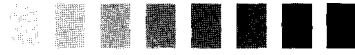


해설



원료소재로서의 석탄자원 이용

박석환

한국지질자원연구원

석탄자원이 사용되는 분야는 에너지원료 분야(연료)와 석탄화학원료 분야(비연료)로 대별된다. 에너지원료분야는 석탄의 대표적 이용분야로서 직접 연료로 사용되거나 발전에 의한 전기에너지로 변환 이용되는 경우이고 석탄화학원료분야는 석탄을 하나의 화학물질로 취급하여 고체, 액체, 기체 형태로서 이용되는 경우로서 연료의 경우보다 이용될 수 있는 조건과 과정이 까다로우며 그 소비량도 연료의 경우보다는 소규모이다.

석탄자원을 비 연료분야로 이용할 때, 즉 석탄을 하나의 원료소재로서 이용할 때의 이용가능 분야에 대하여 알아보자

석탄은 유기질의 고체이므로 석유와 마찬가지로 탄화수소원으로서 여러 가지 용도로 사용될 수 있다. 현재까지 연구개발 또는 공업화된 석탄 이용계통을 종합하여 나타내면 그림 1과 같다. 그림 1은 석탄이용의 관련기술을 합친 여러 가지 분류법 중에서 고체, 기체, 액체로서의 이용을 중심으로 체계화한 것이다.

고체로서의 이용

건류(乾留) 코오크스

석탄은 다른 유기질 지하자원과 비교해서 조성

적으로 방향족축합환(芳香族縮合環) 수가 많고 탄소함유량이 많은 특징을 갖고 있다. 따라서 석탄을 고온 건류 해서 코오크스(Coke), 가스 및 타르(Tar)를 생산하는 코오크스 공업은 경제의 급속한 발전에 의해 현저하게 진전된 분야로 석탄의 직접 연소에 의한 전력과 함께 석탄산업의 주력을 이루는 분야이다. 우리나라의 경우 제철용 코오크스 원료로 사용되는 석탄은 전량 수입되고 있는데 2001년에는 전체 석탄수입량 6186만 톤의 약 31%에 해당하는 1932만 톤이 수입되었다(2002, 에너지통계연보). 코오크스 공업에 있어서 중요한 문제는 원료석탄인 강점결탄(強粘結炭:cooking coal)이 향후에는 세계적으로 부족하리라고 예상되는 것이다. 따라서 석탄화도(石炭化度)의 정도에 관계없이, 일반탄으로부터라도 강도가 높은 우량 코오크스를 제조할 수 있는 기술개발이 요청되고 있다.

성형코오크스(Formed coke)는 주물용 코오크스로서 철(Iron)에 탄소를 주입시키는 가탄재(加炭材)역할을 한다. 주물용 코오크스는 제철용 코오크스와는 달리 비점결탄(非粘結炭)인 무연탄도 원료의 일부로서 사용된다. 국내에서는 삼천리 코오크스(주)에서 국내 석탄공사 은성탄광의 무연탄이 주물용 코오크스 제조에 사용되기도 하였다.



