

Mon. Mar 29, 2021

ライブ配信

企業協賛シンポジウム

Corporate Sponsorship Symposium 1

座長：熊谷 元（京大院農）、川島 知之（宮崎大学農）

9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信

[SSY1-Introduction] イン트로ダクション

[SSY1-01] エコフィードの新しい取り組みー未利用原料の開発事例ー

○Kei Takahashi¹（1.Kankyo Techsys corporation）

[SSY1-02] 養豚および養鶏におけるエコフィードの利用ー資源の特徴と対象畜種の適性ー

○Mao Saeki¹（1.Nihon University, College of bioresource science）

[SSY1-03] 肉用牛におけるエコフィードの利用ー近畿地方の事例と研究成果ー

○Hajime Kumagai¹（1.Graduate School of Agriculture）

[SSY1-04] 乳牛におけるエコフィードの利用ー野菜未利用部サイレージの乳生産への利用

○Kan Sato^{1,2}（1.Tohoku University, Graduate School of Agricultural Science, 2.Tokyo University of Agriculture and Technology, Department of Science of Biological Production）

[SSY1-Discussion] 総合討論および質疑応答

企業協賛シンポジウム

Corporate Sponsorship Symposium 2

座長：友永 省三（京大院農）

1:00 PM - 3:00 PM ライブ配信

[SSY2-Introduction] イン트로ダクション

[SSY2-01] 食事パターンおよび血中 β -アラニン濃度と認知症リスクの関連：久山町研究

○Toshiharu Ninomiya¹（1.Department of Epidemiology and Public Health, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University）

[SSY2-02] 畜産物の品質評価、付加価値の向上に向けたメタボロミクス技術の工夫と応用

○Shuji Ueda¹（1.Graduate School of Agricultural Science, Kobe University）

[SSY2-03] メタボロミクスを用いた糖尿病研究と畜産学分野への応用展望

○Norihide Yokoi¹（1.Kyoto Univ.）

[SSY2-Closing] 閉会の挨拶

企業協賛シンポジウム

Corporate Sponsorship Symposium 1

座長：熊谷 元（京大院農）、川島 知之（宮崎大学農）

Mon. Mar 29, 2021 9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信

協賛：キューピー株式会社

視聴はこちら（Zoom）

パスコード：329374

[SSY1-Introduction] イン트로ダクション

[SSY1-01] エコフィードの新しい取り組み－未利用原料の開発事例－

○Kei Takahashi¹（1.Kankyo Techsys corporation）

[SSY1-02] 養豚および養鶏におけるエコフィードの利用－資源の特徴と対象畜種の適性－

○Mao Saeki¹（1.Nihon University, College of bioresource science）

[SSY1-03] 肉用牛におけるエコフィードの利用－近畿地方の事例と研究成果－

○Hajime Kumagai¹（1.Graduate School of Agriculture）

[SSY1-04] 乳牛におけるエコフィードの利用－野菜未利用部サイレージの乳生産への利用

○Kan Sato^{1,2}（1.Tohoku University, Graduate School of Agricultural Science,
2.Tokyo University of Agriculture and Technology, Department of Science of
Biological Production）

[SSY1-Discussion] 総合討論および質疑応答

(Mon. Mar 29, 2021 9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信)

[SSY1-Introduction] イントロダクション

(Mon. Mar 29, 2021 9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信)

[SSY1-01] エコフィードの新しい取り組みー未利用原料の開発事例ーOKei Takahashi¹ (1.Kankyo Techsys corporation)

現在、多くの食品廃棄物などが収集、加工されエコフィードとして活用されるようになってきている。しかしながら、飼料として有用でありながらまだ利用されていない未利用資源は数多くあり、それらの有効利用が課題となっている。成分分析および消化性試験などによる評価、保存性などの取扱性向上により飼料としての利用が可能となる。このような開発事例を紹介するとともに、実際の農家での給与状況などを紹介する。

