

瀝青炭、亜炭、泥炭

1. 石炭の種類(分類)

石炭とは、湖底や海底に層状に堆積した植物が地殻変動や造山活動等により、地中に埋められ、地圧や地熱の影響により、長い年月をかけて石炭化(炭素が濃縮される)したことにより生成した物質の総称である。石炭は炭素の他に、燃焼成分として水素と酸素、その他硫黄、灰分(植物中のミネラルや土壌)、水分を含んでいる。

石炭の成因植物としては、紀元前 2 億 4 千万年前～3 億年前の石炭紀時代に、湿地帯に大森林を形成していた巨大なシダ類および紀元前 2 千 5 百万年～6 千万年の第三紀時代にできた植物(針葉樹類など)が考えられる。

石炭の種類はいろいろあるが、その分類法としては

a. 石炭化度(炭素の濃縮の程度)による分類：

石炭化度の高い方から、無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭、亜炭、泥炭に分類される。(日本では一般に無煙炭から褐炭までを石炭と呼んでいる。)

石炭化度による石炭の分類のパラメーターとして、日本では発熱量と燃料比(固定炭素÷揮発分、通常では無煙炭：4 以上、瀝青炭：1～4、褐炭：1 以下)を用いていますが、国際的には一般に揮発分が用いられている。

b. 利用のされ方による分類：

原料炭(製鉄用などのコークスや都市ガス製造、石炭化学工業の原料となる石炭)、一般炭(発電用ボイラーなどで使用する石炭)に分類される。

c. 形状・粒度による分類：

粒度の大きいものから、切込炭、塊炭、中塊炭、小塊炭、粉炭、微粉炭に分類される。^[1]

表-1 に石炭の種類とその特徴を示す。

表-1 石炭の種類と特徴^[2]

石炭の種類 (石炭化度)	英 名	特 徴	粘結性	炭素含有 量%
無煙炭	Anthracite	石炭化度が高く、燃やしても煙の少ない良質の石炭。工業炉用燃料や練炭・豆炭などの成形炭として一般家庭でも使用される。カーバイドの原料。	非粘結	90 以上
瀝青炭	Bituminous coal	粘結性(加熱すると溶けて固まる性質)が高く、コークス、製鉄用燃料に使用される。	強粘結～粘結	70～75
亜瀝青炭	Subbituminous coal	瀝青炭と性質は似ている。水分を 15～45%含むため扱いにくい。主にボイラーに使用される。埋蔵量が多い。日本で生産されていた一般的石炭。	弱粘結～非粘結	

褐炭	Brown coal (Lignite)	石炭化度は低く、水分、酸素が多い。工業用、暖房用、練炭・豆炭などの一般用燃料として使用される。	非粘結	60 以上
亜炭	Lignite	褐炭の質の悪いものに付けられた俗名。褐炭も含めて亜炭と呼ぶ場合もある。現在は肥料原料として少量が利用されている。		60 未満
泥炭	Peat	品質が悪いため、工業用燃料の需要は少ない。ウイスキーに使用する大麦麦芽を乾燥する燃料として、香り付けを兼ねて使用されている。土質改良材		

2. 石炭の産地(埋蔵量・生産量)

石炭は、石油、天然ガス、ウランなどの他のエネルギー資源と比較し地域的な偏在性がなく、世界に広く存在している。また、埋蔵量が多く可採年数が長い資源である。表-2 に主なエネルギー資源の確認可採埋蔵量と可採年数を示す。

表-2 に示した様に、エネルギー資源の可採年数は、石炭（無煙炭、瀝青炭、亜瀝青炭、褐炭、亜炭）が約 147 年と最も長く、次いでウランが約 85 年、天然ガスが約 63 年、原油が約 42 年である。石炭に関しては、埋蔵量が豊富なことから、将来はエネルギー資源としての

表-2 主な資源の確認可採埋蔵量と可採年数^[3]

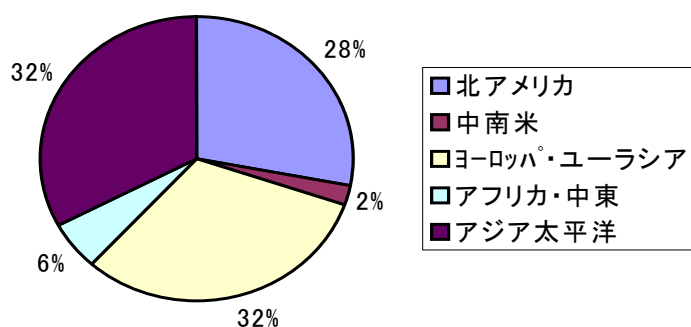
	確認可採埋蔵量	生産量／年	可採年数
石炭（百万トン）	909,064	6,195	147
原油（百万トン）	164,500	3,914	42
天然ガス（億m ³ ）	1,814,600	28,653	63
ウラン（万トン）	459	不明	約 85

