

# 활성탄소의 특성비교 및 사업장적용(2)

동양탄소산업(주) 대표 김종규

## 목차

1. 서론
2. 활성탄의 흡착특성
  - 2.1 흡착제의 종류
  - 2.2 흡착특성
  - 2.3 흡착등온선(吸着等溫線)
  - 2.4 흡착질분자의 크기에 따른 흡착특성
  - 2.5 기상흡착과 액상흡착
  - 2.6 물리흡착과 화학흡착
  - 2.7 흡착열
3. 활성탄의 종류 및 제조
  - 3.1 원료 및 제품 종류
  - 3.2 활성탄의 제조공정
  - 3.3 활성화 제조장치
4. 활성탄의 응용
  - 4.1 개요
  - 4.2 액상에서의 흡착
  - 4.3 기상(氣相)에서의 흡착
  - 4.4 촉매 및 촉매담체
  - 4.5 분석 및 의약
  - 4.6 환경오염방지
5. 흡착조작의 설계
  - 5.1 개요
  - 5.2 흡착장치
6. 재생(再生)
  - 6.1 필요성
  - 6.2 재생 효과
  - 6.3 재생 방법
7. 활성탄 품질규격 및 분석방법
  - 7.1 공업 규격
  - 7.2 물리적 특성 시험방법 (KSM 1802-1993)
  - 7.3 흡착 특성 시험방법 (KSM 1802-1985)
  - 7.4 세공 구조 특성 시험방법
8. 결론 및 장래성
  - 8.1 결론
  - 8.2 장래성

## 3.2. 활성탄의 제조공정

활성탄의 물리적 형상에 따라 그 제조공정도 그림 7과 같이 각각 다르나 가장 중요한 점은 어떻게 하면 구입이 용이하고 품질 좋은 원료를 사용하여 흡착력이 높고 재생효과가 좋으며 저렴한 가격의 활성탄을 제조할 수 있는가이다.

### 3.2.1. 분말 활성탄

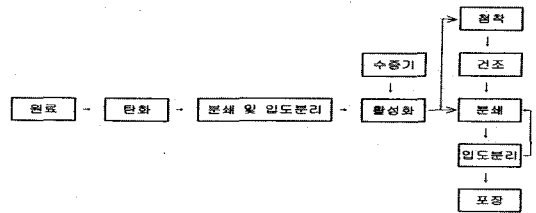


그림 7-1. 활성탄의 제조공정(분말 활성탄)

### 3.2.2. 파쇄 활성탄

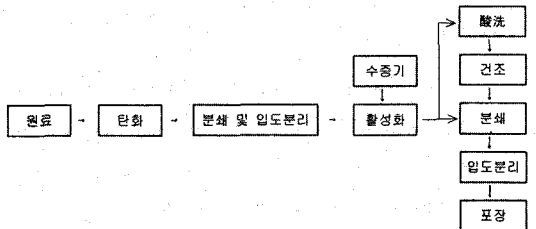


그림 7-2. 활성탄의 제조공정(파쇄 활성탄)

3.2.3. 조립 활성화탄(원주형 및 구형)

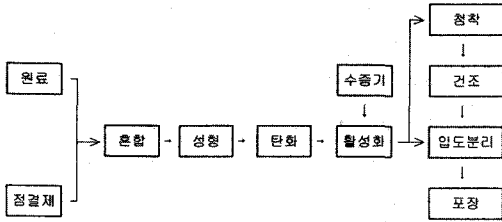


그림 7-3. 활성화탄의 제조과정 (조립활성탄-원주형 및 구형)

3.2.4. 섬유상 활성화탄

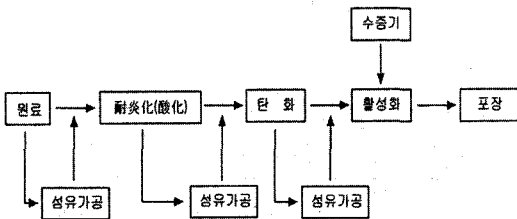


그림 7-4. 활성활성탄의 제조과정 (섬유상 활성화탄)

3.2.5. 제조 공정 설명

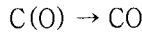
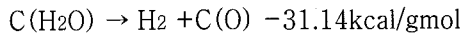
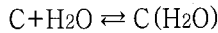
활성탄의 제조 공정은 원료의 전처리, 탄화, 활성화 및 후처리로 구분할 수 있는데, 가장 중요한 공정은 탄화 공정과 활성화 공정이라고 볼 수 있다.

