

道路勾配と歩行速度に関する一考察 (抄録)

正員 後藤 宇太郎

概 要

勾配路に於ける歩行方式(両脚の運動状態)を闡明し、道路勾配と歩幅との関係を求め、尙筋肉の攣縮回数と仕事量との関係に基き歩数と道路勾配との関係を求め、依つて以て歩行速度算式並に仕事量算式を誘導し、勾配路の平坦路換算其の他に資せんとしたるものである。原文は次の如き目次のものに書きたるものなるが、本稿に於ては單に表と圖を簡記するに止めた。表-1. によつて算式を見表-2. によつて其算出値を知ることにより本研究の概要を單的に掴み得るものと考えたるが故である。

詳しくは土木學會保管の原稿並に社團法人鐵道工事統制協力會資料第2輯を参照せられたし。

(I) 歩 行

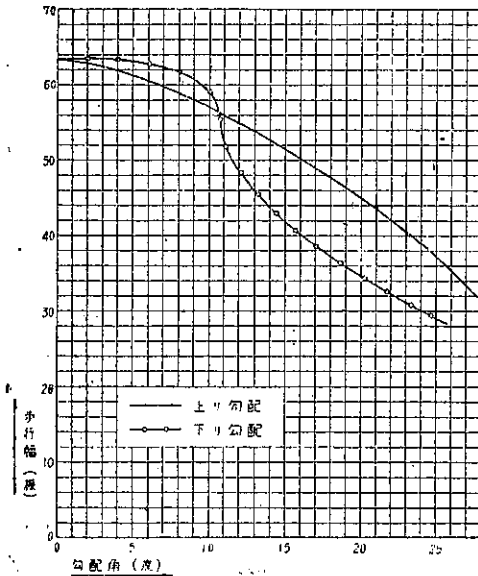
(II) 歩行の基本本式

(III) 歩 幅

1) 歩幅算式 2) 勾配角と脚の屈折度

(a) 上り勾配 (b) 下り勾配

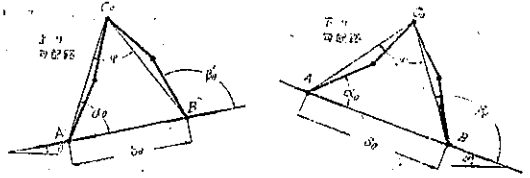
圖-1. 歩 幅



(IV) 歩行と其の仕事量

1) 平坦路歩行 2) 勾配路歩行

(a) 上り勾配 (b) 下り勾配



(V) 歩数及び歩行速度

(IV) 歩行速度換算係數

1) 算式一覽表 (表-1)

2) 歩幅其他一覽表 (表-2)

1 歩幅 (圖-1) 2 歩幅 (圖-2)

3 歩行速度 (圖-3)

4 歩行の仕事量 (圖-4)

5 歩行速度換算係數 (圖-5)

