

滲油せる所謂油砂等が餘り廣い區域に亘りて存在するのは少くとも鑛床の保存不良なるを示すものである。

本邦の油田に於ける石油露頭は多くは局所的に散在して居り最も多いのは層露頭で其他小斷層又は削剝された背斜軸の項上等に存在する。

一定の層位の水平なる地層に一樣に稀薄に廣き區域に亘りて石油の滲潤せるは有望ならざる證である。然し露頭附近に手掘井等で小規模に其湛油を待ちて汲取り得る事もあるのである。

石油露頭を見て第一に知る可きは其如何なる性質の露頭であるかにある。即ち層露頭であるか斷層に由るのであるか又は油母岩の局部的に油化せるものか等を確める事である。此等に就ては第五章に述べる。

要するに石油露頭は油田推定區域を定むる上に於て最も重要なる兆候である事は疑ない。然し隣接區域が既定油田である場合に石油の層露頭があれば他の條件が良好なる時は豫定油田區域と見做し得るものである。其他の場合には石油露頭丈けては豫定區域を決定する事が出来ないのである。

層露頭

第二節 固體炭化水素及此を含む岩石 asphaltite and asphaltic bitumens.

一、瀝青礦物

本邦では秋田縣龍毛榎木等のアスファルトが有名で何れも石油の兆候として知られて居る。

アスファルトは多數學者の意見に従ひば石油の酸化揮發の產物である。大部分は溶劑で抽出が出来る。

米國中部及東部油田ではアスファルト類似の礦物があり人に由り所に由り(9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) Gilsonite, Uinkaité albertite, Wurtzite Grubantite. 等と種々なる名稱を附せらるも大體は大同小異の物で大低脈狀をなして存在する。此等は外見石炭に類似して居るが熱を加ふれば全部熔融するから區別が出来る。

其成因に就きては石油の揮發殘滓と見做す學者(18)もあり又輕き石油の酸化に由りて生じたと考へて居る人もある。ホワイト(16)に由ればグラハマイ

トの酸素量は一三・六乃至一四・七パーセントである。デー(17)に由ればオレゴン産のものは一四・六一の酸素を含んで居る。斯の如き事實がある故酸化説が有力である。即ち主として石油の酸化に由り生じたものである(勿論揮發も起るに相違ないが)。

又ジエンニー(19)はペンシルヴァニア産の石油に熱したる空氣を數時間通じたるにグラハマイト様の固體を得た。斯の如き事實とオイルシエールとの地質學的の關係からウインケスター(20)等は以上の鑛物は皆オイルシエール(陸成)に其源を有して居るものと説明して居る。

トリニダトのアスファルトには酸素がない。其代りに硫黄が殆んど十パーセントに達する事がある(21)。此硫黄はアスファルトが固い程多く柔いものに少ない。其爲めに硫黄はアスファルトを固める作用をなすものであらうと考へらるゝに至つた。

酸素も同様の作用をなすならんも同時に水を生成するならんと考へられて居る。

リチャードソンは土瀝青及び其他の瀝青礦物の研究をした人であるが彼に由るとグラハマイトは主として(22)パラフィン炭化水素の重合物でマンジヤク(元來バルバドス島産の土瀝青)の名稱なるも時にはトリニダト島のもの云ふ事あり此場合には後者を指すものならん及びギルソニット等は主として不飽和炭化水素から成り立つて居る。又アルバータイトは二硫化炭素に溶解ぬ故焦變瀝青に屬すと述べて居る。

以上要するにアスファルト礦物は不飽和炭化水素から成り立つもの即ち主として第三紀油層に伴ひ其石油の酸化揮發に由り生じたものとパラフィン系の炭化水素の重合等に由り生じたもの(主として石炭紀油層に伴ひオイルシエール等に關係あるもの)とあるのである。其外種々なる炭化水素礦物があるが此等は石油に伴ふものとは限らず却て泥炭に伴ひ Fichterite, Schaeferite, Hatcherite, Könlite Harite)多く植物性樹脂より變成したるものであり又一方には溫泉作用で出來たかの如く金屬の礦脈と伴ふ者がある。

要するに瀝青礦物中には石油根原、石油と共同の根原、樹脂根原等の者を含

むのである。其内で石油礦床に關係の深いのは第一及び第二の根原のものである。例へば土瀝青は其層露頭の突後に重き石油が発見される事があり又海成油母岩は時として石油を伴ふものである。

### 二、バラフィン

地蠟(オゾケリット)及びセレシン又はワセリンで多少は大低の石油に含まれて居るものである。然しバラフィン類のみの礦床は我國には産しないが中歐殊にガリシヤ地方に多い。其産狀は屢々石炭層に伴ひ又は其他の瀝青礦に伴ひ希臘サロニカ、モルダヴィアにては瀝青頁岩の下方に存し又岩鹽層の附近に発見される事がある。米國ワイオミン及び中部地方にも此種のものが発見される。

### 三、石炭及びオイルシエール

石炭の内でも無燐炭などは石油と關係が認められないけれども瀝青炭、燭

炭等は石油と何か關係がある様に考へて居る人もある様であるが此等の關係に就ては第一及第二編に述べて居る通りである。

普通の燭炭は瓦斯炭である故に石油と伴ふ事が少くない。英國のボグヘッド・キャンネルと稱するものは即ちカンニンガム・クレイグのトルバニットであつてクレイグが唯一の非二次滲潤の瀝青岩と信ずるものである。(オイルシエール成因論參照)此は屢々石油と伴ふ事がある。然し此等はオイルシエールに近いものである故後に述べる。

米國の東部アラキア地方に於ける石油と石炭の關係はデウイド・ホワイト氏に由つて明かにされた。即ち純炭の固定炭素六五及至七〇パーセント以上に達せる石炭は有望なる石油礦床を伴はずと云ふのである。

此結論は石炭石油の關係を示すものと一般に考へられて居り石油豫察にも利用されて居るのである。然し乍ら此結論の示す所は寧ろ地殼が今日までに蒙つて來た地力學作用の總和を石炭の炭化度に由りて測定せんとするのである。即ち石炭は少くとも一部は木材から成立つて居るから其炭化度

に由りて其地層に加へられた地壓作用の總和を知らんとするのである。然し單に此總和丈けては曾つて其石炭が適當に天然乾溜を受けたかどうかは推定する事が出来ない。石炭や燭炭、油母岩等の燃焼岩の間には其原質物の堆積相の間に漸移的關係があり且つ此等の岩石が天然乾溜作用に由りて石油を生ずるには適當な範圍の熱を適當の時間内に加へなければならぬのである。ホワイトの結果は固定炭素七〇パーセントの石炭を生ぜしめた地壓作用は石油の生成保存に如何なる關係を有するかをも明かにするものでない。夫れは石油が曾つて此炭層に於て生成され又は存在したかどうか不明である故である。ホワイトの結論は單に天然に行はるゝ範圍の作用では最早石油を生ずる事の出来なくなつた石炭の炭化度を示すにすぎない。然し乍ら右のホワイトの結論は結果に於ては誤りでない計りてなく、ベンシルヴァニアの如く古生紀の地層に石油と石炭の共生する地方にありては一の重要な石油豫察法であるを失はない。而して三記層油田炭田に於ても此事は事實である様に見える。

泥炭中の  
瀝青物

オイルシ  
ェール中  
の瀝青物  
即ちケ  
ンヂ

泥炭に一種のバタ状瀝青物が伴ふ事は英國の *coal* にも其例があり又著者も我國の泥炭から斯の如きものを抽出し得た事は已に述べて居る第一編第四編參照。泥炭と石油礦床とは殆んど無關係である事は内外同様であるが著者は泥炭中の瀝青物が石油豫察上に誤信された實例を知つて居る。此に就ては後に述べる。

オイルシェールも亦多少の石油を伴ふ事があり石油礦床はオイルシェールより生じたものと信ぜらる事も多い故石油兆候として一應考慮する必要がある。

此油母頁岩に就ては前編に述べた通り大體は熱帶的氣候の下に瀉湖又は河口等に堆積した植物性腐泥岩と認められる。此種の腐泥岩は其性質上有機質成分が無機質成分よりも過量に存在し得るのである。即ち有機物が此岩石の主成分たり得るのであるから必ずしも其硬固前瀝青物が締滲されて移動を起す事が起らない。従つて此オイルシェールは石油礦床と關係なく存在し得る油母岩に屬するのである。

次に油母岩を乾溜して石油を得るには或範圍の熱を或範圍の時間内に加ふる必要がある。例へば餘り低い熱で長時間乾溜しても石油は生じない。天然瀝青化作用に於ては地壓作用が其要因となるものであるならばオイルシエールが天然に乾溜されて石油を生ずるには矢張り此地壓作用の強さと時間につき同様の制限があるのである。積動的地壓作用は其與へる影響は一般的少くとも地方的ロカルのであるけれど此種の作用は瀝青化作用よりは寧ろ脱瀝作用である事は現に存する油母岩が今日迄其瀝青物を保持し且つ瓦斯を發生しつゝある事から知り得るのである。急激なる地壓作用例へば斷層や火山作用は油母岩の乾溜要因としては充分であるけれども其の起る範圍は局部的である。故に油母岩に少量の石油の伴隨する事は少しも不思議でない。

然らば積動作用は絶対に天然瀝青化作用を起す機會がないかと云へば其の力積の結果が周期的に海陸の境界部等に激しき地變となつて現はれた事は地質學が教へて居る。もし油母岩より石油が生ずれば斯の如き場合であ

るだらうと思はれる。

陸成油母岩が石油礦床の根原ではあるまいかと想像されて居るのは米國ペンシルバニア油田のみでありそれも餘り確實な證據がある譯ではないのである。而してアバラキア山脈を生成した作用がオイルシエールの天然乾溜の原因となつたかどうかとも明かでない。

要するに油母岩より天然作用で石油礦床の生ずるのは褶曲又は地方的の斷層火山作用等の原因に基づくのであつて而も其地層が石油の保存に適するか否やと云ふ事が他の一要因となつて居るのである。而してオイルシエールの地質時代は最も多いのは石炭紀前後の古生代で石油の多い第三紀層などには稀れであるから少くとも第三紀油田の豫察には陸成オイルシエールは重要な兆候ではないのである。

一般に豊富な油母岩が石油礦床と共産しない事は上に述べ來つた事から明かである。本邦では此種の油母岩が産しないから數量的に兩者の關係を定める事が困難であるが米國の例に就て見ると一般に平均一パーセント以

上の油母を含む頁岩と同一累層からは石油礦床は産しない様である。而して理論的には平均四パーセント以上の瀝青物を含む頁岩と同一累層からは「石油兆候」が発見されても石油礦床は存在しないものと断定し得る様である。此四パーセントと云ふのは頁岩の平均孔隙率を一〇パーセントとし比重〇・九の油母が全部の孔隙を充した場合に頁岩の比重を二・四と假定して計算せる油母含量である。此以上の油母が存在する事は地壓に由りて非差別的な均齊の地壓を受ける事になるからである。而して四パーセント以上の油母を有する頁岩が存在する事は其過去に於て適當なる地壓乾溜作用を受けなかつた事を示し而も其過去に於て經驗し來つた地壓作用の總和が大であれば大なる程油母の炭化度が進み「石油化」する事が困難となるのである。而して油母が頁岩の無機膠狀物と飽和する量も勿論四パーセント以下であるのである。

次に我油田には海成油母岩の存在する事は前述の如くである。此海成腐泥岩は獨り我油田のみならず世界の大部の第三紀油田に存在する事が明ら

かであつて石油の成因に密接な關係のある事は第一編に述べた通りである。而して此種の腐泥岩に有機物の堆積が多い場合には石油礦床と油母岩を生じ少い場合には油母岩のみを生ずるのである。それ故に海成腐泥油母岩の存在は油田の一特徴であるけれども石油礦床が伴ふかどうかは何等かの方法で瀝青富化作用が行はれた事を地層に残された記録に由りて読み取りて判断しなければならぬのである。此事に就ては後に述べる。

一旦油母岩と化した後は海成も陸成も略同様の法則に従ふのである。然し陸成のものに比すれば海成の油田岩は無機膠狀物と有機物との結合が密で殆んど保護コロイド的のゲルをなして居るのである。

海成油母岩の油母含量は大低〇・四パーセント前後で一パーセントを超ゆるものがなす。

### 第三節 氣體炭化水素

#### 石油瓦斯及乾瓦斯

一般には無水炭酸、酸化炭素、窒素、亞硫酸、鹽素及メタン等を乾瓦斯ドライと稱し石炭、泥炭等の植物質の嫌氣性分解物として發生し又は後火山作用に由り生ずる物で此種の瓦斯は石油礦床に關係なきものと考へられて居る。然し米國カンサス油田の天然瓦斯は八十パーセントの窒素を含むと云ふ事である。石油瓦斯はメタンの外エタン、プロパン、ビュテン等を含むものを稱し石油礦床と直接關係のあるものと考へられて居る。

然しエンモンズ等(8)の研究せる如く時としては泥炭よりエタン等の高級石油瓦斯を生じ却つて石油礦床よりメタン瓦斯のみ發生する事がある故以上の區別は餘り確實でない。

福井縣九頭龍川の沖積地より石川縣の北潟、紫山潟、河北潟、邑知潟に至る一帯の潟湖帶越後の海岸、秋田縣八郎潟附近には可燃性の瓦斯の噴出して居る場所が澤山ある。

以上の内福井石川二縣の瓦斯は余の見たる所にては十六間乃至十八間位の場所に第一瓦斯層あり三十間七十間の深さにも第二第三の層ありて何れ

も沼澤植物の遺骸を含む泥炭層である。此泥炭をクロロホルムにて抽出し又は低温にて乾溜せば褐色バタ狀の瀝青物(リウコベトライト)に近きものかを得る。これは余が河北潟の底の泥土越後朽掘の硅藻土層、福井縣及石川縣海岸砂丘中の泥炭物から得たる抽出物又は乾溜物と同様の物である。

或地方にては右の瓦斯が石油に關係あるものと認めて大仕掛なる石油試井を掘つた者があつた。右に就き某理學博士の研究の結果或層から多量の原油素なるものを得たと云ふ事を聞き及んだ。然し此は多分著者が先きに得たるものと同様のものと信ぜらる。

要するに沖積層の瓦斯は石油礦床豫察上最も不確實なる兆候の一である。故に此に就き通則的に論ずる譯には行かない。各々の地域につき簡單なる試錐をなして「泥炭層」よりの瓦斯でない事を確かめなければならぬのである。

#### 第四節 石油に伴ふて發見せらるゝ事物

##### 一、硫黃及硫黃瓦斯

伊太利のシシリ島及び米國テキサス州等にては石油と硫黄が伴隨して發見せらるゝ例があると云ふ事である。此硫黄も石油成因論に述べたる通り嫌氣性バクテリアの作用に由り生ずるものとすれば石油と成因上の關係ある様にも思はれる。(石油成因論參照)。

油田の岩石には硫化物は存在すれど遊離の硫黄は存在しない。原油中には比較的著しき硫黄分を含むも如何なる状態をなして存するかは明かでない假りに遊離の硫黄が存在するとも果してバクテリアの作用に由りて生ぜしものか否かは詳かでない。

硫黄も腐泥的に生成される事があるかも知れないがそれが石油腐泥とは多少其相を異にするものである事は疑ひない。

## 二、磷酸礦物

米國にては海成の磷礦中に屢々惡臭ある黑色の瀝青物を伴ふ事があり(49)又ワイオミング州にては磷礦の試錐が石油井として成功せる實例がある(50)。

而して此試井の内には魚の齒、腕足類及巻貝の幼蟲等の化石があり着生物の化石がなく恐らく嫌氣性分解の産物と思はるゝと云ふ事である。

斯の如く成因上石油と磷礦の共産する事は有り得可き事である。著者は龜田油田の蘆川と云ふ所で魚の化石を得たがそれは鱗、鱗等の外瀝青化した有機物殘滓を有し又同時に磷酸礦物で其鱗を交代して居つた。

斯の如く磷礦が瀝青物と伴ふ場合は極端なる嫌氣性分解を示し殆んど生物化學的分解を経ずして直に地中に埋没されしかの觀ある場合である。

磷礦の産狀は種々あるが主なるものはグアノ式のもの、腕足類の如き磷酸を含む貝殻の分解に由り生ずるもの及び極端なる嫌氣性分解の結果生ずるものであつて、最後のものは瀝青物を伴ふ事になるのである。

石油は同じく嫌氣性分解の産物であるが其初期に於ては可成の程度まで生物化學的作用が行れ得るものと考へられる。即ち極端なる嫌氣性分解ではない。此種の腐泥の中では磷酸は分解される。

此點に兩者の差が存在する。故に兩者の共生と云ふ事は偶然ではないが

磷礦の主なる産狀



本邦内地の燐礦

然し一般ではないのである。

本邦の内地の燐礦は主として第二の作用で出來たものであるから殆んど石油と共存する例はない。能登の燐礦は種々なる化石、海綿、腕足、二枚貝、巻貝、象牙等の集合物で、丁度油田の「夏川」化石層に類似せるものに一定の關係を持して發見せられる事が多い。然し此化石層は「吹上げ」であつて化石は何れも流蝕の跡を有して居る。其外凝灰岩中にも燐礦があるけれども有機物は發見されない。

著者は例の「夏川」化石層をはじめ本邦含油層の岩石二百餘個につき燐酸含量の定量を行つた事がある。越後國西山油田上小竹のものが最高一五パーセント三個の試料の平均が〇・八パーセントであつた。其他は此より以下であつたのである。

最近バルマーと云ふ人は米國加州の原油中に燐の存在する事實を擧げ石油成因に論及して居る。斯の如く原油中又は油母中に窒素物や燐化合物の存するのは屢々報告されて居るのである。併し石油兆候としては原油内に

發見される者は應用し難いのである。

### 三、酸及アルカリ

米國カリフォルニア地方にては地層に生ずる曹達の昇華物を石油兆候と信ずる者もあり又同地方の石油に伴ふ地下水がアルカリ性を帶ぶる事が多いと云ふ事は屢々記載せられて居る(25)

此アルカリ性は炭酸曹達等の加水分解に由るものでこれは石油に伴ふ水が鹽類を溶解して居ると云ふ事と連關して研究す可き問題である故此所では述べないが著者は越後小千谷油田の頁岩よりアルカリ溶液(炭酸曹達)を抽出した事がある。黒川油田の沈澱地にも同様のアルカリが沈澱するそうである。

此に反して酸は本邦油田頁岩の風化したるものには屢々發見される。此酸は頁岩を其儘試験紙上に取り水にて濕すか又は頁岩を蒸溜水にて抽出して知る事が出来る。此より見れば礦質酸性であると同時に一方では膠質的

アルカリと石油

酸と石油

酸性白土  
岩と油田頁

酸性即ち吸着性に基づく酸性反應を有するものである。即ち風化せる油田頁岩は殆ど酸性白土と同様な反應を試験紙に與ふるもので其外觀も多少類似して所謂鹼化なる現象を呈するものであるが其以外に遊離の酸を含んで居る。而して此種の頁岩は乾燥すれば其表面に白色の昇華物を生ずる事があるがそれは分析の結果は大部分は硫酸第一鐵であるのである。恐らく $(SO_4)_2FeH_2$ なる状態をなすのであるまいかと著者は考へて居る。

斯の如き硫酸第一鐵は如何にして生じたかに就ては著者は油田頁岩中の硫化鐵の分解に基づくものと考へて居る。

油田頁岩  
中に硫化鐵  
の微球の  
存在

人は著者が油田頁岩の焦變瀝青物即ち所謂油母を含む事を發見せる事が石油成因の研究上に重大なる結果を及ぼした事をのみ注意するけれども著者は此油田頁岩中に多量の硫化鐵微球體の存在する事實及其分解せる岩石中に酸性硫酸鐵の存する事を知りそれが嫌氣性分解の表示である事を明かにした事の方が石油成因の問題斗りてなく一般地層學上重要な事實と考へて居る。

へて居る。

然し斯の如く硫化鐵や硫酸鐵の存在は油田岩石のみに限つた事でない。炭田にも其他有機物を含む地層には一般に發見さるゝ事實である。故に此事のみで石油兆候とはなし得ないのは明かである。尙右に就きては後に詳論する。

要するにアルカリの存在又は硫化鐵や酸性硫酸第一鐵の存在は屢々腐泥的堆積岩なる兆候であるが單に腐泥相が知られた斗ては不充分である。それが石油腐泥相であり且つ其他の條件が備はらねば豫察上充分な兆候と見做す事が出来ない。又頁岩が所謂非鑛質酸性な事は其膠狀體なるを示すのであつてこれだけでは石油礦床の兆候とする事は勿論不充分である。

#### 四 石油に伴ふ鹹水

多くの石油礦床は地下水に伴ふて居り而して其水は大低鹹水である。此事に就ては石油成因論にも述べたが尙大要を述べれば石油に伴ふ鹹水は大

因鹹水の成

體海水に類似せる成分を有するも其異なる點は海水中に存する硫酸石灰が石油と伴ふ鹼水には少ない事、後者に於ては鹽化曹達よりは鹽化石灰及苦土の多き事等である。

此鹽水に就ては昔から種々な説が行はれる。其内代表的の者を挙げるとハント(26)はオンタリオ州の深層鹹水に就ては古代の海水の蒸發して生じたものにて其石灰及苦土の鹽化物の多きは古代の海水が今日の海水と異なる成分を有するに由ると結論して居る。レーン(27)も専ら此説に賛成して居るがデーリー(28)は前寒武利亞紀の海水には石灰の無かつた事を主張して居る。又此石油生成の時代には氣候乾燥して潟湖の如き場所では海水蒸發して濃集したるものであると云ふ有名なオクゼニウスの古き説を今でも主張して居る人々もある。

然し石油となる可き有機物の適當なる集中には如何な氣候が必要であつたかを考へ又化石の状態から考へても少くとも第三紀の中葉以後に於て今日と甚しく異つた海水の組成があり又異つた氣候があつたとは考へられな

い。況んや石油は乾燥せる氣候の下にのみ形成されたと考へる事も不合理であり且つ事實上少くとも我國の油田には斯の如き何等の證據も存在せず却つて反證が多く擧げられるのである。

厚き岩鹽層等の成因の上からはオクゼニウス説も有意義であらうけれども普通の地下水に鹽分があつたからとて「乾燥氣候説」に因らなければ説明が出来ないと云ふ事はない。

己に第一編に於て述べた通り海成の連續累層に於て其下層が充分壓縮され且つ其膠狀物が凝固するまで海底に止まつた場合には、脱水は自然粒間孔隙の多き層に移動集中して保存される。又其水は腐泥の内に含まれし間に多少變質し其後に於ても繼續して變質作用が起るであらうけれども大體「化石水」として保有され得る筈である。

斯の如く海水が海底に堆積しつゝある地層に保留されたる場合の變化に就いてはマーレー及アーヴィンの研究がある。(30)

石油成因論に於て述べた通り海底の堆積物中の海水の成分は普通の海水

腐泥中の海水の成分

腐泥に於ける硫化鐵の生成

と成分異なり殊に青色泥土に於て此事が著しいのである。此差は有機物の分解に原因するもので硫酸鹽が還元され炭酸鹽が生成され同時に不安定なる硫化鐵が生じて其泥土に青色を與へるのである。

尙マイエル等は(31, 32)斯の如き作用は單に有機物分解の化學作用にのみ歸す可きに非ずしてバクテリアの作用が預つて力ある可しと説いて居る。要するに海水は其海底の堆積物中にありし當初より既に其有機物の嫌氣性分解の結果として變質をうくるもので此等の變化は此化石水が再び人類の手に由りて地表に來る迄繼續す可きである。

ロヂャー(33)は近頃米國カリフォルニアの油田の鹽水の硫酸鹽の還元に就て研究し其還元の主なる要因は前記の如くバクテリアの作用に由る事は勿論であるが石油及瓦斯と接觸に由る事も其一因であると論じて居る。

石油成因論(バクテリア説)に述べたる如く深海底及海底泥土中に硫化水素及びアンモニア鹽類の存在する事は幾度も報告されて居る。(34, 33 第一編の瀝青化作用論結論及びバクテリア説參照)

腐泥に於ける炭酸鹽の沈澱

デーリーに由れば(28)アンモニアの炭酸物は他の石灰及苦土鹽類と作用し炭酸石灰及若干の炭酸苦土を沈澱するものだと云ふ。此作用は温度が高く水が沸騰するに至れば益々早められる。

著者は石油頁岩中に著しく石灰分の多き事を認めた。即ち從來單に硅質頁岩と呼ばれて居る頁岩中にも著しく石灰質であるものが多い。又特別なもの例へば西山油田の油井の深部から得たる硅質頁岩や秋田縣豊川油田にも同縣道川油田の愛染、同縣五條目油田落合附近などに發見せらるゝ硅質頁岩と呼ばれるものの中には顯微鏡下では無數の方解石(白雲石?)の微晶の菱形體を散布し其ため一見砂岩の如き外觀を呈して居るものがある。

マレー及アーヴィン(30)は泥水に於ては(有機物を含む)普通の海水に比し硫酸石灰を缺き硫酸苦土缺乏し炭酸石灰が増加し尙炭酸苦土及硫酸アンモニアの存在する事を説いて居る。デーリーに(28)由れば此種の水に於ける炭酸苦土の炭酸石灰に對する比は一對三の割合である。

此泥海水を瀘過し蒸發し七三・三パーセントの炭酸石灰と二六・七パーセン

本邦油田中の炭酸物

トの炭酸苦土を得たと云ふ事であるがマーレー等が此兩種の炭酸物の生成は主として炭酸アンモニアと硫酸鹽との反應に由るとなす事は前述の通りである。此點に關してはデーリーも泥海水中に硫酸アンモニアの存在する以上兩人の説は疑なき所であると云ふて居る。此炭酸アルカリは勿論泥中の生物の分解に由り生じたるものである。

斯の如くして海水が其海底の泥土中に存する當初に於て大體の變質を來し其以後に於ても瀝青物との接觸に於て次第に變質する事は殆んど疑なき所である。此點につきミルス及びウエルスはペンシルヴァニア油田の油井水の研究の結果、次の新説を發表するに至つた<sup>(35)</sup>。

即ち件の鹹水は海底の堆積の當初に於て其内から硫酸鹽の如きものが除れアンモニア鹽類を生じ炭酸石灰を生ずる事はロジャイ等の説く所を承認するも、其後石油及瓦斯の揮發に由る水分の深層蒸發及濃集の結果現在の如き状態に達したと云ふのである。

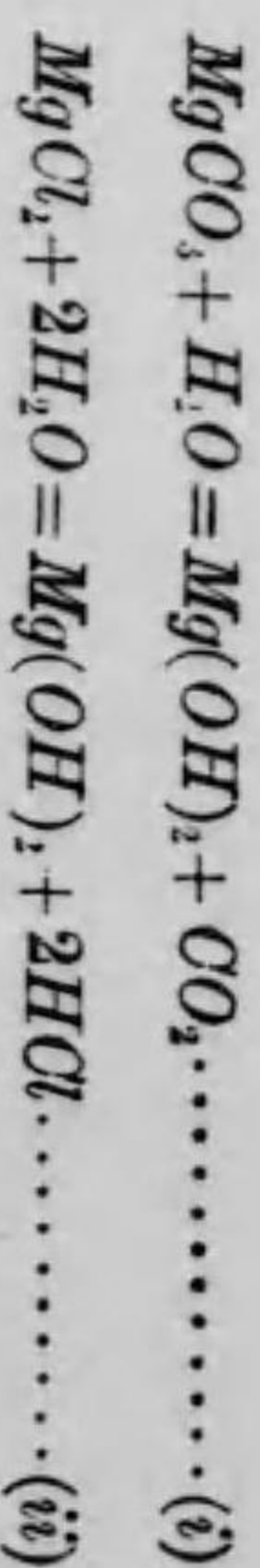
詳しく云へばアバキア地方の油田に於ける深層鹹水は一部は勿論堆積

水であつて水成岩の海底に堆積する當時より存在せるものである。右の鹹水中の鹽素は恐らく直接間接堆積水より由來せるものに相違なきも其他の主なる元素は少くとも一部は他より來れるものである。

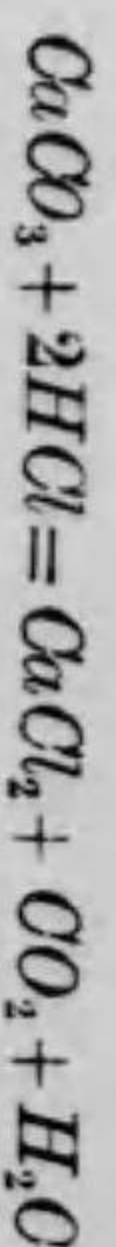
其後水成岩の壓縮硬固の結果其初成水の一部は除かれ又移動を起すに至る可く岩石の膠結、加熱、運動及石油、瓦斯の生成に由りても同様の結果を來すであらう。浸蝕時代には地表より浸潤せる地下水が、前記の堆積水と時としては混和するに至る可く、しかも地層が地下深く埋没され比較的不滲透性の地層に被はれ、周圍岩石の孔隙は填充さるゝに至るか或はアバキアに於ける如く向斜的構造等の要因がある時は此等の地下水が保存さるに至るのである。

水の堆積物中に入りて後の變化は一方では岩石中の或成分の溶解他方では有機物の分解に由りて硫酸鹽より硫化物を生ずるが如き有機化學的變化に基づいてあらう。此外にアバキアの深層鹹水の石灰及苦土鹽化物の割合を説明するには温度の關係が注意す可きである。

元來油田には石灰岩及白雲岩が、少くないが、其白雲岩中の苦土は或生物(海藻)より來れるものもあらうし又石灰岩に苦土溶液が作用しても生ずる(36)。其際少しく温度が高かつたならば溶液の熱濃集に由り加水分解して苦土は水酸物となり又はアルカリ性炭酸物又は炭酸物となるであらう。右の關係を簡單に示せば



若し第二の反應が、炭酸石灰の存在に於て起れば



右の如き反應は、ミルス等が、偶然實見した所である。即ち深層の石油及び水を吸ひ可きポンプ用の瓦斯エンジンを冷却する爲め淺層から出る水を使用した所が、其ジャケットに炭酸石灰が、沈澱して困難した。其時に深層の鹹水を注いだ所が、此水はエンジンに由り温度が高まると共に苦土が、加水分解して炭酸石灰は溶解されたと云ふ事である。斯の如き例は氣罐水 研究上

からも知られて居る(37)と云ふ。

苦土は又硅酸物として海水より除かるゝ事がある。ハント(26)は鹽化マグネシアは硅酸石灰と作用し鹽化石灰と硅酸苦土を生ずる事を證した。而して油田岩石中には此二次的綠泥物が散布して發見せらるゝのである(著者も後述の如く綠泥物の油田岩石に存する事を認める。)

又反應を異にする水の混合する時、例へば硬水とアルカリ硅酸礬土が、出會ふ時は



の如き類型の式で表はさる如き反應が起るものと考へられる。彼のヘルミユータイトなる人造沸石が、水道の硬水を沈澱する爲めに用ひらるゝも此原理に基づくと云ふ事である。右の化學式に於てはNaの代りにKを用ひ $\frac{2}{3}\text{HCO}_3$ の代りに $\text{SO}_4$ ,  $2\text{Cl}$ ,  $2\text{NO}_3$ を用ひて差支なく又Caの代りにMg, Baを使用し得る。此石灰沸石は食鹽液に出會ひば又原の形に還る。



頁岩中に發見さるる沸石も斯の如くして生じ得る譯である。

以上の外水溶液の鹽類と岩石の成分との作用も注意す可きである(38) 以上の如き諸作用の外此深層水は深層濃集作用をうけたもので此作用は多少の熱と移動且つ擴散せんとする瓦斯の影響に由り水分が蒸發する事に由り促進される。一方に水中に溶け居たる無水炭酸其他の瓦斯、石灰、鐵、苦土の炭酸物、及微量の硫酸鹽及硅酸等の沈澱と共に殘留鹽類の濃縮が行はれたのである。

ウオシユバーン(39)は又少しく異つた説を發表して居る。海底堆積物中に入つた海水は水成岩に捕虜水として畜ひられ後に地下の岩石より生ずる窒素、メタン、無水炭酸等の瓦斯に由り乾燥作用を受け且つそれより濃縮せるものであつて其含有する苦土、石灰及び食鹽等の成分は地下深き所の鹽基性熔岩より瓦斯として送られたものだと論じて居る。

我國では此様な條件の當てはまる所も少くないが、一般に殊にウオシユバーンの主として研究せる米國東部油田には元來火成岩がない。只極めて稀

れに花崗岩がある丈けである。故にこれは單に一の考案に過ぎない。又本邦の如く下方に鹽基性溶岩のあつた證據のある所でも數千尺の厚さの水成岩に一樣に此瓦斯が滲透するものでもなく又此種の熔岩は瓦斯に乏しいものである。

又リチャードソン(40)はアバラキヤ油田の鹹水は「化石水」でなく其鹽分は恐らく岩石の地下水漂解の產物として生じたもので其食鹽は地下の岩鹽層から擴散して來たものであると説ひて居るが斯の如く地表より浸潤せし地下水が岩石を漂解するは或點まで事實であらう。

例へば凝灰質の岩石中に穿たれたトンネルの天井から或鹽類が晶華物として生ずる事は屢々ある。金澤附近の辰己用水の天井からは食鹽八俵を採取したと云ふ人があつたが、眞偽は兎に角、現在でも其晶華物は存在する。但しこれは食鹽ではなく大部は硫酸第一鐵である。然し食鹽の如き鹽類が若し循環水に出會つたならば濃縮する機會は起らぬであらう。要するに石油に伴ふ鹹水が特異なる成分を維持し得るは事實上それが、長期の滯水なる事

岩石の漂解と生成の類

を示して居るもので決して地表より下れる循環水ではないのである。殊にアバキヤ油田では地下の岩鹽層との關係は彼の説く如く密接でないといふ事である。(35六六頁)

以上要するに石油に伴ふ鹽水は初生水 (Connate) 又は化石水 (Fossil water) であるといふ事は信じて得べきである。此初生水と云ふ語はレーン氏が水成岩を組成する砂粘土の粒子間の間隙を充して其水成岩生成の當初より保存されたる水に名付けた名稱である(1)石油に伴ふ水が嚴密に初生水でなく多少移動した者であらうけれども二次的浸透でない事は明かである。現在海底に堆積しつつある泥土の含める水は容量百分率で四十乃至五十パーセントから九十パーセントに達し砂にありては同様十五乃至二十パーセントより三十パーセントに達すると云ふ事である(2)此丈の水は岩石が硬固後は泥岩即ち頁岩にありては三パーセント前後に減ずる故大部は多孔質なる部分に移動する事となる。故に初生水と云ふても多少は移動して後に保存されるに至つたものである。

石油と鹹水の關係

以上の如く此準初生水は別段オクゼニウスの假説に由り又又は乾燥氣候論に由らなくとも其保存は合理的に承認せらる可きである。故に硫酸物のなき鹹水は腐泥相の兆候であり且つ炭酸物苦土石灰の鹽化物又はアルカリ反應等の特徴をもつて居るならばそれも或程度までは石油兆候として考へ得るのであるが、要するに此等は海成腐泥相を示す兆候に外ならぬのである。

### 五、泥 火 山

印度ビルマの油田、アラカン島、露國バク、タマン、ケルチ兩半島及びルーマニア國油田では泥火山と石油礦床とは密接なる關係を示して居る相である。此泥火山は泥土を地中より噴出するもので同時に礦泉(食鹽水多し)時として石油を伴ふて居る。種々なる記載を綜合して考ふるに其根元は餘り地下深き所ではない様であるが、要するに一旦埋積壓縮された腐泥層の再分解に基づき瓦斯の畜積と地層の加水作用に由る體積の變化に伴ふて生ずるものであらう。米國には此例なく我國では臺灣に存在するが、左程石油礦床に密



接なる關係は示して居らぬ。然し泥火山が若し存在せば腐泥層兆候の一として注意する價值はあるのであるから。其噴出物を化學的に研究識別する事が必要である。

#### 六、泥 脈 Mud dyke

これは泥土の岩層の罅裂を充たしたもので米國のヒューロン頁岩(8)やピルマにも存在すると云ふ(8)事である。要するに泥火山の地下から起つた時泥土の通つた道筋に當るものである。

我國では著者の實見した所では秋田縣の大久保驛から豊川油田に至る途中で豊川口に近き切割の附近に厚さ二丈程の黑色頁岩を貫き巾五尺乃至三寸位の數條の泥脈が表はれて居る。これは凝灰質の漂解粘土から成つて居る。

#### 七、陶岩(燒岩) Porcellanite

米國カリフォルニア油田の中モンテレー頁岩層には多孔質堅硬なる岩層が存在し(43)これは酸化帶以下の深所で炭化水素が自然に燃燒した結果生じたと考へられて居る。

又トリニダト島ではずつと地表に近い所で陶岩(Porcellanite)と云ふ赤煉瓦の様な岩石があり褐炭層と伴ふて居る所から(4)種々なる説があるけれども大體は炭化水素の燃燒に由り生じたものと認められ現在でも燃燒しつゝある所があると云ふ事である。

斯の如き例は我國には今迄擧げられた事がない。秋田、黒川、桂根等の油井からは『蟲齒狀缺刻ある頁岩』と呼はるゝ岩層あり多數の氣胞を有して居る。此物の一部は燧石、硅質頁岩一部は安山岩である故燃燒のため生じたかどうかは判明しないけれども石狩國ボンルモツペ油田では地下餘程の深さより比較的脆弱なる土層で同様多數の氣胞を有して居るものがある。

著者は白土に石油を浸潤せしめた物を不透明の石英試験管内に強熱して此と同様のものを得た經驗上或ひは炭化水素の深層に於ける燃燒に因り生

じたものかと考へて居る。透明の石英試験では斯様な事が起らないが不透明なものは高熱すると少しは空氣を透過する性質がある。

#### 八、蠟 泥 Paraffin dirt.

米國のメキシコ灣地方の油田には多少泥炭質を負ひたる如き粘土があり一見洗濯用石鹼様の外觀を有し濕れる時壓迫すればゴムの如き感を有するも弾力及粘着性は全くゴムと異なるものである。乾燥せば輕節の如く色は有機物含有の程度に由り暗褐色乃至綠色にして沼澤堆積物の如き臭氣あり通例瓦斯を伴ふと云ふ。蠟泥と稱するけれども大低パラフィンは含有して居らなう。

本邦油田には此に相當するものがないけれども秋田越後の油井中には蠟磬と稱するものがある。凝灰質頁岩の特殊なる分解をなせしものを呼ぶものにして大低は此より酸性硫酸鹽を抽出し得るものである。恐らくは有機物特に石油に連關して生じたるものなる可しと考へらるが確實でない。

#### 九、地下溫度

今日迄の研究に由れば油田に於ける地下溫度増温率は一般に高きは周知の事實である。而して此原因としては種々の説があるが其内で石油の重合説及び黄鐵鑛の酸化説等が注意す可きである。本邦油田の中では例へば小千谷が増温率が低く東山、西山、尼瀬などが高い方である。右に就き小林理學士は地質學雜誌に主として石油量の多少に基づくものとの意見を發表したが黄鐵鑛に就ても小千谷に少なく他の油田に多く殊に尼瀬の様な増温率の高い油井からは半かば酸化せる硫化鐵を含む頁岩が多量に發見される。然し油田以外の地下溫度が未だ充分調査されて居らない今日に於て此點のみで觀察する事は困難である。

#### 一〇、磁石偏差

第一編に述べたる如くベツカー氏等の研究の結果では油田に於ては磁石

變動が大であると云ふのである。此も前項同様石油兆候としては不充分的なものである。

### 一一、地質時代

石油は大低の地質時代に産するけれども九割以上は第三系及び石炭系の兩系から産する。此兩紀は何れも特殊な氣候の下に植物が異常なる發達を遂げた時代で世界の石炭の大部を生じたのである。其直後には地殻に大變動の起つた事も注意する必要がある。本邦油田、スマトラ、ボルネオ、メソポタミヤ、米國加州、露國コウカサス等は第三紀層で米國ルイジアナ、テキサス、墨國油田等は白堊紀に屬し南米アルゼンチンでは侏羅紀である。合衆國では侏羅三疊には石油を産しない。其東部中部油田は石炭紀及び泥盆紀である。

### 一二、堆積相

石油礦床は大低海成水成岩層に發見されるが何れも比較的淺海で陸岸を

隔る遠からざる海中に堆積した者である。殊に河口堆積物であれば陸上及び海からの有機物の享受に都合よきと無機屑の堆積速度が大であつて有機物の分解を制限する爲と多孔質なる層があつて石油の集中に便利である事等のため含油層に適するものと考へられて居る。海生プランクトンの發達も其骨格を造るため及び其生活を支ふるため必要な物質の供給の關係上河川の分布に支配さるゝ事はよく知られたる事實である。従つてプランクトンを餌食とする生物の發達も同様に此要因に支配さるゝ事が多い。

日本の含油層は其上下を通し海中に岩漿迸發作用の激しかつたことを示して居る。海底又は海岸の火山作用が海生物の發達に與ふる影響はもし氣候的地理的要因が良好なるときは三角州の夫れよりも一層著しいものである。(第一編、第四編、及び本節其一二項等參照)

緻密なる頁岩層のみの厚い堆積は假令其頁岩が多少の油母を含んで居つても有望なる石油礦床は胚帶されなから適度に砂岩又は凝灰岩の如き堆積速度の大なる地層を挟む事が必要である。

序に述べて置くが我含油層中には燧石の如き一見すれば深海堆積岩の如き物が發見されるが、著者の研究に由れば矢張り陸棚堆積岩である。

### 一三、地質構造

此は寧ろ石油非候ではないけれども石油の集中に都合よき地質構造は從來主張され來つた背斜構造、穹窿構造等が矢張り有望である。他の石油兆候が有望でも構造が悪ければ絶望的である。又堆積時間の問題から云へば或程度の連續累層である事が必要である。然し乍ら地層の組成粒の局部的變化が背斜軸又は其他の類似構造と同様に石油集中に對し有望なるは注意を要する點である。此事は屢々單斜層に有望なる石油礦床の發見さるゝ所以であり又昔時の海岸線と油脈の關係が近來論ぜらるゝに至つた所以である。而して含油層背斜軸が砂岩と頁岩との密縮度の差から生ずると云ふ説が行はるゝに至つ事は以上の説に對して有力なる支持を與へるものである。

