

トヨビルダーの性状

宮	崎	弘
浅	野	一
相	本	行
有	家	二
	潤	

Properties of TOYOBUILDER

Synthetic Zeolite A

Hiroshi MIYAZAKI
Seiichi ASANO
Michiyuki AIMOTO
Junji ARIKA

1. はじめに

東洋曹達は、長年にわたり吸着・分離剤および触媒用として合成ゼオライト（商品名『ゼオラム』）を製造販売してきた¹⁾。この間のゼオライト合成技術の蓄積をもとに、新たにリン酸系ビルダーに代わる洗剤ビルダーとして高品質のゼオライトビルダー（商品名『トヨビルダー』）を開発した。

ゼオライト (Zeolite) は、ギリシャ語で沸騰する石という意味で、沸石と呼ばれる鉱物の一種である。ある種のゼオライトは天然にも多量に産出するが、これらは人工的にも合成することができる²⁾。

トヨビルダーは特に洗剤ビルダーとして優れた特徴を付与して合成されたゼオライトである。ゼオライトの化学組成は、アルカリまたはアルカリ土類のアルミノ珪酸

塩で、結晶格子中に水分子を主成分として含んでいる。その結晶は、 SiO_4 と AlO_4 の四面体が酸素原子を共有して三次元的に骨格を形成するが、Al の負電荷を補うために陽イオンが含まれていて、この陽イオンが水中で容易に他の陽イオンと交換する特性を持っている。

トヨビルダーは陽イオンとして Na^+ を含む 4A 型ゼオライトであって、従来洗剤ビルダーとして用いられてきたリン酸塩等のキレート化合物と同様に、洗剤に悪影響を及ぼす水の硬度成分である Ca^{2+} , Mg^{2+} を効率よく捕捉（イオン交換）するので、洗剤ビルダーとして優れた機能を発揮する。Fig. 1 にトヨビルダーのイオン交換作用を結晶モデルで示す。

2. トヨビルダーの性状

トヨビルダーは、 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4.5\text{H}_2\text{O}$ の化学

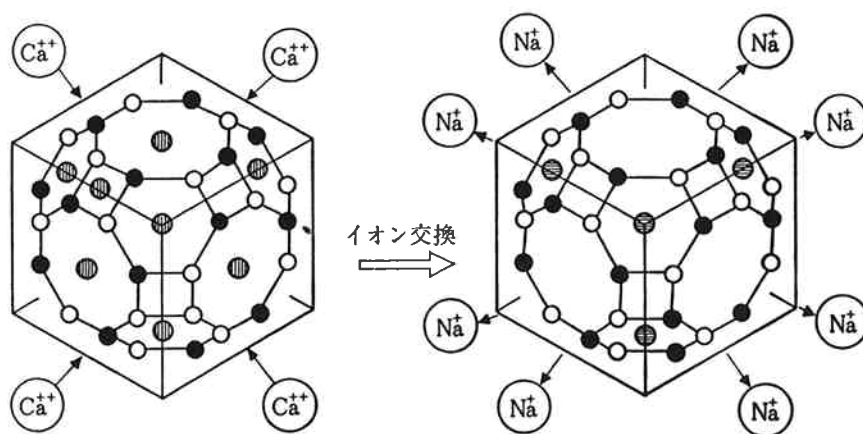


Fig. 1 A型ゼオライトのイオン交換（単位胞による模型図）

組成からなる高純度の4A型ゼオライトで、粉末と顆粒の2種類の製品がある。

トヨビルダー粉末は、流動分散性に優れた平均粒子径2ミクロンの丸味を帯びた結晶であり、洗剤原料との組合せ使用に適している。

トヨビルダー顆粒は、輸送・貯蔵時の取扱いを容易にするためにトヨビルダー粉末を軽度造粒した製品で、通常の解砕で簡単に粉末化し、トヨビルダー粉末として使用できる。性状ならびに化学分析値を Table 1, 2 に示す。

Table 1 トヨビルダーの性状

商 品 名	トヨビルダー粉末	トヨビルダー顆粒
外 観	白色微粉末状	白色顆粒状
組 成 式	Na ₂ O・Al ₂ O ₃ ・2SiO ₂ ・4.5H ₂ O	
結 晶 型	100% A型ゼオライト	
平均粒子径	約2μ	約100μ(球状品)
粒子径分布	1~4μ 90%以上	30~200μ 90%以上
イオン交換容量 (CaCO ₃ 換算)	理論交換容量	352 mg/g 無水物 (196 mg-CaO/g 無水物) (7.0 meq/g 無水物)
	10分間の交換容量	顆粒 240~260 mg/g 無水物 顆粒解砕品 290~320 mg/g 無水物
嵩 密 度	0.5~0.6 g/cc	

