

## 研究論文

生石灰から生成した消石灰粉末の比表面積に及ぼす  
カルボン酸添加効果に関する実験的検討

中山 勝洋\*, 昌子 智由\*, 牧野 和孝\*

Experimental discussion on the effect of carboxylic acid addition on the specific surface area of calcium hydroxide powder generated from calcium oxide

Katsuhiko NAKAYAMA<sup>†</sup>, Tomoyoshi SHOJI<sup>†</sup> and Kazutaka MAKINO<sup>†</sup>

## Abstract

The dioxin from the arbage incineration is one of the most serious environmental problems in recent years. There is a method using calcium hydroxide  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  as one of the dioxin preventive methods, reacting in the present garbage incineration and removing the chlorine in combustion exhaust gas. The formation mechanism of specific surface in the calcium hydroxide powder generated by reaction from quicklime is not sufficiently elucidated up to now.

Calcium hydroxide was thought to decrease specific surface area until now in the case where carboxylic acid is used as an addition in calcium hydroxide reaction.

In this paper, the applicability of carboxylic acid to calcium hydroxide reaction, and the morphology formation mechanism of the specific surface of calcium hydroxide is experimentally discussed. As a result, a new triple product factors of the alkyl chain length of the added carboxylic acid, the acidity and the interaction between carboxylic acid and water, were successfully introduced to be reasonably described the experimental result between specific surface area and amount of acid.

And, the optimum alkyl chain length was experimentally pointed out to exist at 5 showing the maximum specific surface area of calcium hydroxide. Also, the increment effect to specific surface area by carboxylic acid addition was shown to be maximum at 0.05 of the amount of carboxylic acid.

**Key Words** : quicklime processing, calcium hydroxide powder, high specific surface area, carboxylic acid addition

## 1. 緒言

近年ゴミ焼却場からのダイオキシン発生が問題となっている。現在、ゴミ焼却場でのダイオキシン発生防止策の1つとして、消石灰  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を用いて燃焼排ガス中の塩素と反応させて除去する方法がよく使用されている。消石灰の塩素化反応が消石灰表面にて起こると考えられるため、消石灰の比表面積を増大させることは、消石灰単位質量当たりの塩素吸収量を増加させることになる。本研究は、消石灰の反応効率向上のために消石灰の比表面積を増大させることが目的である。

また燃焼排ガス中の塩素や二酸化硫黄と瞬時に効率的な反応をさせるには、消石灰は比表面積が大きな細粒であることが好ましいとされている<sup>1)2)</sup>。

既報<sup>3)4)</sup>において、アルコールを添加剤とした生石灰  $\text{CaO}$  から消石灰を反応・生成させる場合の消石灰の比表面積増大について実験的に検討してきた。その結果、生成した消石灰の比

表面積増大に及ぼすアルコールのアルキル基鎖長及び原料の調整法の影響について検討し、両因子が重要な役割を果たすこと並びに水に難溶性および不溶性アルコールも有効に用いることができることを示した。

つぎに本報では、アルコールとは別の添加剤として、従来比表面積を逆に減少すると考えられてきた脂肪酸、酢酸等のアルキル基鎖長の短いカルボン酸に注目し<sup>5)</sup>、さらにアルキル基鎖長の範囲を広げて、そのアルキル基と添加量が生成した消石灰の比表面積に与える影響を実験的に検討した。

そして原料調整法としては、①生石灰とモノカルボン酸水溶液を作用させて消石灰を反応生成させる場合（以下、水溶液調整法と表記する。）と②モノカルボン酸を直接生石灰と混合した後、消石灰を反応生成させる場合（以下、カルボン酸-水二段調整法と表記する。）の2種類について検討した。

その結果、モノカルボン酸の種類によっては、比表面積を増加させるという興味深い知見を得た。また、原料調整法としては、カルボン酸-水二段調整法はカルボン酸水溶液調整法より優れていることを示した。以下、その結果を報告する。

## 2. 実験方法

## 2.1 供試原料

供試原料は、前報<sup>3)</sup>において用いた生石灰（和光純薬社製 1

平成14年1月24日受付

\* 秋田大学工学資源学部環境物質工学科

〒010-8502 秋田市手形学園町1-1

† Department of Materials-process Engineering and Applied chemistry for Environment, Faculty and Resource Science, Akita University 1-1 Tegata Gakuen-cho, Akita City, Akita 010-0852

E-mail : nakayama@ipc.akita-u.ac.jp

級試薬。以下、生石灰と表記する。)であり、これを消石灰生成反応実験に供した。一方、各種供試カルボン酸としては、ギ酸 (HCOOH), 酢酸 (CH<sub>3</sub>COOH), プロピオン酸 (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH), ヘキサン酸 (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>COOH), オクタン酸 (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>COOH) デカン酸 (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>8</sub>COOH) (和光純薬社製特級試薬) の6種類を用いた。

## 2. 2 消石灰の生成反応実験

### 2. 2. 1 水溶液調整法

供試カルボン酸をイオン交換水に溶解させた後に生石灰と反応させた水溶液調整法については、既報<sup>3)</sup>のアルコールの場合と同様に実験を行った。また供試試料の保存方法は、JIS R 9001に基づいて保存した。

