

01
SE 24

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

始



38067

關 401
SE24



水乃自然之人生

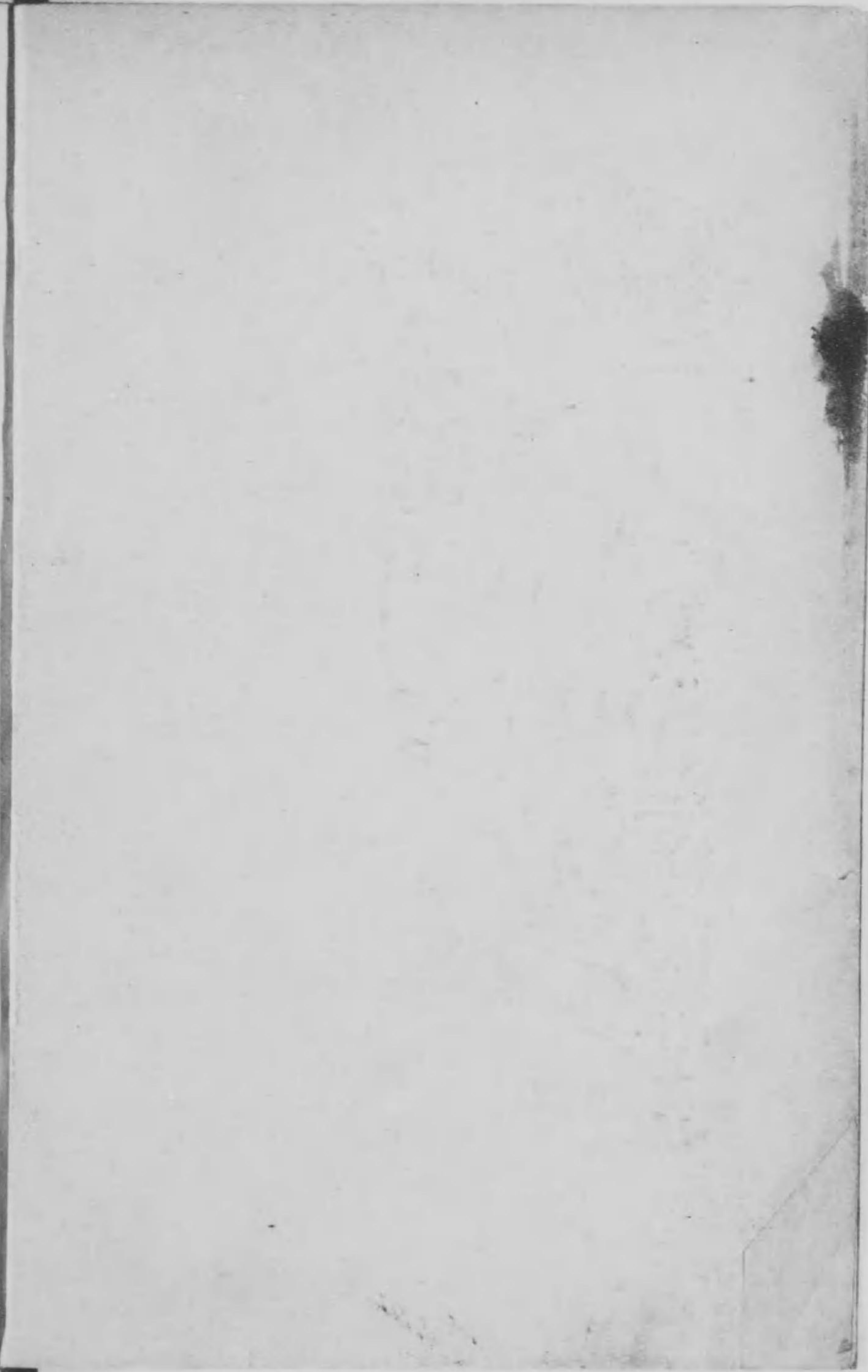
衛 著

東京 活陽堂 版

大正
9. 5. 28
内交



雲霞ふ伴に風陣



小序—本書の出版について

自然科学に關する大體の知識を通俗的に廣く國民一般に紹介することは現今極めて必要なることゝ信ずるので、先づ自然及び人生に最も大なる影響を與ふる所の水、空氣、光熱の諸要素中特に水を資料とし、自然界に於ける其のあらゆる活動、あらゆる變幻の梗概を一冊に纏めたのが本書であつて、余の先に公けにしたる拙著「天候と人生」の姉妹篇ともいふべきものである。蓋し宇宙の大法則に順つて液體となり氣體となり、或は固體として終

始やすまず活動しつゝある所の水の諸相は、之を時間的
空間的に考ふれば實に複雑多端なりといふを得べく、隨
つて斯かる小冊子の能く纏め得る所に非ざること著者
の固より期待せる處であるから、篇中或は其處此處に多
少の遺漏もあるであらうと思ふ。たゞ著者の望む所は彼
の文藝復興期の偉人レオナルドが、「事物の知識は其の愛
を生ず、知識益々精しくして愛愈々切なり」といつた意
味に於て、此の書が自然界に於ける水の現象に關する科
學的知識の一端を開發し、自然の愛に至る迄の道標とな

り得れば幸である。本書を著はすに當つては先輩諸學者
の研究に負ふ所が少なくない。殊に海洋學に關する佛國
海軍部の研究の如きは其の最たるものである。茲に附記
して其の學恩に酬ゆる。

大正九年一月

著者識

水の自然と人生 目次

第一章 緒 説.....一

一、水の研究に就て.....一

二、水の化学的性状.....七

三、水の試験に就て.....二四

四、水の物理的性状.....一九

五、物理学上の單位.....二四

六、水の動力に就て.....二七

七、水の循環に就て.....三〇

第二章 地下水の状態.....三四

一、水の滲漏作用.....	三四
二、水脈及び泉源.....	三六
三、降水と泉源.....	四〇
四、地下水量に就て.....	四二
五、地下水と火山活動.....	四五
六、泉水の冷温.....	四七
七、泉水の含有物.....	四九
八、種々の温泉.....	五四
九、間歇温泉.....	五七
一〇、地下水の物理的營力.....	六〇
一一、地下水の化學的營力.....	六二

第三章 河水の作用..... 六九

一、流水の作用.....	六九
二、河水の源.....	七一
三、降水と河流.....	七五
四、分水界に就て.....	七九
五、河の流域.....	八二
六、河流の遅速.....	八四
七、河水の浸蝕作用.....	八七
八、河水の運搬作用.....	九四
九、河水の沈積作用.....	九七

第四章 凍水の作用..... 一〇六

一、氷山の作用.....	一〇六
二、雪野の現象.....	一一〇
三、氷河の生成.....	一一四
四、氷河の分布.....	一二六
五、アルプ山脈の氷河.....	一二九
六、氷河の運搬と堆積.....	一三三
七、氷河の浸蝕作用.....	一三〇
八、ラボック氏の氷河観.....	一三五

第五章 湖沼及び内海

一、湖沼及内海の状態.....	一四一
二、湖水の温度に就て.....	一四六

三、湖沼の成因.....	一四八
四、湖沼の種類.....	一五七
五、地球上に於ける湖の分布.....	一六〇
六、鹹性湖に就て.....	一六五

第六章 海洋の自然

一、海洋の觀念.....	一七〇
二、海洋の成因.....	一七三
三、海洋の廣袤.....	一七五
四、海水の成分.....	一八五
五、海洋の内部.....	一九七
六、海中の生物.....	二〇二

- 七、ラボック氏の海性生物観…………… 二一〇
- 八、大洋の珊瑚島…………… 二二一
- 九、海色及び燐光…………… 二二九
- 一〇、海水の温度…………… 二四一
- 一一、海水の水結…………… 二五四
- 一二、兩極の状態…………… 二六三
- 一三、潮の干満と波浪…………… 二六八
- 一四、世界海上の海流…………… 二八四
- 一五、海洋の要務に就て…………… 三〇〇

第七章 大氣中の水體…………… 三二五

- 一、水の蒸發作用…………… 三二五

- 二、大氣中の濕氣…………… 三二六
- 三、水蒸氣の變化…………… 三三五
- 四、雲に就て…………… 三四一
- 五、霧及び霞…………… 三五九
- 六、雨に就て…………… 三六六
- 七、虹の現象…………… 三七九
- 八、雪に就て…………… 三八二
- 九、雹に就て…………… 三八六
- 一〇、霰に就て…………… 三八九
- 一一、露及び霜…………… 三九三
- 一二、種々の凍水…………… 四〇一
- 一三、大氣中に於ける水の復歸…………… 四〇五

第八章 水と生物との關係……………四〇二

一、水と動物植物及び人類……………四〇二

二、水と植物との關係……………四一〇

甲、濕氣と植物……………四一〇

乙、雨量と植物……………四一七

丙、凍水と植物……………四二二

丁、植物に適要なる降水量……………四二六

戊、水と植物の適應に就て……………四三〇

己、植物體内の水分に就て……………四三七

三、水と人生との關係……………四四一

甲、水と人體及び衛生……………四四一

乙、水浴について……………四四六

丙、流水と人生……………四五二

△ 丁、湖海と人生……………四五六

戊、水と心意生活……………四六〇

第九章 結論—自然界の水觀……………四六五

口 繪 陣風に伴ふ雷雲 (卷 頭)

第一圖 櫻島の破裂 (四四—四五)

第二圖 石灰洞と間歇泉 (五六—五七)

第三圖 南米の分水界 (七八—七九)

第四圖 楊子江の峽流 (八二—八三)

△	第五圖	海既に近し	(八四——八五)
	第六圖	アルプ山中の水河	(一一八——一九)
	第七圖	磐梯山麓の檜原湖	(一四八——四九)
△	第八圖	海洋と人生	(一七〇——七一)
	第九圖	珊瑚礁と海性生物	(二二〇——二二一)
	第十圖	南極の水體	(二五四——二五五)
	第十一圖	北極と南極	(二六二——二六三)
	第十二圖	雲の世界	(三四〇——三四一)
	第十三圖	平原の虹	(三七八——三七九)
	第十四圖	水と風景	(四一〇——四一一)
	第十五圖	埃及の砂漠	(四五二——四五三)
△	第十六圖	沼のほとり	(四六八——四六九)

——(終)——

水の自然と人生

關 衛 著

第一章 緒 説

一、水の研究に就て

自然界に於ける水の科學的研究に關する最初の階段が矢張其の科學的知識の材料となるものを求むること、材料を求むる方法が觀察と實驗とにあることは誰人も承知であらう。そして豫め立てられた目的に従つて爲さるゝ經驗が觀察である以上は、自分が直接に事實を見聞すること以外に、他人の見聞した所を見聞するものも亦た矢張觀察であるに相違ない。處が昔時の傳説に「流水はあらゆる妖術及び巫術

以上のものである」と言つてある程に、吾人の經驗する自然界の水體といふものは實に千變萬化であつて、所謂一滴の水と雖も常に同一の状態を持續するものではない。絶えず變化流動しつゝある。又同じ海洋の水體も是を觀察する吾人の立脚地に依つて異なつた外觀を呈する。遠方から眺むると近くから見るとは同一でない。小舟に乗つて上から見下すのと水底に潜り入つて下から見上ぐるのとは又同一であるまい。故に吾々が地球上に於ける水に就ての科學的知識の材料を得る爲には豫じめ目的を立て、其の目的に従つて是を觀察するに非ざれば何等得る所はない。唯漫然と有の儘の事實に對するのでは科學的價值を有する材料を得ることは出來ない。例へば大空の卷雲や積亂雲については是れを觀察するに、其の形狀、其の色彩、其の變幻等は氣象學上の事實として觀察されるのは勿論であるが、又其の雲の形象が吾人の美感を喚起する所以に就て考ふれば、其の色彩形象は美學上の事實として全く別個の方面から觀察することも出来る。のみならず、觀察するには吾人の

注意力の活動を要するのであるが、注意の活動は元來選擇的性質を有するもので、複雑多端なる現象に於ては注意の向けられた方面のみが明瞭に意識されるのであつて、其の他の方面は不明瞭に意識されるか或は全然意識されないかである。故に吾々が若し雲の色彩に就て特に注意すれば、其の形狀や運動の方向等は比較的に不明瞭である。形狀でも全體の輪廓に注意すれば局部局部の形狀は不明瞭であるといふ結果になる。故に此の點から考ふるも、自然界に於ける水體、殊に變化多き水の現象を觀察するに當つては其の觀察すべき方面を豫じめ考へて置かねばならぬ。

吾人は日常屢々有の儘の事實を觀察せねばならぬといふが、併し有の儘の事實は科學的價值を有するものではない。有の儘は非常に複雑多様なものであつても、吾々は是れを當面の研究目的に照らして簡單化しなければならぬ。其の複雑多端なものの中から目的に合するだけのものを選択せねばならぬ。少くとも科學的知識の材料となるものは斯かる簡單化又は選擇作用を経たる事物の經驗に外ならぬのであ

る。十分な観察力を有する科學者は則ち此の簡單化又は選擇作用を爲すことに卓越せる鋭敏にして正確な技倆を有する人である。

同じく一種の觀察ではあるが、吾人の觀察せんとする現象に多少人為的變更を加へて然る後是を觀察するものを實驗と稱する。實驗には大抵精緻な器械の力を借り、又は何等か特別な裝置をするのが普通であるが、しかし觀察と雖も正確な結果を得んが爲には適當なる器械力を借ることは度々ある。例へば水中の有機物や無機物や或は溫度等を檢するのに顯微鏡や寒暖計等を用ゐ、又大氣中の水分の多寡を調べるのに乾濕計を用ゐる。海洋研究には測鉛、檢溫器、檢液器、潮流計及び深水を得る罫等を要する。斯の如く種々の器械を用ゐて觀察するが如きは畢竟、吾人の感覺力の薄弱なるを補ふに過ぎずして、現象其の物には何等の變更を加へないのであるから實驗といふことは出来ない。尤も實驗と觀察とは性質上の差異よりは寧ろ程度の差異にあるのであるから、實際上明瞭に區別することの出来ない場合の生ずる

ことは注意しなければならぬ。

實驗の一般に單なる觀察に優る所は、第一に自然の儘では複雑にして觀察に不便なる現象を簡單なるものに分析するを得ること。第二に自然の儘では極稀れに發生し、若くは發生するも長時日を経過せざれば完成せず、或は反對に經過の迅速なるが爲に觀察上不便少からざるとき、實驗に於ては適當なる時日の間に同一現象を發生せしむることに依つて是等の不便を除去し得ること。第三に種々なる事情の下に若くは任意の順序を以て現象を發生せしめ、若くは必要の場合には幾回も同一の現象を反復して觀察に便ならしむるを得ること等である。

又凡ての觀察は究極に於ては實驗的となるものであつて、従つて少くとも實驗的精神が其の根柢に於て存在することが必要である。今日の科學では出來得る限りは實驗的方法を採用して研究を進めやうとして居る。物理學、化學の如き所謂實驗的科學と稱せられて居るものは勿論、天文學、地文學、氣象學の如き殆んど専ら觀察

による科學に於ても、出來得る限りは實驗の方法を應用しやうとして居る。宇宙間に於ける水體を科學的に研究し記述し説明しやうとするには根本に於て、或場合には物理學や化學とも交渉し、或場合には地質學や氣象學とも切實に關係し、又生物學等とも交渉しなければならぬから、觀察や實驗とはどうしても離れることが出來ない。彼の海洋學の如きも航海業と同様に往古より存在して居たのにかゝらず、其の發達の近代的なるは全く今日の科學的知識と精巧なる器械とに依つて開發せられたからである。

水界の觀察及び實驗を爲すに當つて成るべく公平無私なることを要するはいふ迄もない。先入主となれる考の爲に屢々事實の真相を誤り、若くは觀察すべきものをも觀察せざることは再々起る處であつて、此の點に於て科學的研究者は細心の注意を要する。然し觀察なり實驗なりが一定の目的を有して始めて意義あるものとなる以上は、水の觀察又は實驗の際に於ても、何等の豫想をも有つて居ないといふこと

は到底不可能である。要は偏狹な又獨斷的な思想を以て客觀的事實に着色を施し、自己の推理に依つて得た所のものを以て事實と混同する様な事のないやうにすることである。若し自己の豫想が事實に適合しないことを發見した場合には、徒らに是を固執することなく、斷然是れを放擲するに躊躇しないことが必要である。佛蘭西の有名なるチュルゴー氏の言に、「最初に爲すべき事は體系を創立するにある、次に爲すべき事は是に對して倦厭の情を抱くことである」といふことがあるが、是は眞に名言であつて、體系の創立は必ずしも困難ではないが、一旦立て得たる體系を打破するに躊躇しない爲には、何處迄も眞正なる學者的勇氣を要することは是亦贅言する迄もあるまい。

二、水の化學的性狀

地球上に於ける水の働きを科學的に研究するに當つては、水は第一の主人公であ

る。故に其の主人公たる水の諸性質に就ては、吾人の最も慎重なる態度を以て研究すべきは言を俟たずして明かである。然るに水の化學的性状乃至物理的性状たるや、既に古來幾多の科學者に依つて殆んど研究し盡され、今日の所では、吾々の少々の努力を以てしては、是等過去の諸學者の研究した化學的物理的性状以外の新事項に貢献を致すといふことは勿論困難なる事實に屬して居る。依つて此の殆んど歴史的に明瞭となつて居る水の化學的性状乃至物理的性状の中特に本書の研究に重要な事項のみを先づ本章に掲げて置く。

水の組成に就て 吾人が今實驗室に於て 水に少し許りの硫酸を加へて之に電流を通ずれば、其の陽極には一容の酸素瓦斯を發生し、其の陰極には二容の水素瓦斯の發生するのを見るのであるが、尙ほ久しく之に電流を通じて止まなかつたならば、多量の酸素及び水素瓦斯を得ると同時に、水は漸々減少して來るのを見るであらう。けれども最初此の實驗に與へられたる硫酸の量は終始増減することがない。

されば此の發生瓦斯たる酸素及び水素は、乃ち水の分解に依つて生じたものであるといふことが明瞭である。次に此の實驗と逆に、茲に分解せられたる水素と酸素とが化合すれば水を生ずるといふことは、彼の細管より噴出する水素に點火し、其の焰を冷やかな硝子圓筒にて覆ふ場合に、其處に著しく水滴を生ずることに依つても容易に明かにせられる。

水は斯様に水素と酸素との化合物であるが、然らば如何なる割合を以て化合して居るであらうか。先づ之を容積上から檢すれば、水は水素二容と酸素一容との化合に依つて成り立つて居る。今これを實驗に徴して見るに、ユードオメーターに水素と酸素との各一定體積を満たし、其の混合氣に電氣の火花を通じて化合せしめて見ると、此際水素と酸素との體積の比が二と一であると全部化合して水となつて仕舞ふから、其の體積が全く消失するけれども、若し左様でない場合には、一方の氣體の此の比に對する過量だけの體積が當然殘留することになる。尙此の實驗に依つて

成生した水を水蒸氣の状態で保持し得る様な装置をなすと、其の體積は化合に費されたる水素の體積と相等しいことが證明し得られる。即ち水素の二體積は酸素の一體積と化合して水蒸氣二體積を生ずる。次に水の重量組成を観察して見るに、酸素は水素よりも殆んど十六倍の重さを有して居るから、水は略々水素一、酸素八の重さの比に依つて成立つて居ることが明瞭である。今直接に此の比を測定せんとするには、酸素と銅との化合物たる酸化第二銅を熱し、之に乾燥したる純粹の水素瓦斯を暫時通ずるときは、水素は酸化第二銅より出づる酸素と化合して其處に水を生ずる。斯くて後酸化銅の重量を測定して見ると、前に測定したる重量よりも減少して居ることが明かであるが、此の減少したる重量は即ち水の成生に要したる酸素の重量であつて、其處に成生したる水の重量から此の酸素の重量を減じたるものは酸素と化合したる水素の重量であつて、計算に依れば其の割合は前述の如く酸素八に對して水素一の重さである。斯の如き實驗の結果、水を生ずる爲に水素と酸素との化

合する重量の比は略々一と八の如くなることを證する。

水は種々の物質を溶解す　　水は甚だ能く諸種の物質を溶解する所の可能性を有して居るから、天然に存する水は何れも多少の夾雜物を溶かし含み、一も純粹なるものはない。雨水は天然水の中にて最も純粹に近いものであるけれども、此の物とも降り來たる際に空氣中の諸氣體及び塵埃を伴ふが故に眞に純粹なる水ではない。又此の水が地中を通過する際には種々の固形物を溶解して之を伴ふにより、井水は更に不純である。其の他海水鑛泉等は皆多量の鑛物質を包含して居る。即ち溫泉は其の温度の高くして物を溶かす性質に富めるが故に、又海水は一方には不斷に蒸發の作用あり、他方には物をとさせる河水が不斷に流入する結果として、共に頗ぶる鑛物質に富んで居る。普通の淡水に於ては、之に含まれたる鑛物質の主なるものはカルシウムの碳酸鹽及び硫酸鹽であつて、之に次ぐものはマグネシウムの碳酸鹽及び硫酸鹽である。是等を多量に含める水を硬水といひ、然らざるものを軟水と

稱する。又硬水の中には「一時の硬水」と稱せられて、煮沸して軟かになる種類の硬水は、之に消石灰の適量を加ふることに依つても軟化し得ることは既にクラーク氏の研究した所である。又「永久の硬水」と稱せられて、煮沸しても變化せざる種類の硬水は、これに炭酸曹達の適量を加ふることによつて軟化し得る。水は時に腐敗せる動植物質を含んで臭氣を放ち、又は諸種の微生物、塵埃、泥土等を混じて汚濁することあるは誰人も了知せる事實である。故に先づ水の性質を知らんが爲には之を精製し、所謂蒸溜水として化學的に純粹なる水を得る必要がある。之を得んと欲せば普通の水を採つて硝子製レトルトに入れ、若し大仕掛ならば釜に入れて熱し、不揮發性の夾雜物より分離せしめたる後、絶えず冷水にて冷えた蛇管に之を導きて液體の水に復せしめるのである。之を「蒸溜法」と稱し、蒸溜されたる水は氣體及び鹽類を含まざるが爲に無味にして飲料としては不適當であるけれども、藥用化學實驗用其他種々の溶媒として適切である。純精の水は無色であるけれども、

其の厚層は綠青色を呈し、一氣壓の下に於て攝氏百度にて沸騰して氣化する。百度水が氣化するれば液體の時の一千六百九十六倍の容積を有するやうになる。

水の如く種々の物質を溶解するものは即ち溶媒であるが、化學的變化の多くは溶液間に於て最も容易に起るものなれば、諸種の物質を溶解して其の溶液を作る性質は甚だ必要なものである。而して水は能く多くの固體、液體、氣體を溶解するが故に溶媒としては最も適當であるが、今溶解に關する主要なる事情を擧げて見ると、

(1) 氣體即ち瓦斯が水に溶解する場合には、第一に瓦斯其の物の性質に依り、第二に水の溫度に依り、第三に溶解當座の壓力に依つて溶解の度を異にする。例へばアンモニアの如く多量に溶解するものがあり、或は水素の如く僅かに溶くるものがある。又瓦斯の容量は一般に水の溫度の低い程大であり、また之を溶かす時の壓力が大であれば隨つて容量も亦大である。

(2) 液體が水に溶解若くは混合する場合に於ける量は其の物の性質のみに依り、

温度には殆んど關係がない。

(3) 固體も亦水に溶解し得る物は、主として水の温度と其の物の性質とに依つて容量が異なる。例へば硫酸ストロンチウムの如きは一立の水中に僅か〇、一四瓦位しか溶けないが、硫酸マグネシウムの如きは一千瓦も溶ける。固體の溶解量は一般に水温の高さに随つて増加するけれども、中には往々石灰の如く低温度の水に能く溶解するものがあり、或は硫酸リチウムの如く或程度迄は水温上昇に伴ふて容量を増し、温度が一定度を超過すれば却つて溶解量の減するものがある。尙ほ固形物は大塊よりも粉末が能く溶け、靜止せる水よりも動搖せる水によく溶ける。