（出典） 石炭、原油、天然ガス：BP2007 ウラン：URANIUM2004

比重は大きくなると予測されている。しかし、石炭を燃焼させると、CO₂やSO_x、NO_x、煤塵が発生し、地球温暖化、酸性雨、石炭灰の処理などの問題があり、現在、「石炭ガス化技術の開発」など環境負荷の克服と高効率化に向けた取り組みがなされている。

世界の地域別石炭埋蔵量比率及び生産量比率をそれぞれ図-1、図-2 に示す。世界の確認可採埋蔵量は 9090 億トンであり、アジア太平洋地域が 32%、ヨーロッパ・ユーラシア地域が

図-1:世界の石炭埋蔵量(地域別)
9090億トン



32%及び北アメリカ地域が 28%と世界に広く分布している。2006 年の世界の石炭

地域別生産量は 61.95 億トンであり、アジア太平洋地域が 57%と日本に近い地域が最も多い。

表-3 に国別の石炭埋蔵量及び生産量を示した。

埋蔵量に関しては、アメリカ(27.1%)、ロシア(17.3%)、中国(12.6%)、インド(10.2%)、南アフリカ(5.4%)が多い。

生産量に関しては中国(39.4%)、アメリカ(19.3%)と2ヶ国で約 58%を占めている。^[4]

図-2: 世界の石炭生産量(地域別)
61.95億トン

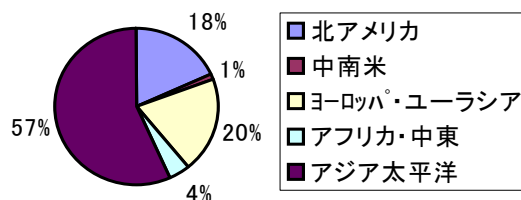


表-3 世界の石炭確認可採埋蔵量(proved reserves)と生産量 単位：百万トン

国 名	無煙炭・ 瀝青炭	亜瀝青炭・ 褐炭・亜炭	合計	埋蔵量 比率	生産量	生産量比率
アメリカ	111,338	135,305	246,643	27.1%	1053.6	19.3%
カナダ	3,471	3,107	6,578	0.7%	62.9	1.1%
北アメリカ合計	115,669	138,763	254,432	28.0%	1127.7	20.5%
ブラジル	-	10,113	10,113	1.1%	6.3	0.1%
コロンビア	6,230	381	6,611	0.7%	65.6	1.4%
中南米合計	7,701	12,192	19,893	2.2%	80.7	1.7%
カザフスタン	28,151	3,128	31,279	3.4%	96.3	1.6%
ロシア	49,088	107,922	157,010	17.3%	309.2	4.7%
ウクライナ	16,274	17,879	34,153	3.8%	80.5	1.4%
ドイツ	183	6,556	6,739	0.3%	197.2	1.6%
ヨーロッパ・ユーラシア合計	112,256	174,839	287,095	31.6%	1212.4	14.5%
南アフリカ	48,750	-	48,750	5.4%	256.9	4.7%
アフリカ・中東合計	50,581	174	50,755	5.6%	261.6	4.8%
オーストラリア	38,600	39,900	78,500	8.6%	373.8	6.6%
中国	62,200	52,300	114,500	12.6%	2380.0	39.4%
インド	90,085	2,360	92,445	10.2%	447.3	6.8%
インドネシア	740	4,228	4,968	0.5%	195.0	3.9%
日本	359	-	359		1.3	
アジア太平洋合計	192,564	104,325	296,889	32.7%	3511.7	58.5%
世界合計	478,771	430,293	909,064	100.0%	6195.1	100.0%

出典：BP Statistical Review of World Energy 2007

日本における石炭の生産は、約 40 年前の 1965 年には 5,435 万トン(原料炭:1,260 万トン、一般炭:4,174 万トン)生産していたが、2004 年は一般炭を 127 万トン生産しているに過ぎない。^{[3][5]}

3. 輸入先国

表-4 に無煙炭、瀝青炭、その他石炭の国別輸入量を示す。^[6]