### 2. 2. 2 カルボン酸-水二段調整法

供試カルボン酸を生石灰と混合した後にイオン交換水を加えて反応させたカルボン酸-水二段調整法については、既報<sup>4)</sup>のアルコール-水二段と同様に実験を行った。また供試試料の保存方法は水溶液調整法と同様に行った。

## 2. 3 測定方法

本報においては、生成消石灰粉末の比表面積はB.E.T法を適用した湯浅アイオニクス社製モノソープ16型を用いた1点法で、粒子表面の形態観察はSEM (日立製作所社製電界放出形走査電子顕微鏡 S-4500), EDX (堀場製作所製, EMAX-5770W) を用い、X線回折は日本電子社製 JDX-3530 X-RAY DIFFRACTOMETER SYSTEM を用いてそれぞれ測定した。

## 3. 実験結果及び考察

### 3. 1 生成消石灰の比表面積に及ぼすカルボン酸水溶液調整法の場合

前述の方法にて反応により消石灰を生成させた。その生成消石灰粉末の比表面積を測定し、影響について検討した。いずれ

のカルボン酸に対しても、添加量0.001~0.100mol/mol-CaOとして水を加えて混合してから生石灰に反応させて消石灰を生成した。こうして得られた消石灰中の未反応の生石灰及びカルボン酸カルシウム化合物の存在の有無を確認するために、X線回折測定を行った。代表例として0.05mol-hexanoic acid/mol-CaOの場合を生石灰とヘキサン酸カルシウム化合物の測定結果と合わせて Figure 1 に示す。ただし、ヘキサン酸カルシウム化合物は POWDER DIFFRACTION FILE (JCPDS) にデータが記載されていないため、ヘキサン酸と生石灰を mol 比 2:1 で作製したサンプルをヘキサン酸カルシウム化合物として用いた。測定の結果、いずれのピークも消石灰とヘキサン酸カルシウム化合物に帰属できるので、混合サンプル中には未反応の生石灰はほとんど存在しないと考えられる。このことは、他のサンプルについても同様であった。Figure 2 には得られた生成消石灰比表面積の測定結果を示してある。これによれば、カルボン酸の種類により傾向が異なることが分かる。ギ酸、酢酸、プロピオン酸は、カルボン酸添加量 (mol-カルボン酸/mol-CaO) (以下、カルボン酸添加モル量と表記する。)の増大に伴って、生成消石灰の比表面積は減少していることが、ヘキサン酸、オクタン酸、デカン酸は、カルボン酸添加モル量の増大に伴って生成消石灰の比表面積は増大し、カルボン酸の添加量0.05mol/mol-CaOで極大値をとること、及び添加したカルボン酸の種類により、その傾向は相違することがわかる。一例として、添加量0.05mol/mol-CaOで眺めるとヘキサン酸で、34.6m<sup>2</sup>/gである。またギ酸の場合には4.6m<sup>2</sup>/g、酢酸の場合には6.2m<sup>2</sup>/g、プロピオン酸の場合には13.4m<sup>2</sup>/g、オクタン酸の場合には25.8m<sup>2</sup>/g、デカン酸の場合には19.1m<sup>2</sup>/gとなる。また Figure 2 からカルボン酸の種類による生成消石灰の比表面積増大に効果のあった3種類のカルボン酸を比較するとヘキサン酸>デカン酸>オクタン酸の順となった。したがって用いたカルボン酸のうちヘキサン酸が生成消石灰の

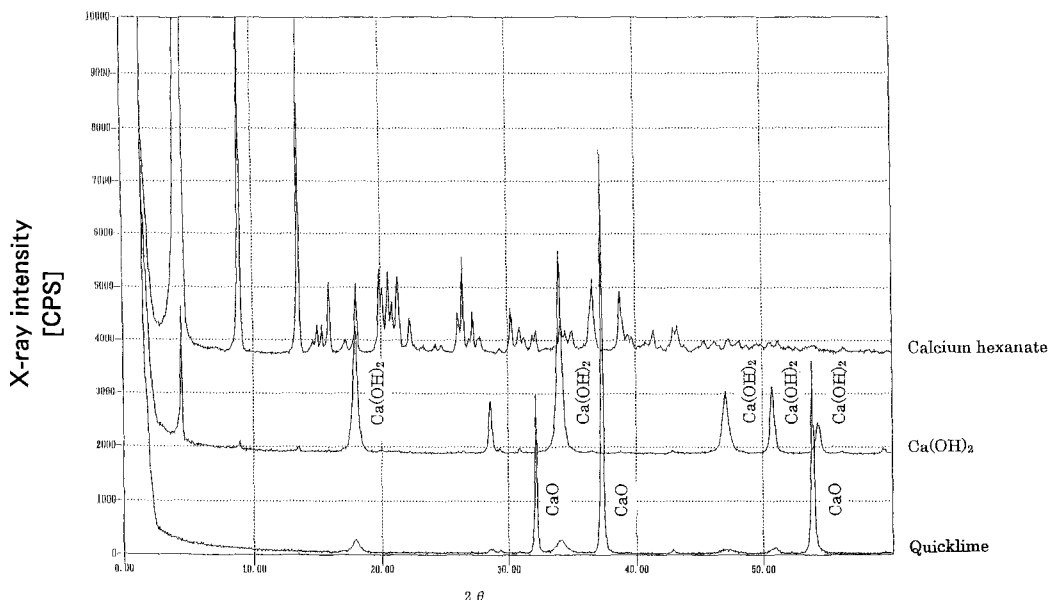


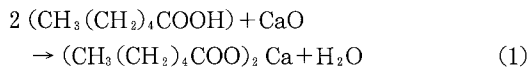
Figure 1 XRD diagram of quicklime, calcium hydroxide and calcium hexanoic acid. (treated under the condition of 0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO).

