

土と施肥の基礎知識

その **16**

ゼオライトの特性と使い方

東京農業大学 名誉教授 後藤 逸男
全国土の会 会長



1950年生まれ。東京農業大学大学院修士課程を修了後、同大学の助手を経て95年より教授に就任し、2015年3月まで教鞭を執る。土壌学および肥料学を専門分野とし、農業生産現場に密着した実践的土壌学を目指す。89年に農家のための土と肥料の研究会「全国土の会」を立ち上げ、野菜・花き生産地の土壌診断と施肥改善対策の普及に尽力し続けている。現在は東京農業大学名誉教授、全国土の会会長。

「いんちき・いかさま資材」 と「まじりかたじけなく」

肥料に比べて、土壌改良資材には施用効果があまり判然としないものが多い、そのひとつがゼオライトである。

「連作障害や塩類濃度障害に有効」「ケイ酸やミネラルが効く」などと「魔法の石」としてもはやされたが、施してみてもそれらの効果が現れないため、「いんちき・いかさま資材」になり果てた時期もあった。筆者は、ちょうどその時期（1970年代後半）にゼオライトの魅力にとりつかれ、今日までその特性を活かした農業利用法を研究してきた。

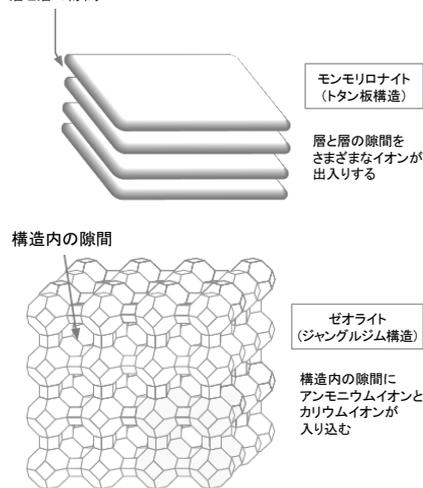
ゼオライトとは火山活動が活発だった2000万年ほど前の海底に堆積した火山灰が、続成作用と呼ばれる地殻変動により変質してできた鉱物で、ケイ酸とアルミナを主成分とする。海底にできたゼオライトは、その後隆起して、現在では福島県や山形県などで露天掘りされ（写真1）、日本国内の埋蔵量は無尽蔵といわれている。また、その品質は世界最高級である。

成分組成は土壌中の粘土鉱物のなかでも優良粘土といわれるモンモリロナイトによく似ている。また、どちらも土の胃袋にたとえられるCEC（陽イオン交換容量）が大きく、保肥力を高める効果がある。

写真1：天然のゼオライト鉱山（山形県米沢市・板谷鉱山）



図1：ゼオライトとモンモリロナイトの構造の違い
層と層の隙間



しかし、構造はまったく異なる（図1）。モンモリロナイトは3枚のトタン板を重ねたような板状構造だが、ゼオライトは公園のジャングルジムのような三次元の網目状構造で、岩石を構成する造岩鉱物のなかで最も風化しにくい石英に似ている。たいへん頑丈で、土壌中でもほぼ永久にその構造は変化しない。一方、モンモリロナイトは土壌中で徐々に変質してCECが減少するため、土壌の保肥力改善にはモンモリロナイトよりゼオライトのほうが優れる。ただし、モンモリロナイトは土壌中で変質する際にケイ酸が遊離するので、その一部が水稻やウリ科野菜に吸収・利用されるが、ゼオライト中のケイ酸は頑固なジャングルジムの構成成分なので、作物には有効ではない。

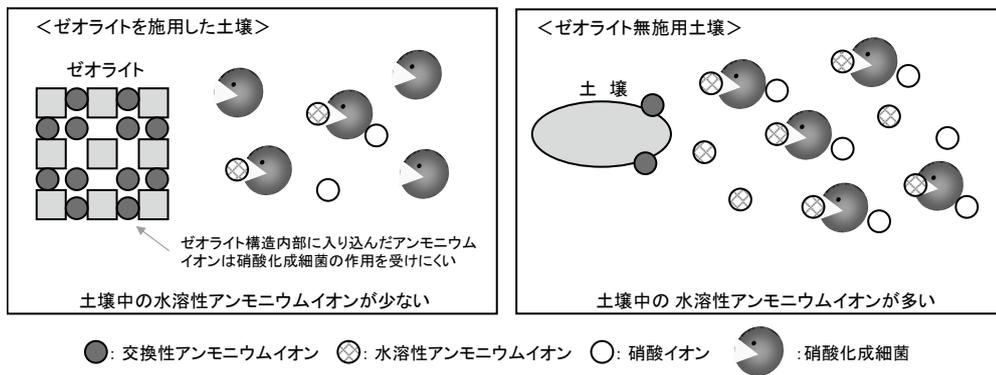
ゼオライトのジャングルジムのなかにある空間はアンモニウムイオンとカリウムイオンとちょうど同じ大きさなので、肥料として施した窒素とカリを貯金箱のように貯め込むことができる。

