

豊後高田市田染荘における気温の観測

西 垣 肇*・柳 陽 人**

【要 旨】 荘園時代の貴重な文化的景観が保存されている豊後高田市田染小崎とその周辺一帯において、気温の時系列と分布の観測調査を行った。当地の地形は盆地の特徴を示す。観測は、2008年5月～12月に行った。その結果以下のことがわかった。(1) 田染地区一帯の低地における日々の気温は、豊後高田アメダスの観測値から1℃を減じれば、かなり高い精度で知ることができる。(2) 晴天日における田染地区一帯の低地の気温は基本的にはほぼ同様(差が1℃以内)だが、夜間の小田原地区は1～2℃高温である。(3) 西叡山・華岳中腹には斜面温暖帯がしばしば発生し、田染地区の低地よりも高温となる。斜面温暖帯は5月と10～12月によくみられ、10～12月に特に多い。その気温差は11～12月に大きい。

【キーワード】 田染荘 微気象 盆地 斜面温暖帯

1. はじめに

大分県豊後高田市の田染地区には、平安時代の荘園(田染荘、たしぶのしょう)があり、その成立は11世紀前半と推定されている。その中の小崎(おさき)地区の景観は、約1000年前のものが基本的に保存されており、文化的に貴重である(豊後高田市, 2010)。その景観に関わる歴史、自然、文化を知ることが重要で興味深く、また景観保存のためには必要不可欠である。

その課題のひとつに気象があげられる。豊後高田市呉崎にはアメダスの測点があるが、田染地区内には既存の気象観測記録はない。そこで、本研究では小崎地区を中心とする田染地区一帯における気温の分布と変動を観測し、その特徴を明らかにする。なお、本研究は豊後高田市の「田染荘文化的景観保存調査」の一部として行われたものである。

対象地域の位置と地形を図1に示す。田染荘中央部の横嶺、真木(まき)地区は桂川に広がる盆地(田染盆地)である。桂川に沿って下流の小田原(こだわら)と上流側の沓掛(くつかけ)は別の盆地となっている。(沓掛地区は杵築市に属し、田染地区に含まれないが、観測の対象地域に含める。)荘園の景観がある小崎地区は、支流の小崎川に広がる扇状地である。田染盆地の東に西叡山(さいえいざん、標高571m)、その南東1.9kmに華岳(はなだけ、標高592m)がある。桂川の北西側の山は比較的なだらかである。

平成22年5月31日受理

*にしがき・はじめ 大分大学教育福祉科学部地学教室・環境分野

**やなぎ・あきと 大分大学教育福祉科学部環境分野

降水や天気の特徴を基に行われている大分県の気候区分（川西，1994）によると，田染地区は大分県北部に位置する「瀬戸内海型Ⅰ」に含まれる。その特徴は，年間を通して降水量が少なく，冬季に雲が比較的多いことである。

大分県内の気温の分布について，その基本的な特徴は，その土地の標高と海岸からの距離である程度の記述ができる（川西，1994）。天気は地理的に数 100 km 以上のスケールで変化するため，田染地区と豊後高田アメダスとの距離は 12 km で，その気温には大きな差がつかないと予想される。本研究では，両地点の気温を比較してその検証をする。

盆地や谷には，特徴的な気象がしばしばみられる（たとえば桑形，1994）。具体的には，盆地や谷筋に冷気が蓄積されて，周囲の斜面が盆地（谷筋）よりも高温となる現象で，気温の逆転（通常は高地が低温）がみられるもので，晴天静穏な夜間に発生する。冷気の蓄積は，低温で重い空気が斜面を下って盆地や谷筋に集まることによっておこる。盆地の冷気は「冷気湖」，斜面の暖気は「斜面温暖帯」とよばれる。川西（1994）は，湯布院，玖珠，日田，竹田の盆地および大分川河谷，山国川上流域，駅館川流域の谷において，低地の冷気と斜面温暖帯を観測した。大分市野津原本町とその南西の宇曾岳（うぞうだけ）においても，冷気湖と斜面温暖帯が観測されている（工藤，2008）。田染地区の地形は斜面温暖帯の発生が見込まれるため，本研究においてその現象の検出を目指す。

