

# トルコ共和国の石油・天然ガス・石炭資源

ウォルカン・エディガー<sup>1)</sup>, ドーウ・トゥナ<sup>2)</sup>(訳: 小玉喜三郎<sup>3)</sup>)

## 1. はじめに

世界では、毎年生産されるエネルギーのおよそ96%がその年に消費されているが、トルコで生産されるエネルギーは自国の消費量の約半分である(第1表)。1989年には2,700万t(原油換算)のエネルギーを輸入した。増え続けるエネルギー需要を満たすには輸入量をさらに増やすか、エネルギー生産力を増強する必要がある。

トルコの1990年度エネルギー需要は5,300万t(原油換算)で、このうち約51%が原油、天然ガス、アスファルトによって、29%が石炭によって供給された。このようにトルコではエネルギー需要全体の80%が化石燃料でまかなわれている。一人当たりのエネルギー消費量は1991年には933 kg(原油換算)に達した。

1989年にトルコで生産された第一次エネルギー

総量は2,780万t(原油換算)で、その56%が石油と石炭である。石炭の生産量は過去10年間減少してきたが、石油は増加している(第1図)。

以下のエネルギー統計は、主として石油総局(General Directorate of Petroleum Affairs)の定期刊行物にもとづいている。そのほかに、第5次トルコエネルギー委員会報告、トルコ石油公社およびトルコ石炭事業団の活動報告、その他の関連文書も参照した。

## 2. 石油・天然ガス資源

トルコには少量のアスファルト鉱床以外に、およそ7億5,900万t(原油換算)の石油・天然ガスが埋蔵されている。その96%は石油で、世界の炭化水素資源量の1%弱に相当する。以下にはこれらの鉱床と地質特性を略述する。

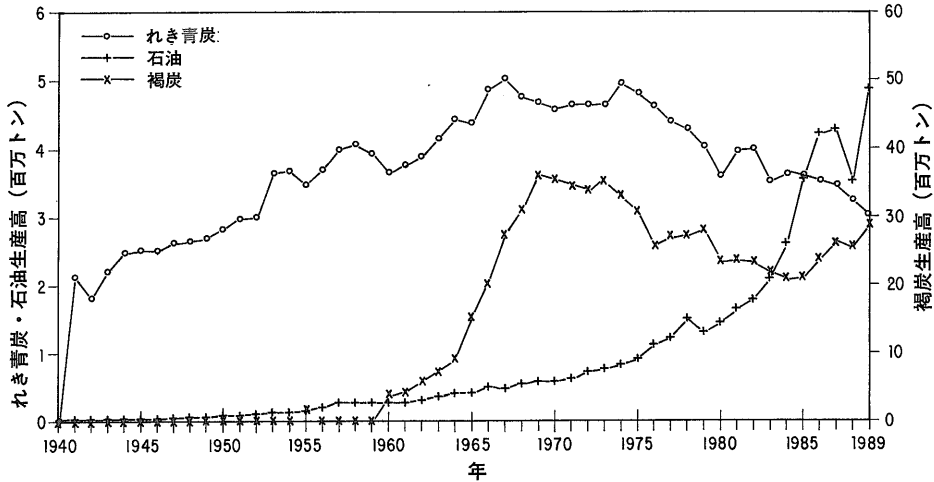
第1表 1991年のトルコの主要エネルギー資源別生産量, 消費量, 輸入量

X 1000 TEP

エネルギー源	生産	消費	輸入
石油	3,020	22,522	21,686
石炭	1,973	4,678	2,531
褐炭	10,478	10,041	-
水力	4,008	4,008	-
天然ガス	158	2,877	2,728
その他	8,135	8,180	55
合計	27,772	52,306	27,000

1) トルコ石油公社研究センター副所長  
2) トルコ石油公社研究センター所長  
3) 地質調査所 首席研究官

キーワード: トルコ, 石油, 天然ガス, 石炭, 埋蔵量, 生産量



第1図 トルコにおける1940-1989年の石油、石炭生産量推移

## 2.1 石油

よく知られているように、石油産業は1859年のペンシルヴァニアにおけるドレーク井から始まったと言われているが、その28年後、アーメット・ネジャティ (Ahmet Necatiy) が、当時オットマンの支配下にあったイスケンデルン (Iskenderun) でトルコ初の石油探鉱を行った。実際に石油を発見したのは1900年のマルマラ (Marmara) での探鉱が最初である。1935年に MTA (Mineral Research and Exploration Institute of Turkey) が設立され、1949年にトルコ南東部でラマン (Raman) 油田とガルザン (Garzan) 油田を発見した。1954年にはこの

MTA から国営トルコ石油公社 (TPAO: Turkey Petrollei Anonima Ortakligi) が独立した。

TPAO 設立後、国内および外国企業による多くの石油探鉱・生産活動が活発に行われた (写真1, 2)。たとえば、1991年の1年間には32の企業探鉱が実施された。この間、TPAO は常にトルコ最大の石油会社であり、1960年から1989年の平均では、

