

令和 5 年 10 月 24 日現在

機関番号：84431

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K07811

研究課題名(和文) 食油中に発生する有害懸念物質の吸収動態推定

研究課題名(英文) Estimation of absorption dynamics of health concerned chemicals in edible oil

研究代表者

渡辺 嘉 (Watanabe, Yomi)

地方独立行政法人大阪産業技術研究所・森之宮センター・研究室長

研究者番号：60416310

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：食用油や加工油脂等に微量検出される2-MCPDとその類縁体の体内動態の推定を試みた。Glycidol (ester)は、胃酸による酸性環境下で速やかにグリセリン(MAG)になったが中性域では変化せず、胃酸の解毒能は空腹時に発揮されるが、満腹時は期待できないと判明した。腸管でMCPDエステルは酵素分解と吸収を受け、遊離したMCPDは血中に、MCPDエステルはTAG同様の経路でリンパ液へ移行する事が示唆された。2-MCPDの*in vitro*培養細胞毒性は最も低く、 $<3\text{-MCPD} < \text{DCP} < \text{glycidol} < \text{acrylamide}$ だった。2-、3-MCPD脂肪酸モノエステルの細胞毒性は検出されなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、2-及び3-MCPD脂肪酸エステルが腸管で分解吸収されると推定され、2-MCPDの培養細胞に対する毒性は3-MCPDより1/2-1/10程度低いことを確認した。食用油脂中に検出される2-MCPDエステル量は3-MCPDエステルの1/2-2/3程度なので、食品中の2-MCPDの健康に対するリスクは3-MCPDより低いと結論される。一方、MCPDより強い毒性を示すグリシドールは、胃酸酸性下でエポキシ基が開環して解毒されるが、pH中性の満腹時に解毒能は期待できないことも確認した。これらの情報は、食品中のリスク物質の濃度管理を検討する際に科学的根拠を提供する点で意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：This study attempted to estimate the disposition of MCPD, glycidol, and their fatty acid esters, which are detected in trace amounts in edible oils, processed oils and fats etc. Glycidol (fatty acyl ester) is rapidly converted to glycerol (MAG) under acidic conditions by gastric acid, but remained unchanged in the neutral conditions. In other words, the detoxification ability of gastric acid is exerted on an empty stomach, but is not expected on a full stomach unfortunately. In the intestinal tract, MCPD esters were estimated to undergo enzymatic degradation and absorption, with free MCPD entering the blood and MCPD diesters entering the lymphatic fluid by the same pathway as TAG. 2-MCPD was the least cytotoxic, followed by 3-MCPD < DCP < glycidol < acrylamide. Cytotoxicity of 2- and 3- MCPD fatty acid monoesters were not detected *in vitro*.

研究分野：脂質化学

キーワード：モノクロロプロパンジオール 油脂 細胞毒性 体内動態 吸収 グリシドール

1. 研究開始当初の背景

3-モノクロロプロパンジオール (MCPD) は、植物タンパク酸分解物を用いた醤油などの調味料中に最初に検出され、国際がん研究機関 (IARC) では「ヒトに対し発がん性があるかもしれない化合物 (グループ 2B)」に分類されている。FAO/WHO が暫定耐容摂取量を 2 ug/kg/日と規定して以降、植物タンパク酸分解物製造工程には酸分解後にアルカリ処理が付加され (CODEX)、植物タンパク酸分解物を用いた調味料中の MCPD 量は、現在では低減された。この削減の検討と対応は業界内で迅速に進められ、本経緯を知る一般消費者は殆どいない。

