

資 料

553.94(55+549)

世界石炭資源資料 (3)

I. f. イラン (Iran) ・ I. j. パキスタン (Pakistan)

およびバングラデシュ (Bangladesh)

井上 英二*

1. 緒 言

イラン・パキスタンおよび最近独立した旧東パキスタンのバングラデシュ3国の石炭資源は、世界的規模からみると、埋蔵量・生産量ともに微々たるものである。これらの国の石炭の大部分が低品位炭であることから、わが国では、これらの石炭資源について知ることが非常に少ないと思われる。

近年、エネルギー資源における石油・天然ガスあるいは核原料物質の占める割合が急増し、石炭鉱業が急速に衰退している現状であるが、発展途上国においては、それぞれの国情に応じて、いまなお重要なエネルギー資源として石炭が求められている。これらの国における石炭資源の詳細な調査は、現在すすめられてはいるが、まだ未調査・未開発のところが多いようである。

わが国には、これら各国の石炭資源に関する資料が少ないため、以下に紹介する内容は、1961年トルコのゾングルダクで開催された CENTO^{注1)}の石炭シンポジウムの資料を中心として、国連エカフェ報告、イラン・パキスタン両国地質調査所報告その他の断片的な資料をまとめたものにすぎない。しかし、これらの資料から、地質の概略と石炭資源の大要をうかがい知ることが可能と思われる。今後、新資料の追加によって、内容を増補・訂正していきたいと考えている。

稿を草するにあたり、資料の提供をたまわった日本石炭協会・海外原料炭開発株式会社関係各位に深甚の謝意を表す。

2. イ ラ ン

2.1 地質的背景 (第1, 2図参照)

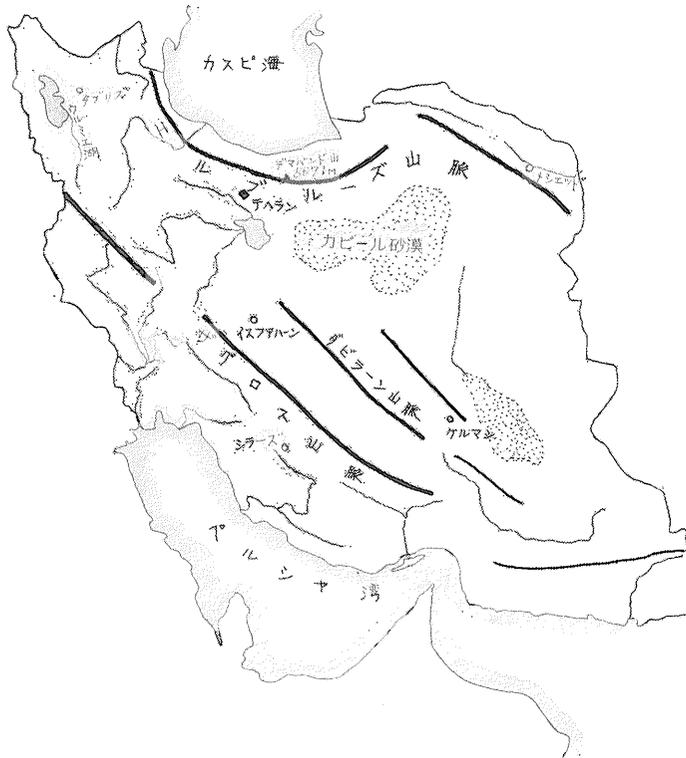
イランはアルプス—ヒマラヤ造山帯の一部にあたり、同国北部を東西に走るエルブルズ山脈(最高峰デマバンド山5,671m)と、南部をペルシャ湾に沿って走るザグロス山脈との2つの若い褶曲帯、および両褶曲帯にはさまれた中央地塊(カビール砂漠およびその周辺の海拔1,000m前後の高地)とから構成されている。エルブルズ・ザグロス両褶曲帯は北西にのびて合流し、アルメニア高原をへだてて西方へ、トルコのポントス・トロス両褶曲帯に連なる。このようなイランの地形的・地質構造的特徴は、トルコのそれに酷似するようにみられる。

層 序 (第3図参照)

イランの最古の岩石は、非変成のカンブロ・シルル系におおわれた変成岩類である。変成岩類は主として片麻岩・片岩・千枚岩・ホルンフェルス・変質石灰岩等であり、ところによって花崗岩・閃長岩をともなっている。これらの変成岩類の一部は、先カンブリア系と考えられているが、まだ確実な証拠はないようである。トルコの地質を参照すると、変成岩類のなかには、先ジュラ紀の広域変成作用にもとづいて形成されたものが含まれている可能性があると考えられる。

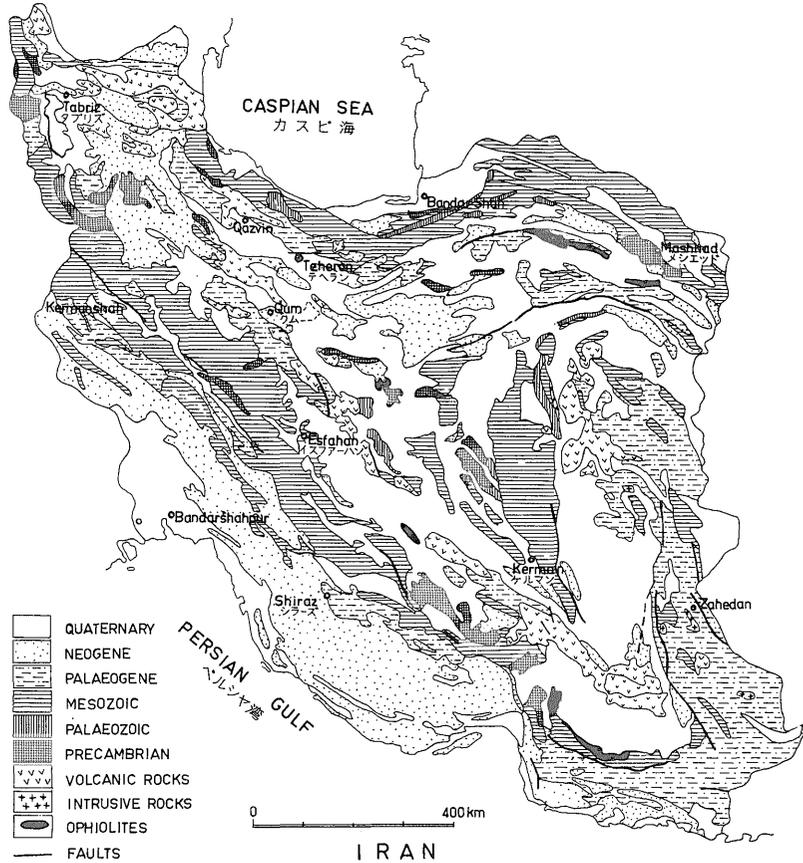
* 地 質 部

注1) 中央アジア条約機構。



第 1 図 イランの地形概要

- カンプロ・シルル系 非変成の石灰岩・砂岩・頁岩・珪岩等からなり、 *Redlichia*, *Billingsella* 等の三葉虫化石を含む。最下部の“infraカンブリア系”は、変成岩類を不整合に覆ってはいるが、カンブリア紀早期の赤色砂岩層とは漸移的であり、時代的に問題がある。
- デボン系 全域にわたって、同系はカンプロ・シルル系以下の地層を大きな不整合で覆っている。イラン北西部では、下部は旧赤色砂岩層とよばれる赤色砕屑物が発達するが、上部は海成の石灰岩が発達する。イランの中部から南部にかけての地域では、 *Spirifer* を含む海成堆積物である。主として石灰岩・ドロマイト・砂岩・頁岩からなる。イラン中部から北西部にかけては、上部にフズリナ石灰岩が存在する。カスピ海沿岸地域西部には、下部に石炭層の存在が報告されているが、これはトルコの黒海沿岸に分布する瀝青炭層に対比されるかもしれない。
- 石炭・二畳系 厚層の石灰岩からなり、頁岩・ドロマイト・石膏層をはさみ、同国中部以西において、二畳・石炭系から連続して堆積している。
- ジュラ系 ジュラ系下部のライアスはイラン全土に広く発達しており、これは同国の主要夾炭層である。この層準の石炭層はアフガニスタンにも存在する。イラン北部および南部のケルマン地域では、河成堆積物にはじまってジュラ系中部まで、非海成堆積物で構成される。しかしイラン南部では基底から海成の石灰岩や石灰質頁岩であり、保存不良のアンモナイトを含む。
- 構造運動からみて、ジュラ紀は重要である。すなわち、イラン中央部とその西部のイスファハンからハマダンにかけての地域では、ジュラ系は広域変成作用をうけ、千枚岩や片岩となっている。この変成岩は、カレドニア運動による変成岩と混同されやすいが、前者は非変成のジュラ系に漸移することで区別される。広域変成作用にともなって、各地に火成岩の貫入があり、金属鉱床をもたらししている。



第2図 イランの地質概略図
(ECAFE, 1971 地質図にもとづいて編集)

上部ジュラ系は、テチス海がイラン全土を覆った時期に形成された石灰岩であって、下位の地層を不整合に覆っている。

白亜系 後期ジュラ紀の構造運動後、白亜紀に広範囲な沈降運動があつて、全土に白亜系堆積物が形成された。イラン中央部では、白亜紀前半は、上記の構造運動の結果として陸化した。ここでは褶曲したジュラ系のうゑに、セノニアン基底礫岩が発達し、上にむかつて厚層の石灰岩がかさなる。

イラン中央部以外の地域では、白亜系は主として石灰岩・ドロマイトおよび含アンモナイト頁岩砂岩互層からなる。白亜系の層相の一特徴として、上部に雑色メランゲとよばれるオフィオリチック岩層が存在する。これは、超塩基性火山岩・堆積岩・変成岩が混在した岩類であつて、トルコのオフィオリチック統に対比されるものと思われる。

古第三系 第三紀をつうじて、たびたび海進が生じたが、その規模は、中生代の海進にくらべて局部的である。イラン南部・東部では暁新世・始新世のヌムリテス石灰岩・フリッシン相が厚く堆積している。イラン中央部では、下部始新統が欠除あるいは暁新-始新世の赤色岩層が発達して、南部・東部に対するモラッセ相を呈している。またイラン西部では、オフィオリチック岩層が厚く分布する。

漸新統は一般に石灰岩や海成碎屑岩であるが、カスピ海沿岸・イラン中央部・西部・南部では、下部赤色岩層とよばれる陸成堆積物が分布し、石膏をはじめとする蒸発残留岩類がはさまれる。

