

富士山って、どんなところ？

皆巳^{みなみ} 幸也^{ゆきや} (石川県立大学 生物資源環境学部 環境科学科)

1. はじめに

表題のように問いかければ、まさに百人百様の答えが来ることは明らかであろう。しかし、ここでその全てを論ずることが本シンポジウムの趣旨ではないし、もとより演者の手に負えるものでもない。そこで本講演では、富士山を取り巻く大気がどういう特徴を持っているか、すなわち富士山の気象条件についてご紹介する。したがって、それは演者の研究成果を発表するものと言うよりは、続いてお話しされる4名のご講演について、皆様により深く理解していただくための“前座”である。そして、それに加えて、これまで数年間にわたって富士山頂や周辺で大気観測にあたってきた経験、それに伴う登下山の経験をもとに、(富士) 山での楽しみや怖さについてもお話しする。そのため、本稿では大気科学どころか学術の範疇にすら馴染まない表現も入り混じってしまうことを、あらかじめお断りしたい。

2. 気象学から見た「富士は日本一の山」

富士山の剣が峰が日本国内の最高点であり、その標高が 3776 メートルであることは多くの人が知っている。では、この高さが持つ意味は、と問われるとどうであろうか。もちろん、この場合も様々な答えはあるだろうが、ここで答えるべきは「そこが自由対流圏であること」というものであろう。そこまで言い切ってしまうと、実は若干のウソが混じるのであるが、その点は次節で述べることとして、本節では割り切って話を進める。

自由対流圏とは何だろうか。その前に、気象学の一般的な知識として、地球の大気は下層から対流圏、成層圏、中間圏、熱圏の4つに、まずは大きく分けられる。これらは、大づかみには高度と共に気温が下がっていくか上がっていくかで区分される。最下層にある対流圏は、季節や緯度などの条件にもよるが通常は地表面から高度約 10~16 キロメートルまでの範囲である。ここでは高度が上がるにつれて気温は低下し、そのことが大きな原因となって活発な対流が発生し、雲ができ、雨や雪が降る。いわば“お天気”といちばん密接に関わる大気の層である。

その対流圏は、今度は2つの層に分けられる。下にあるのが大気境界層、上にあるのが本章の主演である自由対流圏（「自由大気」とも言う）である。両者は、そこを（水平に）流れる大気が地表面から摩擦の影響を受けるか否か、で区分される。その境界は高度 1000~2000 メートルにある。もちろん自由対流圏は、摩擦の影響を受けない部分である。このことは、その部分の大気がまさに“自由”に吹く原因となっており、日本の上空では偏西風（ジェット気流）という強風が見られることになる。そして、この強風域では地球規模で大気そのものやそれに含まれる様々な成分（黄砂や大気汚染物質も含まれる）が地球規模で迅速に輸送されることになる。そのことは、本シンポジウムの講演要旨でも、小林氏の図3や大河内氏の図1で示されている。

さて、富士山の標高は山頂で 3776 メートルである。したがって、山体の約半分が自由対流圏に突き出していることになる。加えて、図1（次ページ）にあるとおり山体が急峻な孤立

峰である。このことから、富士山（の上半分）に到達する空気が、あまり周囲の地形で乱されることの無かった自由対流圏の大気であることが十分に期待されるのである。いわば、高度 4000 メートルにも達する、天然の巨大な観測タワーがそこに建っているようなものである。そこには、条件さえ整えば時期を問わず、あるいは継続して、“地に足のついた”大気観測のできる場所が用意されている。残念ながら気象庁によるレーダー観測基地としての役割は終わってしまったが、大陸域や、更に遠くから自由対流圏内を運ばれてくる様々な物質を調べる拠点としては、むしろこれからが利用価値の高まる時であろう。