圖-2. 歩 数

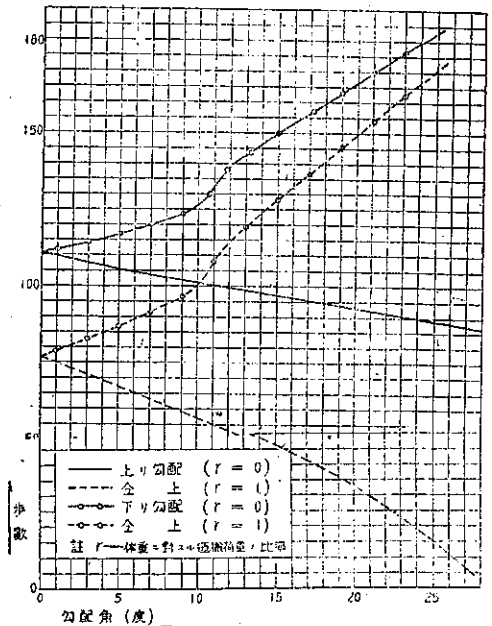


圖-3. 歩行速度

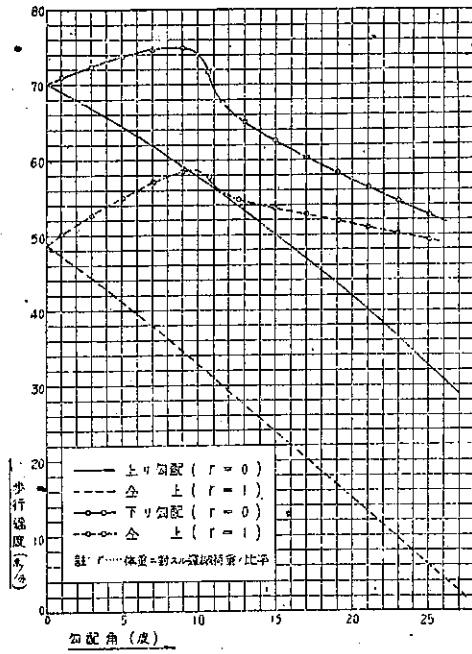


圖-4. 歩行の仕事量

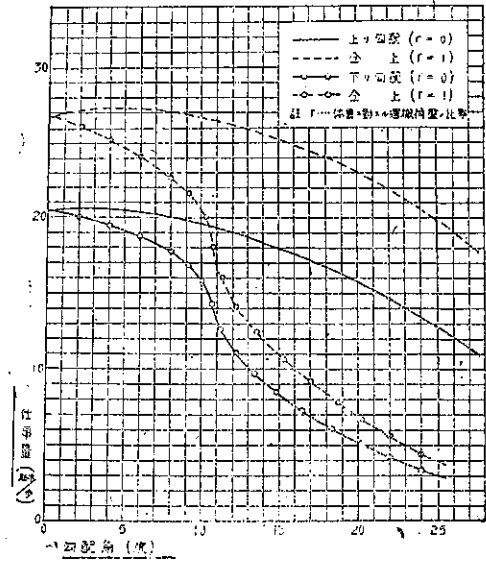


圖-5. 歩行速度, 換算係數

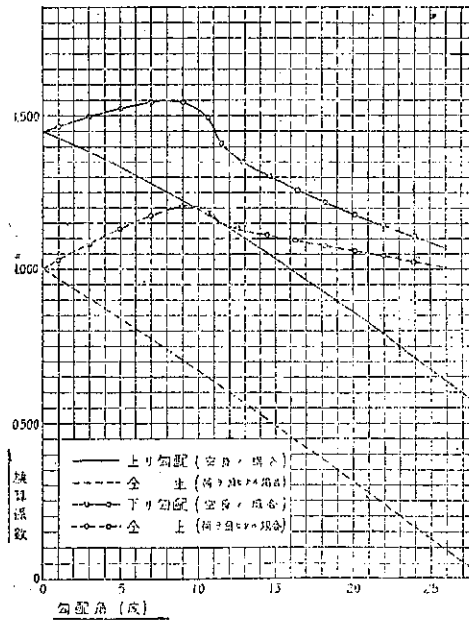


表-1. 算式一覧表

名稱	勾配 適用 範圍 θ	算式	適用算式
歩幅	上 0°~ 27°30'	cm $S_{\theta} = 78 \left[\cos \alpha_{\theta} - 0.517 \cos \beta'_{\theta} + \sqrt{0.4849 - (\sin \alpha_{\theta} - 0.517 \sin \beta'_{\theta})^2} \right] \dots (A)$	$\alpha_{\theta} = 66 - 0.1273\theta \dots (A_1)$ $\beta'_{\theta} = 108.667 - 1.7697\theta \dots (A_2)$
	下 0°~ 10°40' 10°40'~ 25°30'	cm $S_{\theta} = 78 \left[0.517 \cos \alpha'_{\theta} - 0.997 \cos \beta_{\theta} + \sqrt{0.4849 - (0.997 \sin \beta_{\theta} - 0.517 \sin \alpha'_{\theta})} \right] \dots (B)$	$\beta_{\theta} = 113.667 + 0.0719\theta \dots (B_1)$ $\alpha'_{\theta} = 63.5 - 0.8091\theta \dots (B_2)$ $\beta_{\theta} = (B_1) \text{適用}$ $\alpha'_{\theta} = 44.346 + 0.9863\theta \dots (B_3)$
歩速	上 0°~ 27°30'	歩/min $v_{\theta} = \frac{1}{2A} \left[-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC} \right] \dots (H)$ $A = 0.0039(1+r)S_{\theta}^2 \dots (H_1)$ $B = 0.4074S_{\theta} \cos \theta \dots (H_2)$ $C = -89.6192S_{\theta} \cos \theta$ $+ 69.322(1+r) \left\{ 0.78 \left[\sin(\alpha_{\theta} + \varphi/2) - \left\{ 2 - \frac{\sin(\alpha_{\theta} + \varphi/2)}{\sin(\alpha_{\theta} + \varphi)} \right\} \sin \alpha_{\theta} \right] \right.$ $\left. \cos \theta + S_{\theta} \sin \theta \right\} \dots (H_3)$	$\alpha_{\theta} = (A_1) \text{式適用}$ $S_{\theta} = (A) \text{式同上}$ $\varphi = \tan^{-1} \frac{S_{\theta} \sin \alpha_{\theta}}{0.78 - S_{\theta} \cos \alpha_{\theta}} \dots (H_4)$
