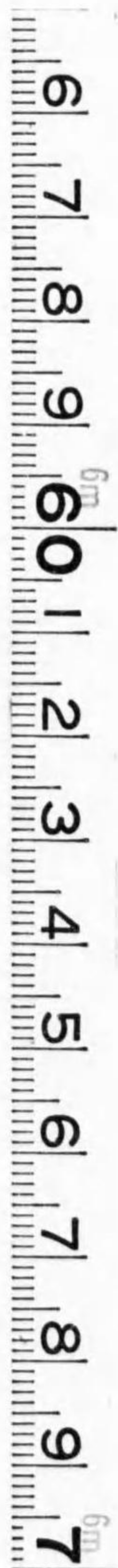


563

21



始



563-21

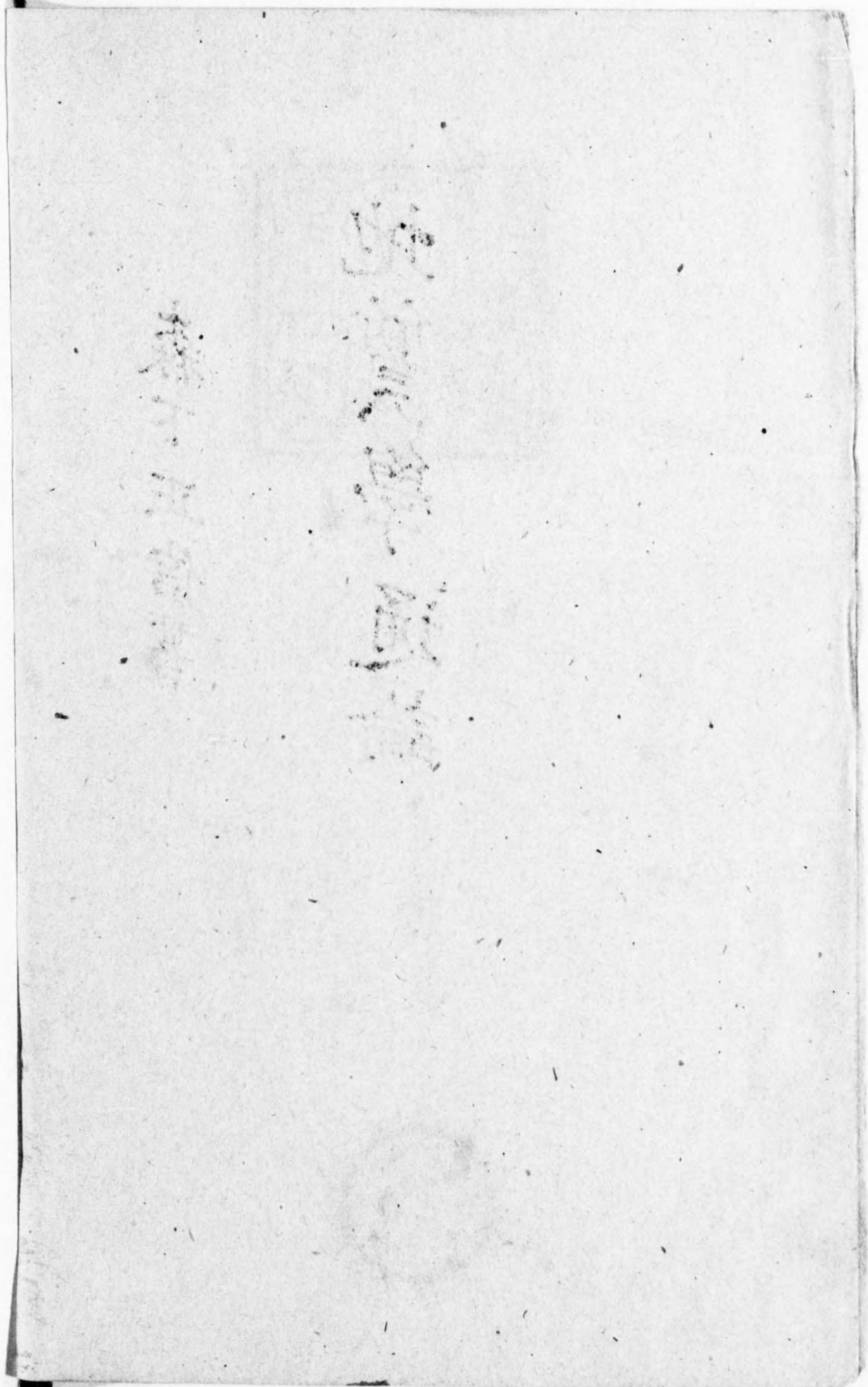


學
通論

森下正信著



欠



欠

一、動物の破壊作用——二〇八 二、動物の建設作用——二〇八
三 動物物の建設作用……………一一〇
一、石油の成因——二〇二 二、石油と地層——二二三 三、石油の露頭——二二三 四、世界の石油埋藏量——二二四
五、天然瓦斯——二二六

第十章 整層

一 地層の生成……………一一八
一、陸地整層——二二八 二、淺海整層——二二八 三、海洋整層——二三〇
二 沈積物の性質……………一二四
三 走向と傾斜……………一二五
四 偽層……………一二七
一、三角洲の偽層——一二三 二、淺海成偽層——一二六 三、急流成偽層——一二六 四、風成偽層——一二六
五 地表の斑痕……………一二九
一、砂尖——一二九 二、鏈痕——一二九 三、流痕——一三三 四、乾裂——一三三 五、雨痕——一三三 六、霜痕——一三三
七、足痕——一三三
六 團塊……………一三三
一、同期生成——一三三 二、二次生成——一三四

第十一章 岩漿

- 一 岩漿の分化作用.....一三六
 - 一、岩漿の意義——一三六
 - 二、岩漿分化作用——一三六
 - 三、晶出順序——一四〇
- 二 岩漿の物理化學的研究.....一四四
 - 一、概念——一四四
 - 二、二成分系——一四八
 - 三、三成分系——一五九

第十二章 火山

- 一 火山噴出の原因.....一六四
 - 一、内力による場合——一六四
 - 二、誘發による場合——一六五
- 二 火山噴出物.....一六七
 - 一、水蒸氣其他の瓦斯——一六七
 - 二、岩屑——一六七
 - 三、熔岩——一六八
- 三 火山活動の種類.....一六九
 - 一、活動期——一六九
 - 二、死滅期——一七〇
- 四 火山の分類(シュナイダーの分類).....一七三
- 五 火山活動の餘發.....一七四

- 一、硫氣孔——一七五
- 二、蒸氣孔——一七五
- 三、炭酸孔——一七六
- 四、泥火山——一七七
- 五、間歇泉——一七七
- 六、温泉——一七七

第十三章 火成岩の現出状態の分類

- 一 貫入.....一八〇
 - 一、整層貫入——一八〇
 - 二、非整層貫入——一八三
- 二 流出.....一八五
 - 一、火山岩頸——一八五
 - 二、火山鐘——一八五
 - 三、熔岩流——一八六
 - 四、裂罅噴出——一八七
 - 五、圓錐火山——一八八
- 三 火口壁の破壊.....一八九
 - 一、單成火山——一八九
 - 二、複成火口——一八九
- 四 火山と野外觀察.....一九〇

第十四章 火成岩の分類

- 一 造岩鑛物.....一九三
 - 一、副成分——一九三
 - 二、主成分——一九三
- 二 火成岩の分類.....一九七
 - 一、岩石學と岩石特論——一九七
 - 二、火成岩の分類——一九八
 - 三、火成岩の圖示法——二〇一

第十五章 火成岩の組織

一 概念.....二〇五

一、化学成分——二〇五 二、溫度——二〇六 三、冷却度——二〇六 四、壓力——二〇七 五、溶解瓦斯——二〇八

二 結晶の分類.....二〇八

一、結晶質——二〇八 二、非晶質——二一〇

第十六章 火成岩特論

一 概念.....二一一

一、火成岩の岩域——二一一 二、火成岩の名稱——二一二

二 火成岩特論.....二一四

一、深成岩——二一四 二、半深成岩——二一八 三、火山岩——二二二

第十七章 水成岩及び變質岩の特論

一 水成岩.....二二九

一、水成岩の分類——二二九 二、水成岩の組織——二三三 三、水成岩各論——二三四 四、礫岩の野外觀察——二三六

二 變質作用の分類.....二四〇

一、局所的變質作用——二四〇 二、地方的變質作用——二四三

三 變質岩の組織.....二四八

四 變質岩の特論.....二五〇

一、珪岩——二五〇 二、粘板岩——二五二 三、結晶片岩——二五五 四、片麻岩——二五五

第十八章 節理

一 節理の意義.....二五六

二 節理の成因.....二五七

三 火山岩の節理.....二六〇

一、節理の種類——二六〇 二、節理に影響する作用——二六二 三、節理と地形との關係——二六三

第十九章 褶曲及び斷層

一 褶曲の成生.....二六四

一、褶曲の原因——二六四 二、褶曲の成生——二六六

二 褶曲の種類.....二六九

造山作用

造山作用
第19章

第19章

一、單成褶曲——二六九 二、合成褶曲——二七〇 三、複成褶曲——二七〇

三 斷層の成因……………二七四

四 斷層各部の名稱……………二七六

五 斷層の種類……………二八〇

六 斷層によつて生じたる證跡と觀察事項……………二八五

一、斷層によつて生じたる證跡——二八五 二、斷層に對する觀察事項——二八八

七 斷層に關する問題一二……………二九〇

第二十章 地殼の徐動と山岳の生成……………二九四

一 地殼徐動の原因……………二九四

一、急激移動——二九四 二、徐動と其原因——二九五

二 陸地の上昇……………二九九

三 陸地の沈降……………三〇一

四 山岳の生成……………三〇四

一、火成岩の進出——三〇五 二、浸蝕——三〇五 三、建設——三〇五 四、地帶構造——三〇五

第二十一章 地層相互の關係……………三〇八

一 整合と不整合……………三〇八

二 覆 蔽……………三〇六

三 新圍層と舊圍層……………三〇九

第二十二章 化石……………三二〇

一 化石の意味……………三二一

二 化石の保存……………三二二

三 地質時代分類の基礎と分類……………三二七

一、地質時代分類の基礎——三二七 二、地質時代の分類——三三一

第二十三章 日本の地質概要……………三三三

一 始原代……………三三一

一、片麻岩系——三三三 二、結晶片岩系——三三四

二 古生層……………三三五

三 中生代……………三三七

一、白堊紀層——三三七 二、侏羅紀層——三三九 三、三疊紀層——三三九

四 近生代.....三四〇

一、第三紀層——三四一 二、第四紀層——三四三

第二十四章 日本の地帯構造.....三四七

一 東亞の基礎.....三四七

二 日本群島.....三四九

一、ナウマンの説——三四九 二、故原田博士——三五三 三、ジウスの考察——三五五 四、小川博士の提唱——三五四
五、リヒトホーヘン——三五五 六、小藤博士の説——三五七 七、矢部博士の説——三五七

第二十五章 地質踏査と地層の連絡.....三五九

一 地質踏査の概念.....三五九

二 踏査に要する準備.....三六二

一、書類の準備——三六二 二、携帯用具類——三六四

三 地層の連絡.....三六七

一、地層の重疊——三六七 二、地層の連続——三六八 三、岩石の性質——三六八 四、化石の存在——三六九
五、整合と不整合——三七〇 六、地殻の變化——三七〇

第二十六章 地形の觀察.....三七二

一 山岳.....三七三

一、孤山——三七三 二、連山——三七三

二 斷崖.....三七四

三 溪谷.....三七六

四 盆地又は湖沼.....三七九

五 平地.....三八〇

六 島嶼.....三八二

第二十七章 地形圖及び地質圖.....三八三

一 地形圖.....三八三

一、測量——三八三 二、山の高度を示す圖式——三八六 三、縮尺——三九一 四、寫真地形——三九三

二 地質圖.....三九九

一、象徴——三九九 二、地層の境界——三九九 三、地層の境界と地形との關係——四〇一 四、切斷面と地質圖——四〇三
五、走向にある角度を以て切斷したる斷面を示す法——四〇六 六、記帳法——四〇八 七、調査概報——四二二

第二十八章 地層に關する作圖及び計算問題……………四三

- 一、物體の高さを計る方法——四三
- 二、真正傾斜擬傾斜に關する計算法と圖法——四三
- 三、特殊の場合に於ける走向傾斜の測定——四六
- 四、地層の厚さの決定——四二
- 五、地層の深さの決定——四六
- 六、三個所の試錐によつて地層の走向及び傾斜を知ること——四二

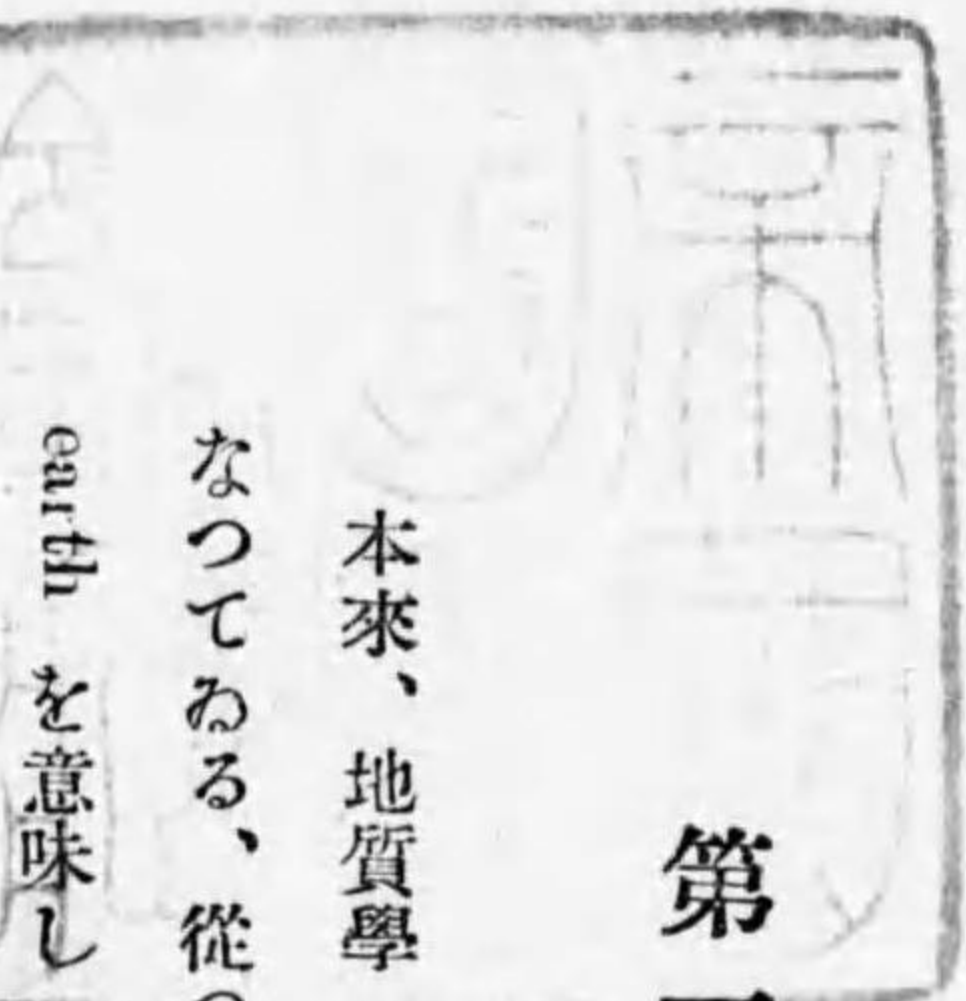
(終)

地質學通論

森下正信著

563-21

第一章 緒論



本來、地質學 (Geology) は地球に關する事柄の中、主に地殼を對象として研究することになつてゐる、従つて屢地表の狀況から地球内部の狀態を豫想することはあり得る。Geo. は希臘語で earth を意味し Geia は科學に當るから、結局地質學は地球科學である。

普通の意味に於て地質學の目的とする所は、天然に配置せられたる地層が、如何様にして現出するに至つたか、又如何に物理的及び化學的に變化を受けつゝあるか、亦受けたかを究め、更に地層相互の關係を鮮明にして、之を描寫圖示する等の事柄を擧げることが出来る。地質學は岩石學 (Petrography Petrographie) 礦物學 (Mineralogy Mineralogie) 古生物學 (Paleontology Paläontologie) なる樞要

な諸部門に曉通することは勿論であるが、更に範圍を廣めて測量學 (surveying Messung) 應用地質學 (economic geology ökonomischen Geologie) 地理學 (geography Geographie) 等の概念を修めることを閑視してはならぬ。

本書の内容は一般に亘る地質學的概念を編述し、更に之れが應用として實地踏査に關する緊要なる事柄、竝に方法等を擧げて平易に説明を試みた。地質學は之を學問的に研究する外に、石油石炭水源等の探索に其他應用方面に利用せられることがあるが、その何れの場合にあつても識眼を養成するが肝要である。地質學の專攻は他の學問よりも、一段多く體力と腦力とを要求する、實地に臨んで得る材料は、以て直に必然的結果に到達し得るものではない。寧ろ自然は有力なる材料を、提供附與して下することは尠ない、多くは貧弱なる試料から大なる結論に到達するものであるが、爰に中間に介在して働く不拔の力、それは識眼でなければならぬ。世の多くの名士は、この識眼力に富んで居るとは、常に經驗する處である、亦此等の名士自身に於ても、自ら意識せずして自然的に獲得してゐるものである。識眼力は生れながらにして具備してゐる人と、其後の養成による場合とがあり得る、後者の場合は自ら意識することによつて、更に一段の進歩を來すものである。養成の方法として一言に盡すと緊張するにある、苟も實地に臨んでは、絶えず精神を傾倒して、忽にすることなく、新原野の領域に進めば、平素の豐饒なる知識の上に、周密なる觀察、嚴正なる推理、猶その上に健全なる記憶

に俟つ處が多である。斯様にして實地と學術とから、永年の螢雪を積まなければ、眞の目的に到達することは出来ない。達成しない理論家は屢僻見に陥つて、その得たるものは空漠たる形骸のみとなる、この意味に於て、世の老練家を尊ばなければならぬ。以上は單に編者が山野を踏査してゐる際に、偶感した事柄の一部である。

第二章 空氣の作用

空氣が岩石に如何に影響するかは、説明の便宜上次の様に分類する。

1 靜的作用 (Static agents Statische Einwirkungen)

空氣は周圍に徐々に變化を與へるか、または單に媒介することによつて、間接に作用を幫助するものである。これには次の様な種々の場合が起り得る。

1 温度の影響 (temperature effect Einfluss der Temperatur)

1 岩石の表面は直接太陽の熱を受けると、幾分膨脹するが、元來熱に對しては不導體であるから、

熱は容易に内部に傳はらない。次に夜になれば、岩石の表面は冷却せられて收縮する、然し内部の方では、徐々に傳はつた熱を保持してゐる。斯様に熱せられたり、冷されたりする中に、内外兩部分の間に歪 (strain Spinning) が出来て、遂に岩石の表面に無數の破面 (fracture Frach) が入る。野外で岩石の表面に、無數に縦横に割れ目のあるを見るは、この原因に歸するものと見ることが出来る。更にその度を増す時には、表面は著しく剝離性を帯び、傾斜面に沿うて落下するに至る、而して山の麓では細片に破碎せられて堆積する。結晶片岩は、この剝離性が顯著であるために、この作用は夥し。斯様な現象は、傾斜の可成急なる斷崖に發達することが多い、斯様にして出来た礫々崖礫 (talus braccia fusgelens Erection) と云ふ。この際若し濕氣、氷等の作用が共營の形をとれば、更に一層容易に崩壊するに至るものである。従つて高緯度地方では熱帯地方に比し、受ける影響も亦大と云はなければならぬ。

2 太陽熱を受けることが多ければ結果する處も大である、ために北半球では山の南側は、北側に比し影響すること尠くなす。

3 雲間に聳える高峰では、低い山より變化の程度は少ない。

4 露出岩石が土壤、粘土、砂、礫、雪、植物等に被覆せられ居る場合には、溫度の變化による影響は極めて少ない。被覆物の中、礫よりも砂、砂よりも粘土といふ方が、作用を阻止する上に、より多

く效あることは勿論である。

5 岩石の色に關係する。例へば黒色を帯びた岩石は、白色を呈する岩石に比し、熱を多く吸収する弱點を持つて居る。従つて破壊率も多い譯である。

6 組織に關係すること、質緻密なる岩石は粗疎質のものより熱に對しては大なる面積を受けて居ることになるので傳熱の程度が速である、従つて影響することは尠ないことになる。例へば火成岩、變質岩は水成岩よりも、傳熱度大なる爲に歪か出来ることが比較的尠ない。尙この外に、疎質は吸水の程度大であつて、それが氷結すれば一層崩壊を容易ならしめるのである。

7 岩石を構成してゐる物質の不均質に原因する。變質岩、火成岩はその含有してゐる成分には不均質の程度が水成岩よりも大である爲め膨脹收縮が局所に止まつて變化の程度は弱い。

以上の事柄を綜合して、次の結論が得られる。一般に新期に生成した水成岩、舊期の火成岩は、其後の變化を受けること大で、多くは鈍圓形の山相を示すも、新期火成岩、變質岩殊に結晶片岩系の岩石になれば、鋸齒狀の峯を作つて鋸齒狀地形 (serrated topography gestigte Topographie) を示すのである。斯様な特殊地形は高緯度地方よりも乾燥したる地方の方が鮮明に、證據を辿ることが出来る。例へば北米のワシントン州、オレゴン州に存在してゐる山々の如きは、二千から三千米突の高度で、鋸齒狀地形を帯びて居るが乾燥地方では、千米突に達すれば既にこの性質を示すことが知られてゐる。

二 化學的作用 (Chemical work (chemische Wirkungen))

1 蒸發作用 (evaporation *Abdampfung*) 太陽熱の影響を受けることによつて水分の逸散を來し溶液濃厚となるに至つて、物質が沈澱するのである。空氣はこの際間接作用するのであつて、熱の媒介者たるに過ぎない。尙空氣中に含まれたる酸素及び炭酸瓦斯は徐々に周圍の物質に變化を與へるのであるが、この際水分があれば共に相働いて、更に多くの作用を與へるのである。

2 酸化作用 (oxidation *Oxydation*) 岩石中に酸化せられ易い鏽物を含んで居れば、酸素と化合して分解を初める。鐵の如きは容易に酸化せられるものであるが、酸化物となれば疎質となり、破面に序で崩壊することになる。

3 炭酸化 (carbonate *Karbonisierung*) 無水炭酸は單獨よりも、水中に溶解してゐる方が、一層有効に岩石に作用して、分解を助けるものである。特に炭酸化合物の如きは、著しく變化を受けるのである。本來炭酸瓦斯は生物の死、石炭の燃焼等でも發生するのであるが、極めて僅少で、主として火山噴出によつて、その源を發してゐる、而して水蒸氣と共に太陽の光線を吸収する性質がある。これに關して曾てアーヘニウス (S. Arrhenius) が説明して居る、空氣中にこの瓦斯の量が今日の三倍に増加すれば、極地方の平均温度は約八度の上昇を見るであらうと。反對に炭酸瓦斯の減少は、温度の降下を誘ふのであらう、地質的の氣候はすべてこの瓦斯の多寡に原因するのではなからうかといふ學者

がある、即氷河時代の誘因はこれでないかと云ふ、水蒸氣も同様の作用がある。

三 電光の影響 (effect of lightning *Einfluss der Blitzschläge*)

電光作用は空氣の間接作用であるが、特に落雷の場合には、砂礫の類を局部的ではあるが熔融したり、或は破碎したりすることがある。熔融して棒狀に固結したものは閃電岩 *fulgurite Blitzstein* と云ひ、長さ數メートルに達するものがある、サハラ (Sahara) 獨逸のリネブルク (Lüneburg) 其他で屢發見せられる。

2 動的作用 (dynamic agents *dynamische Wirkungen*)

空氣その物の動搖即風によつて、直接周圍に影響を與へるのであるから、全く風の機械的作用に外ならぬ。風的作用には破壊、運搬、沈積の三要素が伴うてゐる。

一 破壊作用 (destruction *Destruktion*) 風力によつて岩石に磨滅を與へるのであるが、風を自身自身が渦流を起して岩石に磨蝕を與へることを風蝕 (*deflation Deflation*) といつてゐる、然し風自身よりも風によつて運ばれたる砂礫を岩面に吹き付けて、破壊する方が更に大なるものがある、ウォルサー (Walther) はこれを擦蝕 (*corrosion Korrosion*) と稱して前者と區別してゐる。普通はこの兩作用を混用して風蝕といつてゐるのである。風蝕によつて生ずる地形は、岩石を構成する物質の不均質度に因

二 化學的作用 (Chemical work, *Chemische Wirkungen*)

1 蒸發作用 (Evaporation, *Verdunstung*) 太陽熱の影響を受けることによつて水分の逸散を來し溶液濃厚となるに至つて、物質が沈澱するのである。空氣はこの際間接作用するのであつて、熱媒介するに過ぎない。尙空氣中に含まれたる酸素及び炭酸瓦斯は徐々に周圍の物質に變化を與へるのであるが、この際水分があれば共に相働いて、更に多くの作用を與へるのである。

2 酸化作用 (Oxidation, *Oxidation*) 岩石中に酸化せられ易い物質を含んで居れば、酸素と化合して分解を初める。鐵の如きは容易に酸化せられるものであるが、酸化物となれば疎質となり、破面に序て崩壊することになる。

3 炭酸化 (Carbonation, *Kohlensäure*) 無水炭酸は單獨よりも、水中に溶解してゐる方が、一層有效に岩石に作用して、分解を助けるものである。特に炭酸化合物の如きは、著しく變化を受けるのである。本來炭酸瓦斯は生物の死、石炭の燃焼等でも發生するのであるが、極めて僅少で、主として火山噴出によつて、その源を發してゐる、而して水蒸氣と共に太陽の光線を吸收する性質がある。これに關して曾てアレキソウス (Alexandros) が説明して居る、空氣中にこの瓦斯の量が今日の三倍に増加すれば、極地方の平均温度は約八度の上昇を見るであらうと。反對に炭酸瓦斯の減少は、温度の降下を誘ふのであるから、地質的の氣候はすべてこの瓦斯の多寡に原因するのではなからうかといふ學者

がある、即水門時代の原因はこれでないかと云ふ、水蒸氣も同様の作用がある。

三 電光の影響 (Effect of lightning, *Einfluss des Blitzes*)

電光作用は空氣の間接作用であるが、特に落雷の場合には、砂礫の類を局部的ではあるが熔融したり、或は破砕したりすることがある。熔融して棒狀に固結したものは閃電岩 (Blitzstein, *Blitzstein*) と云ひ、長さ數メートルに達するものがある、ナハラ (Nara) 獨逸のリネブルク (Linneburg) 其他で屢發見せられる。

2 動的作用 (Dynamic agents, *dynamische Wirkungen*)

空氣その物の動搖即風によつて、直接周圍に影響を與へるのであるから、全く風の機械的作用に外ならぬ。風の作用には破壊、運搬、沈積の三要素が伴うてゐる。

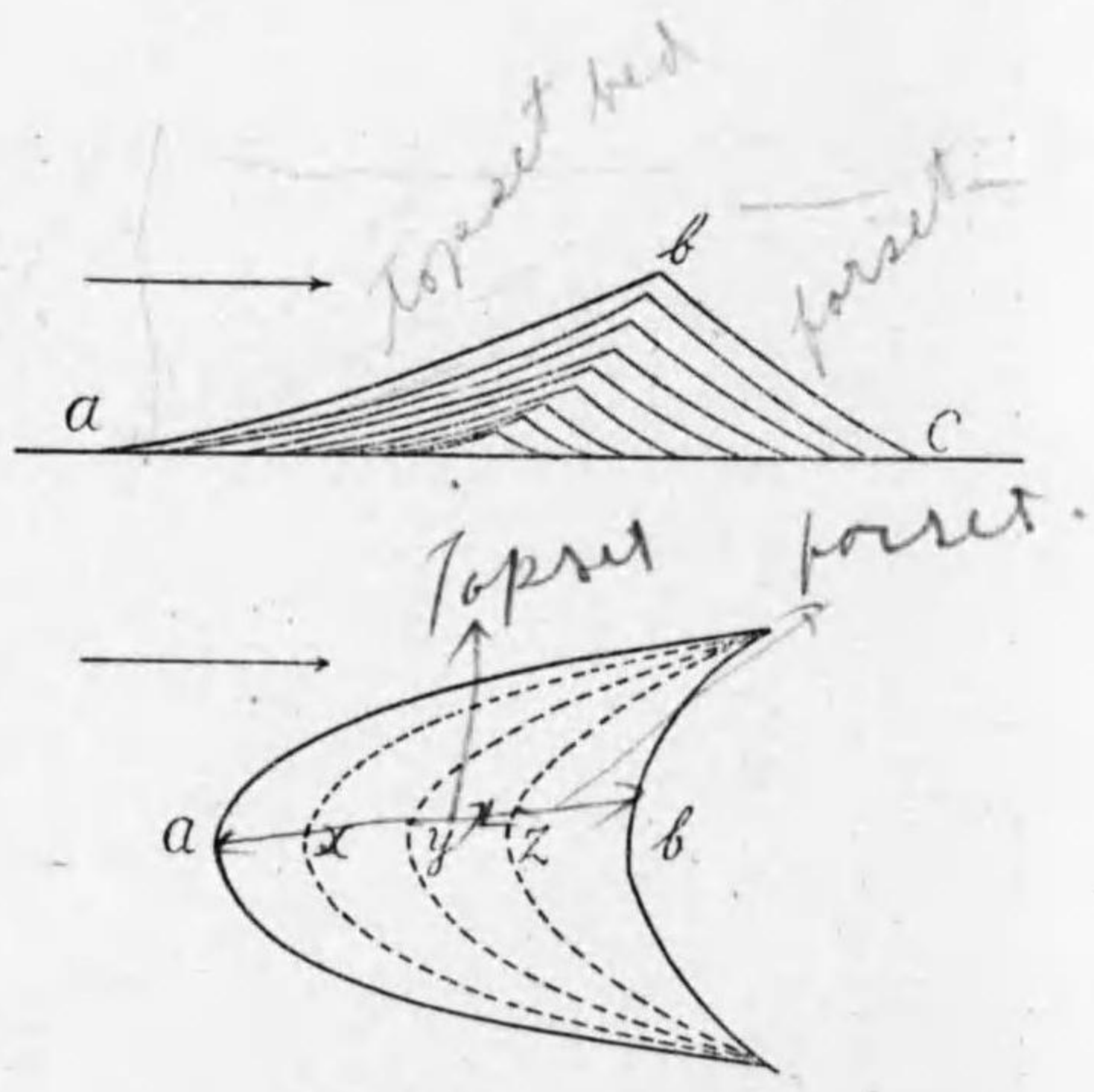
一 破壊作用 (Erosion, *Erosion*) 風力によつて岩石に磨滅を與へるのであるが、風を自身か渦流を起し、岩石に磨滅を與へることを風蝕 (Wind-erosion, *Wind-erosion*) というてゐる、然し風自身より風によつて起られたる砂礫が表面に吹き附けて、破壊する方が更に大なるものがある、ウオルサー (Wolfsaer) はこれを擦蝕 (abrasion, *Abraasion*) と稱して前者と區別してゐる。普通はこの兩作用を混用して風蝕といつてゐるのである。風蝕によつて生ずる地形は、岩石を構成する物質の不均質度に因

ると、風の強さ方向等に支配せられて、種々なる奇景を呈するものである。例へば茸状蜂巢状等其他各種の名稱がある。茸状としては北米コロラド州記念公園にある砂岩の風蝕は名高し。リホス(Lifos)の風蝕は重疊する岩石の硬軟に應じて顯著なる凹凸の地形を示してゐる。猶榛名の蠟燭岩(上野)、妙義山の石門、耶馬溪の手袋岩等はよく知られた處である。此等の地形を構成する岩石は集塊岩、礫岩、節理に富む岩石等の様で寧ろ不均質なる岩石に發達することが多い。

風が限られたる方向から吹いて、然も容易に動き得ない石であれば諸種の角稜を有する角稜礫(edge pebbles kanten Gerolle)を生ずる、若し風向に強弱があれば扁平となる、而して堅固なる石であれば磨擦による光澤を帯びてゐることが多い。

氣候の多濕地方では植物が繁茂することと、水の化學的作用が伴ひ易いが、乾燥地方では水分の缺乏から植物は絶無となり、風の動的靜的の兩作用が激烈となつて、岩石を破壊することが夥し。

二 運搬及び建設 (transportation and construction. Transportation und Konstruktion) 風によつて生じた砂粒は更に風によつて他に運ばれ、堆積すれば砂丘(sanddune Sandhühen)と呼ぶ。この出來方は風の吹く方向に、三日月形に延びて行くものである、風の當る側では堆積したる丘の傾斜は緩て、五度乃至十度位のものであるが、反對の側では、二十五度乃至三十五度位の急斜を示して居る。砂礫が頂點の處迄運ばれると反對側の急傾斜に沿うて滑落する。第1圖にてa,bを風上(topset)と云ひ、



第1圖 砂丘

b,cを風下(fossset)と云ふ、風に據つて進行の順序はa,x,y,zといふ移動の状態を示すのであるが、更に該殘留地は後方の砂粒が再び堆積することになる。斯様にして風は砂丘の移動を促すものであるが、その移動率に至ると、一ヶ年一米突から二十米突に達するものがある。砂丘の高さは六十から百米突位で、更に大なるものも尠くないが一般に十米突以下のものが多し。

風の強さ、方向等の變化に伴うて、砂上に種々なる異形を呈するものがある、例へば風が數時間可成強く吹く時には、漣痕(ripple mark Rippelmarken)が顯はれること、恰も海濱で波の影響に據ると同様の證跡を示すのである。漣痕は風の方向と直角に長く横はるのであるが、これを風の方向に切斷して見れば、矢張り風上と風下との象形を示すのである。更に強風になれば、小丘が風の方向に長く並ぶことになり、若し風が直角の方向に變ずると、同様に風の方向に丘が並走することになる。

風力が更に局所的に大であつて、風向に變化がない場合には、半掃鉢状の地形を示すに至るのである、これを掃鉢状(barchane Barchans)と云ふ、この現象はアラビヤ、ゴビ、サハラ等の沙漠中に多

く見出さる。第1圖の下段の圖は播鉢を上から見たるものである。風の方向、風力の變化によつて堆積するものに僞層 (*cross bedding Kreuzschichtung*) と稱してゐるものがある、その沈積状態は全く淺海の場合と同様である。

風成による堆積物の中で黄土 (*Loess Ties*) は多少趣を異にした地形を示すものである。例へば北支那の黄土はリヒトホフエン (*Richthofen*) によつて、初めて世界に照會せられたるもので、洪積期の氷河時代に乾燥したる中央亞細亞から、岩石の破砕片を當時の強風で、東方に搬出堆積したものであると云ふ。黄土は其の名の如く黄色を帯び、外觀極めて多孔質で、容易に粉砕することが出来る。猶乾燥すれば垂直の方向に、龜裂を顯はすことが多く、且つ石灰質等不均質物の包含によつて、容易に水蝕の影響を受けて斷崖をなす、而して斷崖の間を通ずる谷河は、晴天時は須要なる交通路となるのである。黄土の顯微鏡試験は石英、長石、角閃石、磁鐵礦、輝石、方解石等を認めることが出来る、粒形は何れも多角形を帯び、その大に至つては徑0.1から0.01に至る細微粒のものである。黄土の厚さは四百米突に達するものもあつて、整層して居ないことが特徴である、猶屢陸棲生物の化石が發掘せられることがある。黄土は沙漠の様に不毛の地ではない、農業地として開墾せられてゐるが、殊に黄河の下流の如く、直隸山東の大平野を作つて、豊沃なる耕地をなしてゐるのである。支那の外に露國に黒土がある、これは黄土が腐植土と混じて黒色を呈したものである、北米ミゾーリ、ミシシ

ッピー地方等にもある、これは黒土と同様に風成には關係なくて、氷河の影響によるものであると稱せられてゐる。

三 沙漠 (*Desert Wüste*) は砂丘が廣大なる面積を占むる場合に稱してゐる。サハラ沙漠 (*Sahara*) は最大なるもので其の面積は四十萬方里に及び日本の總面積の九倍、歐洲大陸の三分の二の割合に當る。曾てチツテル、ウオルサー (*Zittel, Walthar*) 其他の人々が踏査せられたので明になつた。本沙漠の砂塵が強風に煽られると、アルプスを越えて遙かに英國、北獨逸まで飛散するといふことである。沙漠の高さは二百から二千米突に達するものもあつてチツテルに依れば沙漠の状態を次の四に分類してゐる。

- 1 高原沙漠 (*plateau desert*)
- 2 浸蝕沙漠 (*erosion desert*)
- 3 平原沙漠 (*sand desert*)
- 4 山地沙漠 (*mountain desert*)

沙漠は一般に不毛荒野の地で雨量は極めて尠いが浸蝕沙漠の如きは屢地下水が豊富で天然に湧水する處もある、其處では農作に適する沃地 (*Oasis Oase*) あり或は森林帯もある。

四 砂丘の地形相 (*topographic feature topographische Gesichtszüge*)

砂丘の位置起伏程度を示すに次の様に分類せられる。

- 1 内地砂丘 (inland dune *Inland s.dune*)
 - 平原 (plain *Ebenen*)
 - 高原 (plateau *Plateau*)
 - 小丘 (hill *Hugel*)
 - 孤山 (mountain *Berg*)
 - 溪谷 (valley *Tal*)
 - 湖岸丘 (lake dune *Seeidune*)
 - 2 海岸砂丘 (strand dune *Küstendüne*)

五 沙漠の分布

地理的分布から考慮するに次の二つに分ち得る。

1. 熱帯地方の乾燥地帯であつて、通常500ミリ以下以下の雨量の場合である、サハラ、アラビヤ、濠洲の西部等はこれに屬する。この種の沙漠は赤道直下になくして、寧ろ南北回歸線附近に分布してゐる、これは貿易風 (trade wind *Passatwinde*) に歸するのであらう。例へばアフリカでは北回歸線附近にサハラ、リビヤの沙漠があり南回歸線附近にカラハリ沙漠がある、而して赤道直下には却て雨量

に富んで、ビクトリヤ湖があり、これからナイル、コンゴの二大河が分派してゐる。

2. 褶曲山地帯であつて、附近の山脉の影響から乾燥するに至つたもので、高原性を帯びてゐる、トルキスタン地方北米のコロラド地方、智利のアタカマ (*Atacama*) 沙漠は何れもこれに屬する。

六 風成岩層の特徴

風成によつて生じた地層には次の如き特徴を示す。

1. 厚層をなすこと、粒子に著しい變化がないために整層することが稀である。
2. 偽層に特徴あること、偽層をなす單一層は比較的廣い面積に亘つてゐるから水成による偽層と著しく異にする(一一八頁参照)。
3. 鑛物の増大、最初に沈積した粒子の形は著しく圓味を帯びてゐるが次にこれと性質を同くする鑛物が接して堆積しこれが岩石に固結すれば鑛物は互に接合して増大する、これは *Reubus h* によつて獨逸の斑砂岩 (*Eunfs.stein*) 中にこの例のあることを指摘せられた。

練習問題

- 1、風蝕作用を説明せよ。
- 2、風蝕による三稜石。
- 3、黄土の成因を説明せよ。
- 4、サハラ沙漠の地形を問ふ。

- 5、風が地形に及ぼす影響如何。
- 6、風成岩層と水成岩層とは如何に之を區別するか。

第三章 地上水的作用

1 雨水

一 雨水の性質

天氣晴朗であれば、風は随分塵芥を空高くまで擧げ得るものである、而して一度降雨があれば、塵は雨水と共に落下して、空氣は爲に清められることになる。尙この固形物の外に瓦斯を可成多量に含んで居る。ブンゼン (R. W. Bunson) は雨水を各溫度に應じて分析したる結果に據ると次表に示される。本表は窒素、酸素、無水炭酸の各割合を示したのである、この外に安母尼亞、硝酸、硫酸、鹽素等がある。猶固形物もある。瓦斯の總量は「リットル中に cc」 量許り、雨水中に含まれてゐることが

8.17.

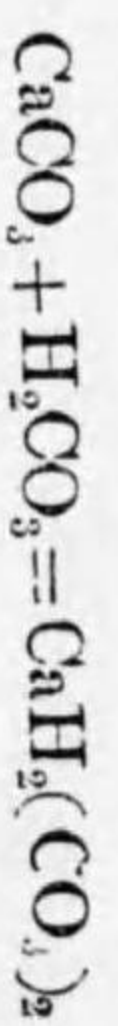
	0°	10°	15°	20°
N ₂	63.20	63.35	63.49	63.62
O ₂	33.88	33.97	34.05	34.12
CO ₂	2.02	2.68	4.46	2.23
				2.14

知られた。此等の瓦斯は酸素等と共に岩石を溶解する能力を具有して居るものである。

雨水の其後の行方については蒸發、地下滲透、地上水とに分れ、その三者の分配率は氣候、土地の高低、岩質等により著しい相違がある。その中氣候は蒸發に影響し、土地の傾斜と岩質とは、地下滲透と地上水との間の割合に關係する、即土地の傾斜が急であれば地下滲入率は少ない。亦岩質の點では滲漏性の強い岩石即礫、砂、礫岩、砂岩の如き透水層 (permeable bed Durchdringliche) であるか或は滲漏性の弱い岩石即粘土壩頁岩等の不透水層 (impermeable bed Undurchdringliche) であるかによつて影響する處大である。爰に凍結したる地盤は、絶対に漏れないと看做されてゐる、斯様に地表に不透水層の存在は流水を促して、その率を高め湖沼濕地を多からしめるのである。地下に滲透したる水は、一部植物の營養素に供するも、大部分は地下循環の後再び地表に泉となつて顯はれるものである。

雨水には元來夾雜物は極めて少ないのであるが、一度地上を流水すると、諸種の可溶性成分は岩石から溶解し去つて、その結果 Ca, Mg 等を多量に含有するに至る、これを硬水 (hard water Härten wasser)

と稱してゐる。その中に熱することによつて可溶性となれば之れを一時硬水 (temporary hardwater) *temporäre Hartwasser* と云ふ、例へば炭酸カルシウムは炭酸水に會すると次の様な順序で重炭酸カルシウムの可溶性鹽を作るのである。



同様に $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{MgH}_2(\text{CO}_3)_2$

尙熱するも何等の變化を示さない場合にはこれを永久硬水 (permanent hardwater) *Härtewasser* と呼んでゐる。多くは硫酸鹽である。而して Ca 、 Mg の含量極めて尠少であるか、全くない場合にはこれを軟水 (soft water) *weiches Wasser* と云ふ。

二 岩石の浸蝕

岩石が水の作用によつて機械的或は化學的に破壊することについて、使用せられてゐる言葉に種々ある。

浸蝕 (erosion) *Erosion* $e = \text{off}$ $r = \text{odo}$ $= \text{gnaw}$) 流水等によつて機械的、又は化學的に岩石に變化を興へる時に用ひられる、普通一般の破壊を漠然と云ひ表はす場合である。

風化 (weathering) *Verwitterung*) 風雨によつて影響せられたる場合の靜的意味に用ゐられてゐる。

削剝 (denudation) *Entblössung*) 風化によつて生じたる粗鬆質物を除去する作用である。

分解 (decomposition) *Zersetzung*) 風化作用に特に化學的意味を含んでゐる場合で複雑なる成分から單なる物質に變ずる等の意。

擦蝕 (corrasion) *Korrasion*) 流れによつて岩石の表面を擦り去ること。

削磨 (abrasion) *Abrasion*) 主として河床に生じたる砂粒が水流による勢を得て、その衝撃によつて岩石を破壊して行く作用である、この方法は侵蝕作用の中で破壊の最も大なるもので、且つ速度の早いものである。

削切 (quarrying) *Steinbruch*) 河岸の下部を浸して河中を擴げる作用である。以上の言葉は大體グラボー (Grabau) の言に従つたのであるが、人々によつて多少異議あるは免れぬ、本書は上記の説明に據ることにした。

三 雨水の浸蝕作用

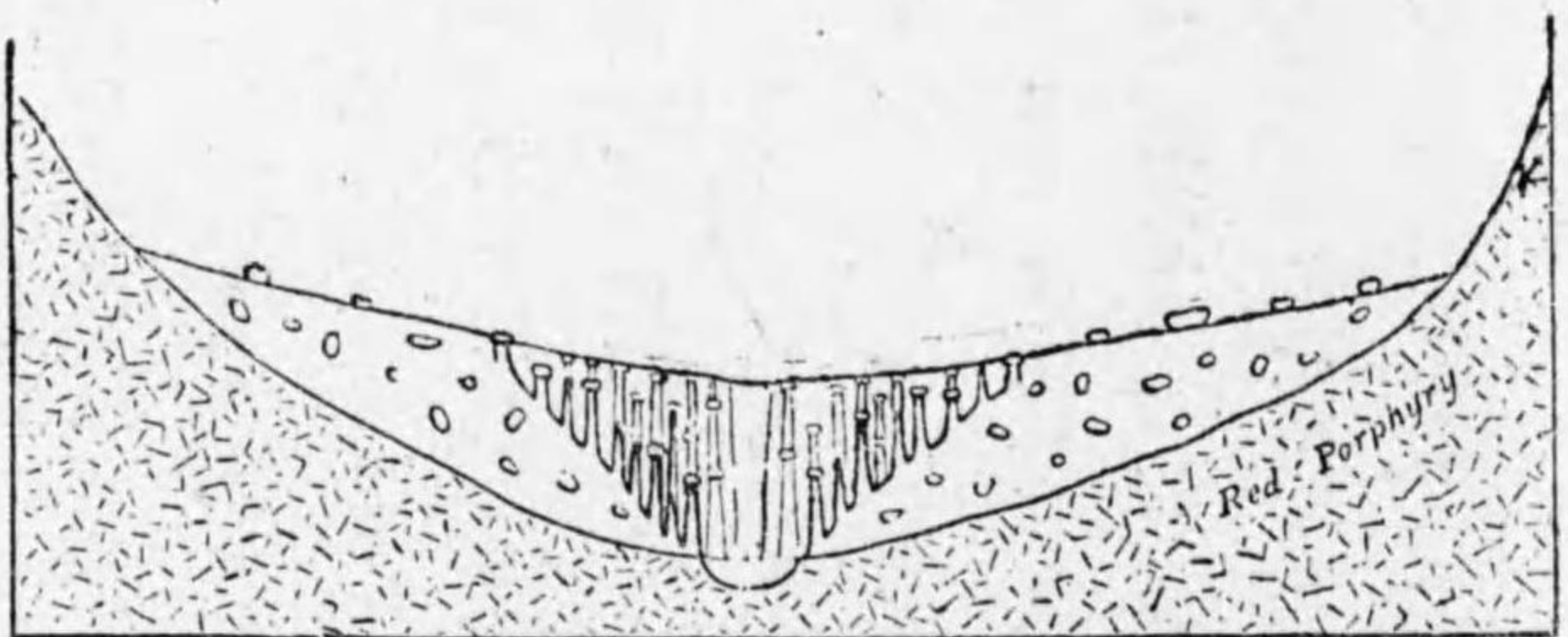
すべて鑛物岩石は多少水に浸されるのであるが、殊に無水炭酸を含む水は一層烈しい。これについてかつてロガース (R. E. Rogers) は實驗の結果を擧げてゐる、氏は $\frac{1}{2}$ 瓦の角閃石を 24 時間水中に浸し、0.095 の第二酸化鐵、0.13 の生石灰、0.095 のマグネシアを得たが結局總量の $\frac{1}{10}$ の量を失はれたと云ふのである。其他各種の鑛物に就いて多數の學者によつて實驗せられてゐる、橄欖石、角閃石、斜長石、正長石、雲母等は矢張り作用せられるのであるが、特に雲母類で白雲母はその中最

も抵抗性大なりと稱せられてゐる。雨水中に炭酸瓦斯を含む場合には、長石は陶土化し、含鐵苦土鑛 (Ferro-magnesian minerals Ferronagsuminieren) は容易に滑石又は蛇紋化せられる。其他硫酸鹽類、碳酸鹽類、硝酸鹽類等も容易に水のために分解せられる、亦硅酸、硅酸鹽類の如きは溶解至難とせられてゐるのであるが、永年の間には徐々に浸されるものである。含鐵鑛物の分解は多くは褐鐵鑛になる、例へば



亦含鐵苦土鑛も同様褐鐵鑛を生成するのである。一般に鑛物の浸蝕はその種類、硬度、疎密、劈開、龜裂等によつて程度に難易がある。岩石の中でも亦構造によつて浸蝕度を異にしてゐる、例へば整層岩は非整層岩より易く、整層岩の中でも水平又は水平近くに傾斜してゐるものは、垂直に近い角度を有するものよりも、作用を受けることが少ない。

雨水の浸蝕作用は、山岳と云はず、平地と云はず至る所て變化を與へるのであるが、殊に山岳地方では削剝作用が著しい爲めに奇景を呈することがある。有名なる土錐 (earth pyramid Erdpyramiden) は伊太利北部のボーゼン附近 (Ritten bei Bozen) に露出してゐる、岩石は粘土、凝灰岩、氷堆石等からなつてゐるが、これは不均質の浸蝕によつて生成したのである。第10圖に示すが如くにして、岩塊が頂に聳えてゐる。



第2圖 土錐の生成順序

氣候は乾燥し、降雨少く、従つて植物の繁茂を見ることが出来ない様な、半沙漠的の荒漠不毛の高地では、適降雨があれば、激烈に土砂を搬出する爲に濁流となり、地面は不等の浸蝕を受けて著しい凹凸を示すものがある、これを惡地 (badland Badlands) と稱してゐる。北米ではロッキーマウンテンの東側にこの例が多い、南ダコタ、モンタナ、ワイオミング、ネブラスカ (south Dakota, Montana, Wyoming Nebraska) 等の諸州は斯様な地形を示してゐる。日本では尾張の瀬戸地方に、稍これに類似した地形が見られる、該地方のものは花崗岩の風化に據るのであるが、その中ベグマタイト、アツプライト等の珪石質は、容易に風化せられないので、残留して絶壁をなし皆禿山を形成してゐる。この地では絶えず浸蝕作用を受ける爲めに、植物繁茂の邊がない、而して山は赤裸をなしてゐるのである。一般に花崗岩地方にはこの種のものが多い。亦土柱に就いては越前吉崎の土柱、臺北附近の泥柱等は知られてゐる。