2. 有機質肥料とも相性が良い

CECが10以下の土壌にゼオライトを10a当たり数t単位で施用すれば、保肥力が改善される。しかし、CECが20以上の土壌では大量のゼオライトを施用しても増収には結びつかないことが多い。ゼオライトの施用効果は、保肥力改善より窒素やカリ肥料の貯金箱としての働きのほうが大きい。とくに有機物とのコンビネーションが最大の効果を発揮する。

増収効果のメカニズムを説明しよう。窒素肥料として硫酸を畑に施用すると、アンモニウムイオンが一部水溶性アンモニウムイオンとして土壌水中に留まり、硝酸化成細菌と呼ばれる土壌微生物の作用により硝酸イオンに変わる。この硝酸イオンが畑作物の養分

図2：ゼオライト施用の有無による硝酸化成細菌の作用の違い



になり、根から吸収される。この硝酸化成細菌の作用がゼオライト施用の有無で異なるのだ(図2)。ゼオライトを施用しない土壌では、硝酸イオンが陰イオンであるため土壌には吸着されにくく、降雨や灌水により下層に流れてしまう。

一方、ゼオライトを施用した土壌では、硫酸を施用するとアンモニウムイオンがゼオライトの結晶構造のなかに入り込み、交換性アンモニウムイオンとして吸着される。吸着されなかったものが水溶性アンモニウムイオンとなり、土壌中の硝酸化成細菌により硝酸イオンに変化する。土壌中では一定のイオンバランス(化学平衡)が保たれているので、水溶性アンモニウムイオン濃度が下がると、ゼオライトに吸着されていた交換性アンモニウムイオンが放出され、水溶性アンモニウムイオンに変わる。

土壌中の粘土鉱物や腐植にも陽イオンを吸着する能力があるが、ゼオライトに劣るため、アンモニウムイオンが硝酸イオンに変わる速度が速まる。つまり、ゼオライトを施用した土壌では交換性アンモニウムイオンとして留まる時間が長くなるため窒素肥料としての肥効が持続し、それが収量アップにつながるのだ。

窒素肥料には硫酸などの化学肥料と、油かすなどの有機質肥料がある。畑に有機質肥料を施すと、土壌中の糸状菌(カビ)などの微生物により分解され、アンモニウムイオンが放出される。それらはいったん土壌に吸着されるから硝酸化成作用を受けるが、ゼオライトを施用した土壌ではアンモニウムイオンが保持され、硝酸イオンへの

変化を遅らせる。そのため、有機質肥料の単独施用より窒素の肥効を高めることができる。ゼオライトは有機質肥料との相性もよく、併用効果は堆肥や緑肥などの有機物でも同様に保肥力改善に有効だ。

3. 賢いゼオライトの使い方

野菜の苗を育てるための床土は農家が自ら作るものと相場が決まっていた80年代に、筆者らは砂状のゼオライトを主原料とする園芸用育苗培土を開発した。副原料として保水性・透水性を高めるためのピートモスとパーミキュライト、パーライトを混合し、肥料源としてリン安や塩安などの水溶性化学肥料、そのほかに硝酸化成細菌を添加した。肥料以外の原料は100%土壌改良資材なので、作った苗を本圃に定植すれば、徐々にではあるが、土壌改良効果が発揮される。この育苗培土の最大の特長は、窒素の肥効が長く続くことで、ネギなど育苗期間の長い野菜でも追肥がいらないことである。

もう一つの上手な使い方が、堆肥やぼかし肥への混合だ。家畜ふん堆肥を作る際に、この粉状のゼオライトを10%程度混ぜると、家畜ふんが分解して発生するアンモニアをゼオライトが吸着して、悪臭を抑えることができ、水分調節材にもなる。「ゼオライト堆肥」に吸着されたアンモニウムイオン

写真2：ゼオライトぼかしの製造作業



は、施用後真っ先に速効性窒素肥料としてははたらく。

ぼかし肥の一般的な原料といえば、油かす・魚かす・骨粉などが、写真2のように大豆油かすとゼオライトを混ぜ、枯草菌を添加して10日から2週間ほどぼかすと「ゼオライトぼかし」ができる。従来のぼかし肥に比べて、窒素主体でリン酸含有率が低いため、園芸ハウスのようなリン酸過剰土壌にピッタリの肥料だ。全量を施用しないで一部を残しておき、次のぼかし製造時に種菌源として使うと、毎回枯草菌を購入せずに済む。なお、添加する枯草菌を選べばフザリウムなどの土壌病害に対する拮抗性も期待できる。

また、基肥を溝施用する際に肥料と同量程度のゼオライトを併用すれば、肥料中の窒素とカリの肥効率を高めることができる。まさにゼオライトは「土づくりの助っ人」だ。