

令和5年10月4日

吉永准教授が日本油化学会ヤングフェロー賞受賞！

食農学類の吉永准教授が令和5年9月7日～9日に高知工科大学にて開催された日本油化学会第61回年会でヤングフェロー賞を受賞しました。多数の口頭発表の中から、厳正なる審査の結果、新規性・独創性に優れた発表と認められました。「トリグリセリド標準品を用いたエポキシ脂肪酸の生成挙動の評価」という演題での発表に対する受賞です。

【研究内容】

近年、油脂の加熱や酸化によって不飽和脂肪酸の二重結合がエポキシ化された、エポキシ脂肪酸が食品中に含まれると報告され、エポキシ脂肪酸のヒトへの有害性が懸念されています。しかしながら、油脂の加熱時にどのようなエポキシ脂肪酸が生成するのかについては、ほとんど研究されていません。研究が進まない要因の一つとして、食品中に存在する様々な種類のエポキシ脂肪酸（図1）のほとんどは市販されておらず、その入手が困難であることが挙げられます。

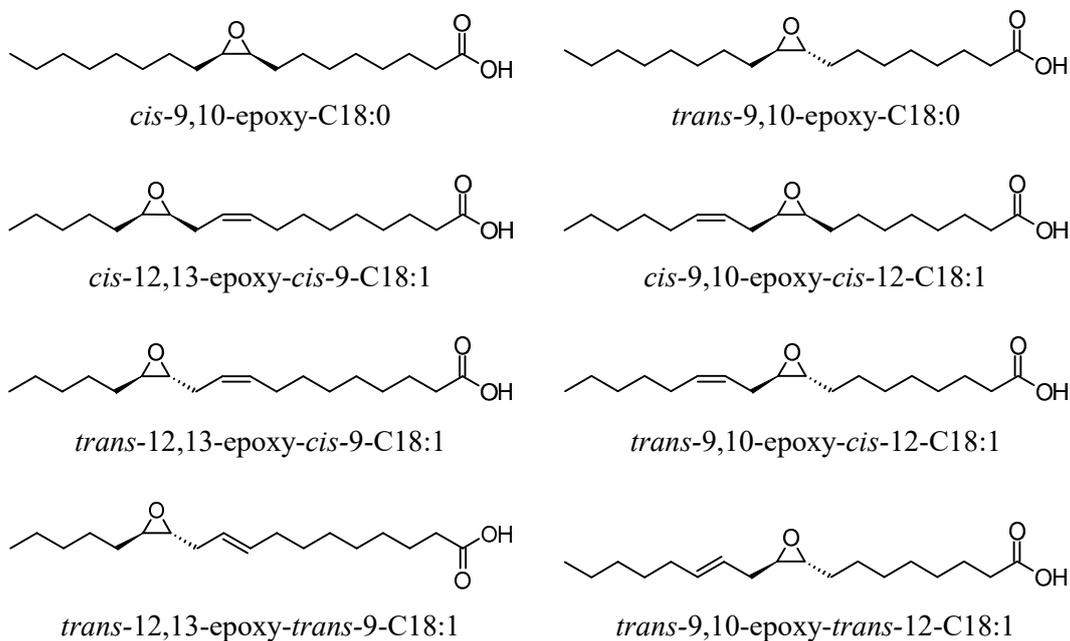


図1 食品中に存在するエポキシ脂肪酸

そこで今回、吉永准教授らの研究グループは、上記のエポキシ脂肪酸を有機合成し、これらを用いて、油脂の加熱時にどのようなエポキシ脂肪酸が生成するのかについて評価いたしました。

油脂分析の結果（図 2）より、オレイン酸（OOO）から 2 種類のエポキシ脂肪酸（図中の 1 と 2 のピーク）が生成し、リノール酸（LLL）から 6 種類のエポキシ脂肪酸（図中の 3~8 のピーク）が生成することを確認しました。また、抗酸化剤を使用することで、加熱時におけるエポキシ脂肪酸生成を抑制できることを明らかにしました。