四 石灰岩の浸蝕

石灰岩は炭酸瓦斯を含んでゐる水には容易に侵される、而して重碳酸鹽の可溶性成分となるのであ

る。浸蝕程度は石灰岩自身の均質度、裂隙の多寡等によつて大小が出来て地形を異にするのである。瑞西ゼンチス (Senhis) ではカレン (Karven) と呼ぶ鋸齒狀の地形が顯はれてゐる、亦ユーゴスラビヤ國にあるカルスト (Karst) 地方では、廣大なる面積に亘つて石灰岩が露出してゐるのであるが、浸蝕によつて各種の奇景に富んでゐる。斯様な現象は該地方許りでなく一般に石灰岩地方の特性である、而して次の様な地形を伴うてゐることが多い。

石灰窠 (sink hole, coline, Polinen) は漏斗狀の孔穴が地表近くに出来て、洞穴の天井が墜落した爲め、地表に開穴したものである。この陥落地が比較的廣い部分に跨る場合に之をポリエ (polje Poljen) と云ふ。ユ國では大なるものは直径一軒深さ300米に及ぶものがあるが、屢細長く蜿蜒十數里に亘つて居ることもあるので、特にこの地方をカルストと呼んでゐる。しかしこれが轉して、一般に石灰岩に生ずる浸蝕現象に對して、名稱する様になつた。斯様な現象は地上水の外に、地下水の作用も亦影響すること考へなければならぬ。

石灰洞窟 (cavern, Tollen) 地下水の作用によつて行はれたる浸蝕であるが、吾々はその存在を地表から知ることが出来ない、只洞窟内の流水が地表に相連絡してゐるか、或は天井の陥落によつて起る上記の石灰窠の表はれることから、初めてその存在を知るのである。石灰洞窟は隨分廣大なる面積に亘つて居るものがある、英國ではデルビシャイア (Derbyshire) にピーク (Peak) と稱する有名な



第3圖 秋吉臺洞穴内の百町田

る洞穴がある、北米ではケンタキ州のマンモス洞窟 (Mammoth-cavern, Kentucky) の如きは、奥行が七里半も擴つて、地下洞では世界一と云はれてゐる。

日本でも洞窟は相當に知られたものがある、例へば秋吉臺(長門)、武藏西多摩郡日原、秩父大瀧、上影森、三ノ岳附近平尾臺(豊前)、立所山(上州)、坂田犬上(兩郡)に亘るカルスト(近江)、相馬郡福原(磐城)、上浮穴郡羅漢洞(伊豫)、八名郡嵩山(三河)等。上記の中で秋吉臺は最も雄大である。秋吉臺は美彌郡で山陽線小郡驛から北方五里餘の處に位置する。石灰岩は古生層で南西から北東に長く延びてゐる。石灰窠は隨所にあつて、徑30米位が普通であり、その傾斜には種々あるが四十度から五十度位に達するものもある。土砂の堆積してゐる處は、營養分が他方から流入して來る關係から、豊沃なる地を成してゐる。秋吉村

に洞窟の入口があつて約二十米の高さを保つてゐる。窟内では随分廣大なる處があり無數の鐘乳石、石筍の外に皿池、銀柱等の名稱せられたものもある。

第3圖は俗稱百町田と稱してゐるが、稻田の状況に類似してゐるので命稱したのであらう。その成因については詳らかではないが、石灰岩中の不均質の浸蝕といふよりも、寧ろ北米國立公園エローストンのマンモス温泉で、顯著に發達してゐる灰華段丘 (Kalksteinterrassen) の様に、石灰岩の生成の際下等藻類の作用によつて一部分硅化しこれが浸蝕に對し殘留したものと觀測するが妥當でなからうか。

五 天然橋 (natural bridge Naturbrücke)

天然に橋梁を生成するものであるが、その成因に就ては次の數々がある。

- 1 洞窟の天井が一部陥落すれば、残つた部分は天然橋を作る。
- 2 二つの甌穴 (河流の侵蝕で詳説する) が隣接する時側壁が削磨作用を受けて破壊し、互に相通することになるが、表面は残つて天然橋をなす。
- 3 不均質の浸蝕作用を受けて起る、殊に石灰岩、集塊岩、節理の多き岩石等に多い。バーヂニア (Virginia, U. S. A.) の天然橋は石灰岩の浸蝕である、第4圖は滿洲望兒山岩鏡と稱し節理に富む結果である。亦帝釋村 (廣島縣) の石灰岩、三崎町 (神奈川縣) の第三紀層等の橋梁もこの種に屬する。
- 4 波浪による海蝕洞である、海岸附近の島嶼に屢見る處であるが、陸前松島の八百八島の材木島

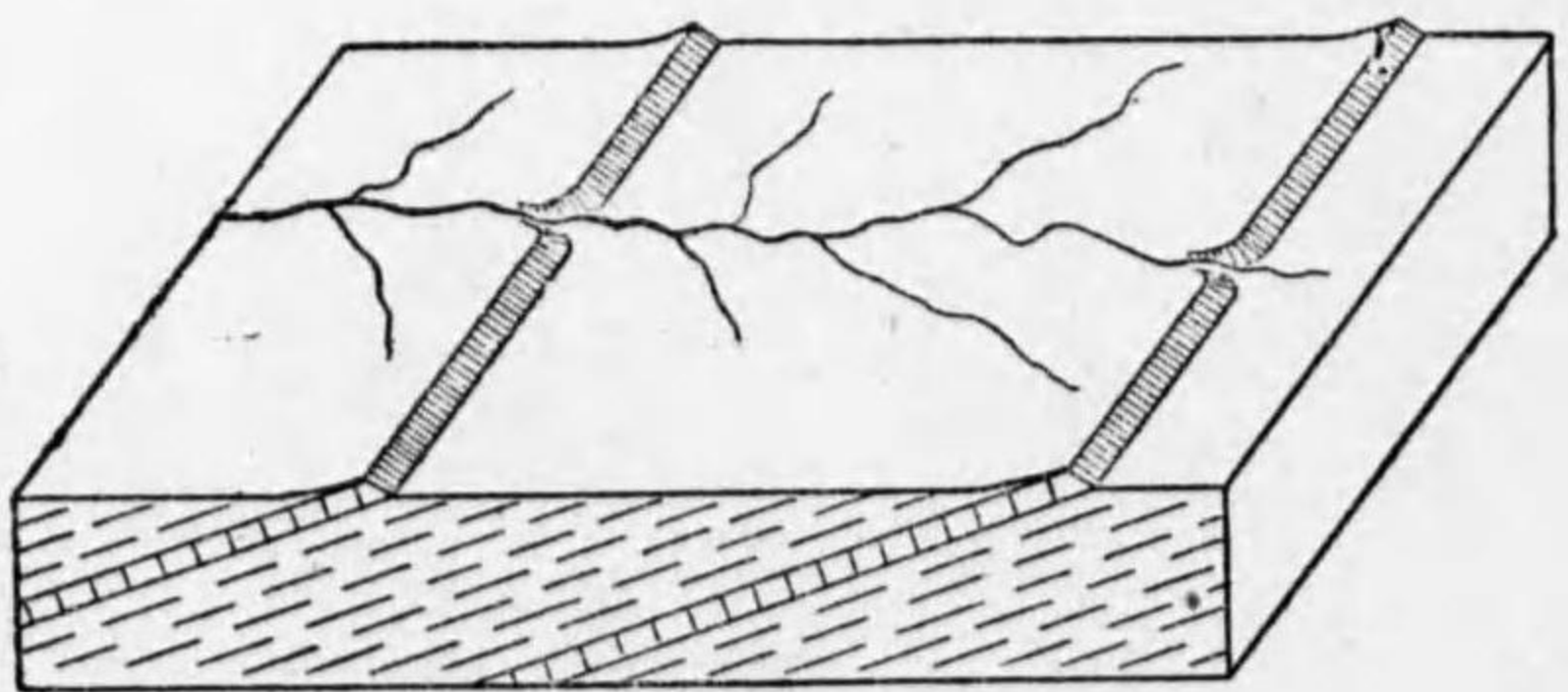
は見事に顯はれてゐる。

六 其他浸蝕に據る諸種の地形 河の流域にて傾斜を



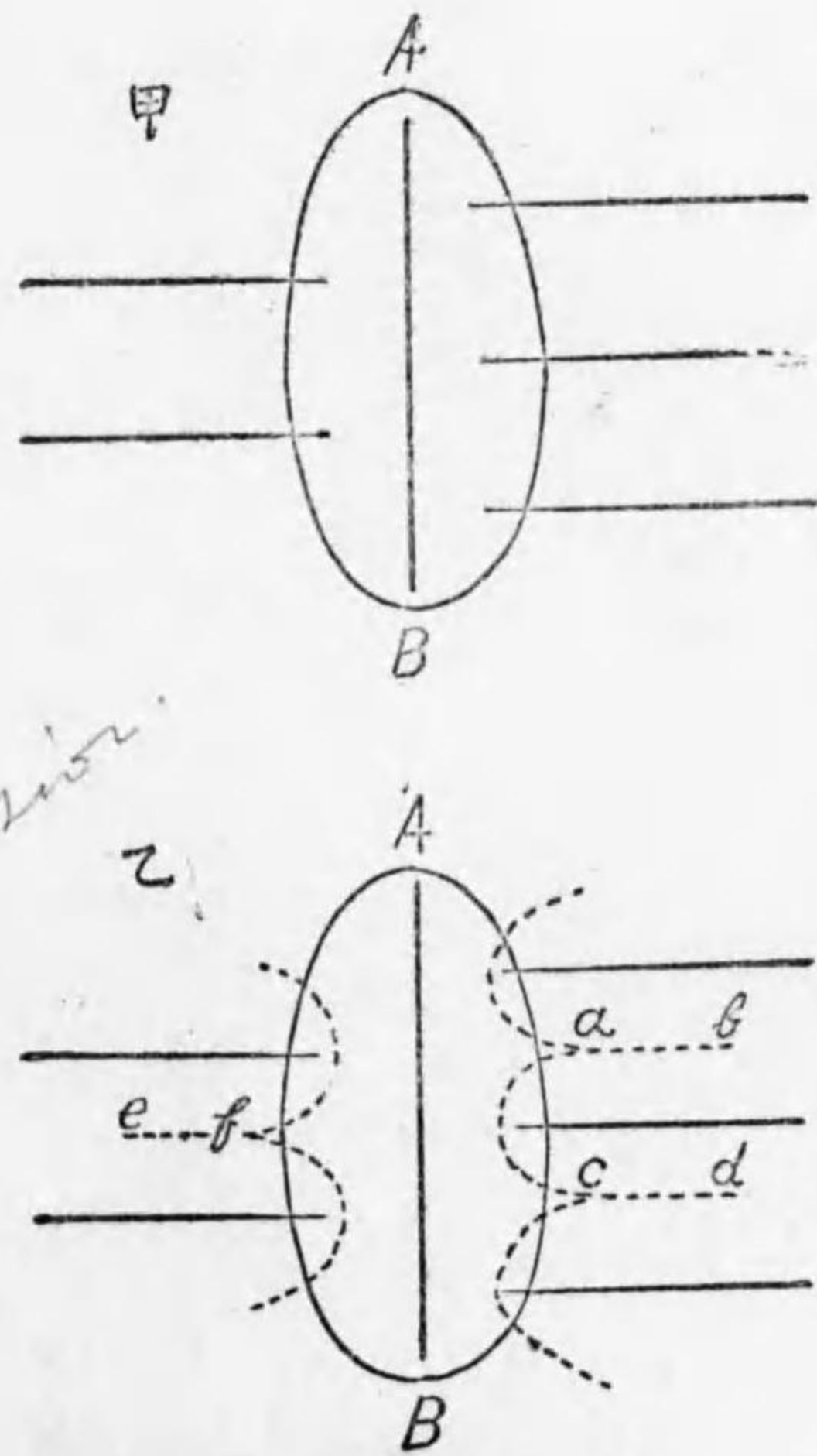
第4圖 熊岳城の岳鏡

示してゐる地層の中、ある特別の層が堅岩なる爲めに、その部分は浸蝕に抵抗して残り、長壁を作ることがある、これを西班牙ではケスタ (cuesta Schichtstufe) と稱して英語の斜崖 (escarpment) に當る (第5圖)。この時地層が更に傾斜してゐるならばその部分は長く突出するに至る、これを豚脊 (hogback's Schweinrücken) と云ふロッキーマ脈にこの例がある。更に急斜すれば刃崖 (Steigritzfornie) をなす。



第5圖 斜崖

若し地層が水平であれば平坦なる臺地として残るこれを卓地 (table land Tafellerg mesa(西語)) と云ひ、卓地が漸次浸蝕されて更に小なる臺地を形成すると小楯地 (butte(佛語)) と云ふ。此等の名稱は火山の場合にも形の上で同様に名稱してゐる。小楯地が更に浸蝕を受けて小となり、加ふるに不等の風化作用を受けると奇觀を呈することがある。殊に堅岩と軟岩とが互層をして居れば、屢搖ぎ石 (rock-ingstone) を形成することがある、獨逸にフエルセエル (Fulda) の悪魔と稱せられるものがある、これはブント砂岩 (Buntsandstein) の浸蝕の結果で、自然の力に對する迷信は、何所も同じで此處ではこの奇景の根元に神を祭つてゐる。搖ぎ石は日本にもある、大和笠置山は古くから知られてゐる。



第6圖 山岳の浸蝕

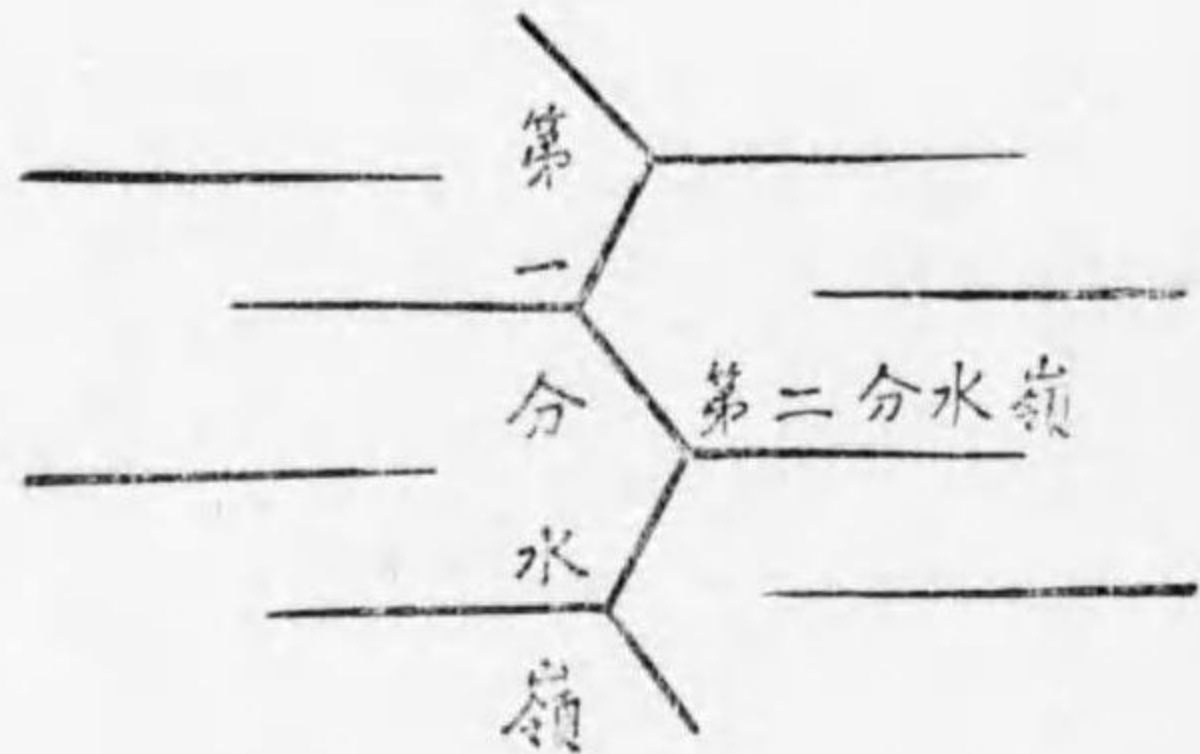
和笠置山は古くから知られてゐる。

2 河流の浸蝕

一 河の上流

爰に土地が新に隆起して山岳を形成したとする、或は火成岩の噴出があるも差支へない。第6圖の

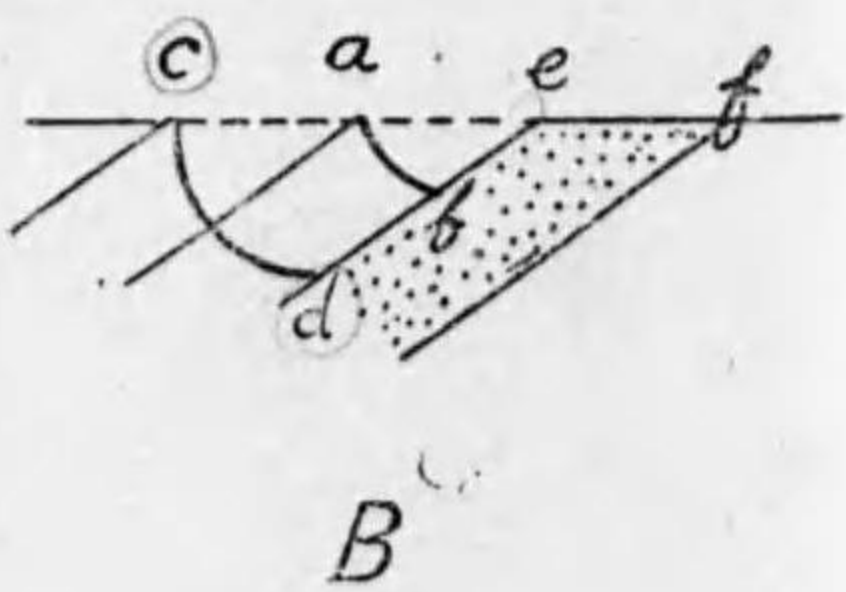
ABはそれを表はせるもので、これを地形の原形 (initial form Urforn) と云ふ (甲)。次に流水はそれに直角に起るのであるが、ABの兩側に交互に發達するものとすると、擦蝕作用が働いて漏斗狀の穴を穿つに至る、その結果は乙圖に示す様に



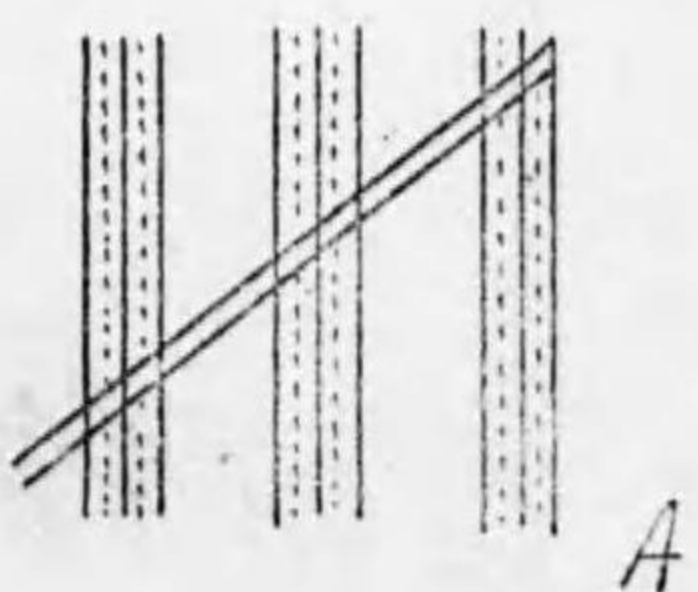
第7圖 新分水嶺の生成

ab, cd, ef等の峰が出来る。更に浸蝕の度を進める中に、a側とf側とは相接近して來る結果、本來の分水嶺 (water-shed Wasserscheide) はヂックザック (zig zag) の形をとること第7圖の如してである。而して第二分水嶺が發達し、第一分水嶺は益々不規則なる形をなす許りでなく多くの分水嶺が生ずる。

河の上流で流水の浸蝕して行く程度は整層岩の中に斜に流れる場合とに分れる。従つて浸蝕の程度に多少の難易、及び浸蝕の方向に、多少の變化のあるは免れない。即ち(1)の場合にあつては直下に切り込むよりも、傾斜の方向に進路を求めめる傾向がある。第8圖(B)に於て河流が ab であれば cd の方向に擴がらんとするのであるが、この際



第8圖 A斜走谷 B走向谷斷面圖



Feld に堅岩があれば一層容易に浸蝕せられる、而して往々廣く斜崖をなすことがある。(2)は走向に直角の方向に流れる場合で之は、更に二様に考へられる、即傾斜の方向と、これに反對の方向とである。何れの場合にしても、走向の方向に多少擴がらんとするものである。(3)は斜に傾斜の方向と、反對の方向とに分けられるが、共に(1)の場合と同様でこの狀況は同圖Aの如くに表はすことが出来る、即左圖よりも右圖の形をとるものである。

以上の様に山岳は初期にあつては風化浸蝕の程度が微小なために起伏の度が著しく溪谷も亦深い、併し浸蝕の進むに従つて大なる山頂は追々殺滅して小規模に群立し次に平頂となつて消失する。かくて起伏の度は益減じて極めて緩なる波狀の山相を示すに至る、中國地方の古牛層はこの例である。

二 河の上流から中流へ

河の上流から中流に亘つて生ずる特産物とも見るべきものは湖、瀧、甌穴、峽谷等である。湖については後述することになつてゐるから略する。

瀧の出来る理 瀧の出来る原因に就いては、土地に著しい高低があつて、堅軟を異にする岩石上を流水すれば、高所にある堅岩は残つて瀧を形成する、即岩石に浸蝕度を異にする時に生ずるのであつてこれは普通見る處である。この場合に瀧の上部が堅岩であり、下底に軟岩を有する地層であれば、側壁は著しく削れせられて、後退するものである、これを崩退 (sapping Sapping) と云ふてゐる、日光

裏見瀧、黒瀧山等はこの例に屬する。北米ナイアガラ (Niagara) は世界で有名なる大瀑布であるが、矢張り崩退することでも名高い。

ナイアガラ瀑布はエリー湖 (Erie) とオンタリオ湖 (Ontario) との間に位置し、ヘート島 (Goat Island) を夾んでカナダの方 (Horse shoe fall) と、米國側 (American Fall) との二つに分たれてゐる。直下百六十尺から百七十尺あつて、水量は極めて潤澤である。地層は中生代であるが、上層は堅密なる石灰岩から成つて、これが下部の砂岩、頁岩の互層よりも、剝削作用に對して抵抗すること大である、従つて脚下の浸蝕に伴つて石灰岩が突出することになる、而して不安定となつて崩退するのである。瀑布は素、クインスタウンまであつたことは知られてゐるが、其後浸蝕によつて現在の處迄後退してゐる、今後云々とも探定の行動をとることであらう。ライエル (Lyell) は一年に一三三米退行して、初めから今迄三三〇〇年を経過し、今後はエリー湖迄一〇〇〇年を要すべしと稱してゐる。亦マッティン (Martin) はライエルと同様に、二三萬年の年數なりと概算してゐるに反し、ウッドワード、ギルバート (Woodward, Gilbert) の兩氏は一千年に二三米後退するものとして、今迄の年數を一〇〇〇年と見積つたのである。何れにしても今後幾年かの將來には今日の様な絶景は見られない時期が來るであらう。

甌穴 河床に徑數寸から十數尺に亘つて、洞穴の穿たれたるものがある、深さも略同様の大きさのものを甌穴 (pot hole, kettle hole, Riesenhöfen) と云ふてゐる。甌穴は急流で、水流の速度が可成大なる處に發達するのであるから、現在は流水が水勢水量共に貧弱であつても、甌穴の存在は往時を偲ばれるのである。これが原因については急流である外に、可成水量の潤澤なることを必要とする。猶この外に、河床をなす岩石の性質にもかなり影響をなすものである、例へば

- (1) 岩石の表面が不規則で、凹凸常ならぬこと、

- (2) 團塊 (詳細は一三三頁参照) 又は礫岩である場合、
- (3) 不規則なる節理の發達、
- (4) 硬軟粗密の差違著しいこと、
- (5) 化學的に不規則に溶解すること、

斯様にして河床に一部分穴を穿つに至ると、水は運搬し來つた砂礫と共に、穴に入つて廻轉を初める。この廻轉速度は流水の速度に比例するのであつて、遠心力により穴は益々擴大せられるものである、而してその擴張度は流水の速度に支配せられて極限がある。該砂礫は穴内に止まつて堆積してゐる。甌穴は河床で然も上流から中流に亘つて發達する日本では秩父荒川、日向都城附近關尾、木曾寢覺床龜岩 (花崗岩の節理に原因する) 等は名高い、然しこの現象は多くの流域で見える處である。

峡谷 河床を構成する岩石が若し軟岩であれば、側壁にその勢力を擴張せんとする傾向を有するものであるが、堅岩であれば下底は益々擦磨作用が働いて、寧ろ直下に深く切り込んで行くものである。峡谷 (canyon Kanjon) は米國で多く使用せられてゐるのであるが、谷の深さが河巾に比し更に大なる意味を含んで居る。英國では深谷 (gorge Schluete) と云つてゐる。同國內で大なるものはチエダール深谷 (Cheddar gorge, Mendip Hill) であつて最深 420 尺あり、石炭紀の石灰岩を削磨開鑿したものである。瑞西ラガッツ (Ragatz) の峡谷も極めて雄大なるものがある。世界で壯大且つ長距離で有名な

るはコロラドのグラント、カニオン (Grand canyon, Colorado) である。

グラントカニオンは源をコロラド高原に發して、ウター州を過りアリゾナ州からカリフォルニア灣に注いでゐるコロラド河の豁谷である、而して全長 300 哩に亘つてゐるといふ。河巾は河段となつてゐるので、8 哩、10 哩、12 哩といふ風に階段をなしてゐる然し實際内部峡谷 (inner canyon) になれば巾 300 尺から 300 尺餘り、深さは 2000 尺もあつてこれが今日の眞の流域を形成してゐる。

この外支那でも昔から知られてゐるものがある、揚子江の上流巫山峽等である。日本では天龍川の上流にあるが一般に古期の水成岩に生じ易い傾向がある。

三 河の中流から下流へ

河の上流から中流に亘つては、流水の破壊作用を伴うてゐるものであるが、中流以下になれば破壊力の外に、多少沈積作用も加はるに至るものである。河床に横はつてゐる砂礫の大半も餘程減じてゐるが、然も猶屢可成大なる岩塊をも見受けることがある。ホプキンス (Hopkins) はこれに就いて、流水の運搬力は速度の六乗に比例するといふことと説明してゐる。

假に物質の大きさが一定して居れば、流水の力 (F) は速度 (V) の自乗に比例するといふ。F ∝ V²。次に速度が一定して居れば、流す力は礫の面積 (A) に比例する。F ∝ A。速度と面積とを含む時の流す力 (E) は、

$$E = V^2 \times A^2 \dots \dots \dots (1)$$

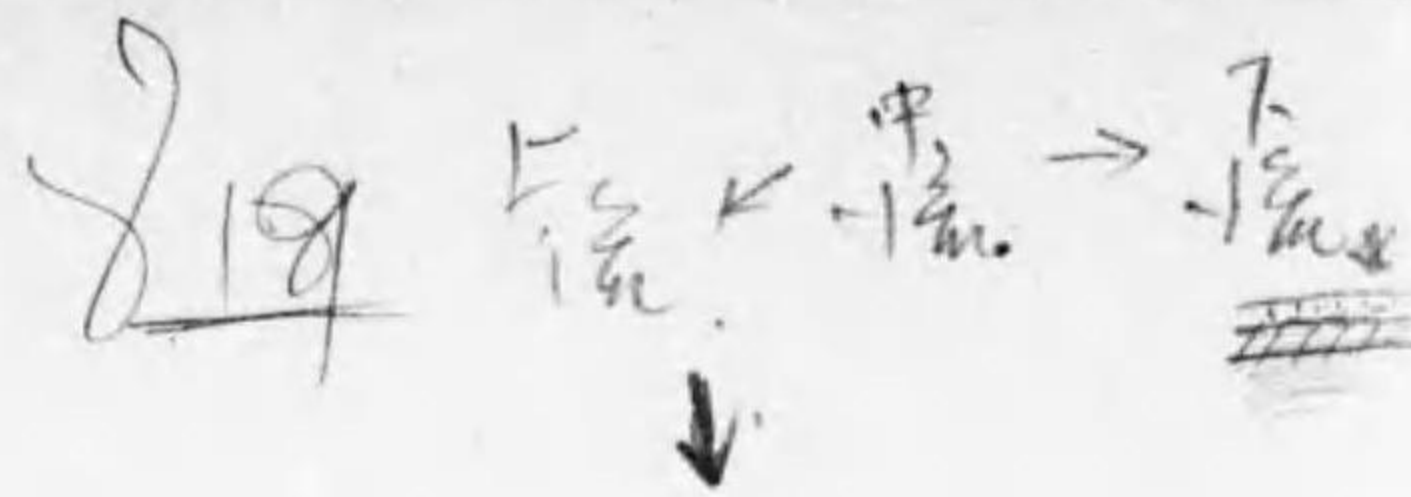
茲に礫の重量 (W) は容積 (V) に比例する。 $W \propto V^3$

$$\therefore d \propto V^2 \times V^3 \text{ 又は } d \propto V^5 \dots \dots \dots (2)$$

$$(2) \text{ を } (1) \text{ に代入して } E \propto V^2 \times V^4 \propto V^6$$

以上から例證すると、爰に一立方寸の石を流すに要する力があれば、その力を二倍すれば速度は9倍となる。これを重量で考へると51立方寸のものを運び得ることに相當する。これは理論上の計算であるが、實際はこれより幾分小なる價となるものである。普通流水の速度を増すことは、増水の場合であつて、殊に洪水に會すれば随分大塊を流出せしめるものである。従つて浸蝕の程度も一層大なるものとなる。

河流の屈曲 河流の浸蝕が進んで河床をして、海水面近く迄近せしめると、河床の傾斜に大なる差のないことになり、最早河底に切り込む能力は減殺せられ、その大部分の勢力は爰に側面の浸蝕作用と代はるのである。その結果河流の屈曲を容易ならしめて、其處に特殊の地形を表はすに至るものである。即曲流 (meandering, *Meander*) と云ふものが生ずる、河の屈曲の内側は沈澱性を帯びて、土砂の堆積から出来た沖積地で、一般に低地を示してゐるが、外側はこれに反して、水流による破壊作用を受け、河床が深く切り込み、やがて上磐の墜落から急峻なる斷崖をなすに至る。河流の兩岸が斯様に作用を異にしてゐるが、その極限に及ぶと、三日月形又は牛角形の沼を残して、直流するに至る



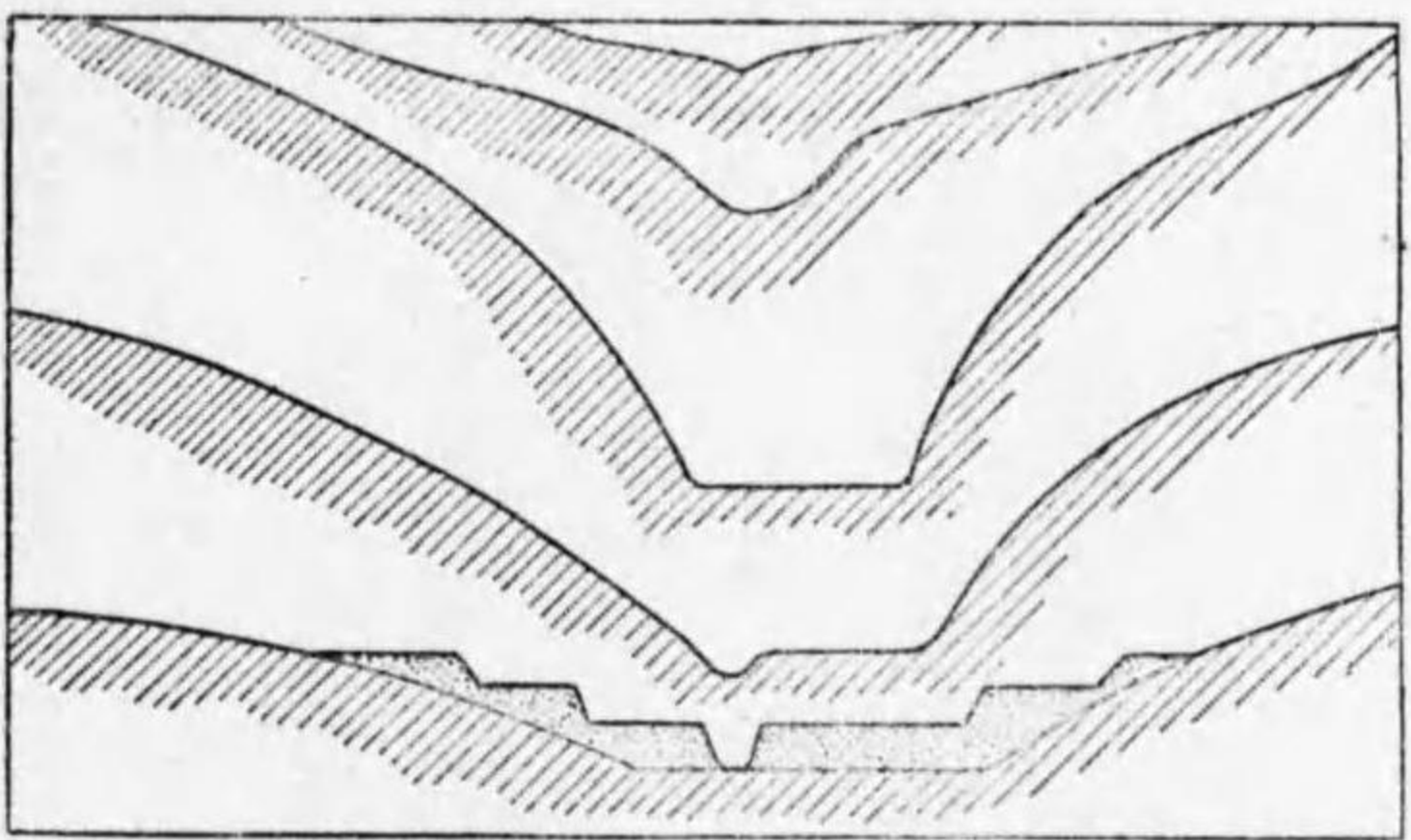
ものである。少し詳細なる地圖を見れば、河の流域に沿うて、よく以上の地形を見ることがある、ミッシンビー河 (Mississippi) やライン河 (Rhine) はこの例に富んでゐる。我邦の河流にもこの例が多い、一般に曲流の沖積地には村落がよく發達する吉野川 (阿波) 沿岸の池田町の如きはこの例である。河流の削削作用は岩質による許りではない、仔細に研究して見るとベアー (Bear) 等の觀測した様に、地球自轉の影響を受けて偏流するといふことも考へなければならぬ事情もある、北半球では西偏するのであつて、大河にはこの現象が特に明に顯はれてゐる。

3 浸蝕の輪廻

一般に河流の浸蝕は土地の高度大なる程その作用強く、海の水準線に近づくに従ひその度を減して行くものである。而して水準線に達するに至つて初めて浸蝕の最後となる。上流は下底に、中流は下方より側壁に削磨作用が烈しく、下流では削磨よりも寧ろ沈積する方が多い。この順序を圖示したるは第9圖である、これは浸蝕發育順序を示したもので a, b, c を青年期 (Youth Stage) と云ひ、 ae, d を成熟期 (Maturing Stage) と稱し、 e を老年期 (Old Age) と呼んでゐる。青年期より更に初期に當るものに、幼年期なるものを假定してゐる人がある。是等の時代は互に移化してその境界は明ではない。河の上流では青年期であると同時に下流は老年期と云ひ得るが、河のすべては一様に斯様な

順序を示してゐるとは云ひ得ない、中には過渡期にあつて極めて初期の河流があるからである。然し大河になれば以上の順序がよく表はれてゐるものである。

次に陸地の浸蝕であるが、これは陸地の上昇による原形地形から初まり、河流と同様に削剝作用を受けて、高地は漸次低地に化するのである。而して後次形 (sequential form *Foliform*) に移過して行く、河流氾濫の外に氷河風力風化等の作用によつて、漸次土地は下底に蠶食する。かくて遂には海面なる水準線 (sea level *Meeresspiegel*) に至つて、終末形 (ultimate form *Eniform*) となり停止する。爰に水準線近く迄浸蝕せられたる低地を準平原 (penplain *Penplains*) と稱してゐる。斯様な平原は完全に附近全體が同一歩調で到達し得るものではない、局部的に遅速が出来て、浸蝕作用に抵抗して残つた部分は小丘を形成する。これを残丘 (monadocks *Monadocks*) と云ふてゐる。卓地、小楯地は特殊の場合としてこの中に入るのである。伊豫松山平地は沖積層であるが隨所に和泉砂岩層から成る残丘がある、現在は附近一體に土地は隆起しつゝあるも、ある時代には準平原をなしたることあるを思はしめるのである。準平原のよく發達してゐる地方では、河流の水勢が非常に緩慢であるために、降雨の時には



第9圖 浸蝕の發育順序

微細なる物質でも容易に沈積する、而して廣大に三角洲が出来る (三角洲については39頁参照)。換言すれば細微なる泥土は、海に達する前に河口で沈積する。従つて海水の動搖すること尠い海岸では、河口に近く生物の發育を促すことになり、有機物の堆積を見るに至る。英國の白堊層 (chalk formation *Kreideformation*) は斯くの如き状態で、生成したものであると云はれてゐる。逆に淺海に白堊層の沈積があれば、その當時準平原の状態にあつた事を暗示することになる。

準平原が地殻の變動を受けて上昇すると、浸蝕作用は再び舊の旺盛に返へり活躍し初めるのである、而して深遂に霉爛して谷を作り、最後には再び準平原をなすに至るものである。以上の様な循環的過程をとることを浸蝕の輪廻 (cycles of erosion *Zyklen der Erosion*) と云ふ。陸地の若返へり (*rejuvenation* *Verjüngung*) と稱して屢土地の隆起、火山の噴出、或部分の土地の固定に對し他が相對的に移動する等のことから、浸蝕が一時中絶して初期に復歸することがある。

4 陸地の生成物

岩石が風化せられ可溶性成分は流出すると後には粘土、砂泥等の類が混在するに至る此等を被覆土 (mantel rock *Mantelgesteine*) と呼んでゐる、而してその下部の未だ變化しない元來の岩石を基盤 (bed rock *Grundlage*) と云ふ。被覆土を分類して最上層を土壤 (soil *Boden*) と稱しこれは極めて粗鬆且つ

軟質なるものである。初めは白、黄、赤等の色を帯びてゐるが、植物の分解と共に有機物が混じて、黒色又は黒褐色をなしてゐるが普通である。土壤の下部は多少粗粒となり、礫質 (gravelly Geröllschicht) をなしてゐる、これを亞土壤 (subsoil Untergrund) と云ひ、更にその内部は腐朽岩 (altered rock Veränderungsgesteine) と云り遂に基磐に移り變はる。

メリル (merrill) は風化生成物を一般にレゴリス (regolith) と稱へて、次の様な分類法を立て、説明をなされた。

- 一 定積土 (secondary deposits) その場所で生成したるもの、
 - 1 殘積土 (residual deposits)
 - 2 堆積土 (cumulose deposits)
 - 二 運積土 (transported deposits) 生成個所より移動し堆積したるもの、
 - 1 崩積土 (colluvial deposits)
 - 2 沖積土 (alluvial deposits)
 - 3 風成土 (aeolian deposits)
 - 4 氷河土 (glacial deposits)
- 一定積土

殘積土 岩石が風化せられて水に不溶解物が殘留したるもので、主として砂礫粘土の類から成る。

石灰岩の殘留物を赭土 (terra Rossa Terra Rossa) と云ふ。これは特に乾燥地方の石灰岩上に夥しく發達するもので赤色を呈した含鐵質物である。獨逸ではフランコンニア、スワビア (Franconia, Swabia) 等は知られてゐる。

火成岩が變朽して生じた殘留物に、紅土 (laterite Laterit) と鐵礬土 (kauxite Bauzit) とがある。共に火成岩の中でも特に玄武岩 (basalt Basalt) の様な、鹽基岩の風化によつて生成したものである、赤色を帯びて多孔質であるが、その中紅土は硅酸分の多いことによつて、鐵礬土と區別してゐる。印度デツカン地方 (D. can) は世界で名高い。最近アイルランド (Antrim, Ireland) では鐵礬土を酸性の火山岩中から發見したと傳へられてゐる。日本では臺灣小笠原島で安山岩の分解によつて生じた紅土がある。此等の殘留物は生成に當つて、バクテリアの分解作用が必要だと考へられてゐる。

殘積土の厚さに就いては、諸種の條件に支配せられる。

- 1、岩石の種類即風化に抵抗する程度であつて、石灰岩の様な浸蝕せられ易い岩石では被覆土は淺
- 5。
- 2、裂罅の多寡による、若し多ければ風化が遙か内部に迄及ぶものである。
- 3、土地の高低に支配するもので低い程厚い。

- 4、土地氣候が乾燥してゐるか、多雨濕潤であるかによつて差異がある、深度は後者の方が浅い。
- 5、植物の有無による、植物の根は岩石を崩壊して、土壤を生成するに大なる助成を與へるものである。

堆植土 植物が繁茂して後その場所で枯死し、その上に徐々に堆積して行くと、泥炭 (Peat Torf) を生成する。生成當初の位置から二種類に區別することが出来る。

1、沼澤池 (lowland swamp Niederungsumpfe) 藨 (sedge Schilfgras) 燈心草 (rush Bins) 等一般に水草植物の腐植したるものが沼澤に堆積したるもので、黒色の泥質をなした泥炭であるから、**澤地泥炭** (Fen peat Moor'torf) と云ふ。この種のもは時々軟體動物や、哺乳動物の骨片を挟在してゐることがある。英國の東部フェンランド (Fenland) に、最もよく發達してゐるが此處ではバクテリアの影響ならんか、鹽基性反應を呈すといふ。日本の泥炭は主として澤地泥炭で、屢盧葦等が發見せられる、北海道、樺太、秋田、青森、埼玉等の地方は知られてゐる。今日は一部採掘して乾燥し薪炭代用に消費せられるのみ。

2、**山地泥炭** (hill peat Ho horf) 高地に生成した植物の腐敗に基くもので、一般に酸性を帯びて居る。植物の種類は水苔類 (sphagnum(羅)) が多く、亦柳、委陸菜 (カハコ) (potentilla) 等もある。シベリア北部のツンドラ (tundras Tundra) 歐洲の東南部に廣大に跨つて繁茂する草原 (steppes Steppen) は、矢張り山地泥炭の源をなすものである。スコットランド、イングランドの北部では山地で、樺 (Birch Bark) 松 (pine Kiefer) 等の高等なる植物を埋没してゐるといふ。

泥炭は高級の石炭を生成する前提である、その生成に關しては一般に氣候に關係すると云はれてゐる。

- 1、充分濕氣を帯びた土地であること。
- 2、植物の發生を促すと同時に、枯死して腐敗することが必要であつて、これには適當なる溫度を保持することが缺く可からざる條件である、即華氏四十五度位が適當なる溫度であると云ふのである、これはバクテリアの繁殖を促すからである。
- 3、若し沼澤地であれば、水は常に沈滯するといふよりも寧ろ多少出入のある方がよい。

二 運 積 土

崩積土 これは斷崖の麓の處でよく發達するもので、崖礫はこの種に入る。堆積物としては種々なる大きさのものを含んで居る。

冲積土 流水の作用によつて運搬沈積したるもので、詳細は 33頁參照。

風成土 風力による堆積物で、壩斯 (Loess Löss) 及び壩母 (Löss Lehme) はこれに入る。

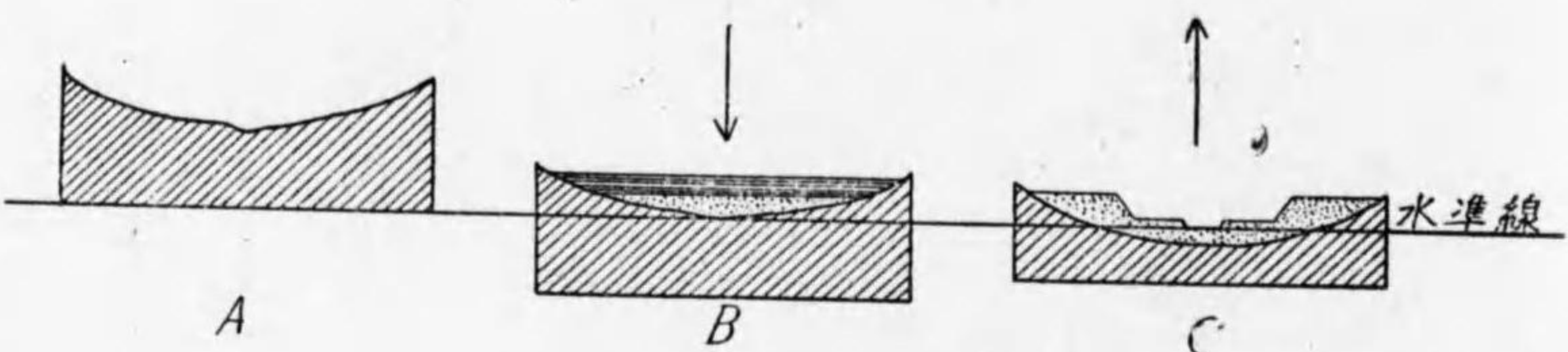
氷河土 氷河作用によつて搬出せられたる堆石が沈積したるもの、詳細は七九頁參照。

5 河流の沈積作用

一 河流の變化

河床の傾斜が急に緩となつた爲め、流水は平靜状態となつたり、或は河流が山側を巡つて曲流をなすとき、突出部に砂礫の沈積を見る。斯様にして出來たものを**冲積平地** (alluvial plain Alluvialplate) と云ひ中流から下流に亘つて發達する、而して非常に豊沃な地をなすことがあるので、山間の村落の聚集するはこの地に多い。亦特殊の沈積状態として**圓錐狀(冲積)地** (alluvial cone schuttkegel) と、**扇狀(冲積)地** (alluvial fan Alluvialfächer) とがある。前者は後者よりも傾斜の急なる小丘であることから區別してゐる、共に河床の一局部に堆積することは同じである。前者は細谷 (gully Gully) が本流に合する處によく發達する、その中、山の急傾斜に沿うて岩塊が落下し、相重つて河床に堆積する時にこれを**崖錐** (talus cone Schutthalde) というてゐる。後者も略同様の原因によつて出來るのであるが堆積する粒が小なるか、或は流水の影響を受ける等の結果、地面に擴がりつゝ傾斜の緩なるものとなるのである。

河の流域によく發達してゐるもので、冲積平地の一種で、**洪涵地段丘**又は**河段** (Flood plain terrace or river terrace Flussterrassen) と云ふものがある。面積は餘り廣く亘つてゐないが、階段的に發達し



第10圖 河床の昇降による河段

てゐる平地である。その生成に關しては次の様な場合があり得る。

- (1) 河岸をなす岩石の性質が不均質であること。
- (2) 河流はその削磨作用激烈であつて、夥しく過剰の沈積物を保有すること。
- (3) 水量に著しい増減を來す場合 (洪水等の爲めに)。
- (4) 河底に昇降運動が徐々に起ることによつて發達する。第10圖のBはAが土地の降下を來した爲めに水が潤澤となつた事を示し、Cは更に土地の上昇に據つて、河段の發達順序を示したのである。

二 三角洲 (delta Deltas) の發達

流水が急に沈靜状態に達する處、例へば河口或は河水が湖水に入る箇所等には、上流から搬出したる土砂を多量に堆積せしめるものである、而して平地を作る。然し沃地をなす爲めには、沈積地が上昇するか、水面が下降するか、何れかでないければ、堆積物が水面より露出することが出來ない。斯様にして沈積地が曝出することにより三角洲を形成する。

三角洲はその構成上、扇狀冲積地とよく似たる處がある、後者は主として河の上流に然も小規模に行はれることが多い。三角洲はこれと反對に寧ろ下流で、且

比較的廣大なる面積に亘つて、土砂の沈積をなすのである。

三角洲の最も普通の形式としては、第11圖に示す様に三つの部分から成る。aを頂部 (top-set Gipfelslegung) cを中間部 (fore-set Vorderlegung) dを底部 (bottom set Grundlegung) と名稱してゐる。頂部は殆ど水平で、中間部は多少傾斜を有するものであつて、湖水の場合では二十度乃至三十五度を示すものである。頂部で沈澱したものは中間部の傾斜に沿うて落下する、而して泥土 (mild Schlamm) の様な微細物は、少し離れて底部に沈澱し、殆んど水平に位置するが、粗粒のものにあつては、傾斜に沿うて中間部に堆積するのである。亦中間部は河流の速度の變化に應じて起る事柄即荷重の遞減、水量の増加、水路の昇降、水の動搖程度等で沈積の方向は常に同一とは云ひ得ない。屢各種の方向で且つ同一傾斜を有する地層を形成することがある。この場合は明に偽層を呈してゐるのである。大河の下流には多くは三角洲を有し文明の中心をなすのである。エジプト文明はナイル河の三角洲に負ふ處大であつたことは周知の事實である。

6 河床の移動

河流の浸蝕は河底をして、徐々に變化を與へるものであることは、已に述べたる處であるが、浸蝕の外に河底、又はその附近の地帯が、上下運動をなし、爲めに河流に特殊の變化を示す場合がある。

一 河床の上昇 (rising Anhöhe)

河床が盛に削磨作用を受けて所謂老期になつた後、地殻の變動を受けて上昇すれば、再び浸蝕が初まる。これを河流の若返り (rejuvenation Verjüngung) と稱してゐる。

二 下降 (sinking Senker)

海岸に近い河流及びその附近の陸地が、漸次下降して海面以下に沈下すれば、其處に沈降海岸 (drowned coast erstau'en Küste) が出来る。而して河流は深淵なる江灣を形成する。斯様な例は大西洋岸に多い、和蘭海岸では陸地は高潮の場合、海面よりも低いので海岸に堤防を築いてゐる。猶時々破壊せられる恐れがあるので、特殊の植物で繁らせ *Arundo arenaria* と稱する草根で、その害を防止してゐる。

三 振曲 (warping)