三、水の試験に就て

吾人の飲料に供する爲の水の良否を知るは日常の生活上何人にも必要な事である許りでなく、科學的に水を研究する人士の爲にも必須なる事は言を俟たずして明

かである。故に茲に極く簡易なる水の試験法を述べて見やうと思ふ。抑も飲料水は無色透明無臭にして快味を有するものなる事が必要條件であるが、先づ水の色を検するには、其の試験すべき河、泉、若くは井水を無色透明なる深き硝子製「コップ」に盛り、是れを其の器と共に白紙上に放置して上方より覗き見ることである。第二に其の水の臭を検せんが爲には、之を温め、攝氏五六十度の場合に於てし、味を検する場合には同じく二十度位の温度の時になすべく、少量の炭酸瓦斯を含有して清涼の佳味あるものを良水となす。蓋し水に快味を附與するものは炭酸瓦斯を以て主とする。これ此の瓦斯は舌胃の神經を興奮せしめ胃液素を催泌する効があるからである。

水中に包含せらるゝ有機物の試験を行ふには、檢すべき水と蒸溜水とを二個の深き硝子筒内に満たし、是に何れも硫酸數滴を加へたる上に、更に過マンガン酸加里の薄き溶液を滴加し、二種の水を同じ紫色に化せしめる。斯くて試験水の紫色が一

時間程を經過した後迄も變じないならば、是れは其の水中に有機物の無い徴であるか、斯かる水は飲料水として使用することが出来る。けれども此の紫色が時間を經過するに伴れて段々薄らいで行くならば、それは即ち其の水中に有機物の包含せらるゝ證左であつて、更に過マンガン酸加里の溶液を之に注加し、其の色の消えざるに至つて止める。斯く色を消す力の大小に依つて水中に於ける有機物の多少を判定するのである。蓋し過マンガン酸加里は暗紫色の結晶であつて、水に溶解して紫色を呈し、強き酸化劑にして殺菌性がある。されば前述の如く飲料水中の有機物の多寡を検するに用ゐる外に消毒藥として使用せられる。

又水中に包有せらるゝ夾雜物の試験をなすには、其の試験せらるべき水中にネスレル氏試薬數滴を加へて見て、其の水が赤褐色又は淡黄色を呈すれば、乃ち其中にアムモニアの存在する證據である。又試験水に硝酸及び硝酸銀液の數滴を加へて若し白濁を生ずれば、乃ち其の中に鹽分の含まるゝ事を示す。斯の如きは共に動物

欠

欠

ら、是等に注意すべきは勿論、其の著しく濁り或は沈澱物あるもの又は腐敗臭あるものは甚だ宜しくない。

四、水の物理的性状

水は地球上至る所に存在し、其の物理的性状は何人も能く知る所である。即ち通常の温度にては無色透明なる液體であるけれども、熱すれば水蒸氣となり、冷却すれば氷、雪、霜等の固體となる。其の固體となるものは結晶と稱して一定の規則正しい形状をなすことがある。斯の如く水は物體が氣體、液體、固體の三態に變化することを説明する好適例である。今日の科學的研究の教ふる所に従へば、總ての單體は或る條件の下に於て此の三態に變化し得ることを知るに至つた。即ちアンモニア、炭酸瓦斯の如きは勿論、水素や空氣の如きものも冷却と壓縮との二方法を併用して液體に變化せしめ得る許りでなく、更に又固體にも變化せしめ得ることが可

能である。

水は總ての温度に於て蒸發する。氷雪の状態にあつてさへ空氣に曝露する時は直に蒸發して多少其の量を失ふものであつて、極地の如く積雪山河を埋め堅氷湖海を閉ざす地方に於ても尙ほ蒸發作用の行はれるのは全く之に依るに外ならない。而して水が蒸發するに當つては多くの熱を吸收するものであつて、夏日庭園等に水を播けば涼氣を感じるのは、其の水の蒸發するに際して水自身及び之に觸るゝ所の物體の熱を吸收するからである。

一定時間内に蒸發すべき水の量は、第一に温度及び蒸發面の積に比例する。故に低温度の場合よりも高温度の場合に多く蒸發し、又水面の廣さが大となれば蒸發量も亦増加する。第二に蒸發は壓力に反比例するものであつて、壓力が減少すれば反對に蒸發量は増大する。第三に空氣の動搖及び湿度に關係する。即ち蒸發すべき水面の空氣が靜止せる時は水蒸氣が其の内に飽和されて後の蒸發を妨ぐるけれども、

之に反して空氣が動搖して居れば飽和する隙もなく、常に乾燥せるものと交代して蒸發を速かならしめる。又湿度に關しても空氣が其の飽和點から遠ざかるだけ其れだけ早く蒸發する。而して水蒸氣の發生が單に水體の表面から許りでなく、内部表面共に蒸發せんとして攪亂動搖する現象を稱して其の沸騰といふ。沸騰も亦壓力に關係し、水は氣壓七六〇耗の場合に於て攝氏百度の熱に依つて沸騰點に達するけれども、氣壓の小なる高山に於ては百度に達せずして沸騰し、深き炭坑の底の如く氣壓の大なる場所に於ては百度以上の熱に合はなければ沸騰しない。

水は攝氏零度の温度に於て凝固して固體となり、之より温度上昇するときは溶解して再び液體となる。融解の行はるゝ際には熱の他より供給せらるゝに關せず温度昇らず。即ち若干の熱は物體の温度を昇す用をなすことなく、單に物質を融解する爲にのみ用ゐらるゝのである。此の如くに用ゐらるゝ熱をば融解の潜熱と稱し、乃ち氷の融解する潜熱は八〇「カロリー」である。

水を豆粒大に打砕いて等量乃至三分の一若くは四分の一位の食鹽を混じて攪亂する時は、夏日と雖も溫度が非常に下降し、能く零下二十二度位迄に達する。是れ兩者液化の爲に必要な潜熱を自己より取るが爲に斯く溫度が下降するのである。獨り食鹽のみならず他の鹽類例へば鹽化カルシウムの如きものを水中に混ずるも亦同様の現象を起すものであるが、是等を總て寒劑と稱し、食品其の他のものを凍結せしむるなど種々の目的に使用せられる。凡て氷雪が融解し又は氣化する際には自己及び之に接する熱を奪却するを以て冷氣を感ずるもので、降雪の日よりも雪解けの日に寒冷なるは此の理に依るのである。

水は其の膨脹收縮の有様が一種特別であつて、攝氏四度の時に於て最も收縮したる状態にある。故に之より其の溫度が上昇しても亦下降しても共に膨脹して密度が益々減少する。彼の氷の水上に浮游するのは之が爲である。水の此の特性は地球の經濟上に甚だ必要であつて、例へば冬期に於て湖沼の水面が冷却して其の密度が増

加すれば下方に沈み、下部にある溫暖なる水と交代する。而して此の循環は全水が攝氏四度に至る迄繼續し、夫れより更に冷却すれば表面の水は沈降することなくして遂に氷結するに至る。若し湖沼の水にして斯かる特性を有せざれば氷點に達する水も尙ほ水底に沈降して池水は全く氷結し其の中に生活する動物を傷害する様になる。けれども水は表面に於てのみ氷結するが故に、一度水面に氷を結べば此の氷塊は大に下部の水を保護して容易に其の溫度を降下せしめない。故に水の大部分は酷寒の候と雖も氷結することなく、水の全體は能く四度の溫度を保持する。而して水は攝氏四度内外では膨脹することが極少ない。即ち攝氏四度に於て體積一のものは零度及び八度に於て漸く一、〇〇一となり、三十度に於ては一、〇〇四となり、百度に於ては一、〇四三となる。故に四度の水は密度最も大にして之を以て比重を精密に言ひ表はす場合の標準となすのである。

水は壓力に感ずることが甚だ少ない。例へば三萬封度の壓力の下に於てさへ僅か

に十四容積の水が十三容積に減ずる位のものであるから、實際上是れを工業などに利用する場合に於ては不縮性と看做して大過がない。

五、物理學上の單位

水は多量に存在し、且つ純粹となし易いものであるから、物理學上種々の量の標準として用ゐられる。乃ち重量や熱の單位等の基準として種々の方面に應用せらる。

種々の物質の同一體積を取つて之を比較するに、物質に依つて各々其の重さを異にする。是れ其の質量に多少あるが爲であつて、例へば硝子は同體積の水に比して約三倍の質量を有し、鐵は約八倍の質量を有するが如き是れである。斯くの如く或る物質の單位體積中に含まるゝ質量に大小あることを言ひ表はす量を密度と稱し、攝氏四度に於ける一立方糎の蒸溜水の質量を以て重量の單位として之を一瓦と呼ぶ。

ぶ。體積の單位には立方糎を用ゐ、質量の單位に瓦を用ゐると、或る物質の密度は其の比重に均しい。

或物體の比重とは基準として定められたる或物體の密度と該物體の密度との比をいふ。換言すれば基本として定めたる物體若干容の重量を以て同容の某物體の重量を除したるものを以つて該物體の比重と稱する。而し此の基本となす所のものは通常攝氏の四度に於ける蒸溜水を用ゐるのであるから、畢竟比重といふのは攝氏四度に於ける蒸溜水を一立方糎の密度と、是と等體積の或物質の密度との比を指すことになる。

水は又熱量の單位として應用せらるゝ。即ち物體が他より熱を受くるときには其の溫度が上昇するから、物體の溫度の上昇に依つて、受けたる熱量を測定することが出来るが、水一瓦を攝氏一度だけ温むるに要する熱量を單位とし、之を一「カロリー」と稱する。又一瓦の水を一度だけ温むるに要する熱量を單位とする時は之を

一「坩」[カロリー]といふ。一般にM瓦の水の温度をT度よりT度まで昇すに要する熱量は $M(F-t)$ 「カロリー」である。而して或る物質一瓦の温度だけ昇すに要する熱量を「カロリー」にて表はしたる数を其の物質の比熱といひ、一般にCなる比熱を有する物質M瓦をもよりT度まで暖むるに要する熱量は $CM(F-t)$ 「カロリー」である。

物体の温度の高低は吾人の觸覺に依つて略々認識することが出来るけれども、吾人の感覺は正確ならずして時としては誤謬を來たすことがある。例へば深き井戸の水の温度は年中餘りに變化しないけれども、夏は地表の温度の高さが爲に甚だ冷かに感ぜられ、冬は之に反して地表の温度の低さが爲に著しく暖かに感ぜられる事は誰人も知る所である。而して精確に物体の温度を測るには寒暖計を用ゐる。其の最も簡便なるものは水銀寒暖計であつて、細き硝子管の膨れたる部分に水銀を入れ、其の中の空氣を除去したもので、水銀の膨脹に依つて温度を比較するものである。

寒暖計を目盛するには先づ之を融解しつゝある所謂氷中に漬け、水銀の止まる所を氷點と名づけ、次に一氣壓に於て沸騰する水より發する水蒸氣に漬け、水銀の止まる所を沸騰點と名づけ、氷點と沸騰點との間を適當に等分し、且つ其の目盛を氷點以下と沸騰點以上に及ぼす。攝氏寒暖計は氷點を零度、沸騰點を百度とし、華氏寒暖計は氷點を三十二度とし沸騰點を二百十二度とする。物理學及び化學上に於ては重に攝氏の目盛を用ゐる。今同一の温度を攝氏及び華氏の目盛にて表はしたる温度を夫々C及びFとすれば兩者の間には次の關係がある。

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

六、水の動力に就て

宇宙間に於ける動體は其の固體たると液體たると又氣體たるとに論なく、必ずエ

エネルギーを有するものであつて、静止せる水は潜態エネルギーを有して居るが、流るゝ水は古の人の「あらゆる妖術及び巫術以上のものである」と言つた様に、如何なる符呪も如何なる魔術も活ける潮、突進する流水を止めることは出来ないのである。此の流動しつゝある水は顯態エネルギーの表はれであつて、之を應用すれば機械工業に偉大なる貢献を及ぼす。如何に複雑なる構造を有し、如何に巧妙なる作用をなす機械と雖も、機械それ自れが單獨に働き得るものではなく、必ずや或る程度の力を與へられたる時に於て或る程度迄の連続せる巧緻の働をなすに過ぎない。故に所謂「自働機械」と稱せらるゝものでも或る力の資源を與へなければ働くものではない。此の方の資源といふのは言はゞ蒸氣又は電氣等の様なものを指すので、之が即ち機械に傳達せられて種々なる仕事をなすものであつて、斯様な能力を總稱して即ちエネルギーといふのである。此のエネルギーは其の表はるゝに當つては種々なる形態を取るもので、時に電氣となり或は水力となり又蒸氣ともなる。

さて工業上に用うる動力の源を考ふるに、彼の電力たると水力たると蒸氣力たるとに論なく、吾人は其の寸毫をも自ら創造する能はざるは勿論、又自ら之を有するものにも非ずして、只自然界に存在するものを利用するのみである。山間に湧出する泉の水は流れて河川となり、激して瀧となり、滾々として晝夜を別たず。若し之に船を浮ぶれば勞せずして遠きに達するを得べく、之に水車を仕掛くれば米を搗き又機械を動かすことが出来る。又火に熱せられたる汽罐の水は蒸氣を發生し、遂に強大なる壓力となつて汽機の運轉を始むるに至る。是れ寔とに水の恵である。されば動力の源は他に非ず、即ち自然界に存する水である。

然るに更に進んで水力の因つて來たる所を考ふるに、彼の山間に湧出したる水は、地上の水分が太陽の熱に依つて蒸發せられ、高く空中に昇騰して雲となり、然る後に雨となつて降下したものに過ぎない。換言すれば低き洋海の水を移して高き山間にあらしめ、而してよく其の水流の力を與ふるに至りし根元は實に太陽熱の作

用に外ならない。のみならず、罐中に入つては靜かに止まつて居るやうにあるけれども、一旦之れが熱せらるゝ時は、其の力を再び罐中に還へして蒸氣力を發生するに至つたものである。されば今日水力に依つて電氣を起し、其の電力に依つて電燈を點ずるとせば、其の發散する光は近き過去に於て太陽より放下せられたる熱の爲に、數日前に降りし雨の有せしエネルギーが今夜吾人の机上を照らす電燈の光とならざることを保し難い。今又罐中の汽力に依つて機械を動かし、之に依つて發電機を動かし、斯くて得たる電力に依つて電燈を點ずるとせば、其の燈の發散する光は實に水のエネルギーの貢獻である。されば自然界に於ける水は一の動力の資源である。彼の熱と共に機械文明の母といふべきである。

七、水の循環に就て

我が地球上に於ける水は、氣體となつては常に大氣中に含まれ、液體となつては

欠

欠

命を有し乍ら循環し活動して果てしなく變幻し、以て自然及び人類に或る影響を與ふる所の、此の水體を科學的に研究するのが本書の職能である。

第二章 地下水の状態

ア、水の滲漏作用

大氣中に浮遊せる水蒸氣の一部が、水の大循環作用てふ自然の法則にもれずして一旦大地に復歸するや、或は雨露の如き液體をなし、或は氷雪の如き固體をなすものであるが、然るに此の大地に復歸せる所謂降水の一部は、熱の作用に依つてまた水蒸氣と化して昇騰し、一部は地中に漏脱し滲入して地下水となり、餘部は悉く河流に依つて湖海に朝するのである。

凡て地球構成の一要素たる岩石には、其の硬軟粗密の如何を問はず、皆多少の節理と稱する一種の劈開面があつて、互に相縦横する許りでなく、又罅隙と稱するものも尠くはない。故に如何なる硬岩であつても水の滲入し得ないものは殆んどな

い。勿論山岳や川床や湖海の底にある土砂の間にも亦無數の孔隙があるから、隨つて水は容易に地下に漏脱することが出来る。斯様に水が岩石土砂其の他の物體間を浸透し漏脱する現象を假りに水の滲漏作用と稱しておく。故に雨水は唯地上の河川や湖海に流入する許りでなく能く地下に漏脱する。單に雨水のみに限らず河川、湖沼の水も亦地盤にある罅隙を求めて他の砂子、礫粉と共に地中に漏脱する。而して水が地中に滲入するや、相依り相集つて滲透し易き部分を通過して極めて錯綜せる網状の水脈を構成するに至る。是れ全く地中の土砂、粘土、岩石等の組織の錯雜せるが爲であつて、たとへ同種の岩石と雖も同一なる組織を呈することは甚だ稀であるから、此を通過する地下水脈は吾人の想像するが如く簡單ではなく、實に篆行上下して竟に濫汎となつて其の一部は地上に湧出するに至る。斯様に水が地表の土壤を潤し、其の一部が地下に浸入して岩石の罅隙に沿うて上下左右に流走し、適宜に集合して自ら水脈を作る状態は、恰も地上の雨露が治集して河流を作る活動と相似

て居る。

〇 二、水脈及び泉源

地中に滲入したる水が相依り相集つて處々に水脈なるものを構成することは前項の説明に依つて既に明かであらうと思ふ。曾て佛蘭西の一地方に於て深井を掘つたとき、地下四百尺程の深所から樹木の枝葉を發見したことがあるが、是れは彼の太古の化石ではなくして極く新鮮であつたといふ。故に此の枝葉は地下の水流に漂浮して斯様な深所に伴はれたものであらう。然し斯かる實例は獨り佛蘭西にのみ限られず、他の地方に於ても屢々吾人の見聞に存する所であつて、或地方に於ては直下百七十尺の深井を鑿つて初めて水脈に達したとき、忽ち其の水流から生魚が躍り出でたといふ。今若し是等の井水の源が六十里外の遠地にあるとしたならば、彼の發見せられたる枝葉や生魚の類も亦六十里の距離を經過して來た事は疑はれない。是

等の實例は地中に滾々たる水の通過する水脈の存在することを示す好例である。それならば斯様な滾々たる水脈の流れは、其の果ては地中の何處に行くであらうか。一寸考へて見ると、一旦地下に漏脱した水は又再び地上に出現する機會がない様に思はれる。又其の水が再び地上に湧出するといふのも如何にも背理の様である。併し此の様に地下に浸透した水が再び地表上に出現する期がないとしたならば、彼の河川、湖沼の類は漸く其の水量を減じて竟には渴盡するに至るであらうが、併し事實に於て左様に渴盡することのない點から考ふれば、他に地下水が再び地表上に出現する所の自然作用がなければならぬ。所謂泉源なるものは則ちこれであつて、地下水が岩罅などより地表上に湧出する第一の路である。吾人は地中の水脈が自然的に地面上に湧噴するものを通常泉源若くは泉と稱する。

いまま少し此の泉源に就て詳記して見るに、元來地中の岩石土壤には粗鬆にして水を透過し易い層と、又堅緻にして水を透過し難い層とがあるが、前者を透水層と呼

び後者を不透水層と稱する。岩石土壤の空隙或は罅裂を求めて地下に滲入したる水が、此の不透水層に出逢ふときは其の上にて停滞する。此の停滞水が自ら地表に流出して泉となる。迄の道筋を考へると凡そ左の二通りがある。

甲 水の重力に由つて湧出するもの、此種の泉は極く浅い所に湧出するもので彼の表面泉、草泉若くは淺源泉等と稱せらるゝものは之に屬し、地表上の土壤中に集積せる水自身の重力に依つてのみ湧出するから、其の場所は必ず前に滲入せし地面よりも下位に生じ、其の水は多く日照乃至氣温の影響を受ける。よく山の麓の斷層等から側出する汎泉の如きは其の適例である。

乙 水の壓力に由つて湧出するもの、此種の泉は極く深い所に噴出するもので滲透水が深く地下に入り、其の達する所に至つて十分に填塞し、更に上位にある水の壓力を受ければ、餘水は再び他方に向つて上昇し、適宜の所に至つて地上に湧出する。之れ水の壓力に基因するもので、亞壤土即ち土壤と岩石との中間に於ける水

が集合して湧出する所の地泉或は深源泉と稱せらるゝもの、並に深層の岩間より湧出する岩泉などは之に屬する。地泉の水量及び温度は季節に依つて多少の變化を受けないとは言へないが、然し岩泉のそれは年中一定して變化しない。彼の地質の構造が盆狀をなし、地層が四方より中央に向つて傾斜する土地に於て、深く地を掘り、兩不透水層間に挟まれたる停滞水に達する時は、此の水は自己の壓力に依つて地表に噴出する。之を噴井又は鑽井と稱し、壓力泉の一例であつて、我が國の美濃大垣附近に此種の井が多い。佛蘭西の大部地方では此の噴井より奔流する井水に依つて水車を廻轉せしめて居る處がある。

以上の甲乙二通りの分類法は物理的見解に基いて居るものであるが、尙ほ地質構造の關係上から、泉を下の三種に區分する學者もある。乃ち第一の地層泉と稱せらるゝものは、地層の傾斜に沿うて湧出する泉であつて、斷層又は水蝕に依つて生じたる谷などに於て多く之を見る。第二の充溢泉と稱せらるゝものは、地下底にある

不透水性の盆状地層内に滯溜したる水が兩側より溢れ出づるものをいひ、第三の罅隙泉は矢張盆状の不透水層中に充溢せる水が其の側方より溢れずして、其の中間にある上向罅裂部の空隙を辿つて地表に噴出するものをいふ。

三、降水と泉源

元來泉の水其の物が曾て岩石や土砂の間を漏脱して地中に浸透した水の再び湧出するものたる以上は、此の泉源と降水量との間には密接なる關係あることが明瞭である。故に若し天氣が乾燥であり旱魃續きであると、泉や井の水量は漸次に減少する傾向があるけれども、之に反して霖雨が頻りに至る季節になれば其の水量は復た増加すべきで、殊に前述の淺源泉の方が此の影響を受け易い。

併し乍ら水源の非常に深幽なるものに於ては、降水の多少は其の泉源の水量に直接著しい影響を及ぼさない。是れ深幽なる泉源は單に一少地方から水を仰ぐ許りで

なく、汎く大地域の水脈と關係して居るからである。故に四近に河流なく又降水なき地方に於ても、往々にして井を掘つて水を獲ることが少くない。例へば彼のアフリカ大沙漠附近の如く、四時降雨に乏しく、又河水なき地方に於ても、井を掘れば水が得られる。曾て佛蘭西の植民がサハラ沙漠の北部なるスエズとカイロ間の砂地に井を掘つた所が、地下僅々五十尺にして水が滾々として湧出したといふ。アラビアやアフリカ等の沙漠の中にはオーシスといつて、砂地中に清泉の湧出する翠境がある。マハナデー溪及び其他印度地方の河邊は、乾燥の季節に入ると降雨が極めて少ないけれども、地下四五十尺も掘れば必ず水が得られるといふ。之を要するに以上の事實に徴しても淺い泉源と降水との關係が特に密接であるのに比して、深幽なる泉源が降水量の多少に左右せられないことが明瞭である。若し深源泉が淺源泉の如く四時の降水に左右せられるものとしたならば、アフリカやアラビヤ等の沙漠の如く、四時降雨のない地方に泉源のある道理がない。

