

日進キャンパスにおける気象観測報告

— 2016年10月から2017年9月までの年・日変化 —

山 根 一 郎*

Report of Meteorological Observations at Nissin Campus — Yearly and Daily Change from October 2016 to September 2017 —

Ichiro YAMANE

1. 本研究の意義

2007年より筆者は学園研究費をいただいて本学日進キャンパス（愛知県日進市竹の山）屋上にVantage Pro Plus（Davis社製）という気象観測器を設置し、観測とネット配信を続けてきたが、観測器が経年劣化し、一部の観測が不能になったため配信を中断せざるをえなかった。そして2016年に再び学園研究費をいただき、観測器をリニューアルした（同社のVantage Pro2）。学園研究費による研究は本来ならその年度末に研究報告をすべきであるが、観測を再開しても年度内にはデータが充分蓄積しなかったため、1年分のデータが蓄積した今回、年周期を前提とする観測値を集計・分析することが可能となった。ちなみに、それに先立つ2003年より本学星が丘キャンパス（以下、「星が丘」）において旧機種による観測を開始していたため、両キャンパス間の観測値の比較については報告済みである（山根, 2014）。その後、星が丘キャンパスにおける観測器が経年劣化による故障で観測継続が不能になったため、比較は不可能になった。そこで本稿では、1年間の観測結果の年変化・日変化を示すことで、「日進」における気象現象の包括的な理解に寄与したい。

1.1. 本観測の特徴

まず本研究の気象観測の意義について述べる。本学日進キャンパス（北緯35度9.2分、東経137度2.1分、以下「日進」）は、気象庁のアメダス観測地でいうと「名古屋」（名古屋市千種区日和町。北緯35度10.0分、東経136度57.9分）と「豊田」（豊田市高町。北緯35度7.9分、東経137度10.6分）との間に位置し、付近にアメダス観測点が存在しない名古屋市名東区・長久手市・日進市などの名古屋市東郊に位置する観測点としての意義をもっている。

しかもアメダスではデータ更新間隔が60分であるのに対し、「日進」は記録の更新間隔は10分であり、ネットでの配信表示は現在15分間隔である（任意に短縮できる）。すなわちアメダスと比べるとデータの時間密度は6倍、表示密度は4倍である。記録される観測値は10分平均値だけでなく瞬間最大値も含まれる。そしてこの1年間は欠測がなかった。

また観測項目数もアメダスを上回っている。たとえば「名古屋」が気温・降水量・風向・風速・日照時間・（相対）湿度・気圧の7項目、「豊田」が気温・降水量・風向・風速・日照時間と5項目であるのに対し、「日進」はネットでの公開項目だけでも、気温・相対湿度・気圧・

*心理学科 教授

露点温度・風向・風速・日射量・UVIndex・降水量・降水強度・体感温度（風冷指数，熱指数，THW）と11項目であり，さらに記録されるデータには風程，日射エネルギー，空気密度，蒸発散量，平衡含水率が加わる。とりわけUVIndexは紫外線対策の指標として重要でありながら，公的機関による紫外線観測地は札幌・つくば・那覇の3箇所しかないため，本学周辺地域では紫外線についての具体的な観測情報が得られない。そのため，本研究の一環として，「星が丘」における紫外線量についての観測結果を分析し公表してきた（山根2006，2007）。

ただし，本観測器は以下の弱点を持っていることも指摘しておく。まず本観測器は本来実務用であり現業用・研究用ではなく，気象庁の検定を受けていないため公式記録としては認定されない。観測精度上の問題として，集雨器の直径が，気象庁が標準とする20cmに2cm足りないため，雨量の捕捉が不足する可能性がある（特に強風時）。風速計は3杯式風杯型であるため，風が斜め方向で当たる場合に回り過ぎる傾向がある。日射計・UV計は，日の出直後・日没直前の低角度での太陽光の補足に弱い印象である。これは全天型とされる両器の角度特性（最大85°）によるものである。

1.2. データについて

以上の内容でネット配信，かつ蓄積してきた観測値を今回のデータとする。データとする期間は，2016年10月1日0時00分から2017年9月30日24時00分までの10分ごとのデータをほぼ1年間。データ数は52559である。本稿で分析に使用する観測項目は，気温（℃）・相対湿度（%）・気圧（hPa）・露点温度（℃）・風向（16方位）・風速（m/s）・日射量（W/m²）・UVIndex・降水量（mm）・降水強度（mm）・体感温度（風冷指数，熱指数，THW，いずれも℃）である。以上の期間，以上の項目を10分ごとに記録したのが本データである。10分ごとに記録される値は10分間の平均値であるが，それとは別に10分内の最大・最小も記録される。本稿では10分平均値をデータとして用いるが，必要に応じて最大値にも言及する。個々の観測の測定方式・測定精度等について，温度・雨量・風向風速・気圧計は山根（2004），日射計・UV計は山根（2007）に詳しく記してある。

設置場所は，本学日進キャンパス1号棟屋上の南西端。南北走行の台地上にあり，海拔高度は97m。温度計と雨量計は設置面上1.5m，風向・風速計は設置面上2.2mにある。

2. 観測値の分析

本稿の分析は，主な観測項目の月別平均値を取ることで，観測値の季節差や年周期性を確認し，また2016年10月1日から2017年9月30日までの365日（以下，データ期間）の毎正時の平均値を取ることで，季節差を越えた時刻差や日周期性を探ることとする。以下，観測項目の種別に分析結果を述べる。ちなみに特に明記しない限り，年変化・日変化の平均値の差は分散分析の結果は危険率0.1%以下で有意である。