Table 2 トヨビルダーの化学組成 (一例)

Ig・Loss (800°C, 1 hr)	20 wt%
Na ₂ O	17.50
Al ₂ O ₃	28.67
SiO ₂	33.73
Na ₂ O・Al ₂ O ₃ ・SiO ₂ (モル比)	1 : 1 : 2
重金属(as pb)	10 ppm 以下

3. トヨビルダーの特徴

トヨビルダーは、洗剤ビルダーとして次のような化学的・物理的特徴を持っている。

- 1) 高純度で白色度の高いA型ゼオライトである。
- 2) 水中の硬度成分に対して迅速な交換速度と大きな

交換能力を持っている。

- 3) 粒子径分布がシャープで洗剤ビルダーとして適正な粒子径となっている。
- 4) 結晶形状が丸味を帯びているので分散性に優れている。
- 5) 顆粒製品、粉末製品ともに流動性がよく、取扱いが容易である。
- 6) 嵩密度が大きく容器がコンパクトになる。

3-1 イオン交換性能

トヨビルダーは、結晶純度が高いので大きなイオン交換能力を持っている。また粒子径分布がシャープで分散性に優れているのでイオン交換が速やかに行われる。

Fig. 2 に日本の水道水の平均硬度(約40 ppm Ca⁺)の硬水に対する交換速度を示す。図からみられるように交換時間1~2分で大部分の硬度成分を捕捉してしまうので、十分な洗浄力を発揮させることができる。

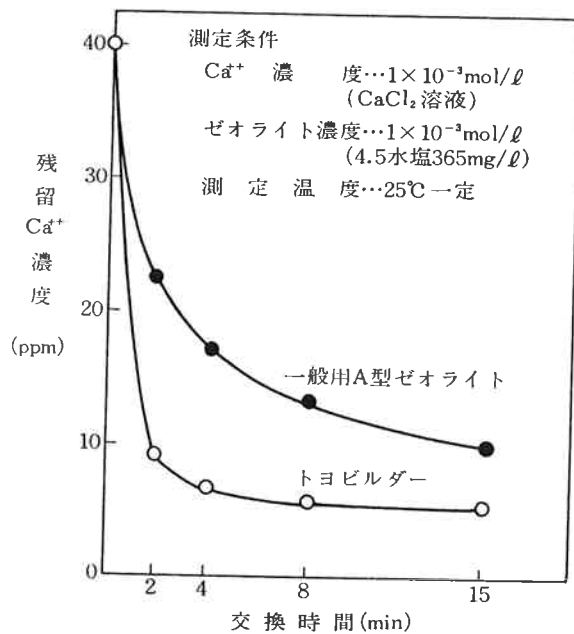


Fig. 2 トヨビルダーのCa⁺交換速度

3-2 粒子径分布

一般にゼオライトビルダーの粒子径としては1~5μが適正範囲だといわれている。この理由としては、粒子径が大きすぎる場合、洗濯中に衣類に沈着したり、洗濯機や排水管等への沈積が心配されること、また粒子径が極端に小さすぎる場合は、下水処理場での処理機能に悪影響を及ぼすこと等の懸念がある。

Fig. 3 および Fig. 4 にトヨビルダーと一般用A型ゼオライトの粒子径分布を示すが、トヨビルダーの粒子径は大部分が1~3μの範囲にあり、非常にシャープな分布になっている。