### 一四、化石

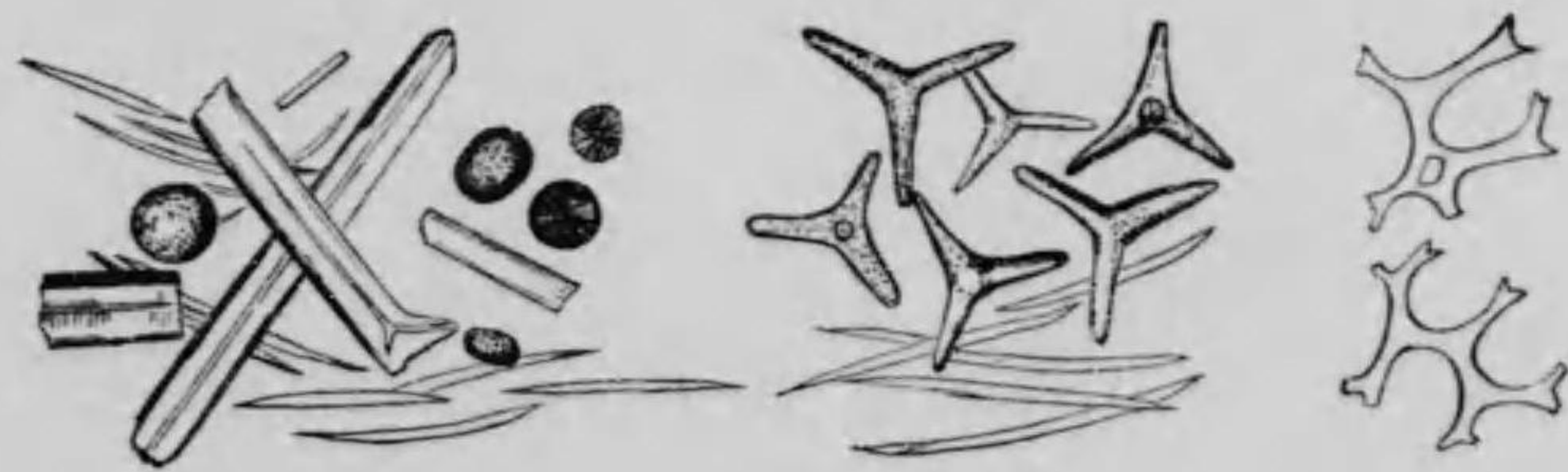
第一編に述べた通り米國モンテレー頁岩の硅藻土、テキサス、ルイジアナ油田の硅藻土及びグロビゲリナ及び埃及油田のグロビゲリナ等は何れも其地方から産する石油の根原と考へられて居る。又陸成油母岩も亦其含む所の化石から胞子が其油母の根原と考へられて居る事は第二編に述べた通りである。

本邦含油層に硅藻、放散蟲、有孔蟲、海綿骨針等の化石の存する事は周知の事であつて殊に黒川、桂根、新津、西山、更山等の如き重要な油田には夥しきブラレクトンを含む層が發見されるのである。右につき或人は越後油田に就ては右の化石の多い層には時



第一圖 本邦含油層中の化石(五百至七百倍)

(a, b. 放散蟲 d, e. ナリゲビロガ) (f, c. ヤリタロガ 其他の化石)



第二圖 本邦含油層の中層の海綿骨針 (約二百倍)

として地質構造が湛油に良好であつても石油を欠き而も石油の常に存する層には此種の化石が少なく例へば放散蟲の外にまれに硅藻を含むものであるから石油は此から生じたと云ふ譯には行かないと論じ又或人は硅藻成因説を信じて居る様である。

以上の如く地層中の化石を以て瀝青物の根原と考ふる傾向(少くとも瀝青物の根原を化石と直接連關せしむる傾向)は石油の無機成因説などに比すれば一般の進歩と稱し得るかも知れない。少なくとも近來は洋の東西を問はず石油成因説と云へば此範圍のものである。然し乍ら單に瀝青物と化石の共産と云ふ事から甲が乙の根原なりと斷定するのは誤りである。此場合甲が乙の根原であるかも知れないがそうでないかも知れない。

即ち一の可能性を示すに過ぎないのである。丁度化學者が魚油を乾溜して

石油を得たからと云ふて石油礦床は魚油から出來たと斷定する事が出來な  
いと同様である。且つ以上の如き説は生物學者の見地から主張された所に  
基ついて居る事を注意す可きである。例へば油母岩に關する植物學者ジエ  
フレーの説が多數の地質學者に信ぜらるるに至つた事は前編に述べた通り  
である。(余の説とジエフレー説とは結果に於ては略々同一である。)

然し乍ら化學者や生物學者の與へる暗示は地質學的考察を全然欠いて居  
る事を注意せねばならぬ。地質學者の任務は斯の如き基礎學から與へられ  
た材料を基礎とし此を綜合利用してよく地殼の實際にあてはむる事である。  
もし此綜合と云ふ事を缺いたならば地質學の存在を意味しない事になり地  
殼の事は以上の基礎學者の手で取扱はれる丈けて充分であると云ふ事にな  
るのである。

然らば化石を如何に此等の場合に取扱ふ可きかと云へば我々が此場合化  
石に由りて知る可き事は其化石を含める地層の堆積相である。即ち現在の  
水底に於て斯の如き化石を斯の如き群落斯の如き數量に堆積するのは如何

なる氣候的如何なる地理的狀態の下に行はるゝかを求め其堆積物を生物學的に且つ化學的物理的に考察して此と其層を比較して兩者の關係を知り且つ遡つて現世の其堆積に對し如何なる有機物を供給し且つ其等が如何なる變化をなすかを知る可きである。此をなすに當りて現在の水底堆積物の研究が不充分なる觀があるけれどもそれでも海洋學、生物地理學の研究の業績と比較的行ひ易き水底に於て著者等の試みたる現世水底堆積層の化學的岩石學的研究の結果から類堆して大要を知り得るのである。

化石は要するに生物の骨格又は殻であるから其存在は必ずしも有機物の堆積を意味しない。殊に水蝕を受けた證據ある化石層などは勿論然らざる場合にもよく其生物の習性を考へて判斷を誤らない様にせなければならぬ。要するに化石に由りて知る可きは其地層の堆積相である。而して瀝青堆積物の生ずるのは腐泥層である故結局化石に由りて腐泥相を知る可きである。

現在化石として保存さゝる生物のみが當時堆積した生物であつたと考へ

るのは一見正確なるに似て實は不正確である。生物の群落關係から相當の推定が出来るのである。生物體の内化石として保存されるのは至つて小部分である上に等しく硅酸の殻を有するものゝ中でも例へば海綿骨針や放散蟲は硅藻に比し數倍の耐久性のある事が實驗上證明出来るのである。

## 第二章 含油層頁岩の腐泥相

前章に述べた「石油兆候」の大部は直接間接含油層の腐泥相に關係ある者ばかりである。本邦油田に於ける主要頁岩が腐泥岩であり同時に油母岩である事は明白な事實であり世界の主要油田でも同様の事實が在る事は殆んど疑ない。而し石油の腐泥的成因説が最も合理的で且つ多數の學者に認められて居る事も前編に詳述した通りである。故に腐泥相を石油兆候と見做す事は合理的であり且つ實際上少しも不都合を見出さないのである。

然し乍ら腐泥岩には地理的氣候的要因と其生物化學的地壓地化學的變質作用の過程に由りて種々なる異相を生ずる事は前々編より述べ來つた所である。即ち斯の如き多數の腐泥岩の中石油礦床と密接の關係を有するものは主に海成層で其内でも堆積速度の遅い深海と分解の速かな淺海を除いた陸棚部又は内海式の堆積物が最も深い關係を示して居るのである。此を假

りに石油腐泥岩と稱する。

最後に記した種類の腐泥岩でも必ずしも石油礦床を伴ふ者でない事を注意せねばならぬ。即ち有機物堆積と分解の比較速度、無機及び有機堆積物の比量と其混合の状態即ち有機物の保存状態に由り或は石油礦床を伴ひ或は此を伴はないのである(第一編瀝青化作用論及び結論參照)。故に石油礦床の豫察には先づ石油腐泥岩たる事を確か次に石油礦床との關係を知る可きである。而して以上の事は腐泥岩其物の觀察に由らなければならぬ事が多し。以下に節を分つて此事を述べる。

## 第一節 含油層頁岩に含まるゝ有機的遺物

前述の如く石油礦床に最も密接なる關係を示す者は石油腐泥岩と稱する海成層であるが此に如何なる有機物が含まれて居るかと云へば要するに炭質物と瀝青物の二種が其主なるものである。

此有機物の性質に就ては瀝青化作用論中に述べたる如く其堆積層の氣候

的地理的環境の如何に由り種々なる差違を生じ又其後に受く可き生物化學的及地力學的、地化學的作用の過程に由りても同様の差を生ずるから水成岩中に含まるゝ以上二種の有機物は決して一樣の者ではない事は明かである。

著者が含油層頁岩中から發見した瀝青物は普通オイルシエールの油母ケロジンと同様に普通の溶劑には普通の方法では冒されないが乾溜すれば石油及び硫酸アンモニア等を生ずるものである。其一部を特別の方法で抽出して見ると褐色の瀝青物で常温では半固體のものである。而して石油變成物たるアスファルタイトと異なる所は其乾溜時に於ける石油含量の多い事である。アスファルタイト中でアルバータイトは溶媒に不溶であるが此は脈をなして存在するものである。含油層頁岩中の瀝青物は其無機的石基例へば膠狀硅酸ゲル等と緻密に混合し此を乾溜する際には硅酸を脱水せしめ其構造を破壊しなければ瀝青物の全部を揮發せしむる事が出来ない而已ならず硅酸は瀝青物を夾有するが爲めて其結晶度を低く保ち居るものである事が明かになつた。普通のオイルシエール中の油母はアスファルタイトの中グラハ

マイトに其元素分析の結果が似て居り(但し其可溶性は大に異つて居る)且つ粘土と瀝青の吸着性が強い事實があるにも關せず此を石油の變化物と考へる事が不合理と認めらるゝ事は第二編に述べた所である。而して普通のオイルシエールは單に瀝青物が粘土物と縞狀に混じて居る者であるが石油腐泥岩に於ては石基は堅緻なる含水膠狀硅酸より成り此に油母が緻密に吸着して一種の保護膠狀體をなして居る者もあるのである。而して此石基と油母との混合物は顯微鏡的の成層縞目を有して居り其が含有の硅藻等の化石との相互關係は同時性を示して居り其二次的浸入物でない事を示して居る。斯様な次第で含油層の腐泥岩には最初から存在せる瀝青物を有して居るのであるがそれが石油礦床に對し如何なる關係があるかは前々編に述べた事から推定が出来る。即ち偶發的又は「自然的」に「過剩堆積」の行はれた事を知り得る場合には確實な石油兆候と見做し得るのである。

石油腐泥岩に有機物過剩堆積の行はれたか否かと云ふ事は單に其瀝青物の含量の多少からのみは決定する事が出来ない。多量なる油母を含む頁岩



は必ずしも石油礦床を伴ふものでない事は既に度々述べた次第である。

油母岩から或場合に石油礦床の生ずる可能性がある事も前編等に述べた所である。而して腐泥から直接的に石油礦床の生ずる場合も考慮に加へて四パーセント以上の油母を含むオイルシエールは有望な石油礦床を伴ふ事なく大抵の油田油母岩は油母含量一パーセント以下であるが此事は豫察上にも適用が出来ると思はれる。(第一編第二編参照)

次に油母自身に就ての化學的研究は何所に於ても餘り進歩して居らないのであるが著者の實驗せる範圍では標準的の陸成及び海成の油母は化學的にも或程度まで區別が出来る様である(後章及第四編参照)。然し前述の如く海成と陸成との間には無数の推移相があるのであつて其間に確然たる區別は困難であるから化學的方法のみで區別する事は困難と思はれる。

### 第二節 含油層岩石に含まる無機的遺物

此は化石の事であつて既に前章にも又他の部分にも度々述べてあるから

此所に繰返さないが二三の追補を加へる事とする。

生物體が水成岩中に保存されるのは物理的には岩石を組成する屑碎と生物體との比較的の剛性に關し化學的には生物體の可溶度及び分解度に支配される。最も普通に化石として残るのは無機質骨格又は具殻を有するものであるが此等も有機物の存否や其比較的の溶解度に由り影響を受ける。例へば硅藻の化石などは白堊の上部より古い地層には發見されないが實驗上其アルカリに對する溶解度は硅質の海綿骨針や放散蟲に比して著しく大である。又植物の葉などは静かな水底の細粒堆積物には印象として保存されるが著者の見る所ではこれも落葉後翌春までも腐らずに存在し得る様なものに限られて居る。其以外の葉が存在するのは風損又は枯死せるもの又は特別なる條件を有するものである。同様に海藻、魚、其鱗等が化石として残るのは特別なる環境に由るものである。而して此等の軟質なる生物體が多量に一所に堆積した場合には多く化石を残さないから根原不明なる炭質物又は瀝書物の堆積を生ずるのである。

化石と有機物との關係は前述せる所である。而して此等の事から考へると化石の多いと云ふ事は其地層に多量の有機物が埋没されたと云ふ證據にはならないのであるから反對に化石が少いから有機物が埋没されなかつたと斷定も出来ないものである。要するに化石として保存さるゝ生物の習性を吟味して其群落の關係から如何なる種類の有機物が堆積する可能性があるかを知り化石保存の状態から其地層に行はれた地化學作用を推定し尙岩石中に残された他の記録から其地層の生物化學的地化學的經歷を知り其地層の石油兆候としての價値を定む可きである。着生又は準着生々物が生存状態て發見されるのは勿論腐泥相を示さない事は明らかである。

### 第三節 有機的沈澱岩

腐泥生成の作用に於て硅酸及び石灰の沈澱を見る事は已に屬々述べた。此外に粘土性の岩石も生ずるのである。

硅質岩

有機的に沈澱した硅酸は初め膠狀體である。大體は地壓のため密縮して

瀝青物と吸着して一種の保護コロイドの状態となる故他の硅酸の如く速かに脱水して結晶度をます様な事がなけれど地力學的作用の結果次第に硬固變質する事が認められる。

此種の岩石は大低細かい成層縞目を有して居る。顯微鏡下では恐らく膠狀に沈澱せる瀝青物(ケロジン)及び鐵質物に由りて濃淡の縞目を表はし其内に硅藻、放散蟲、有孔蟲等の化石と火山屑碎物殊に長石結晶等が埋没して居るが此成層縞目と此等の粒子や化石との關係は同時成なるを示して居る。

硫化鐵の微球は全體に散布して居り而して其全體の石基は膠狀構造即ち倍率の高き顯微鏡でも粒子を見分つ事が出来ないものである。硅酸の状態には玉髓も脈又は化石を填充して存在するが此は頁岩が火山岩又は其凝灰岩に近い時のみに見られる。

大部は復屈折を示さない含水硅酸から成り立つて居るが岩石の内には著しく進んだ結晶度を示す事があり多分ルサタイトならんと思はるゝ程度に達したものがある。(第四編參照)

石灰質岩

泥灰岩は潜晶質で弱き復屈折を示すものが多いが中には再結晶及石灰化作用のため頁岩性石灰岩に變じたものもある。斯の如き場合には硫化鐵は著しく小數となり且つ直徑が大となり瀝青物は全く失わるゝか又は脈を填充して存在する事がある。

粘土質頁岩

粘土質頁岩の場合には石基は瀝青物と緻密に結合して居り成層縞目は前者の様に判然しないがそれでもよく腐泥に由りて同化されたる粘土から成り立つて居る事が認められる。

腐泥中の粘土分解

石灰と硅酸の兩様の岩石が相伴ふて存する事も亦腐泥生成の一證である。實際油田では大抵の頁岩には膠狀硅酸か又は石灰を含むて居る。石灰は大抵白雲石の様に菱形の小結晶をなして散布して居る。

著者は木節粘土等の陸成又は炭層中の粘土層の成分と含油成中の頁岩の成分の著しい相違から海底に於ける軟泥内の粘土は特殊な分解を受けて居るものと信ずる(第四編參照)。即ち此種の海成粘土は著しく「酸性白土」に似た成分を有して居る事は陸成粘土殊に炭層の粘土がラテライトに似たる成分

を有する事と面白い對照をなして居る。

要するに有機的沈澱岩たる事を知る方法は一は顯微鏡的であり一は化學分析的である。後者に附ては著者の研究が完成に至らぬけれども當分は第四編化學分析の章(第九章)に掲げた表などが參考になるであらうと思はれる。

#### 第四節 腐泥礦物

腐泥中に新たに生成さるゝ礦物を腐泥礦物と稱する。

主なる海成腐泥礦物は硫化鐵、グロウコニット、沸石、方解石、白雲石及びクオチン即ち蛋白石類似礦物である。

硫化鐵

硫化鐵が何故に腐泥礦物であり如何にして生ずるかは第一編以下本編の石油に伴ふ鹹水の項でも詳述した故茲には繰返す必要がない。此礦物がドッス(51)の説く如く初めメルウイコニットの如き無定形に生じ後白鐵礦黃鐵礦に變化するものと思はれる。此礦物は海水中でも淡水中でも有機物の嫌氣性分解に由り生ずるものである。

著者の研究せる腐泥層の内て次の一例は最も硫化鐵の生成と其變化を示して居るものと認められる。

石川縣の片山津温泉の附近潮津村に一の斷崖がある。此温泉は北陸瀉湖帶の一に屬する紫山瀉の南端に位し其邊から南方に一帶の臺地が發達し表面は厚さ數尺から一丈位の礫層で被覆せられ地表は耕地である。

此礫層の下には一尺乃至三尺の赤色の粘土層があり其下に厚さ五尺乃至一丈の黝色の粘土層があり夥しき植物化石と眞偽は不明であるが土器の破片が發見される。

此層の下は白色の粘土層である。此層は明かに有機物のために漂白されて生じたもので白粘土と云ふ粘土に似て居る。

赤色の上層も多少漂白され同時に赤色になつて居るのは不溶性の酸化鐵で着色されて居るため恐らく今日泥田の表面に見る「金氣」の如き不溶性水酸化鐵を生ずると同様の作用が此層の未だ礫層に被はるゝ以前に起つたものであらう。

中間の青黝色の層はクルミの葉及實其他ナラ等の潤葉樹の葉と多數のちぎられた木片が發見される。此地層の新鮮なる内部には硫化鐵が存在するが表面は其含有する有機物が空氣に觸れて新たに好氣性分解を起す爲め其強大なる酸化力に由り酸化されて硫酸第一鐵となり地層が乾けば岩石の表面に結晶となりて發見される。

此岩石を乾溜すれば惡臭を發して多量の固定炭素を生ずる。此と同様な現象は泥炭及石炭層にも發見される。能登國大呑の亞炭層の下には白色の粘土層があり青色の部分と漸移してよく漂白作用の經過を示して居る。此粘土は前記の潮津の黝色粘土と同様著しく硫酸を含み恐らく酸性硫酸第一鐵其下磐には孔隙の間に黄鐵礦の晶簇を造つて居る此れは疑ひもなく硫酸第一鐵が空氣と遮斷されたる下層に於て有機物に觸れて還元されたものである。炭層中の Coal Brass も斯の如くして生じたものと思はれる。

以上の如く頁岩中の硫化鐵は全部最初から腐泥中で生じたまゝに保存さるゝ譯ではなく數回に再沈澱を起したものと認められる。

含油層頁岩中に發見さるゝ硫化鐵は直徑〇、〇六—〇、〇〇八ミリの間で平均〇、〇二ミリ前後である。大低球狀をなし纖維の放射狀に集合せるものがある。時には大形の球形になり又は小形の球が多數集合する事がある。

最も注意すべきは硫化鐵が化石を交代する事である。含油層で屢々發見せられるのは硅藻の如き硅酸の美しい彫刻のある殻が其まゝ硫化鐵で交代されて居る事である。又有孔蟲等の場合には其内部を填充して發見され又オイルシエールに於ては胞子が同様に硫化鐵で交代される。以上の如きは明かに嫌氣性分解の證據である。

時として黄鐵礦の結晶が發見される。大低微小なるものである。斷つて置くが硫化鐵は頁岩及び粘板岩に廣く發見されるものである。

グロウコニットと玆に稱して居る綠色礦物の内には少くとも次の數種を  
含むて居る。

Glauconite and Celadonite

Greenalite

海綠石

Chlorite and Serpentine

此等のものを區別する事は實際上困難である。我含油層に存するものは恐らくグリーンナリットが多數を占めて居ると思はれる。綠泥及蛇紋石は我含油層が火山屑碎物から成るため屢々輝石、橄欖石、角閃石を有して居り此等の礦物は幾分原狀を示して綠色礦物に變質して居る故である。

以上の内綠泥礦物が如何にして生ずるかは前章石油に伴なふ鹹水の項に一寸説明を加へて置いた筈である。グラウコニットの成因に就ては未だ充分なる説明がないけれども泥線以下の靜かな海底に現に生じつゝある事は知られて居る(52)

マレー及びレナード(Challenger Rept. 1891)は其成因につき貝殻及び泥中の有機物が分解して硫化鐵を生じ再び分解して硫酸と水酸化鐵となり前者は粘土を分解して膠狀硅酸を遊離し水酸化鐵と硅酸が互に吸着し海水中の加里を吸収してグラウコニットをなすのであると説明して居る。

チャレンジャー探險の際に得たる海底のグラウコニットを研究したコー

は (De depots marins, *Encycl. Scie., Paris, 1908*) は其生成に三段の變化のある事を説明した。即ち初めは主として粘土より成る灰色物であるが次には過酸化鐵で幾分粘土を交代して褐色となり最後に加里が加はつて綠色となると云ふのである。

カイヨール(52)は有機物が存在しなくてもグラウコナイトの生ずる事を説いて居る。彼の説では此礦物は岩石の硬化後に生じ且つ増大するものであつて有機物は此礦物の生成上必要であるかも知れないが然し多くの場合には此礦物の成因に預かるものでないと述べて居る。

クラークは(7)此礦物もセラドニットも畢竟同様なる作用で生じた物で膠狀水酸化鐵が加里及び可溶性硅酸を吸収して生じたものと説いて居る。即ち海底に於ては有機物の分解のために生じ火成岩では浸透水のため火成岩では輝石又は橄欖石から水酸化物を生じて此礦物が出来るのである。カイヨールが耕地から新鮮なる海綠石より其全く褐鐵礦に變化せる種類に至る各種のものを發見した事は地下水の内から加里の除かるゝ主なる原因を説明

するものであらうと述べて居る。

然し乍ら地質學の立ち場より見れば此礦物の最もよく發達するのは何れも海成層である事を注意せねばならぬ。もしクラークやカイヨールの説く通りであれば此作用には特殊性がないから何れの耕地にも何れの火成岩水成岩にも一般的に生ずる筈であるが事實は然らずして主として海成層にのみ發見され火成岩や其他の場合には寧ろ稀であり殊に此方面には化學的にも物理的にも充分の注意を拂つて居る農學者側の注意を諾いて居らない事を見ると其耕地に於ける分布は一般的でない事を信じ得可きである。火成岩には其孔隙填充物として稀れに發見される者であるから寧ろ其火成岩に特別の經歷のある事を思はしむるものである。故に此礦物が有機物に由りて生ずるや否やは暫らく措き海成腐泥中に生ずる物である事だけは認め得らるゝ耳ならず又事實上此事が現在の海底に就ては證明されて居るのである。著者は此礦物の凡てが皆海底腐泥に於て生じたと主張するのではない。其最もよく發達するのは海成層である事を認むるものである。他日此方面

の研究が進んだならば更らに述べる事とするが我含油層に於ては此礦物は粒狀をなし或は硅藻又は有孔蟲の殻の内部を填充して發見される。石灰質の砂岩や泥灰頁岩には殆んど常に發見されるが時としては化石を含まざる凝灰岩にも存在する。最後の場合には大型の粒子をなし偏光の下にて不規則に交錯する纖維狀構造を示して居る。而して又化石を含む凝灰岩にも存在するがそれは石灰質頁岩に存するものと同種である。粘土質頁岩にも時として存在し硅質頁岩にも屑碎を帶ぶる場合には發見される。

而して一般には油母を含む頁岩には存在しない。即ちグロウコニットは有機物が全く失はれた様な水成岩に發見されるのである。泥線以下の海底で徐々に有機物が分解されて生ずる海綠石と我含油層に發見さるゝ大部の海綠石とは多分同種のものと思はれる。

要するにグロウコニットは少くとも一部は腐泥礦物として生ずるもので我含油層では多少屑碎性で有機物を含みぬ岩石に發見され眞の石油腐泥相とは多少異つた腐泥相を示すものと思はれる。

沸石

沸石の生ずる事に就ても前章に述べてあるが其が海底に生ずる事も研究されて居る(53)。

硅酸及石  
灰  
オバル?

硅酸や石灰に就ては前項に述べて居る故此所では省略する。然し注意すべきは含油層岩石に發見さるゝ膠狀硅酸は果してオバルであるか否やの問題である。普通のオバルの如く負性干涉圈を生ずるものがない故斷言が出来ない上に其結晶度の進んだものは「伸び」の方向が正である所のルサタイト類似のものとなつて居る。

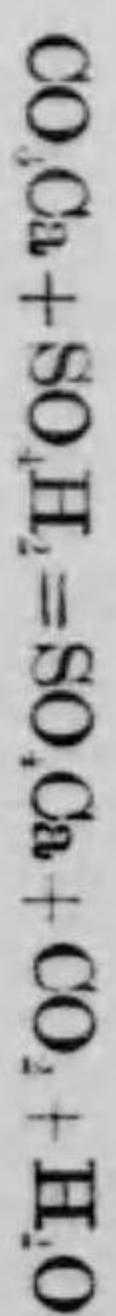
方解石  
白雲石

又含油層の硅質岩中に發見さるゝ方解石は餘り小さいので識別が困難であるか全體の様子が白雲石に類似して居る。白雲石が腐泥的に生ずる事に就ても夫々の研究が發表されて居る(54)

石膏

能登國や出雲國に實例の存する通り時としては腐泥頁岩中に石膏層を伴ふ事が見られる。石膏の成因に就ては從來オクゼニウス説に基礎を置くものが主である。然し我國の新三紀層に此を適用する事の不可なるは説明を要しなく。

腐泥岩中に石灰岩の生ずる事は合理的で且つ實際的である事は屢述べた所である。而して腐泥岩が酸素を含む滲透水に犯さるゝ時は含有の硫化鐵の分解に由り酸性鹽類の生ずる事は今述べた通りである。此兩者が作用すれば



となりて石膏を生ずる。又硫酸の代りに硫酸鐵が作用しても石膏を生ずる。

著者は十分一規定の硫酸五百蚝に方解石の劈開あるもの重量約百五十瓦のもの一個を投入し一ヶ月間放置したる後残れる方解石を薄片とし檢鏡したるに其劈開に添ふて石膏化せるを認めた。勿論粉狀の石膏は多量に生じた。

此上の結果より見れば腐泥頁岩中にて石膏が生成される事が知り得るのである。故に油田でも表水には常に石膏を伴ふものである。

#### 第五節 地層中に含まるゝ化石水の成分

腐泥頁岩中に其堆積の當初より含まれたる水の變化に就ては已に前章の石油と共生する鹹水の項に述べた故此所では省略する。

### 第三章 石油腐泥相の識別及び其豫察上の價值

石油腐泥相に就ては前々から述べて來た通りである。即ち此は或範圍内の海底に堆積するものであるから其特徴を認め得ればよいのである。今其要項を列記すれば次の通りである。

- (イ)化石に由りて其堆積相を知る事。即ち海成陸成の別、氣候的状況如何なる種類の海底なるや、堆積せる生物群落及び數量關係を知る事
- (ロ)有機沈澱岩の有無、其種類、多少及び分布
- (ハ)腐泥礦物の有無、種類及び層に由る分布的關係



(三)油母の有無、其含有状態、其分布状態

化學的に陸成なるか海成なるかを區別し(イ)の結果と對照する事。又油母の性質を物理的に識別する事即ち炭泥、炭木、炭母を有するや否やを見て陸成オイルシエールと區別する事

(ホ)礦水の成分異常。即ち「化石水」の成分を検する事

(ヘ)瀝青物又は磷酸物の檢出。頁岩の罅裂面等にアスファルト石油磷酸物が存在する事がある。石灰質又は硅質の頁岩は摩擦又は打撃を與ふる時に瀝青臭を發する事がある(油母を含む時)

(ト)石油露頭

(チ)陸成油母頁岩又は瀝青炭

以上の要項があれば調査區域は油田として全く否定的でない事を知り得るのである。即ち推定油田(Possible Oil region)區域と見做し得るのである。言を換ふれば以上の要項は單に油田としての可能性を示すに過ぎないのである。此外第一章の諸兆候は勿論注意す可きである。

推定油田

## 第四章 頁岩中の瀝青物檢出法

### 第一節 頁岩中の瀝青物

水成岩に全く有機物を含まないものは殆んど存在しないのであるが其有機物は大部分は炭質物か又は瀝青物かの形に發見される。

水成岩の有機物の檢出は即ち瀝青物の有無を見る事である。これは顯微鏡法と乾溜法及び抽出法の三法がある。

瀝青物とは何を指すかを茲で定めて置く事とする。著者の瀝青物と稱して居るのは次の如きものである。

一、瓦斯狀           メタン、エタン、其他

二、液狀             石油

三、膠狀又は半固狀   Dopplerite 泥炭中にあるバタ狀物、エーテル、アルコールに不溶

Leucopetrite 泥炭 オイルシエール等にあるバター状物、エーテル、アルコールに溶く

土瀝青、ブレア、マンジャク

以上の外フーマス(腐植物)及ウルミンと稱せらるゝものの一部を含む四固状 多くは焦變瀝青にして溶剤にとけず。熱分解をなすものもある。

Asphaltite. 此に屬するもの外見石炭の如き固形體又は多少弾力あり多少可溶性である。

Orphanite, Wurtzilite, Uinitite, Gilsonite Baikarite, Elkerite.

セレンシン類 オゾケリット及びハツチエツタイト(Hatchelithe)

Albertite アスファルタイトに屬するも不溶性なり

Torbanite 燭炭の純粹なるもの

Kerogen オイルシエール中にある不純なる瀝青物、不溶性

Retinellite オイルシエール内の樹脂様物

マンニン類 Copalite, Succinite, Amberite. 不溶性にして熱分解するもの

其他のピロピチエーメン

Schweinitzite, Königlitzite 植物性の樹脂様物、

Fischerite, Harbitzite 泥炭腐木等に存し結晶性

### 第二節 肉眼に由る瀝青物の検出

外國産のオイルシエールは大抵一見して知る事が出来る様なものが多いが本邦含油層のオイルシエールは一寸見では瀝青物を含みそうもない者が多し。

石灰質のもの又は硅質のものは此を片々相磨すれば硫黄瀝青臭(原油臭)を發するものがある。又鎚にて打ちたる場合にも同様である。

燧石、硅質頁岩は一見普通の燧石や硅岩に類似するが大抵細き成層縞目を有し且つ化石の微少な斑點を有し著しく脆い故注意すれば區別が出来る。石灰岩の場合には屢々石油やアスファルトを含む事がある、又岩石の割目等に酸化鐵とは異なる黒色瀝青物を附着する事もある。

第三節 顕微鏡に由る瀝青物検出

薄片の製法の注意

検鏡す可き薄片は岩石の成層面に並行なるもの一枚、走向及傾斜の方向に並行なるもの各一枚合計三枚を最低限とする。

岩石が堅硬緻密なる場合には普通の方法で研磨して薄片に製作して差支ないが岩石が多量の瀝青物を含む時はバルサムにて所理する際に注意を要する。

岩石が柔い時は長くバルサム中に煮て後に普通の方法で薄片を製するのである。

或場合には岩石を水中に入れ自然に崩壊するを待つて其一部分の泥を検鏡する方法もある。又此を固定するには「焼きバルサム」をキシロールに溶解せるものを用ゆるのである。此方法は前二法に比すると非常に不十分な結果を得るのみである。化石等も極めて多量に存する時の外は發見困難である。

瀝青物の存在状態

瀝青物の存在する状態は岩石の石基が何であるかに由り多少の差がある

けれども大體は成層面に平行なる不規則な葉片狀に分布して居る故其横斷面では不規則な雲形に其縦斷面では斷續性の縞をなして現はれる。而して其成層面は大抵細かく波狀に凹凸して居る故油母の縞(ケロジン、ラミナ)も波狀に表はれる。これは凡てのオイルシエールに共通の性質である。

斯の如き頁岩を顕微鏡下に檢すると褐色の濃淡の縞目が現はれる。而して結晶質の部分が最も薄く着色されて居る。變質又は再結晶せる石基には瀝青物は殆んど存在しない。(第四編を見よ)

然し乍ら瀝青物は單獨に存在せずして恐らく膠狀に沈澱したと思はるゝ鐵質物と緻密に混合して居り瀝青物が揮發し去りても鐵質物が残る。又淡水成の頁石中には鐵質物の多量なる沈澱が存する。

瀝青物と鐵質物とは反射光線に由り區別が出来る。然し乍ら瀝青物の少量なる時及び鐵質物が石基と稀薄に混合する時は此兩者を區別する事は大なる熟練を要する。

薄片加熱法

故に鏡下で瀝青物を確むる爲めには加熱法を取らなければならぬ。薄片

加熱法も普通の参考書に記載しある方法では一枚の薄片を焼くのである故に加熱前の状態をよく記憶して置かないと加熱後には此と比較す可きものがない。其上に加熱の際にはバルサムを丁寧に除き注意して熱しても餘り薄い爲に破壊する事が多く、殊に有機物を含む岩石は瓦斯を發生するため薄片が壊れ易い。

著者の行つて居る方法は同一の試料の同一部から連続して二枚の薄片を切り取る。各々の厚さは二ミリ位が適當である。其一枚は普通の薄片製法で檢鏡用薄片に製作し残り一枚は其儘加熱するのである。加熱の際は細心の注意を拂つて極めて徐々に温度を高め岩石の質に由り最高五百度攝から八百度位までに至らしめる。

冷却の際も徐々に温度を下げる事を注意する必要がある。時間は前後を通じて十時間位を要する。

加熱の方法はマツフル爐を使用するか又は瓦斯バーナーでも宜しいが後者の際には石綿の板で緩かに包む方がよい。要するに適當の酸素の供給と

加熱後の状態

均齊なる加熱が必要である。

加熱後此を注意して檢鏡用薄片に製する。

加熱後の薄片を前に作つた加熱せざるものと比較して瀝青物の有無を定める。加熱後は瀝青物は失われ其跡には酸化鐵の縞目が残る。これは反射光で赤色に見え容易に認め得るものである。此縞目は瀝青物の縞目と異なり濃淡の色合がボカシになつて居らない。且つ著しく其數を減ずる。

石基は稍白色不透明になる。又場合に由り凝縮龜裂を生じ又或標本では結晶度が進むものもある。硫化鐵は全部又は一部赤色に變ずる。

加熱の温度は石基の脱水が大部分完了する温度と同様である事が必要である。

#### 第四節 乾溜法に由る瀝青物検出

石油豫察の目的に對しては頁岩中に存する瀝青物がケロジンなりや石油なりやを區別する必要がない。此場合には初めより乾溜してよいのである。

此兩者を區別する必要のある時は初め試料中よりウィードルフ法に由り遊離のアスファルト及石油を抽出する必要がある。

装置は試料が大量なる場合は銅製コルベ及びリービッヒ反流冷却器を使用するを便とするが少量の場合には試験管を利用する方が簡便である。

試験管は硬ガラスでもよいが成る可くは硫酸試験管の透明のものがよい。此に附屬する導管は長さ一米突位の硝子管で途中に一寸置位に四個程の球状のふくらみを造る。其四球の外側には太き硝子管を以て反流冷却器を装置し而して全體の装置はへの字形に水平に置くのである。

試験管と硝子管はコルク又は石綿バッキングにて連絡する。以上の外水槽及び劃度付圓筒を用意して置く。

試料は成る可く靜かに粉碎して指間に粗なる感を與へざる程度として試験管に入れる。熱原はブンゼン、バーナー又は他の強力にして調節し得るものが宜しい。試料の量は五瓦前後を可とする。

乾溜の初めには先づ水を發生し次に石油と瓦斯を生ずる。石油は導管

を油滴となりて流れ四球の部分に至り大抵其球内に止まる。

乾溜終らばバーナーを前後に動かし管内の石油を導管に追出し導管を離しエーテルにて洗ひて乾溜物を集め後エーテルを蒸發せしめ石油を收める。尙石油と硫黄の分離、石油の衡量、乾溜の際の溫度測定等は第四編に記載して居る。

瓦斯が多量に發生する場合には導管の下端を水中に導き水を充して倒立せる圓筒中に瓦斯を集める。

斯して水に洗はれたる瓦斯は大部の硫質瓦斯を失ひ石油臭が著しくなる。又高温の場合には圓筒中の水が紫の螢光を發する事がある。此は石油のためである。又此水中で膠狀に沈澱した硫黄は蛋白光を發する。

#### 第五節 抽出法に由る瀝青物の抽出

頁岩中のケロジンは普通の方法では溶劑で抽出不可能である。然しソクスレー脂肪抽出装置其他の装置を利用し熱溶劑又は溶劑の蒸氣で長時間抽

出すればケロジンの成分は抽出が出来る。此事は第四編に詳述してある。

#### 第六節 陸成及海成ケロジンの識別法

オイル、シエールを海成陸成に分ちたるも此兩者は何れも海岸に近き堆積なれば其間に推移層を生じ得可きを以て化學的に兩者の瀝青物即ちケロジンを區別する事は困難である。實際上或種の石炭、オイルシエール、海成オイルシエールの乾溜油は臭氣や色丈けては區別出来ない事がある。

著者の行へる實驗の範圍にては標準的の陸成及海成のオイルシエール中のケロジンは數種の方法にて識別し得られる事を示して居る。著者は化學者が將來此方面の研究を試みられん事を希望する所である。尙其區別法に就ては第四編を参照せらるゝ事を希望する。

#### 第七節 乾溜法の精密度

從來石油豫察の目的を以て岩石中に微量に浸潤せる石油又は、アスファル

トを検出するには單にウーデルフ法あるのみであつた。

オイルシエールに含まるゝケロジンは此方法にては検出が出来ない。著者の乾溜法は主としてケロジンの検出に應用する目的であるが此乾溜法は又岩石に浸潤せる石油及びアスファルトを検出する事が出来る。

而して油田には海成のオイルシエールが存在するのである故石油豫察の目的には乾溜法が石油、アスファルト、ケロジンを検出する事が出来る故に一層便利である。

著者は石油の検出に對しウーデルフ法と著者の方法を比較する爲めに多數の實驗を行つたが其内一二を擧ぐれば次の如くである。

#### 實驗一、

材料 酸性白土二百瓦に越後大面原油一三八、二壷を加へたるもの。初め少量の白土を銅製コルベ(テルネル石油蒸溜装置)に入れ原油少量を加へ漸次此を繰返して全體を混和し密栓を施し一晝夜放置して充分兩者を混和せしむ。

原油 大正七年八月採集、當時の比重

〇、八八三四 (攝、一五度)

比重 〇、八八六〇 (攝九度)

色、黒褐

試験に用ひたる量

容量	一三八、二 cc (攝、一六度)
重量	一二二、二七瓦

産地 越後國大面油田

分溜成蹟(溫度攝氏)

百五十度以下溜出分	百分比	八、八二	色	無色
自百五十度至二百度分	同	一三、七三	同	無色
自二百度至二百五十分	同	一九、七〇	同	黄色
自二百五十度至三百度同	同	一三、七二	同	褐色
三百度以上	同	四四、〇三	同	黑色粘稠

白土 新潟縣長岡市白土專賣組合精製品

産地 越後國、新發田附近小戸産

試料の量

二〇〇、〇四二一瓦

化學成分

硅酸	礬土	鐵	石灰	苦土	アルカリ	水 <sup>(H<sub>2</sub>O)</sup>	同 <sup>(H<sub>2</sub>O)</sup>	計
六四、二二	一四、五〇	二、四二	〇、九四	〇、三七	一、〇一	三、七七	一四、〇八	一〇〇、三七

装置 テルネル石油蒸溜試験装置(田中製)但し鋼製のフラスコにはエナメルを塗り石綿にて保護す。

溫度及時間 最高は五百度前後に至りて止む。乾溜時間は四時間程とす

實驗の成績

乾溜地の色 淡黄にして高温時の溜出物は次第に燈光を有するに至る。

乾溜油の比重	〇、八三六〇 (攝十八度)	即ちボーマ約十度輕減
收量 容量	一一九、一 cc (攝十八度)	容量百分比 八六、二〇
重量	九九、四八四瓦	重量百分比 八一、三八

損失

固定炭素 乾溜後の残滓を見るに青黒色を呈し多量の固定炭素を含有するを示すものである。今此灰分につき灼熱減量を見るに七、〇三%なり。元素分析装置に由り炭素量を檢したるに

灰分固定炭素百分比 四、一四%  
此を原油百分比に換算せば 六、九六%

水分

乾溜中に約三〇、〇〇ccの水を發生した。残滓の水分は灼熱減量より前記固定炭素を減じて

灰分百分中水分 二、八九%  
瓦斯 非壓縮性瓦斯として揮發し去れるものは 八、三八%  
乾溜油收率 六、九六%  
固定炭素 一一、六六%  
差引

即ち一一、六六%は瓦斯として揮發し至れるものである。此瓦斯が如何なるものであるかは檢定せず。大部は乾溜の末期に生ずるものにて石油臭よりは寧ろ腐泥臭を帶ぶるものである。

實驗二、

材料

前記酸性白土百八十瓦と市賣の燈油二百ccを前實驗と同様に混合したるものである。

白土 約百八十瓦

產地其他前實驗と同じ

燈油 黄色

比重

〇、八三二七 (攝十八度)

使用せし分量

容量

二〇〇、〇〇cc (攝一八)

重量

一六六、五四瓦

分溜の成績(溫度攝氏)