カットフルーツマーケットの伸張により、パイナップルの加工残さの発生量が増加している。カットフルーツ製造時、皮、芯が約50%程度廃棄されている。そのままだでも牛の嗜好性は非常に良好であるが、取扱が難しく主にこれまでの利用は大規模 TMRセンターでの利用が中心であった。パイナップル粕、密閉袋詰することによりサイレージ化を行った。サイレージの保存性は良好であり、乾乳牛の消化試験において非常に高い消化性が確認された。パイナップル脱水時に発生する脱離液はほぼ純粋な糖液であり、豚のリキッドフィードにおいてエネルギー源として利用されている。

カット野菜もマーケットが拡大しており、食品廃棄物の発生量が増加している。ゴボウのカット工程で発生するゴボウ残渣を脱水、サイレージ化を行った。ゴボウは糖含量が高く、高品質なサイレージとなった。消化性も良好でイネ科牧草代替として利用が進んでいる。

乾燥ビール酵母は古くから飼料利用されているが、乾燥工程にかかるコストのため高価格であり配合割合を高めることが難しかった。ビール酵母を液状のまま豚のリキッドフィードの原料として配合することで、タンパク源として大豆粕代替として利用を行っている。ビール酵母は大豆粕同等の発育生育であり、大豆粕と比してリノール酸含量が低いことから肉質の向上も期待できる原料である。

略歴：名古屋大学農学部、排水処理プラントメーカーを経て2005年に食品リサイクルを行なう有限会社環境テクニクスを設立、代表就任。全国でエコフィード開発に取り組んでおり、未利用資源の飼料化の実績を多数有している。また、関連会社でエコフィード100%給与による養豚を行っている。

(Mon. Mar 29, 2021 9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信)

[SSY1-02] 養豚および養鶏におけるエコフィードの利用ー資源の特徴と対象畜種の適性ーOMao Saeki¹ (1.Nihon University, College of bioresource science)

現在の日本畜産における様々なエコフィード利用のきっかけは、2001年の食品リサイクル法の施行であり、その前後から研究・実用化が進んできた。その同年に国内ではじめての BSEが確認されたことにより、主な動物性蛋白質飼料の反芻家畜への給与が禁止され、反芻家畜用の A飼料と、その他の飼料(B飼料)の製造・輸送・保管がす

べて分離された。その結果、エコフィードの原料である食品残さの利用も、牛と、豚・鶏に分けた利用がなされてきた。

そのなかで養豚における利用量は約20年で顕著に増加しており、養鶏における利用量は一定量で留まっている。養豚においてはリキッドフィーディングの導入が進んだことが大きく寄与している。食品残さは高水分の資源が多く、乾燥飼料化では経済的なメリットが得られなかったが、リキッド状で飼料化して豚に給与することで利用可能な対象の資源が拡大した。一方、養鶏においては、配合飼料用の乾燥化飼料はエコフィードとして一定の利用があるものの、養鶏用飼料全体に占める現状量としてはほんの数パーセントと考えられる。両者の代表的な事例を紹介したい。

食品産業全体からの原料の食品残さ発生量と飼料としての利用量をみると、H29年の発生量1,737万トンのうち、913万トンが飼料として利用されていると推定されている(H31年エコフィードをめぐる情勢、農水省)。実はこれは前年(H28年)にくらべて、発生量として約200万トン減少しており、飼料利用量としては約100万トンの減少である。社会全体としての発生量がわずかに減少に転じつつあり、そのなかの飼料としての利用割合が上昇していると認識している。その中身の食品残さ自体も常に新しい資源が現れ、また消える資源も多く、常に変動があるなかでエコフィードとして活用されている。それらのなかで、ある程度の発生量の変動や栄養成分の変動があっても養豚用として利用する技術は確立しており、どうしても資源として利用が難しいものが活用されずに残りつつある。具体的には粗脂肪含量の多い資源が養豚用としては活用されずに廃棄されているものの、これは高エネルギー飼料として養鶏への活用が期待されており、その研究成果を紹介する。また養鶏用配合飼料への親和性が高いと考えられる資源もあり、さらに日本人の食生活の変化に伴い、色素や機能性成分を含んだ現代型の食品残さも複数紹介したい。

