

美ヶ原高原において条線土の観察される風衝砂礫地の地温環境

浜田 崇*・尾関雅章**

美ヶ原高原は長野県の中央部に位置し、植生帯は亜高山帯に属する標高2000m前後の台地状の地形である。ここには構造土の一種である条線土がみられる風衝砂礫地がある。この風衝砂礫地 (Site.A) において、2004年11月12日から2005年7月3日まで10cm深の地温を1時間間隔で測定した。また、比較のため条線土のみられない風衝砂礫地 (Site.B) においても同様の観測を行った。その結果、一日の最高温度がプラス、最低温度がマイナスとなる凍結融解日は、Site.Aでは17日、Site.Bでは19日であり、両地点の地温環境に明瞭な差は認められなかった。また、推定された観測地点の気温から考えると、10cm深よりも浅い表層部では、10cm深の地温よりも低温の期間が長く、また凍結融解日数も多くなることが予想された。

キーワード：美ヶ原高原、条線土、風衝砂礫地、地温、凍結融解日数

1. はじめに

美ヶ原高原は、長野県のほぼ中央部に位置し、比較的平坦な面といくつかのピークからなる標高2000m前後の台地状の地形である。標高帯からすれば、美ヶ原高原はシラビソやコマツガなどからなる亜高山針葉樹林帯に属するが、古くからこの平坦な地形を利用して放牧などが行われてきたため、隣接する霧ヶ峰とともに日本有数の広大な草原景観が残っている地域である。また、美ヶ原高原は冬季の北西の季節風を強く受けるため、その西側に風衝砂礫地が分布している。森林や草原とともに砂礫地がモザイク状に分布していることが、美ヶ原高原の景観を多様にしている。

美ヶ原高原の北端に位置する武石峰 (1972m) 周辺には砂礫地が比較的広く分布している。この砂礫地には寒冷な気候条件下において形成される構造土の存在が報告されている¹⁾。また、最近、美ヶ原高原の王ヶ塔付近の牧場内 (約2000m) において構造土の一種であるアースハンモックの存在が確認された²⁾。構造土とはおもに凍結融解作用により砂礫の配列が地表面に示す幾何学的な模様であり、その平面形態によって多角形土、条線土、階状土などに分類される^{3) 4)}。構造土は一般的に森林限界よりも上部の高山帯にしばしば認められる。一方、美ヶ原高原は中部日本の平均的な森林限界よりも500m

程低く、構造土の分布する標高帯としては低い。こうした森林帯に存在する構造土は北海道や東北の一部の山地のほかに長野県の霧ヶ峰や鉢伏山などに分布している^{5) 6)}。しかし、森林帯に分布する構造土の形成に関わる研究例は乏しく、鉢伏山⁵⁾や北上山地⁷⁾において斜面の砂礫移動の観察・観測などが行われているのみである。また、美ヶ原高原においては、前述の柴田ら²⁾やKobayashi⁵⁾など構造土の存在を確認した報告はあるものの、構造土が形成されている地点の温度環境については報告されていない。

そこで、著者らは美ヶ原高原で構造土がみられる風衝砂礫地において、凍結融解作用が強く働く寒候期を中心に地温の観測を行ったので、その結果について報告する。こうした地温観測の結果は単に構造土の形成プロセスを明らかにするだけでなく、美ヶ原高原の自然環境を理解する上での基礎的資料としても役立つものと考えられる。また、近年の地球温暖化にともなう地温の上昇は構造土を含む周氷河地形の形成にも影響を及ぼすものと予想されている⁸⁾。今後も構造土の観察や地温観測を継続することにより、地球温暖化が自然環境に与える影響を検討することも可能になるものと考えられる。

