

■ 研究課題名

農水産物の脂溶性機能性成分CDラップを用いた新規食品の開発

■ 研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①農水産物脂溶性機能性成分の検索およびそれに応じたCDラップ製造法の開発
（◎三輪章志／石川県農業総合研究センター）
- ②市販酵素による脂溶性機能性成分CDラップ製造および利用技術の開発
（小林昭一 [H14-16]、三浦 靖 [H17-18] /国立大学法人岩手大学）
- ③脂溶性機能性成分CDラップ製造技術の実用化
（三国克彦／塩水港精糖㈱）
- ④水産物起源脂溶性機能性成分CDラップを用いた加工技術及び新規食品開発
（野田文雄／㈱スギヨ）
- ⑤農産物起源脂溶性機能性成分CDラップを用いた加工技術及び新規食品開発
（高橋 明／㈱柴舟小出）

■ 研究の目的

食品に含まれる脂溶性成分（ビタミン、風味成分、色素成分、脂肪酸）は、生体調節機能、栄養機能、嗜好機能を有しており人体で重要な役割を果たしている。しかし、ビタミンD₃製剤、DHA・EPA製剤、アスタキサンチン製剤などの脂溶性成分や脂溶性成分を含んだ脂溶性素材（米糠：ビタミンE、ショウガ：ジンゲロール・ショウガオール、抹茶：クロロフィル）は、水に溶けにくく、また、酸化によって変質し易い。そこで、サイクロデキストリン（CD）を用いて、脂溶性成分の水溶性と安定性を向上させる新たな技術を開発するとともに、その効果を検証し、新規製品を開発する。

■ 主要な成果

- ①従来のCD包接粉末製造法では、水にCDと脂溶性成分を添加して攪拌すると脂溶性成分がCDに包接される（図1）。一方、本研究で開発したCDラップ製造法では、デンプンと脂溶性成分・素材を添加した溶液にサイクロデキストリン合成酵素を反応させると、CDと脂溶性成分の一群の混合物が形成される（CDラップと称する）（図2）。脂溶性成分として δ -トコフェロールを用い、CD包接粉末製造法とCDラップ製造法で調製した試料のマススペクトルを解析したところ、CDラップの試料では α -CDと δ -トコフェロール、 β -CDと δ -トコフェロールの複合体ピークが確認できた。しかし、CD包接の試料では、このような複合体ピークはなかった（図3）。
- ②アスタキサンチン、抹茶の色調保持効果を向上させるために、脂溶性成分・素材を油脂に分散させた油脂相とデキストリンを水に分散させた水相を調製し、両者を混合攪拌して脂溶性成分・素材を油脂で被膜し、さらに、その周りをデキストリンで被膜する糖質ラップ製造法を開発した（図4）。ただし、抹茶の糖質ラップの場合は、抹茶そのものが油脂に被覆される。
- ③CDラップ製造法でDHA・EPA製剤、ビタミンD₃製剤、ショウガ絞り粕、米糠のCDラップを調製したところ可溶性粉末が製造でき、一部の成分で耐熱性が向上した（表1）。また、糖質ラップ製造法でアスタキサンチン、抹茶の糖質ラップを調製したところ可溶性粉末が製造でき、光に対する色調保持効果が向上した（表1）。なお、抹茶で耐熱性も向上した（表1）。
- ④開発したCDラップおよび糖質ラップは、プラントレベルで試作できるようになった（図5）。また、ショウガ絞り粕については、過熱水蒸気処理して殺菌後、微粉碎処理した材

料を用いるとジンゲロール・ショウガオールのCDラップを作ることができた。

- ⑤「ちくわ」を製造する時に行う焼成工程前後におけるDHA含量の変化を測定した。CDラップを使用した「ちくわ」のDHA含量は、あまり変化しなかった(図6)。DHA・EPA製剤を添加しない無添加の「ちくわ」やDHA・EPA製剤を直接添加した「ちくわ」では焼成後のDHA量が極端に少なくなった。このように、DHA・EPAのCDラップでは耐熱性が向上した(図6)。
- ⑥アスタキサンチンの糖質ラップと市販のアスタキサンチンを用いてカニ風味蒲鉾を着色し、色調保持効果を比較した。14日間光照射したところ、アスタキサンチンの糖質ラップを使用した「カニ風味蒲鉾」の方が色調保持効果が向上した(図7)。
- ⑦抹茶の糖質ラップと市販の抹茶を使用した「水羊羹」の色調保持効果を比較した。市販の抹茶を使用した「水羊羹」は、製造後6日で色調商品限界値を維持できなかったが、抹茶の糖質ラップを使用した「水羊羹」は、製造後15日まで色調商品限界値以上の色調を保持できた(図8、図9)。