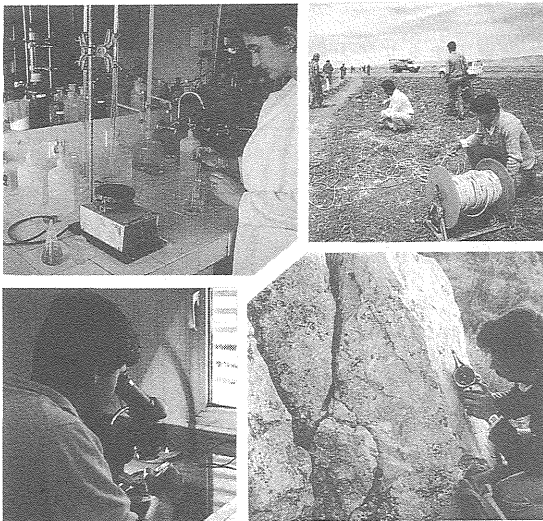


写真1 TPAOの探鉱，研究活動

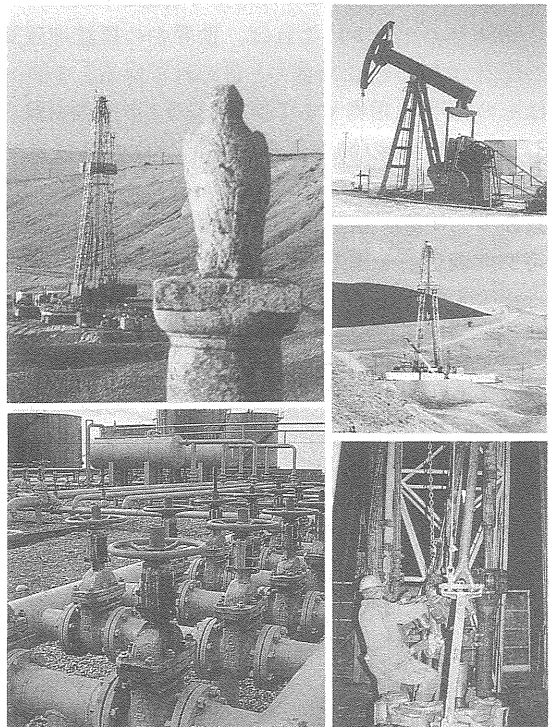
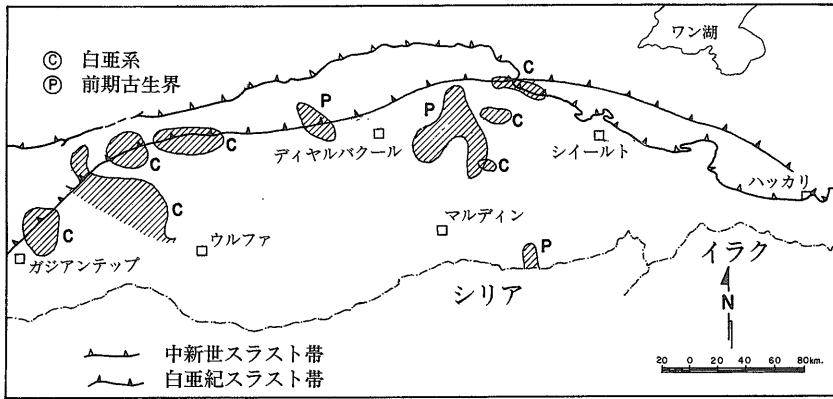


写真2 TPAOの石油・天然ガス生産状況



第2図 トルコ南東部の主要根源岩分布(Arama Laboratuvarlari Mudurlugu, 1991; Iztan ve Soyly, 1991による)

年間原油生産量の半分が TPAO, 残りがその他の Ersan, Alaadin Middle East, Mobil, Shell などの企業によるものであった. TPAO のシェアは 27.8-96.5% に及び, 1990年と1991年にはトルコの年間石油生産量の73%(270万t)と78%(340万t)を生産した.

トルコの石油消費量は1955年におよそ100万tであったが, 1991年には2,380万tに達した. 過去10年間, 年間消費量の約12-13%を国産でまかなってきたが, 1991年には19.4%まで増産された.

