

## 黃酸암모늄에 의한 Kaolin의 黃酸化反應

朴容成 · 李鐵泰\* · 柳榮鴻

고려대학교 공과대학 화학공학과

\*단국대학교 공과대학 화학공학과

(1986년 10월 22일 접수, 1987년 1월 13일 채택)

## Reaction of Kaolin with Ammonium Sulfate

Y.S. Park, C.T. Lee\* and Y.H. Yoo

Dept. of Chem. Eng., Korea Univ., Seoul 136, Korea

\*Dept. of Chem. Eng., Dankook Univ., Seoul 140, Korea

(Received 22 October 1986; accepted 13 January 1987)

### 요 약

본 연구는 황산암모늄을 새로운 황산화제로서의 사용가능여부를 조사함과 아울러 kaolin으로 부터 합성  $Al_2O_3$ 의 제조를 위해 kaolin과 황산암모늄의 반응을 조사하였다. 이 반응에서 적정반응조건은 kaolin에 대한 황산암모늄의 무게비 7.0, 반응온도  $425^\circ C$ , 반응시간 2 시간, kaolin의 입도 -200 mesh였다. 이 조건하에서 kaolin 중의  $Al_2O_3$ 는 96.46%가  $NH_4 \cdot Al(SO_4)_2$ 로 전화되었으며, 이 황산화시킨 반응생성물을 물로 침출하고 암모니아수로 처리하여 얻은 합성  $Al_2O_3$ 는 분석결과  $Al_2O_3$ 의 함량이 96.77%였다.

**Abstract**—The reaction between kaolin and  $(NH_4)_2SO_4$  was experimentally investigated in order to fine the possibility of  $(NH_4)_2SO_4$  being an alternative sulfating source and to produce the synthetic  $Al_2O_3$  from kaolin.

The optimum conditions for this reaction were  $(NH_4)_2SO_4$  weight ratio to kaolin 7.0, reaction temperature  $425^\circ C$ , reaction time 2h and particle size of kaolin -200 mesh.

Under above mentioned conditions, the conversion of  $Al_2O_3$  in kaolin to  $NH_4Al(SO_4)_2$  were 96.46%.

The analysis of the synthetic  $Al_2O_3$  left after the water leaching of sulfated product and treatment with ammonia water showed that the content of  $Al_2O_3$  was 96.77%.

### 1. 서 론

Aluminum의 원료인 alumina( $Al_2O_3$ )는 Bayer process에 의해 bauxite광으로 부터 제조되고 있으나 이 bauxite광의 편재와 매장량의 부족[1]으로 인해 비 bauxite 자원으로 부터  $Al_2O_3$ 의 제조에 관한 연구가 최근 50년간 세계적으로 계속되고 있다[2~4]. 그러나 아직 Bayer process에 버금가는 공정의 개발은 이루어지지 못하고 있는 상태이며 국내의 경우도 kaolin,

alunite 등 상당량의 함알루미눔광물 자원을 매장하고 있으나 활용되지 못하고 있다. 따라서 aluminum 산업에 대한 세계적 연구추세는 물론이거니와 특히 bauxite광의 매장량이 거의없는 우리의 형편으로서는 이러한 비bauxite계의 함알루미눔광물로 부터 Al분의 추출 및  $Al_2O_3$ 의 제조에 관한 연구는 우리의 시급한 당면과제인 것이다.

한편 질소비료로 사용되어 오던 황산암모늄은 coke oven gas 중의  $NH_3$ 회수[5],  $SO_2$ 의 공해제거[6], 또

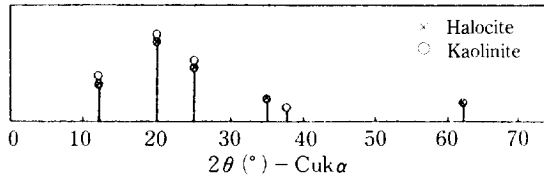


Fig. 1. X-ray diffraction diagram of kaolin.