* 長野県環境保全研究所 循環社会チーム 〒381-0075 長野市北郷2054-120

** 長野県環境保全研究所 自然環境チーム

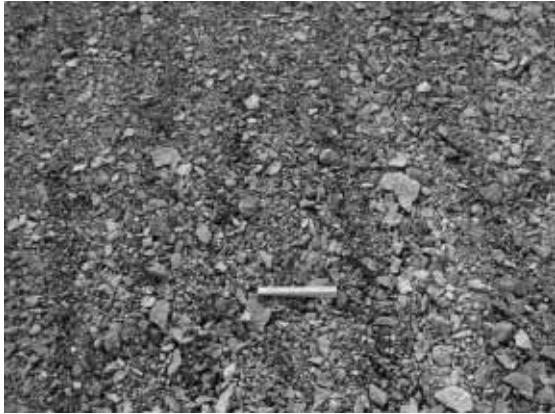


写真1 Site.Aにおける条線土

2. 調査地と方法

2.1 調査地域

小林¹⁾の著書の中には美ヶ原高原の武石峰付近に構造土がみられるとの記述があり、著者らは武石峰付近の砂礫地において構造土の一形態である条線土の存在を2004年に確認した(写真1)。この条線土がみられる砂礫地は武石峰の北西約400mの場所にあり(図1のSite.A)、緯度N 36° 14'、経度E 138° 5'、標高1900mの地点である。ここは武石峰(1972m)とその北側のピーク(1935m)との鞍部にあたり風衝地となっている。砂礫地は主にこの鞍部の稜線から西側に広がり、その一部に条線土がみられる。小林¹⁾や町田²⁾によれば、平坦な砂礫地では亀甲土が形成され、斜面がわずかに傾斜していると条線土ができるとされている。調査地の斜面の傾斜は約12°、斜面方位はN14° Eで、条線土はその最大傾斜方向に平行に形成されていた。観察された条線土の幅(粗い礫と礫との間隔)は約20cm程度あった。本研究では、この条線土のみられる砂礫地において地温観測を行った。また、Site.Aから北西に約300m離れた稜線部にも風衝砂礫地がある。ここでは条線土のような構造土は確認されなかったが、比較のため、この砂礫地においても地温観測を実施した(図1のSite.B)。

2.2 地温観測

観測に用いた温度計はONSET社のTidbiT(TBI32-20+50)である。この温度計はプラスチックで完全防水加工された小型の円形の中にサーミスターセンサーが内蔵されている。センサーの時定数は水中で約3分、静止した空気中で約10分である。

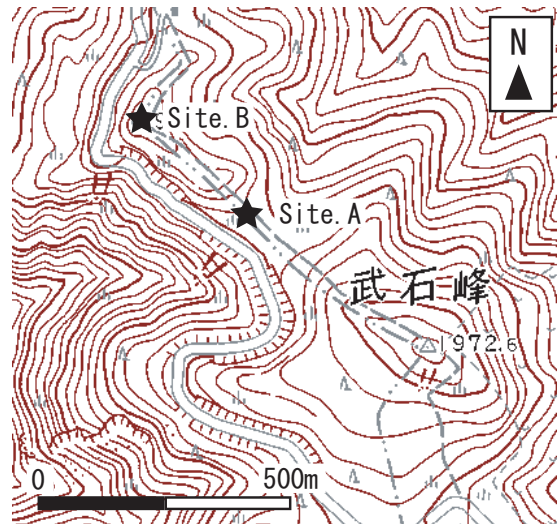


図1 調査地域

星印は地温観測地点。国土地理院1/25000地図画像「山辺」を利用した。

センサーの測定精度は $\pm 0.42^{\circ}\text{C}$ である。地温の測定と記録は1時間間隔で行った。測定終了後、実験室内において、気象庁検定付の標準温度計と器差補正を行った。地温の観測はSite.AおよびSite.Bのそれぞれ地表から10cmの深さの土壌内に温度計を設置して行った。構造土のように小規模な周氷河地形を形成する物質移動は表層15cmよりも浅い場所において卓越する³⁾ことから、今回は温度計の埋設深度を10cmとした。

