伴う安全上のリスクと、その結果生じる緊急事態への対処法を説明し、十分に理解させなければならない。

8) ソロフライトを行う Pu/t は上記①～⑦の機長に該当する。

4-11 制限事項(環境)

1) 飛行条件の悪いところでは飛行してはならない。

2) 地上風が 8m/sec 以上の時は気球を離陸させてはならない。又初心者のパイロットの場合は、4m/sec 以上で離陸してはならない。

3) 強度なサーマルが発生している時や積乱雲の発生している時の様に気象条件の悪いときは、飛行してはならない。

4) 飛行は着陸可能な場所が点在しているところで行わなければならない。

5) 離陸地の選定にあたっては風下に障害物が無い平坦地より行うこと。

6) 着陸時の選定にあたっては、高速道路、鉄道、幹線道路、高圧線等の近辺は避けること。

7) パイロットが進路変更を行おうとする際、その想定される航路上に障害物がないか、他の気球や航空機が進入する恐れがないことを確認しなければならない²⁾。

(2) 熱気球係留安全規定

【第4章 規定】

4-1 この規定の前提として熱気球自由飛行安全規定が存在する。

4-2 熱気球の係留を行う者は、日本気球連盟の定める熱気球操縦士技能証を所持するものでなければならない。

4-3 係留を行う機体は、日本気球連盟の機体登録、更新がなされておりかつ第三者損害賠償保険に加入している必要がある。

4-4 搭載品、その他は熱気球有人飛行規定に準ずる。

4-5 係留の実績も機体ログに記入されなければならない。

4-6 係留索は最低2本以上を使用すること。

4-7 気球係留には、最小破断強度“安全率3×総浮力”以上のロープを使用すること。

4-8 係留索の一端は必ず地上に固定されなければならない。

4-9 係留中は、地上に責任者を定め、責任者は気球に対して適切な処置を行える者でなければならない。

4-10 信頼に足る風速、風向装置を係留地に設け注意深く変動を見守るのが望ましい。

4-11 強風下で係留を行ってはならない。一般に4m/sec以上の風の時の係留は危険であ

る。

4-12 サーマル状態で上昇、下降の制御が不能になった場合は係留を中止すること。

4-13 機長は事故を起こした場合は、事故報告書を作成し速やかに日本気球連盟事務局へ提出しなければならない。

4-14 全ての係留は、航空法の定めに従って行わなければならない。

4-15 航空法の定めで規定される係留計画は、前もって航空局に通知しなければならない。

4-16 係留に際して全ての責任は機長にある。

4-17 全ての係留は、気球が安全に機能する範囲内で行わなければならない。

4-18 如何なる場合も気球の製造者の仕様で定める以上の重量を積載して係留してはならない。

4-19 全ての気球は、係留時以下に定める装備を搭載しなければならない。

1) 消火器 2) 2種類以上の着火器 3) 手袋

4-20 係留索の固定は堅固に締結されていなければならない。

4-21 係留索と機体を接続する部分は十分な強度を持った部材、方法で接続されること。

4-22 係留時、機長は地上にいる地上員、見物人等の第三者に十分注意しなければならない。

4-23 係留索を固定する地上側の対象は、十分保持力のあるものを使用すること³⁾。

(3) 熱気球係留安全規定解説（日本気球連盟 安全委員会）

日本気球連盟は、熱気球係留安全規定の解説で次のように記述している。

係留における安全性は気球そのものとパイロットとクルーの能力、場所そして気象(特に風の強さ)による。気象の穏やかな朝と夕方には、安全で容易な係留が可能である。日中、サーマルが起きるとき、特別な注意が必要である。そして強風下では係留を行ってはならない。あるいはもし係留を開始していて、状態が悪化したなら即中止すること。又係留には障害物のない最小の面積(200ft×200ft)が必要である。

空気による力は、風速の2乗に比例するため、風速1m/sec時に立ち上がった熱気球をかろうじて1人で抑えることができるとすると、風速2m/secになれば同じ力の人が4人、風速4m/secになれば16人必要になるということである。

係留を行うかどうかを決断する前に、パイロットは風のあるときの係留はフリーフライト以上に熟練した経験と技能が必要であることを認識しなければならない。

インフレ時の気球の動きや係留の最初の数分で気球の状況をつかむこと。もし突風あるいは上昇風が係留ラインや取り付け部の最大張力に近づく力を発生したら、あるいはクルーや見物人が危険にさらされたならばインフレは即、中止しなければならない。