2. 観測

観測調査は，機器を据え付けて行う定点観測と，自動車で行きながら記録を取る移動観測からなる。定点観測は，時間的に密で連続したデータを取ることができる。移動観測は，地理的に密で広域にわたるデータを取ることができる。両者の長所を活かしながら対象地域における現象を把握することを狙った。

定点観測は，小崎地区を中心とする 4 つの測点（図 1b）に電子式の温湿度記録計を設置し，

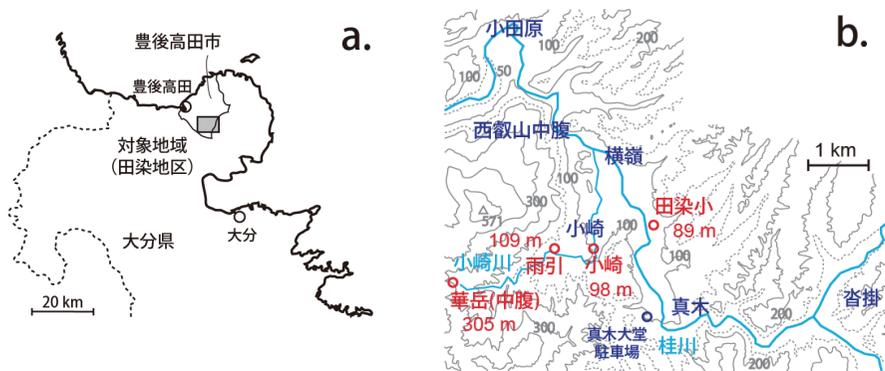


図 1：調査の対象地域。(a) 広域図。丸印は気象台とアメダス測点を表す。(b) 対象地域の図。赤字は定点観測の測点と標高を，水色の線は河川を，灰色の線は等高線を，それぞれ表す。灰色の破線は 150 m および 50 m の等高線を表す。

5分ごとのデータを記録した。小崎、雨引神社（以下雨引とよぶ）、田染小学校（田染小）の3点は、田染地区の気温の特徴を知るために選定した。華岳中腹（華岳）は、斜面温暖帯の出現状況を調べるために選定した。小崎、雨引、華岳の3点は、いずれも木陰に設置してプラスチックカップ製の陽よけを取り付けた。この3点の気温記録の一部に不自然な高温がみられ、陽よけが不十分と思われる。このため日最高気温の解析を避けている。田染小では百葉箱を測点に利用した。観測は2008年5月14日から12月26日にわたって行った。ただし、7月30日～8月22日の華岳と10月9日～31日の雨引は欠測である。

移動観測は、自動車に熱電対温度計を取り付けて走行しながら記録を取って実施した。日時は晴天の日を選び、日中に3回、夜間に3回実施した（表1）。走行経路は、いずれも図2の青線で示されるものである。走行中、気温の読み取りと記録は、200 m 間隔を目安に約130点で行った。ただし、停車中はエンジン熱の影響で温度が上がるため、記録を避けた。温度センサは車体左側のドアミラーに取り付け、その高さを地上1.5 mとした。日中においては、センサに簡単な陽よけを付けた。センサは直径1 mmの針状のものを使っており、応答時間は十分に短い。温度の表示分解能は0.1°C、カタログ精度は±1°Cである。観測を通して同じ測器を使用するため、1°C単位の気温の地理的分布を知るには十分な精度が見込まれる。