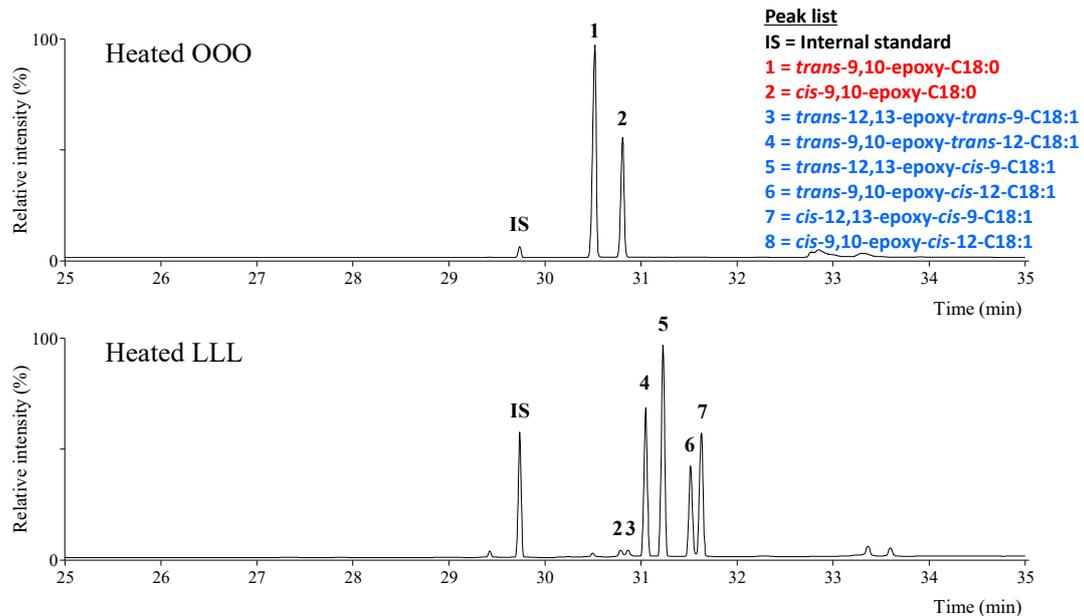


図 2 加熱した油脂中のエポキシ脂肪酸

これらの研究成果を日本油化学会にて口頭発表し、ヤングフェロー賞の受賞に繋がりました。一連の研究成果は、食品加工時における有害物質の生成抑制技術に応用でき、私たちの健康で豊かな食生活に貢献できると期待しています。

（お問い合わせ先）

食農学類・准教授 吉永 和明

電話：024-503-4984

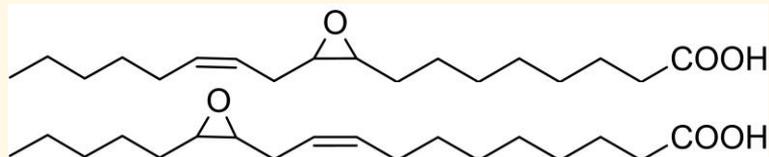
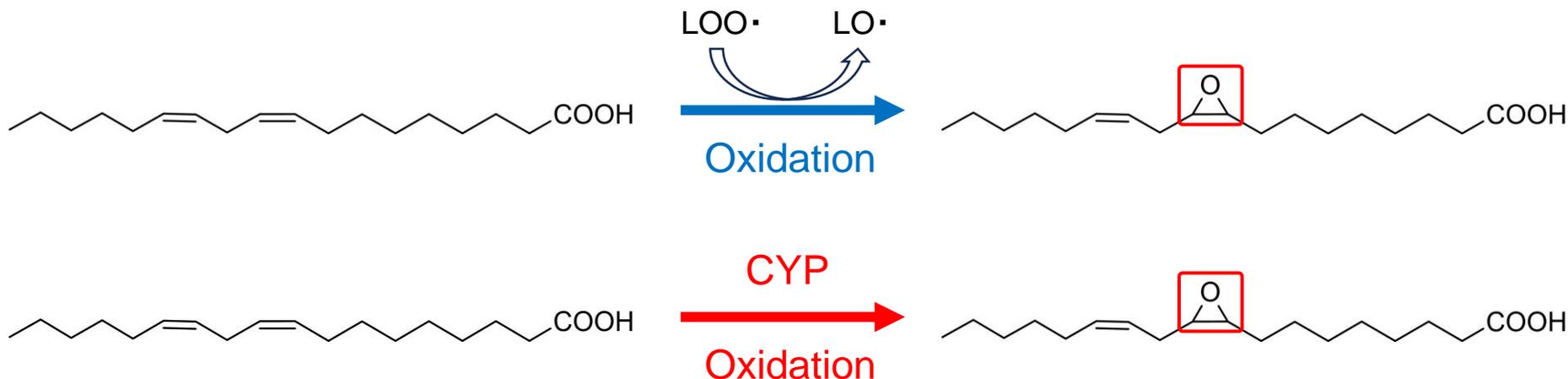
メール：kyoshinaga@agri.fukushima-u.ac.jp

