

電力なしで冬の樹木根域全体を加温する技術の開発

Development of a technology to warm the entire root zone in winter without electricity

○伴田千紘 , 百瀬年彦

○Chihiro Handa , Toshihiko Momose

1.はじめに

石川県の能登島では、地域振興を掲げてオリーブ栽培が行われている。しかし、その生産量は少なく、増産が課題となっている。国内のオリーブ主産地は香川県の小豆島であり、ここは瀬戸内海式気候で冬に温暖という特徴を持つ。一方、能登島は日本海側気候で冬の寒さが厳しい地域である。その違いが、両地域でのオリーブ生育に違いを生み出していると考えられる。

樹木の生育において、冬の土壌温度が根の損傷や春枝の伸長に影響を与えることが報告されている^{[1][2]}。小豆島と能登島における冬の根域温度(深さ 30cm)を比較すると、小豆島が 8℃であるのに対し^[3]、能登島は 2℃しかない。冬の根域温度を高めることは、寒さによる根のダメージを抑え、春先の樹木生育の促進につながると考えられる。

根域を加温するための温熱源として、地中熱(深さ 2m)に着目した。能登島の地中 2m 深の地温は真冬でも 11℃あり^[3]、根域に比べて暖かい。この地中熱を根域に輸送する技術として、高効率な熱輸送デバイスとして知られるヒートパイプ(以下、HP)を利用する。これを地中に鉛直埋設すれば、下層にある地中熱が表層へ輸送されるため、電力なしで冬の樹木根域を暖めることが可能となる(Fig1)。

これまでの研究で、樹木根域を加温できる HP 形状を考案し、冬の地中環境を想定した室内実験において十分な加温性能を持つことを確認した^[4](Fig. 2)。本研究では、実際の圃場に HP を埋設し、HP 周辺の温度分布を調べることにした。

2.方法

本研究で用いた HP は、メインパイプ(以下、M_HP)1本とサブパイプ(以下、S_HP)4本から構成され、M_HP の上端部に S_HP を接合した形状である(Fig. 2)。M_HP は地中熱を鉛直上向きに輸送し、S_HP はその熱を放射状に広げる仕組みとなる(特願-2021-169967)。

実証試験は、羽咋市柴垣町の耕作放棄地(砂丘地)にて行った。根域加温区と無加温区を設け、根域加温区には HP を鉛直埋設し、その後 S_HP の内側に根域がくるようにオリーブを植樹した。オリーブは両区に 10 本ずつ植樹した。HP 表面や周辺の土壌には、

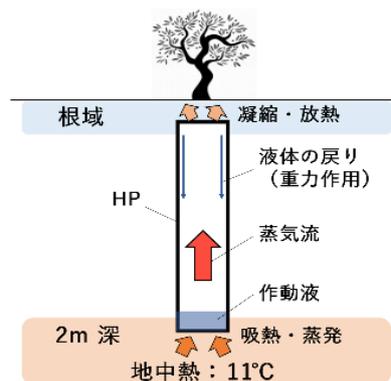


Fig.1 HP の利用イメージ
Image of the use of
heat-pipe in this research

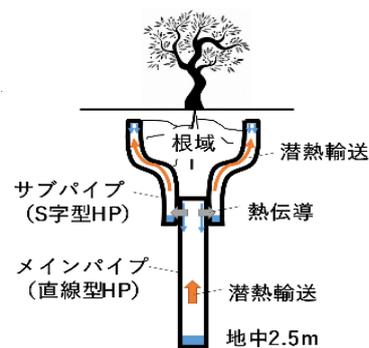


Fig.2 考案した HP の概要
Image diagram of the
devised heat-pipe

所属：石川県立大学 Ishikawa Prefectural University キーワード：土壌の熱的性質（土壌物理）

複数箇所に熱電対を設置し、地温測定を行うとともに両区における地温比較を行った。

3.結果および考察

2022年1月24日から1月31日の地温計測結果を Fig.4 に示す。地中 2m の地温は、約 11°C で安定しており、無加温区の根域温度は日変化に伴って大きく変動している様子が見られる。一方、根域加温区は無加温区よりも温度変動が小さく、高い温度を維持しており、HP によって根域を加温できることが明らかとなった。

また、HP 周辺の温度分布図を Fig.5 に示す。なお、図中の値は温度(°C)を示し、Fig.4 と同期間の平均値である。S_HP からの熱の移動は内側(根域)よりも外側に広がっていることも明らかとなった。これは、S_HP の内側と外側における土の熱伝導率の違いに起因すると考えられた。つまり、S_HP 内側には樹木根や堆肥などの有機物が多く、このことが熱伝導率に影響したと推測する。

4.まとめ

根域全体を加温するために考案した HP について、実証試験を行った。その結果、温熱源を広げることには成功したが、S_HP からの熱移動は内側(根域)よりも外側に広がっていることが明らかとなった。根域全体を加温するためには、S_HP の外側の断熱や更なる HP の改良を加える必要がある。

今後も引き続き、HP と地中熱を利用して根域を加温する技術の向上を目指し、そのうえで、樹木の生育促進につながることを確認できれば、寒冷地における新たな栽培技術として普及していきたい。

参考文献

- [1] Martin Weih・P.Staffan Karlsson(2002) : Low winter soil temperature affects summertime nutrient uptake capacity and growth rate of mountain birch seedlings in the subarctic, Swedish Lapland. An Interdisciplinary Journal, 34(4):434-439.
- [2] 森田義彦・板倉勉・築取作次(1956) : 冬の地温が柑橘砧木の生育に及ぼす影響について。園芸学会雑誌, 24(4):222-226.
- [3] 農林水産省・気象庁(1982) : 地中温度等に関する資料。農業気象資料, 第 3 号 : 227-229.
- [4] 伴田千紘・百瀬年彦(2021) : 雪国オリーブの越冬対策:冬における樹木の根域全体を加温する技術の開発。土壤物理学大会講演要旨集, 44-45.

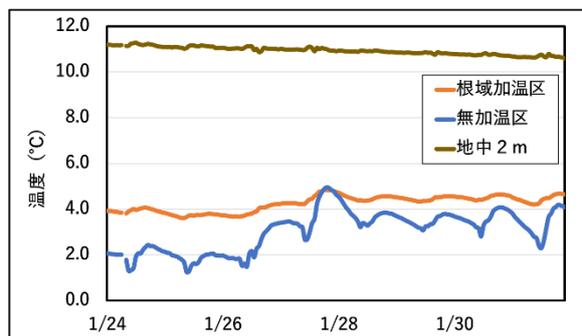


Fig.4 地温計測結果

Result of soil temperature measurement

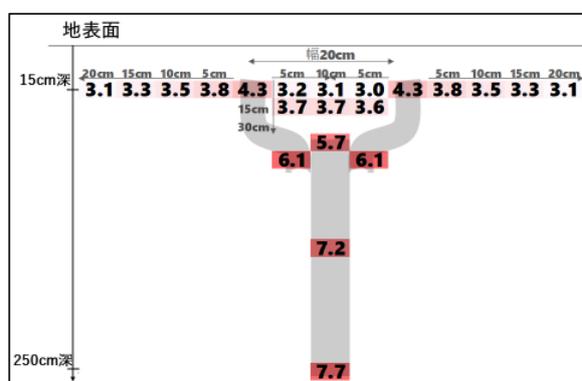


Fig.5 HP 周辺の温度分布図

Temperature distribution map around heat-pipe