■ 公表した主な特許と論文

- ①特開 2005-080543 : ショウガ脂溶性成分のサイクロデキストリン包接物の製造方法 : 石川県、(株)柴舟小出
- ②特願 2007-001868 : 油脂-糖質粉末素材およびその製造方法 : 石川県、国立大学法人岩手大学、小林昭一、塩水港精糖(株)、(株)スギヨ、(株)柴舟小出
- ③S. Kobayashi et al. : Spectral analyses of interaction between congo red and cyclodextrins or maltooligosaccharides: Journal of Applied Glycoscience, In press

■ 今後の展開方向

- ①CDラップおよび糖質ラップの構造解析に関する研究を継続する。
- ②CDラップおよび糖質ラップのプラントレベルでの製造試作を行う。DHA・EPAのCDラップ、抹茶、アスタキサンチンの糖質ラップは、商品化を目指す。
- ③DHA・EPAのCDラップを使用したちくわ、アスタキサンチンの糖質ラップを使用した蒲鉾およびビタミンD3のCDラップを使用した真丈の商品化を目指す。
- ④抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹の商品化を目指す。また、ショウガ絞り粕のCDラップを使用したショウガ水、米糠のCDラップを使用した焼き菓子の試作品を作製する。

■ 問い合わせ先

- ①CDラップ製造法の開発 : 石川県農業総合研究センター 流通加工グループ (076-257-6978)
糖質ラップ製造法の開発 : 岩手大学農学部食品健康科学講座 (019-621-6255)
- ②各種CDラップおよび糖質ラップのプラントレベルでの製造法の開発 : 塩水港精糖(株) (045-780-1922)
- ③DHA・EPAのCDラップを使用したちくわ製造、アスタキサンチンの糖質ラップを使用した蒲鉾製造 : (株)スギヨ (0767-53-8403)
- ④抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹製造 : (株)柴舟小出 (076-241-1454)