養豚においては、デンプン系とタンパク質系の資源は活用が進んでいるが、各地の飼料製造事業所では、それぞれ目的に応じて様々な手法で飼料化をおこなっており、全国各地に分布するようなオカラのような基本的な食品残さであっても、乾燥化、リキッド化、サイレージ化されている。さらに各地方に特有の素材は液状から固形、栄養成分もバラエティ豊かなため、一定の教科書的なマニュアルはないが、いくつかの類型を紹介する。

以上のほかに、現在、豚・鶏においてエコフィード利用が進んできた状況がストップして、最悪の場合には2000年の時点へ逆行しかねない事態が生じている。2018年9月からの国内におけるCSF(豚熱)の発生拡大とアジア各国でのASF(アフリカ豚熱)の大流行をうけ、農水省によりエコフィードの取り扱いに関する基準強化案が2021年4月から施行される。ポイントは2点あり、1.加熱処理を義務付ける対象素材の拡大と、2.その加熱水準の上昇である。1は現在「生肉を含む可能性のある素材」が対象だが「肉を扱う工場などから出た肉に触れた可能性がある素材」へと大幅な拡大であり、2は現在のCSFの防疫指針に準じた「80度以上3分以上」という加熱水準から「攪拌しながら90度以上60分以上」を加熱処理を義務付ける。1では、弁当工場やパン製品工場のほとんどが対象となってしまう、弁当残さや、総菜パン系の飼料利用拡大に制限がかかる。2では、燃料使用量の経費増大と時間当たりの処理量の減少が起こるため、これまでのエコフィード利用のメリットがなくなるため、今後の利用に重大な影響を及ぼす可能性が高い。以上の経過も含め、2021年3月時点での状況を報告したい。

略歴：1997年 北里大学大学院修士課程修了、2000年 日本大学大学院博士課程退学、2002年(独) 科学技術振興機構重点研究支援協力員、2005年 日本大学生物資源科学部助手、2017年 同教授

(Mon. Mar 29, 2021 9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信)

[SSY1-03] 肉用牛におけるエコフィードの利用ー近畿地方の事例と研究成果

—

○Hajime Kumagai¹ (1.Graduate School of Agriculture)

1. はじめに

わが国の畜産は、2014年度概算で濃厚飼料の86%を輸入飼料に依存する他、粗飼料についても少なくない量を輸入に頼っている。この構造は飼料価格がおしなべて安い場合、あるいは代替飼料が容易に手に入る状況では、畜産経営において利潤を生みやすいが、飼料価格が高い場合は経営を極度に圧迫する不安定因子となる。特に近年は、根底にある世界的な畜産物の需要増に加えて、石油価格の乱高下、飼料作物資源をめぐるバイオエタノール・バイオジゼル仕向けとの競合、オーストラリア東部やアメリカ中西部の穀物生産地帯で頻発する早魃等の影響で、飼料価格が不安定であるため、濃厚飼料多給による高品質な牛肉生産や、高泌乳牛による乳の高位安定生産を図る農家は、常にリスクを抱えているといえる。一方、わが国の畜産のなかで、都市近郊の養豚産業や酪農は、近場の食品製造・加工・販売過程で発生する粕類や規格外品等を飼料として用いることにより発展してきた経緯がある。このような取り組みは畜産農家における飼料費と事業所における廃棄物処理費の低減に資する他、環境負荷の低減に通じる地域循環型畜産の発展をも促す。今回の発表では、特に黒毛和種肥育牛に焦点を当て、未利用資源の利活用に関するこれまでの研究成果を概観した上で、発表者が関わってきた調査や給与試験の結果を紹介し、今後の展開について述べる。

2. 国内で行われてきた肥育牛用飼料としての未利用資源の利活用に関する研究成果

養豚、養鶏、泌乳牛に対する給与試験の成果に比較して、事例は少ない。1970年代以降の都道府県畜産試験場等における研究成果を網羅した場合、既に市販の濃厚飼料の配合原料として用いられている材料を除外すると、トウモロコシ、生米ヌカ、ビール粕等を既存の濃厚飼料原料と組み合わせたり発酵 TMR として調製して給与した試験が多く、ビートパルプ、麦ヌカ、碎米、大豆稈・サヤ、くず大豆、パン屑を用いた試験が散見される。乾物としての代替率は既存の濃厚飼料の10-30%で、飼料摂取量、増体、飼料要求率、枝肉成績が既存の濃厚飼料給与と同等で、飼料費や生産物価格との差益が改善された研究が多い。一方、肉の理化学的性状、脂肪酸組成、官能評価に踏み込んだ研究はそれほど多くない。

