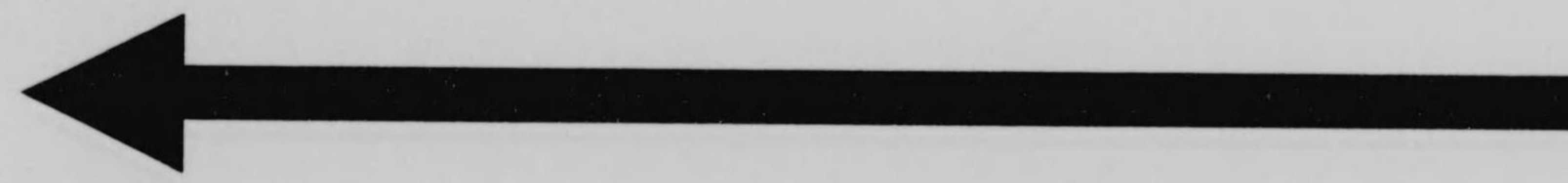
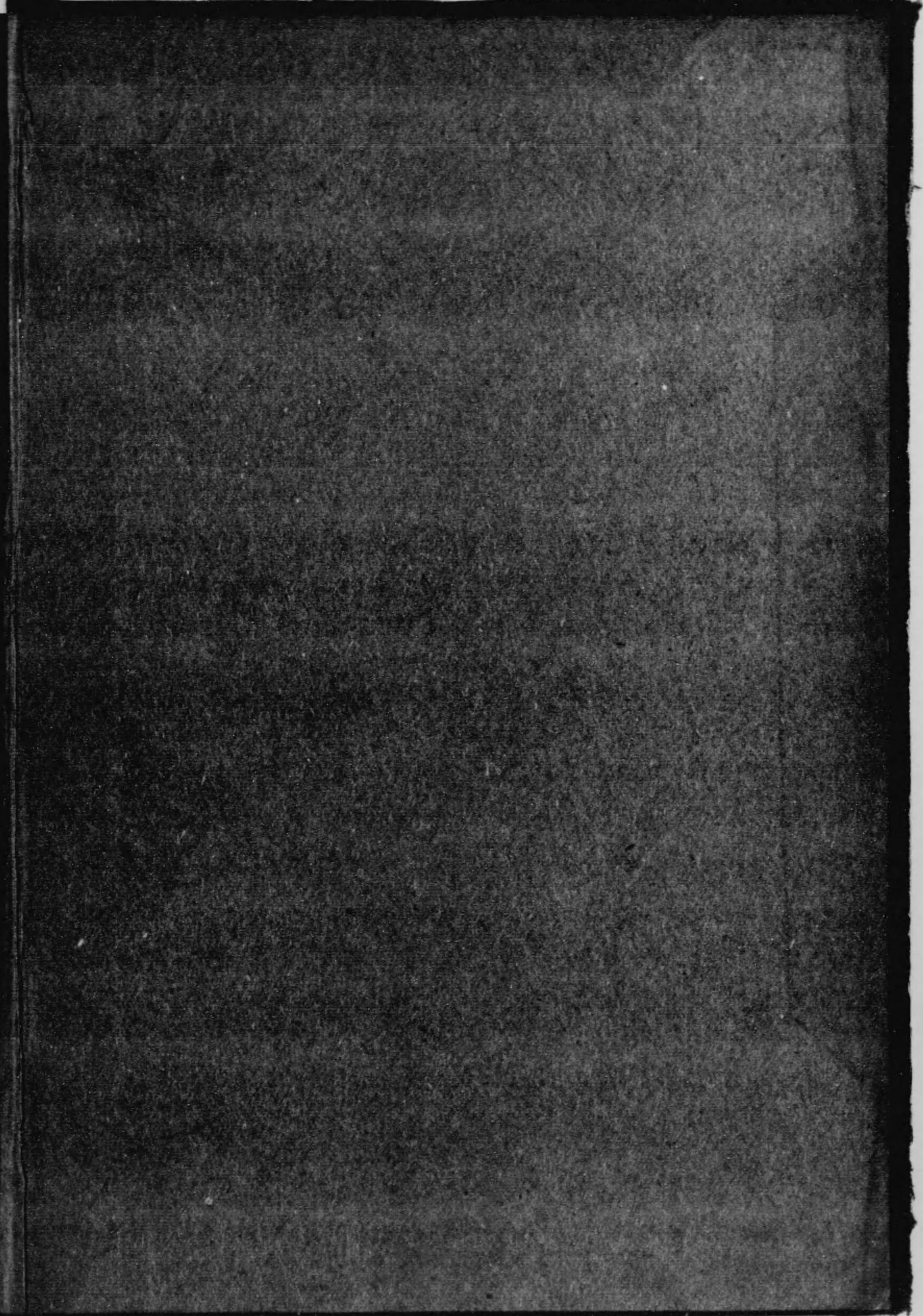
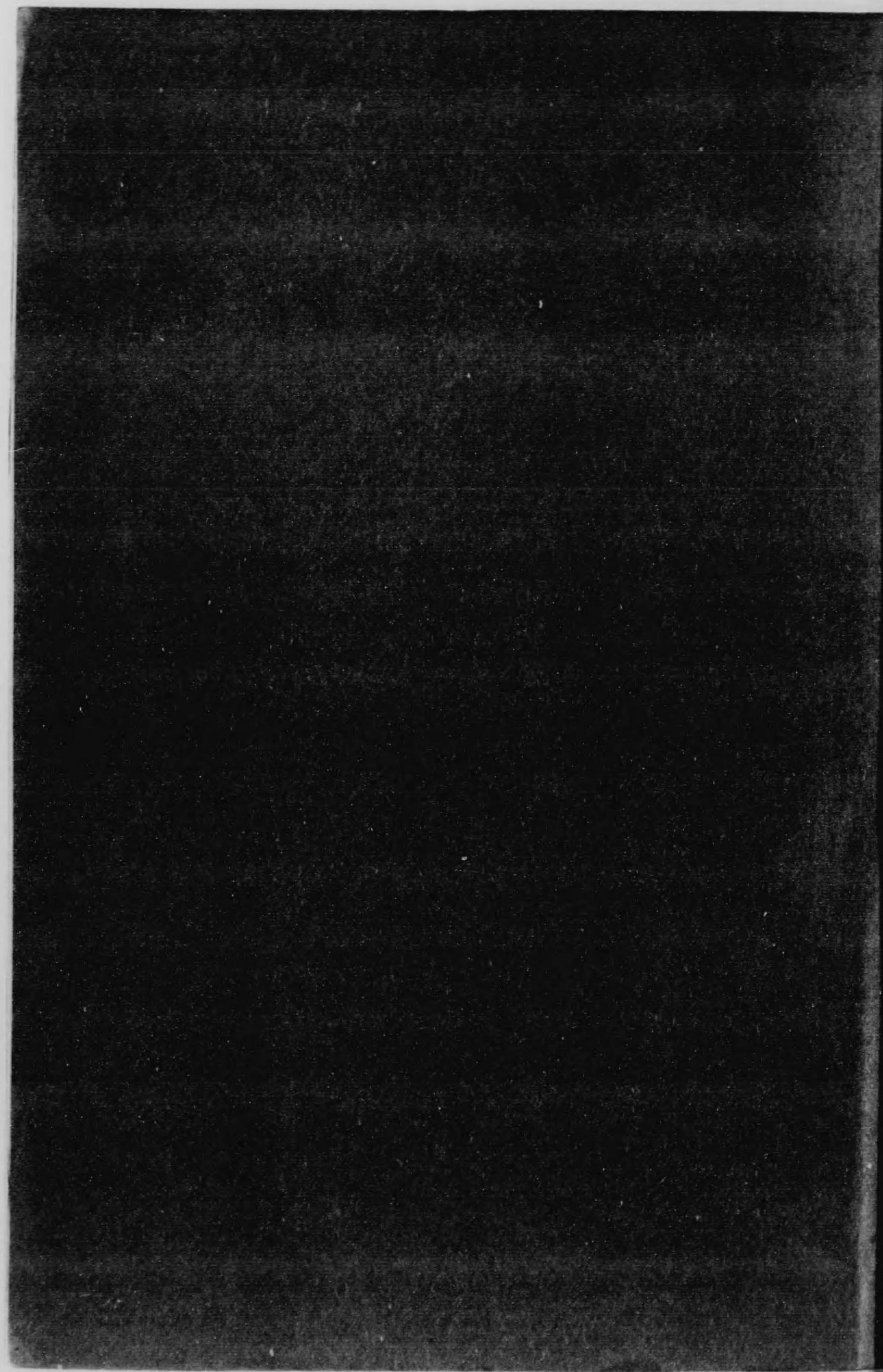


始





38/-119



理學士駒田亥久雄著

石油地質學

第壹版

大正
9. 12. 28
内交

序

人類ノ文化要求程度ニ準ジ、木材時代ヨリ石器ニ移リ、亞ニ青銅、鐵、石炭ト順チ經テ今ヤ石油時代トナレリ、最後ノ三礦產物ハ現時物質的文明ノ基礎ヲ成シ、鐵ハ萬般ノ器械トシテ現レ而シテ之ヲ製作且運用スル原動力ハ石炭ト石油ニ外ナラズ、特ニ大戰爾來ハ人力、軍需品及石油ハ軍事ノ三大筋力トシテ勝敗ノ樞軸ニ重ヲ爲ス。

抑々石油ノ應用ハ七十年來ノ事業ニ屬シ其以前ハ僅ニ外用塗料ノ醫藥トセシニ過ギザリシニ、大戰中ヨリシテ石炭ニモ尙ホ優リ空陸海三界ノ動力トシテ必須物料ト化シ、今後平時ニ戰時ニ商業ニ將々又政治ニ油田權ヲ掌握セザレバ世界ニ主導國タル資格ニ適合セザル狀勢ヲ呈シ、各國競テ五大洲ヲ索リ其權利ノ爭奪戰正ニ酣ナリ、其情勢ヲ通覽

スルニ猛ケル獅子ノ分前ハ英ニ歸スルモ尙ホ我民族ハ其列ニ伍シ多少ナリトモ自給ヲ求メ幸ニモ境内外ニ油田ノ所有者ナルヲ以テ原動力ノ獨立ヲ講ズルハ我同族共存ノ義務ナリトス。

石油工業ハ多方面ナリ、著者ハ地質學專門家ニテ本書説ク諸項亦地質學側ナリ、抑々石油ハ地質學觀ヨリ起想セバ沿海淺底凡四十里内ノ泥、砂及石灰ノ堆積三岩中ニ含レテ多クハ石炭ト因縁遠カラザル地域ニ貯存ス、此地文狀態ニ永ク存立セシ地方ハ即チ石油帶ナリ、地質學上ニハ其地文狀態ニ二期ヲ存セリ、即チ太古代末葉ト第三紀ノ初期トス。地殼ノ變動ニ伴レ長期中ニハ泥土含有ノ有機質物ハ地質的自然蒸餾ヲ受ケ背斜ト鞍狀ト段曲狀ノ砂層ニ移貯シテ豊富ノ油座ヲ作ス、之ヲ術語ニ構造ト稱ス、技師ハ其構造ヲ推考測定シテ地圖上ニ實體現出セシメ以テ掘油ノ基礎ヲ授クルヲ本務トス、其所謂地質構造ナルモノハ

通常ハ前記ノ如ク地形上ニ現レテ之ヲ目標視スルヲ便ナリトスルモ、一方ニハ地面下ニ隱没シ又ハ彼ノ構造ヲ示サザル場合ニハ、貯油砂層兩端ノ尖滅スル歟或ハ細砂化シ、又ハ石灰質膠結物ノ砂石ニ變換シ或ハ斷層ニ遭遇シ時ニハ泥潭火山ヲ生ズル際、又ハ地層ノ急傾斜等千變萬化ヲ考察シ併セテ石炭及鹽水ノ伴隨スル點ト溫度及壓力狀態ヲモ思料スルヲ石油地質學ノ本旨トス。

元來石油ハ有機體ノ天然蒸餾物ナリ、其原質含有ノ泥土ノ厚キコト、幅員ノ廣キ上ニ更ニ緩構造ヲ示呈スル狀態ハ出油永續ヲ豫想シ得可キモ、一個井ノ繁榮生命期ハ凡十二個年ヲ限度トス、又石炭ト均ク地質的年齡ニ從ヒ性質同ジカラズ、老齡ニ瓦斯多ク若齡ニハ液體燃料タル重油ニ富ミ、而シテ其中間年齡ハ燈油ニ豐ナリ、又一油座ニ於テハ輕キ瓦斯ト燈油及重キ底水ノ順序ニ重力作用ニテ層列ス、更ニ又石油層ニハ

天水及地水ハ必常ノ侶伴ニシテ油座ノ床水ヲ底水ト名ケ硫酸鹽ヲ含ミ之ニ反シ天水ハ頭水ト稱シ該鹽ニ乏シ、其差別ヲ認識シ油座ノ所在ヲ窺知スル慣例アリ、地質學的探油作業ハ斯ク頗ル多岐ニ涉リ、本書説ク事項ハ即チ此方針ニアリテ存ス。

今ヤ石油事項ハ世界的大問題トシテ論議セラレ、我同胞モ之ヲ深ク考慮セザル可カラザル時節ナリ、著者ハ原稿ヲ示シ卑見ヲ問ハル、依テ本書ヲ速ニ公ニスルヲ奉公ノ一端ナリト勸誘セシニ予ニ序文ヲ徵ス、因テ喜ンデ卷頭ニ數言ヲ述ブ。

大正九年十二月

東京帝國大學教授 理學博士 小藤 文次郎

自序

一大正五年以降の本邦内地の産油額(鑛山局調査に據る)及輸入量並に其價格(大藏省外國貿易年表に據る)は左の如し。

年次	産油額(石)	輸入量(石)	輸入量の價格(圓)
五年	二,五九一,七〇七	六八三,〇六一	六,九九〇,七〇二
六年	二,五〇八,九四三	六二四,四二五	六,九六九,〇〇〇
七年	二,一四二,五八九	七二六,九〇〇	一一,二八五,〇〇〇
八年	一,九六三,五六一	一,一〇七,三七五	一一,五九四,〇〇〇
九年	一,九三三,五一〇	一,一〇一,八六〇	二九,七六三,六五六

備考

輸入量中に加へたるものは原油、揮發油、燈油、コルザ油等にしてワセリン、パラフィン等を含まず、大正九年度は想定額なり、

而して大正七年度の調査に據れば世界産油額の六割七分は米國、メキシコ及ロシアは各々一割二分、而して英國は三分内外を産し、日本は僅々五厘に足らざるなり。

心あるものは是れを想ふて果して如何なる感をや抱く。

二今や工業的動力は勿論艦船用燃料としての石油の試験時代は過ぎて

實用の時機と化しぬ、然も我日本帝國は列強に伍して、此産額を以て甘んぜんとするか。

三刻下世界の氣勢を通過するに列國等しく油田の争奪、開發に汲々たり、廻ち歐洲大戰終局以來の經濟戰は主として其目的が石油に歸せんとするの氣勢を示せる秋に際して、豈吾人のみ黙々として是れを傍觀するを得んや。

四由來本邦油田の廣袤狹少にして自給の絶對に不可能なるを嘆ずるものあれど、是れ未だ徹底せざるの甚だしきものとす、これを地質學的に觀ずれば、從來の開發は平面的にも、垂直的にも、唯其一部分のみに非ずや、然も探油事業は現状を以て極頂となすか、中らざるも亦甚だしとす。

五乃ち本邦油田の開發は吾人の立場を以て云へば尙綽々たる餘地の存

するものとなすに憚らざるなり。

六然も如斯國家興廢の岐路の秋に際して、國人何が故に奮起せざる乎、其理一にして足らすとするも、畢竟する所石油に關する智識の普及を缺げるに外ならざるなり。

七茲に於て吾人石油地質學なる一書を敢て上梓し、これを江湖に頒たんとす、其説ふ所元より深きに涉らず、其論ずる所又井蛙の見たるに過ぎざるも寂寥たる石油學界に、幽なりとも空谷の登音たるを得ば幸甚是れに過ぎざるなり。

八本書編述の趣旨としては先づ石油學一般の事項を簡説し、次に重要な油田地質學を述べ、最後に其主眼たる探油と起業とに及べり。

蓋し是れ石油の一斑を知り、而して油田地質學の理論と實際とを窺ひ、更に進んで刻下焦眉の急務たる探油並に起業を試みんとする

士の資料に供せしめん爲めの意に外ならざるなり。

九然れども年來勤務多端匆忙を極め編著に没頭するを得ず、爲めに全篇を通じて隔靴搔痒の感多々あり、又卒爾の際公刊したるが故に其意の徹底せざるものある可きも、こは聽て先輩諸氏の懇篤なる御叱正を俟ち、版を重ねるに従ひ漸次改訂を行はんとするものなり。

十本書を公刊するに際して、恩師小藤教授は特に序文を寄せられたり茲に深厚なる謝意を表す。

又地質調査所長理學博士井上禧之助氏は其所出版物中より、必要に應じて摘記する事を諾せられ、同學先輩諸氏は懇篤なる助言を與へられたり、併せて厚意を深謝するものなり。

大正九年歳末

三菱礦業株式會社にて

理學士 駒田 亥久 雄 誌

石油地質學 内容

緒言

第一章 石油の語原と瀝青の分類

第二章 石油の成因説

- (一) 無機成因説 一三
- (イ) 地下成因説 一三
- (ロ) 火山作用成因説 一六
- (二) 有機成因説 一九
- (イ) 動物成因説 一九
- (ロ) 植物成因説 二六
- (ハ) 動物及植物成因説 三一

内 容

第三章 石油の分布

- (イ) 地理的分布
- (ロ) 地質的分布
- (一) 新生代
- (二) 中生代
- (三) 古生代
- (四) 太古代

第四章 石油の物理性

- (イ) 密度と色
- (ロ) 膨脹系数
- (ハ) 粘着性又は流動性
- (ニ) 揮發性

三四

三五

三六

四〇

四二

四二

四四

四五

四五

五四

五八

六二

第五章 石油の化學性

- (一) 石油の化學成分
- (イ) メタン又はパラフィン系炭化水素(C_nH_{2n+2})
- (ロ) ナフタン系炭化水素(C_nH_{2n})
- (ハ) エチレン又はオレフィン系炭化水素(C_nH_{2n})
- (ホ) 引火點及燃焼點
- (ヘ) 沸騰點
- (ト) 比熱
- (チ) 融解熱
- (リ) 氣化熱
- (ヌ) 溶解度
- (ル) 光學性
- 發熱量——石炭との比較——測定

九二

九二

一〇二

一〇六

一〇七

(ニ) C_nH_{2n-2} 系属炭化水素 一〇九

(ホ) C_nH_{2n-4} 系属炭化水素 一〇九

(ヘ) ベンツォル系炭化水素 (C_nH_{2n-6}) 一一〇

(ト) 炭素に富める其他の化合物 C_nH_{2n-8} C_nH_{2n-10} C_nH_{2n-12} C_nH_{2n-14} C_nH_{2n-16} C_nH_{2n-18} C_nH_{2n-20} 一一一

(チ) 酸素及其化合物 一一三

(リ) 炭質物質 一一五

(ヌ) 窒 素 一一五

(ル) ラヂウム、ヘリウム、アルゴン等 一一五

(ヲ) 硫 黄 一一五

(ヰ) 無機質混入物即ち灰分 一一六

(カ) 水 分 一一七

(二) 石油の化學性による分類 一一七

(三) 石油の溶解度 一一七

(四) 空氣中に於ける變化 一一三

第六章 石油に關する地層學

(五) 石油の分餾 一二四

(い) 加温分餾法 一二五

(ろ) 濾過による冷分餾法 一二〇

(は) 部分的溶液及沈澱による分餾法 一二二

(一) 地層學の意義 一三三

(二) 油層の地質時代 一三三

(三) 油層の地層的關係 一三六

(四) 油層の性質 一三九

(1) 概 説 一三九

(2) 含油岩詳説 一四二

(イ) 砂又は砂岩 一四二

(ロ) 粘土又は頁岩 一五〇

(ハ) 石灰岩	一五二
(ニ) 礫岩及角礫岩	一五四
(ホ) 泥灰岩	一五五
(シ) 凝灰岩	一五六
(五) 地層中に於ける石油の移動	一五七
(イ) 表面張力—毛管壓	一五九
(ロ) 重力的	一六三
(ハ) 化學的	一六六
(ニ) 地下基液的	一六六
一六八	一六八
(一) 構造地質學の意義	一六八
(二) 地層の變動	一六八
(イ) 走向及傾斜	一六九

第七章 石油に關する構造地質學

(ロ) 節理	一七〇
(ハ) 斷層	一七一
(ニ) 地層の尖滅	一七六
(ホ) 地層の整合と不整合	一七八
(三) 石油胚胎に適する地質構造	一八〇
(一) 背斜構造	一八四
(二) 向斜構造—向心構造	一九一
(三) 單斜構造—段丘構造	一九四
(四) 穹窿構造	二〇〇
(五) 斷層によれる形	二〇二
(六) 其他の構造	二〇四
(一) 概説	二〇六

第八章 本邦に於ける油田地質

(一) 油田各論

- (1) 越後地方
 - (イ) 東山油田
 - (ロ) 西山油田
 - (ハ) 新津油田
 - (ニ) 西頸城油田
 - (ホ) 東頸城油田
 - (ヘ) 小千谷油田
 - (ト) 越後南部油田
 - (チ) 寺泊油田
 - (リ) 三魚沼油田
 - (ヌ) 大面油田
 - (ル) 加茂油田
- (2) 秋田地方

一一一
一一二
一一三
一一四
一一五
一一六
一一七
一一八
一一九
一二〇
一二一
一二二
一二三
一二四
一二五
一二六
一二七

- (1) 黒川油田
- (ロ) 南五城目油田
- (ハ) 北五城目油田
- (3) 北海道地方
 - (イ) 石狩油田
 - (ロ) 宗谷天鹽油田
 - (ハ) 日高油田
 - (ニ) 膽振油田
 - (ホ) 其他の油田
- (4) 内地各地方
- (5) 臺灣の油田
- (6) 樺太の油田
- (三) 本邦油田の概観
- (四) 日本産油量と世界の産額

一一八
一一九
一二〇
一二一
一二二
一二三
一二四
一二五
一二六
一二七
一二八
一二九
一三〇
一三一
一三二
一三三
一三四
一三五
一三六
一三七

第九章 石油鑛床

- (一) 概 説 二六一
- (二) 石油の初生鑛床 二六二
- (三) 石油の二次鑛床——土瀝青 二六四
- (四) 石油頁岩 二六七

第十章 石油鑛床の露面

- (1) 石油其もの、滲出 二七八
- (2) 天然瓦斯の噴出 二八一
- (3) 石油又は瀝青を含める砂或は砂岩の露出 二八四
- (4) 瀝青脈又は瀝青湖 二八五
- (5) 石油瓦斯による泥火山 二八六
- (6) 食鹽水或は硫化水素の湧出 二八七

第十一章 油田の探鑛

- (7) 其他の表面徴候 二八九
- (1) 石油事業に對する地質學的の仕事 二九一
- (2) 探油上の要項 二九二
 - (一) 地質が石油胚胎に適當せりや 二九三
 - (二) 地質構造が石油胚胎に關係ありや 二九五
 - (三) 石油に關係ある露頭ありや 二九六
- (3) 油田としての價值決定要項 二九七
 - (一) 經濟的價值ある油田として望ある場合 二九七
 - (二) 經濟的價值ある油として望なき場合 二九九

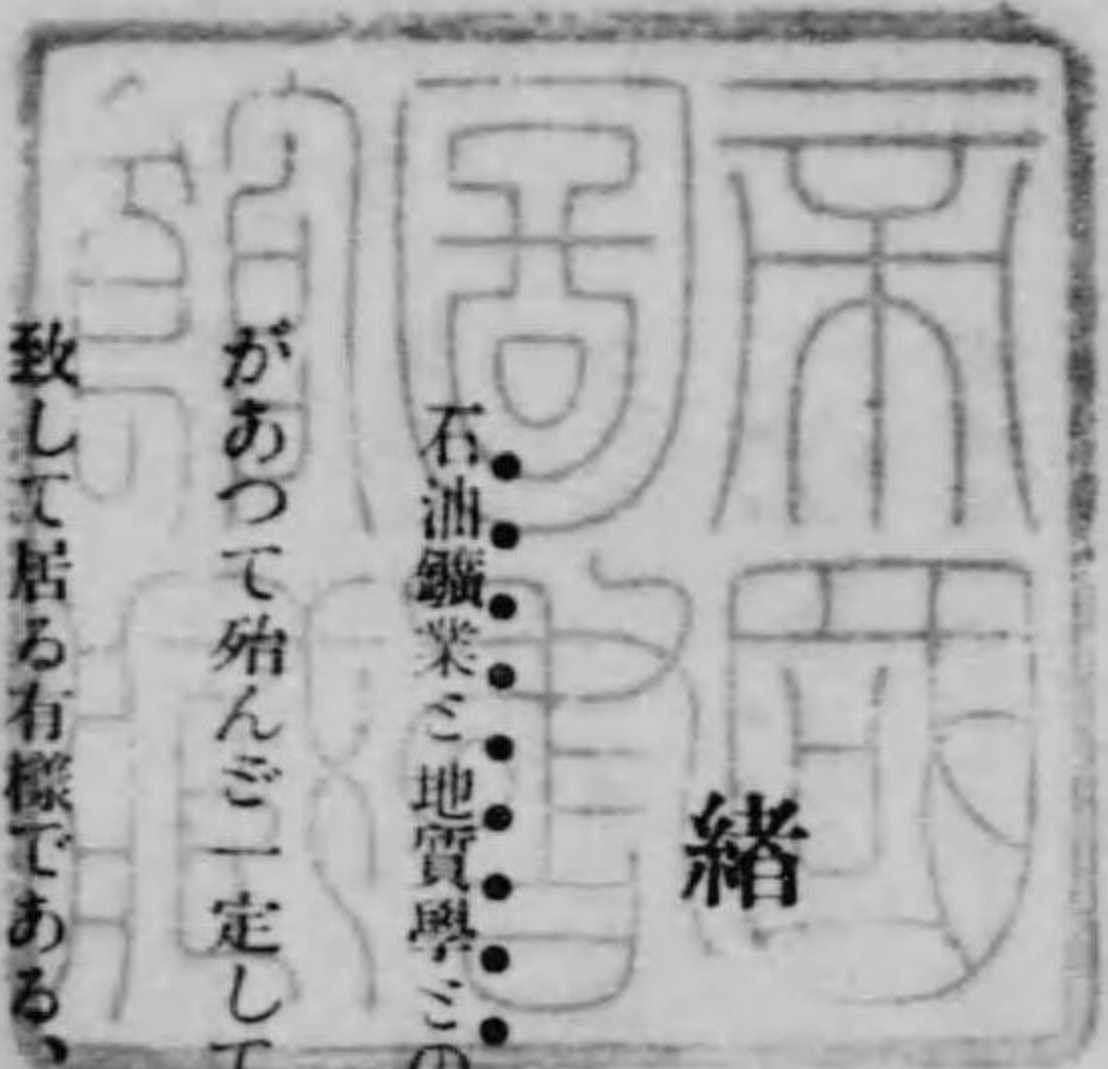
第十二章 油田に於ける起業

- (1) 起業價值の有無 三〇〇

(2) マッピング	三二七
(一) 地形圖	三二七
(二) 地質圖——柱狀断面圖(三三八)——地質断面圖——(三三九)	三三二
(三) 地下構造圖	三三四
(3) 試井位置の選定	三四一
(一) 地表に於て構造分明せざる場合	三四二
(二) 地表に於て構造分明せる場合	三四七
(4) 油井位置の間隔	三五七
(5) 鑿井機	三五九

