

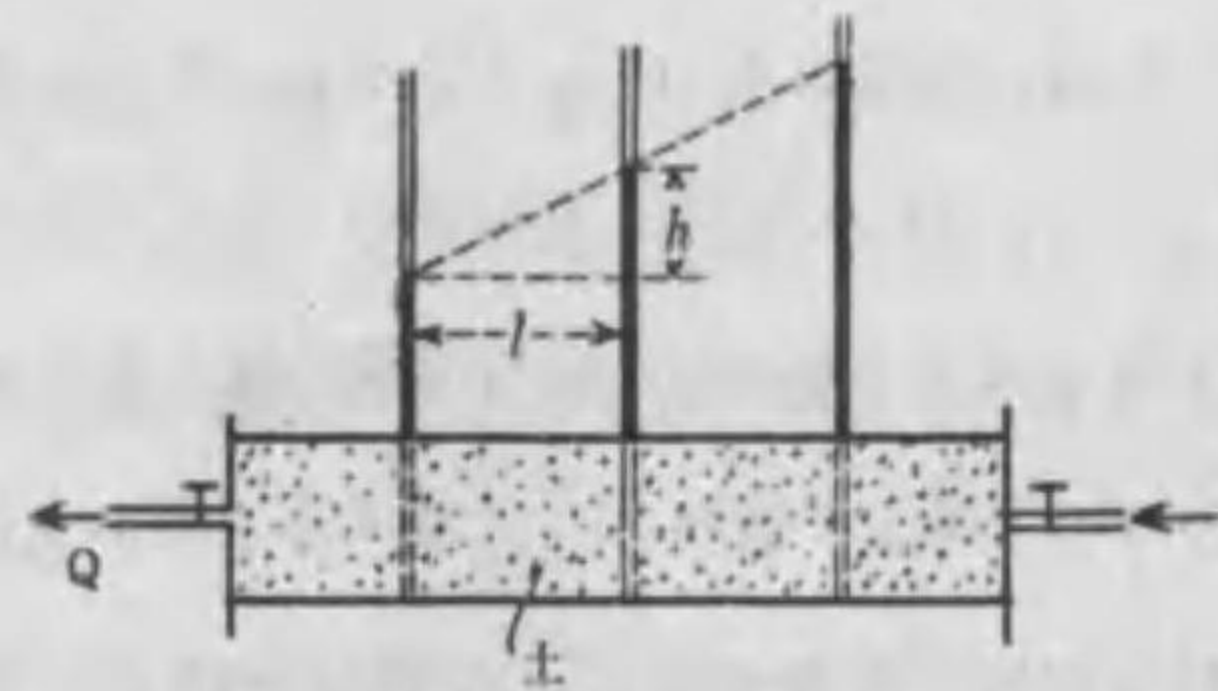
第六十八圖 空隙滲透曲線

デアル。

今實驗的ニ滲透係數ヲ定メルニハ第六十九圖ニ示スガ如ク、土ノ試料ヲ斷面積 F 方米ノ鐵管ノ中ニ入レテ一端カラ水ヲ通セバ他端カラ出ル水量ヲ測定スルコトガ出來ル。而シテ水壓計ヲ取附ケレバ $J = h/l$ カラ動水勾配ヲ知ルベク又 $Q = kFJ$ カラ

$$k = \frac{Q}{FJ} \quad [87]$$

kヲ定メルコトガ出來ル。但シ理論的ニkノ値ヲ定メルノハ頗ル困難デアルガてるざ。きハ砂ニ就テすりひたノ公式カラ次ノ公式ヲ誘導シタ。即チ d_w ノ前ノ如ク土粒



第六十九圖 滲透係數測定裝置ノ一

ノ有効粒徑 (標)、pヲ小數デ表ハシタ空隙率、 η_0 及 η_t ヲ夫々攝氏 10° 及 t° ニ於ケル水ノ粘性係數、Cヲ一ノ實驗係數デ 800%乃至 460%トシ、粒ノ形ヤ齊粒又ハ粒ノ齊一度ニ關スルモノトスレバ

$$k = \left(\frac{C}{\eta_0}\right) \left(\frac{\eta_0}{\eta_t}\right) \left(\frac{p-0.13}{\sqrt{1-p}}\right)^2 d_w^2 \quad [88]$$

[88]ヲ見レバkトpトハ一種ノ拋線ノ關係ヲ保ツテ居ル。

以上ノ事實カラ攝氏 10° ヲ標準溫度トシ、空隙率 50%ノモノニ滲透係數ヲ更正シテ之ヲ更正滲透係數ト呼ビ、 k_r ヲ以テ之ヲ表ハセバ [88]カラ

$p = 0.5$ $\eta_0 = \eta_t$ トシテ係數 Cヲ C_0 トスレバ

$$k_r = C_0 d_w^2, \quad C_0 = 174 - 100 \quad [88']$$

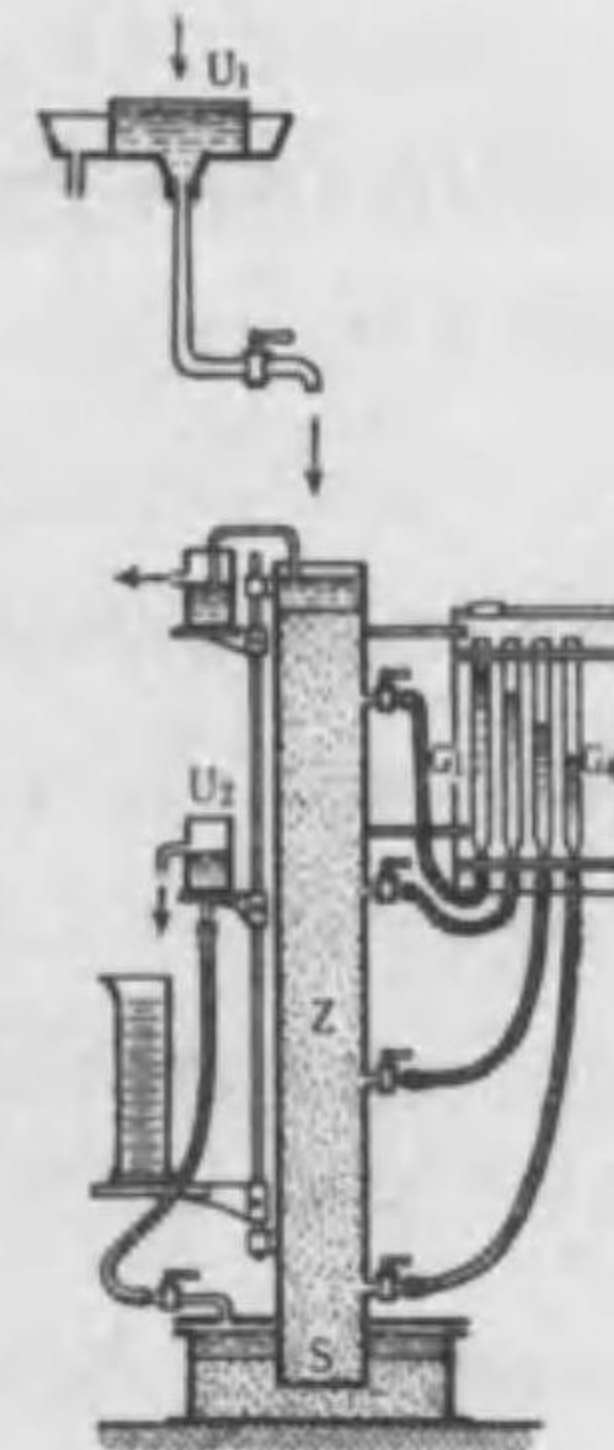
トナル。即チ k_r ハ溫度ヤ空隙率ニハ關係セズシテ粒ノ性質ヤ齊粒ニ依ルコトヲ示シ、其如何ニ滲透ニ影響スルカラ知ルコトガ出來ル。但シ以上ノ場合ニハ全然粘土ヲ含マヌ淨砂タルヲ要スル。

粘土ノ滲透係數ハ ϵ ヲ虛實率即チ空隙ノ容積ト實質ノ容積トノ比トスレバ次ノ如ク表ハスコトガ出來ル。但シ係數 cハ $c = 0.0166$ デアル。

$$k = \left(\frac{C}{\eta_0}\right) \left(\frac{\eta_0}{\eta_t}\right) \frac{(\epsilon - 0.15)^{11} (1 + \epsilon) d_w^2}{(\epsilon - 0.15)^5 + \frac{c}{d_w^3}} \quad [89]$$

或ハ更正滲透係數ニ於テ粘土ノ場合ニハ凡ソ $C_0 = 1.9$ トナリ、砂ノ 90分1乃至 50分1トナル。

滲透係數ハ亦第七十圖ニ示ス機ナ裝置デ測定スルコトガ出來ル。即チ土砂ノ試料ヲ圓壙 Zニ填メ、Zノ底 Sニハ篩ヲ置キ其上ノ濾過層ハ約1米トシ、之ヲ三乃至四ノ相等シイ高サニ分ケ、内容土砂ノ抵抗ガ相等シイ場合ニハ其配置又ハ積重ノ齊一ヲ示ス。圓壙ノ上ニ注入スル流量ヲ一定ニスル爲ニハ溢流 U_1 ガアリ、又水面ノ高サハ流出 U_2 ニ依ツテ調節スルコトガ出來ル。硝子管 G_1, G_2, G_3, G_4 ハ遊標ノ類ニ依ツテ精密ニ其高サヲ讀ムコトガ出來、各管ニハ亦其中ノ空氣ヲ排除スル爲メ排氣裝置ヲ備ヘテアル。連絡管ノ直徑ハ1耗デ圓壙カラ砂ガ出ナイ様ニ砂止ノ網ヲ取付ケテアル。



第七十圖 滲透係數測定裝置ノ二

だるしー (Darcy) ハ篩目 0.77 耗ヲ通過シタ砂 58% 1.1 耗ノモノ 13%。

2.0 ノモノ 12 %、粗礫 17 % ノ混合砂ヲ用ヒテ $k = 0.0003$ 米/秒ヲ得タ。次表ハ他ノ観測者ガ得タ若干ノ滲透係數ノ値デアル。

第三十八表 滲透係數表

種類	粒徑(耗)	滲透係數(米/秒)	實驗者
和蘭砂丘ノ砂	—	0.0002	Penninck
城堀ノ痕跡ヲ有スル砂	—	0.0002	國立運河委員
河砂	0.1—0.3	0.0025	"
河砂	0.1—0.8	0.0088	"
濾砂(はんぶるぐ)	—	0.0077	"
細礫	2.0—4.0	0.0300	Welitschkowsky
中礫	4.0—7.0	0.0351	"

前ノ様ナ装置デ滲透係數ヲ定メテモ實驗ニ用ヒタ土砂ノ配置又ハ積疊ノ状態ハ天然ニ緊マツタ土トハ同一デナイカラ實驗ノ結果ハ天然ノ土砂ノ場合トハ自ラ異ナルモノガアルコトヲ知ラナケレバナラナイ。

天然ノ儘ノ地中ヲ滲透スル水ノ滲透係數ヲ定メルニハ地下水ノ流向ニ直角ニ斷面積 F 、其斷面積ノ流量 Q 及動水勾配 h/l ヲ測レバ $k = \frac{Q}{F} \frac{l}{h}$ ノ關係カラ之ヲ定メルコトガ出來ル。即チ k ハ單位斷面積デ h/l ガ 1 即チ單位勾配ノ處デ單位時間内ニ移動スル地下水ノ流量ヲ表ハシテ居ルカラ、ちえーむ (Thiem) ヤふるしはいまー (Forchheimer) ハ k ヲ單位滲透量ト呼ビ、天然ノ緊マツタ地中ノ k ノ値ヲ定メル爲ニ所謂えふしろん (ϵ) 法ヲ用ヒタ (128 参照)。又同ジ目的デるんめると (Lummert) ノ提案シタ方法モアル (129 参照)。

然シ地中ノ實地ニ就テ滲透係數ノ絕對値ヲ見出スハ困難デアルカラ、其比較値ヲ用ヒルコトモ亦一方法デアル。例ヘバ天然ノ地域ニ井戸ヲ掘ツテ一定水量 q ガ繼續シテ涌出スル様ニナリ、之ガ爲ニ始ノ水位カラ下ツタ深サヲ h_0 トスレバ q/h_0 ヲちえーむハ比滲透量ト呼ンデ居ル。換言スレバ水位ガ 1

米丈ケ下ル爲ニ其井戸カラ涌出スル水量ヲ云フノデアル。然シ後ニモ述べル如ク井戸ノ湧出量ハ其直徑ガ大ナル影響ヲ持ツテ居ルカラ、之ヲ無視シタ比滲透量ハ正シイ比較ニハナラナイ。從テ吸水孔ヲ備ヘタ管ノ直徑ヲ d_0 、其長さヲ l_0 トスレバ吸水面積 f_0 ハ $\frac{\pi}{4} d_0^2 l_0$ ニ等シイカラ f_0 ヲ以テ q/h_0 ヲ除ツタ $\frac{q}{h_0 f_0} = \frac{q}{h_0 \frac{\pi}{4} d_0^2 l_0} = \frac{4q}{\pi h_0 d_0^2 l_0}$ ヲ比滲透量トシ、水位ノ降下 1 米ニ對シ、吸水面ノ 1 方米カラ涌出スル水量リットル又立米/秒ヲ以テ之ヲ表ハセバ有壓地下水ノ流量又ハ滲透量ヲ比較シタ値ヲ知ルコトガ出來ル。然シ又帶水層ガ非常ニ厚ク水量ガ豊富デ水位ノ降下ガ少ケレバ開放地下水ノ場合デモ實用上以上ノ比滲透量ヲ用ヒテ比較スルコトガ出來ル。

然シナガラ比滲透量ハ地下滲透量ノ比較的ノ値ヲ與ヘルニ過ギナイカラ、幾多試驗的ニ測定セラレタ水源地方ナドデ充分知ラレテアル地下湧出量ノ比較ニ用ヒル様ナ場合ニハ適當デアルガ、絕對値トシテ之ヲ甘受スルコトハ出來ナイ。

比滲透量ヲ σ 、地下水斷面積ヲ F 、 l ナル距離ニ於テ水位ノ降下ヲ h トスレバニノ取水地點ニ就テ $\sigma F \frac{h}{l}$ ナル積ヲ作り、是等ヲ比較スレバ兩取水地點ニ於ケル湧水量ヲ比較スルコトガ出來ル。例ヘバ A, B 兩取水地點ニ於テ次ノ如キ材料ヲ得タモノトスル。

取水地點	比滲透量 σ (毎秒リットル)	帶水層斷面積 F (方米)	動水勾配 h/l	$\sigma F h/l$
A	1.65	35000	0.0015	86.63
B	5.30	24000	0.0012	152.64

即チ A 及 B ニ於ケル湧水量ノ比ハ 86.63 : 152.64 又ハ 1 : 1.76 デアル。故ニ A ニ於テ毎日 6000 立米又ハ 33240 石ヲ湧出シテ居ルナラバ B ニ於

テハ 10560 立米又ハ 58502 石ノ毎日湧水量ヲ得ル勘定デアル。

手押唧筒ノ類デ湧水量ヲ調査スル場合ニハ其固定状態ニ達スルコトハ困難デ、且多クノ帯水層ノ滲透性ナルモノハ著シク變化スルカラ比滲透量モ亦可ナリ廣イ範圍内ニ異動アルヲ免レナイ。即チ比滲透量ナルモノモ或偶然ノ値ト見做サナケレバナラナイ。

81. 地下水流動論 井戸ノ水ヲ吸揚ゲル爲ニ地中ニ生ズル水理上ノ状態ヤ其後ノ現象ハ地下水流動論ニ依ツテ計數的ニ之ヲ知ルコトガ出來ル。地下水ノ流動ハ緩イ土砂ノ堆積内ニ始マリ、粒ノ間ニ存在スル空隙ノ間ヲ蜿蜒進行シ、屢々分岐シタリ、又ハ合流スル溝渠ヲ爲シ、是等ノ溝渠ノ断面ハ至ル所變化シ、所謂毛管ノ集團ト見做スベク、多クノ帯水層ノ特質カラ水ノ毛管作用ノ法則デ地下水流動論ヲ組立テルコトガ出來ル。

地下水流動ニ關スル嶄新ナ文獻トシテハび。だう(Budau)、ふ。るしはいまー(Forchheimer)、あんぼー(Imbeaux)、きんぐ(King)、ろれんつ(Lorenz)、り。ーがー(Lueger)、すりひたー(Slichter)、すむれーかー(Smreker)、ちえーむ(Thiem)、ふ。るするいす(Versluys)、ゑーらうふ(Weyrauch) ナドノ研究ヲ舉ゲルコトガ出來ル。

82. だるしーノ法則 ぽ。すういーゆ(Poiseuilles)ノ非常ニ小サイ直徑ノ管即チ毛管ニ關スル實驗ヲ基トシテだるしー(Darcy)ハ洗ハヌ濾砂ヲ通シテ水ヲ流シテ實驗ヲ行ツタ。即チ流量ヲ Q 、断面積ヲ F 、空隙率ヲ p 、流速ヲ v 、滲透係數ヲ k 、砂ノ長サヲ l 、落差ヲ h トスレバ 79 [81] 又ハ [81'] ニ述べタ通り次ノ關係ヲ見出シタ。

$$\frac{Q}{F} = pv = k \frac{h}{l} \quad [90]$$

即チ流速ハ地下水勾配ニ單比例ヲナシテアル。ぢ。び。るー(Dupuit)ハ運河ニ於ケル流水ノ研究カラ次ノ二次式ヲ得タ。

$$h = au + \beta u^2 \quad [91]$$

此ニ a, β ハ係數デ、殊ニ u ガ小サイ場合ニ第二項ハ非常ニ小サイモノデアツタ。即チ [90] ト [91] トハ極メテ相近イモノデアル。[91] ヲば。すういーゆ、だるしー及ぢ。び。るーノ法則ト呼ビ、簡單ノ爲ニ之ヲだるしーノ法則ト云ツテ居ル。

許多ノ實驗カラだるしーノ法則ハ小勾配及小流速ニ非常ニ良ク當嵌マルコトガ知ラレタ。是レ最モ多クノ天然ノ地下水ニ適スル關係デ、多クノ地下水流ニ用ヒ得ル所以デアル。ふりんつ(Prinz)ノ説ニ從ヘバ地下水ノ勾配 1:100 乃至 1:3000 ノ限界トシテ之ヨリ小サイ勾配ニだるしーノ法則ガ當嵌マル。

勾配ガ大トナレバ水量ノ増加ハ勾配ニ伴ハナイ。又濾過材料ヲ組立テアル粒ガ大キナル程益々外レ方ガ甚ダシイ。其外大小ノ粒ノ混合ノ比ニモ關係シテ居リ、大粒ノモノガ多イ程空隙ガ減少スル爲メ抵抗ヲ増シ、だるしーノ法則ハ益々多ク外レル。

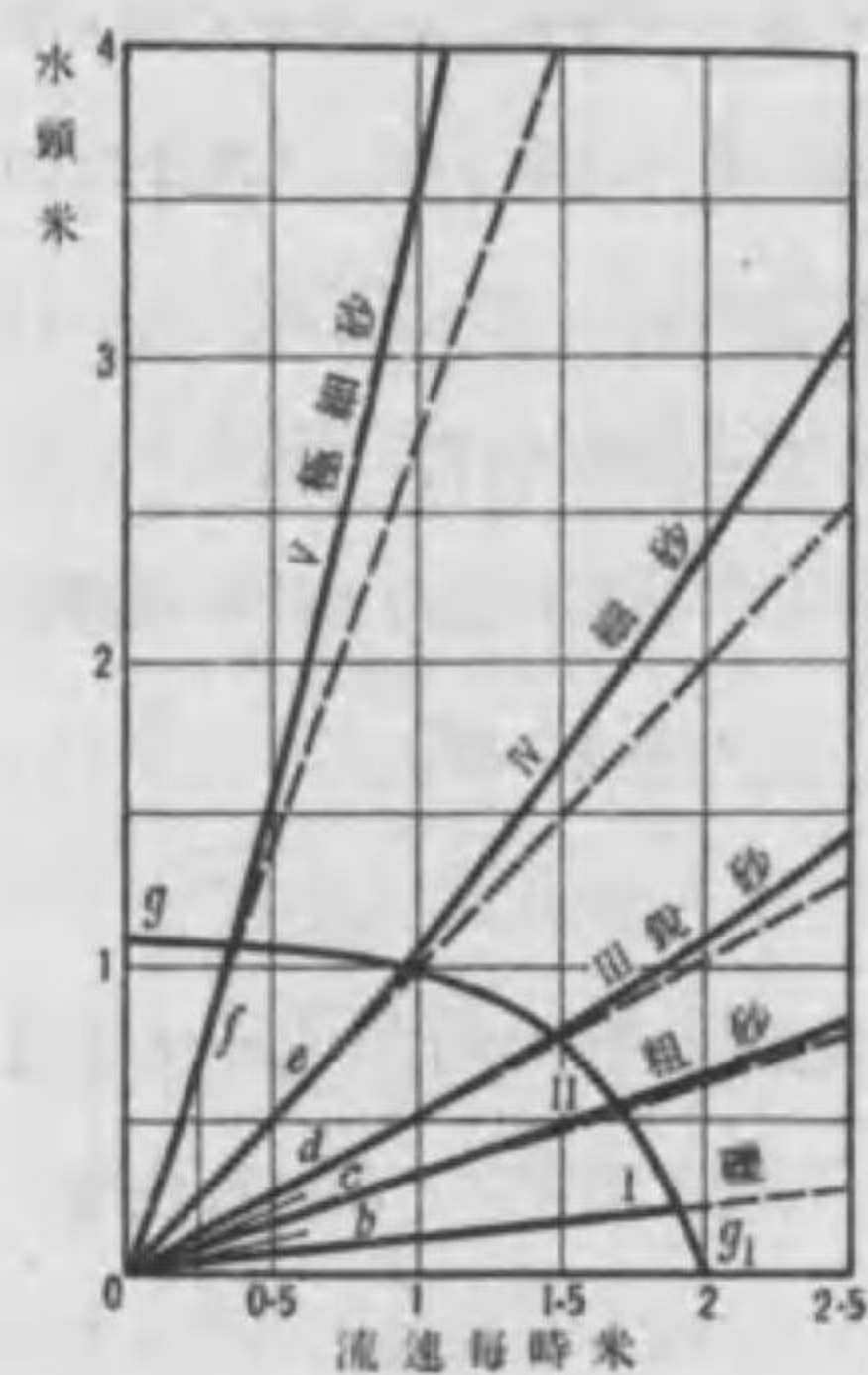
又勾配ガ前ニ述べタ限度ヲ越エレバ縦へ粒ガ揃ツテ居テモだるしーノ法則ガ當嵌マラナイ。此理由カラ人工濾過ハ一般ニ勾配ガ大デアル爲メ此法則ノ適用ハ六ケシイ。

流速ガ大ナル場合ニモだるしーノ法則ハ亦適用シ得ナイ。例ヘバ揚水設備ニ依ツテ地中ガ人工的ニ變形ヲ受ケタ場合ナドハ即チ是デアル。即チ流速ガ砂粒ニ對シテハ過大ナ爲メ砂ノ移動ガ起ツテ大キナ空隙ヲ生ジ、水分子ハ側面ノ運動ヲ起ス。此側面運動ハえねるごーヤ壓力ノ損失ヲ生ジテ恰カモ渦巻ノ爲ニ其損失ノ起ルト同工異曲デアル。

びーふけ(Piefke)ハ礫、粗砂、銳砂、細砂及極細砂ヲ夫々第一號乃至第五號ノ砂ト名ケテ其空隙率ヲ測リ、且ツ礫ノ空隙率ヲ 100% トシテ他ノ土砂ノ空隙率ヲ比較シタ所ガ次ノ如キ結果ヲ得タ。

番 號	砂ノ種類	空隙率%	空隙率ノ比%
I	礫	24.9	100
II	粗 砂	31.4	126
III	銳 砂	22.3	129
IV	細 砂	33.6	134
V	極細砂	34.0	137

第七十一圖ハ 流速毎時米ヲ横距トシ、1 米ノ通路ニ必要ナル水柱ノ高サ



第七十一圖 砂礫ノ壓力流速線(びーふけニ據ル)

失ツテ弧狀トナリ、礫デハ毎時 2.0 米ヲ漸ク比例ガ止メテ居ル。即チ方ニ 8 倍ノ流速デアル。

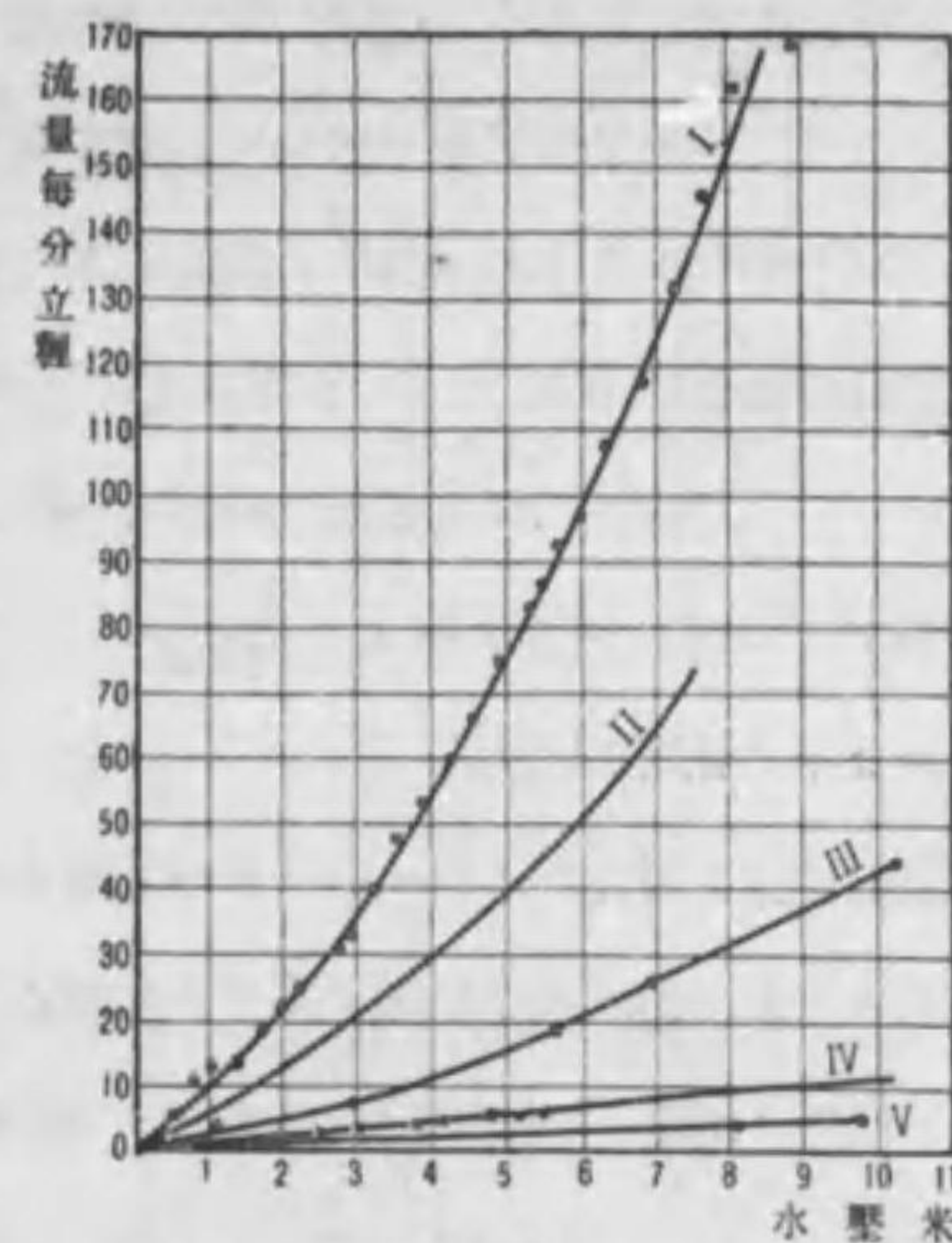
天然ノ地下容水盤ハ多く極細砂ト礫ノ間ノ土砂カラ成ツテ居ル。而シテ地下水ノ平均流速ハ毎時 0.25 米又ハ 1 日 6 米ヲ超エルモノハ稀デアルカラびーふけノ實驗カラ見レバだるしーノ法則ハ實際ノ必要ニ對シテ充分精密ナ結果ヲ與ヘルガ、然シ更正ノ必要ガ全然無イト云フ譯ニハ行カナイ。

(米)ヲ縦距トシタ以上各種ノ砂礫ノ壓力流速曲線デ、基點ニ近イ部分ハ孰レモ皆直線ヲ爲シテ居ルガ、粒が大キイ程即チ空隙率ガ小ナル程流速ガ増シテ横軸ニ向テ凸出シ、而カモ直線ヲ以テ基點カラノ直線ヲ描ケバ弧線ノ切點ヲ繋イテ曲線 gg_1 ヲ得ベク、 gg_1 ト基點 0ノ間ガ即チだるしーノ法則ヲ適用シ得ベキ部分デアル。 gg_1 ヨリ先端ノ部分ハ曲線ノ傾斜ガ孰レモ流速ガ増スト共ニ又砂粒ガ細イ程益々速ニ目ツ曲率ガ大トナル。極細砂ニ於テハ毎時 0.25 米ノ流速デ既ニ比例ヲ

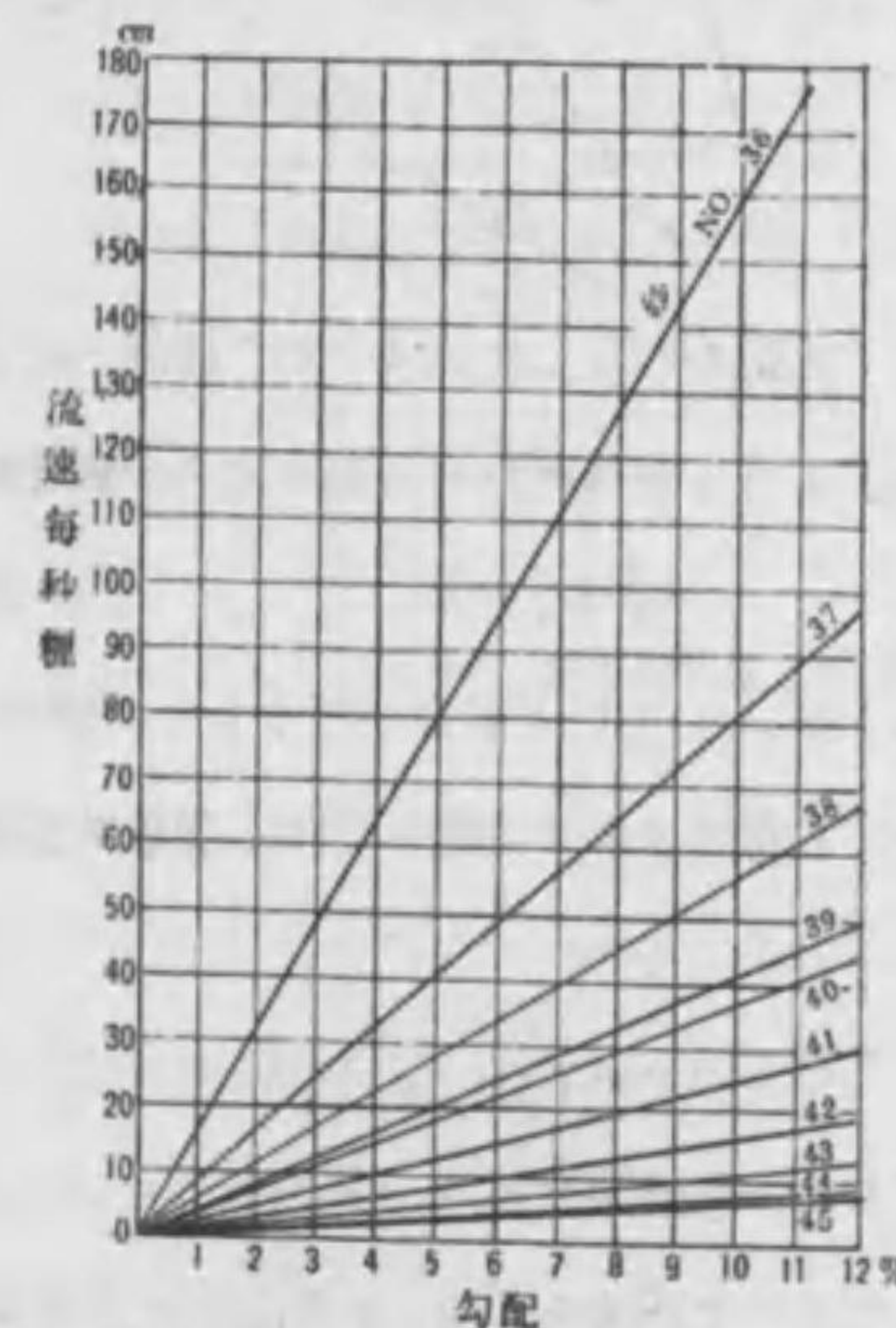
廣イ範圍ニ涉リ、大ナル注意ヲ以テ行ツタきんぐ(King)ノ實驗ニ依レバ實際現ハレル地下水流速ノ範圍内デハ徹頭徹尾だるしーノ法則ヲ用フベキモノデアルコトガ知ラレタ。きんぐハ緩イ砂礫ノミデナク、而カモ多孔質ノ砂岩ノ滲透性ヲ研究シテ、殊ニ後者ニ就テハ水壓ヲ横距トシ、攝氏 15°ニ於テ 1 分間ニ滲透シタ水量、立櫃ヲ縦距トシテ第七十二圖ノ示ス様ナ關係ヲ得タ。

きんぐノ實驗ノ結果ニ基キ、りゅーでっけハ第七十三圖ニ示ス様ナ平均粒徑 0.52 耗乃至 2.54 耗ノ砂ヲ取り、其勾配 0 カラ 12 %ノ間ニ流速毎秒種ヲ見出シ、之カラ 1 方米ノ斷面積カラ流出スル流量毎分り。とるヲ知り得ベカラシメタ。

今 Vヲ毎日米ヲ以テ表シタ全斷面ノ流速、Jヲ勾配、dヲ砂粒ノ有効粒徑(耗)トスレバ



第七十二圖 砂岩ノ滲透性(きんぐニ據ル)



第七十三圖 篩別砂ノ滲透性(きんぐーりゅーでっけニ據ル)

くれすにく (Kresnik) ハ攝氏 10° ノ水ニ於テ細砂ニ對シ

$$\left. \begin{aligned} V &= \delta(Jd - 0.01) + \sqrt{\delta} \sqrt{\delta(Jd - 0.01)^2 + 1.4J\delta} \\ \delta &= 40 + 52.5d \end{aligned} \right\} [92]$$

又粗砂ニ對シテハ

$$\left. \begin{aligned} V &= -1875.d\gamma + 54.77\sqrt{d} \sqrt{1172d\gamma^2 + 100Jd - 1} \\ \gamma &= \frac{1}{1 + 1.3d} \end{aligned} \right\} [93]$$

ナルコトヲ見出シタ。

限界流速ノ研究カラレ一のーるづ (Reynolds) ハだるしー法則ノ適用範圍ヲ明ニシタ。即チ狭イ空隙ヲ持ツタ土砂ノ間ノ滲透ニ適用スベキ毛管動ノ法則ハ粗粒ノ地層デハ漸次大キナ直径ノ管内ヲ流レル流動體ノ運動ニ推移スル。

すむれーかー (Smreker) ハ次ノ公式ヲ作ツタ。

$$\left. \begin{aligned} h/l &= a u^2 + \beta u^{3/2} \\ \text{又ハ } h/l &= \gamma u^{3/2} \end{aligned} \right\} [94]$$

即チ抵抗ハだるしー公式ノ如ク流速ノ一次式デナク、其 ³/₂ 乗ニ比例シテ居ル。其後すむれーかーハ更ニ之ヲ一般化シテ

$$h/l = \gamma u^m [95]$$

トシタ。m = 1 ノ場合ハだるしーノ公式トナル。1884 年くれーばー (Kröber) ハ揃ツタ粒ノ地層ニ對シ、實驗ノ結果次ノ公式ヲ案出シタ。

$$\left. \begin{aligned} h/l &= (c h u)^w \\ w &= \frac{8 + 2d}{8 + d} \end{aligned} \right\} [96]$$

此ニ c ハ粒徑ニ反比スル係數デアル。是レ一種ノ指數公式ト稱スベキモノデ、其外ろーたー (Rother) ヤつんかー (Zunker) 等ガ之ヲ支持シテ居ルケレドモ勿論指數ノ値ハ必ズシモ同一デナイ。

83. 水温ト地下水ノ運動 水ノ粘性ハ水温ニ關係スルカラ、水温ガ變化スレバ地中ノ滲透性又ハ地下水ノ流速ガ變ハルコトハ見易イ道理デアル。すりしたーニ從ヘバリ、一でけノ公式ハ水ノ粘性ヲ考慮ニ入レテアル點デ適用スベキモノデアル。即チ v ヲ毎秒糧デ表シタ流速、h ヲ水柱ノ壓力(糧)、l ヲ長サ(糧)、d ヲ有効粒徑、c ヲ空隙率ニ關スル因數、η ヲ粘性係數トスレバ

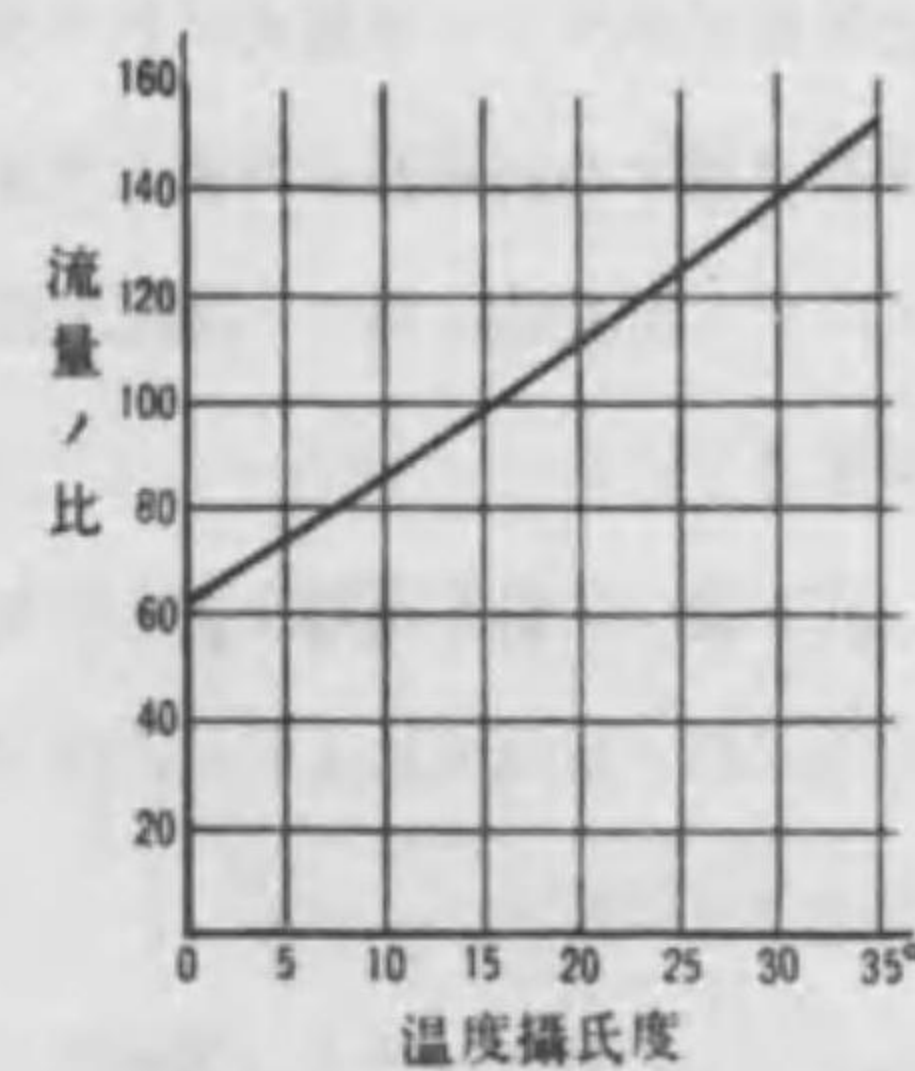
$$v = 10.219 \frac{d^2}{c\eta} \cdot \frac{h}{l} [97]$$

c 及 η ヲ再録スレバ次ノ如クデアル。(第三十六表及第六表參照)

空隙率%	26	30	35	40	45
因數 c	84.3	52.5	31.6	20.3	13.7

温度攝氏	0°	5	10	15	20	25	30
粘性係數 η	0.0179	0.0152	0.0131	0.0114	0.0101	0.0089	0.0080

り、一でけハ水温ヲ横距トシ、流量ノ割合ヲ縦距トシテ第七十四圖ヲ與ヘテ居ル。即チ攝氏 15.40 空隙率 30% ノ場合ノ流量ヲ 100 トスレバ 0° ノ流量ハ 64、5° ノ流量ハ 74、10° ノ時 86、20° ノトキ 112、25° ノ時 126、30° ノトキ 140、35° ノトキ 155 ノ割合ヲ爲ス。即チ 25° ノ流量ハ 0° ノ 2 倍ニ近ク、15° カラ 20° トナレバ流量ハ凡ソ



第七十四圖 水温流量曲線

12%ヲ増ス。ほーそん (Howson) ノ報告ニ依レバ砂ノ中ヲ通過スル流量ハ

攝氏 32° ノ時ハ 10° ノ場合ノ 175 % ニ達スル。然ルニ第七十四圖カラ攝氏 32° ノ流量 143 ト同ジク 10° ノ流量 86 トヲ比較スレバ恰カモ 166 % トナリ、餘リ甚シキ差異ヲ見ナイ。

すりひた一ノ公式ニ於テ $10.219 \frac{d^2}{c\eta} = k$ トスレバだるし一ノ公式ノ形トナル。

り一 (Lee) ハ攝氏 10° ニ於テ 10/1000 ノ動水勾配デ次ノ如キ地下水流速ヲ與ヘテ居ル。

第三十九表 砂ノ粒徑ト流速

土ノ種類	流 速	
	一年ニ付哩	一年ニ付呎
細砂 徑 0.2 耗	0.010	52.8
中砂 徑 0.4 耗	0.041	216.0
粗砂 徑 0.8 耗	0.160	845.0
細礫 徑 2.0 耗	1.020	5368.3

地中ノ溫度ハ一地點ニ於テハ其變化ガ甚ダ多クナイ。依テ或帶水層中ノ一地點ニ於テハ其溫度ノ差異カラ來ル流速ノ變化ハ甚ダ少イ。然シ深サガ異ナルカ又ハ特異性ノ爲ニ一地點ト他ノ地點トノ溫度ハ相等ニ大ナル變化ガアル勘定デアル。

前ニ述ベタ如ク滲透性カラ砂ト粘土ノ差異ヲ説明スルコトガ出來ル。即チ滲透係數カラ導出シタ更正滲透係數 k_r ハ土砂ノ有効粒徑 d_w ヲ以テ [88] ニ示スガ如ク

$$k_r = C_0 d_w^2 \text{ (厘/秒)}$$

$$C_0 = 1.9 \text{ 粘土}$$

$$C_0 = 174-100 \text{ 砂}$$

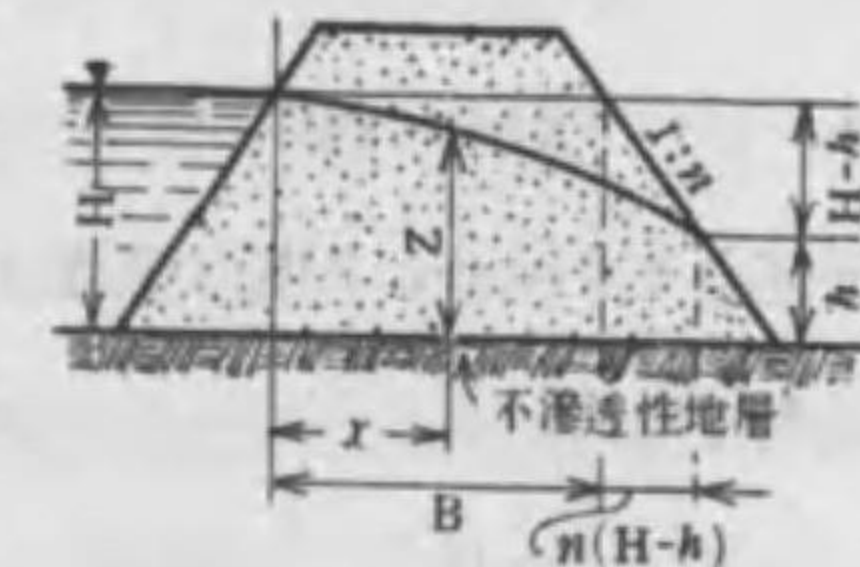
然ルニ粘土分子ノ粒徑ト云フノハ相等シイ容積ノ球ノ直徑デナク、水中デ粘土分子ト同ジ速度ヲ以テ沈下スル球粒ノ直徑ヲ指スベキモノデ之ヲ等速粒徑ト呼ブベキモノデアル。片鱗狀分子ハ粘土ノ特色トモ云フベク其片鱗ヲ地平ニシテ沈下スルカラ、斯カル分子ノ容積ハ同一ノ等速粒徑ノ球ノ容積ニ比較スレバ遙ニ小サイモノデアル。故ニ砂ハ粘土ト同一ノ等速粒徑ヲ持つ程細カイモノデアツテモ一定容量ノ砂ハ同容量ノ粘土ノ分子ノ數ニ比スレバ遙ニ少イ分子ヲ持つテ居ルノデアル。

化學ニ於テハ分子ノ大サガ 0.1 μ (μ ハみくろ一ン) ヨリ小サイ粉末ヲころいど又ハ膠質物ト呼ンデ居ル。而シテ粘土分子ノ等速粒徑ハ 2 μ デモ片鱗狀ヲシテ居ル爲ニ 0.1 μ 位ノ粒徑ノ分子ト同ジ容積デアル。從テ最大粒ガ 2 μ 位ノ等速粒徑ノ粘土ハ膠質物ト同ジ性質ヲ持つテ居ルカラあつた一べるぐ (Atterberg) ハ 2 μ 以下ノ大サノ粘土分子ヲ膠質泥ト呼ンデ居ル。あつた一べるぐハ種々ナル礦物ヲ磨潰シテ出來タ所謂膠質粉末ヲ見レバ片鱗ノ構造ヲ持つタ破片ノミガ粘ル泥トナルコトヲ見出シタガ凡ベテノ粘土ハ粘リガアル。

之ヲ要スルニ砂ト粘土ノ間ノ差ハ其粒ノ大サト形ニ過ギナイ。

84. 堰堤内ノ滲透 土ヲ盛上ゲテ其一方ニ水ヲ湛ヘルノハ土堰堤、河川堤防又ハ海岸堤防ナドニ克ク見ラレル。其施

工ハ殊ニ充分ナル注意ヲ要スルノデアルガ、若シ搗固ヲ忘レタリ又其堤腹ノ防護ヲ忽セニスルトキハ屢々不測ノ決潰ナドヲ招クコトガアル。



第七十五圖 堰堤内ノ滲透曲線

一ノ土堰堤ヲ通シテ第七十五圖ニ示シタ様ナ滲透ガ現ハレタトスレバ堤防ノ他側ニハ下ノ不透透層ノ上ハ丈ケノ高サ

ノ處ニ漏水ヲ見ルニ至ル。今長さ1米ノ堤防ヲ取ツタモノトスレバ Q 丈ケノ滲透水量ヲ生ズル勘定トスル。此堤防ノ滲透率ヲ k トシ、不滲透性地層ノ上ニ載セラレテアルモノトスルトキハ地下水ノ動水勾配 J ハ勿論

$$(1) \quad J = -\frac{dz}{dx}$$

ヲ以テ表ハシ得ベク、だるしーノ法則ニ從テ濾過速度 u ハ

$$(2) \quad u = -k \frac{dz}{dx}$$

デアル。滲透量 Q ハ堤防ノ長さ1米ニ對シテ

$$(3) \quad Q = uz \cdot 1 = -kz \frac{dz}{dx}$$

之ヲ積分スレバ

$$(4) \quad Qx = -\frac{k}{2} z^2 + C$$

$x=0$ ナレバ $z=H$ デアルカラ

$$(5) \quad 0 = -\frac{k}{2} H^2 + C$$

又ハ

$$(6) \quad C = \frac{k}{2} H^2$$

從テ

$$Q = \frac{k}{2x} (H^2 - z^2) \quad [98]$$

或ハ Q ガ定ツテアルナラバ

$$k(H^2 - z^2) = 2Qx \quad [98']$$

z ト x トハ拋線ノ關係ヲ保ツテ居ル。潮汐ノ干満ノ如キ水位ノ變化ガ H ニ起ル場合ナドハ頗ル複雑ナ水面 z ノ變化ガ之ニ伴ツテ起ルガ、由來地中ノ滲透地層トモ違ツテ土堤防ナドハ成ルベク不滲透性ナルヲ尙ブモノデアルカラ滲透曲線ナドモ極メテ稀デ耐カモ複雑ナ關係ヲ持ツテ居ル。

第六章 地下水

第一節 地下水ト源泉

85. 地下水ノ形成 地下水發祥ノ場所ハ大氣中ト地球ノ内部トデアル。其大氣中ニ發生スルモノニ滲透説ト凝縮説ト二ノ學説ガアル。

滲透説ニ從ヘバ一般ニ霜露雨雪等トナツテ大氣中カラ地表ニ落チル所ノ所謂降水ハ一部地表ヲ流下リ、一部蒸發シテ再ビ大氣中ニ去リ、他ノ一部ハ地中ニ滲透シテ或ハ養分ヲ含シテ水トナツテ植物ニ吸收セラレルモアリ、或ハ更ニ深く地中ニ滲入沈下スルモノモアル。而シテ水ガ眞ニ滲透スルノデアルカ又ハ單ニ沈下スルノデアルカハ地盤ノ地質的性質ニ依ルモノデ、滲透ハ多孔質ノ地層ニ適シ、沈下ハ地表ニ接觸シテ龜裂ヤ虧隙ガ存在シテ居ル所ニ起ルモノデアル。然シナガラ降水ガ以上ノ如ク分レテ行クニシテモ、元來降水量ト云フモノハ一日ノ間一年ノ中デモ常ニ異ナリ、又地上至ル所其降水量ガ同一デナク、之ニ加フルニ地質地形等ノ環境ガ亦至ル所同一デナイカラ如何ナル割合デ降水ガ以上ノ各方面ニ分配セラレルカハ到底窺知ルコトガ出來ナイガ、然シ段々ト研究ヲ進メテ其分配ノ跡ヲ辿ツテ見レバ大凡其割合ヲ推定シ得ナイデモナイ。即チ地表ヲ流下ル降水量ハ河ノ流量トカ又ハ湖沼ノ貯水量ノ増加ナドヲ知レバ其分量ヲ知ルコトガ出來、蒸發ノ方ハ水面、地面又ハ葉面ナドカラ水ノ蒸發蒸散シ去ル量ヲ調査スルトキハ亦是等ニ依ツテ失ハレル分量ガ大體知ラレル。以上地表水トナツタモノニ蒸發蒸散ニ依ツテ失ハレタモノヲ加ヘテ降水量カラ差引イタモノハ大體地下水トナルノデアル。例ヘバ1910年ベるりんノ北部灌漑區域ニ要シタ 58.5 百萬立米ノ水ノ中デ 33 百萬立米ハ再ビしふれ一河ニ返リ、21 百萬立米ハ蒸發シ、残り 4 百萬立米ガ地下水

トナリ、又蔬菜果實等ニ吸收消費セラレタト推定セラレテアル。而シテ降雨ガ多ケレバ地下水々位が高マリ、其少イトキハ水位が低クナルコトナドヲ考ヘレバ地下水ト降水トノ關係モ大抵想像ニ難クナイ。

ふつぐらー (Vogler) ハ雨ガ地中ニ滲透スル深サハ極メテ淺ク、之ニ依ツテ地下水ヲ形成スルニ足ラナイトシテ、水蒸氣ノ飽和シタ空氣ガ地下水ヲ形クル唯一ノモノデアルト主張シタ。之レ即チ凝縮説ト呼バレルモノデアル。

ぞーいか (Soyka) ハ地下水ノ變化ハ大氣湿度ノ飽差即チ現在ノ氣温ニ於テ飽和シタ大氣ノ湿度ト實際ノ湿度トノ差ニ平行シテ居ルト言ツタノハふつぐらーノ説ト一部一致シテ居ル。

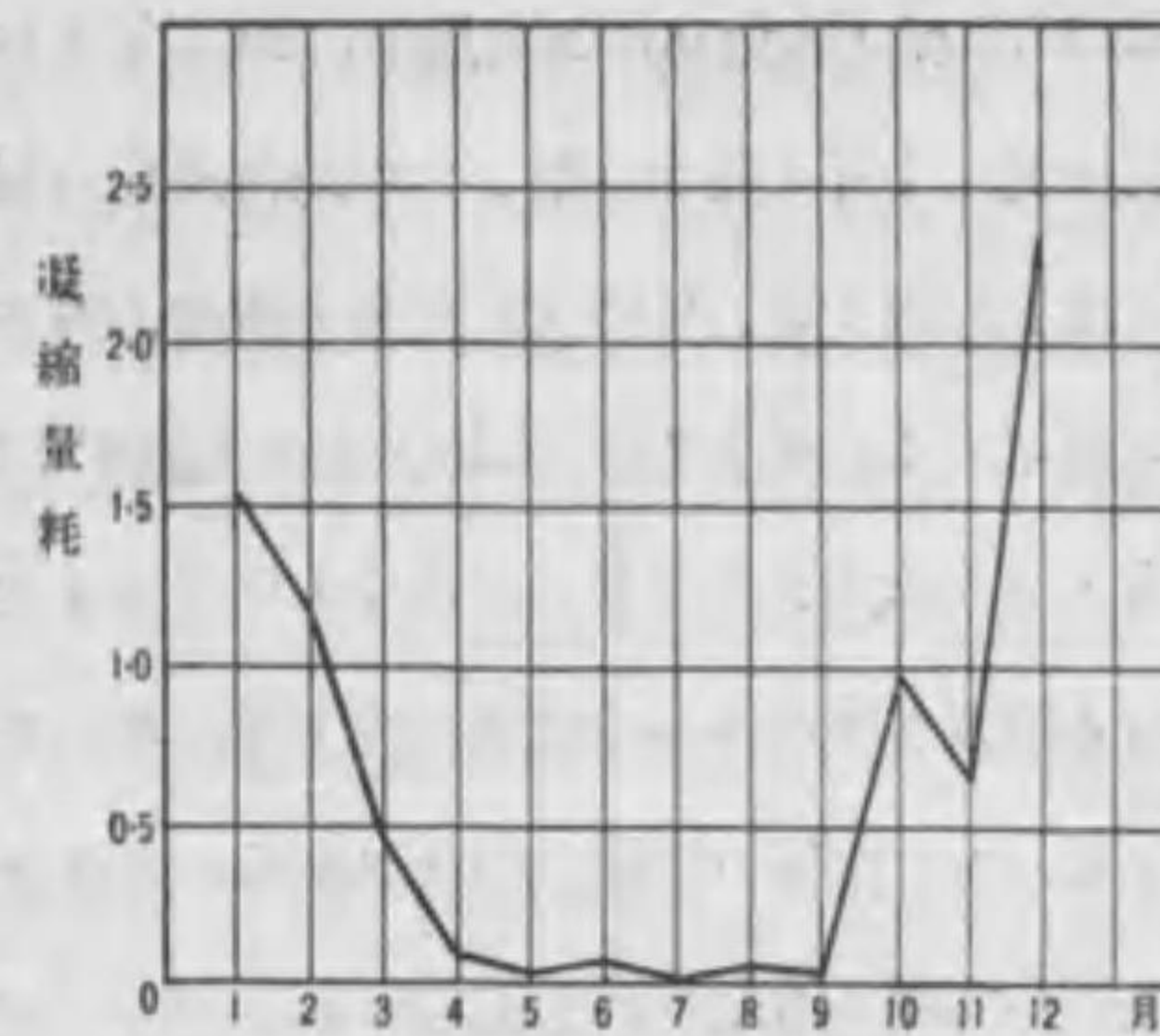
而シテ暖イ風ガ濕ツタ空氣ヲ冷エタ大地ニ吹送レバ上層ノ土地ハ或水蒸氣ヲ凝縮セシメ、此水ガ深ク地中ニ流入ルト云フノガ凝縮論デ、けにひ (König)、めつげる (Mezger)、へちけ (Haedicke) 等ハ此論ノ正シイト云フ證據ヲ握ラウト努メタ。元來凝縮ハ或分量ノ水蒸氣ヲ含シタ空氣ガ低温度ノ大地ニ接觸シテ飽和ノ状態ニ達シ、餘分ノ水分ヲ分離スルノデアルカラ、大氣ト大地トノ温度ノ差ガ少ケレバ凝縮ノ水量モ少イカラ冬ハ凝縮量ガ最も多イ理窟デアル。然シ實際測定ノ結果ニ依レバ凝縮量ナルモノハ極メテ少ナク、到底地下水ヲ作ルニハ足ラナイモノ、様デアル。例ヘバらたむ (Latham) ハ30年間ノ平均凝縮量トシテ毎月ノ量ヲ擧ゲテ居ルガ其一年ノ量ハ7.5耗ニ過ギナイ。

第四十表 月別凝縮量

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
凝縮量 (耗)	1.54	1.17	0.46	0.10	0.03	0.07	0.001	0.05	0.05	0.96	0.66	2.41	7.50

又之ヲ圖ニ示セバ第七十六圖ノ如クデアル。之ヲ要スルニ降雨ノ後ニ井戸

ノ水位が高クナルヲ見レバ滲透ノアルコトハ否ムコトガ出来ナイガ、又或程度ノ凝縮ト云フコトモ有リ得ルノデアル。すいす (Suess) ハ以上滲透及凝縮ノ外ニ地球ノ内部ニ地下水ガ所謂岩漿水ニ依ツテ生ズルコトヲ主張シタ。即チ地球ノ内部ニ在ル熔岩又ハ岩



第七十六圖 月別凝縮量

漿ハ瓦斯ヲ放射シ、漸次凝結シテ水トナルモノガ岩漿水又ハ處女水デ、地球内部ノ含水量ヲ増シツ、アルト云フノデアル。火山ノ噴烟ニ伴ツテ汽煙又ハ大雨ヲ見ルノハ之ガ爲メ岩石ノ含有スル水分即チ岩濕ハ岩漿性ノモノダト云フノデアル。然シ多クノ温泉ヤ淡水泉ハ此見地カラスレバ岩漿水ニ依ルモノデナケレバナラスコトニナル。ぶるん (Brun) ハ火山ノ研究ニ依ツテ所謂岩漿水ノ存在セスコトヲ立證シタ。温泉ト云フノハ一般ニ其湧出點デ平均氣温ヨリモ高イ温度ノ源泉ヲ云フノデアル。火山地方デハ岩漿水ハ屢々間歇泉又ハ噴泉トシテ現ハレル。

地表水自身ガ地中ニ滲透シテ地下水ヲ涵養シツ、アルコトモ亦直接大氣ノ降水ニ劣ラナイ。地表水ガ河床ヤ湖底ノ滲透性ノ部分ニ於テ地中ニ逃竄スルノハ普通ノ流水ノ時ニモ亦洪水ナドノ際ニ氾濫シタ堤外地ナドニモ現ハレル。ふつしやー (Fischer) ノ意見ニ從ヘバ此種ノ滲透量ハ中々多ク、1902年夏26日間ノおーだー河ノ洪水ノ際ニ1950百萬立米ノ總流量ノ内340百萬立米ノ水ガらちぼる (Ratibor) トほーへんざーてん (Hohensaathen) ノ間ニ逃竄シタ。即チ地下水ガ洪水又ハ地表水ニ依ツテ涵養セラレタ割合ハ恰カ

モ其 17.4 %ノ多量ヲ示シテ居リ、1903年ニハ亦 16 %ノ滲透ヲ示シタ。おーだー河ノ 1 軒ノ長サニ對シテ平均滲透量ハ毎秒 30 り。とるカラ 180 り。とるニ達シテ居タガ、毎秒 59 立米ノ消失ノ内デ蒸發ノ爲ニ失ツタモノガ 3 立米ニ過ギナイ。又うるむ (Ulm) カラ上流デどなう河ノ洪水ニハ凡ソ 2 千萬立米ノ水ガ滲透シテ河谷ニ滯水サレテアルトけらー (Keller) ハ唱ヘテ居ル。地中ノ龜裂ヤ罅隙ニハ地表水ガ沈下消失スルガ、下底ノ割目ノ上ニハ屢々砂礫ガ覆ハレテ沈下ハ滲透ト相伴ツテ起ルコトガアル。河ノ砂礫ヲ以テ充サシタ谷ニハ此種ノ消失ガ起ル。

86. 地下水ト河川分布密度 地表水ガ地中ニ滲透又ハ沈下シテモ再ビ河川等ノ地表水トナツテ流出ルモノト又降水ガ直接地表水トナルモノトニ論ナク、地下水ハ所謂河川分布密度ナルモノニ關係ガ深イ。河川分布密度ト云フノハぐらふゑりうす (Gravelius) ガ唱ヘタモノデ 1 方軒ノ面積ノ上ニ現存スル河川ノ長サ (軒) ヲ云フノデアル。

地盤ノ滲透性ガ大ナル程河川ノ分布密度ガ小サク、雨雪ノ一部ハ地中ニ浸潤シ去ル。

のいまん (Neumann) ニ從ヘバ土質ノ滲透性ト不滲透性トニ依ツテ河川分布密度ガ異ナル程度ハ凡ソ次表ノ如クデアル。

第四十一表 河川分布密度

地方名	土質	年雨量(耗)	河川分布密度 (每方軒ニ付河川長軒)
ほんまー海岸平原	滲透性	595	0.36
北しれするっく	"	730	0.56
えるべ砂岩山脈	"	820	0.99
べるん高地	不滲透性	1200	1.28
らうじつゑる花崗岩山脈	"	686	1.43
はるつ地方	"	527	1.77

87. 森林ト地下水 一般ニ森林ハ地下水ニ對シテ三様ニ備イテ居ルコトヲ想像シ得ラレル。雨量ヲ増シ、滲透ヲ促進シ、水分ノ吸上ノ爲ニ地下水々位ヲ下ゲルノガ即チ是デ、其孰レノ影響ガ多イカニ從テ、地下水ハ森林ノ爲ニ増加モスレバ亦減少モスル結果トナル。

森林ノ爲ニ地下水ヲ増スト云フ方面ハ甚シク誇張シテ考ヘラレテアル。荒原、砂漠又ハ草木ノ生エテ居ラナイ裸地ハ森林地帯ヨリモ著シク雨ガ少ナイト云フ事實ヲ擧ゲテ森林ハ雨量ヲ増ス反證デアルト考ヘラレルコトガ多イ。

然シ森林草野ノ無イノハ多クノ場合ニ於テ雨量ノ少イノニ原因シテ居ルノデ、屢々原因ト結果トヲ轉倒シテ居ル。

森林地帯ニ於テハ植物カラ蒸散シタ水分ノ爲ニ林間大氣ノ溫度ヲ増シ、同時ニ森林ノ爲ニ周圍ノ空氣ガ冷却セラレテ水蒸氣ノ凝縮ヲ促進スル。蓋シ森林ハ地上ノ影ヲ作ツテ所謂木下間ヲ生ジ氣温ノ上昇ヲ妨ゲル。又樹影ヤ地衣蘚苔ナドノ爲ニ地温ヲ低メテ居ルコトハ事實デアアル。森林内ニ於テハ霜ノ穿入ガ平地ニ於ケルヨリモ少イ。從テ空氣ノ溫度ハ凡テ是等ノ事情ノ下ニ林間ノ方ガ大デアアル。又土中ノ濕氣又ハ土濕ハ植物ノ發育時期ノ間林内ハ平地ヨリモ 62 % 許リ消失ガ少イ。此消失ハ枯草ナドガ地表ヲ被覆シテ居ル爲メ殊ニ少イ。又枯草蘚苔ナドノ爲ニ水ガ地中ニ浸潤スルコトニ倍ニ達シテ居ル。是等ノ結果トシテ森林ハ元來水ヲ消費スルコト大ナルニ係ハラズ。地中ノ水分含有量ヲ高メ且ツ之ヲ保護スル。以上ノ諸點ヲ綜合シテ考ヘテ見レバ森林ハ地中ヲ循環スル水ノ調節ニ役立ち、源泉、溪流及河川ニ對シ一種ノ貯水池ノ様ナ備ヲ營ムコトハ事實デアアル。

森林ガ局部的ニ雨量ヲ増スヤ否ヤニ就テハ肯定モ出來ナイガ亦否定モ六ケシイ。古來之ニ就テハ双方共主張ガアルコトハ第一編氣象 94 ニ述ベタ通りデアアルガ其材料ハ共ニ斷片的ナルヲ免レナイ。尙更ニ若干ノ例ヲ擧ゲテ見レバ

印度ノ中部諸州ノ北方ニ於テ 1876 年乃至 1885 年ノ間ニ盜伐ノ爲ニ森林ガ無クナツタ地方ニ再ビ植林ヲ行ツタ處ガ其結果トシテ雨量ハ平均 12%ヲ増加シタ。はんぶるぐニ於テ森林ノ爲ニ雨量ノ増加 3%ニ達シ、西ふろしややぼーらんどニ於テハ森林ノ爲ニ 2 乃至 10%ノ雨量ヲ増シ、しれじやニ於テハ 2 乃至 6%ヲ増シタト云フ様ナ記録ハ東西ニ多イケレドモ元來年雨量ノ變化ノ範圍ハ非常ニ大デ、之ヲ福岡ナドノ例ニ見テハ最寡年雨量 1000 耗位ニ對シテ最多年雨量ハ 2200 耗ノ多量ヲ示シテ居ル。從テ如何ニ永イ間ノ平均ヲ取ツテ見テモ 1 割ヤ 2 割ノ雨量ノ増減ハ其原因ガ一般ノ變化ニ依ルモノデアアルカ又ハ森林ノ爲ノミデアアルカ到底之ヲ分析立證スルコトガ困難デ、譬ヘテ言ハバ吞舟ノ巨浪ニ對シテ漣ノ様ナモノデ、之ヲ要スルニ森林ノ爲ニ雨量ガ増加スルコトハ實際アルニシテモ殆ド問題ニナラヌ様少イモノデアルト云フ結論ニナル。森林ノ爲ニ附近大氣ノ冷却ハ精々 20 米カ 30 米位ノ範圍デ、雲ノ高サナドカラ推シテ考ヘレバ雨滴ノ形成ハ森林ナドヨリハ更ニ高空ニ起ルモノデアアルコトヲ考ヘレバ森林ノ雨量増加ノ影響ナルモノガ非常ニ少イモノデアアルコトハ之ヲ想像スルコトガ困難デナイ。勿論雨量ノ増加ガ假ニ多少デモアルトスレバ獨リ林地許リデナク、其附近ノ平地ニモ及ンデ居ルコトハ争ハレナイ。唯林内ハ影ナドノ爲ニ氣温ガ低ク、又從テ温度ガ高ク何トナク多濕ノ感ヲ與ヘルト云フコトハ其地表ノ枯草蘚苔ナドノ保水量ガ多ク、土濕ノ多イコト、相俟ツテ何トナク雨量ガ多イト云フ假想ニ至ラシメルコトハ事實デアアル様ダ。

森林ノ爲ニ滲透作用ガ促進セラレルト云フコトモ亦頗ル過信セラレテ居ル傾向ガアル。樹林ノ枝葉梢幹ノ爲ニ地表ニ達スベキ雨量ノ大部分ハ所謂遮斷作用ヲ受ケテ地上ニ至ラズ、是等ニ保留セラレテ大部分ハ蒸發シ去ルノミナラズ。林下ノ枯草蘚苔ノ類ハ亦更ニ雨水ヲ抑留シテ地中ニ達セシメナイカラ

滲透ニ對シテハ森林ハ消極的ノ働ヲ營ムコトニナル。

唯森林ガ傾斜地ニ在ル場合ニハ降水ハ直チニ流去ル傾向ガ多イケレドモ植物性被覆ハ能ク水ノ流ヲ阻止シ、地中ニ滲透スル機會ヲ多クスル。即チ森林ハ新カル場合ニハ地下水ヲ作ルニ與ツテ力ガアル。

一般ニ平地ノ森林ハ地下水ノ水位ヲ沈下スルコトハ事實デアアル。まるしやんど (Marchand) ノ説ニ從ヘバ佛國ガすこーに (Gascogne) ノ一部らんど (Landes) 地方ノ森林地帯ニ於テ此種ノ水位沈下ハ少クモ 50 糎ニ達シ、1 へくたノ面積ニ於テ他ノ植物ノ種類ヨリモ 100 立米モ多ク水ヲ吸揚ゲテ居ル。此森林地帯ニ於ケル平均雨量ハ一年 850 乃至 900 耗デ森林カラ蒸散ハ一年 450 耗、恰カモ地下水ノ沈下ニ對スル水量ノ 4.5 倍ニ相當スル。又森林ノ爲ニ地中カラ吸揚ゲラレタ水量ハ空氣ノ温度ヲ増シ、之ガ爲ニ一年平均 600 耗モ雨量ガ多クナツテ居ルガ林地ノ 7 倍乃至 8 倍モ廣イ面積ニ分散セラレル。

へんれ (Heule) ハ森林ガ決シテ雨量ヲ増スコトハナイガ、林地ヤ附近ノ地方ニ於ケル雨量ノ分布ヲ變ヘテ居ルト云ツテ居ル。

新クノ如ク森林ガ雨量ヲ増スヤ否ヤノ問題ハ結局兩説アツテ全然反對ノ立場ニ在ルガ、我國ノ森林測候所ナドノ觀測ニ依レバ未ダ凡テノ場合ヲ盡シテハ居ナイケレドモ實際土林地ノ雨量ヲ清算スレバ増スヨリモ反ツテ減ツテ居ルコトハ事實デアアル(河海工學第一編氣象 94 参照)。

地下水ニ對シテ森林ノ影響ニ就テおとつかい (Ototzki) ヤえーばーまいやー (Ebermeyer) ハ深い研究ヲ重ネタガ、前者ハれーにんぐらーど附近ノ林地ニ於テハ地下水ハ附近ノ牧野ヨリモ 10 米モ低カト云ツテ居リ、後者ハ森林地帯ノ下デモ地下水ハ他ノ無林ノ土地ニ比シ殆ド低クナイト云ツテ居ル。然シ前者ノ觀測ハ附近ニ峽谷ガアル爲メ偶然ノ事相ニ屬シ、後者ノ測定ハ信ヲ措クニ足ルト信セラレテ居ル。即チ地下ノ水溜リ又ハ地下貯水池ニ於テハ森

林ノ爲ニ地下水ガ吸揚ゲラレテ水位ガ低クナルコトガアルガ、其他ノ場合ニハ森林ノ爲ニ地下水ガ排除セラレル現象ハ今日迄ノ研究ノ結果デハ明瞭デナイ。是レ地下水ノ水理ハ極メテ複雑デ、譬ヘ森林ガ地下水ヲ吸揚ゲテモ周圍カラ之ヲ補給スル爲ニ其因果ノ關係ヲ切離シテ數量的ニ之ヲ定メルコトガ困難ナ爲ニモ依ルモノデアロウ。左ハ兎マレ角マレ、植物ハ其乾物量ニ數百倍スル水ヲ吸收シテ始メテ發育シテ居ルコトヲ考ヘレバ森林ガ地下水ヲ吸收スルコトノ多大ナルハ勿論ノコトデ、從テ一般ニハ地下水々位低下ヲ來スベキコトハ推定スルニ難クナイ。彼ノ沮洳地ヤ流出口ノナイ地下貯水池ナドノ附近ニ長ク根ノ張ル植物、例ヘバ柳、赤楊、^{ハンノキ}柳一かり、^{フナ}山毛櫸ナドノ各種モノヲ植エレバ水ヲ消費スルコトガ多イ爲メ、地下水ハ排除セラレルコトハ確デアル。

然シ以上ノ現象ハ豊富ナ流量ヲ有スル地下水流デアルカ、又ハ地下水ガ流込シテ居ラヌ地下貯水池等デアルカヲ區別シナケレバナラナイ。後ノ場合ニハ森林ノ爲ニ地下水ハ忽チ涸渴セシメラレル傾向ガアル。

88. 地下水ノ推定量 地下水量ハ其狭イ區域ニアルモノニシテモ又全地球内ニ在ルモノニシテモ之ヲ推定スルコトハ容易ノ業デハナイガ人間ノ利用厚生ノ方面カラ、殊ニ水道ノ水源ナドニ之ヲ利用スル爲メ必要ナル地下水々量ガ果シテ適當ノ處ニ得ラレルカ否ヤハ之ヲ推定スル必要ガ屢々起ル。而シテ地下水ノ成立ニ就テハ嘗テ述べタ通り意見ノ相違モアリ、亦不明瞭ナ點モアルニ係ラズ。地下水學ノ進歩ハ益々著シク、能ク地中ノ秘密ヲ開イテ目ニハ見エナイ帯水層ヤ地下貯水池ナドヲ究メツ、アルノハ斯學ノ爲ニ喜ブベキ現象デアル。

地表水ノ總量ニ就テ^{クリムメル} Krümmel ハ之ヲ 1300±100 百萬立升ト推定シ、^{ムレイ} Murray ハ之ヲ 1.41×10^{24} 立升又ハ 1413 百萬立升ト

推算シタ。是レ即チ地球ヲ取巻ク海洋ノ水ノ全容積デアル。

又^{デレス} Delesse ヤ^{ソイカ} Soyka ノ推定スル所ニ依レバ地下水ハ攝氏 100° 以下ノ溫度ニ於テ地殻ノ間ノ空隙ヤ罅隙ニ液體ヲ爲シテ存在スル。今地下恒溫層ヲ除外シテ增溫率ヲ攝氏 1° ニ付キ 33 米ト假定スレバ 100° 以内ノ地下水ヲ有スル帶水套ハ地殻ノ厚サ 3.3 軒ニ達スル勘定デアル。然ルニ水蒸氣ノ形成ハ壓力ニ關係シ、地殻内ノ壓力ハ地表カラノ深サト共ニ増加スルカラ、凡ソ攝氏 600° ノ地温即チ 18.5 軒ノ深サ迄液體ノ水ガ存在シテ居ルコトヲ想像スルコトガ出來ル。地殻ノ帶水套ノ比重ヲ平均 2.5 ト假定シ、且ツ此帶水套ノ 5% ヲ地下水トシ、地球ノ半徑ヲ 6370 軒トスレバ帶水套ノ内輪ハ半徑 6370 - 18.5 = 6351.5 軒ノ球ノ上ニ在リ、從テ地下水ノ總量ハ凡ソ

$$\frac{4}{3} \times 3.14 \times (6370^3 - 6351.5^3) \times 2.5 \times 0.05 = 1175.1 \text{ 百萬立升}$$

即チ^{デレス} Delesse ガ推定シタ地下水ノ總量ハ^{クリムメル} Krümmel ノ^{ムレイ} Murray ノ推定シタ總地表水ト殆ド相等シイ。

又^{ファンヒス} Van Hise ハ地殻ノ壓力カラ地下水ノ最深限度ヲ 9.6 軒ト推定シ、其外色々ノ説ガアル。

ハ^{ハルフ} Halbfass ハ地球表層ノ地下水々量ヲ推定シテ年雨量ノ 1.5 乃至 2.0 倍ダト言ツテ居ル。又^{フリツ} Frizsche ハ地球ノ全年雨量ハ 465000 立升トシテ居ルカラ、地下水ノ總量ハ最上部ノ地殻第四紀層ノ中デ約 800000 立升トナル勘定デアル。又人ニ依ツテハ地下水ノ總量ヲ 25 萬立升ニ推定シテ居ル。

以上ノ諸説ヲ綜合シテ見レバ漫然タル推定ヲ除外シテ、高壓ノ下ニ液體水ノ存在シ得ル溫度カラ地下水ノ最深限度ヲ定メタモノト地殻ノ壓力カラ深サヲ定メタモノトノ二ニ歸着スル。今岩石ノ抗壓強^斤方耗ヲ見レバ玄武岩ノ 40、片麻岩ノ 8、花崗岩ノ 8 乃至 20、石灰岩ノ 5 乃至 8、斑岩ノ 24 乃至