는 Nylon 생산을 위한 Caprolactam의 제조공정에서 부산물로 다량생산[7] 되고 있으나 이의 생리적산성과 낮은 질소함유율(20~21%)로 인해 질소비료로서의 사용이 회피되고 있으며 그밖의 용도개발도 실통치 않아 황산암모늄의 새로운 용도개발은 이 분야산업의 활성화를 위해 시급히 해결되어야 할 또하나의 과제인 것이다. 따라서 본 연구에서는 이상의 양면적 관점에서 황산암모늄의 새로운 용도개발과 아울러 국내에 부존하고 있는 미활용 자원광물인 kaolin을  $Al_2O_3$ 의 새로운 공급원으로서 사용가능성을 조사하고자 하였다. 이러한 목적하에 저자는 그 기초실험으로써  $\alpha-Al_2O_3$ 와 황산암모늄의 황산화반응을 시도한 바 있으며[8, 9] 이의 결과를 kaolin과 황산암모늄의 반응에 적용함으로써 kaolin의 성분중 Al성분을 황산화시키고 이 황산화된 Al성분을 침출하는 새로운 공정개발을 시도하고자 하였다.

## 2. 시료 및 실험

### 2-1. 시 료

본 실험에 사용한 광석시료는 경남 하동에서 산출되는 kaolin으로서 이의 X-선 회절분석 및 화학분석결과는 Fig. 1, Table 1과 같으며 입도분포는 Table 2와 같다.

Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 halocite( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 4H_2O$ )와 kaolinite( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ )로 구성되어 있으며  $Al_2O_3$  함량보다  $SiO_2$ 가 44.46%로서 더 많이 함유되어 있다.

또한 실험에 사용한 황산암모늄은 시판용 시약특급이다.

### 2-2. 실험

본 실험에 사용한 실험장치 및 분석방법은 황산암모

Table 1. Chemical analysis of sample ore.

Comp.	Ignition	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$TiO_2$	CaO	MgO	$K_2O$	$Na_2O$
%	14.46	44.46	37.34	2.22	0.13	0.64	0.34	0.35	0.26

Table 2. Sieve analysis of sample ore.

mesh	200/250	250/270	270/325	-325	Total
%	32.68	20.93	22.38	24.01	100

늄에 의한  $\alpha-Al_2O_3$ 의 황산화반응[8, 9]에서의 경우와 같다.

## 3. 실험결과 및 고찰

순수한  $\alpha-Al_2O_3$ 와 황산암모늄의 반응[8, 9] 결과에 따르면 반응온도와 황산암모늄의 양, 반응시간 등이 반응의 전화율에 비교적 큰 영향을 미치므로 본 실험에서도 먼저 이들 변수가 반응생성물의 형태 및 반응전화율에 미치는 영향을 조사하였다.

### 3-1. 반응온도와 황산암모늄의 양의 영향

Kaolin을 시료로 하는 경우 순수한  $\alpha-Al_2O_3$ 와는 달리 kaolin 자체가 다량의 불순물(Si, Fe 등)을 함유하고 있는 까닭에 본 실험에서는 황산암모늄의 양을 kaolin에 대한 무게비  $[(NH_4)_2SO_4 \text{ weight ratio to kaolin}]$ 로서 정하였다. 따라서 황산암모늄의 양을 시료 kaolin 1.00g에 대해 무게비 3.0에서 8.0까지 변화시키고 아울러 반응온도도 350°C에서 450°C까지 변화시키면서 이들 두변수가 전화율에 미치는 영향을 조사하였다. 이때 반응시간을 2 시간으로 고정된 것이나, 반응온도를 350°C 부터 정한 것 등은 황산암모늄에 의한  $\alpha-Al_2O_3$ 의 황산화반응[8, 9]의 실험결과를 기준으로 정한 것이며 특히 무게비를 3.0 부터 정한 것은 kaolin의 화학분석치에서  $Al_2O_3$ 가 37.34%인 것을 기준으로 한 이론적 계산치가 순수한  $\alpha-Al_2O_3$ 와 황산암모늄의 반응[8, 9]에서의 몰비 약 6.0에 해당되기 때문이다.

