

世界のエネルギー資源と資源評価の方法について

Charls D. MASTERS (米国地質調査所)

1. はじめに

皆さんこんにちは 米国地質調査所からシンガーとともにまいりましたマスターズです。 私たちは 今日ここでお話しさせて頂くことを大変うれしく思っております。

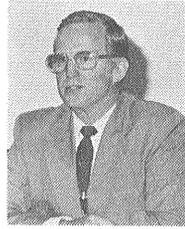
ところでエネルギーというものは一国の経済の繁栄の鍵となっており いかなる国も エネルギーに頼ることなくして 人々によりよい生活をもたらすことはできません。

米国はこれまで自国の資源を開発することによって自分たちの需要を満たしてきましたが 最近になって資源に関しても他国との相互依存が必要であることを痛感するようになってまいりました。 日本や西ヨーロッパの方々は この相互依存の重要性について以前から十分認識しておられたと思います。 国家の安全保障という面でもエネルギーあるいは鉱物資源というものは大変重要です。

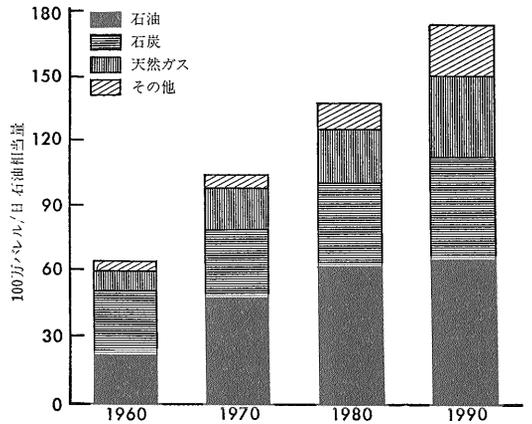
石油とガスは大変廉価で便利なものですので 過去数十年間 工業と輸送のためのエネルギー源として使われてまいりました。 第1図はシェル・オイル社の出版物から引用したものですけれども これを見ますと世界のエネルギー消費の急増ぶりがよくわかります。 もちろんエネルギーの消費量の伸びの中で占める石油の割合は非常に大きく またこの期間においては 天然ガス・石炭・原子力の使用もふえています。

第2図は原油の地域別埋蔵量を示したものです。 本図からわかるように 消費量の伸びに対し埋蔵量は1970年代後半以降に減り始めてきています。 この減少傾向は先ほどシンガーが述べたものと同じ理由によるものです。 つまり埋蔵量の大きな油田は 他の資源の場合と同様に発見が稀だからです。 かつては石油を大量に見つけることができ このことは石油の低コストと大量消費をもたらしました。 現在では既知油田に代るものを見つけることが大変困難な状況になり 継続的に探査が続けられているにもかかわらず 主要なエネルギー資源である石油の埋蔵量は減ってきているわけです。

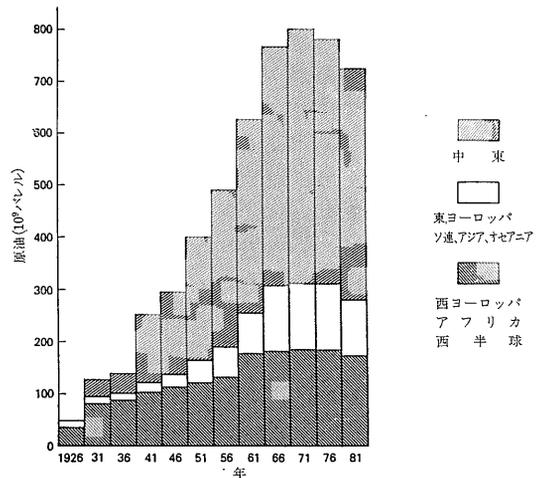
今日私たちは 発見するよりも多く石油を消費してい



Charles D. Masters 1929年生れ。石油資源評価の権威として知られる。1983年ロンドンで行われた世界石油会議で石油の究極埋蔵量についてそれまでの予想を大きく下回る見解を発表し話題となった。現在米国地質調査所エネルギー・海洋地質部世界エネルギー調査室長。 PhD.



第1図 世界のエネルギー消費量 (WEC-1981を修正)



第2図 原油埋蔵量の推移

ます。そして価格は高く 当然のことながら各国ではこの高いエネルギーコストの負担が大きな問題になっています。したがって新しい大油田が発見されるとか 採掘及び回収技術の進歩 あるいは他のエネルギー資源の比率をあげることなどによる エネルギーコストの軽減が要望されているのです。

私たちのエネルギー資源としては 望ましきの高い順に並べますと 石油 ガス 石炭 ウラン 超重質油 タールサンド そしてオイルシェールがあります。

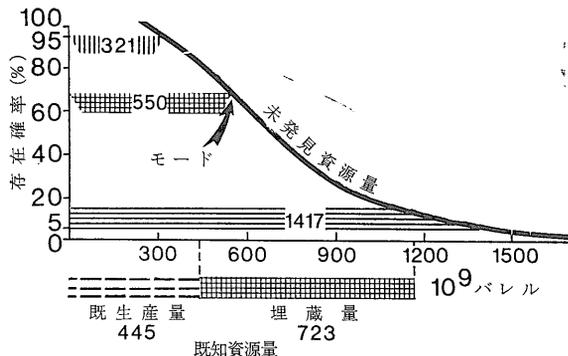
エネルギー問題の最も望ましい解決策としましては油田の発見率を高めること あるいは既存の油田からの回収率を高めることです。また タールサンドから超重質油を回収することも考えられますし エネルギーの割合を変えるということも考えられます。しかし石炭や原子力に転換していくということになりますと それに伴って公害をはじめ多くの問題が出てまいります。