一方、天然油脂や加工油脂から 3-MCPD が検出され、発がん性が懸念されるとの報告が 2009 年に報道で取り上げられて一般に広く流布し、消費者に深刻視された。その影響で当時高い国内市場性を誇っていた特定保健用食品の加工油脂が製造中止となり、油脂産業界には深刻な打撃となった。その後、3-MCPD として報告された物質は、MCPD ではなく、毒性が未確認のグリシドール脂肪酸エステルと同定された。しかし体内で酵素分解されて産生することが推定されるグリシドールは、IARC 分類上、「ヒトに対し恐らく発がん性の物質 (グループ 2A)」に属し、体内で毒性を発揮することが懸念された。そのため、現在油脂や油脂加工品など食品中の MCPD・グリシドール類含量測定と低減が世界中で進められてきた。特に乳幼児の主要な栄養源である粉ミルクなど乳児用調製乳中の低減は急務とされた。2018 年に制定された European Food Safety Authority (EFSA) による食品中の規制値は 200 ppm なのに対し、2019 年に制定された乳幼児用粉ミルクの規制はさらに厳しく、<50 ppb である。

このように食用油脂および加工油脂とそれを用いた食品に MCPD 含量の規制値が設けられたが、製品中の濃度規制を製造者に課すに当たっては、正しい定量方法が確立されていることが前提である。しかし、2009 年当時、MCPD とグリシドールが混同された要因は、定量の前処理過程で脂肪酸を分解除去する触媒に用いられていたアルカリによりグリシドールが MCPD に変換されるのに起因することを我々は NMR で確認した。また、アルカリ処理後に溶液を酸性にし、対象物質を水層から有機相に回収する過程で、グリシドールの一定量が MCPD に変換されることも見出した。即ち、溶液の pH に依存して物質変化をすることが誤検出の要因であり、定量には適切な内部標準添加が必要であると結論した。

この後、定量法の検証と見直しが各機関により進められ、MCPD 脂肪酸エステルに含まれる脂肪酸を除去した後に 3-MCPD とグリシドールとを GC で定量する間接法が 3 種、グリシドール脂肪酸エステルそのものを分子種毎に LC-MS でモニターする直接法 1 種が標準化された。

2. 研究の目的

上に記載した既存の定量法を検証する過程で、グリセロールの 1 級水酸基が塩素原子に置換した 3-MCPD の他に、グリセロールの 2 級水酸基が塩素原子に置換した異性体 2-MCPD も油脂試料中に確認されること、pH 依存的にグリシドールを経由して 2-または 3-MCPD と相互変換することも明らかになった。3-MCPD とグリシドールは各種毒性評価の結果、IARC により健康への影響度が分類されているが、2-MCPD の毒性や体内での吸収動態については未評価であった。2-MCPD やその脂肪酸エステルの市販品は少量高価で、評価に不十分であった。そこで、本研究では、2-MCPD とその脂肪酸エステルを合成し、その細胞毒性や腸管吸収性を含む体内動態を評価することを目的に設定した。

3. 研究の方法

(1) MCPD 脂肪酸エステルの合成

2-MCPD は既報^①に従い合成した。MCPD と C14、C18:1 または C19 脂肪酸を、DCM 中、EDC/DMAP によりエステル化した。MCPD ジエステルを CALB によりエタノリシスし、MCPD-2-脂肪酸モノエステルを調製した。各化合物はシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、NMR で構造確認した。

(2) MCPD 腸管吸収性 *in vitro* 評価試験

食油に含まれる MCPD-脂肪酸エステルは、摂取後に膵リパーゼの作用を受けると想定し、MCPD-ジ脂肪酸エステルを 37℃ でブタ膵リパーゼ処理した。

(3) MCPD 腸管吸収性 *in vivo* 評価試験

3-MCPD-di-C14 ester および 2-MCPD-di-C14 ester 約 30 μmol を、リンパカニューレーションラットに投与した。リンパ液を経時的に採取し、リンパ液に含まれる脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出し、全脂質、MCPD-脂肪酸エステル、MCPD 遊離体をモニターした。

(4) MCPD およびグリシドールの細胞毒性評価

MCPD やそのエステルの細胞毒性を、単球細胞とマクロファージ、肝細胞を用いて評価した。2,3-ジクロロプロパノールは水溶性が低いため、アセトンや DMSO に可溶化して添加し、対象

試験も同濃度の溶媒を添加して実施した。生存率は Cell counting kit-8、死亡率は Cytotoxicity LDH Assay kit-WST (同仁化学研究所)を用いて測定し、LC₅₀を比較した。

