

769-151-(38)



1200501599046

59

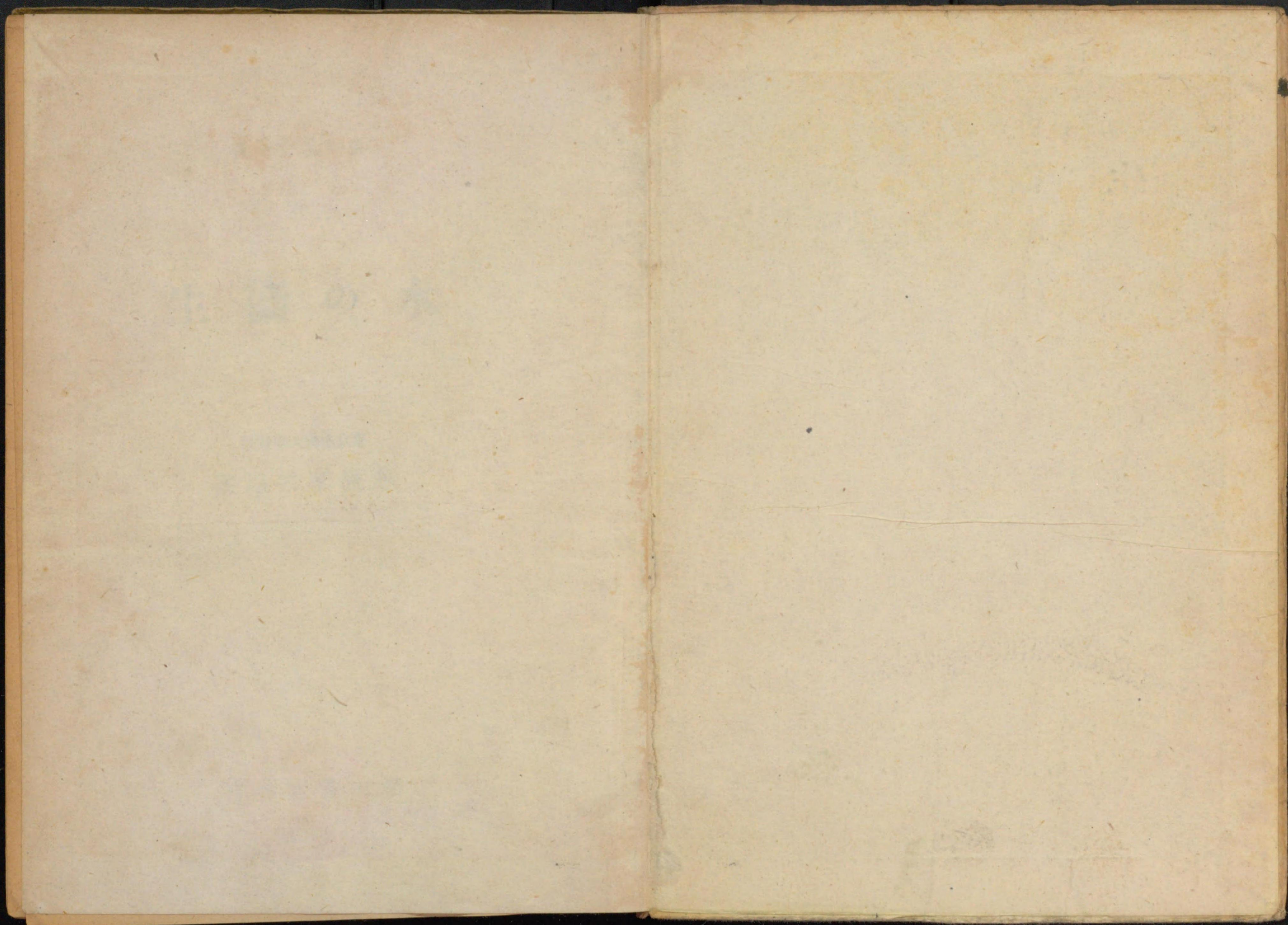
151

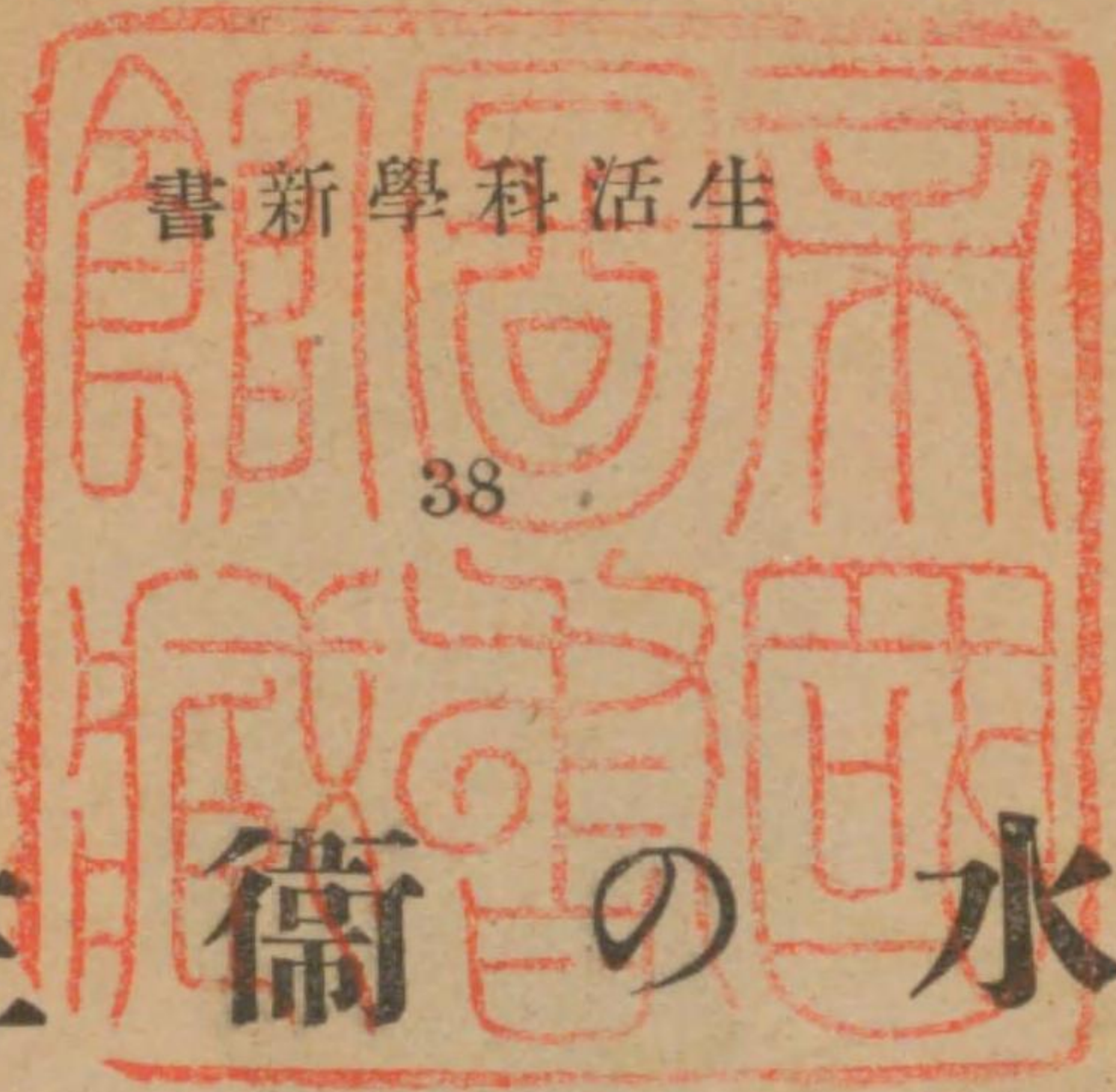
學生科新書

水の衛の生

著郎六瀬廣

羽田書店





水衛の生

授教學大國帝京東

著郎六孝瀬廣

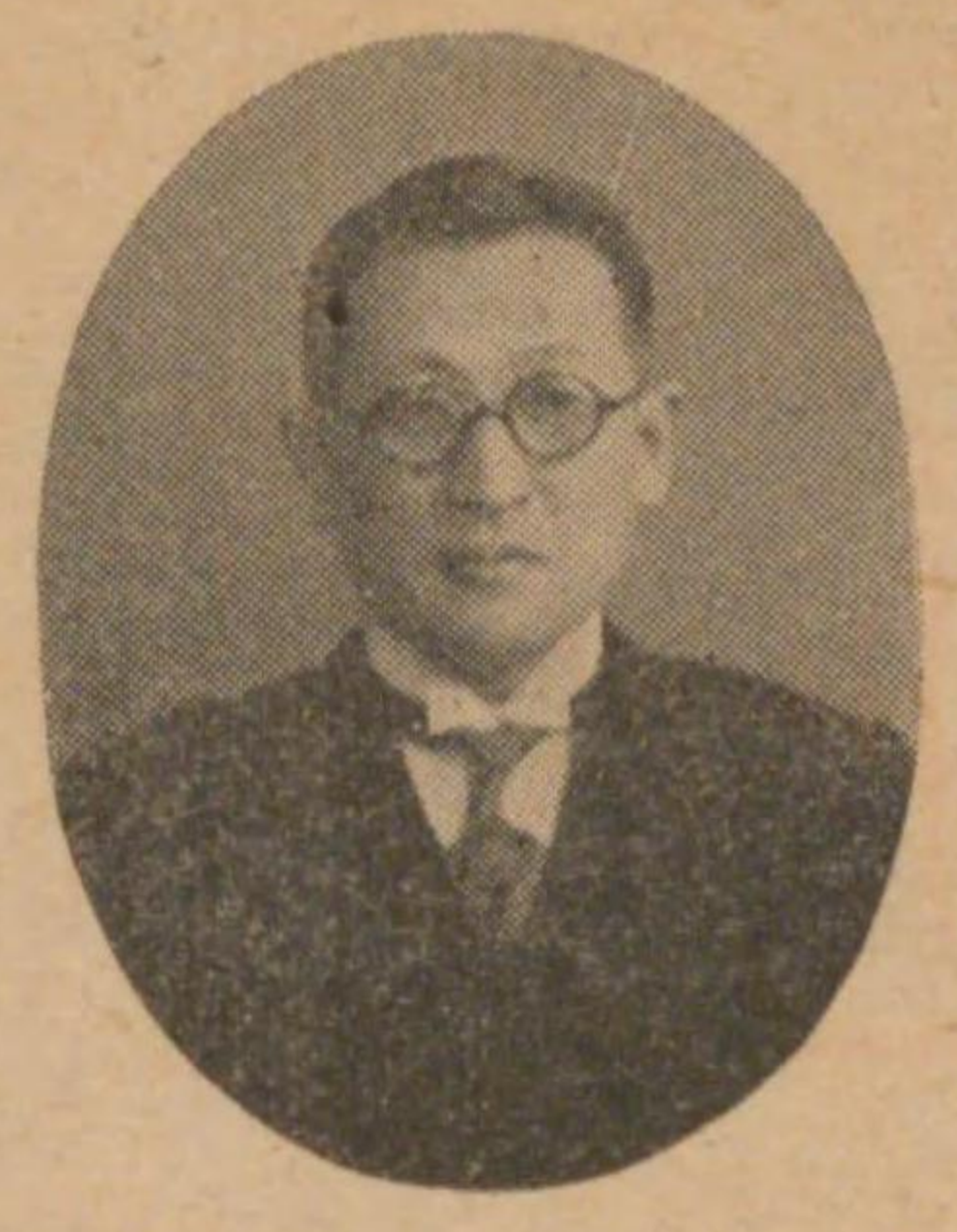


769
151

自序

水といへば、連想されるのは「水もの」とか、「湯水の如く使ふ」とかいふ文句で、
兎角不要なもの、不必要なものといふ意味に使はれ勝ちですが、一方には、「水際立つ
て」とか、「淡々水の如し」とか、よい意味の言葉もあります。併し水が人生に絶対必
要なことは、いふ迄ありません。遠く異境の戦線に活躍せらるゝ陸の勇士が、一杯
の飲水を求めて如何に苦勞されることとせうか、想像に餘りありません。又廣茫涯なき
大海に力戦奮闘せらるゝ海の勇士と雖も、四面水に圍まれ乍ら、然も水に不自由され
ることのあるのは、何といふ皮肉なこととせう。所が水も使用法を誤ると、不測の災
を受け、時には傳染病に迄冒されることがあります。こゝに「水の衛生」が必要とな
る所以があります。

本書は「水の衛生」を説くつもりで書き出しましたが、實は水は大自然を循環して



著者略歴

大正十二年東大工學部土木工學科卒業。昭和
五年東大醫學部醫學科卒業。昭和七年東大助
教授(工學部勤務)。昭和十三年兼任厚生技師。
昭和十五年兼任厚生省研究所技師。工博並に
醫博の學位を受く。昭和十七年東大教授(工
學部勤務)。

(編輯部)

あるもので、吾人の体内を通過するのも、その循環の内の一部と考へられます。この意味で大自然の水から説き起さないと、話が不徹底になることは、容易に分ります。今一つは讀者諸君の科學的知識の一助にも考へて、「自然水の科學」とも稱すべき部分、少しく詳しく書いて見ました。第二章が、それでありませう。

吾人の使用する水としては、個人的に求めるものと、上水道によるものとの二大別されます。このことは、第六章で觸れましたが、本書の目的とする所は、個人給水法即ち井戸によるものが主であります。上水道によるものも述べましたが、要するに簡單に御紹介したに過ぎません。これは上水道が寧ろ専門家の手に委ねらるべきもので、素人の手では如何ともし難いものであるからであります。併し兩者には共通の事項も澤山ありますし、特に淨水法の原理に至つては、全く同一であるといつてもよい位に、關係が深いのでありますから、水といふ立場から見れば、兩者は二にして一といつてもよいでせう。それで都市上水道の淨水法に就いては、幾分詳しくお話することにししました。

この小著を書く爲にも色々の本を参照し、又引用しました。此所に一々書名を擧ぐべきであります。讀者諸君にも参考となるべき本だけに止めまして、その他の著者にも併せて此所に衷心からの感謝を捧げます。

西州 義方 ・ 水
洞澤 勇 ・ 上水の話
村上 秀二 ・ 水の生活科學
吉村 信吉 ・ 湖沼の科學
同 地 下水

昭和十八年秋

廣瀬孝六郎

目次

第一章 水と人生……………一

一、人體と水……………一

二、食物と水……………四

三、衣住と水……………九

四、戦争と水……………一三

(1) 兵隊と水(一三) (2) 艦船と水(一四) (3) 空襲と水(一五) (4) 生産
擴充と水(一六)

第二章 水の循環と水源……………一七

一、循環……………一七

二、雨 水……………一九

三、地 表 水……………三

(1) 河水(二四) (2) 湖水(二六) (3) 河水と湖水との比較(三七)

四、地 下 水……………三八

(1) 概論(三) (2) 浅水(四) (3) 深水(四) (4) 泉水(四七)

五、伏 流 水……………四八

(附) 温 泉……………五〇

第三章 飲 料 水……………五三

一、安全な飲料水……………五三

二、水による傳染病と寄生虫病……………五五

三、水によるその他の病氣と間接の害……………六〇

四、硬 水……………六四

第四章 水質と水量……………六八

一、水 質 檢 査……………六八

(1) 現場檢査(六九) (2) 物理的檢査(七一) (3) 化學的檢査(七三)

(4) 細菌學的檢査(七七) (5) 生物學的檢査(八四) (6) 結果判定(八五)

二、水源と水質……………八九

三、一人一日の所要水量……………九一

第五章 水の殺菌力……………九三

一、水中の病原菌及び寄生虫卵の運命……………九三

(1) チフス菌(九四) (2) コレラ菌(九五) (3) 赤痢菌及び腸炎菌(九六)

(4) 原虫及び寄生虫卵(九六)

二、水温と殺菌力……………九七

三、水中の不純物と殺菌力……………九九

四、水の自浄作用……………一〇〇

(1) 稀釋(一〇一) (2) 沈澱(一〇二) (3) 日光(一〇三) (4) 生存競争(一〇四)

(5) 曝氣(一〇五) (6) 化學的沈澱(一〇六)

第六章 給水法

一、個人給水法—井戸……………一〇八

- (1) 掘井戸(一一〇) (2) 管井戸(一一五) (3) 人工地下水(一二〇) (4) 雨水(一二三)

二、中央給水法—上水道……………一三四

- (1) 我國の沿革(一二四) (2) 必要と効果(一二七) (3) 構成(一三〇)
- (4) 取水法(一二五) (5) 貯水池(一二六) (6) 送水法(一二六) (7) 淨水法(一二六)
- (8) 配水法(一二六) (9) 給水法(一二七)

第七章 家庭用淨水法……………一七六

一、濾過……………一七七

二、藥品……………一八二

三、殺菌……………一八五

(附一) 水泳……………一八九

一、海水浴……………一九三

二、水泳プール……………一九五

(附二) 水とマラリア……………二〇一

(5) 曝氣(一〇五) (6) 化學的沈澱(一〇六)

第六章 給水法

一、個人給水法—井戸……………一〇八

- (1) 掘井戸(一一〇) (2) 管井戸(一一五) (3) 人工地下水(一二〇) (4) 雨水(一二三)

二、中央給水法—上水道……………一三四

- (1) 我國の沿革(一二四) (2) 必要と効果(一二七) (3) 構成(一三〇)
- (4) 取水法(一二五) (5) 貯水池(一二六) (6) 送水法(一二六) (7) 淨水法(一二六)
- (8) 配水法(一二六) (9) 給水法(一二七)

第七章 家庭用淨水法……………一七六

一、濾過……………一七七

二、藥品……………一八二

三、殺菌……………一八五

第一章 水と人生

一、人體と水

動植物體は、何れも大量の水を含んでゐますが、我々の人體も大凡、體重の四分の三位迄は水であります。そして、その水分が一二—二〇%位も失はれると生命の危険が起つて來るのです。人體の各種組織の含水量は、勿論年齢や性によつても違ふわけですが、大體第一表のやうな割合になつてをります。

血液中には多量の水が含まれ、八〇%位迄が水であります。多量の水分を攝取すると、血液中の水分は一時更に増加します。併し人體の微妙な作用によつて、暫くすると又元に復します。又、淋巴液は九三%位の水分を含んでをります。

さて、こゝで水の人體内に於ける作用を考へてみませう。人體も結局は各種細胞の集合であります。細胞が極めて微細な爲に、その内容を純粹に取出すことが難かし

く、従つてこれを構成する化學的成分は、餘りはつきりしてをりません。それは、細胞間物質が夾雜する虞れがあるからです。併し主な成分としては、蛋白質・脂質・糖質・無機鹽類・酵素等でありませんが、これ等の物質は、膠質の状態で水を含んでゐるのであります。細胞は常に外圍の液體と接觸し、その液體中の物質の一部は、細胞により攝取せられ、他は細胞内に入ることを拒否されます。又細胞内に發生した不要産物は、細胞より外に排除されるのです。

第1表 人體組織の含水量

組織の種類	含水量(%)
結締組織	60.0
軟骨	78.0
骨	10.0—20.0
脂肪	10.0
筋肉	75.0

故に、細胞の周圍にある細胞膜は、或種物質に對してはこれを透過せしめ、他種物質はこれを透過せしめない作用を持つてゐる上に、その方向も、或は内に向ひ、或

は外に向ひます。これ等の作用に對する説明は充分ではありませんが、吸着作用とか、滲透壓とかいふことを以て或程度説明されてをります。即ち、これ等は水分中の膠質溶液や純溶液が、細胞膜を通して示す現象に外なりません。

次に血液の作用を少しくお話しませう。血液は血漿と赤血球・白血球・血小板のやうな有形素から構成せられる流動性の組織であります。その作用は消化管より吸収せられた養分、及び肺臓に於て得た酸素を、各種組織内の細胞に送り、他方細胞で酸化の結果生じた炭酸ガス及びその他の燃焼産物を、肺臓・腎臓等の排泄器管に送りま

す。即ち血液は國家でいへば、運河や河川のやうな、水を通じての輸送機關であります。これ等の役目を果す爲には、血液は一定の物理的及び化學的性状を備へねばなりません。即ち比重・滲透壓・電導度・粘性・反應等は略々一定してをります。尚、人體が毒素若しくは細菌の侵入を蒙つた場合に、血液中には元來白血球があつて、細菌に對抗しますが、その他に抗毒素や溶菌素といふ抗體が發生します。このやうに、血液は人體に必須の役目を受持つてをりますが、その大部分は水中で行はれる現象であります。

その他水の人體中で受持つ仕事は、これ以外にも數多あります。例へば消化も、終局には養分が水に溶解し、溶液として血液中に吸収されるのであります。我々が一定

第2表 食品の含水量

動物性食品		水分 (%)	植物性食品		水分 (%)
肉	類	76.0	穀	類	13.0
牛	乳	87.0	豆	類	10.0—18.0
卵		74.0	根	菜類	66.0—95.0
			葉	莖菜類	85.0—96.0
			果	實類	58.0—89.0

はそれだけではありません。食物として食べてゐるものの中にも、可なり量の水が含まれてゐて、全く水分のない食物等といふものは、先づないといつても差支ありません。それではどんな食物に、平均どの位の水が含まれてゐるかを、第二表に挙げて見ませう。

以上は大體の數字ですが、これで見ても、普通の食品の中に、如何に水分が多いか驚くでせう。これは勿論、生の状態に於ける割合ですから、料理した後には水分の量がもつと變つて來ます。例へばお米ですが、これは普通炊きますと、水分は六五%位に増します。更に粥にすると八五%位迄は水となり、粥汁であれば九七%位は水であります。以上から分るやうに、我々が攝取する食物は、先づその半分以上が水であります。

の體温を保持して、所謂温血動物であるのは、體温を調節してゐるからであります。それには水が與つて力があるのです。即ち體内で新陳代謝の爲に發生する熱が蓄積し過ぎた場合、或は外界の温度が上昇した場合、人體は發汗して水分を蒸發させ、熱を放散して體温を調節するのであります。

以上要するに、水は生命の保持に、一瞬一刻も休止なく働いてゐるのであります。即ち養分の消化・吸収・運搬・蓄積を始め、血液の循環・ホルモンの内分泌・各種の外分泌・細胞の新陳代謝・筋肉や神経の活動・老廢物の排泄、その他、呼吸や體温調節に至る迄、すべて水の働きが大きく小さく關聯しない作用は殆どないのです。

二、食物と水

水が人體にどんなに大切で缺くべからざるものかといふことを、以上に述べましたが、次に食物との關係から考へて見ませう。私共は毎日本水を飲みます。朝起きた時、毎食後、その他喉の渴いた時に、お湯やお茶として飲みますが、體内に入る水は、實

かくの如く、水は色々の形で、人體に攝取されますが、それでは人體に必要な水量はどの位であらうか。といふと、大體一日二——二・五立の間位であります。但しこれは成人男子の場合であつて、その量の中、凡そ半分から三分の二迄は、直接飲用され、残りは食物を通じて攝られるのであります。

飲料水の量は、健康者に對しては別に定める必要なく、通常渴感によつて調節されるものでありますが、飲料の多寡は亦、その人の習慣に支配される所が少くありません。

今水を多飲すればどうなるかと申しますと、新陳代謝を亢進し、利尿作用を呈し、便を柔げます。反對に飲料水を制限すれば、身體組織中の體液を減少し、尿及び便を濃厚にすることになります。

併し過飲の害も挙げられます。水は口や胃を通つて、小腸で吸収され、門脈系統や肝臓を経ますが、結局血管内に入つて、心臓や腎臓に重荷を與へ、浮腫を起すことがあります。従つて心臓や腎臓に故障のある人・血壓の高い人・脚氣の人等は特に過飲

しないやうに注意を要します。又水の貯藏庫は、肝臓でありますから、水を飲み過ぎると肝臓が腫れることがあります。これに對して、水を制限する乾燥療法といふのがあります。それは心臓や腎臓の疾患その他に適用しますが、飲料及び食物中の水分を八〇〇立方糎位にします。さうすると、却つて利尿的に働き、浮腫も消失するのであります。

所が極端に水分を少くし、遂に水斷ちの状態になるとどうなるかをお話しませう。

一體人體内の水分は、前に述べたやうに、大部分は細胞内に膠質溶液状にあつて、これを細胞水といひますが、小部分(約一〇%位)だけが遊離状にあり、これを遊離水といつてをります。前者は如何に飲料水を減じて、體水分の損失が起つても變りません。従つて、體溫調節等に使用される水分は、全水量に比すれば僅かの部分であります。もし細胞水分に不足を來す時は、生體は生活出來ず死んで了ひます。即ち生體は他の如何なる榮養の缺乏よりも、水分缺乏に對して過敏であります。そこで今假に斷食をしたとしても、水分の補給さへ怠らなければ、數十日の生存に堪へることが出來

ますが、水分を全く断てば、たとひ如何なる榮養を與へても、僅か數日にして死に至ります。

もし水分の供給が断たれるか、若しくは不足すると、先づ渴の感じが起つて來ますが、それは血液が濃厚となる爲であるとされてをります。従つて、この渴感には、滲透作用を有する物質が血液の中に入つた時にも同様に起ります。例へば、食鹽攝取が渴を起すことは、衆知の通りであります。又甘い物を多食した場合も同様に渴が起るのであります。これ等は何れも門脈系統や肝臟等の滲透壓の動搖によるものと見られますが、併しこの渴感も、個人の習慣によつて違ひまして、日常多量の食鹽を攝つてゐる人は自然と趣が違ひ渴感を訴へません。これに反して、局所的な刺激で表れる似而非渴があります。例へば香料の如き刺激物は、口・咽喉・胃等の粘膜を刺激して、渴感を起すことがあります。又鼻カタルや咽喉カタルの場合、喫煙や飲酒の際なども、局所の刺激で渴を起します。

三、衣住と水

我々の生活即ち衣食住の内、食物と水との關係は前にお話しましたから、次に残つてゐる衣住と水との關係に進ませう。唯、衣と水との關係としては洗濯位のもので、特殊のものは見當りません。又住との關係では、濕地・乾地等住宅の環境に関する問題もありますが、もつと大量の水を使用するのは、浴であります。以下浴のことに就て、少しお話しますが、こゝで浴といふのは溫浴、俗にいふ風呂のことに限りません。

浴の目的とする所は、皮膚を清潔にして、その作用、即ち體溫調節や新陳代謝等を完全に營ませるにありますが、その他、皮膚の血液循環を促し、一日の勞を治する等の効果もあります。

今、溫水そのものの人體に及ぼす作用を考へますと、物理的と化學的との二つに分けることが出來ます。

物理的作用としては、水圧や水温の働きがありますが、化学的作用としては、主に所謂温泉によるものであつて、淡水浴の場合は、この作用はありません。

水圧の作用は、従来考へられたよりも、遙かに大きいものだといはれてをります。即ち水深に比例した圧力が働きますから、胸部よりも腹部と、水深が増すに従つて強度が加はります。その爲に呼吸を促し、時に胸部壓迫感を感じる人がありますし、又四肢の血管を壓迫する爲に抵抗が高まり、血圧上昇を來す、ともいはれてをります。腹部壓迫の結果如何は、餘りはつきりしてゐないやうです。兎に角入浴に際しては、首迄湯につからず、乳の邊迄に止めた方がよいといふ人もあります。

水温は、温浴の場合大體三七—四五度C位の間にあります。微温湯の長湯は西洋人の好むところで、鎮靜・催眠等の作用があります。高温湯は、どうしても短時間になります。日本人の好むところで、その効果は、興奮作用があり、新陳代謝を旺盛にし、疲勞を除き、爽快感を與へます。併し餘りに熱い湯は、心臓や腎臓に害がありますから、注意しなければなりません。

終りに温泉浴に就て一言しませう。温泉浴の作用は水温・水圧・化学的・電氣的・生物學的性質等が同時に働きますが、皮膚に及ぼす直接影響としては、その透過性であります。即ち温泉内の溶解性物質・ガス状物質(炭酸ガス・硫化水素・ラヂウムエマナチオン等)及び揮發性物質は、皮膚を透過するものであります。この溶解性物質はそのまゝではなく、イオンの状態となつて透過します。透過した成分は、多くは皮膚内に止りますが、炭酸ガス・硫化水素・ラヂウムエマナチオン・砒素・鐵・沃素の如きは相當深部迄達して、内臓に迄働きかけるものであることが分つて來ました。然もこの作用は、選擇的だといはれてゐて、即ち周圍の温泉から好きな成分だけを攝取し、その代り不要になつた成分を皮膚内から放出するのです。

かくの如く、皮膚の機能は従来知られてゐるよりも、遙かに複雑してゐることが分つて來ました。その結果は、皮膚の榮養が變化を受け、充血を起して、神経系の平衡に變化を來します。これがひいては、その反應として、内分泌腺並にそのホルモン分泌にも影響を及ぼすこととなります。以上の他、水圧・水温による物理的影響が加は

ります。尙その他、飲用法・吸入法等温泉の利用法は色々あつて、温泉の作用は極めて多方面ではありますが、要するに、常に病人に對して働くものであつて、この病人の原因となつてゐる病氣に對して、直接働きかけるものではありません。ですから、温泉の爲病氣が治つたかに見えるのは、實は温泉の爲身體が全體として壯健になり、その結果病氣が治るのであつて、病氣が治つたから身體が壯健になつたのではないのであります。それ故に温泉の作用は、現在醫者の行つてゐる治療、即ち病氣を治して後健康體にするといふやり方と、逆の方法であるといへます。この點、從來一般の人が考へてゐる温泉の作用とは少し異つてをりますが、その證明ともいふべきは、温泉の適應症が極めて多いこと、又互に相反する病氣にも同一温泉が有效なこと、醫者の治療で治らなかつた病氣が、温泉で治ること等であります。尙温泉は何れも慢性病に對して効果があるのであつて、急性病に對しては禁物であります。その他肺結核と癌腫とは、温泉は禁忌で、反つて病勢を増長させますから、注意しなければなりません。温泉の地學に就ては後述します。

四、戦争と水

(1) 兵隊と水

遠い第一線に活躍せられる陸の勇士が、特に南方酷熱の地では、水を求めて苦勞されるることが、屢々傳へられてをります。頑敵の追撃に猛進する部隊が、敵の逆襲には充分の備へがあつても、渴の奇襲には如何とも致し方ないのであります。實際糧食の缺乏以上に、飲料水の缺乏は堪難いもので、又、生命の危険にも早く直面して來ることになります。

皇軍に清潔な水を供給する爲には、給水班が活躍してゐます。これは、現地の水は不潔である許りでなく、謀略的に汚染されてゐる場合もありますから、これを濾過して、安全な水として給水するのであります。併し給水といつても、上水道のやうに管を利用するわけではなく、容器に入れて運ぶのですから大變です。或は險峻なる山路、或は茫漠たる原野を、彈雨中決死的に最前線へと運ぶ給水班員の辛苦こそ、隠れたる

殊勳甲の價値がありませう。それに關する數々の壯烈な戦記があります。又その時の第一線將士の感謝こそ、何ものにも勝る給水班員への慰勞でありませう。

よく聞くことですが、日本の水、故郷の水の美味さは、向ふの水を飲んだ人でないと分りません。勇士が内地の水に飛びつく姿こそ、誠に涙ぐましいものでありませう。それにつけても、清冽美味な水を豊富に恵まれてゐる内地の有難さを、我々は心から感謝せねばならぬと思ひます。

(2) 艦船と水

大海に浮ぶ艦船が水に不自由するとは、甚だ皮肉な話ですが、實際はよくあることです。海水から飲料水を得ることは、必ずしも不可能ではありませんが、仲々困難な仕事なのです。それは蒸溜水を作れば宜しいのですが、海水からでは色々な不純物が入り易く、海水蒸溜法は餘り簡單ではありません。

艦船では洗顔、洗濯等すべてに互つて、極度に水の節約が要求されます。入浴は多く海水を使つて、淡水を上り湯とする程度です。實は後にお話する一人一日當り所要

水量の最少限度が、ハッキリ分らないのですが、勇敢な海軍將士の實狀を調べれば、大體の見當がつくわけでありませう。

兎に角豪華遊覽船は別として、軍事目的の爲に、凡ゆる他のものが犠牲にされる艦船に於ては、清水の節約は當然であり、従つて垢にまみれ、飲料水を制限される將兵の勞苦は、並大抵のものではないのです。

(3) 空襲と水

空襲の目的とする所は色々ありませうが、我國に於ける限り、防空即ち防火であると考えたてよいことは、いふ迄もありません。こゝに、水が空襲に備へて、大きな役割をなしてゐることが分ります。尙上水道の斷水、毒物や細菌の撒布による危険等の爲、命の綱たる飲料水の缺乏を來す場合もないとは保證出來ません。即ち空襲と水との關係は、防火と飲料との二方面から考へられるのであります。

もし上水道の使用不可能といふ際は、給水機關が活動することになります。その場合、給水車・トラック・荷車・リヤカー・舟等で水が配給されますが、個人としても

平素使はない井戸水では、豫め水質試験を依頼して、飲料適否を決めておくことが大切であります。又濾過して飲めるものは、その設備を整へておくことです。併しどうしても良水が得られない時は、毒物の混入してゐるもの以外は、煮沸して飲めば良いことを記憶しておくべきでせう。兎に角一時忘れられてゐた井戸が、最近頓にその重要性を認められて來たのは、空襲時に對する準備の爲であります。

(4) 生産擴充と水

凡ゆる工業には、直接間接に水が要りますが、その工業の種類によつて、所要水量に多少の相違があります。併し兎に角、生産擴充と水とは離して考へることの出來ぬ程密接な關係があるのです。例へば、軍需工業の發展飛躍に伴ひ、新に工場敷地の選定や既存設備の擴張に際し、第一に考慮せられるべきものは、水であります。このことを忽せにした爲に、折角の計畫が齟齬を來し、不測の失敗を招いた例は、不幸にして數多いのであります。生産擴充と水にも亦、戦争と水との隠れたる一關聯があるのであります。

第二章 水の循環と水源

一、循環

水・氷・雪等の表面からは、絶えず蒸發が行はれてをります。それは如何なる温度でも起り得るのですが、特に高温の時、即ち地上では太陽熱によつて促されるのであります。従つて大氣は、海やその他陸地の水面から水蒸氣を得ます。その他人類や動物は、大氣中に水蒸氣を放出してをります。

蒸發の程度は、主に大氣の濕度・風・氣壓に左右されるもので、空氣が乾燥してをれば、蒸發は大になり、濕つてをれば小になります。この關係からして、夏は冬より、又暑地は寒地より、餘計の水が蒸發するのです。風は空氣の運動ですが、水面上の空氣が動けば、濕氣を含んだ空氣が除かれるから、蒸發は盛んになります。尙、氣壓の下降上昇によつても、蒸發は僅か乍ら増加減退するのです。大氣が水蒸氣を以て飽和

されるといふことは、水蒸氣がその氣温に相當する最大壓を有することでありませぬ。
この溫度を露點と名づけますが、今氣温が露點以下に下りますと、凝結といつて水蒸氣が水の状態に戻ります。實際大氣では、地表の空氣が日光で暖められ、膨脹して上昇し始め、これが遂に寒冷層に達し冷却し始めますと、凝結現象が起るのであります。かうして雲が生じ、遂に雨となるのですが、雪・霰・雹等も同じく雨に似た現象によつて生じます。

雨は地表に達すると、三つの經路をとります。一部は直ちに蒸發して空中に戻りますが、一部は地表を流れて河川となり、又溜つて湖沼となります。これを併せて地表水といつてをります。残りは地下に滲み込んで地下水となります。勿論、その後は地表水からも絶えず蒸發が起り、地下水も機會により地表に表れて、地表水に變ることもあります。尙今一つは、動植物の榮養分として吸收される水があります。かくの如くにして、水の循環が完成するのであります。

