

## 《解説》

天然ゼオライトの農業利用  
—ゼオライトの土壤改良効果—

東京農業大学土壤学研究室 後藤逸男

## 1. 天然ゼオライトの土壤改良資材としての歴史

クリノプチロライトあるいはモルデナイトを主成分とする天然ゼオライトが産業資源として開発されはじめたのは1950年ごろである。それと時期を同じくして、わが国で最初の天然ゼオライトの農業利用に関する研究が栃木県農業試験場の坪田ら<sup>1,2)</sup>により開始された。同氏らは10アール当たり約10トンの大谷石石粉を水田に施用して、水稻の栽培試験を行なった結果、標準区に比べて穂重、玄米重が25%増加し、その効果はベントナイトや三紀頁岩風化土客入区より顕著であった。また、畑に大谷石石粉を10アール当たり0.75, 1.88, 3.75トン施用し、麦を栽培した。その結果、石粉施用区の収量は全て標準区より2~8%高かった。ただし、1.88トン区の収量がもっとも高く、3.75トン区では0.75トン区と同程度であった。

さらに、同氏らは大谷石石粉を肥料の補助材として利用する試験を行ない、石粉と肥料を混ぜた粒状肥料(団子肥料)や石粉を条施することで肥料の利用率が向上することを明らかにしている。

以上のように坪田らは天然ゼオライトの農業利用に関する先駆的役割を果たしたが、同氏らの研究報告中に「ゼオライト」の名称は無い。

土壤・肥料学分野の研究報告で最初に「ゼオライト」を用いたのは宮城県農業試験場の沼倉ら(1961)<sup>3)</sup>と思われる。同氏らは宮城県内の火山性漏水田へのゼオライトの施用効果をベントナイトと比較し、その有効性を明らかにした。

上記栃木、宮城両県の試験結果を踏まえ、農林省<sup>4)</sup>は低位生産地特殊調査の一環として、1960年から4年間ゼオライトの耕土培養対策資材としての適性判定試験を全国約30ヶ所で実施した。耕土培養対策資材とは水田等低位生産性農地の改良を目的とする「耕土培養法」で指定された土壤改良資材である。本法は第二次大戦後の食料難を克服するため昭和27年に制定され、昭和59年には廃止されている。

その試験結果によれば、乾田や漏水田では10アール当たり約2トンの施用で10%程度増収し、その効果は3,4年目まで持続した。しかし、湿田ではゼオライトの施用効果が無く、効果に不偏性が認められなかったため、耕土培養対策資材として指定されるには至らなかった。

その後、川口<sup>5)</sup>は静岡県海岸砂丘地で野菜の栽培試験を行ない、ゼオライトの施用による増収、土壤の陽イオン交換容量(以後CEC)の増大、窒素の流亡防止など天然ゼオライトの明瞭な土壤改良効果を示し、ゼオライトの有効な農業利用の方向性を提示した。

一方、天然ゼオライトメーカーは各鉱山で採掘が始まって以来、その大きなCECに着目して、農業分野への市場開発を積極的に推進してきた。しかし、売り上げはメーカーの思惑どおり伸びず、苦慮していた矢先の昭和59年9月、「地力増進法」の制定に伴いゼオライトが保肥力改善のための土壤改良資材として指定を受けた。これを契機として各メーカーの市場拡大機運が再び高まると共に、農業雑誌などの影響もあり農家間で各種の粘土資材が注目されるようになった。

今日、ゼオライトは農家間でどのような評価を受けているのだろうか。一部の地域ではゼオライトを上手に使いこなし、それなりの収益を上げている。しかし、ゼオライトの名を知る農家の評判は概して悪い。特に、北海道内では極めて悪い。そのような農家の間でゼオライトは「高い」「効かない」土壤改良資材の代名詞とさえなっているのである。

その原因の多くはメーカーに、一部は科学的根拠に乏しい記事を何の拘わりもなく掲載する農業雑誌にある。しかし、責任の一部はそれらを見抜けない農家自身、さらにこれまで正しい情報を農家に充分提供できなかった農業研究・普及者にもある。

