

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：12611

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01958

研究課題名(和文)ビール、納豆、炒めもやし、その色、香り、安全性とメイラード反応

研究課題名(英文)Relationship between the Maillard reaction and the color, flavor, and safety of beer, natto, and fried bean sprout

研究代表者

村田 容常(MURATA, Masatsune)

お茶の水女子大学・基幹研究院・教授

研究者番号：60210051

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：メイラード反応は食品の色、香り、安全性に大きく関わっている。ここでは身近な食品(ビール、もやし、納豆、チーズ、コーヒー)とモデル反応系(グルコースやキシロースとアミノ酸やチアミン)を用いメイラード反応による褐変や色素形成の化学的解析を行うとともに、変異原性などの安全性を検討した。その結果、ビールの低分子色素としてperlolirineを同定した。チーズの貯蔵褐変ではガラクトースが重要な決定因子であった。チアミン由来の新規色素pyrizepineの構造を明らかにした。本色素は変異原性を示さなかった。もやしを湯浸や保存などで前処理すると、炒めもやし中のアクリルアミドの形成量が減少した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

メイラード反応は食品の色、香り、安全性に大きく関わっていて、食生活上重要な化学反応である。しかし、本反応は複雑で多くの反応が同時に進行するためその統一的理解は困難であり、褐変や色素形成に関する研究は進んでいない。ここでは身近な食品(ビール、もやし、納豆、チーズ、コーヒー)やモデル反応液(グルコースやキシロースとアミノ酸やチアミン)を用い、新規化合物を含むいくつかの色素構造を明らかにすることで、食品の褐変現象や色素形成の科学的理解に貢献した。さらにそれら化合物の変異原性の有無について明らかにすることで食の品質向上や安全性に貢献できた。

研究成果の概要(英文)：The Maillard reaction makes crucial effects on food quality and safety. Using familiar foods and drinks such as beer, fried mung bean sprout, stored cheese, coffee, et al., and model reaction systems containing glucose or xylose and amino acids or thiamine, we examined the browning, the formation of low-molecular-weight pigments, their biological activities, and the reduction of acrylamide formation in fried mung bean sprout. As a result, we identified perlolirine as a low-molecular-weight pigment in beer. Amount of galactose is a determinant of browning of stored cheese. We isolated and identified pyrizepine as a novel pigment derived from thiamine. This pigment was not mutagenic. The formation of acrylamide was reduced by pre-treatment of mung bean sprout.

研究分野：食品加工貯蔵学

キーワード：Maillard reaction beer thiamine cheese coffee

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

(1)メイラード反応や褐変反応は、食品の加工、調理、貯蔵中に普遍的に起こる反応で、食品の品質や安全性に大きく影響し、消費者の食行動・食生活に大きな影響を与えている。しかし、褐変生成物メラノイジンは不均一な高分子であるため化学構造が決定できず研究が遅れている。我々は長年非酵素的褐変(メイラード反応)の食品学的研究を行い、新規な低分子色素を複数発見している。また、これらの研究の中で食品の安全性確保の研究も行ってきた。

(2)この流れの中で、ビール中には塩基性画分に色素が存在する可能性が示唆された。また、チアミン由来のメイラード色素の存在も確認している。これらの化学構造も明らかにする。合わせてチーズの貯蔵褐変現象についてもその機構を明らかにする。また、キシロース(Xyl)-リシン(Lys)系メイラード反応褐変において4-hydroxy-5-methyl-3(2H)-furanone(HMF0)が重要な役割を果たすことを見出している。

(3)メイラード反応は、食品の香りにも大きな寄与している。納豆香気的重要成分の中にピラジン類がある。ピラジン類が納豆菌の作用により形成されるという仮説をたて、それを検討する。

(4)また、メイラード反応は食品の安全性にも関わっている。まず、単離したメイラード色素の変異原性の有無を調べる。メイラード反応により形成される遺伝毒性を示す発がん物質にアクリルアミドがある。日本人のアクリルアミド摂取にかなり寄与する炒めもやしに注目して、その形成機構や制御法を提案する。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、食品のメイラード反応をより詳細に理解し、また制御法を提案することである。ビール、納豆、炒めもやし、貯蔵チーズ、コーヒーなどの食品とグルコース(Glc)もしくはXylとアミノ酸もしくはチアミンを含むモデル反応液を用いて、