百五十度以下溜出分

無色

容量百分比

四、四六

百五十度乃至二百度同

微黄色

同

三四、四八



自二百度至二百五十度分	黄色	同	四一、八六
二百五十度以上	赤褐色	同	一九、二〇

装置其他 前實驗に等し。

乾溜の結果

乾溜油收量	容量	重量	一九四、〇〇瓦 (攝十八度)
		重量	一六〇、三六瓦
同百分比	容量	重量	九七、〇〇
		重量	九六、二九
乾溜油比重			〇、八二二六 (攝十八度)

固定炭素 前實驗と同様の方法にて灰分の固定炭素を測定せるに

灰分固定炭素

三、六三%

此を燈油の石分比に換算すれば三、九〇%となる。

水分。灰分の灼熱減量八、二一%より前記固定炭素を引き此を水分と見做せば四、五七となる。

乾溜中發生の水分は

二一、〇〇〇 攝十八度

以上の實驗の結果を見ると乾溜法に由る收量百分地は

原油比重〇、八八六〇	收量百分地	重量	八一、三八
		容量	八六、二〇
燈油比重〇、八三二七	同	重量	九六、二九
		容量	九七、〇〇

即ち比重の輕き油は九十七パーセント比重中位の原油は八十六%を回收し得る割合である。

著者の行つた多數の實驗の結果は原油比重に由りて差があるけれども大體以上の結果と一致を示して居る。

元來酸性白土は不飽和炭化水素及重炭化水素を好んで吸着する性質を有し酸化酸、脂肪酸の遊離状態のものに對しても撰擇的吸着作用を現はすものである故原油の性質に由り其結果の異なるは勿論である。

酸性白土を實驗材料に使用せる理由は其組成及性狀が著しく油田頁岩に類似する爲めである(第四編參照)。但し油田に於ける如何なる頁岩も其石油に對する吸着力に於て前記酸性白土に遠々及ばない。而して乾溜は反吸着

作用である故以上の実験は油田頁岩に就ては最小限の検出可能率となるのである。

### 第八節 ウィドルフ氏法と乾溜法の比較

ウィドルフ法の精密度を知らんため前節に用ひたる試料と全く同様なるものに就き同法に由り瀝青物の抽出を試みた。溶剤は純クロ、ホルムを使用した。

実験一、前節実験に使用せる燈油と白土の混合物をウィドルフ法に由りク

ロ、ホルムを使用して抽出し衡量したるに

收量百分比 容量 九三、一〇

実験二、前節の実験に使用せる大面原油と白土の混合物をウィドルフ法にて抽出したるに。

收量百分比 容量 八〇、以上

原油の白土に浸潤せるものを溶剤にて抽出する事は豫想外に困難にし

て正確に回収し難いのである。

以上の実験の結果に由れば其收率は乾溜法と大差なく却つて劣れる感がある。原油の粘力大なる時は所理困難なるの欠點がある。

然し乍らウィドルフ法は岩石中に微量に含まるゝ瀝青物の検出に用ひらるゝものである故右の如き多量の瀝青物を含む場合には此方法を用ゆる必要がないのである。因つて次の如き実験を試みた。

### 実験三、

前実験に使用せる大面原油及び燈油を白土と種々なる割合に混合せしめたる試料をウィドルフ法及乾溜法に由り同時に検出した。

少量の石油を多量の白土に均質に混合せしむる事は困難である。著者は先づ衡量せる石油を多量のエーテルに溶解し硝子壺中に此エーテルと白土をよく混和せしめ密栓して約一晝夜放置して後栓を開き二本の硝子管を有する栓を施し無水炭酸瓦斯を通しつゝエーテルを蒸發せしめた。ウィドルフ法でも乾溜でも試料は成る可く精確に二瓦を衡量して使用し

たのである。

乾溜法に用ひたる装置は第四節に記載せる方法に由つた。

白上千分中 石油混和量	一、燈油使用		二、原油使用	
	乾溜法	ウィドルフ法	乾溜法	ウィドルフ法
五、〇	油滴を認む	時計皿に石油残る	油滴を認む	石油を残留
二、〇	同右	同	同	同
一、〇	同但し稀	濾紙少しく染まる	同	濾紙にリング生ず
〇、五	油滴らしきもの 油臭あり	不明	疑はしき油臭 (腐泥臭)	濾紙にリング生ず

以上の如く大體に於て兩法の精密度は差違なきものと認められる。乾溜法に於ても抽出法に於ても第一の場合の外は定量的の検出を行ふ事が出来なす。

ウィドルフ法の一の缺點はクロ、ホルムの蒸發の際石油も同時に多少揮發する事である。爲めに比重輕き油には不適當である。

抽出法の第二の缺點は屢々石油に關係なき瀝青物を抽出し來る事である殊に油井地質の如く少量の試料の外得られざる場合には此爲めに意外の錯

誤を招きたる最近の實例がある。此法に由りて抽出された石油瀝青物と誤まられ易きものはリウコベトライト様の瀝青物、ウルミンの如き腐植物等である。

ウィドルフ法の第三の缺點はオイル、シエール内の瀝青物即ちケロジンを抽出する事が出来ない事である。而して我含油層の主要腐泥岩は海成のオイルシエールである。

此外實際の所理上にもウィドルフ法の缺點が存する。例へば比重の關係上粘土と溶剤との分離惡しくクロ、ホルムの如きは容易に透過せず粘土間に殘存し遂に揮發する恐れがある。

乾溜法は以上の缺點を有せず且つ所理も比較的簡便である。石油、アスファルト、ケロジンも同時に検出が出来る故石油豫察には最良の方法と思はれる。

只乾溜法が失敗するのは地表に永く露出して既に大部分の揮發分を失ひたる一時的の滲油及アスファルト露頭である。斯の如き場合には肉眼的觀察から判断が出来る。斯の如き試料はウィドルフ法に由るも疑はしき成績

を示すのみである。又注意す可きは乾溜に由りて溜出する礦油を其臭氣や色丈けては其油母が何であるかを區別が出来ない事である。故に此場合には其岩石の顯微鏡検査に由つて化石の性質を定め此に由りて區別するか又は前述の陸成及び海成油母の化學的鑑別法を應用するより外に致し方がな

### 第五章 石油礦床の豫察要項

#### 第一節 推定及び豫定油田區域

前章迄に述べて來た事は主として推定油田區域豫察に關する事である。推定油田區域は要するに次の事項が地層に示されて居る事が必要である。

石油の適當にして充分なる原料が推積し生物化學及び地化學的に瀝青化する證據ある事

右の事柄が如何なる形で地層に示さるゝかは前章の内殊に第三章に述べ

推定區域の油層は、著者の地質學によるものである。推定區域の油層は、著者の地質學によるものである。推定區域の油層は、著者の地質學によるものである。

て居る。

豫定油田區域は單に已定油田區域に接續し且つ適當なる地質構造を有する場合をのみ稱す可きではないのである。從來の唯一の石油礦床豫察法であつた單なる類推法一點張りの時代には豫定區域は主として既定區域に對する地理的關係のみより定められたのである。著者の意見では從來推定油田の豫察の際に或少數の人々にのみ用ひられた地質學的豫察法(勿論系統的のものではなかつたけれども)を一層完全なものとし此を基礎として推定區域から直接豫定油田を定む可きものである。即ち豫定油田區域とは

石油原質の過剩推積富化集中保存に適する地層組成構造を有し且つ右に適せざる證據を有せざる推定油田區域

右を具體的に述べれば次の通りになる。即ち本來の推定油田は海成腐泥層からなるものであるが或種の石炭陸成の油母岩普通のオイルシエール區域でも或場合には石油を生じ得るのであるから此を考慮に加へると(甲)油母岩區域と(乙)海成腐泥岩區域の二つになるのである。

豫定區域の油層は、著者の地質學によるものである。豫定區域の油層は、著者の地質學によるものである。豫定區域の油層は、著者の地質學によるものである。

已定油田とは、地質學によるものである。已定油田とは、地質學によるものである。已定油田とは、地質學によるものである。

(甲)陸成オイル、シエール、瀝青炭、海成オイルシエール地方にては其適當なる天然乾溜に充分なる地力學作用が適當なる範圍に渡りて行れたる證據ある事(第一編及第二編參照)

右に關しては次の制限がある。

(イ)累層中純炭六五乃至七〇パーセント以上の固定炭素を含む石炭の存せざる事。

(ロ)累層中に四パーセント以上の溜油分を有する油母岩又は石炭の存せざる事。有望なる油田には一パーセント以上の油母岩を有して居らなす。

右の二項は互に矛盾する様にも見えるけれども事實は然らざる事は前編に述べ來つた事から明らかであらう。

(乙)石油腐泥岩即ち海成腐泥岩地方では自然的即ち一般的原因或は偶發的、特殊的原因で石油の適當なる原質が過量に堆積された證據がある事。此場合にも(甲)に擧げた二つの制限は適用されるのである。

海底に於ける泥線即ちラミナリヤ帯以下の陸棚の部分に於ては海水中の電解物の存在に於て陸上より運ばれた膠狀の微粒子が沈澱する所である。プランクトン等が此海底に堆積する場合には此等は一の腐泥をつくり得るのであつて其内に含まるゝ有機物は極めて微量である事は事實であるが夫れでも石油礦床の根源として充分なる事は前述せる所である。然し斯くして生じた腐泥岩中の瀝青物は無機的膠狀石基と緻密に混合し居るから壓滲されて石油礦床を生ずる事なく單に腐泥油母岩を生ずるのみである。故に極めて都合よき氣候的條件の下に過量の生物が其堆積當時に發達したか又は普通の氣候的條件の下でも他の原因の下に偶發的に異常の生物發達が起つたか或は都合よき地形的條件に由りて生物の體がよく蠶食者及び分解作用から免れて堆積保存されたか(例へば黒海の如き場合)然らざれば氣候的及び地形的の兩原因で其分解が制限されたか(バルチック海殊にフィンランド灣の例)又は全然偶發的に地變又は逆發作用に由り生物の發達及び堆積に都合よき結果を得るに至りしや否や等を知る事は豫察上必要なる事である。

普通の海成腐泥に於ては時日を経過するに従つて其海底面に生ずる一時的の腐泥相堆積の速度が分解の速度より大なる時に一時的に起るものを一時的腐泥相と云ふのである)は上層の堆積が速かに行はれバクテリア及び滲透水を遮断しないと遂には全く有機物を失つてしまふのである。それ故に油田では三角州構造が喜ばれるのである。

日本の含油層に就て以上の關係を説明すると我含油層では其上下を通じて堆積當時から海邊に岩漿迸發作用の激しかつた事を示して居る。而して下部に於てはブランクトン化石を含む腐泥岩中に火山の携出物と魚や海藻化石を同時に有する地層もあるけれ共一般に腐泥岩と凝灰岩は判然成層して居り次第に上層に近づくに従ひ凝灰性を増し遂にはブランクトン化石を有する凝灰岩が發達して來るのである。而して下部層では右の化石を含む者は同時に油母を有し其他腐泥相が著しいが此と互層する凝灰岩には右の化石がなく又有機物も存在しないのである。上部層には海綠石を増加し可成の有機物可溶性分解の行はれた事を示して居る。即ち有機物の堆積保存

された量は化石の少なく發見さるゝ下部層に於て却つて多く上部層は化石こそ多いが有機物の堆積保存は却つて少なかつた事を示して居るのである。

故に日本の重要な油田たる黒川、桂根、新津等に發見さるゝと同様の灰色頁岩が奥尻島や其他の現在石油を産しない區域に發見されても少しも奇とするに足りない耳ならず全然石油否定區域に發見されても不合理でないのである。

著者は能登國に於て油田に産すると同様の海成油母岩を發見した。又普通のオイルシエール(陸成)であるかの如く考へられて居つた出雲産(鰐淵其他)の腐泥頁岩中にもグロビゲリナの様な海生ブランクトン化石を發見した事は前述の通りである。以上の如き石油腐泥岩の存在は堆定油田としての條件となる事は勿論であるが豫定油田としての價値に至つては前述の原則に由りて此を定む可きであるから一度此地方を調査された地質學者は比較的容易に其判斷が出来る事は勿論である。

茲に注意す可きは著者の石油成因論に於ては石油礦床の主なるものは含

油層堆積後比較的早く其大部を集中せるものと假定して居る事である。此假定は海成腐泥の生成の經過を研究すれば當然達す可き説であるが事實上油田に發見される硅質腐泥岩や泥灰腐泥岩に其證據があり又石油を伴ふ鹹水の成分の研究、石油集中に關する動水の作用の研究其他の事實から充分支持され且つ多數の地質學者に認められて居るのである。(R. Van A. Mills; William H. Emmons 等の研究に由ると水に包和された砂岩中に石油と水が靜壓的關係に於て存在する場合には毛管力の爲に集中が困難である事を説いて居る。John. L. Rich も近頃其研究の結果を發表するに至つた此等を綜合すれば石油移動の原因は鑽井に由つて起る礦床内の水の力學的變化は別として瓦斯の張力とか層面に平行に起る斷層位のものである。後者に就ては我含油層に著者の發見せる海底地之の實例などが其要目の一例と見做す可きである。然し乍ら粗鬆なる地層及膠質地層の壓縮に基づく水の移動が最も著しいものと考へられる。而して此現象は堆積的比較的初期に行はれるものである) 以上要するに(甲)乙)何れの場合に於ても共通に次の條件の支配を受けるも

のである。

一、地層の組成、或程度の連續累層たる事。堆積速度の異なる従つて其孔度の一樣ならざる層が適當に互層する事。頁岩のみより成るか或は砂岩凝灰岩のみより成る累層は不可なる事。同一層の内に於て孔度の水平的變化が著しき事(即ち或要因に基づき粗粒及び細粒の何れの屑碎も堆積し得可き地形的又は他の條件を有する事)。

以上の條件を満足す可き堆積相は大なる河口成層、海底火山屑碎層、内灣又は内海堆積相等である。

## 二、地層構造

## 三、地質時代

二、三の兩項に就ては既に第一章第四節に述べて居る。

次に考ふ可き事は障害である。これは剝削作用、及び地層堆積後に起れる迸發作用、地層の著しき褶曲及轉位、斷層等である。

ハーガーは(前出)次の如き「故障」を擧げて居る。

- 一、砂、砂岩、石灰岩等の多孔質岩石の存在せざる時
- 二、多孔質岩石が氣密に膠着せらるゝ時
- 三、水を含まざる多孔層の存する時
- 四、背斜軸の中心に進入岩又は古き地質時代の岩石ある時
- 五、浸蝕又は交差層不齊合線のある時
- 六、斷層

右の内て四は本邦にも存するが何れも削落を受けない限り立派なる含油層となつて居る。但し進入岩と稱せらるゝものは多く完晶質玄武岩で大部は堆積當時又は其以前の迸發である事を示して居るものである。眞の進入であるならば此に接して石油礦床が保存さるゝ理由がないのである。

斷層に就て注意す可きは未だ地層が充分硬固しない以前に起つた海底地<sup>ニ</sup>は有機物の分解を制限し且つ其瀝青物又は脂肪酸エステル鹼化物の移動集中に良好なる影響を與ふるものである故却つて有望なる兆候と見做す事が出来ると云ふ事である。而して海底地<sup>ニ</sup>の證は著者が秋田地方で偶然發

見して第四編に記述して居るのであるが此爲めに屢々上下層の轉位を伴ふから地層生成後に起つたものと混同され易いのである。故に斷層線を地質圖上に描く際には特別の注意が必要である。又谷の底蝕が進むと同時に起る緩斜面の箕狀地<sup>ニ</sup>（即ち著者が山懷生成作用と稱して居る作用）の場合などには其轉位が地下水準線以上に起るものであるから殊に地層が柔軟なる岩石より成る場合には此種の斷層は地下の深い部分には影響がないのである。地質圖を作り又は見る時には此等の點に對し深き注意が必要である。

以上の諸條件に對する觀察が地表の岩石地層から充分なし得たる場合は即ち豫定油田區域が推定區域から分たれるのである。然し乍ら豫定油田區域を定むるには地表地質のみの研究からでは不充分である事がある。其場合には試錐に由りて地下地質を調査し同時に石油探礦をなす必要があるのである。

## 第二節 試錐井



油田、推定及び豫定區域の豫察には地表地質のみの調査では往々不充分である故に鑿井に由りて地下地質を知る必要が起る。

#### 一、地質調査用鑿井

地質調査の目的に對しては普通三井を穿ち此に由りて地下地層構造までも知り得る事があるのである。

試井の位置の撰定等に就ては其場合々々に適當なる様にしなければならぬから一々此を記載する事は不可能である。

地質鑿井に就きて注意すべきは標本の採取である。從來油田に於ては純粹に地質調査用の試井を穿つた例が極めて少なく多くは同時に探油の目的を兼ねて居る様である。故に地質鑿井と稱して居つても實は探油井と同様に記録も標本も地質調査の用をなさぬ程度のものであつた。

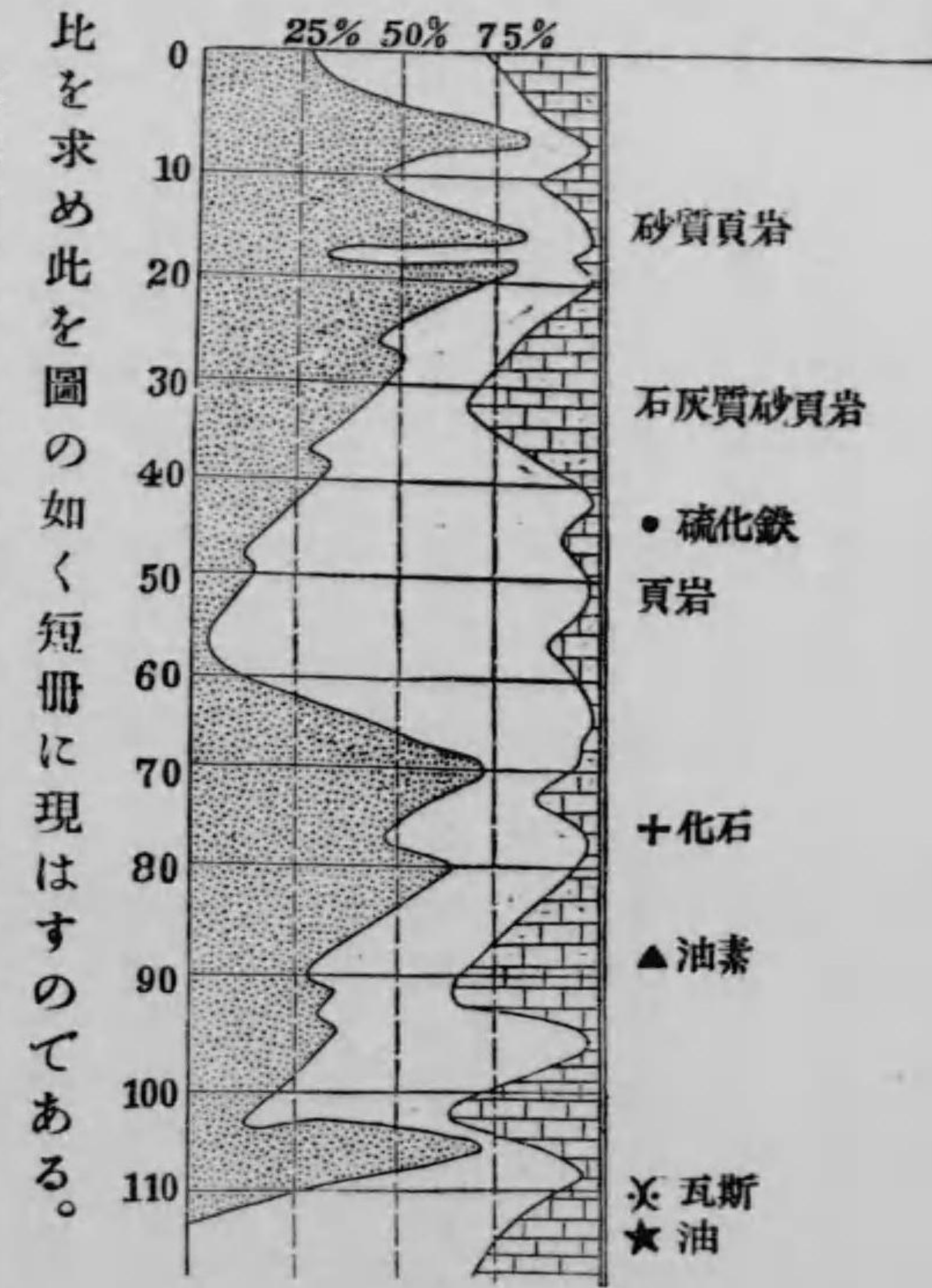
それでも網掘や機械井では時々ベローラーで孔底の泥土を浚ふ必要があるから其時特に標本を取れば比較的大型の標本が得られ其深度も大なる誤がないのである。

ロータリー式では最初から油井に泥水を注入して其循環に由り井底から撈取された岩片が地表に運ばれるのであるから岩片が長い管内を上昇し來る間に全く摩擦され又は碎かれてしまふのである。又岩片の大きさ形状比重に由りて上昇の速度が異なる故に井底で掘り取られた順序に地表に來る譯ではない。油や瓦斯は比較的早く上るから屢々油座と地質表が一致を缺く事さへ起るのである。例へば實際では泥灰岩に被はれた砂層に石油があるのに記録では油は却つて堅き泥灰岩から出る様に記載されて居る様な極端な例が少なくない様に記憶して居る。

鑿井に由りて地下地質を知る事は地質學の方面からも緊要な事であるのに油田にありては試井の位置さへも多く實地家が選定し愈々鑿井となると全く人夫任せである様な事を見受ける。此等は著者が常々遺憾に思ふ所である。最もよき方法は地質家が顯微鏡と乾溜及び抽出機械を携へて一井又は數井の鑿井を監視し正確なる記録を得る事である。

鑿井日誌 (Boring Journal or Log) 又は油井柱狀断面圖 (Graphic log「短冊」) の記載例

に就ても近來では餘程改善された様子に見えるが此事も勿論必要であるが一層根本の問題を改善しないでは其効果が薄いだらうと思はれる。



第三圖 油井柱狀断面圖

トラガー氏(55)は此油井断面圖の作り方につき新しき意見を述べて居る。氏の方法では試料を適當に碎き鹽類に分解して其殘滓を遠心力分離器で砂と粘土とに分ち、砂粘土、石灰の百分

比を求め此を圖の如く短冊に現はすのである。

柱狀断面圖に記載す可き事項は其試料の粒の太きさ形狀(角礫、圓礫、結晶、土狀、硝子質、糖狀等)化石、黃鐵礦、海綠石、石膏、瓦斯、油、及び油母の有無及び滲油、油座

水層等である。

油井に於ける油母、化石(プランクトン)油座の分布の關係を知らんため著者は第二九版乃至三一版に示す如き圖版を作つた。(第四編參照)

此圖に於ては粒子が大體二種の太きである時は其大なるもの、平均と小なるもの、平均を二本の線で示し又連續的に太さの異なる粒子より成る時は其平均を一ツの線で表はして居る。注意す可き事は油座と油母岩の關係が大體一である事と凡ての油井に油母岩の存する事である。

然し乍ら前述の通り油井の断面圖なるものが餘り確實でないのと保存された油井地質標本なるものが不正確と思はれるのであるから此圖に由りて或關係を論議する事は差控へて置く事にする。

要するに短冊や日誌の改良は必要であるが其よりも正確なる油井地質を知る事を考へなければならぬのである。それには鑽井の結果を坑夫の報告に由りて判斷する様な事では駄目である。

## 二、豫定及既定油田區域に於ける鑽井

豫定油田とは即ち試井が合理的の位置にありさへすれば出油を十中八九豫期し得るものである。既定油田は斯の如き試井から確實に出油を期待し得るのみならず其量さへも豫知し得るものを云ふのである。

如何なる方面から考へても出油の公算率プロバビリチーの大であるのは穹窿構造又は背斜構造等である。臺卓構造や單斜(緩斜)層が此に次ぐのである。但し削剝作用と進入作用に由る障害を特に注意す可きである。

普通背斜層に於ける最初の試井の位置は穹窿部の中心に選み又は背斜軸の突後アホダリ(Plunging)に選むのである。何れにしても油を見たならば一時掘進を中止して此を周到に注意せねばならぬ。例へば一砂層の下部より油を上部より瓦斯を含む時は第二井は傾斜の方向に下りて(即ち突後に)置く可きであり反對に層の上部に少油下部に水を有する時は突上の方向に置く可きである。又油のみの砂層が存するならば走向の方向に第二井を置く可きである。

## 傾斜法

## 走向法

かくて地質と油砂の規模に應じ油井の種類及び吸收範圍を定め全區を井條網に由りて區分し適當に油井を分布せしむ可きである。

單斜層であつて其層露頭に土瀝青又は重き油の露頭がある時は突後の方向に試井を置く可きものと考へる(道川等の例)。又右の如き瀝青物が地層錯雜せる地方に岩床又は岩脈狀に在する事がある(豊川油田の例)。斯の如き場合には恐らく露頭のみが變動したのであつて深部は簡單なる單斜層をなすものと思はれるのである。兎に角本邦の如く明瞭なる背斜構造は殆んど全部探鑿され終つたと云ふても過言ではない状態に於て單斜層の研究は極めて必要な事と考へられる。而して單斜層が地層組成の良好なる場合に於て有望なる礦床を形成する事は後述の通りであつて秋田の道川油田など此一例と思はれる。

次に地層露頭部の走向及び傾斜が部分的に變位する例は少なくない。其原因は種々あるけれども誤り易きは前述の山壞生成作用即ち河谷の底蝕に基つく谷斜面地の地之りの結果生ずる所の變位である。我々地質學徒は河

谷に添ふて地層の方向を測定する習慣がある。而して此河谷部に於ては右の如き局部的轉位が起り易く且つ此轉位は深部の地層には何等の影響がないものである。又累層中に不齊合線の在る場合には勿論上下兩層の走向は同様でないのである。

油井の深部に比重の大なる石油の存するのは斷層又は火山作用の影響を暗示するもので反對に淺層の石油の輕質なるは長き移動を示すものである。地層構造が全く不明なる場合に單に石油露頭の存在する時は其石油を検して其根原の遠近と滲出の原因を考へねばならぬ。附近の既定又は豫定油田或は推定油田區域に存する石油露頭と比較する事が出来れば一層宜しいのである。もし輕質であれば其根原は水平的に遠いものと見做して其露出層へ傾斜の方向に下りて追跡する。重質の場合には斷層でない事を確かめた上で傾斜の方向に下りて油井の位置を定める。

もし石油露頭を有する推定油田區域に於て其露頭が隣接の既定油田の油脈又は石油露頭と一致せる方向に存在し且つ此等の油質が同様であり層位

上同様なる地層に石油露頭の存する場合には此を豫定區域と認めて差支ないのである。

#### 油脈法

此方法は所謂油脈法 (Oil streak method) である。何れの國でも石油礦床は一定の方向に延びて存在する故所謂油脈なる名稱が起る。

周圍に已知の油田が存する時は類推法アナロジイに由り油脈の方向を推定する事が出来る。故に油脈の方向に直角に試井を分布して油脈の尾を捕ふる事が肝要である。

#### 油脈の方

#### 向

只注意す可き事は油脈は或地方に於ては或層位の礦床に限りて一定の方向なる事である。時としては一地方に於て數層位の油座が何れも一定の方向である事もある。其故に常に此點に注意を要する。例へば油井の「掘下げ」

を行ひて深層油を探る場合にも上層油のために掘つた凡ての油井が成功する例は少なく却つて全く異なる方向に油脈を求めねばならぬ事があるのである。此點は鑽井家の注意を望む所である。

油脈と地層の走向は大低は一致するものであるが時としては四十度も差

#### 向

#### 油脈と走

がある事もある。(豊川より浦山に至る油脈の例)

米國のオハイオ及ヴァージニアに跨がる地方では油脈の方向として北東の方向が主張されるそうである。我國の油田では南北乃至北東のものが多く大體は地方海岸線に並行である。然し大體は背斜軸の方向も略一致して居る。然し以上は概觀的の説であつて將來此方面の研究も甚だ必要である。

著者は背斜軸のみに着目する現在石油界の傾向を見て此と同様の價值ある他の要因の存在す可きを説くものである事は既に前に述べた所から知らるゝであらう。

油脈の原因はその少くとも半分は地層の走向と一致する故地層の褶曲を招きたる横壓作用又は地層密縮作用の影響がある事は考へられる。然しそれよりも石油を含む可き砂岩の分布に支配されるものであると信ぜられる。此砂岩の分布は其層の堆積當時の海岸線に略々並行であつたものと思はれる。

勿論此砂岩の全部に石油が存する譯ではない。新津などでは砂層の一部

油脈の原  
因

が石灰で膠固され油蓋層をなして居る又此砂岩は其長軸の方向が油脈と略々平行と思はれる細く長き形をなすけれども長距離に亘りて中斷されずに連續するものでもない。

著者は第四編の初めに本邦含油層が連續累層であり海の隆進沈退等の動的變を示して居る事を述べ其一つの運動より他の運動に移る中間砂層(Hintus Sand)は油の集中に便なる事を提言した。大體本邦の油田に於ける油層の深さは殆んど規準層を要せぬ程に規則正しいものである事も右の提言に有利の支持を與へる。

油脈の原因と思はるゝ砂層は此種のものに屬し其堆積當時の海岸線にある關係を有するものと信ぜられる。米國の東部油田、メキシコ油田等に於ては此方面の研究が時々報告せられる。即ち昔時の海岸線を調べて油脈の方向を知らうと云ふのである。

昔の海岸線は地層の廣汎なる而も周密なる調査に由りて知る可きであるが大體の原理は海岸線と直角の方向に起る地層の變化に生るのある。即ち

含油層  
堆積當時の  
海岸線

海の深部の方向には屑碎物が細粒となり遂に頁岩となり又石灰岩、珪岩は純度を増すのである。海の浅い方向には此と反對の現象が起りグロコニットは主にラミナリアン帯の前後に限りて發達する。然し本邦含油層に就て斯様な研究をなす事は米國東部中部あたりの古き時代の地層と異なり非常の困難を覚える。著者は密縮コンパクションの大小から此を知らんとして目下調査中である。兎に角昔の海岸線と一定の關係を保ちて石油礦床が分布すると云ふ事は即ち油脈の原因をなすものである。

油脈を二次的に變化さすものは横壓力、地層密縮作用、海底地之及び迸發作用である。第四編に誌せる海底地之の例に於て層内褶曲をなせる層は有機的遺物に富む泥層である。迸發作用が含油層堆積當時に盛んであつた爲めに角礫性の粗粒凝灰岩を堆積した事は事實であるが此等は細粒の火山灰を伴ふ故に孔度が小さいのが普通である。含油層堆積後のファコリットの迸入岩の作用も大なる影響を與へたものと思れる。

「油脈の尾」が發見され其方向が知られたる時には油井の適當なる吸引直徑

を定めて採油井の配置を設計しなければならぬ。秋田桂根に於ける設計は口式井と上總掘井を組合せたる井條式で本邦の油田では稀に見る整つたものである。

### 第三節 地下地質構造圖

前章に一寸述べた井條式油井分布法は實は一の公算法であるので外觀的には整然として居るけれども米國邊と異なり我國の油田の如きものには採算上不利である場合が少なくない。故に先づ地質學上の見地から集油層の地下分布を知りて然る後に層の傾斜と厚さを考慮に加へて夫々の位置の集油面積を定むる必要がある。集油層の地下構造が知らるれば初めて既定油田として充分の確信を以て油井の位置を定め得るのである。

集油層の地下構造圖を作るには先づ規準層を定め其地下構造を知るののである。規準層(Keypet)は成る可く一定の層位に現はれ且つ化石又は岩質上の特徴を有し水平的變化の少ない而も垂直的には他層と極めて判然たる境界

井條法の  
不利

規準層

を有するものであればよろしいのである。成る可くは復規準層即ち少しの間を距つる二枚の特徴ある層を用ふる方が宜しいのである。其構造は成る可く地表から知り得るものである事が必要である。

此規準層と集油層との距離は略一定する筈であるが實際は多少異つて居るから其差を求めなければならぬ。其方法は次の如くにして行ふのである（此事は普通の石油地質學の書物に誌してある故大略を示す）。

先づ規準層と一定の間隔（例へば五十尺、三十尺毎等）に於て交はる多數の水平面を考へ此面と規準層との交線を圖上に描く。此は油井に於ける規準層の位置より數個の原點を定め其他は層の傾斜と走向から普通の層位學の方法で定める。即ちこれは規準層の地下構造圖（isobath）である。

次に同じ縮尺の地圖の上に油層と規準層との知られたる距離につき其等距離の點を結ぶ線（isoline）を描き此を前に得たる isobath の上に重ね兩線の交點を結びたる線は即ち集油層の地下構造圖である。即ち油層の水準線を示すものである。（3.2.）

## 曲線法

三つの試井に於ける規準層の位置から其層の走向及び傾斜を決定する事は普通の層位學的方法で容易に行はれるのである。

## 第四節 油量計算

既に多數の油井を有する既定油田區域に於ては各油井の日月年の産額から統計的に礦量を算出する事が出来る。即ち油井の石油産量は開坑當時が最も多く漸次減少するものであるから産額の統計に由りて所謂漸減曲線を描き此に由りて其終末期を知る事が出来る。時としては油井に於ける瓦斯壓力の減少に由りて曲線を描き同様の目的に供する事がある。（56 及び附録参照）

此等の曲線から評價曲線を描き油田の總産額及び價格見積り等をなし得るのである。（附録参照）

他の方法は油砂を孔率と厚さと面積を知りて此に含まる可き油量を算出するもので普通米國ではエーカー一呎即ち一尺の厚さの砂一エーカー内に含

## 飽和法

岩石の孔率

まる可き油量を單位として算出する。  
 序に岩石の孔率に就て述べる。Schlichterの研究に由れば同大の球を一定容積内に充した場合の孔率は最大四七六四%最小二五九五%で球の大小に關係がないのである。岩石の場合には其組成分子が球でないから關係が複雑になる。孔率二十五%と云ふ事は例へば一立方米突の砂の中に水が二五〇立丈リキが含まれて居る場合である。其測定法は岩石を先づ空中にて衡量し次に水中にて及び水に飽和せしめて衡量するのであるが水が岩石中の孔隙の全部を充すには二十四時間以上を費すから四鹽化炭素を代用すると二時間位で充分である。

$$\text{孔率} = (P_1 - P_0) / (P_1 - P_2)$$

$P_0$  = 乾ケル時ノ重サ  $P_1$  = 濕レル時ノ重サ  $P_2$  = 水中ニテ重サ

以上は理論的孔率及びそれに近いものであるが實際油層に於ては果して如何なる關係であるかに就ては充分なる研究が發表されて居らない。摩擦及び毛管現象を組成粒子の太さの連続性、孔の連続性等を考慮に加へて實際

有効孔率及び死孔率

採油率

利用し得可き孔率を有効孔率と稱し其理論的孔率との差を死孔率と云ふのである。

ウオシユバーン (Estimation of Oil reserves; Bull. Amer. Inst. Mining Eng. Feb 1915) に由るに油砂の理論孔率を十五パーセント有効孔率を其七十五パーセントとし普通の採油法で其六十及至七十五パーセントを採收し得るものとせば

$$0.15 \times 0.75 \times 0.6 = 0.0675$$

即ち採油率は最大限で六七五パーセントになるのである。此をエーカーに換算すれば有効礦量五二四バレルとなり米國オクラホマのグレン油田の五三五と匹敵するのである。又米國加州油田に就て同様に計算すれば採油率一・二五パーセントとなるがこれは砂の理論孔率を二五パーセントと假定したのである。ビービー、トムソン氏に由ると露國バク油田の油砂の孔率も加州と同様であるから採油率も此と等しい譯である。米國中部諸州に就きては理論孔率一〇パーセントであるから採油率は四五パーセントとなるのである。



マク、ロウリンに由るとカリフォルニアのミッドウエーサンセット油田に於ては産油率エーカー一呎に就き三二乃至一〇二〇呎平均一井の壽命二年半乃至六年である。

以上の二法共に既定油田に於ては完全に利用が出来るが推定又は豫定油田の場合には利用が困難である。既定油田に接続せる豫定油田區域では油砂の知られたる要項から推算する事が出来る。地質試井或は石油試井を有する豫定又は推定區域も油母と集油層の關係から豫測が出来る。即ち集油層の一部が認定されたならば其平均の厚さと孔率とから前述の方法で採油率を計算し其採取し得可き礦量を算出する事が出来る。

集油層が認知されない場合には礦量を計算する方法がない。類推法アナロジーで概括的に計量するより外に致方がないのであるから其結果は少しも信用するに足らないのである。

著者は海成油母岩と石油礦床の密接なる成因的關係から間接に此種の區域の礦量計算をなす方法を研究中である。従て未だ定案を得た譯ではない

豫定及推定の  
油及田の  
礦量

が其一例を挙げれば大體次の如き方法である。

海成油母岩及び其累層の諸特徴が推定又は豫定油田區域として充分なるを示す場合には油母岩の油母含量一定の方法に由る(乾溜油の平均量)と其厚さを計り一尺層一定面積の油母含量を求め次に左の如き假定をなすのである。

油母含量の二割五分が瀝青化するものとし更に其二割が集中し再び其六割乃至七割五分を採收し得るものとする。此の假定は夫々の場合の最低限である。例へば油母を油脂又は其鹼化物と假定し此を乾溜すれば最低五割の石油を得るのであるが天然乾溜に於ては其半額と見做したのである。

$$0.25 \times 0.2 \times 0.75 = 0.0375$$

$$0.25 \times 0.2 \times 0.60 = 0.0300$$

即ち油母含量の三七五パーセントから三パーセントが有效礦量である。

例へば或油田に於て含量〇・五パーセントの油母岩の厚さ三百尺なりとせば此をオルトン式に計算せば油母含量一平方哩に就き七百五十萬バレル

即ち近年の日本石油産額平均の二倍以上に相當するのである。故に上の式に由り其有效礦量は二十八萬千二百五十萬バレル乃至二十二萬五千バレルとなり事實に近くなるのである。

右の計算法は將來研研を重ねるに従つて完全に近きものとなるであらうと思はれる。而して油田には一パーセント以上の油母岩が存在しないから極量を一パーセントと見て差支ないのである。而して油田の油母岩に於ける油母含量は其石基に由りて略一定して居るのであつて例へば燧石性頁岩であると幾何と云ふ様な工合である。最も多いのは硬質頁岩で中間の相を有する頁岩は油母含量に於ても少ないものである。此事は油田の一特徴とも見なす可きものである。故に油田では此等頁岩の種類がと其各々の厚さ知られれば其油母含量の計算が出来るのである。

試井を有せざる推定油田區域に於ては著者の方法では先づ地質柱狀断面圖を作り右につき集油層を定め上述の方法に由り油母頁岩を見積り此に因りて礦量を推定し得るのである。

本邦の含油層などは其規模に於ては米國や其他の地方に比す可きものでなく又石油は背斜軸には存在するが其他の部分には果して油砂層が存するの否かも事實上では知られて居らない状態であるから以上の如くにして計量された礦量は大體の觀察では其半ばは背斜層に集中して居り残り三割は單斜層二割は其他の構造の地層に含まるゝ事と思はれるのである。礦量の計算が終れば鑛區(Properties)の其價格を算出し得るのである。此は普通の礦床學上の法式に従へば宜しいのである。例へば既定油田區域の礦量に豫定油田區域礦量の半額と推定區域礦量の四分之一を合算したるものハ價格から所要の採掘費利子等を排除せるものが其價格となるのである。

## 第六章 集油層論

### 第一節 集油層の性状及び其形成

先づ石油礦床を其集中の程度に由りて分かつては

集油層 Oil Reservoir 多孔質にして共通せる孔隙系を有し石油の集中し得る地層

可償油層(可償集油層、可償油砂) Oil pay, pay sand 集油層の内經濟的に採油し得可き部分

湛油層(油槽、油囊) Oil pool 可償油層中充分なる厚さを有し經濟的に採油せらるる部分。又は充分濃集せし可償油層。

集油層(以上の總稱)は單に多孔質にして貫通せる孔隙を有する耳では不充分で其周圍殊に其上部が不滲透性の地層で被覆されて居らなければならぬ。此不滲透層を油蓋層 (Cover or Cap-rock) と呼ぶのである。

デー氏に由れば油蓋層は次の三種の岩石に分たれる。

- (イ) 濕れる細粒岩(粘土、頁岩等)
- (ロ) 膠着完全なる砂岩

(ハ) 極めて細粒なる岩石(頁岩、粘板岩、泥灰岩、石灰岩)

本邦油田中越後大面では堅緻なる泥灰岩が油蓋層であつて此石は顯微鏡

集油層の構造

油蓋層

地力灰岩は作用に化し、塊切りに易なり。油層は層故りに左と非る程も効力にあらず。

集油層の層位學的形狀

レンズ狀集油層

下では三射(恐らく四射)形 of 海綿骨針を泥灰物で膠結した物である。又新津油田、小口附近の油砂は二耗前後の砂に長石片と硅藻破片を含みたるものであり油蓋層は此砂岩の一部を泥灰物で緻密に膠着せるものである。時としては外見的には斯の如き特徴なき油蓋層が存在する事がある。是れ或粘度の原油が通過し得る岩石の孔度は一定の制限があるからである。又秋田地方では硅質頁岩や進入岩盤が同様なる役目をなす事があるが右のデー氏の類別に凝固せる膠質岩と進入岩を加へる必要がある。

石油礦床の形狀は層位上からは初次的及び二次的に分つ事が出来る。初次的即ち堆積の狀態に原因する集油層構造は次の如くである。

(イ) 層の堆積形に由るもの。大多數の集油層は頁岩中にレンズ狀に挟まるゝ物で中央より周圍に向ひ漸次尖滅し又は其周縁に於て分岐尖滅するものである。時としては孔率も厚さも變化なき廣き板狀の層をなす事がある。又急に其周邊に於て孔率を減じ卓狀の集油層をなす事もあるのである。

(ロ)孔率の不同分布に由るもの。砂岩を構成する屑碎物の粒子は普通の場合には水の機械的淘汰作用(即ち類別作用)に由り同大の粒子は略一定の場合に堆積するのであるが比重や浮力の著しく異なる雑多なる屑碎よりなる時又は比較的静止せる水底に直接堆積せる場合(例へば火山作用等)等には粒子の太さが非連続的に變化する事がある。例へば粗き砂粒と同時に細き粘土物が堆積する時は其砂岩は自然に其孔隙を填充され著しく孔率を減ずるのである。要するに一層が部分に由り孔率又は有効孔率を異にする場合に生ずる集油層で其形は(イ)に比し不規則であり且つ所々に可償油層を非連続的に分布せしむる傾向がある。此種ものは海底火山の影響に由りて生ずる事がある。

二次的の原因で生ずる集油層は次の如くである。然し二次的と云ふても純粹に後成のものは少なく大部は初次より継続的に變化するものである。

(ハ)差別的膠着作用に由るもの。地下循環水に由り二次的にセメント作用を受くるために孔率に變化を生ずるもので普通の膠結物は石灰、硫酸鐵

である。此作用は所謂膠固帯に起るので多く陸地となれる後に一定の部分にのみ生ずるのであるから想像さるゝよりも其影響は大でないのである。

(ニ)差別的地力地化學變化に由るもの。硅質軟泥が脱水硬固してゲルとなり燧石となる如き變化である。同様に石灰質軟泥が泥灰岩となり或は方解石が白雲石化し石膏と硬石膏の變換又は硫化鐵生成の如き諸作用の結果孔率の分布を變化するものである。トレントン石灰岩の石油礦床、本邦の泥灰又は硅質油蓋層は此作用に由りて生じた者であらう。

特に注意す可きは水成岩硬固の際に起る體積變化である。泥灰岩、頁岩等の場合には六十五パーセント乃至三十五パーセントの縮容を起すと云ふ事である (Bleilinger; Trans. Amer. Fleck, Chem. Soc., 1911)。而して砂岩に對する此作用の影響は頁岩の様に著しくないから砂岩頁岩の互層に於て砂岩の多い所は少ない所よりも縮容が小である故水平層であれば其爲めに砂岩の多い所が少なく沈降して背斜構造をなすに至るのである。(V. E. Monett; Eoon. Geol.

