

## 講 演

第 20 卷 第 12 號 昭和 9 年 12 月

# 東京市淀橋浄水場に於ける濾過速度の試験に就いて

(昭和 9 年 10 月 28 日土木學會創立 20 周年記念講演會に於て)

會 員 工 學 士 岩 崎 富 久\*

Some Notes of Slow Sand Filtration at Yodobasi, Tokyo W. W.

By Tomihisa Iwasaki, C. E., Member.

### 内 容 梗 概

本編は緩濾池の濾速増進に關し主として東京市水道淀橋浄水場に於ける野天試験濾池で施行した實驗を基調とし原水の性狀を掲げ濾膜充塞の狀況、濾過速度發現による迄の時間或は濾程の如きを略述したものである。從來一般に使はれて來た地表水濾過の場合の 1 日 3 m と云ふ濾過速度を 1 日 4.5 m 或はそれ以上に増す場合には運用上に技術を要することは勿論だが、更に一般の考察を要することを擧げ最後に實驗室内で水道水を用ひて砂中濾過水頭の研究を行ふ場合にも空氣の影響以外に水道水中の微物の性狀を明かにせねばならぬこと等に就いて述べたものである。

### 1. 緒 言

1 日平均 80 萬 ton の浄水を給水しつつある帝都の水道を初めとして、極めて多數の都市では緩濾池による浄水方法を探つてゐるが、これ等の水道水の清淨度は主として厚さ僅かに 1 m に足らざる濾砂の機能に頼つて居る。緩濾池の濾過速度は最初 1 時間 100 mm を標準として居たが最近では地表水に對して 1 日 3 m 内外、地下水に對して 1 日 6 m 内外を標準として來た。濾過速度を倍加すれば濾池面積を半減し得るから從來濾速の増進を企てたもの少からず、自分も大正年中東京市水道境浄水場の濾池築造に當つては同濾池に對して認められて居た 1 日 10 尺の濾過速度を將來 1 日 15 尺迄増進して差支へなき様に設計し施行した。

其の後大正 13~14 年頃淀橋浄水場の古い野天試験濾池を改造して濾速を一層高めて濾過試験を行つたが、其の當時は試験作業も又水質試験も甚だ不十分のものであつたので、濾過速度に關する最大限度を定めることは出来なかつた。

自然濾速も 1 日 10~15 m 位の高速度で濾過しても支障なきが如く考へられた。一方各市水道當事者も亦主として經濟上の理由からして濾速増進を企圖するに至り、その調査を水道研究會に依頼し來つたので同會では特に委員會を組織して所謂濾過速度調査方針を作り自分等はその方針に基いて試験濾池の築造に當り且昭和 7, 8 兩年度に涉つて濾過速度の調査を施行した。

水道研究會では又大阪市、名古屋市、京都市の報告を享けて結局、次の様な結論を作つてこれを各市に報告し本年 11 月水道協會總會に報告することになつた。即ち

**東京市** 東京試験濾池に於て試験したる結果に據れば 4.5 m/日 の濾過速度に於ては常に成績良好なるが如し。6.0 m/日 の濾過速度に於ては相當の排水時間を與ふれば成績大體良好なりと認め得るも、尙一層の考察を加ふる必要あり。

各地水道の濾池に適用し得べき濾過速度の許容限度は原水の水質に應じ夫れ夫れ調査の上これを決定すべきものなりと思考す。

\* 東京市技師 東京市水道局給水課長

大阪市 大阪試験濾池に於て実施せる濾過速度の範囲にては濾過速度 4.54 m/日 のものは比較的良好なるも他は常に可良なりと稱するを得ず。而して 9.09 m/日 及び 12.12 m/日 の場合には其の淨化成績は略相似するものゝ如し。この結果より推せば大阪試験濾池の原水に於て許容し得べき濾過速度は上水の消毒例へば鹽素剤の使用及び原水潤溜時の濁度低減、例へば硫酸礬土の投入と作業の經濟的關係とを考慮して決定すべきものなりと信ず。

但し斯る濾過速度に關する調査は今後更に少くとも數年間の實驗を繼續するにあらざれば決定的結論を下すことを得ざるものと認む。

京都市 京都試験濾池に於ける實驗成績に據れば 鹽素消毒を條件とせば京都市上水道に於ては 9.0 m/日 の濾過速度は給水經濟上良好なりと認むるも尙將來の研究に俟つべきものとす。

名古屋市 名古屋試験濾池の成績に據れば 4.5 m/日 の濾過速度に於ては成績良好なりと認めらるゝも 6.0 m/日 以上の濾過速度に對しては更に試験を要するものと思ふ。以上。

併しこれ等の調査は未だ充分なものでなく 今後も尙ほ引續き調査に當つて居る譯である。本篇は上記の様な報告文案の作製に關連して實驗した事項を骨子として居るが單に總括的の報告に過ぎず、且補正も未だ不充分であることは豫め御承知を乞はねばならぬ。

### 2. 試験設備

イ 試験濾池は淀橋浄水場内で沈澱水の滌けて來る大開渠の附近に設けその水を原水として試験する計量とした。濾池は 3 面としその濾過面積は何れも約 25.8 m<sup>2</sup> であつた。

ロ 濾池の引出口は濾過速度試験上極めて大切な部分であるが、調査委員の意見により 大阪市試験濾池に準じ自動式のものを採用した。そして 0~25 m 毎日の濾過速度を測り得べく作つた。

ハ 濾床は普通に行はれて居るものに準じ規定の厚さの時に砂厚 697 mm を有せしめた。東京市の淀橋及び境兩浄水場に於ける一般濾池の濾床との比較は第 1 表の如くである。

ニ 濾砂は普通濾池に使つたものと同じ浄水料から採用した。次記は 1 號濾池に使つた砂の分析表の一例である。試験砂の平均有效徑は 0.333, 均等率は 2.153 であつた。

第 1 表 濾床の一般

池 数	1			2			3			4			5			6			7			8			9		
	25mm以下	25-30mm	30-40mm	40-50mm	50-60mm	60-70mm	70-80mm	80-90mm	90-100mm	100-150mm	150-200mm	200-300mm	300-400mm	400-500mm	500-600mm	600-700mm	700-800mm	800-900mm	900-1000mm	1000mm以上	中計	合計	平均	標準偏差	係數		
淀橋 24	697	121	818	152	152	152	456	1274	178	251																	
境	A型 12	788	121	909	152	152	303	607	1516	211	113																
	B型 2	909	61	970	152	152	395	1365	255	065																	
	C型 1	909	61	970	152	152	121	1091	255	065																	
調瓶浄池	697	606	757.5	202	202	202	606	1363.5	13	602																	

砂の形質は第 1 圖より第 8 圖による

ホ 濾池の底には玉石を入れたが第 2 號池には中頃から底にポーラス・スラブを入れた。濾池の下層、集水渠による濾過水頭は砂層による濾過水頭に比して極めて少いから濾過は均等に行はれて居た譯である。周壁の下方には若干の勾配をつけてあるが概して垂直壁である。