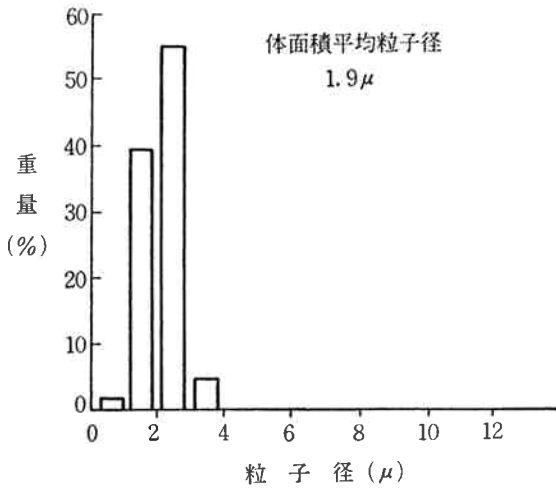


Fig. 3 トヨビルダーの粒子径分布

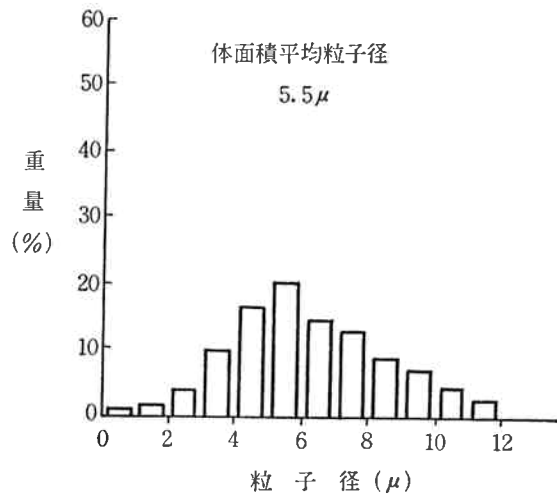


Fig. 4 一般用A型ゼオライトの粒子径分布

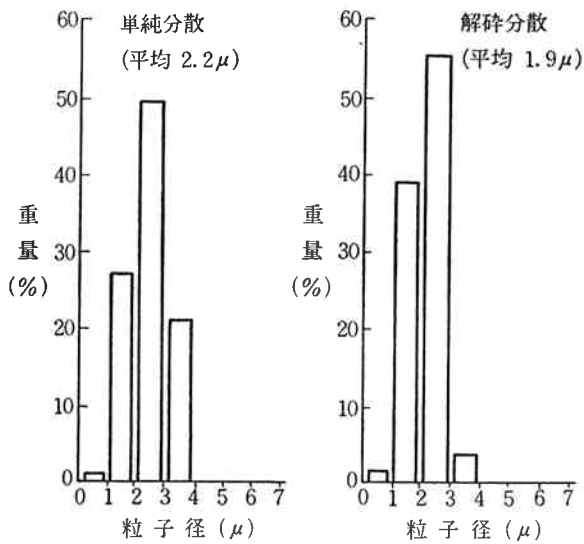


Fig. 5 トヨビルダーの分散性

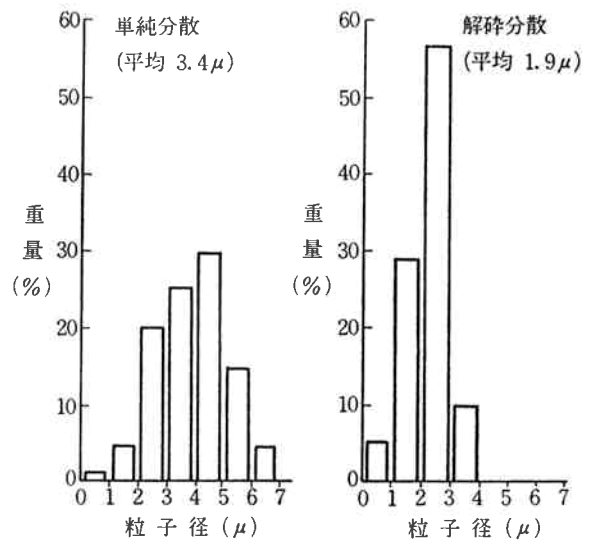


Fig. 6 市販ゼオライトビルダーの分散性

3-3 分散性

一般にゼオライトは凝集しやすい性質を持っているため、洗剤製造プロセスで洗剤スラリーへの分散が問題になることがある。

トヨビルダーは、結晶を丸くし、粒子径分布をシャープにすることで、分散性を大幅に改良した。

Fig. 5 および Fig. 6 は、トヨビルダーと市販のゼオライトビルダーを水中に単純分散させた時の粒子径分布と、乳鉢で十分な解砕をした時の粒子径分布の変化を示す。図から明らかなように、トヨビルダーは単純分散と解砕分散させた時の差がほとんどなく、分散性が優れていることを示している。