(5) グリシドールに対する胃酸の影響の推定

グリシドールやそのエステルを空腹時胃酸模擬液 (0.2% NaCl, pH1.2, 日本薬局方) または満腹時胃酸模擬液 (2% NaCl, pH6, 日本薬局方) に添加し、¹³C-NMR に供した。

4. 研究成果

(1) MPCD 脂肪酸エステルの合成

各種標品を>99%の純度で得た。

(2) MPCD 腸管吸収性 *in vitro* 評価試験

MCPD-ジ脂肪酸エステルをブタ膵臓リパーゼで処理した結果、2-MCPD ジエステルは2つの脂肪酸がともに1級水酸基に結合しており、1級水酸基に結合したアシル基に対して優先性を持つリパーゼにより、速やかに分解され遊離体になるのに対し、3-MCPD 脂肪酸ジエステルは2位に結合した脂肪酸が分解されにくく、2-アシル 3-MCPD として小腸に達すると示唆された。続いて小腸上皮細胞モデルを用いた *in vitro* 吸収性評価を実施した。2-アシル-3-MCPD は、小腸上皮細胞の分泌する酵素の作用により遊離体に分解され、その後非選択的、非能動的に拡散吸収されると推定された。

(3) MPCD 腸管吸収性 *in vivo* 評価試験

3-MCPD-di-C14 ester および 2-MCPD-di-C14 ester を、リンパカニューレーションラットに投与し、リンパ液中の総脂質量および MCPD-脂肪酸エステルや遊離体を経時的にモニターした。リンパ液の脂質量は投与後 15~30 分に最大値に達し、その後減少した。リンパ液に含まれる脂質は主に TG で、C16, 18:2, 20:4 が主な構成脂肪酸で、C14:0 は殆ど検出されなかった。C14:0 脂肪酸の検出量は 0.5~1 時間に最大値にして経時的に増加・減少し、6h 後には投与前と同レベルに戻って殆ど検出されなくなった。従って、投与した MCPD 脂肪酸エステルが、リンパ液に移行したことが示唆された。

またリンパ液中に C14 脂肪酸ジエステルが投与後 0.5 h を最大値にして、モノエステルは 0.5 ~ 1 時間を最大値にして、経時的に増加・減少した。C14 脂肪酸ジエステル検出量は 2-MCPD ジエステル投与<3-MCPD-ジエステル投与だったが、リンパ液中に C14 脂肪酸モノエステルは殆ど検出されなかった。さらに MCPD 遊離体は投与後 0.5 h を最大値にして経時的に増加・減少しその検出量は 2-MCPD 投与時>3-MCPD ジエステル投与時だった。

また、採取した血漿中からも MCPD 遊離体が検出された。腸管リパーゼは 1,3 位に結合した脂肪酸に対して優先的に分解する特異性を示すことから、2-MCPD 脂肪酸ジエステルは、3-MCPD 脂肪酸ジエステルよりも速やかに脂肪酸が分解除去され、遊離体としてリンパ液及び血漿中で検出されたものと考えられる。

(4) MPCD およびグリシドールの細胞毒性評価

上述の *in vitro*, *in vivo* 吸収性評価試験結果に基づく、食品中の MCPD-脂肪酸ジエステルは、摂取後に腸管内の消化酵素によって MCPD となり、血中へ移行して体内を循環すると推定される。そして各組織において毒性を示す懸念があるため、本研究では血中に含まれる単球細胞とマクロファージ、そして肝細胞に対する毒性を評価した (表 1)。

表 1. 各種細胞に対する MCPD 類の毒性強度

細胞	溶剤濃度	毒性強度
肝細胞	0	glycidol > 1,3DCP > 3-MCPD > 2-MCPD
(HepG2)	2%アセトン	glycidol ≈ 1,3DCP ≈ 2,3DCP > 3-MCPD > 2-MCPD
単球細胞	0	glycidol > 1,3DCP > 3-MCPD > 2-MCPD
(THP-1)	1%DMSO	glycidol ≈ 1,3DCP > 2,3DCP > 3-MCPD > 2-MCPD
	1%DMSO	glycidol > 1,3DCP > 2,3DCP ≈ 3-MCPD > 2-MCPD
マクロファージ	0	glycidol > 1,3DCP > 3-MCPD > 2-MCPD
(THP-1)	1%DMSO	glycidol > 1,3DCP > 2,3DCP > 3-MCPD > 2-MCPD

