

## たんぱく質食材中の NaCl の二元収着拡散

橋場浩子\* 牛腸ヒロミ\*\*

\*東京聖栄大学健康栄養学部 \*\*実践女子大学生活科学部

Dual Mode Diffusion and Sorption of NaCl in a Protein Foodstuff

Hiroko Hashiba<sup>1</sup>, and Hiromi Gocho<sup>2</sup>

## 要旨

<研究目的>これまで、世界的に食材中の塩の拡散は、濃度が1~5mol/kgの水溶液中からの拡散過程として研究されてきた。このような高塩濃度の条件下では、フィックの拡散係数  $D$  は濃度によらずほぼ一定値になるため、濃度依存をしないと考えられてきた。ところが、1995年以後、豚肉、チーズなどでNaClの $D$ は食材中の塩濃度と共に、減少することが報告されている。しかしこのような $D$ の変化に対する説明は、全くなされていない。私たちは、3% (0.5 mol/kg) の塩溶液からの食材中へのNaClの拡散を、一次元の拡散として測定する簡便な方法 (FRITRUC法) を考えて測定し、食材中の異なる塩濃度での $D$ を求めてきた。その $D$ はある濃度で極大を示すことが明らかになった。高分子基質中の塩の拡散係数が、極大を示す変化を説明できる理論として、小見山らが1974年に報告した二元収着拡散理論がある。異なる程度に水で膨潤した、基質高分子相のうち非荷電部分への分配型(p型)収着と荷電した部分へのラングミュア型(L型)の収着との二元収着を考え、それぞれの種の真の拡散のし易さ(熱力学的拡散係数、 $D_T$ )が、L型のほうがp型より速いと考える作られた式である。食材中の塩の拡散は、含まれる液体水中の拡散で決まるのではなく、律速となる水で膨潤した基質中の拡散で決まると考えた方がよい。この理論と $D$ の極大を示す実験結果とが整合的であると考えて、この研究を行った。本研究では、たんぱく質食材として豚肉を取り上げ、凝固卵白の結果と比較しつつ、豚肉について、5°C~98°Cでの $D$ の濃度依存や、豚肉の種類と状態による $D$ の変化を測定し、二元収着拡散理論によって説明することを試みる。

<研究方法>薄いゴムで被覆した円柱形の食材を3%NaCl溶液に浸漬し、濃度プロファイルを得た。このプロファイルに俣野の式を適用し、 $D$ を算出した。 $D$  vs.  $C$ の曲線に五次式を適用し、平衡に関するパラメータ $\alpha$ 、収着座席濃度 $S$ 、熱力学的拡散係数 $D_T(L)$ および $D_T(p)$ を求めた。

<結果および考察>豚肉中のNaClの拡散も大根や凝固卵白と同様に、ある濃度で極大を示す濃度依存を示した。この曲線に二元収着拡散理論を適用し、4つのパラメータを得た。凝固卵白の $S$ は温度によらず一定値を示したのに対して、豚肉の場合は加熱肉の $S$ が生肉のそれに比べて半減した。これは加熱によりドリップ中に荷電たんぱく質が溶出したためと考えられる。一方、このパラメータを用いて1~0.5 mol/kgの5°Cでの理論曲線を5 mol/kgにまで延長し、他の研究者の $D$ 値と比較した結果、薄い塩濃度での $D$ 値の急激な減少、高濃度での緩やかな減少傾向を本理論線は説明することができた。このパラメータを用いて、僅かに上に凸の収着等温線も再現することができた。