	下 0°~ 25°30'	歩/min $v_{\theta} = \frac{1}{2A} \left[-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC} \right] \dots (I)$ $A = 0.0039(1+r)S_{\theta}^2 \dots (I_1)$ $B = 0.4074S_{\theta} \cos \theta \dots (I_2)$ $C = -89.6192S_{\theta} \cos \theta$ $+ 69.322(1+r) \left\{ 0.7777 \left[\sin(\beta_{\theta} - \varphi/2) - \left\{ 2 - \frac{\sin(\beta_{\theta} - \varphi/2)}{\sin(\beta_{\theta} - \varphi)} \right\} \sin \beta_{\theta} \right] \right.$ $\left. \cos \theta - S_{\theta} \sin \theta \right\} \dots (I_3)$	$\beta_{\theta} = (B_1) \text{式適用}$ $\alpha'_{\theta} = (B_2) \text{式}, (B_3) \text{式適用}$ $S_{\theta} = (B) \text{式適用}$ $\varphi = \tan^{-1} \frac{S_{\theta} \sin \beta_{\theta}}{0.7777 + S_{\theta} \cos \beta_{\theta}} \dots (I_4)$
歩行	上 0°~ 27°30'	m/min $V_{\theta} = \frac{1}{2A} \left[-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC} \right] \dots (J)$ $A = 0.0039(1+r) \dots (J_1)$ $B = 0.4074 \cos \theta \dots (J_2)$ $C = (I_3) \text{式}$	$\alpha_{\theta} = (A_1) \text{式適用}$ $\beta'_{\theta} = (A_2) \text{式}$ $S_{\theta} = (A) \text{式}$ $\varphi = (H_4) \text{式}$
	下 0°~ 25°30'	m/min $V_{\theta} = \frac{1}{2A} \left[-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC} \right] \dots (K)$ $A = 0.0039(1+r) \dots (K_1)$ $B = 0.4074 \cos \theta \dots (K_2)$ $C = (I_3) \text{式}$	$\beta_{\theta} = (B_1) \text{式適用}$ $\alpha'_{\theta} = (B_2) \text{式及} (B_3) \text{式適用}$ $S_{\theta} = (B) \text{式}$ $\varphi = (I_4) \text{式}$