我々の水源としては、この水の循環の途中で水をとるより他ありません。又考へ方

によつては、我々の使用する水も、水の循環の一部であるともいへませぬ。従つて、水を大きく分けると、雨水・地表水・地下水の三つとなりますが、この分類の他に、伏流水といつて、地表水と地下水との中間のやうな水もあります。

尙、これ等は、上水道の水源ともなるものですから、以下少しく詳しくお話しませう。

二、雨 水

元來自然に存在する水は、決して純粹な状態にあるものではありません。それは、水が非常に溶解性に富み、種々の物質を含有するからであります。

雨水は天然の蒸溜水でありますから、自然水中では、最も純粹に近いものであります。併し雨が地上に達する迄には、種々の物質を伴つて來ます。即ち大氣中に浮遊する生物・細菌・煤煙・塵芥等を含んでをりますが、その他化學的には微量の窒素化合物、例へばアムモニウム鹽や少量の氣體、即ち酸素や炭酸ガスも含まれてをります。

第3表 世界各地年雨量表(主に理科年表による)

地名	年雨量(mm)	地名	年雨量(mm)
大根	733	ウラヂウオスト	723
函室	986	ハルピン	560
青館	1186	香港	2163
秋森	1370	マニラ	2060
水田	1795	昭南	2299
東戸	1472	レニングラード	526
新京	1559	モスコ	573
松瀧	1779	ロンドン	629
名本	1108	ワルソー	670
古屋	1658	プラーグ	616
金澤	2533	ベルリン	623
大阪	1348	ジュネーヴ	913
廣島	1513	パリ	630
高知	2684	ローマ	880
熊本	1785	ポートサイド	68
福岡	1588	ケベック	1048
仁川	1048	ポストン	982
臺北	2110	ニューヨーク	1052

○ 耗くらゐ
 の間にあり
 ます。それ
 を世界各地
 の年雨量と
 併せて第三
 表に掲げま
 す。單位に
 とつた時間
 が短い程、
 強度の大なる
 雨が降ること
 になる

特に大都會の雨水は、農村の雨水に比して、著しく不純であります。又降り始めと降り続いた後とでは、その水質が相違して、後になる程、次第に奇麗になります。併し空中から來る不純物は、地表に達して後得るものに比べると、極めて少量なのです。これを要するに、雨水は軟水で、然も純粹の水に近いことが特徴だといへませう。

次に雨量が各地で非常に違ふことは、今更いふ迄もありません。一般には、赤道附近や海岸地方は雨量多く、山地は平地よりも多雨なものであります。併し又濕氣を含んだ風が、地形によつて遮られ、爲に雨量を増す地方もあります。

本邦に就てお話ししますと、雨量は一般に南に多く、北に少くなつてをります。特に表日本の南太平洋岸に多く、東北地方や北海道に少いのですが、裏日本でも中部即ち北陸地方に多く、瀬戸内海は少くなつてゐます。季節的には、表日本は夏秋に豪雨が、裏日本には冬期に雪が多く降ります。

雨量の表し方は、單位の取り方によつて、年雨量・季節雨量・月雨量・日雨量・時間雨量等の區別がありますが、日本各地の年雨量としては、大體一〇〇〇—二〇〇

わけです。

雨水を直接水源とする場合の話は後廻しにしますが、さういふ場合でなくても、地表水・地下水共に、間接にはその源を雨水に仰いでをります。

特に地表水の内、河川の流量推定には他の方法もありますが、雨量と直接關聯をつけて算出する方法があり、これがよく實際に使はれてをります。

三、地 表 水

地表水は、河水と湖水とに分けますが、何れもその大部分は、雨水が直接地表面を流下して流入したものであります。尙一部は、地下水から逆に流れ込むこともありま

す。

雨水は、地表面を流れて行く間に、次第にその性質を變へて行きます。その結果、浮游性の有機質に富むやうになりますが、その由來は接觸せる地表面から來たり、又その通過する都市村落から來たりします。この内には各種の生物も含まれてをり、日

光の作用によつて、その生物の繁殖が助長されます。又地表水は大氣に直接接する爲空氣が溶解し、特に溶存酸素量の大きなことが、注目すべき特徴であります。硬度は一般に小であるのが普通です。尙水量に就ては、河と湖とで著しく違ひますから、別にお話しませう。

地表水を用水の水源とすることは、恐らく太古人類發達の歴史上、先づ最初に行はれたところでせう。水源としては、尙地表水の他に、地下水に屬する湧泉もあります。が、要するに、これ等容易に求められる水の附近に人類が部落を作つたことは、殆ど疑のないところだと思ひます。所が近世文化の進歩と人口の増殖に伴ひ、地表水は次第に汚れて來ました。それは人間の都市生活の爲に大量の汚物が生じ、下水・汚水の爲に地表水が汚染されるからであります。従つて、上水道のやうに完全な淨水法を施す場合は別であります。個人が何等の淨化方法を行はず、地表水を直ちに飲用することは、間々危険な場合があります。但し例外として、山間の溪流や、高山の湖水のやうに、それより上流側に人畜の到達しない水は、他の所の水と違つて、安全であ

ります。以下河水と湖水とに就て、各別に少しく詳しく考へて見ませう。

(1) 河水

河水は、湖水に比較しますと、濁つてゐる場合が多く、即ち外觀が違つてをります。特に大雨や洪水の際には、河水が大量の沈澱物を運んで行きますから、濁りは一層甚だしくなり、同時に中に含まれる細菌の數も殖えて來ます。又先にも一寸書いたやうに、平素でも河川が町や市の中を流れますと、汚染量が目立つて多くなります。河の特徴としては、かうした汚染を遙かに遠くまで運んで行くことでもあります。併し一方、水には自淨作用といつて、自然に淨化する作用があり、河水も勿論この力を持つてをりますが、このことに就ては、後にお話するとしませう。唯一旦汚染された水が、どの位の距離、又はどの位の時間流れると、自淨作用によつて安全になるかといふ、その限度が現在のところでははつきりしてをらず、その點甚だ殘念であります。如何とも仕方がありません。ですから、結局一旦汚染された以上、充分に人工的の淨水法を施さなければ不安であるといふことになります。

河水の水質に共通な事項は、上記の他には地表水なるが故に浮游性有機質の多いこと、溶存酸素の多いこと等が挙げられてをりますが、その量は各個の場合で著しく違つてをります。要するに、河水に就ては一般論が難しいのであつて、この點は湖水の場合との大なる相違となつてゐます。即ち、河水個々の場合に就て論ずる他ないことなるのであります。

河水の量をその河の流量といひますが、流れるに従つて、次第に支川が合して來ますから、流量は勿論場所々々によつて違ひます。その單位は立方尺/秒や立方米/秒を以て表しますが、前者は個といつて、我國でよく使はれるものです。それはさておき、河の流量は、一年の内で季節によつて變り、平水量・低水量・渴水量等の種類がありますが、それ等を簡單に説明しませう。

平水量といふのは、一年の内六ヶ月は之より水が減るといふ、その境の流量をいひます。低水量とは、三ヶ月はこれ以下に下るといふ場合の流量です。又渴水量とは、十日位はこれ以下に下るといふ境目です。個人で河水を使ふ場合に、水が涸れて困る

第4表 日本の主要河川流量表

河川名	流域面積 100km ² 當り流量 (m ³ /秒)		
	平水量	低水量	濁水量
石狩川	2.64	1.66	1.22
北上川	2.25	1.66	1.22
阿武隈川	1.75	1.31	0.72
最上川	3.37	2.04	0.78
阿賀の川	3.18	2.17	1.61
利根川	3.58	2.45	1.62
荒川	2.70	1.59	0.90
富士川	2.53	1.90	1.39
天龍川	2.99	2.21	1.55
木曾川	3.59	2.46	1.42
黒部川	7.83	4.80	3.07
神通川	3.56	2.62	1.79
熊野川	3.74	2.61	1.56
淀川	1.47	0.96	0.42
太田川	3.26	2.30	1.39
吉野川	3.19	1.86	1.04
筑後川	2.42	1.87	1.33

表に示して
長河を第五
及び世界の
併せて日本
像下さい。
數値と御想
ら、大體の
違ひますか
でも流量が
同一流域内
しくいへば

込む面積が分つてをり、その單位面積當の各種流量が、河川毎に調査してありますから、その積から流量を計算することが出来ます。その一例を第四表に掲げますが、詳

といふことは先づありますまいが、河水は上水道の水源とすることがありますから、その際どの程度迄水量が得られるかは、重大な問題であります。又洪水によつて折角作つた構造物が破壊されることがありますから、流量の大なる程度も知つておく必要があります。かういふ關係から、平水量は勿論のこと、低水量や濁水量の他、洪水量も調査しておかねばならぬのであります。

こゝに、河川の流量調査の方法を簡單にお話しておきませう。流量を正確に定義しますと、或河川の横断面を單位時間に流れる水量をいふのであります。従つて、その横断面の平均流速に水流断面積を乗すれば、求むる流量が得られるわけであります。それで横断面を幾つかに分けて、その面積内の平均流速を實際測定すれば、それ等の積の和として、流量が得られます。實際は或幅を持つた断面に分けて、その幅の中央で深さに沿つて流速を測り、その中の断面の平均流速を出し、これと断面との積を合計する、かうして、流量を算出してをります。これが直接測定法であります。この他間接の方法もあります。それは、河の或地點より上流側の流域面積、即ち水の流れ

第5表 日本及び世界の長河 (主に理科年表による)

河名	所在地	長さ (km)	流域面積 (km ²)	河名	所在地	長さ (km)	流域面積 (km ²)
鴨綠江	朝鮮	790	31739	ミシシッピ	北アメリカ	6530	3248000
洛東江	〃	525	23860	アマゾン	南アメリカ	6200	7050000
豆満江	〃	521	10513	ナイール	アフリカ	5760	3007000
漢江	〃	514	26279	オブ(オビ)	アジア	5200	2947900
大同江	〃	439	16673	イエニセイ	〃	〃	2591500
錦江	〃	401	9886	揚子江	〃	〃	1775000
信濃川	本州	369	12260	ラブラタ	南アメリカ	4700	3104000
石狩川	北海道	341	14250	レナ	アジア	4600	2383700
利根川	本州	322	15760	黒龍江	〃	4480	2051500
天塩川	北海道	306	5820	コンゴ	アフリカ	4200	3690000
臨津江	朝鮮	254	8118	ニジェル	〃	4160	2092000
北上川	本州	243	10720	黄河	アジア	4100	980000
吉野川	四國	236	3700	セント・ローレンス	北アメリカ	3800	1248000
木曾川	本州	232	9100	マッケンジー	〃	3780	1660000
最上川	〃	216	7400	ユーコン	〃	3600	900000
天龍川	〃	〃	4890	ヴォルガ	ヨーロッパ	3570	1420000
蟾津江	朝鮮	212	4897	インヅス	アジア	3180	960000
江ノ川	本州	200	3810	ガンガ・ブラマプトラ	〃	3000	1730000

おきます。
 (2) 湖水は、
 河水に比べ
 ますと、共
 通の性質が
 多く見られ
 ます。陸水
 學といふ學
 問があつ
 て、これは
 海水以外の
 陸水、即ち

河水・湖水・地下水等を研究し、その地質・地理・物理・化学・生物等の立場から見た性質と、相互の關係とを論ずる學問であります。目下の状態では、湖沼學といつてもよい位に、湖水のことが研究されてをります。その理由は上記の通りであります。將來は恐らく河水學・地下水學も、湖沼學に劣らず發達して、完全な陸水學が出来ることとせうから、その日の近いことを讀者諸君と共に期待致しませう。それで湖水に關しては、少しく詳しく、陸水學の一端に觸れつゝ、次にお話を進めて行きます。

湖水の深さに關して、日本及び世界諸國の深湖を第六表に掲げます。此表では深湖を示す意味で、最大深度をあげてありますが、唯水深といひますと、平均水深の意味に使はれてをります。

湖水は河水に比べますと一般に自淨作用が大であります。このことは後に自淨作用の所で詳しく述べませう。又汚染の機會も湖水の使用を制限すれば、岸のみに限ることが出来ますし、岸も保護すれば、殆ど完全に汚染を防ぐことも出来ます。この點は河水の流域全體を保護することの難しいのに比べて大きな長所です。岸で汚染され

第6表 日本及び世界

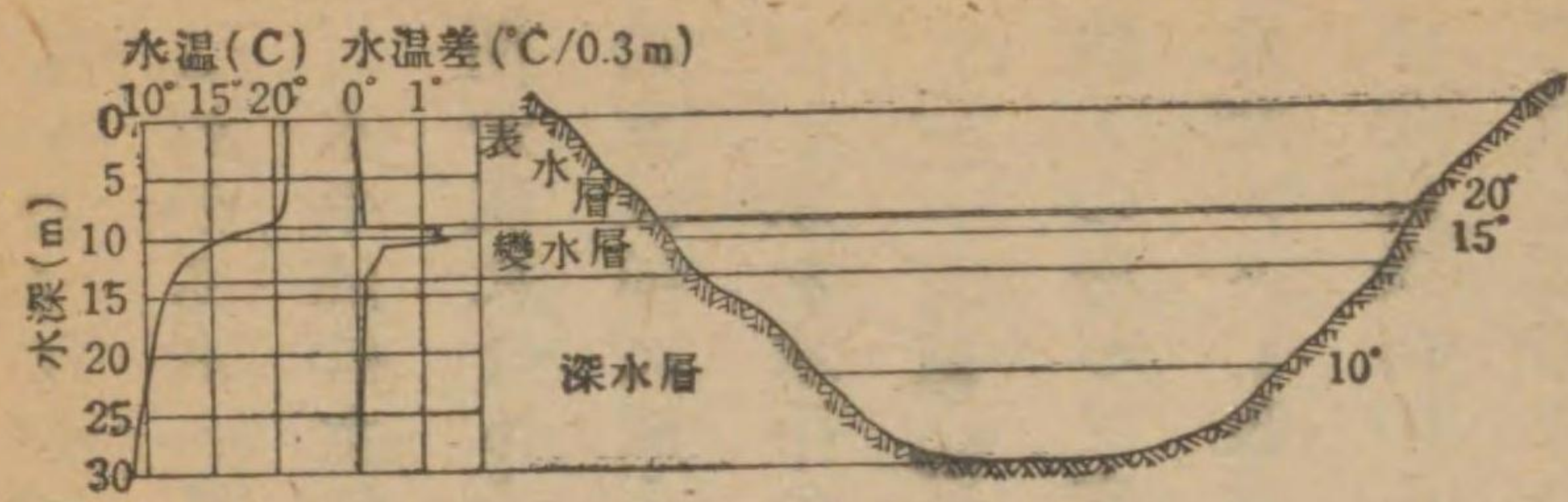
湖名	所在地	高度 (m)	最大深度 (m)	面積 (km ²)
田澤湖	秋田	250	425.0	25.65
十和田湖	青森・秋田	401	378.0	59.58
支笏湖	北海道	248	363.0	76.18
池田湖	鹿兒島	66	233.0	10.98
摩周湖	北海道	351	211.5	19.77
洞爺湖	北海道	83	180.0	69.60
中禪寺湖	栃木	1271	170.0	11.29
倶利伽藍湖	北海道	279	147.5	5.04
本栖湖	山梨	902	138.0	4.87
屈斜路湖	北海道	121	107.	79.89
猪苗代湖	福島	514	102.0	104.83
琵琶湖	滋賀	86.3	96.0	674.80
蓬萊湖	中部千島	79	81.0	5.07
得茂別湖	南千島	83	48	5.74
芦ノ湖	神奈川県	723.2	43.0	6.89
富内湖	樺太	0	42	168.18
水月湖	福井	1	38	5.02
阿寒湖	北海道	419	36.6	12.93

はなく、地
下水が再び
現れて混ず
る場合があ
りますが、
その時は水
質も、地表
水と地下水
との中間の
ものとなり
ます。以上
で分るやう
に、水質の

の深湖 (主に理科年表による)

湖名	所在地	高度 (m)	最大深度 (m)	面積 (km ²)
バイカル	シベリア	462	1523	33000
タンガンイカ	コンゴ	782	1435	31900
カスピ海	アジアヨーロッパ	-26	946	438000
ニヤサ	東アフリカ	463	706	30800
イシツク	中央アジア	1580	702	6205
スペリオル	北アメリカ	183.6	307	83300
チチカカ	南アメリカ	3812	272	6900
ミシガン	ク	177.3	265	57850
ラドガ	ヨーロッパロシア	5	250	18180
マラカイポー	ヴェネズエラ	0	250	13600
オンタリオ	北アメリカ	75.1	225	18760
ヒューロン	ク	177.3	223	59510
グレート・スレーブ	カナダ	119	200	30000
グレート・ベヤ	ク	103	137	31500
オネガ	ヨーロッパロシア	39	124	9836
ニピゴン	カナダ	260	123	4470
ヴェンネン	スウェーデン	44.1	93	5568
ヴィクトリヤ	東アフリカ	1134	79	68800

た場合も、
流れによつ
て湖の中央
迄、又は岸
に沿つたま
ま運ばれま
すが、その
流れを起す
最大原因は
風でありま
す。又湖水
は純粋な地
表水のみで



第1圖 湖上に於ける水層分布例(上温層)

以上は大體平均水深七米以上位の湖に見られるところですが、これより浅い湖では、表面が凍らない限り循環は絶えず行はれてをります。併し水深七米以下位になると、湖の性質が變つて來まして、特に四——一米位のものを沼といひ、一米以下のものを澤

水層といひます。(第一圖参照)
 起ります。次で夏になると、上温層をなすもので、その時期は四月から十月頃に及びます。秋になると、表面水が冷却し始め、水は沈みますが、これが秋の大循環であります。十二月頃になると冬の下温層になります。上温層の時水深に沿うて水温を測定すると、水底程低くなりますが、その間に急激に水温の變化する薄層があります。これを變水層といひ、その上方を表水層、下方を深水層といひます。(第一圖参照)

沈まうとします。これを春の循環といひます。かうして、遂に鉛直方向の水温が一樣になりますと、鉛直流は水面温度の極く僅かの變化によつても、風の影響によつても、

水は温度四度Cで密度が最大になり、比熱は元來大きいのですが、熱傳導度は非常に悪いといふ性質を持つてをります。この性質が、次にお話する色々な現象に關聯を持つて來るのです。
 水の層を上温層と下温層との二つに分けますが、上温層といふのは、水温が四度C以上の場合に起るもので、即ち上層が高温、下層が低温といふ状態になる、それをいふのであります。又下温層といふのは、水温が四度C以下の場合で、上層が却つて低温で、下層が高温になる状態をいふのであります。何故かうなるかは、上に述べた水温と密度との關係から直ちに分ることです。
 水の層は、冬は下温層、夏は上温層になりますが、水温が變ると、水の層が下温から上温に、又は上温から下温にと移ります。先づ春になると、氷が溶け、表面の水は次第に暖くなつて來ます。水温が四度に達する迄は、水の密度が増しますから、水は

温と密度との關係から直ちに分ることです。
 水の層は、冬は下温層、夏は上温層になりますが、水温が變ると、水の層が下温から上温に、又は上温から下温にと移ります。先づ春になると、氷が溶け、表面の水は次第に暖くなつて來ます。水温が四度に達する迄は、水の密度が増しますから、水は

點からいへば、大體に於て湖水の方が河水より優つてをります。尙この點は「河水と湖水との比較」の項で再述することにしませう。

(一) 物理的性質 水は温度四度Cで密度が最大になり、比熱は元來大きいのですが、熱傳導度は非常に悪いといふ性質を持つてをります。この性質が、次にお話する色々な現象に關聯を持つて來るのです。
 水の層を上温層と下温層との二つに分けますが、上温層といふのは、水温が四度C以上の場合に起るもので、即ち上層が高温、下層が低温といふ状態になる、それをいふのであります。又下温層といふのは、水温が四度C以下の場合で、上層が却つて低温で、下層が高温になる状態をいふのであります。何故かうなるかは、上に述べた水温と密度との關係から直ちに分ることです。

といひますが、これ等は水源としては、水質の點から見れば、餘り面白くありません。これから考へるのも、大體水深五米以上位の湖に限ることにします。

水平流は主に風によつて起りますから、流水の方向は、風の方向と大體一致します。所が風により上層の水が風下の岸に追ひやられますと、風下の水面が上昇して水面下の水は逆に風上の方に向ひます。即ち水平流の影響としては、結局表面水を下方に運び、水を水平のみならず鉛直にも混合することになるのです。

(二) 化學的性質 水には、固體の他色々のガス體が溶解してをりますが、これは生物との極めて密接な關係によるのであります。先づ水中の藻類は、同化作用によつて炭酸ガスを吸収し酸素を放散するもので、この作用は光の中だけで起りますから、湖水では表面のみに限られます。又、呼吸作用は動植物共通に見られるもので、酸素を吸収し炭酸ガスを放散する作用です。これは光中、暗中何れに於ても起りますが、光の中では藻類の呼吸は同化作用で蔽はれて了ひます。次に細菌によつて起される分解作用があつて、細菌自身は一般に酸素をとり炭酸ガスを放出して、有機質で生活して

をりますが、水中の溶存酸素がなくなりますと、細菌の或ものは有機質を分解して酸素をとり、その結果生じた炭酸ガス・一酸化炭素・メタン等を放出します。これが即ち腐敗であります。この作用は、水面よりも水底で起り易く、その結果は水底に近い所では酸素が減少し、炭酸ガスの増す傾向があります。

一方大氣から水に、又は逆にガス體が移動しますが、その内、水質の方面で重大なものは酸素と炭酸ガスであります。これ等は表面で水に溶解し、更に對流や擴散によつてひろがりますが、但し水温が高ければガスの溶存量は減ります。

要するに、水としては溶存ガスの内でも炭酸ガスと酸素とを考へればよいのであります。併し炭酸ガスは、普通餘り多く溶けてをりません。その主な源は、有機質の分解と、動植物の呼吸とであつて、大氣から來る炭酸ガスは、餘りありません。それは大氣中の炭酸ガスが少いからであつて、これが水中で餘計に發生しても大氣中に逃げて行きます。併し地下水は炭酸ガスを割合餘計に含んでゐますから、これが湖水中に流れ込む場合は、その爲分量の増すことがあります。酸素の源は、大氣と綠植物の同

化作用によるものであります。大氣は約五分の一の割合で酸素を含んでをりますから水中にも溶けるわけで、この點は炭酸ガスと反對になります。その時曝氣といつて、空氣と水との接觸面積を擴大してやると、大氣からの吸収は、一層促進されます。自然には、風による波や流れ又は人工的の攪亂が、何れも酸素の吸収を助長します。普通表面に近い所では、水は酸素に飽和されてをりますが、深層では酸素の缺乏を來すことが多いのです。

飽和といふのは、これ以上溶けないといふ限度を示すのですが、それは温度によつて異り、例へば二〇度Cでは零度Cの時の八分の五に過ぎません。又藻類が表面に集つて、同化作用が盛んに行はれる時は、酸素で過飽和の状態になることがあります。その時は溶けてゐるといふよりも、寧ろ氣泡の状態にあるのであります。冬期水面が凍りますと、大氣からの酸素の供給がなくなりますし、同化作用も衰へますから、酸素は缺乏します。併し春秋に循環が起ると、水は下から上迄全體曝氣されますから、酸素量は殖えるわけです。

(三) 生物學的性質 水中の溶存ガスが、生物と密接な關係にあることは、前述の通りであります。その他湖水では、生物が甚だしく繁殖することがあります。これを飲んだからといつて、直接人體に病氣を起すことはありませんが、水に臭味を與へて困ることがあります。

(四) 細菌學的性質 一般に、湖水の方が河水よりも、細菌類が少いのが常であります。又何かの原因で汚れても、その汚染を餘り遠く迄運ぶこともなく、水の自淨作用は湖水の方が大でありますから、河水よりは安全だといふことになります。

(五) 水量 湖の大きさによつて、水量は夫々非常に違つて來ますが、何れにしても相當に大きなものであります。そして河に比べると量の變化が少くなりますから、安心してよいわけであります。

(3) 河水と湖水との比較

上にお話したことをまとめてみますと、我々の水源としては、湖水の方が河水に勝つてをります。その理由を箇條書にしますと次のやうになります。

- 1、水の自浄作用が大であります。
 - 2、汚染されても、これを遠く迄運びません。
 - 3、貯水の作用を兼ねてゐます。
- 併し湖水には短所もあつて、それは次の通りです。

- 1、生物が繁殖し易い。
- 2、春秋の二回循環が起つて、水が非常に濁ります。

四、地 下 水

(1) 概 論

地下水を成因から分けますと、次の二つになります。即ち今迄お話して来た水の循環の途中に於て偶々地下に存在するものと、地下最深部の岩漿から分離した水とが、それでありませう。我々の考へるのは勿論前者であつて、これを循環地下水といつてもよいのでせうが、以下單に地下水と書くことにします。

後者に就ては、温泉の所でお話します。

一體地下水は、雨水が地下に滲透したものでありますが、中には一旦地表水として河水又は湖水となり、次に地下に入るものもあります。

尙凝固説といひまして、水蒸氣が地下の空隙へ侵入した後、冷却凝固して水滴となり、地下水を作るとの説もありますが、これは恐らく地下水のほんの一部をなすものでありませう。地下水の水質は、一般に地質によつて甚だしく左右されますが、大體は良いものが多いのであります。但しなるべくは深い地下水の方がよく、後でお話するやうに、深水は淺水よりも信頼し得ますし、特に地下水層が二、三ある時は、第二水層又は第三水層のものがよいのであります。

地下水を汚す源は、地下にはないのが普通で、地表にある便所とか、汚物溜等が地下水を汚染するのでありますが、これが地下水に現れるかどうかは、その水平距離だけでは分りません。寧ろ最短直線距離の方が關係しますから、結局水平距離に加ふるに地下水の深さと途中の地質とに左右されることになります。そこで、汚染侵入の有無

を簡単に試験する方法をお話しませう。それは臭又は色を持つた薬品の溶液を疑はしい源に入れ、それが地下水に現れるかどうかを見るのです。唯この臭や色は、途中の地層で吸着されて、消えることがありますから、さう簡単にはいきません。一番よい方法は、電解質といつて、食鹽のやうな非常に水にとけ易いものを使ふと便利です。地下水が如何なる作用で浄化されるかといひますと、これは自然の濾過作用であつて、又大地の浄化作用ともいひます。丁度水に自浄作用があると同じく、大自然の微妙な作用の現れであります。以下これに就て簡単に述べてみませう。大地の浄化作用を大別しますと、物理的・化学的・生物學的の三作用に歸します。物理的といふのは、器械的といつてもよく、浮游質の大部分が、篩と同じ作用によつて除かれるのです。化学的作用は生物學的作用の結果表れるもので、生物學的化学的作用と呼ばれ、一番大きな効果が期待されてをります。

植物や動物から來る有機質のうち、窒素を含むものは、次第にアムモニア化合物に變り、水に溶解して來ます。又炭素を含むものは、炭酸ガス・水・有機酸等に變りま

す。更にアムモニア化合物は、硝化菌といふ細菌の作用によつて、亞硝酸鹽から硝酸鹽になります。以上の變化は、有機質の無機化作用と考へられますが、實は酸化の一種でありますから、餘り深い所よりも、酸素の豊富な表層に於て、速かに行はれます。これ等の變化と一緒に、水中の細菌も次第に除かれて數が減つて來るのです。勿論地質と地温とが變化の速さに影響しますが、地質としては一般に細砂がよく、粗砂がその次になります。又沼澤地方や泥炭地方等のやうに酸が含まれてゐますと、硝化菌の成生が妨げられる爲に、窒素化合物はアムモニア化合物として残ります。以上が大地の浄化作用であります。この他に大地から水に附加されるものがあります。

それは地質から來る無機質であつて、例へば地下水に硬水が多いのは、カルシウムやマグネシウムの化合物が加はるからであります。又鐵やマンガンを含むこともあります。即ち一般に地下水は溶解性無機質を多く含んでゐるのであります。併し大地の浄化作用にも一定の限界がありまして、無限に續くものではありません。もし汚染水

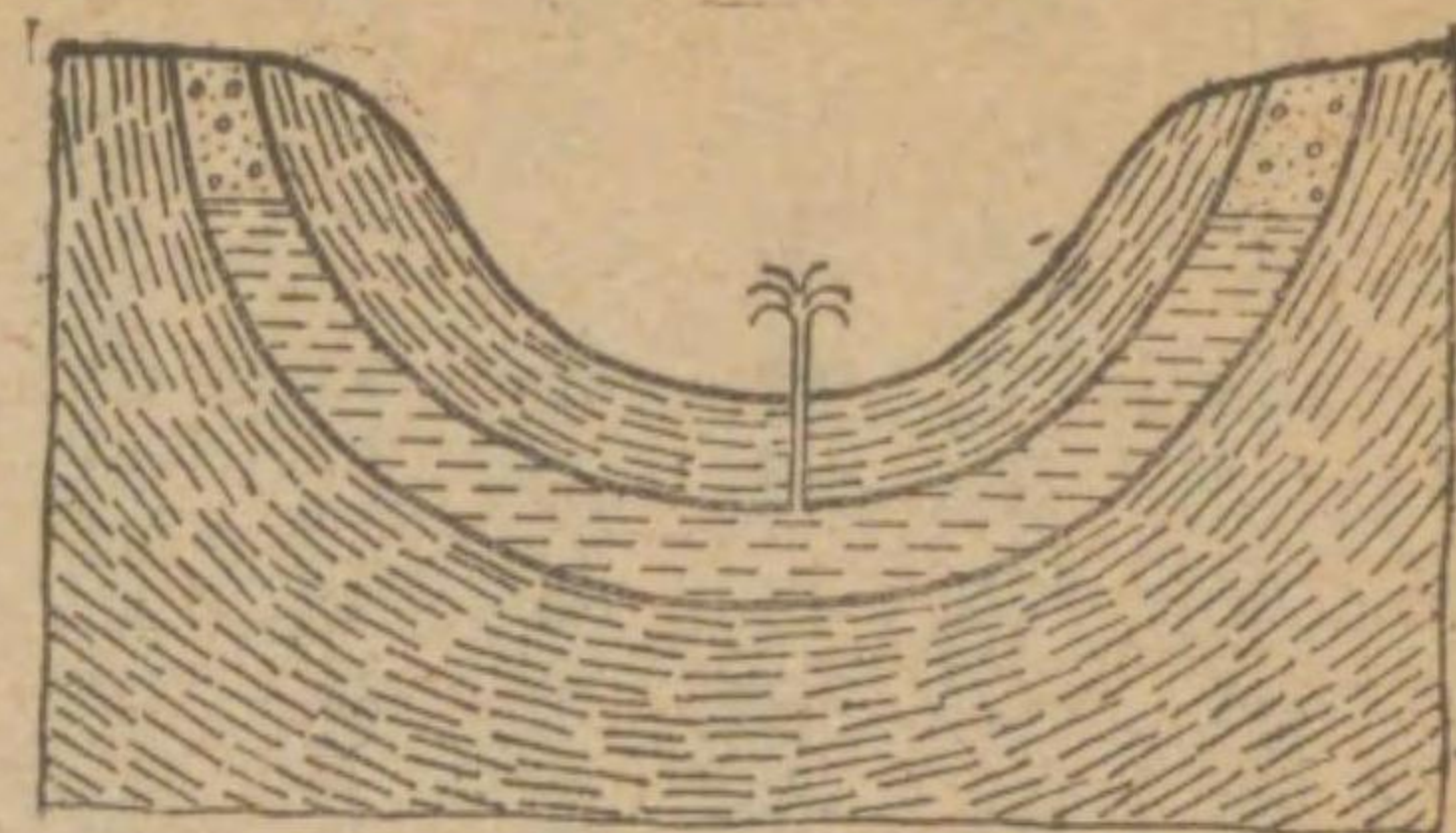
が時々地下に滲透するのであれば、浄化作用は長く続くのですが、絶えず汚染が来ますと、それがたとひ少量であつたとしても、遂には浄化作用が止つて了ひます。かういふ理由から、人口稠密な都市の地下水は、次第に不良になつて來るのであります。

さて、次に地下水の水理に就て、話を進めてみませう。地下水は、それが存在する地下の空隙の種類によつて、二つに分けることが出來ます。一は砂や砂利のやうな小空隙を持つた地中を、濾過され乍ら動く水、他は裂目割目のやうな比較的大きな空隙を流れる水で、後者はこれを地下川といふことが出來ませう。この二つを各々間隙水・裂隙水といひますが、こゝでいふ地下水は、間隙水のみであつて、これを狭義の地下水といへませう。上記の大地の浄化作用は、この間隙水にのみ見られるものであります。併しこの二つの地下水の境は、自然界では決して嚴密に區別されるものではなく、二つの間に移り變りの状態のものもあります。

地下水の流れに對する抵抗は、非常に大きいものであるので、その流れる速度は甚だ遅くなります。又、その水面勾配・水量・水溫・水質等も、地表水に比べると、變化が僅かであります。地下で水を通さない層を不滲透層といひ、これに反し間隙内に水を含む層を含水層と名づけますが、今不滲透層が水平であると、その上に水が溜り、傾斜してをれば、地下水はその上の含水層中を流れることとなります。これが地下水流であります。上述のやうに抵抗が大きい爲に、勾配が大でも流れる速度は非常に遅く、例へば一晝夜に一―六米位といふやうに、極端に小さいものであります。こんな際は、地下水流といふよりも、寧ろ地下水池と考へた方がよいこともあります。

地下水面といふのは、含水層内で地下水の表面をいひますが、これは大體地表の凹凸と平行してをります。唯山地では地表より深く、谷地では地表に表れて濕地や泉を作ることがあります。即ち地表よりは凹凸が少く、水平に近くなります。

含水層が上下二層の不滲透層に挟まれてゐますと、その間の地下水が丁度管の中を水が流れるやうに壓力を持つてゐることがあります。その時、上の不滲透層に穴をあけますと、水が壓力に相當するだけ上昇します。そして時には地上に噴出することがあります。これを掘抜井戸(第二圖参照)といひます。



第 2 圖 掘 抜 井 戸

泉といふのは、地下水が自然に地表に表れたものであります。これを更に三種に區別します。含水層が偶々地表面に露出してゐる所があれば、そこから水が出ます。又掘抜井戸と同様な状態が、自然に生じてても、水が噴出します。第三には地下水が溢れるとでもいひますか、含水層が水を運びきれない時は、泉となつて表れます。

地下水は、その深さによつて水質等が變つて來ますので、浅水と深水とに分けることがあります。併しその限界は、はつきりしないのであつて、例へば十米以下を浅水、三十米以上を深水とする人もありますが、さうすると、その中間はどちらに屬するか分らなくなります。併し移り變りは何事によらずあるもので、止むを得ないわけせう。この他に泉水があります。尙地下水量のことは、大變難しい問題で、今日完全に計測する方法はないといつてもよいでせう。併し我々の知りたいのは、地下水の全量ではなく、井戸を掘つた場合に汲上げて

利用し得る水量はどの位かといふことでせう。即ち、どの位迄地下水を汲上げて、も、涸渇することなく使ひ得るか、問題なのです。併し、これも實際は、餘りはつきり分つてゐないので、この點が地下水の一大缺點とさへいはれてゐる位であります。