日本油化学会ヤングフェロー賞受賞！
トリグリセリド標準品を用いたエポキシ脂肪酸の
生成挙動の評価

吉永 和明¹, 西村 和也², 黄 顕南², 八幡 佑奈¹, 田中 誠也², 後藤 直宏²

1) 福島大学, 2) 東京海洋大学

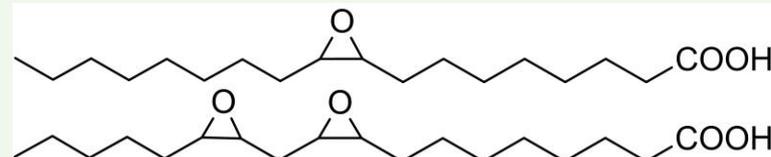
エポキシ脂肪酸(EFA)とは



9,10-epoxy-12-C18:1 (ロイコトキシン)
12,13-epoxy-9-C18:1 (イソロイコトキシン)

✓ 細胞毒性

(Ozawa *et al.*, 1988; Hildreth *et al.*, 2020)



9,10-epoxy-C18:0
9,10-12,13-diepoxy-C18:0

✓ 弱毒性 (オレイン酸、リノール酸と同等)

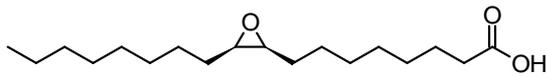
(Kitaguchi *et al.*, 2020)

CYP, Cytochrome P450

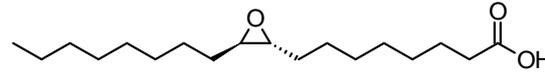
C18:0, オクタデカン酸; C18:1, オクタデセン酸

食品中のEFA

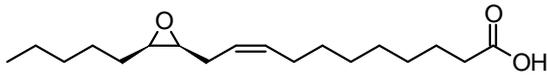
- 手順; 脂質抽出 ⇒ メチルエステル化 ⇒ 固相抽出 ⇒ GC-FID or GC-MS
- 食品中の主要なEFA; epoxy-C18:0が2種類、epoxy-C18:1が4種類