40、砂岩ノ 7 乃至 10 (らんどるとニ從フ) 等デ所謂原始岩ノ抗壓強ハ 20 乃至 40 斤/方尺又ハ 2 乃至 4 萬噸/方米ニ達スル。故ニ是等岩石ノ比重ヲ平均 2.7 又ハ 2.7 噸/立米トスレバ深サ 7.5 乃至 15 秆トナレバ自己ノ重量カラ壓潰スル勘定デアル。大洋ノ海濠ニハ 10 秆内外ノ深ヲ有スル處モアルカラ、海面下 7.5 秆乃至 15 秆平均 11 秆ハ地下水存在ノ限度ト考ヘルコトガ出來ル。此ニ地温ハ凡ソ 225° 乃至 450° 平均 330° デアル。今地下水ノ最深限度ヲ平均 11 秆トスレバ帶水套ノ容積ハ $\frac{4}{3} \times 3.14 (6370^3 - 6359^3) = 5596 \times 10^6$ 立秆デ之ヨリ海洋ノ體積 1413.5×10^6 立秆ヲ差引キ假ニ 5% ナ地下水トスレバ我地球ノ地下水總量ハ 209×10^6 立秆トナル。

地球ガ保有スル水量ガ増スカ減ルカ、若又増減スルモノトスレバ如何ナル比ヲ以テ増減スルカハ非常ニ興味アル問題デアル。若シ眞ニ水ガ増加スルモノトスレバ地下水ハ漸次高クナリ、次第ニ地球ノ縁カラ溢レテ全然陸地ヲ沒了スル様ニナラナケレバナラナイ。若シ又水量ガ減少シツ、アルモノトスレバ地殻ノ内外ニハ其水ガ漸次涸渴シテ生物ハ死滅スルヨリ外ハナイ筈デアル。

水ガ増加スルノハ所謂岩漿水ガ新ニ出來テ來ル場合デ、又隕水ガアツテ地球ノ水ガ増加スルコトモアリ得ル。但シ岩石ノ風化ナドノ場合ニハ多量ノ水ガ消費サレル。

以上我地球ニハ水量ガ増シタリ減ジタリスルコトハ事實トスルモ其如何ナル分量丈ケ變化スルカト云フ問題ハ全ク知ルコトガ出來ナイ。へるびーがー (Hoerbiger) ノ説ニ從ヘバ年雨量ノ 2 割ハ宇宙カラ來テ居ル、而シテ入テ來ル量丈ケ失ハレルカラ結局地球ノ含水量ハ一定デアル (第九章第二節 154 参照)。

89. 地下水路ト水ノ循環 一定容積ノ岩石ヲ空氣中ニ乾燥シ所謂氣乾ノ状態ニ於テ其重量ヲ秤リ、更ニ之ヲ灼熱シテ全然其中ノ水分ヲ無クシタ場合ノ

同容積ノ重量ヲ比較スレバ其前後重量ノ差ハ即チ其岩石ノ結晶ノ中ニ含マレテアル水ノ重量デ岩濕ト呼バレルモノガ是デアル。岩濕ノ保有セラ 部分ハ其岩石ノ組織ノ中デアツテ機械的ニ之ヲ岩石カラ引離スコトハ出來ナイカラ、實用地下水學デハ單ニ岩石ヲ水ノ飽和状態ニ保ツ働ヲ營ンデ居ルニ過ギズ。更ニ多クノ水ヲ容レル餘地ハナイカラ、岩濕ノ占有シテアル空隙ハ地下水ノ水路トシテハ毫モ役立たナイ。

今亦堅イ岩盤カラ成ル山嶽ヲ視レバ多クノ毛髮狀龜裂、罅隙、割目ナドガ存在スルコトヲ見ル。是等ノ龜裂等ハ降水ガ深く地中ニ進入スル通路ヲ爲シ、地表デ言ハバ溝渠ノ如キモノデアル。其断面ハ辛ウジテ認メ得ベキ毛筋程ノ細イ罅カラ時トシテハ數百方米ノ大キナ空隙又ハ空洞ガ山岳ヲ貫イテ居ル。是等ノ空洞ハ屢々地下ノ水流ヲ有シテ地下川ト呼バレルモノトナル。大氣中ノ降水ガ岩石ヲ風化分解シ、又ハ流水ノ洗掘崩壊ノ爲ニ水ノ流路ニ當ル所ノ岩石ガ破壞セラレテ漸次粉塵セラレ、砂礫トナリ泥土トナツテ次第ニ低處ニ運搬セラレ、或ハ沈澱堆積スル。

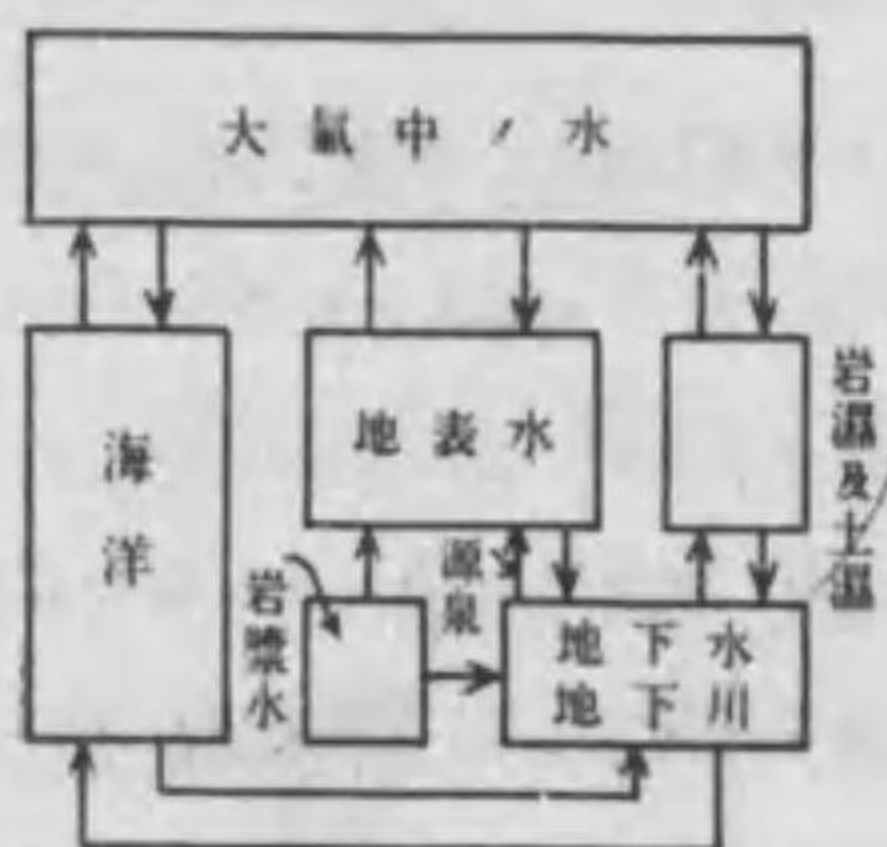
斯ンナ風ニシテ河水ノ流レル孟谷ニハ多小角ノ取レタ圓味ヲ帶ビタ石木呂ヤ岩屑ナドガ移動シ堆積スル。其粒ノ大サカラ粘土、泥土、砂礫、小石及轉石ナド、ナリ、其比較的粗大ナモノハ即チ砂礫デアル。砂礫ノ間ニハ空隙ガアリ、此空隙ヲ繋グハ一種ノ溝渠ヤ水溜ガ出來テ此ニ儲留シ又ハ貫流スルモノハ即チ地下水デアル。

地下水面ノ上ノ空隙ガ全ク水ヲ以テ滿サレナイデ水ヤ空氣及瓦斯ヲ以テ滿サレテアル部分ガアル。地濕帶即チ是デアツテ、亦附着力及毛管引力ノ影響ノ下ニ在ル。

地下水路ハ主トシテ山岳ノ割目ヤ砂礫等ノ滲透性ノ部分ニアル。此水路ヲ經テ地下水ハ或ハ表面ニ上リ或ハ深處ニ下ル。而シテ地表水ト地下水トハ屢

々相轉換シテ地表水ハ地下水トナリ、又之ト反對ニ地下水ハ地表水トナリ、其間空中ヲ經由スル。此現象ヲ名ケテ水ノ循環ト呼ブノデアル。

水ノ循環ノ經路ハ一部ハ地表デ一部ハ地中デ、又他ノ一部ハ空中デアル。而シテ循環ノ跡ヲ辿レバ或ハ水蒸氣トシテ、或ハ水トシテ、又或ハ氷雪トシテ互ニ遷移スルノデアル。



第七十七圖 水ノ循環

水ノ循環ニハ(1)大氣中ノ水、(2)地表水、(3)岩湯及土湯、(4)地下水、(5)地下水川及(6)岩漿水ガアル。地下水ヤ地下水川ガ地表水トナツテ現ハレル處ハ即チ源泉又ハ泉デアル。

第七十七圖ハ水ノ循環ノ系統ヲ矢ヲ以テ示シタモノデアル。大氣中ノ水カラ地下水トナル迄ノ時間ハ種々ノ條件ノ下ニ

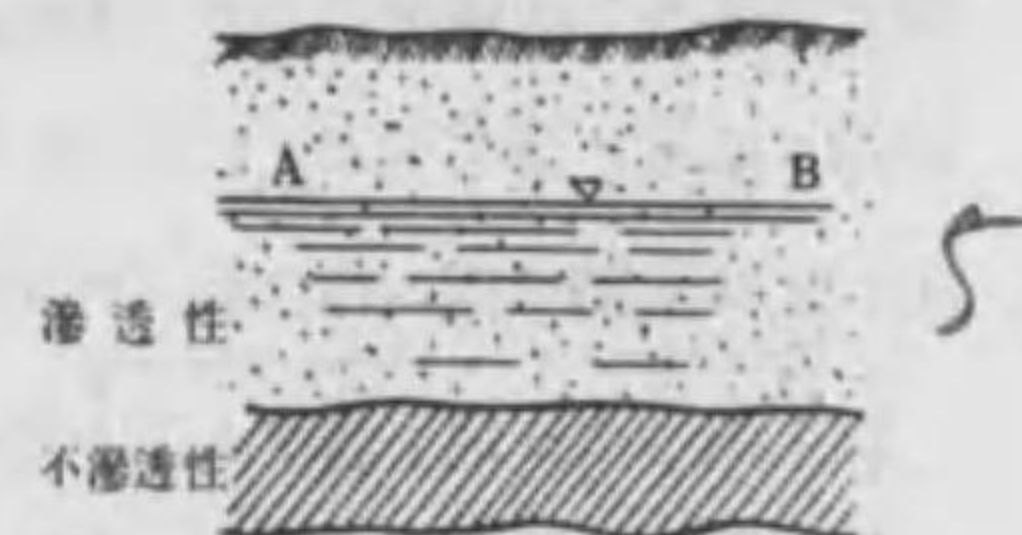
一定シナイガ經過ガ永イ程地表水ノ衛生上不良ナル性質ガ除カレル。

90. 源泉又ハ湧水 地下水ガ循環シテ居ルモノハ之ヲ水脈ナド、呼ブ。水脈ガ偶々地表ニ出レバ此ニ源泉、泉又ハ湧水トナル。換言スレバ地下水ヲ保ツテ居ル所ノ所謂帶水層ガ豁谷河川又ハ山腹其他ノ地點ニ現ハレテ自然ニ地下水ガ流出テ、居ルモノガ源泉デアツテ一種ノ呑口ノ様ナモノデアル。勿論河川湖沼ナドノ水中ニ開口シテ居ル源泉モ有り得ベキ筈ダガ、普通ノ狀態デハ目ニ見エナイ。但シ源泉ノ現象ハ全ク機械的ノモノデ、其化學的治療的又ハ其他ノ特性モ他ノ地表水ト異ナル所ハナイノデアル。

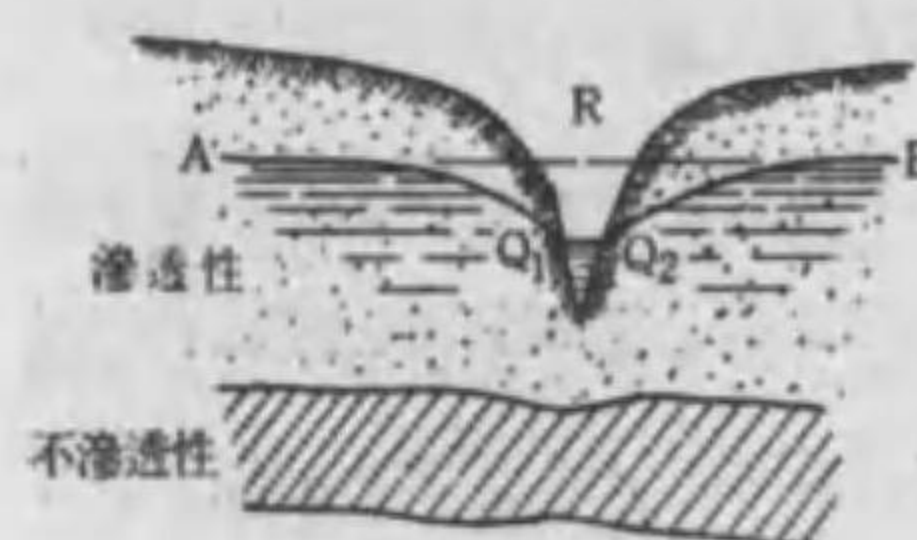
源泉ノ水ノ性質ハ其經由スル帶水層ノ性質ニ依ツテ異ナル。例ヘバ帶水層ガ充分ナル厚サデ良質ノ濾過性ノモノカラ成立ツテ居ルナラバ源泉ノ水ハ衛生的ニ極メテ良好ナ地下水デアル。之ニ反シテ源泉ヲ涵養スル水ガ龜裂罅隙

又ハ之ニ類似シタ地下ノ水路ヲ通過シテ居ルナラバ亦其地下水流ニ溶カサレタ容水盤又ハ滲水池ノ特質ヲ備ヘテ居ル。從テ衛生的ニハ地下水ニ涵養セラレテ居ル源泉ト地下川ニ涵養セラレテ居ル源泉トヲ區別スルコトガ出來ル。

第七十八圖ハ不滲透性地盤ノ上ニ滲透性地層ガアツテ天然地下水水面ヲ有スル容水盤ヲ示シタモノデABガ其水面ヲ表ハス。然ルニ若シ天然又ハ人工的ノ溝渠ガ或ハ浸蝕ニ依リ或ハ開鑿セラレテ其容水盤ヲ通過スレバ第七十九圖ニ示ス様ニR



第七十八圖 天然地下水水面ノ容水盤



第七十九圖 天然又ハ人工的ノ溝渠ヲ介スル地下容水盤

ナル切込即チ溪流又ハ溝渠等ガ地下容水盤ノ一部ヲ切斷シ、之ガ爲ニ Q_1 及 Q_2 ナル源泉ガ現ハレ、地下水々面ガ見ラレル様ニナル。以上ハ地下ニ一種ノ滲水池ヲ形ツタ場合ヲ示シタモノデアルケレドモ地下水川ガ存在スル場合モ全ク之ト同一

デアル。

斯クノ如ク地下ノ水ハ地下ニ滲留シテ居ル地下水ト地下ヲ流レテ居ル地下水流水ノ二ニ分ケルコトガ出來ル。恰カモ地表水ノ静水ト流水又ハ湖沼ト河川ノ如キ關係ヲ保ツテ居ル。孰レノ場合ニモ不滲透性ノ下底ヲ必要トシ、之ニ滲透性地層ガ其上ニ堆積シテ居ラナケレバナラナイ。即チ地下水ハ空隙ヲ持ツタ地層ノ間ニ地下水ガ滲留セラレテアルモノデ、其水ノ移動スル場合ニハ地中ノ抵抗ニ打勝ツテ濾過ノ法則ニ違ヒツ、安定狀態ヲ保タントスルモノデ、例ヘバ滲水カラ水ヲ吸揚ゲレバ其滲水面ハ沈下面ヲ爲スノデアル。又其水ノ移動スル流速ハ比較的小サク、水位ノ變化ヤ湧出量並ニ水溫ノ變化ハ

少イ。又水中ニ浮游シタ物質ヤ其他有機無機ノ諸物質ハ阻止セラレル爲メ所謂濾過作用ヲ現ハシテ居ル。地下流水ノ方ハ岩石ノ龜裂ヤ罅隙及地中岩石ノ空洞等ヲ流レル水デ、一般ニ地表ノ流水ト同一法則ニ從テ動イテ居ル。其特色トモ見ルベキ現象トシテハ水位ノ變化ガ活潑デ比較的大キナ流速ヲ有シ、流量ヤ水量ノ變化モ大デ、濾過作用ヲ受ケナイカラ時トシテ濁濁ヲ呈スルコトガアル。即チ雨ニ伴フ水デアアル。

以上地下水ヲ地下瀧水ト地下流水ノニニ分ケルコトハ獨リ地水學カラ必要ナ許リデナク、衛生學的ニ見テモ亦肝要デアアル。地下容水盤ハ一般ニ淨化作用ヲ營ミ、又多量ノ淨化セラレタ水ヲ溜メテアルカラ衛生的ニ見レバ一種ノ淨水槽又ハ配水池デアツテ利用ノ點カラ言ツテ地下瀧水ハ地下流水ニ勝ツテ居ル。是等兩者ノ水ノ生成ニ至テハ毫モ異ナル所ハナイガ、瀧水ハ自然ニ濾サレツ、アルニ反シテ地下流水ハ殆ド地表流水ト撰ブ所ガナク、唯後者ハ地表ヲ流レテ居ルニ對シテ地中ヲ流レテ居ルノ差ガアルノミデアアル。然シナガラ地下瀧水ト地下流水ハ屢々其間ニ差別ヲ設ケ得ヌ場合モアリ。又其清濁ノ如キモ全然上述ノモノト反對ナ場合モ少クナイ。

91. 地下水ノ性質 地下水ハ實ニ土粒ノ間ニ存在シテ居ルモノデアアルカラ土ノ性質ニ影響セラレルコトガ多イ。例ヘバ地下水ハ地温ノ影響ヲ受ケ、或ハ直接降水カラ來タ地下水モ或ハ河海湖沼カラ來タ地下水モ永ク地中ヲ潛行シテ居ル間ニハ其地温ニ近ヅイテ來ルコトハ想像ニ難クナイ。又地中ノ空氣ヤ其外接觸シテ居ル土質ノ爲ニ地下水ハ或ハ瓦斯ヲ吸收シ或ハ各種可溶性ノ成分ヲ溶解シテ之ヲ含有シ、更ニ温度ヤ壓力ノ爲ニ其異物含有量ニモ異同ヲ來スノデアアル。更ニ又放射能ヲ有スル物質ハ地氣又ハ土中ノ礦物カラ地下水ニ溶解シ、其壞變物ハ源泉又ハ温泉等ニ含有セラレテアル。斯クシテ地下水ノ物理的化學的性質ハ其環境ノ土ニ支配セラレルト云ツテモ差支ナイノデアアル。

又地表及之ニ近イ表層ニハ細菌ガ繁殖シテ、而カモ其活動ニ缺クベカラザルモノハ温度ト水分トデアアル。但シ深層ノ土中ニハ多ク細菌ノ棲息ヲ見ナイケレドモ尙ホ空氣ノ連絡シテ居ル所又ハ水中ニハ細菌ガ存在シ得ルモノデアアル。其外微生物モ亦表層ニ近ク地中又ハ水中ニ棲息シテ皆地下水ニ移行スル。

之ヲ要スルニ地下水ノ性質トシテハ物理的及化學的ノ外ニ細菌的及微生物的ニ之ヲ研究スル必要ガアルノデアアル。

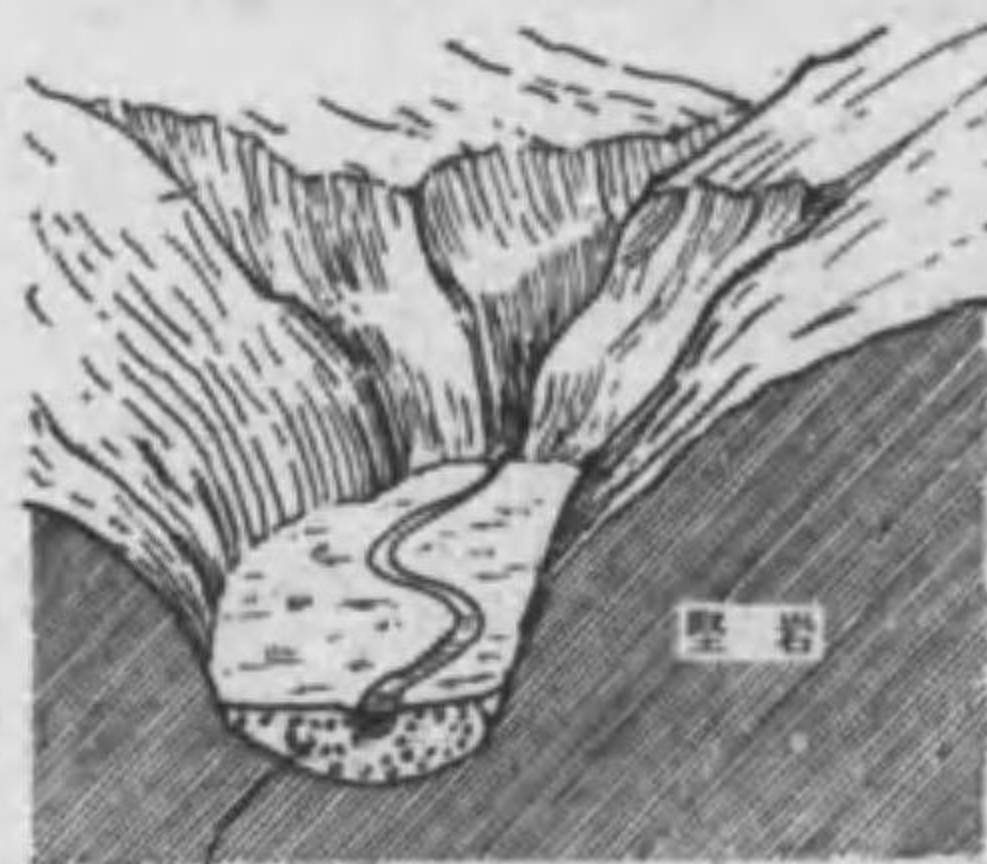
第二節 帶水層

92. 地下水ト帶水層 地下瀧水ハ地下水ノ中ノ最モ普通ナモノデアアルカラ、以下一般ニ地下水ト言フモノハ地下瀧水ニ關スルモノトスル。地下水ノ成立ハ滲透性ノ砂利又ハ荒砂等所謂帶水層又ハ容水盤ガ存在シテ、且ツ其下ニハ不滲透性ノ基盤ガナケレバナラヌ。

不滲透性ノ基盤ノ上ニ岩石ノ破片ヤ砂礫ノ類ガ運搬堆積シタノハ如何ナル力ニ依ルモノデアアルカハ興味アル問題デアアル。石礫土砂ガ生成スルノハ嘗テ述ベタ通り物理的化學的等ノ力ニ依ルガ、其砂礫ヲ運シテ之ヲ沈澱堆積セシメル力ハ即チ水、氷及風ノ動勢デ河川氷河及風力ト名クベキモノデアアル。即チ母岩ノ風化侵蝕ニ依ツテ砂礫ガ出來、流水ハ其動勢ニ依ツテ之ヲ低處ニ流シ行キ地層中ノ窪ミ又ハ湖沼ナドニ至レバ流速ノ減少ノ爲ニ最早遠クニ之ヲ運去ルコトガ出來ズ。之ヲ委棄沈澱シテ此ニ沖積層ガ出來ル。從テ沖積層ノ順序ハ屢々其生成ノ母岩ノ順序ヲ逆ニ追フノデアアルガ、更ニ此沖積層ガ再ビ洗掘セラレテ下流ニ至リ、再ビ沈澱スルトキハ以前ト逆ニナツテ母岩ト同一ノ順序トナル譯デアアル。氷河ノ運來ル堆石ハ各種岩石ノ破壞シタルモノガ渾沌ト集リ、其堆積シタモノハ即チ洪積層ヲ爲スノデアアル。氷河ニ依ツテ運バ

レテ來タ堆石土砂ハ更ニ流水ニ作用セラレテ亦規則正シイ成層ノ沈澱ガ出來ル。即チ氷河流水ノ共同作用ト云フベキモノデアル。風ハ亦土砂ヲ飛散シテ低イ谷ヲ埋メ容水盤ヲ形ツクル。風生層ガ之デアル。

93. 沖積帶水層 岩石ノ風化ヤ侵蝕セラレタモノガ水ニ流サレテ低處ニ沈澱シタモノハ一般ニ沖積層デ、其殊ニ滲透性ノモノハ地下水ヲ爲シ帶水層トナル。山岳岩石ハ空氣、水濕、溫度及植物ノ發育ナドノ物理的化學的又ハ生物學的作用ニ依ツテ破壊セラレ、溪流、小川及大河等ノ地表水ニ依ツテ洗掘侵蝕セラレル。洗掘等ニ依ツテ運バレル岩石ノ破片ハ段々細カクナル許リデナク、岩石ノ窪ミニ堆積シテ此ニ地下容水盤ヲ形ツクリ、更ニ其中ニ溪流ヤ河川ナドガ出來ル。即チ岩石ヤ山岳ハ磨剝セラレテ沖積層ヲ作り、基盤ノ



地下容水盤

第八十圖

山岳ノ侵蝕及地下容水盤

岩石ト共ニ容水盤ヲ形ツクツテ地下水ヲ包有シ又ハ地表水ヲ流ス溝渠ヲ生ズルニ至ル(第八十圖)。而シテ以上沈澱堆積ノ作用ハ流水ノ強サヤ、石礫ノ大サ其形狀又ハ重量ナドニ依ツテ異同ヲ生ズル、水源ニ近イ程一般ニ傾斜ニ急デ、從テ大ナル石礫ヲ流ス程力が大イガ、下流ニ進ムニ從ヒ細礫トナリ、砂トナリ果テハ泥土

トナル。ドマスチ、スキー(Domaszewsky)ノ調査ニ依レバどなう河ノ拳大ノ石ハ上流カラふれすぶるぐニ至リ、細礫ハふたべすとニ見ラレ、砂ハウィヂン(Widdin)迄、而シテ泥土ハ黑海ニ迄達シテ居ルト云ツテ居ル。

新様ニシテ出來タ沖積沈澱物ハ最モ有力ナ地下水容水盤デ、地表水モ屢々之ニ伴ヒ、又溪流、河川及湖沼ニ向テ山岳カラノ地下排水ヲ仲介シテ居ル。

流水ガ運來ル土砂浮游物ノ量ハ即チ沖積層ノ厚サヤ面積ヲ定メルノミデナク、亦陸地ガ次第ニ侵蝕セラレツ、アルノヲ示シテ居ル。しゅばん(Supan)ノ報告ニ依レバぜねば湖ノ上流6軒ノせくす橋(Pont du Scex)デ測ツタろーん河ノ齋ラス土砂ノ年量ハ次ノ如クデアル。

第四十二表 ろーん河ノ土砂流出年量

種類	冬中期	夏中期	年量
流量(百萬立米)	678	5375	6053
溶解物(百萬斤)	210	735	945
浮游物(")	34	3060	3094
計	244	3795	4039

土砂石礫ノ大サ又ハ重量ニ應ジテ之ヲ流去ル流水ノ流速ニハ夫々差異ガアルカラ溪流河川ノ勾配乃至流速ニ依リ自然淘汰ガ行ハレ、可ナリ規則正シイ沈澱ガ生ジテ且ツ天然ノ濾過機トモナルベキ滲透性ヲ得ル様ニナル。

一般ニ沖積層ノ厚サハ縦ノ方向ニモ亦横ノ方向ニモ山ヲ離レル程増シテ河口ノ附近ニ至ツテ最大トナル。而シテ河上ニ遡ル程容水盤ハ段々狭クナリ、終ニ嶺ニ至ツテ個々ノ溝トナル。例ヘバ第八十一圖ニ示スガ如ク、基岩ノ皺又ハ谷ニ土



基岩

第八十一圖 沖積層及河溪ノ形成

砂石礫ガ沈澱堆積シテ沖積層

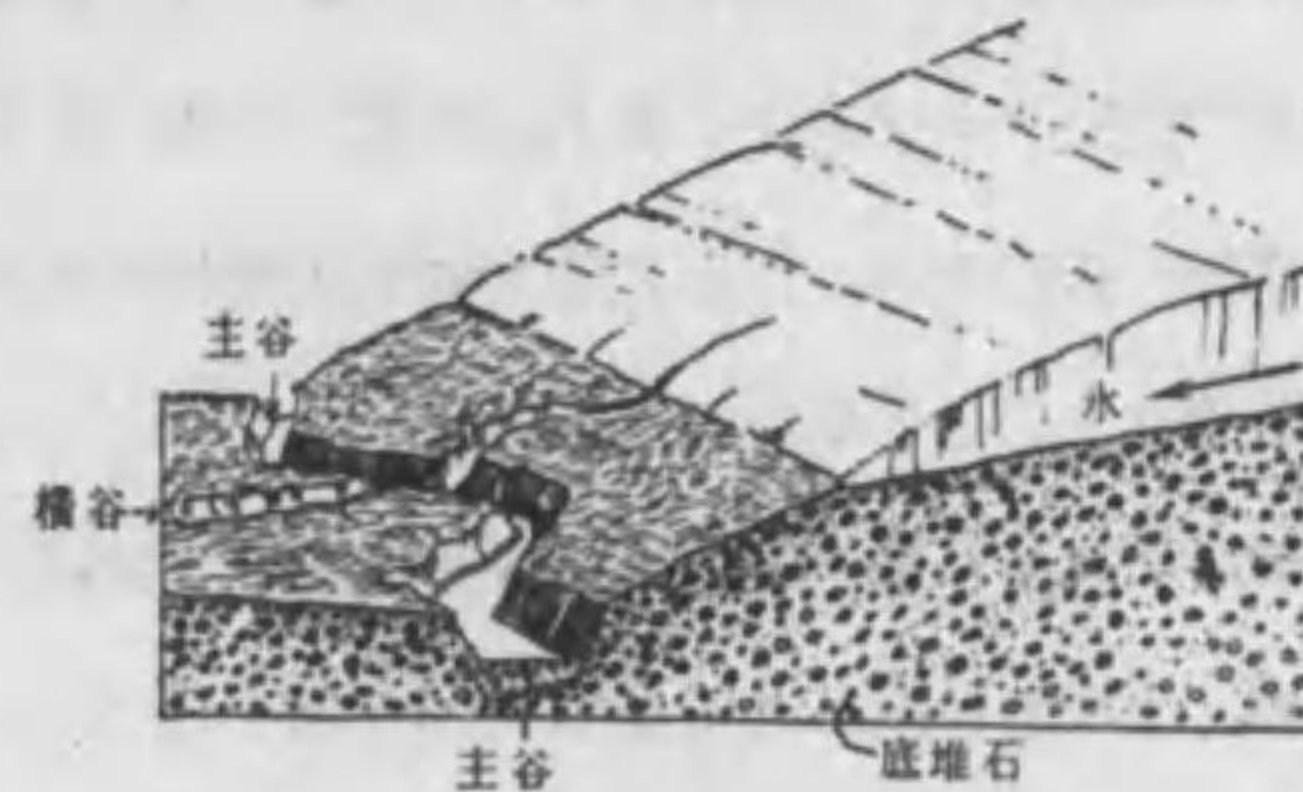
ヲ生ジ、此ニ或ハ河溝ヲ生ジテ、其河川ハ再ビ洗掘侵蝕ヲ始メテ沖積作用ヲ營ンデ居ル。勿論沖積ノ土砂石礫ハ至ル所其細粗ヲ同ジクシナイカラ、其滲透性モ亦決シテ同一デナイ。時ツテ居ル山ハ風化侵蝕ノ遺物デ、表面ニハ多少ノ電爛シタ岩石ヲ以テ覆ハレテ居ルガ、其殘存シテ居ル岩石ハ尖銳デ角張

ツテ居リ、其流水ニ推流サレテ輾轉流下スルニ及ンデ漸ク其縁邊ヲ磨滅セラレテ圓味ヲ帯ビ、且ツ小サクナルノデアアル。此種山腹ナドニアル土砂砂利ハ尙水ヲ濾過セシメルガ、岩石ノ罅隙ヲ通過スルトハ異ナリ、水ノ不完全ナ潛行運動ガ現ハレル。斯クノ如キ礫ヲ山砂利ナド、呼バレルガ、山砂利ハ地下水盤トシテハ其價値ガ一般ニ甚ダ乏シイ。

94. 洪積帶水層 前記沖積層ハ現在モ尙進行中ノ時代ニ屬スルモノデアアルガ、洪積層ハ既ニ遠イ過去ノ地質時代ニ現ハレタ遺物デアアル。洪積層ノ生成シツ、アツタ所ノ洪積紀ノ時代ニハ歐羅巴ヤ亞米利加ノ大部分ハ内地水ヤ氷河デ覆ハレテアツテ、一般ニ之ヲ氷河時代ト呼ンデ居ル。氷河時代ニハ氷河ノ移動ノ爲ニ堆石土砂ガ運搬セラレ、氷河ガ融解シタ流水ノ爲ニ堆石カラ岩片石屑ガ洗流サレ、規則正シク成層シテ滲透性ノ地層ヲ作ツタ。

堆石ニハ氷河ノ底ニ殘ル底堆石、氷河ノ側面ニ委棄セラレル側堆石、又ハ其前面ニ推出サレ行ク前堆石及氷河ノ終端ニ殘ル終堆石、並ニ氷河ノ中央ニ殘ツテ側堆石ト平行スル央堆石ナドノ種類ガアルガ、是等ノ内底堆石ハ其擴ツテ居ル範圍モ廣ク、其厚サモ大デ、石礫帶同ノ量モ多ク、堆石ノ中デモ最も肝要ナモノデアアル。底堆石ハ氷河ノ實シタ岩片ヲ破壊粉碎シテ出來タモノデ、粗糙ナ壙狀ヲ爲シ、無數ノ礫石片、石礫等ヲ含ンデ居ル。時トシテハ集塊灰泥又ハ含礫壙ナド、呼バレテ居ルノハ是デアアル。含礫壙ハ大體不滲透性デ容水盤ノ底ヤ側面ヲ作ルニ適シテ居ル。若シ含礫壙ガ流水ニ洗ハレルトキハ其中ノモノガ溶カサレ分解シテ泥土トナリ、砂トナリ、小砂利トナリ又ハ轉礫ノ類トナル。是等ハ其大サヤ重サニ從テ流水ニ運搬セラレ、擇分ケラレ、更ニ重イモノガ順次ニ沈澱スルノデアアル。而シテ以上ノ如ク、洗ツタリ、泥化シタリ、又ハ撰別スル作用ハ氷河時代ノ内地水カラ溶ケテ流レ

タ水ニ依ルモノデアアル。第八十二圖ハ即チ此一端ヲ示シタモノデアアル。氷ガ融ケル爲ニ氷河ノ下縁ニ平行シタ礫ガ底堆石ノ中ニ出來ル。是レ即チ主谷デアツテ更ニ融水ノ水ガ氷河ノ下縁ニ直角ノ方向ニ横谷トナツテ現ハレル。是等ノ主谷



第八十二圖

底堆石ノ中ニ谷ノ洗掘(ぶりんつ)ニ據ル

及横谷ハ砂礫及轉石並ニ粘土等ガ層ヲ成シテ年數ヲ融

氷ノ強サニ應ジテ埋メラレテアル。是等ノ沈澱ハ成層氷河洪積層ト呼バレ、沖積層ノ場合ト同ジク最も規則正シイ又地下水ノ豐富ナ地下水盤ノ著シク厚イモノガ得ラレル。

氷河時代ナルモノハ地上ニ唯一回出現シタト云フノデナクテ、繰返シ繰返シテ氷河ノ出現シタ爲ニ洪積層ガ非常ナ變化ト廣衰ヲ有スルコトハ地水學上殊ニ必要ナ點デアアル。即チ氷河ノ前進ヤ融解ガ繰返シテ起リ、其結果トシテ融水ノ溝渠ガ相交錯シテ成層ノ滲透沈澱ヲ伴ヒ生ジタ。

一般ニ信ジラレテアルコトハ幾多ノ氷河時代ガアツテ其間ニハ各々暖カイ中間時代ガアツタ。氷河中間時代ト呼バレテアルモノガ即チ是デアアル。而シテ三個又ハ四個ノ氷河時代ヲ想定スルモノモアリ、又げーキー (Geikie) ハ六個ノ氷河時代ノアツタコトヲ主張シテ居ル。

第三紀層ト第一氷河時代ノ間ヲ前氷河時代ト呼ブ。此時代ノ帶水層ハ氷河前ノ水流ノ沈澱カラ成リ、氷河時代ニ殘ツタ陸地ニ見出サレル。是等ハ地方ニ依ツテ異ナリ。試錐ナドニ依ツテ實用地水學カラ定メラレルモノデ、一ノ氷河時代ノ地下水溝ノ上ニ更ニ他ノ氷河又ハ氷河中間時代ノ水溝ガアルカナ

イカト云フコトヲ定メナクレバナラナイ。從テ洪積層ニ試錐シテ良結果ヲ得
ナクトモ洪積層ノ底ニ達スル迄ハ試錐ヲ中止スベキデハナイ。

95. 歐米ノ氷河時代ノ谷 歐羅巴ノ氷河ハ殆ド其北半部ヲ覆ヒ、凡ソ6百
萬方呎ノ面積ヲ有シ、北獨逸ノ如キハ三水河時代ヲ經過シテ居ル。偉大ナ氷
塊ノ融ケタ爲現在見ル如ク北獨逸ハ平地ト化シ融水ノ洗掘及沈澱ノ爲ニ豁谷
ハ多少滲透又ハ不滲透性ノ土砂ヲ以テ埋メラレテアル。是等ノ河谷ハ現在ノ
河川ヨリハ遙ニ廣ク又著シク深く、或ハ全ク地中ニ埋没シテ居ルモノモア
リ、又ハ以前ノ大ナ河ノ殘骸トナツテ遺ツテ居ルモノモアル。北獨逸諸都市
ノ上水道又ハ工業用水ノ水源トシテ現存スル北獨逸低地ノ氷河網ハ非常ニ有
用ナルモノデ地水學上必要ナルモノデアル。

次第ニ北方ニ退下シタ氷河ノ縁カラ融ケテ流レタ水ハ所謂原始流ノ谷ヲ經
テ内地水ノ縁ニ沿ヒ平行ニ東カラ西ノ方向ニ出來タ溝ヲ流レタ。例ヘバ第八



第八十三圖 北獨逸原始流ノ谷 (わーんしゃつふえニ據ル)

十三圖ニ示スガ如ク北獨逸原始流ノ谷ハぶれすらうとまぐでぶるぐヲ繋グ谷
(I) ガ最も南ニ在リ、ぐるがう (Glogau) トばるーと (Baruth) ヲ繋グ谷 (II)
ガ之ニ次ギ、わるしやう (Warschau) トべるりんヲ繋グ谷 (III)、とーるん
(Thorn) トえーばーすわると (Eberswald) ヲ繋グ谷 (IV) 及東海ノ縁ニ在ルバ

るちく原始流 (V) ナドガ即チ是デアル。勿論是等原始流ノ谷ノ間ニハ横谷
ガアツテ互ニ相繋ガリ、獨逸諸都市ノ大半ハ是等ノ地下容水盤カラ其地下水
ノ供給ヲ仰イデ居ル。以上原始流ノ谷ノ幅ハ 10 呎乃至 30 呎デ、其厚サハ
40 乃至 50 米ニ達シテ居ルモノガ稀デナイ。

あるふ山地方ニモ氷河ノ痕跡ヲ存シテ居リ、上ばいえるん、北伊太利及瑞
西ノ上水々源トシテ極メテ肝要デアル。みんへん水道ハ此あるふ山ノ堤外
地カラ水ヲ求メ、一河ノ平原ハ砂礫ニ富ンデ歐洲中デモ地下水ノ最も豊富
ナ地方トシテ有名デアル。べねちや (Venezie)、みらの (Milano) 及とりの
(Trino) ノ諸都市ハ實ニ此帶水層ニ水源ヲ求メテ居ル。るかの (Lugano)、る
つるん (Luzern)、ばーぜる (Basel) 及ふらいぶるく (Freiburg i. Schw.) ノ
諸都市亦地下水々源ヲ用ヒテ居ル。

北米ノ氷河被覆面積ハ遙ニ歐羅巴ヲ凌駕シ、15 乃至 20 百萬方呎ノ面積ヲ
占メテ居ル。即チ歐羅巴ノ氷河ノ南端ヨリモ遙ニ 1000 呎モ南ニ擴ツテ居テ、
恰カモしゝりノ緯度ニ達シテ居ル。氷河ノ南端ガ當時ノ兩極ニ對シテ同一
ノ距離ニ在ルモノトスレバ氷河時代ノ北極ハ現在ノ北極ヨリモ 500 呎即チ約
0.9 又ハ 54 分許リ兩半球ノ境ノ邊デ南方ニ偏シテ居ツタコトニナル。

北米ノ古代ノ谷ノ氷河沈澱ハ試錐ニ依ツテ數百呎ノ厚サニ達シテ居ルコト
ガ知ラレテ居ルガ、氷河前ノ砂礫ヲ以テ充サレ、亦地下水ニ富ンデ居ル。米
國ノ氷河沈澱ハ之ヲ漂砂ト呼ンデアル。而シテ米國ノ漂砂ハ氷河前ノ深イ地
層ニ澎湃タル多量ノ水ヲ有シテアツタコトヲ説明スルコトガ出來ル。

96. 第四紀層帶水層ノ厚サ 第四紀層ハ沖積洪積兩紀ヲ含ミ其帶水層ノ厚
サハ侵蝕ニ依ツテ出來タ溝ノ深サヤ沈澱ヲ生ズル流水ト沈澱トノ割合等ニ關
係シテ居ル。

沖積層ノ地下容水盤ハ其厚サ平均 20 米位デアルコトヲ主張スル人モアル

が、實際ノ厚サハ著シク薄イ場合ガ多イ。然シ洪積層帶水層ノ厚サハ一般ニ沖積層ノ厚サヲ凌駕シテ居ル。わーんしゃふ (Wahnschaffe) ノ説ニ從ヘバ北歐羅巴ノ第四紀層ノ厚サハ 100 乃至 358 米デ、かいらく (Kailhack) ハ伯林西部ニ在ル洪積層ノ厚サハ約 197 米、其中最後ノ氷河時代ノモノ厚サ 7 米、其前ノ時代ノモノ厚サ 50 米、第一氷河時代ノモノ厚サ 140 米ニ分ケ得ルト計算シテ居ル。而シテ從來知ラレテアルモノデ最モ厚イモノハあすかばーと (Askabad) ノ試錐孔ニ於テ黄土砂及礫ガ交互ニ現ハレテ 666 米以上ニ達シテ居ル。

97. 帶水層ノ不規則ト變動 帶水層ハ流水ヤ風ナドノ力ニ依テ出來ルノデ、其規則正シイ層ヲ成シテ交互ニ現ハレルコトハ地水學上極メテ意義アルモノデアアル。

然ルニ沖積層ヤ風生層ハ著シク規則正シク出來テ居ルガ洪積層ハ甚シイ不規則デ變動アルヲ免レナイ。蓋シ沖積層ヤ風生層ハ現在尙生成シツ、アル地層デアツテ土砂石礫ガ成層シテ規則正シク現ハレルコトハ珍シクナイガ、洪積層ハ年代モ古ク從テ様々ノ天變地異ニモ出逢ツテ居ル爲メ、其ノ層序ヤ厚薄傾斜ナドガ不規則トナリ、且ツ種々ノ斷層ヤ歪曲ナドノ變動ヲ受ケテ居ルノハ當然ノコトデアアル。帶水層ノ不規則ト變動ハ地下水利用ノ點カラ見レバ忌ムベキコトデ之ガ爲ニ間違ヲ生ジ易イ。

沖積層ノ不規則ハ水位ノ變化ヤ流速ノ異同ノ爲ニ土砂石礫ヲ流ス水ノ力ニ差異ヲ生ジ、其結果トシテ砂礫ノ粒ノ大サニ異同ヲ生ジ、更ニ滲透性ヤ不滲透性ガ出來テ來ル。又滲透性ノ中デモ自ラ其程度ヲ異ニシ、從テ水ガ滲透性ノ斷面ヲ流レルニシテモ一様ナ流速ヲ以テセズシテ反ツテ各區各様ノ異ナル流速ヲ以テ流レルコトハ想像シ得ベキコトデアアル。

不滲透性ノ地層ハ亦此間ニ挾ツテ滲透性斷面ガ幾ツカノ地帯ニ中斷セラレ

テ地下水ノ探求上困難ト間違ヲ與ヘルコトモ少クナイ。

洪積層ノ帶水層ハ時トシテ大小ノ轉石ガ堆積シタモノカラ成リ、滲透性ニ富ンデ居ル。試錐ニ際シテ大キナ轉石ニ逢ヘバ更ニ他ノ地點ニ於テ試錐ヲ遺直スノ已ムヲ得ザルコトナドモアル。殊ニ一ノ氷河時代ノ沈澱層ノ中ニ次ノ氷河ガ前進シタ爲ニ由來規則正シカツタ地下容水盤ハ破壊セラレテ地層ノ變動ヲ來シ、其帶水層モ亦支離減裂ノ状態ニ陥ツテ地下水ノ調査ニ非常ナ困難ヲ與ヘルコトガアル。

以上ノ外地殼ノ變動ハ勿論地層ノ變動ト不規則ヲ引起シ、帶水層ニモ亦變化ヲ與ヘテ居ル。

98. 第三紀層及古層ノ帶水層 規則正シク成層シタ帶水層ハ第四紀層ニ限ラレルモノデハナイ。更ニ古イ地層ニモ見出サレ、時トシテハ原始山ニモ亦帶水層ガアリ、地水學的並ニ衛生學的ノ見地カラ卓越シタ容水盤ヲナスコトガアル。

古イ地層ニ在ル容水盤ハ厚イ被覆山ヲ冠ブリ地水學的ノ調査ニ困難ナ場合ガ多イ。即チ古代地層ノ帶水層ハ第三紀層ノ最新層ナル鮮新世、之ニ次イデ古イ中新世、漸新世及始新世ノ砂カラ成ツテ居ル。

砂ノ外ニ砂岩及礫岩ナドモ亦卓越シタ地下容水盤ヲ爲ス所ガアリ、其水量ガ豐富ナ許リデナク衛生的ノ見地カラ見テモ非常ニ好望ナモノガアル。此種ノ帶水層ハ地下儲水トシテノミデナク地下流水ヲ爲スコトモ少クナイ。散漫ナ岩石ノ堆積ガ礦物質ノ接合劑ニ依ツテ固メラレタモノガ即チ砂岩ヤ礫岩等デ、殊ニ石英ニ富ンデ居ル。而シテ其接合劑ハ粘土、石灰、凝灰土等デ、若シ是等ノ填充シタ接合劑ガ分解スレバ固有ノ石英ガ残り、此ニ滲透性ノ帶水層ヲ生ズルニ至ルノデアアル。斯クシテ砂岩ノ山ノ中ニハ地下儲水又ハ地下流水ノ容水盤又ハ帶水層ヲ有スルコトガアル。其水質モ亦極メテ清醇デ細菌ナ

ドヲ有シナイモノガ少クナイ。即チ滲透性ノ點カラ見レバ砂岩ハ第一位ヲ占ムベキモノデアアル。北米合衆國ノだこた (Dacota) 砂岩ハ其粒ノ大サ、平均 $\frac{1}{4}$ 乃至 2 耗デ其接合劑ガ少イ爲メ非常ニ空隙ニ富ミ、而カモ其厚サ 100 米以上ニモ達シテ有力ナル容水盤ヲ爲シテ居ル。もんたな (Montana) ニ於ケルみっすりーノ大瀑布ノ流量ハ凡ソ毎秒 23.5 立米ニ達シテ皆砂岩カラ迸出テ居ル。

99. 風生帶水層 水力ニ依ル砂礫ト同ジク風力ニ依ル土砂ノ堆積モ亦其空隙ヲ通シテ地下水ノ運行ニ適シ、此ニ風生帶水層が見ラレル。水ハ其自然ノ傾斜ノ方向ニ流レテ低キニ就キ、沈澱堆積モ亦自ラ之ニ順應スル理窟デアアルケレドモ、風ニ至テハ其活動ハ全く自由デ、風ニ依ツテ吹飛バサレテ堆積スルモノモ一般ニ層ヲ爲サナイ。と、ーれと (Thoulet) ニ從ヘバ、種々ナ大サノ石英砂ヲ動カシ得ル風速ハ次ノ如クデアアル。

第四十三表 砂ヲ吹飛ス風速ト粒徑

砂ノ種類	砂ノ粒徑 (耗)	風速 (毎秒米)
極細砂	0.03	0.25
非常ニ細イ砂	0.12	1.50
細砂	0.32	4.00
中砂	0.60	7.40
粗砂	1.04	11.40

風生層ノ主ナルモノハ砂丘及火山ノ凝灰岩ガ是デアアル。兩者共ニ良好ナル地下水容水盤タリ得ルモノデアアル。

砂丘ニハ海濱ニ生ズルモノト内地ニ出來ルモノトアル。海濱ノ砂丘ハ主ニ潮汐ノ干満ノ間ニ乾イタ海中ノ砂ガ風ニ吹上グラレテ出來タモノデ、稀ニ沙漠ノ砂ガ海ニ吹送ラレ、又ハ附近ノ山岳ガ風ニ依ツテ削ラレ吹飛バサレテ出來ルモノデアアル。内地ニ出來ル砂丘ハ寡雨ノ地ニ於テ沙漠トナツテ表ハレル

モノデ非常ナル廣サニ達スルモノガアル。亞弗利加ノ沙漠ヤあらびヤ蒙古ゴビノ沙漠等ハ其最モ知ラレテ居ルモノデアアル。

卓越シタ帶水層ヲ形ツテ居ル廣イ面積ノ砂ハ寧ロ植物ノ少イ洪積紀ノ砂岩ヤ礫岩等ト風化ニ依ツテ出來タモノデアアル。新様ニシテ出來タ砂ヤ礫ハ風ニ吹送ラレテ近イ岡阜ナドニ砂丘狀ヲナシテ堆積スル。に、ーるんべるぐ (Nürnberg) 市ノ水源ヤばんべるぐ (Bamberg) 市及えるらんげん (Erlangen) 市ノ鑿井ノ如キハ實ニ風生帶水層ノ砂層ノ中ニ於テ作ラレタモノデアアル。

火山ノ噴出ニ係ル灰又ハ凝灰ハ亦滲透性ノ帶水層ヲ作り、豐富ナ地下水ヲ供給シテ居ル所ガ少クナイ。伊太利かんばにや (Campagna) ノ凝灰岩ノ如キハ即チ是デアアル。

100. 火山麓ノ湧水 成層火山ノ麓ニハ屢々清冽ナ湧水ヲ見ルコトアルハ富士箱根雲仙岳其他ノ火山ニ見ル所デアアル。熔岩層ハ水ノ滲透ガ大デ、就中安山岩ハ節理ガ發達シテ滲透率ガ高ク、鑛滓質ノ岩石ハ其含水率ガ大デアアル。又泥流モ其滲透率及含水率ガ多イ。斯クノ如ク地表水ガ滲入シテ岩石ニ含水セラレ、又ハ不滲透性ノ岩ニ逢ツテ地下諸水或ハ流水トナリ、火山麓ノ浸蝕谷ノ斷層線ヤ裂罅ナドニナル熔岩層ノ間ヤ地表ノ割目ナドアル所ニ以上ノ地下水ハ湧出シテ所謂源泉トナル。此源泉ノ水ハ屢々飲料ニ充テ又ハ時トシテ動力ニ供セラレテ居ル。

地變ヤ地震ナドノ前後ニハ斷層ヤ裂罅ヤ又ハ地ニリ、山崩、泥流ナドヲ生ジテ、而カモ是等ガ源泉井戸溪流河川等ニ異狀ヲ生ジ、或ハ從來ノ湧水ガ止ツタリ、或ハ新ニ噴出シタリ、又ハ其湧水量ハ變化ヲ來シ、又時トシテハ從來澄ンデ居タモノガ濁ツタリ、又ハ之ニ反シテ濁ツテ居タモノガ澄ンダリ、更ニ其水質モ變化スルト云フコトハ屢々見聞セラレル所デアアル。思フニ水脈ノ變化ハ地下水ヲ含ンダ地盤ノ變動カラ必然的ニ起リ得ルモノナルハ論ヲ待

タナイ。

101. 地層ノ展望 地殻ノ地層ガ如何ナル順序デ出来タカハ化石ナドノ研究ヤ岩石自身ノ顯微鏡の研究ナドカラ所謂地史學又ハ層位地質學ナド、ナツテ相當ニ知ラレ居リ、更ニ精シク言ハバ地層ヲ形成スル岩石ノ物理學的及化學的諸性質ヲ比較シ、地層ニ殘サレテアル地變ノ跡ヲ比較シ、更ニ地層中ニ埋藏セラレテアル化石生物ノ比較ヲ基トシテ時間的ニ及ビ空間的ニ地殻ノ成立ヲ研究スルコトガ出来ル。從テ是等ハ夫々若干ノ専門ニ分レテ研究セラレテアルカラ、此ニハ極メテ概括的ニ地層ノ展望ヲ行フコトニ止メ、其帶水層トノ關係ヲ知ルニ便ナラシメル。

元來地球ノ發達ハ其表面ニ堆積シテ出来タ岩石又ハ海底ニ沈澱シテ出来タ海成層中ニ殘サレタ痕跡ヲ辿ツテ其構造ノ状態ヲ推定セラレルノデ、此海成層中ニ埋藏サレタ生物ノ遺跡又ハ化石ハ最モ有力ナ地史研究材料ノ一デア。即チ岩石ノ物理學的及化學的性質ノ研究ヤ地變ノ痕ノ研究ノ外ニ此古生物學的ノ方法ニ依ツテ地史ヲ研究スルコトガ出来ル。

地球ノ各地ニ發達シテ居ル海成層ハ其中ノ化石生物群カラ之ヲ古生、中世及新生ノ三代ニ分ケラレ、古生代以下ノ古イ地層中ニハ化石ガ見出サレナカッタ事實カラ之ヲ無生代又ハ太古代ト呼バレテアツタ。然シ最近ノ地質學ノ進歩ニ依ツテ古生代以前ヲ原生代及始生代ニ區別セラレルニ至ツタ。但シ人ニ依ツテハ此兩者ヲ引括ルメテ之ヲ始生代ト呼ンデ居ル。

第四十四表 地質時代ノ區分 (主トシテ理科年表ニ據ル)

代(界)	紀(系)	世 (統)	岩色	地殼變動	主要生物ノ進歩方	主要生物
新	第四紀 Neocene	沖積世(現世) Alluvium	淡 綠 々	あ す か ら あ	人類ノ發達	人類時代
		洪積世(更新世) Diluvium			氷河期、巨大哺乳類ノ絶滅、人類ノ發現	

生代 Cainozoic	第三紀 Tertiary	新 Quaternary	鮮新世 Pliocene 中新世 Miocene	黄	あ る ふ す 、 ひ ま ら や 等 ノ	哺乳類發展ノ絶頂	哺乳類及現生植物群ノ時代
		古 Eocene	漸新世 Oligocene 始新世 Eocene 暁新世 Paleocene			高等哺乳類ノ發達 下等哺乳類ノ衰滅 下等哺乳類ノ發達	
中世 Mesozoic	白堊紀 Cretaceous		だにえん Danien	綠	ね ば た 變 、 環 太 平 洋 區 域 の 變 動	中世代生物ノ衰滅	あ ん も な い と 時 代
		上部白堊紀	上 壘 Senon 中 壘 Turon 底 壘 Cenoman			ら み と 變 革	
	下部白堊紀	ごーると Gault 綠 砂 Alp すびーとん ゑーるせん Wealden or Neocom		巨大恐龍ノ發達			
	侏羅紀 Jurassic	白侏羅 White Jura or Malm 褐侏羅 Brown Jura or Dogger 黒侏羅 Bleach Jura or Lias	蒼	被子植物及馬類ノ出現 菊石類ノ進化發達			
代	三疊紀 Triassic	上 疊 Keuper	Rhoetic Norian Carnian	茶		恐龍哺乳類ノ出現	せ ら た い と 時 代
		殼 灰 斑 砂 Scythian	Ladinian Anisian			獸形類ノ發達及衰滅	
新	二疊紀 Dias			帶	あ い も り	古生代生物ノ衰滅	兩 棲
			若灰 Thuringian			陸生脊椎動物ノ出現	

古 生 代 Paleozoic	Permian 紀	赤底 { Saxonian Artinskian or Autunian }	紅	か、 ぱりすか	氷河期	類 及 鱗 木 類 時 代	三 葉 葉
	Carboniferous 紀	夾炭 { Uralian or Stephanian Moscovian or Westphalian }	灰	あ ば ら ま や 等 ノ 皺 曲	原始爬蟲類、昆蟲 類ノ出現	鱗木類ノ發達	
		山灰 { Dinantian or Culm }	色				
	Devonian 紀	上部 { Faunanian Frasnian }	褐	か れ ど に や 皺 曲	兩棲類ノ出現	魚 類 時 代	
		中部 { Gevetian Eifelian }	色		陸生植物ノ發達		
		下部 { Coblenzian Gedinnian }					
Silurian 紀	又ハ志留利亞紀 上部 Ludlow 中部 Wenlock 下部 Ilandoverly	薄	筆 石 時 代	筆石類ノ衰滅 三葉蟲ノ衰退 肺魚類ノ出現			
Ordovician 紀	奧陶紀 上部 Caradoc or Bala 中部 Llandeilo 下部 Arenig	色		甲冑魚ノ出現 鰐鰂貝類筆石類ノ 發達			
Cambrian 紀	寒武利亞紀 上部 { Tremadoc Olenus }	深		有貝殼類ノ出現 三葉蟲ノ發達			
原 生 代	あるごんきあん けういーなわん Keweenawan あにみきあん Animikie	蓄	し や る に や	最初ノ海生動物群	原始無脊椎動物		

Proterozoic Argonkian	ひーろにあん Huronian	薇 ん 皺 曲	時 代 (テ 少 シ ノ 石 種 メ)
始 生 代 Archean	さどべりあん ぐれんびゆ { きーわちん ぐーちちん Goutchiching }	紅 あ る ご み あ ん 變 革 色 ろ し や ん れ ん 變 革	
			單代見 細胞? (セラ 動物化レズ 物石) 時發

又日本内地朝鮮並ニ支那及滿洲ノ地質系統及特種層ハ尙將來ノ研究ニ待ツベキモノモ少クナイ様デアルガ參考ノ爲ニ次ニ掲ゲル。

第四十五表 日本内地朝鮮並ニ支那及滿洲ノ地質系統及特種層 (理科年表ニ據ル)

代(界)	紀(系)	日本内地	朝鮮	支那及滿洲
新 生 代	策沖積世	沼ノ貝屬等 ローム(赤土)	沖積層	沖積層
	第四紀 洪積世	敷島統 武蔵野統 御坂統	段丘堆積	黄土
	第三紀 上部	瑞穂統 高千穂統	七寶山 層群 長鑿統	兩花基層 紅土 赤山層 紅色砂礫岩層 官莊統及撫順夾 炭層
白 堊 紀	上部	函瀨砂岩層 上部菊石層 和泉砂岩 三角貝層	吉川明 川統	王子系 斑岩 歸州類 蒙州系 陰系
	下部	下部菊石層 (三角貝砂岩)		
中 生 代	上部	佛國寺統	上部慶尙層	萊陽層
	下部		下部慶尙層	

生代	侏羅紀	上部 手取統	豐浦統	志津川統	三倉層	鳥ノ果層 又ハ安藝川層ト	系	中部大同層	三臺統	崑崙	香溪含煤系	
		中部						下部大同層	坊子統	系		
古生代	三疊紀	上部	山野井、成羽、濃含植物層 しゅーどものちす砂岩						巴東系	鐘山層	太子	
		中部	だおねら頁岩 陸前せらたいと層									
古生代	二疊紀	上部	秩父古生層				平安系	綠色砂岩、頁岩	雲南足省	腕足貝	揚子石炭系	山西統
		下部	ねおしゅわげりな帯 ふすりな帯									
古生代	石炭紀	上部	珊瑚帯									
		下部										
中生代	泥盆紀	上部								泰嶺層群		
		中部								雲南又ハ曲靖層群		
中生代	志留亞紀	上部								翠峰山層群		
		中部								妙高山層群		
中生代	志留亞紀	下部								新羅及龍馬頁岩		
										魁店層群		
中生代	奧陶紀	上部	御荷錚系				朝鮮系	大石灰岩層	寶塔	艾家山頁岩	荆山	
		中部										
中生代	寒武利亞紀	上部	三波川系				陽徳群	九龍系	長山系	石門石灰	心嶺石灰	
		中部	別子統 大崩壞統									
中生代		下部								饒頭頁岩		
										饒頭頁岩(前=出セリ)		
中生代	あるごん								震旦系(Sinian)			

代	始原代	摩天嶺層群	連川層群	沃川層群	又ハ漳沱系
					五臺系(Wutaiian)
					泰山系(Taischan Complex)

注意、三波川系、御荷錚系ノ時代ニ就テノ議論區々トシテ決定セズ。又支那ノ太原統ノ時代ハ下部石炭紀ト云フ人モアリ。

102. 帶水層ノ廣袤 帶水層ハ今世界ノ津々浦々ニ擴ガリ、縦ニモ横ニモ非常ナ廣サヲ持ツテ居ル。從テ至ル所鑿井ニ依ツテ充分ナ水ガ得ラレル。斯クシテ得ラレタル水ハ其量ト共ニ質ガ問題トナル。水量ハ豊富デ且ツ良質ノモノデナケレバナラナイ。沖積世ヤ洪積世ノ帶水層ハ豊富デ且ツ良質ノ水ヲ含ンデ居ル。ちろー (v. Tillo) ハ各大陸ノ沖積、洪積及風生地ノ廣サヲ其百分率ヲ以テ次表ノ如ク示シテ居ルガ全地球ノ陸地ノ面積ヲ $1.45 \cdot 10^8$ (軒)² 又ハ全地球表面積 5.1×10^8 (軒)² ノ 28.4 % トスレバ玉石、砂礫及泥土即チ岩石ノ破片ヲ以テ覆ハレテアル地表ノ面積ハ凡テ 17.8 % デ凡ソ全面積ノ 6 割ヲ占メテ居ル勘定デアル。

第四十六表 各大陸ノ帶水層面積ノ百分率

地層	亞細亞 %	歐羅巴 %	北亞米利加 %	南亞米利加 %	亞弗利加 %	濠州 %	全陸地 %
沖積	3	5	1	27	2	—	4.5
洪積	1	36	23	4	—	—	7.1
風生	8	—	—	1	13	19	6.2
計							17.8

上表カラ見レバ最モ大ナル沖積層ハ南米ニ在ルコトガ知ラレル。而シテあ

まごん河ノ沖積層ノ平原ハ其著シイモノデアル。洪積層ノ最モ廣イモノハ北米ノ 2.3 割、歐羅巴ノ 3.6 割ナドガ是デアル。而シテ地下水ヲ得ルニ最モ必要ナモノハ氷河時代デアルコトガ知ラレル。

103. 不滲透性地層 地下滲水又ハ地下流水トシテ地中ニ水ガ集ルニハ不滲透性ノ基底又ハ溝渠ガアツテ其地下水ヲ容レ又ハ之ヲ流送シナケレバナラナイ。即チ是等基底ヤ溝渠ガアル爲、地下水ハ更ニ深ク竄入スルヲ妨ゲラレ、所謂容水盤又ハ地下川ナドヲ形クルノデアル。

不滲透性ノ土質ト云フノハ礫、泥灰、粘土等デ各地層ニ跨ツテ居ルガ、更ニ又龜裂罅隙ノナイ結晶性ノ水成岩ヤ火成岩ガ之ニ屬シテ居ル。

勿論不滲透性地層ガ滲透性地層ノ上ヲ被覆シテ居ルコトガアル。殊ニ各種ノ粘土ガ滲水ノ沈澱ニ依ツテ生ジ、其粒ノ大サハ屢々細菌ノ大サヨリモ小サイ礦物質分子カラ成リ、細菌ノ侵入ヲ防護シテ居ルカラ、衛生上清醇ナ水ヲ其上ニ保有スルコトガ出來ル。若シ又帶水層ノ被覆トナツテ居ル不滲透性地層ガ非常ニ廣イトキハ其下ニ在ル地下水々位ハ開放的ノ水槽狀カラ變ジテ密閉セラレタ壓力的ノモノトナルコトガアル。

一般ニ地下水ノ移動ハ地表ノ溝渠即チ河川等ト同ジク傾斜ヲ持ツテ居ルコトヲ假定シテ居ルガ、然シ地下水々面ト不滲透性基底トガ必ズシモ嚴格ニ平行シテ居ルトハ限ラナイ。蓋シ粘性ヲ有スル水ハ彎管ノ理ニ依ツテ反ツテ高



第八十四圖
容水盤ノ凸凹

イ處ニモ吸揚ゲラレ亦再ビ下ルコトモ可能デアル。而カモ容水盤ノ形ハ非常ニ不規則デ、帶水層ノ厚サハ亦更ニ一定シテ居ラナイ。第八十四圖ハ容水盤ノ凸凹ト地下水位ノ状態ノ一端ヲ示シタモノデ、不滲透地層ノ凸凹ノ結果トシテ地下容水盤ノ斷面ノ變化ガ起ル。極端ナ一例

トシテ局部的ニ容水盤ガ深クナツテ居ル所ニ滲透性ノ砂礫ヲ滿タシタレ。ちべるく隧道ノ河谷ニ於テハ厚サ 200 米ノ河砂利ガ堆積シテ居ツタ様ナ場合モアル。

前ニ述ベタ様ニ壩堤泥灰及粘土ハ一般ニ不滲透性ノモノデアルケレドモ若シ之ニ 2.5 割乃至 3.0 割ノ砂ガ加ハレバ稍々滲透性ノモノトナル。又厚サ 0.5 米位ノ砂ヲ交ヘナイ壩堤モ 20 日乃至 55 日モ水ヲ入レテ置ケバ少シク水ヲ滲透シ、若シ之ニ砂ヲ混ズレバ 28 時間乃至 16 日間デ水ヲ滲透シタト云フ様ナ例モアル。殊ニ帶水層ガ乾燥シタリ又ハ其他ノ地形的變動ニ依リ其上又ハ下ニ在ル不滲透性土壤ニ龜裂ナドヲ生ジテ、之ガ爲ニ其上ノ水ガ浸込シテ無クナツタト云フ例モアル。又上部ノ帶水層ハ沮洳地ノ水デ酸性ヲ帶ビ、鐵ヤ滿俺ナドヲ多ク含ンデ居ルニ下部ノ帶水層カラハ清醇ナ水ヲ湧出シテ、11 年間モ下部カラ良水ヲ採ツテ居タモノガ 12 年目カラ惡水ニ變ツタナドト云フ例モアル。斯カル場合ニ若シ泥土ガ其龜裂ヲ塞グコトガアレバ再ビ良水トナルノデアル。

之ニ反シテ滲透性ノ地層ガ粘土ヤ泥土ナドノ填充ニ依リ一種ノ容水盤ニ變ルコトニモアル。例ヘバ砂粒ノ間ニ石灰、鐵又ハ滿俺等ガ入ツテ不滲透性ノ土質トナル如キハ即チ是デ、是等ノ物質ハ砂粒ヤ岩片ナドヲ膠着スル接合劑ノ働キヲ營ム。

多クノ河ハ石灰質ノ砂ハ沈澱シテ屢々不滲透性トナリ、有壓水面ヲ形ツクルコトガアル。又泥土ヲ含ム濁水ガ地表ヲ流レテ居ル場合ニ滲透性ノ部分ニ吸込マレ之ヲ不滲透性ニ化スルコトハ運河ナドニモ其例ガ乏シクナイガ、地下水ノ場合ニモ亦可能デアル。又河ノ洪水ノ際ニハ粘土礫又ハ腐植土ト云フ様ナモノヲ流シテ濁水トナツテ居ルガ其河底ニ沈澱シタ泥土ハ可ナリ深イ地中ニ浸入スルコトハ想像シ得ラレル。彼ノ上水道ノ緩速濾過池ニセヨ

又ハ急速濾過機ニセヨ、永ク水ヲ濾過スレバ泥土ノ爲ニ砂ノ目ガ詰ツテ水ノ濾過ガ不良ニ陥リ所謂行詰リトナルノハ人ノ能ク知ル所デアル。貯水池ノ底ヤ堰堤ヲ設ケタ河底ニモ亦泥土ノ沈澱ニ依リ不滲透性ヲ促進スル結果ヲ生ズル。

104. 階段狀帶水層 帶水層ト不滲透性地層トガ交互ニ重ツテ居レバ此ニ階段狀帶水層トモ名クベキモノガ出來ル。勿論是等ノ帶水層ハ或ハ水理的ニ連絡シテ居ルモノモアリ。又全然相互ニ關係ノナイモノモアル。又階段ノ數モ素ヨリ同一デハナイ。例ヘバ巴里ノ平原ハ五層カラ成ル帶水層ヲ持ツテ居ル。

第四十七表 巴里平原ノ階段狀帶水層

地層	層名	厚サ(米)	土質
第三紀古紀漸新世	Stampien	40—60	ふんてんぶら—ノ砂
第三紀古紀始新世	Ludien	10—20	石膏 (Travertin)
〃	Wermélien	15—45	ぼ—しゃんノ砂
〃	Iprésien	35—50	そあっそんノ砂
白堊紀	Albien	5—20	綠砂

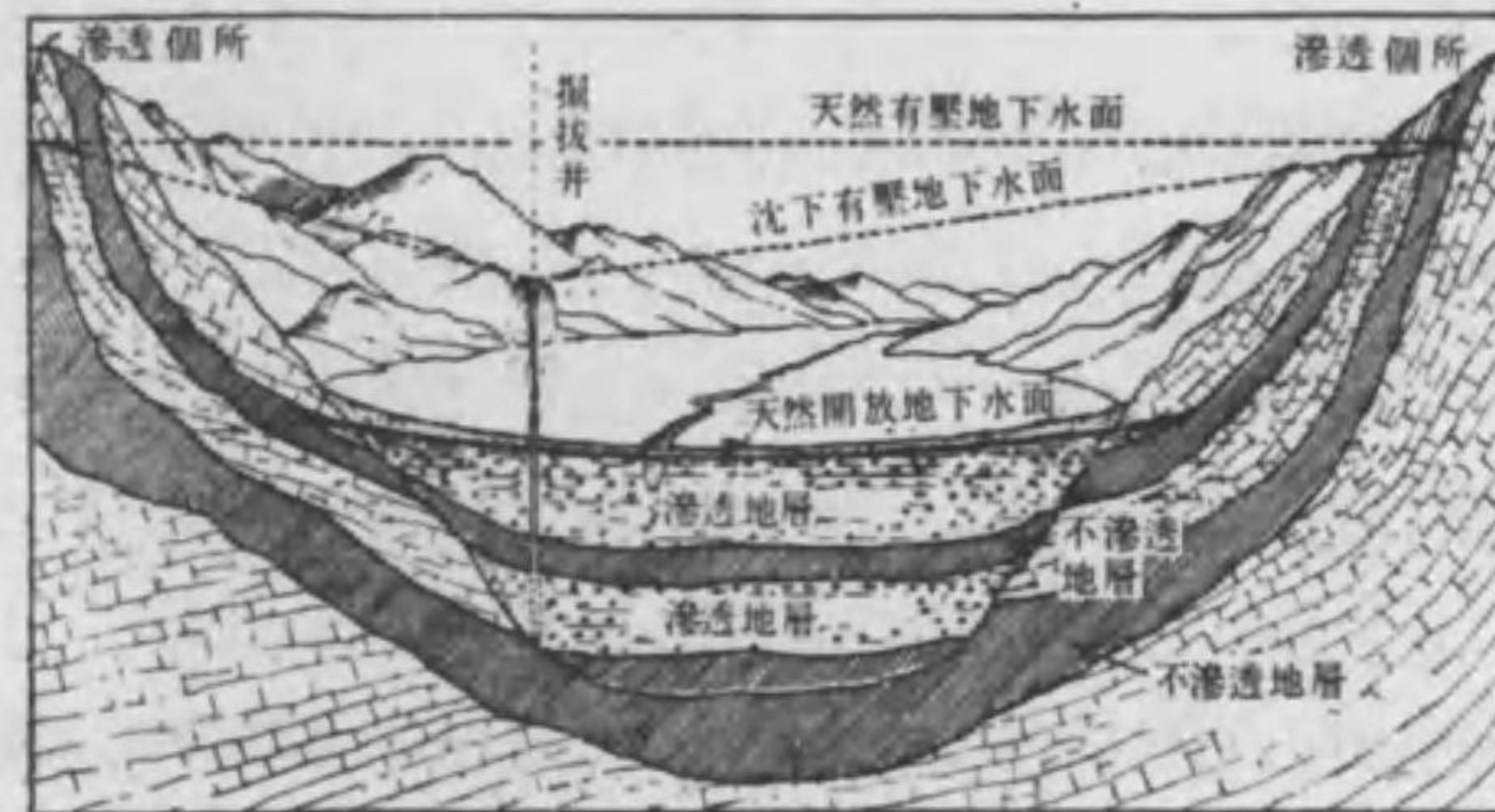
伊太利ロー河ノ平原ハ5層ヲ有シ、局部的ニハ尙多クノ階段ヲ持ツテ居ル。北米ニハ帶水層ノ10乃至15階ヲ有スル處ガアル。例ヘバるいじあな州ベ—とん—る—ぢ (Baton-Rouge) 市ノ地下ハ14層ノ帶水層ヲ有シテ居ル。

各帶水層ハ夫々異ツタ水位ヲ有スル爲メ水理上ノ關係ハ非常ニ複雑ナ許リデナク、水壓モ亦同一デナイコトガ多イ。斯カル場合ハ試錐ニ依ツテ各階ノ水壓ヲ調査スルニハ非常ニ周到ナ注意ヲ要スルノデアル。蓋シ處ニ依ツテハ不良ノ惡水ヲ含ム帶水層モアルコトガアルカラデアル。又他日某階ノ帶水層

カラ良水ヲ吸揚ゲルニシテモ良水ノ部分ニハ孔管ヲ用ヒルガ不良ノ部分ニハ勿論之ヲ設ケテハナラナイ。

第三節 地下水ノ潜在ト其現象

105. 掘抜井ト地下水盆 帶水層ノ中ニ周圍ト底トガ不滲透性ノ土質ヲ以テ圍マレテアレバ一種ノ滲水池又ハ地下水盆ガ出來ル。地表ノ滲透個所カラ水ガ滲入シテ不滲透質ノ周壁ヲ有スル地下水盆ノ上ニモ亦不滲透質ノ被覆層ガアル場合ニハ管内ノ水ガ水壓ヲ有スルガ如ク池内ノ水ハ亦緊張ノ状態ニ置カレテ壓力ヲ持ツテ居ル。斯カル場合ニ若シ不滲透性ノ被覆地層ヲ突抜イテ孔ヲ明ケルナラバ其水壓ニ應ジテ地下水ハ噴出スル。是レ即チ掘抜井戸デ、其地下水盆ハ掘抜水盆デアル (第八十五圖)。此種掘抜水盆ハ地球上至ル所

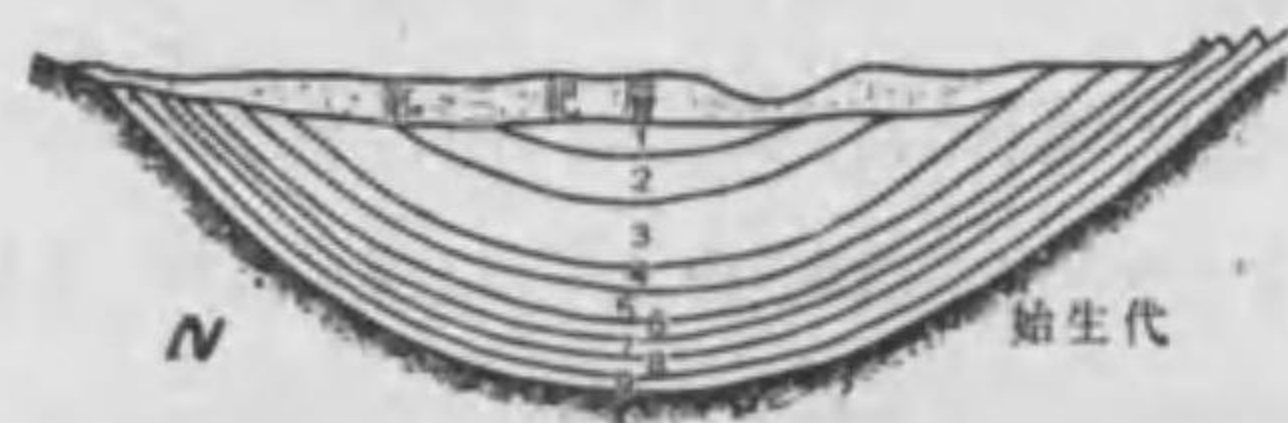


第八十五圖 掘抜井地層断面圖

ニ在ツテ、地質の新シイ處ニ止マラズ原始山ニモ屢々之ヲ見ル。きはら沙漠ノ深イ地層ニハ亦水量豊富ナ此種ノ地下水盆ガ存在シテ居ル。米國だこた州ハ非常ニ多クノ掘抜井戸ヲ有スルヲ以テ有名デアル。其帶水層ハ白堊紀ノ粗砂カラ成リ、最モ深イ處デ被覆不滲透性地層即チ床盤ノ下凡ソ200米ニ達シ、之ガ段々淺クナツテ池ノ縁ニ連ツテ居ル。現在だこた州ノ掘抜井戸ハ其