#### 3-1-1. 반응생성물의 형태

Fig. 2 및 Fig. 3에 나타난 바와 같이 반응생성물의 X-선 회절분석결과, 황산암모늄에 의한 kaolin의 황산화반응에서 생성가능한 Al분의 황산화생성물은 단지  $NH_4 \cdot Al(SO_4)_2$ 만임을 알 수 있다. 이러한 것은 kaolin의 황산화반응에서  $(NH_4)_3Al(SO_4)_3$ 가 생성되지 않는 것이 아니라 반응온도가 375°C 이상의 고온이

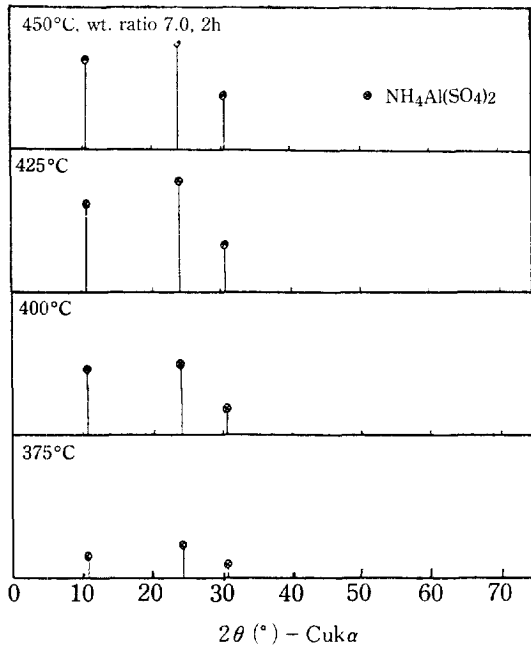


Fig. 2. X-ray diffraction diagrams of the products at various reaction temperature.

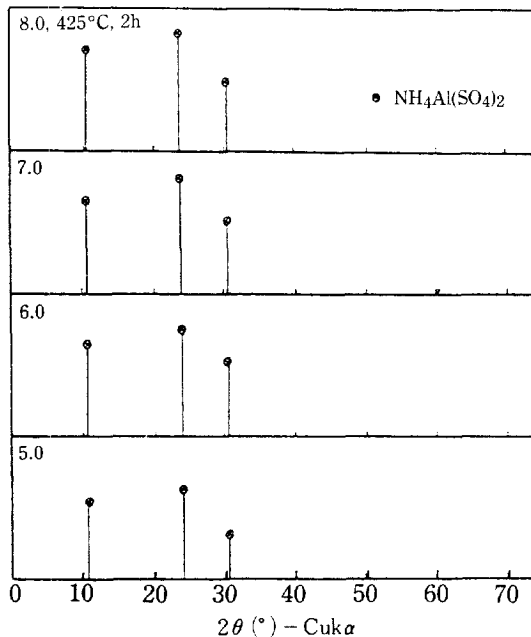


Fig. 3. X-ray diffraction diagrams of the products at various weight ratio.

기 때문에 생성된  $(\text{NH}_4)_3\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ 가 분해되어  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 형태로 전환되기 때문이다. 이러한 사실은 황산암모늄에 의한  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 황산화반응[8, 9]에서도 375°C 이상의 고온에서는 단지  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$

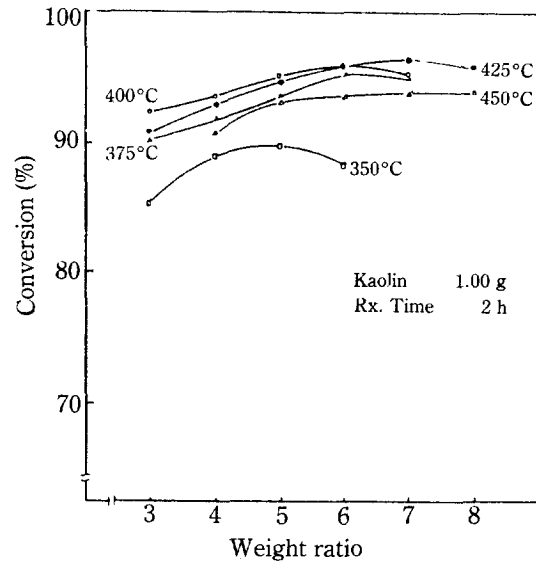
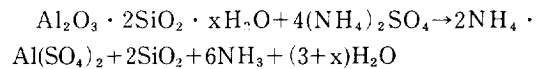


Fig. 4. Effect of temperature and weight ratio on the sulfating of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in kaolin.