■ 研究成果の具体的図表

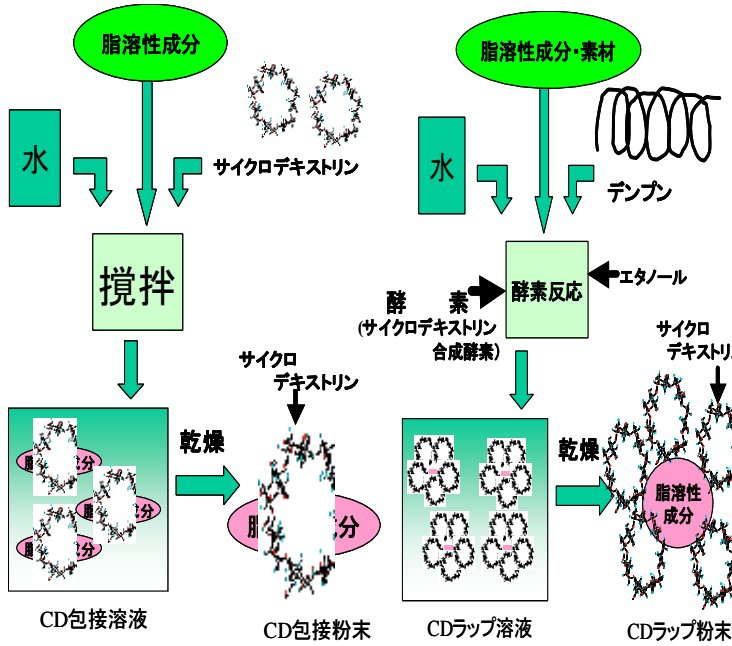


図1. CD包接粉末製造法

図2. CDラップ製造法

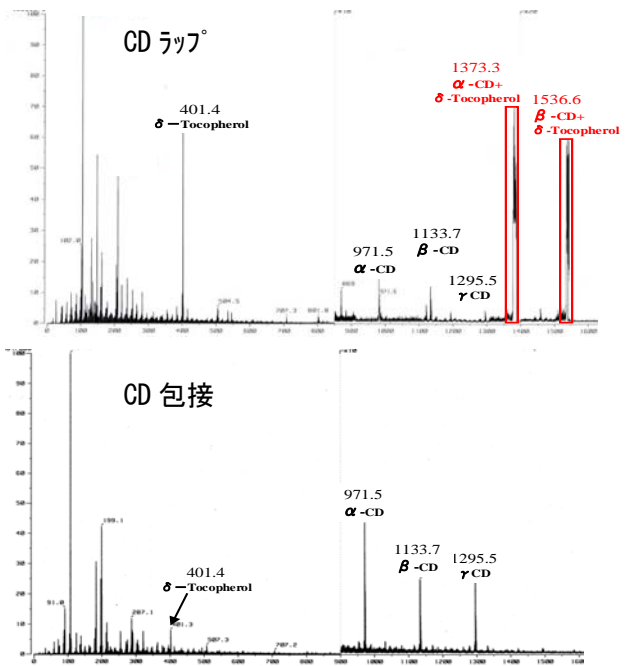


図3. δ-トコフェロールのCDラップとCD包接の試料のマススペクトル

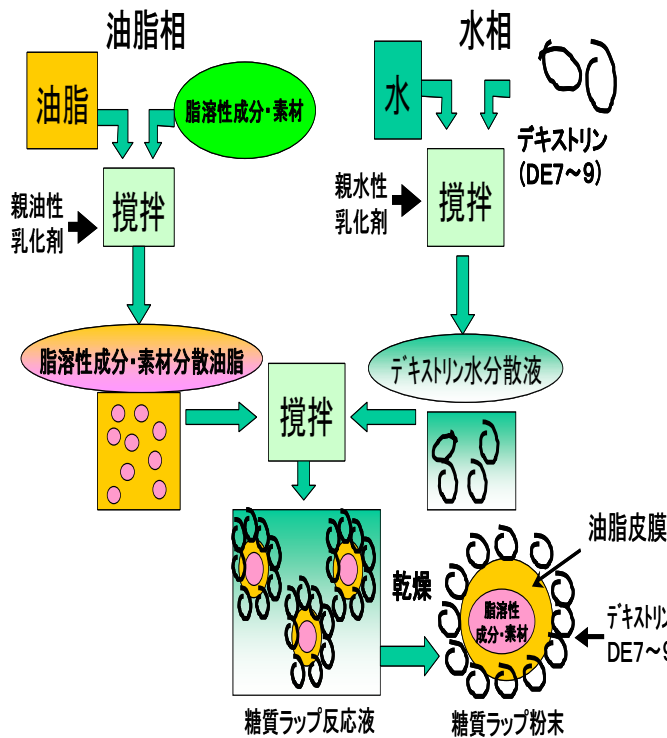


図4. 糖質ラップ製造法



DHA・EPAのCDラップ



アスタキサンチンの糖質ラップ

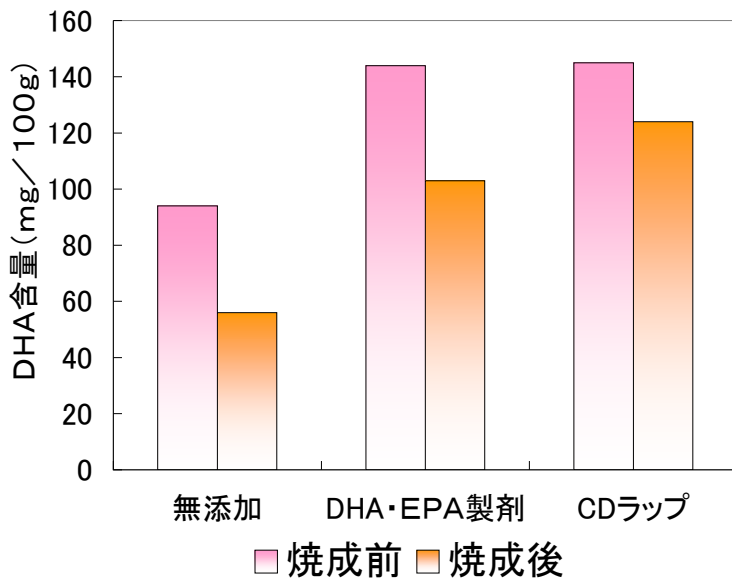


抹茶の糖質ラップ

図5. プラントレベルで試作したCDラップおよび糖質ラップの粉末

表1. 実用化の見通しができたCDラップ・糖質ラップの種類と特徴

脂溶性成分	脂溶性素材	種類	特徴
DHA・EPA		CDラップ	DHA・EPAの可溶性粉末化。加熱耐性の向上。
ビタミンD ₃		CDラップ	ビタミンD ₃ の可溶性粉末化。加熱耐性の向上。
ジンゲロール・ショウガオール	ショウガ絞り粕	CDラップ	風味成分ジンゲロール、ショウガオールの可溶性粉末化。
ビタミンE	米糠	CDラップ	ビタミンEの可溶性粉末化。
アスタキサンチン		糖質ラップ	アスタキサンチンの可溶性粉末化。色調保持効果の向上。
クロロフィル	抹茶	糖質ラップ	抹茶の分散性、耐熱性、色調保持効果の向上。