石油地質學

理 學 士 駒 田 亥 久 雄 著



緒 言

石油・地質學の關係。抑々石油云ふ言葉は其意味甚だ廣く且其成因に關しては昔から種種の説があつて殆んど一定して居なかつたのであるが、現今にては各國の學者が研究の結果、大體有機成因説に一致して居る有様である。今若し有機成因のものなりとすれば、是れを大自然の下に無機的に出來たる澤山の

礦物と同様に取扱ふ譯に行かないのである、乃ち礦物云ふもの、定義を矛盾する事になる、然し其性質に於て又多くの礦物の様に地中より採取する點に於て、金、銀、銅、鐵等は何等擇ぶ處がないから普通は石油も石炭も同じ様に礦物として處理し、石油事業に従事する事を石油礦業と呼んで居るのである。

而して石油の成生や胚胎の状況等は凡て是れ地質學の研究範圍に屬するものであつて、特に石油なるものは、多くの礦物や石炭等と異なり、特殊の地質構造の下にあらざる限りは、決して蓄積せられ能はざる點に於て一般地質學の研究と何等の逕庭がないのである。

如斯石油鑛業なるものは全然地質學に根底が樹てられてある以上、苟しくも石油を論じ、又石油事業に従事せんとするものに對しては一般地質學の知識の缺く可からざる事勿論である、然れども一般地質學たるや、其範圍極めて廣汎にして勿論一朝一夕にして是れを修得する事は困難である、故に本書は特に石油に關する地質學として極めて簡單に、且卑近に其一般を述べんとするのである。

石油に關する著書 石油に關する著書は、其應用方面が最近になつて著しく進歩した位であるから、從來は他の學科の様に澤山は見出されてない、唯日常參考に資する書物は左に示す様なものである。

- Bacon and Hamor: The American Petroleum Industry. Vols. I and II. 1916
 E. H. Cunningham Craig: Oil Finding. 1912
 H. v. Höfer: Das Erdöl und seine Verwandten. 1912
 Dorsey Hager: Practical Oil Geology. 1919

- A. Beeby Thompson: Oil-Field Development and Petroleum Industry 1916
 A. Beeby Thompson: Oil-Field in Russia and Russian Petroleum Industry 1908
 Sir Boyerton Redwood: A Treatise on Petroleum. Vol. I. II. III. 1913
 R. H. Johnson and L. G. Huntley: Principles of Oil and Gas Production. 1916
 L. S. Panfily: Prospecting for Oil and Gas. 1920
 Ilyrd I. Redwood: Mineral Oils and their By-Products. 1914
 Ziegler: Popular Oil Geology. 1918
 D. Hoide: The Examination of Hydrocarbon Oils (Edward Mueller 英譯) 1915

外國雜誌中には

- Petroleum Times. 英國 週刊
 Petroleum World. 同 月刊
 Petroleum. 米國 同
 Petroleum Age. 同 同
 Petroleum Journal. 同 同
 Oil Age. 同 同

日本に於て發刊せられ又は續いて刊行せられつゝ、ある圖書の主なるものは、

大日本帝國油田地形地質圖説明書 第一區乃至第十四區 農商務省

礦物調査報告(油田に關する十數部)

同

臺灣油田調査報告

臺灣總督府

地質調査報告(油田に關する事項を含むもの)

農商務省

樺太礦床調査報告

樺太廳

石油時報

石油時報社

石油界

石油界社

本書は如上の著書、雜誌、刊行物の外、地質、層位、岩石に關する著書類又斯方面に關する定期刊行書を參考資料として居るものである。

第一章 石油の語原と瀝青の分類

石油の語根

日本の石油云ふ言葉は外國語の「ペトロリウム」云ふ語に相當するのであつて其語原

は希臘語に出たものである、petro は即ち石、oleum は即ち油の意である、英語にて礦油 (Mineral

oil)、又獨逸語にて石腦油(Erdöl)、山油(Bergöl)石油(Steinöl)云ふもの皆是れ自然に地層中に成

生せられたる所謂石油を意味するのである。

我が國では昔は「燃ゆる水」なき、云つて居たのであつて、是れを石油と呼ぶ様になつたのは恐らく外國語を譯したのが初まりだらうと思はれる。

扱て石油云ふものは一般に液狀をなして居る特種のものであるが、其主成分は有機化合物であつて、此中にも殆んき全く炭水化合物である。

此炭水化合物にては同じ成分であつて分子の數を異にするだけで、或は氣體もなり或は固形體もなり得るものが澤山ある、乃ち吾々が一般に瀝青と稱して居るものは一種の氣狀液狀又は固形狀の炭水化合物で

あつて、單に石油と呼んで居るのは是等の中液状をなせるもの、みである、云はゞ一種の液状瀝青である、而して固形状瀝青を特に礦油 (Mineral oil) と呼ぶ時もある、此瀝青云ふ炭水化合物は單に炭素及び水素より成れるばかりでなく多くの、場合に於ては比較的多量の酸素及硫黄をも含有して居る。

瀝青の分類 瀝青を分類すれば左の通りである。

一、瓦斯状をなせるもの

(イ)天然瓦斯 (Natural Gas) (石油瓦斯、天然可燃性瓦斯等)

二、液状をせるもの (即ち石油)

(ロ)石油 (Oil) (液体にして可なり揮發性、透明乃至著色)

(ハ)石油タール (Oil-tar) (又はマルタ (Maltha) と稱し粘り強き液体、黒褐色を帯ぶ)

三、固形状をなせるもの

(ニ)地臘 (Paraffin) (硬或は軟、淡色なるか又白色)

(ホ)土臘 (Wax) (捏ね得らる、程度より硬きもの迄の物質にして黄色又は褐色を帯ぶ、マンヤク

(Manjak) シカオゾケライト (Ozokerite) は是れに屬す)

(ク)地瀝青 (Pitch) (捏ねられ得る程度のもにして黒色なれど薄片にすれば褐色を帯ぶ)

(ト)土瀝青 (Asphalt) (硬し、切斷せられ得、輕微の熱を與ふれば捏ねらる、様になる、黒褐色を帯ぶ)

(チ)土瀝青岩 (Asphaltite) (脆し、黒色を帯ぶ)

如斯分類するけれども天然瓦斯よりは是れを壓搾して石油を作り、又自然に産した石油即ち原油 (Crude oil) は揮發して一方に石油瓦斯を發散し、一方にはドロドロした瀝青質物を残し、且此物質は空氣中にては常に酸化作用を受けて種々の類似せる物質を形成するのであるから實際は前記の分類の限界が分り兼ねる場合がある、加之實際に於ては瓦斯は瓦斯、石油は石油云ふ様に別々に産する事は殆んど稀であつて、大抵は一處に出て來るので、是れを使用する迄には後章に述ぶる如く分離を行はなければならぬのである。

此自然から出て來たままのを原油と稱するが、一般に廣い意味で石油と稱するのは此原油を指して居るものと思つても差支へない。

第二章 石油の成因説

石油成因説概論

石油の成因に關しては古來説をなすもの澤山あつたけれど、各々其見地を異にし、化學者は其性質より考へて實驗室内の研究を基礎として是れを理論的に論述し、地質學者は石油が地層中に埋蓄せられある事實よりして地質學上の根底より是れを實際的に説明するが如くにして然も其結論たるや未だ以て石油の成因に關して十分なる然も一般に首肯せらるる、解説が得られなかつたのは是れ石油に關する研究が他の總ての科學程進歩して居なかつたからである。

然れども現時に至り、石油の實用方面に於て缺く可からざる事が認めらるゝに及んで學理的方面の研究も大に進歩發達して來たのである、本章に於ては専ら是等の在來の衆説を略述し、其成因に關しては現今如何なる説をなして居るかを敷衍したいと思つて居る、蓋し其成因を究むるに云ふ事は根本問題であつて延いては探礦其他の實際方面に應用する基礎をなすものである。

石油の成因に就て論述を試みたる最も古きは「フンボルト」(A. von Humboldt)氏であつて、西曆紀元一

八〇四年に已に石油は計り知る可からざる深き部分に於て火山作用によりて蒸餾せられて生じたるものなりと云ふ意見を發表して居る、是に次いで一八三四年には「ライヘンバッハ」(von Reichenbach)氏は更に一步を進めて、松柏科植物の樹脂が地熱の作用を受けて生じたるものなりと論じて居るけれど、元より何れも根底薄弱たるを免れぬ、況んや後者に就て見るも、石油は松柏科の植物がまだ吾地球に現出して居ない時代であるシルリア(Siluria)系の地層中にも埋藏せられてあるのである、然も是等兩説は天然瓦斯等に關しては全く觸れて居ないのである。

最近に至り一八九一年に「オルトン」(E. Orton)氏は石油は有機物質より誘出せられたるものなりとの意見を公表して居る、其一説には石油は吾々が現在油を獲つゝある地層中に於て、有機物質より成生せられ、其分解作用も主として原位置に於て起りしものにして、漸次當該地層中に其ま、蓄積せらるゝに至りしものなりと、然して此説に對しては「ハント」(Sterry Hunt)「ヘズレイ」(J. P. Lesley)「ホワイト」(J. C. White)等の諸學者が賛成して居る、其二説にて云ふ所は石油なるものは有機物質の二次分解によりて生成せられたるものなりと、而して此普遍的結論には「ニオン」(Newberry)「ベックカム」(Beckham)等の多くの地質

學者が贊成して居る、此假説によれば有機體の元來の遺物の一部は其位置に於て變形せられ、而して瀝青質頁岩が石油類の主要なる源泉中に數へらる、以上、現在油を獲つ、ある其地層迄石油が蒸餾せられたる後水壓力の爲めに運搬せられたり云ふのである。

乃ち石油の移動を認めて居る、「オルトン」氏は又石油は石油瓦斯と固形狀瀝青との兩者を生じたる兩親とも見る可きものなりと考へ、而して是等の物質の共通の成因に對して、若し其連鎖中に何處にか一線を畫すにせば、其は瓦斯と油との中間なる可しと述べて居る、瓦斯は吾々の知つて居る通り石油の存せざる如き状態の下に於ても成生せられ得る可しと述べて居る、一方石油は瓦斯と共伴せずしては決して存在し能はざるものであるから是等の成因に就て見るも「油と瓦斯とは產出状態其他多くの事實から推して見ても決して分ちて考へる譯に行かない」と論述し、尙語を繼で石油なるもの、分布の廣大なる點に關して述べて曰く、瀝青質地層は餘り著しき地殻變化を受け居らざる水成岩中に多く、且つ其分布の甚だしく廣大なる事を知れど、瀝青質の蓄積状態に至つて貧弱にして、殆んど何等經濟的の價値を認めず、然も、石油、土瀝青、瓦斯等が元來の構造を保持する水成岩中に少なくも幾分にも存在せざる事決してなし、特に米國に於ける中央オハイオ (Ohio)

谷の岩石は石油を保留する事著しきものなりと呼ばれあれど極めて稀薄にして到底實際的に坑井によりて採取する事を得ざるなり、但し如斯分布甚だ稀薄なりと雖、今假りに僅々五分ノ一パーセントの石油が岩石の厚さ一千尺中に分布せられあるとしても一エーカー若しくは一哩平方の面積中にも已に其總量は、最も豊富なる油田よりの産額以上に達す可しと述べて居る。

要する所此「オルトン」氏の説は實に至當する點が多いのであるから世の學者から驩迎せられたのである。

石油成因説分類

石油の成因に關して種々の假説 (Hypothesis) あれど要する所是れを二大別する事が出来る。

- 一 深源成因説 (Profound Formation)
- 二 循環成因説 (Vadose Formation)
- 一は即ち放散説 (Emanation Theory) であつて

第一 直接の放散に因る成生

第二 無機物よりの誘導に依りての成生

第三 有機的遺物よりの成生

の三項に細別して考へらるゝのである。

二は即ち純粹なる有機成因説 (Theory of Organic Origin) とあり、

第四 植物及石炭よりの誘導に依る成生

第五 動物成因

第六 動植物成因

の三つに細別せられ得るのである。

此分類は初生及次生の點に重きを置いて試みられたのであるが、是れを物質的に考ふれば、無機及有機の兩成因説に分類する事が出来る、本書に於ては後者に従つて左の如く分類し、其各に就て簡單なる説明を施す事にする。

(一) 無機成因説

(イ) 地下成因説 (放散説)

(ロ) 火山成因説

(二) 有機成因説

(イ) 動物成因説

(ロ) 植物成因説

(ハ) 動物及植物成因説

(一) 無機成因説

石油の無機成因説は全く化學者若しくは其他の理論的方面の研究者の主張する説であつて、全然假説乃至理論的考察を基礎として居る、此成因説は更に二つに分たれる、

(イ) 地下成因説

(ロ) 火山作用成因説

(イ) 地下成因説

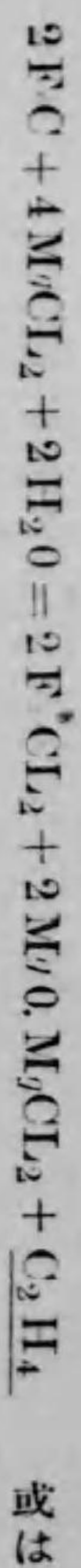
地球内部には遊離せるアルカリ金屬が存在す云へる「ドーブリ」(Dauvrie) 氏の説を基礎として「ベルテロット」(Berthelot) 氏が實驗の結果確めたる事實は炭酸又は土質化合物が高熱の下に於てアルカリ金屬に作用する時はアセチレン化合物生ずる如く、地下の状態が適當にして、是等の物質が水蒸氣により作用せらる、時にアメリカ石油に似たる炭水化合物(米國産の石油はバラフン基のもの多し)を構成する云ふのである、而して實際の炭水化合物の成分は温度に關係するものである云ふ見地からして一八六六年に含水炭酸瓦斯が地球内部に於て高熱高壓の下に、アルカリ金屬に接觸する時は漸次液狀及び瓦斯狀の石油をなすものであるこの意見が發表せられた、此地下成因説は一面茫漠たるには相違はないが又化學者の立場から云へば相當の理由はあるのである、以來此問題に就て數人の學者が種々の方面から興味ある實驗を試みて居るが、尙一步を進めて「モイサン」(Moissan) 氏は或炭化物を水を以て處理して液狀炭水化合物を得る事に成功し、一八九九年、米國化學雜誌上にて此事を發表して地下成因説に裏書して居る。

尙此説を扶くるものには「バイアソン」(Byasson) 云ふ學者がある、其説によれば石油は白熱狀態の鐵又は硫化鐵に地球内部の深い處で鹽水の浸潤する事によりて生じたる水蒸氣若しくは炭酸瓦斯の作用する事によりて出來たものであると、而して此説は「ベルテロット」氏の説と同様に實驗の結果石油に似たる炭水化合物を得た事を基礎として居るのである。「バイアソン」氏の外、「クレーツ」(Cloeze) 「メンデレエフ」(Mendelejeff) 等の諸氏も各方面から石油の無機成因に關する意見を夫れ夫れ發表して居る。

乃ち「メンデレエフ」氏は化學的に石油の成生せられ得る實驗として金屬炭化物として炭化鐵を選び高壓の下に鹽溶液を繼續作用せしめたのである。

氏は先づ鑄鐵の鑄屑(含炭素三・〇六%)及鹽化苦土、硫酸苦土、食鹽の九〇%に炭食鹽を作用せしめた、

其化學作用は

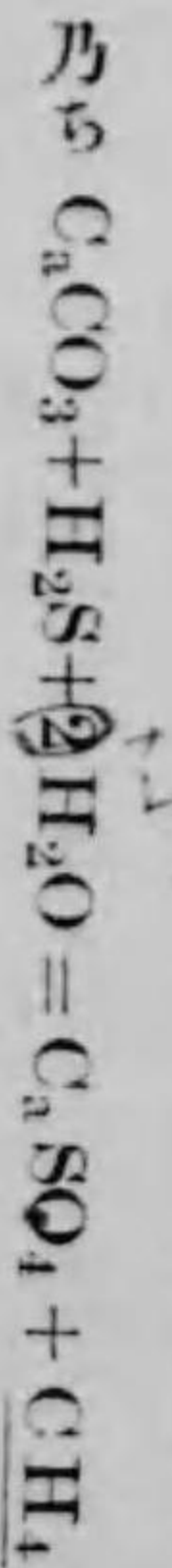


にして C_2H_4 即ちエチレンを得て居る。

然れども未だ以て石油の成因に關して充分なる説解たり能はぬのである。

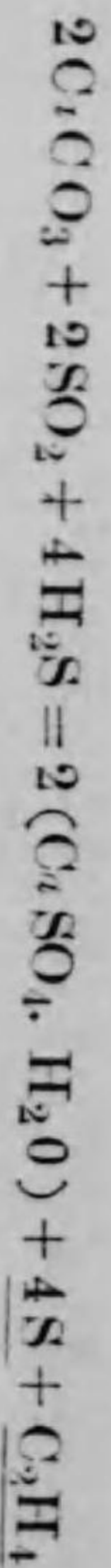
(ロ)火山作用成因説

一八九一年「オー、シー、ロス」(O. C. Ross)氏は更に是等の説に一步を進めて、石油は高壓の火山瓦斯が石灰岩に作用する事によりて生じたものなる事を説いて居る、



而して硫化水素(H₂S)及水蒸氣(H₂O)の如き瓦斯は亞硫酸瓦斯と共に、殊に火山より多量に噴出せらるゝのである、

尙此變化は一方に於ては炭水化合物の外遊離硫黄をも生ずる、乃ち



何れにしても、亞硫酸瓦斯、硫化水素瓦斯又は水蒸氣が高熱状態にて石灰岩に作用すれば炭水化合物中のパラフィン系(C_nH_{2n+2})或はエチレン系(C_nH_{2n})を生じ同時に含水硫酸カルシウム即ち石膏を形成す

る、而して遊離硫黄は作用する火山瓦斯の種類によりて或は生じ或は是れを缺ぐ事がある。

此實驗の結果は勿論石油の火山成因説に對して有力なる説明の一となつて當時は多少の視線を集めて居るのである。

●●●●●●●●●●●●
火山作用成因論者の理由

元來世界の各部に存在する油田にして殊に日本、メキシコ(Mexico)ボルマ(Burma)西印度の様な處にては油田は皆著しき火山活動の主脈より餘り隔たつても居らず、然も是れに平行して存在する事や、硫氣孔或は泥火山を油田中に實見する事や、又は「シルベストリ」(Silvestri)氏がエトナ(Etna)火山の熔岩中に結晶性パラフィンを發見せし事等は或は此火山作用説を有力ならしむる様な感じがあるけれども、火山其ものが直接石油の成因を司るものは思はれぬのである、何故なれば石油は地上到る處に分布せられてあるけれども其最も集合蓄積せらるゝ部分は理論上又は實際上地層の皺曲の比較的著しく、而して特種の構造を呈する部分に限られ、然も火山作用なるものは如斯地層の皺曲其他の變動がありて最も弱い地點に演出せらるゝものであるから、油田の或ものが主火山脈に平行して存在する事丈では此説を首肯せしむる因子はならぬのである、況んや油田中の大にして且豊富なる産額を有するものには一の火成

岩の存在する事を耳にせぬ上、泥火山の如きものも火山瓦斯によりても立派に出来て居るから、火山作用が直接石油の成因をなすに云ふ事に對しては一考す可きだらうと思はれるのである。

天體ニ瀝青ニの關係

次に露國の地質學者「ソコロフ」(Sokoloff)氏は一八九〇年に如上の説を集めて

曰く水素ニ炭素ニは天體の成分中に多量に見出さるゝものなれば彼の天體の初期に於ては炭水化合物は是等より成生せられたるものなる可く、又地球上に於ても瀝青は同一方法にて作られたるものにして、其初めは地球の中心を構成せる赤熱熔融の物質によりて吸収せられたるものが、地球の冷却が漸次進むに連れて外方所謂地殻ニ稱する部分に押し出されて茲に石油の胚胎を見るに至りしものなる可し云ふて居る、此外一八八九年には「モイナー」氏は隕石中に地蠟及び其同盟者も認む可き炭化物を發見した事もあるし、又「ヒツチコック」(Hitchcock)、「ロクアント」(Coquant)の諸氏は石油は沼氣瓦斯の凝固によりて生じたるものなりとの意見を述べても居るが何れも充分なる成因説として首肯し難いのである。

要するに多くの化學者が實驗を基礎として唱道する様に地下深處に石灰、礬土、鐵又は他の類似の炭化物が多量存在し是れに熱水が作用する時は液狀又は瓦斯狀の炭水化合物を生ずるには相違はあるまいし、又火山作用によりて石油が出来るに云ふのにも相當の理由はあるけれど、何れも實驗的の見解であつて、實際野外で種々觀察する事が出来る澤山の場合から考へても決して石油の生成に關して充分の説明は受け取り難いのである、殊に吾々の如く野外の觀察に重きを置く地質學者の立場から考へれば尙更の事である。

(二)有機成因説

石油の有機成因説では石油は動物又は植物の遺體の腐敗分解によりて出来たるものなりと説くのであつて、多くの地質學者や又一部の化學者の主張する説である。

此成因説も亦便宜上左の三つに分つのである。

(イ)動物成因説

(ロ)植物成因説

(ハ)動物及植物成因説

(イ)動物成因説

此説では魚類、牡蠣、珊瑚、其他の軟體動物や又は小さな有孔蟲類の遺體が分解して出来たと云ふのであ

るが、若し然りしすれば化學的、地質的、又は實驗的に澤山の證據を握り、是れを吟味する必要がある、然し今は人體に於て此説は植物成因説と共に石油の成因に關しては最も有力なるものゝされて居るのである。

有機成因説の證據

元來地質學者間では古生物學や野外地質學等の見地からして、多くの油田の實例に

徴するも此有機成因説中にも殊に動物成因説が無機成因説に勝る事多しにして皆首肯して居るのである、されど、或者が、水成で殊に有機成因だとしてある石灰岩見た様なものを以て、石油の眞の成因をなせしものだ云へば一方にて是れを駁し、又米國のケンタッキー (Kentucky) 州其地に於ける様に蟹岩又は砂岩を以て其の成因に直接關係あるものだすれば、他方に於ては是れを否定する様に、同じく有機成因説にも石油の胚胎せられて居る岩質に就て各々論議を試みて居る、然し要する處は石灰岩にしろ蟹岩にしろ又砂岩にしろ、或は頁岩にしろ、油を含有する事が出来る岩石即ち油岩たり得るに過ぎずして未だ以て其本源の解説にはならないのである。

此動物成因説をして實驗的に有力ならしめたのは十九世紀末葉に於ける「エングラ―」(Engler) 氏の爲せし實驗であつて非常に興味があり、又世人の注目を惹いたのである、其結果は次に述ぶる通りである。

エングラ―氏の實驗

「エングラ―」氏は先づ四九〇疋の鱗屬の魚油を採り十氣壓の下に攝氏三三九度に

於て蒸餾を始め、攝氏四〇〇度、四氣壓にして是れを止めしに、六〇パーセントの比重〇・八一〇五の蒸餾物ヲ殆ん〇・八九パーセントの瓦斯、及び殘渣中に殆ん〇・五〇パーセントの鹼化作用をうけ得ざる物質を獲る事が出来た、然して蒸餾物は褐色にして而も綠色の螢光性を有し、不快なるアクロレン臭を帯びて居たのである、此分餾によつて得られたる蒸餾物中にはペンタン (C_5H_{12})、ヘクサン (C_6H_{14})、定式のヘプタン及び二次ヘプタン (C_7H_{16})、定式オクタン (C_8H_{18})、及ノナン (C_9H_{20}) を見出した、尙此外に蒸餾物の化學反應よりしてオレフィンやナフテンや其他の芳香屬炭水化合物の存在する事をも見出した、而して蒸餾物よりは遂に燈油が分離して出来たのであるが、此のものは一般に販賣せられて居る燈油と殆ん區別する事が出来なかつた云ふ事である、此外乾魚類其他の動物を採りても同じ方法の實驗を試みたけれども是れは全く不結果に終つたのである、然しツリオリンを以て同様の實驗を試みた時は好結果が得られて居るから、油の成分は總ての酸素が水を作るに入用な丈の水素と結合して水をなし、其残りのもの即ち炭素と水素とが恰度吾々の知つて居る通りの割合に結び付いて炭水化合物となり、石油を作すものなる事を知るを得

たのである。

尙此外に「エングレー」氏は種々の實驗を積んで遂に惟へらく、動物質の遺物の變化中或部分丈は必ず地中に於て起り、脂肪以外の窒素質又は其他の物質が先づ除去せられて、脂肪のみから、壓及び熱の交互作用若しくは壓力のみの作用によりて初めて、石油なるものが出來たのであらうと、蓋し此考は實驗の結果を最も至當と思はる、様な天地自然間の現象を結び付けたのであつて、誠に穩當な考へである、此の考が石油の有機成因説に對して一新機軸を與へたのであつて、實際野外に於ける種々な調査に大に符合する點があるから今日に至る迄甚だ有力なる説の一をなして居るのである。

ツァロツキ氏の論

次に獨逸の雜誌で「ツァロツキ」(Zaloziecki)氏(一八九四—一九五年)も石油

の動物成因に關して發表して居るが、同じく動物成因説でも其説く所が前述の説と聊か異なつて居る、乃ち動物體の分解の第一物は窒素化合物質及びアデボセル(Adipocel)にして、此ものが地層中に埋没せらる、時は漸次脂肪酸に變じ、遂には分解して炭水化合物となる、乃ちアデボセル、地臘、石油の順序で成生せらる、ものなりと云ふのである、(因記、アデボセルはアデボサイヤ(Adiposire)又はアリボセライト

(Adipocel)とも云ふ、單純なる炭水化合物中にも主としてパラフィン系のものにして、其分子式は

$C_{25}H_{52}$ によりて表はさる。

ヘーフェル氏の論

最近に至りて石油學一方の權威者たる獨逸の學者「ヘーフェル」氏は又石油の動物

成因に關して次の如く述べて居る。

(一)石油は動物の遺體を含有する地層中にあり、但し是等の地層中には一の植物の遺物を發見せず、此事實はカーバシア(Carpathia)油田又はカナダ(Canada)及び合衆國に於ける石灰岩に見て明らかなり。

(二)バナットのスロビア及びスタイエルドルフ(共に南ハンガリの地名)のライアス統(Lias) (中世代の下部ユラ系)の石油頁岩よりは油及パラフィン得らるれど此頁岩中には動物化石のみにして植物の遺跡は更になし。又例へば瀝青が二十パーセント以上も含まれある如きマンズフェルト(Mansfeld)の頁岩の如きものにも著しく動物化石存すれど植物化石は更になし。

(三)植物の遺物を含有する事著しき地層は一般に瀝青質ならず。

(四)實驗上動物體の分解によりて石油に似たる炭水化合物の生成せらる、事を證明するを得。

(五)「フランス」(F. F. F.)氏は紅海々岸の珊瑚礁(全く動物成因なり)より石油の湧出するを實現したる事あり。

斯如して、成因に關する證據を總括して曰く、

「石油は動物成因にして、然も過量の熱の作用に與らまして生じたる事を述べ、尙石油は動物の遺跡を含有する地層中に於てのみ見出さる、ものなり」結論し、又石油は始成的にして瓦斯は次成的なり、」
この見解を下して居る。