(1)ビールやチーズ、加熱チアミン、加熱大豆から新たな色素化合物を単離、同定し、その性状や生成機構を明らかにする。また、Xyl-Lys系メイラード反応の反応経路の詳細、特にHMF0とジカルボニル形成の関係を検討する。

(2)納豆中のピラジン類の生成機構を検討する

(3)単離した新規化合物の変異原性を調べるとともに、炒めもやし中のアクリルアミド生成の抑制法を提案する。また、コーヒーの低酸性下での殺菌作用を検討する。

### 3. 研究の方法

#### (1)ビール中の色素の同定

Perlolyrineの単離：市販の黒ビールをpH2以下にし溶媒で洗浄後、水層をpH9以上にし溶媒抽出した(塩基性画分)。これを、ODSカラムと分取用ODS-HPLCで精製した。黒ビール10Lから、1mg未満の黄色化合物が得られた。

Perlolyrine 標品の調製：トリプトファンとアセチルヒドロキシメチルフルフラールの酢酸溶液を加熱後、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>溶液を添加し、さらに加熱した。221mgの標品をえた。

Xanthohumolの単離：市販の黒ビールタイプの発泡酒10LをpH7に調整後溶媒抽出した。これをODSカラムと分取用ODS-HPLCで精製し、5mgの黄色ペーストを得た。

#### (2)チーズの貯蔵褐変

モデルプロセスチーズの調製：モデルプロセスチーズの基本調合は26%カゼインナトリウム、1.4%アミノ酸、44.1%水、1.3%糖、27.2%バター油脂、pH5.0とした。糖(ガラクトース(Gal)、Glc、ラクトース(Lac))含量は0-1.8%、pHは4.5-6.0、遊離アミノ酸量は0-2.8%とした。NaCl添加量、乳化塩の種類も検討した。フィルムに密封後50℃で7日間貯蔵し、色差計を用いてa\*

-,  $b^*$ -,  $L^*$ -値を測定し  $E$  値を算出した。

乳酸菌の糖資化性とチーズカードの貯蔵褐変：使用した乳酸菌は *Lactobacillus plantarum* NBRC 3070, *L. plantarum* CN-21, *L. sakei* CN-3, *L. sakei* CN-28, *L. pentosus* CN-70, *L. coryniformis* CN-208, *Streptococcus thermophilus* NBRC 111149, *S. thermophilus* NBRC 13957 の 8 株。市販牛乳に  $\text{CaCl}_2$  を加え、37 で 30 分間保温後、pH 5.2 にし、レンネット溶液を添加後 37 30 分保温した。カッティング後 75 分間保温し、ホエーとカード(チーズ)に分けた。チーズ 5 g と乳酸菌をパックに入れよく混合したのち密封した。乳酸発酵を行わせるため 37 で 3 日間貯蔵した。その後褐変の促進試験として、60 で 9 日間保温した。各試料の  $E$ -値を求めた。乳酸菌を無添加区をコントロールチーズとした。

### (3) チアミン由来の色素

Glc、Lys、チアミンを 0.5 M リン酸緩衝液 (pH 7.0) に溶解し、120 で 4 h 加熱した。この反応液 5 L を DIAION HP-20 とシリカゲルで精製後、冷暗所で一晩保存し、淡黄色の針状晶 (30 mg) を得た。本色素の還元体も調製した。

### (4) Xyl 存在下大豆たんぱく質の酸加水分解液中の色素

7%大豆タンパク質、2% D-Xyl を 2 M HCl (600 mL) に溶解し、24 時間加熱還流した。この反応液を DIAION HP20、ODS、ODS-HPLC および GPC-HPLC により精製し、黄色粉末 7 mg を得た。