	イラン北西部	中央イラン				イラン南部・西部	イラン東部・南東部
		イラン北部カスピ海沿岸 (エルブルズ地域)	北西部	南西部	北東部		
第四紀	湖成堆積物 火山岩 湖成テラス トラヴァーチン	河成堆積物 海成砂泥 礫層	礫 岩塩 火山岩 テラス	礫・岩塩・泥 砂漠 ルース テラス 石膏・泥灰	ペルシヤ湾沖積層 テラス 礫層	礫 火山岩	
鮮新世	湖成頁岩 褐炭	礫岩 紫色頁岩 凝灰岩	礫岩 砂岩 泥岩	礫岩 蒸発岩	ペルシヤ湾石灰岩 赤色岩層	礫岩・石灰岩 赤色岩層 / フリッシン	
中新世	砂岩 礫岩 赤色岩層 火山岩 泥	砂岩 赤色岩層	上部赤色岩層	上部赤色岩層	泥灰岩・石膏 "キャップロック"石灰岩	頁岩・砂岩・礫岩	
漸新世	礫石灰岩 蒸発岩 石灰岩 砂岩・礫岩 赤色岩層	石灰岩 下部赤色岩層	クム層 (石灰岩・泥岩)	クム層	石灰岩 石膏 石灰岩	フリッシン 礫岩	
始新世 暁新世	アルゲラテライト 火砕岩 暁新世 赤色泥灰岩層	石灰岩 頁岩 緑色岩類 オフロリチック統	下部赤色岩層 ヌムリテス石灰岩	オバキュリナ石灰岩 貫入岩 砂岩 頁岩 赤色岩層 暁新世石灰岩	赤色岩層 石灰岩 - 泥灰岩	貫入岩 千枚岩 フリッシン フリッシン相	
白亜紀	泥灰岩・珪質石灰岩 砂岩	泥灰岩 石灰岩・砂岩	頁岩・石灰岩 火山岩	オフオライト 石灰岩 赤色砂岩 礫岩	石灰岩 オフオライト・石灰岩 アンモナイト 頁岩・石灰岩	石灰岩 頁岩 火山岩 石灰岩	
ジュラ紀	石灰岩・頁岩 火山岩 石灰岩・頁岩	石灰岩 石炭 砂岩 礫岩	石灰岩 砂岩・頁岩 礫岩 砂岩・頁岩 石灰岩 ドロマイト	礫石灰岩 石炭 頁岩 ウーライト	カルマン地域 石炭 炭質 頁岩 砂岩 含アンモナイト 石灰岩	石灰岩	
三畳紀	ドロマイト 石灰岩	ブドー色頁岩 ドロマイト 石膏	ドロマイト 赤色礫岩	石灰岩	赤色砂岩 サンゴ石灰岩 ドロマイト 石膏		
二畳 - 石炭紀	フズリナ石灰岩 暗色石灰岩 石灰岩	フズリナ石灰岩 紫色頁岩 石灰岩・頁岩 石炭 石灰岩	フズリナ石灰岩 石灰岩	ドロマイト 石灰岩 スピリア 珪岩	珪岩 ドロマイト 陸成 砂岩・頁岩	石灰岩 ドロマイト	
デボン紀	スピリア石灰岩 赤色頁岩 礫岩	珪岩・ドロマイト 赤色砂岩 凝灰岩・火成岩	玄武岩質熔岩 ドロマイト 砂岩・頁岩	ドロマイト・砂岩 頁岩	珪岩・頁岩		
シルル紀		塩基性貫入岩 珪岩 石灰岩		石灰岩 凝灰岩 塩基性火山岩	頁岩 珪岩 石灰岩		
先カンブリア紀?	堆積岩 花崗閃長岩 片岩 角閃岩・片麻岩	千枚岩・片岩・珪岩 片麻岩・花崗岩等	片岩 千枚岩	片岩・粘板岩 大理石・片麻岩 花崗岩	片麻岩	泥岩・片岩 千枚岩・珪岩	

第3図 イランの地質層序概要

(ALIPOUR, K. and HAERI, H. Y., 1961) にもとづいて編集)

新第三系 多くの地域において、漸新統上部から中新統下部にかけての地層は連続しており、これを一括して、イラン中央部ではクム (Cum) 層、南部・南西部ではアスマリ (Asmari) 層とよばれている。両層とも、主として海成石灰岩・泥灰岩からなり、イラン油田の主要産油層として知られている。

中新一鮮新統は、汽水成ないし淡水成の上部赤色岩層で特徴づけられる。同層の基底は蒸発残留岩であり、その上位は赤色・緑色の泥岩および砂岩の互層である。しかしイラン南東部では、厚さ 1 万 m 以上のフリッシと石灰岩砂岩互層からなっている。イラン北西部の湖成鮮新統には、褐炭層が介在し、これはトルコに発達する同時代の褐炭層に対比できよう。ペルシャ湾岸では、厚さ 3,000 m 以上の石灰岩層が堆積している。

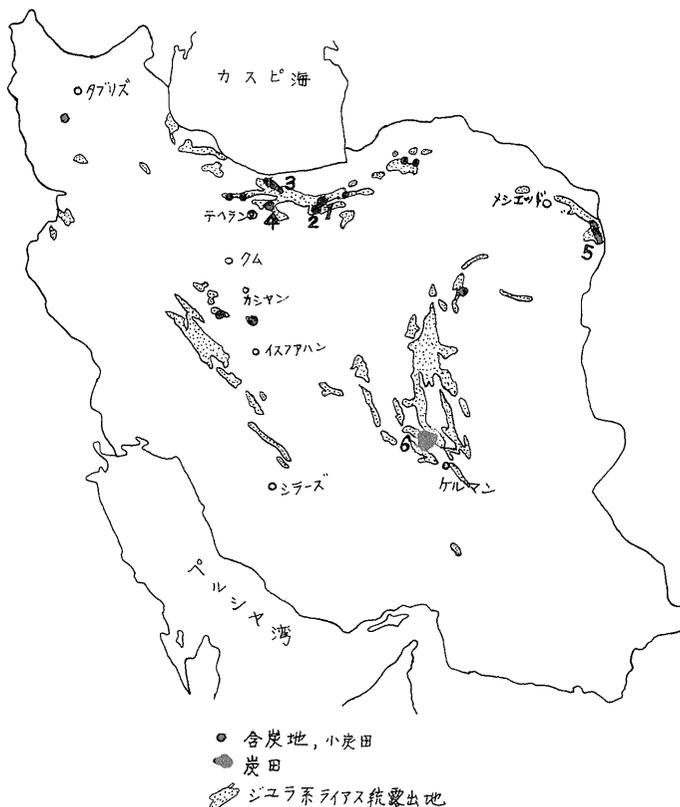
構造運動は、漸新世—中新世、中新世—鮮新世に激烈であり、エルブルーズ褶曲山脈は後者の時代に形成された。

第四系 上部鮮新統から第四系にかけて、上部赤色岩層を不整合に覆って、河成・湖成堆積物が分布し、陸地の上昇に伴って全土に段丘が発達する。火山活動が活発におこなわれ、各地域に熔岩・凝灰岩が流出・堆積した。

2.2 石炭資源

2.2.1 概要

イランの石炭は第 4 図のように、主としてエルブルーズ山脈地帯と、南東部のケルマン (Kerman) 地



- 1 : Zirab 炭田, 2 : Karmuzd 炭田, 3 : Galandaroud 炭田,
4 : Shemshak 炭田, 5 : コラッサン東部炭田, 6 : ケルマン炭田

第 4 図 イランの炭田分布

(ALIPOUR, K. and HAERI, H. Y., 1961 にもとづいて編集)

域、および北東部国境付近のメッシュド (Mashed) の南に産する。これらの地域は、いずれも、強い構造運動をうけて、地質構造が複雑である。

主要夾炭層は、下部ジュラ系のライアス (一部にドッガーを含む) である。炭層数は多いが、一般に炭丈が薄く、炭層の大部分が厚さ1 m前後、最大3 mでいどである。

炭種は瀝青炭・ガス炭および燧炭であり、これらの40~50%が粘結性を有する。炭質をみると、一般に灰分が少なく、硫黄分は1~2%でいど含まれる。発熱量は5,000~7,500 kcal/kgのものが多く、瀝青炭は構造運動による擾乱のために、粉炭化しているところが多い。

埋蔵炭量は、イラン全土で約1億tとみられているが、未調査地域が多いので、地層の分布からみても、調査の進展に伴って埋蔵炭量の増大が十分に期待できるものと思われる。

生産量は37万 2,500 t (1968) 注2)であった。

2.2.2 炭田各論

夾炭層のライアスは、比較的やわらかな頁岩・砂岩からなり、礫岩・珪質岩をはさみ、褐鉄鈹団塊や石灰質団塊をふくんでいる。層準により植物化石が多量に産し、*Pterophyllum*, *Nilsonia*, *Pecopteris* などが普通に産する。炭層を構成する植物としては、*Walchia*, *Neveropeteris*, *Pecopteris*, *Brachyphyllum* が多い。

夾炭層は、先白亜紀および第三紀をつうじての構造運動によって強く褶曲し、断層によって寸断されており、緩傾斜の炭層はごくまれである。したがって、炭層は同一堆積盆地内でも膨縮がはげしく、探鉱に困難を伴っている。

主要炭田は、つぎの5地域に分布する。

- a. 北エルブルーズ (Elburz) 地域
- b. 南エルブルーズ地域
- c. コラッサン (Khorassan) 地域
- d. ケルマン (Kerman) 地域
- e. その他中央州など

a. 北エルブルーズ地域

ライアスの夾炭層はエルブルーズ山脈にそって走り、北に傾斜してカスピ海底に達している。炭層は炭丈平均1.5mで、炭層数が多く、水平方向によく連続する。炭質は粘結炭であるが、灰分と硫黄分に富む。この地域の夾炭層については未調査のところがおおく、西 Mazamdaran, Sheergah, Shaikh-Monsa および Heraz の諸峡谷にもライアスが分布しており、炭層が賦存する可能性があると考えられる。

本地域には Zirab, Karmuzd および Galandaroud の3炭田がある。

Zirab 炭田 本炭田の中央部に、イラン最大の国営 Zirab 炭鉱があって、これは、その付近にイラン横断鉄道が通じていることから、比較的よく開発されている。

炭田に分布する地層は、デボン系・石炭系、三疊系・ジュラ系および第三系であり、白亜系は発見されていない。夾炭層のライアスは、いちじるしく厚層であり、炭層をふくむ珪質岩と礫岩を覆って、砂岩・頁岩の互層が発達する。このライアスを覆って、厚さ数100mのドッガーの石灰岩が分布する。地層は多数の衝上断層および正断層によって切断されているため、炭田内の地層対比が困難である。

Karmuzd 炭田 Zirab 炭田の南西に隣接した地域にあるが、Zirab 盆地のなかで、まだ調査がすすんでいない地域である。本炭田には層厚1,500mに達するライアスがあり、これは赤色~灰色砂岩と頁岩から構成されていて、上部に *Cycadite* をはじめとする植物化石を産する。

炭層数は多いが、現在稼行中のものはわずかである。

以上の両炭田をつうじて、石炭は瀝青炭・ガス炭ないし長焰炭であり、比較的灰分が少なく、粘結性がある。両炭田の平均的な炭質は以下に示される。

水分%	灰分%	揮発分%	固定炭素%	硫黄%	発熱量 kcal/kg	H%	N%
1~3	2~13	30~40	82~85	0.7~1	5,685~8,200	5~5.7	0.9~1.1