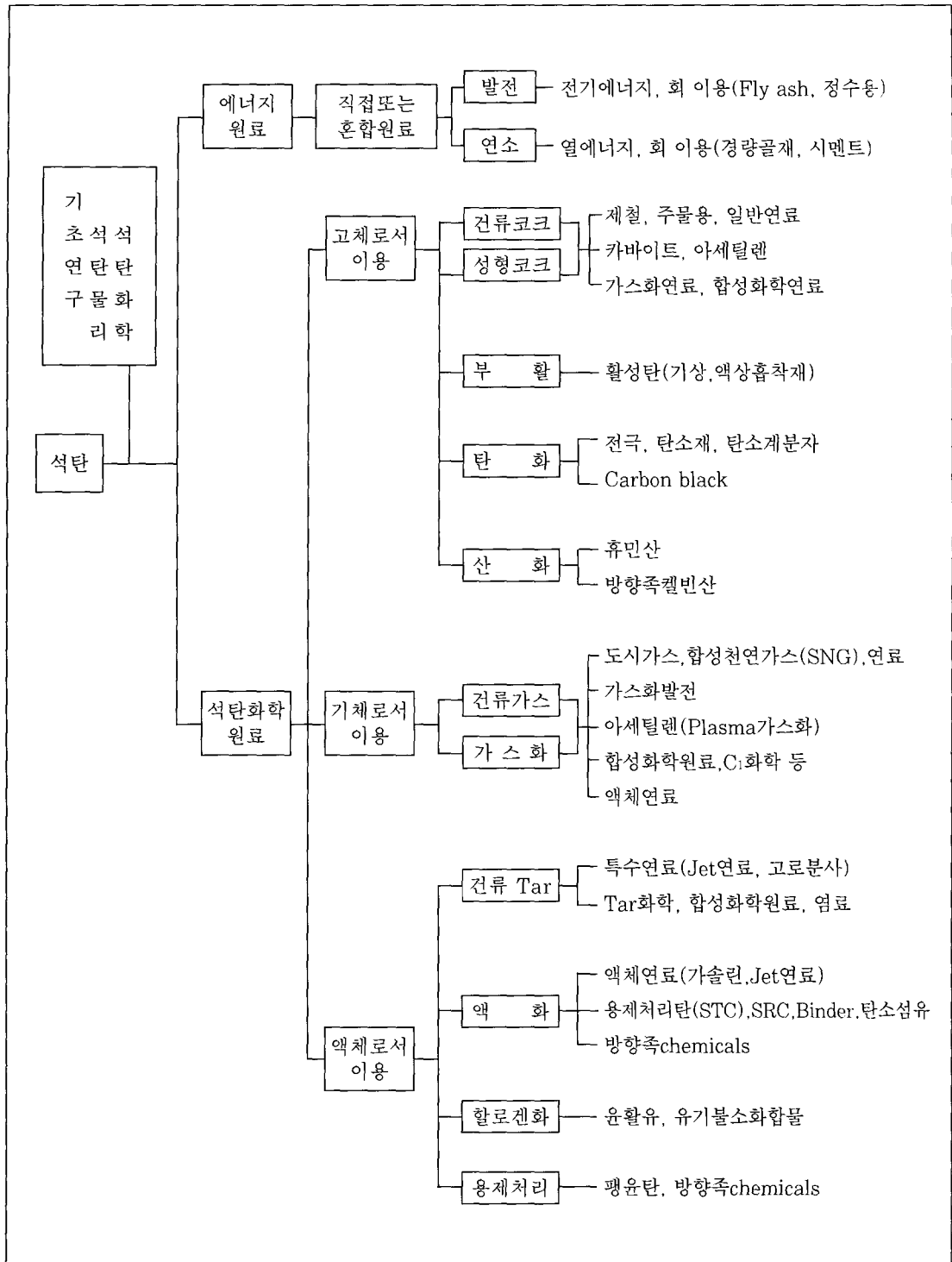


그림 1. 석탄의 이용 체계.

활성탄(活性炭)

목탄(숯) 그 자체가 탈색, 탈 가스등의 흡착작용을 하는 것은 이미 17세기경부터 알려져 왔으며 목질계 원료를 부활(賦活:activation)에 의해 흡착능을 증대시킨 활성탄이 식품, 약품공업 등에서 뛰어난 공업용흡착제로서 널리 산업계에 이용되게 되었다.

최근 미국, 일본, 독일 등에서 대기오염, 수질오염, 악취제거 등의 환경보전 대책으로서 활성탄의 역할이 주목되고 있다.

지금까지의 활성탄의 주류는 분말활성탄으로 식품, 약품관련분야가 많았지만 최근에는 입상활성탄 및 환경보존관련 제품이 크게 늘고 있고 특히 미국에서는 생산량의 약 30%가 정수용으로서 사용되고 있다. 우리나라의 경우도 현재 일부 정수장에서 정수처리의 최종단계로 활성탄을 이용하고있다.

활성탄은 원료, 제조방법의 차이에 의해 입형, 크기 등의 형상은 물론 흡착능이 다른 품질의 활성탄이 되므로 각각의 목적, 용도에 따른 제조과정의 선정이 중요하다.

그동안 활성탄의 원료는 목재, 톱밥, 전나무껍질, 야자껍질 등의 목질계가 많이 쓰여져 왔다. 그러나 최근에는 원료사정에 의해 자원적으로 풍부한 석탄이 많이 쓰여지고 있다. 석탄계 활성탄으로는 목탄(木炭)과 동일한 관점으로 토탄을 사용한 예가 있으며 또한 무연탄을 입도 조정해서 그대로 정수용으로 사용한 예가 있다. 우리나라의 경우에도 베트남 무연탄을 일부 정수장에서 여과재로 사용하고 있으며 국내무연탄의 일부가 정수장 여과재로 사용 될 수 있음이 밝혀진 바 있다(박석환 1994). 최근에는 점결성 역청탄(粘結性 瀝靑炭)을 주원료로 하여 최적조건 하에서 탄화, 부활처리하면 목질계보다

도 기계적 강도도 높으며 흡착능력이 뛰어난 활성탄을 보다 싼값으로 제조할 수 있게 되었다.

활성탄의 제조는 원료조정, 탄화(炭化), 부활(賦活)이 주체가 되며 제조방법은 그림 2와 같다. 각종 가스흡착용인 기상용(氣相用)활성탄의 입경은 5-10mm ϕ 가 적당하며 각종 용제의 회수용, 식품의 탈색, 탈취용, 각종 배수용 등 액상용은 0.1-2mm ϕ 가 적당하다. 또한 기초연구의 결과에 의하면 미세공극구조가 기상용은 약 10Å의 미세공극(Micro pore) 및 2,500Å의 세공극(Macro pore)으로 커다란 peak를 가질 것, 액상용(液相用)은 부활도(賦活度)를 높임으로서 100~1,000Å의 중간적인 전이공극(Transitional pore) 및 10,000Å 부근의 'Macro pore'의 약간 커다란 공극구조를 가지는 것이 각각의 목적에 효과적이라는 것이 밝혀져 있다.

활성탄의 품질은 원료의 종류, 노(爐)의 형식, 탄화조건, 부활공정에 있어서의 수증기의 양, 부활온도 및 시간 등 많은 인자에 영향을 받게 되므로 경험적으로 하게 되는 부분이 많은 분야이다.

활성탄 및 그 밖의 공업용흡착제의 성상을 표 1에, 그리고 활성탄의 기상 및 액상에서의 용도를 표 2, 3 에서 보여주고 있는데 매우 넓은 분야에 걸쳐 사용되고 있는 것을 알 수 있다.

앞으로는 환경보전을 위해서 3차 처리 또는 최종처리를 활성탄에 의존하지 않으면 안 될 경우가 많아지리라고 예상되므로 석탄을 원료로 한 싼값의 활성탄이 능률적으로 대량 제조되리라고 생각된다. 또한 넓은 분야에서의 이용을 고려하면 장래 많은 잠재수요가 기대되므로 부가가치가 높은 석탄가공의 신규이용분야로서 크게 주목되리라고 생각되며 동시에 재생대책도 중요하다.