3. 近畿地方における地場産飼料資源の探索

京都府南丹地域（京丹波町、南丹市および亀岡市）は、農業産出額の約45%を畜産が占めるが、その周辺で事業展開している食品工場と農業団体からは多くの副産物が発生しており、これらの低・未利用資源の飼料化技術の開発がまたれている。そこで南丹地域にある食品製造事業所と農業団体に調査協力を依頼するとともに、提供された食品製造副産物、食品原料副産物などの試料サンプルを分析することによって、飼料資源として利用可能な賦存量を算出した。対象とした40件程度の事業所・団体のうち、11件から協力が得られ、食品製造副産物、食品原料副産物など14点の試料が提供された。提供された試料サンプルと配合飼料中の化学成分分析値を調べた。現在使用されている配合飼料の一部を代替することを目的として混合飼料を調製する際に、基本的に高エネルギー、高タンパク質の資材が必要となるため、取り扱える食品製造副産物や食品原料副産物は限定されることになる。肉牛肥育用配合飼料の一部を代替するために組み合わせた資材はポテト加工残渣、醤油粕、豆腐粕および麺類規格外品の4つである。ポテト加工残渣と豆腐粕の配合割合を低めに設定し、麺類規格外品の配合割合を高めによって比較的低タンパク質、高エネルギー飼料が作製できると考えられた。一方、京都府下の醸造所から産出される清酒粕やヌカ類は粗タンパク質や粗脂肪含量が高いものがあり、事業所の規模と製造過程によっては通年で大量に産出されるため、タンパク質およびエネルギー源として既存飼料に代替可能であると考えられた。

4. 肥育牛に対する給与試験の成果

上記の調査の結果、供試した新規飼料資源の一部は、濃厚飼料の構成要素として既存の飼料に置き換えることのできる飼料、あるいは機能性を有する飼料として既存の飼料に添加可能な材料であることが示された。そこでまず、副産物資源の中で特にタンパク質およびエネルギー飼料としての利用が有望なものを取り上げ、以下の資材を用いて肉牛への給与試験を行った。

- ・ 麺類規格外品を主体とした発酵 TMR を用いた成長試験（肥育後期）
- ・ 豆腐粕・醤油粕混合飼料を用いた成長試験（肥育前期）および肥育試験
- ・ 液化仕込み清酒粕を用いた肥育試験

【略歴】1990年 京都大学大学院農学研究科博士課程修了、1990年日本学術振興会特別研究員（PD）、1992年 広島大学生物生産学部助手、1994年 広島大学大学院国際協力研究科助教授、2016年 京都大学大学院農学研究科

准教授

(Mon. Mar 29, 2021 9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信)

[SSY1-04] 乳牛におけるエコフィードの利用ー野菜未利用部サイレージの乳生産への利用

○Kan Sato^{1,2} (1.Tohoku University, Graduate School of Agricultural Science, 2.Tokyo University of Agriculture and Technology, Department of Science of Biological Production)

我が国の飼料自給率はカロリーベースで25%と低く、食料自給率を引き下げる要因となっている。さらに、輸入飼料は国際情勢によってその値段が変動するため、その価格により大きく畜産経営が左右される。このような背景から、日本の畜産農家ではエコフィードを含めた自給飼料の利用の拡大が進められてきた。食品加工工場などから排出される野菜未利用部（野菜端材）は、良質な粗飼料としての価値が期待できる一方で、廃棄量が非常に多いわけではない、水分が多い、品質が均一ではない、保存性が悪いなどの欠点が多く、十分に利用されてはいなかった。本講演では、キューピー（株）と共同で開発した、キャベツの未利用部分で作成したサイレージ（キャベツサイレージ）の生産性評価を紹介し、乳牛用のエコフィードとしての有用性を解説する。