歩 行 の 仕 事 量	上 り	kg·m/歩 $W_{\theta} = \omega_0(1+r) \left(0.78 \cos \theta \left[\sin(\alpha_{\theta} + \varphi/2) - \left\{ 2 - \frac{\sin(\alpha_{\theta} + \varphi/2)}{\sin(\alpha_{\theta} + \varphi)} \right\} \sin \theta \right] + \frac{2V_{\theta}^2}{9.8 \times 60^2} + S_{\theta} \sin \theta \right) \dots \dots \dots (D)$	$\alpha_{\theta} = (A_1)$ 式適用 $\beta'_{\theta} = (A_2)$ 式" $S_{\theta} = (A)$ 式" $\varphi = (H_4)$ 式" $\Gamma_{\theta} = (J)$ 式"
	下 り	kg·m/歩 $W_{\theta} = \omega_0(1+r) \left(0.7777 \cos \theta \left[\sin(\beta_{\theta} - \varphi/2) - \left\{ 2 - \frac{\sin(\beta_{\theta} - \varphi/2)}{\sin(\beta_{\theta} - \varphi)} \right\} \sin \beta_{\theta} \right] + \frac{2V_{\theta}^2}{9.8 \times 60^2} - S_{\theta} \sin \theta \right) \dots \dots \dots (E)$	$\beta_{\theta} = (B_1)$ 式適用 $\alpha'_{\theta} = (B_2)$ 式及 (B_3) 式適用 $S_{\theta} = (B)$ 式" $\varphi = (I_4)$ 式" $\Gamma_{\theta} = (K)$ 式"

註 ω_0 : 體重(kg) r : 體重=對スル運搬荷重ノ比率

備 考

A: 後足の着地點 B: 前足の着地點 C_0 : 膝關節中心點 α_{θ} : 後脚の前屈度
 α'_{θ} : 後脚の前屈度 β_{θ} : 前脚の脊屈度 β'_{θ} : 前脚の脊屈度
 φ : 前後兩足の着地點と膝關節中心とを結ぶ直線の挟む角

表-2 次頁参照

22 年 度 論 文 集 豫 約 申 込 募 集

會員各位の御援助に依り貧弱乍ら昭和 21 年度論文集が出来上りましたが、早速之に引継ぎ 22 年度論文集の豫約申込をのります。

インフレーション激化を豫想せられる今年度にかゝる企畫を致すには相當なアイロがあらう事とは存じますが文化的空白時代を少しでも埋める爲に會員各位の御支援をお願い申し上げます。

嵐の中に消えんとするこの燈を何とかして護り抜かうと編集部一同努力致します。

ついで本年論文集の出版計畫を立てる爲出版豫定數量の見込を得る事が必要でありますので、至急御申込金 30 圓と共に御豫約申込下さる様お願い致します。

此の申込金は後日論文集の代價決定の際精算致します。

1. 御申込金 30 圓
2. 論文集代價 後日決定の上申込金と共に精算
3. 申込先 東京都中央区新川 2 丁目 12 番地土木學會内
22 年度論文集豫約係宛

學 會 新 役 員

6 月 14 日に開催された評議員會に於て役員は次の様に決つた。

會長 岡田信次 副會長 加藤伴平, 廣瀬孝六郎 理事 種谷賢, 熊本政晴, 小林重一, 篠原武司, 渡邊時也, 岡本舜三, 最上武雄, 高坂紫朗, 平井敦, 山之内一郎

