

第二章 給水人口 及ビ 使用水量

(3) 水量ノ單位

- 1 立方尺 = 1 斗 5 升 4 合 = 6.13 英がろん = 7.35 米がろん = 0.0278 立方米
- 1 石 = 6.37 立方尺 = 6.48 立方尺 = 0.1804 きろりつとる
- 1 りつとる = 5.54 合 = 0.22 英がろん = 0.264 米がろん = 0.0353 立方尺
- 1 英がろん = 1.2 米がろん = 0.16 立方尺 = 4.541 りつとる = 0.0045 立方米
- 1 米がろん = 0.834 英がろん = 0.134 立方尺 = 3.7854 りつとる = 0.00378 立方米
- 1 立方尺 = 1 斗 5 升 7 合 = 6.24 英がろん = 7.48 米がろん = 0.0283 立方米
- 1,000,000 米がろん = 3,780 立方尺
- 1,000,000 英がろん = 4,540 立方尺

(4) 給水人口 先ヅ水道敷設計畫ニ於テハ第一ニ給水スベキ都市町村等ノ現在ヨリ或ル年數ノ後ノ人口ヲ見積ル必要ガアル。之ヲ見積ルニハ種々ノ方法ガアル。

例ヘバ給水スル都市ト大イサ及ビ其位置等ガ相似タル他ノ都市ノ人口増殖ヲ判斷シ又ハ數學的方法又ハ圖式的方法ヲ以テ見積ル事ヲ得ル。

(イ) $P =$ 現在ヨリ n 年後ノ人口
 $a = n$ 年間ニ於ケル推定シタル一年ノ平均増加人口
 $A =$ 水道建設當初ノ人口

$$P = A + na \dots\dots\dots(1)$$

(ロ) $p = n$ 年ノ間ニ於ケル一年ノ人口平均増加率トスレバ

$$P = A(1+p)^n \dots\dots\dots(2)$$

(ハ) 過去各年次ニ於ケル人口ヨリ最小自乗法ニヨリテ人口ト年次トノ間ノ關係ヲ表ハス曲線ヲ求メ之ヨリ設計年次ノ人口ヲ推定スルコトモ出來ル。年次ト人口トノ關係ヲ次ノ如キ拋物線ヲ以テ表ハスモノトスル。

$$y = a + bx + cx^2 \dots\dots\dots(3)$$

$x =$ 年次
 $y =$ 各年次ノ人口

途中ノ計算ヲ省略シテ最小自乗法ニヨリテ下ノ式ヲ得ル。

$$\left. \begin{aligned} na + b\sum x + c\sum x^2 - \sum y &= 0 \\ a\sum x + b\sum x^2 + c\sum x^3 - \sum yx &= 0 \\ a\sum x^2 + b\sum x^3 + c\sum x^4 - \sum yx^2 &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

$n =$ 過去ノ知ラレタル記録ノ數。
 例ヘバ昭和元年ヨリ 6 年迄ノ人口ガ知ラレテ居ル時ハ n ハ 6 デアル。

(4)式ノ三ツノ方程式ヨリ a ト b ト c トヲ求メル。

(ニ) 年次ト人口ノ割合ヲ次ノ如キ對數曲線ト假定スル事ガアル。

$$y = p(1+P)^m \dots\dots\dots(5)$$

p ハ人口 y ノ年ヨリ一年前ノ人口

$y =$ 人口
 $1+P = x$ トシテ

$$1+P = x = \frac{\sum py}{\sum p^2} \dots\dots\dots(6)$$

$$p = \frac{\sum yx^m}{\sum x^{2m}} \dots\dots\dots(7)$$

n ノ意味ハ後ノ例題ヲ見レバ明白トナル。

地方ノ狀況ニ適當スル何レノ方法ヲ用ヒルトモ將來郊外ノ給水、必要ナル工業ノ勃興等特別ノ地方ノ狀態ニ留意セネバナラヌ。

或町ガ下ノ如キ人口ヲ有スル時水道ヲ設置スルニ當リ其給水人口見積方法ヲ種々ノ方法ヲ以テ次ニ示サウ。

第 6 表 (イ)