3. 結果

地温観測は2004年11月12日から2005年7月3日まで実施した。Site.AとSite.Bの地温の季節変化を示したのが図2である。日最高値と日最低値をバーで示している。Site.AおよびSite.Bにおける観測期間中の最低温度はそれぞれ -10.7°C 、 -11.8°C であり、両方とも2005年3月14日に記録された。また、観測期間中に初めて最低温度が 0°C を下回った日は、Site.Aでは12月1日、Site.Bでは12月3日であった。最高温度が 0°C 以下の凍結期間は、Site.Aでは12月12日から4月7日までの117日間、Site.Bでは12月12日から4月5日までの115日間であった。一日の最高温度がプラス、最低温度がマイナスとなる凍結融解日は、Site.Aでは17日、Site.Bでは19日であった。なお、4月上旬に両地点の地温が急激に上昇している。これは気温の急激な上昇により凍結していた土壌が融解したためと考えられる。

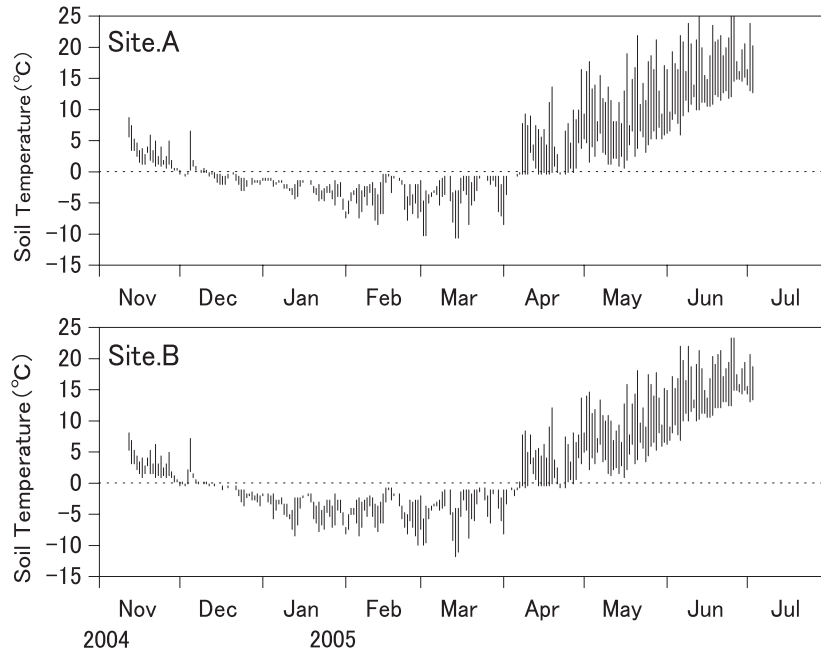


図2 Site.AおよびSite.Bにおける地温の季節変化
バーは1日の最高温度と最低温度の日較差.

また、Site.Aの月平均地温と、調査地域から最も近い松本測候所（緯度N36° 15′，経度E137° 58′，標高610m）の月平均気温を用いて推定した調査地域の月平均気温とを比較した（図3）。高橋・長谷川¹⁰⁾によれば、調査地域に近い穂高（540m）と常念乗越（2465m）の月平均気温の相関はきわめて高く、穂高の値を用いて常念乗越の値を推定することは十分妥当としている。したがって、月平均気温であれば松本の値を用いて調査地域の気温を推定することは可能だと判断した。気温の推定は松本測候所とSite.Aの標高差約1300mに0.65°C/100mの標準大気の気温減率を仮定して見積もっている。気温減率は季節や山塊によっても異なるため¹¹⁾、図3の月平均気温の値には±1.3°Cの誤差範囲を示してある。この誤差範囲は気温減率を0.55°Cから0.75°Cに変化させたときの気温推定値に相当し、これらの値はいくつかの文献値^{10) 12) 13)}を参考として定めた。

この図の気温の推移をみると、月平均気温で0°C以下の期間が11月から3月までの5ヶ月間あり、かつその間は10cm深の地温より低温であることがわかる。これらのことから10cm深よりも浅い表層部では、10cm深の地温よりも低温の期間が長く、また凍結融解日数も多くなることが予想される。なお、観測期間中の松本測候所の月平均気温を平年値と比較したところほとんど差はなく、観測したデータも平均的な値を示しているものと考えられる。