注2) エカフェ統計年鑑 (1970) によると、瀝青炭だけでは、29万5,000 t である。

第1表 イランの主要炭鉱別要目

(ALIPOUR and HAERI, 1961による)

炭田名	Zirab	Shemshak			Khorassan		Kerman		
炭鉱名	Zirab	Shemshak	Gajerehy	その他小企業	Cheshmen-Ag-Gol	Ag-Darband	Hodjedtk	Badam-uyeh	
位置	テヘランの北 216 km	テヘランの北 60 km	テヘランの北 117 km	テヘランの北 55~100km	マシエッドの南 200 km	東マシエッドの南 140 km	ケルマンの北 70 km	ケルマンから 36 km	
年産(1960)千t	60	—	30	100	20	15	18	3.5	
埋蔵量百万t	かなりある	未調査	未調査	未調査	1	未調査	40~45	50	
炭丈 m	0.3~0.8	0.3~0.7	0.3~0.6	0.6~0.7	1.0	1.0	1.0~3.0	0.3~1.0	
炭質(平均)	水分%	4~5	2	2	—	4	1	3	5
	灰分%	15	20~25	20~25	—	20	25	10	20
	揮発分%	25~40	25	25	—	15~25	20	28~30	26
	硫黄分%	1.0	1.5	1.75	—	1.0	2.0	1.0~2.0	1
	発熱量 kcal/kg	7,000	6,500	6,500	5,000~6,500	6,500	5,500	7,500	6,000
粘結性	非・粘	粘	粘	粘	粘・非	非	粘	非	
備考	開発期待			開発期待			開発期待		

埋蔵炭量は 1,000万 t 以上と見こまれる。

Galandaroud 炭田 カスピ海沿岸低地とエルブルーズ山脈とが接する地域にあって、ここでは、ライアスが 60 km にわたって背斜構造をなしている。背斜部には、稼行可能炭層が数枚露出している。すなわち、6 炭層が Baharban に、8 炭層が Nahroudbar と Galandaroud にそれぞれ露出し、いずれも稼行可能である。これらの炭層の炭丈の合計は約 13m である。ライアスの岩相・層序は、Zirab 盆地のそれと同様である。

b. 南エルブルーズ地域

この地域は首都テヘランから近距離にあるので、石炭の調査・開発が比較的良好に行なわれてきた。この地域には、いくつかの含炭地・炭田があるが、重要なのは Shemshak 炭田である。

Shemshak 炭田 本炭田に分布する地層は、赤色頁岩・砂岩・珪質岩・石灰岩からなるデボン系にはじまり、暗灰色石灰岩・珪質石灰岩からなる石炭系、雑色頁岩・石灰岩・珪質岩の石炭一二畳系があり、これらを覆って、夾炭層のライアスの Shemshak 層が分布する。ライアスは、下から 1) 含炭頁岩層、2) 砂岩層、3) 含炭頁岩層、4) 砂岩層に 4 分される。ライアスの上位には、上部ジュラ系の海成緑色頁岩・砂岩である。

稼行炭層は数枚あって、これは西方の Shahroud 峡谷の炭層帯の延長と考えられる。

本炭田には Shemshak 炭鉱をはじめ、いくつかの炭鉱が操業しているが、いずれも小規模であって、年によって開坑・閉山をくりかえしているようである。

稼行炭層は 4 層、平均炭丈 0.3 ~ 0.7m、このうち、最も良質の炭層は Shahrug 層である。

本地域の石炭の平均的分析値は以下のとおりである。

水分%	灰分%	固定炭素%	硫黄%	発熱量 kcal/kg	H%	N%	O%	P%
0.2~0.8	4~12	70~87	1.1~7.9	6,600~8,200	4~5	1~1.6	1.3~4.8	1.54

図幅調査によれば (ALAVI, M. A. et al., 1969), これらの炭層の上位にも炭質岩層があって、多数の小規模な採掘跡がある。また、本地域の始新統 Karaj 層にも薄炭層が存在する。これらの炭層は現在、稼行価値が少ないとみられているが、調査次第では、小規模な開発が可能かもしれない。

c. コラッサン東部地域

夾炭層のライアスは、本地域からアフガニスタンまで連続している。地質的特性は、堆積岩が、花崗岩の貫入によって、広範囲に変質していることである。

本地域には多数の小炭坑があるが、そのなかで比較的規模が大きいのは、国営の Cheshmen-Gol 炭鉱と、私営の Ag-Darband 炭鉱のふたつである。

Cheshmen-Gol 炭鉱 アフガニスタンとの国境付近に位置し、メシェッド (Mashad) の南東 200 km にある。夾炭層はライアスないし下位のレーチックであり、南部と北部とで花崗岩の貫入をうけている。ライアスは礫岩・砂岩・頁岩からなり、火山物質をふくんでいる。

炭層は6層あって、炭丈は各 0.1~1 m であり、走向方向に 15 km にわたって採掘されている。稼行炭層の Cheshmen-Gol 層はレンズ状をなし、最も厚い部分では山丈 8 m に達するが、近距離で薄化する。炭層は地表付近では 50° でいどに急傾斜するが、深部にむかって 20~25° でいどに減ずる。

炭質は一般に良好で、発熱量 6,500 kcal/kg であり、地下深部にむかって粘結性が増すとされている。また、下位の炭層は上位のものよりも灰分が少ない。

埋蔵炭量は約 100 万 t、年間生産量 (1960) は 2 万 t であった。

Ag-Darband 炭鉱 メシェッドの南 140 km にある。地質・炭層数・炭厚は Cheshmen-Gol 炭鉱の場合とほぼ同様であるが、調査がすすんでいないので詳細は不明である。炭質は Cheshmen-Gol に比較してやや不良で、粘結せず、発熱量は 5,500 kcal/kg といどである。

d. ケルマン地域

調査は、この地域全般になされてはいないが、イラン最大の炭田となる可能性がある。ライアスの夾炭層はケルマン北部に分布し、北西-南東方向に走っている。その分布は、褶曲・断層によって複雑である。