筆者らは地力増進法が制定される5年前の1979年より天然ゼオライトの畑土壤改良効果に関する研

究<sup>6~10)</sup>を手掛け、現在ではこれを正しく農家に普及させるための研究と活動を行なっている。

本稿では筆者らの研究内容の概要を紹介すると共に、天然ゼオライトのユーザーである農家の立場からメーカーへの要望についても述べてみたい。

## 2. わが国の耕地土壌の特性と実態

わが国には約500万ヘクタールの耕地が存在する。ここにゼオライトを10アール当たり1トンをいれれば5000万トンの天然ゼオライトが必要となる。現在の年間生産量であれば何と500年間分の量に相当する。これほど大きな天然ゼオライトの市場は他に類を見ない。各メーカーが目指すのも当然であろう。しかし、全ての耕地にゼオライトが入れられる訳ではない。前記の試験例からも分かるようにゼオライトの施用効果は土壌の種類と施用法、さらには農家の営農形態により著しく相違する。

ゼオライトを使うには、先ずわが国の土壌の特性について良く理解しておくことが必要である。

日本に分布する土壌の特性は酸性を呈すること、腐植(有機物)に乏しいこと、火山噴出物(火山灰)を母材とする土壌が多いことである。これらはいずれも作物の生育には不都合で、一言で言えばわが国の土壌は痩せている。

逆に、世界で最も肥えた土壌はソビエトのウクライナ地方に分布するチェルノーゼムと呼ばれる黒い土で、その特徴はモンモリロナイトを主要な粘土鉱物とすることである。

わが国の北海道、東北、関東、山陰、九州にも一見チェルノーゼムを思わせるような黒い土が広く分布しているが、肥沃度は天と地ほど相違する。これが黒ボク土と呼ばれ、火山噴出物(火山灰)を母材とする土壌である。アロフェンを主要粘土鉱物とし、土壌中には多量の水酸化アルミニウムゲルを含有する。そのため、肥料として施用されたリン酸イオンはアルミニウムに吸収され(リン酸の固定)、作物には利用されにくくなる。また、本土壌は特異的に多量の腐植を含み黒色を呈するが、その大部分がアルミニウムと強く結合しているため、作物には有効でない。耕地面積500万ヘクタール中に畑地が約180万ヘクタール存在するが、その約50%がこの黒ボク土で占められている。

黒ボク土以外(非火山灰土壌)は沖積・洪積堆積物、三紀・古生層などを母材とする土壌で、メタハロイサイトを主要粘土鉱物とし、一般に酸性を呈する。

これらの土壌のCECは15~20 meq/100 gで、チェルノーゼムの半分程度に過ぎない。しかも陰荷電は大部分がpHにより変化するpH依存性荷電である。土壌学ではモンモリロナイトを優良粘土と呼ぶが、その理由は単にCECが大きいからだけではない。その陰荷電特性が永久荷電であり、さらにアンモニウムイオン、カリウムイオンに対する特異的吸着性を有しているからである。この両イオンに対する特異性が肥料の利用率(肥効率)と密接に関連する。

黒ボク土のCECはチェルノーゼムに匹敵するほど大きい。腐植に起因する陰荷電がpH依存性であり、アンモニウム・カリウムイオンよりアルミニウムやカルシウム、マグネシウムのような多価カチオンが吸着されやすい。

このように土壌の保肥力を高め、さらにアンモニウムイオン、カリウムイオンを特異的に吸着して肥効率を高める役割を果たす土壌改良資材が天然ゼオライトである。

土壌のCECが小さくて、肥料の肥効率が低くても肥料を多く施用すれば作物の生育、収量にはそれほど支障はない。特に、戦後の食料増産期から高度経済成長期に掛けてわが国の耕地とりわけ畑地には多量の化学肥料が投入された。僅かな量のゼオライトを施用しても効かないのは当然であろう。これまで天然ゼオライトが売れなかったもう一つの理由である。

しかし、最近では情勢が変化しつつある。その変化とは、先ず食料輸入問題に係わる農産物の生産経費削減対策としての肥料代の見直しと、化学肥料の多量施用に伴って、土壌中の肥料成分バランスが崩れ、生産物の品質低下や病虫害の多発が頻発しはじめていくことである。また、最近の有機栽培ブームにもあおられて、できる限り化学肥料を減らして高収量・高品質の農産物を生産しようとする機運が高まっている。まさに天然ゼオライトの出番が到来したと言えよう。