キューピー株式会社により新たに開発された本製品は、硝酸態窒素含量が少なく、CP(粗たんぱく質)17.5、TDN(可消化養分総量)69.2と良質な飼料であり、TMRの一部をそのまま代替できる栄養素組成であった。

そこで、トウモロコシサイレージの乾物重1/3をキャベツサイレージで代替し、乳牛の生産性とルーメン発酵を含めた体内栄養代謝に対する影響を観察した。実験は、東京農工大学農学部附属FSセンターFM府中のホルスタイン種泌乳牛を供試し、1期を2週間とする2期の反転試験法により泌乳試験を実施した。

乾物摂取量および乳量は、キャベツサイレージにおいて有意に増加した。乳成分に関しては、対照区との間に差は認められなかった。よって、キャベツサイレージをTMRに混合すると、乳牛の乳生産向上に有効であることが示された。

ルーメン内容液中の総VFA濃度は、給与後2h、5hでトウモロコシサイレージと比べ有意な差は認められず、酢酸の割合が給与後2時間にキャベツサイレージ給与により有意に低下し、プロピオン酸の割合が給与後2時間に有意に高くなった。ルーメン内容液中のアミノ酸濃度およびpHにキャベツサイレージ給与の影響は認められなかった。また、血中の生化学的性状も、キャベツサイレージ給与で変化は認められなかった。よって、キャベツサイレージは正常なルーメン発酵を維持するとともに、粗飼料と濃厚飼料の両面を持つ飼料である可能性が示唆された。

最後に、キャベツサイレージを1/3混合したTMRの消化率を測定した。乾物、タンパク質、NDFのいずれの消化率もトウモロコシサイレージと差はなく、乾物摂取量が増加にしたにもかかわらず、適切な消化率を維持していた。

以上の結果から、野菜未利用部により作成したサイレージは、エコフィードとして使用できるだけでなく、乳牛の生産性も向上することができる良質な飼料原料であるといえる。欠点としては、脱水を行っているにも関わらず水分含量が多く、長期保存に若干の不安があること、また、脱水のため細切していることから、多量の給与はルーメンの正常性を損なう可能性が考えられることがあげられる。さらに、キャベツの未利用部分を用いていることから、栄養素組成にロット間の差がある可能性も考えられる。しかしながら、キャベツサイレージ給与時の乳牛の乳生産はトウモロコシサイレージ給与時よりも優れており、乾物摂取量はキャベツサイレージで増加し、粗飼料原料として十分使用できるとともに、乳牛用配合飼料や大豆粕といった蛋白源となる濃厚飼料を節約できる飼料原料であることは、本研究から疑う余地はない。飼料自給率の上昇および食品製造残渣の有効活用につながる飼料原料として、今後の現場での活用期待したい。

【略歴】

佐藤幹・教授

1992年東北大学 農学研究科修了、1992年 東北大学, 大学院・農学研究科, 助手、2006年 東京農工大学, 大学院共

生科学技術研究院若手人材育成拠点, 特任助教授、2008年 東京農工大学, 農学研究院, 准教授、2016年 東京農工大学, 農学研究院, 教授、2020年 東北大学農学研究科, 教授

(Mon. Mar 29, 2021 9:00 AM - 12:00 PM ライブ配信)

[SSY1-Discussion] 総合討論および質疑応答

企業協賛シンポジウム

Corporate Sponsorship Symposium 2

座長：友永 省三（京大院農）

Mon. Mar 29, 2021 1:00 PM - 3:00 PM ライブ配信

協賛：日本ハム株式会社

視聴はこちら（Zoom）

パスコード：329374

[SSY2-Introduction] イン트로ダクション

[SSY2-01] 食事パターンおよび血中 β -アラニン濃度と認知症リスクの関連：久山町研究

○Toshiharu Ninomiya¹ (1.Department of Epidemiology and Public Health, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University)

[SSY2-02] 畜産物の品質評価、付加価値の向上に向けたメタボロミクス技術の工夫と応用

○Shuji Ueda¹ (1.Graduate School of Agricultural Science, Kobe University)

[SSY2-03] メタボロミクスを用いた糖尿病研究と畜産学分野への応用展望

○Norihide Yokoi¹ (1.Kyoto Univ.)