數凡ソ400ヲ越エ1日凡ソ60萬立米ノ水ヲ與ヘ、其中最モ豊富ナモノハ毎秒200立突ヲ湧出シテ居ルモノガちゃんばーれーん (Chamberlain) ニ在ル。各井ノ湧出高ハ床盤ノ上70米乃至110米ノ間ニ在ル。

掘抜井戸ノ地層ガ規則正シク傾下シテ居ル場合ニ測斜計ノ類ヲ以テ其傾斜



第八十六圖 わいをみんぐ掘抜井戸地層断面圖

ヲ測ツテ見レバわいをみんぐ (Wioming) ヤだこた (Dacota) ノ大地下潜水池デ若干ノ掘抜井戸ノ地層カラ帯水層ノ傾斜ガ

知ラレル。例ヘバ地平距離100米ヲ隔テ、 h 米丈ケ同一帯水層ノ降下ガアレバ其地層ノ傾斜角 α ハ $\tan^{-1}\left(\frac{h}{100}\right)$ ニ等シイ。例ヲ舉ゲテ見レバ $h=17.6$ 米ナレバ $\alpha=10^\circ$ デ、 $h=57.7$ 米ナレバ $\alpha=30^\circ$ 、 $h=173.2$ 米ナレバ $\alpha=60^\circ$ 、 $h=373.2$ 米デ $\alpha=75^\circ$ ノ類ガ是デアル。

掘抜井戸ノ水壓又ハ噴出ノ高サハ其滲入水ト噴出點ノ高サノ差ニ依テ異ナル。從テ周圍ノ高臺ヤ山脈ナドカラ平地ニ迸出スル掘抜井戸ノ相當ニ高イ噴出又ハ湧出ヲ見ルコトガアル。

▼ 106. 地下流水 滲透性ノ砂礫ガ地中ニ相當長ク且ツ深ク連続シ、且ツ其周圍ニ不滲透性ノ周壁ヲ繞ラストキハ地下水ハ此ニ滞留スベク若シ其溝ニ傾斜ガアレバ即チ地下流水トナルデアル。地下流水ハ地表ノ河川ト違ツテ抵抗ガ大キイ爲メ其流速ハ小デ其傾斜又ハ落差ハ著シク大ナルモノガアル。又幅ヤ深サニ就テモ地下流水ハ地表流水ヨリ遙カニ大ナルモノガ多く、10乃至15秆以上ノ地下流水ノ幅ハ珍シクナイ。獨逸らいふちひノ東南なうんほーふ (Naunhof) ニ於テハ洪積砂利層ノ地下流水カラニ鑿井デー日8萬立米ノ水ヲ汲揚ゲ、東方うるつゝん (Wurzen) ニ於テハ他ノ沖積砂利層ノ中カラ

一個ノ鑿井デー日6萬立米ノ揚水ヲシテ居ル。又らいふちひノ正南微西ニ走ルえるすたー河 (Erster) ノ沖積砂利層ハ一日1.5萬乃至20萬立米ノ揚水ヲシテ居ル。

第四十八表 地下流水

地下流水	深サ(米)	幅(秆)
なうんほーふノむるで谷 (Muldetal bei Naunhof)	12-18	4-5
うるつゝんノむるで谷 (Muldetal bei Wurzen)	8-9	4
らいふちひノえるすたー谷 (Elstertal bei Leipzig)	5-20	5-6

大牟田市上水道ノ水源ハ熊本縣玉名郡清見村附近ノ洪積紀ノ砂利層ノ中ニ在ル。玉名郡ノ海岸地方ニ浦川ト呼バレル溪流ガアリ、荒尾村ノ池黒山ニ發シテ西流スルコト凡1秆餘、同村宮内ニ至ツテ南ニ折レ、有明村ヲ經テ清里村牛水ニ至ルマデハ略ボ海岸ト相並ンテ南流シ、之ヨリ更ニ大體南々東ノ方向ヲ取り、長洲町ト腹赤村トノ界ニ至ツテ海ニ入ル。全長8秆強牛水以北約2秆ノ間ハ幅約0.5秆左右平低ノ丘陵ヲ帶ビ牛水ニ於テ海岸ノ平地ニ開ケテ居ル。

海岸カラノ距離ハ牛水ニ於テ約0.7秆、之ヨリ2秆以北ノ有明村ニ於テモ尙約1秆餘ニ過ギナイ。牛水附近ノ所謂噴水地ハ一面ノ水田デ之ガ灌溉用トシテ數百ノ掘抜井戸ガアル。其噴出量ハ季節ヤ乾濕ニ依ツテ大差ナク、大正元年ノ前後ニ於テ牛水管内ニ約300有明管内ニ約200合計500位モアツタ。而シテ是等500ノ噴水量ハ24時間ニ約15000立米ニ達シタ。此間第三紀層ノ縁邊ハ北ノ方宮内ノ北方カラ東南ヲ指シテ走り、洪積層ハ前記ノ第三紀層ヲ被覆シテ其西縁ハ水島小野ノ西ヲ南ニ走り、洪積層ノ以西ハ即チ沖積層カ

ラ成リ有明海ニ迫ツテ細キ帶狀ヲ爲シテ居ル。而シテ三池英炭系ノ砂利又ハ礫層ハ深層ノ帶水層テ所謂階段狀ヲ爲シテ居リ、深サ 40 米内外テ掘抜井ニ依リ灌漑ニ供セラレル砂利層ハ即チ淺層ノ帶水層ヲ爲シテ居ル。浦川低地ノ勾配ハ此ヨリ南ニ向テ低下シ平均 1/1000 内外ノ傾斜ヲ爲シテ居ル。地下水ハ即チ此傾斜シタ帶水層ノ間ニ存在シテ、現在ニ於テハ六個ノ鑿井ニ依リ大牟田市ノ工業都市ニ給水シテ遺憾ガナイ。

熊本市上水道ノ水源八景宮附近モ亦豐富ナ水量ヲ有スル斷層地域テ清澄ナ源泉ノ水ガ滾々トシテ湧出シテ居ル。亦地下水ノ賜デアル。

第四節 地下水ノ測定

107. 地下水ノ模索 地下水ガ源泉トナツテ迸出テ居ルナラバ之ヲ探索スルコトハ容易デアルガ、若シ其見エヌ場合ニハ地表ニ現ハレテ居ル各種ノ象徴ヲ觀テ地中ノ帶水層又ハ地下流水ナドヲ模索シナケレバナラナイ。

地下水ノ模索ニハ先ヅ土地ノ乾濕ヲ知ルコトヲ要スル。土地ニ生長シテ居ル植物ガ濕地ヲ求ムルモノデアルカ、又ハ乾地ヲ好ムモノデアルカ、河川、池塘、湖沼等ノ氷結シタ所ニ雪解ガアル地點又ハ地表ガ雪ヲ以テ覆ハレテアル所ニ雪解ノ個所ガ存在スルコト、就中溝渠、池隴等ノ表面ニ鐵分ノ分離シテ居ルコトガアレバ深處ノ地下水ガ亦鐵分ヲ含ンデ地表ニ近ク逸出シ來テ居ルヲ示シテ居ル。此種鐵分ノ沈澱ハ一種ノ異色ノ皮ヲ形クリ、地表水ノ表面ニ浮ンデ居ル。

地表ガ乾イテ居ルナラバ地中ノ滲透性ガ大デ地下水ノ深イ處ニ在ルコトガ多イ。若シ又地表ガ濕潤ナラバ地下水位ガ高クテ其水面ガ地面ニ近イカ、又ハ難滲透性ノ土質テ雨雪ノ滲透ガ困難ヲ爲デアル。即チ表土ノ乾濕ハ地中ノ水理關係ヲト知セシメル標準トナル。勿論地形圖、水理圖ヤ地質圖ヲ本ト

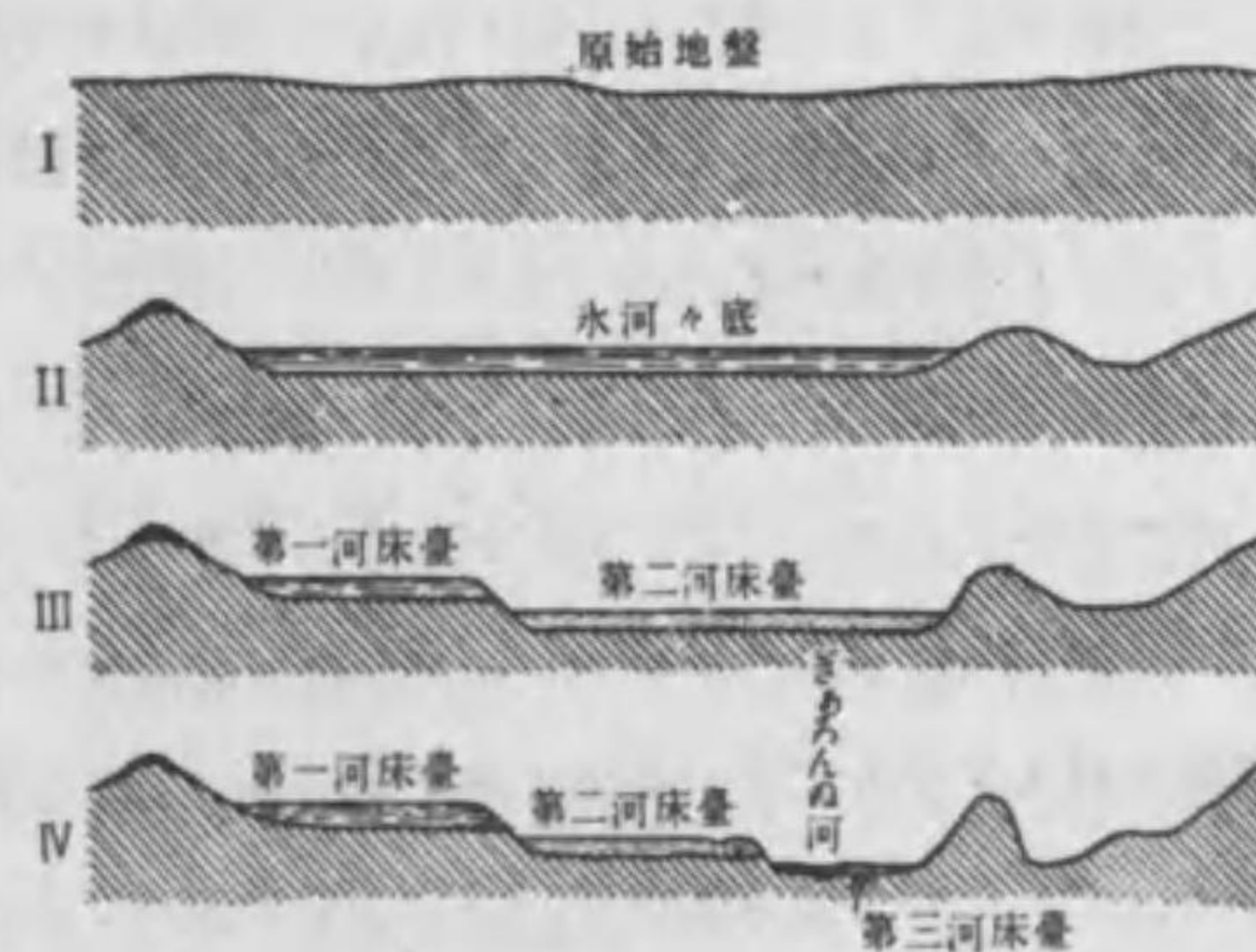
シテ地下水ノ状態ヲ推定シ得ル場合が多い。

河川ノ沈澱ガ豁谷ヲ埋メテ所謂現在ノ沖積層ノ谷ガ出來、地下ノ規則正シイ構造ヲ想定スルコトガ出來レバ地下水ノ存在スル最モ有力ナ證據デアル。此理由カラ豁谷ノ構造ハ地下水ニ關スル限リ水理豫備調査ノ出發點ヲ爲シテ居ル。然シ豁谷ハ凡テ其構造ガ目ニ見エルトハ限ラナイ。流水等ノ沈澱カラ成ル地層ガ或ハ洗流サレテ他ノ方面ニ移動シ、或ハ河床ナドモ消滅シテ居ルコトガ素ヨリ少クナイ。

氷河ノ沈澱層ノ中ニ河川ノ水路ガ見出サレタリ、又ハ河筋ノ移動シタ跡ナドハ至ル處ニ見ラレル。舊河數ハ試錐ヤ其他ノ方法テ容易ニ之ヲ知ルコトガ出來ル。

時トシテ氷河ナドノ爲ニ廣イ河數ガ出來テ、此ニ沈澱ガ積リ河床段丘トナリ、更ニ低イ處ニ第二第三ノ河床段丘ヲ生ズルコトガアル。即チ河床段丘ハ古代豁谷地ノ遺跡デアル。今日ニ於テハ洪水ノ氾濫ヲ免レ、飲料水ヲ得ルニ最モ適シテ居ル。まんど、ーる (Mandoul) ノ説ニ從ヘバぎ。ろんぬ河ノと、ーる一、(Toulouse) 附

近ハ立派ナ河床段丘ヲ成シテ居ル。例ヘバ第八十七圖ノ I ハ第三紀層カラ成ル原始地盤ノ高臺デ、II ハ氷河ノ河床、III ハ水量ノ減退後ニ河床段丘又ハ河床臺トナ



第八十七圖 河床段丘

ツテ残り、河床ノ浸蝕ガ進ム。而シテ III カラ IV ニ懸ケテ河床臺ハ第一

第二第三ノ三トナツテ、ろんぬ川ガ其間ヲ流レ、以上ノ河床臺ハト、一市ノ水源トナツテ居ル。

又河床段丘ガ可ナリ高サノ異ツタ處ニ在ル例モ少クナク、更ニ又最モ高イ河床段丘ハ礫ヨリ成リ、中河床段丘ハ稍々粗粒デ、低河床臺ハ最モ細粒ノモカラ成ツテ居ル例モアル。又河床臺ガ可ナリ遠ク數軒モ離レテ居ル處モアル。

洪積紀ノ河床臺ハ其經過年代ガ古イ丈ケニ其成層ガ屢々不規則デ、其滲透性モ不同デアアルガ、沖積紀ノ河床臺ハ層モ規則正シイ。

住宅地ニ掘ツタ井戸ヤ噴井ナドハ之ニ依リテ地下水ノ状態ヲ知ルコトガ出來ル。若シ充分ナ水量ヲ與ヘル井戸ナラバ其附近ノ地中ニハ相當ノ水ヲ貯藏シテ居ルカ又ハ更ニ繼續シテ供給シ得ル湧出量ヲ持ツテ居ルコトヲ示シテ居ル。

時トシテハ井戸ニ湧水ガ起ルコトガアルガ、斯カル場合ニハ地下ニ水ガ不足ナ爲ト云フヨリ、地下水々位ガ高イ時ニ井戸ヲ作ツタ爲ニ其水位ガ下レバ湧水ノ現象ヲ見ルコトガ多イ。即チ此井戸ハ其底ガ淺ク、低下シタ地下水々位ヨリモ高クナレバ涸渴スルノデアアルカラ之ヲ深く掘下ゲレバ相當ノ水量ヲ得ラレルコトガ少クナイ。

井戸ノ水位ヲ定メルニハ勿論其自然ノ状態ニ在ルカ又ハ汲揚ゲタ結果人爲的ニ影響ヲ受ケテアルノデアアルカヲ知悉シナケレバナラナイ。一般ニ揚水シタ後ハ相當ノ時間ヲ經過シナケレバ其水位ガ復舊シナイカラ、沈下シタ水位デハ正シイ結果ヲ望マレナイ。井戸ノ水位ヲ確メルニハ附近ニ水準基標ヲ設ケナケレバナラナイ。而シテ此基標ニ對シテ井戸ノ水位ヲ知レバ其昇降ヲ知ルコトガ出來、更ニ水準基標ノ零ト基準面カラノ高サガ知ラレテアレバ井戸ノ絕對水位即チ基準面カラノ高サヲ知ルコトガ出來ル。

以上述べた様ナ方法デ地下水存在ノ象徴ガ充分デアレバ次ギニ其水理的研究ニ移ラナケレバナラナイ。

108. 自然湧出ノ地下水測定 地下水ガ源泉トナツテ迸出テ居ルカ又ハ目ニハ見エナクモ地表水ヲ涵養シテ其流量ヲ増シテ居ル時ハ其地下水ノ水量ヲ知ルコトハ簡單デアアル。即チ其源泉ナリ又ハ地表流水ナリヲ測定スレバ宜シイ。

如何ニ地下水ガ地表水ヲ涵養シツ、アルカハ無雨ノ時デモ凡ベテノ溪流ヤ河川ガ涸渴セズ其流量ガ絶エナイノデ知ラレル。是レ夏期ナドニヨク見ラレル溪流河川ノ状態デアアル。但シ氷河ヲ水源トスル河ハ夏期融雪ノ爲ニ水量ヲ増スガ如キ場合モアル。彼ノらいん河ノ如キハ即チ是デアアル。

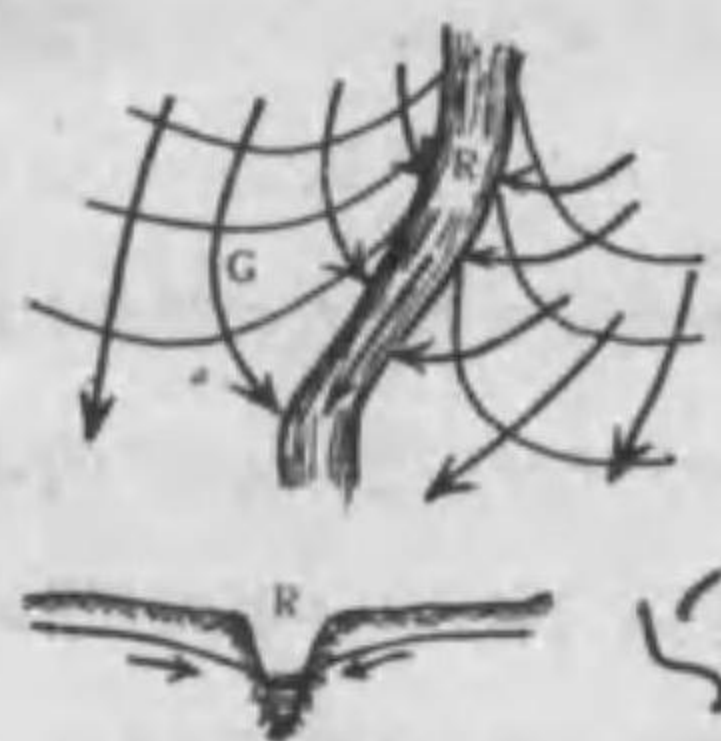
地表水ト地下水ノ關係ハ地表水ガ地下水ニ涵養セラレルカ、又ハ地表水ガ地中ニ滲入シテ地下水トナルカ、又或ハ互ニ相關セザルカノ三者ノ中ニ在ル。今一ノ河ノ一定距離ノ間ニ於テ別ニ支流ガ合流スルモノモナイノニ流量ガ増加シテ居ルナラバ是レ地下水ノ流入ニ歸スベキモノデアアル。之ニ反シテ若シ一定區間ニ河ノ流量ガ減少シテ居ルナラバ蒸發ヤ灌溉引水ナドニ水ヲ使用スル以外ニハ河水ガ地中ニ滲入スルノデナケレバナラヌ。然シ不滲透性ノ溝ニ於テハ一般ニ地表水ト地下水トハ相關セザルヲ常トスル。多クノ場合ニ以上三者ハ一ノ河川ニ共ニ存在シ得ルモノデ、地下水面ノ精密ナ高低ガ解カラナケレバ其關係ヲ知ルコトハ六カシイ。

地下水ノ自然湧出ノ場合ニ其流量ヲ測定スルハ地表水ト同ジク、一定時間ニ容器ニ入ル量ヲ定メタリ、又ハ孔カラ出ル水量ヲ定メタリ、各種ノ缺込カラ流レル水流ヲ定メタリ、或ハ流速計ヲ用ヒテ流量ヲ知ルコトガ出來ル。又大キナ断面ノ流量ハ浮子ヲ用ヒタリ、水面勾配ト均深等ヲ用ヒテ之ヲ測定スルコトガ出來ル。

109. 静止スル地下水ト流ル、地下水 地下水ニハ静止ノ状態ヲ爲シテ居ルモノト流レテ居ルモノトアル。静止スル地下水ノ水面ハ一般ニ水平ヲ爲シ、流レテ居ルモノハ其水面ガ或ル傾斜ヲ保ツテ居ル。

静止シテ居ル地下水ハ之ヲ汲揚ゲレバ潤渴シ易ク、利用ノ道ガ少イ。然シ實際ニハ此種ノ地下水ハ稀デ、之ニ連絡シテ居ル地下流水ガアルカラ、若シ静止シタ地下水カラ水ヲ汲揚ゲレバ之ニ流來ル地下水ガアルコトガ少クナイ。而シテ地下水トシテ利用ノ最モ廣イモノハ流レテ居ル地下水デアラネバナラス。

110. 流ル、地下水ノ水面 大體カラ言ヘバ地下水ノ流レル方向ハ殆ド河川ノ流向ニ等シイノデアアルガ、唯地表水ニ近ヅクトキハ地下水ハ殆ド之ニ直角ノ方向ヲ爲シテ流込ム。第八十八圖中 R ハ



第八十八

河ノ方向ト地下水ノ流向

R ハ河川ノ方向、G ハ地下水ノ流向ヲ示シ、G ハ地下水ノ高低線ニ直角ノ方向ニ進ンデ居ル。然シナガラ局部的ニハ地下水ノ流向ト河川ノ方向トガ相背反シテ居ル處ガアルコト第八十九圖ノ様ナ場合ガナイデモナイ。是レ河川ハ種々ノ原因カラ其方向ヲ變化シテ紆餘曲折スル場合ガ多イ

カラデアアル。

地下水ノ流向ヲ定メルニハ其水面ノ高低ヲ知ルコトガ最モ必要デ、猶ホ地表水ノ流向ハ地表ノ同高線ヲ基礎トシテ之ヲ知ルコトガ出來ルノト同様デアアル。而シテ水面ノ高低ハ成ルベク廣イ區域ニ亘ツテ地下水々面ノ觀測ヲ繼續スルコトガ必要デアアル。ふろしやノ河湖調査局デハ凡



第八十九圖

河ト地下水ノ流向背反

ソ 400 個所ニ於テ毎週地下水ノ變化ヲ觀測シテ居リ、ざくせんニ於テモ亦約 400 ノ井戸ニ就テ地質局ノ地下水觀測事業トシテ調査ヲ續行シテ居ル。全獨逸デハ地下水觀測個所ハ數千ニ達シテ居ル。我九州帝國大學河海工學實驗室ニ於テハ工學部及農學部内五個所許ノ井戸ニ就テ地下水々位ヲ自記セシメテ居ル。

若シ河川ノ谿谷ニ適當ナル地下水觀測又ハ自記ノ設備ヲ有スルナラバ治水ノ上ニ非常ナル根據ヲ得ベク、若シ又各地方ノ耕地ニ於テ地下水觀測ヲ行ツテ其水面ノ同水位線ヲ描キ得ルナラバ恰カモ平面圖ノ同高線デ地形ガ解カル様ニ地下水同水位線カラ地下水移動ノ有様ガ容易ニ知ラレ得テ極メテ有益ナ資料ガ得ラレルデアロウ。蓋シ今日ノ凡テノ地表水等ノ調査ハ多ク地表ニ限ラレ、殆ド一方的デ、地下水トノ關係ヲ知ル點ニ於テ缺クル所ガアルカラデアアル。

地下水々面ノ高低又ハ傾斜ヲ定メルニハ其地域ニ若干ノ觀測ヲ行フベキ試錐又ハ井戸ノ網ヲ作ツテ其各地點ノ水位ヲ知ラナケレバナラナイ。若シ源泉又ハ其他地下水露出ノ個所ガアレバ是等ヲ參照スルコトハ固ヨリ必要デ、現存ノ井戸ノ水位ヲ觀測スルコトハ亦有力ナ資料ヲ與ヘル。

地下水ノ變化ハ比較的少イケレドモ尙一週間一回ノ水位觀測ハ必要デ、出來ルナラバ毎日ノ觀測ガ最モ精確ナ結果ヲ與ヘル。一ヶ月一回ノ觀測デハ不精確ナルヲ免レナイ。

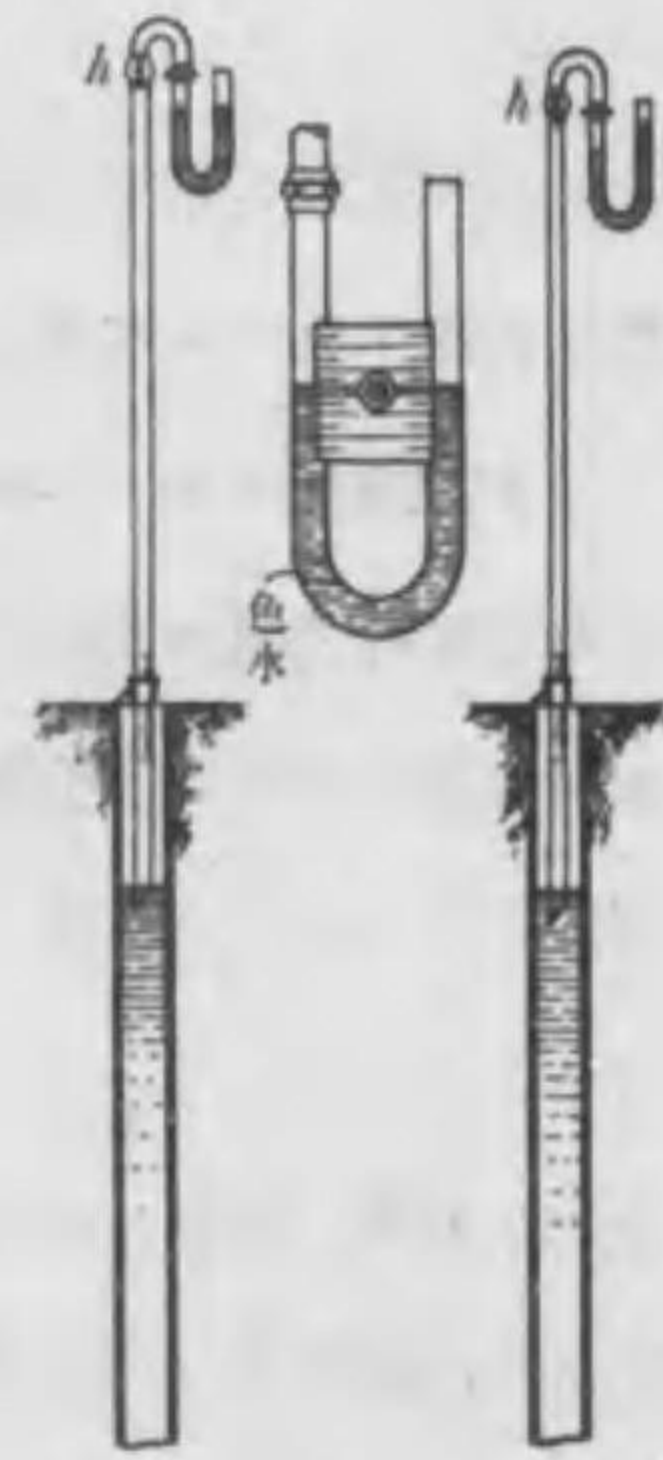
地下水々位ヲ測定スル最モ簡單ナ方法ハ木管、陶管、鐵管、混凝土管等ヲ地中ニ打込ンデ地下水々面ノ下ニ達セシメ、浮子又ハ尺度ヲ用ヒテ水面ノ深サヲ測定スルノニ在ル。徑 2.5 乃至 10 糎位ノ鑄鐵管ハ最モ之ニ適シテ居ル。管ノ下端 75 糎乃至 1.0 米ノ間ハ 0.5 乃至 2 糎位ノ小孔ヲ設ケテ停塵裝置トスル。若シ地中ガ粗粒ノモノカラ成ラバ特別ノ保護ヲシナクトモ小サナ孔ガ

塞ガ爾懸念ハナイケレドモ、若シ細砂ノ類カラ成ル土質ナラバ細カナ目ノ網ヲ小孔ノ上ニ管ノ周圍ニ捲イテ砂ノ入ルヲ防ガナケレバナラナイ。又管ノ下端ニモ木製又ハ鐵製ノ栓ヲシテ底カラ砂ノ侵入スルヲ防グベキデアル。又管ノ上部ハ平時蓋ヲシテ雨水ノ入ラヌ様ニシナケレバナラナイ。

地下水々面ノ深サヲ測ル器械ニらんぐ (Rang) ノ水位計ガアル。其下底ガ水ニ觸レ、バ鳴リ響ク仕掛デ、框ノ周圍ニ捲ク様ニナツテ居ル。更ニ簡單ナモノハ目盛ヲ附シタ鑄鐵棒ヲ鋼卷尺ノ尖端ニ吊ルシ、棒ノ周圍ハ能ク磨イテ白堊ノ類ヲ塗り、水中ニ入ツタ深サガ痕跡ヲ殘ス様ニシテアル。但シ此場合ニハ棒ガ水中ニ入ル爲ニ多少水面ガ高クナルヲ免レナイ。



ちえーむ (G. Thiem) ノ考案デハ第九十圖ニ示ス様ニ鋼帶ノ下ニ錘ヲ附ケテ其尖端ニ針ヲ附ケ、針ニハ硫黄えーてる



第九十一圖
きぬーとノ地下水水位計

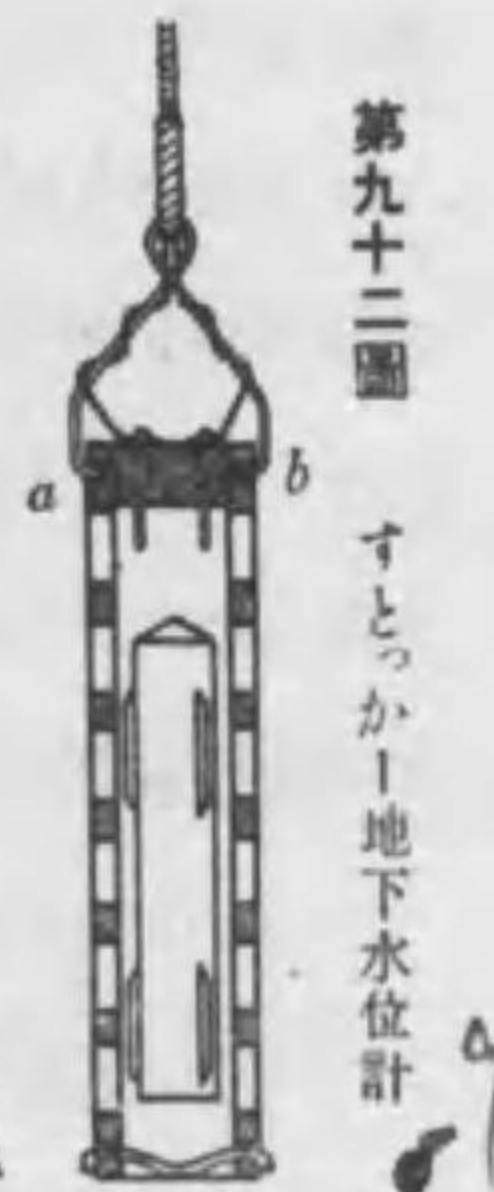
ノ中ニ極細イ白堊ヲ流シテ之ヲ塗り、鋼帶ノ深サTト一定ノ下端ノ長サKノ和カラ水ニ入ツタ深サイヲ減少シタモノガ管ノ上端カラノ水深デアル。針ガ細イカラ地下水ノ推上高ガ少ナイ。從テ之カラ起ル誤差ハ少イ勘定デアル。

きぬーと (Kunath) ノ地下水水位計ハ第九十一圖ニ示スガ如ク、眞鍮管ノ尖端ヲ斜ニ切り、上端ニハ開閉栓 h 及 U 字管ヲ

備へ、U 字管ノ中ニ着色シタ水ヲ滿タシ此ニ目盛ヲ附シテアル。U 字管ニ

ハ彈條附ノ滑子ト指針トガ附屬シテアル。今此管ヲ井戸ニ浸セバ始メ h ヲ開イタ儘デ管ノ下端ガ水ニ浸ル迄 U 字管兩脚ノ色水ハ同高デアルガ、管ガ地下水水面ニ達スルヤ否ヤ兩脚ノ色水ノ高サハ異ナリ、水ニ浸ツタ側ノ一脚ノ方ガ低クナル。是ニ於テ h ヲ縮メテ管ヲ取出シ、U 字管兩脚ノ高サノ差ヲ測レバ地下水々面ノ深サヲ計算スルコトガ出來ル。

すとっかー (Stocker) ノ地下水水位計ハ第九十二圖ニ示スガ如ク輕イ金屬製ノ中空圓筒ヲ孔ノ明イタ器ノ中デ自由ニ浮動シ得ベカラシメテ居ル。全裝置ハ電線デ吊ルシ、之ヲ下ゲレバ中空圓筒ナル浮子ハ水ニ浮ビ、終ニ兩針金 a 及 b ハ浮子ノ尖端ト接觸シテ其途端ニ電鈴ガ鳴ル仕掛トナツテ居ル。此裝置ニ吊ルシテアル針金ニハ目盛ガ施サレテアル。



著者ガ井戸ニ掘付ケテアルモノハ普通ノリシャー式自記水位計及中央ニしーめんす式遠方水位計デアル。

111. 開放地下水水面ト有壓地下水水面 地下水水面ニハ開放

的ノモノト有壓的ノモノトノ二種アル。開放地下水水面ト云フノハ地表ノ普通ナル水路ノ水面ニ應ズルモノデ、帶水層ガ不滲透地層ヲ以テ覆ハレナイ時ニハ至ル所ニ目撃セラレ、其水面ハ障害ヲ受ケルコトモナク自由ニ進展シ得ルモノデアル。又帶水層ガ不滲透性ノ地層ヲ以テ覆ハレテアツテモ地下水水面ガ壓力又ハ水頭ヲ持タナイトキハ同ジク開放水面ト呼ブベキモノデアル。有壓地下水水面ト云フノハ密閉水路ヤ管渠ノ水面ニ呼應スルモノデ、壓力又ハ水頭ノ下ニ立ツテ居ル。帶水層ノ上ニ不滲透性ノ被覆層ガアツテ天然ノ地下水水面下ニ達シテ居リ、從テ水面ハ或種ノ壓力ノ下ニ在ツテ自由ニ進展シ得ナイ場合ニ有壓水面ガ成立スル。此種ノ地下水ハ凡テノ地層ニ見ラレル。

有壓地下水デ床盤ヨリモ高ク自噴スルモノヲ一般ニ掘抜井戸ト呼ンデ居ル

が、而かも地表ヨリ稍々低クマデ地下水ガ上ル場合ニモ亦之ヲ掘抜井戸ト呼ブノガ普通デアル。地下流水ノ多クハ有壓水デアル。

然シナガラ前ノ不滲透性ノ處デ述ベタ如ク、砂ト礫トヲ混合スル比ニ依ツテ或種ノ不滲透性ガ得ラレル。從テ有壓水面モ或程度迄ハ不滲透性ノモノカラ得ラレル。難滲透性ノ細砂ノ様ナモノデモ亦有壓水面ヲ生ズルコトガアル。

開放地下水ノ天然ノ状態ヲ知ルハ極メテ容易デアルガ有壓地下水ノハ之ヲ知ルコトガ非常ニ困難デアル。蓋シ有壓地下水ノハ非常ニ敏感テ其壓力ノ些少ナル變化ニ對シテモ必ズ異常ナ影響ヲ見、而かも其ノ障害ノ場所ガ可ナリ離レテアツテモ之ニ感應スルコト恰かも鐵管內ノ水ニ似タモノガアル。即チ開放地下水ニ於テハ其水面ノ状態ノ變化ハ鈍感ナ地下水ノ變化ヲ引起スニ過ギナイガ有壓ノ場合ニハ之ニ反シテ水面ノ變化ハ壓力ノ傳播ヲ引起シ、全然力學的ノ分子ノ運動ヲ生ズル。此運動ノ速度ハ水中ニ於ケル音速ニ等シイモノデアル。

112. 地下水ノ偽水面及狂水面 地下水々面ハ其水ヲ汲揚ゲタリ又ハ貯水ヲシタリスレバ人工的ニ變化ヲ受ケルコトハ屢々見ラレル所デアル。之ヲ偽水面ト呼ブ。河ノ流レテ居ル地方デハ地下水位ハ絶エズ其影響ヲ受ケテ居ルカラ、之ニ對シテ地表ノ水位ノ影響絶無ナル地點ヲ見出スコトハ困難デアル。水利水運ナドノ開ケタ處ヤ農業耕作ノ盛ナ場所ナドデ、運河水閘其他ノ水工々事又ハ灌溉開拓貯水池等ハ孰レモ或程度迄地下水ニ影響ヲ及シテ、從テ其附近ノ地下水々面ハ決シテ天然ノ状態ノモノデナク、所謂偽水面ヲ現ハシテ居ル。又現存ノ井戸ノ如キモ之ヲ汲出サナイ時ニ限ツテ其正シイ地下水々位ヲ示スモノデアル。若シ井戸ノ水ヲ汲出シテモ短時間ノ後復舊スル水位ヲ有スルナラバ其井戸ハ滲透性ノ地層ニ連絡シテ居ルガ、若シ之ニ反シテ長時間

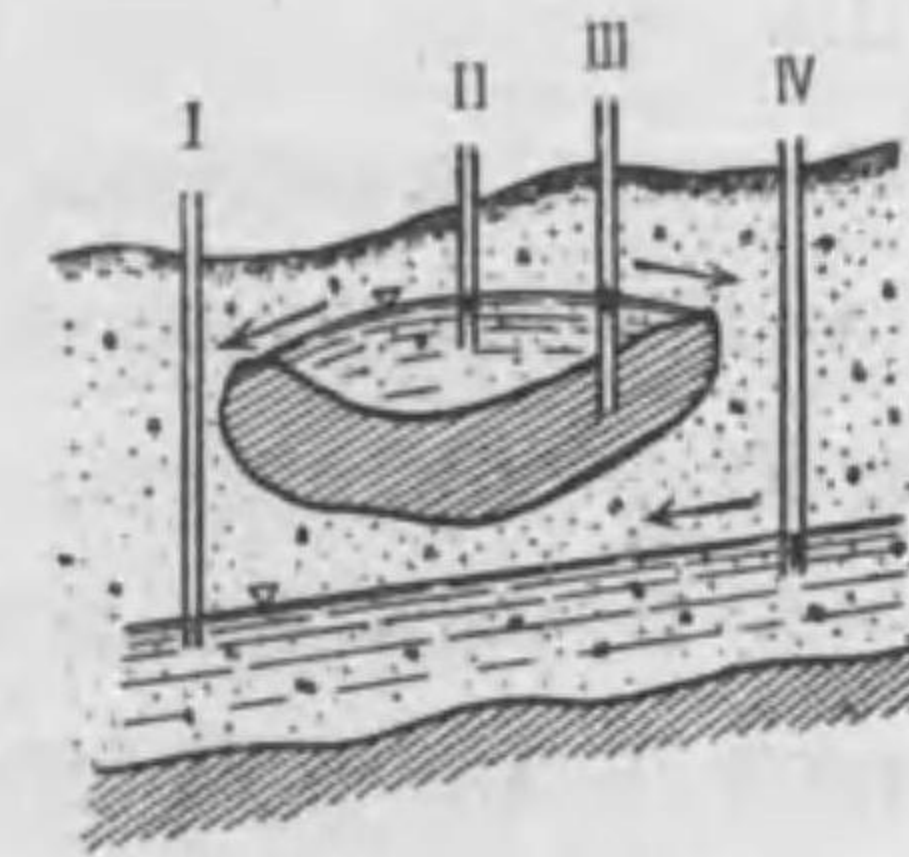
ヲ經テ漸ク水位ガ恢復スルナラバ難滲透性地層デテル。

又地下水位観測用ノ管ノ如キモ果シテ地下水層ト能ク連絡シテ居ルカ否カヲ調査シナケレバナラナイ。即チ管ニ依ツテ地下水ヲ吸揚ゲル代リニ之ニ數リとるノ水ヲ注加シテ直チニ平水ニ復スルナラバ俗ニ之ヲ能ク水ヲ吸フ土質ト云ツテ居ルガ、管ガ滲透性地層ニ連絡シテ居ルコトヲ示シテ居ル。然シ若シ其管内ノ水位復舊ニ永ク時間ガ要カル様ナラバ管ガ滲透地層ニ達シテ居ル證據デアル。

若干ノ滲透層ガ不滲透層ニ依テ交互ニ界セラレ所謂階段狀帶水層ヲ爲シテ居リ、而かも上ノ帶水層ノ有壓水面ハ下層ノ有壓水面ヨリモ低イ場合ガアル。斯カル際ニハ偽水面ヲ爲スコトガアル。即チ鐵管等ヲ以テ不滲透層ヲ貫ク爲ニ鐵管ト不滲透層ノ間カラ下層ノ水ガ迸出テ局部的ニ上層ノ水面ヲ高クスル。

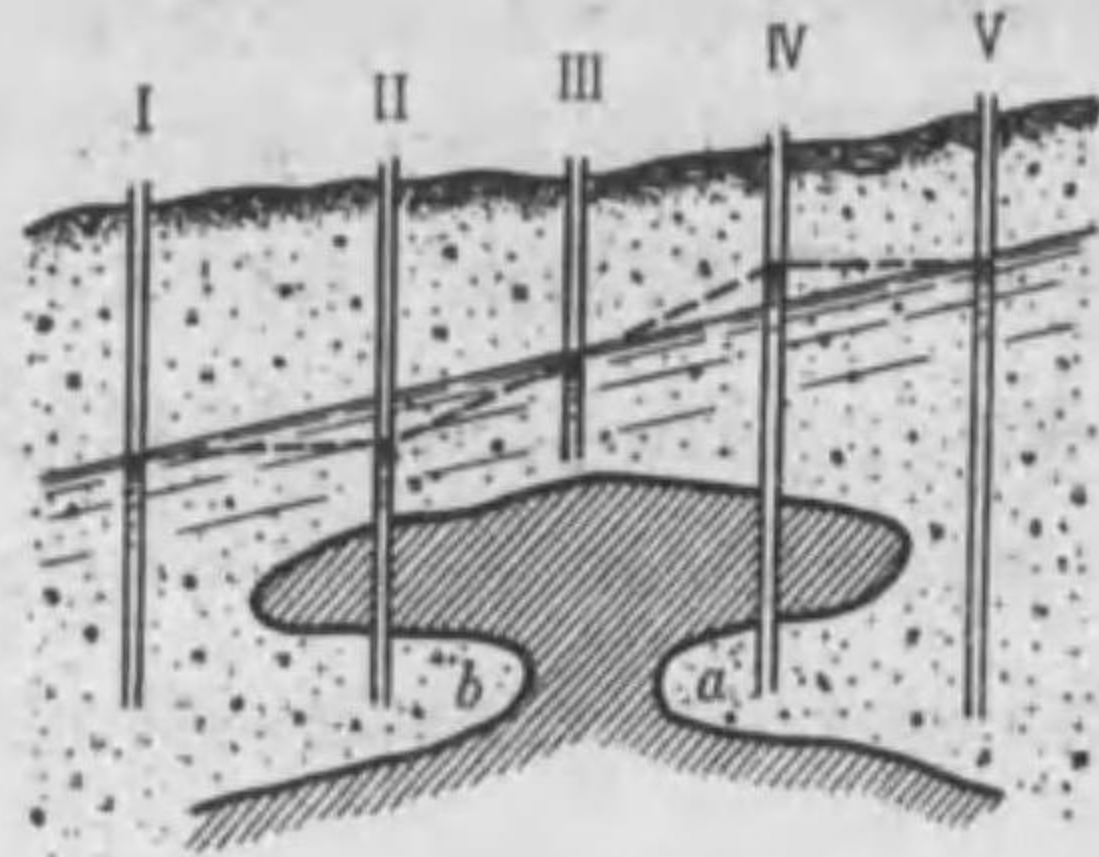
地中ニ地層ノ變化トカ又ハ配置ノ異狀ナドノ爲ニ地下流ニ對シテ障害ガ存在スルトキハ狂水面ガ表ハレル。例ヘバ

第九十三圖ニ於テ滲透地層中ニ不滲透地塊ガ介在シタ様ナ場合ニ井戸 I ト IV トハ地下水ノ眞ノ流向ガ右カラ左ニ向ツテ居ルコトヲ示シテ居ルガ、地塊ノ上ノ井戸 II ト III トハ狂水面ヲ現ハシ、而かも其流向ハ相反シテ居ル。



第九十三圖 狂水面ノ一

然ルニ第九十四圖ニ示シタ様ナ不滲透性ノ地層ガ配置セラレテアルトキハ I III V ハ實際ノ地下水々面ヲ示シテ居ルガ、IV ハ a ニ於テ地下水ヲ阻止セラレテアル爲ニ多少有壓トナツテ實際ヨリハ高イ水面ヲ呈シ、II ハ之ニ反シテ b ニ於テ壓力ヲ失ツテ居ル爲メ實際ノ水面ヨリハ低クナツテ居



第九十四圖 狂水面ノ二

ル。即チ II ト IV トハ狂水面ヲ爲シテ居ル。

然シ一般ニハ如何ナル障害ガ地中ニ横ツテ如何ナル程度又ハ状態ニ地下水位ノ狂ヒヲ生ジテ居ルカハ精密ナ調査ニ依ラナケレバ之ヲ確定スルコトガ六カシイ場合が多い。

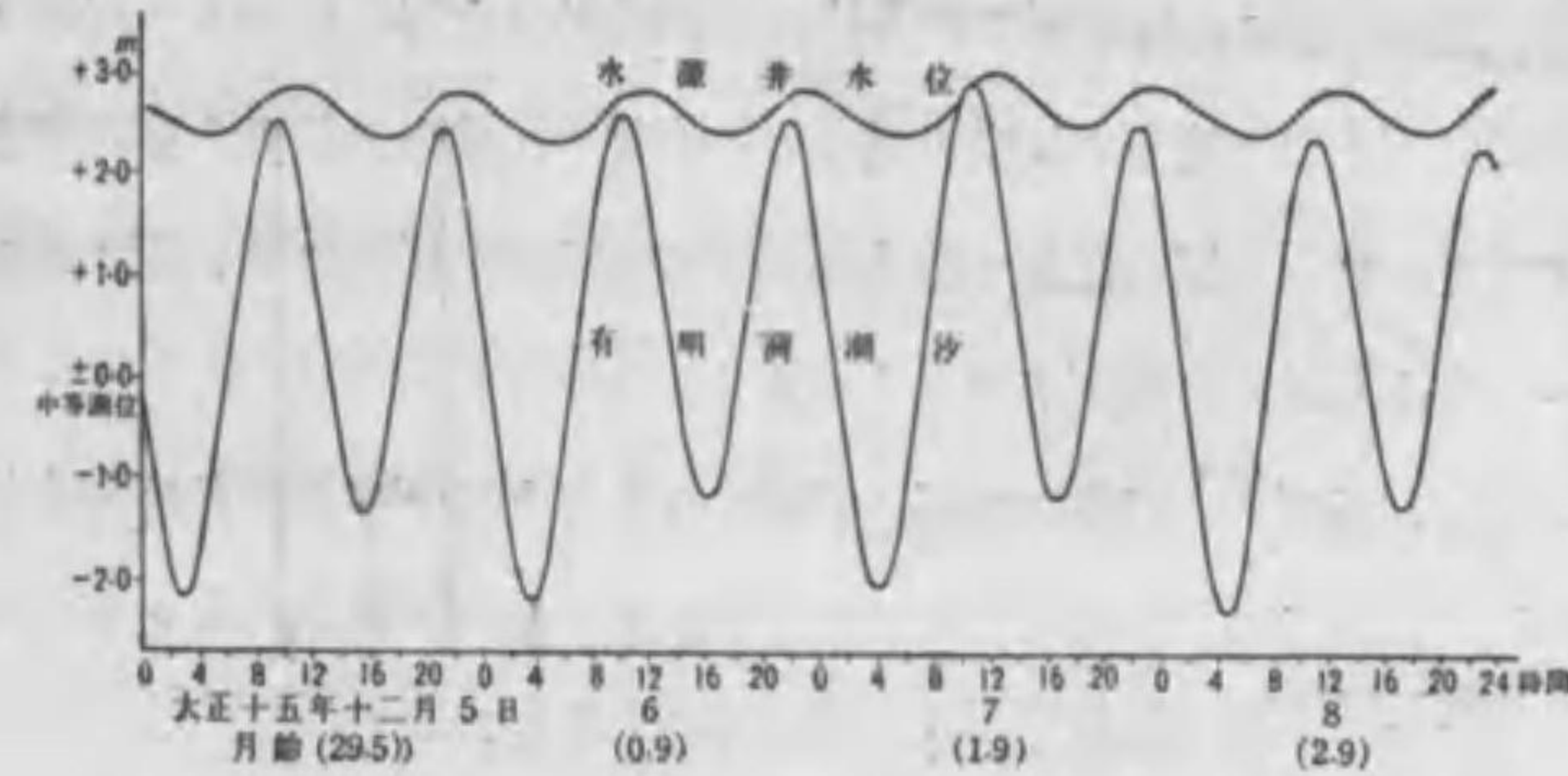
又地中ニ炭酸瓦斯ヤ泥沼氣ナドガ多量ニ存在シテ居ルカ又ハ溶解シタ鹽分ガ多量ニ水中ニ存在シテ居ル時ナドハ比重ノ差異カラ地下水位ニ狂ヲ生ズベキ理窟デアアル。

泥沼氣ハ腐植土汚泥又ハ砂及粘土ノ沈澱ガ水草ヤ水生微生物ノ残骸ト共ニ醱酵シテ生ズル瓦斯デ、沖積層ヤ洪積層ニモ見出サレル。

113. 地下水々位ノ自然變化 地表水ト同ジク地下水ニモ亦其水位ニ變化ガ現ハレル。降水、滲透及蒸發ハ勿論、附近ノ地表水ニ依ツテ影響セラレルコトハ其相互互助ノ關係ニ在ル點カラ之ヲ想像スルコトガ出來ル。地下水々位ノ變化ニハ一日、一年及永期ノモノ並ニ人爲的不規則ノモノトガアル。

降水ノ爲ニ地表水ヲ増シ、更ニ地下水殊ニ井戸ノ水位ヲ高メルコトハ人ノ日常知ツテ居ル所デアアル。然シ降水ガ地表水トナリ、更ニ滲透ニ依ツテ地下水トナル迄ニハ相當ノ時間ヲ要スル爲メ降水曲線又ハ降水高ノ最大ト地下水々位ノ最大トハ多少ノ遅レヲ現ハス。而シテ地下水ノ變化ハ常ニ優容迫ラザルモノガアツテ頗ル緩慢デアアルガ其一日ノ變化ノ現ハレルノハ潮汐干満ト同步調又ハ之ニ關聯シタ場合デアアル。第九十五圖ハ熊本縣玉名郡清見村大牟田市上水道水源第二號井ノ水位變化ト有明灣ノ潮汐干満トヲ示シタモノデアアル。

此附近ニ於ケル試錐ノ結果ヲ綜合スレバ 106 ニモ述べタ通り階段狀帶水層ヲ



第九十五圖 大牟田市上水道水源第二號井ノ地下水變化ト潮汐ノ干満

爲シ、灌溉用ニ供セラレル砂利層ハ深サ 35 米内外デ淺イ帶水層ヲ有シ、大牟田市上水道ノ水源ニ充テラレテアル帶水層ハ三池英炭系ノ第三紀層中ノ礫層ニ屬シテ深サ 150 米内外ニ達シテ居ル。

下部ニハ砂岩頁岩又ハ粘土礫層等ノ不滲透性岩層ヲ有シ、一種ノ有壓地下流水ヲ成シテ居リ、前ノ淺イ帶水層ノ間ニ若干ノ滲透性及不滲透性地層ヲ挟ンテ居ル。第二號井ハ海岸カラ一軒許ノ東方ニ在ツテ井側ハ平均海面上 3.412 米、井深舊地盤カラ 85.76 米アリ、下部 24 米ノ部分ニ徑 25.4 糎ノ停塵裝置ヲ用ヒ、其他ハ徑 30 糎ノ鐵管ヲ用ヒテ居ル。今本井ト潮汐干満ノ關係ヲ觀測シタ結果ヲ綜合スレバ大凡次ノ如クデアアル。

一、本源井ノ水位ハ一日二回ノ規則正シイ昇降ヲ行ヒ、若干ノ遅レヲ以テ有明灣ノ潮汐ニ呼應シテ居ル。

二、源井水位變化ノ全振幅ハ滿月又ハ新月ニ伴ツテ 50 糎ニ達スベク、半月ニ於テ 22 糎ニ過ギナイ。

三、源井水位ノ滿潮及干潮ニ遲レテ昇降スル時間ハ 1 時間乃至 3 時間デ一般ニ高水位ヨリモ低水位ノ方が多ク遅レル。

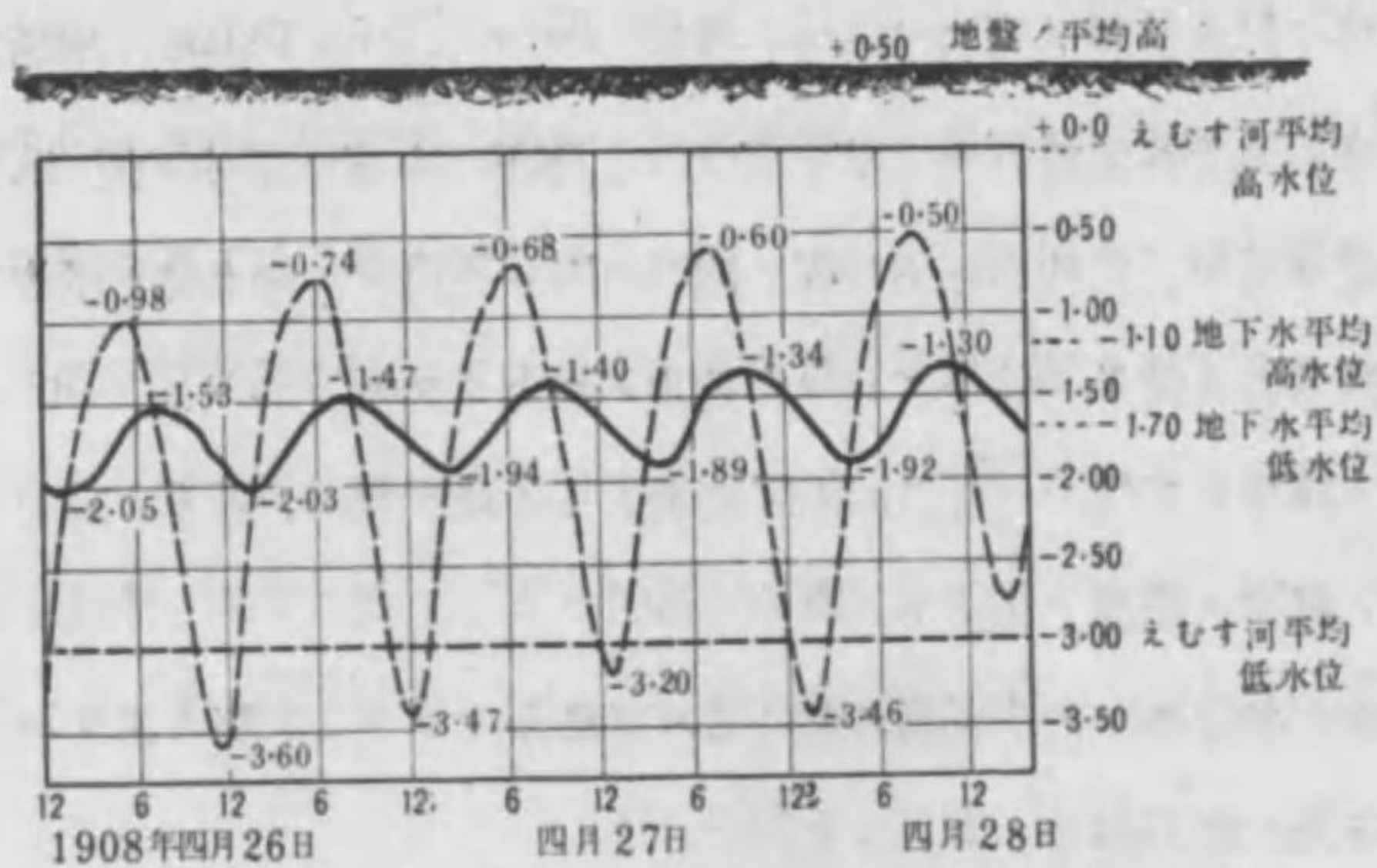
12 (12)

四、海面ガ氣壓ニ影響セラレル如ク源井ノ水位モ亦氣壓ノ影響ヲ免レナイ。即チ氣壓5耗ノ急降ニ對シテ水位ニ2 糎内外ノ上昇ヲ現ハシテ居ルヲ見レバ低氣壓ガ急ニ襲來スル様ナ場合ニハ水位ニモ幾分ノ急激ナ變化ガ起ルノデアラウ。然シ氣壓ノ影響ハ海水面及地殻ニ及ンデ居ルカラ、之ヲ取離シテ考ヘルコトハ屢々困難デアルコトガ多イ。

五、氣溫、濕度又ハ飽差ガ氣壓ニ影響アルコト勿論デ、從テ是等ガ直接源井ノ水位ニモ關係ガアルベキデアラウガ其影響ハ恐クハ高次ノモノデアルベク、天氣晴曇ノ影響ハ顯著デナイ。

明治 36 年三月中ニ約二週間、六月カラ九月中旬迄約 3 ヶ月半本多光太郎博士ハ東京理科大学ノ深井デ水位ヲ觀測シタコトガアル。同深井ハ海面上 15 米ノ高サノ處ニ在ツテ海岸カラ近 1 處デ 3 糎、井深 380 米、井水面ハ地面下 3.2 米ノ所ニ在ツテ井戸ニハ徑 14 糎ノ鐵管ヲ挿込デアツタ。其水位ノ變化ハ一日中ニ亦二個ノ極大ト極小トアリ、全振幅 1 乃至 3 糎デアツタ。

第九十六圖ハ獨逸えむでん海關附近ニ於ケル地下水々位ノ變化ト潮汐ノ干



第九十六圖 えむでん海關附近ノ地下水變化及潮汐圖

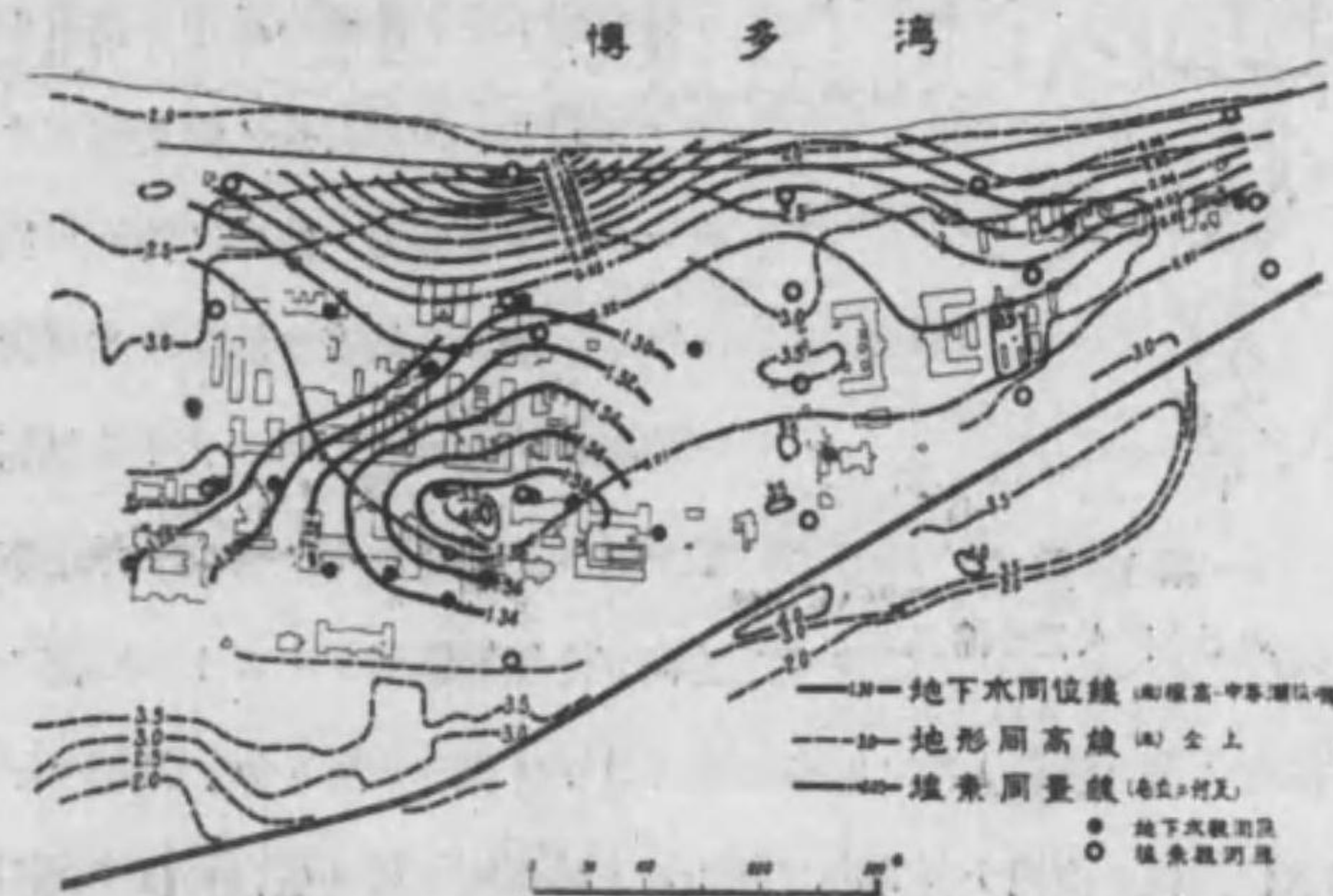
満ヲ示シタモノデ、地下水ノ高水位及低水位共ニ潮汐ノ高潮低潮ヨリ約 2 時

欠

欠

シメタコトハ確カデ、松樹ノ枯死ハ之ト時ヲ同ジウシテ起ツタ。同八年七月枯死シタ松ヲ掘起シタ處ガ其根端カラ 30 糎内外モ水漬イテ絶息腐朽シテ居ルコトヲ發見シタ。

又埋設鐵管ノ破損ノ爲ニ地中ニ多量ノ水ガ滲透シテ之ガ爲ニ地下水々位ガ高クナルコトモアル。



第九十九圖 地蔵松原地形同高線及地下水同水位曲線並埋設鐵管同量線圖

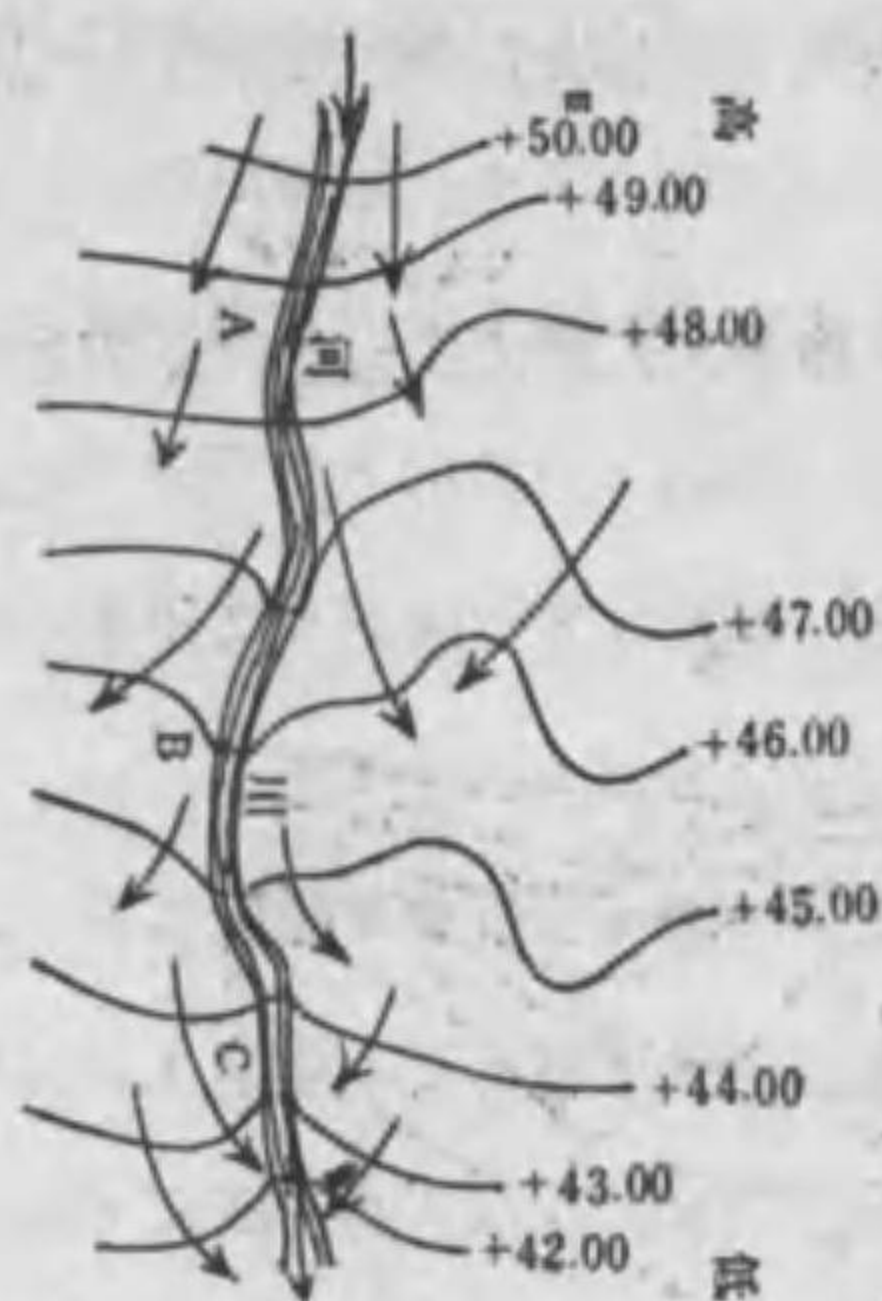
第九十九圖ハ昭和七年七月二十七日ニ於ケル地蔵松原附近地形同高線及地下水同水位曲線并ニ埋設鐵管同量線圖デアル。

半島又ハ地峽ナドノ風上ノ海岸デハ地下水ガ風下ノ海岸ヨリモ高イコトガアル。是レ海水面ハ風上ノ方ガ多少高クナリ、從テ地下水ヲ高メテ居ル爲デアル。

一般ニ地下水々位ノ自然變化ノ量ハ 0.5 乃至 1.0 米位ノ程度デアルガ處ニ依リ時ニ從テ此變化量ハ可ナリノ開キガアルモノト考ヘナケレバナラナイ。

114. 地下水同水位曲線ト水面傾斜 或區域内若干地點ノ地下水々面ノ高サヲ測定シ、之ヲ同一ノ基準面ヨリノ高サニ改算シテ後挿入法ニ依リ同一ノ

高サノ點ヲ地圖上ニ結付ケレバ地下水同水位曲線ガ得ラレル。第百圖ニ示ス



第百圖
地下水同水位曲線

ガ如ク同水位曲線(勿論何年何月何日ノ現在線)ヲ得ルトキハ之ニ地表ノ河川ノ平面圖ヲ加ヘテ地下水ト河川トノ關係ヲ知ルコトガ出來ル。

元來地下水ノ移動ハ地中ノ抵抗ガ同一ナル限リ、又ハ特殊ノ障害等ガナイ場合ニハ同水位曲線ニ直角ノ方向ニ於テスルコト、恰カモ地表ヲ流レル水ガ同高線ニ直角ノ方向ニ於テスルノト全然同一現象デアアル。然シ河川ノ方向ト地下水トノ方向ガ全然無頓着ナルコト A 部ノ如キ

ハ是等兩者ノ間ニ涵養供給ノ關係ガ無イコトヲ表シテ居ルガ、B 部ニ示スガ如ク同水位曲線ニ直角ナル方向ガ河川ヨリ外ニ向テ居ル場合ハ即チ河川ガ地下水ヲ涵養シテ居ルコトヲ示シ、又 C ニ示スガ如ク直角線ガ河川ニ向フ時ハ地下水ガ河川ヲ涵養シテ居ルコトヲ示シテ居ル。

地下水々位ガ變化スルト共ニ以上述べタ辰水位曲線ガ變化スルコトハ當然デアアルガ、唯地表水ニ比スレバ其變化ハ非常ニ緩慢デアアルコトガ稍々異ツテ居ル。

地下水ノ同水位曲線ガ得ラレレバ其流レル方向ノ傾斜ヲ定メルコトガ出來ル。

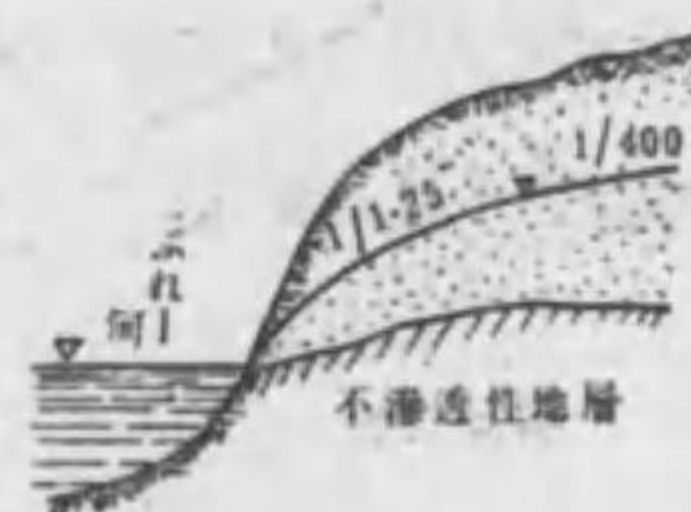
地下水々面ノ天然傾斜ノ方向及傾斜ノ度ハ至ル所異ナルコト恰カモ地表水ノ場合ニ酷似シテ居ル。今二三ノ例ヲ擧ゲテ見レバ、べるりん附近ノしふれ一河ノ沖積地みづける湖ノ邊デ地下水々面ノ天然傾斜ハ 1:390、同ジクのい

ば一んすどるふ (Neu-Bahnsdorf) ノ邊デ 1:920、すとらすぶー (Strasbourg) 附近ノらいんたー (Rheintal) ノ沖積地デ 1/1700、和蘭ノはーれむ (Harlem) 附近ノ砂丘デ 1/3300 ナドノ觀測ヲサレタ例ガアル。昭和四年 (1929 年) 10 月 7 日我九大河海工學實驗室附近デ測定シタ地下水ノ方向ハ略ボ東西ニ走ツテ其傾斜ノ度ハ凡ソ 1/680 ヲ示シタガ附近ニハ給水ノ井戸ガアル。

之ヲ要スルニ山麓ニ近イ處デ帶水層ノ土砂ノ抵抗ガ多イ處デハ地下水ノ傾斜ハ一般ニ大イガ、河口ニ近イ地域ハ其地下水ノ傾斜ガ小サイ。

地下水々面ノ天然傾斜ハ亦變化スルコトアルハ地下水自身が變化スルト云フ事實カラ想像スルコトガ出來ル。此外粗粒滲透性ノ砂利層ノ落込トカ又ハ粘土層ノ混和ノ爲ニ不滲透性ノ度ヲ増ストカ、其外地下水ノ通ル断面ガ狭クナツタリ又ハ廣クナツタリスルナドノ地下ノ障害ノ爲ニ地下水々位ノ傾斜ガ急ニ變化スルナドハ有リ得ベキコトデアアル。例ヘバまいんつ (Mainz) 附近デ上手ノ方ノ地下水ノ傾斜ハ 1:200 乃至 1:300 デアルモノガ下手ニ至ツテ其通過断面積ガ廣クナツタ爲メ 1:500 乃至 1:600 トナツテ居ルトすむれーかー (Smreker) ガ報ジテ居ル。

又河川ニ近イ地下水ノ水面ハ一般ニ曲線ヲ爲シ其勾配ガ急ニ増シテ居ルヲ常トスル。是勿論地下水ガ河川ニ給水シテ居ル場合デ、河床ニハ泥土ガ堆積シテ難滲透性トナリ、水ノ抵抗ガ大ナル爲メ、其傾斜ガ自ラ増加セザルヲ得ナイ爲デアアル。此現象ハ獨リ河岸ノミニ止ラズ湖沼



第百一圖
しふれ一河岸ノ地下水傾斜

ノ沿岸ニ於テモ同一デアアル。びーふけニ從ヘバべるりん附近しふれ一河岸ニ於テハ第百一圖ニ示スガ如ク、上流ニ於テハ 1/1300 乃至 1:400 ト云フ様ナ傾斜ガ地下水ガ河岸ニ近ヅケバ 1:1.25 ト云フ急勾配トナツテ居ル。

115. 地下水量ノ測定 地下水量ヲ測定スルニハ各種觀測ノ結果カラ計算ヲ用ヒテ之ヲ定メル間接法ト、實際ニ其流量ヲ測定シテ之ヲ定メル直接法トノ二ノ方法ガアル。

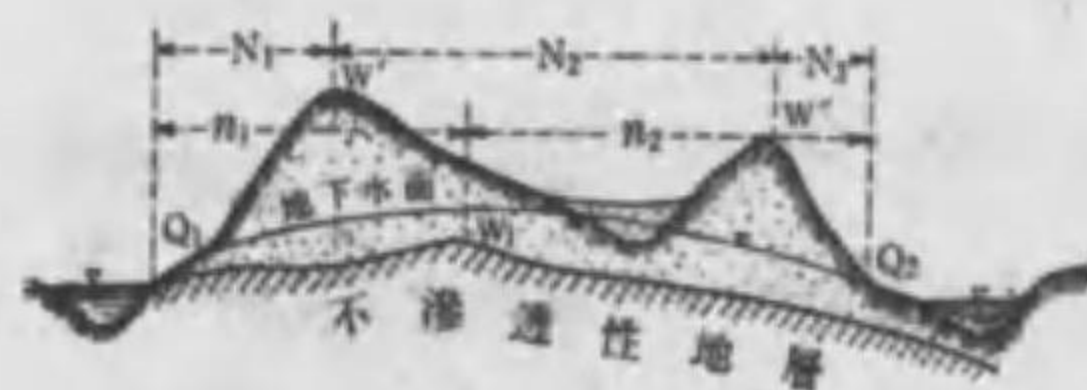
間接法デハ雨量ノ幾割ガ滲透量トナルカラ計算シ、流域ノ廣サヲ定メテ後地下水量ヲ定メルノデアル。直接法デハ天然源泉ノ流量ヤ又ハ試験井ヲ掘ツテ其流量ヲ實測シ、之ニ依ツテ地下水ノ全流量ヲ推定スルノデアル。