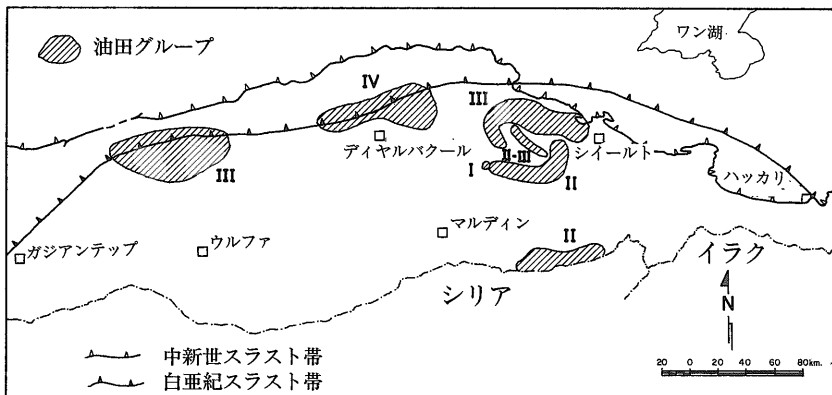
1988年のデータによれば, 世界中の確認埋蔵量の総計はおよそ1,238億tと言われている. トルコはその0.6%に相当する7億3,200万tの原油を保有している. その約4分の3は TPAO の鉱区にあり, 残りは他社が所有している. ただし, 確認埋蔵量のうち実際に採掘可能なのはわずかに14%で, 可採埋蔵量のおよそ64%をすでに採掘した. すな

わち, トルコの油田にはおよそ3,720万tの原油が残っている.

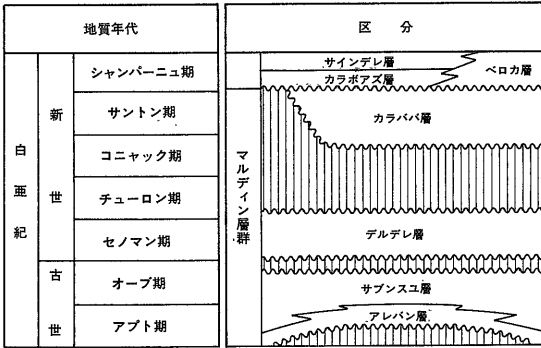
トルコの石油はほとんどすべてがトルコ南東部の南東アナトリア地方から産出する. トルコ北西部(ヨーロッパ側トルコ)のトラキア地方(Thrace盆地)にもわずかな石油と天然ガスの産出が知られているが, その量は少ない. 以下ではトルコ南東部を中心に紹介しよう.

トルコ南東部はおよそ102,000 km<sup>2</sup>で, カンブリア紀から現世までの厚さ1,000 m に及ぶ地層が堆積している. 前期古生層は大部分が碎屑岩で, 後期古生層は碎屑岩と炭酸塩岩からなる. 中生層は細粒な石灰質堆積物で, 後期白亜紀層以外はほとんどが炭酸塩岩と蒸発岩からなる. 中期中新世までは炭酸塩岩の堆積が卓越しており, その後は碎屑物が優勢になった.

南東アナトリアとその周辺地域の大部分では, 後



第3図 トルコ南東部の主要油田グループ(Arama Laboratuvarlari Mudurlugu, 1991; Gurgey, 1991による)



第4図 マルディン層群の層序(Ebanks and Duran, 1992 による)

期白亜紀から中新世にかけてアラビア・プレートとアナトリア・プレートが衝突したため、褶曲や断層などの圧縮テクトニクスが層序と構造の特性を規定した。石油はトルス(Toros)山脈の南の前縁地域で発見されている。

有機物のタイプや、量および熟成度から判断すると、この地域には1)前期古生代の碎屑岩と、2)白亜紀の炭酸塩岩の2つの主要な根源岩が存在すると考えられる(第2図)。1)はオルドビス紀のベンディナン(Bendinan)層とシルル-デボン紀のダダシュ(Dadas)層、2)は後期白亜紀のデルデレ(Derdere)層、カラババ(Karababa)層、カラボガス(Karabogaz)層からなる。

貯留岩はおもに白亜紀のマルディン(Mardin)層群の炭酸塩岩だが、ペロカ(Beloka)層、カラボガス層、ガルザン(Garzan)層および下部シナン(Sinan)層にも貯留岩が発達する。

トルコ南東部には物理的・地化学的に成因の異なる4つのタイプの石油が存在する(第3図)。第1はラーマンウェスト(West Raman)油田のガルザン層から産出する石油で、高硫黄分(4.3-4.6%)と高アスファルト含有量で特徴づけられる。第2は、ラーマン油田のデルデレ層、南ディンチェル(Dincer)油田・イクステペ(Ikiztepe)油田のペロカ(Beloka)層、ラーマンウェスト油田・マーリップ(Magriip)油田のガルザン(Garzan)層、西コズルジャ(Kozluca)油田の下部シナン層およびチャムルル(Camurlu)油田の上部シナン層を貯留岩とする石油である。このタイプは高硫黄分(2-7.1%)と高アスファルト分(15-44%)が特徴である。第3のタイプの石油は、平均11から17という重いAPI比重をも

