

軽井沢特別地域気象観測所の気温の長期変動と周辺環境*

熊 本 真理子*¹・濱 上 崇 史*²・飯 島 聖*³
大 塚 道 子*⁴・藤 部 文 昭*⁵

1. はじめに

近年、気候変動に対する関心が高まり、地上気温等の空間代表性や均質性を確保する観点から、周辺環境の変化が観測値に与える影響の評価が求められている。このため気象庁では観測所の周辺環境の影響評価に精力的に取り組み、観測値への影響が明確で改善が可能な地点については測器の移設を行うほか、必要に応じて地権者・周辺住民等の協力により観測環境の改善を図ってきた。併せて、道路や林・遮蔽物などが観測値に与える影響に関し、野外観測試験および関連する調査に取り組んでいる(熊本ほか 2012, 2013 ; Kumamoto *et al.* 2013)。

観測値への影響として、都市化のように観測所の周辺数 km から数十 km の広域にわたる環境変化が、程度の差こそあれ気温の長期変動に影響することが知られている(藤部 2012)。また、都市化以外の環境変化でも気温等の観測に影響を及ぼす可能性があることが指摘されている(Runnalls and Oke 2006 ; Pielke *et al.* 2007)。より微細な効果としては、観測所から数 m

から数十 m の局所的な環境変化である観測所直近の樹木の成長が風速を弱め日中の気温が一時的に上昇する「日だまり効果」などの報告事例がある(近藤 2012 ; 志藤ほか 2015 ; 和田ほか 2016)。しかしながら、都市化以外の環境変化で気温の長期変動を引き起こす実証的な調査研究はまだ少ない。

本稿では、軽井沢特別地域気象観測所(2009年10月から、それ以前は軽井沢測候所。ここでは測候所時代と併せて「軽井沢観測所」と表記する)の気温・風速の長期変動と周辺環境の推移を調べた結果について報告する。

2. 軽井沢観測所の気温と周辺環境の変化

軽井沢観測所は1980年1月に新庁舎へ移転した。第1図aは、1981~2010年の年平均気温と年平均風速の経年変化を示す。第1図b, cは、軽井沢観測所と周辺のアメダス観測所の気温差・風速差の経年変化を示す(軽井沢観測所の風速計の高さは15.1 m、ただし1988年12月までは15 m)。アメダス観測所については、移設がなく統計切断が無い地点を選定した。周辺アメダス観測所との気温差は1980年代前半から1990年代前半に上昇傾向があり、1990年代後半以降は目立った経年変化はない。また、年平均風速差は1990年代前半に減少傾向が認められる。軽井沢観測所とアメダス各地点の比較についていずれも同様な傾向があることから、それぞれのアメダス地点特有の環境変化によるものではないと判断した。

軽井沢観測所構内及び直近の環境変化と風速及び気温の変化について調べてみた。旧軽井沢測候所員からの聞き取りによると、北方向にある浅間山の遠望観測のため、構内の樹木を数年に1度程度(1990~2001年に6回)、敷地近傍の樹木を2度(1993, 2001年)剪

* Long-term Temperature Variation at the Karuizawa Observatory and the Change of Surrounding Environments

*¹ (連絡責任著者) Mariko KUMAMOTO, 気象庁観測部観測課気象測器検定試験センター。茨城県つくば市長峰1-2. mkumamoto@met.kishou.go.jp