### 3. 作業

イ 濾池の砂削後に水を張込むには普通濾床下方から浄水を逆送して居るから、茲でもその方法を取つた。

濾過の目的が細菌の大多數を除去することは勿論、ナイス其の他をも完全に除去するにある以上、濾層の深部を汚泥其の他で汚染することは最も忌まねばならぬ處である。

然るに若し砂削後直ちに引入口なり池の周圍からして濾池の砂面上に原水を入れる時は細菌や生物の卵等を含む原水は濾膜の出来て居らぬ砂面から濾層内に高速度で滲み込んで行くことも考へられ、砂層内に汚泥を堆積して所謂深層汚染の結果を將來し、その水は尙進んで一旦下方の砂利層に入込みそこを流れて圖の様に砂面全體に

第 2 表 濾過床用細砂篩分析試験成績表 (例)

水道名	濾過速度		篩	篩孔の大きさ (mm)	篩通過量 (%)	性質	
濾過池の別	緩速濾過		篩番	篩孔の大きさ (mm) <td>篩通過量 (%) <td colspan="2">性質</td> </td>	篩通過量 (%) <td colspan="2">性質</td>	性質	
所在地	東京府下町厚町小作		4	4	46.99	0	有効径 0.326
種類	川砂		8	8	236.2	126	均等率 2.122
種類			16	14	1168	1695	空隙率 65.90
使用濾池	第一号試験濾池		30	28	6589	34.21	比重 2.628
使用期間	昭和8年2月10日 昭和8年8月5日		50	48	6295	43.64	細粗率 36.17
			100	100	0.187	6.12	表面率 19.189
			底番	0000	0.02		等値直径 (φ <sub>10</sub> ) 142.169
調査年月日	昭和8年2月10日		底番	0000	0.02		塩酸溶解分 %

計 算 表

水温 24°C 水温 27°C

篩別	一 面				二 面				平 均				W %
	W <sub>gr</sub>	V <sub>cc</sub>	V <sub>cc</sub>	V <sub>cc</sub>	W <sub>gr</sub>	V <sub>cc</sub>	V <sub>cc</sub>	V <sub>cc</sub>	W <sub>gr</sub>	V <sub>cc</sub>	V <sub>cc</sub>	V <sub>cc</sub>	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	558	4.2	4.2	2.0	702	5.4	5.4	2.7	630	4.8	4.8	2.6	1.26
16	7535	53.0	50.0	23.7	74.11	50.8	40.8	28.0	74.73	51.9	49.4	22.4	14.95
30	17289	127.0	115.0	66.1	169.25	124.0	112.0	64.3	171.07	125.5	113.5	65.5	34.21
50	216.14	162.5	146.0	81.5	210.22	162.6	148.4	82.3	212.18	162.6	147.2	81.9	43.64
100	2992	23.0	21.5	11.1	31.20	23.9	22.4	11.9	30.60	23.5	22.0	11.5	6.12
底番	0.12	0.1	0.1	0.05	0.12	0.1	0.1	0.05	0.12	0.1	0.1	0.05	0.02
計					500				500	3684	3370	1897.5	100

篩別	F	S	C		d		d	D'		D		P %
			c	c'	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>		c d <sub>1</sub>	c d <sub>2</sub>	c d	c d	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 - 1/16
8	126	0.029	1.30	1.42	1.31	1.31	26.17	1703	1.860	34.62	371.6	P <sub>max</sub> = 48.33
16	1621	0.936	14.05	14.66	14.8	1.51	26.23	20275	22.137	364.92	3845.3	P <sub>min</sub> = 23.08
30	5642	4.276	38.67	33.63	136	1.51	26.64	66335	50.857	887.15	8776.3	
50	9386	10.860	64.16	43.68	134	1.48	26.64	59.448	64.646	116.706	1154.90	P <sub>max</sub> = 48.90
100	4998	3.060	6.38	6.53	130	1.38	26.52	8.276	9.011	16.920	173.10	
底番	100.00	0.020	0.03	0.03	1.20	1.20	2.394	0.036	0.036	0.072	0.072	
計	36173	19.189	100	100				135791	140547	262750	262752	
計/100	36.17							1357.91	1405.47	2627.50	2627.52	
平均								142.169		2.628		

注 1 次均等率の算式に依り、有効径は10%篩通過、90%残滓となる時の境界となる砂粒の直径とす。

下方から原水が濾砂中を上昇し結局砂層の下部を汚染する一つの原因となると思ふ。従つて浄水逆送を以て単に砂中残留の空気排除の必要上のみに行つて居るものとは考へて居らぬ。

砂層の厚さは普通 300 mm 内外迄は減じ得る様に考へられて居るが、完全なる濾過を望む爲には 400 mm 或は 500 mm 位を砂層の最少限度とせねばならぬ。

第 9 圖~第 14 圖は砂削後原水張込の順序を書いたものであるが、砂厚を餘り薄くすると 第 10 圖の場合砂

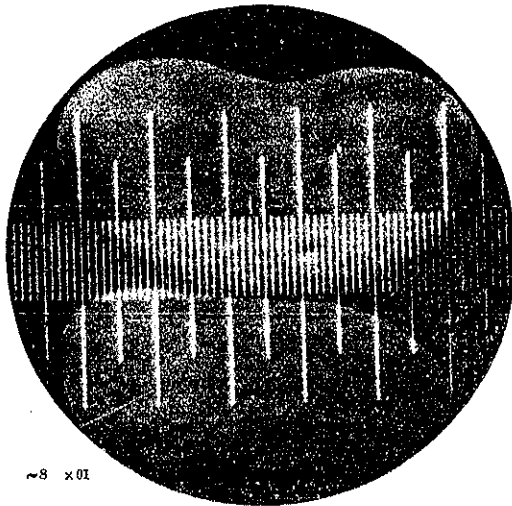
中水位が無くなる様なこともあり得る。

□. 削厚は汚砂を削るのが目的であるがその厚さは大約濾速や砂の粒径等に 関連して定めねばならぬ、削厚が大になると勢ひ次の濾過の際には濾層の内部まで汚染される。

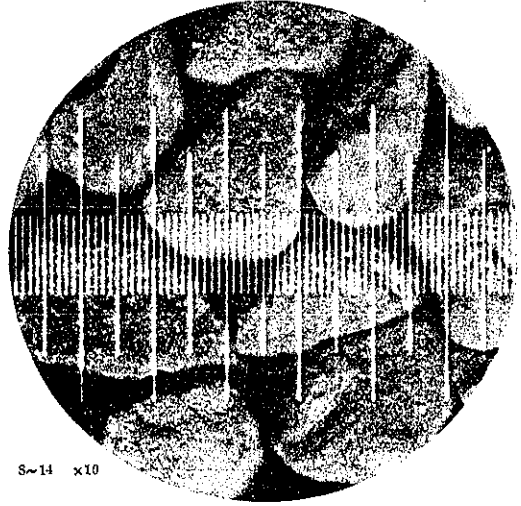
$$t = \sqrt{v}$$

ハ. 濾過膜の完成は普通は 濾水の細菌等でこれを認定して居る。濾過膜完成して後は堆積物によつて次第に濾過膜はその機能を増進するものと考へられる。従つてある濾過速度の適否を云ふ場合には 濾過の初期即ち濾過膜