탄화 공정은 유기질 원료를 약 500 C 정도로 가열하면 탈수, 탈산 등의 분해가 일어나서 표면 산소결합이 끊어지며 표면 산소가 물, 일산화탄소, 이산화탄소 등의 형태로 방출되고 휘발분은 거의 제거되는 공정으로 고정 탄소가 많이 남게 된다.

활성화 공정은 800~1,000 C의 온도 범위에서 일어나는 탄소의 산화반응으로 탄화물의 표면을 침식시켜 탄화물의 미세공 구조를 발달시키는 공정이며 GAS(수증기, 이산화탄소, 공기 등 산화성 GAS 활성화법으로 구분되는데 주로 가스 활성화법이 널리

사용되고 있다.

그 이유는 장치부식, 2차 환경오염 및 제조공정의 복잡성 등의 약품 활성화법이 지닌 단점 때문이다. 일반적으로 가스활성화법에서 사용되는 수증기와 탄소의 반응 기구는 다음과 같다.



활성탄의 흡착력에 영향을 주는 제조 요인은

- 1) 활성화기체의 화학적 성질과 농도
- 2) 반응 온도
- 3) 활성화 시간
- 4) 원료에 함유된 무기성분의 량과 종류
- 5) 로내부 압력과 교환방법 등이다.

활성화 기체로는 수증기가 이산화탄소나 공기보다 낫다고 알려져 있으며 염소가스, 아황산 가스, 암모니아도 활성화 효과는 있지만 거의 사용되지 않는다.

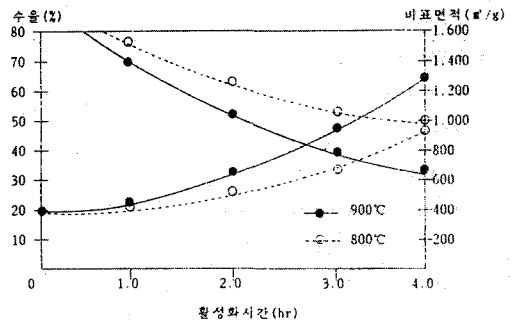


그림 8. 활성화 온도와 수율·비표면적 관계 (야자각 CHAR, STEAM)

그림 8과 같이 활성화 온도 800 C, 900 C 일때 활성화 시간이 길어질수록 수율은 거의 직선적으로 감소하고 비표면적은 급속히 증가한다.

또한 그림9에 야자각 활성화탄의 수율과 요오드 값의 관계를 나타냈는데 수율이 60%이상일 때는 요오드 값의 영향이 크나 수율이 40%이하로 감소하면 요

오드 값의 영향이 작아진다.

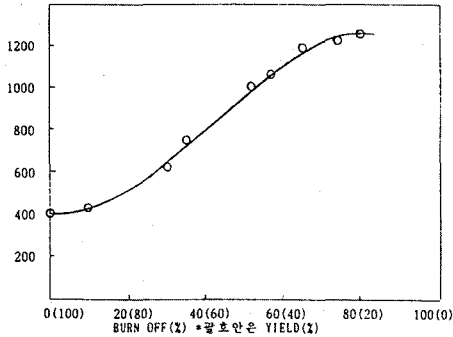


그림 9. 수율과 요오드 값 관계

이는 수율이 50% 이상일 때는 MICRO PORE로 된다는 DUBININ의 이론에 일치됨을 알 수 있다.

### 3.3. 활성화 제조장치

#### 3.3.1. 분말 활성화탄

먼저 톱밥 등을 일정한 콘크리트 저조에서 일정시간 탄화시켜 소화(素火)로 만든 다음 분쇄기에서 미분화시켜 산화 유동층 로에서 짧은 시간 동안 수증기와 함께 선화 유통시켜 활성화 시킨다.

#### 3.3.2. 입상 활성화탄

미리 탄화된 원료를 수증기로 활성화 시키는데 주로 다단로(MULTI HEARTH FURNACE)와 회전로(ROTARY KILN)를 이용하며 어느 한가지 종류를 조건 변화없이 생산할 경우에는 유동층로(FLUIDIZED BED FURNACE)를 이용하기도 한다. 한편 (주)동양탄소는 고품질 입상활성탄 생산에 적합한 다단로와 회전로 설비의 국산화에 성공하였을 뿐만 아니라 온도, 체류시간, 수증기공급량 등 운전 조건을 개발하였다.

그림 10에 동종의 다단로 내부, 그림 11에 회전

로를 나타냈으며, 표5에 다단로 회전로를 비교하였다.

