

写真1 石柱の丘にみられる温風穴の熱画像と可視画像。熱画像で赤く表示された温風穴の温度は12°C、青く表示された場所の温度は4°Cである。この温風穴では、地表熱収支の観測も行った。

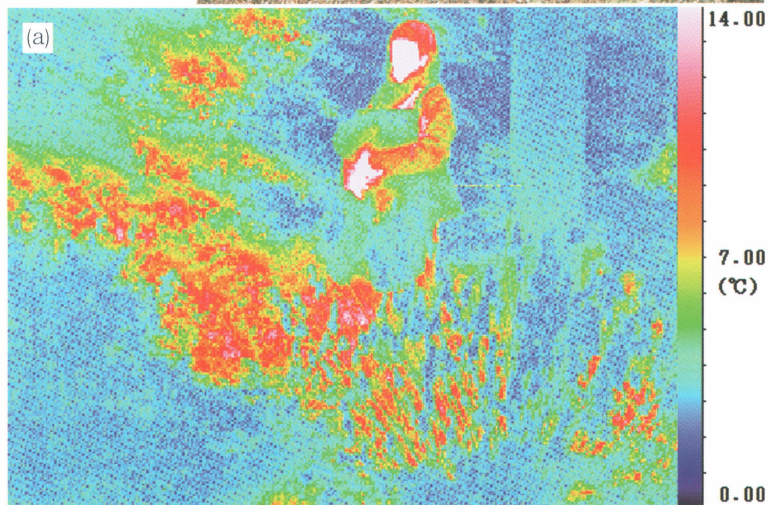


写真2 (a), (b) 電柱の脇に立つ人の足元に見られる温風穴；(c) 温風穴の拡大写真。温風穴からは、積み重なった数十センチの礫の隙間から温風を噴き出している。その地表面では、温暖で湿潤のため植生が繁茂している。

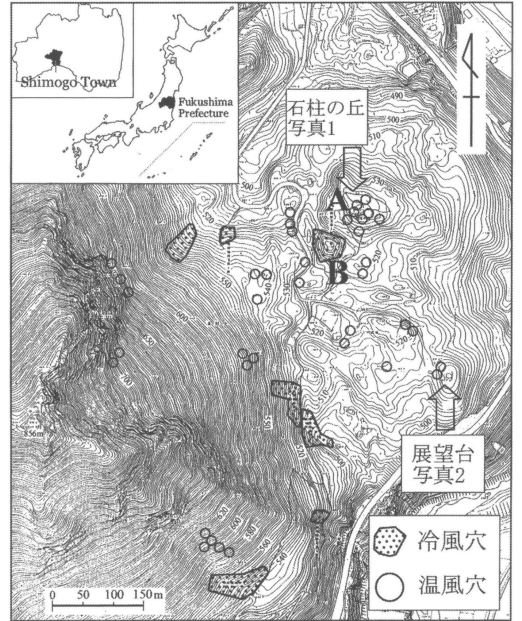
## 福島県中山風穴の冬季に見られる地温高温域\*

野原大輔\*<sup>1</sup>・村規子\*<sup>2</sup>・田中博\*<sup>3</sup>

福島県下郷町にある中山風穴は、中山(856m)の北東斜面に積み重なった岩石の隙間から夏季に冷気を噴き出す累石型風穴(以下冷風穴とする)として有名である(佐々木, 1986)。冷風穴の内部には初夏まで水が存在したり、周囲が冷涼な気候となるため低高度でも高山植物が生育したりするので、国の天然記念物に指定されている。

一方冬季は、冷風穴から約100 m 離れ標高が数10 m 高い場所に、暖気を噴き出す温風穴が存在する。写真1は、2001年12月5日早朝に、サーモグラフィーを用いて石柱の丘(第1図参照)の温風穴を撮影した熱画像と可視画像、写真2は、展望台の電柱の根元に現れた温風穴の熱画像と可視画像である。観測時の天気は曇で気温2°Cであった。温風穴の地表面温度は12°Cであり、周辺の地表面温度4°Cに対し8°Cも高温であった。同時に行われた熱収支観測から、地面から大気へ150 W/m<sup>2</sup>の地中熱流量が観測された。可視画像からわかるように、温風穴とそれ以外の場所の区別は外見上困難であるが、サーモグラフィーを使用することで、温風穴の分布の調査が可能になる。第1図は、冬季に見られる温風穴と夏季に見られる冷風穴の分布である。

温風穴の高温な地熱の原因は、夏季に崖錐(岩屑が堆積して斜面を形成する地形)内部に熱が蓄えられる風穴循環のメカニズム(江川ほか, 1980; Tanaka *et al.*, 2000)で説明できる。夏季は、崖錐内部の温度が外気温より低いいため気圧傾度力が生じ、崖錐下部は冷気を噴き出す冷風穴になる。崖錐上部からは補償流として外気が入り込み、崖錐内部の岩石を暖め、空気は冷やされる。冷やされた空気は、冷風穴から出て行く。第1図で示された冷風穴Bから出てくる冷気は、温風穴Aから吸い込まれ崖錐内部で冷却された空気と考えられる。このような夏季の風穴循環は、崖錐内部の温度が外気温より低い間繰り返される。一方冬季は、夏季に崖錐内の岩石に蓄えられた熱のため、崖錐内部



第1図 中山周辺の地形図と風穴の分布図。

の温度が外気より高くなる。そのため崖錐内部の空気と外気が入れ替わるような対流が起こり、温風穴から熱を放出する。温風穴Aから出てくる暖気は、冷風穴Bから吸い込まれ、崖錐内部で加熱された空気と考えられる。よって、写真のような地温高温域が見られるのである。

### 謝辞

サーモグラフィーを貸して下さった東京都立大学の三上岳彦教授に、熱収支観測では東京大学の宮崎真博士に深く感謝致します。

### 参考文献

- 江川良武, 掘伸三郎, 坂山利彦, 1980: 風穴の成因について一過去における低温気候起源説に対する反論一。地学雑誌, 89, 85-96。  
 佐々木洋, 1986: 東北地方における風穴の地理的分布。東北地理, 38, 34-35。  
 Tanaka, H. L., D. Nohara and M. Yokoi, 2000: Numerical simulation of wind hole circulation and summer time ice formation at Ice Valley in Korea and Nakayama in Fukushima, J. Meteor. Soc. Japan, 78, 611-630。

\* High Soil Temperature during Winter at Nakayama Wind-Hole in Fukushima

<sup>1</sup> Daisuke NOHARA, 筑波大学陸域環境研究センター, nohara@erc2.suiri.tsukuba.ac.jp

<sup>2</sup> Noriko MURA, 筑波大学自然学類, (現在, 気象庁富山地方気象台)。

<sup>3</sup> H. L. TANAKA, 筑波大学地球科学系。

© 日本気象学会 2002年