

北海道の多雪地帯と土壤凍結地帯における厳寒期の土壤水分移動の違い

Comparison of soil water movement in soil frozen and unfrozen fields

○岩田幸良¹⁾, 根本学¹⁾, 桑尾和伸²⁾, 広田知良¹⁾, 柳井洋介¹⁾, 長谷川周一²⁾
Yukiyoshi Iwata¹⁾, Manabu Nemoto¹⁾, Kazunobu Kuwao²⁾, Tomoyoshi Hirota¹⁾
Yosuke Yanai¹⁾, Shuichi Hasegawa²⁾

1. はじめに

北海道は十勝平野をはじめとする土壤凍結地帯と札幌圏に代表される多雪地帯に分けられる。土壤凍結地帯では、少雪・寒冷なため土壤凍結層が形成されるのに対し、多雪地帯では、冬の早い時期から厚い積雪層が形成されることで低温が土壤まで到達せず、冬期間を通して土壤凍結層が形成されないとされてきた。土壤凍結地帯では、凍結層の発達に伴って下層から凍結層へと鉛直上向きの土壤水分移動が発生することが知られている。一方、多雪地帯では地熱により積雪層底面が融解し、厳寒期にも積雪層の底面が融解することが知られている。これらの知見から、厳寒期の土壤水分移動は土壤凍結地帯と積雪地帯で大きく異なることが予想される。しかし、これらの地帯の土壤水分移動を比較した研究はほとんど無い。そこで、土壤凍結地帯と多雪地帯に観測サイトを設置し、各地帯における厳寒期の土壤水分移動の特徴を明らかにした。

2. 材料と方法

北海道の十勝平野の芽室町（土壤凍結地帯）に位置する北海道農業研究センター内の試験圃場に試験区を設置した（図1）。土壤は乾性火山灰土で約1mから砂レキ層が出現する。地下水位は約8mである。また、石狩平野周辺の札幌市（多雪地帯）に位置する同センターの試験圃場に観測サイトを設置した。土壤は湿性火山灰土で、深さ30cmまで火山灰土壌が堆積し、それ以

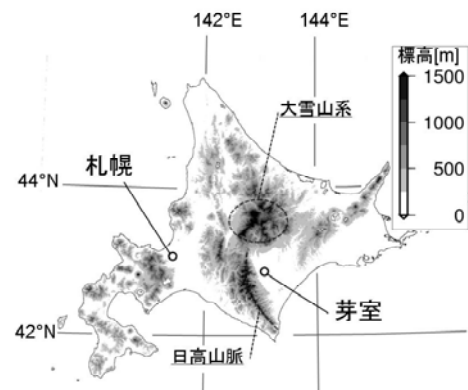


図1 観測サイトの位置

Fig.1 Location of research fields.

降は海底堆積物から形成された粘土質のグライ土である。

土壤が凍結する恐れのない下層にテンシオメータを埋設し、圧力水頭を測定した。溢水式降水量計により降水量を、強制通風筒に入れた温度計により気温を計測した。これらのデータは10分間隔でデータロガーに記録した。直径5cmの採雪筒により積雪水量を測定した。また、メチレンブルー凍結深計により凍結深を求めた。観測期間は2008年11月～2009年1月である。

3. 結果

(1) 気温 観測期間中の旬毎の平均気温を図2に示す。日本海に面した札幌に比べ、太平洋側の芽室の方が冬期に晴天の日が多く、放射冷却が卓越すること、芽室は札幌に比べ海から遠い（図1）こと等の理由により、芽室の方が札幌よりも気温が低い。一方、両試験区ともに

¹⁾ 農業技術研究機構 北海道農業研究センター National Agricultural Research Center for Hokkaido Region ²⁾ 北海道大学 Hokkaido University 水分移動, 凍上・凍結, 物質循環

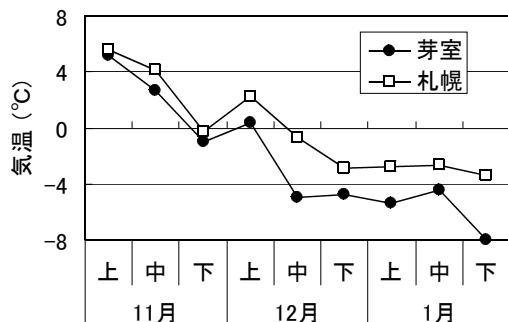


図2 平均気温の推移

Fig.2 Air temperature in each fields.