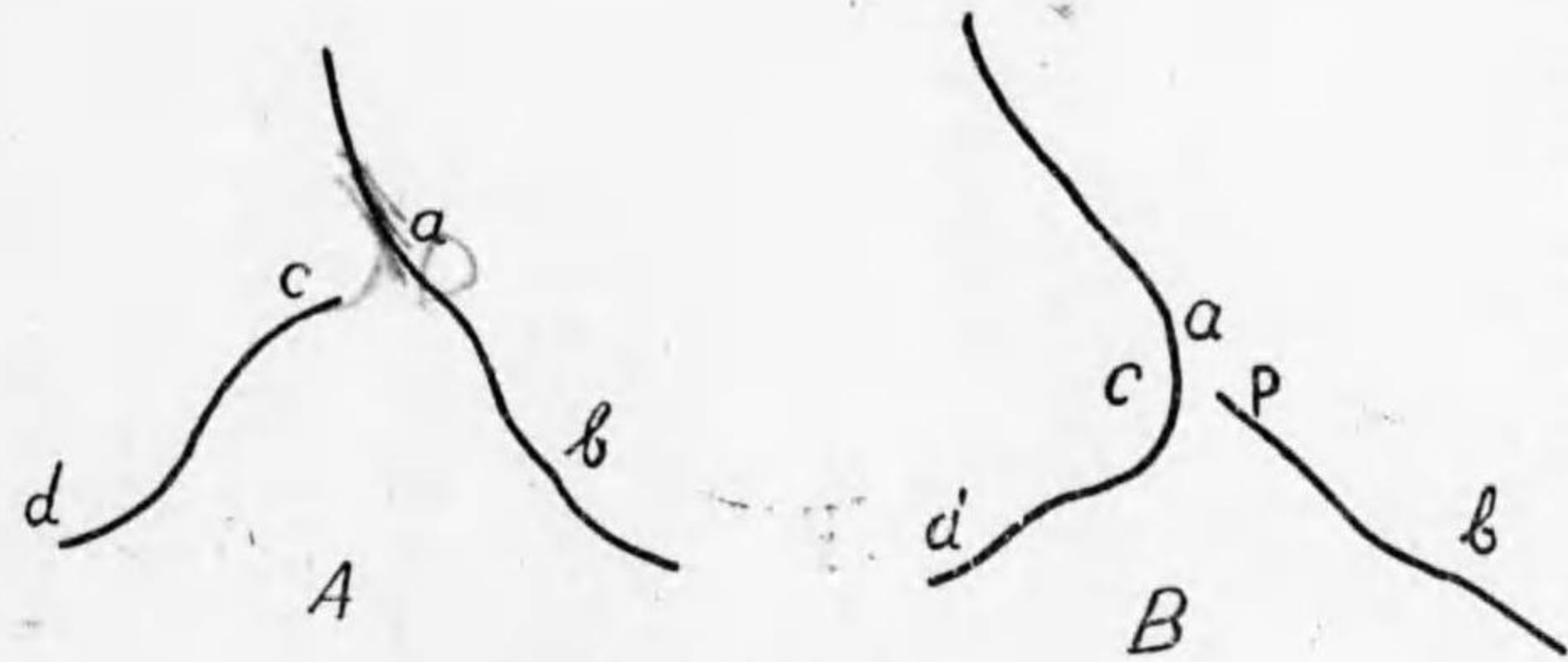
流域に沿うて陸地がある部分では下降し、他の部分では上昇するといふ風に、不平均に移動が行はれると、その影響を受けて屢急流又は沈澱を隨所に生成することになる。

四 捕拿 (beheading, piracy Anzapfung)

第 11 圖 三角洲の断面圖



河流が流水中に下底又は側壁に深く切り込んでゐる中に、遂に他の河流と合して、舊河流と全く無関係の状態になることがある。例へば第12圖に示す様に、河が β の處で側壁に削磨作用が著しくして、 α の方へ蠶食するものとする。他方では γ 河があつて浸蝕作用が伴ひ、後退が行はれるものとする。斯様にして β が相接近する時、兩河床の高さの差に於いて、 α の高さが β よりも低い時には、 β は連絡して爰に相通するに至るのである。特に、 γ 河が β 河に比し、高さが一般に低下し、その差の著しい程、上の現象が容易に進捗するものである。斯く β が α に流れることになれば、 β 河は僅に昔の面影を残すか、或は全く後形をも失ふに至るものである。 α から β に至る $\alpha\beta$ の空間はこれを河流の風溝 (wind gap) と稱する。これは舊河流を物語るのであるが、よく地形にその良徴を示すことがある。かく β から α に流れることを捕拿と稱する。矢部教授に據れば天龍川と豊川との關係はこの一例であつて、天龍川の上流はもと豊川に注いで居つたものであると云はれてゐる。河流の捕拿の現象は、必ずしも上流のみの産物ではなくして、中流下流にもあり得る。この場合は主として河川の曲流から爭奪が行はれるので、その結果二河が合流する



第12圖 河流の捕拿

ことあり、一河から分流することもある、天龍川、江戸川、利根川、石狩川等は可成複雑なる河道を示してゐる。斯様にして河道の變遷は絶えず行はれつゝあるものであるが、大體に於いて二様の見方がある。一は人工改修工事と、他は天然移動である、前者は多くは水害、港灣の保護を目的とするために、短時日と莫大なる勞力、及び費用とを以てこれに當るのである。既設の北上川信濃川新淀川等の諸工事は、可成大なる犠牲を拂つた。後者は例示する迄もない、天然に於いて示されたる河流につき、幾多の變遷の跡を辿り得ることがある。

7 河水及び風の作用の比較

河水の作用

- 1 河水は土地の低い方へ浸蝕することが原則であつて、海水準を以て浸蝕の最終點としてゐる。従つてそれ以下には力が及ばない。
- 2 濕潤で多雨なれば一層作用は大である。
- 3 浸蝕作用は平面よりも寧ろ線狀に働く。
- 4 砂礫の沈積は水面以下である。

風の作用

- 1 土地の高低には餘り關係なく、主として風向による影響が大で、従つて逆流は常である。
- 2 却て乾燥してゐることを要する。
- 3 主として平面狀に働く。
- 4 陸地堆積を標準としてゐる。

マツキー (Metric) によると風力と水力とによつて、砂粒を磨滅せしめる力を比較してゐる。

風力 = (砂の比重)

水力 = (砂の比重) - 1

これを例證すると石英粒に對して $\frac{2.55}{1.65} = 1.6$

即風力は水力に比し 1.6 倍の浸蝕力を有することになるが、風力は更に速力の大なることが可能であるから、一層強烈となる譯である。假に風力は一時間に 3 哩の速度を有するものとし、同時に水力は 2 哩であるとするれば風力による磨砕力は水力に比し 36 倍に當ることになる、以て風の偉大なる力を想像することが出来る。

練習問題

- 1 石灰窪 (sink hole)。
- 2 準平原とは何ぞや實例を擧げて説明せよ。
- 3 分水線は如何なる場合に於て變化するやこれを述べよ。
- 4 各種の瀆例を擧げて三角洲の發達の次第を述べよ。

- 5 河の曲流と地質構造との關係如何。
- 6 實例を擧げて河口に於ける各種の地形を説明せよ。
(解) 河口の下降……………漏斗江、缺灣。
同 上昇……………三角洲、沙洲、河段、海岸段丘、險岸、平岸、(以上浸蝕)
- 7 地形の輪廻を説明せよ。
(解) 土地の隆起後浸蝕によりて準平原に至る迄を記すこと。
- 8 實例を本邦に取り山地に於ける聚落の發達につきて述べよ。
(解) 山間河域の沖積地の外に盆地をも記載すること。
- 9 不毛地の種類を擧げて其成因を述べよ。
(解) 乾燥地……………惡地、ステツプ、沙漠。
氷雪地……………ツンドラ、氷原地。
- 10 パットランドの成因について。
- 11 カルスト臺地について。
- 12 地形の若返りとは何ぞや、實例を擧げて説明せよ。

第四章 谷の成因

谷の生成に關しては次の原因を擧げることが出来る。

一 構成谷 (constructional valley *Konstruktionstäler*)

風成、水成、氷河、火山噴出等の爲めに、土砂が不平均に堆積することによつて、谷を形成するのである。即沈積した砂礫が高所にあれば丘を作り、低地にあるものは谷をなすことになる。

二 破壊谷 (destructional valley *Zerstörungstäler*)

氷河、風力、水力、人力等によつて、破壊して谷を形成するものである。亦浸蝕が伴ふ破壊の一例として、石灰岩の地下浸蝕によつて洞窟を作り、更に天井が破壊せられて、徐々に谷をなすに至るものもある。

三 浸蝕谷 (erosion valley *Erosionstäler*)

主として河流の作用により、浸蝕する谷であつて、最も普通のものである。岩石の硬軟、節理の多寡、水に對する溶解度等に影響して、浸蝕に大小あることは已に述べた處である。猶接觸浸蝕谷 (*Contact*

erosion valley *Kontaktrosionstäler*) と稱するものがある、これは火成岩と水成岩とが相接する場合に、容易に浸蝕するからである。

四 構造谷 (structural valley *Strukturstäler*)

これは谷と地質構造との點から次の分類が行はれてゐる。

1 縦谷 (*Longitudinal valley* *Langstäler*) 地層の走向に平行したる溪谷であつて、谷は概して長く且つ長く連続してゐる。これには次の四つの種類がある。

- (1) 向斜谷 (*syncline valley* *Muldentäler*)
- (2) 背斜谷 (*anticline valley* *Sätteltäler*)
- (3) 單斜谷 (*monoclinal valley* *Scheiteltäler*)
- (4) 斷層谷 (*Fault valley* *Vernersungstäler*)

2 横谷 (*transversal valley* *Querstäler*)

谷が地層の走向と直角の方向に貫走してゐるもので、一般に山脈を横切つてゐる。谷巾狭くして、側壁は急傾斜をなしてゐるのが特徴である。

3 斜谷 (*diagonal valley* *Diagonaltäler*) 前二者の中間を流走する谷であつて、走向とある角度をなしてゐるものである。

以上の中最も普通の場合として浸蝕及び斷層によつて生ずる谷が多い。

斷層崖 (*Fault scarp Brunstufte*) これは斷層によつて生じた地形の中、一方に斷崖を生じたときに名稱するのであつて、斷層線の方向に概して直線狀に連つてゐる。これは地震の際に、屢認める處であるが、亦山崩れと思はれるものでも、この種の小規模なるものがある。今日一大構造線として取扱はれてゐるものも、僅に一回によつて生じたと云ふよりも、該附近に數回に亘つて繼續的に、斷層崖を現出したものと見られてゐる。

斷層崖の一部分に屬する傾動地塊 (*tilted blocks Keilscholle*) と稱するは、地層が不均等に移動する結果として表はれたもので、即斷層崖の處で大であつて、反對側に小なる移動を示すことである。これが實例に就ては、辻村理學士の研究があるが、この現象は日本外帶に概して多く、特に中央地溝線(これについては後述する)附近に著しいと云ふ。亦最近山崎教授は夷隅川流域に傾動地塊のあることを報告して居られる。

斷層線崖 (*Fault line scarp Brunstufte*) これは斷層崖とは似て非なるものであるが、外見上極めて類似してゐる。斷層崖は一面を有する新しい峻崖であるが、斷層線崖に於ては餘程以前に生じた斷層崖が、其後の浸蝕作用を受けて、斷層面を隔て、兩側の岩磐に、抵抗力を異にする結果、直下に切り込み、而して抵抗力の大なる岩磐の方が、高くなつて斷崖を形成する。斯様にして浸蝕の進行は、

地下の隠れたる部分が、地表に曝出するに至ることは容易である、如何となれば斷層面は、地下深く迄連續性を帯びてゐるからである。矢部教授が曾て唱へたる伊豫市川附近の中央線には、この種の斷層線崖を顯著に示してゐる、即結晶片岩系の諸岩石は、高く南方に聳え、和泉砂岩層は低く脚下に葡伏してゐる。移動の外浸蝕に於ても、片岩系の方がより多く、持久性を有するから、これが兩岩層の間に、著しい高低の差を招くに至つた。斷層線崖は浸蝕と斷層との兩作用を兼ねたるものであつて、天然にはこの種のものが多い。斷層線崖と斷層崖との實地上の問題については可成困難を感じるものであるが斷層崖では往々湖水、狹長なる盆地、斷層崖礫等を伴ひ易いので大體に察することが出来る。

斷層線谷 (*Fault line valley Ausgearbeitete tektonische Täler*) 斷層線にはよく河流が発達する、それは斷層に直面する部分は勿論であるが、その附近も影響して地層は弛緩し、爲めに之れに沿うて浸蝕を容易ならしめる。その中でも斷層線上では、浸蝕し易いから地下深く、その程度が進行する、北入川青木川(信濃)及び豊川は何れも斷層線谷に屬すると云はれてゐる。

斷層谷 (*Fault valley Brunstufte*) これは斷層の初期に於いて、次の様な場合に名稱してゐる。

- 1 新期斷層崖の脚下で溪谷をなすとき、
- 2 地溝谷 (*rift valley Grabenälter*) をなす場合であつて、これは狹長なる陷沒帶なるか、又は狹長なる部分を挾んで、兩側が隆起することに原因する。瀬戸内海は恐らく階段狀に生じた地溝であら

5、亦辻村學士は松山、吉野川流域等は地溝なることを表示して居られる。嘗て故原田博士によつて指示せられた山中地溝帯は有名である、其他直線狀に狹帯をなした窪地は、地溝帯として疑問視することが出来る。この點に於いて紅海は藥籠中にある譯だ。地溝谷及び地壘 (horst) の中央部が不均質の移動、それは傾動地塊の形をとつて山麓の部分に、窪地の生ずるときこれを斷層角窪地 (angle depression Bruchswinkelsdepression) と稱する、山崎教授は房總半島の大原方面にこの例のあることを報告して居られる。

3 中央の狹長帯が隆起し、之れに接する縁端部が陥没すれば、二條の矢張り狹長なる谷を形成する、これは地溝と地壘とを同時に考へたるものに等し。

4 山脈の方向に斜交する逆斷層が出来ると、相重なる部分の中間に狹帯が生ずる。この場合の谷は斷層崖の場合と同様、往々斷層による堆積物のために妨げられ、直線上に谷が進まないで曲流することがある。

地形上構造谷と浸蝕谷との區別

1 構造谷は概して斷層崖に類するものであるから、斜面は略平面狀である、即山麓線は直線狀を示すこと、亦斜面に沿うて、屢斷層崖礫を示す様な初々しいものもある、浸蝕谷はその山麓線は不規則である。

2 山脈の間に高さの差が、著しい變化を示してゐる様な場合には、斷層によることが多く、この時には移動の部分は、往々残留したる孤山、又は低連丘を形成することがある。

3 比較的狹長帯の沖積地、又は盆地をなせる場合には、過去の斷層を推定することが出来る。

4 直線狀に河川湖沼の配布は、略確定的のものである。

以上地形上に據る構造谷と浸蝕谷との區別は、その見方によつては、斷層による地形的證據の意味にも考へられる、併し斷層の決定は單に地形のみを以て論斷するは危険を伴ひ易いから、地質學的證據をも必要とする。その地質學的探索の目標については斷層の部で解説する。

最後に谷の成因について一言費すの必要あるは、天然の有するエネルギーは、むしろ簡単なるものではない、成因が一種である谷は寧ろ尠い、例へば上掲の斷層崖はその大なるものには、例が尠いのであつて自然には斷層線崖が多い。日本の様に雨量の多い處では浸蝕作用が進むからこの方面の一考を要する、加ふるに地盤に移動が起ると云ふ條件があれば一層複雑するに至るものである。従つて以上の分類法は見方によつては理論上のものであると云ふことになる。

練習問題

- 1 谷の生ずる道程を述べよ。
- 2 溪谷の發達に關し氣象及び氣候の影響する所如何。
- 3 斷層線崖。

第五章 地下水

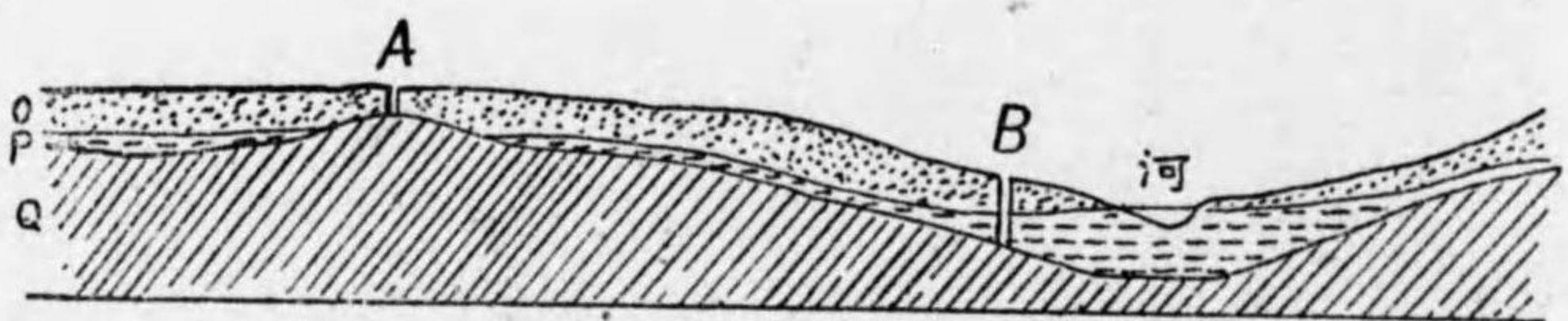
1 地下水の根源

雨水が地下に滲入するためには、氣候土地の高低、岩石の性質、整層と塊狀猶同じ整層でも傾斜の度によつて差異がある。節理の多寡、組織の粗密等の種々なる事柄に影響するが大體に於いて滲透率は最大 26% 最小 1% 平均して 20% なりと概算せられてゐる。地下に滲透したる水はある深さに達すると集まつて飽和状態を示し、その水の漲つてゐる最上部を地下水準面 (Ground-water surface, water table, water plane Grundwasserspiegel) と云うてゐる。地表から地下水準面迄の深さに就いては場所、氣候、岩質等により差異を示すものであるが、第13圖は土地の高低と岩質とに應じて生じたる地下水の配布状態を示したものである。圖中 O は透水層 (permeable bed durchlässiger Boden) P は地下水層 (under-ground water bed Grundwassersicht) Q は不透水層 (impermeable bed undurchlässiger Boden) を示すのであつて、A 井戸は殆んど水を得ることが出来ないが、B 井戸は極めて豊富なる地下水に逢着したことを示す。亦氣候に關しては、乾燥地方と多濕地方とに、著しい差違ある許りでなく、同一地方でも一年を通じて、寒暖の差による影響も亦尠くはなす。地下水は地下水準面附近を以て、最大としてゐるが、深さを増すに従つて、漸く減じて行く。ウン、ハイス (Van Hise) の説明に據れば、地下水は地下六哩迄、毛細管現象で裂隙を通じての滲入を許すも、これ以下では細隙がなく、岩石も密となる爲めに、全然存在しないと云つてゐる。

地下水は單に雨水許りではない、次の三種類からなつてゐる。

- 一 降水 (meteoric water, pluvial water, vadose water Vadoswasser)
- 降雨又は氷雪類が融解して、地下に浸入したものであつて、地下水の大部分を占めるものである。

- 二 原藏水又は初生水 (connate water angeboren Wasser)
- これはレイン (Lime) の名稱した處であるが水成岩が沈積の當初、水は土砂と共に埋没したものである。而して水は沈積物の重量と共に微量となり、理論的に存在するに過ない程度のもので、従つて地下水の作用としては、極めて微弱なるものであるが、只他の循環水と相携つて働くに過ぎなす。



第 13 圖 地下水の配布状態

三 岩漿水 (Magmatic water, Juvenile water juvenile Wasser.)

岩漿の冷却に際し放出する水分であつて、地下の深部から湧出し來るものである。若し湧出量が豊富であり高温度であれば温泉と云ひ、多量に冷水を混ざれば冷泉と云ふてゐるが、これは地表に溢出してからの名稱である。

以上三つの循環水を總稱して地下水 (under-ground water Grundwasser) と云ふ。

2 地下水の移動

地下水は絶えず徐々に移動しつゝあるもので、普通泉井戸の湧水は通俗的にこの現象を説明してゐる。水の移動は(1)裂隙の大きさ、(2)砂粒の大きさと砂粒間の粗密度、(3)水壓(水の落差)、(4)水の温度等によつて支配せられるのであるが、ハーゼン(A. Hazen)に據れば次の式を以てその移動速度を表はしてゐる。

$$V = cd\sqrt{h} \quad (0.70 + 0.03t)$$

爰にVある大きさの砂粒を底面積とした圓粒を、一定の時間に通過する速度を米突て示したものである。

。|| 實驗上から得た常數で、約1000としてゐる。

こ|| 砂粒の大きさを粒で示す。

フ|| 落差の損失。

一|| 一定時間に水が通過する砂粒の厚さ。

†|| 水の温度(攝氏)を表はす。

次表は各種の砂礫に就き、實驗的に考較したるもので、温度は華氏 50。を以てし、粒と壓力との大小によつて流れる速度に變化あることを示す。

粒の種類	粒の直径	一年に流れる速度(哩)	
		1:1の傾きを有する壓力	100:10の傾きを有する壓力
泥土.....	{ 0.01 0.01	{ 0.0113 0.1807	{ 0.0006 0.00103
微砂.....	{ 0.05 0.50	{ 0.823 4.51.0	{ 0.00638 0.0110
細砂.....	{ 0.25 0.45	{ 7.05 0 22.8700	{ 0.15940 0.516 0
粗砂.....	{ 0.50 0.95	{ 28.2300 101.000	{ 0.6377 5.0109
微礫.....	{ 1.0 1.00	{ 112.9000 451.8000	{ 2.55.00 10.21000
細礫.....	{ 3.00 5.00	{ 106.0000 2823.0000	{ 22.96000 63.77000

本表に示す様に、粒の大なること、壓力の大なることは、共に流水の速度を増すものである。

3 地下水の化學作用

エンモンス (Emmons) に依ると、地下水は深さに應じて多少化學的性質に變化あることを述べてゐる。多濕地方では地表から深さに應じ左表に示す様に、地下水は潤澤であつて、深さの進度に應じて鹽基性に變ずる。

地表から深さに應じて	化學的性質
降水循環層 (zone of valose circulation).....	淡水
振動層 (zone of oscillation water table).....	弱鹽酸性
不振層 (zone of sluggish circulation).....	酸性
靜滯層 (zone of nearly st. granit waters).....	鹽基性

別にヴァンハイス (Van Hise) は地殼の性質から三大帯に分別せられた。

- 1 變帶層 (Kata-morphism *Katamorphismus*)
 { 上層を風化帶 (Weathering belt *Verwitterungsgürtel*)
 下層を接合帶 (cementation belt *Zementatio. sjürel*)
- 2 不變帶層 (anamorphism *Anamorphismus*)
- 3 岩漿帶 (magmatic zone *Magmatone*)

一 變體層

風化帶 地表に最も近い帯であつて、溶解に依る破壊作用が顯著なるものである、石灰岩、石膏、岩鹽の類は容易に溶蝕を受ける。ローレンス (Lawrence) は瑞西のルエシエ (Louèche) で、毎年石膏の流失が 1620 立方米に及ぶと記録してゐる。風化帯で直接化學的作用に與つて生ずるものの中、主なるは 1、酸化物 (oxidation *Oxidation*)、2、水酸化物 (hydrate *Hydratid*)、3、炭酸物 (carbonate *Karbonat*) 等である。

- 1 酸化物は過酸化滿俺、酸化鐵等の類である。
- 2 水酸化物は極めて多い、陶土、鐵礬土、紅土、褐鐵礦、蛇紋岩等である。
- 3 炭酸物は方解石、孔雀石、菱鐵礦等で、その炭酸の根源については動植物の分解によるもの、石灰岩火成岩等の溶解によるもの、温泉から導かれるもの、空氣中の炭酸瓦斯が水中に包含してゐること等である。此等の溶液中に含まれたる炭酸は、多くは炭酸物又は重炭酸物として包含してゐるのであらう、而してこれが他物と化學的に結合するか、或は水分の蒸發と共に、濃聚沈澱するに至るものである。

風化帯は一般に浸蝕の影響を受けて多孔質となり、且軟脆であることが特徴となつてゐる。

接合帶 本帯は地表から一萬米突以内の深度を有するもので、前記エンモンスの表はこの間に往來

するものと考へられてゐる。風化帯に較べると、粗鬆度、破面度は共に尠ないが矢張り存在してゐる。亦溫度壓力共に高くはないが、砂岩頁岩類は該帯で砂粘土から變成せるものと見られてゐる。猶本帶の特徴と見るべきものは、風化帯を通過して來た溶液が、此處に滯積して物質の沈積を見ることである。即礦物の生成を促す事で、これが接合帯と名稱せられた所以であらう。

二 不變帶層

本帶では壓力は比較的大く、従つて裂隙、破面の類は閉止せしむるに足るものである。亦溫度も大である、然し水の氣化點以上ではあるが、岩石を溶解せしむるには至らない。化學的には風化帯と全く反對の現象を示すもので、例へば水酸化作用の代りに脱水酸化作用となり、酸化の代りに還元作用となり、炭酸は分解せられて硅酸物が發達する等である。氣成作用 (pneumatolysis *Pneumatolytische Wirkungen*) 交代作用 (metasomatism *Metasomatose*) も亦本層の特徴であるが故に生成する礦物も特質を示すことになる、例へば柘榴石、白雲母、十字石、電氣石等の類で、一般に質緻密、比重の大なる礦物に變化するものである。

三 岩漿帶

これは地下三四萬米突の深さにあつて、岩石はすべて熔融状態にある。

地下水の化學的作用に就いては、礦物の生成に可成大なる影響を有するものであるが、地上から浸

潤をなす其溶液は膠質溶液である。普通の場合としてヒドロソル (Hydrosol *Hydrosol*) と呼んでゐる、これは岩石が風化作用を受けて分解し、不溶解分は砂礫となつて殘留する、その溶液には微粒物を多量に含んで、ヒドロゾルの形となつて一部分は地下に滲透して行く、而して荷電の關係から中和し、其處に沈澱して鑛床 (ore deposit *Erzlagung*) を形成する。

4 地下水の機械的作用

この作用は地上水の様には顯著ではない、これは水量、速度等の點で摩擦を多く受け、極めて緩慢なる移動をなすことに歸するのである。地下洞窟の如きは多くは化學的に因する處大であるが、機械的作用も亦尠からず幫助するものである。爰に機械的作用としては地下水の移動であるが更にこれが泉溫泉の湧出となるのである。

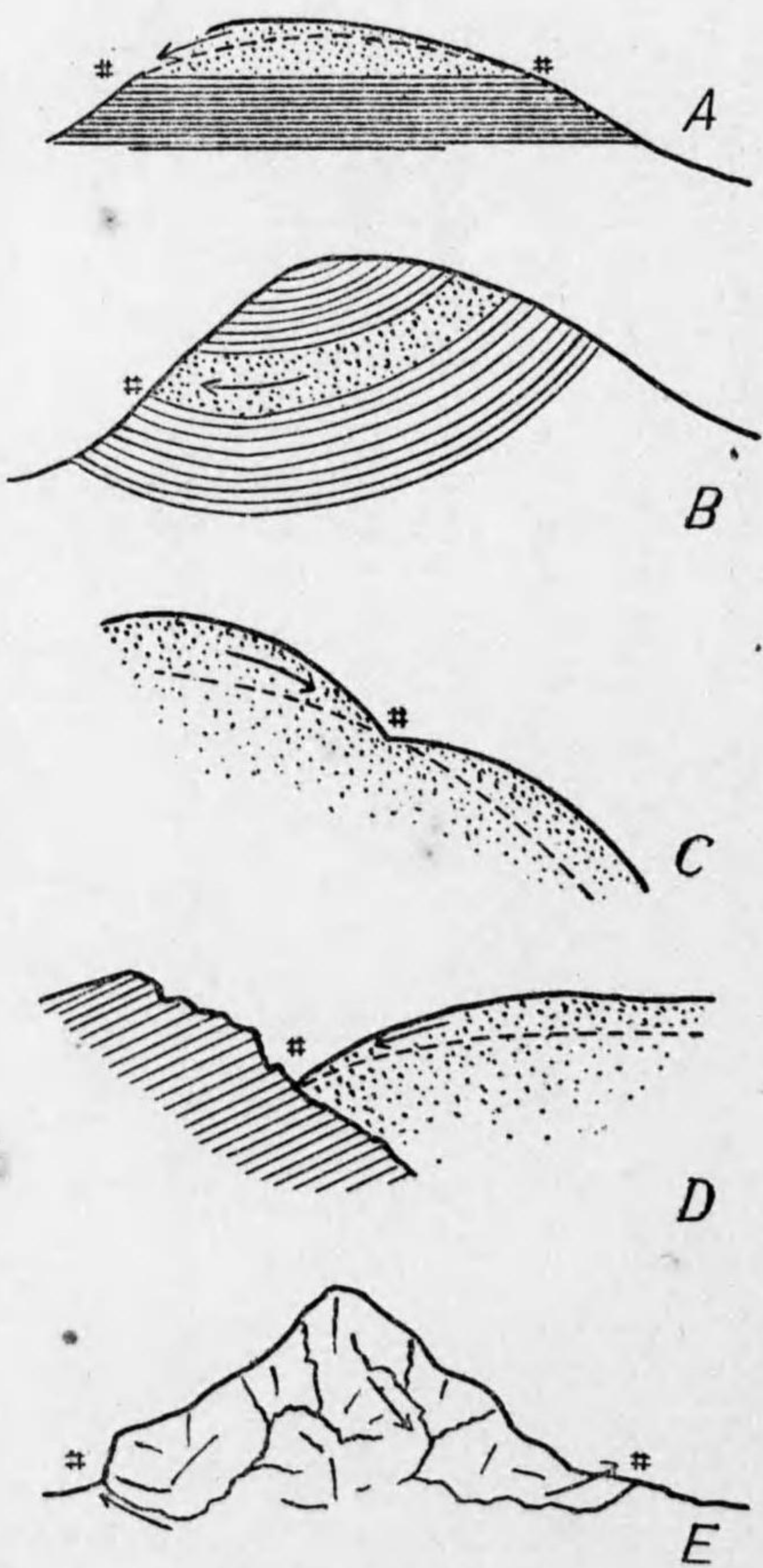
一 泉

泉 (spring *Brunnen*) の源については二種ある一は淺水 (shallow water *Sichwasser*) と云ひ、他は深藏水 (deep seated water *Tiefstammwasser*) と云ふ。淺水の大部分は雨水の降下したるもので、岩石の空隙を傳つて滲入したことは勿論である。斯様な水は地下如何なる深さでも、浸達することは出來ない、深所では地盤破綻の減少、岩石の透水性、靜水壓 (static pressure *Statische Druck*) 等に支配せられて

移動するに遅速の差異はあるが、大部分の水は再び上昇し循環するに至るからである。而して地表に湧出するに至ると、それは泉となるのである。泉は岩石の性質に關係があつて、その構造に支配せられる。即不透水層は粘土 (clay Ton) 泥士 (marl Mergel) 頁岩 (shale Schieferung) 粘板岩 (slate Tonschiefer) 花崗岩 (granite Granit) 結晶片岩 (crystalline schist Kristalline Schieferung) 片麻岩 (gneiss Gneis) 等の岩石からなり、透水層は礫 (gravel Gerölle) 砂 (sand Sand) 砂岩 (sand stone Sandstein) 石灰岩 (limestone Kalkstein) 白堊 (chalk Kreide) 多孔質溶岩 (vesicular Lava spritzige Lava) 等の順次を示して透水が困難になる。此等が湧水と如何なる關係があるかを次に圖示する。爰に穿井することによつて噴水すればこれを鑽井泉 (artesian well artesische Brunnen) と云ふてゐる。この人工鑽井泉は昨今各地の都市で上水及び工場用の用水として盛に歓迎せられることになつたので今や鑽井事業は般盛に向ひつゝある。この理由は深井に於ける水は四季を通じて水量竝に温度は略一定し細菌は絶無又は少數で、且地上の汚水や雨季の際に起る混濁等の虞れがない。

世界最大の湧出量を示す墨國の深井では一晝夜 37 萬石の湧水があるが一晝夜 2 萬石程度の湧出量なれば地下五百尺許り掘下すれば得る場合が尠少でない(但し沖積地であつて電力唧筒使用)。東京市の一人一日の使用量は平均 5 立方尺 (= 0.75 石) であるから河川水源地に遠隔の都市では却て人工鑽井泉の方が有利なことがある。

第14圖(A)は地質構造と透水層及び不透水層との關係から天然に湧出する場合を示したので點線は地下水準線を意味する。この際地層が傾斜して居つても別に變化がない。



第 14 圖 地下水の湧出

あるか、或は上層の不透水層が多数の裂隙に富むことである。猶地層が平かなるよりも、多少の傾斜を有してゐることが必要である。

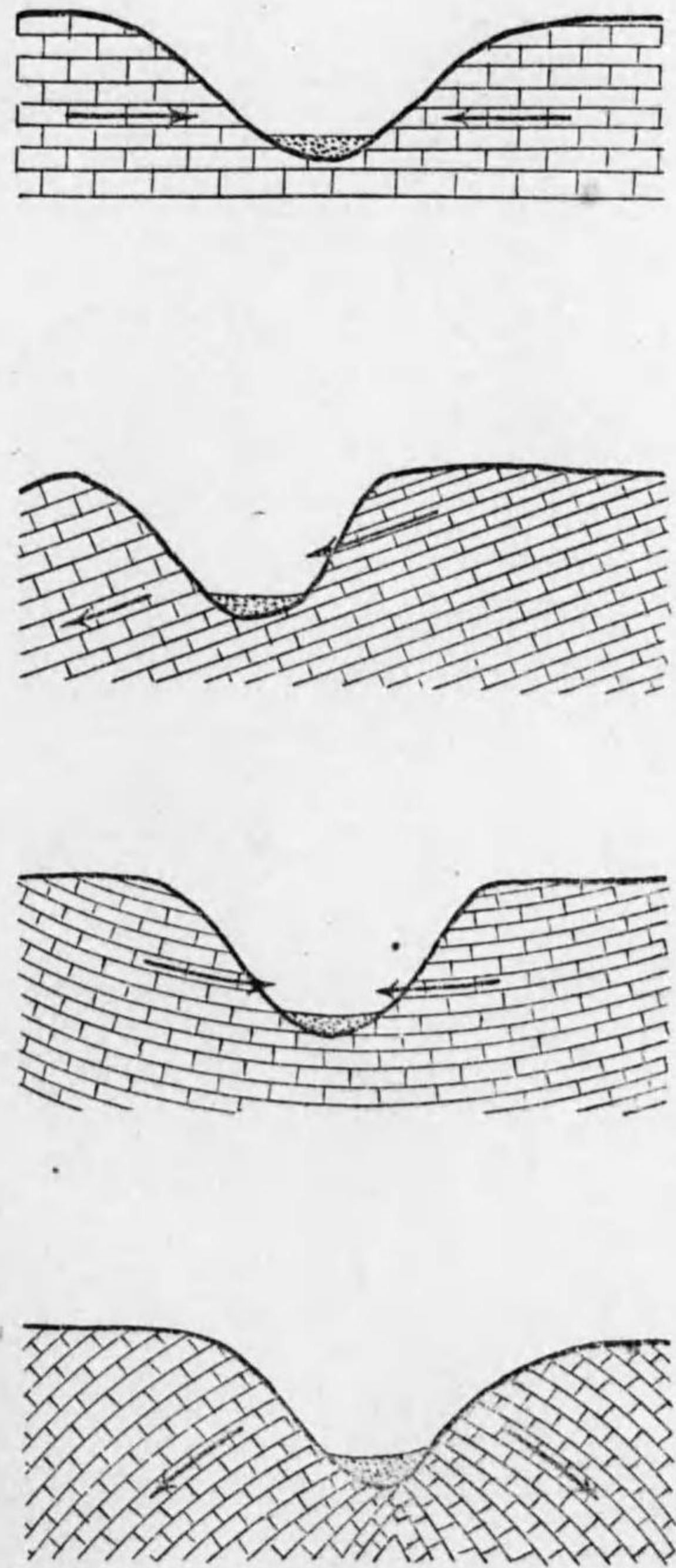
(C)は土地の陥

落、其他の原因によつて、地表の一部分に凹所が出来て、これより湧出の狀況を示す。

(D)は不透水層と透水層とが、隣接するときに生ずる湧水状態であつて、例へば火成岩に接して居るとき等である。

(E)は火成岩、變質岩、石灰岩等の不透水層に、不規則なる割目を有する場合に起る現象で、この時はその中の主要なる罅間を通じて湧出するものである。

亦同一地層中にあつては第15圖に示す様な状態で湧水するこれは地層の構造に應じてその狀況を異にすることを示したに過ぎない。



第15圖 同一地層中に於ける場合

次に深藏水は地下深所から上昇し来る温水で、その根源に就ては二分して考へることが出来る。

1 地下増温率によるもの、

地下の深さはその度を増すに従つて、温度の上昇することは已に周知のことであるが、これは全く地熱の存在に外ならないのであつて、温泉火山作用、鑛山の地下掘進により確定せられてゐる。穿鑿によつて地下増温率は精査せられてあるが、場所によつてこの率が一定してゐない。今地表の温度を

50°Fとして、水の沸點 212°に達する爲めに、その深さを計算して見たるに表の如きである。

1°F上昇するに要する深さ	水の沸點迄の深さ	空氣を1とする氣壓
50尺	8,100尺	238
75	12,150	257
100	16,200	478

この表に據れば、地下深度に應じて壓力は増大してゐる、この壓力は温度の上昇を幾分低下せしめるものであるから、實際本表よりは更に深いものであらう。

2 火山噴出の餘熱

火山噴出後に放出するものに、熱水と瓦斯とがある。熱水はこれを温泉と云ひ、瓦斯は若し水蒸氣から成るときは蒸氣孔 (Fumarole *Fumarolen*) と云ひ、硫黄又は亞硫酸瓦斯であれば硫氣孔 (Solfatara *Solfataren*) と呼び、炭酸瓦斯であれば炭酸孔 (Mofette *Mofetten*) と稱してゐる。

地下深所から来る熱水瓦斯は、地殼の裂罅を通じて上昇するものであるが、殊に斷層に原因する場合には更に、一段深遠なる箇所から湧出するものである。この場合は湧出量、噴勢、温度共に大なることがある。

二 温泉

温泉は湧出地方の一年の平均温度よりも、高し時にはこれを温泉 (thermal spring *Thermalquellen*, *Therne*) と云ひ、これより低ければ冷泉 (cold spring *Kaltquellen*) と呼んでゐる。温泉の中で其儘使して心身の保養に適しない様な低温はこれを微温泉 (tepid spring *Lauquellen*) と稱してゐる。シュナイダー (schneider) に據れば攝氏五十度より高温なれば熱泉 (hot spring *Siedquellen*) と云ひ、以下なれば普通温泉と云うてゐる、而して二十度以下を冷泉と稱した。

泉は礦物質の溶解してゐる程度から礦泉 (mineral spring *Mineralquellen*) と單純泉 (simple spring *einfache quellen*) とに分けてゐる、而して兩者間の限界點に就ては、人々によつて多少異なつてゐる。日本では一般に二千分の一以上の礦物質を溶解してゐるときには礦泉と云うてゐるが、獨逸では千分の一と云ふことになつてゐる。溶解度は温度と共に比例して増減するのであるから、温泉は同時に礦泉であることが多い。

温泉地帯は夥多の裂隙が存在してゐるか、又は疎鬆質の砂礫層で被覆せられて居れば、地上水は容易に滲過して淺水と合し、これが地下遙より來る温泉に併合せられて、或は單純泉となり、或は冷泉となつて顧みるに足らないものとなることがある。斯様な場合には潮縫策を講ずることによつて地下水の浸入を防止することが出来る場合がある。

礦泉の種類

1 炭酸泉 (calcareous spring *Karbonatquellen*) 主として炭酸カルシウムを含んでゐる、亦炭酸瓦斯をも容有してゐることもあるので、噴出口へ奔溢し來ると、主に突然瓦斯の逸散によつて其處に石灰の沈澱を見ることがある、これを灰華 (calcareous sinter *Kalksinter*) と稱する。この際往々木の葉を介在してゐることがある、この好例は箱根温泉である。亦硅華 (silicious sinter *Ki s sinter*) と稱してゐるものは硅酸物から成つてゐて、箱根の外に熱海鬼首が知られてゐる。以上此等の固形分が略圓錐狀に堆積すれば、これを噴泉塔 (sinter cone *Sinterkegel*) と云ふ、これが生成の原因として擧げられてゐるのは、瓦斯の逸散による結果としての化學變化、水分の蒸發、瓦斯壓の減少によつて沈澱を促す等である、白骨温泉 (信濃) 小濱温泉 (肥前) は何れも炭酸石灰の、恐山 (陸奥) では硅華の噴泉塔がある。

本邦で炭酸泉の有名なるは鹽原 (上野) 有馬 (攝津) 濱脇 (別府温泉) 等である。

2 鐵泉 (ferruginous or chalybeate spring *Eisenquellen*) 鐵の鹽類を多く含んでゐるので赤褐色を帯びてゐる伊香保別府等は名高し。

3 鹽泉 (brine spring *Salzquellen*) 一般に鹽素イオンを含み食鹽を主成分としてゐる鹽類で、伊香保、鬼首 (陸前)、鹽原、山代山中等は有名である。

4 アルカリ泉 (alkali spring *Alkalisquellen*) 炭酸カルシウム、炭酸曹達等を主とし、 HCO_3Na

オンを含んでゐることが特徴である。其他硫酸加里や、曹達も微量溶解してゐる、宮の下(箱根)、登別(北海道)は昔から知られた處である。

5 硫黄泉 (sulphuretted spring sulfatquellen) 硫化水素、亞硫酸を多量に含んでゐる、大湧谷(箱根)、草津(上野)等は従前から知られてゐる。

其他含利鹽泉 (epson salt spring Bittersalzquellen) として硫酸マグネシウム ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) を主成分とするものあり、亦芒硝泉 (glauber salt spring Glaubersalzquellen) として硫酸曹達 ($Na_2 SO_4 \cdot 10H_2O$) を含有するものがある。

三 間歇泉

間歇泉 (Geyser Geyserie) なる語は氷洲語 (Iceland) から出來たもので、湧出するといふ意味である。これが轉じて温泉が一定の時間を置いて、水柱を立て、噴出する場合に用ゐられる言葉となるに至つた。間歇泉は噴出に週期を有することが特徴であるから、その性質に關して次の分別がある。

1 規則的週期 (regular period regelmässiger Periode) 生成後歲月の経過するに従つて噴出週期に長時間を要して、これが規則的に増大して行くことである。氷洲のグレート、ガイサー (Great Geyser) はこの好例である、即

1772年 1805年 1860年 1883年 1896年 1905年

1/2時間 6時間 4乃至5日 20日 1日 3乃至8日

といふ順序を示してゐるが、茲に 1896 年に地震の影響を受けて、週期に變化を及ぼすに至つた。北米のオールドフェスフル (Old Faithful) 温泉もこの種に屬するのである。

2 不規則的週期 (irregular period unregelmässiger Periode) 週期の不規則なるもので、これには二つの標式がある。

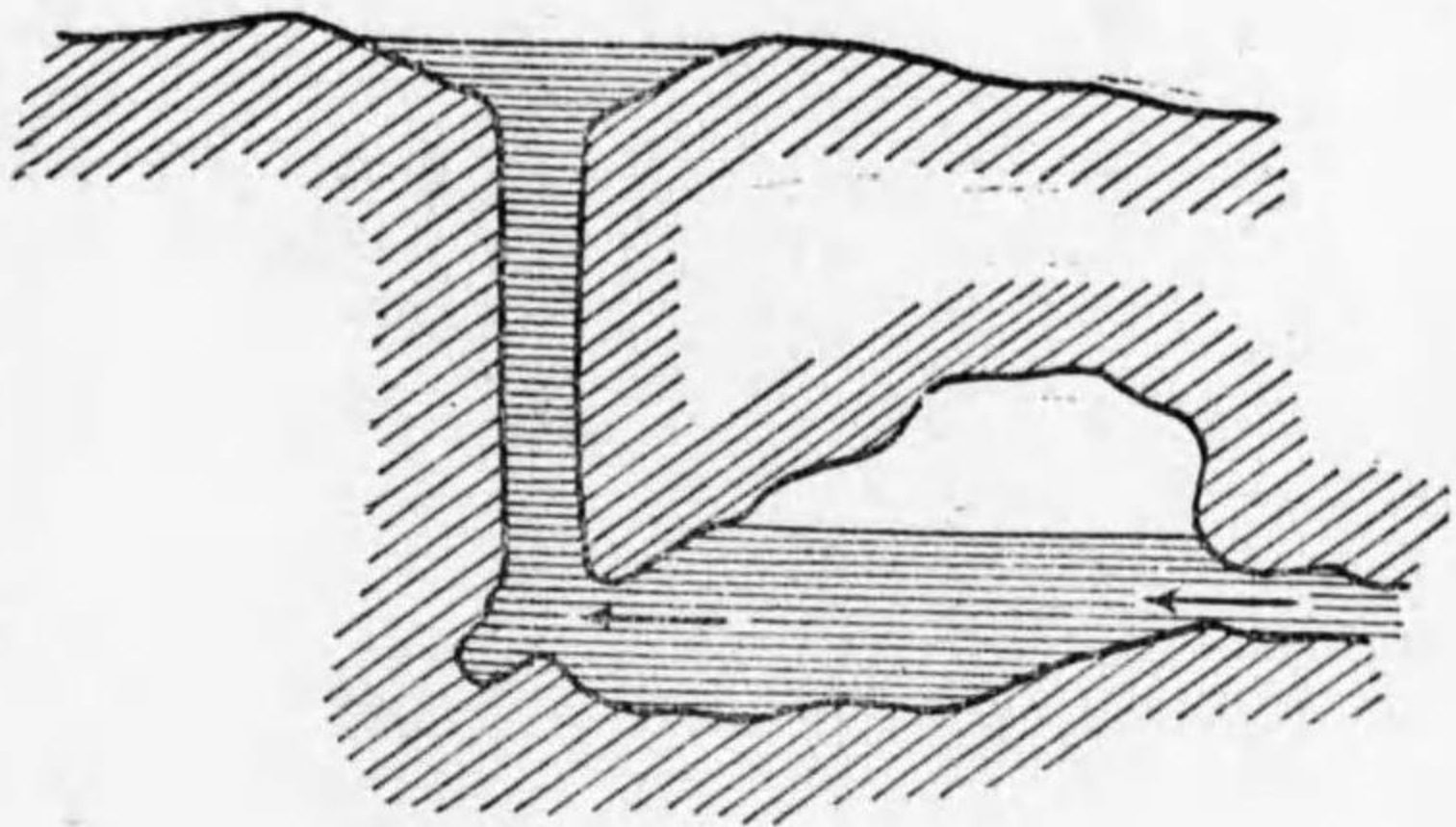
1 エッキセルツール (Eckelsor) 式と云ひ、水が不規則的に注入するために夥しく冷却する、従つて週期は一定しない。

2 熱海式と稱し大湧小湧があつて、週期に多少の變化があるもので詳細は後述する。

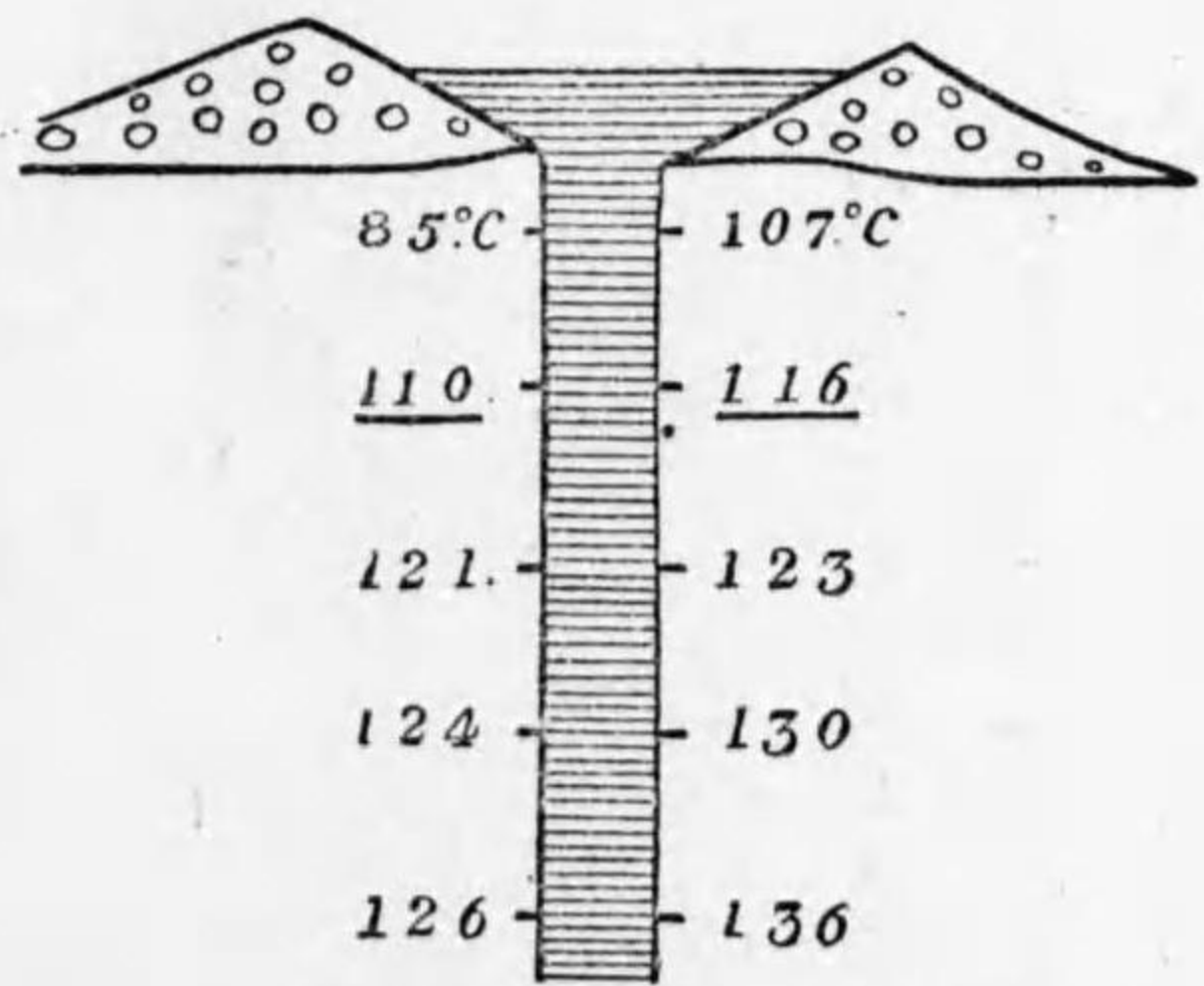
間歇泉の成因 成因に就ては、従來から高唱せられてゐるのはマッケンヂー (Mackenzie) とブンゼン (Bunsen) との兩氏が提唱した説である。マッケンヂーは 1811 年に、氷洲のグレートガイサー (アルカリ泉) を調査して噴出の原因を説明した。第 16 圖に於ける様に地下に空洞があつて、これは熱水の入口と、流出口とが反對に位置してゐるものとする。熱水が空洞に蟄集すると、蒸氣は徐々に濃密となり、その壓力は熱水を噴出せしめるに足るものとなる。斯様にして噴泉するに至るのであるが、壓力の低減はやがて活動を停止することになる。