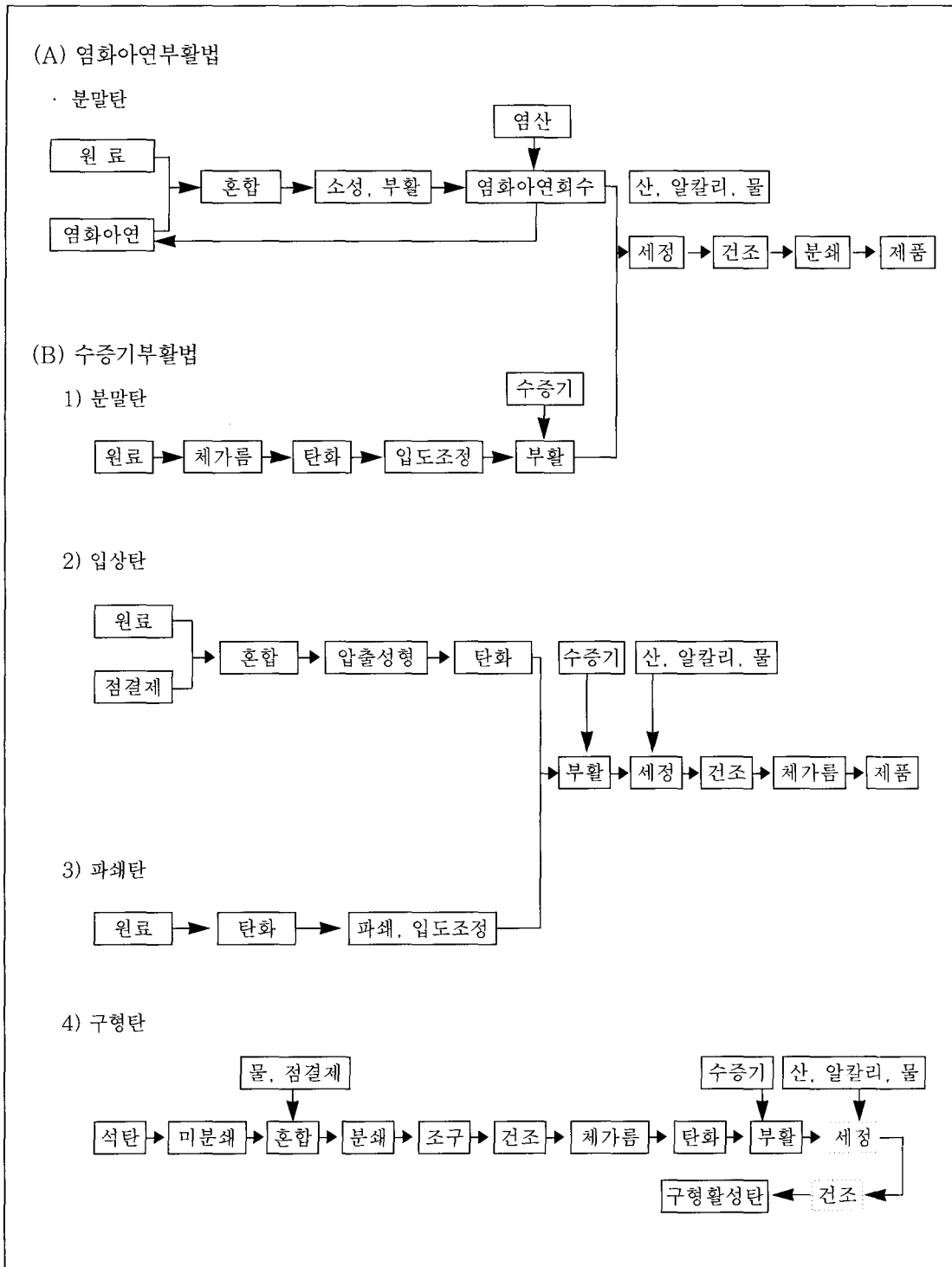


그림 2. 여러 가지 활성탄 제조공정.

원료소재로서의 석탄자원 이용

표 1. 각종공업용 흡착재의 물성.

	활성탄		실리카겔	알루미나겔	몰레큘라시브 (제오라이트계)
	입상	분말			
진 비중	2.0-2.2	1.9-2.2	2.2-2.3	0.3-3.3	2.0-2.5
嵩 비중	0.35-0.6	0.15-0.6	0.5-0.85	0.5-1.0	0.6-0.75
공간율	0.33-0.45	0.45-0.75	0.4-0.45	0.4-0.45	0.32-0.4
세공용적(cm ³ /g)	0.5-1.1	0.5-1.4	0.3-0.8	0.3-0.8	0.4-0.6
비표면적(m ² /g)	700-1,500	700-1,600	200-600	150-350	400-750
평균孔徑(Å)	12-30	15-40	20-120	40-150	-
열전도도(kcal/mhr℃)	0.1-0.2	-	0.1-0.15	0.1-0.15	-
비열(cal/g℃)	0.2-0.25	-	0.2-0.25	0.2-0.3	-

표 2. 활성탄의 기상(氣相)에서의 응용.