표 5. 다단로와 회전로 비교

구 분	MULTI HEARTH FURNACE(다단로)	ROTARY KILN(회전로)
온도유지	여러개의 BURNER로써 구분된 반응 영역에서 온도분포 조절 가능	단 1개의 BURNER로 열을 공급하므로 영역별 온도유지 곤란
체류시간	여러개의 STAGE로 형성되어 있으므로 충분한 체류시킬 수 있어 (3~6hr) 흡착능이 큰 제품생산	단일 원통형이므로 체류 시간이 짧음 (1~2hr)
수증기 공급	반응 영역에서 일정하게 분사됨	입구에서만 공급하므로 일정치 못함
입도분포	입도분포에 관계없이 체류시간을 동일하게 유지 가능	입도에 비례하여 큰 입자가 빨리 배출
관 말 성	온도 제어 및 충분한 체류 시간으로 균일 품질 생산 가능	온도제어가 난이하여 균일품질 생산 곤란
경 질	고품질 입상 제품 생산 설비로 적합	중품질 입상 제품 생산 및 재생 설비로 적합
제조원가	초기투자비가 높고 제조원가가 비교적 높음	초기 투자비가 낮고 제조원가가 낮음
생산 설	대량생산 규모에 적합	중·소량생산 규모에 적합

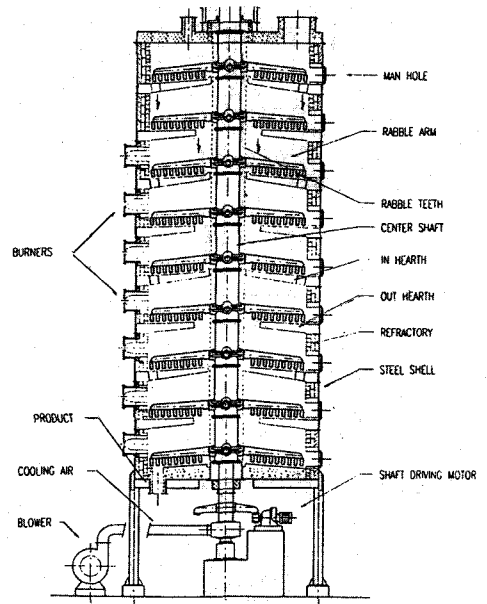


그림 10. 다단로의 내부

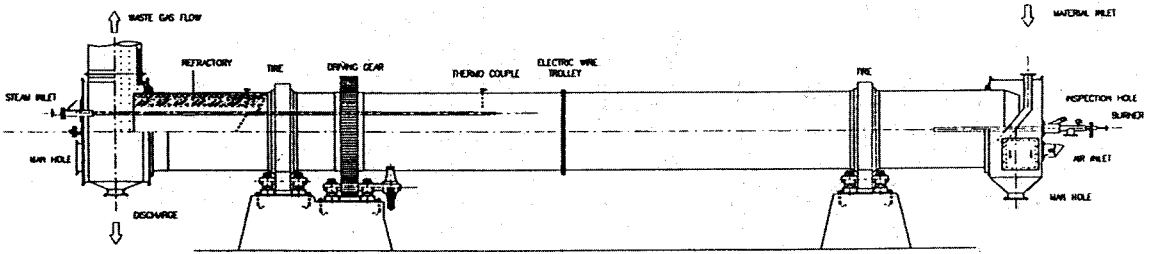


그림 11. 회전로

## 4. 활성탄의 응용

### 4.1. 개요

활성탄은 죽어있는 무생물의 탄소가 아니라 활성화 되어진 즉 살아서 활동하는 탄소라고 말할 수 있다. 간단히 예를 들면 GAS 보유용량이 크기 때문에 온도에 따라 수축과 팽창하는 폭이 굉장히 커서 비닐 봉지에 담아 냉장고에 보관하면 오징어포와 같이 쭈글쭈글 해지고 꺼내어 햇볕에 쪼이면 풍선처럼 부풀어 오른다. 이와같이 살아서 숨을 쉬는 것과 같은 원리를 이용하여 냉장고나 보일러의 온도조절기 센서로 응용되며 유기물을 선택적으로 흡착하는 성질을 이용하여 음, 식료품의 정제 및 음식맛의 개선, 의약, 방독마스크, 물의 정제 등 우리의 위생 및 보건 분야에 응용되고 있다.