116. 地下水量ノ間接測定 地中ノ滲透量ト地下流域ノ廣サガ知ラレレバ其流域内ノ地下水量ヲ定メルコトガ出來ル。即チ地中ニ滲透スル水量ハ途中ニ殘ル水ヲ除外シテ滲透シタ雨ハ全部地下水トナルモノト假定シ之ヲ M トシ、地下流域ノ廣サヲ F トスレバ地下水量 Q ハ

$$Q = MF \quad [99]$$

デアル。然ルニ實際前ニモ述べタ如ク一流域ノ雨量カラ地中ニ滲透シテ地下水トナル水量ヲ見出スコトハ頗ル難事デアル。

地表ノ水ハ地表ノ分水界ニ依ツテ各流下ノ方向ヲ辿ルノデアルガ、之ト同



第二百圖 地表及地下分水界

様ニ地下水モ亦地下ノ分水界ニ依

ツテ其流向ヲ定メル。第二百圖ニ

於テ W' 及 W'' ハ地表水ノ分水界デ W_1 ハ地下分水界ヲ表ハス。

多クノ地表分水界ハ水準測量ヲ以

テ之ヲ定メルコトガ必ズシモ困難デナイガ之ニ反シテ地下分水界ハ之ヲ定メルコト容易デナイ。地質構造ノ研究カラ帶水層ノ形ヤ大サナドヲ知り得ル場合ガ少クナイガ、然シ之トテモ地表ノ地質ノミカラ地中ノ滲透性及不滲透性ノ配置及狀態等ヲ速斷スルコトハ屢々間違ノ本デアル。

兎ニ角斯クノ如クシテ地下容水盤ノ斷面積(流水ノ方向ニ直角ニ) F 及地

下流水ノ流量 Q ガ知ラレ、一ノ平面ト他ノ平面ノ間ニ地下水ノ流レルニ要スル時間ヲ t トシ、二ノ平面間ノ平均距離ヲ s 、地下容水盤ノ空隙率ヲ p トスレバ

$$(1) \quad Qt = Fsp$$

又ハ

$$(2) \quad \frac{Q}{F} = p \frac{s}{t}$$

$s/t = v$ トスレバ v ハ地下流水ノ速度デ、從テ

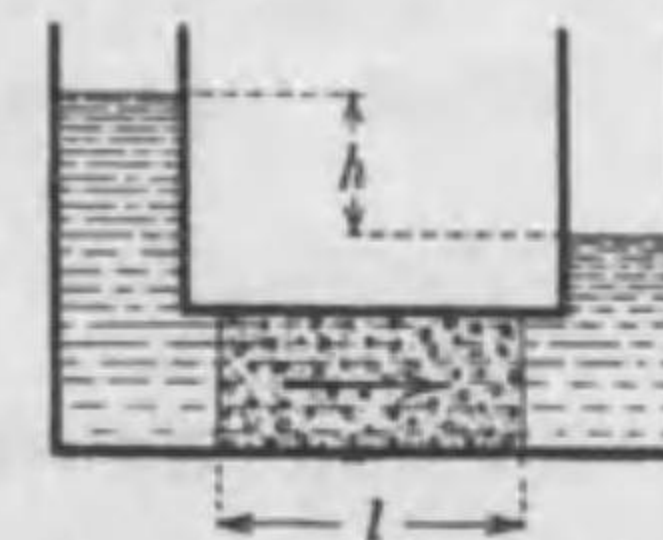
$$Q = Fpv \quad [100]$$

一ノ地下流水ノ斷面積ハ不滲透地層ニ依ツテ圓マレテアル地下溝ノ形ヤ大サヲ知レバ之ヲ知ルコトガ出來ル。此溝ニハ帶水性沈澱物ガ充滿シテ居ル。地下溝ハ至ル所水密ト云フ譯ニハ行カナイ。或ハ支流モアレバ亦分流モアル。

又場合ニ依ツテハ地下水階段ヲ爲ス處モアル。又斷面ノ中デモ粒ノ大小精練モアレバ其内部ニ不滲透性ノ部分ノ混入シテ居ルコトモアル。(2) カラ又

$$pv = \frac{Q}{F} \quad [101]$$

pv ナ名ケテ眞流速ト云フ。 Q ト F トガ知ラレレバ眞流速ヲ見出スコトガ出來ル。實驗的ニハ第三百圖ニ示ス様ナ濾過層ノ斷面積 F 、長サ l ナル濾過器ヲ作り、其流量 Q ヲ定メレバ Q/F ハ直チニ眞流速又ハ濾速ヲ與ヘル、此場合ニ落差 h ヲ知レバ [81] ニ示シタだるしノ法則ト同ジク



第三百圖 眞流速ノ測定

$$Q/F = pv = k \cdot h/l \quad [102]$$

此ニ k ハ濾過層ノ性質ニ關スル滲透係數又ハ土質係數ト呼バレルモノデア

ル。[102] カラ更ニ

$$k = \frac{Q}{F} \frac{l}{h} \quad [102']$$

是レ [81'] ト同一ノモノデアル。

117. 空隙率及地下流水ノ速度ヨリ地下水量ノ測定 今土砂ノ空隙ニ地下水ガ充滿シテアルモノト假定スレバ土砂ノ空隙ハ即チ地下水量ニ等シイモノデアル。ふりっげ (Flügge)、れんく (Renk)、ゑりっつこーすきー (Welitschkowsky)、をるにー (Wollny) 等ハ夫々土砂ノ空隙ヲ研究シタガ、殊ニふりっげハ縁ヲ尖ラセタ薄イ厚ミノ真鍮製圓壺名積 400 乃至 500 立糶ノモノヲ輕ク打込シテ成ルベク自然ノ儘ノ地層ヲ掘揚ゲ圓壺ヲ三部ニ分ケテ中央ノ三分一ヲ調査ニ用ヒ、乾燥シタ土ノ目方ヲ秤リ、之ヲ別ニ測ツタ其土ノ比重ヲ除レバ充實シタ容積ガ得ラレル。之ヲ全容積カラ差引イタモノハ即チ空隙デアル。天然ノ緊ツタ土ノ空隙ヲ原容積ノ百分率デ表ハシタモノヲ空隙率トスレバ次ノ如クデアル。(第十表参照)

第四十九表 土ノ種類ト空隙率

土ノ種類	空隙率%	實測者
沮洳地ノ土、8割2分ノ有機物ヲ混ジタルモノ	84.0	S hwarz
有機物ヲ混ジタル塩埴	52.7	"
塩	36.2—42.5	Flügge
礫	38.4—40.1	"
砂	35.6—40.8	〃
砂及礫ヲ等量ニ混ジタルモノ	23.1—28.9	〃

土砂ノ空隙率ハ其粒徑ニ依ツテ異ナルコト次表ノ如クデアル。但シ配置ガ同一ナラバ空隙率ハ粒徑ニ關セザル筈デアル。

第五十表 土ノ粒徑ト空隙率

土ノ種類	粒徑(糶)	空隙率%	
		Renk	Welitschkowsky
細砂	0.3以下	55.5	41.87
中砂	0.3—1.0	55.5	40.64
粗砂	1.0—2.0	37.9	37.38
細礫	2.0—4.0	37.9	35.47
中礫	4.0—7.0	37.9	35.93
粗礫	7.0—20.0	—	35.24

そ一いカノ説ニ從ヘバ粒ノ數ハ粒徑ノ 3 乗ニ反比例シ、粒ノ大サガ減少スルト共ニ急ニ増加スル。又び一ふけノ報告ニ依レバべるりん附近ノ洪積層カラ見出サレタ玉石ハ凡ソ 2.4 割、銳砂ハ 3.0 割、細砂ハ 3.3 割ノ空隙率ヲ持ツテ居タ。又べるりんノ地下及帶水層ノ平均空隙率ハ 2.5 割ト假定スルコトガ出來ル。

土砂ノ空隙率ガ知ラレ、バ其滲透係數ノ關係ヲ知ルコトガ必要デアル。今 d ヲ粒ノ直徑(糶)トスレバすりひたーハ齊一ナ粒ノ純砂ヲ以テ攝氏 10°ノ時 [83] ニ示シタ如ク $k = \alpha d^2$ デアル。空隙率 26 乃至 48 %ニ於テ第三十六表ニ示シタ如ク之ヲ再録スレバ次ノ如クデアル。

第五十一表 土砂ノ空隙率ト係數 × (米/秒)

空隙率 P %	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	47
係數 ×	0.0009	0.0012	0.0015	0.0019	0.0023	0.0029	0.0031	0.0037	0.0042	0.0052	0.0061	0.0068

即チ土砂ノ資料カラ其粒徑又ハ粒ノ大サガ知ラレ、從テ空隙率ヲ見出し、更ニ滲透係數 k ヲ知レバ斷面積ト併セテ地下水ノ流量 Q ヲ知り得ル勘定デ

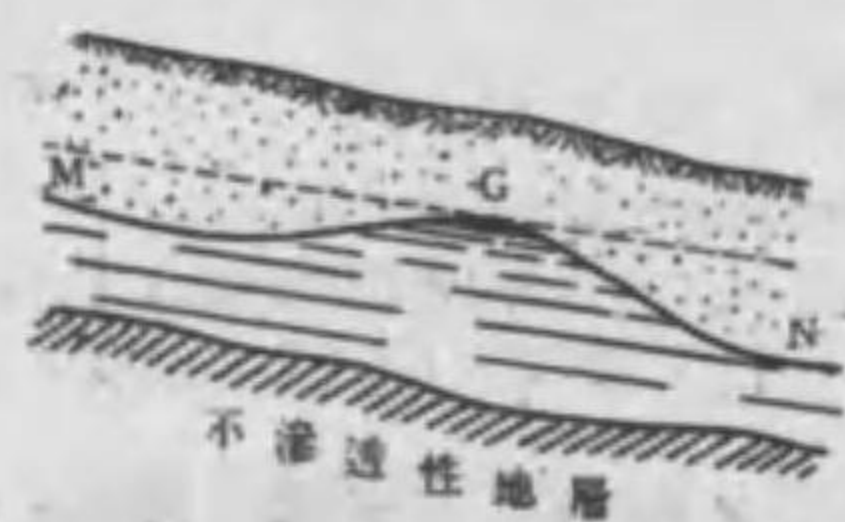
アル。

118. 地下水ノ流速 地下水ノ流量ヲ知ルニハ其不滲透床ノ上ヲ流レル地平ノ方向ニ於ケル其流速ヲ知ラナケレバナラナイ。一般ニ底ノ傾斜ニ從フ縦ノ分速ハ其量ガ少イ爲メ地表水ノ場合ト同ジク之ヲ閉却シテ差支ガナイ。唯地表水ガ地中ニ浸込ニテ滲透ニ移ル場合ノ水ノ流速ハ地表ト地下水ノ間ニ介在シテ居ル地帯ニ現ハレル現象デ、縦ノ沈下等トシテ之ヲ考ヘナケレバナラナイ。

土砂ノ毛管力ガ地下水ノ移動ニ働ク程度ハ第五章滲透等ニ述ベタ通りデア

ル。地下水ガ縦ノ方向ニ移動スルトキハ縦ノ流速ヲ得ベク、横ノ方向ニ移動スルモノハ地平ノ流速ヲ生ズル。縦ノ流向ハ地中ニ浸込ム天然ノ降雨ヤ又ハ天然及人工的ニ溜メラレテアル地表水ガ浸潤沈下スル場合ナドニ見ラレルモノデ、最モ多クノ降雨ハ地下水々面ニ達スル迄縦ニ移行スルノハ即チ是デ、主トシテ毛管作用ノ法則ニ從ヒ、其縦ノ流速ハ比較的小サイガ、然シ灌漑地ニ於テ自然ノ氾濫溢潤ヲ行フ場合ヤ、人工的ニ地下水ヲ生ズル爲メ水ヲ溜メル様ナ場合ニハ縦ノ滲透速度ハ著シク大キイ(第五章滲透参照)。

119. 地下水波ニ依ル地下水流速ノ測定 地下水々面ハ屢々波狀ヲ爲ス爲メ之ヲ地下水波ト呼ブコトガ出來ル。地下水波ハ波頂ヲ持ツテ居ルカラ若シ天然又ハ人工的ニ之ヲ生ズル時ハ之ヲ觀測シテ地下水ノ地平流速ヲ知ルコト



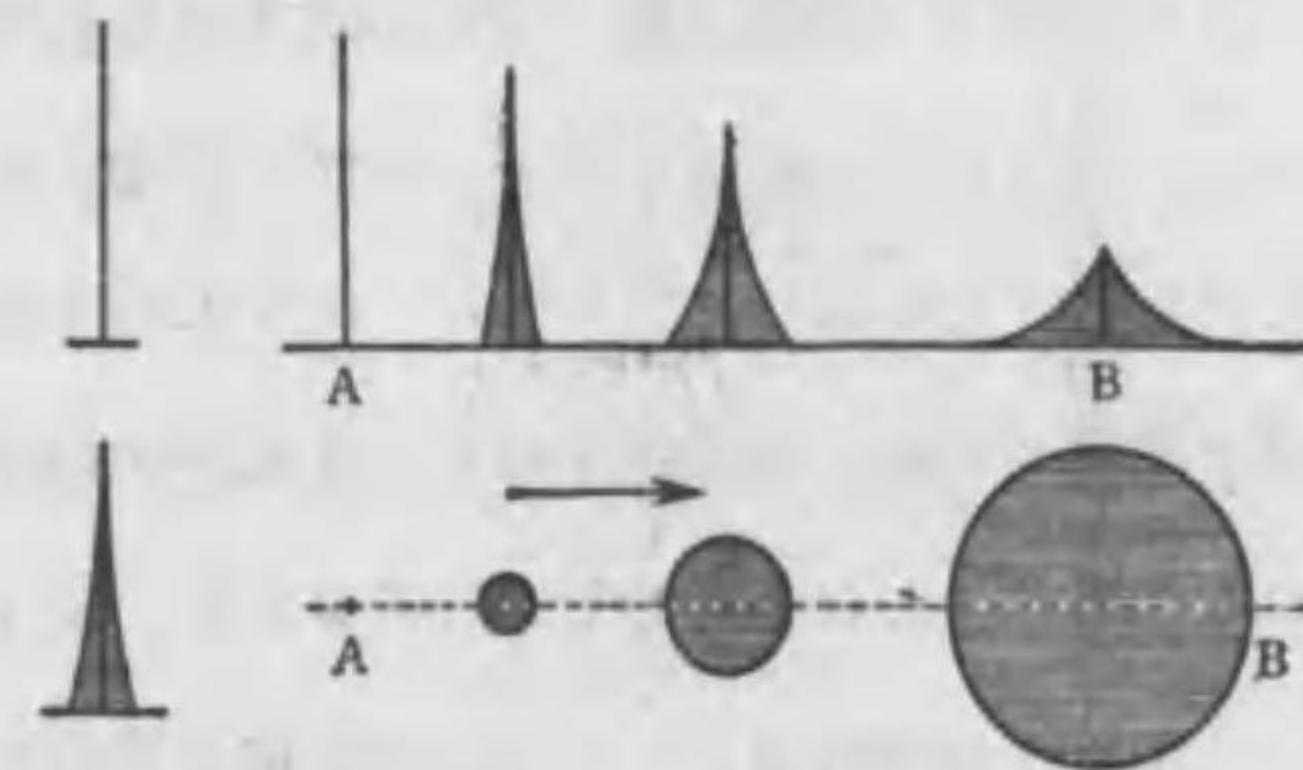
第百四圖 地下水波

ガ出來ル。今第百四圖ニ示スガ如ク地下水波ガ地中ニ出來テ矢ノ方向ニ移動スルナラバ勿論其場合ニモなるしノ法則 $u = k \frac{h}{l}$ ガ適用セラレルモノデ、地下水波デモ又ハ地下水面デモ h ハ同一デア

ル。

若干地點デ地下水々面ノ異動ヲ繼續測定スレバ水波ノ通過ガ知ラレ、從テ各地點ノ距離ト併セテ地下水ノ流速ヲ知り得ル理窟デア。然シ多クノ場合ニ地下水ノ異動ハ頗ル緩慢デアカラ波頂ト波谷ノ區別ガ明瞭デナイ場合ガ少クナイ。又此測定ニハ深イ注意ヲ必要トスル譯ハ地下ノ土質ガ全部滲透性デナクシテ、其中ニ不滲透性ノ部分ガ介在シテ居ル様ナ場合ニハ開放水位ガ一部分又時ニ依リ有壓水位トシテ流送セラレルカラ水理上ノ變化ヲ伴フ爲メ獨リ波狀ニ異狀ヲ呈スル許リデナク、其流速自身ニモ差異ヲ起スカラデア

120. 食鹽等ヲ用ヒテ地下水流速ノ測定 天然ノ地下水流速ヲ測定スルニちえーむノ食鹽法ト云フノガアル。今一ノ井戸ノ中ニ食鹽ヲ投ジ、其擴散ニ依ツテ附近ニ鹽分ノ擴ガル状態ヲ研究スルコトガ出來ル。今第百五圖ニ於テ井戸 A ヲ始メテ食鹽ヲ投入シタ處トスレバ A ニ於テハ其鹽分ハ最モ大ナル濃度ヲ有シテ居ル。地下水ノ流速ト共ニ益々廣ク鹽分ガ擴ガリ、而カモ A ヲ過グル流線ノ方向ニ於テ鹽分ハ他ノ部分ヨリ濃厚デア。例ヘバ A カラ B ニ至ル所食鹽核ノ移動ノ速度ハ地下水ノ流速ヲ表ハスノデア。即チ A ニ食鹽ヲ投入シタ後 B ニ於テ水ノ資料ヲ採リテ其鹽分ノ濃度ヲ定メ、最モ大ナル濃度ガ表ハレル時ノ時間ヲ知レバ A カラ B ノ間ニ食鹽核ノ通過ニ要スル時間又ハ流速ヲ定メルコトガ出來ル。

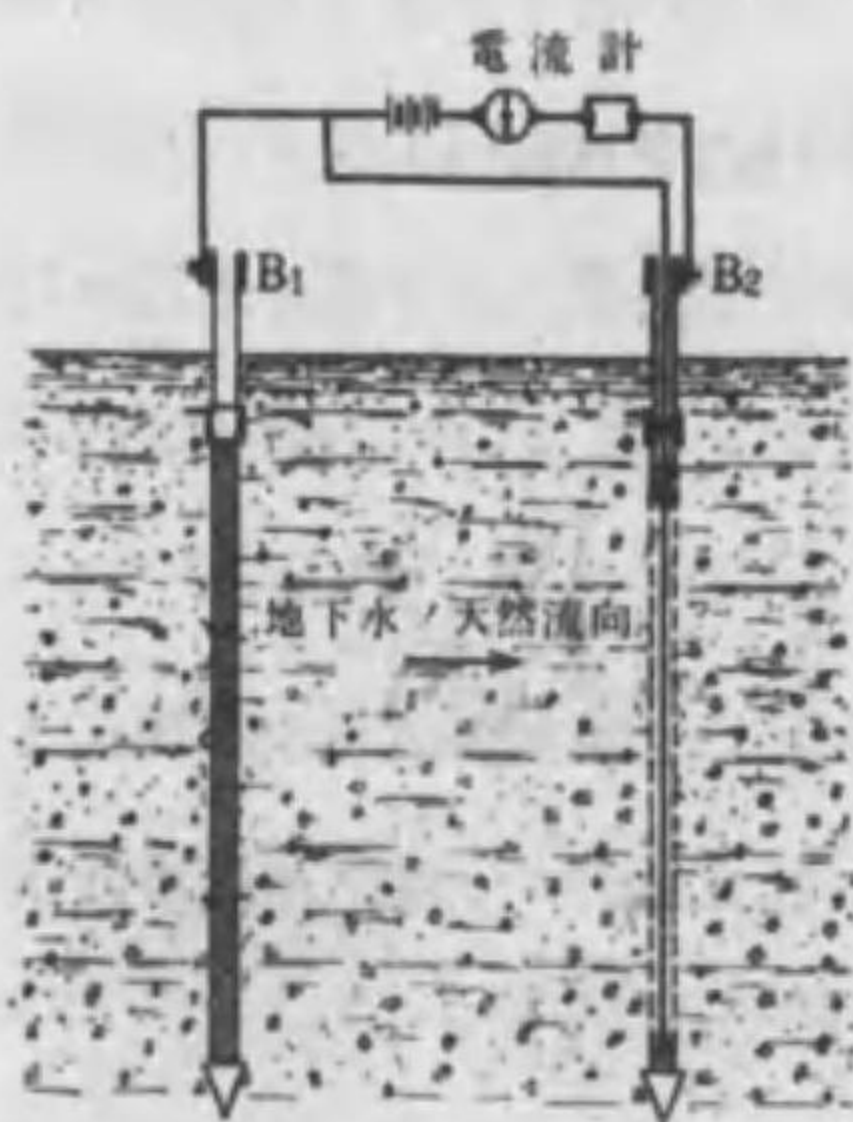


第百五圖 鹽分核ノ移動

食鹽法ヲ流速ヲ見出セバ屢々過大ナ結果が見出サレル。例ヘバ 1889 年ふらは市ノ水源トシテ地下水ヲ調査シタ時食鹽法ヲ用ヒテ地下水ノ流速毎時 7.0 米乃至 9.75 米ヲ得タガ方ニ 1 日 168 米乃至 234 米ノ流速ニ相當スル。然シ一般ニ地下水ノ流速ハ 1 日 3 米乃至 5 米ニ過ギナイノヲ普通トシテ居ルカラ、以上ノ數字ハ餘リニ過大デアアル。

鹽分ノ濃度ハ實際ニ一個ノ最大ヲ有スルノミナラズ、時トシテ三四回ノ最大ヲ現ハスコトサヘ稀デナイ。從テ眞ノ鹽分核即チ尖ノ點ハ果シテ其孰レヲ執ルベキカニ依ツテ速度ノ算定ニ少ナカラザル差異ガ生ズル。

すりひた一ハ食鹽ノ代リニ鹽化あんもにあヲ用ヒタ。即チ第一井戸ノ地下



第六圖 電流ヲ用フル地下水流速測定裝置

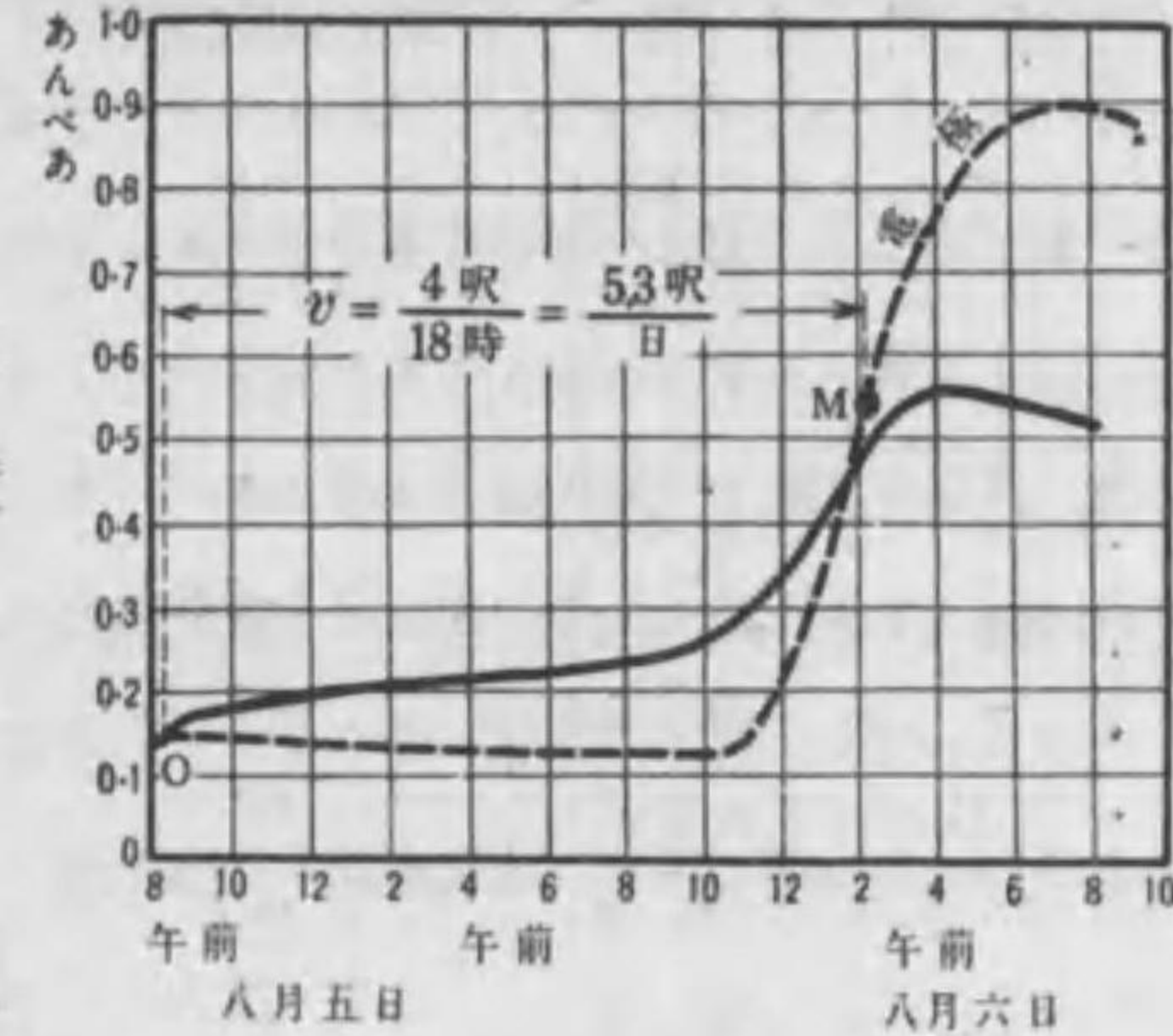
水ノ流向ノ中ニ第二井戸ヲ掘リ、是等ヲ B₁ 及 B₂ トシ、B₁ 及 B₂ ヲ電線ヲ繋イダ。B₁ ニハ眞鍮ノ環ヲ用ヒテ鐵套ト電線ヲ連ネ、B₂ ハ電線ヲ護膜テ絶縁シテアル。B₂ ノ電線ハ電流計ヲ介シテ蓄電池ノ一極ニ繋ギ、他極ハ井戸 B₁ 及 B₂ ノ内部電極ニ繋グ事第百六圖ニ示スガ如クスル。かるばに電流ノ爲ニ B₁ ノ水ハ分解セラレテ電流計ノ針ヲ動カシ、鹽化

あんもにあノ溶液ヲ B₁ ニ投ズレバ良電導體トナツタ水ハ地下水流速ニ從テ B₂ ニ近ヅキ、溶液ノ最大濃度ガ B₂ ヲ過グル時間ガ電流計ヲ知ラレル。すりひた一法ハ電流計ノ針ノ動キノ大小ニ依ツテ地中ノ鹽分核ノ前進ヲ容易ニ觀測シ得ル長所ヲ持ツテ居ル。第百七圖ハ米國カリフォルニア州サンガブリエー河 (San Gabriel R.) ノ孟谷デ行ツタ自記電流圖デ實線ハ B₁ 及 B₂

水ノ流向ノ中ニ第二井戸ヲ掘リ、是等ヲ B₁ 及 B₂ トシ、B₁ 及 B₂ ヲ電線ヲ繋イダ。B₁ ニハ眞鍮ノ環ヲ用ヒテ鐵套ト電線ヲ連ネ、B₂ ハ電線ヲ護膜テ絶縁シテアル。B₂ ノ電線ハ電流計ヲ介シテ蓄電池ノ一極ニ繋ギ、他極ハ井戸 B₁ 及 B₂ ノ内部電極ニ繋グ事第百六圖ニ示スガ如クスル。かるばに電流ノ爲ニ B₁ ノ水ハ分解セラレテ電流計ノ針ヲ動カシ、鹽化あんもにあノ溶液ヲ B₁ ニ投ズレバ良電

ノ間ノ電流ノ強サヲ表ハシ、點線ハ B₂ ノ電極ト B₂ ノ井戸側ノ間ノ電流ノ強サ (あんべあ) デ表ハシテ居ル。鹽分核ガ B₂ ヲ通過スル時間ハ點線ノ反曲點 M ニ應ズル横距ニ等シク、此經過時間實ニ 18 時間、B₁ 及 B₂ ノ距離ガ 4 呎デアツタカラ

此地點ニ於ケル地下水ノ流速ハ實ニ 1 日 5.3 呎又ハ 1.616 米ニ等シカッタ。



第七圖

サンガブリエー河谷電流ノ強サ(すりひた一ニ據ル)

大體カラ見テすりひた一ノ鹽化あんもにあ法ニモチエ一む食鹽法ト同一ノ缺點ヲ持ツテ居ル。

此外染料過濃儼酸加里ヤ螢光ノ様ナモノヲ用ヒルコトガ出來ル。同様ニ細菌ヲ用ヒルコトモアルガ、孰レモ前ノ方法ニ劣ツテ居ル。隙ノ地下水ニ染料ヲ用ヒタ例モアル。

次表ハ天然ノ地下水流速ヲ實測シタ數例ヲ示シタモノデアアル。

地下水ノ断面ノ中デ至ル所流速ノ異ナルノハ猶ホ河川ノ断面内ニ於テ流速ガ各點ニ同一デナイノト似テ居リ、而カモ地表水以上ニ異同ガアル。地表水ノ場合ニハ断面ノ一點ニ於ケル流速ハ其周圍ノ水分子ト更ニ遠イ潤周等ニ影響セラレルケレドモ地下水ノ断面ハ滲透性ノ土砂ノ性質、粒徑ノ大小及土砂ト水ノ間ノ粘性等ノ環境ニ支配セラレテ一點カラ他ノ一點ニ至ル所状態ガ異ナリ、其流速ノ如キモ亦決シテ簡單ナモノデハナイ。すりひた一ガもへぶ河

第五十二表 地下水流速表

観測地点	地下水流速米/日	摘要
ゴートンふるぐ(獨逸)	0.5	
まんはいむ(〃)	1.2-1.6	
ふゆるす(ばいえるん)	1.5	
なうんほーふ (獨逸らいふちひ附近)	2.5	
らいんたーる (佛國すとらすぶーる附近)	3.0-7.8	
きーる(獨逸)	4.7	
からにー(べーめん)	9.3	地下水波=依ル
ぶるっくりん(米國)	0.33	すりひたー=據ル
いーすとめどー(米國)	0.8	
めりっく(〃)	0.95	
もへーぶ(〃)	2.9-15.9	べんにんく=據ル
はーれむノ砂丘(和蘭)	4.5-5.5 米/年	

(Mohave R.) ノ谷デーノ断面内ニ流速ヲ實測シタ結果ニ依レバ第百八圖ニ



第百八圖 もへぶ河ノ谷地下水流速圖

示ス様デアル。之ニ依レバ最大流速ハ中心ニ近く、地下容水盤ノ縁ノ邊ハ流速ガ小サイ。然シ砂ノ分布ハ決シテ中央部ガ粗デアルトモ限ラナイ

カラ、河川ノ断面内ニ於ケル流速分布トハ頗ル趣ヲ異ニシテ居ル。唯容水盤ノ縁邊ハ抵抗ガ多イ爲メ流速ノ少イコト猶河川断面ノ潤周ニ似タモノガアル。以上ノすりひたー法ハちーえねる(Diéner)法ニ基ヅイタモノデ食鹽法ト同一ノ缺點ヲ持ツテ居ル。

121. 地下流量ノ直接測定 天然源泉ノ湧出量ヲ測定シテ其變化ヲ知ル場

合ニハ利用ノ安全カラ見テ其最小湧出量ヲ定メナケレバナラス。之ガ爲ニハ雨量、氣温、氣濕ナドノ観測ト相俟ツテ數年ニ亘ル湧出量ノ測定ヲ必要トスル。

源泉ノ湧出量ヲ直接測定スルニハ水槽溢流等ガ最モ適當ナ方法デ試験井ヲ設ケテ測定ヲ行フノハ亦最モ理想的デアル。但シ試験井又ハ源泉ノ湧出量ハ地下湧出量ノ全部デアルカ又ハ一部デアルカヲ知ラナケレバナラナイ。

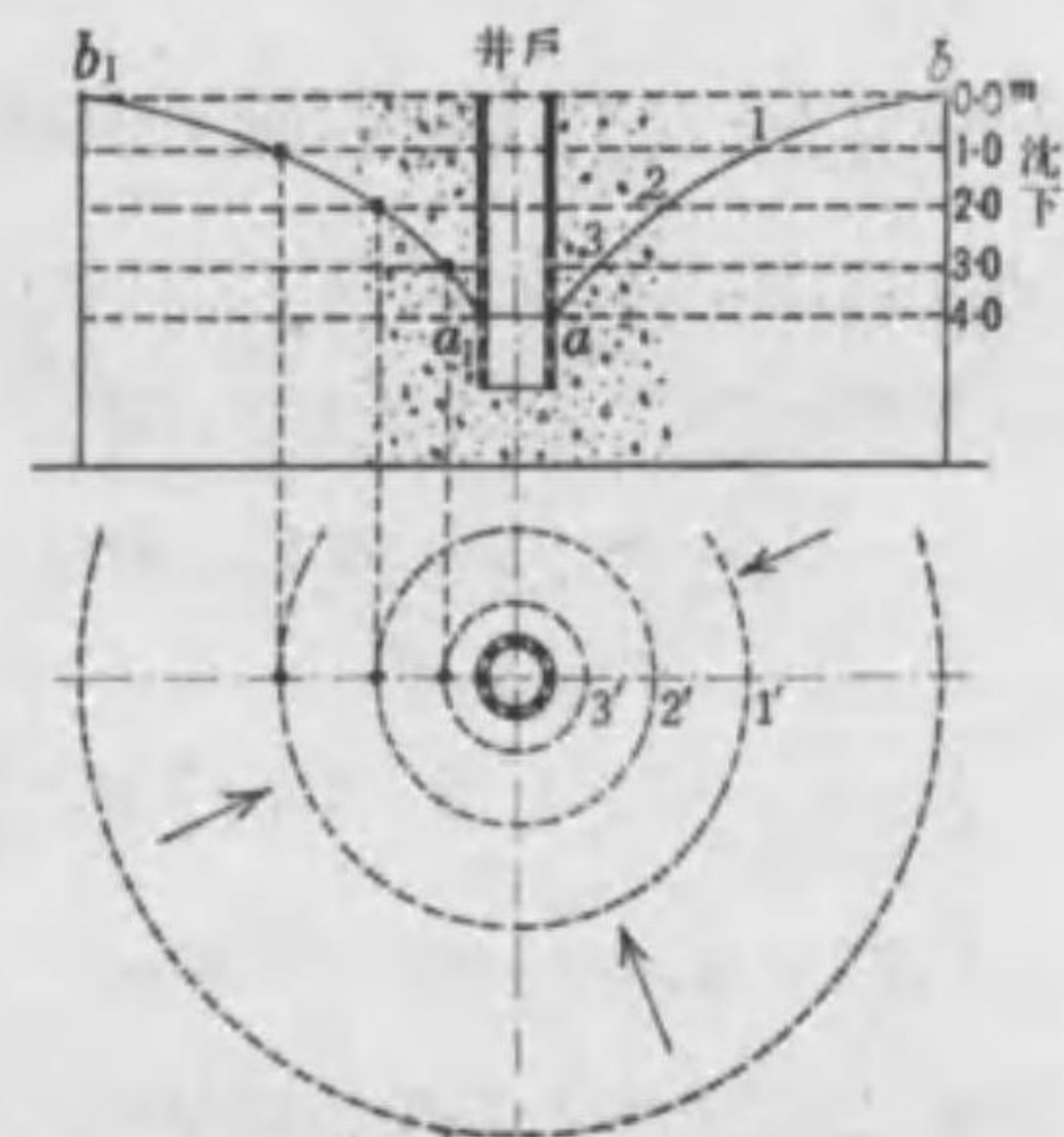
地下水ヲ汲揚ゲルニハ殆ド除外例ナシニ豎井戸ヲ用ヒ、唯極メテ稀ナ場合ニハ横井戸モ用ヒラレル。

地下水々面ハ開放的デアツテモ又ハ有壓的デアツテモ豎井戸ノ働作ハ全ク同一デアル。

今開放的地平水面ヲ持ツタ地下儲水池ニ豎井戸ヲ掘下ゲテ水ヲ汲揚ゲルモノトスル。水ヲ汲揚ゲルニ從テ、井戸ノ水面ト周圍ノ儲水池ノ水面ノ間ニハ

第百九圖ニ示スガ如キ傾斜ヲ生

ズル。儲水池ノ水面ニ傾斜ガ現ハレ、バ水ハ低イ方ニ向テ移動ヲ始メル。而シテ井戸ニ最モ近イ水分子ガ傾斜ノ爲ニ出來タ平衡ノ障害ノ爲ニ先ヅ井戸ニ向ツテ流レ、此移動ハ次第ニ擴ツテ井戸カラ遠イ水分子ニ波及シ一種ノ波圓ヲ描クコト圖ニ示スガ如クデ、恰カモ水中ニ物ヲ投ゲ



第百九圖 水平地下儲水池ニ於ケル井戸

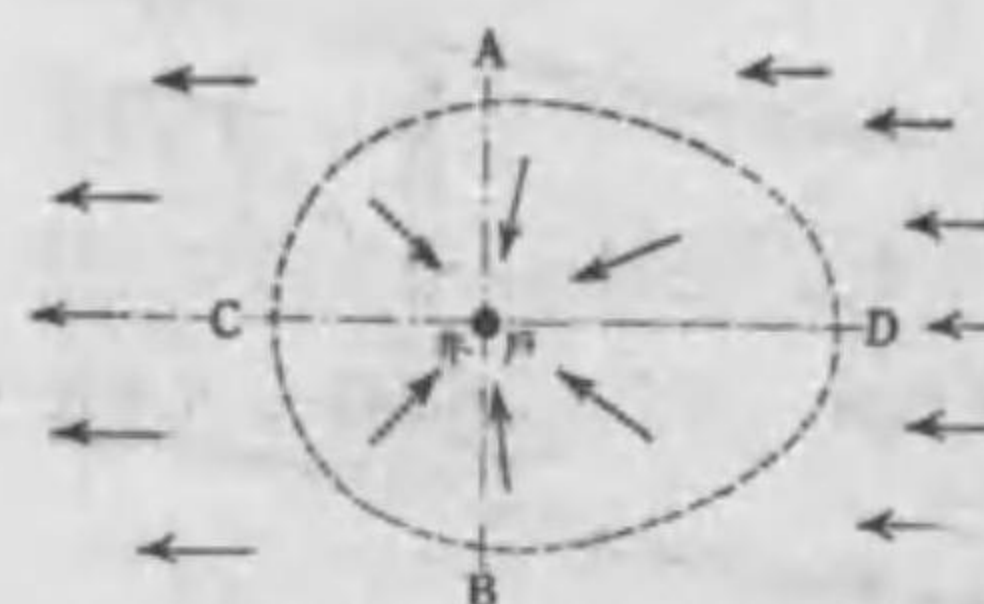
タトキ其一波萬波四方ニ擴ガルト同理デアル。

地下儲水池ガ圓形デ地平底ヲ有シ、池内ハ齊一ナ滲透性ノモノナラバ池内

ノ水分子ハ皆同時ニ動出シ、各水分子ノ進行徑路ハ池ノ中心ニ向ツテ幅湊スルノデアル。水分子ノ流速ハ井戸ニ近ヅク程増加シ、井戸ノ周壁デ最大値ヲ示ス。而シテ若シ井戸デ汲揚ゲル水量ガ井戸ノ周壁ニ集ル流量ニ等シイナラバ貯水池ニハ平衡ノ状態ガ成立スル。斯クノ如ク元來水平デアツタ地下水ノ水面ハ水ヲ汲揚ゲル爲ニ井戸ノ周圍ニ朝顔ノ花ノ様ナ曲線ヲ爲スノデアル。

此漏斗狀ノ曲面ノ最深處ハ井戸ノ縁ニ當ル、今井戸ノ豎軸ヲ含ム垂直面ヲ立テレバ此面ト水面トノ交線ハ所謂沈下曲線ト呼バレルモノデ、漏斗狀ノ曲面ヲ沈下漏斗ト呼ブ。沈下漏斗ノ曲面ハ井戸ノ豎軸ヲ軸トシ、沈下曲線ヲ母線トシテ軸ノ周圍ニ回轉シテ生ズル轉生面デアル。沈下漏斗ト地表トノ交ハル圓ハ即チ影響圓ト呼バレル。

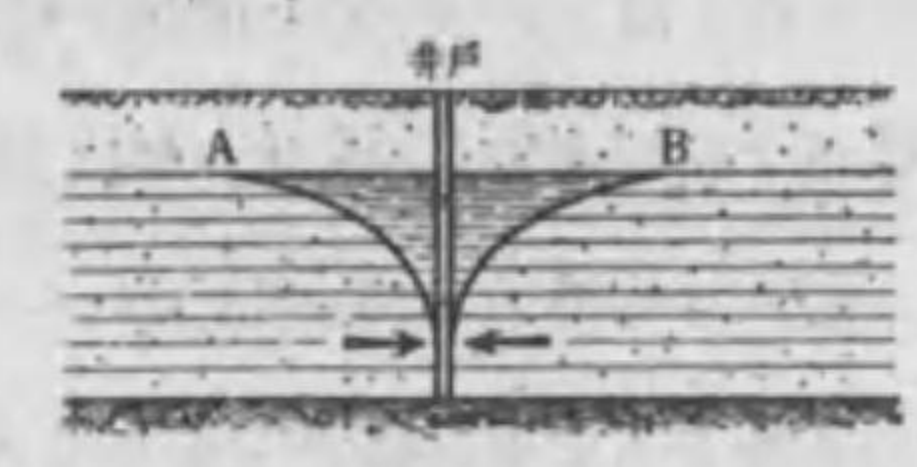
井戸側即チ圓邊ニ向テ集リ流レル水ハ滲透性地層ヲ貫通スル。井戸ノ中心ガラ一定半徑ノ濾過面ヲ想像スレバ井戸ニ近ヅク程此濾過面積ハ小サクナリ、恰カモ其圓ノ半徑ニ比例スル圓周ヲ持ツタ圓邊面ニ應ズルカラ、井戸ニ近ヅク程流速ハ増加シ從テ、沈下曲線ノ傾斜ハ急トナリ、曲線ハ上方ニ向テ凸出シ、在來ノ地下水地平面ニ漸近線ヲナシテ之ニ接線ノ關係ヲ保ツテ居ル。但シ井戸ノ環境ハ必ズシモ前述ノ通りデナイ許リデナク、水ノ汲揚ナドモ亦間歇的ナ場合ガ多イカラ井戸ト貯水池ノ間ニハ前ニ述ベタ様ナ管單ナ關係ガ成立シナイコトガ多イ。



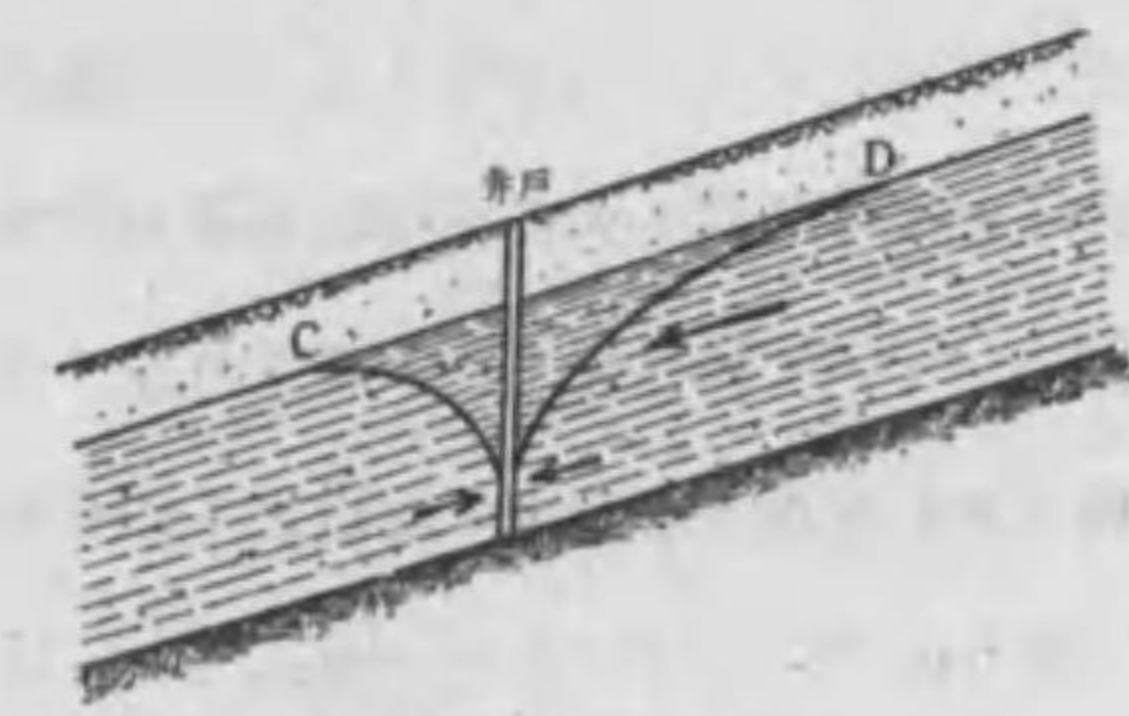
第一百圖 地下水及井戸平面圖

井戸ガ引續イテ湧水スルガ爲ニハ地下貯水池ニハ他ノ方面カラ相當ニ給水セラレルヲ要スル。傾斜ヲ備ヘタ底ヲ有スル帶水層又ハ地下溝ノ如キハ即チ之デ、地下水ハ靜止シテ居ル代リニ絶エズ地中ヲ流レル所ノ地

下流水トナル。今第百十圖ヲ以テ地下水ノ存在スル地域ニ井戸ヲ掘ツテ揚水シタ平面圖トスレバ其地下水ノ流向ニ直角ニ及ビ之ニ沿ウテ夫々断面ヲ作レバ AB 及 CD ノ方向トナリ、第



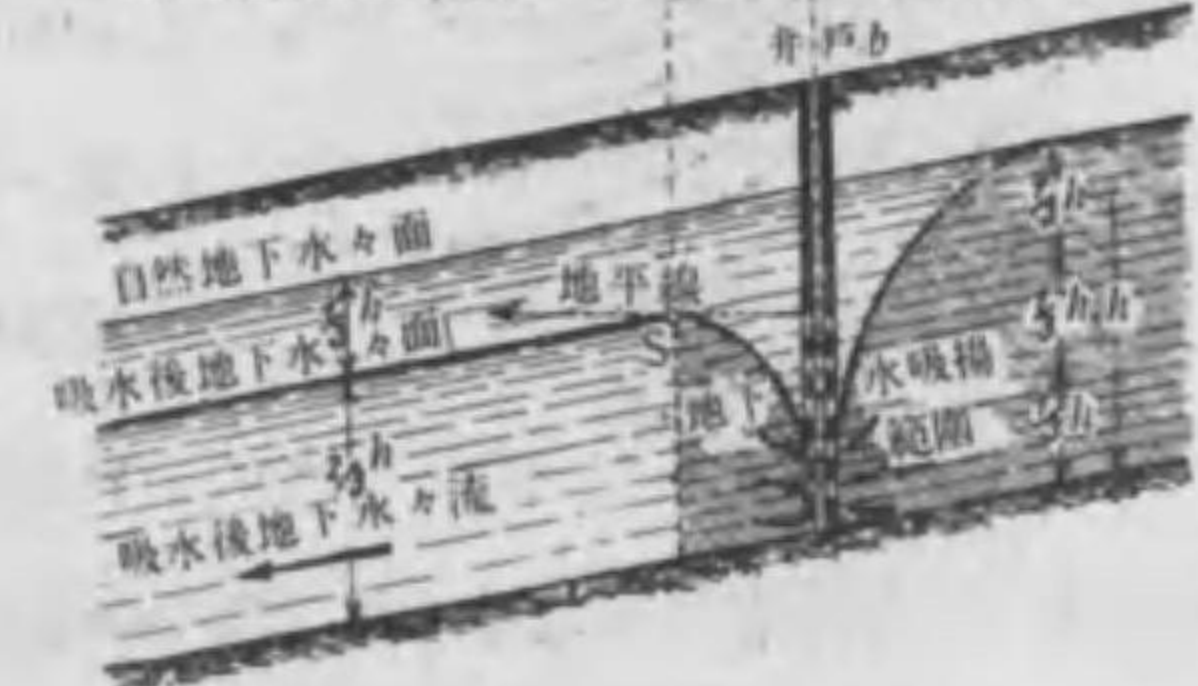
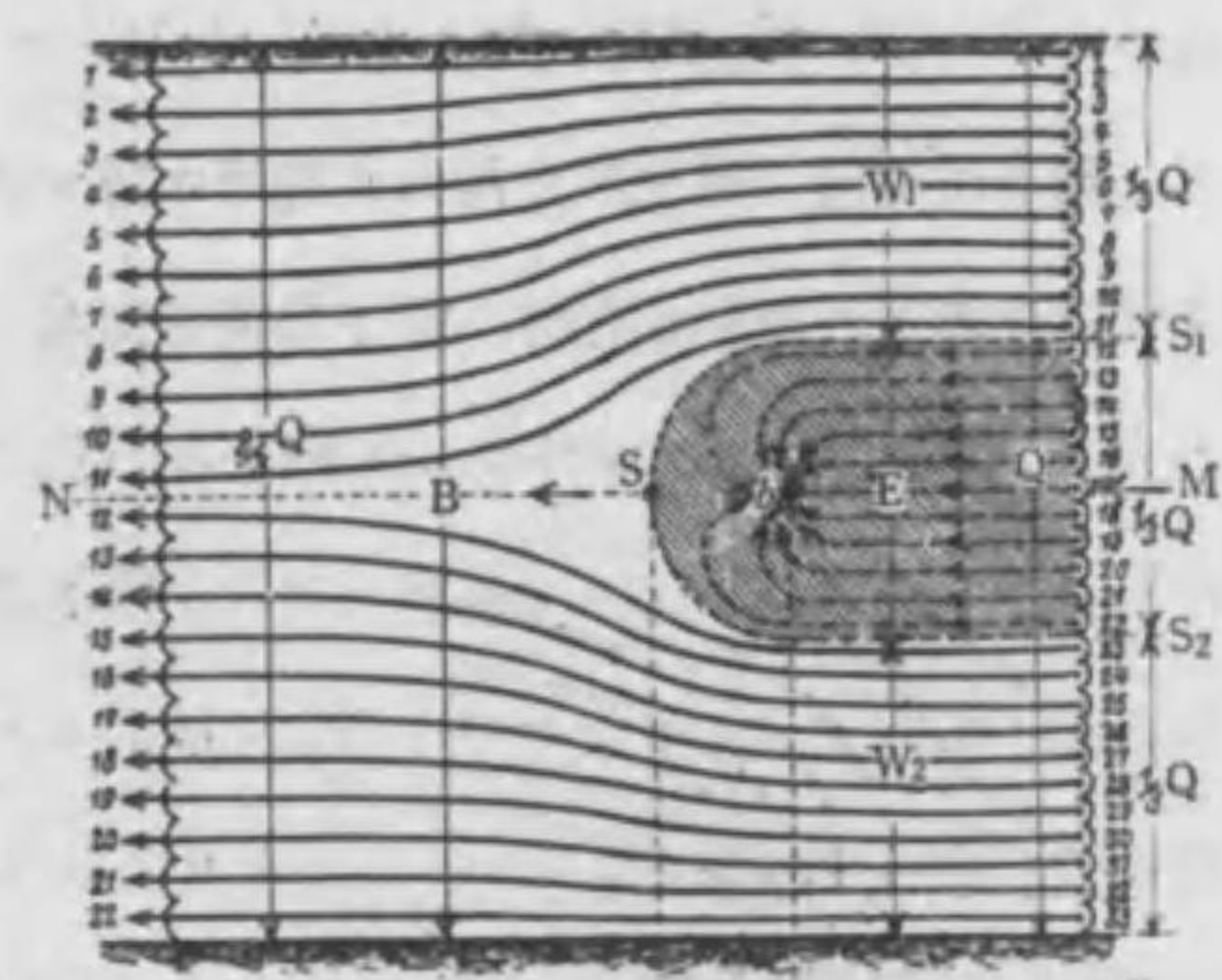
第一百一圖 横断面 AB



第一百二圖 縦断面 CD

百十一圖及第百十二圖ノ如キ沈下曲線ガ得ラレル。横断面 AB = 於テハ天然ノ流向ト吸水流向トハ互ニ直角ヲ爲シ、其沈下曲線ハ恰カモ地下貯水池ニ於ケルモノト異ナル所ガナイガ、縦断面 CD = 於テ

ハ在來ノ天然流向ト吸水流向トハ上流ニ於テ相重リ、下流ニ於テ相反シテ居ル。從テ上流部ノ沈下曲線ハ昂上シ下流部ハ天然流速ト吸水流速ガ等シイ處ヲ界トシテ曲線ノ傾斜ノ度ヲ異ニシテ居ル。吸水流速ガ天然流速ヨリ大キイ處デハ地下水ハ井戸ニ向テ吸ハレ、其天然流速ヨリ小サイ處デハ下流ニ向テ流レル。此過渡ノ點 S = 於テ水分子ハ平衡ノ

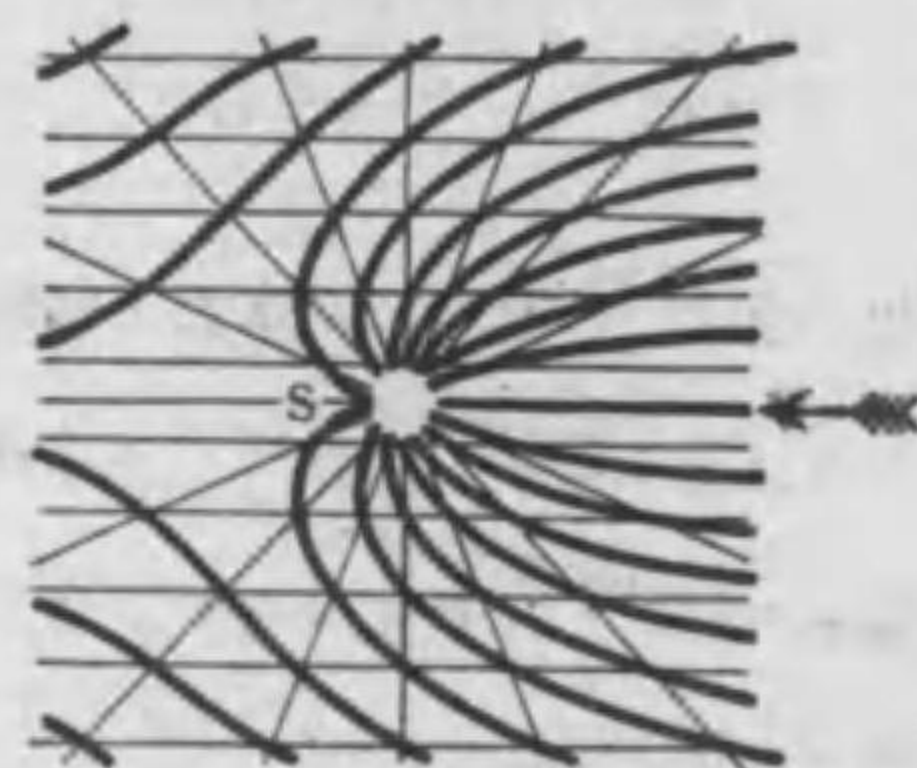


第一百三圖 地下水ノ平面圖及縦断面圖

状態ニ在ル譯デ、Sヲ下頂點ト呼ブ。

第百十三圖ニ於テ B ナル幅ノ地下流水ガアリ、其全流量ガ Q デアルトスル。然ルニ井戸 b ニ依ツテ B ノ $\frac{1}{3}$ ニ等シイ E 丈クノ幅ノ地下流水即チ $\frac{Q}{3}$ ニ等シイ水ヲ吸揚ゲタトスレバ、揚水後流向ハ多少變ツテ而カモ軸 OP ニ近イ水ハ OP ニ近ヅク爲ニ多クノ外レヲ示シ、之ヨリ遠イモノ程流向ノ變化ガ少イ。

下頂點 S ヲ過グル半圓ト兩側ニ於テ之ニ接線ヲ爲ス所ノ兩接線ノ間ニ含マレテアル地域ノ水ハ第百十三圖平面圖ノ S₁ S₂ 間ニ含マレテアツテ井戸ニ吸込マレ、其以外ノモノハ下流ニ移動スル。今地下水流速ガ此附近ニ於テ至ル所相等シイモノトシ、S₁ S₂ ヲ含ム垂直面ヲ考ヘレバ井戸ニ吸込マレル地下水ノ揚水區域ガ得ラレル。S₁ 及 S₂ ノ間ノ距離ヲ E トスレバ多少方向ヲ換ヘル W₁ 及 W₂ ヲ之ニ加ヘテ W₁ + W₂ + E ナル幅ハ之ヲ影響區域ト呼ブ。揚水區域内デ地下水ハ凡ベテ井戸ニ集マルガ影響区域内ノ水ハ單ニ流向ヲ轉ズルノミテアル。天然ノ地下水流速ガ大ナル程揚水區域ト影響區域ノ差ハ大トナル。此流速ガ 0 トナレバ兩區域ハ重ナル。



第百十四圖
井戸ノ影響圍ノ水脈圖

揚水シテ居ル井戸ニ流レル水分子ノ經由スル軌跡即チ水脈ハ流速能ノ理ヲ用ヒテ見出スコトガ出來ル。ぼうぢし(Baudisch)ノ描イタモノハ第百十四圖ニ示シタ様ナモノデアル。

沈下作用ガ天然地下水々面ニ及ブ限界ハ理論上無窮ノ筈デアルガ、實際ハ其限界ハ有限デ恰カモ堰水曲線ノ限界ニ似テ居ル。今若干ノ例ニ就テ揚水量、沈下深及揚水區域等ヲ示セバ次ノ如クデアル。

第五十三表 試驗井ノ揚水量、沈下深及揚水區域

試驗井地名	地層	揚水量 (毎秒りっとる)	沈下深 (米)	揚水幅 (米)	影響區域 (米)	観測者
もっかう(らいふちっひ附近)	洪積層	45.0	4.00	1150	—	A. Gleitsmann
ぶっかれすと	沖積層	38.8	3.40	620	—	N. Cucu
でーべるん	洪積層	15.5	3.24	700	1300	A. Gleitsmann
ぼーぜん	々	39.2	7.40	1120	—	A. Thiem
ざるつゑでる	〃	37.0	6.55	600	1250	E. Prinz

又下表ハ試驗井ノ地下水勾配及下頂點ノ距離等ヲ示シタモノデアル。

第五十四表 試驗井ノ地下水勾配等

試驗井地點	地下水勾配	揚水量 (毎秒りっとる)	揚水中心ヨリ 下頂點ノ距離 (米)	観測者
ぶっかれすと	1 : 640	38.8	150	N. Cucu
ぼーぜん	1 : 80	39.2	160	A. Thiem
とりあー	1 : 1500	34.8	290	C. Wahl
ぐりんま	1 : 1000	54.0	500	A. Gleitsmann
りゅっけんわるで	1 : 285	43.6	700	E. Prinz
なうんはーふ	1 : 700 -1 : 980	350.0	3200	A. Thiem

井戸カラ揚水スレバ地下水ノ水面ニ變化ヲ及ボシ、延イテハ水面ノ傾斜ヲ變化セシメルコトハ既ニ述ベタ通りデアルガ、揚水区域内ニ於テハ不滲透性ノ下底ニ至ルマデ地下水移動ノ方向ガ此揚水ニ依ツテ左右セラレル。而シテ井戸ノ底部附近デハ地下水ノ流向上方ニ向ツテ居ル。

井戸ノ底ノ下方デモ水ガ静止シナイコトハちえーむガ唱導シタ處デ、ペンにんく(Pennink)ハ眞空測深器ノ助ヲ藉リテ運河ノ地下給水ノ實驗ヲ行ヒ、地下水ノ水壓及方向ヲ調査シタ。即チ第百十五圖ニ示スガ如ク地下水ノ水



第百十五圖 運河附近ノ帶水層ノ等壓線及地下水流向圖

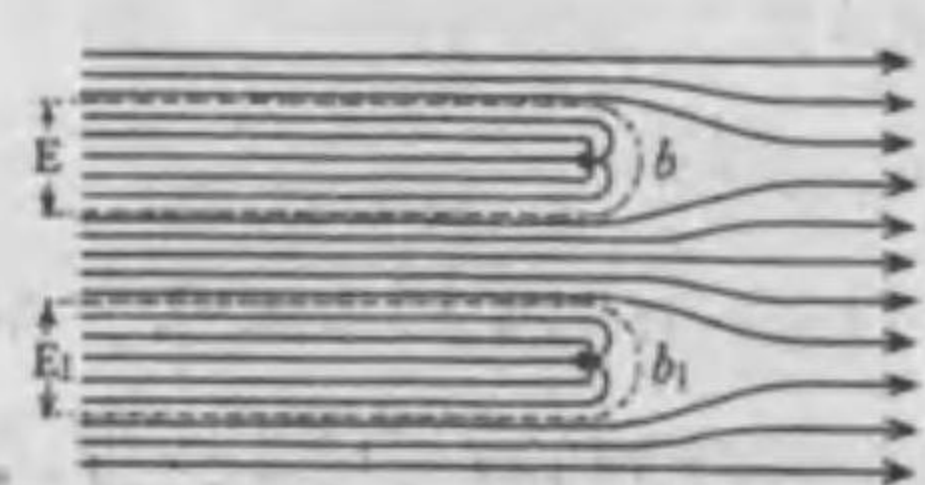
路ハ等壓線ニ直角ノ方向ニ進ミ、而カモ下方カラ上方ニ向ツテ居ル。觀測點右方ノ數字ハ零位ニ參照シタ水壓(耗)ヲ表ハス。

地下水ガ井戸ニ吸ハレテ管ノ排水作用ハ地平ニ行ハレル許リデナク垂直ノ方向ニモ水脈ヲ有スルコトハ地球ニ水ヲ保有スル上ニモ非常ニ意義ガアル。換言スレバ源泉ニセヨ又地上ノ水流ニセヨ地下水ニ依ツテ涵養セラレテ居ルモノハ實ニ井戸ノ排水ヤ揚水ヲ自然化シタモノニ外ナラナイ。

井戸ノ沈下曲線内ノ下頂點ヲ通ジテ中立ノ限界面ガアリ、此面ニ依ツテ圍マレタ凡テノ水ハ高キモ低キモ皆井戸ノ内ニ吸込マレル。之ヲちえーむノ法則ト云フ。

122. 若干ノ豎井戸 一ノ地下水ノ中ニ若干ノ豎井戸ヲ並ニ設ケテ同時ニ揚水ヲ行フトキハ其水ノ移動ト湧出量ハ井戸ノ距離ト地下水内ノ相互ノ位置ニ關係スル。

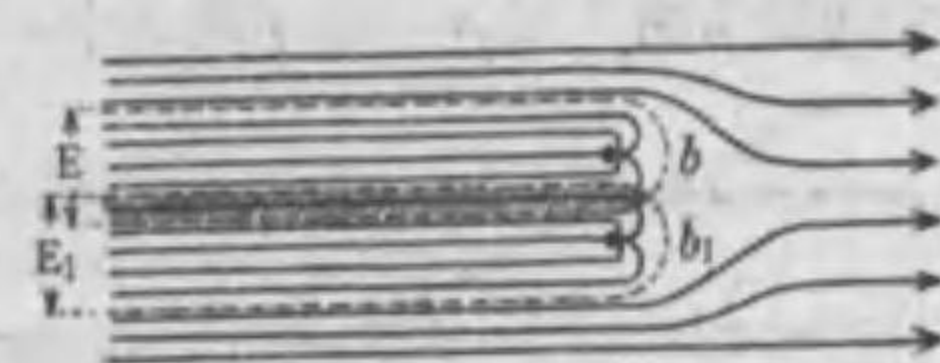
井戸ガ地下水ニ直角ノ方向ニ配置セラレテアルモノトシ、各井戸ノ揚水區域ノ幅ヲ夫々 E 及 E_1 トスレバ二ノ相隣ル井戸ガ互ニ相影響セザル爲ニ



第百十六圖 二ノ揚水區域ガ隣接スルモノ

其間ノ距離ハ少クモ $E/2 + E_1/2$ ナルコトヲ要スル。即テ多クノ揚水量ヲ得ル爲ニハ第百十六圖ノ如ク二ツノ揚水區域ノ間ニ空隙ヲ存シナイコトヲ要シ、若シ第百十七圖ノ如ク二ノ揚水區域ガ其一部相

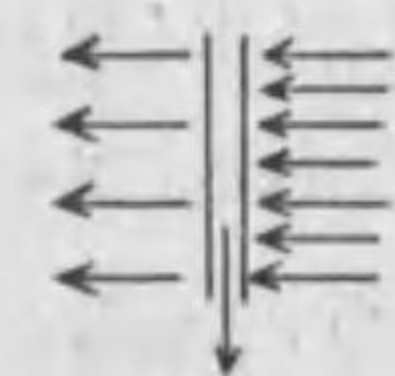
重ナル場合ニハ充分ナ揚水量ガ得ラレナイ。勿論是等ノ場合ニハ井戸ヲ繋グ線ハ地下水ノ方向ニ直角デアルベク、決シテ其流向ニ重ナルカ又ハ之ニ斜デアツテハナラス。然ラザレバ下流ノ井戸ノ湧出量ハ減少スルヲ免レナイ。



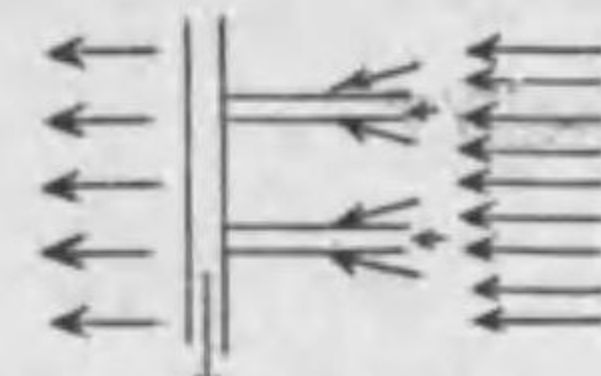
第百十七圖 二ノ揚水區域ガ一部相重ナルモノ

123. 横井戸 地下流水ノ方向ニ横ニ井戸ヲ穿ツテ集水スルハ所謂滲透坑、横坑及濾過渠ナドニ見ラレル方法デアル。横井戸ハ地下水ノ流向ニ直角ニ設ケル場合ト之ニ平行ニ又ハ斜ニ之ヲ設ケル場合トアル(第百十八圖乃至第百二十圖)。

豎井戸ハ下頂點ヲ生ジ、下層ヲ除ケバ其揚水區域ノ水ヲ全部捕捉スルコトガ出來ル。横井戸ハ横斷シタ地下水ニ下頂點ヲ生ズルコトハナイガ、其上層ノ水ヲ捕捉シ得ルモ下層ノ水ハ殆ド吸揚ゲラレナイ。但シ横井戸デモ一旦其水ヲ相當ノ處ニ集メテ之ヲ揚水スルナラバ之ハ豎井戸ノ様ナ働キヲスル。

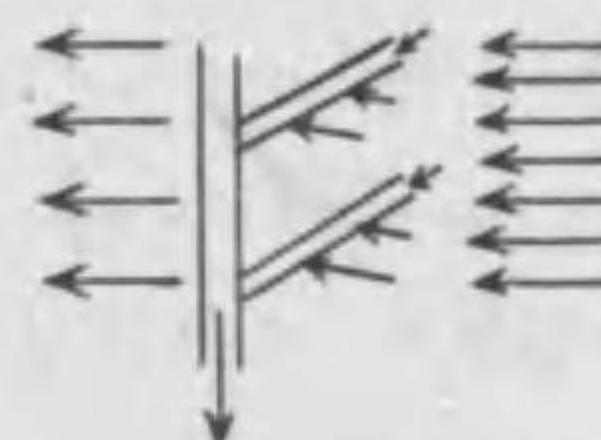


第百十八圖 地下水ノ流向ニ直角ナル横井戸



第百十九圖 地下水ノ流向ニ平行ナル横井戸

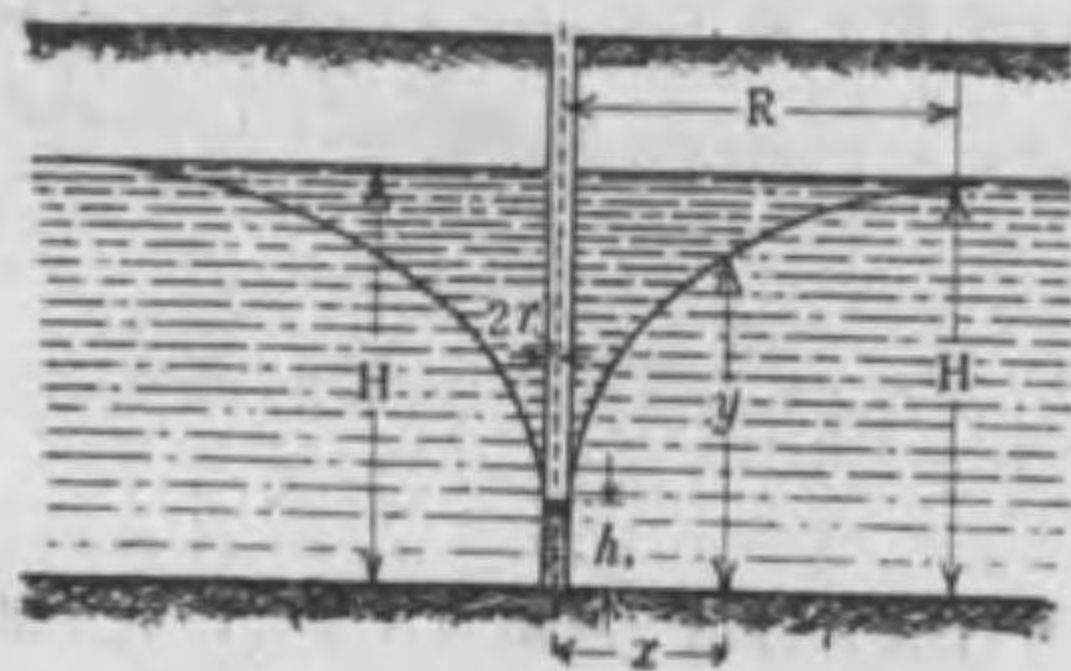
水質ガ不良デアル様ナ化學的理由又ハ其他ノ原因カラ深層ノ水ヲ捕捉セズ單ニ上層ノ地下水ノミヲ採ラントスル様ナ場合ニハ其上層ノ地下水ヲ横ツテ横井戸ヲ設ケ、地下溝ノ縁ニ於テ揚水スルヲ適當トスル。



第百二十圖 地下水ノ流向ニ斜ナル横井戸

124. 井戸ノ湧出量 滲透性地層ノ中ヲ地下水ガ流レル場合ニハだるしーノ法則ガ實用的デ簡單且ツ明瞭デアル。之ニハ開放水面、有壓水面及横井戸ノ場合ヲ考ヘナケレバナラス。

今開放水面ヲ有スル地下水ノ中ニ第百二十一圖ノ如ク豎井ヲ穿ツタモノト



第百二十一圖 開放水面ノ豎井戸

スル。簡單ノ爲ニ水面ガ地平デ、不滲透性基底モ亦水面ニ平行ナルモノトシ、地下水ガ井戸ニ入ル抵抗ヲ省略シ得ルモノトスル。Qヲ井戸カラ揚水スル水量（毎秒立米）、Hヲ帯水層ノ厚サ又ハ寧ろ開放水面ノ基底カラノ高サ（米）、hヲ揚水ヲ續ケタ後不滲透基底カラ測ツタ井戸ノ中ノ地下水ノ高サ（米）デ勿論井戸側ノ周圍ニハ多クノ細孔ヲ設ケテ水ヲ吸込ミ得ル様ニシテアル。又 2rヲ井戸ノ内徑（米）、x,yヲ地下水ノ水面中ノ一點ノ横距及縦距、基底及井戸ノ豎軸ヲ夫々横軸及縦軸トシ、井戸ノ底ノ中心ヲ原點トシテ計ツタモノ、kヲ滲透係數、pヲ空隙率トスレバ流速 v （毎秒米）ト水面傾斜 $\frac{dy}{dx}$ ノ間ニハだるしーニ從ヒ [102]ノ如ク次ノ關係ガアル。

$$(1) \quad pv = k \frac{dy}{dx}$$

井戸ノ外周 $2\pi xy$ ノ圓筒面ヲ通過シテ井戸ニ向フ水量ハ勿論 Q ニ等シク

$$(2) \quad Q = 2\pi xyk \frac{dy}{dx}$$

又ハ

$$(3) \quad y dy = \frac{Q}{2\pi k} \frac{dx}{x}$$

之ヲ積分スレバ \ln ヲ \ln ビヤ對數トシテ

$$(4) \quad \frac{y^2}{2} = \frac{Q}{2\pi k} \ln x + C$$

井戸側ニ於テハ $x=r, y=h$ デアルカラ積分係數 C ハ $h^2/2$ ニ等シク、從テ

$$y^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln\left(\frac{x}{r}\right) + h^2 \quad [103]$$

[103]ハ沈下曲線ヲ表ハス等式デアアル。沈下曲線ガ元水面ニ接スル點ハ即チ水面ガ元ノ高サトナル處デ原點カラノ距離ヲ R トスレバ $x=R$ 及 $y=H$ デアツテ、 R ハ影響圈ノ半径ヲ表ハシ

$$Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}} \quad [104]$$

若シ又豎井戸ガ有壓水面ノ場合ナラバ不滲透性地層及水面ガ平行デ且ツ井

戸ノ湧水ノ入ル抵抗ガ省略セラ

レ得ルモノトシ、第百二十二圖

ニ示スガ如ク x, y 並ニ $R, r,$

k 及 p 共ニ前ノ場合ト同一ノ符

號トシ、不滲透性床盤下ノ帶水

層ノ厚サヲ m トシ、 H ヲ床盤

上地下水ノ元水位（米）、 h ヲ湧

出量 Q ノ時井戸ノ床盤上ノ高

サ（米）トスレバ勿論 $pv =$

$$k \frac{dy}{dx} \text{デ、}$$

$$(5) \quad Q = 2\pi xkm \frac{dy}{dx}$$

之ヲ積分シテ

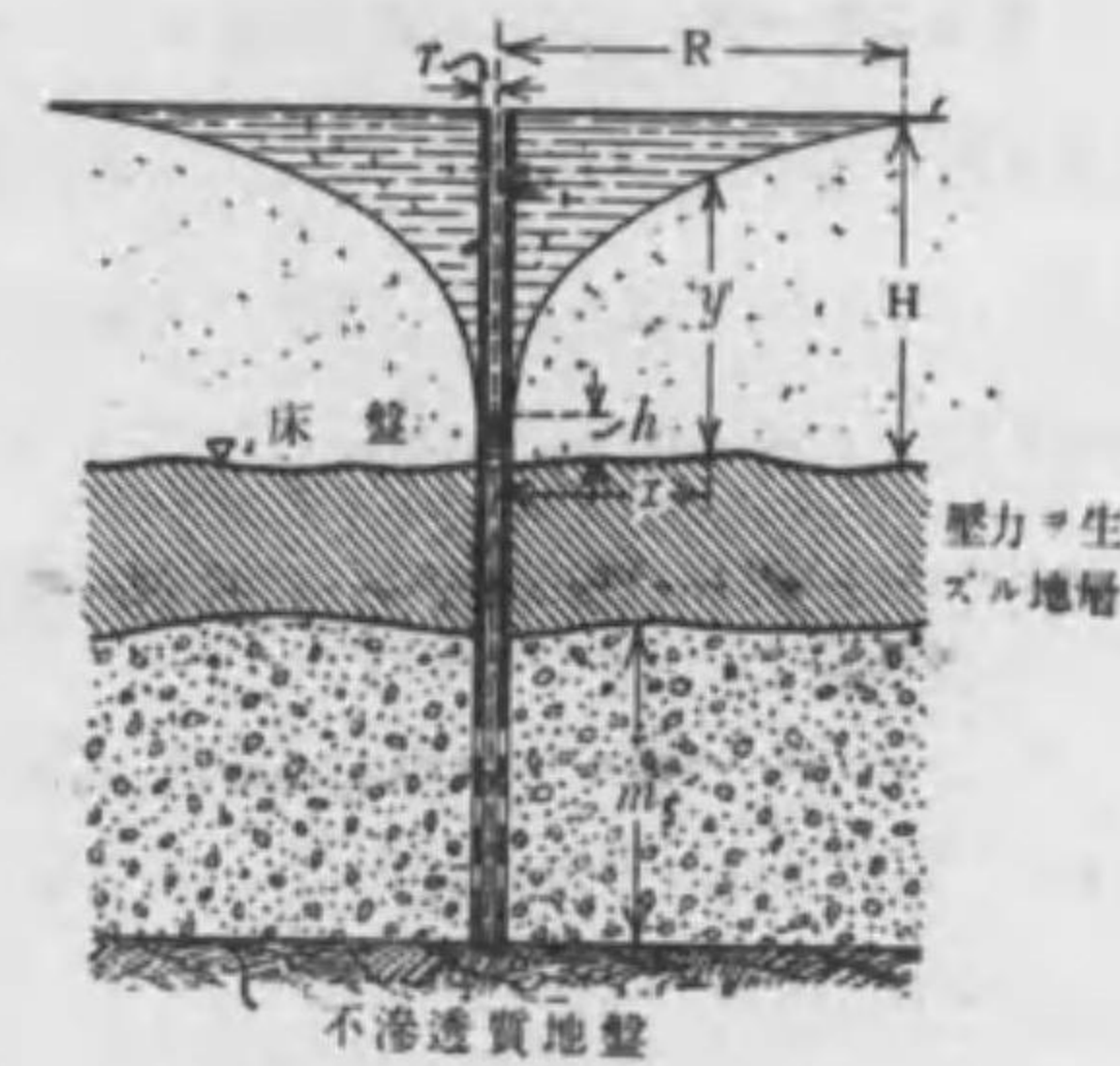
$$(6) \quad y = \frac{Q}{2\pi km} \ln x + C$$