## 3. 天然ゼオライトの土壌改良効果

### (1) 陽イオン交換容量の増大

地力増進法では指定された土壌改良資材の販売に際し表1のような表示を義務付けている。

最近、筆者らは市販されている天然ゼオライトのCECを測定し、表示中の値と比較してみた。その結果、表2のように実測値は概して表示値より低く、表示値に対して実測値が1/2程度の粗悪品も認めら

表1 地力増進法に基づくゼオライトの表示法

地力増進法に基づく表示	
土壤改良資材の名称	〇〇ライト
土壤改良資材の種類	ゼオライト
表示者の氏名又は名称及び住所	〇〇〇〇〇〇 〇〇〇〇〇〇
製造事業所の名称及び所在地	〇〇〇〇〇〇 〇〇〇〇〇〇
正味重量	20kg
原料	クリノプチロライトを主とする天然ゼオライト
陽イオン交換容量	150meq/100g
用途(主たる効果)	土壤の保肥力の改善
施用方法	下記の通り、別に表示

表2 市販天然ゼオライトの陽イオン交換容量の表示値と実測値の相違

(meq/100g)			
製品	表示値(A)	実測値(B)	B/A
A	150	92	0.61
B	150	147	0.98
C	150	164	1.09
D	113~149	103	0.79
E	150	172	1.15
F	160	182	1.14
G	151	134	0.89
H	138	85	0.62
I	161	127	0.79
J	120~150	115	0.85
K	150	150	1.00
L	150	98	0.65

れた。

地力増進法ではCECの基準値を50meq/100gと定めているが、わが国の天然ゼオライトの質と埋蔵量を考慮すれば余りにも低すぎる。筆者は少なくとも100meq/100g以上であることが望ましいと考えている。

ゼオライトが土壤の保肥力を改善する資材として優れている理由はCECがただ大きいからだけではない。ゼオライトの陰荷電の大部分がpHに影響されない永久荷電であること、ゼオライトが土壤中で非常に安定で、CECが経時的に低下しないことが重要である。

モンモリロナイトもCECが大きく、かつ永久陰荷電からなる点はゼオライトと同様であるが、土壤

表3 天然ゼオライトあるいはベントナイトを混和した火山灰土壤粘土の陽イオン交換容量の経時変化

資材	熟成期間		
	0日	1週間	1箇月
	(meq/100g)		
ゼオライト	68.3 (100)	69.7 (102)	69.3 (101)
ベントナイト	56.3 (100)	48.2 (86)	47.0 (84)

( ): 0日を100とする指数

中での安定性には著しい相違が認められる。筆者らの実験を紹介しよう。

栃木県鹿沼市で採取した多腐植質黒ボク土から脱腐植処理後、分離した粒径2μ以下の粘土画分に同重量の天然ゼオライトあるいはベントナイトを混合してペースト状態とし、30℃で保温静置した。1週間後、1ヶ月後にその一部を採取してCECを測定した。その結果、表3のようにベントナイト区のCECが経時的に低下したのに対して、天然ゼオライト区では全く変化しなかった。

この原因はすでに沼尾<sup>11)</sup>が明らかにしている。すなわち、モンモリロナイトの層間中に土壤中のアルミニウムが侵入することによるモンモリロナイトの変質である。三次元網目状構造を有するゼオライトはアルミニウムに富む酸性土壤や黒ボク土中であっても何ら変化しない。

### (2) 窒素とカリウムの肥効率の向上

ゼオライト構造中の細孔の大きさがアンモニウムイオンおよびカリウムイオンとはほぼ一致する。したがって、土壤に施用された両イオンがゼオライトに吸着され、細孔内にはまり込むと放出されにくくなるため雨水による流亡が抑制される。その結果、窒素とカリウムの肥効率が向上する。

### (3) リン酸の肥効率の向上

ゼオライト自体には陰イオンであるリン酸イオンや硝酸イオンを吸着する能力すなわち陰イオン交換容量は全くない。ただし、天然ゼオライト中には多量の交換性カルシウムが存在するので、肥料として施用されたリン酸イオンはそれと反応して難溶性のリン酸カルシウムを形成する。その結果、リン酸の肥効率が向上する。

#### 4. 天然ゼオライトの利用法

##### (1) 天然ゼオライトの単独利用

天然ゼオライトを土壤改良資材として活用するのはそれほど容易ではない。肥料のように入れれば効くものではなく、施用する土壤の種類、施用方法、施用量などを充分考慮しなければ全く効果の出ない資材である。

