

(ヒガシマル醤油株式会社 研究所) 真岸 範浩*・松下 裕昭・古林 万木夫

日本の食卓には欠かせない「醤油」。麹菌や乳酸菌、酵母の発酵により作り上げられる複雑な味や香りをもつ醤油は、今では世界中で広く使われ、日本食にとどまらずフランス料理などにも使われる日本が世界に誇る調味料である。しかしながら、この日本食の代名詞ともいえる醤油の国内での消費量をみると、食の多様化や少子化の影響を受け、年々微減傾向にあるのが現状である。そうした状況に歯止めをかけるためにも、醤油の「おいしさ」だけでなく、新たな魅力を訴求していくことが重要である。そのような背景のもと、我々は醤油に含まれる多糖類に着目し、新たな魅力として「醤油のもつ機能性」を明らかにした。

醤油多糖類 SPS

醤油醸造では、麹菌の生産する酵素により原料の分解が進行し、醤油の重要な成分となる。たとえば、大豆や小麦に含まれるタンパク質は、アレルゲン性を示さないアミノ酸やペプチドにまで低分子化され、醤油の重要な旨味成分となる^{1,2)}。一方、大豆の多糖類は、麹菌酵素による分解を受けて可溶化するものの、完全には分解されず、製品醤油中に約1%存在している^{3,4)}。我々は、これを醤油に含まれる多糖類として「醤油多糖類 (SPS; Shoyu polysaccharides)」と総称している。SPSは醤油にエタノールを混合することにより生じる沈殿物や醤油を透析処理した後の非透析物として回収することができる。SPSは本醸造醤油に特徴的な成分の1つであるが、その健康機能についてはまったく研究が行われていなかった。そこで我々は、醤油の機能性成分としてSPSに着目し、さまざまな機能性評価を行ってきた。

SPSの抗アレルギー作用と免疫調節機能

国民の約3人に1人が何らかのアレルギー症状を発症しているといわれている。アレルギーは発症機構により、即時型アレルギー (I型) から遅延型アレルギー (IV型) まで分類されるが、花粉症に代表されるI型アレルギーは、遺伝的要因に加え、環境因子、生活習慣の変化、あるいは精神的ストレスが発症の引き金になるといわれており、典型的な現代病の1つに分類されている。

一般にアレルギーの治療は長期にわたることが多いことから、副作用の心配がなく日常摂取する安全な食品成

分の中に、アレルギー症状を低減する素材を見いだそうとする研究が多くなされている。

我々はSPSの抗アレルギー作用について、*in vitro*では、ヒアルロニダーゼ阻害活性、およびラット好塩基球白血病細胞 (RBL-2H3) を用いたヒスタミン遊離抑制効果を確認した^{4,5)}。*In vivo*では、SPSの経口投与によるマウス受身皮膚アナフィラキシー反応抑制作用を明らかにした^{4,5)}。さらにSPSの免疫調節機能として、SPSの経口投与による腹腔内マクロファージの活性化、および脾細胞のサイトカイン産生においてIL-4の抑制とIFN- γ 促進がみられた^{5,6)}。これらの結果より、SPSはアレルギー症状を引き起こすヒスタミン遊離を抑制するだけでなく、Th1/Th2バランス (IFN- γ /IL-4) をTh1優位に改善してアレルギーを起りにくくする体質改善効果があることが示唆された。

そこで、実際に通年性アレルギー⁷⁾、およびスギ花粉症⁸⁾の患者を被験者とした二重盲検法による臨床試験で、SPSの抗アレルギー効果を評価した。その結果、二度にわたる臨床試験において、一日当たり600 mgのSPSを継続摂取することで、「くしゃみ、鼻水、鼻づまり」などのアレルギー症状を有意に低減することが確認できた (図1、図2)。SPSは、通年性アレルギーのようにアレルギー発症後のセラピー効果だけでなく、スギ花粉症のようにアレルギー発症前の予防効果も期待できる。さらに、SPSは眠くなるなどの副作用もなく、血液検査、尿検査、および医師の診察からも身体の異常はまったく観察されなかったことから、醤油に含まれるSPSの安全性は非常に高いといえる。

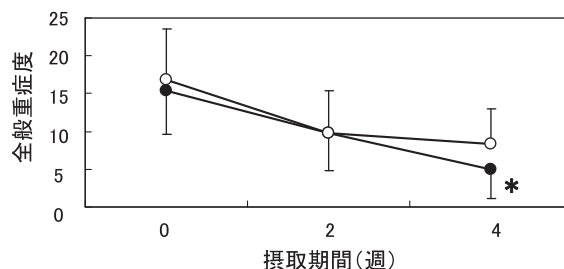


図1. 通年性アレルギーに対するSPSのアレルギー症状改善効果。8項目のアレルギー所見スコアのスコア合計値を全般重症度と定義した。SPS群 (n = 11)、プラセボ群 (n = 10) を二群とする二重盲検試験を4週間実施した (SPS摂取量は600 mg/日に設定)。Mann-Whitney U-testによる有意差検定を行い、プラセボ群に対し有意差があることを示す (*p < 0.05)。●, SPS群; ○, プラセボ群。

*連絡先 E-mail: nmagishi@higashimaru.co.jp http://www.higashimaru.co.jp/

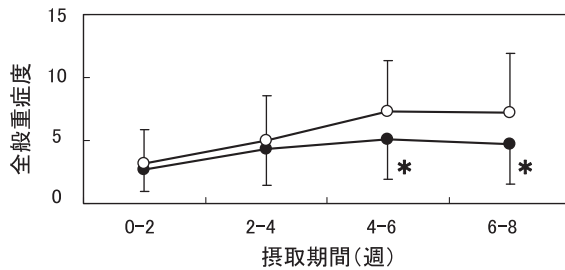


図2. スギ花粉症アレルギーに対するSPSのアレルギー症状抑制効果。6項目のアレルギー所見スコアのスコア合計値を全般重症度と定義した。全般重症度は2週間ごとの平均値で示す。SPS群 (n = 25), プラセボ群 (n = 26) を二群とする二重盲検試験を8週間実施した (SPS摂取量は600 mg/日に設定)。スギ花粉は摂取3週後に飛散を開始した。Mann-Whitney U-testによる有意差検定を行い、プラセボ群に対し有意差があることを示す (* $p < 0.05$)。●, SPS群; ○, プラセボ群。

