

北海道置戸町鹿ノ子ダム左岸の風穴地における凍土の消長

Aggradation and degradation of frozen ground at wind hole slope on the left bank of Kanoko dam, Oketo town, Hokkaido

曾根 敏雄¹

Toshio Sone¹

Corresponding author: tsone@lowtem.hokudai.ac.jp(T. Sone)

置戸町鹿ノ子ダムの左岸の斜面では、かつて存在していた永久凍土は衰退したと考えられていた。ところが、特に寒冷であった 2001 年に越年性凍土が形成され、寒冷な年が継続すれば、再び永久凍土が形成される可能性が指摘された。しかし、その後気温は温暖化傾向にあり、越年性凍土は形成されていないものと考えられた。ところが、以前ほど寒冷ではなくても、越年性の凍土が形成されていたことが判った。

1. はじめに

北海道では、道東地方を中心に気温に比べて地温が異常に低い地点が散在する。置戸町鹿ノ子ダムの風穴地では、永久凍土が 1990 年には衰退したが¹⁾、気温が低かった 2001 年に越年性凍土（1 年以上存続する凍土）が形成された²⁾。しかしその後、気温は温暖化傾向にある（図 1）。そこで、その後越年するような凍土は形成されたのか、凍土がどのような状態であったのかを地温観測から考察した。

2. 調査地点と調査方法

北海道置戸町鹿ノ子ダム上流おけと湖の左岸にある崖錐斜面（標高約 480m）で調査を行った

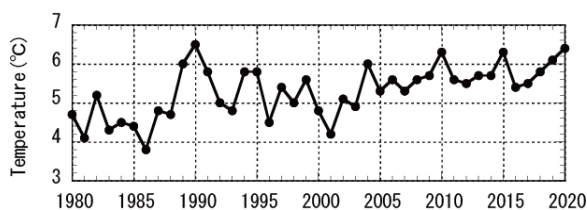


図 1 1980-2020 年の境野における年平均変化

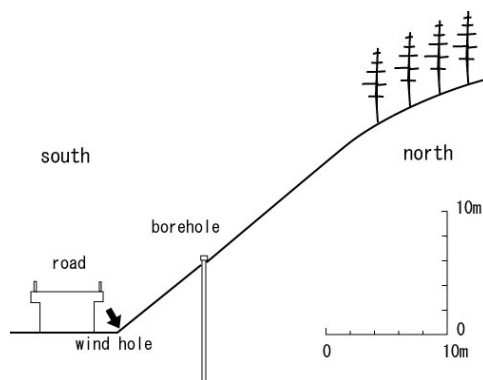


図 2 観測斜面の様子（曾根, 2004 に加筆）

（図 2）。ここでは、1980 年の道路工事の際に、奥行き 10m、高さ 2m の凍土とその内部に地下水が発見された³⁾。この地点の斜面下部には風穴が存在する⁴⁾。この地点で掘削された掘削孔での地温観測から、永久凍土が存在したと考えられたが、残存していた永久凍土は 1990 年には消滅した¹⁾。この掘削孔に温度センサーを挿入して地温の観測を行った。温度記録計には 1992 から 2006 年まで KADEC-U（分解能 0.1°C、精度±0.4°C 以内、コーナースystem）を 2006 年以降はおんどとり Jr.TR-52（分解能 0.1°C、精度±0.3°C、ティアンドデイ）を用いた。気温データには近くのアメダス境野のデータを用いた。

3. 結果と考察

1992 年から 1993 年にかけての観測結果を図 3 に示す。ここでは、2、4m 深で季節凍土が観測された。2m 深の地温が最も低く年平均値は氷点下となり、8m 深では地温は氷点下には低下していないが 2°C を下回る。年平均気温が 4~5°C の地点としては、これらの地温は異常に低い。深度 2m では融解期が数か月程度と期間が短く、もう少し

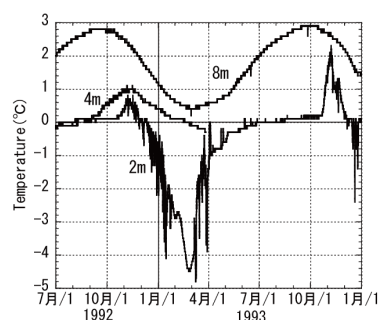


図 3 1992-1993 年の地温観測結果

¹ 北海道大学低温科学研究所

Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

寒ければ越年性凍土となりうる可能性を示している。

次に1996年から2017年までの深度4mの地温観測結果を図4に示す。2000年1月から2001年9月まで 0°C 以下の状態が継続した。しかし継続期間は2年以内なので永久凍土とはならなかった。越年性凍土の形成された2001年は、アメダス境野で凍結指数の値が $1300^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ と大きくまた融解指数の値は小さめであった(図5)。しかし翌2002年は、凍結指数が約 $800^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ と小さかったために、越年性凍土は形成されなかったと考えられた。