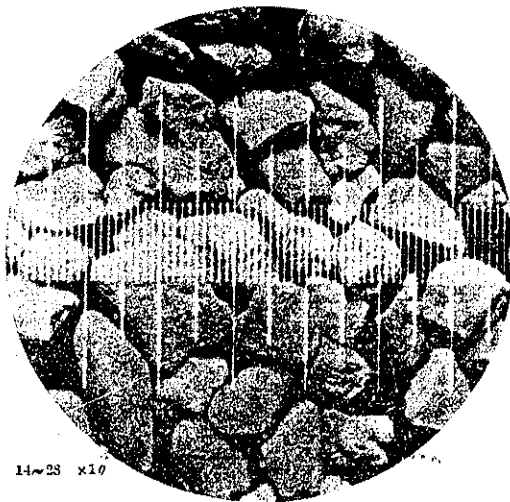
第 1 圖



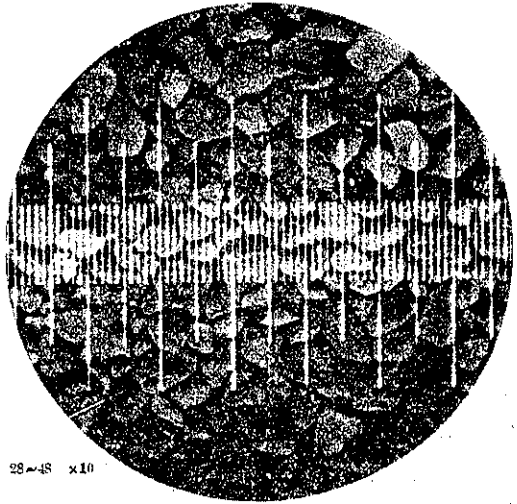
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



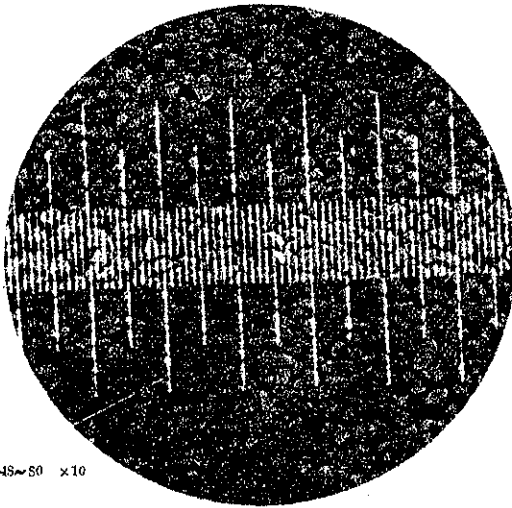
完成迄の時間又はその前後の成績に重きを置かねばならぬ。

今回の試験では最初の間は濾速を較高めに取り且濾過層を普通状態にある様に工夫した。それによつて毎月3回位の割合で削取りを行ひ初期の濾過状況を調べ得たのであつた。

これは一面短かい時間に来れる丈多數の實驗を重ね且濾過速度調査方針に所謂季節的變化を見る爲には誠に止むを得ぬ處であつた。

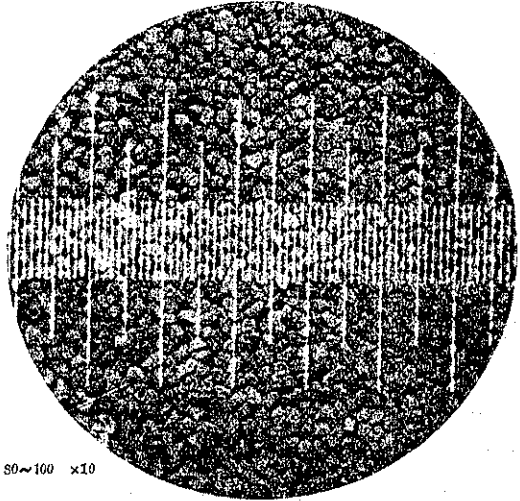
尙逆送の遲速に伴ふ影響も引續き調査中であるが、砂中の純速度が1日50m位迄の範圍では既成濾過層に及

第 5 圖



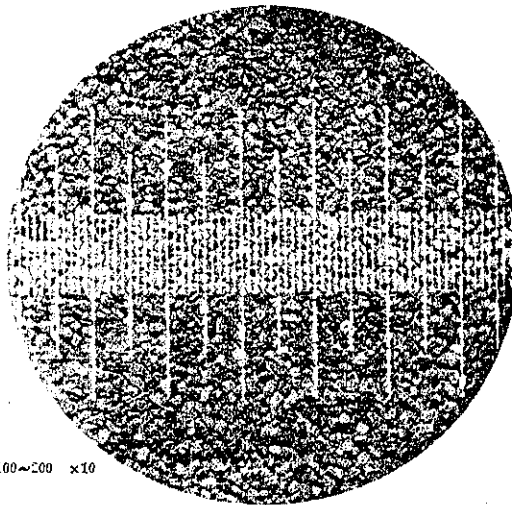
48~50 x10

第 6 圖



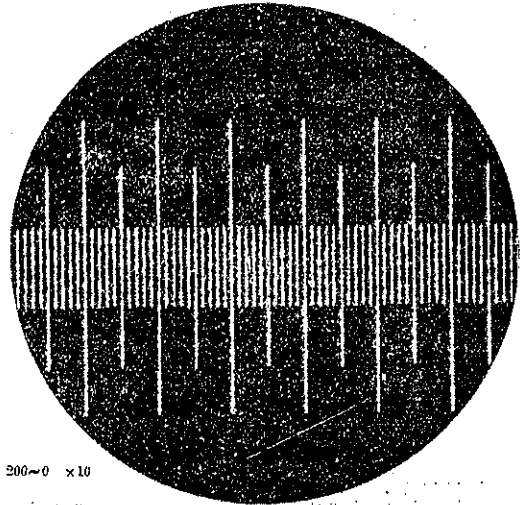
50~100 x10

第 7 圖



100~200 x10

第 8 圖



200~0 x10

第 9 圖

沙 通 中



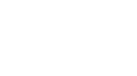
第 10 圖

別 取 前 水 位



第 11 圖

別 取 後 送 送 開 始 前



第 12 圖

送 送 終 了 時 水 位



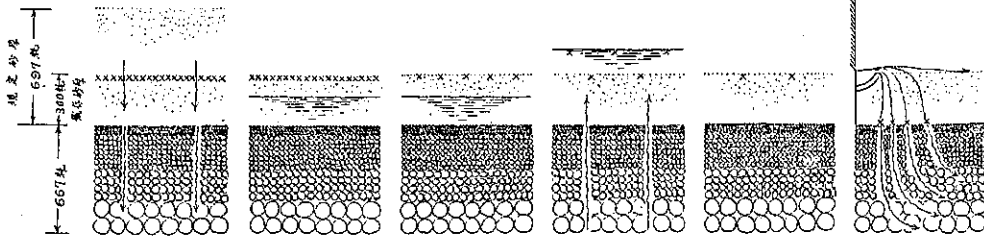
第 13 圖

原 水 引 入 了 引 出 直 前



第 14 圖

別 取 直 後 原 水 引 入 ( 送 送 モ ノ ガ ル 場 合 )