2.1. 気温と体感温度

気温の測定上の定義は，地表から1.5mの空気の温度である（本測器では建物の屋上の床から1.5m）。露点温度・体感温度も同じ条件での測定結果である。

a) 年変化

図1(a)に気温，体感温度（THW），露点温度，気温露点差（=気温-露点温度）のデータ期間の月平均値を示す（単位はいずれも℃）。

気温はもともと年周期・日周期ともに存在することが知られている。その周期の直接原因は地球の公転・自転による太陽高度角の周期的変化であるが，位相はその高度角の変化より一定

間隔で遅れることも知られている。気温の月平均では、1月が極小（最低）、8月が極大（最高）であり、これはアメダス統計による国内の他の地域の平年値とおおむね一致している。すなわち平年並みであった。

体感温度の指標である THWIndex は、温度 (Temperature) に湿度 (Humidity) と風速 (Wind speed) の影響を加えたものであるため、湿度だけを考慮した「熱指数」、風だけを考慮した「風冷指数」より実感に近いものである。その体感温度は、気温と比べると、1-2月を中心とする寒候期（10-3月）は気温より低温に、7-8月の2ヶ月間は気温より高温になった。体感温度が気温とほぼ等しいのは9-10月と5-6月、すなわち秋と晩春・初夏の計4ヶ月に限られている。その年変化は、寒候期は北寄りの風による風冷効果が、盛夏は高湿度による効果が体感温度に作用している（露点、風向の年変化も参照）。体感温度が気温より低い期間が11月から4月までと半年間続くことから、体感温度を下げる要因である風の影響期間が、上げる要因である湿度の影響期間よりも長いといえる。

露点温度は、1-2月が極小期で、7-8月が極大期という気温の変化とほぼ平行している。この平行傾向は、気温露点差（=気温-露点温度。旧称「湿数」）の年変化が小さいことからわかる（ $\eta^2 = .046$ から効果量は小さいといえる）。このことは気温と水蒸気量の変動が相関していることを意味する（ピアソンの積率相関係数 $r=0.889$ 。以下、相関はすべて同じ方法）。露点温度（の平均値）は大気可降水量の指標となることから（近藤・徐，1996）、月平均値をその月の大気の水蒸気量の指標とみなすと、冬と夏の差は、水蒸気量が大きく異なる気団の違い、すなわち気温の極小期（1-2月）は乾燥大気、極大期（7-8月）は湿潤大気とそれぞれ水蒸気量が安定した大気状態になっていると理解できる。両極期の間の時期が水蒸気状態の交替期となるが、その中では5月の変化が比較的緩やかであることから、5月と6月の間は夏とは異なる大気状態（気団）とみなすこともできる。

b) 日変化

図1(b)によれば、気温の日周期は明確であり、5時が極小で14時が極大（ただし13時と0.1℃の差）である。ただしこの周期は極値を挟んで対称形になっておらず、朝から昼にかけて急勾配で上昇し、午後から夜明けに向けてゆっくり下降するパターンである（気温の年周期はこの逆のパターン）。体感温度の変化も気温とほぼ同形であるが、特に日中の気温の極大付近で気温より低くなるのは、上述した風冷効果が勝る期間が長いからといえる。

また露点温度の日周期性はほとんどみられないことから、日内においては、露点温度は気温の影響を受けないといえる（日変化の分散分析の結果では、 $p<.10$, $\eta^2=0.001$ ）。気温が上昇しても露点温度が上がらなければ相対湿度は高まらないことから、体感温度を高める要因が日中で作動しないことがわかる。露点温度が日内で安定していることは、その日平均が大気可降

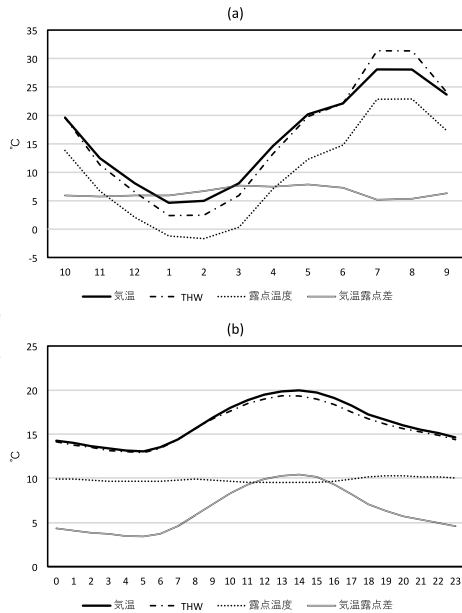


図1. 2016年10月－2017年9月の気温系観測値の年変化（月平均：a）と日変化（正時平均：b）

水量の指標になることも肯首できる。また気温露点差も（露点温度が一定のため）気温と同形の周期性を示している。

以上から、気温と体感温度は年周期・日周期ともに存在し、露点温度は年周期があって日周期がなく、気温露点差は日周期があって年周期がないといえる。

2.2. 気圧

ここでの気圧は現地気圧ではなく、一般的な気圧表示と同じく海面更正した値である。気圧は地上から大気上端までの大気密度に依存するため、大気温度（気温）の影響を受ける。また空気の上昇・下降という鉛直運動にも左右される（低気圧、高気圧）。

a) 年変化

図2(a)によれば、12月が極大、8月が極小という年周期が確認できる。冬のシベリア高気圧（低温＝高密度の高気圧）、夏の太平洋高気圧（高温＝低密度の高気圧）という気圧配置の交代を反映しているとみなせる。その間の5-6月の間の低下、8-9月の間の上昇が顕著である。