これまで現在のエネルギー事情についてみてきたわけですが 私たちは石油 ガスの賦存量を的確に把握することが重要と考え 4年ほど前から世界のエネルギー資源の研究を実施してまいりました。この研究には幾つかの目的があります。第一は当面の生産能力という点であり 世界の主要な地域におけるそれを確認することです。それから埋蔵量 新埋蔵量の発見率 さらに未発見の潜在埋蔵量などを研究することによって 世界のいろんな地域での生産の維持と開始の可能性について判断することです。つまり私たちがやろうとしたことは 世界の石油の現状を知り将来を予測するということでした。そして 世界のどこかにまだ大量のエネルギー資源がかくされているか否かを知りたかったのです。たとえ未開発の石油が大量に発見できなかったとしても 少なくとも世界の地理学的・地質学的理解を深め 今後の資源探査に何らかのかたちで貢献したいと考えました。

1970年代に私たちは メキシコで新たに発見された石油について国務省から問合せを受けました。当時 私たちには世界のエネルギー資源を調査するようなプログラムはありませんでしたので 国務省への回答は適切ではなかったと思います。

こうした経験に基づいて私たちは世界のエネルギー資源の研究を開始しました。そして これにより 将来においてはもっとまじな意味のあるアドバイスが出来るようにしたいと思っています。このようなプログラムの場合には 経験則というものは常に有効とは限りません。ですから次の段階としましては 今までの経験則というものに挑戦し 新しい観点から世界各地における

1986年1月号



第3図 原油の究極資源量

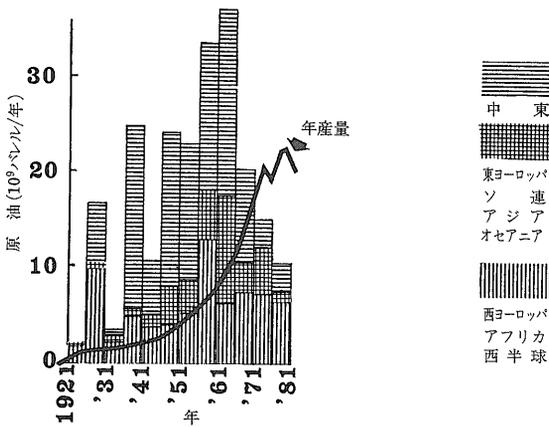
エネルギー資源の存否・規模についての評価をしていかなくはなりません。なお 経験則を吟味したり補強することも たとえば衛星画像などを使うことによって可能だと考えます。

私たちのプログラムには このような衛星画像などの情報があまり取り入れられてありませんが 皆様方は今後種々の地質・地理学的な測定の手段を開発されることと思います。そのときになりますと おそらく皆様は ground truth, つまり地上で見られる 真実の姿というものが必要になってくると思います。そのようなことによって情報を解釈されることでしょう。私たちが行っておりますような堆積盆スケールで 地上の事実に関するデータによって試みつつある解析の仕方は 皆様は今後行われます資源衛星を利用しての研究では補足的なものになると考えます。

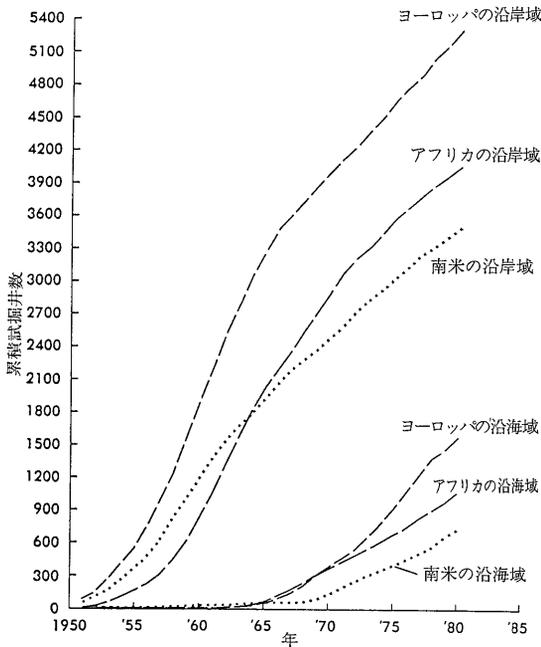
さて これから世界のエネルギー資源についての本論にはいり 石油を中心に話を進めていくわけですが 天然ガス・石炭及びウランについても述べ 最後に資源評価の方法にも簡単にふれたいと思います。なお 今日の話に関係した資料は地質調査所にお渡ししてありますので 関心のある方はご覧下さい。

2. 石油

石油の需給と資源分布 第3図は私たちが理解するところの世界の原油状況の概要を示しております。最下段の様子は 1981年1月1日現在の累積生産量4450億バレル 埋蔵量7230億バレルを示しています。大体世界で年間200億バレルの石油が生産され 100億から150億バレルの石油が消費されることを考えますと この数字を1984年や85年のものに直すのは容易です。上の確率図には未発見の資源量が示されています。横軸にバレル数 縦軸に存在確率が示されています。私たちの予測によりますと これから発見し得る石油量は5500億バ