0.1% システイン、1.3% フルフラールを 2 M HCl に溶解し (500 mL)、2 時間加熱還流した。この反応液を DIAION HP20、ODS カラム、ODS-HPLC および DIAION HP20 により精製し、60 mg の色素を得た。本色素の還元体も調製した。

### (5) メチルグリオキサール (MGO) キノキサリン、ジアセチル (DA) キノキサリン、1-デオキシキシロソン (DX) キノキサリンの各標品の調製

10 mM MGO もしくは 10 mM DA と 10 mM OPD の水溶液を約 9 で一晩放置した後、酢酸エチルで抽出し ODS カラムで精製した。約 40 mg の MGO キノキサリン標品と約 27 mg の DA キノキサリン標品を得た。67.0 mM Xyl、137 mM Lys、138 mM OPD を含む 0.2 M リン酸緩衝液 (pH 6.5) を沸騰水で 3 時間加熱した。118 mg の標品を得た。

### (6) 納豆中のピラジン類 (2,5-DMP と T3MP) の分析

納豆試料に 2,6-DMP(内部標準物質)を添加し、20%TCA 液を加え抽出した。Sep-Pak  $C_{18}$  に吸着後アセトニトリルで溶出し、HPLC 分析した。また、納豆菌を各種培地に植菌し、37 振盪培養させ、培養液中のピラジン類を LC-MS 分析した。

### (7) 炒め緑豆もやしのアクリルアミド形成

市販緑豆もやしをフライパン炒め、経時的に糖、アスパラギン、アクリルアミドを定量した。糖は HPLC で、アスパラギンはダンシル化した後 HPLC で分析した。アクリルアミドは、 $^{13}\text{C}$  アクリルアミドを内部標準とした LC/MS/MS 法で定量した。

### (8) 低酸性下でのコーヒーの殺菌作用

コーヒーやクロロゲン酸の存在下、低酸性(pH 1-3)において 37 で 0-3 時間処理した大腸菌とサルモネラ属菌の生菌数を寒天平板法で測定した。

## 4. 研究成果

### (1) ビール中の色素の同定

ビールの塩基性物質画分に色素を認めためその黄色色素を単離した。各種機器分析により本物質を perlolryne(図 1 左)と推定した。次にトリプトファンとヒドロキシメチルフルフラールから perlolryne を調製し、この標品と比較した。その結果、合成標品と一致したため本物

質を perlolyrine と同定した。Perlolyrine のビール全体の色調に対する色素寄与率は低かったが、様々なビール中に 3.2-14.0  $\mu\text{g}/100 \text{ mL}$  のレベルで存在した。

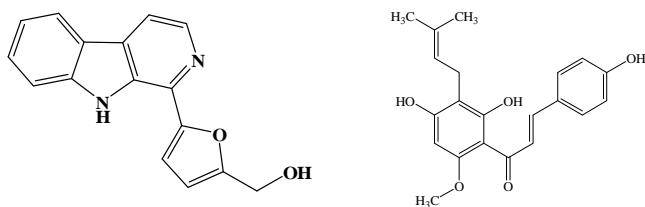


図1 Perlolyrine (左) と xanthohumol (右)

次いで、黒ビールの中性画分には淡色ビールよりも高含量にある黄色色素成分が含まれていたのでこの色素化合物を単離した。その結果 xanthohumol (図1右) と同定した。

#### (2) モデルプロセスチーズの貯蔵褐変

褐変しやすいゴーダチーズにはガラクトース量が多かったため、組成の明確なモデルプロセスチーズを作成し、その貯蔵褐変を調べた。どのモデルチーズも貯蔵期間が長くなるほど褐変したが、糖含量や NaCl 添加量が少ないまたは pH が低いほど  $E$ -値は低い値を示した。各種パラメータと  $E$ -値の相関をとったところ、糖含量と  $E$ -値は  $r = 0.95$ 、NaCl 添加量と  $E$ -値は  $r = 0.99$ 、pH と  $E$ -値は  $r = 0.91$  となり、強い相関を示した。各種糖を用いたモデルチーズの中では Gal を添加したモデルチーズが一番大きな  $E$  値を示した。以上の結果からチーズ中の糖の含量とくに Gal の量、食塩添加量そして pH がチーズの褐変に大きく影響すると示唆された。

