

徳島県産レンコン部位別のNF- κ B活性化の抑制の比較

吉本 春奈*1, 西岡 浩貴*1, 田中 咲衣*1, 安部 博子*2, 中島 芳浩*2

抄 録

徳島県の特産品であるレンコンを皮付き、皮むき、節の部位毎に分け、抗炎症作用の指標として Nuclear Factor- κ B (NF- κ B) 活性の抑制を検討した。抗炎症作用の評価はNF- κ Bの活性化により発光するマウスマクロファージ様 RAW264.7 細胞を用いた。リポ多糖 (Lipopolysaccharide, LPS) によりNF- κ Bが活性化されたRAW264.7細胞において、50 μ g/mL以上の濃度でレンコンの各部位の抽出物がNF- κ B活性を抑制することが認められた。各部位を比較すると抗炎症作用は節、皮付き、皮むきの順に強いことが示唆された。

1 はじめに

徳島県はレンコンの生産量が全国的にも多く、重要な地域食品資源となっている。レンコンは抗炎症作用を示すポリフェノールが含まれていることが報告されている¹⁾。この他にも、抗酸化活性等の機能が報告されている²⁾。レンコンは食用部である部分と節に分かれており、節はこれまで未利用部位として廃棄されることが多かった。しかし、可食部と比べ皮や節に総ポリフェノール量や総フラボノイド量が多く存在していることや、抗酸化活性といった機能性があることが明らかになっている³⁾。未利用部位の利用として化粧品分野への応用が検討されている⁴⁾。しかし、レンコン部位別の抗炎症作用についてはこれまで検討されていない。

そこで本研究ではレンコンの機能性素材としての有用性について検討するため、発光培養細胞を用いたNF- κ B活性の抑制評価により、皮付き、皮むき、節の各部位の抗炎症作用を比較した。

2 実験方法

2・1 測定試料の調製方法

レンコンの調製方法は佐藤らの方法を参考にした⁶⁾。徳島市川内町産のレンコンを部位毎(皮付きと皮むき、節)に分けて凍結乾燥し、粉末化した。凍結乾燥粉末2gに80%メタノール30mLを加えて振とう後、No.2のろ紙(東洋濾紙)を用いてろ過を行い、成分を抽出した。残渣に対して同操作を3回繰り返して、抽出したろ液を回収した。抽出液はロータリーエバポレーターで減圧濃縮後、凍結乾燥を

行いミルサーで粉碎し、粉末を得た。

2・2 発光培養細胞による測定

NF- κ B-RAW264.7細胞によるレポーターアッセイ法により発光を測定した⁵⁾。細胞は 5×10^5 cells/wellとなるように24ウェルプレート(Visiplate-24TC, PerkinElmer)に播種し、37 $^{\circ}$ C、5% CO₂、湿度飽和状態下で24時間培養した。LPS(Merck KGaA)5ng/mLのNF- κ B活性と比較してレンコンの抗炎症作用を評価をした。発光培地(DMEM (phenol red free, 富士フイルム和光純薬)、10%ウシ胎児血清(FBS, Merck KGaA)、1 \times Glutamax (Thermo Fisher Scientific)、25 mM HEPES (ナカライテスク)、400 μ M D-ルシフェリン (Resem BV))にLPS濃度が5ng/mLかつジメチルスルホキシド(DMSO, 富士フイルム和光純薬)濃度が0.1%となるように添加した。抽出した凍結乾燥粉末をDMSOに溶解し、100mg/mLとした。培地中の測定試料は培地中でDMSO濃度を0.1%とし、最終濃度が0, 25, 50, 100 μ g/mLとなるよう調製した。デキサメタゾン(Dex, ナカライテスク)はLPSによる活性を抑えることが知られているため、本研究では測定系の妥当性を確認するためのポジティブコントロールとして用いた⁷⁾。発光は発光測定装置(WSL-1565 Kronos HT, アトー)を用いて20時間経時的に測定した。発光測定後、Cell Counting Kit-8(同仁化学研究所)を用いて細胞生存率を算出し、細胞毒性を評価した。統計解析として、NF- κ B活性の比較は、一元配置分散分析とDunnnett法にて多重比較を行った(LPS 5ng/mLに対する有意差, * $p < 0.01$)。

*1 食品・応用生物担当, *2 産業技術総合研究所

3 結果及び考察

細胞生存率の結果を表1に示す。全ての測定試料において、細胞生存率の著しい低下は認められなかったことから、レンコン抽出物に細胞毒性はないと判断した。

レンコン抽出物による発光測定結果を図1に示す。縦軸に測定開始から10時間までの積算値をNF-κB活性として示した。全ての部位において、50μg/mLおよび100μg/mLで、LPS刺激によるNF-κB活性の抑制傾向が認められた。特に節部では、皮付き、皮むきと比較して強い抑制傾向が確認された。