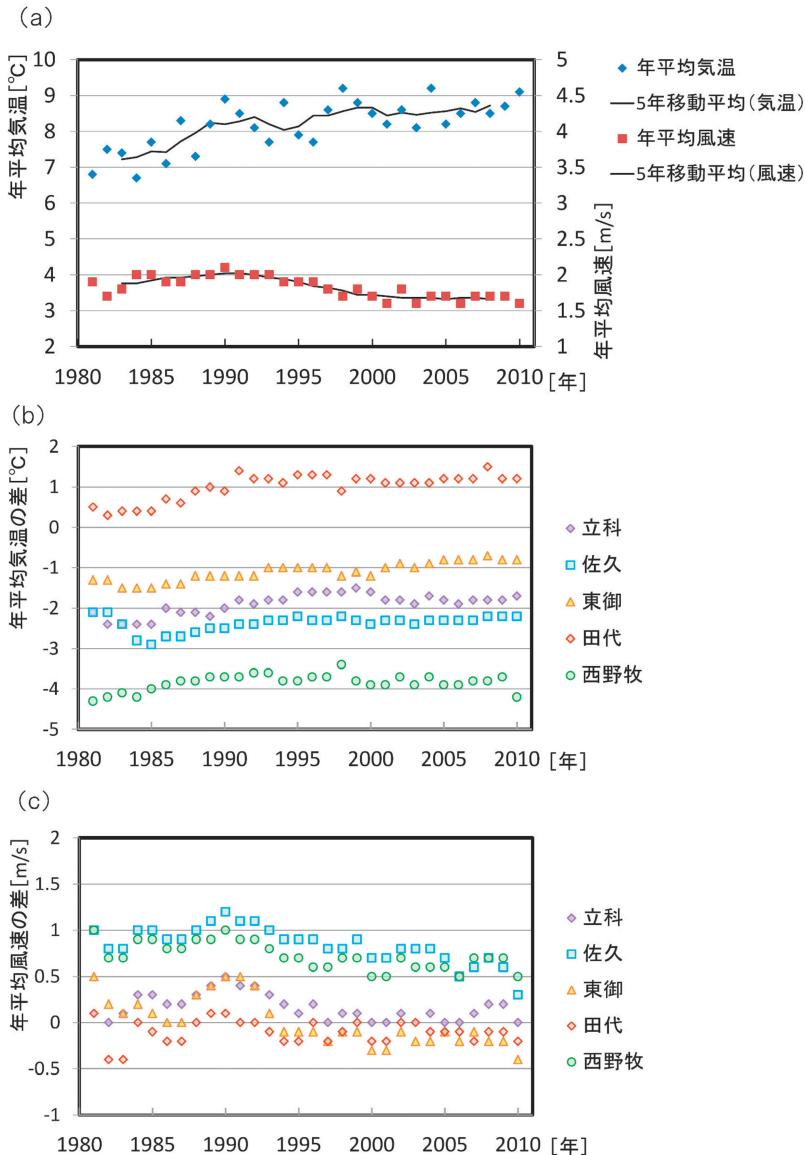
*² Takashi HAMAGAMI, 気象庁観測部観測課気象測器検定試験センター。

*³ Sei IJIMA, 気象庁地震火山部管理課地震津波防災対策室。

*⁴ Michiko OTSUKA, 気象研究所。

*⁵ Fumiaki FUJIBE, 気象研究所/首都大学東京。

© 2017 日本気象学会



第1図 (a)軽井沢観測所の年平均気温と年平均風速。(b)軽井沢観測所と周辺の各アメダス観測所との年平均気温差および(c)年平均風速差(軽井沢から各アメダスを引いたもの。従って、右上がりの変化は軽井沢の相対的な上昇を意味する)。アメダス観測所は、軽井沢観測所に近く(軽井沢からの距離は12 km(佐久)~22 km(立科)で平均17 km)、統計切断が無い地点を選定した。いずれも1981~2010年。

定していた。このうち1990年と2001年は剪定が広範囲であった。また、1980年には庁舎や構内宿舎など建物の立替があったことが分かった。しかし、これら構内や近傍の環境変化に対応する風速や気温の変化は明確には認められない。近年においても、観測所に隣接す