(2) 浅 水

大地に浸入した雨水は、地層を通過する間に、その性質が變つて來ます。即ち、大氣と地表から得た不純物が失はれ、又は變化する代りに、地層から他の物質を得るわけであります。かくして地下水の性質は、雨水とも、地表水とも、その双方と異つたものになります。これを實際に就て説明すると、雨水が大氣から得た生物・細菌・煤煙・塵芥等と、地表から得た細菌・有機質等とは、何れも地下或深さに達すれば、殆ど失はれ除かれて了ひます。他方、地下水は或種の無機質を溶解します。即ち、無機性溶解質に富むこととなりますが、腐蝕土を含む地方では、無機質と共に有機質をも含んでをります。無機質としては、上述のやうにカルシウムやマグネシウムの化合物鐵やマンガンもあります。その他にナトリウムやカリウムのやうなアルカリ金屬が

一番溶解易く、珪酸鹽類が一番溶解難いとされてゐます。又上に述べた大地の淨化作用は、かうした變化と平行して行はれますが、酸化作用が主なる關係上、割合に表層に於て活潑に進行するものであります。

要するに上記の變化は、淺水では或は進行中であつたり、或は不完全であつたりして、必ずしも完成されてゐないわけであります。特に住宅附近では、色々な汚物が出る爲に汚染され易いにも拘らず、大地の淨化作用が必ずしも期待出来ない爲、淺水は時に衛生上危険な場合があります。

(3) 深水

深水では、淺水と異り、大地の淨化作用が一先づ完成する爲に、無菌か又はそれに近い状態になりますし、水溫も四季を通じて略々一定してをりますし、水質も變化が少くなります。併し深層では、空氣の供給が充分でない爲に、酸化とは反對の還元作用を受けることがあります。このことは少し難しくなるので省略することにしませう。

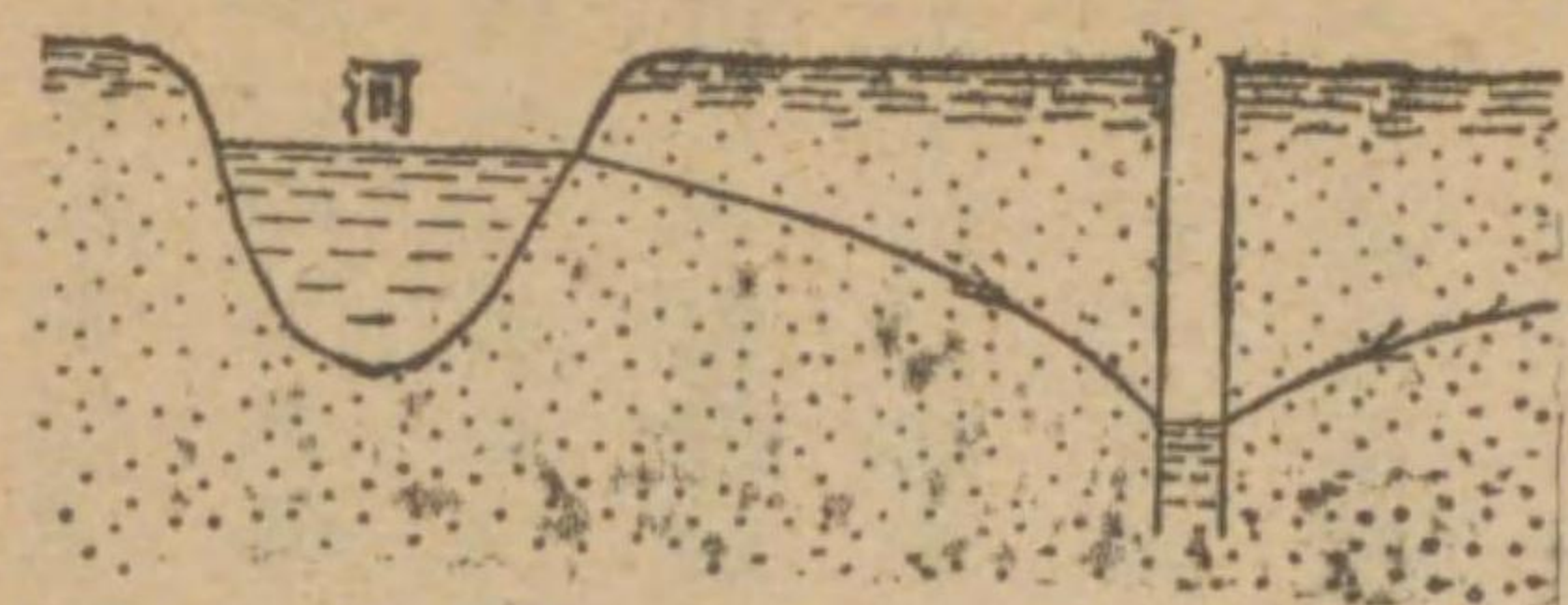
兎に角深水を汲上げてみますと、無菌であるべきものが、却つて細菌を含む場合が多いのであります。その原因は外部から來るのであつて、例へば掘鑿機械・井戸壁の接手・ポンプ等によつて汚染されるのであります。それから水を續けて汲上げると如何なる影響があるかを考へてみませう。一般にはよい影響があるやうにいはれてをりますが、必ずしもさうとは限りません。掘鑿による汚染等は、汲上げによつて除かれますが、時には地下水の系統が變つて、水質が一變することもあります。その場合にもし悪い系統の水が浸入すれば、地下水は勿論惡化するわけです。

(4) 泉水

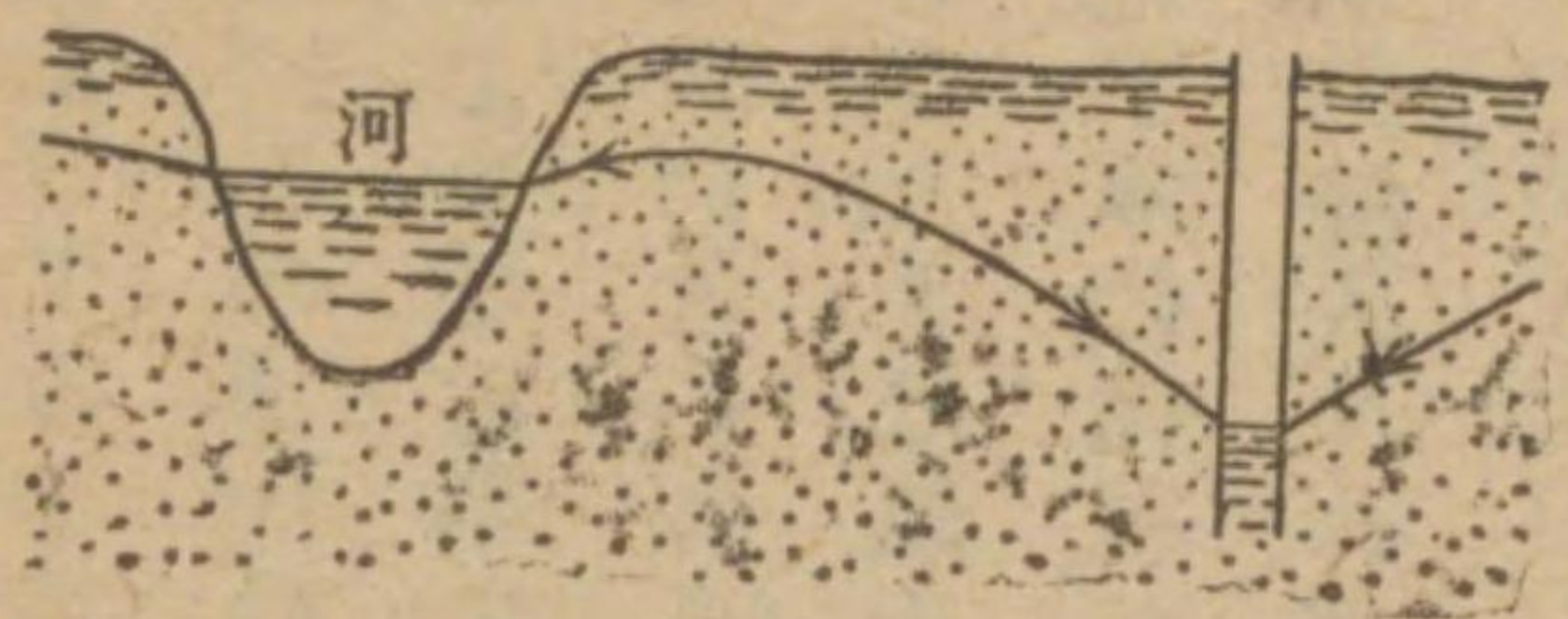
地形の關係で地下水が自然に地上に出たものが泉水であります。従つて割合に淺い地下水が多いわけですから、通俗に妄信する程よい水許りではありません。反對に甚だしく悪い水もあります。即ち自然に湧き出る水だから直ちによいと決めることは、全く根據がありません。特に岩石から湧き出る水には、裂隙水があり、中には危険なものさへありますから、注意を要します。

泉水の源が深いかどうかを判断する一つの標準は水の温度であります。詰り気温と一緒に水温の變る泉水は割合に淺く、一年中一定の水温の泉水は深いと考へて間違ありません。ですから、深い泉水は人間の感覺に訴へる時は、冬は暖く夏は冷く感ずるものです。

五、伏流水



第3圖 伏流水



第4圖 非伏流水

河の底やその附近の砂礫層の中に含まれてゐる水を特に伏流水といひます。その水がどこから來るかといひますと、少くとも一部は河水から來るといふ意味で伏流水といふのであります（第三圖参照）が、時には河の反對側のみならず、河側からも地下水だけが來る場合がありますから、（第四圖参照）河との位置の關係だけから直ちに水の源を判断することは

出來ません。その場合、どうすればその源が分るかといひますと、伏流水の水温と水质とが時季によつて甚だしく變化するやうであれば、河水から來るものでせうし、またその變化が少ければ、地下水であらうと考へられます。又河水の水位が上昇した時に伏流水が増加すれば、河水から來るものらしいといふことが分ります。要するに、水质検査を行つて、兩方に共通の性質があるか、又河水に伴つて伏流水が變化するか等を調べて、その水源を判定するのです。但し河水と地下水とが混合する場合もありますが、その時にその割合を決定することは、尙一層困難となります。

伏流水が良水であるか否かは、河水の良否・自然濾過が行はれる土地の地質・その厚さ、即ち河からの距離等によつて違ひます。併し一般にいひますと、良水が多いのです。但し、河の洪水の際は水位が高まつて、自然濾過の速度が増し、濁流がそのまま入ることがありますし、又河底が削られて、河から濁流がそのまま入ることもあります。水量の點では純粹の地下水程不確實ではありませんが、矢張り次第に涸渇して來ることがあるのを免れません。

温泉とは何かと尋ねられたら、それは地下から出て来る暖い地下水であると答へる人が多いでせう。實際それで大體間違ひないのですが、實際には冷泉を人工的に暖めて、温泉といつてゐるものもあります。それで日本藥學會の協定によつて、涌出點に於ける泉温二五度以上であるか、又溶けてゐるものの量が一〇〇〇分の一以上のものを温泉といふことにきめてをります。即ち温度の他に溶解質の量を標準としてゐるのです。

昔から温泉の成因に就ては、色々な説があります。併し唯今迄お話した地下水、即ち雨水が地下に滲込んで、それが火山熱によつて暖められて涌き出したものであるといふやうな、簡単なものでないことだけは確かであります。今その理由をお話しませう。先づ温度を考へてみますと、泉温一〇〇度といふのは、さう稀ではありません。その場合、地温は三五米毎に約一度宛上昇しますから、泉温一〇〇度に達するには、

それが三・五呎の所から涌出して來たことになります。然も尙途中で冷えることを考へに入れますと、泉源はもつと深くなりますが、この程度の深さは地下水としては、決して稀ではないので、これを以て直ちに温泉が循環地下水の一部であるといふ説を否定することは出来ません。それよりは、温泉中に含まれてゐる化學的成分を考へてみませう。温泉中には地表の岩石中に見出せない稀有元素が含まれてをり、特に放射性元素等を含んでゐるものもあります。又試みに温泉を分析して、その成分を同量宛蒸溜水に加へて人工温泉を作つてみても、色々な點で性質が違つてをり、似て非なるものしか出来ません。これ等の點からして、温泉が單なる循環地下水ではないといふことが分ります。

然らば温泉の成因は、如何に説明したらよいでせうか。それは、地球は悠久の昔灼熱の一大火球であつたものが、長い間かゝつてその地表が徐々に冷却し、地殻を形成したのです。併しその内部は岩石の熔融した岩漿からなつてをり、火山の噴火口ではこの岩漿が地表上に表れてをります。岩漿は冷却する際、水蒸氣や色々なガスを放散し

ますが、これが温度や壓力の減少によつて、温泉と變るのであつて、これを處女水と名づけます。これが温泉の主成分であります。勿論これに多少の循環地下水の混じてゐるものもあります。併しこの混合の割合は、個々の温泉によつて違ふでありませうが、その割合は現在の所分つてをりません。尤も、温泉の微量成分・重水・放射能・觸媒物質等に關する研究の進歩と共に、次第に温泉の神祕も解明される日が近づきつゝあるものやうであります。これを要するに、温泉は水の循環とは違つた成因によるものでありますから、従つてこれ以上詳しいことは、お話を省くことに致します。

第三章 飲料水

一、安全な飲料水

我々が毎日攝取する飲料は色々あります。例へばお茶やコーヒの他に、ビールやサイダーやお酒等を飲む人もありませう。併し、こゝで安全な飲料水といふのは、今

述べたやうな飲料とは違つて、生のまゝで飲んでも大丈夫な水といふ意味です。生のまゝ飲んで大丈夫なら、勿論これに加工して色々な飲料を作つた時にも亦、安全なものを得られるわけです。

さて、安全な飲料水といふのは、飲んで傳染病や病氣にかゝる虞れのないものであつて、中毒等起すものがないのは勿論です。そこで、次のやうな二條件を満足することが、必要であります。

- 1、病原菌や人體を害する毒物を含まないこと。
- 2、外觀(濁、色、味、臭等を含む)が良好で、不快感や不安感を與へないこと。

病原菌の種類や人體を害する毒物に就ては、次の項に於て詳細にお話しますが、ここにその大體を述べますと、傳染病としては、消化器系統即ち胃腸系のものが主で、例へばチフス・パラチフス・コレラ・赤痢・疫痢・腸炎のやうなものがあります。但し赤痢の内には細菌でなく原虫によるアメーバ赤痢といふものもあります。人體を害する毒物としては、少量の場合は害がなくとも、大量になると害をなすものがあります。例

へば硬水といつてカルシウムやマグネシウムを大量に含む水、鐵・マンガ。弗素を含む水等。尙、これ等の物質の内には、直接の害の他に、間接の害をなすものがあります。

次に外觀の點は、實はそれ程重大ではなく、例へば濁つた水が直ちに不安な水だともいへません。併し一般にいひますと、悪い水が多いのです。たとひ悪い水でなくとも、氣持が悪くて、仲々飲む氣にはなれないものです。そこで水が綺麗なことが必要條件になりますが、こゝに御注意申しあげておきたいことは、どんなに立派に、綺麗に見える水でも、必ずしも直ちに安全だとはいへないことです。

然らば、安全な水かどうかを見分けるには、どうしたらよいか、といひますと、その方法は、後に水質検査の所で述べますが、實は簡單且つ完全な検査方法といふものはなく、又如何に手をかけて検査してみても、多分大丈夫だらうといふ程度にしか分らないのです。併し、結局水を殺菌して後用ふれば、絶對安全となるのですが、その方法に就ては、後述に譲ります。

二、水による傳染病と寄生虫病

水によつて傳播する傳染病の名は、既にお話しました。傳染病と少し違ひますが、寄生虫病も水によつて傳はることがあります。一體、寄生虫の種類は多いのですが、水によつて傳はるもので最も代表的なのは、蛔虫と十二指腸虫とであります。その他、水を経て皮膚から入る傳染病にワイル氏病等があり、寄生虫病に日本住血吸虫病等があります。こゝには飲料水によるものだけを考へます。尤も十二指腸虫は皮膚からも入ることがあります。それでは、一體どうしてこんな病原體が、水の中にあるのでせうか。それは大變汚い話ですが、主に人間の排泄物が水中に入る爲です。即ち井戸を使用する時、便所とか汚物溜とかの内容が洩れて、地下水に達し、井戸水として汲上げられ、結局我々の口に入る爲であります。これを防ぐ爲には、井戸に對して注意すると共に、便所等の汚れの源に就ても、充分警戒する必要がありますが、今一つは水質検査によつて、對策を講じます。尙井戸のことに就ては、後にお話致しませう。

一體傳染病が病原菌によつて起ることは、既に確かな説でありまして、毫も疑ふ餘地はありません。そこで傳染病の發生は、次の二條件が、揃ふ場合に限るのであります。

1、各傳染病に就き特定の病原菌が人體内に侵入すること。

2、人體がこれに對して感受性を有すること。

換言すれば、傳染病の發生は、必ずしも病原菌の侵入に伴はぬことになりません。例へば、病原菌を含む水を大勢の人が飲んでも、すべてがすべて病氣に罹るとは限らず、個人の或者は或病氣に對して免疫を有することがあります。又同一個人にしても、身體が丈夫な場合は防ぐことの出来る病氣も、一旦抵抗力が弱ると、これに冒されることがあります。併し病原菌の侵入が第一條件であることは、如何に個人の身體が病氣に罹り易くとも、病原菌の侵入が防がれるならば、その病氣が起らないことによつても分ります。これは何も水による傳染病だけに限つたことではないのですが、傳染病に關する常識として、序でにお話したわけであります。

これから個々の傳染病に就て考へてみたいと思ひますが、先づその代表的なものとして、チフスに就て少しく詳しくお話しませう。チフス菌は西曆紀元一八八〇年に、ドイツのエベルト氏によつて發見されました。本菌が人體に入るのは、必ず口を経るのでありますが、その結果病氣に罹りますと、菌は人體内で繁殖して、尿尿の何れからも排泄せられます。他の菌は尿からは出ませんが、チフス菌だけは例外なのであります。病氣の潜伏期間は約二週間ですが、一週間から三週間位迄の變化があります。尙菌を出すのは患者だけでなく、病氣恢復後でも排泄する者があり、又全く病氣に罹らずに、無自覺で出す者もあります。これが即ち繼續排泄者と健康保菌者とであつて、傳染病豫防上最も警戒を要するものであります。チフスの徴候・豫後・治療等臨床に屬する點は、こゝには省略致します。バラチフスにはAとBとがありますが、何れもチフスに似た病氣であります。

コレラ菌は、西曆紀元一八八三年にエジプトが第五回目のコレラ大流行を見た時、有名な細菌學者のコッホ氏（ドイツ人）によつて發見されました。矢張り口を通つて

人體に侵入します。コレラは腸疾患であつて、病原菌は腸内で繁殖しますから、尿中には多數出ますし、尚吐物の中にも少數存在することがありますが、尿中には出ません。潜伏期間は數時間から數日で、チフスに比べると短時間で發病します。

赤痢菌は種類が澤山ありますが、その分類は一定してをりません。菌の種類によつて病氣にも輕重があります。本病は下痢症で、尿中に菌を出し、又その潜伏期間は二日から一週間位の間であります。尚疫痢といふのは、大體は小兒の赤痢といはれてをりますが、最近はそれに自家中毒症といふ病氣があることが分つて來ましたので、混沌とした状態にあります。

腸炎といふのは、以上に述べた以外の下痢を主徴候とする一群の病氣をいひ、中には赤痢様疾患等も含まれてをります。これ等の病原菌としては、色々なものが挙げられてをつて、例へば大腸菌といふのは、我々の腸内に常在する菌で、平素は無害であります。一朝人體の抵抗が衰へると、色々な病氣を起し、腸炎もその一つであります。ゲルトネル菌といつて、食物中毒の病原をなす菌も腸炎を起します。この他化膿炎症

を起す葡萄狀球菌や、肉や豆中毒の原因をなすボトリヌス菌等も、この病原菌の内に挙げられてをります。

アメーバ赤痢といふのは、臨床上では赤痢に含ませてゐますが、病原は細菌ではなく、原虫といつて簡単な動物に屬する類の一種であるアメーバによつて起ります。元來は熱帯病の一つでありますが、我國内地にも決して少くありません。唯細菌性赤痢程流行することがないとされてをります。併し繼續排泄者や健康保菌者は、細菌性赤痢と同様にあります。

次に寄生虫病の話に移りませう。一般に人體寄生虫を分けて、次の三種とします。

1. 吸虫類
2. 條虫類
3. 圓虫類

この内、吸虫類と條虫類とは、多くは宿主轉換といつて、寄生する宿主をかへます。即ち中間宿主が一つ又は二つあつて、最終宿主として人體に侵入するのです。従つて

中間宿主を生で食はない限りは、懼ることはありません。この二種は飲料水と直接關係ありませんが、参考迄にお話したわけです。水としては、圓虫類の内、蛔虫と十二指腸虫とが最も重大な關係があることは、前以てお話した通りです。それは卵が人間の排泄物中に含まれ、水に侵入して次に人體を冒すことがあるからであります。これ等の寄生虫は世代轉換といつて、全發育中に著しく形態を變へ、その或時期の間だけ人體に感染するといはれてをります。例へば蛔虫でいひますと、卵が發育の完了した仔虫を包む時だけ感染能力があり、十二指腸虫では脱殻した仔虫が感染源となります。従つてたとひ人體内に入つても、この時期以外であれば感染はしないのであります。又感染経路も蛔虫は口からだけですが、十二指腸虫は皮膚を通す方が寧ろ多いといはれてをります。

三、水によるその他の病氣と間接の害

硬度のことは前にも一寸述べましたが、次の項にまとめてお話することにします。

この他、鐵を含む水がありまして、これを大量に飲むと害がありますが、實際は水に嫌な味がつく爲に、多量に飲み過ぎることは、先づありませんから、さう心配はありません。滿洲に多いカシンベック病といふのは、水による鐵の中毒だといふ説がありますが、未だ確認されてをらないのです。併し鐵を含んだ水は、お茶にすると大變味が悪くなりますし、コーヒーにしても、おいしく飲めません。又これで洗濯をしますと、白いものが褐色になります。鐵と共に鐵バクテリアが存在する水では、水を送る爲の鐵管を腐蝕して閉塞することがあります。

マンガンは續けて飲むと、慢性中毒を起し、腦神經の病狀を呈します。併しこれは、鐵程頻繁に水に含まれてゐるものではありません。これを含んだ水で洗濯しますと、白いものが黒く汚れて了ひます。

近年喧しくなつて來た水の含有成分としては、弗素があります。弗素といふのは、御承知のハロゲンに屬する元素で、最も化學作用の激しいものだといはれてをります。勿論水に含まれてゐるのは、元素そのものではなく、その化合物である場合が多いの

ですが、その水を續けて飲みますと、珫瑯質といつて齒の一番外側の堅い所が害はれて來ます。子供は特に甚だしく、爲に珫瑯質が出來ないことさへあります。さういふ例は、アメリカやドイツに於て、よく報告されてをりますが、我國にも必ずしも絶無ではなく、兵庫縣・鹿兒島縣・和歌山縣・朝鮮等であつた例が報告されてをります。不思議なことに、さうした例は、特に温泉地帯に多いので、温泉と何か關係があるのではないかと思はれます。

次に甲状腺腫といふ病氣があります。甲状腺といふのは、頸の兩側にある内分泌を司る一對の腺で、人體の新陳代謝を調節する機能を持つてをりますが、これを冒されるのが甲状腺腫です。甲状腺腫には、その機能が低くなるものと、逆に高くなるものと二種類がありますが、こゝでは前者に就てのみ考へてみることにします。この病氣は特に女兒に多いのですが、その結果精神・肉體の發育が遅れて、早くいへば小人で低能のやうな状態になります。歐米ではこの病氣が飲料水と關係があり、特に沃素の缺乏によるといつてをります。又水による傳染病説をとる人もあります。日本では幸にし

て、本病は非常に少いのですが、それは恐らく四面環海の爲に海草を攝取する機會が多く、海草には沃素が含まれてゐる爲ではないかと思はれます。併しよく考へてみると、飲料水の中に沃素が含まれることは、寧ろ例外であつて、決して沃素が水の必要含有成分ではありませんから、甲状腺腫を水の罪に歸することは誤りでありませう。

その他、鉛と銅との中毒があります。併しこの二元素は、元來水に含まれることは殆んどなく、上水道等の給水管の材料として、鉛や銅を用ふる爲に、又は生物除去の目的で硫酸銅を使用する時に、水に溶けて來るのであります。その意味に於ては、矢張り水の罪に歸するのは幾分見當違ひの嫌ひがありますが、この際序でにお話することになります。鉛中毒には急性と慢性との兩様ありますが、何れにせよ、水による鉛中毒の例は、非常に少いのであります。その理由は鉛管を使ひ始めると、その内面に次第に保護膜が出來て、鉛の溶ける量が減つて來る爲であるとされてをります。銅は急性中毒を起すものであつて、慢性中毒の例は、動物の場合にのみ知られてゐますが、

人間では疑問視されてをります。それは、銅には色々の不純物が含まれてゐますから、銅の中毒ではなく、その不純物の中毒ではないかと疑はれるからであります。銅管は最近使はれ始めたので、経験が未だ浅いわけですが、内面の保護膜は鉛管の場合より出来難く、時間を要するとされてをります。但し銅を餘計含む水は青色を呈するので、その外觀によつても飲用を制限されます。硫酸銅は水中の生物、特に緑藻類を撲滅する爲に使用されますが、多くは貯水池で投入しますから、水が長い経路を通つて、消費者に給水栓から供給される時には、既に變化して了ひます。従つて、殆んど痕跡さへも止めなくなりすから、硫酸銅の中毒は、決して心配することはありませぬ。

四、硬水

硬度といふのは、カルシウムやマグネシウムの化合物が水に含まれる時に生ずるのですが、これを分けて、一時性硬度と永久性硬度とにします。一時性といふのは、カ

ルシウムやマグネシウムの炭酸鹽や重炭酸鹽が含まれてゐる爲に生ずるもので、この水を煮沸しますと、炭酸ガスが放出される爲に重炭酸鹽は炭酸鹽に變り、炭酸鹽は溶解性が小なる爲に沈澱するので硬度を減じます。一時性硬度は、一名炭酸硬度ともいひます。永久性硬度といふのは、カルシウムやマグネシウムの硝酸鹽・硫酸鹽・鹽化物・磷酸鹽・珪酸鹽等によるもので、これは水を煮沸しても除くことが出来ません。永久性硬度は、大體は非炭酸硬度と一致します。この二種類の硬度を併せて、全硬度又は總硬度といふことがあります。

硬度の高い水を飲むと、時に胃腸を害することがあります。事實歐米の水は一般に硬度が高い爲、旅行者は腹をこはすことが多く、一ヶ所に逗留して漸くその水に慣れたと思つても、次の土地へ行くと、硬度の種類が變る爲に又やられることがあります。これは恐らく硬度を生ずる成分が異なるからであります。又硬水を飲むと人體各所に結石を生じ易いといふ人もありますが、このことは餘りはつきり認められてをりません。これに反して、硬度の利として、人體の骨格や齒牙形成に役立つといふ説が

あります。即ち極度の軟水地方や雨水を使用する所では、一般に人間の骨格や歯牙が脆弱である、これは軟水の害によるのであるから、人工的に硬度を附加した方がよいといふ人さへあります。

硬度は、其他間接の害を與へることがあります。それは硬水を料理用として使ふ場合、例へば豆を煮る際に、水中のカルシウムと豆皮の蛋白質が化合して、豆の内部に水が入りにくくなり、爲に豆が軟くなりません。硬水は又皮膚を荒して弱くします。その際石鹼を使ふと、石鹼中の脂肪酸アルカリと水中のカルシウムとが化合して生じた脂肪酸カルシウムが、皮膚の細孔を塞いで呼吸作用や蒸發作用を妨げます。洗濯の場合には、石鹼の消費を高めて不經濟であるのみならず、洗濯の効果が舉りません。工業用水としても、硬水は一般に嫌はれますが、特に汽罐用水として高温高壓の蒸氣を製造するには、軟水が必要とされてをります。といふのは、硬水を使用すると釜垢が内面に附着し、汽罐の能率が低下して石炭の消費量が高める許りではなく、時に破裂の危険さへあります。これに反して、硬度は或程度存在した方が、水の味をよくす。

るともいはれてをります。但し、それも硬度の種類によることでせうが、その點はただはつきり分つてをりません。又日本酒用としても、或種の硬水が適當であるといはれてをりまして、灘が名酒の産地であるのも、原因はこの地方の水が或種の硬水だからであるといはれてをります。又硬度の高い水は、鉛管の鉛を溶かすことが少く、その上内面に保護膜を生じて、鉛の溶解を妨げることになります。

かやうに、硬水には色々の功罪がありますが、要するに餘り硬度の高い水は、よろしくない、併し適度の硬度は寧ろあつた方がよいといふことになつてをります。

水源によつて見ると、雨水は軟水であること前述の通りですが、地表水も概して軟水が多いやうであります。特に湖水の方が軟水だといはれてをりますが、その理由は、湖水が大氣と接する爲、水中の炭酸ガスは失はれ、重炭酸鹽は炭酸鹽に變つて、沈澱を來すからであります。その點は、河水も略々同様です。これに反して、地下水に硬水が多いのは、地表水と反對の状態にあるからであります。

第四章 水質と水量

一、水質検査

或水を飲料に供して差支ないかどうかを検べる爲に、水質検査を行ひます。その條件に二つあることは既に述べた通りで、一番重大なことは病原菌が存在するか否か、次は毒物の存在するか否かといふことです。併し残念乍ら直接病原菌を検出することは通常殆んど出来ないのですが、それだからといつて病原菌の危険なしと断定することは出来ないのです。その理由は、大量の水の中に少量の菌があつても、これを巧妙に探し出すだけの方法が未だ発見されてゐないからです。この點將來學問の進歩發達と共に改良されるかも知れませんが、それは兎に角、現在行はれてゐる方法は、何れも満足とはいへないもので、大部分が間接的に病原菌の存在を立證するもの許りであります。換言すれば、もし病原菌が侵入した時に、必ずこれに伴つて来るやうなものを検出してその分量まで出さうといふのです。従つて決定的の答を與へず、たゞ、判

斷の參考に資する程度に過ぎないのであります。これに反して、毒物の検出は、直接そのものを定量することが出来ますから、確實な方法であります。水中の毒物としては、例へば水道水でいへば、鉛と銅とが代表的のものであります。次には、外觀の點ですが、これは、はつきりと定めることが出来ます。

水質検査の種類としては、次の五つに分れます。

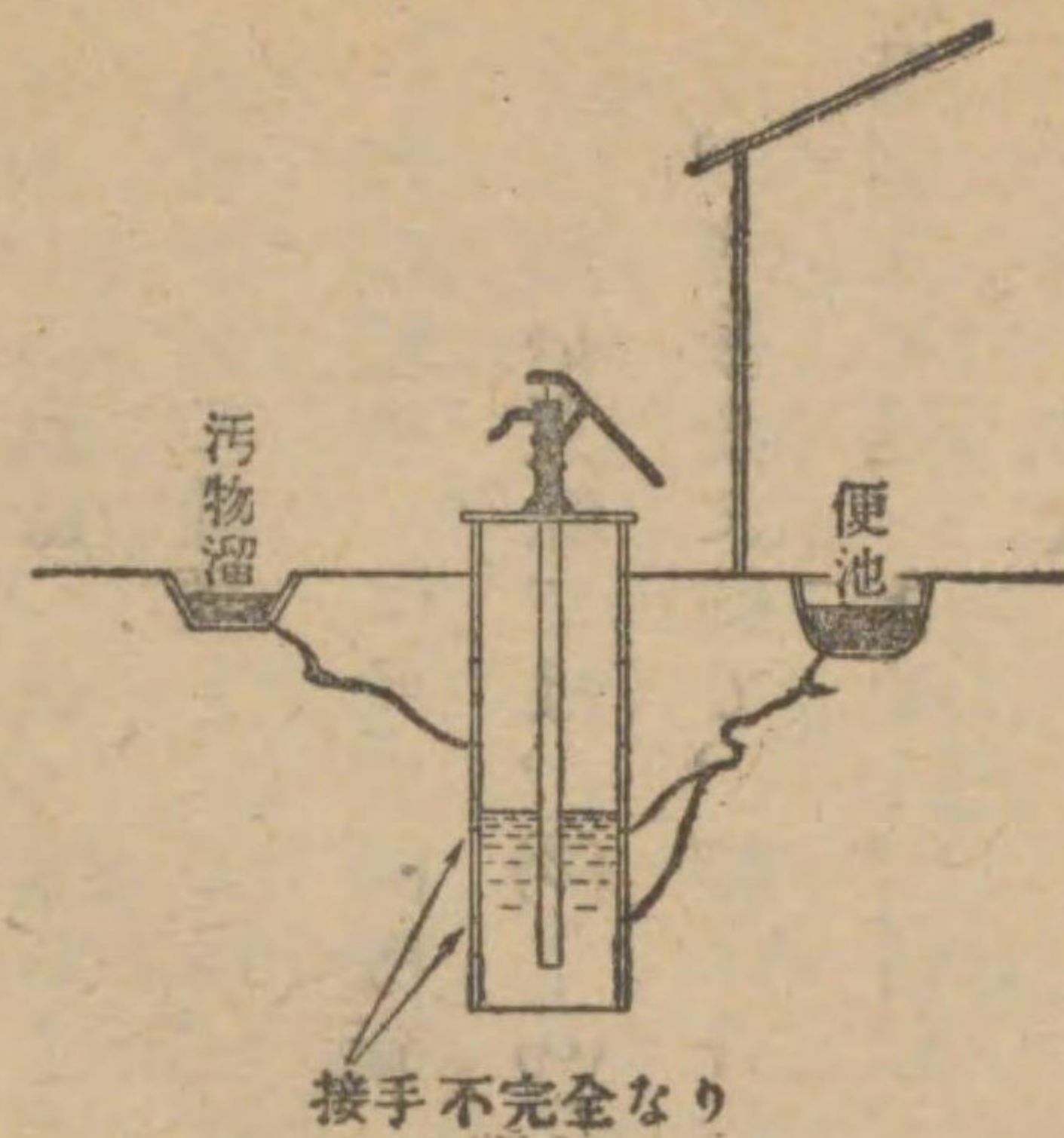
- (1)現場検査
 - (2)物理的検査
 - (3)化學的検査
 - (4)細菌學的検査
 - (5)生物學的検査
- 尤も狭い意味では、(2)―(5)迄をいひますが、廣義には(1)を含める必要があります。

以下、各検査に就て、特に井戸水の場合に於けるものに、簡単に説明を加へ、終りに結果判定を述べませう。併し、これは水道水の場合であつても、大差はありません。

(1) 現場検査

これは、水の得られる場所を調べることであり、先づ井戸に就ては、その構造が大切であります。即ち井戸の壁の種類、蓋の有無等、尙井戸の深さとその場所の地質や周圍の状態等を調べます。これ等に就ては、後に井戸の所でまとめてお話をする

として、こゝで一言すれば、唯萬一井戸の中に汚水が流入する事實やその痕跡が発見されたならば、之は決定的な汚染の證據でありますから、夫々善處しなければなりません。(第五圖参照)他の検査は何れも参考の程度であります。現場検査に於ける缺點



第5圖 井戸の汚染模型圖

の発見だけは、それ自身充分の意義を持つてをり、直ちに不可の結論を下し得ることが特徴であります。併し逆に現場検査で缺陷がなかつたからといって、直ちに可といふ結論は下せません。従つて現場検査は先づ第一に行ふべきもので、これが不合格であれば、他の検査を行ふ必要はありません。