ぼす如き大きな影響を見出し得ぬ様である。

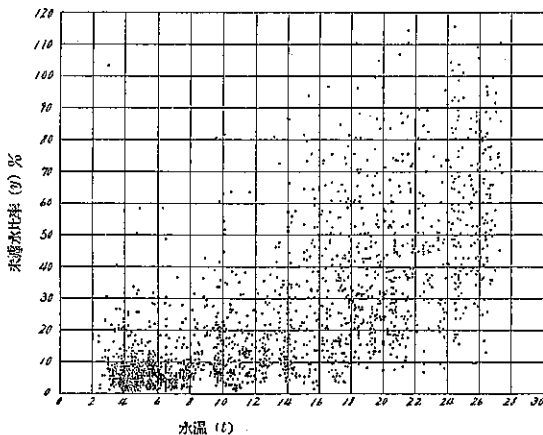
二. 濾水の逆送を終了した後に原水を張り込んでから直に或は暫らく放置して後に引出を始めたが、矢張濾水は時間毎に採酌してその成績を検査した。

4. 原水の性質

原水の性質を見ることは茲では單に濾過効率を調べるだけが目的であつたが、將來濾過速度の研究を行ふ時の資料ともなり他の水道の成績との比較にも便利ならしめんとして出来る丈各般の事項を調べた。

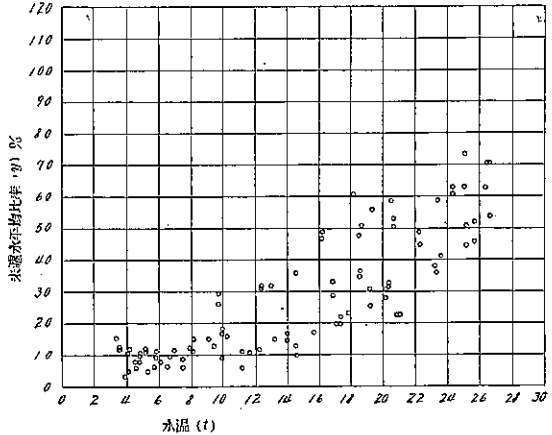
1. 細菌 原水中の細菌検査は 22 度培養と 37 度培養によつたが、各の培養方法の差による出現細菌数の比率(假に 37/22 或は  $\eta$  と記號す)は略温度に比例して居る。即ち水温が高いと比率が 1 に近くなり水温が低いとそれが 0.1 にも減る。水温が低い時は原水が汚染されることが少いことの證となる。今回測定しその後計算した

第 15 圖 (自 7. 1. 15 至 9. 3. 22)



相 關 係 數  $0.671 \pm 0.009$   
 相 關 比  $\eta$  に 對 する  $\alpha$  の 相 關 比  $0.069 \pm 0.009$ ,  $\alpha$  に 對 する  $\eta$  の 相 關 比  $0.680 \pm 0.009$   
 全 相 關 比  $0.677 \pm 0.009$

第 16 圖 (自 7. 1. 15 至 9. 3. 22)



處によると第 15 圖の様な關係圖が得られた。第 16 圖はこれを試験毎に集めたものである。

尙ほ自昭和 7 年 1 月 15 日至昭和 9 年 3 月 22 日に於ける細菌聚落數の一覽は第 3 表の如くである。

第 3 表 未濾水に於ける細菌及び遠藤赤化菌聚落數の一覽表 {自昭和 7.1.15} 至〃 9.3.22}

備考 1. 聚落數は桶水 1cm<sup>3</sup> 中の菌數なり  
2. 太字は最大又は最小値を示す

種別	測定時期	春 季				夏 季				秋 季				冬 季				備考
		3	4	5	全	6	7	8	全	9	10	11	全	12	1	2	全	
細菌 聚落數	最高	401	480	389	480	5216	857	2,584	5,216	496	1,104	1,334	1,334	889	368	383	889	5,216
	最低	10	13	8	8	16	20	58	16	28	15	24	15	10	10	10	10	8
	平均	80	79	90	83	216	209	372	266	237	270	243	252	160	53	77	92	169
遠藤赤化菌 聚落數	最高	2,056	7,148	5,761	8,056	12,600	7,312	3,584	12,600	1,504	4,210	7,459	4,210	15,424	5,206	4,240	5,206	15,424
	最低	117	110	34	34	67	126	138	67	73	81	120	73	156	131	103	103	34
	平均	1,763	283	722	1,158	785	615	646	687	479	583	863	630	1,658	247	1,182	1,234	939
赤化菌 聚落數	最高	11	11	32	32	28	4	20	28	11	11	11	11	5	4	12	14	32
	最低	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	平均	0.9	1.6	5.0	2.7	2.2	0.6	1.3	1.4	1.9	1.1	1.2	1.4	0.3	0.3	0.4	0.4	1.5

ロ. 微生物類 試験濾池に關する微生物や汚泥調査に對しては別に東京市衛生試験所の報告に據るべきだが、便宜上茲には淀橋で見出したもの 36 種許りの略圖を掲げた。1 より 12 迄は比較的多數出現した。その大きさ名稱等は元より概略のものに過ぎない。

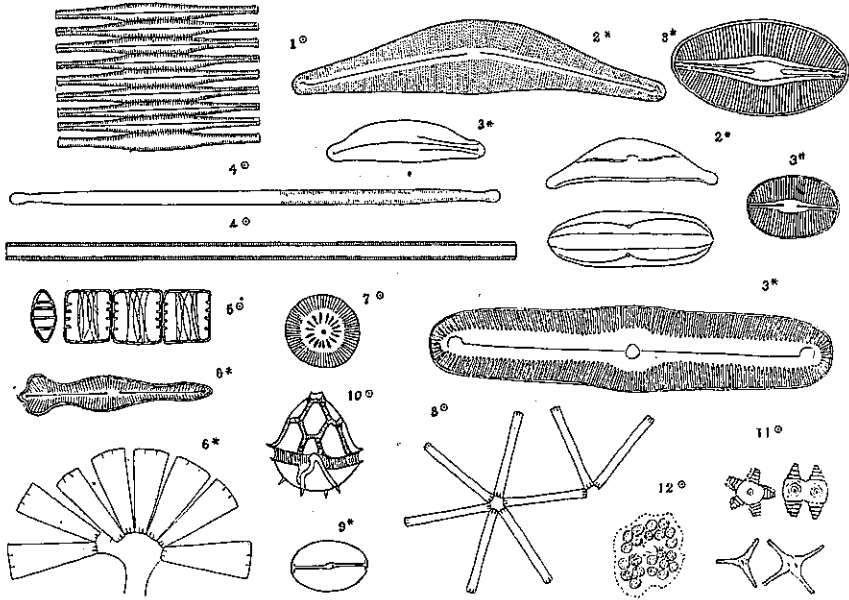
微生物類の大きさ (大約に過ぎず)