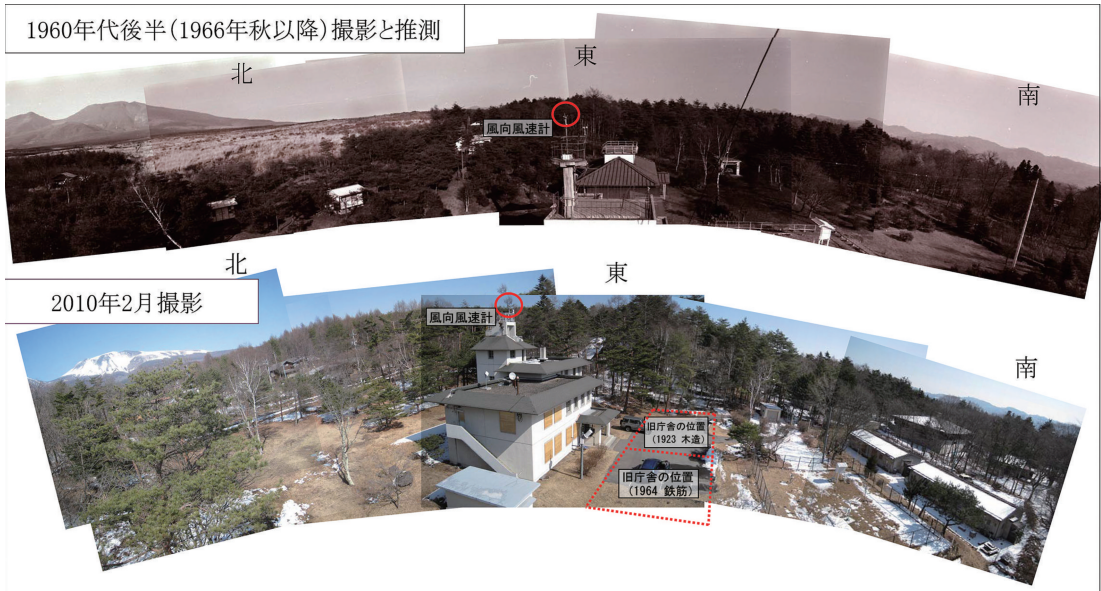
る雑木林が次第に成長し、露場からみた周辺地物の平均仰角は1997年から2010年の間に2.5°上がっているが、これに対応した風速や気温の経年変化についても認められない(第1図b,c)。

次に観測所直近よりも広い範囲での環境変化について過去に撮影された写真等(高山ほか 2005;東京管区気象台気候・調査課編 2010)により確認した。1980年頃までは観測所の北北西方向から東北東方向にかけて数百m以上の範囲で樹木がないか、または人の高さほどの低木であり大きく開けていたが、その後樹木が成長し1990年代中ごろには北北西方向から東北東も樹木に覆われていたことがわかる(第2図)。これは、1980年代前半から1990年代前半に気温の上昇傾向がみられた時期に一致する。このように、軽井沢観測所ではまず1980年代に気温の上昇が起き、さらに樹木が成長することによって1990年代に風速の減少が遅れて現れたと考えられる。

以上により、観測所の北北西~東北東側数百m以上の範囲での樹木成長という環境変化が、北~東方向からの移流を弱めたことにより、夏季に北東風が卓越することから気温上昇とい

う経年変化の一因になった可能性が考えられる。

なお、国土地理院の「地図・空中写真閲覧サービス」(<http://maps.gsi.go.jp/> (2016年12月21日閲覧))では、1971年、1975年、1988年、1994年及び2005年の軽井沢観測所周辺の航空写真を閲覧できる。



第2図 軽井沢観測所の東方向の環境の変遷（庁舎の西側の鉄塔より撮影）。方位は測風塔からの天空写真（2011年10月27日撮影）より推定した。北～北東方向一帯の樹木が大きく変化している。

これによっても、観測所の北側の樹木は1975年まではまばらであったが、1988年以降は樹木に覆われており、樹木の増加や成長を確認することができる。樹木の中に一部建物も増えているが、樹木に覆われた面積と比較すると小さい。