表2. 歩幅 其他 一 覽 表

名稱	勾配角 (θ)	條件	(步幅)																歩行速度換算係數			
			250 2°18'	200 2°52'	150 3°48'	100 5°43'	72 8°0'	63 9°0'	53 10°40'	50 11°19'	40 14°3'	30 18°26'	23.6 23°0'	21 25°30'	20 26°34'	19.2 27°30'	1	1	1	1		
歩幅 (種)			63.02	63.01	62.04	61.55	60.35	58.55	57.67	56.06	55.40	52.43	46.90	40.12	35.79	33.76	31.86					
			63.19	63.21	63.13	63.02	62.58	61.37	60.40	59.37	58.12	56.41	54.41	50.83	46.12	41.86	38.12					
歩數 (歩/分)			76.88	72.44	71.86	69.60	65.96	61.56	59.59	56.19	54.85	48.75	37.57	22.96	13.20	8.45	4.18					
			110.45	107.96	107.37	106.46	104.65	102.63	101.75	100.33	99.81	97.49	93.82	89.92	87.91	87.04	86.44					
歩行速度 (米/分)			81.31	82.51	82.51	84.39	88.19	93.55	96.15	103.75	110.00	123.67	141.96	161.18	172.13	183.74						
			113.16	113.93	113.93	115.12	117.72	121.33	123.26	129.48	134.91	146.01	160.42	175.32	183.74							
仕事量 (距米/歩)			48.42	45.13	44.26	42.84	39.81	36.04	34.37	31.50	30.38	25.56	17.62	9.21	4.72	2.85	1.33					
			69.60	67.27	66.62	65.58	63.15	60.09	58.68	56.24	55.29	51.12	44.00	36.06	31.46	29.38	27.54					
仕事量 (距米/歩)			48.48	51.40	52.09	53.18	55.28	57.40	58.08	57.45	55.49	53.69	51.69	49.69	48.40	48.40						
			69.72	71.53	71.92	72.55	73.67	74.46	74.45	71.69	68.06	63.38	58.41	54.05	51.67							
歩行速度換算係數			26.62	27.08	27.16	27.22	27.24	27.08	26.90	26.56	26.40	25.62	23.86	21.38	19.64	18.78	17.92					
			20.39	20.69	20.60	20.58	20.44	20.08	19.86	19.43	19.23	18.37	16.54	14.14	12.56	11.81	11.11					
歩行速度換算係數			26.70	25.86	25.58	25.18	24.22	22.72	21.86	18.72	16.12	12.04	8.04	5.02	3.68	—	—					
			20.52	20.02	19.77	19.49	18.83	17.74	17.08	14.58	12.46	9.24	6.12	3.79	2.76	—	—					
歩行速度換算係數			1.000	0.922	0.904	0.875	0.812	0.734	0.700	0.641	0.618	0.528	0.364	0.190	0.098	0.059	0.028					
			1.438	1.389	1.376	1.353	1.304	1.241	1.212	1.162	1.142	1.056	0.909	0.745	0.650	0.607	0.569					
歩行速度換算係數			1.001	1.063	1.076	1.098	1.142	1.186	1.200	1.187	1.146	1.109	1.068	1.026	1.000	—	—					
			1.440	1.477	1.486	1.498	1.522	1.538	1.538	1.481	1.406	1.309	1.206	1.116	1.067	—	—					

氣象とコンクリート強度 (I)

準員 高橋 芳 六

はしがき 本文は昭和 16 年 5 月より昭和 18 年 5 月迄の間に札幌市に於て行つた屋外養生標準供試體の試験結果を要約したものである。

コンクリートの強度増進は、養生温度によつて著しい影響をうけるものであるから、夫々の季節に造られたコンクリートが、其後の気温の影響によつて、初期及び後期の強度にどのような差異を生ずるかと云ふことは現場技術者にとつて興味のある問題である。

特に北海道のような寒冷期の長い地方では、多くのコンクリート構造物が種々の材齡に於て、コンクリートの凝結硬化に適しない低温の中に閉込められるので施工期による差異、或は温暖な地方との差異が、一層顯著になるかも知れないと云う不安がある。

例へば札幌市に就いて見ると、最低気温が零度以下となる期間は 1 年の約 1/3 を占め、又セメントの凝結硬化が著しく不活潑になると考へられている +5°C を最低気温にとると約 1/2 を占めることとなる (圖-1)°