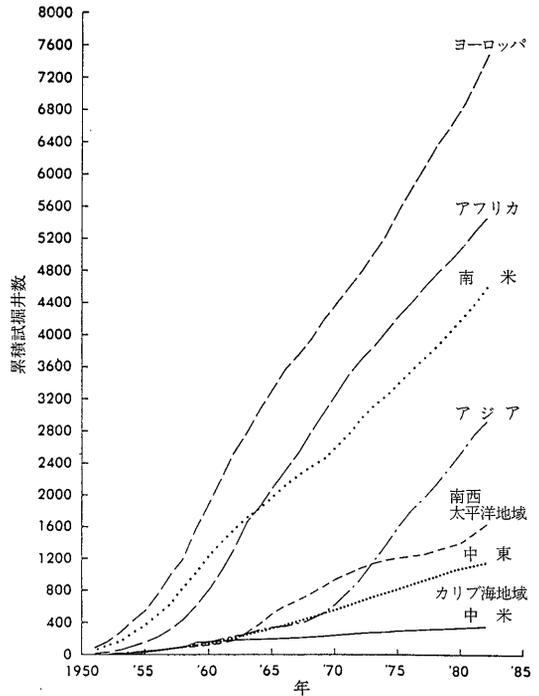
第4図 5年毎の平均をとった世界の年間原油発見率



第6図 世界各地の沿岸・沿海域における石油試掘井数の推移

レルであるということがかなり高い確率 (60%) で言えます。これは今までに発見されたものの約半分の量です。もっと楽観的な見方をすれば その量は1兆4170億バレルに達します。この確率は5%となっています。一方少なく見積っても3210億バレル程度の石油が今後発見されることは確かでしょうが 私たちの年間石油消費量が100~150億バレルであることを考えますとこれはかなり莫大な量といえるでしょう。

ここで私が申し上げたいのは 世界中にずいぶん多くの石油があるということです。現在の埋蔵量対生産量比率を見ても36対1になっています。さらに未

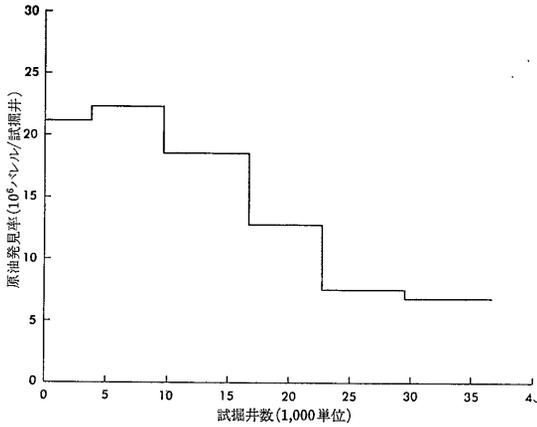


第5図 世界の石油試掘井数の推移

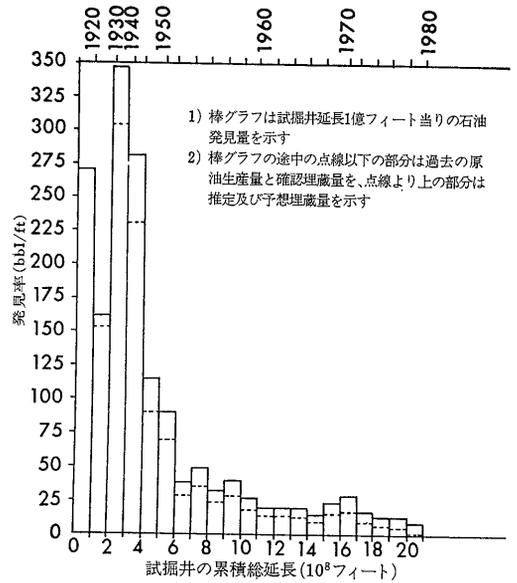
発見の資源量を考えますと 私たちはかなりの量の石油消費を続けていくことができるといえます。私たちの考えでは 資源の量というものは今後数10年間でなくなるものではないと思っています。この点に関連し 次に石油の発見率と長期的な分布について検討してみましょう。

第4図は 世界の原油の発見率を示しています。各棒が5年ごとの平均をとった年間の石油の発見量を 左下から右上への黒い線が石油の年間生産量をそれぞれあらわしています。この表を見ますと 1950年代の後半から60年代前半にかけては 年間300億バレル以上の石油が発見されたよき時代であったことがわかります。しかしその後は激減し 最近では年間発見量が100億バレル内外になっております。そして 生産量が発見量をうまわり その差は700~800億バレルになっています。なお 発見率の低下はソ連・中東・アジアに集中してしまて 西側諸国ではそれほどでもありません。西側諸国の場合は 北海 メキシコでの新たな石油発見があったからでしょう。

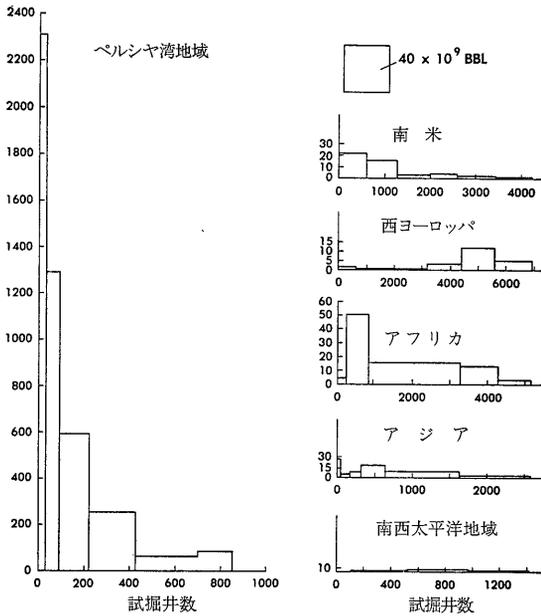
発見率が低下しているということですがけれども ここで重要なのは 探査の努力がそれほどされていないためなのか それとも探査の効率が低下したからなのかということです。そこで第5図と第6図に1950年以降の累積試掘井数を地域別に示してみました。2つの図から