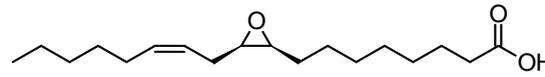
2 *cis*-9,10-epoxy-C18:0



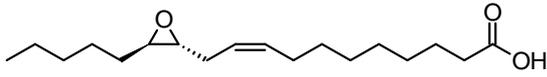
1 *trans*-9,10-epoxy-C18:0



5 *cis*-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1



6 *cis*-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1



3 *trans*-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1



4 *trans*-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1

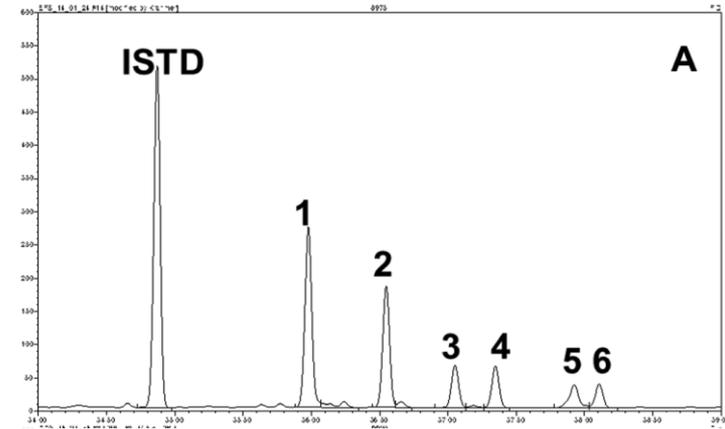


Fig. 1 Chromatogram of epoxy fatty acids in deep-frying oil.

(Brühl *et al.*, 2016)

Aim of this study

トリグリセリド標準品を用いたEFAの生成挙動の評価

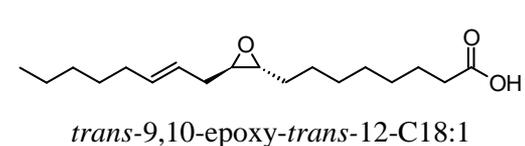
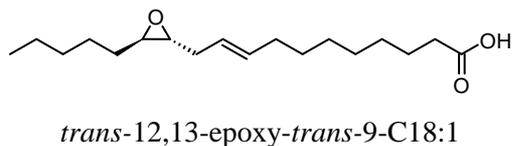
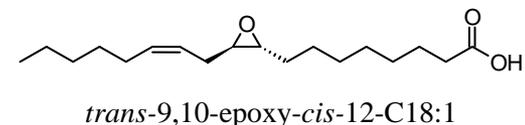
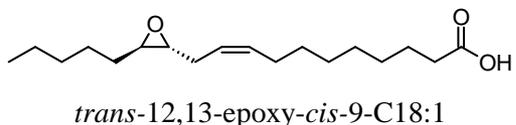
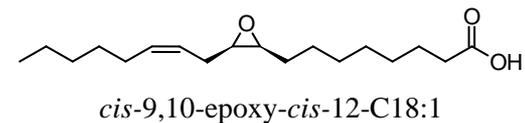
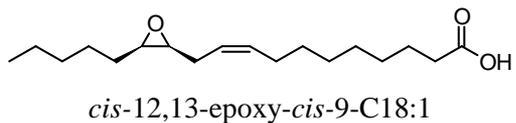
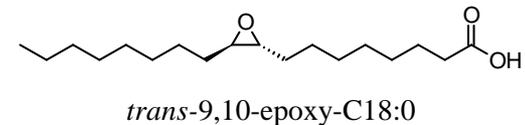
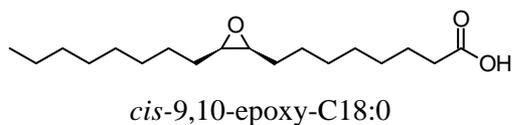
不飽和脂肪酸メチルエステル

- ← *m*-クロロ過安息香酸
- ← 攪拌 (r.t., 4 h)
- ← 中和、濃縮

シリカゲルクロマトグラフィー

- ← Hexane/diethyl ether = 98/2 (v/v)
- ← 未反応物
- ← Hexane/diethyl ether = 90/10 (v/v)

EFAメチルエステル





トリグリセリド標準品の加熱試験

トリオレイン(OOO)、トリリノール(LLL)、OOO+AT、LLL+AT

(AT, α -トコフェロール0.1%添加)

加熱(180°C; 0, 1, 3, 5, 12時間)

誘導体化

油脂 100 mg

← 100 μ g/mL IS/Hexane 1.0 mL

← 28% CH₃ONa/MeOH 0.5 mL

← 0.5 mol/L H₂SO₄ 0.2 mL

遠心分離(2,500 x g, 2 min, 25°C)

脂肪酸メチルエステル

固相抽出(SPE)

SPE (Silica 1 g)