気圧の年周期は、気温のそれに対して逆位相で、極大値がやや（季節の）前方にずれている。そのため気温との相関は $r=-.535$ であった。「名古屋」の経年値では、年間の極大値となる月は11-2月の間に分布していることから、本データもその変動範囲内といえ、また「名古屋」の経年値でも位相は気温より前方にずれている。気圧は、気温よりも露点温度との方に位相が近い傾向にある。確かに露点温度との相関は $r=-.567$ と気温より高い。

b) 日変化

図2(b)によれば、8時の大きな極大、14-15時の大きな極小、そして21時の小さな極大、3時の小さな極小のおよそ12時間の周期性が見て取れる（ただし $\eta^2=.011$ であり、効果量は小さい）。この気圧の半日周期は大気加熱膨張による「大気潮汐」に相当する。昼間の大きな潮汐（振幅2.5hPa）と夜間（地球の裏側が昼間）の小さな潮汐（振幅0.5hPa）とに分れる。年間データで日内の大気潮汐が明瞭に表現されていることは、気温のような季節差がなく、また低気圧などの擾乱の通過のタイミングは日内では時刻の偏りがないことも示されている。

2.3. 降水

降水は雨だけでなく雪や雹も含む。本観測器では雨と雪の区別はできないため、データ期間中の降雪を「名古屋」から探ると、降雪量（降雪日数）は、2017年1月で8cm（5日）、2月で1cm（4日）、3月で0cm（2日）であった。ちなみに降雪量は1cmを降水量1mmに換算される。本観測器では降水が0.25mmに達して始めてカウントされる（それ以降は0.1mm）。本稿では降水量のほか降水頻度（10分単位の積算）も集計する。

a) 年変化

降水は台風1個の通過で数百mmの降水量に達するため、年ごとの差が大きい。したがっ

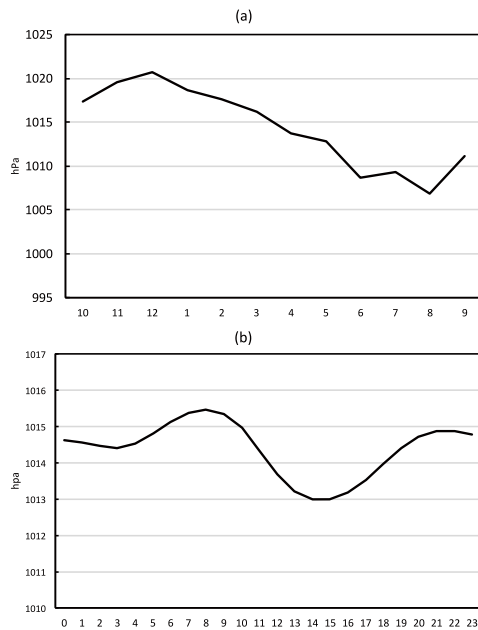


図2. 2016年10月－2017年9月の気圧の年変化(月平均:a)と日変化(正時平均:b)

て本データ期間だけでは年周期の傾向を探ることはできない。ただ「日進」は太平洋側の気候に属するため、平年的には寒候期は降水量が少なく、暖候期（4-9月）特に6月（梅雨）と9月（秋雨前線・台風）は降水量が多いといえる。

図3(a)をみると、降水量は、7-8月と4月に多く、1月に最小で3月まで少なかった。また5月も少ないため、2017年は4月に特異的に多かったことになる。ちなみに2017年の「名古屋」では、4月も確かに降水量は多い(200.0mm)が、6月(218.5mm)、9月(298.5mm)の方が多かった。2008年からの「日進」の10年間平均でも、降水が多いのはやはり6月と9月であるが、データ期間はこの2つの月と、寒候期の降水量も例年より少なかった。データ期間（1年間に相当）の総降水量は1379.3mmであり（同期間の「名古屋」は1399.5mm）、年間雨量としては1981年から2001年の「名古屋」の平年値1535.5mmと比べてやや少ない。データ期間内に日本に上陸²した台風は、2016年の10-12月は0個、2017年は7月から9月までに各1個、計3個で、平年値2.7個並みであった（気象庁サイトより）。

10分あたりの降水度数（単位10分）では、やはり4月が最大、1月が最小となり降水量と対応している。7-8月は度数の割りに量が多いことから、大雨傾向がうかがわれる。

b) 日変化

降水に日周期がありそうには思えないが、「大雨は夜に多い」という話がある（藤部, 2014）。藤部自身は「雨そのものは時刻に関係なく降るのではないだろうか」と述べているが、理屈から言えば夜間の方が相対湿度が高まり、気温露点差が小さくなるため、大気中の水蒸気が凝結（気温露点差 = 0）する可能性は増える。その可能性が降水という現象に結びつくかは、まずはデータで確認する必要がある（もちろん長期間の統計が必要であるが）。

図3(b)では17時と22時に顕著な極大がみられるものの、相対湿度の極大（図略）とは対応しない。ついで4時が多く、度数も4時が最多であるが相対湿度の極大時の5時より前にずれている。また極小時は量・度数とも11時であるのに対し、相対湿度の極小は14時と一致しない。17時の雨は量の割りに度数が少なく、4時の雨はその逆である。ここから17時の雨は驟雨性（夕立の雨）で4時の雨は地雨性の傾向が探れる。

また「大雨」（1時間に50mm以上）に相当する9mm/10分以上の雨の時間分布を探ろうとしたが、該当数が7件と少なかったため傾向は見出せなかった。5mm/10分（1時間に30mm）以上では15件になり、その中では17時台が4件と最多で「夕立」を想起させる。ま