種 類	大 き さ	摘 要	
		種 別	性 質
フラギラリヤ	64×5×5	矽藻類	浮游性 <sup>⊙</sup>
アンホラ	40×4×8	〃	浮着性 <sup>*</sup>
ナビクラ	(16×24×9 106×24×6)	〃	浮着性 <sup>*</sup>
シネドラ	166×61×61	〃	浮游性 <sup>⊙</sup>
メロシラ	28×9×4	〃	浮游性 <sup>⊙</sup>
ゴンホネマ	(66×11×6 25×6×4)	〃	浮着性 <sup>*</sup>
シクロテラ	12×12×8	〃	浮游性 <sup>⊙</sup>
アステリオネラ	55×2.3×2.3	〃	浮游性 <sup>⊙</sup>
コツコニス	17×8×8	〃	浮着性 <sup>*</sup>
ペリデニウム	30×30×30	原生動物類	浮游性 <sup>⊙</sup>

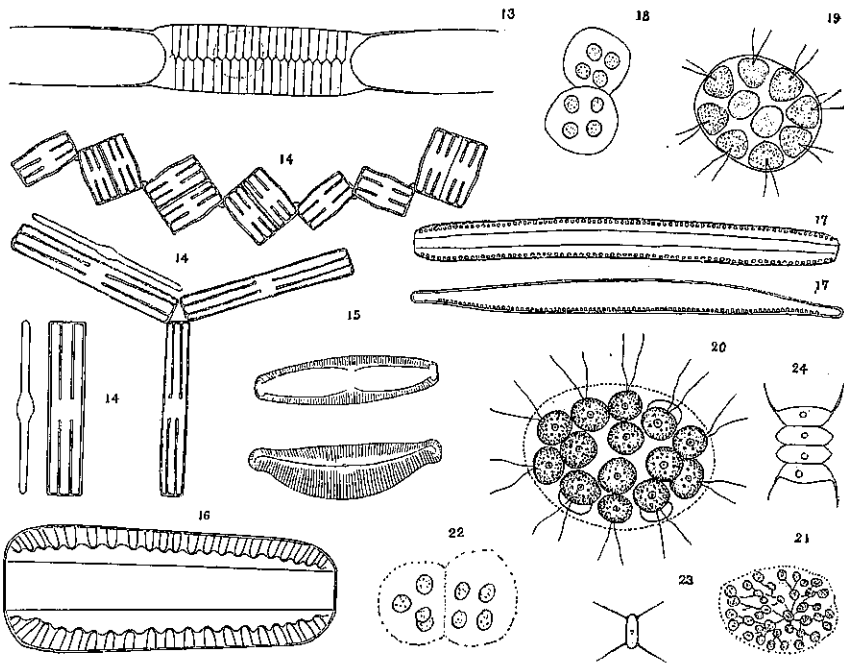




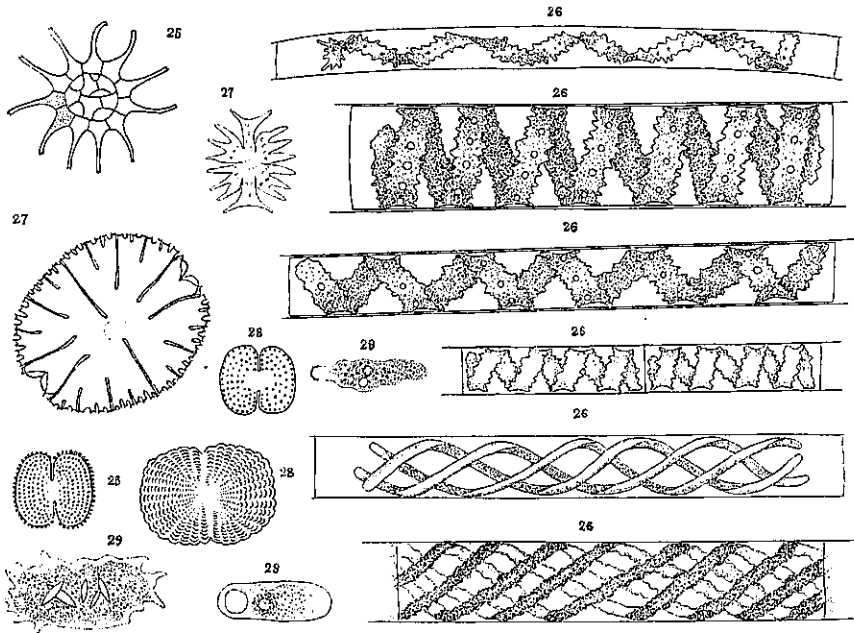
第 17 圖



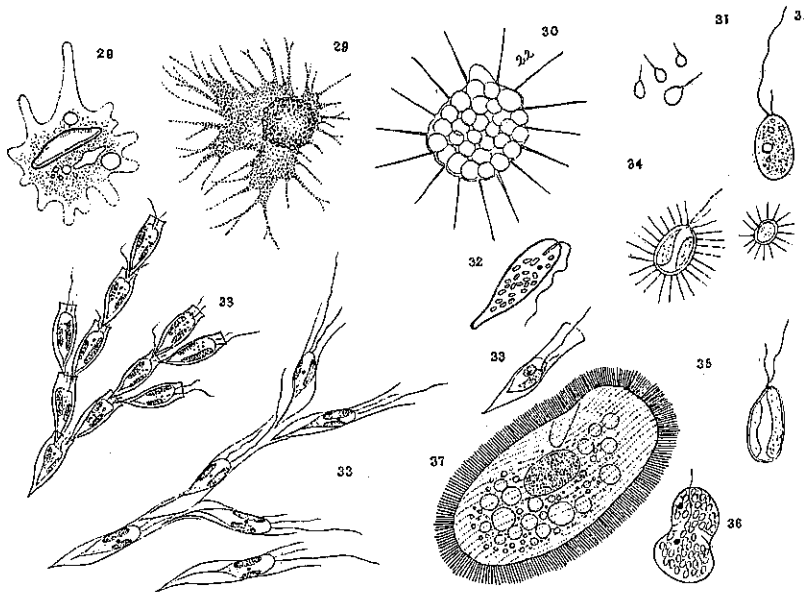
第 18 圖



第 19 圖



第 20 圖

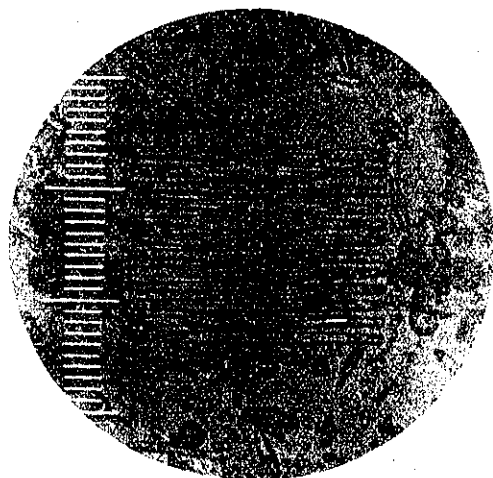


尙上圖中のフラギラリヤを一般濾床から採つて寫眞にしたのが第 21~23 圖である。

次の微石や粘土の名稱や計數の如きも自分丈の考へに過ぎぬから改めて御叱正を願はねばならぬ。

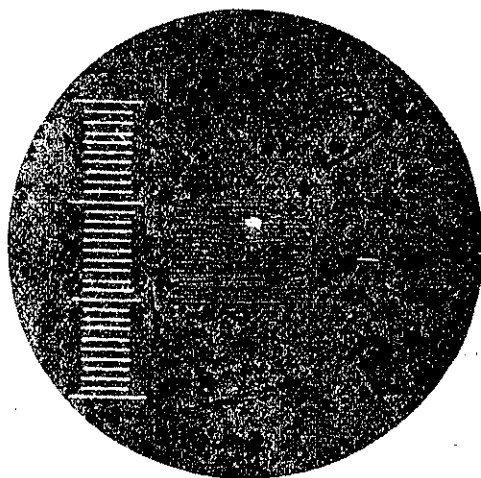
その出現數は大約第 5 表の如くであつた。

第 2 1 圖



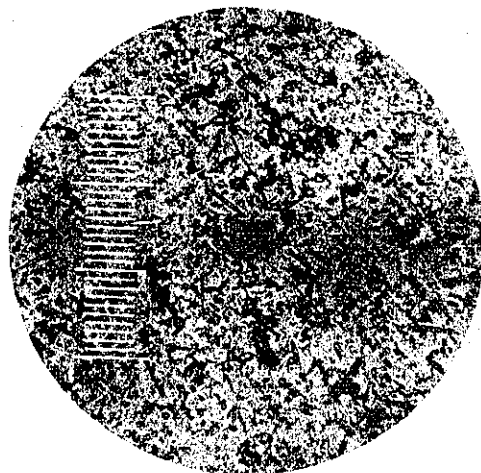
倍 率 500 倍  
1 目盛 0.003 mm

第 2 2 圖



倍 率 270 倍  
1 目盛 0.005 mm

第 2 3 圖



倍 率 82 倍  
1 目盛 0.0158 mm

第 5 表 未濾水に於ける濁度、微石、粘土の一覽表 {自昭和 7.1.15 至 9.3.22}

備考 1. 微石並に粘土の数は格水 1 cm<sup>3</sup> 中の個数なり  
2. 太字は最大又は最小値を示す

	月次	春 季				夏 季				秋 季				冬 季				観 測
		3	4	5	全	6	7	8	全	9	10	11	全	12	1	2	全	
濁 度	最高	20	16	16	20	18	15	14	18	12	11	10	12	13	14	<b>22</b>	22	22
	最低	5	6	4	4	5	6	8	5	4	4	3	3	5	5	4	4	3
	平均	11.1	12.8	10.5	11.4	10.7	11.2	10.8	11.0	8.5	7.4	6.1	7.3	8.7	8.5	11.2	9.8	9.8
微 石	最高	12,000	12,000	10,000	12,000	51,000	86,000	81,000	81,000	88,000	42,000	46,000	88,000	55,000	11,000	16,000	30,000	33,000
	最低	20,000	18,000	20,000	18,000	26,000	28,000	31,000	26,000	11,000	16,000	10,000	19,000	15,000	12,000	20,000	12,000	10,000
	平均	33,000	28,600	29,600	31,100	35,600	41,300	53,300	49,800	30,200	27,200	24,200	27,100	26,800	29,400	38,200	31,700	31,000
粘 土	最高	900	400	400	900	500	600	800	800	1,000	800	500	1,000	500	400	600	600	1,000
	最低	100	100	200	100	100	200	300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	平均	236	237	294	276	284	379	442	343	283	278	233	265	214	211	297	243	271