DCP : ジクロロプロパノール

ヒト肝細胞由来 HepG2 細胞の生存率を指標にした LD₅₀ はグリシドール 15 ppm>3-MCPD 200 ppm>2-MCPD 550 ppm、死亡率指標ではグリシドール 0.1%>3-MCPD 1.5% > 2-

MCPD 3.0%と推定された。このように、HepG2を用いた肝細胞毒性は、2-MCPD が最も低く、3-MCPD の 1/2、グリシドールの 1/30 程度と推定された。

3-MCPD は、肝臓においてグルタチオン抱合を受け分解解毒されることが過去に報告されている^{2,3}。今回使用した HepG2 細胞が MCPD 類を代謝分解しているかを確認するため、2 および 3-MCPD を暴露試験後の培地から抽出して定量した。検出量は暴露濃度に従って増加し、空試験と同等量を検出できた。従って暴露試験中に細胞によって代謝され、MCPD 濃度が低下していないことが確認された。

一方、2-および 3-MCPD を脂肪酸で誘導したモノエステル (3-monooleoyl-2-MCPD ester, 1-monooleoyl-3-MCPD ester, 2-monooleoyl-3-MCPD ester) を合成した。これらは水溶性が低いのでアセトンに溶解させて、細胞を暴露した (終濃度アセトン 4%)。2-や 3-MCPD 暴露では全細胞が死滅している 1%の濃度で、モノ脂肪酸エステルに暴露した細胞の生存率は 100%だった。従って、本研究の試行範囲 (~1%) では、MCPD モノ脂肪酸エステルに毒性は検出されず、2-や 3-MCPD よりもモノエステル体の細胞毒性は低いことが確認された。ジエステル体は水溶性がモノエステルよりさらに低いことから、その毒性を評価するには可溶性溶媒の濃度を更に高める必要がある。しかし高濃度の溶媒の細胞毒性が、MCPD ジエステルの毒性を上回ると予測されるため、MCPD 脂肪酸ジエステルの毒性評価は困難と判断した。

この他に、塩素原子を 2 つ有する 1,3-dichloropropanol (DCP) と 1,2-DCP、フライ中に発生することが知られるアクリルアミドの細胞毒性を評価した。生存率を指標とした LD₅₀ に基づくと、MCPD 類の毒性は、次のような相対強度を示した。

4-ヒドロキシノネナール>アクリルアミド, 1,3-DCP, glycidol > 2,3-DCP >> 3-MCPD > 2-MCPD>MCPD モノ脂肪酸エステル

従って、MCPD よりグリシドール、アクリルアミドやジクロロプロパノール、リノール酸の酸化劣化物である 4-ヒドロキシノネナールの生成抑制や管理が重要であると考えられる。

(5) グリシドールに対する胃酸の影響の推定

前述のようにグリシドールは、MCPD とその脂肪酸エステルよりも強い細胞毒性を示した。グリシドールの有するエポキシ基は、酸性条件で開環すると考えられる。即ち口腔から摂取した食品中のグリシドールが、胃酸の影響で腸管内容物が酸性にシフトした場合、どのように変化するかに興味を持った。そこで、グリシドールを空腹時胃酸模擬液 (0.2% NaCl, pH1.2, 日本薬局方) に添加し、¹³C-NMR で構造変化をモニターした。グリシドールは空腹時胃酸模擬液に暴露した直後からシグナルが減少し、3 時間後にはシグナル強度が当初の 14%となった。一方で、グリセロールに相当するシグナルが増加した。2-や 3-MCPD のシグナルは痕跡程度であった。胃酸によりグリシドールはグリセロールに解毒されると期待できる。しかし、満腹時胃酸模擬液 (2% NaCl, pH6, 日本薬局方) 中では、このような変化は観察されなかった。従って、胃酸は酸性下でグリシドールの持つエポキシドを開環し、グリセロールに解毒させる潜在力を持つが、その効果は満腹時には期待できないことが示唆された。

