

第 1 章

1

石炭の特徴・性状



1 - 1 石炭の賦存量と分布	11
1 - 2 石炭の分類方法	12
1 - 3 石炭の性状	13



牧野 尚夫（1979年入所）

入所以来、集塵技術の高性能化・高温化ならびに関連する粉体物性の計測などの粉粒体研究に携わると共に、微粉炭の低NO_x燃焼技術、低負荷時の安定燃焼技術などの開発を行ってきました。最近では特に、微粉炭火力の燃料供給源の強化に向けて、亜瀝青炭、褐炭など低品位な石炭の高度燃焼技術の開発、ならびに未利用炭を導入する際の精度の良い適性判定法の開発などを行ってきました。今後は、石炭の一層高度な利用技術の確立に向け、幅広く研究を推進していきたいと考えています。

1-1 石炭の賦存量と分布

石炭は、根源となる植物が地球の造山活動等により地中に埋められ、長い年月をかけて炭状に変化したものと考えられている。この過程を石炭化と呼び、その期間が長くなるほど、石炭中の炭素の比率が高くなるという傾向がある。エネルギーとして利用する場合に最も重要な発熱量は炭によって異なるが、現在我が国で用いられているもので約7000kcal/kg (29.5MJ/kg) と非常に高く、特に産業革命以後、燃料として幅広く使われてきた。

石炭の大きな特徴としては、他の化石燃料に比べて非常に賦存量が多いという事である。図1-1-1に様々な化石燃料の埋蔵量(石油換算)を示す。ここで、可採埋蔵量とは、技術的かつ経済的に採掘可能な量を示している。なお、確認埋蔵量とは、現状の技術では採掘するメリットはないが、存在は確認されている量を示すものである。石炭は、いずれの埋蔵量をとっても、他の燃料に比べて極端に多く、特に現在の主なエネルギー源である石油、天然ガスに比べて、数倍から10倍以上の埋蔵量を有することが明らかになっている。現在の可採埋蔵量を、年レベルの使用量と比較することでその燃料の残存年数が明らかになる。石炭については今後200年以上も利用できると推算されており、非常に長期的に供給可能な重要なエネルギーであることが言われている。

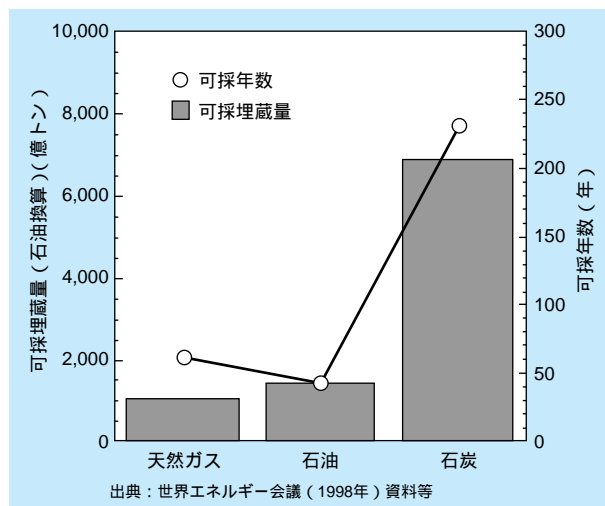


図1-1-1 化石燃料の可採埋蔵量と可採年数

石炭のもう一つの特徴は、世界的にあまり偏在することなく産出することである。図1-1-2には、石炭の地域別の賦存量(瀝青炭換算)を示している。アメリカ、アジア、ヨーロッパ、アフリカ、オーストラリアなど各大陸から、幅広く産出されていることが明らかである。これは即ち、石炭の賦存量が多いことに加えて供給源が多いことから、一層の安定供給が見込めることを示している。また、一部の国に政情不安が生じて供給がスト