比表面積を最も増大することから、カルボン酸のアルキル基鎖長に最適鎖長が存在することが推測される。

### 3.2 生成消石灰の比表面積に及ぼすカルボン酸-水二段調整法の場合

前述の方法にて混合サンプルを作成し、消石灰を反応により生成させた。その生成消石灰粉末の比表面積を測定し、影響について検討した。いずれのカルボン酸に対しても、添加量0.001~0.100mol/mol-CaOとして生石灰と混合した混合サンプルに水を加えて反応させて消石灰を生成した。こうして得られた混合サンプルの状態を確認するために、X線回折測定を行った。代表例として0.05mol-hexanoic acid/mol-CaOの場合の混合サンプル並びにこの混合サンプルより生成した消石灰及び生石灰とヘキサン酸カルシウム化合物の測定結果を合わせて

Figure 3に示す。これによれば生石灰は、酸化カルシウム(CaO)と水酸化カルシウム(Ca(OH)<sub>2</sub>)のピークが確認できた。この水酸化カルシウムは、原料の生石灰にすでに混入していたものである<sup>4)</sup>。混合サンプルには、酸化カルシウム、ヘキサン酸Caと水酸化カルシウムのピークが確認できた。この水酸化カルシウムは、上述のように原料の生石灰にすでに混入していたものと混合サンプル作製時に、下記の式反応により生じたことが考えられる。



しかし原料の生石灰とチャートと比較すると水酸化カルシウムのピーク強度の変化は、わずかに増加が見られるだけである。

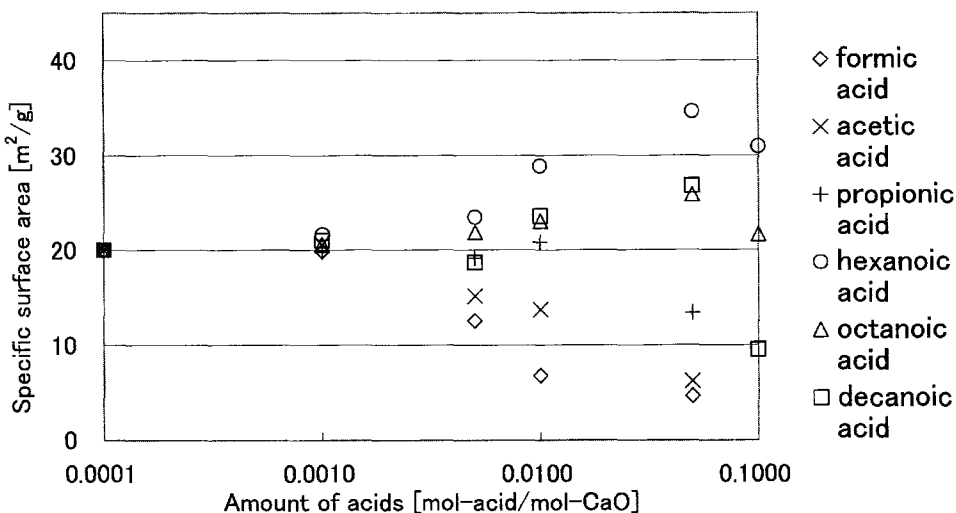


Figure 2 Surface area variation caused by chemical reaction (CaO to Ca(OH)<sub>2</sub>), only by the carboxylic acid solution.