った重質油で、根源岩はおそらく三畳紀からジュラ紀のジュディ(Cudi)層である。貯留岩はチェリクリ(Celikli)油田・アクプナル(Akpinar)油田・カラクシュ(Karakus)油田・ジェンドレ(Cendere)油田・フィラト(Firato)油田およびアクプナル油田に発達するカラババ(Karababa)-C層やアディヤマン(Adiyaman)油田・ベシクリ(Besikli)油田のカラボガス層、ならびにジェルモウエスト(West Selmao)油田およびジェルモ油田に発達する下部シナン層である。硫黄分(0.55-1.76%)とアスファルト分(2-11%)は比較的低いが、高比重(12-3 API)の油である。根源岩はカラバオガス(Karabaogaz)層である。第4のタイプの貯留岩は、イェニキョイ(Yenikoy)油田・ベイカン(Beykan)油田のサブンスユ(Sabunsuyu)層や、ベイカン油田・サリジャク(Saricak)油田・クルカン(Kurkan)油田・カヤキョイ(Kayakoy)油田のデルデレ層、ガルザン油田・ゲルミック(Germik)油田のガルザン層である。この油は低硫黄分(0.5-0.8%)、低アスファルト分(3-5%)、高比重(33-35 API)といった特徴をもっており、根源岩はダダス(Dadas)層である。

白亜紀のマルディン層群は南東部のトルコでもっとも頻繁に石油を産出する層準である(第4図)。貯留岩は根源岩とキャップロックで仕切られた白亜紀中期から後期にかけてのサブンスユ層(アプト期-サントン期)、デルデレ層(セノマン期-チューロン期)およびカラババ層(コニャック期-サントン期)の

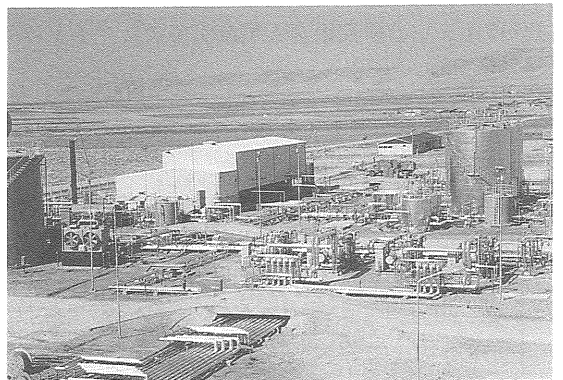
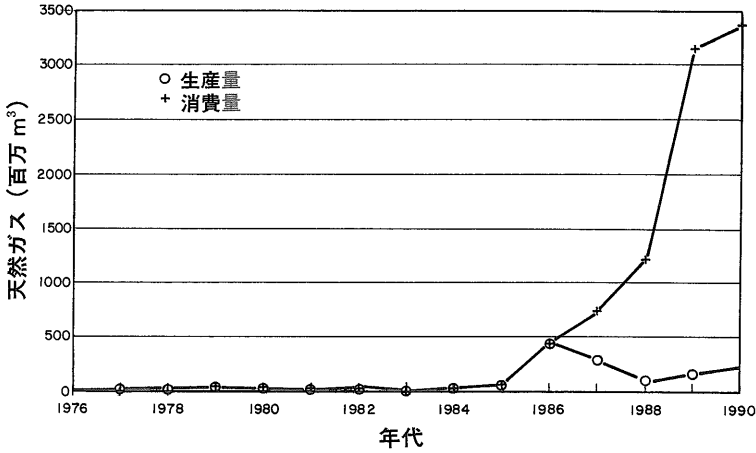


写真3 原油の二次三次回収試験プラント。炭酸ガスと水蒸気を圧入して一次採油で残った原油を回収する。JEORA(原油二次三次回収研究組合)の協力でシリアの北東隅と境を接する国境付近に建設された。前方の山はトルコ領で、国境は僅か500 m 後方にある。(JEORA 大西清文氏提供)



第5図 トルコにおける1976-1990年の天然ガス生産量, 消費量推移.

3つのユニットに発達する。孔隙率はマルディン層群の別のユニット中のフラクチャーを除いても約15%に達し、浸透率も10ミリダルシー以上に及ぶ (Celikdemir et al., 1991)。

現在、探鉱活動は南東部のトルコ以外にタウルス帯(Taurids)、ポントス帯(Pontids)、トラキア地方やその他の内陸の盆地で続けられている。これらの重要な内陸盆地には、トズ(Tuz Golu)盆地・アダナ(Adana)盆地・チョルム(Corum)盆地・シバス(Sivas)盆地・エルズルム(Erzurum)盆地が含まれる。

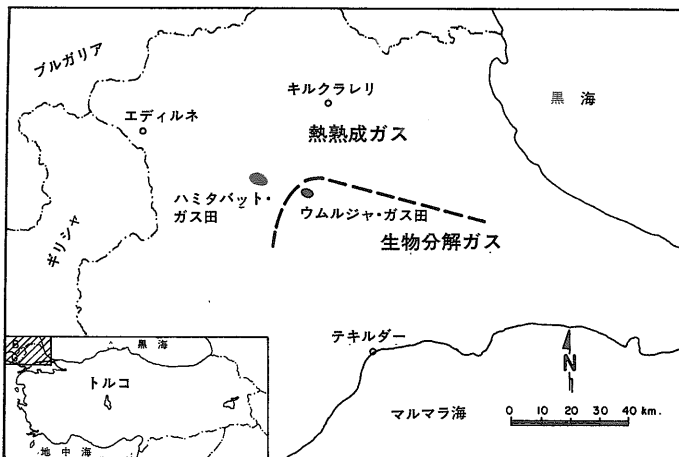
TPAOは最近、いくつかの海外企業と共同プロジェクトを行っている。その1つが1987年から日本の石油公団(JNOC)と石油会社が共同で設立したJEORAという研究組合と実施してきた「イキステ