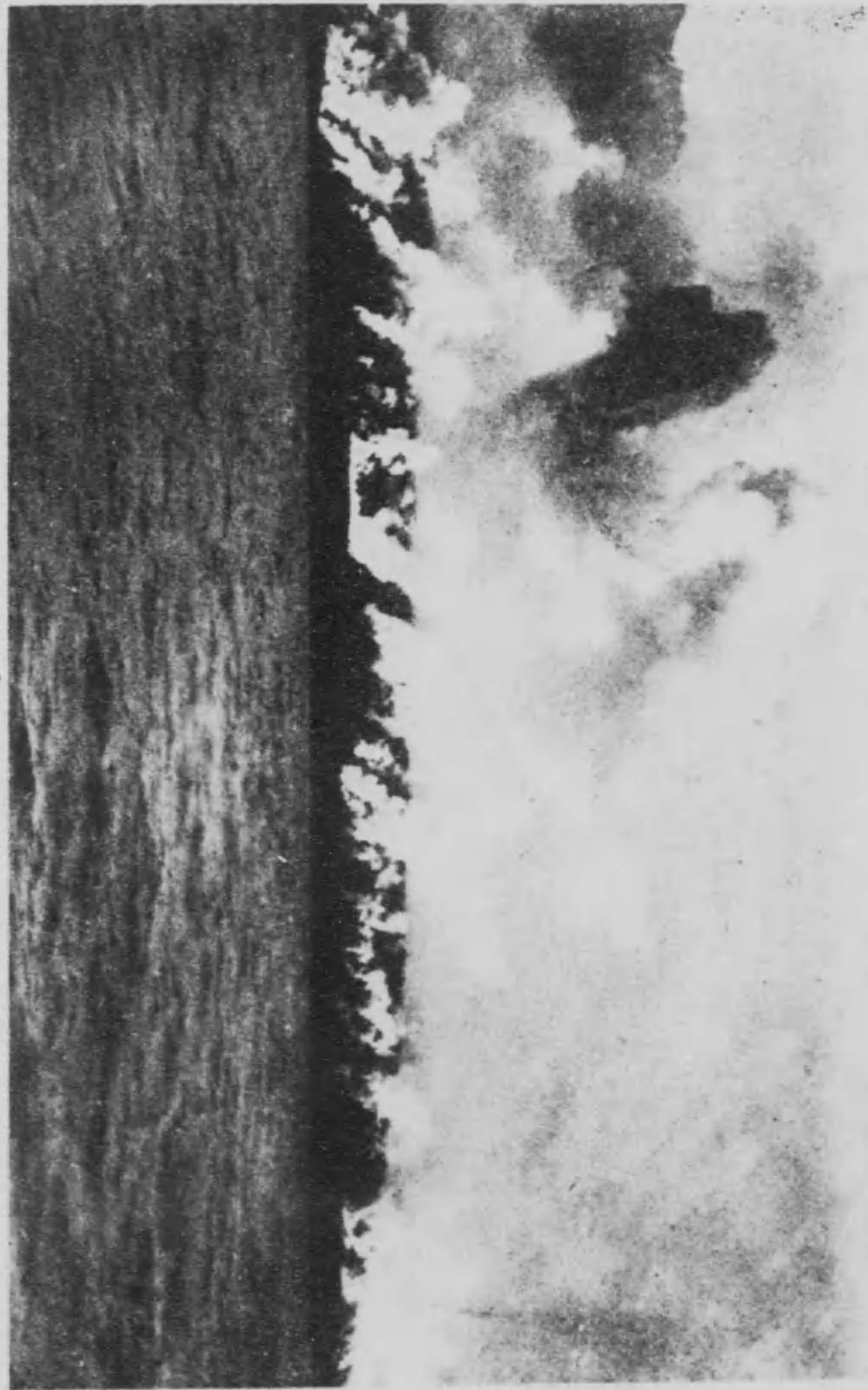
四、地下水量に就て

地下水量の多少は地方に依つて大差あることは明瞭であるが、然し是も推測に止るのみであつて、一地方の地下水量が幾許あるかを數量的に算出することは亦も吾人の企及すべき問題ではない。けれども深層地中の泉源が短日月の早魃に逢ふた位では、其の水量に著しい變化を及ぼさない事などより推せば、地中の水量は比較的豊富であることが知れる。併し乍ら常時地下を篆行回流する所の水量の多寡を察知するには、唯判然と泉となつて地上に湧出するものゝみに依つて測算することは不可能である。何となれば地下水は獨り判然たる濫汎となつて地上に出現するものゝ外に、又能く滴々漏出するものがあるからである。乃ち谷間の岩壁には殆んど乾燥するひまもない様に地下水が漏出して居る。又耕地の中には往々著しく雜草の繁茂して居る所があるが、是れも地下水の滴々漏出するに由る。又沼地の如きも多くは

地下水の漏出に由つて生ずるものである。旱天數日にして百草皆枯死し、其の爲に土壤さへも色を失ふ時に當つても尙ほ田間に青草を見ることがあるが、是れ亦地下水の地表上に漏出するに由るので、斯様な所では如何に疏水の法を講じても十分に地下水を除去する能はざるものがある。尙ほ地下水量の多いといふ證左には漏石場、鑛坑、隧道などを見ると更に明瞭である。殊に炭坑等に於て多額の費用と勞力とを厭はず、蒸氣仕掛の疏水器を使用して排水に努力して居るのを見ると、地下水量の一般に宏大なることが推して知られる。又水は高さより低くきに流るゝものであるから、随つて高地よりも低地に多く、然も海中に湧出して吾人の曾て見聞せざる所の清泉も亦少くはあるまい。彼の地中海に於ては、泉が海中に噴出するもの多く、岸を去ること數里にして船舶の清水を汲むに便利な所がある。河川の便なく又雨露の豐の降らざる地に泉の有用なのは固より論を俟たないけれども、河川あり又雨露の豐かなる土地に於ても尙ほ泉水の必要なるは明かであつて、人爲的に地中を鑿つて地

下水を汲み取る所を稱して井といふ。

地上の水はよく地下に滲透する。滲透した地下水は比較的に多量である。それならば地下水は地球の内方何處々々迄も限りなく多量であらうか。換言すれば地下に漏脱した水は深さ何十尺位に迄達するかといふに、固より是は岩石の性質及び組織などに依つて異なるけれども、事實に徴して見ると、深邃なる鑛坑は概して乾燥であつて含水層に乏しい様である。曾て鐵道事業の爲にアルプ山脈の一部を開鑿して佛蘭西から伊太利の方に隧道を通じたとき、其の隧道はモント、セニスの地面下五千尺の深さに於て、道内は一帶に非常に乾燥であつたといふ。吾人は敢て此の一事で地下の深層が乾燥であると速断するのではないけれども、地上よりの漏脱水が概して深層地中に達し得ないことは殆んど明瞭である。併し乍ら火山噴火の際に昇騰する多量の水蒸氣に依つて推測すると、地下水は時に深所に下降して、地球内部にある炎熱の域に達し得ないと否定する譯には行かない。



(村山探るたし萬全月一年三正ノ) 裂破の高標 圖一第

五、地下水と火山活動

抑も地熱の作用に依つて熔岩又は其の碎片たる灰、砂などが水蒸氣と共に噴出するものを火山作用と稱するのであるが、此の火山作用と地下水との關係を説く上に於ては、先づ地球内部の有様を知らねばならぬ。然るに地球内部の状態に就ては今日迄の所學説紛々として一定しなかつたのである。則ち或者は固體なりと説き、或者は液體なりとなし、或者は又固液兩體より成立せるものと説いたのであるが、今日の處地熱の測定、火山の活動及び之に聯關せる溫泉湧出の状態等に依るに、地球内部が非常なる高熱を有して居ることは疑はれない。又外殼の壓力至大なるが爲に熔融して液體をなす能はずして尙ほ固體をなすものと考えざるを以て最も穩當なる説と見做される。斯の如き實質は一旦地殼に罅裂を生じ上部の壓力が減少することあれば直に熔液と化して隙に沿ふて上昇する傾向を有する。

然るに前述の如く地上を流動する雨水、河川、湖海の水が地下水として岩石の罅隙を辿つて深く地中に滲入して炎熱の熔塊に逢へば忽ち其の温度が上昇して遙かに沸騰點を超越する。けれども此地下水は上層の岩石及び水柱等の爲に強く壓迫せられるが故に容易に水蒸氣に變ずることが出來ず、尙ほ流體の狀をなして熔岩中に存し、熔液と共に地殼の罅隙に沿ふて上昇し、地表近くに及んで壓力の減ずると共に此の至熱の水は直に化して水蒸氣となり、其の膨脹爆裂の勢に乗じて熔液、山骨を粉碎して地上に噴出する。その噴出せんとするや鳴動を興へ地震を起し、屢々熔岩を流し、粉碎せる熔岩の破片は火山灰等となり、多量の水蒸氣と共に高く噴上して空に滿ち、水蒸氣は上空の冷氣に觸れて忽ち凝縮して降雨を催す。遠くは伊太利ベスピオ山の破裂、近くは大正三年の我が櫻島の活動は此種の噴出の最も甚だしかつた一例であつて、時としては水蒸氣の張力非常に激しさが爲に、其の噴出の途を火口に求むるの遑なく、急に山體の大部を破壊し去ることがあるが、之を稱して特

に火山の破裂といふ。實に火山作用の近因は地熱と地下水とに依つて生ずる水蒸氣の鬱積であつて、其の噴出は彼の泉と均しく地下水が地表上に還元する一形式である。斯くの如く火山噴火の際には固より多量の水蒸氣が昇騰するけれども、地下水の一部分は強度の熱に觸れて分解し、更に熔岩と化合するものもあるであらう。斯様に火山作用に依つて、地球内部がたとへ極少量であつても多少水分を消耗するものであるとしたならば、幾十萬年の長歲月の後には、此の一遊星たる地球も亦彼の月體の如く無水無生の觀を呈するに至るべきやも計られまい。

六、泉水の冷温

地中より湧出する所の泉は、其の温度の上より區別する時は冷泉と温泉との二つとなる。所謂温泉は地中の水が地熱の作用に依つて高温度を得て地上に湧出するものを指すのであるから、其の水の温度は其の地方の年平均気温よりも高きを常とし

之に反して冷泉は其の水温が附近の平均気温よりも常に低い。故に低度の温泉の中には夏季気温の高い時には温泉と稱し難いものがある。斯様に地中より湧出する泉に冷温の區別があるのは、是れ全く其の泉源の地面を距る深さ淺さに關するものである。元來地下平均七十尺の深さに至れば、四季を通じて其の温度が一定して居るが、此の層を常温層と稱する。今地下水が深く此の常温層以下を通過し來たつて地上に湧出するに至れば、其の泉は常に高温である。けれども常温層迄に達せずして湧出し來たる泉は温度低く、且つ四季晝夜に依つて其の水温に變化あるを免かれな^い。而して尙ほ地下水が常温層を通過して地球内部に近づくに伴れ、其の温度が愈々高まるべきは事實に徴しても見易い道理である。佛蘭西の首都巴里の近郊グレネールには深さ千八百尺に達する井があるが、之より噴出する水の温度は華氏八十二度ある。英國マンチェスター附近の一炭坑は其の深さが二千百五十尺餘あるが、其の坑底内の空氣は實に華氏の七十五度にして、其の坑口の気温は平均華氏五十一度

に過ぎず。之を各地方の觀測に徴するに、地中に入ることが愈々深ければ温度の増加も亦益々多い。但し岩石の異同及び其の他の原因に依つて、増減の量が必ずしも一定せりとは言ひ難いが、通常地中に入ること凡そ六十尺毎に華氏の温度一度を増加する割合である。依つて此の割合で地中に進むものとすれば、降下一萬二千尺に達すれば、水は地熱の爲に熱湯の如くなるべく、已に地下十里の深さに至れば黄金も亦溶化するであらう。故に泉水の地上に湧出するものは、地球の内心近くを通過し來たるもの程高温なる理由が容易に推測せられる。

七、泉水の含有物

彼の雨水は其の凝縮するや殆んど純粹なる清水であるけれども、大氣中を通過する中に多少の雜物を混ざる。併し乍ら市街の空氣中を通過するものでなければ其の夾雜物の量は極僅少である。泉水も其本源は雨水であつて、其の最初は殆んど純粹

なる清水であるけれども、一旦地下水となり、再び地上に溢出するに當つては、如何に清潔なるものと雖も必ず多少の含有物がある。其の含有物の量は固より泉に依つて一定しないけれども、其の僅少なるものは水量百萬分中に夾雜物五十の割合であるが、其の多量なるものに至れば水百萬に對して實に三萬七千二百の割合に混じ殆んど太平洋の水の鹽量に均しいといふ。今泉水中に存在せる雜物の研究に就ては

- (一) 泉水は如何にして雜物を收得するか、
- (二) 其の雜物の中には何物が存在するか
- (三) 泉水は是等の雜物を絶えず收得して其の局如何なる結果を齎らすであらうか

といふ三つの疑問を持つことが肝腎である。

抑も泉の水は、其の包含物を、一は大氣中に仰ぎ、他は是を地中に仰ぐものと見ることが出来る。化學者の説に従へば、雨水の大氣中を通過するや必ず多少の瓦斯體を吸収するものであるが、其の瓦斯體の一は即ち炭酸瓦斯である。殊に雨水が腐敗せる動植物に逢着し、又は彼の佛蘭西のオーヴェルン、獨逸のアイフェル乃至日

本の三瓶山「鳥の地獄」地方の如く、地中より多量の炭酸瓦斯を噴出する炭酸質噴氣孔附近を通過するに際しては、更に多くの炭酸氣を吸収して地中に滲透する。假令是等特殊の例に依らずとも、炭酸瓦斯は地表上那邊にも存在し、雨水たると泉水たると湖海の水たるとに論なく、通常の溫度及び壓力に於ては略々同體積の水に溶解する。又水は時に硫化水素などを含んで臭氣を發することがある。けれども、一般に水が瓦斯體を溶解して居る量は甚だ僅少であつて、化學的分析法に依るも尙ほよく之を檢査し得ないことがある。吾人は泉の包含物の多少に依つて之を單純泉と鑛泉とに區別して居るが、此の交雜物の多量なるが爲に已に鑛泉と稱せらるゝものに於ても、瓦斯體の含量は水一リットル中に就き瓦斯九十乃至千六百糧位である。

既に水中の瓦斯體を去り、又其の水を蒸發皿に入れて蒸發せしむれば、其の跡に白色細粉の鑛垢を残す。今之を取つて檢するに、其の成分は泉水に由つて異なるけれども、通常硫酸化石灰若くは炭酸石灰、並に苦土の硫酸鹽若くは炭酸鹽を含有

しないものはない。即ち其の含量の多少に依つて前述の如く水に硬軟の別を生ずるこのカルシウム(石灰)及びマグネシウム(苦土)の鹽類を多量に含める水は、其中に石鹼を少し溶かして試みるに氣泡を生ぜずして悉く沈澱して仕舞ふ。かゝる水を硬水といひ、他の然らざるものを是に對して軟水と稱することは既に説いた。軟水は洗濯によいけれども、硬水は之に不適當である。併して石灰岩の多い地方から湧出する石灰泉は概して硬水であつて、其の味も亦不良である。鑛分其の他の有機質を多量に含有する水は一般に其の味が不良であるが、其の含量の少ないものは概して美味である。

斯くの如く泉水中には皆多少の鑛分を含有するもので、其の證據は鐵瓶や蒸氣罐内に水垢の附着するのを見ても明瞭であるが、時に其の夾雜物の量が大に増加して泉水に一種の味を與ふるに至れば、其の中に浮游せる雜物は吾人の肉眼を以て看取し得るものである。而して地下水が地熱の爲に高温度に達すれば、冷泉よりも溶解

度が大になり、且つ炭酸氣を含有するに至れば、鑛物殊に石灰を溶化する方が一層烈しくなるから、随つて温泉と稱せらるゝものは大抵鑛泉であつて其の含量が夥しい。いま此の鑛分の含量を査定してみると、普通泉では水量百萬分中に鑛物量五十乃至四百であるけれども、其の多量なるものは二千以上に及ぶことがある。而して彼のウイチ温泉に於ては水量百萬分中に鑛物量五千六十、サイドリツク温泉に於ては同じく一萬六千四百零四を含み、又ブルナ温泉は鑛物含有することが極めて多く、實に三萬二千七百七十一の割合である。因みに云ふ、大西洋の海水は食鹽及び他の鑛分を含有することが大約百萬分の三萬五千にして、死海の水は同量中二十四萬四百八十三の割合である。要するに泉水が他の物質を含有することは斯の通りである。而して泉水は是等の物質を再び沈澱堆積し、鑛脈の生成に於て將た岩石の起因に於て、往々其の作用を専ら之に歸すべきものがある。加之泉水は直接に河川の源を涵養し、生物に飲料を供し、其の含有せる物質殊に石灰類は特殊の動物生活

に缺く可らざるものである。斯様に泉は直接間接に陸界に影響すること大である。尙ほ種々の温泉並に其の含有物及び地下水の營力に就ては更に項を分つて説明する。

八、種々の温泉

地球上到る處温泉のない國は殆んどない。日本の如く火山の多い國には温泉の湧出するもの多く、又火山地方に於ては水の温度が往々沸騰點以上に達し、其の儘久しく變じないものがある。前述の如く温泉は地下水が地熱の爲に高温度を得て地上に噴出するものであるから、其の多くは鑛泉にして温度概して高く、今是を外國の温泉に徴するに、英國のバクストンのそれは華氏八十二度、獨逸のカールスバットの鑛泉は百六十七度、西班牙の西北にある一温泉の温度は百九十二度、而してアイスランドの温泉は二百六十一度であつて、沸騰點を超越することが實に四十九度であ

る。我が箱根蘆の湯は華氏百〇三度、同じく底倉は百四十三度乃至百六十三度位で熱海の温泉は百十度乃至二百二十度位の温度である。温泉中に溶解せる鑛分は其の温度及び地質に依つて異なるべきは勿論であるが、今此の温泉を其の溶解せる固形分の性質上より區別すると大凡左の通りである。

〔第一〕 炭酸泉 は主として炭酸石灰を含有せる鑛泉であつて、其の中に含まるゝ炭酸鹽の量は、其の中に溶解せる炭酸氣の多少に依つて消長する。水中の炭酸瓦斯が減少すると、炭酸石灰は其の附近に白色の湯の華として沈澱する、之を石灰華と稱する。

〔第二〕 鹽泉 は別に鹹性泉ともいひ、多量の食鹽を含有し、其の鹽量は時に或は極度に達することがある。鹽泉はよく海岸地方又は地下に岩鹽のある地方に湧出する。

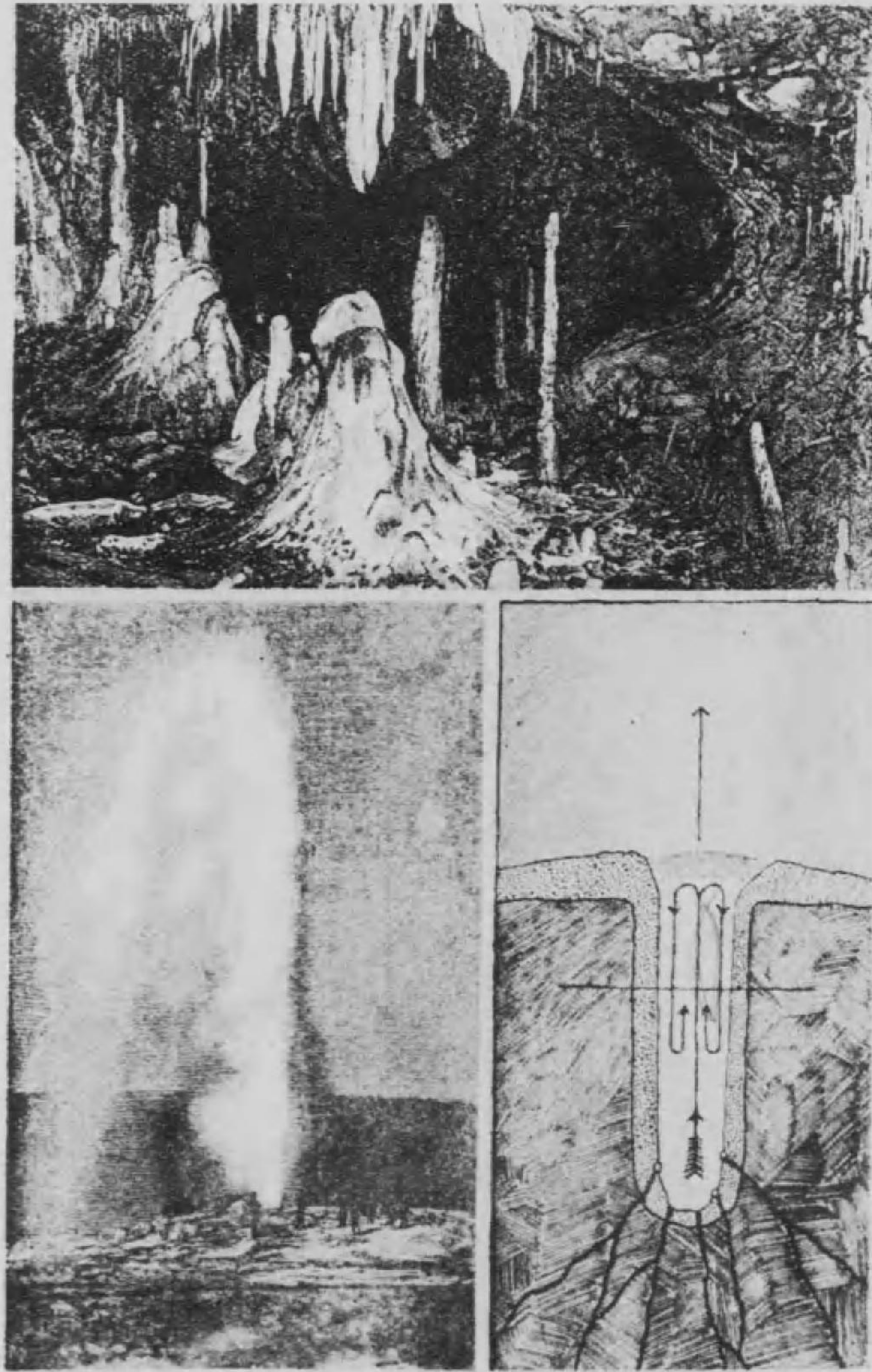
〔第三〕 アルカリ泉 之はアルカリ鹽類即ち硫酸曹達、炭酸曹達、硫酸加里、炭

酸加里、硫酸苦土等を含有する鑛泉であつて、前の鹽泉の如きも實は此のアルカリ泉の一種と見做して差支へない。

〔第四〕 鐵泉 は含鐵泉とも稱して多量の鐵分を含有する。その鐵分とは通常酸化鐵、硫酸鐵、炭酸鐵等を指すもので、之を蒸發せしむれば黃褐色若くは赤色の雜物を残す。是れ主として酸化鐵である。

〔第五〕 硫黃泉 通常硫黃泉と稱せらるゝものは寧ろ硫質泉と稱する方が穩當であらう。主として硫化水素、亞硫酸、硫酸等を含有する鑛泉である。

我が國に於ける上野の伊香保温泉は主として酸化鐵、炭酸鐵、硫酸鐵、硫酸曹達、食鹽等を含有し、伊豆熱海の温泉は食鹽、鹽化苦土、鹽化加里等を含有し、又箱根湯本などの温泉は主に硫酸曹達、食鹽等を含み、攝津有馬の温泉は鹽化加里、鹽化石灰、重碳酸、亞酸化鐵、鹽化苦土等を含み、肥前温泉嶽附近の温泉は硫化水素、亞硫酸、食鹽等を含有して居る。外邦に於ける著名なる温泉の中、ハロゲートの鑛



圖二第 洞灰石(上) 泉歇間(左の下) 泉歇間(右の下) 圖明説の

泉は炭酸石灰、炭酸苦土、食鹽、鹽化苦土、鹽化石灰、窒素、炭酸瓦斯、硫化水素等を含むし、又ウイチー泉は曹達、加里及び炭酸氣を含む。パースの鑛泉は炭酸石灰、硫酸石灰、硫酸曹達、食鹽、硅酸及び炭酸氣を含むして居る。是等の温泉の中、諸種の鑛物を含むものは、或は内服して吾人の病を治し、外浴して病癒に効驗があるから、斯かる泉水を藥泉と稱し、洋の東西に其の數が極めて多い。

九、間歇温泉

温泉の中には一定の時間を隔て、週期的に熱湯と水蒸氣とを交互に噴出するものがあるが、之を通常間歇泉と稱する。間歇泉の有名なるものは、我が國では熱海及び鬼首等であり、外國では米國のエローストン並にアイスランド及びニュージージーランド等の間歇泉である。アイスランドのクレートガイザーは有名なる噴泉であつて其の最大なるものは噴口の直徑五十尺餘、平地よりの高さ十尺餘、其の内に口徑八

尺の水道があつて、是から絶えず水が地上に昇つて四邊に溢漲し、斯くて數時間の後に忽ち水道中に一大音響を發して噴口の水が沸騰し、水蒸氣と共に大空に噴騰すること數尺、其の後復た靜穩に歸し、二三時間を経過して再び噴騰する。斯様にすることが凡そ一日に涉ると勢力が愈々増加し、地下鳴動してまた熱湯及び水蒸氣を吐出して高さ百五十尺乃至二百尺に達して復た平穩に歸する。米國エローストン公園の間歇泉は多くは消滅に歸した跡であるけれども、然し中にはアイスランドの夫れに超越するものがある。我が伊豆熱海の間歇泉は第三紀凝灰岩の空隙より噴出するもので、其の噴出の規則正しきこと、噴出したる熱湯が殆んど原溝に戻らざること、及び大湧と小湧とあること等が特有點である。

間歇泉が時を定めて熱水と水蒸氣とを交互に噴出する原理は、彼のブンゼン及びマッケンジー兩氏の説に依つて明かであるが、今其の説を略述するに、先づ噴水孔内の熱水が徐々に下底より上昇し、其の一部は孔外に溢れ出で、一部は表面に於て