第7図 米国・カナダ及び共産圏諸国を除く地域における原油発見率（折線グラフの横線は 1950年12月31日から1980年12月31日までの期間を5年毎に区切り その間の原油発見量/試掘井数比の平均値を示す）



第9図 米国48州における原油発見率と試掘井総延長及び年代との関係



第8図 1950～1980年の期間における5年毎の原油発見率と累積試掘井数。但しメキシコ・中国及びソ連の数字は含まれていない。

よくわかりますように 世界の各地で陸域でも海域でも試掘井は着実に増えております。ある人は 中東で石油が見つからないのは私たちが十分努力していないからだといいますが これは正しいことではありません。探査努力が着実に行われているにもかかわらず発見率が悪くなっているということは 明らかに探査効率の低下を意味しています。

1986年1月号

第7図には 米国 カナダ及び共産圏諸国を除く地域における石油の試掘井数と発見量の関係が示してあります。ペルシア湾 南米 西ヨーロッパ アフリカ アジア及び南西太平洋地域の場合は第8図のようになります。なお 西ヨーロッパでは他地域と事情が違いますが これは北海油田の発見があったからです。第9図は米国の状況を示したものです。ここでは試掘井の数ではなくて掘った深さ（フィート）と発見率との関係が図示してありますが 米国でも石油の発見率が大変下がっていることがわかります。

一般には 短期間におけるこのような大幅な効率低下はちょっと考えにくいことです。多くの井戸がさまざまな会社によって掘られ そして探査パターンについても いろいろ工夫・改良がなされてまいりました。にもかかわらずこのように発見率が激減しています。もしこの傾向が変わることがあるとすれば それは大きな技術革新があった場合だけでしょう。

地質学的な立場からしますと この効率低下は理解できると思います。一般に大きな油田は発見が容易であるので初期の段階に発見されます。発見率が低下したからといって 短期的にはそれほど心配することはないと思います。それはこれからも大量の石油が発見されると予想されるからです。

世界の石油に関しては その量と共に分布が問題になります。世界の石油資源を地域別に示し 多い順に並べると第10図のようになります。本図には累積生産量

と埋蔵量のほか 未発見の資源量もあらわされています。

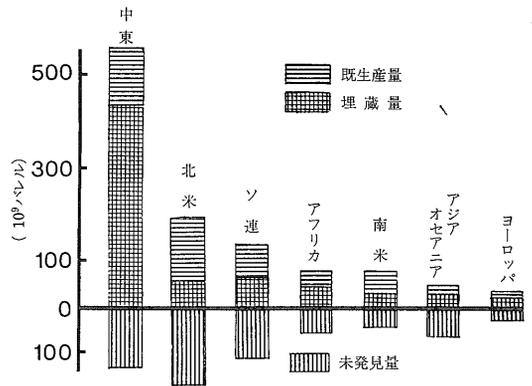
ご覧のように 資源の地域的な片寄りが目立ち 世界の究極資源の75%が3つの地域に集中しております。このことは重要な事実であり 今後の発見量を加味しても世界における石油資源の分布はほとんど変わりません。したがって 中近東諸国と OPEC は エネルギーという分野で今後も世界市場を支配し続けることになるでしょう。

私たちはこの調査を始める前に アジア アフリカ 南米 南北両極地域など比較的開発が遅れている地域の石油資源についてもかなり多くの情報を持っていましたが 私たちの研究によってそれが正しいものであるかどうかということを確認したいと思いました。その結果の一例を申し上げますと 北アフリカやベネズエラのような石油地質の面で非常に注目すべきところは アフリカ 南米両大陸の南部にはなく 従来の資源見積りが過大であったことがわかりました。

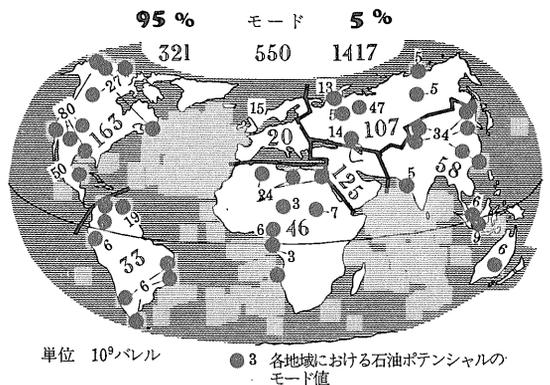
第11図は世界の未発見の原油資源の分布を示していますが 黒丸は私たちが石油があると考える地域横の小さな数字は予想される原油の資源量を示しています。これでは明らかなのは 約80%の石油が北半球にあるということです。そして先ほども申しましたように 石油の75%が3つの地域 ソ連 中東 北米に集中しているということです。石油は世界的にみますとこのような地域的な分布の片寄りを示し またそれぞれの地域内でも偏在しております。

北米の場合は ほとんどの石油がメキシコ湾岸地帯そしてアラスカに 南米では 大部分がトリニダッドペルー コロンビア ベネズエラにあります。ヨーロッパではほとんどの石油が北海に アフリカでは北アフリカの国々とナイジェリアに存在します。中東では未開発の資源のおよそ半分がイラクに集中し ソ連の場合は石油の半分が西シベリアにあります。アジアでは ほとんど大部分の石油が中国とインドネシアによって占められております。

