

令和 2 年 6 月 23 日現在

機関番号：32604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K00867

研究課題名(和文) 穀類の摂取による高血圧症の予防効果と腸内代謝を介したメカニズムの研究

研究課題名(英文) Mechanism of preventive effect of cereal intake on hypertension through the alteration of intestinal metabolism

研究代表者

青江 誠一郎 (AOE, Seiichiro)

大妻女子大学・家政学部・教授

研究者番号：90365049

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)：高血圧の改善効果を調べるために適したマウスを選抜した結果、食餌誘発性肥満モデルマウスが適することが分かった。次に、 β -グルカン量の異なる穀物で比較した結果、 β -グルカン量の多い大麦に血圧低下作用が認められた。さらに、大麦 β -グルカン含量の異なる2種類の大麦をマウスの飼料に添加し、大麦 β -グルカンの高血圧改善作用メカニズムについて検討を行った。その結果、収縮期血圧、拡張期血圧は対照群に比べて高 β -グルカン大麦群で有意に低値を示した。以上より、大麦の血圧低下作用はレニン-アンジオテンシン-アルドステロン系よりも腸内細菌叢 短鎖脂肪酸-短鎖脂肪酸受容体を介した作用が寄与している事が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

穀類の中でも β -グルカンに富む大麦は、食餌誘発性の高血圧を抑制することが初めて示された。これまで食品摂取による血圧低下作用は、アンジオテンシン変換酵素の阻害による効果が主体であった。今回の研究により、大麦摂取による高血圧改善効果は、既存のメカニズムではなく、しかも肥満改善によるレプチンの低下効果メカニズムでもないことが示された。盲腸内容物のメタボローム解析の結果、短鎖脂肪酸と血圧改善が関係することが初めて大麦で明らかとなった。本効果は、GPR43ノックアウトマウスで消失したことから腸内細菌叢 短鎖脂肪酸-短鎖脂肪酸受容体を介したメカニズムが新たに明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：As a result of screening suitable model mice for investigating the preventive effect of hypertension, it was found that diet-induced obesity mice are suitable model mice. Next, as a result of comparing cereals with different amounts of β -glucan, barley had a preventive effect of hypertension. Furthermore, two types of barley with different β -glucan contents were added to the experimental diets, and the mechanism of barley β -glucan improving effect on hypertension was investigated. As a result, systolic blood pressure and diastolic blood pressure were significantly lower in the high β -glucan barley group than in the control group. In conclusion, it was suggested that the blood pressure lowering effect of barley is contributed by the action mediated by intestinal flora-short chain fatty acid-short chain fatty acid receptor rather than the renin-angiotensin-aldosterone system.

研究分野：栄養化学

キーワード：大麦 β -グルカン 高血圧 短鎖脂肪酸

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

過食と運動不足などによる脂肪細胞への中性脂肪の蓄積が種々の病気を発症させるというメタボリックシンドロームの概念は広く知られるようになってきた。メタボリックシンドロームとは、内臓脂肪の蓄積によりインスリンの働きが悪くなり耐糖能異常、脂質代謝異常、高血圧などの動脈硬化の一因が集結している状態のことをいう。インスリン抵抗性とは、糖が負荷されたときに血糖を下げるために通常より多くのインスリンを必要とする状態のことを指す。さらに、インスリン抵抗性は交感神経を活性化させたり、血管収縮や血管平滑筋の肥大を促進させたり、尿細管からの Na の再吸収を増加させ、結果的に血圧を上昇させると考えられている。日本人の高血圧の大部分は原因が特定できない、本態性高血圧と呼ばれるもので、全体のおよそ 9 割を占める。このような背景の中、現在上市されている高血圧予防食品は 100 品目を超え、特定保健用食品として認可を受けている食品素材(関与成分)は、ラクトリペプチド、サーデンペプチド、カゼインドデカペプチド、ブナハリタケ抽出物、GABA、烏龍茶ポリフェノールなど、10 種類にのぼる。認可成分の大部分を占めるペプチドは昇圧系であるレニン - アンジオテンシン - アルドステロン系において血圧上昇に関わるアンジオテンシン I 変換酵素 (ACE) に対して阻害作用を示すものである。しかし、高血圧症の予防や改善のためにメタボリックシンドローム改善効果を介したメカニズムによる食品成分の有効性の検証を試みた例はあまりない。