의 회절선만이 나타나는 것을 확인한 바 있다. 따라서 kaolin과 황산암모늄의 반응계에서 주반응은 다음과 같이 나타낼 수 있다.



#### 3-1-2. 전화율에 대한 영향

Fig. 4에서 황산암모늄의 양이 전화율에 미치는 영향을 보면 주어진 반응온도 영역에서 그 무게비가 증가함에 따라 전화율도 증가하여 일정량의 황산암모늄에서 각각의 최고 전화율에 이르고 그 이상의 경우에는 다시 감소하였다. 또한 반응온도가 증가함에 따라 전화율도 증가하여 425°C에서 최고 전화율이 얻어졌으며 그보다 높은 온도인 450°C에서는 도리어 전화율이 감소하였다. 이와같이 일정량 이상의 황산암모늄이 존재하는 경우 또는 일정온도 이상의 고온에서 반응의 전화율이 감소되는 경향을 나타내고 있으며 이러한 전체의 경향성은  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 와 황산암모늄의 반응[8, 9]에서 조사된 경향성과 동일한 것이다. 즉 과량의 황산암모늄이 존재하는 경우 황산암모늄의 자체분해로 인해 생성되는  $\text{H}_2\text{O}$ 의 양이 많아지므로 이  $\text{H}_2\text{O}$ 에 의한 생성물  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 의 가수분해반응이 용이해지며 지나친 고온에서는 이 생성물인  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 가 불안정한 까닭에 분해되기 때문에 일정량 이상의 황산암모늄이 존재하거나 일정온도 이상의 고온에서 전화율 감소현상이 나타나는 것이다. 그러므로 kaolin과 황산암모늄의 반응에 대한 반응온도와 황산암모늄의 양의 영향은 전체적으로

순수한  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 황산화반응과 일치되는 경향성을 나타내지만 다만 차이점은 반응온도가  $425^\circ\text{C}$ 로써  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 경우인  $350^\circ\text{C}$ 보다 높고, 또한 황산암모늄의 양도 무게비 7.0(mole비 : 14.0)으로  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 경우인 mole비 10.0보다 증가한 것이다. 이와같이 반응온도가 높아지고, 황산암모늄의 양이 증가된 것은 kaolin은 자연산 광물로서 반응시 광물자체의 분해를 동반하는 까닭에 순수한  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 를 사용하는 경우보다 온도가 높아질 것으로 기대되며, 황산암모늄의 양이 증가되는 것은 kaolin의 황산화반응시 황산화되는 것은 kaolin에 함유된  $\text{Al}_2\text{O}_3$  뿐 아니라 다른 미량의 성분 특히 철분을 황산화시키기 때문으로 사료된다.

### 3-1-3. 철분의 황산화

Fig. 5는 kaolin의 황산화반응이 kaolin속의  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 만을 황산화시키는 것이 아니라 철산화물 역시 황산화되어 침출가능할 것으로 사료되어 침출액중의 Al분정량과 아울러 철분도 함께 정량하여[10] 철분의 침출율을 나타낸 것이다. Fig.5에 나타난 바와 같이 전반범위에서 침출되어 나온 철분의 양은 50~64%의 범위에서 나타나고 있다. 이는 철산화물이 황산화가 잘 이루어지지 않은 것이 아니라 철산화물의 황산화로 생성된  $\text{NH}_4 \cdot \text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 가 침출과정에서 가수분해되어 물에 잘 용해되지 않는  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 로 전환되기 때문으로 사료된다[11]. 그러나 kaolin의 황산화반응시 철분은 가능한 침출되지 않는 것이  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 제조시 불순물의