정제를 해야하는 가스		가스정제용 제 거 성 분
수헬륨염	소륨소	수은, 탄산가스 수소, 질소, 아르곤 등 탄화수소의 염화물
염화수소	소	탄화수소의 염화물
탄산가스	아세틸렌	무기·유기유황화합물, 기름, 악취
에틸렌	수성가스	무기·유기유황화합물, 아세틸렌, 디오레핀, 인화수소, 아세톤
연소가스	분해가스	무기·유기유황화합물
발효탱크용 공기	식품화학공업용 공기	무기·유기유황화합물
식품화학공업용 공기	계기용 공기	기름, 세균 기름, 악취
공장배기 가스	원재료배기 가스	기름, 부식성성분
일반용 공기		수은화합물, 청산, 산화질소, 유독성물질, 부식성분, 악취 등 방사성옥소, 크립프톤, 제논 등 악취, 담배연기, 생리상 유해한 화합물, 부식성분 등
가스의 포집 또는 회수용		포집 가스
석탄건류 가스	천연가스	벤졸, 가솔린 등 C ₅ 이상의 탄화수소
분해가스	발효가스	LPG 등 CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈ , C ₄ H ₁₀ , C ₅ H ₁₂ 등
연소가스	자동차 증기 가스	알콜, 아세톤 등 SO ₂
원재료배기 가스	그 외의 화학공업에 있어서의 공정중의 가스 또는 배기 가스	가솔린 방사성 沃素, 클리프톤, 제논 등
		벤젠, 토루엔, 키시렌, 펜탄, 헥산, 이유화탄소, 염화메틸렌, 시크로헥산 메틸시크로헥산, 메타놀, 에타놀, 부타놀, 아세톤, 메틸에틸케톤, 초산 스텔, 에틸렌옥사이드, 프로필렌옥사이드 등 초산, 청산, 산화질소, 사염화티탄, 이산화티탄
가스의 분별용		분별되는 가스
천연가스	석유공업가스	가솔린, LPG
반응가스		수소, 메탄, 에탄, 아세틸렌, 에틸렌, 수소, 질소, 일산화탄소, CH ₄ , C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈ , C ₄ H ₁₀ , C ₅ H ₁₂ 등 (Hypersorption, Fluid char process), CCl ₄ , CHCl ₃ , CH ₃ Cl ₂ , 벤젠, 시크로헥산

표 3. 활성탄의 액상에서의 응용.

용 액 의 정 제 용	
식품공업	당밀, 물사탕, 포도당, 당유도체의 탈색, 정제 글루타민산 소오다, 조미료 등의 탈색, 정제 청주, 과실주, 맥주, 알콜, 간장, 식초 등의 탈색, 향미조정 고급식용유의 탈색, 탈취, 구연산, 기타 유기물의 유기산, 식품첨가물 등의 정제
화학공업	항균성물질, 비타민, 홀몬, 알카로이드 등 의약품의 정제 염료중간체, 합성섬유원료중간체, 합성수지중간체, 각종 공업품의 정제 글리세린, 지방산, 경화유, 마아가린 등의 탈색, 정제 계면활성제, 可塑劑, 油劑, 간장, 鑛油 등의 탈색, 정제 석유제품, LPG 등의 탈유, 탈취, 정제 가스 및 석유화학공업 등의 흡수액의 정제, 재생 回收酸類, 鹽類, 廢油 등의 재생
기 타	드라이크리닝용제의 재생, 도금액의 정제, 재생 정수(상수도원수의 정제, 가정용수도의 脫크롬, 탈미, 공업용수의 정제, 재생배수중의 페놀류, 살균제, 계면활성제, 수산화합물, 농약 등의 제거
용질의 포집 또는 회수용	
의약품분의 포집농축 용제의回收 귀금속의回收 沃素의 포집 분석연구	효소, 홀몬, 핵산, 항균성물질, 페니실린, 스트렙토마이신, 니코틴, 알칼로이드, 모르핀, 스트리키니네, 아트로핀 등 수중에 용해된 용제의 회수(예: 초산에스텔) 금, 백금, 파라듐, 오스뮴, 수은 등 水中유기물
액중(液中)성분의 분별용	
의약품, 화학약품 등의 분별 분석연구	지방산, 당, 향기 등 당, 약품 등

탄소재(炭素材)

탄소는 단일의 물질이면서도 구조나 성질이 다른 여러 종류가 있다. 다이아몬드, 천연흑연 등은 천연으로 존재하는 탄소이며 코오크스, '카본블랙(Carbon Black)', 목탄 등은 유기물의 탄화에 의해 인공적으로 만들어진 것이다. 공업 재료로서는 다이아몬드를 빼고는 이것들이 그대로 단독으로 사용되는 것은 드물고 대부분의 경우 이것들을 주원료로 한 성형체(成型體)를 탄소재로서 사용하고 있다. 탄소는 결정구조로 보면 무색의 다이아몬드와 흑색의 탄소(흑연)로 크게 나눌 수 있다. 이것들은 잘 알려진 대로 탄소의 2종의 동소체(同素體)이며 최근 탄

소의 제3의 동소체로서 선상구조(線狀構造: SP 혼성)를 갖는 '칼빈(Carbyne)'이라는 쇠상중합체(鎖狀重合體)가 합성되었다(표 4).

보통 탄소재는 결정구조가 모두 흑연계에 속하는 것이지만, 통상 탄소질과 흑연질로 구별된다. 탄소질은 무정형 또는 미정질탄소같이 결정의 발달정도가 낮은 것이며, 결정의 대소, 그 배열의 상태 등에 의해 흑연질에 이르기까지 여러 가지 중간적인 구조가 존재한다. 석유코오크스와 같이 흑연화되기 쉬운 것은 이흑연화성 탄소(易黑鉛化性 炭素: 또는 연질탄소), 합성수지와 같이 흑연화 되기 어려운 것을 난흑연화성 탄소(難黑鉛化性 炭素: 또는 경질탄소)라고 부르고 있다.