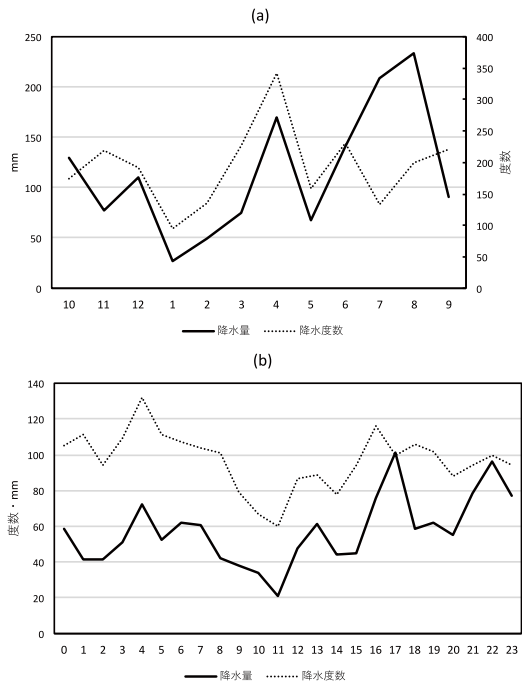


図3. 2016年10月—2017年9月の降水量・降水度数の年変化（月平均：a）と日変化（正時平均：b）

² 台風が中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合

た 19 時以降の夜間が 6 件であった。

c) 降水と水蒸気指標との相関

降水と関連しそうな水蒸気量の指標である相対湿度、露点温度、気温露点差との関連をみる。まず相対湿度は降水との時間的関連性に乏しいことが上記で示された。相対湿度と降水量の相関係数は、全データで $r=0.150$ 、降水時（降水量 > 0 ）に限定するとさらに $r=0.053$ と低くなる。露点温度と降水量との相関係数は、全データでは $r=0.086$ だが、降水時に限定すると $r=0.256$ と高くなる。ここでも露点温度は可降水量の指標になりうることを示唆される。以上から、降水の指標は相対湿度より露点温度の方がすぐれているといえそうである（海外では相対湿度より露点温度が気象情報として提供されているところもあるという）。

気温露点差 (T-TD) は 3°C 未満が降水の指標といわれており、たとえば $700\text{hPa} \cdot 850\text{hPa}$ 面のアジア高層天気図 (AUPQ78) で気温露点差が 3°C 未満の領域が図示されている。本データでも降水有り (> 0) の 94.3% は気温露点差が 3°C 未満に含まれていた。すなわち降水のおよそ 95% は気温露点差が 3°C 以下で発生している。もっともこれは 100% ではなく、降水発生時の気温露点差の最大値は 8.8°C であった (2 例該当)。

ちなみに気温露点差を用いると、持ち上げ凝結高度 (対流雲の雲底高度) の理論値 (m) が算出できる ($= 125 \times \text{気温露点差}$)。すなわち気温と露点温度が分れば、雲底高度を計算できることになる。

2.4. 日射・紫外線

太陽からの放射は日射 (可視光・赤外線) と紫外線とをそれぞれ別個に観測された。日射計はシリコン・フォトダイオードタイプのセンサーで、全天型であり直達光と散乱光を含む。測定帯域は $400\text{-}1100\text{nm}$ であり、測定単位は $1\text{W}/\text{m}^2$ である。一方、UV (紫外線) センサーはフォトダイオードタイプの変換器による測定帯域 $280\text{-}360\text{nm}$ である。日射計と同じく全天型であり、直達のほかに大気散乱も含む。測定範囲は $0\text{-}16\text{Index}$ 、単位は 0.1 である。

日射は赤道の大気上端で最大 $1367\text{W}/\text{m}^2$ (太陽常数) であり、大気中の吸収によって、地上に到達する日射量はこの値より低くなる。地上における日射量の変動要因の第一は太陽高度 (入射) 角であり、これは地球の自転による日周期と公転による年周期をもつため、日射量もそれに対応した日周期と年周期をもつ。もちろん太陽高度角が 90° (最大値) にある時、大気を通過する距離が最短になるため、直達光が最も強い。したがって日内では南中時が、一年では夏至付近の頃が最大になる。計算によると、「日進」の緯度・経度で太陽高度角および大気上端での日射量が最大になるのは、6 月 15 日 11 時 51 分であり、高度角は 78.13° 、日射量は $1295.45\text{W}/\text{m}^2$ になるという。日最大日射量が最小となるのは、12 月 22 日 11 時 50 分、高度角は 31.42° 、日射量は $737.05\text{W}/\text{m}^2$ になるという (中川氏のサイトにより算出)。その他に雲などによる日射の遮へい効果がいわゆる天気 (晴れ、曇り) の違いとして地上が受ける日射を左右する。

a) 年変化

日射量と UVIndex の夜間を含めた月平均値による年変化を図 4(a) に示す。日射量は 12 月が極小で 6 月が極大となり、太陽高度角に対応している。

図 4(b) の月間の最大日射量では、12 月が最小であるが、最大になったのは今期間は 8 月であった。個別データを見ても、6, 7 月の晴天日は 8 月より低かった。ただし「日進」の過去 10 年間では平均して 6 月が最大となっており、この結果の方が太陽高度角と整合している。この差の要因として考えられるのは、今年は 6 月にすっきりした晴天がなかったため、と考え

られる。最大 UVIndex の方は 5 月の極大性がいくぶん弱く、やはり 8 月が強かった。これらは 2016 年固有ではなく、例年の傾向である。UVIndex に関しては過去 10 年も 8 月は 5 月より高く（図略）、後述するように今回の極値も同日同時刻である。過去 10 年間の最大値 14.5 を示したのも 8 月（2010 年）であった。

環境省（2004）の紫外線対策によれば、UVIndex は 8 で「非常に強い」と評価され、対策として「日中の外出はできるだけ控える」と指示している。その 8 を越えた期間は 5-9 月の間であった（図略）。度数でみると、今期間は 7 月が最も多く、9 月に急減している。すなわち太陽高度角の変化のように 6 月下旬の夏至付近の最大値を挟んで対称的になっておらず、8-9 月方向に非対称的に広がっている。

b) 日変化

「日進」は 11:30 ~ 12:00 が南中であるため、太陽高度角は 11 時台が最大となる。図 4 (c) によれば、日変化は日射量・UVIndex とともに 11 時台を極大とする太陽高度角に正確に対応した変化を示す。また図から日の出直後（4-5 時）、日没直前（17-18 時）は日射のみ計測され、UVIndex が 0 になる時間帯が発生するのがわかる。この現象（紫外線だけが計測されないこと）は、オゾン層を長く通過するという大気経路の影響と解釈できる。

c) 日射の紫外線の関係：紫外線率

UVIndex は気温と同じく 8 月に極大を示すことから、夜間を除いたデータでは気温と相関が高い ($r=0.471$) が、もちろん日射量の方が相関が高く ($r=0.839$)、気温との相関は日射量を経由した相関である。むしろ日射量と UVIndex の相関が 1 にならないことに着目したい。