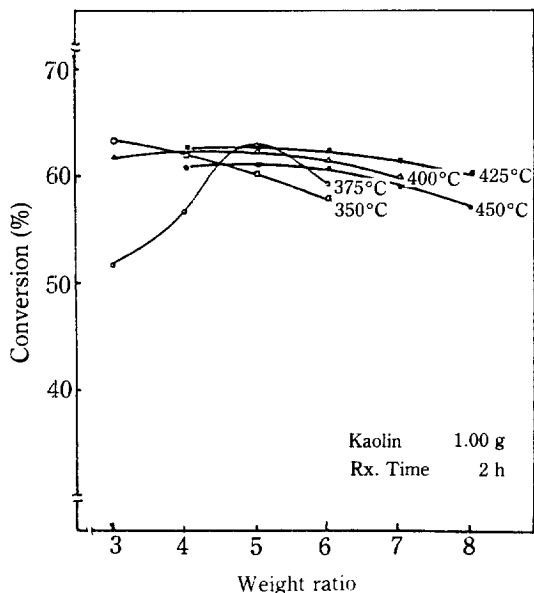


Fig. 5. Effect of temperature and weight ratio on the sulfating of iron oxide in kaolin.

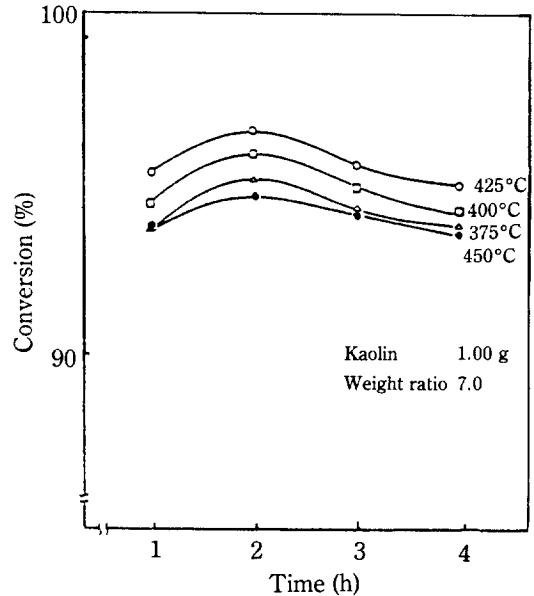


Fig. 6. Effect of temperature on the sulfating of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in kaolin.

혼입을 막는 것이므로 온도에 따라 큰 차이는 없으나, 황산암모늄의 무게비는 7.0 이상의 경우가 좋을 것으로 보인다.

### 3-2. 반응시간에 따른 반응온도의 영향

반응온도가 전화율에 미치는 영향을 좀더 자세히 검토하고자 시료 kaolin 1.00g에 대한 황산암모늄의 무게비를 7.0의 조건으로 고정하고 반응온도를  $375^\circ\text{C}$ 에서  $450^\circ\text{C}$ 까지 변화시키면서 각 시간에서 얻은 전화율을 조사하였다. Fig. 6에 나타난 바와 같이 반응의 전화율 및 반응속도는 반응온도가 상승함에 따라 증가하여  $425^\circ\text{C}$ 에서 최고 전화율에 이르렀으며, 반응시간이 경과함에 따라 전화율이 증가하여 일정시간에서 최고 전화율에 이른 후 다시 감소하는 경향을 나타내었다. 일정 온도  $425^\circ\text{C}$ 에서 최고 전화율이 얻어지나 그 이상의 온도에서 전화율이 다시 감소하는 것은 앞서의 실험 3-1에서와 같은 까닭이며, 일정시간에서 최고 전화율에 이르고 그 이상의 시간이 경과됨에 따라 전화율이 감소하는 것은  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 황산화반응[8, 9]에서와 동일한 경향성으로 이는 생성물인  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 가 불안정하여 시간이 경과됨에 따라 이의 분해가 진행되기 때문인 것이다. 그러나 이 일정시간 이상에서 전화율 감소의 경향성은 kaolin의 경우가  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 경우에 비해 심하지 않았다. 즉  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 황산화반응의 경우 최고 전화율 98.9%에서 2 시간이 더 경과하면 95.8%

