

## 炭水化物食材（じゃがいも）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 \*\*実践女子大学生生活科学部

Dual Mode Diffusion and Sorption of NaCl in a Carbohydrate Foodstuff, Potato

Hiroko Hashiba<sup>1</sup>, and Hiromi Gocho<sup>2</sup>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 NaCl 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 $D$ は比較的低い濃度領域で食材中の塩濃度と共に、顕著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 NaCl 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、本研究に先だって大根、凝固卵白、豚肉中の異なる塩濃度での $D$ を求め、これらの $D$ が特定の濃度で極大を示すことを明らかにしてきた。水を含む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、小見山らの 1974 年の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型より速いと考へて作られた式である。食材中の NaCl の拡散も、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、これまでの研究を行ってきた。本研究では、炭水化物食材としてじゃがいもを取り上げ、大根の結果と比較しつつ、じゃがいもについて、30℃~98℃での $D$ の濃度依存を測定し、温度による $D_T$ の変化を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。極大を示す $D$  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＞予備加熱したじゃがいも中の NaCl の $D$ も大根や凝固卵白や豚肉と同様に、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。2つの $D_T$ は 50~70℃の間で大きな変化を見せたが、これは基質中のガラス転移によるものと推察した。このように、基質の状態の変化が熱力学的拡散係数に影響を及ぼすことから、拡散の律速段階は液体水中にあるのではなく基質中にあると結論した。これら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。以上の結果から、これまでの4つの食材中の NaCl の拡散は、二元収着拡散理論で統一的に説明できることが分かった。