次に 1846 年ブンゼンとクロアゾー (Cloixaux) との兩氏が、矢張りグレートガイサーに就いて調

査したとき、前説と異なつた新機軸を案出したのである。第17圖はそれを説明するものであるが、兩氏は次の様な結論に到達した。地下に空洞を肯定することは出来ない、寧ろ圓壙形裂罅がある。地表



第16圖 マッケンダーの説



第17圖 プンゼンの説

以下の深さでは、氣化を早めるために大なる効果を齎すことになり、遂に蒸氣壓の影響を受けて、奔出するに至るものであると云ふ。噴出すれば百尺乃至二百尺の高さに昇騰する、而してこれが一時間許り繼續してゐると云ふ、現在ではこの説の方に傾聴せられてゐるが、マッケンダーの説も全く浮説

に噴出したる部分を見るに、沸騰點近くの溫度を保持してゐる故に少し孔内に入れば、水柱の壓力を受けて居るので、85°Cを示してゐる、これは若し水壓がなければ、107°Cに昇るべき性質のものである。更に下方の處では110°C位であつて、此處では壓力に無關係であれば、116°Cとなつてゐるから、氣化するに充分である。これから

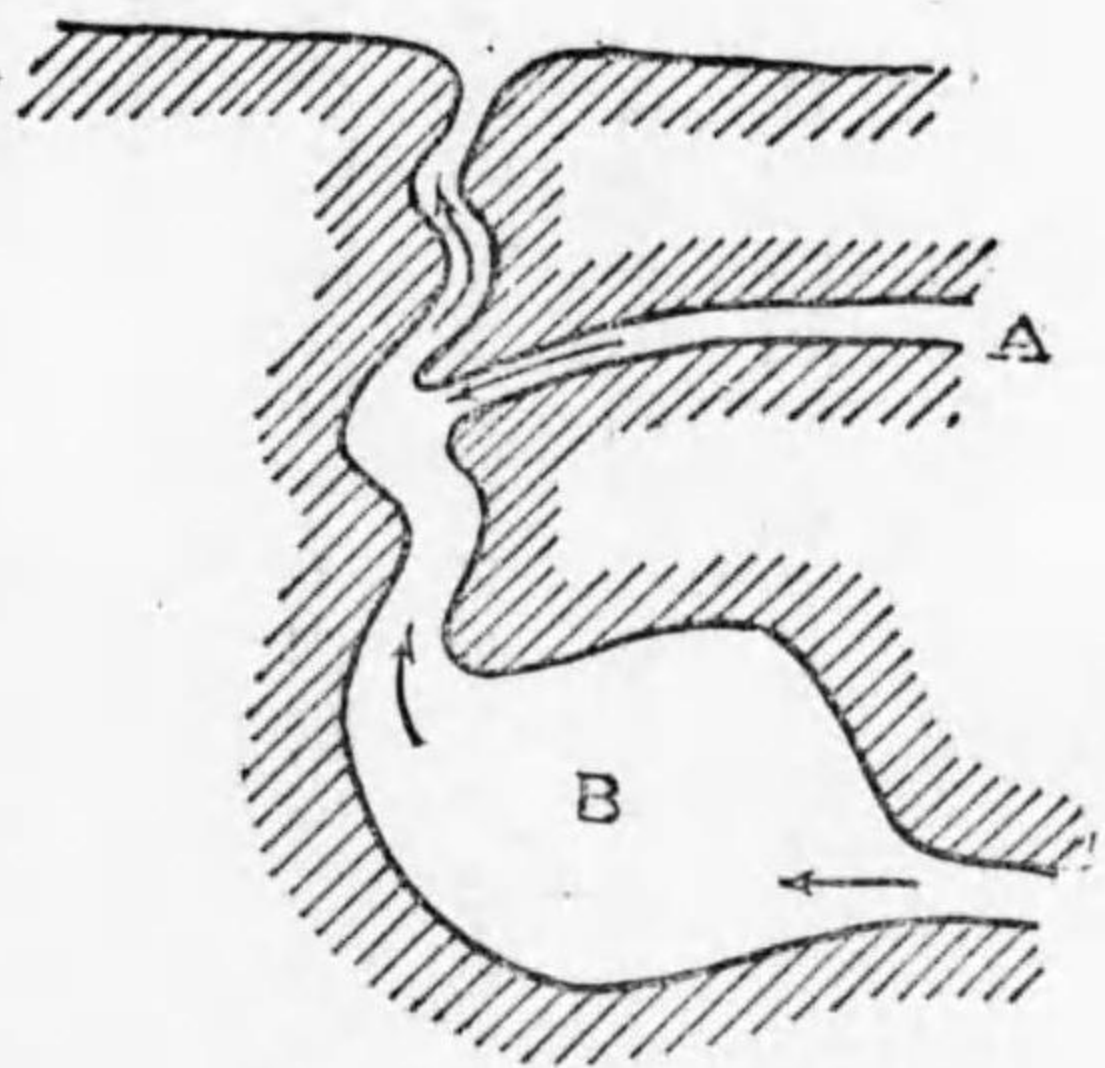
と云ふのではない、單に氷洲の該溫泉を説明するに不適當であると云ふのみで、この説が同種類の溫泉を研究するに當り大いに資する處あつたことは云ふ迄もない。其後に至つて間歇の現象を説明する爲めにアンドレー (Andreas) は機械 (Geysirapparat) の組立てに成功した。

間歇泉として世界で有名なるは、前記氷洲の外に北米ワイオミング州のイエローストン公園 (Yellowstone park) ニュージランドのワイマング (Waimango in New Zealand) の三箇所であるが、この外智利、加州(北米)、太平洋中のアゾール島 (Azores)、日本等にも知られてゐる。就中イエローストン公園はロッキーマウンテン脈中であつて、3000箇所の溫泉が知られその中100箇所は間歇泉に屬してゐる。その中でオールドフェスフルとデアイアント、ガイサー (Giant Geyser) とは著名である、前者は135尺から150尺の氣柱を後者は200尺から250尺の水柱を上騰せしめると云ふ。

日本の間歇泉 日本では古くから知られたのは登別溫泉(北海道)であるが、これは明治二十一年頃にその性質を失つた。現在では鬼首吹上溫泉(陸前)と熱海溫泉(伊豆)とであるが、その中熱海溫泉はよく知られてゐる。

熱海溫泉は第三紀の裂罅から湧出する鹽泉で、熱湯と蒸氣とが交互に噴出する、而して週期に二種あつて大湧と小湧と呼んでゐるものこれである。明治三十七年三月本田寺田の兩氏が該溫泉を調査したことがある、それに依ると小湧の週期は平均24分時間に一回の割合で、長くて十分間噴湯を続ける。

大湧は63日に一回の週期を示すもので15時間繼續する。而して湯柱は七尺許りを最高として居る。噴湯の理として兩氏の説明する處によると、第18圖に示す様に、A Bの兩管があつて、AはBよりも上部に位置してゐる。小湧湯の場合にはマツキンデーの説に従ひ、B部に蒸氣壓が出来て、その影響に



第18圖 熱海の間歇泉

よりB部の熱湯が噴出するのである。大湧の場合はA管は常に水の沸點以下であるがある原因のために熱せられてそれが徐々に沸點以上となるに及んで噴出する。この際Bの部分も同時に誘發せられて併出する爲に、湧出量が夥しく増して來ると云ふのである。一時該附近に温泉を亂掘したる結果湧出量、回数共に減退して不規則となつた。大正十二年九月の關東大地震以前の頃は、一日一回二三時間繼續噴出するに過ぎなかつたが、震災後は全く熱海町を避らしめ、間歇泉は復活した、而して以前よりも激烈となり、休止時よりも噴湯時の方が長い。震災當時著者の踏査頃は一日五回噴出して、一回三時間許り繼續奔湯してゐる。

鬼首温泉は湧出量が尠ない明治三十五六年迄は二本の水管があつて交互に噴出して居つたが其後一本となつた。高さも三四尺位のものである。この外に間歇的に噴出するものは恐山(陸奥)、温泉嶽及

小濱(肥前)、霧島山(大隅)等で、冷泉として間歇的のものには大瀬(肥後球摩郡)、佐伏川の沿岸(岡山縣阿哲郡)等がある。✓

四 温泉の湧出と地質構造

温泉は屢斷層線上に沿うて排列することがある諷訪温泉鬼首等はこの例である、この斷層線上にはよく同一種の鑛泉を伴ふもので、別府温泉等はこれを意味するものと見てよい。斷層は可成深所まで到達するものであるから温泉の湧出を見るのであるが猶地下水も亦豊富であり得ることも首領せられる。本邦の温泉には可成この種のものが多い。併し普通多く存在するものは火山噴出後の餘發として裂隙に沿うて上昇するものでこれは不規則に排列する。

練習問題

- 1 熱海の間歇泉について述べよ。
- 2 地下水の由來を問ふ。
- 3 石灰岩から成る地方の地下水及び花崗岩地方の地下水。
- 4 鑛井に必要な地質構造を問ふ。
- 5 飲用水の湧出すべき條件を問ふ。
- 6 温泉の沈澱物に就き知る所を記せ。

第六章 氷河の作用

1 氷河と移動

一 氷河の生成

岩石の空隙に水を包含して、これが氷結すると、岩石は破綻崩壊するに至るものである。岩石に喩へ空隙が存在しなくても、一度氷結作用が働くと、組織は弛緩して容易に粗鬆質となり、土壤に化するのである。

寒冷地方の氷雪は氷解する暇がない爲めに、年中降雪の状態を繼續し萬年雪 (perpetual snow *Névé Firn*) を形成して居る。雪は降雪當初は粗鬆であるが、漸次堆積することによつて、壓力で下底は溶解しこれが間隙に侵入するから堅密となり、河水と同様に清藍色を帯び透明を増して来る、猶水成岩の様に整層を示してゐる。斯様にして數百尺の氷雪が相重疊すれば、爰に傾斜に沿うて移動し初めること、恰も谷川の水と同様であつて、これが氷河 (Glacier *Gletscher*) と稱する所以である。

雪が氷河となつて流れるに至る階梯には、三段の變化を見られる。1、下降當初の雪であつて、一立方米の重量800匁あり、2、萬年雪の状態では500匁許りある。3、氷河を形成せるもので、多少氣泡を有して粒狀を帯び、半透明の乳白色の程度で300匁もある。

二 氷河の移動

氷河の移動は河流に比し、極めて緩慢であるために一見その動靜を認めることが困難である。従つて河水の移動については、永く認められなかつたのは、これが主な原因である。現在アルプス (Alps) で調査に依れば、一年に300尺乃至1000尺の進行を見、瑞西では一日に一寸から四尺に亘つて移動した記録がある。氷河の移動に就ては、1、山の傾斜度、2、基磐の性質と兩岸の屈折起伏の程度、3、氷河の厚さと大きさ、これは共に大なる方が速かである。4、氣候の影響、夏期は冬季よりも早い、5、流路の相迫つた處は早くなり、開豁したる廣間では速度を減する、此等の關係から運動に遲速が出来る。氷河が運動するに當り、或は移動中に於ては機械に對する油の如く、氷河に輾轉滑脱の働きを興へるものがある。それは水であつて、氷河の下底はその重力と岩磐との間に起る夥しい摩擦を受け、熱と變じ、茲に一部氷解することになる。生じた水は氷河底と盤面との間を流れて、移動を圓滑ならしめる、而して壓力の最小なる處に流れて再び凍結するのである。5000尺許りの氷河の厚さでは、その下底は—1000尺許り凍結すると云はれてゐる。

氷河は流れて居る際には、一樣の速度で進行するものではないことは、流水の場合と同様である。側方よりも中心に、下部よりも上部の方が早い。氷は亦互に粘着性と重力とによつて、膠結する性質があるために溪谷に沿ひ降下したる氷河は、本流と粘着合流するのである。氷河は谷を進行中、側面の岩石の剪断作用 (shearing) を受けて爰に收縮し、同時に龜裂が入る、その割れ方は進行の前方では長さの方向に、側方では四十五度角に、中央では長さの方向に直角に生ずることになつてゐる。

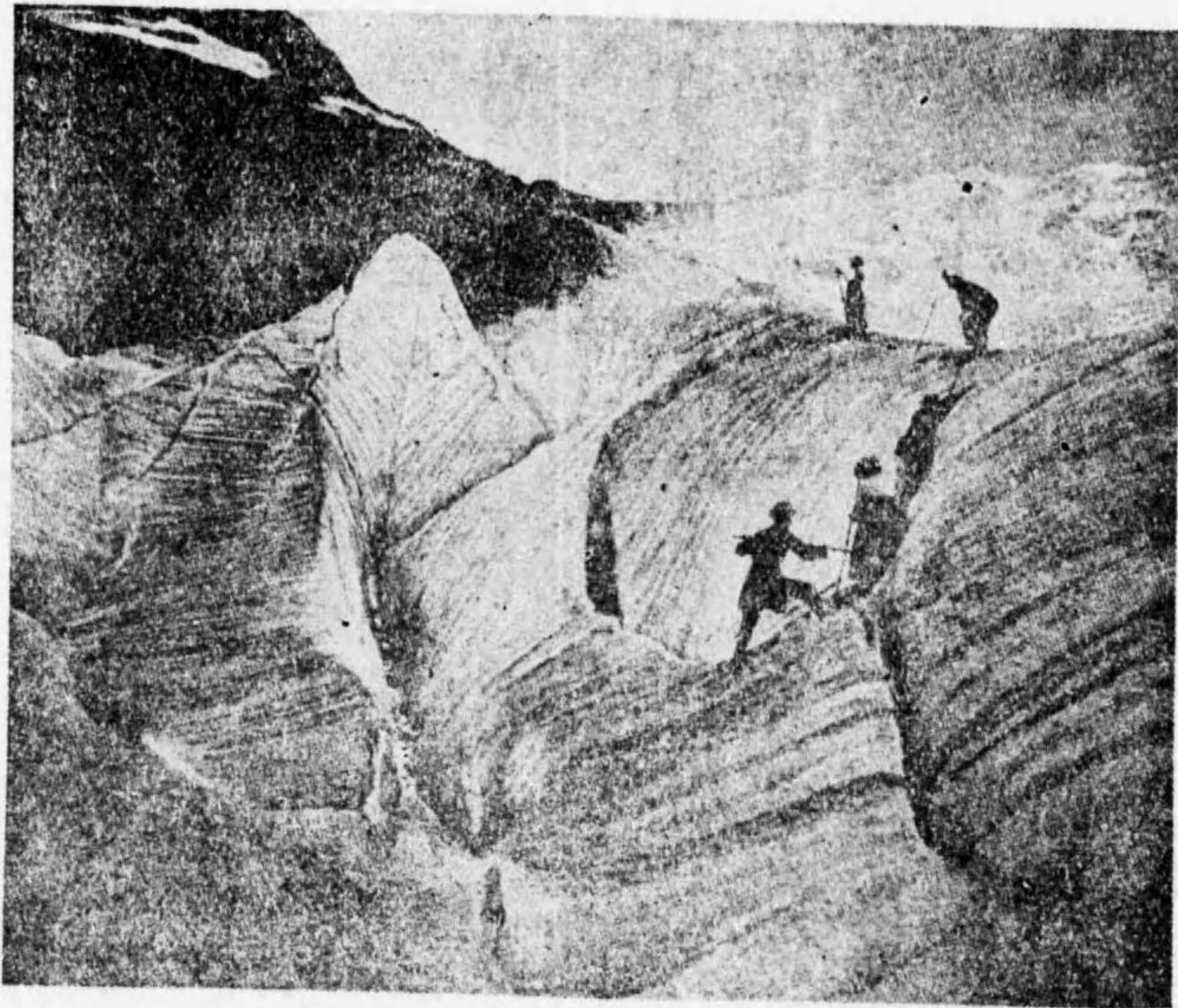
2 氷河の種類

氷河の標式 (type of glacier Glaciertypus) として次の三種がある。

一 アルプス式 (Alpine type alpine Typus)

これは谷氷河 (valley glacier Talgletscher) と稱し世界で有数の高峰と稱へられてゐるものは、その溪谷にこの種の氷河が発達してゐる。就中アルプスは古くから知られてゐるから名稱せられたのであるが、該山には奥深く約3000箇所の永久氷河が知られてゐる。然しその中一哩以上に脈絡相連なるものは、數箇所あるのみで、更に一哩に及ぶものは、今日僅に一箇所丈しか知られてゐない。氷河の厚さは平均數百尺で、巾は廣い處では一哩に亘るものがある。第19圖はアルプス式氷河を示したもので、この種の氷河の特徴は山の傾斜に沿うて存在してゐる爲めに、起伏は比較的大で、且つ移動によ

つて生ずる地形的變化も亦大である。グリーンランド、氷洲、スカンデナヴィヤ、スコットランド、ニュー



第19圖 アルプス式ローン氷河の層状を示す(瑞西)

ジランド、ロツキ、アンデス、ピレニ、ヒマラヤ、コーカサス、アラスカ等は今日と云へ雖、猶、氷河を認めることが出来る。谷氷河は傾斜に沿うて移動を續けて行くうちに、これが雪線 (snow line Schneelinie, Firngrenze) とて凝固點以上の溫度を有する區域に下降すると、徐々に氷解するものである。氷解する現象を説明するには、次の原因を基調に置かねばならない。

- 1、零點以上の溫度を示す空氣又は水蒸氣に接觸して、爲めに表面が溶融すること。
- 2、降雨によつて雨水が氷の間隙に入り、浸潤して分解を助ける。
- 3、周囲の岩石が太陽熱のために反射又は放射

して、そのエネルギーを表面から内部に及ぼす。

二 麓 氷 河

谷氷河が溪谷を下降しつゝ麓に至るも、猶解氷しないときには、平原に氷河が存在することになり爰に氷原 (ice field *Feldeis*) を形成する、これを麓氷河 (piedmont glacier *Vorlandgletscher*) と呼ぶ。谷氷河を谷川に喩へると、この種の氷河は湖水に比するべきである。現今はアラスカのマラスピナ (Malaspina) 氷河はこの種に屬するもので、一般に高緯度地方に於ける特産とも見るべきものである。

三 陸 氷 河

陸氷河 (continental glacier *Inlandeis*) は山岳に關係なく陸地に廣大なる面積に亘つて賦存してゐるものである。前二者が谷川湖であるとすればこの種のもは海に喩へることが出来る。陸氷河は平坦であるが四邊に急勾配をなして海に臨んでゐる。氷解は海に接したる部分から行はれるので、初めそれに龜裂が入れば徐々に分離して、全く海水に墜落し浮遊するに至る、これを氷山 (ice berg *Eisberg*) と稱してゐる。氷山は亦谷氷河からも、直接海に注いで生ずることもある。氷山は海面に突出せる部分は、全體の九分の一の高さに當るものであるから、海面上100米突の高さにある氷山は、海中では800米の深さ迄没入してゐることが想像せられる。高緯度なる程巨大なるものであるが、絶えず海流の影響を受けて移動する。而して南下すれば氣温と暖流の影響を受けて、漸次崩壊することになり、流水となつて遂に消失するのである。

陸氷河の大なるものはグリーンランド、北極地方で、その中グリーンランドの如きは500,000平方哩に亘つて存在しその厚さも數千尺に達するならんと云はれてゐる。

3 氷河の破壊作用

氷河によつて破壊作用を興へることをウォルサー (Walther) は氷磨 (exaration *Ekaration*) と呼んでゐる。氷河移動は基磐及び側壁の岩石を破壊すること多大であるが、この際地質構造や岩石の性質には餘り影響はない。氷磨作用によつて生ずる地形に各種のものがある。

一 U字谷の生成 (U shape valley *U-tal*)

河流によつて生じたV字谷は氷河の通過することにより、側壁は夥しい氷磨削殺してU字谷となり周壁は極めて險峻なる地形をなすに至る。

二 條線、滑面、刻面

氷河の通過した跡には平滑なる表面となることあり、或は條線の入るものあり、或は刻面の生ずるものもある。

斯様に作用が地盤に著しく働くと特種の地形を示すに至る。例へば瘤丘 (glaciated round *Rundhöker*) 又は圓頂丘と稱して瘤狀の小丘が細長く相連つてゐる場合あり、その表面には無数の條線があつ

て、氷河の流れたる方向を示すものである。瑞西、コロラド州其他に發達してゐるが、瑞西ではこれを *Roches moutonnées* と呼んでゐる。

三 氷窪地又は圈谷

山頂が氷雪の作用を受けるとき、往々圓形の窪地をなすことがある、而して周壁は急峻で盆地を示してゐるから、これを氷窪地又は圈谷 (*cirque, Kare, Nirk s*) と名稱してゐる。圈谷は氷河谷の初めである、これは側壁の一部分が破壊すると滞積したる氷雪、又は雨水は流出して谷川を形成するに至るからである。

圈谷の生成する原因は、主に雪線附近に於て絶えず氷結と、氷解とが交互に行はれると地盤に弛緩が出来て崩壊するによる。

四 氷河湖 (*Glacier Lake Gletschervass*)

氷河は谷川と異つて谷を下降するとき、下底を異常に蝕して凹形の窪地を隨所に作ることもある、殊に氷堆石を谷の入口に堆積せしめると、一大窪地をなすことになり爰に一段湖沼が擴大することとなる。こゝに至つては堆石湖と連絡するのである。

五 懸谷 (*hanging valley Hängedalen*)

氷河の溪谷に沿うて斷層の爲めに喰ひ違ひが出来たる場合、或は本流と支流との間に著しく氷磨作

用に差異があつて、支流は遙に本流の上方に聳えることがあるこれを懸谷と呼ぶ。支流から本流に流出する際に瀧を形成する。峽灣又は峽江 (*Fjord Fjorde*) と稱するは矢張り氷河の破壊によつて生ずる地形なるが、これは地盤の上下運動をも伴ふものである。

4 氷河の建設作用

氷河は恣に岩壁を破壊する、而して生じた破片はこれを氷堆石又は堆石 (*moraine Moränen*) と云ひ、氷河の移動する儘に搬送せられるものである。氷堆石が氷河に捕捉せられて運搬するに當り、集積箇所によつて各種の名稱がある。これを第20圖に就いて説明する。

1 表面堆石 (*surface moraine oberflächl. Moränen*) は *be* の如く氷河の表面に堆積せるものであつて、これには側面堆石 (*lateral moraine seiten Moränen*) と *bb* の如く縁端に位置を占めるものがある。亦 *ee* の様に中央部に集まつたものはこれを中央堆石 (*central morain mittl. Moränen*) と云ふてゐる。

2 底面堆石 (*ground moraine grundl. Moränen*) は氷河底に捕獲せられたる氷堆石である (*dl*)。

3 中間堆石 (*inner morain inner Moränen*) は圖に於て *cc* の様に中間に夾雜せられた状態にある。

この種の中で挾在堆石 (*medial morain s. heide Moränen*) なるものがある、これは支流の側面堆石が本

流に合併したる爲め、中間に夾在するに至つたものである(oo)。尙 a a は棄子石 (erratic moraine erratisches Moränen)と云ひ、側面堆石が同一水平の岸壁に放棄堆積したるものに外ならぬ。斯様な棄子石を發見すれば、その位置によつて往時氷河の厚さを想像し得ることが出来るものである。

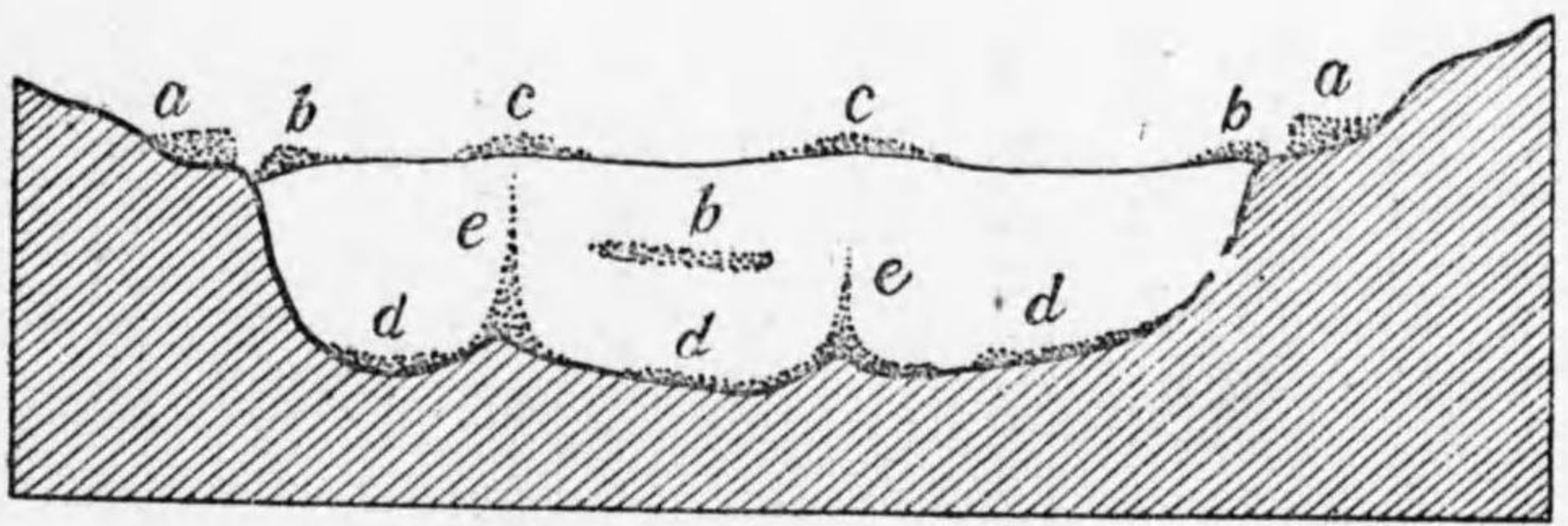
4 氷河は雪線に降下すれば溶融し初めて氷堆石の沈積を促すに至る、斯様な堆積を終極堆石 (terminal moraine endige Moränen)と云ふてゐる。

氷堆石が相集まれば小丘をなす、これが堆積の状態によつて次の様に類別せられてゐる。

磔堤 (esker Esker) 氷河によつて運搬せられた磔の外に風力による磔も混在する、その高さは概して20尺乃至30尺なる小丘である。稀には300尺に達することもあるが、狭長なるのが特徴で、恰も鐵道線路を敷設したる堤防の様である。

塊磔堤 (kames Kame) 丘の高さは前記磔堤の場合と略同様であるが、不規則なる瘤状をなしてゐることが顯著なる相違であらう。

氷堆丘 (drumlins Drumlins) これは磔粒が更に大なること、整層をなしてゐない點に於いて、前二



第20圖 氷河で搬送せられる各種の氷堆石

者と區別することが出来る。

一般に是等の氷堆石は終極堆石の外に氷河の下降搬送中側方に集積することも尠くはない、而して堰止して湖を生成すれば堆石湖 (moraine lake Moränensee)をなす。この種の湖は歐米には非常に多い、スカンデナヴィヤ半島、フィンランド、スイス、伊太利の北部、加奈陀、北米合衆國等である。

冷寒地方の氷河作用は恰も温濕地方の河流に於けると同様に、破壊建設の兩作用と共に、偉大なる地形的證跡を示すものであるが故に研究を忽諸に附することは出来ない。

5 日本の氷河問題

一 氣候寒冷の原因

地質時代を通じて氷河を現出するに至つた時代は、大小を加へて四回あり、原生代に二回二疊紀洪積統であるが、その中洪積統は世界的に最も廣く分布してゐる。氷河時代を現出するに至つた原因としては今日猶確説はないが、從來から知られた主なる説明を擧げると次の様である。

1 極の移動 (polar wandering Polarbewegung) これは地軸の移動であるが、氷河期には地軸が十五度乃至二十度許り移動することによつて、氣候の寒冷を現出するに至つたと云ふ、シムロート (Simroth) はこれに就て理論的に説明してゐる。

2 陸地移動の影響 (effect of orininal emergence *Ergebnis der kontinentale Verschiebungen*) 地質時代を通じて氣候の寒冷は、造山力陸地上昇等の移動後に起つてゐる、反對に陸地の降下は氣候を溫暖に導き、石灰岩の廣き分布を促したのであると。

3 空氣中に火山灰 (volcanic ash in atmosphere *vulkanische Asche im Atmosphäre*) ハンプリー (Humphrey) は火山噴出による灰が、空中高く廣く且つ永く停滯することから太陽熱を遮り、爲に地表の溫度を下降したのであると云ふ、従つて寒冷の強さは火山噴出の程度に比例することになる。第三紀より第四紀に亘つて、世界的に火山の大噴出があつた、これが洪積統の氷河を導いたと云ふ。

4 空氣中に炭酸瓦斯 空氣中に炭酸瓦斯の多いことは、火山灰と同様に太陽熱を遮るものである。この炭酸瓦斯の根源は主に火山の噴出から仰ぐものであるから、見方によつては前記火山灰の場合と同一視することが出来る。若し瓦斯が多量になれば、過剰の一部分は海中に解けて石灰岩の生成に費し、他の一部は樹木の吸収する處となつて繁茂する、これが却つて過度に消費せられることとなり、反對に氣溫が高まる。間氷河期 (inter-glacial time *Interglaziation*) と稱する溫暖なる氣候はこれが原因に據るのであると云ふ。

5 太陽エネルギーの變化 (variable in solar energy *Veränderung in Solarenergie*) ラングレー (Langley and Abbot) に據れば太陽は一種の變光星 (variable star *Veränderungsstern*) に屬すると云

ふ。現在の太陽が 1000 の光を減ずれば、現在より 9.11.1 の溫度の下降を來し、地球全體が氷で被覆するに至るべしと云ふ學者があるが、ハンチントン (Huntington) の觀察する處は可成有力なる説と見られてゐる。それは太陽の黒點 (sun spot *sonnen Flecke*) が現在よりも過去に於て更に大なるものがありその結果塵芥を遙に高く放擲するから、太陽熱はこれに吸収せられると云ふのである。以上の外猶幾他の説はあるが、今日の處有力なる説としては、結局太陽熱の變化と地殼の變動とに因るのであつて、相俱に協力的作用をなしたからでなからうか。

二 日本の氷河存否説

日本の氷河に就ては從來大家の間に論駁せられてゐる。その目標となつてゐるのは日本アルプスである。元來日本アルプスと名稱を附せられるに至つたのは、氷河によつて劃せられたる地形が、全く歐洲アルプスに類してゐると云ふ點に歸するのであるが、現在ではこの意が轉じて、その地方の最高峰を稱してアルプス名を冠するに至つた。例へば劍山を四國アルプスと稱する類である。然し地帶構造の點即褶曲山脈の點に於て、相似たりと稱するなれば或は四國アルプス、或は大和アルプスと云ふも差支ないと考へられるのである。

日本に氷河が曾て存在したりといふ肯定説に先鞭を下したのは山崎教授である。氏は 1903 年に北飛驒山脈の中、蓮華岳、白馬嶽を踏査したるとき、圈谷、氷堆石、氷河條線が隨所にその證跡を遺せ

ることを述べられ亦東京附近の貝塚、奥羽地方より出づる土器に、遮光器として土人が雪の直射光線を遮断するために、使用したりと見られる土器類が発見せられた事を記し、以て曾て日本に氷河時代の存在を想像せられたのである(地質學雜誌第9卷1903)。然るに横山博士は介類化石の研究から東京附近の第四紀層中には、寒冷に生活したる動物の遺跡なしとして氷河を否定し(東京大學紀要三二)神保博士も同様氷河説に反對して居られる。其後辻村學士の調査で南北兩アルプスに、圈谷、氷堆石、堆石湖等の確存を挙げられた(地質學雜誌20卷1913)。大關氏も北アルプスに懸谷、圈谷を認めて、南アルプスの氷河説には否定して居られる。

1913年にペンク(Penk)は圈谷のあることを發表し、亦獨逸の地理學者ヘットナー(Hotthor)が偶松本市の西南方五里梓川の溪谷で氷堆石を発見した、これをヘットナー石と稱して氷河存在の記念としてゐる。ヘットナー石は花崗岩に氷河の影響による條線があると稱するのであるが、これに就ては風蝕水蝕の影響によつて生成したるものならんと云ふ學者もある。

要するに日本の氷河説は現在迄は地理學者が専ら肯定保守してゐる感がある。矢部博士は從來究められたる古生物學上から批判したる氷河否定説は、基礎猶薄弱であつて今日迄挙げられた材料だけでは過去の氣候を論斷することは出来ないと云はれてゐる(東北大學邦文紀要大正十一年)。されば今後は氷河問題について如何様に立論せられるかは不明ではあるが、要は日本アルプスの地形は勿論その

四近の洪積層鮮新期等の層位上古生物上について、猶幾多詳細なる吟味を遂げたる後明證論述することを必要とするであらう。

日本アルプスは位置の關係から次の類別をなす(第21圖參照)。



第21圖 日本アルプスの連峯

- 甲、北アルプス
 - 1、北飛驒山脈
槍ヶ岳以北の連峰を云ふ
 - 2、南飛驒山脈
穂高、乗鞍、御岳の火山群
- 乙、南アルプス
赤石、木曾の兩脈(御岳、白峯、赤石)

飛驒山脈の高峯に最も多いといふのであるが、南飛驒山脈、南アルプスでは氷河肯定論者の間で尙論議せられてゐる。

練習問題

- 1 圓頂丘 (dome)。
- 2 懸谷 (hanging valley) とは何ぞや其成因を問ふ。
- 3 氷河の地質學的作用を説明せよ。
- 4 氷河の曾て存在せし所は何によりこれを知るか。
- 5 流水の浸蝕作用と氷河の浸蝕作用との異同を述べよ。

第七章 湖 沼

1 湖沼の生成

一 浸蝕湖 (erosion lake Erosionssee)

破壊浸蝕の作用によつて生じたる湖沼であるがこれが成因に就いては次の場合がある。

1 化學的に溶解することによつて生ずる、例へば石灰岩地方に發達するドリネの類であるがこれを化學的浸蝕湖 (chemical lake chemische Seen) と稱することが出来る。

2 河床に生ずる河成湖 (fluviale lake fluviale Seen)

これには瀧による場合或は甌穴或は河流が不均質に浸蝕する等で生成する。

3 氷河の影響によること。

氷窪地もこの例である。

4 風力によつて局所的に湖沼をなすことがある。

風成湖 (deflation lake Deflationsssee) は風蝕によつて出来たものである。

5 動物の破壊による。

人類の外に沙漠地方でよく象類のなす住穴等を見れば數尺に亘つて掘返へすことがある。

二 構成湖 (constructional lake konstruktione Seen)

建設的に生成した湖沼であつてこれには次の種類を含む。

1 火山噴出 (volcanic lake vulkanische Seen) に原因する場合

1 火口湖 (crater lake Kraterseen)

日本は火山國だけこの種の湖は可成多い、箱根湖、榛名湖(上野)、藏王山上(羽前)、霧島山等である。

2 溶岩の陥落

所謂溶岩トンネルで生成後冷却に伴うて破壊せられた場合である。

3 溶岩又は火山噴出物によつて堰止められたる堰止湖 (dam-up lake *Abdamungseen*)
日本にこの例も多い。磐梯山下の檜原湖、猪苗代湖、梓川の上流大正池(信州焼岳の噴出による)、
十和田湖(陸奥)、日光中禪寺湖、富士山麓中山湖等である。

2 温泉の湧出に伴うて導かれたる噴出物の堆積による。

3 土地の徐動 (secular movement *sekulare Bewegung*)

土地の昇降運動によつて出来た湖を遺跡湖 (relic lake *relikten Seen*) と呼ぶ。カスピ海 (Caspian sea) 裏海、アラル海 (Aral sea) 等は有名であるが日本では霞ヶ浦、印旛沼、宍道湖等はこの例である。尙環礁湖 (coral reef lagoon *Lagunatell*) や河床の不均質の浸蝕による湖は土地の運動によることが原因する。

4 破碎物の堆積による (detrital lake *Detritusseen*)

1 海岸の一部分に湖をなす場合

波浪又は陸地から吹き来る風力によつて土砂を搬送し、海岸近く沈積すれば砂嘴が出来る。而してこの際外海と全く遮断せられると爰に湖が生ずる。日本では潟、沼、浦 (bauch lake *Sümpfen*) 等の種々なる名稱が附せられてゐる。若しこの際土地の徐動と相俟つて歩調が同一に進むと一段顯著に發達する、八郎潟(羽後)、十三潟(陸奥)、松川浦(磐城)、河北潟(加賀)、中ノ海(出雲)、濱名湖等はこ

の種に屬する。

2 河床に平行して生ずることがある。

三日月沼、三角湖 (*deltalake* *Deltasen*) 等はこれである。

3 氷河の搬出作用に基くもの。

全く氷堆石の建設であつて堆石湖 (morainal lake *Moränenseen*) はこれに屬する。

4 氣成作用による (Atmosphärische lake *atmosphärische Seen*)

砂丘の低地に生ずるのであるが、常に水を湛へることは罕である。

5 人工的のもの。

三 構造湖 (tectonic lake *tektonischen Seen*)

これは地殻の變動によつて生ずるのであるが、前二者を外力的 (exogenetic force *Exogene Kraft*) とすればこれは正に内力的 (endogenetic force *Endogene Kraft*) と稱すべきであらう。

1 斷層湖 (fault lake *Ferwerfungseen*)

斷層や山崩によつて生じたる地盤の弱所に、湖水の生成を見ることがある。その方法は斷層の一方が隆起するか、或は反對側が陥没するか、或は斷層面を隔て、雙方同時に移動する時、運動に大小の差が出来ること等によつて、略三日月形の窪地が生ずるにある。斯様にして構成された斷層湖は一時

的に一方は直線状の峻崖をなし、他は不規則なる而して屈曲に富む湖岸線を示すが、やがて浸蝕の進むに従つて漸次變形されて行くものである。斷層が永く連續して、局部的に運動量に大小が出來ると斷層線上に隨所湖沼が發達する。

斷層湖の一種と見るべきものに地溝湖 (fault trough lake Grabensen) がある、これは二つの斷層崖が略平行に細長く、而してその兩端は多くは自然に消失したるものである。アフリカ東部のタンガニカ、ニアサ (Tanganyika, Nyasa) に續く一連の湖はこれに屬する。亦階段状斷層が發達して湖水を湛へる場合もある。最近辻村學士は紀川に沿うて斷層角盆地 (Fault angle basin Bruchswinkel basin) の地形を報告して居られる、それは和泉山脈葛城山の斷層崖下に五條町を含む丘陵地があることである。

- 2 褶曲による (folded lake Falting seen)
- 3 振曲による (warp lake Wer'ungseen)

以上湖沼の生成を述べたが、これが地盤の隆起浸蝕の影響を受けると、水を湛へない盆地 (basin Basin) が出來上る。盆地は山間に於ける樞要なる文化地である、北米の大盆地 (great basin) はロッキーマン脈とシエラネヴァダ (Sierranevada) との間に介在し、廣大なる面積に亘て居ること世界的である。本邦にも盆地と稱するものは數多い秩父盆地に就て最近矢部教授の詳細なる研究がある。秩

父盆地は大宮町附近一帯を含むのであるが、同氏の調査に據れば盆地は大體に於て有孔蟲を含む中新紀海層であつて、其後地殻運動があり略北々西より南々東に走る主要なる地構線と、之に直角又は斜走する副地構線とによつて、現今の秩父盆地と其環境の山地との間に數百米の高低を生ずるに至つた。その後浸蝕作用が働いて、周囲の山地よりも著しく削剝する處となつて今日の秩父盆地を形成するに至つたと云ふ。猶最近の地質時代に於て附近は二回の著しい土地の上昇のあつたことを附記せられてゐる。甲府盆地の如きは斷層崖を以て圍繞せられた堆積地である。

かくの如く多くの盆地は可成複雑なる道程を辿つて生成したものである。

2 湖沼の作用

一 機械的と化學的作用による沈積物

湖沼の機械的作用は河流海洋に比し、その力極めて薄弱ではあるが、矢張り浸蝕運搬沈澱の三作用が隨伴する。亦化學的作用の中で主要なるは鹽類の沈澱であるが、これは殊に鹹水湖に顯著である。

第22圖はその沈澱の狀況を示したもので、その沈積の順序は大體に於いて一定してゐる。

- 1 最下底は粘土、砂類。
- 2 有機石灰岩で生物から誘導せられたもの。

3 化學石灰岩は有機石灰岩の生成後水分の蒸發と共に、溶液の濃厚となるに連れて徐々に沈澱したるもの。

4 石膏類

5 最上に岩鹽類と云ふ層序を示すのである。

二 湖沼の利

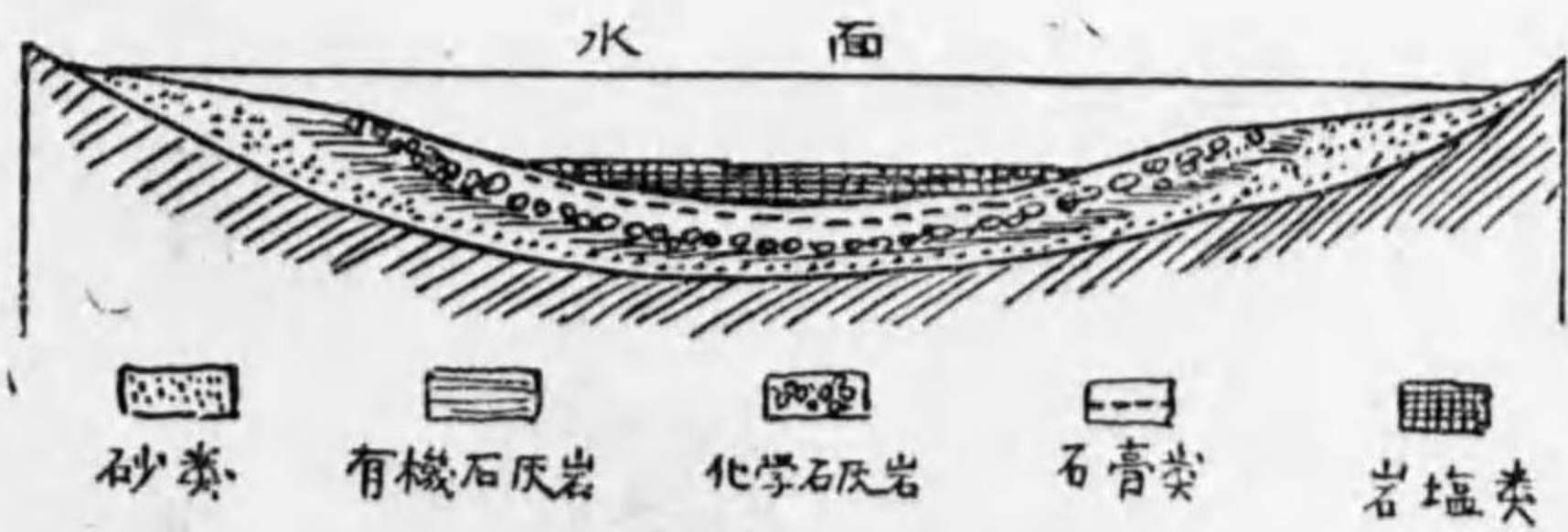
1 河水が一朝増水を招くときに、中途湖沼が存在すれば水量を適宜に調節することが出来る、例へば利根川に氾濫のない事は霞ヶ浦印旛沼の存在してゐることに原因するのである、

2 灌溉の便

夏期乾燥時に當つては、湖沼から適當に配水を受けることが出来る、多くの人工湖沼はこれがためである。水力電氣も上流に湖沼のある方がよい。

3 汚水を清淨にする。

上流から搬出せられたる汚水は、湖の入口 (inlet Eingang) で土砂類を堆積せしめる、而して出口 (outlet Ausgang) に達する迄には清淨するに至る、琵琶湖の濁水が瀬多川で飲料水に供せられるのはこの理である。



第 22 圖 鹹水湖に於ける鹽類の沈澱

4 大なる湖は氣温を調和するに有效である。

湖水は比較的動搖しないから、太陽熱を受けて表面を温められても容易に内部深所迄到達し得ないで、熱を保持してゐる、而して夜間に放熱するからこれが氣候を緩和するに大なる効果を齎らすのである。

5 氣候の乾燥地方では、湖底に鹽類を沈澱せしめることに就ては已に記述した。岩鹽類が厚層をなすには相當の地質年代を要求する、その大なるものに至つては實に500尺に及ぶものがある、それは獨逸スペレンベルク (Sperenberg) に於ける例である。

練習問題

- 1 成因によりて湖沼を分類し實例を本邦にとりてこれを説明せよ。
- 2 湖沼の經濟的利潤如何。

第八章 海洋

1 海洋の作用

海の作用 (works of sea-waters Wirkungen des Meeres) は河流と同様に破壊運搬建設の三作用がある。

一 波の破壊作用 (wave destruction zerstörerische Tätigkeit des Meeres)

1 潮汐の浸蝕 (tidal action, Erosion durch Gezeiten)

潮汐の干満に應じて生ずる潮流 (tidal currents Tidenströme) は直接影響を與へて浸蝕するものであるが、その破壊力は沈静不振である、岩石であれば僅かに溝を穿つに過ぎない。然し河口で (estuary Ästuar) は河底を浸蝕する許りてなく、屢々漏斗江 (estuary of funnel shape trichterförmigen oder trompetenförmigen Ästuar) を形成することがある。これは河口が喇叭狀に發達したことを示すものである。その成因に關しては次の様に説明してゐる。海水が満潮の際に猛烈なる勢で河上に逆行する、而して干潮に當ては急速に流出するものとせんか、この際、河底及び側壁は浸蝕を受けて擴大し浚渫せられる。かく絶えずこの現象が繰返へす結果として、河口に泥土を沈積せしめる暇がない、而して遙か沖合で沈澱することになる。

漏斗江で似て非なるは峽灣 (fjords Fjorde) である、これは風浪潮汐のみによる浸蝕作用ではない。主に土地の沈下に歸するのであるが、加ふるに氷河作用の影響を受けると溪谷は急に擴大し、且つ深遠なる江灣と變ずるのである。峽灣はかく開豁であつて峻崖をなしてゐるものである。峽灣で世界的なものは那威海岸であつて 300 米から 1000 米に亘る岩壁で圍繞せられてゐる、猶この外北米の東

海岸アラスカ、智利海岸等は普通よく知られてゐる所である。

2 波浪の浸蝕 (wave action Zerstörungen durch die Brandung)

波浪の破壊力は前者に比し更に大なるものがある。波浪により浸蝕する方法としては波そのもの、衝撃力及び破碎したる岩片を以て行くことである。波浪は風によつて起るものであるが故に、強風は澎湃して暴威を逞うする根源である。爰に岩石に磨蝕を與へるは水際附近であつて、特に岩石の不均質に基いて洞穴を作る。これが漸次廓大するに従つて上層の岩石は不安定となり、遂に崩壊落下するに至るものである。如何に堅岩なるものと雖も長年月を經過すれば、削磨作用は決して微力とは云はれない。

洞窟を破壊すれば爰に險岸 (steep coast Steilküste) を形成する、而して再び洞穴を作りやがて斷崖をなすといふ風に、幾回となく繰返へして陸地の後退を促すに至る、この際斷崖は堅岩なる程險峻を極めるが普通である。

波浪の浸蝕度は次の事柄によつて支配せられることが大である。

- 1 波浪の高さ及び速度。
- 2 波の傳はる方向と岸との角度。
- 3 岩石の構造 (整層の方向、節理、裂罅の程度) 性質 (硬軟の程度) による。洞穴は此等の條件