ハ. 其他 未濾水に於ける固形物や有機物等は普通の如く試験したものであるが、標準として第 6 表の計數を得た。

第 6 表 未濾水に於ける固形物總量、有機物、(過マ(自昭和 7.1.15 至 9.3.22) ンガン酸カリウム消費量) 水温の一覽表

備考 1. 固形物及び有機物の数は格水 1 l 中の mg なり  
2. 太字は最大又は最小値を示す

	月次	春 季				夏 季				秋 季				冬 季				観 測
		3	4	5	全	6	7	8	全	9	10	11	全	12	1	2	全	
固 形 物 總 量	最高	320	30.0	340	320	1120	35.0	104.0	1120	103.0	92.0	87.0	103.0	82.0	36.0	82.0	28.0	112.0
	最低	54.0	54.0	50.0	50.0	43.0	63.0	66.0	43.0	52.0	61.0	62.0	52.0	70.0	55.0	42.0	42.0	43.0
	平均	72.5	74.4	72.1	73.0	76.4	75.8	72.3	77.2	78.4	74.1	73.4	75.2	74.7	73.2	73.1	73.6	74.6
有 機 物 總 量	最高	2,223	2,844	3,792	3,792	3,318	3,318	4,424	4,424	3,397	4,108	3,160	4,108	2,672	2,844	3,160	3,160	4,424
	最低	1,106	1,343	1,422	1,106	1,422	1,738	1,659	1,422	1,501	1,264	1,264	1,264	1,264	1,106	1,106	1,106	1,106
	平均	1,777	1,825	2,166	1,254	2,046	2,466	2,366	2,262	2,275	2,026	1,971	2,086	1,682	1,588	1,833	1,702	1,926
水 温	最高	2.6	14.3	12.2	12.2	21.5	25.9	27.4	27.4	25.0	21.8	15.9	25.0	12.0	7.0	5.6	12.0	27.4
	最低	4.4	7.4	12.0	4.4	16.0	19.1	24.3	16.0	19.7	14.5	10.3	10.3	4.8	2.8	2.4	2.4	2.4
	平均	6.0	10.2	15.6	10.8	19.0	22.3	25.9	22.3	22.8	18.2	12.8	18.1	8.6	4.9	4.1	5.7	14.0

5. 濾速充塞の状況

1. 關係式 濾砂中に微石が連続的に充塞して行く状態は次の如き關係となり。且この I が dy を通る間に dI 丈その微石を濾過されることも考へられる。

$$\frac{dI}{dy} + \frac{\partial z}{\partial t} = 0$$

- 但し I : v. N. 單位時間にある砂面を通る微石數  
v : 濾過速度  
N : 單位容積中の微石數

$y$  : 砂面よりの深  
 $z$  :  $y$  層中に充塞する微石数  
 $t$  : 時間

となる。又上記の  $I$  は  $dy$  を通る時に  $dI$  丈その微石を阻止されると考へられるから砂層の汚染状況に従つてある砂層の濾過微石数は次の様になる。

(1) 砂層汚染の程度が一様なる時

$$I = I_0 e^{-\lambda y}$$

$I_0$  : 砂面に於ける  $I$

$\lambda$  : 砂層汚染による定数

(2)  $\lambda$  が深さの方向に直線的に變化する場合 (第 24 圖 i)

$$I = I_0 e^{-\left(a + m \cdot D - \frac{y}{D}\right) y}$$

$$m = \tan \theta$$

(3)  $\lambda$  が深さの方向に  $\lambda = \frac{c}{e^y + b}$  なる曲線にて變化する場合 (第 24 圖 ii)