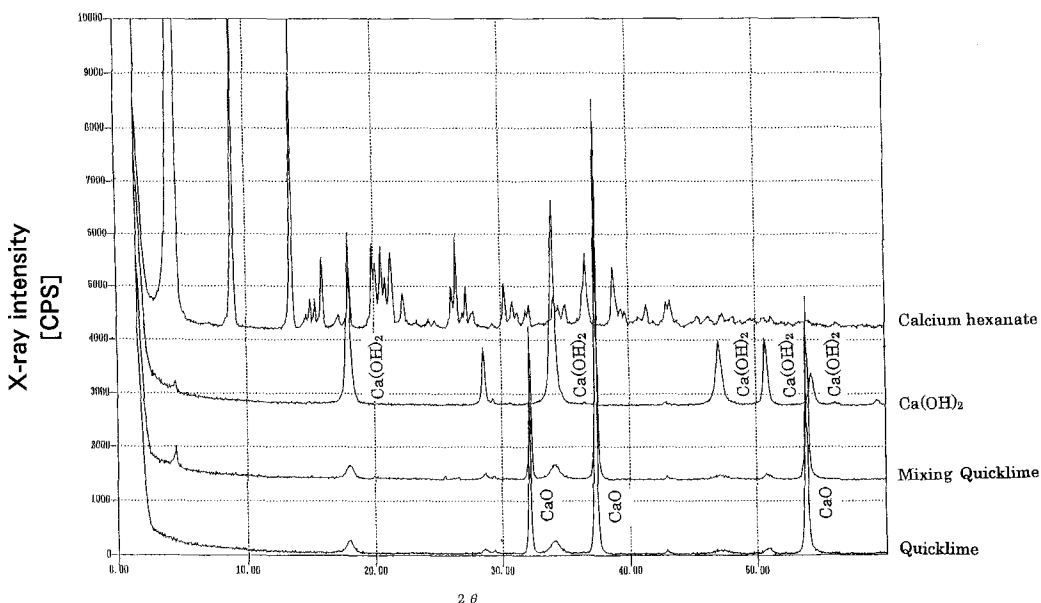


Figure 3 XRD diagram of quicklime, calcium hydroxide and calcium hexanoic acid. (treated under the condition of 0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO).

また酸化カルシウムのメインピーク ( $2\theta = 37.34^\circ$ ) と水酸化カルシウムのメインピーク ( $2\theta = 34.09^\circ$ ) の検出強度の比較から、水酸化カルシウムは微量しか含有されていないと推定できる。さらに上記の反応で生成した水酸化カルシウムは、添加したヘキサ酸添加量 (0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO) から最大でも0.025molであり、原料の生石灰に対して2.5mol%となるため、混合サンプルの大部分を酸化カルシウムであると考えられる。生成した消石灰は、Figure 1と同様にいずれのピークも消石灰とヘキサ酸カルシウムに帰属できるので、未反応の生石灰はほとんど存在しないと考えられる。このことは、他のサンプルについても同様であった。Figure 4には得られた生成消石灰比表面積の測定結果を示してある。これによれば、水溶液調整法の場合と同様にカルボン酸の種類により傾向が異なること並びに生成消石灰比表面積が推移することが分かる。この結果からも用いたカルボン酸のうちヘキサ酸が生成消石灰の比表面積を最も増大することから、カルボン酸のアルキル鎖長に最適鎖長が存在することが考えられる。一例として、添加量0.05mol/mol-CaOで眺めるとヘキサ酸で、カルボン酸-水二段調整法では比表面積 $40.1\text{m}^2/\text{g}$ であるが、水溶液調整法では $34.6\text{m}^2/\text{g}$ である。またギ酸の場合にはそれぞれ $5.5\text{m}^2/\text{g}$  (カルボン酸-水二段調整法),  $4.6\text{m}^2/\text{g}$  (水溶液調整法), 酢酸の場合にはそれぞれ $6.7\text{m}^2/\text{g}$  (カルボン酸-水二段調整法),  $6.2\text{m}^2/\text{g}$  (水溶液調整法), プロピオン酸の場合にはそれぞれ $15.6\text{m}^2/\text{g}$  (カルボン酸-水二段調整法),  $13.4\text{m}^2/\text{g}$  (水溶液調整法), オクタン酸の場合にはそれぞれ $25.9\text{m}^2/\text{g}$  (カルボン酸-水二段調整法),  $25.8\text{m}^2/\text{g}$  (水溶液調整法), デカン酸の場合にはそれぞれ $26.8\text{m}^2/\text{g}$  (カルボン酸-水二段調整法),  $19.1\text{m}^2/\text{g}$  (水溶液調整法)となることから同一のカルボン酸添加モル量では、いずれの場合も生成消石灰の比表面積はカルボン酸-水二段調整法の方が、水溶液調整法より0.4%から40%程度大きくなっていることが指摘できる。また Figure 4 からカルボン酸の種類による生成消石灰の比表面積増大に効果あった3種類のカルボン酸を比較するとヘキサ酸>デカン酸>オクタン酸の順となっていることを指摘できる。

水溶液調整法と同様に用いたカルボン酸のうちヘキサ酸が生成消石灰の比表面積を最も増大することから、カルボン酸のアルキル鎖長に最適鎖長が存在することが推測される。

### 3. 4 生成消石灰の粒子形状に及ぼす添加カルボン酸の影響

生成消石灰の粒子形状に及ぼす添加カルボン酸の影響を検討するために、各々調整法の2種類のカルボン酸を添加して生成させた消石灰のそれぞれの粒子表面形態についてSEMを用いて観察した。Figures 5~8のカルボン酸を添加して生成させた消石灰のSEM写真を比較すると、水溶液調整法でのFigure 5 (0.05mol-formic acid/mol-CaO)とFigure 6 (0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO)及びカルボン酸-水二段調整法でのFigure 7 (0.05mol-formic acid/mol-CaO)とFigure 8 (0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO)を比較した場合に、両調整法とも前者の方にのみ大きな六角板状の微細結晶が、後者の方は小さな1次粒子形態を呈している。一方Figure 6とFigure 8のヘキサ酸同士を比較するとFigure 8の方がよりポーラスな形状であると指摘できる。このことよりヘキサ酸の場合に比表面積がギ酸の場合よりも増大すること及び混合調整法が水溶液調整法より増大していることを説明できる。