CECが150 meq/100 gのゼオライトを10アール当たり1トン、表層15 cmに施用する毎に土壤のCECは約1 meq/100 g ずつ大きくなる。例えば、このゼオライト5トンをCEC 5 meq/100 gの土壤に施用すればCECは一挙に倍増する。しかし、同じ5トンでもCEC 30 meq/100 gの土壤ではCEC増加割合は15%程度に過ぎない。すなわち、CECの小さい土壤に思い切って多量施用すれば大きなCEC増大効果が期待できる反面、CECの大きい土壤に100や200 kg入れたぐらいでは何の効果も期待できない。

ただし、黒ボク土(火山灰土壤)ならCECが大きくてもある程度の施用効果が期待できる。なぜなら、黒ボク土のCECは値が大きいだけで吸着力とりわけカリウム、アンモニウムイオンの吸着力が弱いからである。

土壤に対するゼオライトの適性施用量はゼオライトの価格や農家の営農形態により異なるが、土壤の性質を改善する観点からすれば、10アール当たり数トン以上の施用が必要である。

ここで、ゼオライトを利用して収益の上昇した農家の実例を2つ紹介しよう。

第1例は千葉県佐原市のナス農家、第2例は東京都西多摩郡のトマト農家で、いずれもハウス内での長期取り栽培である。

佐原市の土壤は海成砂土でCECが11 meq/100 gと小さい。一方、日の出町の土壤は水田に客入された洪積土壌でCECは30 meq/100 gである。

どちらもハウスを中央より2分して、ゼオライト施用区と対照区を設けた。

トマト農家ではゼオライト(福島県耶麻郡西会津町産:クリノプロライト主体)を昭和61年に10アール当たり1.0トン、62年に0.5トン、63年に1.0

表4 トマト、ナスに対する天然ゼオライトの施用効果

[トマト(施設栽培)]

栽培期間	対照区*	ゼオライト区*	ゼオライト施用に伴う増収割合	
			収量*	金額**
61年-62年	11.4 t	12.0 t	5.3%	198千円
62年-63年	16.1 t	17.9 t	11.2%	510千円
63年-元年	12.5 t	14.7 t	17.6%	714千円

土壤:洪積土壌 天然ゼオライト施用量:2.5トン/10アール

[ナス(施設栽培)]

栽培期間	対照区*	ゼオライト区*	ゼオライト施用に伴う増収割合	
			収量*	金額**
62年-63年	9.8 t	11.0 t	12.0%	428千円
63年-元年	8.5 t	9.8 t	15.2%	600千円

土壤:海成砂土 天然ゼオライト施用量:1.2トン/10アール

\* 10アール当りに換算した収量

\*\* 10アール当りの増収額、ただし、ゼオライト代と施用経費(日当)を差し引いてある

トン3年間で合計2.5トン施用した。一方、ナス農家では昭和62年に1.2トン施用した。

トマトは3年間、ナスは2年間にわたって収量を区毎に集計した。

その結果、表4のようにゼオライトの施用によりトマトでは5~20%、ナスでは15%程度増加した。両農家共、ゼオライトの施用による増収効果は経年的に高まる傾向にあった。また、土壤の異なる2農家を比較すると、CECが小さいナス農家での効果が高かった。

これらの実例から明らかなように、ゼオライトを10アール当たりトン単位で施用すれば作物にそれなりの増収効果が期待できることは事実である。ただし、これらの実例はいずれも施設(温室)という、いわば管理された気象条件下での効果であり、露地の畑作物や野菜あるいは牧草地では必ずしも顕著な施用効果が期待できるとは限らない。

筆者らが行なった2つの試験例を示す。

第1例は露地畑に対するゼオライトの施用効果に関する試験である。東京都世田谷区の黒ボク土からなる畑地にゼオライト(福島県白石市川原子産:モルデナイト主体)10アール当たり5トン施用区、緑肥区、ゼオライト5トン+緑肥区、対照区を設け、昭和56年より60年までの5年間に17作の畑作物を栽培した。

緑肥とは畑で栽培した麦類や牧草を成熟させない状態(緑色の状態)で土の中に鋤込んで土壤中で分解

表5 畑作物・野菜に対する天然ゼオライトの施用効果(対照区の収量を100とする指数)