← Hexane/diethyl ether = 98/2 (v/v) 2 mL

← 脂肪酸メチルエステル

← Hexane/diethyl ether = 98/2 (v/v) 15 mL

【非EFAの除去】

← Hexane/diethyl ether = 90/20 (v/v) 15 mL

EFAメチルエステル ⇒ GC-MS

トリグリセリド標準品の加熱試験

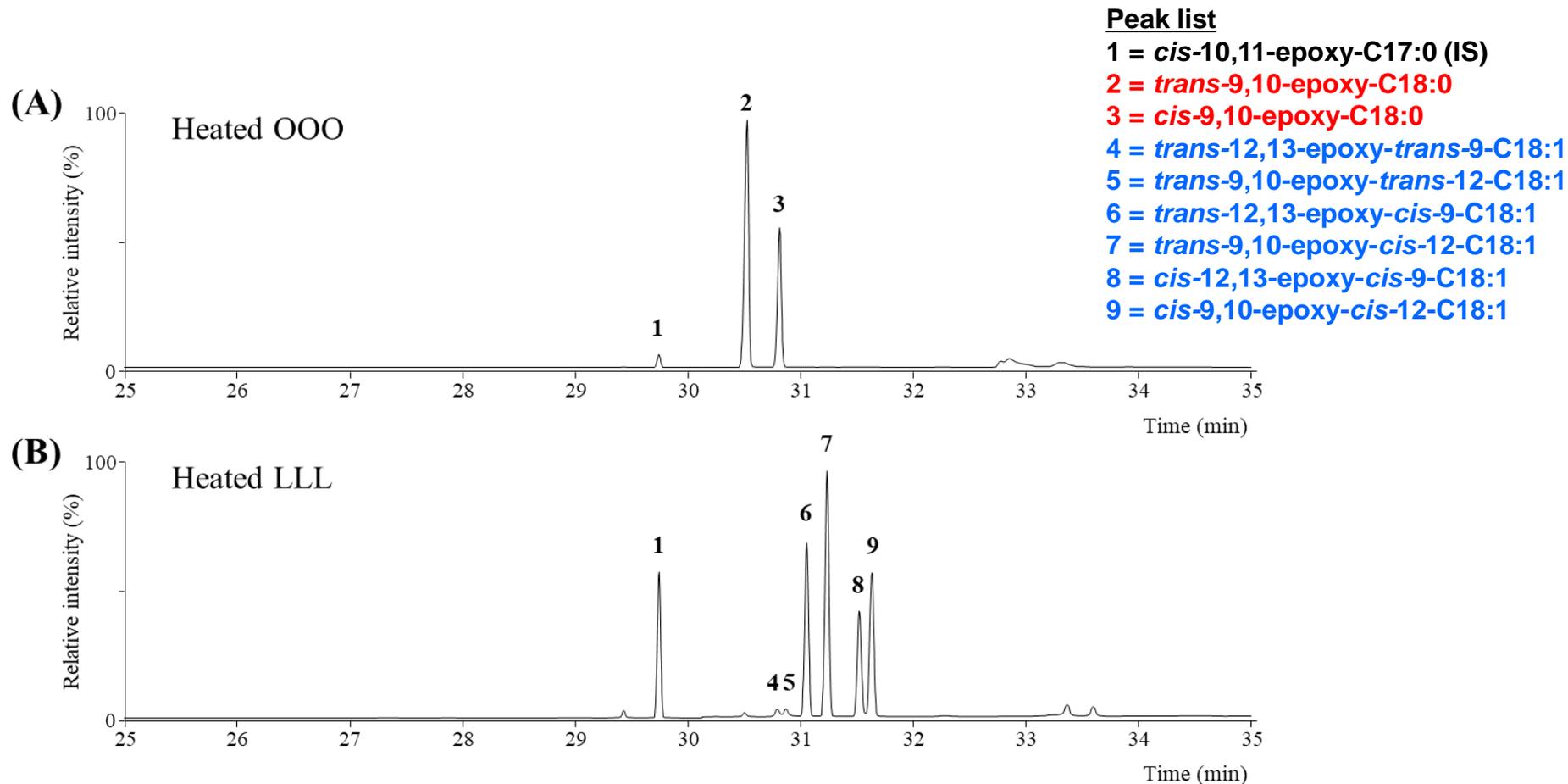


Fig. 2 Chromatogram of the heated OOO (A) and LLL (B) at 180°C for 60 min.