つぎに、SEMを用いて生成した消石灰の表面形状を確認したが、カルボン酸Caの存在状態を確認するために、EDXを用いたカルシウムと炭素の特性X線の測定結果をSEM写真と合わせてFigure 9に示す。カルシウムの $K\alpha$ 線像の分布は、ほぼSEM写真の消石灰の形状に一致している。しかし、炭素の $K\alpha$ 線像の分布は、ほぼSEM写真の消石灰の形状に一致せず、分散に偏りが観られる。ここで、生成した消石灰に含まれる炭素の大部分は、ヘキサ酸Caに由来する。消石灰の微細な一次粒子上でのヘキサ酸Caの分散が偏る理由は、生成した消石灰の比表面積 ( $40.1\text{m}^2/\text{g}$ ) が原料の生石灰や混合サンプルの比表面積 (前者 $2.4\text{m}^2/\text{g}$ , 後者 $2.3\text{m}^2/\text{g}$ ) と比較して、約17倍に増大していることから、消石灰が生成する際に新たな表面が生成したことによるためと考えられる。したがって、ヘキサ酸は、消石灰の微細一次粒子の形成に寄与するが、微細

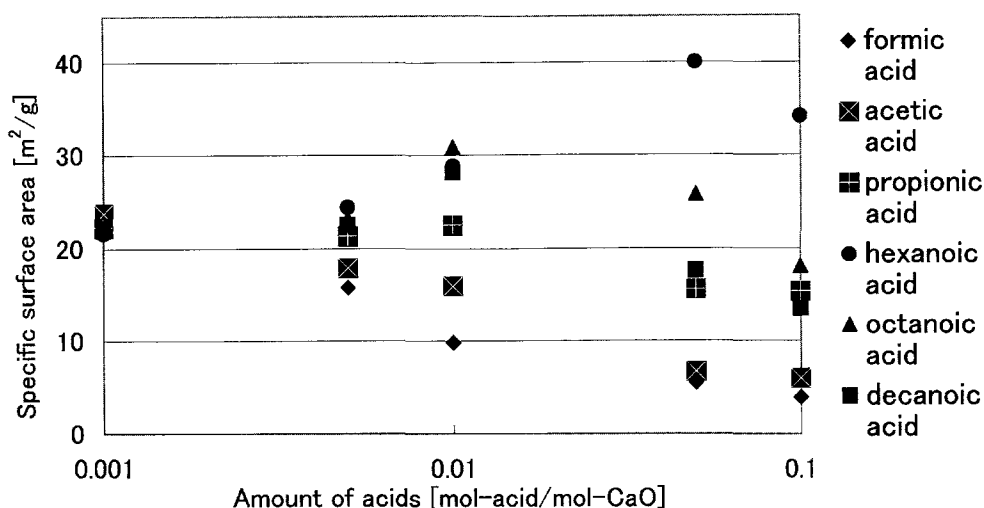


Figure 4 Surface area variation caused by chemical reaction ( $\text{CaO}$  to  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), only by the carboxylic acid-water successive treatment.

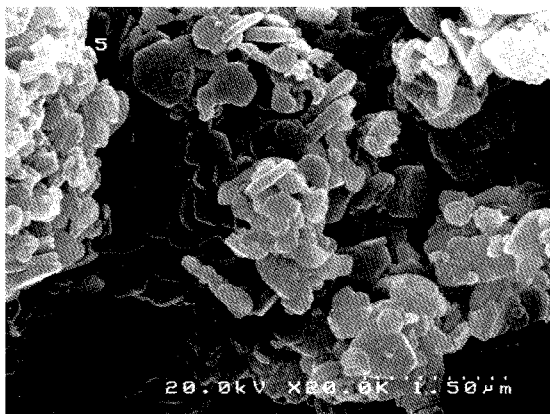


Figure 5 SEM photograph of calcium hydroxide at carboxylic acid solution treatment. (0.05mol-formic acid/mol-CaO)

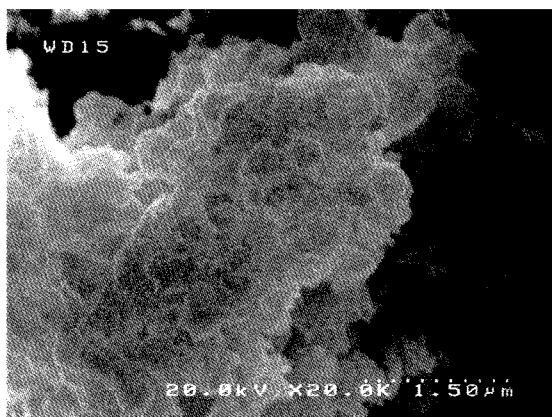


Figure 6 SEM photograph of calcium hydroxide at carboxylic acid solution treatment. (0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO)

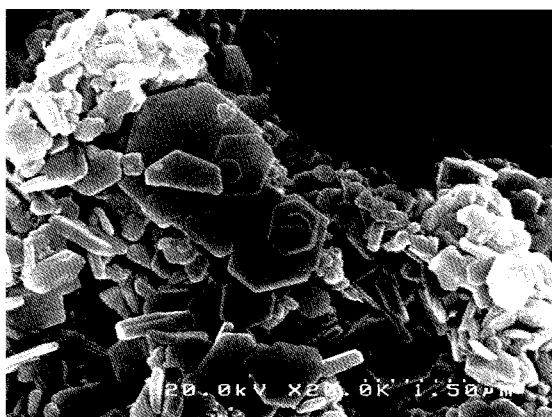


Figure 7 SEM photograph of calcium hydroxide at carboxylic acid-water successive treatment. (0.05mol-formic acid/mol-CaO)