先づ  $y=0, \lambda=A$

$y=D, \lambda=a$

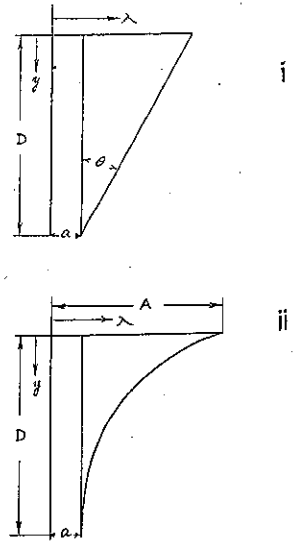
故に與式から

$$A = \frac{c}{1+b}, \quad a = \frac{c}{e^D + b}$$

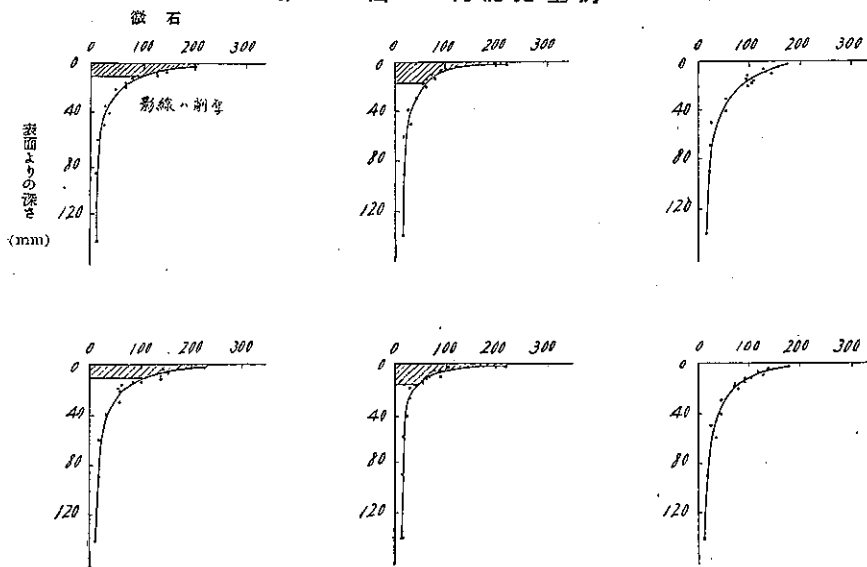
$$c = A(1+b), \quad a = \frac{A(1+b)}{e^D + b}$$

$$b = \frac{ae^D - A}{A - a}, \quad c = A \frac{ae^D - a}{A - a}$$

第 24 圖



第 25 圖 汚泥充塞例



$$\frac{dI}{dy} = -\lambda I = -\frac{c}{e^y + b} I$$

$$\frac{dI}{I} = -\frac{c}{e^y + b} dy$$

これを積分して

$$I = I_0 e^{-\frac{c}{b} \left\{ \ln \frac{e^y}{e^y + b} - \ln \frac{1}{b+1} \right\}}$$

但し  $b = \frac{ae^D - A}{A - a}$ ,  $C = A \frac{ae^D - a}{A - a}$

砂の表面に近い、2 mm の汚泥が砂中損失水頭の決定に主として與つて居る如くである。

□. 充塞の状況 砂層充塞の際の状況に就いて自分が調べた處では多くは略第 25 圖の如き關係になつて居た。

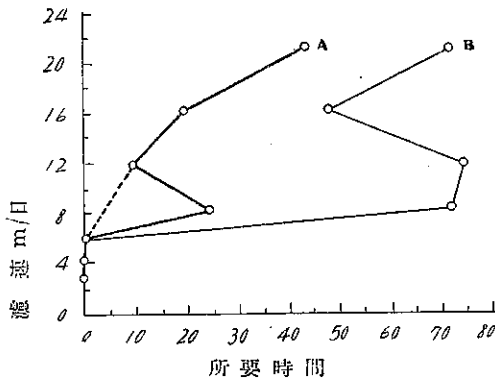
### 6. 濾過速度と濾水の水質

濾過速度を高めたら濾水の水質は如何に變るか吾々の調査の主題であるが、これを前出したる東京市の原水から調査する爲に最初は稍々高めの濾速を使つて以て試験を施行した。そして何か季節的變化のあるものでないかを調べて見た。

殊に濾過開始後暫らくは時間的に晝夜を分たず檢水の採酌を行つたが普通細菌に就いて 23 度培養の結果を基として第 26 圖及び第 27 圖の如き結果を得た。これは普通の方法によつて濾水を調べその細菌数が 100 個以下になる迄の所要時間なり所要濾程なりを出したものに過ぎない。

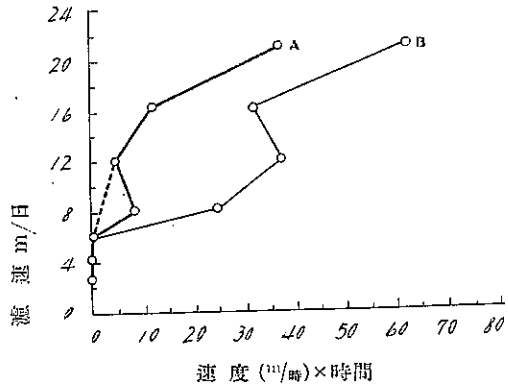
第 26 圖

A は平均所要時間  
B は最大所要時間



第 27 圖

A は平均所要時間×濾速 (米時)  
B は最大所要時間×濾速 (米時)



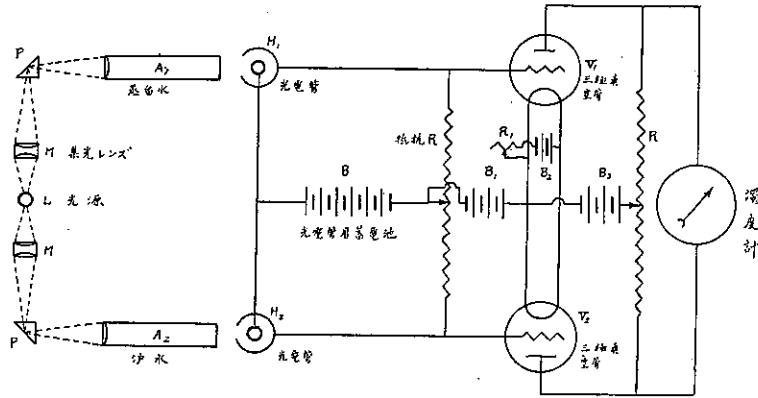
矢張り濾過速度を早めると良い水が引出される迄に要する時間又は濾程が長くなると云へやう。

### 7. 濾水の水質

#### 1. 微濁計

濾水の水質を調べるのは勿論熟練を要する。淀橋浄水場では第 28 圖、第 29 圖の如き微濁計を使つて較成績を収め得たが、未だ實用し得る迄には至らなかつたので主として肉眼でこれを比較判別した。