これが合格の時に始めて、自ら周到な注意の下に試料を採取すべきであつて、徒らに人任せにすることはよろしくないのです。

検水ノ採集前調査

検水ヲ採集スルニ先立ち其位置及周圍ノ關係等ニ就キ次ノ各項ヲ調査スヘシ。

甲、井水

- 1、井ノ種類及構造
- 2、地質及地層
- 3、周圍ノ状況
- 4、下水・便所・汚水溜ノ如キ不潔場所又ハ製造所所又ハ製造所ヨリノ距離(製造所ノ場合ニハ其種類)
- 5、井ノ設置、修繕及浚渫ノ時日並ニ修繕及浚渫ノ程度
- 6、地面ト水面トノ距離
- 7、季節又ハ降雨若クハ近接セル河ノ水量ニ由リ井水面ノ高低
- 8、清濁・色・臭味・溫度
- 9、前項ノ性質ハ時々異變ナキヤ、若シ異變アラバ其状況

乙、泉水

- 1、湧出口ノ状況
- 2、土地及周圍ノ状況
- 3、下水・便所・汚水溜ノ如キ不潔場所又ハ製造所ヨリノ距離(製造所ノ場合ニハ其種類)
- 4、誘導ノ方法
- 5、貯水所ノ構造及状況
- 6、清濁・色・臭味・溫度
- 7、前項ノ性質ハ時々異變ナキヤ、若シ異變アラバ其状況

次に内務省令第三十五號常水判定標準の常水試験方法によつてお話を進めることにします。

(2) 物理的検査

これは色及び清濁・臭味・沈滓等を検するのであります。水に色がつくのは溶解性の有機質が主原因だといはれますが、尙鐵から來ることもあります。清濁といふのは、

水の濁りの程度であつて、これは浮游性物質から來るといはれてをりますが、濁りが高くなると人目につき、不快で飲めません。色と清濁とは混同し易いものですが、清濁は白色の部分だけをいひ、他の有色部分はすべて色に入ります。従つて色には種類があるわけですが、實際は、褐色以外の色は殆ど存在しません。白紙に黒字を書いた紙を水層を通して見ますと、色は白紙の部分、清濁は黒字の部分を注視することにより、これを區別することが出來ます。臭味も、水を使ふ場合に最も不愉快なもので、他のどんなものよりも苦情の種になり易いのです。その原因は、鐵又は硫黄によることが多いといはれてをります。沈滓とは、下方の狭くなつた、倒圓錐狀の硝子容器に水を入れて、一晝夜靜置した時に生ずる沈澱物をいひます。この量は勿論少い方がよいのですが、尙これを顯微鏡で検査すると、どんなものが含まれてゐるか大體分ります。この他、水温を計ることがあります。温度は夏冷く冬暖いのが理想的ですが、井戸水のやうに、一年中水温が殆んど變らない水は、人體にさう感ずるので、この條件を備へてをります。又かういふ水は深水が多いので、この意味からも衛生學的に意

義があるのです。併し、唯一回だけの水温測定では、結論は得られません。

(3) 化學的検査

これには、反應・亞硝酸・鉛及び銅・アムモニア・過マンガン酸カリ消費量、硝酸・鹽素・硬度・蒸發殘渣量等があります。反應とは、酸性・中性・アルカリ性の何れであるかを決めるのですが、元來自然に存在する水は、中性か又は多少アルカリ性に傾いてゐるといはれてをります。更に詳しくいへば、地表水は弱アルカリ性、地下水は多少酸性を呈することもあるといはれてゐます。何故自然の水がアルカリ性や酸性を呈するかは、その中に含まれる溶解質によることであつて、もし純粹な水であれば中性であることはいふ迄ありません。水の反應を決定するものは、多くの場合、水中の炭酸ガスと炭酸鹽が電解して生ずる炭酸イオンとの割合—この割合によつて決定されます。この説明は、化學上の知識があれば分るのですが、少し複雑ですから省略します。然らば、これ等を發生したり消費したりする原因は、何であるかといひますと、炭酸ガスを發生する原因には、有機質の腐敗その他があり、爲に酸性を増します。炭酸イオ

ンは、水が石灰岩層を通過すると増加しますが、炭酸ガスは、藻類の同化作用や地下水の汲上放置で減退し、これ等の場合何れもアルカリ性を増します。反應の如何は、それが上記の原因から来たものであれば差支ありませんが、他の原因である場合には考慮を要します。それは、下水特に工場下水等によつて、反應が著しく酸性、又はアルカリ性に偏することがあるからです。その時は原因が面白くありませんし、又特に酸性の原因が、鹽酸・硫酸・硝酸のやうな所謂無機酸による場合は、その水を常用することは人體にとつて宜しくありません。

次は亞硝酸でありますが、之は便宜上アムモニア及び硝酸と併せて、三つ一緒にお話します。これ等は、最近では夫々亞硝酸性窒素・アムモニア性窒素・硝酸性窒素といつてをります。例へば人間の排泄物の如きは、蛋白質を含んでをりますが、これは窒素化合物であつて、これが分解して最初にアムモニア性窒素を生じます。更に變化が進みますと、亞硝酸性窒素・硝酸性窒素となりますが、これは實は酸化であり、又有機質の無機化であります。従つてアムモニア性窒素が多量にあることは、動物性蛋白質

質で水が汚された疑がかゝりますが、硝酸性窒素迄變つてをれば、既に遠い過去の汚染を示すことになります。但し、こゝに注意すべきは、地下水中の硝酸性窒素は、時に礦物性沈渣によつて生じ、更にこれから還元されて、亞硝酸性窒素やアムモニア性窒素に變ることがあります。これ等は衛生上何等の意味もないのです。

次に、鉛及び銅ですが、これ等は、元來自然水中に存在することは、先づないといつてよく、何れも上水道用給水管の材料ですから、それから水中に溶け込むのです。鉛は炭酸ガスを含む軟水に溶け易く、銅は炭酸ガスと酸素とを含む水や酸性水に溶け易いといはれてゐます。これ等の中毒に就ては、既にお話がすんでをります。

過マンガン酸カリ消費量といふのは、以前カメレオン消費量といはれましたが、矢張り正確に化合物の名前をいふ方が間違がなくてよいと思ひます。過マンガン酸カリといふのは、強烈な酸化剤であつて、容易に酸素を與へます。従つて、その消費量といふのは、水中の酸化され得べき物質の量を表します。以前は、これを以て有機質の量と考へてゐましたが、實際は有機質とは一致しません。これは有機質の内、炭素含



有の比較的分解され易いものを表しますが、尙亞硝酸鹽や鐵鹽や硫化物のやうなものをも含みます。それで或程度汚染を示しますが、完全な標示ではありません。

鹽素といふのは、實は、鹽素イオンのことであつて、多くは食鹽のかたちで含まれてをります。それで、海岸に近い所や、元海底であつた所では、地下水に食鹽を含んでをり、これを一定量含む所を連結した等鹽線は、海岸線に略々平行してをります。アメリカ等では、この等鹽線に就て、色々論じてをりますが、實際は理論と異り、そんなに正確に分るものではありません。海水から來た食鹽ならば、別に有害とはいへませんが、味がつく程多量に含んでゐては、勿論飲料水とはなりません。一方家庭下水には、必ずこれを伴つてゐるので、尿は〇・七五—一%位含んでゐます。又地下に滲透しても安定であつて、大地の淨化作用によつて變化を受けません。この安定性といふことは、却つて水質検査上の意義を減じます。それは汚染の時期を示さないからです。即ち鹽素イオンが、その地方の標準以上に存在しないことは、汚染されない證據ですが、といつて、それ以上に存在することが、必ずしも汚染されてゐることを示

さないのです。それは、汚染の時期が古く、既に淨化されてゐても、鹽素イオンは變らないからです。従つて、病原菌は必ずしも鹽素イオンに伴はないのであります。

硬度はカルシウムやマグネシウムの炭酸鹽や硫酸鹽等からなるもので、その直接間接の害は、既に述べたところですが、尙汚染によつても硬度が高くなるといふ人があります。例へば都市の地下水の如きは汚染されて、次第に硬度を増すといふのです。蒸發殘渣量といふのは、水を熱して蒸發乾涸させた際に、最後に殘留する固形質の量をいひます。これを更に高温度で白熱させますと、一部は失はれますが、それを揮發性殘渣又は熾灼減量といひ、残りを固定性又は熾灼殘渣といひます。揮發性殘渣は大體有機質を表すといふ以外に意義は少いのであります。併し蒸發殘渣量の多い水は各種不純物を多く含むわけですから、その意味からしても、良水とはいへません。

(4) 細菌學的検査

常水試験法には、第一に試験用器具のことが擧げてありますが、その取扱法に於て化學的検査と異なる點は、すべて滅菌する必要があるといふことです。それは大氣の中

にあるものは、すべて多少の細菌が附着してをります。必ずしも、それは病原菌とは限らず、多くは雑菌と呼ばれる無害のものです。併し、その爲に水中の細菌と混同する虞れがあるので、豫め細菌をすべて殺して了ひます。これを滅菌又は殺菌といひます。その方法は、常水試験法には別に記載してありませんが、簡單にお話しますと、熱を加へて一定温度にし、その儘或時間経つと細菌が死んで了ひますから、これを取出し冷却してから使ひます。勿論冷える間に大氣から細菌が附着しないやうに、紙等で包んでおきますが、それでも餘り長い間無菌状態であることは、望めません。

次に、常水試験法には、培養基の材料と製法とが書いてあります。その詳しいことは省略しますが、それには寒天培養基とゼラチン培養基との二種類があつて、各々寒天とゼラチンとによつて、固形質をなすものであります。これ等を何れも滅菌した器具の中に入れて、更にもう一度滅菌します。この時の滅菌法は、沸騰水蒸氣の満ちた釜の中に一定時間入れておくのです。

その次は檢水の採取ですが、これも滅菌した採取器を使つて水中の任意の深さから水を取り、又流水口から採取する場合には、十分以上位放流させます。尙採取後可及的短時間内に培養を行へとしてありますが、それは暫くすると細菌數が變つて來るからであります。止むを得ない場合は、氷室中に入れておきます。

さて、それから細菌集落數試験法によつて、その數を數へますが、それには先づ平板培養法を行ひます。これはペトリー氏皿といつて、底の平らな蓋附硝子容器中に先づ水を少量入れ、次に寒天培養基では四十五度位、ゼラチン培養基では三十五度位で熔融したものを注いで、固まらない内に水とよく混ぜます。もし、其時培養基の温度が高過ぎると、水中の細菌が死にますから、特に注意します。暫くしてこれが固まつたら、寒天培養基は二〇度又は三七度、ゼラチン培養基は二〇度の孵室中に入れて、二〇度ならば四八時間後、三七度ならば二四時間後に集落數を數へます。集落といふのは、細菌が發育して無數に集まつたもので、これは始め一個のものが、培養の結果、一集落を作つたものと假定します。従つてその集落數を數へれば、始めの水中の細菌數が分るわけです。尙この際注意すべきは、細菌がすべて發育するとは限らないこと

で、現に寒天培養基とゼラチン培養基とでは、その集落數に相違があります。同じ培養基でも、培養温度が違へば、數も亦違つて來ます。ですから、水中の細菌の實數を表すものではありません。併し以上述べたやうな培養の方法で發育する細菌數を示しますから、これを相互比較することは、相當の意味のあることが分ります。

次に大腸菌試験法といふのがあります。それは遠藤培養基といつて、日本人の醫者の遠藤氏が發明した培養基を使ひます。その他乳糖加ペプトン水といふ液體培養基を使つて醗酵試験を行ふこともあります。かうして推定試験から確定試験に進んで大腸菌の最後の決定をしますのです。以上細菌學的検査は、他の物理化學的検査等と趣が違ひ、皆さんも試みたことがなからうと思ひますので、少し詳しくお話した次第です。

要するに、一般細菌と大腸菌との二種類の試験をするのでありますが、これは一體どんな意義を持つてゐるかを考へてみませう。一般細菌の種類は、培養温度によつて少し違ひまして、二〇度前後で發育するものは、土地又は水中に於ける無害の細菌の大部分が、これに屬します。これ等は、水中では常温でも増殖しますから、汚染と直

接の關係はありません。三七度前後で發育するものも、多くは無害の細菌であります。この他下水や排泄物内に存在する細菌の大部分をも含みます。併しこれも水中常温で増殖し得ますから、汚染とは必ずしも平行しません。唯かういふ細菌が増殖し得るやうな状態は、水としては面白くないのです。大腸菌といふのは、温血動物(鳥獸でもこれに含まれます)の腸内に常在する細菌で、従つて排泄物の中には必ず發見されます。それで、この菌が水中に見出されるといふことは、温血動物の排泄物で汚染された證據であると考へられ、この點にその價值が認められるのであります。

今少し詳しく説明しますと、消化器系統傳染病の病原菌は、患者の他に健康保菌者や繼續排泄者からも排泄されますが、之が水中で容易に檢出されないものですから、今少しく廣範圍に存在する前記の大腸菌を調べることは、勿論誤差を含むものの、それは寧ろ安全側の誤差であると認められてをります。尙、大腸菌も動物體外では増殖せず、水中では相當速かに死滅しますが、病原菌よりは抵抗力が強いので、この意味でも安全側の誤差を含むことになります。第一排泄物が水中に侵入してゐるといふこ

とは、不愉快極まりないことで、この點からもそんな水は飲みたくないわけです。

唯こゝに一つ難點があるのは、魚類の腸内にも大腸菌が存在することです。この種の大腸菌と温血動物腸内のものとの鑑別は、不可能ではありませんが、大變な手数を要するので、その實行は不可能も同然であります。尤も魚から出るとすれば、地表水には當然見出されるわけでありませうから、殆ど意味がありません。然るに最近になつて、大腸菌には今一種類あることが分つて來ました。それは、エロゲネス菌といつて、自然界に廣く分布され、水中では狹義の大腸菌よりも長く生存するといはれてをります。それでは、この兩菌の鑑別が容易に出来るかといふと、これもさう簡單にはいきません。併し人體腸内細菌としても亦この二種が含まれてゐるといふ研究も發表されてをります。又下水中にもこの二種の大腸菌が発見され、兩菌の數の比が腸内と下水内とで割合平行するともいはれてをります。併しこれだけでは、水中の大腸菌が排泄物から來るといふ證據にはなりませんから、勿論水中の大腸菌の源に就ては、分らないのです。それでは、この問題は解決つかないかといふと、必ずしもさうではありません。

ん。その爲には、上水中の大腸菌の種類を澤山の例に就て調べます。そして同時に他の物理化學的検査を行へば、それが果して汚染に基因するか否かの判断がつきます。併し實はまだこの實驗を行つた人がないので、これは相當手數のかゝる大掛りな實驗になるとはいへ、決して不可能といふではありません。兎もあれ、この解決がつく日迄大腸菌検査の價値は、一先づ保留といふ他ありません。

一體歐米諸國では、この問題に對して、どんな態度をとつてゐるのでせうか。ドイツは一般の細菌を重く見てをりますが、アメリカではこれと反對に、大腸菌を重大視してをります。イギリスは略々その中間といふ所でせう。但し、これは上水道の水質検査の場合のことでありませうが、ドイツでは割合に地下水を多く用ひ、アメリカやイギリスは地表水が多く採用されてゐます。

即ち水源の種類によつても、多少趣が違つて來るのであります。こゝでは井戸水を主にして考へてをりますが、何れの菌を重大視すべきかの判断は、現在の所何とも申上げかねます。その點、甚だ残念であります。どうも致し方がありません。

(5) 生物學的検査

これに就ては、常水判定標準の常水試験方法中には、何の規定もありません。併し、これは生物學的検査が必要がないといふわけではなく、從來この方面は純正理學として研究されてをただけであつて、その應用方面迄はまだ開拓されてゐなかつた爲であります。水中の生物としては、動物植物の兩方があり、細菌も亦、生物中の植物に屬するものでありますが、水質検査に於ては、生物を狹義に解釋して、細菌を除いて考へてをります。尙この検査を顯微鏡的検査ともいひますが、それは必ず顯微鏡を用ひて行ふからであつて、生物學的検査といふも、顯微鏡的検査といふも、大體同意義であります。これによつて生物の種類と數とを知るのとありますが、他の多くの検査のやうに、結果をみる迄に長時間を要しないことは、大なる長所でありませう。尙併せて、粗大固形質の中でその何であるかゞ判断出来るものもありますし、又寄生虫卵の發見も時に可能であります。尤も排泄物中の寄生虫卵検査の方法は、これと違つて今少しく操作を施して行ひます。

さて生物の種類と數とから如何なることが判断出来るかといひますと、諸種の生物は夫々色々の程度の水の清淨度又は汚染度の所に棲息しますから、下水その他の汚物に特有な生物が發見されれば、これは汚染の明かな證明と見做されるのであります。さういふ種類の生物も、或程度分つてをります。かくの如く水中の生物を調べると、それによつて水の清淨度又は汚染度を知り得るわけであります。今一つは、生物の種類によつて、不愉快な臭や味を出すものがあります。これも大體は分つてをりますが、實は地表水に存在することが多く、地下水には餘り發見されません。

水の生物學的検査の應用方面には、今一つ大きな領域があります。それは淨水法に於て、生物の分擔する大きな作用があるのですが、遺憾乍ら今日はまだ明かにされてをりません。將來充分研究された曉は、相當に大きな期待がかけられると思ひます。

(6) 結果判定

これは、上記水質検査の結果、飲料適否を判断することであつて、常水判定標準として記載されてをりますから、左にその全文を掲げませう。

常水ハ採水場ノ位置・構造・設備・周圍ノ狀況及地質ノ關係等ヲ考慮シ左ノ標準ニ據リ之ヲ判定スヘシ

- 一 本品ハ無色澄明或ハ殆ト無色澄明ニシテ二十四時之ヲ靜置スルニ著明ナル沈滓ヲ生スヘカラス
- 二 本品ハ異常ノ臭味ヲ有スヘカラス
- 三 本品ハ中性、微弱アルカリ性或ハ微弱酸性ナルヘシ
- 四 本品ハ亞硝酸ヲ檢出スヘカラス
- 五 本品ハ「アムモニア」ヲ檢出スヘカラス
- 六 本品ハ鉛及銅ヲ檢出スヘカラス
- 七 本品ハ一リニ付キ一〇mg以上ノ過マンガン酸カリヲ脱色スヘカラス
- 八 本品ハ一リニ付キ二〇mg以上ノ硝酸(N_2O_5 トシテ)ヲ含有スヘカラス
- 九 本品ハ一リニ付キ三〇mg以上ノ鹽素ヲ含有スヘカラス
- 一〇 本品ノ硬度ハ一八。ヲ超ユヘカラス
- 一一 本品ハ一リニ付キ五〇mg以上ノ蒸發殘渣ヲ遺スヘカラス
- 一二 本品ノ沈滓中ニハ顯微鏡ヲ以テ認メ得ヘキ多數ノ微生物ヲ含有スヘカラス
- 一三 本品ハゼラチン培養基又ハ寒天培養基ヲ用ヒ二〇。ニ於テ四十八時間培養スルニ一ccニ付

キ約三百箇ノ細菌集落ヲ又寒天培養基ヲ用ヒ三七。ニ於テ二十四時間培養スルニ一ccニ付約百箇ノ細菌集落ヲ發生スルニ止マルヘシ

- 一四 本品ハ一〇cc以下ニ於テ太陽菌陰性ナラサルヘカラス
- 前項ノ標準ニ適合セサル水ト雖モ衛生上支障ナシト認メラルモノ又ハ煮沸シタルモノハ之ヲ常水ト看做スコトヲ得但シ第六號ノ標準ニ適合セサルモノハ此限ニアラス

以上によれば、極めて簡単に判断が下せるやうに見えますが、實際はさうはいきません。それはこの全部に合格する時は、直ちに飲料適と考へて差支ありませんし、もし全部合格しない場合には、不適として構ひませんが、もし一、二合格しないものがある場合に、これを衛生上支障なしと認めるか否かと難しい所であります。要するに綜合判断でありますから、一、二の條件が不合格であるからといつて、直ちに不適ともいへないので。併し各號の間には勿論、自ら輕重の差がありますが、その點に關する説明は、こゝには割愛しておきます。この際、現場検査が有力な判断の資料となることは、忘れてならないところです。併し假に飲料不適の水であつても、他に水がな

い時は、どうしてもそれを飲まないわけにはいきません。さういふ時は、終りにも書いてあるやうに、煮沸してから飲料に供するのです。但し第六號の標準に適合しないもの、即ち鉛や銅を検出するものは、煮沸しても餘り變りませんから、飲んではいけません。尙、各條件に制限數値を明記してある理由を、こゝに附加説明しておきます。例へば第七では、「一立ニ付キ一〇mg以上ノ過マンガン酸カリヲ脱色スヘカラス」とありますが、然らば一mgである場合は何故不可であるかときかれますと、これには實は返答に困るのであります。それでは、この數値は全くでたらめかといひますと、決してさうでもありません。從來の經驗に徴して、大體これ位でよからうといふことを、専門家が決定したのであります。このことは、例へば學校で及落を決定する場合も、全く同様であらうと思ひます。即ち、何故六〇點を及落の境目とするかといへば、大體從來の經驗によるといふ他ないわけです。併しよく考へてみると、如何に科學方面が數を重んずるからといつても、限界の所に來るとはつきりしないのであつて、所謂移り變りの所を無理に人工的に差別をつけることが、抑々無理なのであります。それです

から、假に水を分けて飲料適・疑問・不適とすれば、この不都合は餘程緩和されますが、これを實際問題として考へますと、飲料疑問と判斷された水は、どう扱つたらよいか、それこそ判斷がつかないことになります。それでどうしても、適・不適の二者に判然區別するより他ないことが、お分りだらうと思ひます。

二、水源と水質

雨水は天然の蒸溜水でありますから、それ自身としては、最も理想的な水といへませう。併し、前にお話したやうに、實際は空中を落下する間に、色々の不純物を含むこととなりますが、それならば農村で暫く降り續いた後の雨なら差支ないわけでありませう。又、雨水は軟水であることが、その特徴であることも、お話ししましたが、それでは雨水が理想的の飲料水かといひますと、必ずしもさうもいかないやうで、これにも異論を唱へる人があります。その理由としては、雨水が純粹に近く、然も軟水である、そのことが、却つて面白くないといふのです。それは、純粹に近い爲に味が悪く、軟水

である爲にカルシウム分が缺乏してゐる、そこが缺點だといふのです。併し味の悪いのは、お茶にして飲めば差支ありませんし、カルシウム分は元來水から攝取しなくとも、食物から入るべきものでありますから、この短所は救はれるわけです。兎に角この兩説には何れも一理ありますから、どちらがよいとも悪いとも一概に申せませんが、實際問題としては、雨水を直接水源とすることは、餘り場合が多くはありません。その場合の対策は、後にお話します。

地表水は、河水と湖水とで餘程水質が違ひますが、既述の通り、一般には浮游性有機質が多く、そのことは、要するに汚染の機会が多いからであります。従つて、その儘飲料に供し得る地表水は、次第に減つて來るといつてよいでせう。その上、生物が繁殖し易く、これは直接の害は餘りありませんが、間接に害を及すのであります。

地下水は、何といつても、飲料水としては最適のものでありませう。それは、汚染される機会が少く、従つて細菌も少量で、その上水溫が一年中殆んど變らず、夏冷く冬暖く感ずる等の特徴をもつてゐるからであります。地下水は、一般に溶解性無機質

に富むといはれますが、その爲硬水が割合多く、尙鐵やマンガンを含むことがあります。そしてこれ等が何れも大量であれば、勿論飲料水にはなりません。

伏流水は地表水と地下水との中間のやうな水質を持つてをります。併し、その源が何れかに従つて、その方の性質を多分に有することになるのであります。

三、一人一日の所要水量

我々の水を使ふ目的は、上記の飲料・料理・洗濯・入浴の他に、掃除や撒水のやうな雑用があります。

これ等を合計して、一人一日當りの使用水量は、一體どの位かと申しますと、勿論色々な條件によつて違ひますが、これを平均した場合には、大體の見當だけはつきまします。即ち、それは凡そ五十立位のものであるまいかといはれてをります。但し、水洗便所を設けた場合には、その爲更に二五立位の水が必要となるのであります。

この水量は、各種の事情で増減するのであつて、例へば文化が進歩すると、水の使

用量が増すといはれてをります。氣候・氣温が暑いと、どうしても水を餘計使ふことになり、空気が乾燥してゐる場合も、多量の水を飲む爲、水の使用量が増すといふことを唱へる人があります。例へば、アメリカの如き、桁違ひに水の使用量が多いのですが、これは特に飲料水が多い爲だといふ人があります。併し、それは全くの考へ違ひでありまして、如何に人が餘計に水を飲んだところで、その使用全量に比すれば、とるに足らぬ少量に過ぎません。

要するに、使用水量を餘りに制限することは、衛生上面白くありません。それは、不潔になり、不衛生になるからであります。さればといつて、餘りに大量の水を使ふことは、結局浪費でありますから、常に適度の水を使ふやうに心懸けねばなりません。所要水量の最少限度は、既述の艦船内に於ける海の勇士の生活から、見當がつくわけでありませんが、一人一日一〇―二〇立位の範圍にあるもののやうであります。

第五章 水の殺菌力

一、水中の病原菌及び寄生虫卵の運命

水による傳染病原菌と寄生虫卵とが、水中で如何なる運命を辿るかに就て述べませう。その種類と名前とは、既に記しましたから、しばらく措き、一體生物の運命といへば、要するに生存するか、更に増殖するか、又は死滅するかの三となりますが、もし死滅するとすれば、どの位の期間その生活力と病原性を保ち得るかが問題であります。併しこれ等の疑問に對する解答は、實は色々の條件によつて違つて來ます。即ち、

- (一) 病原菌又は寄生虫卵自身の條件(數、年齢、生活狀態等)
- (二) 水の條件(水溫、水の反應、有機質の量と質、溶存酸素の量等)
- (三) 周圍の條件(光、氣温等)

これ等の條件は、一々の場合で違ひますから、或病原菌や寄生虫卵の運命も、一定の法則には従はないこととなります。實際數多くの實驗がありますが、その結果が一違つてゐるのは、寧ろ當然のことでもあります。それならば何れの場合も、全く區々の結果を得て、何等一定の結論が得られないかといふと、必ずしもさうでもありません。多くの實驗によりますと、水中の病原菌は時と共に減ずるもので、然も相當速かに減じます。寄生虫卵も亦、結局は死滅します。その原因は色々のもものがあげられますが、後に述べる水の自淨作用との關係が深いので、そこでお話することに致します。次に個々の病原菌と寄生虫卵とに就て、實驗例の話を通じてみませう。

(1) チフス菌 (第六圖参照)

フランクランドといふ人は、テームス河の水・ロッホ・カトリネといふ湖の水・深井の硬水の三つに就き、各々そのまゝの水・濾過した水・殺菌した水の三つ、即ち合計九種類の水の中に於けるチフス菌の生存期間を實驗したことがあります。その結果を一々記すのは省略しますが、原水・濾過水・殺菌水別にまとめますと、次の通りであります。

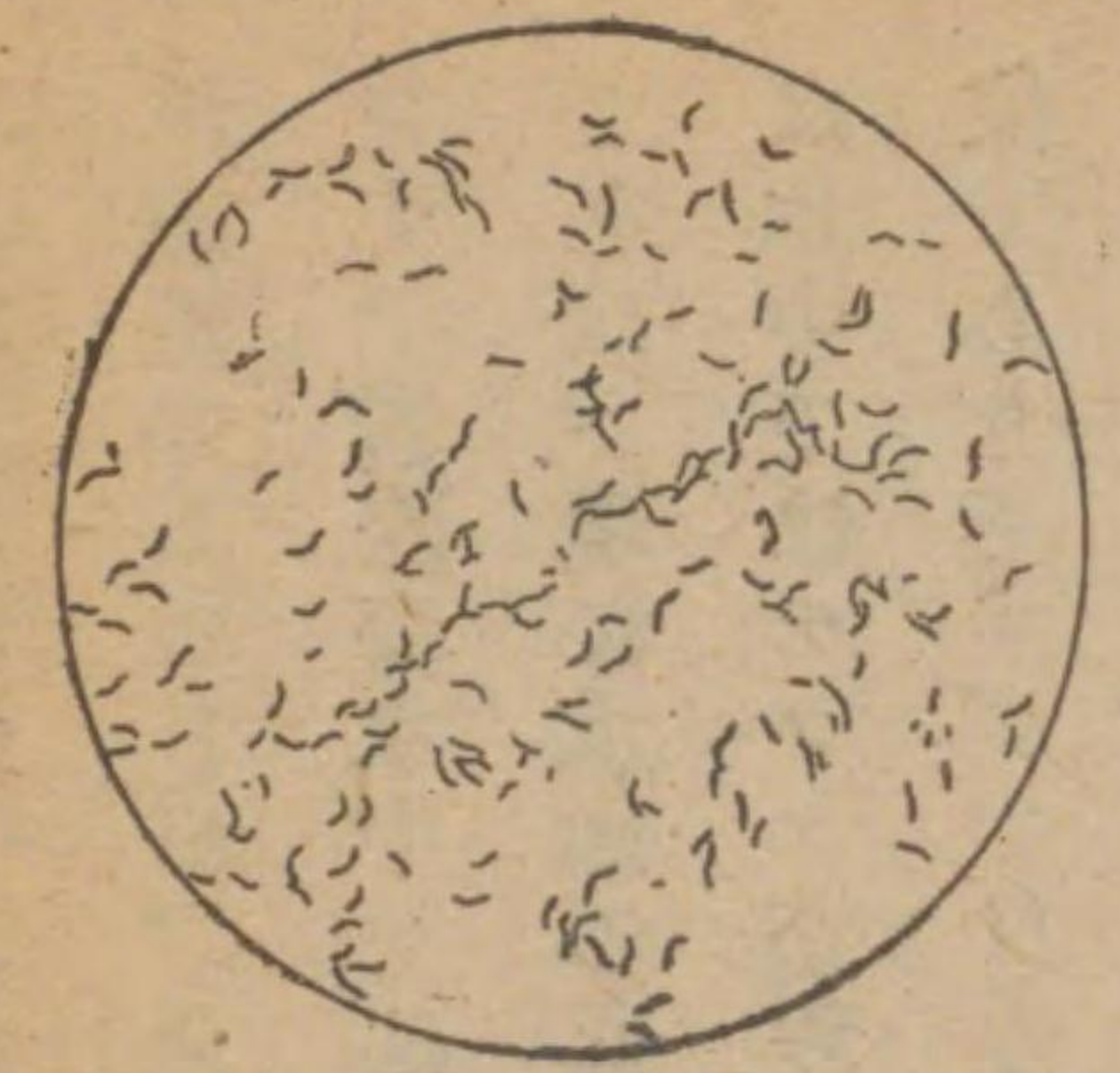
原水	九—三三日
濾過水	一—三九日
殺菌水	二〇—五一日

これによりますと、菌の生存期間は、原水中の方が、殺菌水中より短くなつてゐる點に注意を要します。



第6圖 チフス菌 (倍率:約600)

(2) コレラ菌 (第七圖参照)



第7圖 コレラ菌 (倍率:約600)

コレラ菌の形は、圖のやうにバナナ形で中央が兩端より稍々廣くなつてをり、コムマ菌とか螺旋菌とか呼ばれてゐます。生物學的抵抗力は、一般にチフス菌よりも小ですが、病氣の輕重はこれと丁度逆であつて、コレラの方が遙かに症状が重く、非常に危険な傳染病であります。水中に於ける生存期間に就て實驗した結果は、チフス菌

の場合よりもつと複雑してをります。例へばコレラ菌の成長を促す爲には、有機質が必要であるとか、食鹽を含む水中で長く生きるとかいふ結果が、發表されてゐるのです。實際海水中では、コレラ菌は長く生存し、コレラ流行の際生魚が危険視されることは、現に承知の通りであります。併し一般には、實驗の結果によると、コレラ菌は水中ではチフス菌程長く生存し得ないことを示してをります。即ち、大體一―三日位であります。又中には、數ヶ月生存するといふ人もあります。

(3) 赤痢菌及び腸炎菌

何れも大變種類が多い爲ですか、その研究は非常に少いやうです。併し細菌學の知識から推論しますと、赤痢菌の水中に於ける生存期間は、チフス菌よりは多分幾らか短いだらうと思はれます。腸炎菌も一概にはいへませんが、多くのものは、結局死滅するでせう。

(4) 原虫及び寄生虫卵

アメーバ赤痢の病原なる原虫は、水中では恐らく數週間生活し得るであらうといは

れます。



第 8 圖

(イ) 蛔虫卵
(ロ) 十二指腸虫卵
(倍率: 約3000)

いものと思はれます。

寄生虫卵としては、前述のやうに蛔虫卵と十二指腸虫卵(第八圖参照)とであつて、これ等何れも水中に放置すれば、死ぬことは確實であります。その生存期間はどの位か、餘りはつきりしてはをりません。唯原虫も寄生虫卵も、何れも大きい關係上、細菌に比すれば色々な機會で除かれ易

二、水溫と殺菌力

こゝで水溫といふのは、自然水が示す溫度といふ意味で、普通零度以上三五度位と考へてよいでせう。之をチフス菌に就て實驗を行つてみますと、低溫では九週間位、高温では二週間位で死滅してをります。その中間の溫度では、生存期間もその中間にあります。この關係は、恐らく他の病原菌に就ても、同様であらうと思ひます。こ

れは或は一般の常識と反するかも知れませんが、兎に角細菌は低温には割合に強いもので、零度或はそれ以下の低温でも容易に死ぬものではないのです。従つて氷の中でも、細菌は死滅するものではありませんが、唯増殖することだけは出来ないとされてをります。これに反して、三五度位といふ温度は、細菌の種類にもよりますが、一般には發育増殖に都合よく、特に病原菌には、體温に近い温度が至適温度であります。然るに何故水中の場合に病原菌が早く死ぬのでせうか。このことは、矢張り水の自淨作用の所に譲りますが、唯一般細菌は、水中では死滅する所か、却つて増殖するだらうといはれてをりますから、この點病原菌と混同しないやうに御注意下さい。

尙人工的に加熱して水温を上昇させた場合、殺菌力が如何になるかを附加へてお話しませう。水の温度が六〇から七〇度邊になると、中の病原菌は一般に生存し得なくなつて來ます。尤も、それも病原菌の種類によりますが、大體六〇度三〇分位で、先づ病原菌は死滅するとされてをります。牛乳の低温消毒は、この邊のことを利用したものであります。更に水を煮沸すれば一〇〇度前後に達し、煮沸五分位で完全に殺

菌することが出來ます。併し以上の病原菌と温度との關係は、水を通じての場合であつて、乾燥状態であれば、事情は一變します。要するに細菌は、乾熱には甚だ強いのであつて、一五〇—一六〇度位で一五—三〇分位を経ないと、完全殺菌は行はれません。かやうに甚だ複雑した關係にありますので、詳しいことは省略することにします。

三、水中の不純物と殺菌力

水中の不純物といへば、凡ゆるものが考へられますが、こゝでは先づその儘で、又は淨水法を施せば飲料水として用ひ得るやうな水の中に存在する程度の不純物を考へることに致します。かういつても、矢張り實際ははつきりしないから、それよりは不純物の名前とその量とを一々擧げよといはれても、一寸返答に困ります。併し我々専門家としては、大體以上位の説明で想像がつくのであります。