続いて、グリシジル脂肪酸エステルの胃酸模擬液中での構造変化をモニターした。脂肪酸エステルは水への溶解性が低いため、DMSO-*d*₆ を溶媒としたグリシジルリノール酸エステル溶液に、2%食塩を含む重水で希釈した重塩酸を添加した。酸添加前に観察されたエポキシドを有する C に結合するプロトンのシグナルは、添加 5 分後には、すでに消失していた。従って、グリシジルリノール酸エステルのエポキシド基は 5 分以内に開環していることが示唆された。¹³C-NMR でも、15 分後にはエポキシドに隣接する炭素のシグナルが完全に消失した。添加から 5 分後以降のエポキシドを有する炭素に結合したプロトンのシグナルをモニターすると、経時的に焼死寿司、8 分後には殆ど検出されなくなった。このように、エポキシドの開環は 10 分以下で比較的速度やかに終了すると予測された。別途、モノアシルグリセロール標品とシグナルを比較し、その類似性から、グリシジル脂肪酸エステルはモノアシルグリセロールに変化したと推定された。しかしながら、重塩酸無添加 (pH6) では、18 時間後にもグリシジルリノール酸エステルのシグナルに変化はなかった。従って、胃酸は酸性下でグリシドール脂肪酸エステルの持つエポキシドを開環し、モノアシルグリセロールに解毒させる潜在力を持つが、その効果は満腹時には期待できないことが示唆された。

このように、胃酸は、潜在的にはグリシドールとその脂肪酸エステルをグリセリン又はモノアシルグリセロールに速やかに変換する解毒能を持つが、その効果は腸管内の pH が 1~2 の空腹時に発揮され、中性域では期待できないことが判明した。

以上、本研究では食用油や油脂加工品、これらを原料とした食品に微量検出される MCPD 脂肪酸エステルおよびグリシドール脂肪酸エステルの体内動態の推定を試みた。食品の摂取後、食品はまず胃酸により pH が低い環境に置かれる。本研究では、グリシドールおよびその脂肪酸エステルと胃酸模擬液を混合し、NMR でその構造をモニターした。するとグリシドールおよびその脂肪酸エステルは 10 分以内にグリセリンおよびモノアシルグリセロールに速やかに変換されたが、満腹時胃酸模擬液中では変化がなかった。従って、胃酸は解毒能を持つが、その効果は腸管内の pH が 1~2 の空腹時に発揮され、満腹時の中性域では期待できないことが判明した。

続いて、これらの化合物は、小腸で膵リパーゼの作用を受ける。MCPD-di-FA ester のリパーゼ分解物である遊離 MCPD は血漿中で検出され、未分解の MCPD-di-FA ester も小腸で吸収されたのちカイロミクロンを介してリンパ管に移行する可能性が示唆された。各種の細胞毒性強度は、glycidol > 3-MCPD > 2-MCPD であった。食用油脂中での 2-MCPD 含有量は最大 3-MCPD の 2/3 程度である。したがって、2-MCPD の健康に対するリスクは 3-MCPD より低いと考えられた。

併せて評価した DCP の毒性は、1,3-DCP > 2,3-DCP、さらに glycidol > DCP > MCPD の傾向が認められた。DCP の疎水性は 1,3-DCP > 2,3-DCP であり、MCPD より疎水性の高い MCPD 脂肪酸モノエステルには今回の試行では細胞毒性が検出されなかった。このように異性体や誘導体で比較すると化合物の疎水性が上がると、細胞毒性が下がる傾向が認められた。また、従って食品中のグリシドールおよびそのエステルの濃度を削減するのが重要になると結論される。またヒドロキシノネナールやアクリルアミドはグリシドールや 1,3 ジクロロプロパノールよりも強い細胞毒性を示したことから、これらの物質の食品中の濃度管理は、MCPD よりも優先度が高いと考えられる。