オレイン酸 (C18:1) から epoxy-C18:0 が生成し、リノール酸 (C18:2) から epoxy-C18:1 が生成することが判明した。

抗酸化剤による影響 (LLLの場合)

— LLL+AT -- LLL

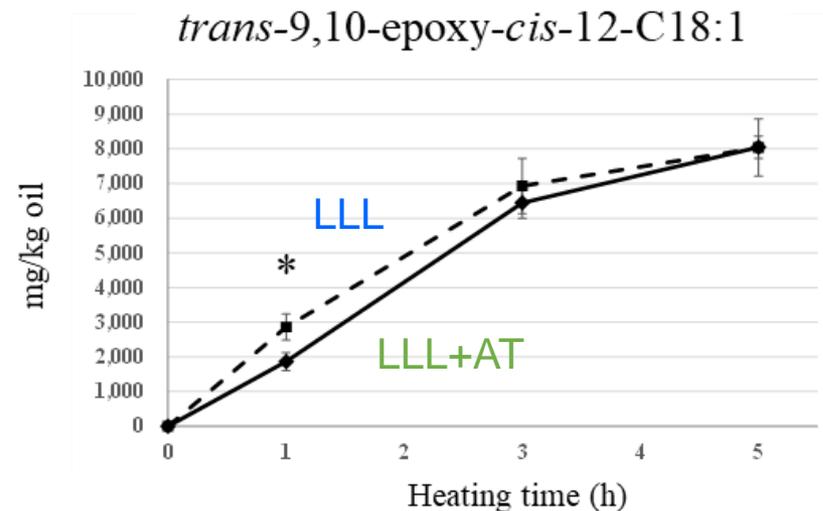