さて、この程度の不純物が存在する水で、不純物の量の多い方が殺菌力が強いのか、又は逆に不純物の少い方が殺菌力が強いのかといふことをお話しませう。之に就ては、

既に一、に於てチフス菌に就て菌の生存期間は、原水の方が殺菌水より短くなると述べましたが、大體不純物の多い水の方が、殺菌力が強いとされてをります。これは又チフス菌に就て許りではなく、他の病原菌に於ても同様ではないかと思はれます。この點も、一寸考へると不思議のやうに思はれるかも知れませんが、その説明も同じく水の自浄作用の項に譲ります。併しこゝに注意すべきことは、殺菌の爲に藥品が使用され、その一部が残留してをりますと、藥品の作用が表れて來ますから、話は自ら別になります。ですから、こゝにいふ殺菌水とは、殺菌作用の残留しないやうな方法で殺菌した水といふことを意味してゐるのであります。

四、水の自浄作用

水の自浄作用といふのは、地表水が自然にきれいにならうとする作用をいふのであつて、丁度地下水の所でお話した大地の淨化作用が、地下水に働くのと同様な關係なのであります。結果に於ては、その何れによつても水が淨化されますが、大地の淨化

作用の方は、水が大地と接觸して行はれる關係で、専ら大地の作用に歸せられてをります。

水の自浄作用は、河水と湖水とを問はず行はれますが、何れかといへば、湖水の方に大であります。又この作用の季節による相違は、主として溫度によるもので、夏季は冬季よりも盛んであります。前にお話した水溫と殺菌力との關係も、その一つの表れであると考へられます。

さて、水の自浄作用を大別して、見かけの自浄作用と實際の自浄作用と、この二つとします。見かけの自浄作用といふのは、例へば稀釋とか沈澱とかをいひますが、これが何故見かけかといへば、たとひ稀釋によつても、水中の細菌が死ぬわけでもなく、又不純物がなくなるわけでもないからであります。併しさうかといつて、これも決して輕視することは出來ないのであつて、沈澱の如きは、自浄作用中で最も有力なものと思はれてをります。實際の自浄作用といふのは、日光によるが如きものをいふので、これは實際細菌を殺すのであります。以下個々の作用に就て、説明しませう。

(1) 稀釋

これは唯大量の水によつて薄められるといふだけのことであります。従つて、一種の物理的作用であります。實際は水中に溶存酸素がある爲に、これによつて酸化も行はれるのです。尙、これに就ては後述します。

(2) 沈澱

この作用は、水より重い物質が、次第に水底に沈澱することをいふのであります。この作用は河水に於ては流水が緩かである時は盛んであります。流水が急になると衰へ、更に一層急になると、一旦沈澱したもの迄浮び上つて運ばれます。この點は、静かな湖水の方が有利であります。唯春秋二回の循環によつて、沈澱が妨げられません。細菌のやうな微小なもの迄、果して獨りで沈澱するかどうかといひますと、細菌それ自身でも少しは沈澱しませうが、多くは浮游質に附著して沈澱するものと考へられてをります。特に河水のやうに動いてゐる水の場合に於て然りといふことが出来ませう。

沈澱が見かけの自淨作用であるといふ理由は、沈澱によつて不純物や細菌が水底に達するだけで、別にそれ等が變化したり死滅したりするわけではないからであります。併し究極の所細菌の運命如何といひますと、矢張り病原菌は死に、腐敗菌等の雑菌は榮えることになりませう。ですから、最後には結局、實際の自淨作用に移行するものと考へて差支ありません。

(3) 日光

直射する日光が殺菌作用を持つてゐることは、今更いふ迄もありませんが、唯水中の細菌に對しては、日光は直射しませんから、殺菌作用は非常に弱くなります。従來水の自淨作用として、日光を主なるものとする人もありました。上記の理由から分るやうに、それが實際以上に餘り重く見られ過ぎた傾向があります。特に水が濁つてゐますと、紫外線が吸収されて、作用は一層鈍くなるのです。この點でも、湖水の方が河水より清澄であるだけに、より有利であります。

尙、日光の作用としては、綠植物の同化作用を促し、これを繁茂させる働きがある

ことを附加しておきます。

(4) 生存競争

これはいふ迄もなく、生物間の生存の爲の競争であります。一體自然界では、無機質から有機質、逆に有機質から無機質へと絶えず循環が行はれてをりますが、その際生物が重大な役目をしてゐるといふよりは、生物の作用によつて循環が行はれてゐるといつても、敢て過言ではないでせう。この生物といふのは、動植物兩界に屬し、主に顯微鏡で始めて見られるやうな微生物であります。元來動物と植物との境界は餘り明瞭ではありませんが、その兩者何れに屬するか分らないやうな種類のものがあります。

一體水中には表面から水底に至る迄、色々な生物が浮游状態で存在し、これをすべて一括して浮游生物(プランクトン)といひます。これ等の生物は、自らも多少運動しますが、大多數は流れと風によつて運ばれ、水中任意の所に浮游してゐるので、浮游生物といふのであります。これ等は、大體植物性と動物性とに分けられますが、植物

性のものは、その通性として無機質から有機質を合成することが出来ます。又、動物性のものは、これ等の植物を食つて生活してゐるのであります。植物の内でも葉緑素を持つたものは、同化作用を営み、その際酸素を遊離して有機質の腐敗を防ぎます。唯細菌は植物性とされてをりますが、植物とは少し趣を異にし、有機質を食物として、これを分解し簡單な化合物とします。その活動には酸素を消費し、従つて酸素の存在に於ては酸化性浄化が行はれ、酸素が缺乏すると腐敗菌によつて腐敗が起ります。かくして細菌や微小植物は、微小動物に食はれ、これ等は亦魚に食はれ、魚は人に食はれます。即ち人からその排泄物を通じて無機質となり、更に人に戻る循環が成立し、その途中に於て、水の自浄作用として表れるわけですが、これには充分の時間が與へられることが、必要であります。

(5) 曝氣

曝氣といふのは、一口に水面が大氣に曝露されることといつてよいでせうが、その効果は、水面と大氣との接觸面積が大きければ大きい程よいわけで、例へば山間の急

流とか、湖水の波浪とかは、何れも大なる曝氣を行つてゐるのであります。この曝氣が水質を改善するといふことは、一般に信せられてをりますが、唯殺菌作用は全くありません。

曝氣の直接の影響は水の溶存酸素を増して、炭酸ガスその他のガスを減ずることです。従つて、汚染物質も酸化によつて浄化されますが、又味や臭もガスから來てゐるものならば、矢張りこれによつて除かれます。その他凝集作用といつて、細かい浮游質が集まつて、大塊となることを助ける場合がありますが、これは併し、細菌を殺す力はありません。その他溶解性の化合物が酸化されて沈澱するものがあり、鐵等はその例であります。

(6) 化學的沈澱

一般に溶解性のものは、容易に除去されません。例へばカルシウムやマグネシウムの重炭酸鹽がありますと、硬度の原因になりますが、これはそのままでは除くことが出來ないので。所が、もしその中の炭酸ガスが除かれると炭酸鹽となつて沈澱しま

す。地下水には概して硬水が多いのですが、それが一旦地表に出ると壓力が減じて炭酸ガスを失ふ爲、軟水に傾くことがあります。但しこの沈澱は、カルシウムでは容易に起りますが、マグネシウムでは炭酸鹽が水に溶解し易い爲に、餘り沈澱しません。その他にも、色々の化學的沈澱がありますが、少し難しいので省きます。

以上が自淨作用に關する大體のお話ですが、それでは水の殺菌力と自淨作用とが、如何に關聯してゐるかを、考へてみませう。勿論沈澱・日光・生存競争等による殺菌作用は色々期待されますが、既に述べたやうに、水溫及び不純物と殺菌力との關係が説明されるやうな作用が、最も有力に働いてゐるといつて差支ないであります。この意味からいつて生存競争即ち生物の作用が、主なるものではないかと思はれます。それは高溫になると生物は活動力を増しますし、不純物といふのは、この際生物を含めていつてをりますから、不純物の多い水即ち生物の多い水といふ風に、考へてよいのであらうと思ひます。併し、これは未だ定説といふ程に認められてはをらず、まだまだ分らない點が澤山残されてゐるのです。

第六章 給水法

給水法としては、個人給水法と中央給水法とがあります。個人給水法といふのは、各戸毎に水を得る方法で、給水法といふ文字は、少しあてはまらないかも知れません。これは大部分、井戸水によつてをります。中央給水法といふのは、水を一旦集めてから供給する方法をいひ、上水道がそれでありませう。次にこの二つに就てお話ししますが、井戸に就ては詳しく、上水道に就ては簡単に述べませう。

108

一、個人給水法—井戸

井戸に就て申しますと、まづその位置を選ぶことが必要であります。井戸はなるべく高所に設けること。少くとも凹所を避けることが肝腎です。併し一般には、水は低い所に流れるものですから、地下水と雖も、低所の方が得易いわけであります。かう

考へますと、上に述べたことは、一見矛盾するやうであります。凹所といふのは四方から地面の傾斜してゐる谷底のやうな場所をいふので、こんな所には、地表面の汚水がすべて流れ込んで來ますから、飲料用の井戸を掘るのは、なるべく避けた方がよいのです。但し一方傾斜位の所なら大して差支ありません。次に周囲の状況ですが、それも附近に不潔なものがない所、即ち便所や汚物溜からは、なるべく遠くはなれてゐる方が宜しいことは、いふまでもありません。市街地建築物法施行規則には、井戸と汲取便所や汚物溜との水平距離を五米以上と規定してをりますが、これは實は井戸と便所や汚物溜と双方の構造や、その間の地質等によつて、條件が違つて來る筈であります。又水平距離よりは寧ろ地下水面との最短距離を考へた方が適當かも知れません。特に市街で人家や工場の密集してゐる地域では、これ等の點に取りわけ注意を拂ふことが肝要です。

109

尚井戸を掘る場所の地質としては、地下水より上の部分は、砂・砂利等がよく、それより下は粘土等がよいのです。前者は水を通過させるので滲透層といひ、後者は通

過させないので不滲透層といひます。

井戸の種類は、深さによつて浅井戸と深井戸、又直径の大小と構造とによつて掘井戸と管井戸とに分けられます。浅井戸と深井戸との深さの境は、別に決つてをりませんが、先づ三〇米位としておきませう。今井戸の構造によつて話を進めて行きますが、掘井戸・管井戸といつても、餘りはつきりした定義はなく、この本で暫定的に決めたものと考へて頂きます。

(1) 掘井戸

掘井戸は筒井戸ともいひまして、日本在來の井戸は、これに屬するものです。人口からいつて、我國の六〇%迄はこの種の井戸水を使つてをります。これは、今更説明する迄もないかも知れませんが、地盤を掘下げて、木材・石材・陶管等を井戸壁として土砂の崩壊を防ぎ、水の汲上げは釣瓶によるものであります。この種の井戸は、浅ければ掘鑿が簡單ですが、深さが増すと加速度的に工費が加はりますから、大體深さ一〇米位迄でせう。

この掘井戸を衛生學の立場から眺めてみませう。先づ蓋がなくて上部が開放状態でありますから、外部から色々なものが侵入するのは、當然なことであります。塵芥のやうな細かいものから、大きい動物のやうなものに至る迄、色々なものが飛込むことがあります。井戸掃除をしたら、猫の死骸が上つたなどといふ話も、よくある位ですから、どうしても井戸は、常に閉鎖状態にしておかなければなりません。又釣瓶で汲むのも、人の手が直接觸れることになりまますから、色々な汚染が水に傳はる虞れがあります。これ等に對して如何にすればよいかは、次にまとめて對策として述べることにしませう。

次に井戸壁に就てであります。これは從來から餘り注意が拂はれてをりません。特に甚だしいのは、接目から水が侵入して、その痕がはつきり見えるのがあります。これは、周圍から汚水の侵入する虞れがありますから、よくありません。即ち、地下水をとらうとする部分からのみ水がはいるだけで、その他の部分、特に上部からは、絶対に水が入つてはいけないのです。その爲にはどんな構造にすればよいかも次にお

話しませう。

終りに井戸の直ぐ周囲の地表面の状態ではありますが、この部分は井戸水がこぼれたり、使用水が溢れたりして、水が溜り易いものであります。これをそのまま放置しておきますと、使用水が地下に滲透し、更に井戸内に入る虞れがあります。即ち非常に短い経路の水の循環が起りますが、かういふ水がよくないことは、改めていふ迄もありません。

以上の三點だけを考へてみても、それに合格する井戸は、果してどの位ありませうか。恐らく數ふるに足りない程であらうと思ひます。併し諸君は、いはれるかも知れません。「實際不完全な井戸を使つてゐても、別に間違が起らないではないか」と。併し事實間違が起つても、世人が不注意に見逃してゐる場合が相當に多いのです。たとひ、さうでなくとも、原因さへ發生すれば、何時でも危険が突發し得る状態にあるのです。噴火山上にあるとでもいひませうか、實に危険極まりない状態にあるといへませう。よく聞く話ですが、浅い釣瓶式掘井戸を數軒で共用する場合に、一軒に傳染病

が發生して、爆發的に他へ蔓延した例は、決して乏しくありません。

然らば、これ等に對する對策は、どうすればよいか考へてみませう。先づそれには、井戸の上部は蓋を設けて閉鎖します。それも取外しの出来る蓋では、明放しにすることがありますから、固定させて了ひます。例へば、井戸底は水槽のやうにし、上は土で密閉して、鐵管又は土管で地上に導けば理想的です。さうすれば釣瓶は當然止め、ポンプを以て汲み上げることになります。そして、井戸壁は水密構造といつて、水の侵入を許さないものとします。その爲には材料を選ぶことも必要ですが、先づ在來の木材・石材・陶管の他コンクリートや鐵筋コンクリートを用ひるとして、その接手が弱點になりますから、モルタルその他で完全に仕上げます。その上更に、壁の外側には、厚さ一五—三〇糎位粘土のやうな不滲透性材料を充填します。そして希望の取水部分からだけ水が入るやうにします。その部分は普通井戸底になります。その時は井戸底に砂利・栗石等を敷きます。又側壁から水を取りたい時は、その部分は周圍に取水小孔を穿つた壁とし、目地を空積とします。その外側は砂利や栗石を詰め、

周圍程小さいものを用ひ、砂とするのです。兎に角どこが取水部分であるかはつきりさせ、それ以外の部分、特に上方からの水の侵入を絶対に避けなければなりません。井戸附近の地表は、粘土・タタキ・コンクリート等で蔽ひ、周圍に僅かな傾斜を與へて、汚水が速かに流れ去るやうにします。この意味から凹所に井戸を作るのは、よくないといふことが分りませう。

大體以上のやうにすれば、井戸の構造を改善出来ませんが、(前出第五圖は他のすべてが改善されても、唯附近に汚物が存在し、接手が不完全である爲、汚染の危険あることを示してゐます。)併しその爲には、井戸の使用法が多少制限されて、不便になるかも知れませんが。例へば夏期に井戸を冷蔵庫代りとして、色々なものを水面近く吊り下げることなどは、密閉すれば當然出来なくなります。併しどんな場合もさうですが、大なる目的の前には、小なるものは多少の犠牲を餘儀なくされます。井戸本來の使命を完全に遂行する爲には、これ位の不自由は忍ばなければならぬであります。尙一言御注意したいことは、上述の様な井戸を作れば、必ず安全な飲料水が得られるかといひます

と、決してさういふわけではありません。井戸は元來地下水を汲上げるものですから、源そのものが純良でなければ、如何に途中を改良しても、よい水は得られないわけです。併し假に綺麗な地下水にしても、井戸の構造が悪ければ、これを悪化して了ふことは確實です。この意味に於て、よい水源を求めて、完全な方法でこれを汲上げるといふことが、絶対に必要となるのであります。

(2) 管井戸

管井戸は打込井戸ともいひますが、これはその下端が閉ぢてゐるか開いてゐるかによつて、閉端井戸と開端井戸とに分けます。閉端井戸は多くは浅井戸に、開端井戸は多くは深井戸に使ひます。管井戸には導水管といつて、中を水の通る管一本だけのものと、更に外側に外管を設けるものがあります。後者の場合に、外管の直径が非常に大であれば、掘井戸との區別がつかなくりますが、先づ三〇糎位以下を管井戸といふことができませう。

閉端井戸は直径五—一五糎位のガスをもちひます。その下端には尖つた錐を取り

付け、その直上にはストレーナー管といつて、管壁に多数の取水用小孔のあるものを取付けて、鈍又は錘で直接地中に打込むのです。これは、後述の衝撃式掘鑿法であります。ですから、地質が軟土又は砂で、深さは二〇米位迄の所に適します。もつと簡單にするには、豫め小孔を地下含水層迄掘り、次に管を通することもあります。

開端井戸は、地盤が多少堅くても、相當深く四〇米以上迄も掘ることが出来ます。直徑も比較的大で、一五—五〇糎位迄あります。管の下端にはストレーナー管を取付けますが、尖端を取付けませんから、開端井戸であるわけです。

開端井戸で、特に深いものを鑿井といひ、水が自然に噴出するものを鑿泉といひます。併し、この二つの言葉には、餘りはつきりした定義がないやうで、間々混同して使はれることがあります。鑿井は深くなりますから、特殊の掘鑿技術を必要とし、井戸管としては、丈夫な引拔管又は熔接管を用ひます。

掘鑿法には衝撃式と同轉式とがありますが、以下この二つを簡單に説明しませう。

衝撃式の一つは、上記閉端井戸を掘るに用ふるのですが、その他に綱掘式といふの

があります。それは特殊の掘鑿器を綱で吊し、これを上下させて、その重量によつて土砂を掘鑿し、且つ掘上げ乍ら次第に下降する方法であります。土砂は、その際地表に取出されますから、地質とその厚さが分ります。掘進むに従つて管を押し込むか、又は、土砂の崩壊を防ぐ爲に粘土水を注入して膠着させるかして、深さ三〇〇米以上にも達することが出来ます。綱を使ひますと掘鑿器の取換には便利ですが、鉛直方向が狂ふことがありますから、是を棒とすることもあります。併しさうなると、綱掘式ではなくります。一定の深さ迄達して掘鑿が終ると、ストレーナー管附の管を入れますが、唯深井戸になりますと、取水層が一つのみではないことがあります、その場合は取水用ストレーナー管も數ヶ所に附けます。この掘鑿孔の直徑は、井戸管の外徑よりも少し大ですから、周圍に間隙が出来て上下に水が交通し、間違つてストレーナー管の部分から汚水の侵入することがありますが、多くの場合は、地壓の爲この間隙は間もなく閉塞します。我國で上總掘といふのは、この一種と考へてよく、これは綱の代りに竹を繼合せ、先端には錐を附して、これを上下させ乍ら掘るのです。

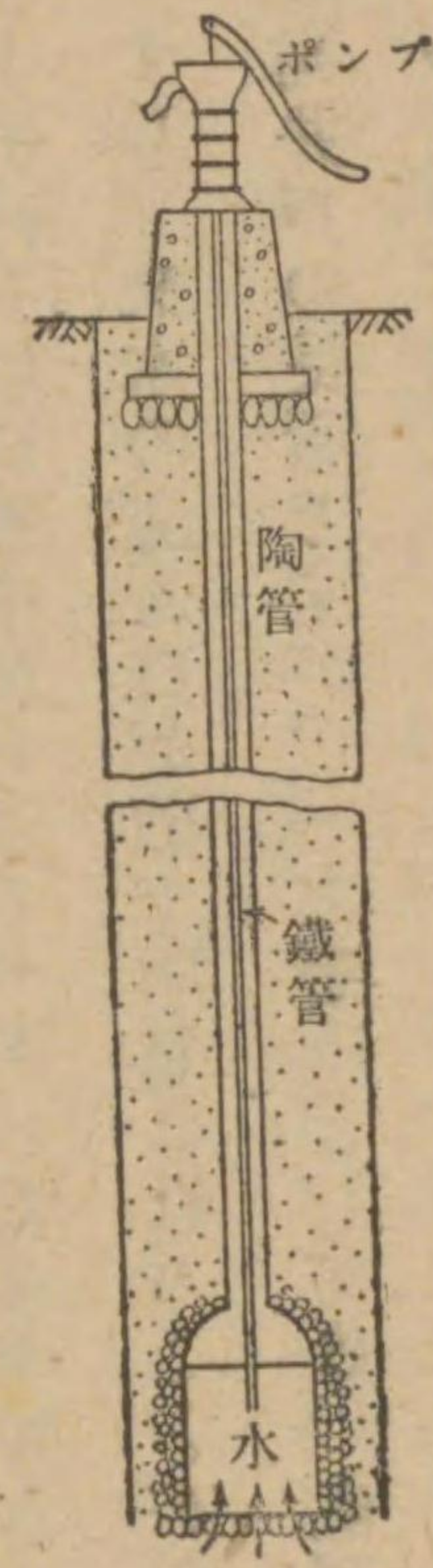
回轉式といふのは、地質に應じた錐を先端に取附けた鐵管を、機械的に回轉し乍ら下げます。管の内部には小徑の送水管があり、壓力水を噴出せしめ、地盤を軟かくし乍ら沈下を助けると共に、削り取られた土砂は管と地盤との間から、又管と送水管との間から地上に押し上げられます。その壓力水には粘土水を用ひます。かうして掘鑿が終れば、少し徑の小さい井管と取水用ストレーナー管とを入れるのです。この方法は現在、最も進歩した掘り方で、三〇〇米より深く迄達することが出來ます。この一種に心管式といふのがありますが、これは錐の代りに心管を用ひるのです。心管といふのは、先端を錐冠として、ダイヤモンドや硬合金の様な硬度の高いものを取附けた管です。その他散彈を管と岩石との間に挟み、その硬度を利用して岩石を磨切り掘進する方法や、又近來は衝擊式と回轉式との併用式もあります。

ストレーナー管には色々あります。取水用小孔そのものの形も、圓や線で大小も様様ですが、孔の大きさは、含水層の砂粒の大小に應じて適當のものを選びます。又綱を外側に巻くものもあります。

管井戸ですと、掘井戸でお話したやうな構造上の注意、例へば上部を密閉することや井戸壁を水密構造にすること等は、當然守られてゐるわけで、汲上げは勿論ポンプによります。併し井戸附近の汚水の排除をよくするとか、井戸の位置に關する注意は、管井戸と雖も考慮しなければなりません。兎に角管井戸は掘井戸に比べて、衛生上危険の少いものであることは、容易にお分りでせう。併し掘井戸と管井戸とは各長短がありまして、常に管井戸が優るともいへません。次にその優劣を比較してみませう。

掘井戸は一般に直徑が大きく、その爲多少貯水及び沈澱の作用を期待することが出來ますし、又水の流入口が砂で閉塞されることが割合に少いとされてをります。これ等は掘井戸の長所ですが、一方短所としては、直徑の割合に水量は増さず、結局水量當りの工費が、却つて高くつくことがあります。併し管井戸の大なる缺點は、閉塞され易いことで、これは全くストレーナー管の構造、特に取水孔の大小によるものであります。その爲半年から一年位の間に、修繕を要することが屢々あります。但し深井戸となれば、どうしても管井戸とせざるを得ないわけで、掘井戸は到底望まれませ

ん。掘井戸と管井戸とはこんな工合に長短があるのですが、要するに一般にいひますと、掘井戸は單一の比較的浅井戸に、管井戸は數多の比較的深井戸に適するとされてゐます。又掘井戸に手を加へて管井戸とすることも出来ます。それは第九圖に示す



第9圖 掘井戸を改良したる管井戸

やうに、井戸底を瓶を伏せたり上方は管で導いてポンプで汲上げるのです。

鑿泉は偶、有壓地下水を掘當て、然も地上迄自噴する場合でありまして、掘抜井戸ともいひます。水が出て來る理由に就ては、四四頁第二圖を見て頂くと分ると思ひます。

(3) 人工地下水

伏流水を眞似たものに人工地下水といふのがあります。一體地下水の長所は、水溫や水質が不變で細菌數の少いこと、水位の變化の少いこと等でありませんが、伏流水で

はこれ等の長所をすべて備へるわけにはいきません。そこで、人工的に地下水と同性質のものを得たいと努力した結果、考へ出されたものであります。

先づ伏流水が地中を自然濾過される時間は、平均一—二日位のものでせうが、人工地下水では、これを延長して數週又は數月とすることが出来ます。その結果は完全なる殺菌となり、水溫もその地溫に應じて略々一定となります。自然濾過を一樣に行はせるには、濾過後の水位を、前の水位に應じて高低調節することが必要であります。尙出來れば地表水の方に豫め淨水法を施しますと、自然濾過の際、餘りに早く閉塞されるのを防ぐことが出来ます。以上の事項を考へて、實際人工地下水を得ることが、ドイツで盛んに行はれてをりますが、その方法の一つで人工地下水滲透池によるものを、次に述べませう。

これは池を掘つて、その中に豫め淨水法を施した水を導きます。池には時々掃除が必要ですから、蓋は設けず、且つ數池を備へます。地質が細砂でない場合には、池底に三〇—五〇厘位の厚さに細砂を敷きますが、これは沈澱物が深層迄侵入するのを防

ぐ爲であります。池の水深は少くとも一・二米位とし、水位は常に一定に保ちます。池の附近に井戸を掘つて、そこから人工地下水をとるのですが、その水量の調節は、井戸の水位を低下させて行ひます。即ち同一水量を得る爲には、次第に途中の滲透面がつまつて來ますから、井戸の水位を低下させねばなりません。併し水平の井戸による時は、止むを得ず池内の水位を高めるのであります。

その他にも、人工地下水を得るには色々な方法があります。例へば灌漑法、鉛直又は水平の管井戸による法等がありますが、詳しいことは省略します。

尙人工地下水は、雨量には無關係であります。又新設備としてばかりでなく、既設の井戸の能率を上げる爲にも、これを應用することが出來ます。

(4) 雨水

雨水を飲料水その他に使ふ場合は、寧ろ例外でありますが、我國では南洋や臺灣で見られます。

雨水を集めるには、建物の屋根・舗装した庭・岩石地(但し割目のない所)等で、少しく傾斜した所を選び、その表面は出来るだけ綺麗にしておきますが、それでも降始めの雨は捨てる方が安全です。といふのは、雨水を集める場所のみならず、降り始めは雨自身も汚いからであります。集めた雨水は貯水槽に導きますが、其貯水槽は水密構造とし、必ず蓋を設けることです。之が又、同時に濾過槽を兼ねることもあり、次に濾過槽を設けることもあり。併し一層安全な爲には、加熱煮沸後飲料に供すべきであります。

雨水は軟水である關係上、洗濯や沐浴には甚だ好都合であります。飲料水としては、カルシウム分の缺乏の爲に、骨格や歯牙の發育が不良となり、妊婦等は特に影響が甚だしいといふことであります。勿論食物からもカルシウムが補給されますが、それでも不十分な場合は、雨水に人工的にカルシウムの補給をします。それには消石灰を加へたり、又貝殻を投じたりするのです。

雨水の貯水槽は、熱帯地では注意しないと、やゝもすると蚊が発生して、マラリアやデング熱の媒介をすることがあります。併し完全に密閉してあれば、その心配はあ

りません。貯水槽の大きさは、年雨量とその分布により算出出来ませんが、充分の餘裕を見ておくことが必要であります。

二、中央給水法—上水道

水道條令によりますと、「水道トハ市町村ノ住民ノ需要ニ應シ給水ノ目的ヲ以テ布設スル水道ヲイヒ云々」とありますが、こゝでは下水道と區別する爲に、特に上水道といふことにしておきます。水道條令でも分る様に、上水道は市町村の一般住民を對象として水を供給するものでありますから、これを中央給水法といつてもよいでせう。

(1) 我國の沿革

日本は元來山紫水明の國で、到る所奇麗な水に恵まれてをりますから、昔から飲料水を得る爲には、餘り苦勞をしなかつたものです。従つて河川とか、泉とか、井戸とか、土地によつてその源に多少の相違こそあれ、兎に角、容易に水を得てゐました。その爲、上水道の普及・發達は、餘りその必要が認められなかつたのであります。併

し全然發達しなかつたわけではなく、我國上水道の起原としては、史上餘り明かではありませんが、江戸の如き最も古いものの一つでありませう。

徳川幕府が江戸に開かれますと、間もなく用水が缺乏して來ましたので、徳川家康の命によつて、井頭池から水を導き、神田・日本橋一帶に給水しました。これが、後の神田上水であります。その後神田上水も不足を告げるに至つたので、三代將軍家光は玉川上水を作らせました。その工事には多摩川沿岸の住民庄右衛門・清右衛門の兄弟が當つたのですが、これは羽村から水を引き、大木戸を経て一は麴町と江戸城内、他は虎の門に行つてをります。その他、青山・龜有・三田・千川の各上水がありました。これを江戸の六水道といひ、神田・玉川は明治年間迄存在しました。これ等の上水は、何れも單に水源から水を引いて來るだけのことで、沈澱とか、濾過とかの淨水法は施してをりませんし、又各戸迄給水することも行つてをりません。即ち唯、水を送るだけのことであります。従つて是を近代式の上水道に比較しますと、その設備、構造共に隔世の相違があります。併し當時の歐洲と比較しますと、決して遜色を見

ないのであります。即ちローマ水道を除いては、ロンドン・パリ等の大都市に、僅かに上水道があつただけで、その他には殆ど見るべきものがなかつたにも拘らず、本邦がこれ等にも優る上水道を有したことは、我國上水道史上特筆大書すべき事柄であります。

當時全國諸藩の内、大藩では幕府に倣ひ、簡単な上水道を設けた所が多く、例へば金澤・水戸・福山・名古屋・仙臺・鹿兒島・高松等の如き、それであります。

明治維新後、歐米の文化が輸入され、衛生思想の發達と共に、上水道も、近代式様相を備へるに至つたのでありますが、その最初のもものは横濱でありまして、同地の上水道は、明治十六年英人工兵大佐パーマーに依頼して、十八年着工、二十年竣功しました。これは本邦に於ける近代式上水道の嚆矢であります。これに次で函館・長崎・大阪・廣島・東京・神戸・岡山・下關等に敷設せられ、爾來、普及發達は著しく、最近の調査によると、内地の上水道の數は、五〇〇近くにも達してをります。これに外地を加へれば、尙相當の數に上るでありませう。併しこれを人口別に分けて見ますと、

その約 $\frac{2}{3}$ が人口一〇〇〇〇以下で、所謂簡易水道になつてをります。

(2) 必要と效果

太古未開の時代に、人間が先づ水を求めた所といへば、恐らく泉や河や湖の如き、自然に得らるゝ水であつたでありませう。従つて、人類はその附近に集つて、部落を形成したのであります。次に人口の増加と移動とに伴ひ、水不足を來すに及んで、人工的に水を得た最初の方法が、井戸であつたといふことも、疑のない所でせう。かくして人類は、水には何等差支なく生活を營んで來たのであります。人口の都市集中を來すに及んで、再び水不足に悩まされて來ました。我國でいへば、諸藩割據して城を築き、その周圍に都市を形成する様になつて、水不足を來したので、水を引いて上水道を作つたことは、上述の通りであります。この情勢は、近代工業の發達とそれに伴ふ都市の膨脹とにより、一層の拍車をかけられました。従つて、歐米でいへば、最初に國土の工業化した英國が、近代式上水道を敷設した最初の國であります。上水道發達の原因としては今一つ水質の問題があります。即ち水量不足に加ふるに、都市で

は各種下水・汚水の排出に伴ひ、之が地下に滲透して井戸水を汚し、水量・水質の兩方面から都市生活を脅かすに至り、已むなく上水道敷設の必要を生じたのであります。

然らば上水道敷設により、その効果は如何に表れて来るでございませうか。それは種なる好影響を住民の健康上に及ぼしますが、先づ不良の井戸水を止めて、完全な水を供給しますから、水による傳染病が減つて來ます。その傳染病の内でも、最も代表的なものは腸チフスでありますから、逆に腸チフスによる死亡率を以て、一旦完成した上水道の機能が、完全に働いてゐるか否かの標準としてゐる位であります。併し、水による傳染病といつても、必ずしも水だけによつて傳播されるものではなく、他にも原因があります。それは、例へば牛乳・蠅・魚介・野菜等があげられますから、傳播がこれ等の何れによるかの判断には、細心の注意が要ります。

その他、上水道の効果として、ミルス・ラインケの現象といふのがあります。ミルス・ラインケといふのは二人の名前で、この現象を獨立に殆ど時を同じうして發見した、米人と獨人との名譽の爲につけたのですが、それは悪水を止めて良水を供給する

時は、腸チフスによるもののみならず、一般死亡率の減退が著しいといふ事實であります。これは本邦でも第七表に示すやうに、明かに認められるのです。この理由は、水による傳染病は、ひとり腸チフスのみに止まりませんから、それを考へれば自ら明かなわけですが、就中特に小兒の下痢による死亡率が減退するといはれてをります。

(註) 死亡率といふ言葉はよく使はれますが、嚴密な意味では、次のやうな定義になります。尙これと關聯する言葉に、致命率と罹患率とがあります。即ち、その定義は、

死亡率	死者對人口の割合
致命率	死者對患者の割合
罹患率	患者對人口の割合

これで分るやうに、普通死亡率といつてゐるのは、實は致命率を意味するのであります。

併し上水道が完成しただけでは、水による傳染病は決してなくなりません。そのことは、我國で上水道を具備する都市は澤山ありますが、何れも傳染病は後を絶たないのでも分ります。實は、上水道と併せて車の兩輪ともいはれる下水道、これが完成して始めて都市衛生が完備するのでありまして、さうなつてこそ始めて傳染病は殆どな

第7表 チフスその他死亡者と一般死亡者との減退

	人口10萬に對するチフス・赤痢・コレラ死亡者			人口1000に對する一般死亡者		
	給水開始前平均	給水開始後平均	減退	給水開始前平均	給水開始後平均	減退
東京市	79.26	38.29	40.97	20.55	18.68	1.69
大阪市	194.43	89.46	104.97	24.35	24.12	0.23
横濱市	934.61	117.40	817.21	43.37	22.69	20.68
神戸市	306.90	80.33	226.57	26.55	24.53	2.02
長崎市	444.04	141.66	302.38	23.62	17.61	6.01
佐世保市	117.10	19.88	97.22	12.08	11.79	0.29
秋田市	36.10	24.15	11.95	16.16	20.94	増加 4.78
岡山市	209.38	43.42	145.96	17.22	15.83	1.39
廣島市	405.27	42.22	363.06	21.43	18.86	2.57
下關市	58.56	52.36	6.20	19.46	16.36	3.10

くなるのであります。但し下水道といつても、水洗便所を各戸毎に設備し、下水道と連結した、所謂完全下水道でなければ、かういふ効果は、必ずしも表れては來ませぬ。

(3) 構成

上水道は、一般に次の四つから構成されてをりますが、その内、場合によつては、省略して差支ないものもあります。

(一) 取水法又は集水法 適當な

水質の水を、必要な水量だけ、集

め取入れることをいひます。その水の元が水源であります。水源の種類が異なるに従つて、即ち地下水であるか、地表水であるかによつて、取水法は趣を異にして來るわけであります。

尙貯水池といふのは、水量が一年の或期間缺乏する時に、これを調節する爲に設けるものであります。これも取水法に含めるのが普通です。

(二) 送水法又は導水法 水源で取入れた水を、都市迄送ることをいひます。この場合、水源と都市との距離が大であると、送水路を作るに大變な費用がかかりますが、これに反して都市で水が得られれば、送水法は不用になります。

(三) 淨水法 これは、水質を改良淨化する方法であります。もし水源で良い水が得られるならば、別に淨水法を施す必要はありません。この方法としては、沈澱・濾過・殺菌が主なるものであります。