UVIndex と日射量が完全に相関するものではない理由は、太陽光に含まれる紫外線の比率が年間を通して一定ではなく、季節変化をするためという（小峰ら 2002, 山根 2006）。ここで日射量における紫外線の比率を便宜的に算出するため、紫外線率 = UVIndex × 25 / 日射量とし（25 を乗じたのは UVIndex の変換式からもってきたためであり、計算値は相対的な意味しかない）そのデータを集計してみた。紫外線が有り (> 0) のデータにおける紫外線率の年変化をみると（図略。図 4 の日射量と UVIndex の差の年変化がそれを示唆している）、最大 UVIndex と同様に 8 月にピーク、9 月に急降下というパターンがみられた。ここでも 8 月は特異的に紫外線が強いといえる ($\eta^2 = 0.140$)。逆にいえば、UVIndex が 8 月でも高いまま

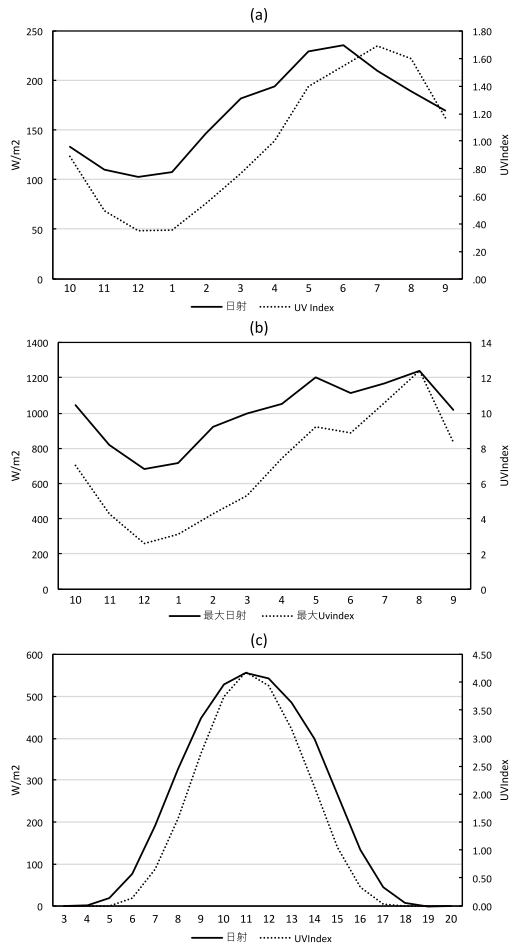


図 4. 2016 年 10 月—2017 年 9 月の日射量・UVIndex の年変化と日変化。(a) 夜間を含めた月平均, (b) 月の最大値, (c) 日射有 (>0) の正時平均

なのは、この紫外線率の高さが原因ともいえる。また10月の値は9月とほとんど同じであり、10月の紫外線率は5-6月を上回っている。これは紫外線を吸収するオゾン層の極大値が本州(「つくば」)上空では10月になることによると思われる。

紫外線率は日内変動もしており、その変化は太陽高度角に正確に対応している(図略)。すなわち、日内変化は太陽高度に対応しているが、月変化は太陽高度以外の要因が加わっていることになる。

2.5. 風

風(空気の移動)を起こす力の第1は気圧傾度力である(高圧部から低圧部への移動。ただし気圧は温度の影響も受ける)。それに地球の自転によるコリオリ力と、地上での摩擦力が加わって風速と風向が定まる(コリオリ力は風向のみに作用)。以上の力のうち、定点において変動するのは気圧傾度力のみである。気圧傾度はメソ・スケール的には等圧線の密度に対応し、ミクロ・スケール的には観測点を挟んだ二点間の気圧差を意味する。より微視的には風上側の地形や構造物が直接作用する。「日進」においては屋上の北東面約9mの距離に高さ2.3m、幅0.8mのガスヒートポンプが3列設置されている。これが風の観測にどの程度影響するかも確認したい。風速と風向別に集計してみる。

a) 風速

図5(a)によれば風速の年変化は、7-9月が極小期、2月に極大となるおおまかな周期性がうかがわれる。夏は太平洋高気圧に覆われた静穏期、冬は西高東低の気圧傾度力による季節風の影響が勝っていることがわかる。6月は夏季の中では風速が強い。これは7月以降とは異なる気圧配置であるためといえる。図5(b)の日変化では、5時に極小、15時に極大の周期性がうかがわれる。日中に風速が強くなるのは地上が加熱されて大気境界層が乱流状態となり、上空からの強風が下降してくるためという(近藤, 1994)。ただし極大の位相が日射はもとより気温よりも後にずれている。日周期における極大が日射(太陽高度角)→気温→風速の順で後方にずれていくのは、先行現象が後続現象の原因となる連鎖反応と解釈できる。降水にも日周期を認めるとすれば、さらに降水が風速に後続する。

b) 風向

風向別の風速と風が有る(風速>0)場合の10分間度数を図6(a)に示した。度数では、北西風が顕著に多く、次いで多いのが北風であっ

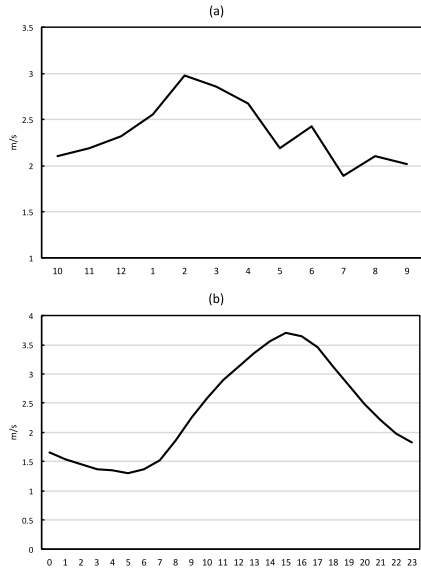


図 5. 2016 年 10 月—2017 年 9 月の風速の年変化(月平均: a)と日変化(正時平均: b)