흑연결정은 고도의 이방성 구조를 갖고 있다. 또한 탄소원자의 결합은 유기화합물과 마찬가지로 공유결합이면서도 금속적 성질과 비금속적 성질을 보유하고 있다. 또 탄소재는 이러한 결정의 다수(多數)가 불규칙하게 집합한 다결정체(多結晶體)이기 때문에 이러한 성질이 복합되어 결정의 크기나 그 집합의 상태에 따라 각각의 성질이 틀려지므로 여러 가지 성상을 갖는 재료를 제조할 수 있다(표 5).

탄소재의 중요한 성질은 윤활성, 전기 및 열의 전도성, 내열성, 내식성을 들 수 있고 이러한 성질은 몇 개가 합쳐져 공업재료로서의 가치를 높이고 있어 그 용도는 철강, 알루미늄 그 외의 야금공업, 화학공업, 기계공업, 전기공업을 시작으로 최근에는 전자공업, 우주공업 등 넓은 분야에 이용되고 있다.

보통 공업적으로 사용되는 탄소원료는 싼값으로 대량 구입할 수 있는 석탄, 핏치 등이며 그들의 탄소화 기술은 계속 발전되고 있다. 그러나 보다 특수한 품질을 얻으려고 할 때는 출발원료의 선택 및 그 탄소화 방법은 여러 가지로 선택할 수 있다(그림 3).

출발원료가 갖는 성질에 의해 탄소화현상 및 생성탄소의 구조와 성질이 달라진다. 탄소화의 주된 반응이 일어나는 온도범위에 있어서 ① 액체인 경우(액상탄화), ② 고체인 경우(고상탄화), ③ 기체인 경우(기상탄화)로 나뉘어 진다.

탄화수소가스 또는 탄화수소액체로부터의 기화물을 기상 중에서 열분해하면 소위 카본블랙(Carbon black)이 생성되며, 또 고온으로 가열된 고체표면에서 열분해하면 소위 열분해 흑연이 생성된다. 양쪽 모두 기상으로부터의 열분해이지만 생성탄소의 형상 및 성상이 현저하게 다르며 용도도 틀리므로 구별해서 생각하고 있다.

기상탄화는 비교적 저분자(低分子)의 탄화수소를 원료로 하며 매우 빠른 승온속도(昇溫速

度)로 열분해처리가 일어나는 점에서 액상 및 고상탄화와는 다르다.

기상에서 생성되는 카본블랙의 대부분은 고무의 증강용(增強用)충진재 및 흑색안료(黑色顏料)로서 사용되며 그 자신 탄소제품의 하나로서 공업적으로, 질적, 양적으로 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 카본블랙은 전도체(電刷子)의 원료로서 빼놓 수 없는 것이며 또한 특수한 용도에 사용되는 탄소재료(아크 탄소봉, 건전지용전극, 탄소저항체, 고밀도탄소재 등)에도 배합되어 중요한 역할을 하고 있다.

일반 탄소재료를 제조하는 경우 가장 표준적인 공정은 그림 4에 나타낸 바와 같이 골재로서의 역할을 하는 코오크스 등의 분말에 콜타르 핏치 등의 결합재를 혼열(混熱)한 후 압력을 가해 뿔거나 형틀에서 성형해 이것을 700~1300℃로 소성해서 결합재를 탄화고결시킨 뒤에 흑연화 노(爐)에서 약 3000℃로 흑연화 한다. 이때 소성만 된 것은 탄소질이며 흑연화 된 것은 흑연질이다. 현재 대량으로 생산되고 있는 탄소재는 대부분이 이 공정에 의해 만들어지고 있다. 그러나 탄소재에는 여러 종류가 있어 그 중에는 제조공정의 부분적 수정 등 특수공정의 부가 또는 특정조건의 조정 등에 의해 만들어지는 것도 있다.

탄소섬유는 광학적이방성 조직의 메소페이스(mesophase)를 함유하는 핏치를 원료로 한다. 메소페이스를 함유하는 핏치를 용융방사(熔融紡絲)하면 메소페이스는 방사될 때 변형되어 방향축축합환이 섬유축과 평행하게 늘어선다. 이 섬유를 산화에 의해 불식화(不融화)한 후 탄소화, 흑연화를 하면 탄소섬유를 얻을 수 있다.

탄소섬유는 항공기, 자동차의 분야에 구조재료로서 정착해 있다. 또한 양적으로는 적지만 인공장기 등의 생체재료 외에 우주, 해양, 원자력용 재료로서 탄소의 잠재적 특성이 발굴되어

표 4. 탄소의 동소체(同素體).

동 소 체 명	Diamond(D)	Graphite(G)	Carbyne
혼성전자궤도	sp ³	sp ²	sp
결합양식	단결합	2중결합	3중결합
구조	입체(정사면체)	평면(6각망면)	선상
원자의 공유결합거리 (Å)	1.54 (C-C : 1.54)	1.42 (C=C : 1.33)	(C≡C : 1.20)
비중	3.52	2.26	1.9 - 2.0
Mohs경도	10	약 2	D 와 G의 중간
電導性	절연체	전도체	반도체
비열(cal/g. °C)	0.12	0.17	흑연보다 크다
연소열(cal/g)	7873	약 7850	약 7100
색	무색투명	흑	흑

() 는 유기화합물 경우의 결합거리

표 5. 탄소재의 대표적 품종의 일반특성.