油田及び周辺地域原油回収率増強プロジェクト」である。当初の目標は、炭酸ガス・水蒸気攻法でイキステ油田の原油回収率を向上させることにあり、貯留層評価に従って二次回収法を選定したあと1988年から回収試験がスタートした。TPAOが2本の圧入井と11本の観測井を掘削、JEORAが水蒸気と炭酸ガスを圧入して生産に関する各種データを記録することになっている(写真3)。

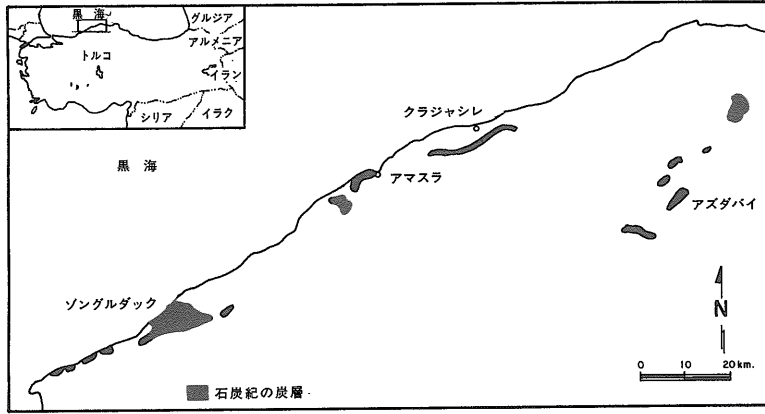
### 2.2 天然ガス

トルコにおける天然ガスの可採埋蔵量はおおよそ141億m<sup>3</sup>だが、おおよそ10億m<sup>3</sup>はすでに開発され、131億m<sup>3</sup>が未開発として残されている。このうちの約90%はトラキア盆地で見つかっている。

トルコで天然ガスの生産と消費が始まったのは1976年からだが、実際には1985年までほとんど手



第6図 トラキア地方のガス田とガスのタイプ



第7図 石炭紀の炭層の露頭分布 (Kerey et al., 1986を簡略化)

つかずの状態であった(第5図)。1986年からは天然ガスの輸入が始まり、現在では消費と生産の差が徐々に拡大している。

TPAOがこれまでに生産した天然ガスは約2億300万 $m^3$ で、これは1991年度の石油の生産高(120万バレル)にほぼ相当する。この内の99%はトラキア盆地のハミタバト(Hamitabat)ガス田産で、残りは同盆地のウムルジャ(Umurca)ガス田と南西部のチャムル(Camrlu)ガス田による。このように、トラキア盆地は天然ガスのポテンシャルとしてはもっとも注目される盆地である(第6図)。

盆地はトルコの北西隅のおよそ20,000 $km^2$ の地域に広がり、厚さ10 $km$ の主として細粒および粗粒碎屑物からなる第三紀層の互層が発達している。ごくわずかな石油が礁成のソージャック(Sogucak)石灰岩から発見されている。天然ガスはハミタバト層とオスマンジュック(Osmancik)層から発見されている。

炭素同位体分析によれば、盆地には2つのタイプの天然ガスがあることが判明した。ハミタバト・ガス田のハミタバト層で見つかった天然ガスは熱熟成起源で、おそらく同層の過熱成根源岩に由来するものと考えられる。一方、ウムルジャ・ガス田のオスマンジュック層で発見された天然ガスは生物分解起源で、根源岩は熱成初期のメザールデレ(Mezardere)層である。