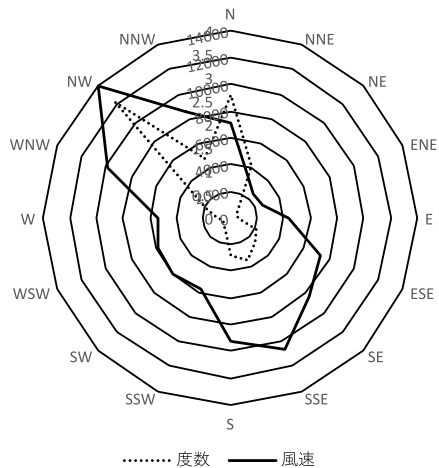


図 6. 2016 年 10 月—2017 年 9 月の風向別にみた平均風速(実線)と風有(>0)の度数(点線)

た。この結果は2008年の測定結果とは異なる(山根, 2014)。2008年では「星が丘」において北西風が顕著であった。風向は周囲の建造物の影響を受けるが, 本期間において風上(北西)方向に顕著な建造物は存在せず, また観測器の設置場所・方法も2008年時と同じであるため, この違いは年ごとの差とみなせる。むしろ本データの方が2008年の「星が丘」と同じく, 北西風(伊吹おろし)を定常風とみなせる。北東方向の少なさは, 季節風の風上ではなく, 「名古屋」も同様な傾向であることから, 建造物や地形の影響によるものではないといえる。風速においても北西風が強いことがわかる。ついで風速が強いのは南南東風である。この風は度数では少なかった。

主要な風向に絞ってその度数の年変化を図7(a)で見ると, 北西風は10月から3月までの寒候期に多く, 特に2-3月に顕著に多い。北西風は厳冬期の冬型の気圧配置に固有の風向ではないといえる。一方南南東風は4月から10月までの暖候期に多く, 7月が最多であった。8月には減り, 5月も多かったことから, こちらも盛夏の気圧配置に限定されない風向といえる。度数で北西風が南南東風より小さくなるのは7月だけである。その意味で北西風がこの地域の定常風といえる。また北風は冬季よりも6月に集中していた。以上より, 「日進」の季節風は, 寒候期を中心として北西風が定常風であるが, 暖候期は一時的に南南東風が卓越するといえそうである。ただし2008年のデータと異なる結果であることから, 単年ではなく, 経年値による分析が必要である。

風速の日変化は, 極大が15時であり極小が4時と1つだけのため, 海陸風や山谷風のような地形性の風の交代期(風)は存在しないことがわかる(図略)。

次に図7(b)で風向度数の日変化を見ると, 定常風といえる北西風は11時から18時の昼間に顕著に多い。「日進」にとって北西方向は内陸側であるため, 海風(日中に卓越)ではなく, 日中の乱流によって大気境界層に下降してきた上空の偏西風と解釈できる。南南東風は, 日中は上昇傾向だが極大値が18-19時と位相が夕刻にずれている。それに対し, 北風と北北東風は相対的に1時-7時に多く, 夜間に卓越している。とくに北北東方向は中央高地(長野県)に続いているため, 中央高地からの山風(夜間に卓越)と解釈できる。

c) 関連ありそうな項目

風は気圧傾度由来し, 気圧傾度は気温の影響を受けるといふなら, 気温, 気圧, 露点温度, 降水などは風向による違いがあるだろうか。それぞれについて風向別の平均値を図8に示す。

気温(図8(a))については, 北寄りの風の時気温が低く, 南寄りの風の時に気温が高いのは当然の結果であるが, 平均気温が最も低いのは北北東風, 最も高いのは南南東風であった。北北東風は11-12月に多いことから, 冬に卓越する季節風とは別の, 先に冷える中央高地からの山風, 7月に多い南南東風は夏季の太平洋高気圧の周辺風と解釈できる。

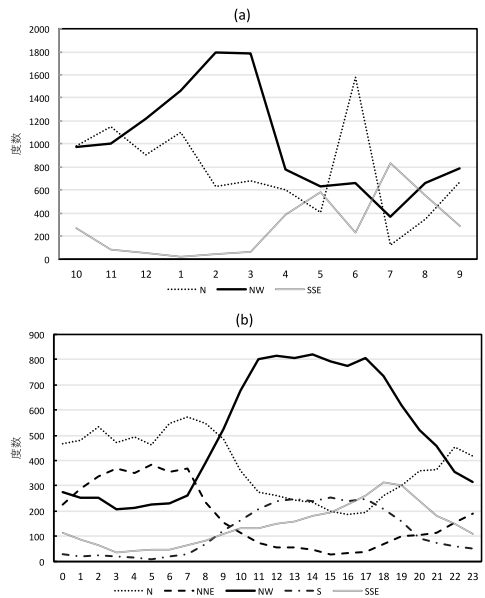


図7. 2016年10月-2017年9月の風向(一部)別年変化(月平均:a)と日変化(正時平均:b)

気圧（図8（a））については、北に高く南に低いのも、寒気は重く高压で暖気は軽く低压となるため理解できる。北西風より北北東・北東風の方が気圧が高かったのも上の気温によるものと解釈できる。