품 종 특 성	경 질 탄 소		일 반 탄 소 재		
	탄소질	흑연질	탄소질	흑연질	
밀도(g/m ³)	1.3-1.5	1.3-1.5	1.5-1.7	1.55-1.75	
전기비저항(μΩ cm)	4000-6000	3000-5000	3000-5000	" 500 - 1000 ⊥ 700 - 1200	
열전도도(cal/cm.s. °C)	0.01-0.02	0.04-0.06	0.01-0.02	" 0.3 - 0.5 ⊥ 0.25 - 0.4	
열팽창계수(×10 ⁻⁶ /°C - 100°C)	2-3	2-3	1-5	" 0.4 - 4.0 ⊥ 0.7 - 4.5	
引張強度(kg/mm ²)	4-7	3.5-6	0.7-1.6	" 0.6 - 1.5 ⊥ 0.4 - 1.2	
탄성율(kg/mm ²)	2000-3000	1500-2500	800-1400	" 600 - 1200 ⊥ 450 - 1000	
강도(Shore)	100-120	70-80	60-90	20-40	
통기율(cm ² /s)	10 ⁻¹⁰ -10 ⁻¹²	10 ⁻⁷ -10 ⁻⁹	10 ¹ -10 ²	10 ⁻¹ -10 ¹	
비	결정구조	난층구조(고도의 架橋구조를 포함)		2차원난층구조 (일부架橋구조포함)	3차원흑연구조
	탄소화기구	고 상 탄 소 화		액 상 탄 소 화	
	配向性	등 방 성		이방성(제조방법에 의해 등방성에 가까운 것부터 이방성계 2.0정도의 것까지 있다)	
고	注	탄소질 : 1000°C 전후에서 소성된 것 흑연질 : 약 3000°C에서 흑연화된 것 " : 결정(입자)의 배열에 평행한 방향(a축방향) ⊥ : 결정(입자)의 배열에 수직한 방향(c축방향)			

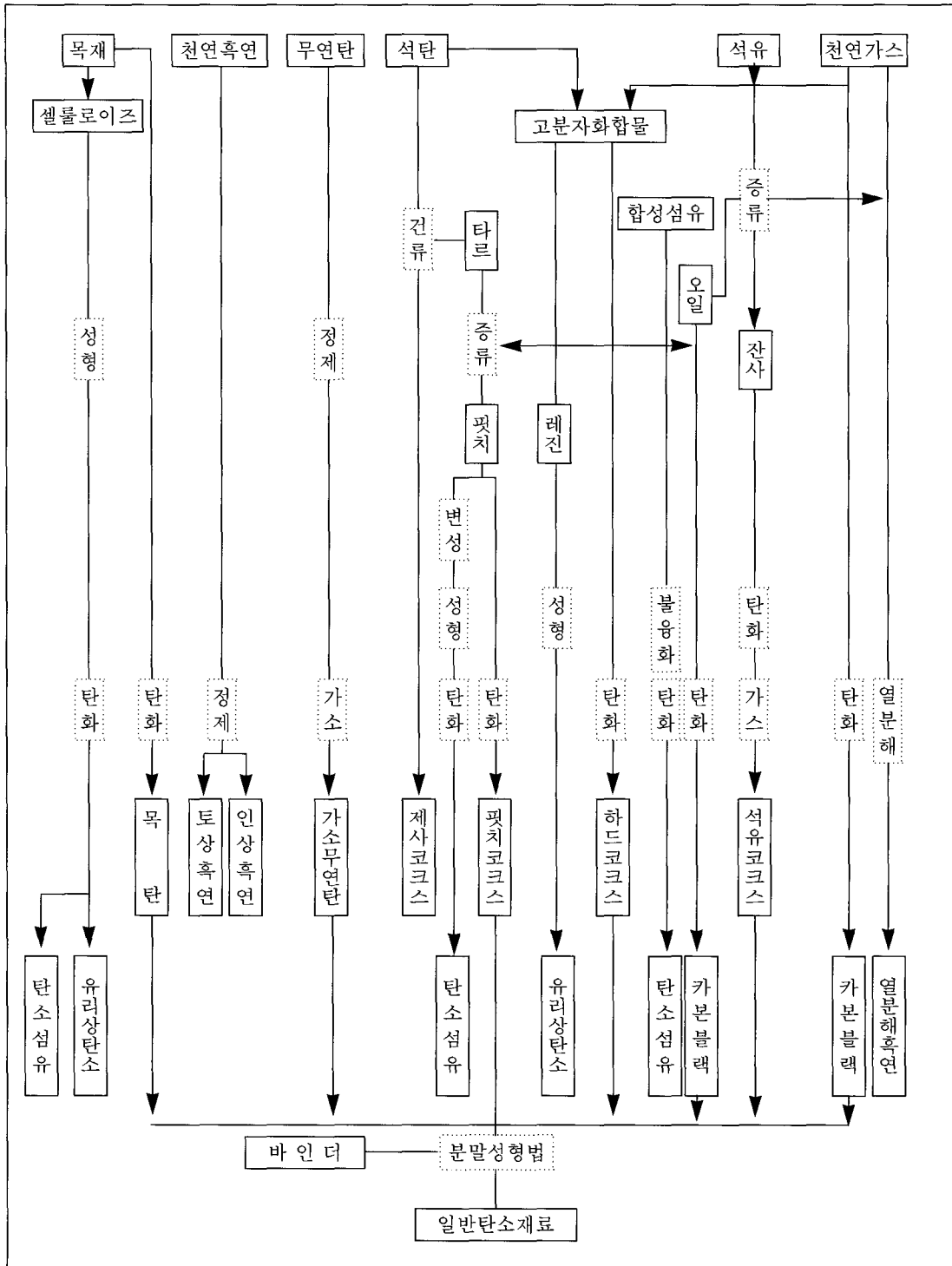


그림 3. 탄소원료의 종류와 계통로.