冷却して、第二圖の右圖の矢を以て示す様に下降するけれども、半途にして管の中部の熱水に遭ふて更に温熱を得て之と共に上昇し、上の水は斯の通りにして循環運動をなす。然るに管中に於ける熱水の温度は下底に至る程高度であるけれども、然も上方水柱の壓力を受くるが爲に下底の熱水は容易に沸騰することが出來ないが、然し其中に下底より昇る熱水の爲に管の中部以上の水も漸次に温度を増加し、遂に水壓に相當する沸騰點に達し、斯くて水蒸氣に變じて噴出する。是れ即ち小噴出である。然るに中部以下の水は上部の壓力の減少に乗じて、悉く水蒸氣に變じ、其の容積が頗る膨脹するを以て、其れが上昇の勢は遂に上部の水柱を高く噴出せしむるに至る。而して此の水柱は冷却してまた管中に復歸し、暫時水蒸氣の發生を止むるも増熱の爲に前と同一の手續にて再三再四噴出する様になる。是れが彼の大噴出である。斯くて噴出する水柱が次第に冷却する爲に遂に下より昇る熱水も之に著しい増温を與へない様になると、其處で噴出が始めて止むことになるが、併し其の間は熱

水と水蒸氣との交互噴出が決して絶えなす。

一〇、地下水の物理的營力

地下水が地下の岩石などに與ふる所の作用は、一部は化學的であり一部は器械的即ち物理的である。地下を通過する水は器械的に之を浸蝕し、其の浸蝕物を運搬し堆積する。其の他峻坂又は傾斜の急なる土地に於ては、地下水の潜在するが爲に自然に其の地層の結合力を弱くし、且つ其れ等の土壤若くは粘土が水を含んで重量大に増加すれば、時として山崩れを起さしめることがある。斯様な地形の變更は山腹絶壁、峭壁等に於て屢々目撃せられる所で、英國の沿岸などには殊に山崩れが多い様である。アイル、オブ、ワイトの沿岸並にアントリムの峭壁下等を旅行して見ると崩壊したる土塊の上に樹木が蒼々として丘阜とも稱すべき絶妙なる奇景をなして居る所を見る。印度ヒマチャ山の南方シクキム地方では、暴雨の爲に地層の結合力を

失ひ、山崩れを起して森林と共に谷間に落ち、水路をさへぎつて一時的の湖水を作ることがある。けれども陥没したる土岩其の物が粗鬆なるが爲に水勢に破壊せられて一時に瀑漲して洪水となり、其の附近の人畜に害を與へることがある。本邦に於ては山間の地方では暴雨の爲に山崩れを起し、載する所の樹木と共に溪間に來襲する例は少くはない。温泉嶽の一峰眉山は霖雨の季節に入れば、地下水の爲に其の土塊の結合が弱められて常に崩壊して居る。曾て瑞西のゴルダウ溪に於ては地下水の爲に地盤の結合力を失ひ、其の上層にある百尺の岩盤が忽然として陥落し、當時ロスヘルグ山も亦震動して百雷の恐聲を立て、地盤轉覆して溪間に落ち、村落五個所を埋没したことがあるが、此際陥落したる岩盤は實に二百五十尺の高さに及んだといふ。

又地下水の爲に溶解せられたる礦物質が、地下水の流動に伴うて再び他所に沈澱するに至れば、此の沈澱物の爲に粗鬆なる岩石は堅實緻密となる。彼の砂岩及び石

灰質礫岩などが堅硬緻密なのは之が爲である。

地下水は又火山活動の有力なる一原因をなすものである。換言すれば火山活動の主原因は、地球の放熱に基ける收縮作用の爲に起る所の地殻變動の歪力と水蒸氣其の他の瓦斯體の張力とにある。元來地下水は地熱の爲に蒸氣化して猛烈なる張力を發現する許りでなく、地下深所の熔岩に混じて其融點を左右し、其の流動性に影響する。即ち熔岩の熔融點並に流動性は温度と壓力とに依つて左右せられる外に、其中に含まるゝ水量の多少に依つても亦影響せられるのである。故に地盤に罅裂のある地方は地下水の浸入することも多く、随つて又火山の噴出するが爲にも都合のよい地方なのである。

一一、地下水の化學的營力

地下水の化學的作用は前述の器械的作用よりも一層顯著にして且つ必要である。

今其の作用の主なるものを述べると、第一の最も單純なる作用は可溶性の礦物を溶解し運搬する作用であるが、此の運搬作用は其の結果上より見て二様に解することが出来る。即ち其の一は礦物を溶解して地表上に運搬することであり、他の一は其の儘地下に殘留すること是れである。併して地下水が地中を篆行上下して多量の礦物を溶解し、以つて地表上に運搬する量は實に多額であつて、瑞西のロイク温泉の如きは華氏百四十四度の水温で溶解し運出する所の石膏の量は年々百十萬貫以上に上るといふ。故に今若し此の石膏を以て幅二十七尺の正方柱を作造するものと假想すれば、其の方柱の高さは實に六百五十尺に達する譯である。又ミンデンの新鹽坑は年々七十二立方角をなすに餘ある鹽水を産し、バスの礦泉は年々高さ八十尺、幅十尺の正方柱を作造するに足る丈の礦物を含むるといふ。是れを見れば地下水が可溶性の物質を溶解し以つて地上に搬出する量は實に一の丘陵をなすも尙ほ餘りある位である。然れば此の搬出作用に依つて地下に罅隙空洞を生ずるも亦自然の理

である。

可溶性の礦物中、硫酸銅、硝石、明礬、硫酸鐵等は其の最も普通なるものであるけれども、是等の礦物は廣大なる地盤を形成する程多量に存在しないから、其の影響は左程大ではない。併し乍ら前述の石膏、岩鹽、石灰岩等の如き地殻構成の材料として存在する岩石が地下水の作用を受くる時は著しい變動を生ずる。殊に炭酸瓦斯を含有せる水の溶解作用は最も著しい。石膏は我國には多く産出しないけれども、外國に於ては廣大なる地層をなし、古世紀の最下部に屬する岩石を構成して居る。石膏の一分は水の四百分に溶解するから、石膏岩の層中を流るゝ水は時を経るにつれて其の大量を溶解し、斯くて地中に空所を生じて往々陷入地震の本源をなすことがある。岩鹽も亦水に溶解する性が至つて大であるから、前に述べたるが如く地下水はよく之を溶解して地表上に噴出することがある。鹽泉即ち是れである。歐羅巴や支那四州省等に於ては岩鹽層の廣大なるものがあるから、其の附近には鹽泉

の類が多いが、本邦に於ては其の著しい例が少ない。次に石灰岩の多い地方では、地下水の爲に溶解せられて生じたる空洞が少くはない。石灰岩の一分は水の千分中に溶解し、其の溶解性は石膏や岩鹽等には劣るけれども、然し石灰岩の配布の廣大なると、一は節理劈開面等に富むが爲に、水の流通することが極めて自在であるから、一流は一流よりも更に節理や劈開面の空隙を大ならしめ、遂に洞穴を開鑿するに至るものである。斯様に石灰岩は地下水の浸蝕を受けることが顯著であるから、石灰岩地方に洞穴の多いのは普通の事實である。今石灰洞の著名なるもの、二三を舉げて見ると、彼のジュリア、アルプ山麓のカルスト並に北米ケンタッキー州のマンモス洞等は其の著名なるものである。マンモス洞の如きは其の長さ四十餘里に達し、洞中の諸流を合算すると實に八十餘里に及ぶ。洞中の小暗い所から燭火を點じて進むと、眼前に數百の白色石柱の倒懸して居るのが見られる。是れ其の上部より滴下する水中の炭酸石灰が再び遊離し、沈澱し、恰も氷柱狀を呈して垂下する所謂

鐘乳石であつて、之が洞床に滴下して生じたる筈状の凸起を石筈と稱する（第二圖参照）。此の種の石灰洞の大なるものはアンチパロス島にもあり、又英國のデルピイシアにもある。又我國に於ては武藏の日原、大瀧及び上野、伊豫の小屋村、磐城の禧原、三河の嵩山、下野の流出村、備中の水田村、美濃の赤坂村、阿波の劍山等には石灰洞がある。

地下水の化學的作用の第二は、他の岩石の礦物質を溶解脱却して或る他の岩石に附加する作用で、換言すれば物質の交換を行ふことである。今鑛脈を構成する所の主要脈石たる方解石、重晶石、螢石、石英等の生成を調べて見ると此の事が一層明瞭になる。則ち炭酸瓦斯を含有せる地下水が石灰層を通過するに際しては、能く之を溶解し運搬し來るも、岩石の空隙部に來たつて溶解媒たる炭酸瓦斯を失へば其處に堆積して方解石を生ずる。重晶石の化學的成分は硫酸重土であるが、炭酸瓦斯を多量に含める地下水は、重土の鹽類に働いて之を炭酸重土に變成せしめ、更に之を

溶解含有して流動し、若し硫酸鹽類の溶液に遭遇すると硫酸重土即ち重晶石となつて沈澱する。次に炭酸アルカリ性の地下水が硫酸石灰の溶液に遭遇すれば、石灰とソヂウム又はポツタシウムと交換して弗化石灰即ち螢石となつて沈澱する。此の外地層中に埋没せる炭酸石灰よりなる介殻や、或は埋木の如き植物質は地下水の爲に次第に溶解せられて、其のあとに硅酸が沈澱する。即ち硅酸質を以て置換せられることが度々あるが、之を特に化石作用と稱する。

地下水の化學的營力の第三は、岩石の分解作用を行ふことである。換言すれば、地下水は其の中に溶解包含せる礦物質を其の通路に於ける他の礦物と化合せしめて新化合物を生ぜしめることで、此の種の化學的變化には單分解と複分解との二通りがある。併して單分解とは、例へば硫酸銅、硫酸鉛、硫酸鐵などが、分解したる有機物等の作用に依つて還元せらるゝが如き、或は硬石膏が水を含んで石膏となり、或は又赤鐵鑛が水を含んで褐鐵鑛となるが如き簡單なる作用である。複分解といふ

のは二つ以上の單分解が相共合して行はるゝ繁雜なる分解作用で、例へば地下水の含める炭酸瓦斯と有機物質とが作用して重碳酸鹽を生じ、之が更に硅酸アルカリを溶解するが如き作用である。併して複分解をなす所の主要物は炭酸瓦斯、炭酸石灰、硅酸アルカリの三者であつて、先づ炭酸瓦斯を含有せる地下水が硅酸アルカリを溶解し、次に鐵、マンガ、礬土、苦土等の硅酸鹽類を溶解する。然るに硅酸鹽類は地上の岩石を構成する主要素であつて、普通岩石の過半を占むる長石の如きは加里曹達、礬土若くは石灰の複硅酸鹽類であり、雲母、輝石、角閃石、橄欖石等は皆苦土、鐵などの複硅酸鹽類である。されば岩石は外觀が如何に堅硬であつても、硅酸鹽類を其の構成要素とする以上は多少水に依つて分解せられる。

欠

欠

ことがなかつたならば、河川は融雪の涵養するに非ざれば雨水を俟つて始めて河水あるべき理である。併し乍ら泉水が滾々として湧出し、以つて溪谷を涵養するものあるが爲に、早天數日に亘るも河水に渴盡の憂なく、草木も亦蒼々として居るのを見るのは、是れ偏に地下水の賜である。既に前章にも論じた様に、地下水の湧出するものは即ち泉であるから、泉水は河原の樞要なるものである。多くの河流は此の泉を以て其の源として居る。又石灰洞の多い地方では、其の地中に埋存する洞穴から突然大河の地上に顯出することがある。

萬古の積雪が凝つて氷河となり、山腹に沿ふて降下し、下方の高温に會して溶けて液水と化し、其の極終に河流となるものも少くはない。乃ち高山の雪野は多くの大河の無盡源である。本邦に於ては此の類例に乏しいけれども、歐洲大陸のライン河、ドナウ河及びローヌ河の如きは其の源をアルプ山中の雪野に仰いで居る。亞細亞の北部及び印度の諸大河、即ちガンガ河やブラマプトラ河の如きはヒマラヤの雪

野に源を仰いで居るから、其の水が常に竭きない。又北米の大河たるミスシッピも、ロッキーマウンテンに雪野がなかつたならば萬世の流たるを得ないであらう。斯様に高山の氷雪に河源を有して居る例は、大陸地方には決して尠少でない。積雪が必ずしも氷河とならないでも、氷雪其の物が所謂「雪解け」となつて直に河源となり、或は河源の一部をなせるものもある。此の種の河川は我が國にも多い。

又山間の凹地には往々融雪や泉水よりなる小湖がある。此の小湖より流出する河川は他の小流を集めて再び低地に大湖を成し、更に其の水を灌流するに由つて大河を起すものがある。我が國の琵琶湖より流出する淀川の如き、或は諏訪湖より流出する天龍川の如き、猪苗代湖より流出する阿賀川の如き、或は又彼のヴィクトリア湖より流れ出づるナイル川の如き、レマン湖より出づるローヌ川の如き、或はコンスタン湖より流出するライン川の一支流の如きは其の好例である。

以上を要するに大河の水源は雨水、融雪、氷河の下部、泉水及び湖水等であるけ

れども、其の多くは山間に湧出する泉水が河源となるもので、其の細流と細流とが相合して終に洋々たる大河流となるのである。然し乍ら地球上に於ける幾多の河源は斯く單純なるものではなく、極めて複雑であつて、幾つかの源が相合して居ることが多い。尙ほ其の河源も一層深く之を尋究して見ると、彼の落葉の下、蘚苔の間を潜行する些細なる小流である場合が多い。由來「源」といふ語は、河流の由つて起り來たる水頭を指すのであるが、今山間の溪谷に入つて諸大河の水頭を辿つて見ると、其の何れが水頭であるか、斷定に苦しむ様なものが多い許りでなく、中には全然水頭の不明なるものも尠くはないのである。

三、降水と河流

河水の多少は其の流域中に降下する雨雪、即ち降水量に關係あるものであるから河川其の物が幾何の降水を海洋に迄流送するかといふ事を研究するのも亦興味ある

問題である。抑も河水の多少と降水量との關係は未だ十分に査定せられて居らぬけれども、大抵降水量の三分の一乃至四分の一は河川に依つて海に流入し、其の殘量は蒸發して再び大氣中に還歸するものである。即ち濕地、雪野、河川、湖海等よりは、常に其の水が蒸發して大氣中に還るから、河川は其の領收したる雨水の全部を悉く海洋に送致するものではない。

旱魃連日に涉り、大空に浮雲の乏しい時に、細流も竭盡に瀕し、泉水も湧出を少なめ、河水も亦大に減少するを見れば、地上の水量が大氣の乾濕並に降雨に大關係あることが推して知られる。降雨に定期のない地方に於ては、河水の増減も亦極めて不規則的であるけれども、熱帯地方の如く、概して乾期並に雨期の區分の明かなる地方の河川は、固より季節に依つて其の水量の増減に著大なる變化がある。即ちナイル河の如きは増減の期を誤らない一例であつて、彼の埃及地方の如きは、極めて乾燥なる國であり、降雨を見ることも亦稀有であるが、然し此の地方に於て能く

ナイル河の定期氾濫を豫知して少しも誤まるることがない。即ち其の時期に至れば、河水は漸く増加して兩岸の平地に溢れ、其の水が減少して再び從來の河道に復する迄には、多量なる泥粉を其の附近一帶に散ずる。併してナイル河の定期氾濫の原因に關しては、古來其の理を解する爲に非常に困却したのであるが、昔時の議論に依れば、ナイル河は其の水源を四時積雪ある高嶺に仰ぐを以て、其の洪水は上流地方の雪解けに起因するものと推斷したが、然るに輓近に至つて漸く之が眞原因を探究して以て上流地方の雨節に關係あるものと知つたのである。即ち三四月の頃には、上流なるアビシニアの廣陵に大雨屢々至るを以て、諸川皆暴漲し、是等の水が相合してナイル河の本流に入り、遂に埃及に來たつて洪水を起すのである。故にナイル河の洪水は融雪に非ずして實に其の上流地方なる定期の強雨に起因する。斯様に定期の大雨を受くる地方に於ては、雨水と河流との關係が最も明瞭である。中印度のマハナデー河は、其の流域中に西南の季節風を受けて降雨を來たすことが甚だしい

然るに一旦此の地に降雨の襲來あるや、數多の小流は雨水を集めて本河に入り、終に溢れて近傍の土地に大害を與ふることがある。是れ即ち雨期の有様であるが、更に乾期に入れば殆んど降雨なきが故に諸川盡く竭死して唯泉水に依つて涵養せられるのみである。

降雨と河水との關係を明かにする他の例は、茲にシリア、アラビア地方等の諸溪に散在せる乾燥なる深溝及び礫地のことである。該地方に於ては之をワヂスと稱し降雨域内にあるものは、雨節中は河川に變ずることがあるけれども、降雨域外にあるワヂスは常に乾燥して一滴の水をも有しない。蓋しワヂスは昔日の河床に當れるものなることは疑なきも、今日に於ては大に其の面目を改めて居る。是れに依つて見れば、此の地方の氣候は古來大に變化したるものであつて、其の原因の一は、森林を亂伐し土地の耕作を廢したが爲に、曾て此の地を潤澤ならしめた所の雨も、現今に於ては全く消滅に歸して下降しないやうになつたのであらう。それで河には海



第三圖 南米の水分界

に送致する水なく、溪谷は皆枯焼して萬物悉く荒廢の觀を呈して居るのである。

河水の源を融雪に仰ぐものは、夏秋の季節に水量多くして春冬の季節に其の量が多い。ライン及びローヌ河などは、其の源をアルプ山の雪境に仰ぐから、七八月の乾燥炎熱の季節には水量多く、寒冷濕潤の季節には水量が減少する。又此の殆んど定期的なる増減水量の外に、是等の諸川には屢々洪水があるが、これ蓋し大雨に由るに非ずして乾燥炎熱なる天氣に基づくのである。乃ちフェンと稱する炎熱なる南風がアルプ山頂を通過すれば、忽に雪解けの現象を起すのであるが、此の際乳白色の水が山腹を奔下するが爲に、河水は瞬間に漲溢し、土砂を散じ、堤橋を破壊し、家屋を撲碎し、田園を荒すなど其の害は寔に多大である。(フェン風に就ては拙者「天候と人生」の中に解説して居るから就て參照せられたい)。

四、分水界に就て

今若し一枚の地圖に依つて、諸大河の流域を観察して見れば、諸々の河流は皆も屋根形の山脈を分水界として、彼の表日本と裏日本との河の如く相背いて、一は太平洋、他は日本海といふ様に兩方面へ傾注して居るのを知るであらう。依つて是等諸流の水源を求めて之を線で連結して見ると、其の連結線の方向は概して分水界の方向と相一致して居る。分水界は一國若くは一大陸の諸川を左右する所であり、よく其の大陸の傾斜を指示するものであるが、多くは陸内の中央に位せずして、大抵陸地の一方に偏し、且つ屈曲するを常とする。今此の状態を南米大陸に就て観察するに、該陸の分水界は西岸に偏して居ることが明瞭である。故に其の太平洋に面する傾斜は之を太西洋に面するものに比すれば極めて急である。是れを以て一旦大雨が來たる時は、固より一部は西走し一部は東奔するけれども、其の西方に至るものは凡そ千尺の高さより僅々三十里内外に出でずして海に朝し、其の東方に至るものは之を直線にして八百餘里を流走しなければ海に入らない譯である。斯様に大陸の

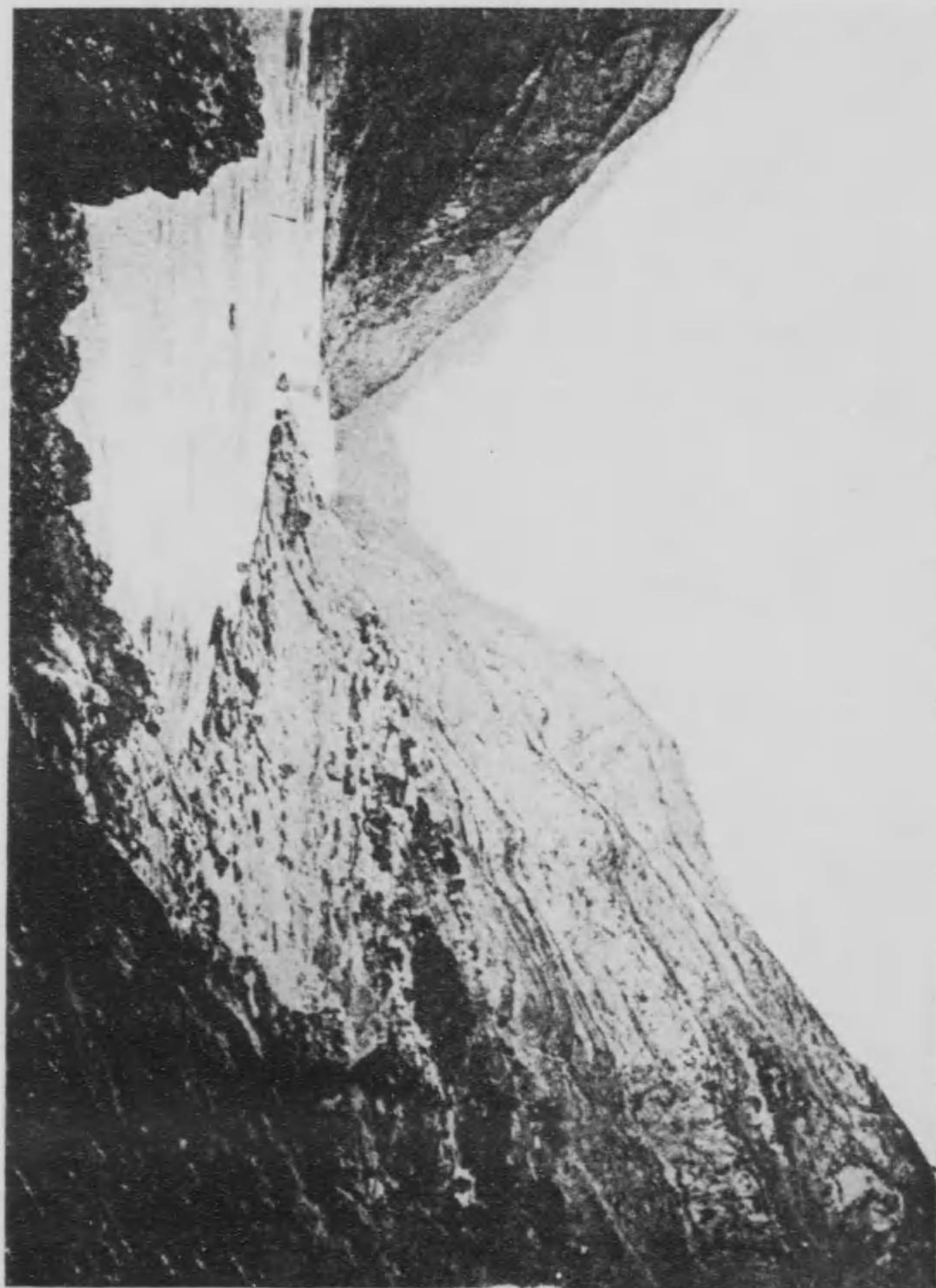
分水界が一方に偏するときは、其の背部に當る地方には大河の流るゝ餘地がないから、随つて河流に乏しいことになる。此の適例も南米大陸に於て最も顯著であつて太平洋方面には大河と稱すべきものは一つもないが、然し太西洋方面にはオリノコ、アマゾン、ラブラダ等の諸大流がある。彼のスカンヂナビヤ半島の如きも分水界が一方に偏する所の好例である(第三圖参照)。

吾人は以上に述べたるが如く、分水界と言へば直に山脈を想起し、山脈といへば必ず其れが河川の分水界なるが如くに思ひ、事實上又斯様な場合が多いのであるけれども、或る地方に依つては分水界が必ずしも山嶺山峰と符合しない場合もある。例へば今歐洲大陸の地圖を見るに、太西洋、バルチック海、北海等に流入する諸水と地中海、黒海、裏海等に流入する諸水とを分界する所は、該大陸の中央山脈と符合せずして、諸流は却つて大山脈を越え、廣陵を過ぎ、平地を縦横に流走して居る右様である。分水界が必ずしも山脈と符合するに及ばざるは、凹凸の極めて緩かな

る土地を流過する河水を見て明瞭で、乃ち斯様な場合に於ては唯一片の土隔にて能く同溪の水を左右するに足ることがある。ロシアのバルタイ連岡の如きは其の類例である。

五、河の流域

前述の如く大河の水源には、千古の雪に依つて涵養せらるゝものがあり、又氷河の融消に依つて河水を出すことがあるが、是れ通常泥水であつて、他の溪谷の水を合して平地に來るのである。又時としては滾々たる泉水が河源をなして晝夜息まないものがある。之を譬ふれば河川の源は葉脈の極端であつて、葉脈が相集つて支枝を作し、斯くて漸次に谷間を出づるにつれて聯合し、葉脈は支枝となり支枝は主幹と化し、竟に二三の大河をなして海に朝するのであるが、之を自然の疏水法と稱する。河水が山間を去つて平地に入れば、其の流れが緩慢となる許りでなく、平地の