3. 田染地区における日々の気温

日々の気温の特徴を検討する。田染小の測点は百葉箱の中にあり、この検討に適した設置条件なので、この点の記録を用いる。日々の日最高、日最低、平均気温に注目し、豊後高田アメダスの観測記録と比較し、両測点の気温がどれだけ一致するか調べる。比較対象のため、大分地方気象台の記録を併せて使用する。

田染小、豊後高田および大分における気温を月ごとにまとめたものを表2に示す。田染小における観測期間の平均気温は豊後高田のものよりも1.1°C低く、大分のものよりも1.9°C低い。豊後高田との比較では、月ごとの日最高・日最低・平均気温は、いずれも1°C前後の低温となっている。大分との比較では、日最高気温が1~2°C、日最低気温が2~4°C低温である。

各測点における日々の気温の連動性を、統計的解析を用いて検討する。2測点における日々の気温 T_A , T_B について、バイアスと標準偏差を次の方法で求める。バイアス B は2点の平均気温差、すなわち $B = \overline{T_A} - \overline{T_B}$ とする。標準偏差 σ は平均気温差からのずれに対するもの、すなわち $\sigma^2 = \overline{(T_A - T_B - B)^2}$ とする。他に連動性の指標として非連動成分を用いる。非連動成分 e_r は相関係数 r より導出される量で、 $e_r = \sqrt{1-r^2}$ で表される。この量は、変動を連動している成分とし

表1 移動観測の日時と、当日の真木大堂における風向風速。—印は欠測。

日時		風向	風速 [m s ⁻¹]
2008年5月14日	日中 14:15 ~ 15:20	北北東	1.9
5月22日	夜間 21:10 ~ 22:10	—	—
6月4日	日中 15:15 ~ 16:15	南	0.8
7月30日	日中 14:20 ~ 15:05	北北東	2.8
10月21日	夜間 22:50 ~ 23:50	無風	0
11月13日	夜間 20:15 ~ 21:10	—	—

ていない成分に分ける場合の後者が占める割合を意味する。統計的解析の際、2 測点のいずれかが欠測の場合、その日のデータは使わない。

田染小、豊後高田および大分の気温に対する統計的解析の結果を表 3 に示す。田染小の気温は、大分よりも豊後高田のものと強く連動している（標準偏差と非連動成分が小さい）。田染小は豊後高田により近いいため、この結果は妥当と言える。豊後高田アメダスの記録より田染小の日平均気温を推定する場合、豊後高田の気温から 1.1℃を減ずればよく、そのとき精度の目安は 0.6℃である。

気温を支配する要因について考察する。要因として、標高と海岸からの距離があげられる。田染小の標高は 89 m、海岸からの距離は 12.5 km、豊後高田アメダス測点は標高 5 m、距離 0.5 km である。川西（1994）は、大分県内各地における観測の結果、上記ふたつの要因と気温の関係を導出した。田染小と豊後高田の高度差の場合、年平均の日最高・日最低・日平均気温にそれぞれ 0.7℃、0.3℃、0.5℃の差が見込まれる。観測結果はそれぞれ 0.9℃、1.2℃、1.1℃

表 2 各地における日最高気温・日最低気温・日平均気温の月平均値とその差。ただし、5 月は 15～31 日の 17 日間の平均、12 月は 1～25 日の 25 日間の平均。