炭層の露頭は多くの場所で発見されており、Hodjedtk と Badamuyeh 両炭鉱で稼行されている。

Hodjedtk 炭鉱 ケルマンの北 70 km にある。炭鉱周辺の地質層序は以下のとおりである。

ドッガーおよびライアス統……炭層をはさむ砂岩・珪質岩・頁岩からなり、海成層をはさむ。同統は岩相から4部層に区分され、炭層はC・D両層に介在する。

~~~~~ 顕著な不整合 ~~~~~

二疊・三疊系……いちじるしく厚層のドロマイトと炭酸塩岩からなる。

石炭系……化石にとぼしい石灰岩。

デボン系……砂岩・珪質岩・石灰岩。

炭層は、C・D両層に炭丈 3 m のものが 2~3 枚存在し、常に向斜構造の翼部にだけ露出している。

炭質は粘結性があり、発熱量は 7,500 kcal/kg で、良質である。

埋蔵炭量は 4,000~4,500 万 t と推定されている。

**Badamuyeh 炭鉱** 12層以上の炭層があり、これらの炭丈は 0.3~1.0 m である。炭質は弱粘結ないし非粘結で、発熱量は 6,000 kcal/kg である。埋蔵炭量は、地質構造が複雑であるので、まだ十分調査されてはいないが、5,000 万 t が見こまれている。

ケルマン地域の炭田は、最近、国営イラン製鉄所によって、原料炭確保のために、ソ連の技術援助のもとに開発がすすめられている。

e. その他の地域

トルコ国境に近いアザルバイジャン地方のタブリズ付近では、多数の炭層が存在し、ごく小規模に採掘が行なわれているが、まだ、くわしい調査が行なわれていない。この地域の石炭は、高硫黄分の褐炭である。

中央州のイスファールン付近にも多数の炭層があって、小規模に稼行されているが、地質の詳細はわかっていない。

### 2.2.3 石炭の開発状況と将来

イラン全土の年間生産量は37万 2,500 t (1968) であり、1963年の生産量の70%増であった。生産量の約85%は、わずか5炭鉱から産している。炭鉱数は多いが、大きな炭鉱は国営である。1960年における炭鉱別の生産比率は、Zirab 炭鉱 20%、ケルマン地区の炭鉱群 17%、Cheshmen-Gol 炭鉱 16%、Shemshak 炭鉱 17%、Abyek 炭鉱 15%、その他の炭鉱 15%であった。

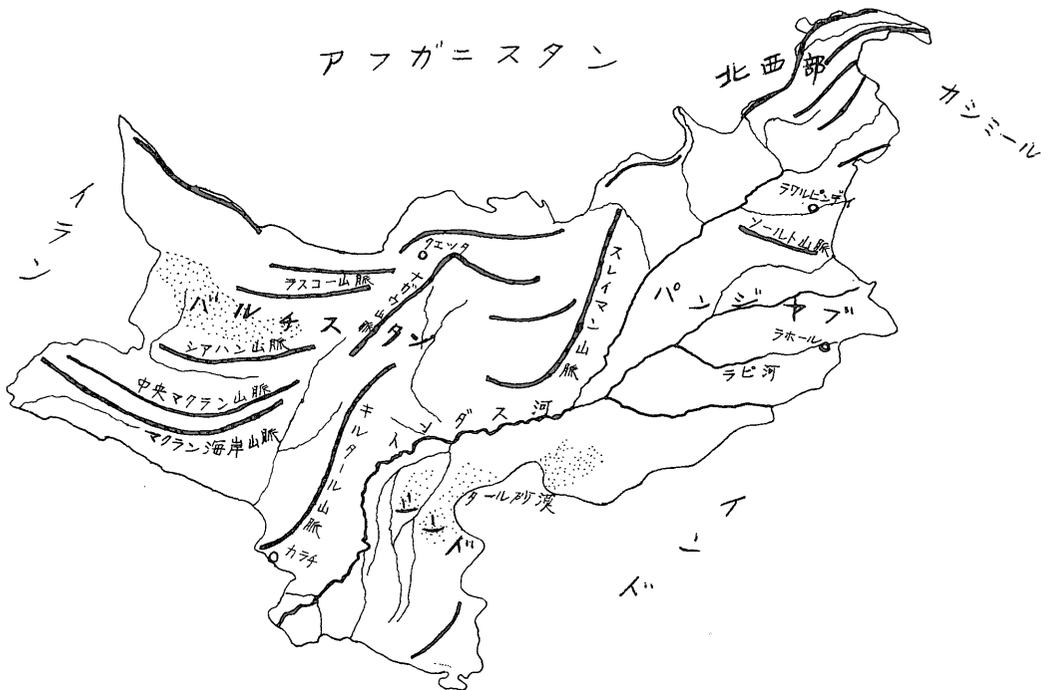
イランにおける石炭の利用は、主として、北部辺境地域の工場、製糖工場、セメント工場、冶金用、家庭用燃料等である。しかし、近い将来、生産量60万 tの製鉄所がイスファールンに建設されることになっており、製鉄用原料炭の需要が生ずる。また、同国の原料炭がパキスタンの製鉄所に輸出されることになれば、同国の外貨獲得に一役買うものと思われる。

イランの埋蔵炭量は、わずか1億 tとされているが、同国の地質状況は隣国のトルコのそれに類似しているのので、調査がすすめば、ライアス統のほかに、石炭系や第三系にも瀝青炭が発見される可能性があろう。また、トルコでは、新第三系の褐炭が広範囲に分布し、地方の燃料資源として、また低品位炭利用の火力発電所の燃料としてよく利用されている。イランの北西部においても、鮮新統に褐炭の賦存が報告されていることから、辺境地における褐炭の地方経済への貢献が考えられないことはない。

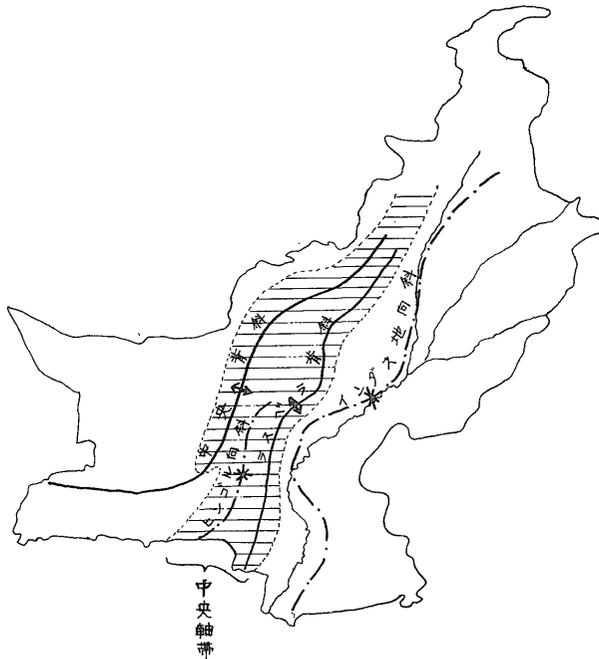
## 3. パキスタン

### 3.1 地質的背景

パキスタンは、地形的に、東部のインダス河流域平野、西部のバルチスタン山岳高原地域および北部のカシミール山岳地域とに大別される。平野部と山岳高原地域は、同国のほぼ中央を屈曲しながら南北方向に走るスレイマン山脈・キルタル山脈によって境される。西部の山岳高原地域は、イランのザグロス山脈の東延長部にあたり、東西に走る急峻な山岳と、それに囲まれた砂漠、荒地の盆地からなる。



第5図 パキスタンの地形概要



第 6 図 パキスタンの主要地質構造  
(HUNTING SURVEY CORPORATION LTD., 1961 による)

この地域はバルチスタンとよばれる。

カシミールに接する北西部州の山岳地帯は、ヒンズクシー—カラコルム—ヒマラヤ山脈系の南西部を占め、これらの大山脈群から派生した北北東-南南西方向の急峻な山脈群により構成される。

東部の広大な平野部は、インダス河の堆積物で形成されたもので、西部の山岳高原地域と、東方のインド半島低丘陵地域にはさまれて存在する。平野部の東部には、インドから続いたタール砂漠がある。

インダス河は、パキスタン北方のカシミールに端を發し、多数の支流をあつめて蛇行しながら、平野を南下してアラビア海にそそぐ。河口付近のカラチとタール砂漠間は、広大なインダス河デルタ地帯である。

地質構造的にみると、スレイマン・キルタル両山脈を構成する中央背斜・ラスベラ背斜があって、背斜構造の核部に中生層が広く露出する。この背斜地帯は、中軸帯とよばれる (第 6 図)。いっぽう、インダス河に沿って、大向斜構造が沖積平野下に存在する。これらの 2 大構造は骨格として、多数の複雑な褶曲・断層が存在する。これらは、主として鮮新世から更新世にかけて完結したヒマラヤ造山運動によって形成されたものであるが、そのほか、ジュラ紀から第三紀をつうじて断続的に生じた造山運動および古生代末のヘルシニアン造山運動にもとづく構造が存在する。

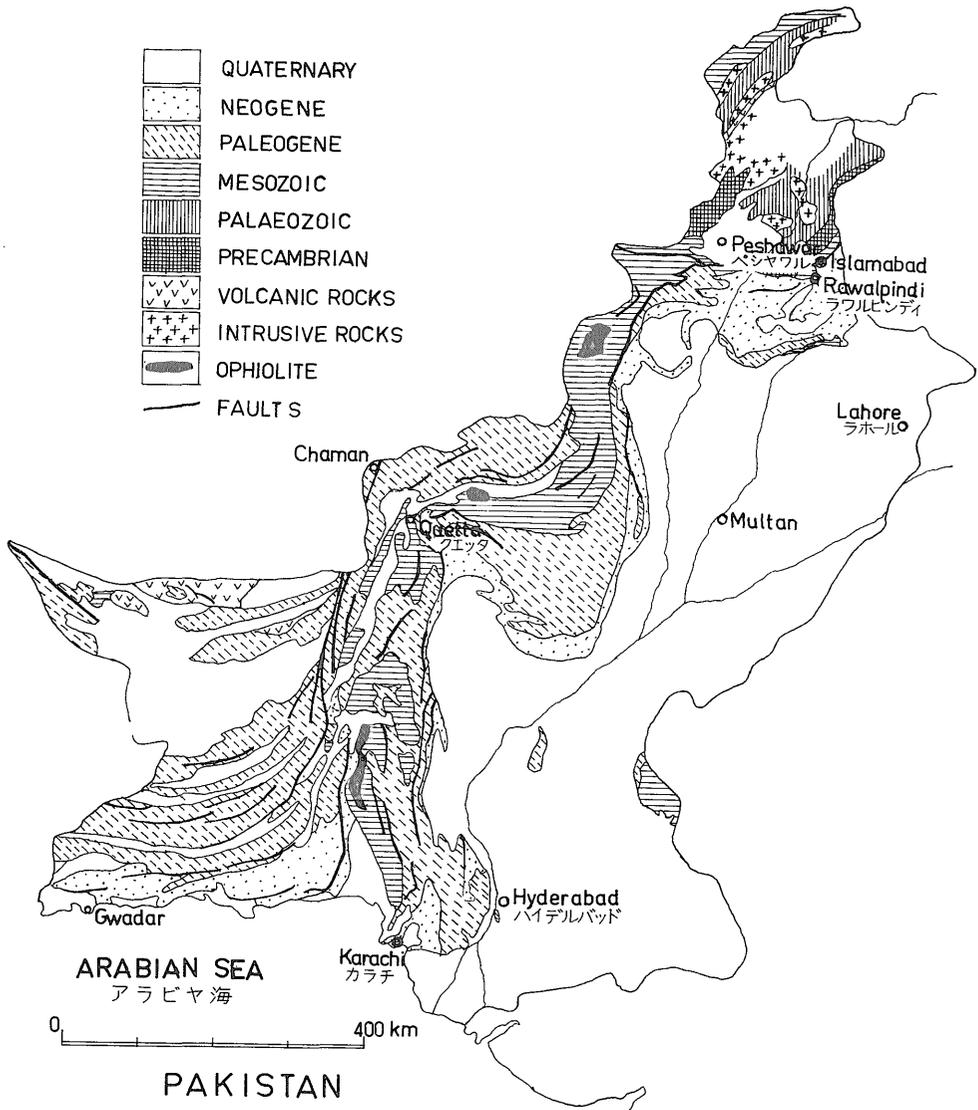
パキスタンに分布する岩石は、大きくみて、北西部山岳地域におけるヒマラヤ地向斜堆積岩および変成岩、バルチスタンにおけるテチス海地向斜堆積岩と、それらに伴う火成岩である (第 7 図)。

### 3. 1. 1 先カンブリア系一下部古生層

北西部山岳地域に分布し、Salt Range 層とよばれる。無化石の粘板岩・石灰岩・砂岩および変成岩からなる。

### 3. 1. 2 下部古生層

主として、パンジャブ地方からカシミール地方に分布し、カンブリア紀中期の三葉虫化石を含む Jhelum 層群、シルル〜デボン紀の Sawali-Chamla 層群、下部 Swat-Bumer 層群、Tanawal 層などがある。これらは千枚岩・珪岩・礫岩・グリットおよび片岩類からなる。



第7図 パキスタンの地質概略  
(ECAFE, 1971地質図にもとづいて編集)

### 3.1.3 石炭・二畳系

北西部山岳地域の Salt Range における Nilawachan 層群とプロダクタス石灰岩層, バルチスタンの Alosai 層群, Shirinab 層からなる。前者は赤色砂岩・石膏層および水河堆積層からなるテチス地向斜縁辺相で, 後者は暗灰色石灰岩・頁岩からなる地向斜中心相を示す。

ヘルシニアン造山運動後, 北西部山岳地域は変化して高地となり, 火山活動が盛んであった。この時期の火成岩は, 北部の石炭紀から三畳紀にかけての地層中に広く介在している。

### 3.1.4 三畳系

暗灰色石灰岩・頁岩からなり, 中軸帯の中央背斜の核部を構成する。北西部州では, 三畳系はアンモナイト・腕足類をふくむ石灰岩である。

### 3.1.5 ジュラ系

第 2 表 パキスタンの層序

(パキスタン・シェール石油会社による。)

|              |           | キルタール 地域        | スレイマン 地域             |               |
|--------------|-----------|-----------------|----------------------|---------------|
| 第<br>三<br>紀  | 鮮新・更新世    | Manchhar 層      | Siwarik 層群           |               |
|              | 中新世       | Gaj 層           |                      |               |
|              | 漸新世       | Nari 層          | Nari 層               |               |
|              | 始新世       | 上部              | Kirthar 層            | Kirthar 層     |
|              |           | 中部              |                      |               |
|              |           | 下部              | Laki 層 (石炭・石油・ガス)    | Ghazij 層 (石炭) |
|              | 暁新世       |                 | Ranikot 層 (石炭・石油・ガス) | Dunghan 層     |
|              |           | ?               | 珪質砂岩層                |               |
| 白<br>亜<br>紀  | ダニアン      | Cardita beaum 帯 | Nishpa 層             |               |
|              | 上部        | Pab 層           |                      |               |
|              |           | Orbitoides 帯    |                      |               |
|              | 中部        | Parh 層          | Parh 層               |               |
| 下部           | ベレムナイト頁岩層 | ベレムナイト頁岩層       |                      |               |
| ジュ<br>ラ<br>紀 | 上部        | Chiltan 層       | ?                    |               |
|              | 中部        |                 | Chiltan 層            |               |
|              | ライアス      | Mor 層           |                      |               |
| 三<br>疊<br>紀  |           | Juner 層         |                      |               |

三疊系から連続した岩相を示し、石灰岩・頁岩からなる。一般に化石が少なく、アンモナイトはまれである。パルチスタンでは Loralai 層、Chiltan 層、中軸帯では Winder 層群と Zidi 層がジュラ系である。北部の Salt Range では、Samana Suk 石灰岩層と Datta 層である。