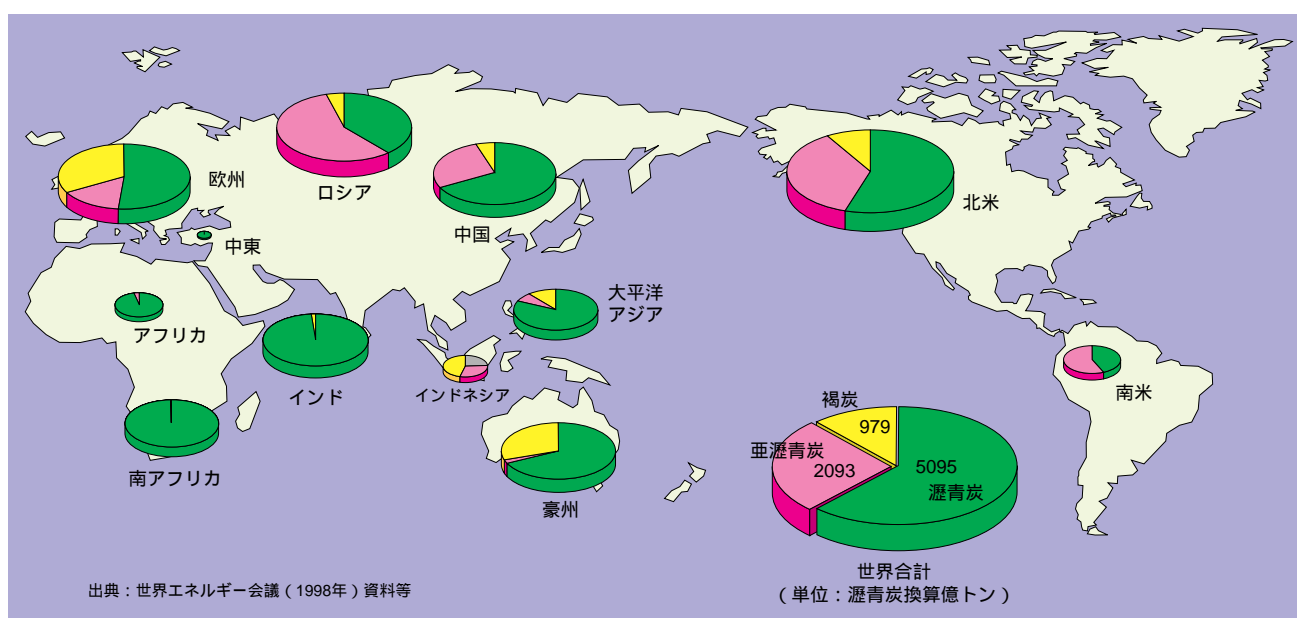


図1-1-2 世界の石炭可採埋蔵量分布図

ブしたとしても、他の国からの供給が可能であるため、我が国への影響はかなり緩和できることを示している。

石炭が世界的に幅広く分布していることは、一方で石炭の性状に大きく幅があることも意味している。産地が異なれば当然、気候、土質等も異なるため根源となる植物の種類が異なり、またその石炭化過程や混在する土壌等も異なることになり、性状に幅が出ることになる。さらに、これに加えて生成年代が異なることによる性状差も生じるため、

非常に多種多様の石炭種が存在する。特に、石炭は固体であるため、例えば石油のように精製過程を通すことにより簡単に性状を調節できる訳ではなく、基本的にはその性状に応じた最適な利用方法を採用していく必要がある。これは石炭利用時に最も重要となる項目の1つであり、そのような観点からは、石炭の性状を的確に把握し、体系的に分類することが非常に重要となる。

1 - 2 石炭の分類方法

植物から石炭に変化していく石炭化過程の進行度を基に分類する方法が通常用いられ、これを炭化度による分類と呼んでいる。

我が国では、表1-2-1のような2つの因子を組み合わせた分類法がとられており、石炭化が進んだ無煙炭と瀝青炭の一部では、燃焼のしやすさを示す因子である燃料比（燃焼性の悪い固定炭素の、燃焼性の良い揮発分に対する重量比率）により分類され、石炭化の進んでいない褐炭、亜瀝青炭と瀝青炭の一部では発熱量により分類されている。すなわち、石炭化が進んだ石炭は、燃料比と発熱量が高くなり、石炭化が進んでいない石炭は、燃料比、発熱量ともに低くなる。外国の事例としては、石炭化が進むことにより石炭中の揮発分が減少することを基にした表1-2-2に示すような揮発分含有率による分類法が、アメリカのASTM (American Society for