また2012年から2013年にかけても越年性凍土が形成されたとみられる。この期間の凍結指数は約 $1000^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ とやや大きめであったが、融解指数は約 $3000^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ と特に小さいわけではなかった。欠測があり2年以上 0°C 以下の状態が継続したかは不明である。2005年から2007年にかけては、融解期間が短く低温な地温状況が継続した。この期間も、凍結指数が大きい値を示してはおらず融解指数も特に小さいということもなかった(図5)。2015年以降も低温な状況が生じている様であるが、温度精度が良くないので明確な判断は困難である。これらのことから、この斜面の地温は2004-2005年から、それまでと地温状況が変化して以前よりも低温化し、同じ寒さでもより冷え易くなったのではないかと考えられる。

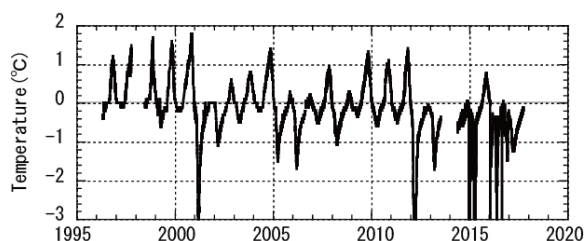


図4 1996-2017年の4m深の地温観測結果

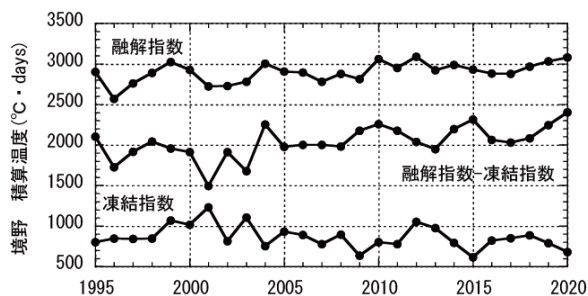


図5 1995-2020年の境野における温度指標

この斜面では、表面に施工された亀甲棒が歪んでおり、斜面物質移動が生じていることが観察される。またかつて地下水の存在した場所では、地下水の融解沈下に伴う凹み状の変形もみられる。このような変形による地下の構造の変化により、風穴斜面としての風の通路に変化生じた可能性がある。別の要因としては、2002年に斜面下部に積雪下でも通風のある風穴の風の通り道を人工的に作ったことが挙げられる。これにより、冬の寒気がより効果的に風穴内部を冷却するようになり、その影響がゆっくりと掘削孔の地温に及ぶようになった可能性もある。

また今回述べた4m深の地温よりも低いことが想定される2m深では、越年性凍土が形成される可能性がより高い。したがって、現在あるいは今後、越年性凍土や永久凍土が存在する、あるいは形成される可能性がある。現在この掘削孔は閉塞しており、老朽化した温度センサーを引き出したり、新たなセンサーを挿入したりすることが出来ない。今後、再掘削を行い、地温の観測を行うことが望まれる。

【謝辞】

北海道大学名誉教授福田正己先生には研究の機会を与えて頂き、宮城大学准教授原田鉦一郎博士、株式会社工学気象研究所森淳子博士には調査に協力して頂いた。

【参考文献】

- 1) 曾根敏雄,1996:北海道置戸町鹿ノ子ダム,鹿ノ子大橋左岸の永久凍土の衰退,季刊地理学,48,293-302.
- 2) 曾根敏雄,2004:北海道置戸町鹿ノ子ダム左岸の風穴地における越年性凍土,雪氷,66,227-233.
- 3) 福田正己,成田英器,1980:置戸町で発見された地下氷について.低温科学物理篇,39,201-205.
- 4) 高橋修平,榎本浩之,沢田正剛,百武欣二,安達寛,福田正己,1991:北見地方置戸町に見られる氷穴の観測,北海道の雪氷,10,28-31.
- 5) 曾根敏雄,2015:風穴風の吹き出しと吸い込みー北海道置戸町鹿ノ子風穴での観測から,清水長正・澤田結基編「日本の風穴」,92-101.