XVII 195 1922)

又此種の岩石の硬固するのは上層の壓力のみに基づくものでなく寧ろ其岩石の本性に基づくものである事は例へばトントン石灰岩は一平方呎七百二十噸の壓力に耐えるけれども實際上層の壓力は八十噸に過ぎないのを見ても解るのである。

(ホ)石油の自家膠着作用に由るもの。石油礦床の露頭に於て其一部が蒸發酸化してアスファルト、バラフィン等を生じ砂岩の孔隙を充して殘部を保護する事がある。本邦油田では秋田豊川槻木附近に此例がある。

(ハ)斷層に由るもの。落差が比較的大であれば集油層が孔率の小なる層と癒合し落差が小なる時は斷層面に由り閉塞されて油層を生じ又斷層罅裂が存する時は其部分が石油礦床又はアスファルト礦床となる事がある。

(ト)進入岩に由るもの。進入岩の一部が多孔質であるために特に礦床をなす事がある。秋田地方に此種の例がある様である。其他の影響は(ヘ)と

集油層の  
條件

同様である。

(チ)褶曲に由るもの。良好なる集油層の條件としては地層がなる可く水平に近き事地層の破れ又は亂されざる事である。然るに何れの國に於ても大部の石油は褶曲構造から發見される。米國に於ける調査に由れば褶曲構造から産する石油はカリフォルニア、ルイジアナ二州では其七割五分、オクラホマ七割イリノイス、ワイオミン、テキサス、五割カンサス、ケンタッキー三割である。褶曲構造が造山力の結果であるとすれば以上の二つの現象は矛盾を免れない。それ故に前述の如く此褶曲作用は少くとも一部は差別的縮容作用ディフレンシャルコンプレッションに歸するものと考へられる。而して油脈が一定の方向を有するのは古代の海岸線分布に支配さるゝ故であると同様に此擬褶曲が略一定の方向を有する事は説明上少しも差支ないのである。

本邦の油田を見ると背斜構造は何れも非對稱的で一方の翼からは石油を産しない。其走向は大體は地方海岸線に平行である者が多いが然らざ

るものもあり又此と直交するものもある。海岸線に平行なる場合にも傾斜の急な翼が一定の方向に存する譯でもなく積動的衝動の結果生じたものとすれば了解が困難である。而して我含油三紀層の如き柔軟粗鬆なる地層に斯の如き撓曲性があるとは信じ難いのである。又我含油層の背斜軸の大部分には其軸部に含油層堆積當時から継続的に活動した迸發岩が存在する事から考へても其縮容作用の結果生じた事が考へられるのである。背斜軸の中心に火山岩の存せぬ場合には一般に砂岩が其軸部に多く分布する傾向がある事も此種の成因を暗示するものである。

油田の緩背斜構造が縮容の結果であるとすれば時には單斜層でも同様に集油層を形成し得る筈であるが此事も事實上證明する事が出来る。例へば秋田道川油田等が此適例である。

背斜軸構造に就て注意す可きは集油層の分布が大體は其構造の方向と一致して居るけれども必ずしも全然一致するとは限らない事である。其爲めに背斜軸の附近で一は産油し一は然らざる結果を來すものである。

其主なる原因は曾つて述べた地層組成の不均齊に歸するものである。又不齊合累層に於ては地表と地下の構造は一致しないのは勿論であり且つ褶曲層の場合には背斜軸面の傾斜する事がある故同様に地表と地下では軸部の位置が異なるのである。斯の如き場合には傾斜の緩かな翼部に試井を撰む必要があるが此事は縮容の原因の背斜構造に於ても同様である。縮容的背斜層の方向は古代海岸線と一定の關係を有する事は勿論であつて所謂油脈説が有力なる支持を得た譯である。

恩師小藤博士は前述の如く曾つて著者に油田の背斜構造が地層の走向傾斜を獨立して起る場合のある事を暗示された事がある。此事は積動作用でも起り得るけれども我含油層の如き脆弱なる地層に於ては縮容及び海底地迂り作用でも此事が起り得る様に思はれる。

次に一般に知られて居る適當なる集油構造を摘録する。

ハイガー(3)の分類

(一)穹窿構造背斜軸 (二)臺卓構造單斜層の一部が水平となれるもの(三)

鼻狀構造(軸線の方向にも隆起又は沈降せる背斜構造、傾軸背斜層) (四) 單斜層 (五) 地層構造(レンズ、卓狀、盤狀)

チーグラの分類 (V. Ziegler: Geological and Economic feature of Oil structure Econ. Geol. p.247 1920)

一、捕集構造

(イ) 穹窿構造 (ロ) 背斜軸頂部(平軸層) (ハ) 斷層にて封塞されし背斜構造  
(ニ) 層間罅裂 (ホ) レンズ狀砂層

二、留保構造

(イ) 臺卓構造(ハーガー(ニ)に等し) (ロ) 緩斜層(單斜) (ハ) 谷狀構造(向斜層) (ニ) 鼻狀背斜層(放射軸背斜層の) (ホ) 瀝青層中の砂層

ジョンソン及びハントレーの分類(2) 背斜構造を次の如く分つて居る。

(イ) 穹窿構造 (ロ) 屋背構造(平軸背斜層) (ハ) 傾軸背斜層 (ニ) 鼻狀構造(放射軸背斜層) 數個の背斜軸が交差するもの、又は背斜軸の突起 (ホ) 卓臺構造

第二節 石油集中説に關する瞥見

石油礦床の形狀に初次成及び二次成の二別がある事は前述の通りである即ち一は其堆積相に關するもので一は其堆積後に起つた地層變動に基づくものである。而して大抵の集油層は同時に此兩種を兼ねるものが多い。

例へば集油層は頁岩の間にレンズ狀に挟まれた砂層に發見され且つ同時に背斜構造をなせる層に發見さるゝ事が多いのである。

石油が如何にして集油層に集中したかに就ては種々なる説が行はれる。其等の説の間に存する根本的差違は即ち右の集油層を主として堆積的原因で生じたと見做すか或は構造的原因に起因するものかと考ふるかと云ふ點に存在するのである。後者に屬する代表的の集中説は即ち背斜説で前者のそれは古代海岸線説である。

然し乍ら此兩説は近來不知不知の間に接近して來た事は著しい現象であると思はれる。即ち石油は一般に地層の亂されない傾斜の少ない地層に發

見ざるゝと云ふ事は一般に認められた事實であり強き横壓力を受けた地層には保存され得ないと思はれる事と含油層の背斜軸の方向は大體は略連続せる一定の方向に存するけれ共必ずしも平行でなく接近せる背斜軸があらゆる方向を取ると事ふ事實等から石油の存する背斜軸は横壓又はインシタチックの原因で生じたものでなからうと考へらるゝに至つたのである。

右の考へはブラツクウェルデル (Amer. Soc. Petr. Geol. Bull., VI. p. 89, 1920) の主唱に係るもので要するに地層が海底に堆積後次第に脱水減容するに至るものであるが粘土と砂岩では其減容度が著しく異なるから頁岩のみの堆積と此に砂岩を多く挟んだ場合としては其總體の減容が異なるから砂岩の多い所では隆起し其少い所は沈降する事となるので其隆起部が背斜軸となり沈降部が向斜軸になると云ふのである。

著者も本邦含油層の背斜構造に就ては以前から此種の疑を有して居つた即ち地下三四千尺の深さ——或は其以下までも——の我含油地層は極めて粗鬆柔軟なるもので到底所謂横壓力を傳達する緻密度を有して居らず垂直

本邦含油層の背斜構造は果して横壓力に由りて生じたか

的には可成りの密縮コンプレッションを受けて居るけれども水平的には然らざる事實と其撓曲性の少ない事含油層の下部は不齊合的に古き地層の上に横はり其下部に於ても粗鬆凝灰質岩があつて必ずしも剛性の點に於て優れて撓曲に耐ゆる者に非ざる點などから横壓力が其成因であると云ふ事は考へ難いのである。我含油層に於ける背斜軸の方向は大體地方海岸線に平行であるが時としては直交するものがあるのである。又形は兩翼が非對稱的で一方が急に傾斜他方は緩なものが多く石油は後者の部分に發見されるのである。然し互に接近して平行に走る二つの背斜軸に於ても緩斜翼は一定の方向に存在する事もあり然らざる事もあるのである。又大低背斜軸の核心には完晶質の玄武岩又は流紋岩が存在する。而し此等の迸發岩は少なくとも一部は含油層堆積當時から活動を繼續した證據があるから含油層は平亘ならざる海底に堆積せるものと思はれる。而して此縮密作用は繼續的に行はれるものであるから其上部層は已に少しく傾斜せる面に堆積せる事と信ぜられる。而して此事は我含油層に存在する海底地之の證據からも考へ得る事である。



斯の如き作用が副因となりて密縮作用に由りて背斜層を形成するに至るものと思はれる。

最近にはモネット氏は中米油田に關して同様の意見を述べて居る (Econ. Geol. XVII, p. 194, 1922)。要するに此等の説に由れば背斜軸に砂層のあるは當然の事となり其走向は砂層の形状や當時の海底の凸凹の模様により種々なる方向を取る筈である。

右の砂層の分布は當時の海岸線と密接な關係のある事は勿論であるから結局油田背斜構造は當時の海岸線又は海底火山の分布に支配さるゝ事となるのである。

以上の如く構造説と堆積説は殆んど一致するに至つたけれども此を以て何れの油田に於ても横壓力に由る背斜構造が存在しないと斷ずる事は出来ない。因つて古代海岸説と構造説に就き別々に石油集中を論ずる事とする。

集油層の背斜構造説が初めて唱へられたのは一八六三年頃でステリー、ハントが記載し其後種々なる地方に就て研究され近來ではクラツプ (Phil. Geol.

See Am. XXVIII, 1917) & N (Econ. Geol. No. 4, IV, 1909) & ク ナー (Jour. Geol. XXVII, No. 4, 1919) No. 4, XXIV, p. 798, 1916 ウォシユバーン 其他の研究が發表されて居るのである。

背斜説は米國東部油田とか又は加州油田に就て稱へられたもので古代海岸線説は殆んど地層が水平なる米國の中部油田に就て稱へられし事は注意しなければならぬ。然し前者に於ては構造と堆積の集油層に及ぼす關係が明瞭でないけれども後者に於ては構造上の影響が少ないから堆積相の影響が明瞭に見られると考へ得られる。實際は兩方共に連關的にその影響があるものと思はれる。

背斜説の基つく所は石油が比較的長い距離の間水に滿された砂層の間を移動すると云ふ假定に置かれて居る。此事は層の傾斜が可成大で其孔隙が比較的大きく油の粘度が大でない時には直ちに起り得る様にも考へられる。然し乍ら原油の毛管性は水よりも小で反對に其粘度が非常に大である故普通の條件の下では油は水に飽和された砂層の内を靜壓的狀態に於て移動する事は困難である。例へば油が非常に輕質であるとか又は輕質なる部分

丈けが孔度の大きな砂層を通過するといふ様な事は可能であらう。然し普通の原油は毛管性と摩擦のために事實上は移動が行はれ難いのである。

殊に地層の傾斜が小なる場合には前記クラップもマンも油の移動が行はれない事を認めて居り又マクコイも少くとも實驗上では水が地層の下方から上方に流れつゝある際でも油の移動は大した物でない事を示して居る。

ミルス (R. Van. A. Mills, Econ. Geol. XV 1920) は右の如き場合に砂層中に水の流を起す時は其動壓的方向に石油及び瓦斯を移動せしめ得る事を實驗的に示した。同氏に由れば中粒砂岩に於ては油粒が多数集合するに至れば其浮力が摩擦よりも大となり静壓的にも(即ち重力的に)移動し得るものであり且石油と瓦斯が共存せば其移動は幾分容易となるが一般に或粘度の油に對しては静壓的移動の不可能となる粒間孔隙の極限が存在する事を述べて居る。

エムモンズ (W. H. Emmons) は水に飽和された砂中に静壓的に存在する石油は其儘では移動を起さないが此に瓦斯の流を通ずれば石油は容易に上昇する事を示した。最近には同様の研究がリッチ (Hon. T. Rich, Econ. Geol. XVI 1921)

に由りて發表された。又ドットの實驗の結果も同様である。(Dodd, H. V. Econ.

Geol. No. 4, 1922)

以上要するに石油が静壓的狀態に於ては地層内を移動する事は困難であるが瓦斯又は水の流動する際には石油の移動が容易となると云ふ意見に一致して居る。然らば此水の移動と云ふ事は地層に於て實際上如何なる場合に可能であるかを考へる必要が起るであらう。

石油礦床に伴ふ鹹水に就ては前にも述べた通り堆積當時から現在の所に堆積したのでないにしても其隣接の腐泥層から浸入して來たものであると考へられる。而して少くとも永い間貯藏された化石水である事は疑ひないのである。従つて此水に前述の如き移動が起る事は全然考へられない。故に此際石油集中の原因は他に求めなければならぬのである。

集油層に於て瓦斯が発生する事は先きに述べた鹹水及び腐泥の研究からも考へ得られる事である。而して油層に於て著しき壓力がある事も周知なく知られて居るのである。此壓力の原因に就ては曾つては上層の重量、水壓、等

の説も行はれたが研究の結果今日では専ら瓦斯張力と考へられて居る。例へば米國のトレントン石灰岩は最も弱きものでも一平方呎に付き七百二十噸の壓力に耐えるのに實際上其上層の壓力は八十噸に過ぎないのである。

此瓦斯張力の原因としては集油層に於ける瓦斯の新發生と集油層の下方から瓦斯が上昇して來る事である。後の現象の原因としては二次膠結作用に由る集油層の孔隙體積の減小と進入岩に基づく岩層熔融又は岩石流動等が擧げられて居るけれども進入岩と關する現象は一般的でなく少なくとも第三紀層に於ては此種の事がないのである。

著者は砂岩を包む有機膠狀岩の膠固と云ふ條件を加へ度いと考へる。二次膠結作用の行はるゝ範圍は或制限があるが此膠結作用には左様な事がないのである。その他に温度の問題も考慮する必要があると思はれる。

只瓦斯が集中移動すると云ふ事は油と同様に毛細管性、摩擦及び岩石の孔隙の細小なる事等の制限を受けるものであるから集油層の下部に浸入した瓦斯が層を通過して上部に上昇するのは困難である。其上に其集油層の周

壁をなして居る膠質層が一旦硬化した後には特別な激しき作用を受けない限り絶へず多量の瓦斯を發生する事がないと思はれる上に假令瓦斯が發生しても斯の如き集油層は緻密なる岩層に由りて包圍さるゝから然らざれば毛管現象や摩擦のため其内部の高壓を保つて居るのであるから容易に周圍層からの瓦斯が浸入出來ないと思はれるのである。

故に集油層の瓦斯は主として濃集せる石油物から地化學的に及び温度の關係で生ずる者で只其一部が周壁の層から浸入するのである。それであるからエムモンスの説に由りても岩石硬化後には石油集中を説明する事が出來ない。

然らば如何にして石油が集中するに至つたかと云へば構造説に於ては畢竟水及び瓦斯の流動に基くものであるが現在の形の油層に此種の現象の起るのは地層の水平轉位と地層密縮の二ツの作用が主なる原因と思はれるのである。

水平轉位の事に就ては茲に詳論しないが第四編に述ぶる如く海底地之の

石油集中  
の時機

證跡が我含油層に發見されるのである。

地層密縮作用コンパクションは前述の如く背斜層の原因とさへ考られて居るので砂岩等頁岩に比し比較的容積の變化が少ないものであるから海底の腐泥の上に砂層が堆積すれば漸次腐泥の水は砂岩に向つて移動を起し砂岩の水は海中に壓出するものと思はれるのである。

此腐泥から砂岩に移る水は腐泥中の有機物の一部を脂肪酸エステル鹼化物の形として又は瀝青物として伴ふ事は考へ得られるのである。斯くて腐泥の無機膠狀體に過飽和の有機物は地層堆積の比較的初期に於て大部の移動を終るものと考へられる。

頁岩のみの累層に石油礦床の伴はない事も右の見解から領解が出来るのである。

要するに石油集中の構造説は堆積説を奉ずる人々(例へば N. J. Munn, Eoen. Geol. IV, 1909; Woodruff, E. G. Amer. Inst. Min. & Met. Engrs 1919; Schuchert, op.cit. 1919, W. F. Jones, Eoen. Geol. 1920)から全然反對の立ち場にある者として取扱はれて

來たのであるが結局は或點に於ては極めて密接なる關係にあるものなる事が知らるゝのである。

### 第三編 參照書目

第三編に引用の參照書目は次の如くである。本文中括弧内の數字は引用書目の番號である。

1. Redwood, B. Petroleum, London, 1913.
2. Johnson R. H. and Huntley L.G. oil and Gas Production New York 1915
3. Hager, D. Practical Oil Geology 1919
4. Craig, Cunningham, E. H. Oil Finding 1916
5. Thompson, Baebly, A. Oil Field development and Petroleum Industry of Russia; Oil field in Russia and Russian Petroleum Industry, 1908.
6. Pamiety, L. S. Prospections for Oil and Gas 1920
7. Ziegler, Popular Oil Geology, 1918
8. Eimmon, Geology of Petroleum 1921

9. Blake, William, P. Wartzillite from the Uintah mountains, Utah. Trans. Am Inst. Min. Eng. vol. xviii p. 497. 1890.
10. Blake, William, P. Uintaite, Albertite, Grubnrite and Asphaltite. Described and compared, with observation on bitumen and its compound See cit p. 563
11. Locke, J. M. idem vol. 17, p. 162, 1887
12. Raymond, R. W. idem vol. 18 p. 113 1888
13. Day, W. C. Jour. Franklin. Inst. vol. 140, p. 221, 1895
14. Hitchcock, C. H. Am. Jour. Scie, 2nd ser., vol. 39. p. 263 1865
15. Lasley, J. P. Am. Philos. Soc., vol. 8, p. 183, 1863
16. White, I. C. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 10, p. 277, 1898
17. Day, W. C. 19th Ann. Rep. U.S. Geol. Surv., pt. 3, p. 370, 1898
18. Peckham, S. F. Am. Jour. Scie., 3rd ser., vol. 48, p. 389 1894
19. Jenny, W. P. Ann. Chemist, vol. 5, p. 359. 1875
20. Winchester, D. E. Econom. Geol. vol. xii. p. 505 1917
21. Clark, F. W. Data of Geochemistry, 4th ed., U.S. Geol. Surv. Bull. 695 1920
22. Richardson C. Jour. Am. Chem. Soc., vol. 32 1910
23. David White, Jour. Geol., vol. 27, p. 252, 1919
24. McCoy, A. W. Jour. Geol. vol. xxvii p. 252 1919
25. Arnold, R. and Anderson, R. U.S. Geol. Surv. Bull. 322. 1907

26. Hunt, T. S. Chemical and Geological Essays, p. 117 Boston 1875
27. Lane, A. C. The Chemical evolution of the ocean. Jour. Geol. vol. 14. p. 221 1906  
Connate waters of the Atlantic coast (abst) Science, new ser., vol. 32. p. 190 1910
28. Daly, R. A. The limeless ocean of precambrian, Am. Jour. Scie. New ser., vol. 52 p. 93 1907 etc
29. Murray, J. and Irvine, R On the chemical changes in the composition of sea water. Roy Soc Edinb. Trans., vol. 37, p. 481 1895
30. Kissling, Das Erdöl, seine Verarbeitung u. Verwendung Wiesbaden 1908 Halle.
31. Meyer, L. Chemische Untersuchung der Thermen zu Landeck in der Grösselacht Glatz, Jour. prakt. Chemie, Band 91 p. 5-6 1864
32. Planchud, E. Reserches sur la formation des eaux sulfureuses naturelles. Compt. Rend., vol. 84. p. 235. 1877.  
Sur la reduction des sulfates par les sulfuraires, et sur la formation des sulfures metalliques naturels: Compt. Rend. vol. 95 p. 1363 1882.
33. Rogers, G. S. Chemical relations of the oil field waters in San Joaquin Valley, Cal., U. S. Geol. Surv. Bull. 653. 1917.
34. Androssov, N. La Mer Noire, Guide de Excursion der 7me Congress Geologique Internationale No. 29. 1907.
35. Mills, V. R. and Wells, R.C. The evaporation and concentration of waters associated with petroleum and Natural gas. U.S. Geol. Surv. Bull. No. 693. 1919.
36. Clark, F. W. idem p. 559.

37. Rowan, F. J. *Practical Physics of the Steam Boiler* New York. 1903.
38. Sullivan, E. C. The interaction between minerals and water solutions, with special reference to geologic phenomena. *U.S. Geol. Surv., Bull.* 312 p. 20 1907.
39. Washburne, C. W. Chlorides in oil field water *Ann. Inst. Min. Eng., Trans.*, vol. 48, p. 687 1914.
40. Richardson, G. B. Notes on Appalachian oil-field brine *Econ. Geol.* vol. 12 p. 37. 1917.
41. Lane, A. C. Mine water and their field assay *Geol. Soc. Am. Bull.* vol. 19 p. 501. 1908.
42. King, F. H. Principle and condition of the movement of groundwater *U.S. Geol. Surv.* 19 *Ann. Rep.* pt. 2. p. 77. 1898.
43. Eldridge, G. H. and Arnold Ralph. *U.S. Geol. Surv. Bull.* 309 1907 etc.
44. Neuburger, H. and Noarlat. N. *Technology of petroleum* transl. by G. J. Mintosh from French London 1921.
45. Holde, D. Examination of hydrocarbon of oil, transl. by E. Mettler N.Y. 1915.
46. Gregorius, R. *Mineral Wax*, transl. by C. Salter; London 1908.
47. Grossmann, J. *Die Schmiermittel* Wiesbaden 1909.
48. Thiessen, R. On the origin and composition of certain oil shale. *Econ. Geol.*, vol. XVI, No. 45. 1921.
49. Blackwelder, E. The geologic role of phosphorus. *Amer. Journ. Sci. Forth ser.*, vol.

xlii. No. 250. p. 285. 1916.

50. Woodruff, E. G. The Lander oil field, Fremont County, Wyoming. *Bull. U.S. Geol. Surv.* No. 452, 1911.
51. Doss, B. Melnikowite, ein neues Eisenisulfid, u. seine Bedeutung für die Genesis der Kieslagerstätten. *Zeitschr. prakt. Geol.* xx Jahrg., p. 453 1912.
52. Murry and Renard. *Challenger Report*, Deep Sea Deposit, p. 383 1891. Cayeux, L. Contributions a l'etude micrographique des roches sedimentaires Mon. *La Carte Geol. detaillee de la France.*  
Von Gumbel, C. W. *Sitzungsb. K. Akad. Wiss. München*, vol. 2 6. p. 545, 1896.  
Glinka, K. *Zeitschr. Kryst. Min.*, vol. 30. p. 390. 1899  
The above two cited by Clark in *Date of Geochemistry.*  
Leith, C. K. *Mon. U.S. Geol. Surv.*, vol. 30. p. 390. 1899.
53. *Challenger Report*, Narrative. vol. I. pt. 2. p. 774, 815, 1885.
54. Puff, F. W. *Neues Jahrb.*, *Beil. Band*, 9, p. 485, 1894.
55. Tringer, E. A. A laboratory method for the examination of well cuttings. *Econ. Geol.* vol. xv. p. 170. 1920.
56. Beal, C. H. The decline and ultimate production of wells with notice on the Valuation of oil properties. *Bur. Mine, U.S.A. Bull.* 177. 1919

以上の外野業的又は層位計算の参考書

Lahee, F. W. *Field Geology*

Hayes, C. W. *Hand book for Field Geologist* 3rd. Ed.

Cox, Duke & Mullenburg. Field method for Petroleum  
 Sumar, J. R. Petroleum method  
 Warner, C. A. Field mapping for Oil Geologist  
 Geikie, J. Structural and Field Geology  
 Arnold etc. Manual of Oil and Gas Industry  
 Arnstung, P. Econ. Geol. p. 371, 1922

### 第四編 日本石油礦床の研究

#### 目次

##### 緒言

第一章 本邦含油層の概観……………三三五

第二章 含油層の地層構造に關する一二の考察……………三三九

  第一節 褶曲……………三四三

  第二節 斷層及び泥脈……………三四四

  第三節 含油層に現はれたる海底地之りの證……………三四九

第三章 油田に表はるゝ迸發岩及び其含油層に對する關係……………三五三

  第一節 石英粗面岩……………三五四

第二節 安山岩……………三五七

第三節 玄武岩及び輝石安山岩……………三五八

第四節 迸發の時期と含油層との關係及び頁岩の所謂變質に就て……………三六二

第五節 含油層堆積當時の迸發作用……………三七〇

**第四章 含油層の主要岩石及び化石の概説……………三七四**

第一節 含油層下部即ち黑色頁岩層……………三七六

一、燧石質頁岩……………三七六

二、硅質頁岩……………三八一

三、泥灰頁岩……………三八五

四、黑色頁岩……………三八八

五、含油層以外の黑色頁岩……………三九二

第二節 含油層上部即ち砂質頁岩層……………三九四

一、灰色頁岩……………三九四

二、砂質頁岩……………三九六

第三節 含油層の上下に存在する層……………三九七

第四節 含油層中の主要なる化石……………四〇〇

**第五章 含油層頁岩の乾溜試験……………四〇六**

第一節 含油層頁岩に含まるゝ瀝青物の檢出……………四〇六

- 一、乾溜方法……………四〇七
- 二、燧石性頁岩の乾溜……………四一一
- 三、硅質頁岩の乾溜……………四一一
- 四、泥灰頁岩の乾溜……………四一三
- 五、黑色頁岩及び灰色頁岩の乾溜……………四一四
- 六、砂質頁岩の乾溜……………四一七

第二節 油井内より得たる頁岩の乾溜……………四一九

**第六章 含油層頁岩の顯微鏡檢査……………四三一**

緒論

第一節 顯微鏡下に於けるケロジンの檢出……………四三六

第二節 含油層頁岩の石基……………四三八



第三節 燧石性頁岩の特別記載……………四四二

第四節 所謂變質頁岩の特別記載……………四五二

第五節 硅質頁岩の特別記載……………四六〇

第六節 泥灰頁岩の特別記載……………四六七

第七節 黑色及び灰色頁岩の特別記載……………四七七

第八節 砂質頁岩の特別記載……………四八二

第九節 硅藻土に關する特別記載……………四八四

**第七章 含油層及び其岩石と外國含油層又は類似岩石との比較……………四八六**

第一節 北米加州モンテレー含油層と本邦含油層との比較……………四八六

第二節 含油層頁岩と外國産オイルシエール等との比較……………四九五

一、外國産オイルシエールの記載……………四九五

二、兩者の比較……………五〇一

第三節 硅化木と燧石性頁岩中の硅酸の比較……………五〇四

第四節 蛋白石と燧石性頁岩との比較……………五〇七

第五節 外國産の或種の燧石及硅質岩石と我含油層硅質頁岩の比較……………五一〇

**第八章 油井地質柱狀斷面圖に於ける油坐、化石、ケロジンの關係……………五一六**

**第九章 含油層頁岩の化學的性質……………五一九**

- 一、普通分析……………五二一
- 二、ラシヨナル分析……………五二二
- 三、化學成分より見たる油田の頁岩……………五二三

**第一〇章 ケロジンの化學性(豫報)……………五二七**

第一節 ケロジンの乾溜物……………五二八

第二節 ケロジンの抽出物……………五二九

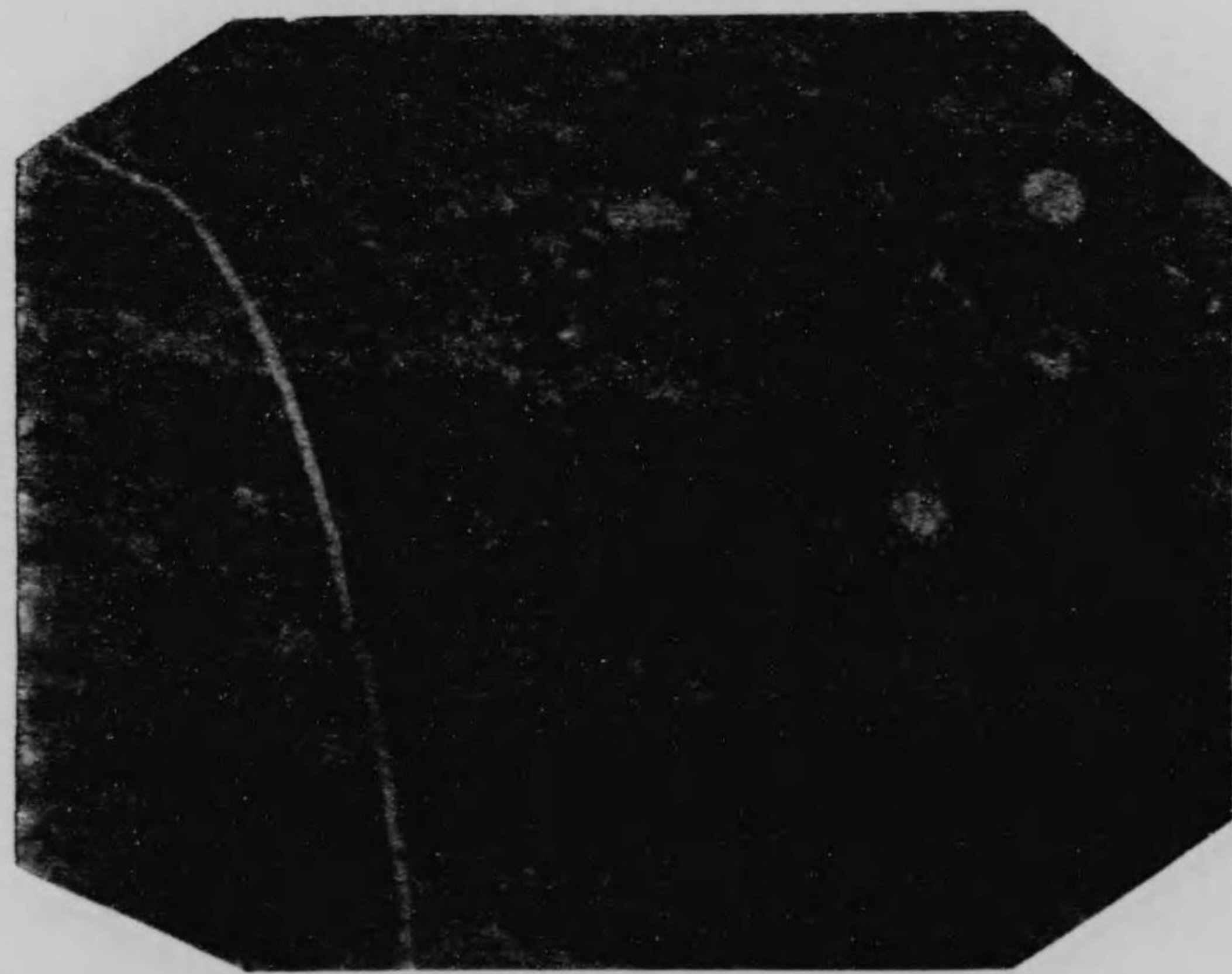
- 一、ピリヂンに由る抽出……………五三〇
- 二、アセトン、アルコホル、クロ、ホルム、ベンジンに由る連續……………五三〇

燧石性頁岩

第一圖版



大物實 石化の等藻硅は點微の色白



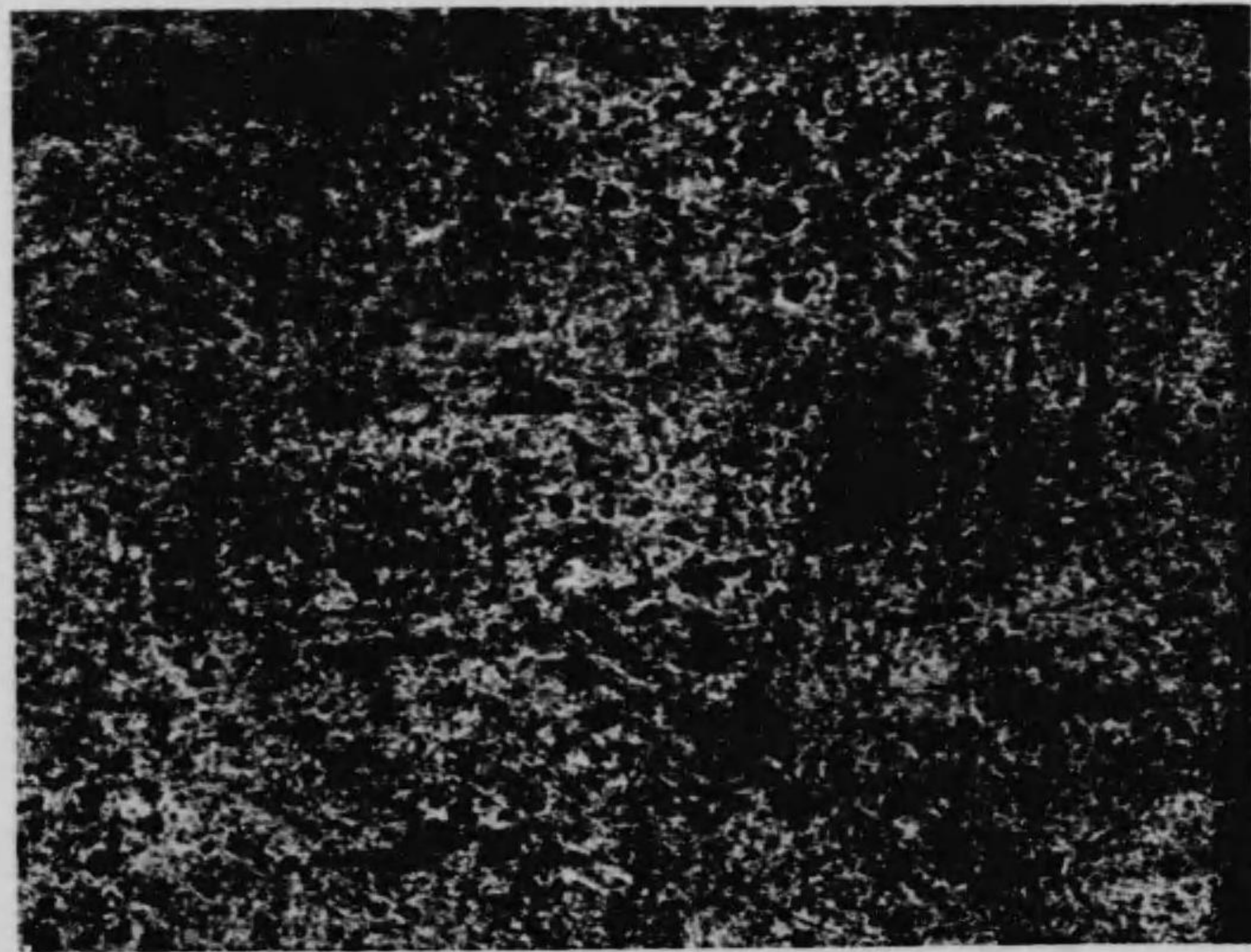
倍五三約徑直 示を藻硅と目縞のンジロケ

第四編 目次

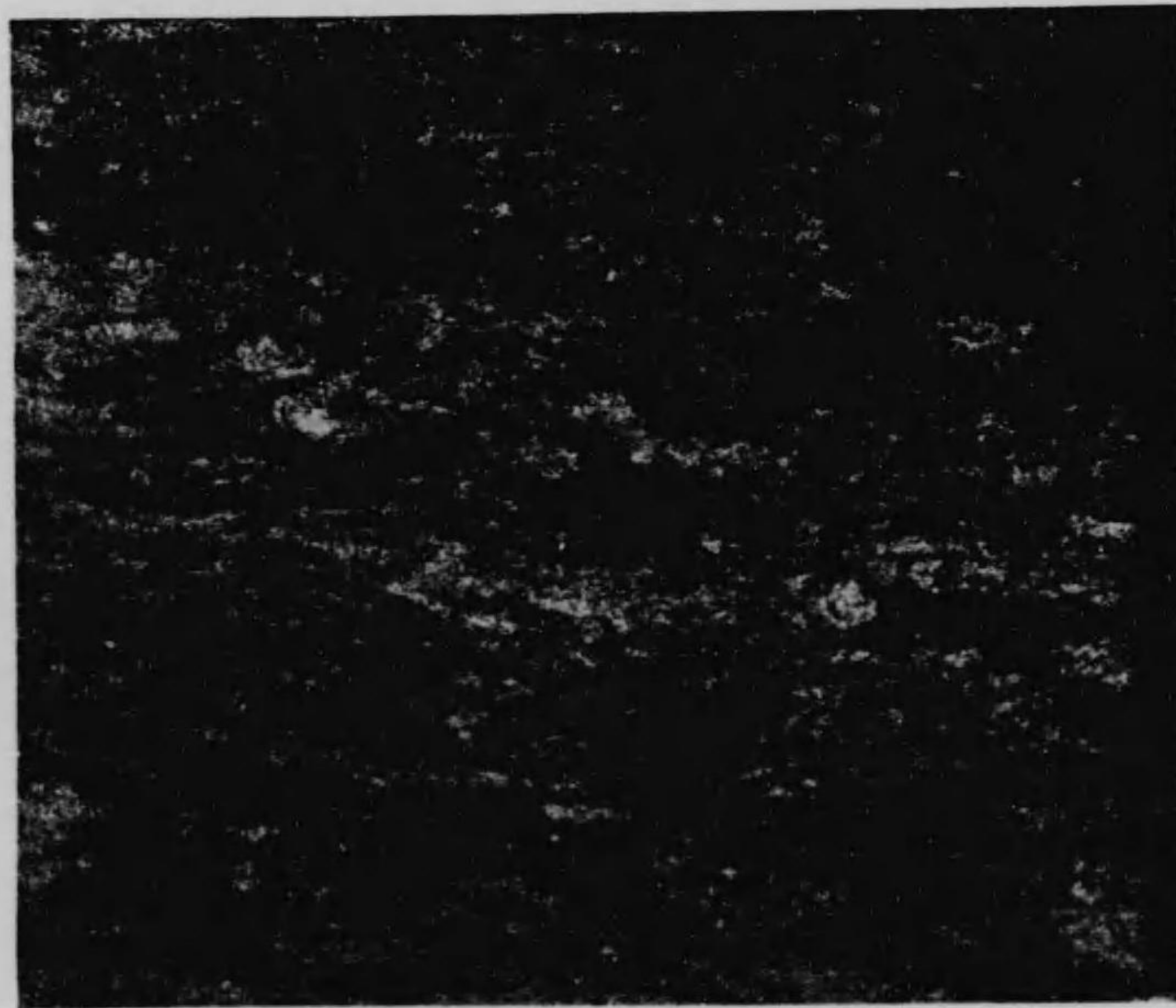
三三〇

抽出	五三二
三、アルコホル及びクロ、ホルム混合液に由る抽出其他	五三四
第三節 ケロジン抽出物の大略の性質	五三五
一、物理性	五三五
二、化學性	五三六
第一章 要略及び結論	五四三
一、概説	五四三
参照書目	

體球微鐵化硫の岩頁層油含  
(岩頁質硬)