而して「オルトン」氏は更に稍意見を異にして一八九一年に西部ケンタッキイ州に於ける石油、自然瓦斯及び土瀝青岩の成生に關する報告中に左の如く述べて居る。

(一)石油は有機物質より誘導せられたるものなり。

(二)ペンシルヴェニア(Pennsylvania)式石油は有機物質より誘導されたる者にて恐らく植物成因なる可し。

(三)カナダ式の石油は石灰岩より誘出せられたるものにして恐らく動物成因なる可し。

(四)石油は普通の岩石の温度に於て成生せられたるものなり、(少なくとも米國の油田丈は)、而して瀝青

質頁岩の破壊的蒸餾作用に因りしに非ざる可し。

(五)岩石中に於ける石油の蓄積作用は現時は已に完成せられあるものなり。

又「フィリップス」(C. Phillips)氏は一八九四年に説をなして左の如く論述して居る。

「石油は水中空氣なき處にて植物質の緩漫なる腐敗によりて生成せられたるものなり、」
而して「メンデレエフ」氏は、

「若し石油が金屬炭化物に水蒸氣の作用する事によりて生じたるものなりとせば、當然存す可き筈の遊離水を發見す可きものなるに、事實に於て此もの、存在せざるは取も直さず無機成因説に同意し得ざる所なり、」
として無機成因説を駁して居る。

要するに此動物成因説では實驗的に動物體を探りて解説の便に供したり、又は單に動物化石のみ存在する油田に就てのみ説明を試みた様な形跡があつて、何れか云へば稍無理な點があるが、兎に角石油が動物の遺體から出來得る云ふ事は理論及實際上の多くの點から推定して最早間違はなからうと思はれるのである、唯然し石油が全然動物からばかり出來たものであるか否かは頗る疑義の存する事で、是れは次に述ぶる植

物成因説も比較對照して考へる必要があるのである。

(口) 植物成因説

此假説は油田發見の歴史の上に於ても餘程古き時代より唱へられて居る説であつて、前に述べたる動物成因に重きを置く人の中にも、「オルトン」氏の如く時々石油は其一部は植物成因説であり得ることを主張せらる、位であるが、實際此説を固持して石油を全然植物成因説なりとするのは、石炭又は褐炭を蒸餾して石油を獲た一部の理論家に過ぎないのである。

植物成因説者の所論

此成因説では石油は陸生植物、海生植物(海藻又は硅藻の類)又は沼澤地植物乃至は石炭等より誘導せられたるものなりと云ふのである、乃ち植物體の遺物が粘土、砂又は現在の地層中に埋積せらる、時は一方に於ては或狀態の下に炭質頁岩となり又炭質砂岩となり、或は石炭及褐炭ともなれ

き、他方に於ては單に實驗室に於て實驗し得られざるのみならず、全く過去の時代に於て起りしものと認めらる、或自然の作用によりて、或特殊の狀態の下に石油となりしものなりと云ふのである、乃ち石炭と石油とは本源が同一であつて唯自然に於ける狀況の相違から石炭ともなり石油ともなり、或は又石炭から石油が

誘導せられたものであると説くのである。此説は最近更に大に唱導せらる、様になつて居る。

植物成因説の批評

石油の成因を純陸生植物や又は沼澤地植物に本源を取り、唯沈澱後の狀況の相違即ち

ち壓力又は熱の如何によりて、或は石炭ともなり或は石油ともなるものだとすれば、一方に石炭を作り他方に石油を作る此微妙なる作用を十分に解釋出来なければならぬのであるけれど、此論者には是等の點に關する説明が完全に出来て居ない様である、成る程陸生植物と云はず總ての植物は石油を作り得る丈けの成分は十分具有して居るのであるから、一面相當と考へらる可きものには相違はない、元來、石炭や褐炭と石油とは其性質が著しく異なつて居るのに、此説によれば或場合には石炭と石油とを分ち難き事の偶發しないことも限られぬ、乃ち場合によりては炭田には石油の兆候があり、油田には石炭の兆候がある事もあり得るし又同一地質水準線即ち同じ時代の地層の連續中に或部には石炭が、或部には石油が胎胚せらるる事もあり得ると思はれる、然し斯かる實例は遺憾ながら殆んどない様である、従つて石油が陸生植物からのみ出来たと云ふ事は實際の場合に對照して甚だ心細くなる様な次第である。

石炭よりの誘導説

尙石油が二次的に石炭から誘出せられたと論ずる者もある、是れは陸生植物や沼澤

地の植物が本源となりて石油と石炭とが出来たこと云ふのでなくて、石油と云ふものは植物成因たる石炭からの變化物だこと云ふのである、此の説の持ち上つたのは「ヘーフェル」氏がシユロフアイア(地名)に於て石炭中より滴下する石油を認めてからであるが、氏は此事實を以て直ちに石油を以て石炭の變成なりとした譯ではなくして、此石油は石炭系中の砂岩より滲出せるものならんことを説明して居る、然し「ドウブレ」氏は實驗の結果過熱蒸氣を以て木材を蒸餾し、炭化物質の殘渣を得て居る、此點から無煙炭は、石炭より石油の生ぜし時の殘渣物にあらずやと考へた人もある位である、又「スミス」(W. Smith)氏は日本産の著しき瀝青質の石炭を實驗用に用ゐて石油は石炭より誘導せられたるものなりとの臆説に尙一步を進めた事もあるけれども何れも全體に對する完全なる説明とはなり得ない様である。

石炭より石油の出来る實驗は最近英國の「スインバーン」氏によりて遺憾なく成功を獲られて居る、其實験によれば金屬線に電流を通じて一定の電氣熱を保ち、二百度乃至三百度の温度を以て四十四時間の低温乾餾を爲せば石炭の原成分の破壊せらるゝ事なくして瓦斯と原油とを、得らるゝのであつて、此原油を精製すれば立派に石油と重油とになるのである、此實驗は一面から云へば石炭の低温乾餾によりて石油は成生せられ

たこと云ふ一部の論者に裏書する事になれど唯熱源の何者なるかに關しては、多少説明困難に逢着する事になる、寧ろ此實驗の過程が經濟的に利用せらるゝ事になれば石油問題の喧しき現下の狀態を緩和し殊に本邦の如き石油に貧にして石炭に比較的富める國に取りては此問題の解決は大に注意す可き事である。

要する所此石油が石炭より誘出せられたこと云ふ説は、亞炭や瀝青炭を乾餾すれば石油の成分に類似する炭水化合物が出来ること云ふ實驗室内の事實を基礎として、大自然の下にても適當な熱と壓力との存在に於て多量の石炭が乾餾せらるゝ時は、石油が出来るだらうこと云ふのであつて、是れを實際に照して見ても中々支障がある様である、乃ち少なくとも大油田地方にては石炭の出来た時代より遙か後になつて石油が出来なければならぬ筈であるけれど、北米ペンシルヴェニア州に於ては炭層及び油層の間には極めて明瞭なる境界線がある上に石炭層は却つて油層よりも新らしき地層中にもあるのである、又ペンシルヴェニア州やニューヨーク(New York)州のデボニア(Devonia)系の油層の下方には何處にも石炭層はなく、又北米の無煙炭田地方には何處にも石油鑛床がない位であるから、さうしても石油が石炭から出来たこと云ふ説や尙石油も石炭と同様に陸生の生物から生じたこと云ふ説なきにも餘り重きを置き難くなるのである、これを日本の例に採りても

第三には其上に層の覆ひ又は水がある爲め已に埋れて居る有機物質が酸化作用に依りて急に破壊せらる、様な事が無い様になる、殊に鹽水の時には淡水に比べて防禦力が著しいのである。

第四には上を覆ふて居る地層の蓋が段々厚くなるに連れて漸次下方にある有機物を含んで居る層に壓力を及ぼし又熱を蓄積する様になりて遂に漸次に有機物の自然分解を促がして石油を作る様になり最後に此の出来た石油は水壓の關係で其場所か又は移動して或適當な狀況、換言すれば油を透す事の出来な
い様な地層の下に來て其處に「油の溜り」を作る様になるのである。

乃ち此動物及び植物成因説は有機成因説の特別の場合と見れば差支ないのである。

有機無機成因説 此外に有機無機兩成因説の結合した様な見解で石油の成因を説く一部の學者も居る、

其云ふ處は地下深き處に潜在する岩漿からの瓦斯が地中の裂隙を通して上昇し有機物を包藏せる地層迄來た時に此有機物に作用して炭水化合物を作る事の事である、成る程或る油田には侵入岩の存在して居ない事もないから絶対にそんな事が無いとは理論的にも云へぬけれどもそれが全般を通じての成因説としては如何にしても受取り兼ねるのである。

成因説に關する結論 要する處石油に關して從來種々の假説があつて何れも其理論又は實例から見ても是

れを否定する事は出来ないのであるが現今の智識程度では理論的又は實際的から見解を下して吾々は有機成因説を首肯する者であつて同じく有機成因説中にも動物成因説が最も有力だと思つて居る、蓋し石油云ふものが已に始成的でなく二次的に出来然も其成分から考へても一定して居る譯であるから動物からでも植物からでも又無機物からでも出来やう、然し全般を通じて有機物から出来る事が最も至當と見る可き條件の多數を有してゐると思すれば殊に成因を動物に借りる事が別に差障りがなく又何れの場合でも其見地からして是れを説明する事が出来ると思したならば先づ石油の成因を有機説にせり此中にて動物成因を主とし植物成因説は寧ろ従ふたいのである。

第三章 石油の分布

石油の地理的及地質的分布

瀝青は固形状液状又は瓦斯状をなして分布の廣大なる事殆んど全世界に亘り地層中何れの部分にも必ず多少宛は含有せられて居る、然もこれを地質上より見るも古きローレンシア(Laurentia)系以來最近第四系に至る總ての地層中にも胚胎せられて居る、況んや當然存す可しと考へらる、水成岩層以外にも玄武岩其他各種の岩石や礦物中にも瀝青の存在するここが古い以前から發見せられて居る位である、乃ち一般に石油や瓦斯は多少も何れの土地にも分布せられる外に是れを垂直的に即ち地質的に考ふれば古きシルリア(Siluria)系以後の縦令變成せられて居ても餘り變化を受けて居ない様な石灰岩や砂岩や變岩や特種の頁岩等に含まれて居るのであるから水平的(地理的)に見ても垂直的(地質的)に見ても其の分布の廣大なるには驚かざるを得ないのである、然し後章述ぶる通り石油が經濟的に採行せらるゝ爲めには自ら特種の地質構造と特別の岩石の存在を必要條件として居るから例へ全般に亘りて分布せらるゝ、こも多量に産出するためには如斯特別な構造を呈して居る地方に限られ、又た岩石にしても同じ時代の物でも

各地各様な性質を帶て居る外甲の土地では或時代の地層から石油が多量に産するけれど、乙の土地では他の時代の地層が含油層である事がある、要する處は適當の地質構造と含油層との存在が必要であるからルーマニア(Romania)や又ロシアのバク(Baku)地方では含油層は全く第三紀層に屬するけれどアメリカでは主として古生代の地層から油が出、日本では含油層は全く第三紀層に限られてある様に異なつて居るのである。

(イ) 地理的分布

油田として價値ある者になる爲めには、前にも述べた通りに第一に特別の構造を必要とする者であつて地層の時代は寧ろ第二の條件であるから此結果は大油田が屢々主山脈に平行して存する事がある、オーストロハンガリよりルーマニアに亘るカルパシア山脈の一帶、ロシアのコーカサス(Kaukasus)山脈に沿へる部分、北米アレガニー(Alleghany)山脈に沿へる一帶、南米ではアンデス(Andes)山脈に沿へる部分等が即ち其れである、石油産地として有名なるもの北米、ロシア、ルーマニア、オーストリア(Austria)ホルマ(Burama)メキシコ(Mexico)等を第一とし次に英、佛、西、獨、葡、白、和、伊、瑞、及びエヂプト(Egypt)、アラビ

地球の上の生物の出現とその進化的状態

系統	新 生 界		中 生 界		生 界		古 生 界		太古代
	沖積統	洪積統	第三系	白垩系	石炭系	ア系	シルリア系	カムブリア系	前カムブリア系
時 代	人類全盛期	人類出現期	哺乳動物全盛期	鳥類全盛期	松柏科全盛期	維管束植物全盛期	無脊椎動物全盛期	原始的陸生植物	海生動物及無脊椎動物
人 類	●								
哺 乳 動 物		●							
鳥 類				●					
兩 棲 類									
魚 類									
節 足 動 物									
腕 足 類									
刺 皮 類									
藻 類									
維 管 束 植 物					●				
松 柏 科				●					
蘇 鐵 類				●					
頭 花 植 物	●								

石油地質學

備考 ●は當該生物の最も繁昌せる時期を示す

萬年かの地球史の中に化石を見出すのは彼の古生代のカムブリア (Cambria) 系以後の地層からであつて太古代に入れば最早生物の遺跡を認むる事は出来ないのである。

此生物の遺跡を認むる事の出来ない時代でも已に元始的の生物は居たに相違ないが苟しくも石油の様なものが出来た時代は遙か後即ちカムブリア系の次に位するシルリア系以後に相違ないのである。

實際亦現在に於ては石油はシルリア系以後の地層中には何れにでも胎胚せられて居るけれども其以前のものには動植物の遺跡がないと同様に石油は現存して居ないのである。

了解し易い様に地質年代と生物出現の時代の關係を表を以て示せば(前掲三八頁)の通りである。

地質分類の熟語 茲に地質分類上に一般に使用せらる、名稱 (term) に主なるもの二種ある、其一是生物學上の名稱 (biological term) にして單に時を代表し、古生代 (ERA)、石炭紀 (PERIOD) を呼び、其細別には世 (EPOCH)、時 (AGE) を用ふる、他の一は物質的即ち直ちに地層を稱するのであつて、例へば新世界 (GROUP) 第三系 (SYSTEM) 鮮新統 (SERIES) 云々此下の細別に期 (STAGE) がある、乃ち地層を稱して何々系統云ふのは此區別から來て居るのである。

此外にデーナ氏の名稱 (Danis terms) として前記の group, system, series, stage に各々相當したる time, age, period, epoch なる語を使用する事もあるが要する所何れも同一である、唯混同使用を注意すれば足るのである。

(I) 新生代 (Cenozoic Era)

(一) 沖積世 (Alluvial Epoch)

各油田地方にて沖積世の系統より出油するものがあるけれど、是れは二次的の鑛床である、其の始成的のものとも見る可きものは紅海 (Red Sea) の珊瑚礁から石油の滲み出るのが發見せられた事がある、此外始成的と思はれるものは有名なるトリニダット (Trinidad) 地方の瀝青の湖や又はバク地方にもある。

(二) 洪積世 (Diluvial Epoch)

ドイツ、ハンガリに始成的の石油鑛床がある。

(三) 第三紀 (Tertiary Period)

フランス、イタリー、蘭領インド、支那、トルキスタン地方、日本の油田全部、北米合州國中カリフォ

ルニヤ及びメキシコ等世界各地に跨つて居る、是れを細別すれば

(イ) 鮮新世 (Pliocene Epoch)

クロアチア、ルーマニア、トルコ、スマトラ、日本、アルゼリヤ、佛領アフリカ、トリニダット、北米テキサス、カリフォルニヤ、メキシコ等。

(ロ) 中新世 (Miocene Epoch)

スイツツル、イタリー、ドイツ、オーストロハンガリー、ルーマニア、ロシア(歐)、コーカサス、メソポタミヤ及ベルシア、東インド、ハワイ、スマトラ、フィリッピン、アルゼリア、ヴェネツエラ、トリニダット日本の諸地方等。

(ハ) 漸新世 (Oligocene Epoch)

イタリー、オーストロハンガリー、ドイツ、東インド地方の外スイツツル、ルーマニア、フランス、ロシア、バルバドス等。

(ニ) 始新世 (Eocene Epoch)

オーストロハンガリー、イタリー、ロシア、アジャトルコ、東インド、スマトラ、ニュージーランド、マタガスカル、アラスカ、バルバドス及ツリニダット、テキサス、カリフォルニア地方等。

(II) 中世代 (Mesozoic Era)

(四) 白堊紀 (Cretaceous Period)

スペイン、イタリー、オーストリア、ロシア、北米中のコロラド、ワイオミング、ルイジアナ、並にメキシコ等。

(五) 侏羅紀 (Jurassic Period)

ホルトガル、フランス、ドイツ、ロシアのコウカサス及シベリア、カリフォルニア、アラスカ、コロムビア、オーストリアの地方。

(六) 三疊紀 (Triassic Period)

ドイツ、オーストリア、ホルトガル、支那、ワイオミング、海峽殖民地。

(III) 古生代 (Palaeozoic Era)

(七) 二疊紀 (Permian Period)

ロシア、葡領チモール、南アフリカ、オクラホマ等。

(八) 石炭紀 (Carboniferous Period)

フランス、ドイツ、ロシア、イングランド、北米中ペンシルヴェニア、オハイオ、カンサス、オクラホマ、インディアナの各州。

(九) 泥盆紀 (Devonian Period)

ロシア、北米中のペンシルヴェニア、ニューヨーク、オハイオ、ウエストバージニア、インディアナの各州の外カナダ、オーストリア、海峽殖民地等。

(一〇) 志留利亞紀 (Silurian Period)

ロシア(歐)の土瀝青及北米イリノイズ、オハイオの諸州の外下部志留利亞中より産油する地方には北米ニューヨーク、ケンタッキーの緒州並にカナダ、ミズリー及び南アフリカ等がある。

(一一) 寒武利亞紀 (Cambrian Period)

ニューヨーク州中に始成的の瓦斯が胚胎せられてをるものがある。

(二) 前寒武利亞紀 (Pre-cambrian Period) (一の獨立したる時代とする事もある)

世界何れの土地にても未だ生物の遺跡が発見せられたる事がない、従つて石油の産したる記録もない様である。

(IV) 太古代 (Archaean Era)

生物出現前の時代である。

第四章 石油の物理性

(イ) 密度と色 (Density and Color)

密度或は比重 密度或は比重を稱するものは或物質を是れに同容積の水との重さの比であるが一般に石油は水よりも軽い、即ち比重は一よりも小である、然し稀にはビルマ國のミンブ (Minbu) 産の或石油の如きは攝氏三十二度で一・〇〇二あり、ペルシア産石油の或ものは一・〇一六丈けあつて、即ち水よりも重いのである斯の如くして石油は單に水壓の關係で背斜層の高い處にのみ集まるものなりと云ひ能はざるに至る、然し一般から云へば水よりは軽いのであつて殊にロシアのコウダコ産のものは比重〇・六五二丈けほかないから普通のベンジン油位の重さである、水の比重は各温度によりて多少の相違はあれど違つた處が百分の一乃至千分の一位のものであるのミ異なつて、石油の場合はその種類によりて甚だ差違があるのみならず温度に應じて著しき相違がある、然し一口に云へば水よりは軽くて大體〇・七六乃至〇・九三位の比重を持て居るのである。

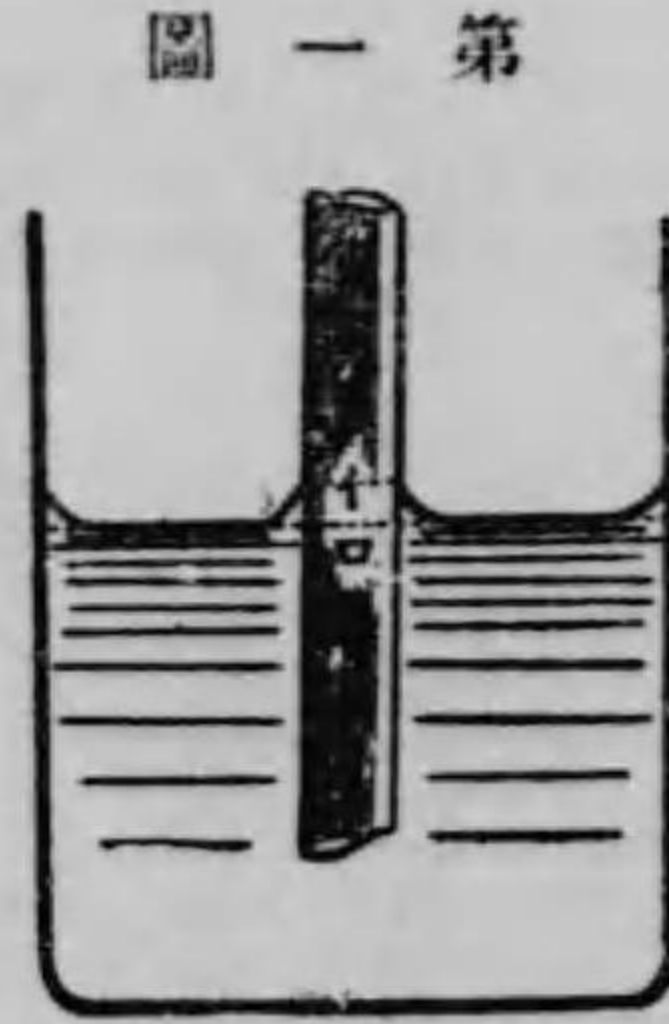
色或は色澤
かぬが、一般的に云へば比重の小なるもの程淡い色を呈し、比重が大になれば大になる程濃厚になる、乃ち

比重と色の関係を示す表

産油地	色澤	比重	粘力
新津	暗緑褐色	0.9160	
粗境	綠褐色	0.9435	
東加西	暗褐色	0.8970	
山嶺(日石)	濃緑褐色	0.8770	40
同(同)	同	0.8970	68
同(寶田)	同	0.8450	32
同(寶田)	同	0.9000	187
鎌田(インター)	同	0.9270	204
石地(日石)	同	0.8510	52
尼瀨(日石)	同	0.8190	31
尼會地	淡赤褐色	0.8180	
同草後	濃緑褐色	0.8000	35
小千谷	綠褐色	0.8540	28
同千谷	同	0.9420	103
同野	淡琥珀色	0.8030	
同津	黒褐色	0.8170	
同野	同	0.8710	
同津	綠褐色	0.8830	
同田	同	0.8940	
同川	綠褐色	0.8810	
同野	黒褐色	0.9360	
同國	暗赤褐色	0.9380	
同市	黄褐色	0.8060	29.5
同町	同	0.8210	30.5
同谷	同	0.8180	30.5
同別	淡琥珀色	0.7600	

比重の低いものは概して淡褐色又は淡赤褐色であるが、高い方のものであれば濃褐色又は黒褐色を呈して居るのが普通である、尙比重と色の關係は便宜上引火點の章に掲げある表に就て示す事にもして置いてあるが茲に本邦産のものゝの表を掲ぐれば前頁の通りである。

比重の測定法の一



表面張力を示す

石油の密度即ち比重を測定する爲めには浮秤(Hydrometer)を用ゐる、然し絶対に

正確には行き難いのである、殊に粘り強い石油の場合に尙更である、是れは表面張力(Surface tension)の關係から來るのであつて正確なる價を得る爲めには加減を行はねばならぬのである、乃ち粘着強き油では、浮秤を下けるに著しく第一圖の如き現象があつて

油の表面は實際は(ロ)であるけれども(イ)の處ではか讀みが取れぬから浮秤の膨れの軸部の直径が十六ミリメートル位より小なれば〇・〇〇、一五を、大なれば〇・〇〇、一〇を(イ)で讀んだ數字に加へ、尙此外に標準とする温度即ち攝氏十五度(時には廿度にする事もある)に換算せねばならぬ、其理由は石油は甚だ揮發し易く常に温度に應じて密度も變化するのであるから、比重測定に際しては必ず其時の温度を記入する

か又は膨脹係數によりて標準の温度に換算するのである、此係數は大體〇・〇〇〇、六五四乃至〇・〇〇〇、八三八(眞空中にては〇・〇〇〇、六四一)であつて、温度に因りての比重の變化即ち比重に膨脹係數を乗じたるものは平均して攝氏一度に就て〇・〇〇〇、七五内外であるから測定の際の温度が十五度より高いか低いかによりて膨脹係數を比重との乗積の數を加減せねばならぬ(膨脹係數に關しては後章に精しく述ふる事になつて居る)。

今例へば浮秤で原油の比重を測定する時に前圖(イ)の部分にての秤の讀みが〇・八一三九、此讀みの訂正が〇・〇〇一〇、其時の温度が二十度なりとすれば(計算を簡單にせん爲めに膨脹係數を一定の數)に取れり従つて訂正率も一定する事となれり)

秤の讀み 〇・八一三九
 讀みの訂正 〇・〇〇一〇
 温度による訂正 〇・〇〇三七(即ち $0.00075 \times (20 - 15) = 0.00375$)
 合計して 〇・八一八六 の比重となるのである。

而して温度一度の差によりての訂正率を得る爲めの膨脹係數は前に擧げたる通り石油の比重の高下によ

りて相違があるが「メンデレエフ」氏に従へば比重〇・八六〇附近にて比重と膨脹係數との乗積たる一度に對する訂正率は〇・〇〇〇七〇であるが、比重〇・九二〇附近では〇・〇〇〇六〇〇位になつて居る様である今「メンデレエフ」氏が露國産油に就て實驗せる訂正率を示せば次表の通りである。

温度一度に對する比重の訂正率

比	重	温度一度に對する訂正率 即ち比重×膨脹係數	比	重	温度一度に對する訂正率 即ち比重×膨脹係數
〇・七六〇	—	〇・〇〇〇七九〇	〇・八七〇	—	〇・〇〇〇六八五
〇・七八〇	—	〇・〇〇〇七八〇	〇・八七五	—	〇・〇〇〇六七七
〇・八〇〇	—	〇・〇〇〇七八〇	〇・八八〇	—	〇・〇〇〇六七七
〇・八〇〇	—	〇・〇〇〇七八〇	〇・八八五	—	〇・〇〇〇六七〇
〇・八一〇	—	〇・〇〇〇七六〇	〇・八八五	—	〇・〇〇〇六六〇
〇・八一〇	—	〇・〇〇〇七五〇	〇・八九〇	—	〇・〇〇〇六六〇
〇・八二〇	—	〇・〇〇〇七四〇	〇・八九〇	—	〇・〇〇〇六四五〇
〇・八三〇	—	〇・〇〇〇七四〇	〇・八九五	—	〇・〇〇〇六四〇
〇・八四〇	—	〇・〇〇〇七二〇	〇・九〇〇	—	〇・〇〇〇六三〇
〇・八五〇	—	〇・〇〇〇七一〇	〇・九〇五	—	〇・〇〇〇六二〇
〇・八六〇	—	〇・〇〇〇七〇〇	〇・九一〇	—	〇・〇〇〇六二〇
〇・八六五	—	〇・〇〇〇六九二	〇・九一〇	—	〇・〇〇〇六〇〇

比重測定法の二 測定に供する石油の分量が少ないか、又シリンダー油の如きドロドロしたものか或

る、要する所は前述の様な原理方法を知つてさへ居れば自由に比重測定が出来るのである。

如斯比重を實際測定する爲めには非常に面倒であるけれどそれが學問的でなくて實際的の價を知る程度のものなら浮秤を直ぐ石油の中に突き込んで前に述べた通りに標準とする温度より高いか低いかによりて〇・〇〇七を加へ又は減する位で差支へない、寧ろ機械から起る誤差よりも吹き出したての油を暫くためて置いた油との間の比重の差が大なるもので、殊に輕油に富んだ油で温き地方で、もあれば此差は五乃至一〇パーセントも違ふ事があるから比重の價丈けでは全く別種のものにしか思はれない事がある位である。