コンクリートの強度と養生温度との關係に就いては今までに行われた權威ある研究によつて其の傾向的なことは大略明かにされていると考えられるが、しかしそれはセメントの品質によつて異なり、又養生温度の組合せによつて變化するものであるから、之等の原則的な概念だけで、變化の烈しい複雑な天然氣象下のコン

クリート強度を推定する事は却々困難なことである。

此の試験は北海道地方の代表的なセメントを使用し 1 年の各季節に亘り、現場と同様な環境條件の下に製作養生された點に於て現場との深い關連を有するものである。

又一方、供試體の製作條件を一定にし、標準養生との關連を計り、且材齡 365 日に及ぶ長期強度を調査した點に於て、コンクリートの本質的な研究にも参考になるものと思われる。

(備考 此の試験と目的を同じくする試験が過去) に於て 2, 3 行はれている。

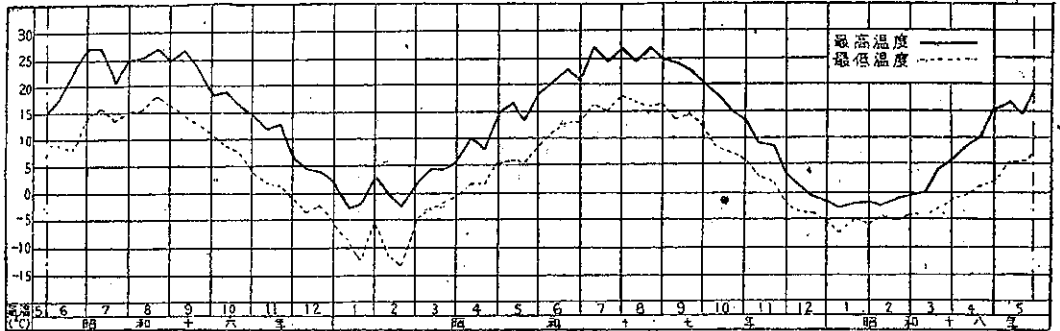
昭和 2 年頃、九州熊本に於て吉田彌七博士が行つた試験に於ては、「寒冷の時期に施工されたコンクリートは、暑い時に施工されたものに比し永久に強度が弱い」と云う注目すべき結論が下されている。

そして「……永久に強度が弱い」と云うことは、現在も一般に信じられており、之に對する有力な反證に就いては筆者は未だ知らない。

もう一つの例は、昭和 9 年頃、東京都の一現場コンクリートに就いて、材齡 28 日強度に關し施工季節の影響が調査されており、此の結果によると 4, 5, 6 月の強度は最高値を示し、平均強度の 1.5 倍、又 12, 1 月の強度は最低値をとり、平均強度の 0.73 倍となつたことが報告されている。

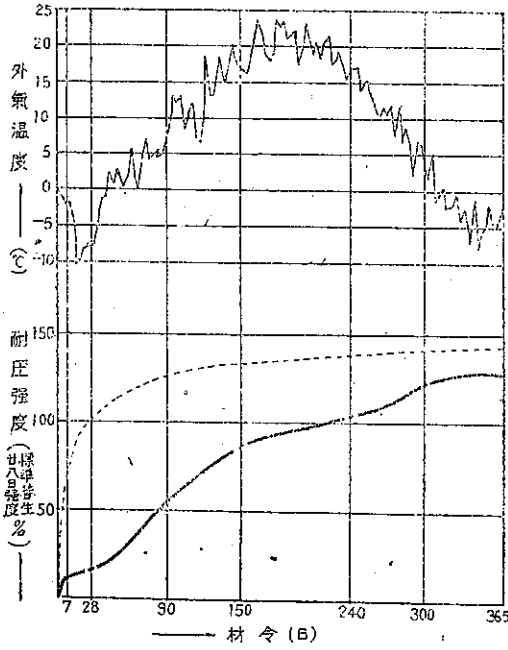
1. 12 組の實驗例 (圖-2~圖-13 参照)
(以下次號) (昭・19・5・8・受付)