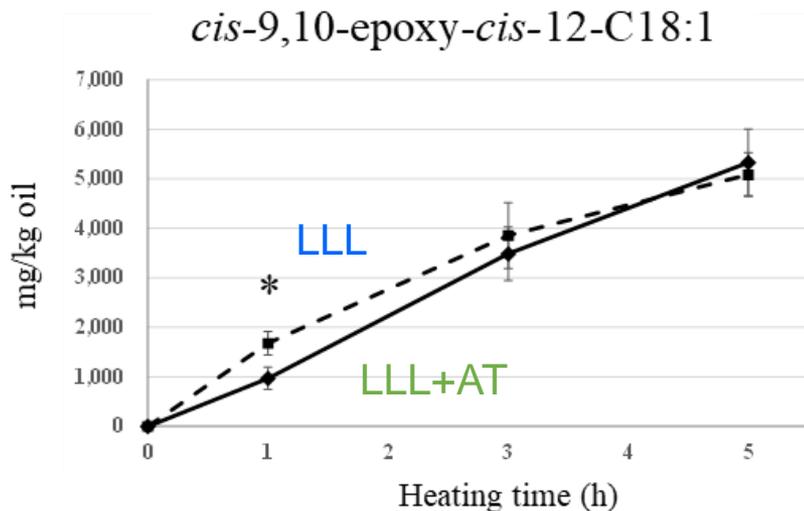
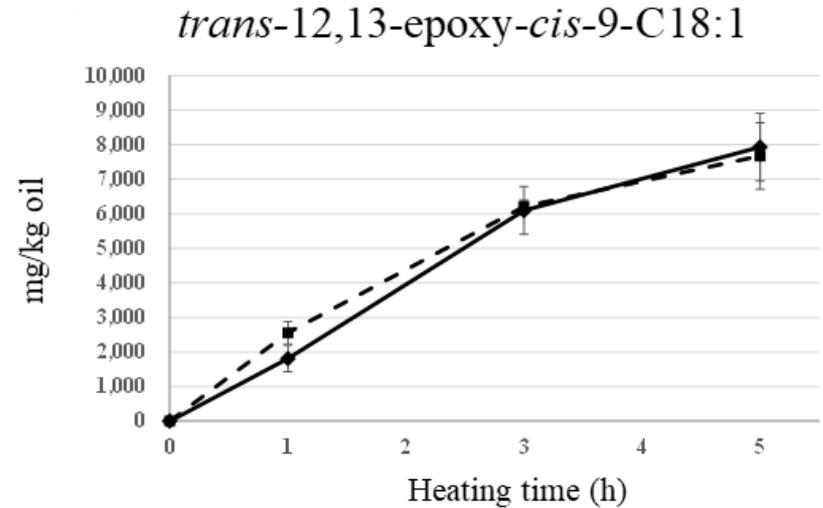
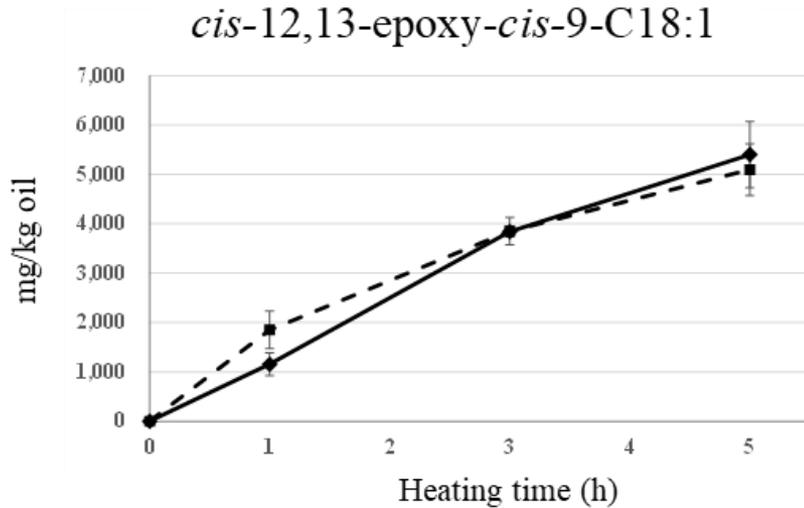