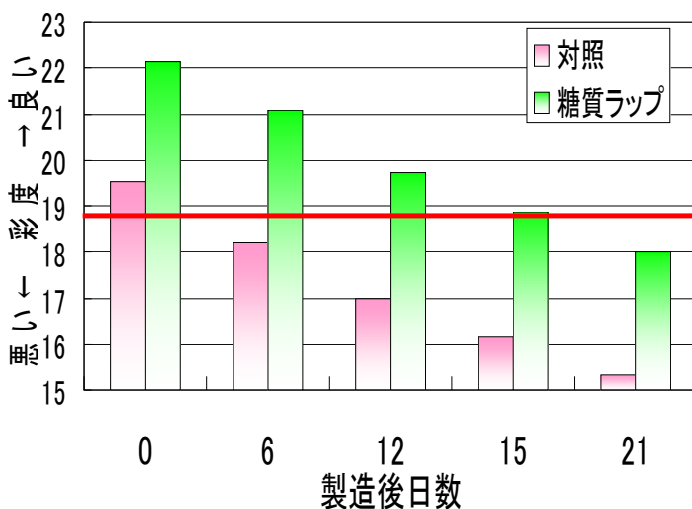


DHA・EPA 製剤および CD ラップでは、DHA 添加量を 50mg とした。
 焼成条件は、100°C2分間+150°C2分間。

図 6. ちくわ製造時の焼成工程における DHA 含量の変化



製造直後 製造 14 日後
 対 照 糖質ラップ
 かに風味蒲鉾 100g 中のアスタキサンチン含有量は 2 mg。
 9000 ルクス の 光 を 14 日 間 照 射。
 対 照 : 市 販 の ア ス タ キ サ ン チ ン を 用 い た 蒲 鉾
 図 7. アスタキサンチンの糖質ラップを使用した蒲鉾の色調保持効果



水羊羹 100g 中の抹茶含量は 0.2g。
 1 日 当 た り 8 時 間、2000 ルクス の 光 を 照 射。
 対 照 : 市 販 の 抹 茶 を 使 用 し た 水 羊 羹。
 — : 抹茶水羊羹の色調商品限界値 18.7

図 8. 抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹の色調保持効果 (1)



製造直後 製造 15 日後
 対 照 糖質ラップ
 水羊羹 100g 中の抹茶含量は 0.2g。
 1 日 当 た り 8 時 間、2000 ルクス の 光 を 15 日 間 照 射。
 対 照 : 市 販 の 抹 茶 を 使 用 し た 水 羊 羹。

図 9. 抹茶の糖質ラップを使用した水羊羹の色調保持効果 (2)