### 3.1.6 白亜系

中軸帯とパルチスタンに広く分布する。白亜紀は構造的に不安定な時代で、地向斜内における地背斜の形成、広域火成活動、堆積作用の変化等がみられる。白亜系の岩石はほとんど海成層であり、三疊・ジュラ系と異なって、種々の泥灰岩・ラヂオラリアチャート・枕状熔岩・蛇紋岩などからなるオフィオリチック統であり、イランの“雑色メラング”に対比される。白亜系の上部は、Pab 砂岩層として知られるフリッシュ型の砂岩である。

### 3.1.7 新生界

パキスタンで最も広く発達している。中生界との境界には、構造的に大きな不整合はみられない。テチス海の一部を占めるパルチスタン地向斜は、中生代からひきつづいて新生代前半にも存在したが、漸新世から次第に狭小となる。堆積相も、それまでの石灰岩を主とした岩相から、しだいに砂岩・頁岩の碎屑相に変化していく。

**暁新統** 暁新統と始新統は、燃料資源からみて、重要な地質系統である。暁新統はバルチスタンで Ranikot 層とよばれ、主として海成砂岩・頁岩および石灰岩からなる。Ranikot 層およびその相当層には稼行炭層が存在する。また、ラウルピンディ付近では、Ranikot 層から石油が産する。シンド地方の西部では、河成堆積物からなっている。

**始新統** Laki 層群, Ghazij 頁岩層, Sakpsar 石灰岩, Bhadran 層等, 同国の主要夾炭層・主要産油・ガス層があって、これらは、主として、石灰岩と頁岩とからなる。

**漸新統** パキスタンで最も広く分布する。海成のフリッシ型の砂岩頁岩互層からなる。ヒマラヤ地域の上昇によってしだいに地向斜はせばめられ、河成堆積物が北から南へ進出する。

**中新統** 地向斜は小さくなり、海性環境は南部にかざられる。海成堆積物は南部にむかって厚層化し、北部では哺乳類化石をふくむ河成堆積物である。

**鮮新統** 中新統よりさらに分布が限定される。同統が最も発達した地域は、イラン国境に接するバルチスタン西部であり、ここでは、デルタ成堆積物が存在する。

**鮮新—更新統** ヒマラヤ造山運動によって、北部の山岳地帯の小盆地には、Siwalik 統とよばれる淡水成モラッセ堆積物が形成された。この地層は、褶曲・断層運動をうけている。

**更新統** バルチスタンでは、火山岩の噴出がみられる。カシミールでは、氷河堆積物を含む地層があって、象の化石を産する。

**沖積層** 現在のインダス平野を構成する砂礫・泥および砂丘堆積物である。

### 3.2 石炭資源

#### 3.2.1 概要

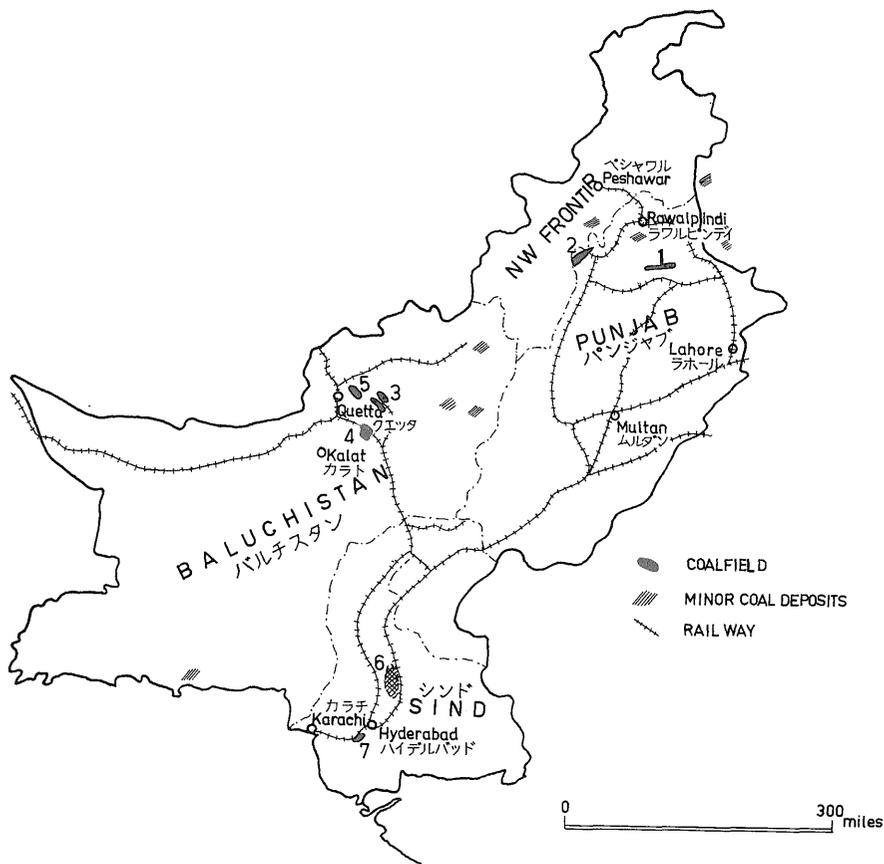
パキスタンの石炭鉱業は古く19世紀末にさかのぼるが、1925年に良質の石炭がインドのベンガル地方で採掘されるようになって以来、パキスタンの石炭鉱業は一時衰退し、零細企業の手でごく小規模に採掘が行なわれた。1947年の同国独立以来、パキスタン政府はエネルギー資源確保のため、鉱物資源局地地質調査所をはじめとして、英国・西独・カナダおよび日本等各国による、またコロombo計画等による国連機関の技術的・財政的援助によって、全国の炭田調査を行なうとともに、炭鉱の開発・発展に力をそそいできている。

パキスタンの石炭の地質時代は、稼行炭層のすべてが第三紀暁新世および始新世である。その他、ジュラ紀と古生代の地層にも炭層が存在するが、これらは炭丈がうすく、現在のところ、経済的価値はないとみられている。炭層の厚さは最大2m以下、一般に数10cmから1m前後の厚さである。炭層の膨縮がはげしく、短距離で尖滅することも多い。炭層の不安定さは、堆積当時の条件<sup>注3)</sup>にもよるが、褶曲・断層による強い擾乱に大きく由来している。

第3表 パキスタン炭田別生産量と埋蔵炭量

| 地区名                 | 炭田名                      | 生産量(1960) t | 埋蔵炭量(1969) 100万 t |
|---------------------|--------------------------|-------------|-------------------|
| Sargodha-Rawalpindi | Makerwal 炭田 (kohat 含む)   | 141,835     | 21.6              |
|                     | Salt Range 炭田            | 166,697     | 75.0              |
| Quetta-Kalat        | Khost-Sharigh-Harmani 炭田 | 206,418     | 40.0              |
|                     | Mach 炭田                  | 84,196      | 15.0              |
|                     | Sor Range-Degari 炭田      | 195,510     | 53.0              |
| Hyderabad           | Lakhra 炭田                | —           | 21.9              |
|                     | Meting-Jhimpir 炭田        | 25,147      | 28.0              |
| 計                   |                          | 819,803     | 254.5             |

注3) QURESHI, N. H. (1961) によると、パキスタンの古第三紀の石炭は海性環境で堆積したとされている。



1 : Salt Range 炭田, 2 : Makarwal 炭田, 3 : Khost-Sharigh-Harnai 炭田,  
4 : Mach 炭田, 5 : Sor Range-Degari 炭田, 6 : Lakhra 炭田, 7 : Meting-  
Jhimpir 炭田

第8図 パキスタンの炭田分布  
(AHMAD, Z., 1969 にもとづいて編集)

炭種は低品位褐炭から亜瀝青炭であって、燧炭タイプの石炭もあり、高品位瀝青炭および無煙炭は産しない。炭質は、一般的に、灰分・揮発分・硫黄分が高く、固定炭素分が低く、発熱量が低く、かつ非粘結である。野外に放置すると容易にくずれ、自然発火するという特徴がある。塊炭についてみると、3 cm 以上の塊炭は全生産量の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ にすぎない。このように、パキスタンの石炭は劣質であるので、その用途は、ほとんど練炭用・焼石灰用・家庭燃料用などにかぎられている。

埋蔵炭量は2億5,400万t<sup>注4)</sup>であるが、調査の進展に伴って、かなりの増加が見込まれる(第3表)。生産量は117万6,000t(1969)であった。

### 3.2.2 炭田各論

主要炭田は中軸帯、すなわちスレイマン山脈地域以東に分布する。同国パンジャブ地方北西部の Sargodha-Rawalpindi 地区、バルチスタンの Quetta-Kalat 地区、およびカラチ北東方のシンド州 Hyderabad 地区が、主要産炭地である。これらはさらに、次のように区分される。

- a Sargodha-Rawalpindi 地区
  - Makarwal 炭田
  - Salt Range 炭田

注4) 資料によって、埋蔵炭量が異なっているので、筆者は、炭田別の全炭量を合計した。KHAN, N. M. (1961)によると、全炭量は1億7,425万tである。

- b Quetta-Kalat 地区
  - Khost-Sharigh-Harnai 炭田
  - Mach 炭田
  - Sor Range-Degari 炭田
- c Hyderabad 地区
  - Lakhra 炭田
  - Meting-Jhimpir 炭田

以上のほか、アザル、カシミール地方、ペシャワール付近、Quetta-Kalat 付近その他に小含炭地がある。

a. Sargodha-Rawalpindi 地区

インダス河上流のパンジャブ地方のラワルピンディとペシャワール間にあり、ソート山脈、トランスインダス山脈の山麓部に存在する。この地区は複雑な構造をもつ堆積岩からなる。暁新統と始新統に、2枚の稼行炭層がある。

**Makarwal 炭田** Makarwal の西 2 マイルから Kalabagh の西 8 マイルまで、30 平方マイルを占めてひろがる。

炭層は暁新世 Dhak Pass 層の下部に存在する。夾炭層は背斜構造をなし、背斜東翼は断層でひどく擾乱されているが、西翼は擾乱が少なく、30°内外の傾斜で西に傾く。

稼行炭層は Makarwal 層と称される一枚ものである。炭丈は 0.7 ~ 3.3 m であるが、側方変化がはげしく、石炭露頭は約 10 km にわたって連続するが、稼行できる部分は、その 1/2 の距離にすぎない。炭質上、高揮発分亜瀝青炭に分類され、つぎにのべる Salt Range 炭よりも品質が良好で、塊炭の割合が多い。また、樹脂の含有量が多い。

埋蔵量は、地下 200 m 以浅で、2,160 万 t と見込まれる。

本炭田では、かつて、ほとんどの炭坑が露頭からの採炭を小規模に行なっていたにすぎないが、現在は、西パキスタン工業開発公社 (WPIDC) の坑道掘進による地下深部の開発によって、日産 200 t を生

第4表 パキスタンの石炭分析表

(AHMAD, Z., 1969より編集)

| 地 方 区                        | 炭 田 名                   | 工 業 分 析           |                   |                   |                   |                  |                               | 地質時代<br>地層名              |
|------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|--------------------------|
|                              |                         | 水分 %              | 灰分 %              | 揮発分 %             | 固定炭素 %            | 硫黄 %             | 発熱量 B T U ( ) は kcal/kg       |                          |
| パンシヤン<br>Sargodha-Rawalpindi | Makerwal 炭田             | 4.2<br>~<br>6.8   | 7.0<br>~<br>21.0  | 37.1<br>~<br>44.9 | 36.0<br>~<br>46.0 | 4.0<br>~<br>5.6  | 9,500~11,850<br>(5,280~6,530) | 暁新世<br>Dhak Pass 層       |