<引用文献>

- ①H. Sato, N. Kaze, H. Yamamoto, Y. Watanabe. 2-Monochloro-1,3-propanediol (2-MCPD) Dynamics in DGF Standard Methods and Quantification of 2-MCPD. J. Am. Oil Chem. Soc. 88, 1143-1151, (2011)
- ②AR. Jones, P. Davies, K. Edwards, H. Jackson. Antifertility effects and metabolism of α and epi-chlorohydrins in the rat. Nature 224:83 (1969).
- ③AR. Jones. The metabolism of 3-chloro, 3-bromo- and 3-iodopropan-1,2-diol in rats and mice. Xenobiotica 5:155-165 (1975)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yomi Watanabe, Lisa Kawasaki, Araki Masuyama	4. 巻 69
2. 論文標題 Analysis of fatty acid distribution in lipid extracts of infant formulas	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Milk Science	6. 最初と最後の頁 63-70
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Mamiko Mochizuki, Hajime Matsuyama, Kunihiro Suzuki, Yomi Watanabe	4. 巻 31
2. 論文標題 Fatty acid composition and distribution in triacylglycerols of cultured fishes in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biocatalysis and Agricultural Biotechnology	6. 最初と最後の頁 101687
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.bcab.2020.101687	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Chen KY, Kim IH, Hou CT, Watanabe Y, Kim HR	4. 巻 67
2. 論文標題 Monoacylglycerol of 7,10-Dihydroxy-8(E)-octadecenoic Acid Enhances Antibacterial Activities against Food-Borne Bacteria.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of agricultural and food chemistry	6. 最初と最後の頁 8191 - 8196
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acs.jafc.9b03063	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 渡辺嘉、佐藤博文	4. 巻 19
2. 論文標題 モノクロロプロパンジオール吸収動態に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 オレオサイエンス	6. 最初と最後の頁 247-248
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Murota Kaeko, Takagi Mika, Watanabe Yomi, Tokumura Akira, Ohkubo Takeshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Roe-derived phospholipid administration enhances lymphatic docosahexaenoic acid-containing phospholipid absorption in unanesthetized rats	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.plefa.2017.06.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計37件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 20件)