今後の石油発見の見通し 上記のような資源の分布が変わる可能性があるとするれば 大産油地が発見されなくてはならないと思います。しかしながら私たちの研究では そのような地域 たとえば200億バレルの石油が出るような所は見つかりませんでした。バレンツ海は 北海やロシアのボルガ・ウラル地域に近く 大きな資源ポテンシャルを持つ地域と考えられてきました。しかし北海ではジュラ紀の地層が良好な石油の根源岩になっているのですが バレンツ海ではこのような地層が



第10図 世界における原油の地域的分布

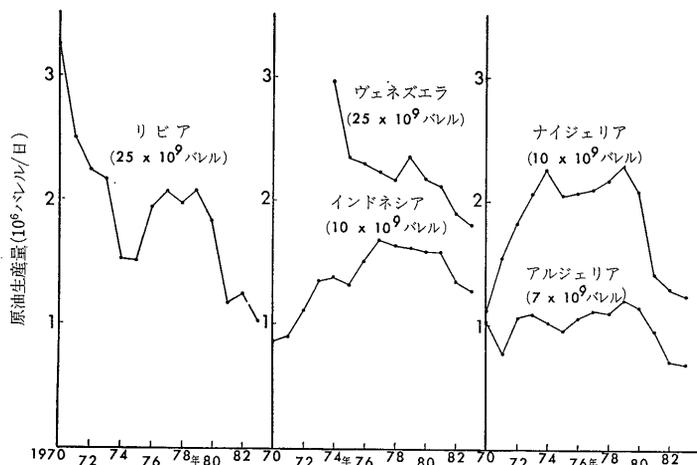


第11図 未発見の可採原油資源の地域的分布 (1983年1月現在)

ほとんど地表ちかくにあります。一方 ボルガ・ウラル地域ではデボン紀の地層が主要な根源岩になっているのですが この時代の地層は バレンツ海では層相を変え 旧赤砂岩層になっています。しかしながらバレンツ海は大変大きく 産油地として過小に評価するわけにはまいりません。現在のところ バレンツ海地域で最も注目すべき根源岩は三疊紀のもので す。私たちはこの地域に関しては積極的ですが いまのところあまり高い評価はできません。

中国についても 大量の石油埋蔵量があるのではないかと考えられてきました。しかし中国で問題となるのは 非海成層が卓越し また良好な貯留岩に乏しいということです。貯留岩の多くは火山岩の破片に富み 孔隙率が小さい。とはいっても中国は大変広大な土地ですので 今後とも開発を見守っていかなくてはならないと考えております。

世界における原油の地域的な偏在は 石油中心の経済システムと密接なかかわりを持っています。最近のことですけれども、私たちは国務省からペルシヤ湾口のホ



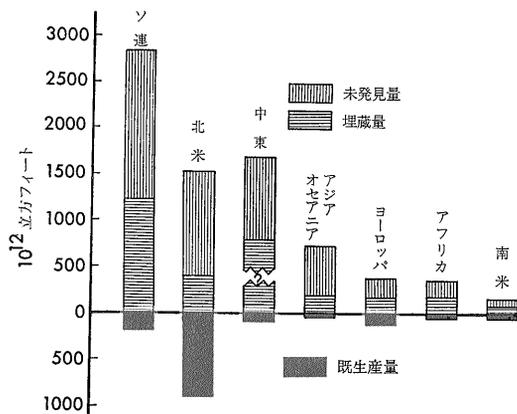
第12図 原油の余剰生産能力

ホルムズ海峡に関連したある問題についてコメントを求められました。というのはこの海峡が閉鎖された場合それによって生ずる石油供給の不足分をまかなうだけの余剰生産力が 世界にあるかどうかということでした。答えは「ノー」です。

ホルムズ海峡を1日に通過する石油量は大体700万バレル以上ですけれども 世界を見ますと 1日当たりの余剰能力は300~400万バレルでした。この数字は大変単純なやり方で出したもので 主要な石油生産国の生産量(第12図)のうち 1979年以降のものを基に予測を立てました。第12図によりますと 1979年のピーク時に比べ1日の生産量がリビアやナイジェリアでは約100万バレルに減少し インドネシア ベネズエラ及びアルジェリアの場合も50万バレル程度減っています。世界の1日当たりの余剰生産量300~400万バレルの半~半はリビアが占めており この点も問題です。もしホルムズ海峡が閉鎖されたら 西側同盟国間の相互依存関係が厳しく試されることになるでしょう。しかし 各国は少なくとも3~4ヶ月持ちこたえるだけの備蓄能力があるといわれています。

私の考えでは 原油の需給は21世紀まではかなりの余裕があると思います。しかしながら分布は限られていますから OPEC は今後とも生産割当てを続け 価格を高く維持するでしょうし また石油の豊かな諸国には供給を限定するようになるでしょう。

私たちは 原油の将来というものを皆様にわかりやすく示すため 世界各地における現在の埋蔵量と今後発見されるであろうものとを合せ その量によって世界を数段階に色分けしてみました。これから示す3枚のスライド(本文では省略)がそれですが 200~1000億バレルの資源量を保有するのはリビア 北海 西シベリア メキシコ及びベネズエラ 1000億バレル以上の地域はペ



第13図 世界における天然ガスの地域的分布(中東の天然ガス埋蔵量はここに図示したものよりかなり大きいと考えられる)

ルシヤ湾岸諸国です。これらの国についてここではあまり詳しく説明しませんが こういう世界の石油の大勢を示すものが作られているということもお分りいただきたいと思います。

石油探査の面でソマリヤとエチオピアが注目されていますけれども 私たちのこれら両国についての評価は低いものです。北緯62°以北の北海についても私たちは同様の見解を持っております。と言いますのは おそらくそのエネルギー資源の多くが 石油ではなくて天然ガスであると考えられるからです。しかし 今後の開発を注目していかなくてはなりません。また 私たちの評価はあまり高くありませんけれども グリーンランド東部の第三系地域はこれからの石油産出が期待できるところです。

アジアと西シベリアについて 私たちは強い関心を持ち 常に研究を重ねてきています。それはこれらの地

域でたくさんの石油が見つけれることが間違いないからです。南シナ海では現在非常に熱心に探査が行われていますし、今後1年間ぐらいの間にそれがどのくらいのものであるか分ると思います。ビルマでも探査が開始されています。同国東部には大変興味深い堆積盆がありまして、今後注目していきたいと思っています。

西半球についてみると、米国とカナダによる北極圏開発の結果が世界の石油資源量に大きなかわりをもっております。メキシコではユカタン半島でどれだけ石油が採れるかということですが、それでもそれほど採れないのではないかと私たちは予測しています。南米ではマルビナスマハラナス地域の探査が面白いと思います。ただし水深が大変深いということでマハラナス堆積盆においては油田のサイズが小さくなり、採算が合うものではないと思います。

3. 天然ガス

次に取り上げたいのは天然ガスです。私たちはまだこれについては研究を完了していませんけれども、どのような結論になるかということの大体の見通しはたっております。

天然ガスの豊富なのは中東、北米及びソ連であり、これらの地域は石油も豊富にあるところですが(第11, 13図)。これには地質学的な根拠があります。天然ガスの場合、それを保持するシーリングが大変重要になってきますけれども、ソ連では永久凍土層が豊かです。中東の場合には岩塩層があります。

天然ガスというものは用途にそれほど柔軟性があるというわけではありません。また国際市場においてもそれほど柔軟性があるということではありませんけれども、たとえば自動車を動かすということも含めて石油がやれることはすべてできるということです。いづれにせよ、その用途は現在制限されていまして、豊富なエネルギー資源であるにもかかわらず、現在では最小限しか利用されておられません。

天然ガスの生産は世界で年間大体58兆立方フィートですが、これを石油に換算しますと、石油の半分にしか達しません。埋蔵量は3000兆立方フィートぐらいと考えています。ただ中東に関してはもっとあるのではないかと、疑問符をつけています。埋蔵量対生産量の比率は50ということで、この先何年間かの生産がある程度保障されているといえましょう。第13図からおわかりのように、天然ガスの場合は未発見資源がかなり多量にあります。ガスは液化してタンカーで運べますが、これは面倒かつ危険を伴います。

そこで天然ガスと石油が両方ともある国においては、できるだけ石油の国内消費を抑え、天然ガスに転換をするようにしています。そのことによって貿易収支を良くしようとしているわけですが、この傾向は特にソ連やメキシコで顕著です。サウジアラビアは最近ドライガスを開発しています。ドライガス生産用の井戸を幾つか掘って、石油の生産をさらに下げようとしております。

天然ガスの3主要埋蔵地域と市場との関係について見てみましょう。明らかに北米では生産し得る天然ガスをすべてそこで使用することができます。ソ連はアメリカに次いで2番目に大きな天然ガスの生産国ですが、隣にヨーロッパ市場をひかえておりますので、生産したガスを売る気になればそこでさばくことができます。ただし、天然ガスは東シベリアにもたくさんあり、そちらで生産される天然ガスは太平洋側で販売されるでしょう。これがわざわざ西シベリアを渡っていくことはないと思います。

中東での天然ガスの販売は問題があります。この地域ではガスを使用する人口がそれほど多くないからです。したがって、今後かなりの期間にわたり天然ガスは地下にそのまま置かれると思います。将来はLNGとして輸出されるでしょうが、それはまだ大分先の話でしょう。またパイプラインでこの天然ガスを西ヨーロッパに供給し、ソ連のガスへの依存を減らして、国家の安全保障上のバッファーとすることも提案されています。3番目のアイデアとしては、イランの天然ガスをインドへ、サウジアラビアの天然ガスをアフリカへ送ることです。これらの諸国はいずれも人口が多く、そしてエネルギー資源が乏しいからです。ただし、このようなガスの需給に関しては多くの財政的・政治的問題があります。いづれにせよ、私がここで申し上げたいのは、天然ガスの需給についての勧告または提案ということではなく、世界的にみればまだかなりのガス増産能力があるにもかかわらず、その販路が決まらず、市場の開拓が困難であるという事実です。

4. その他のエネルギー資源

超重質油とビチューメン 第1, 2表は私たちが経済性を考慮して行った原油の分類と資源予測を示したものですけれども、ここでは超重質油とビチューメンについて考えてみたいと思います。

世界には莫大な量の超重質油やビチューメンがあり、今日までに生産されたのはごくわずかなものです。これらの回収にはかなりの時間がかかります。

第1表 世界の原油資源の分類 (単位: 10億バレル)

累積生産量 445	既 発 見 資 源 量		未 発 見 資 源 量		
	公 表 値	予 想	確 率		
	確 定		推 定	95%	モード
経済性資源	埋蔵量 723	未 評 価 資 源	321	550	1,417
限界経済性資源	限界埋蔵量 (回収率が1%増加した場合) 34				
準経済性資源	公表された準経済的資源量 2,267		623	1,068	2,750

(1981年1月現在) (1983年3月の資料による)

他の形態	超 重 質 油 及 び ビ チ ュ ー メ ン
------	-------------------------

第2表 超重質油とビチューメンの資源量
(単位: 10億バレル)

累積生産量	超重質油	0.227
	ビチューメン	0.427
埋 蔵 量*	超重質油	0.2
	ビチューメン	1.5
限界埋蔵量**	超重質油	59
	ビチューメン	172
準経済性資源量	超重質油	500
	ビチューメン	1,500

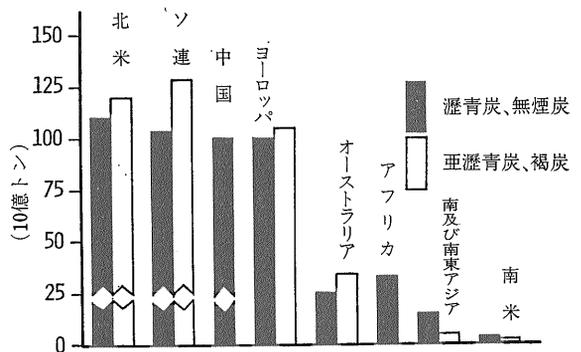
(Meyer, R.F., 1983, による)

* 現存の生産設備の年間処理能力の25倍を埋蔵量として計算した。

** 技術的に回収可能な量から上記の計算埋蔵量を除いたもの

私たちの埋蔵量の予測は 現在の生産設備×25年間という出でしてはいます。したがって生産キャパシティーというものは とても限定されたものであることがお分かりいただけるでしょう。一方 これらから回収が可能な石油は全体の10%ほどですけれども これは大変大きな数字であります。私たちはエンジニアの方々と話して思うのですけれども 超重質油やビチューメンから 燃料として使われるほどのペースでは石油は回収されません。そのかわりこれらは 石油化学工業の原料として重要になってくると予想されます。

石炭 第14図は世界エネルギー会議のブリティッシュ1986年1月号



第14図 世界の石炭埋蔵量 (1984)

(註) 1) WEC (1981) を修正

2) 北米・ソ連及び中国の埋蔵量は控え目に見積っている

3) 世界の年間生産量…30億トン

・ペトロリアムの出版物から引用したものです。これに世界の石炭埋蔵量が示してありますけれども それは大変控え目な数字だと考えます。中国の方とも 石炭の埋蔵量についてはかねてからお話ししているのですけれども 彼らが言っている 950 億トンの方が 世界エネルギー会議で出された数字よりもっと妥当なものだと思います。米国でもこの数字はもっと大きなものになると思います。ただ興味深いことは 米国では過去数年間に於いて石炭の生産量が大変上昇してきて 年間 6 億トンから現在では 9 億トンにふえています。このような石炭の生産は数10億バレルの石油にとってかわるものです。

石油や天然ガスと同様に 石炭の場合も問題はその分

	年間生産量(P)	埋蔵量(R)	R/P	未発見資源量(r)	r/p
石炭の生産量と埋蔵量及び資源量の関係	3	900	300	2,100 } 5,100	700 } 1,700
現在の石油・天然ガスの生産を完全に石炭で置きかえた場合	10	900	90	2,100 } 5,100	210 } 510
上記石油・ガスの生産を2倍と仮定してこれを石炭で置きかえた場合	20	900	45	2,100 } 5,100	105 } 255

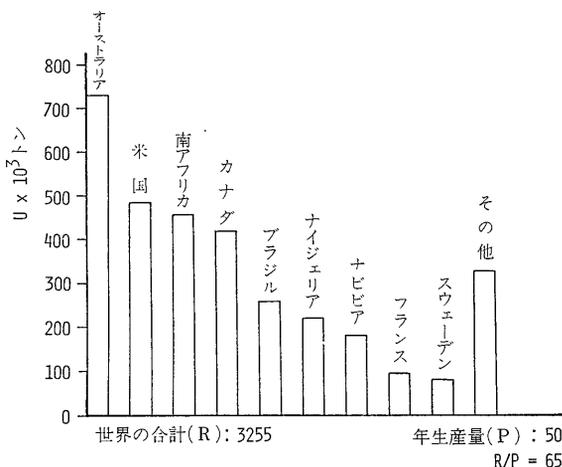
第3表 石炭資源量とその供給可能年数(単位10億ドル)

布です。第14図からおわかりのように 3大石炭埋蔵地域は北米 ソ連及び中国です。赤道の南の地域では 石炭もそれほどありません。また皆様ご承知のとおり Gondwana 大陸炭は 質の高いいものではありません。しかしながら亜炭も含めると石炭は各大陸にまたがってかなり普遍的に分布し 量的にも多いので 今後エネルギー資源として対石油比が増大していくものと考えられます。

石炭の埋蔵量がいかに莫大なものかを皆様におわかりいただくために 第3表を作成しました。この表は現在の世界の埋蔵量と年産量 それから未発見資源量と年産量の比率をあらわしております。この表からわかるように 例え埋蔵量が増大しないとしても 現在のペースでいくと今後 300年間石炭の生産が可能で。

もし現在世界で使われている石油あるいはガスに石炭がとってかわるものであるとすれば 石油の BTU 換算で 石炭は年間 100 億トン生産しなければなりません。そのように多く生産したとしても 埋蔵量・生産量の比率は99になります。大変控え目に 未発見の可採炭を 2~5兆トンとみましても 200~500年生産することができるということです。石炭について私がここで申し上げたいのは 資源量が莫大であり きわめて長期にわたりエネルギー源として用いることができるということです。

ウラン 第15図は世界のウラン資源分布を示したもので 資料はブリティッシュ・ペトロリアムから入手しました。これには共産圏諸国のものははいっていませんが 中国とソ連には多くのウランがあるものと考えられます。なお米国をたつ数日前に IAEA (国際原子力機関) から新しい数字を入手することができまして それはこれとはかなり違っています。ここで私が強調しておきたいのは 石油や天然ガスまたは石炭に比べ ウラ



第15図 ウラン資源の国別分布 (IAEA Redbook-1983による) (中国及びソ連のウラン資源量はそれぞれ米国のそれに匹敵すると推定される)

ンの場合は分布がもっと普遍的であるということです。

世界で年間 4 万トンのウランが使われています。しかしながら現在すでに発見されたウランの埋蔵量は 200 万トンあります。それに加えて 追加的な埋蔵量と IAEA が呼んでいるものが 50 万トンあります。ウラン資源は 軽水炉を使って今のペースで消費するとすれば 80 年間でなくなり 増殖炉使用の場合は今後何 1000 年にもわたってエネルギー源として利用することができます。

5. 資源評価の方法

これまで 私の知っている限りの知識をもって 世界の資源の分布についてお話しました。これからは 私たちがどのようにアセスメントをするかということに

ついて簡単に触れたいと思います。

石油の評価をする場合には 地域的な情報のあるいはある地域の詳細にわたる情報の どちらをも取り上げることが出来ます。もし 全世界を2〜3年の間に見ろということでありましたら 広域的に見なければなりません。しかしながらそのような広域的な研究により見積って作成した地図——先ほどの原油の将来などをあらわした地図など——を見ても だれも投資をしたいとは考えないでしょう。堆積盆のアセスメントが終わりましたら その後しなければならないことは 貯溜岩とそれから根源岩の層序を検討することです。

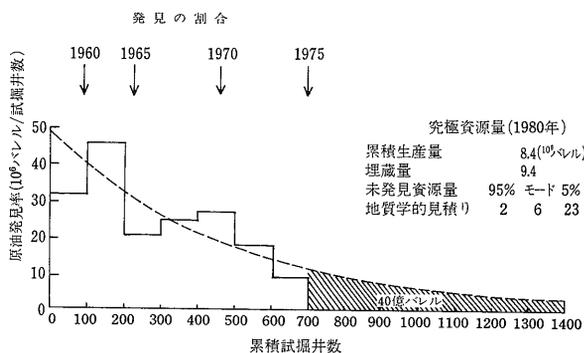
資源アセスメントについては 今日では膨大な文献がありますので それについてここで触れたいとは思いません。その中でも重要だと思われるものを幾つか地質調査所の方にお渡ししてありますので 興味のある方は後でござらんになっていただきたいと思ひます。

私たちは地質学的手法をふみまして石油が見つかるような有望な特性というものを 見いだそうといたします。そして同時にその地域の工業活動という点も考慮致します。

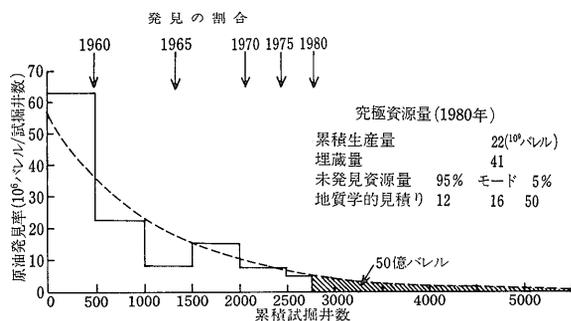
私たちが行った資源評価の例としてナイジェリアの場合を第16図に示します。ここでは原油の究極資源量が60億バレルと出ています。そしてこれを発見率と比較して分析しました。つまり掘られた井戸の数 各井戸についてどのくらいの石油が出たかを比較するわけです。その比較の結果これからまだ40億バレルもの石油が出てくるのではないかと思います。そして石油のアセスメントを見ても同じような数字が出ています。これはすなわちこの地域が石油開発の面では非常に成熟した地帯であるということを示していきまして ここには新しいタイプの層は出てこないであろうということを示しています。このことは試掘井の地理的分布やその密度からもいえます。

北アフリカの場合 私たちは未発見の石油が160億バレルあり ここからは今後50億バレルの産出があるものと予測しております(第17図)。これらの数字が示唆していることは 北アフリカが比較的未熟な地域であるという可能性でして 私たちがまだ調査していないようなタイプの地層に石油があるかもしれないということです。モロッコとアルジェリアにおける試掘井の密度はナイジェリアの場合よりもかなり小さく まだこれから掘っていく余裕が十分にあるといえます。

資源評価の研究を通じ私たちが実感したことは 世界のどのような堆積盆でどの程度の石油が採れるかといったようなことをよく知っている経験豊かな方々の知識に



第16図 ナイジェリアの原油資源開発状況



第17図 北アフリカの原油資源開発状況

まさるものはないということです。私たちは現時点では石油の起源についてかなりよく理解していると思ひますし それによって探査や評価のテクニックをいろいろと開発してまいりました。もちろんこれらのテクニックは 私たちの手もとにある測定 の道具によって作られたものです。もしその道具が違う手段のものでしたら違った方法のアプローチをしたかもしれません。

衛星は明らかに新しい手段といえます。私たちが今まで測定してきた同じものを 違う観点から測定することもできるでしょうし 私たちが測定したことのない全く新しいものを測定することもできます。私たちは堆積盆の研究というアプローチをとっていますけれども 衛星の写真 画像というものは大変重要なものでして この2つは相互補完的なものであると思ひます。それぞれが独立して研究を進めることはできない性格のものであることを強調して 私の話の結びと致します。