粒子がヘキサ酸 Ca のみで形成していない。このことは、比表面積の測定で、ヘキサ酸の添加量に伴い生成した消石灰が極大を持つ結果からも推測される

### 3.5 生成消石灰比表面積の極大について

Figures 2, 4 において、モノカルボン酸（ギ酸と酢酸）を添加剤として使用した場合に、生成した消石灰比表面積が減少することを示している。これは従来指摘されている事実と一致している<sup>5)</sup>。これよりモノカルボン酸のカルボニル基（ $-\text{COOH}$ ）は、生成した消石灰の比表面積を減少させる効果があると考えられることができる。

また調整法の相違については、カルボン酸-水二段調整法 (Figure 4) の方が水溶液調整法 (Figure 2) よりも増大していることがわかる。そしてカルボン酸-水二段調整法の方が生成した消石灰の比表面積をより増大したことは、添加したヘキサ酸等のカルボン酸が、より効果的に生石灰粒子表面に付着し、その結果として生成した消石灰の比表面積を増大させるものと考えられる。ここで、生石灰表面におけるカルボン酸の存在状態は、式 (1) のように生石灰と化学結合してカルボン酸 Ca を形成しているものと考えられる。このことは、Figure 3 のヘキサ酸-水二段調整法からの、ヘキサ酸と生石灰の混合サンプルの XRD 解析結果においてヘキサ酸 Ca のピークを同定できたことから推定できる。

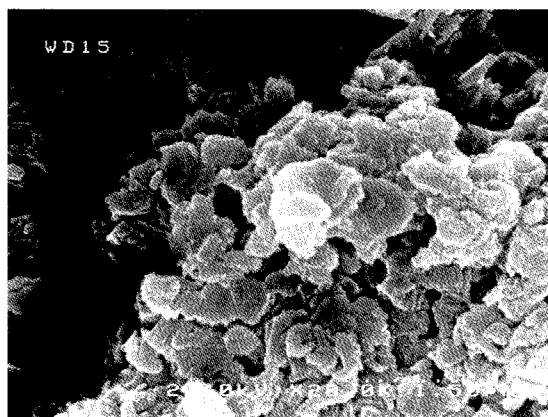


Figure 8 SEM photograph of calcium hydroxide at carboxylic acid-water successive treatment. (0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO)

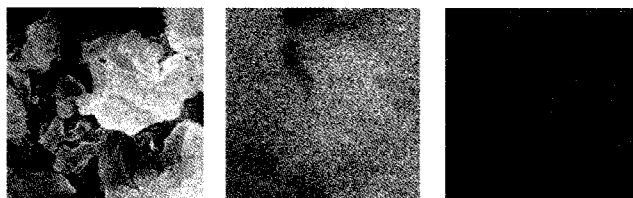


Figure 9 SEM photograph, Ca  $K\alpha$ -ray image and C  $K\alpha$ -ray image of calcium hydroxide at carboxylic acid-water successive treatment. (0.05mol-hexanoic acid/mol-CaO)

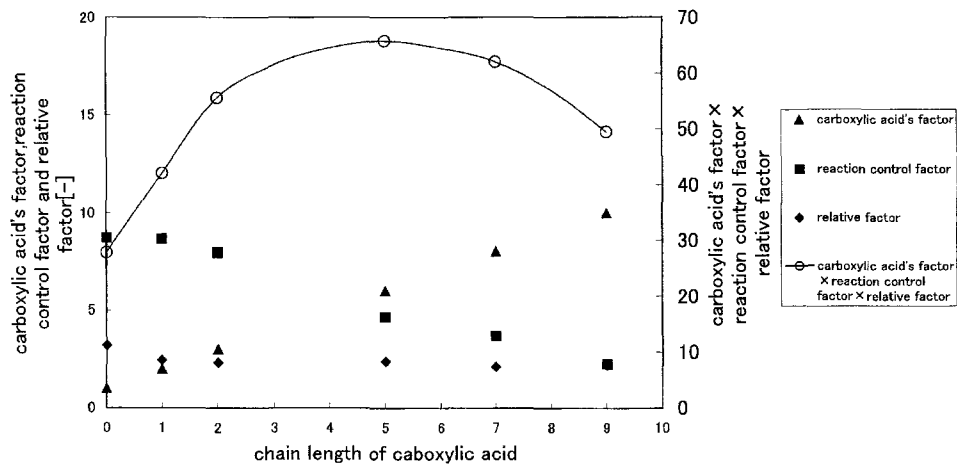


Figure 10 Relation amount of factor (carboxylic acid's factor, reaction control factor, relative factor) and chain length of caboxylic acid