本研究では、食餌応答性の高い肥満モデル動物の構築の成果、ならびに肥満に伴う脂肪細胞の初期炎症状態を調べる動物実験系の確立の成果、腸内細菌代謝を介した臓器炎症抑制メカニズムの結果(科学研究費補助金の成果)を活用して、インスリン抵抗性の改善、脂肪組織の機能正常化により高血圧を抑制できるか検討する。

2. 研究の目的

本研究は、これまで有効性を検証してきた穀類および比較として昆布について高血圧症の予防効果を検討する。従来の高血圧症の予防効果は、食品では主にアンジオテンシン変換酵素の阻害作用を介する研究がほとんどであった。本研究は、インスリン抵抗性による血圧上昇、脂肪細胞の機能破綻によるアンジオテンシノーゲンの過剰分泌を抑制することによる血圧上昇抑制効果を新たなメカニズムとしての可能性を調べることを目的とする。本研究により、メタボリックシンドロームの病態である脂質異常症、高血糖に高血圧が加わり、評価が完成する。

3. 研究の方法

(1) 血圧評価に適したマウスの選定

高脂肪食により肥満を呈する C57BL/6J マウス (D10 マウス)、過食により肥満し、2 型糖尿病を発症する KK/Ta マウス、apoE 遺伝子をノックアウトした動脈硬化モデルマウス (apoE KO マウス) ならびに正常マウス (C57BL/6J 若齢と老齢マウス) を選択し、1 系統 3 ~ 6 匹血圧を測定した。血圧測定はマウス非観血圧測定装置 (BP-98A, (株)ソフトロン) を用いて行った。測定は 38℃ に加温して行った。

(2) 各種穀物を摂取した食餌性肥満モデルマウスの血圧に及ぼす影響

コントロール飼料は、AIN - 93G 組成を基本とし、脂肪エネルギー比が 60% となるようラードを添加し、総食物繊維が 5.0% となるようセルロースを添加した。試験飼料は、えん麦、大麦、ライ麦も総食物繊維が 5.0% になるよう添加した。動物は 5 週齢の C57BL/6J 雄マウスを用い、8 週間高脂肪食を摂取させて肥満を誘発後、1 群 8 匹の 4 群に群分けし、試験飼料を 65 日間給餌した。血圧測定はマウス非観血圧測定装置 (BP-98A, (株)ソフトロン) を用いて行った。測定は 38℃ に加温して行った。

(3) 食物繊維に富む加工昆布の摂取が食餌性肥満モデルマウスのマウスの血圧に及ぼす影響

穀類以外の例として、粘性の高いアルギン酸を含む昆布も評価材料とした。4 週齢の C57BL/6J 雄マウスを 1 群 8 匹の 3 群に分け、12 週間飼育を行った。飼料は AIN93G 組成を基本とし、脂肪エネルギー比が 50% の高脂肪食とした。コントロール群には、セルロースを 5% 添加した。未調理および調理昆布の総食物繊維量を Prosky 法で測定し、乾燥群には総食物繊維が 5% になるように昆布を添加した。調理昆布群は、調理による残存率をもとめ、未調理昆布添加量に残存率を乗じた量を添加し、セルロースで総食物繊維量を調整した。飼育最終週に血圧測定を行った。血圧測定はマウス非観血圧測定装置 (BP-98A, (株)ソフトロン) を用いて行った。測定は 38℃ に加温して行った。

