

苫小牧における土壤凍結深・凍上量と凍結指数の関係

石崎武志・原田敏一郎・鳥田宏行・福田正己（北大低温研）

1. はじめに

北大低温科学研究所では、昭和47年以降、苫小牧演習林内の凍上観測施設において、土の凍結・凍上量の観測を行っている。この観測より、1976年から1991年の15年間で1988年からの三冬期間では、平均気温が異常に高いことがわかった。この三冬期間の凍結深、凍上量、土の凍結様式を特に寒冷であった1976-77年の冬期間と比較しながら以下に示す。

2. 冬期間平均気温と凍結指数の経年変化

1976-77年から1990-91年の間の15シーズンについて、苫小牧演習林の冬期間（11月～翌年4月）の平均気温を図1に示す。図から1988年からの三冬期間の平均気温が異常に高くなっているのがわかる。図2には、苫小牧演習林と札幌の凍結指数の値の経年変化を示す。凍結指数は、日平均気温が0℃以下の場合、その値を積算して求める。苫小牧・札幌、共に1988年からの三冬期間の凍結指数が他の年より小さくなっている。冬期間平均気温と凍結指数から最近の三冬期間は温暖であったといえる。

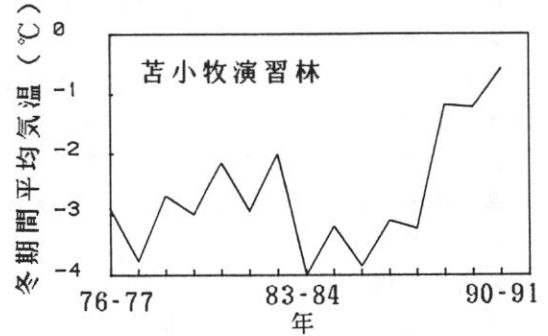


図1 冬期間平均気温の経年変化

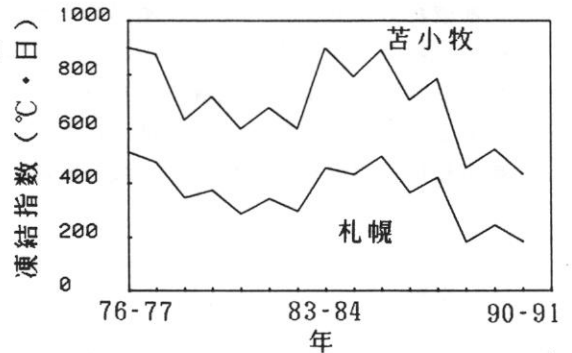


図2 凍結指数の経年変化

3. 凍結深・凍上量の変化

寒冷であった1976-77と温暖であった1990-91の冬について、凍結深と凍上量の比較を行う。ここで凍結深は、地表面からの土の凍結した深さを指し、凍上量は凍結前の地表面からの変位量を言う。凍結・凍上の様子を、76-77年については図3に（木下ら、1977）、90-91年を図4に示す。また、二冬期間の凍結深・凍上量などの比較を表1で行う。

90-91年の冬では、76-77年と比較し、冬期間平均気温で2.3℃高く、凍結指数は約半分に

表1 凍結状態の比較

	76-77	90-91
冬期間平均気温 (°C)	-2.9	-0.6
凍結指数 (°C·days)	900	431.3
凍結期間	11月27日 - 5月2日	12月18日 - 4月12日
最大凍上量 (cm)	32 (3月9日)	16.5 (3月18日)
最大凍結深 (cm)	59	25.5

なっている(表1)。また、土の凍結期間は1ヶ月以上短い。このような変化に対し、90-91年の最大凍結深は半分以下に、最大凍上量も約半分の値となっている。気温の変化が、凍結深・凍上量の大きな変化をもたらしている。またボーリング調査により、90-91年でも土中には、アイスレンズが形成がみられ、含水構造も例年と類似していることが確認されている。凍上量の減少は、主として凍結深が浅くなったためである。

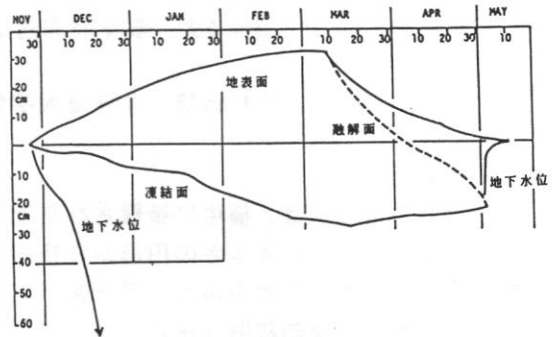


図3 凍結深・凍上量の変化(1976-77年)
(木下ら、1977)

4. 凍結指数と凍結深の関係

観測結果より得られた、苫小牧における凍結指数と最大凍結深の関係を図5に示す。凍結指数(F)と最大凍結深(D)の間には以下の経験式が提案されている。

$$D = \alpha \cdot (F)^{1/2}$$

ここで α は係数であり、北海道の土壤凍結深調査により、この値は2.0~2.5の範囲にあることが報告されている(木下、1982)。図5にこの経験式より求めた値を示す($\alpha=2.0$ 、2.5)。凍結指数が小さい年では、最大凍結深の実測値は経験式より求めた値より小さな値を示している。これは、土中のアイスレンズの形成時に発生する、潜熱の影響を受けているためと思われる。また、凍結指数の計算の際に、日平均気温が0°C以上の日について考慮していないことも、ずれの原因と考えられる。凍結指数の小さな年では、特にこの影響が大きく効いてくると思われる。

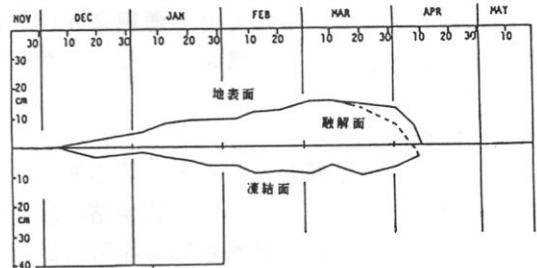


図4 凍結深・凍上量の変化(1990-91年)

5. おわりに

最近の三冬期間(1988-91)は温暖で、凍結深・凍上量の値は、例年に比べ、半分程度になっている。凍結指数が小さいとき、最大凍結深の実測値は予測式(1)から大きくずれることが分かった。今後、凍結指数が小さい場合の予測式についても検討していきたい。

参考文献

- 木下誠一・鈴木義男・堀口薫・福田正己・井上正則・武田一夫(1977) 苫小牧における凍上観測(昭和51~52年冬期). 低温科学 物理編、35、307-319.
木下誠一編(1982) 凍土の物理学、森北出版、29

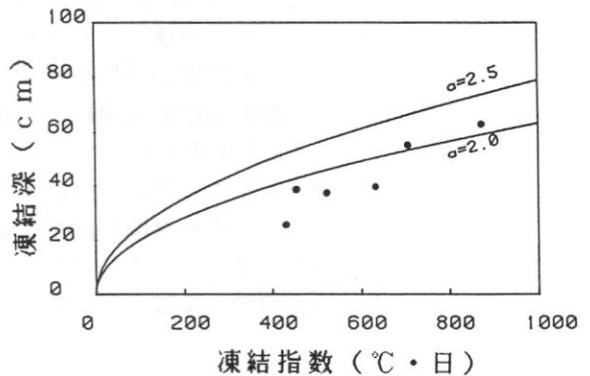


図5 凍結指数と最大凍結深の関係