UN에서 보고한 세계무역 통계년보에 따르면 '90년도 99개국의 총 수입 물량은 약 80만톤에 이르며 최대 생산국가는 미국, 일본, 네덜란드, 영국, 서독, 프랑스, 벨기에 순이었다.

또한 C.E.H(CHEMICAL ECONOMIC HANDBOOK)에 따르면 표 6과 같이 일본의 년도별 입상활성탄 수요량은 '80년까지는 년 평균 약 40%씩 증가하다가 그 이후에는 년평균 4.5%로 낮게 증가되고 있으며 분말활성탄은 점차 감소하다가 '90년대부터 다시 증가하는 추세다.

한국의 입상활성탄은 '80년대 후반부터 년평균 20%씩 꾸준히 증가하고 있으며 '99년 현재 총 수요량은 35,000톤으로 일본 총수요량 85,000톤의 40%까지 신장 되었다.

고도정수처리용과 VOC흡착용으로 입상활성탄의 국내 수요는 더욱 증가될 것으로 기대되는 반면에 분말활성탄의 수요는 거의 일정한 추세이다.

활성탄 흡착력을 이용하는 목적으로 다음과 같은 조작법이 있다.

구분	년도						
	'70	'80	'90	'95	'99	2002	
한 국	입상	200	1,000	8,500	15,400	29,000	45,000
	분말	2,000	4,000	4,500	5,500	6,500	5,500
	계	2,200	5,000	13,000	20,900	35,500	50,500
일 본	입상	6,000	33,000	49,000	60,000	60,000	70,000
	분말	20,000	18,000	19,000	20,000	25,000	28,000
	계	26,000	51,000	68,000	80,000	85,000	98,000

표 6. 한국과 일본의 활성탄 수요대비(추정)

#### 4.1.1. 정제 (PURIFICATION)

불필요한 성분을 활성탄에 의해 흡착 제거하고 필요한 성분 물질의 순도와 가치를 높이는 조작이다.

#### 4.1.2. 포집 또는 회수 (COLLECTION & RECOVERY)

몇 개의 성분이 혼합되어 있는 다성분계에서 가치 있는 성분만 활성탄에 의해 분리하고 흡착된 활성탄

을 다시 탈착 시킴으로서 가치있는 성분을 농축, 회수하는 조작이다.

4.1.3. 분별(FRACTIONATION)

활성탄의 흡착성을 이용하여 혼합물을 몇 개의 성분으로 따로따로 분별해서 각 성분의 이용가치를 높이는 조작이다.

정제는 흡착대상이 저농도일 경우에 많이 이요되며 포화된 활성탄을 재생 사용하고 포집 또는 분별은 정제와 달리 포집한 성분 중 부가가치가 높은 성분을 회수하기 위한 장치가 필수적이다. 실제 산업에 응용되는 몇가지 예를 들어본다.

4.2. 액상에서의 흡착

액상에서 활성탄 이용은 제당공업의 탈색용으로부터 시작되었다.

현재 많은 분야에서 탈색을 주목적으로 사용하고 있으나 탈색 이외의 효과를 동시에 얻는 경우가 많다. 우선 활성탄 처리 효과를 열거하면,

- 1) 탈색(가시파장의 흡착성 물질 제거)
- 2) 가시파장이외의 흡착성을 갖는 물질제거
- 3) 냄새물질 제거 및 조정
- 4) 향미조정(香味調整)
- 5) 물속(水中)의 유기용매 성분 및 유기물 제거
- 6) 세제(ABS), 유기인제, 유기염소제 농약, 다핵방향족 탄화수소계 제거
- 7) 기포성물질 제거
- 8) 결정성출 저해물질 제거
- 9) 현탁물질 및 COLLOID 물질제거
- 10) 배품의 변질을 촉진하는 물질제거
- 11) 무기오염물질의 제거
- 12) 수처리 분여의 잔류염소, 페놀류, 트리할로메탄 (THM)의 제거 등이다.

액상으로 이용할 때는 옛부터 분말탄을 사용해 왔

는데 그 이유는 액상이 기상과 달리 확산속도가 대단히 느리기 때문이며 여과시의 불편을 감수하면서 단시간에 흡착반응을 얻을 수 있도록 분말활성탄을 사용하였다. 점차 사용영역이 확대되면서 상, 하수도, 용수, 폐수에 새로운 흡착성능을 가진 입상활성탄이 활용되었다.

각 산업 분야에서 액상 응용대상은 표7, 표8, 표9와 같고 입상과 분말활성탄을 선택할때 우선 고려할 점은 표10과 같다.