(4) -グルカン含量の異なる大麦の摂取が食餌性肥満モデルマウスのマウスの血圧に及ぼすメカニズムの検証

大麦粉はホワイトファイバー (WF)、ファイバースノウ (FS) を用いた。-グルカン含量としては WF が 1.4 倍多かった。試験群は AIN-93G 組成の飼料を基本として、脂肪エネルギー比が 50% になるようにラードで調整した。大麦群の飼料は総食物繊維量が 5% になるように配合し調整した。マウスは C57BL/6J マウスを用いて、体重が均等になるように群分けし、水と飼料を自由摂取させ体重と飼料摂取量を測定した。11 週目に血圧測定をマウス非観血圧測定装置 (BP-98A (株)ソフトロン) を用いて測定した。飼育 12 週目にマウスを 8 時間絶

食の後解剖し、心臓から血液を採取し、血清中の血圧マーカーを ELISA 法にて分析した。また肝臓、脂肪重量、盲腸を摘出し、重量を測定した後各種分析に供した。

盲腸内要物のメタローム解析のための誘導体化は、盲腸内容物を測りとり、イソプロパノール:アセトニトリル:水から成る単一相の混合液(体積比 3:3:2) を使用し、20°C で 5 分間抽出した。遠心分離器後、上澄みを乾固させた後、オキシム化、誘導体化した。内部標準は d24 ミリスチン酸を 2 μ L 添加した。オキシム化、誘導体化条件は以下の通り。オキシム化:メトキシアミン塩酸塩 40 mg/mL 10 μ L 添加, 30 90 分間反応。トリメチルシリル化: MSTFA + 1%TMCS を 90 μ L 添加, 37 30 分間反応。

GC/MS を用いたメタロミクス解析の測定条件を以下に示す。

装置: 7890 GC/5975C MSD with 7693 自動前処理機能付きオートサンブラ

カラム: DB-5ms + Duragurd (10m) 30m, 0.25mm, 0.25 μ m

注入量: 1 μ L

注入法: スプリット, 10:1

注入口温度: 250

オープン: 60 (7min)-10 /min-325 (10min) カラム流量: 1.1ml/min (定流量モード)

インターフェース温度: 290

イオン源温度: 250

測定モード: スキャン測定, 質量範囲, m/z 50-600

メタロミクスの多変量解析には、MPP 多変量解析ソフト(アジレント製)を用いて、盲腸内容物で有意に異なる成分を解析した。

(5) 高 α -グルカン含量大麦の摂取が GPR43 ノックアウト(KO)マウスの血圧に及ぼす影響

大麦 α -グルカンの血圧改善作用が、発酵によって生じる短鎖脂肪酸の影響である可能性を確認するため、消化管や腎尿細管に発現する短鎖脂肪酸受容体 GPR43 をノックアウトしたマウスで評価した。試験群は AIN-93G 組成の飼料を基本として、脂肪エネルギー比が 50% になるようにラードで調整した。高 α -グルカンとしてビューファイバーを用い、総食物繊維量が 5% になるように飼料に配合し調整した。マウスは C57BL/6J マウスと同系統の GPR43KO マウスを用いて、各マウスともそれぞれ 2 群に群分けし、水と飼料を自由摂取させ体重と飼料摂取量を測定した。11 週目に血圧測定をマウス非観血圧測定装置(BP-98A (株) ソフトロン)を用いて測定した。

4. 研究成果

(1) 血圧評価に適したマウスの選定

高脂肪食により肥満を呈する C57BL/6J マウス (Diet Induced obesity ;DIO マウス), 過食により肥満し, 2 型糖尿病を発症する KK/Ta マウス, apoE 遺伝子をノックアウトした動脈硬化モデルマウス (apoE KO マウス) を評価した。その結果を図 1 に示す。食塩を負荷しなくても DIO マウスが最も収縮期血圧が高いことが認められた。apoE KO マウスは、通常食の状態では高血圧になる系統ではなく、コレステロール負荷により動脈硬化を促進した際に高血圧になるものと推定した。KK/Ta マウスは DIO マウスに次いで血圧が高かった。ヒトのレニンおよびアンジオテンシノーゲンを導入したトランスジェニックマウス(つくば高血圧マウス)では、収縮期血圧が、 129.1 ± 7.1 mmHg であり、正常マウスでは 100.4 ± 4.4 mmHg であったことが報告されている。本実験の DIO マウスの収縮期血圧が 122.2 ± 9.9 mmHg であったことから食餌性高血圧が発症したと考えられる。