年次	人口	前年人口トノ比較			
		増	減	増減ノ割合	
				増	減
大正 4 年	11,250	—	—	—	—
〃 5 年	11,835	585	—	0.052	—
〃 6 年	11,918	83	—	0.007	—
〃 7 年	12,645	727	—	0.061	—
〃 8 年	12,082	—	563	—	0.044
〃 9 年	12,645	563	—	0.046	—
〃 10 年	12,748	103	—	0.008	—
〃 11 年	15,190	2,442	—	0.191	—
〃 12 年	16,377	1,187	—	0.078	—
〃 13 年	21,635	5,258	—	0.321	—
〃 14 年	21,970	335	—	0.015	—
平均	—	1,072	—	0.0735	—

昭和 12 年迄ノ給水設備ヲ施サントスル。

第一ニ昭和 12 年ニ於ケル人口ヲ概算スル必要ガアル。上ノ表ヨリ各年次平均ノ増加ハ 1 年 1,072 人デアル。

$$P = A + na$$

$$A = \text{大正 14 年人口} = 21,970 \text{ 人}$$

$$n = 12$$

$$a = 1,072$$

$$P = 21,970 + 12 \times 1,072 = 34,834 \text{ 人}$$

即チ 35,000 人分ノ設備ヲスレバヨイ。

$$\text{次ニ } P = A(1+p)^n \text{ ニヨレバ}$$

$$P = 21,970 (1+0.0735)^{12} = 51,409 \text{ 人}$$

即チ 52,000 人ニ對スル設備ヲスレバヨイ。

$$\text{次ニ } y = p(1+P)^m \text{ ニ依ル。$$

計算ヲ簡略ニスルタメ大正 4 年ヨリ 2 年毎ノ人口ヲ取ル。

$$y_1 = 11,918 \quad y_4 = 16,377 \quad p_1 = 11,250 \quad p_4 = 12,748$$

$$y_2 = 12,082 \quad y_5 = 21,970 \quad p_2 = 11,918 \quad p_5 = 16,377$$

$$y_3 = 12,748 \quad p_3 = 12,082$$

$$1+P = x = \frac{\sum py}{\sum p^2}$$

$$\sum py = 11,918 \times 11,250 + 12,082 \times 11,918 + 12,748 \times 12,082$$

$$+ 16,377 \times 12,748 + 21,970 \times 16,377 = 1,000,668,798$$

$$\sum p^2 = 11,250^2 + 11,918^2 + 12,082^2 + 12,748^2 + 16,377^2$$

$$= 845,293,581$$

$$1+P = x = \frac{1,000,668,798}{845,293,581} = 1.183$$

$$\text{故ニ } P = 0.183$$

$$p = \frac{\sum yx^n}{\sum x^{2n}}$$

$$n = 1 \quad n = 4 \quad y_1 = 11,918 \quad y_4 = 16,377$$

$$n = 2 \quad n = 5 \quad y_2 = 12,082 \quad y_5 = 21,970$$

$$n = 3 \quad y_3 = 12,748$$

$$\sum yx^n = 11,918 \times 1.183 + 12,082 \times 1.183^2 + 12,748 \times 1.183^3$$

$$+ 16,377 \times 1.183^4 + 21,970 \times 1.183^5 = 135,067$$

$$\sum x^{2n} = 1.183^2 + 1.183^4 + 1.183^6 + 1.183^8 + 1.183^{10} = 15.302$$

$$p = \frac{135,067}{15.302} = 8,826$$

$$y = 8,826(1+0.183)^m$$

m ガ零ノ時即チ y ガ 8,826 ノ時ハ大正 4 年ノ人口ニ相當シ、 m ガ 1 ヲ増ス毎ニ年次ハ 2 年ヲ經過スルヲ以テ m ガ 11 ノ時ハ昭和 12 年ニ相當スル。