1. 発表者名 Y Watanabe, H Sato, M Muraoka.
2. 発表標題 Improved lipid extraction method for the analysis of fatty acid distribution in TAG of infant formula
3. 学会等名 2021 AOCs Annual Meeting and Expo. (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川崎莉沙 渡辺嘉 佐藤博文 村岡雅弘 益山新樹
2. 発表標題 固相法による乳児用調製乳からの脂質抽出
3. 学会等名 日本油化学会第60回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yomi Watanabe, Araki Masuyama
2. 発表標題 FA Distribution in Infant Formula Lipids Analysed by Joint JOCS/AOCS Official Method Ch 3a-2019
3. 学会等名 Virtual 2020 AOCs Annual Meeting & Expo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mamiko Mochizuki, Yomi Watanabe, Ameer Taha
2. 発表標題 Simplification of Lipid Extraction Method and Applicability of New Calb in Fatty Acid Distribution Analysis
3. 学会等名 Virtual 2020 AOCS Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Watanabe, T. Aki, A. Masuyama
2. 発表標題 Improvement in enzymatic enrichment of DHA in algal lipids by thermostable lipase preparation
3. 学会等名 The 2019 AOCS Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Watanabe, A. Masuyama
2. 発表標題 FA analysis in sn-2 position of different commercial olive oils by JOCS Standard Method 2.4.5-2016/AOCS Ch3a-19
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Biocatalysis and Agricultural Biotechnology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺 嘉
2. 発表標題 トリアシルグリセリン中の脂肪酸分布分析のための新酵素法
3. 学会等名 日本油化学会第58回年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Watanabe, T. Aki, A. Masuyama
2. 発表標題 Enzymatic concentration of w-3 fatty acids in algal oil and the analysis of positional distribution.
3. 学会等名 17th Euro Fed Lipid Congress And Expo (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 望月万美子、渡辺 嘉
2. 発表標題 サケ科魚類の脂質を用いた脂肪酸分布分析における酵素及び固相抽出法の検討
3. 学会等名 水産利用関係研究開発推進会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 望月万美子、渡辺 嘉
2. 発表標題 大型ニジマスの短期絶食における脂質、特に脂肪酸分布への影響
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yomi Watanabe, Naoki Kaze, Kaeko Murota, Hirofumi Sato, Yuri Osafune, Araki Masuyama
2. 発表標題 Toxicological evaluation of 2-MCPD and estimation of intestinal absorption of its fatty acyl esters
3. 学会等名 第15回日中韓酵素工学会議 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yomi Watanabe, Daisuke Koma, Masao Yamazaki
2. 発表標題 Our challenges to develop bioprocess for lignin paint
3. 学会等名 2018 AOCs Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yomi Watanabe, Ryosuke Hoshina, Kazumi Katagiri, Hideaki Kobayashi
2. 発表標題 Efficiency improvement in the enzymatic fractionation of PUFA
3. 学会等名 2018 AOCs Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yomi Watanabe, Naoki Kaze, Kaeko Murota, Hirofumi Sato, Yuri Osafune, Araki Masuyama
2. 発表標題 Toxicity evaluation of 2-MCPD and estimation of intestinal absorption of the monoesters
3. 学会等名 2018 AOCs Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kazumi Katagiri, Yomi Watanabe, Ryosuke Hoshina, Hideaki Kobayashi
2. 発表標題 Enzymatic preparation of food and medical materials from fish oil
3. 学会等名 2018 AOCs Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 望月万美子、松山創、鈴木邦弘、渡辺嘉
2. 発表標題 静岡県産養殖魚類の脂肪酸分布について
3. 学会等名 水産利用関係研究開発推進会議利用加工技術部会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 片山のはら・渡辺嘉・益山新樹
2. 発表標題 高度不飽和脂肪酸分画における新酵素剤の有効性
3. 学会等名 第57回日本油化学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長船有里、渡辺嘉、佐藤博文、小林正治、益山新樹
2. 発表標題 2-モノクロロプロパンジオールのHep G2細胞に対する毒性評価
3. 学会等名 第2回オレオマテリアル学術交流会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長船有里、渡辺嘉、佐藤博文、小林正治、益山新樹
2. 発表標題 Hep G2細胞に対するクロロプロパノール類の毒性評価
3. 学会等名 第57回日本油化学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 片桐一美・渡辺嘉・保科亮祐・小林英明
2. 発表標題 リパーゼ処理によるイワシ油からのEPAエチルエステルおよびsn-2位結合DHA構造脂質調製法の検討
3. 学会等名 第57回日本油化学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yomi Watanabe, Yuri Osafune, Hirofumi Sato, Taro Kiso, Araki Masuyama
2. 発表標題 Cytotoxicity evaluation of 2-monochloropropanediol
3. 学会等名 "The 14th International Symposium on Biocatalysis and Agricultural Biotechnology" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryota Aoyama, Yomi Watanabe, Araki Masuyama