第 28 圖 濁度計接続圖



ロ. 試験濾池の濾水の濁度

東京試験濾池では濾過繼續中に 0' なる濾水を採酌した。元より限外顯微鏡大のものに原因するのであつて、これを以て直にその水が不良なりと考へられぬ場合があるが、一方には (イ) 従來の水質試験方法そのものに不備の點があつて普通顯微鏡範圍のものは勿論それ以上の大きさのものをも見逃して居たことや、(ロ) 實際濾池による較疑はしい成績はこれを除外公表して居る場合があることは、事柄の性質上想像し得られぬでもなく、これ等に就いては一層認識を深め批判を誤まらぬ様にせねばならぬ處である。尙試験濾池の濾水の濁度は次の例に據つた。

番號	濁度	内容
0	0~0.1 平均 0.05,	完全に浮游物を認めぬもの
0'	0.2~0.5 平均 0.35,	極微に浮游物を認めるもの
0''	0.6~0.9 平均 0.75,	微に浮游物を認めるもの

内容の約束は較不明と思ふ。そして觀測方法のことも併せて考へねばならぬ。

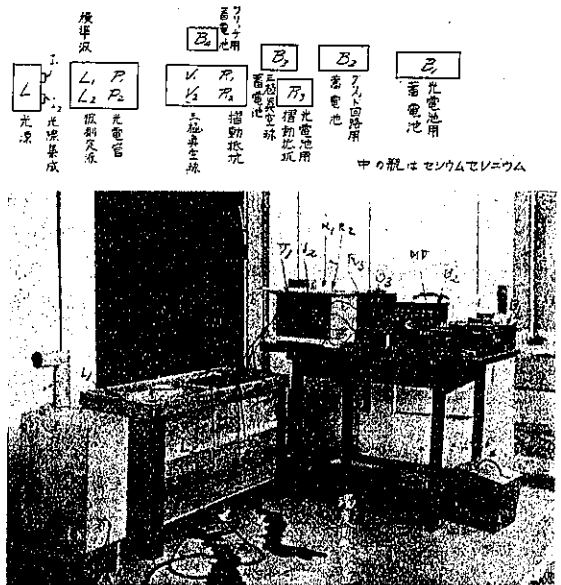
ハ. 濾水中の生物

東京市衛生試験所の報告に依ると試験濾池でも砂層が極端に薄かつた場合には ミジンコやナイス やキクロツプスを濾水中に檢出したと云つて居る。

ニ. 硝子管による動物潜入試験

硝子管内にナイスその他を入れて試験した例が幾つもあるが、次の大阪市の實驗例は極めて面白い計數が出て居る。

第 29 圖 濁度計裝置



第 3 0 圖

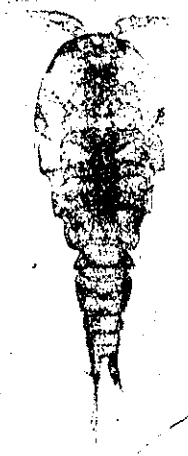


倍率 約55  
ナイス

第 1 例 普通砂粒  
30 cm 砂層濾過ナイス数

濾速	経過時間				
m/d	16	24	48	72	90
2	0	0	1	5	1
4	2	5	11	17	17
7	5	10	17	25	26

第 3 1 圖



倍率 約55  
キクロツプス(ミジンコ)

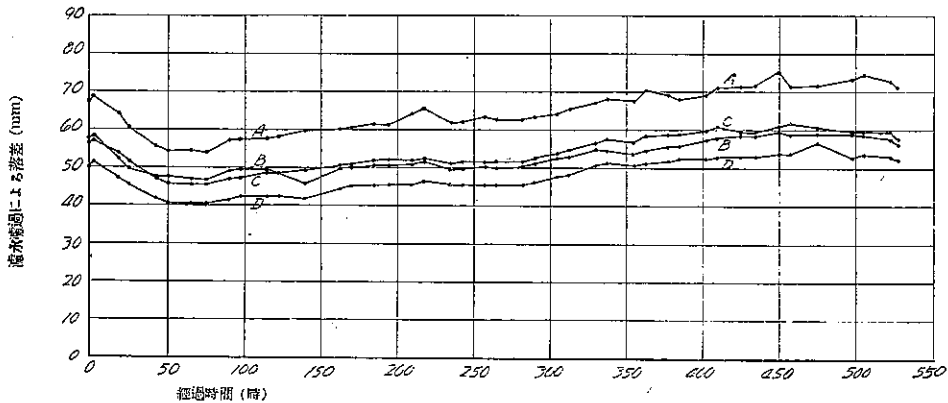
第 2 例 普通砂粒  
25 cm 砂層濾過ナイス数

濾速	経過時間				
m/d	16	24	48	72	90
2	1	2	4	14	20
4	2	7	18	24	25

ホ. 水道水による濾過水頭の試験に就いて

普通は上水中には生物の種子孢子等を含まざる爲, 更に藻様のものは生ずることなしと認められ, 上水を使つて濾過を行ふ場合に濾過作用が漸次減ずる様な場合にその理由は砂層内に氣胞を生ずる爲, これに妨げられて水は良く濾過されざるによるとも考へられたが, 自分の見る處ではそれ計りでなく上記 0', 0' の影響を考へ多少の補正を要するものと認めたい。第 32 圖は空氣の影響を少くする様に努めつゝ濾過水による濾過水頭の増加を調べて

第 3 2 圖 濾水濾過による落差と経過時間との關係





見たものである。

砂 種	size	混 合 比	空 隙 率
A 砂	80~100 番		48.3 %
B 砂	48~80 283	80~100 567 1 : 2	48.3
C 砂	48~80	80~100 1 : 1	48.5
D 砂	48~80	80~100 2 : 1	47.0

砂厚 100 mm, 濾速 10 m 毎日, 水温 10 度に對し濾過開始後 50 時間と 450 時間とでは各砂に對し夫々次の様に落差の増加を認めた。

	50 時 間	450 時 間 後	増 加 落 差
A 砂	55	75	20
B 砂	48	59	11
C 砂	46	61	15
D 砂	41	54	13

矢張細砂の方が落差の増加が多い様である (昭和 9 年 11 月 11 日調)。

## 8. 結 語

以上記した様な方法で施行した試験の成績から判断して一應は表記の様な濾過速度に關する結論を得たが、更に一層の調査を要する問題である。そして水道水の濁度に關する規格として飲料適の範圍を 0' 迄とすべきか又は 0' 迄とすべきかは水道事業者にとつては實際上大きな問題である。これを定めるには原水の性質を考へそれが汚染に原因するか否かを見るとともに、譬へ良好なる原水に對しても一層多量の濾水で繼續的に檢水試験を行はねばならぬこと勿論である。

この試験の主なる外業は本年 3 月終了したが、關係係員は更にその跡仕末にかゝり今日辛うじて、これ丈のもので纏め得たのは全く係員諸氏の協力と土木學會總會事業の賜であつて誠に感謝に堪へぬ處である。