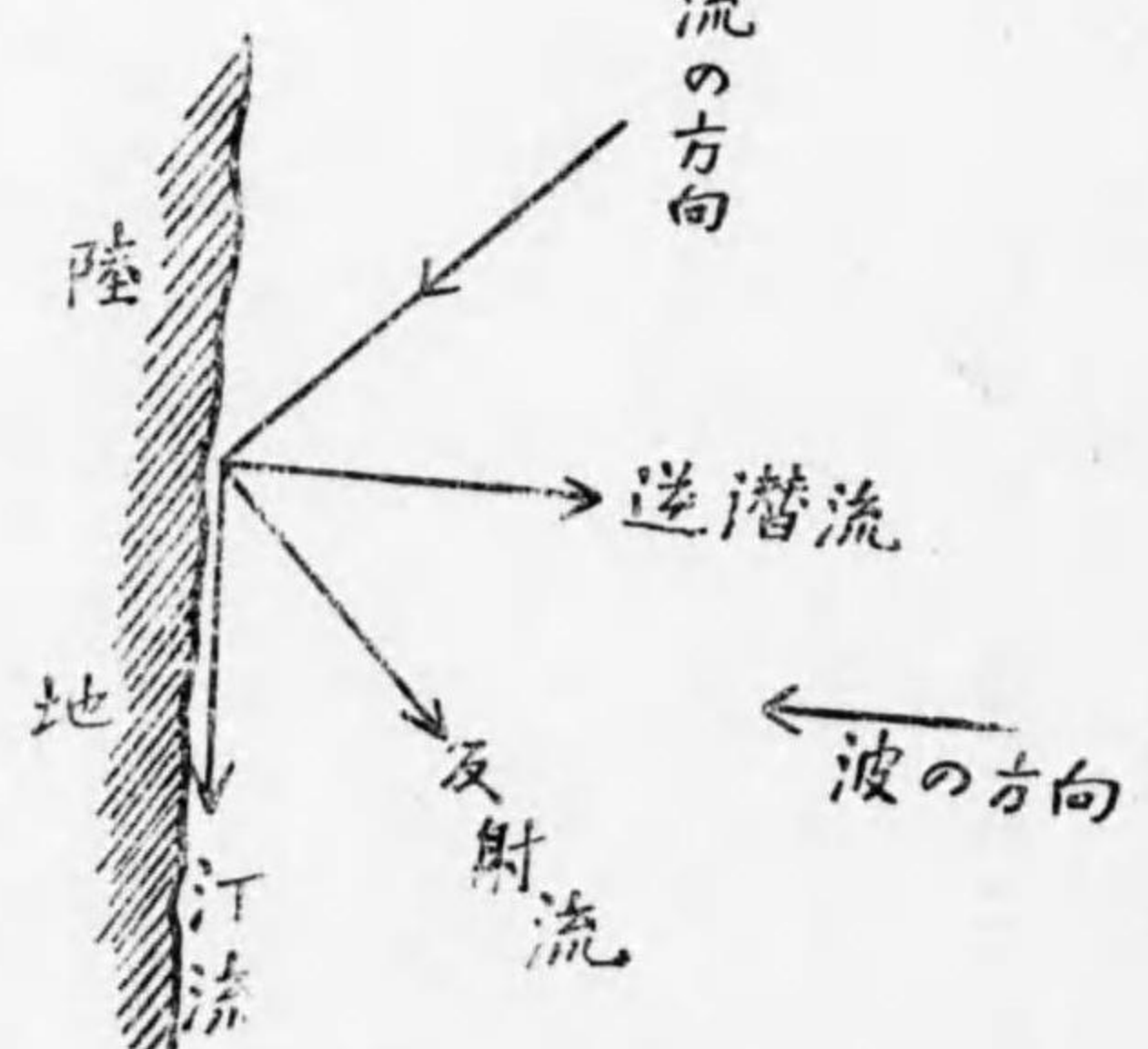
によつて不平均に浸蝕したるもので、松島の材木島江ノ島、相田(常陸)、等の如きは、何れも裂罅や節理の夥多に原因してゐる。浸蝕はやがて島の分裂を惹き起し、一時多數の島嶼を形成するも、遂には何れも消滅するに至るものであつて、その間には波の影響によつて往々種々なる奇景を呈することがある。島嶼岬の分布は地層の走向に一致して配列することが多い、これは浸蝕力が走向に對して比較的薄弱なるを指示するもので例へば伊豫佐田岬はこれである。亦斷層によつて生ずる島嶼もあり得る、松島八百八島の絶景も、斷層に加ふるに海蝕によつて、特有の新境を形成するに至つたのである。要するに風浪の破壊作用は水面上に露出してゐる岩石に、悉く破摧蠶食して一步も譲らない、而し岩峭は益後退し、その中突出部即岬は多く浸されて灣は比較的尠ない。斯様にして海岸は屈曲の乏しい略直線の海岸線となり、且平坦なる部分と化するのである之を**平岸**(smooth coast *Glattküste*) と云ふ。平岸は浸蝕の最後であるが地盤の隆起を來すと、其處に廣濶なる**海岸臺**(coastal terrace *Küstenterrassen*) をなし、再び浸蝕作用が初まつて同一の道程を繰り返へすに至る、即海蝕の輪廻をなすのである。

二 波の建設作用 (Wave construction *anbildende Wirkungen der Wellen*)

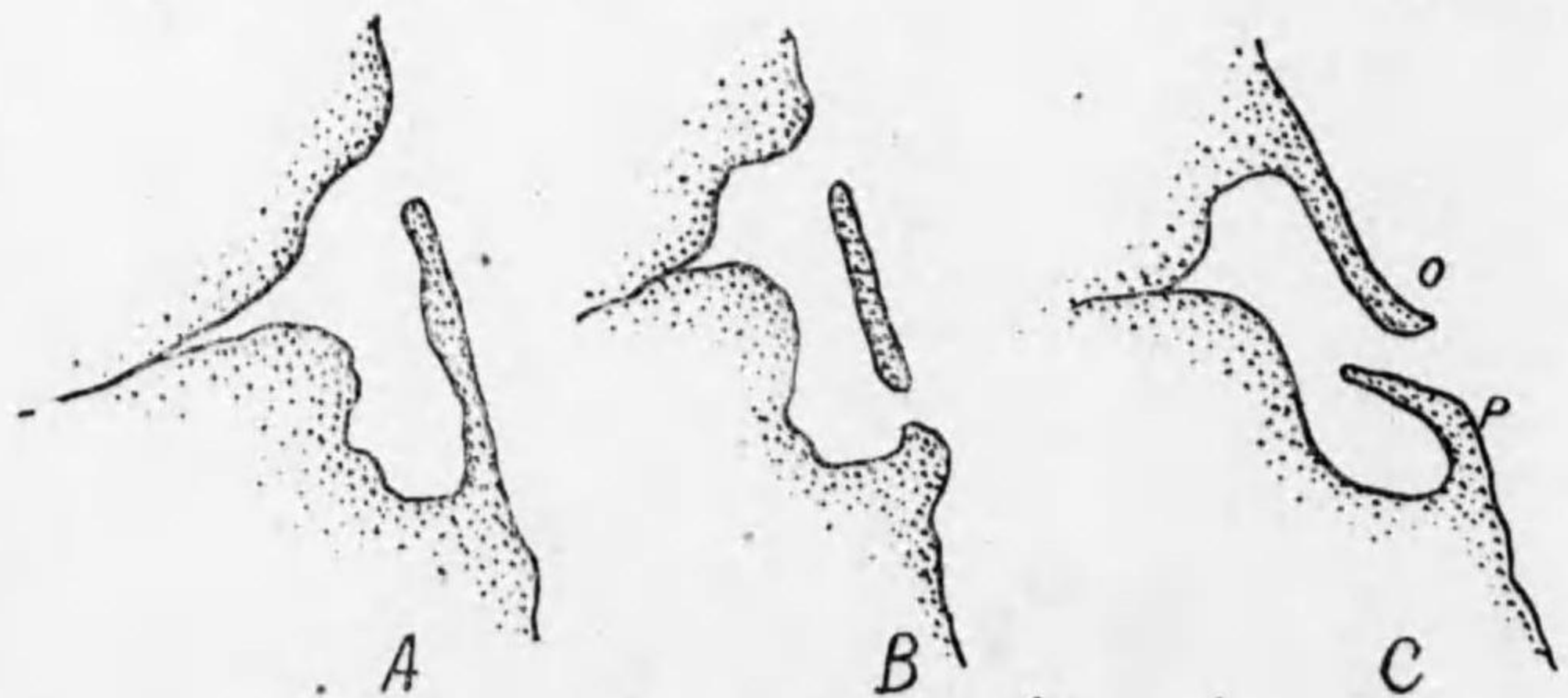
波によつて破壊したる岩片はその一部分は再度の破壊用に供する外に、大部分は波浪又は潮流により粗粒はその附近に、細粒又は泥土は海岸遙に運ばれて沈澱する。海岸附近に沈積したるものは海岸

臺をなすのであるが、海岸必ずしも粗粒なりとは云ひ得ない、泥土も亦混着することがある。海岸に斜に潮流が起ると、海濱で衝突の後逆潜流(*undertow*)が生ずる(第23圖)。

これが風浪と相會すれば水は一時静止状態を保つ、その結果として土砂が沈静となり堆積するに至るのである。但し遠淺の海岸にこの現象は著しい。斯様にして海岸より離れた處に**堤洲**(*barrier prairie*)を形成するのであるが、この際暴風の影響を受けると、波浪によつて土砂の建設は益高められて、海面より突出するに至る。堤洲は海の内外に隔壁を設けることになるので、爲めに、内海は**潟**(*Lagunen*)を形成する。



第 23 圖 汀流と海岸



第 24 圖 堤洲の種類

堤洲が狭く長く連つて、その一端が陸地と連結するときは、これを**砂嘴**(*sand spit* *Halkan*)と呼んでゐる。

る。第24圖はこれを示したもので天の橋立(丹後)、三保の松原(駿河)はこの例である。若し兩端が切斷せられて陸地と連結を失ふことになれば、これを砂洲 (*bar*, *Barre*, *Nelung*) と稱してゐる(B)。砂嘴の先端が潮流や風浪で破壊せられ、或角度をなし外方に屈曲すればこれを砂鈎(*hook*)と云ひ、反對側の砂嘴が内部に曲げられると、これを砂環(*loop*)と稱してゐる。海岸に砂嘴が生じこれによつて島嶼が陸地と連絡することが出来るなればこの場合を特に砂堤 (*Tombo*) と稱す、潮岬、男鹿半島方面にこの例がある。

2 海底の沈澱物

海底の沈澱物は海岸から距離に應じて、換言すれば深度によつて異なり沈澱物に特有を示すのである。

一 淺海沈澱物 (*shallow water deposits Küstenlagerungen*)

1 水邊沈澱物 (*sea-water surface deposits Flächenseerätsche*)

200 米以下の沈澱物でこれを更に分けると、

1 瀕海屑 (*coast deposits Strandlagerungen*)

干潮の時には曝出する沈澱物で主として礫砂の類から成る。

2 坦海屑又は陸棚 (*shelf Seehelf*)

200 米乃至 2000 米の間に往來し、その間徐々に緩傾斜をなし次の近海層の急傾斜と相接する様は、恰も海中の柵架に相當すると云ふのである。之を大陸棚 (*continental shelf Kontinental's helf*) とて沈澱物は主に砂粒から成る。大陸棚の出来る原因は海蝕と沈澱とが同時に行はれたるか、亦是海岸平野の沈下である。

2 近海層 (*deeper coast deposits Tiefere Küstenlagerungen*)

これは 2000 米から 2500 米の間に至る。沈澱物としては綠泥土 (*green mud Grünschlief*) を含みその綠色なるはグラウコナイトを包含してゐるからである。黒泥土 (*black mud dunkeler Schlief*) もある、これは硫酸鐵に歸するのである。尙紅土を多く含むと赤泥土 (*red schlief Rotschlief*) となる。亦珊瑚泥土 (*coral mud Koralschlief*) とて珊瑚の遺骸を含んだものもある。

二 深海沈澱物 (*deep sea'ed deposits Tiefsee Lagerungen*)

此處に至ると 2500 米以上の深さであつて、その廣袤も極めて大で、地球全表面積の $\frac{1}{2}$ を占めてゐると云ふ。浸蝕作用は極めて微弱又は皆無で、亦太陽の光は下底迄到達しない、従つて溫度も下降して攝氏三四度位となる。藻類は上部に、魚類は多くは下底にあつて、中部には殆ど生物が居らないと云はれてゐる。本沈澱物を類別すると球形蟲軟泥土 (*Globigerina ooze Globigerinenschlamm*)、翼足軟泥

土 (pteropod ooze *Pteropodenschlamm*) 赤色海粘土 (red clay *after Tie'seton*) 放射蟲泥土 (radiolarian ooze *Radiolarienschlamm*) 硅藻泥土 (diatom ooze *Diatomenschlamm*) 等から成る。此等の沈澱物は如何なる方法によつて生成したるかと思ふに、

- 1 陸地から徐々に波浪又は潮流によつて輸送せられたるものが最も多い。
- 2 火山噴出による砂塵が風の爲めに運ばれたるものもある。
- 3 以上機械的の外に化學的に沈澱する場合がある。例へば有機物と無機物との働きより有機物の泥土を誘導したり、或は無機物相互の間で、鐵、滿俺、硅酸、石灰、磷酸等の溶液から、此等物質の化合物として沈澱濃集するの類である。

世界の深海と稱せられるものには、随分深度の甚大なるものがある、1901年に發見せられたるマリアナ群島の南部、ネロ深海 (*Nerolisie*) と稱するものは 9636 米、亦日本の東方、タスカロラ深海 (*Tuscarora Graben*) は 8500 米あると傳へられてゐる。1924年特務艦滿洲號は三宅島の東方約 90 哩の處で測錘中、9650 米の部分に達するとき切斷したと云ふことであるから、今日迄では最深の個處と見られる。其處は疑もなくタスカロラ深海の連続であるが、これは一大海溝 (*deep sea trough Tie'seegraben*) である。斯様な深度の大なるものに至つては海洋の中央よりも大陸に接近し、然も褶曲山脈に平行して直下に横はつて居る様である。

三 海 の 年 齡

1895年にジョーリー (J.Joly) はモレー (Murray) の分析したる世界の主要なる大河に含有する化學成分と、デットマン (Dittman) の海洋中に於ける食鹽の分析とを基礎として、海洋の年齢を想像したのである。

$$\frac{\text{海洋中の曹達の量}}{\text{大河水の海洋に入る一ケ年の曹達の量}} = \text{海洋の年齢}$$

氏はこれに就て次の數字を當て嵌めた。

$$\frac{14,130}{158,357} \times 10^{12} = 89,522,900$$

即約九千萬年といふのである、亦これを以て地殼の生成時と假想してゐる、これはケルビン卿 (Lord Kelvin) が地下増温率から地球全熱量を計算し、以て地殼の生成時代を一億年に計算したると大差がない。其他の方法によつて地球の年齢を概算してゐる學者の説を綜合すれば大體一億年と想像することが出来る。

練習問題

- 1 海底の形相を述べよ。
- 2 砂嘴に特有なる形状と其成因とを擧げてこれを説明せよ。
- 3 砂鈎 (sand hook)。

- 4 太平洋を構成する主なる沈積物を説明せよ。
- 5 淺海底の地層と深海底の地層とは如何にしてこれを區別するか。
- 6 海岸線は如何なる營力によりて變化するか實例を我國にとりてこれを説明せよ。
海蝕、斷層(佐田岬、山陰中の海から萩町に走る一線等)、沈降(概して日本海、隆起(概して太平洋))、
- 7 實例によりて内陸平野及び海岸平野における地形の特質を述べよ。
- 8 海蝕輪廻とは何ぞや圖式を加へてこれを説明すべし。
- 9 海蝕鑿地とは何ぞや。

fault
fault

第九章 生物の作用

1 植物の作用

一 植物の破壊作用

植物 (Plant Pflanzen) は根によつて岩石に龜裂を與へ、破壊をなすことは周知の事實で、盛岡市役所庭前に花崗岩を萌芽割裂したる石割櫻がある。植物が枯死すれば腐植酸 (humic acids Humusäure)

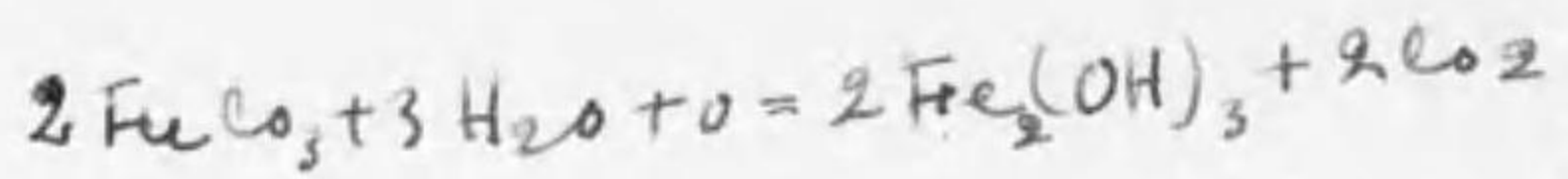
を發生して、その附近の岩石に分解を與へる。ポルトン (H. C. Bolton) の研究に依れば植物から發生する諸種の有機酸の中で枸橼酸 (citric acid Zitronensäure) は最も強烈なる分解作用を有するもので、硅酸鹽類は爲めに浸されて崩壊する。次に細菌類 (bacteri Bakterien) も破壊作用に大なる幫助を與へるものである、その中殊に硝化菌 (nitrifying ferment Nitrifikationsbakterien) はよく知られてゐる、ムンツ (A. Muntz) はマルプスの頂上で腐敗したる石灰質岩石の表面に、この菌類の存在を認めたと報告してゐる。この菌類は普通土中にある有機物の腐敗からアンモニウム鹽類になつたものが、この菌類の作用によつて硝酸鹽類に變ぜしめるものである。

また火山岩に作用する菌類がある、それは糸狀菌の一種で火山分解菌 (volcanothrix silicopilula) と云ふものである。この作用によつて分解した例は天狗の麥飯 (安山岩に作用し淺間山にある) 長者味噌 (浮石に寄生したるもの信州味噌塚山) 等の類である。

同じ糸狀菌の中で鐵バクテリア (iron bacteria Fe. bakterien) と呼ぶ菌類がある、これは第一鐵化合物を第二鐵の化合物に變ぜしめる作用をなすものである。而して更にこれから褐鐵礦に變ぜしめるのである。



生成する第二水酸化鐵は褐色を帶び、猶その表面は暈色を呈してゐるので素人は屢石油と誤ることが



ある。これはよく溝渠沼澤等の停滯水にあつて、水の表面を被覆する、屢これに滿俺酸化物を伴ふことがある。鐵バクテリアには五六種類があるが、何れも炭酸同化作用によつて營養分を吸収するのであらう、即鐵が炭酸瓦斯を含む水に接觸するときバクテリアの作用を受けて炭酸鐵となり、バクテリアはこの第一炭酸鐵を吸収して、上掲の方程式による第二水酸化鐵なる不溶解性物を體外に排出する、これが鐵の表面に赤錆を附着せしめるものである。



二 植物の建設作用

植物の建設作用としては硅藻土 (diatom earth *Diatomenschlamm*) 石炭が主要なるものであらう。

その中硅藻土は硅藻の遺骸の堆積したるもので、白色、粗鬆の細末であつて極めて輕し。

石炭

1 石炭の成因 リース (Ries) は石炭の成因に就て次の二段の順序を経るものと考へた。

- 1 腐敗 (putrefaction *Ferrestung*)
- 2 變質 (alteration *Fäulnis*)

腐敗作用 これは植物が枯死すれば、原形を失ふに至る迄細菌の發酵作用を受けて、脱水につひて脱酸が行はれ、遂に膠質狀の泥炭質物と化するのである、而して纖維質 ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) から $\text{CH}_3\text{CO}_2, \text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$

等の瓦斯が發散する。

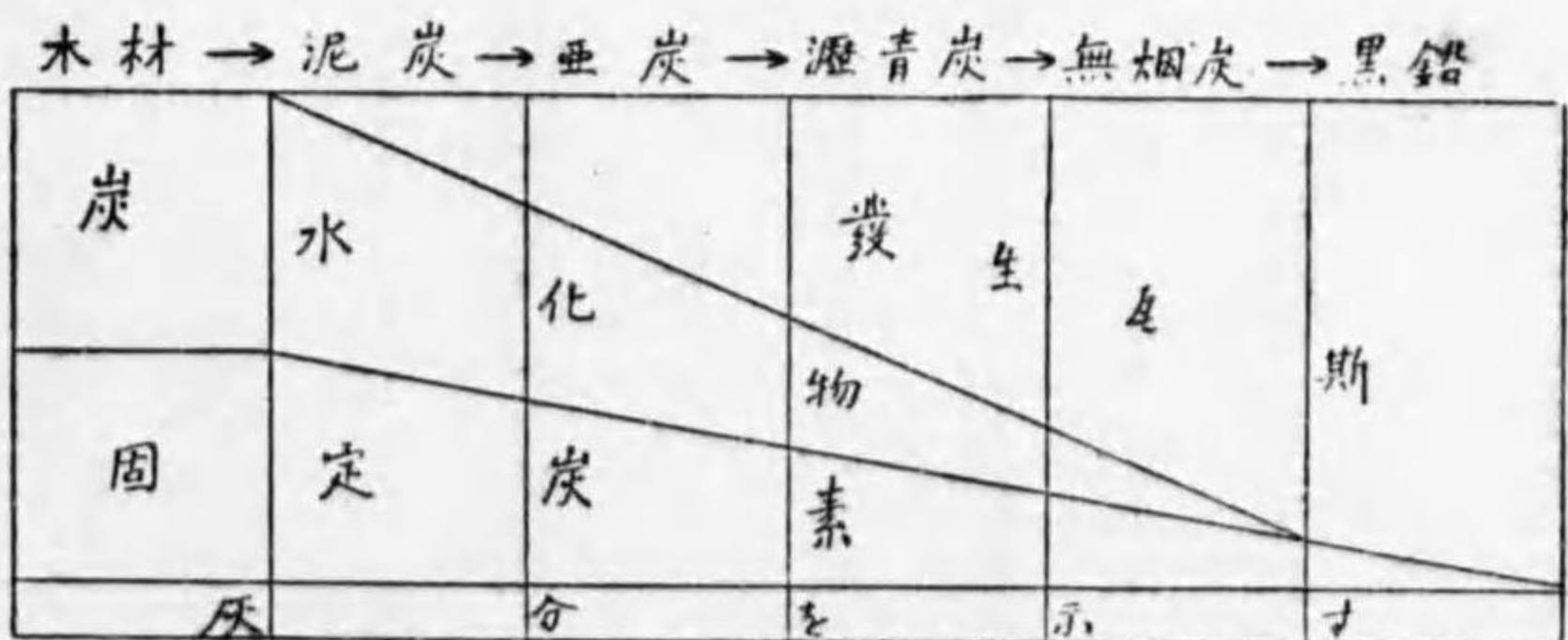
變質作用 斯様な泥炭質物の上に漸次土砂の重疊堆積を見ると、酸素の影響を受けること皆無となり同時に岩石壓を受けることによつて容積の縮少を來す。例へば地表で尺餘の厚さを有する泥炭は、約二十尺許りの深さで土砂の埋没を受けると一寸の厚さに變ずるのである。斯様にして岩石の集積愈増大すれば、益重壓となり加ふるに地下熱の影響褶曲斷層火成岩の突入等によつて、變質の度を進めるのである。揮發性物は追々逸散して相對的に含炭素量が高まるので、泥炭 (peat *Torf*) から褐炭 (brown coal *Braunkohle*) 瀝青炭 (bituminous coal *Bitumenkohle*) 無烟炭 (anthracite *Anthrazit*) となり遂に黒鉛 (graphite *Graphit*) となつて、純粹の炭素に移化する。要するに炭化度は壓力と時間とに比例して増大するのであるが、良質の石炭は長期間に互つて、適當の壓力を受けることにある。急激の變化は却て質粗惡を招く因をなすもので。例へば火山噴出に當りその餘燼を受けると天然骸炭に變轉するが如き、或は突如大なる局所的壓力の爲に、黒鉛質無烟炭となつて、何等使用するに價値なきものとなることもある。ニューベリー教授 (Prof. Newberry) は材木から黒鉛になる迄の炭化を示すに第25圖を以て圖示した。木材は固定炭素と炭水化物 (特に水素酸素窒素の類) とは相半ばしてゐるが炭化の進むに従つて發生瓦斯が多くなり、無水炭酸、一酸化炭素、水分、メタン等が逸散する。無烟炭黒鉛は炭化水素の外に、發生瓦斯著しく散逸して後に固定炭素の殘留となり、同時に壓迫收縮する。

2 石炭の堆積状態 これには二種の方法がある。

- 1 原地説 (in situ, autochthonous Aufschichten)
 - 2 流水説 (drift, allochthonous Aufschichten)
- 1 原地説は植物の原地で其儘枯死堆積したものである、その際土地の降下が伴ふと、更に上層に泥土を挟在することになり樹木を安定にせしむる結果植物は繁茂し、石炭の厚さを増すに至る厚層なる石炭程「挟み」と稱する炭質粘土を介在すること多くなるはこれが爲めである。この説に據る石炭層の特徴は往々下層粘土 (under clay, *Unters*) を介在することである、亦屢地層を横切つたる幹を保有してゐることも發見する。

2 流水説は原地から流出して移轉堆積することに由來する、殊に河水の氾濫があれば上流の木材はより多く、容易に搬出せられて湖沼河口海岸に集積沈澱し、遂に石炭を形成するに至る。斯様にして生成したる炭層は、下層粘土に缺如してゐること、石炭の厚さに多くは著しい不同があつて、扁豆状をなすことである。

炭層はそれ自身丈けては生成の時代及び状況を明にあることは出來ないが、附近に淡水棲、或は海水棲生物の化石を共伴する時には、其時代を想像することが出来る。



第 25 圖 壓縮によつて炭化の順序を示す

3 日本石炭成因に就て

日本の石炭成因に就いては曾て岩崎重三氏専ら水草説を高唱し、これに對して仙石工學士は松柏科植物から誘導したるものなることを縷々論述せられたり。甲論乙駁して決せず、その儘今日に至つたが、其後未だ首肯するに價する明解卓説がない。兩氏の所論は何れも一理ある處で、著者も曾て田川郡糸田炭坑、及び唐津炭出多久村附近にて蓮の葉を採集したことがある。然しこれを以て直に水草説を固守することは出來ない、去りとして松柏科説のみで日本の石炭を論斷することも亦早計の譏りは免れない。要するに今日日本の炭層は區域廣濶、炭質、石炭の生成状態等から判斷しても、單に一説のみを以て律することは出來ない。各種の場合があり得るから今後は出来るだけ多く局所的材料の蒐集に努め、それより漸次大に及び所論の周密ならんことを熱望すると共に幾多人士の討究に俟つを以て理想と考へる。

日本の主なる炭田とその地質時代を次に擧げる。

炭田名	所 在 地	地 質 時 代
大 嶺	長門	侏羅紀
天 草	肥後	第三紀
樟 太	中央山脈	白堊紀と第三紀
北 海 道	主に石狩地方	第三紀
岩 盤	常陸縣	第三紀

號	豐池	(小倉、宗像、福岡、遠賀川)	第三紀
三	津	筑後	同
店	佐世保	肥前	同
崎	世保	唐津炭田の西方	同
島	島	肥前	同
津	津	中央山脈の西北部	同
安	安	朝鮮平壤附近	二疊紀
州	州	同安州附近	第三紀

2 動物の作用

一 動物の破壊作用

動物 (animal Tiere) の破壊作用 (destruction works zerstörende Wirkungen) は海棲動物と陸棲動物とによつてその趣を異にしてゐる。海棲動物としては普通穿孔介 (boring shell Bohrungsschale) 海狸 (beaver Biber) 等、陸棲動物では土龍 (mole Maulwurf) 蚯蚓類 (oligochaeta Oligochaeta) 等である。而して岩石の表面や單に砂利を掘返へすのであるが、陸棲動物の方が大なる孔穴を穿つ。

二 動物の建設作用

建設作用によつて生成したる主なるものは石灰岩燧石燐灰土グアノ等であるが、その中建設の壯大なるものは石灰岩である。

石灰岩 石灰岩の成因に就いては種々ある。

- 1 温泉作用によつて噴出口に化學的に沈澱したるもの。
即灰華 (calcareous sinter Kalksinter) である。
- 2 岩石より滲出したる溶液又は河水海水等の溶液が蒸發作用を受けて濃厚となり、その中の無水炭酸が逸散することによつて局部的に沈澱するもの。
- 3 霰石から導かれたるもの。
- 4 生物の遺骸が海底に沈澱堆積したもので、石灰岩の大部分はこの種に屬する。Caは海水中にCaCl₂等の鹽類として存在してゐるのであるが、此等の成分は殆ど火成岩の分解に歸するもので、これが河水の爲めに海洋に搬送し動物は此等の鹽類を吸収して自體の保護上、皮殼骨格等に分泌するのである。動物中旺盛なる繁殖と、石灰の分泌すること大なるは珊瑚類である。珊瑚は淺海性のもので深さ10米、水温は20°C以上、その差は1°Cを以て適當と見られてゐる。珊瑚石灰岩の外に有孔蟲(紡錘蟲、シユワゲリナ、スタインマニア)海百合等も石灰岩を構成してゐる。
- 5 微生物の作用には次の様な働きを示すものがある。

バクテリアは至る所に棲息してゐるものであるが、その中灰化菌 (*Pseudomonas calis*) は温暖なる海中に繁殖する微生物で、海中の硝酸物を分解して之をアンモニウムに變質する。而して炭ス瓦斯を吸収して炭酸安母ニ化し、これが海水中の CO_2 と作用して鱗狀石灰岩 (*oolitic limestone oolitic Kohleschiefer*) を形成する。



石灰岩には關係ないものであるが窒素固定菌 (*Azotobacter chroococcum*) とて窒素は其儘保持しつつ、土壤中の磷酸を吸収する作用をなすものがある。

3 動植物の建設作用

一 石油の成因

石油 (*mineral oil Erdöl*) の成因に關しては古くから、地質學的或は化學的に各専門大家によつて論究せられた處であるが、これ亦異論を屈服するに値する確説がない。これも單なる一説を以て全斑をトせんとするの餘弊に外ならない。故に局所的實査から初めて全般に及ぼし、それを總括結論したるものでなければ正鵠を期し難いことになる。今日では動物又は植物がバクテリア例へば嫌氣菌類 (*anaerobic type*) の幫助を受けて腐敗分解するか、或は地下に於て地熱による低温高壓の元で自然的に、又は

火山の影響を受けて、突發的に蒸餾作用により爰に生成濃集したるものと考へられてゐる。石油の性質に就いて世界の主要なるものは、一はパラフィン屬 (*paraffin Paraffin*) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 、この種に屬するものは獨逸ガリシヤ、ペンシルバニア等であつて、他はオレフィン屬 (*olefines Olefin*) C_nH_{2n} 、 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ 、ウカサス、スマトラ、ビルマ地方加洲日本等である。

二 石油と地層

石油は生成すると其處に停滯して居らないで、移動するものであるが、これが原因となるものに次の諸説がある。

1 水壓説 (*hydraulic theory hydraulisches Theorie*)

油滴が水壓の影響を受けると、水分のみが毛細管作用によつて容易に通過するも、石油のみは止まつて濃集する。

2 淘汰及び重力分集 (*selective segregation and gravitational separations Absonderungs oder Gravitationsausscheidungen*)

ジョンソン及びハントラー (*Johnson, and Huntley*) は石油、瓦斯、水の三つは各非混合體で粘着性の關係から個々に分集し、これに重力作用が働いてこれが分離を援助する傾向を示すものなりと云ふ。

3 浸潤作用 (*infiltration theory durchsickerens Theorie*)

粘土中に吸収したる油は水に遭へば油分と水分とは置換せられ、而して出來た油は初めのものと異なる炭化水素の不飽和物となる、これが油座に移動し來ると再び元の石油に復歸する、斯様にして分集するものなりといふのである。

以上の説によつて示す様に石油は分集しては移動し、移動しては濃集するといふ風に、これを幾回となく繰返へす中に漠大に滲積するに至るのである。濃集する地層は従つて多孔質砂岩であることが緊切なる要素である、猶上層に蓋岩 (caprock Kippegestein) となるべきもの、即頁岩、石灰岩、泥板岩等の存在により油分の散逸を遮斷すること、肝要である。亦この外に地帯構造に密接なる關係を有するものであつて背斜層、單斜層、穹窿褶曲は石油の蝟集するに最も適當なりとせられてゐる。但し斷層裂隙に夥多なる地層では、石油の逸出を助成すること大であるから注意を要する。

三 石油の露頭

石油の露頭 (oil seepages Ölurchsickerung) は探油の方針を定める上に重要なものである、その憑るべき目標となるものを擧げると次の様である。

1 石油滲出 (oil seeps Ölurchsickerung)

石油が水面に浮遊して居れば、暈色 (iridescence Irisieren) を呈するのであるが、既述の如く酸化鐵も同様の現象があるから區別する必要がある。これは酸化鐵の方は可成脆弱ながら薄層であることが判

別の要點である。亦暈色は海水中に存在することがある、これによつて海底に湧出箇所のあることを示す。

2 瀝青の存在 (bitumen Bitumen)

石油が地表で全く揮發分を失ふに至つた時に、生ずるものは土瀝青 (asphalt Asphalt) オゾケライト (ozokerite Ozokerit) (天然のバラフィン) マンヂャク (manjak Manjak) (乾燥したる石油タール) 等であつて此等の存在してゐることは大いに注意を要する。

3 瀝青質頁岩又は油質頁岩 (bituminous shale, oil shale bituminöser Schieferstein)

頁岩の外に砂岩石灰岩等に恰も石油の乾燥したるが如き状態で夾雜してゐるものがある。猶詳言すると油核 (Kerogene Kerogen) と稱する植物性腐敗物が存在して、これが濃集すると石油になるといふのである。之を少し熱すれば瀝青臭を發生する特性がある、主として油田又は炭田地方に産出するので、日本では撫順炭田に比較的廣大に發達してゐるが、著者は曾て同層から潤葉樹の葉の存在を知たことがある。外國では産地は澤山あるが加奈太の北部アルバータ州のアタバスカ河邊 (Athabasca, Alberta) に發見せられたるが如きは、實に2,000乃至10,000平方哩に擴がり、その厚さ200尺に及んでゐる、而して一噸の岩石から1+ガロンの石油を抽出し得るといふ。撫順炭坑の石油頁岩はその埋沒量實に十三億噸ありと稱してゐる。海軍煉炭所の試験の結果によれば頁岩一噸より石油+ガロン其他瓦

斯、硫酸アンモニウムの副産物がある。これを外國産に比すれば極めて含油量は貧弱なるものと云はねばならない、併し同所ではこれより採油計劃中であると。

4 天然瓦斯 (natural gas Naturgas)

有機質の瓦斯は一般に青溼質の臭氣によつて判断する。該瓦斯は石油と直接關係あることが多いが亦全く無關係のものも尠くない。多量に湧出すれば燃料、動力用に供することもある、若し天然に極少量を湧出すればその存在を容易に知ることが出来ない、只この際水面に泡立つこと或は火山、温泉の影響を受けて、偶然熱せられる結果爆發すること亦臭氣を放つことなどから判断する。亦生物が斃死して遺骸が壘々堆積してゐることによつて氣づく場合もある。

5 食鹽水、硫黃硫化物等の存在

多くの油田は食鹽水を伴ふこと、亦硫黃硫化物のあるは動植物の分解によつて生じたるものであらう。石油共存の状態は瓦斯、石油、食鹽水、地下水といふ順序になつてゐる。この瓦斯の量が多ければ多い程壓力が大である。従つて自噴の現象を呈するのであるが壓力は瓦斯の減少と共に減じて唧筒を以て汲み出すことを必要とするに至るのである。

四 世界の石油埋藏量

これは極めて不正確なるものであるが、参考の爲めにステビンガー (E. Stebinger) の概算を擧げる

と次の表で示される。

國	名	埋藏量 (單位百パーセント)	比率
北米合衆國(アラスカを含む)		7.00	1.00
加奈太		0.935	0.14
メキシコ		4.525	0.65
南米ノ北部地方(ペルーを含む)		5.730	0.82
南米の南部地方(ボリビアを含む)		3.550	0.51
アルゼリヤ、エチオピア		0.925	0.13
ペルシヤ、メソポタミア		5.820	0.83
ロシアの南部地方、コーカサス地方		5.830	0.83
ルーマニア、ギリシヤ、西部ヨーロッパ		1.135	0.16
ロシアの北部地方(樺太を含む)		0.925	0.13
日本(臺灣を含む)		1.235	0.18
支那		1.375	0.20
印度		0.995	0.14
東印度		3.015	0.43
計		43.055	6.15

日本の石油産地 産出の極めて僅少なる部分又は徴候のものを加へて次に示す。而して此等は何れも第三紀層から出ることになつてゐる。

北日本

内帯 越後、秋田、津輕、山形、石狩、膽振、日高、北見の西北部、天鹽の一部、
外帯 北見の東南部(網走の地方)、北樺太、

南日本

内帯 出雲、臺灣(阿猴、臺南、嘉義)
外帯 遠江、

一般に重要な油田地帯は内帯に集まつてゐる様である。

五 天然瓦斯

天然瓦斯 (natural gas *Natural gas*) は天然に地中の裂罅から噴出する瓦斯で、これには二種の別がある。

1 有機質 瓦斯は沼氣(CH₄)、エタン{(ethane *Äthan*)(C₂H₆)}、エチレン{(ethylene *Äthylen*)(C₂H₄)}、CO₂、CO₂、N₂等を主成分としてゐる。石油地方に多く産出するのであるが、屢油田と全く関係のない場合も尠少でない。地下裂罅を通じて上昇し來るものであるが、一種の臭氣を有することによつて容易に鑑識せられる。瓦斯を多量に涌沸する時は、自家用動力に供せられることもある、例へば鹿兒島縣始良郡敷根村の天然瓦斯はこの類で、然も石油とは何等の關係がない。其他の産地を擧ぐれば、千葉縣茂原附近、靜岡縣燒津附近、岐阜縣海津郡高須町附近、諏訪湖畔豊田村、越後新津油田地方、會津河沼郡坂下町附近等である。

わはらゝがら

2 無機質 これは温泉と直接關係がある、従つて火山噴出の餘發とも見られる。その種類に炭酸孔硫氣孔等があつて共に多量の瓦斯を包含着して居ればこれを吸収することによつて人畜に害を與へるものである。この種の噴出孔では諸種の動物が斃死してゐること夥しいものがある、昔から斯様な地を殺生石と呼んでゐる。例へば那須湯本附近の殺生石は硫氣孔であつて硫化水素を夥しく包有してゐるといふことである。亦有馬(攝津)の鳥地嶽と稱するものは無水炭酸で、これは空氣に對して4%を含んで居れば燭火を滅し、10%もあれば窒死するに至るものである。

練習問題

- 1 石油は如何なる地質構造の地方に湧出するか。
- 2 地下に石油の埋没するは何によつて知るか。
- 3 石炭の炭化度を進める原因を問ふ。
- 4 石灰岩を種々の標準に據り分類し各を説明せよ。
組織上(粒狀、緻密質、多孔質、鱗狀、豆狀)
含有物(珊瑚、海百合、有孔蟲)

第十章 整層

1 地層の生成

地層 (beds Belte) の生成に當り沈積する場所によつて、次の三つに類別することが出来る。

一 陸地整層 (continental deposits Kontinentalablagerungen)

陸地又は河底に沈澱する場合であつて、流水風力氷河の作用により導かれたる沈積物である。礫砂泥等を主としてゐるが、特に礫は本層の特徴とすべきもので、屢數百尺の厚層に達することがある。但し風成には砂質が多い。陸整層の場合一般に整層 (stratification Schichtung) をしてゐるが、その厚さに至つては稀薄なるものが多い、併し前記の厚層礫岩や沙漠地方では極めて大なる層をなすことが普通である。

二 淺海整層 (litoral deposits Litoralablagerungen)

本層は海岸に沿うて狭少且屈曲して脈絡相連なつてゐるものである。大體に於て大千潮の際に海底

が曝出する附近を以て限界としてゐる。説明の便宜上沈澱を河口と海岸とに分つて述べん。

1 河口 (estuary Ästuar)

上流から運搬した土砂は下流に各その重量に應じて沈積するものであるが、河口附近迄搬出し來るものは極めて微粒なるものである。この微粒子が河口に來ると急に廣くなるために沈澱を促す其上に潮流と相接觸すると一時静止の状態を呈する、この際多くは下底に沈澱するのであるが、殘餘の部分は河口遙に運ばれて猶浮遊する。河流によつて運ばれたる粒子は、一種の膠質 (colloids Kolloid) と見ることが出来る。これが前記の海流との接點で、海水中の食鹽其他の鹽類と作用して容易に凝固 (coagulate gerinnen) することになり、沈澱するに至るのである、著者の實驗に據れば三〇%の食鹽を含む水溶液は最も多く砂土を沈積せしめる故に海水は清澄劑なる作用を有すること明かである。

河水及び海岸が平穩であれば、同一の箇所は大體同一粒子が相重つて沈澱するものである。若し一朝増水するか又は海波の泡湧する處となれば、水流の速度に影響することとなり粗粒を河口に運搬沈積せしめる。猶海水の氾濫、土地の上下運動等も同様の結果を致すもので、かくして常に同一場所に同一粒子を沈積することが出来ない、これが整層をなす根本原理である。斯様にして淺海整層は厚さの稀薄なる地層で重疊しその土砂の種類大さを異にしたる沈積物からなる。上流に樹木繁茂帯があれば下流では有機質の泥土となり、これが遂に油核 (Kerogene) をなすに至る即鑛油の根源をなすもの

である。

2 海岸 (coast Küsten)

海岸も河流と同様に粗粒は海岸に、微粒子は遙に遠方に運ばれる。若し海岸に斷崖があるか或は過去に存在して居れば、夥しい礫を有するのであるが殊に、海岸が沈下しつゝある場合にはこれが極めて厚層をなすことがある。

土砂が海岸に沈積する状態は粒の大きさにより自然的に分級せられてゐる。而して海岸に近く急傾斜して遠ざかるに従つて水平近くに復歸する。

海岸の沈澱整層は河口と同様で、平穩なる場合は同一場所に同一粒子を沈積せしめるのである。然し激浪、大潮、土地の昇降等の影響があれば或は海水を搔亂せしめ、或は土地の徐動に伴うて沈澱粒に大小常ならない場合が出来る、これが海岸の整層を發達せしめる所以である。

偽層、斑痕(流痕漣痕等)は淺海整層の特徴であるが、海流波浪の強烈なる場所では極めて保存が困難である。

三 海洋整層 (marine deposits Merblagerungen)

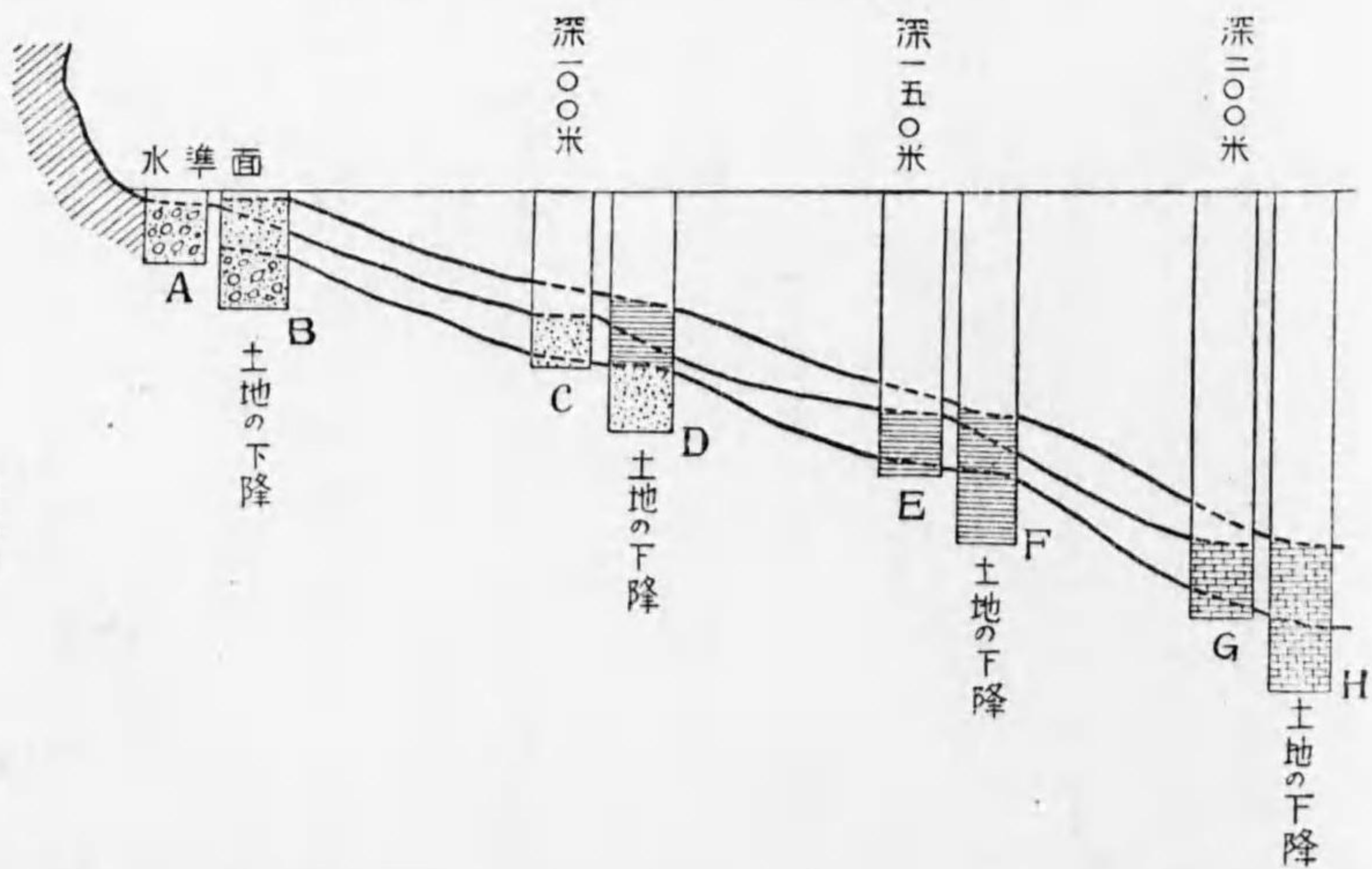
これは海岸から遙か遠くに沈澱する游泥 (Silt Schlamm) であるが、海流に激烈なる變化や暴風雨の際には比較的粗粒の沈積を見ることがある。猶この外に突然的變化、其他の機械的又は化學的に變化

を受けることによつて、異種の整層を見ることがある。例へば、

- 1 火山の爆發によつて噴出物の海底堆積、
 - 2 生物の繁殖例へば珊瑚蟲ゴロビヰリナの類、
 - 3 氷山によつて運ばれたる堆石の沈積、
- 等で激しい土地の昇降のない限りは、一般に厚層をなすが普通である。

爰に海の深さと土地の下降運動とによつて沈澱物の配置状態に變化を來すがこれに就て第26圖で説明が出来る。圖に於て A C E G は各五十米突毎に測定したる沈澱物とする、これが土地の下降を見ると沈澱物の變化する状態は B D F H を以て示すことが出来る、然もこれは同時代に生成したるもので深さによつて沈澱物に差異があることを示す若し土地が移動するや局部的昇降がある場合には、沈積物の

第 26 圖 土地の下降と沈澱物との關係

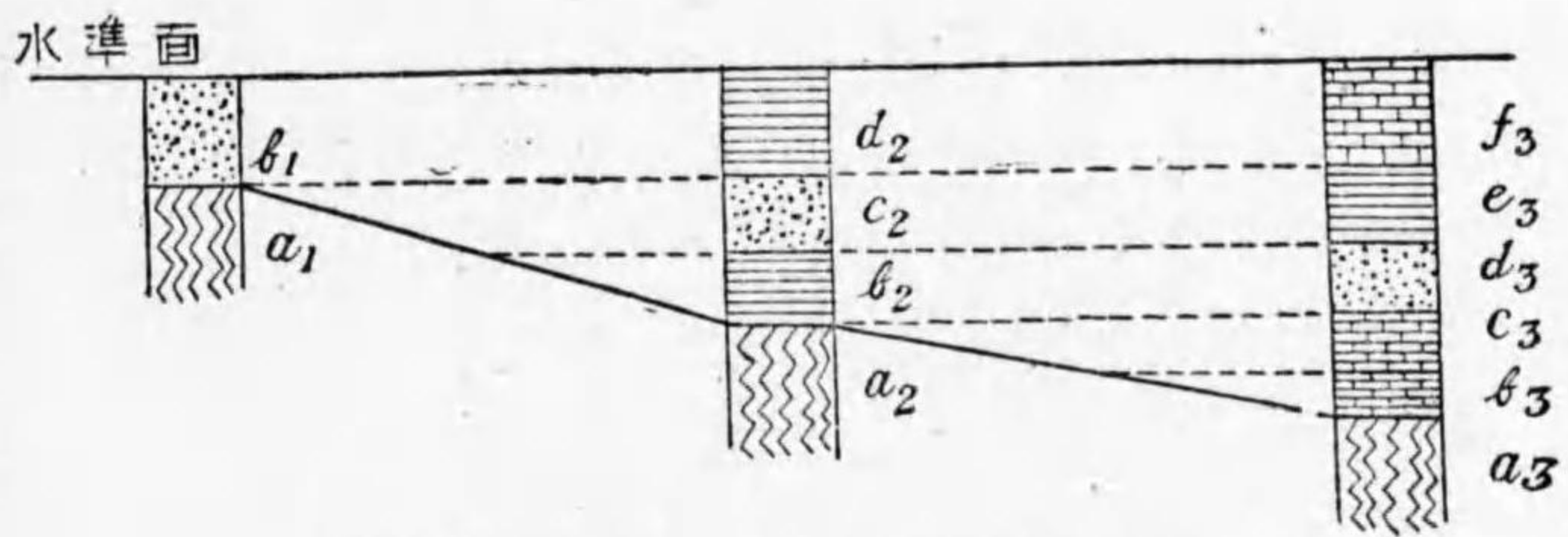


配置は複雑となる第27圖はこの狀況を表はしたもので、圖に於て e_1, e_2 は最初沈澱するに當り、同

一の深さにあつて同一沈澱物であることを示す。これが一度土地に昇降運動が起つて、圖の様に局部的に高低が出来、その上に深さに應じて砂礫の沈積を見る場合にこれを a_1, b_1 で表はし、更に c_1, d_1 と重疊する。次に e_2 は下降する傾向を示す間に f_2 は上昇を初めそれを續けたる後漸く徐降を初める、而して e_3 に達し更に f_3 に及ぶも益下降を續けたることを示すのである。

斯様にして性質の異なつた沈積物が疊集する中に、主に岩石壓によつて下層の部分は粒子間の固着となり遂に堅固なる岩石に變質する。爰に岩石となるべき原因をなすものに、

- 1 上層の壓力の影響を受けること、
- 2 地下増温率によつて脱水 (dehydration Entwässerung) すること、
- 3 粒子間を膠着せしむべき物質の存在してゐること例へば生物の遺骸による石灰や酸化鐵硅酸等であつて、此等は砂泥の沈澱に際して埋没したものに外ならない。



第27圖 土地の昇降に應じて沈積物の變化

地層が水平壓を受けると、水平に剝性を帯びて來るものである、而してその程度は壓力に比例するもので、換言すれば上層岩石の荷重に比例することになる。

地層は地質的時代に至つてこれを綜合して見れば、隨分各種の整層からなつてゐる、然しこれを成るべく局部的に觀察を下すと、屢整層を缺けるものがある。即厚層をなしてゐることである。これは砂礫が均質的に沈積したものであるが、その原因となるものに、

- 1 土砂の沈積が極めて迅速であつて自然分級が行はれないこと、例へば増水又は激浪等に據る影響、

- 2 水の輸送力は略一定して居る爲めに分級 (sorting Fortierung) が不變であること、例へば靜かなる水中の沈積の類である。

- 3 堆積すべき砂礫が絶えず擾亂の影響を受けて、沈積するも分級に適しないこと。

- 4 絶えず氷山の堆石が沈積すること。

- 5 陸地に於て、陸地崩壞によつて生ずる破砕物は整層をなしてゐない。

- 6 氷河による堆石の集積。

- 7 風成堆積物の大部分、

- 8 有機物の沈澱例へば石灰岩の如きである。

2 沈積物の性質

沈澱物を仔細に調査することによつて、その當時の状況を暗示するものがある。

1 沈澱粒子の性質によつて附近の岩石を知る。

雲母を多量に含有してゐる雲母砂岩を見ればその當時は附近又は河の上流に花崗岩類片麻岩片岩類等の存在したることを示すものである。茲に雲母は浸蝕に抵抗する性質のあること、竝に薄片状である爲めに他の礦物に比し極めて流動し易い傾向を保持してゐるので、抵抗の最も少ない個所に達すると容易に沈積するものである。亦砂鐵が夥しく海濱にあれば、その附近又は河の上流に、花崗岩又は鹽基性火成岩の存在してゐることを示すのである。