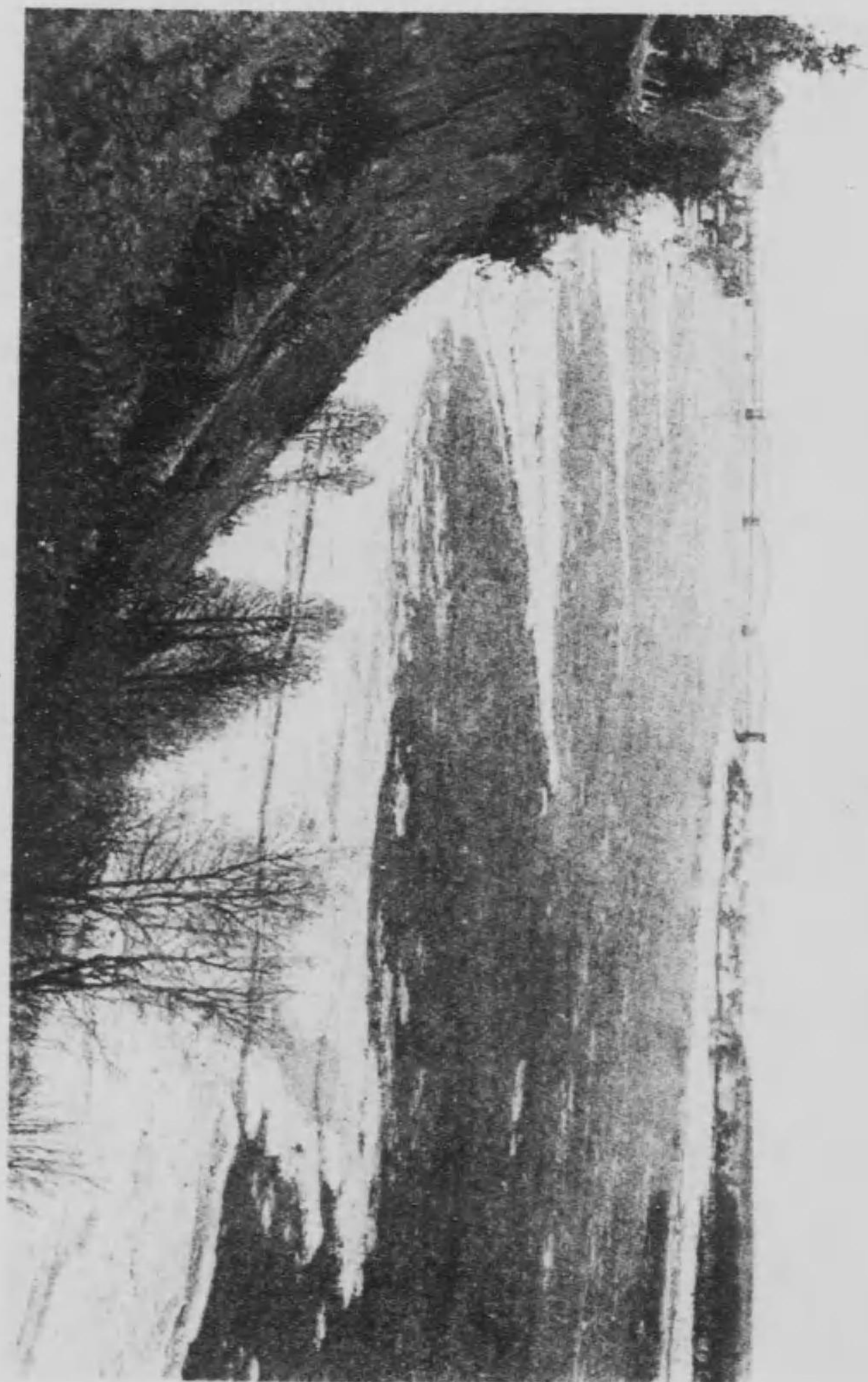
流峽の江子揚 圖四第

河床は急傾でないから、水路の彎曲が甚だしくなる。今之を一葉の地圖に就て觀察するに、山間の溪谷を流走するもの、外、大抵の河川は平地に至れば左に流れ右に迂回して甚だしく彎曲して居るのを見る。是れ河流が流れ越したり或は移轉したりすることの出来ない障礙物たる丘阜、凹地、溪谷等の存在に依るので、是等は皆直に大海に朝せんとする河流を左右に變換せしむる原因をなすものである。我が國の石狩川や北米のミスシッピー河の下流などは、左右曲屈の甚だしい適例である。斯様に河流が平地を左回右轉して流走する際には、往々曲流の狭部を斷絶し、其の流道を短縮して直流を生ずることがあるが、若し其處に土砂が堆積して曲流の口を填塞することがあると、自ら其の曲部の水は新月形の小湖沼と化して仕舞ふ。石狩川の流域にも新月形の湖沼が少くはないが、彼の下總の印幡沼の如きは此の適例であつて、實に利根川の水流變遷の爲に生じたものである。斯くて河川が海に流入するに當つては、往々河體が分別して恰も樹根の如く數條の小流となる。所謂三角洲な

るものは此の間に生ずるもので、土砂が堆積して三角形を呈するから此の稱がある
我が大阪の如きは、其の一部は明らかに淀川の三角洲上にあるといつて宜しい。ア
フリカ洲なるナイル河口の一都市、カイロ以北の地方は其の大半が殆んど三角洲で
成立して居る。三角洲等に就ては尙ほ後に説くつもりであるが、要するに河の上流
たると中流たると下流たるとに論なく、其の河水の濕す範圍内を其の河の流域若く
は河領と稱し、彼の世界第一の長流たる北米ミシシッピ河の如きは、實に其の河
領の面積が二十四萬五千七百二十八方に及ぶといふ。

六、河流の遅速

河流の速力は其の水量の多少と河床の傾斜如何とに依つて定まるものであるが、
大河中には渦があり回流があつて吾人の眼を迷はすことが多い爲に、其の水量及び
流走の速力を實際以上に過大視するものである。今廣く河床の傾斜を實測して見る



第五圖 海峽に近し

と、多くは吾人の推測よりも緩慢である。而して大陸にある大河床の傾斜は平均半里毎に二尺に過ぎないものが多い。之を事實に徴するに、彼のミンウリ河床の傾斜は半里殊に凡そ二尺であるけれども、ボルガ河の傾斜は半殊に三寸に及ばぬ位である。又航行に妨碍のない諸川は、其の河床の傾斜が半里毎に凡そ一尺で、乃ち六三三六に對する一の比例を超過しないのを常とする。但し山間の水流は其の床の傾斜の大なるが爲に甚だ急速であるけれども、斯様に床傾の急なる河流は寧ろ激流と稱すべきもので、通常の河流とはいひ難い。

河流の速力は通常一時間に半里内外であつて、激流と雖も一時間に七八里に過ぎない。併し乍ら河流の各部は皆同一の速力を以て流走するものではなくして、或部分の水は速く、或部分の水は遅い。是れ河床若くは河側に自ら摩擦あるが爲で、其の最も急速なるものは河の中心を流走する水である。故に細流に木片を投じて其の流走の遲速を觀測して見ると、河の中央を浮游するものは河側にあるものよりも流

れが速い。此に依つて考ふれば水量の増減と流速の増減とは正比例をなす。乃ち水量が増加すれば流速も大になり、水量が減れば随つて流速も減ずるのは蓋し自然の理である。

今茲に二つの支流が相合して一流なる場合を考へて見るに、其の合流の廣さが假令支流の廣さに超過せず、又合流河床の傾斜も敢て急でなくても、既に摩擦力の半を減じた譯であるから其の速力は大に増加する。此の理に由つて考へると、深渠にある流水は、川床の傾斜の變ぜざる以上は、平坦にして石礫の多い河床を流走するものよりも其の速力が大である。随つて此の點から一河に多數の支流を容るゝも其の河幅が敢て増大しないことも自ら明瞭になる。故に彼のミスシッビー河の如きは幾多の支流を集めても其の河幅が敢て巨大にならない。即ち此の河は河口を溯る七百里程の河幅は約五千尺位あるけれども、さりとてミソウリ、オハイヲ、アルカンサス及び赤河の諸水を合せても餘りに其の河幅に増大あるを見ずして、メキシコ灣

に入る所では唯二千七百餘尺位に過ぎない。

併し乍ら是等の諸川の海に朝する水量は實に偉大であつて、輓近の精密なる觀測に依れば、ミスシッビーは年々二一、三〇〇、〇〇〇、〇〇〇、〇〇〇立方尺の水をメキシコ灣に注ぐといふ。今此の水を一所に集むれば、彼のイングランド並にウェールズを聯合したる程の湖水となり、其の深さが平均十尺餘のものとなる割合である。又英吉利のナイ河は大河といふべき程のものではないけれども、年々一四四、〇二〇、〇〇〇、〇〇〇立方尺の水量を海に運ぶといふ。併してダニウブ河は一秒時間に二〇七、〇〇〇立方尺の水量を黒海に流送する割合であるが、本邦の河川に就ては未だ此種の計算を見ないやうである。

七、河水の浸蝕作用

凡そ河水は其の大小に關せず常に其の經過する所の地盤を浸蝕するものであるが

其の浸蝕作用は、雨滴や地下水の働きと同じく時に物理的器械的であり又化學的である。

抑も岩石の地面上に露出せるものは、或は風化作用により、或は雨水の作用に依つて浸蝕せられ、大にしては山崩れとなり、小にして土柱、石門等の奇景を作ることは前述の通りである。蓋し山嶽地方には岩石の露出するものが多く、是等の岩石には皆多少の隙間あるを以て、此に浸透したる水の溶解力及び解體力は、能く是等岩石の表面を破碎して粘土や砂子の類を生ぜしめる。如何に堅硬なる岩石と雖も、長年月の間に此の二力に逢ふときは復た劈開せざるを得ない。然るに流水が一度此の解體せられたる岩屑、石片、砂子、粘土等の上に働くときは、是等の諸物を洗滌し、共に流轉するに依つて復た地面を浸蝕する。岩屑、石片の類は乃ち水流と共に流轉するに際し、河底及び兩岸と相摩擦して大に河水の浸蝕作用を助成するのである。

併して水流に送らるゝ石礫の類は、河床の岩角や或は石礫相互に摩擦して稜角を失ひ、次第に其の形狀を變じて來るから、其の石礫には吾人の日常目撃するが如き水摩の徵候を現はして居る。是れ即ち河水中にある石礫の特徴である。此の特性は終始存在するものであるから、若し河流の一部に於て稜角ある石礫等を目撃するとき、それは未だ久しく河中に非ざるものか、若くは未だ遠く流送せられざる石礫なることが推して知られる。然るに石礫が久しく河中にあるか、又は遠く流送せらるれば、其の形體が次第に減少するが故に、随つて河口に至れば唯だ砂子、泥土等の微細物が多い譯である。是を以て若し順を追ふて河流を溯れば、先づ砂子泥土の境より石礫の域に入り、終には數年の間其の河流に石屑を供給せる原岩に達するであらう。蓋し河流は猶ほ一大削磨機のやうなものであつて、其の一端に於ては稍々大なる石礫を磨し、他の一端に於ては唯細微なる砂子泥土等を出すものである。斯様に河流を流下する石礫等は、唯相互を磨碎する許りでなく、河床及び河側をも研

磨するから、摩擦の徴候は獨り砂子石礫のみに存在せずして是等の由つて來たる所の堅硬なる岩石にも現はれる。而して此の研磨の作用は最も堅硬なる岩石と雖も到底之に抵拒することは出來ない。已に抵拒し能はざる以上は岩盤も亦次第に滑かにならざるを得ない。そして河水の浸蝕作用の結果の至大なることは彼の溪谷の生成に徴しても明瞭である。第四圖は支那揚子江上流の峽流を示すものであるが、是に依つても地上の流水が如何に其の浸蝕作用を逞しうするかと察せられる。北米コロラドの大峽谷の如きは、其の長さ二百四十餘里、兩岸の絶壁高さ三千尺乃至六千尺に達し、流水の浸蝕作用に依つて生じたる深谷の最も顯著なる一例である。

河水の浸蝕作用は、其の土地の傾斜如何に依つて大に消長あるものであるから、山嶽地方の如く概して傾斜の急險なる土地では、流速大にして其の力も旺盛であつて、能く巨大なる石塊をも動かす得る。故に土を削り砂を洗ひ岩を碎き、更に之を運んで他の堅岩を破壊し、遂に横たはるものは何物をも碎かざれば止まない勢力を

示し、其の破壊したる物質の多くは溶解し、或は混合して下流へ送つて仕舞ふ。いまだ大河を上流、中流、下流の三つに別つて考へると、此の上流地方に於ては浸蝕作用が最も著しい。そして吾々は上流の縮圖をば瀑布に依つて認めることが出来る。抑も瀑布は傾斜の急なる地方の河流にあるものなれば、其の破壊浸蝕の力最も著しく、其の下部なる所謂瀧壺と稱する凹處は、河水の直下する際に伴ひ來たれる岩片などや、水力其の物の爲に碎磨せられて生じたものである。此の瀑布に伴ふ碎磨の現象は單に瀧壺に於て演ぜられる許りでなく、所謂瀧頭も亦其の爲に退歩するけれども、其の削磨の量の尠少なるが爲に大體に於て著しい變更がない。けれどもナイヤガラ瀑布の如きは次第に上流の方へ退く跡が甚だ明瞭である。

彼の有名なるナイヤガラ瀑布は、中央の一小島に依つて左右二瀑に別れて居るが其の合計幅員二千八百五十餘尺、高さが百四十尺乃至百六十尺であつて、一分時間毎に大約六十七萬噸乃至一億噸の水量を流下するといふ。而し此の瀑布は曾てクイ

ンスタウンにある石灰岩よりなる絶壁上から流下したのであるが、然るに其の後漸く退歩して、今日に於ては既に原所より殆んど三里の上流にある。蓋し現今に於ても其の退歩の尙ほ止まないことは、時々絶壁上より轉落する大塊の岩石あるを見て明かである。退歩の量は凡そ一年間に一尺の計算であるけれども、是れ稍々過度の見積りの様である。若し一年一尺の割合を以て前數年間の平均とするも、クインスタウンより今日のナイヤガラ瀑に轉退する迄は殆んど三萬五千年を要したる割合である。凡そ一流の瀑布の懸垂する岩質の破砕量が、下層よりも上層の方大なれば、上部の退歩愈々著しくして、瀑布は變じて段流となり、再變して終に通常の流れ急なる河流となることがある。

又吾人は山間の谿谷を跋涉する際、往々川岸若くは水底に、恰も壺狀の圓穴を發見することがあるが、是れ所謂甌穴と稱せらるゝもので、河水の破壊力を示す適例である。併して今之が成因を尋ねるに、上流より轉がり來たれる岩塊が河底の凹處に入つて出ること能はざる場合に、水が愈々之に激して來れば岩塊は茲に回轉を始める。随つて下底の岩盤を摩擦して竟に深さ數尺の穴を生じ、其の岩塊自身も遂に削磨されて仕舞ふ。けれども他の石塊が又其處に轉入し、新陳交代して一層之を大ならしめる。

要するに砂子石塊を運搬する諸川は終始浸蝕作用を怠らず、若し川流一旦漲溢して流勢も亦大に加はるとに於ては、浸蝕作用も亦愈々著明である。殊に流勢急なる上流地方の水は浸蝕作用の旺盛なると共に又次に述べんとする運搬作用も比較的顯著である。併し乍ら平原地方に近づくとつれて流速漸く減じ、其の運び來たれる石塊も亦小形の礫となり、久しく輾轉し來たる間に角稜を失うて圓滑となる。随つて是等の爲に破壊力は次第に衰へて來る。又假令砂子石礫等を流走せざる河川であつても、其の水の中には多量の鑛分を溶解して居るから、是等の物質は前章に述べたる地下水の化學的營力と同じく或種の浸蝕作用をなすことは茲に再説を俟たずと

も明瞭であらうと思ふ。

八、河水の運搬作用

河水の浸蝕作用に依つて生ずる鬆粗の物體は、其の河流に十分なる速力ある間は諸方に流送せられる。そして河水が浸蝕せる物質を運搬する力は主として此の河水の速度に關係する。或學者の調査に依れば、一時間に二町半を流るゝ緩慢なる河流でも、能く泥土を動かすことが出来るが、其の速度が一時間五町に及べば細砂を動かす、一時間七八町に達すれば普通大の砂子を動かす、一時間一里に及べば能く鶏卵大の石片を轉ばすに足るといふ。又或他の學者は、一秒時間に十二寸の速力ある流水は能く石礫を動かし、一秒時間三尺に至れば鶏卵大の稜角ある石礫を運轉すると言つて居る。されば急激なる河流の運搬力の大きなることは自ら推して知られるであらう。殊に上流地方に於ては地面の傾斜が急であり、随つて河水流動の速度も大

であるから、巨大なる岩石も水と共に流轉し、互に相摩し、又河床と相摩するが爲に破壊して細片となる。斯くて石礫砂泥を運搬し、傾斜の緩にして流速の小なる下流に至れば、河水は單に泥土を包持する許りである。蓋し水中にある礫粉の多少は(一)水量並に水の速力に依つて増減し、(二)河底の岩石の硬軟に關係し、(三)降雨並に洪水の多少に關係し、(四)氷河に河源を有するものは氷河の運搬する礫粉の多少に依つて増減する。

而して河水の運搬作用を詳かに攻究するには、之を三作用に區分して觀察するところが肝要であるが、其の三作用とは、第一に石礫等の如く河底を流轉する作用、第二には泥土の如く器械的の混合、第三には化學的溶解即ち是れである。故に河流の礫物を移轉する性質及び其の量を熟考するには、唯能く吾人の目に見ゆる所の砂子泥土等を觀察するの外、能く吾人の目に見る能はざる化學的溶解物をも考慮しなければ、河水の運搬作用の巨大なることを推察することが出来ない。蓋し化學的に河

水中に溶解せる鑛分の量を推測することは敢て困難でない。即ち先づ河川に疏注する水量を計り、次に河水の一升若くは一斗中にある鑛物量を計算し、此の兩者を相乗じて其の數を知ることが出来る。曾て化學者ビシヨフ氏がライン河に就て計算したのに依ると、此の河はボンを經過して年々凡そ五百六十立方尺の立體を造り得るだけの炭酸石灰を水中に溶解し去るといふ。又ローヌ河はアヴィグオンを經て年々八百二十九萬四百六十餘噸の鹽類を溶解し去るといふ。併し乍ら河水に依つて海に入る鑛物量の最大なるものは、此の化學的溶解物ではなくして、矢張物理的に浸蝕せられたる土砂石塊にある。何れの河水も多少泥色を帯びざるはなく、大雨後に於て殊に顯著であるが、此の泥色を呈するものは化學的溶解物ではなくして、主として物理的に浸蝕せられたる鑛物質の一部の浮游せるものに過ぎない。故に多量の砂子石礫は河水の清濁には左程の關係を有せずして流下する。然もそれが夥多なる場合には石礫が相互に相摩して音聲を發することがある。斯くて河水が物理的乃至化

學的に運搬する物質の全量は實に驚くべき多額に達する。一例をとれば、北米ミシシッピー河の如きは年々約三十七億立方尺の泥砂を運搬するといふ。固より是等の物質は皆同河の排水する全地方即ち其の流域より來るものであるから、流域の面積から之を推算すると、年々同河は流域の全地から六千分の一寸を削る割合になる。乃ち六千年を經て地面一寸を低減せしめることになる。而して此の地方は海拔平均一千尺であるから、六百萬年を經過するとメキシコ灣の海面と相均しい高さに至る割合である。河水の運搬作用の偉大なることは此の例を見ても明瞭であるが、然し同河以上に多量の固形物を海に送るものは尙尠少でない。即ち東印度地方の諸大河の如きは其の好例であつて、降雨の期には悉く甚だしき泥水となつて流れる。

九、河水の沈積作用

前項に論じたるが如く、河水は多量の物質を運搬するものであるが、其の流動の

速度が頓かに減ずる處に至れば、其の物質を包持することが出来ない様になるから随つて是等の物質の一部は沈澱堆積せざるを得ない。而して流水の速力の減退は、激流の平地に下つて稍々緩漫に流るゝか、又稍々大にして緩なる河流と合するか、或は湖海の如き殆んど流走せざる水體に入るにある。故に沈積作用は河流屈曲の内側、急流の大河に注ぐ部分、河水の山間より平野に移る所、河水の湖海に流入する口に於て此の現象の特に甚だしきを見るのである。次に沈積する物質を考へて見るに、大體に於て山間の傾斜の急なる上流地方に於ては岩塊が堆積し、下流に至るに伴ふて石礫が多くなり、河口に近い所に至れば専ら泥砂の堆積を見るに至る。

即ち上流地方の河底には主として岩塊や大なる石礫の堆積を見ることが多いが、是れ蓋し河水が屈曲して流走する際、大に其の速力を減じて此處に堆積したものである。河水が上流の傾斜急なる地方を離れて稍々平坦なる土地に下るに及べば、忽ち上流より運搬し來たれる砂礫の一部を沈降せしめる。けれども尙ほ上流を去るこ

と遠からず、且つ多少の傾斜を保てる地方に於て、一朝河水が氾濫することがあると、忽ちにして上流の性質を現出し、砂礫を運んで平野に散布して以て地盤を高める。即ち河水が平地に溢出することになるから、此の際速力が多少減少すると砂子泥土の類は平地に堆積する。若し其の附近の平地に雜草が茂つて居ると、之が爲に渣滓の停滯するものが殊に多い。故に洪水の後に草葉などを見ると往々泥土の類に掩はれて居ることがある。斯くて河の兩岸地方は洪水毎に土砂石塊を堆積して漸く其の高さを増すと共に、平水に復したる河流も亦常に河底を浸蝕するから其の深さが一層甚だしくなる。斯様に河水の建設作用と破壊作用とが相合して、其の兩岸には大抵若干の階段狀をなせる平地を作るもので、其の階段を河成段丘といひ、段丘上の荒蕪地を洪涵地と稱し、上流と中流との中間地方に於て多く見られる地形である。

河水が中流地方以下の低地に降つて稍々緩漫なる所を流走すれば、其の速力が大

に減退するから従つて多くの渣滓が沈降する。而して河水が屈曲左右するに當つては、或は右岸を噛み左涯を浸蝕し、或は東圻に泥砂を集め西汀に石砂を堆積するを以て、歳月の久しきを経れば、高地より運搬せられたる渣滓の堆積に依つて廣袤數里の平原となることが多い。吾人が若し斯様な平地に井を掘るときには、上層土壤の下には必ず河水の運搬し堆積したる砂子石礫の類を目撃するであらう。即ち中流附近の河水は主として河道を擴げ、一面に於ては岸を破壊し、一面に於ては又岸に堆積する。故に中流沿岸の住民は、平時に於ては山間より流送せられて堆積せる有機質に富む沃土を得ることが出来るけれども、往々にして濁流一過、美田も亦忽ちに石礫の荒原と化することがある。然のみならず洪水の際には兩岸に渣滓の堆積が益々甚だしいから、河汀が次第に高まつて自ら構造したる堤防の間を流過する。故に其の水面は平原の地面よりも往々高いから、時々堤防の弱所を破碎して忽ちに新河流を現出することがある。

彼のロムバルヂャ平原にあるポー河及びアデイゲ河邊の耕地並にミスシッピーの河流に瀕する耕地の如きは、洪水防禦の爲に大に堤防に注意するといふ。凡て平原を流走する河川は時に或は自ら堤防を構造することが日一日と盛であるから、洪水の時には其の水面が沿岸の市街よりも高くなることが少くはない。而して河流が數年の間内陸を流送し或は洪水を起して渣滓を四方に散亂し、以て新地を構造したる有名なる一例は實に彼の埃及にある。前述の如く埃及の北部に於てはナイル河がアピシニア地方の降雨に因つて毎夏氾濫し、三ヶ月にして洪水の勢が其の頂點に達し斯くて凡そ二週間を経過して次第に平水に歸する。即ち印度洋より吹き來たる東風の爲に、アピシニア地方の降雨甚だしく、随つて此の地方の諸川が盡く泥水に變じ此の數百の泥水が相合して綠ナイル河に入り、綠ナイル河は更に此の泥水を埃及に流送して其處に洪水を起すのである。洪水が一旦經過したる後に埃及地方を見ると皆豊饒なる泥土に覆はれて居る。けれども其の泥土の厚さは平均一分に過ぎない。

