

# 제4급 암모늄염형 음이온교환수지의 특성연구

강영구 · 김동현\*

호서대학교 안전시스템공학과 · \*호서대학교 벤처전문대학원

## I. 서론

환경과 안전, 에너지의 시대가 도래 할 것임을 공통적으로 인식하고 있고 환경 및 안전과 관련한 각종 규제가 강화되고 있는 상황에서 기술경쟁력 확보를 위해서는 환경 및 안전 소재의 개발이 필요하며 이를 세부적으로 분류하면 다음의 두 가지 범주로 구분할 수 있다<sup>1,2)</sup>.

첫째, 사용 후 폐기 되었을 때 신진대사 사이클에 따라 자연적으로 생분해됨으로써 결과적으로 환경안전 오염원으로 작용하지 않도록 고안된 환경안전 친화성 소재와, 둘째로 환경안전 문제 해결의 현장에 직접 투입되어 환경 오염원을 감소시키고 오염된 환경을 정화하는 기능을 가진 소재이다. 이 중에서 두 번째 범주의 소재에 대표적인 예로서는 자동차 혹은 각종 공장 배기가스의 정화와 폐수 및 음료수의 정수 작용을 하는 이온교환 필터류를 들 수 있다<sup>3,4)</sup>. 이러한 요구에 부합되는 그런 소재의 개발로서 이온교환수지에 대한 연구가 진행되고 있으며, Adams와 Holmes에 의해 1935년 이온교환수지(ionic exchange resin)가 최초로 합성되면서 그 응용 범위는 순수(pure water)의 제조, 식품 공업의 분리 농축, 섬유 공업에서 염료와 이온의 분리, 물질의 분리, 능동수송, 에너지 변환, 정보전달, 방출조절, 반응조절 및 제지 공업의 폐수 처리 등에 이르기까지 매우 광범위해지고 있다<sup>5-7)</sup>.

따라서 본 연구에서는 이온교환수지를 새로운 접근방법으로 개발하고, 특히 효율성 및 공업적 경제성이 낮은 음이온교환수지를 중심으로 그 제조와 성능간의 최적화를 도모하여, 현재 수입에 의존하고 있는 제품을 대체함으로써 국가의 경제적 생산성을 높이고 환경 안전 관련 소재의 기술경쟁력 제고에 이바지 하고자 한다.

## II. 실험방법

중합반응의 단량체로 사용한 스타이렌(styrene)과 다이비닐벤젠(divinylbenzene)은 동양화학제와 일본 간도사의 표준등급의 시약을 각각 사용하였다. 중합반응의 용매로 사용한 탈이온수(deionized water)는 일차증류수를 이온교환수지 컬럼으로 통과시켜 얻었다. 중합 개시제로는 일본 준세이사의 과산화벤조일(benzoylperoxide, BPO)을 사용하였으며 현탁중합의 안정제로서 사용된 마그네슘실리케이트(탈크), 폴리비닐알코올(PVOH), 탄산칼슘(CaCO<sub>3</sub>), 벤톤(bentone EW) 등은 준세이사, 동양화학사, 그리고 한

국벤토나이트사 등의 제품을 사용하였다. 스타이렌 단량체의 경우는 수산화나트륨 수용액과 증류수로 세척하여 중합억제제를 제거하는 과정을 거친 후 사용하였으며, 나머지 시약은 그대로 사용하였다.

본 연구의 수행과정에서 사용된 전형적인 현탁중합장치는 가열장치, 온도계, 디지털 기계식교반기, 질소주입구, 냉각관 등이 일체형으로 장치된 1L 용량의 Pyrex제 이다. 특히 교반 효율과 현탁안정성을 고려하여 임펠러는 교반봉과 수평으로 제작된 터빈형 블레이드를 사용하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 각 조건에 따른 공중합체의 합성 및 제반 특성

현탁중합조건이 많은 파라미터를 포함하기 때문에 각각의 파라미터 변환에 따른 최적의 중합조건을 도출하였다. 중합에 있어 중요한 것은 임의로 정해진 가교도(%DVB)에 따른 중합체 비드의 수율을 높이는 것과 비드의 크기를 일정하게 얻는 것이며 현재까지 수행한 합성 결과를 Table 1.에 나타내었다.

Table 1. The size distribution by the condition of composition and polymerization.

No	Composition and Polymerization Conditions										Size Distribution (%) (micron)		
	Water (mL)	Bentone (mL)	PV A (mL)	SM (g)	BP O (g)	DVB %	Monomer/Water	Speed	Temp/Time	Yield (%)	75-300	300-850	850<
1	400	34	8	96	1.0	4	0.23	550	90/06	>98	69.00	31.00	-
2	400	34	6	96	1.0	4	0.23	500	90/06	>98	48.00	35.70	16.30
3	400	34	6	115.2	1.2	4	0.27	500	90/06	>98	10.24	66.90	29.90
4	400	34	6	134.4	1.4	4	0.32	500	90/06	>98	32.61	56.25	11.14
5	400	34	6	144	1.5	4	0.34	500	90/06	>98	17.21	77.90	4.89

#### 2. 교반속도와 비드크기 분포

실험 1, 그리고 실험 2의 결과를 비교하여 나타내면 다음의 Table 2.와 같다. 표에서 보는 바와 같이 중합반응에서 교반기의 회전 속도를 620, 550, 그리고 500rpm으로 낮추어 주면 생성된 중합체의 비드 크기가 큰쪽으로 이동함을 알 수 있다. 이것은 일반적인 현탁중합의 이론에서 제시하는 교반속도와 비드 크기의 반비례 경향과 일치하는 것이다. 본 연구에서 목표로 하는 최종의 비드 크기를 300~850 마이크로 정도로 볼 때, 이상과 같은 결과로부터 교반기의 회전 속도를 500~550rpm정도의 값으로 고정하여

다음 단계의 실험을 진행하였다.