レンコンにはポリフェノールが豊富に含まれていることが知られている。主にガロカテキンおよびカテキンから構成されたプロアントシアニジンが含まれていることが報告されている⁴⁾。池田らは、レンコン部位別の抗酸化活性および総ポリフェノール量について、生の皮むきよりも皮付きの方が高い傾向にあること、節部が高値であることを報告している⁸⁾。本結果においても、皮付きの抑制は皮むきよりやや強く、特にポリフェノール量の多い節部ではさらに強い抑制が認められた。本研究では各成分の検討はしていないが、ハスの葉抽出物由来ポリフェノールではカテキンやケルセチン等を介してNF-κB活性を抑制することが報告されている⁹⁾。これらの知見をからも、レンコン抽出物の抗炎症作用にもポリフェノールが寄与している可能性が考えられる。本研究においても、ポリフェノールがNF-κB活性の抑制に寄与し、抗炎症作用を示す可能性が示唆された。

表1 レンコン各部位の細胞生存率

測定試料	皮付き(%)	皮むき(%)	節(%)
25μg/mL	157	159	154
50μg/mL	115	109	97
100μg/mL	122	110	100

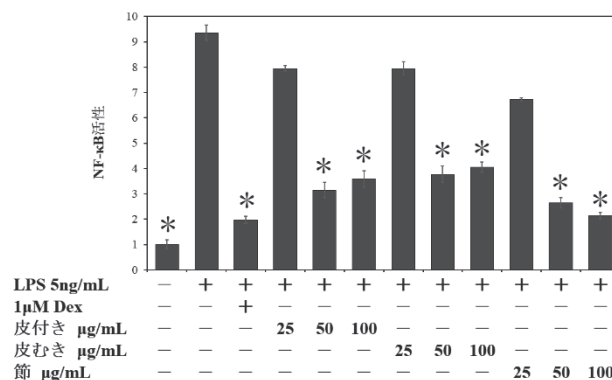


図1 レンコンのNF-κB活性の比較

4 まとめ

本研究では発光培養細胞を用いることで目的であったレンコン各部位の抗炎症作用を比較検証できた。80%メタノール抽出物 50μg/mL および100μg/mLにNF-κBの活性抑制が認められた。特に機能性成分が含まれている皮や節に抗炎症作用が示唆された。本報の成果からさらに検討を進めることで、機能性素材としての付加価値化と製品開発への一助とする。

参考文献

- 1) Archana Shantaram Gadakh, Abhijeet Dattatraya Kulkarni. "In-vitro Anti-inflammatory Potential of Nelumbo nucifera Rhizomes". Journal of Pharma Insights and Research. 2025, Vol. 3, No. 1, p. 17-22.
- 2) Wang F, and Zhao F. 2024, "Phytochemical properties and nutritional benefits of lotus rhizome (Nelumbo nucifera) : a comprehensive review". International Journal of Aquaculture. 2024, Vol. 14, No. 2, p. 91-100.
- 3) Yi, Yang, Jie Sun, Jun Xie, Ting Min, Li-Mei Wang, and Hong-Xun Wang. "Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Lotus Root Varieties". Mol ecules. 2016, Vol. 21, No. 7, p. 863.
- 4) 鶴田裕美, 岩本彬, 拓植圭介. "地域食品資源を活用した機能性食品および素材開発(第2報)-レンコンポリフェノールの化粧品防腐効果-". Japan Energy & Technology Intelligence. 2022, Vol. 70, No.8, p. 26-30.
- 5) 西岡浩貴, 吉本春奈, 安部博子, 中島芳浩. "菌

外多糖を産生する阿波晩茶由来乳酸菌の加熱死菌体によるマウスマクロファージ様 RAW264.7 細胞の活性化”. 徳島県立工業技術センター研究報告. 2023, Vol. 32, p. 7-12.

6) 佐藤彰彦, 藤川護. “県産農産物未利用部位に含まれる成分の機能性評価”. 香川県産業技術センター研究報告. 2016, Vol. 16 p. 57-59.

7) Chuang TY, Cheng AJ, Chen IT, Lan TY, Huang IH, Shiau CW, Hsu CL, Liu YW, Chang ZF, Tseng PH, Kuo JC. “Suppression of LPS-induced infl

ammatory responses by the hydroxyl groups of dexamethasone”. *Oncotarget*. 2017, Vol. 8, No. 30.

8) 池田絵梨, 新居佳孝. “徳島県産レンコンの産地および加工方法の違いによる抗酸化性比較”. 徳島県立工業技術センター研究報告. 2022, Vol. 30 p. 17-19.

9) Park E, Kim GD, Go MS, Kwon D, Jung IK, Auh JH, Kim JH. “Anti-inflammatory effects of Nelumbo leaf extracts and identification of their metabolites”. *Nutr Res Pract*. 2017, Vol. 11, No. 4, p. 265-274.