### 3. 石炭

トルコは世界の石炭資源の1%弱を産出する。

トルコの歴青炭埋蔵量はおよそ13億5,000万 $t$ 、褐炭はおよそ80億4,000万 $t$ である。

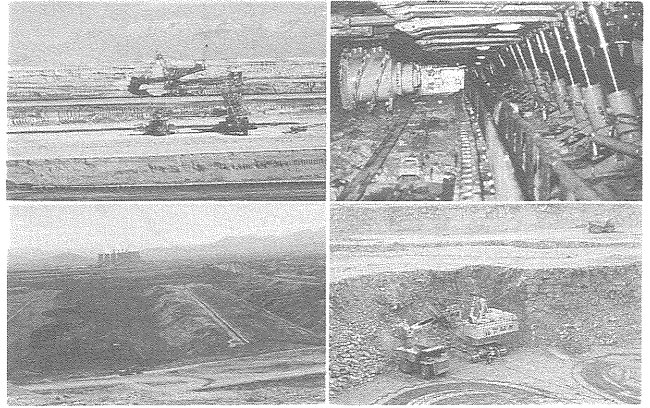
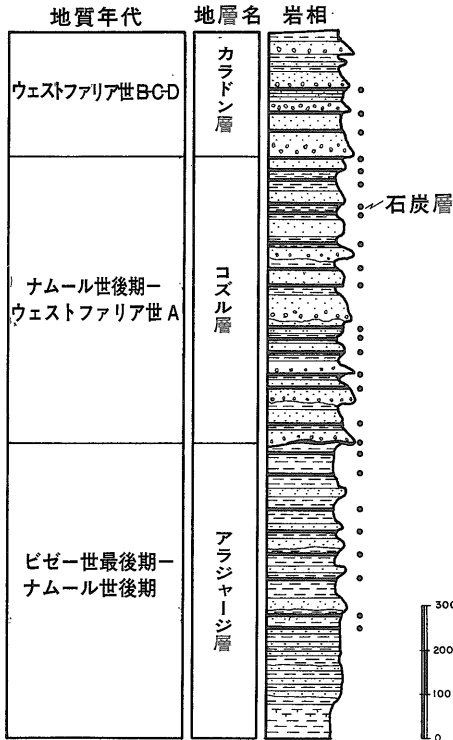
#### 3.1 れき青炭

1829年にゾングルダク(Zonguldak)地方のキョセアージュ(Koseagzi)周辺でウズン・メーメット(Uzun Mehmet)と名乗る市民がトルコで最初に石炭を見つけた(Enver, 1941)。1848年にオットマン皇帝の特別許可を得て最初の炭鉱が開発された(Kartalkanat, 1990; 1991)。フランスやロシア、ドイツ、イタリヤ系の外資企業が1896年から1913年にかけて操業を開始し、トルコの最初の企業も1926年に設立されたが、このときの生産高は年間約100万 $t$ であった。トルコの石炭資源は全て探鉱と開発を目的に設立されたTTK (Turkish Bituminous Coal Organization)に所属している。

現在トルコの石炭生産は年間約600万 $t$ で、このうちの半量が市場に売却されている。半分の石炭はコークス生産に使用され、残りが家庭や工場の燃料および発電に使用されている。

れき青炭はふつう、標高-1,000 $m$ 以下のレベルで発見されるため、高い応力集中や水平・垂直方向の急激な岩相変化、薄い炭層、多数の炭層変化などの悪条件が重なり、さらにしばしば褶曲や走向移動断層によって変位しているため、探鉱は困難を極めている。

A.S.T.M. 基準では、これらの石炭は大部分が高揮発分れき青炭に区分される。発熱量は約2,500-8,000 $kcal/kg$ 、粘結度(coke yield)が65-72%である(Toprak, 1984)。石炭はトルコ北西部のゾングルダク(Zonguldak)周辺の4つの地域に露出する石



第8図 ゾングルダク (Zonguldak) 地域周辺の石炭系の層序概略 (Kerey, 1985; Kerey et al., 1986に加筆)

炭系から見つかっている(第7図)。石炭を産出する最下位の層準はゾングルダクやアマスラ (Amasra) 地方に分布するアラジャージ (Alacagazi) 層(前期石炭紀: 最後期ビゼー世-後期ナムール世)で、デルタのシークエンスを示す泥岩・シルト岩・砂岩の互層からなる(第8図, Kerey, 1985; Kwrey et al., 1986)。本層には厚さ30 cm以下の薄い石炭層が多数挟まれている。この上位にはコズル (Kozlu) 層とカラドン (Karadon) 層が広く分布する。コズル層(後期ナムール世, ウェストファリア世)は大部分が砂質層で、基底部分には湖成堆積層を示す厚い石炭層を挟み、最上部は河成堆積層である。全体として30枚ほどの経済的に採掘可能な石炭薄層が挟まれる。水平に連続する厚い石炭層は、蛇行する河川の氾濫原で形成されたものである。最上部のカラドン層(ウェストファリア世)は粗粒砂岩と泥岩が卓越した地層で、石炭層と厚い下盤粘土層を挟んでいる。“Shieferton”ともいわれる下盤粘土層はカルドロロン層中に2枚あり、全域に分布している。これは高品質の耐火粘土として利用され、また広域