[SSY2-Closing] 閉会の挨拶

(Mon. Mar 29, 2021 1:00 PM - 3:00 PM ライブ配信)

[SSY2-Introduction] イントロダクション

(Mon. Mar 29, 2021 1:00 PM - 3:00 PM ライブ配信)

[SSY2-01] 食事パターンおよび血中 β -アラニン濃度と認知症リスクの関連：久山町研究

○Toshiharu Ninomiya¹ (1.Department of Epidemiology and Public Health, Graduate School of Medical Sciences, Kyushu University)

【要旨】

わが国は、4人に1人が高齢者という超高齢社会を迎え、認知症の増加が医療・社会問題となっている。さらに、認知症予防に有効な食事について関心が高まっている。近年の海外の臨床・疫学研究の成績では、地中海式食事パターンが認知症の発症リスクを減少させるという報告が散見される。しかし、わが国には固有の食文化があるため、認知症予防に有効なわが国固有の食事パターンを同定することが重要である。

福岡県久山町では、地域住民を対象とした生活習慣病や認知症の疫学研究（久山町研究）を継続している。そこで、1988年の生活習慣病健診で食事調査を受診した認知症のない60～79歳の住民1006人を17年間追跡調査した成績をもとに、日本人の地域住民における食習慣と認知症発症の関係を検討した。その結果、大豆製品と豆腐、緑黄色野菜、淡色野菜、藻類、牛乳・乳製品、芋類、果実類、魚の摂取量が多く、米とアルコールの摂取が低いという食事パターンを有する者では、全認知症の発症リスクが有意に低かった。病型別の検討では、アルツハイマー型認知症、血管性認知症ともに発症リスクが低かった。

さらに、近年、鶏肉に多く含有するイミダゾールジペプチドとして知られるカルノシン・アンセリンの摂取が抗酸化作用・抗糖化作用・抗炎症作用を介して認知機能障害に予防的に作用することが報告されている。そこで、カルノシン・アンセリンの分解産物である β アラニンの血中濃度と認知症の発症リスクとの関連について検討した。血清 β アラニン濃度は液体クロマトグラフ質量分析法により測定した。その結果、血清 β アラニン濃度の上昇に伴い、全認知症およびアルツハイマー型認知症の発症リスクは有意に低下した。

将来の認知症を予防する上で、高血圧や糖尿病、喫煙などの危険因子の予防・管理に加え、食習慣にも留意することが重要であると考えられる。また、鶏肉などカルノシン・アンセリンあるいは β アラニンを含有する食事は、認知機能障害に対し保護的に作用することが示唆された。

【略歴】

1993年 九州大学医学部卒。2000年 九州大学医学博士取得。2003年 久山町研究、学術研究員。2006年 シドニー大学ジョージ国際保健研究所に留学、その後九州大学病院助教、シドニー大学留学（2度目）、九州大学附属総合コホートセンター・教授を経て、2016年 同大学 衛生・公衆衛生学分野・教授に就任。

(Mon. Mar 29, 2021 1:00 PM - 3:00 PM ライブ配信)

[SSY2-02] 畜産物の品質評価、付加価値の向上に向けたメタボロミクス技術の工夫と応用

○Shuji Ueda¹ (1.Graduate School of Agricultural Science, Kobe University)

メタボロミクス解析の技術の進歩は目覚ましく、食品分野における品質評価、反応機構の解明に活用されるようになってきた。しかし、食材によって組織構造は異なり、それぞれ食品の持つ特徴に配慮する必要があることから、畜産物評価へのメタボロミクス解析の応用には様々な工夫が必要であった。我々は、GC/MS、LC/MSなどの質量分析計を用いて、畜産物の「代謝産物」と「脂質」のメタボロミクス解析を進めてきた。本大会では、①畜産物の栄養成分の比較、②牛肉の銘柄、部位の比較、③熟成に伴う栄養成分の経時的変化、④牛肉の食肉加工品の解析事例を紹介する。