表1-2-2 我が国とアメリカの石炭分類法の対比

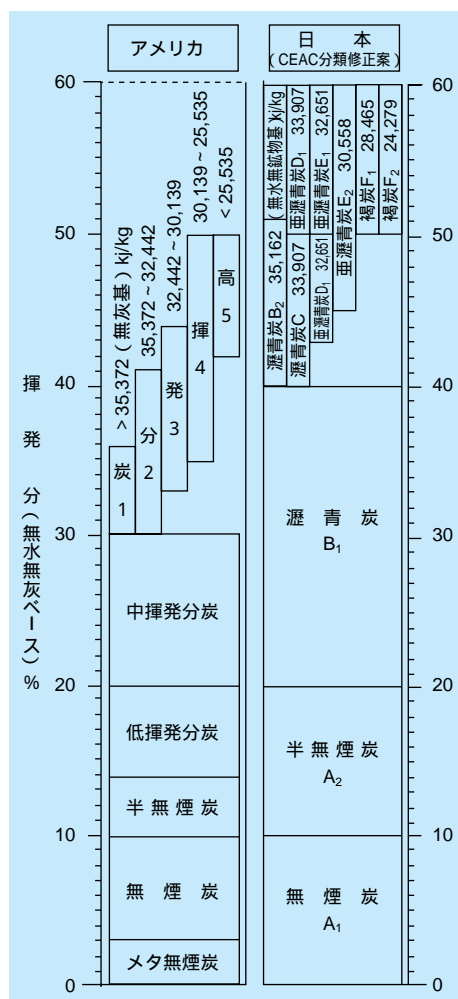


表1-2-1 JIS石炭分類 (JIS M1002)

分類		発熱量(注) (補正無水無灰基) kJ/kg (kcal/kg)	燃料比	粘結性
炭質	区分			
無煙炭 (A)	A ₁	35,160以上 (8,400以上)	4.0以上	非粘結
	A ₂			
瀝青炭 (B、C)	B ₁	33,910以上35,160未満 (8,100以上8,400未満)	1.5以上	強粘結
	B ₂		1.5未満	
	C			粘結
亜瀝青炭 (D、E)	D	32,650以上33,910未満 (7,800以上8,100未満)		弱粘結
	E			非粘結
褐炭 (F)	F ₁	29,470以上30,560未満 (6,800以上7,300未満)		非粘結
	F ₂			

Testing and Material) で用いられている。揮発分が増大すれば燃料比が低くなるため、本法は、我が国の分類法とも関連が深い。

1 - 3 石炭の性状

石炭の性状を評価する方法として様々な分析法が用いられるが、最も主なものとしては、工業分析と元素分析が挙げられる。

石炭類の工業分析とは、空气中で乾燥した試料について、水分、灰分、揮発分を定量し、あわせて固定炭素を算出することをいう。水分が多いと発熱量が低くなると共に着火が悪くなる。灰分は石炭中に存在する不燃の成分であり、石炭の起源となった植物中のミネラルや石炭化過程で混在した土壌などから構成される。灰分が多くなると発熱量が低くなるばかりでなく、石炭利用後に排出される廃棄物（石炭灰）量が多くなり、その処分方法なども問題になる。揮発分と固定炭素分はいずれも可燃分であるが、揮発分は高温条件において容易に気化する成分であり、極めて燃焼しやすい特徴を持つ。一方、固定炭素は固体の炭素の集合体であり燃焼性が悪く、燃焼後に石炭灰の中に未燃分として残りやすい成分である。固定炭素の揮発分に対する比率を燃料比といい、一般に、石炭化が進むに従って固定炭素は増加し、揮発分は減少するので、燃料比は増加する。