실용화되어 있다고 할 수 있다. 이것들은 모두 탄소가 갖고 있는 특성을 응용한 것이지만 특히 강도, 탄성률이 함께 증대한 성형재료가 얻어질 수 있게 된 것은 기술개발의 큰 성과이다.

기체로서의 이용

건류(乾留) 가스

석탄을 건류함으로써 얻어지는 코오크스로 가스(COG: Coke oven gas)는 일반적으로 수소 50-60%, 메탄 30%, 에틸렌 3% 그 외에 일산화탄소 7%, 질소 4% 등의 가스조성을 가지고 있다. 이 코오크스로 가스는 연료용 도시 Gas와 발전용 가스로 그리고 제철소의 고로(高爐), 코오크스로 용으로 이용된다. 또한 연료 이외에 화학원료로도 이용되고 있는데, 즉 황산암모늄(Ammonium sulfate) 제조에 있어서 암모니아 원료가 되며, 또한 제철, 제철화학 콤비나이트로서, 냉각분리에 의한 메탄에틸렌(Methane ethylene)의 제조공업에 이용되고 있다. 이것은 콤비나이트에틸렌을 원료로 하는 스티렌모노머(Styrene monomer), 에틸렌옥사이드(Ethylene oxide) 등의 다양한 화학제품을 만들어, 부가가치를 높여왔지만 현재는 석유화학계의 에틸렌의 제조가 대형화한 것 등의 이유에 의해 암모니아 공업과 함께 그 발전이 지체되고 있다.

가스화(Gas化)

석탄가스화는 과거에는 발생로 가스, 수성(水性)가스, 증열수성(增熱水性)가스, 혼성(混成)가스 등 다양한 과정과, 제조법을 이용해서, 도시가스, 합성원료가스를 생산하여 왔지만, 현재

는 거의가 석유계의 가스로 바뀌고 있다. 즉 도시 가스로서는 보통 원유 및 나프타의 열분해 혹은 접촉열분해에 의한 오일가스 제조법이 이용되고 있고, 또한 천연가스 혹은 LPG, LNG 등을 그대로 열분해 하지 않고 공기와 혼합 사용하는 방법이 주류를 이루고 있다. 그러나 최근 에너지 위기에 의해 석탄가스화가 다시 주목되고 있다. 세계적 규모로 화제가 되고 있는 것은 석탄의 가스화에 의한 고칼로리 가스가 있다.

석탄의 가스화에 의해 만들어진 가스는 중-고 칼로리는 연료 및 도시가스에, 저칼로리는 가스화발전에서 쓰여짐과 동시에 CO+H₂가스는 수소 원에, 합성법에 의한 암모니아, 메타놀의 제조에 그리고 'Fischer tropesch synthesis'에 의한 합성원유의 제조에 사용이 가능하다.

액체로서의 이용

건류(乾留) 타르(Tar)

석탄을 고온건류 함으로서 4~5% 정도의 콜타르(Coal Tar)가 얻어지고 이 콜타르는 공업적으로 다방면에 활용되고 있다. 소위 타르(Tar)화학으로서 분류되는 분야이다. 최근에 활용되고 있는 몇 가지 방법을 보면 (1) 고로에 의 타르분사, (2) 핏치(Pitch)로부터 니들코오크스(needle coke) 제조, (3) Jet 연료의 제조 등이 있다.

(1) 고로에의 타르분사: 제철업에 있어서 고로(高爐)의 생산성을 높이기 위해 각종의 연료분사 특히 중유(重油)분사가 행해지고 있지만 최근에는 환경보존상 저유황(低硫黃)의 연료라는 점에서 고유황의 중유 대신에 콜타르의 직접분사가 부분적으로 행해지고 있다.

(2) 핏치로부터 니들코우크스 제조: 콜타르의

증류에 의해 나프탈린, 크레오소트유(Creosote oil)와 함께 50 - 60% 정도의 'Pitch'를 얻을 수 있다. 이 피치를 열로 처리해서 결합재(Binder)로, 또 피치코우크스로 만들어 알루미늄제련용 전극으로서 이용되지만 최근의 연구개발에 의해 석유 코오크스 제조에 있어서 'Delayed coking'법을 적용해서 코오크스화함으로써 대형 전기로용 전극의 원료가 되는 니들코오크스의 제조가 가능해졌다(吉田尙外, 1970).

(3) Jet연료의 제조: 최근 단위중량 및 용적당 발열량이 높으며 열 안정성이 있는 고성능의 Jet연료가 필요하게 되었으며 이에 축합탄소환상(縮合炭素環狀) 구조를 가진 것이 좋다고 알려져 있다. 미국에서는 6,000종에 달하는 각종 화합물에 대하여 검토한 결과 데카린(Decalin)이 가장 유망하다고 결론지었다. 따라서 건류타르 및 수소화분해생성유(水素化分解生成油)가 이들의 원료라고 생각된다. 예를 들면 콜타르를 230-310℃에서 처리하면 그 조성은 'Naphthalene' 10.3%, 'Alkyl-naphthalene' 38.7%, 'Diphenylene oxide' 16.7%, 'Fluorene' 6.9% 등이지만 이들 중간원료를 고압 하에서 수소를 첨가해 포화시킴과 동시에 산소, 질소, 유황 등의 결합을 분해제거 함으로써 테카린(Decalin)을 다량으로 포함한 Jet연료의 제조도 가능하다.