(四) 配水法及び給水法 以上の方法で得られた清淨水を、一定量だけ各戸に供給するものが、配水法及び給水法であります。配水法といふのは、都市で道路の下に敷設す

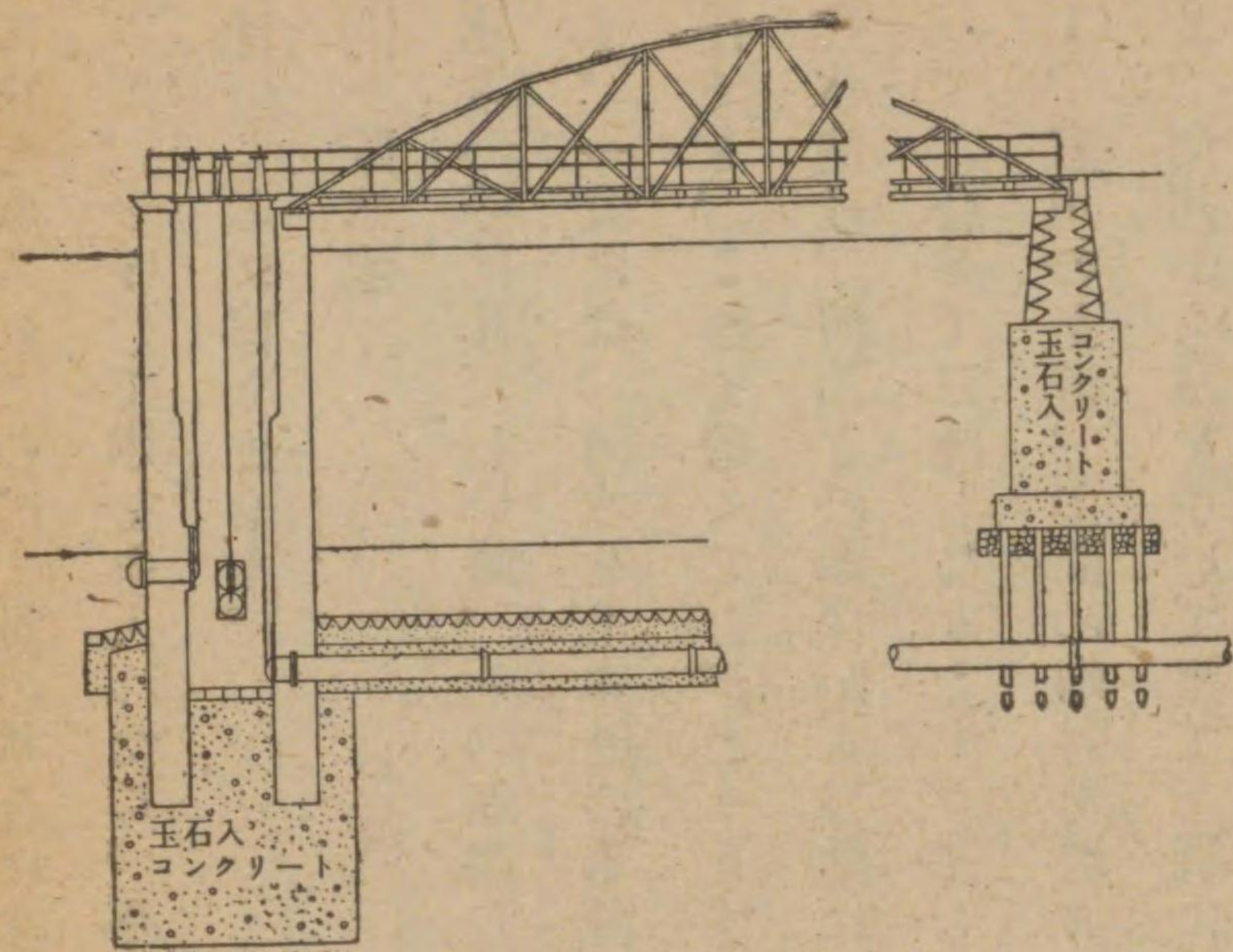
る上水の管、所謂配水管迄をいひ、これから分岐する各戸負擔の管、所謂給水管から先が、給水法に屬します。併し實際は、兩方混同して使はれてゐるのでありまして、中央給水法といふ言葉もその一例でせう。尙配水法の最初の所に、水量を調節する爲の配水池があり、又給水法の最後は、各戸の給水栓で終つてゐることを附加しておきます。

以上で分るやうに、上水道に於て、どうしても缺くことの出來ないのは、取水法と配水法及び給水法でありまして、送水法と淨水法とは、時に省略されることがあります。以下に個々の方法を、簡単に説明致しませう。

(4) 取水法

取水法は、水源が雨水か、地表水か、地下水かによつて、非常に違つて來ます。地下水と雨水との場合に就ては、個人給水法の所で既にお話しましたから、こゝには地表水即ち河又は湖から取水する方法と伏流水によるものとを、簡単に述べませう。水を取入れる場所を取水口といひますが、取水口の位置は次の様な所を選びます。

- 1、水質の良好な所。
- 2、水量が充分で、然も調節し得る所。



第 10 圖 取 水 塔

- 3、給水地域からなるべく近い所。

取水の爲設ける構造物は、その水位の變化が激しいかどうかで違ひますし、又河であれば上流か下流か等によつても違ひます。普通には先づ河を横切つて堰を設け、水を湛へて水位を高め、河岸に取水門を作つて鐵格子をはめ、塵芥を除いて水を入れます。完全にするには取水塔(第一〇圖参照)を作り、その周圍の、色々の高さの所から、引入管によつて水を流入させ、鐵管や水底隧道で岸に導いて來ます。この取水塔によ

つて水を取入れるのは、湖の場合に多いのです。

さて、かうして水を取入れたら、今度はこれを送るわけですが、その前に貯水池のことに移りませう。

(5) 貯水池

水量の變化甚だしい時、その涸渇した場合の備へとするのが、貯水池の目的であります。一般には、河水を上水道の水源とする場合に、貯水池を設けますが、地下水の場合でも、これを造ることがあります。

貯水池は、河川との關係から二種に分れますが、更に河川と關係のないもの一種を加へて、合せて三種となります。即ち、

- 1、河川の上流、山間の峡谷を堰止めて、上流側を貯水池とするもの。
- 2、河川から水を引いて來て、別に貯水池を適當の位置に設け、これに水を導いて貯水池とするもの。

3、河川とは全く關係なく、單に適當の位置に堰堤を築き、凹地にその上流側の雨

水を貯へるもので、これは水不足の危険が多くなります。

貯水池は人工湖水とも考へられますから、水質は一般に良好になります。その理由は、水の自淨作用が有力に働いて來るからであります。

併し湖水でもさうですが、時に水質惡化の場合があります。それは生物の繁殖であつて、特に植物性のものが著しく殖えることがあります。この生物の繁殖は、河水の場合よりも特に地下水の深水に多く見られ、兩方を混合すれば更に一層甚だしくなります。その理由は、地表水が生物の種を供給し、地下水がその營養分を供給するが爲でありまして、この點は充分注意しないと失敗することがあります。その理論上の對策としては、次のやうなことが考へられます。即ち貯水池に蓋を設けて日光を遮斷すれば、植物の繁殖を有効に防ぐことが出来る筈ですが、實際は貯水池の面積が大きい爲、そんなことは實行不可能であります。

貯水池の容量、即ち、どれだけ水を貯へるかといふことは、河川の流量の變化と、使用水量とを考慮して決定されます。詳細は省きますが、唯貯水池の容量を無暗に大

にしたからいゝといふわけではなく、果して水源に水があるか否かの一點が、重大であります。即ち、貯水池を作つても、水を作り出すわけではありませんから、無い水を貯へることは出来ません。又時間の關係を考慮しますと、貯水池に水が入つて後、使用水量が増して來るといふ順になることが絶対必要で、これが逆になると需要が供給より先に起る爲に、貯水池はあつても水は得られません。

貯水池としては、なるべく深くて大なるものがよく、淺くて小なるものは、沼や澤のやうに、却つて水質を悪くします。形も出来る限り規則正しく、出入の少い方が、水の停滯が少くてよいといはれてをります。尙その際、底の方の深さ二〇—二五%位は水質も悪く、將來沈澱物で埋まる恐れがありますから、容量としては考慮に入れな

(6) 送水法

送水といふのは、取水口(貯水池のこともあります)から都市送水を送ることですが、併し多くの場合、その前に淨水所へ送つて、水をきれいにします。送水は、その距離が

長くなりますと、大變に費用がかかることは、勿論であります。

送水を水壓の關係から分けますと、自然流下と壓送とになります。もし水源が低くてポンプを使ふやうな場合も、壓送に屬します。即ち自然流下といふのは、丁度河の流れのやうに、水面が大氣に接してをり、壓送といふのは、水が管を滿して流れるといふ區別があります。併し自然流下の場合でも、水面は外界に露出せず、これを覆つてある方が安全であります。それは、外部から汚染が侵入し、甚だしきは動物が飛び込んだりする虞れがあるからです。

さて、かやうに水路が覆つてあるものを、暗渠又は蓋渠と名づけますが、尙これを地下に埋設して、外部からは全く見えない様にするのが一番よいのです。それは、一つは外氣温の影響を受けないやうにといふ理由もありますが、最近の情勢としては、特に防空の見地から、その必要があるといへませう。尙自然流下と壓送との優劣は色々ありますが、結局自然流下の方が送水法としては安全なのではないかと思ひます。

ポンプで送ることは、ポンプ自身が故障を起す危険もありますし、壓送の場合は、送

水管自身の故障が多く、その修繕も困難ですから、なるべく避くべきであります。併し圧送の長所としては、内側から圧力が働く関係で、外部から汚水侵入の危険が少いことでもあります。

(7) 浄水法

浄水法の目的は、使用し得る程度の水を得ればよいわけでありませんが、その程度は結局飲料水を標準として考へられてをります。飲料水の要求に就ては、既に述べた通りであります。

浄水法の原理に於ては、水の自浄作用や大地の浄化作用を應用することが多いのであつて、全く人工的の浄水法は、割合に少いのであります。この意味に於て、浄水法の改良とはいひかへれば、自然の巧妙さを如何にしてよりよく模倣するかにあるといへませう。

浄水法の分類は、次のやうにすることが出来ます。

1、沈澱

2、濾過

3、殺菌

この三つは普通に使はれるものですから、これを普通浄水法といつてもよいでせう。これに對して、特殊浄水法ともいふべきものがあります。これには、次のやうな方法があります。

1、生物除去

2、鐵及びマンガン除去

3、硬水軟化その他

以下これに簡単な説明を加へた上、それから更に詳しく入つて行くことに致しませう。

沈澱と濾過とは、相互に關聯してをりますから一括して述べますが、この結果除かれるものは、水の中に浮んでゐる所謂浮游質であつて、即ち重いものは沈澱により、軽いものは濾過によつて除去されるのであります。同時に細菌がよく除かれますが、

唯、水に溶解してゐるものだけは、殆ど全く除かれませんが、沈澱に際して薬品を使ふか否か、濾過速度が大か小かによつて、沈澱と濾過とは次のやうな二組に分れます。即ち、

普通沈澱と緩速濾過

薬品沈澱と急速濾過

普通沈澱といふのは自然のまゝ沈澱させることであつて、薬品沈澱は、硫酸礬土等によつて凝集後沈澱させるのであります。緩速濾過及び急速濾過といふのはその名の示す通り、濾過速度に緩急があるからですが、これは何れも砂によつて濾過します。

殺菌といふのは、水中の細菌を殺すことであり、實際は病原菌だけ殺せば、それで充分なわけであり、併し、殺菌の結果水が無菌状態になれば、これに越したことはないわけであり、この殺菌には、普通鹽素系統のものを使つてをります。

生物除去といふのは、細菌以外の所謂生物を殺すことであり、これに二種類あ

つて、植物性と動物性とに分けられますが、その除去には硫酸銅や鹽素を用ひるのが普通です。

鐵及びマンガン除去には、曝氣を使ひます。曝氣といふのは文字通り、水を大氣に曝すことであつて、その結果は酸素が水に溶込んで、炭酸ガスその他が放散されるのです。尙詳しいことは後述に譲ります。

硬水軟化には色々の方法がありますが、これは兎に角化學變化を起させて、硬度の原因たるカルシウムやマグネシウムを除くのであります。

その他にも浄水法は色々ありますが、他は省くことにしませう。之等の浄水法は、實は次に述べる家庭用浄水法と原理に於ては殆ど同一なのですが、家庭用の方は兎角完全に行はれないことが多いのです。それは上水道ではその道の専門家が常時監督してゐるのに反し、家庭では素人のことではあり、その上絶えず注意するわけにもいかないからです。そこでどうしても上水道の方が安全といふことになりませんが、とはいへ、家庭に於てもその原理をよく了解して、出来る限り完全な操作を行つて頂きたい

のです。さういふわけでこゝに浄水法に就て、少し詳しく述べてみたいと思ひます。

(一) 沈澱

沈澱が水の自浄作用中最も有力なものであることは、既述の通りですが、これを人工的に行はせようといふのが、浄水法としての沈澱であります。

先づ水を廣い池に導いて、その流速を緩かにするか、又は静止の状態にしますと、水中の浮游質で水より比重の大なるもの、例へば砂や粘土等は比重二・六位ですが、それ等は次第に沈澱して、池底に溜ります。併しそれが、非常に微細な粒子になりますと、表面積が重さに比して大となる爲に、容易に沈まないであります。又有機性のものは、比重一・二—一・四位ですから、これも沈澱は非常に遅れます。その時薬品を加へてやると、沈澱が容易になるのであります。

その理由は、薬品の凝集作用によつて、細かい微細分子が集つて、肉眼でも見える位の塊となります。これを凝塊といひますが、浮游質も細菌もこの凝塊になります。要するに、比重は別に大となるわけでもありませんが、唯大きな塊となる爲に、簡單

に沈澱するのであります。これに使ふ薬品としては、硫酸礬土が普通ですが、その他消石灰等も使はれます。普通沈澱に比して、薬品沈澱は時間が短くてすみ、沈澱時間は、大體數時間から一日位のところですが、併し時間さへ増せば悉く沈澱するといふものでもなく、幾ら時間をかけても、或限度以上には仲々達しないものです。それから風と温度との影響がありました、風によつて水面が亂されたり、温度によつて對流作用が起つたりして、沈澱が妨げられることがあります。

設備としては、薬品沈澱には先づ、薬品注入装置と薬品混和槽とが要ります。次に沈澱池としては、矩形や圓形の池を作り、これに水を入れるのですが、その場合水が絶えず流れてゐる常流式と、水を池に満したならば一定時全く静止させて後流し出す斷流式と、二つあります。この二つには、色々な利害得失が伴つてをりますが、最近では専ら常流式が使はれてをります。

沈澱の原理は大體分つてゐるのですが、さてこの原理を適用して、沈澱池を設計するとすると、實は、充分でない點が多々出て來るのです。それは、常流式では水が出

來るだけ一様に流れて欲しいのですが、實際は渦が生じたり、一部早く流れたり、或は全く静止してゐる部分が出来たりします。一寸考へると、全く静止してゐる部分は沈澱が完全に行はれるから、さぞかし結果が宜しからうと思はれますが、實際はさうではないのです。その理由は、静止部分に沈澱が起つても、それが永久に動かない爲に、全く利用されない部分となるからです。それですから、見方を變へれば、静止した部分を作らないやうに、注意すべしといふことが出来ます。兎に角、沈澱池の設計に就ては、將來の研究問題が、未だ澤山残されてゐるのであります。

(二) 濾過 濾過は、原水を人工砂層を通じて流すもので、正しくは砂濾過といつて、他の濾過と區別します。これに緩速と急速との二種がありますが、何れも淨水法の王座を占め、その最も有力なものであります。

元來砂濾過といふのは、大地の淨化作用、即ち自然の濾過作用を模倣したものであります。即ち地下水が如何にして淨化されるかは、既にお話しましたが、これを眞似て、人工的に水を奇麗にしようといふのです。先づその發達の歴史を振り返つてみませう。

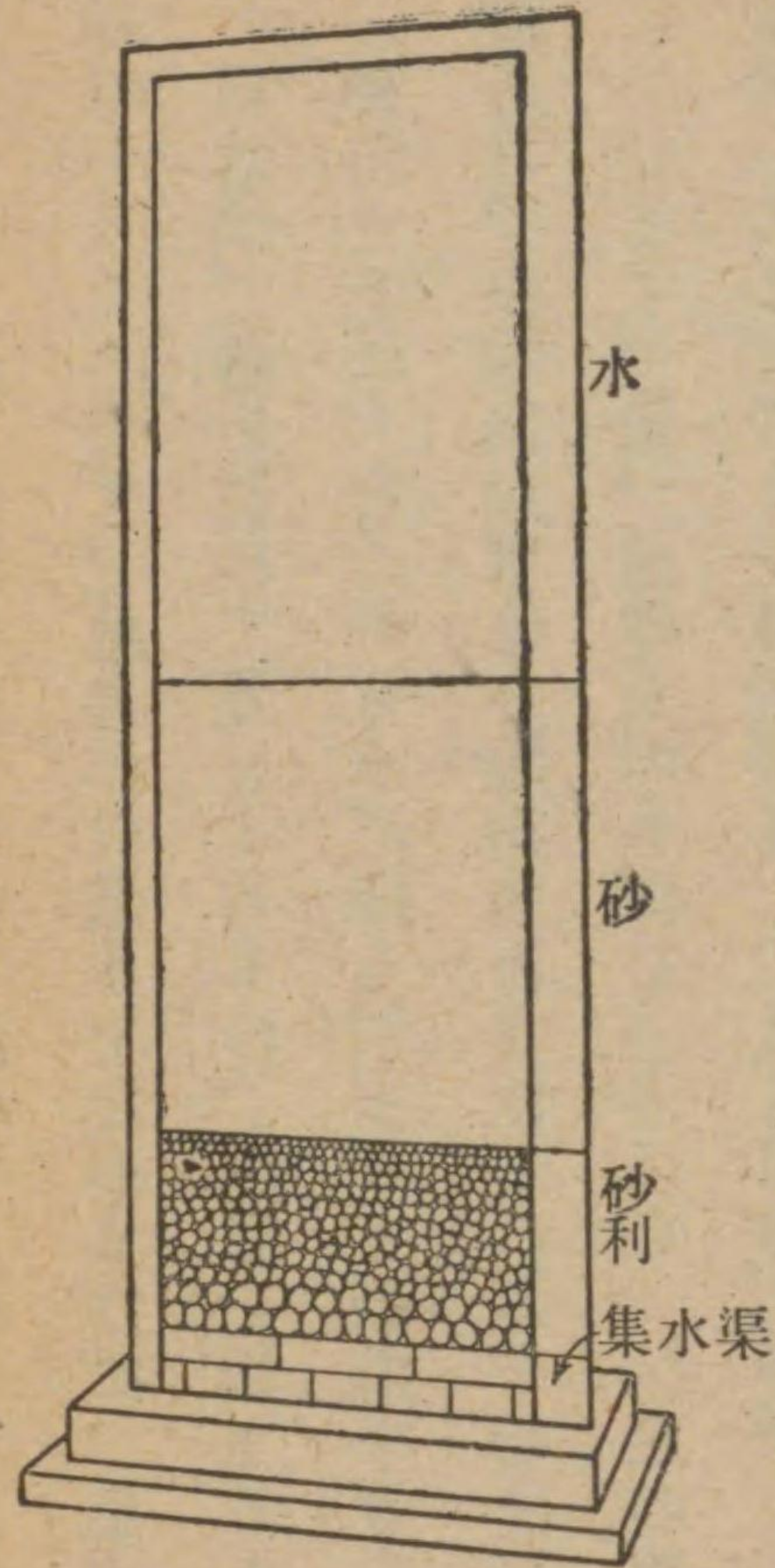
緩速砂濾過は、今から一一〇年餘前、シムブソンといふ人が、ロンドンの或水道會社の爲に創つたのが始めてで、これを一名英國式砂濾過ともいひます。初は水の濁りを除くのが主目的で、その點では確に一大成功であつたといへます。併しその後水の化學的検査が行はれるやうになり、この方法で濾過した水を調べてみますと、溶解質は殆ど全部濾過層を通過してゐることが分りましたので、當時の考へでは、緩速砂濾過といふものは見込なしとされました。事實この點では、前にも述べたやうに、砂濾過は全く無力であります。然るに、細菌學もその頃から發達して來たものですが、これを水に適用してみても、始めて細菌除去の點では、この方法が極めて優秀なことが分り、こゝに砂濾過の特長が、科學的にはつきり立證されたのです。それでこの緩速砂濾過は、特に地表水を水源とする上水道では、必要缺くべからざるものとなり、ヨーロッパ大陸やアメリカで普及し、我國でも横濱を始め、函館・長崎・大阪・廣島・東京等各地で本法を採用しました。但しその後上水道の擴張にあつては、急速砂濾過

も用ひられてをります。

緩速砂濾過といふのは、その名の示すやうに濾過速度が甚だ遅く、一日に三米位であります。その結果、濾水は浮游質と細菌との殆んど全部を失ひ、肉眼的には濁りと色が除かれます。これ等の作用には、大地の浄化作用の場合と少しく異つた説明を與へ、濾過膜といふものを考へてをります。

元來浮游質や細菌の大きさを調べて見ますと、浮游質の大きなものは、砂によつて機械的に篩はれると考へてよいのですが、細菌は遙かに小さくて當然砂粒の間隙を通過する筈のものであります。然るに實際は細菌もよく除かれるのであつて、その作用が濾過膜で行はれるといはれるのです。今濾過速度を一定にして、濾過を續けますと、砂層の表面に一種の膜を形成します。これは水中の有機質・無機質・生物等が堆積して砂表面一帯に生じた膠質膜ですが、これを濾過膜と名づけるのです。この作用によつて細菌が除かれるといふのですが、それは決して機械的作用ではなく、物理化學的乃至生物學的作用であるといふ假説になつてをります。その理由とする所は、細菌

より遙かに大きい生物が、多少なりとも濾水に出現する所を見れば、單に濾過膜が緻密だから、機械的篩作用で細菌を抑留するとは説明されず、どうしても以上のやうな假説を必要とするのです。それでは、その作用をなす物質の本體は何であるかといひますと、それは濾過膜内の膠質や細菌や生物であると考へられてをりますが、勿論確實に分つてゐるわけではありません。併しこれは表面の濾過膜のみの作用ではなく、表面以下の砂層も勿論多少は與かつてゐるのであります。



第11圖 緩速砂濾過池 面模型圖

設備としては、矩形その他の形の濾過池を作り、その内に濾材を入れます。上から細砂・粗砂・細砂利・粗砂利・玉石といったやうな順で、合計一五〇糎位の

厚さにしますが、細砂だけが本當の濾材で上部七〇—九〇糎位とし、他は之を支へる補助材となるのです。池底には濾水を集める爲に、集水渠を設けます。(第十一圖參照)その構造は、溝を設けて蓋をするもの、陶管を用ふるもの等がありますが、接目はわざと密閉せず、そこから水が侵入することが出来るやうになつてをります。

濾過は、原水側の水位と濾水側の水位との差で行はれるものですが、これを濾過水頭といひます。先づ濾砂上の水深を一定とし、一定の濾過速度で作業しますが、濾過の繼續と共に次第に砂層が閉塞し、抵抗が増して來ます。その時には濾水側の水位を下げて、濾過水頭を増大すると、その結果、濾過速度が一定に保たれます。併し濾過水頭が或程度に達しますと、濾過を中止して砂面上の水位を砂面以下に下げます。そして表面濾過膜の部分一—二糎を、砂面一帯平均に削り取ります。次に濾水を下から逆送し、砂面上に出た所で、今度は原水を送つて、濾過を再開します。その時十時間位は濾水の状態が悪いので、この水は捨てた方がよいのです。所が始めて濾過池を作つて、濾材を入れて濾過を開始する時は、濾過の効果が容易に現れず、數日から數週

間もかゝります。この差はどこから來るか考へてみますと、實は表面より下の砂層の状態が違ふからです。即ち表面濾過膜だけではなく、下の方の砂層も多少濾過作用に與かるだらうといふことが、大體想像がつきませう。

さて砂削取の結果は、砂層の厚さが次第に減少して來ますが、その最小限度としては、大體元の厚さの半分位、即ち三五—四五糎位迄で、これ位に達すると足し砂をして、元の厚さに戻します。尙削り取つた砂は砂洗場に運んで、これを洗ひますが、その方法は人手により、又機械力により、壓力水を使つて行ひます。そしてこれを乾燥しておいて、足し砂として使ふのです。

以上が緩速砂濾過の大體のお話ですが、本法は一〇〇年餘の歴史をもつてゐるだけに、殆んど完成されたといつてもよい位です。併し尙多少の問題は残つてゐるのであつて、それは濾過速度に就てであります。從來から三^{*}/_日といふやうな緩速度を以て、金科玉條として墨守して來たのですが、近來このことに疑が持たれるやうになり、尙速度を増すことが出來れば、色々都合のよい點もあるので、その研究が行はれるやう

になりました。實は私も少しその方面の實驗をやつてみましたが、原水がきれいな場合には、寧ろ少しく濾過速度を増した方がよいのではないかとさへ思つてをります。

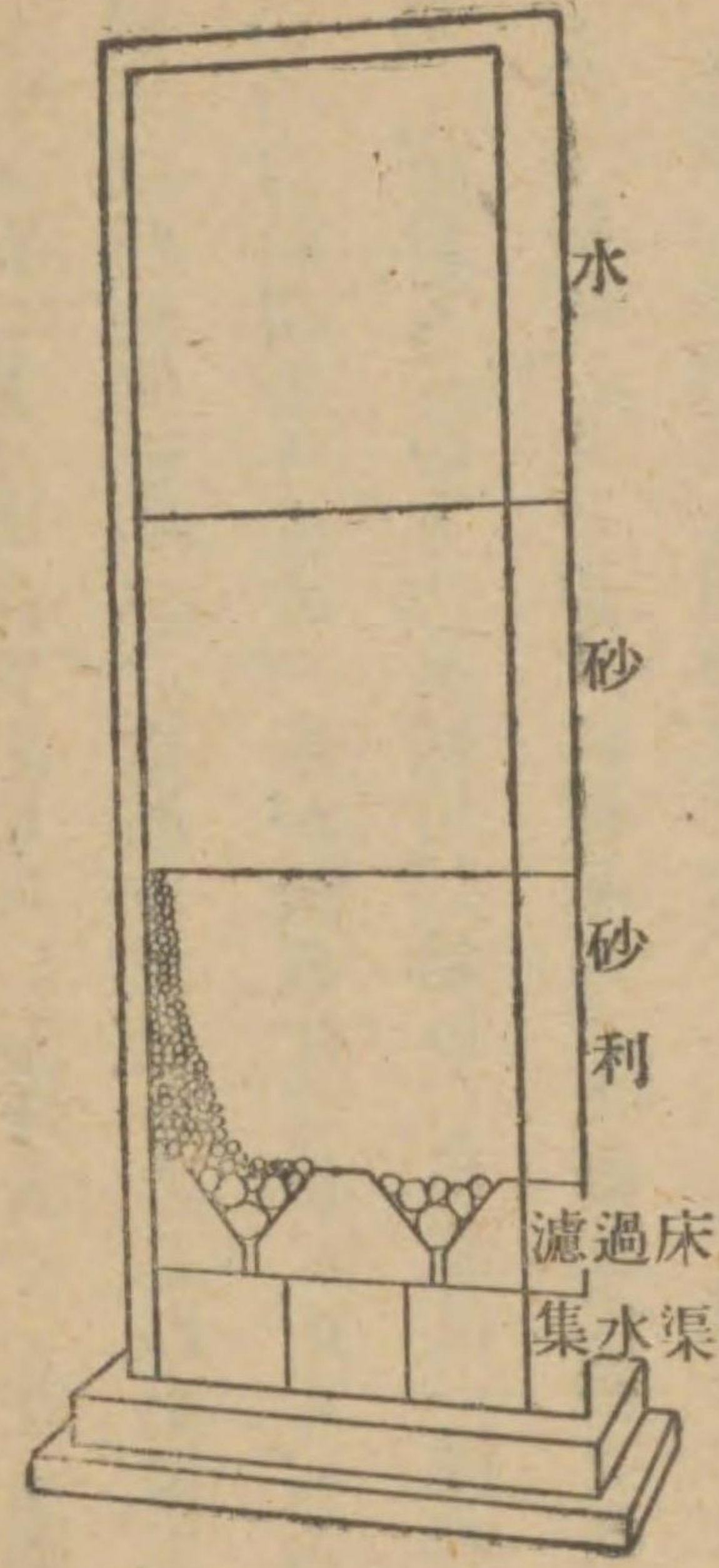
次に急速砂濾過に移りますが、これは一名アメリカ式濾過又は機械濾過ともいひます。それは、もとアメリカで發明され、又機械を餘計に使ふ所から、この名があるのです。前にお話した緩速砂濾過は、今から七〇年位前からアメリカにも用ひられ始めましたが、その後二〇年位は餘り普及しませんでした。それはアメリカの國情に適合しなかつたからであります。即ち緩速砂濾過によつて大量の水を濾すには、大面積を必要としますが、アメリカは水を甚だしく濫費しますし、又非常に濁つた水は、濾過しても奇麗にはならないのに、アメリカの水源は一般によくはないといつたやうな、色色な困難があります。こんな理由から考へ出されたのが、急速砂濾過であります。本法も、最初は製紙工場で紙質を損はない水を得る爲に、急速度で水を濾過したのが起りですが、これによると浮游質は除き得ても、細かい粘土や細菌は除かれなかつたのです。所が前にお話したやうな藥品沈澱を豫備手段として行つた水を、急速度に濾過

しますと、非常な好結果が得られたのです。その後貴重な實驗的研究が度々行はれまして、本法の基礎も確實となり、ヨーロッパにも逆に輸入されるやうになりました。我國では明治四十一年、京都市で始めてこれを採用しましたが、その後は餘り普及しなかつたのであります。所が最近になつてから、六大都市を始め、比較的小都市に至る迄、争つてこの方法を採用し始め、現在は一種の流行の觀を呈してをります。

この方法は、先づ原水に藥品による凝集沈澱を施し、その上澄水を導いて、一日一二〇米位の急速度で濾過を行はせますと、細菌と濁りと色とがよく除かれます。特に濁りと色とは、緩速砂濾過より遙かによくとれます。この作用は矢張り砂表面に生じた濾過膜によるものと説明されてをりますが、前記のやうに本法は藥品沈澱を豫備處理として、始めてその機能を發揮するものであつて、單獨のものではありません。従つて、その濾過膜も凝塊の堆積でありまして、その作用も物理化學的のものであります。こゝに注意すべきことは、後に來る細菌や浮游質が矢張り既に凝集されてあることが必要で、もしこの時普通の水を送つたのでは、急速砂濾過の効果は發揮されな

いのです。

その設備としては、薬品沈殿のことは既記しましたから、こゝに繰返しません。急速砂濾過を行ふには、矩形又は圓形の濾過槽を作ります。急速では、緩速に比べて小形になりますので、池といはず槽といつてをります。濾材としては、緩速砂濾過より少し粗い砂を用ひ、補助材は大體同じやうなものを使ひます。厚さも大體似たやうなものです。槽底には集水管を設けますが、これは實は砂洗滌の目的を兼ねてゐるの



第 12 圖

急速砂濾過槽断面模型圖

す。これをホイラー式といひますが、その他色々の型があります。その目的は、濾過

です。その爲には、第十二圖に示すやうに、角錐を倒さにしてその内に大小の球を入れ、角錐の頂點を集水管に取付けた構造がありま

に際しては濾材や補助材が混入しない様に濾過した水だけを集めるにあるのですが、砂洗滌の際には、下から噴出する洗滌水を一樣に分布させて、噴水作用の起るのを防ぐにあります。洗滌方法としては、水を逆送する前に、壓搾空気を送つて砂層を弛めるものや、水の逆送と同時に器械的に攪拌するもの等があり、従つて槽底構造としても、色々あるのですが、他は省略することにします。

急速砂濾過は、一定の濾過速度を維持する爲に、濾過水頭を増大すること、併し一定限度に達すると濾過を中止せねばならぬことは、緩速の場合と同様であります。唯兩者の相違點は、濾過水頭の限度であつて、緩速では砂面より下に濾水面を下げることを許しませんが、急速では濾水面を遙かに低下して、濾過水頭を三—四米位迄にします。それでも濾水量が得られなくなると、濾過を停止して、上記の方法で砂洗滌に移ります。砂が奇麗になつたかどうかは、洗滌水の濁りの程度で大體は分りますが、時間にすれば五分—一〇分位で充分です。次に原水を送つて濾過を再開しますが、この場合數十分位で濾過効力が發現します。尚、濾過槽を作つて始めて濾過を行ふ場合

も、同様に短時間で効力が現れるものです。

急速砂濾過のお話は、まだ色々残つてをりますが、一名器械濾過といはれる位に器械を餘計使ひ、作業もこみ入つてゐますので、簡単に説明が出来ず、又分り難くなりますから、この位でやめておきます。本法は、歴史が浅い爲か、未だ色々残された問題があります。又實驗もアメリカで少しやつた位のもので、その數は緩速砂濾過に比べると遙かに少いやうです。今後解決すべき問題の一つをお話しますと、砂の洗滌方法であります。洗滌の目的とする所は、汚物を完全に流し去り、然も砂を流し去らないことでもあります。これは砂の表面に汚物が附着することもあり、仲々難しいので、又砂と砂利の境が亂れたり、汚物が砂層深く沈んだりすることがあります。汚物が集つて塊となつたのを泥球といひますが、これが生ずると、始め砂表面にあつたものが次第に沈んで、砂と砂利との境に達します。汚物が砂の中に溜るのですから、それが本法の一大缺點とされてをります。これ等の點を考へて、どの洗滌方法が一番よいかといひますと、實は私も實驗をやつてみました。結局理想的方法は分らない

のであります。その他豫備處理である藥品沈澱に關しても、分らないことが澤山あるのです。例へば藥品量をどうして決定したらよいか、又藥品沈澱の程度をどの位にして、次の急速砂濾過の方に水を移したらよいか等々のことも、實は未だ分つてゐないのです。こんな工合に急速砂濾過は、尙將來に解決さるべき幾多の點をもつ未完成品だといつてよいものです。

次に緩速と急速との長所短所を比較して見ませう。先づ急速の方が有利な場合をあげてみますと、

1. 原水が甚だしく濁つてゐるか、色がついてゐる場合には、急速でないとき、水がきれいになりません。それだからといつて、淨水作用に於て、急速の方が緩速に優るとはいへないのであつて、逆にいへば、大體そんな汚い水を原水にすることが、既に間違だとも考へられるのです。併し兎に角汚い原水より他に見つからない時は、急速を用ひた方が結果は宜しいやうです。

2. 原水が鐵を含んる時は、急速といふよりも、その豫備處理の藥品沈澱で幾分

除くことが出来ます。又藻類が発生し易い場合には、濾過層が速かに塞がつて了ひますが、その時は急速の方が簡単に洗滌が出来ますから都合がよいし、又藥品沈澱でも、これを幾分除くことが出来ます。

3. 土地面積の小なる場合には、急速の方が濾過面積が小ですみますから、都合がよいのです。又濾過用砂や砂利が得られにくい地方でも、その分量が少くてすみますから、急速の方が便利です。

4. 寒い地方で冬凍結の虞れがある時は、急速は全體として屋内に装置し、且つ暖房等も設けることが出来ますから好都合です。尤も緩速でも蓋を設けることは出来ませんが、その面積が大ですから、非常に困難です。