●●●●
ボーム計 米國では一般に油の比重を表はすにボーム (Boume) 何度云ふ言葉を用ゐて居る。

ボーム計にも比重一・〇〇より高い液體を測定するに用ゐるものと、以下のものを測るに用ゐるものと二通りある。

水より重い液體を計るボーム計は攝氏十二度の水をボーム零度とし、食鹽十五%清水八五%の食鹽水を十五度としてあるから度数の上る程比重が高いのである。

水より輕き液體に使ふ方は攝氏十二度の水の比重をボーム十度とし食鹽水との比が一對九の様な食鹽

水の比重を零度としてあるからボーム度の多くなる程比重が低くなる譯である。

本書に於ては重液用のボーム計に就ては省略する。

比重一・〇〇以下のものを測定するボーム計は目盛が一〇から始まつて居るのである。

ボームの度と比重との關係をあらはす公式は

$$\text{ボーム度} = \frac{140}{\text{華氏六十度に於ける液體の比重} - 130}$$

$$\text{華氏六十度に於ける液體の比重} = \frac{140}{130 + \text{ボームの度}}$$

各場合を表を以てあらはせば次の通りである。

ボーム 度	比重	ボーム 度	比重	ボーム 度	比重	ボーム 度	比重
一〇	一・〇〇〇〇	二六	〇・八九八九	四二	〇・八一五七	五八	〇・七四七〇
一一	〇・九九三〇	二七	〇・八九三〇	四三	〇・八一〇〇	五九	〇・七四三二
一二	〇・九八六〇	二八	〇・八八七二	四四	〇・八〇六三	六〇	〇・七三九四
一三	〇・九七九〇	二九	〇・八八一四	四五	〇・八〇一七	六一	〇・七三五七
一四	〇・九七二二	三〇	〇・八七五五	四六	〇・七九七一	六二	〇・七三一九
一五	〇・九六五八	三一	〇・八七〇二	四七	〇・七九二七	六三	〇・七二八一
一六	〇・九五九四	三二	〇・八六五〇	四八	〇・七八八三	六四	〇・七二四三

一七	〇・九五三〇	三三	〇・八五九七	四九	〇・七八三八	六五	〇・七二〇五
一八	〇・九四六六	三四	〇・八五四四	五〇	〇・七七九四	六六	〇・七一六八
一九	〇・九四〇二	三五	〇・八四九二	五一	〇・七七五二	六七	〇・七一三三
二〇	〇・九三三九	三六	〇・八四四三	五二	〇・七七一一	六八	〇・七〇七九
二一	〇・九一八〇	三七	〇・八三九五	五三	〇・七六七〇	六九	〇・七〇六一
二二	〇・九二二二	三八	〇・八三四六	五四	〇・七六二八	七〇	〇・七〇二五
二三	〇・九一六三	三九	〇・八二九九	五五	〇・七五八七	七一	〇・六九九〇
二四	〇・九一〇五	四〇	〇・八二五一	五六	〇・七五四六	七二	〇・六九五六
二五	〇・九〇四七	四一	〇・八二〇四	五七	〇・七五〇八	七三	〇・六九二三

(α)膨脹係數 (Expansion coefficient)

膨脹係數は或物質の單位容積が攝氏一度熱せらるゝ爲めに其容積の膨脹する率を云ひ一般に長さ及容積の膨脹の二に分けて考ふるが殆んき總ての物質は温度の上昇に連れて何れ丈か宛容積も増加する、換言すれば比重が低下するのである。石油の如き液體の場合は長さの膨脹を考へずに單に容積の膨脹のみを考ふるのである、而して其率には物質によりて大小があるのみならず同じ物質にても温度によりて多少相違するものである、此物質の膨脹云ふ事は決して忽諾に附す可からざるものであつて彼の鐵橋の鐵材を橋臺に密着する事なく又レールの繋ぎ目を少し宛離してあるのも全く膨脹によりて破壊を豫防せんこの目的に外ならな

いのである、吾々が今研めんとしつゝある石油も全く鐵なきと同じく實際の場合に考の中に置かない譯に行かない事がある、例へばタンカー即ち油槽船や油槽車で石油を送る場合なきは温度と膨脹との關係を十分考察してかからねば意外なる結果を來す事があるのである。

此外膨脹係數は又他の温度の比重を換算する場合にも必要がある、反對に比重瓶で異なつた温度に於ける比重を測定すれば此結果膨脹係數を算出する事が出来るのである。

一般に液體の膨脹係數が温度と共に増加する度は固體の場合より遙かに大である。

今例へば温度 t にての比重が a 、温度 t_1 にての比重が b すれば膨脹係數 α は次の式であらはされるのである。

$$\alpha = \frac{a-b}{b(t_1-t)}$$

膨脹係數の測定

直接に膨脹係數を測定する爲めには普通ホルデ氏の方法による事が多い。

要點は頸に目盛のしてある數本の膨脹計(Dilatometer)を標準寒暖計を水浴中にて各々異なる温度にて熱し直接に容積の膨脹の狀況を検するのであるが是れを計算する公式は左の通りである。

$$a = \frac{V_1 - V}{(t_1 - t)V} + c$$

a は膨脹係數

V は温度 t にての容積

V_1 は温度を t より上して t_1 にしたる時の容積

c はガラスの膨脹係數即ち 0.0000125

膨脹係數と比重との關係 膨脹係數は密度の増加に伴つて減するのである、其割合は米國産石油に一例

を採れば次の通りである。

攝氏十五度に於ける密度	膨脹係數
0.500以下	0.00090
0.700—0.750	0.00085
0.750—0.800	9.00080
0.800—0.815	0.00070
0.815—以上	0.00065

膨脹係數と温度との關係 フッフマン (Huchmann) 氏のロシアのバク産の原油に就て實驗したる結果

を見るに膨脹係數は温度の上昇に連れては大きなる、其割合は、

觀察せし温度	各温度に於ける密度	膨脹係數
-6.8c.	0.8373	0.000614
0.4	0.8833	0.000627
15.0	0.8737	0.000627
50.0	0.8506	0.000670
75.0	0.7333	0.000700

の通りである。

膨脹係數と油質 膨脹係數の大小即ち其率は全く油質に關係するものであつてドイツ産の石油はロシア

産のものより多く膨脹し、米國油は尙一層率が高いのである、今膨脹率に關して綜合的に述べれば、

(一) 重いドロドロした油の比重の極大限度は 0.908 内外であつて攝氏二十度乃至七十度間にては膨

脹率は殆んど一定して居る換言すれば膨脹係數に變化がなく漸く 0.0007010000072 である。

(二)パラフィンを含める事の多い油や攝氏二十度以下にて固形體をなすもの例へばドイツ産の或種の油の如きは温度十二度乃至二十度間にありてはパラフィンの熔融と共に膨脹率大となり 0.00075 乃至 0.00081 の間を變化する。

(三)餘りドロドロしない油例へば輕き機械油の如きもので十五度にて其比重 0.905 より小さいものは第一に述べた様なものよりも係數大であつて二十度乃至七十八度の間にて 0.00072 乃至 0.00076 に達する。

(四)完全なる液狀油は温度の増加と共に膨脹率漸次増加する而してパラフィンを含める者は完全に液化する迄は温度の上昇に従ふて膨脹係數は小なるが液化してからは一般の例に準據して大なる。

(ハ)粘着性又は流動性 (Viscosity or Fluidity)

粘着性又は流動性云ふのは油のドロドロの程度であつて、普通は同じ條件の下に於て一定量の油と水と

が容器より流出する度合を秒を以てあらはして比較する事になつて居る、是れ即ち粘着比である。

粘着性、比重及温度との關係 粘着性は密度及び沸騰點の高き油程大であるけれど、産地異なる時は密

度同一であつても粘着力同じからざる事がある、又原油を長く容器に入れたま、放置する時は成分中の揮發し易き部は揮發し、且揮發しない部分も化學變化を起し粘着性も密度も高くなる。

粘着力は温度にも大に關係する、乃ち其降下に連れて増大する事になるのである。

是れを化學成分の上から云へば一般にパラフィン系の油は芳香屬炭水化合物のものに比すれば粘着力小である。

鐵管による油の輸送 油の粘着性は實際上に於て助考せねばならぬ事が間々ある、其れは油を導く爲め

に油井から製油所に鐵管を敷く事や、又は船積する場合其他案外遠距離迄に送油する事は油田地方では珍しい事ではないが此場合原油が重くて且寒氣強い地方で、もあれば粘着性の大小は直ちに送油量に關係して來るのである(第十二章參照)。

粘着計 各種の油の粘着の度合を云ひ表はすには何か標準を一つ拵えて、數字を以て示す事が肝要であ

此標準は前述の如く水に採りて是れに比較して或一定の状況の下に於て流出する割合を決定するのである。此の爲めには一般に「エングラ」氏の粘カ計を使用して居る、然し「エングラ」粘カ計は多くは獨逸流の人が使用するが英國では「レッドウッド」(Redwood) 氏の粘カ計を、米國では多くは「セイボルト」(Saybolt) 氏の粘カ計を使用する様であるが原理は何れも同一である、其要點は「エングラ」粘カ計では或油の二百立方センチメートルの量丈けが粘カ計より流出する時間を同じく二百立方センチメートルの水が流出する時間で割りし比を所謂エングラ一度ミして粘カ計の程度を他の油の場合に比較するのである。

粘カ比 粘カ比ミ云ふは水の粘カを攝氏零度にて一ミ採り他の液體の粘カを是れに比較したるものであつて、通常「エングラ」氏の粘カ計が用ゐられて居る。

粘カ比をあらはす公式は左の通りである。

$$v = d \left\{ 4.072(E.D.) - \frac{3.514}{(E.D.)} \right\}$$

此式で v は粘カ比、d は測定した時の温度に於ける油の比重、E.D. はエングラ一度である。

粘着力ミ温度ミの關係 「レッドウッド」氏の基準粘カ計で測定せられたる米露兩國産石油の比重の異なるもの二、三に就て、温度の變化に伴ふて粘着力が如何なる割合で變化して行くかを表示すれば次の通りである。秒数は氏の粘カ計より五十立方センチメートルの油の滴下するに要する時間である。(地質調査所報告)

粘着力を示す表

温度	水	米國産油			露國産油			普通溫度ニテハ半固體
		比重	同	同	同	同	同	
		0.885	0.913	0.923	0.909	0.915	0.884	
50	25 1/2	秒 145	秒 425	秒 1030	秒 2040	秒 2520		
60		105	295 1/2	680	1235	1980		
70		90	225	485	820	1320		
80		73	171	375	580	900		
90		63 1/2	136	252	426	640		
100		54	111	200	315	440	1015	
110		50	89 1/2	153	226	335	739 1/2	
120		47	78	126	174	245	531	
130		44 3/4	63 1/2	101	135 1/2	185	398 1/2	
140		41	58	82	116	145	317 1/2	
150		37 1/2	52	70 1/2	95	115	250	
160			46	63 1/2	83 1/2	93 1/2	200	
170				58	70 1/2	77 1/2	161	
180				52 1/2	61 1/2	67 1/2	134 1/2	
190				47	56 1/2	61	115 1/2	
200			42	48 1/2	54	99 1/4		
210			40			85		
250						59 1/4		
300						42 2/5		

乃ち明らかに前に述べたる通りに温度の上昇に連れて粘着力は減退して居る、反對に温度低下する時は増大するものであるから實際の場合は寒い地方で比重でも高い油だみすれば送油も甚だ困難なる仕事の一種なるのである。

(二)揮發性 (Volatility)

總て物質が揮發性であるか溶解性でなければ吾々には香ひ云ふものは分らないのである、石油を近づける一種獨特の香ひがする、是れ石油は著しく揮發性であるからである。

揮發性引火 揮發性は引火點と密接なる關係を有するのであるが、其大小は概して油質が良好であればある丈け大で油質が悪ければ悪い丈け揮發性が小、換言すれば揮發分の多少は石油の質に關係を有するのである。

揮發量 空氣中に石油を放置する時は揮發分はドシドシ逸散して油質は漸次良好の度を失ふ様になる、而して其發散の度合は全く油質に關係するものであるけれども曾て常に攝氏十六度を保てる室内にて或種の原油を無蓋器中に容れて揮發量を試験せられた結果を一例として掲ぐれば次の通りである。

一週間後に揮發によりし減量	二五・〇「パーセント」
二週間後	三〇・六 同
三週間後	三三・六 同
四週間後	三四・三 同
五週間後	三四・七 同
六週間後	三五・〇 同

揮發性と温度 揮發の割合は温度にも關係する事勿論である、又露國バク産の或種の油の揮發量に就て研究せられたる結果によれば揮發によりて密度の増加は約〇・〇〇一(此値は産油地及油質によりて相違する事勿論なり)にして、而して揮發量と密度との關係は

$$V = \frac{d}{10D(D+0.001)-d}$$

なる式によりてあらはされて居る。

但し V は放散したる量の百分比。

Dは揮發前の密度即ち原液の密度。

dは揮發したる部分の密度を示す。

此三つの關係を一二の例に就て示せば左の通りである。

種類	D	d	V
ベンジン(1)	〇七二二	〇六一八	〇八六
ベンジン(2)	〇七二六六	〇六三六	〇九六
ベンジン(3)	〇七七八	〇七二五	一〇六一
石油(1)	〇八〇〇	—	一〇五〇
石油(2)	〇八二二	〇七五一	一〇四九

(*)引火點及燃燒點 (Flashing point and Burning point)

油より揮發する瓦斯が空氣と混じて焰を近接したる場合に油が燃燒する事なくして焰を呼ぶ温度を油の引火點と云ふ、此引火點と燃燒點とはよく混同されて居るが實は全然別物である、油の引火點では油自身はまだ燃燒しては居ないのである、云はゞ油面より上昇する揮發分の一時的燃燒が連續し油其ものが繼續して燃燒

する様になつた温度が燃燒點である、引火點と燃燒點との間には時に華氏二十五度乃至三十度の相違がある事がある。

引火點 一般に重き油は輕き油に比しては引火點は高いのであるけれど比重と引火點との間には規則的關係はない様である、要する所は油の中に沸騰點の低い炭水化合物が澤山あれば引火點は低い様である、直接には引火點は揮發分の多少に反比例する様な有様になつて居る。

引火點と氣壓との關係 引火點は氣壓に關係して高い處とするのこ低い處とするのこは相違して來る、其の程度は氣壓に比例して水銀柱の一寸の上下に對して引火點を華氏一度半以上加減する必要がある位である。

引火點の低いのは取扱上危險であるから一般に使用する燈油の引火點は各國で制限して居る、米國では華氏九十九度五、英國では華氏七十三度、獨國では攝氏二十一度、露國では攝氏二十八度、佛國では攝氏三十五度を以て標準とし我國では攝氏三十度としてある。

今數種の油の沸騰點と引火點及び燃燒點を比較したるものを掲ぐれば、(温度は攝氏を用ふ)、

F	E	D	C	B	A
沸騰點の限界					
一〇〇—一五〇度	八〇—一〇〇度	七〇—八八度	六〇—七八度	五〇—六〇度	—
引火點					
一〇度	一二度以下	一二度以下	四五度以下	三九度以下	零下
燃焼點					
一六度	一九度以下	—	四二度以下	三四度以下	—

尙世界各産油地の代表的の油を見る可きもの、比重及引火點並に色澤の關係を表示すれば左の如し

比重引火點及色澤の關係を示す表

産地	比重	引火點	色澤	産地	比重	引火點	色澤
メキシコ	一〇六〇	三〇〇度	黒褐色	カナダ	〇八五三	五四度	暗褐色
同	〇九九三	九八	同	同(二〇五七呎)	〇八七七	九〇	同
同	一〇四〇	三一〇	同	同(九〇六)	〇九三九	二八〇	黒色
同	〇八八二	一二六	赤褐色	同(二三六二)	〇八四七	四六	褐色
同	〇九七〇	三〇〇	赤褐色	同(一九四六)	〇八六一	一八三	同
同	〇九七〇	三〇〇	赤味多	ニュウファウン ドランド	〇八四三	一三四	深黒色
同	〇九六三	一二六	同	同	—	—	—

エクアドル	〇九二八	八〇	深褐色	ペンシルヴェニア	〇八一〇	—	赤褐色
ベール	〇八五九	三八	黒褐色	ウオシントン	〇八〇二	—	黒琥珀色
アルゼンチナ	〇九三五	—	黒色	オハイオ	〇七七一	—	黄褐色
ロシア(黒海)	〇八二六	三〇	褐黒色	カリフォルニア	〇八三九	一一六	莓黒色
同	〇九七六	三二〇	殆黒色	同	〇七九二	二五〇	黄褐色
樺太	〇九二二	三四〇	黒赤	同	〇七九二	二七八	黒褐色
ガリシア	〇七九八	三〇	黒赤	コロラド	〇八〇六	二五五	赤褐色
同	〇八五三	三四	黒赤	テキサス	〇九二七	二三四	同
同	〇九九九	二九四	同	同	〇九一一	六〇	同
同	〇八六九	六二	同	同	〇九七〇	二四〇	黒色
同	〇八五八	四三	同	ルイジアナ	〇八二九	一〇一	黒色
同	〇九四〇	二二二	同	カンサス	〇八五二	五五	同
同	〇九〇〇	二八〇	同	インディアナ	〇九一七	二六〇	深黒色
同	一〇〇二	—	同	度	〇八五五	一八	黒色
同	一〇〇五	六〇	同	印	〇八九九	二四	同
同	〇九二二	二六八	同	ルーマニア	〇八八九	二四	同
同	〇八八一	二六八	同	同	〇八五九	二二	同
同	〇九四五	一四六	同	ハンガリー	〇九〇七	一八八	赤褐色
同	一〇一六	一七〇	同	同	〇九五二	二〇〇	同
同	〇八八一	九〇	同	同(エラス)	〇八七三	三七	同
同	〇七八九	九〇	同	同	〇八一六	一七五	同

同	○九八〇	一五六	赤	褐	スベ	○九二一	二七〇	黒赤色
ボルネオ	○九六五	一一六	黒	褐	イタリ	○七八七	一三〇	莓色
フィリッピン	○八〇九		同	同		○九〇八	一九〇	黒赤
ツリニダツド	○九三八	六〇	眞黒	褐	ワイオミング	○九〇九	一四八	赤褐色
同	○九八〇	三三〇	黒	褐	アラスカ	○八八一	六七	黒褐色
バルバドス	○九七一	三〇〇	同	同		○九六一	二六六	同
ドニユジラン	○九七一	一三六	褐	黒	同	○八〇二	七六〇	眞赤色

(**〳**)沸騰點 (Boiling point)

前に述べし如く揮發の度合は温度の上昇につれて大なるが、尙温度を段々高むれば、或温度に達して、瓦斯泡を出し尙熱を加ふる時は、茲に初めて沸騰の現象がある、而して沸騰點と比重とを比べて見るに概して比重大なるもの程沸騰點が高い様である。

今二三の例を擧ぐれば

各地産石油	沸騰點	攝、一七度に於ける密度
ペンシルヴェニア I	八二度	○・八一七五
同 II	七四	○・八〇一〇

ガリシア	九〇	○・八二三五
バク I	九一	○・八五九〇
同 II	一〇五	○・八七一〇
エルサス	一三五	○・九〇七五
ハノーフェル	一七〇	○・八九九〇

沸騰點も亦引火點と同様に氣壓に關係する事勿論である。

沸騰點と比重 市場に普通あらはれて居る數種の石油に就て沸騰點と比重との關係を表示すれば左の通りである。

揮發油	種	類	沸騰點	比	重
石油エーテル	ケロセレン	攝、四〇—七〇度	○・六五〇—〇・六六〇		
ガソリン	リグロレン	七〇—八〇	○・六四〇—〇・六六七		
揮發油 (石油ベンジン)		八〇—一二〇	○・六六七—〇・七〇七		
同 (リグロイン)		一〇〇—一二〇	○・七〇七—〇・七三二		
クリーニング油		一二〇—一五〇	○・七三二—〇・七三七		

油	重	燈
カ イ ネー チ ン グ 油 (米)		一五〇—三〇〇度
同 ス タ ン ダ ー ド ホ ワ イ ト 油 (露)		〇・七八〇—〇・八〇〇
同 プ ラ イ ム ホ ワ イ ト 油		〇・八〇〇—〇・八一〇
同 ア ス ト ラ リ ン		〇・八二〇—〇・八二五
ソ ー ラ ー 油	以上 三〇〇度	〇・八〇〇—〇・八八〇
ミ キ シ ン グ 油		〇・八八〇—〇・八九〇
同 ス ピ ン ド ル 油		〇・八九五—〇・九〇〇
同 マ シ ン 油 (機 械 油)		〇・九〇〇—〇・九〇六
同 シ リ ン ダ ー 油 (輝)		〇・九〇六—〇・九一〇
同 バ ル カ ン 油 (暗)		〇・九一〇—〇・九一五
		〇・九一五—〇・九二〇
		〇・九二〇—〇・九二五
		〇・九二五—〇・九三〇
		〇・九三〇—〇・九三五
		〇・九三五—〇・九四〇
		〇・九四〇—〇・九四五
		〇・九四五—〇・九五〇
		〇・九五〇—〇・九五五
		〇・九五五—〇・九六〇

(ト)比熱 (Specific heat)

熱量の單位は一瓦の純粹なる水を攝氏零度より一度に温むるに要する熱量をカロリーを以て云ひ表はせる

ものである、是れ即ちグラムカロリーであつて又大なる熱量の單位には一キログラムの水を攝氏一度丈け温むるか又は一瓦の水を千度丈け昇すかに要する熱量をキログラムカロリーと云つて使つて居る。

此熱量は各物體によりて非常に差異があるが是れは各物體が各々熱容量を異にして居るが爲めであつて、或物體の比熱云ふのは其物質の熱容量と水の熱容量との比である、而して水の熱容量は熱量の單位であるカロリーであるから結局或物體の熱量云ふのは其物體の一グラムを攝氏一度丈け熱するに必要な熱量をカロリーを以て云ひ表はせるものと同一である。

水の比熱は一・〇〇にしてパラフィンの比熱(パラフィンは攝氏五二・四度にて熔融す)は〇・七〇〇である、而して一二の例外はあるが温度の上昇に連れて増加するものである、(水銀の比熱のみは温度の上昇と共に減少す)是れ前にも述べたる通り液體及固體は氣體に比べては僅ではあるが温度が昇れば膨脹係數も亦増大するからである。

今試みに液體及固體の數種に就て比熱の大小を掲ぐれば左の通りである。

物質	比熱	温度 (攝)
鐵	〇・一九〇	一、一〇〇—一、二〇〇度にて

パラフィン(固体) (攝氏二十五度乃至三十度) 〇・五八九

パラフィン(固体) (攝氏三十五度乃至四十度) 〇・六二二

パラフィン(液体) (攝氏五十二・四度乃至五十五度) 〇・七〇〇

此比熱能は原油が水素に富んで居れば居る程高く、炭素及酸素の量が大であればある程低いのである。

(チ)融解熱 (Melting-heat)

パラフィンの如き固体の單位量が液化するに要する熱量であつて、融解の潜熱とも云ひ、其單位は普通カロリーを以て表はされる。

例へば水は攝氏零度に於て液体たると共に固体たり得るけれど氷が液状になる爲めには八〇・〇二カロリーの潜熱を放散しなければならないのである。

常温にて石油は概して水と同様に液体をなし其凝固點 (Solidifying point) は水に比して遙かに低いのである。パラフィンの融解點即ち融解を初むる温度は普通攝氏五十四度前後であつて融解熱は三十五乃至三十九カロリーのである。

(リ)氣化熱 (Vaporising heat)

沸騰しつゝ、ある液体が蒸氣に變ずる爲めに必要な熱量をカロリーの單位を以て云ひあらはせるものである、例へば水の氣化熱は五三七カロリーのあつて輕油(比重〇・八八三位)の場合は八六・〇カロリーの、重油(比重〇・〇九〇五位)の場合には六八・七カロリーの熱量である。

(ヌ)溶解度 (Solubility)

石油はベンツォール、エーテル、クロロフォルム等に容易に溶解する、又た水は極少量だけ石油中に溶解することが出来る、此の溶解する度合を溶解度と云ひ其の程度は一般に温度の上昇に連れて増大するのである。

石油中の水 水が石油中に存する事は送油上勿論に附す可からざる問題であるけれど是れは主として石油の中に極微な水球として所謂混濁 (suspend) して居る場合である、然して化學的に水が石油中に溶解する分量は僅少である。

今水が石油中に溶け得る量を百分比にて表はせば左表の通りである。

温度	溶劑	ペンツオール	ケロセン(燈油)	パラフィン油
攝二〇度		〇〇六一	〇〇〇六	〇〇〇三
五〇度		〇一六一	〇〇二四	〇〇一三
九四度		—	〇〇九七	〇〇五五

(ル)光學性 (Optic Properties)

原油にして水の如く透明なるものは産出甚だ稀にして世界中にてもベルシア其他二三に過ぎない、而して著しく透明なる原油には常に光の屈折現象ありて同時に螢光を發する、是れは全く溶解せる膠質物に負ふ爲めである。

又石油の屈折率 (Refraction Index) は其比重及沸騰點に關係し、又或原油の分縮に際して分縮點高くなれば従つて比重も増大し屈折率も亦大なるものである。

今日本産原油に就て實驗せられたる結果を擧ぐれば左の通りである (屈折率をnとす)

産地名	分縮温度 (攝)	
	比重	n
ニ瀨	一四〇—一三六	〇・八〇六
	一四四—一四〇	〇・七九二
比禮	一四九—一四六	〇・八三三
	一四三—一四〇	〇・八二七

石油の旋偏光

旋偏光は光の傳播に際して平面偏光に於けるが如く二種のエーテル振動が一定せる一方向の平面に限らる、事なく圓偏光をなす現象であつて物質によりて或は右方(正の方向とす)に或は左方に(負)偏光するのである。

石油の旋光性に関しては往時より多少の議論なきにあらざれ現時にては此光學的現象の存する事は疑を挟む餘地なき迄に至つて居る。

而して此旋光性によりて原油が動植物何れより誘導せられたるかを研究したるものは「ラクシン」(Rakshin) 氏を以て嚆矢とするのである。

氏の研究の結果は左旋光性なる時は動物成因にして右旋光性なる時は植物成因たる事に歸結して居る、然して旋光度の大小は分餾温度に關係し、高温分餾液に於て極大の値を呈して居る。

本邦産石油に就て試験せられたる旋光度は(地質調査所報告)攝氏三二〇—二八〇度の分餾温度に於ては五度乃至二十度間に在りて何れも右旋光性を有する事知らる、乃ち「ラクシン」氏に従へば植物成因である。

發熱量

發熱量は可燃性物質の單位量即ち一瓦を完全に燃燒させる時に其物質の發する熱量をカロリー單位にてあらはせるものを云ふ、此發熱量は物質によりて非常に相違があるのみならず同じ石油にても其性質によりて異なる事勿論である。

熱量の單位 熱量を云ひ表はす單位として普通カロリーを使ふが時には B・t・u・單位にする事がある、乃ち *British thermal unit* であつて一封度の水を華氏五十度から五十一度に上すに要する熱量(カロリー單位の事は比熱の部に述べてある)である、兩者間の關係は瓦單位のカロリー量に 915、即ち一・八を乗するに、封度單位の B・t・u・で云ひ表はした熱量が出て來る。

諸物質の發熱量 此可燃物の發熱量は特に燃料として使用せらる、場合には最も大切な事であつて、石炭にせよ他の燃料にせよ一般に其熱價によりて上下に分れるのである、殊に往時と異なり今日の如く石油を燃料として使用する機會が多くなつて來れば尙更の事燃料油の場合は發熱量を第一に考へねばならないのである。

一般に石油燃料と稱するものは特種の原油及重油(前述)を指すのである。
石油の發する熱量を他の種々の燃料と比較すれば大體に於ては左に示す通りである。

物質	發熱量(カロリー單位)
揮發油	一一、一六〇—一一、二二五
燈油	一一、〇〇〇—一一、一〇〇
ベンジン	一〇、〇三八
原油	一〇、〇〇〇内外
無煙炭	八、〇〇〇内外
瀝青炭	六、〇〇〇—八、〇〇〇