2 礫の排列 礫 (gravels Gerville) はその生成當時の場所によつて形狀排列に多少變化を示すものである。例へば海濱では波浪の影響を受けて薄板状となり、更にこれが壘積するに當つては、普通の場合として直竝立するものである。これは波に對して最も抵抗の弱い方向を示すからである。然し砂が少ない場合には扁平なる部分を下部にして、彎曲の部分を向上きにして砂中に横はる。

次に河流の場合に於ては前記と趣を異にし、斜に密着して或角度を保ち流れの方向に倒れるのであるが、これは河流が風浪に比してその力の小なることを示す。若し礫の数が少なければ地上に横はるこ

と海岸の場合と同様であるが、その礫の形狀は海岸の様に著しく薄板でなくて圓味を帯びてゐる。

3 漣痕偽層流痕等によつてその當時の風向、流の方向を大約想像することが出来る。

4 流の強さ 流の速度大なる程重量の大なる粒子を運び得るものであるから、沈澱物の組織を見て流れの強さを想像し得ることがある。

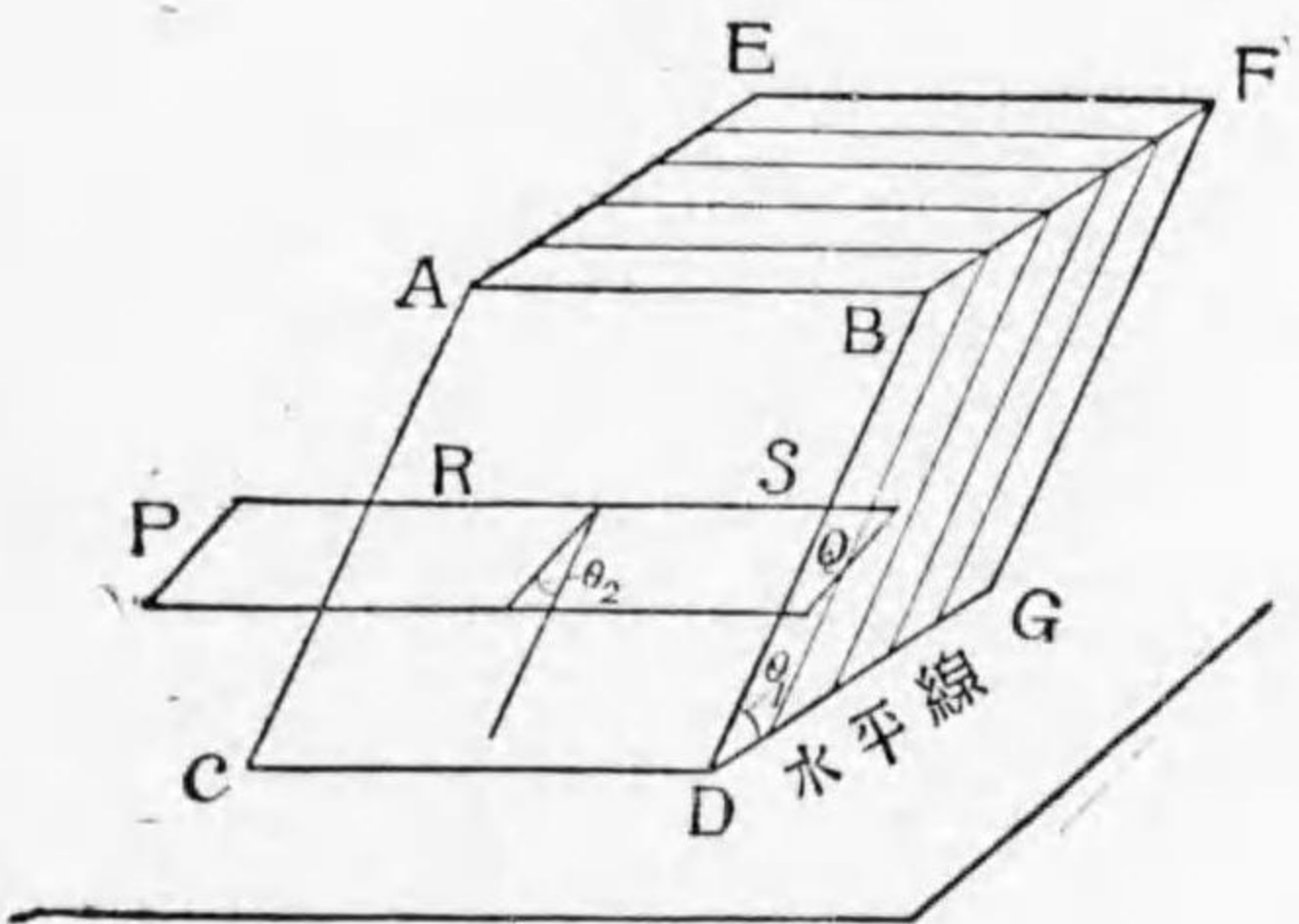
5 化石の位置 地層の中から發見する化石はその排列方法が生物の生活状態と關係して表徴することが尠くない。例へば植物の根、幹等が整層を横切つて、その儘直立してゐることがある、又貝殻の場合には死と同時に開いて水中では凹形を上方に凸形を下方に横へるが普通であるが、若し水の搔亂を受けると引繰り返へり反對になる。

6 當時の氣候 整層中に化石の存在がなければ、その場所は當時生物の生存に不適當なる状況にあつたことを偲ばしめるのであつて、これは水の混濁、過度の鹽分、水溫の低下等に原因するものと考へる。其他風蝕と氷河との沈積は互に全く相反する氣候であること、赤色岩石は溫暖且つ多濕地方に、岩鹽硝石等の沈澱は熱帶地方に多産する等の事實で、當時の氣候を想像することが出来る。

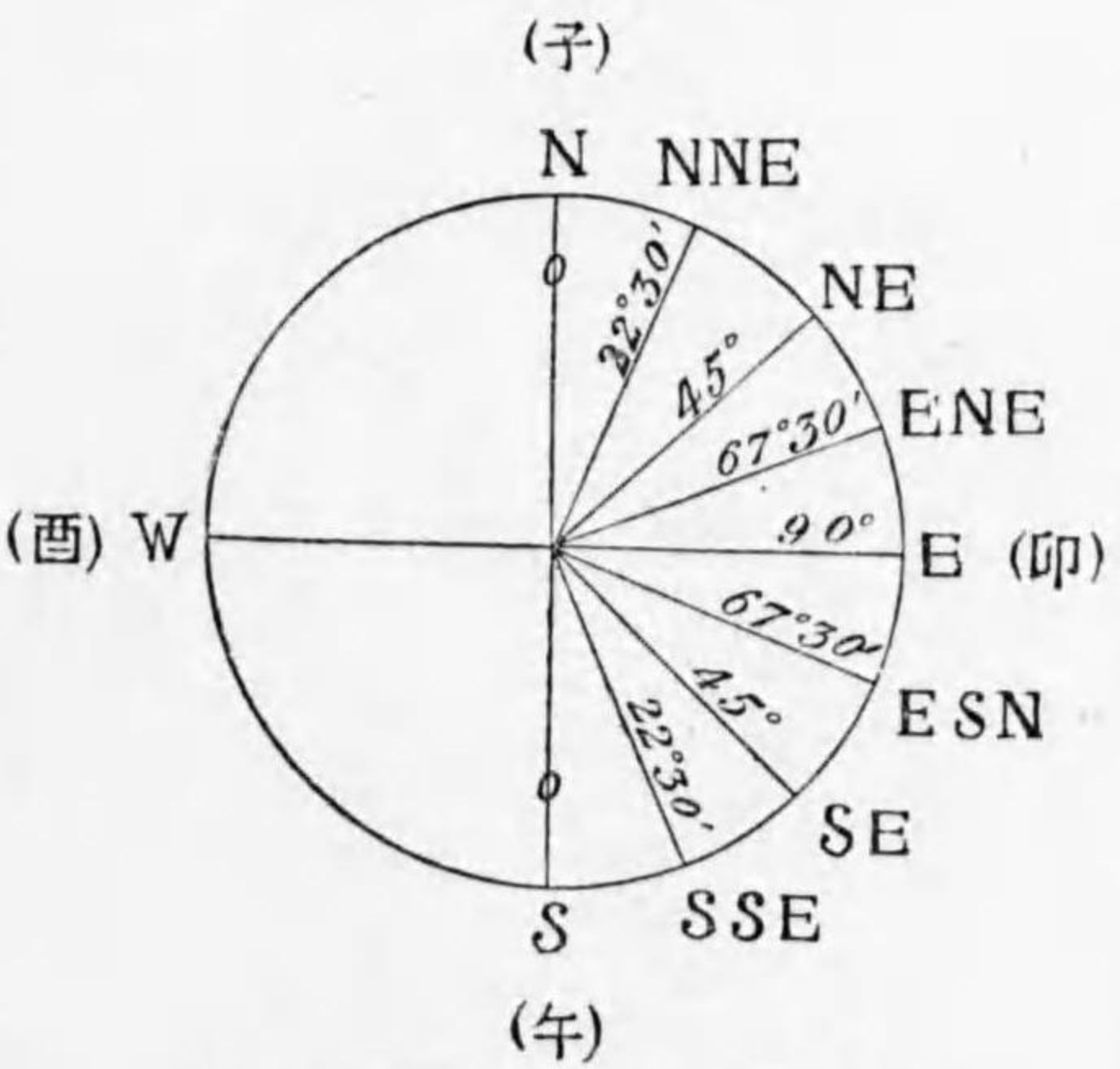
3 走向と傾斜

水成岩は一般に整層をなしてゐるから單一の層理を層 (bed Bed) と云ひ層の集まりを地層 (stratum

Schicht)と呼んでゐる。地層は海底が徐動昇騰して水面以上に曝出したものであつて、同一層で蜿蜒聯結して數十里に亘るものがある。従つて地層の位置を測定しその延長を知る必要がある。即走向 (strike *Streichen*) と傾斜 (dip *Fallen*) とはこれが要素をなしてゐる。第28圖に於て ABCDEFG は地



第28圖 走向と傾斜



第29圖 簡易なる方位の呼び方

層の一部分を示すものとする、而してPQは任意の水平面とすればその交はり直線となる。この直線が磁石となす方向を走向と云ひ、 α を以て表はす。傾斜は地層の傾斜方向及び角度を示すもので、圖に於て α_1, α_2 は何れもその角度を指示したものである。走向及び傾斜は傾斜儀 (clinometer *Klinometer*) によつて測定する、而してその記號法は走向では $N60^\circ E$ 又は $S30^\circ W$ と云ふ風に、傾斜では $NW30^\circ$ と云ふのである、爰に NW は磁石に於ける眞の方向を示したものである。土木建築では傾斜を示すに對邊と隣邊

との比を以て表はすことが常用せられてゐる、走向で餘り精密を要しない場合には屢第29圖の様な唱へ方をするところがある。NとEとの間はNEを基準として呼ぶことである。時に傾斜の方向のみを計つて走向を暗に示すところがある、これは走向と傾斜とは直角の關係があるからだ。鑛業家は走向を表はすに時計の廻轉方向と同様に零度から90度を數へる。

4 偽層

砂質又は石灰質の岩石が薄層をなして短距離に亘り多數相集まり且つ交互に雜走してゐる場合がある、これを偽層 (cross bedding or false bedding *Kreuzschichtung*) と呼んでゐる。これが生成の原因に就ては初め水平に沈澱したる砂礫が流波の影響を受けて、表面の一部が截斷せられる。この現象が絶えず繰返へす中に、各種の角度方向に沈積して極めて不規則なる地層を現出する。厚さも數寸から十數尺に達するものが多いのであるが。稀に數百尺に及ぶものもある。偽層には生成個所によつて次の四種がある。

一 三角洲の偽層 (by delta deposits *Deltablagerungen*)

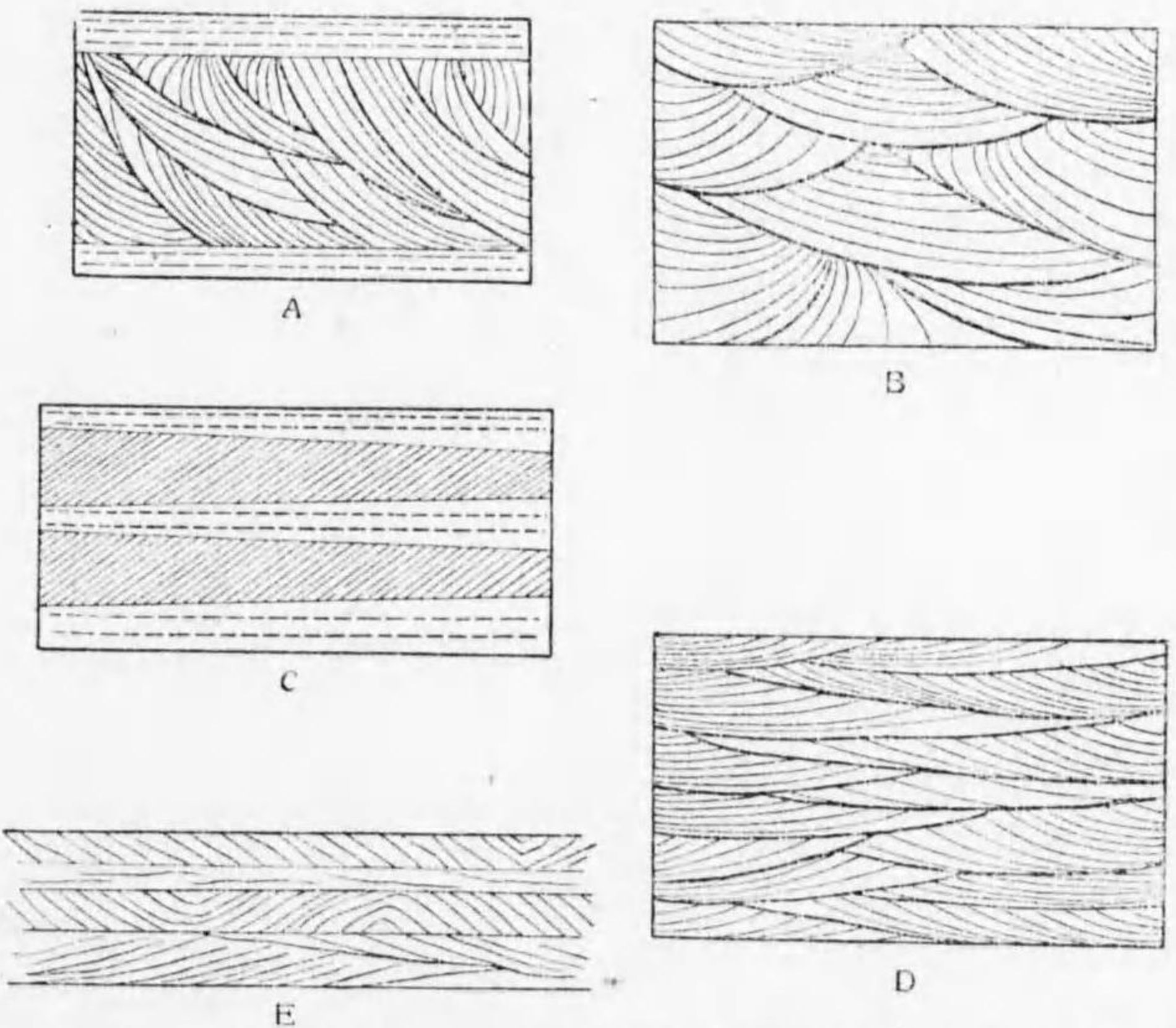
上方又は下底に進むに従つて、殆ど水平となつてゐるが中間層では傾斜を有してゐる。この種の偽層は可成厚い層を表はすところがあるも、面積は極めて狭少に亘るが普通である(第30圖A)。

二 淺海成偽層 (coastal deposits Küstenablagerungen)

海流、波浪の運動の盛なる場合に發達する、而してその面積は廣大に亘ることもあるが、亦狭少の場合も尠少ではない、單一層の長さは三角洲の場合と同様短かい(同圖B)。

三 急流成偽層 (torrential deposits torrentielle Schrägschichtung)

急流の後遽に靜隱緩慢となれば、一時多く物質を搬出し來つたものは其處に沈積する。下層は水平であつて上層に行くに従つて斜に相重なることもあるが、亦水平に纔に部分的傾斜を帯びてゐるものもある、厚さは多くは四尺乃至五尺以下である。特徴ある偽層で容易に他と區別することが出来る(同圖C)。



第 30 圖 A 三角洲の偽層 B 淺海成偽層 C 急流成偽層 D 風成偽層 E 風成偽層

四 風成偽層 (eolian deposits äolische Ablagerungen)

層の傾斜は方向によつて著しく異にしてゐる、而して水成の場合と相違する點は廣大なる面積に亘ること、厚層をなすことであるが、單一層は比較的菲薄で且つ長いことが顯著なる事柄である。

沙漠の場合には多少趣を異にし、局部的風向から單一層の中でも傾斜の方向を異にしてゐる(同圖E)。

5 地表の斑痕

地表の斑痕 (surface marking Flächennarben) は陸整層、淺整層に於ける特徴と見るべきもので、これには各種の斑痕がある。

一 砂尖 (beach cusps Strandspitzen)

海岸の水際又は砂濱に、三角形の小丘が長く相連り或は高く或は低く、或は厚く或は薄く聯結してゐることがある、その頂點と頂點との距離は約三から一〇米に往來する。この成因に關してはジョンソン (Johnson) が説明してゐる、それは水の飛沫によつて生じた浸蝕であつて、頂點相互の距離は波の大きさに關係すると云ふのである。

二 漣痕 (ripple mark Rippelmarken)

海岸又は河岸の細粒砂、泥土の處に波や流の作用で起るものである。波の影響によつて起る漣痕は

最も普通のもので、その断面は對稱的に配置してゐることが多い、而して水の靜隱沈滯の状態に起つた波紋は、頂上の處では鋭くなつてゐるが、其後水の搔亂と共に頂上は軽く切り取られて圓味を帯びるに至るのである。掠め去られた部分は凹處を埋めることになつて、爲に溝は開いたV形を呈するに至る。

以上は波の影響に依る場合であるが、流れの場合に出來た漣痕は非對稱の断面を示すのである(第31圖)。

圖に於て緩傾斜 (foreset) と急傾斜 (foreset) との部分が出來て、峯谷共に丸味を帯びてゐることが特徴である。

風成による漣痕は流れの場合と略共通してゐるのであるが、風成の場合は粗粒は峯に、細粒は谷に集まる傾向を示してゐる、然るに水流の場合では峯と谷との砂粒の性質に關しては上記と反對で、從つて緩傾斜の部分は五度より以下のことが多い。

斯様にして漣痕は水面から離れて太陽熱を受け、充分乾燥した後、土地に徐動が起り沈下して水面下に没しその上に砂礫が沈積すると、漣痕を含む層と新沈澱との間に硬度に差を生じ漣痕は其儘保存せられることになる。かくて時代の經過共に土地の昇騰となつて地層中から發見することになれば、その當時の地質的狀況を、極めて有意味に表示することになる。矢部博士の報告によ



第31圖 漣痕の断面(流の場合)

れば北海道空知炭坑附近第三紀砂岩に顯著なる波紋があることを記載せられた、亦慶尙南道晋州附近の中生紀頁岩や、關東州等より出づる波紋は、古くから人のよく知る處である。

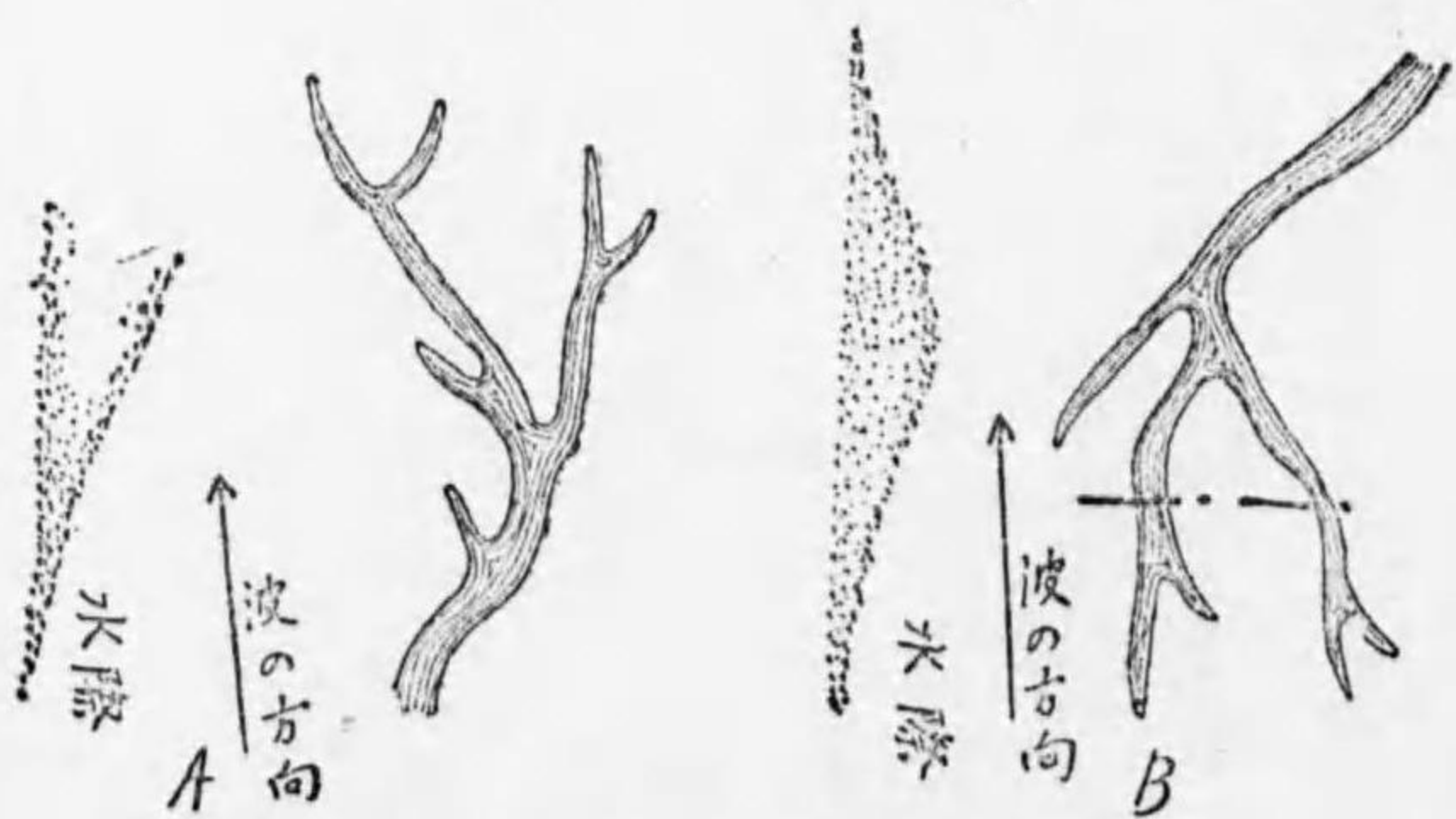
三 流痕 (rill mark with Marden)

磯浪が海濱に打上げると最後の流れによつて流れの斑痕を遺すものである。斯様にして流痕は生ずるのであるが、この場合土地の狀況其他に支配せられて、多少趣を異にするものがある。

- 1 海岸に向つて傾斜した地帯では波が歸路をとるとき遅れたる波は著しく浸すものである(第32圖A)。
- 2 波が進出して小丘を越えて下降する様な傾斜のある土地では前記の場合と反對の現象を呈する、而して越した水は地下に吸収せられるか、又は他の水と合するのである(同圖B)。
- 3 若し傾斜に沿うて礫が存在すれば歸路の遅れたる波は礫の周圍を刻んで後合流することAの場合と同様である。

四 乾裂 (sun crack some Spaltung oder Tro-Knarrsrisse)

泥土が太陽熱に長く曝出して居れば乾燥し、水分の蒸發と共に收縮して多角形の網の目の様な龜裂



第32圖 流痕と砂濱の断面

が生ずるこれを乾裂と云ふ。斯様な現象は乾燥した温暖なる地方の湖、河、海の平地に出来る、而して土地が徐々に沈下して水面下に没し裂目に沈澱物が満されると、乾裂が一層顯著になる。第33圖は山陽線糸崎附近の乾裂を示したもので、その表皮は泥土から成つてゐる、此處は素鹽田に使用せられた處であつた。

五 雨痕 (rain prints
regene Drucks)

粘土泥土細粒砂が充分乾燥を受けない中に、特に驟雨の影響を受けるとその部分は固められて、圓形の小さな斑痕を保存することがある。

六 霜痕 (Frost mark *Frostmarken*)

粘土泥土中に水分を包含してゐる場合にこれが寒氣に觸れると氷結する、この際膨脹する結果として氷解したる後も其處に舊跡を残すに至る。この現象を地層中から發見するときには極めて不確實な



第 33 圖 糸崎附近の乾裂

るもので往々爲めに判断に苦しむことがある。

七 足痕 (animal track *Tierfährten*)

陸棲動物が河岸湖邊海濱を歩行中、足跡を印するものである。又海棲動物の中軟體動物、甲殻類等で穿孔をなすものがある、其他藻類も同様の影響を與へることがある。最近ワザ (W. E. Wrather) の報告に據れば北米ハミルトン (Hamilton country, Texas) 地方で恐龍類の足痕を發見したことを報告してゐるその足痕の長さ20吋に亘ると云ふ。

6 團塊

團塊 (concretion *Konkretionen*) は地層中に球狀楕圓狀圓板狀其他不規則なる形を帯びて表はれるものであるが、漸次その大きさを増して行くものである。随つて團塊の徑は屢10尺以上に及ぶこともある、その生成に關しては構成物はもと膠質溶液として輸送凝固したものと考へられてゐる。生成に當つて母岩との關係から次の二種に分けることが出来る。

一 同期生成 (contemporaneous formation *gleichzeitige Formationen*)

周圍の岩石と同時代に沈澱生成したるもので、従つて地層中に次の様な特徴が表はれる。

- 1 團塊の直ぐ上部及び下部は重力の影響を受けて尠しく撓曲性を示してゐる。

- 2 地層の一部を中斷してゐること。
- 3 團塊は球形をなしてゐることが多い、これは流れの影響を受けたる爲めに各種の方向に等速度的削磨作用を受けたるによる。

斯様な種類に屬する團塊は重晶石、滿俺鑛、明礬石、燐灰土等である。亦鯛狀 (oolitic colitische) 豆狀 (pisolitic pisolitic) は何れもその大きさの關係から名稱せられたるものであるが、矢張り同期生成物と見ることが出来る、而して石灰、磷酸、硅酸を主成分とする。此等は生成に當つては乳濁質 (emulsoid Emulsoid) の状態から沈澱したるものと考へられてゐる。

二 二次生成 (secondary formation zurie Formationen)

粘土頁岩等の地層に後生的に生成するもので、化石の周圍や整層に沿うて發達することが多い。これは主に團塊が整層の方向に弱所を有する爲に生ずるのであらう。生成に當つては僅少なる壓力でも變形し易いので、楕圓形又は異形を示してゐる。後生である爲めに屢不安定の角度をなして配置してゐることもある、成生の方法は溶解個處又は前記の弱所に、膠質溶液から沈澱せるものである。

團塊の生成状態に關して次の様な方法が考へられる。

1 外増 (accretion Zueruchs)

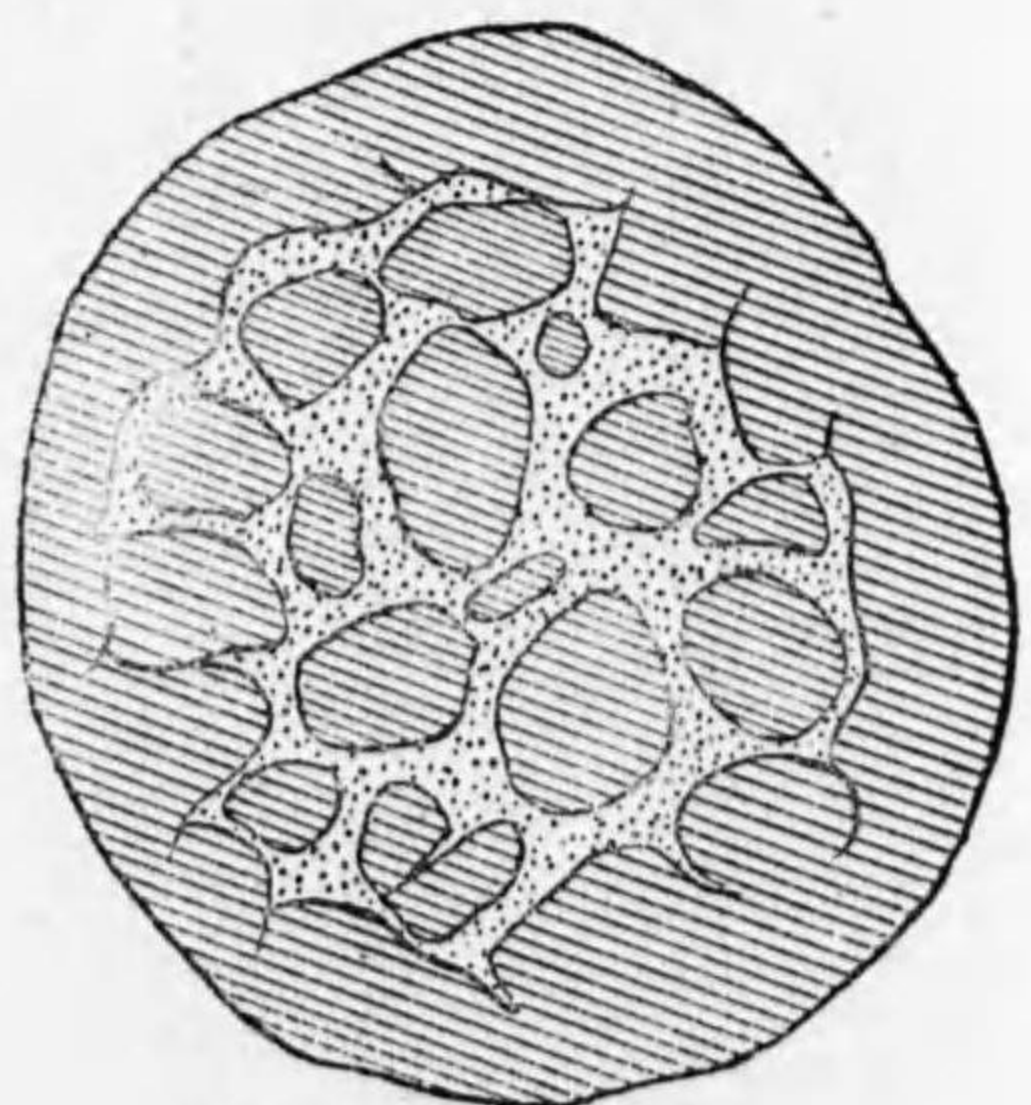
核を中心として徐々に外方へ規則正しく物質を加入して行く状態を示すもので、従つて同心圓狀を

呈する、而して外方に蠶食加増して行くものである。

2 内増 (intercretion)

岩石の膨脹又は龜裂に原因して外側から内側に物質が漸次増殖して行くもので、従つて内部は最後に結晶することになるのである。記の場合と反對に當る、縞瑪瑙の多くは斯様にして出来る。

第34圖の様に網狀の裂目が生ずることもある亦龜甲石 (scypharia Scypharia) とて目の荒い龜甲形に類する罅間が屢出来る場合もある。此等の隙間を點綴するものは方解石石英菱鐵鑛等に據ることが多い。



第 34 圖 網状團塊

練習問題

- 1 團塊とは何か。
- 2 波紋ある岩面の説明。
- 3 傾斜儀を以て地層を測定する方法を記せ。
- 4 同一方向に傾斜する累層ある場合には其成層の状態は如何にして説明すべきか。

第十一章 岩漿

1 岩漿の分化作用

一 岩漿の意義

地下増温率から深さ 30 乃至 40 基米に達すると熔融の部分がある。岩漿 (Magma) はこの熔融部より深所に存在して高温高壓に於ける各種物質の熔融したる硅酸物である。その主なる物質は硅酸 (SiO_2) の外に、酸化鐵アルミナ (Al_2O_3) 石灰 (CaO) 若土 (MgO) 曹達 (Na_2O) 加里 (K_2O) 等を合して 99% を含有してゐる。その外に水素炭素磷滿俺硫黄等あつて、これ等は 0.9% を示し、その殘餘の元素は 0.1% に相當するといふのである。

岩漿は斯様にして熔融状態であるから液體と同様に均質をなしてゐる、而して個々の鑛物の温度を示さないうて融合状態に於ける温度を表はすのであるから、恰も合金の熔融状態と同様に考へることが出来る。

二 岩漿分化作用

地下深所の熔融帯が主として地球の收縮による壓力を受けて分離する、而して所謂岩漿溜 (Magmatic Reservoir *magmatische Reservier, Urmagma*) をなしこれが冷却に當つては、ある原因によつて鑛物成分の異なる分漿 (submagma *Submagma, Teilmagma*) の生ずることを岩漿分化又は岩漿分體 (magmatic segregation or differentiation *magmatische Ausscheidungen, oder Differentiation*) と云ふてゐる。例へば橄欖岩漿溜からクロム鐵鑛と橄欖岩との分漿が出来て、これが冷却することによつて橄欖岩にクロム鐵鑛の鑛床が生ずるの類である。

爰に分漿の出来る狀況に就ては從來多數の學者によつて論究せられてゐる處であるが、今日と雖も猶定説がないその中主なるものを擧げると、次の様に纏めることが出来る。

- 一 原生分體 (primary differentiation *primäre Differentiation*)
 - 1 深部岩漿分體 (deep seated magmatic diff. *tiefe magmatische Diff.*)
 - 2 昇騰岩漿分體 (diff. of ascending magma *intrusive Ascensionsdiff.*)
- 二 次生分體 (secondary differentiation *sekundäre Differentiation*)
 - 一 原生分體

熔融物が岩漿溜に來た時には既に分體が行はれてゐたと云ふ。

1 深部岩漿分體

地下深所の岩漿には次の様な各種の説に據つて明かなる如く早くから分體をなして居ると云ふのである。

a 擴散作用 (*diffusion Diffusion*) による

分子の移動は擴散作用によつて行はれると云ふ、擴散は岩漿の粘着性 (*viscosity Viskosität*) に關係する、即内部の摩擦が大なる程分子の移動は遅れる、壓力は粘着性を高め溫度は反對に低下せしめる。結晶の晶出は擴散作用の大なる程繼續するものであるが、平衡状態に達すれば中止するに至る。

b 重力説 (*gravitation theory Schwerkrafttheorie*)

地球内部の物質は規則正しく排列して、物質の比重に應じて濃集し重つて居ること、此は重さは深部に輕さは上層にあることになる、例へば合鐵苦土鑛は下底に石英長石類は上部に配置すること、これは銅製鍊の場合に起る緩と鉸との自然分離に暗示を得たるものである。併し往々重力に反する外心力 (*centrifugal force Zentrifugalkraft*) が働いて熔融物を運び去るものである。これに對する持論者はミッセル、レブー (*Michel Lévy*)、ジャンソン (*L. V. Pirsson*) 等が知られてゐる。

c 溫度の高低による分子擴散、ソーレの原理 (*Soret's principle Soret'sches Prinzip*)

熔融體は溫度を異にすると異なる部分が生ずると云ふ、即溫度の低下に伴うて解けた物質が移動す

るのである、この際もとの濃度が淡められるから爰に滲透壓 (*osmotic pressure osmotischer Druck*) に關係することになる。分子の移動は主に濃度に關係し濃度は溫度に影響するから、その溫度に應じて物質は異なる場所へ集まる。この考察は既に早くからルドウィク (*Ludwig 1856*) によつて認められたのであるが、ソーレ (*Soret 1881*) は電解したる物質は溫度の高低によつて分子移動の方向を異にすることを説き、經驗上重き熔融物は冷却面へ向ふ、即側壁に集まると云ふこの最後の理論をソーレの原理と云ふ。然しハーカー (*Harker*)、デーリー (*Daly*) 等はこの説に反對して居られる、その論難とする處は溫度の高低による擴散現象は比較的緩慢であつて餘り影響の大なるものでないと云ふのである。

d 壓力の高低による擴散

この説は前説の溫度に代はるに壓力を以てしたるもので、これは溫度よりも結果に於て更に小なるものであることが知られた。

e 限定性混合 (*by limited mixture durch Eilmischung*)

物質の溶解度はある物質には制限のある場合がある、例へばアニリンと水、エーテルと水の如きである。この原理を應用してローゼンブッシュ (*Rosenbusch*) は核心説 (*nucleus theory Kertheorie*) を發表せられた。これによると岩漿分化は一定の形を有する簡單なる核の分離であるとし、その核には

次の種類がある。

(Na, K) Al_2Si_2 (正長石類核)

$CaAl_2Si_2$ (斜長石核)

$R''Si$ (輝石類核)

R''_2Si (橄欖石核) 茲に $R''=Mg, Fe$.

此等から岩漿に次の三つの主なる組合はせが出来る、

(1) ホヤイト岩漿 (*foyalitic magma foyalischen Magmen*)

これは正長石類核を主とし輝石、橄欖石の兩核を混在してゐる、

(2) 花崗閃綠岩漿 (*granitofioritic magma granitofiorischen Magmen*)

正長石類核及び斜長石核を含む、

(3) 斑瀾橄欖岩漿 (*gabro peridotie magma gabropidotischen Magmen*)

斜長石核多くして正長石類橄欖石輝石類等の核心を混じてゐる。

ブレッゲル (*Brögger*) はこの假説の可能性を説いてゐる。

2 昇騰岩漿分體

これは分子が擴散によるのではなくして全く對流作用 (*convection Konvektion*) によつて移動するもの

なりと云ふ、岩石の組織に板狀流狀等を示すは全く移動したることを示すものである。流れに影響を與へるものに次の條件がある。

a 温度の變化、温度の下降は收縮を起し流れは厚さを増して沈む、而して熱したるものは上昇して周壁の冷却部に移動する。

b 壓力の變化、影響は比較的小。

c 包含する瓦斯の變化、岩漿中には可成多くの瓦斯を含有すること明かた、この多寡は直に粘着性に影響して、遂には流れの厚さに及ぼしこれが對流を行はしめる、瓦斯の多いことは岩漿の厚さを減じ、亦逸散すれば温度を下降せしめるものである。

二 次生岩漿

岩漿溜に於て分體が行はれると云ふのであるがこれには次の説がある。

部分晶出説 (*fractional crystallisation theory fraktionierte Kristallisationstheorie*)

均質の部分から漸次相の變化移行することである、例へば岩漿から分離したる岩株岩脈に於て熔融の困難なる物質が最初表面に沿うて結晶し、次第に内部に及ぶから中心部は最も熔融し易い部分が集まることになる。斯様にして一部の晶出から初まりそれから徐々に擴大する此の現象を部分晶出と呼んで居る。實際この説に據ると酸性岩漿の縁端部に鹽基性岩が迸發することになる、ベッカー (*G.*

F. Becker) シュバイグ (M. Schweig) 等はこの種の論者で知られてゐる。

この外猶各種の説がある絞出説 (liquation theory *Saigerungslehre*) とて高温では均質であるが、或る一定の温度に下降すれば全く互に相容れないで分離する、或は壓出説 (filtration theory *Filtration schein*) と云ふ説もあるこれは岩漿に熔融體と沈澱物とが生じてこれが地變を受けると壓縮して結晶を形成すると云ふ。亦同化説 (*assimilation / assimilation*) と稱するは均質なるべき岩漿が周囲の多くは水成岩を融合して不均質のものとなし、これが更に岩漿に復歸して後噴出し固まるに至る、この際融合の狀況が不完の度合を示すことは勿論である。

三 晶 出 順 序

1900 ローゼンブッシュ (H. Rosenbusch) は岩漿から鑛物が晶出するに、一定の順序に據ることを法則として公表した、これを基性減減説 (*law of decreasing basity*) と云ふ。この法則に従ふと、

- 1 鑛石類造岩鑛物の副成分 (磁鐵鑛、赤鐵鑛燐灰石デルコン尖晶石等) を最初に晶出し、次に
 - 2 含鐵苦土鑛 (雲母、角閃石、輝石橄欖石等)
 - 3 長石類、準長石類 (準長石類とは、霞石、白榴石方曹達石類等)
 - 4 遊離硅酸、最後に結晶するのであるが、若し熔融物中に硅酸が少ければこの部分は存在しない。
- 以上の四つの順序によつて鑛物の生成を見るといふのであるが、併しこの事柄は常に眞理を示すのでなくして、寧ろ特殊の場合と看做されてゐる。

現今の大勢では斯様な一定の順序を経るといふよりも、温度と壓力とに支配せられた、物理化學的の複雑なる變化によるものと主張せられ、含有成分の多寡は晶出順序に影響するものであると。オッサン (Osann) イッディングス (Ilidings) 等の岩石學者は、分子の親和力の關係から鑛物の生成を説明してゐる、例へば熔體内の硅酸は長石有色鑛物を形成したる後、猶殘存することによつて石英を形成するの類である、亦曹達は曹長石の外に霞石を、加里は正長石の外に白榴石を、苦土は橄欖石輝石等を生成するに消費せられるといふのである。

爰に岩石の晶出順序の點につき、從來は岩漿分化の節に述べた様な重力説、對流説等に支配せられて、酸性岩は輕量の關係上最初に分化晶出し、基性岩は最後に噴出するものと考へられた。處が實際野外で精確に觀察して見るに、或は中性岩が最初に迸發して酸性岩基性岩といふ順序を示すことあり亦最初は基性岩であつて酸性岩は最後に生ずることもあると云ふので、此等の關係を支配するものは次の要素に原因するものと考へられるに至つた。

1 壓力の關係であつてこれは比重の大なる分漿を移動せしむるに要する壓力は、比重の小なるものに比してより多く大なることが必要である、即酸性岩は壓力小で基性岩は大なることを要するといふのである。壓力は地下深所では瓦斯壓と岩石壓とを含んで居るので影響する事大である。

2 温度の場合では、基性岩は熔融温度低くして活動し易く、酸性岩はこれと反対である。以上によつて考へるに、岩漿が壓力が小であつて温度が大であれば酸性岩が最初に、若し分漿の温度一定であつて噴出壓が増大すると基性岩が最初に迸出すると云ふ論據に歸着する。

以上示す様に岩漿は温度と壓力とに密接なる關係を有するものであるが、實際岩漿は特別に間歇的活動の外は常に高温高壓の元に化學的平衡が保たれ殆ど移動が行はれないと云ふ。

2 岩漿の物理化學的研究

一 概 念

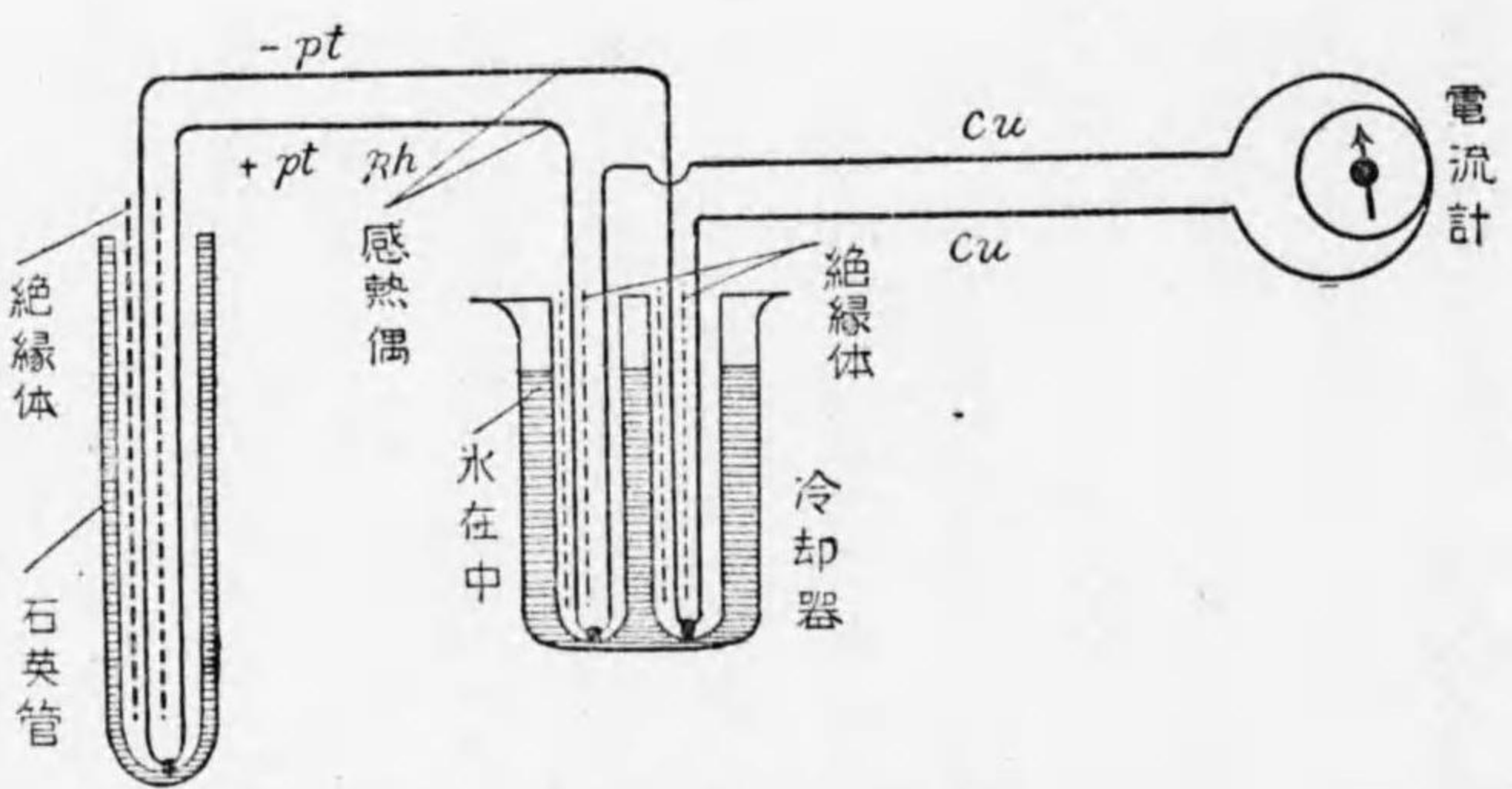
岩漿は地下深所にあつて熔融状態であるが爲に、液體に適用し得べき法則はすべて遵用することが出来る。然し實際上岩漿が冷却するに當つて、鑛物岩石の晶出状態、組織等は直接觀測することが出来ない爲に、實驗室に於いて鑛物を適宜高熱に熔解して後冷却し、それによつて生ずる狀況を明かにせんとする研究が盛んになつた。即地表の岩石を構成してゐる鑛物は、これが相互の關係を明かにしそれと同様の結果を實驗室で求めて、以て當時の岩漿晶出狀況を闡明にせんとするのである。この研究は金相學 (Metallography *Metallographie*) と稱して合金の相互關係を研究する爲めに、企てられたことが初まりであつて、其後鑛物岩石にも實驗的方面を主とする研究者によつて應用せられるに至つ

た、即鑛相學 (mineralography *Mineralographie*) はこれである、就中知名の學者としては Guthrie, Lagorio, Teall, Lane, Vogt, Doelter, Bowen 等の諸氏で多くは米國流の學者である。

金相學の今日の隆盛は實に相の關係を研究する相律 (Phase rule *Plausenregel*) に負ふ所甚大で且これを基礎としてゐる。相律は 1874年から1878年に亘つてギブス (W. Gibbs) により研究公表せられたるを以て濫觴としてゐる、而してその應用は高温度熔融體から低温の溶液に至るまでの廣い範圍に亘つてゐる。

合金の研究に使用する高温装置は特別の場合を除く外、千度以下で熔融することが多いので第35圖の装置を用ふる。圖に於て爐中に熔解せられた金屬は感熱偶 (thermocouple *thermoelektrisches Element*) で電流を起しこれが冷却器 (cold junction *Kaltverreinigung n*) に導かれて冷されたる後電流計 (galvanometer *Galvanometer*) で温度を示すに至る装置である。

温度の高低を指示する高温計 (pyrometer *Pyrometer*) には次の色々がある。



第 35 圖 高温測定法

- 1 瓦斯高溫計 (gas pyrometer Gaspyrometer)
- 2 測熱計 (calorimetric pyrometer kalorimetrischer Pyrometer)
- 3 放射高溫計 (radiation pyrometer strahlen Pyrometer)
- 4 電氣抵抗高溫計 (electric resistance pyrometer Elektrowiderstandpyrometer)
- 5 電熱高溫計 (thermo-electric pyrometer thermoelektrischer Pyrometer)
- 6 收縮高溫計 (contraction pyrometer Zusammenziehung-pyrometer)
- 7 ゼーゲル錐 (seger cone Segerischer Kegel)

以上の中最も普通に相則に利用せられてゐるは第五の電熱高溫計である。猶これに連結する感熱偶は Pt と Pt Rh の合金とを石英管稀に陶器製管に挿入して絶縁したものをを用ひる、Pt Rh の合金の代りに Pt Ir の合金を用ふることもあるがこれは前者に比して諸種の點に於て劣つてゐる。

次に電氣爐に就ては岩石鑛物を研究する場合には千度以上の高熱を要する爲めに、ニクロム線では耐熱永續使用し難いから純度の高い白金線を使用することになつてゐる。

爐に附屬する燃料は石油瓦斯木炭石炭電氣等である、その中電氣は高熱を得られることゝ自由に然も熱量に均質を保ち得る點に於て最も便利なるもので、普通岩石鑛物の研究用に電氣爐を歓迎せられるはこれがためである。