是に由つて見れば埃及地方に堆積せる三四尺の泥土は、ナイル河の數百年の堆積作用の結果であつて、此の埃及地方の土地の増加は結局アビシニア地方の損失に外ならぬ。即ち其の泥土は皆アビシニア地方の岩石の粉屑である。河水が土地岩石等を浸蝕移轉し之を堆積して新地を構成し、以て其の豊饒を増すことは之に依つても明瞭であるが、尙ほ彼の印度の大平原も亦山間より河川の流送したる渣滓に依つて成れる土地の一である。即ちインダス、ガンガ、ブラマプトラの諸大河はヒマラヤの連山より流送せし渣滓を以て成立せる土地である。チグリス及びユウフラートの兩河も其の渣滓を以て溪を填塞したもので、今日のベルシヤ灣は即ち其殘餘である。また亞米利加大陸にも此種の例の著しいものが少くはない。即ち米國の東岸は多くの河川によつて堆積せられたる渣滓を以て成立して居るのであるが、南米アマゾン河の流域なる森林鬱蒼たる廣潤平坦な地方は、皆アマゾン河の泥砂を以て成立して居る。故にアマゾン河口よりアンデス山麓に至る約一千里の間は舟舸の便がある。

河水が愈々河口に進んで海に流入するに至れば、一は海水の爲に拒まれるのと、一は又海底傾斜の緩慢なるとに依つて流動の速度が頓に減じ、隨つて其の包持する所の砂泥を沈澱して砂洲を生ずる。然るに河水は元來海水よりも軽いから通常其の表面に浮泳するけれども、洪水などの節には水勢の甚だしい爲に、時に或は砂洲を沖外に推排し、海潮はまた之を他方に送致する。故に河口の砂洲は常に左右して河海の勢力に依つて其の位置を變更することがある。此の種の砂洲が漸次に増加するに伴ひ、遂には水面を抜いて河口附近に填塞して一新平地を現出する。而して河水が此處に至れば數多の小流に分岐して此の中を貫通することがある。蓋し斯様な新地は往々三角形に似て其の頂點が河口と相對して居ることが多いが、是れ所謂三角洲である。河の本流が三角洲に入つて數流に分岐すれば其の造力を減じて渣滓の沈澱することが一層甚だしい。故に舊流が亡んで新流となり、新流が復た塞がつて更に新流をなすなど、河行が常に變更して止まない。此の時に當つて本流は多くは洲

の中央部を辿つて海に流れ入るから、要するに三角洲は歲月と共に海中に進行して行くことになる。北米ミシシッピー河の三角洲は年々凡そ二百五十尺つゝメキシコ灣に進行して行くが、伊太利チベル河の三角洲は年々十二尺乃至十三尺つゝ進行して行く割合である。又ポー河の三角洲の進行はアドリア港の位置を見て明である。蓋しアドリアは希臘及び羅馬時代にあつては極有要な港であつたが、今日に至つては海を距ること殆んど七里の内陸に位し、其の間は皆ポー河の三角洲に依つて填塞されて居る。地球上にある大河の三角洲中有名なのは、北米のミシシッピー河口の三角洲並に亞弗利加のナイル河のそれである。前者は其の全面積凡そ六千四百里、後者の面積は二千里餘にして埃及の首府カイロ及びアレキサンドリア港等は皆此の三角洲上にある。我が大阪の如きも淀川の三角洲上にある。凡て三角洲は地味最も豊饒、人口最も稠密にして人文地學上緊要なる位置を占めて居る。

併し乍ら大河の河口には必ずしも三角洲があるとは限れない。エルブ河の如く河

底の傾斜極めて緩にして砂泥を河口に流出するにも足りないものは三角洲を生じない。アマゾン河やテムス河の如く、其の河口に於て潮汐又は潮流の作用の劇しいものは三角洲を生ぜず、却つて河口が濶大であつて喇叭狀をなして居るが、之を通常三角江と稱する。又三角洲は常に汀線の下る處に生じ、汀線の上る所には生じな



第四章 凍水の作用

一、氷晶の作用

抑も水は河海湖沼の表面より蒸發して空際に昇り、冷却すること甚だしくして氷點に達するときは雪となつて地上に下降し、地上の水も亦其の溫度を減じて氷點に達すれば凍結固化して氷晶となることは人の能く知れる所であるが、此の凍水が外物に接觸してなす所の自然作用は、彼の液狀水體の作用と大に趣をことにするものである。以下數項に於て凍水の三態即ち霜、雪野並に氷河が地球の大經濟に及ぼす諸現象の中、先づ氷晶の作用から述べやうと思ふ。

冬期寒氣が彌々加はつて諸水が氷結する時に於ては、其の作用は獨り地上の氷晶のみには止らないのである。彼の雨水 土壤中に滲漏することは前章に於て吾人の

熟知せる所である。然らば則ち岩石土壤の空隙は皆水分を以て満たされぬものはないが、此の水も寒氣が日に加はる時に於ては矢張凍結を免かれないのである。故に泥濘の深さが五尺に達する地と雖も一旦寒氣に逢へば忽ち凍結して容易に其の上を歩行することが出來得る様になる。

嚴寒の候に至れば、往々水壺の水の凍結するが爲に之を破碎し、又同一の理に基いて溫暖なる室内に装置してある水管も往々水の凍結するが爲に破碎することがあるが、此の破碎の原因を探求して見ると、水の凍結する際に於ける膨脹作用に外ならない。蓋し水が流動體から固形體に變化する場合には急激且つ著明に膨脹するものであつて、其の膨脹の量は水量の十分の一に及ぶものである。又水の凍結する際には非常なる勢力を發するものであるから、其の膨脹の際之を妨碍するものなきか又は溢出すべき場所がなければ器具器械等を破碎するを常とする。而して氷晶の水壺若くは水管を破碎する作用は、又均しく土壤及び岩石にも及ぶものである。故に

冬期嚴寒の朝などには路傍田圃の土壤盡く破碎隆起して砂子、石塊は皆土壤と共に其處を變轉する。カナダ地方の如く冬季寒氣の殊に烈しい地方では二三年間にして木墻等の轉倒するのは決して珍しくはない。氷晶の未だ融解せざる間は土壤を凝結して其の堅硬なることは恰も石のやうで、又其の間は之が破壊作用も十分に知ることが出来ないけれども、氷霜が融解すれば、曩に石の如く堅硬であつた土壤石塊も忽ち鬆粗となることは、吾人が道路或は耕地を歩行して明かである。乃ち土地は皆泥土の覆壓する所となり、地中に散在する幾百の氷晶に由つて土壤の碎破することは恰も臼に由つて物を破碎するに均しい。故に初春の候に到つて樹木の細根も自由に延長して生分を十分に獲收することを得るのである。依つて農家が雪霜の作用を利用して寒氣の未だ到らない前に土地を耕すのは良に宜なりと言はなければならぬ。竅質ある岩石も亦水分を其の中に含有して居るから、氷晶の爲に分解するは敢て土壤に異ならない。故に冬期嚴寒なる氣候には建築用石及び石臼の如きものも

第に分解せられて竟に粉末と成ることがある。英國の如く溫和なる國と雖も、全く前述の作用を免かるゝ能はず、北米カナダ地方に於ては此の作用殊に甚だしくして建築石を破開することがあるから、普通の石材は注意しなくては之を用うることが出来ぬ。

土壤及び岩石中に埋伏せる水分凍結の作用は以上の通りであるから、更に岩石の空隙間に凍結する氷塊の作用を述べやう。凡て海邊河汀若くは山間に絶壁を爲して露出せる岩石を見るに、其の表面には一として天然の罅隙のないものはないが、此の罅隙の有無は岩石の硬軟と其の性質とに關せずして常に吾人の目撃し得る所である。併して前章に述べたるが如く此の罅隙は、或は流水の由つて降下する所となり又泉源の依つて湧出する水口ともなるものであるが、寒氣猛烈なる候には、岩隙中の水は唯其の上表のみならず下部も亦凍結する。而して水の氷結膨脹するに十分の餘地なき場合に於ては、其の勢力は遂に岩石を破開するに至るのである。故に水が

若し年々凍結して止まなければ岩石は次第に破碎し、石塊は其の爲に遂に安置の平均を失ひ、時に雷落の音を發して地上に轉覆することがある。

冬期嚴寒なる地方に於ては霜の岩石を破碎する事が殆んど常態であるから、山間絶壁の麓には峨々たる石塊の堆積するの事があり、雪線外に聳ゆる山溪には氷晶の作用が一層激烈であるから岩石盡く破碎して劍鋒の觀を呈することがある。

二、雪野の現象

大氣の溫度が昇騰するのは、空氣其の物が直接に太陽熱を吸收するのに依るよりも、寧ろ一旦受熱したる地面が再び之を大氣中に輻射するに依つて始めて其の溫度を高めらるゝのである。故に高層空氣は其の熱源たる地面に遠く、又山頂の如きは其の輻射すべき面積小にして熱を受くることも少く、且つ高所は空氣稀薄にして收受したる熱を蓄積保持することも下層空氣の様に大でない。故に熱帶地方に於ても

一萬五千尺乃至二萬尺の高所に至れば、四季を通じて溫度が零度以上に昇らないから、其の地に降り積もれる氷雪の融解する時期なき地に達するは明かである。斯かる諸點を結び付けたる假想線を雪線と稱する。故に雪線の高さは赤道地方に於て大であり、高緯度の地に至るに従つて次第に低下し、グリーンランドに於ては既に海岸に於て雪線に到達する。

山岳が隆起して雪線外に聳ゆる時は常に千秋不融の雪に覆壓せられて、其の峻嶒なる部分のみ雪外に露出して居る。ノルヴェーの高岡の如く其の表面が殆んど平坦なる土地に於ては、覆雪の廣袤が數里に涉り、其の表面が唯少しく伏起する許りであつて、溪間の土地を抜くこと三四千尺に達するものがある。此の高岡に登つて四近を見れば滿目皆銀世界となつて、唯だ天と地の相接する所に其の境界を見るのみである。又世界の他の方面を見るに、斯様に平坦でなくして峨々たる山峰が雪外に聳えて居るから、銀界の茫々たる光景を見ずして唯溪谷の間に雪花の散在するもの

がある。又山繞つて新月形を作すときは其の間に自ら凹所を爲すから雪も亦自然に集積する。而して前述の如き廣岡の雪田が山間に堆積して千古の雪として依然消滅しないものを雪野と稱する。

雪線外に聳ゆる地方に於ては大氣中の水分が雨と爲らずして、多くは雪となつて下降し、夏日の光熱も之を消滅するに足りないから、雪の堆積することは年一年と増加する。故に之が餘分を除去する道がなかつたならば、其の堆雪の量が竟に幾千尺に達するかは吾人の推測し能はざる所である。雪野の堆雪の深さ淺さは固より一様ではないけれども、其の深さものは數百尺に達し、グリーンランドの如きは全部雪野の覆壓する所となり、其の爲に地形の高低を埋没せる有様は、恰も大雪の朝耕地の隴形が悉く埋没して一大平原を現出するのと同様である。

而して融消及び蒸騰の外に雪野の餘分を除去するものに二つある。其の一は氷河であり他の一は雪崩(なだれ)である。氷河に關しては別項に叙するを以て、此處に

は雪崩の有様を述べやう。乃ち山頂に於ける雪野の一端が峻嶮なる山腹に達すれば多少凝結したる雪塊、土壤、石礫などを交へ、愈々自己の重さを増して絶壁懸崖を墜落するや、輾轉して更に他の雪を附着し、其の容積其の勢共に益々大となり、恰も響雷の如く樹木を倒し岩を碎き、道路、村落等を破碎して仕舞ふ。或は又初春の候積雪の下部より融解し始むるや、上部の壓迫を支ふるゝ能はずして一時に落下し、家屋を埋め人畜を害ふなど、其の與ふる害は決して尠少ではない。此の現象を雪崩(なだれ)と稱して人々の怖るゝ所である。アルプ山間の森林地方に於ては、此の雪崩の害を防がんが爲に十分なる注意を以て低地にある田園牧場を保護する設備をなして居る。又四時雪を戴ける山麓の道路をして、雪崩れの害を避けしめんが爲に堅剛なる建物を以て之を保護することがあるが、是れ蓋し獨り道路の保護のみに止らずして、間接に該道路を往復する人馬家畜等を保護するが爲である。

本邦に於ても樺太、北海道の諸州並に北國地方の如きは雪崩の害を蒙むる所が少

くはない。殊に北越地方に於ては冬期積雪甚だしくして實に丈餘に及ぶものがあり大凡そ十一月より四月に至る間、山野一面銀世界となるは亦も南國の人々の想像し能はざる所であつて、交通の不便を醸し事業の發達する上に、往々雪崩の爲に不測の災害を被むることがある。

三、氷河の生成

雪線以上に屹立せる高山に降り積む雪は万年雪(ふいるん)となつて千秋融解する機会がない。此の万年雪の構造を見るに、始めは細かなる粒状をなして堆積せるも少し温度が高まつて其の一部が融解し、其の間に滲透し、再び寒氣に會ふて凍結する時は幾多の細粒は膠着して一大氷塊となる。其の上に更に他の雪が降り積もつて益々壓力を加へると、傾斜面に沿ふて漸く移動し初め、益々上方の壓迫を受ければ遂に白色半透明の氷層となり、下方に向つて移動する。是れ即ち氷河の源である。

故に氷河の發達せるものは多く雪線の下方にある。

詳言すれば雪野の表面は其の結構が稍々鬆粗であつて、冬期地上に降下して春期に至つて融消する普通の雪と敢て異なる所がないけれども、其の下部に至つては比較的堅硬であつて、竟に綠色透明なる氷と化して居る。蓋し之が氷化するのは積雪それ自らの重力に基くものであつて、其の重力に依り雪中の空氣を排出し、鬆粗不透明の白雪をして透明の堅氷に化せしめる。其の透明の度は氷塊に包裹せる空氣の多少に由るのである。雪野が若し平坦の地にある場合には、其の運動は單に懸岸絶壁にのみ限られ、其の結果は前述の所謂雪崩に過ぎない。けれども土地の表面は多少傾斜するから、随つて雪は其の重力作用に従つて漸く下位に就くものである。雪の下位に就て降下するに當つては、雪中に包含せらるゝ空氣は逐次に壓出せられるから、鬆粗不透明なる雪塊も亦堅硬にして綠色透明なる氷に變化して仕舞ふ。斯の如き緩かなる運動を始めたる後は、雪の下位に就て下降するは蓋し自然の理とい

ふべきで、而して溪間の凹所には雪が次第に堆積して四方から壓迫せられるから、此所の積雪は全塊壓力の爲に全部氷化して仕舞ふ。此の氷化したる雪塊は、背後にある雪塊の壓力と自己の重力とに依つて堆積數百尺に達し、漸々溪谷に入つて長さ數里に渉ることがある。前述の如く上は千秋不融の雪を源とし、下は遙かに雪線を降つて溪谷の間にある一帯の氷塊を氷河と稱し、雪野の餘分を除去する爲に最も肝要なるものである。是に由つて之を觀れば氷河は雪線外にある雪野の疏注道であつて、其の作用は恰も彼の低地に降下する雨水の疏注道たる河川に異なることがな

四、氷河の分布

現今地球上に於ける氷河の分布を見るに、亞細亞に於てはヒマラヤ山脈、カラコルム山脈、アルタイ山脈等に見られ、亞米利加にてはグリーンランド、アラスカ、ラ

ブラドル及びロッキン並にバタゴニアのアンデス等の諸山脈に於て之を見る。又歐羅巴に於てはスカンデナビヤ、アルプス、ピレネーの三地方に於て之を見、大洋洲に於ては僅かに新西蘭の南島なる南方アルプスに於て是を見るのみである。

現今に於ける氷河は斯様に僅かに地球の一小局部に限られて居るけれども、過去の所謂「氷河時代」と稱せらるゝ地球發達の或時期にあつては、地上の氣温が今よりも低くして歐羅巴及び北亞米利加の大部分は巨大なる氷河を以て覆はれて居たのである。即ち歐羅巴に於てはスカンデナビヤの氷河が最も巨大であつて、一方バルト海を渡つて露西亞平原の西部並に北獨逸平原を被ふてアルプ山脈の氷河に連り、他方は北海を渡つて英吉利に及んで居たのである。北亞米利加に於ては其の時代に三個の中心があつた。一はラブラドル地方より現今のニューヨーク附近に及び、一はカナダの中央部より合衆國の北部に擴がり、他の一はロッキン地方に發達して居たのである。尙ほクロボトキン氏の探檢報告に依れば、亞細亞の内部にも現今のもの

よりも甚だ廣い部分の氷河に被はれる痕跡を有して居るといふ。

而して現今の氷河に就て、其の大きさよりいへばヒマラヤ山脈の氷河が最も大であつて、長さ四十哩以上に及んで居るものがあるけれども、アルプ山中には斯様に大なるものがないが、併しアレツチ氷河の如きは其の溪間に入る長さが十五哩に達して居る。幅も大なるものは五哩、其の厚さも亦六百呎に及ぶものがある。アルプ山北のベルネスオペランドにあるグリンデルワルドの氷河の如きは雪線を脱すること一哩に及び牧場田園等に延長して居る。然れども其の小なるものは唯僅かに垂下して恰も舌状をなして終り、未だ溪間に下らざるものがある。そしてアルプ山脈の如きは歐洲文明諸邦の間に介在して居るから、或は學術研究の目的上、或は好奇的娛樂的に、或は冒険心の満足上よく探究されて、今日では既に知られたる氷河が六百以上もあるといふ。

本邦の如く初夏の候に至れば山間の地と雖も大抵積雪が融解し、盛夏の候に及べ



河水の中山テール 圖六第

は如何なる深山幽谷も殆んど雪を見る能はざる所謂雪線以上の高山なき國に於ては氷河を見る事が出来ない。又遠き過去の時代に於ても果して存在せしや否やは疑問とされて居たのである。然るに理學博士山崎直方氏は信州の西北なる白馬岳に於て氷河存在の痕跡と認むべきものを發見されたといふ。其の他今日迄に於て公表されたる氷河の遺跡はヘットナー博士の梓川谷の氷河、小川博士の鍋割氷河、大關東京高師教授の上高地の氷河等がある。又近來長野師範の鳥羽木暮兩教諭は鎗ヶ岳に於て一大氷河の遺跡を發見せりといふ。

五、アルプ山脈の氷河

前述の如くアルプ山中には六百有餘の氷河があるが、是れ雪線以上の高山に於ける不融の積雪の年々相集積して下方に沿ふて壓迫移動をなすからである。而して氷河の有様を可成明らかに知らんと欲する人は、先づアルプ山間に入り氷河の麓に立

つて其の全景を目撃するものと想像すべきである。

先づ氷河を跋涉せんが爲にアルプ山脈への一路を辿つて山麓へ進むと、山の兩腹には樹木が鬱蒼として茂つて居るが、日光は木々の間から漏れ來たつて殆んど仙境の思がある。鬱々たる森の左右にある村落には、白壁の民家が處々に點在して居るが、其の浮世離れたる景色は恰も一幅の油繪のやうで、而して其の前面には吾々の見んと欲する大氷河の末端が峨々として眼前を遮ぎり、白色の泥水が其の間に湧出して居る。氷河の末端の下方には無数の石礫があつて、彼の河床の石礫と同じく其の地方を形成して居る。氷河の表面にも亦無数の石礫があつて、或は其の端に羅列し或は其の中央に駢列して居る。時に或は多くの砂子泥土が氷河の面を覆壓して居ることがあるが、併し夫れを除去して見ると矢張透明綠色の氷塊で、更に之を小さく破開して見ると氷色は歴然として無色透明である。

氷河の表面に上るには其の末端にある峨々たる氷壁を攀登しても宜しいが、是よ

りも稍々安全なる道を求めやうと欲するには何時も山腹に沿ふて氷河の表面に下るべきである。氷河上に立つて四近を眺めると、氷塊は溪谷の間に充滿して其の上は遠く山間に入つて居る。而して其の下部の表面は通常平坦であつて傾斜も亦緩漫であるけれども、氷河の末端に於ては往々凸凹崎嶇たる部分があつて、恰も海上の激波の急速に凍結した貌に相似て居る。又場所によつては、水は土砂石塊の爲に覆壓せられて其の本体を現はさない所がある。氷河の表面は晝間日光の爲に氷が少し融解して數多の細流となつて、氷河の縁部並に其の中央部に帶狀に集合せる土砂石塊の間を流走して居るけれども、夜間に入れば水が復び凍結して更に流水の聲を聞かぬ。

氷河と通常の河川とを比較して其の類似點を研究して見ると、寧ろ其の外観より以上に能く類似して居る所がある。則ち氷河の表面に在る著明なる物體の位置を、其の沿岸にある動かざる物體に比較して測定し置くか、或は又ゼームス、デイ、フ*

ルプス氏のメール、ド、グラス氷河を實測した様に、氷河を横断して一直線に數本の杭木を立て、置いて、次に其の位置の變動する様を觀測すれば、中央は摩擦の少ない爲に其の移動が氷河の縁部よりも速かなることが明かである。氷河が左右に屈曲して凸凹せる河床を運動する際には、屢々氷塊が破開して深い劈開を生ずる。此の時表面に散布せる石塊等が其の劈開孔内に落込み、氷塊の再び凍結するに及んで全く其の中に埋没して仕舞ふ。劈開作用は氷河が崎嶇たる河床を流過する際の常事であるけれども、傾斜の緩漫なる位置に到れば復び自己の重力に依つて凍結することがある。普通の河川は少し傾斜の急なる場所に行くと激流と化し、絶壁に逢へば瀧を爲すけれども、氷は水の如く運動が自由でないから河床の凹凸に従つて其の形を變更することも自由でない。併し乍ら其の場所に由つて運動の模様を變更するは實に驚くべきものがある。例へば數里の間緩漫なる傾斜地を轉下して來て卒に絶壁に逢適すれば、氷河の氷塊が破碎して堆積し、其の奇形妙狀は殆んど名狀すべき語に

苦しむ位である。

今又其の運動を觀測して見るに、氷塊の追次に絶壁を輿下するのは、流水の瀧となつて懸崖を下ると少しも異なる所がない。流水が瀧となつて絶壁を轉下すれば忽ち又一體となつて流れ去るけれども、氷塊は固形物であるから暫時は結合することが出来ない。けれども若し之に時を借さば氷塊も猶ほ流水の如く片々結合して一體となり、以て溪谷の間を辿るべきは論を俟たない。氷河が大なれば、随つて諸方より支流を容るゝことも亦普通の河川に異ならない。アルプ山中のシャモニーなるメール、ド、グラス氷河の如きは實にジエアン氷河、レシユウ氷河、タルフル氷河の三流を集めて其の末端はアルプ河の一支流に連なつて居る。

六、氷河の運搬と堆積

前述の雪野の疏水の一方方法たる氷河の流道及び其の大小性質等を知らんが爲には

宜しく氷河の作用を研究しなければならぬ。陸地内の諸水を流送する普通の河川は、常に巨大なる作用を爲して山谷を浸蝕し、土砂石塊を運搬して其の渣滓を下流及び海底に堆積するのであるが、氷河も亦同様に浸蝕、運搬、堆積の三作用をなすものである。即ち山谷の粉碎を低地に運送して堆積し、其の経過する山谷を浸蝕するのであつて、氷河の移動する速度こそ遅々たれ、之に貸すに長歲月を以てせば其の運搬し堆積し浸蝕する結果は甚だ大なるものである。

氷河の運搬作用は山間の石塊を載帶して低地に運轉する作用である。氷河の表面に數多の土砂石塊の散布せることは既に論じた所である。然れば則ち此の表面に散布し、遙かに雪線の下、特に氷河の田園に接して融解せんとする所に至るまで、氷河面を覆壓する所の石塊塵埃は何處より來たものであらうか。是れ即ち氷河の兩側にある岩壁が、氷雪又は風化作用のために崩壊して氷河面に落下し、氷河の移動に伴はれて運動しつゝあるものである。併して前述の石塊は氷河の表面に亂雑に散在