木	泥	褐
材	炭	炭
		五、〇〇〇—六、〇〇〇
		三、五〇〇—四、〇〇〇
		二、八〇〇 以下

本邦産原油の發熱量を與ぐれば左の通りである。

產地	炭素	水素	酸素	硫黄	窒素	比重	發熱量 (カロリー)
石狩	八五・三三三	一三・四八	一・一九	—	—	—	一〇、九二五
長岡重油	八五・二二五	一二・八二	〇・四一	〇・四〇	〇・七〇	〇・九〇九	一一、二〇四
新津重油	八四・九一	一三・六〇	〇・二八	〇・四九	一・三四	〇・八九七	一一、四一七
西山原油	八四・八六	一三・八三	〇・四七	〇・三一	〇・五五	〇・八九七	一一、二九六
西山重油	八六・〇五	一一・四八	—	—	—	〇・九二二	一一、〇三二
秋田原油	—	—	—	—	—	〇・九四二	一一、五五四
秋田重油	—	—	—	—	—	〇・九四五	一一、五〇七
秋田重油	—	—	—	—	—	〇・九六〇	一一、四七五

本邦及支那産石炭の發熱量は左の如し。

產地	地名	發熱量(カロリー)
撫	順(低度瀝青炭)	五、八三〇—七、四八〇 平均七、〇〇〇
本	湖(半無煙炭)	六、九三〇—七、二六〇
天	草(半無煙炭)	六、八三〇—七、二三〇
筑	豊(低度瀝青炭)	七、〇〇〇—七、二〇〇
高	島(低度瀝青炭)	七、〇〇〇—七、五〇〇
夕	張(低度瀝青炭)	六、九〇〇—七、三〇〇
樺	太(低度瀝青炭)	六、四〇〇
大	嶺(半無煙炭)	五、六〇〇—六、一〇〇
常	盤(黒褐炭)	五、五〇〇 前後
三	池(低度瀝青炭)	七、二六〇
	三池水洗粉炭(低度瀝青炭)	八、〇〇〇
	夕張水洗粉炭(低度瀝青炭)	八、一七〇

本表より見らる、如く石油燃料は石炭よりも、二割五分乃至三割だけ熱効率が高いのである、解り易く云へ

様に全く理論的の數字である事を忘れてはならぬ、此理論的數字の發熱量を測定するのには後に述ぶるカロリメーターを使つて直接算定するけれど化學的分析の結果さへ分つて居れば算式によりて計算的に其値を見出す事が出来る。

發熱量算出の公式 計算に用ゆる公式には數種あつて何れも實際の値と多少宛違つて居る、(熱量決定に

は後に述ぶる機械的方法が一番宜しい事は勿論である。)

(イ)「マール」[Mahler]氏の Bomb で測定した結果によりて計算せられたる「メンデレエフ」[Mendelejeff]

氏の公式は

$$W = 300H + 81C + 26(S - O)$$

(ロ)「デュロンダ」[Dulong] 氏の公式は

$$W = 80.8C + 345(H - \frac{1}{8}O) + 22.2S$$

(ハ)「ウォルカー」[Walker] 氏の公式は

$$W = 80.8(C - \frac{3}{8}O) + 345H + 22.2S$$

であつてW、は發熱量、Hは水素の量、Cは炭素の量、Sは硫黄の量、Oは酸素の量であるが式から直ちに
見らる、通り水素と炭素とは多い方が宜しいけれども酸素は成る可く少ない方がよいのである、此式にて
「デュロンダ」氏のは稍低過ぎ、「ウォルカー」氏のは幾分高過ぎたる結果を來すが大差はない様である。

又發熱量をB・t・u・單位で示す公式は

$$B. t. u. = 145(C + 4.28(H - \frac{O}{8})) + 40.50S$$

であつてCは炭素、Hは水素、Oは酸素、Sは硫黄の含有量である。

此式から二三の燃料油及石炭の一封度の發熱量の計算せられたる結果は左の通りである。

種	類	ボーム及比重	炭素	酸素	水素	B・t・u	蒸發熱 相當量
新	津原油	一二度	八五〇	〇・九七	一三・八	二〇、八〇〇	三〇〇封度
西	山重油	一〇度	八八〇	〇・五〇	一一・五	一九、八〇〇	二〇・五同
米	國カリフォルニア重油	一五度	八一五	六・九〇	一一・〇	一八、八〇〇	一九・五同
高	島炭平均	比重一・七	七五・二	六・九七	五・九五	一四、一〇〇	一四・五同
三	池塊炭	比重一・七	七三	一〇・〇〇	五・〇	二二、八〇〇	二三・二同
盤	城炭	比重一・二	五〇〇	一八・〇〇	四・三	九、六〇〇	一〇・〇同

右の表は元より理論的の發熱量であつて、實際吾々の使用するのは此中の幾割かに過ぎないのであるけれども相互間の數字から知らるゝ通りに石油の發熱量は石炭に比して約六割乃至十割高い事が分る。

因記 表中蒸發熱相當量とあるのは華氏二百十二度の清水一封度を同温度の蒸氣（攝氏百度では水は液體であり得る）同時に氣體たり得、是れは潜熱の有無に關係するのである水の氣化の潜熱は五三七カロリーである）に變化せしむるには九百六十六 B.t.u. の熱量丈の潜熱を要する故に燃料の熱量を示すには其 B.t.u. の値を九六六にて除する、其値が即ち其燃料の蒸發熱相當量である、一般には此蒸發熱相當量を比較する事になつて居る、前表にては西山重油一封度を以て二百十二度の水二〇・五封度を蒸發せしむる事が出来、三池塊炭ならば一封度で水の二三・二封度を蒸發せしむる事が出来るこの意である。

理論熱量と實際使用熱量 以上は理論的に發熱量を考へたのであるが實際的に使用し得る熱量は前の述

通りに其幾割かに過ぎない、而して石油と石炭とを比べたる時も勿論其理論的發熱量に對する利用熱の比は決して同一ではない、是れは主として完全に燃焼せしめ得る程度即ち八ヶ間敷云へば實際上の燃焼装置の優劣と燃焼せしむる難易とに關係するのであつて幾多實驗の結果は石油の場合吾人の利用し得る熱量は理論的

熱量の約七〇—八〇%なるに反し石炭の場合では最善を盡したる方法によるも通常六〇%内外であつて、六五%を越ゆる事はないから、此利用し得る點から考へた丈でも一〇—二〇%即ち一割又は二割の差がある。今本邦に於ける最も優秀なる瀝青炭の一と云はれて居る高島炭と西山重油との利用熱量の比較をなせば左の通りである。

B.t.u.

高島塊炭	平均二二、六〇〇	(前掲しあるも最低の値なり)
西山重油	平均二〇、〇〇〇	(前掲)

$$\frac{(20000 - 12600)}{12600} \times 100 = 58\%$$

乃ち西山重油は高島炭に比して其五割八分に相當するだけ熱量が高い事になる、

更に實際使用有効熱量即ち使用能率を

石炭の場合を平均	六割
重油の場合を平均	七割五分

とすれば

$$20000 \times 0.75 + 12600 \times 0.6 = 1.984$$

乃ち重油の方は石炭に比して其九割八分に相當する丈の餘分の能率を發揮する、換言すれば石炭に比ぶれば同一容積を以てして約二倍の熱効率がある譯である。

實際の熱効率の試験の一例としては曾て「ビリング」(G. H. Billing)氏がペンシルヴェニア産原油を最良質と稱せらる、瀝青炭を以て實際汽罐に使用試験したる結果に見るも石油燃料は石炭に比して矢張り一倍半乃至一倍八分丈の水の蒸發能を有して居る。

然して石油及石炭の兩燃料間の實際効率の割合は勿論是れを使用する燃焼裝置に關係するのであるが「オリファント」(F. H. Oliphant)氏の研究によれば略々左の通りである、

最良質石炭の熱値を單位として一とす

蒸汽々罐の場合

石油燃料

一、五三

發動機

一、二三

ダイゼルス式發動機

一、七二

發動機にベンジンを使用したる場合

一、七九

發動機に瓦斯を使用したる場合

三、五八

之れを要するに一疋の石油燃料は十三疋内外の水を蒸汽化する事を得るに反して何れの石炭を以てするも約七疋に過ぎないのである、

而して一疋の石油は優に一馬力を發生せしめ得るのである

今オリファント氏の試験の結果によりて燃料石油の單位量が水を蒸汽化せしめ得る程度を二三地方の産油に就て示せば左の通りである

産油地	比重	一疋の石油が蒸汽化せしめ得る水の量(疋單位)
ペンシルヴェニア油	〇・八二九一	一四・八五
同 重油	〇・八八六〇	一六・〇〇
カリフォルニア重油	〇・九五八九	一四・二〇
露國バク産原油	〇・八八〇五	一四・八〇

叙上の試験の結果に俟つても最早石油燃料の熱効率の點に就ては疑ふ可き餘地なきのみならず、現今尙唯一の燃料とせられて居る石炭とは比較にならぬ程優越して居るのである、唯實際使用上には勿論市價との關係もあれき一面に於て石油燃料を使用するに至らば熱効率遙かに高き以外に

- (イ) 同一の機械的仕事に對しては容積及重量を三割乃至五割餘節減し得る事
- (ロ) 燃焼の緩急敏速に行はれ従つて消耗の節減をなし又従業員數を節約し得る事
- (ハ) 煤煙灰燼の皆無より生ずる種々の利點
- (ニ) 積載に利便ある事

等其利得は一にして止まらぬのである。

是れ工業上軍事上動力として必須缺く可からざるものにして現時著しく重要視せらるゝに至つた所以である。

發熱量測定器

發熱量測定器はカロリメーター (Calorimeter) (第三圖) に云ひ、普通「ベルテロット、

マール」式 Bomb (Berthelot-Mahler's Bomb) の「クローカー」(Kroeker) 氏によりて改良せられたる

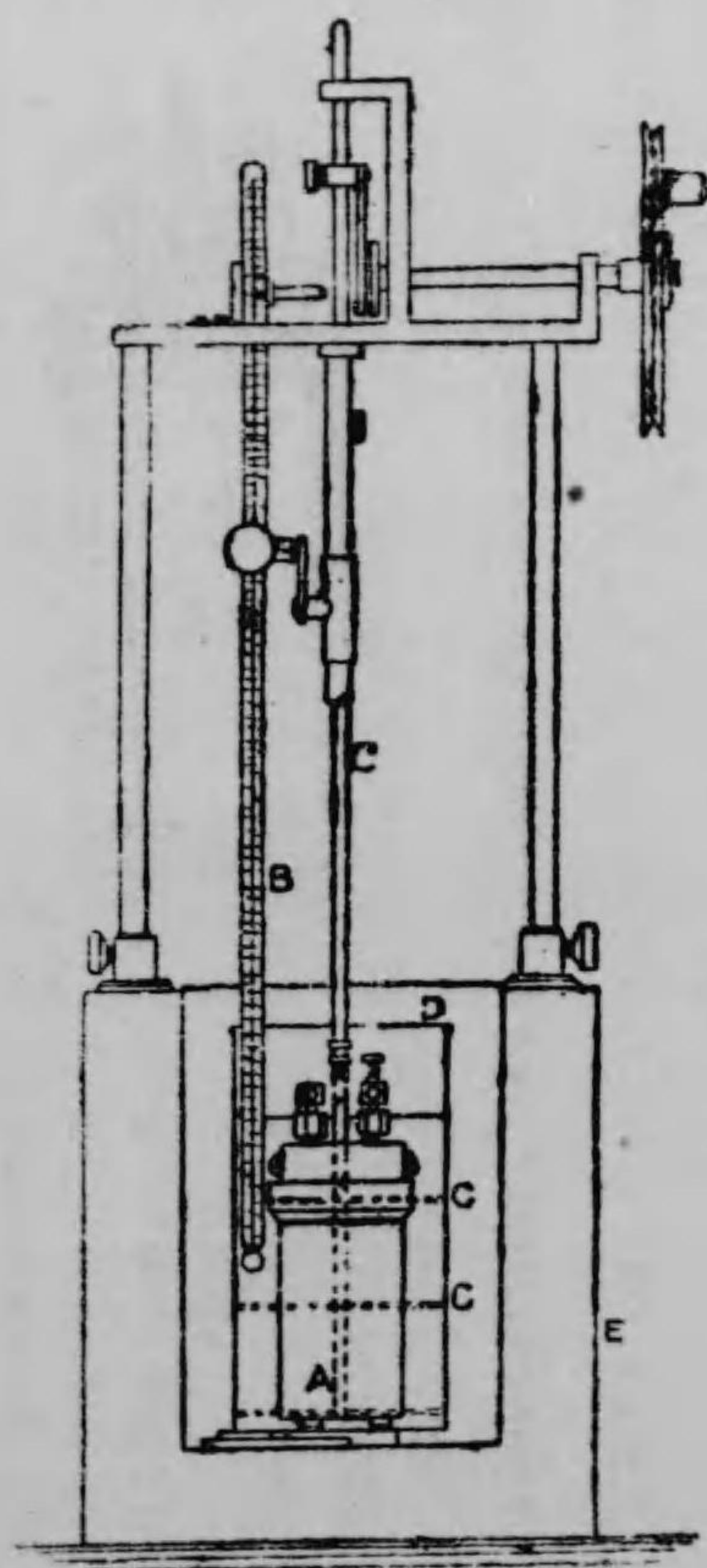
ものを使用して居る、學術上にも亦工業用にも至極便利なるものである。

今其構造と使用法とを述べれば左の通りである。

此カロリメーターは大體第三圖の如き構造をなして居つて、其主眼とする處は第四圖に示してあるボムブである。

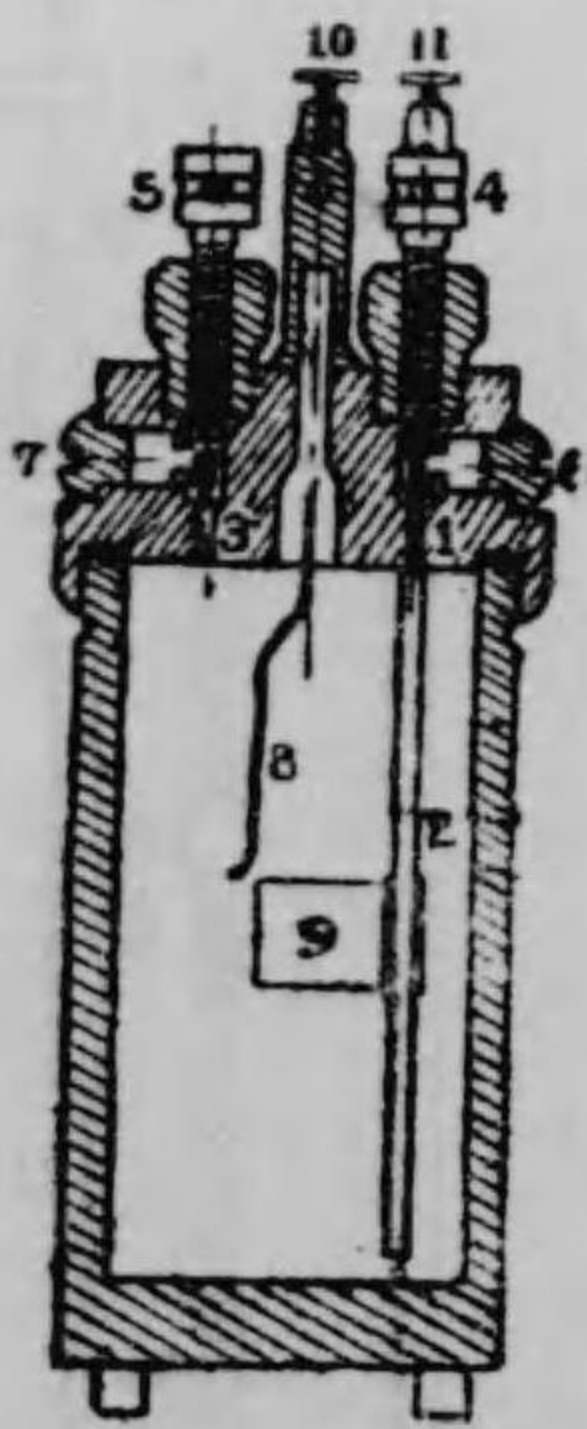
因記 ボムブは「測熱壺」又は「爆彈熱量計」と譯す可きであるが茲では原語のまゝにボムブと稱する。

第三圖



カロリメーター

第四圖



ボムプ

- カロリメーターの構造
- A エナメル又は白金張りのボムプ
- B 百分之一度宛の目盛せる寒暖計
- C 攪拌器
- D 本来のカロリメーター
- E オーク製の絶縁槽 或は水を充たせる銅製の二重壁槽

ボムプは殆んミ三〇〇立方センチメートルの容量を有するニッケル製の槽より成り其頭部に螺を有し密栓の用を爲す。

蓋の中央には間隙ありて瓦斯の出入管を附着せしむ。

- 一、は二迄延長せる溝、
- 二、は白金管にして酸素を注入する爲めに用ゐらる、
- 三、は溝にして燃焼によりて生じたるものを逸出せしむる用を爲す、
- 四、及五は螺にして一並に三なる溝を閉鎖する場合にも使用す、
- 五、はボムプ中の空氣を抜き去る時にも使用するものにして、斯くしてボムプ中の空氣を酸素を以て置換するのである、
- 六、及び七は螺にしてボムプを密閉する際に用の、
- 八、絶縁せる白金線、
- 九、白金皿、
- 一〇及一一は電池に接続す可き柱、

使用法

ボムプを水中に入る、に先だちボムプの兩側の螺(六)及(七)によりて密閉する、絶縁せる白金線(八)は蓋の頭の中に導かれ而して他の一端は燃焼線によりて纏はれてあつて白金皿(九)に達して居る、此白金皿中には試験せんミする油又は其他の物質が容れられるのである。

燃焼線なるものは直径〇・一ミリメートル、長さ五―六センチメートルの鐵線である、此鐵線は燃焼するものなれば精密に秤量して置かねばならない。

使用せらる、白金線は直径〇・一ミリメートルのものなれども鐵の場合に行ふ如き訂正の必要はない、

蓋し白金は鎔融しても燃焼する事はないのである。

ボンプミ蓋ミは絶対に乾燥せしめ置かねばならぬ。

精密に秤量したる一瓦乃至一・五瓦の試験せんじする物質を白金皿に容れて白金線ミ接觸せしめボンプを密閉して二〇乃至二五氣壓を加へて酸素を充たす。

斯くして室温度に於けるまゝ、に二、〇〇〇乃至二、二〇〇瓦の水を秤量して容れてあるカロリメーター中に置く、此際出来るならば試験の初めは室温度以下にして終り頃には室温度以上なる方が最も好都合である。

數分後時を見計らひ攪拌器(C)を動かし一定の間隔を置きて温度を読む、此温度が不變になるか又は時を置いて平等に變化する様になつた時はこれを最初の週期ミ云ふのであるが是れと同時に八乃至一〇ボルトの電流を送るのである、然る時は線の爲めに試験物質は燃焼し而も壓搾酸素の存在によりて完全に燃焼し二三分間中には極限迄温度の上昇を見る、此時を燃焼の週期ミ云ふ、温度の上昇中並に極限に達したる時も注意して記入して置かねばならぬ、次いで温度は漸次下降するから更に七八分間の間隔毎に

温度の記入をなして置くのである、此時期を冷却の週期ミ稱する。

燃焼中に生じたる水は室内温度迄に冷却中にカロリメーター中に其熱を奪はるゝを以て此結果は温度の上昇より計算せられたる熱値は多少過大なるのである、此の生じたる水の定量は當然行ふ可きものである。

此爲めには(3)なる溝を已に秤量済の鹽化カルシウムの容れある管に結合し、注意して(五)なる螺を開きてボンプ中に(二)なる溝を通して純粹なる乾燥せる空氣を注入する、此際同時にボンプを油浴にかけて百五度位迄に熱する必要がある、斯くして水の定量は済まされるのである。

訂正

(4)周囲より受け又放射せる熱に對しては相當の訂正を行ふ必要がある。

此計算に用ふる公式はレニオー、フラウンドレル (Regnault-Pfaundler) 式である。

$$Q = mV_A + \left\{ \frac{m_a - V_A}{N - V} \left(\frac{H_1 + H_m + \gamma^{m-1}}{2} H - mV \right) \right\}$$

Vは最最隔の週期の平均温度、

v_{Δ} は最初の週期中に於ける各間隔毎の温度の降下、

Hは燃焼の週期、

Nは冷却の週期中の平均温度、

n_{Δ} は冷却の週期中に於ける各間隔毎の温度の降下、

mは燃焼の週期中にて温度觀察の回数、

$\frac{\sum_{i=1}^m v_{i-1}}{m}$ は燃焼の週期中に於て第一回と最終回とを除ける温度觀察回数の合計。

(ロ) カロリメーターの水當量 (Water-equivalent)

放出せられたる熱は水以外にボムブ、攪拌器、カロリメーター及寒暖計中に分布されある爲めに装置の水當量を決定する必要がある、装置の水當量はその温度を一度だけ上すに必要な熱の量である。

此爲めの最捷徑は前記全く同一方法によりて已に分明せる物質の一定量を燃焼せしむる事である、斯くして其装置の水當量が温度の上昇によりて計出せられ得るのである、而して普通使用せらるる、物質は benzoic acid (六三三三三カロリー) 又は (Cane sugar (蔗糖) (三九五七カロリー) である。

例へば

Benzoic acid	0.8200	斤
燃焼線	0.0190	
カロリメーター中の水	2000	
カロリメーター中にて觀察せる温度の上昇	2.201°	
温度の訂正 μ	0.009°	
訂正を加へたる上昇温度	2.210°	
benzoic acid より生じたる熱	(6333)(0.82) = 5193.1	カロリー
鐵線の燃焼によりて生じた熱	(1600)(0.019) = 30.4	カロリー
發生したる熱の總量	5223.5	
温度一度上昇に對して生じたる熱	2364.0	
カロリメーター中にて水の吸收せる熱	2000.0	

カロリメーターの水當量

2015

(ハ)水の蒸發熱に對する訂正

石油の燃焼に於て生じたる水は實際上水蒸氣として他の瓦斯と共に煙突より逃げ去るものであるがボム中にては凝結して室温度迄冷却し其結果はカロリメーターを温むる事なる、故に此の水の各百分率毎に施さる可き訂正は六〇〇カロリとなるのである(前述の如くして決定)。

熱する價は左の如くして總ての訂正を施したる後に決定せらる可きものである。

乃ち觀察せる温度の上昇にはレニオー、フラウンドレル氏法の訂正(ガ)を加へたるものは温度變化を示すものなれば是れに裝置の水當量を加へたる水の重量の合計を乗じたるものが放出せられたる全熱量である、而して是れより燃焼線より生じたる熱(一瓦に付一六〇〇カロリ)を差引して其差を試料の量によりて除せねばならぬ、尙此より凝結せる水に對する訂正を差引かねばならぬ、此結果が即ちカロリとなるのである。

第五章 石油の化學性

(一) 石油の化學成分

石油の主成分

抑々石油の成分を一言にして盡せば其主成分たるものは有機化合物中の炭化水素であつ

て、其大部分はパラフィン系列の種類に屬する、然し又生油氣系列及芳香屬炭化水素を含有して居る事普通であるが、露國の石油に見る如くナフテン系列の炭化水素である事もある。

而して同じく炭化水素化合物と云ふも、同素異形體(Allotropism)と云つて同じ元素で成立しながら、結合の状態が異なる爲めに其結果は性質が異なること云ふ様なものも可なり多くある、又瓦斯體なる事あり、或は液體、或は固體と云ふ様に是等の炭化合物の種類、割合及び不純物の有無等によりて各地の石油に必ず多少宛の相違があるのである。

主成分と副成分

然し斯くの如く化學成分から見ても實に種々雜多ではあるけれど、詮する所は、其主

成分たる炭素及び素水の割合は左様に大なる變化があるのではなく、普通炭素は八〇—八八%、素水は一〇—一五%位のものであつて、此外には一般に含有せられて居て分量に常に著しき變化のある酸素並に窒素、硫黄又は水等が副成分として含存せられて居る、尙又一般的に云へば多數の無機物例へばカルシウム、鐵、アルミニウム、銅及磷等の化合物が存する事あれども、其含有せらるゝ分量は極少量である。

副成分中の酸素は「ヘーフェル」氏の説によれば一部は空氣中より吸收せられたるものであつて、窒素の含量は一般に多くとも一・〇%内外に過ぎぬのである。

多くの實際の場合に就て考ふるに、油井の深度の増加に伴うて窒素の含量も自ら増加する様である。

硫黄も其存在量は極微量であつて、分留しては二〇〇度乃至三〇〇度の間に於て最も多量に集むる事が出来る。

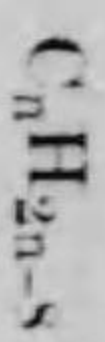
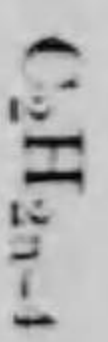
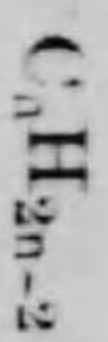
但し或原油中には全く其痕跡をも認めざる事があるけれど、一般に原油は多少の硫黄臭をもつて居て、殊に北海道の濁川油田の如きは硫黄鑛床と相接して存する點より考ふれば或は成因的にも何等かの關係がありはしないかと思はれる位である。

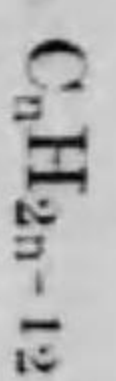
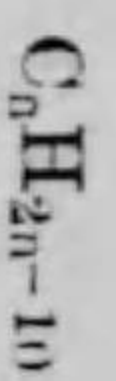
蓋し石油が有機成因である以上、有機體の腐敗分解に際しては必ず多少の硫黄も成生するのであるから、硫黄の含まるゝ事も決して怪しい事ではないのである。

又近時精密なる研究の結果は石油も新鮮なるものにおいて放射能 (Radioactivity) を有すれども、此作用は旬日ならずして消滅する事も知られて居る。

石油中に含まるゝ炭水化合物の種類 石油の主成分をなす炭化水素及化合物中主要なるもの、一般分子

式は左の通りである。





右の内最も普通なるはメタン（沼氣）又はパラフィン系であつて、是れに次いでナフチン系のものである、従つて是等系列は最も重要な位置を占めて居るのである。

(イ) メタン又はパラフィン炭素化水素 (C_nH_{2n+2})

本系属は飽和炭水化合物と稱して、最も普通に石油中に氣體、液體又は固體の狀況で含有せられて居る、是れを大體の産地より云へばガリシア、獨逸、ペンシルヴェニア、オハイオ等の油田のものである。

元來此系列の炭水化合物は常温度にて瓦斯體、液體、又は固體をなし得るものであつて、又一般に瓦斯體のものや固體狀のものは液狀をなせるもの、中に溶解し能ふのであるから、従つて液狀をなせるもの、温度を幾分にも昂す時、又は氣壓を減する時には瓦斯體のものを集むる事が出事、又是れに反對に氣壓を加ふるか或は温度を低下せしむる時は固體パラフィンを得る事が出来る。

而して C_nH_{2n+2} なる一般分子式で n の値は總ての數を代表し得るものであるが、此 n の値が大なる

ればなる程密度及び沸騰點は高くなる、換言すれば此密度及び沸騰點は瓦斯體に於て最小であつて、固形體で最大の値を呈するのである。

今本系属の化合物にして分子式の各場合に於ける炭素及び水素の比、并に熔融點沸騰點密度の關係を表示すれば左の通りである。

名 稱	化學成分	炭 素	水 素	熔融點 (攝氏)	沸騰點 (攝氏)	密 度(溫度攝氏)
(一)瓦斯體 メタン	(CH_4)	七五〇〇	二五〇〇	(下零) 一八四〇	(下零) 一六四〇	〇・四五(零一六四〇にて)
エタン	(C_2H_6)	八〇〇〇	二〇〇〇	(同) 一七二	(同) 八四一	〇・四六(零度にて)
プロパン	(C_3H_8)	八二八一	一八二九	(同) 四五〇	三七〇	〇・五六(同)
ブタン	(C_4H_{10})	八二八〇	一七二〇	—	〇・五	〇・六〇(同)
(二)液體 ペンタン	(C_5H_{12})	八三三三	一六六七	—	三六三	〇・六四(同)
ヘキサン	(C_6H_{14})	八三七二	一六〇六	—	六六五	〇・六三(十七度にて)
ヘプタン	(C_7H_{16})	八四〇〇	一六〇〇	—	九〇〇	〇・七二(零度にて)