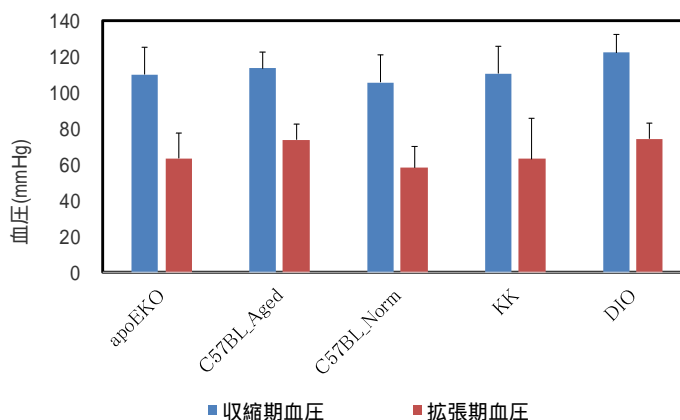


図1 血圧のマウスの系統比較
(エラーバーは標準偏差を示す)

(2) 各種穀物を摂取した食餌性肥満モデルマウスの血圧に及ぼす影響

DIO マウスを用いて、えん麦、大麦、ライ麦を食物繊維源として高脂肪食に配合し、血圧の低下が実証できるか検討した。盲腸で大麦群が有意に高かった。これは、大麦に含まれる α -グルカンが腸内発酵により菌数が増えたことによると考えられる。耐糖能試験では 60 分値で対照群に比べ大麦群で低下傾向にあった。血圧の結果を図 2 に示す。血圧では全ての麦群で収縮期血圧が低下傾向にあり、対照群に比べ大麦群で有意に低く、ライ麦群で低下傾

向にあった。β-グルカン含量は、大麦が最も多く、血压低下効果の差はβ-グルカン含量の差であると考えられた。

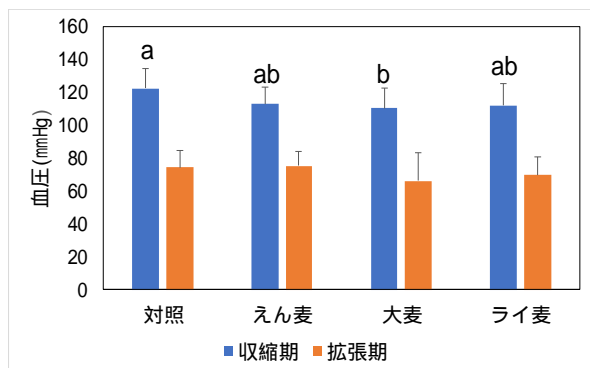
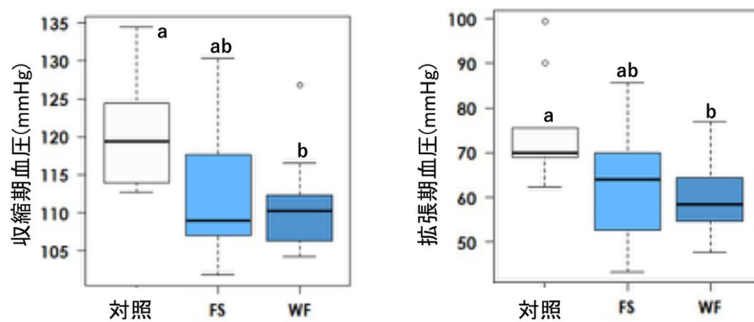