乳酸菌の糖資化性とチーズの貯蔵褐変について調べた。作成したチーズカードに乳酸菌を添加して貯蔵した。その結果、チーズ製造の際に用いる乳酸菌の糖資化性を考えることが、チーズの貯蔵中の褐変を制御するのに有効であると考えられた。

#### (3) チアミン由来の色素

Glc + チアミンならびに Glc + Lys + チアミンの反応液から、チアミン単体の加熱では形成されない 380 nm 付近に極大吸収を持つ色素物質を検出したため、単離した。各種機器分析より本物質を図2のように同定した。本化合物は新規黄色色素 (pyrizepine と命名) であり、チアミン分解物とメイラード反応により生成したテトロソン類縁体が縮合したものと考えられた。本物質は Ames 試験陰性であり、変異原性は認められなかった。

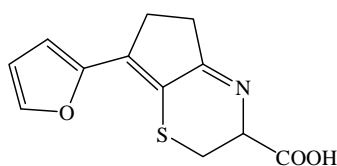


図2 Pyrizepine の構造

#### (4) Xyl 存在下大豆たんぱく質の酸加水分解液に見いだされた色素

大豆タンパク質と Xyl のメイラード反応液を酸加水分解し、DAD-HPLC 分析した結果、400 nm に極大吸収を示す未知の色素化合物を見出した。本色素を単離し、構造解析を行った結果、システイン由来の部分構造とフラン環、イミンを持つことが考えられた。そこで、システインとフルフラールの反応液より再度本色素を調製した後、 $\text{NaBH}_4$  を用いて還元し、還元体を構造解析した。その結果、図3の左の構造と同定し、本色素を図3右の構造 (furpenthiazinate と命名) と決定した。本物質の水溶液は強い黄色を示し、反応液に対する色素寄与率は 67% であった。



図3 Furpenthiazine 還元体（左）と酸性下における furpenthiazine（右）

#### （5）Xyl-Lys 系メイラード反応における HMFO やジカルボニルの解析

Xyl-Lys 系メイラード反応における HMFO およびジカルボニル化合物の消長を調べ、褐変との関連を考察した。その結果、HMFO は 1-DX を経由して生成し、分解して MGO や DA などのジカルボニル化合物になることが示された。また、1-DX も分解して MGO になった。

次に褐変や蛍光物質の生成との関係を調べた。Xyl 系と MGO 系の反応液は Lys 添加により着色が促進された。一方で、HMFO 系では Lys の添加や長時間の加熱により着色が抑制された。HMFO 系でも Lys 添加濃度の増加により着色が抑制された。400 nm の吸光度の値が同程度である反応液を ODS カラム及び GPC カラムを用いて DAD-HPLC 及び蛍光 HPLC に供した。どの系においても、Lys を添加した反応液のほうが蛍光 HPLC において多くかつ大きなピークが検出された。GPC カラムを用いた DAD-HPLC 分析では、最初に検出される高分子のピークは 280 nm に吸収をもち 400 nm に吸収をもたず、無色のポリマーであった。また、GPC-DAD-HPLC 分析では Xyl+Lys と MGO+Lys で類似のピークが検出された。以上より、Xyl-Lys 系メイラード反応の褐変には MGO の関与が大きいことが示唆された。

#### （6）納豆のピラジン形成

市販納豆を 37℃ 貯蔵するとピラジン類が増加した。自作した納豆では、納豆菌の生育後に 2,5-DMP, T3MP が生成した。液体培地を用いてピラジン類産生に必要となる因子を調べた。納豆におけるピラジン類の生成には、納豆菌の二次代謝が関わっていることが示唆されたが、納豆菌が大豆中のどの化合物より生成しているのかは未解明に終わった。

#### （7）炒め緑豆もやしのアクリルアミド（AA）形成とその制御法

炒め時間が長くなるにつれて、炒めもやし中の糖、アスパラギンの量はやや減少した。AA 量は炒め時間が長くなるにつれて増加したが、炒め時間 9 分以降は減少した。また、炒めるにつれ、もやしの色は濃くなった。9 分までは、色が濃くなるにつれて AA 生成量も増加した。