GC/MSを用いた実験手法について

鶏肉(ブロイラー)、豚肉(ディロックとケンボローのF1交雑)、牛肉(黒毛和種)の試料は、食肉センターより直接入手した。銘柄の比較には、黒毛和種牛肉 A4等級の2銘柄及びホルスタイン種の胸最長筋(熟成21日目)を使用した。熟成に伴う栄養成分の解析では、交雑牛、黒毛和種、乳用種の胸最長筋(サーロイン)、半膜様筋(ウチモモ)を用いて、熟成0日、10日、20日、30日、40日までの経時的変化を検討した。牛肉の食肉加工品(牛ハム)は、肉のヒライ(兵庫県)より提供を受け検討した。

試料は、採材後、液体窒素で凍結破碎処理を行い、標準品を含む超純水/メタノール/クロロホルムで分画し、水溶性画分を島津製作所製 GCMS-QP2010Ultra、あるいは脂質分画を Thermo Fisher 社製 LTQ Orbitrap XL、または Q-Exactive plusを用いて分析した。

2. 畜種間の栄養成分の網羅的解析

GC/MSは、トリメチルシリル誘導体化することで、低分子のアミノ酸、有機酸、糖などの栄養成分を網羅的に解析できる。GC/MSによる畜種間の比較では、黒毛和種とホルスタイン種で88成分が、豚肉と鶏肉で84成分の栄養成分が、再現性高く検出された。

3. 黒毛和種牛肉の栄養成分の網羅的解析

GC/MSによる黒毛和種とホルスタイン種の比較では、フマル酸、アスコルビン酸、アデノシンなど6成分が有意に検出され、黒毛和種の銘柄の比較では、31成分(アラニン、アスパラギン、グリセロール3-リン酸、イノシンなど)が有意な特徴として示された。

LC/MSによる総脂質を対象とした分析では、中性脂肪であるトリアシルグリセロール(TG)の様々な分子種が多く検出された。牛肉の熟成による経時的変化では、グルタミン酸など多くのアミノ酸が増加し、核酸成分の減少と、その分解物のヒポキサンチンの増加が認められた。

4. 食肉加工品の科学的評価へのメタボロミクス解析の応用

我々は、食肉加工品の栄養成分の分析において、メタボロミクス技術を活用している。一例として、新たに試みた黒毛和種牛肉を材料にした牛ハムと、従来の豚肉製品の抽出物を GC/MSで解析した結果、86成分が検出された。個別に栄養成分を比較分析したところ、牛ハムは、従来品に比べ、オレイン酸、オルニチンなどが豊富に含

まれ、栄養成分にユニークな特徴を有していることが示された。

5. おわりに

本研究では、畜産物を対象に、従来の分析ではカバーできない栄養成分を含む網羅的解析の可能性について検討してきた。今後は、官能評価データなどを追加することで、牛肉の美味しさを視覚的にイメージできる美味しさマップへの応用や、牛肉や食肉加工品の品質をモニタリングする栄養成分の指標作りに活かして行きたい。

【略歴】

2004年 神戸大学大学院医学系研究科博士課程修了、2004年 神戸大学大学院医学研究科 21世紀 COEプログラム COE研究員、2008年 神戸大学大学院医学研究科グローバル COEプログラム G-COE研究員、2008年 神戸大学大学院農学研究科助教、2013年カリフォルニア大学ディビス校客員研究員、2013年神戸大学大学院農学研究科助教 現在に至る。

(Mon. Mar 29, 2021 1:00 PM - 3:00 PM ライブ配信)

[SSY2-03] メタボロミクスを用いた糖尿病研究と畜産学分野への応用展望

○Norihide Yokoi¹ (1.Kyoto Univ.)

糖尿病はインスリンの絶対的あるいは相対的不足により高血糖をはじめとする全身の代謝異常を呈する疾患である。世界の糖尿病人口は増加の一途をたどり、2019年の時点で4億6,300万人と推計され、現状のまま推移すると2030年までに5億7,800万人に、2045年までに7億人に増加すると予想されている。2019年時点で、成人のうち11人に1人が糖尿病と推定され、65歳以上では5人に1人が糖尿病である。我が国では、2018年時点で糖尿病が1,000万人、予備群が1,000万人と推定されている。糖尿病は発症すると治療が困難であり、重症化すると失明、下肢切断や透析治療など QOLの低下のみならず医療費も莫大になるため、糖尿病の克服は医学的、社会的にも極めて重要な課題である。