		気温 [°C]			気温差 [°C]	
		田染小	豊後高田	大分	(田)-(高)	(田)-(分)
* 5 月	日最高	23.8	24.6	24.9	-0.8	-1.1
	日最低	12.6	14.1	15.9	-1.5	-3.3
	平均	18.3	19.4	20.2	-1.1	-1.9
6 月	日最高	24.4	25.1	25.1	-0.7	-0.7
	日最低	17.4	18.2	19.0	-0.8	-1.6
	平均	20.6	21.5	21.8	-0.9	-1.2
7 月	日最高	31.6	33.1	33.3	-1.6	-1.7
	日最低	22.5	23.5	24.5	-1.0	-2.1
	平均	26.6	27.7	28.3	-1.0	-1.6
8 月	日最高	30.1	31.4	32.1	-1.3	-2.0
	日最低	22.4	23.2	24.3	-0.8	-2.0
	平均	25.7	26.7	27.5	-1.0	-1.8
9 月	日最高	27.0	27.9	28.2	-0.9	-1.3
	日最低	19.8	20.8	21.6	-1.1	-1.9
	平均	23.0	24.0	24.6	-1.0	-1.5
10 月	日最高	22.5	23.5	23.7	-0.9	-1.2
	日最低	13.0	14.6	15.7	-1.6	-2.8
	平均	17.3	18.7	19.5	-1.4	-2.2
11 月	日最高	15.8	16.5	17.3	-0.7	-1.5
	日最低	5.7	7.1	9.3	-1.4	-3.6
	平均	10.7	11.9	13.2	-1.2	-2.5
* 12 月	日最高	12.6	13.1	14.1	-0.5	-1.5
	日最低	1.7	3.4	4.3	-1.7	-2.6
	平均	6.7	8.2	9.0	-1.5	-2.3
全期間	日最高	23.8	24.7	25.1	-0.9	-1.4
	日最低	14.8	16.0	17.2	-1.2	-2.4
	平均	19.0	20.1	20.8	-1.1	-1.9

表3 各地における日最高気温・日最低気温・平均気温の統計的比較。前者の測点が高温のときバイアスを正としている。

		バイアス [°C]	標準偏差 [°C]	非連動成分 [%]
田染小ー豊後高田	日最高	-0.9	±0.9	12.6
	日最低	-1.2	±0.9	10.6
	平均	-1.1	±0.6	7.8
田染小ー大分	日最高	-1.4	±1.3	19.0
	日最低	-2.4	±1.4	17.0
	平均	-1.9	±0.9	12.8
小崎ー田染小	日最低	0.2	±0.4	5.4
雨引神社ー小崎	日最低	-0.7	±0.6	6.5
雨引神社ー田染小	日最低	-0.5	±0.5	5.5

(表2)で、田染小の日最低気温が見込みよりも低い。その理由は、田染地区が盆地のため夜間の冷え込みが強いことであると考えられる。海岸からの距離について、田染小と豊後高田において、年平均の日較差はそれぞれ10°C、6°Cと見込まれる。観測結果はそれぞれ9.0°C、8.7°Cで、豊後高田の日較差が見込みよりも大きく、距離の差の影響は明確でない。大分(標高5m、距離2.8km)における観測結果は7.9°Cで、見込みよりやや大きい、田染小のものよりも小さく、海岸からの距離が反映されていると思われる。

4. 田染地区と周辺の気温分布

対象地域内の気温分布を検討する。晴天日に行った移動観測のうち日中と夜間のそれぞれ1例ずつを図2に示す。まず、桂川と小崎川に沿う5つの低地(小崎、横嶺、真木、小田原、沓掛)を見る。6回の観測を通して各地区の気温差は基本的に1°C以内だが、夜間の小田原は他の地区よりも1~2°C高温である。その理由のひとつに、小田原と横嶺との間に狭い谷があり、小田原への冷気の流入が少ないことがあげられる。文化的景観のある小崎においては、田染小のある横嶺と比べて日中の2回には1°C高温、日中の1回と夜間の3回には同温である。曇りや雨の日は気温分布が様になりやすいため、対象地区内の低地の気温はほぼ一様と見込まれる。

移動観測の開始前に、真木大堂駐車場(平らで開けた土地)の地上高度1.5mにおいて風向風速の観測を行った。その結果は表1のとおりで、日中に北風、夜間に弱い南風がみられる。この風は、晴天静穏の日に表れやすい山谷風の特徴を示す。