3-4 粉体特性

ゼオライト粉末は、その性質上粒子間の凝集力が強く、各種粉体の中でも特に流動性が悪いために、取扱いが困

難とされている。

トヨビルダーは、粉体の輸送・供給あるいは貯蔵工程で発生しやすい閉塞によるトラブルを防止するために、従来のゼオライト粉末の欠点を大幅に改良し、流動性を

Table 3 トヨビルダーの粉体物性

	水分 (%)	嵩密度 (g/cc)			圧縮度 (%)	安息角 (度)	凝集度 (%)
		ゆるみ	固め	動的			
トヨビルダー粒	18.6	0.57	0.66	0.58	13.6	29	—
トヨビルダー粉	18.8	0.42	0.75	0.57	44.0	45	8.3
市販ゼオライトビルダー粉末	10.0	0.26	0.62	0.47	59.4	50	79.0

細川粉体工学研究所製パウダーテスターで測定

高めた。この改良の効果として、取扱いが容易になるとともに嵩密度も大きくなり、貯槽設備が小容量となる。

4. 環境・安全

A型ゼオライトの生体・環境に対する安全性については、Table 4 に示すような大規模な長期テストが実施

された結果、毒物学上・環境衛生上の安全性が確認されている³⁾。

トヨビルダーについても、急性毒性試験・突然変異試験等を実施した結果、人体に対する安全性が確認されている。

Table 4 試験項目と試験期間

試験項目	1974	1975	1976	1977	1978	1979
<生体安全性>						
長期吸入毒性試験			—————			
珪肺症非誘発試験		—————	—————			
亜急性毒性試験(90日)		—————				
慢性毒性・発癌性試験(2年)			—————	—————		
皮膚刺激性試験			——			
<環境安全性>						
下水管への沈殿	—————					
界面活性剤の生分解に及ぼす影響	—————		—————			
Stuttgart-Büsnauでのフィールドテスト(1年)			—————	—————		
散水ろ床及び酸化池に及ぼす影響			—————	—————		
硝化に及ぼす影響			——	——		
水生生物に対する作用	—————		—————	—————		
人工河川でのフィールドテスト			—————	——		
養魚池を用いたフィールドテスト			—————	—————		
ゼオライトを含む余剰汚水を肥料として用いた時の影響				—————		
飲料水に及ぼす影響		—————	—————			

文 献

1) 三浦, 辻内, 森下, 深沢; “東洋曹達研究報告”, 21, (2), 89 (1977).

2) ゼオライトとその利用編集委員会編; “ゼオライトとその利用”, 技報堂, (1967).

3) R. Schmid, E. Shulders; “油化学”, 29, (9), 699 (1980).