5. 防空の見地から見ますと、急速は全體として屋内に設置出来ますから、發見されにくくなります。

これに反して急速の缺點としては、次のやうなものがあげられてをります。

1. 濾水水質が劣るともいわれますが、これは又作業の良否にも関係します。兎に

角作業が非常に難しく、間違を起し易いことは確です。

2. 最初の建設費は安いのですが、經常費は藥品費や動力費にかゝりますから、高價なものになります。併しこの點は兩費用を合計して比較してみないと、何れが安いともいはれませんし、又場合場合によつて違つて來ます。

我國では、元來緩速が多く用ひられてゐましたが、近來は急速が増して來て、大都市だけではなく小都市迄も急速を採用しようとしてゐる有様です。併し作用の確實なこと、作業の簡單なること等よりして、緩速の方が安全な方法であることは、斷言して差支ありません。

(三) 殺菌 今迄お話しした沈澱と濾過とによつて、大體安全な水が得られますが、尙萬全を期する意味に於ては、これを殺菌するに越したことはありません。殺菌とは水中の細菌を悉く殺すことで、又滅菌ともいひます。これとよく似た言葉に消毒といふのがありますが、この方は毒、即ちこの場合は病原菌を殺すことであります。従つて消毒は殺菌の中に含まれ、少し意味が違ふのですが、よく混同して使はれます。水の

場合は消毒でも充分なのですが、實際は殺菌に近い所迄行はれてをります。

現在廣く行はれてゐる殺菌法は、液體鹽素を用ひてをりますが、以前には漂白粉を用ひた時代があります。この漂白粉は、今でも井戸水の殺菌などには、使はれてをります。

液體鹽素を用ひる場合、殺菌が鹽素の如何なる作用によるかといふことは、實は餘りはつきり分つてゐないのです。又漂白粉の作用も、結局その中に含まれる鹽素に歸すべきものであるといはれてをりますが、これにも實は異論があります。簡単に説明しますと、鹽素が水と化學變化を起した結果新に生じたものが殺菌作用を表すといふ説と、鹽素そのものが働くといふ説と兩説があるのです。

この殺菌作用は、必ずしもすべての細菌に一樣に働くわけではなく、多少選擇的であります。特に大腸菌系統のもの、即ち消化器系統の傳染病原菌には有効に働くものでありまして、これが即ち水の殺菌に鹽素が用ひられる理由であります。

殺菌に要する鹽素の量は、水の百萬分の一よりも少くてよいのであつて、少しその

量が多くなると、不愉快な臭味が水に生じ、特に水を熱しますと、その臭味が一層強くなります。併し沈澱濾過を経た水であれば、臭味を生じない位の微量で充分に殺菌の目的を達することが出来ます。

その他にオゾンや紫外線も、殺菌に使はれたことがありますが、現在では殆んど用ひられません。何れも高價であります。オゾンは酸素に變つて水に加はり、紫外線の如きは何等雜物が加はらぬといふ長所があります。併しオゾンに對しては、その殺菌効果に疑問を抱く人もあります。

以上が普通淨水法ですが、第八表に淨水法による効果を示す爲に、水質試験成績の一例を掲げます。本表の水質試験は、水道協會協定の方法によつてをりますから、前にお話した常水試験方法と少し違つてをりますが、これによつて大體想像がつかませう。次に特殊淨水法をお話します。

生物除去には、植物性生物に對しては硫酸銅を、動物性生物に對しては鹽素を使ひます。硫酸銅は貯水池で加へますが、その方法は、硫酸銅を入れた袋か籠を、舟で曳

第8表 各種上水水質試験成績表

	原水	沈澱池水	濾水	給水栓水
氣 (°C) 温	17.3	17.3	17.3	16.7
水 (°C) 温	14.5	14.4	14.4	17.8
濁 度 (°)	3.2	9.0	0	0
色 度 (°)	0.4	0.1	0	0
臭 味	異臭味なし	同 左	同 左	同 左
反 應	微弱アルカリ性乃至中性	微弱アルカリ性乃至酸性	同 左	同 左
水素イオン濃度 (PH)	7.0	6.9	7.0	7.0
鹽素イオン	1.3	1.3	1.4	1.5
硫酸イオン	痕 跡	同 左	痕跡乃至少量	痕 跡
硝酸性窒素	不検出乃至痕跡	同 左	同 左	同 左
亜硝酸性窒素	不検出	同 左	同 左	同 左
アムモニア性窒素	不検出	同 左	同 左	同 左
過マンガン酸カリ消費量	2.51	1.80	0.76	0.75
總 硬 度 (°)	2.1	2.1	2.1	2.1
蒸 發 殘 渣	106	81	71	71
一般細菌數 /cc	859	399	3	—
				3
遠藤赤變菌數 /cc	4	2	0	—
				0

註 特に斷らざるものはmg/立を示す。

き乍ら水面を漏れなく往復する内に、次第に水中に溶解させるのであります。兎に角大量の水に混ずるのですから、容易な仕事ではありません。併し、これによつて水中の藻類を殺すことが出来ます。藻類は、臭味を出すことが、大きな缺點なのですが、これが硫酸銅に殺されても、時に殘骸が臭味を出すことがあります。併し時間が経てば結局殘骸は沈んで、臭味は消失して了ひます。鹽素の方は、餘り廣く用ひられてをりません。

鐵やマンガンは、水に溶けてゐるのですが、これを不溶解性にすれば、沈澱物として除くことが出来ますし、その他生物の作用を利用して除く方法もあります。鐵は酸化させると不溶解性になりますから、先づ水を曝氣して溶存酸素を増します。その方法として、水を水滴や薄層として空氣と接觸させるか、空氣を氣泡として水中に吹込むかの二法がありますが、上水では専ら前法が行はれます。公園等に見かける噴水は、完全な曝氣であります。上水でも全く同じことを行ふのです。その他、堰や階段や斜面を水の薄層として流下させるもの、粗いコークスや礫の中を、水を滴下させるも

のもあります。第九表及び第十表の小滴落下実験により溶存酸素増加と炭酸ガス減退といふ曝氣効果が分りませう。これ等の何れかの方法を行つた水を、暫く沈澱させておきますと、赤い鐵化合物が沈澱しますから、次に濾過でも行へば、先づ完全に鐵が除かれるといふものです。

マンガンは鐵より除き難いとされてをりますが、それは曝氣を行つても、後の沈澱に時間がかかるからです。そこで、マンガンを除去するには、生物學的方法といふのがあります。それは、マンガンを体内に貯へる生物がありますが、その生物の附着した砂利層を濾過させますと、マンガンを生物にとられて除かれて了ふのです。この際時々洗つて、餘分のマンガンを生物を除いてやります。マンガンを含む水は内地には少いのですが、滿洲方面には相當にありますから、かういふ方法で除去するのです。

次に硬水軟化法は、硬度の種類によつて違ひます。炭酸硬度を除くには、消石灰を加へますと、カルシウムやマグネシウムの重炭酸鹽が炭酸鹽に變つて、今迄溶けてゐたものが沈澱します。所謂毒を以て毒を制するといふやり方で、一寸考へると消石灰

第9表 水滴の落下距離と溶存酸素量

落下距離 (cm)	溶存酸素量 (cm ³ /立)
10	3.15
25	3.50
50	4.01
100	6.80
200	7.38

第10表 水滴の落下時間と溶存炭酸ガス量

落下時間	炭酸ガス量 (mg/立)			
最初	5.0	10.0	25.0	50.0
0.5 秒	4.1	6.9	13.8	23.4
1 〳	3.5	5.3	9.3	14.0
2 〳	3.0	4.1	6.2	8.5
5 〳	2.5	3.0	3.8	4.5
15 〳	2.1	2.1	2.1	2.1

を加へたら一層硬度を増しさうなものですが、實際は溶解質が沈澱するため、上澄水は却つて硬度が減じます。

非炭酸硬度を除くには曹達灰を加へ、又これと一緒に消石灰を加へて沈澱させ

ます。以上の藥品を加へて沈澱させた後、急速砂濾過を行ふと尙よく硬度が減ずるものです。

その他、ゼオライトやパームチットといふやうな藥品を砂の代りに用ひて、濾過を

行ひ、その間に起る化學的變化により、硬水中のカルシウムやマグネシウムが、藥品中のナトリウムと置換へられて、軟化するといふ方法があります。これは工場用とか家庭用とかいふやうな小規模のものに使はれますが、都市上水道では高價につく爲、餘り用ひられません。

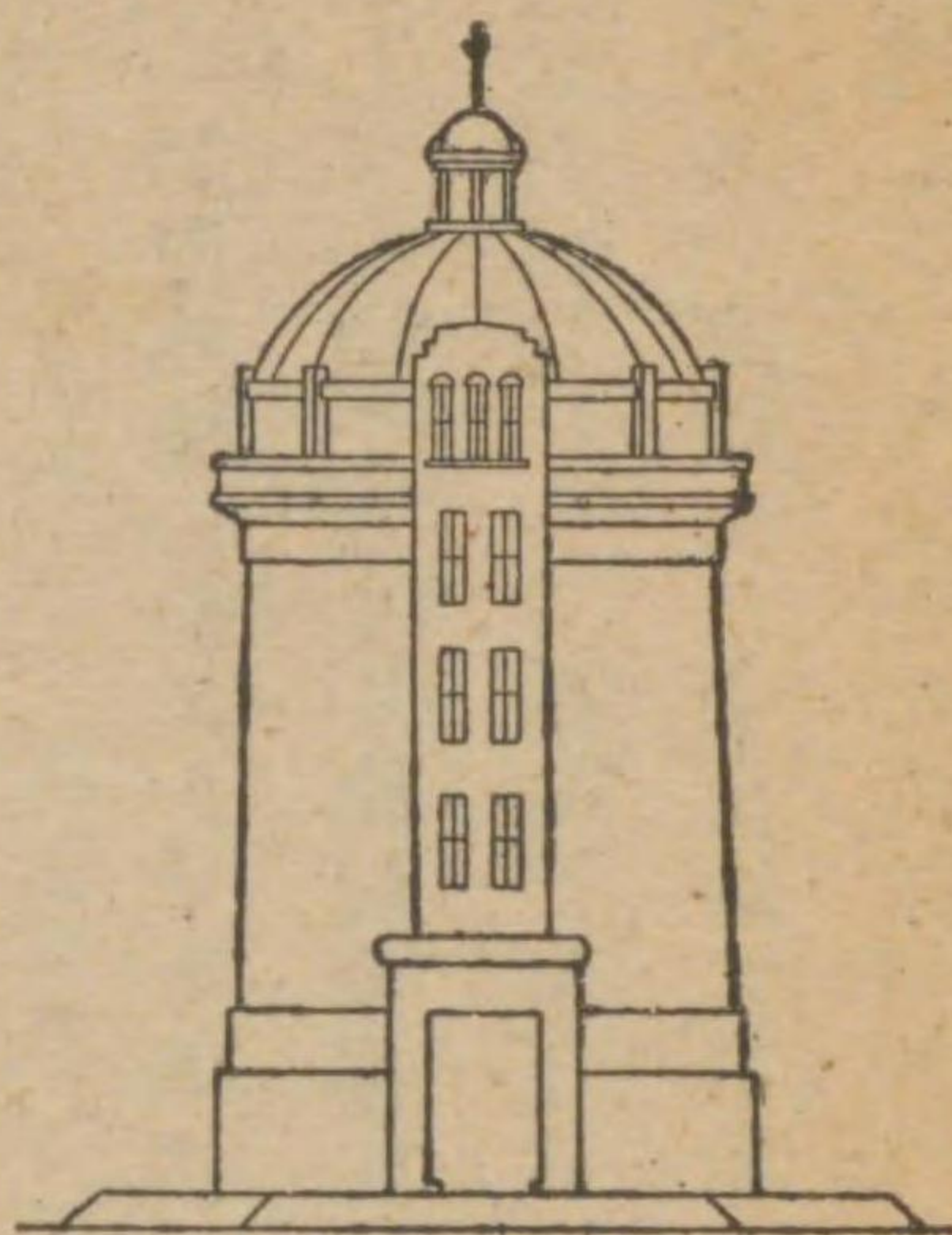
(8) 配水法

以上のやうにして奇麗になつた水を、分配するのが配水法であります。多くの場合配水池に一旦水を導いて、水量を調節し乍ら、次に配水管で壓力下に送りますが、この際はすべて壓送によるのであつて、自然流下では送りません。諸君のお宅で給水栓を開けば直ちに水が出るのは、水を壓送してゐるからであります。もし自然の地形を利用して水を送ることが出来なければ、ポンプを使ひます。それで配水方式としては次のやうな三つに分けることが出来ます。普通は配水池式といふのが一番多く使はれますが、これにも配水池迄水を送るのに、自然の落差を利用するものと、ポンプで揚水するものと二つあります。第三はポンプ直送式で、これは配水池を経ずに、直接ポ

ンプで配水するものであります。

以上三つの方法を比較してみませう。先づ大體上記の順で安全性が低下することが分ります。配水池があれば、たとひ故障が起つても、池に水のある限りは、配水を續けることが出来ます。併し池に水を送るには、ポンプよりも自然の落差を利用する方が確實なわけです。これに反して、ポンプ直送式では、動力の停止即ち斷水といふことになり、その際火事でも起れば、大火になり易い危険があります。ですから、ポンプを用ふる場合は、たとひ配水池式でも、動力源を異なる二系統に求めることが必要であります。

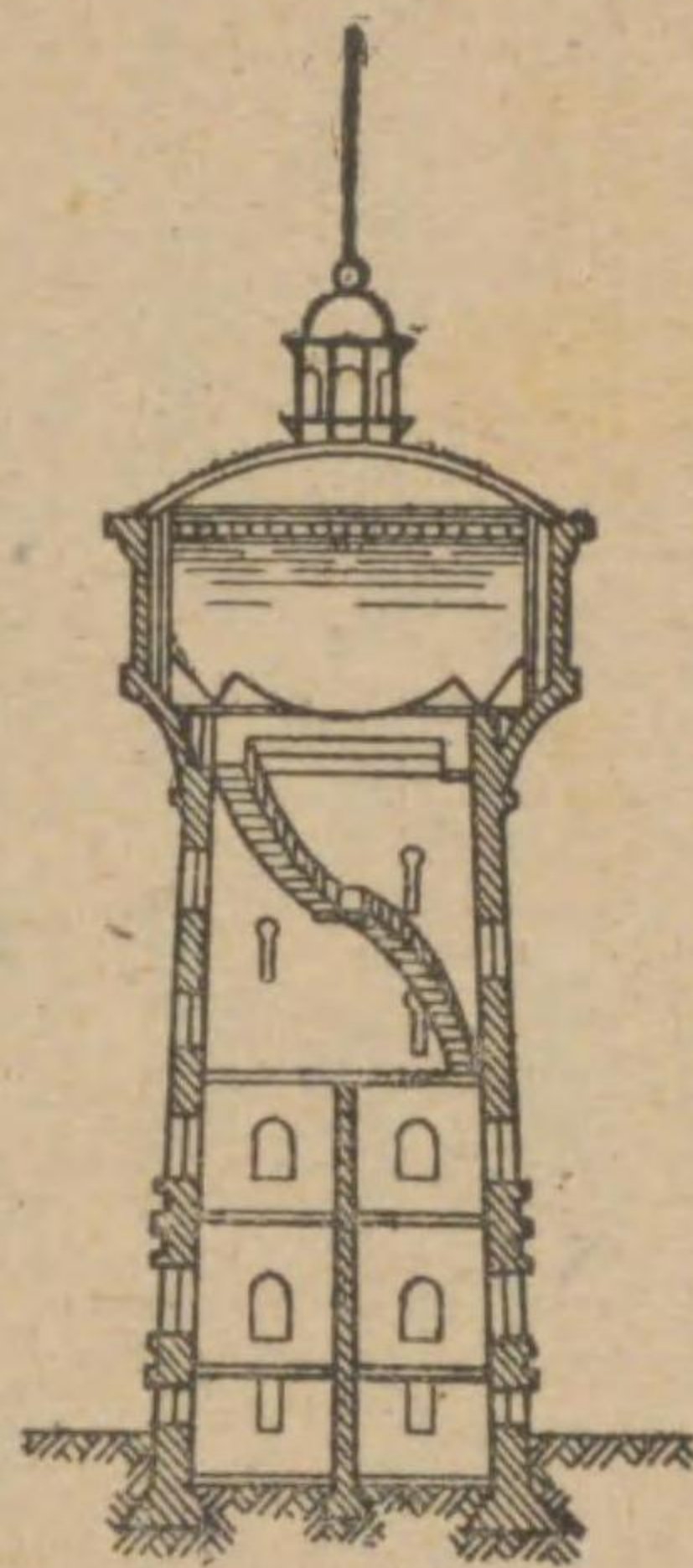
一體配水池の目的とする所は、使用水量に對する調節であります。即ち水の消費は決して一樣でなく、時間的變化が激しいものであります。浄水作業の方は絶えず一樣に行はないと、能率が低下致します。それで消費の少い夜間の餘剰水を貯へて、消費の多い晝間又は火災時に補給する爲に配水池を設けるのであります。所が、これに附隨して、上流側に故障があつた際にも、一定時間は斷水せずに配水出来るといふ利



第13圖 豎管

益が生じます。

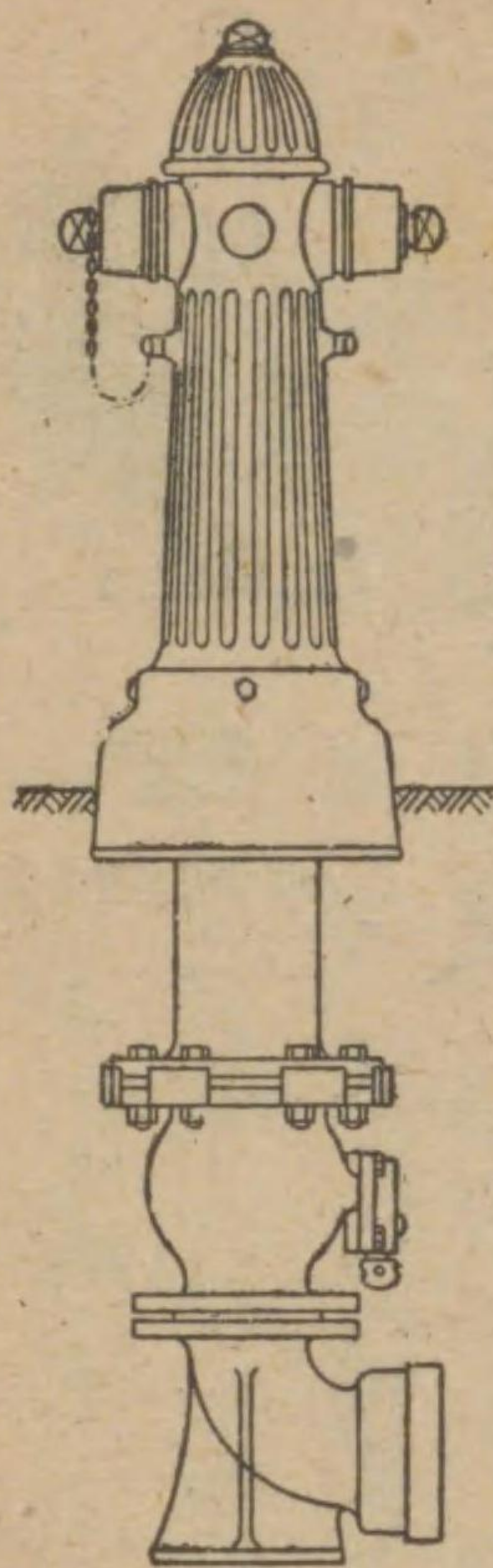
配水池と同じ目的を有するものに、配水塔があります。これは市の附近に高所が得られない時に設けるので、これを更に分けると、豎管（第十三圖参照）と高架水槽（第十四圖参照）になります。



第14圖 高架水槽

横に配置されてをります。尙その附屬設備には、消火栓・各種弁類・人孔等があります。消火栓には、地上式と地下式とありまして、地上式は諸君のお目にとまることも多

いでせうから、御存じのことと思ひます。これは歩道・車道の區別ある所では、その境界の歩道側に地上式を、歩道のない所では、地下式を設けるのが普通であります。尙地下式ではホースを取付ける口の數により、單口と雙口とに分けます。地上式は單口が多いのですが、雙口もあるにはあります。併し消火栓の口數を殖やしたからといつて、必ずしも水が直ちに餘計出るといふわけではなく、その元の配水管の直径が大であり、且つ壓力も相當であるのでなければ、水は出るものではありません。その構造は、市町村當局の設計に俟つこととありますから、こゝではこの位にしておきませう。

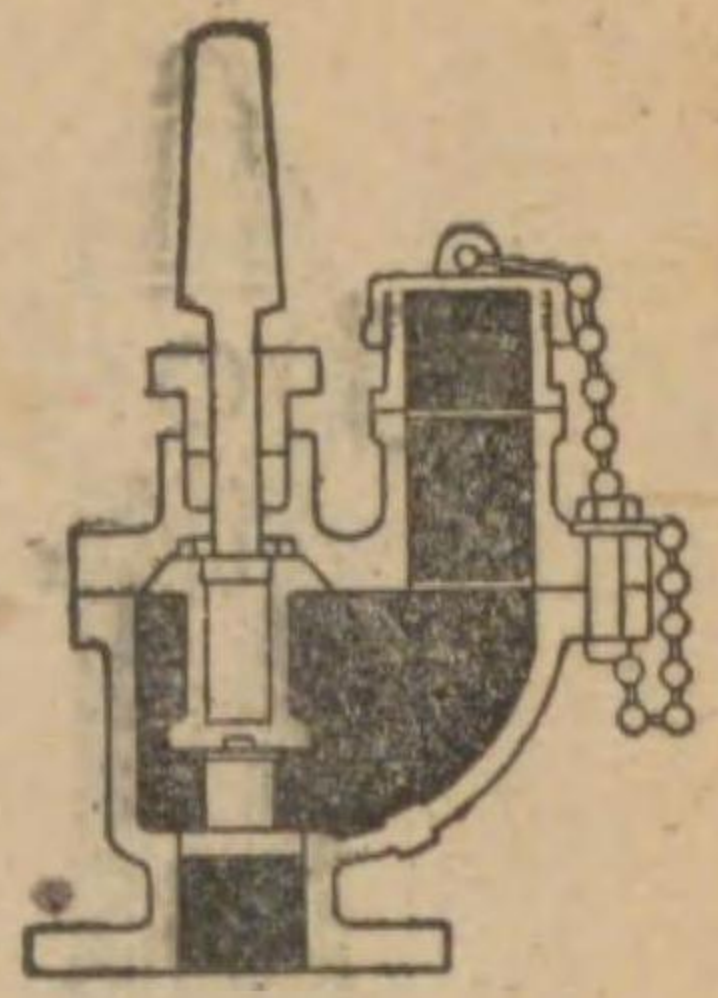


第15圖 地上式消火栓

地上式（第十五圖参照）は萬一の場合、その所在を發見し易く、操作にも便利であります。一方に

於ては交通の支障となり、寒地では凍結する虞れもあります。尤も不凍式消火栓とい

うて、残留水が栓外に出て了ふものもあります。



第16圖

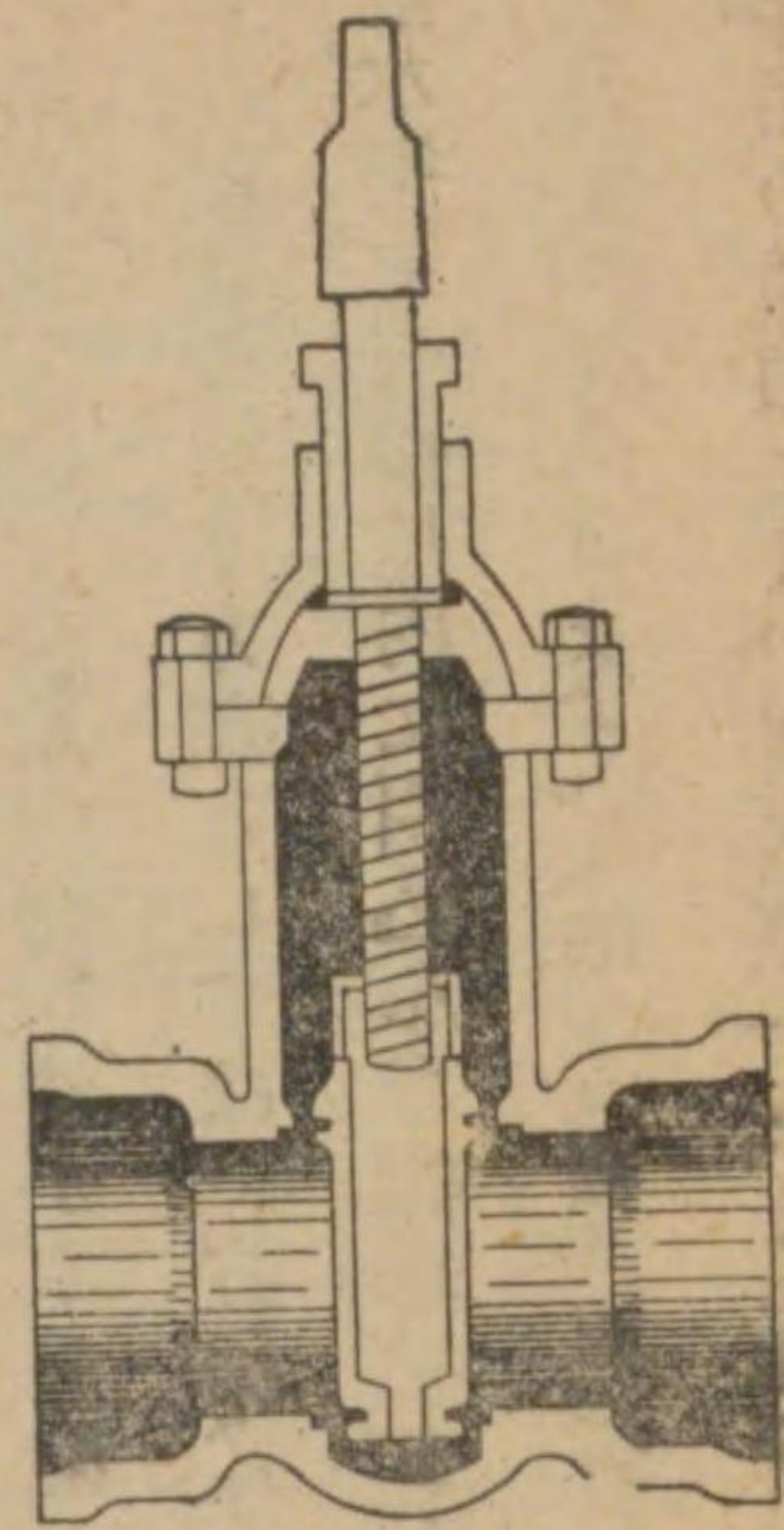
地下式消火栓

地下式(第十六圖参照)は交通の妨害とならず、寒地でも凍結の虞は少いのでありますが、暗夜や雪中では、その所在を發見するのに時間を要し、爲に徒らに消火の機會を失うことがあります。

消火栓には、開閉弁がついてをりますが、これをいざ開かうといふ時に、その回轉方向を誤る爲、矢張り機會を失する虞があるので、これを開く方向を標示することになりました。一寸考へると何だか滑稽のやうにも思はれますが、實際は仲々間違ひが多いのであります。

消火栓は消火の目的以外に、撒水の爲や不用水の放出の爲にも使はれますが、勿論その使用は、個人に任すべきものではありません。又斷水後等に水を満す時は、これから空氣を逃して、排氣弁の代用とすることもあります。

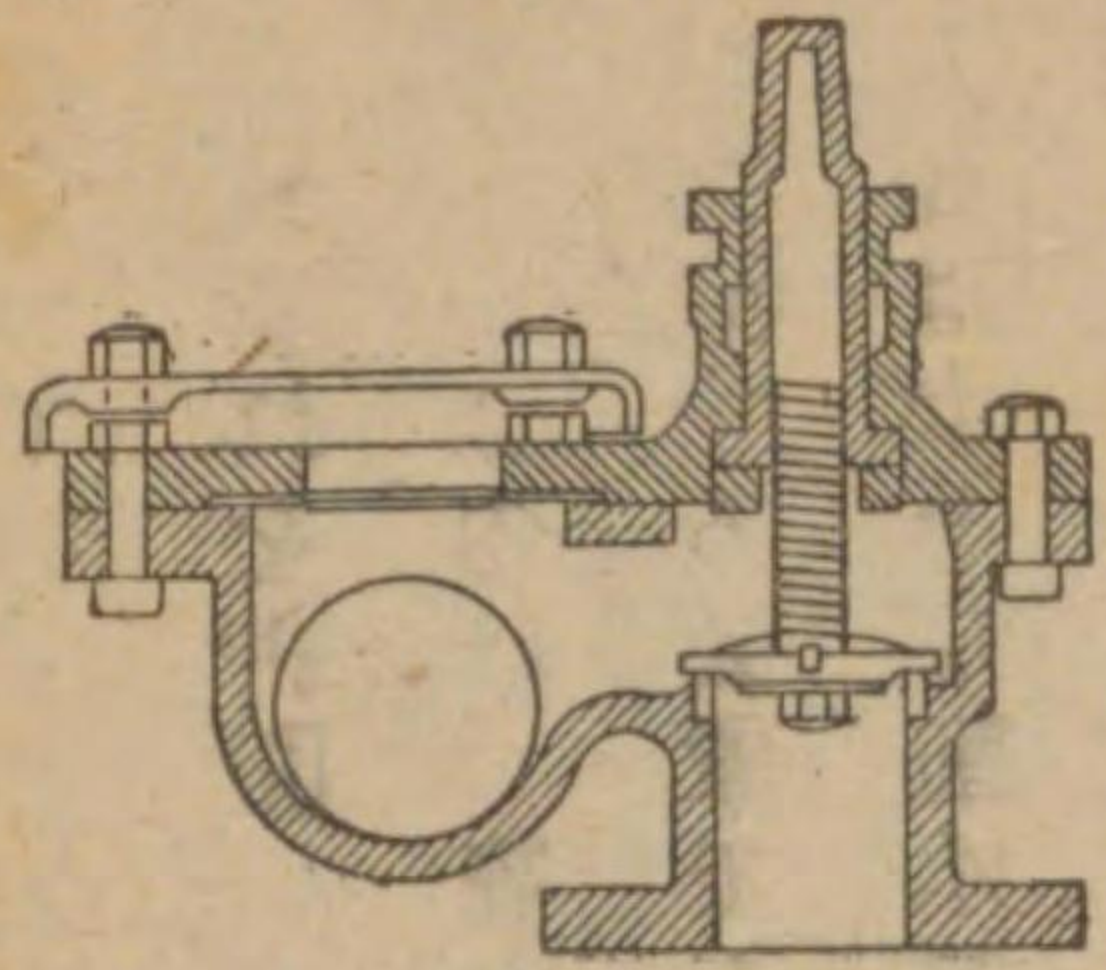
弁類の種類には、制水弁・排氣弁・排泥弁・安全弁・逆止弁・減壓弁等があります。



第17圖 制水弁

制水弁(第十七圖参照)といふのは、配水管の開閉に用ふる最も普通のもので、修繕の爲に斷水する場合等は、これによつて行ひます。その開閉には、人力によるもの、機械や電氣を用ふるもの

等があります。排氣弁(第十八圖参照)は、前にも述べたやうに、水を充す場合空氣の逃



第18圖 排氣弁

道となり、水を空にする時は空氣の入口となり、常に自動的に作用します。配水管が高い所を通る時は、壓力が下つてそこに空氣が溜り易くなりますから、必ずこの排氣弁を設けます。配水管が橋梁によつて、河川や道路を横斷する時にも、必ず排氣弁が裝置されてゐるのを諸君は氣づかれるでせう。排泥弁は管の底部に設けて、溜つ

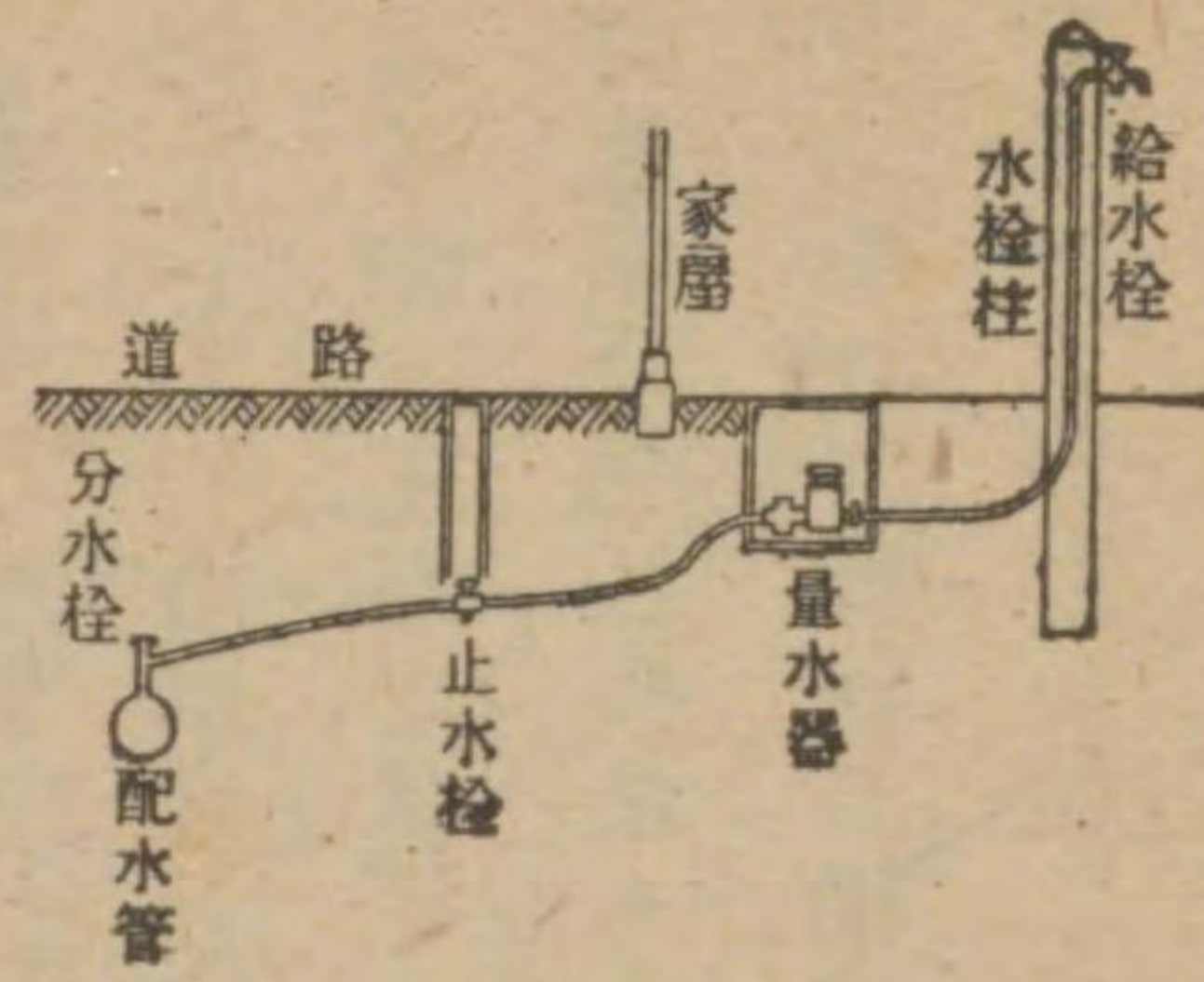
た泥を吐かせる役目を持つてゐます。排水口を兼ねて、新しく通水の際、又管を掃除

の際等に用ひられます。安全弁は、水圧が上昇し過ぎた際に、弁が開いて水が出る装置になつてをります。又逆止弁は、水の逆流を防ぐもので、片開きの弁扉があつて、平常はこれを押開いて水が流れてをりますが、逆流しようとするれば弁が閉ぢます。減壓弁といふのは、管内の水圧が高過ぎる時は破裂等の危険がありますから、これを一定圧迄減する装置であります。