$$y = 8,826 \times 1.183^{11} = 56,045 \text{ 人}$$

昭和 12 年ノ人口 56,000 人ニ對シテ設計スレバヨイ。

(イ) カラ $P = 34,834$ 人 (ロ) カラ $P = 51,409$ 人

(ニ) カラ $P = 56,045$ 人

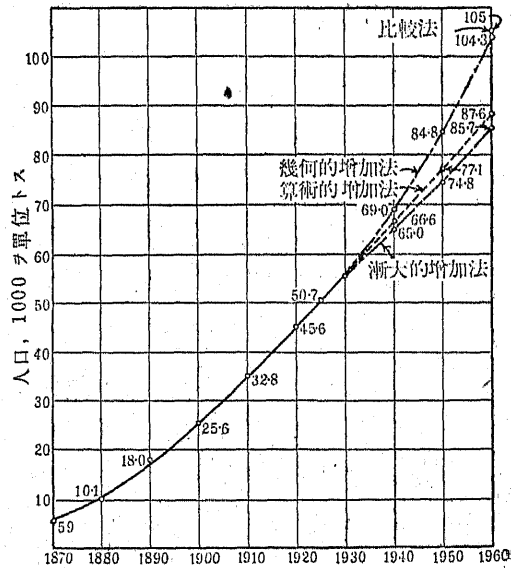
上記ノ如ク採用スル方法ニ依ツテ推定給水人口ハ異ナルガ是等方法中、其都市町ノ現在及ビ將來ノ特有ノ狀況ヲ考慮シテ適當ナル方法ヲ採用スル。

(イ)ノ方法ハ即チ算術級數ノ方法デアツテ、既ニ發達シタル比較的大キナ都市ニ用ヒルコトガ出來ル。概シテ此方法ニ依ルト求メタ結果ガ少ナ過ギル様デアアル。

(ロ)、(ハ)ノ方法ハ割合ニ不正確デアアル。之ハ主トシテ相當ニ大キクシテ發展ノ速カナル都市ニ用ヒルコトガ出來ルモノデアツテ、一般ニハ實際ノモノヨリモ大ナル結果ヲ生ズルノガ常デアアル。

是等ノ人口推定法ノ外ニ、人口増加ノ減少割合ノ方法ガアル。之ハ(イ)ト(ロ)トカラ求メタ結果ノ中間位ノ結果ヲ與ヘル。此方法ハ都市ガ古クナルニ從ツテ人口増加ノ割合ハ小トナルト云フ原則ヲ基トスル。此方法ハ或程度判斷ヲ基トシ、竝ニ數學的法則ニモ依ツテ居ルカラ、カナリ信頼シ得ベキ結果ヲ與ヘル。

次ニ他市町トノ圖式的比較ノ方法ハ最も多クノ研究ヲ必要トスルガ、上記何レノ方法ヨリモ最も信頼シ得ル結果ヲ與ヘルモノデアアル。此方法ニ於テハ考慮セル都市ト同様ナル特徴ヲ持チ其人口ガ此都市ヨリモ大デアアル他ノ多クノ都市ヲ比較ノ目的ニ選ミ出スモノデアアル。斯クノ如キ若干數ノ都市ニ對シテ例ヘバ横



第4圖 種々ノ方法ニ依ル米國シーデー・らびつづ

都市ニ對シテ例ヘバ横距ヲ年次トシ、縦距ヲ人口トシテ若干數ノ曲線ヲ畫ク。考慮セル都市ノ現在人口ノ點ヲ凡テノ曲線ノ共通點トシテ曲線ヲ畫ク、換言スレバ凡テノ曲線ハ此考慮セル都市ノ現在人口ノ點ニテ相會セルモノデアアル。考フル都市ノ曲線ヲ此共通點カラ向フニ延長スルノデアアルガ、之ニハ其都市ノ種々ノ狀況及ビ比較都市ノ曲線ヲ參照スルモノトス。

第6表 (ロ) シーデー・らびつづノ人口

年	人口	10年間ニ於ケル増加	10年間ニ於ケル百分率増加	10年ニツキ漸大的増加
1860	1,830			
1870	5,940	4,110	222	
1880	10,104	4,164	20	+ 54
1890	18,020	7,916	78	+3,752
1900	25,656	7,636	42	- 280
1910	32,811	7,155	28	- 481
1920	45,566	12,755	38	+5,600
1930	56,081	10,515	23	-2,240
平均		7,750		1,067