又ハ $x=r$ ナレバ $y=h$ デ、從テ沈下曲線トシテ

$$y = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{x}{r} + h \quad [105]$$

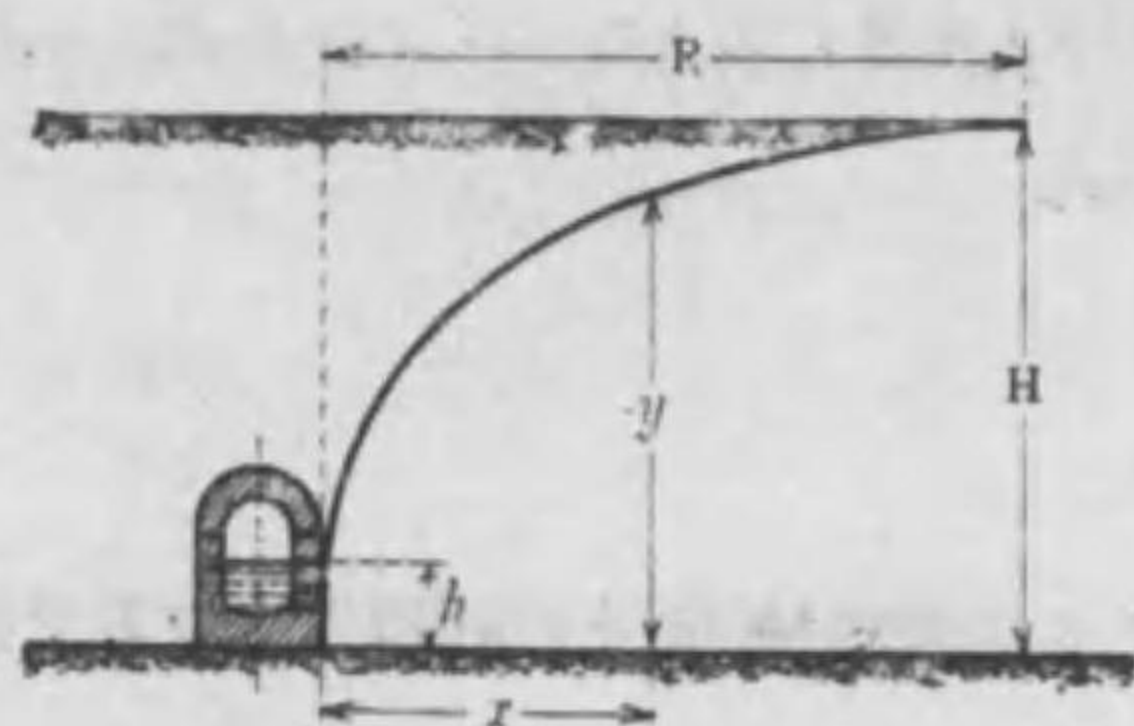
及ビ流量ト水位ノ關係ハ次ノ如ク表ハサレル。

$$Q = 2\pi km \frac{H - h}{\ln \frac{R}{r}} \quad [106]$$



第百二十二圖 有壓水面ノ豎井戸

滲透横坑等ノ横井戸ニ依リ地下水ヲ集メル場合ニハ、第二百二十三圖ニ示ス



第二百二十三圖 横井戸

ガ如ク、 H ヲ帯水層ノ厚サ(米)、 h ヲ横井戸ノ水ノ高サ(米)、 x, y ヲ水面ノ一點ノ横距及縦距(米)、 L ヲ横井戸ノ長サ(米)、 k ヲ滲透係數トスレバ横井戸ノ一側ニ流込ム水量ハ

$$(7) \quad Q = kyL \frac{dy}{dx}$$

從テ

$$(8) \quad \frac{y^2}{2} = \frac{Q}{kL}x + C$$

故ニ亦沈下曲線ヲ表ハス等式ハ

$$y^2 = \frac{2Q}{kL}x + h^2 \quad [107]$$

又ハ流量ト水位ノ關係ハ次ノ如ク表ハサレル。

$$Q = kL \frac{H^2 - h^2}{2\pi} \quad [108]$$

此ニ横井戸ノ周壁ハ完全ナ滲透性ノモノトスル。若シタ横井戸ノ兩側カラ地下水ガ流込ムナラバ Q ハ二倍トナル。

125. 井戸ノ湧出量ト深サノ關係 開放水面ニ於テ公式 [104] カラ

$$(1) \quad Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}}$$

又ハ

$$h^2 + \frac{\ln \frac{R}{r}}{\pi k} Q - H^2 = 0 \quad [109]$$

是レ井戸ノ水深 h ト湧出量 Q トノ關係ヲ表ハス等式デ、一ノ拋線ヲ爲シテ居ル。今若シ元水面カラ井戸ノ水面マデノ深サヲ η トスレバ勿論 $h = H - \eta$

テ、且ツ $\frac{\ln \frac{R}{r}}{\pi k} = a$ トスレバ [109] カラ

$$(2) \quad (H - \eta)^2 + aQ - H^2 = 0$$

又ハ

$$\eta^2 - 2H\eta + aQ = 0 \quad [109']$$

是レ開放水面カラ井戸ノ水面ノ深サ η ト湧出量 Q トノ關係ヲ表ハス等式デ、[109] ト同ジク一ノ拋線ヲ爲シテ居ル。[109'] ヲ η ニ就テ積分シ之ヲ 0 ニ等シカラシメレバ

$$(3) \quad 2\eta - 2H + a \frac{dQ}{d\eta} = 0$$

即チ $\eta = H$ ノ場合ニ Q ハ最大トナル。但シ井戸ノ入口ニ於ケル抵抗ハ考慮セラレテナイケレドモ實際ニ能ク適合シテ居ル。

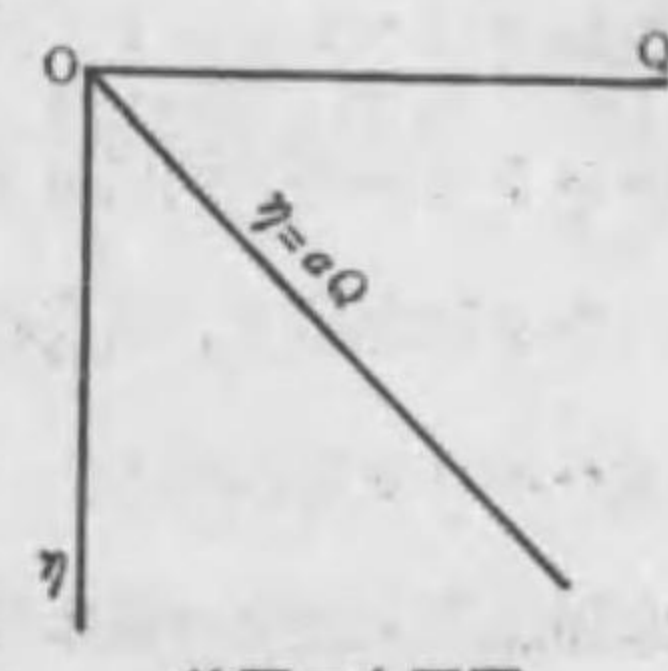
有壓水面ノ場合ニハ [106] カラ

$$(4) \quad Q = 2\pi km \frac{H - h}{\ln \frac{R}{r}}$$

又ハ $\frac{\ln \frac{R}{r}}{2\pi km} = a$ 、且ツ $h = H - \eta$ トスレバ

$$\eta = aQ \quad [110]$$

即チ水面沈下ト湧出量トハ直線ノ關係ヲ保ツテ居ルコト第二百二十四圖ニ示スガ如クデア。勿論井戸ノ周壁ニハ摩擦抵抗ガナク、或ハ地中ノ抵抗ニ對シテハ之ヲ閉却シ得ベキ程度ノモノデナケレバナラヌ。若シ之ヲ閉却シ得ナイトスレバ η ハ湧出

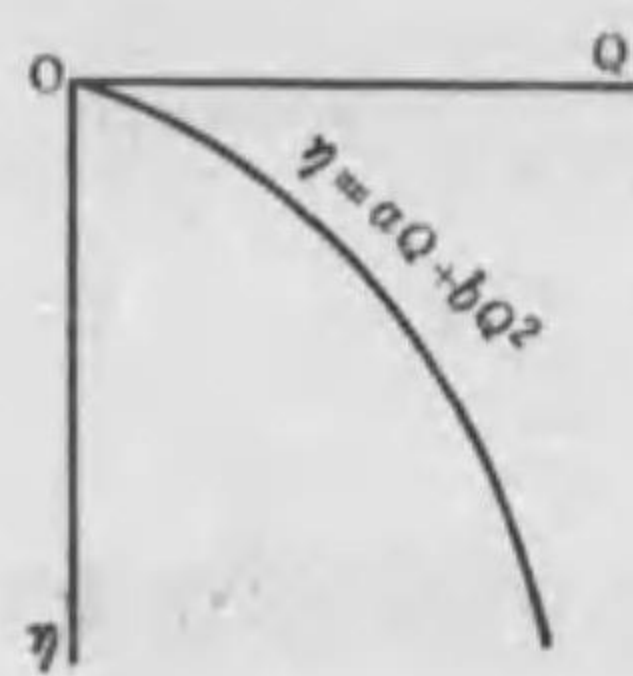


第二百二十四圖

水面沈下ト湧出量ノ一。此後者ハ湧出量ノ二乗ニ比例スルカラ、 b ヲ他ノ係數トスレバ

$$\eta = aQ + bQ^2 \quad [111]$$

此等式ハ η ト Q = 就テハ亦一ノ拋線ヲ爲シテ居ルコトヲ示ス (第百二十五圖)。



第百二十五圖

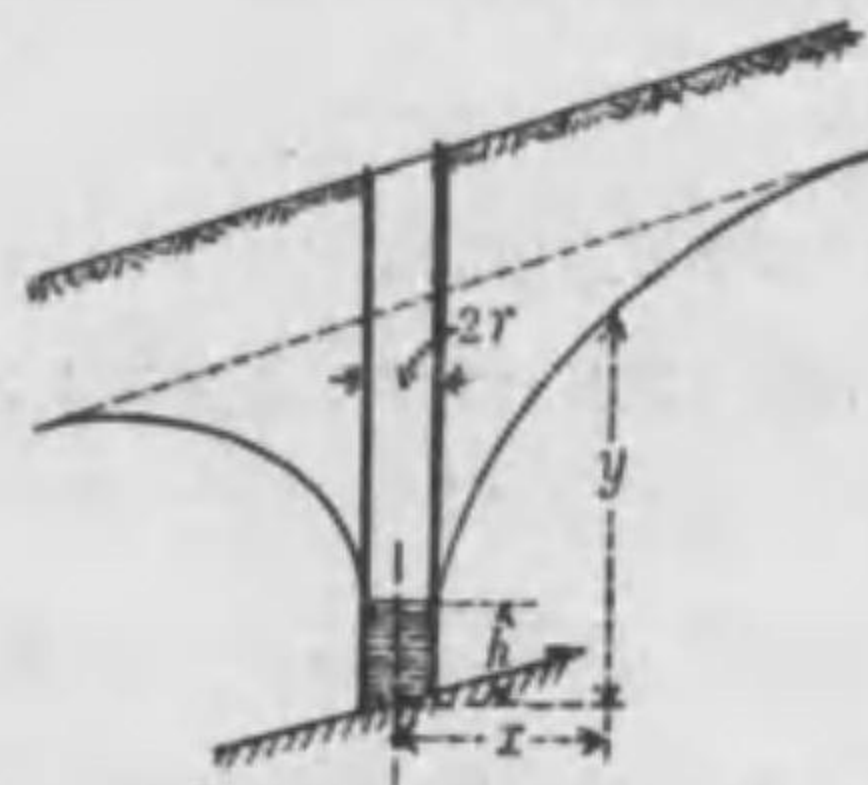
水面沈下ト湧出量ノニ

實際井戸ノ揚水量ガ増セバ水面ノ沈下ガ多クナリ、水面ハ不滲透性地層カラ離レテ有壓水面ガ開放水面ニ變ル場合ガ少クナイ。斯クシテ直線ノ湧出曲線ガ拋線トナル譯デアル。

126. 沈下曲線 124 ノ公式 [103] ハ開放水面ノ不滲透性地層ガ地平ナル場合ノ沈下曲線ヲ表ハシ、井戸ノ中軸ノ周圍ニ回轉シテ生ズル轉生面ハ拋線ノ形ヲ爲シテ居ル。

地下水ノ傾斜シテ居ルナラバ地下水ノ流向ニ直角ナ方向ニ於ケル断面ノ兩側ニ生ズル沈下曲線ハ對稱的デ兩々相等シク、静止シタ地下水カラ揚水スル場合ト異ナル所ハナイ。然シ若シ流向ニ断面ヲ作レバ地下水自身ハ流速 v ヲ以テ低イ方ニ流レテ居ルカラ、井戸ノ上流又ハ上手ノ方デハ此流速ノ爲ニ井戸ニ向テ促進セラレル流速ヲ生ズルケレドモ下手ノ方デハ井戸ニ水ガ吸ハレル流速ハ v ト其方向ガ反スル爲メ遅メ

ラレル傾向ヲ有スル。但シ地下水ガ固有ノ流速ヲ持ツテ居ルトモ又ハ之ヲ持ツテ居ラヌトモ井戸ノ湧出量ト水面沈下ノ關係ハ全く同理窟デ、斜座標ヲ用ヒタモノト考ヘルコトガ出來ル。



第百二十六圖

傾斜セル地下水ノ沈下曲線

水面沈下ノ深サハ揚水量ニ依ツテ異ナル 124 [109] カラ開放水面ニ於テハ

$$(1) \quad \eta^2 - 2H\eta + aQ = 0 \quad a = \frac{\ln \frac{R}{r}}{\pi k}$$

η ハ H ヨリ大ナルコトハナイカラ、負號ヲ用ヒ

$$\eta = H - \sqrt{H^2 - aQ} \quad [112]$$

例ヘバ $R = 1000$ 米、 $r = 0.5$ 米、 $k = 0.002$ 米/秒トスレバ $\ln \frac{1000}{0.5} =$

7.60 從テ

$$a = \frac{7.60}{3.14 \times 0.002} = 1206$$

$H = 20$ 米、 $Q = 100$ ㍊とる/秒 = 0.1 立米/秒トスレバ $aQ = 120.6$ 從テ

$$\sqrt{20^2 - 120.6} = 16.70$$

故ニ $\eta = 20 - 16.70 = 3.30$ 米

若シ又 $Q = 200$ ㍊とる/秒トスレバ $aQ = 241.2$ $\sqrt{20^2 - 241.2} = 12.6$ デ

$$\eta = 20 - 12.6 = 7.4 \text{ 米}$$

即チ揚水量ヲ倍加スレバ沈下ノ深サハ 2.24 倍トナル。

有壓水面ニ於テハ [110] カラ沈下ノ深サハ揚水量ニ比例スルヲ一般ノ原則トスル。

沈下ノ深サハ又帶水層ノ厚サニ依ツテ異ナル。例ヘバ [112] ニ於テ前ト同

ジ數字ヲ用ヒ、唯 $H = 40$ 米トスレバ $\sqrt{40^2 - 120.6} = 38.50$ デ

從テ $\eta = 40.0 - 38.50 = 1.50$ 米

即チ帶水層ガ倍加スレバ沈下ハ $1.50/3.30 = 0.45$ デ 4.5 割トナル。

沈下ノ深サハ井戸ノ直徑ニ依ツテ異ナル。前例ニ於テ $r = 1.0$ 米トシ他ハ

凡ベテ同一ノモノトスレバ $a = \frac{6.91}{0.0063} = 1097$ 、 $aQ = 1097 \times 0.1 = 109.7$

$$\sqrt{20^2 - 109.7} = 17.0 \quad \eta = 20 - 17.0 = 3.0$$

即チ $\eta = 3.30$ 米ニ對シテ井戸ノ徑ガ倍加シタ爲メ沈下ノ深サハ 1 割少クナツタ。

最後ニ沈下ノ深サハ滲透係數 k ニモ關係シテ居ル。例ヘバ $k = 0.001$

米/秒トスレバ前例ニ於テ $a = \frac{7.60}{3.14 \times 0.001} = 2412$ 、 $aQ = 2412 \times 0.1 =$

$$241.2 \quad \sqrt{20^2 - 241.2} = 12.6 \quad \eta = 20 - 12.60 = 7.4 \text{ 米}$$

即チ滲透係數ガ半減シタ爲メ沈下ノ深サハ 2.24 倍トナツタ。

之ヲ要スルニ開放水面ノ場合ニ揚水量ヲ倍加スレバ水面沈下ノ深サハ 2.24 倍トナリ、帶水層ノ厚サヲ倍加スレバ沈下ノ深サハ 4.5 割トナリ、井戸ノ徑ヲ倍加スレバ沈下ノ深サハ 1 割ヲ減ジ、滲透係數ガ半減スレバ沈下ノ深サハ亦 2.24 倍トナル。有壓水面ノ場合ニハ多少之ト異ナル關係ヲ保ツテ居ル。

127. 井戸ノ直徑ト湧出量 124 [104] カラ

$$(1) \quad Q = \pi k \frac{H^2 - h^2}{\ln \frac{R}{r}}$$

帶水層ノ厚サ H 、沈下ノ深サ $H - h$ 、影響圈ノ半徑 R 、滲透係數 k ガ凡ベテ相等シイモノトシ、井戸ノ直徑 r ト湧出量 Q トノ關係ヲ見ルニ (1) カラ

$$(2) \quad Q = \frac{\pi k (H^2 - h^2)}{2.3 (\log R - \log r)}$$

$$\frac{\pi k}{2.3} (H^2 - h^2) = A \quad \text{トスレバ}$$

$$Q = \frac{A}{\log R - \log r} \quad [113]$$

例ヘバ $R = 1000$ 米、 $r = 0.5$ 米トスレバ [113] カラ

$$Q = \frac{A}{3 - 0.7 + 1.0} = 0.3 A$$

若シ $r = 1.0$ 米トスレバ

$$Q = \frac{A}{3 - 0.0} = 0.33 A$$

次表ハ井戸ノ直徑ト湧出量ノ比ヲ示シタモノデアル。

即チ工費ノ點カラ見レバ帶水層ノ土砂ガ餘リ細クナイ限リハ直徑ノ小サイ井戸ノ方ガ推奨スベキモノデアル。細イ粒ノモノハ井戸ニ入ル水ノ流量ガ餘リ大ナレバ砂ヲ吸ツテ井戸ノ中ニ砂ガ溜ル懸念ガアル。直徑 1.0 米以上ノ大キナ井戸ハ滲透性殊ニ粒ノ大キナ地層中ニ差込ムコトハ困難デ且ツ非常ニ工費ガ嵩ム。通例 200 耗乃至 250 耗 (8 吋乃至 10 吋) ノ直徑ノ鐵管ハ最モ實

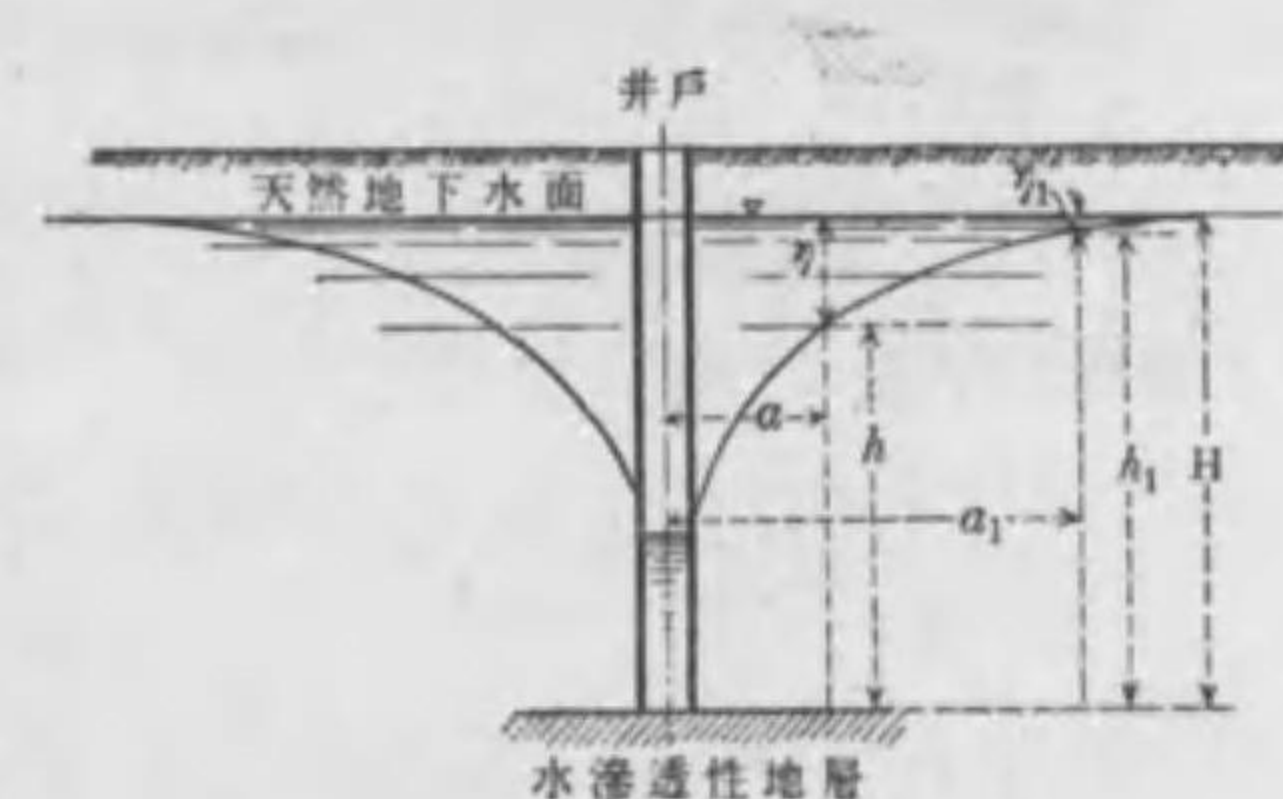
用的デアル。

第五十五表 井戸ノ直徑ト湧出量 (影響圈ノ半徑ヲ 1000 米トス)

半徑 r (米)	直徑 (米)	$\log R - \log r$	$\frac{1}{\log R - \log r}$	湧出量ノ比
0.5	1.0	3.333	0.303	1.00
1	2	3.000	0.330	1.10
2	4	2.700	0.370	1.22
3	6	2.523	0.396	1.31
4	8	2.398	0.417	1.38
5	10	2.301	0.435	1.44
8	16	2.097	0.477	1.57
10	20	2.000	0.500	1.65

128. ちえーむノε法 だるしーノ公式ヲ基礎トシテ天然地層ノ滲透係數

k ヲ定メルちえーむ (Thiem) ノε法ナルモノガアル。



第百二十七圖ニ示スガ如ク井戸デ揚水スル水量ヲ Q トシ、或方向ニ井戸ノ中心カラ a 及 a_1 ナル距離ニ夫

々鐵管ヲ挿入スル。而シテ開放水面ノ場合ニ其水位ノ高サヲ夫々 h 及 h_1 トシ、第一管及第二管ノ沈下深サ夫々 η 及 η_1 トスレバ勿論 $h = H - \eta$ 、 $h_1 = H - \eta_1$ カラ h 及 h_1 ヲ知ルコトガ出來ル。今一般ニ井戸ノ中心カラ任意ノ横距 x ニ於テ沈下曲線又ハ水面ノ高サ y ハ [103] カラ

$$(1) \quad y^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln \frac{x}{r} + h^2$$

又ハ $-\frac{Q}{\pi k} \ln r + h^2 = C$ トスレバ

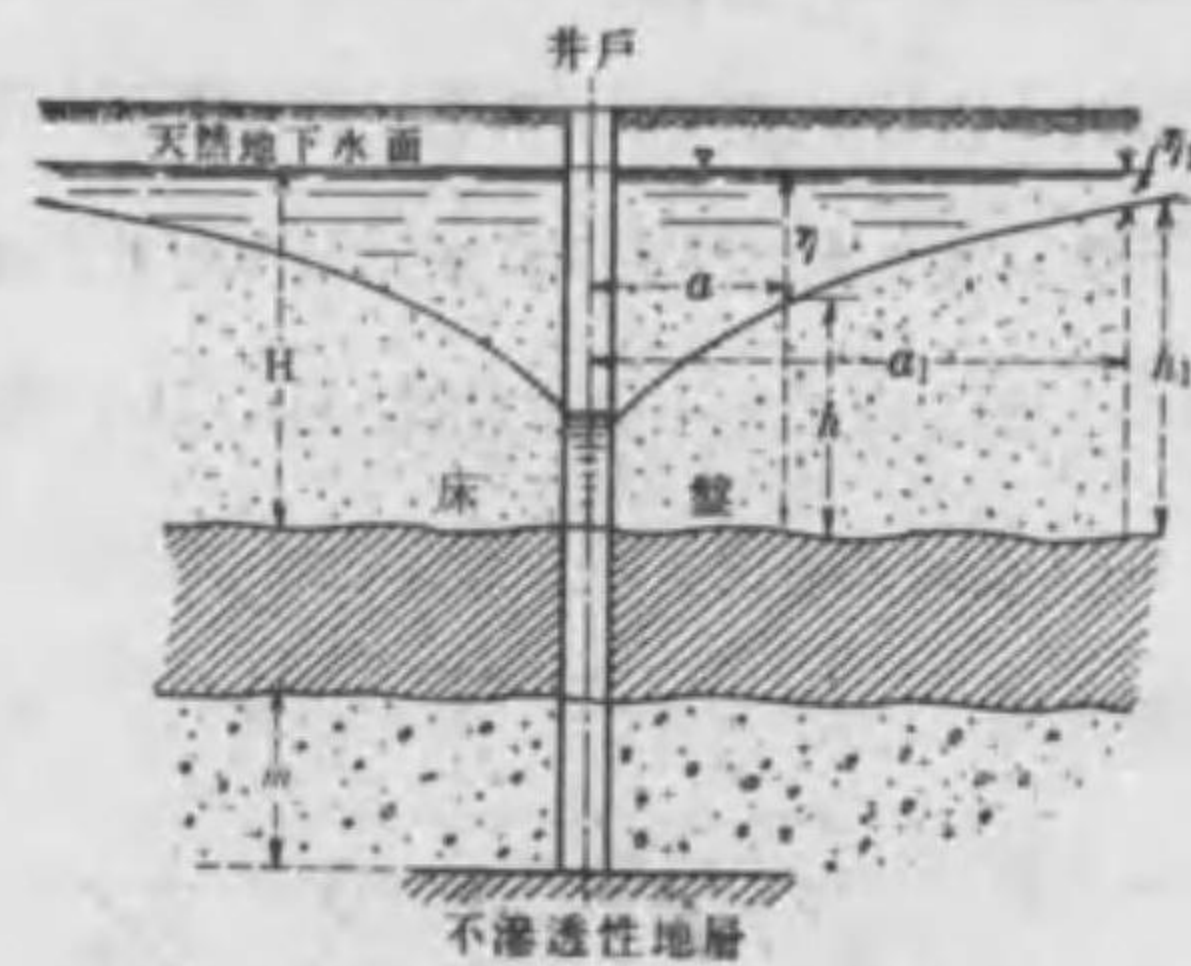
$$y^2 = \frac{Q}{\pi k} \ln x + C \quad [114]$$

x 及 y ノ代リニ a 及 h 並ニ a_1 及 h_1 ヲ用ヒ、其差ヲ作レバ

$$(2) \quad h_1^2 - h^2 = \frac{Q}{\pi k} (\ln a_1 - \ln a)$$

今若シ滲透係數 k ノ代リニ單位湧出量 ϵ ヲ用ヒ、更ニ $h_1 - h = \eta - \eta_1$ ヲ用ヒレバ

$$\epsilon = \frac{Q (\ln a_1 - \ln a)}{\pi (h_1 + h) (\eta - \eta_1)} \quad [115]$$



第二百二十八圖 有壓水面ノちえ一む法

又有壓水面ノ場合ニハ上部不透過性床盤面ヲ横軸トシ井戸ノ中軸ヲ縱軸トスレバ

[105] カラ

$$(3) \quad y = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{x}{r} + h$$

又ハ $-\frac{Q}{2\pi km} \ln r + h = C_1$

トスレバ

$$y = \frac{Q}{2\pi km} \ln x + C_1 \quad [116]$$

又ハ開放水面ノ場合ト同ジク $x = a$ 及 a_1 , $y = h$ 及 h_1 ヲ用ヒ、其差ヲ作レバ

$$(4) \quad h_1 - h = \frac{Q}{2\pi km} (\ln a_1 - \ln a)$$

又ハ k ノ代リニ ϵ ヲ用ヒレバ

$$\epsilon = \frac{Q (\ln a_1 - \ln a)}{2\pi m (\eta - \eta_1)} \quad [117]$$

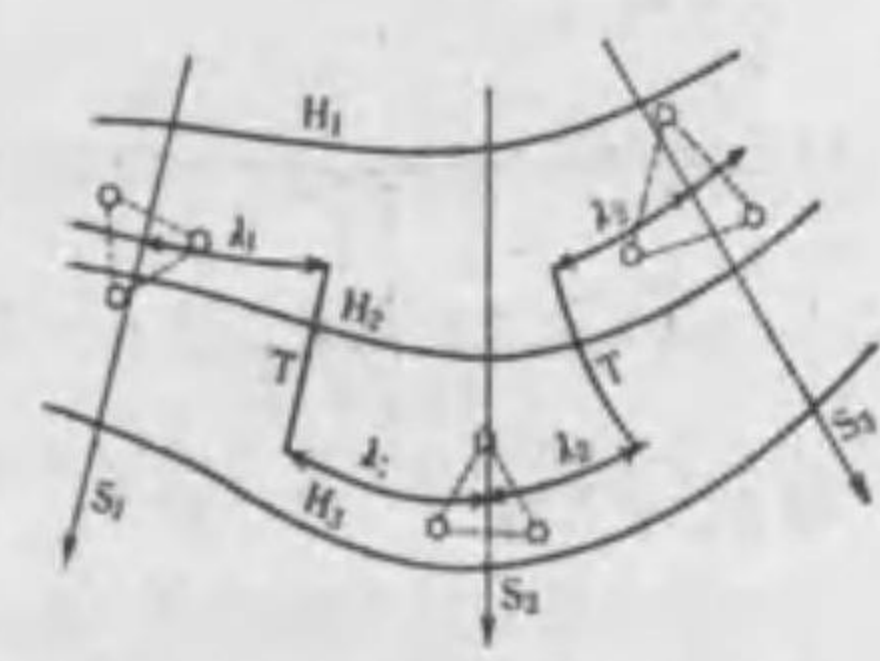
以上ノ如クシテ見出シタ ϵ ノ値ハ即チ單位湧出量デ之ニ地下水ノ水面勾配 J ト併セテ試験的ニ管井ヲ挿込シテ附近ノ地域ノ平均ノ値ト見做スコトガ出

來ル。今此地域ノ地下流水ノ方向ニ直角ナ斷面積ヲ f トスレバ此斷面デ得ラレル總水量 q ハ

$$q = \epsilon f J \quad [118]$$

然ルニ此斷面ハ地下水ノ流向ニ直角デナケレバナラナイ。從テ地下水ノ流向ヲ定メルコトハ最モ必要ナ事項デアアル。

元來地下水面ガ或ル小サイ區域ノ範圍内デハ之ヲ平面ト考ヘルコトガ出來ルカラ、其水面上ノ三點ノ高サ(一定ノ基準面ニ參照シタ所ノ)ガ知ラレ、バ其區域ノ同水位曲線ヲ見出スコトガ出來ル。今邊長 50 米乃至 100 米ノ等邊三角形ノ三角點ヲ如上ノ三點トシ此ニ鐵管ヲ挿込シテ所謂一種ノ鑽孔ヲ設ケル。此鑽孔三角形ヲ第一群トシテ更ニ他ノ第二群ヲ 500 米乃至 800 米ノ地域ニ設ケ、他ノ第三第四群ヲ設ケル。斯クシテ地下同水位線 H_1, H_2, H_3 等ガ描カレ、各鑽孔群ノ三角形ノ重心ヲ

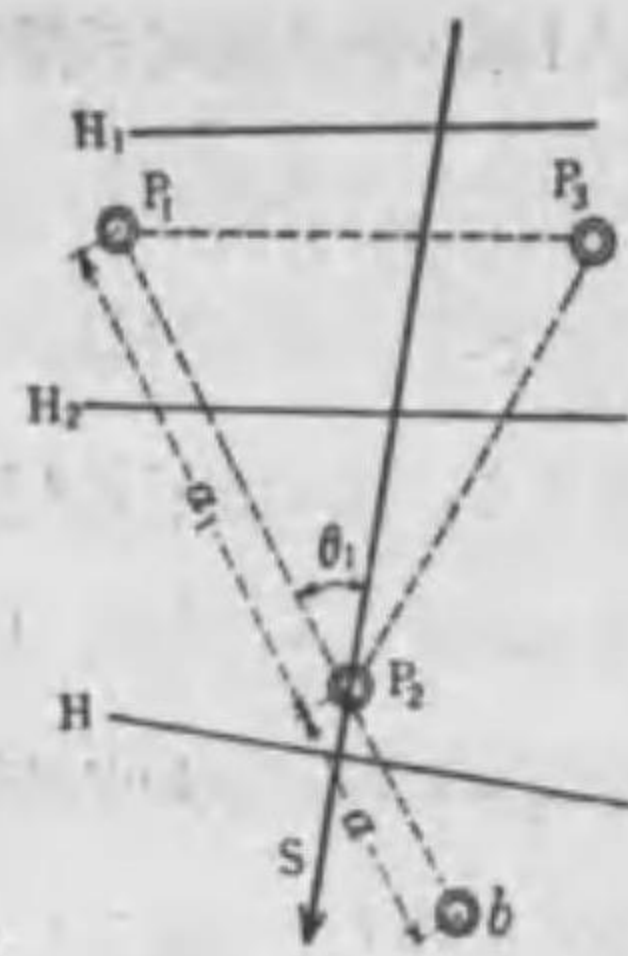


第二百二十九圖 地下同水位線

通シテ前ノ同水位線ニ直角ナル曲線ヲ描ケバ此曲線ハ地下水ノ流向ヲ表ハシテ居ル。此流向ハ同水位線ニ直角デアアルカラ一點ニ於テハ直線デアアルケレドモ若干ノ

H 線ニ對シテハ全體トシテ曲線ヲ爲スノヲ一般トスル。而シテ各鑽孔三角形ノ重心カラ同水位線ヲ描イテ之ヲ λ 線トシ、流向線 T デ第一第二兩群ノ間ニ相等シク λ_1 ヲ切り、同ジク第二第三兩群ノ間ニ λ_2 ヲ切レバ $\lambda_1 + \lambda_2 = l$ ハ中間ノ鑽孔群ノ斷面ノ長サヲ表ハス。

水面ノ落差ヲ定メルノハ極メテ簡單デアアル。即チ井戸 b ガ現存シテ居ルモノトシ、鑽孔三角形ノ二ノ三角點ヲ結付クル直線ガ b ノ中心ヲ通過スル様ニ 第三百十圖ノ P_1 及 P_2 鑽孔ヲ配置シテ之ニ他ノ P_3 ヲ併セテ同水位線 $H_1 H_2$



第三百十圖
地下水々面ノ落差

及 H_2 等ヲ定メ、從テ P_1 及 P_2 カラ水面勾配 J_1 ヲ得ラレル。直線 P_1P_2b ト H 線ニ直角ナル流向線 S トガ爲ス角ヲ θ_1 トスレバ此區域ニ於ケル眞ノ地下水々面勾配ハ $J_0 = J_1 / \cos \theta_1$ カラ見出スコトガ出來ル。

井戸ニ唧筒ヲ据付ケテ其單位湧出量 ϵ ヲ見出スコトガ出來ル。長さ 3 米乃至 5 米ノ停塵器ヲ管井ニ設ケ、毎秒 5 乃至 10 リ。とるノ揚水ヲ試ミルガ良イ。但シ揚水ハ相當長時間ニ涉ツテ安定状態ニ

達スルマデ繼續シナケレバナラナイカラ電力運轉ノ唧筒ヲ用ヒルガ良イ。管徑ハ 25 乃至 30 耗位ノモノヲ用ヒ、地中ハ全部孔ヲ明ケタモノガ適當デアル。

ϵ 法ハ天然ノ地層ニ依ルモノデ土ノ試料ヲ持ツテ其粒径ヤ性質ヲ調査スルモノトハ自ラ異ツテ居ル。ちえ一むハ井戸ノ水面 1 米ヲ沈下セシメルニ要スル揚水々量ヲ其井戸ノ比湧出量ト呼ンダガ ϵ 法ハ滲透性地層ノ絶對滲透値ヲ用ヒテ比湧出量ノ如キ關係値ニ依ラナイ。又實際ニ試験井ヲ掘下ゲテ其井戸ノ湧出量ヲ調査スルガ如キ多クノ工費ヲ要シナイ。

然シナガラ ϵ 法ノ誤差ノ起源ニハ現論的ト實際的トノ兩方面ガアル。其理論的方面デハ地下水々面ハ不滲透性基底ト平行デ從テ流下分子層ハ平行デ且ツ滲透性モ亦一様ナモノト假定シタ公式カラ ϵ 法ガ生レ出テアルケレドモ以上ノ理論ハ滿サレタトシテモ公式ハ近似的ノモノデアル。又實際的方面カラハ揚水ノ安定状態ニ到達スルコトハ困難デ、而カモ之ニ達スルデナケレバ其觀測ノ結果ハ必ズシモ許容シ得ベキデナイ。殊ニ短時日ノ觀測デハ事實上地下水ノ傾斜ヲ充分精密ニ定メルコトハ屢々不可能デアル。

129. るんめると法 るんめると (Lummert) ハ比湧出量ヲ定メル理窟カラ出發シテ井戸ノ中心カラ二ノ異ナル距離 a 及 a_1 ニ於ケル水面沈下ノ深サ η 及 η_1 ヲ測ラズ、濾壕ナルモノヲ用ヒテ直接沈下ノ深サヲ測リ、之カラ更ニ近似的ニ影響圈ノ大サ又ハ距離ヲ定メタ。

濾壕ト云フノハ徑 17 乃至 20 釐ノ井戸側ノ外部ニ特種ノ管ヲ取付ケテ井戸ノ内外ノ水位ヲ測リ得ベカラシメ、之ニ依ツテ井戸ニ水ノ入ル抵抗ヲ知り、更ニ沈下ノ深サヤ影響圈ノ大サ迄ヲ推定シ得ルト云フノデアル。

るんめると法ノ長所ハ一ノ補助鑽孔ヲ節約スルコトガ出來ル點ニ在ル。又其滲透性ノ計算モ簡單デアル。然シるんめると法ハ亦ちえ一む法ノ誤差ヲ伴ツテ居ル。

130. 他ノ地下水論 だるしー以外ノ地下水研究者ニハぬーるちえー (Nourtier)、ぶーしねすく (Boussinesq)、ほしえー (Pochet) ナドガアル。

ぬーるちえーニ從ヘバ井戸ノ湧出量ハ其直徑ノ自乗根ニ比例シ、亦水面沈下ノ自乗根ニ比例スル。假ヘバ徑 4.0 米ノ一個大井戸ヲ配置スルヨリモ徑 0.4 米ノ小井戸 10 個ヲ用ヒル方が有利デアル。何トナレバ今沈下ヲ相等シイモノトシ、大井戸一個ノ湧出量ヲ Q 、小井戸十個ノ湧出量ヲ Q_1 、水面沈下ヲ d トスレバ其湧出量ノ比ハ

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{10 \sqrt{0.4 d}}{\sqrt{4.0 d}} = 3.16$$

即チ 10 個ノ井戸ノ總湧出量ハ 1 個ノ大井戸ノ 3.16 倍ニ當ル。

又ぬーるちえーハ不滲透層ノ上ニ井戸ヲ設ケタモノトシテ其湧出量ハ帶水層ノ水位ノ高ノ $\frac{3}{2}$ 乗ニ比例シタト云ツテ居ル。

ぶーしねすくハ一ノ帶水層ノ湧出量ハ永イ湯水期ノ間砂丘平野ガ外來ノ熱ヲ享ケズ溫度ガ減少スルト同ジ法則ニ從フコトヲ唱導シタ。

ぼし、一ノ觀察點ハ主トシテ數學的ニ立脚シ、純理論的ニ地下水ノ現象ヲ取扱ツタ。

第七章 地下川

131. 地下川ノ成因 土砂ノ間ニ滯留シ又ハ移動スル所ノ地下水ニ對シテ地中ノ割目、罅隙、空洞其他岩盤内ノ溝ヲ流レル水ヲ地下川ト云ヒ、地表ノ流水ノ法則ニ從ツテ居ル。即チ普通ノ地下水ハ土砂ノ粒ノ間ノ空隙ヲ充シ又ハ其間ノ抵抗ニ打勝ツテ流レルノニ對シテ地下川ハ其周壁又ハ潤周ノ摩擦ニ打勝ツテ流レルノデアツテ全然地表ノ河川ト異ナル所ガナイケレドモ、其水路ハ岩石ノ罅隙ナドニ出來タ大キナ溝ヲ普通ノ河川ハ上部ガ大氣ニ接觸シテ居ルニ對シ、地下川ハ大氣ノ上ニ更ニ岩石ノ被覆ガアル。

斯クノ如ク地下川ノ成立ニハ岩石ノ罅隙ヲ必要トスル。岩石ノ罅隙ハ或ハ地層ノ皺曲ヤ斷層ノ様ナ特殊ノ地質的變化ニ基ヅイテ出來タモノモアリ、或ハ岩鹽石灰岩ノ如キ水ニ溶蝕サレ易イモノガ永イ年月ノ間ニ地中ノ水ニ溶サレテ大ナル空洞ヲ作ル爲ニ出來ルコトモアル。又地中ノ流水ノ洗掘力ノ爲ニ浸蝕セラレテ地下ニ水路ヲ作ル場合モアル。換言スレバ山岳ノ地質的性質ヤ流水ノ洗掘力又ハ地震其他ノ外力ノ爲ニ地中ニ罅隙ヤ空洞ヲ生ジ、之ニ沿ウテ流レル地中ノ河ガ即チ地下川デアル。

132. 岩盤ノ罅隙 地殼ヲ構成シテ居ル岩盤又ハ山岳ノ内部ノ罅隙又ハ空隙ハ地下川ノ水路ヲ爲スモノデ其成立ノ第一要因デアル。

水成岩ガ層又層ヲ成シテ居ル場合ニ地殼ニ皺曲ヲ生ズルカ、又ハ他ノ外力ナドノ爲ニ變化ヲ受ケルナラバ各層ノ性質ヤ強サガ同ジクナイ爲メ地層ノ一部ニ崩壊ヲ生ジテ罅隙ヲ生ズルコトガアル。又斷層ノ爲ニ地層ガ中斷セラレ左右チグハグノ状態ヲ爲シテ居ル所モ少クナイ。斯カル處ニハ屢々其一部ニ空隙ガ出來ル。前ノ地層間ノ罅隙ハ地殼堆積ノ結果デ、後ノ斷層ハ地殼運動

又ハ地塊運動ナドニ依ルモノガ多イ。前者ハ比較的規則正シイノニ對シテ後
者ハ多ク不規則デ、其層向ニシテモ又ハ其大サニシテモ至ル所異ツテ居ル。

地殻ヲ破壊スル所ノ外力ハ其方向ヤ大サヲ知ルコトガ六カシイカラ此種ノ
斷隙ガ如何ニシテ出来タカ又何時出来タカト云フコトハ到底之ヲ知ルコトハ
出来ナイ。

一旦地殻ニ斷隙ガ出来レバ必ズ水ガ此ニ入り來ツテ其機械的ノ磨剝侵蝕ノ
作用ヲ營ミ、或ハ化學的ニ分解作用ヲ起ス。是即チ侵蝕及分解デアル。

133. 侵蝕及分解 地表ノ水路ヲ水ガ侵蝕又ハ洗掘シテ岩石ガ漸次磨剝セ
ラレ、時トシテハ深イ峡谷ヲ爲スコトアルハ人ノ見ル所デアルガ、之ト同様
ノ働キガ地中ノ斷隙ニモ行ハレテ居ル。斯クシテ地中ノ斷隙ハ益々侵蝕セラ
レテ新ニ地下川ヲ作り、其地下川ハ亦其水路ヲ侵蝕スルカラ、侵蝕ノ循環ヲ
爲シツ、アルノデアル。

地殻ノ中ニハ種々ノ石灰岩ガアリ、水中ニ含マレテアル炭素ノ化學作用ヲ
受ケテ所謂溶蝕セラレ、又炭酸ヲ含ム大氣ノ中デ容易ニ溶ケル。從テ雨水ヤ
滲透シタ水ハ石灰岩ノ内外ヲ溶シ去ツテ山容漸クニ陵夷シテ平タクナリ、或
ハ内部ニ空洞ヲ作ル。從テ嘗テ數百千米ニモ達シタ山ガ今日ハ低イ岡阜ニ過
ギナイモノモアル。



第三百三十一圖
浸蝕ト溶蝕

侵蝕ト分解ノ兩作用ガ時トシテハ相提携シテ山ヲ削
リ、岩ヲ溶シテ、更ニ之ニ地下川ガ流來リ、輾轉岩石
ヲ擊突セシメテ斷隙ノ壁ハ磨剝セラレ其水路ハ益々大
キクナル。例ヘバ第三百三十一圖ニ於テ元來山ノ岩盤ニ
アツタ割目又ハ斷隙 a_1 ハ水ノ化學的作用ノ爲ニ空
洞 A ヲ生ジ、侵蝕ノ爲ニ更ニ脹ラミ B₁ 及 B₂ ガ作
ラレ、更ニ砂礫ノ堆積ハ地下水ノ爲ニ再ビ運去リ運來

ツテ此ニ侵蝕作用ガ益々旺盛ニ行ハレツ、アルコトヲ證明シテ居ル。

134. かるすと風景及鐘乳洞 南歐あどりや海ノ北部ニ沿ウテ其東部ニ横
ハル地方ヲかるすと(伊語 Carso)ト呼ビ、南東ふーむ(Fieume)ト北西こ
りちや(Gorizia)ノ間長サ約100軒ニ亘ツテ居ル。いそんぞ(Isonzo)、いどり
や(Idria)及そーら(Sora)諸川ニ依ツテ仰うりあるふ(Juli Alps)カラ
分離セラレ南方石灰あるふ山ノ續キトシテ南東ノ方向ばるかん半島ノ方ニ繋
ツテ居ル。

かるすと山ハ白堊紀ノ石灰岩カラ出来タ山脈デ、其低窪ノ處ニハ軟質ノ泥
灰岩質及砂質ノ始新世岩ガ現ハレテ居ル。石灰岩山脈ハ非常ニ斷隙ガ多ク、
雨水ガ深く切込デ居ル。雨水ノ中ニ含マレテアル炭酸ハ石灰岩ヲ溶解シテ
無數ノ空洞ガ出来、全かるすと山脈ニ行涉ツテ居ル。普通ノ豁谷ト異ナリ、長
イ又ハ圓イ窪ミノ盆地が見出サレル。河ハ地中ニ消エテ種々ナル幅ヤ深サノ
地下ノ谷ガ成立シ、地中ニ湖水トナリ、瀑布トナリ、再ビ地表ノ窪ミトナツ
テ現ハレ、更ニ復隱見スル。此種ノ地貌ノ一例ハらいばは溪(Laibach)デ、
始メほいく(Poik)川トシテ濫觴ヲ見、あーでるすべるぐ(Adersberg)ノ有
名ナル洞窟トナリ、再ビうんつ(Uuz)河トナツテ現ハレ、ふらにな(Plau-
na)ノ谷ヲ貫流シテ再ビ地中ニ消エ、おーばーらいばは(Oberlaibach)ニ至
ツテ突如トシテ舟行ニ堪ヘル大河トナツテ流レテ居ル。勿論地表ニハ出ナイ
デ、直接海ニ注イテ居ルらぐざー(Ragusa)ノおのぶら(Onobla)泉ナドノ
例モアル。谷ノ形モ亦不完全ナノハかるすと山ノ通態デ、殊ニ其特色トモ云
フベキハ甌孔又ハどりね、ぼりえ、露岩及洞窟ナドデアル。

此全かるすと山脈ハ嘗テ森林繁茂シテ居タガ羅馬人ヤベねちヤ人ニ造船材
料ヲ供給シタ爲ニ、之ガ濫伐ノ弊ニ陥リ、搗テ、加ヘテ牧場ヤ瓦焼ナドノ爲
ニ森林ノ生育ヲ妨ゲラレ、裸山トナツタ。此地方ノ石灰岩ハ雨水ニ溶ケテ帶

紅色ノ殘渣ヲ生ジテ居ルガ、所謂赭土(terra rossa)デアル。然シ森林ガナクナレバ土ハ再ビ雨ニ洗ハレルカ又ハ風ニ吹飛バサレテ岩骨ガ現ハレル。どりねやほりえニモ農業ハ行ハレテアルガ、是レ洗ハレタ土ガ集ツタ處デアル。かるすとノ縁地ト稱スベキ所ハ水密ノ基盤ヲ有スル始新紀ノ岩石上ノ土砂ニ繁茂スル植物發育區域デアル。

かるすと地方ノ氣候ハ其高地ナルガ爲メ南方ニ在ルニ係ハラズ寒イ氣流ガ殊ニ多ク、夏冬ハ乾燥シテ春秋ハ雨ガ多イ。寒イ北東風ぼら(Bora)ト稱スルモノハ此地方ノ人ニ非常ニ恐レラレテアル特殊ノ地方風デアル。

かるすと風景中ノ特色ノ一ナル窟孔又ハどりねハ英米ニ於テハ之ヲ沈孔又ハ吸込孔ナド、呼バレ、露出シタ石灰岩ノ罅隙ヲ通ツタ滲込ミノ雨水ハ其周壁ノ岩石ヲ溶蝕シテ垂直ナ數多ノ空洞ヲ生ジ、其深サハ屢々數十米ニ達スルモノガ即チ此どりねデアル。雨水ヤ溪流ハ此どりねヲ傳ツテ没シ去リ、更ニ長イ紆餘曲折シタ行詰リノ谷トナリ、此ニ屢々幅ノ廣イ茶釜狀ノ谷ナドガ出來ル。是ガ即チほりえト呼バレルモノデアル。ほりえハ上ニ堆積シタ土砂岩層ヲ持ツテ居ルガ、流集ル水ハ或ハ伏流トナリ、或ハ地下水トナリ、又時トシテハ地下溜水池トナルコトモ稀デナイ。

赭土即チてらろさハ石灰岩ノ中ニ水ニ溶ケナイ物質ガ残ツテ赭色ヲ帶ビ、表土ヲ爲シテ居ルモノデアルガ、若シ石灰岩ガ赭土ニ覆ハレズ又ハ赭土ノ洗落サレタ處デハ岩石ガ裸出シテ雨水ノ流レル方向ニ小溝ガ出來、或ハ岩石ノ組織ニ從テ深イ刻ミヲ生ジ、尖銳稜角ナ外觀ヲ有スル岩石ヲ露出スル。之ヲ露岩又ハかれんナド、呼ブ。露岩ノ上ニ赭土ヲ以テ覆ハレタ處モ少クナイ。

どりね又ハほりえナド岩石ノ罅隙カラ滲込メ水ハ更ニ地中ヲ前進シテ岩石ヲ溶解シ、此ニ空洞ガ出來ル。其益々大クナルニ及ンデ水ノ蒸發モ盛ニナリ、水ニ溶カサレテアル石灰ハ飽和ノ状態トナツテ終ニ沈澱ヲ生ズル様ニナ

リ、其空洞ノ天井カラ滴ルモノハ鐘乳石トナリ、洞底ニ滴ツテ下カラ段々高マルモノハ石筍トナリ、是等ノ存在シテ居ル洞窟ハ所謂鐘乳洞又ハ石灰洞デアル。鐘乳石又ハ石筍ノ中軸ニハ時トシテ管狀ノ孔ヲ有シ、其周圍ニハ木理狀ノ層ガ出來ル。洞口ハ一般ニ稍々小サク、内部ハ多ク廣ク大キク、更ニ迂回シテ斜下スルノガ常デアル。

固有ノかるすとノ外ニ侏羅紀ノ石灰平原ガアル。南佛蘭西、希臘、しりや及ばれすたいん等週期的ニ降雨ノアル地方ニ主ニ見ラレル。

我國山口縣美禰郡共和村秋吉臺ノ一部ニ地獄臺ト呼バレル處ガアル。面積53ヘクタールヲ占メ53ノ大小どりねト露岩ノ石柱ガ柱立シテ甚ダ壯觀ヲ極

メテ居ル。人若シ此中ニ入レバ出ルコトガ出來ナイノデ、地獄臺ト呼バレテアル。天然紀念物ノ一デアル。(第百三十二圖)



第百三十二圖 地 獄 臺

米國ケンタッキー(Kentucky)ノまんもす洞(Mammoth Cave)ハ世界第一ノ石灰洞デ地下9哩乃至10哩ニ達シテ居リ、大通リノ全長凡ソ100哩ト言ハレテアル。石灰紀ノ石灰岩ノ中ニ在ツテ、此石灰岩ノ全面積8000方哩、せーら一教授(Prof. Shaler)ノ推定ニ依レバ其下ニ開洞ガ少クモ10萬哩アル。まんもす洞ハ實ニ無數ノ洞窟ノ連鎖デ其周壁ヤ下底ハ互ニ磨滅シタモノモアル。明瞭ニ5階ノ高サニ分レテ内部ニハ多クノ大通リ、廣場、堂塔、孔雀、湖水、河川ナドガ有リ、夫々特種ノ名稱ヲ持ツテ居ル。比較的僅カノ鐘

乳石又ハ石筍ガアルガ皆大キナモノデアル。

秋芳洞ハ山口縣美禰郡秋吉村字廣谷ニ在ル石灰洞デ、元來秋吉臺ハ大部分古生層ノ石灰岩カラ成リ、其激狀ノ表面ハ高サ 200 米乃至 400 米ノ間ニ在ル。厚東川ハ此臺地ヲ横斷シテ南ニ流レ、其兩側ハ急斜面ヲナシタ石灰岩デ支流ガ少イ。此臺地ハかるすとノ地形ヲ呈シ、露岩狀ヲ爲シテ居ル。其石灰岩層ハ傾斜シテ比較的堅イ部分ガ地上ニ突起ン飛石ノ如ク散點シテアル。大小ノどりねハ非常ニ多ク 1 方秆ニ 30 乃至 40 ニモ達シテ居ル。其形ハ圓形又ハ橢圓形デ徑 20 米乃至 30 米カラ 200 米ニ及ブモノモアル。どりねノ内壁ハ一般ニ急デ多クハ 40 度内外デアル。其底ニハ稀ニ井戸狀ノ穴ガアルガ一般ニ土壤デ埋マリテ小平地ヲナシ、其土壤ハ農耕ニ適シテ此ニ畑ガ出來、



第三百三十三圖 秋芳洞

地味礫礫ナ區域ノ間ニ交ツテ青々トシタ綠地ヲナシテ居ル。此臺地ニハ全然河流ガナク、地中ニ吸込マレタ水ハ時トシテ南方秋吉村ノ石灰洞カラ流出テ居ル（第三百三十三圖）、秋芳洞ノ附近ニ景清洞延長 2 秆ノモノヤ其外大正洞及中尾洞（第三百三十四圖）ナドガアル。皆孰レモ史蹟名勝天然紀念物ニ指定セラレテアル。又山口縣阿武郡福川村ノ佐々連洞ハ觀音窟、瀧見觀音窟ト併セテ阿武川ノ附近ニ在ツテ石筍ノ發達ガ特ニ著シク、變化ニ富ンデ居ル。

日豐線直見驛
カラ東 8 秆許ノ
處ニ小半鐘乳洞
ガアル。大分縣
南海部郡中野村
南豐平野ヲ貫流
スル番匠川ノ上
流ニ有ツテ、洞



第三百三十四圖 中尾洞

ノ延長約半秆、壯觀ヲ極メテ居ル。又大分縣大野郡川登村ノ新舊風連鐘乳洞ヤ、福岡縣企救郡東谷村ノ千佛鐘乳洞ノ如キ孰レモ皆石灰岩中ニ溶蝕ニ依ツテ作ラレタ洞窟デアル。其中千佛洞ハ延長 1 秆、洞口ニハ大小無數ノ鐘乳石ガ垂下シテ低ク地ニ迫リ、一タビ洞門ヲ潜レバ忽チ開ケテ或ハ高ク廣ク或ハ低ク狭ク、清泉滾々トシテ流レテ居ル。洞内ニハ鐘乳石ヤ石筍ガ簇生シ、洞壁ハ白堊ヲ塗ツタ様デアル。

琵琶湖ノ東方美濃伊勢ニ近イ阪田犬上兩郡地方ノ石灰岩層カラ成ル地方ニ亦かるすとガ發達シテ居ルト言ハレテアル。400 米乃至 700 米ノ臺地ニ小起伏ヲ爲シ、石灰岩ハ露岩狀ヲナシテ荒蕪シテアル。其中ノ陣屋山ニハ十數個ノどりーねヲ認メ方言「ニエ」ト音ヒ、又此地方デハ一般ニどりーねヲ「マイリ」ト呼ブト記サレテアル。

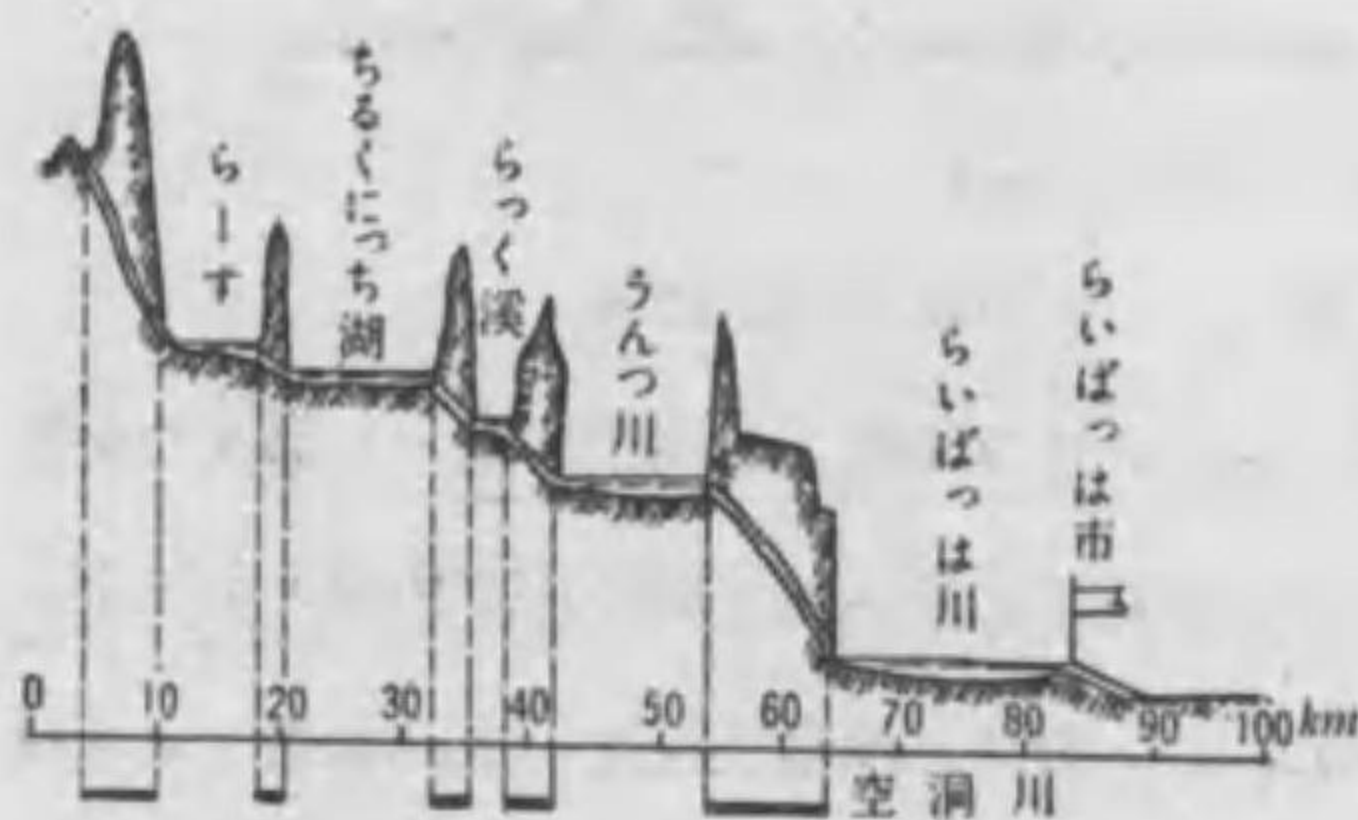
135. 地下川ノ狀態 前ニ述ベタ如ク地下川ハ天然ノ地層ニ沿ヒ又ハ罅隙ヤ裂目ナドニ沿ウテ流レルノデ地表ノ狀態トハ全ク相關係シナイ。即チ其水路ノ如キモ非常ニ紆餘曲折シテ居ル許リデナク、其千狀萬態到底端倪ヲ許サバルモノガアル。然シナガラ大體カラ言ヘバ地殻ノ裂目又ハ龜裂ハ其山岳ノ剪力ヲ受ケテ地殻ガ或ハ推サレ或ハ引張ラレテ主龜裂トナリ從龜裂ヲ生ジ、

或ハ古クカラ或ハ新シク、各種ノ不規則ノ變動ヲ生ジタモノデアル。

以上地殻ノ罅隙ニ水ガ流レル様ニナレバ火山岩ヤ結晶岩ハ風化シタリ分解シタリ或ハ水化物トナリ或ハ陶土化シテ礦物質ノ分離ヲ招キ不滲透性ノモノトナル。

新クシテ罅隙ヲ有スル岩石ノ間ノ地下水質ハ以上ノ結果カラ之ヲ判定スルコトハ極メテ必要デ、將來永イ間ニ其罅隙ヲ變化スルノハ亦其水質ニ徴シテ之ヲ知シ得ラレル。

大キナ断面ト非常ニ長イ水路ヲ持ツタ地下川ヲ空洞川ナド、呼ブ。空洞川ハ常ニ山ノ岩石ガ容易ニ分解溶蝕セラレルコトヲ前提トスル。即チ石灰岩、泥灰岩、白堊等カラ成ル地層ノ所ニ空洞川ハ出來ルノデ所謂かるすと風景ノ地下ニ出來ル。



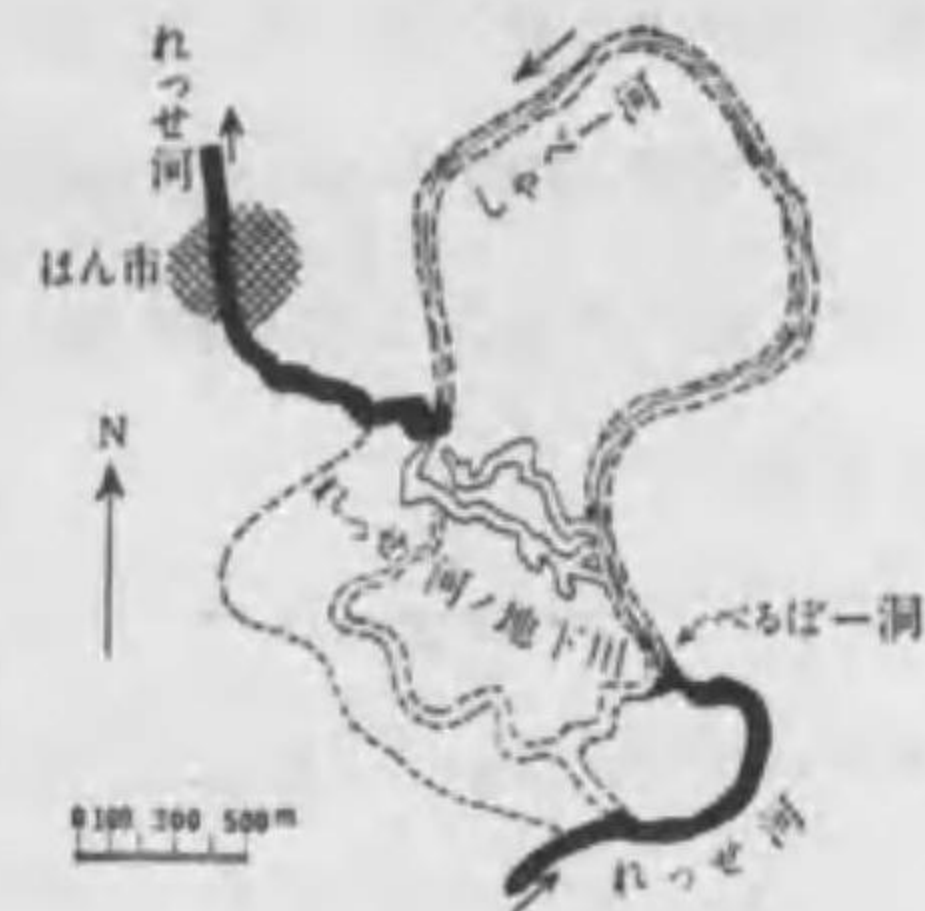
第三百三十五圖 ラィバハ河縦断面圖

すと地方ニアル(134 参照)。

白耳義國はん市 (Han sur Lesse) カラ 第三百三十六圖ニ示スガ如クれッセ (Lesse R.) ノ古イ河床らッペー (La Chavée) ト呼バレテアル古河床ヲ進メバべるぼー洞 (Grotte von Belveaux) ト呼バレル洞窟ニ達スル。れッセ河ハ之カラ落込デ空洞川トナツテ流レテ居ル。れッセ河ノ落込ノ高サハ凡ソ 160 米デ、河ハ泡立ツテ洞窟内ニ没スル。但シ冬期地中ガれッセ河ノ水ヲ吞ミ了ラ

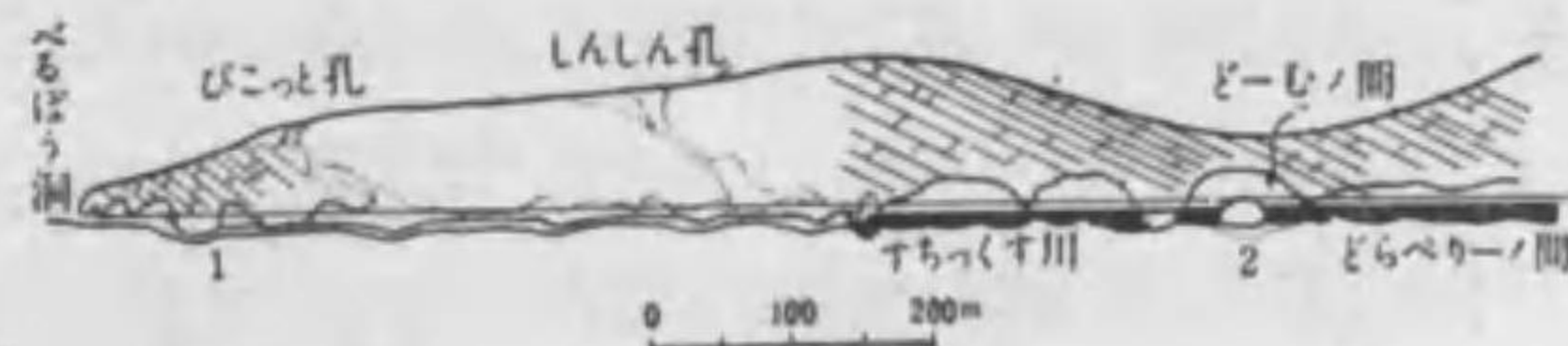
空洞川ハ時トシテ地表水トナリ、又時トシテ地下川トナリ、隠見シテ居ルモノモアル。第三百三十五圖ニ示シタラィバハ川 (Laibach River) ハ其著シイ例デ、彼ノあどりや海北方ノかる

ストキハ暫時シッペー河ニ氾濫スル。從テれッセ河ハ南方カラ來テニ分レ、其一ハ絶エズはんノ洞窟カラ地中ニ流込ムモノデ、他ノ一ハ時々表ハレ流レルガはんノ洞窟ノ下デ地下川ニ合流スル。地下川ハ凡ソ2 軒ノ長サヲ有シ、其落差ハ1 米デアル。此水路ヲ通過スル爲ニ水流ハ24 時間ヲ要スル。ふるふーつ (Furfooz)



第三百三十六圖 れッセ河地下川

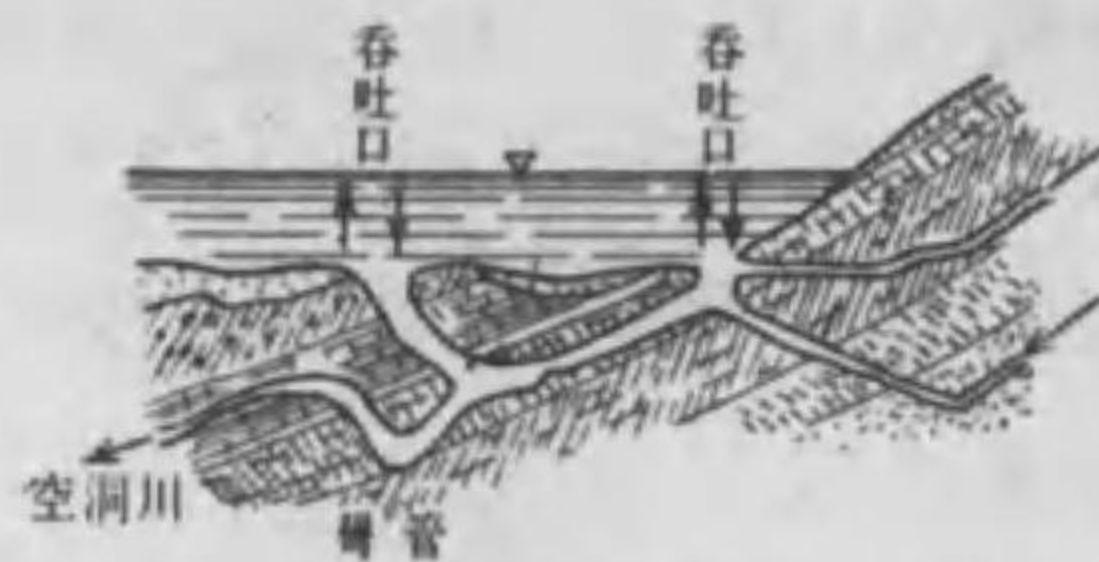
ノ下ノ方デれッセ河ハ再ビ影ヲ隠クシ、とるーどらるーとる (Trou de la Loutré) デ更ニ地表ノ分流ニ合流スル (第三百三十七圖)。



第三百三十七圖 れッセ河地下川縦断面圖

然ルニ其流來ル砂ヤ粘土又ハ泥土ナドガ堆積シテ地中ノ溝ハ一部又ハ全部不滲透性ノ土砂ヲ以テ壅塞セラレル爲メ、新ニ他ノ地下川ガ出來テ上ト下トニ地下川ガ存在シ、而カモ雨ノ關係デ河床ニ流水ヲ見タリ或ハ涸川トナル様ナ例モアル。

地下川ヤ之カラ流出レ源泉ハ其流量ニ於テ自カラ限度ガアル。即チ地表ノ河川ナラバ破堤氾濫ナド、云フコトモアルガ地下川ハ水路ノ断面ガ密閉サレ、限定サレテアル爲メ、若シ地表ニ池沼ノ類ガアツテ恰カモ貯水池ノ如ク此地下川ト連絡シテ居ルコト第三百三十八圖ニ示ス様ナラバ地下川ヲ溢レタ水ハ此池沼ニ依ツテ調節セラレルカラ斯カル池沼ハ地下水ノ爲ニ屢々週期的ニ増水シ又ハ減少スル理窟デアル。是ハ地下川ニ限ラズ小サナ地下流水ナドガ



第三百三十八圖
地下川=連絡セル池沼

湖沼ナドノ地面下ニ開口シテ居ル
場合モ同様デアアル。

時トシテ地下川ノ土砂ノ堆積岩
盤ノ墜落ナドガ起リ、其水流ガ一
部阻止セラレテ流量ノ變化ヲ來シ
タリ、又ハ流路ノ異同、水溜リノ

新生ナドガ出來ルト云フコトハ有リ得ベキコトデアアル。

多數ノ地下川ハ地表ニ現ハレズニ消エテ了フ。是レ其高サガ低イ爲デ、何
處ニ開口シテ居ルヤハ解ラズニ在ルノデアアルガ、海岸ニ近イモノハ自然ニ海
ニ開口シテ居ルモノガ多イ様デアアル。

136. 地下川系及空洞川系 地下川及空洞川ニモ亦地下ノ分水界ガアツテ
地下ノ流域トモ稱スベキモノニ分割セラレ、夫々地下川系及空洞川系ニ分レ
テアル。かるすと風景ノ中ニ在ル空洞川ノ如キハ即チ是デアアル。

空洞川ガ非常ナ發達ヲシタ處ハ彼ノかるすとデ、石灰岩ノ如キ溶解シ易イ
岩石ノ部分ニ克ク現ハレテ居ルガ尙侏羅紀、白堊紀、三疊紀ノ如キ地層ニモ
かるすとハ出來ル。

かるすと地方ニハ表面水ハ少イガ地中ハ之ニ反シテ所謂地下水ガ多イ。是
レ雨量ガ此地方ニ相當多クテモ皆地中ニ浸込シ舞フ爲デ、其水ハ地下川
及空洞川トナツテ流レル。勿論其中ニハ水ノナイ洞窟モアリ、又水ガ流レタ
リ又ハ溜ツタリシテ居ルコトモアル。此地下水ハかるすと水ト呼バレルモノ
デアアル。

137. 地下川ノ探索 試錐ニ依ツテ地下川ヲ尋ネ、其試錐孔ニ水ヲ流入シ
タ場合ニ其水ガ消失スルナラバ多クノ場合ニ其地層ガ水ニ不足シテ居ルトハ
限ラナイ。注水ガ消失スルノハ岩石ノ斷隙ガ完全ニ満水シテ居ラナイ爲デア

ルコトガアル。而シテ地下川ヲ系統的ニ逐ヒ得ル場合ハ極メテ稀有ノコトデ
アル。多クハ空洞川トカ又ハ前ニ穿タレタ堅坑横坑ナドガアレバ之ヲ利用シ
テ其流量ヲ測定スルコトガ出來ル。若シ山岳ガ充分帶水性ノモノナラバ之カ
ラ地下川ヲ知り得ルコトモアル。

山岳岩石ニ水ノ有無ヲ豫言スルニハ其山ノ構造ヲ純地質學的ニ研究シテ後
始メテ爲シ得ラレルモノデ、多クノ場合ニハ隧道ノ開鑿ノ後ニ知ラレル様ナ
例ガ多ク、實用的ニハ地質ノ研究ナドヲ用ヒルコトガ困難ナコトガ少クナ
イ。彼ノ丹那隧道ナドハ設計ノ當初左程多クノ湧水ガアルコトハ豫明セラレ
ナカツタガ後ニ146ニモ述ブル如ク非常ナル困難ニ遭遇シタ。

探礦的ノ方法ヲ用ヒテ地下川ヲ探索シテ探シ當テルコトハ此ニ述ベナイ。
然シ地表ヤ外部ノ徴候ニ依ツテ探水スルコトハ屢々行ハレルガ地水學的ノ結
果カラ之ヲ推定スルコトハ之ヲ推獎スルコトハ六カシイ。