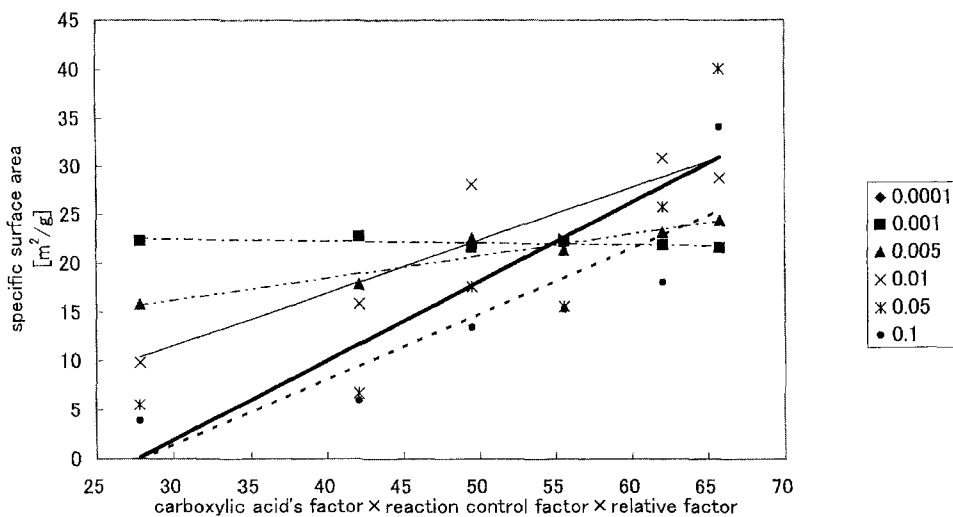


Figure 11 Relation between new multiple product factors and specific surface area in acid's amount

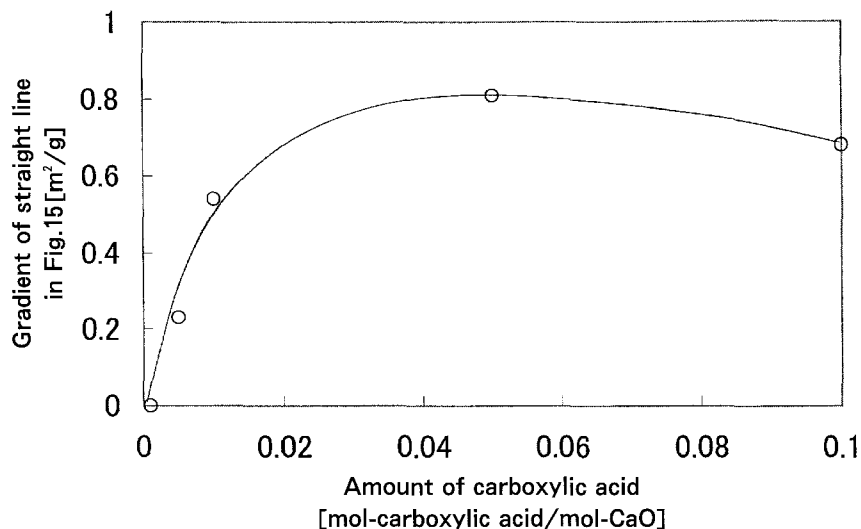


Figure 12 Relation between amount of carboxylic acid and gradient of straight line in Figure 15

Table 1 Relation between kinds of carboxylic acid and carboxylic acid's factor, reaction control factor, relative factor and triple product factor.

Kinds of carboxylic acid	carboxylic acid's factor	reaction control factor	relative factor	carboxylic acid's factor × reaction control factor × relative factor
	[-]	[-]	[-]	[-]
formic acid	3.20	1	8.70	27.84
acetic acid	2.44	2	8.63	42.09
propionic acid	2.33	3	7.95	55.57
hexanoic acid	2.37	6	4.63	65.77
octanoic acid	2.11	8	3.68	62.03
decanoic acid	2.20	10	2.25	49.50

The factors of calculate method are shown in the text

また Figures 2, 4 においては、ギ酸からヘキサン酸とカルボン酸のアルキル基鎖長が長くなるに伴って生成した消石灰の比表面積が大きくなるが指摘できる。このことは生石灰がカルボン酸によって被覆されているため、生石灰と水の接触がカルボン酸のアルキル基鎖長によって適度に制御され、その結果 Figure 6 に示す消石灰の微細な結晶構造集合体を形成したものと考えられる。

さらに、ここで興味深いことは、デカン酸、オクタン酸及びヘキサン酸の場合には、比表面積の最大値が存在していることである。この場合生成した消石灰の比表面積を最大にする添加モル量は、アルコールの場合（一例として、1-ブタノールの場合  $0.2\text{mol/mol-CaO}$ ）<sup>9</sup> と比較してヘキサン酸等を使用した場合で、 $1/4 \sim 1/10$ 以下になっている。これは、消石灰が生成過程で発生する反応熱によっても、カルボン酸 Ca となっているため、生石灰と化学結合しないアルコールに比べて、生石灰表面から脱離し難いためと考えられる。