Table 2. The size distribution by speed(RPM).

No	Speed (RPM)	Size Distribution (%)(micron)		
		75-300	300-850	850<
1	550	69.00	31.00	-
2	500	48.00	35.70	16.30

### 3. 단량체/물 배합비율과 비드크기 분포

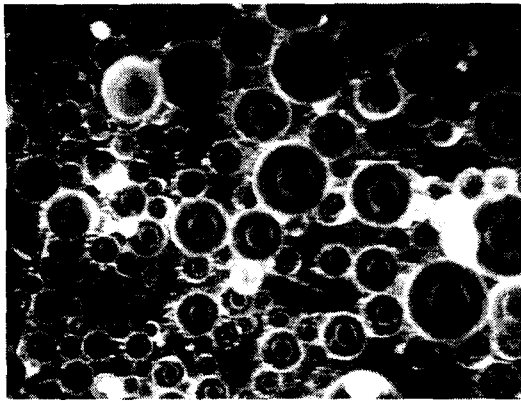
실험 2, 3, 4, 그리고 5의 결과를 단량체/물의 비율에 따라 정리하면 다음 Table 3.과 같다. Table 3.에 나타낸 바와 같이 그 비율이 0.23에서 0.34로 증가할수록 300~850 마이크로 범위의 비드생성이 용이함을 알 수 있다. 일반적으로 현탁 중합은 연속공정에 의해 이루어지는 것 보다 배치(batch)형태의 공정이 중심이므로 이상과 같은 결과는 배치형 현탁중합의 단점을 극복하는 좋은 결과가 될 것으로 보인다.

Table 3. The size distribution by monomer/water ratio.

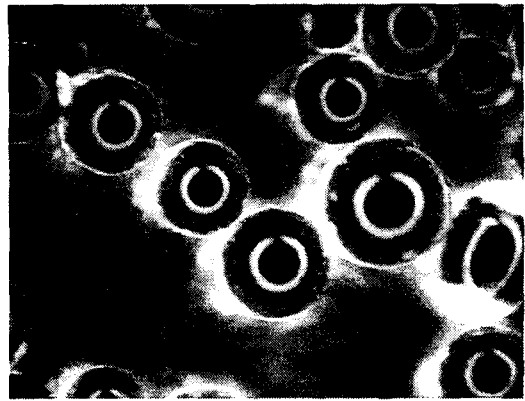
No	Monomer/ Water Ratio	Size Distribution (%)(micron)		
		75-300	300-850	850<
2	0.23	48.00	35.70	16.30
3	0.27	10.24	66.90	29.90
4	0.32	32.61	56.25	11.14
5	0.34	17.21	77.90	4.89

#### 3.1 생성된 공중합체 비드의 형태

중합반응의 결과로 생성된 공중합체 비드의 현미경사진을 보여주었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 본 연구를 통해 얻은 모든 중합체 비드는 균일한 크기와 투명성을 나타내어 수입하여 시판되고 있는 이온교환수지와 비교하여 거의 동등한 외관을 보였다.



4%DVB-PS(X40)



4%DVB-PS(X60)

Fig. 1. Photograph of anion exchange resin

#### IV. 결 론

4급 암모늄염형 음이온 흡착제거용 수지를 합성하여 이온교환수지를 새로운 접근방법으로 개발하고, 특히 효율성 및 공업적 경제성이 낮은 음이온교환수지를 중심으로 그 제조와 성능간의 최적화를 도모하고자 수행한 연구결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

4% DVB 가교중합체 비드 생성의 최적조건은 실험 5(water 400ml, bentone 34ml, PVA 6ml, SM 144g, BPO 1.5g, DVB 4%, monomer/water ratio 0.34, speed 500rpm, temp. 90℃)이었다.

#### 참고문헌

1. N. S. Cho and K. P. Lim, *polym. Sci. and Tech.(korea)*, Vol. 8, pp. 596, 1997.
2. Y. Mizutani, *J. Membr. Sci.*, Vol. 49, pp. 121, 1990.
3. W. K. Son, H. J. Yoo, T. S. Hwang, *Polymer (korea)*, Vol. 26, No. 1, pp. 1-8, 2002.
4. H. F. Walton, R. D. Rocklin, "Ion Exchange in Analytical Chemistry", chap. 1, CRC press, Inc., Florida, 1990.
5. O. Samuelson, "Ion Exchange Separations in Analytical Chemistry", chaps. 2-4, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1963.
6. F. Helfferich, "Ion Exchange", chaps. 1, 4-6, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 1990.
7. B. A. Adams and E. L. Holmes, *J. Soc. Chem. Ind.*, Vol. 54, pp. 12, 1935.