Fig. 3 Formation of epoxy fatty acids of LLL and LLL+AT during heating at 180°C. MEAN \pm SD (n = 3). *Significant differences ($P < 0.05$) at the respective time.

抗酸化剤による影響(000の場合)

— 000+AT -- 000

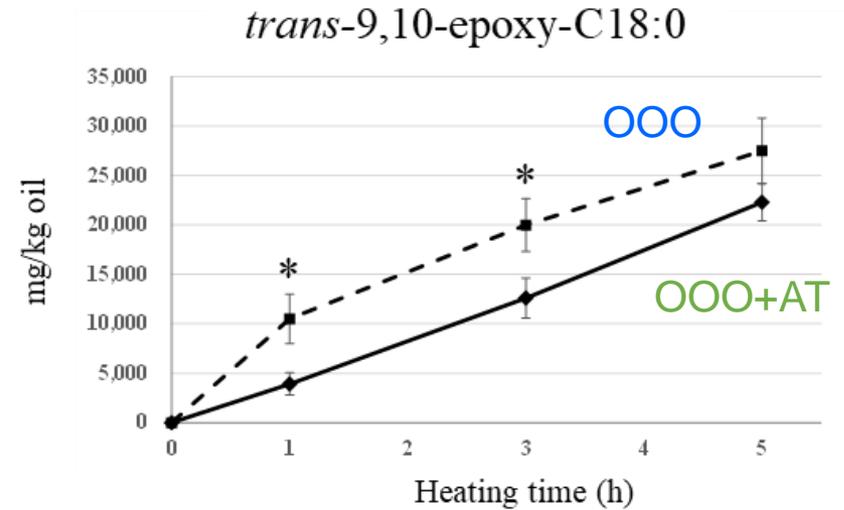
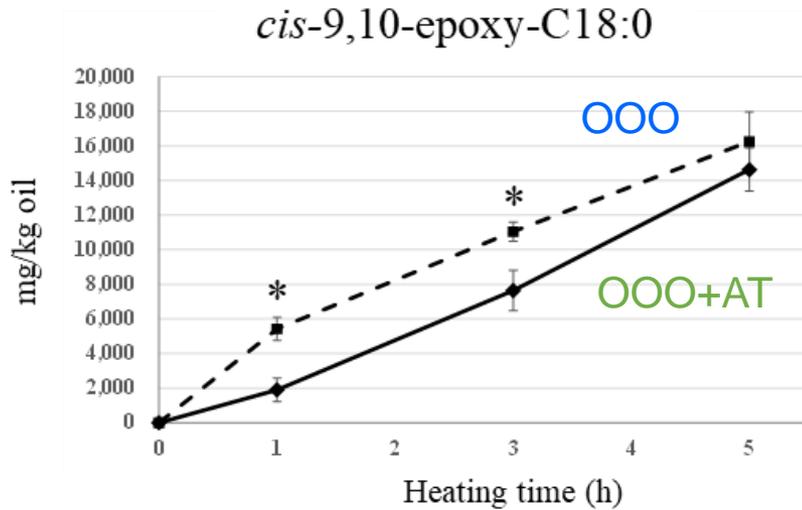
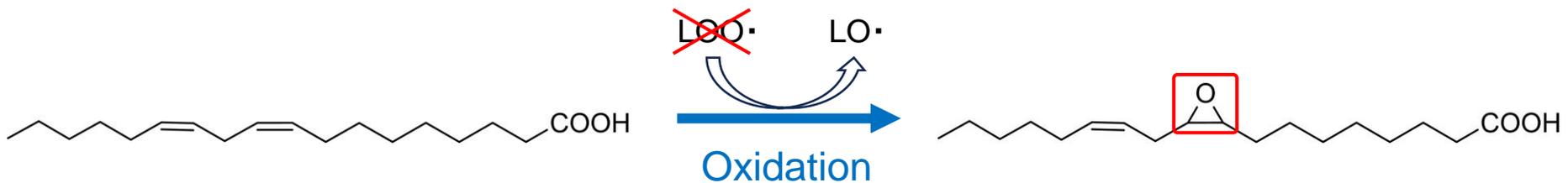


Fig. 4 Formation of epoxy fatty acids of 000 and 000+AT during heating at 180°C. MEAN \pm SD (n = 3). *Significant differences ($P < 0.05$) at the respective time.



EFA生成は、抗酸化剤の添加により抑制できることが示唆された。

Conclusion

- GC-MSによるエポキシ脂肪酸の分析法を構築した。
- トリグリセリド標準品の加熱試験では、①epoxy-C18:0はオレイン酸に由来し、epoxy-C18:1はリノール酸に由来すること、② α -トコフェロールによって、エポキシ脂肪酸生成を抑制できることを確認した。

本研究を行うにあたり、ご支援・ご協力を賜りました先生方、関係者の皆様にお礼申し上げます。

- 東京海洋大学 後藤 直宏 教授
- 東京海洋大学 田中 誠也 助教
- 秋田大学 桐明 絢 助教
- 研究室の学生の皆様



食と健康の科学

～ 美味しく食べて健康に！～

¶ °í ©Jÿ••H1 Đé ¬ü >+ó ÿ (‡ š) ¬ÿ%o Ç>+
ÜÉαg“ ¥zsG vÈ bWlu“β^a 1s•|ñü¥£|½ñĭ-ĭ
•ÛèÓ¥ì-é• Š|hy]íuíHCV”°.-ĭ-Ó-Ç±sbqÛç-
ê•DŒqO%o d} ÜÉ• ÜÉ“çézV\ -k\r”±bZJÃ•³Û-Æ
b%o d}Œê rz|^È8õ¶)yv d-9ÿy\,E •|”±bO ÜÉ
• 2vUf•Ojk\ -êμÒut”Sq_¼rb%o d}