的な地層対比にも用いられる。本層は指交する網状河川や扇状地の堆積相を示している。

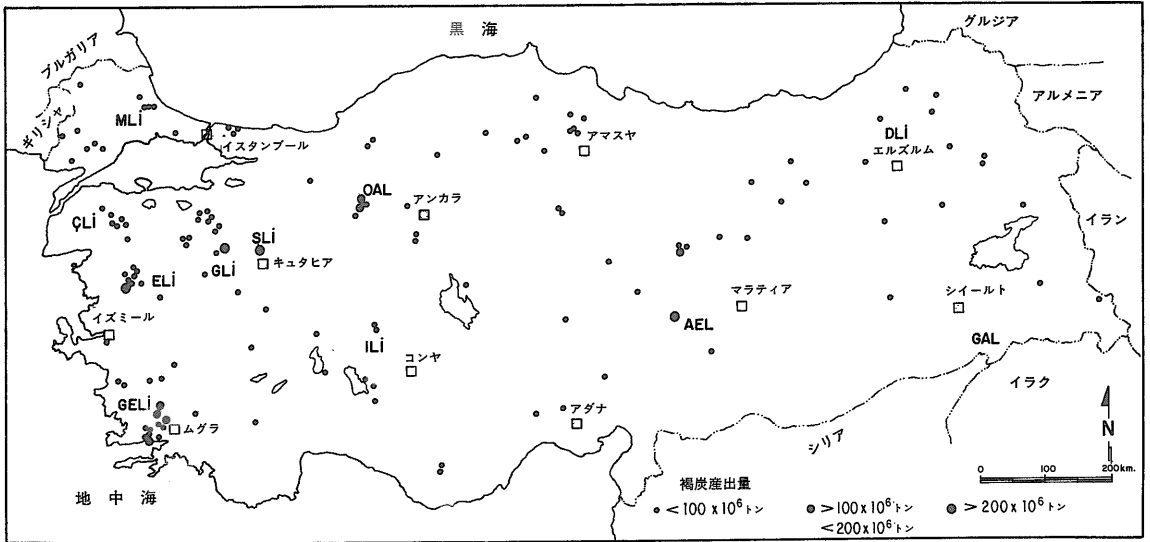
### 3.2 褐炭

褐炭の生産は石炭よりずっと遅れて1914年に始まった。1914年から1918年にかけて、戦時石炭センター (War Coal Center) がソマ (Soma) 褐炭を最初に生産した (Tuncali, 1985)。1927年には、他のいくつかの炭鉱でも操業が開始されたが、本格的な探鉱と開発がおこなわれるようになったのは、2つの国営組織 (Etibank と MTA) が設立されてからである。1957年になって、TKI (Turkish Coal Enterprises) は褐炭に関するすべての権益を所有することになった。

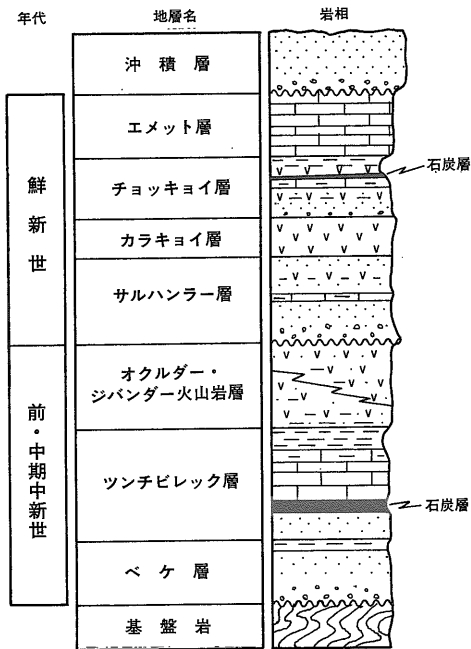
現在、トルコの褐炭埋蔵量の4分の3はTKIが所有し、残りを民間企業が所有している。1950-1989年のTKIの年間平均生産量はトルコ全体の生産高の約71%を占めていたが(写真4)、最近では85%まで上昇した。過去10年間の総生産量は年間2,000-5,000 tのペースで推移している。

褐炭の63%は火力発電に用いられ、37%は家庭や工場の暖房、その他の目的に用いられている。トルコでは年間総電力生産量の68%が火力発電によっている。火力発電の90%はTEK (Turkish Electricity Organization) 所属の30の発電所によるもので、このうちの10の発電所は褐炭を使用しており、58%の電力を提供している。

褐炭の炭田の大部分は15の堆積盆地とその周辺部で見つかっている(第9図)。これらの盆地は、大部分が漸新世から中新世にかけて形成されたグラベンで、いくつかが始新世あるいは鮮新世の小堆



第9図 トルコにおける主な褐炭鉱床の分布. OAL, AEL 等の記号は TKI の褐炭鉱床を示す. (MTA, 1986より)



第10図 タウジャンル(Tavsanlı)盆地の含褐炭中新統の層序概略(Nebert, 1960; Bas, 1987を簡略化)

積盆である。漸新世-中新世の堆積盆は大部分が褐鉄鉱質で、多数の石炭薄層が発達している。

褐炭の発熱量は通常950-4,200 kcal/kg だが、もっとも良質なものはキュタヒヤ(Kutahya)周辺で見つかっている。褐炭の発熱量分布は63%が2,000 kcal/kg 以下、32%が2,000-4,000 kcal/kg、そして

