

# 脂肪細胞における熱産生と食品成分の機能

神奈川工科大学 応用バイオ科学科 助教

田中 理恵子

**緒言：**脂肪細胞にはエネルギーを貯蔵する白色脂肪細胞と、脱共役タンパク質 UCP1 を介して熱を産生する褐色脂肪細胞が存在する。両者は異なる前駆細胞より分化するが、2012 年に白色脂肪細胞と共通の前駆細胞からも褐色脂肪細胞と同様の機能を有する細胞が分化することが報告された。この新規の熱産生型脂肪細胞は「ベージュ脂肪細胞」と命名され、最近ではその分化に関与する転写因子も数多く同定されている。

Peroxisome proliferative activated receptor  $\gamma$  coactivator-1 $\alpha$  (PGC-1 $\alpha$ ) はベージュ脂肪細胞の分化と熱産生において重要な役割を担う転写補因子である。PGC-1 $\alpha$ は脱アセチル化やリン酸化を活性化型となり、核内へ移行して様々な転写因子と複合体を形成し、熱産生関連遺伝子の転写を活性化する。

鹿児島県内において伝統的製法で生産される壺造り米黒酢は、抗肥満効果や抗糖尿病効果を有する事が報告されている。この黒酢成分が PGC-1 $\alpha$ の遺伝子発現を誘導すると報告から、我々は黒酢が熱産生型脂肪細胞の分化と機能に与える影響について検討した。

**方法：**実験には坂元醸造株式会社より供与された黒酢濃縮液（酢酸を除去し、純水に溶解した 10 倍濃縮液）を試料として用いた。マウス白色脂肪前駆細胞（3T3-L1 細胞）を 6well プレートに播種し、コンフルエント状態となってから 2 日後に分化誘導を行った。同時に、黒酢濃縮液を終濃度 0~0.1%となるよう添加し、培地交換を行いながら 10 日間培養した。培養期間終了後、回収した細胞より総 RNA 及び総タンパク質を抽出し発現解析を行った。また、細胞をホルマリン固定し、各種蛍光免疫染色を行った。

**結果及び考察：**PGC-1 $\alpha$ と UCP1 の遺伝子発現量及びタンパク質発現量は、黒酢の添加によって有意に増加した。黒酢存在下で分化誘導した細胞において、脂肪滴の小型化とミトコンドリア量の増加が観察された。また、黒酢を添加した細胞では PGC-1 $\alpha$ の核内移行が亢進しており、PGC-1 $\alpha$ の活性化が促進している可能性が推察された。そこで PGC-1 $\alpha$ の活性化因子となる脱アセチル化酵素やリン酸化酵素の遺伝子発現を定量した結果、ERK2 や p38 MAPK、S6K 等のリン酸化酵素の発現が有意に増加していた。これらの結果から、壺作り米黒酢に含まれる成分が PGC-1 $\alpha$ の活性化を介して、脂肪細胞における熱産生を促進する可能性が示唆された。