定点観測の日最低気温について小崎、雨引、田染小の3点を比較する。小崎と田染小は平均日最低気温がよく一致する(小崎が0.2°C高温、表3)。雨引においては、平均日最低気温が小崎よりも0.7°C低く、その差は5~9月に大きい(0.8~1.4°C)。気温の時系列を見ると、雨引と小崎の気温差は夜間よりも日中に大きい傾向がある。雨引神社裏の斜面の森から涼しい風が来るのを体感したが、それが気温を下げていると考えられる。

日最低気温の連動性は、3点どの組み合わせをとっても非連動成分が非常に小さく、密接に連動していることがわかる(表3)。時系列の記録を見ても小崎と田染小の気温差は小さい。以



図2：移動観測に基づく各地域の気温。数字は何℃台かを表す。青線は移動観測の走行経路を表す。

上より、田染小の記録は田染地区一帯の低地における気温を代表していると言える。

標高の高い所に注目する。移動観測においては、西叡山中腹の標高 320 m までの範囲が対象に含まれる。横嶺との高度差は約 230 m で、標準的な状態（100 m 高地で 0.65℃低温）では横嶺より 0.5℃低温であることが見込まれる。観測結果は、日中に横嶺よりも 2~3℃低温、夜間に同温~4℃高温である。日中には標準の状態よりも大きい気温差がみられるが、夜間には高地が高温となっている。特に 11 月 13 日（図 2b）には途中の標高 220 m 付近で 12℃台の気温が観測され、横嶺との気温差は 5℃に達する。華岳の定点観測結果にも同様の特徴がみられる。このことは、斜面温暖帯が検出されたことを意味する。その特徴については、次節でさらに検討する。

5. 斜面温暖帯の出現とその特徴

斜面温暖帯出現の際の、気温の時系列を図 3 に示す。小崎では午後から夜間にかけての冷え込みが顕著で、朝方まで降温が続く。華岳では高温が小さく、気温の日較差が小さい。気温の逆転は 17:30 前後に始まり、その約 3 時間後に気温差が 3℃を超える。移動観測を行った 11 月 13 日には、17:25 に気温の逆転が始まり、観測の時刻には 3℃強の気温差がある。その後気温差は拡大し、14 日 6~7 時には約 8℃である。このことは、移動観測で見られた気温差がその後拡大したことを示唆する。

斜面温暖帯の特徴を、小崎と華岳の定点観測結果を使って検討する。両測点それぞれの、前日 20 時から当日 8 時までの最低気温を抽

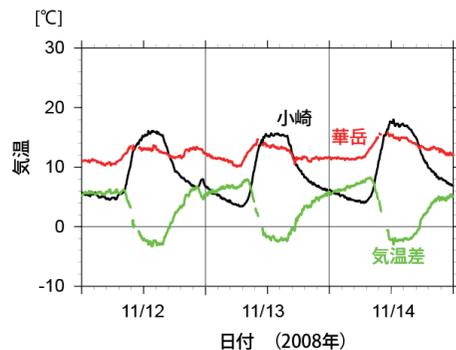


図3：温暖帯出現時の気温の時間変化。縦線は0時を表す。

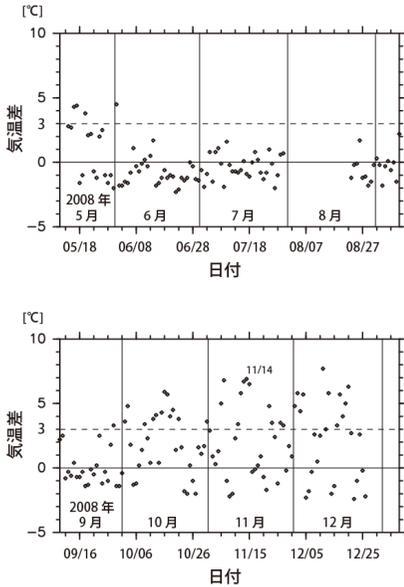


図 4：華岳と小崎における日々の最低气温の差。最低气温は前日 20:00～当日 8:00 までのもの。

表 4：斜面温暖帯の出現回数。ただし、*印の月の対象期間は以下のとおり。5月は15～31日の17日間、7月は1～29日の29日間、8月は23～31日の9日間、12月は1～25日の25日間。全期間の日数は201日。