地下川ガ地中ニ存在スル場合ニ其地表ノ徴候ハ或ハ源泉トナツテ現ハレ出
ルコトモアリ、或ハ地下ノ水ノ嘯キヲ聞クコトモアリ、又ハ地表ノ陥没トカ、
地表ノ傾斜トカ、又或ハ水ノ消失トナリ、水濕ノナイ乾イタ谷トナツテ居ル
ナドノ現象ガ是デアアル。乾イタ谷ト云フノハ以前水ノアツタ所ニ現在ハ其豐
富ナ水ヲ地中ニ失ツタモノヲ言フノデアアル。

時トシテハ山崩レガ一定ノ線ニ向テ現ハレルコトガアル。是レ地中ニ水ノ
流レテ居ル方向ヲ示スコトガ多イ。如何ナル山岳ヤ岩盤デモ機械的ニ磨削セ
ラレ化學的ニ溶蝕セラレル時ハ此種ノ陥没ヤ山崩又ハ地滑リナドガ起リ得ル
モノデアアル。白耳義ノるむーしゅん (Remouchamps) ノ附近ニハ多數ノ地表水
ガ地中ノ孔ニ消失スルガ、後ニるびこん河 (Rubicon) ト呼バレル大キナ河ト
ナリ、あんぶれーぶ河 (Ambrève) ヲ涵養シテ居ル。

地下川ヤ空洞川ガ海ニ開口シテ居レバ海面ニハ漏斗狀ニ水ガ膨出シタリ、

其他附隨ノ現象ガ見ハレ、殊ニ大雨ノ際ニ著シク現ハレル。又海中ニ於ケル此種ノ地點ハ淡水ヲ好ム魚族ノ腐集個所トシテ漁夫等ニ知ラレテアル所ガアル。海岸ニ近ク現ハレル地下川ハ半鹹水ヤ鹹水ヨリモ甘味ヲ持ツテ居ル。是ハ又海岸カラノ距離、地下湧水量並ニ潮汐干満ナドノ關係ニ依ツテ異ナル。

138. 地下川ノ流量測定 地下水ノ流量ハ地下流域ノ廣サト比滲透量即チ單位面積ノ滲透量ノ積カラ之ヲ知ルコトガ出來ルト同様ニ、地下川ノ流量ハ地下流域ノ廣サト比沈下量ノ積カラ之ヲ見出スコトガ出來ル。地下川ノ水ハ地表ト連絡スル所ノ虧隙ヲ通シテ沈下スルカラ、地下流域ノ單位面積内ノ沈下水量ガ知ラレ、バ之ト流域面積ノ積ハ地下川ノ流量ヲ與ヘル筈ダ。但シ岩石ノ虧隙ニ砂礫ノ類ガ堆積シテアルナラバ沈下ハ即チ滲透ヲ伴フコトハ想像ニ難クナイ。然シ滲透量ト沈下量トハ計算デハ同時ニ現ハレナイ。

時トシテ地表流域ト地下流域トハ異ナツテ居ルカラ、前者カラ直チニ後者ヲ連斷スルコトハ六ケシイ。一般ニ斷層ノアル山地ニ於テ地下ノ分水界ハ地表ノ分水界トハ著シク異ナツテ居ルコトハ地層生成ノ新古ガ常ニ異ナル形態ヲ作ツテ居ル點カラ想像スルコトガ出來ルノミナラズ。岩石ノ分解シ易イモノニ於テハ兩分水界ハ全然別個ノモノナルヲ常トスル。

地下水ノ場合ニハ土砂ノ滲透性ヲ研究スル必要ガアツタガ、地下川ノ場合ニハ岩石ノ龜裂性ヲ考ヘナケレバナラナイ。滲透性ハ土砂ノ粒ヲ研究スレバ多ク正シイ結果ガ得ラレルガ、龜裂性ニ於テハ何等纏ツタ規則トテハナイ。從テ或ル山ノ龜裂ノ類ヲ豫言スル人ガアツテモ實用上ニハ何等役ニ立ツ効果ヲ得ルコトハ六カシイ。況ンヤ其龜裂又ハ空洞ノ大サナドニ至テハ實物ニ就テ調査スル以外ニハ夢ヲ談ズルヨリモ更ニ不明瞭デ空漠タルモノデアアル。

從テ地下川ノ流量ハ其地下空洞ノ断面ト之ヲ流レル水ノ流速等ガ知ラレル場合ニノミ確定シ得ルモノデ、毛細龜裂ノ中ヲ毛管作用デ移動シテ居ル水ノ

流量ナドハ之ヲ知ルコト六ケシク、唯地表ノ河川ト同ジク地下ノ河床ヲ流レテ居ル地下川ノ流量ハ之ヲ測定シ得ルノデアアル。然シ此場合ニモ尚考ヘナケレバナラナイコトハ地表ノ河川溝渠ニ於テハ多ク整一ナ水路ガ存在シテ居ルケレドモ地下川ノ溝ノ大サハ非常ニ變化ガ多ク殊ニ空洞川ニ至テハ大小ノ差最モ甚シイ。而シテ地下川ノ幅ハ屢々數軒ノ廣サニ達シテ而カモ各處皆相異ツテ居リ、地下川ノ幅ガ或程度ニ達スレバ其上ノ岩盤ヤ山岳ノ重量ガ支ヘ得ラレナイデ之ガ爲ニ陥没ヲ生ジ、時トシテハ其河溝ハ露出スルコトナドモアル。此陥没ハ恰カモ炭礦ノ坑口ヲ埋戻サナイ爲ニ生ズルモノニ似テ居ル。

地下川断面ノ測定ハ特別ナ場合ニハ可能デアアルガ、試錐ニ依ツテ之ニ突當テルコトハ漫然空中ニ發砲シテ雀ヤ鳥ニ打當テルニ等シク先ヅ六ケシイト云ツテ宜シイ。唯空洞川ヤ洞窟ノ近ヅキ得ルモノニ限ツテ測量ヲ行フコトガ出來ル。

毛細龜裂ヤ之ニ類似ノモノヲ除キ、地下川ノ水面ハ地表ノ河川ヤ水壓鐵管ノ水面ト同一デアアルカラ、地下水ガ土砂ノ中ヲ滲透スル際受クル様ナ抵抗ハナイ。

地下川ノ涵養ハ地表水ノ沈下ニ依ルモノデアアルカラ其水面ノ變化ハ亦地表ニ伴フノハ無論デアアル。多クノ地下川ノ水面變化ハ地表水ノ注入ト共ニ現ハレ、地表水ノ流量變化ハ雨ニ伴フカラ、地下川ノ水位ノ變化モ亦雨ニ從フ。故ニ地表ノ降雨ヤ河川ノ洪水波ハ直チニ地下川ノ水面隆起ヲ引起ス。殊ニ地下川ノ大サガ小サイモノニ於テハ水位ノ昇降ハ急激デ、10 米乃至 30 米ノ水位ノ昇騰ハ稀デナイ。是レ普通ノ土砂ノ間ノ地下水トハ其趣ヲ異ニシテ居ル所以デ、後者ニ於テハ水位ノ變化ハ一般ニ甚ダ少イコトハ既ニ述ベタ通デアアル。彼ノかるすと地方ノれが河 (Reka) ノとれば、ち洞 (Trevič) ニ於テハ洪水ノ際地下川ノ水位ガ 92.9 米以上モ高クナツタコトガアリ、其平均水位

ハ床盤下凡ソ 320 米ニ在ル。

地下川ノ氾濫ニ際シテハ其水面隆起ノ大ナル爲メ乾イテアル古イ溝ニ通水シタリ、又ハ間歇泉ナドヲ作ルコトガアル。若シ虧隙ヲ持ツタ山ガ侵蝕シ易イモノナラバ地下川ハ益々深く切込シテ而カモ附近ニハ地下潜水ノ水面ガ殆ド變ラナイ爲メ若干ノ水面ハ夫々高サヲ異ニシテ共存シ、而カモ水面ノ高サハ著シク異ナツテ居ル場合モアル。

時トシテハ地下川ガ彎管狀ヲ爲シテ地表水即チ河川ノ底ヲ過ギ再ビ源泉ト



第三百三十九圖
ばんぬ河底地下川ノ通過(ぢえねるニ據ル)

シテ對岸ニ噴出シテ居ルコトガアル。例ヘバ第三百三十九圖ハばんぬ河(Vanne)ノ下ヲ地下川ガ通過シテ居ル断面圖デ、ぢえねる(Diéner)ニ從ヘバー方ノ岸デ染料ヲ注加スレバ他方ノ岸のえー(Naë)

泉ニ其影響ガ認メラレル。

139. 地下川ノ流速 地下川ノ流量ハ其斷面積ト流速カラ之ヲ定メルコトガ出來ル。然ルニ地下川ノ溝ハ近ヅキ得ナイノミナラズ其進路ノ如キモ殆ド之ヲ捕捉シ得ナイ場合ガ少クナイ。

浮子ヲ地下川ニ流シテ其流速ヲ知ルコトハ困難デアルガ酵母菌ヤ他ノ無害ノ細菌例ヘバびおらしす菌(B. Violaceus)、ばいおしあにうす菌(B. Pyocyaneus)、あせち菌(B. Aceti)及ぶろぢげおさす菌(B. Prodigiosus)ナドガ用ヒ得ルモノダト云ハレテアル。然シこーりー菌又ハ大腸菌(B. Coli)ハ此目的ニ不適當デアル譯ハ其人間ヤ動物ノ尿尿ノ中ニ在ル爲メ水ニ混入スル虞ガアル爲デアル。染料ヲ用ヒルノガ此目的ニ最モ便利デアル。

染料ハ地中ニ分解又ハ吸収ヲ受ケズ、兼ネテ人畜ヤ植物ニ無害ノモノデナ

ケレバナラナイ。

此目的ノ爲ニふっくしん、さふらにん、こんごーろーと、えすきりん及ふりおれっさいん並ニうらにん等ガ用ヒラレル。水ニ溶シタふりおれっさいんハ紅味ヲ帯ビタ綠色ノ水面ヲ呈スルガ、其綠色ハ肉眼デモ 1: 200 000 000 ノ稀釋度デモ見エルト言ハレ、うらにんハ吸收ニ對スル抵抗力ガ不充分ナル短所ガアル。うらにん加里ノ代リニそぢうむ化合物 $C_{20}H_{10}O_5Na_2$ ガ用ヒラレル。但シ酸性土壤及酸性ノ水デハ溶液カラ分離スルカラ是等兩種共用ヒラレナイ。

今染料ガ地中ヲ潛行スル速度ヲ v 、之ヲ注加シテ地下川ニ達シテカラ採酌シテ其水ヲ手ニスル迄ノ時間ヲ T 、染料ノ潛行シタ距離ヲ L トスレバ勿論 $v = \frac{L}{T}$ デアルガ、實際ニハ染料ヲ注加シテモ其地下川ニ達スルマデニハ相當ノ時間ヲ要スル。從テ若シ染料ヲ注加シタ始カラノ全時間ヲ T トシ、滲透ニ要スル時間ヲ t_1 トスレバ $T = T_1 - t_1$ デアルカラ、

$$v = \frac{L}{T_1 - t_1} \quad [119]$$

然シ實際地下川ノ流速ハ染料潛行ノ速度ヨリ早く、屢々數倍ニ達スル。

使用スベキ染料ノ量ハ勿論場合ニ依ツテ異ナル。ぢえねる(Diéner)ニ從ヘバ Q ヲ全源泉ノ湧出量(毎秒立糎)、 l ヲ注加地點ト源泉マデノ距離(糎)、 K ヲノ係數トスレバ必要ナル染料 f (瓦) ハ

$$f = K \cdot Q \cdot l \quad [120]$$

此ニふりおれっさいんニハ $K = \frac{2.5}{10^9}$ 、ふっくしんニハ $K = \frac{5}{10^8}$ 、食鹽ニハ $K = \frac{2.5}{10^6}$ 等デアル。

又まるてる(Martel)ハ染料ヲ注加スル地點ト採酌地點トノ間ノ距離 L (軒)ト採酌地點ニ於ケル流量 Q (毎秒立米)ニ對シ、染料ノ量 F (RF) ハ

$$F = Q \cdot L \quad [121]$$

ヲ用フベキモノデアルト主張シテ居ル。

染料ノ量不十分ナ爲ふりおれ。さいんニ依ル染料流速試験ガ成功シナカッタ例ガ多イ。

ふりおれ。さいんノ濃度ヲ定メル爲メとりら。と (Trillat) ノ螢光計ガ用ヒラレル。此装置ハ徑 2 糎高サ 1 米ノ白色硝子管ニ條カラ成リ、一方ノ硝子管ニハ純粹ナ水、他方ニハふりおれ。さいんノ溶液即チ有色水ガ入レテアル。底ハ白ク塗ラレテ双方ノ水色ヲ比較スルニ便利ナラシメ、此装置デ 1:500 000 000 ノ稀釋度ヲ容易ニ定メラレル。

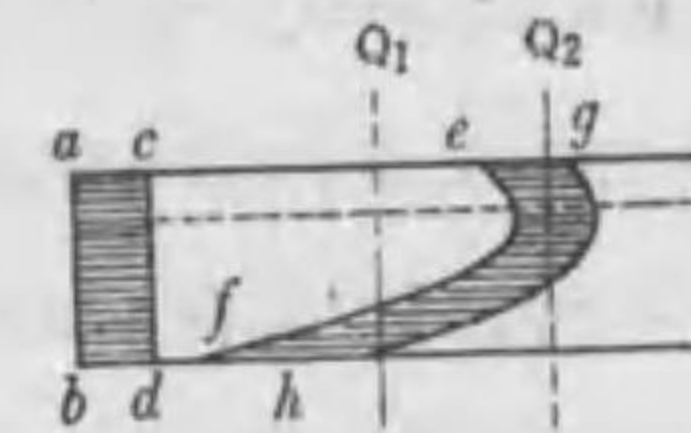
うらにんノ濃度ヲ定メルニハク。つ。ー (Quitow) ニ從ヘバ高サ 0.75 米乃至 1.0 米ノ硝子管ノ底ヲ黒ク塗り、上カラ水柱ヲ窺ゾケバ肉眼デ 1:500 000 000) ニ稀釋シタモノヲ識別スルコトガ出來、比較ニ慣レ、バ 10 億分 1 迄區別ガ出來ル。第百五十四圖ニ示スモノハつ。い。す製ノふるふり。ひノ色度計デ非常ニ精密ナモノデアル。

染料試験ニ於テハ最モ塵埃ノ發生ヲ避クベキデアル。而シテ如何ナル場合デモ染料試験ヲ行フ人ハ之ヲ企テ人ト接觸スベキデハナイ。

染料ノ中ニハ土壤ニ吸収サレタリ、又ハ其中ノ成分ノ爲ニ酸化セラレテ土中ニ消失スルモノガ少クナイ。從テ或染料ヲ用ヒテ流速ノ消極的結果ヲ得テモ其地層ガ絕對ニ滲透デアルトハ速斷スルコトハ出來ナイ。又細菌ヲ用ヒテ流速ノ測定ヲ行ツテモ濾過土壤ノ自淨作用ナルモノガ有リ得ルカラ注意ヲ要スル。而シテ若シ染料試験ガ消極的ノ結果ヲ與ヘルナラバ細菌又ハ食鹽ヲ以テ平行試験ヲ行フベキデアル。時トシテハ雨量ニ依リ地下川ノ流速流量モ著シク異ナルコトガアルカラ染料試験ヲ繰返スコトモ必要デアル。然シ地下川ノ水路ニハ轉石浮木其他ノ障害モアリ、又廣狹深淺等非常ナル不規則モアツテ染料等ノ混和ニモ甚シイ不同ヲ招クコトモアルカラ、染料ニヨル流速測定

ニモ一致シナイ結果ヲ得ルコトガ少クナイ。殊ニ地下ニ大キナ滲水池ナドガアルコトモ可能デアル。

又第百四十圖ニ示スガ如ク、染料ヲ地下川ニ注加シタ始ニハ *abcd* ノ様ナ工合ニ水流中ニ溶ケテアツタモノガ次第ニ流レテ *efgh* トナリ、二ノ觀測點 Q_1 及 Q_2 ニ於テハ染料ノ濃度ハ不同トナル許リデナク、大ナル不規則ヲ免レ



第百四十圖
流水ニ依ル染料濃度ノ變化

ナイ。く。ー。ペ。ー (Le Couppey de la Forest) ニ從ヘバ地下川ノ流速ハ次ノ如キモノガアツタ。

第五十六表 地下川ノ流速

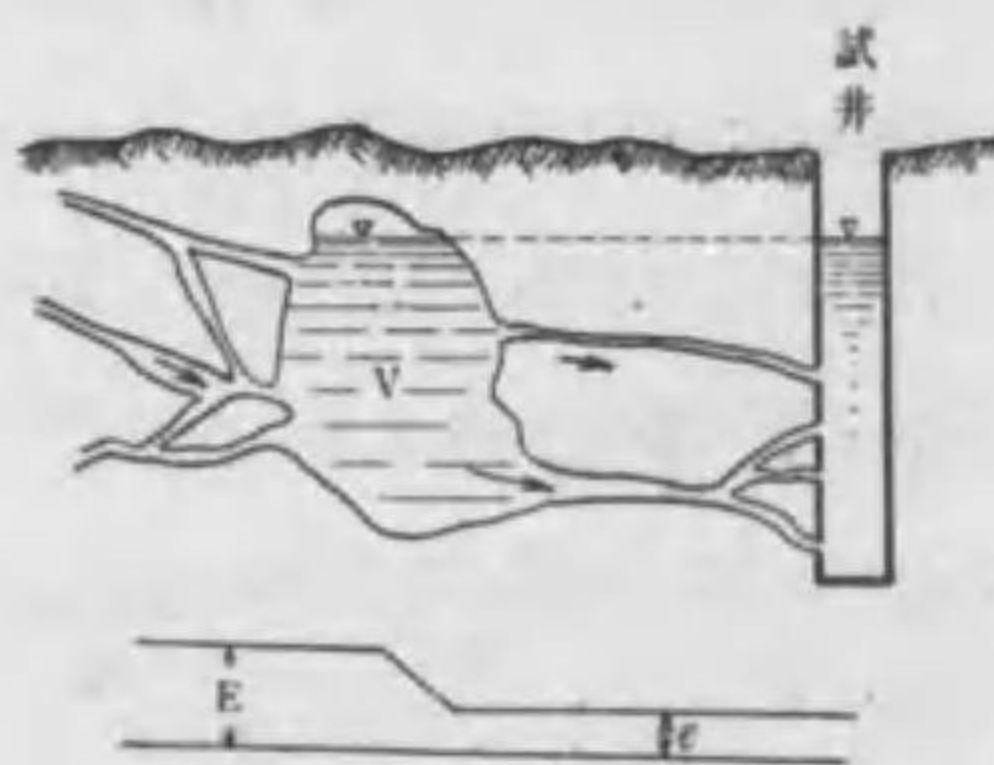
岩石ノ性質	滲透性	通過距離(米)	流量 (毎秒りつとる)	流速 (毎日米)
虧隙性石灰岩	滲透性	6000	20	4224
"	"	8400	—	6168
空洞ヲ有スル石灰岩	沈下空洞	1250	300—400	24000
虧隙性石灰岩	滲透性	4750	7—8	1023
"	"	6000	—	1992

地下水ノ流速ニ比スレバ地下川ノ流速ハ非常ニ大キイ。然シ處ニ依リ又ハ岩石ノ虧隙ノ工合ナドニ依リテ亦少ナカラザル差異ノアルコトハ前表カラモ能ク知ラレル。而シテ其流速ノ大ナルモノデモ 1 日 24 糎又ハ毎秒 0.28 米デ地表ノ河川ニ比スレバ頗ル遅イ。又距離ニ依リ或ハ 1 日 4.2 糎乃至 6.2 糎ノ流速ヲ示シテ居ルヲ見レバ流速ハ處ニ依リ非常ニ變化ガアルコトガ知ラレル。又すちれ (Stille) ノ報告ニ依レバば。ー。で。る。源。泉 (Pader) ニ於テうらに

ん加里ヲ以テ染料試験ヲ行ツタ結果ニ依レバ地下川ノ流速ハ毎日 2.6 軒乃至 7.9 軒ノ間ニ變化シタ。

140. 試験井又ハ横坑及隧道ヨリ地下川ノ流量 地下川ノ場合ニモ亦試験井ヲ穿ツテ其流量及水質ヲ検査スルコトハ極メテ有効デアアル。

地下潜水池ノ場合ト同ジク地下川モ亦繼續シテ唧筒揚水ヲ試ミル必要ガアル。然シ試験ニ依ツテ不規則ナル地下川ノ水路ニ突當テルコトハ殆ド不可能デアルカラ、井戸ノ水位ノ變化ノ状態カラ地下潜水池又ハ地下川ノ内部ノ構造ヲ推定スル結論ヲ得ルコトハ極メテ必要デアアル。例ヘバ第四百一圖ニ於テ試験井カラ揚水シテ始メ E ナル水量ヲ引續キ汲得タモノガ其後突然 e トナリ水位モ沈下シタトスレバ地下ニ空洞ガアツテ其蓄水量 V



第四百一圖 裂隙地中ノ試験

造ヲ推定スル結論ヲ得ルコトハ極メテ必要デアアル。例ヘバ第四百一圖ニ於テ試験井カラ揚水シテ始メ E ナル水量ヲ引續キ汲得タモノガ其後突然 e トナリ水位モ沈下シタトスレバ地下ニ空洞ガアツテ其蓄水量 V が潤渴シタ爲メ、後ニハ地下溝ノ流量ヲ併セテ e トナリツ、アルコトヲ示ス。

但シ唧筒揚水ヲ中止スレバ潜水空洞ニハ徐々ニ満水スベク其水位ノ上昇ハ試験井ノ水位ノ上昇カラ之ヲ知スルコトガ出來ル。又沈下並ニ満水曲線ノ經過ヤ形ヲ見レバ側面ニ在ル地下溝ノ存在ヤ高さ又ハ流入量ノ大サヲ測定スルコトガ出來ル。

鑛山ニアル横坑又ハ隧道ナドモ試験井ト見ルコトガ出來ル。横坑ニ於テハ其地質ニ依リ湧出量ニ少ナカラザル差異ノアルコトハ其例ニ乏シクナイ。又鐵道ノ隧道開鑿ニ際シテ屢々湧水ニ突當テ、施工ニ困難スル場合ガ少クナイ。たるぬつゝー (Tarnuzzer) ニ從ヘバあるびら隧道 (Albula Tunnel) ニ於テ其北部ハ花崗岩ヲ貫イテ全然湧水ヲ見ナカツタガ、唯若干ノ小源泉ガ現

るヲ以テ觀レバ北半部ニ於テハ湧出量ハ殆ド皆無ニ等シク、南半部ニ於テハ隧道 1 米當リ毎秒 0.04 りとるニ及ンダ勘定デアアル。

ハレタニ過ギナカツタ。然シ其南部ニ於テハ其掘進ト共ニ湧出量ヲ増シ 2834 米ヲ貫通ヲ見ルマデ益々其水量ヲ増シタ。即チ

掘進距離	923 米	湧出量毎秒りとる	14
	1036		45
	1811		60
	2241		70
	2834		94

さんごた一る隧道ノ如キモ全長 13.7 軒ノ中全ク湧水ヲ見ナカツタ部分モアリ、又毎秒 0.0443 りとるノ多量ノ湧水ヲ見タ部分モアツタ。

我丹那隧道ノ湧水ハ後ニモ速ベル如ク西口ニ於テ毎秒 3.4 立米ノ巨量ニ達シタコトガアル。

141. 地下川流量ノ法則 地下川ニ涵養セラレツ、アル源泉湧出量ノ變化ヤ其地下川流域ニ降下スル雨量ヲ繼續測定スレバ之ヲ圖示シテ其地下川流量ノ法則ヲ定メルコトガ出來ル。

源泉ノ變化ノ状態カラ之ヲ涵養シテ居ル地下川ノ流量ノ法則ヲ數學的ニ研究シタ第一人者ハまいえー (Maillet) デアル。まいえー及其後ふるしはいまー (Forchheimer) ハ源泉ノ湧出量ノ最大最小ノ比ヲ變化係數ト名ケ、R ヲ以テ之ヲ表ハシ、R ガ 1 乃至 2 トナレバ之ヲ不變ノ部ニ入レ、R ガ 2 乃至 10 ナレバ之ヲ可ナリ變化アルモノトシ、R ガ 10 乃至 50 ニ等シクレバ之ヲ大ニ變化アルモノ、部類ニ入レタ。

又 R ハ數年ノ期間ニ渉ル最大最小ノ比トシ、R_a ヲ 1 年間ノ最大最小ノ比、a ヲ乾燥季ノ遲滯係數、R_m ヲ多年ノ間ニ最大最小ノ差ガ最も大ナル場

量ヲ併セテ e トナリツ、アルコトヲ示ス。

合ノ比トシテ次ノ結果ヲ發表シタ。

第五十七表 源泉流量ノ變化

恒久性	源泉所在地	R	Γ_{α}	R_{α} /平均	α	R_m	観測年次
不 變	のえー(ばんぬ)(Noë)	2.18	1.67—1.13	1.40	—	1.64	1887—1903
	ちるー (Dhuis)	1.70	1.49—1.25	1.37	0.038	1.33	1886—1902
	はんまむ(あるぜりや) (Hamman)	1.59	1.17—1.03	1.10	—	1.47	1881—1900
可 ス ル モ ノ ノ 變 化	てれむりー(あるぜりや) (Télemly)	6.17	1.78—1.08	1.43	<0.108	3.65	1881—1900
	セリハ(ばんぬ)(Cérilly)	4.81	3.14—1.48	2.31	0.1068	2.15	1881—1902
	たいらん(ぼるどー) (Taillan)	2.63	1.61—1.15	1.38	—	2.08	1896—1903
大 ニ ル モ ノ ノ 變 化 ノ ス	えーんぜぶーじや (Ain-Zeboudja, Algeria)	13.3	13.3—3.0	8.2	0.264	18.18	1881—1900
	ぼーくりーす(佛國) (Vaucluse)	22.22	14.3—5.1	9.7	0.300	2.78	1878—1885
	ぶざんそん(Besençon)	16.4	—	—	—	—	—

上表カラ見レバ地下川ガ或源泉ヲ涵養シテ居ルモノハ夫々固有ノ流量法則ヲ持ツテ居リ、流量ノ恒久性ガ大ナル程滯滯係數ノ數値ハ小サイ。

一ノ源泉ガ外部カラ加ハル流量ガ無イ場合ニ一定時ノ後變化スル流量ヲ知ルコトハ地水學上殊ニ有益デアアル。まいえーハ雨ノ影響ヲ受ケナイ源泉ノ湧出量ヲ左ノ公式ニ依ツテ表シタ。即チ Q ヲ湧出重、C ヲ一ノ定數トシ、C=0 ナルコトモアル。又 Q₀ ヲ時間 t₀ ニ於ケル湧出量、t-t₀ ヲ月又ハ月ノ小數デ表ハシ、a ヲ一ノ定數トスレバ

$$Q + C = (Q_0 + C) e^{-a(t-t_0)} \quad [122]$$

まいえーハせりハ源泉ニ對シテ第四百十二圖ノ如キ圖ヲ與ヘテ居ル。之ニ依レバ現在観測ノ湧出量カラ次ノ月ニ期待スベキ減少ヲ豫言スルコトガ出來ル。例ヘバ現在 Q₀ ガ毎秒 150 りとるナレバ1ヶ月後ニハ 130 秒りと

る、3月後ニハ 105 秒りとる、7月後ニハ 70 秒りとるトナルガ如キ即チ是デアアル。

142. 地下水探索ノれいみ及らいむばは法 電波ヲ利用シテ地下水ノ探索ヲ爲スモノニれいみ及らいむばは法 (Loewy & Leimbach) ガアル。

此法ハ地殻ヲ構成スル物質ノ物理的特性ノ異同ヲ利用

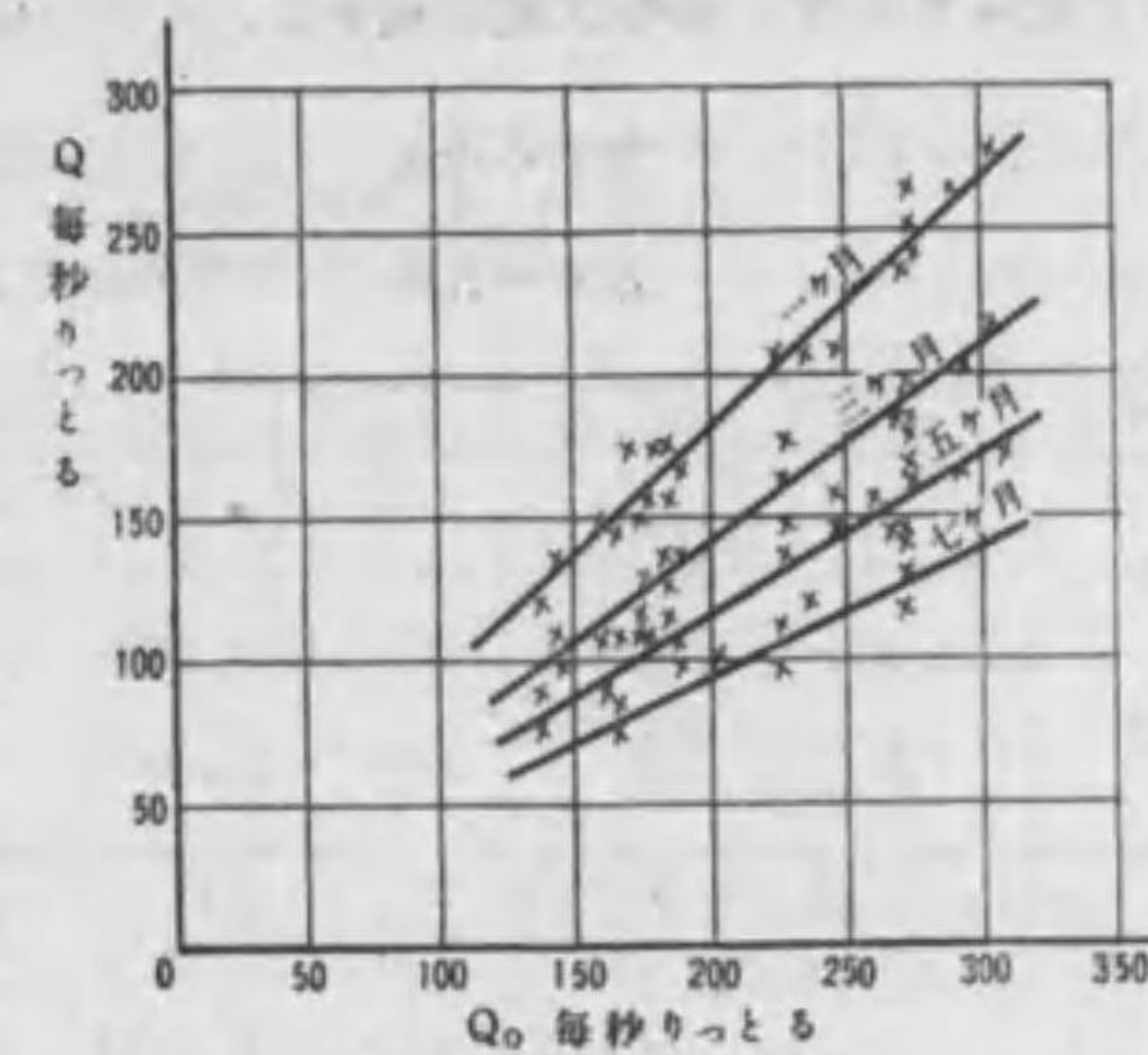
スルモノデ、地殻ノ或ルモノハ良ク電流ヲ通ジ、他ノモノハ唯僅カノ電導性ヲ示シ絶縁體ト見做スベキモノデアアル。而シテ絶縁體ハ不滲透性トナリ、良導體ハ電波ヲ殆ド弱メルコトナシニ通過セシメル。斯クノ如ク地殻ノ電波ニ對スル電氣抵抗ノ多少ニ依ツテ地下水ノ有無多少ヲ探索スルノデアアル。

水ハ良導體デ水ノ充滿シタ地層及容水盤ナドモ亦皆良導體デアアル。然ルニ電氣抵抗ハ獨リ湿度ニ關スル許リデナク其外湿度ヤ溶解シテアル鹽類ノ量及有機物ノ存在ヤ水壓等ニ依ツテモ異ナル爲メ、單ニ電氣抵抗ノミヲ基トシテハ地下水ノ有無多少ヲ判断スルコトハ非常ニ困難デアアルカラ種々ナル地層ノ電導性ヲ本トシテ地下水ヲ探索スルコトハ六ケシイ。

米國ノ標準局デハ鹽分ト比抵抗トヲ次ノ如ク見出シタ。

第五十八表 鹽分ト比抵抗

鹽分百分率	比抵抗(每立體セーむ)
5	20 00 000 以上
11.1	237 400
16.7	13 880
44.5	4 725



第四百十二圖

せりハ源泉ノ湧出量(まいえーニ從フ)

又水分が多クナル程抵抗ハ減少シ、土質ニ依ツテ抵抗ハ異ナル。次表ハ其二三ノ例ヲ示シタモノデアル。

第五十九表 土質及温度ト電氣抵抗

土 質	温 度 (百分率)	抵抗(每立體おーむ)
殆ド弛キ雲母埃	4.7	156 400
濕ツタ粘土及砂	30.0	41 490
殆ド弛キ砂	7.6	2 700
濕ツタ灰色ノ粘土	11.7	651

第八章 隧道及坑内ノ湧水

143. 開鑿隧道ノ湧水 隧道ヲ開鑿スル場合ニ會々水脈ニ出逢ヘバ湧水ヲ見ルベク、少ナカラザル困難ニ出逢フコトガアル。殊ニ長イ隧道トナレバ排水ハ益々六ケシイ。

歐洲南部ノもん すにー隧道 (Mout Cenis) ヲ開鑿シタ際ニ石灰岩ト頁岩トガ混ツタ石英ニ出逢ツタ。もるちれー (Mortillet) ニ從ヘバ隧道ヲ掘ツテ此隧道排水ノ出ナイモノハナカツタ。じゅるどー (Giordano) ニ從ヘバ此隧道ノ全體ニ涉ツテ其滲透水ハ毎秒6乃至7り。とるニ過ギナカツタ。偶々石膏ニ掘當テ、之カラ多量ノ湧水ヲ懸念セラレタガ實際ニハ小サナ源泉が見出サレタ丈ケダツタ。

長サ 14 984.19 米ノさん ごたーる隧道 (St. Gothard) ニ於テハ片麻岩ガ全然粘土ニ分解シテアツタ區域ガアツタ。殊ニ南側ニ於テ然リデアツテ、其最大湧水量ハ毎秒 348 り。とるニ達シタ (1875 年 7 月)、然シ 1879 年乃至 1880 年ノ平均湧水量ハ毎秒 230 り。とるヲ示シタ。滲透水量ハ融雪ノ熾ナ頃ノ夏ノ間ガ多ク、9 月カラ 10 月ニ掛ケテ最多量ヲ示シタ。但シ此期間ニ温度ハ低カツタ。

あーるべるひ隧道 (Arlberg) ハ長サ 10 249.88 米デ雲母頁岩、石英及片麻岩ヲ貫通シタ。兩側ハ其岩層分解シテ湧水ヲ見タガ、或期間ヲ經テ涸渴シタ。其最多湧水ハ毎秒 15 り。とるニ及ンダガ而カモ唯僅カニ 3 日許ダツタ。

とるしの隧道 (Turchino) ハ長サ 6 427 米デゼのばトあすち (Asti) ノ間ノあべにん (Apenuins) 山ノ下、綠色火山岩、石灰頁岩及滑石頁石ヲ貫通シタガ 1893 年 10 月毎秒 117 り。とるノ最多湧水量ヲ與ヘ、1905 年 4 月ニハ

毎秒 74 リットルニ減少シタ。

あるびら隧道 (Albula) ハ長サ 5.866 米、石灰頁岩、泥灰岩及花崗岩ヲ貫イテ工事完成後毎秒 319 リットルノ湧水量ガアツタ。其中ニハ 1 リットルニ硫酸石灰 1 瓦ヲ含シテ居ル源泉ガアツタガ、此水ハ恐クハばるぶにや湖 (Palpuogna) カラ來ルモノト信ゼラレテ居ル。但シ此隧道ハ湖底 200 米ノ下ヲ貫通シテ居ル。

144. 隧道ノ大湧水 佛國こに (Coni) トうんちみる (Vintimille) ヲ撃ク鐵道線路中こるどたんど (Col de Tende) 隧道ハ長サ 8 099 米、1890 年カラ 1898 年マデニ貫通シ、1898 年 7 月 17 日開通式ヲ舉ゲタガ此間大湧水ニ見舞ハレタ。即チ 1894 年 3 月及 10 月ノ湧水ハ毎秒 1 000 及 340 リットルノ間ニ在ツテ、其最大量ハ 5 月カラ 6 月ノ間ノ雪融ノ際ト 10 月ト 11 月ノ間ノ大雨ノ際ニ現ハレ、溫度ハ攝氏 6°ニ低下シタ。

佛國ふのー (Finhaut) トしもにー (Chamonix) ノ間ノもんでー隧道 (Montets) ハ 1907 年 12 月貫通シタガ、高サ 1,386 米長サ 1,900 米デ、斷層ハ毎分 22 立米又ハ毎秒 366 リットルノ湧水ヲ見タ。之ガ爲ニ三ケ年ノ工事ト 4 百萬法ノ工費ヲ要シタ。

さんぶろん隧道 (Simplon) ハ長サ 19 803 米デ 1901 年春大湧水ノ難ニ逢ツタ。顧フニ是レ地下水學ノ最モ奇々怪々ナモノデアル。

1901 年 12 月 31 日此隧道カラ湧出スル水量ハ實ニ毎秒 874 リットルニ達シタ。隧道ノ導孔ヲ掘ツタ爲ニねんぶろ (Nembro) ノ源泉ニ供給シツ、アツタ貯水池水路ヲ空ニシ、下降ノ冷水ト併セテ上昇ノ熱湯ヲ中斷シテ導孔ニ排水セシメタ。然ルニ冷水ノ方ハ始メ人ノ考ヘタト反對ニ其量ヲ減ゼズ又之ガ爲ニ熱クモナラナカツタ。恐クハ外部カラ規則正シク給水セラレテ居タモノガ隧道ニ依ツテ地下水貯水池ガ貫通セラレテ空虛トナツタ爲ニ溫度ノ上昇ヨリ

ハ寧ロ低下ヲ來シタ。水ノ溫度ヤ硬度ハ其循環ノ行程ニ依リ異同ヲ來シ、或ハ冷イ水ガ流込ダリ或ハ深イ地熱ノ影響ヲ受ケタリ、且ツ石膏ヲ含ム地層ヲ通過スル爲メ硬度ノ變化ヲ生ジテ居ル。而シテ其湧出量ハ毎秒 700 乃至 1 150 リットルノ間ニ變化シテ居ル。

れちべるぐ隧道 (Lötschberg) ハ長サ 14.5 軒かんだー河 (Kander) ノ谷底ヲ横斷スルコトニナツテ居タ。其計劃ノ當時其河底ノ形ニ關シテ意見ハ二ツニ分レテアツタガ、隧道ハ深サ 180 米ノ箇所ヲ通過スベキ筈デアツタ。1900 年ニ三人ノ地質權威者ガ調査ノ結果、其豁谷ハ氷河ニ依ツテ出來タモノデアラカラ U 字型ノ横斷面ヲ有スルモノナルベク、其豁谷ヲ埋メタ土砂ハ 70 米以上ニ出デナイ爲メ、隧道ノ上ニハ少クモ 100 米ノ堅イ岩盤ガ有ルベキ筈ダト結論シタ。之ニ反シテ 1906 年 11 月ろりーあ博士 (Dr. Rollier) ハ豁谷ノ斷面ハ侵蝕ニ依テ出來タ V 型ノモノデアラ點カラ推定シテ土砂填充ノ厚サハ最モ深イ處デ 20 米以上ニ達スベク、上記ノ 180 米ノ深サニ掘進スベキ隧道ハかんだー河底ノ帶水土砂ノ中ヲ貫通スルコト、ナルト云フ意見ヲ發表シタ。然ルニ此意見ハ採用サレナカツタ。其理由トスル處ハ豁谷ノ生態ハ其側壁ノ岩質ニ關スルモノデアラノニ之ヲ考慮ニ入レテナイカラト云フニ在ツタ。而シテ横斷面ハ岩ノ性質ニ依ルモノデ生成ノ方法ニハ依ラナイトサレタ。然リ而シテ事實ハ次ノ如クデアツタ。1908 年 7 月 24 日導孔ノ一撃ハ水ノ飽和シタ土砂ト接觸シテ水ハ其中ニ浸水シ 25 人ノ生命ヲ奪ツタ。此事實ノ直後ニ直徑 100 米ノ沈下ガかんだー河ノ谷ニ現ハレ河水ヲ呑込マントシタ。此結果隧道ノ中心線ヲ變更シテ之ヲ東方ニ偏セシメ、堅岩ノ中ニ中心ヲ置ク爲ニ隧道ハ 800 米ノ長サヲ増スノ已ムヲ得ザルニ至ツタ (君島大測量學下卷第七章第二節 213 第 145 頁參照)

塊利亞ノしたいや (Steyr) トえんす (Enns) ノ間ノばいるん隧道 (Pyhrn)

ハ其長サ 4,779 米デアガ 1902 年 8 月 14 日毎秒 800 りとるノ大湧水ヲ見、尋イテ 1904 年ニモ若干量ノ他ノ湧水ガアツタ。然ルニ翌 15 日ニハ水力發電ニ用ヒラレツ、アツタ溪流ガ干上ツタ。1902 年 11 月 14 及 15 ノ兩日ニハ洞窟ニ掘當テ、1905 年 5 月 22 日ニハ多數ノ死者ヲ出シタ。而シテ 1905 年 5 月 17 日ノ大湧水ハ毎秒 1200 りとるニ及ンダ。

又奥國さーぶ河 (Save) ノ孟谷あすりんぐ (Assling) ノからわんけん隧道 (Karawanken) ニハ大湧水ヲ見タ上ニ岩石ノ崩壊、天然瓦斯ノ爆發等ガ之ニ伴ツテ起ツタ。又かるすとノ新線ごりちあ (Gorizia) カラとりえすと (Triest) ニ達スル路線ハ隧道ガ凡テ鐘乳洞ニ出逢ツタ。往時とりえすとノ南東いとりー (Istrie) 線ノへるべりー (Herpelje) 隧道ニ於テモ亦同様ノ事故ニ遭遇シタ。

145. もん どの隧道 もん どの隧道 (Mont d'Or) ト云フノハ佛國ふらすぬ (Frasne) ト瑞西ぶろるぶ (Vallorbe) ノ間ニ在ル長サ 6098 米ノ隧道デ 1910 年 9 月 2 日起工シテ 1915 年 5 月 16 日開通式ヲ舉ゲタ。其始メテ毎秒 1.8 立米ナル多量ノ湧水ニ突當テタノハ 1912 年 12 月 23 日デ、同 29 日ニハ 5 立米ノ噴出ヲ見、1913 年 1 月 17 日涸渴ノ後 350 りとるニ減少シタ。其後二大洞窟ニ掘當テ、1913 年 4 月 18 日湧出量毎秒 10 立米ニ達シタ。其結果トシテハ此附近ノ水源ハ凡テ皆涸渴シタガ、其後内壁ヲ設ケ堰堤ヲ作り、水溜ヲ作ツテ隧道内ニ流出スルヲ防ギ、舊水源ニ流出スル様施設ヲシテ舊狀ニ復スルコトガ出来タト言ハレテアル。但シ以上述ベタ様ナ地下ノ水理ハ可ナリ永イ時日ヲ經過シナケレバ明瞭ナラヌモノモ多ク、且ツ其間ニハ各種環境ノ變化モ現ハレルカラ一概ニ連断スルコトハ困難デアル。

146. 丹那隧道ノ大湧水 丹那隧道ハ静岡縣田方郡熱海町カラ同郡函南村大竹ニ至ル延長 7,809 米 (25,614 呎) ノ大隧道デアル。熱海町ノ西方ニハ瀧

地山ガアリ、其北ニハ日金山、南ニハ立嶽ガアツテ南北ニ連リーノ分水嶺ヲ爲シ、日金山カラ北ニハ箱根ニ連ル一脈ト別ニ東方岩戸山ニ連ル一脈ガアツテ、湯ヶ原方面ヲ流レル千歳川ト熱海デ海ニ入ル加茂川及田代方面ヲ流レル冷川トヲ分水シテ居ル。立嶽ニ於テハ山ハ二脈ニ分レ、一脈ハ南方多賀村ニ至リ、他ノ一脈ハ西方ニ向ツテ居ル。以上ノ山嶺東部斜面ハ何レモ著シク急峻デ下ツテ湯ヶ原、熱海、多賀ニ至リ、熱海灣ヲ抱擁スル大噴火口外輪山ノ内側面ヲ形ツテ居ル。又西部斜面ハ田代丹那ノ兩盆地カラ更ニ南方浮橋盆地ニ至ル多數ノ平行シタ南北ニ連ル断層線ニ依ツテ剪ラレテ居リ、此断層線ノ東部ハ日金山、瀧地山、立嶽ノ頂上カラ急傾斜ヲ以テ下ツテ居ルガ、断層線ノ西部ハ波狀ノ起伏連續シ、全體トシテ西方ニ傾斜シ、終ニ狩野川附近ノ平野ニ達シテ居ル。而シテ此間田代ノ盆地ハ東西凡ソ 300 米南北凡ソ 1 軒、丹那ノ盆地ハ直徑凡ソ 1 軒ノ圓形ニ近イ形ヲ爲シ、盆地内ハ極メテ平坦デアル。田代カラ中間ノ輕井澤ヲ經テ丹那ニ連ル線ハ極狀ヲ爲シテ附近ノ地形ハ複雑デアル。

地質學者ノ説ニ依レバ熱海灣ハ陥落火口デ、往時ハ此灣ノ中央ヲ火口トスル火山デアツタガ、後ニ東南半部ガ陥落シテ仕舞ヒ、残ツタノガ前ニ述ベタ瀧地山カラ熱海ヲ取圍ム連山デアル。丹那隧道ハ即チ此外輪山ヲ火口カラ裾野ニ向ツテ貫ク路線デアル。

丹那盆地ヤ田代盆地ノ成因トシテ種々ノ説モアルガ諸種ノ調査ヲ綜合スレバ其基盤ハ南北ニ走ル多數ノ断層群ニ依ル極狀陥落地帯ニ相當スルモノデアルト信ゼラレテアル。

此附近ノ地表ハ風化シタ土層ニ掩ハレテアルガ地質ハ層狀火山ノ構造ヲ示シ、熔岩、凝灰岩、集塊岩等ノ岩石ガ互層ヲ爲シ、大體西ニ向テ傾下シテ居ル。熔岩ハ主ニ安山岩質デ水ガ滲透シ易ク、集塊岩ハ亦一般ニ滲透質ノモノ

デアル。

田代丹那兩盆地ノ平地ハ往時湖水デアツタ爲メ所謂湖底ノ沈澱物カラ成リ沖積層ヲナシテ居ル。

丹那隧道ノ工事ニ着シタノハ東口が大正7年4月1日、西口ハ同年7月6日デ、昭和3年末ニ於テ東口ハ9741呎、西口ハ8,481呎總延長ノ7割内外ガ竣功シ、其後今日ニ至ル迄着々工事が進メラレ、昭和8年6月19日東西ノ排水坑ガ貫通スルニ至ツタ。

今本隧道ノ掘鑿ニ當ツテ現ハレタ湧水ノ状態ヲ見レバ大正7年4月1日カラ滿三ヶ年大正10年3月末日迄ニ4,468呎ノ進行ヲ見タ中、坑口カラ導坑920呎附近ニ約1個ノ温泉湧出ガアリ、1,410呎、1,782呎及4,400呎附近ニ湧水ガアツタ。岩質ハ坑門カラ2,500呎乃至4,225呎ノ間ハ第三紀層ノ灰白色又ハ砂質ノ凝灰岩デ之カラ4,400呎マデハ黑色ノ安山岩トナツタ。之カラ5,700呎迄ハ集塊岩、6,500呎迄ハ燻岩流トナリ、之ヨリ燻岩ト集塊岩トガ入亂レテ居ル。此區間デ4,600呎乃至7,500呎迄ノ間ハ湧水ガ多クアツタ。

即チ大正10年4月1日ニ坑門カラ凡ソ1,000呎ノ穹拱煉瓦積ガ凡ソ2鎖崩壊シ、16名ハ埋没シテ生命ヲ失ヒ、17名ハ7晝夜ノ後漸ク掘出サレタ。之カラ大正11年11月迄ハ導坑ノ掘進ヲ中止シ、崩壊箇所ノ復舊ト支保工ノ補強ヲ行ツタ。

大正12年12月2日カラ再ビ導坑ノ掘鑿ヲ開始シタガ4,000呎乃至7,563呎ノ間ニ湧水ガ多ク、2年間ニ底設導坑3,796呎切擴及疊築約5,000呎ノ進行ヲ見、大正13年11月7日迄ニ導坑8,264呎、切擴及疊築6,000呎ヲ完成シタ。

東口坑門カラ8,250呎近クマデハ前記ノ岩質大體良好デアツタガ此ニ至ツテ俄然斷層破碎帯ニ遭遇シ、更ニ其後一帶ハ温泉餘土トナリ、作業困難ヲ極

ムルニ至ツタ。即チ大正13年11月カラ昭和3年5月ニ至ル三年間ハ此難地層ヲ突破スルニ費サレタノデアアル。先ヅ大正13年11月斷層破碎帯ニ出逢ツテ南側及北側迂回坑ヲ掘リ、更ニ温泉餘土ノ中デモ南側迂回坑ヲ掘鑿シタガ斷層ニ逢ツテ3個乃至5個ノ湧水ヲ見、土砂ヲ噴出シテ工事を中止シタ。大正14年末第一左側迂回坑9,035呎ノ點カラ約5個ノ水ヲ噴出シ、多量ノ土砂ヲ併噴シタ。此間湧水量ハ13個程度デ第一左側迂回坑カラ湧水ガアリ、一時18個トナツタガ間モナク出口ヲ埋メラレタ。此後導坑本線カラ、或ハ迂回坑カラ屢々湧水ニ遭遇シテ、排水坑ヲ増設シ、更ニ第二迂回坑ヲ設ケルナド排水作業ヤ湧出土砂ノ始末ニ大ナル努力ガ拂ハレタ。盾構壓縮空氣ヲ用ヒタノハ大正15年8月頃カラ昭和2年2月頃迄ノ間デアツタ。又昭和2年5月頃カラ昭和3年3月頃迄せめんと注入法ヲモ用ヒタ。

昭和3年5月以後ハ龜裂ノ多イ燻岩ノ中ヲ掘進シテ湧水ハ多クアツタガ普通ノ方法ニ依ツテ掘鑿スルコトガ出来タ。昭和3年末ニ於テ東口總湧水量ハ約30個ト註セラレタ。

西口ハ其掘鑿ヲ始メテカラ大正9年11月ニ至ルマデ2年4ヶ月餘ノ間ニ底設導坑4,468呎、切擴及疊築1,400呎ノ進行ヲ見タ。之カラ大正11年2月マデ1年3ヶ月ノ間ハ湧水多ク掘鑿ガ困難デアアル爲メ排水作業ニ力ヲ盡シテ導坑僅カニ500呎ノ進行ヲ見タニ過ギナカツタ。大正11年2月16日4,940呎ニ達シタ時湧水ヲ伴フ斷層破碎帯ニ遭遇シ、湧水増加シテ9個トナリ、支保工ヲ破壊シ土砂ヲ流出シタ。此間各種ノ工事を試ミテ終ニ北側ニ迂回坑ヲ掘ツテ本線ニ復シ、一方ハ坑口カラ他ノ一方ハ逆ニ奥カラ掘鑿シテ斷層ヲ通過シタガ導坑支保工縫返シ作業中大正13年2月10日多量ノ噴水ト共ニ大崩壊ヲ生ジ坑奥ニ作業中ノ16名ハ溺死シ、其流出土量600坪、湧水量20個ヲ越エタ。之カラせめんと注入法ヲ用ヒテ斷層破碎帯ヲ突破シ、更ニ北側

ニ第二迂回坑ヲ掘進シタ。坑奥ノ作業ハ斷層突破ノ作業ト別個ニ大正 14 年 5 月マデ進ンダガ同月 8 日底設導坑 7 080 呎ニ於テ突然多量ノ湧水ヲ見タ。即チ火山荒砂層ノ處デ 8 日ニハ 70 個位ノ水量ガ 9 日午後 6 時ニハ 123 個トナリ、後徐々ニ減少シタガ 150 日モ經過シテ流量ガ略ボ一定シ、9 日ニハ湧水量 90 個トナリ、火山荒砂層ニ達スル以前ノ流量ニ復シタ。是ニ於テ南北兩側ニ各排水溝ヲ設ケ、更ニ兩坑トモ壓氣掘鑿ヲ行ヒ、漸クニシテ集塊岩ノ地層ニ入ツタ。西口ニ於テモ東口ト同ジク導坑本線ニ平行シテ排水坑ヲ設ケルコト、ナリ、大正 14 年 5 月カラ同 15 年 6 月半過ギニ完成シタ。其後湧水モ増減變化ヲ見タガ昭和 3 年ノ末ノ頃ハ總湧水量 35 個乃至 40 個ノ程度デアツタ。

西口方面ノ地質ヲ概説スレバ坑門附近ハ 礫岩ト集塊岩トカラ成リ、1320 呎附近ニ達シタ。之カラ第三紀層ノ白色又ハ灰色凝灰岩デ中ニ安山岩ヲ交ヘ



第四百十三圖 丹那隧道湧水

4500 呎ニ至ツタ。此間總湧水量 7 個ニ過ギナカツタ。之カラ集塊岩トナリ、湧水稍々多ク、大正 11 年 2 月 16 日 4940 呎ニ於テ前述ノ如クノ斷層破碎帶ニ出逢ツテ湧水急ニ増シ、土砂ヲ噴出シ支保工ヲ倒壊シタ。大正 13 年 2 月 10 日ニハ 20 個以上ノ湧水ガ北側迂回線ニ起リ、土砂ヲ噴出シ、大崩壊ヲ引起シタ。

4950 呎附近ノ斷層カラ奥ハ集塊岩デ中ニハ礫岩ヲ挟ンデ居ル所モアル。此附近ニハ湧水急激ニ増加シ、就中

6315 呎附近ノ斷層デハ 15 個ノ水ヲ湧出シタ。大正 15 年 5 月始 7,078 呎デ湧水總量 40 個デアツタ。此後ハ火山荒砂層トナリ前記ノ如ク大正 14 年 5 月 8 日 70 個ノ湧水カラ最大 123 個トナツタ。第四百十三圖ハ丹那隧道西口堅坑上部坑道奥端ノ昭和 6 年 9 月 18 日ニ於ケル湧水状態ヲ示シタモノデアル。

147. 岩盤ノ移動 はいむ教授 (Prof. Heim) ハ嘗テ隧道ヲ開鑿スル場合ニ岩盤ノ地下壓又ハ岩石ノ壓力ガ平衡ヲ失フ爲メ、之カラ起ル危険ヲ指摘シテ人ノ注意ヲ喚起シタコトガアル。

一般ニ地中ニ於ケル地下壓又ハ土壓ノ分布ハ全然液体内ニ於ケル水壓ニ似タモノガアル。唯其相異ナル點ハ岩盤ノ内部ニ於テハ其運動ガ極メテ徐々ニ起ルコトガ是デアル。是レ大ナル凝集力ト大ナル内部ノ浮力ニ打勝ナケレバナラナイカラデアル。はいむ教授ハ更ニ瑞西ノ深イ隧道ノ觀測ノ結果ヲ例示シ、或ハ側壁ガ推出シタリ、天井ガ沈下シタリナドスル許リデナク、道路ガ隆起スルナドハ恰カモ開放シタ平面ガ一タビ大ナル内部ノ壓力ヲ受ケレバ其寸法ハ延ビテ曲面ヲ呈スルノニ似テ居ルノダト云ツテ居ル。隧道ノ中デミリミリ音ノスルコトアルノハ之ガ爲メデ、地下水ノ進出ルノモ亦此事故ニ外ナラナイ。

又地壓ガ加ハル結果トシテ岩盤ニハ水ガ搾リ出サレ漸次無水ノ状態ニナルコトハ想像シ得ラレル。石膏又ハ硫酸カルシウムハ無水ノ状態トナリ、更ニ粉末狀トナルコトモアリ、延イテハ壓力ノ爲ニ擁壁ノ破壊ヤ平面ノ歪ミヤ彎曲隆起ナドヲ見ル例ハ枚舉ニ遑ガナイ。最近我國ニ於テモ或種ノ模型ヲ用ヒテ地壓ガ隧道ニ及ボス影響ナドヲ研究セラレタモノモアル。

148. 將來ノ隧道開鑿又ハ道路其他ノ工事遂行上ノ注意 多クノ隧道ニ就テ研究セラレタ所ニ依レバ石灰山ニ屢々見出サレル空洞ハ化學的溶蝕ニ依テ

生ズル水脈ニ近い箇所ノ變化ニ過ギナイノヲ決シテ龜裂ヤ斷隙デハナイ。

然シ隧道ヲ開鑿シテ天井ガ墜落シタリ水ガ噴出シタ爲ニ非常ニ工費ノ増加ヲ來シ、工事ノ遅延ヲ招ギ、剩サヘ多クノ人命ヲ失フコトサヘアルガ、此種ノ事變ナシニ工事ヲ遂行シタ例モ無イデハナイ。然シ後ニナツテ見レバ地質ノ調査トカ地層ノ研究ナドガ充分能ク行ハレテ居レバ僅カニ路線ノ變更ヲシタリ、排水ノ道ヲ講ジタリ、又ハ土砂岩盤ノ崩落ヲ防グベキ適當ナ方法ヲ用ヒレバ災害ハ之ヲ避ケ得ラレタコトガ多イ、從テ路線ヲ定メ斷面ヲ決定シ施行ノ方法ヲ定メルニハ主トシテ水ノ氾濫ヲ防ギ得ル様ナ方針ニ依ラテ可トスルト言フモノモアル。多クノ場合ニハ水ノ漏ラナイ様ニ實際的ノ施工ヲ爲スノデアルガ經濟的ノ見方カラ立案セラレル爲メ稍々モスレバ工事ノ終ニナツテ見レバ甚シク工費ヲ要シタ場合ガ多イ。殊ニ石灰岩ノ地下水理學ハ人ノ想像スルモノト非常ニ異ツテ居ル場合ガ多イカラ、隧道等ヲ作ル場合ニハ地質ヤ地下水等ノ研究ヲ充分ニ行ツタ後計劃ヲ立テ施工ヲ進メルコトガ必要デア

ル。

ろんどんノテーむす河ノ水底隧道ヲ作ツタノハぶるーねる (Brunel) デ、1824年カラ1843年マデ19年ヲ要シタ。其間度々河水ノ迸出ニ依テ妨ゲラレ7人ノ生命ヲ失ツタ。其外ノろんどん水底隧道ヤ、1886年ノセバるん河 (Severn R.) ノ下ニ、又巴里ノせーぬ河 (Seine R.) ノ底ヲ横ツタめとろぼりたん及のーるしーど地下鐵道、にーよーくノえーすと河 (East R.) 及はどそん河 (Hudson R.) 底ノ横斷等孰レモ特別ノ注意ヲ要シタ。殊ニにーよーく市ハかっつきる (Catskill) 山ノ上水ヲ管管デはどそん河底ヲ横ギル爲ニ深サ340米ヲ降り、堅イ岩盤ニ達シテU字形ノ管路ヲ設ケタ。是レ空前ノ大工事デ1914年ニ使用シ始メタ。其後ににーよーくと對岸諸地方ノ間ニハ多クノ水底隧道ガ設ケラレ1929年ニハほらんど隧道ガ竣工シ、同市ト對岸に。

ーじーしー市ヲ繋グー大水底交通路ガ出來上ツタ。

凝灰岩、沖積層、砂質、泥灰地ナド水分ヲ含ムコトノ多イ地域ニ鐵道又ハ道路ナドヲ設ケテ之ガ爲ニ横亡ヲシタリ、或ハ路線ガ沈下シテ兩側ノ地盤ガ盛上ルナドノ現象ハ至ル所ニ見ラレ、殊ニ沼地濕田ナドニ盛上テ以テ鐵道道路ヲ通ゼシメル場合ニハ其上部工作物ノ重量デ路床ガ沈下シ、其兩側ノ田面ナドガ隆起シテ給水ヤ排水ニ支障ヲ來ス様ナ事例ハ甚ダ多イ。

灌溉、發電、上水等ノ目的ヲ以テ作ラレル各種ノ堰堤モ亦地下水ノ爲ニ惱マレル場合ガ少クナイ。殊ニ土堰堤ハ屢々其堤址其他ノ地點カラ湧水ガ見出サレル。而シテ石灰質ノ堤土ヲ以テ土堰堤ヲ作ル時ハ漏水ノ懸念ガ最も多イ。

殊ニ水ヲ溜メタ後地山ノ中ニアル斷隙カラ湧水ヲ見タ例ハ少クナイノミナラズ。混凝土ナドデ作ツタ堰堤デサヘ漏水ガ起ルコトハ人ノ知ル所デア

149. 地亡 地亡ト云フノハ傾斜シタ地盤ノ上ニ在ル或區域ノ土砂ガ滑落ツルモノデ稀ニハ底ニ在ル地盤ガ傾斜シテ表土ハ必ズシモ傾斜シナイモノガ其上層ノ土砂ガ移動シタリ、又ハ下層ノ地盤自身ガ移動スル爲ニ表土ガ亦之ニ伴ツテ滑動スルナドノ現象モアル。之ニハ地震ニ伴ツテ地層ノ變動ヲ生ジテ此地亡ヲ起スモノト、下ノ堅イ岩盤ノ上ニ載セラレテアル土砂又ハ岩石ノ間ニ斷隙ガアツタリ又ハ粘土ノ様ナモノガ介在シテアル地中ニ水ガ浸潤シテ其水ハ一種ノ催滑油ノ様ナ働キヲ爲シ、偶々下ノ岩盤層ガ傾斜シテアル爲メ上層ノ土砂岩盤ハ滑リ出スモノトアル。地震ニモ地塊運動ト唱ヘラレルモノハ可ナリ徐々トシテ起ルモノデア

ルガ、普通ノ地震ニ關聯シテ現ハレルモノハ多ク急激ニ起ル。然シ水ノ浸潤ナドヲ主因トスルモノハ多ク徐々ニ現ハレルヲ普通トスルガ、亦暴風雨ナドニ伴ツテ起ルモノハ時トシテ急激ニ來ルモノモアル。即チ前者ハ動的デ後者ハ靜的ダトモ言バレ得ル。然シ前ニモ述べタ通り數年數十年ノ間ニ大地ガ徐々ニ隆起シタリ又ハ陥没シタリシテ地殼ノ

變動ヲ來ス場合ニハ其現象ハ可ナリ緩慢デ之ニ水ノ浸潤ナドガ伴ツテ地ニテ促進スルコトモ多イ。即チ二ノ場合ノ合併症トモ考ヘルコトガ出來ル。此ニ略述スルモノハ急激ナ地震ニ關聯シタモノニ觸レナイ積デアル。

地中ニ水ガ浸潤シテ生ズル地ニニ暴風雨ニ原因スルモノガアル。即チ暴風雨ノ際ニ地山ニ雨ヲ吹き附ケラレ、基盤ノ岩石ニ浸潤シタ水ハ其表土ヲ滑ラシメ、草木ヤ人家ハ其表土ト共ニ移動シタリ又ハ倒潰シタリスルノ時トシテ之ヲ山海嘯ナド、呼ビ、東西至ル所ニ其例ガアル。例ヘバ大正4年9月6日カラ8日ニ至ル颶風ノ爲ニ福岡縣糸島郡一貴山、福吉、深江附近ニ起ツタ山崩ノ風水害ハ北九州ニ起ツタ最モ慘憺タルモノ、一トシテ知ラレテアル、即チ6日午後6時カラ北東ノ風ガ吹き降雨ヲ伴ヒ、翌7日ニ涉リ夜間殊ニ降雨甚シク、8日午前6時頃カラ暴風雨トナリ、午後6時頃狂暴ヲ極メタ。風向ハ北東ヨリ北トナリ終ニ西風トナツテ風力ガ衰ヘタガ風向ハ所謂どうベノ逆轉ヲシタモノデ颶風ノ中心ハ九州ノ東海岸カラ朝鮮ニ向ツタノデアル。糸島郡ノ南方佐賀縣界ニハ一帶ノ山脈ガ花崗岩カラ成リ東西ニ連亘シテ如上ノ暴風雨ニ對シテハ地勢殊ニ不利デ、基岩ノ上ノ表土ハ凝灰質ノモノ多ク、溪流ノ氾濫ト相俟ツテ各所ニ地ニ又ハ山崩ヲ生ジタ。其被害反別 200 へくた一ニ及ビ流失家屋 32 戸ヲ算ヘタ。

昭和7年8月26日岐阜縣中津町ニ起ツタ山津波(山潮トモ云フ)ハ近來稀ニ見ラレタ大風水害ノ一デアツタ。中津町附近ニ現ハレタ雷雨性ノ豪雨ハ中津町ニ於テ26日ノ一日ニ總量200耗ニ及ンダ。豪雨ノ繼續時間ハ凡ソ5時間デ毎時平均40耗程度ノ降水量デアツタラシイ。降雨區域ハ殆ド四ツ目川流域ニ止リ、而カモ此程度ノ降水量デハ少クモ四ツ目川流域ニ於テハ氾濫ヲ生ズルニ至ラナイモノ、如クデアル。然ルニ此川ノ上流前山、山中ニ起ツタ大水30以上ノ山崖ノ崩潰ノ爲ニ泥石流及之ニ誘發サレタ泥砂流ノ爲ニ中津

附近ニ慘害ヲ逞シウスルニ至ツタモノデアル。四ツ目川上流ノ土質ヲ見レバ河川ガ峡谷ヲ穿流スル部分ハ10年乃至20年ノ杉林デ地表ハ枯葉等ノ腐植物ヲ以テ被ハレ、之ニ侵蝕セラレタ花崗岩質ノ砂ハ粘土ヲ交ヘテ其吸水率ハ非常ニ大ナルモノデアツタ。

然シ是等ノ表土層ハ比較的淺ク而カモ基岩トハ不連續ニ接合シテアツタ。又崩潰地點ハ50度以上ノ急傾斜ヲ爲シ頗ル不安定ノ状態ニ在ツタガ23日25日ト2日ニ亘リ輕微乍ラ雷雨ガアリ、其水量ハ吸水性ノ土質ニ依ツテ全部保存セラレ、四ツ目川ノ表土ハ既ニ浸潤飽和ノ状態ヲ爲シテ26日ニ至ツタ所ガ前述ノ如キ當日ノ豪雨ハ表皮ヲ剝グ様ニ不連續的接合ヲ爲シタ表土ヲ崩潰セシメルニ至ツタモノ、如クデアル。地盤ノ傾斜ガ急峻ナ程、樹根ノ擴ガリヤ根入ノ少イ程、土質ノ粘性ノ少イ程崩潰ハ早く起リ、一般ニ分流ハ本流ヨリモ早く崩潰シ、上流ニ崩潰ガ起レバ下流ノ山崩ヲ誘發スル動機トナリ、下流ニ至ル程被害ガ大クナツタ。

掘鑿トカ切取トカヲ行ツタ爲メ地盤ノ安定ガ破レテ地ニ生ジタ例モ亦少クナイ。言ハバ人爲的地ニテモ言フベキデアル。彼ノ1914年5月ニ起ツタ有名ナばなま運河キ。一るぶら(Culebra)ノ大地ニハ同運河ガ漸ク一條ノ水路ヲ通ジタ途端ニ亦忽チ水路ヲ塞イデ仕舞ツタ。

其後驚異ニ値スベキ大決壊ヲ行ツテ同8月ニハ再ビ公式ニ水路ノ開通ヲ見、10月ニハリば一ふるニ達シタ第一船ヲ見ルニ至ツタ。其後モ決壊ハ引續イテ行ハレ、1916年6月迄ニ掘上ゲタ土砂5千萬立米、當初水開式ノ全掘鑿土量149百萬立米ノ3分1ニ達シ、前後ノ掘鑿總量ハ海面式ノ運河決壊量177百萬立米ヲ凌駕スルニ至ツタ。

此地ニ起ツタ箇所ハキ。一るぶら又ハがいやど(Gaillard)ノ大切取ナド、呼バレ、其切取ノ最高點ハ平均海面上+312呎(+95.1米)デ運河底

ハ +40 呎 (+12.2 米) デアルカラ、此大切取ノ最深部ハ 82.8 米ニ及ンダ譯デアル。其掘鑿ノ法リハ凡ソ 6.7 分 (3/2) デ、地ニノ面積ハき。からちや (Cucaracha) 及に。一。き。一。る。ぶ。ら (New Culebra) ノ兩側デ各 50 乃至 60 一。か。一 (20 乃至 24 へくた一) デアツタ。

此地ニ關シテご一さるす將軍 (Goethals, G. W) ガ報告シタ所ニ依レバ三種ノモノガアツタ。第一ハ運河壩ノ中心線カラ 30 米乃至 36 米ヲ隔テ、之ニ平行ニ滑出シタモノデ、掘鑿ノ法リガ急ニ過ギタ爲メニ起ツタ。第二ハ岩盤ノ地層ガ運河ノ方ニ向テ傾下シ、其岩盤上ノ粘土ヤ岩石ノ破片等ガ豪雨ノ爲ニ催滑セラレテ地ニヲ生ジタ。き。からちや側ノ地ニハ即チ是デアル。

第三ハ地割 (Breaks) ト呼バレタモノデ、初メ地表ニ若干ノ龜裂又ハ割目ガ現ハレ、此割目ハ多ク運河壩ニ平行シテアツタ。而シテ此割目ノ一側ハ沈下シテ掘鑿方面ニ滑リ、延イテ運河壩ノ底ハ隆起ヲ生ジタ。此地ニノ原因ハ俗ニ油肌ナド、呼バレル龜裂ガ縦ヤ斜ニ入ツテ居リ、其間ハ稍々脂褐色ノ催滑性ノモノデアツタ岩石ガ下底ニ在ツテ運河ノ掘鑿ノ爲ニ側面ノ支持力ヲ失ヒ運河軸ニ向ツテ移動スルニ至ツタ。

以上三種ノ地ニノ中第三ノ地ニハ第一ヤ第二ノ地ニトハ稍々其性質ヲ異ニシタモノデ、第三ノ内ニハ更ニ水壓ナドニ助長セラレタ推出シヤ沈下ヲ伴ツタ地ニナドモアツタ。

我國ニ於テハ地ニナドガ非常ニ多イ。是レ地震ノ多イコト、降雨ヤ颶風ナドガ多イコト及ビ地形ノ凸凹ヤ地層ノ變化ガ多イコトナドヲ其原因ニ舉ゲルコトガ出來ル。

大正 4 年 3 月信濃川改修工事トシテ施行セラレタ大河津ノ分水工事ノ内、新潟縣西蒲原郡國上村大字渡部地内デ起ツタ大崩壊ハ地ニトシテ大キナモノデアツタ。海岸ヲ距ルコト東ノ方約 10 町ノ分水路左岸ニ當リ海拔 70 米許

ノ地點カラ崩壊シ、其土砂ハ分水路ノ河幅 270 米ヲ埋メ、此土量約 30 萬坪ニ及ンダ。但シ實際ノ除却工事ニハ更ニ多量ノ土砂岩石ヲ除却シ、崩壊防禦工ヲ施コサナケレバナラナカッタカラ之ガ爲ニ 2 ケ年其竣功ヲ延期スルノ已ムナキニ至ツタ。

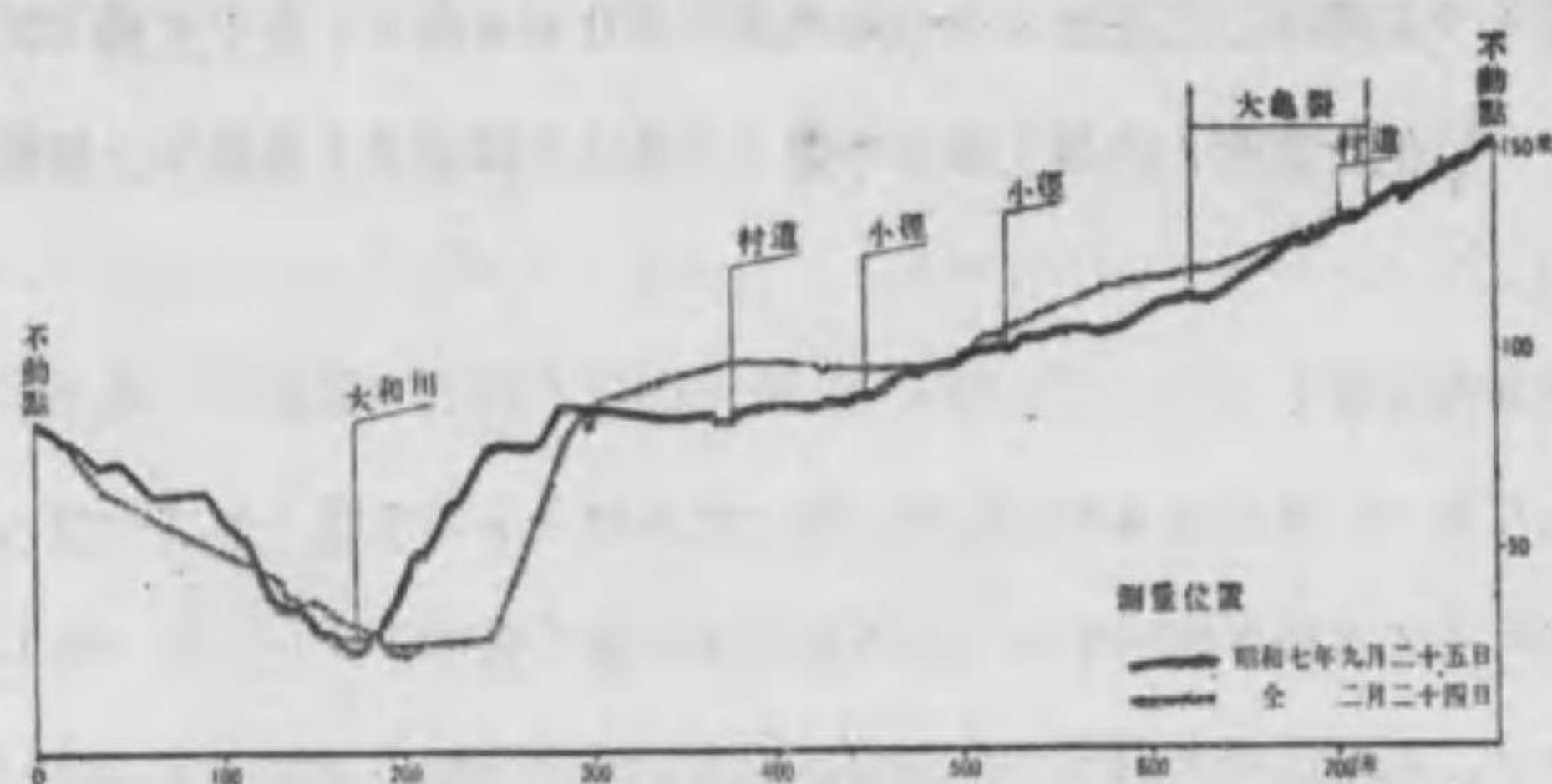
昭和 6 年 11 月末カラ大和川筋右岸ノ峠ト呼バレル附近ニ龜裂ガ現ハレ、其龜裂ハ漸次其幅ヲ増加シテ 7 年 1 月頃カラ益々猛烈トナリ、終ニ龜ケ瀬隧道ヲ塞ギ、大和川ヲ推出シテ對岸明神山下ノ縣道ヲ持上ゲ河流ヲ一部壅塞シテ其水位ヲ高メタ。其原因ニ就テハ或ハ横尾斷層説ヤ安山岩風化ニ依ツテ地下水ノ滲透ト相俟ツテ對岸ノ崖端切取ガ最モ重大ナ關係ヲ有スルト云フ説ナドモアリ、今日未ダ歸結ヲ見ルニ至ラナイ。第百四十四圖ハ大和川筋峠地ニ平

面圖デ、第百四十五圖ハ其縱断面圖ヲ示シ、第百四十六圖ハ地ニノ寫真デアル。

地質調査トシテ行ハレタ試錐ノ結果ニ依レバ安山岩ノ間ニ霉爛シタ粘土質ノ岩石ガ横ハリ、之ガ地ニ面トナツテ居ル様デ地ニノ方向ハ凡ソ北西カラ南東ニ向ツテ居ル。昭和 7 年 2 月 9 日カラ御茶屋線ト呼バレル一