図2 β-グルカンを含む穀物の摂取がマウスの血压に及ぼす影響
エラーバーは標準偏差を示す。異なるアルファベットの付く群間で有意差あり。

- (3) 食物繊維に富む加工昆布の摂取が食餌性肥満モデルマウスのマウスの血压に及ぼす影響
β-グルカンに富む大麦に効果が見られたため、穀物以外で粘性の水溶性食物繊維を含む昆布について評価した。昆布は煮沸加工を行うとより消化管内でアルギン酸が溶出しやすくなることを報告している。煮沸調理により軟化した加工昆布を KK マウスに投与する実験を行った結果、加工昆布群は対照群に比べて血压の上昇を抑制することが認められた。しかし、昆布のアルギン酸は大麦β-グルカンより発酵を受けにくいことが知られており、大麦β-グルカンとは作用機序が異なる可能性が考えられる。
- (4) β-グルカン含量の異なる大麦の摂取が食餌性肥満モデルマウスのマウスの血压に及ぼすメカニズムの検証

対照群と比較して FS, WF 群共に盲腸重量が、有意に増加した。後腹壁脂肪並びに腸間膜脂肪は WF 群で有意に低値を示した。収縮期血压、拡張期血压は対照群に比べて WF 群で有意に低値を示した(図3)。FS 群では有意差が見られなかったが、収縮期血压において低下傾向を示した ($p=0.05$)。



FS: ファイバースノー, WF: ホワイトファイバー

図3 β-グルカン含量の異なる大麦の摂取がマウスの血压に及ぼす影響
異なるアルファベットの付く群間で有意差あり ($p<0.05$)。

血压調整に関わる血清アンジオテンシン濃度と ACE 活性については各群で有意な差は見られず、また肝臓及び副睾丸周辺脂肪組織のアンジオテンシノーゲン、並びにアンジオテンシン受容体の mRNA 発現量については対照群と比べ、FS 群でアンジオテンシノーゲン濃度が有意に増加し、WF 群ではアンジオテンシン受容体が有意に増加した。

盲腸内容物からの抽出物のメタボローム解析を行った結果、有機酸類の差が大きく検出された(図4)。盲腸内の短鎖脂肪酸濃度は対照群と比べて FS 群、WF 群共に酢酸、プロピオン酸、コハク酸、総有機酸量が有意に増加した。また、各血压と盲腸重量に負の相関性が確認され、プロピオン酸と収縮期血压間で負の相関性、酢酸、総有機酸とは負の相関傾向 ($P<0.1$) が確認された。血管収縮因子である血清エンドセリン値は対照群と比較して WF 群、FS 群で有意差は認められなかった。