試験区	昭和56年			昭和57年			昭和58年		
	エダマメ	ソルゴー	コカブ	エダマメ	ソルゴー	ハウレンソウ	エダマメ	ソルゴー	コマツナ
対 照 区	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ゼオライト区	97	98	118	100	89	121	102	94	98
緑 肥 区	138	106	108	115	126	139	102	114	140
ゼオライト+緑肥区	141	124	106	122	112	154	108	119	150

試験区	昭和59年				昭和60年				5年間の平均
	エダマメ	ソルゴー	ハウレンソウ	エンバク	エダマメ	ソルゴー	ハウレンソウ	ライムギ	
対 照 区	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ゼオライト区	95	98	92	103	94	98	104	93	100
緑 肥 区	112	103	131	101	125	114	134	102	116
ゼオライト+緑肥区	111	109	136	95	126	113	192	102	126

ゼオライト：10アール当たり5トンを試験開始前のみ施用  
 緑 肥：10アール当たり5～10トンのソルゴーやムギを毎年施用

表6 牧草(オーチャードグラス)に対する天然ゼオライトの施用効果

試験区	昭和56年		昭和57年		昭和58年		3年間の合計	
	収量*	指数	収量*	指数	収量*	指数	収量*	指数
対 照 区	3.75	100	4.45	100	4.40	100	12.6	100
ゼオライト区	4.51	120	4.58	103	4.60	105	13.7	109
有 機 物 区	5.05	135	4.84	109	5.30	120	15.2	121
ゼオライト+有機物区	5.28	141	5.87	132	5.59	127	16.7	133

\*：生草収量 t/10a

ゼオライト：10アール当たり5トンを試験開始前のみ施用  
 有 機 物：10アール当たり5トンの牛糞などを毎年施用

させ肥料とするもので、有機質肥料の一種である。本試験では換金作物の間作にライムギ、ソルゴーなどを栽培し、それらを10アール当たり年間合計5～10トン鋤込んだ。

試験結果は表5のようにゼオライト区の収量が対照区より高かったのは17作中5作に過ぎず、5年間の平均収量では対照区と全く変らなかった。しかし、ゼオライトと緑肥を併用すると明らかな増収効果が認められ、その効果は緑肥単独区より大きかった。

第2例は牧草地に対するゼオライトの施用効果に関する試験である。

静岡県富士宮市の多腐植質黒ボク土からなる原野にゼオライト施用(10アール当たり5トン)の有無と有機物施用(牛糞等)の有無を組み合わせた4試験区を設けた。多年生の牧草であるオーチャードグラスを播種し、昭和56年から3年間収量調査を行なった。

その結果、表6のように、ゼオライト単独施用区でも対照区より10%弱増収したが、露地畑と同様に

有機物を併用すると増収率は約30%に達した。

筆者らはこれらの圃場試験の他、主に露地の畑作物を対象としてゼオライトの施用効果に関する多くの栽培試験を行ってきた。それらの結果を総合的に判断するとゼオライト単独を10アール当たり数トン程度施用しても期待できる増収効果はせいぜい5～10%に過ぎない。

しかし、これで悲観するには及ばない。

たとえ10%程度の増収効果であってもその価値は農家の経営形態により著しく相違する。先に紹介した2軒の施設園芸農家はその良い例である。10アール当たり数トンのゼオライト、すなわち数～10万円程度の投資で20～70万円(ゼオライト代と施用経費を差し引いた実益)の増収となってしまう。しかもその効果は1年限りではなく、持続するのである。しかし、多くの水田農家や露地野菜農家ではたとえ10%程度増収してもそれによる収益はゼオライト代にもならないことが多い。

すなわち、ゼオライト単身の利用を推奨できるのはCECが極端に小さい砂地、あるいは僅かの効果

でも高い収益につながる施設園芸農家に限られる。

その場合でもできる限り緑肥あるいは堆肥のような有機物を併用することが望ましい。ゼオライトと有機物の併用により増収率が向上する理由は次のとおりである。

土壤中に施用された有機物は微生物の働きにより徐々に分解され、窒素・リン酸・カリウムなどの肥料成分を放出する。ゼオライトはこれらの成分中アンモニウムイオンとカリウムイオンを吸着し、さらに交換性カルシウムとの反応によりリン酸イオンを吸収する。ゼオライトの微細な細孔中にはまり込んだアンモニウムイオンは、硝酸化成菌と隔離されるため、硝酸化成作用が抑制されて土壤溶液中への硝酸イオンの放出が緩慢となり、その結果窒素肥効率が一層向上する。