泊 寺 後 越

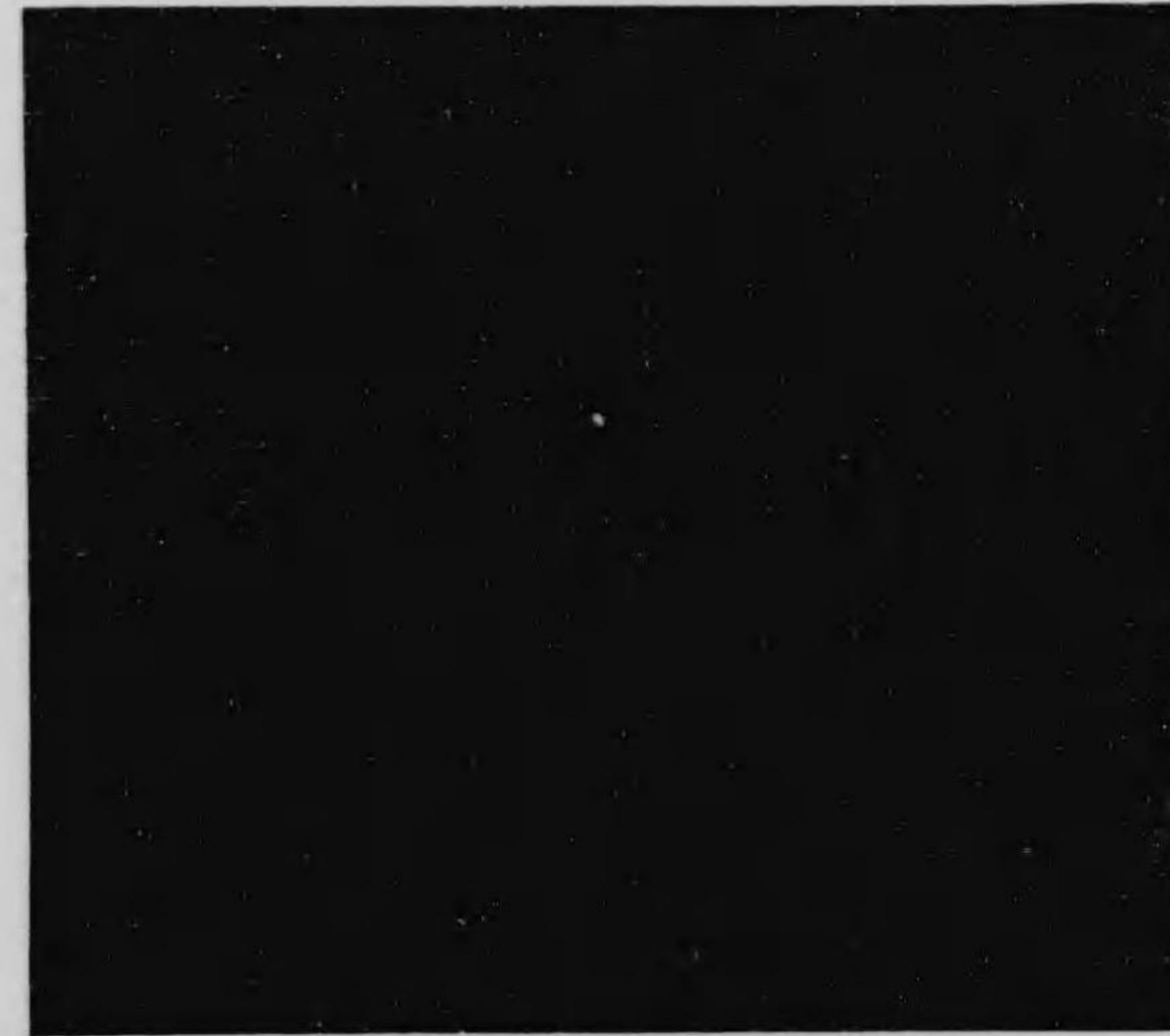


川 豐 後 羽  
倍五十六約徑直に共

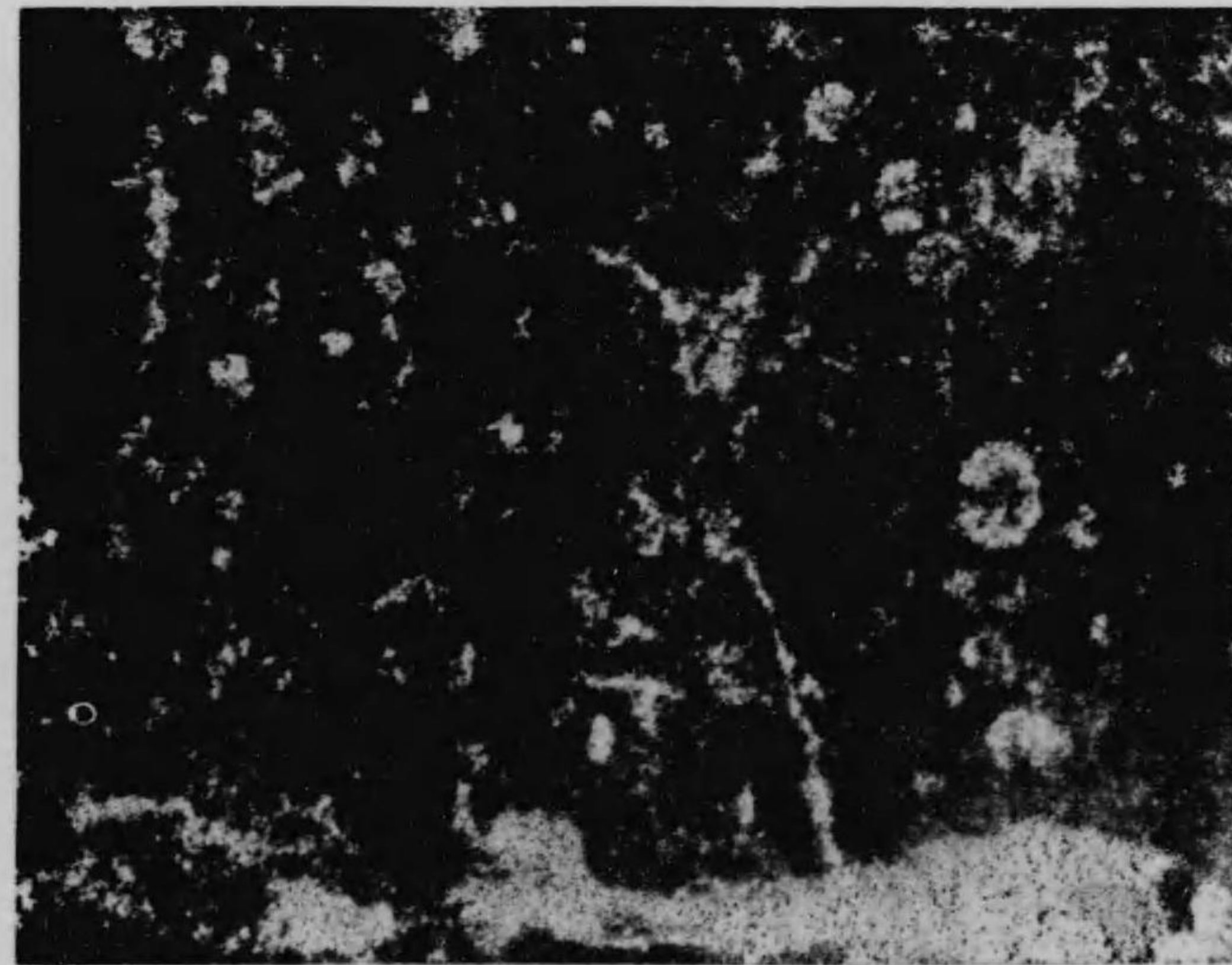
第三圖版

岩 頁 性 石 燧

第二圖版



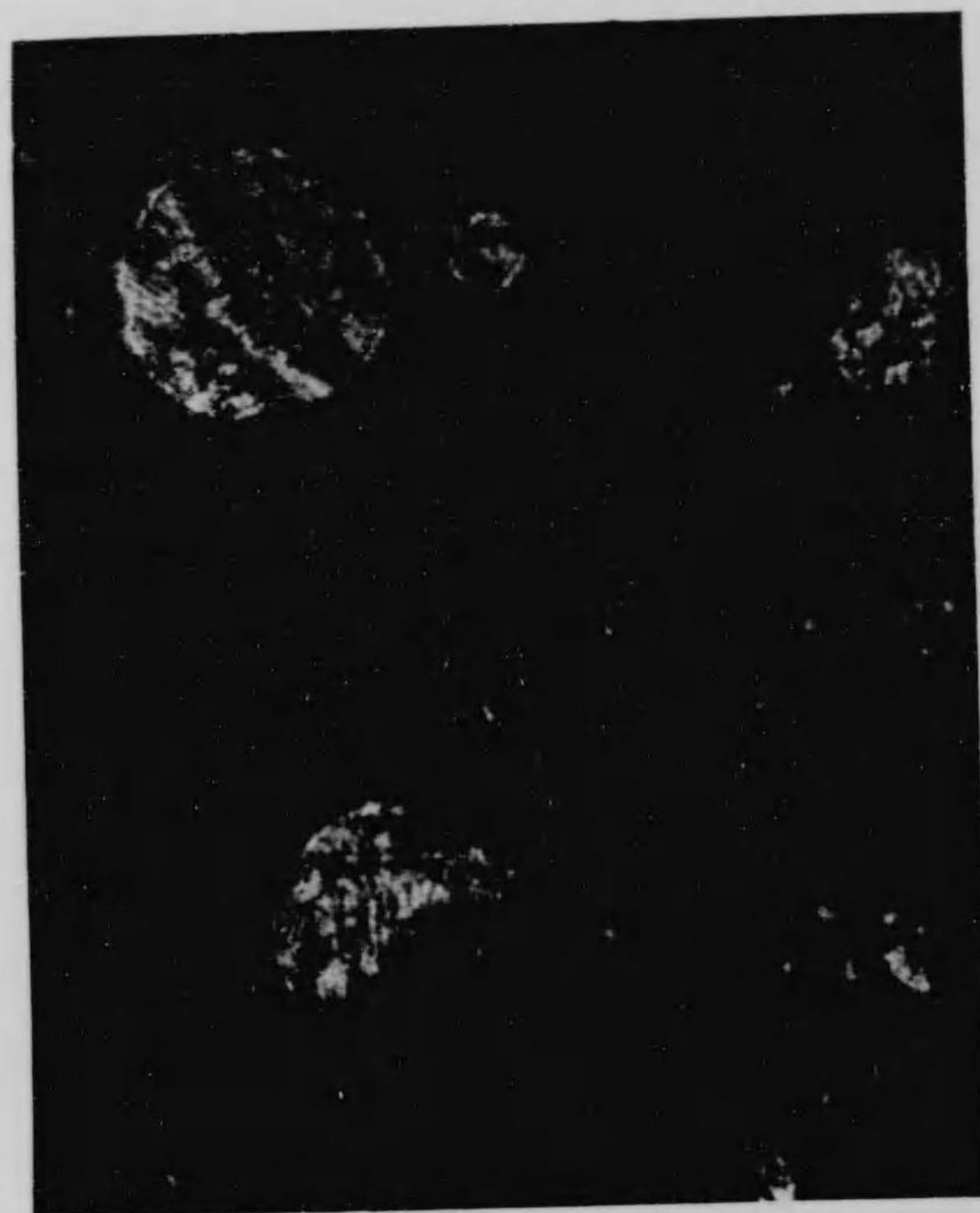
鐵化硫しせ代交を酸硅の石化藻硅  
倍十八約徑直 産澤黒西田秋



ルコニ字十、のもるせ入浸りよ脈が酸硅的次二  
産澤泉島渡 倍十四約徑直

燧石性頁岩

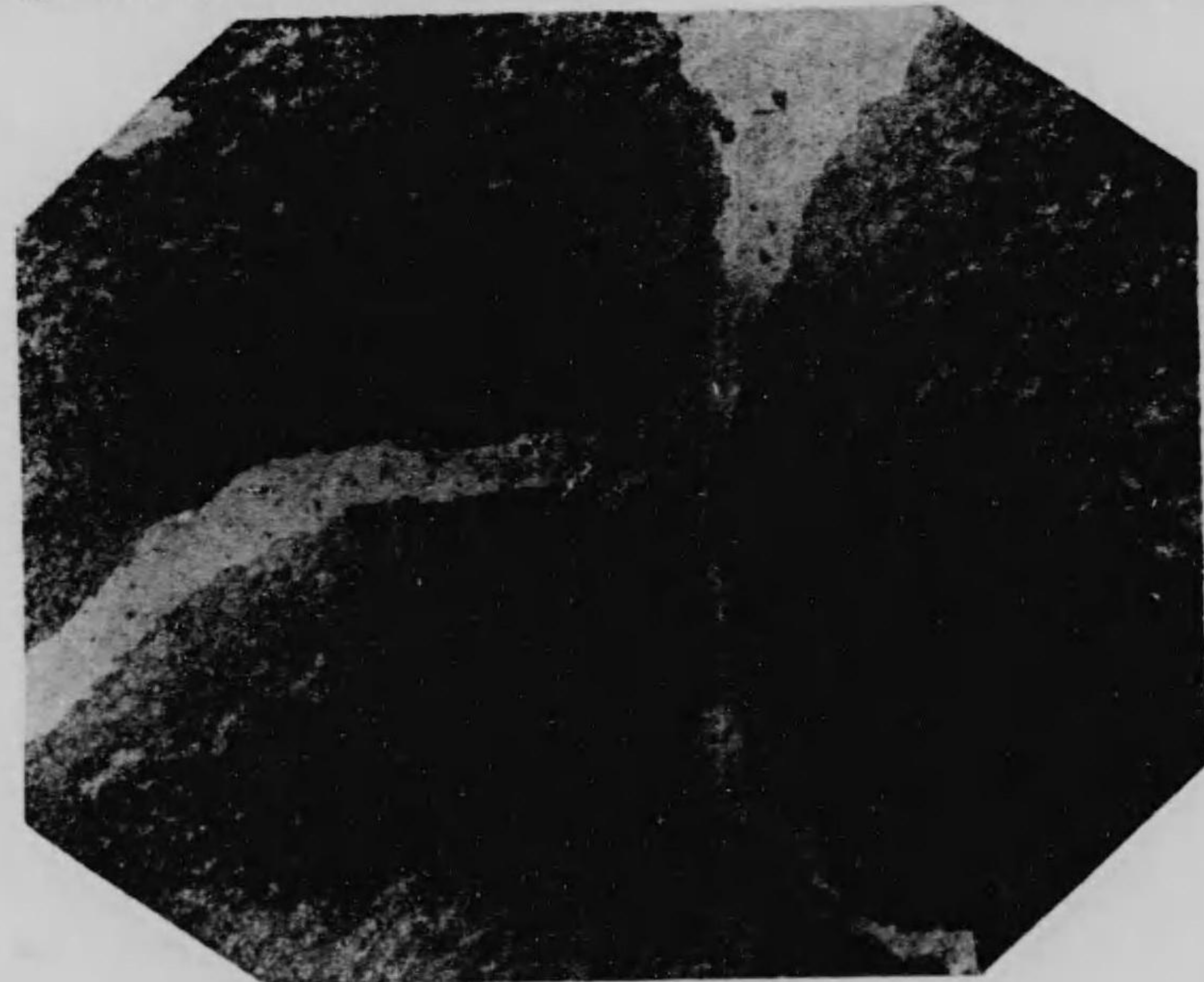
第五圖版



二次珪酸に充てりし石化石  
 十字ニルコ、秋田内道川産、直徑約五六倍



燧石性頁岩 秋田内道川産



加熱に由る脱離作用  
 用は失物青に第一りよ分部へ添に裂罅  
 秋田西澤産燧石 直徑約三五倍

含油層頁岩の硫化鐵微球體  
 (點 黑)

第四圖版

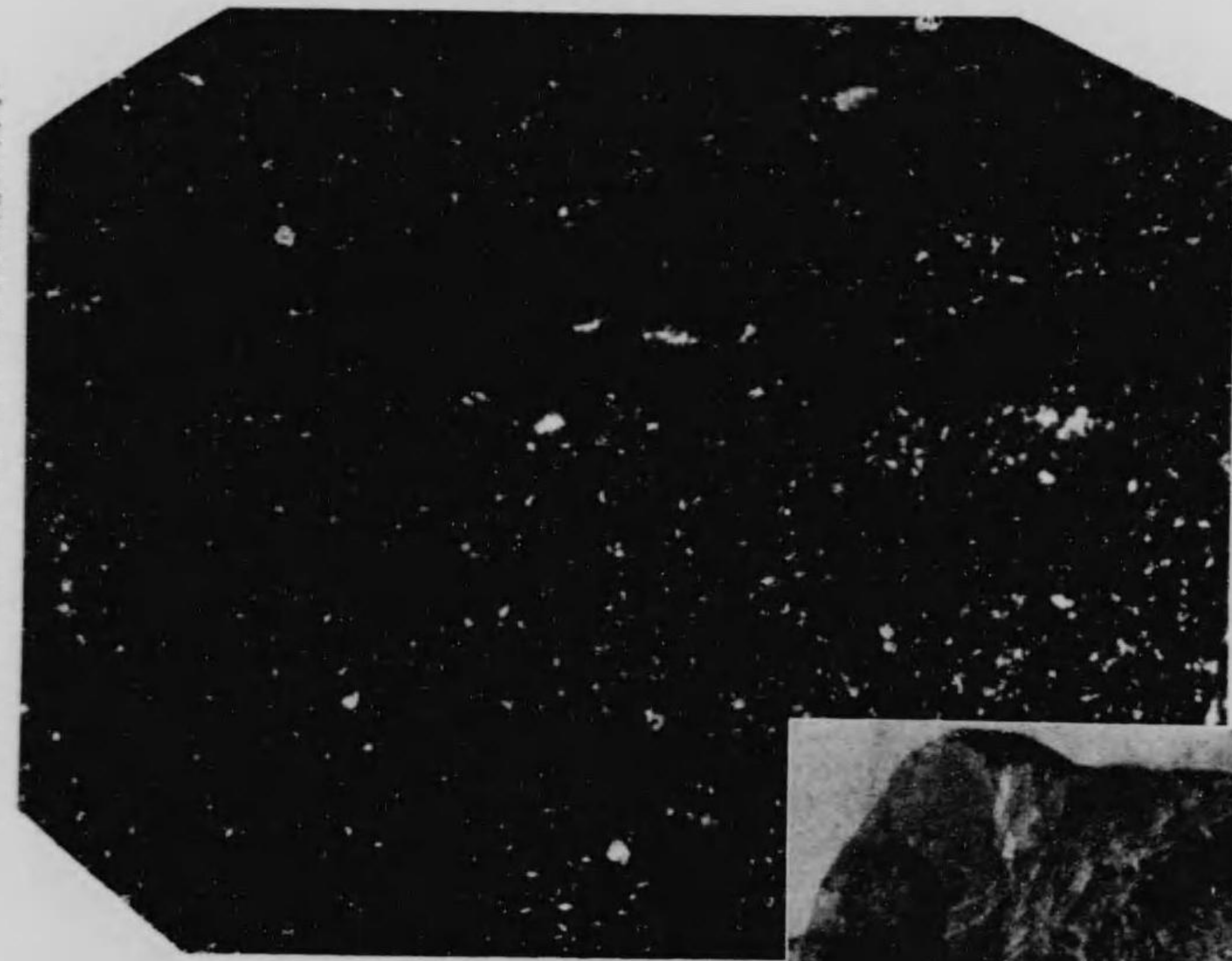


硬質頁岩の中若集合狀の酸化鐵(よせ生じもしの秋田豊川産)



泥灰質頁岩の中を充てりし硫化鐵

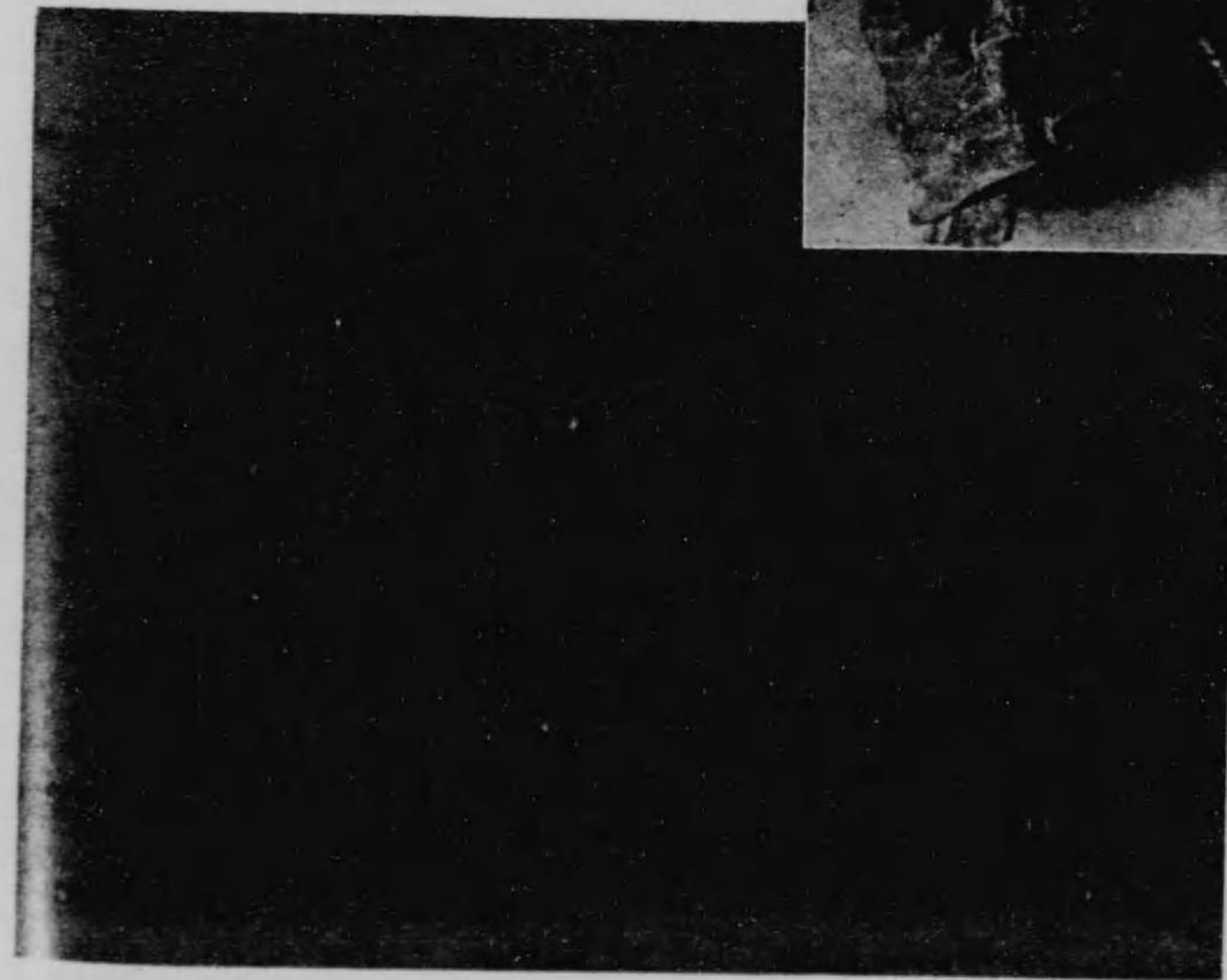
岩頁性石燧るせ質變  
大物實中、倍十三徑直約各下上、産川道内田秋



二次珪酸填充作用及び再結晶を示す、十字ニコル

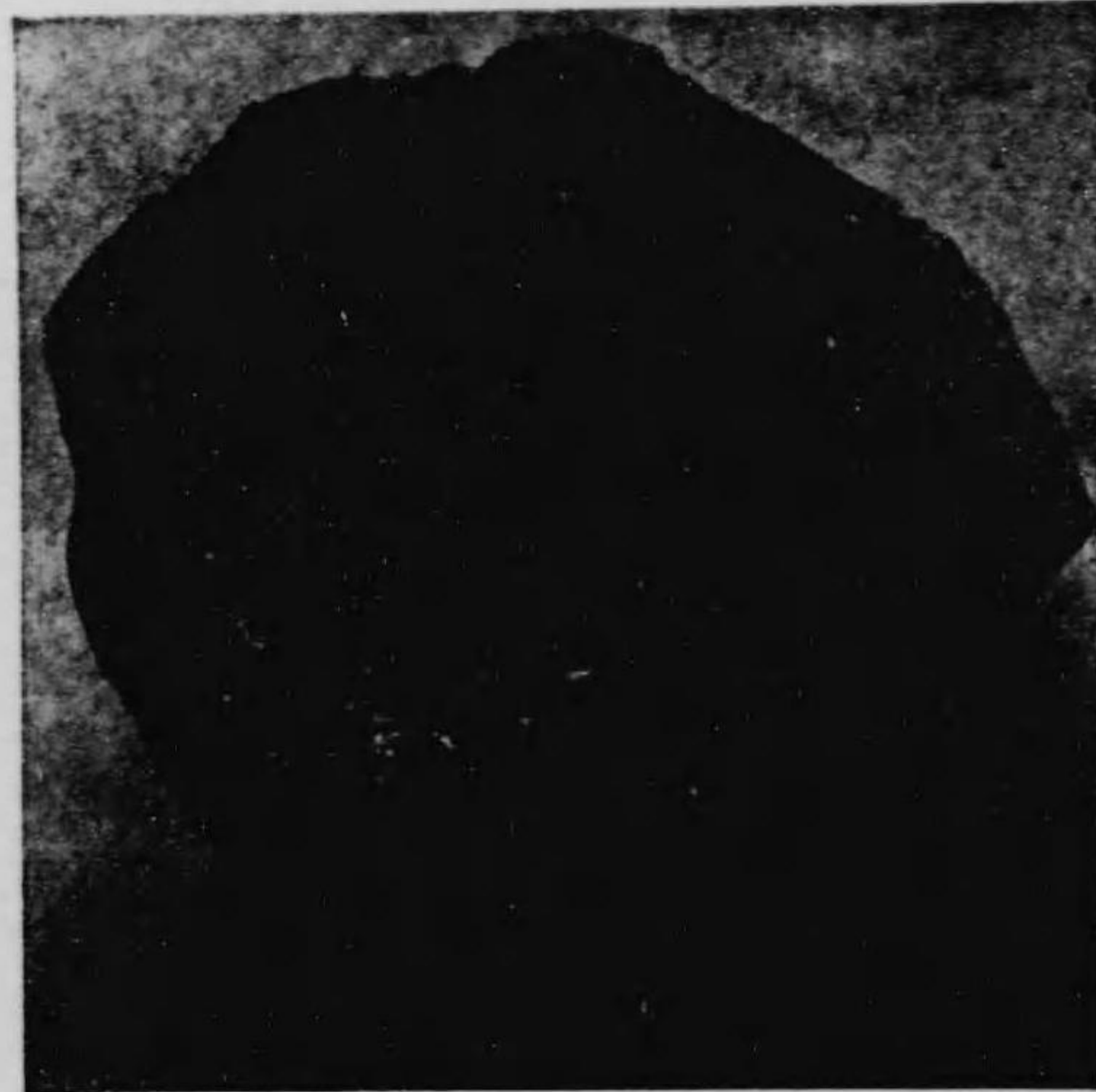


白色の亂れたる結目を示す



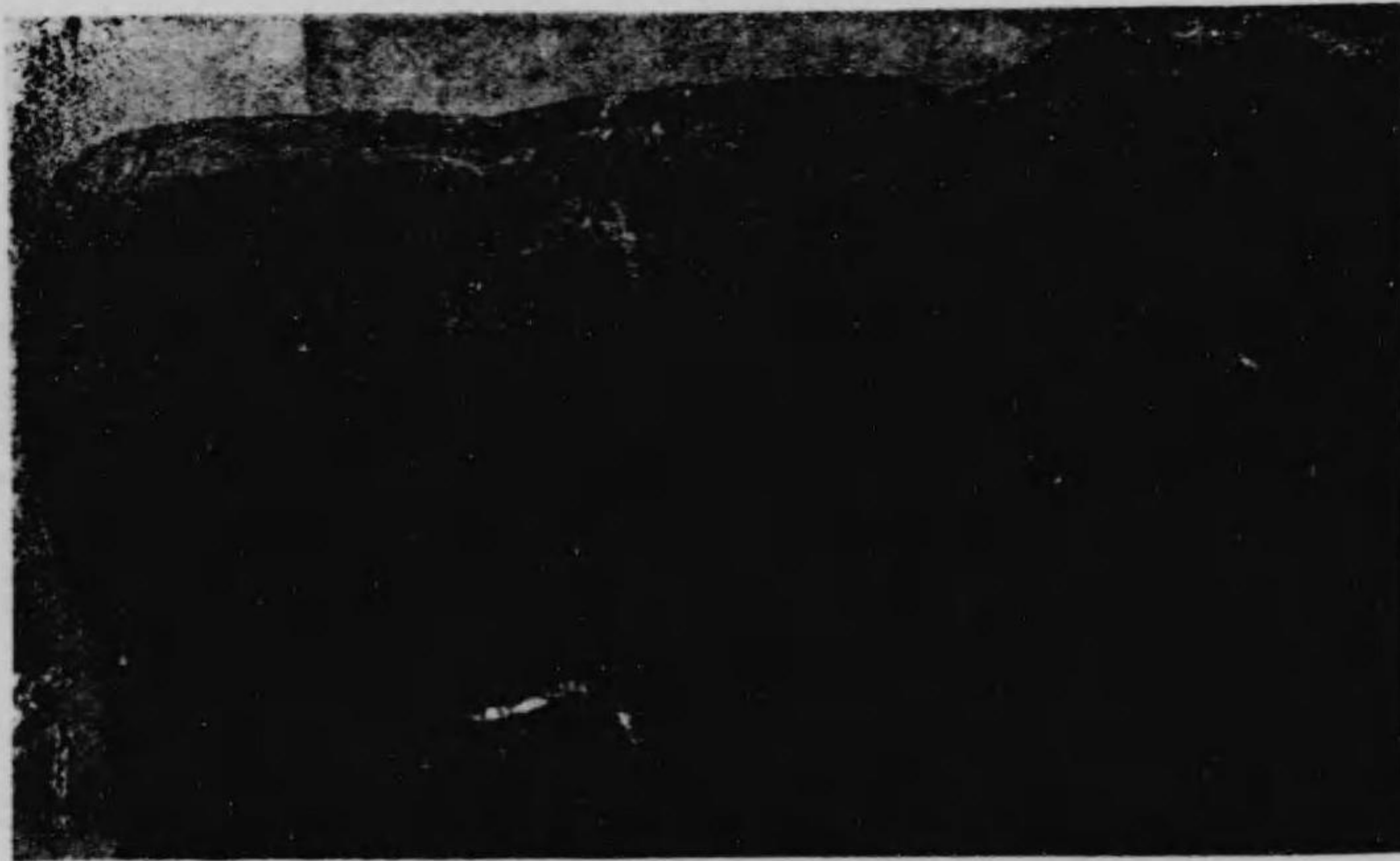
鐵質物の結目を示す

岩頁質硅しれらせ取撈に岩山火



澤泉島渡 脈礦鐵黃的次二は脈細き白の面上

岩 頁 質 硅

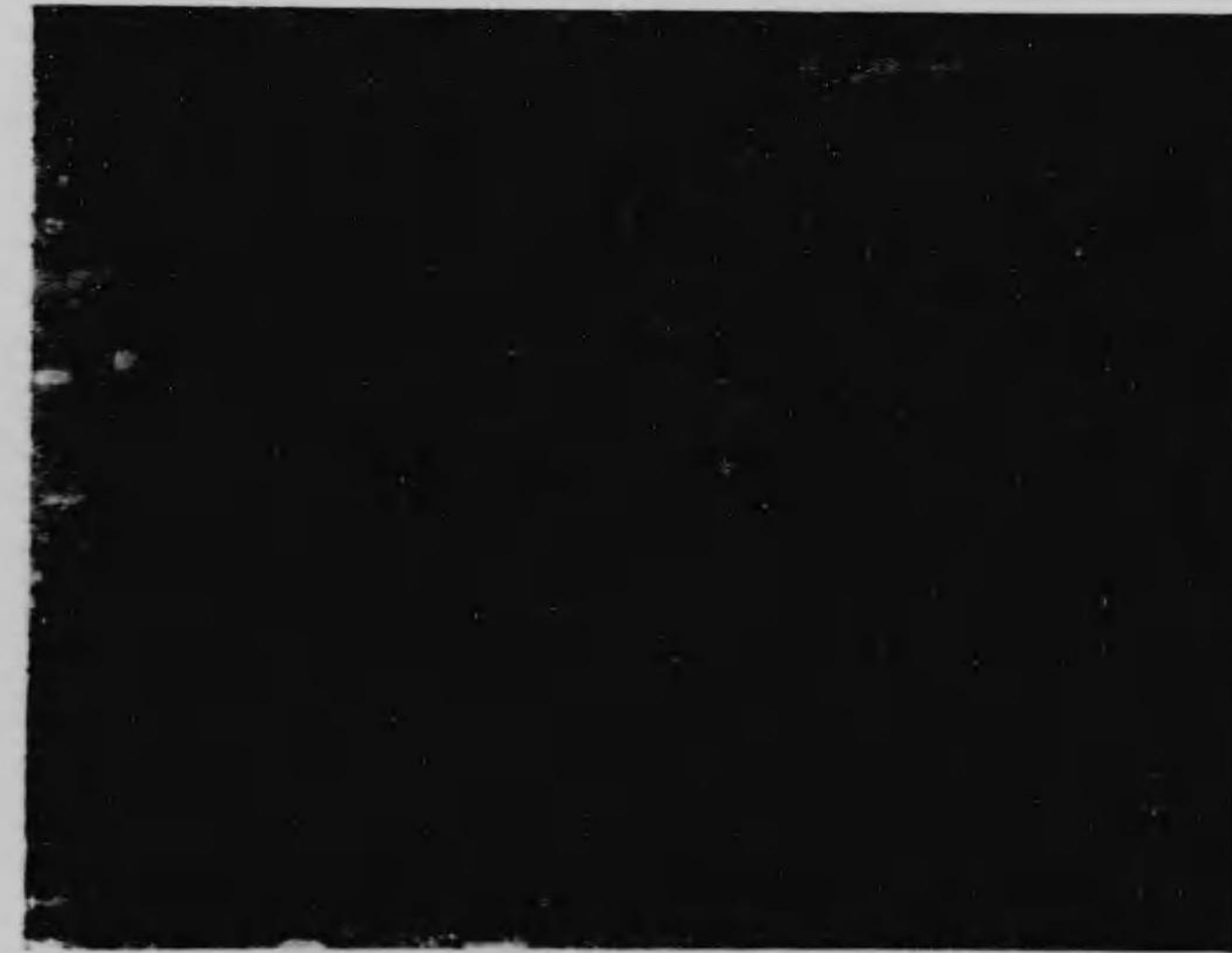


よせ意注を目縞層成き細、川道内田秋

用作瀝脱る由に熱加  
倍十三約徑直 岩頁質硅産川道内田秋

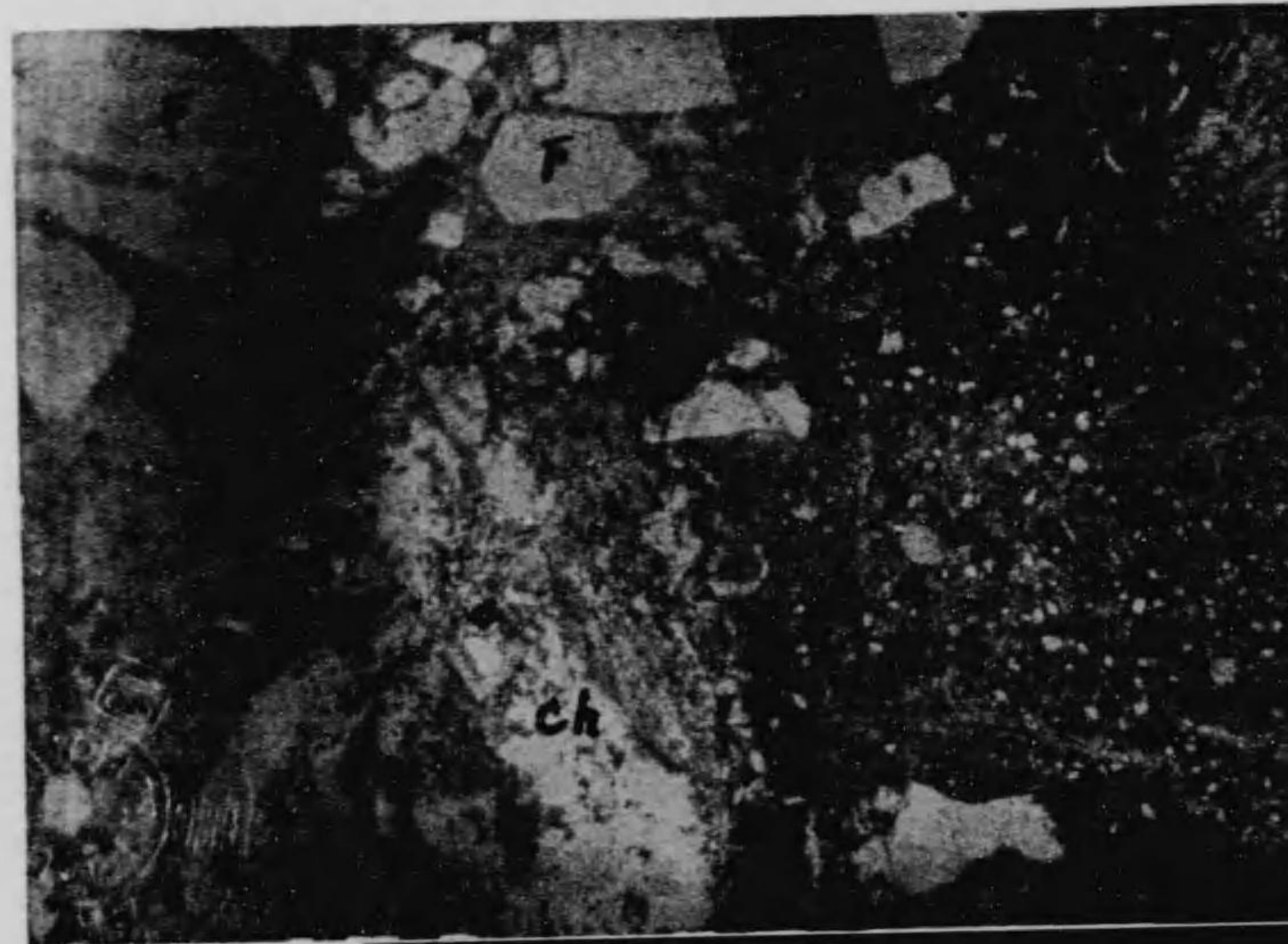


(後 熱 加)



(前 熱 加)

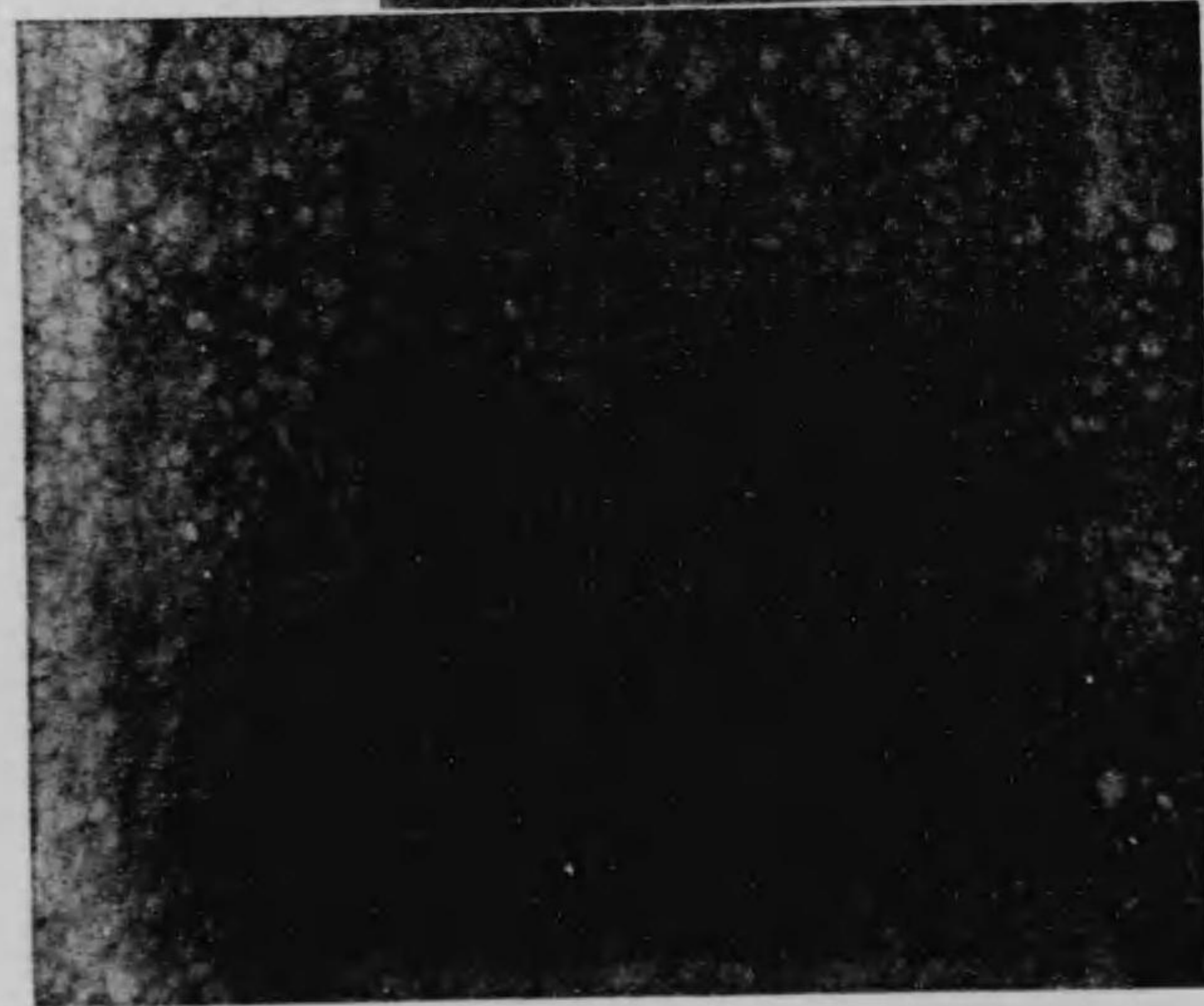
觸接の岩頁層油含と岩發進  
染愛川道田秋、岩頁性石燧るたれき取撈に岩武玄  
倍〇四約同(下) 倍五三約徑直(上) 大物實(中)



