

テーマ

【環境創造部門】

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。図1は、ナノサスペンションの外観と、ナノサスペンション中分散質の粒子直径測定時散乱光画像である。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2は、ナノサスペンション中に存在する微細粒子の分散直径分布を示したものである。本研究で用いるナノサスペンション中の分散粒子平均直径は、おおよそ300ナノメートルである。非常に小さな分散粒子直径であるため、100日間程度は分離や凝集は観察されず良好な分散安定状態を保つことが確認されている。融解(潜熱蓄熱)と凝固(潜熱放熱)を5回繰り返した後においても、分散粒子直径分布はほぼ変化がなく、蓄・放熱を繰り返した場合でも構造の変化は観察されていない。従来のマイクロサイズのサスペンション・エマルションに比較して、飛躍的な分散安定状態を実現した。

図3は、ナノサスペンションの示差走査熱量(DSC)曲線を示したものである。本研究で採用された分散質(パラフィン)は、大きな固相転移熱を有することが測定により明らかとなった。この熱エネルギーは、凝固(放熱)時にも測定され、凝固潜熱と合わせて大きな熱利用が可能であることを示唆するものである。

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

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

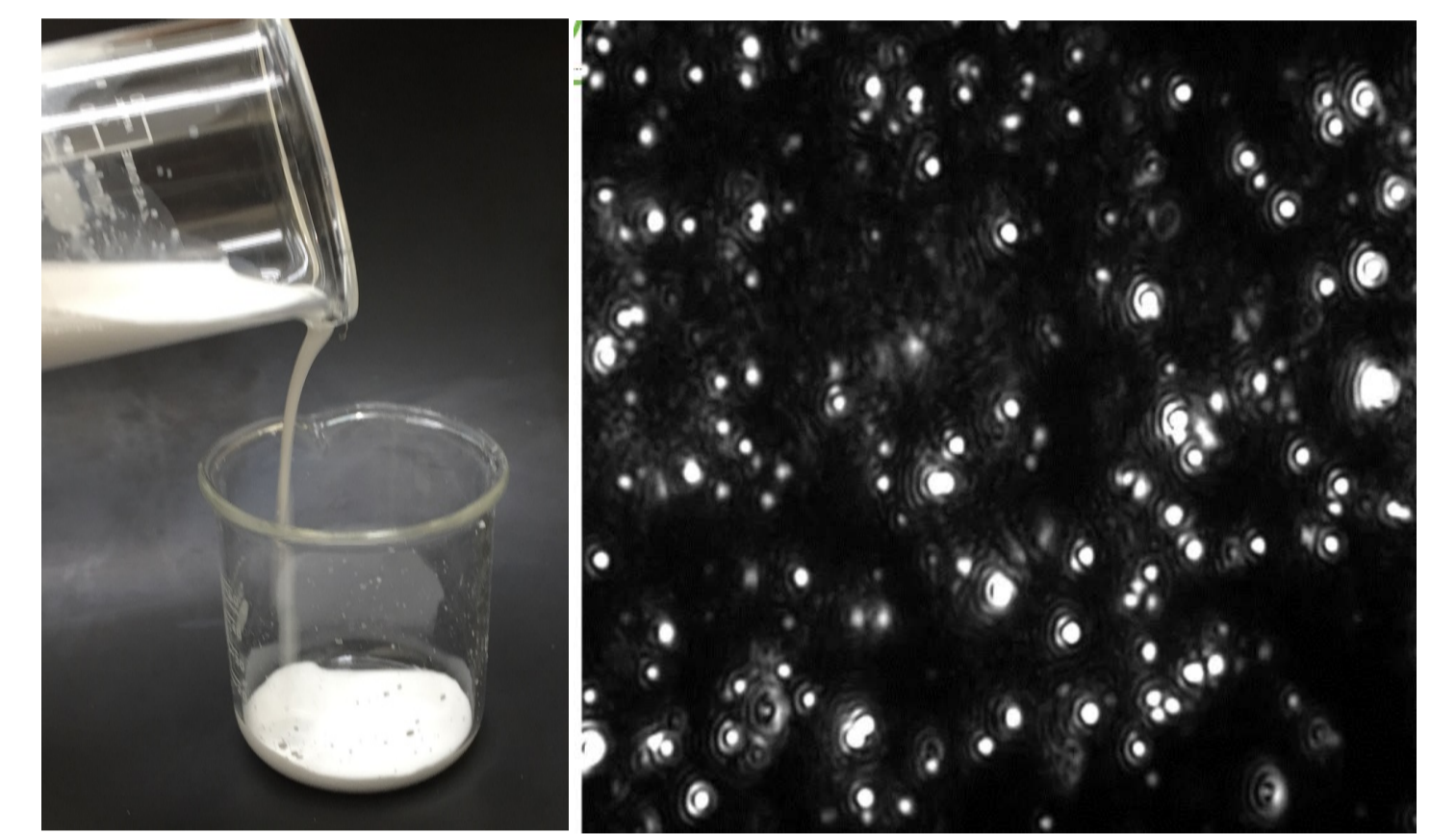


図1 ナノサスペンション外観:左, 連続相水中分散質(パラフィン)粒子画像(右)