수소화(水素化)

석탄을 수소화해서 액체연료, 화학원료를 제조하는 소위 석탄의 액화연구는 오래 전부터 진행되어왔다. 특히 석유자원이 부족한 독일에서 먼저 개발된 소위 'Bergius'법, 'Fischer Tropsch'법은 널리 알려진 석탄액화 법이다.

최근의 액화는 석탄에서 액화되기 쉬운 부분

만을 추출하는 방법을 쓰고 있다. 이 방법은 비싼 수소의 절약 대책도 되지만 이차로 수소를 첨가함으로써 합성원유를 제조함과 동시에 각종 화학원료, 결합재(Binder), 탄소재 등의 제조도 가능하기 때문이다. 특히 석탄은 석유보다도 방향족 성분이 많으므로 석유로부터 얻기 어려웠던 여러 가지 방향족화합물을 얻을 수 있을 것이다.

할로겐화, 용제처리(溶劑處理)

석탄을 할로겐화, 특히 염소화, 불소화해서 특수유활유, 유기불소화합물 등에 이용하고 석탄에 대한 각종 용제처리 후 역청재(歷靑材), 신고분자원료(新高分子原料)로 이용할 수 있다.

이 가운데 팽윤탄(膨潤炭)은 점결재, 도로포장재, 지하매설용 수도관·가스관의 도료(塗料)로서 이용되고 있다. 이 밖에 팽윤탄과 비슷한 용제처리탄(STC : Solvent Treated Coal)의 제조가 있다. 이것은 석탄을 용제 처리함으로써 유황분 0.3% 및 灰分 0.01% 정도의 무유황무회탄(無硫黃無灰炭)으로 만드는 것이다. 용제처리탄은 각종 결합재, 탄소섬유 등 소위 콜로이드연료로서 중유의 대용품으로 쓰이며 또한 건류해서 무회(無灰)코오크스로서 알루미늄 제조의 전극용 탄소의 원료로 이용 가능하다.

결 언

석탄은 유기질의 고체이므로 석유와 마찬가지로 탄화수소 원으로서의 에너지 역할 이외에 화학원료 원으로서 여러 가지 용도로 사용될 수 있다.

석탄을 구성하고 있는 유기물은 식물기원이고 소량의 무기물은 광물기원이다. 석탄을 원료소

재로 이용하는 경우 무기물의 광물질은 대부분 불순물 역할을 하며 원료의 품질을 저하시킨다.

석탄을 구성하고 있는 유기물의 화학성분은 근원식물의 종류와 탄화정도에 따라 그 성분 조성비가 변화한다. 즉 석탄은 그 종류가 다양하며 그의 특성도 매우 넓은 범위 내에서 변화한다. 어느 석탄이 어디에 사용될 수 있느냐 하는 것은 전적으로 그 석탄이 갖는 고유한 특성에 의존된다.

코오크스 제조용에는 역청탄 중의 점결탄이, 활성탄 원료로는 탄화도가 낮은 갈탄, 역청탄이 그리고 탄소재 제조용 탄으로는 탄화정도가 높은 코오크스류, 무연탄 그리고 천연흑연 등이 그 원료로서 유리한 조건을 갖는다. 또한 석탄을 건류하는 경우에는 점결성, 코오크스화성이 문제가 되고 액화할 경우에는 용제유출(溶劑油出)되는 비투멘(Bitumen)양의 많고 적음이 문제가 된다.

지속적인 석탄화학분야의 기술이 발전되면서 그 원료로 이용되는 석탄의 범위가 점차 넓어지고 일반화되어 가는 추세지만 아직도 목적에 맞는 양질의 제품을 얻기 위해서는 특정한 범위에 속하는 석탄이 원료소재로서 필요하다. 현재 우리나라의 무연탄 자원이 15억 톤으로 확인되고 있지만 이를 산업용 연료나 원료로 쉽게 이용되

지 못하는 것도 이러한 이유 때문이다. 국내무연탄에 대한 정확한 특성 파악은 새로운 용도 창출에 크게 기여하게 될 것이다.

참고 문헌

- A.Davis, C.F.K. Diessel etal, 1998, Organic Petrology. Gebruder Borntraegr, Berlin, Stuttgart.
- E.Stach, M.Teichmuller, etal, 1982 Coal Petrology. Gebruder Borntraegr, Berlin, Stuttgart.
- 박석환, 박홍수 1992, 석탄의 분류와 활용 pp.116.
- 정우석, 정창봉 2002, 에너지통계년보 산업자원부, 에너지경제연구원.
- 박석환 외, 1994, 국내무연탄 용도개발을 위한 특성연구(Ⅳ) KR-94(C)6-1 한국자원연구소.
- 木村英雄,藤井修治, 1984, 石炭化學と工業, 三共出版, pp.571.
- 燃料協會, 1984, 石炭利用技術用語辭典, pp.357.
- 吉田 尙 外, 1970, 燃協誌, 49, pp.188.

표지 제자(題字) 설명

본 잡지의 제자(題字)는 2000년도 국전 특선 작가이신 가산(嘉山) 김택수(金宅洙) 선생께서 써주셨습니다. 가산 선생님은 개인적으로는 충북대 지질학과 안중호 교수의 장인이십니다.