畢竟本系屬の炭水化合物は、石油の性質を論ずる場合に最重要の位置を占めて居る點に於て大切なるものである。



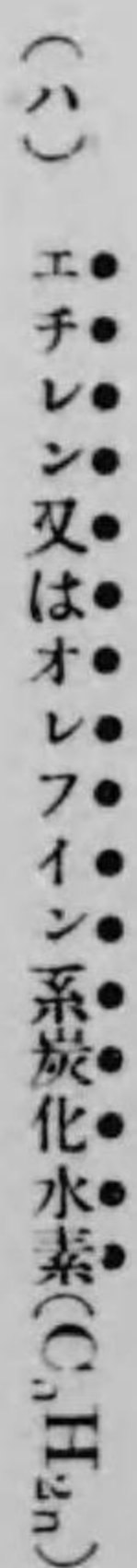
本系に屬する炭化水素で石油中に見出されしものはチクロヘクサン (C_6H_{12})、メチルベルタンメチレン (C_7H_{14}) 前者の構造式を異にす) 及びヘプタナフテン (C_7H_{14}) 以下ドデカナフテン ($C_{12}H_{24}$) 迄である、是等の沸騰點并に密度は左の通りである。

名 稱	化學成分	沸 騰 點	密 度
チクロヘクサン	(C_6H_{12})	八〇—八二度	〇・七七二一
メチルベルタンメチレン	(C_7H_{14})	七〇—七二度	〇・七六四八
ヘプタナフテン	(C_7H_{14})	一〇〇—一〇一度	〇・七七七八
.....			
ドデカナフテン	$(C_{12}H_{24})$	一九七度	〇・八〇五五

世界の産油地にて本系屬の原油を産するのは露國バク地方であつて著しき例となつて居る、此油田の原油にはナフテンの八〇乃至九〇%も含有せられて居るけれども他地方に於けるものには極めて僅少である、又南亞米利加産の原油はアルファデカナフテン (α -Decanaphthene) 乃至ドデカナフテン ($C_{12}H_{24}$) の少量を含み、其他伊太利及ルーマニア産原油の分餾によりても得られた事がある、尙又本邦産のものにも多量に含まれてあるのみならず、ジャワ産原油中にも發見せられて居る。

元來ナフテンはオレフィン系化學成分を同じくして居るけれども、比重其他によりて區別する事が出来る。

本系屬化合物は石油の主成分としてはパラフィン系屬のものに次いで重要なものである。



本系に屬するものもイタリイ、ガリシア、コウカサス、スマトラ、ビルマの諸地方の産油中に見出されて居る、然して原油に含まれる、本系屬化合物もメタン系屬のものと同じく瓦斯體より固形状迄のものであつて、其分子式沸騰點密度等の關係は左表の通りである。

名稱	化學成分	沸騰點	密度
(一)瓦斯體			
エチレン	(C_2H_4)	攝零下 一〇二・七度	〇・九七八
プロピレン	(C_3H_6)	四八・二	一・四九八
ブチレン	(C_4H_8)	五・〇	—
(二)液體			
アミレン	(C_6H_{10})	三九—四〇・〇度	〇・六四八(零度にて)
ヘキサレン	(C_6H_{12})	六八—七〇	〇・五三八(十五度にて)
.....	
ウンデキレン	$(C_{11}H_{22})$	同	〇・七八二
ツオデキレン	$(C_{12}H_{24})$	同	〇・七九五
(三)固體			
トリデキレン	$(C_{13}H_{26})$	熔融點 一二三・七	〇・八四五(零度にて)
テトラデキレン	$(C_{14}H_{28})$	一二七・〇	〇・七九四
.....	
ケロテン	$(C_{27}H_{54})$	五八・〇	—
メレン	$(C_{30}H_{60})$	六一・〇	—

(11) C_nH_{2n-2} 系属炭化水素

本系属のものは石油又は、土瀝青中に僅微に出て来るのみであつてバク、南米のアルゼンチン、ジャワ、ボルネオ (C_9H_{16} 見出されし事あり)、北米ルイジアナ ($C_{10}H_{18}$ 見出されし事あり)、テキサス ($C_{12}H_{22}$ 見出されたる事あり) の産油中に見出されて居る、然して化學成分上より云へば C_9H_{16} より $C_{35}H_{70}$ 迄の間の數種のみ含有せらる、事が知られて居る。

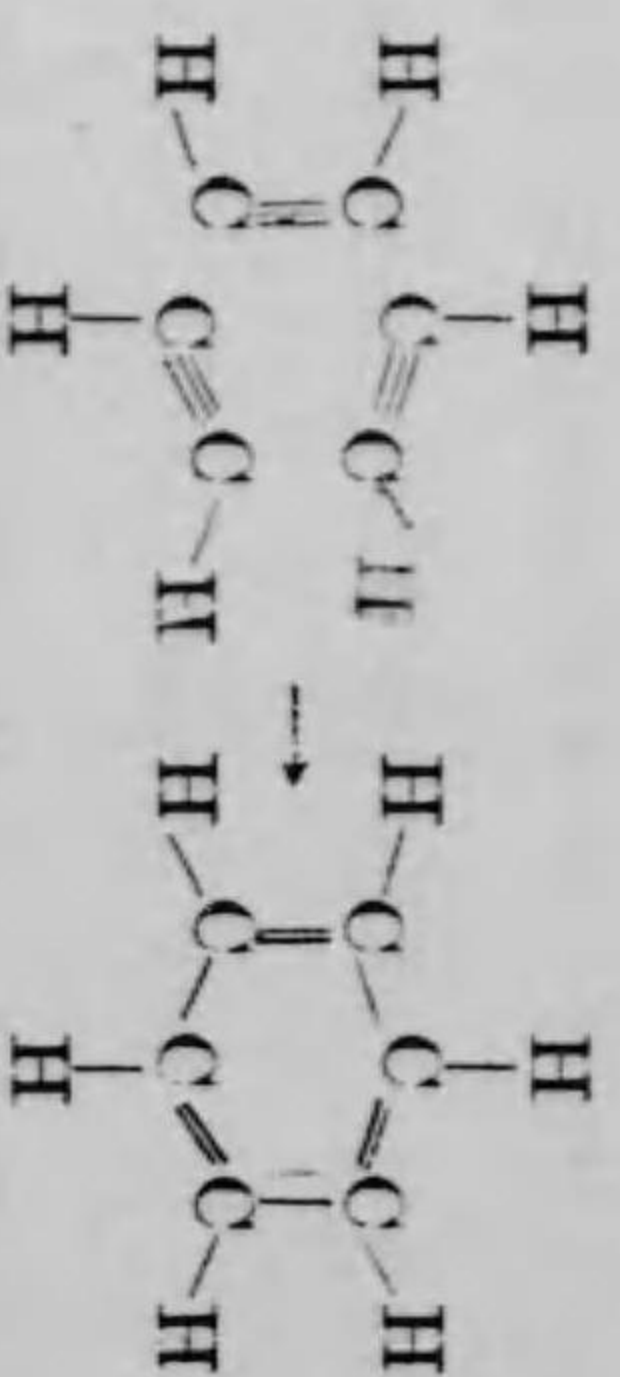
(ホ) C_nH_{2n-4} 系属炭化水素

此炭水化合物は、主として土瀝青基の原油より、酸化作用又は重合作用 (polymerization) によりて、土瀝青の成生せらる、に方りて生ずる系列のものであつて、新鮮なる原油中に見出されたる實例には接しない様である。

而して從來産出する事の知られて居るのはテレペン属中の (C_8H_{14} 及 $C_{10}H_{16}$) の二種に過ぎない。

重合は二乃至一以上の分子が結合して一の化合物となる如き現象を云ふ、最も簡單なる例はアセチレンがベンジン或はペンツォルになる事である。

乃ち $3C_2H_2=C_6H_6$



重油の中には必ず幾十かのテレペン又は重テレペン存在するものにして、沸騰分餾點が高く粘り強き性質を與ふる者は此化合物である、従つてタール又は土瀝青等の中には液狀油中によりも遙かに多量を含有して居るのである。

然して又同じく $C_{12}H_{24}$ 系の飽和炭化水素屬のものは本邦、カナダ産油中にも含まれて居る外北米テキサス地方の産油中にも屢々認められて居る。

(\wedge) ベンツォル系炭化水素 ($C_{12}H_{24}$)

本系中の炭水化合物は化學式の構造如何によりて兩種に區別する、而して今日迄石油中に存在を確認せら

れしものは唯芳香屬炭水化合物丈である。

本屬にては密度は 0.86 であつてベンツォルの様に快臭を放つを以つて特徴として居る。

ベンツォル (C_6H_6) は石油中に可なり廣く含有せられて居るけれど、其量は常に極めて少なく 10.0% 内外が最大局限となつて居る。

此外トルオール (C_7H_8)、ザイロル (C_8H_{10}) 等も多少含有せられて居るけれど、何れも他の者に比べては含量遙かに劣つて居るのである。

(γ) 炭素に富める其他の化合物 C_nH_{2n-6} , C_nH_{2n-10} より C_nH_{2n-20} まで

本系屬化合物は何れも甚だ高き分餾點を有して居て、唯普通の場合には蒸餾の殘滓中より得らるゝ位のものである、而して斯の如き高き分餾溫度は實際の場合には真空蒸餾法によらなければ得られ能はぬのであるから是等の化合物が初生的に元々原油中に存在し得るか、又は蒸餾の結果が熱成因に歸するか、換言すれば是等が先づ高温の下に成立せられたるものミすれば、石油地質學の根底に多少の動搖を來す事にならぬミも限られぬのである、兎に角此種化合物にして原油中に發見せられたる事もありミ云ふ程度ではあるけれど、

其成生に關しては今暫く疑問として置く事にする。

今此種の化合物中普通のものを、項を分ちて述べれば左の通りである。

(a) 沸騰點高き蒸餾に際して得らるゝもの

「マベリイ」(Mabery)氏の實驗に依ればカリフォルニア産の原油中より $C_{27}H_{54}$ 系のもの、中 $C_{27}H_{56}$ $C_{28}H_{56}$ の兩種が得られて居る。

但し $C_{27}H_{56}$ は分餾溫度攝氏三一〇—三一五度、氣壓六〇ミリメートルに於て、密度は〇・九四五一であつて $C_{28}H_{56}$ の方は分餾點攝氏三四〇—三四五度、氣壓六〇ミリメートルに於て、密度〇・九七七八である。

此系屬の特性は何れも沸騰點攝氏二百十度以上を有する事である。

(b) 蒸餾殘滓中に見出さるゝもの

何れも高熱を要して初めて成生せらるゝものであつてガリシア産石油の蒸餾殘滓物中高熱を與へてアンスラセン (Anthracen $C_{12}H_8$, $C_{13}H_8$, $C_{14}H_{10}$) タン (Thallen $C_{14}H_{10}$) フェナセン (Phenathren C_{14}

H₁₀) ヲナン (Pyren $C_{15}H_{10}$, $C_{16}H_{10}$) シヤン (Chrycen $C_{16}H_{12}$, $C_{18}H_{12}$) マチン (Reten $C_{18}H_{18}$)
 ヲセン (Picen $C_{22}H_{14}$) カルボピトロセン (Carbopetrocen $C_{24}H_{18}$) マンツェリスン (Benz-erythren
 $C_{24}H_{18}$) 及ペトロセン (Petrocen $C_{32}H_{22}$) 等の存在が確められたる事があるけれども、是等は殘滓中に於ても熱成的性質のものであつて、大自然の原油中に存し得るに云ふ事に就ては元より一考を要す可きだと思はれるのである。

(チ) 酸素及其化合物 (Oxygen and Its compounds)

炭水化合物の定量分析に際して酸素の量は常に炭素及水素の量を百より引去りし残りを以て表はしてある故、元より其値は正確を期し難いのである、殊に原油を長く空氣中に放置する時は、漸次酸素を吸収して其含量を増すに至るのである。

即ち酸化作用によりて密度、膨脹、又は粘力或ひは其他の物理性を變じ、色澤は漸く暗色を帯ぶる様になり、遂にはターピニナリピッチ (Pitch) になり、最後にはアスファルト (Asphalt 土瀝青) 見た様なものとなる、換言すれば酸素の含量は勿論酸化作用の進捗に連れて増大し、其結果は含量大なるもの程沸騰點高くなるの

である。

如斯二次的に這入つて來て居る酸素の外に前に述べたる通り石油中には一部初生的の酸素をも見出す事があるのである。

酸素の根源

酸素の根源として石油の中に存する状態は次の通りである。

(a) 石油酸 (Petrolsauren)

ナフタール酸、脂肪酸等の如く石油中に産し得る酸を云ひ、種々な形に於て比較的廣く産する。

(b) フェノール (Phenole)

バク、ガリシア、カリフォルニア等の産油地のものに屢々見出されて居る。

(c) 土瀝青及脂質物 (Asphaltic and Resinous Materials)

是等の物質は殊に暗色の石油中に含有せられて居る。然して一部は酸化作用及重合によりて産する事もあ

る。土瀝青質のものは屢々硫黄を含む事がある、脂肪質物に對する含量は一〇—二五%内外であるけれども、土

瀝青質のものに至りては其含量變化は甚だしいのである。

(リ) 炭質物質 (Carbon substances)

此物質は極めて少量宛多くの石油中に含有せられて居る。

(x) 窒素 (Nitrogen)

窒素も可なり多くの場合に於て石油中に見出される、主として一部はアムモニアの状態にて、他の一部はピリヂン質又は變質窒素基の状態に於て産出するけれど、其含有せらるゝ分量は極微であつて、今日の所では石油の成因に對して興味を有して居る外餘り重要視せらる可きものでない様である。

(ル) ラヂウム、ヘリウム、アルゴン等 (Radium, Helium, Argon etc.)

是等は總て一部の學者間に原油中に含まれて居るを唱導せらるゝに過ぎないのであつて、將來は知らず今日にては純正なる學術研究に對する外實際上に於ては必ずしも重要ではない。

(ナ) 硫黄 (Sulfur)

硫黄は殆んき總ての石油中に含有せられて居る、然して或場合には硫化水素瓦斯の噴出も石油露面の一に

數へらるゝ事もある。

其産出状態は大別して三種とする事が出来る。

(イ) 游離状態

(ロ) 硫化水素

(ハ) チオフェーン質化合物

是等に就て一々茲に論議する事は見合せだが、新鮮なる原油が屢々硫化水素臭を發する事だけは記憶に値するのである。

(ワ) 無機質混入物即ち灰分 (Inorganic Mixture or Ashes)

灰分中に含有せらるゝ無機物としては鐵、石灰、苦土、稀に硫黄、磷、砒素、硅素、アルミニウム等があるが、多くは痕跡として存在するに過ぎぬ。此外に尙金、銀、銅、鉛等も痕跡として産する事もある。

是等の元素は石油中にあつては一部は酸化物として又一部は硫化物として含有せられ、稀には炭酸鹽として這入つて居る事もある。

(カ) 水 分 (Water)

水は石油中に於ては唯だ客分として存するのみであつて、石油の比重の相違上長く放置する時は大部分は自然に分離する様になる、而して油中に混入し得る分量は七%内外位迄であるが化學的に副成分として存する量は普通〇・〇六「パーセント」以下である(七五頁溶解度参照)。

是れを要するに吾々が石油と稱して居るものは殆んど全く炭化水素化合物にして種々の系列のものが單獨に又同時に産するけれど、此中にて最も普通のものにはパラフィン系列、是れに次いでナフテン系或はエチレン系等の炭化水素であつて、副成分としては酸素、窒素、硫黄及或種の無機物である。

(二) 石油の化學性による分類

古來石油を分類するのにパラフィン基及アスファルト基の語を以て是れを二大別し前者は植物質成因にして後者は動物質成因なりとして居た、然し是れは甚だ粗雑なる分類法であつて日常使用するのには至極輕便ではあるが學術的には差向へを生ずる事が多々ある。近年に至り多くの學者によりて種々の分類法が講ぜられて居る。

先づ「ベックハム」氏は天然瀝青を分類して

- (一) 純粹なる炭素水素化合物
- (二) 炭素水素酸素の化合物
- (三) 炭素水素硫黄の化合物
- (四) 炭素水素窒素の化合物

とした、此分類法は集體の狀況即ち瓦斯體なるか、液體なるか乃至固體なるかに全然無關係なりとして、あつたが、是れに依れば時に元素の化合状態如何によりて適用す可からざる事が分るゝ、實際的の分類法を講じ以て次の如くしたのである。

- (イ) パラフィン油類
- (ロ) 露國式油類
- (ハ) 含硫黄油類
- (ニ) 含窒素油類

又「ハリチユコフ」(Charitzkoff)氏はパラフィンの含量によりて石油を分類しラクシン(Rakshin)氏は光學性によりて是を試み、其他の諸學者によりても各々其見地を異にしたる分類法案出せられたけれども何れも一長一短たるを免れぬのである。

今「ヘーフエル」氏の爲せる主成分中の主成分たるメタン及ナフテンの二系列化合物によりての分類法を掲ぐれば、

- (A) メタン油 (當該系列の炭水化合物の含量六六%以上のもの)
- (B) ナフテン油 (當該系列の炭水化合物の含量六六%以上のもの)
- (C) ナフト、メタン油 (嚴密に行かずとも兩者の含量に大差なきもの)

然し「エングラ」氏は是れに第四項を加へ「常規によらざる成分を有する石油」を附加した、(例へばテレペン油ペンツォル同形體等を含有するもの)。

此分類法は最近のものであつて、又最も進歩せるものであるから、現今に於ては多くは此方法に従ふ様になつて居る。

メタン油の例としてはペンシルヴェニア、ガリシア、西コウカサス、バク油田中の或もの及カナダ、オハイオ等の産油を主としナフテン油としてはバク油田の大部が代表的であつて、此外上イタリヤ、ヴィチエ、南カリフォルニア、エジプト、ジャワ、スマトラ、日本、南アルゼンチン等が適例である。

本邦産油の一例として石狩五ノ澤第一號井産のもの、分析の結果は左の如し(坤質調査所分析)。

炭	素	八五・三三
水	素	一三・四八
酸	素	一・一九 (窒素、硫黄を含む)

炭素及水素兩元素の分子數量を左の如くして求むれば、

$$\begin{aligned} \text{炭素} & \frac{85.33}{12} = 7.11 \\ \text{水素} & \frac{13.48}{1} = 13.48 \\ \therefore n & = \frac{13.48}{7.11} = 1.896 \end{aligned}$$

乃ち水素と炭素との比は一・八九六にして是れをナフテン系炭化水素 ($C_{11}H_{20}$) に於ける兩元素の比二・〇〇に比ぶれば、其の差は〇・一〇四となる、仍てナフテン系炭化水素以外に尙低位の化合物が混入して居る事が分る。

(三) 石油の溶解度

石油及其誘導體はエーテル、ベンツォール又は硫化炭素中に容易に溶解する(七五頁参照)。

「マルコーニコフ」(Markownikoff)氏の實驗によれば九八%のアルコールは石油を溶解して脂質物を分離せしむる事が分つて居る。

然して實驗の結果は何れの溶劑に就て見てもメタン系油はナフテン系油よりもより多く溶解する。

乃ち「ハリチユコフ」氏は米國の産油は六乃至七立方センチメートルの溶解方を有するに比し、バク産油は僅々三立方センチメートル、コウカサス産油は二・八立方センチメートルに過ぎざることを確認した、是れによりて見るもナフテン系油はメタン系油に比して其溶解力は半分に過ぎない事が分る。

石油は又瓦斯殊に炭化水素瓦斯の多量を容易に溶解する事が出来る。而して此場合炭素の含量が大なれば

大なる程又瓦斯状態より流動體に變移する事が容易なれば容易なる程著しく溶解するものである。

又此外脂、脂肪等をも溶解し得る事勿論である。

(四) 空氣中に於ける化學變化

石油が空氣中に於て化學變化を起し易き事は是れ迄屢々述べた通りである。然して此變化の一部は石油の揮發性に因り、他の一部は空氣中の酸素を取りて起る酸化作用及重合 (oxidation and polymerization) である。

揮發によりては石油は漸次比重即ちボーメ度や粘度其他の物理的性質に變化を來し遂にピッチ、タール乃至土瀝青等になる事も前に述べた事がある、是れに準じて化學變化を起す事も勿論である、然してパラフィン系の石油にありては此作用は比較的著しく其結果物は土蠟 (wax) 見た様なものなるのである、是れ即ちオゾケライト (ozocerite) と稱する有機成因の所謂礦物である。

斯くの如く空氣中には變化し易く、又比較的著しきものがあるから、僅かに露頭油丈では油質殊に其物理的性質を判定する譯に行かない事が普通である、蓋し石油が含油層から其上部に蓋をして居る地層の割

れ目を透して地表に出て來る間には岩質に關係して比較的顯著なる變化を起すものであつて、其れが地表に出れば更に急激なる壓力又は温度の變化や或は酸素の爲めに以前のものとは全く別種の油見た様になるのは當然の結果である。

今空氣に依る變化即ち酸化作用を述べれば左の如し。

(1) 空氣中の酸素と炭化水素中の水素と化合して水を作る事

即ち炭化水素は水素を奪はるゝ爲めに其結果は炭素に富んだ物質となる、換言すればメタン系の炭水化合物はエチレン系の化合物に變じ、又芳香族炭水化合物を形成する様になる。

此變化を化學式を以て表はせば



の通りである、乃ち此化學方程式にてはメタン系の炭化水素化合物に空氣中の酸素が加はるゝ水とエチレン系の化合物とが出来る事を示すものである。

此化學反應は多くはボーメ度低き石油又は土瀝青の場合に著しく起るのである。

(ロ) 空氣中の酸素が炭水化合物と作用して新たな化合物を形成する事

乃ち一部はフェノール ($C_6H_5 \cdot OH$) となり、一部は石油酸 (Petrolsaure) となる。

其化學反應を示す方程式は



である、此反應は即ち石油の變脂作用であつて、後者は一基ナフテン酸の場合に特有なる反應である。

如斯酸化作用によりて生じたる最後の物質は一般に云へばアスファルト即ち土瀝青であるが、此物質は又大自然の下にありては還元作用換言すれば炭化作用を受けて遂には石墨に變化する、此變化の状態は印度セイロン島に於て經驗せられた事がある。

(五) 石油の分餾

石油の分餾には加温によるもの、然らざるもの及薬液によるもの等種々ある、今順を追ふて左に概説する事にする。

(イ) 加温分餾法—平壓分餾法—低壓分餾法

何れも各温度に應じて發生する蒸餾物を決定するのであつて、普通は壓力を加へて行ふ事になつて居る。然して一般に温度によりて是れを三大別して居る。

(イ) 攝氏百度乃至百二十度迄に蒸餾せらる、もの—輕油分にして揮發し易き油即ち普通揮發油と稱するものである、

(ロ) 攝氏百二十度以上三百度 (メタン系油の場合) 或は二百七十度迄 (ナフテン系油の場合) に蒸餾せらる、油—所謂石油即ち燈油である、

(ハ) 殘滓の部にして三百度以上に於て初めて得らる、もの即ち普通云ふ輕油及重油は此中に含まれて居る、

(イ) 百二十度以下の分中には

(1) リゴレン (Rigolen) 沸點一八・三度、密度〇・六〇〇

(2) 石油エーテル (Petroleum ether) 、ケロセニン (Keroselen) 、シヤークウッド油 (Sheerwoodoil) 等

れも沸點四〇—七〇度、密度〇・六五—〇・六六

(3) ガソリン (Gasolin) 沸點七〇—八〇度 密度〇・六六一〇・六六九

(4) C揮發油 (C-Petroleum-Naphtha) 石油ベンジン等是れに屬する、沸點八〇—一〇〇度 密度〇・六九—〇・七〇

(5) B揮發油 (B-Petroleum-Naphtha) リグロイン (Ligroin) 等、沸點一一〇—一五〇度、密度〇・七三—〇・七五

(6) A揮發油 (A-Petroleum-Naphtha)

沸點二二〇—一五〇度、密度〇・七二—〇・七五

(4)(5)(6)の三者は沸點八〇—一五〇度、密度は〇・六九—〇・七五であつて、石油精(Petroleum Spirit)を總稱する。

「ラクシン」氏は此分類によらずして輕油を分ちて、

(a) 石油エーテル 密度〇・六三—〇・六八五 (攝氏十五度にて)

(d) 輕ベンジン 密度〇・七〇—〇・七一五

(c) 抽出ベンジン 密度〇・七二—〇・七三五

(b) リグロイン 密度〇・七三—〇・七五〇

(ロ) 百二十度以上三百度迄の分

本來の石油 (Kerosen) 及ケロシン等即ち是れに屬する、ナフテン油にありては二百七十度迄であつて密度は〇・七五—〇・八六四である。

此部類に屬するものも亦分馏に際して百五十度迄、百五十度乃至二百度迄又は二百五十度迄、及三百度迄の各々に區別せらるゝ事がある。

一般に燈油と稱するものは總て此部に隸屬するのである。

(ハ) 二百七十度乃至三百度或は其れ以上の分

此分は即ち石油殘滓 (Petroleum Residue) と稱するものであつて、沸騰點分馏點はナフテン油にて二百七十度メタン油ならば三百度以上である、この部類に屬するものにして、三百五十度迄に溜出するものを輕油と稱し、其以上の溜出沸騰點を有するものを重油又は殘滓と稱する事もある。密度は〇・八三以上である。

此部類の蒸餾には真空蒸餾法を要する。

- (1) 重油、機械油(密度〇・七四四六―〇・八五八)、パラフィン油(密度〇・八五八八―〇・九五九〇)、スピンドル油(密度〇・八八五―〇・八九五)、マシソ油(密度〇・八九五―〇・九二)、シリンドル油(密度〇・九一以上)、及バルブ油、ダイナモ油、エンジン油等は皆此部に屬する。
- (2) 土瀝青 天然自然にも石油の酸化作用によりて出来る事は前にも述べた通りである。
- (3) コークス 蒸餾釜中に残さる、固形體であつて、石炭コークスと同様に發熱の目的に使用せらる、

今此分餾法(平壓)によりて、越後、秋田及北海道産石油に就て試みられた結果を示せば次表の通りである。(餾出物は百分比を以て示す)(地質調査所試験)

產地	比重或はボーム度	分 餾 温 度 (攝)			摘 要
		一五〇度迄	三〇〇度迄	三〇〇度以上又は残滓	
越後 尾瀬 田	(ボ) 〇・八四	五・三 九・元	五・六 三・五	—	油田第三區報告

同 西 山	(ボ) 〇・七五	三・五―三・〇	四・〇―四・五	二・七―四・五	同
同 新 津	(ボ) 〇・三三	—	五内外	重油 四内外	油田第四區報告
同 頸 城	(ボ) 四―内外	二内外	五内外	—	油田第五區報告
同 小 千 谷	(ボ) 四―五	五・一―六	三・一―元	—	油田第七區報告
同 大 面	(ボ) 〇・五―三・九	大・〇―一・三	四・二―五・〇	一・九―〇・七	油田第十二區報告
秋田 縣 濁 川	(比) 〇・九三	—	七・五	二・三	油田第二區報告
同 泉 川	(比) 〇・八二	八・〇	三・元	四・五	同
同 膽 振 國 比 拉 卡	(比) 〇・七六	四・三	三・九	重油 四・八 殘滓 一・六	礦物調査報告第五號
同 オ シ ユ ナ イ	(比) 〇・七〇	二・五	四・四	二・三	同
渡 島 國 濁 川	(比) 〇・八四	—	七・四	一・四	同
石 狩 國 五 ノ 澤	(比) 〇・九二	三・八―四・六	三・八―四・八	一・八―一・三	同
同 八 ノ 澤	(比) 〇・八八	三・六―四・六	四・六―四・六	一・五―一・八	同
天 鹽 遠 別	(比) 〇・八五	四・五	四・〇	一・一	同