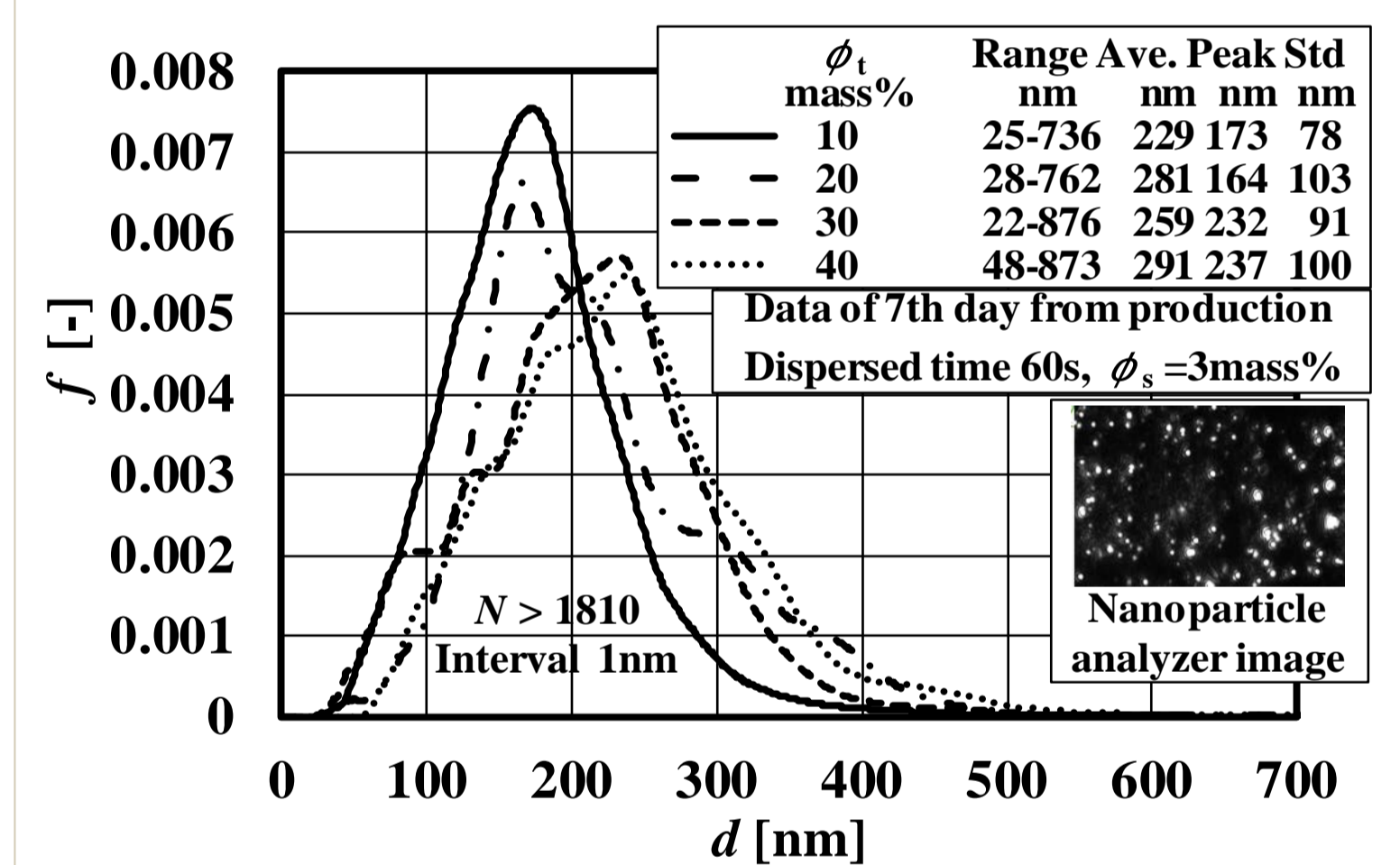


図2 ナノサスペンション中の分散粒子直径分布

