

| | |
|----------|---|
| 氏名 | おお い やす ゆき 大 井 康 之 |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (農 学) |
| 学位記番号 | 農 博 第 1440 号 |
| 学位授与の日付 | 平成 16 年 5 月 24 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 |
| 研究科・専攻 | 農学研究科応用生命科学専攻 |
| 学位論文題目 | Studies on Traditional Staple Food and Indigenous Saccharified Beverages in East Africa (東アフリカの伝統食と糖化飲料に関する研究) |
| 論文調査委員 | (主 査) 教授 北 畠 直 文 教授 大 東 肇 教授 荒 木 茂 |

論 文 内 容 の 要 旨

東アフリカ農村部の人々の食生活はわが国など他の地域とは異なり、澱粉性食品を中心とする固有の食体系が存在し、風土に適合した食物や加工法がみられる。本論文では、伝統的に食されている固粥(ウガリ)と澱粉糖化飲料(トグワ)に着目し、実地調査により製法等を明らかにしている。それに基づいて実験室においてウガリ及びトグワの調製を行い、その分析、食品科学的解析を行ったものである。さらに得られた結果をもとにそれらの食品科学的合理性について論じている。

第1章ではウガリの調製法並びに加熱温度、加熱時間、水分量等の加工条件を調査し、それらの澱粉糊化に対する影響を明らかにしている。南部タンザニア農村地域ではトウモロコシを原料とするウガリが一般的であり、手食によって食されている。実地調査における測定の結果、ウガリの水分量はほぼ65%、加熱時間は5～6分であり、調製中の品温は約70℃に保たれていることを明らかにしている。実験室においてこの条件下でウガリを調製し、示差走査熱量計(DSC)による分析を行ったところ、そこに含まれる澱粉の糊化が認められた。さらに水分量と加熱時間のトウモロコシ粉に含まれる澱粉の糊化に対する影響を、DSCを用いて調べた。加熱時間を5分に固定し、水分量を変えた場合、水分量が60%以上で澱粉はほぼ糊化した。また、水分量を65%に固定し、加熱時間を変えた場合には、5分以上の加熱でほぼ糊化した。すなわち、トウモロコシ粉の水分量が65%以上であれば、糊化に要する最短の加熱時間はほぼ5分となる。この結果から、実地調査で得られた条件は、糊化の限界条件に近いものであることが明らかになった。澱粉の糊化条件を満たす最少の水と短い加熱時間によって調製されるウガリは、この風土に合致した合理的なものであるといえる。

第2章では東アフリカにおける伝統的糖化飲料であるトグワについての調製法、その特徴を提示している。タンザニア南部では澱粉糖化後の未発酵糖化飲料トグワが古くから飲用され、山岳丘陵地帯における農作業時の食物として利用されていることを明らかにしている。トグワは、ウガリと異なり液状であり、食し易い。トグワの製造工程を、乾季のタンザニア南部において実地調査により調べた。当地ではトウモロコシ粉と発芽したシコクビエ種子乾燥粉末(シコクビエ粉末)を原料としている。トウモロコシ粉を水に懸濁し、加熱して粥状にした後、50℃程度まで放冷してシコクビエ粉末を添加し、室温で約15時間静置することによりトグワを調製することを明らかにしている。

第3章ではトグワの化学分析結果を示している。実地調査のデータに基づき、実験室で簡易化学反応装置を用いてトグワを調製し、分析に供した。成分の80%以上を糖質が占めていた。試料を塩酸加水分解後、クエン酸ナトリウム緩衝液に溶解し、アミノ酸分析に供した。

また、試料を硝酸および過塩素酸中で湿式灰化して3%塩酸に溶解し、ICP発光分光分析装置(IRIS Advantage ICAP)を用いて微量元素の分析を行った。アミノ酸組成に関しては特にGluとLeuが多く含まれていることが明らかになった。また、ミネラルではCa、K、Mg、Pが多く含まれ、トグワは糖源としてのみならず、ミネラルなどの微量栄養素源としての役割を担う食品であることを明らかにしている。

第4章では組成の8割を占める糖質について光散乱検出器接続ゲル浸透カラムクロマトグラフィー(GPC-MALLS)に

よる分析を行っている。トグワにはグルコース、マルトースなどの低分子から高分子デキストリンまで幅広い分子サイズの糖質が含まれていた。すなわち、トグワは、消化しやすく吸収の早い低分子の糖質と、消化の比較的遅い多糖類が含まれる食品であり、急峻な傾斜地での作業を行う農民にとって合理的栄養機能をもつ食品であることを推察している。