表-4 石炭国別輸入量

品目名	2005.1～12 輸入実績				
	単位	合計	輸入国	輸入量	比率
石炭(無煙炭)	トン	5,889,500	ベトナム	2,350,601	39.9
			中華人民共和国	1,967,994	33.4
			ロシア	819,271	13.9
			オーストラリア	435,154	7.4
			北朝鮮	277,017	4.7
			ウクライナ	21,021	0.4
			ベネズエラ	14,931	0.3
			大韓民国	2,600	0.0
			台湾	911	0.0
石炭(瀝青炭)	トン	164,819,084	オーストラリア	100,787,657	61.2
			インドネシア	24,336,060	14.8
			中華人民共和国	20,006,900	12.1
			ロシア	9,347,204	5.7
			カナダ	7,374,462	4.5
			アメリカ合衆国	2,062,543	1.3
			ニュージーランド	706,150	0.4
			南アフリカ共和国	142,675	0.1
			マレーシア	55,433	0.0
石炭(無煙炭及び瀝青炭を除く)	トン	10,099,089	インドネシア	5,074,112	50.2
			オーストラリア	2,505,467	24.8
			中華人民共和国	1,990,593	19.7
			ロシア	528,626	5.2
			カナダ	291	0.0

2005 年における日本の石炭輸入量は、豆炭、練炭などの家庭燃料や工業原料として使用される無煙炭が 589 万トン、製鉄用として使用される粘結性の瀝青炭(原料炭)及び発電用等の燃料として使用される瀝青炭(一般炭)の合計が 1 億 6482 万トンである。

国別では、無煙炭については、ベトナム、中国、ロシアの 3 ヶ国で 87%を占める。

瀝青炭については、オーストラリアから過半数の 61%を輸入しており、インドネシア、ロシア、中国の 4 ヶ国で 94%を占める。

表-5 に 2005 年における亜炭の国別輸入量及び表-6 に泥炭(ピート)の国別輸入量を示す。〔6〕

表-5 亜炭国別輸入量

品目名	2005.1～12 輸入実績				比率
	単位	合計	輸入国	輸入量	
亜炭	トン	28,701	ロシア	25,328	88.2
			中華人民共和国	2,933	10.2
			アメリカ合衆国	402	1.4
			ドイツ	38	0.1

亜炭は褐炭の品質が悪いものに付けられた俗名であり、燃料としては使用されていない。現在では肥料原料として少量使用されている。亜炭の 2005 年における輸入量は約 2 万 7 千トン程度である。国別の輸入量はロシアが 91%を占め、次いで中国が 7%程度である。

表-6 に 2005 年における泥炭の国別輸入量を示す。泥炭(ピート)は石炭の生長過程のもので、品質が悪く工業燃料としての需要は少ないが、ウイスキーに使用する大麦麦芽の乾燥燃料や園芸では腐植土として培養土に混入して土質を改善するために使用されている。泥炭の 2005 年における輸入量は 13 万 6 千トン程度であり、カナダから約 51%、ロシアから 12%、ドイツから 11%、中国から 10%を輸入している。

表-6 泥炭国別輸入量

品目名	2005.1～12 輸入実績				比率
	単位	合計	輸入国	輸入量	
泥炭	トン	136,666	カナダ	69,631	50.9
			ロシア	16,972	12.4
			ドイツ	14,402	10.5
			中華人民共和国	13,315	9.7
			ラトビア	5,096	3.7
			フィンランド	4,785	3.5
			オランダ	3,778	2.8
			リトアニア	2,497	1.8
			エストニア	2,291	1.7
			デンマーク	1,062	0.8
			スリランカ	842	0.6
			アイルランド	556	0.4
			アメリカ合衆国	433	0.3
			英国	429	0.3
			インドネシア	190	0.1
			スウェーデン	181	0.1
			ブラジル	135	0.1
			ニュージーランド	48	0.0
			ノルウェー	23	0.0

4. 石炭の産業利用

石炭は多くの産業分野及び一般家庭における燃料として大部分が利用されている。2004 年における産業分野別石炭消費量を表-7 に示す。日本における石炭の消費量は約 1 億 8 千万トンであり、そのうち電力用途として 7,549 万トン (40.4%)、製鉄用途(コークス及び微粉炭吹き込み燃料用)として 7,164 万トン (38.4%)を消費しており 2 分野で全体消費量の 80%近くを占めている。その他、化学工業、セメント・窯業、パルプ・紙工業分野で消費されている。

表-7 産業分野別石炭消費量^[7]

