

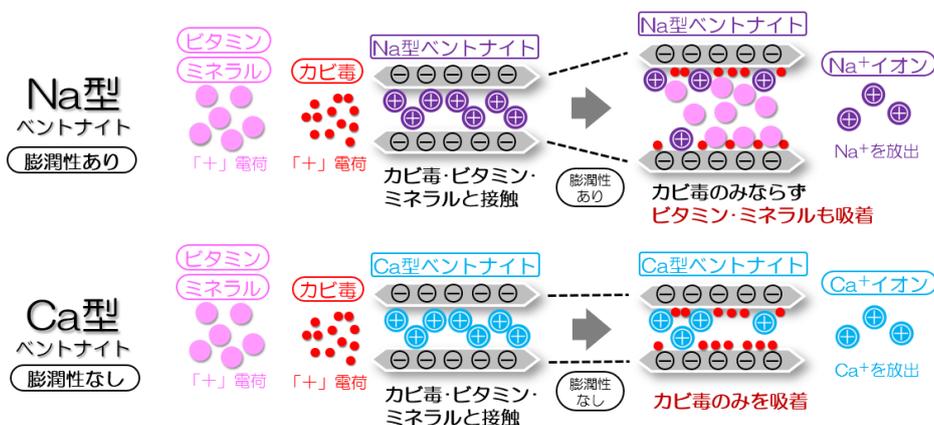
吸着剤としてのベントナイト

ベントナイトは、水を吸収すると元の体積の何倍にもなる膨潤という性質や、水に分散させると粘性を示す性質、各種陽イオンをよく吸着する能力など、様々な特性を持つことが報告されています[1]。

Na型ベントナイトとCa型ベントナイトに大別されますが、このうちNa型ベントナイトは安価で手に入りやすく、多くの製品にカビ毒吸着剤として利用されています。一方で、Na型は水分によって膨張するという性質を持ち、飼料に含まれるビタミンやアミノ酸などの有用物質と反応してしまうという問題があります。Ca型ベントナイトは膨潤しません。価格は高価になりますが、毒素や細菌という有害物質の吸着に特に有効な吸着材となります。このようにCa型はNa型に比べて吸水性および吸着性が高いために、吸着材としてより優れています[1]。

以下にその作用機序について簡単に紹介します。

ベントナイト鉱物粒子はモンモリロナイトの薄い板状の単位結晶(厚み約1nm、幅が100-1,000nm程度)が積み重なった構造をしています。ベントナイトの特性を決定するのは、主成分であるモンモリロナイトの層間陽イオンの種類です。単位層面は、一般的にマイナス電荷を帯びていますが、電荷のバランスをとるために、単位層間には正電荷を持つ Na^+ 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、 Mg^{2+} などのイオンも存在し、これらは他の陽イオンと交換されやすい性質を持っています。ベントナイトが示す吸着性は、水溶液中のこうした静電的な作用で、物質同士が近づくことに起因します。これに加えて、水溶液中では粘性も示すため、周囲の物質と接近しやすくなっています。



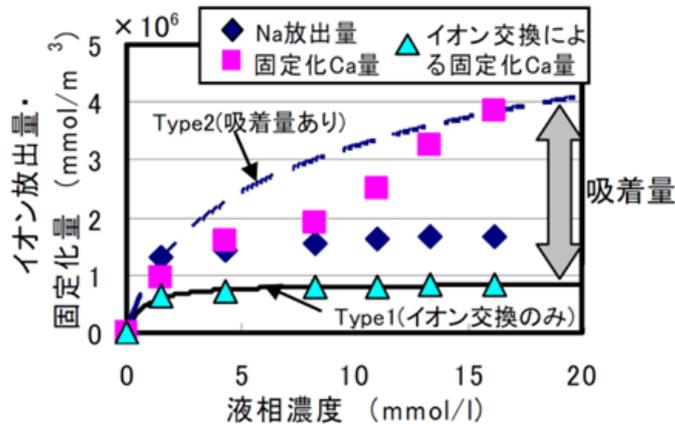


図 ベントナイトのイオン放出・固定化量 (白井ら、2005)
Ca型はNa型よりも層間陽イオンの交換能力も高い

吸水性に優れたベントナイトの粒子は、液液界面に安定して吸着できます。液液界面とは、水と油のように交じり合わない二つの液体表面に生じる界面のことで、例えば洗濯物表面に付着した汚れと水の間などに生じています。個体粒子が液液界面で安定することをピツカリングエマルジョン(乳化)といいます。ベントナイトも液体中で乳化剤としての作用を有します[2]。細菌が他の細菌の生育を阻害するために産生する物質は、疎水性表面構造を持つ分子量の小さなたんぱく質毒素です[3]。毒素物質がベントナイトに吸着すると、上述のようにベントナイトが乳化剤として毒素を取込んだ形で安定化します。

また、動物の消化管中では、Na型ベントナイトは大きく膨潤するため、分子量の比較的大きいアミノ酸などの栄養素も吸着してしまいましたが、Ca型ベントナイトは膨潤しないため、タンパク質毒素などの粒子の小さい物質しか吸着しません。熱加工を施すなどの処理を行うことでベントナイト表面の空隙サイズを調整し目的とする吸着物質のみを的確に吸着できるように加工することも可能で[4]、このような加工を施し吸着能を高めているベントナイト製品もあります。

こうした性質から、ベントナイトは細菌性毒素やカビ毒の毒素吸着材として利用されており、さらにCa型はNa型よりも優れた吸着能を示します。

文献: [1] [1] 鬼形正伸 (2007) 粘土科学 46(2), 131-138. [2] 趙小夫、浦野紘平、小笠原貞夫 (1989) 日本化学会誌 (7), 1144-1151. [3] 加藤広介 (2010) 実験医学別冊 目的別で選べるタンパク質発現プロトコール、永田恭介、奥脇 暢(編)、羊土社、16 - 25. [4] 三村 均、秋葉健一 (1995) 東北大学素材工学研究所集報 50(1/2), 1-8. [図] 白井達哉、石田哲也、半井健一郎、咲村隆人 (2005) コンクリート工学年次論集 27(1), 859-864.