ノ断面ニ就テ觀測セラレタ。第百四十四圖 大和川筋峠地ニ平面圖
全地平移動量ハ 11 月 10 日迄ニ 41.12 米ニ達シ、全垂直移動量ハ 13.00 米ニ及ンダ。





第四百四十五圖 大和川筋麓地ニ縦断面圖 (第二線)



第四百四十六圖 同地ニノ圖

而シテ地平移動日量ハ昭和7年2月末日ノ頃 33 種ノモノガ4月半ニ4種トナリ、更ニ7月5日ニ51種ノ最多ヲ示シ、11月10日ノ頃ニハ0.4種ニ遞減シタ。

150. 坑内水 鑛物採掘

ノ爲ニ鑛坑ヲ掘鑿シテ鑛山

ヤ地中ニ進入スレバ屢々湧水ニ出逢フコトアルハ誰モガ想像シ得ル所デア

ル。
1879年2月10日ばへみやのどろくす どろりんがー (Dux-Döllinger) ノ炭坑ハ一時てふりつ (Teplitz) ノ大温泉ガ其中ニ氾濫シテ之ヲ復舊スルニ12年 (1880-1892) ヲ要シタ。其後 1887、1892 及 1897 年ニモ浸水ヲ見タガ其始メニ浸水ノ厄ニ逢ツタノハ 1158 年ノ昔ニ遡ルト云ハレテアル。

佛蘭西ノ北部、白耳義ヤ獨逸ニすとふ。りやノ白堊紀ノ地層ニ石炭ガ埋藏セ

ラレテアル。此地方ノ地層中ニハ滲透性ノ部分ガ介在シテ大キナ地下蓄水池ヲ形ツテ居ルコトガアル爲メ之ヲ貫通シテ試錐ヲ行フコトガ非常ニ危険デア

ル。
むーるてる及もーぜる (Meurtel-et-Moselle) ノ有名ナ鑛山ハ地下水ノ爲ニ屢々大ナル困難ニ出逢ツテ居ル。而シテ其地下水而ニ達スル深サハ一様デナイノミナラズ其水量モ亦常ニ不同デア。即チ或坑口デハ深サ 190 米デ夏ハ毎分 10 立米、冬ハ毎分 32 立米ヲ揚水シナケレバナラナイ。1919 年 9 月 30 日ノ頃水脈ノ一ノ水温 12° デ方ニ外氣ノ温度ニ等シク、坑内ノ空氣ハ通風ノ爲ニ 14° ヲ示シテアツタ。

歐洲大戰ノ際 1915 年ノ頃獨逸人ハ佛蘭西北部ノ炭坑ヲ全部破壊シタ。之ニハ大部分地下水ヲ坑内ニ浸水セシメタノデア。即チ諸坑ノ坑内ニ水ヲ氾濫セシメル爲メ其水密ノ堅坑ヲ爆發破壊シタガ、其水量ハ無慮 6 乃至 8 千萬立米ニ達シタト云ハレタガ、其復舊ニハ 10 年ノ歲月ト 50 億法ノ金額ヲ要シタ。而シテ使用不可能ニ陥ツテアツタ 220 坑ノ復舊ニ水結法ヲ用ヒタ。

我國ノ高島炭坑ハ長崎縣端島ニ在ツテ 600 米ノ深サニ堅坑ヲ掘下ゲ 600 米ノ平坑ニ達セシメント企テラレタガ、毎分 36 立米ノ湧水ヲ見タト云ハレタ、其水量ハ甚ダ多イト云フデハナイガ其水壓ガ毎方種 28 斤ニ達シ、深サ 600 米ノ附近デ攝氏 38° ノ地温ヲ示シタ。

第九章 温泉及鑛泉

第一節 温泉及鑛泉ノ起源

151. 鑛脈ト温泉 鑛脈ハ温泉ガ下カラ上ニ進出ル際ニ岩石ノ罅隙ニ沈澱シタ鑛物ノ沈澱物デアルト云フえりー (Élie de Beaumont) ノ主張ハ地質學者ノ大部分ニ依ツテ是認サレテ居ルガ、ドーブルー (Daubrée) モ亦之ヲ贊成シテフーヂ (Voges) ノふろむびーる温泉 (Plombières) ト之ニ伴ツテ出ル近代ノふりおりん又ハ弗化かるしうむ及ぜおらいと鑛脈ノ間ノ關係ヲ調査シテ諸鑛物ガ同時ニ出來タコトヲ證明シタ。是レ温泉ノ上昇ヲ以テ鑛脈生成ノ原因トスル説デアル。

然ルニ鑛物ヲ含ンダ大氣中ノ雨ガ降下シテ凝縮シ、之ニ依ツテ鑛脈ガ出來タモノト唱ヘラレル所謂下降説モアル。ドービれー (Douville) ハ永イ間沸ツテアツタ鹽化物ガ地表ニ降下シ 700° 乃至 800° ノ液狀ヲ經テ漸次冷却シ、他ノ諸物質ト結合スルニ至ツタモノト云ツテ居ル。此時水ハ凡ソ 1300° 位ノ溫度デ蒸汽狀ヲ爲シテ出來タガ、勿論水ハ攝氏 365° 即チ水ノ限界溫度以下デ凝縮スル。ベロー (Belot, E.) モ亦此説ヲ信ジ、げぶはー (Guébbard) ハ片麻岩ヤ他ノ岩漿ハ水ヲ分離シテ極メテ古イ地殼ヲ作ツタト言ツテ居ル。而シテ始メノ核トモ云フベキモノニハ揮發性鹽類ヲ介シテ或重金屬ガ地球ノ熔岩内ニ落下シテ之ニ介在スルニ至リ、水ハ溶劑トシテ作用シ 365° ニ限ラレタ。

片麻岩塊カラ成ル地殼内ノ深イ割目ニハ流動狀ノ鑛液ガ浸潤シテ鑛脈ヲ爲スモノモアル。

以上ノ諸説其孰レガ眞デアルカハ別トシテ凡テノ地質時代ニ許多ノ鑛脈ガ

出來タ後ニ地表カラ水ガ滲透シテ或ハ其礦物質成分ヲ溶シテ之ヲ含有シ、或ハ其成分ヲ他ノ部分ニ沈澱スルナド温度ノ變化ヤ循環ノ經路ノ變化ト共ニ種々ナル變化ガ起リ、又現在モ起リツ、アルコトハ事實デアル。即チ地中ニハ洞窟ガ作ラレ循環スル水ニ依ツテ礦脈ノ原狀ヲ徹底的ニ覆シツ、アルノデアル、地下水ハ其洞窟ノ中ニ再ビ他ノ沈澱ヲ生ジ、之ヲ改造シ、其中デ碎イタ礦物ヲ再ビ他ノ方面ニ運去リツ、アル。

斯クシテ地中ニ割目ガアレバ礦物ヲ溶シタ水ヲ享ケルト共ニ外部カラハ水ノ滲透ヲ可能ナラシメル。而シテ二ノ現象ハ互ニ相錯綜シテ働イテ居ル。

152. 温泉及礦泉ト滲透説 1847年ノ頃ニえりーハ諸礦泉ノ源ハ礦脈ト同ジデアルトシテ之等ヲ火山ノ發生物トシタ。然シ此説ハ其後著シク改善セラレタ。ドーブルーハ現ニ礦脈ヤ火山ニ依ツテ地表ニ昇ル水ハ元來地表カラ來テ居ルモノデアアルコトヲ唱ヘタ。ジャコト(Jacquot)ヤゐるむ(Willm)ハ其著佛國ノ礦泉(1894)ニ於テ礦泉ヤ軟水ハ明カナ源ヲ持ツテ居ルコトヲ述べ、天水ガ地中ニ滲透シテ岩石ニ作用シタモノニ外ナラナイト言ツタガ、もっせにー(Moscheni)ガ1792年以來伊太利らっく(Lucques)ノ水ニ就イテ想像シタ所ニ一致シテ居ル。

1899年佛國ノらうねー(Launay)ハ温泉ノ源ハ地表カラ滲透シタ水ガ深處ニ至ツテ熱セラレ、礦物性ヲ帶ビ膨脹噴出シテ地表ニ昇來タモノデアルト云ツタ。1902年すりひたー(Slichter)ハ殆ド凡テノ温泉ハ斷層ノ中ニ在ルト言ツタガ必ズシモ當ラナイ。然シ斷層ニ伴ツテ現ハレルモノガ甚ダ多イコトハ事實デアツテ多クノ學者ニ認メラレテ居ル。らうねーガ言フ如ク火山地方ニ他ノ性質ノ温泉ガアリ、水ハ内部ニ源ヲ持ツコトハ可能デアルガ多量ノ水蒸氣ヲ發生スルノハ火山ノカデ而カモ地表ノ水ガ滲透シタモノデアアルコトヲ妨ゲル理由ハナイ。即チ深イ地中ニ壓力ヲ有スル水ガ其噴出力デ地表ニ昇ルカ

又ハ地表ノ水ノ滲入ヲ妨ゲテ之ト混合スルニ至ツテ居ル。

瑞西ノらがつ(Ragaz)ニ近イふえふる(Pfaefers)ノ温泉ハ高サ700米北緯38.7ニ在ツテ1240年以來人ニ知ラレテ居ルガ、片麻岩ト石灰岩ノ割目カラ湧水シ、殊ニ5月カラ9月マデ流出シ、若シ此地方ニ雪ガ稍々少イトキハ湧出量ヲ減ズル。是レ此温泉ノ源ガ地表ニ在ルコトヲ示スモノデふれんどり(Brändli)ガ想像シタ如ク高サ2,847米ノぐらうへるなー(Grauhörner)ノ小サイ湖水カラ水ガ下降シテ海拔1700米ノ附近片麻岩ノ中デ其水ガ暖メラレ、且ツ礦物性ヲ帶ビテ來ルモノラシイ。此種ノ温泉ハ至ル所其例ニ乏クナイ。

我國ノ温泉ナドモ其湧出量ハ雨量ニ伴フモノガ多ク、雨期ニ泉量ノ豊富ニナルモノガ少クナイ。例ヘバ大正8年ノ終カラ9年ニカケテ別府ノ陸軍衛戍病院ノ温泉十數個ガ其湧出量ヲ減ジテ且ツ其水位ガ著シク沈下シタ爲メ、唧筒揚泉ニ依ツテ纜カニ間ニ合ハセテ居タガ著者ノ豫想ガ適中シテ梅雨期ニ入ルヤ直チニ6月13日カラ俄然自噴ノ状態ヲ呈シタコトガアツタ。

さんぶろーん隧道ノ導坑掘鑿ノ際掘當テタ温泉ハ亦其湧出量ガ雨量ニ關係アルコトヲ示シタ。然シ温泉ノ温度ヲ獲ル爲ニドノ位地中ニ降下スベキモノデアルカハ問題視スベキモノデアル。勿論滲透シタ水ハ地層ノ間ヲ潛行シテ不滲透層ニ逢ヒ、再ビ地下水トナリ又ハ源泉トナツテ湧出スルモノモアルベク、又充分深く滲透シテ著シク其温度ヲ高メラレルモノモアル筈デアル。

水ガ下降シテ一旦其温度ヲ増セバ輕クナツテ再ビ自働的ニ上昇シ、都合ノ良イ割目ヲ潛ツテ湧出スルニ至ル。是レ即チ熱轉管ノ作用デ1901年さんぶろーん隧道ノ掘鑿ニ際シテ知ラレタ現象デアル。此隧道ノ南坑口いぜる(Iselle)カラ4軒ノ地點ニ於テ攝氏11°乃至19°ノ著シク冷イ水ノ湧出ガアツタガ、是ハ35°乃至38°ノ地熱ノ處ダツタノデアル。然ルニ1903年11月

22 日以來 1904 年 9 月ニ至ルマデ此坑口より Brig カラ 10 軒ノ處ノ北側導坑ニ攝氏 48° 乃至 53° ノ熱湯ノ迸出ヲ見タ。地質學者 Schardt ハ其冷泉ノ方ハ結晶石灰岩ノ罅隙ヲ潛ツテ來タねんぶろ河 (Nembro) ノ水源ト溪流ハ 1200 米モ高イテ Teggiolo 及かいらすか (Val Cairasca) 谷ノ割目ニ吸込マレタモノガ現ハレタモノデ、其熱泉ノ方ハ非常ニ深イ地中カラ來タモノダガ之ヲ決定スルコトハ勿論六ケシク、普通ノ温泉ト同ジク湧出シタモノデアロウト云ツタ。是等ハ科學ノ研究ニハ仕合セナ出來事デアツタガ仕事ニ對シテハ不幸ナ事故デ、此偶然ノ機會ニ熱管ノ二岐路ヲ横ツタモノデ、一ハ下降スル冷イモノ、他ハ上昇スル熱イモノデアツタ。

殊ニ下降ノ水ハ石膏ヲ含ムコト多ク、其水脈ニ當ル硫酸カルシウムノ礦脈ヲ溶シツ、アルモノデ、其上昇ノ熱泉ニモ尙多量ノ石膏ガ含マレテアルコトガ認めラレタ。而シテ其湧出量ハ時季ニ依ツテ異ナリ、さんぶろーん附近ノ雨量ノ多寡ヤ雪ノ深サナドニ依ツテ多少ガアルコトガ明ニセラレタ。

153. 内生説 温泉ヤ地表水ノ滲透ニ依ツテ出來ルト云フ説ハ即チ滲透説トモ呼バレ又ハ外生説トモ云フコトガ出來ル。即チ其水ノ源ハ外部カラ來ルモノデアルト云フノデアル。之ニ對シテ温泉ヤ礦泉ガ地球ノ内部カラ出來ルト云フノガ内生説デアル。ごーちえー教授 (Gautier, A.) ハ温泉ノ大部分ガ火山岩地方ニ存在スル事實カラ其泉質泉温及湧出量ノ變化ノナイ點ヲ綜合シテ火山性ノモノデアルト云フ意見ヲ發表シ、1899 年及 1901 年ノ頃ノ實驗カラ岩濕ト毛管水トヲ區別シタ。岩濕ハ即チ其岩石ヲ組成スル水分デ結晶水ナド、モ云ツテ居リ、毛管水ハ岩石ノ間ノ毛管引力又ハ粘性等ニ依ツテ保持セラレテアル水分デアル。岩濕ハ岩石ヲ粉末ニ碎キ之ヲ 200° 位ニ熱シ真空ノ中ニ置イテモ之ヲ分離シ得ズ。全體トシテ結晶性火山岩ノ分子ト化學的ニ結合シテ居ル原水トモ云フベク、350° 乃至 400° 以上ニ熱シナケレバ析出シ得

ナイ。此温度ハ恐ラクハ火山ノ爆發ヤ温泉ノ出來ル時ニ岩漿ガ烈シク沸騰動搖シタ時ノモノデアル。此考カラ水素ハ深イ原始岩カラ來ル。ごーちえーハ亦大氣ハ地中ノ深處ニ酸素ヤ天水ヲ重量ヤ毛管力ニ依ツテ送ツテ居ルト云ツテ居ル。之ヲ要スルニ其意見デハ礦泉ニ二種アツテ其第一種ハ雨水ノ滲透ニ依ツテ生ジタ地表ノ水デ非常ニ變化ニ富ンデ居リ、第二種ハ火山性又ハ内生的ノモノデ非常ニ深イ處ニ發生シ之ヲ處女水ト呼ンデ居ル。火山性ノ源泉ハ火山岩ノ近傍ニ於テノミ見出シ得ラレル。例ヘバ佛蘭西ノ中部平原、ぼへみや、あんごら、小亞細亞ノ如キハ即チ是デ、我國ハ至ル所此種ノ温泉ニ富ンデ居ル。

すえす (Suess, Ed.) モ亦温泉ヲ二種ニ分ケ、地表ニ起源シテ而カモ非常ニ變化ニ富ンダ地下水ト深處カラ發生シタ處女水ニ區別シテ居ル。此後者ハ即チ岩漿水デ今日尙未ダ適確ニ發見セラレテハナイ。例ヘバカーンすばーどノ温泉 (Carlsbad) ハ花崗岩ノ間カラ迸出テ滲透性流域ヲ形ツテ居ラヌノヲ見レバ非常ニ深處デ高温度ノ礦物ノ沈澱ヲ作ツタ反應要素ヲ含ンデ居ル。此温泉ノ湧出量ニハ變化又ハ脈動ヲ持ツテ居ルガ其化學的成分ガ一定シテ居ルノハ其特色デ其深イ火山性又ハ内生的ノモノデアルトヲ默示シテ居ル。但シ間歇噴泉ハ之ト全ク性質ヲ異ニシテ居ルモノデアル。

炭化水素ナル瓦斯ハ深處ニ發生シタモノデ水ヲ礦化スルニ與ツテ力ガ多イト云ハレテアル。西班牙バセーろなノ北とな (Tona) ノさん あんどれー (San-Andrés) ノ礦泉ハ所謂冷礦泉デ始新紀ノ岩層中ニ湧出シ、温度 11° 乃至 14° 此瓦斯ヲ含ンデ居ル。

然シ實際ニハ温泉ノ二種類ヲ劇然ト區別スルコトハ困難デ、二者ノ組合ハセガ多カルベク、從テ其泉狀モ亦千差萬別ノモノト言ハナケレバナラナイ。是等ノ研究ハ今後ノ努力ニ待ツベキモノデアル。

第二節 温泉及礦泉ノ性質

154. 温泉ノ温度ト深サ 温泉ガ如何ナル深サカラ昇リ來リツ、アルカハ全ク不明デアル。

地下増温率ハ第一章第四節 41 ニモ述ベタ通り非常ニ變化多ク、温泉ノ温度カラ其泉源ノ深サヲ推定スルニハ餘リ不精確デアル。

例ヘバかんたる (Cantal) デシ、うど えーぐ (Chaudes-Aigues) ハ高サ 758 米ノ處ニ在ツテ平均氣温凡ソ 7 デアルガ其温泉ハ最高 88° ノ温度ヲ保ツテ居ル。今若シ地下増温率ヲ攝氏 1° ニ付キ 33 米トスレバ凡ソ 2700 米ノ下ニ温泉ノ源ガアルベキ筈デアル。然シかんたるノ死火山ノ近傍ニハ地下増温率ハ確ニ弱イカラ温泉ノ湯ハ更ニ深イ處カラ來テ居ルベキ筈デアル。殊ニ火山岩ノ間ニ蓄積セラレテアル熱ニ依ツテ地下水ガ熱セラレルコトモアリ得ルカラ、單ニ温泉ノ温度ヲ以テ其泉源ノ深度ヲ表ハスモノトハ速断スルコトハ出來ナイ。

今世界ノ温泉ノ中デ温度ノ高イモノ、若干ヲ擧ゲテ見レバ次ノ如クデアル。

第六十表 世界ノ高温度温泉表

温 泉 名	温 度 (攝氏度)
氷州ノ大噴泉 (Iceland)	127°
そふいおに (Soffioni de Toscane, Italy)	100
とりんひあす (Las Trincheas, Venezuela)	96.9
ちゝめっきら (Chichi-Méquilla, Mexico)	96.4
はんまむ (Hammam-Meskoutin, Algeria)	95
しゅーど えーぐ (Chaudes-Aigues, France)	57—88
ばーでん ばーでん (Baden-Baden, Germany)	86.5
あばの (Abano, Italy)	84.5

温 泉 名	温 度 (攝氏度)
ぶろんす (Bronse, France)	84
ちべつと (Thibet, China 高サ 4,700 米)	84
湯 村 (兵庫)	90.5—95.0
嬉 野 (佐賀)	95
湯 河 原 (神奈川)	41—88.5
登 別 (北海道)	76—94
和 倉 (石川)	70.5—93
小 濱 (長崎)	59—101
鏡 輪 (大分)	89—90.5
明 礬 (〃)	98
網 張 (岩手)	95
二 見 (富山)	64.5—95
中 房 (長野)	74—96
湯ノ峯 (和歌山)	87.5—92

ふん ひす (Van Hise) ハ地下水ノ理論的最深限度ハ凡ソ 6 哩 (9.6 軒) ノ邊ダロウト言ツテ居ル。即チ此深サトナレバ壓力ハ岩石ノ凡ベテノ隙隙ヲ割目ヲ壓潰スニ足ルカラデアル。然シ温泉ノ實用範圍ハ之ヨリモ遙ニ淺イモノデナケレバナラナイ。すりひたーノ説ニ從ヘバでれせ (Delesse) ガ水ノ達シ得ル深サハ 18500 米 (此深サデ攝氏 600° ノ温度) デ地殻ノ地下水ハ岩石ノ空隙 12% ヲ充スモノト假定スレバ方サニ 1175089×10^{12} 立米ノ容積ヲ有スルト云フ説ハ誇張ニ過ギテ居ルト云ツテ居ル。きんぐ (King) ハ深サ 3 軒ヲ地下水ノ限度トシクらいだー (Crider) 及じゅんそん (Johnson) ハ 600 米ノ下ニハ礦泉ガナイト云ツテ居ルガ、實際ニハ 600 米内外ノ處デ坑内滲透水ニ出達フコトアルハ第八章 150 ニモ述ベタ通りデアル。又らうねー (Launay) ハ地下水ノ限度ヲ 20 軒、らむぜー (Ramsay) ハ 27 軒、あーれにうす (Arrhénius) ハ 40 乃至 300 軒ト云ツテ居ル。然シ諸説區々トシテ充分信ヲ措キ難イガ、どーぶれー (Daubrée) ガ云フ如ク、水ノ地下循環ハ地殻ノ相當ノ厚

サノ中ニ又大ナル比率ヲ以テ地熱ヤ 蒸汽ノ張力ノ 影響ノ下ニ 行ハレテ居ル (第一章第六節 88 参照)。

155. 冷礦泉 冷礦泉又ハ通俗ニ礦泉ト云フノハ其泉温ガ低クテ平均氣温ニ等シトカ又ハ之ヨリ低イモノヲ云フノデアアル。然シ普通ニ礦泉ト云ヘバ其泉質ガ礦物ヲ含ンデ居ルト云フコトヲ意味シテ居ル。其泉温ガ攝氏 25° 以上ノモノハ之ヲ微温泉ト呼ブ。然シ人間ノ平温 37° ヲ分界温度トシテ之ヨリ高温ノモノヲ温泉、之ヨリ低温ノモノヲ冷泉ト呼ブコトガ最モ理論的デアアルケレドモ地水學上温泉ト礦泉トノ劃然タル區別ハ六ケシイ。

白耳義すばー (Spa) ノ礦泉ハ其温度 9.6 ト 10.8 ノ間ニ在ツテ此地方ノ平均氣温ニ近イ。而シテ深イ處デハ温度ガ高イノデアアルガ、中途デ滲透水ガ混和スル爲メ湧出スル水温ハ低イトモ言ハレテ居ル。攝氏 25° 以下ノ微温泉モ亦各處ニ存在シテ居ル。

そちうむ、まぐねしうむ及かるしうむノ硫酸化合物ヲ含ム源泉ハ一般ニ冷泉デ石膏礦脈ヲ洗來ツタモノデアアル。西班牙まどり^とニ近イからばん^な (Carabaña) ノ礦泉ハ 1 り。とる中ニ硫酸そちうむ 100 瓦、硫酸まぐねしうむ 3 瓦ヲ含ンデ居リ、れりだ (Lérida) ノるびな^ー (Rubinat) ハ硫酸そちうむ 96 瓦、硫酸まぐねしうむ 3.26 瓦、石灰 1.94 瓦ヲ含ミ攝氏 13° ヲ示シテ居ル。此外瑞西ノびるめんすとるふ (Birmenstorff) ヤはんがり^ー及ぼへみやノ諸泉及佛國ぼ^ーくる^ーすノもんとみれ^ー (Montmirail) ナド皆微温泉ニ屬スル。又硫黄泉ハ多ク冷イ。佛國みえ^ー (Miers) ノ礦泉ハ高サ 270 米ノ處ニ在ツテ攝氏 13°、此地ノ平均氣温 13° 等シク、硫酸かるしうむ、硫酸まぐねしうむ及硫酸そちうむヲ含ンデ居ル。か^ーるすば^ーとヤまりえんば^ーとニ拮抗スルモノト云ハレテアル。

156. 特種ノ温泉及礦泉 普通ノ温泉及礦泉ハ一般ニ斷層又ハ罅隙カラ或

ハ孤立シテ或ハ群ヲナシテ、又或ハ系統ヲ作ツタ所謂泉脈ナド、呼バレル状態ヲ爲シテ湧出スルノデアアルガ、稀ニハ小サイ洞窟カラ湧出スル温泉及礦泉ガアル。佛國ノえ^ーれ^ーべ^ーん (Ais-les-Bains)、瑞西ノふ^えふ^える (Pfaefers)、とりえすとニ近イさんすてふ^の (San-Stefano)、1849 年偶然發見セラレタ伊太利とすかん (Toscane) ノもんすま^の (Mousumano)、1774 年ノ地震ノ爲ニ洞窟ヲ生ジテ温泉ヲ湧出セシメタこ^ーかさす^ノふろ^ーば^る (Proval de Pitigorsk) ノ如キ是デアアル。黒海ニ臨ンダそ^ち (Sotchi) ニ近イま^ちえ^すた (Matsesta) ノ礦泉ハ 21° 乃至 25° ノ温度ヲ有シ、硫酸かるしうむ、鹽化そちうむト兼ネテ硫化水素ヲ含ミ、石灰洞ガ礦泉ニ依ツテ出來テ居ル。而シテ此礦泉ハ東こ^ーかさす^ノ主嶺ノ侏羅紀ノ岩石ニ雨雪ガ滲透シテ出來タモノト言ハレテアル。

あいど^ーる (Aïdour) ノ洞窟ハあるぜりやノおらん (Oran) ニ近ク、1911 年十二月發見セラタモノデれ^ーぬ^ノ温泉 (Bains de la Reine) カラ 220 米ノ處ニ在ル。海ニ近ク高サ 35 米ノ洞窟ヲ降り +2.0 米ノ處ニ攝氏 42° ヲ示シテ居ルガ是レ温泉ト或關係ヲ持ツテ居ルコトヲ示シテ居ル。

ふ^おぞ^ーるす (Pouzzoles) ノ硫汽口洞窟ハ羅馬人ノ温泉浴用ニ供セラレタモノデアアルガ其温度ノ高イノト硫汽ノ爲ニ底ニハ進入セラレタコトガナク、始ハ地平デ次ニ垂直ニ擴ガツテ居ル様デアアル。古來大分變ツタガ 1198 年ノ大噴火以來殊ニ著シク變形シタ。

或ル泉脈モ必ズシモ一脈相通ゼズ全ク獨立シテ居ルモノモアル。おるぬ (Bagnoles-de-l'Orne) ニハ 26° ノ微温泉ト 12.3 ノ小サナ礦泉トガアツタ。1898 年檢水ノ爲ニ試錐ヲ企テ既存ノ泉脈ヲ 136 米餘掘下ダタガおるぬノ微温泉ヲ滋養シツ、アルト思ハレタ泉脈又ハ泉面ニ掘當テルコトガ出來ナカツタ。

然シナガラ時トシテ之ニ反シテ廣イ泉脈又ハ泉面ガ地下ニ横ツテ居ル處モアル。例ヘバ佛國ビシー (Vichy) ヤブーるぼんぬ (Bourbonne-les-Bains) ノ温泉ノ如キハ其一例デ、我別府温泉ノ如キハ數條ノ斷層線ニ沿ウテ温泉脈ガ夫々獨立シテ配置セラレテアルモノ、如クデアル。

又時トシテ海底ニ温泉ガ湧出シテ居ル處モアルガ、是レ川底カラ湧出スルモノト同ジク我國ニハ其例ニ乏シクナイ。殊ニ斷層ヲ形ツテ居ル川ニ近ク温泉ノ湧出シテ居ルノハ我國至ル所ニ見出サレ、川數ヤ川底カラ湧出スル温泉ハ少クナイ。

佛國ノ有名ナぶれとん海灣 (Fosse de Cap-Breton) ニハ蛇紋岩ノ岬ニ於テ 59° モアルだっくす (Dax) ノ温泉ヲ湧出セシメ、龜裂ガ延ビテ此海灣ニ達シテ居ルモノ、如ク、深サ 200 米ノ處ニ普通水温 5° 又ハ 6° 位ノモノナルベキニ 29° ノ水温ヲ測リ得タ。

又潮汐ノ影響ヲ享ケツ、アル温泉ヤ礦泉モアル。例ヘバあどりやちっく海ノ潮汐ノ爲ニもんふるこーん (Monfalcone) ノ硫黄泉ハ大潮ノ際ノミ湧出シテ居ル。

湖水ノ底ニ湧出シテ居ル温泉ヤ礦泉モ亦見出サレテアル。河底ノ温泉ハ我國各處ニ存在シテ居ルコト前ニ述べタ通りデアアルガ彼ノ富山縣庄川ノ沿岸ニアツタ大牧ノ温泉ハ小牧ノ堰堤ガ出來タ爲メ堰水内ニ没スベキデアツタノヲ混凝土ノ井側ヲ作ツテ豊富ナ泉量ノ温泉ヲ見ルニ至ツタ。佛國けざく (Quézac) ノ礦泉ハたるん河 (Tarn) 河床ノ斷層ニ富ンダ雲母片麻岩ノ上ニ石灰岩ガ横ハリ、此ニ炭酸カルシウム、まぐねしうむ及石灰質ノ礦泉 1 日 5000 りとるノモノガ 13.5° ノ温度デ湧出シツ、アル。又北米合衆國ノしーしーん河 (Shoshone) ノ中ニモ此種ノ例ガアル。

1913 年佛國ちらんす河 (Durance) ノ邊リ、ぎふ (Gap) トあんぶるん

(Embrun) ノ間ニせる ぼんそん (Serre-Ponçon) ノ堰堤ヲ作ルベク工事ニ着手シタ。此工事ハちらんす河ノ水位ヲ 85 米昂メテ堰水距離 15 軒、水面積 1500 へクタ一、貯水量 6 億立米ノ一大人工湖ヲ現出スルコト、ナツタ。而シテぎふカラぶりあんそん (Briançon) ニ P. L. M. 鐵道ヲ直達スルコト 6 軒ニ及ブナド非常ナ大工事デアツタ。此堰堤ノ底部ノ厚サ 125 米、混凝土ノ量方ニ 1 百萬立米ニ達シタ。1857 年及 1893 年ニ行ツタ試錐ノ結果ちらんす河ノ沖積層ハ少クモ 42.50 米ノ厚サニ達シテ技術的ニハ勿論可能ノモノト考ヘラレタ。

然ルニ 55 米マデ掘鑿シテモ岩盤ニ達セズ。一たびハ之ヲ拋棄セントシタ。1912 年 9 月深サ 60 米ノ處カラ横坑ヲ鑿ツテ全河床ノ下ヲ横斷スル検査廊ヲ設ケントシタ。然ルニ 1913 年 2 月 1 日深サ 61 米ノ試錐ニ於テ温度攝氏 36° ノ熱湯ガ毎分數りとるノ割合デ湧出シ、4 月 1 日横坑又ハ検査廊ヲ掘進スルコト 71.30 米ニ及ンダガ甚ダ等質且ツ水密ナ粘土質ノ泥灰岩ノ中ニ毎秒 10 乃至 20 りとる、温度 48° ノ温泉ヲ見出シタ。4 月 5 日 75.3 米ノ横坑ニ 49°、290 りとるノ温泉ガ湧出シ、終ニ毎秒 1 立米ニ達シタ。其熱湯ハ 40 分ノ中ニ井戸ノ中ニ 58 米モ高クナリ、唧筒ハ浸水シ、工事ハ中止セラレタ。1917 年工務大臣くらべーゆ (Claveille) ハ測量ヲ再始セントシテ戰爭ノ爲ニ果サズ。戰爭前此堰堤ノ工費 7 千萬弗ヲ計上セラレタガ、前ノ故障ニ逢ツテ殆ド豫算ガ立たナクナツタ。然シ此工事完成ノ爲ニちらんす河ニ沿ウ諸發電所ニ 1 年 5 億きろわと時ノ出力ガ可能デ、此白炭ノ利用ガ産業ニ及ボス効果ハ計リ知ルベカラザルモノガアル。但シ不思議ナコトニハぼんそんノ温泉ハ 188 年以來知ラレテ居リ、河ノ右岸水位ノ近クニニノ礦泉トナツテ湧出テ居ツタモノデアアルカラ、若シ堰堤工事ノ前ニ上流ノ適當ナ箇所デ之ヲ捕捉分離スルコトハ可能デアツタ様ダ。

米國ありぞな州そると河 (Salt R.) トとろんと溪 (Toronto Creek) ハふゝに。くす市 (Phoenix) ノ近クテ合流スルガ、茲ニ高サ 94.53 米ノ一すべると堰堤 (Roosevelt) ガ作ラレルコトニナツタ。此堰堤ハしゝーしゝーん河ノ堰堤高サ 100.10 米 (25.42 米ガ基礎ヲ爲ス) 及ぼいーぜ峡谷 (Boisé Cañon) ノある一ろく堰堤 (Arrow-Rock) ノ高サ 106.70 米ニ次イテ世界大堰堤ノ一デアツタ。此堰堤ノ高サ 97.53 米ノ中 10.97 米ハ砂利ノ中ノ基礎ヲ爲シテ居ル。1911 年 3 月 18 日始業シテ後 18 ヶ月 1912 年 10 月 5 日長石ヲ含ム砂岩トせめんカラ作ラレタ堰堤カラ下流ノ左岸ニ硫黄分ニ富シク多數ノ温泉ガ砂岩ノ罅隙カラ湧出スルヲ認メタ。岩層ハ北東ニ傾斜シ、そると河ノ流向ニ反對ノ方向ニ高クナリ、自然ニ堰堤ヲ突張ル様ナ風ヲナシテアツタ。1911 年ノ春堰堤ガ完全ナ竣工ヲ見タ後池ニ一部貯水ヲ始メタ所ガ上流 1 軒許ノ處ニ工事前ニ在ツタ温泉ガ移動シテ現ハレ、其壓力ガ漸次増加シテ池ノ水深ガ 18 米カラ 52 米ニ達シタトキ 2 氣壓カラ 5 氣壓トナツタ。是レ地下水ノ循環ト流況ガ此人工湖ヲ作ツタ爲ニ如何ナル故障ト變化ガ起ルカヲ示シタモノデアル。是又大堰堤ノ計劃ニハ掌ネテ拂ハナケレバナラヌ注意事項デアル。1912 年 10 月 5 日堰堤ニ最モ近イ約 100 米ノ温泉ガ攝氏 37°ヲ示シ、之ヨリ遠カル程溫度ヲ増シテ 500 米ノ距離ニ於テ 51°ヲ示シタ。是レ貯水池ニ近イ程水ノ混入ガ多イ爲デアル。

一すべると堰堤ノ右岸ノ排水隧道ハ水ノ分布ヲ圓滑ニスル爲ニ作ラレタモノデ其内部ノ侵蝕ノ結果ハ凡テノ豫想ヲ裏切り、基礎ヲ作り、特ニ抵抗力アル護岸ヲ作ラナケレバナラナカツタ。

157. 掘抜温泉 温泉地帯ニ掘抜井戸ヲ掘ツテ温泉ヲ湧出セシメルコトハ我國ニ極メテ普通デアル。又礦山ノ試掘又ハ掘進中ニ温泉ニ突當テタ例モ火山國ノ我國ニハ稀デナイ。

1909 年佛國なんしー (Nancy) デ石炭ノ試掘ニ際シ、深サ 803 米デ温泉ニ突當テタ。溫度 35°デ 1 時間 112000 リットルヲ湧出セシメタガ、砂岩ノ間カラ迸出タ。其外更ニ深サ 649 米ト 800 米ノ間ニ 5 個ノ他ノ掘抜温泉ニ突當テタ。斯クシテさん まりー公園又ハなんしー温泉ナド、呼バレル温泉郷ヲ出現シタ。

1915 年佛國あしえー (Assier) デ侏羅紀ノ石灰岩ノ中ニ同ジク石炭ノ試掘ヲ行ヒ深サ 165 米デ攝氏 18°ノ鐵類泉ヲ掘當テタ。其地下増温率ハ 27 米乃至 28 米ヲ示シタ。

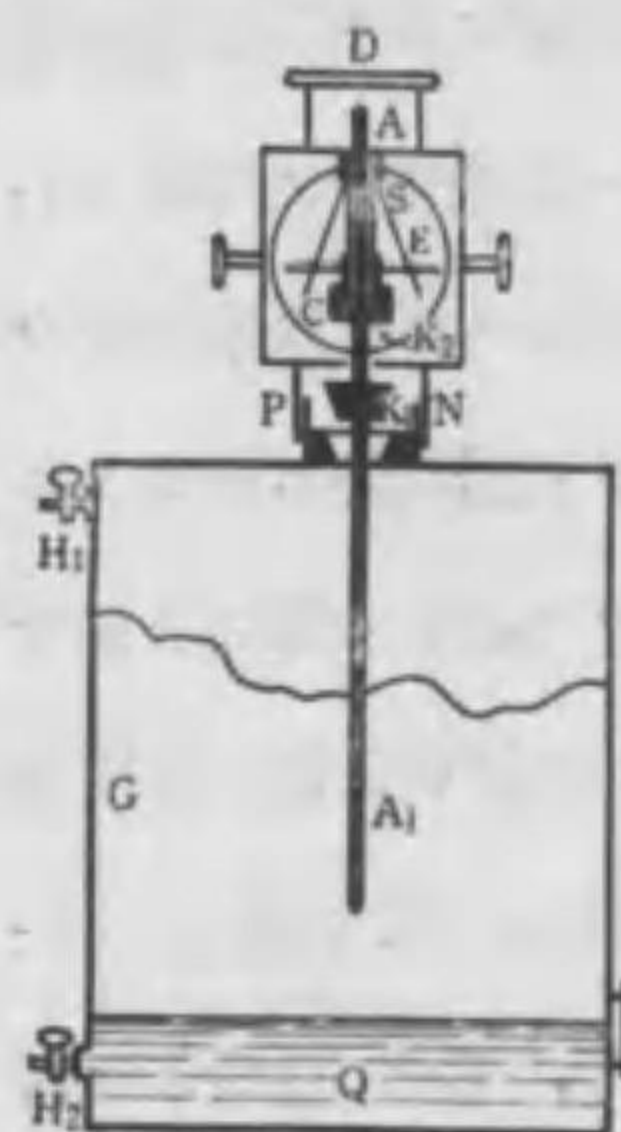
158. 地震ト温泉 地震ハ地殻ノ變動ヲ生ズルカラ、自然地殻ノ間ノ罅隙ニ變化ヲ生ゼシメ、割目ガ塞ガツタリ、又ハ小サイ龜裂ガ擴大スルト云フコトハ想像ニ難クナイ。此理由カラ地震ノ爲ニ或ハ新ニ温泉ガ湧出シタリ、又ハ在來ノ温泉湧出量ニ變化ヲ來シタリ、又更ニ温泉ガ出ナクナルト云フコトハ有り得ベキコトデ、我國ハ地震ヤ火山ガ多ク從テ温泉モ多イ爲メ此種ノ現象ハ古今東西ニ見ラレル。

又地震ハ少クモ一時温泉ノ電氣抵抗ヲ變化スルト云ツテ居ル人モアル。

159. 温泉ノ放射能 温泉及礦泉ノ放射能ハ醫療ニ効ガアルト云フ點デ重要視セラレテアル。らんど、ちー (Landouzy) ハ泉源カラ出タ許リノ原水又ハ生水ハ外カラ移動運搬セラレタ水又ハ暖メタリ或ハ冷マシタリシタ水ニ勝ツテ病弱ノ人ナドニ特ニ効果ガアルコトヲ證明シタ。温泉ノ湯ヲ外ニ移シタモノハ効果ガ薄イト云フコトハ一般ニ唱ヘラレテ居ル所デアル。此點カラ見レバ人體ノ溫度ニ近イ溫度ヲ自然ニ有スル温泉ハ最モ有効ナ筈デアル。佛國ノぶりど及びーちえー (Brides et Moutiers, Savoie)、しゝてるーぐいよん (Châtel-Guyon, Puy-de-Dôme)、瑞西ノふゝふゝる (Pfaefers)、もんふゝるこーん (Monfalcone)、りゝか (Lucca)、我國ノ單純温泉ナド皆是デアル。

温泉ノ中ニハ異常瓦斯ヤ稀金屬ナドガ含マレテ居ルモノモアルコトガ研究セラレテアリ、放射能ヤ電離物ノ如キモノト共ニ醫療上効果アルモノガ多イ。又有機物ノ電光ヲ發スル礦泉モアルガ温度ガ高イ程微弱デアアル。

元來岩石ヤ土壤ノ中ニハ放射能ノ物質ヲ含有スルコト嘗テ述ベタ通りデアアルガ(第一章第五節參照)、其結果トシテ天然ノ源泉殊ニ温泉又ハ礦泉ノ中ニハらちうむ、らちうむと一、めそと一、及其壞變物ノ如キ放射能ヲ有スル固體ヤらどん及とろんノ如キ放射性ノ瓦斯ヲ溶シテ之ヲ含有シテ居ルモノガ多イ。然シ源泉ニハ最も多クらどん及其壞變物ヲ含有スルカラ放射源泉ト云ヘバ通例らどん等ヲ含ムモノヲ云フノデアアル。特種ノ病氣例ヘバリうまちす、神經系統ノ病氣ナドニらどんハ能ク効クコトガ知ラレテカラ湯治ニ利用セラレル温泉ノ効果ノ有無多少ハ放射性及らどんノ量ヲ定メテ判斷セラレル様ニナツタ。今日各地ノ温泉ニ於テ其らどんノ量ガ能ク測定セラレテアルモノガ多ク、らどんヲ含ム源泉又ハ温泉ノ水ハ之ヲ飲用シタリ、浴用シタリ、又ハ吸入ナドニ用ヒラレル。浴用ノ場合ハ皮膚カラ瓦斯ヲ吸收シ、且ツ瓦斯ノ充滿シテアル水面ノ空氣ヲ直接吸入スル爲ニ治療ノ効果が著シイノデアアル。」



第四百四十七圖 放射計

源泉又ハ温泉等ノらどん含有量ヲ測定スルニハ其水ノ一定量ヲ採酌シテ硝子壺ノ中デ充分之ヲ振盪シラどんヲ逐出シ、驗電器ヲ繋イテアル圓錐凝縮器ノ中ニ入レ、電壓ノ降下カラ電離電流ノ強ヲ定メ、一定ノ標準らどん量ノ作用ト比較シテ其強弱ノ數量ヲ定メルコトガ出來ル。現場デ隨時ニ源泉等ノらどんノ量ヲ測ル爲ニ携帯用ノ測定器ガ作ラレテアル。放射計即チ是デアアル。第四百四十七圖ニ示シタモノハえんぐら一 (Engler) ヤシーベきんぐ (Sieveking) ガ

考案シタモノヲまへ (Mache, H.) ヤまいや一 (Meyer, St.) ナ F ガ改良シタモノデアアル。源水ヲ Q ニ入レ、鐵板ヲ張ツタ電離槽 G ニハ H₁ 及 H₂ ナルニ活嘴ガアル。驗電器 E ハ箔ヲ懸垂シ、環 P ニ依ツテ G ノ上ニ嵌込ム、桿 A ハ二ノ截頭圓錐形栓 K₁ 及 K₂ ヲ備ヘ反對ノ方向ニ尖ツテ居ル。蓋 D ヲ外シテ A ヲ引揚ゲレバ K₂ ハ孔 C ノ處ニ至ツテ小溝 S ニ適合スル彈條デ止メラレル。放電栓棒 A₁ ハ G ノ中ニ突出シテ居ル、E ヲ嵌込ム前ニ栓 K₁ ハ彈條ニ依ツテ孔 N ニ推付ケラレテ電離槽内ニ入レル源水ヲ振混ゼらどんノ逸出ヲ防グ仕掛ニナツテ居ル。而シテ K₂ ヲ揚ゲテ飽和度ニ達シタ電離電流ヲ驗電器ノ電離降下ニ依ツテ測定スルノデアアル。1 リットルノ液體中ニ含マレルらどんノ量ヲ靜電單位デ放射計ノ飽和電離電流ニ依ツテ測リ之ニ 10³ ヲ乘ズレバまへ單位デ表シタ放射能ノ量ガ得ラレル。我國ノ理化學研究所デハ大型らちおすこーふ、放射能測定用放電計及 IM 泉効計ヲ發賣シテ居ル。

あい えむ泉効計ハ飯盛博士ノ考案ニ成ツタらどんノ定量器デ液體並ニ氣體試料ニ含有セラレルらどんノ量ヲ迅速ニ測ルコトガ出來ル。電離槽、放電栓棒及驗電頭體ノ三部分カラ成リ、之ニ標準體保持棒ヲ備ヘテ居ル。電離槽ハ約 5500 立糶ノ容積ヲ有スル亞鉛板製角形函デアアル。頭體ハあるみにうむ製角形箔驗電器デ電離槽ノ上部ニ嵌込ム放電栓棒ノ頸却ニ固定セラレテアル。本器ハ一定量ノらどんト全ク同等ナ放射能ヲ有スル固體代用標準體ヲ用ヒテ箔驗電器ニ附屬スル讀取顯微鏡ノ目盛ヲ讀ミ毎分幾目盛丈ケ電壓ガ降下スルカラ測ツテ豫メ此目盛ト電壓ノ關係ヲ泉効計恒數トシテ定メ置キ、一定量ノ電離槽内ノ飽和電流ヲ定メ、之カラらどんノ量ヲ知ルノデアアル。

本器ヲ使用スルニハ先ヅ電離槽ノ頭體及栓棒ヲ除イテ槽内ニ一定量ノ立糶(通常約 500 立糶)ヲ自働的ニ量取シ、密栓ヲ施シテ激シク振盪シテ試料内

ノ一定體積ノ空氣中ニ放出セシメル。次ニ栓棒及頭體ヲ箆メテ電離槽内ノ電離電流ニ基ク箔ノ降下速度即チ毎分降下ノ目盛ヲ顯微鏡ヲ讀取ル。之ニハ箔ノ末端ニ附着スル指示纖維ノ像ガ顯微鏡ノ視野ニ於ケル尺度上ヲ通過スル毎分ノ目盛數ヲ讀取ルノデアル。

而シテ試料ノ振盪ヲ開始シテカラ測定ヲ開始スル迄ニ經過シタ時間ヲ θ トシ、此時刻ニ於ケル放射能ノ測定値ヲ I_a 、らどんヲ電離槽ニ容レタ瞬間ノ元始放射能ヲ I_0 トスレバ 1 りとるノ試料ガ含有スルらどんノ量 Q キューリーラどん/りとるハ次式ノ如キモノデアル。

$$Q = \left(1 + \frac{\alpha v}{V - v}\right) \frac{1000}{v} KI_0 \text{ キューリーラどん/りとる} \quad [123]$$

此ニ V ハ電離槽ノ容積、 α ハ測定氣温ニ於ケルらどんノ分配率即チロナル試料水ニ残留スルらどんト電離槽内ノ空氣 $V - v$ 内ニ放出セラレタらどんハ一定温度ノ下ニ濃度ノ比ガ一定ナルヲ示ス常数、 K ハ泉効計恒數デ且ツ

$$I_a = f_0 I_0 \quad [124]$$

f_0 ヲ復元係數ト呼ブ、 Q' ヲらどん濃度 Q' ニ換算スレバ

$$Q' = 0.275 \times 10^{10} Q \quad [125]$$

以上ハ極メテ簡單ニ本器ノ使用ヲ述べタモノデアル。

えまなしおんノ量ハ 1 りとるノ水ノ中ニ含マレテアル靜電流ヲ放射計ノ檢電器ヲ測リ靜電單位ノ 1/1000 ナルトキハ之ヲ 1 まっへ (Mache, M. E.) ト呼ブ。らどんノ國際單位ハキューリー (Curie) デ 1 瓦ノラぢうむト平衡スルえまなしおんノ量ヲ謂フモノデ、1 キューリーハ 2.7×10^{10} ノ靜電單位ノ飽和電流ヲ出スカラ 1 まっへ單位ハ 1 りとるニ 3.6×10^{-10} キューリーニ應ズル。

佛國デハ 1 庇ノラぢうむガ 1 秒ノ間ニ發生スルえまなしおんノ量ヲ指シテ庇秒單位トシテアル。即チ 1 りとるニ 1 庇秒ノえまなしおんノ量ハ 5.76

まっへニ等シイ。

1921 年ふらいべるグニ開カレタ放射學々會ニ於テ源泉ノ實際的單位トシテえまん (Eman) ナルモノガ提案セラレタ。是ハ 1 りとるニ 10^{-10} キューリーニ等シイモノデアルカラ、1 えまんハ 0.275 まっへ又ハ 1 まっへハ 3.64 えまんニ等シイ。

らどんハ 3.86 日ノ間ニ壞變シテ半減スルカラえまなしおんヲ含ンダ源泉ノ水ヲ送レバ其含有スルえまなしおんハ凡ソ 4 日ニシテ半分ニナリ、1 日凡ソ 16 % 丈ケ減少スル勘定デアル。多量ノらどんヲ含ンデ居ル我國並ニ外國温泉及礦泉ノ數例ヲ擧ゲレバ次表ノ如クデアル。

第六十一表 我國温泉ノらどん (石津博士著 Mineral Springs of Japan = 據ル)

温泉名	泉種	地質	温度 (攝氏度)	流量 (毎日距)	えまなしおん	
					キューリー 10 ⁻¹⁰	まっへ
三朝 (鳥取)	—	花崗岩	71.0	—	516.87	142.14
"	—	"	51.0	—	371.83	102.25
關金 (")	硫 黃	"	44.0	126	109.51	30.12
栃尾又 (新潟)	單 純	"	39.0	1800	94.03	25.86
川 棚 (山口)	鹽	"	40.0	—	43.21	11.88
勝見 (鳥取)		"	56.0	—	31.18	8.57
城崎 (兵庫)		第三紀層	60.3	—	30.57	8.41
和 倉 (石川)		"	93.0	—	25.21	6.93

第六十二表 我國礦泉ノらどん (同上)

温泉名	泉種	地質	温度 (攝氏度)	流量 (毎日距)	えまなしおん	
					キューリー 10 ⁻¹⁰	まっへ
増 富 (山梨)	土類普通鹽	花崗岩	21.5	22	3012.14	828.34

温泉名	泉種	地質	温度 (攝氏度)	流量 (毎日頭)	えまなしおん	
					きゅーりー 10 ⁻¹⁰	まっへ
高山(岐阜)	單純	花崗岩	10.0	—	1022.15	281.09
池田(島根)	炭酸	"	17.0	—	682.67	187.74
蛭川(岐阜)	單純	"	12.0	—	220.64	60.68
村杉(新潟)	"	"	25.6	530	180.41	49.61
栃尾又(")	"	"	26.0	236	176.61	48.57
有馬(兵庫)		石英斑岩	28.3	—	107.67	29.61
越水岩新田(兵庫)	單純	花崗岩	15.0	—	60.15	16.54
栢谷(岡山)	"	"	14.5	—	48.66	13.38
母畑(福島)	硫黄	片麻岩	14.0	130	43.48	11.96
道後(愛媛)	—	花崗岩	29.0	—	24.04	6.61

第六十三表 外國ノ温泉及礦泉ノらどん(同上)

温泉地名	國名	泉種	温度 (攝氏度)	高サ (呎)	えまなしおん (まっへ)	摘要
よはひむすたー (Joachimstal)	ちえっこ			2100	2400—1200	坑内水、深サ 900 米
ぶらむばは (Brambach)	獨逸	鐵炭酸	7.0	—	1964.40	Neue Quelle
あめの湖 (Lacco Ameno)	伊太利		57.0	—	372.00	Altrömische Quelle
がしたいん (Gastein)					155.00	
ばーでん ばーでん (Baden-Baden)	獨逸	普通鹽	23.5	650	126.00	Bütt Quelle
ぶろびえー (Plombières)	佛蘭西				95.0	
かーるすばーど (Karisbad)	ちえっこ	あるかり 硫黄	8.4	1230'	54.50	Sieeking
ちさんちす (Disentis)	瑞西				48.0	
えろーすとーん (Yellowstone, N. P.)	北米合衆國		11.3	7000'	22.10	Apollinaris Spring
まりえんばーど (Marienbad)	ちえっこ	あるかり 硫黄炭酸	冷	2090	16.00	Sauerling Markusgrün
るーすばーでん (Wiesbaden)	獨逸	普通鹽	42.0	380	11.95	Dr. Kurg's Quelle

普通ノ源泉ノ水ハ殆ド常ニ幾ラカノえまなしおんヲ含ンデ居ル。あるふ地

方ノ多クノ井戸ハ 0.1 乃至若干まっへノえまなしおんヲ含ンデ居ル。源泉ノえまなしおんハ其水ガ通過シタ岩石地層カラ來ルノデアルガ、岩石ノらぢうむノ量ト之カラ迷出ル源泉ノえまなしおんノ量トノ間ニハ簡單ナ關係ハ存在シナイ。是レ地下水ハ長イ経路ヲ經テ異ナル地層ノ間ヲ通過シテ地表ニ現ハレ、其温度ガ變化スル許リデナク、空氣ト接觸シテ元來含有シテアツタえまなしおんノ大部分ヲ失フコトガアルカラデアル。

然シ一般ニ火成岩カラ來ル源泉ハ多量ノえまなしおんヲ含ミ、らぢうむノ乏シイ水成岩カラ迷出ル源泉ハえまなしおんノ量ガ少イ。又多クノ源泉ニ就テ見ルニ最モ冷イ源泉ハ最モ大ナルえまなしおんノ含有量ヲ持ツテ居ル。是レ一部ハえまなしおんニ對スル水ノ吸收力ニ依ルモノデ温度ガ高イ程吸收力ガ少イ事實ニ基ヅイテ居ル。例ヘバ攝氏 0° ナレバ 0.5 ナルニ 80° ナレバ 0.1 トナル類ニデアル。まっへ (Mache) ヤシゝわいどらー (Schweidler) ニ從ヘバ深イ源泉ノえまなしおんノ含有量ハ主ニ其最後ニ通過シタ地層ノ性質ニ依ル。源泉カラ昇リ來ル瓦斯ハ多クえまなしおんヲ含ンデ居ル。一般ニ源泉ニ含ンデ居ルらぢうむガアレバ其平衡量ニ相當スルモノヨリモ遙カニ多量ノえまなしおんヲ含ンデ居ル。らぢうむニ平衡スルえまなしおんノ量ト云フノハ金屬らぢうむ 1 瓦ト平衡スル所ノらどんノ量攝氏 0° 水銀柱 76 糎ニ於ケルモノデ、るぎーふーど (Rutherford) ニ從ヘバ 5.64×10^{-4} 立糎ニ等シイ。

例ヘバがしたいん温泉ハ 1 り。とるニ凡ソ 10^{-10} 瓦ノらぢうむヲ含ンデ居ルガ其えまなしおんノ量ハらぢうむノ數百倍ニ達シテ居ル。

放射能ヲ有スル源泉又ハ源泉等ニ沈澱シテ生ズル湯ノ華又ハ沈滓ハ亦放射能ヲ有スル。がしたいん温泉ニアル褐石ノ一種らいさへりと (Reissacherit) ハ凡ソ鐵石ノ 1 瓦ニらぢうむ 7.10^{-9} 瓦ヲ含有シテ居ル。ばーでん ばーでん又ハなうはいむ (Nauheim) 源泉ノ沈澱物ハらぢをーとる及其壞變物ヲ含ミ、

さりんす むーちえーる (Salins-Moutiers, Savoya) ノ沈澱物モ亦同様デア
ル。ちるくはいむ (Dürkheim) ノ温泉泥ニハ RaD, RaE, RaF ナドガ検
出サレタ。

河海湖沼等ノ地表水ガ含有スルえまなしおんノ量ハ源泉ニ比較スレバ比較
ノ出来ヌ程少イ。くのへ (Knoche) ノ説ニ從ヘバ海水ニハ 0 + 0.3 まっへ
ノえまなしおんヲ含シテ居ルコトヲ見出シタ。

160. 温泉ノ沈澱物 温泉ヲ温度ガ高イ程其地下ノ通路ニ横ツテ居ル可溶
性ノ物質ヲ溶シテ之ヲ運去ルコトガ多イコトハ想像シ得ベキコトデア
ル。例ヘバ炭酸石灰ヤ硅酸化合物又ハ可溶土類ノ如キモノハ皆水ニ溶カサレテ運去
ラレル。然シ温泉トナツテ地表ニ近ヅクト共ニ其温度ハ漸次冷却シ、或ハ大
氣ニ觸レルト同時ニ其物理的化學的作用ニ依リ、溶シテ持來ツタ物質ハ漸次
析出セラレテ所謂鑛水カラ沈澱シ、或ハ高ク盛上ツタリ、廣ク擴ツタリ、或
ハ懸垂シテ凝灰岩、石灰華又ハ噴泉石ナド、ナリ、厚サ 150 米ニモ達スルモ
ノモアルガ其成立ハ比較的迅速ナルヲ常トスル。

又冷水デ或ハ地下水トナリ或ハ地表水トナリ、其含有シタ鑛物質ノモノヲ
沈澱シテ石灰質凝灰岩ヲ作ルモノモアル。之ニ反シテに、一じーらんど、あ
いすらんど (氷洲) 及えろーすとーんノ硅酸沈澱物ハ種々ノ物質ヲ含ミ、最
モ熱イ水ニ屬スル。

前ノ如クシテ出来上ル沈澱物ノ形ハ千狀萬態デハアルガ凝固シタ固形體デ
鐘乳洞ノ鐘乳石ヤ石筍ト同様デアリ、殊ニ小サナ水溜トナリ、又ハ洞窟内ノ
冷イ水流ヲ伴ヒ、或ハ累々タル段丘トナリ、又ハ噴泉ノ口ニ大ナル堆積洞窟
ナドヲ出現シテアル。

是等ノ沈澱物ノ出来ル理由ハ皆一律デ、以上各種ノ成分ヲ含シテ温泉ガ大
氣ニ觸レバ蒸發シテ飽和ヲ越エタ状態トナリ、又ハ炭酸ノ放散ナドノ爲ニ

方解石カルシウム化合物硅酸化合物ノ如キモノガ飽和シ、更ニ温度ノ低下ニ
依ツテ一層沈澱ガ助長セラレテ堆積ヲ見ルノデア
ル。

此種ノ沈澱物ノ中非常ニ石理ガ緻密デ着色サレ粘土帶狀ヲ爲シタモノニ透
明大理石又ハ石灰質瑪瑙ナド、呼バレルモノガアリ、米國ノまんもすけーダ
ヤ葡萄牙ノさん あどりあん (St. Adrien)、おらん (Oran) ノえーん てく
ばれく (Ain-Tek-Balek) ナドニ産出スル。

之ニ反シテ凝灰岩ハ建築材料トシテ多く用ヒラレ、其起源モ様々デ、其強
固ノ度モ亦變化ガ多イ。殊ニ火山ニ見出サレル凝灰岩ハ我國ニモ至ル所ニ見
出サレ、非常ニ其種類ガ多イ。是レ水ト接觸ノ工合ニ依ルモノダト信ゼラレ
テアル。

地下川ガ其水中ノ沈澱物ヲ水路ニ委棄スル場合ニハ洞窟内ノ炭酸石灰ナド
ヨリハ柔カナ沈澱物ヲ作ル。是レあるげ、蘚苔及他ノ植物ノ上ニ沈澱シテ出
來上ツテ居ルカラデア
ル。是等ノ有機物ハ蒸發面ヲ多クシ、吸收ヲ助ケ且ツ
空中ノ炭酸ヲ固定スルカヲ持ツテ居ル爲ニ沈澱物ヲ助成スル効ガアル。同様
ニ地下川ノ砂利ハ其周圍ニ沈澱物ヲ附着シテ不滲透性トナリ、洞窟ノ水溜ヲ
作ルニ與ツテ力ガアル。

伊太利ちぼり (Tivoli) ノ沈澱物ヲ顯微鏡デ見レバ 50 % ノあるげヲ示シテ
居ル。えろーすとーんノ噴泉ニハ膠質ノあるげガ著シク多ク硅酸性ノ沈澱ヲ
助長シテ居ル。

斯クノ如ク凝灰岩ハ地下ノ罅隙ヲ生ジ易ク溶蝕ヲ受ケ易イカラ、其上ニ工
作物ヲ設ケルコトハ危險デア
ル。

ろーぜる (Rogers) ハ亞弗利加不毛ノ地方殊ニ喜望峰ノ近クニ凝灰質石灰
岩ガ實際不思議ニ存在シテ居ルコトヲ記シテ居ル。此地方ハ一年一回モ雨ガ
降ラスコトガアリ、蒸發ガ速カナ爲メ毛管作用デ地下水ヲ吸揚ゲテ居ル。然

ルニ此地下水ハ其炭酸石灰ヲ吸揚ゲ來ツテ固イ凝灰質石灰岩ヲ作り、若シ水ガ硅酸ヲ含デ居レバ時トシテ硅石化シテ居ル。斯クノ如ク下カラ上ニ吸揚ゲテ來タ沈澱物ノ爲ニ砂丘ハ凝固スルニ至ツタモノデアアル。

或火山質凝灰岩ハ海水又ハ湖水ノ底ニ沈澱堆積シテ出來ル。りばり島(Li-pari)、あいふゑる(Eifel)、あんちやう(Antilles)、そんど(Sonde)等ノ諸島ノ火山質灰華ハ溪流ノ泥ニ混ツタ輕石ニ過ギナイ。

米國ゆた一州(Utah)ノそーとれーき市(Salt Lake City)ノ南東40軒ノ處ニゆた一ノ熱壺ト呼バレル小火山又ハ熱湯壺ガ其數20許リモアリ、其或ルモノハ乾燥シテ居ル。其形噴火口ノ如ク、其小イモノハ樽ノ大サカラ、大イモノハ高サ25米内外ノ岡阜位ノモノモアル。其中程ニアル小村ハ攝氏35°ノ恒温ヲ保ツテ居ル熱湯ヲ引イテ浴用ニ供シテ居ル。噴火口ハ地下水ニ依ツテ賣サレタ炭酸石灰ノ沈澱ニ依ツテ出來タモノデ、家屋ノ建築材料ナドニ用ヒラレテアル。水ハ絶エズ溢流シテ岡阜ノ縁ニ堅イ新床ヲ殘シテ居ル。徑60米深サ6米ノ一壺ハ非常ニ炭酸ニ富ミ、絶エズ湯氣ヲ發散シテ居ル。其溶ケテアル礦物ニ從ヒ、湯ノ色ハ黒カラ綠マデ色々ニ變ツテ居ル。

ぼへみやノかーるすばーど温泉ハ多量ノ炭酸石灰ヲ含ム霰石及特種ノ豆石ガ發見セラレ、熱スレバ紅色ヲ呈スル。我國ニハ信州鎗ヶ岳ノ北方、湯俣温泉ニ産スル霰狀方解石ガアル。湧出スル泉中ニ浮游回轉スル石英又ハ長石或ハ既成ノ方解石ノ小片ノ周圍ニ温泉中ノ溶解分ナル炭酸カルシウムガ層狀ニ沈澱附着シテ生ジタモノデアアルガ、時トシテハ中心ガ空虛ナコトガアル。是レ氣泡ノ周圍ニ生ジタ爲デアツテ、其硬度ハ3比重ハ2.72ト言ハレテアル。

はーす(Huas)ノ言フ所ニ依レバ亞細亞土耳其あるめにやノえるつゝる一む市(Erzeroum)トとれびぞんど市(Trebizonde)ノ間ニ石灰山ヲ流下ル温

泉ガえーるけふるし河(Yör-Köprusi)ニ落チ凝灰岩ノ懸橋ガ出來テ湯川ガ其下ヲ流レテ居リ、全體ハ植物ヲ以テ覆ハレテアル。ひんどーすたんノすかるち。(Skardu)ニ近ク、しんごー(Chongo)ノ温泉ハ38°2乃至49°ノ溫度ヲ保チ、高サ50米乃至60米直徑200米ノ炭酸石灰錐ノ頂ニ直徑18米ノ池ガ出來テ居ル。

此種ノ温泉カラ出來タ段丘、瀑布、池塘ノ最モ偉大ナルモノハ小亞細亞ノすみるなノ南東250軒ノひえらほりす(Hiérapolis)ノ攝氏35°ノ温泉カラ出來タモノデアアル。羅馬時代ノ遺跡ナドヲ存スル平原ニ一大泉源ガ湧出テ、めあんどる河(Méandre)ノ谷ヲ流レ、水晶ノ様ナ温泉、石化スル水ハ七個ノ瀑布トナツテ結晶岩ノ上ヲ流レテ居ル。此温泉ノ川ハ長サ3軒ニ亘リ、幅500米高サ100米モアル。温泉ハ天然ノ一大池カラ湧出テ、紀元前190年ノ頃既ニ浴村ガ建テラレテアル。泉温35°デ高サ395米ノ處ニ泉源ト同ジク至ル所浴用ニ供セラレテ居ル。色ガ透明デ多クノ洞孔ヤ噴汽淵ガアルガ水ガ透明ナルニ係ハラズ底ガ暗クテ解ラナイカラ氣味ガ惡ルイト言ハレテアル。

又あるぜりやノはんまむめすくーちん(Hammam Meskoutine)ノ段丘ハ高サ10乃至30米、其泉温95°ニ達シテ居ル。又北米合衆國ノえろーすとーんばーくノまんもす温泉



第四百四十八圖 まんます温泉段丘

(Mammoth Hot Spring)ノ段丘ハ偉大ナルモノデ第百四十八圖ニ示スガ如クデア。之ニニ、一、ジーランド (New Zealand)ノ北島ナルろとるま (Rotorua)ノ温泉地帯ナルろとまはな (Rotomahana)湖ノモノト加ヘテ此種段丘ノ世界四大偉觀ヲ呈シテ居ル。



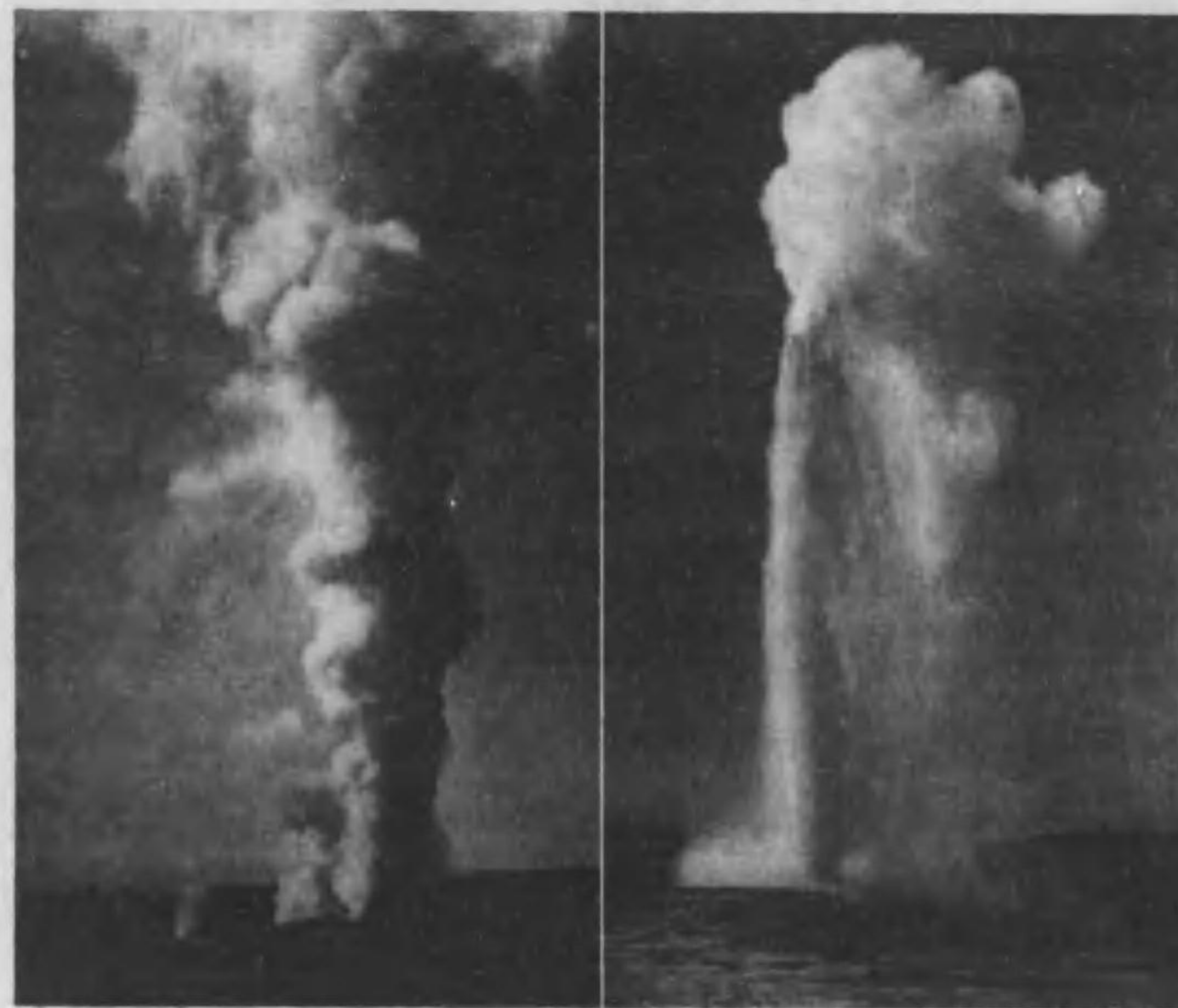
第百四十九圖 千枚皿

濃國湯俣ニ湧出スル温泉ノ沈澱物ハ美麗ナ噴湯丘又ハ段丘ヲ作ツテ居ル。此噴湯丘ハ地中深イ處ノ割目等ニ鑛脈及晶族ヲナシテ出來ル鑛物ノ生成ガ眼前ニ見ラレルモノデア。爲メ學術上肝要デ、大正 14 年ニ天然紀念物ニ指定サレタ。

第三節 噴泉

161. 噴泉又ハ間歇泉 噴泉ハ温泉ガ殊ニ多ク瓦斯又ハ水蒸氣ヲ發散シ、間歇的ニ熱湯ヲ蒸氣ヲ噴出スルモノデ、時間的ニ言ヘバ凡ソ夫々一定ノ時間ヲ隔テ、噴揚ゲルカラ間歇泉トモ呼バレテアル。1811 年ろんどんノまっけんジー (Mackensie)ハ氷洲ノ噴泉ヲ研究シ、1818 年へんだーそん (Henderson)ハ更ニ之ヲ研究シタ。其理論ハまっけんジーヲ始メ、くるぐ (Krug von Nidda)、くろあじー (des Cloizeaux)、ぶんぜん (Bunsen)、もー (Mohr)、

だむー (Damour)、ふーるぶす (Forbes)、ちんだる (Tyndall)、ほっほすてー (Hochstetter)、かいらく (Keilhack)、びー (Peale) 等ニ依ツテ發表セラレタ。迂回シタ地下溝ガ直接地熱ノ作用ヲ受ケテ突然蒸氣ヲ作ルニ至ルデア。水ノ沸騰スル温度ハ 2 氣壓、11 米ノ深サデ 120°.5、22 米デ 134°、97 米デ 180°デア。立揚ガリノ管内デ夫々熱源ノ深サニ應ジテ熱セラレタ水柱ガ進出テ終ニ大氣中ニ逸出スルニ至レバ既ニ沸騰點ヲ超過シテ居ル液柱ハ突然汽化スルガ噴泉デア。從テ噴泉ノ噴出口ニ近イ所デハ其温度ガ 127°ニ達スルモノガアル。而シテ之ガ爲ニハ附近ニ河川湖沼ナドノ地表水ガ滲透シテ居ルモノガアルヲ常トスル。



第百五十圖 じいあんと噴泉(左)及おーど ふーすふる噴泉(右)

噴泉ハ氷洲、えろーすとーん ばーく及ニ、一、ジーランドヲ始メ、其外ちべッ

と (Thibet) ナド河湖水河ニ富シテ居ル處ニ見出サレル。孰レノ場合ニモ噴泉ハ火山ノ現象ト離ルルコトガ出来ナイノハ明カデア。第百五十圖ハえろーすとーん ばーくノじ。いあんト噴泉及おーると ふーすふる噴泉ヲ示シタモノデ其高サ夫々 250 及 150 呎ニ達スル。えろーすとーん ばーくノ下ノ池 (Lower Basin) 及上ノ池 (Upper Basin) ナル温泉ノ池ハえろーすとーん湖 (Yellowstone Lake) ヨリ低キコト夫々 125 米及 140 米ノ處ニ在ル。此邊泥火山ヤ噴氣口ガ其數實ニ數千ニ達シ、煮エ沸ギツテ物凄イ。

噴泉ノ間歇噴出ノ時間ハ或ハ數分ニ一回現ハレタリ、永イノニナルト數ヶ月、稀ニハ數年ニ一回ト云フノモアル。えろーすとーん ばーくノおーると ふーすふる (Old Faithful) ニハ週期ガ1時間5分カラ1時間10分ト云フ規則正シイモノモアル。噴泉ノ形ハ亦非常ニ異同ガアツテに。ーじーらんどノ噴泉ニハわいろあ (Wairoa)、ぱぶた (Pabuta) 等ガ最モ著名デア。

又ろとまはん湖ニ近イわいまんぢー (Waimangee) ノ噴泉ハ 36 時間毎ニ噴出シテ其水柱ハ 50 米ニ達シ、蒸氣ノ柱ハ 300 米ニモ騰ガツタ。然シ 3 年半續イタ後 1886 年ノ大噴火ノ際ニ消滅シタ。其後 1898 年及 1903 年ニ再ビ現ハレ其水柱ノ高サ 450 米ニ及ビ、80 萬リットル以上ノ水ヲ送出シ、蒸氣柱ハ 1000 米ニ及ンダト云ハレタガ蓋シ全世界噴泉ノ巨擘デアツタロウニ、1904 年以來規則正シク噴出シナクナツタ。是等ノ噴泉ニハ小サナ段丘ガ出来タガ 1886 年ニ破壊セラレタモノ程美シクハナイ。

あらすか半島ノありうしやん山脈ノ中ニかっとまい (Katmai) 火山ガアル。其爆發ハ 1912 年ニ起ツテ最モ凄慘ヲ極メタモノ、一ツトシテ有名デア。此火山ノ噴火口ハ高サ 2100 米ノ處ニ在ツテ深サ 1100 米ニ達シ、沸騰シタ湯ガ常ニ煮エ沸ギツテ居ル。山麓ニハ峡谷トちくす みらー (Dix-Miller) ノ谷ガアツテ長サ 52 軒幅 3 軒ニ達シ、此ニ熱湯ノ噴出スルモノ無慮數百萬

ヲ數ヘえろーすとーんノ 4000 乃至 7000 ヲ遙ニ凌駕シテ居ル。多クノ噴泉ハ高サ 1500 米以上ニ進ツテ居ル。

多クノ實例ニ徴スレバ噴泉ハ徐々トシテ頽廢ノ傾向ヲ辿リツ、アル様ダ。死滅シタリ又ハ破壊シタモノモ頗ル多イ。殊ニ火山ノ噴火ニ依リ又ハ地震ノ爲ニ斯クナルモノガ多イ。然シ之ニ反シテ新ニ出来上リツ、アルモノハ亦少クナイ。唯所謂減少ト云ツテモ甲カラ乙ニ位置ヲ變ズルモノガ多イト云ツテ居ル人ガアル。

休止シタ噴泉ノ形相ヲ見レバ亦様々デア。硅酸ニ依ツテ泉口ノ塞ツタモノモアリ。えろーすとーん、まんもす ほっとすぶりんぐノりばーちー かぶ (Liberty Cap) ノ如ク突出シタ圓錐體ヲ爲スモノモアル。中ニハ亦尙口ヲ咄イテ居ル泉竅ヲ備ヘテ居ルモノモアル。米國わいおみんぐ (Wyoming) ノ休止噴泉ノ如クどりねニ似タ形ヲシタモノモアル。わいおみんぐ市ノ西 3 哩しーしーん河 (Shoshone) ノ河床内ニ多數ノ温泉ガ石灰岩ノ罅カラ噴出シ、岩ノ割目カラハ硫化水素ヲ發散シ、石灰ハ非常ニ古イ。噴泉ノ沈澱物ハ非常ニ多ク、其中噴火口ノ形ヲシタ主ナモノハ直徑 21 米、深サ 12 米デ熱湯ヲ湛ヘテ居ルガ、外ノモノハ皆小サイ。