係留気球に一般の人を乗せる場合は十分に注意すること。気球に対して知識経験の無い者は思わぬ行動をするものである。搭乗させる前に十分は注意を与えておくこと⁴⁾。具体的な解説は、ロープの数、取り付けの場所や角度、クルーの配置におよび、「全ての

係留の操作において、経験あるクルーのチーフはバスケットの中にいるパイロットと同様に全体のオペレーションに対して指示しなければならない。自由飛行と違い地上責任者(グランドクルーチーフ)は、パイロットと同様に重要な役割を演じるため経験ある者が望ましい」「1人のクルーメンバーをそれぞれの係留ラインに割当てこの割当てられたポジションを交代するか解除するまではそこに居させなければならない」など、詳細に記述されている。

しかし、解説においても、具体的な風速の制限については記載がなく、熱気球係留安全規定にある、「強風下で係留を行ってはならない」「一般に4m/sec以上の風の時の係留は危険である」という文言に留まる。2003年パイロット講習時に使用されたテキストには、「風速4m/sec以上の場合、十分な注意が必要である」「風速7m/sec以上での係留は避けること」と書かれており、風速6m/sec以上と以下に分け、係留の具体的な方法が詳細に示されているが、現在のパイロットハンドブックからは削除されている。

7. まとめ

パイロットが熱気球の安全な運航を行うために必要な気象に関する知識は、天気図の読解力、雲の特徴、地形特有の気象変化、それらをもとに気象の変化をより正確に予測する力である。気象の変化を予測するために重要なことは、多くの情報を収集することであり、外部から得られる気象に関するデータに加え、パイロットの五感(特に感覚と視覚)から得られる情報を見逃さないことである

不特定多数のゲストを搭乗させる係留活動は、自由飛行以上に地上風の影響を受けやすく、建造物による独特の変化も予測される。そのためパイロットは、熟練パイロットの経験談、その土地で生活しているメンバーの意見も踏まえ、気象変化の予測に役立てたい。

検討の結果「パイロットが係留活動の中止を決定する基準」は、以下のように考えられる。

- ①風速4m/secまたはパイロット技能の許容範囲を超えているとき
- ②インフレ時に球皮が暴れクルーが振り回されるとき
- ③立ち上げ後、クルーが地上でバスケットを静止させることが不可能なとき
- ④サーマルの発生もしくは強い上昇気流の発生が確認されたとき
- ⑤積乱雲の発生、急激な発達を確認されたとき

風速に関する基準は、一律に決めることができない。パイロットの技能や係留の経験値、地上を任せることのできる経験豊富なクルーの有無、クルーの数、係留地の広さや立地条件、機体のサイズや活動時間が、基準を変化させる要因となるからである。

自由飛行や係留を問わずパイロットは、気象の変化を予測する力を高める必要があり、そのための知識習得とトレーニングを継続することが望まれる。気象の悪化が予測される場合は、躊躇せずに危険回避行動を起こすことが、事故を未然に防ぐための最善の策であ

ると考える。

引用文献

- 1) 日本気球連盟 HP 安全委員会 2015.8.6 閲覧
- 2) 日本気球連盟 熱気球自由飛行安全規定 第4章
- 3) 日本気球連盟 熱気球係留安全規定 第4章
- 4) 日本気球連盟 熱気球係留安全規定解説 安全委員会

参考文献

- ・大藤 睦雄「CRM入門 パイロットの意思決定」鳳文書林出版販売(株) (1997)
- ・株式会社エクセム「Exem Hot Air Balloon Pilot School 講習テキスト」株式会社エクセム (2004)
- ・饒村 曜「イラストでわかる天気のおくみ」新星出版社 (1999)
- ・日本気球連盟安全委員会「パイロットハンドブック」日本気球連盟 (1998)
- ・日本気球連盟安全委員会「パイロットハンドブック」日本気球連盟 (2014)

【H P】

- ・気象庁 HP 2015.9.1 閲覧
- ・日本気球連盟 HP 安全委員会 2015.9.1 閲覧
- ・日本気球連盟 HP 事故調査委員会 2015.9.17 閲覧
- ・Yahoo 天気 HP 2015.9.1 閲覧