(上) 中圖 B C 接觸部を擴大せるもの  
F、長石 ch、玉髓 C、方解石 菱形體



(中) B、迸發岩塊(流紋岩?)  
C、玄武岩及Bとの  
接觸部  
F、燧石



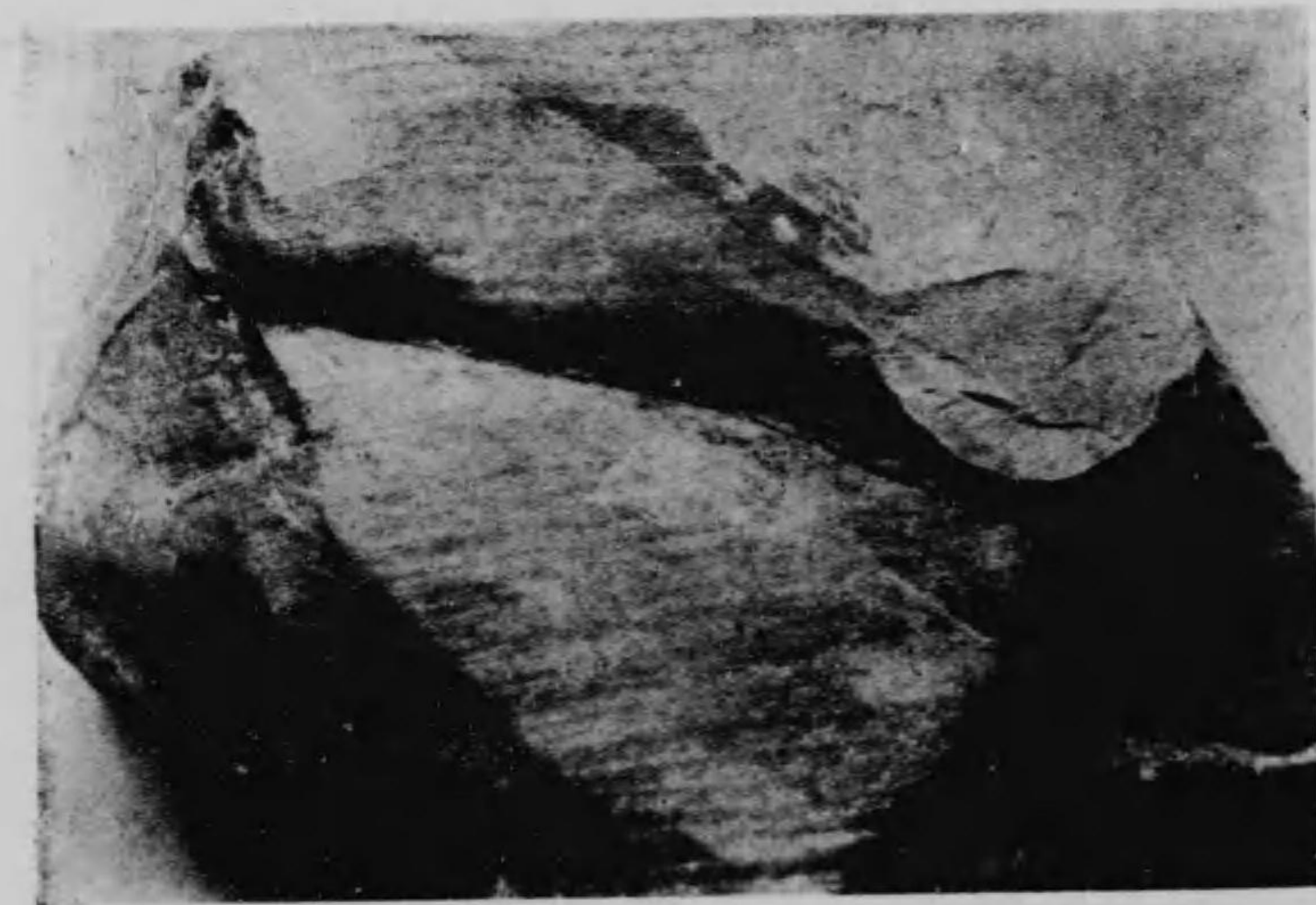
(下) 中圖のCの部分を擴大せるもの  
無數の菱形體は「方解石」なり

頁岩性石灰岩



成層目(右上方の部分)に直交するアスファルト脈

石灰質頁岩



(秋田芦川)

第十一圖版

進發岩と油層頁岩の接觸

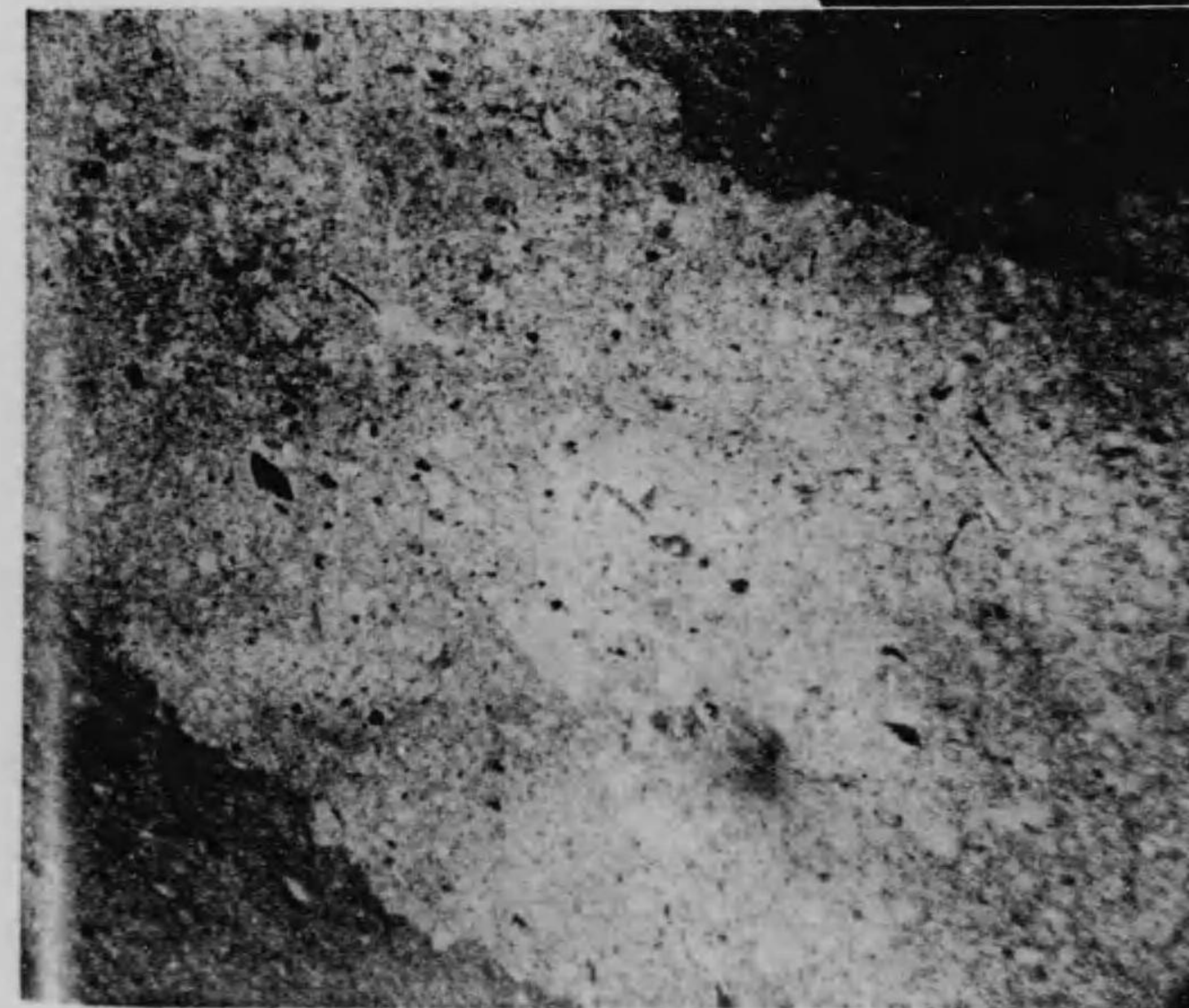
秋田芦川産頁岩質岩 (中) 約實物大 (上) (下) 徑十三倍

第十圖版



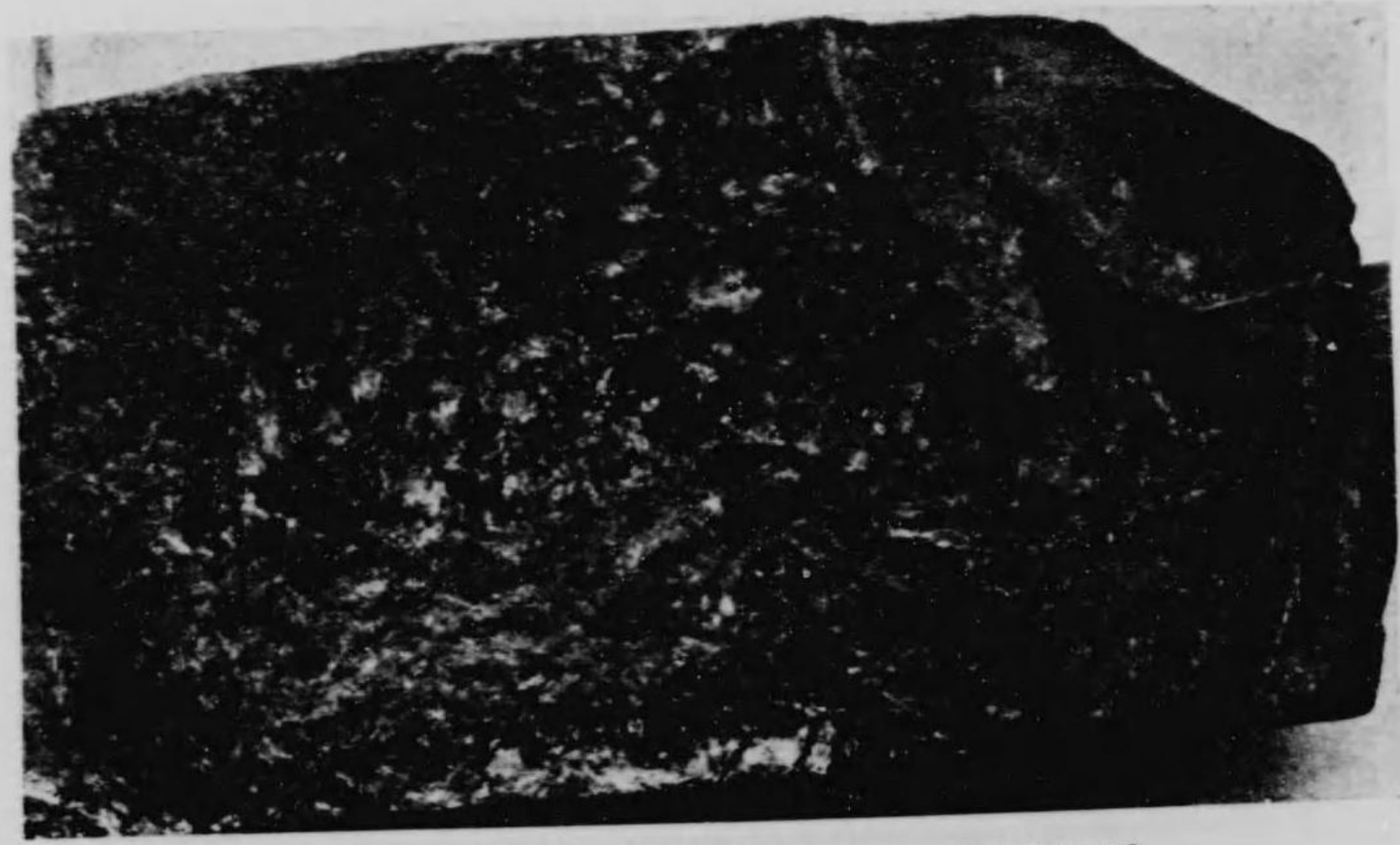
接觸部擴大

「玄武岩」内の頁岩質



接觸部擴大

石化魚の岩頁質硅



るらせ覆被てに物酸磷び及物青瀝、産川芦田秋



示を鱗、骨、格骨、産澤蛭田秋

岩頁質灰泥



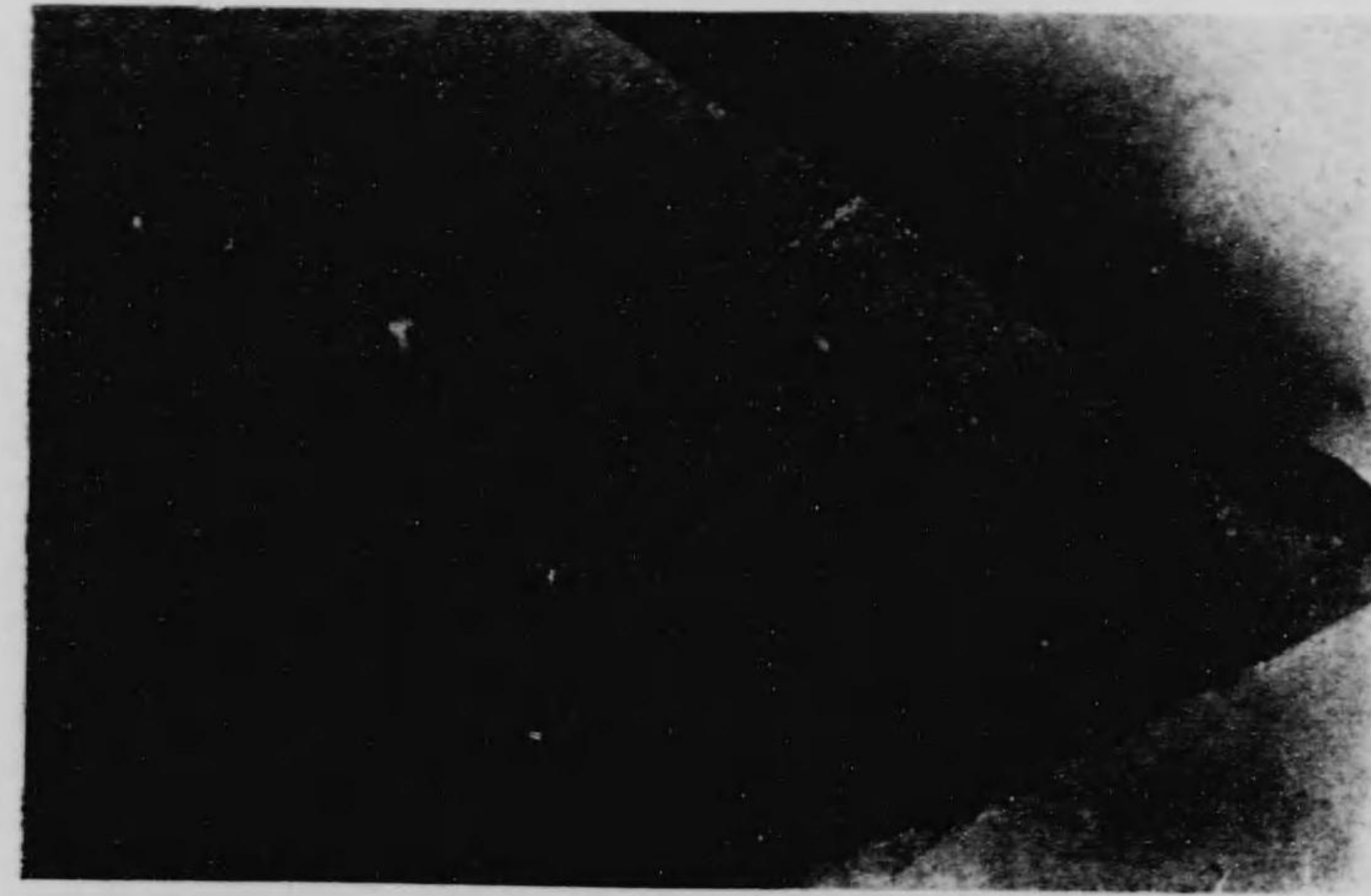
針骨線海射三... 眞寫微顯のL層蓋油田油面大後越



産目城五田秋 岩頁灰泥示を層斷小



象印石化鱗魚の上岩頁質硅



るは破てに物青瀝、産澤蛭田秋

石化藻海の上岩頁質硅

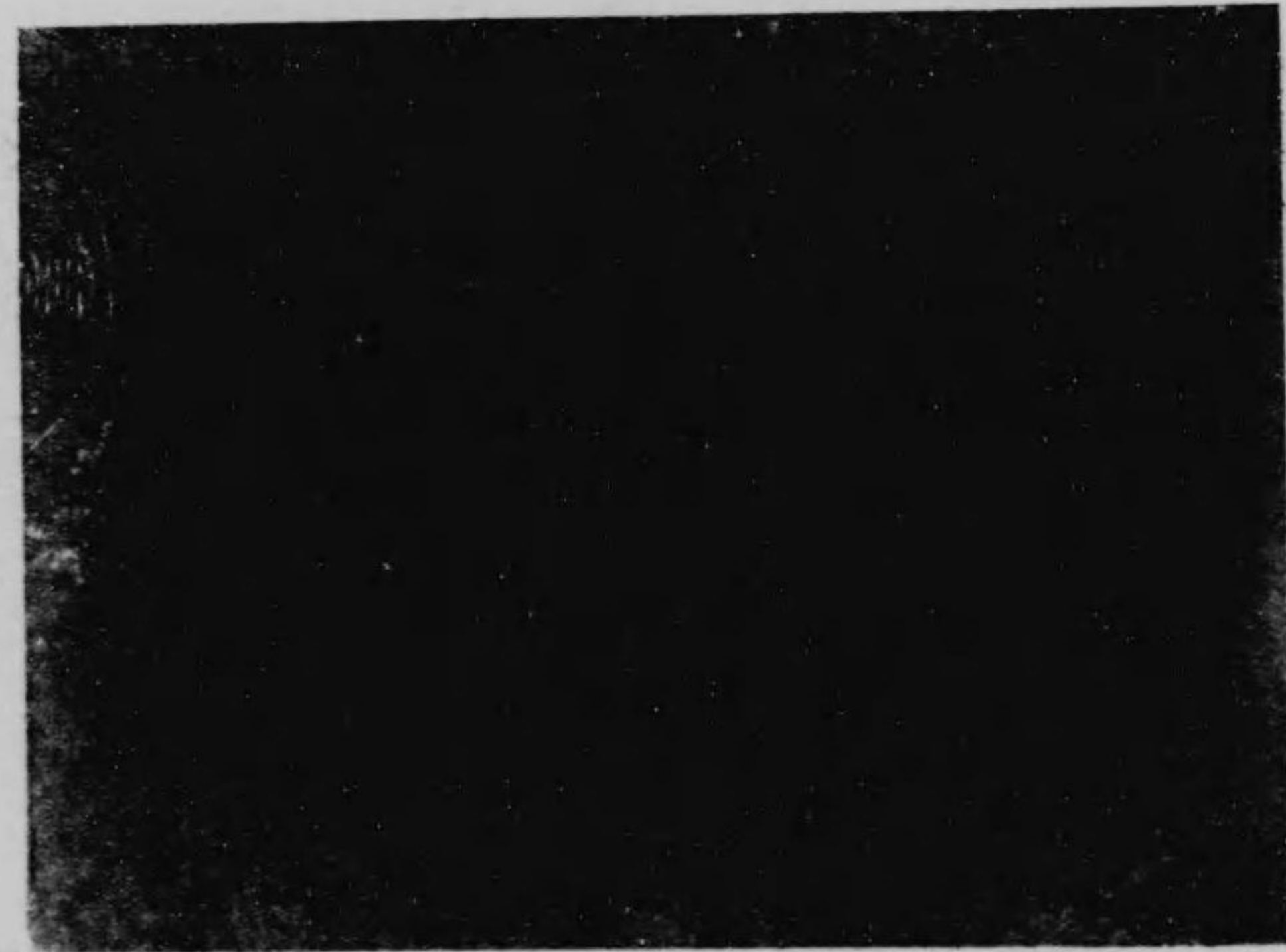


るは破てに物青瀝、産澤蛭田秋

石化藻海の上岩頁質硅



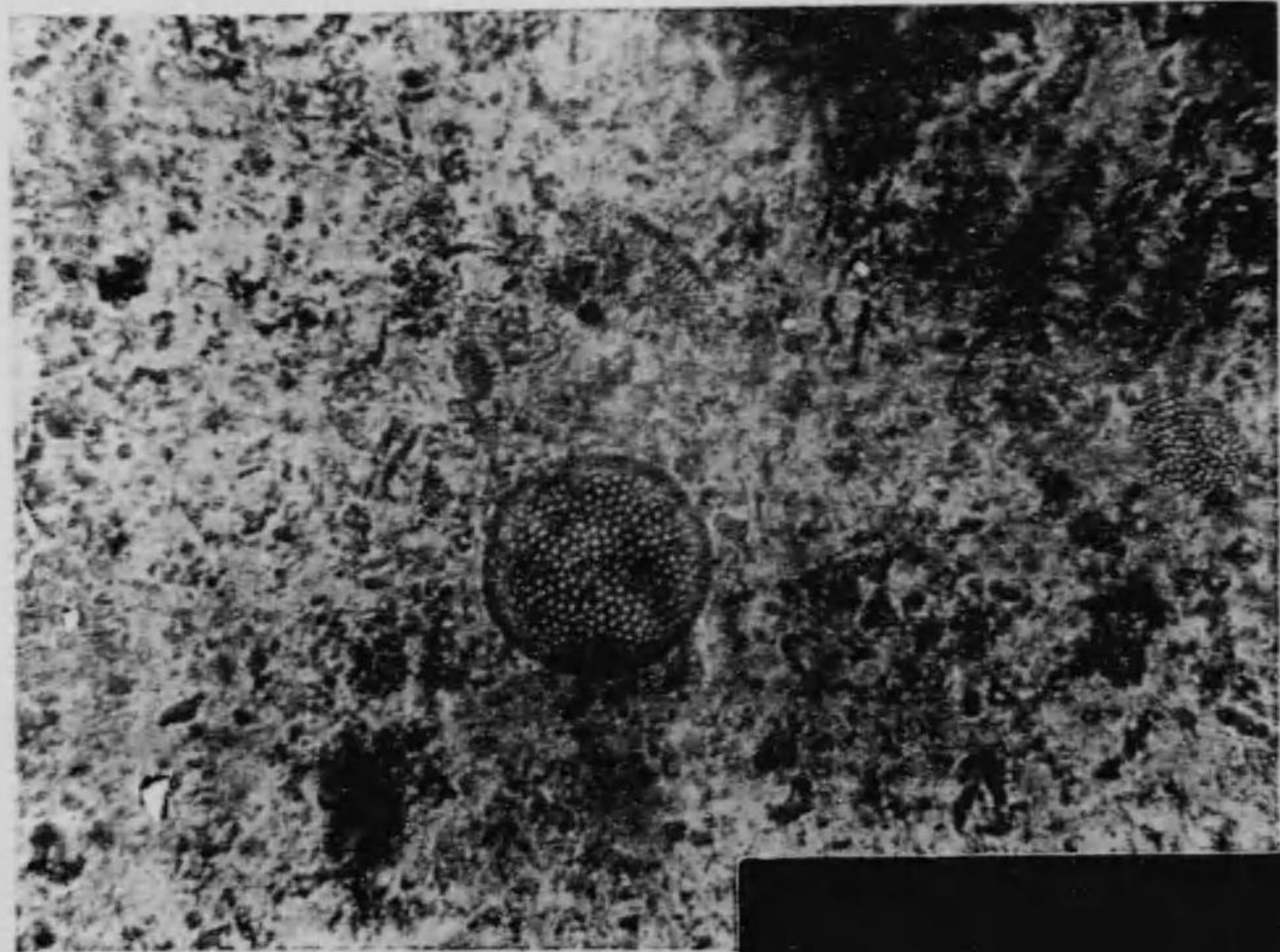
産日八泉縣田秋



澤 蛭 田 秋

眞寫微顯の岩頁色灰及色黒  
 針骨綿海び及藻硅、倍五八徑直(下) 倍五六徑直各(中)(上)

第十七圖版



*Coscinodiscus robustus* Grev.

(秋田黒川)

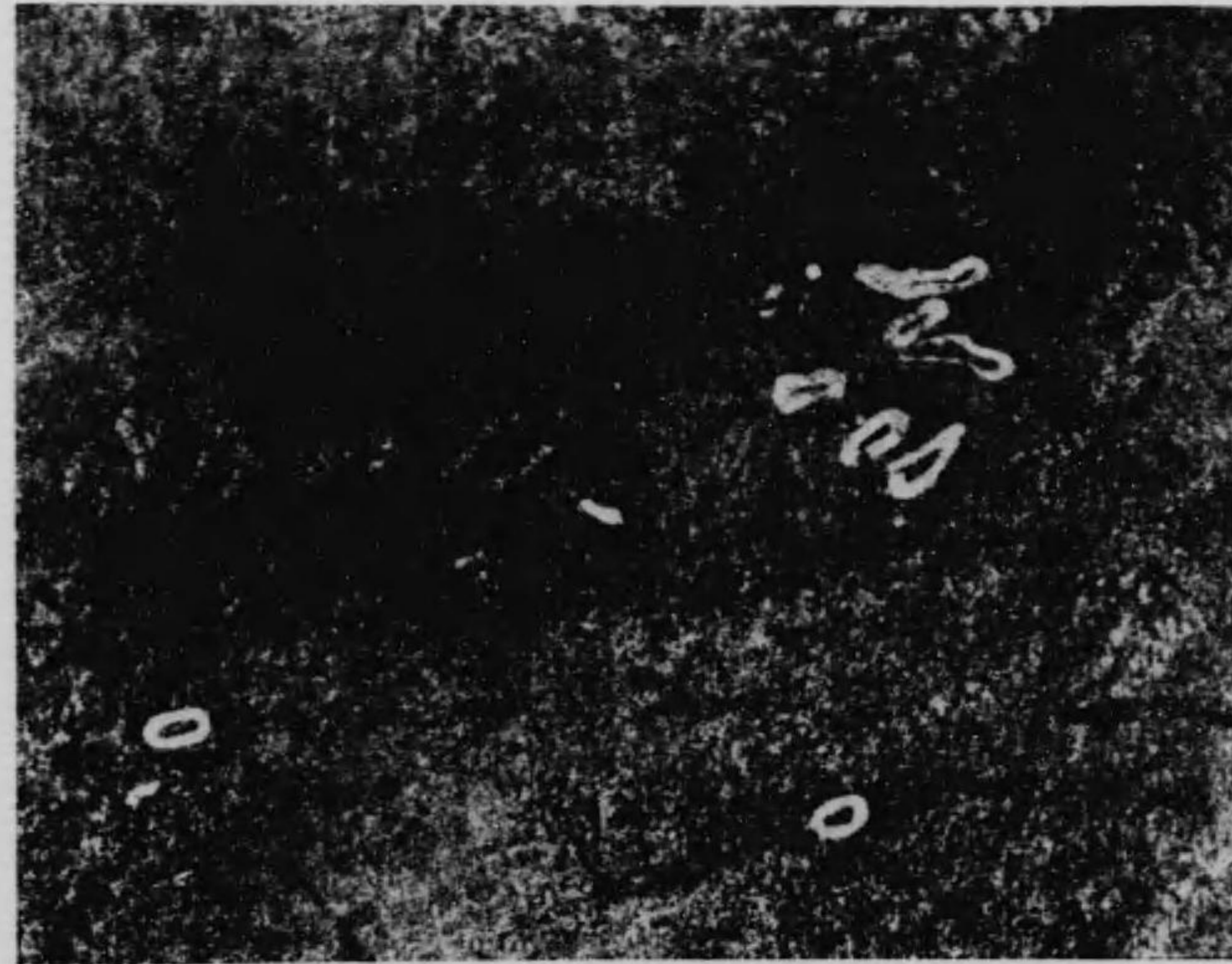
(秋田桂根)



(越後新津)

石化綿海の層油含

第十六圖版



(澤泉島渡)綿海の岩頁質砂



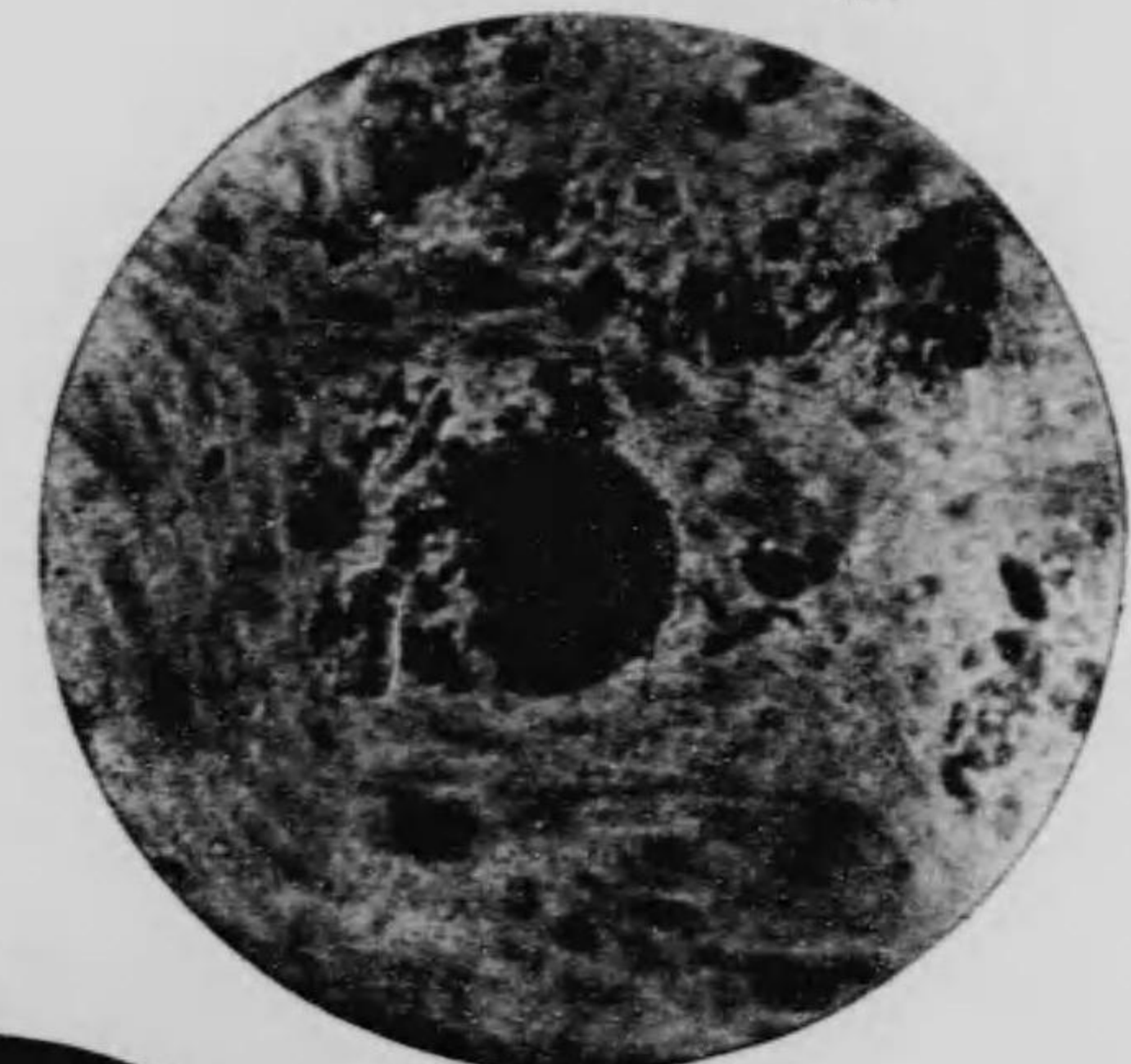
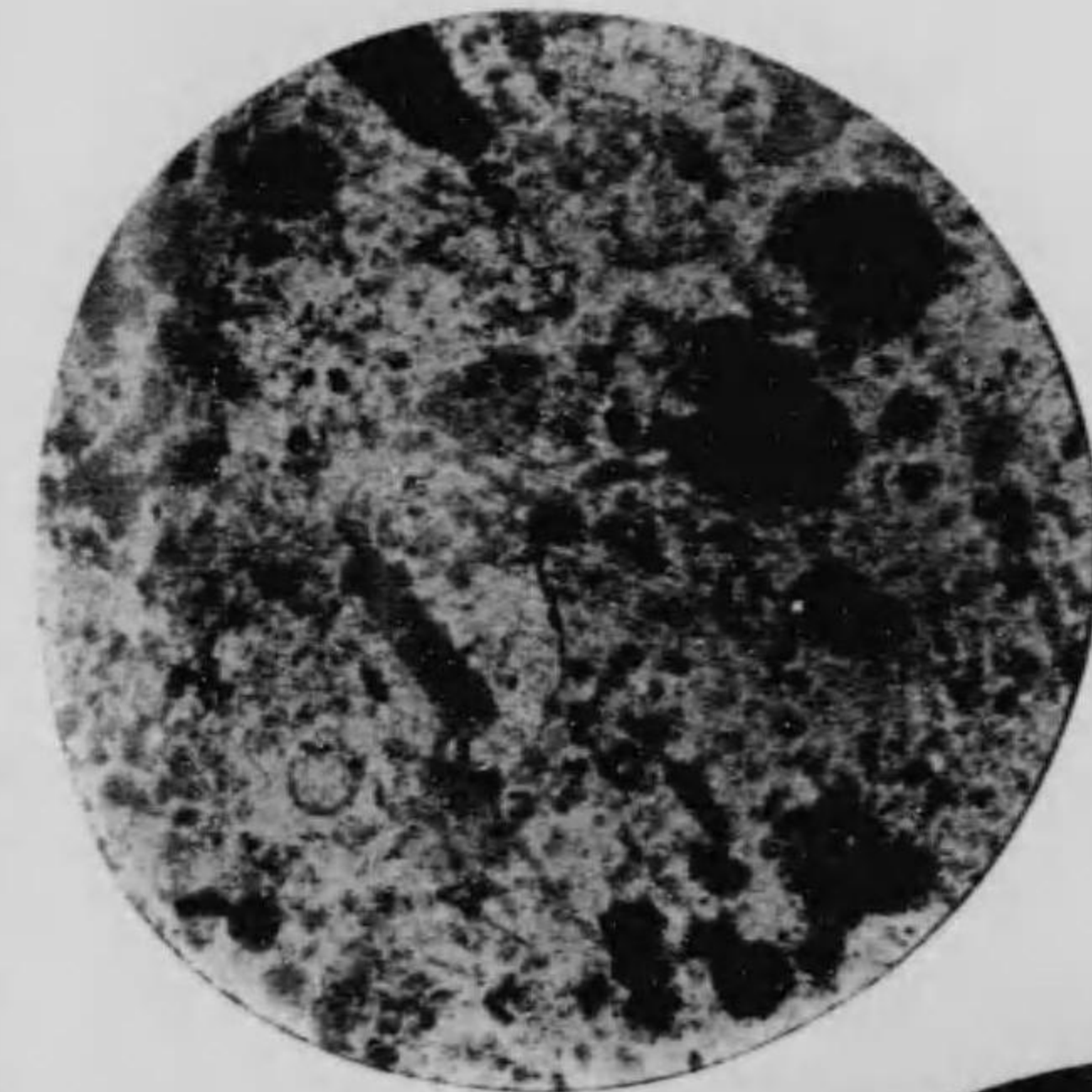
(川椿田秋)綿海の岩頁色灰