せずして、自ら氷河の兩側に二條の縦線をなして堆積する。之を氷河堆石と稱し、氷河堆石の並べる縦線を石線といひ、其の線は相互に相離れ且つ並行して氷河の流に従ふものである。今其の行道を視るに、氷河が右すれば石線も亦右し、左すれば又左し、其の屈曲は皆河道に従ふて居る。けれども上部雪野に近づくに及んで漸く其の正列を失つて居るのであるが、然るに此の石線を戴ける二條の氷河が相會して一となる時は、一氷河の右側にある堆石と他の氷河の左側にある堆石とが相合して後成氷河の中央に並んで三條の堆石縦線をなす。此の場合に中央にあるものを中堆石といひ、其の系列を中央石線と稱し、兩側にあるものを側堆石といひ、其の系列を側石線と稱する。故に堆石條の數は會合したる氷河の數に一條を加へたるものであつて、二條の氷河が相合すれば四條の堆石線が存在する譯である。併し乍ら下流に至れば數多の堆石が相錯綜して石線は正列を失し、随つて明瞭なるものが少ない是れ河床の傾斜廣狹並に氷河流走の状態及び表面融解等に原因するのである。斯く

て氷河の末端に近づいて、氷塊の融解するに逢ふて下極端に堆積するものを尾石線と稱する。

今吾人が假りに氷河の中央石線に沿ふて溪谷を溯つて行つたならば、必ず其の石線の分岐點に到達する。依つて更に其の支線に沿ふて中央の石線を十分に上部迄探究すれば、其の極遂に側石線に達し、斯くて更に溯れば愈々大岩が雪霜の爲に破碎せられて氷河面上に墜落する源地點に達するであらう。而して是等の岩塊、石塊、土砂等が氷河に入れば、緩然として溪谷を流下し、氷河の融消點に到達して自ら堆積する。即ち氷河が次第に下方に移動し、溫度が漸く高まれば茲に融解して液水となり、其の上に戴けるもの、或は其の中に含有せるもの、或は其の底に挟んで運搬したる岩石、土砂は多く其處に堆積する。この堆積を端堆石若しくは終堆石と稱する。此の種の堆石は弧狀をなして往々氷河の前面を遮ぎり、其の間に氷河の融消したる水を湛へ、其の水の一部は土砂を決潰して更に下方に流れて居る。又往々氷河

の流走する方向に沿ひ、即ち終堆石に直角をなして圓形の丘陵が幾條となく相並列して居ることがあるが、是れは氷河の流るゝ間に其の一部が融解して小河と化し、氷河の底を流れ、斯くて氷河の浸蝕に依つて生じたる細泥を運搬し來たり、氷河の終ると共に此處に沈積せしめたもので、之を彼の表面堆石に對し底堆石と稱する。蓋し斯かる現象は今日見るが如き小規模の氷河に於ては十分に發達せぬけれども、古代の大氷河にあつては其の作成が著しくして、彼のスカンデナビヤ地方では是をオーサルと稱し、フィンランド、北獨逸平原、英吉利、北亞米利加の北部等に於ては、實に數十キロメートルの長さに亘れるものがある。之を以て氷河の運搬及び堆積作用の旺盛なることの一斑が察知せられるであらう。

氷河は移動しつゝ、絶えず其の表面は融消蒸發するを以て河面は次第に低下する。若し此の際巨大平坦なる石塊が氷河上にあれば、四近の蒸發融消して漸く低下するに反して、石塊の下は太陽の光熱を受けないから少しも融消しない。故に石塊下の

氷は柱形をなして卓出し、恰も吾人が片手に大石を差し上げた様な奇現象を呈して居るが、氷脚が漸次に融解して其の直径を減じて來ると遂に支ふる能はずして轉倒する。石塊下の氷の融消蒸發しないことは石線に由つても亦明かであつて、石線は氷河面と同位に非ずして必ず少し許り高くなつて居る。今試みに石を撤して其の下部を見るに、其の高くなつて居るのは石塊土砂等の堆積した爲ではなくして、下部は皆寧ろ氷の隴と稱すべきものである。

又現今氷河を有する溪間には、氷河現在の境界線外に巨大なる石塊の往々極めて奇異なる位置に存在することを見るのであるが、此種の大石塊は既往氷河の爲に運搬せられたものである。氷河の運搬速度は河流の夫に比して甚だ遅緩なるも、其の運搬力は甚だ偉大であつて、流水の力にては到底運搬すること能はざる巨大なる石塊をも能く遠隔の地に運搬する。此種の石を漂石と稱する。今北獨逸平原の各處に横はれる漂石を見るに、其の附近の地盤を構成せる岩石と異り、遠くスカンヂナビ

ヤ地方の岩石と全く同質であるが、是れ古代氷河の發達せる際に、遠く此の地方に迄運搬されるものに外ならない。此種の漂石並に他の證據に由つて考へると、彼のアルプ山中の氷河は一時瑞西の溪間に延長して、ゼネバ湖及びジウラ山間の廣野に溢漲せしことが明かである。乃ちゼネバ及びジウラ山間の廣野に數多の石塊があるが、之を検すれば皆花崗石であつて、ブラング山から出で、今日のローン河及びゼネバ湖間にある溪地を經過してジユウ山腹に到達して居たことは疑はれない。瑞西のワリス地方に横はれる一大漂石の如きは、其高さ實に三十二尺、長さ七十尺、幅三十六尺に達し、曾て同國政府は此の漂石上に氷河研究の恩人シャルバンチー氏の功績を記念せんが爲に家屋を建設せるは由緒ありといふべく、又此の漂石を見ても氷河の運搬力の偉大なることが知られる。

南極及び北極地方にある氷河は山腹に融消せずして海に達し、其の一部は破離して氷山となつて海洋に游浮する。グリーンランドのフムボルト氷河の如きは、幅二

十五里に達し、其の下端は唯に海に入る許りでなく、海中に突出すること數町、氷山は常に此の點から分離して居る。併して氷山の上にも石塊が往々駐滯して遠く外洋に出で、氷塊の融消を俟つて沈没するから、氷河も亦往々山間の石礫等を海外に運搬すると言つて宜しい。

七、氷河の浸蝕作用

氷河の作用は單に運搬及び堆積の兩作用に止らず、浸蝕の力も亦大なるものである。凡て氷河の下端からは、四季常に變らない所の泥量を有する泥水が流出して居る。固より氷河を形成せる氷晶は透明清潔なものであるから、其の融消のみに依つては泥を生じないことが明瞭である。又四近の積雪の融消より流出して氷河に注入する細流も概ね皆清水であるから、是も亦泥水の源とは言はれない。然れば此の泥水の由つて來たる所は必ず他になければならぬ。蓋し泥は岩石の細粉に過ぎないのである。

であつて、此の細粉を供給する源がなければ、固より氷河に入らないのである。

今是等の疑問を抱いて氷河の行路を観察するに、氷河の域内にある岩石は、其の河側にあるものたると河床にあるものたるとに論なく、悉く平滑であつて、氷塊の浸蝕を受けない所に比べると、其の差別は極めて著しい。又河側及び河床は單に平滑である許りでなく、數多の線跡條痕を有し、其の大なるものは石礫を以て彫刻したるが如く、其の小なるものは砂子を以て摩擦した様であつて、是等の條痕の中には、或は縦横に走れるものもあれば亦平行せるものもある。蓋し河側及び河床に斯の如く數多の條痕を有するは固より偶然に非ずして、實に氷河の間に挿まれたる砂子石礫等が岩磐と相摩擦し、長歲月の間に之を削刻して其の甚だしき凸凹が漸次に減少し、斯くて竟に今日の如く氷河床に特別なる觀を呈するに至つたのである。氷河より流出する水の常に泥交りなる理由は是れに依つて明かであるが、氷河は普通河川の使用するものと同じ物質、即ち河側より墜落する砂子石礫を以て河床及び河

側を摩擦し、又自ら相互に摩擦することに汲々として居るから、其の相接する岩石は斯く特別に平滑になるのであつて、是を以て吾人は始めて氷河上に墜落し、劈開に由つて河床に達する石礫の要務を覺知するのである。

氷河の浸蝕作用は極めて偉大であつて、大に地形に關することは、彼の數里の間に連亘して奇妙なる形狀を呈する氷塊の浸蝕を受けたる岩山に由つて是を見るべきである。往時アルプ山の氷河の四方に延長せしことは、唯漂石の散在に由つて之を推測するを得る許りでなく、氷河浸蝕の痕跡を索めても亦明らかである。北部歐羅巴及び北亞米利加の北部には所々に氷河浸蝕の條痕ある岩山がある。今之を地文學上の理に照せば、此の地方に於ても古代一般に氷河の覆壓して居たことを推知するに足るのである。

要するに氷河が山腹或は谿谷を下る場合には、非常なる重さを以て底面を壓しつゝ移動するから、之に觸るゝ側面及び底面は甚だしく浸蝕されて常に泥水を滴出せ

しめる。加之氷河の罅裂部から下底に陥入した岩石は、上方の氷層の爲に壓せられつゝ底面及び側面と摩擦するを以て、恰も幾十里に渉る巨大なるたわしに幾萬斤の重量を有する岩石を附して壓するのに敢て異ならないから、之が通過したる溪谷はU字形に深く切込んで仕舞ふ。スコットランドの沿岸、カナダの西岸に見らるゝ鋸齒狀の灣入や、ノルヴェーの海岸に例多き所謂峽江は古代の氷河の浸蝕したる遺跡に外ならない。而して又氷河が山岳を覆ふて進む場合には、其の山頂を擦り減らして圓頭狀に變ぜしめる。ノルヴェーとスエーデン、フィンランドとスコットランド並に北米カナダ等の山岳丘陵が大抵饅頭形をなして居るのは、實に過去氷河の浸蝕に由る其の他歐羅巴及び北亞米利加の各地に散在せる多くの湖沼の中には、此の氷河の浸蝕に由つて生じたものが甚だ多いのである。蓋し氷河浸蝕の程度は、其の部分に依つて等しからざることは、猶ほ普通の河川が河床を浸蝕するのに不同があるのと少しも變らない。加之岩山も其の部分に従つて硬軟が一様でないから、或部分は速か

に摩擦せられ、或部分は稍々之に抵抗する力を有して居る。故に甚だしく浸蝕を受けたる部分を堆石が充填しなかつたならば、氷河の退却後に於て水が滞在して湖水となるべきは自然の理である。

氷河の速度は時と處とに依つて違ふ。普通の河流と同じく河の兩側よりも中央部に於て早く、河底よりも表面の方が速かである。チンデル氏の観測に依れば、タキユール山に於ける幅四十五米の氷河が二十四時間内に於ける移動は、表面の速力〇、一八米、深度三十四米の所では〇、一三五米であつて、底部に於ては僅かに〇、〇八耗で殆んど停止の状態である。又アルプ山中のメール、ド、グラス氷河の中央の運動は夏秋とも二十四時間平均二尺乃至二尺七寸であつて矢張一米以内で、其の縁部の移動は尙ほ之よりも小であつて二十四時間に一尺乃至二尺に過ぎない。グリーンランドの氷河は其の速度が比較的大であるけれども、北緯六十九度五十分にあるトルスカタク氷河の如きは夏季に於て一日中の進行が十米即ち三十三尺に過ぎないのであ

る。氷河の速度は斯様に遅緩であるけれども、前述の如く其の營力は偉大であつて山を益々峻しからしめ、丘を愈々平滑ならしめ、或は谿谷を益々深からしめる。其の抉刻せる地には碧水を湛へて白雪の山頂を倒映し、間接的に其の土地に與ふる影響も亦少くはない。瑞西山谷の美が旅客を集めて國富を増加しつゝあるのも、蓋し氷河の恩恵に負ふ所が尠少でない。

八、ラボック氏の氷河觀

英國ののジョン、ラボック氏は其の著「自然美論」の一章に於て、氷河に關する記事をのべて居るから、參考の爲に茲に其の一部を譯出しやうと思ふ。

凡て瑞西の高山の頂は氷河以上に聳え立つて居るが、スコットランド及び諾威に於ては之と反對であつて、現今グリーンランドが其の實例を示す様に、曾て全國を蔽ふて擴がつて居た一面の氷は山脈の尖峯を切り落して、之を殆んど大頭の飾釘の様

になした。然るにウェールズに於ては、同じ原因は時の避くべからざる作用と合して曾て崇高であつた山頂を削り落して、單に斷株状のものと爲したのである。

瑞西に於ては、雪線は通常八千五百尺と九千尺との間にありといふ。これ以上に於ては雪は漸々堆積して氷河を形成し、谷を下つて遙かに流れ行くやうになる。又未だ曾て氷河を見た経験のない人には、夫れが果して如何なるものであるかを十分に實現することが出来ないであらう。氷河は甚だ美麗なるものであつて、ロード、ダフアリン氏は云つて居る、「ピヤレンゾルク山は其の大きさ、其の色及び其の結果に於て、余が豫期した凡てのもの以上であつた。氷河は實に全く豫期しなかつた美の要素であつた。彼のテームス河の様な大河のあらゆる障碍物を破壊して渦卷さながら、泡立つ瀬を爲して岩から岩に突き當り跳ね返へりつゝ、水煙を飛ばして山側を流れ下るものが、忽ち其の泡沫及び水煙に至る迄も凝縮して、不易の彫刻物に固化する有様を想像せよ。斯かる實景を親しく目撃しなければ眞に氷河の實相を思ひ浮

べることが出来ないのである。吾人は更に進んでナイヤガラ瀑布の落ちる様に、是等の氷河の海中に墜落する地點に達したとき、最早其の河たるの概念は之を喚起しやうと欲しても出来ない様になり、吾人の眼は船の橋上數百尺に上る氷の輝く絶壁と見えたるものに於て、單に驚愕を以て之を注視して満足した」と。

氷河の上の嶮岩は、岩の細片と化し驟雨の様に落下して漸次に其の兩側に積り、氷河の端に於て堆石として知られたる岡を形成し、過去の多くの堆石は現在氷河のある地方よりも遙かに離れて存在して居る。

アルプ谿谷の状態を考ふる事に於て、吾人は古代の雪及び氷の流下せしもの、廣さは、現今のものよりも一層遙かであつた事を記憶せざるを得ない。ローンの氷河はヴァーレー地方全體を占領してゼネバ湖を満し、ユーラ山脈の傾斜を抜く事が二千尺に及び、チチノー湖の上流及び其の谿谷は、すべてライゴーマッデヨール湖の盆地を満たす所の他の氷河に依つて占領せられた。スコットランド及びスカンデナビヤ

の豁谷は、同じく氷河を以て満され、或時代には現今のグリーンランドの如く全國は皆氷河を以て蔽はれたのである。巨大なる石塊も亦是等の氷河に依つて數千哩の間運び行かれたのである。ノアフォークに於ける崖の多くの石は、今日の獨逸洋をなして居る所を横ぎつて、遠く諾威の氷河に依つて運搬されたのである。若し岩石にして自然作用に敵する程十分に堅いものであるならば、其の物は今日氷河の兩側にある岩石の様に磨かれて平滑にせられたのを見る。

英國に於てはグリーンコーよりローホルンに下り行く路に於て、氷の作用の最も適切なる例證がある。これは實にスコットランドに於ける荒涼にして野蠻なる光景の最も人心を動かす一例である。其の名はケルト族の語に於て、「地獄の湖」を意味するものである。路に沿ふて居る所の凡ての岩石は皆平滑にせられ、且つ磨かれたる圓き岡であつて、其の多くは殆んど平行せる細溝を有する深き溝を形成し、明かに氷河の流れた方向を示して居る。

上部スウイスの谷は多くの湖水を有して居る。例へばローン河のゼネバ湖、ロイス河のルーサーン湖、ライン河のコンスタン湖に於けるが如きは即ち夫であつて、是等の湖は概して甚だ深い。上部諸川の色、即ち氷河に依つて生じたる細美なる砂の爲に白めるものは、是れ實に氷河が自ら實行せし融解力を示すものである。然れども湖及びそれより流出する河に堆積せる細美なる微砂は實に美麗なる藍色を呈して居る。此の細微なる砂がスウイスの湖の色に幾許かの影響を及ぼすは事實である。例へばゼネバ湖に就て之を見るに、此の湖はローン河の一流の擴張せるもので、其の流れ下る間に左右より無數の流水がローン河に注ぎ、而して是等の諸流は皆其の源を氷河に發するものであるから、それが岩石上を通過する際に岩石から碎いた所の細微なる砂を伴ふてローン河に注ぐ。實に氷河は其の下方に於て其の破碎したる岩片を種々なる大さの分子に磨き碎いたのである。余は最も微なるものが湖水の全體に浮游しつゝあるに相違ない事を信じてやまない。フラデー氏は、金の沈澱物は

高度が五インチよりも高くない所の瓶の底に沈むに數箇月を要する事を示して居るが、之に依つて考へて見ると、ゼネバ湖の中にある凡ての微分子を全く底に沈澱せしめる爲には幾時代をも要するといふ事は恐らく事實であらう。是等の微細なる分子が、此の湖水を見る凡ての人々をして激賞措く能はざらしめる所の、其の華麗なる藍色を助くるものであるか否かを検するのは、確かに價值あることと言はなければならぬ。

第五章 湖沼及び内海

一、湖沼及内海の状態

陸地の表面には複雑なる凹凸があるから、低きを辿つて流るゝ水も直に海に朝する能はざる場合が尠くはない。蓋し凹地は水の疏流を妨げ、水も亦此處に滯留し、斯くて其の漲溢を俟つて始めて溢流するか、或は他の方法に依つて漏出する、斯かる凹地に水の滯留するものを湖といひ、湖の水にして淺きものを通常沼と呼び、其の凹地の廣袤が巨大であつて且つ夫に滯留する水の鹹水なるものを特に内海と稱する。

湖沼の中には我が國に於ける琵琶湖の如く、或はシベリアに於けるバイカル湖の如く、注入排出の兩口を有するものが多數を占めて居るけれども、中には之に注入

する河川あるも出口を有せざる湖がある。亞細亞の裏海、死海、アラル海の如き、或は亞弗利加のチャード湖、北亞米利加の大鹹湖の如きは其の適例である。又明かに之に注入する河川を有せずして排水口のみを有するものがあるが、此種の湖は其の底部に泉源を有するからである。信濃の諏訪湖の如きは之に屬するものであつて、四周の山間より二三の溪流を入れざるに非ざるも、其の出口なる天龍川の水量は其の受くるものよりも大である、斯かる湖を特に泉湖と稱する。

湖は其の排出口の有無及び海洋に對する關係等に依つて其の中に含有する鹽分に多大の差を生ずるもので、之に依つて淡水湖との區別を生ずる。斯く淡水湖が出口を有して含鹽量の僅少なるに反し、鹹水湖は出口を有せずして日々其の鹽分を増すを常とするのであるが、中には本邦に於ける遠江の濱名湖、仕雲の中海の如く其の位置海岸に近きが爲に一部海洋に通じ、海水が之に混淆して稍々鹽氣を帶べる水を有するものがある。此種のものの特に半鹹水湖と稱する。

湖沼の水源が多く之に注入する河水に關係あるは明瞭であるが、場合に依つては直接湖底に湧出する泉水の湖をなすものもあれば、或は又全く地下水の爲に湖水の湧止しないものもある。トリエストのチルクニツ湖の如きは即ち之に屬する。故に此の湖は雨節と共に現はれ、乾節と共に滅ぶ。若し數日の間降雨がなければ湖水は即ち竭盡して仕舞ふけれども、彼の多竅の石灰岩を以て成れるトリエスト近傍の山間に降雨あれば、雨水は忽ち地下に滲漏して、埋没すること數時間の後、更に鳴動してチルクニツに噴出し、瞬間にして一大湖水を現出する様になる。而して此の湖水は一も出路を有しないから、其の水は唯地下を流通して出入する許りである。是を見れば湖沼も亦雨水と相俟つて死生し、乾濕の季節に従つて其の水量を増減するは明かである。亞弗利加の北部、チユニスに長さ四十餘里の凹地がある。之をセブカ、エル、フルーンと稱し、其の位置地中海の水面下にあること數尺、冬期の間は深さ二三尺の湖であるけれども、夏期に入れば炎熱の爲に湖水が蒸發して一大鹹

地と化して仕舞ふ。

湖水の大小淺深は固より一定しないけれども、其の四近の地勢に由つて稍々此の事情を推測することが出来る。淡水湖の巨大なるものは北亞米利加に多く、就中レイク、スベリオルのごときは其の面積三千九百十方里、平均深度一千尺に達し、大西洋の水面を抜くこと約六百尺である。北部アフリカ高地の東部に一大淡水湖がある。ピクトリア及びタンガニカ湖は即ち是れであつて、各々ニール河及びコンゴ河の源となつて居る。シベリアのバイカル湖の如きは長さ百五十餘里、幅員八里乃至二十八里、深さ凡そ一千三百六十尺に達する、凡て地勢緩漫なれば湖水も扁淺であるけれども、之に反して嶮岨崎嶇として絶壁の駢列する地方の湖水は概ね皆深遠である。アルプ山間の諸湖は概して深遠なるもの多く、即ちコモ湖は其の深さ一千九百二十九尺、マギオル湖は二千八百尺に達して居る。今之を地方の高低に比較するに、コモ湖底は地中海面を下ること一千三百餘尺、マギオル湖底は實に二千一百

餘尺であり、共に出路を有する淡水湖である。而してスコットランドのネス湖は海抜七十尺の處にあつて湖水の深さが八百十尺あるから、其の湖底は北海面を下ることが數百尺である。湖水の深淺を測定することは未だ世人の十分に實行しない所である。此のネス湖の如きは往古海洋の一部であつて、今は既に其の鹹性を失つて居るけれども、其の深所に至つては尙ほ海性生物の變性せるものが生存して居るかも知れない。何故なればスコットランドの高山には海岸性の植物が今も尙ほ生存して居るからである。

河流を調理するのは湖の一要務であつて、大雨の一時に降り來たるか、或は積雪の忽然として融消することがあれば、湖沼は之を入れて四方に散じ、河川に由つて徐々に之を疏注するから洪水の害を防禦することが少なくない。又泥水が湖沼に入れば其の含有する所の土砂石塊の分子を湖中に沈澱し、更に清淨なる水となつて湖沼を流出することがある。ローン河は一流の泥水である。けれどもゼネバ湖に入つ

て再び流出するに當つては恰も泉水の様に清潔である。是れ此の河水の包含したる土砂石塊を湖中に残留せしむるに由るのである。故にゼネバ湖は逐次に土砂の填塞する所となつて居る。

又湖沼や内海に波濤の伏起する有様を見るに、其の形勢状態は一も廣大なる海洋の夫れに異ならない。蓋し淡水は鹹水よりも輕浮であるから、風の爲に動搖するところが一層甚だしく、激波の岸を噛み峭を破り、土砂石塊を堆積して沿岸の地形を變更するものである。

二、湖水の温度に就て

湖水の温度を實測することも學者の一快事であらうと思ふ。靜かなる湖に於ける水層の排置は全く各層の温度に關するものである。元來水は攝氏の約四度に於ても密なるが故に、此の度温を有する水は最下層にある。故に夏期に於ては湖水の温