實驗の最初に當つて先づ試料は純粹なるものを選び、而して熔解を容易ならしめる爲に熔劑を混加する然る後感熱偶を具へた石英管を装入し、他方に冷却器、ミリボルトメーター(電流計)に連結する。斯様にして適當に熔融したる後電流計に指示する温度と冷却時間とを測定することによつて、前者を縦線に後者を横線にとつて記入すれば一つの曲線が得られるこれを冷却曲線 (cooling curve Abkühlungskurve) と稱してゐる。この際若し變移點を示す物質であれば一つの相 (phase Phase) が消滅して他の相に移り代はらんとする而してその間暫時一定の温度を保つものである。

温度と化學成分との關係から生ずる曲線はこれを融點圖 (melting point diagram Schmelzpunktdiagramm) と稱してゐる、而して若し成分が二つであれば二成分 (binary Binär) と云ひ三つであれば三成分 (ternary Ternär) と呼んでゐる。

猶實驗で、注意を要することは熔解中酸化の虞れがある爲めに、窒素や水素等を絶えず送ること、亦電流計を使用するに當つて屢精確度を檢する必要がある、この目的の爲め已知の純粹の鑛物を熔解して檢定するのである。感熱偶も亦使用中不注意の爲め或は性質上、又は不純物多量の爲めに原因して脆弱となり、電流計に影響を與へることがあるから、これ亦取扱上心懸るべきことである。

實驗方法として鑛物岩石の人工合成 (synthesis Synthese) から、天然の品出狀況を研究せんとするに當り、特にある温度に於ける状態を査察せんとする場合がある、これには急減法 (quenching method

Löschungsmethode) として所定の温度に熔融したる状態のものを、急激に多くは水中に没す。斯様にし
て冷却したる物質は、組織を見る爲めには表面を充分に磨いて平滑にし、これを反射顯微鏡で検査す
るのである。

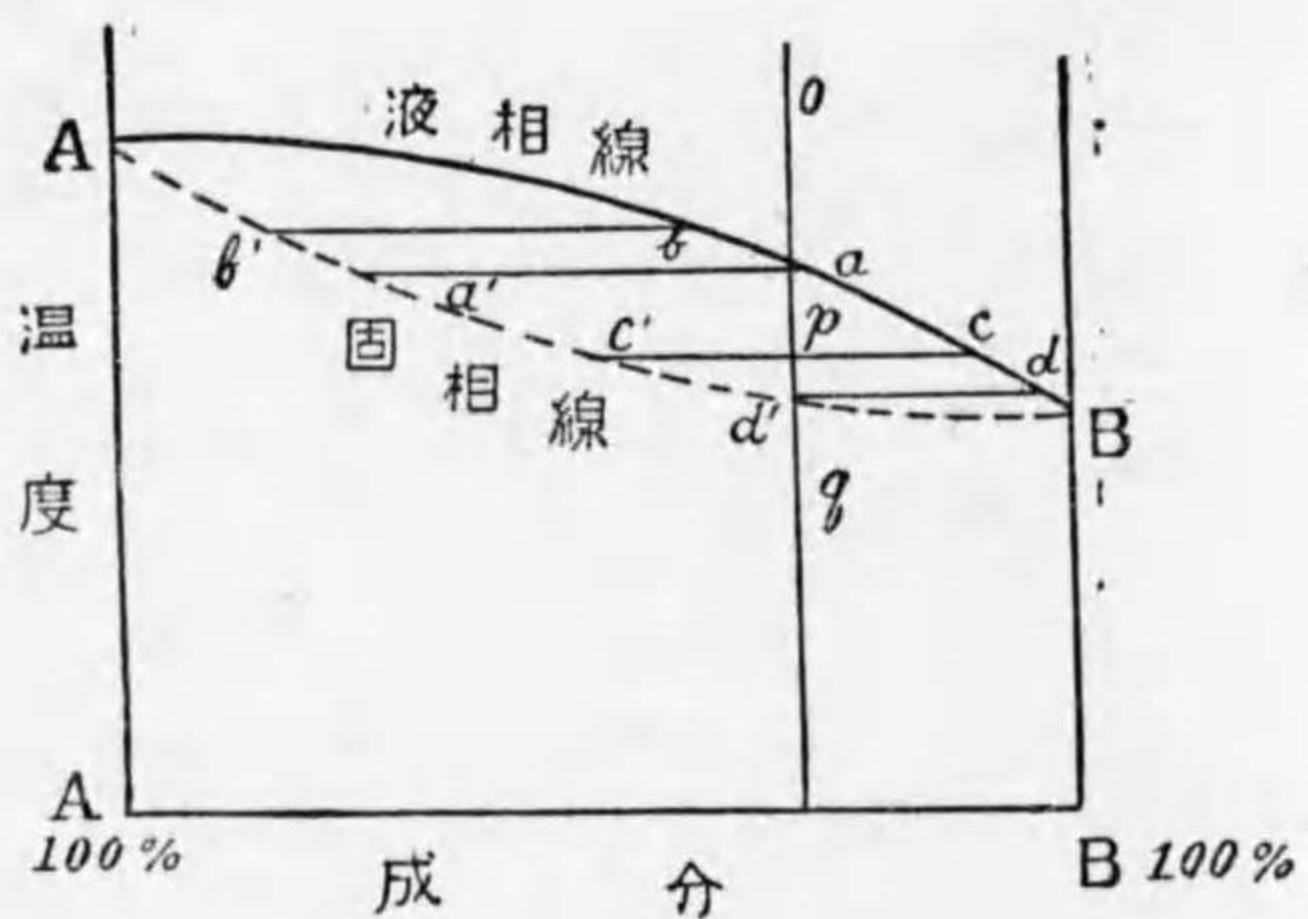
二 二成分系 (Binary system Binärsystem)

一 二物質が化合物を作らない場合

1 二物質が熔融は勿論凝固するも、すべての割合に解け合ふことが出来る、即同形熔體又は類
質雜體 (isomorphous mixture isomorphe Mischung) をなすことである。その中液相を液熔體 (Liquid
solution /ässige Lösung) と云ひ固相を固熔體 (solid solution /feste Lös.) と稱す而して此等を曲線で以
て表はす場合には前者を液相線 (liquidus /iquidus) と云ひ後者を固相線 (solidus /Solidus) と呼んで
ゐる。

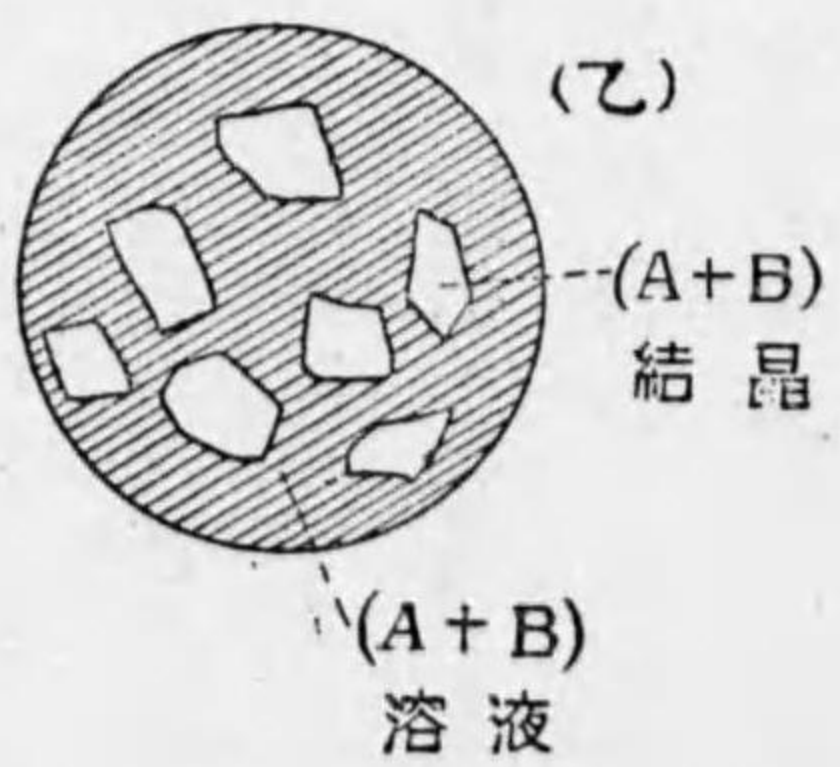
これにつきローゼボーム (Roosbeom 和蘭の人) は次の三種の平衡曲線を示した。

a 融點曲線が一方から他方へ徐々に移り變はらんとする時著しく曲線に高低なく連続的に行はれ
ること。第36圖に於て A を 100% にとり B を 100% にとるときは、A に於いては B は零、B に
於いては A は零なることを示す。e 線に沿うて温度の下降を見るとすれば e に達すれば e に當る結
晶と e の熔融物とが表はれる、次に f 點に下ると o と e の結晶が得られる、最後に至り e に達す

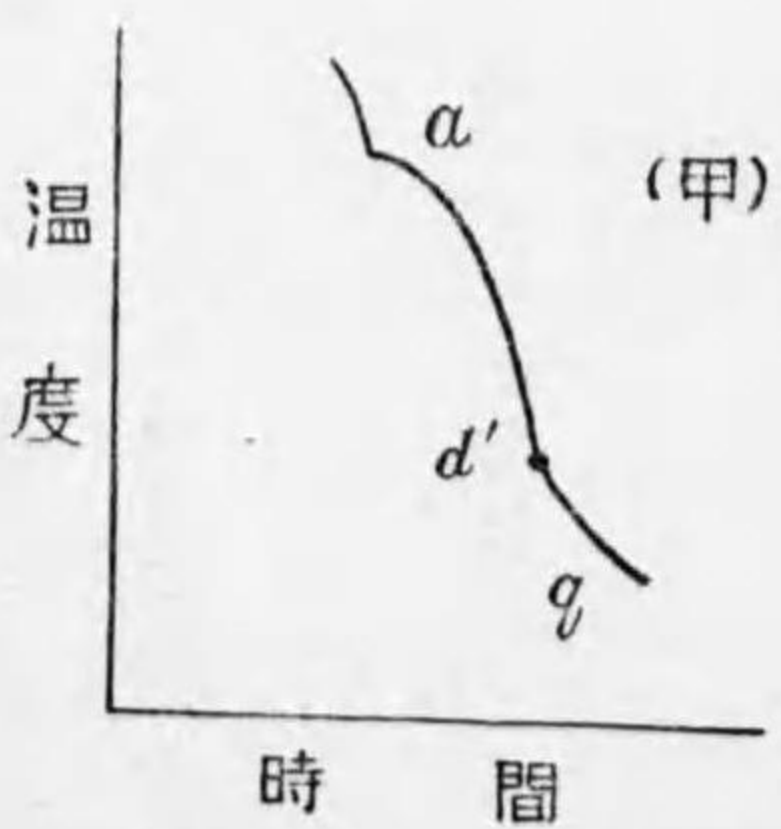


第 36 圖 ローゼボーム第一式

ると品出するも他方で尙 e は熔融してゐる。次に e を取出して更
に温度を上昇せしめると、e から e 或は e といふ風に變轉して
行くのである、この方法を繰返へし
て行けば遂には純粹なる A 又は B を
得ることになるこの方法を分別結晶
(fractional crystallization /fraktionierte
Kristallisation) と云ふ。o p d 線に相
當する成分を有するものを、温度と
時間とによつて生ずる冷却曲線を求



むれば第37圖甲にて表はされる。而して e 間の顯微鏡的組織を
見るにそれは第乙圖で示すことが出来る、初結晶と熔體とに分れる
のであるが更に温度の降下によつて e 點以下に達すれば全部 [A B]
の結晶となつて變化が終はるのである。斯様な融點曲線を示すタイプ
をローゼボーム第一式と呼んでゐる。 Au-Ag. Au-Pt. Fe-Mn
Co-Ni Cu-Ni Sb-Bi Cu-Pt Cu-Pd 等の合金はこの例に屬する亦

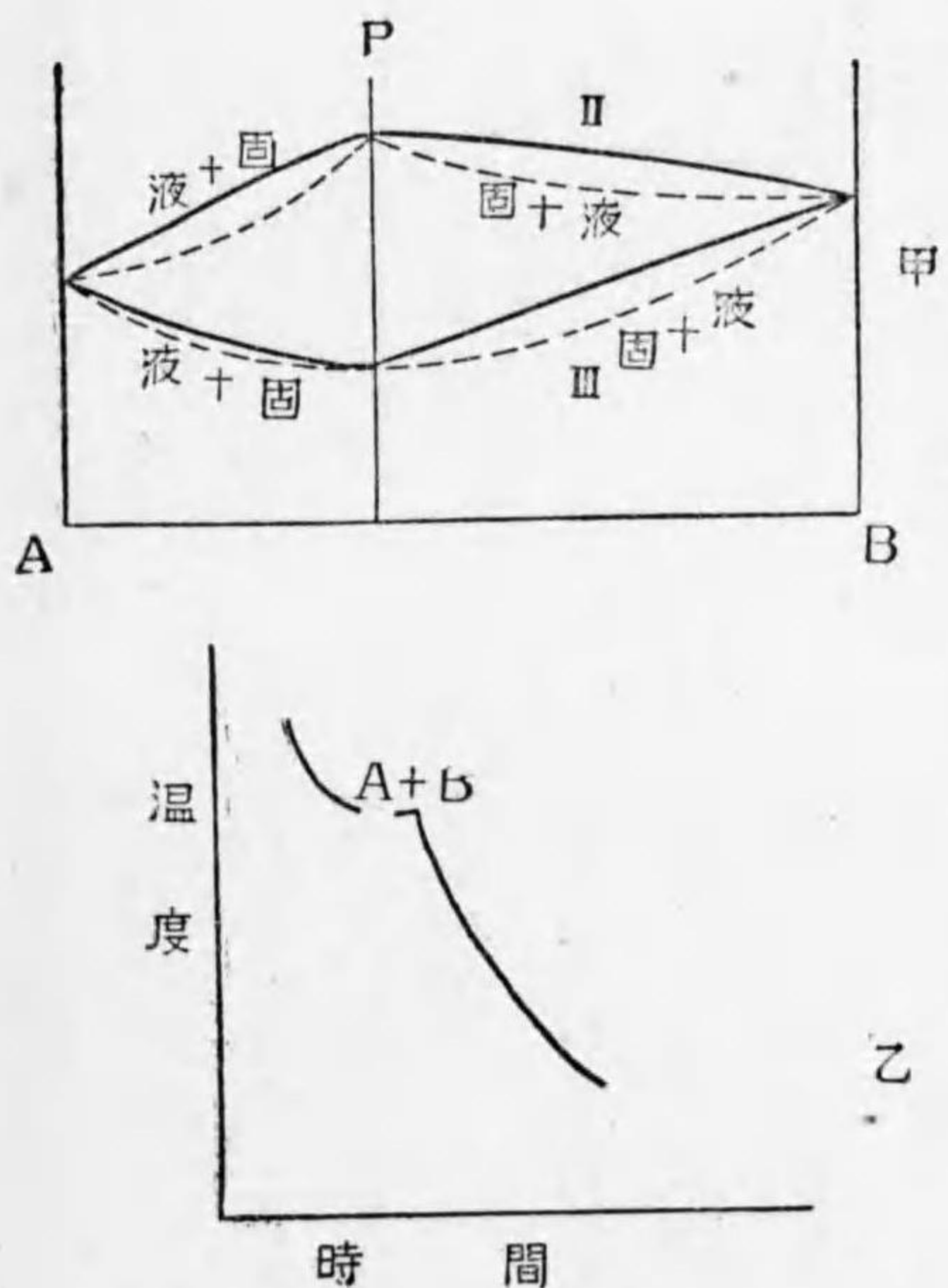


第 37 圖 甲、前圖 o d 線の冷却曲線 乙、同上顯微鏡組織

灰長石(融點 1500°C)と灰曹長石(融點 1000°C)の場合或は橄欖石もこれに類する。橄欖石は苦土橄欖石 (forsterite Forsterite 融點 1890) 及び鐵橄欖石 (Fayalite Fayalite 融點 1100) に移化し兩礦物の中間に位するものである。

斯様にして同形溶體にはその中間の成分に新礦物を生成すること尠なくない、この種に屬するものに長石類角閃石類橄欖石類柘榴石類等がある。

b 融點曲線が最高 (maximum Maximum) を示す場合。



第 33 圖 ローゼボーム第二及び三式

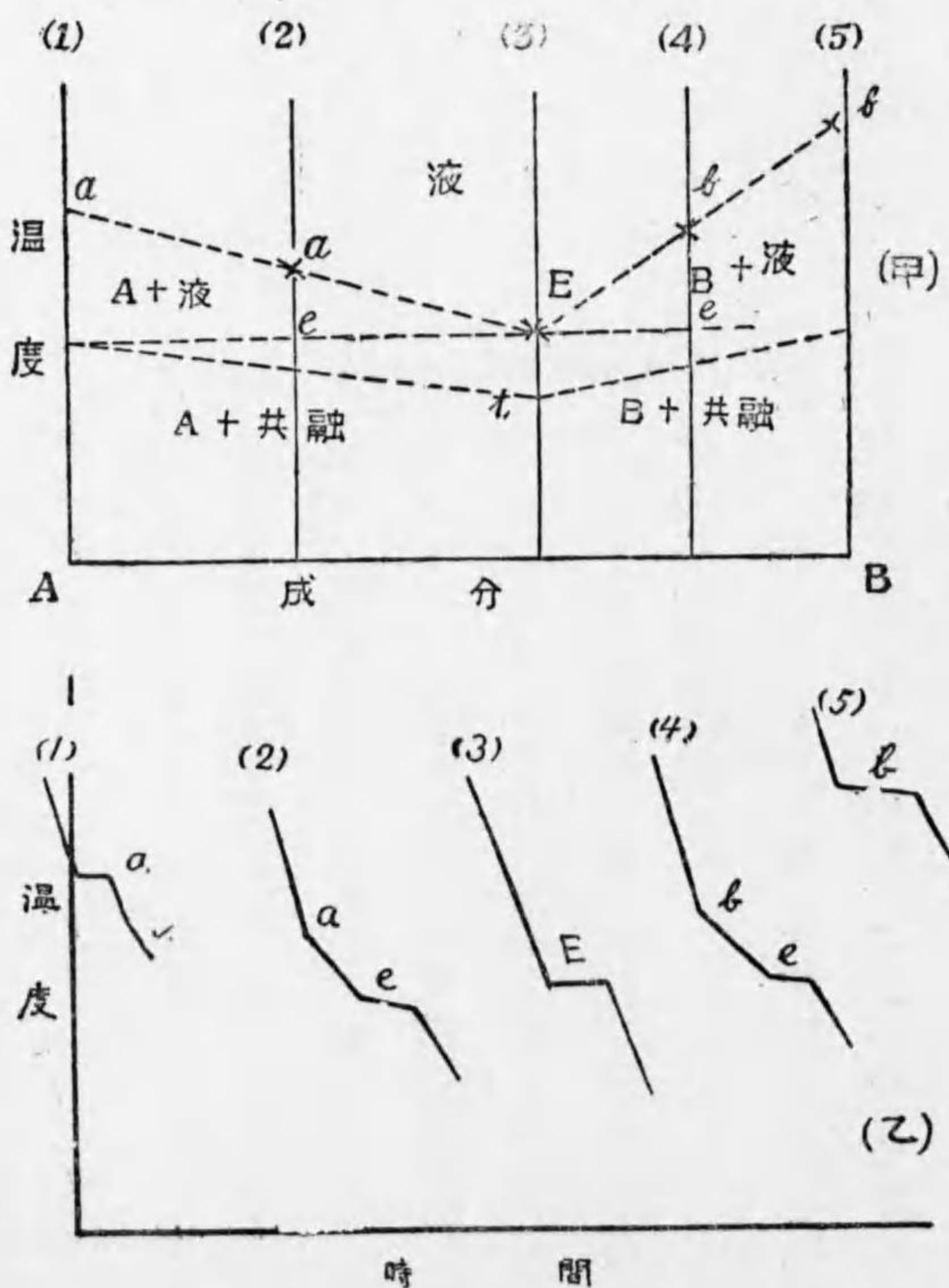
冷却するに當つて曲線が最高を示す場合があるこれをローゼボーム第二式と稱する(第38圖II)。滿俺ニッケルや鉛タリウムの合金はこの例である。
 c 融點曲線が最低 (minimum Minimum) を示す。
 前記と反對を示す場合であつてこれを第三式と稱す、前圖IIIはこれを示したもので「點の冷却曲線を求めると乙圖で

説明することが出来る。金と銅、金と銀、滿俺とコバルト、パラヂウムとニッケル、銅と滿俺の合金は何れもこの例であり、gallinite と akermanite とはこの類に屬する。

2 二物質は熔融状態では均質となり、凝固點以下では不均質となる、即共融混合物を示すのである。

第39圖に於て、AとBとを各種の割合に、高熱融合するとき生じた熔融曲線であるが、元來この曲線は一定の混合成分を冷却して得たる冷却曲線から導かれる。爰に冷却の状態を知る爲めに各種の場合を考へる。

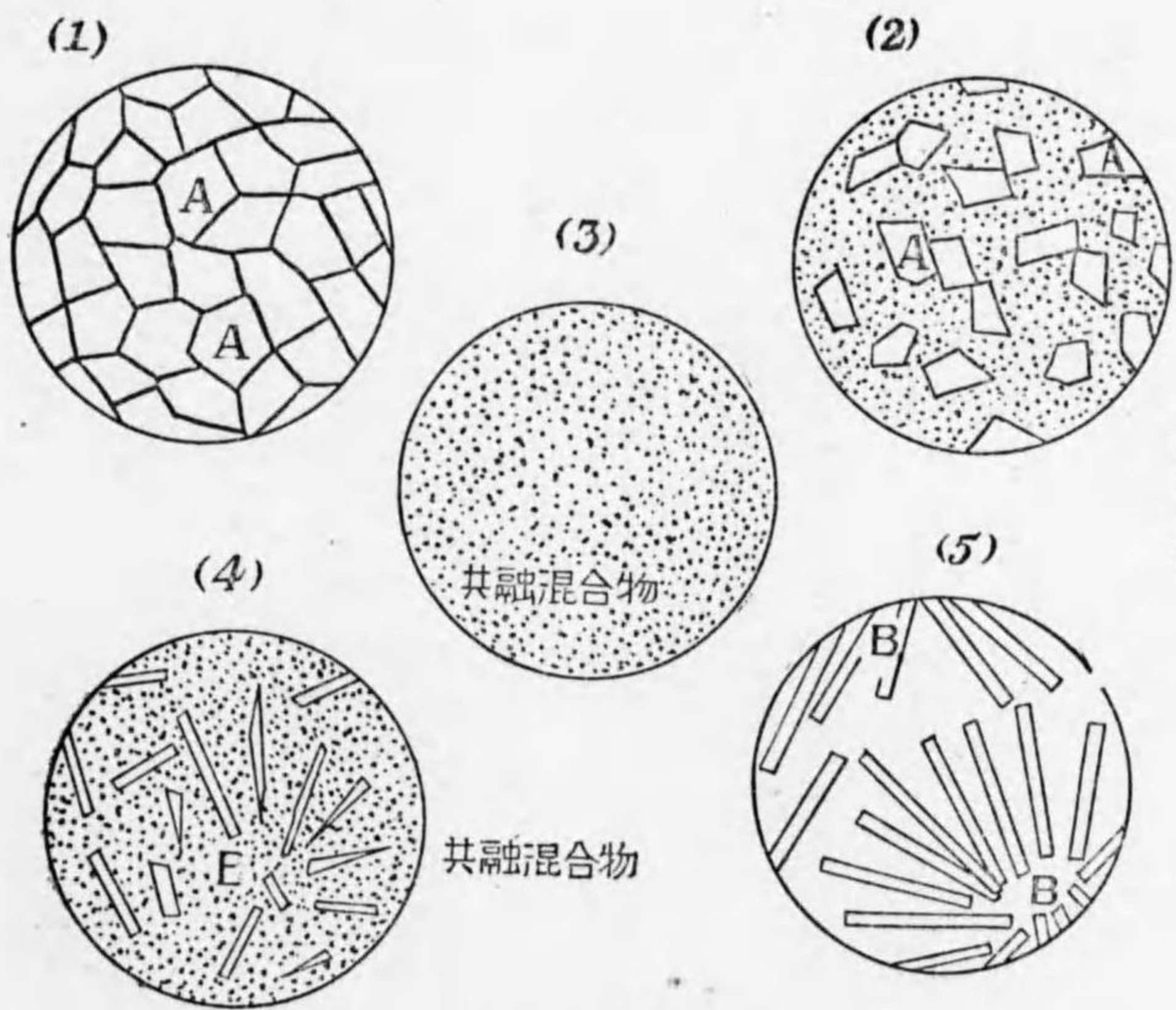
(1)は單一物質であつて假にこれをAとする、これが熔融状態から冷却してE點に達すれば、A結



第 39 圖 甲、融點曲線 乙、冷却曲線

品が表はれて暫時の後結晶は完結する、この状態を顕微鏡で見れば、第40圖(1)で示される。

共融混合物



第40圖 前圖の顯微鏡組織

(2)はA物質にBの少量を含有してゐる場合で、熔融状態から冷却してE點に達すればAの結晶が出来初め、更に温度の下降と共に。に達すればAの結晶の外に(A+B)の混合物を作る、これを共融物 (eutectic mixture eutektische Mischung) と稱しこの時の温度を共融點 (eutectic point eutektischer Punkt) と云ふのである。

この状態を顕微鏡で検すれば、同圖(2)を以て示すこれが出来る。

(3)はA、Bの共融點をなす成分を以て熔融状態から冷却したもので、これはAとBの間には一定の成分を有し兩成分の間には確定したる比を示すものである。而してE點に達すると全體が共融物となつて凝固する。

(4)はB物質にAを少量混したる時で熔融状態から冷却してE點に達すればB結晶が表はれ、それから温度の下降と共に。に達すれば共融物を得るに至るのである。その顕微鏡組織は同圖(4)で示す。

(5)最後にB物質のみから成るものを高温から冷却すれば、その物質の熔融點以下でBが結晶し、ある時間の後全部凝固するのである。(5)はこれを顕微鏡下にて檢したものである。

斯様にして冷却曲線から得た變移點を互に結び附けたる曲線は、融點曲線を示すことになる。第39圖のE₁は時間を記入したるもので、その長さは時間に比例して表はすことになつてゐる。これに據れば共融點は最も多くの時間を要するのである、併し普通の場合として時間を記入する方法は省略することが多い。

この種の曲線をなすものは銀と鉛、銅と鉛、食鹽と水、アンチモニーと鉛、錫と鉛、蒼鉛とカドミウム、蒼鉛と錫、カドミウムと亞鉛、錫と亞鉛、等の合金である而してその數は極めて多い。

亦鑛物の方ではホーグト (Vesut) は次の例を擧げてゐる、(數字は共融點を示す)

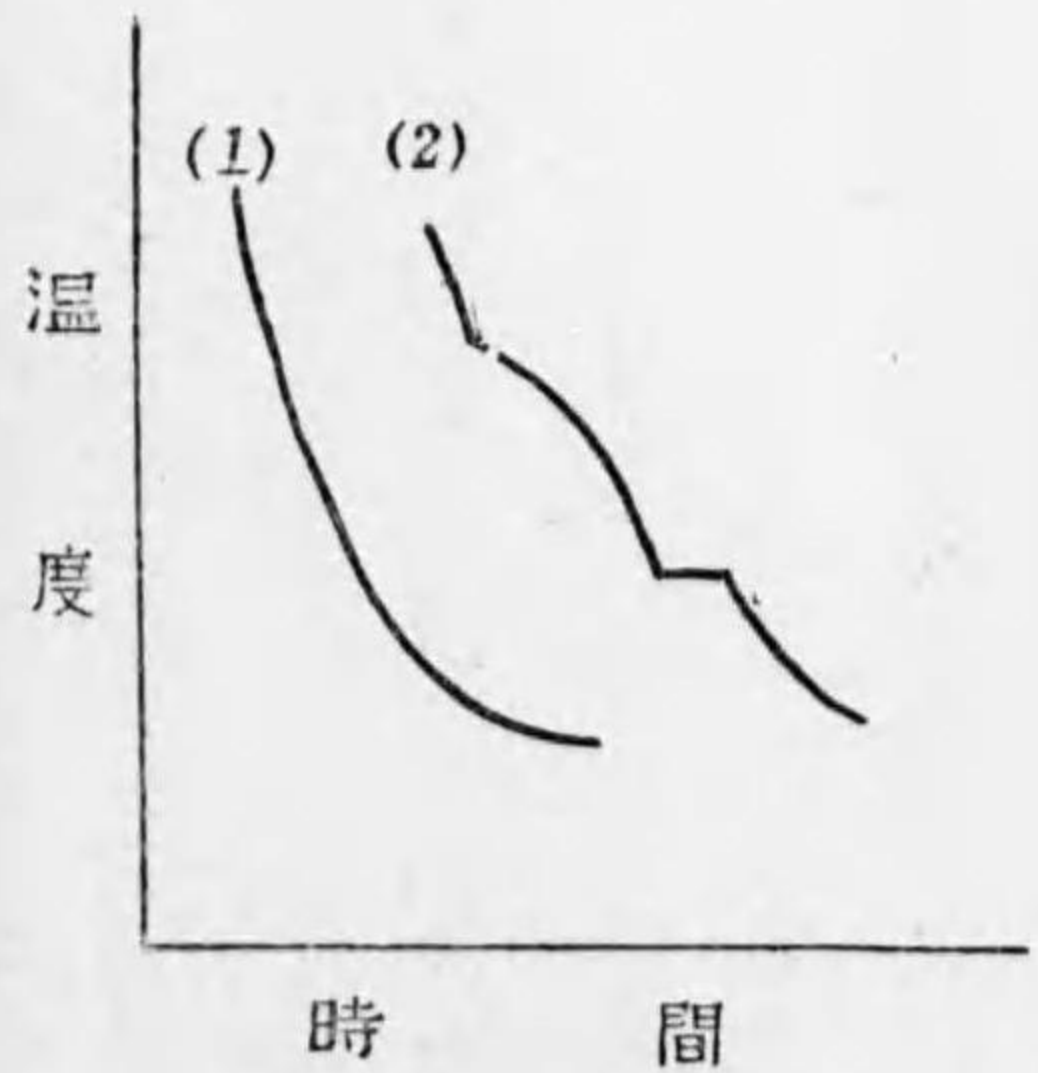
透輝石	63%	橄欖石	32%
黃長石 (melilite)	65%	灰長石	35%
透輝石	60	アカーマナイト (akermanite)	40%

灰長石	74.25	石英	25.75
正長石	72.5	石英	27.5
曹長石	75.0	石英	25.0

其他種々の鑛物について實驗せられてゐる。

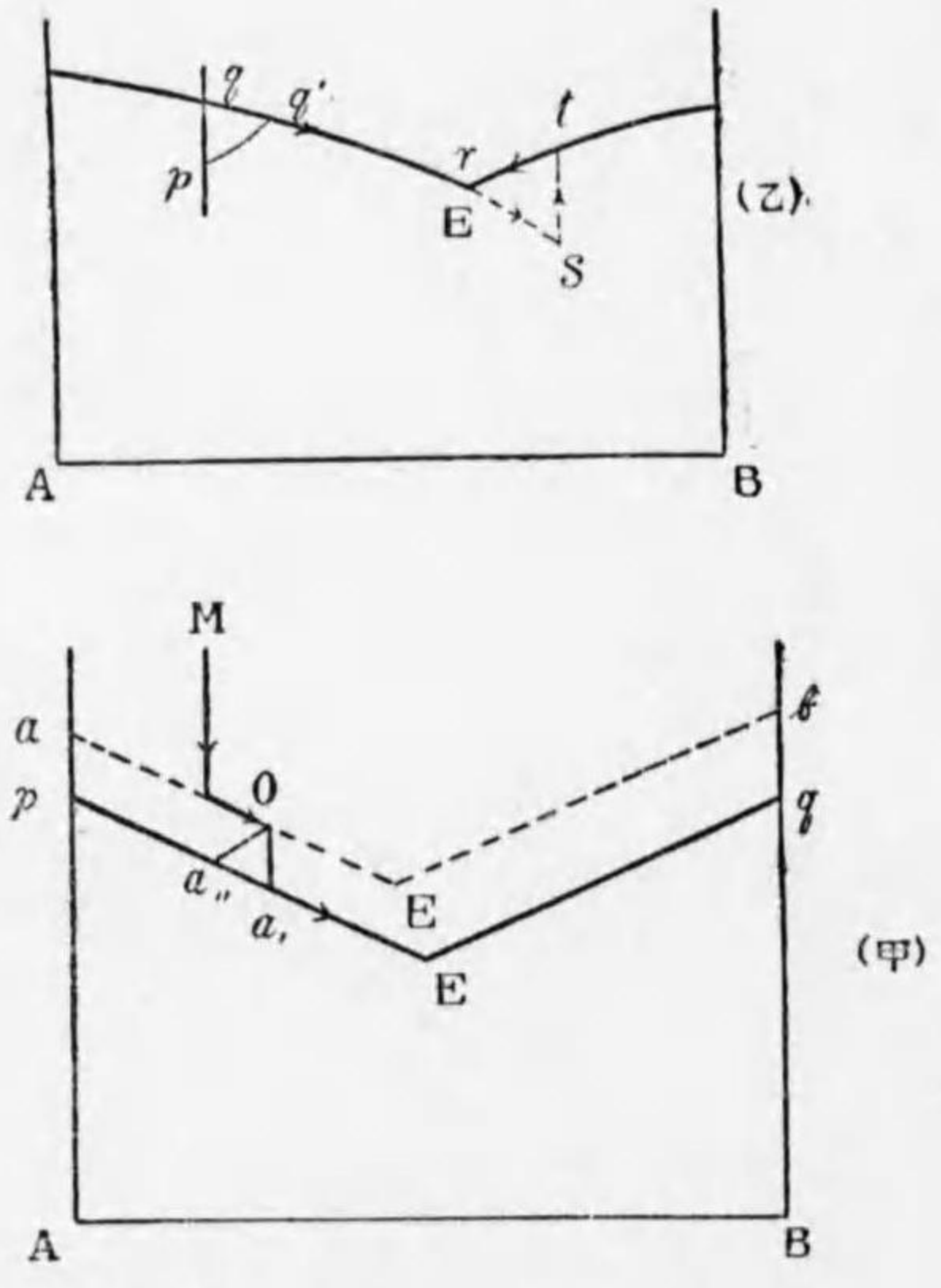
亦ブレッガー (W. C. Brögger) はペグマタイト (Pegmatite *Pegmatit*) に見る文字組織 (Graphic structure *graphische Struktur*) は石英と長石との共融混合物なりと稱した亦斑狀組織 (porphyritic structure *porphyrisches Gefüge*) は玻璃質又は潜晶質の石基に比較的大なる結晶が混在してゐるのであるが、この成生は火成岩の噴出するに當りその冷却時間に支配せられる、第41圖はこの間の消息を語るものである、圖中(1)は玻璃質の生ずる冷却曲線で(2)は斑品の出来る場合を示したものである。即(1)は急に冷却したる爲めに結晶するに暇がない、(2)は共融點を示すのでその間に斑品が出来るのである。而して共融混合物が石基を形成する。

斑品が屢融蝕 (magmatic corrosion *magmatische Korrosion*) をなすことがある、これが原因に就ては岩漿の一部が凝固品出せ



第41圖 玻璃質と斑品

んとするとき、第42圖(甲)に説明する様に壓力の影響のために ρ E ρ なる普通による融點曲線から昇温して ρ E ρ 線を迎へることになる。熔融物はO點より下降し急に結晶するに至ると ρ の處迄下降する、この時熔液は過蝕和の状態となり ρ より更に ρ' の道程を踏むに至る。斯様にして局部的溫度の上昇の結果融蝕作用が起り後 ρ E ρ 線に沿うて凝固する。



第42圖 甲、融蝕の理 乙、同上

更にホグトは壓力を伴はない状態で融蝕作用の起り得ることを説明した。これは過冷 (over cooling *Unterkühlung*) に陥ることであつて乙圖で證明する、圖に於て溫度が下降して ρ に達すると他の條件に支配せられて過冷が起り、結晶が生ずる前に ρ 迄降り後結晶を初めるため一時溫度が上る。斯様にして ρ から ρ' に沿うて冷却が行はれ共融點に達することによりA.B.なる共融混合物を得ることになるが、然しこの際 ρ 成分に一時的過飽和の状態が伴ふて共融點を其儘通過して ρ 迄降る、この時に ρ 晶は結晶が初まり ρ に達す、この際結晶熱の爲に溫度は上昇しAに融蝕が行はれ、 ρ を経て遂に最終の共融點に到達するのである。以上の如く融蝕作用の行はれる順序

を列挙すれば A 品 → B 品 → A 品の融蝕 → A.B の共融物と云ふことになる。融蝕は噴出岩や岩脈に極めて多い現象であるから上記の場合斑晶は融蝕を伴ひ石基は共融混合物から成る。

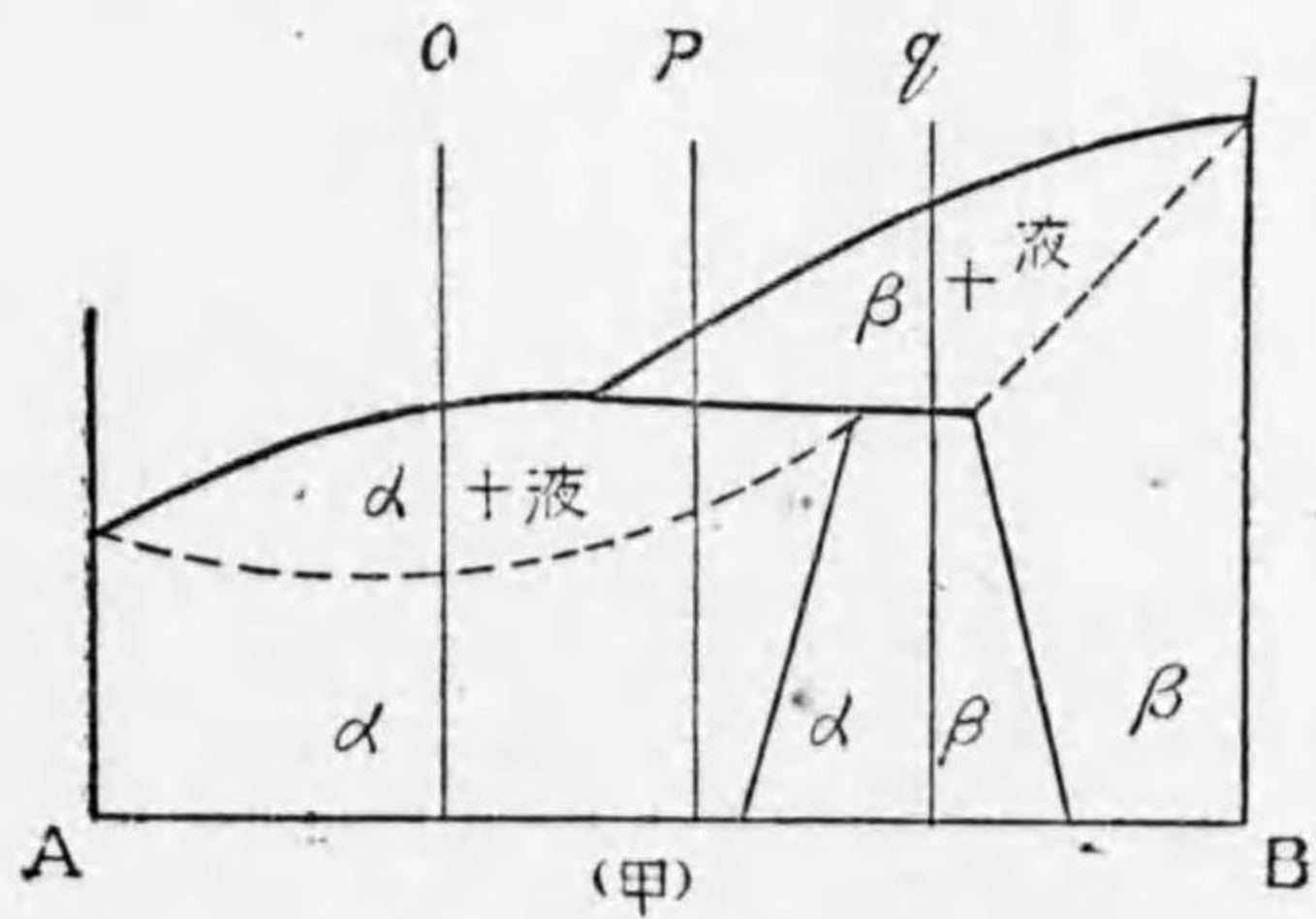
3 二物質は液體ではすべての割合に解けるも、固體では一部分は不溶解で、他の部分は同形熔體をなし互によく解け合ふ場合である、これには二つの状態が考へられる。

a 融點曲線が變移點を示すもの、

第43圖に於て a は A 成分の中に含まれたる B 物質の固體 (solid solution feste Lösung) であることを示し、同様にして B も B と A との固溶體

であることを意味す、冷却曲線で示した圖中「」は溶液なる意を示す。

b 融點曲線に共融點を有すること、



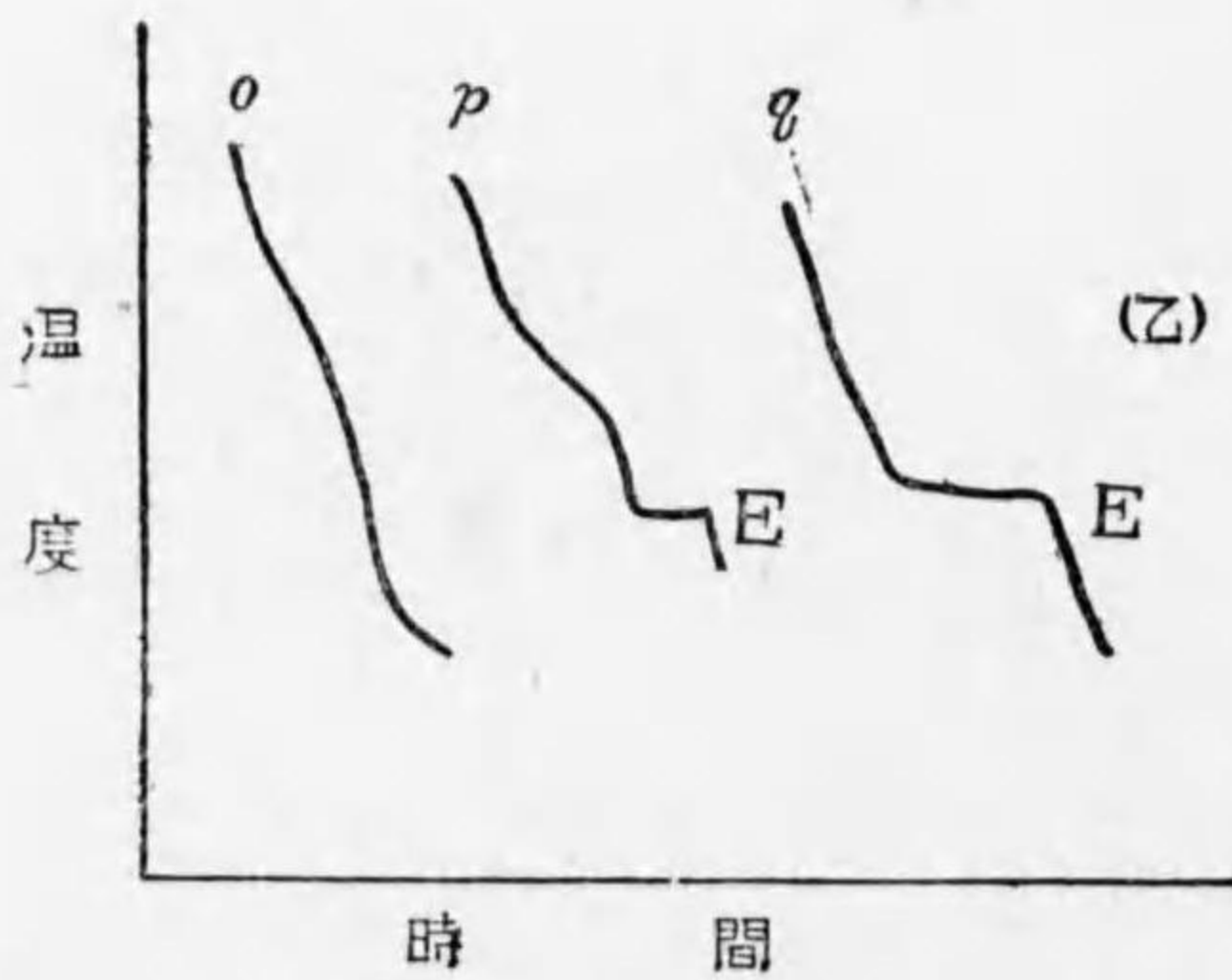
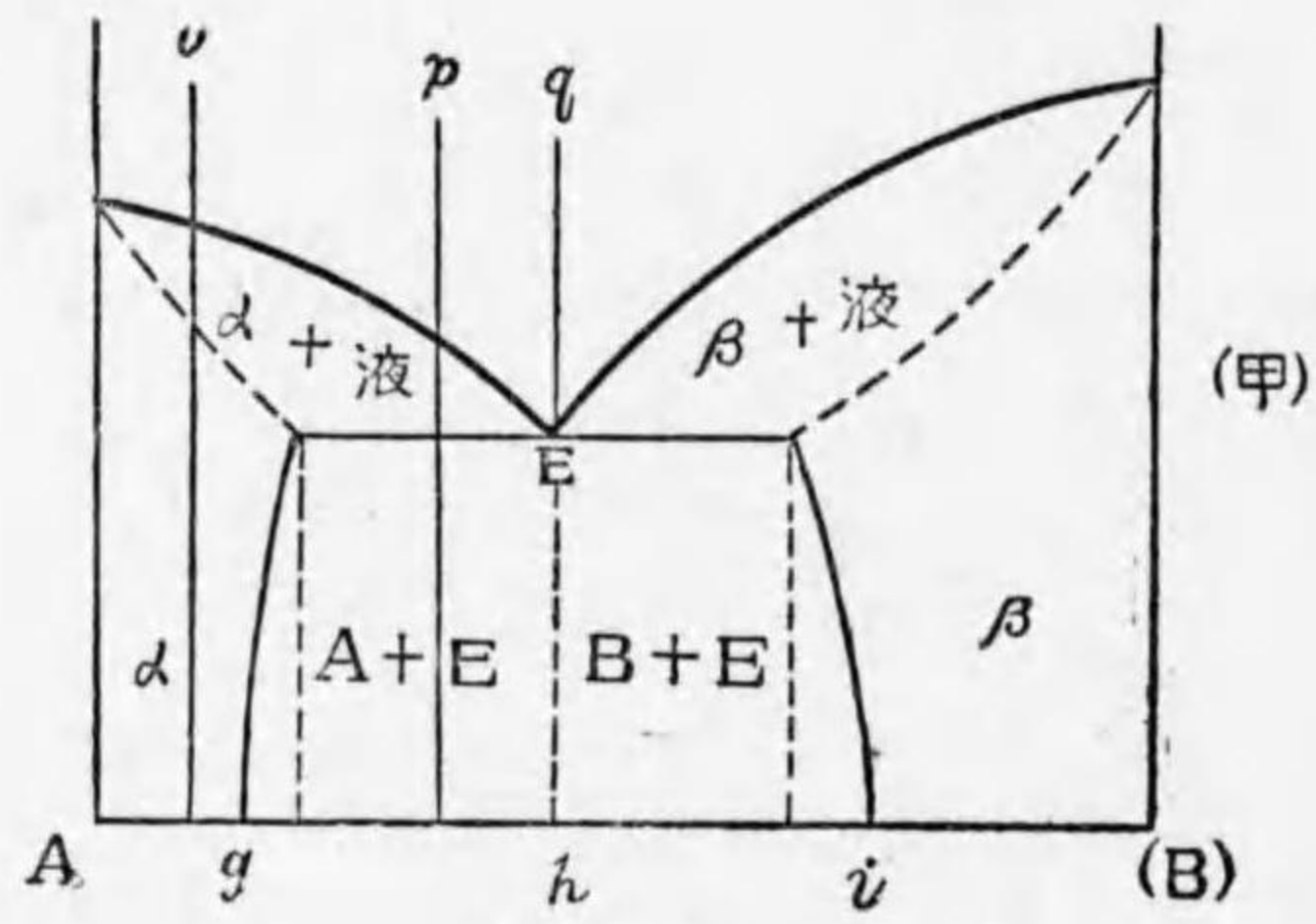
第43圖 甲、ローゼホーム第四式 乙、同上冷印曲線

第44圖に於て a-b 間は其融混合物の區域であつて他は固溶體である。標式に屬する例としてはアルミニウムと亞鉛、金とニッケル、等の合金があるが、曹達長石と加里長石、正長石と斜長石の類も