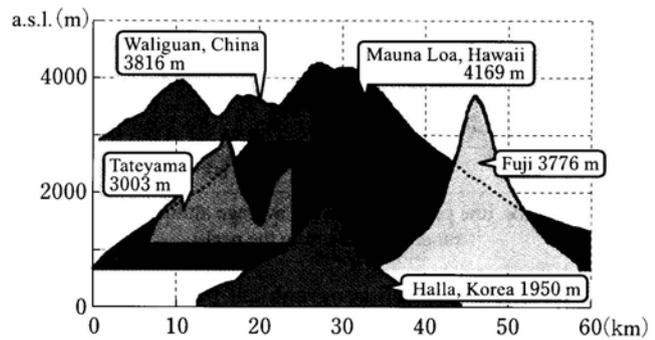


図 1. アジア太平洋域で大気観測に利用されている山岳の東西断面。「a.s.l.」は海拔を意味する。
(五十嵐、2009)。

3. でもそこには地面が

前節で、「富士山（の上半分）は自由対流圏にある」と書いた。しかし、年がら年じゅう、また昼も夜も、ずっとそうかと言うと、実はそうではないらしい、ということが明らかになってきた。例えば兼保（2007）は、富士山頂でエアロゾルによる光吸収を調べたところ、初夏には大気境界層内から輸送されたと考えられる、化石燃料起源の黒色炭素が高濃度となる時間帯があることを報告した。つまり、山麓で汚染物質を取り込んだあと、山の斜面を這い上がってきた大気が、山頂あたりまで到達することもあり得る、というのである。また、高橋（私信）は、七合八勺（標高 3255 メートル）における風向を観測したところ、日中は斜面を吹き上がる風、夜間は吹き下りる風という日周変化が明瞭になる場合があることを示した（図は省略）。これは、いわゆる山谷風というもので、太陽光で斜面が温められたり、放射冷却で冷やされたりすることによって起こる風である。この風は、半世紀以上にもわたる大気中 CO₂ 濃度の連続観測で著名なハワイ・マウナロア観測所でも同様に発生しており、そのため実際に使用するデータは大気が斜面を吹き下りてくる時間帯のものに限定しているようである（Schnell、私信）。

ただ、少なくとも富士山の場合は、斜面を上がってくる大気も重要な観測対象となる。それが山麓からも見えるのが、笠雲である。この雲は、空気が斜面を上るにつれて膨張するため気温が下がり、ついには水蒸気が飽和に達して水滴の集団、すなわち雲（現場では霧）を形成した結果である。一般的には悪天の予兆として知られることが多いが、ここでは水滴の中身が問題である。つまり、雲粒（霧粒）が生成するには、まずその核となるもの（雲核）が必要である。笠雲の場合は、吸湿性をもつ物質が多く含まれるエアロゾルがその役割を果たすことが多く、それは硫酸アンモニウムなど大気汚染物質を起源とするものや、海水の飛沫から生成した海塩粒子であることが多い。そして、そうした水滴が形成されると、水に溶けやすい硝酸ガスなど、これまた大気汚染物質から変化した成分が多量に取り込まれることもある。その結果として、（意外にも？）酸性度の高い雲（霧）が山頂でも観測されることは、本シンポジウムでも大河内氏の講演要旨で示されるとおりである。

4. 私の“遭難”顛末記、それから

ここまで、富士山にやって来る大気のことを中心に筆を進めてきた。ここでは、富士山にやって来る“人”にまつわる話をしたい。まずは、あまり縁起の良い話ではないが遭難についてである。2009年夏に北海道の大雪山系で10名もの遭難死亡事故があったことは記憶に新しいが、富士山でも遭難事故は後を絶たず、不幸にして亡くなる方も多い。実は演者も、大雪山系での事故が起こったのとほぼ同じ時期に、富士山での徒歩登山中に荒天に遭遇し、やむなく途中で引き返した経験を持っている。その際にも、我々が悪戦苦闘していたすぐ上で、2名の方が凍死されていたことを後で知り、生死を分けるとはこのことか、と背筋が寒くなった記憶がある。そのときの顛末は、たまたま関係者にメールで報告したものが手元に残っている。ここでは、恥を忍んで、その前半部分を紹介する。なお、メールの内容は原則として原文のままとしているが、個人名は伏せ、その方の役割を注記した。

(以下、メールの内容)

みなさま

皆巳@石川県立大です。

先日は、皆様に大変ご心配いただきまして申し訳ありません。おかげさまで、その後は(一応)無事に下山できました。O氏グループ(演者注:演者の観測グループ)は集中観測の最中なのですが、私は明日から学内外での講義や試験が連続するため、いったん当地に戻りました。

さて、お騒がせしました7/19の登山について、自分の恥をさらすようでもありますが、少しでも皆様のご参考になればと思い、以下ご報告します。

当日は富士宮口を上がる道路が通行規制だったため、スカイラインの水ヶ塚PAからシャトルバスの始発(6:00)で新五合目に移動しました。PAから山を見上げて、Aさん(演者注:富士山NPO御殿場基地担当)と「雲の流れからして20~30m/sはありますね」と話したり、新五合目の建物脇に設置されている風速計が、かなり勢いよく(主観的な!!)回っていたりと、前途多難を思わせる状況は見ておりました。