尚石狩五ノ澤産石油に就て行はれたる低壓分餾の結果は左の通りである。(地質調査所試験)
分餾に際しては容量一リットルの蒸餾フラスコを用ひ、水流ポンプによりて排氣して實試せられたり。

分餾番號	分餾温度(攝)	壓力(耗)	容量(百分率)	比重(攝氏十五度)	ボーム度	色	臭
一	三〇―七〇	一七	四六・一	〇・七六五〇	五三・五	無	微

二	七〇—一二〇	同	七・八	〇・八一五五	四二・〇	同	同
三	一一〇—一五〇	同	三・六	〇・八五三〇	同	同	同
四	一五〇—一七〇	同	一二・一	〇・八六九五	三四・二	同	同
五	一七〇—二二〇	同	五・二	〇・八七八五	三一・一	淡黄	同
六	一九〇—二三〇	同	四・七	〇・八七五〇	二九・五	同	同
七	二一〇—二三〇	同	五・〇	〇・八九七〇	二六・三	同	同
八	二三〇—二五〇	同	四・一	〇・八九一七	二二・九	黄	同
九	二五〇—二七〇	同	四・三	〇・九〇一七	同	黄褐	同
一〇	二七〇—二九〇	同	二・八	同	同	同	同
一一	二九〇—三一〇	同	一・六	同	同	同	同
一二	残滓	同	二・八	同	同	同	同

(ろ) 濾過による冷分留法

沸騰點高き機械油の分離法に對して冷分留法の案出に努むる人多かりしが、現今にては種々の方法によりて種々の結果が研めらる、様になつて來て居る。

全體冷分留法は化學的方法云はんよりは、寧ろ物理的のものにして述べらる可き性質のものである。

此方法として最も主要なる點は或多孔質物を通じて原油を濾過するのである、此方法は餘程長き間の歴史

を有するものであつて、主として骨炭を用ひて居る。「デイ」(D. Day)氏はシャボン土を用ひ石油の毛管現象、換言すれば吸收力によりて是れを分類した事があるけれど、何れも事實に於て物理的作用に屬するものである。

今此毛管現象を應用したる實驗の一例を示せば左の通りである。(地質調査所試驗)

試料は石狩五ノ澤産の原油であつて、表は垂下せる濾紙を沿ふて或距離迄上昇するに要する時間を測定したのである。

分留 番号	昇 距離 號	〇秒	一〇秒	二〇秒	三〇秒	四〇秒	五〇秒	六〇秒	七〇秒	八〇秒	九〇秒	一〇〇秒	一〇〇秒	一一〇秒	一二〇秒
一	一	三	二	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三
二	二	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三
三	三	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四	四
四	四	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五
五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五	五
六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六
七	七	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六
八	八	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六	六
九	九	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二	二
一〇	一〇	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三
一一	一一	九	九	九	九	九	九	九	九	九	九	九	九	九	九
一二	一二	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三	三

七	一六	二九	三六	六〇	四六	四二	五九	七六	一〇七	一五五	二四五
八	二六	三九	三三	四〇	五四	五七	七〇	九〇	一四二	二〇五	二七五
九	三三	四六	四二	四八	七六	七三	九五	一二六	一八四	二七五	四二五
一〇	四〇	五三	五六	五五	九五	九三	一二五	一六六	二四二	三四〇	五〇五
一一	四七	六〇	六六	六九	一〇五	一〇二	一五〇	二〇九	二八〇	四〇〇	
一二	五四	六七	七三	八〇	一一三	一一〇	一五七	二一八	三〇〇	四二〇	
一三	六一	七四	八〇	八三	一二〇	一一七	一六四	二二五	三〇〇	四三〇	
一四	六八	八一	八七	九〇	一二五	一二二	一七〇	二三〇	三〇〇	四三〇	
一五	七五	八八	九四	九七	一三〇	一二七	一七五	二三五	三〇〇	四三〇	
一六	八二	九五	一〇一	一〇四	一三五	一三二	一八〇	二四〇	三〇〇	四三〇	

(は)部分的溶液及沈澱による分餾法

此方法は近年に至りて「アイシマン」(Aisiman)氏及「ハリチユコフ」氏等によりて頻りに試みられたるものであつて、「ア」氏は各石油がアルコール中に於て溶解度を異にする事を基礎として實驗的に分餾に成功し、「ハ」氏も亦彼の方法によりて機械油に就て實驗を試み好結果を得て居る、又「グレイフェ」(Graef)氏はジャワ産のバラフィン(Paraffin)を鹽化炭素によりて分離して熔融點各々五二・七度及六四・三度の二種を得て居る。

第六章 石油に關する地層學

(Stratigraphy referring to Oil)

(一)地層學の意義 (Meaning of Stratigraphy)

地層學は地層の成生、成層の順序、關係、其他の地層に關する事項を研究する學問であるが、石油が全く地層を成す水成岩に限られて居る以上石油地質學を知らん爲めには必ず地層學の大體を承知して置かねばならぬ、乃ち地層學は石油地質學の根底をなすものである。

然れども純然たる地層學は其範圍廣汎にして、到底如斯小冊子にては盡されぬから茲にては故らに石油に關する地層學を云ふ題目を設け單に其大體丈けを縷述する事にし、石油地質學に直接關係なき事項は是れを省略する事にしたのである。

(二)油層の地質時代 (Geological Age of Oil-formations)

油層の地質時代に就ては、石油の地質的分布(第三章)の章に於て述べたる如く古生代の下部シルリア系以

乃ち支那に於ける油田は(小山理學士著支那の鑛産地に據る)

直隸省	熱河九佛堂、黑水	中生代	砂岩、頁岩
山西省	鄉寧縣及吉州縣		
陝西省	延長縣、延長	中生代	砂岩(?)
甘肅省	東部陝西境	中生代	
安徽省	廣德縣	古生代	石灰岩
四川省	重慶縣、富順縣	中生代	砂岩
廣東省			
雲南省	騰越縣	中生代	

(三) 油層の地層的關係 (Stratigraphical Relations of Oil-formation)

油層の地層的關係を論議す可き基準となるものは前章にも述べたる通りに石油の有機成因なる事である、

而して此説は今日の所最早疑ふ所なき迄に闡明せられて居るのである、

然らば石油の根源となりし有機物は現在の油層の位置にて其儘蒸餾成生せられたか云ふに斯かる例も元

よりあるけれど、多くは上方に向つて移棲 (migration) して他の地層中に潜入し濃聚したものである、而して石油なるものは前にも述べし如くに全世界到る處に渾ての時代の地層中にも含まれて居るものであるが是れが經濟的價值ある様に濃聚するための條件は

第一 地層が流動體を通す程に多孔質なる事

第二 特殊の地質構造を呈する事

である。是れを解り易く云へば、泥土の類と共に埋積せられたる有機物が深き地下に埋めらる、時は主として岩層の爲めに自然蒸餾が行はれ茲に石油が形成せらる、のである、乃ち此の地層を石油を構成する岩石 (Oil-former) と云ふ、斯くして生出せられたる石油は或原因 (石油の移動に關しては後に論述する) の爲めに其上に接して居る岩石が多孔質であれば是れを透して上昇し、或適當の位置に至つて濃聚するが、此作用を容易に起さしむるものは地質構造であつて其動原となるものは重力作用や水壓である、石油のみが濃聚するためには又特別の原因があつて、石油と水との比重又は粘着力の差が其れである。

石油濃聚の條件 前述の如く石油が移棲して濃聚した地層を油層 (Oil layer or oil series) 又は石

油を産する地層(Oil producer)を稱する、含油層は必ず多孔質(Porous)にして其の上には蓋岩(Cap rock)の存在する、こゝを絶対必要條件として居る、乃ち石油が多孔質岩石を通して上方に移動して行つたときは石油を通さぬ様な蓋岩がなかつたときは、石油は漸次地表に出で逸散してこゝに濃集作用を見ることは出来ないのである、其れゆゑに石油の濃集を極めて顯著ならしむる爲めには地質上の特殊の構造的要素以外に尠なくとも石油に對して全然不透質(Impermeable)の完全なる蓋岩がなくては叶はぬ事になるのである。

此地層的關係は石油を産する岩石が多孔質であらねばならぬ事と共に油田地質中にて最も重要な因子の一つとなつて居る。

含油層が多孔質なる爲めには多くの水成岩中にも砂又は砂岩を第一とし、石灰岩、礫岩是れに次ぎ、又頁岩の特別な種類即ち少なくとも毛管の間隙にても存する程のものであらねばならぬのである。

蓋岩の性質 然して蓋岩となり得るものは石油及び瓦斯を絶対に透す事の出来ない岩石であるから、此目的の爲めには頁岩又は石灰岩或は泥灰岩の密質にして孔性を有せず、有するとも或程度迄に水のみを透す

様な種類でなくてはならぬ、但し普通の状態では毛管現象にて水のみは透しても石油を透さない云ふ様な事があるから、蓋岩は絶対に水に對して迄不透質ならざる可からずとも一概に云はれ難いのである。

蓋岩としての頁岩は通例密質で又堅硬であるけれども、堅硬なるものは不透質には場合によりては無關係である、此蓋岩の性質は世界各國各油田を通じて殆ん全く不透質の粘土か頁岩か又は粘板岩かに限られて居て殊に頁岩が最も普通である、泥灰岩の密質にして不透質なるものも亦時に蓋岩として産する事があるけれども是れは特例である。

(四)油層の性質 (Characters of Oil-formation)

(1)概説

油層の性質 に関して論議するに先だち順序として地殻を構成して居る岩石を極めて簡単に述べて置く必要がある。

岩石の三大別 元來岩石は三大別して火成岩(Igneous Rock)水成岩(Sedimentary Rock)及び變

成岩(Metamorphic Rock)とする、火成岩は總ての岩石の眞の元祖であつて、水成岩は其風化分解せられ

(Alteration) を稱して前者を區別するのである。

●●●●●
水成岩の變成

石油地質に關係ある數種の岩石間の關係を表示すれば左の通りである。

沈積物	凝固して層狀を呈する 如くなりしもの	變質せられたるもの
礫 Grave	礫岩 Conglomerate	片麻岩又は種の々片岩 Gneiss and various schists
砂 Sand	砂岩 Sandstone	石英岩又は種の々片岩 Quartzite and various schists
泥塵又は粘土 Silt and clay	頁岩 Shale	粘板岩又は種の々の片岩 Slate and various schists
石灰ノ沈澱 Lime deposits	石灰岩 Limestone	大理石又は種の々の片岩 Marble and various schists

(2) 含油岩詳説

(1) 砂又は砂岩 (Sand or Sandstone)

砂粒の大きさは一ミリメートル以下のものであつて、礫より細く又肉眼にて其形の見え得る程度のものである。

砂粒の普通純粹なるものは石英又は長石の微粒を以て出来て居るけれど、地方によりては角閃石、輝石、電気石、雲母、柘榴石等を混へて居る事がある、極端なる一例としてオランダの海岸の砂丘の砂が二十四種の礦物によりて成つて居た事がある。

砂は其産出する箇處によりて濱砂 (Beach sand) 河砂 (River sand) を稱し又火山より噴出するものは是れを火山砂 (Volcanic sand) を唱へて居る、濱砂は一般に丸味を帯び河砂は角張つて居るのである。

砂粒が方解石又は水酸化鐵(褐鐵礦)或は硅酸によりて膠結せられたるものを砂岩云ひ、各膠結物質 (Matrix) 即ち地 (Matrix) によりて是れを形容する事になつて居る。

砂又は砂岩の色は膠結物の性質によりて種々ある、乃ち酸化鐵を含む時は赤褐色であつて、粘土質又は石灰質なる時は淡色を呈する。此色が砂其もの、種類による事も勿論であるが如斯場合は概して少ない様である。

砂又は砂岩は含油層として最も普通であつて又最も重要なものである、其石油を含んで居るものを油砂 (Oil sand) 云ひ貯油岩 (Reservoir rock) 云ひは第一位に居る。

砂粒の大きさは礫以下粘土泥塵の類に至る迄明らかに限界を附し難き事があるが出来るならば左表の標準によりて區別して置き度いのである、但し本表に示せる數字は岩石學者が一般に準據せるものである。

材料物質名	直径 (ミリメートル)
礫 轉石又は漂礫 (Boulder) (Gravel)	人頭以上の大きさ 豆大以上人頭大迄の大きさ
砂	
細 礫 (Fine Gravel)	二—一
粗粒砂 (Coarse sand)	一—〇・五
中粒砂 (Medium sand)	〇・五—〇・二五
細粒砂 (Fine sand)	〇・二五—〇・一〇
微細粒砂 (Very fine sand)	〇・一〇—〇・〇〇五
土泥	
粘 泥 (Silt)	〇・〇〇一—〇・〇〇〇五
土 塵 (Clay)	〇・〇〇〇五—〇・〇〇〇一

乃ち概括的には豆大以上の礫 (Pebbles)より成れるものを礫 (Gravel)と云ひ、以下〇・〇〇五「ミ、メ」内外迄の大きさのものを砂 (Sand)と稱し、是れ以下の微細粒を泥土 (Mud)、粘土 (Clay)或は泥塵 (Silt)と呼んで差支ないのである。

砂又は砂岩は普通含油層としては純粹なる状態をなせる事尠なく必ず多少の粘土を含んで居る、乃ち粘土と砂とは任意の割合にて混合して居るのが一般的であつて、従つて兩限界たる砂と粘土との間に粘土質砂又は粘土質砂岩、砂質粘土又は砂質頁岩と云ふ様に區別する必要がある、砂及粘土の量を一々秤量決定する事は甚だ困難であるから、大體肉眼鑑定によつて左の通りに分類せらる可きものである。

- 砂及粘土の分量比
- | | |
|-------------|--|
| 砂八割以上粘土二割以下 | 砂又は砂岩 (Sand or Sandstone) |
| 砂六割以上粘土四割以下 | 粘土質砂又は粘土質砂岩 (Clayey or argillaceous Sand or Sandstone) |
| 粘土六割以上砂四割以下 | 砂質粘土又は砂質頁岩 (Sandy or arenaceous Clay or Shale) |
| 粘土八割以上砂二割以下 | 粘土又は頁岩 (Clay or Shale) |

砂と粘土と五分五分の時の名稱は粘土質砂又は砂質粘土何れとも呼ばれ得るけれど、實際上純粹なる砂岩又は頁岩が尠ないのと同様に斯かるものも亦稀である。

若しあるとすれば砂粘土又は粘土砂の如き名稱を與ふ可きである。

砂岩の變種中主なるものは膠結物質又は砂粒の性質によりて左の如く區別する。

含鐵者しきもの 鐵砂岩 (Ferruginous Sandstone)

雲母片を含むもの 雲母砂岩 (Micaceous Sandstone)

石灰質なるもの 石灰質砂岩 (Calcareous Sandstone)

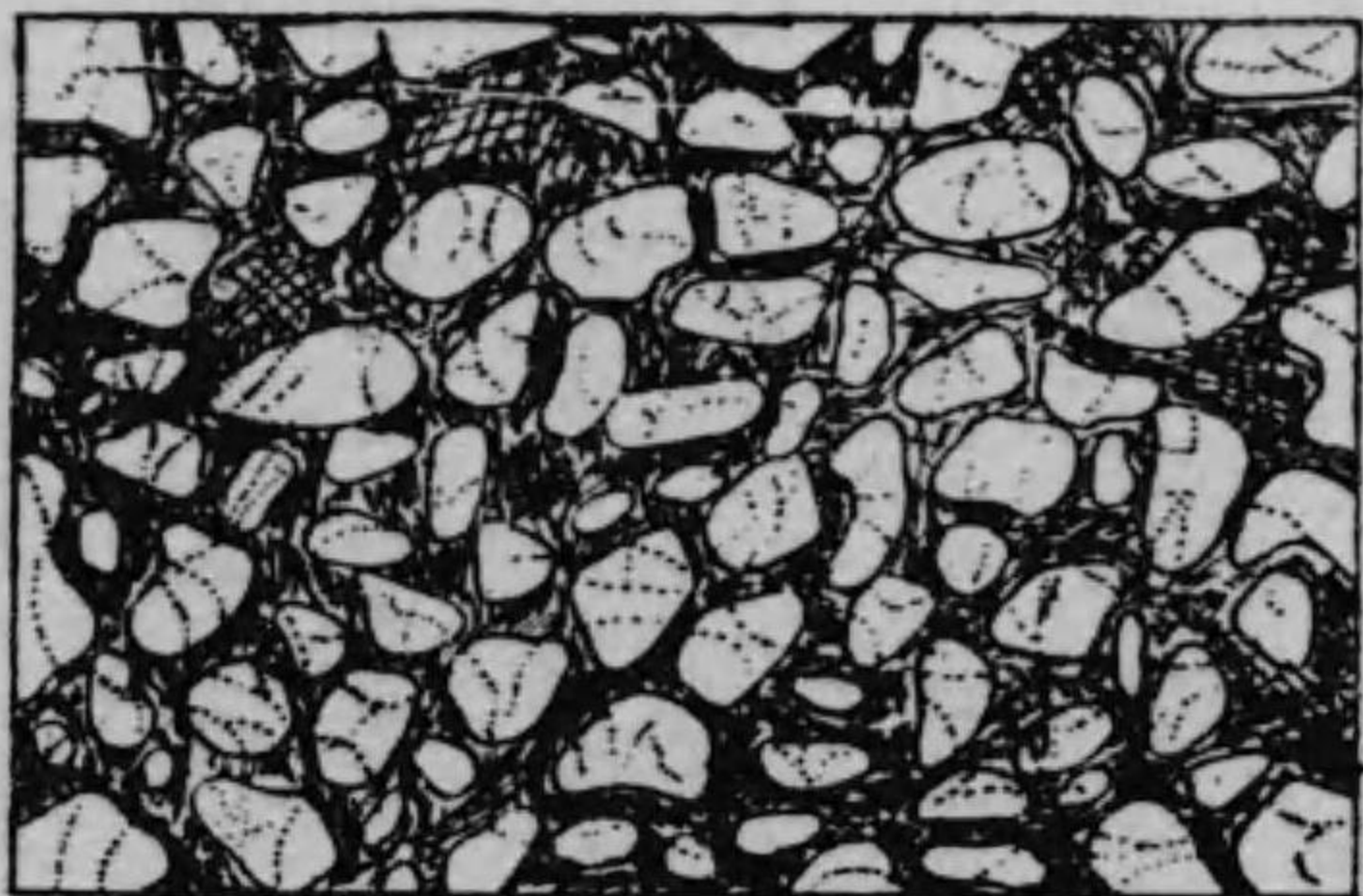
硅酸質なるもの 硅質砂岩 (Siliceous Sandstone)

(第五圖)

(第六圖)

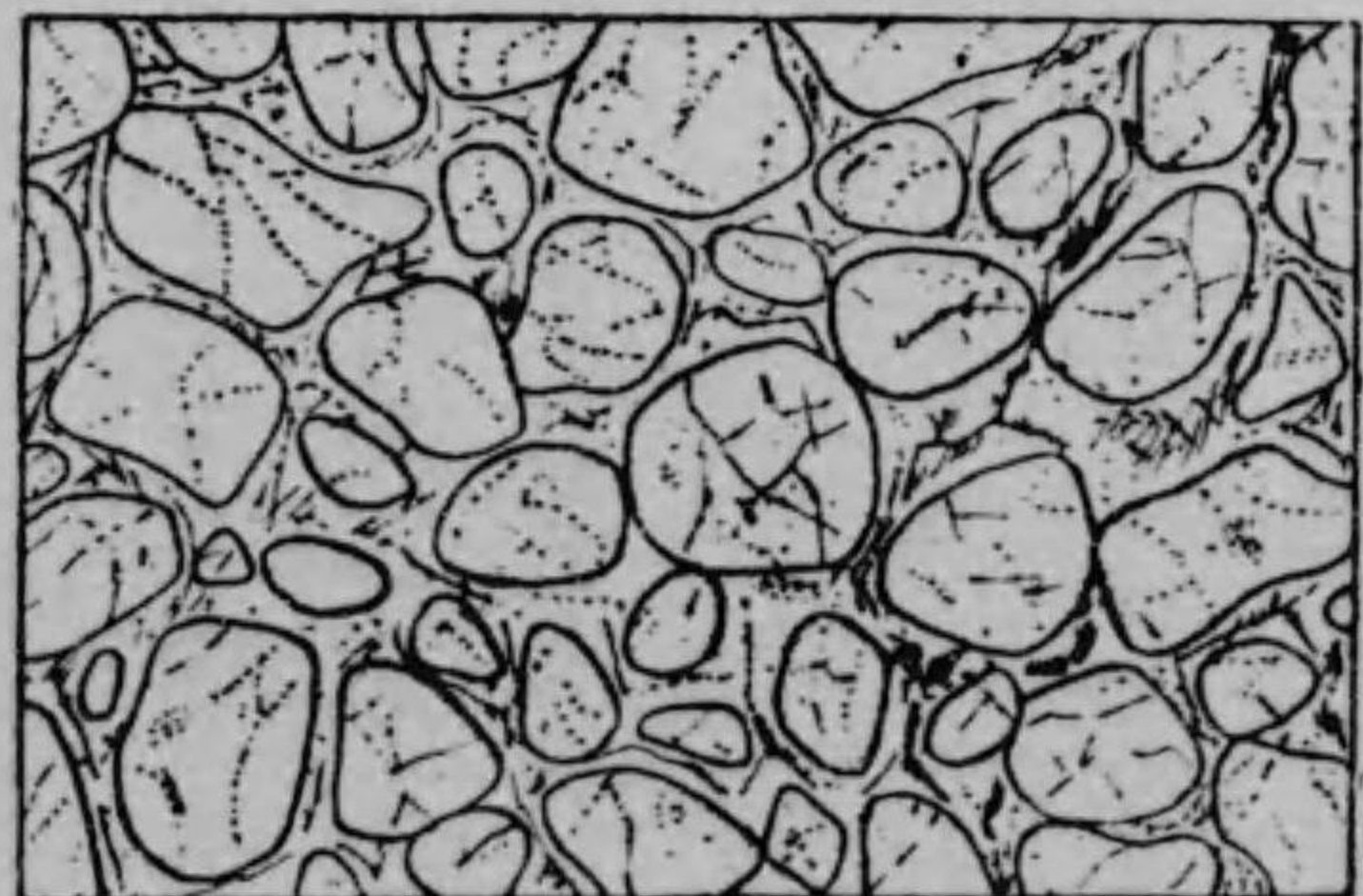
砂岩二種の顯微鏡下の状態を圖示すれば左の通りである。

第五圖 石灰質砂岩



丸味を帯びたる白色の粒子は石英にして全體の地即ち膠結物質は方解石なり

第六圖 硅質砂岩



石英粒を硅酸を以て膠結したる砂岩なり石油は主として粒と地との間隙に滲み込む

油砂としての砂粒の大きさ形との關係

砂又は砂岩の微粒は理想的に球状をなせる事は稀であつて、

従つて純粹なる等大の砂球の場合に出来る各砂粒間の空隙に比して其割合は遙かに少ないのである、今理想的球状を呈せる砂の場合各粒間の空隙と各粒の占むる容積との容量比は何れ位であるかを研めて見るに各砂粒が等徑なりとすれば砂岩の單位容積に對する各粒間の空隙の容積の百分比は不變にして常に四七・六四となる、而して全く粒徑の大小には無關係である。換言すれば假りに一立方尺の容積あるものに直徑一尺の球を一つ容れた時も直徑五寸の球を八つ容れた時も球の占むる容積は一定不變であつて五二・三六%反對に空隙の容量は四七・六四%あるのである、是れが若し等徑ならずとすれば大豆一升と粟一升を加へて二升にならぬと同様の關係で空隙の容量は天に減じて來る、乃ち實際の場合に照合すれば油砂が理想的な球で粒が揃つて居りさへすれば理論上油砂全體の容積の四七・六四%の原油を含むし得る事になるのである。

如斯して油砂は成る可く等大して丸味を帯びて居れば居る程其大きさは無關係にして含有能力は大なり、反對に油砂粒の大きさが揃つて居れば居る程其能力は低いのである。

此關係が油砂の良否を見分くる第一の條件であつて砂粒の性質は第二であるが普通は寧ろ殆んそ其因子に

孔質度が砂岩の膠結程度に關係する事は勿論である、而してそれが實際の場合には其含油能力は油質に關係し水の飽和程度にも支配せらるゝのである。

(ロ) 粘土又は頁岩 (Clay or shale)

粘土は多くの場合カオリン (Kaolin) の如き含水礬土質硅酸鹽物の微細粒を主成分として居て、著しく含水状態にあるのである、色は含水の程度により又不純物の如何によりて著しき變化がある、然れども代表的のものは灰色を呈して居る、是れが我が國の如き火山國にては輕くて微細な火山灰の如きものを含有する事が多く、従つて通例粘土と稱して居るものも淡水青色を帯びて居るが、含水状態にては稍著しく青色を帯びて來るのが普通である。

砂又は砂岩が淺海成なるに反して此ものはより深き部分か又は平生靜穩なる湖沼に沈澱するものである、又前者が石英粒を以て特徴とする如く粘土又は頁岩はカオリンの微粒によりて成れる事が特性である。

頁岩とは粘土又は泥炭の類が壓力のため凝固したるものであつて泥板岩と云ふ事もある、乃ち粘土とは柔軟にして特臭を帯びて居る種類を云ひ、頁岩と稱する以上は緻密堅硬にして思ふ通りの格好に割り得る程度

のものでなくてはならぬのである。

粘土及び頁岩も亦砂岩と累層をなして産するけれど、眞に純粹なる事は稀であつて常に多少砂質又は石灰質を呈し又雲母の微粒を含有して居る、其名稱は前に述べたる通りである。

油岩としての頁岩 粘土又は頁岩の微粒が眞に細微にあらざる限りは此のものも亦砂岩と同様に含油

層を形成する事が出来る、然れども孔質度は砂岩に比ぶれば遙かに劣るのである、是れ粒が少くなればなる程沈澱に際して重力的分離 (Gravitational differentiation) をなす事困難にして従つて各大きさの粒が混合して居る事になるからである、又一方に於て微粒が礬土質にして甚だ微細なる事が壓力を受けて直ちに凝固するの一因ともなるのである、殊に石灰質又は硅酸質の溶液の浸潤に會すれば直ちに緻密に凝固する傾向を有して居る、如斯緻密に凝固したるものは一般に不透質になり是れが即ち油田地質にて必須缺く可からざる不透質の蓋岩をなすのである、頁岩の變成作用によりて成る粘板岩が殊に堅緻なる事は勿論である。

蓋岩としての頁岩 蓋岩は石油となり得可き原物質たる有機物が粘土中に埋藏せられ是れが分解せられ又蒸餾作用を受けて後其上部に存する砂岩の如き多孔質岩石中に移棲し濃聚する爲めに必要なるものであつ

て、十中の八九迄は一般に不透質の頁岩が此役目をなすのである、換言すれば頁岩は全體より見て蓋岩なる事多く、含油層たり得可きものはまだ眞に凝固し盡さずして砂質を帯び従つて多少多孔質なるものに限らるゝのである。

頁岩の變種

頁岩の變種中には炭素の多量を含む炭質頁岩 (Carbonaceous shale) がある、炭素が尙一層多量に含有せらるゝ時は石炭質頁岩 (Coal shale) より頁岩質石炭 (Shaly coal) となり又著しく瀝青含有のものは是れを瀝青質頁岩 (Bituminous shale) と稱する、特種の瀝青質頁岩にして石油精製の原料となり得るものは即ち後章述ぶる石油頁岩である、又石灰質著しき時は石灰質頁岩 (Calcareous shale) より頁岩質石灰岩 (Shaly limestone) となり硅酸質を帯ぶる時は硅質頁岩 (Siliceous shale) となり事恰も砂岩の部にて述べたるのと同様な云ひ表はし方である。

