

テーマ 環境に負荷の少なく高性能な地中加温・温調栽培用熱媒流体の研究開発

研究者 森田 慎一 (国立米子工業高等専門学校 機械工学科)

概要

本研究開発の目的は、潜熱蓄熱材分散懸濁液型熱媒流体の凝固潜熱を利用による高い定温度維持性能実現し、農業生産性の高い地中加温栽培を実現する熱媒流体の実用化である。地中加温栽培においてわずかな加温熱量でも大きな農業生産量増大効果がある研究成果から、定温維持性能に優れた高熱エネルギー密度熱媒流体開発を提案し取り組むものである。分散系熱媒流体における凝固温度低下および潜熱放熱障害などの問題解消のため、カーボンナノチューブ(CNT)を用いる新手法を導入して伝熱性能の飛躍的向上を実現させる。本研究成果は、住宅空調分野などへの利用も可能であり、農業分野にとどまらず大きな波及効果がある。

研究内容

当研究室では、地中加温栽培においてわずかな加温熱量でも大きな農業生産量増大効果がある研究成果から、定温維持性能に優れた高熱エネルギー密度(顕熱+潜熱)熱媒流体開発を提案した。本研究開発の最終目的は、ナノサスペンション(潜熱蓄熱材分散懸濁液)型熱媒流体の凝固潜熱を利用による高い定温度維持性能実現し、農業生産性の高い地中加温栽培を実現する熱媒流体の実用化である。ナノサスペンションは、分散質が連続相中に微細粒子として存在するため、分散質が凝固(固体)状態であっても流動性を有するため管内流動させることができる。

図1は、ナノサスペンション、連続相(蒸留水)および分散質(テトラコサン)の熱伝導率と温度の関係を示したものである。ナノサスペンションの熱伝導率は、融点50.6°Cを境として分散質(テトラコサン)が固体相の方が液体相よりも高い。熱伝導率の温度依存性は、組成材料の中でも主に連続相(蒸留水)割合の増加に応じて大きくなる傾向にある。図中の破線は、次式によるMaxwell-Eucken分散相モデルによる熱伝導率の計算値を示したものであり、このモデルがナノサスペンションの熱伝導率推定に有効である事が明らかとなった。

図2は、輸送熱量と分散質が液相状態となる65°Cにおける圧力損失ヘッドにより計算されたポンプ動力の関係を示したものである。分散質が液相状態においても輸送熱量は、ポンプ動力の増加に伴い増大し、分散質組成質量割合が高い程大きな輸送熱量となる。輸送熱量は、同一のポンプ動力であれば水の1.5~2倍の輸送熱量となる事が明らかとなった。

本研究の内容は、ナノサスペンション型熱媒流体を用いるシステム設計に必要な研究成果を得るため、以下の事項に取り組んでいる。

1. ナノサスペンションの熱物性データベースの構築
2. ナノサスペンションの熱輸送特性の解明
3. ナノサスペンションの蓄・放熱高速化に関する研究

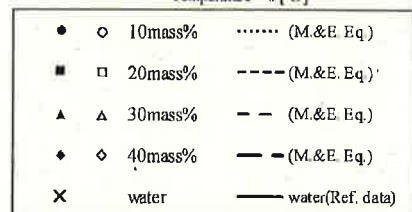
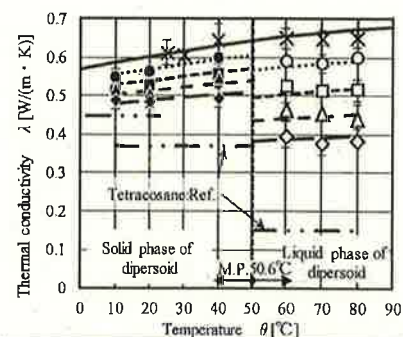


図1 ナノサスペンション熱伝導率温度依存性

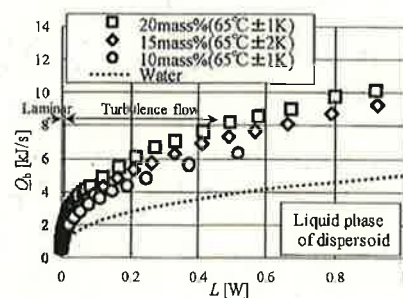


図2 ナノサスペンションの輸送熱量とポンプ動力の関係

応用分野

農業, 空気調和(セントラルヒーティング, 床暖房など), 廃熱利用(工場, 温泉熱など), 融雪

連絡先

国立米子工業高等専門学校 機械工学科 教授 森田慎一
kikaku@yonago-k.ac.jp 0859-24-5007