표7. 식품공업의 액상의 정제

업종	응용대상	정제효과
제당	사탕수수당, 사탕무우당, 당밀	0 탈색 0 탈취
전분당	포도당, 울엿	0 COLLOID 제거
유제품	젖당	0 결정성 향상 0 제품 안전성 향상
양조	청주, 맥주, 와인, 위스키, 브랜디, 보드카, 과실주 등	0 향미조정 0 백도냄새 제거
식용유	식용유, 미가린, 카카오유	
식품첨가물	글루타민산, 니트롬, 조미액, 젤산, 구연산, 주석산, 아스코빈산, 제라틴	
기타	과즙, 음료	
일반	각종처리액, 용·폐수정화	

표8. 화학공업, 기타공업의 액상의 정제

(공통효과 : 탈색, 탈취, COLLOID 제거)

업종	응용대상	정제효과
의약품	항균성물질, 설파제, 알카로이드, 비타민, 호르몬, 주사용 약품 및 물	순도 및 수율, 안전성 향상
공업용유제	공유, 유제품, 계면활성제, 기소제, 경화유, 피마지유, 글리세린	기포성 물질의 제거
고무제품	재생고무	약제 침투방지
석유화학	액체 석유 유분, 폐유, 흡수액 산류, 흡수액 염류	탈황, 기포성 물질의 제거
고분자화학	합성수지, 합성성유 원료, 중간체, 특수가공용 용액, 용매	부반응 방지
무기약품	인산, 염산, 알칼리염, 탈산염, 과산화수소	유기 불순물 제거
드라이크리닝	드라이크리닝액	불순물 제거
광업	부유선광액	부유선광체의 제조 및 조정
기타	위장액, 해독제, 사료 등	순도 향상

표9. 액상에 있어서의 포집 및 회수

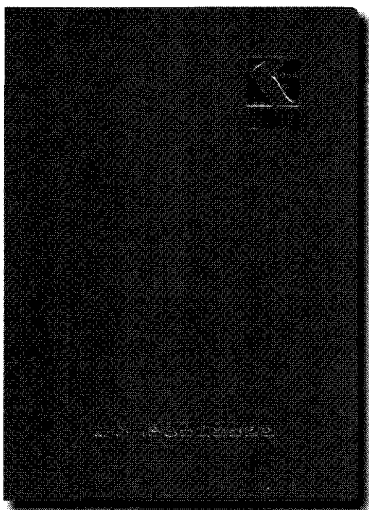
업종	회수품명
의약품	항균성물질, 비타민, 호르몬, 효소, 기타 생화학약품
식품	핵산계 조미료, 식물성분
가스	폐놀
요오드	요오드
광업	금, 은, 수은, 동, 아연, 납, 우라늄
일반	수중의 유기용매 성분, 수중 유기물의 포집

표10. 입상활성탄과 분말활성탄의 선택시 고려할 점

구분	항목	입상활성탄	분말활성탄
입상활성탄	주입방법	취급 용이 (비산없음)	취급 곤란 (비산분진 발생)
	안전성	원수의 농도가 급변하여도 즉시 유출수 영향 없음	원수농도에 따라 즉시 영향 발생
	처리공정의 연속일관성	연속적 양류 도입가능	불연속 도입
	공간비용	작다 (교체가간이 짧고 자동화)	크다 (매일 노동력에 의존)
	경제성	재생 가능하므로 경제적이다	비경제적
	환경오염	특정질종 연소 또는 회수하여 무해화	최적탄의 잔류물로 2차오염
분말활성탄	黑水 누출 TROUBLE	일어 않음	계열영향 많음
	조업 중단 우려	입자 응집성 없으므로 문제 없음	입자응집 또는 투입 장치 고장 등 문제
	고순도 처리	혼탁속도가 느리므로 여과조 TYPE으로는 고순도 처리 곤란	혼탁속도가 빠르므로 BATCH 식으로 고순도 처리 가능
관찰적 조정	처리 시설	여과조를 제작해야함 (초기 건설비가 크다)	간이식 저수조 이용가능 (건설비가 작다)
	관찰적 조정	장기간 방치시 미생물 발생, 혼탁능력의 저하 우려	사용시마다 신탄을 사용하므로 문제없음

다음호에 계속...

## 2001년 다이어리 제작·배포



- 내용 : 정관 및 결의문, 연혁, 협의회 임원 및 회원 명단, 유관기관 전화번호, 환경설비업체 수록 등
- 판형 : 18절

(사) 전국환경관리인연합회