第5章では *in vitro* および *in vivo* における澱粉の消化を検討している。トウモロコシ澱粉の *in vitro* における消化率は、反応時間、基質濃度、振盪速度によって変化した。このことは摂取する食事の形態、量、腸の蠕動運動などによって澱粉の消化率が変化することを意味している。すなわち多量の澱粉を摂取すると一部は大腸に到達する可能性を示した。次に、非加熱のコメやキャッサバ芋などを日常的に摂取することの意味を、生澱粉摂取の観点から検討している。すなわち、動物実験によって生澱粉の消化性を調べた。その結果、小腸の遠位端には未消化の澱粉が滞留していることが認められ、その量は摂取した澱粉の約10%であった。この一部は未消化のまま下部の消化器官、大腸に達すると考えられる。以上の *in vitro* 実験、*in vivo* の生澱粉投与実験から、多量の糊化澱粉や生澱粉を摂取した場合、一部が大腸に達する可能性が示された。そこで次にヒトによる呼気分析試験によって、多量の糊化澱粉や生澱粉投与後、これらが小腸に到達し、大腸内細菌の基質となっているのか否かを検討している。呼気に含まれる水素は、大腸内において大腸内細菌の発酵によって生じたものが、腸管から吸収され、排気されたものである。呼気水素濃度は大腸内の水素濃度と高い相関があるとされている。12時間絶食した健常な被験者に、生トウモロコシ澱粉懸濁液を経口摂取させた。その後、経時的に呼気を採取し、呼気に含まれる水素濃度を呼気分析器 (TGA2000, Teramecs) によって測定したところ、摂取から約10時間後に呼気水素濃度の上昇が見られ、そのピークの大きさは摂取量に依存する傾向があった。また、糊化澱粉を摂取した場合でも、ピーク面積は小さいものの水素濃度の上昇が見られた。このことから、易消化性といわれる糊化トウモロコシ澱粉も一部は大腸に至ることが示された。以上の結果から生澱粉や多量の糊化澱粉を摂取することにより、それらの一部は大腸に到達し、大腸内細菌によって資化され、大腸内環境の維持に寄与している可能性を提示している。

論文審査の結果の要旨

サハラ砂漠以南の東アフリカ地域には、澱粉性食品を中心とする伝統的食体系が存在している。東アフリカ農耕民が主食とする固粥 (ウガリ) 並びにタンザニア南部の丘陵地において農耕時などに利用される澱粉糖化飲料 (トグワ) は特徴的な食品である。本論文ではこれらの製造方法および利用に関する実地調査並びにそれらの食品科学的解析を行っている。これらの研究は東アフリカの在来食文化の実態把握を通して東アフリカ在来の食体系を明らかにしようとするものである。評価すべき点は以下のとおりである。

1. 東アフリカ地域、タンザニアでは、伝統食であるウガリ、トグワの澱粉性食品を中心とした食生活が維持されていることを実地調査により確認した。
2. 現地でのウガリの調製工程は、糊化のための最小限の水と燃料によってなされる合理的なものであることを明らかにした。
3. 実地調査の結果に基づき実験室において澱粉糖化飲料であるトグワを調製し、化学分析を行った。その結果、トグワには Glu や Leu、さらには単糖から高分子デキストリンに至る幅広い分子サイズの糖質が含まれていることが明らかになった。また、Ca, K, Mg, P などにも富んでおり、トグワは糖質源、タンパク質源としてのみならず、ミネラルなどの微量栄養素源としての役割を担う食品であることを明示した。
4. ラットを用いた動物実験によって、トウモロコシ生澱粉を投与した場合、小腸の遠位端にたまる未消化の澱粉が難消化性澱粉として大腸に至る可能性を示した。
5. ヒトを用いた呼気分析の結果、トウモロコシ生澱粉摂取後の呼気中水素濃度は、摂取量に依存して高くなった。また、多量の糊化トウモロコシ澱粉を摂取した場合も呼気中水素濃度の上昇が認められた。これらのことから生澱粉ならびに糊化澱粉の一部が大腸内に到達し、腸内細菌によって資化されていることが示された。

以上のように本論文は、東アフリカの伝統的在来食に関して新たな視点を与え、食品科学的意義を明らかにしたもので、食品科学、農業分析学、アフリカ地域研究学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士 (農学) の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成16年4月23日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。