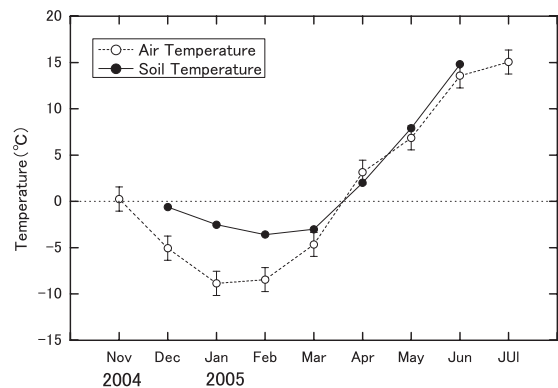


図3 Site.Aにおける地温と気温の月平均値の季節変化

以上の結果、美ヶ原高原の条線土がみられる風衝砂礫地の寒候期における10cm深の地温環境は明らかとなった。また、条線土のみられるSite.AとみられないSite.Bの地温環境にはほとんど差がないこともわかった。

4. 今後の課題

調査地域の標高は一般的な構造土の分布からすると低く、Site.Aで観察される条線土が過去のより寒冷な気候環境下において形成され現在は化石化したものである可能性はある。しかし、観測結果から調

査地域で凍結融解現象が生じていることは明らかであり、条線土が現在の気候環境下においても形成されている可能性を否定することはできない。今後はSite.Aで観察される条線土が現在の気候条件下において形成されているのか否か、斜面物質の移動観察などから明らかにしていきたい。このことを明らかにすることは、美ヶ原高原のモザイク状の自然景観の成立を自然史的な観点において理解する上で非常に重要である。

また、仮にSite.Aで現在でも条線土が形成されている場合、Site.Bにおいて条線土が観察されない理由も考える必要がある。10cmより浅い表層部の地温や微気象要素（たとえば、風や日射、積雪など）の測定、表層を構成している物質、斜面方位や傾斜などの諸条件を比較することで、条線土の形成条件を明らかにしていきたい。さらに、小泉¹⁴⁾は、調査地域のような亜高山帯域における構造土の存在については山頂現象の効果を指摘している。このことも念頭におきながら、今後は美ヶ原高原における風衝砂礫地の分布と構造土の有無などを調査していきたい。

文 献

- 1) 小林国夫（1955）日本アルプスの自然。築地書館。258p.
- 2) 柴田 治・岩岡安民・小林武夫・塩原道雄・高橋新吾（2005）長野県美ヶ原高原（海拔2000m）で見られたアースハンモック構造土。長野県植物 研究会誌 38：71-72.
- 3) 町田 貞（1984）地形学。大明堂。404p.
- 4) 町田 貞・井口正男・貝塚爽平・佐藤 正・榎根 勇・小野有吾編（1981）地形学事典。二宮書店。767p.
- 5) Kobayashi, K.(1956)Periglacial morphology in Japan.BIULETYN PERYGLACJALNY 4：15-46.
- 6) 小疇 尚（1980）日本の構造土分布。軽石学雑誌 6：11-21.
- 7) 澤口晋一（1987）北上山地山稜部の荒廃裸地における凍結・融解による斜面物質移動。地理学評論 60A：795-813.
- 8) 西岡秀三・原沢英夫編（1997）地球温暖化と日本—自然・人への影響予測—。古今書院。256p.
- 9) 松岡憲知（2002）アジアの山岳永久凍土と周水河環境。地学雑誌 111：531-545.
- 10) 高橋伸幸・長谷川裕彦（2003）気温観測結果から推定される北アルプス南部常念乗越の森林限界 高度と周水河環境。地理学評論 76：161-171.
- 11) 飯田睦治郎（1981）日本の山岳気象。天気 29：91-100.
- 12) 青山高義・岡 秀一（1989）任意の地点の温量指数の推定法について。東北地理 41：160-165.
- 13) 沖津 進・伊藤浩司（1984）北海道山岳の森林限界高度とWI15。日本生態学会誌 34：341-346.
- 14) 小泉武栄（1973）構造土限界線について。地理学評論 46：618-624.

Soil temperature environment at a wind beaten bare ground with stone stripes in Utsukushigahara-Kogen

Takashi HAMADA* and Masaaki OZEKI

* Nagano Environmental Conservation Research Institute, Recycling Society Team,
2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan.