

講 話

石油地質學概要 (三)

理學士 大村 一 藏

二、石油鑛床學大意ノツヅキ

6、油井内の出油

石油鑛業は石油鑛床中に坑井を穿ち、坑底に集注し來たる石油を汲み取ることに基礎を持つて居る。坑底に石油の集まるは、有孔質岩石の場合には岩石の透過性による事は勿論なれども次の條件が石油集中の遲速及び坑井の生命に重大なる關係を有して居る。即ち(1)鑛床内の壓力、(2)鑛床内の路がそれである。

鑛床内の壓力として數へ得るものは鑛床内に鬱積する瓦斯の壓力、端水の壓力及び岩石の壓力である。岩石の壓力は岩石が壓潰せざる限り直接石油の排出に影響なく、端水の壓力は時に排油に影響することあるも一般には左程著しくない。要するに直接に排油に最も關係深きものは瓦斯の壓力である。一般坑井の成績に就て見るも出油大なるものは瓦斯多く、時としては噴油に始まり、瓦斯の減退と共に

に油量も減退する如き明白な關係がある。一般に一坑井の油量は穿孔當初に於て最も大にして漸次減退するものである。一油田全體としては開業當初の新堀井の穿掘當初に於ける原始油量 Initial Production は常に大なるも、漸次年を追ふて新堀井の原始油量の遞減を見るに至る。一油田の鑛床内の壓力は新堀井の原始量に由てこれを推測することが出来る。

石油が坑底に集中する際、若し鑛床内に岩石中の普通の空隙よりも大なる水路 channel ありて鑛床内に敷衍せらるゝ如きことあれば、これに近き石油は先づ水路に集まりこれに由り坑底に至ることは長く岩石中を透過するよりも遙かに迅速なるわけである、この水路は種々の現象よりして、出油の際鑛床中に作成せらるゝことが信ぜられる。普通の鑛床内にては水路は坑底を中心とし放射狀に、鑛床内の壓力を以て自然に作成せられるやうである。其の狀恰かも地表の排水組織が一の池に向つて集中する如き狀態である。それ故、原油鑛床學にてもこれを排油組織 drainage system として居る。一坑井の出油の遲速(量の大小)は瓦斯の壓力によるも、坑井の命數は排油組織の完、不完及びそれが廣き面積に亘れるか否かに由て決定されるものである。一時に大なる出油を見るも命數の短期なるものあるは壓力の大なる割合に排油組織の不完全なるか又はその範圍の狭いためである。貯溜岩が柔軟粗鬆なる時は完成され易く且つ廣き範圍に到達し易い。殊に瓦斯の壓力の強大なる程益々完全に且つ範圍を廣め得るのである。反之その岩石が緻密堅硬なる程排油組織の作成は困難である。貯溜岩が粗鬆柔軟にして瓦斯の壓力の大なる時は驚くべき長命の坑井を出現することがある。日本の例としては、越後新津油田の小口第二號井なる油井は大正二年六月成功せし以來產油の遞減極めて小にして今日尚

は日産四十石を有し、最初よりの産油の總額は三十二萬石に達して居る。又本井の成功直後その附近に穿掘されたる數ヶの坑井は何れも原始油量も少なく命數も極めて短期なりしことは本井の命數の長きに比較して頗る興味ある現象であつた。本井の如きは排油組織が完全且つ廣き範圍に作られたる好適例である。固き貯溜岩にして出油の不充分なる時、坑底を爆發藥にて破碎すれば多量の出油を見るに至ることあるは人工的排油組織の作成である。此の方法は *Shooting* 又は *Torpedoing* と稱し一八六三年以來、米國の古生層中の堅硬な岩石の油田に於て盛に利用されて居る。

二次的空隙の鑛床に於ては出油の緩急は同様瓦斯壓に由るも、他は排油組織等の關係なく罅隙の大連絡の程度に由る。罅隙の大なるものは石油の通過が自由 *Open & free* なる故、例外に大なる出油を見ることがある。メキシコ油田の如く一日三十餘萬 <sup>バレル</sup> 咄を噴油するもの、或は八年間に一億 <sup>バレル</sup> 咄の石油を噴油し續ける如き記録を示す如きは其の好例である。

瓦斯並に排油組織に由て石油が一井に集中し來るべき區域は自然に限定さる。此の區域を油井の勢力圈 *Sphere of influence* といふ。一油井の出油量が新たに穿掘されたる附近の油井の出油の爲めに減退する如き現象がある。かくの如き現象を油井の干涉 *intefere* と稱して居る。要するに新舊二井の勢力圈の干涉の結果である。

## 7 油 井 配 置

一の鑛床に集積する石油を完全に採油せんには油井の勢力圈を適當に配置しなければならぬ。油井の配置が密に過ぐれば勢力圈は互に一部重複するが故に採油費を徒費する結果となり、疎に過ぐれ

ば中間に石油を遺棄することゝなる。故に油井の配置 *Spacing* は探油上重大な問題である。然かし勢力圏の半径を正確に知ることは全く不可能のことである。例へば其の半径が瓦斯の壓力に比例するとせば瓦斯壓は常に一定にあらざる故、半径もこれに従つて差異あるわけである。その他種々の條件を考ふれば其の決定は全く不可能なるを知る。實際には過去の經驗に由り互に干渉せざる距離を推定し坑井の間隔を定めて居る。

### 8、孔度の不規則及び變化

貯溜所は全體を通じて均様な孔度を有するものにあらず、場所に由り孔度に大小の差あるを免ぬがれず、従つて抱含する石油の量にも場所に由り差がある。これを孔度の不規則 *Irregularity of Porosity* と云ふ。此の現象は岩粒の結合の粗密の程度又は凝結物質の多少に由て起るものである。この現象は其の岩石の成層當時より存在するものと、其の後に至り壓力の増加又は凝結物質の浸入等により生ずる場合もある。

孔度の不規則の結果、貯溜所に稼行に堪ゆる豊富なる部分と稼行に堪へざる貧瘦の部分とを生ずることがある。稼行に堪ふる部分を然からざる部分に對して *oil pay* 又は *pay streak* と云ふ。此の *oil pay* は特殊の形狀即ち一部に厚く狭まく恰も塊狀の如き狀態をなすことあり、これを油囊 *oil pocket* と云ふ。

この孔度の不規則は本邦油田には頗る多き現象にして扁豆狀の *oil pay* 及び油囊狀の鑛床は甚だ少なくない。越後の頸城油田、秋田縣の由利油田には此の例の鑛床が最も多い。

## 9、油田の區域

一の油田に於て掘鑿された油井の成績及び地質の關係より石油が確實に存在するものと測定し得る部分がある。この區域を確定區域 Proved area と云ふ。此の區域に連續して石油の存在を推測し得るも多少の疑問を存する如き部分を第一推定區域 Possible area と云ひ、更に之に連續する區域にして石油の存在の望みあるも又これを否定する材料の多き區域を第二推定區域 Probable area と云ふ。

## 10、表面徵候

石油が地中に存在することは地表に現はれたる石油又はこれに關係ある物質の存在によつて推知するのである。石油夫れ自身又はこれに關係ある物質が地表に露はれ吾人をして石油の存在を知らしめ又これを推測せしむる如きものを石油の表面徵候 Surface indication と云ふ。石油以外の鑛物の場合は鑛物の露出に由て鑛床の存在を知り露出せる鑛物そのものを鑛業の目的とするものなれども、石油に於ては之と趣を異にし地表に露はれたるものは目的物とはなさず、これを手引即ち徵候として附近に穿孔し、地下に石油鑛床の有無を檢定するものである。

表面徵候を分かつて二種とする。直接徵候と間接徵候がそれである。直接徵候に屬するものは滲油 Seepage、アムハルト、天然瀝青 Natural bitumen 等にして、間接徵候としては瓦斯、鹹水並に地質及び地質構造等である。

滲油とは含油層の露出、岩石の裂隙より滲出する石油、湧泉に伴ふて出づる石油等凡て石油の地表に滲み出せるものを總稱す。この徵候は石油それ自身の發露なる故、最も有力なものである。同じ原

油にてもバラヒン系の石油は空中に曝露さるゝ時、輕質の部分は發散し重質の部分は其の色淡薄にして人の注意を惹かず且つ粘質少なく容易に雨水に洗ひ流さるゝを以て滲油の徴候を失ふ機會が多い。之れと反對に瀝青系の原油は重質の部分粘着性強く且つ曝露と共に其の度を増し容易に流失せず、加ふるに其の色漆黒なるを以て徴候として殘こる機會多く且つ人の注意を惹き易い。砂岩中に浸染せる石油が全く乾燥し盡したる時は普通の砂に鐵、滿俺等の如き物質の附着したるものと殆ど區別がつかない。かくの如き場合にはコロホルムの如き溶劑を以て處理すれば、その何れに由るものなるかを區別することが出来る。

アスハルトの徴候としての價值は其の成因よりして滲油と何等異ならない。又、場合に由りては兩者を區別し難いことが多い。アスハルトの多量に集積して居たものは日本にては秋田縣の豊川油田である。北樺太の油田地にはツンドラ中に非常に大なるアスハルトの集積あり、露語にてキール<sup>Kier</sup>と云ふ。米國のカリホルニヤ州の油田の一部、メキシコ油田、ベネズエラ、ツリニダッド等には大なるアスハルト集積の在るを以て有名である。就中ツリニダッドはアスハルトを充滿せる大なる油のあるを以て有名である。

天然瀝青は地臘 Ozokelite マンザク Manzak グラハムイト Grahamite 等を云ふ。固形の石油類及びその變化物なればアスハルトと同様直接の徴候である。之等の物質は多く岩石中に脈狀をなして存在すれど、本邦には未だその存在せる例を見ない。歐羅巴のポーランド油田は地臘が多數脈狀に存在せるを以て有名である。

天然瓦斯は必ず石油に伴ひ又石油の存在する附近には天然ワスの集積あるを以て天然瓦斯は間接の徴候として有力である。然かれども天然瓦斯にても沼氣、石炭瓦斯の如きものある故、石油に關係ある瓦斯と夫等との辨別をなす必要がある。若し瓦斯が石油臭を有すれば直に辨別し得るも、然からざる場合には其の區別は容易でない。石油に關係ある瓦斯にても地表に逸出し來る場合には石油臭を有せざることが多い。若し瓦斯が、石油の存在すべく推定を許さるべき地層の場所に逸出する場合には徴候として取扱ひ得るも、卑濕の地にして沼氣を發生し得べき場所にては其の取扱は不可能となる。通常卑濕の地に發生する沼氣の場合はカナ氣を有する淡水を伴ふ故、これを辨別することが出来る。別に又分析に由り比重の重い炭化水素瓦斯の存在を知ることとも石油に關係ある。瓦斯識別の一方法である瓦斯の發生に伴ふ現象に泥火山がある。是が存在も亦一種の表面徴候である。泥火山は臺灣南部ビルマ、南米コロンビヤ等の油田に多い。此の現象は瓦斯發生に伴ふものなるも、瓦斯の發生あるも必ずこれを伴ふものに非ず。地質に密接な關係を有して居る。即ち頁岩質の物質が水に對して膠様に溶解する如き性質を有して居なければならぬ。臺灣の南部の石油地は世界第一の泥火山地と考へらるゝものなるが、此の地方の頁岩は水に對しては直に溶解し、乾燥すれば直に硬化する如き性質を有し蝕剝作用に對してもバッドランド的地形を成す如き特徴を持つて居る。此の如き頁岩の性質に由て地方に泥火山の現象があるものと解することが出来る、尙ほ此の頁岩中には醋酸ナトリウムを含み最多き部分には七%を有して居る。

石油の鑛床には必ず鹹水を伴ふ故、これも徴候として利用することもある。

間接徵候として地質及地質構造は甚だ重要なものである。石油の發見は最初は直接の徵候並に瓦斯の如き間接の徵候に由て發見の端緒を得たるものなるも、近時は既に産油を見つゝある地層と同様な系統に屬し、石油集積に好適なる造構を有する地點は有力なる徵候として取扱ふに至つた。米國の石油業が今日の如く偉大なる發達を見たるは、二十世紀に入る頃より、既に成功せる油田の地層と系統を同じくする地層にて成れる地方の構造の良好なる地點に試掘し成功せるに歸因して居る。現今米國にて最も多量に産油あるカリホルニア州は頗る徵候多く、初期の油田は悉く之等徵候を端緒として成功せしが漸次、地質及地質構造の關係より在來の徵候の無き地にも油田の成功を見るに至り、就中一九二〇年以後の大發展はそれ等の方面に大油田が成立した爲である。又加州に次で多量に産出するオクラホマ州にては石油の徵候極めて少なき地方なるも、近接州の經驗に由り古生代のペンシルベニア系（石炭系）より成る背斜構造の個所を試掘し遂に今日の如き偉大なる發展を見るに至つた。又、ロッキーマountain中のワイオミング油田の如きも最初の一油田は徵候に由りたるも爾後の幾多の油田は悉く地質及構造の試掘に成功したものである。尙ほ近來、新油田の發見されつゝあるアルカンサス、テキサス方面では白堊系の地帶を盛に試掘して居る。それ故、米國石油界には試掘を一名『構造の試錐』*Test of structure* と稱することがある。以上の如き有様にて米國の石油業は徵候地の缺乏に由り一時は行詰りの觀ありしも地質上の間接徵候の尊重に由り今日の如き發展を見るに至つたのである。

其の他地方的に特殊の物質並に現象を徵候として石油を搜索することがある。例へばテキサス州のメキシコ灣沿岸の平坦なる卑濕地に發見さるゝ鹽丘の鑛床は、平坦地が地下鹽丘の隆起のために多少



昂隆せるを嚴密なる地形測量に由りこれを認め、この事實を徵候として鹽丘を發見の手引としてゐる又此の地方にバラヒン土と稱せらるゝ一種の惡臭を放つ泥土あり、此の物は瓦斯噴出の際、泥土中の植物質の物質と瓦斯と作用し一種惡臭の物質と化せるものと解され、従つて此の物質の存在は曾て瓦斯の噴出せしことを示すものとして、これも徵候と認められ、試掘の手引として取扱はれて居る。

地質學者が油田を調査鑑定する際には大畧次の如き標準にて級位を付けて居る。即ち(一)地表徵候ありて石油鑛床成立に好適する地質學的條件を有するものを第一位とし、(二)地表徵候なきも地質學的に石油の存在が推定され、而して石油鑛床成立に好適の地質學的條件を有するものを第二位とし、(三)地表徵候あるも地質學的條件の不良なるものはこれを第三位とす。(四)地表徵候あるも地質學上の條件不明なる如き場合にはこれを良好なるものと假定して取扱ふを安全とする。

## 11、鑿井法

油井はその目的に由てこれを二種に分つ。一は試掘井 test well にして他は採油井 producing well である。試掘井は不確定區域に坑井を穿つて稼行に堪ふる鑛床を發見する使命を有するものである。それ故、此の場合には地下の狀況が不明なる故、鑿井の際、最も慎重に地下の地質その他を調査しつゝ進む必要がある。故に若し地質その他の研究を粗略する如きことあれば試掘の目的の大半を失ふものである。これに對し採油井は確定區域中に石油を汲み取る目的を以て鑿井するものにて、この場合は地下の狀態明瞭なるを以て行程は前者に比し簡單である。

次に參考として掘鑿機の種類、方法を簡單に紹介して置く。

# 鑿井機の種類

| 方 法                                                        | 形 式                                 | 地 方 名                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 掘 鑿 Digging                                                |                                     | 手 掘 リ (日 本)                                                                                                      |
| 衝 撃<br>Percussion                                          | 桿 具 (Pole tool)<br>索 具 (Cable tool) | カナダアン・アッシュ・ポール式<br>(Canadian ash pole system)                                                                    |
|                                                            |                                     | ガリシアン・アイアン・ロッド式<br>(Galician iron rod system)<br>上 縄 掘 (日 本)<br>スタンダード・ケーブル式<br>(Standard cable system)<br>(米 國) |
| 消 摩 法<br>Striction<br>破 砕<br>Cone boring<br>disintegration | ダンイヤモンド<br>ロータリー式                   | ナ シ<br>ナ シ                                                                                                       |

(未完)

## 信濃小野盆地の記事に就きて

本誌第五卷第六號「地理教材としての地形圖(第廿二)信濃小野盆地」を精讀されたる彼の地の研究者から有益なる御注意がありました。(1)記事及び附圖中に小横川と書いてた川名は實は小横川川といふ事、(2)横川川が本流であつて小野川が支流である事、此の事は八木氏の文章中にもさうあつたのです。が筆者が不注意に筆を走らした爲め誤つて仕舞つたのです。

(3)『牛頸峠から善知鳥峠に向ふ斷層も同一の集塊岩で蔽はれて居る』(四十二頁、下段、十行目)の一節は前文の文勢から判斷して其の東北の延長、即ち善知鳥峠より東北の部分が集塊岩で蔽はれて居るを解釋して、載せたかつたのですが、宛も圖に書いた斷層自體が集塊岩の下に存在するかの様に理解せられた事は之れ亦筆者の注意の至らなかつた點でありますから平らに御容謝。(本間)