眞寫微顯の岩頁色灰及色黒

針骨綿海及藻珪、倍十四約徑直 .5 .4 .2、倍十六約同 .2 .1

2

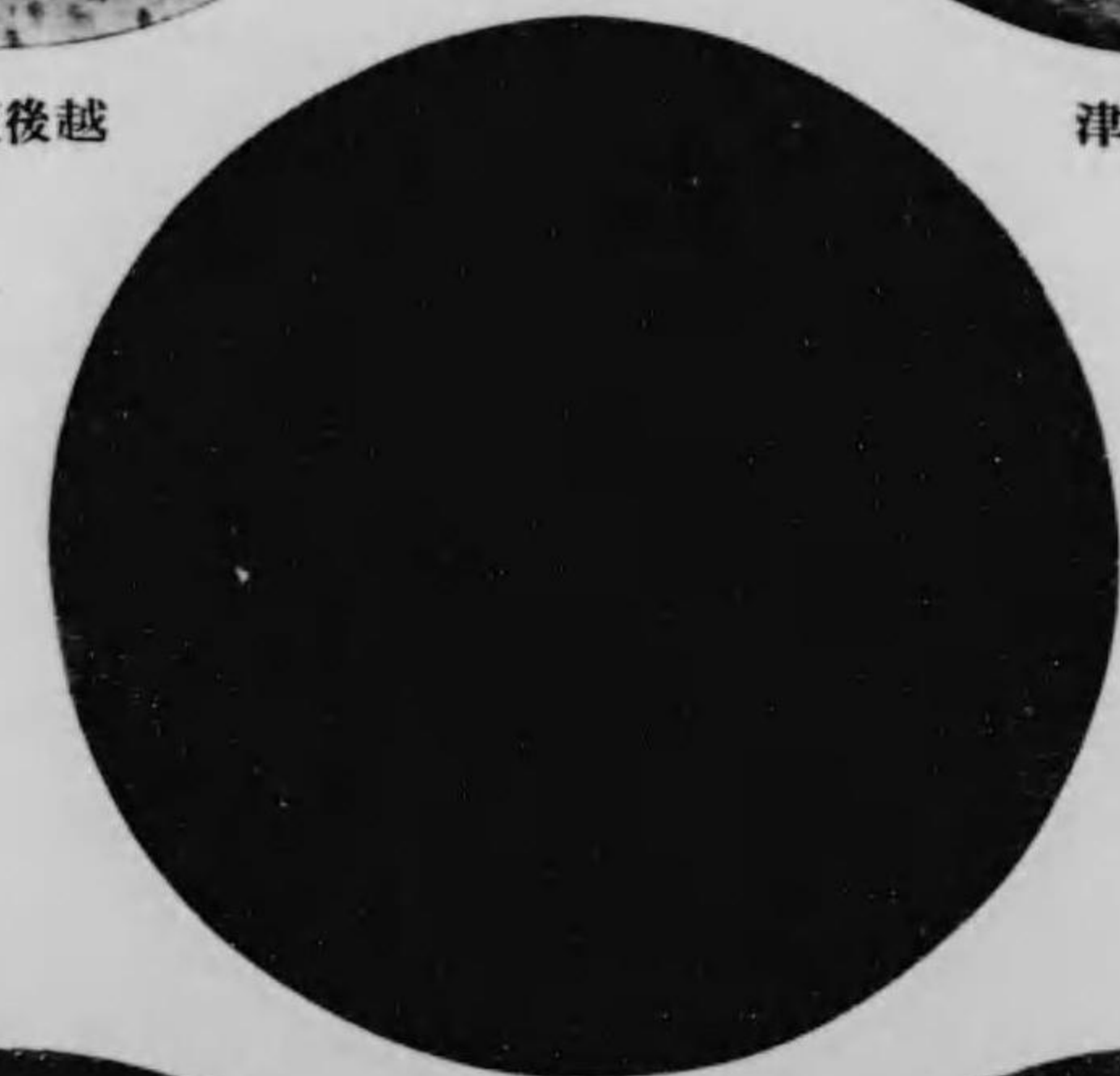
1



澤椿山東後越

津新後越

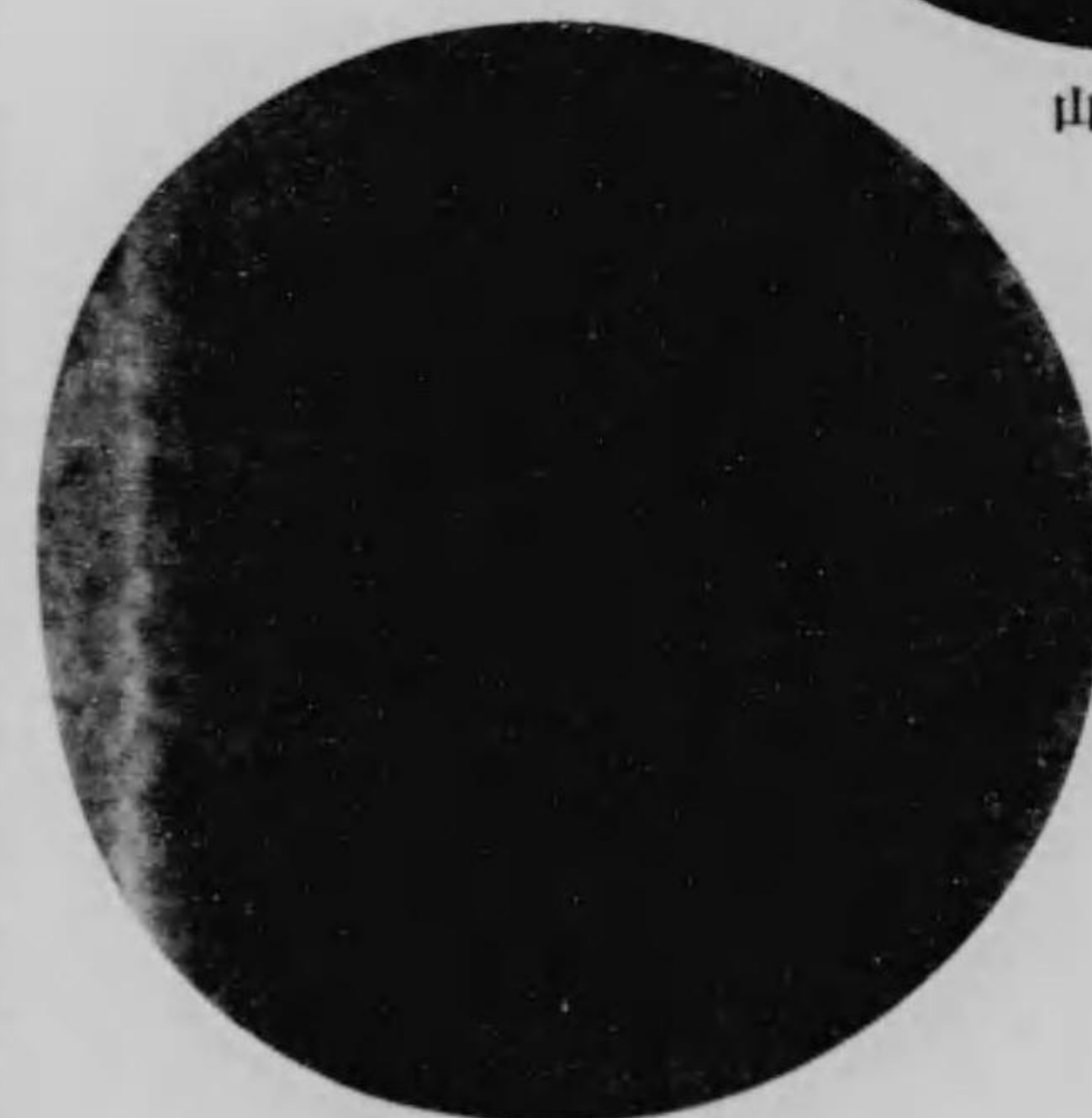
3



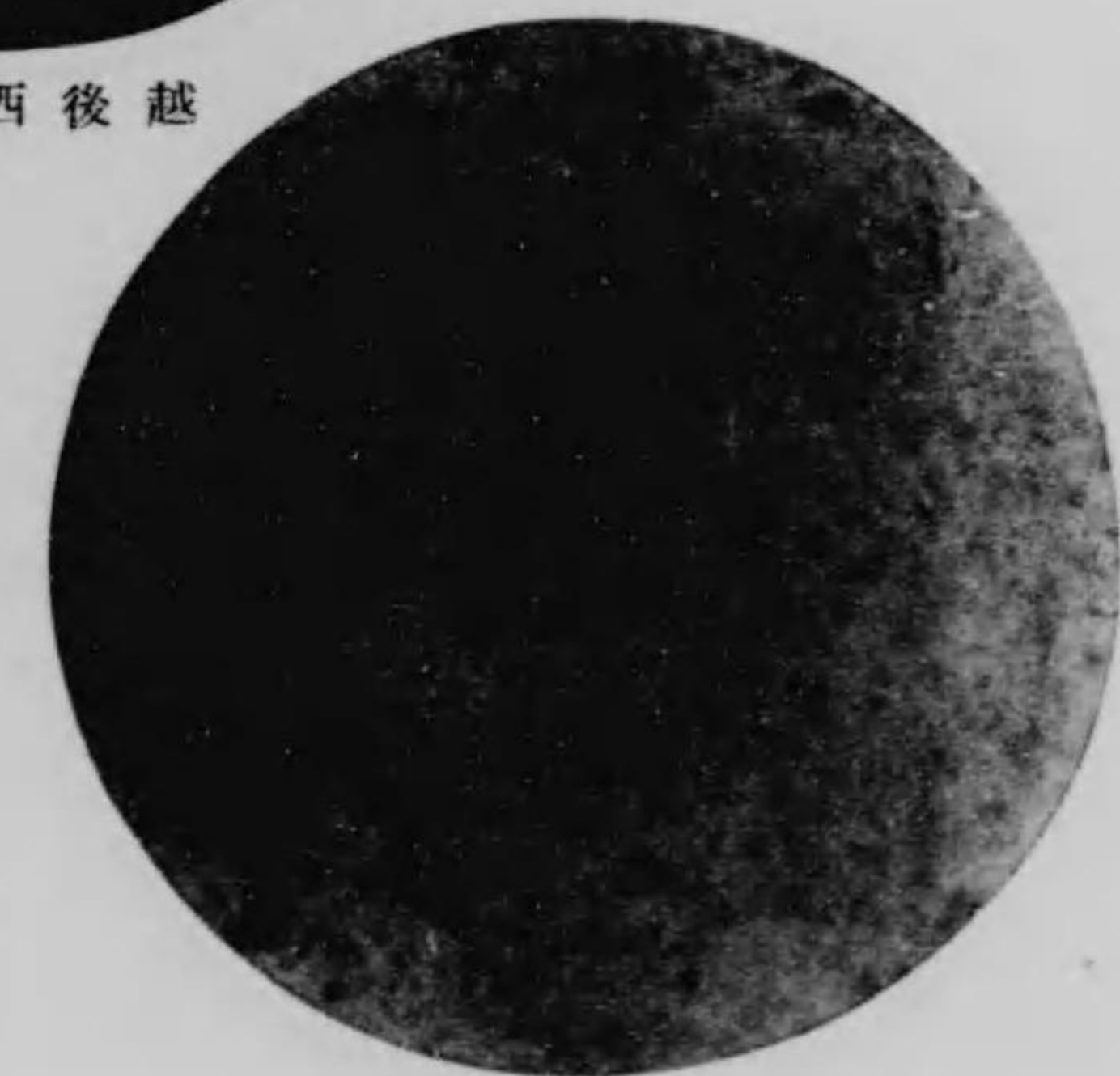
山西後越

5

4



川道田秋



川添田秋

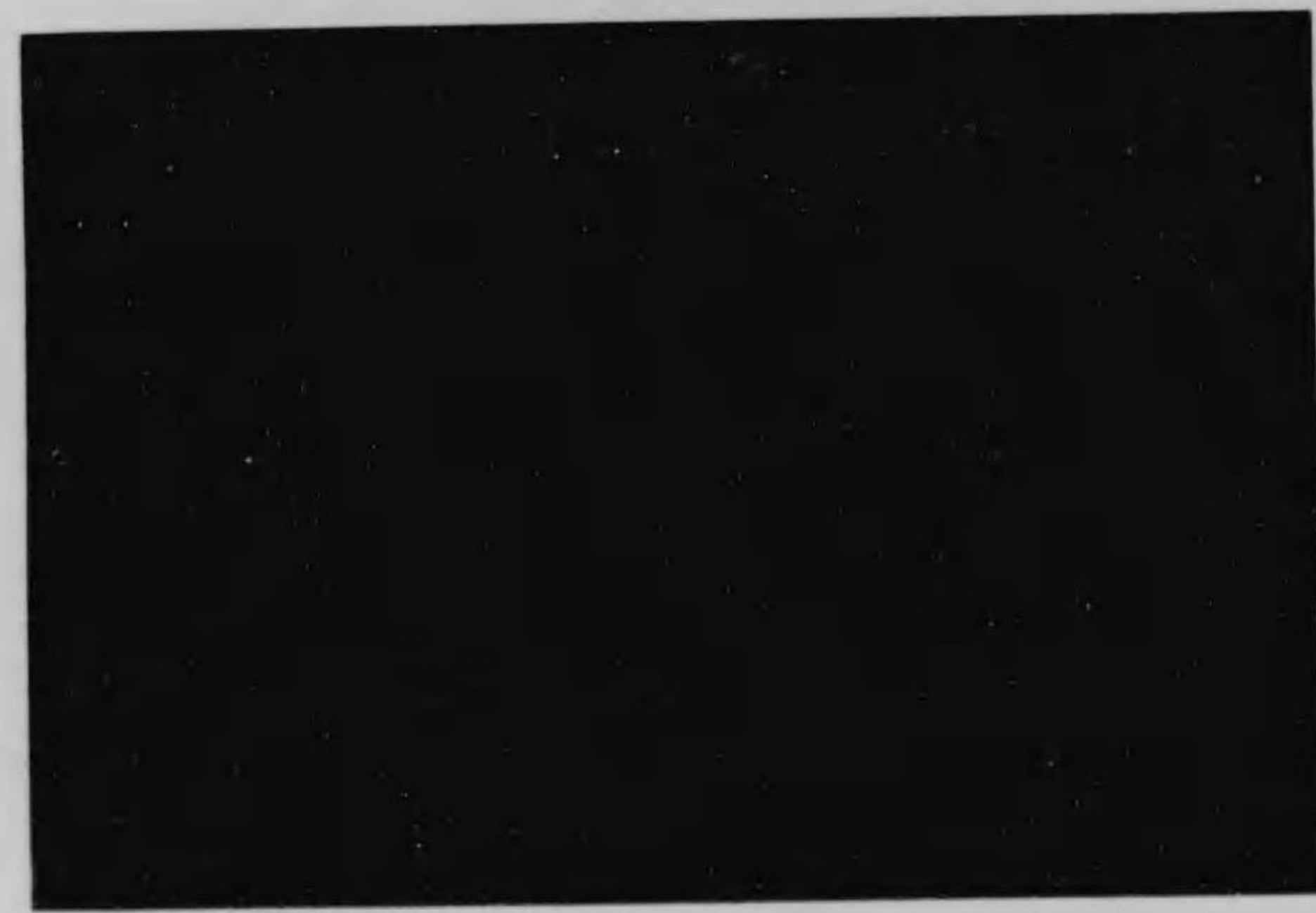
秋田黒川油田灰色頁岩



越後郷津産 頁岩狀砂岩

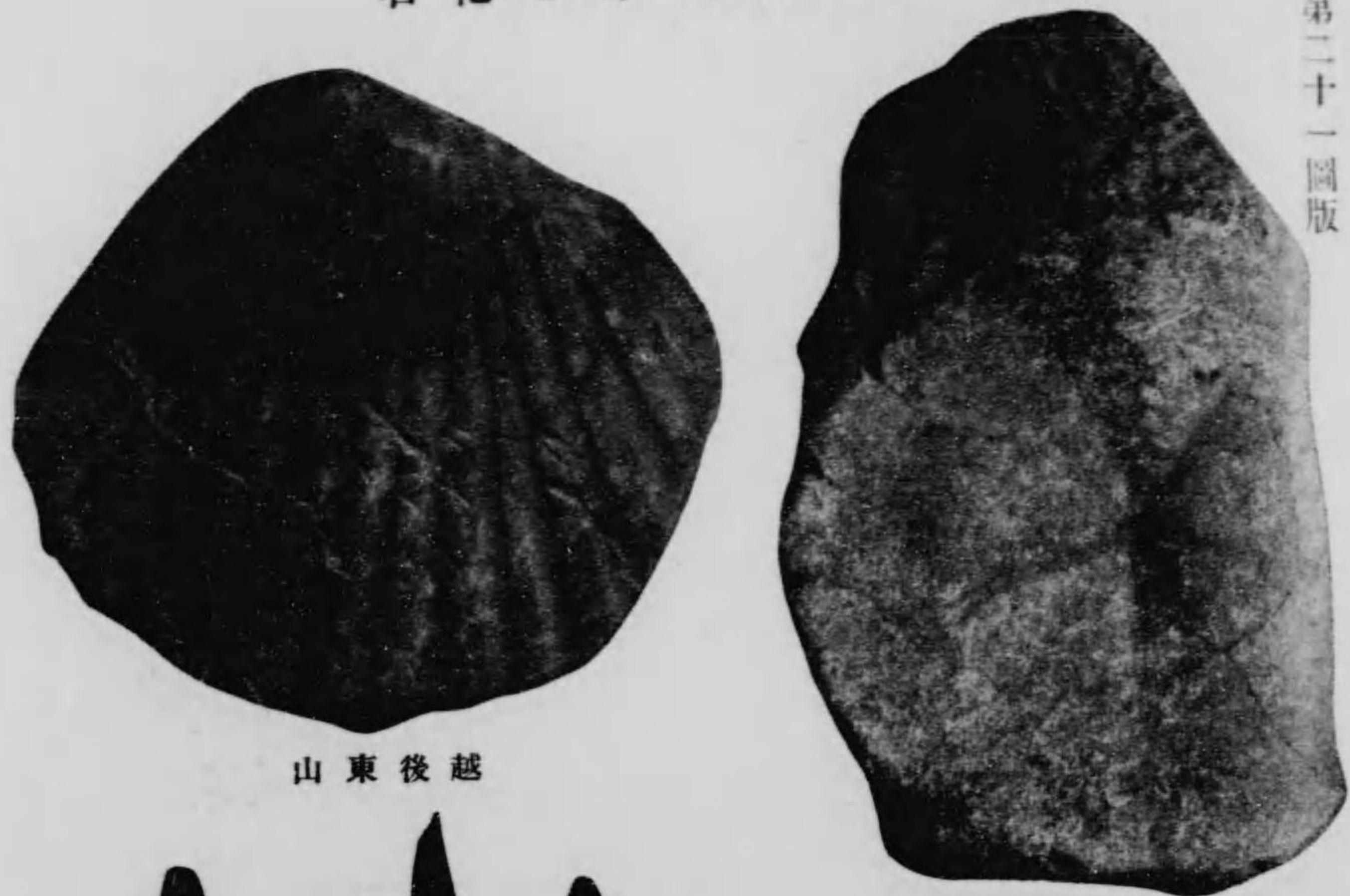


越後西山産 石灰質砂岩「夏川」



石化の部上層油含

第二十一圖版



山東後越

海拔見北



川道田秋



*Thyasira bisecta* C.

津新後越

山東後越

真寫微顯の岩砂質灰石[川夏]

倍十三約徑直(下)(上)

産田油山西後越

第二十圖版

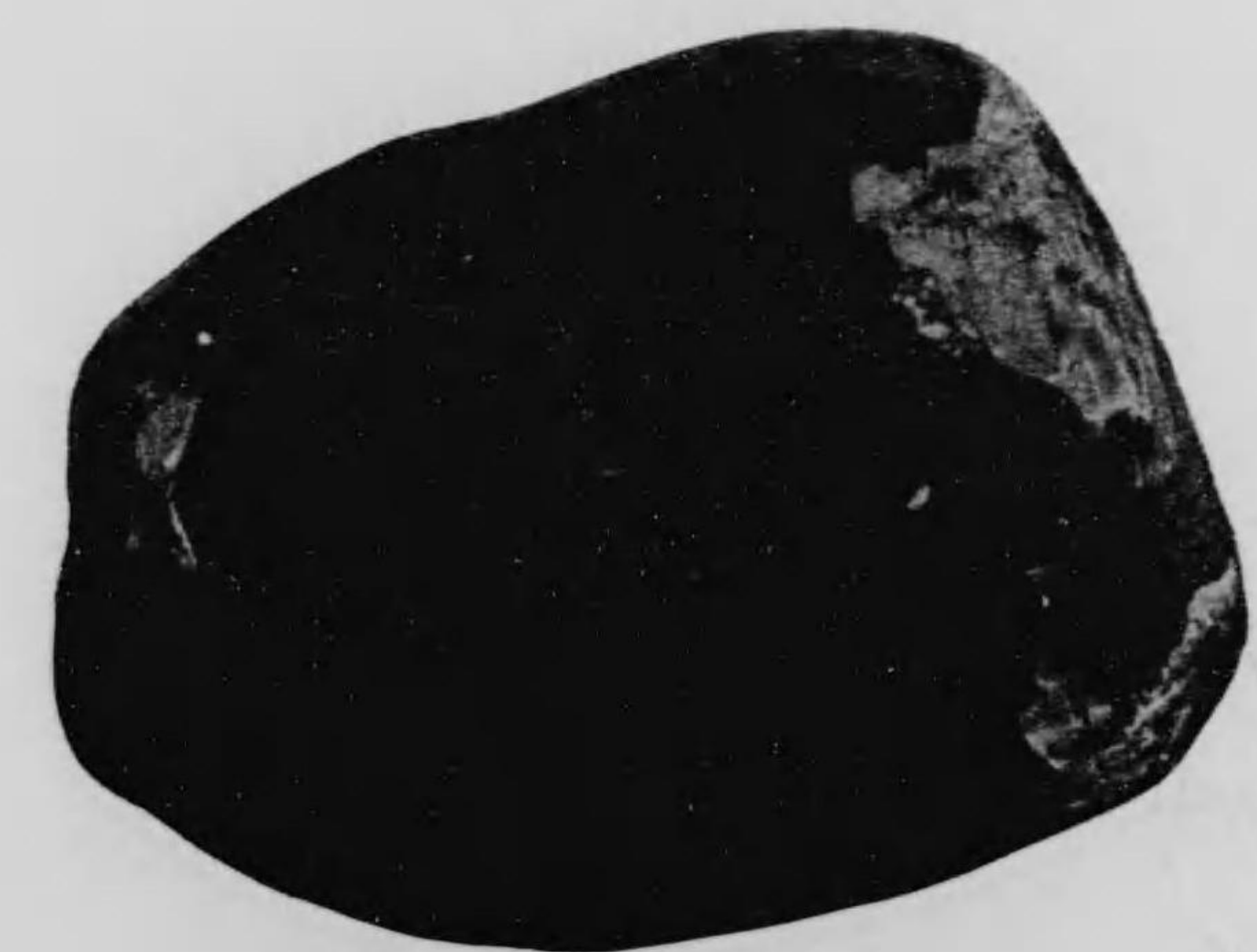


*Lithothamnium ramosissimum* Ruess



産田油津新後越

石化の部上層油含

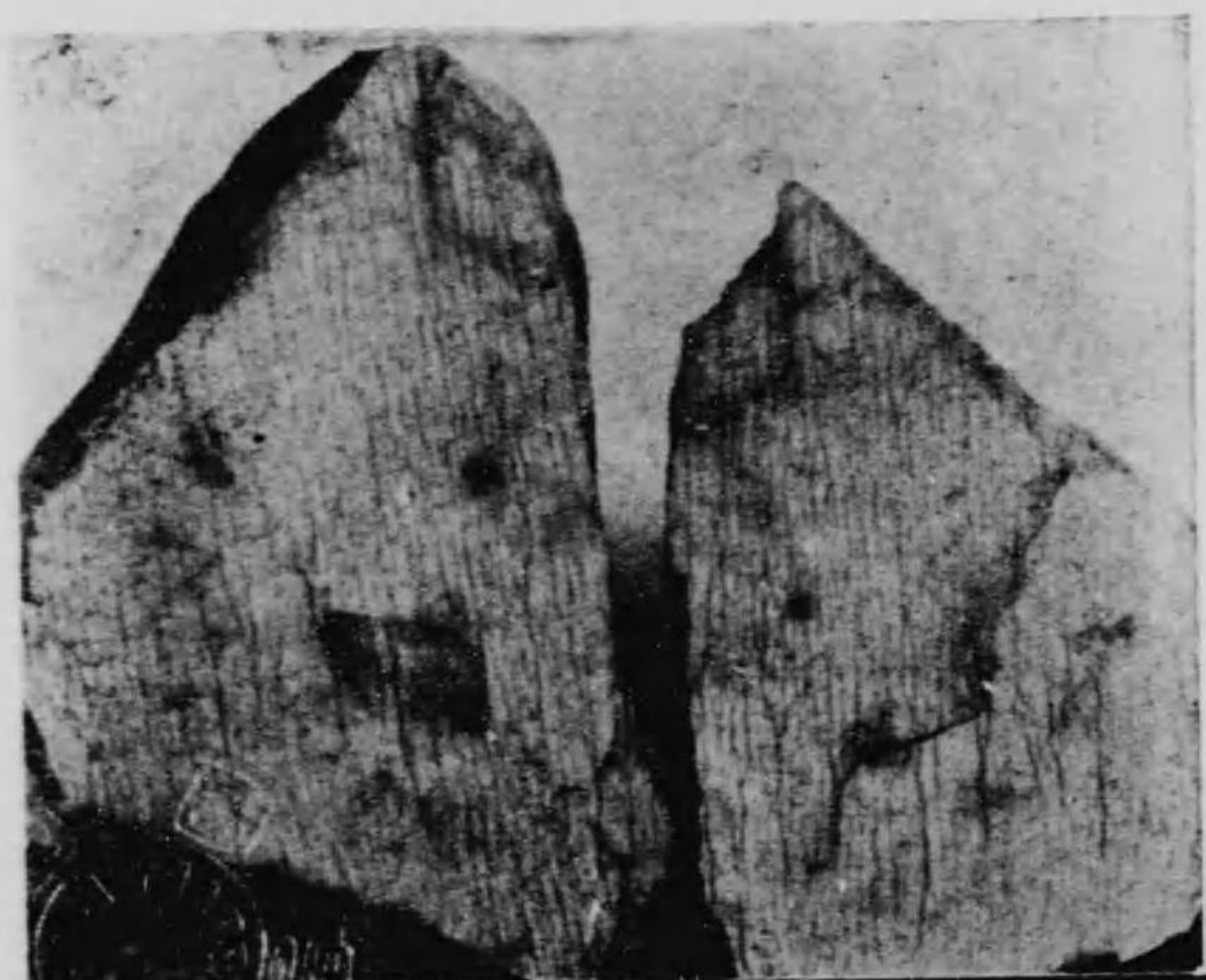


*Thyassira bisecta*. 山東後越



(山東後越) 骨 鯨

秋田桂根産  
灰色頁岩の縞目



渡島泉澤産の分解せる頁岩  
表面に晶出せる硫酸第一鐵  
の結晶

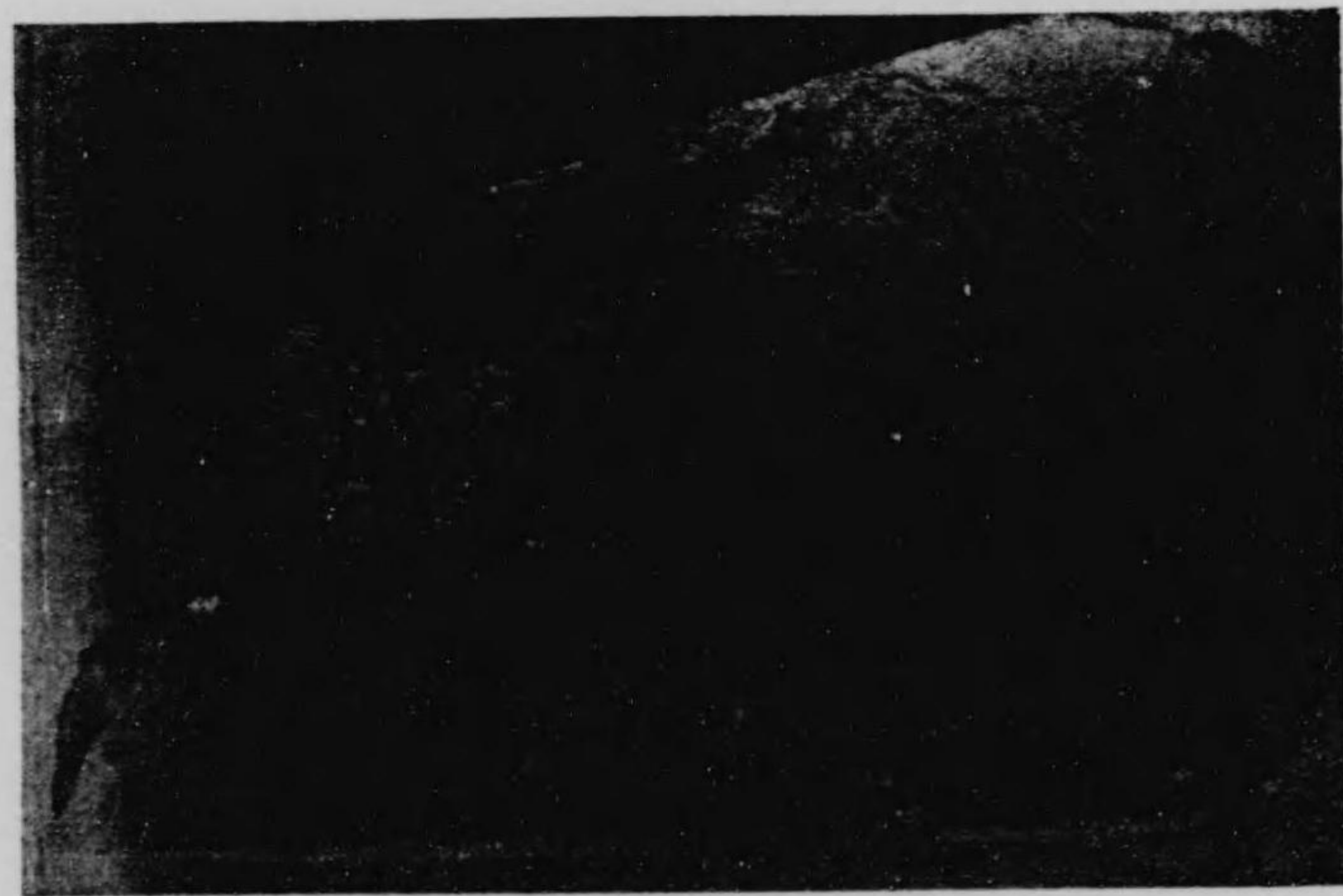


越後大面附近灰色頁岩、分解に  
由りて生じたる鐵質物の縞目  
外に酸化鐵微球體、藻類、蟹の破片

油石と層紀聖白

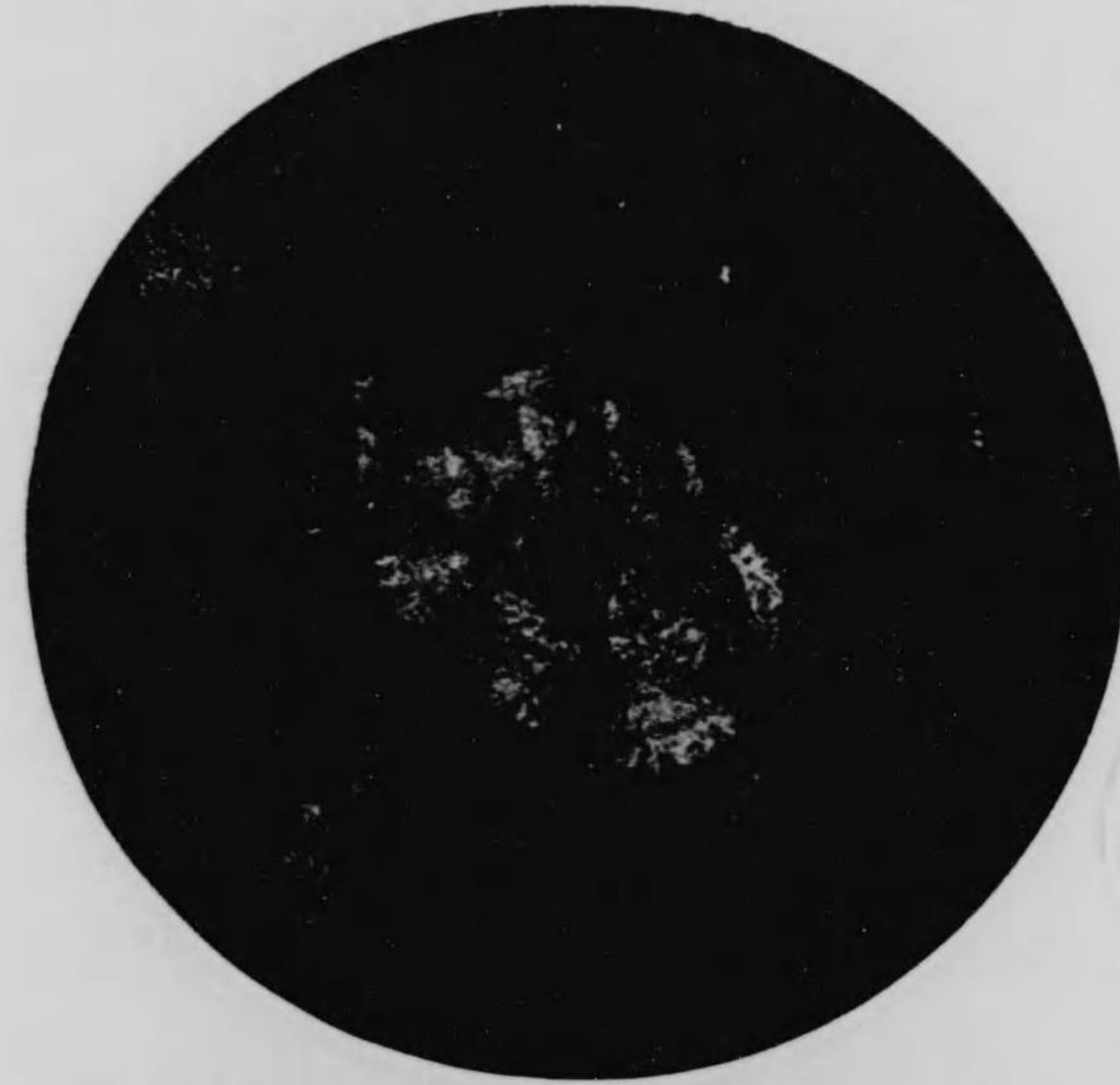


倍十三約徑直 石化虫散放の中岩角の中層聖白



洞晶む含を油石の灰石巢の鳥

造構狀球の灰石次二るせ充填を「ナリケビログ」



倍十五約徑直、ルコニ字十、岩頁質灰石産川芦田秋

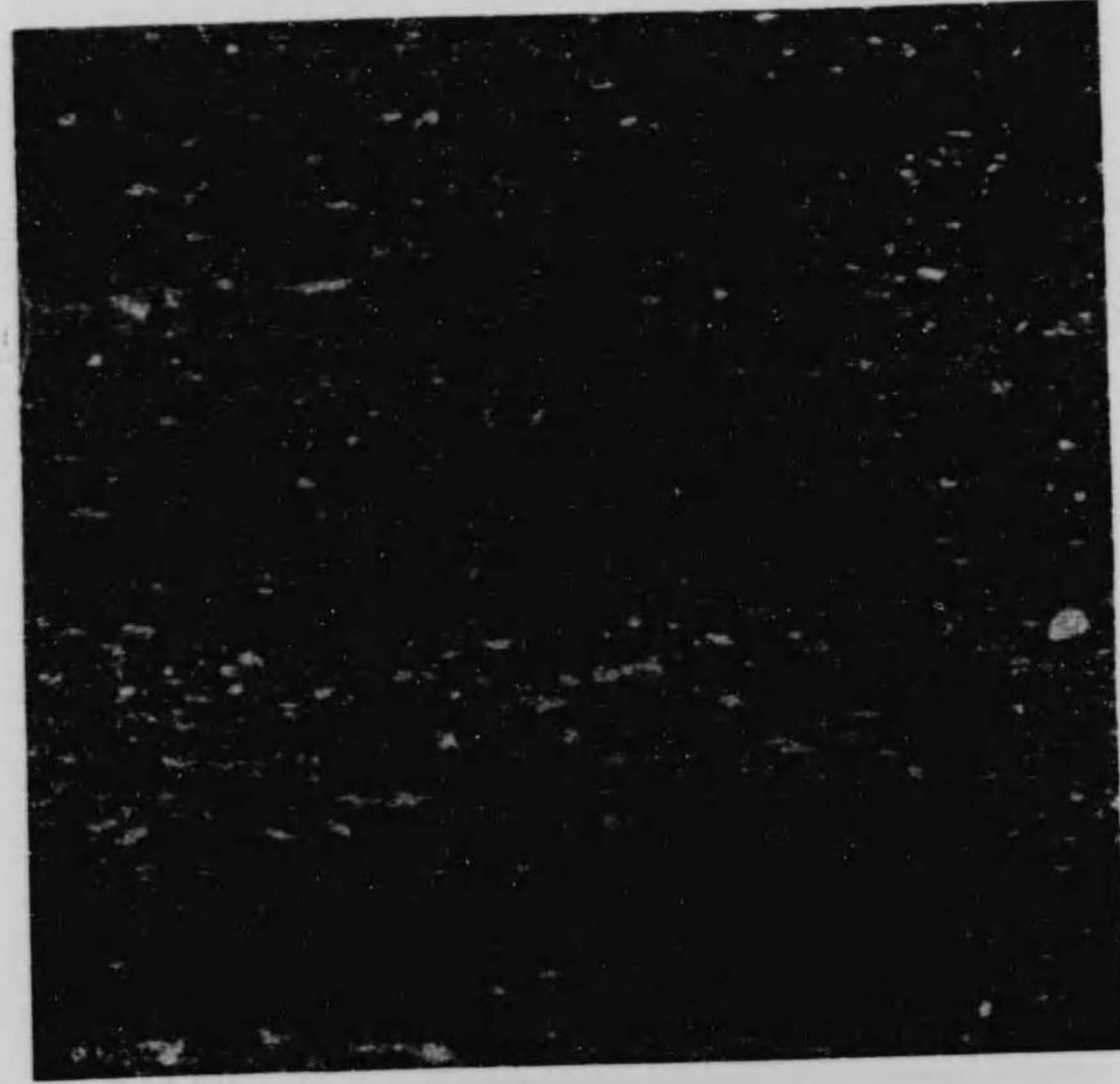
縞「散擴」造人の「髓玉」



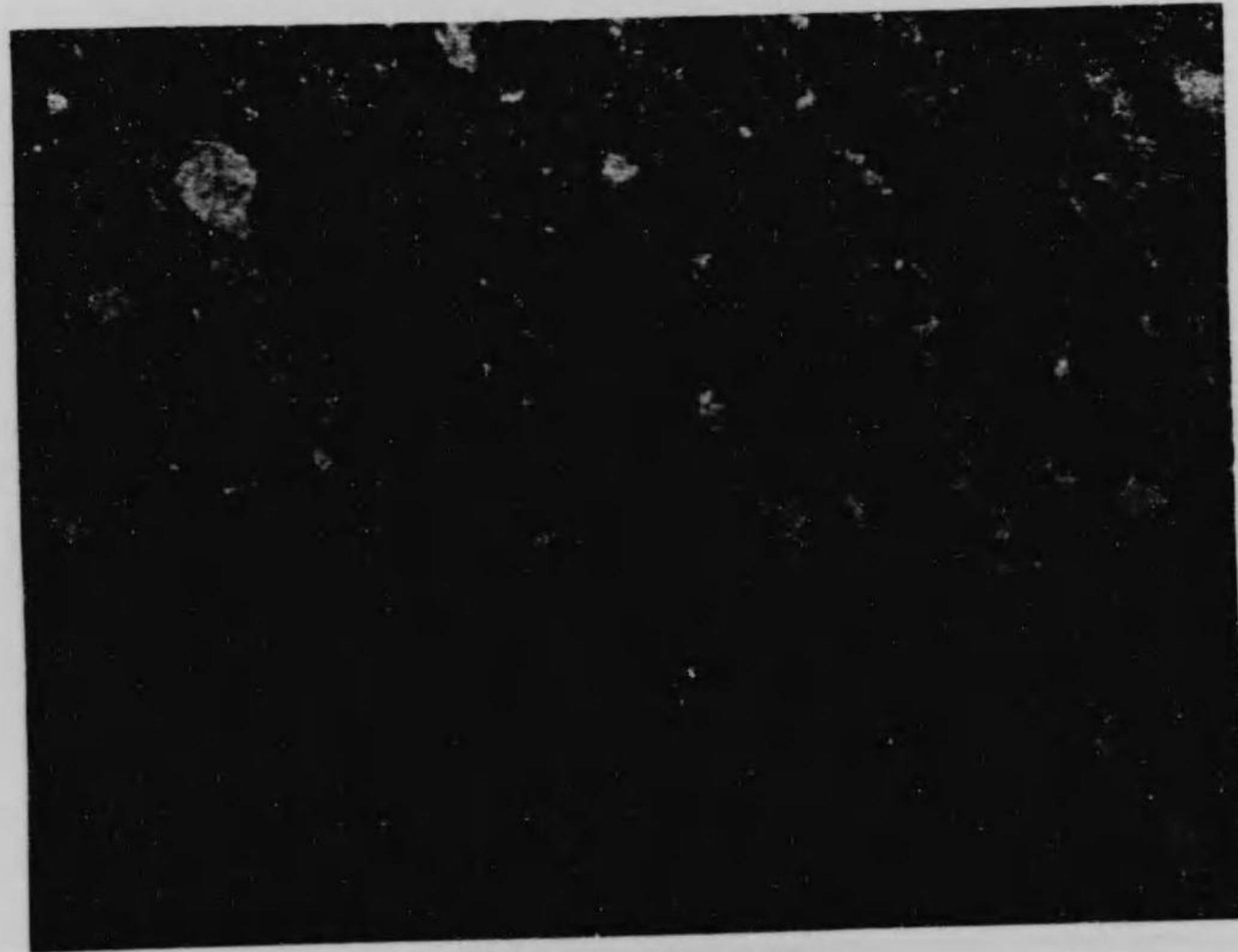
倍十五約徑直 のもるせ色着てに酸硫と糖砂にルバオ産谷那賀加

真寫微顯ルーエシルイオの系河緑國米

第二十七圖版



倍十三約徑直

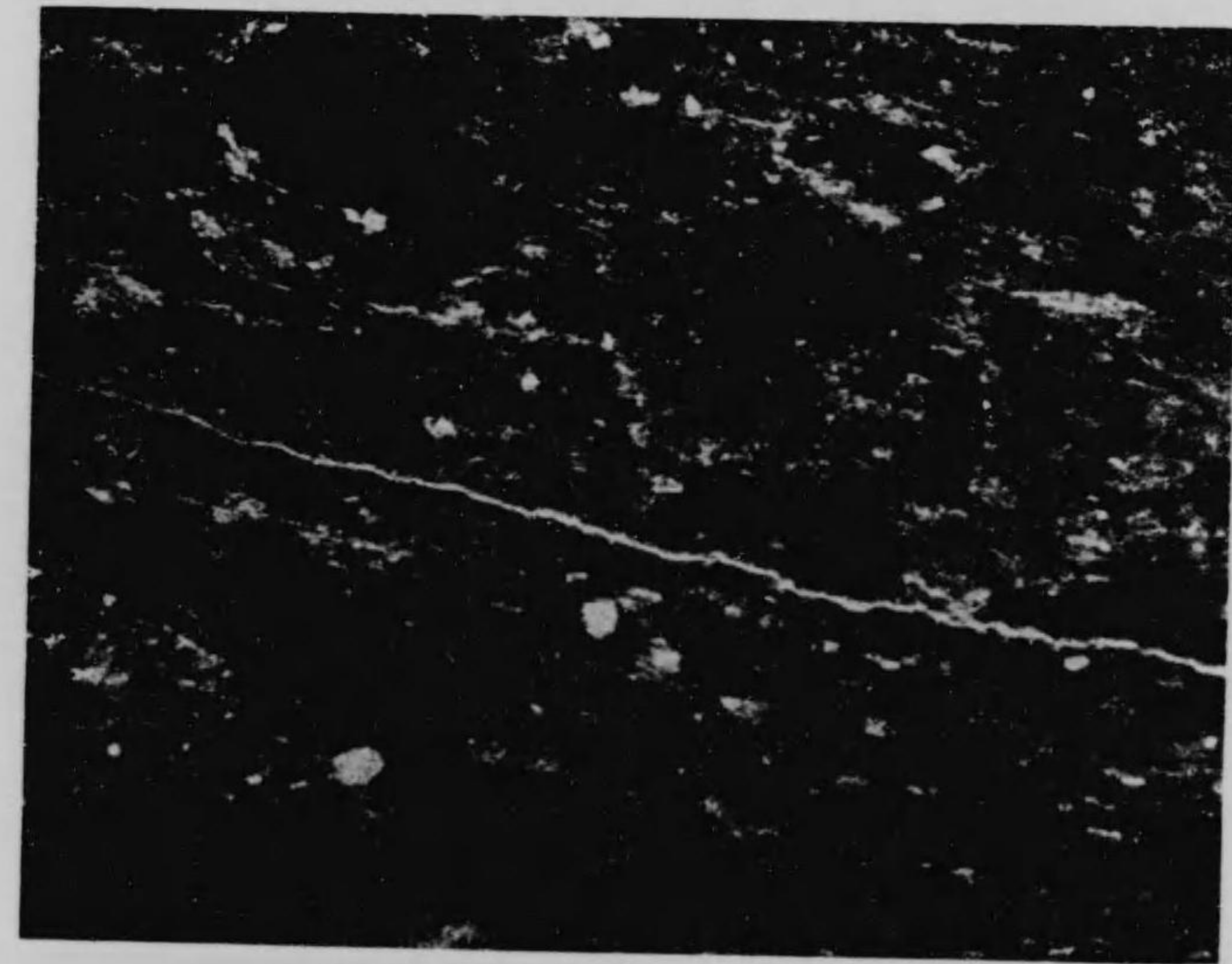
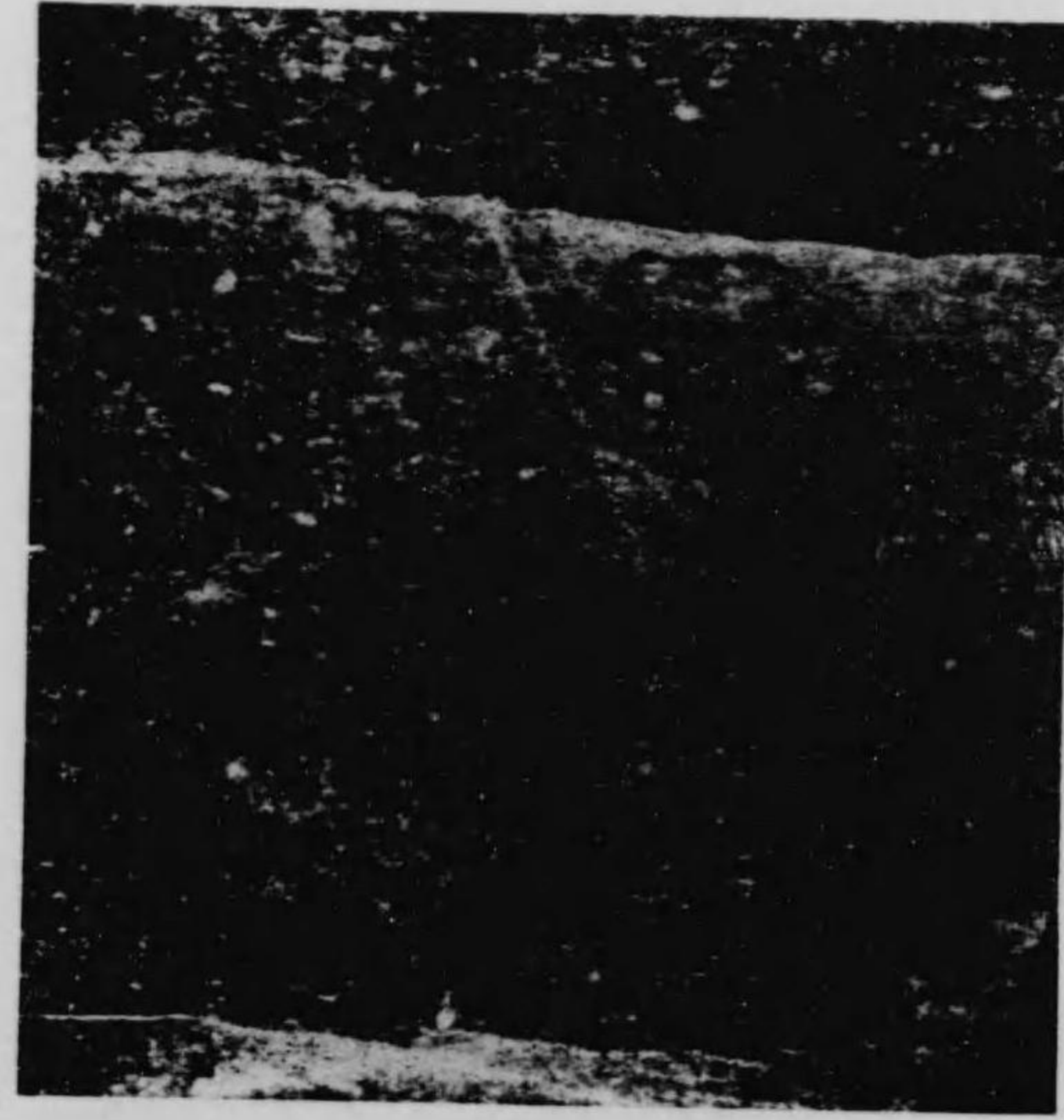