第4圖ニ於テ幾何的增加法ト稱スルハ人口ガ一定ノ百分率ヲ以テ増加スルト云フコトヲ根據トシテ居ル方法デアアル。前記ノ諸方法外ニ漸大的増加法ト云フ推定法ガアル。

漸大的増加法ニ於テハ10年毎ノ人口ノ實際總増加ヲ算定スル。次ニ各10年ニ對スル増加ノ純變加又ハ加量ヲ決定スル。各10年ニ對スル實際増加ヲ平均シ、又増加ノ加量ヲモ平均スル、此兩値ハ夫々第6表(ロ)ニ於テ7,750及ビ1,067デアアル。平均加量ヲ求メルニハ10年間ニ於ケル人口ノ減少ハ負號ニ探ルモノトスル。將來人口ヲ推定スル際ニ、第一ノ將來ノ10年ノ終末ノ人口ヲ得ルニハ現在人口ニ10年間ノ平均増加數ト平均加量トヲ加ヘル。即チ第6表(ロ)ニ於テ1940年ノ推定人口ハ $56,081 + 7,750 + 1,067 = 64,898$ ニ65,000人デアアル。次ニ第二ノ將來ノ10年ノ終末ノ人口ヲ求メルニハ第一

ノ將來10年ノ終末人口ニ10年間ノ平均増加數ト平均加量ノ2倍トヲ加ヘル即チ $64,898 + 7,750 + 2 \times 1,067 = 74,782 \approx 74,800$ 人トナル。以下同様ニシテ計算スル。而シテ此方法ニ依レバ1960年ニ於テハ推定人口ハ86,000トナルコトヲ知ル。シーダー・らびつづニ對シテハ上水道目的ニ採ラレタル人口ハ1960年ニ於ケル86,000人デアル。大抵ノ場合ニ於テ漸大ノ増加法ハ控目ノ推定人口ヲ與ヘルモノデアル。之ハ第4圖ヲ見テモ推知スルコトガ出來ル。

給水區域内ノ總人口ガ給水ヲ受ケルモノデハナイ。即チ總人口ノ若干百分率ガ實際ニ水道ヲ使用スルモノデアツテ、之ガ給水人口トナルワケデアル。此給水人口ニ對スル總人口ノ割合ヲ給水普及率ト稱スル。一般的ニ云フト普及率ハ給水開始後5年ニテ30%以上ニ10年ニテ50%以上ニ達スルモノデアル。大體普及率ハ最大90%乃至95%デアル。

(5) 使用水量 給水人口ガ定マレバ次ニ決定スベキモノハ使用水量デアル。新シク水道ヲ敷設スル時又ハ擴張スル時第一ニ考フベキモノハ近キ將來ニ必要ナル水量デアル。即チ一日平均使用水量ノ外ニ月、週、日、時等ニ依ル水量ノ變化ヲ考フルヲ要スル。或部分ノ設計ニハ一年ニ對スル平均消費量ニテ充分ナルモ他ノ部分例ヘバ唧筒、配水鐵管等ニハ甚ダ短キ時間ノ使

第7表 亞米利加諸都市使用水量

都 市	人 口	平均一人一日使用水量(リットル)
ぼ す と ん	788,000 (1926)	430
み る う ね い き	500,000 (1920)	510
く り ー ぶ ら ん ど	1,074,000 (1926)	540
せ ん と ー ぶ ら い す	760,000 (1920)	520
ば ふ あ ろ	550,000 (1926)	800
か ん き す し て い	384,000 (1926)	510
ろ ち え す た	309,000 (1926)	340
し か ー づ	3,015,000 (1926)	1,040
に ゆ ー よ ー く	6,015,000 (1926)	520