有機物を併用しないで多量のゼオライトを単独で施用するとゼオライトが土壤中のアンモニウムイオンを吸着してしまい、一時的に窒素不足に起因する生育阻害を引き起こすことがあるので、この点でも注意を要する。

一作に施用するゼオライト量は10アール当たり1~2トンを上限とする。

## (2) 天然ゼオライトの多角的農業利用

天然ゼオライトの単独利用法は従来多くのゼオライトメーカーが試みて成功しなかった方法と言って過言ではない。農家に取っても必ずしも有効な利用方法ではない。このようなゼオライト利用上の問題点を解決し、さらに貴重な国産天然資源の有効利用を計る方法が筆者らの提唱するゼオライトの多角的農業利用である。ゼオライト単身を単独で直接圃場に施用するのではなく、一度あるいは二度他の目的で使用したゼオライトを最終的に圃場に入れるのである。

その具体的方法は次のとおりである。

### ① ゼオライト堆肥(ゼオライトコンポスト)

ゼオライトを堆肥製造時の水分調節材の一部(重量比で20~30%添加)として利用する。堆肥製造過程で発生するアンモニアガスをゼオライトが吸収するので悪臭を防止できるだけでなく、即効性のアンモニウムイオンに富む堆肥ができる。

その1例として、豚糞にゼオライトを0~30%添加して製造したゼオライト堆肥の化学性を表7に、製造過程におけるアンモニアガス発生量の相違を図1に示す。

従来の堆肥の代わりにゼオライト堆肥を施用すれば

表7 ゼオライト堆肥の化学組成

項目	ゼオライト添加率(%)				
	0	10	20	30	
pH (H <sub>2</sub> O)	6.81	7.14	7.58	6.89	
EC (mS/cm)	3.21	1.66	1.20	1.38	
全-C (%)	44.3	32.6	26.8	20.7	
全-N (%)	2.17	1.74	1.54	1.31	
C/N	20.4	18.7	17.4	15.4	
無機態窒素 (mg/100g)	NH <sub>4</sub> -N	27.5	286	303	364
	NO <sub>3</sub> -N	20.8	18.6	42.9	9.60
	合計	48.3	305	346	374
無機態窒素/全-N (%)	2.23	17.5	22.5	28.5	
CaO (%)	2.78	2.19	2.13	1.91	
MgO (%)	0.78	0.57	0.55	0.57	
K <sub>2</sub> O (%)	1.51	1.63	1.95	2.23	
Na <sub>2</sub> O (%)	0.32	0.44	0.53	0.74	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	2.86	1.56	1.11	0.85	

豚糞(含オガクズ)にゼオライトを0~30%添加して30日間発酵させた。

使用したゼオライトは福島県耶麻郡西会津町産でクリノプロライトを主体とする。

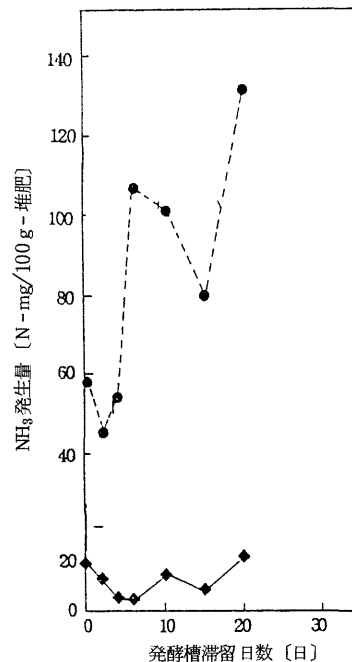


図1 ゼオライト堆肥のアンモニアガス発生抑制効果

●---●: ゼオライト無添加堆肥  
■—■: ゼオライト堆肥(ゼオライト30%添加) 堆肥: 表5に同じ

わざわざゼオライトを散布する手間が省けるだけでなく、前記のようなゼオライトと有機物の併用効果が期待できる。

② 天然ゼオライトを主原料とする育苗培土

近年、トマトやキュウリ、ナスなど果菜類を栽培する園芸農家を中心として市販の育苗培土がブームとなっている。

古くから「苗半作」と言われるように苗の良悪が生産物の収量、品質に大きく影響する。従来、各農家では田土や山土と堆肥を原料とし、1年以上を費やして育苗用の用土(育苗培土)を自家生産していた。しかし、最近では人手不足のため良質培土の生産が困難となった結果、市販の育苗培土に目が向けられるようになった。