しかし、これだけではヘキサン酸、オクタン酸及びデカン酸でのカルボン酸添加モル量の増加につれて、生成消石灰の比表面積が極大値を持つことを説明できない。Figures 2, 4 でギ酸からヘキサン酸を用いて生成した消石灰の比表面積は、アルキル基鎖長が長くなるにつれて減少傾向から極大を取る傾向に変化している。このことから、カルボン酸のカルボニル基は生成した消石灰の比表面積減少に作用し、一方カルボン酸のアルキル基はアルコールの場合と同様に生成した消石灰の比表面積増大に作用しているものと考えられる。

つぎにヘキサン酸からデカン酸を見ると生成した比表面積は、いずれのカルボン酸においても、極大を取っている。しかし、生成した消石灰の比表面積の極大値は減少傾向を示し、ギ酸からヘキサン酸までの傾向と異なっている。

以上のことより、カルボン酸の種類による生成した消石灰の比表面積増大に寄与する効果を評価するために、以下の3つの因子の積を導入する。

- ① 添加したカルボン酸は生石灰の表面で反応してカルボン酸 Ca を形成し、原料の生石灰粒子を被覆していることが考えられる。この場合の生石灰との反応性を示すために、 $[\text{pH}7 - \text{カルボン酸の解離定数}]$  を酸度の係数として導入する。
- ② 生石灰への水の接近が阻害される効果は、カルボン酸のアルキル基鎖長に比例して制御できると仮定して、アルキル基鎖長を制御効果係数として導入する。
- ③ カルボキシル基  $(-\text{COO})_2\text{Ca}$  を含むが水と引き合う親和力とカルボン酸アルキル基鎖同士が引き合う親和力のバラ

ンスを示す係数として HLB 値を相対係数として導入する。

Table 1 には、各供試カルボン酸の3つの各因子及びその3因子の積を具体的に示してある。

この数値を用いて、供試カルボン酸のアルキル基鎖長と各因子及び3因子の積との関係が整理すると Figure 10 のようになる。これによれば3因子の積は、カルボン酸のアルキル基鎖長が炭素数5のヘキサン酸で極大を示していることがわかる。この傾向は生成消石灰比表面積の実験結果と定性的に一致している。そこで Figure 4 と Figure 10 のデータを用いて生成した消石灰の比表面積と3因子の積との関係を求め、それに対して最小二乗法による近似直線を描くと Figure 11 のようになる。これによると低添加モル量  $0.0001$  の場合を除いていずれの添加モル量に対しても3因子の積の増加に伴って生成した消石灰の比表面積は増加することがわかる。

Figure 11 の各供試カルボン酸添加モル量のプロットごとに近似直線の勾配を求め、その勾配を各供試カルボン酸添加モル量との関係が整理すれば Figure 12 を得る。これによれば、カルボン酸添加モル量が  $0.05$  で最大値を示していることがわかる。このことはカルボン酸添加の種類による効果は、添加モル量に大きく依存することを意味している。低添加モル量では、カルボン酸の種類による影響はあまり見られないが、添加モル量が  $0.05$  ではその効果が最大になることを意味している。

以上は、高比表面積消石灰の製造法にとって、工学的に有益な知見であると指摘できる。

## 結論

以上、本研究において直鎖のカルボン酸を生石灰と直接混合させる直接カルボン酸-水二段調整法を用いて生石灰から生成した消石灰粉末の比表面積増大機構に関する実験を行って検討した結果、以下のような興味ある知見を得た。

- ① 本研究においてカルボン酸を用いた消石灰生成反応で、ヘキサン酸、オクタン酸、デカン酸を添加して生成した消石灰粉末の比表面積増大させることを示した。
- ② 本研究において提出したカルボン酸-水二段調整法は、水溶液調整法のものよりも消石灰比表面積が増大することを明らかにした。
- ③ 水溶液調整法並びにカルボン酸-水二段調整法において、カルボン酸の種類によって生成した消石灰粉末の比表面積増大傾向が異なること、また極大値が存在することを明らかにした。
- ④ 添加したカルボン酸が生成した消石灰の比表面積の増加を予

測するための因子として、酸度の係数、制御効果係数および相対係数の積を用いることができる。

⑤消石灰比表面積を最大にする炭酸は、ヘキサノール酸（アルキル鎖長：5）であることを示した。

⑥炭酸添加の比表面積増大効果は、低添加モル量では、ほとんど見られず、添加モル量0.05で最大となる。

この知見は、消石灰の比表面積増大処理操作にとって有益な情報を与えているものと指摘できる。

#### 文 献

1) 無機マテリアル学会，“セメント・セッコウ・石灰ハンドブック”，技報堂（1995），609.

2) F.Schmitz, H.P.Hennecke, H.Bestrk, A.Roeder, “Trockengelöschtes Kalkhydrat mit großer Oberfläche – Ein wirksames eagenz zur Bindung saurer Abgasbestandteile” Zement Kalk Gips, 37, (1984), 530

3) 中山 勝洋, 昌子 智由, 牧野 和孝 “生石灰から生成した消石灰粉末の比表面積に及ぼすアルコール添加の影響” 素材物性学雑誌, 82, (2000), 13

4) 中山 勝洋, 昌子 智由, 牧野 和孝 “生石灰から生成消石灰粉末の比表面積に及ぼすアルコール添加の影響—アルコール-水二段調整法—” 素材物性学雑誌, 29, (2001), 14

5) 特願平11-139850