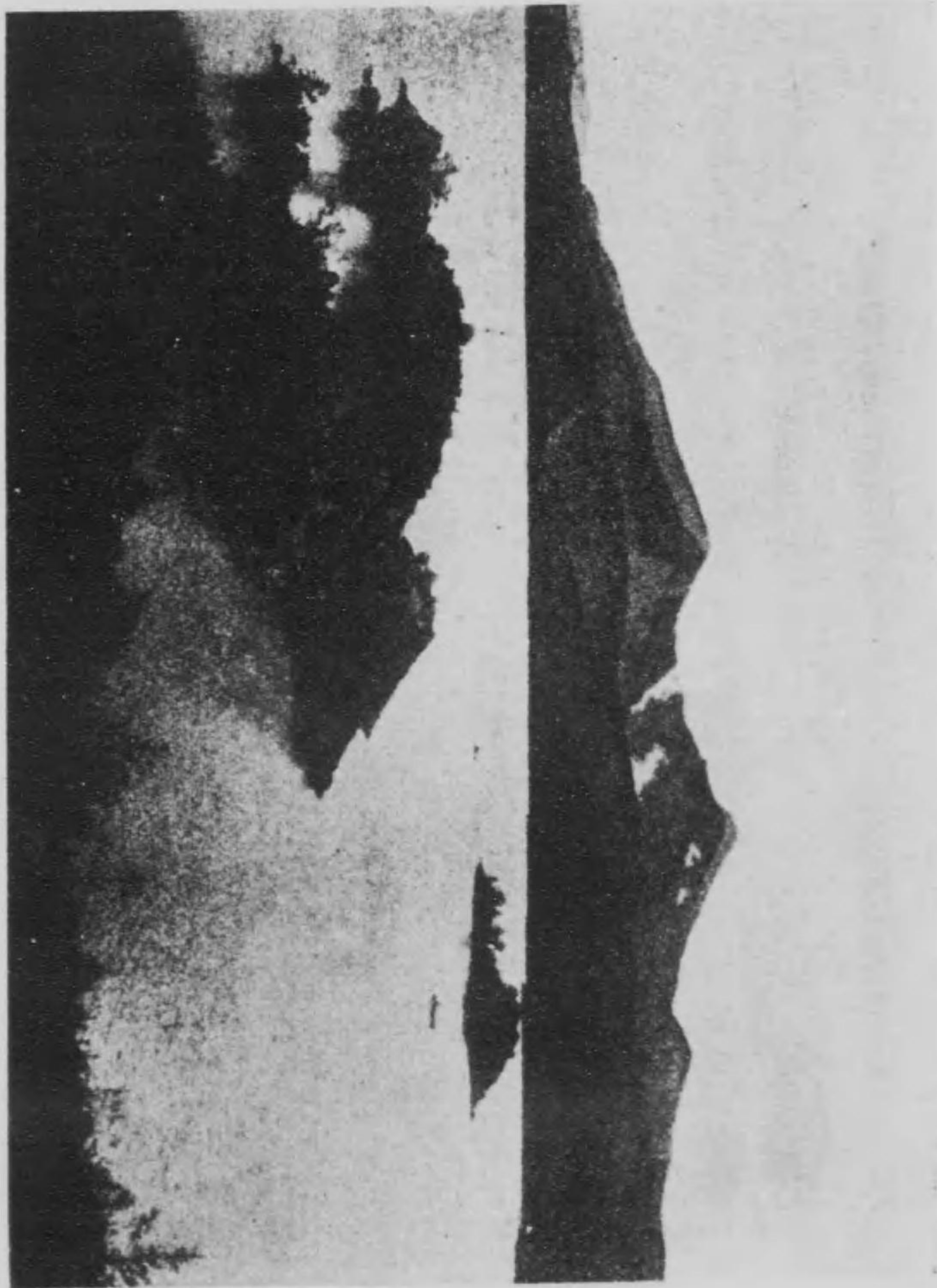
度は表面より湖底に近づくに伴ふて減少し、其の密度は従つて増加する。獨りこれ夏期のみならず、表面の水温が四度以上なる場合は常に斯の通りである。けれども冬期に於て表面の水温が四度以下であると、湖底はやはり四度の温度を保ち、水面に至るに伴れて減少し、時に零度に及んで結氷することがある。故に寒暑兩季に於て、深さに依る水温の配布は全く其の趣を異にするを見るのである。凡そ湖面の水結するは、湖水全體の温度が少くとも四度に低落しなければならぬ。故に小なる湖沼の水結するにもかゝはず、其の附近に存する大湖は冬期を通じて氷結しないことがあるのである。然し氣温急降して極寒となる場合には必ずしも左様でない。元來大湖は其の性質が恰も海洋に似て、其の沿岸の氣温を調和する。我が國に於ける琵琶湖の如きも、遠き過去に於て和田理學士の論ぜるが如く、此の作用が頗ぶる顯著である。

湖水の温度を外邦の夫れに徴して見るに、スコットランドのロモンド湖は海拔二

十五尺の所にあつて、湖深が六百尺に達して居るが、湖底より上方百尺の間は水の温度が概ね攝氏五度である。ゼネバ湖の表面は秋期に於ては攝氏二十五度位であるが、同時に表面下九百餘尺の深さの水温を測定して見ると僅かに攝氏五度に過ぎない。伊太利の羅馬附近にあるサバティノ湖の表面は攝氏二十五度であるが、四百九十尺の深さに於ては攝氏六度位である。又ゼネバ湖水のローン河となつて流出する部分の水温を検すれば、其の地方の気温よりも平均約五度だけ暖かであるといふ。要するに瑞西及び伊太利地方の観測に依れば湖底は常に寒水の爲に満されて居て、湖水は常に海洋と均しく氣候を調和し、其の附近の大氣をして夏期過熱に陥らしめず、冬期亦過冷に陥らしめない。

三、湖沼の成因

世には往々にして谿谷の成因と湖沼の成因とを同一視する人があるが、湖沼の根



湖原繪の麓山梯壑 四七第

元は決して谿谷の根元と同様ではない。谿谷の根元は其の最初に於ては地質學上の原因に依るものであるけれども、現今の谿谷の状態のみに關しては、重に雨水及び河川の作用に起因するものである。併し乍ら流るゝ河は決して湖を生ずることが出来ない。其の源に湖を有せずして谿谷を生ずることは勿論出来得べきことである。けれども若し谿谷にして其の傾斜が一樣であるならば決して湖水の存在を認むることが出来ない。然らば湖水は如何にして生ずるであらうか。ラムゼー教授は湖を其の成因上から左の三種に分つて居る。

(1) 堆積物の不規則なる堆積に因つて生じたるもの。併して此種の湖は大抵水が浅い。

(2) 氷塊と共に落下し來たる石片に因つて作られたるもの。

(3) 岩石が氷河に因つて自然的に掘られた其の跡の盆地に滯留したるもの。

然るにラボック氏は前述のラムゼー教授の三種のものに更に左の六箇條を追加して

居る。

- (4) 隆起若しくは陥凹の不同に因つて生じたるもの。
 - (5) 地下にありし脆弱なる岩石の移動による降下に起因して生じたるもの。例へばチニシヤイヤ州の湖の如きもの。
 - (6) 死火山の噴火口に於ける湖。例へばアウーナヌ湖の如きもの。
 - (7) 荒廢せる河の水路にある湖。例へば獨逸のライン、日本の石狩川等の水沿に沿ふて散在せる湖の如きもの。
 - (8) 河の水路を堰き止むる墜落、山崩れ、或は溶岩の流れに因つて生ぜしもの。
 - (9) 横谷を横ぎつて流るゝ水河の營力に因つて生じたるもの。
- 而して堆積物の不規則的堆積に因つて生じたる湖は、地球表面上到る所に單に沼と稱すべきものに至る迄、種々なる大さの無數の淺湖の散布に依つて見られる。例へばローン河とハーン河との間にあるリドゥーブヌ地方にある諸湖、或はオルレア

ンヌに近きラソーローヌ地方にある諸湖、北米及びフィンランドの一部にある湖の如きは是れである。而して是等の湖は規則として甚だ淺いものであつて、地質學者ジーカー氏の如きは、是等の湖の淺い原因に就て、「是等の地方は一面氷を以て蔽はれ、其の氷は粘土、砂礫の種々なる塊を地上に散らし、且つ其の地層は粘土及び硬き花崗石の如き岩石から成つて居るから、雨水がそれを滲漏透過し得ないからである」と言つて居る。

氷塊と共に落下し來たる石片に依つて作られたる湖の中には、矢張堆石に依つて成れる湖も含まれる。けれども概して堆石を作る所の物質は比較的脆弱なるものであるから、流水等に依つて容易に穿ち通されることがある。スウィツランドには堆石に依つて横斷せらるゝ谿谷が多いが、中には遠き以前に河流の爲に穿ち通されたものもある。併し乍ら堆石の中には實に巨大なるものがあつて、例へばアイツリ一の堆石の如きは河よりも高さこと一千五百尺に及び、其の延長も數里に及んで居

る。固より斯様な堆石が谿谷に横たはる場合には其處に湖を生ぜざるを得ない。

氷河の爲に形成せられたる盆地に滞留したる湖に關して、ラムセー及びティンダ
ル兩氏は、瑞西及び伊太利の大湖の多くは其の成因を氷河の作用に歸し、是等の諸
湖を岩の盆地と見做して居る。勿論河水の作用では逆も斯様に岩石の山丘を以て圍
まれたる盆地形の空所を作り得ないことは明瞭である。海拔一千二百三十尺なるゼ
ネバ湖は其の深さが一千尺以上であり、ブリアン湖は海拔一千八百五十尺の所にあ
つて、其の深さが二千尺ある。伊太利にあるコモ湖は海拔七百尺の所にあつて、其
の深さが一千九百二十九尺であり、ラコーマデョーレ湖は海拔六百八十五尺の高所
にあつて、其の深さが二千六百二十五尺である。故に是等の中には其の湖底が著し
く海面上にあることが明瞭である（但し是等の湖は深さは大であるけれども面積が
大であるから其の傾斜は少ない）。吾人は是等の湖の面積の廣大なるを見て驚くと共
に、それ以上に吾人は現今ゼネバ湖の存する所の谿谷を掘れる水が曾て少くとも四

千尺の厚さを有したることを想像し、記憶し、又驚嘆しなければならぬ。實に其
の厚さ數百尺、時に或は數千尺の氷河が其の移動する河床に大なる壓迫を加ふべき
ものであるといふことは明瞭である。併して吾人は其の例證を硬き岩石上に掘られ
たる溝及び氷河に依つて流送せらるゝ細美なる泥砂に認め得るのであつて、既に前
章にも論じたるが如く氷河が其の河床を深め穿つことは疑ふべからざる事實であ
る。

ラムセー教授やティンダル氏は均しく谿谷の根源は自然作用及び地質の組成に原
因することを否定しない。而して湖は氷河の蝕壞に起因すとの理論に最も熱心に反
對する人々に於ても尙ほ氷河の作用を絶対に否定しないのである。フエーヴァー氏も
亦、「谷が最初に創成せられし後、河川或は氷河に依つて洗ひ去られ、或は更に大に
せられたる事を否定するのは不可能のことである。」と言つて居る。河川と氷河との
何れが地を掘るに當つて最も有力であるかといふ問題は時々論議せられた所であ

るけれども之は實に相違した事であつて、湖は多くの場合氷河に起因するものでありと信ずる人も、猶ほ河川も亦大なる蝕壞力を有することを承認する。併し乍ら作用の方法の方法に於ては相違せるものがある。即ち河は其の河床を整頓せんとする傾向があり、又湖を形成するよりも寧ろ排水せんとする傾向がある。河流の傾向は凡ての障礙を切り開かんとするにあるから、其の水路は彎曲して居る。然るに氷河は普通の河流の有する力に加ふるに更に掘る力を有して居るから、吾人は氷河なるものが湖の創造に於て主要部を占有するといふ結論を拒むことが出来ない。

吾人は又他方に於て瑞西の河氷は全く氷河の作用に起因するものとなすことは出来ない。第一是等の湖は眞に岩の盆地を占めて居るか否かは疑問であつて、此の點に關しては更に多くの證據を要する。且又或る湖は地表面の不同の變化に起因せる事を否定することは困難である。彼のアルプ山脈は吾人の知る如く大なる褶の連続である。而して其の中心のものを最も古きものとするに大なる理由がある。然らば

若し同じ進行が引續き、而して外部の褶が尙ほ此の上に高まり、或は新なる褶が形成せられ、此の進行が河の作用即ち其の高まる褶を切返す作用よりも一層速かであつたならば、是等の褶は川を堰き止めて其の結果湖を作る様になる。

吾人の知る如く地球は漸々冷却しつつある。而して冷却するに依つて收縮するが故に、外皮の層は必然的に先づ抵抗力の少なき所より始めて褶曲を形成するやうになる。スウェーデンの大なる大縦谷を横斷せる隆起、即ちマーティグニー、フウアカ及びオーペアルプに於ける隆起は恐らく此の原因に依るものである。亞米利加の大なる湖も亦多分隆起の相違に起因する。例へばオンタリオ湖の如きものは隆起せる岸があつて、其の高さが西端に於ては海拔三百六十三尺であるが、東方及び北方に行くに伴れて益々高まり、ファインの近傍に於ては終に九百七十二尺の隆起に達して居る。彼の奇異なる十字形をなせるルーサン湖の如きも土地の隆起に依つて谷をふさぎ、アー河及びロイス河の一部を湖に變ぜしめ、斯くて複雑なるル

ーサン湖を形成せしめたのである。

伊太利に於ける大湖の水底は、海面を下ることが大であるが、吾人は是等の大湖水の研究に當つて、彼のポー河の谷は昔のアドリアチック海に續いて居たことを記憶しないければならぬ。而して昔のアドリアチック海は今日のアルプ山から流送せられた物質に埋められて全く陸となつたのである。故に吾人は伊太利の湖は曾て平野全體を占領したる昔の海の殘物なることを推測するに難からず。彼の西比利亞に於けるバイカル湖の海豹の生存は、吾人をして此の新鮮なる大湖が曾て北氷洋に繋がつて居た時代を聯想せしめるやうに、伊太利の湖に生存せる動物、殊にガータ湖に於ける蟹の存在に依つて斯様な考を起さしめる。けれども是等の興味ある問題を完全に確答するには、猶史一層の證據を要することが勿論である。

或湖及び内海は實に大なる自然作用を原因として生じたるもの、如く、彼のジブラルタルより北極に偏する十度の線は内海の大なる連鎖を通過して居る。即ち地中海、黒海、裏海、アラル海、バイカル湖を経て、次で亞米利加の諸湖を通過して再び回歸して来る。

四、湖沼の種類

湖沼及び内海は種々の方面から之を區別することが出来るが、今其の成因上から分類して見ると左の通りである。

(1) 氷河湖 此の種の湖沼は氷河の浸蝕作用の爲め、又は其の浸蝕物の堆積したる爲に生じたる湖であつて、既に述べたるが如く歐羅巴に於けるアルプ地方の諸湖、フィンランド及びスカンデナヴィア地方の湖水、並に北亞米利加の北部に散在せる數多の湖は多く之に屬するものである。本邦には此種の湖沼を認めない。

(2) 陥落湖 地層の一部が或自然作用の爲に陥没したる凹處に水の湛留したるものをいふ。例へばアフリカ東部の諸大湖、北米カナダ及び合衆國の境上にある五

大湖等、世界に於ける大湖の多くは此種の湖水である。我國に於ける琵琶湖及び十和田湖等は之に屬する。

(3) 火口湖 此種の湖は火山の舊噴火口に水の湛留してなつたものであつて、本邦には其の例が少くはない。即ち榛名山の榛名湖、吾妻山上の五色湖、天城山の八丁沼、藏王山上の藏王沼、恐山の恐山湖等は夫れである。その他箱根山の蘆の湖等のやうに火口原の一部に水の貯留したものも亦一種の火口湖である。

(4) 堰塞湖 此種の湖は火口の噴出或は爆發の際に迸出したる熔岩、火山灰或は破裂の際飛散せる山體の破片等が堆積して流水を遮り、以つて湖沼を作ることがある。此種の湖は火山の裾野、或は山と山とに挟まれたる谿谷中に多く見出され、彼の明治二十一年磐梯山破裂の際に生じたる檜原湖、秋山湖の如きは其の好適例である。又富士山麓の川口湖、山中湖、精進湖及び其附近の諸湖、日光山中の中禪寺湖等も是れに屬する。

(5) 遺跡湖 此種の湖沼には二つの區別がある。其の一は過去の海であつたものが、海底の隆起せるが爲に、其の深所のみが取残されて終に湖沼となつたものであつて、此の類を特に海跡湖と稱する。裏海、アラル海の如きは其の一例であるが一派の地學者は我が國の霞ヶ浦、北浦の如きも海跡湖であると言つて居る。他の一は河跡湖と稱するものであつて、多くは中流以下に於ける河道の屈曲が其の度に過ぎ、或は洪水の爲に新に河道が出来た爲に、舊河道の水が其の儘残つて滯溜し、竟に之が湖沼と化したもので、本邦に於ても其の例に乏しくはない。乃ち利根川下流の手賀沼、印旛沼は之れに屬し、その他北海道の石狩川及び樺太の幌内川等の如く比較的未開の河岸に多く見出される。而して河跡湖は其の成因上新月形を呈して居るから俗に之を「三ヶ月湖」とも稱する。

(6) 瀉湖 此種の湖沼は、風又は海潮の爲に砂丘或は砂嘴を生じ、河流は其の注口を遮ぎられ、遂に停滯して湖水となつたもので、我が國では北海道の猿間湖

能取湖、網走湖、石川縣にある河北湖、柴山湖、邑智及び今江等の諸湖は皆其の例である。

(7) 礁湖　これは南太平洋の中に處々散在せる數多の珊瑚島に見る所であつて、つまら珊瑚島の低所に水の淹溜したものである。我が琉球諸島中の大東島にも亦此の種の湖がある。

(8) 人爲湖　之は何れの國に於ても見らるゝ如く、土地を灌漑し、若くは洪水を防ぐ等の用を辨ずる爲に、人工的に作つた湖であつて、多くは小湖水に過ぎない。

五、地球上に於ける湖の分布

湖沼は地上何れの所にも存在する様であるけれども、今之を地圖に照して現に湖沼の散在する所を観察すると、其の分布に自ら一定の規律あることを知るのであるが、是を見れば凹地の存在と湖水の位置との關係を明かにすることが出来る。北半

球にあつては歐羅巴の北部北緯五十二度以北、北亞米利加では北緯四十二度以北の地方に湖水が多い。故に此の地方の或部分に於ては水陸相半する様な所が少くはない。フィンランドの如きは其の土地の三分の一は湖沼の占有する所となつて居て、格別の山脈や溪谷がないから、其の土地の半は自ら落凹陷降したやうな觀がある。スコットランドの西北部にも亦同一の觀を呈する所がある。即ちアウタル、ヘブリデス諸島中の一なるレウイスに於ては湖沼の散在著しく、之を丘上から望見すると恰も雨後の稻田と相似て居る。又北米合衆國の東北部並に英領カナダの如きも極めて湖沼の多い地方であつて、其の大なるに至つてはスベリオル湖の如きものがあるけれども其の小なるに至つては眞に一池に過ぎないものも多い。そして此の地方にある湖水は獨り溪間に限られず、海面上數尺の地にも又能く其の位置を占むるものであるが是れ全く該地方が山岳に乏しく且つ其の地形の極平坦なるに因るのである。而して一部の地文學者は矢張此の地方の湖水の夥多なる原因を往古に於ける氷河の作用に

歸し、氷河が地形の不同を平坦にして土砂石礫等を其の跡に散布せしに基因すると言つて居る。岩石が動氷の爲に鑿掘せられたる凹處に湖を生じ、又氷河の散布したる土砂、石礫等の堆積に依つて湖沼を生ずることは既に論じた所である。

第二に湖水はまた主として山間や高岡の凹地に在る様に思はる。先づ山間に於ける湖に就て考へて見るに、歐羅巴では彼のスコットランド、カムバーランド地方の如きは敢て高山に富むといふ譯ではないけれども、湖水は山間の風景を増す所の一助をなして居る。アルプ山中に入つて之を観察して見ると、山軸の兩側には主として大湖が連続して、或は高く雪線に隣するものがある。但し湖水は山間に多く存在するものであるけれども、併し山間には必ず湖水があるといふのでなくして、却つて湖水の皆無な山岳地方もある。凡て山間の湖は前述の如く山脈の隆起に際して生じたる凹地に水の蓄存するものか、氷河の浸蝕堆積に依つて生じたるものか、或は火山地方に於ける火山作用に因つて出来た湖である。假令左様でなくとも此種の湖

が多いのである。次に高岡或は高原地方の凹地にある湖に就て見るに、此種のもは赤道地方の亞弗利加内地に多く、就中ヴィクトリア、ニアンザーの如きは、海拔三千三百尺の高地にあつて、其の面積が五千里に達して居る。又ナイル河の西方にも無数の小湖があつて、バルバリ地方からニゲル河地方に聯接して居る。南部亞弗利加にも亦多少湖に富む地方があつて、海拔二千九百尺の高地にあるアルスガミ湖は蓋し其の大なるものである。亞細亞の高岡にも亦湖水多く、西藏、蒙古及び韃靼地方に連亘して居る。而して高岡に散在する湖の中には出路のないものが多いから諸河川が之に流入して湖をなして居るけれども、湖水を他に誘引する所の河流がないから、此種の湖は多く鹹湖である。若し是等の地方に於て淡水湖が在るならば、其の湖は必ず出路があつて、常に湖水を疏注して常に鹽類の増加を防ぐものに限られて居る。彼の亞弗利加にあるチャッド湖は、古來出路なき淡水湖として、之を常規の格外にあるものと信ぜられて居たのであるが、軌近に至つて、其の北部に一河が

あつて此の湖水を疏注し、終に乾燥なる沙漠の内に入つて其の跡を絶つことが發見せられてから始めて此の湖の淡水なる理が明瞭になつたのである。

第三に湖はまた鬆粗なる砂、粘土或は石礫を以てなれる海邊に存在する様に思はるゝ。此の海岸地方にある湖を「ラグーン」と稱し、歐羅巴に於てはバルチック海の沿岸、獨逸の北岸から丁抹の西岸並に和蘭白耳義地方にかけて最も多い。又地中海の沿岸にも西班牙の東岸から希臘の西瀕に至るまで此の種の湖沼が處々に散在して居る。亞細亞に於ては印度の東西數百里の間に「ラグーン」が連續し、又亞米利加に於ては太平洋沿岸に多い。海濱地方の「ラグーン」は扁淺狭少であつて海岸と駢列し、單に土砂石礫等の丘阜に依つて境界されて居る。海水の浸入する「ラグーン」の水は固より鹹性であるけれども、唯狭少の出路に因つて海水と連續するか、或は其の水の地中に滲漏して出入するものは大抵淡水である。

六、鹹性湖に就て

前述の如く湖沼の中には多量の鹽分を含むものが少くはない。元來水は其の流るゝ間に地中の可溶物たる食鹽、石膏、石灰、硫酸苦土等を溶解し含蓄し去るものであるが、此の可溶性物質が河川に由つて出口なき湖に注入する時は、水は蒸發して大空に昇騰するけれども、鹽類は依然として湖中に存在するを以て、出路なき湖は恰も食鹽を煮製する一大釜と同一一般であつて、水は常に見る能はざる水蒸氣に化して大氣と和し、鹽類は湖中に存在して日々に鹽性を増加する。普通海水の平均比重は一、〇二六であるのに、彼の死海の水は鹽分の含量大なるが爲に一、二二に達して居るのは實に此の理に由るのである。而して此の種の現象が幾十萬年となく繰返さるれば、湖水中の鹽分は非常に濃厚となり、更に此種の鹹水湖が一旦乾燥するに至れば鹽華湖底に開き、地も亦鹽類を過量に含有するを以て草木も發生するを得ず。

随つて綠蔭もなく良に荒乾せる沙漠の地となるを常とする。斯の如く鹽類は終始淡水中に存在するものであるから、最初は淡水湖であつたものも、水の出路なく、唯蒸騰し去る許りであるから、結局鹹性とならざるを得ない。故に鹹湖は必ずしも其の成因を海洋の遺跡にのみに存するものとは限られない。

亞細亞及び亞弗利加の高地にある鹹性湖も、其のものとは淡水湖であつた事が疑はれないけれども、其の水に出路なく、幾多の星霜を経る間、唯蒸騰する許りであつた爲に今日に至つては鹹湖と化したのである。北米ユータの大鹹湖は海拔四千餘尺の所にあつて、長さ三十里、幅六里乃至十六里にして大小數多の鹹湖と駢列して居る。而して其れが成因も前述の亞細亞地方の鹹性湖と全然同一である。

斯の如く鹹性湖は必ずしも海洋の遺跡湖のみではないけれども、其の中には由來地殻の變動によつて海洋より分離して湖水となつたものも少くはない。斯の如き内海の中には元來連続したる水面よりも低いものもあれば又甚だ高いものもあるが、

是れは地殻の變動に因つて生ずる一現象である。全世界中内海を以て最も著明なる地方は即ち歐洲の東部であつて、黒海アソフ海より東は裏海及びアラル海に接し、北に一大低地を構ふるが如き是れである。蓋し此の地方は近代に至つて海底の隆起したものであらうと言はれて居る。即ち北氷洋は往古ベルシャ山麓迄延長して其の入海が一千餘里に達して居たことは吾人の疑はざる所である。然るに其の後此の地方は一般に隆起し、所謂碧海が變じて桑田と成つた爲に、此處に一新地を現出し、歐羅巴と亞細亞とを劃別するに至つたのである。故に此の地方の凹地には今も尙ほ往古の海水を湛へ、能く海性の介貝魚鱉を棲息せしむる所がある。

前述の海水の存在するもの、中、其の最も大にして且つ最も要用なのは裏海であつて、其位置は黒海の水面下にあること八十餘尺、中央の深さ二千尺乃至三千尺、面積凡そ一萬餘方里に達して居る。是れ故に歐羅巴露西亞南東部の諸水、即ちボルガ河及びウラル河等は皆此の湖に疏注して居るけれども、一も外洋に出る所の出路