世界各油田の含油層を作せるものは普通砂又は砂岩であるが中には粘土質砂又は砂質粘土或は凝灰質岩石なる事がある、本邦には凝灰質の油岩の例が最も多い様である。(本邦の油田地質参照)

(ハ) 石灰岩 (Limestone)

石灰岩は多くは湖沼に石灰鹽の沈澱する事によりて生じたものであるか又は海底に生物の遺骸の沈澱して構成せらるゝか或は珊瑚蟲の働きによりて出来たるものであつて、大體の議論は有機成因の岩石である。

石灰岩中より産する石油は常に上質であつて、米國、オハイオ、インディアナにては下部シルリア系又はオルドビスシア (Ordovician) 系に屬する Trenton 石灰岩 (Trenton limestone) より産油して居る例がある。

石灰岩の變種

石灰岩は普通灰色を帯びて居るが是れが酸化鐵を含む時は黃褐色に、有機物を含む時は濃灰色又は黒色になる、又粘土、硅酸、瀝青等の不純物を含むれば夫れ夫れ石灰岩の名稱の上に粘土質、硅質、瀝青質を附し是等不純物の含量増大する時に頁岩砂岩等に變移する事は前項にも述べたる通りである。

石灰岩の孔質度

石灰岩の孔質度にも亦著しく變化があるが、勿論砂岩等に比しては低く、一般に砂を含むもの程多孔質ではあるが岩石の容積と空隙との割合は一五%内外が最大であつて時には全く空隙なきものもある位である、従つて頁岩と同じく或油田にては完全なる蓋岩をなせる事もある。

石灰岩から石油を産する事は石油の成因を闡明す可き一資料ともなつて居るが、本邦には未だ此岩石中に石油の産する事は發見せられて居らぬ。

(二) 礫岩及角礫岩 (Conglomerate and Breccia)

礫岩は圓子石、子持石、盤石等の別名を有して居る、礫岩の大きさは豆大以上大轉石迄であつて此礫は是れよりも一般に遙かに微細なる材料により成つて居る、然して前者が後者によりて膠結せられて居る種類が礫岩であつて然らざるものは一般に砂礫と稱して居る。

礫は一種なる事あり又多種なる事もあり其大きさも亦一定して居らぬ、膠結物質即ち地 (matrix) も亦砂のみの事あり又石灰質なる事あり或は又粘土である事も酸化鐵の種類なる事もあつて、要するに一定して居らぬのである。

油岩としての礫岩 油岩となる時は主として膠結物質中に存する間隙に石油を含むのであるが實例は餘り多くない様である。

本邦油田中にて斯種の岩石を油岩とせる著しき例は天鹽國目梨別産油地であつて、地表より千二百尺内外の處に約二十五尺の厚さを有し、ボーメ五十六度以上の立派な原油を産して居る事が試錐の結果知られて居る。

本油田中の斯の油岩は附近の地表にては實見せられざる礫岩であつて、礫は閃雲花崗岩、硅岩、粘板岩等より成り何れも著しき丸味を帯び坑井中より得られたる最大のもは長徑十二、三センチメートルに達して居た事がある。

角礫岩は礫岩が圓礫なるに反して角礫が其代りをなすのであるが、是れを成因的に考ふれば礫岩の方は主として水の動搖の激しき處、例へば磯邊の如き部分に主として海成として出来る事が多けれき、角礫岩の方は河其他岩石の擦れ合ひなきの時によく出来る、従つて産出も礫岩程に屢々ではないのである。

角礫岩は其成因から見ても礫岩の如く油岩となる事は殆んない様である、但し礫岩の一部が斯種の岩石に移化して居る事もあるから場合によりては油岩となり得る事もあるのである。

(ホ) 泥灰岩 (Mud)

此岩石は柔軟にして土状をなせる沈澱物なるか又は堅硬なる岩石を云ふのであつて、成分は石灰及苦土の炭酸鹽と粘土とが任意の割合にて混合せるものである、色も多様であつて、粘土又は頁岩との間には確實なる限界を畫し難き事がある、泥灰岩中に砂を混ふれば砂質泥灰岩と云ひ頁殼の多量を含めるものは頁泥灰岩

(Shell marl)を稱す。

此ものは油田地質の一部を構成して油岩なる事は尠なれど時々含油層の蓋岩なる事がある、但し緻密にして間隙なく不透質となりし種類に限られて居る。

(c)凝灰岩 (Tuff)

凝灰岩は火山活動中に噴火により抛出せらる、微細なる碎片である所謂火山灰 (volcanic ash) 或は是れよりも尙微細なる火山塵 (volcanic dust) の如きもの、集合によりて成れる岩石である、常に軽石 (pumice) の如き同じく火山より噴出せらる、物質の稍大なる碎片を混へて居るから一種の集塊岩の様なものである、然れども一般に餘り硬からざる材料のみを以て構成せられて居るから比重軽く色は含水状態にては淡青灰色乾燥状態にては灰色の度合が強いのである。

凝灰岩の堅緻にして比較的均質なるものは時にフェルサイト鎔岩 (felsite lava) と見誤る事があるが注意して吟味すれば石英や長石の碎片を含んで居るから判別に困難でない、又凝灰岩中の長石は分解して粘土となりて居るのが普通であるから此岩片に息を吹き掛くれば土臭き臭氣を發する場合が多い。

本邦の凝灰岩 本邦の如き火山國にては殊に斯種の岩石が多く第三紀以前には輝綠凝灰岩 (chlorite tuff) 以後には特に石英粗面岩式凝灰岩が多い様である。

是れ第三紀以後の本邦には到る處火山活動の現象が頻出したからであつて、單純なる凝灰岩でない迄も新成の地層にして凝灰質を呈するもの、例は甚だ多いのである。

凝灰岩の場合にも其成分に應じて砂質、粘土質等の形容詞を使ふて是れを區別する、而して其産出が頻繁にして日本の油田が全く第三系に限られて居る關係上油層を形成して居る場合が常に見らる、殊に砂質凝灰岩 (sandy tuff) は含油能力も相當にあつて、孔質度は二十乃至三十時に四十パーセントに達し越後其他の地方にて豊富なる油坐を形成して居るから本邦の油田地質にては主要なる岩石の一である。

(五) 地層中に於ける石油の移動 (Oil-migration in the strata)

地層中に於ける石油の移動に關する問題は石油鑛床學に於ては甚だ重要な事であるが、此問題に就ては種々説があつて中論乙駁の有様である。要する所は石油の物理的可能性に歸するのであるが何れにしても石油の移動其自身は十分認められて居るのである。

此表面張力なる現象が毛細管の場合に起る時には毛細管中の液體の表面は或は上り或は降る、

其一般公式は $h = \frac{2T \cos \theta}{r \rho g}$ として

h は液體表面の上下する高さ (セ、メ、單位) 即ち毛管壓

T は表面張力 (ダイン單位)

θ は管の壁と液體の接せる部分に於ける液體の表面との挾角即ち毛細管中の接觸角

r は毛細管の半徑 (セ、メ、單位) 毛細管が板狀をなせる時は其短徑

d は液體の比重 (一立方セ、メを瓦にて表はす)

g は重力の加速度

乃ち右式によりて h 換言すれば毛管壓は表面張力に比例し比重に反比例する事になるのである。

水と油との表面張力の相違 表面張力又は此ために生ずる毛管壓を水と石油との場合に就て考ふるに水

の表面張力は原油に比して常温にては約三倍であるから毛細管中に浸入する力は石油より遙かに大にして従

つて水は岩層中の毛細間隙を石油よりもヨリ大なる力を以て又細少なる間隙に迄も滲透するに拘はらず石油

には不可能の場合があるから茲に石油のみは濃聚する機會を得るのである、換言すれば金屬礦床の場合に低品位の鑛石が風化作用を受け無價値の脈物質のみが剝奪運搬し去られたる爲めに残存せる金屬の品位上昇して所謂抽出的富化作用 (Extractive enrichment) を呈するの同一現象である、

温度上昇に連れて物質の物理性變化 温度の上昇に連れて殆んど總ての物質は膨脹して容積を増し、比

重を減じ又粘著度低下するものなれど、水と石油との場合に在りては粘著力の遞減率を異にし温度の上昇に

應じて粘著性は漸次近接し來る、而して此近接の度合は石油の比重の低きもの程大であるからパラフィン系

の良質のものが最も著しい事になる、而して假想的には全く同一になり得る温度があらねばならぬが元來粘

著性又は表面張力なるものは液體に於て初めて起る現象であるから勿論沸騰點以下に限らる、のである、故

に事實上水と石油との場合に粘著力が同一になる如き温度は已に沸騰點以上に達して此現象はあり得ないの

が當然であるけれど若し假りに斯かる温度迄兩者共に液狀をなせりせば此場合には淘汰的移動 (Fractionation) は全然閉止する事になるのである。

岩石帯の區分

一方に於て地下深くなるに連れ温度の上昇と共に岩壓は漸次増大し終には岩石中の間隙

(Opening) は全然無くなる、是れを解り易く云へば一般に岩石層を地表より破面帯 (Zone of fracture) の粘結帯 (Zone of howice) 中に大別し前者は更に地下水準線 (ground water level) を以て一分し上部を風化帯 (Belt of weathering) 下部を膠結帯 (Belt of cementation) と稱するが、此破面帯には岩石中に間隙又は破面存して是等は自由に連絡を保つて居るけれど、粘結帯は岩層の爲めに孔隙もなく縦令多少存するとしても他との連絡が全然不可能の状況にあるから水も石油も全く移動も分離も出来ないのである。

乃ち石油が水と共に移動し得る範囲は破面帯のみに限られて普通地表より平均一萬米内外の深度迄であるけれど一方に於ては前に述べたる通り表面張力の相違から水と石油とが分離し得る限界には温度と云ふ因子があつて、地表より凡そ百尺の下に四季共に温度が不變である恒温層があり其處より平均百尺下る毎に地熱は約攝氏一度宛上昇し岩層を考へざる時は三千米以内に於て已に水は沸騰温度に達し、一萬米以上の地下には水も殆んど臨界温度に近くなつて居る位であるから、事實上石油や水や又は瓦斯が移動し分聚する地下の限界と云ふものは地表から甚だ浅い處であつて、三千米から五千尺深くて六七千尺内外の處であらうと考へらるゝのである。

毛細管

表面張力の爲めに起る毛管壓の現象は元より岩石中に毛細管の間隙の存在する場合に於てのみ起るのであつて、一般に毛細管と云ふのは丸味を帯べる孔 (Pore) ならば直徑 0.0002 乃至 0.0008 ミリメートル、平たき孔ならば直徑 0.0001 乃至 0.00025 ミ、メ以下のものである (顯鏡微にて見え得る最小限度は 0.00025 ミ、メ、分子の大きさは 0.0000003 ミ、メ内外である) 而して毛細管を有する岩石が若し乾燥して居るならば普通粘土や頁岩にて直ちに實驗して解る様に物質は比重的分離をなし各方向に擴散 (diffuse) するけれど、若し此粘土又は頁岩が多少多孔質であつても水を以て飽和せられてあるならば、石油を吸収しないのである、此關係は水に飽和せられて居る岩層も適當であれば其下部に存する油層に對しては完全に一種の蓋岩となり得る主要なる理由の一つとなるものである、實際に於て屢々出油前即ち蓋岩を鑿井したる際に出水のあるのも原因の一つは全く此爲めに外ならぬのである。

(ロ) 重力的

重力的原因も亦物理的に石油の移動濃聚には前者程にないにしても、決して看過す可きものではないのである。

第七章 石油に關する構造地質學

(一) 構造地質學の意義 (Meaning of Structural Geology)

構造地質學に於ては、岩石が火成、水成及變成岩の何れたるを問はず總ての地殼を構成する岩石に關して構造方面を研究するのを目的として居るのであるが是れも一般地層學と同様に全般に亘りて論述する事は本書の目的でないから最も密接なる關係ある部分だけにし従つて石油に關する構造地質學としたのである。

蓋し石油は全く水成岩に限られ然も經濟的の鑛床を作る爲めには、構造上の特殊の條件を必要とするのであるから、勢ひ石油に關係ある地質學の構造方面の限界も大いに狭めらるゝ事になるのである、本章では即ち此狭い範圍の構造地質學を論述する事にしてある。

(二) 地層の變動 (Disturbances of Strata)

地層の變動又は變位に關しては地層學に於て論議す可き性質のものと思惟すれども、其結果たるや已に動力學的過程による地質變動に屬するものなれば地層の走向、傾斜、節理、斷層其他の現象は構造地質學の一部に屬するものとして茲に論述する事にしたのである。

(1) 走向及傾斜 (Strike and Dip)

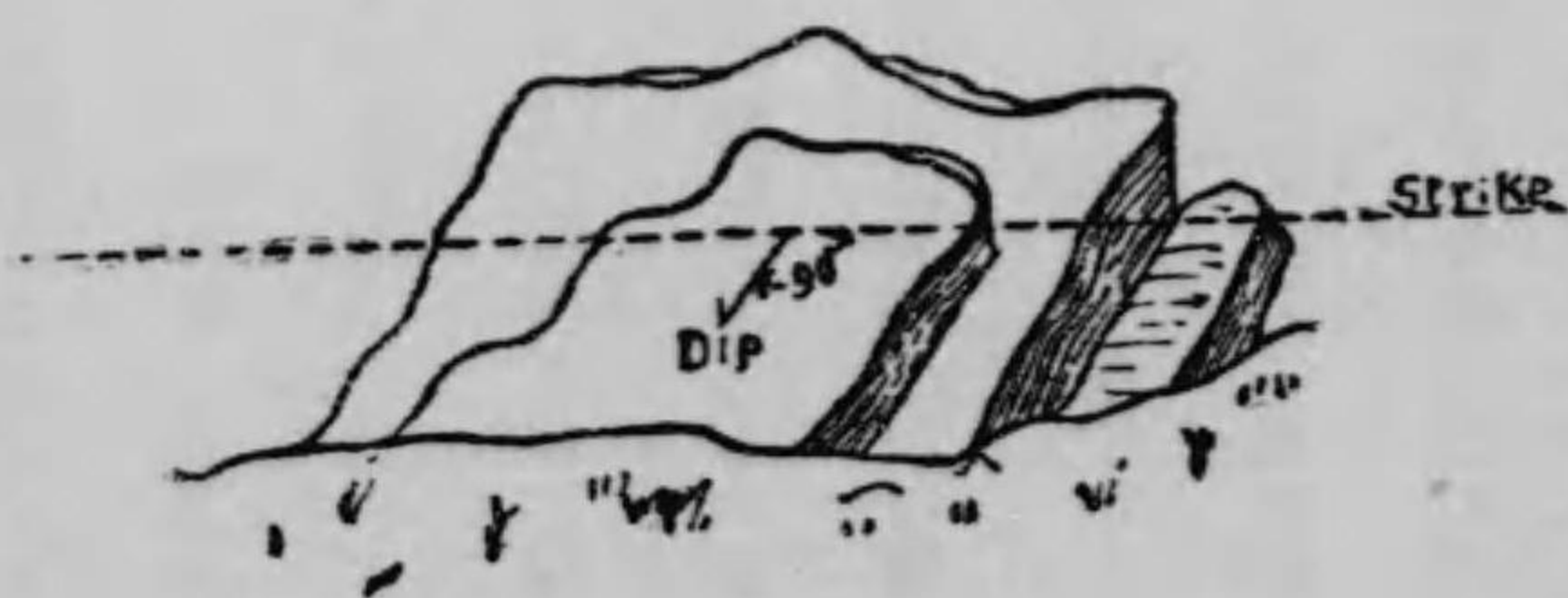
走向とは地層面と水平面との交叉線を云ひ傾斜とは是れに直角なる方向の地層の傾きを云ふ。(第七圖)

地層の走向傾斜を測定するに用ゆる最も簡單なる器械はクリノメーター(測斜器)である、普通磁石と水準器とによりて出來て居る。

測定上の要項 地層の傾斜は石油の胚胎量の大小其他鑿井の難易

等に關係する事大なるは前にも述べた通りであるが、此地層の走向及傾斜を測る事は地質調査の第一歩であり且極めて重要な事柄であつ

第七圖



石岩の走向及傾斜を示す

て、構造上の解決の基礎ともなる可きものであるから餘程熟練を積んで置く必要がある、蓋し實際野外に於て眺へ向きに戸板の多く地層が露出して居る事は普通の場合でなく一般に調査者は自ら測定す可き面を作製せねばならぬ事が多く、殊に多くの場合地層面は波狀を呈して居るからクリノメーターを以て唯一點丈けを精細に測つて次の場所に移る時には、後に外業を纏むる際解決を付け兼ねる事がある、故に、其調査の目的が精細を要する場合に然らざる場合にによりて測定す可き距離を或は近接し或は比較的隔て、擇ぶ必要がある尙測定に際しては其附近の一般の平均走向及傾斜を記入して置く事が最も機宜の處置である。

(a) 節理 (Joint)

節理は水成岩に限らず火成岩又は變成岩にも見出されるものであつて、稍規則正しき割れ目を云ふのである、蓋し火成岩の場合は冷却に際して力學的法則に従つて生じたものであつて板狀 (Platy) 又は柱狀 (Prismatic) 節理を以て普通にするけれど、水成又は變成岩の場合は全く壓縮作用に因りて出来、然も火成岩の節理が出来ると同様に收縮又は其他の働原による壓力換言すれば、地殻に作用する横壓力の方向に密接なる關係を以て力學的原理に従つて生ずるのである、如斯節理は稍一定の法則に従つて出来て居るのである

から、地層の走向及傾斜が直接測定出来ない時には節理の著しき方向を捉へて間接に是れを測る事を得る場合もある、特に或地方に於ける如く頁岩の一枚盤にて層理不明瞭なる時には此節理は甚だ重要なものである。

●●●●●●●●●● 横壓力と節理との關係

地層を壓縮する如き横壓力の方向と地層の走向とは特別の場合を除いては一般に直角を呈し、又はこれによりて生じたる節理も走向に沿へる走向節理 (Strike joint) か傾斜に沿へる傾斜節理 (Dip joint) か、又此兩者間の對角線の方に走る對角節理 (Diagonal joint) か何れにしても大體に於て一定の規則に従ふのである。

要する所節理は構造地質學に於ては地殻運動と密接なる關係を有するものであるから、岩石が均質なる場合に其殊に著しく發達する方向に據りて壓縮力の方向を略推定する事が出来るのみならず、地層の走向も間接に知るを得る場合があるのである。

(c) 斷層 (Fault or Dislocation)

斷層とは岩石が或面に沿ふての喰ひ違ひを云ふのであつて油田たるべきを問はず常に遭遇するものであ

る。

断層成生の原因

原因の主なるものは横壓力 (Transversal pressure) や又は陥没 (Depression) 等であつて地表を構成して居る岩石の或部に是等の原因によりて不平衡の状態を呈する様になれば或弱き帯に沿ふて岩層が迂る事になる、是れが即ち断層であつて、喰ひ違ひの面を断層面 (Fault plane) と云ひ、普通は此面に沿ふて断層角礫又は摩擦角礫 (Fault breccia, fault rock or friction breccia) を生ずるのである。

断層に関する名稱

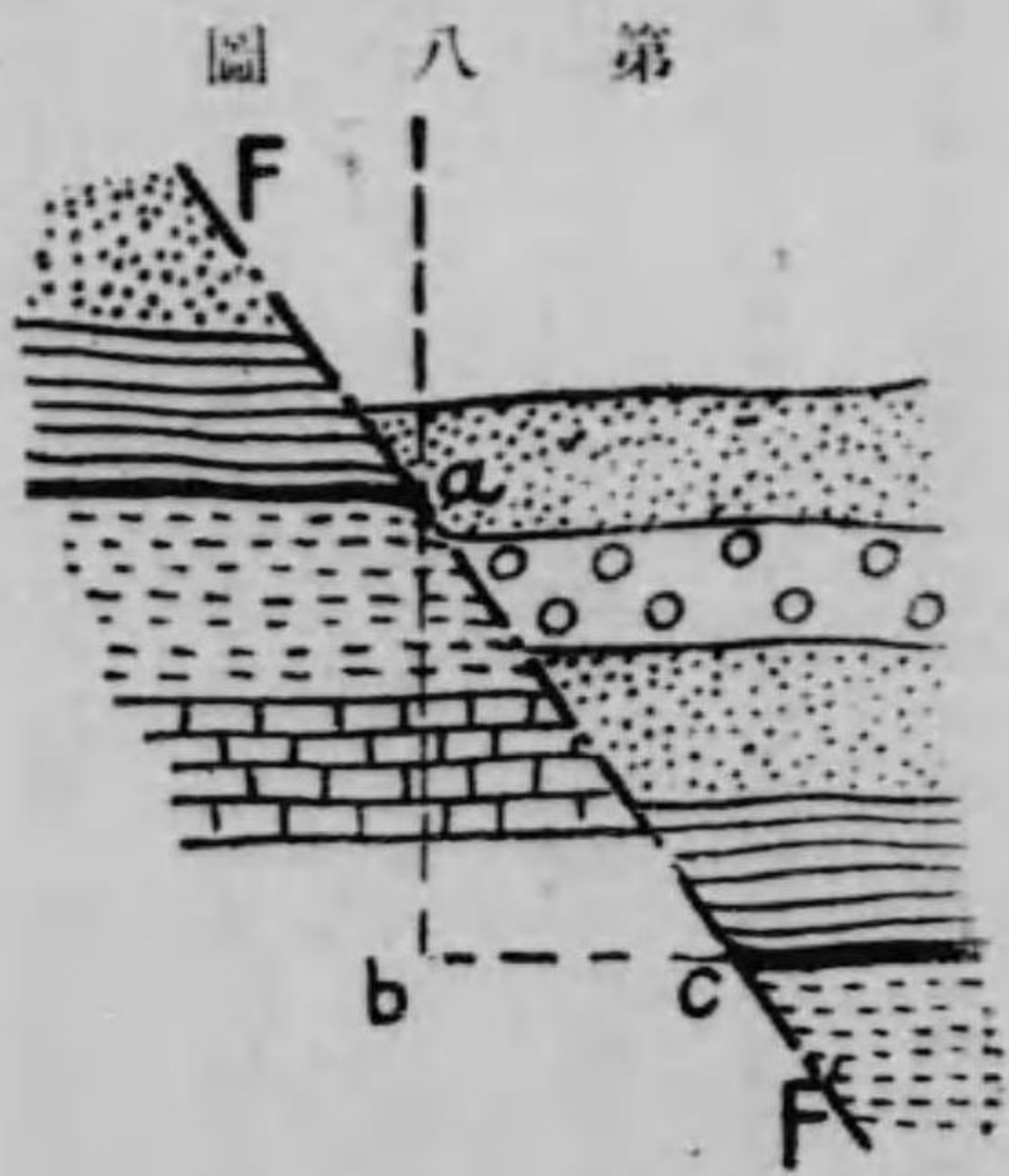
断層面が垂直線となす傾斜を偃角 (Hade)、水平的の轉位を水平轉差 (Heave)、垂直的の轉位を落差 (Throw) と云ひ、断層面に沿ふて計りし轉位を断層轉位距離 (Displacement) と稱する(第八圖及第九圖)

断層の型式

正断層 (Normal fault)

断層の型式の種類は大別して正断層及逆断層の二つとする。

正断層 (Normal fault) とは第八圖に示す如く断層面によりて分たれたる兩部が重なり合はぬ様なものを云ひ、逆断層 (Reversal fault) とは第九圖に示す通りに重なり合ふ (Overlap) 様になつて居るものを稱する、但し此重なり合ふ否は水平轉差距離内に於て断層によりて分たれたる兩部の地層に就て云ふので



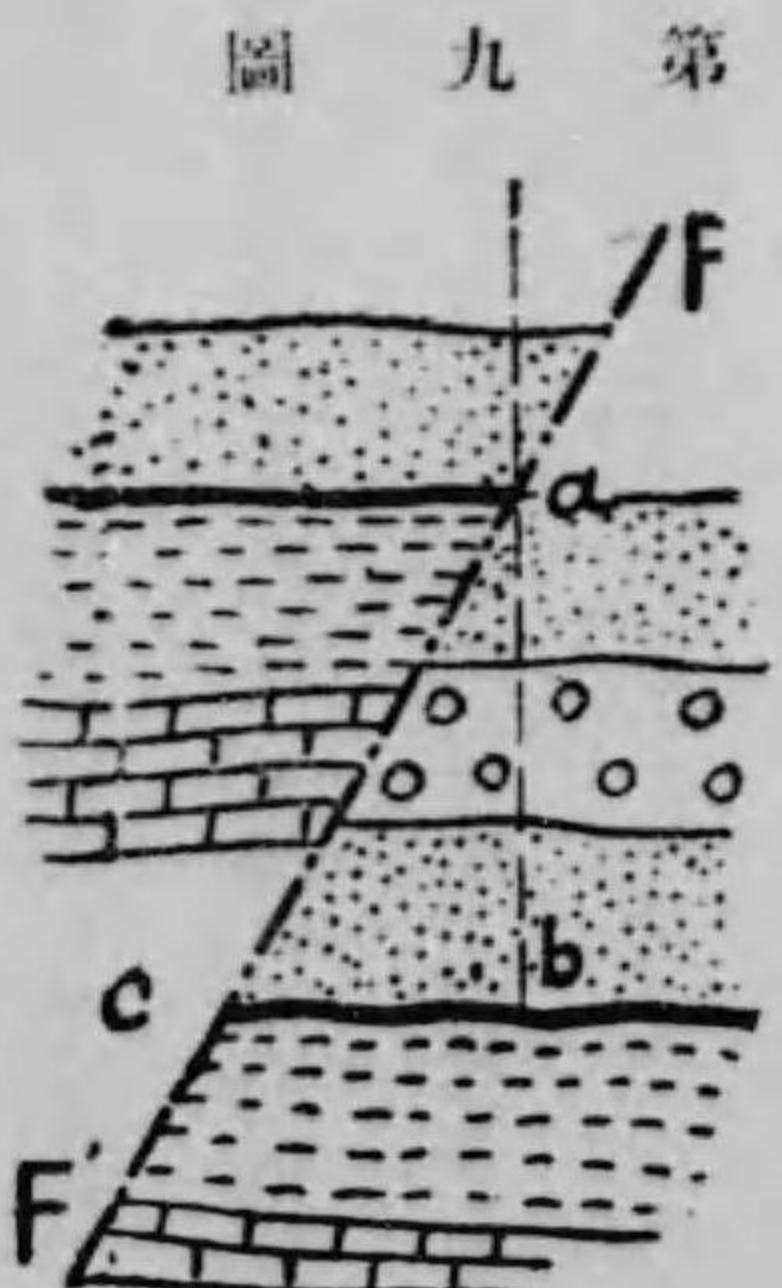
正断層面
FF' 断層面
角 Fab は偃角
bc は水平轉差
ab は落差
ac は断層轉位距離

ある。

断層兩部の上下

断層によりて分たれたる兩部の中何れの方が上下何れに轉位したるかには相對的であつて容易に決定出来得可きものでない、畢竟大陸と海洋との間に於けるが如く水準の變化を陸地の上下するに見ても海洋が上下するを考へても差支へないのである。同一理である。

仍つて断層の場合、上落ち (Up-throw) 及下落 (Down-throw) と稱するのは断層の兩側何れかに位置を決定して其上下



逆断層面
FF' 断層面
角 Fab は偃角
bc は水平轉差
ab は落差
ac 断層轉位距離

の關係を云爲する時に限らるゝのである。