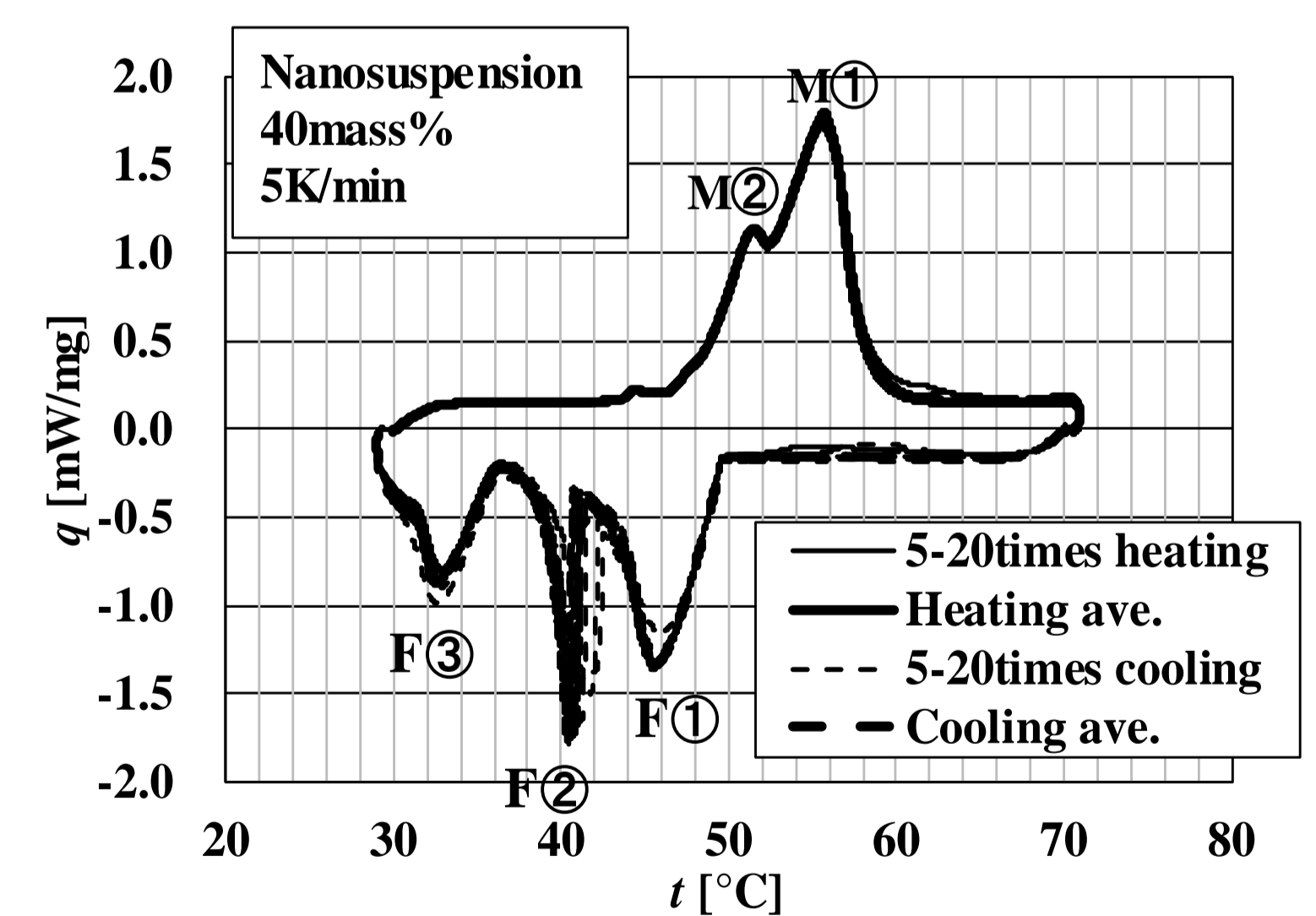


図3 ナノサスペンションの示差走査熱量曲線