|                              | Salt Range 炭田           | 3.2<br>~<br>7.6   | 12.3<br>~<br>37.7 | 26.3<br>~<br>38.8 | 29.8<br>~<br>44.8 | 3.5<br>~<br>10.7 | 7,100~11,100<br>(3,940~6,170) | 始新世<br>Patala 層          |
| バルチスタン<br>地方<br>Quetta-Kalat | Khost-Sharigh-Harnai 炭田 | 4.0<br>~<br>11.4  | 9.3<br>~<br>34.8  | 34.8<br>~<br>45.3 | 25.3<br>~<br>43.6 | 5.0<br>~<br>7.1  | 8,500~12,400<br>(4,720~6,900) | 始新世<br>Ghazij 層          |
|                              | Sor Range-Dighari 炭田    | 15.9<br>~<br>18.7 | 3.0<br>~<br>13.0  | 33.5<br>~<br>39.6 | 36.0<br>~<br>42.0 | 0.5<br>~<br>5.6  | 9,000~11,000<br>(5,000~6,110) | 同 上                      |
|                              | Mach 炭田                 | 7.1<br>~<br>12.1  | 9.6<br>~<br>20.3  | 34.5<br>~<br>39.4 | 32.4<br>~<br>41.5 | 3.2<br>~<br>7.4  | 9,200~10,300<br>(5,110~5,720) | 同 上                      |
| シンド地方<br>Hyderabad           | Lakhra 炭田               | 31.8<br>~<br>35.7 | 7.4<br>~<br>10.5  | 28.0<br>~<br>30.0 | 26.8<br>~<br>30.0 | 3.3<br>~<br>6.0  | 7,010~7,660<br>(3,900~4,250)  | 暁新世<br>Ranikot 層         |
|                              | Meting-Jhimpir 炭田       | 15.4<br>~<br>29.8 | 8.2<br>~<br>14.6  | 29.8<br>~<br>39.8 | 31.0<br>~<br>36.3 | 3.4<br>~<br>7.4  | 7,400~9,800<br>(4,110~5,440)  | 暁新世—始新世<br>OngarまたはLaki層 |
| アザル・カシミール                    | Muzaffarabad 含炭地        | 9.5               | 14.4              | 16.2              | 59.9              | 0.7              | —                             | 始新世<br>スナムライト頁岩          |

産している。

**Salt Range 炭田** Khushabの北 32 km から Khewra の北東 24km にわたって、約 256km<sup>2</sup>を占める。夾炭層は始新世早期の Palata 頁岩層である。同層は、多数の断層で切断されながら、向斜構造の台地を形成している。

夾炭層には数枚の褐炭層と炭質頁岩が存在するが、稼行炭層は1層であり、これは Dandot 層と称される。炭丈は数 10 cm から 1.7m であるが、一般に、炭層は深部にむかって薄化する傾向がある。炭丈は側方変化がはげしく、炭層はレンズ状に膨縮したり、あるいは washout されたりしている。

炭種は褐炭ないし高揮発分瀝青炭であり、灰分と硫黄分が多く、自然発火するので貯炭がきかない。埋蔵炭量は 7,500万 t である。

炭層は小規模な露頭掘りの炭坑群によって採掘されているが、構造的にも地形的にも、大きな発展は期待できない。

#### b. Quetta-Kalat 地区

パルチスタン地方の国境付近にあって、以下にのべる 3 炭田を含むほか、他の 10 数地点で、始新世の褐炭の産出が知られている。しかし 3 炭田以外の小含炭地の石炭は炭厚がうすくて稼行にたえない。Pir Ismail Ziarat で 3~4 層の稼行可能炭層があるが、地質構造が複雑であり、炭層の連続性がつかめない。

**Khost-Sharigh Harnai 炭田** Quettaの東 36 km にあり、面積 205 km<sup>2</sup>である。鉄道の Sibi-Zardalu 線の Harnai 駅は炭田の東端にあり、鉄道は炭田の北縁にそって走っている。

夾炭層は始新統下部の Ghazij 頁岩層であり、地層は北西-南東に走る背斜・向斜を形成する。翼部の傾斜は 40° 以上であり、断層が発達する。

炭層数は多いが、稼行炭層は 3 層であり、そのうち上層は炭丈 0.4~0.7m、中層は 0.7~1.0m、下層は 0.5m である。炭種は高揮発分瀝青炭であり、なかでも上層は、パキスタン炭のなかで最高の発熱量をもつ。わずかに粘結性がある。

埋蔵炭量は約 4,000 万 t と推定される。

Nakus と Zardaln に小炭鉱があり、年産 10 万 t を産している。

**Sor Range-Dighari (Degari) 炭田** Quetta の東約 16 km から南東にひろがる。面積約 46 km<sup>2</sup>。

夾炭層は厚さ 2,000m の始新世の Ghazij 頁岩層であり、炭層は同層の上限から約 500m 下の層準に介存する。同頁岩層は、石灰質砂岩・礫岩・石灰質頁岩からなり、淡水性ないし汽水性の化石を産する。夾炭層は向斜構造を形成し、その西側は大断層で切断されている。地層の傾斜は 45° 以上である。

稼行炭層は 2 層あって、そのうちの上層の炭丈は 0.8~1.0m、下層の炭丈は 1.3~1.6m である。しかし炭層は、膨縮がはげしく、最大 3 m 強から、わずか 0.1m 前後まで変化する。

炭種は瀝青炭であり、パキスタン炭としては比較的灰分・硫黄分が少なく、練炭用に適している。

埋蔵炭量は 5,300 万 t、うち 3,300 万 t が確定炭量である。

北部では Degari, Sharigh 等の大きな炭鉱 (BHM・Habibullah 会社) があり、最近、日産 1,000 t の出炭がなされている。その他の炭坑はいずれも小規模であって、露頭から炭層の傾斜に沿って、わずか数 100m (深度にして 170m 以浅) しか採掘されていない。西パキスタン工業開発公社 (WPIDC) は、本炭田の中央部において、1 マイル長坑道を掘進中であり、同坑道完成時には、年産約 30 万 t の出炭が期待されている。

**Mach 炭田** Quetta とカラチ間の鉄道の両側に存在し、40 km<sup>2</sup> を占める。

夾炭層は始新世の Ghazij 層である。この地域は、パルチスタン地方で最も地質が複雑で、地層はつよく褶曲し、急傾斜している。地質的にみて、Mach 南の Bor Hill 向斜地域をのぞいて、本炭田の発展の可能性は少ないとみられる。

稼行炭層は 3~4 層あって、炭丈は 0.1~1.7m である。炭質的に Sor Range 炭に似ており、灰分・硫黄分が多い。またくずれやすく、自然発火しやすい。

埋蔵炭量は、地下70m以浅で約1,500万tと見込まれる。

### c. Hyderabad 地区

カラチ北東方のシンド地方にあり、暁新統と始新統に各1層の稼行炭層がある。1941年以来、小規模に開発が行なわれてきた。

**Lakhra 炭田** カラチ地方約130 km, またはMetingの北約48 km, パキスタン西部鉄道Khanot駅の西約16 kmに存在する。面積約205 km<sup>2</sup>。

夾炭層は暁新世のRanikot層で、南北方向にのびるゆるやかな背斜構造を形成し、地層の傾斜は2°前後である。多くの正断層が発達する。

炭層は深度50m以浅に炭丈0.8~2.8mのものが1層、深度170mまでには、2層以上の炭層がある。炭質はMach炭に似ており、褐炭ないし亜瀝青炭である。

確定炭量は2,190万tであるが、推定炭量を含めると1億7,400万tといわれている。

本炭田にはLailian炭鉱があって、12年前から現在までの総産出量は12万5,000tである(石炭時報, 1971)。

**Meting-Jhinpir 炭田** カラチの北約130 kmに位置し、面積約900 km<sup>2</sup>である。JhinpirとMeting間の鉄道、およびカラチとハイデルバッド高速道路、それぞれ炭田の西縁と東縁に沿って走っている。

炭層は暁新世後期から始新世にかけてのOngar層またはLaki層の上部に介在する。地層は西方に緩傾斜し、小断層で切断されている。地質構造は比較的簡単である。

稼行炭層は1層で、炭丈は1m以下、平均0.7mである。灰分・硫黄分の含有率が高く、風化して崩壊しやすく、自然発火をひきおこす。

可採埋蔵炭量は2,800万tである。

以上のほか、アザル・カシミール地方に、いくつかの含炭地がある。それらのうち**Muzaffarabad**と**Kotli**の両含炭地では、始新世のヌムライト石灰岩・頁岩層の基底部に炭丈0.3~1.3mの炭層が存在する。炭質は褐炭ないし亜瀝青炭で、灰分・硫黄分が比較的少なく、良質である。しかし、炭層の側方への連続性とぼしい。埋蔵炭量はMuzaffarabadで2万t弱、Kotliで13万t弱である。

### 3. 2. 3 石炭の開発状況と将来

パキスタンの石炭は、古第三紀の褐炭ないし亜瀝青炭であり、灰分と硫黄分が高く、良質でないで、その利用は主としてブリケット用、家庭燃料、およびごく小規模な火力発電用と機関車燃料用等である。そのうえ、近年における石油・天然ガスの急速な進出によって、国内における石炭産業の見通しはかならずしも明るいとはいえない。

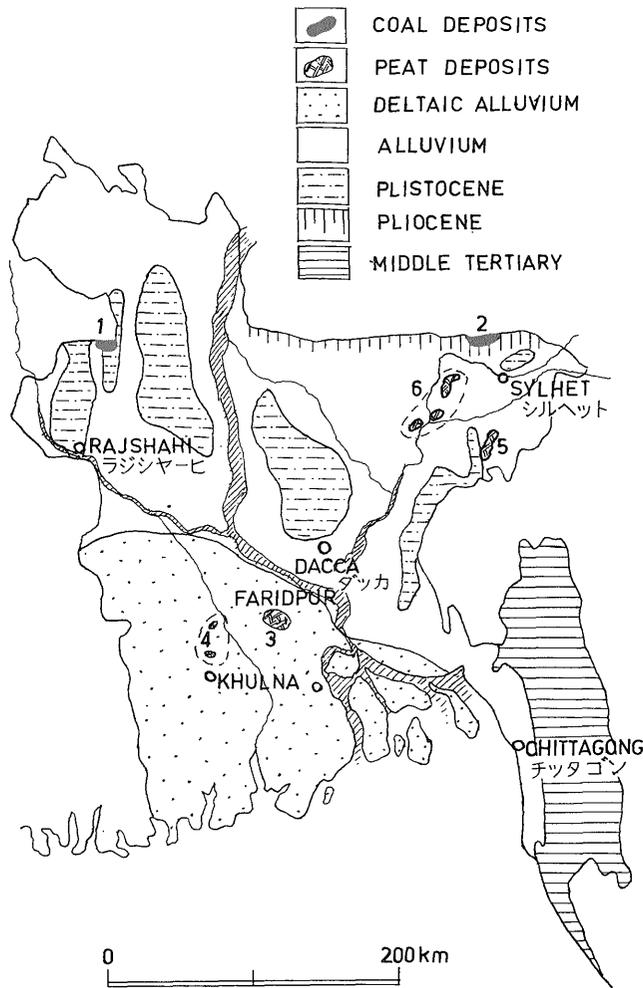
しかし、その国情をみると、同国の工業化による発展のためには、エネルギー資源の絶対量が大きく不足しているため、国内の石炭開発は、なおまた重要な課題のひとつとされている。石炭の増産をはかることは、国内にとぼしい森林資源の保護、輸入炭の外貨節約、就業人口の増加等、国内経済の発展に大きな意味をもっている。