12月中旬以降は気温がマイナスになり、裸地状態であれば土壤凍結が発達する条件であった。

(2) 積雪水量、土壤凍結深、圧力水頭、動水勾配の推移 札幌は日本海に面しているため、モンスーンの影響により冬期の降水量が多い。一方、日高山脈や大雪山系によって日本海からの湿った空気の影響を受けない芽室(図1)では、冬期の降水量が少ない。その結果、積雪水量は芽室よりも札幌の方が大きかった(図3a)。

1月上旬まで積雪が少なかった芽室(図3a)では、12月中旬以降の低温により凍結深が増加し(図3b)、それとともなって下層の土壤水分移動が鉛直上向きになり(図3d)、深さ45cmの土壤が乾燥した(図3c)。一方、1月上旬に積雪水量が90mm以上あった札幌では(図3a)、1月上旬以降に凍結層がほとんど形成されず(図3b)、土壤水分移動の方向は期間を通してずっと鉛直下向きであり(図3d)、深さ45cmの土壤もきわめて湿潤な状態が続いた(図3c)。

4. 考察

このように、多雪地帯の札幌では観測期間中ずっと鉛直下向きに土壤水が移動したのに対し、積雪が少なく、気温が低い芽室では凍結層の発達に伴って鉛直上向きに土壤水分が移動したことから、北海道の多雪地帯と少雪地帯では冬期の土壤水分移動が大きく異なることが示された。

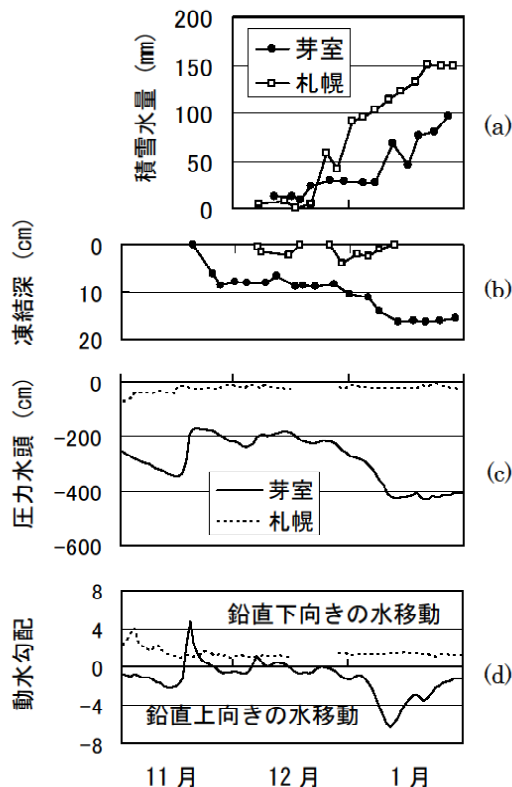


図3 (a)積雪水量、(b)土壤凍結深、(c)深さ45cmの圧力水頭、(d)深さ45-55cm間(芽室)ならびに深さ35-45cm間(札幌)の動水勾配。動水勾配がプラスの場合は土壤水が鉛直下向きに移動したことを意味する。

Fig.3 Time series of (a) snow water equivalent, (b) frost depth, (c) matric potential head, and (d) hydraulic gradient at the depth of 45 cm.

札幌では動水勾配が一定(≒1)であったことから、排水過程ではなく、定常状態で水が下層に浸透したと考えられる。12月と1月の積算降水量は芽室では94mmであり、1月28日の積雪水量の96mm(図3a)とほぼ同じであった。一方、同期間の札幌の積算降水量は177mmであり、1月29日の積雪水量の149mm(図3a)よりも27mm少なかった。高温や多雪により土壤凍結層が形成されないことでおよそ30mmの水が積雪層から融解し、これが水源となって札幌では長期間にわたる定常的な浸透が発生したと考えられる。