3. 最後に

今回の調査で示されたように、軽井沢観測所では1980年代から1990年代前半にかけ、周辺のアメダス地点に比べて気温が上昇傾向であった。これには周辺数百mスケールの樹木の成長が関わっている可能性がある。従来、気温の数十年の長期変動に及ぼす環境変化の影響については主として都市化が注目されてきた。今回の調査はそれ以外の因子もあり得ることを示唆するものであり、周辺環境が観測値に及ぼす影響について多面的な検討を求める必要がある。より厳密な議論のためにはデータの均質性に関する精査が必要であろうが、本報告が今後、気温観測に及ぼす観測環境の調査を進めていく上での一助となれば幸いである。

謝 辞

本調査を行うにあたって、旧軽井沢測候所職員の方々をはじめ長野地方気象台及び関係者の方々から、観測環境に関する貴重な写真資料や情報を提供して頂

いた。ここに謝意を表します。匿名の専門家ならびに編集委員会から貴重なコメントとご助言を頂いた。記して感謝致します。本報告は気象庁観測部の観測技術開発課題「観測所周辺環境の変化による気温観測への影響調査」（平成23年度）の成果の一部である。

参 考 文 献

- 藤部文昭, 2012: 観測データから見た日本の都市気候。気象研究ノート, (224), 1-23.
- 近藤純正, 2012: 日本の都市における熱汚染量の経年変化。気象研究ノート, (224), 25-56.
- 熊本真理子, 濱上崇史, 吉田昌弘, 川村裕志, 河野沙恵子, 青嶋忠好, 小池仁治, 大塚道子, 2012: 周辺樹木が気温観測に及ぼす影響の屋外測定による評価。日本気象学会2012年度秋季大会講演予稿集, (102), 83.
- 熊本真理子, 濱上崇史, 青嶋忠好, 小池仁治, 2013: 周辺樹木が気温観測に及ぼす影響の屋外測定による評価II—風の遮蔽物（防風ネット）が気温観測に及ぼす影響—。日本気象学会2013年度春季大会講演予稿集, (103), 170.
- Kumamoto, M., M. Otsuka, T. Sakai, T. Hamagami, H. Kawamura, T. Aoshima and F. Fujibe, 2013: Field experiment on the effects of a nearby asphalt road on temperature measurement. SOLA, 9, 56-59.
- Pielke, R. A., C. A. Davey, D. Niyogi, S. Fall, J. Steinweg-Woods, K. Hubbard, X. Lin, M. Cai, Y.-K. Lim,

- H. Li, J. Nielsen-Gammon, K. Gallo, R. Hale, R. Mahmood, S. Foster, R. T. McNider and P. Blanken, 2007: Unresolved issues with the assessment of multi-decadal global land surface temperature trends. *J. Geophys. Res.*, **112**, D24S08, doi:10.1029/2006JD008229.
- Runnalls, K. E. and T. R. Oke, 2006: A technique to detect microclimatic inhomogeneities in historical records of screen-level air temperature. *J. Climate*, **19**, 959-978.
- 志藤文武, 青柳曉典, 清野直子, 藤部文昭, 山本 哲, 2015: 植栽・構造物が気温観測統計値に及ぼす影響—東京(大手町)における通年観測—. *天気*, **62**, 403-409.
- 高山仁志, 井口泰志, 小林松太郎, 篠原善行, 2005: 樹木の生長に伴う風向・風速への影響. 平成16年度東京管区調査研究会誌, (37).
- 東京管区気象台気候・調査課編, 2010: 軽井沢測候所98年のあゆみ. 東京管区気象台気候・調査課, 85pp.
- 和田範雄, 泉 岳樹, 松山 洋, 近藤純正, 2016: 観測地点の「空間広さ」と「平均気温」の関係—4重構造放射除け通風筒を用いた高精度観測—. *天気*, **63**, 13-22.