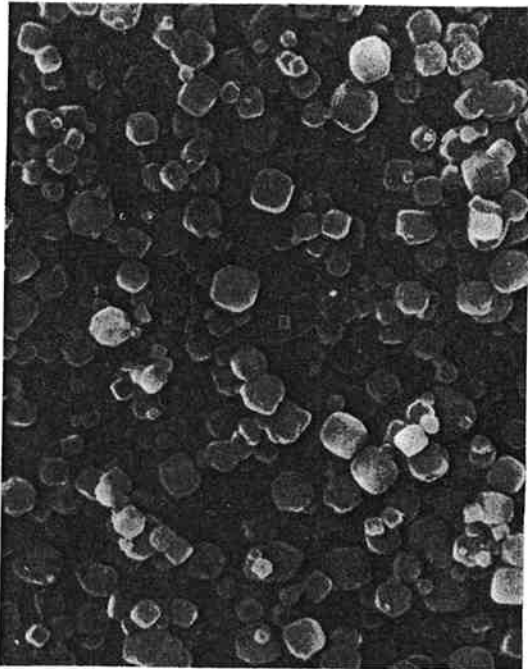


Photo 1 トヨビルダー粉末
3,000倍

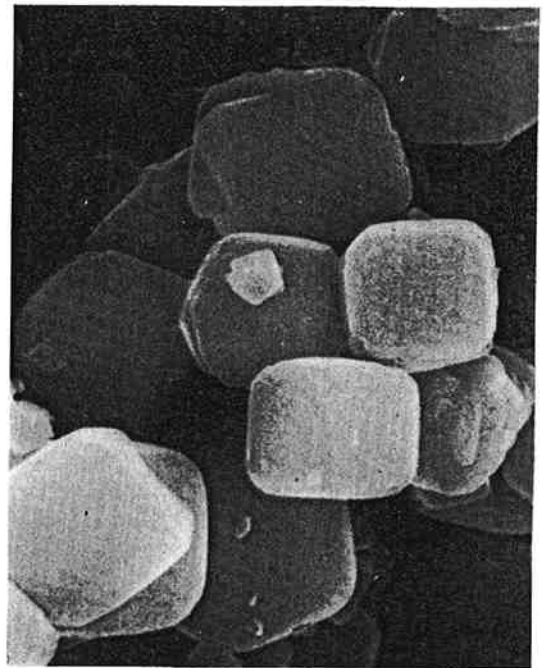


Photo 2 トヨビルダー粉末
10,000倍

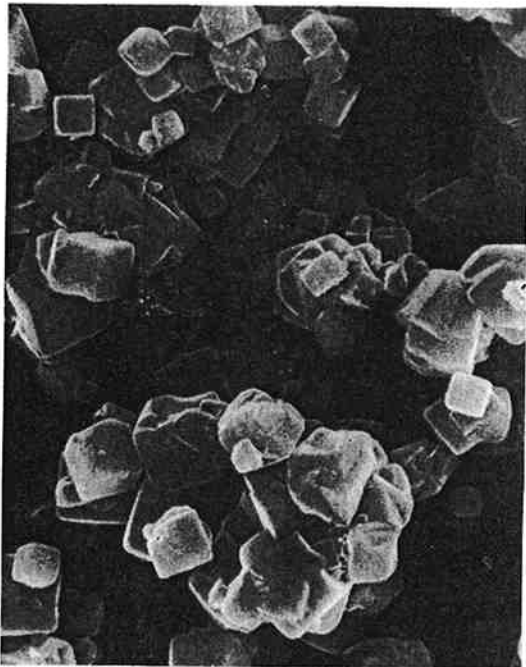


Photo 3 一般用A型ゼオライト
3,000倍

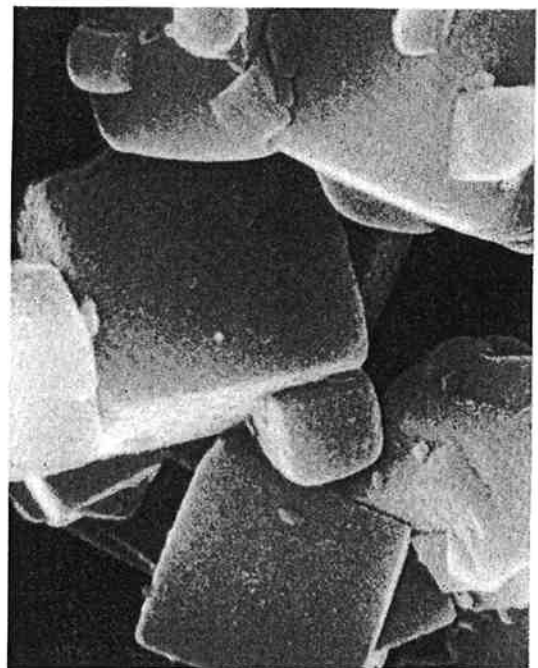


Photo 4 一般用A型ゼオライト
10,000倍

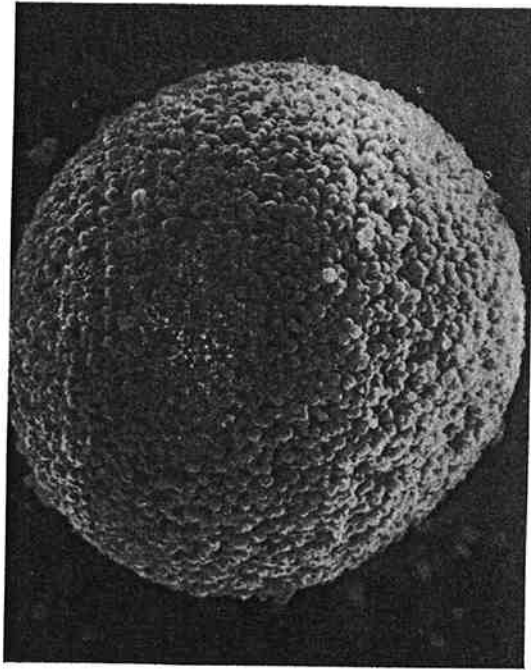


Photo 5 トヨビルダー顆粒
1,000倍