SPSの鉄吸収促進効果

平成16年国民健康・栄養調査結果によれば、鉄分の摂取不足が指摘されている⁹⁾。特に女性では1日当たり約3 mgの鉄分が不足しており、通常の食品 (食事) を通じて自然に鉄分を摂取することが困難な状況にあるといえる。

一方、醤油と鉄分の関係を見てみると、一見無関係に思える両者は、実は深い関係があることがわかった。国立健康・栄養研究所の健康栄養情報基盤データシステムによると、驚くべきことに醤油は鉄の栄養素寄与率が高いことが明らかにされている。さらに1990年には、Baynesらの研究¹⁰⁾により醤油は鉄吸収を促進する効果があることが臨床試験で報告されている。

そこで我々は、SPSの鉄吸収促進効果として、*in vitro*ではSPSの鉄キレート作用を、*in vivo*では貧血ラットを用いてSPSの経口投与による貧血回復効果、および貧血予防効果を明らかにした^{11,12)}。続いて、健康女性を被験者とした二重盲検法による臨床試験でSPSの鉄吸収促進効果を評価したところ、一日当たり600 mgのSPSを継続摂取することで血清鉄の有意な増加が確認できた^{11,12)} (図3)。この試験では、特に食事制限は行っておらず、被験者は通常の食品に含まれる鉄分を摂取していたと推測でき、SPSの摂取により日常の食生活からの鉄吸収が促進される可能性を示している。

醤油由来の機能性成分 SPS を特徴とする商品開発

これまでは単に醤油に存在するだけの多糖類として認識されていたSPSが、十分実用的かつ魅力的な醤油由来の機能性成分であることが次第に明らかとなってきた。

当社では、SPSの機能性を特徴とした商品開発を積極

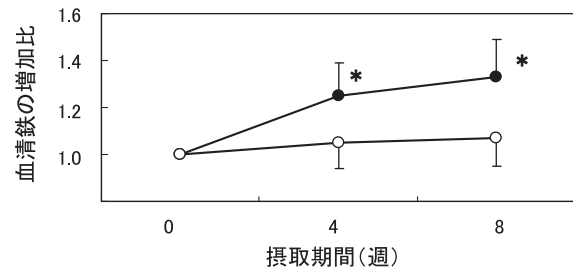


図3. SPSによる鉄吸収促進効果。健康な女性を対象として、SPS群 (n = 22), プラセボ群 (n = 23) を二群とする二重盲検試験を8週間実施した (SPSの摂取量は600 mg/日に設定)。Student's t-testによる有意差検定を行い、プラセボ群に対し有意差があることを示す (* $p < 0.05$)。●, SPS群; ○, プラセボ群。

的に行っている。2004年にSPSを抗アレルギー活性の特徴成分とした「SPSサプリ (商品名: 四季爽快)」を商品化した¹³⁾。安全性やエビデンスの高さが注目され、好評を博しており、2009年1月には粒が飲み込めないお子様や年配の方にも安心して召し上がっていただけるよう噛んで食べられるヨーグルト味のタブレットタイプにリニューアルした¹³⁾。

また、2006年にはSPSの鉄吸収促進効果の特徴とする「SPS醤油 (商品名: おいしく鉄分がとれるしょうゆ)」を商品化した¹³⁾。醤油成分の機能性を特徴とする醤油では初めての商品として新聞や雑誌など多くのマスコミに取り上げられた。アンケート調査では「鉄サプリ」よりも「普段の食事を通じて自然なかたちで鉄分を摂りたい」という声が圧倒的に多く、ほうれん草や冷やっこにかけて手軽に鉄分補給できる醤油は、醤油本来の機能性を活かした「機能性醤油」として注目されている。

今後は、SPSの機能性に関するエビデンスを強化し、醤油と健康の「おいしい関係」をますます進展させ、多くの消費者の健康や快適な生活に貢献できる食品素材としてSPSを発展させていきたいと考えている。

- 1) 古林万木夫ら: 醸協, **100**, 96 (2005).
- 2) 橋本裕一郎ら: 醤研, **31**, 347 (2005).
- 3) 菊池忠昭ら: 醤研, **5**, 71 (1979).
- 4) Kobayashi, M. et al.: *Int. J. Mol. Med.*, **14**, 879 (2004).
- 5) 松下ら: 醤研, **33**, 101 (2007).
- 6) Matsushita, H. et al.: *Int. J. Mol. Med.*, **17**, 905 (2006).
- 7) Kobayashi, M. et al.: *Int. J. Mol. Med.*, **14**, 885 (2004).
- 8) Kobayashi, M. et al.: *Int. J. Mol. Med.*, **15**, 463 (2005).
- 9) 国立健康・栄養研究所 HP: <http://www.nih.go.jp/eiken/>
- 10) Baynes, R. D. et al.: *Eur. J. Clin. Nutr.*, **44**, 419 (1990).
- 11) Kobayashi, M. et al.: *Int. J. Mol. Med.*, **18**, 1159 (2006).
- 12) 真岸範浩ら: 醤研, **34**, 239 (2008).
- 13) ヒガシマル醤油 HP: <http://www.higashimaru.co.jp/>