これに入る、正長石と斜長石との中間の長石はこれによつてよく説明が出来る。

4 二物質は固體液體を示し共に不完全なる状態であつてこれを更に分けると

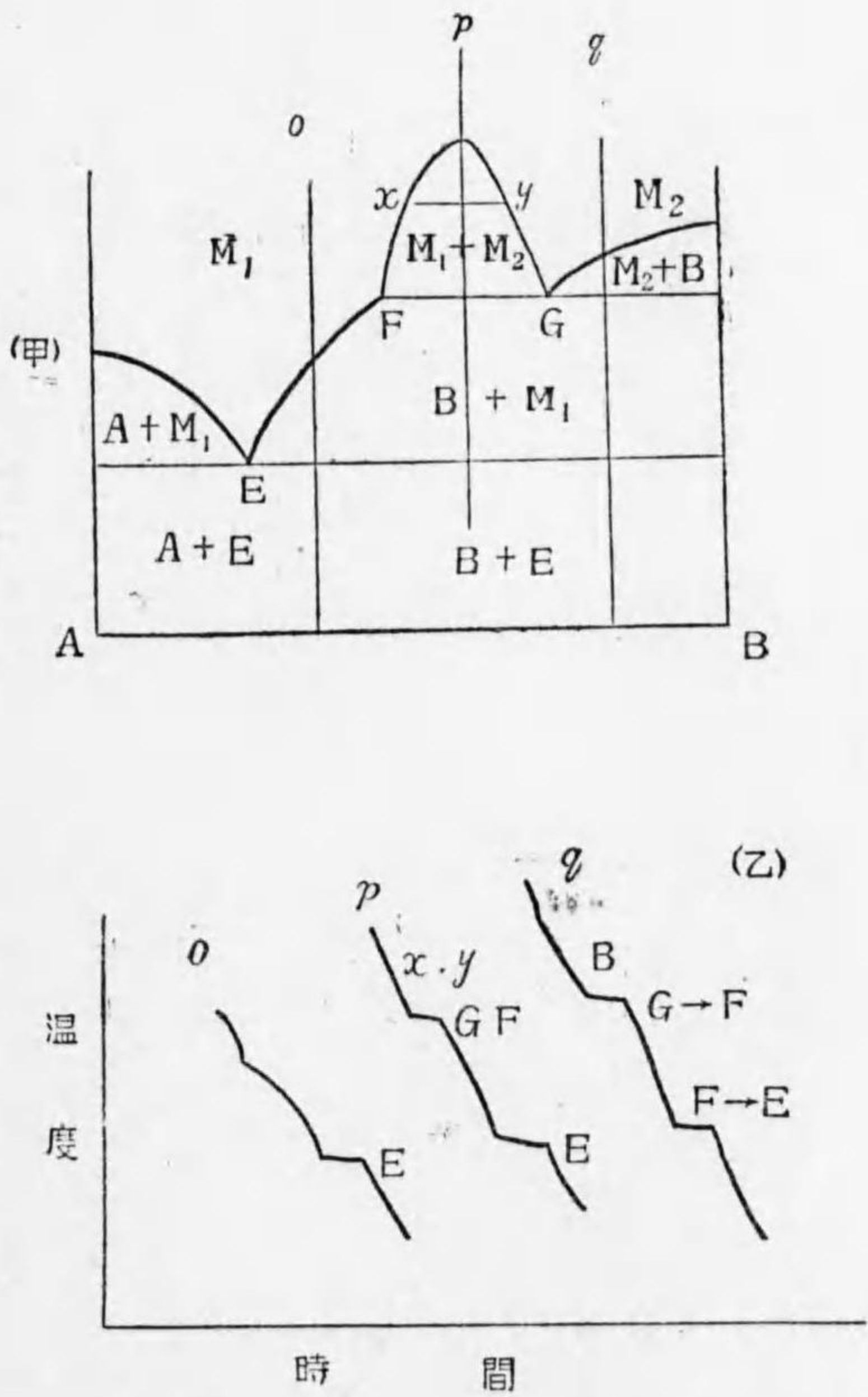
a 二物質は固液兩體であつて一部分は溶解する、而して有限溶體 (limited miscibility beschränkter Mische)



第44圖 甲、ローゼホーム第五式 乙、同上冷却曲線

Miscibility) を示し、その結果二つの液相が共存することになる。但しこの場合には共融點を有することもあり、亦ないこともある、第45圖は共融點を有する一例である。爰に M.M. は熔融状態を示したもので、亦 X.Y. や E.G. は何れも互に融合しない異なる成分を表はす、即固溶體として B が A に

溶解する割合、或は A が B に溶解する割合は何れも温度によつて著しい差異を示すものである。この例に属するものは Cu_2S-Cu , $FeS-Fe$, $Pb-Zn$, $Cu-pb$, $Ni-pb$, $Ag-Ni$, $Zn-Bi$ 等である。
b 固溶體であつて互に解け合はない場合



第 45 圖 甲、有限溶體の場合 乙、同上冷却曲線

温度の昇降に應じて何等の融合をなさい場合でこの例は餘り知られてゐない。
二、二物質が一つ又はより多くの化合物を作る場合。
1 二物質が如何なる割合でも混合するのであるが、その途中一定の化合物を作る、而

して該化合物は附近の成分の中で最も高い融解點を有してゐるものである。

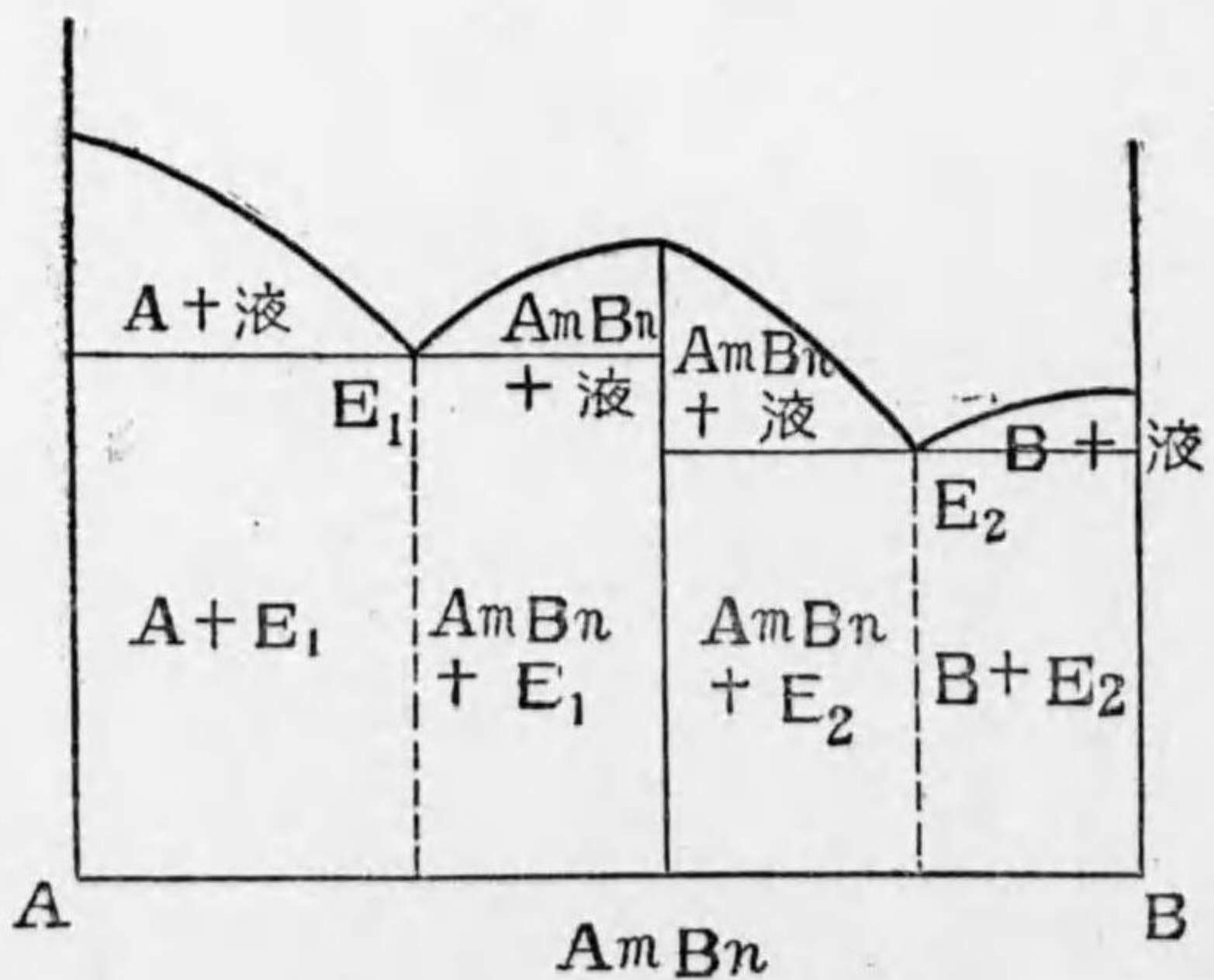
第 46 圖で示す様に $(AmBn)$ なる化合物が生ずるのである、この例には $Cu-Sb$, $Al-An$, $Mg-S$, $Mg-Sn$ 等があるが、鑛物としては $SiO_2-Al_2O_3$ なる成分でその中間に矽纖石 (sillimanite Sillimanit) 陶土 (kaolinite kaolin) の生ずる場合や、 $CaSiO_3-MgSiO_3$ の中間に透輝石の生ずるが如き例である。

2 化合物のなす高い融解點が表はれずして一部分隠れてゐることがある。

第 47 圖に於て $(AmBn)$ は D の處に相接し表面に表はれて來なす、O は $A(m-x)+Bn$ の成分に相當するものである。但し x は $AmBn$ の中 A に若干缺乏してゐることを示す、この冷却曲線を求むれば、下圖で示すことが出来る、この例に入るものは (角閃石輝石磁鐵鑛) (柘榴石灰長石橄欖石) 等の外に可成多し。

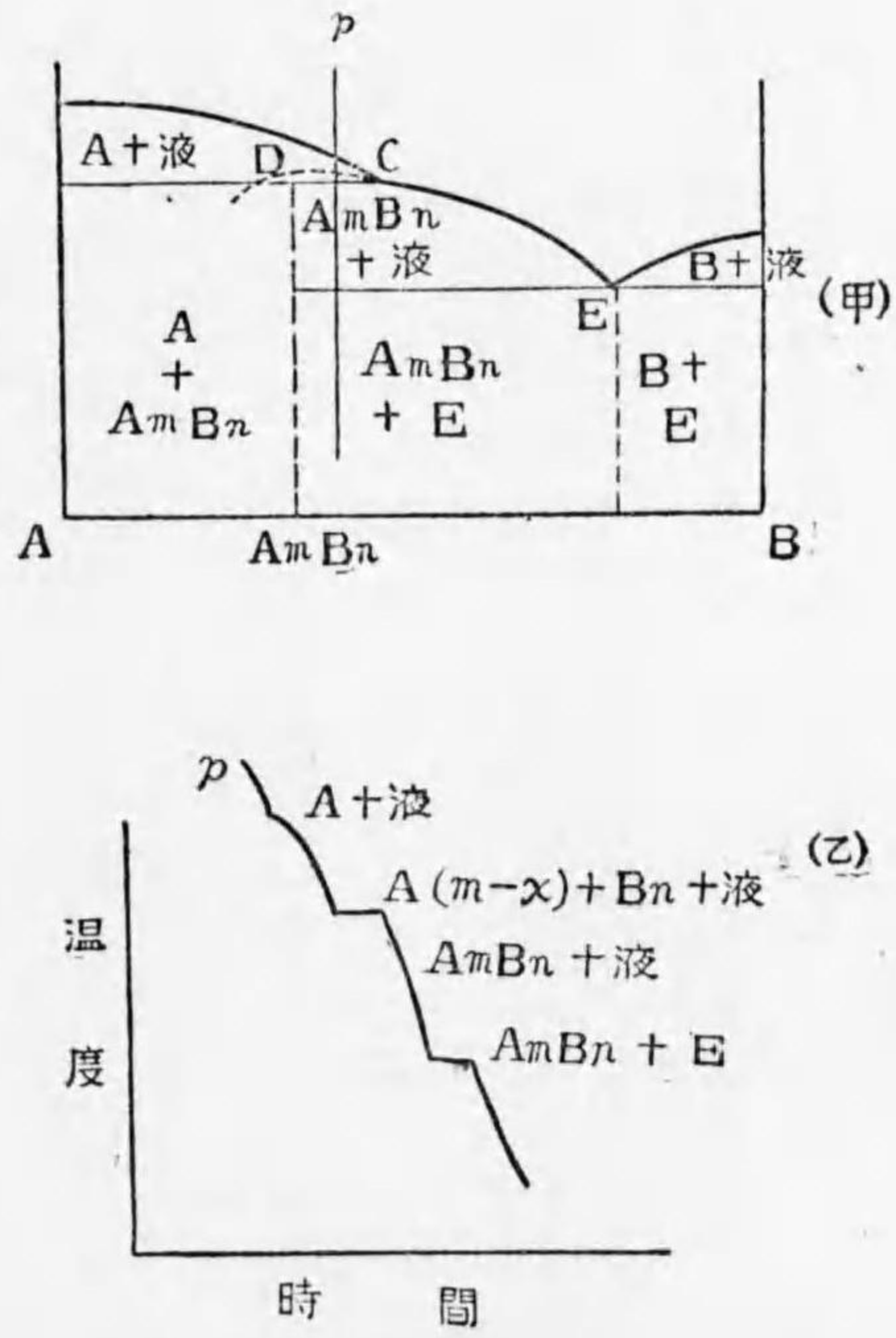
三 三成分系 (ternary system Dreistoffsysteme)

三成分の場合は三角坐標によつて相互の關係を究めるのであるが、その成分を表はす方法に二種ある、その中最も普通に用ゐられてゐるものはロゼボーム式である。第 48 圖に於て 1 は如何なる成分を

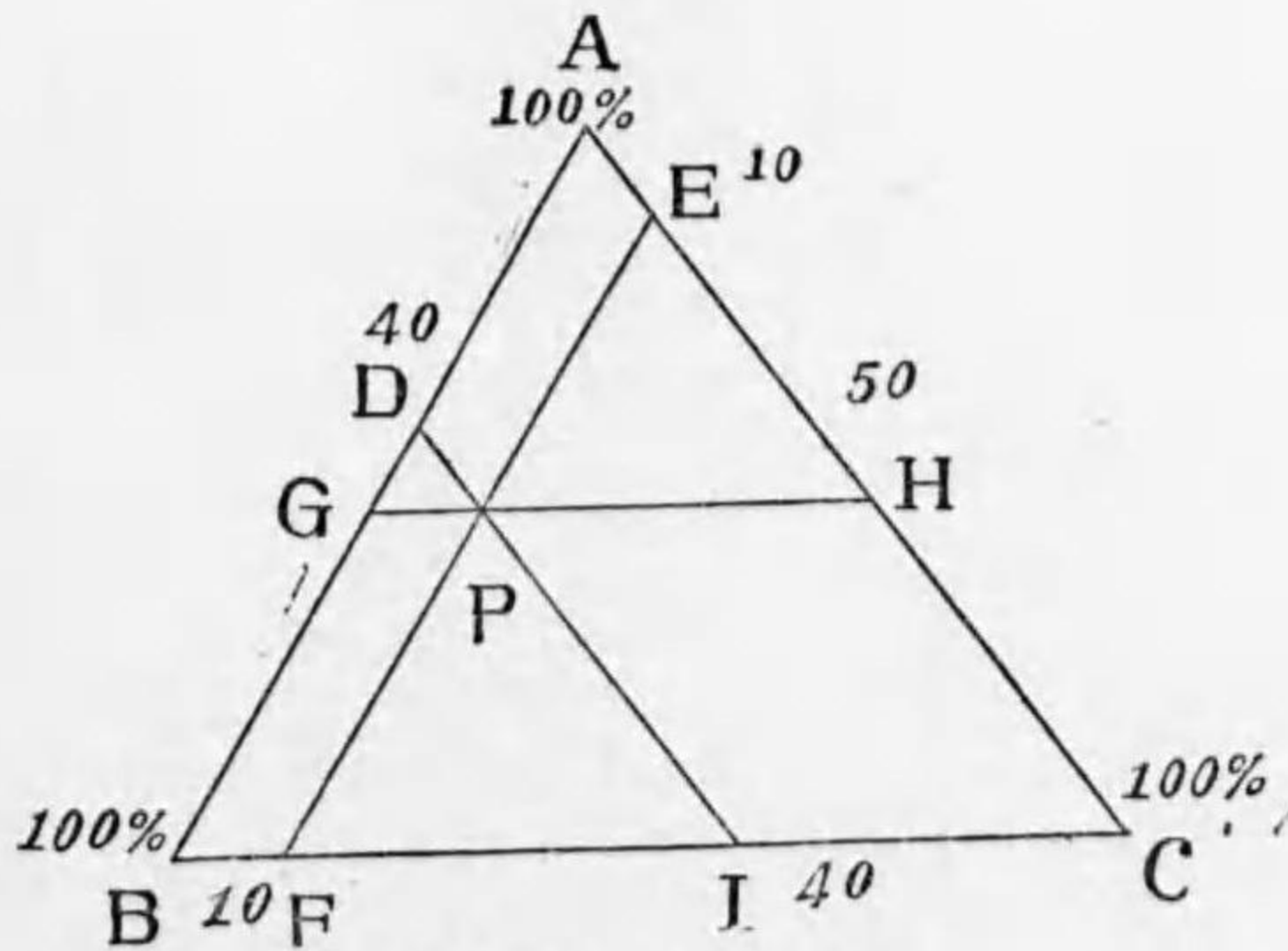


第 48 圖 化合物をなす場合

有するものであるかを見るには、 Γ を通り各邊に平行線を求めて決定するのである。即ち Δ の成分に對してはGH線の位置を以て決定する即ち50%に當り、



第47圖 甲、化合物の熔點點が隠れる場合 乙、同上冷却曲線

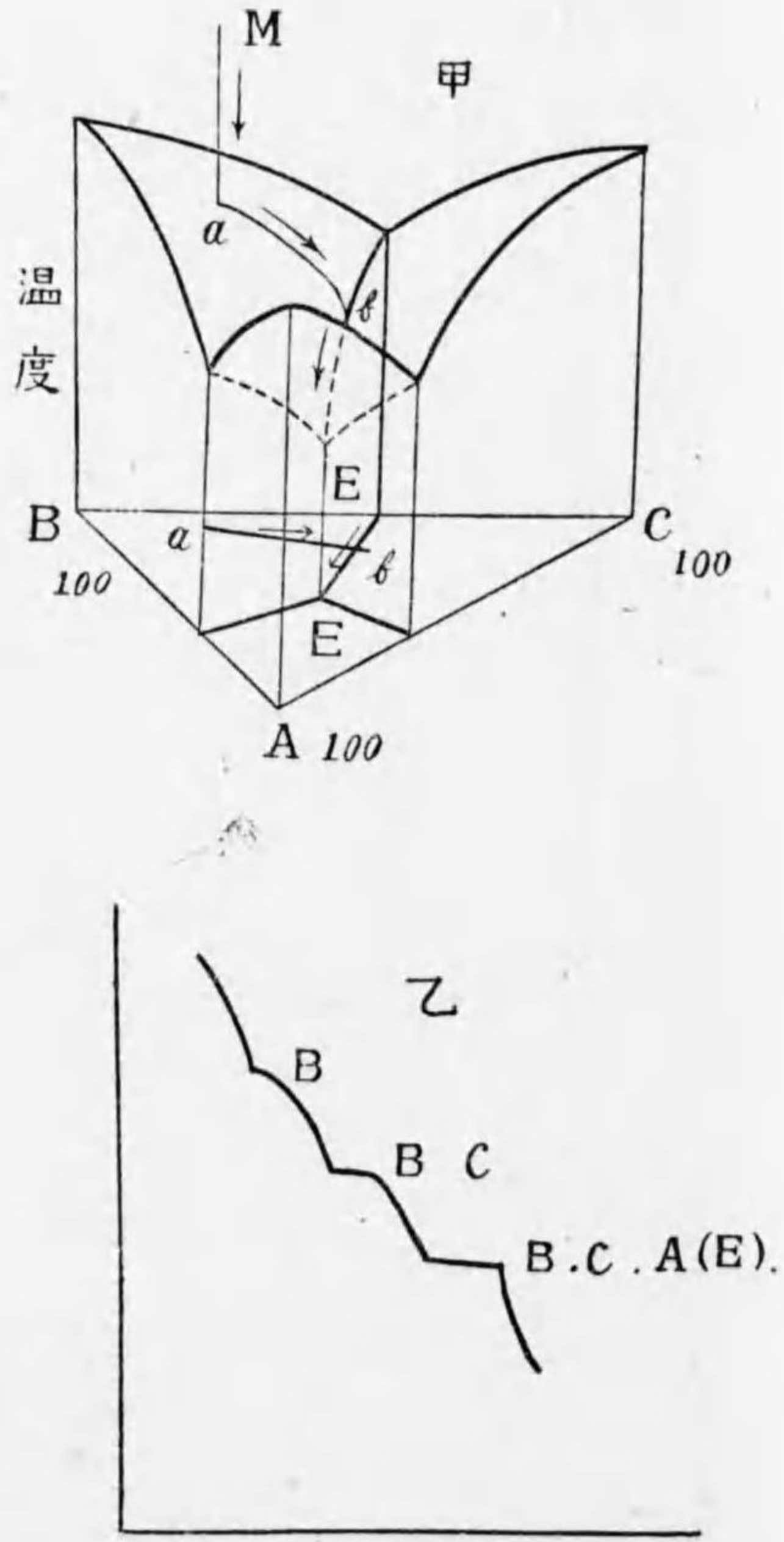


第48圖 三角坐標

Bの成分はDIであつて40%を、

CはEにて10%を以て表はすのである。他はギブス式と云ひ各項點より垂線を下すのである。

加ふるに温度を示す必要上、直立に坐標を取りこれを第49圖で示す。圖はABCなる三物質が各共



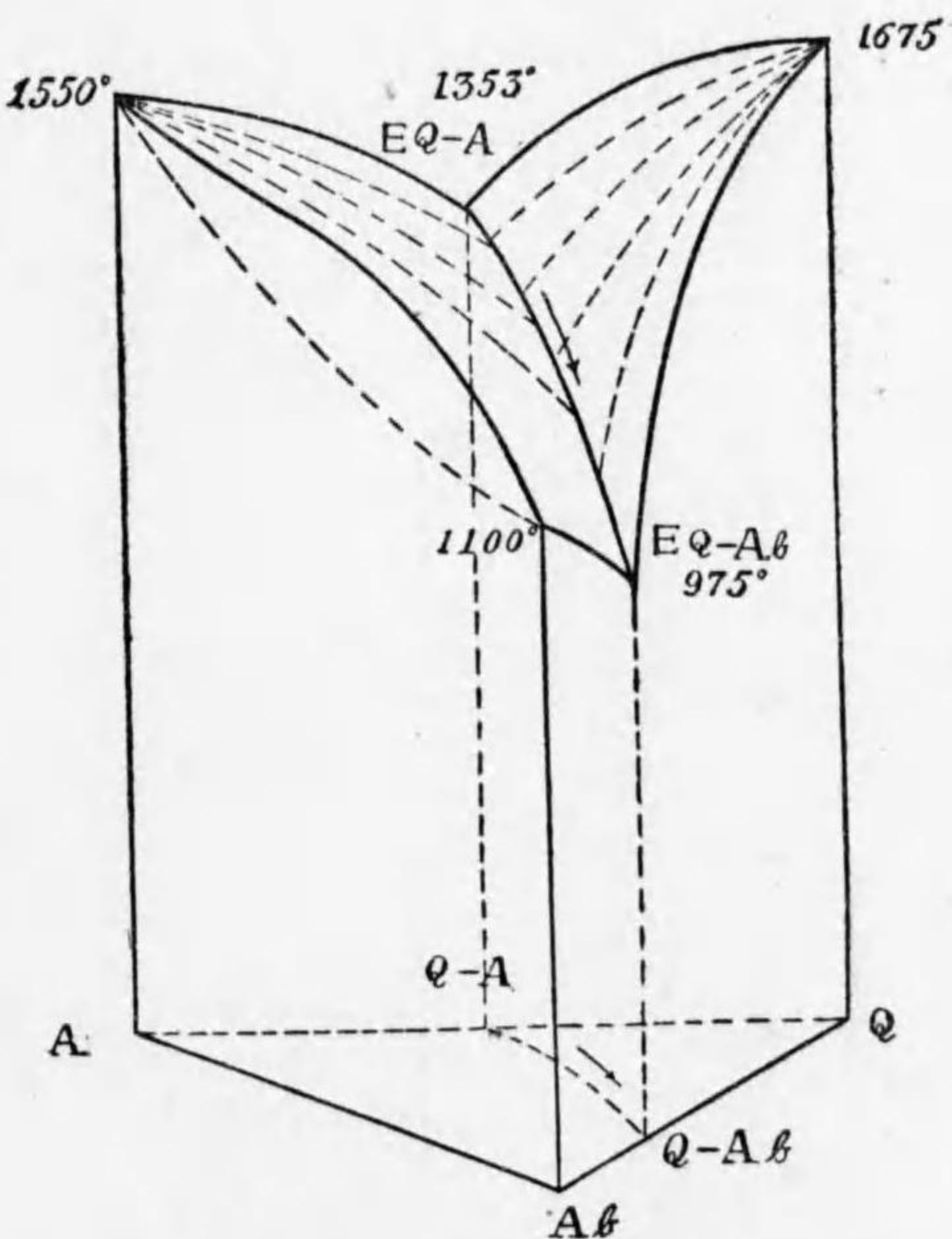
第49圖 甲、共融點を有する三成分系 乙、同上冷却曲線

融點を有することを示したものでこれは三成分系中最も簡單なる場合である。先づ Γ から Γ に冷却すれば Γ の結晶が表はれる、更に Γ に下降すれば Γ が表はれ初め、漸次増大して Γ

點に達すると、ABCの共融混合物を得るに至るのである、即ち Γ は三成分の共融點を示すものである。以上の事柄を冷却曲線で示すことが出来る。E點は最低で三つの共融點を有するものと大に關係することが解る。この例としてはNa-Sr-Cu₂Bi- Pb-Sr , 特殊銅等を擧げることが出来る。

この立體圖形は等温線 (isothermal line Isothermal line) を表はすことが出来るこれはある温度を示す水平面で、前記共融點をなす彎曲面を横切ると、其處に生ずる曲線を云ふのである。

猶この外三成分系では二成分系に於て説明した曲線が、種々なる状態の元に結合して各種の融點圖を示すに至るものである、その一例としてはシュライネマーケル (Schreinemaker) の實驗の結果を擧



第 50 圖 灰長石、灰曹長石、石英の三成分

げると、第50圖に示す様に灰長石、灰曹長石、石英の三成分から共融物を得る、而して灰長石と灰曹長石との間に特に固溶體を作るのである。この例に屬するものは透輝石—灰長石—灰曹長石であつて亦全部共融點をなすの例は透輝石石英灰長石である。

以上述べ來つた實驗は單に相則の實驗であつて岩漿でないことは云ふまでもない、天然はしかく簡單なものでは

ない實驗にはその装置上高壓を使用することが出來ないので、壓力と溫度とによる結果が得られないこれ自然と大なる逕庭のある處である。實驗上壓力と融點との關係に就てはホーグトは餘り大なる影響がない100氣壓に對して0.5°C位であると、併し茲に一般の法則としてトムソン、ブンゼン説

(Thomson-Bunsen's theory Thomson-Bunsen's law Gesetz) があるこれに據ると壓力に影響して融點の變化する關係は次式によつて與へられると云ふ、

$$\frac{dt}{dp} = \frac{Vf - Vkt}{R}$$

茲に T = 融點 P = 壓力

Vf = 溶液状態にある容積 Vkt = 結晶状態の容積

R = 熱 量

壓力が上昇すれば融點も昇昇する、上式の價が正なるために Vf - Vkt が正たることを要する、而して壓力が増して來ればタンマン (Tammann) の實驗によつて知られてゐる様に Vf - Vkt の差は減じて零點に近づくこと云ふ。

練習問題

- 1 共融物とは如何なるものなるか例を擧げて説明せよ。
- 2 岩漿分體とは如何。
- 3 類質雜體 (isomorphous mixture) 一例を擧げて、その語を説明せよ。
- 4 冷却しつゝある岩漿に於て固溶體の成生の影響を論ぜよ。
- 5 岩漿分化の現象を説明し其原因を論ぜよ。

第十二章 火山

一、熔岩管の構造
 二、何れが噴出の直接原因か
 1 火山噴出の原因

火山 (Volcanism, Vulcanismus) の現象は地下深所に存在する熔體が地表に迄上昇噴出したるものであるが、その噴出の直接原因たるものは古來から幾多の異説がある。併し大體に於て次の二大別になすことが出来る。

一、内力による場合

これは主として内力の影響によつて噴出する。

1 フンボルトの説 (Humboldt's Hypothesis) これは最も古くから考案せられたる説であるが、地球内部の熔融帯から弱所を破壊して、直接噴出するといふのである。この説の論據は薄弱である、即火山噴出に週期を表はしたり、或は休止するといふ様な各種の異變を説明することが出来ないから餘り顧みられない。

2 殘留岩漿 (Residual magma, Restmagma) スチーベル (Stibbel) 等の提唱したる説である、地殻中に熔融部分があつて、これはより深所の岩漿から上昇分離したるものであるが、これが地表に噴出するといふ、而して時には火山噴出後の殘留岩漿ともなり、或は最初から獨立したる分離岩漿ともなるのである。要するに地下深所の大なる熔融體から分離したる小熔融帯の一部が、地殻の弱所を突破して地表に熔岩を奔出せしめたといふに外ならない。

この説は火山噴出に永續するもの、休止するものに對する考案や、火山噴出に大小あることを説明するに、極めて便宜なる立脚點を持つて居る。然しこの説の論難とする所は比較的近距离に於て、火山の性質の異なる噴出物をなす場合に、聊か説明に明解を缺くといふのである。即ハワイの様な數千尺の高臺にある場所で、後節に述べる様な性質の異なる熔岩が流出するが如きに至つては、本説のみでは所論が周密徹底したものとは云ひ得ないといふのである。然し本説には猶後援者があつて、斯様な論駁者に對して岩漿分化の意を含ましめて、何等支障ないことを布衍してゐる。

二、誘發による場合

一部分又は全く外力の影響を受けて噴出するといふのである。

1 ドーブレの説 (Daubrece's Hypothesis, Daubrece's hen Hypothese) 地表の水や瓦斯が岩石の空隙裂隙を通じて深所に滲入し、蒸氣となつて岩漿と合體するといふのである、この時發生する蒸氣張力の

影響を受けて火山は容易に該裂罅を破つて噴出するに至るのである。殊に海底では水分に豊富なるために、一層影響する處大であるから、更に多くの火山噴出を見るのである、即海底火山の多くはこの理によるといふ。

この説は水蒸氣が火山噴出物の中で、最も多くの分量を占めてゐるものと信じたることから發してゐる、過信したる傾きがあるが實際岩漿中には水蒸氣を過多に抱擁してゐるものである。

2 局部液化 (Local liquefaction or *flüchtige Verflüssigung*) 壓力の影響によつて生ずる局部的液化である、即壓力が急激に増減することによつて岩石が熔解する、例へば斷層浸蝕褶曲等の影響による壓力や、海底に沈澱物の疊積することによつて生ずる壓力等である。

以上を總括して竊かに思ふに、火山の噴出は地球の收縮によつて生ずる不斷の壓力、これが熔岩を噴出せしめる原動力となり猶地殼の變化は弱所を不均等に惹起せしめる結果、斷層褶曲を誘致し以て分漿の一部なる熔岩の噴出を容易ならしめる。地殼の弱所それは裂罅であつてこの大小は火山活動の強弱に影響する、世界の有名なる火山は多くは大裂線に沿うて上昇したものである、即 Vesuvius, Etna, Mauna Loa, Krakatoa 日本の富士山、阿蘇山等はこの例に漏れない。

火山活動が近づくとき普通地鳴、地震を伴ふものであるが若し噴出口を異にするものなるか又は永年休止の状態にあればその程度は一段強烈である。

2 火山噴出物

火山の噴出物 (volcanic products *vulkanische Produkte*) にはこれを次の三種に分つことが出来る。

一、水蒸氣其他の瓦斯 (water vapors & gases *Wasserdämpfe und Gase*)

水蒸氣は噴出瓦斯の中で最も多い、フーケ (Fourcade) の計算によると Etna 火山では百日間、460,000,000ガロンの噴出があつたことを報じてゐる。其他の瓦斯で多量ものは H_2 , Cl_2 , HCl , HF , SO_2 , H_2S , HBO_3 , N_2 , CO_2 等である。此等の瓦斯は温度の高低によつて成分の變化、量の増減、涌沸の持續程度等に差異を來たすものである。

二、岩屑 (fragmental materials *klasmatische Produkte*)

噴出物はその形状や大きさによつて區別してゐる。

火山彈 (bomb *Bomben*) 林檎大以上の大きさがあつて、中央は脹れて兩端は細くなつてゐる、兩端の中央の方は噴出の際の先端であつて、細い方は後部であることを示し多くは振れてゐる、これは噴出の半ば瓦斯の壓力によつて廻轉しつゝ運動を續けるからである。火山彈には屢胡桃松毬等に似たる形を帯びたるものがある、松毬の如きは外面が玻璃質物で被はれて居つて、これが急に冷却すると表面に

龜裂が生ずるからである。

火山礫 (Lapilli Lapilli) 栗大のものを云ふ。

火山砂 (sand Sande) 豆大から砂に至る大まで普通海濱砂位のもの。

火山灰 (volcanic ash Aschen) 砂大以下の大きさのもの。

火山塵 (volcanic dust Staub) 空中に撒布状態にある極めて細微のもの。

火山岩屑の中火山灰が固結したるものはこれを凝灰岩 (Tuff Tuffe) と云ひ、これが水中で固まり層状をなせば層灰岩 (tuffe Tuffit) と呼んでゐる。亦火山礫岩 (volcanic conglomerate vulkanis he Konglomerat) は凝灰岩中に大小不同の岩屑を混じてゐるものに對して特に名稱してゐる。

三、熔岩 (Lava Lava)

熔融物が急激に噴出するに當り、空氣に接觸して瓦斯が發散する結果粗鬆多孔質となりたるものである。その成分は Al, Fe, Mg, Ca, Na, K 等の硅酸物であるが、含有物の性質によつて熔岩に著しく變異を示すものである。例へば SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O を主成分とするものには、これを硅長質 (felsitic Felsitis he) と云ひアルカリ長石に富み粘着性で色は常に白色又は灰色を帯びてゐる。

亦 CaO , Fe_2O_3 (若くは FeO) MgO を主成分とする時にはこれを玄武岩質 (basaltic Basaltis he) と稱してゐる、これは石灰アルカリ長石に富んで、色は黒色を呈し流動性が強い。

熔岩が火山灰、礫、塵等と共に雜然混濁して膠結したるものを集塊岩 (agglomerate Agglomerat) と云ふ。

熔岩の温度はその性質により高低はあるが餘り高くはない、1901年に噴出したるストロンボリの熔岩は黄色を帯びたものであつて 1100°C 許りを示した、亦ベスブ火山では1904年に噴出したときの測定では 984°C 以下であつたと云ふ。

3 火山活動の種類

古くから知られてゐる火山活動の種類を挙げると、

一、活動期 (active Phase tätige Phase)

1 爆發火山 (explosion type explosion Typus) この種の火山は獨逸ライン河 (Rhein) の西部アイフェル地方 (Eifel) の Maar を代表的に擧げることが出来る。一種の火口湖であつて、圓形をなし周壁は險崖且深遠である、多くは清澄なる水を湛へてゐる。別に圓錐を作るといふ事もなければ熔岩流もない、たゞ火山礫で僅に周圍の岩壁をなしてゐるに過ぎない。

2 ペレー火山式 (Pelée type pel ische Typus) 佛領マルチニク島 (Martinique) のペレー火山は從來休火山であつたが、1902年5月に突然活動した、それがためにその附近の繁華なるピエール市

(St. Pierre) は破壊せられて三萬人の死者を出すに至つたと傳へられてゐる。この種の火山では岩末や瓦斯のみ放出するのであるが、爰に特記することは極めて粘着性の強い熔岩柱を火口に聳立せしめたことである。

猶この種に屬する火山でクラカトー (Krakatau スマトラとジャバとの間に位置する) は二百年間休火山であつたものが、1883年に突然噴出した。この際瓦斯、噴出物(熔岩のなき)を盛んに放散して、爰に三つの大なる島嶼と、多數の群島を簇立せしめた而して當時は西風に煽られて灰は西南方に2500基米の遠方へ擴がつたと云ふ。

3 所謂火山式 (volcano type vulcanische Typus) 伊太利シシリ島の北部ボルカノー (Vulcano) を標式としてゐる、爆裂的の最も猛烈なる火山で、瓦斯、破砕物を夥しく擲出せしめるのである、亦時には熔岩流もある。Etna, Vesuv は共にこの例に屬する、日本では明治二十一年の磐梯山、大正三年の櫻島の熔出は矢張りこの種に似たるものであらうと云ふ。

爰に爆發の原因となるものは、岩漿中に含まれたる瓦斯張力が、火山の噴出口に沿うて上昇するとき外壓よりも大なる場合に爆音を發するものである。而して該張力が外壓と同一程度に迄低下した時に止む。然しブラン (Brun) の實驗から熔岩が上騰するとき地下の通路に當る周壁を突然熱することになり、其處に不斷から含蓄してゐる瓦斯が膨脹して爆發するに至ることを確められた。

4 ストロンボリー火山式 (Stromboli type strombolische Typus) 伊太利シシリ島の北部エオリアン島 (Aeolian Island) に所在し、一分時から二十分時の間歇週期で噴出する、而して光輝ある火花を散らすので、地中海の燈臺と稱せられてゐる。

5 ハワイ式 (Hawaii type hawaii'sche Typus) 極めて靜隱なる火山である専ら熔岩流のみをなすもので、それにはハワイを以て標式としてゐる、併し瓦斯の迸出することは性質上已むを得ない、熔岩が多量に噴出すると却て瓦斯の分量が減少する、これは多分噴岩の上昇に消費せられるのであらうと云ふ。ハワイ島は一般に高臺地で Mt. Hualalai (8,300'), Mauna Loa (13,700') は共に活火山であるが高い方で有名である。是等は長さ五十哩に亘つて熔岩流をなしてゐる、Mauna Loa の東側に Kilaua (4,000') がある。

日本ではこの種に屬する火山としては伊豆大島の三原山を擧げることが出来る。

6 海底火山 (submarine eruption submarine Eruptionen) 海底火山といふものは火山の噴出が陸地に起るのでなくして、海中の場合に稱するのである。太平洋中の多くの島嶼はこの種に屬する、亦陸地附近に噴出して陸續きをなすこともある。この火山は夥しく噴出物を放出して海面上に岩體を露出するか、又は噴出に當つて火山灰水蒸氣其他の噴出物を、海面上に揚げること等によつてその存在を認めることが出来るのである。

火山島は永年風化浸蝕作用を受けて、爰に生じたる沈澱物を島の周圍に堆積せしめて、爲めに陸地の面積が増大する、この種の例は沖繩列島にある。若し海底火山が噴出するに當り餘りに微弱であつて海上僅かに露出する程度のものであれば、矢張り浸蝕せられて海中に没するに至ることがある。明治三十七年十一月に南硫黄島の東北約三哩の海中で、高さ480'の火山島が生じたことがある、其後風浪の爲めに破壊没落したが、大正三年一月更に火山のために再び海上に曝出するに至つた、更に翌年風浪のために消滅し今日に及んでゐる。

其外日本では海底火山の例は可成ある、千島列島伊豆大島八丈島澎湖島等である、櫻島は陸地に接近した矢張り海底火山と見ることが出来る。

二、死滅期 (extinct phase erloschene Phase)

これは歴史的に噴出したこともあるが、永年閉塞して今日では、浸蝕作用のために破壊することの大なるものである。本火山と活火山との間に屬して、一時休止状態にあるものがある、これを熄火山 (dormant volcanos ruhende Vulkanen) と云うてゐる。

4 火山の分類 (シュナイダーの分類)

シュナイダー (Schneider) は火山の噴出したる岩石瓦斯の性質、噴出の状態、山形等から次の七種

の分類を企てた。

1 **ペリオニート** (pedionite Pelioniten) これはデツカン式 (印度の Deccan) と云ひ極めて緩なる臺地をなし、傾斜は殆ど一度位で廣く分布してゐる。岩質は玄武岩であつてその噴出は白堊紀の中部から第三紀の初期であると云ふ蒙古高原地方咸鏡北道の玄武岩地方屋島等はこれに屬する。

2 **アスピート** (aspite Aspitien) 非常に流れ易い熔岩によつて生じたるもので岩質は玄武岩が多いアイスランドに標式的ものがあるがこれには次の二種類がある。

a **ゾングー式楯状火山** (shield volcano o' Dyingiu type Shiltoukerno vom Dyingiu Typus)

アイスランドに存在する楯状の火山であるがこれはレック (Reck) によつて名稱せられた。中央に火口があつて四方に軽く傾斜しその内壁は急斜して階段状に下つてゐる。爆發的噴出物には全く缺如し殆ど熔岩から成つて、比較的廣い面積に亘つて居り山の高さは 1200 米もある。

b **ハワイ式楯状火山** (shield volcano of Hawaiitype Shiltoukerno vom Hawaiitypus)

全部熔岩から成り流動し易く多少傾斜はあるも六度以上には達してゐない、ハワイのマウナロア、マウナケア、キラウエア、等はこれである。

3 **トロイド** (tholoide Tholoide) 可成粘着性の熔岩から成り傾斜も大で三十五度を越えることもある、全形ドーム形をなしてゐる佛國のピュイ、ミッセル山、日本の駒岳双子山はこの部類に屬する。

4 **ペロニート** (volcano plug *Belonite*) ペレー式 これはトロイドよりも更に粘着性であつて爲めに針狀の觀があるペレーを標式としデツカンにもあると云ふ。

5 **コニード** (volcanic cone *Konile*) 圓錐形をなし火口は面積小であるために全形は漏斗狀をなしてゐる、日本の富士山は標式的のものであるが一般に太平洋、東部亞細亞の地方にこの種のものが多い。

6 **ホマート** (homate *Homatzen*) 圓錐形火山の中腹から上部を截り取つた残りの形に類してゐる、高さは僅かであつて碎屑物と熔岩との互層から成るペルーデヤール島 (Hverfall island) 我邦では赤城山これに屬する。

7 **マイル** (maar *Maare*) これは曾て一回火山の噴出があつた許りて恰も岩頸の狀をなしてゐる (一六九頁参照)。

5 火山活動の餘發

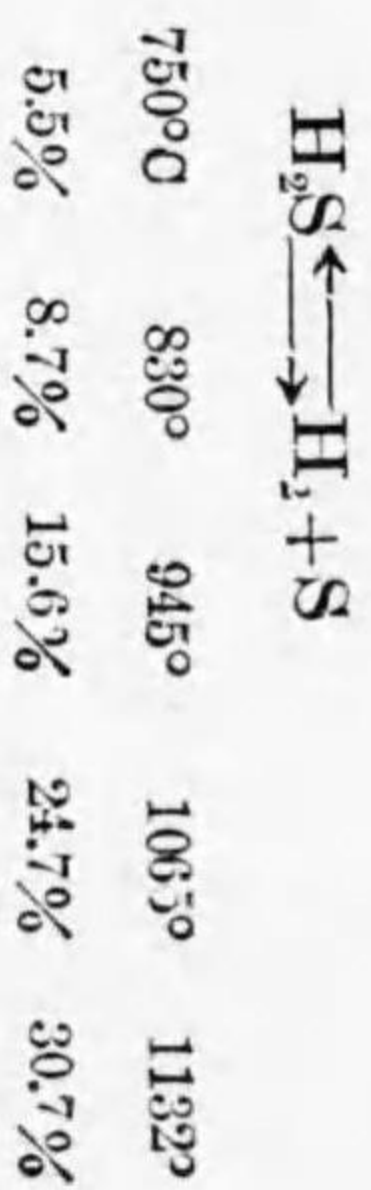
火山活動に伴うて發生する瓦斯は噴出の勢力に減退を來すも、猶諸種の瓦斯を發生するものである。其の瓦斯の性質によつて次の如く分類してゐる。

一、硫氣孔 (solfatarum *Solfatarum*)

湧出溫度は 200°C 以下であつて、水蒸氣と共に硫化水素亞硫酸瓦斯鹽酸の瓦斯等を噴出する。硫黄岳九重山那須岳等にはこの種に屬する硫黄を採掘してゐる、日本、伊太利には斯様な硫黄を産出するので世界で名高き。

豊後大船山の噴氣孔は殺生石と稱して、微小なる動物の斃死する處がある、これは亞硫酸瓦斯の外に他に有毒瓦斯が逸出するのであらうと云はれてゐる。

硫化水素 (H_2S) は 1300°C 迄は比較的安定である、併し溫度の上昇によつて幾分次の様な解離が行はれる、



二、蒸氣孔 (fumarole *Fumarolen*)

主として水蒸氣を噴出せしめるのであるが、若し噴出溫度が約 300°C 迄なれば、これを特に乾性蒸氣孔 (dry fumarolas *trocker Fumarolen*) と稱する。蒸氣孔は溫度の高低によつて含有瓦斯の狀況を異にするものである。

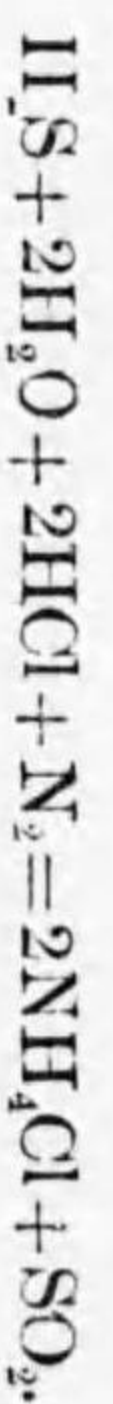
1 鹽類で岩漿中にある $NaCl$ の如きは 926°C に至ると夥しく氣化する、亦 $FeCl_3$ は 1000°C 位

てそれが行はれる。鹽素瓦斯は高温でも安定である、亦鹽酸も高温でなければ解離しない。斯様に噴出に當り解離した鹽類を伴ふ時には**鹽類蒸氣孔** (salt fumaroles *Salzfumarolen*) といふ。

2 酸類は鹽酸、亞硫酸等を主としてゐる、400°Cから500°C位迄を往來し、これを**酸性蒸氣孔** (acid fumaroles *säure Fumarolen*) と呼んでゐる。

3 アルカリ性蒸氣孔 (alkali fumaroles *alkalische Fumarolen*)

これは NH_4Cl , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, CO_2 等々、その中 NH_4Cl は 350°C~100°C の間に存在する、而してこれは次の様にして出来るのである。



4 水蒸氣孔 (water vapor fumarol s *Wasserdampf fumarolen*)

これは普通の水蒸氣で、温度は餘程遞減しても存在する、亦時には殆ど純粹に近い水蒸氣を出すことがある。

三、**炭酸孔** (mofettes *Mofetten*)

これは CO_2 , N_2 , O_2 の様な瓦斯が餘程温度の低下したる場合に生ずるので、外氣とは餘り異ならぬ程度の温度である。その中炭酸瓦斯の如き比較的重い有毒瓦斯は洞窟に濃集し、爲めに動物の窒息を招くことがある、昔から鳥地獄と呼んでゐるはこれで、三瓶山(中國)立山(越中)は知られてゐる。

然しこの瓦斯が水に解ける場合には炭酸水となり、却つて病を醫することが出来るから、動物が諸所から蟻集し來るものである。

四、**泥火山** (mud volcanoes *Schlammvulkane*)

一種の火山作用であるが、泥土を圓錐に盛上げて小丘を作るのである。丘の高さは數尺から 100' に至るものがある、その噴出に當つては平靜なることもあるが、亦爆發性を帯びることもある。生成後、時日の経過と共に、多くは浸蝕破壊してその形を認めることが出來難くなる。この種の火山で有名なるはコロラド荒野 (Colorado desert) 黃公園 (Yellowstone park) Caspian sea, Baku 等である、日本では曾て臺灣高雄滾水坪其他でこの種の火山が噴出したことがある。

五、**間歇泉** (geysers *Geysire*)

六、**溫泉** (hot spring *heisse Quellen*)

共に既に述べた處であるから省略する。

練習問題

- 1 火山の餘發作用を記せ。
- 2 火山の噴出物につき知る所を記せ。

第十三章 火成岩の現出状態の分類

火成岩の現出状態 (mode of occurrence *durchgreifende Lagerung*) は火成岩が凝固する當時の位置形状大小及び附近の岩石との關係上から種々に分類名稱せられてゐる。

甲、貫入 (*intrusive Intrusion*)

一、整層貫入 (*concordant injections Lagergänge*)

1 岩床 (*intrusive sheets Intrusionlagergänge*)

1 岩床 (*Sill Sill*)

a 単成 (*simple sill einfache Sill*)

b 複成 (*multiple sill vielfache Sill*)

c 合成 (*composite sill Kompositillsill*)

2 挾在 (*interformational sheets Diskordanzlagergänge*)

2¹ 餅磐 (*laccoliths Lakkolith*)

1 単成 (*simple laccoliths einfache Lakkolith*)

2 複成 (*multiple laccoliths vielfache Lakkolith*)

3 合成 (*composite laccoliths Kompositlakkolith*)

4 鞍狀 (*phacolith Phakolith*)

二、非整層貫入 (*discordant injection Diskordanzintrusion*)

1 岩脈 (*dyke Gänge*)

2 迸出岩脈 (*intrusive vein Eruptrader*)

3 岩枝 (*apophyses or tongue Apophysen*)

4 岩管 (*pipe Schlotgänge oder Steigänge*)

5 岩栓 (*bysmaliths Bysmalith*)

6 岩型 (*chonoliths Chonolithe*)

7 岩扇 (*ethmoliths Ethmolithe*)

8 底磐 (*Batholiths Batholithe*)

9 岩株 (*stock Stock*)

乙、流出 (*extrusion Extrusionen*)

- 1 火山岩頸 (volcanic necks vulkanische Necks oder Schote)
- 2 火山鐘 (volcanic plugs or dome vulkanische Dome oder Quellkuppe)
- 3 熔岩流 (Lava flow Lavafontänen)
 - 1 パホー式 (Pahoehoe type)
 - 2 アー式 (aa type)
- 4 裂罅噴出 (fissure eruption Spaltenruptionen)
- 5 圓錐火山 (volcanic cone Vulkankegel)
 - 1 噴石丘 (cinder cone Zinderkegel)
 - 2 熔岩丘 (Lava cone Lavakegel)
 - 3 混成丘 (composite cone Kompositkegel)
 - 4 泥丘 (mud cone Schlammkegel)

1 貫入

貫入とは火成岩が單に岩石の裂罅に迸出したるものであるがこれに關して數多の名稱がある。

一、整層貫入

整層面に沿うて横はるものである。

1 岩床 水成岩の層面に正規に挾まれたるものでその厚さの點に於ては、顯微鏡的のものから數百米に達するものがある。

- a 單成岩床 單一のものから成る。
- b 複成岩床 一種類のものが多數相集まつて平行してゐるもの。
- c 合成岩床 二種以上異なつたるものから成る。

挾在 不整合面に沿うて併發したる岩床である。

2 餅磐 この生成状態に就てはギルバート (Gilbert) は次の様に説明してゐる。火成岩は湧發するとき抵抗の最も弱い個所に突入するものである。地層面はこの際すべての方向に等しい抵抗を有してゐるとき火成岩は圓錐形に餘儀なくせられる、而してこれに接する地層もこれに準じて圓錐形をなすのである。その大きに關しては數米から數十基米に互り岩石の種類としては玢岩や斑岩が多い。

- 1 單成餅磐 單一のものであつてこれには對稱的のものと、非對稱的のものとがある。
- 2 複成餅磐 同一種のもものが略平行して存在し若し本體と接近して從屬的關係を示せる場合にはこれを從屬的 (subordinate lac. untergeordneten Lark.) と云うてゐる。
- 3 合成餅磐 二種以上の異なる岩石を構成する餅磐の集まりである (第52圖A. B)。