登り始め(6:50頃)は視界も良く、さほど風も強まりませんでした。六合目を過ぎた頃から霧の中に入り、どんどん風も強まって(平均で15m/s、瞬間的に20m/sぐらい?)きました。当然のことながら、更に進めば進むほど風も強まり、また防水対策が間に合わないほど濡れてしまったため、山小屋(七合、八合、九合、九合五勺)を通るたびに30分かそれ以上の大休止をしながら何とか歩いて行きました。

九合五勺を出て少し上がった所で稜線状になったところがあり、そこで遂にロープを持ったまま進めなくなってしまいました。そうする間に約30m/s(主観ですが)の突風を受け、その時点で九合五勺まで引き返す判断をしました。同行の2名は数メートル前で止まっていたのですが、彼らに退却を伝えるに行くことだけでも、風を見てタイミングを計る難しい状況でした。

九合五勺に戻ったのは、まだ12時より少し前でしたが、小屋にお願いして待機させてもらうことにしました。その後も風は収まらず、交代するはずだったK氏班(演者注:O氏グループの一員)が14時頃に延泊を決めたこともあり、小屋に泊めてもらうこととしました。結局、天気が回復したのは日付が変わる頃で、風は翌朝もまだ強め(10~15m/s?)でした。それでも登山は可能と判断し、明るくなるのを待って(5:00過ぎ)、山頂を目指した、という次第です。

待機をしている間、失敗したな、と思ったことが1件ありました。九合五勺では、私が持

っている某社の携帯電話が常に「圏外」だったことでした。そのため、山頂班ほか皆さんとの連絡は、別会社の携帯電話を持っていた、同行の2名にお願いすることになってしまいました。山頂なら、どの会社でも大丈夫かと思いますが、今回のような状況を考えれば、会社を選ぶ必要があるのかも知れません。(以下略)

(以上、メールの内容)

山での遭難と言え、大抵は強風や低温、あるいは雪によるものであり、雷や雹などが加われば更に厄介なことになる。ただ、いくら天気が良い場合でも注意すべき敵は高山病である。ちょっと脱線するが、冬型の気圧配置が見られるようになると、天気予報では時おり「輪島の上空 5000 メートルでは気温が…」という決まり文句が出てくる。厳密に言えばこれは気圧が 500 ヘクトパスカルの高度での気温であり、気圧とはそれより上にある大気の重みであるから、大雑把に見て高度 5000 メートルでは大気圧、したがって大気の“濃さ”が地上の半分ということになる。標高 3776 メートルの富士山頂では、半分とまではいかないものの、それでも地上と比べれば6割程度の“濃さ”であり、それに伴って酸素も薄くなる。それが高山病の原因である。その発症には個人差や体調による違いがあるらしいが、富士山頂まで来れば何の症状も現れないことの方が異常なのかも知れない。私は高山病の専門家ではないため、予防や治療に関して大したことが言える立場にはないが、純粋に経験から考えて、直ちに下山しなければならないような重症である場合を除けば、「ボチボチ慣れる」しかないのかな、と考えている。もちろん、その際には水分や食料の補給も適度に行う必要がある。

以上、山の怖い話が続いたが、山には(観測とは別の)楽しみもたくさんある。周囲の目はともかく、自分では決して山男であると思っていない私であるが、それでも山に来て良かった、と思える経験は数多くあった。その中で最も印象深かったのは、山頂の(旧)測候所から見た朝の「影富士」である。こんなに綺麗なものなのか、と感動すら覚え、しっかりカメラにも納めたものである。その写真は、講演当日のお楽しみとしたい。そのほか、星はこんなにもたくさんあったのか、と思わせる夜空も、いくら見ても飽きが来ない。富士山に登った経験をお持ちでない方も、一度は訪れていただきたいし、できることならば我々の観測にご理解・ご声援をいただければ有難い。

謝 辞

富士山頂や山麓での大気科学観測は、実に多くの方や団体によるご理解とご支援で成り立っている。気象庁東京管区气象台や環境省、文化庁などの政府機関、静岡県・山梨県および市町村、NPO法人「富士山測候所を活用する会」および山頂勤務班の皆様、名古屋大学太陽地球環境研究所はじめ、各位に感謝を申し上げますとともに、今後ともより一層のご支援をお願いしたい。

文 献

五十嵐 康人 (2009): 富士山におけるエアロゾル観測とその課題. エアロゾル研究 24, 90-96.
兼保 直樹・五十嵐 康人 (2007): 初夏期の富士山頂において観測されたエアロゾルの光吸収特性. エアロゾル研究 22, 318-321.