用水量ノ最大量ヲ知ル事ガ肝要デアル。

都市工業ノ種類、住民ノ貧富、慣習、噴水、芝生及ビ市街撒水、公共設備等ハ水量ヲ決定スルニ大ナル關係ガアル。

尙最モ重要ナル關係ヲ持ツモノハ浪費デアル。

(イ) 平均一人一日使用水量

第7表ニ亞米利加諸都市ノ使用水量ヲ掲ゲタ。

次ニ第8表ニ歐洲諸都市ノ使用水量ヲ掲ゲル。

第8表 歐洲諸都市使用水量

都 市	人 口	平均一人一日使用水量(リットル)
ら い ぶ ち ひ	579,000(1909~11)	68
べ る り ん	2,200,000 (〃)	83
ど れ す で ん	540,000 (〃)	98
で ゆ つ せ る ど る ぶ	348,000 (〃)	140
え つ せ ん	297,000(1911)	133
は ん ぶ る ぐ	888,000 (〃)	140
り ば ぶ ー る	944,963(1913~14)	154
ま ん ち え す た	1,200,000 (〃)	158

第9表 本邦諸都市使用水量(昭和7年)

都 市	平均一人一日使用水量(リットル)	都 市	平均一人一日使用水量(リットル)
東 京	190	名 古 屋	110
京 都	130	函 館	120
大 阪	160	小 樽	290
神 戸	170	廣 島	170
横 濱	160	福 岡	90

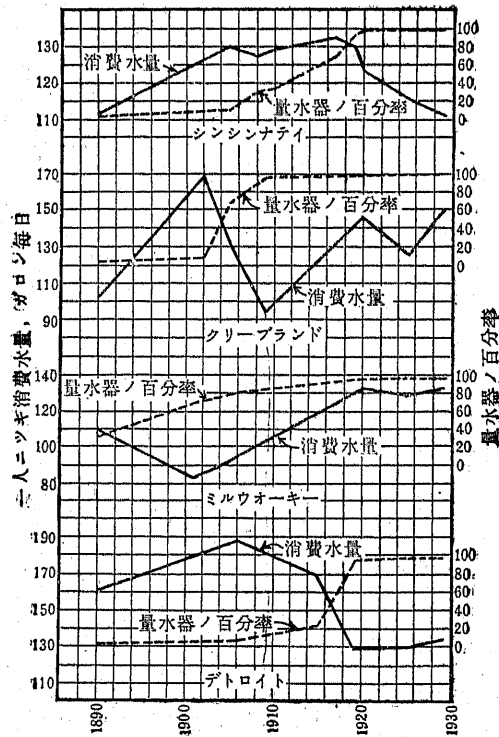
第7表ト第8表トヲ比較スルニ使用水量ハ亞米利加都市ヨリ歐洲都市ノ方ガ遙ニ小デアル。之ハ後者ハ主トシテ量水器ヲ設備セルヲ以テデアル。

(ロ) 目的ノ異ナル使用水量

水ヲ使フ目的ニハ次ノ種類ガアル。

家事用
商工業用
公用
損失及ビ浪費

家事用使用水量ハ亞米利加ニテ1人1日76りつとる乃至190りつとるデア
アル。之ハ量水器ヲ取り付ケタル所ニシテ此設備無キ所ニテハ右ノ數字ノ數



第5圖 米國しんしなてい、くリーぶらんど、みるうおーキー及ビでとろいとニ於ケル量水器取附ノ使用水量ニ及ボス影響

此圖ヲ見ルニ三市ノ場合ニ於テ量水器取附ノ最大影響ガ到達シタル後ニ、1人當リ使用水量ノ漸次ノ増加ガアル。此傾向ハ一般的デアツテ完全ニ全部量水器ガ取附ケラレテモ1人使用水量ノ將來増加ニ對シテハ餘裕ヲ探ラネバナラス。

倍トナル事ガアル。英國ニテハ1人1日平均45りつとるデア。獨逸ニテハ飲料用、割烹用、洗濯用等ニ20りつとる乃至30りつとるデア。

商工業用ハ汽車、汽船、工場、旅館、其他化學工業用ニ用ヒルモノデア。大都會ニテハ此目的ニ用ヒル水ハ小都會ヨリモ大デア。此水量ハ亞米利加大都市ニテハ38りつとる乃至190りつとるデアツテ平均114りつとるデア。獨逸ニテハ工業用トシテ15りつとる乃至30りつとるヲ採ル。