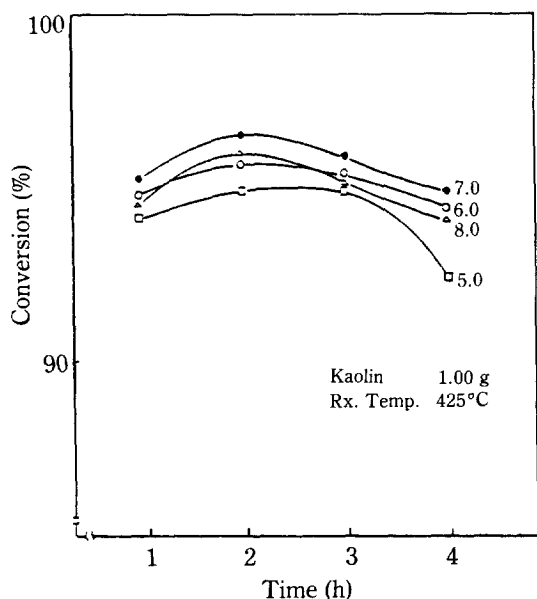


Fig. 7. Effect of weight ratio on the sulfating of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in kaolin.

가 되어 3.1% ( $\frac{98.9-95.8}{98.9}$ )의 감소율이 나타나나 kaolin의 경우 최고 전환율 96.5%에서 2 시간 경과시 94.8%로써 1.7% ( $\frac{96.5-94.8}{96.5}$ )의 감소율을 나타내는 것이다. 이러한 현상의 원인은 Fig. 2의 X-선 회절분석 결과에서 kaolin의 경우 그 생성물이  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 의 형태인데 반해  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 경우[8, 9]는 주 생성물이  $(\text{NH}_4)_3\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ 의 형태로 나타나는 사실에서 짐작할 수 있다. 즉  $(\text{NH}_4)_3\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ 는  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 보다 불안정한 물질이기 때문에 이의 열분해 및 가수분해가  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 의 경우보다 용이할 것이다. 그러므로 불안정한  $(\text{NH}_4)_3\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ 가 주로 생성되는  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 경우가  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 의 형태로 주 생성물이 생성되는 kaolin의 경우에 비해 그 가수분해 및 열분해반응의 영향을 많이 받을 것이라는 것은 충분히 예상할 수 있는 결과이다. 따라서 이상의 여러 결과로부터 황산암모늄에 의한 kaolin중의  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 에 대한 황산화반응시 적정온도는 본 실험의 조건하에서 425°C가 적당하다.

### 3-3. 반응시간변화에 따른 황산암모늄의 무게비의 영향

Fig. 7은 황산암모늄의 양이 kaolin중의  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 의 황산화반응에 미치는 영향을 조사하고자 반응온도 425°C로 고정하고 kaolin 1.00g에 대한 황산암모늄의 무게비를 5.0에서 8.0까지 변화시키면서 각 반응시간에 따른 그 전환율을 조사한 것이다. Fig. 7에서 보면 무게비가 증가함에 따라 그 전환율도 증가하다가 무게비 7.0에서 최고점에 도달한 후 다시 전환율 감소현상이 나타나고 있다. 또한 전 무게비 조건에서 반응시간이 경과함에 따라 전환율 또한 증가하다가 반응시간 2시간 이후는 전환율 감소현상이 나타나고 있다. 이러한 경향성 역시  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 황산화반응[8, 9]에서의 경향성과 동일한 것이며 그 이유 또한  $\text{H}_2\text{O}$ 에 의한 가수분해에 기인하는 것으로 사료된다. 다만 황산암모늄의 무게비가 7.0으로  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 경우에 비해 증가되어 졌으며, 일정량 이상의 황산암모늄의 존재시 전환율 감소현상이  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 의 경우에 비해 심하지 않았다. 이러한 현상은 3-1 및 3-2에서 언급한 바와 같이 kaolin의 황산화반응에서는 Al분만을 황산화시키는 것이 아니라 철분 등의 다른 성분도 함께 황산화되며 그 생성물의 형태가  $\text{NH}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_2$ 로 나타나는데 기인하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 kaolin의 황산화에 필요한 황산암모늄의 적절한 양은 반응온도 425°C의 조건에서 kaolin에 대한 무게비 7.0이 적합할 것으로 보인다.