人孔は大きな配水管に設けて、人が出入するものでありますが、その他掃除口を設けて人孔の代用とすることもあります。

(9) 給水法

給水管とは、公設の配水管から分岐して、各戸の給水栓に至る迄の管をいひます。これによる給水方式としては、直結式と高置水槽式とがあります。直結式といふのは給水管を直接屋内に引込んで給水するもので、特に高層建築でない限りは、これで支ないのであります。(第十九圖参照)併し水圧が低い場合や、高層建築で水が揚らない場合は、屋上に水槽を設置し、給水管からポンプで水槽に水を揚げ、これから自然流



第19圖 給水装置断面模型圖

下で給水します。これが即ち、高置水槽式であります。

給水管は、以前鉛管が普通でしたが、近來は銅管が使はれ始めました。この兩金屬は、何れも大量に人體に攝取されると、中毒を起すものであります。給水管を通る水によつて中毒することは、殆んどありません。併し豫防の意味で、早朝第一に使ふ給水管内の湛水は、これを飲用に供せず、雑用とすることを、一般消費者におす

すめ致したのであります。

尙給水管の附屬設備としては、分水栓・止水栓・量水器・給水栓・水洗装置・公共水栓等があります。

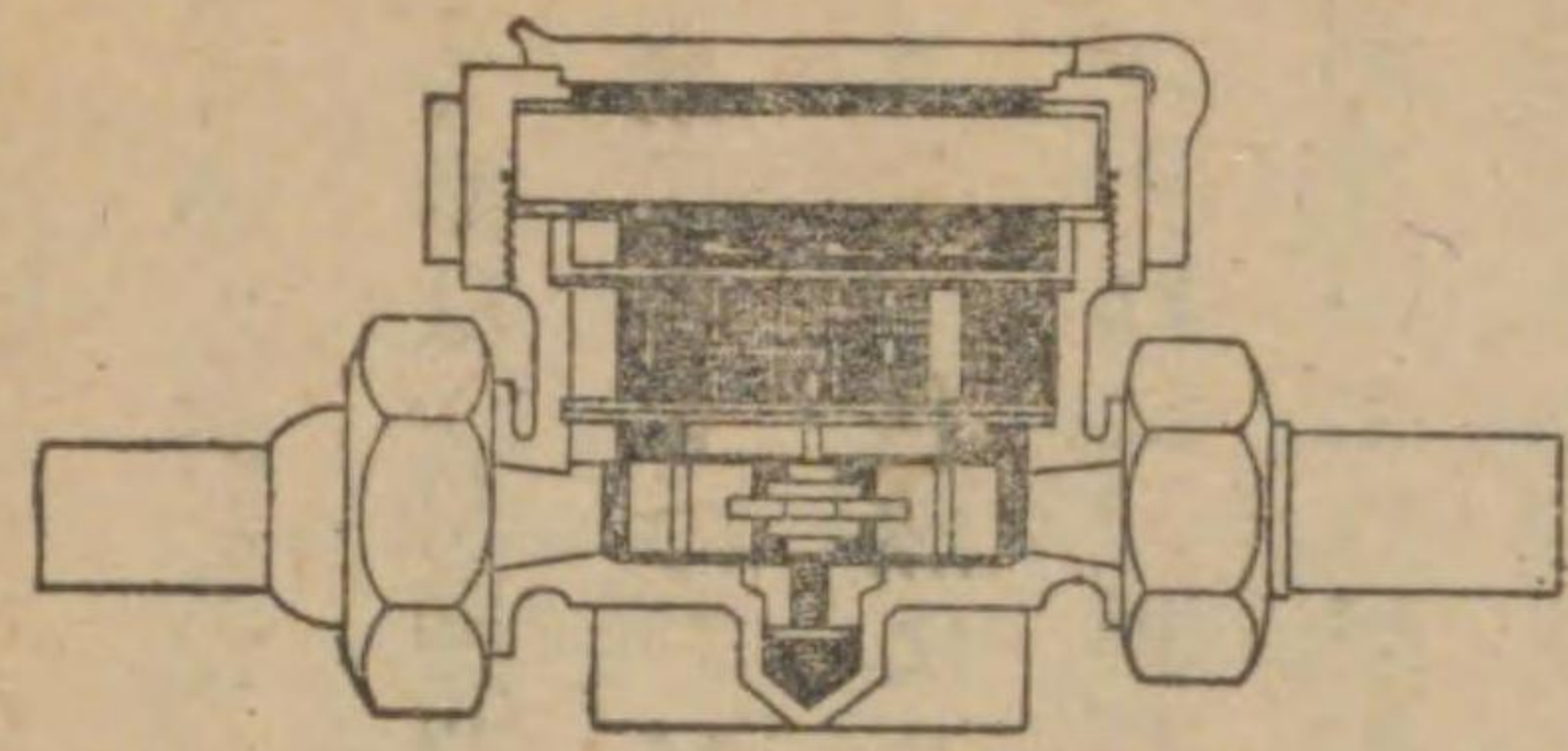
分水栓とは、配水管から給水管を分岐する時取付ける栓で、止水栓とは、給水管の各戸に到る途中に設け、故障修繕の際断水する場合、その他給水停止の際に使用します。これは、管内に設け、上に蓋があります。

量水器は、普通メーターといはれ、水量を正確に計るものです。大別して直接式と間接式とに分けます。直接式といふのは、水の容積を直接計るので、即ち水が一杯になると、これを室外に排出する装置の計量室があつて、この作用が齒車によつて目盛の施された指針盤に傳はり、通水量を示すものであります。この特徴は、正確といふ點にあります。その構造が複雑で、古くなると誤差が大きくなるといふ缺點があります。現在我國では次第に用ひられなくなつて來ました。間接式は、翼車が水の流速によつて廻轉し、その廻轉數が指針盤上に傳はり、通水量を示すのですが、この原理として、通水量と翼車の廻轉數とが一定の比をなすといふ假定があります。この假定は餘り正確ではないのですが、近來はこの種量水器が専ら使はれてをります。

又他の分類法によると、乾式と濕式とに分れます。乾式といふのは、水が計量室外に出ないので、濕式は水が指針盤の所迄來るものであります。乾式では、水蒸氣が指針盤に表れて曇の爲に見難いことがありますし、濕式では、嚴寒の際凍結して硝子を壞すことがあります。何れも一利一害を免れません。併し構造からいふと、濕式の方

が簡單であり、耐久性にも富むので、近來は濕式に統一せられようとしてをります。翼車型濕式單匣量水器を、第二〇圖に掲げておきます。單匣に對して複匣といふのは翼車の部分が内外二重匣よりなる型をいひます。

給水栓といふのは、栓をひねつて水を出す装置で、各家庭にありますから、よく御



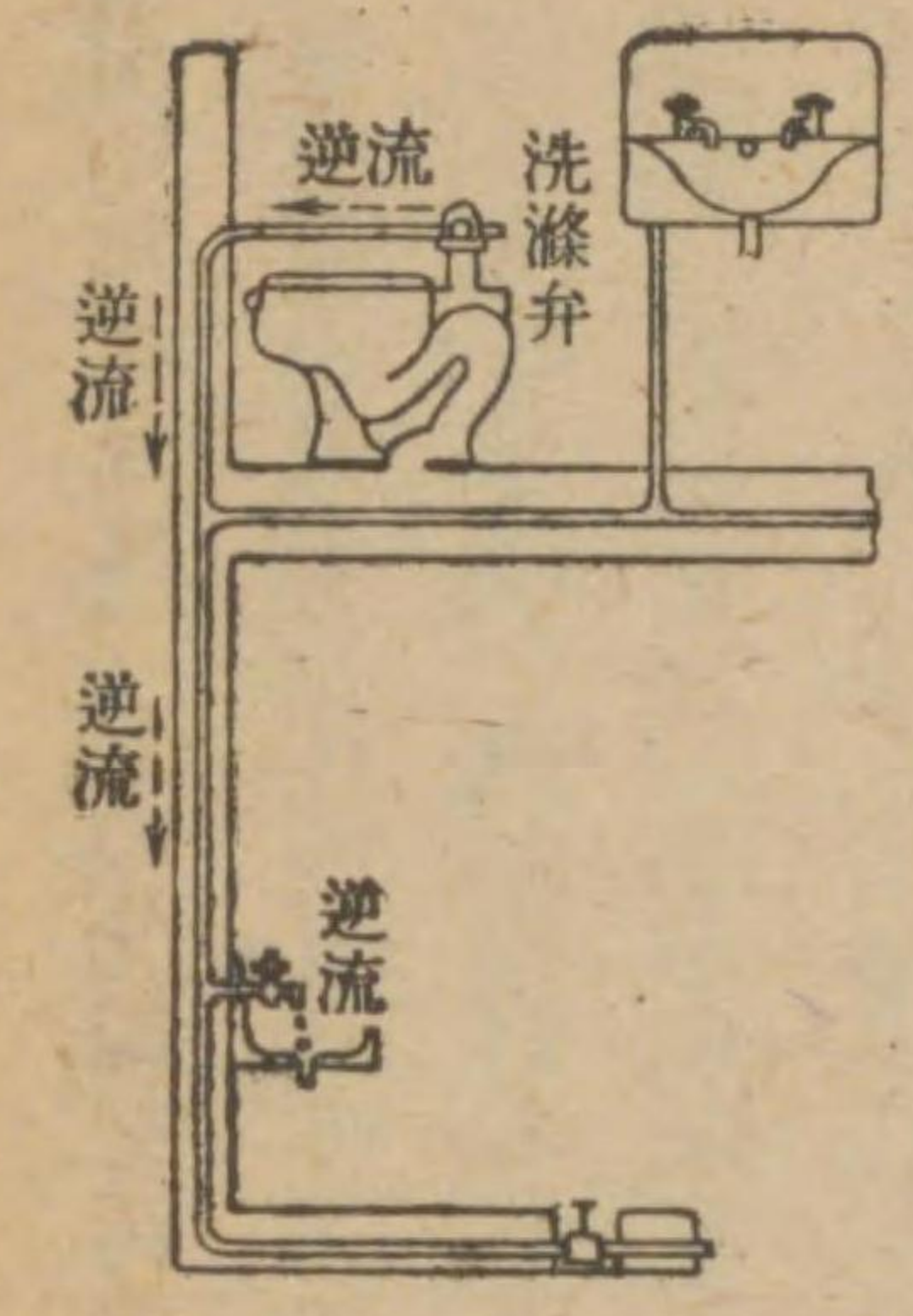
第20圖 翼車型濕式單匣量水器

存知のことと思ひます。これにも種類が五〇―六〇種もありますが、別に大した相違はありません。材料は眞鍮製ニッケル鍍金が普通ですが、近來はベークライト・フェノール樹脂等の代用品も出來てをります。給水栓に一番多い故障は、栓をいくら堅く締めても、水が完全にとまらないといふことでせう。これは中の詰めゴム又は革が磨耗した爲ですから、その取換へをやらない限り、餘り強く栓を締めたりすることは、却つて破損のもとになります。寒地では不凍式給水栓を

使ひますが、これには二種類ありまして、保温装置によつて水の凍結を防ぐものと、

地上部分の給水管を空にするものがあります。

水洗装置といふのは、水洗便所に使ふもので、洗滌弁によるものと、洗滌水槽によるものがあります。洗滌弁によるものは、弁を開いてゐる時だけ水が出ますが、止まる時は、自動的に閉ぢるものもあります。洗滌水槽も水が溜ると自動式に洗ふものと、手動式のものがあります。水槽が空になると、水が流れ込みますが、一定水位に達すると、自然に止まります。水槽の方が一般に水が餘計要りませんが、この方が安全です。それは、便器の構造にもよりますが、萬一便器が詰まつて内容が充満した際に、洗滌弁の水口がその中に没してゐて逆流が起ると、汚れが吸ひ込まれることになりま

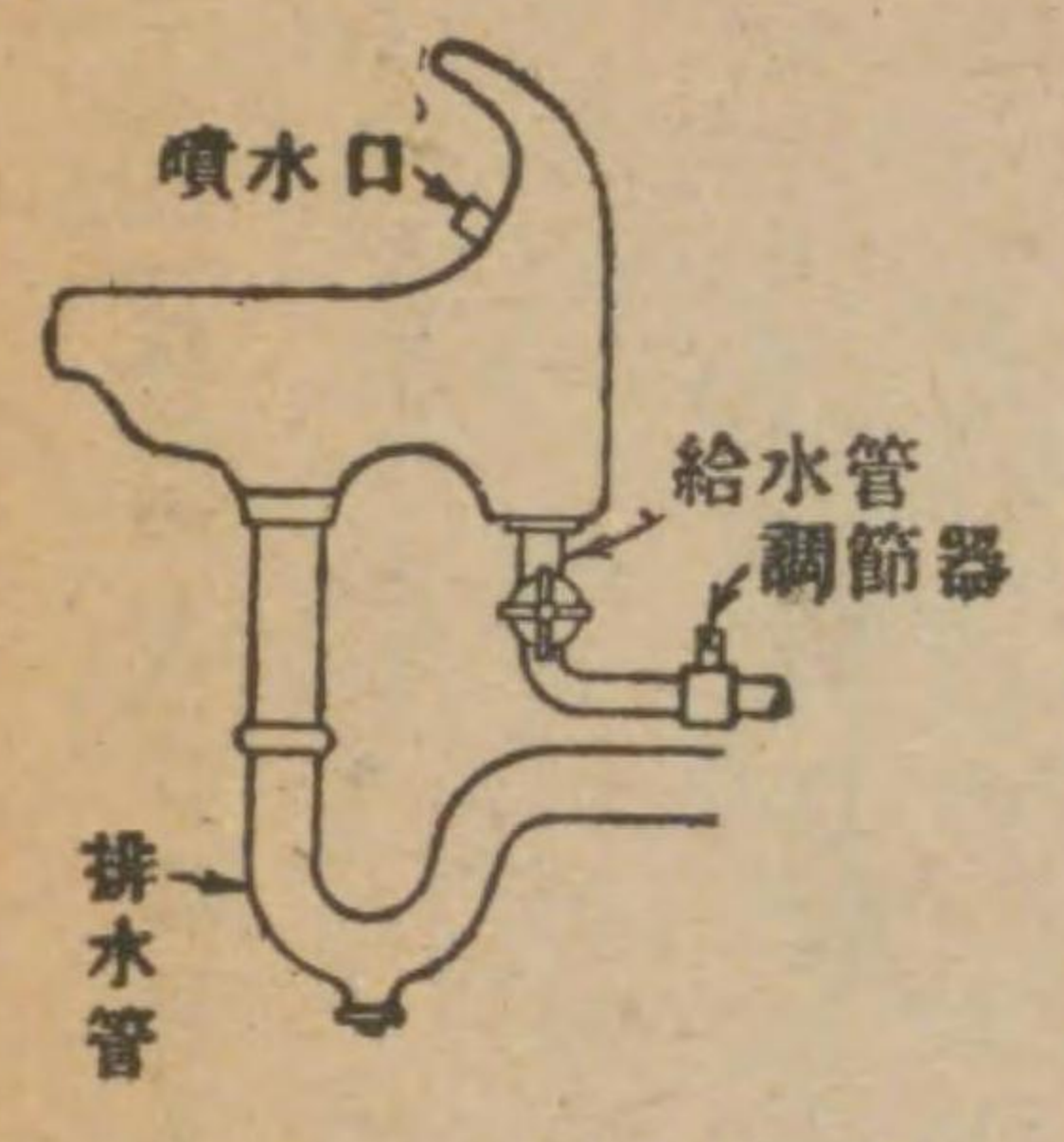


第21圖 洗滌弁よりの逆流

す。逆流が起ることは決して絶無ではなく、高所で給水管の内圧が低いとか、断水の爲壓力が下つた場合等には、吸引作用により、點線で示した逆流が起ります。(第二十一圖参照) 之と同様の關係で、給水栓からゴム管等で水

を引いた場合に、その先端を汚水の中に放置してはいけません。實際汚物が吸引されて傳染病の發生した例がありますから、公衆道徳上是非注意して欲しいと思ひます。

公共水栓は、公園や停車場等に備へて、公衆の飲料に供するものであります。これには、絶えず水の出てゐるものと、栓を開いて水を出すものがあります。前者は勿論水が浪費されますから、水が充分過ぎる水道でなければ設けません。後者では、栓を開くのには手でするものよりは、足で踏んで開くものの方が、より衛生的であります。實はすべての給水栓が、手を使ふものを止めて、足によるものにする方が理想ですが、今日仲々行はれてをりません。併し、少くとも手洗用の給水栓だけでも、この



第22圖 衛生的公共水栓

方法によりたいものであります。次に水の出る方向ですが、これには上方に向ふのが多いやうであります。併しこれは一旦口に觸れた水が栓に戻りますから、面白くありません。寧ろ水が斜上に向つて出、その水が再び栓に觸れずに流れ去る様にするのがよいのです。

(第二十二圖参照)水呑栓を手洗に代用する人等がありますが、これはなるべく避けたい方がよいと思ひます。

第七章 家庭用浄水法

水の衛生としては、家庭用浄水法が一番大切なことであらう。即ち多少危険な水も、家庭で簡単に浄水法を行つて、安全な水となし得るならば、水の衛生はこゝに完成するわけでありませう。併しどんな不潔な水でも、必ずこれを浄化し得るかといへば、これは都市上水道と雖も不可能なことでありませう。まして、家庭用浄水法は、素人が行ふ關係上、一層不完全に陥り勝ちであります。その爲には、先づ第一に飲料水として用ひ得る水か否かを判断せねばなりません。それには、肉眼で見て、濁りや色の強い水は、一般に宜しくありませんが、無色透明であるからといつて、必ずしも安心は出来ませう。その判断は、結局専門家の現場検査と水質検査とに俟たねばなりません。

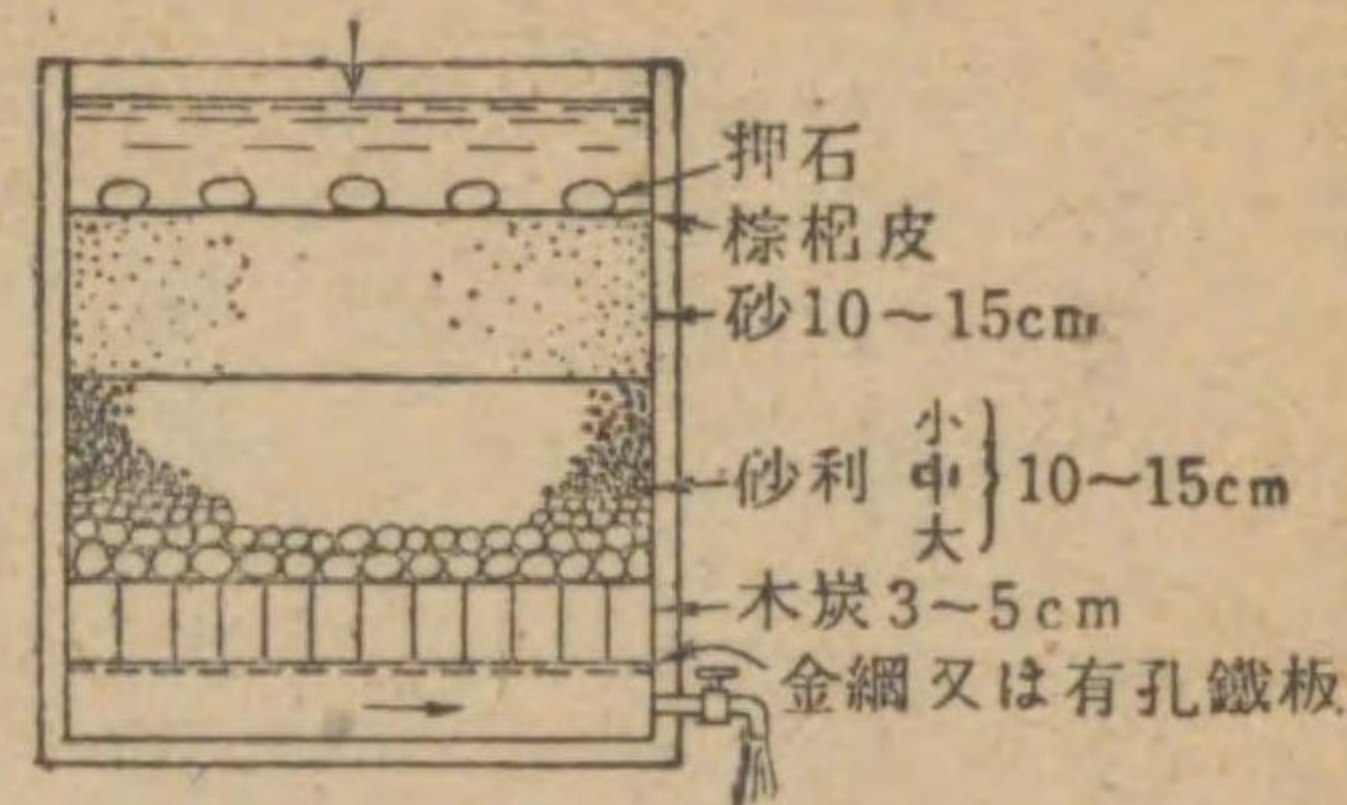
せんが、以上お話しして来たことをよく理解して頂いたならば、諸君にも或程度の想像はつくであらう。唯水質検査には、多少の専門知識が必要であります。

浄水法の原理としては、都市上水道に於けると共通なものが多く、單に規模の大小が異なるだけのものもありますが、又全く別箇なものもあります。その何れにせよ、煮沸以外には、素人で簡便に行ひ得る完全浄水法といふものがない事は、遺憾乍らこれを認めないわけにいきません。

一、濾過

飲料適否の判定にあつて、よく濾過適といふ判定が下されることがありますが、その際の濾過方法を、如何にすべきかに迷ふ人があります。それは全く無理のない話で、さういふ時は、濾過方法迄指導して欲しいものです。こゝに、その濾過装置に就て簡単にお話しませう。それには、砂による濾過を行ひますが、容器としては、桶や樽を使ひ、その中に下から木炭・砂利・砂の順に入れます。砂利・砂は、下から上に

向つて細とし、下には金網・有孔鐵板等、上には棕梠皮と押石等を使つて境とし



第23圖 家庭用濾過槽

があるのです。即ち機械的に濁りや色が除かれるだけでは、安心して飲料に供し得ないわけであり、又時には逆に、却つて細菌が増すことさへあります。それは、餘り汚れた濾過槽を掃除せずに、そのまま無理して使つてゐる時に起ることです。砂層が汚れたことは、水が出にくくなつたり、濁りを生じたりするので分りますから、その時は中の砂その他を取出し、一旦洗つてから又戻しておきます。兎に角家庭用濾

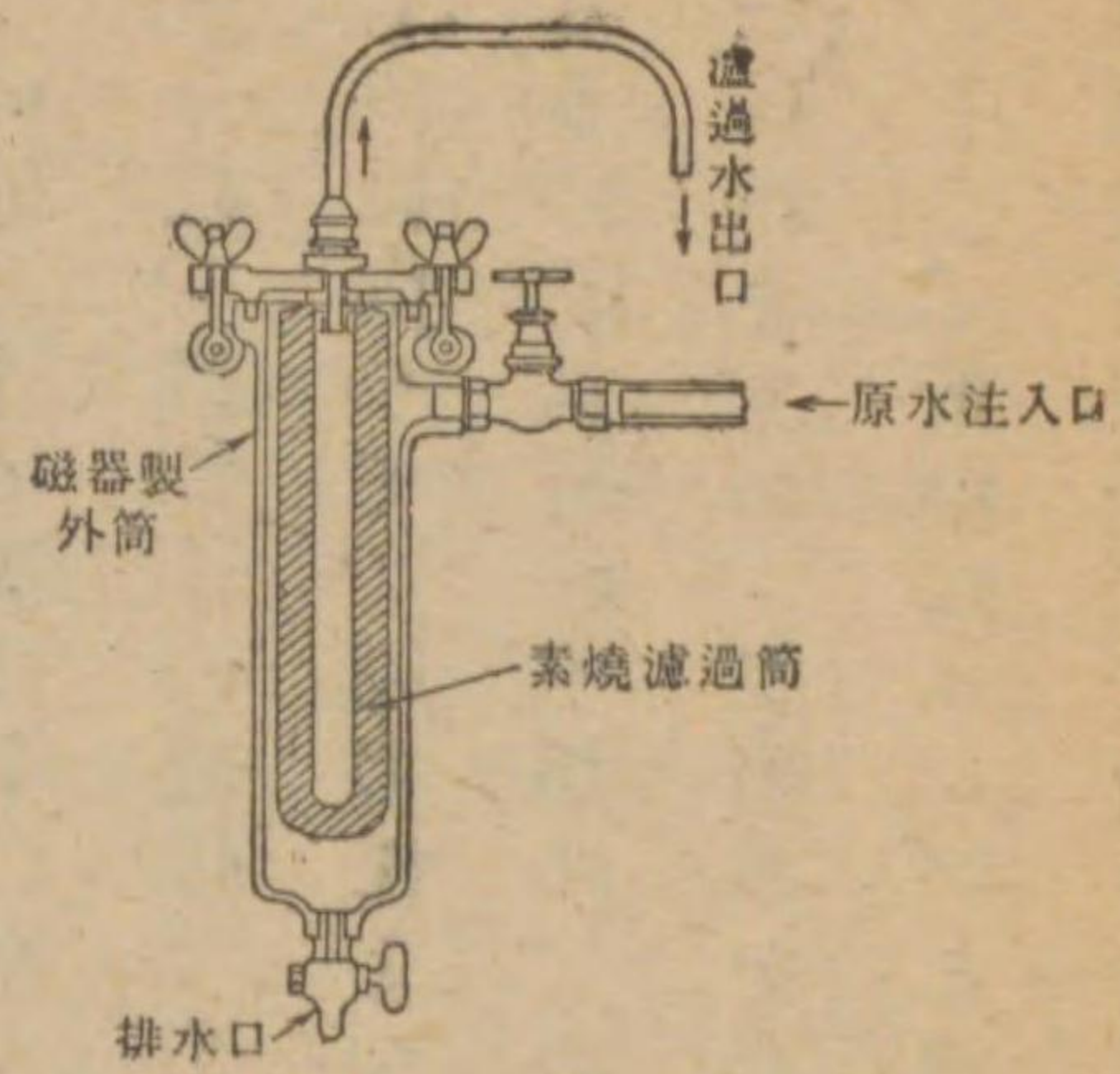
す。第二三圖に掲げたのは、その一例です。尚、下端には横に水の出口を設けます。使用法は水を上から注いで、下の出口から出る水を受けて用ひるのです。これは、都市上水道の砂濾過とよく似てをりますが、唯違ふ所は、濾過速度が一定しないこと、上から水を投げ込む爲に、濾過膜がたとひ出来ても破れて了ふこととあります。従つて、出た水は透明であつても、肝腎な細菌がうまく除かれないこと

過を過信しますと、却つて不測の災を受けることがありますから、注意しなければなりません。

鐵分を含む水であれば、汲上げてから暫く放置しておきますと、鐵が酸化されて、水が赤くなり、沈澱します。これを濾過しますと、大體完全に鐵分を除くことが出来るのです。尚放置しておくだけでなく、水を掻きまはして空氣とよく接觸させてやると、酸素が餘計溶け込みますから、沈澱が早く起ります。

この他、よく素焼製の色々な型式の濾過器が賣出されてをりますが、濾過の行はれる部分は、圓筒形の素焼でありますから、家庭用濾過筒といひます。これは、水が外から内に向つて、壓力によつて濾過されるのです。この濾過筒には大小種々あつて、大なるは非常時給水用に、小なるは家庭用に使はれます。何れも細菌がよく除かれるといはれますが、壓力水を必要とする關係上(第二四圖参照)井戸水には不便でありま

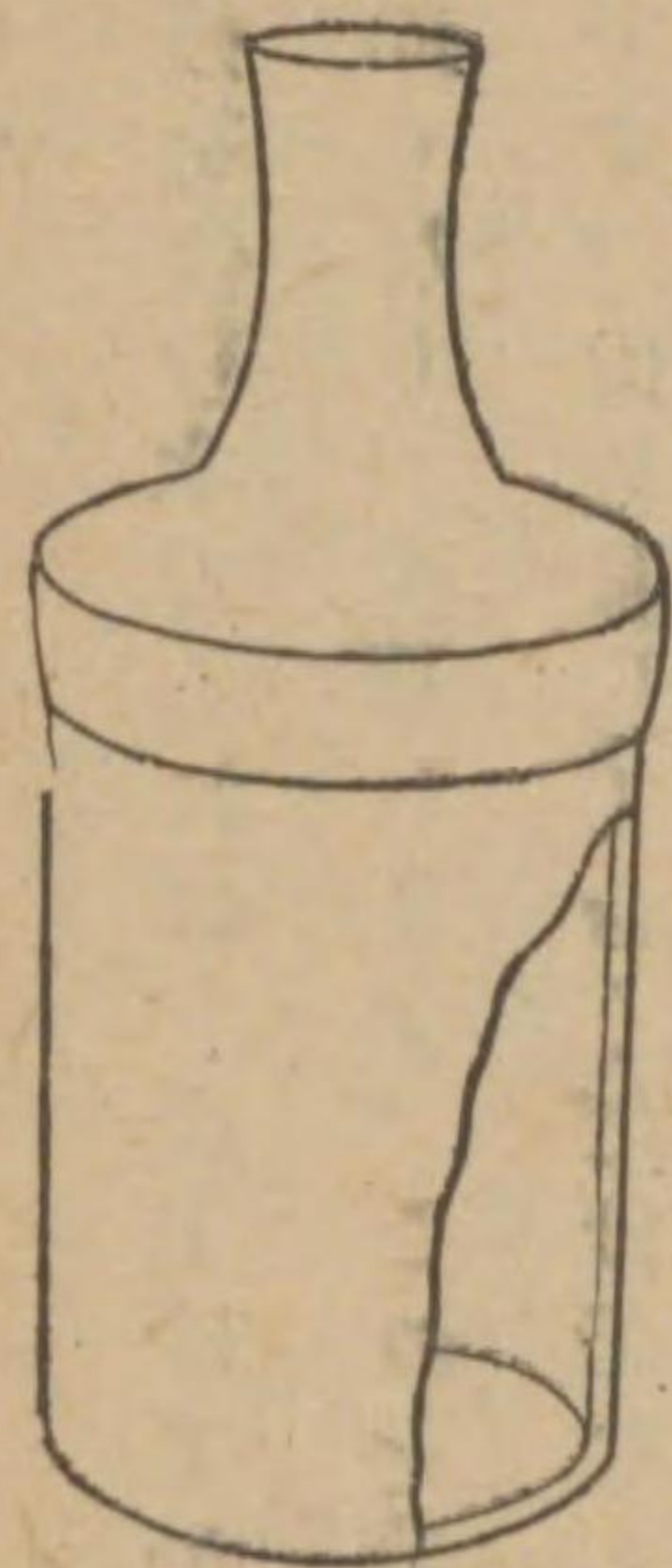
す。そこで近頃はポンプと連結し、水を汲上げて後壓力を加へて濾過するといふ、ポンプ附濾過器が出来てをります。又この他、携帶用の簡單に壓力を加へることの出来る



第24圖 家庭用圓筒形濾過器

ますから、何の役にも立ちません。

濾過器もあります。この素焼圓筒が汚れて來ますと、水が濾過されなくなりますが、その時刷毛で外側を摩擦して汚れを除いたり、又煮沸消毒をしたりすることもあります。汚れたものを無理に使ふと、却つて危険なことがありますから、注意しなければなりません。又素焼の部にひびが入つてゐますと、水がそのまま通過して來ることになり



第25圖 壺形濾過器

あります。これは簡單で誠に便利であります。注意しないと、濾過水が不良なこと

此他に、壺形濾過器(第二五圖参照)といつて、瓶のやうな形をしたものを水中に浮べただけで、特別に壓力を加へることなく、水が濾過されて中に入るものも

がありますから、餘り過信することは禁物です。

そこで、一體素焼製濾過器が濾過効果を表すのは、如何なる作用によるかを考へてみませう。素焼の目の大きさは、その製造方法によつて違ひますが、大體は非常に小さなもので、砂粒の間隙の大きさなどは比較になりません。従つて細菌のやうな小さなものでも、篩の作用で除かれると考へられます。この點砂濾過とは、作用の原理が全く異つてをります。この細かい間隙を水が通る爲には、どうしても相當の壓力を加へてやる必要があるのです。但し焼き方によつて大きな孔が生じますと、水は早く濾過される一方、細菌も通過する不良品が出來ます。尙かうした濾過器は、細菌學の方では以前から用ひてゐるので、例へばシャムベランとかベルケフェルドとかいふ濾過器は、材料こそ多少違ひますが、原理は全くこれと同じもので、壓力を加へるか、又は吸引するかによつて、無菌の材料を得てゐるのであります。家庭用素焼製濾過器は、寧ろこれを眞似たものといふことが出來ませう。然るに壺形濾過器は壓力を加へることなく、水が濾過されますから、その間隙の大きさは當然相當大きなものと考へ

られます。従つて細菌に對する篩の作用は、大して効果を豫期することが出来ないわけでありませう。さうすると、何か外の作用が加はらない限り、細菌除去の點では、充分の期待が持てないのです。

その他、藥品を以て濾過する濾過器があります。例へばバームチットとか、クラリットとかいふものを中につめた濾過器であります。家庭用としては特殊な目的を持つたものでありますから、今は省略致します。

二、藥品

家庭淨水法として、藥品を用ふるものがあります。これは、都市上水道の藥品沈澱に相當するものであります。その次に濾過を行はないうで、藥品沈澱のみ獨立して行ふものであります。それは、家庭用としては、複雑な手数をかけることが難しい爲であつて、次に濾過を行へばそれに越したことはありません。

この方法は、水一立に就き明礬を四瓦位の割合で混じ、強く攪拌しますと、沈澱が

行はれ、水が奇麗に澄んで來ます。都市上水道では硫酸礬土を使ふのですが、これを明礬を使ふものと誤解してゐる人があります。その作用は、先づ凝集が起り、次に沈澱となるわけで、硫酸礬土と同様なのであります。これを少し詳しく説明してみませう。それは明礬や硫酸礬土中のアルミニウムが、水中で水酸化アルミニウムを生じ凝集するのですが、尙、他説としては、水の濁りの原因をなすもので除きにくいのは、膠質といつて、細かい微粒子から成り、多くは負の電氣を持つてゐるものであります。このアルミニウムは、水溶液では正の電氣を持つたイオンとなり、膠質と互に結合して中性となる爲、水中に止まることが出來ず、凝集を起すといふのであります。何れにしる水中に凝塊を生じ、その内に浮游質や細菌を含んで沈澱するのであります。かうして沈澱を起したあとは、上澄水をとつてもよし、目の細かい布で濾してもよいのです。

この場合、餘り明礬を加へ過ぎると、餘分の明礬が水中に残り、所謂收斂性の味―澁いやうな嫌な味を生じます。その時凝集沈澱が完全に行はれるかといふと、決して