2. 発表標題 FA analysis in sn-2 position of different commercial olive oils by JOS Standard method 2.4.5-2016
3. 学会等名 The Asian Conference on Oleo Science 2017 and The 56th Annual Meeting of the Japan Oil Chemists' Society (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryota Aoyama, Yomi Watanabe, Araki Masuyama
2. 発表標題 FA analysis in sn-2 position of different commercial olive oils by JOS Standard method 2.4.5-2016
3. 学会等名 The Asian Conference on Oleo Science 2017 and The 56th Annual Meeting of the Japan Oil Chemists' Society (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuri Osafune, Yomi Watanabe, Moriatsu Ueda, Shoji Kobayashi, and Araki Masuyama
2. 発表標題 Continuous Production of Biodiesel Fuel using Bioreactor
3. 学会等名 The Asian Conference on Oleo Science 2017 and The 56th Annual Meeting of the Japan Oil Chemists' Society (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yomi Watanabe
2. 発表標題 Enzymatic fractionation of omega-3 fatty acids and analysis of positional distribution in oils
3. 学会等名 The Asian Conference on Oleo Science 2017 and The 56th Annual Meeting of the Japan Oil Chemists' Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ryosuke Hoshina, Yomi Watanabe, Kazumi Katagiri, Hideaki Kobayashi
2. 発表標題 Lowering the Temperature Improves Enzymatic Prefractionation of EPA and DHA.
3. 学会等名 2017 AOCs Annual Meeting and Industrial Shocases (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yomi Watanabe, Tsunehiro Aki, Araki Masuyama
2. 発表標題 Concentration of PUFA in Aurantiochytrium sp. single cell oil by liquid lipase preparation
3. 学会等名 2017 AOCs Annual Meeting and Industrial Shocases (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 望月万美子、渡辺 嘉
2. 発表標題 大型ニジマスの短期絶食における脂質、特に脂肪酸分布への影響
3. 学会等名 平成30年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺嘉
2. 発表標題 MCPDエステルの代謝初期動態のin vitro推定
3. 学会等名 第25回加工油脂栄養研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mamiko Mochizuki, Yomi Watanabe
2. 発表標題 Positional distribution of fatty acid in triacylglycerols of large rainbow trout cultivated in Shizuoka prefecture
3. 学会等名 日本水産学会国際シンポジウム（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺嘉
2. 発表標題 酵素による油脂加工法・分析法の開発
3. 学会等名 第一回オレオマテリアル学術交流会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yomi Watanabe
2. 発表標題 Bioprocess to development of Urushi-like biomass paint
3. 学会等名 19th Japanese-German Workshop on Enzyme Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 平野明伽音、高木美佳、渡辺嘉、大久保剛、室田佳恵子
2. 発表標題 酵素による食事性リン脂質の消化性に及ぼす構成脂肪酸の影響
3. 学会等名 第22回日本フードファクター学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 望月万美子、渡辺 嘉
2. 発表標題 大型ニジマスの絶食時における脂質変化について
3. 学会等名 平成29年度水産利用関係研究開発推進会議「利用加工技術部会」「資源利用研究会」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三輪 真之、渡辺 嘉、静間 基博、川崎 英也、佐藤 博文
2. 発表標題 TokyoGreenを基盤とした効率的なリパーゼ検出のための蛍光プローブの設計と合成
3. 学会等名 オレオマテリアル部会関西地区2017年ウィークエンドセミナー
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青山凌大、渡辺嘉、益山新樹
2. 発表標題 基準油脂分析試験法2.4.5-2016によるオリーブ油と高融点油脂の2位脂肪酸組成分析
3. 学会等名 オレオマテリアル部会関西地区2017年ウィークエンドセミナー
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長船有里、渡辺嘉、益山新樹
2. 発表標題 バイオリクターを用いたバイオディーゼルの連続製造
3. 学会等名 オレオマテリアル部会関西地区2017年ウィークエンドセミナー
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Yomi Watanabe and Kazuaki Yoshinaga, Casimir C. Akoh ed.	4. 発行年 2017年
2. 出版社 CRC Press	5. 総ページ数 1047
3. 書名 Food Lipids, Chapter 6	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 チロソール生産微生物	発明者 駒大輔、西村（渡辺）嘉、山崎昌男	権利者 大阪産業技術研究所、オイケム合同会社
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-068262	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	室田 佳恵子 (Murota Kaeko) (40294681)	島根大学・学術研究院農生命科学系・教授 (15201)	
研究分担者	佐藤 博文 (Sato Hirofumi) (70443546)	地方独立行政法人大阪産業技術研究所・森之宮センター・主任研究員 (84431)	
研究分担者	湯浅 明子 (小島明子) (Yuasa Akiko) (90295709)	大阪市立大学・大学院生活科学研究科・准教授 (24402)	
研究分担者	吉井 未貴 (Yoshii Miki) (90826158)	地方独立行政法人大阪産業技術研究所・森之宮センター・研究員 (84431)	
研究分担者	松尾 道憲 (Matsuo Michinori) (00335308)	京都女子大学・家政学部・教授 (34305)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関