### 3-4. Kaolin의 입도의 영향

Kaolin의 입도가 전환율에 미치는 영향은 kaolin으로 부터 유효성분인  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 를 분리해 내어야하는 입장에 있기 때문에 경제적 조업이란 측면에서 매우 중요하다. 그런 까닭에 높은 전환율을 얻기 위해서 시료의 입도를 너무 작게 분쇄하는 것은 효과적인 것이 되지 못한다. 이러한 관점에서 적당한 입도를 결정하고자 반응온도 425°C, 황산암모늄의 무게비 7.0, 반응시간 2시간을 고정하고 kaolin의 입도를 80/100, 140/170, 200/250, 250/270 및 -325 mesh의 것으로 선정하여 각각의 경우에 대한 그 전환율을 조사하였다. 이의 결과는 Table 3에 나타난 바와 같다. 즉 80/100 mesh의 경우 그 전환율은 75.07%에 이르지 못하나 200/

Table 3. Effect of particle size on the sulfating of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  in kaolin.

particle size	80/100	140/170	200/250	250/270	-325
conversion (%)	75.07	86.60	93.97	96.24	97.22

250 mesh의 경우 93.97%이며 그 이상의 입도에서도 전화율은 200/250 mesh의 경우에 비해 거의 큰 영향이 없음을 볼 수 있다. 따라서 반응의 전화율과 경제적 조업이란 점을 감안할 때 시료의 입도는 -200 mesh로 유지해야 할 것으로 사료된다.

### 3-5. 공정에 대한 검토

Kaolin으로 부터 Al 성분의 추출을 위한 이상의 실험결과에서 적정반응조건은 kaolin 1.00g에 대한 황산암모늄의 무게비 7.0, 반응온도 425°C, 반응시간 2 시간, kaolin의 입도 -200 mesh가 합당하리라 생각하며 이 조건하에서 kaolin중에 함유된 Al분은 100°C의 물로 침출한 결과 96.46% 추출가능하였다. Table 4는 이 침출액을 암모니아수로 처리하고 그 침전을 강열하여 얻어진 합성alumina에 대한  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  및  $Fe_2O_3$ 의 화학분석치를 kaolin의 분석치와 비교한 것이다. 얻어진 합성alumina중의  $Al_2O_3$  함량은 96.77%로써 최초시료중의 37.34%에서 크게 증가하였으며  $SiO_2$ 는 전혀 검출되지 않아 kaolin의 결정형태인  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot xH_2O$ 로 부터  $SiO_2$ 와  $Al_2O_3$ 는 완전히 분리되었음을 알 수 있다. Kaolin이 Al의 원료로서 사용이 쉽게 이루어지지 않음이 바로 이 Al 분과  $SiO_2$ 의 분리가 용이하지 않음을 고려한다면 황산암모늄에 의한 kaolin의 황산화는 매우 효과적인 분리방법이라고 할 수 있다. 그리고 이 합성alumina중에 Fe분이  $Fe_2O_3$ 의 형태로서 3.09%가 남아 있는데 많은 양은 아니라고 하더라도 고순도의  $Al_2O_3$ 을 얻기 위해서는 철분의 분리공정이 수반되어야 할 것이며 그 공정으로서는 염소화공정이 적합할 것으로 사료된다. 이러한 철의 선택적 분리에 대해 저자는  $NH_4Cl$ 을 이용하여 철산화물의 chlorination을 조사하여 좋은 결과를 얻은 바 있다 [12, 13]. 따라서 본 실험의 결과와 철산화물의 chlorination을 감안하여 본 연구에서는 Fig. 8과 같은 가상의 공정을 제안하고자 한다. 이러한 공정은 황산암모늄을 황산화제로 사용하는 새로운 용도개발과 아울러 미활용광물의 활용이란 점에서 강조되어야 한다. 특

Table 4. Chermical analysis of product and residue.

	Head Sample (kaolin)	Product (synthetic alumina)	Residue
$Al_2O_3$	37.34(%)	96.77	3.10
$SiO_2$	44.46	—	89.50
$Fe_2O_3$	2.22	3.09	1.55

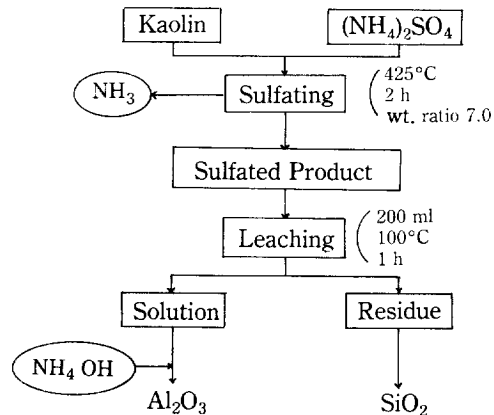


Fig. 8. Flow diagram for upgrading of kaolin by sulfating with  $(NH_4)_2SO_4$ .