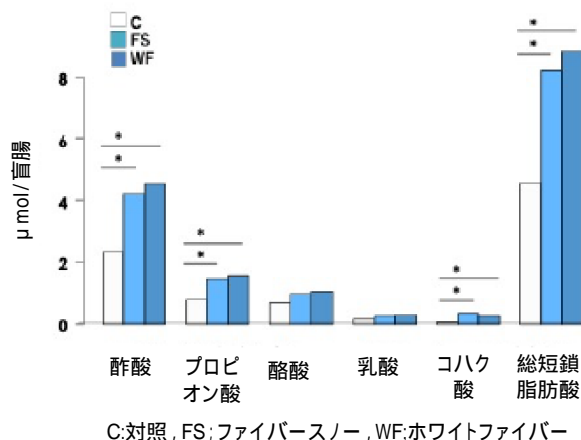


図4 β-グルカン含量の異なる大麦の摂取したマウスの盲腸内短鎖脂肪酸量
エラーバーは標準偏差を示す。
*対照 (C) 群に比べて有意差あり (p<0.05)。

-グルカン含量が高いWF群において、有意に血圧を低下させる作用が示された。収縮期血圧ではFSも低下傾向であった事から、両大麦共に高血圧予防、又は改善作用があると考えられ、β-グルカン含量が多い程効果が顕著であると考えられる。また低下のメカニズムについて、血清アンジオテンシンⅡ、ACE活性は有意差が認められなかったことから、レニン-アンジオテンシン-アルドステロン系による調節作用は大きく寄与していない事が示唆された。同様に内臓脂肪蓄積の低減に伴う脂肪組織からのアンジオテンシノーゲンの発現量低下によるメカニズムでも認められず、逆に発現量が高まる事が示された。また交感神経を介したレプチンの血圧上昇促進作用が報告されているが、本研究において、血圧とレプチンに相関性が見られなかった。本研究において盲腸、短鎖脂肪酸と血圧間で負の相関性が見られた事から、大麦摂取により盲腸内短鎖脂肪酸が増加し、短鎖脂肪酸受容体を介した血圧調整のメカニズムが考えられた。以上より、大麦の血圧低下作用はレニン-アンジオテンシン-アルドステロン系よりも腸内細菌叢-短鎖脂肪酸-短鎖脂肪酸受容体を介した作用が寄与している事がはじめて示された。

- (5) 高β-グルカン含量大麦の摂取がGPR43ノックアウト(KO)マウスの血圧に及ぼす影響
C57BL/6Jマウスに高脂肪食を与えたD10モデルマウスでは、高β-グルカン大麦であるビューファイバーに血圧低下作用が認められた。一方、GPR43KOマウスではビューファイバーによる血圧低下作用は認められなかった。GPR43KOマウスにおいても盲腸内短鎖脂肪酸はC57BL/6Jマウスと同程度増えていたことから、短鎖脂肪酸の受容体を介した作用が推定された。おそらく、腎尿細管での短鎖脂肪酸の作用が血圧調節に関与した可能性がある。