* 5月	3回
6月	1回
* 7月	0回
* 8月	0回
9月	1回
10月	12回
11月	11回
* 12月	12回
全期間	40回

出し、その差を取ったものを図 4 に示す。華岳の高温は5月と10～12月にしばしば見られる。その気温差には月変化がみられ、11～12月に特に大きい。大きい日の気温差の目安は、5月には4℃、10月には5℃、11月には7℃、12月には6℃である。6～9月には華岳の高温がみられる

日が少なく、特に6月と9月の華岳は低温傾向で、低地よりも1℃前後低温の日が多い。

斜面温暖帯の出現回数を月ごとにまとめたものを表 4 に示す。ここでは前日 20 時～当日 8 時の最低气温について、華岳が小崎よりも 3℃以上高いときを出現とみなす。斜面温暖帯は 10～12 月に頻繁に出現し、10 月と 11 月はほぼ 3 日に 1 回、12 月は 2 日に 1 回の割合である。となっている。5 月には対象 17 日中 3 日出現しているが、6～9 月は出現回数がわずかである。

この季節変化の特徴は、以下の知見と整合する。川西（1994）は、湯布院、玖珠、日田、竹田の 4 つの盆地において、夜間の冷え込みが秋から冬にかけて強い（大分との日最低气温差が大きい）ことを示した。工藤（2008）は、宇曾岳北西斜面における温暖帯について、夏季に弱く秋季に顕著であることを示した。

謝辞

豊後高田市役所の藤重深雪さんと岩男真吾さんには、現地の案内、観測地点の紹介などの支援をいただきました。小崎在住の河野了さん、豊後高田市立田染小学校には、定点観測の測点を提供いただきました。大分大学教育福祉科学部学生（当時）の本田宏亮さん、濱田涉さんには、観測に同行いただきました。豊後高田市より調査費用の給付を受けました。気象庁観測のデータを使用しました。上記の方々と団体に厚く感謝します。

参考文献

- 1) 豊後高田市, 2010. 田染荘小崎文化的景観保存計画.
- 2) 川西博, 1994. 大分県の気象探訪, 大分合同新聞社.
- 3) 工藤大輔, 2008. 大分市野津原地区の小規模盆地における局地気象の観測, 大分大学大学院教育学研究科修士論文.
- 4) 桑形恒男, 1994. 複雑地形と大気, 近藤純正編著: 水環境の気象学, 朝倉書店, 261-280.

Observations of Air Temperature in Tashibu-no-Sho Manor, Bungotakada City

NISHIGAKI, Hajime and YANAGI, Akito

Abstract

Time series and distributions of air temperature were observed in the Tashibu area of Bungotakada City, Oita, Japan, where the 1,000-year-old view of Tashibu-no-Sho Manor has been preserved as a cultural treasure. The topography in this area is clearly characterized by valleys. The observations were made from May to December, 2008. The following features were found. (1) The daily air temperature in the Tashibu area can be estimated quite accurately by subtracting 1°C from that at the Bungotakada Meteorological Observatory. (2) On days of fair weather, the air temperature in the low lands in the Tashibu area is quite uniform, with a variation of air temperature of not more than 1°C, except for the Kodawara subarea at night, which is warmer by 1-2°C than the other subareas. (3) Thermal belts are often observed on the slope in Mt. Saiei-zan and Mt. Hana-dake, which have higher air temperatures than those in the bottom of the valleys. The thermal belts are frequent in May, October, November and December, especially in the latter three months. The difference in air temperature is large in November and December.

【 Key words 】 Tashibu-no-Sho Manor, micrometeorology, valley, thermal belt