히 이 공정에서 황산화반응의 반응온도가 bauxite계 광물로 부터 Al분의 침출에 대한 다른 공정[2~4]에서 800~1300°C였던 점에 비한다면 400~450°C란 점은 에너지절약을 해야 하는 현실점에서 매력적인 장점이 아닐 수 없다. 끝으로 본 실험에 사용한 kaolin 외에도 국내에는 전남 해남군일대와 경남 김해군일대에 또하나의 함알루미눔광물인 상당량의 alunite를 매장하고[14] 있으며 이 alunite에 대해서 황산암모늄에 의한 황산화공정이 적용가능할 것으로 사료되어 이러한 국내의 함알루미눔광물로 부터 Al분의 추출 및  $Al_2O_3$ 의 제조에 대한 연구가 계속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

## 4. 결 론

1. 황산암모늄의 양과 전화율의 관계는 황산암모늄의 양이 증가함에 따라 전화율도 증가되어 각각의 조건에 해당하는 최고점에 도달한 후 그 이상의 무게비에서는 도리어 전화율이 감소한다.

2. 반응온도가 높을수록 초기 반응속도 및 그 전화율은 증가하여 해당온도 조건에서 최고점에 이르고 다시 감소한다. 본 실험의 조건에서는 무게비 7.0의 조건에서 반응온도 425°C, 반응시간 2 시간이 적합하다.

3. 시료 kaolin의 입도가 작을수록 전화율은 증가하나 -200 mesh 이상에서는 전화율에 큰 차이가 생기지 않으므로 시료의 입도는 -200 mesh이면 충분하다.

4. 이상의 결과에서 황산암모늄에 의한 kaolin의 황산화반응에서 적정조건은 반응온도 425°C, 황산암모늄의 무게비 7.0, 반응시간 2 시간, 시료의 입도 -200

mesh가 적합하며 이때의 최고 전화율은 96.46%였다.

5. 최적조건에서 황산화시킨 반응생성물을 물로 침출시킨 다음, 여기에 암모니아수로 처리한 후 얻어진 침전으로부터  $\text{Al}_2\text{O}_3$  product를 얻었다. 이 product의  $\text{Al}_2\text{O}_3$  함량은 96.77%였다.

## 감 사

본 연구는 한국과학재단 1985년도 후반기 학술연구비의 지원을 받아 이루어진 것입니다. 당재단에 대해 감사를 드립니다.

## REFERENCES

1. Kirk-Othmer: "Encyclopedia of Chemical Technology", 3rd ed., John Wiley & Sons, New York (1985).
2. Wyndham, R.: U.S. Patent, 4083927 (1978).
3. Fernandez, V.L. and Sancho, M.J.: Spain Patent, 477348 (1980).
4. McDowell, W.J. and Seeley, F.G.: U.S. Patent Appl., 24339 (1981).
5. 최한석: "무기공업화학", 동명사, (1984).
6. Hein, L.B., Phillips, A.B. and Young, R.D.: "Problems and Control of Air Pollution", Reinhold, New York (1955).
7. 1974 Annual Fertilizer Review, F.A.O.U.N., Rome (1975).
8. 박용성, 이철태, 유영홍: 화학공학, **24**, 291 (1986).
9. 박용성, 이철태, 유영홍: 화학공학, **24**, 399 (1986).
10. JIS M8312
11. 木内 三: 日本鑛業會誌, **80**, 477 (1964).
12. 이철태, 최웅수, 유영홍: 화학공학, **22**, 323 (1984).
13. 이철태, 유영홍, 강웅기, 백영현: 화학공학, **23**, 1 (1985).
14. 최한석: 이공논집, **15**, 63 (1974).