5%が4,000 kcal/kg 以上である(Tuncali,1985)。平均水分は14-41%、硫黄分は0.55-4.25%である。

褐炭を含む中新統の典型的な層序をキュタヒヤ地域のタウジャンル(Tavsanlı)地区の例で示した(第10図, Nebert, 1960; Bas, 1987)。ここには2枚の石炭層があるが、ひとつは前期-中期中新世のチェビレック(Tuncbilek)層で、他は鮮新世のチョッキョイ(Cokkoy)層である。火山岩や火山砕屑岩がしばしば見られ、砕屑岩や炭酸塩岩と指交している。

謝辞：本文の公表を許可くださった TPC に感謝する。トルコ石炭会社(Turkish Coal Enterprise)の Mustafa Yorukoglu 氏には褐炭に関する資料を、トルコ石油公社の Orhan Duran 氏, Kadir Gurgey 博士, H. Ismail Illeez 氏, Necdet Pamir 氏, Cengiz Soylu 氏, Orhan Turfanda 氏には本研究の過程で多くの助言をいただいた。Kezban Yilmaz 女史, Ismet Cecen 氏には図面と原稿の作成を手伝っていただいた。これらの方々に謝意を表する。

文 献

Arama Laboratuvarları Müdürlüğü, 1991, Güneydoğu Anadolu kaynak kayaları ve petrol grupları: TPAO Araştırma Rapor No. 1600, 10p.  
 Baş, H., 1987, Tavşanlı-Domaniç (Kütahya) volkanitlerinin özellikleri ve Batı Anadolu Senozoyik volkanizmasındaki önemi: T.J.K. Bull., v. 30, no. 2, p. 67-81.  
 Çelikdemir, M. E., Dülger, S., Görür, N., Wagner, C., and Uygur, K., 1991, Stratigraphy, sedimentology, and hydrocarbon



- potential of the Mardin Group, South-east Turkey, in: A. M. Spencer (Ed.), Generation, accumulation, and production of Europe's hydrocarbons, Special Publications of EAPG, no. 1, p. 439-454.
- Ebanks, W. J. and Duran, O., 1992, Geologic analysis of cores Cendere-9 well, Cendere field, southeast Turkey: TPAO Araştırma Report No. 1773.
- Enver, S., 1984, Zonguldak havzamız: Etibank Yayınları, Güzel Sanatlar Matbaası Ankara, 88p.
- Gürgey, K., 1991, Genetic classification of the SE Turkey oils and delineation of source rock types with the use of biological markers: METU, Ph.D. Thesis, 320p.
- İztan, H. and Soyulu, C., 1991, Güneydoğu Anadolu bölgesinin organik jeokimyasal değerlendirilmesi, Cilt 1, Kaynak kayalar: TPAO Araştırma Rapor No 1599.
- Kartalkanat, A., 1990, Osmanlılarda madencilikle ilgili yasal düzenlemeler ve madencilik politikası: Geological Engineering, no. 36, p. 65-71.
- Kartalkanat, A., 1991, Cumhuriyet döneminde madencilüğümüzün gelişimi ve Türkiye madencilik politikası: Geological Engineering, no. 38, p. 51-67.
- Kerey, I. E., 1985, Facies and tectonic setting of the Upper Carboniferous rocks of Northwestern Turkey, in Dixon, J. E. and Robertson A. H. F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean: Special Publication of the Geological Society No. 17, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 848p.
- Kerey, I. E., Kelling, G., Wanger, R. H., 1986, An outline stratigraphy and paleobotanical records from the middle Carboniferous rocks of northwestern Turkey: Ann. Soc. Geol. Nord. November 1986, pp. 203-216.
- MTA, 1986, Türkiye linyit envanteri: MYA Publications no. 196, 156p.
- Toprak, S., 1984, Petrographic characterizations of coals in the Kozlu and Kılıc formations (Westphalian A), Zonguldak-Turkey: MSc Thesis, University of Pittsburg, 78p.
- Tuncalı, E., 1985, Türkiye'de linyit aramaları ve MTA'nın kuruluşundan itibaren yapılan çalışmalar, in: Erden, E. and Gönçüoğlu, M. C. (Eds.) MTA 50. Yıl Simpozyumu Bildiriler, p. 309-313.

---

Volkan S. EDIGER and Dogu TUNA (1993): Primary Energy Resources of Turkey: Hydrocarbon and Coal.

---



著者紹介 Dr. Volkan S. Esiger (ヴォルカン・エディガー) (左).

(トルコ石油公社研究センター副所長)

1979年中東工科大学地質学部卒, 石油公社入社. 1983~86年米国ペンシルバニア州立大学に留学, Ph.D. 取得. 国際花粉学会連合評議員など学会役員を歴任. 1993年より現職, 中東工科大学地質学部講師を兼務.

Dr. Dogu Tuna (ドーウ・トゥナ) (右).

(トルコ石油公社理事, 同研究センター所長)

1961年イスタンブル大学地質学部卒, 石油公社入社. 南東アナトリア探査部長, 石油公社プロジェクトアドバイザー, トラキア支所長などを歴任. 1989年より現職.