60℃ 湯浸処理をしたもやしでは、もやし中の糖、アスパラギンともに減少し、その炒めたもやし中の AA 量も減少した。37℃ 保温処理をしたもやしでは、糖、アスパラギンともに処理による変化は確認できなかったが、炒めたもやしの AA 量は減少した。表面部分の糖、アスパラギン量は減少していると考えられた。

#### （8）コーヒーやクロロゲン酸の低酸性下での殺菌効果

生豆の殺菌効果は主にクロロゲン酸によるものであったが、インスタントコーヒーや焙煎豆では、メイラード反応などの反応生成物が殺菌効果に寄与していると思われた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Masatsune Murata	4. 巻 -
2. 論文標題 Browning and pigmentation in food through the Maillard reaction (review)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Glycoconjugate Journal	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) 10.1007/s10719-020-09943-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hiroko Ueno, Satomi Tsutsuura, Aoi Inoue, and Masatsune Murata	4. 巻 26(2)
2. 論文標題 Bactericidal effects of coffee and chlorogenic acid on Escherichia coli and Salmonella spp. under low pH or gastric acid conditions.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 247-256
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.26.247	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ayaka Arai, Asuka Igoshi, Aoi Inoue, Kyoko Noda, Satomi Tsutsuura, and Masatsune Murata	4. 巻 84(9)
2. 論文標題 Relationship between lactose utilization of lactic acid bacteria and browning of cheese during storage.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 1886-1893
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2020.1768508	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 Kotomi Adachi, Asuka Igoshi, and Masatsune Murata	4. 巻 66(4)
2. 論文標題 Analyses of factors affecting the browning of model processed cheese during storage	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Nutritional Science and Vitaminology	6. 最初と最後の頁 364-369
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3177/jnsv.66.364	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kyoko Noda, Yuri Amano, Yuko Shimamura, and Masatsune Murata	4. 巻 26(6)
2. 論文標題 Distribution of pyrrolothiazolate, a pigment formed through the Maillard reaction between cysteine and glucose, in foods and beverages and its some properties.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 735-742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.26.735	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miki Nakamura, Yoko Mikami, Kyoko Noda, and Masatsune Murata	4. 巻 85 (2)
2. 論文標題 Browning of Maillard reaction systems containing xylose and 4-hydroxy-5-methyl-3(2H)-furanone	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 401-410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/bbb/zbaa019	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Juri Igarashi, Aoi Inoue, Hiroko Ueno, Satomi Tsumura, Kyoko Noda, and Masatsune Murata	4. 巻 27(2)
2. 論文標題 Evaluation of bactericidal effects of chlorogenic or hydroxycinnamic acid derivatives and soluble coffee under low pH or gastric acid conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 301-310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.27.301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Chieri Nagai, Kyoko Noda, Akari Kirihara, Yuko Tomita, and Masatsune Murata	4. 巻 25
2. 論文標題 A low-molecular weight Maillard pigment from beer was identified as perlolyrine, a Maillard reaction product from tryptophan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 81-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.25.81	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kyoko Noda, Ruriko Masuzaki, Yuka Terauchi, Shinji Yamada, and Masatsune Murata	4. 巻 66
2. 論文標題 Novel Maillard pigment, furpenthiazinate, having furan and cyclopentathiazine rings formed by acid hydrolysis of protein in the presence of xylose or by reaction between cysteine and furfural under strongly acidic conditions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Agricultural and Food Chemistry	6. 最初と最後の頁 11414-11421
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jafc.8b05302	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asuka Igoshi, Kyoko Noda, and Masatsune Murata	4. 巻 82
2. 論文標題 A novel thiamine-derived pigment, pyrizepine, formed by the Maillard reaction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 1425-1432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/09168451.2018.1466687	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Asuka Igoshi, Yui Sato, Kumi Kameyama, and Masatsune Murata.	4. 巻 63
2. 論文標題 Galactose is the limiting factor for the browning or discoloration of cheese during storage.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Nutritional Science and Vitaminology	6. 最初と最後の頁 412-418
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3177/jnsv.63.412	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoko Mikami, Miki Nakamura, Shinji Yamada, and Masatsune Murata	4. 巻 23
2. 論文標題 4-Hydroxy-5-methyl-3(2H)-furanone (HMF0) contributes to browning in xylose-lysine Maillard reaction system.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Food Science and Technology Research	6. 最初と最後の頁 283-289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/fstr.23.283	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -



〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 五十嵐 朱里、上野 寛子、筒浦 さとみ、○村田 容常
2. 発表標題 胃を模した低pH下でのクロロゲン酸類の殺菌活性評価
3. 学会等名 第73回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ○井上葵、五十嵐朱里、筒浦さとみ、村田容常
2. 発表標題 低酸性下でのコーヒーの殺菌活性ならびに焙煎が活性に及ぼす影響
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ○桐原明里、野田響子、村田容常
2. 発表標題 ビール中の黄色色素化合物の単離と同定
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ○野田響子、岸本真凜、島村裕子、村田容常
2. 発表標題 システインとフルフラールの強酸性下におけるメイラード反応により生成する色素化合物フルペンチアジネートの食品中での探索と生成経路の検討
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○來山祥子、野田響子、井越明日香、村田容常
2. 発表標題 チアミン由来の新規色素ピリゼピンの形成条件、精製方法及び生成経路
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 ○村田容常
2. 発表標題 食品の褐変 酵素的褐変とメイラード反応
3. 学会等名 第29回日本メイラード学会年会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ○野田響子、山田眞二、村田容常
2. 発表標題 大豆タンパク質とキシロースおよびシステインとフルフラールの強酸性下におけるメイラード反応により生成する新規色素化合物フルペンチアジネートの構造解析と生成経路検討
3. 学会等名 第29回日本メイラード学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 ○村田容常
2. 発表標題 酵素的褐変ならびにメイラード反応に関する食品化学的研究
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永井千恵莉、野田響子、○村田容常
2. 発表標題 ビール中の低分子色素を単離しperlolyrineと同定した
3. 学会等名 日本食品科学工学会第65回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○村田容常
2. 発表標題 食品安全や色素形成の観点から見たメイラード反応
3. 学会等名 日本食品分析学会平成30年度学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○井越明日香、野田響子、村田容常
2. 発表標題 モデル系におけるチアミン由来の新規メイラード色素ピリゼピンの形成
3. 学会等名 第28回日本メイラード学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ○野田響子、増崎瑠里子、寺内優花、村田容常
2. 発表標題 大豆タンパク質-キシロース系メイラード反応により生成する未知の色素化合物の単離・構造解析
3. 学会等名 第28回日本メイラード学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 永井千恵莉、○村田容常
2. 発表標題 各種批判ビールの色素の比較分析
3. 学会等名 日本食品科学工学会第64回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ○井越明日香、村田容常
2. 発表標題 チーズの貯蔵褐変の律速因子はガラクトースである
3. 学会等名 日本食品科学工学会第64回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ○野田響子、天野由梨、村田容常
2. 発表標題 ピロロチアゾレートの分析法と食品中の分布
3. 学会等名 第28回日本メイラード学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ○永井千恵莉、野田響子、村田容常
2. 発表標題 ビール中の低分子色素の単離と構造解析
3. 学会等名 日本食品科学工学会関東支部大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ○安達琴美、井越明日香、村田容常
2. 発表標題 モデルチーズを用いたチーズの貯蔵褐変の要因解析
3. 学会等名 日本食品科学工学会関東支部大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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	筒浦 さとみ  (Tsuura Satomi)  (20708622)	新潟大学・研究推進機構・特任助教   (13101)	
研究分担者	島村 裕子  (Yuko Shimamura)  (60452025)	静岡県立大学・食品栄養科学部・助教   (23803)	
研究分担者	寺沢 なお子  (Terasawa Naoko)  (00227513)	金沢大学・人間科学系・教授   (13301)	

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
---------	---------