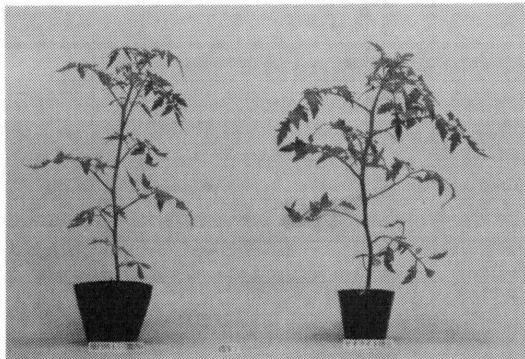
わが国の農業技術の大元締めである全農(全国農業組合連合会)がその開発に力を注いでおり、農家の自家製培土を遥かに凌ぐ優秀な商品が流通している。

ただし、それらはいずれも「土」を主原料として

表8 ゼオライト培土と慣行培土の比較 (トマト育苗試験)

項目	慣行培土	ゼオライト培土
草丈 (cm)	57.3	58.8
葉長 (cm)	24.6	31.4
葉幅 (cm)	16.3	25.0
地上部重 (g)	49.7	86.1
根重 (g)	13.9	23.3
全体重 (g)	63.6	109

慣行培土：農家が従来から使っている自家製培土  
品種：オオミヤ163  
生育状況は写真1参照



慣行培土                      ゼオライト培土

写真1 ゼオライト培土と慣行培土の比較 (トマト育苗試験)

いるので、苗を作って圃場に植えても「土」しか入らない。

ゼオライトで培土を作れば苗を圃場に植える(定植)と同時にゼオライトが圃場に入ってしまう。このような発想で筆者らが開発した育苗培土を「ゼオライト培土」と称している。育苗試験の1例を表8に示す。

ゼオライトを主原料として育苗培土を作ると、従来の土を主体とした培土では得られなかった育苗効果が発揮され、現在の市販培土と同等あるいはそれ以上の苗が生産できる。これを本圃に定植すると、果菜類なら1作で10アール当たり300~500kgのゼオライトが施用されることになる。

(3) その他の利用方法

上記のようなゼオライトの土壤改良資材としての利用方法他にも肥料の添加材あるいは補助材として使う方法もある。

肥料添加材としての利用は、肥効率を高める目的で製造工場あるいは庭先で肥料中に混ぜるものである。肥料取締法では成型複合肥料中に25%以上35%以下の範囲で混合することが認められている。

最近注目されている「ぼかし」中に混入するゼオライトもこれに属する。「ぼかし」とは油粕、糠、鶏糞などの有機物を堆積、発酵させた緩効性有機質肥料である。有機物類が発酵するとアンモニアガスなどが発生して悪臭が甚だしいので、山土や粘土を混合してそれらにアンモニアガスを吸収させる。混合資材としてゼオライトが最適であることは記すまでもない。

肥料補助材としての利用は、10アール当たり20~60kgのゼオライトを肥料と共に作条施用し、肥効率を高めようとする方法である。このような方法により肥効率が向上し、増収をもたらすことは十分期待できるが、ゼオライト本来の役割である土壤改良効果を期待するには余りにも施用量が少な過ぎる。しかし、いずれも天然ゼオライトの多元的農業利用であり、有効な利用手段であることに違いはない。

5. メーカーとユーザーのために

商品の売り、買いの基本的原則は両行為により互いに利益がもたらされなければならないことである。

農業分野における天然ゼオライトの売買にはこの原則が必ずしも守られていないようである。

前記のとおり、その原因の多くはメーカーの販売

方法にある。具体的な原因とその対策を以下に示す。

先ず、第1の問題点はメーカー自身が土壌改良資材としての天然ゼオライトの特性や施用効果、それに農業の実態を十分に理解していないことである。天然ゼオライトの農業利用と言えばゴルフ場を思い浮かべる人が多いのではなからうか。

これでは、農業分野に進出する資格はない。ゴルフ場での利用、これも有効な天然ゼオライトの利用方法であるが、筆者は農業利用と考えていない。

農家にゼオライトを販売するには、農家の心を掴むことが大切であり、また、ゼオライトの利用方法に関する情報など正しい技術サービスを提供することが不可欠である。したがって、現場の営業マンには農業に深い理解と知識のある人材を雇用することが望まれる。なお駄足ながら、農家を回る場合には背広にネクタイ、革靴はやめたほうが良い。