したがって政府は、同国地質調査所・工業開発公社および先進国・国連の経済的、技術的援助によって、さらに新しい炭田の探査あるいは発見の努力を続ける一方、私企業炭鉱の育成と援助、工業開発公社による日産3,000t出炭能力の炭鉱建設、低品位炭のコークス化の研究、Quettaに低温乾留プラントの建設、亜瀝青炭の用途開発、褐炭利用の肥料工場およびセメント工場の設計等を行なっている。低品位炭のハードコークスへの転換の研究に関しては、最近のニュースによると、Sharigh炭鉱で同研究の成果が上がり、現在、工業開発公社によって、コークス転換工場の設立が行なわれようとしている。

## 4. バングラデシュ

### 4.1 地質的背景

バングラデシュ(旧東パキスタン)は、ガンジス河の下流を占め、インドのアッサム州に接する国境



1 : Rajshahi-Bogra 伏在炭田 (ゴンドワナ系), 2 : Lamakata-Bhongarghote 伏在炭田  
 3 : Faridpur 泥炭地, 4 : Khulna 泥炭地, 5 : Maulvibazar 泥炭地, 6 : Pegla & Chorkai 泥炭地

第9図 バングラデシュの地質概略と炭田・泥炭地分布  
 (KHAN, F. H., 1961 および AHMAD, Z., 1969) にもとづいて編集

付近をのぞいて、ほとんど全域が平坦な沖積平野とごくならかな丘陵であって、ガンジス河口付近は、広大なデルタ地域となっている。したがって、同国の地表に分布する地層は、デルタ沖積層、氾濫原沖積層、洪積層および東部と北部の丘陵地域に露出する鮮新統・中新統にすぎない (第9図)。

しかし、最近、西部の国境付近における深部試錐の結果、地下に古第三系、白亜系—石炭系および先カンブリア系の伏在が確認された。

#### 4. 1. 1 先カンブリア系

片岩・片麻岩・珪岩・白粒岩・花崗岩・はんれい岩等からなり、同国西部から南東部にむかって深度を増しながら伏在する。これはインドの Dharwar 系あるいは Cuddapah 系に対比される可能性がある。

#### 4. 1. 2 石炭—白亜系 (ゴンドワナ系)

同国西部の地下深部において、先カンブリア系を不整合に覆った厚い堆積層がある。この地層はインドのゴンドワナ系に対比され、厚さ数1,000m以上の碎屑岩からなる。同系は上・下に2分され、下部は Glossopteris 植物群で特徴づけられる上部石炭系—三疊系、上部 Ptylophyllum 植物群を含む中部三

疊系～下部白亜系である。最下部の Talchir 巨礫岩層は、石炭紀の氷河堆積物といわれる。その上位に重なる Damuda 統は厚さ 2,400m の砂岩・グリットからなり、その中部に多数の炭層をはさむ。インドでは、Damuda 統の上に Panchets 統があるが、ここでは後者が欠除して、Damuda 統を不整合に覆って、ゴンドワナ系上部の Mahadeva 統、Rajmahal 統、Jabalpur 統が重なり、最上部に Umia 層がある。

#### 4.1.3 古第三系

古第三系の Tura 層と Sylhet 石灰岩層<sup>注5)</sup>は、ゴンドワナ系を不整合に覆って発達し、北にむかって基盤(先カンブリア系)にオーバーラップしている。同系はきわめてゆるやかに褶曲し、断層による擾乱はあまりない。

#### 4.1.4 新第三系

新第三系以上の地層は、同国の地表に露出する。下部中新統 Surma 層群は、東端のチッタゴン付近から国境にかけて広く分布する。主として砂岩・頁岩・礫岩からなる。

中一上部中新統 Tipam 層群は、Surma 層群を不整合に覆ってチッタゴンからシルヘット間の丘陵地帯に露出する。同層群は粗粒砂岩・雑色泥岩の互層で、褐炭層をはさむ。

鮮新世の Dupitila 層群は、アッサム国境付近に分布し、シルヘットとコックスバザール間のなだらかな丘陵を形成している。淡紅色ないし白色の中粒砂岩・灰色ないし青灰色泥岩からなる。

#### 4.1.5 第四系

洪積層は Madhupur 粘土層とよばれ、中央丘陵地域に分布し、赤色ないし黄色の非石灰質粘土からなる。

氾濫原沖積層は、ガンジス河、メグナ河、ブラハマプトラ河の流域に広く分布し、砂、泥からなっていて、ところにより泥炭層をはさんでいる。

デルタ沖積層は、同国南部の平野部、すなわちガンジス河口付近に広く分布し、泥炭を含む粘土層である。

### 4.2 石炭資源

#### 4.2.1 概要

バングラデシュには、古第三系以下の地層が地表に露出していないために、現在採掘されているものは、沖積層に産する泥炭だけである。しかし同国西部の地下深部には、ゴンドワナ系の夾炭層の伏在が確認されていて、現在この良質の瀝青炭の開発に努力がはらわれている。また、同国北部国境付近の地下で、古第三系の褐炭層が発見されている。

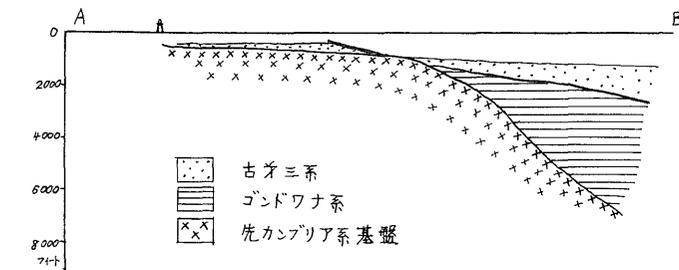
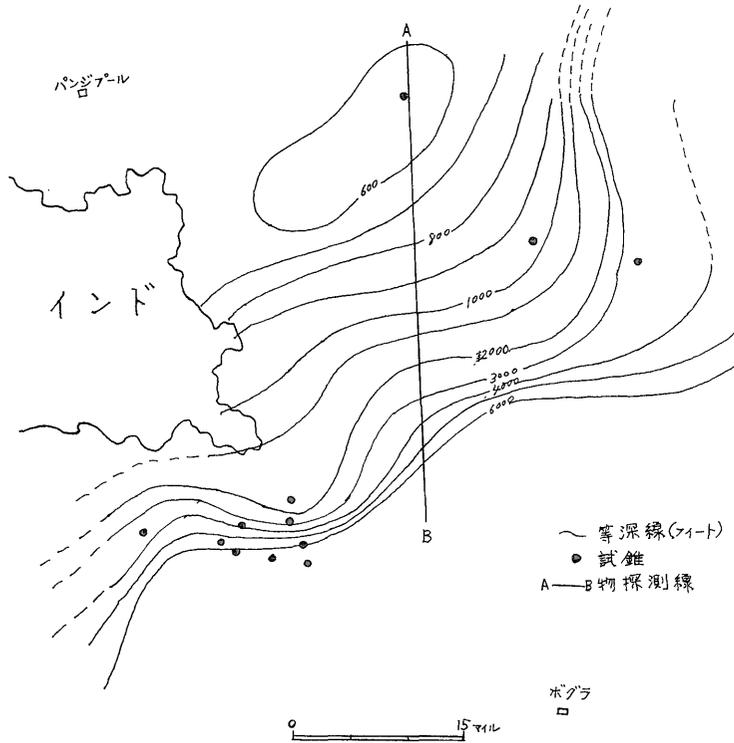
#### 4.2.2 ゴンドワナ系の瀝青炭と古第三系の褐炭

**ゴンドワナ系の瀝青炭** インドの主要夾炭層は、二疊—石炭紀の下部ゴンドワナ系に含まれている。同地層はインド東部からバングラデシュ西部にむかって、ゆるやかに傾斜し、同国の地下深部に伏在する。同国におけるゴンドワナ系の炭層の発見は、1959年の E S O 石油会社の深部試錐によって行なわれた。すなわち、同国西部の国境付近の Rajshahi-Bogra 地域では、地下 700～3,000m の深部に、炭層の存在が確認された。

同地域で実施された10数本の試錐と物理探査によると、地下には北東-南西にのびる先カンブリア系の隆起部があって、その南東側が急激に沈下しており、そこにゴンドワナ系が厚く堆積している(第10図参照)。ゴンドワナ系の地質構造は、先カンブリア系で構成される盆地の形態に大きく規制されている。ゴンドワナ系の炭層は同系の厚さが1,000～1,300m以上であるところ発達していて、それよりうすいところでは、稼行可能炭層はまれである。換言すれば、基盤の深さが1,700m以深のところ炭層が発達している。

確認された炭層の賦存範囲は、長さ 11.2km、幅 4.8 km である。炭層の厚さは1.7～50m<sup>注6)</sup>といわれている。

注5) インドのアッサムの Jaintia 統中部層に相当する(徳永・春城, 1970)。



第10図 Rajshahi-Bogra 伏在炭田における先カンブリア系基盤の地下等深線図と断面図 (FARAH, A., 1969 による)

炭質は粘結性の瀝青炭であり、樹脂を含むビトリットからなる。

確定炭量は7億6,000万t、予想炭量は7億tと推定されている。

同国の独立直前まで、すなわち東パキスタン時代までは、当時の政府の第4次開発計画によって、2億3,900万ドルの巨費の投入のもとに、この伏在瀝青炭田の開発がすすめられてきた。

**始新統の褐炭** 同国北部のシルハット (Sylhet) の北方、Lamakata-Bhongarghot の地域において、地下130～250mの深度に、始新統 Tura 層の褐炭層が数層存在する。これらのうち稼行可能炭層は2層であり、上層の炭丈は1.8m、下層は1mである。炭質は褐炭ないし亜瀝青炭であり、灰分と硫黄分がやや多いが、パキスタンの同時代の石炭よりも良質である。

埋蔵炭量は、深度330m以浅で300万tと推定されている。

4. 2. 3 泥 炭

泥炭は沼沢地の沖積層に産する。泥炭層の厚さは、一般に1～3mである。埋蔵炭量は全国で約4億

注6) 50mというのは、インドの同炭層の場合から考えて、おそらく多数の炭層の合計炭厚と推測される。

第5表 バングラデシュの泥炭埋蔵量と工業分析表

| 泥炭地         | 埋蔵量<br>( )は乾燥状態<br>(万t) | 平均炭丈<br>m | 工業分析 ( )は乾燥状態          |                         |                          |                         |       |
|-------------|-------------------------|-----------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------|
|             |                         |           | 固定炭素%                  | 灰分%                     | 水分%                      | 揮発分%                    | 硫黄    |
| Faridpur    | 35,000<br>(5,000)       | 2         | 4.1<br>(24.0)          | 2.8<br>(16.6)           | 85.4<br>(17.1)           | 7.7<br>(42.3)           | trace |
| Khulna      | 5,600<br>(800)          | 1.7       | 3.4~5.5<br>(21~29)     | 1.0~5.2<br>(11~30)      | 79~88<br>(13~24)         | 5.5~10.0<br>(31~47)     | —     |
| Maulvibazar | 1,470<br>(210)          | 4~5       | 5.0~5.1<br>(17.8~14.3) | 9.2~14.6<br>(33.2~41.8) | 69.5~77.0<br>(14.1~15.4) | 8.7~10.8<br>(33.6~29.8) | —     |
| Pegla       | 1,040<br>(180)          | 3         | 5.6<br>(17.6)          | 5.0<br>(27.6)           | 77.8<br>(13.2)           | 11.6<br>(41.6)          | trace |
| Chorkai     | 890<br>(120)            | 2~3       | 4.4<br>(18.4)          | 9.5<br>(27.8)           | 69.2<br>(16.2)           | 16.9<br>(37.7)          | —     |
| 計           | 41,300<br>(6,310)       |           |                        |                         |                          |                         |       |

1,300万 t (湿潤状態), 乾燥すると約1/7の6,310万 tである。

泥炭地は、大きくみて、デルタ地方と、シルヘット地方に分布する。

a. デルタ地方