産業分野	消費量：万 t	比率
電力	7,549	40.4
製鉄	7,164	38.4
化学工業	1,400	7.5
セメント・窯業	1,075	5.8
パルプ・紙	544	2.9
コークス	211	1.1
その他	723	3.9
合 計	18,666	100

a. 電力分野(石炭火力発電)

石炭消費量が最も多い石炭火力発電所(自家発電は除く)は2005年には全国で74基の発電設備が稼働しており、その出力は3,314万KWであり、日本の電力需要の約24.7%(原子力:29.1%、LNG:25.7%、水力:10.0%、石油:8.2%、LPガス:1.4%、地熱:0.3%)を賄っている。(出典:エネルギー資源を取り巻く情勢, 資源エネルギー庁)

b. 製鉄分野

製鉄分野における石炭の用途は、鉄鋼の製錬工程において還元剤として使用するコークスの原料(強粘結性のある瀝青炭が使用される)及び高炉の羽口から微粉炭(非粘結性の瀝青炭が使用される)を熱風と共に装入して還元剤、熱源として使用されている。

c. コークス製造分野

コークスは石炭(強粘結炭)を高温乾留することにより得られる。燃焼時の発熱量が高く、高温を得る事ができることから、高炉用の他に鑄物産業、カーバイド製造、などの燃料として使用される。また、マンガン、鉛、亜鉛、錫、クロムなどの金属鉱石製錬時の還元剤としても使用されている。

d. 土壌改良資材分野

燃料として利用されていない亜炭及び泥炭は土壌改良資材として利用されている。亜炭を硝酸で分解し、炭酸カルシウムで中和したものは「腐植酸質資材」の名称で、土壌の保肥力の改善に用いられている。また、泥炭は土壌の膨軟化、土壌の保水性改善に用いられている。

5. 石炭からの誘導品

表-8に石炭から得られる一次製品及び主な応用分野を示した。

a. 石炭の燃焼により発生する誘導品

石炭を火力発電所などのボイラ内で燃焼すると、燃焼により発生した灰は電気集塵機で捕集される。これを一般にフライアッシュと呼ぶ。またボイラ内には燃焼により生じた石炭灰の粒子が凝集して、多孔質な塊となってボイラ底部に残る。これを一般にクリンカアッシュ(ボトムアッシュ)と呼ぶ。これら大量に発生する石炭灰の資源としての有効利用が種々研究され、現在では、セメント、コンクリート、アスファルト、建材、肥料などの用途に利用されている。

b. 石炭の乾留により発生する誘導品

コークスは鉄鉱の製錬時に還元剤として使用する他に燃料としても利用されている。コークスは石炭を乾留して得られるが、この乾留工程時に副生成物として、石炭ガス、コールタール、ガス軽油、ピッチなどが得られる。これらの副生成物を更に処理を行い種々の化学製品が得られる。

c. コークスと水蒸気との反応で得られる誘導品

赤熱したコークスと水蒸気との反応により、一酸化炭素と水素の混合ガス(水性

ガス)が得られる。混合ガスは燃料として用いられる他、メタノール、ホルマリン、アンモニアなどの合成化学原料としても用いられる。

表-8 石炭からの誘導品(出典：石炭灰の現状 日本フライアッシュ協会、
財団法人 石炭エネルギーセンター ホームページを参考に編集)

石炭の処理方法	一次製品	誘導品及び主な応用製品
コークスと水蒸気との反応	水性ガス	水素、一酸化炭素、メタノール、ホルマリン、アンモニアなど
燃焼(ボイラ)	フライアッシュ、クリンカアッシュ	セメント混合材、コンクリート混和材、アスファルトフィラー材、窯業原料、建築用内外装材、肥料など
乾留	コークス	製鉄用還元剤、燃料
	石炭ガス	メタン、水素ガス、
	ガス軽油	ベンゼン、トルエン、キシレンなど
	コールタール	防腐剤、カーボンブラック、ナフタレン、無水フタル酸、ベンゼン、フェノール、クレゾール、フェナントレンなど
	ピッチ	人造黒鉛電極、

6. 参考資料

- [1] 資源エネルギー庁, エネルギー白書 2004
- [2] 直方市石炭記念館 ホームページ <http://www.nogata-navi.com/sekitan/>
2010年2月
- [3] 財団法人 石炭エネルギーセンター <http://www.jcoal.or.jp/index.html>
2007年8月
- [4] BP Statistical Review of World Energy 2007
- [5] 経済産業省：エネルギー生産・需給統計年報
- [6] 財務省：貿易統計, 2005
- [7] 資源エネルギー庁：総合エネルギー統計