露点温度では東南東から南までの南東寄りの風が高いことから、この方角から湿った空気が入ってくるといえる（図略）。

降水（図8（b））について、降水量では南寄りの風が多かった。台風などが影響していると思われる。降水度数は北風が最も多かった。北風は6月に最も多かったことから、この度数は梅雨に対応している。「日進」の梅雨は北風が卓越するといえる。

2.6. 極値事例

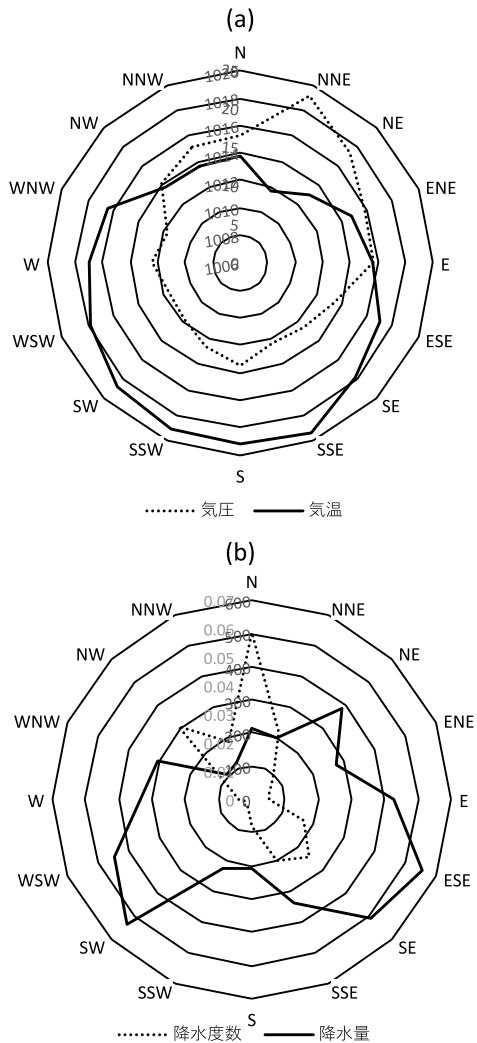
データ期間中、「日進」周囲で気象災害は発生しなかった。ただし台風は3個上陸し、うち1つは近くを通過した。それらによって風や雨は災害が発生してもおかしくない値を記録した。また体感温度や紫外線も健康を害する値に達した時がある。それらを極値事例として紹介する。ここに示す極値は、10分ごとの平均値であるため、記録時が10分単位となっている。

a) 強風

2017年9月17日22時40分のデータで最大瞬間風速36.7m/sを記録した。これは暴風基準である風速25m/sを大幅に越えている。この時は台風18号が兵庫に上陸して新潟方面に移動中で、その台風に吹き込む南南東の風によるものである。この値は、「日進」さらには2003年来の「星が丘」での観測開始以来の最大値で、観測器の破損が心配されたほどである。同時刻の「名古屋」では30.8m/sが記録された。この差が計測器によるものでないなら、「日進」より「名古屋」の方が周囲の地形と構造物とによる高低差が大きいいため地表の摩擦によって風速が減速されたと解釈できる。この時の気圧は987hPaで、降水強度も240m/hと高かった。

b) 強雨

2017年8月18日22時50分のデータで、10分間雨量が22.8mm（時間雨量に換算すると136.8mm/h）、瞬間降水強度が320mm/hに達した。当日の天気図によると、この降水は上空の寒冷渦による大気不安定（地上の低気圧は小さい）によるもので、上の台風18号通過時よりも降水強度は高かった。幸い、この強雨は持続しなかったが、持続すれば災害を起こすおそ



れのある強度である。この頃の「名古屋」での最大10分雨量は11mm(22時46分)であった。この程度の差は積乱雲の時間的・空間的発達の違いによるものとみなせる。

c) 最高気温

2017年8月24日14時30分のデータの36.1℃である。この時、西南西の風4m/sで、相対湿度は46%、日射量は730 W/m²、UVIndexは5.0であり、日差しはあるが太陽光は当日の最強ではなかった。日付と時間帯からも高温が続いた後の更なる日射による気温上昇と思われる。「日進」は多治見と異なり、異常な高温になる地形(フェーン現象を招く山が風上にある)ではなく、例年の猛暑時もこの程度の気温ですんでいる。この時刻の「名古屋」は35.5℃、「多治見」は36.3℃であった。

d) 体感温度

体感温度が最高値を示したのは、上の日ではなく、2017年7月26日15時10分のデータで、気温35.3℃に対し、熱指数およびTHWIndexが44.6℃を記録した。熱指数は41℃を超えると「差し迫った熱中症の危険」とされる。この時、日射量は南中を3時間ほど過ぎていることもあり661W/m²と強くはないが(次の日射最大値参照)、気温が高く、相対湿度は56%であった。夏季の体感温度の上昇は、先述したように風速よりも相対湿度が左右する。実際、風は南の風2.7mと弱く、上の最高気温の時と比べても相対湿度による影響と思われる。

e) 最大日射・UVIndex

日射量が最大値を示したのは、2017年8月8日11時20分のデータで、1239W/m²であった。この時UVIndexも最高値を示し、10分平均値で12.4、瞬間値で12.7に達した。外出そのものを控えるべき値である。UVIndexについてはこの10分後も同じ値を示している。11時20分での気温は29.6℃、相対湿度は62%、風は南南東で7.2 m/sと比較的強かったため、大気中のエアロゾルが少なかったのかもしれない(積雲があれば、快晴より紫外線の散乱光を増やす)。日射もUVIndexも極値を示すのはこのように例年8月である。時間的には確かに南中時刻であるが、時期としては太陽高度角の減少期である。