公共用ハ學校其他ノ公共的建造物、市街撒水、噴水、下水管渠洗滌、防火用等デア。ふあんにんぐ (Fanning) 氏ハ11.4りつとる乃至38りつとるガ噴水ニ、0.38りつとるガ防火用ニ、市街及ビ庭園ノ撒水ニ38りつとるノ水ヲ使用スルト謂フ。伯林ニテハ使用水量ノ2.5%ガ市街撒水ニ、3%ガ下水管渠洗滌ニ7%ガ噴水ニ用ヒラレルト謂フ。防水用ハ大都市ニテハ全水量ニ對シテ餘リ大ナル割合トナラザルモ小ナル町村ニテハ水道ヲ設計スル時、之ガ水量ニ大ナル關係ヲ及ボスコトナル。西曆1914年ノ亞米利加まつちのせつつ州ふおーる・りばーニ於ケル使用水量ハ第10表ノ通り。

第10表 (イ)

公共的建造物	12.8	りつとる1人1日
公園及ビ墓地	4.5	〃
市街撒水	10.4	〃
下水管渠流掃、防火、其他	20.7	〃
合計	48.4	〃

要スルニ亞米利加ニテハ公共用トシテ19りつとる乃至57りつとる平均38りつとるヲ使用シ、獨逸ニ於テハ5りつとる乃至14りつとるヲ消費スル。

損失及ビ浪費 之ハ水道工事ノ竣工後永年ノ間ニハ淨水池又ハ鐵管等ヨリ水ガ漏レ又ハ使用者ガ無益ニ水ヲ消費スル事デアル。此水量ハ亞米利亞ニテハ量水器ヲ取り付ケタル者デ少ナクモ1人1日57りつとるデアト稱セラレル。らんきん氏ハ注意シテ取扱ヘバ9りつとる位ノ浪費デアト云フテ居ル。亞米利加ノ計量給水ニ於ケル以上各用途ノ水量ノ割合ヲ述ベルト第

10表ノ通り。

第 10 表 (ロ)

用 途	最 小	最 大	平 均
家 事 用	76リつとる	190リつとる	133リつとる
商 工 業 用	38 //	190 //	114 //
公 共 用	19 //	57 //	38 //
損 失	57 //	152 //	105 //
合 計	190 //	589 //	390 //

東京市デハ水洗便所ノ水ノ使用量ヲ加算スルト平均一戸一ヶ月 10 立方米内外デア。公園用水，下水管渠洗滌，其他公共用水ヲ含ミテ，公共用水ハ本邦都市ニ於テハ 1人1日當リ 20~30 リつとる位デア。ルヲ可トスルデアラウ。公衆浴場ハ水ノ使用量モ多イノデ經營上深井戸ヲ備へ，水道水ト併用シテ居ルノガ普通デア。之ヲ 1人1日ニツキ 15~25 リつとるト採ルヲ可トスルデアラウ。漏水ハ本邦各市トモ水道當局者ノ惱ミトスル所デアツテ普通給水量ノ 10~20% 位デア。之ハ 30% 位ニ達スル例モアル。普通ノ場合デモ 1人1日當リ 15~25 リつとる位ニ採ラレルモノデア。

本邦都市ニ於テ 1人1日使用水量ノ各種用途内譯ハ第 11 表ノ通り，

第 11 表

家 事 用	飲料，洗濯等	30~50リつとる
商 工 業 用	營業，工場，船舶等	20~30 //
公 共 用	公園ノ噴水，下水管渠洗滌， 街路撒水及ビ洗滌	20~30 //
浴 場 用	家庭用ヲ含マズ	15~25 //
漏 水	配水管以下	15~25 //

尙家庭デ水洗便所ヲ用ヒル事ニナルト家事用水ハ 60~80 リつとるニ増スデア。ラウ又漏水量ハ配水管デ約 10%，給水管デ約 10% デアルト考ヘ得ル。

將來必要トスル水量ハ凡ソ次ノ値デアレバ充分デアラウト思ハレル。

大 都 市180 乃至 250 リつとる 1人1日
中 都 市120 乃至 180 //
小 都 市 80 乃至 120 //
町 60 乃至 100 //
村 40 乃至 60 //