

気象観測鉄塔と富士山測候所の利活用

土器屋 由紀子 Yukiko Dokiya

見晴らしの良い高いところが好きで、旅行で新しいところへ行くとまず高いところへ登って眺めたくなる。高所恐怖症の亡夫からは「想像力の欠如だね」と言われていた。つくばの気象研究所に勤めていた1980年頃、学園都市で一番高いところであった213mの気象研究鉄塔は私の憧れの的であった。地球化学研究部に属していたので、降水とエアロゾルのサンプルを採ることになり、地表付近と175mにハイボリュームサンプラーを設置し、また降水採取用の枠を213mに取り付けた。フィルタ交換は1週間に2回である。

「化学屋さんは不便ですね。我々はセンサーを取り付けてくれば後は下でデータを取るだけなのに、毎回登って作業をするなんて」

と隣の部の物理屋さんにひやかされながら、毎週2回、200mまで15分かかるエレベータを操作してフィルタ交換に1年間登った。

「上から地面まで三角に張ったステは見えない方がよいですよ。目が回るから」

と忠告された。確かにその通りである。いくら想像力が欠如していても、やはり怖い。エレベータは200mまで。従って、残りの13mは鉄の梯子を使う。ちゃんとガードが付いていて絶対に落ちないようにになっていることは分かるが、周りが丸見えなのである。

こんなことを続けていたら、企画室から時々お声が掛かるようになった。

「今度いつ登ります？ ○○研究所の××さんを乗せてあげてくれる？」

と言うようなわけで、

「つくばに赴任してから一度は登って見たかった」

という周辺の研究所の方々のお供をすることが再三あった。中には、途中で顔面蒼白になって、

「頼むからすぐ下ろしてください」

と言われた某研究所長や、連れて行ったこちらが怖くなるほど、高いところで歩き回る好奇心一杯の若手まで様々であった。ご本人は覚えておられないかと思うが、宇宙へ行かれる前の毛利衛さんをお導せした事もある。当然、後者に分類される方であった。科学万博以前の、まだ自然がそのまま残っていたつくばの風景とともに懐かしい思い出である。

1年間採り貯めたサンプルは色々な分析に使ったが、最も印象的だったのは、つくば独特の接地逆転層が見事に体感できたことであった。冬の朝、風のない日は、晴れていても筑波山が少し霞んで見える。しかしエレベータで登り、150m辺りから上ではくっきりと見える。下では寒くて外せなかった軍手を外して作業が出来るほど上の方が「暖かい」ことを何度も経験した。そして、地表由来の汚染物質などの化学成分濃度もそれに対応する¹⁾。

「馬鹿と煙は高いところに昇るといいますが、どうも、つくばの煙は賢くて、冬は100m程度で止まってしまい、200mまで上るのは馬鹿だけのようですね」

と気象研究所の談話会で話したら、

「当たり前のことをわざわざ苦労して証明して見せたのね」

と当時の部長に言われてしまった。

その後、気象大学校へ転勤になり、1990年の夏に、はじめて富士山に登った。気象庁の観測船でお世話になっていた丸田恵美子慶応大学助教授（当時）に誘われて、降水のサンプルを採るためである。植物学者の彼女は大学時代から富士山がフィールドで、冬も一人で山頂まで登れる登山家でもある。

「サンプルの回収は責任持つから、分析をお願い」

という、申し訳ないような有難い条件で1年間の試料について分析し、「天気」などに報告した^{2,3)}。

これに味をしめて気象大学校の卒業研究のテーマとし原稿受理 平成20年12月1日

て、富士山の降水、エアロゾルなどの採取と化学分析を、少ない予算で手工業的に続けているうちに、気象研究所応用気象の堤之智主任研究官（当時）の地表オゾン観測と出会い、地球化学の五十嵐康人主任研究官たちも加わり、だんだん大掛かりになった。この辺の事は他で書いたりので省略するが、2004年に富士山測候所が無人化されるまでに、富士山頂の大気化学観測は結構面白いことがわかってきた。

山頂付近がスマートな富士山は、実は3776mの鉄塔なのである。もちろん地面がつながっているから完全に境界層ゼロというわけにはいかない。しかし、同じ高さでもずんぐりしたマウナロアなどと比べると、限りなく自由対流圏に近い大気を観測できる。気象研究所の鉄塔と比べて、格段に大きいスケールの鉛直観測が可能な魅力的な場所なのである。

2004年7月に、無人化に向けて気象観測が自動化されると同時に、レーダー準備室を借りて観測していた大気化学の研究者たちも撤去を要求され、業務ではない研究観測の弱さを痛感させられた。しかし、せっかく面白いデータが採れ始めていたのに、途中で観測を中断させられた大気化学の研究者や、富士山頂という条件を生かした研究をやりたい高所医学、生態学、放射線科学などの研究者が、2005年に（財）静岡総合研究機構の渡辺豊博研究室長（現都留文科大学教授）の協力を得て、NPO法人「富士山測候所を活用する会」を設立した。2007年からは気象庁より測候所施設の一部を借用、夏季2ヶ月だけだが、研究所としてオープンしており、私は設営のお手伝いをしている。

2007年の夏は、NPOによるはじめての山頂の管理運営であり、その「現場」を経験できたのは幸運だったと思う。とはいえ、5月の公示に続く気象庁からの借用と山頂管理の手配、研究者の受け入れなどは全て同時平行で行われた。それぞれ別の仕事を持っているNPOメンバーが行なうのだから、試行錯誤、手探りの上に時間的にも厳しく大変きつい仕事であった。