糖尿病の多くは遺伝素因と環境要因の交互作用により発症する。ゲノムワイド関連解析 (GWAS) により数百もの糖尿病発症に関連する SNP が同定されている。このような SNP の解析により糖尿病の発症に対する遺伝的感受性を把握することはできるが、発症予測や病態についての情報は得られない。実際に糖尿病の発症に向かっていくこと (予備群)、発症したこと、さらに発症後の病態やその進展状況を把握するには血糖値やインスリンなどの経時的かつ量的な変化を捉えることが必要である。現在、糖尿病の診断には空腹時もしくは随時の血糖値やグリコヘモグロビン (HbA1c) など血糖に依存した指標が用いられている。しかし、血糖上昇が認められる前から代謝異常は進行していると考えられており、将来糖尿病になるリスクの高い群を早期に捉えるには、血糖に依存しない新たなバイオマーカーが必要である。生体内代謝物の網羅的解析 (メタボロミクス) を用いたアプローチは、糖尿病の診断や病態評価のみならず、新たなバイオマーカーによる早期診断法の確立や未知の代謝シグナルの同定による糖尿病の発症機構の解明にも有用と考えられる。

私はこれまで医学系基礎研究分野に籍を置き、ゲノミクス、トランスクリプトミクスやメタボロミクスなどを組み合わせたオミクスアプローチにより、主に糖尿病の遺伝素因および病態発症機構の解明やバイオマーカーの探索に関する研究を進めてきた。

特にメタボロミクスを用いた研究は下記の通りである。

1) 糖尿病の早期診断マーカーの探索

日本人の2型糖尿病に類似する病態を示す非肥満2型糖尿病モデルラットを用いた経時的メタボローム解析により、血中のトリプトファンおよびその代謝物がインスリン分泌不全を主因とする2型糖尿病の早期診断マーカーとなる可能性を示した(1)。

2) インスリン分泌における代謝シグナルの解明

インスリン分泌様式が異なる膵β細胞株を用いた比較メタボローム解析により、膵β細胞内のグルタミン酸がインスリン分泌の鍵シグナルとして機能することを見出した(2-4)。

3) 肥満糖尿病におけるインスリン分泌障害機構の解明

肥大した膵島と正常サイズの膵島を用いたトランスクリプトーム解析とメタボローム解析により、肥大膵島では膵β細胞が脱分化し、腫瘍細胞様の代謝様式に変化することによりインスリン分泌障害を引き起こすことを見出した(5)。

以上のように、既知の代謝物がインスリン分泌のシグナルとして機能することや2型糖尿病のバイオマーカーとなる可能性が示された。糖尿病研究にメタボロミクスのアプローチを取り入れることで、未知の代謝シグナルの解明、病態発症機構の解明、発症予測・診断・治療法の確立に有用な情報が得られることが期待される。

2019年6月から農学系の出身研究室に異動し、糖尿病をモデルとして質的・量的形質の遺伝・発現機構の解明に関する研究を展開するとともに、新たに農学系の研究を立ち上げているところである。

本講演では、これまで進めてきたメタボロミクスを用いた糖尿病研究の成果を紹介するとともに、畜産学分野への応用について考えたい。

1. Yokoi et al. **Metabolomics** 11:1277-1286, 2015
2. Gheni, Yokoi et al. **Cell Reports** 9:661-673, 2014
3. Murao, Yokoi et al. **PLoS One** 12:e0187213, 2017
4. Hashim, Yokoi et al. **Diabetes** 67:1795-1806, 2018
5. Hayami, Yokoi et al. **J Diabetes Investig** 11:1434-1447, 2020

【略歴】1992年 京都大学農学部卒業、1994年 京都大学大学院農学研究科修士課程修了、1998年 京都大学大学院医学研究科博士課程修了、1998年 千葉大学医学部助手、2003年 神戸大学大学院医学研究科特命助教、2012年 同特命准教授、2019年 京都大学大学院農学研究科教授

(Mon. Mar 29, 2021 1:00 PM - 3:00 PM ライブ配信)

[SSY2-Closing] 閉会の挨拶