石炭の元素分析とは、炭素、水素、酸素、全硫黄、可燃性硫黄、窒素、リンなどを定量することをいう。ここで、すべての石炭においては炭素が可燃分の主成分であるが、炭化の進んでいない炭においては水素の割合も多

くなる。また、同様に酸素の割合も炭化の遅れに従い多くなる。全硫黄は石炭中に含まれる全部の硫黄を示し、可燃性硫黄は石炭を電気炉で815 ± 10 で2時間熱した時に残る硫黄量を全硫黄から引いたものを示す。これらの値は、石炭の性質を知り、また、燃焼計算を行う場合にも必要であるが、炭素と水素との比あるいは、酸素と炭素の比などは、燃料比と同様に石炭化の指標の1つにも用いられる。炭素含有率が水素含有率に比べて多い石炭は、地球温暖化と関係の深い二酸化炭素発生量が多くなる。硫黄含有率が多い場合には硫酸化物が多く発生するため、装置の腐食や環境保全性など注意しなければならない。窒素含有率の多い場合も窒素酸化物が多く発生し易くなるので、環境保全に注意しなければならない。

石炭の炭質は極めて多岐にわたるが、通常は炭田別にまとめられる。表1-3-1には、各国の代表的な炭田から産出される石炭の性状例を示す。炭田によって石炭の性状にも大きな差異があることが分かる。

石炭の性状を知るための分析法としては、ここで説明した工業分析、元素分析の他に、石炭の起源となった植物の部位を元に分析するマセラル分析などもあるが、一般的な性状については、工業分析と元素分析で十分に把握することが可能である。

表1-3-1 各種石炭の分析例

国別	項目 銘柄	発熱量 [MJ/kg]	全水分 ^{*1} [%]	工業分析[%] ^{*2}				燃料比	工業分析[%] ^{*3}					
				水分	灰分	揮発分	固定炭素		炭素	水素	窒素	酸素	硫黄	全硫黄
豪州	ドレイトン	28.4	9.9	3.4	13.3	34.5	48.8	1.4	71.1	4.9	1.4	8.1	0.8	0.9
	ニューランズ	28.0	8.4	3.0	15.0	26.6	55.4	2.1	69.1	4.1	1.4	7.0	0.4	0.4
	ハンターバレー	29.6	8.0	3.5	11.2	34.0	51.3	1.5	72.7	4.5	1.6	9.3	0.3	0.6
	レミントン	28.4	9.9	3.7	13.0	32.3	51.0	1.6	71.9	4.5	1.5	8.2	0.4	0.4
	ワークワース	28.9	9.6	3.6	11.8	32.8	51.8	1.6	69.1	4.6	1.5	8.9	0.4	0.4
中国	大同	29.6	10.1	5.1	7.0	28.1	59.8	2.1	78.2	4.5	0.8	8.8	0.6	0.7
	南屯	28.4	8.0	4.0	16.0	36.2	43.8	1.2	83.0	5.2	1.6	9.8	0.5	0.8
カナダ	オーベットマーシュ	25.3	8.0	5.0	14.0	37.0	44.0	1.2	64.3	4.6	1.5	14.3	0.3	0.6
	コールバレー	26.1	11.3	6.4	10.7	33.5	49.3	1.5	69.7	4.7	0.9	13.1	0.1	0.3
インドネシア	サツイ	28.8	9.5	5.1	7.9	41.9	45.1	1.1	72.4	5.5	1.2	11.9	0.7	0.8
南アフリカ	エルメロ	27.8	7.6	3.5	12.9	31.4	52.2	1.7	72.0	4.4	1.7	7.9	0.6	0.8
	オブティナム	28.5	8.2	3.8	10.7	32.4	53.1	1.6	72.9	4.9	1.6	9.1	0.5	0.6
米国	ピナクル	27.2	8.3	4.6	13.4	40.9	41.1	1.0	68.2	5.6	1.4	0.3	0.6	0.7
	ブラトー	25.1	9.8	6.0	9.3	41.8	42.9	1.0	72.8	5.5	1.5	11.2	0.7	0.9

*1：到着ベース
*2：気乾ベース
*3：無水ベース