<引用文献>

- Matsuda, M, Shimomura, I.: Increased oxidative stress in obesity: implications for metabolic syndrome, diabetes, hypertension, dyslipidemia, atherosclerosis, and cancer. *Obes Res Clin Pract*, 2013, 7, p.e330-341.
- 荒川規 矩男: 総説 本態性高血圧症の成因, 心臓, 1971, 3, p.215-222.
- 林 浩孝 他: 特定保健用食品「血圧が高めの方に適する」表示をした食品について, 日本補完代替医療学会誌, 2008, 5, p.37-47.
- Aoqui, C. et al.: Microvascular dysfunction in the course of metabolic syndrome induced by high-fat diet. *Cardiovasc Diabetol*, 2014, p.13-31.
- Kelley, EE et al.: Fatty acid nitroalkenes ameliorate glucose intolerance and pulmonary hypertension in high-fat diet-induced obesity. *Cardiovasc Res*, 2014, 101, p.352-363.
- 村上和雄: 遺伝子導入マウスと遺伝子欠損マウスが創られるまで. *化学と生物*, 1997, 35, p.45-51.
- 山岸 あづみ 他: 軟化处理昆布が食餌性肥満モデルマウスのメタボリックシンドローム関連指標に及ぼす影響. *日本栄養・食糧学会誌*, 2015, 68, p.119-128.
- Felizardo, R.J.F. et al.: The interplay among gut microbiota, hypertension and kidney diseases: The role of short-chain fatty acids. *Pharmacol Res*, 2019, 141, p366-377.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Aoe S, Nakamura F, Fujiwara S	4. 巻 10
2. 論文標題 Effect of Wheat Bran on Fecal Butyrate-Producing Bacteria and Wheat Bran Combined with Barley on Bacteroides Abundance in Japanese Healthy Adults.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nutrients	6. 最初と最後の頁 1980
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/nu10121980	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 該当する
1. 著者名 青江 誠一郎, 小前 幸三, 井上 裕, 村田 勇, 峰岸 悠生, 金本 郁男, 神山 紀子, 一ノ瀬 靖則, 吉岡 藤治, 柳沢 貴司	4. 巻 71
2. 論文標題 配合比率の異なるモチ性大麦混合米飯の摂取が食後血糖値に及ぼす影響.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本栄養・食糧学会誌	6. 最初と最後の頁 283-288
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） doi.org/10.4327/jsnfs.71.283	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 -
1. 著者名 Aoe S, Ichinose Y, Kohyama N, Komae K, Takahashi A, Yoshioka T, Yanagisawa T.	4. 巻 94
2. 論文標題 Effects of Glucan Content and Pearling of Barley in Diet Induced Obese Mice	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Cereal Chemistry	6. 最初と最後の頁 956-962
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1094/CCHEM-04-17-0083-R	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 Aoe S, Ichinose Y, Kohyama N, Komae K, Takahashi A, Abe D, Yoshioka T, Yanagisawa T.	4. 巻 42
2. 論文標題 Effects of high -glucan barley on visceral fat obesity in Japanese individuals: A randomized, double-blind study	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nutrition	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.05.002	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 加藤 美智子, 椿 和文, 久下 高生, 青江 誠一郎	4. 巻 74
2. 論文標題 高脂肪食中の大麦由来 -グルカン含量がマウスの耐糖能と腹腔内及び肝臓脂肪蓄積に及ぼす影響	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 栄養学雑誌	6. 最初と最後の頁 60-68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.5264/eiyogakuzashi.74.60	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 青江誠一郎	4. 巻 49
2. 論文標題 穀類に含まれる食物繊維の特徴について	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本調理科学会誌	6. 最初と最後の頁 297-302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.11402/cookeryscience.49.297	査読の有無 無
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 鎌田直, 角田千尋, 青江誠一郎	4. 巻 44
2. 論文標題 -グルカン含有大麦シロップを使用した飲料摂取による食後血糖応答とセカンドミール効果 - 無作為化 二重盲検プラセボ対照クロスオーバー比較試験 -	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 薬理と治療	6. 最初と最後の頁 1581 -1587
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 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 青江誠一郎 他
2. 発表標題 小麦ブランとパーリーマックスの同時摂取による日本人の腸内環境に及ぼす相乗効果の検討：二重盲検並行群間試験
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三尾建斗、青江誠一郎 他
2. 発表標題 内在性酵素により低分子化した大麦 - グルカンがマウスの耐糖能及び脂質代謝に及ぼす影響
3. 学会等名 日本食物繊維学会第23回学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青江誠一郎
2. 発表標題 全粒穀物の摂取が日本人の肥満および耐糖能に及ぼす影響に関する最新エビデンス
3. 学会等名 日本食物繊維学会第23回学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 青江誠一郎
2. 発表標題 小麦全粒粉および大麦配合パンの機能性研究の最新情報
3. 学会等名 日本食品科学工学会平成31年度関東支部大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 青江誠一郎，中村史子，藤原優
2. 発表標題 小麦ブランとパーリーマックスの同時摂取による日本人の腸内環境に及ぼす相乗効果の検討：二重盲検並行群間試験
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 不破未貴, 山中千恵美, 田宮大雅, 三好孝則, 青江誠一郎
2. 発表標題 大麦品種BARLEYmaxの摂取がマウスの腸内代謝に及ぼす影響
3. 学会等名 第72回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 後藤優佳, 松岡翼, 福田真嗣, 青江誠一郎
2. 発表標題 大麦 -グルカン摂取による耐糖能改善効果と内臓脂肪への影響
3. 学会等名 第37回日本肥満学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 青江誠一郎, 山中千恵美, 北園英一, 妹脊和男
2. 発表標題 大麦品種BARLEYmaxの摂取がラットの盲腸および結腸の腸内発酵に及ぼす影響
3. 学会等名 2017年度日本農芸化学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三尾建斗, 山中千恵美, 青江誠一郎
2. 発表標題 大麦 -グルカンが食餌性肥満マウスの血圧調節に及ぼす影響
3. 学会等名 第24回日本食物繊維学会学術集会
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----