

学 位 論 文 要 旨

メイラード反応によってアミノ酸やペプチドから生成する香気成分の生理作用

Physiological Activities of Odors Generated from Amino Acids or Peptides by
the Maillard Reaction

北里大学大学院獣医学系研究科

動物資源科学専攻 博士後期課程

周 蘭 西

Zhou Lanxi

指導教授 有原圭三

平成 28 年 度

2016

第一章 緒論

食品の調理・加工過程において見られる化学反応として重要なものに、メイラード反応があり、食品中に含まれるアミノ酸やペプチド、タンパク質などのアミノ化合物と還元糖などのカルボニル化合物が反応する。この反応により、褐色色素成分と共に様々な香気成分が生成し、食品の品質に影響を及ぼす。メイラード反応により生成する褐色色素成分であるメラノイジンは、食品に好ましい色調や抗酸化作用などの機能性を付与する。さらに、生成される多種類の加熱香気成分は、食品の嗜好性に深く関与している。ところで、食品中の香気成分が鼻先あるいは咀嚼中に後鼻孔から鼻腔に流入した後、嗅覚受容体と結合し、生じた電気信号が脳に伝達され、大脳辺縁系の中核である視床下部を介し覚醒や鎮静作用をもたらすことがある。メイラード反応生成香気には、このような生理作用を有するものも存在すると考えられるが、詳細な研究はほとんど行われていない。本研究では、食品中で起こるメイラード反応によって生成する香気成分が有する生理作用を明らかにし、その作用機序を解明することを目的とした。

第二章 食肉タンパク質分解物のメイラード反応によって生成する香気成分の生理作用

第一節 食肉タンパク質分解物のメイラード反応によって生成する香気成分の血圧への影響

食肉タンパク質をプロテアーゼ処理して得た分解物（主にアミノ酸とペプチド）と還元糖（キシロース）を混合し、90℃で240分間加熱したメイラード反応物の香気をWistarラットに曝露して、香気吸入による収縮期血圧への影響を検討した。香気の曝露開始

直後から血圧の低下が見られ、曝露開始 5 分後から継続して血圧が有意に低下した。この血圧の変化は香気曝露開始後数分という早い段階で観察されたことから、嗅覚器を経て脳に電気信号が伝達された後、自律神経系を介したことによって血圧へ影響した可能性が考えられた。

第二節 ラットの血圧降下に関与するメイラード反応生成香気成分の検索

血圧低下に関与する香気成分を明らかにするため、ガスクロマトグラフィー質量分析装置によってメイラード反応香気成分を同定した。さらに、単一香気成分によるラットの収縮期血圧への影響を検討した。その結果 2,5-ジメチル-4-ヒドロキシ-3(2*H*)-フランソン (DMHF)において、有意な血圧低下が認められた。

第三節 DMHF の血圧降下メカニズムの解明

ラットの鼻腔を硫酸亜鉛溶液によって処理し、嗅覚麻痺ラットを作製して、DMHF 香気刺激による血圧への影響を検討したところ、血圧の降下が認められず、DMHF は嗅覚器を介して血圧に影響したことが確認された。さらに、ラットの腎臓交感神経および胃迷走神経活動を測定した結果、DMHF 曝露によって、腎臓交感神経活動の抑制および胃迷走神経活動の亢進が観察された。以上のことから、食肉タンパク質の分解により生成するペプチドやアミノ酸とキシロースのメイラード反応で生成する香気のうち DMHF は、嗅覚器を介して脳に電気信号が伝達された後自律神経系に作用し、血圧低下が誘発されたことが示された。

第三章 グリシン-グルコース系モデルメイラード反応によって

生成する香気成分の生理作用

第一節 グリシン - グルコース系モデルメイラード反応によって生成する香気成分のヒトの気分および脳波への影響

第二章の血圧への影響から、メイラード反応生成香気成分はヒトに対しても鎮静作用を有することが示唆された。そこで、グリシンとグルコースを用いたモデル系メイラード反応生成物を調製し、その香気吸入による前頭前野の α 波および β 波の分布率を測定した。その結果、 α 波分布率の低下傾向および β 波分布率の上昇傾向が確認された。 β 波は、脳のリフレッシュ状態から極度の興奮状態に至るまで検出される脳波であるが、本研究で得られた数値から香気吸入によりリフレッシュ状態になるものと評価された。また香気吸入による主観的気分評価から、「緊張感」および「疲労感」における評価得点が有意に低下することが示され、脳のリフレッシュによる緊張や疲労の緩和が示唆された。

第二節 グリシン - グルコース系モデルメイラード反応によって生成する香気成分がヒトの自律神経系および中枢神経系への影響

脳波と気分への影響をさらに精査するため、香気吸入による瞳孔縮瞳率および皮膚温を測定し、ヒトにおける自律神経活動を評価した。また、近赤外線分光法（NIRS）およびフリッカー試験によって、メイラード反応生成香気成分の中枢神経活動への作用を解析した。メイラード反応生成香気の吸入によって瞳孔縮瞳率の上昇が確認され、副交感神経活動が上昇したことが示された。これには、副交感神経活動が優位である以外に、交感神経活動の抑制により副交感神経活動が上昇した可能性も考えられた。皮膚温の上昇が認められたことから、末梢血管の拡張に関わる交感神経

活動の抑制によって副交感神経活動が上昇したことが明らかとなった。また、フリッカー値は香気吸入後において低下する傾向が見られ、視覚中枢の興奮を抑える作用が示唆された。NIRSによる前頭部の血流動態を解析したところ、香気吸入中に前頭前野前額中央部で有意な酸素化ヘモグロビンの減少が認められ、中枢神経系活動を鎮静化する効果が見られた。

第三節 大脳機能の鎮静化に関与する香気成分の検索

鎮静効果を持つ香気成分をさらに精査するために、ガスクロマトグラフィー匂い嗅ぎ分析などにより、メイラード反応生成香気に高く寄与する成分は DMHF と 2,3-ジメチルピラジンであった。この2つの香気成分を用いて自律神経系、中枢神経系活動を評価したところ、DMHF および 2,3-ジメチルピラジンの香気を嗅いだ後に両者とも縮瞳率の上昇および指先温度の上昇が見られた。以上より、メイラード反応生成香気成分である 2,3-ジメチルピラジンおよび DMHF は、ヒトの気分や生理機能に影響し、特に交感神経活動を抑制する作用があることが示された。

第四章 総括

メイラード反応によって生成する香気成分は、加熱食品に甘く香ばしい香調を与え嗜好性に強く影響する。本研究では、これらの香気成分は嗜好性に寄与するだけでなく、嗅覚器を介して交感神経活動の抑制および副交感神経活動の亢進という生理作用を有することを初めて明らかにした。食品中におけるメイラード反応による香気成分の生成を制御することによって、嗜好性と機能性を兼ね備えた複合的な特徴を有する食品の開発や、さらには新しい食品香料の提案も期待できる。