2007年は、山頂の維持管理のために7名の登山家を雇用し、常時3名体制で管理を行い、研究者は順次利用するという方法をとった。山頂維持管理の中心は、気象庁時代に臨時職員として測候所の勤務経験を持つ2名の登山家に交代で班長をお願いし、班員も山小屋勤務経験者やヒマラヤ登山経験者などである。

富士山は夏の2ヶ月に30万人が登山すると言われていた。誰でも一度は登ってみたいという山であり、夏は登山道は都会並みに混みあう。富士宮口、吉田口は5合目までバスで行けるので、お天気がよいと軽装での日帰り

登山や、夜間登ってご来光を見て下りることも不可能ではない。そのため、気楽に登れる山と誤解されている面もあるが、決して侮れない山である。孤峰であり、山頂は自由対流圏の要件を満たす時間が長いということは、風が強い。3776mの高度で気圧は650hPa程度、高山病に対する対策も必要である。

気象庁が施設を維持管理していた間に「お客様」として使った事はあっても、自分たちで責任を持って維持するという視点はなかった。NPOとして引き受けて、まず「安全」が最大の課題であった。混みあう夏の時期に、うっかりドアを開けておくと一般登山者が入り込み収拾がつかなくなる。トイレを貸したりすると数時間以内に容量オーバーでパンクしてしまい使えなくなる。疲れ切った登山者を見ても、心を鬼にして断らなければならない。日本最高地点を示す三角点と展望台は測候所に近接しているので、ピーク時には連日、測候所につながる最後の上り坂である馬の背には長い登山者の列ができる。測候所に落としていくゴミの量も半端ではない。ゴミ処理と、劣化する登山道を砂袋で補修するのも山頂班の毎日の仕事に加わる。

一方、ひとたび山が荒れると、夏でも被雷、強風による滑落、凍傷などの危険がある。命にかかわる場合は、地元の警察署などと連携して救助に当たることになる。山頂班は研究者を補助して無事に研究を遂行させることが仕事であるが、このような場所で、研究者と自分達の安全な生活を維持し、雷から商用電源を守ることは予想以上の困難が伴う。いざという時には、経験から判断して、一般登山者救助にあたることも要求されている。

「一度でも事故があったら、資金的にも弱いNPOはつぶれますよ」

と言われながら、私は山頂班との毎日の電話交信に一喜一憂する夏の2ヶ月であった。

幸い2007年と2008年の夏季2ヶ月の「設営」では、安全は保たれている。何よりも経験のある登山家に山頂班をお願いしている事が、安心に繋がっていると思う。今年も、あやうく遭難しそうになった一般登山者2名の救援にも協力した。

研究活動も、大気化学のみならず、高所医学、放射線科学、永久凍土へと広がりを見せている。気象庁が管理していた時代にはできなかった他分野の研究利用も可能になっている。鹿屋体育大・山本正嘉教授の高山病や、高所トレーニングの研究、温暖化の影響を受けて永久凍土の下限が上昇しているという静岡大・増沢武弘教授の研究、航空機による宇宙線被ばくのシミュレーションを行なう放射線医学研究所の保田浩志研究員の研究などで

ある。本年は台湾の山岳観測所との共同研究も始まった。

しかしながら、NPOにとって最も頭の痛い問題は資金難である。山頂の維持経費は、JAMSTEC（海洋研究開発機構）との共同研究、国立環境研究所からの委託研究などを中心に、会費や「大成基金」「電通」などの協力事業費などでやり繰りしているが、夏季2ヶ月の維持にも充分ではない。今年新たな委託研究（新技術振興渡辺記念会）が認められたことなどで、少し明るい見通しもあるが、今年（2008年）は、春先の雪害で電柱が被害を受け、予定外の出費が嵩み事務局はまだまだ火の車である。

その上、大気化学分野では夏だけの観測では不十分で通年観測が不可欠であるが、今のところ、資金的に不可能である。台湾のLulin山ですでに2006年から連続観測が始まっており、ネパールや、中国などでも高所山岳の観測が始まっているので、日本はこの分野では後れを取っているのである。

歴史を振り返ってみると、明治期に私財を投じて観測を開始した野中至・千代子夫妻の若い情熱が富士山測候所の設立を可能にした。富士山測候所はその後、富士山レーダーを擁して90年代後半に気象衛星に取って代わられるまで、国民を台風から守る砦として活躍した。気象業務には不要になったとは云え、大気化学観測に最適な

この測候所をこのまま朽ち果てさせるのはあまりにももったいないと考えたNPOのメンバーは、無謀にも国家事業と言ってもよい越境大気観測を民間事業として始めてしまったのである。しかも、今後、更なる資金集めの苦労や、厳しい気象条件との戦いが予想される。野中夫妻の命がけの壮絶な闘いには比べるべくもないが、せめて東アジアの越境大気汚染観測の一翼を担えるようになるまで観測所に育てたいと考えている。

参考文献

- 1) M. Kunugi, T. Mizoguchi, I. Kanazawa, K. Hirose and Y. Dokiya: Vertical Distribution of Suspended Particles and their Components as Measured on a Meteorological Observation Tower. *Atmos. Environ.* 21, 917-927 (1987)
- 2) 土器屋由紀子、坪井一寛、丸田恵美子：富士山の降水の化学成分の季節変化、*天気*、40、539-542(1993)
- 3) 丸田恵美子、土器屋由紀子、坪井一寛：富士山における降水の化学成分と気象要因、*環境科学会誌*、6、311-320 (1993)
- 4) 変わる富士山測候所（江戸川大学・土器屋由紀子ゼミ編）、春風社（2004）