日射量とUVIndexの極値は同日同時刻で一致したが、それらと気温、体感温度の極値は互いに一致しなかった。両者の違いは端的に時間帯に現れる。

3. 考察とまとめ

本稿は、アメダスと共通した観測項目の他に、露点温度や体感気温、そしてUVIndexなどのアメダスでは観測されない項目の年変化や日変化を概観してきた。その結果から考察すべき問題がいくつか抽出されたため、若干の考察を加えてみる。

3.1. 年周期と日周期における位相のずれ

1年間のデータであるが、気温、気圧、日射、風速などに明確な年周期・日周期性が確認された。これら観測項目(気象現象)の年周期・日周期を規定する要因は地球の公転・自転による太陽高度角である。これに直接対応するのが日射量である(もちろん日射量は大気中の水蒸気等によっても変動するが、これは誤差として集計時に相殺される)。

年周期を両極値の月で表現すると、太陽高度角と日射は6月・12月の周期であり、気圧は8月・12月、気温は8月・1月にずれる(露点温度は7月・2月)。気温の位相のズレはまずは蓄積効果によるものであるが(この原因による位相のずれは日周期でも発生する)、本来なら夏になる6月が梅雨という短い雨季になることが、夏(暖かい太平洋高気圧による晴天)が1ヶ月以上後ろにずれ込む日本固有の現象も作用している。

3.2. UVIndex の位相のずれ

ただし、日射に相関するはずの UVIndex も極値が8月になっていることは梅雨では説明できない。UVIndex は過去の経年データでも月平均値では6月が最も高いが、最大値が8月に出現する傾向がある。UVIndex が8月に最大値を示す理由は、前稿（山根、2006）で論及しており、それは一言で言えば大気中の微粒子の動向の影響である。まずエロゾルについては、5月は黄砂などが多く、8月は減少する。さらに紫外線を吸収するというオゾン層は、本州唯一の観測点である「つくば」では3月に極大、10月に極小になる。すなわち8月は、日射量は減少期に入っているものの、エロゾルの極小期であるとともにオゾン層も減少期であるため、前者の効果を後者の効果が相殺し、むしろ紫外線をより多く透過していると推測できる。

テレビの天気番組では「5月は紫外線が夏並みに強い」と毎年説いているが、それは太陽高度角（日射量）のみからの推論であり、紫外線の実測では当てはまらないことに注意をうながしたい（5月から紫外線は十分に強いのは確かだが）。

3.3. 降水の周期性

太平洋側に位置する「日進」はでは、降水は6月と9月に極大値となる年周期が見られるはずであったが、今回の期間ではそれとは異なる様相が示された。一方、日内においては降水分布がランダムや一様ではなく、偏りがうかがわれた。しかしこれも今期間だけの現象かもしれない。変動の大きい降水に関しては経年データによって傾向を探るべきである。

3.4. 「日進」の定常風

地上の気圧配置における気圧傾度の方向、摩擦力として方向にも作用する地形地上の微地形・構造物がある。「日進」は構造物と地形の要因が存在すると考えられたが、「名古屋」との比較では顕著な影響はみられなかった。その結果、寒候期の北西風、暖候期の南南東風はそれぞれの季節で卓越するといえ、1年を通しては北西風が定常風とみなせる。

3.5. 今後の課題

「日進」での観測は今後も継続する。データは更に蓄積されることから、今後の研究方向を見定めたい。

本稿では1年分のデータから「日進」の年変化と日変化を中心に分析してきた。これはいいかえれば年周期と日周期の確認でもあった。しかしデータに基づく周期性を確認するには、より長期の経年データによる分析の必要性がある。また経年データによって1年より大きい周期も確認可能になる。

また、今回確認できた最も短い周期は、大気潮汐による気圧の半日周期であった。本データの価値は、観測項目の多さの他に、気象庁のアメダスのような60分間隔のデータでは解析できないより小さい周期性の確認が可能な点にある。たとえば露点温度は気温と相関が高く、気温と同様の年周期が見られたが、気温のような日周期はみられなかった。1日とは別の波長の周期性が存在するかもしれない。この問題については固有の分析手法が必要となるため、稿を改めて着手したい。

参考文献

藤部文昭, 2014: 統計からみた気象の世界. 成山堂書店

環境省, 2004: 紫外線保健指導マニュアル

気象庁, 気象統計情報 (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>2017.10.25 閲覧).

気象庁, オゾンと紫外線 (http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/uvhp/3-72uvindex_mini.html, 2017.10.25 閲覧).

日進キャンパスにおける気象観測報告

- 小峯美奈子・早福正孝・古明地哲人・岩崎好陽, 2002: 都内の有害紫外線 (UV-B) のモニタリング結果について. 東京都環境科学研究所年報, 225 - 230.
- 近藤純正, 1994: 水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支—, 朝倉書店.
- 近藤純正・徐 健青, 1996: 可降水量を地上の露点温度から推定する実験式. 水文・水資源学会誌, 9(5), 463-467.
- 中川清隆 (上越教育大学) 「太陽方位、高度、大気外日射量の計算」 (http://www.juen.ac.jp/scien/naka_base/met_cal/solar.html, 2017.11.15 閲覧).
- 山根一郎, 2006: 都内定点における UVindex の年内・日内変動－日射量との関係を中心に－. 椋山女学園大学研究論集・自然科学篇, 37, 109-125
- 山根一郎, 2007: 星が丘キャンパスにおける紫外域日射の観測－東京の定点との比較－. 椋山女学園大学研究論集・自然科学篇, 38, 151-161.
- 山根一郎, 2014: 日進キャンパスは雨が多いか－星が丘キャンパスとの気象観測値の比較－. 椋山女学園大学人間関係学研究, 13, 121-130.
- 山根一郎 (椋山女学園大学) 「日進気象台」 (<http://web.sugiyama-u.ac.jp/~yamane/kisho/nissin>).