倍十六約徑直  
示を等鐵化硫と目縞のソジロケ

真寫微顯のルーエシルイオ産土蘭格蘇

第二十六圖版

倍十六同(下) 倍五四徑直(上)



物青溼は目縞、鐵化硫るせ充填を子胞は球黒

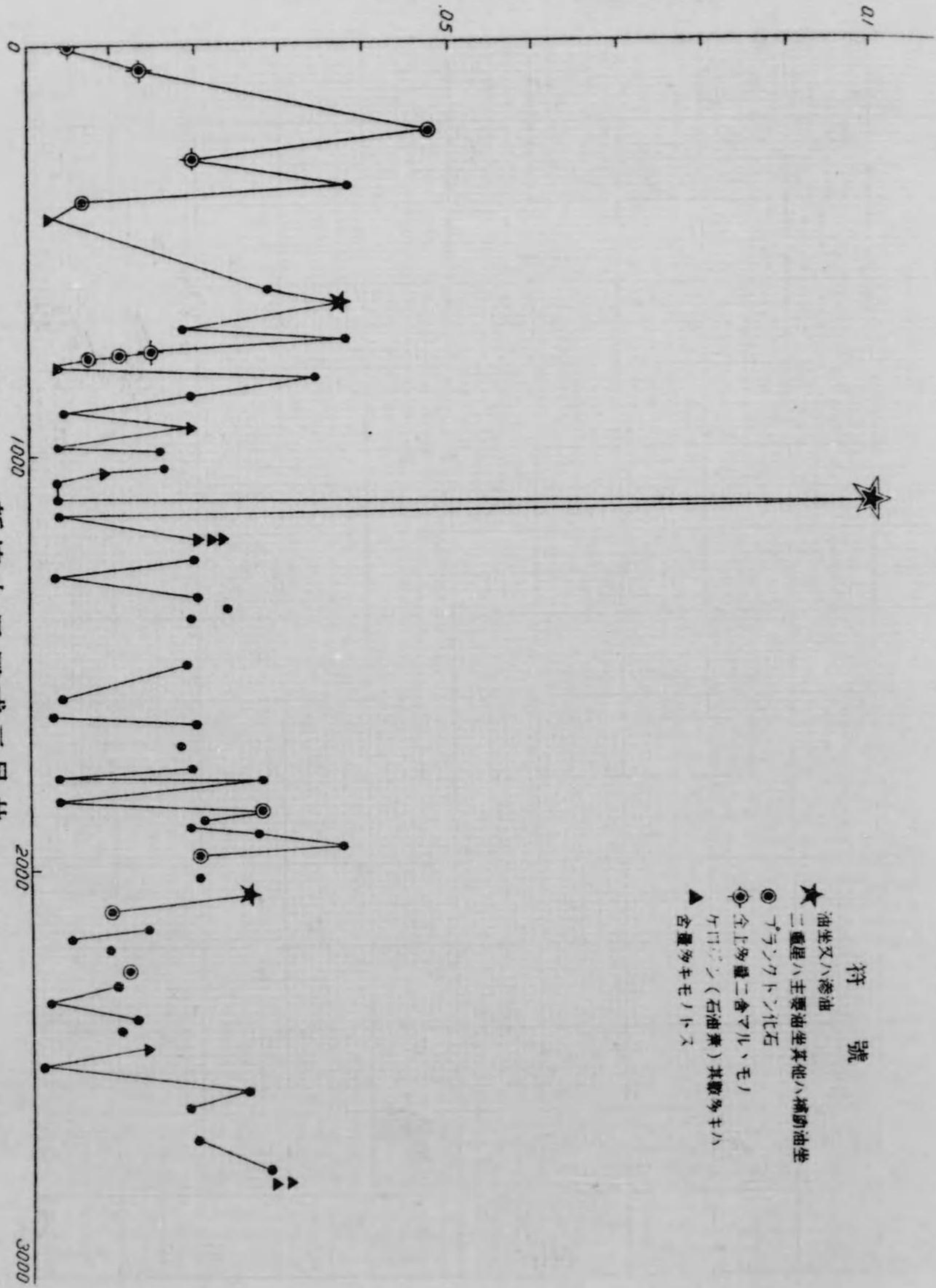
ルーエシルイオ産順撫州滿



ルーエシルイオ産マリコ國墨



信十三約徑直 岩泥腐臭發質灰石



新津小ロロ式二号井

離ハの型平均層厚(米) 離ハ深度(尺)

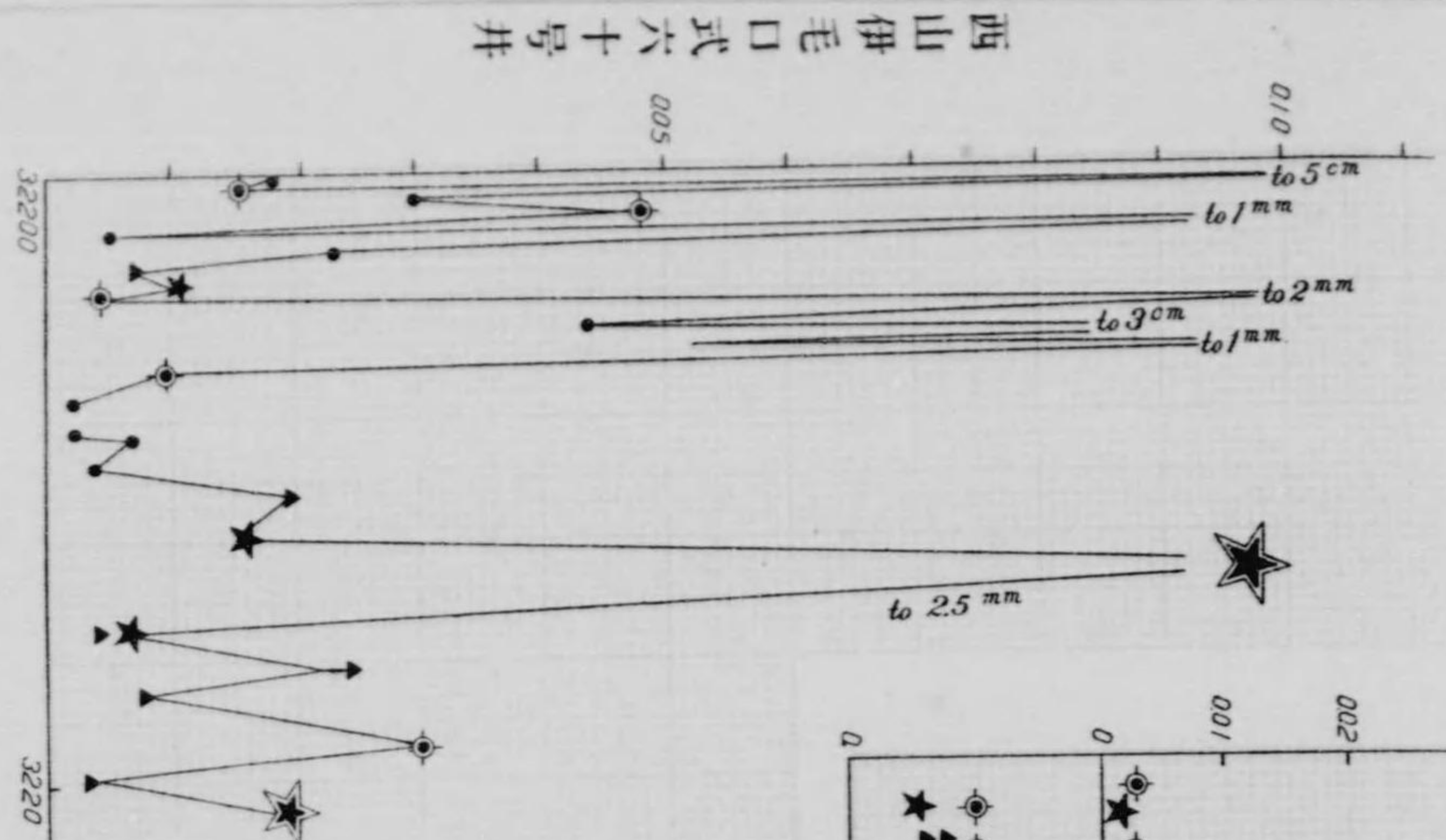
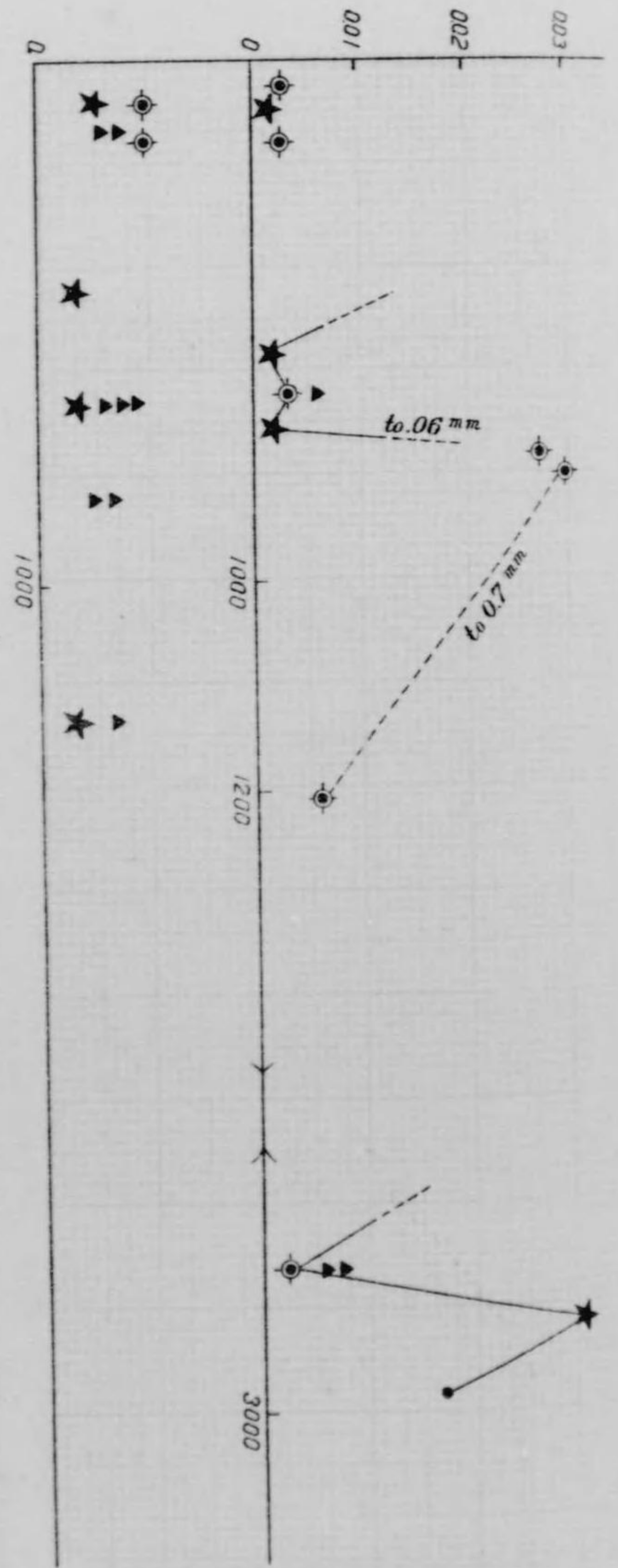
油井に於ける油坐、ケロジン、化石の關係(其一)



大面口式四号井

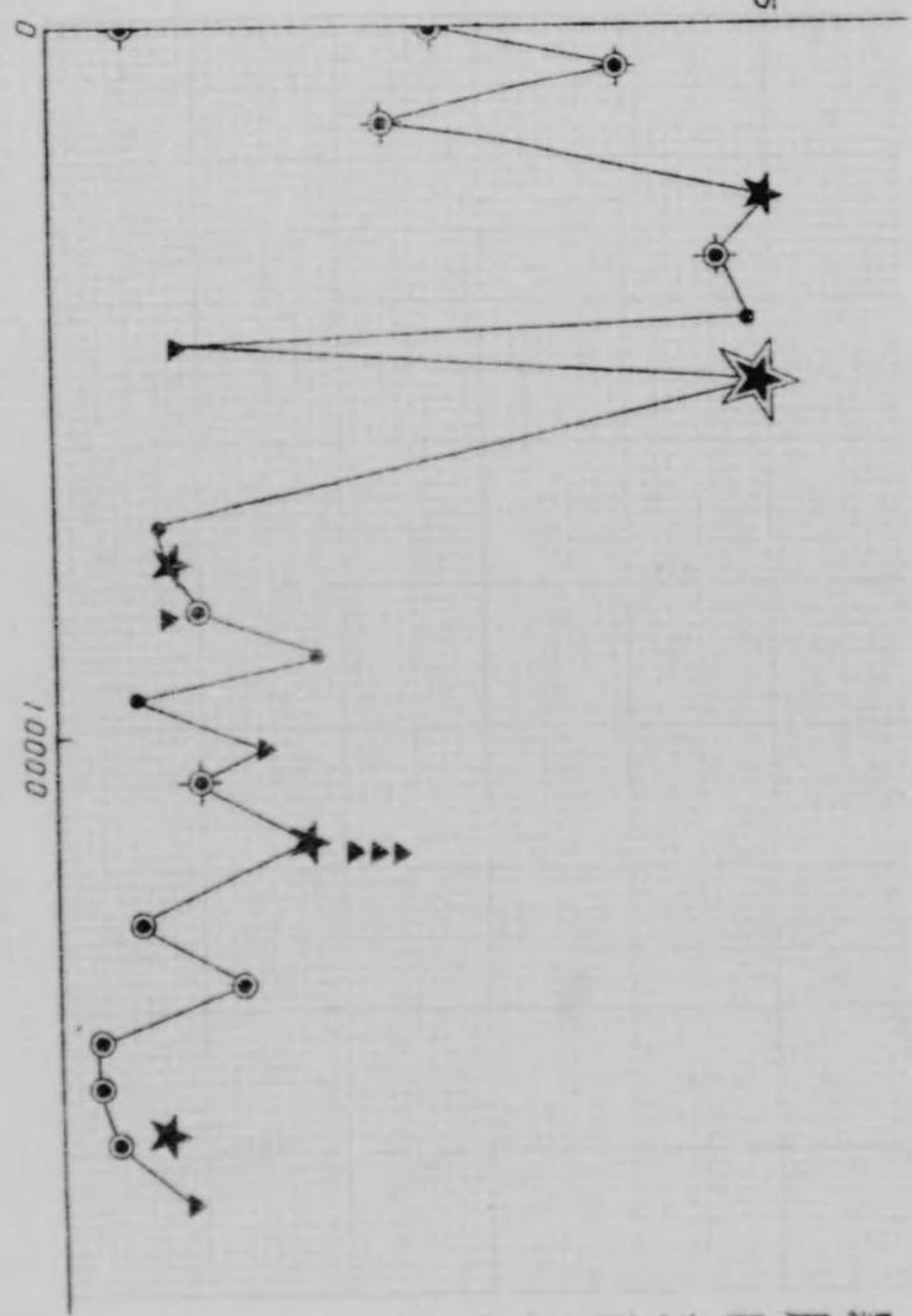
機水口式四号井

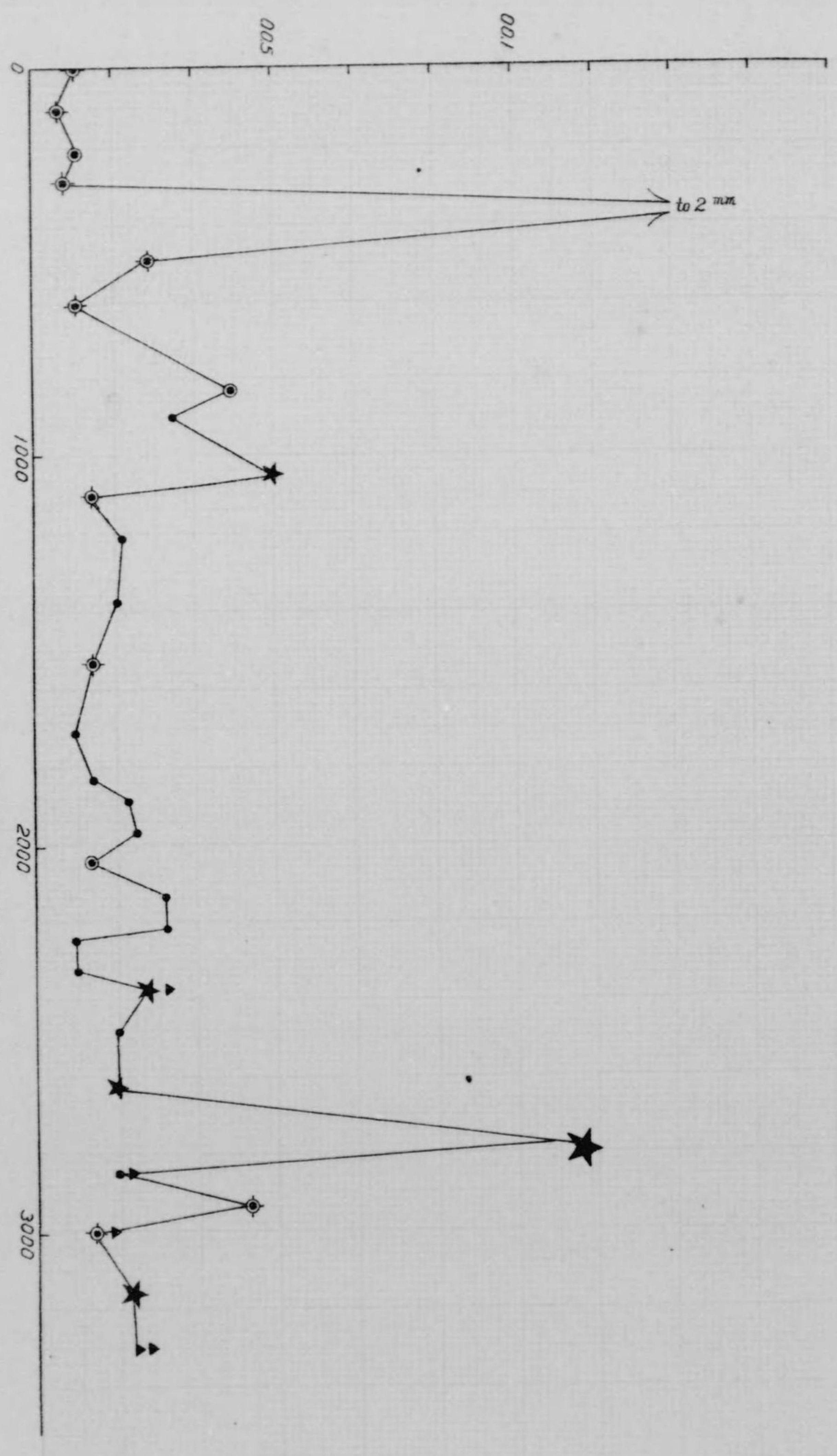
黒川口式百五号井



機ハ砂粒ノ平均直径(耗) 機ハ孔隙率(R)

油井に於ける油墾メロジン化石の關係(其二)





西山鎌田(旧日石)口式三十四号井  
横線ハ深度ヲ尺ニテ示シタルモノノ 縦線ハ形質ノ通徑平均ヲ尺ニテ示ス  
 油井に於ける油坐クロソソク化石の關係(其三)

## 第四編 日本石油礦床の研究

本篇は大正六年より九年に至る三年間著者が本邦石油礦床の研究に従事したる結果を略述したるものにて東北帝國大學理科報告第三輯二號として英文を以て發表せられたるものと大體同趣旨なり。

### 緒言

著者は大正六年頃より北は樺太より南は臺灣に至る本邦油田の大部を踏査し且つ岩石及び化石等の多數の標本を収集するを得た。而して其等の油田は特徴ある數種の岩石を有し且つ此等が石油礦床と密接なる關係あるを認め主として岩石の化學及び物理學的研究に従事したのである。研究の結果は從來主として古生物學の見地よりポトニ一等に由りて唱へられ多數地質學者の認むる所となれる石油の腐泥的成因説が本邦油田にも大體に於て適用し得る事を確かめ得たのである。即ち本邦油田の主要層は何れも硅藻、有孔虫、放射虫、海綿の化石を含み尙ほ時として海藻及び魚類の鱗

鱈等を有して居るのである。此等は米國カリフォルニア、テキサス、ルイジアナ、埃及等の油田にも同様に發見され何れも石油の根源と考へられて居る上、ポトニーヤ、シユトレム等の代表的石油腐泥岩として擧げたボシドニア、黑色頁岩やミルチス、黑色頁岩と全く同様である事が明かになつた。

著者は此等の頁岩の分析中偶然にも瀝青物の含まれて居る事を知るを得た。此事が今日まで多數の地質學者や又は石油採取業者の眼に觸れなかつた事は甚だ不思議であるがこれは其岩石等が一見して瀝青物などは到底含み相もない外觀を有して居る事が其原因と思はれる。

油田岩石の分析は今日に初まつた事でないが、普通の破壊分析法ワタルカナイズであると斯の如きものは多量でない限り灼熱減量として分拆者の目を免れるのであらうが著者が右と對照のために行つた抽出分析ラシヨナルでは析出する膠狀硅酸が毎回瀝青物を吸著汚染するので氣が付いたのである。それで本邦油田や炭田等の岩石千個斗りを乾溜した所が多數は溜油を生じ然らざるも瓦斯と其殘滓に固定炭素を残したのである。

此實驗に由り本邦油田の主要岩石たる腐泥岩は同時にケロシンニール含油母頁岩である事を知つたのである。

斯の如く腐泥頁岩が同時に瀝青頁岩である事は甚だ合理的である。元來水成岩に有機物の含まるゝ事は想像されたものよりも多く且つ其有機物は必ず瀝青物か炭質物かに限られて居る事は明かな事である。而して右の事實が石油成因の解決上重要な指針である事は前述の如くである。

著者は尙進んで顯微鏡的に腐泥岩の特徴を検出する事に努めた而して此等の岩石中に散布する多數の微球體が黃鐵礦(硫化鐵)たる事を確め此は屢々發見さるるグロウコニットと共に化石の微細なる骨格を交代する事實と現世の腐泥に於ける硫化鐵生成の現象から此等が一の有力なる腐泥特徴たる事を知り茲に地化學的に石油の腐泥成因を知る事を得たのである。

著者は世界各地の石油礦床の研究及び豫察に際し從來行はれたる古生物學的、又は層位學的研究に併せて地化學的研究の行はれん事を希望して止まぬ次第である。



油 田		炭 田	
1. 北見國宗谷	9. 羽後國豐川	16. 越後國郷津	I 夕張
2. 天鹽國留萌	10. 同國黒川	17. 越後國小千谷	II 常盤
3. 石狩國石狩	11. 同國桂川	18. 信濃國長野	III 三池
4. 膽振國湧沸	12. 同國龜田	19. 遠江國相良	IV 三唐
5. 膽振國濁川	13. 越後國新津	20. 出雲國三田	V 長天
6. 渡島國泉代	14. 越後國大東	21. 日向國三田	VI 大草
7. 羽後國能代	15. 越後國西山	22. 能登國最上	VII 大草
8. 羽後國五城		23. 羽前國最上	VIII 大草

第三圖 本邦油田炭田分布圖

### 第一章 本邦含油層の概観

本邦の油田は北は樺太から北海道を経て本州の北半部の日本海に面した部分に分布して居り此外に北海道及び静岡には大平洋に面し二三の産油地があり臺灣には數ヶ所の油田がある。

主要なる石油産地は最も古くより知られた越後國であつて全國の石油總産額の六割を出し次は後れて發達した秋田縣で其産額は三割程に當つて居る。

今日迄知られたる含油層の時代は中新乃至鮮新と思はれて居る。而して以上の如く各地に散在する油田は何れも同様の地層から成り立つもので化石も岩石學上の特徴も其地層構造も全然共通の性質がある。即ち其下方に近づくに従ひ化石は顕微鏡的となり硅藻、放散蟲、有孔蟲の化石と海綿の骨針を含み硫化鐵、海綠石の微粒を含み岩質堅微であるが上方では硅藻及び海綿化石の外時々貝類、蘇蟲等の化石があり一般に岩質軟弱である。

以上の如く大體各地油田の地層は同様のものである故此を**含油層** (Oil Men-  
zine) と總稱する事とする。然し此外に白堊紀の鳥の巢石灰岩に含まるゝ石  
油もあるけれど少量であつて經濟的には重要でない故茲には除外し機を見  
て報告する事とする。(附録参照)

含油層の下部は秋田邊では大體背斜軸の核心をなす完晶質玄武岩の、フア  
コリット層を以て終りとして居り越後西山地方では四千呎以下までも含油  
層が續いて居る。或人の調査では高田地方の角礫凝灰岩が其下方境界であ  
ると云ふ事であるが全く決定された譯でない。新津では古生層が基盤であ  
る。

北海道では不齊合に白堊紀上に含油層がある事があるが大體は**夾炭層** (下  
部三紀層)の上部に存在して居る。(石狩地方で夾炭層の上部に位する所謂幌  
内層と含油層の關係は明瞭でない。然し石油は此幌内層にも夾炭層の一部  
にも滲潤して居る事は事實である。)然し時としては夾炭層内部にも石油は  
存在する様である。

含油層の上部は最上部三紀層又は洪積層に由りて多少不齊合的に被覆さ  
れて居る。此等の層は粗粒で且つ屢々交錯層クロスベックチンをなして居る。著者の含油層  
と稱するものゝ内には此最上部三系は加へて居らない。

含油層は通例は三部に分たれる。然し此層は一見連續累層プログレシウ、オプアラップで假令局部的  
に不齊合線がありても大體は齊合的累層である。

含油層は極めて不規則に堆積して居る事は試錐に由る地下地質断面圖よ  
りも知る事が出来る。其上に地層分類の標準とするに充分なる化石が産し  
ない。それで従來の分類法は人に由り又場所に由り一致しない。

然し含油層には三種の特徴ある頁岩がある。即ち黒色、灰色、及び砂質頁岩  
である。

右の名稱は多少不適當である。何故かと云へば此等の頁岩は少しつゞ變  
化し甲から乙へと互に漸移するからである。此等の頁岩は夥しき浮遊生物プランクトン  
の化石を含み他に微小なる根原不明なる炭質物を含む事があり硫化鐵の微  
球及びピグロウコニットを含んで居る。有望なる油田は何れも此三種に屬す

る頁岩から成立し其石油は此等の頁岩に根原を有するものとさへ考へられて居る。著者がケロジン(不溶性瀝青物)を發見したのも此三種の岩石である。此三種の頁岩は中間層に由り隔てられて居る。此中間層は凝灰質砂岩と頁岩の互層で其一つの頁岩層から離るに從て砂質となる。

代表的に發達した例から云へば黑色頁岩層から上部の灰色頁岩層に移る間の變化は先づ頁岩多砂岩少の累層から砂岩頁岩同等の互層に移り次で砂岩多頁岩少の累層となり此より逆に順序を繰返して頁岩多砂岩少の灰色頁岩層に達するのである。

右の變化は只砂岩頁岩の厚さが變る計りでなく頁岩自身の性質も上方に至るに從ひ次第に屑碎性を帯びて來るのである。即ち下部では頁岩と凝灰砂岩とは判然區別が出来るが上部に至るに從ひ兩者の性質が類似して來る。全體として最も注意すべきは含油層を構造する造岩礦物は有機成因のものとは勿論無機成因のもの即ち屑碎物も多くは普通の砂の如く水に由り遠くから運ばれた形跡のない事である。

## 第二章 含油層の地層構造に關する一一の考察

勿論我含油層は連續累層である故其堆積せし海底の深さは連續的に變化したのである故或場合には海が淺く波浪の作用激しき陸岸近くに堆積する事も起る。斯の如き場合には屑碎物は著しき水蝕を受ける事がある。著者が("Washed up" shell bank)吹上げ濱と云ふ如く半ば波浪に由り吹上げられし岸に堆積する貝殻等の層)吹上げ層と信ずる越後油田の夏川化石層は屢々扁平なる濱砂濱礫を伴ふて居る。

以上は例外であるが含油層には稜角ある屑碎物が多い。水は屑碎物を淘汰類別する能力がある故一般の水成岩の場合には其粒の大小で略々其深さを推定する事が出来るのである。

我含油層を右の見地から見れば細粒の泥岩と砂とが急激に變つて層をなす故瀕繁に水深の變化少くとも陸岸からの距離が變動した様にも見へ又陸上の浸蝕作用にも著しい變動のあつた様にも見える。

含油層の  
概相

然し含油層の砂岩には可成り多量の「グロウコニット」が含まれて居る。然して此グロウコニットは海底の泥線即ち波浪の作用の及ばない地點で最もよく發達するものと認められて居る。此砂岩が泥岩と瀕繁に互層する事は前述の如くであるが此等の事實から考ふれば我含油層の砂岩は必ずしも普通の砂岩の如く水の運搬力と淘汰に制限されたものではない。

我含油層の砂岩を形成する屑碎物が角礫で流蝕物でなく且つ火山灰性であること云ふ事は後で説く如く石油の成生の上にも著しき關係がある事と思はれる。

次に有機的に生成せられたる岩石の内には燧石がある。其性質はラヂオラリヤ岩に類似して一見深海成性の岩石と思はるゝがよく吟味すると此岩石が顕微鏡的に成層して居る事泥灰岩と互層し漸移する事此岩石が層状をなす事もあるけれども大抵は塊状又はレンズ状に硅質頁岩又は泥灰岩中に發見さるゝ事等から著者は比較的淺海で或遮蔽されし部分(單に地形的にのみ云ふに非ず)に沈澱せしものと考へて居る。

又此種有機岩中に最も多き化石は硅藻、海綿の骨針、有孔蟲等であるが、海綿は勿論硅藻の生存は海水鹹度殊に硅酸の供給如何に制限される故、大體此有機的(主として)岩石は深洋性のものでなく沿海性である事は明である。

我含油層を以上の如く有機的堆積及無機的堆積岩の兩方面から考ふれば大體泥線以下の比較的淺海陸相堆積(堆積物なる事が信じ得られる。これは外國の油田が屢々「三角州的堆積」と記載さるゝ事と對照して非常に興味ある點である。

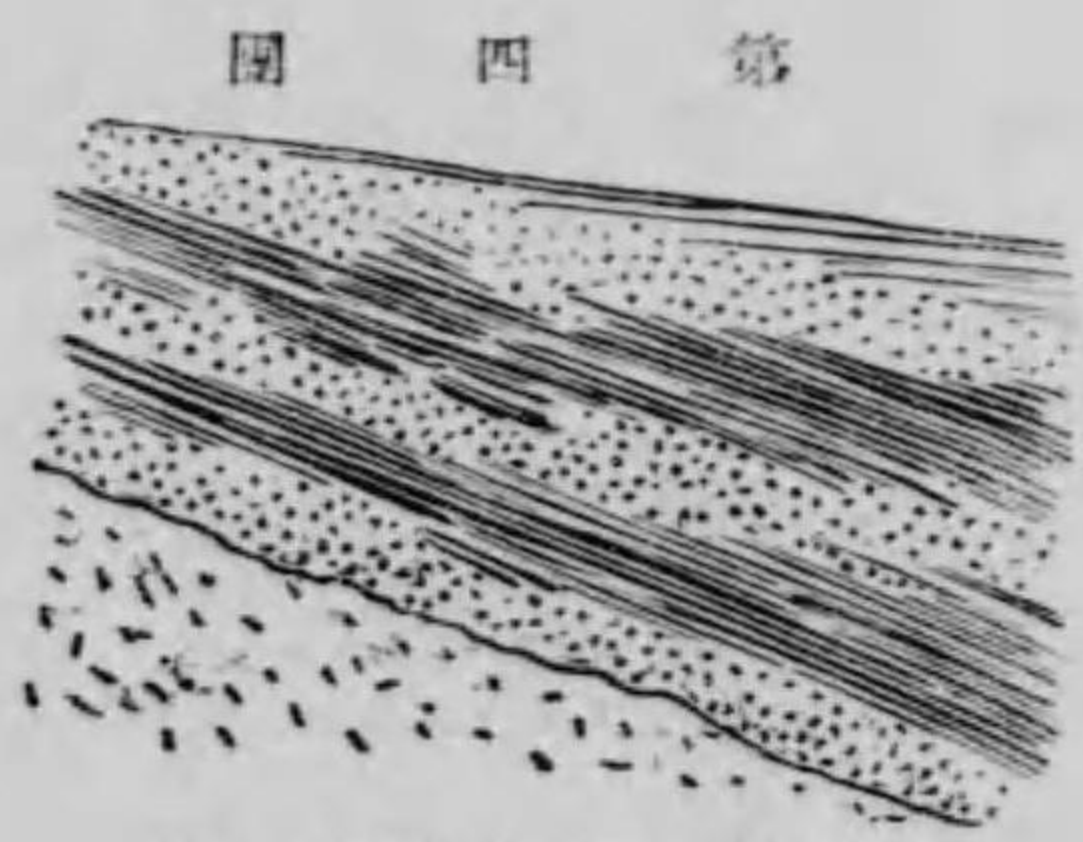
然らば我含油層は全部一定の深さの海底に堆積したものかと云ふに著者は含油層を通じて三回即ち其の初めと中間と終りに近き頃に陸地に近いた兆候(以下此を陸相と稱す)を認める。我含油層は其上端及び下端には陸相の地層を齊合的又は不齊合的に發見する事があり又其下端は凝灰岩、火山岩、又は古き時代の地層上に置かれて居る事もあるのであるが全體としては海成層である。然るに此含油層の中間の或一定の層位に著しい流蝕の跡ある濱砂層や吹上げ化石層などが發達して居る事を認める。而して此と同層位と



思はるゝもので木葉化石を含むものもあるのである。越後新津から西山にかけて發達する夏川層は前者の一例で小千谷油田の木葉化石層は後者の一例である。(勿論夏川層の層位は一ではなく寧ろ英國の三紀クラグに類似して數層位のものである事は疑ない)

此種の陸相を示す地層から上下に進めば岩相は次第に變じて「海相」を示すに至るものである。(此陸相又は礁相は或意味では不齊合線である)

右の様な意味で著者は含油層を連續累層(Progressive overlap)と稱し大體著者の今日までの見聞の結果から小規模なる海の隆進・沈退・隆進的運動(Transgressive-regressive-transgressive overlap)を含むものと考へて居る。而して此種の構造が集油層の形成に著しい影響を與ふるものと思はれる。例へば近來米國では油脈と古代海岸線の關係が唱へられるが注意す可きは含油層の何れの砂層にも油が集まるのでなく略一定の層位に



層累續連進隆 退沈-進隆

限られたる砂層のみが集油層たり得る事實があるからである。

著者は初め或有力なる層位學者の指導の下に含油層の層位を研究せんとし可成材料も集まつたのであるが中途にして方針を變更せざるを得ない事情を認めた。故に層位的の記述は全然省略して記載せず只其概觀的結果のみを述べたのである。現在發表されて居る各油田の層位別に由りて其コレーションをなす事は殆んど無意味と思はれるのである。

### 第一節 褶曲

越後及び秋田の油田は多くは背斜構造に發見される様である。其軸の方向は大多數は地方海岸線に平行であるが時には然らざるものもある。然し此等の油田を結付けると大體同様の方向を示し所謂一の油脈をなして居る。此種の背斜軸は對稱的のものは極めて少なく多くは一方の翼が急斜し他方の翼が緩斜して居る。而して或物は海岸に其緩斜面を向けて居るけれども其すぐ近くで反對に向いて居るものもあるのである。又背斜構造の中心

には秋田地方では完晶質の玄武岩があり而も完全なる油田として保存されて居る(黒川、桂根)事もあるが安山岩が核をなす場合には大低油層は破壊されて居る(越後新津、矢代田其他)

時としては單斜層から豊富なる礦床が発見されて居る(秋田道川、豊川の一部)。此事は褶曲なるものは石油集中の必要條件であるか否かを考へしむるものである。更らに右の背斜層なるものが果して横壓に由りて生じたか否かが考へられる。含油層の鑽井に由りて知られたる部分即ち地下二千尺乃至四千尺位の間は極めて粗鬆柔軟なる部分が多く(稀に堅微なる地層があつても其水平及び垂直的發達が充分でないから)横壓力を傳播する事も不可能であり且つ其撓曲に耐ない事も明らかである上に前述の如く一定の方向から歪を受けた構造上の證據もないのである。(第三編第六章参照)

## 第二節 斷層及び泥脈

第三紀夾炭層では比較的明瞭なる斷層が見受けられるけれども含油層で

は此様な例は稀である。油田の地質圖には多數の斷層線が描かれてあるけれどもこれは地層の走向や傾斜が急に變化するとか又は古い層が新しい層の上に覆ふて居るとか云ふ様な(海底地之の項参照)層の不連続と云ふ理由で描かれたものもあるらしく思はれる。

然し斷層は油田に於ては最も厭ふ可きものであるが單に右の様な理由で圖上に描かれた斷層線の内には少しも石油礦床に害をなさないものもある事は明である。少くとも油田地質圖に於ける斷層線は石油礦床との關係を明確に示す必要があると考へられる。

地之りの跡は秋田の添川から愛染の方に超ゆる途中及び新潟の東山油田などにも發見され(此等は河谷に於ける地層の底蝕或は地震の結果生ずるのである)此等は斷層として示されて居るけれども含油層上部の如き軟き地層では比較的近距离の地下に於ては殆んど其影響を受けないものである。然し地震に由る地之の結果石油露頭が発見さるゝ例はある。

石油と關  
保なき斷  
層

泥脈

泥脈と此所に稱するものは火山岩の岩脈ではない。矢張斷層に關係した岩脈に屬するものである。

秋田懸の豊川油田には明かな數本の砂岩の岩脈がある。貫かれたる母岩は半ば粘土質半ばは灰質の頁岩層で目測約二丈の厚さを以て居り其上部にも下部にも凝灰質砂岩が齊合的に存在し而して此等の岩石は岩脈を充すものと全く同質である。

泥脈の幅は五寸乃至三寸位で略々同じ厚さを保ち岩質は均質なる青灰色の浮石性細粒屑碎である。貫かれたる頁岩層には外觀上には轉位も起らず岩脈の兩壁も其軟かさに係はらず齊然として居る。

此泥脈は普通の砂岩岩脈の如く岩石の裂罅を上方から砂粒が填充したものと考へられるけれども岩脈填充物が極めて純粹である事と上から下まで均質であつて礫等を混入しない事。上部の凝灰砂層は多少分解し其層の上方は第四紀層の礫層と混合して判然たる境界のない事。母岩の割取された部分は上方に移動せる模様ある事と。母岩(頁岩)が軟かい爲もし其裂罅を

泥火山と  
泥脈有害なる  
岩脈

砂が上方より來つて填充したものとすれば其長い間に必ず側壁の崩壞を來したらうと思はるゝに其兆候のない事等の理由で著者は此を下層より吹き上げた岩脈と考へる。

泥火山の現象は或る油田には極めて普通の出來事であつて時には一の石油兆候とさへ信ぜられて居る。

本邦には臺灣の外此種の現象を聞かないけれど豊川に於けるものは恐らく過去に於ける泥火山作用の遺跡かとも信ぜられる。

以上の如き岩脈は石油礦床の「兆候」とならぬまでも別に悪影響を與へぬけれど時としては有害なる岩脈もある様である。

例へば秋田地方で背斜軸に近く現はるゝ砂岩がある。これは大抵白色で堅く地層の傾斜の急な所に成層して現はれ又は硅質頁岩を不齊合に蔽ふ事がある。

著者の踏査した秋田地方の油田の中で一見すれば良好なる背斜構造をなして居るものであつて此種の岩脈岩を有するものを見た。

此岩脈岩は大部分は斜長石の結晶及破片で鋭き稜角を有して居つて流蝕の形跡がない。石英の角礫も多少存在し而も著しく岩漿蝕融を受けて居る。此外浮石片と海緑石に似たる黄緑色の微粒徑〇、一ミリ以上雲母を含み最も注意す可きは玄武岩の破片と硅質頁岩の破片を有する事である。石基は火山灰質即ち硝子質で可成よく凝結し一定の方向に流理構造を認め得られる。要するに右は一の凝灰岩である。而して我含油層の海底に堆積するに當りて火山作用の激しかつた事は明白な證跡のある事である故凝灰岩が含油層の一部をなす事は少しも不思議ではない。只注意す可きは右の凝灰岩が玄武岩や硅質頁岩の礫を含む事である。本邦の第三系新成統以前に噴出した思はるゝ流紋岩に發見せらるゝ石英と共通の特徴を有する石英が、此凝灰砂岩に存在するのは當然かもしれない。玄武岩の方は輝綠岩式で橄欖石の少ない硝子のない物でこれも或は比較的舊期のものかも知れない。只硅質岩は明かに含油層下部即ち右の凝灰岩の存する層に屬するものである。秋田縣の館の下と云ふ所では此凝灰砂岩は不齊合に硅質頁岩を被覆して居

り八郎瀉附近では背斜軸の邊で四五十度の急傾斜の頁岩層の間に介在して居る。右の如き岩脈が進入に由りても生ずるであらうが大部は海底地之の結果かと思はれる。又時には眞の不齊合層として生じ得るのである。

### 第三節 含油層に現はれたる海底地之りの證

黑色又は灰色頁岩から砂質頁岩に至る中間層に屢々奇異なる褶曲層が現はれる。此層は殆んど同様なる軟き砂質の二層の間に水平に挟まれ斷面では二本の平行線で上下の層と界して居る。

此層は上下の層よりも少しく粘土質で多數の細い層から成立つて居るが不思議な事には層が亂れて丁度木理の如くになつて居る。此亂れた層は上方では水平に切斷された形で其上層との僅かの空隙を浮石が填充する事がある。以上の如き現象は秋田縣桂根、芦川の背斜翼、羽川、船川の河岸の斷崖等に現はれて居り船川のものに就ては秋田鑛山専門學校の大橋教授が數年前地質學雜誌に記載せられた様に記憶して居るが右に由ると下磐の移動に由