**Faridpur 泥炭地** ガンジス河支流の Ariyal, Khan, Kumar, Madhumati 諸河川の氾濫原に多数の沼沢があり、なかでも Baghiaと Chanda beel が主要泥炭地である。

沼沢は河川でえぐられた凹地あるいは自然堤防で境された凹地であり、一般に海水準の1.7~3.3m以上である。泥炭は500 km<sup>2</sup>にわたって産する。泥炭層の厚さは数cm~4.5 m, 平均2 mであり、泥炭層の“かぶり”はごくうすいか、または存在しない。泥炭層上下の地層の重なりは、次のとおりである。

(かぶりが比較の厚い場所)

- 帯褐灰色粘土 0.7m
- 灰色砂質粘土 0.7
- 黄色砂質粘土 0.3
- 青色砂質粘土 2.7
- 泥炭 1.2
- 青色粘土 —

(かぶりがない場所)

- 褐色軟質泥炭 4.5m
- 青色粘土 —

泥炭は褐色を呈し、fibrous組織をもち、きわめて軟弱であるが、乾燥すると固結する。比重は0.05~1.30, 条痕は黄色、にぶい光沢がある。膠結物をまぜなくとも、泥炭自体でブリケットに整形できる。

炭質は、乾燥状態で固定炭素24%前後であり、シルヘット地方の泥炭よりも固定炭素が多く、灰分が少ない。

埋蔵炭量は湿潤状態で3億5,000万 t, 乾燥状態で5,000万 tである。

**Khulna 泥炭地** Faridpur 泥炭地の南に接し、Khulnaの5.6 km北のKola Monza付近にあり、面積38 km<sup>2</sup>を占める。

泥炭はデルタ沖積層に産する。粘土と泥炭が互層していて、泥炭層の厚さは0.1~4 m, 平均1.7 mである。

泥炭は細粒~中粒で、明褐色を呈し、乾燥するとくだけやすい。固定炭素が多く、灰分が少なくて良

質である。

埋蔵炭量は 5,600万 t (湿潤状態) および 800万 t (乾燥状態) である。

b. シルヘット地方

**Maulvibazar 泥炭地** Maulvibazar の近くにあつて、泥炭地は 2カ所にわかれて分布し、全部で面積 14 km<sup>2</sup> を占める。

泥炭は鮮新世の赤色ないし黄色砂・泥層の丘陵間の谷の沖積層に産する。

泥炭層は 1層で、その厚さは 1.3 ~ 1.7 m である。褐色を呈し、きわめて軟質で fibrous 組織をもつ。炭質は Faridpur 泥炭よりも灰分が多くて低質である。

埋蔵炭量は 1,470万 t (湿潤状態), 210万 t (乾燥状態) である。

**Pegla および Chorkai 泥炭地** Meghna 河支流の Mahasingh・Surma 両河の沖積原にある。泥炭地は Pegla 付近と Chorkai 付近にわかれて分布し、両者の面積合計は 25 km<sup>2</sup> である。泥炭層の厚さは 0.7 ~ 2 m, 平均 1.0 m である。泥炭をはさむ地層の層序を以下に示す。

|      |             |
|------|-------------|
| 褐色粘土 | 0.7 ~ 1.3 m |
| 灰色泥  | 1.3 ~ 2.7   |
| 泥炭   | 0.45 ~ 1.9  |
| 砂質泥  | ——          |

炭質は Maulvibazar の泥炭に似て、灰分が多い。

埋蔵量は 1,930万 t (湿潤状態), 300万 t (乾燥状態) である。

泥炭採掘上の問題

泥炭地の大部分は、1月から5月までの乾季だけに採掘可能であり、他の季節には泥炭層のほとんどが水面下数mに没する。したがって、年間をつうじて採掘を行なうには、特殊なドレッジ方式による採掘技術を開発する必要がある。

泥炭地付近は、とくにデルタ地方において、水田であるために、採掘跡の仕末が問題となっている。このため、泥炭の採掘にさきだつて、泥炭地に水路を網目状に開き出すことが必要であろう。この水路は、採掘跡を埋める土砂や農産物の運搬に役立つと考えられる。

泥炭の利用

泥炭は発熱量がきわめて低いので、同国の主たるエネルギー源にはなり得ない。しかし泥炭はブリケットにして、家庭燃料あるいは窯業用に利用されており、同国エネルギー源の補助的役割をはたしている。また泥炭は、有機化学・チソ肥料の原料としても役立つので、工業の発展に伴う泥炭需要の増加が期待されている。政府は、年間20万 t (乾燥状態) の泥炭生産の計画をたてている。

引用文献

三国共通

ECAFE (1952): Coal and iron ore resources of Asia and the Far East. *United Nations, Bangkok*. p. 131~140.

—— (1969): Stratigraphic correlation between sedimentary basins of the ECAFE region. *Mineral resources development series no. 30*. United Nations. p. 13~16, p. 33~37.

—— (1970): Mining developments in Asia and the Far East 1968. *Mineral resources development series no. 35*. United Nations. p. 1~93.

—— (1971): *Geological map of Asia and the Far East (second edition) and explanatory brochure*. United Nations. 83 p.

エカフェ (1970) : エカフェ統計年鑑1970. エカフェ協会, p. 147, p. 285.

石炭鉱業合理化事業団 (1969) : 世界石炭生産評論—潜在能力—147 p.

石油鉱業連盟・天然ガス鉱業会 (1969) : 世界の石油と天然ガス. p. 84~123.

徳永重元編 (1971) : 世界の原料炭 一般炭の賦存と炭質. フジ・インターナショナル株式会社, p. 55~58.

#### イラン関係

ALAVI, M. A. et al. (1969) : Explanatory text of the Zanjan quadrangle map 1 : 250,000. *Geological Survey of Iran*, 61 p.

ALIPOUR, K. and HAERI, H. Y. (1961) : The Geology of Bituminous coal of Iran. *Symposium on coal, in Zonguldak, Turkey*. CENTO., p. 78~96.

——— and ——— (1961) : The practice of coal mining in Iran. *Symposium on coal, in Zonguldak, Turkey*. CENTO., p. 159~167.

GANSSEER, A. (1955) : New aspects of the geology in central Iran. *Procd. the Fourth World Petroleum Congress*. sec. I/A/5. Rome., p. 279~300.

井上英二 (1970) : トルコの地質と石炭資源①, 地形と地質の概要. 地質ニュース, no.191, p. 48~63.

——— (1971) : トルコの地質と石炭資源②, 石炭資源. 地質ニュース, no. 197, p. 44~63.

SHIK-OL-ESLAN, M. A. and HAERI, H. Y. (1961) : Economics of coal mining in Iran. *Symposium on coal, in Zonguldak, Turkey*. CENTO., p. 26~28.

——— and ——— (1961) : The beneficiation of bituminous coal in Iran. *Symposium on coal, in Zonguldak Turkey*. CENTO., p. 279~281.

#### パキスタン・バングラデシュ関係

AHMAD, Z. (1969) : Directory of mineral deposits of Pakistan. *Records of the Geological Survey of Pakistan*, no. 15, part 3, p. 171~183.

CROOKSHANK, H. (1954) : Directory of economic minerals of Pakistan. *Records of the Geological Survey of Pakistan*, vol. VII, part 2, p. 32~58.

FARAH, A. (1969) : Possibility of finding workable Gondwana coal resources within 2,000 feet below surface in Patnitala-Jamalganj-Gaibanda area of Rajshahi division, East Pakistan. *Geonews*, vol. 1, no. 3, p. 12~18.

HUNTING SURVEY CORPORATION LTD. (1961) : Reconnaissance geology of part of West Pakistan. A Colombo Plan cooperative project. Tront, Canada. p. 1~436.

KHAN, F. H. (1961) : Peat deposits of East Pakistan. *Symposium on coal, in Zonguldak, Turkey*. CENTO. p. 103~112.

KHAN, N. M. (1961) : Geology of the coalfields in Pakistan. *Symposium on coal, in Zonguldak, Turkey*. CENTO. p. 97~102.

海外技術協力事業団開発調査部 (1971) : パキスタンの鉱業及び海外経済援助について, 43 p.

三井鉱山地質部 (1964) : 東南アジアの石炭資源. p. 108~109.

日本石炭協会 (1971) : パキスタン・ラクラ炭田の埋蔵量. 石炭時報, no. 416, p. 25.

RASHID, M. A. et al. (1965) : Mineral deposits of the Eastern Kohat region, West Pakistan. *Records of the Geological Survey of Pakistan*, vol. XIII, part 2, p. 1~16.

QURESHI, N.H. (1961) : Aspects of coal in Pakistan, *Symposium on coal, in Zonguldak, Turkey*. CENTO., p. 29~46.

徳永重元・春城清之助 (1970) : 世界石炭資源資料(2). I. d.インド. 地調月報, vol. 21, no. 9, p. 547~566.