第2に、適正な価格で販売する。筆者らの最近の調査によれば天然ゼオライトの末端小売価格は20kg当たり何と400~3200円に及んでいる。これでは農家の心は掴めない。できる限り低コスト化を計る努力をしてほしい。

第3に、名称の問題である。企業の立場から○○○ライトのような商品名はやむを得ないにせよ、その上部には大きな活字で「天然ゼオライト」と明記すべきである。明らかに天然ゼオライトでありながら農家の心を惑わすような商品名を付けた製品が販売され、全国に流通している。そのようなものほど低品位で高い。良識あるメーカーはこれらに惑わされてはならない。農家はいつまでもだまされてはならない。

第4に、メーカー各社のパンフレットや製品の袋の効能書きを全面的に書き改めるべきである。

土壌改良資材としての天然ゼオライトの施用効果は上記のとおりであり、それ以外は科学的根拠に乏しい。

天然ゼオライトと光合成菌などの微生物とを組み合わせた資材も市販されているが、それらの相乗効果に関する知見は得られていない。

第5に、製品の陽イオン交換容量に関する品質管理を徹底する。

次に、天然ゼオライトを買う立場からのアドバイスをしよう。

最も大切なことはメーカーの宣伝や農業雑誌の記事の中から真贋を見抜くことである。基本的な土壌・肥料の基礎知識を身に付ければ決して難しいこと

ではない。これからの農業を生き抜くにはこれも大切な「農機具」の一つになる。

第2に、高い天然ゼオライトを買わされないことである。天然ゼオライトの価格の大半は中間マージン、倉庫料、輸送費で占められている。したがって、農家としては集団でまとめて購入し、自分たちで保管する、できる限り近い産地を選ぶ、粒状品ではなく粉物とする、小袋ではなく、フレコンバックとするなどの努力をすれば従来よりはるかに安く購入できる。

第3に、天然ゼオライトを直接圃場に入れるような利用方法はできる限り避け、ゼオライト堆肥を製造するなど多元的利用を計る。

## 6. 結 語

地下資源に乏しいわが国にあって、石灰と天然ゼオライトは数少ない天然資源であると共に重要な土壌の改良資材でもある。特に、前者は戦後の食料増産に極めて大きな役割を果たしてきた。

次は天然ゼオライトの出番である。食料輸入攻勢に対応できる土壌環境を作り作物の高収量、高品質化に寄与しようではないか。

わが国での天然ゼオライトの農業利用技術はやがてアジアを始め、世界のゼオライト産出国に適用できると信じてやまない。

## 参 考 文 献

- 1) 坪田五郎, 宮脇謙三, 三宅 信, 小川昭夫, “大谷石粉の農業利用に関する研究(第1報)” 栃木県農試報告, 4, 35-56, 1960
- 2) 坪田五郎, 窪見晏伺, 小川昭夫, “同上(第2報)” 同上, 7, 79-88, 1963
- 3) 沼倉正二, 浅野岩夫, 若生松兵衛, “水田に対するゼオライトの施用効果に関する研究(第1報), 宮城県農試報告, 37, 45-58, 1966
- 4) 農林省農政局農産課, “ゼオライト施用試験成績” 1964
- 5) 川口菊雄, “ゼオライトによる土壌改良” 用水と営農, 54, 4-8, 1977
- 6) 後藤逸男, 蛭木 翠, “天然ゼオライトの農業利用に関する基礎的研究(第1報)” 東京農大農学集報, 24, 164-183, 1970
- 7) 後藤逸男, 蛭木 翠, “同上(第2報)” 同上, 24, 305-315, 1980
- 8) 後藤逸男, 蛭木 翠, “同上(第3報)” 同上, 25, 164-168, 1980
- 9) 後藤逸男, 蛭木 翠, “同上(第4報)” 同上, 25, 169-179, 1980
- 10) 後藤逸男, 竹間 肇, 玉木和之, 蛭木 翠, “同上(第5報)” 同上, 28, 383-392, 1984
- 11) 沼尾林一郎, “ベントナイトの土壌改良への利用及びその効果に関する研究” 群馬県農試報告, 3, 1961