温泉ノ中ト同ジク噴泉ノ中ニモ沈澱物ガ一杯塞ツテ湯ノ進出ルノヲ妨ゲルトキハ之ガ爲ニ外ノ部分ニ噴出スル様ニナル。

我國熱海ノ大湯ハ亦此間歇噴泉デアツタ。海岸カラ 1 軒離レ、高サ 22 米ノ處ニ在ツテ蒸氣ト熱湯トヲ交々噴出スルコト凡ソ 1 時間半 1 晝夜ニ凡ソ 5 回ノ噴出ヲシテ居ツタ。然シ其後 1 ヶ月ニ凡ソ 1 回トナリ、12 時間湧キ、又 12 時間涸レタコトモアリ、之ヲ長湧ナド、呼ンデ居タ。但シ噴出ノ時間ヤ狀況ハ年ト共ニ變化シタ様デア。大湯噴口ノ南方 3.5 米許ノ處ニ他ノ泉竅ガアツテ亦蒸氣ヲ 1 晝夜ニ 4 回、熱湯ヲ 9 回噴出セシメ、大湯トノ關係ハ

彼熱湯ノ時ハ是蒸気ト云フ有機デアツタ。其後此間歇泉ハ終熄シタ。而シテ海水ノ連絡アルコトハ其鹽化そちうむガ海水ノ凡ソ 1/5 デアツタコトニ依ツテ想像スルコトガ出来ル。

陸前鬼首ノ噴泉ノ高サハ6米ニ達シタト言ハレ吹上ナド、呼バレテアル。長崎縣小湊ノ噴騰湯モ亦此種ニ屬スル。越後ノ瀨波温泉ハ熱湯ガ常ニ90呎以上モ高ク噴出シテ壯觀デアアル。

162. 人工噴泉 人工的ニ井戸ヲ掘ツテ噴泉ヲ見タ例モアル。例ヘバ米國ペンシルバニア州ケーン (Kane) 市ニ於テハ600米掘下ゲ、又佛國サンガールミア (Saint Galmier) ニ近イもんろんど (Moutrond) ニ於テハ502米掘下ゲテ共ニ噴泉ニ突當テタ。此後者ハ深サ23米デ軟水ヲ得、180米デ硬水ヲ得、502米デ炭酸ガ壓搾セラレテアル温泉ニ突當テタモノデアアル。然シ後ニ噴出ガ止ンダ。又ありえー (Allier) 河ノ左岸ビシー (Vichy) ニ面シタヴェス (Vesse) ノ噴泉ハ115米ノ試錐デ突當テ、25時間乃至27時間テ3回乃至4回噴出シ、各噴出ハ1時間繼續スル。高サ6米乃至8米ノ噴水柱ヲ作り、1.8乃至2.0萬リットル、溫度31°、非常ニ重炭酸そちうむニ富ンデ居ル。

佛國あるでーし (Ardèche) ノヴァル (Vals) ニ於テハ深サ72米デ花崗岩カラ噴出シ、高サ15米ニ達シ、3時間ニ涉リ溫度16°デアツタ。

1919年十一月佛國ふいどーむ (Puy-de-Dôme) ノまるとるす (Martres d'Artieres) ニ石油採掘ヲ行ツタ所ガ深サ415米デ攝氏31°ノ温泉ガ噴出シタガ非常ニ炭酸ニ富ンデ而カモ間歇的ニ爆發狀ヲナシテ进出タ。炭酸瓦斯ガ噴出ノ唯一ノ動力デアラシク、もんろんどノ如ク夭折スルニ至ルヤ否ヤハ未ダ明カデナイ。地層ハ凡ベテ石灰岩デ地下増温率ハ凡ソ18米デアアル。

163. 噴泉ノ生因ニ就テ 湖沼河川等ノ水ガ滲透シテ噴泉ヲ生ズルノハ地

下水ト火山ノ關係ニ依ルモノト考ヘルコトガ出来ル。之ニハ種々ノ假説ヲ想像ガアル。だうぶれー (Daubrée) ハ火山ヲ以テ第一ニ噴泉ノ水源ヲ爲スモノト考ヘタ。即チ水蒸気ノ形ヲ爲ス水ハ火山活動ノ主ナル生産物デアアルモノトシ、壓力ト毛管力ノ爲ニ地殻ニ海水ガ滲透シ、火山ノ噴出物ハ水ヲ密閉シ熱灼シテ水蒸気ヲ作り、噴泉ノ動力トナルト云フデアアル。此説ハ多クノ地質學者ニ支持セラレ、18世紀ノ終ニすばらんざー (Spallanzani) ニ依ツテ明ニ證明セラレタ。水蒸気ニ化シタ水珠ニ海水ハ甚シイ大爆發ノ中ニ入り、水ハ地下溝ニ依ツテ火山脈ニ横ツテ居ル大キナ空洞ト連絡シテ居ルラシイ。

でれせ (Delesse) ハ噴泉ヲ爲ス地下水ハ海水ノ滲透及一般ニ地表水ノ滲透シタモノト言ツテ居ル。

あるばーと ぶらん (Albert Brun) ハ伊太利、じば、かなりー及さんどろち諸島ノ火山ヲ研究シタ後火山ノ現象ニ水ガ介在シタト云フ考ヲ拒ンデ云フニハ噴汽、噴泉及温泉ハ火山生命ノ略易イ表徴デアアル。1906年ノベスブ噴火ノ際瓦斯ハ全然水分ヲ含ンデ居ラナカッタ。潜行ノ水即チ滲透スル水ハ噴汽ノ唯一ノ原因デ、地下120°乃至340°ノ間ノ等地温面ノ間デ水ガ捉ヘラレ熱セラレテ噴出スル。

1900年ノ終ごーちえー (Gautier, A.) ハ地球内部ノ熱ニ依ツテ岩漿水ガ排出セラレルニ依ツテ噴泉ヲ生ズルモノトシ、處女水ノ介入ヲ主張シタ。

以上ノ外ひーにえー (Meunier)、らまるく (Lamarck) 或ハめるかりー (Mercalli) ナドノ種々ノ説ガアル。

第四節 温泉及礦泉ト醫療的効果

164. 温泉及礦泉ノ分類 ひんつ教授 (Prof. Hintz) 及ぐりゅんふーと博士 (Dr. Grünhut) ガ近代ノ物理化學ノ溶液論ニ基イテ礦泉ヲ其化學的成分ニ依

ツテ次ノ如ク分類シタ。但シ礦泉ニ溶ケテアル物質ハ其1斤ノ水中ニ溶解含有セラレテアル固形分ノ量(瓦)ヲ指スノデアル。

第一、單純泉 年中 37° 以上ノ高温デ地中カラ湧出シ、其遊離二酸化炭素ノ量ハ1瓦以内デ溶解固形分ノ量モ亦少イモノヲ云フノデアル。

第二、單純炭酸泉 遊離二酸化炭素ノ量ガ1瓦以上デ、溶解固形分ノ量1瓦以内ノモノヲ云フ。

若シ酸化鐵又ハ二酸化鐵ノいおんノ 10 瓦相當量以内ヲ含ム場合ニハ藥用トシテ效果ガ多イ。

第三、土類炭酸泉 遊離二酸化炭素並ニ溶解固形分ノ 1 瓦以上ヲ含有スルモノデ陽性含水炭酸いおんガ多ク並ニ陰性カルシューム及マグネシウムいおんヲ含ンデ居ル。從テ其鹽類中ニハ遊離二酸化炭素ノ外ニ炭酸カルシューム及炭酸マグネシウムガ主ナル成分ヲ成シテ居ル。

第四、あるかり泉 あるかり泉ハ溶解シタ固形分ノ 1 瓦以上ト陽性含水炭酸いおんヲ主トシ陰性あるかりいおんヲ含ンデ居ル。今此温泉ノ水ヲ煮沸スレバ炭酸瓦斯ハ出デ含水炭酸いおんハ炭酸いおんニ變リ、後者ハ又あるかり土類金屬いおんと半バ結合シテ析出セラレ、含水炭酸いおんノ大部分ハ其儘ニナツテ居ル。

其水分解ハあるかり反應ヲ呈スル。若シ遊離炭酸ガ1瓦以上トナレバ之ヲあるかり炭酸泉ト呼ブ。

若シ又鹽化物、硫酸化合物又ハあるかり土類金屬いおんガ主ナル量トナツテ存在シテ居ルナラバ之ヲあるかり鹽類泉、あるかり土類泉ナド、呼ンデ純粹ナルあるかり泉ニ區別スル。

第五、普通鹽泉 普通鹽泉ハ溶解シタ固形分ノ 1 瓦以上ヲ含ム、鹽素いおんハ主ナル陽性電子デそちうむいおんハ主ナル陰性電子デアル。是等ノ礦泉ニシ

テ若シ鹽素いおん並ニそちうむいおんノ量ガ 260 瓦相當量ヨリ少イトキ(又ハ鹽類計算デ普通鹽ノ 15 瓦)ハ稀薄單純食鹽泉ト呼ビ、若シ之ヨリ多量ノ時ハ濃厚食鹽泉ト呼ブ。

若シ又遊離炭酸ガ1瓦以上アルトキハ之ヲ炭酸含有食鹽泉ト呼ブ。又含水炭酸又ハ硫酸いおんガ主ナル量トシテ存在シテ居ルナラバ普通鹽泉トハ呼バナイデ、あるかり食鹽泉又ハ鹽性食鹽泉ト呼ブ。然シあるかり土類金屬いおん又ハ是等ト含水炭酸いおん又ハあるかり土類金屬及硫酸いおんガ多クアルトキハ之ヲ鹽性土類食鹽泉、土類食鹽泉又ハ硫酸性食鹽泉ト呼ブ。

第六、苦味泉 溶解シタ固形分ノ 1 瓦以上デ硫酸いおんガあにょん即チ陽性電子ノ中ニ多イモノヲ云フノデアル。そちうむ、カルシューム又ハマグネシウムいおんガ主ナルかしょん即チ陰性電子ナラバ之ヲ鹽性苦味泉又ハ硫酸性苦味泉ナド、呼ブ。若シ鹽素いおんガ以上三ノかしょんノ外ニ加ヘテ存在スルトキハ食鹽性苦味泉又ハ硫酸性食鹽苦味泉ト呼ブ。

第七、炭酸鐵泉 一般ニ一酸化鐵いおんと含水炭酸いおんノ 0.01 瓦以上ヲ含ムモノヲ云フ。

第八、びとりおる泉 一般ニ一酸化鐵又ハ二酸化鐵いおんと硫酸いおんノ 0.01 瓦以上ヲ含ムモノヲ云フ。

第九、明礬びとりおる泉 一般ニ一酸化鐵又ハ二酸化鐵いおんと硫酸いおんノ 0.01 瓦以上ヲ含ミ、あるみにうむいおんノ量ハ 10 瓦相當量以上ナルモノヲ云フ。

第十、酸性びとりおる泉 一般ニ硫酸及水素いおんノ外ニ一酸化鐵又ハ二酸化鐵いおんノ 0.01 瓦以上ヲ含ムモノヲ云フ。

第十一、酸明礬泉 硫酸及水素いおんヲ含ミ、且ツあるみにうむいおんノ量ガ 10 瓦相當量以上ノモノヲ云フ。

第十二、酸明礬びとりおる泉 一般ニ一酸化鐵又ハ二酸化鐵ノ 0.01 瓦以上ヲ含ミ、硫酸及水素いおん並ニあるみにうむいおんノ 10 瓦相當量以上ヲ含ムモノヲ云フ。

第十三、硫黃泉 含水硫化物いおんヲ含ミ、時トシテハ遊離シタ硫化水素ヲモ含ンデ居ル。

而シテ若シ遊離炭酸又ハ遊離硫化水素ヲ含有スルトシナイトニ依ツテ嚴密ナ意味デ硫化水素表泉又ハ硫黃泉トニ區別スル。

第十四、酸性硫化水素泉 遊離硫化水素ト水素いおんトヲ含ムモノヲ云フ。

以上ノ外酸性泉又ハ硼酸泉ナドガアル。

我國温泉及礦泉ヲ示セバ次ノ如クデアル。(The mineral spring of Japanニ據ル)。

第六十四表 我國源泉及礦泉一覽表

番號	泉種	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1瓦=付瓦)
1	單純冷泉	菰野	三重	2500	29°	0.14
		村杉	新潟	400	25.6	0.35
		下部	山梨	—	34—36	0.46
		高山	岐阜	1200	10—13	0.12
		猫啼	福島	—	22	—
		袋田	茨城	—	34	0.3
		越木	岩手	—	11—19	—
		關新	田根	—	—	—
		關湯	山形	—	28	—
		栢谷	岡山	—	14.5	—

番號	泉質	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1瓦=付瓦)	
2	單純温泉	湯塔	神奈川	150	42—47.3	0.50—0.81	
		之塔	"	2877	40	0.65	
		道後	愛媛	35	42—47	0.78—0.83	
		別府	大分	50	40—66	0.68—0.93	
		伊東	静岡	—	46—47.8	0.98	
		武雄	佐賀	100	49	0.77	
		上下	諏訪	長野	2500	47.5—83	—
		飯坂	福島	550	50—70	0.92—0.95	
		那須	栃木	4000—5000	38—71	0.58—0.85	
		長岡	静岡	—	44—53	0.70	
		淺間	長野	1600	36.5—53	0.44—0.45	
		安代	"	1643	55—56	0.95	
		温陽	朝鮮	—	38—48	0.21	
		五色	山形	3000	38.5—44.5	0.78	
		青根	宮城	1800	43—52	0.54	
		東郷	島取	—	40—49	0.93	
		栢尾	新潟	920	38—39	0.28	
		畑尾	静岡	—	38—40	0.64—0.90	
		古奈	"	—	52	—	
		依山	山口	1000	40—42	0.08	
北投	臺灣	—	43—68.5	0.21—1.09			
有福	島根	900	44.5—49	0.29			
三朝	島取	50	67—71.5	0.86—0.87			
甲子	福島	3000	48.5—51	—			
院湯	内秋	679	39.5—41	0.13			
上高地	長野	4725	53.5	—			
大湯	新潟	900	53—57	0.38			

番號	泉質	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1リ=付瓦)				
b	稀薄單 純食鹽 泉	增富山梨	3000	16-21.5	2.18	1.40				
		片山津石川	—	61-79	15.79	7.28				
		瀨波新潟	—	102	4.19	3.38				
		東萊朝鮮	—	50-53	5.50	2.96				
c	濃厚食 鹽泉	登別北海道	600	76-94	4.51	3.01				
		吉田宮崎	—	42	4.90	—				
		有馬兵庫	1155	37.5-33.4	19.56- 65.70	14.72- 43.21				
		磯部群馬	1200	15.5-17.2	26.91- 29.75	19.43- 21.05				
		八鹽	—	冷	19.65- 30.28	14.53- 22.84				
		大鹽福島	—	"	20.40	15.30				
		鹿鹽長野	—	"	28.57	25.85				
		原市群馬	—	"	27.60- 27.86	19.25- 19.87				
		武庫山兵庫	—	12.8	22.7	17.06				
		d	炭酸含 有食鹽 泉	寶塚兵庫	82	18.5	13.76	11.13	若雜炭酸 CO ₂ 瓦 0.93	
磯部群馬	1200			15.5	15.60- 28.64	11.01- 28.64	0.97- 1.18			
平野兵庫	—			27	4.59-7.10	2.57- 4.31	1.17- 1.19			
八鹽群馬	—			冷	8.90- 30.28	6.19- 22.84	1.06- 1.46			
e	あるか り食鹽 泉	原市	—	"	27.86	19.87	1.51			
		磯部	1200	15.5-17.2	15.60- 29.75	11.61- 21.05	5.97- 11.88	NaCO ₃		
		平野兵庫	—	27	2.59-7.10	1.36- 4.31	0.94- 1.74			
		小川富山	—	49-60	1.08-1.22	0.59- 0.67	0.25- 0.31			
		關仔嶺臺灣	—	44-80	7.91-8.51	3.62- 4.18	3.53- 3.78			
		八鹽群馬	—	冷	5.80- 30.28	3.69- 22.84	1.58- 5.99			
原市	—	"	27.60- 27.86	19.25- 19.87	6.03- 11.19					

番號	泉種	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1リ=付瓦)				
f	鹽性食 鹽泉	修善寺靜岡	250	55-77	1.08-1.21	0.46- 0.58	Na ₂ SO ₄ 0.22- 0.45			
		鎌先宮城	600	37-48	5.03-5.19	2.41- 2.47	1.50- 1.69			
g	鹽性土 類食鹽 泉	有馬兵庫	1155	37.8-38.3	19.56- 19.66	14.72- 43.21	2.90- 11.30	CaCl ₂		
		熱海靜岡	—	77-108	8.1-9.87	4.79- 5.66	2.57- 3.19			
		城崎兵庫	—	44.2-66.3	5.32-5.91	3.02	1.59			
		和倉石川	—	70.5-93	20.93- 21.55	11.03- 18.67	8.61- 8.94			
		小濱長崎	—	59-101	6.47-8.84	4.00- 5.43	(CaCl ₂ 1.01-1.26 MgCl ₂ 0.60-0.91			
		蘆原福井	—	53-76	10.03- 10.33	5.90- 6.13	3.09- 3.29	NaCl CaCl ₂		
		赤湯山形	700	42.58	2.91-3.07	1.90- 2.06	0.50- 0.55			
		小野川	1000	65.5-73.5	5.67	3.90	1.16			
		湯郷岡山	240	37.7-38	2.25-2.27	1.17- 1.18	0.94- 0.95			
		湯川北海道	—	50	7.03	4.40	—			
h	土類食 鹽泉	松之山新潟	1200	44-73	13.87- 15.08	7.93- 8.68	5.05- 5.33	CaCl ₂		
		湯野濱山形	—	43-47.2	4.71-5.69	2.79	1.51			
		熱鹽福島	1200	46	11.50	7.85	2.24			
		森ヶ崎東京府	—	17	6.08	3.83	(CaCl ₂ 0.90 MgCl ₂ 0.93			
		湯ノ本長崎	—	43-47	16.39- 21.64	11.56- 14.51	(CaCl ₂ 0.82-1.74 MgCl ₂ 0.82-1.29			
		大鹽福島	—	冷	20.40	15.30	(CaCl ₂ 1.90 MgCl ₂ 1.20			
		湯川北海道	—	40.5-50	—	—	—			
		熱鹽福島	1200	35-78	4.55-5.11	2.65- 3.26	(Ca(HCO ₃) ₂ 0.08-1.21 Mg(HCO ₃) ₂ 0.17-0.26			
		赤城群馬	1490	20	2.25	1.08	Mg(HCO ₃) ₂ 0.82			
		青山北海道	—	42-44	2.97	1.72	(Ca(HCO ₃) ₂ 0.39 Mg(HCO ₃) ₂ 0.29			

番號	泉種	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1リ=付瓦)		
i	硫酸性 食鹽泉	増富山	梨	3000	15—24.5	5.98—9.56	3.84— 6.49	{Ca(HCO ₃) ₂ 0.96—1.29 Mg(HCO ₃) ₂ 痕跡—0.49 CaSO ₄
		長野	6950	45—76	1.21	0.53	0.36	"
		四萬群馬	3000	62	1.47	0.72	0.45	"
		温海山	50	45—70	3.51	2.35	0.61	"
		温泉津島	—	46—50	7.06	4.79	1.10	"
		湯沸石川	1300	41	3.31	2.15	0.71	NaCl
		大牧富山	850	49	3.29	1.86	0.82	"
		大湯深秋田	700	33.5—45.5	11.31— 14.79	7.00— 11.03	0.23	H ₂ S
		有馬兵庫	1155	38.3—47	19.56— 65.70	14.72— 43.21	0.0116—0.0854	Br
		城崎	—	58.3	5.32	3.02	0.0005	"
j	硫化水 素含有 食鹽泉	磯部群馬	1200	13.5—15.5	26.91— 29.75	19.43— 21.05	{Br 0.0113—0.0298 I 0.0020—0.0047	
		武庫山兵庫	—	冷	7.40	5.97	I 0.0026	
		鹿野田宮崎	—	"	16.04	14.43	{Br 0.0784 I 0.0294	
		大瀬戸	—	"	3.69	2.22	{Br 0.0155 I 0.0075	
		七つ井戸千葉	—	"	16.01	13.76	I 0.0476	
		志大静岡	—	"	11.80	9.36	I 0.0127	
		宮垣内和歌山	—	"	12.03	8.29	{Br 0.0039 I 0.0008	
		磯部群馬	1200	15.5	26.91	19.43	1.00	HBO ₂
		原市	1200	冷	27.86	19.87	5.54	"
		淨法寺青森	—	"	16.83	10.17	3.03	"
k	臭素又 ハ沃素 含有食 鹽泉	城崎	—	58.3	5.32	3.02	0.0005	
		磯部群馬	1200	13.5—15.5	26.91— 29.75	19.43— 21.05	{Br 0.0113—0.0298 I 0.0020—0.0047	
l	硼酸含 有食鹽 泉	磯部群馬	1200	15.5	26.91	19.43	1.00	
		原市	1200	冷	27.86	19.87	5.54	
7	苦味泉							
a	苦味泉	上ノ山	山形	574	56—61.5	2.58		

番號	泉種	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1リ=付瓦)		
b	鹽性苦 味泉	志戸平岩手	700	76	1.26			
		海潮島根	300	41.5	1.22			
		鹽原栃木	1150	55—57.5	1.49	0.84	Na ₂ SO ₄	
		吉奈静岡	360	41—50	1.15—1.24	0.62	"	
		東山福島	850	34—61	1.95	0.69	"	
		船原静岡	—	35—47	1.09	0.47	"	
		岩井鳥取	40	46—60	1.96—2.00	1.07— 1.10	"	
		湯宿群馬	—	37.2—79	1.42	0.64	CaSO ₄	
		伊香保	2500— 2700	45—47	0.96—1.34	0.18— 0.45	"	
		伊豆山静岡	42	60	1.42	0.75	"	
c	硫酸性 苦味泉	岩井鳥取	40	45—58.5	1.83—1.91	0.96— 0.98	"	
		淺蟲青森	—	61.5—79	1.15—1.34	0.31— 0.63	"	
		湯ヶ島静岡	625	41—64	1.7	—	"	
		土肥	30	36—66	1.37—1.69	0.89— 1.11	"	
		栃木熊本	450	39—45	2.08	—	"	
		吉方鳥取	—	24.4—47.5	4.03—4.62	{NaCl 1.42—1.69 Na ₂ SO ₄ 1.49—1.78		
		勝見	—	51.5—56	1.12—1.36	{NaCl 0.10—0.49 Na ₂ SO ₄ 0.39—0.65		
		濱村	—	45—49	1.07	{NaCl 0.40 Na ₂ SO ₄ 0.32		
		湯田中長野	1643	74—76				
		d	食鹽性 苦味泉	吉方鳥取	—	24.4—47.5	4.03—4.62	{NaCl 1.42—1.69 Na ₂ SO ₄ 1.49—1.78
勝見	—			51.5—56	1.12—1.36	{NaCl 0.10—0.49 Na ₂ SO ₄ 0.39—0.65		
濱村	—			45—49	1.07	{NaCl 0.40 Na ₂ SO ₄ 0.32		
e	硫酸性 食鹽苦 味泉	湯田中長野	1643	74—76				
		別府大分	50	57.5	0.85	0.0383	Fe(HCO ₃) ₂	
8	炭酸鐵 礦泉	觀海寺	200	57	0.77	—		
		芝石	200	69	1.59	0.2207		

番號	泉種	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1リ=付瓦)	H ₂ S				
a	硫黄泉	武藏	福岡	—	41—46	0.72	—				
		畑田	大分	300	36	—	—				
		粟津	石川	—	47—58	2.23—2.24	0.0054				
		野澤	長野	993	41—82	0.70—0.98	0.0119— 0.3230				
		明礬	大分	400	98	—	—				
		網張	岩手	2517	95	0.76	—				
		鳴子	宮城	—	40.5	—	—				
		關金	鳥取	500	42—46	0.52—0.56	0.0002— 0.0023				
		中房	長野	5300	59.5	0.55	0.0090				
		二見	富山	650	64.5—95	0.50—0.61	0.0004— 0.00028				
b	硫化水素泉	燕新	新潟	3000	42—48	—	—				
		垂玉	熊本	850	57—64	—	—				
		酸湯	青森	4000	60	0.66	—				
		日光	栃木	5088	22—69	0.88—1.44	0.0268— 0.0506				
		那須	栃木	3000	28	0.62	0.0292				
		硫黄谷	鹿兒島	3343	48.7—59.5	0.47	0.0522				
		榮之尾	"	2410	34—39	1.02	0.2374				
		立山	富山	4627	63	1.39	0.0022				
		鹽ノ江	香川	713	17	0.47	0.0021				
		大湯	秋田	700	33.5—45.5	11.31— 14.78	0.2246			NaCl 7.00— 11.03	
c	あるか り硫黄泉	赤倉	新潟	3000	55.5—62	1.19	0.0268				
		鳴子	宮城	—	103	3.52	—				
d	食鹽性 硫黄泉	中房	長野	5300	74—96	0.46—1.14	—				
		武田	尾兵庫	340	19.5—23.5	1.13	0.0014			NaCl 0.73	
		三朝	鳥取	50	56.5	1.24	0.0023			0.71	
		湯本	福島	—	48.9	3.16—3.20	0.0164— 0.0195			2.05	

番號	泉種	地名	縣名	高サ (呎)	溫度 (攝氏度)	總殘渣 (1リ=付瓦)				
e	鹽類性 硫黄泉	澤波	群馬	2200	38.9—52.8	1.23—2.71	0.0255	1.23		
		山代	石川	—	59—71.5	1.66—1.74	0.00102— 0.00545	0.69		
		湯ノ峯	和歌山	630	87.5—92	1.38	0.01014	0.74		
		山中	石川	240	49	1.65	0.0010	0.93		
f	硫酸鹽 性硫黄泉	川原湯	群馬	2160	28.9—70.7	1.52—1.72	0.0034— 0.0091	—		

15	酸性硫 化水素 泉						HCl (遊離)	H ₂ SO ₄ (遊離)	H ₂ S (遊離)
		草津	群馬	3740	58—64.6	2.38—5.60	0.3085— 0.8742	1.8534— 2.1674	0.0041— 0.0055
		温泉	長崎	2145	38—65	0.36—1.20	少量	0.1860— 1.2887	0.0012— 0.0041
		那須	栃木	3000	43—74.5	0.72—19.1	0.0838— 0.2140	0.2171— 0.4580	0.240— 0.264
		湯之花	神奈川	3300	40	0.7	—	0.0180	0.1205
		萬座	群馬	5180	50.6—81.7	0.95—1.54	0— 0.0865	0.0990— 0.4535	0.0527— 0.3256
		高湯	福島	2640	45—49	1.52—1.77	0.1012— 0.1114	0.1152— 0.2294	0.0447— 0.0840
		沼尻	"	—	63	1.94	0.5185	0.1698	0.1271
		湯(諏訪)	長野	6950	27	0.86	—	0.6692	0.0167

16	酸性泉						HCl (遊離)	H ₂ SO ₄ (遊離)
		温泉	長崎	2145	56—74	0.36—0.37	痕跡	0.0735— 0.1176
		岳	青森	2500	45—83.9	1.90	—	0.9564

17	硼酸泉						HBO ₂
		高泉	群馬	—	—	2.16	1.43

165. 温泉及礦泉ト醫療 温泉ノ湧出スル所ハ山腹平地山間谷河海ノ

岸、湖沼ノ邊又ハ河底海底等多種多様デアルガ其交通ノ難易トカ又ハ營養物資ノ供給トカ飲料水ノ清濁有無トカ閉靜デアルカ熱鬧デアルカ等ノ人爲的ノ影響モ非常ニ多イカラ一概ニ醫療ニ効ガアルトハ連斷スルコトガ出來ナイケレドモ山水水態多ク景色ガ佳ク、朝嵐暮靄空氣ガ澄ンデ居ル所ガ多ク、病弱者ナドノ所謂湯治ニ適シテ居ル所ガ少クナイノミナラズ、健康者ニ取ツテモ保養散ノ目的ニ利用セラレルコトガ少クナイ。

温泉ノ最も普通ナ利用方法ハ其中ニ入浴スルコトデアル。然シ入浴スル外ニ蒸風呂ト稱シテ蒸汽ノ中ニ立籠メラル、モノト又温泉ノ湯ヲ飲ム方法ナドモアル。又湯瀧ヲ作ツテ肩ヤ頭ヲ打タセテ温泉ま。さーちヲ行ラセルモノモアル。湯瀧ノ幅ヤ大サヤ高サナドガ色々アツテ氣持ノ良イモノダト言ハレテ居ル。又湯溜ヤ導管其他ノ場所ニ沈澱シテ居ル残渣物ヲ集メテ之ヲ湯ノ花ト呼ビ、之ヲ自分ノ浴槽ナドニ投ジテ治療ニ供スル人モアル。湯ノ花ノ中ニハ硫酸酸化鐵又ハ礬土ナドヲ含有シテ居ル。

食鹽泉ハ其湯ヲ煮沸シテ水分ヲ蒸發シ、食鹽ヲ作ツテ居ル處モアル。又鐵礦泉ハ染物ニ用ヒタリ、又ハ煎餅ナドノ中ニ鐵泉ノ水ヲ混ジテ之ヲ霽イデ居ル處モアル。

又温泉デ煮炊ヲシテ居ル處モアル。温泉ノ湯竈ガ池ヲ爲シテ居ル處デ野菜ヲ煮、卵ヲウデタリ、又ハ製鹽ノ熱源トシタリ、又ハ最近温泉ノ熱ヲ利用シテ發電ヲ爲シ之カラ動力ヲ得ルコトガ歐洲ナドデ試ミラレテアル。又温泉ノ上ニ管ヲ建テ、麵ヲ作ツテ居ル所モアル。

今各種ノ温泉等ニ就キ其醫療的效果ノ一斑ヲ記セバ次ノ如クデアル（大體石津博士温泉療養法ニ從フ）。

冷礦泉ハ之ヲ飲用スレバ一般ニ腸胃ノ蠕動ヲ刺戟シテ便通ガ良クナリ、殊ニ朝胃ノ中ガ空虛ノ時稍々多量ノ冷礦泉ヲ飲ンデ適度ニ身體ヲ動かセバ便通

ハ更ニ良クナル。但シ冷礦泉ヲ特種ノ治療ニ用ヒルニハ之ヲ温メテ用ヒナケレバナラナイ。

冷礦泉ハ風邪ニ罹リ易イ人、病後ノ虛弱者、神經過敏症ノ人、神經衰弱ニ苦シム人、腦ニ充血シテ憂鬱症ニナツテ仕方ノナイ人ナドニモ頗ル効能ガアル。

單純温泉ハ其成分ガ特色ヲ持タナイ。溶解シテ居ル礦物質ガ少イ丈ケニ格別ノ病ニ効クト取立テ、言フベキモノハナイガ、溫度ノ加減ト水ノ作用ニ依ツテ効能ガアル。

單純炭酸泉ハ之ヲ飲ンデモ又ハ之ヲ浴用トシテモニツナガラ宜シイガ、浴用ニスル方ハ寧ろ稀デアル。又此種ノ礦泉ハ單ニ藥用トスルヨリモ食卓上ノ清涼水トシテ各方面ニ用ヒラレテ居ル。歐洲デ能ク用ヒラレテアルゼンターワ、さー、びしー、あほりなりすナド及我國ノ平野水ナドモ之デアル。

單純炭酸泉ヲ冷メタイ儘飲用スレバ便通ヲツケ、胃腸内ヲ洗淨スル効能ガアリ、更ニ胃腸ノ粘膜ノ血管ヲ膨脹サセテ消化液ノ分泌ヲ熾ナラシメ、滋養分ノ吸收ヲ良好ニスル。從テ食事中又ハ食後ナドニ適度ニ之ヲ使用スレバ胃腸ノ消化力ヲ昂進サセ腹ノ脹ルコトヤ食滯レテ重苦シイ不快ノ感ジテ去ルコトガ出來ル。然シ餘リ多ク繼續シテ之ヲ飲ムカ又ハ一度ニ多量飲ムトキハ胃液ヲ薄クシ、炭酸ノ過多ノ爲ニ胃腸ヲ傷ヅケテ消化作用ハ之ガ爲ニ却ツテ悪クナルコトガアルカラ注意シナケレバナラナイ。之ト同理デ炭酸ガ飽和シテ居ル量ガ餘リニ多過ギタモノハヤハリ胃腸ヲ害スルカラ、斯様ナモノハ之ニ適度ノ水ヲ割ツテ飲マナケレバナラナイ。

斯クシテ此炭酸泉ヲ適度ニ飲用スレバ胃ノ消化不良、胃弱、胃腸かたる、腎臟、膀胱等尿ノ病氣、中氣ヤ尿酸ノ諸病、尿毒症等デ同化作用ノ悪クナツテ居ル人ニ最も効能ガアル。

土類炭酸泉ハ之ヲ沸カス時ニ炭酸ヲ發散サセナイ様ニスレバ炭酸風呂トシテ之ヲ利用スルコトガ出來ル。炭酸風呂ハ皮膚病ニ效能ガアル。又土類炭酸泉ヲ其儘内用スレバ慢性下痢症、中風、膀胱及尿道かたるニ效能ガアル。

あるかり温泉ハ其中ニ非常ニ多量ノ炭酸ヲ含メバ亦單純炭酸泉ト同様ニ皮膚ヲ刺戟スル。

故ニ若シあるかり温泉ガ適度ノ溫度デアラナラバ婦人病ナドニ效能ガアル。然シあるかり泉ノ飲用ハ胃液ノ中ニ少シデモ炭酸ノアル人トカ、或ハ消化不良ヤ病後ノ衰弱デ稍々モスレバ胃腸ニかたるヲ起シ易イ人ニハ有害トナル。殊ニ肺結核患者悪性腫瘍ニ罹レルモノ及一般病弱者ニハあるかり泉ヲ飲ムコトハ禁物デアル。此種ノ温泉ニハあるかり温泉、あるかり炭酸泉、あるかり鹽類泉及あるかり土類泉ナドノ種類ガアル。

普通ノ食鹽ヲ含メテ温泉即チ食鹽泉ハ其食鹽ノ含有量ガ 0.5 乃至 25 % デアツタナラバ營養不良、血液及淋巴液ノ諸病、脾臟肝臟ノ肥大、血液ノ循環ノ補償作用ガ悪クナツタ人、習慣性流産ノ人、中風、リ。一まちす、一般ノ肥滿症、糖尿病、各種ノ皮膚病及傷痕ノ恢復ニ最モ良イ。若シ 25 % ノ食鹽ヲ含メテ居ル食鹽泉ナラバ味ツテ丁度味ノ良イ鹽辛サデ之ヲ飲用スレバ胃ノ蠕動ヲ刺戟シ、胃液ノ分泌ヲ良クシ、蛋白質ノ消化ヲ良クスル。且其鹽分ニヨク吸収セラレテ尿ノ出ガ良クナリ、更ニ亦大便ノ通シヲモ非常ニ良クシ、又膽汁ノ分泌ヲ促進スル氣味モアルノデ、之ヲ飲用スレバ營養不良ノモノ、胃ノ蠕動ヤ分泌ノ悪イモノ、腸ノ働キノ悪イモノ、新陳代謝ニ異常ヲ來シテ居ル一般ノ患者ニ最モ效能ガアル。食鹽泉ハモウツ吸入法デ色々ノ呼吸器慢性かたる、慢性氣管支炎、咽喉かたるニモ最モ効果ガ多ク、其他肺ノかたる、肺萎縮、皮膚硬結又ハ結膜ノ瘰癧、鼻ヤ咽喉ノ諸病ニモ良イ。鼻ヤ咽喉ノ病氣ニハ食鹽泉ヲ注入シタリ、又ハ之ヲ含嗽用ニスルコトガ出來ル。

此食鹽泉ノ中ニハ稀薄ノ單純食鹽泉、單純食鹽泉、濃厚食鹽泉、炭酸含有食鹽泉、あるかり食鹽泉、鹽性食鹽泉及鹽性土類食鹽泉、土類食鹽泉、硫酸性食鹽泉、硫化水素含有食鹽泉、臭素ト沃度トヲ含ム普通食鹽泉、硼酸ヲ含ム食鹽泉ナドノ種類ガアル。

苦味泉ヲ飲メバ胃腸ノ粘膜ヲ刺戟シ、消化液ノ分泌ヲ良クシ、蠕動ヲ促シ、吸收ヲ良クシテ便通ガ非常ニ良クナル。飲ミ加減ニ依ツテ自由ニ便通ノ具合ヲ調節スルコトノ出來ルノハ便利デアル。例ヘバ 250 瓦位ヲ飲用スレバ極メテ輕イ通ジ樂トナリ、500 瓦位飲メバ非常ニ強ク利クノ類是デアル。然シ餘リ多量ニ併カモ長ク服用スレバ時トシテ消化不良ニ陥リ、かたる様ノ具合ニナル事ガアルカラ注意ヲ要スル。

從テ苦味泉ノ效能ハ一般的ニハ便秘ニ苦シム人、胃腸ノ弱イ人、肥滿病、充血シテ頭ノ具合ノ悪イ人、糖尿病、中風、殊ニ糖尿病ノ如キ體內ニ酸化作用ノ缺ケテ居ル者ニハ別シテ良イ。但シ其中ニそちうむトカかるしうむトカ又ハまぐねしうむトカ鹽化物トカノ孰レカ最モ多量ニ含マレテアル事ニ依ツテ其效能ハ異ツテ來ル。

泉種トシテハ苦味泉、鹽性苦味泉、硫酸性苦味泉、食鹽性苦味泉、硫酸性食鹽苦味泉ナドガアル。

鐵礦泉ノ療養上ニ效能ノアルノハ人體ニ必要デ缺クベカラザル鐵分ヲ多ク含メテ居ルカラデアル。殊ニ人工的鐵劑ハ動モスレバ胃腸ノ消化作用ニ害ヲ及ボスガ、天然ノ鐵礦泉ハ如何ニ永ク服用シテモ其憂ハナイ。又此種ノ鐵礦泉中ニ鐵ノ外ニ遊離炭酸類ヲ含メテ居ルナラバ尙更ニ效能ガ著シイ。

炭酸鐵又ハ硫酸鐵ノ鐵礦泉ハ飲用浴用共ニ效能ガアル。飲用トシテハ第一ニ貧血性ニ良イ。

又鐵礦中ニ砒素ヲ含メテ居ルモノハ慢性神經諸症、ひすてりー、神經衰弱

等ニ良イ。局部的ノ效能トシテハ慢性消化不良ニ最モ良ク、硫酸鐵泉ニ屬スルモノハ慢性下痢症ニ效能ガアル。

浴用ニハ炭酸ヲ含シテ鐵礦泉ハ心臟病、子宮病、慢性瘧疾、流産シ易イ人、不妊症、遺精、腎虛等ニ效能ガアル。又炭酸ヲ含マズ硫酸ノミヲ含ムモノハ皮膚病ニ最モ良イ。

鐵礦泉ノ主ナ種類ニハ炭酸鐵礦泉、炭酸鐵食鹽泉、炭酸鐵鹽泉ナドガアル。

硫黃泉ヲ内用シタリ外用シタリシテ身體ニ効ク理由ハ未ダ學術的ニハ説明セラレナイガ兎ニ角在來ノ實驗ヲ主トシテ考ヘテ見レバ硫黃泉ハ飲用、浴用、吸入灌漑、瓦斯浴等ノ方法ニ依リ治療ニ應用セラレテアル。

硫黃泉ノ飲ミ方ハ100乃至1000瓦ヲ一日ノ量トシ、朝夕二回ニ分ケテ冷イママ或ハ温イノヲ飲用スル。温イ牛乳ニ混ジテ飲ンデモ良イ。之ヲ飲ム時ハ細ク長ク徐々ニ飲下スガ良イ。飲ンダ後ハ適度ノ運動ヲスルガ良イ。初メハ香ヒヤ味ガ稍々不快デアアルガ直チニ馴レテ了フ。飲用ノ場合ニハ硫黃泉ハ其遊離狀ノ硫化水素ヲ含ムニセヨ、又ハ硫化物デアアルニセヨ何レモ能ク胃腸ニ吸收セラレル。

硫黃泉ノ入浴ノ仕方ハ湯ノ温度ハ33°乃至36°デ入浴時間ハ10分乃至40分間デアアル。随分永ク入浴スル法モアルガ宜シクナイ。一回ノ入浴ガ済ンダラ一時間寢床ノ上デ休ム事ガ必要デアアル。硫黃泉ハ21回乃至28回ノ入浴デ一湯治期間ガ終ルガ病人ナドハ二三日入浴シタナラバ其間ニ暫時ノ休養時間ヲ挿ミ4週間乃至5週間デ一治療ニ費スガ良イ。浴用ノ場合硫黃泉ガ硫化水素デアアル時ニ限り、最モ良ク皮膚ニ吸收セラレ效能ハ体内ニ及ブ。体内ニ硫黃泉ノ水ガ入ツテ行ケバ血液中ノ鐵ト化合シテ硫化鐵トナリ、血球ノ改造ガ速メラレ、同化作用ガ盛ニナリ、効果ハ血管ノ上ニモ及ンデ、胆汁ノ分泌

ガ一層良クナル。又硫黃ノ一部ハ血液中ノ酸素ト盛ニ酸化作用ヲ營ミ最後ニ硫酸トナツテ尿ノ内ニ排泄セラレルノデアアル。

又硫黃泉ノ灌漑法ハ護謨ノ如キ自由ニ動カセル管デ身體ノ必要ナ場所何處デモ適度ノ壓力ト適度ノ温度ヲ以テ灌漑スルガ良イ。

吸入法ハ室ノ中央ニ大キナ壺ヲ置キ、其壺ノ真中カラ硫黃泉ヲ噴出サセテ恰カモ煙ノ如キ微細ナ粉末状態トシ、其粉末ガ空中ニ浮游シテ居ルノヲ吸入スルノデアアル。一回ノ吸入時間ハ約15分間デアアル。吸入法ハ殺菌的効果ガアルカラ氣管ノ流行性かたるニ最モ良イ。又小サナ室内ヲ攝氏28°位ニ暖メテ其中ニ上記ノ方法デ硫黃泉ノ瓦斯ヲ充タシ、患者ヲ裸體ニシテ其室内ノ中央ノ藤椅子ニ坐ラシメ、全身ノ皮膚ニ瓦斯ヲ作用セシメル方法モアル。此硫黃瓦斯沿ハ痒ユクテ堪ラヌ皮膚病、神經過敏症、慢性ノ種々呼吸器かたる、喘息等ニ良イ。又含嗽ヤ鼻孔ニ注入スル方法ヲ取レバ口腔、鼻孔、咽喉等ノ慢性諸症ニ頗ル効目ガアル。

以上各種ノ方法ヲ病氣ノ種類ニ依ツテ或ハ一種或ハ二種以上ノ方法ヲ適宜ニ應用スレバ各種ノ中風、血管ノ充血ニ起因スル諸症、膽石病、痔疾、下腹部多血症、各種ノ呼吸器病（殊ニ鼻腔、咽頭、喉頭、氣管等ノ慢性諸症ハ勿論喘息肺癆ニスラ良イ）筋肉又ハ關節ノリ。一まちす（此場合硫黃土風呂ガ最モ效ク）、關節、炎畸形、各部ノ神經痛、各種神經痛（リ。一まちすノ原因カラ來ル舞蹈病、神經衰弱、ひすてり一等）、リ。一まちす或ハ中風或ハ外傷ニ基ヅク癱瘓症、惡液質、各種皮膚病、婦人病、彈痕、打撲傷、刺傷ヲ受ケタ骨ノ部分カラ起ル痛ミ、化膿シタ傷、骨折後ノ痛ミ、創痕ノ痛ミ、各種ノ骨ニ起ル病氣及梅毒等ノ諸症ニ效能ガ顯著デアアル。

泉種ニハ硫黃泉、硫化水素泉、あるかり硫黃泉、食鹽性硫黃泉、鹽類性硫黃泉、硫酸鹽性硫黃泉ナドガアル。

明礬泉ハ内用トシテハ急性及慢性ノかたる、胃腸ノ出血、貧血、神經病、痔疾等ニ良イ。又浴用ニスレバ婦人病、營養不良、り。一まちす、病後ノ衰弱等ニ良イ。明礬浴ハ草津ヤ別府ニ近イ明礬温泉デ入浴ガ出來ル。

以上ノ外ニモ是等ト性質ヲ異ニスル數種ノ温泉ハアルガ治療上特別ニ擧グベキ必要ガナイカラ之ヲ省ク。

第十章 土質検査

166. 土壤物理学 植物ノ發育上ノ關係カラ土ヲ研究スルニハ化學又ハ生物化學ノ方面ノ學問ガアリ、主トシテ農學ニ關係ガ深イ。然シ土ノ化學的成分ト云フ方面ハ水質ニ影響ガ多ク、殊ニ温泉ナドノ泉質ハ専ラ地温、地質及岩石ノ化學的成分ニ支配セラレテ居ルト云ツテモ過言デハナイガ、工學的ニ見ルトキハ其中デモ土ノ物理學的性質ガ最モ能ク知ラレナケレバナラナイ。

土ノ物理學的性質ヲ始メテ組織的ニ研究シタノハし。一ぶら一 (Shübler) デアルト信ジラレテアルガ、第十九世紀ノ早イ頃デアル。其研究ノ題目ハ土自身ノ示様書、水トノ關係及熱トノ關係ノ三ニ分ケルコトガ出來ル。

本編第一章乃至第五章ニ述ベタモノモ未ダ工學的ノ見地ヲ以テ我國ニ適用スベキ成文的ノ検査法ヲ見ナイケレドモ今其中ノ大要ヲ次ニ輯録スル。

167. 土ノ器械的分析法 土ハ實ニ種々ナル大サノ粒徑ヤ形ノ礦物ノ破片ガ雜然ト混合シタモノデ、可ナリ大キナ石木呂カラ強力ノ顯微鏡ヲ以テシテモ見エナイ程ノ小サイ粒ノモノニ至ルマデ非常ニ多種多様ノモノノ集團デアル。土ノ一定容積ノ中ニ在ル土ノ粒ノ數ハ重量ニ比スレバ非常ニ多ク、從テ粒ノ大サニ依ツテ土ヲ分類シ、其全重量ニ比較スレバ其各群ガ全體ノ何割ヲ占メテ居ルカト云フコトヲ定メルノガ即チ器械分析法デアル。

土ノ粒ノ大キナモノハ篩ヲ以テ之ヲ撰別スルコトガ出來ルケレドモ其細カイモノハ淘汰法ヤ沈澱法ニ依ラナケレバナラナイ。今器械分析法ノ我鐵道省土質調査委員會デ試ミラレタモノヲ本トシテ其一斑ヲ記セバ次ノ如クデアル。但シ粒徑ノ大サヲ變ヘレバ勿論分析ノ時間ヤ深サナドガ變ハル。

(1)、細礫又ハ砂利 粒徑2耗乃至1耗ノモノ。

(2)、砂 粒徑 1 耗乃至 0.05 耗ノモノデ、更ニ之ヲ細別スレバ粗砂粒徑 1 耗乃至 0.5 耗、中砂 0.5 耗乃至 0.25 耗、細砂 0.25 耗乃至 0.1 耗、極細砂 0.1 耗乃至 0.05 耗トスルコトガ出來ル。

(3)、泥土 粒徑 0.05 耗乃至 0.005 耗ノモノ

(4)、粘土 粒徑 0.005 以下ノモノ

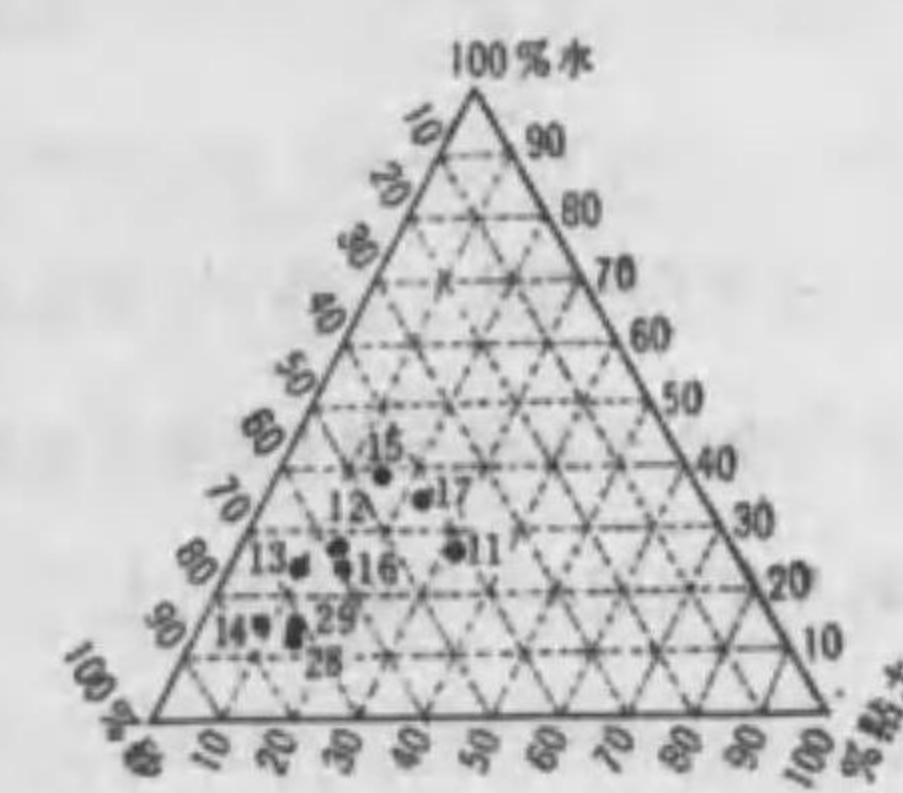
以上ノ分析ヲ行フニハ充分ニ乾燥シタ土ノ試料 50 瓦ヲ容量 1000 c.c.ノびーかーニ入レテ之ニ水ヲ加ヘテ深サ 11 糎トシ、漸次水ヲ蒸發セシメテ 1 時間ノ後之ヲ冷却スル。而シテ其上澄ノ水ヲ靜ニ他ノ容量ニ移シ唯底カラ 3 糎丈ヲ殘シテ上部 8 糎ト 3 糎ノ水ヲ分離スルノデアル。斯クシテ殘ツタ深サ 3 糎ノ水ニ新ニ 0.5%ノあんもにや水ヲ加ヘ、1 分間振盪シテ 3 分間澄マシメ、後其上澄液ヲ他器ニ移ス。此作業ヲ上澄液ガ透明ニナル迄數回繰返シテ行フ。

而シテ此びーかーノ中ニ殘ツタモノヲ蒸發皿ノ中ニ移シ、100°C 附近ノ溫度ヲ保ツタ電氣爐中ニテ乾燥シ、更ニ之ヲ乾燥器ニ入レテ冷却スル。次ニ之ヲ篩分シテ砂利ト中砂マデヲ撰別スルコトガ出來ル。即チ粒砂ハ前ニ述ベタ如ク 1 耗乃至 0.5 耗、中砂ハ 0.5 耗乃至 0.25 耗デアル。然シ更ニ細目ノ篩ヲ備ヘルコトガ出來テ細砂 0.25 耗乃至 0.1 耗、極細砂 0.1 耗乃至 0.05 耗ヲ撰別シ得レバ最モ便デアル。

前ニ述ベタ如ク深サ 11 糎ノ水中ニ 8 分間靜置シ、底カラ 3 糎以下ニ沈澱スルモノハ泥土デ粒徑凡ソ 0.05 耗乃至 0.005 耗以上ノモノデアルガ、若シ細砂ト中砂トヲ更ニ撰別スル必要ガアレバ其粒徑ニ應ジテ沈下速度ヲ定メ、之ヲ分離シナケレバナラナイ。(第七表参照)。又粘土ハ先ヅ篩ニ依ツテ砂ヲ撰別シタ後 11 糎ノ深サノ水中ニ 8 分間靜置シ、表面カラ 8 糎即チ底カラ 3 糎以上ニ浮游スルモノデ粒徑 0.005 耗以下デアル。

最後ニ撰別シタ各種ノ土ヲ目方ニ掛ケテ初メノ 50 瓦ヲ 100%トシ、各ノ土ノ目方ノ百分率ヲ見出ス。而シテ砂利、砂、泥土及粘土ノ目方ヲ百分率デ表シタモノノ和ト 100 トノ差ハ誤差ヲ表ハス。此際沈澱法ニ依ツテ他ノ容器ニ移シタ泥土、粘土等ノ浮游シタ水ハ其容積ヲ秤ツテ之ヲ一様ニ攪廻ハシタ後其一部分ヲ採ツテ砂ト同様ニ乾燥シテ其重量ヲ決定スルコトガ出來ル。

以上ノ如ク器械的ニ分離シタ粘土、泥土及砂ハ之ヲ三線座標ヲ表ハスコトガ出來ル。即チ第五十一圖ニ示スガ如ク三角形ノ三邊ヲ夫々粘土線、泥土線、砂線ノ 0 線トシ、之ニ平行シタ 10 乃至 90%ヲ經テ 100%ノ角頂ニ至リ、或土ノ粘土若クハ泥土ノ割合ヲ點出スレバ殘餘ハ砂ヲ示ス。

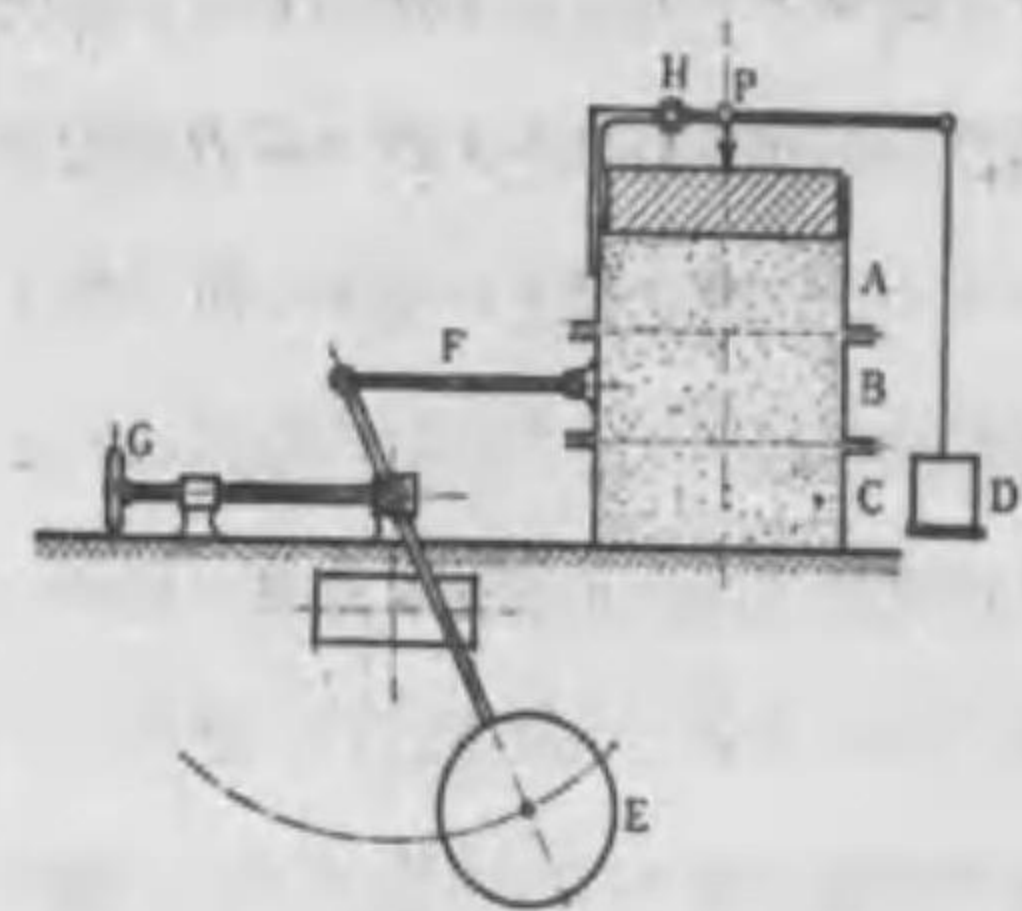


第五十一圖 土ノ三線座標

若シ又更ニ砂ト泥土トヲ同一座標ニ取り、之ト粘土及水ニテ三線座標ヲ作ルコトモ出來ル。

168. 土ノ剪斷抵抗力測定 土ノ様ナ不齊ナ物質ノ剪斷抵抗力ハ金屬ヤ木石ナドノ齊一ナ物質ノ其トハ頗ル其趣ヲ異ニシ、殊ニ其土粒ト水分トノ關係又ハ凝集力並ニ粒ト粒トノ間ノ摩擦力ナドハ力學的ニ之ヲ探究スルコトハ到底困難デアルガ、應力又ハ變形ニハ極限ノ値ガアルニセヨ、尙力學的ニ之ヲ考ヘルノガ合理的デアル。彼ノ土工ノ切取盛土ノ崩壞ヤ擁壁橋臺等ノ倒壞並ニ基礎ノ沈下又ハ沈沒等ハ剪斷抵抗力ニ關係ガ深い許リデナク、土ノ小サイ立體ノ安定又ハ力學的平衡ヲ考ヘル場合ニ應剪力トシテ閉却シ得ナイモノデアル。

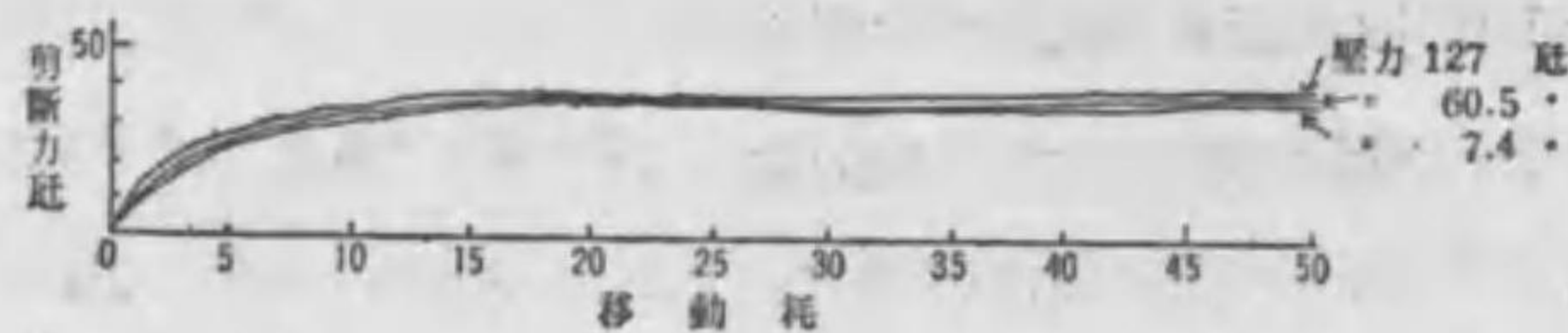
我鐵道省土質調査委員會ノ用ヒタ方法ニ依レバ第五十二圖ニ示ス様ナ三



第五十二圖 剪断測定装置

ツ割ノ容器其横断面積 $20 \times 20 = 400$ 方糎ノ中ニ土ヲ入レ上カラ挺子ニ依ツテ 150 斤マデ加壓スルコトガ出來ル。三ツ割ノ中央ノ型ハ重イ振子ニ依ツテ土ニ加フベキ剪断力ヲ表ハシ、最大 250 斤マデヲ出スコトガ出來、上下壓及剪断力共ニ 5 斤ノ感度ヲ有シテ居

ル。此方法デ中央部ノ移動ト剪断力トヲ自記セシメレバ一定ノ上下壓ニ對シ、移動ト剪断力トノ關係ヲ自記セシメルコトガ出來ル。今第五十三圖ニ示スガ如ク、乾燥シタ標準砂、粘土 37.3



第五十三圖 砂、混合土砂及粘土ノ剪断力

%、砂 37.3 %、水 25.4 % (重量) カラ成ル混合土砂及粘土 70 %、水分 30 % (重量) ノ三種ノ土ニ就キ其移動ト剪断力トノ關係ヲ知ルコトガ出來ル。

移動剪断力曲線カラ 最大剪断力ヲ採リ、之ト上下壓トノ關係ヲ求メレバ K_s ノ毎方糎ヲ表ハシタ單位剪断力、 n ノ上下壓強度、 F ノ方糎ヲ表ハシタ断面積、 θ ノ摩擦角又ハ止角、 c ノ全剪断力トスレバ

$$K_s = \frac{\tau}{2F} = n \tan \theta + C \quad [126]$$

此ニ C ハ粘着力ヲ表ハス。

169. 土ノ抗張強度 土ノ抗張力ハ嚴格ニ言ハバ其輪廓ガ頗ル不明瞭デアアルガせめんと抗張試験器ヲ用ヒテふりっけとヲ作り其抗張強度ヲ測定スルノガーノ方法デアル。

土ノ抗張力ハ其粒ノ大小及水分ノ多少ニ關係シテ居ル。全然水分ガナク乾燥シテ居ル土砂ハ事實上抗張強ガナイ。然シ水分ヲ有スル土砂ハ其表面張力又ハ粘性等ト相關聯シテ抗張強ヲ生ズルモノデ、殊ニ粘土ハ水分ト抗張強トガ其關係著シイ。

170. 土ノ耐壓試験 土ノ耐壓強度又ハ抗壓強度ハ其各種構造物ノ基礎ニ用ヒラレル點カラ殊ニ重要ナ性質ノ一デアアル。元來土ハ礦物岩石ノ破片デアアルカラ空隙サヘナカッタナラバ元ノ岩石ノ抗壓強度ヲ有スル筈デアアル。然ルニ土粒ノ間ニハ空隙ガアリ、之ニ壓力ヲ加ヘレバ各粒ノ變位ヤ空隙變化ガ起リ、其抗壓強度ナルモノモ頗ル不確實ナルモノトナル。殊ニ掘揚ゲタ土ト自然ニ緊ツタ土トハ其空隙ノ状態ニ於テ非常ニ異ナル許リデナク、水分ノ有無多少ハ亦甚シク抗壓強ニ關係ヲ持ツテ居ル。

從テ土ノ試料ヲ採ルニハ 柳子式採取器ノ類ヲ用ヒテ原狀ヲ變ゼザル様ニシ、且ツ其運搬ニモ周到ナ注意ヲ要スル。而シテ角型又ハ圓型ニ切取ツタ土ノ試料ヲ耐壓試験器ニ掛ケテ荷重又ハ壓力ト伸縮ノ關係ヲ見出スベキデアアル。

171. 土ノ收縮試験 水分ノ變化ニ伴フ土ノ容積又ハ長さ厚サ及幅ナドノ變化ヲ測定スルモノデアアル。

172. 土ノ空隙率ノ測定 19 ニモ述べタ如ク一定容積 V ハ土粒ノ空隙 V_v ト其實質 V_s カラ成ルモノトスレバ土ノ空隙率 p ハ $p = \frac{V_v}{V} \times 100 = \frac{V_v}{V_s + V_v} \times 100$ デ、虚實率 ε ハ $\varepsilon = \frac{V_v}{V - V_v} = \frac{V_v}{V_s} = \frac{p}{100 - p}$ カラ見出サレル。(19 [13] 参照)

173. 土ノ比重測定 18 ニ依リ土ノ見カケノ比重及眞ノ比重ヲ測定スルコトガ出來ル。

174. 土ノ粘着性ノ測定 土ノ液狀限ト粘狀限トヲ見出シ、是等兩限ノ值

ノ差ヲ粘性指數トシテ定メル。

175. 土ノ滲透性ノ測定 土ノ滲透性ハ第五章ニ依リ之ヲ見出スコトガ出來ル。水ニ關係アル土性トシテハ勿論、土ノ強度其他ノ性質ニ影響ヲ持つテ居ル。

176. 他ノ土質検査 以上ノ外土ノ中ニ存在スル膠質物ノ含有量及種類ヤ土質成層ノ調査ナドモ亦屢々必要デアル。又農業ノ方面カラハ化學的成分ノ分析ヤ、細菌微生物ナドモ常ニ必要デアルケレドモ此ニハ述ベナイ。

第十一章 水質検査

第一節 水質検査ノ方針

177. 家庭、工業又ハ農業用トシテノ地下水 地下水ハ家庭用又ハ工業用トシテ、時ニ又灌漑用トシテ必要デアル。家庭用トシテハ吾人日常ノ調味材料トシテ直接間接ニ地表水ト共ニ地下水ガ用ヒラレテ居ルノハ此ニ喩々ヲ要シナイノミナラズ、上水道ノ統計ヲ見レバ地下水カラ得ラレル水ノ大部分ハ家庭用ニ利用セラレ、其工業ニ用ヒラレテ居ルモノハ少部分ニ過ギナイ。又灌漑用トシテ掘抜井戸又ハ突井戸ノアルコトハ人ノ能ク知ル所デアル。

地中ニ滲透シ又ハ沈下シ去ル所ノ地下水ハ其地中ヲ繞グリ繞グツテ色々ノ變化ヲ受ケル。即チ其水ガ經由スル途上ニ在ル各種溶解性ノ物質ハ其化學作用ニ依ツテ一部分分解セラレ、又其溫度ヲ變化スル。地中ノ細カイ氣泡内ニハ有機質及無機質ノ浮游物ガ分離シ、地中細菌ニ依ツテ溶解シタ物質ハ分解シテ此ニ自然ノ自淨作用ガ行ハレル。是等ノ理由カラ多クノ場合ニ或ル範圍内デ水中ニ溶ケテアル化學的物質ヤ其衛生上ノ性質及適否ヲ説明スルコトガ出來ル。

地下水ノ水質トシテハ之ヲ利用スル目的ニ依ツテ多少ノ異同ハアルガ物理的、化學的竝ニ細菌的及微生物顯微鏡的ノ検査ヲ必要トスル。

勿論之ヲ飲料トスルカ又ハ工業用ニ充ツルカ又或ハ灌漑用ノモノデアルカニ從テ水質検査ノ必要寬嚴ハ同ジデナク、飲料ノモノハ非常ニ嚴格ナルベキモ灌漑用ノモノハ化學的検査ノ外ハ殆ド検査ヲ要セザルノデアル。此ニハ飲用ノ程度ニ於テ水質検査ヲ述ベル。

178. 試料水ノ採酌 地下水ヲ検査スルニハ試料水又ハ檢水ヲ採酌シテ物

理的、化學的及細菌的並ニ微生物顯微鏡的ノ研究ヲ行ハナケレバナラナイ。是等ノ検査ハ皆夫々特殊ノ専門ニ屬シテ居ツテ實際ニハ藥劑師ナドニ分析ヲ委セルコトモ少クナイ。但シ試料水ノ採酌ハ此種専門家ノ共力ニ委ネ、其試料水ハ之ヲ常設ノ實驗室ニ於テ夫々各種ノ検査ヲ行フヲ良シトスル。

源泉、試錐井、現存ノ井戸及試験井等ノ水位、水量又ハ流速等ノ地水學的調査ト共ニ化學的調査ヲ併行スルヲ良シトスル。但シ是等化學的調査ハ單ニ豫備調査ニ止マリ、決シテ詳細ヲ極ムル分析ヲ行ヒ笠上笠ヲ冠スル様ナコトヲ爲スベキデナイ。

地水學的試験ヲ行フベキ地點ハ相當ノ區域ニ亙ラナケレバナラヌ許リデナク、住宅ヤ化學衛生等ノ試験所カラ相當ニ離レテ居ル處ナルヲ要スル。一般ニ水質検査ノ結果ガ明ニナル迄ニハ屢々數日又ハ數週間ヲ經過シナケレバナラナイ。而シテ斯クシテ行ツタ豫備調査モ時トシテハ無効ニ終リ、試験シタ水ハ或ハ硬度大ニ過ギ、或ハ鹽素ノ量多キニ失シ、其化學的成分カラ使用ニ耐ヘヌコトガアル。

次ニ水ノ溫度、色澤、味覺及臭覺ハ其化學的成分ヲ物語ルベク、現地ニ於テ地下水ノ方向ヲ定メルニ特ニ必要ナ調査方法ヲ見出スコトガ出來ル。

179. 試料水ノ採酌前取水地ノ消毒 試料水ヲ採酌シテ其水質ヲ判定スル場合ニハ其採酌ノ源泉又ハ現存ノ井戸ガ果シテ人家ニ近ク存在スルヤ否ヤヲ調査シナケレバナラナイ。蓋シ斯カル取水點ノ水質ハ其土質及其他ノ環境ニ依ツテ不良ナ影響ヲ受ケルコトガ多イカラデアル。

又新ニ取水ノ設備ヲ爲ス場合ニハ工事ノ爲ニ地下水ガ汚濁セラレルコトハ之ヲ避ケルコトガ困難デアルカラ、新ニ取水ヲ行フ際ニハ相當永イ時間揚水ヲ續ケ水ガ充分清淨ニナルノヲ待ツテ後試験ヲシナケレバナラナイ。若シ此種ノ揚水洗滌ガ出來ナイカ又ハ古井戸ナドノ乾燥シタモノナドニ於テハ試料

水ヲ取ツテ細菌検査ヲ行フ前ニ其井戸ヲ充分消毒シナケレバナラナイ。

消毒ニハ高イ氣壓ノ蒸汽ヲ用ヒテ密閉シタ井戸ニ送り、井戸ノ内部ニ成ルベク高イ沸騰點ニ近イ溫度ヲ與ヘルコトガ其一法デアル。但シ蒸汽ニ依ツテ損害ヲ受ケル様ナ井戸ノ中ノ部分ハ蒸汽ヲ送ル前ニ撤去シナケレバナラナイ。

化學的消毒ニハ水ニ有毒デナク、又不快ナ味ヲ與ヘナイモノヲ用ヒナケレバナラナイ。石灰乳即チ新シイ石灰ヲ清水ニ溶シ、ドロドロシタモノヲ井戸ノ水ニ加ヘルナドハ亦一方法デアル。井戸ノ消毒ニ最モ適シテ居ルモノハ過滿俺酸加里デアル。硫酸ヤ鹽酸モ時トシテ消毒ニ用ヒラレルガ、過滿俺酸加里ハ全然金屬ヲ冒サナイカラ是等二者ニ勝ツテ居ル。是等二者ハ1ぶろせんトノ溶液ハ數分ニシテ悉ク芽胞ヲ殺シテ有力ナ消毒劑デアルガ之ト同時ニ亦容易ク井戸ノ周壁ヲ破壊スル。若シ鹽酸ガ石灰ノ沈澱物ト接觸スル様ナコトガアレバ相結合シテ多量ノ炭酸ヲ生ジ、井戸ノ中ニ充滿シテ其中ニ働ク人ヲ窒息死ニ至ラシメルコトガアル。

消毒劑ヲ使用スベキ時間ハ其種類ニ依ツテ同一デナイ。石灰乳ヤ過滿俺酸加里ハ數時間ノ後ニ反應ガ現ハレ、酸類ナレバ數分デ有効デアル。

180. 試料水採酌示様書 検査スベキ試料水ヲ採酌スルニハ少クモ $1\frac{1}{2}$ 乃至3リットルヲ必要トスル。此檢水ヲ硝子壺ニ入レル前ニ此檢水ヲ以テ少クモ3回繰返シテ硝子壺ヲ洗ヒ、成ルベク硝子栓ヲ以テ口ヲ塞グベク、若シ萬一此様ナ硝子壺ガナケレバ新ニ熱シタこるくヲ以テ栓トスベキデアル。

一般ニ硝子壺ハ封蠟ヲ以テ其口ヲ封緘シナイ方が宜シイ。若シ封緘スルコトニナツテ居ルナラバ硝子栓ヤこるくニ絲ヲ掛ケテ結ビ、其結ビ目ニ封蠟ヲ燻カシ附ケルが良イ。然ラザレバ封蠟ノ口ヲ開ケル場合ニ水ノ中ニ封蠟片ガ混入スル虞ガアル。而シテ取水ノ場所ト日時ハ之ヲ附札又ハ附箋ニ記入シ、

検査ノ目的又ハ主體其他必要ナ要件ヲ記シ置クベキデアル。

検査水ヲ採酌スル前少クモ 20 分間徐々ニ且ツ一様ニ揚水シ、斯クシテ吸揚
ゲタ水ハ再ビ取水場ニ戻ラス様ニスベキデアル。

若シ取水設備ガ僅カノ水量シカ得ラレナイカ又ハ取水ノ前ニ外ノ目的デ大
量ノ揚水ヲシタ様ナ場合ニハ前ニ述ベタ揚水時間ハ相當制限シテ宜シイ。

水ノ検査ニ炭酸瓦斯ガ問題トナル様ナラバ現場デ検査ヲ行フヲ最良トシ、
前ニ述ベタ様ニ清淨ニシタ壘ニ硝子ノ栓ヲシテ而カモ空氣ガ混入セヌ様水ヲ
壘ノ上縁マデ入レテ後硝子栓ヲ廻ハシナガラ挿込ミ、壘ノ中ニハ空氣泡ヲ殘
サヌ様ニ一杯水ヲ填メル。

我國ノ協定上水試験法 大正十五年第二十三回上
水協議會ニ於テ改正議決 第一採酌法ニハ採水器具ハ
いろいろト氏法或ハえすまるひ氏法ニ據ルモノヲ用フト規定シ、細菌學の檢
査用ノモノハ各個ノ壘ニ所屬スル全裝置ヲ殺菌スルコト、シテアル。

第二節 物理學的検査

181. 水ノ物理學的検査 水ノ物理學的試験ニハ其溫度、濁度、色度、味
覺、臭覺、電導性及放射能等ヲ含ム。

182. 水ノ溫度 地下水ノ溫度ニ對シテハ水ノ由來スル起源、地質的性質、
容水盤ノ厚サ、並ニ其縱横ノ廣袤、水面ノ被覆、流速、地表水ノ隣接、海面
上ノ高サ及緯度ナドハ極メテ必要ナ關係ヲ持ツテ居ル。

享樂ノ目的ニ對シテハ水溫ハ攝氏 7° 乃至 12° ノ間ニ在ルヲ適當ト考ヘラ
レテ居ル。

地下水ハ其地中運行ノ速度ガ小サイトキハ其接觸運行ノ地層ノ溫度ニ近ヅ
キ、其運行ノ徑路ガ長イ程益々之ニ接近スル。

大氣ノ影響ヲ受ケテ地表ノ地溫ハ亦一日ノ間ニ變化スルガ而カモ其地溫ノ

欠

欠

ノ下カラ入ツテ上カラ流出ル装置トナツテ居ル。

183. 濁度 日常人ノ使用スル水ハ清澄ナルヲ要スル。濁ツタ水ハ食欲ヲ減ズルコト夥シイ。元來腐植土トカ鐵分トカ又ハ粘土等カラ起ル水ノ濁リハ衛生上カラ見テハ殆ド無害デアルガ衛生上有害ナ汚水ノ混入スルトキハ亦此濁リヲ生ズルノデアル。

檢水用ノ水中ニハ粘土ヤ砂ヤ其他ノ混合物ガ取水壁ヤ其他内部カラ來ルコトガ少クナク、是等ノモノデ濁ツテ居テハナラナイ。新取水設備カラ採酌スル場合ニハ其水ガ正常ニ復スル迄之ヲ汲出ス必要ガアル。

水ノ濁度ト云フノハ光ヲ透過セシメル難易ノ程度デ、或ハ反對ニ透明度ヲ以テ之ヲ表ハスコトモ出來ル。水ノ濁度ハ取水ノ後直接ニ取水點ニ於テ之ヲ検査スルノヲ良シトスル。是レ時間ノ經過ト共ニ其濁度又ハ透明度ガ變ルコトガアルカラデアル。例ヘバ鐵分ヲ含ム水ハ元來澄ンデ居テモ間モナク半透明トナリ、終ニ黃褐色ノ綿毛狀ノ浮游物ヲ生ジ鐵分ガ分離スルノヲ認メル。是レ一酸化鐵ガ二酸化鐵トナツタ爲ニ此濁リガ出來タノデアルガ、之ヲ分離シテ濾過スレバ再ビ澄ンダ水トナル。

我國上水道協議會デハ檢水 100 立糎ト濁度ノ既ニ知ラレテアル標準液トヲ各別ノ無色平底硝子管デ管底カラ 20 糎ノ所ニ 100 立糎ノ目盛ヲ有スルねずれる管ニ採リ、下ニ黒紙ヲ置イテ上方カラ透視シ、比較ノ上濁度ヲ定メルコト、シテアル。但シ標準濁度ハ蒸餾水 1 りとる中ニ白陶土 1 糎ヲ含ムモノヲ以テ 1 度ト定メル。若シ檢水ノ濁濁甚シイ場合ニハ少量ヲ採ツテ其量ヲ定メ、更ニ蒸餾水ヲ以テ之ヲ 100 立糎ニ稀釋シテ前ニ述べタ通り濁度ヲ定メル。

獨逸つゝいす社製ノふるふりっひ (Pulfrich) ノ色度計ハ 1 度ノ分數マデ精密ニ濁度ヲ識別スルコトガ出來ル。第百五十四圖ハ其第二號型ヲ示シタモノデ