圖-1. 氣 溫 圖 於札幌中之島 (自昭和 16 年 5 月 至昭和 18 年 5 月)



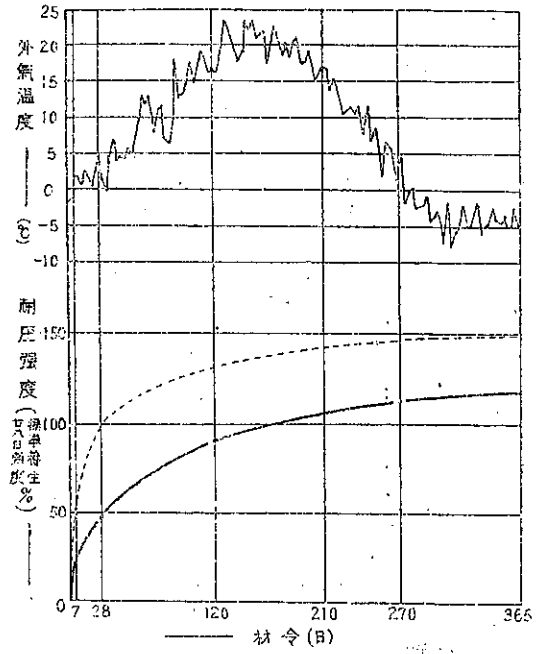
* 北海道廳土木試驗所 ** 土木學會誌 4 卷 2 號 *** 內務省土木試驗所報告 38 號

圖-2.



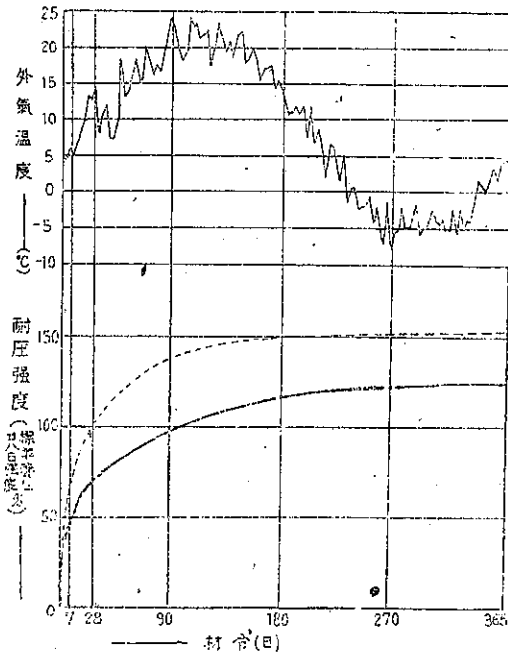
1月下旬 (20~27) 17製作

圖-3.



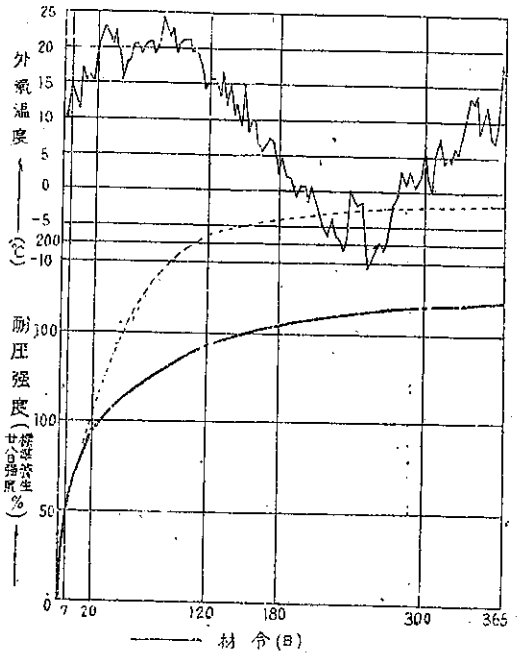
2月下旬 (24~33) 17

圖-4.



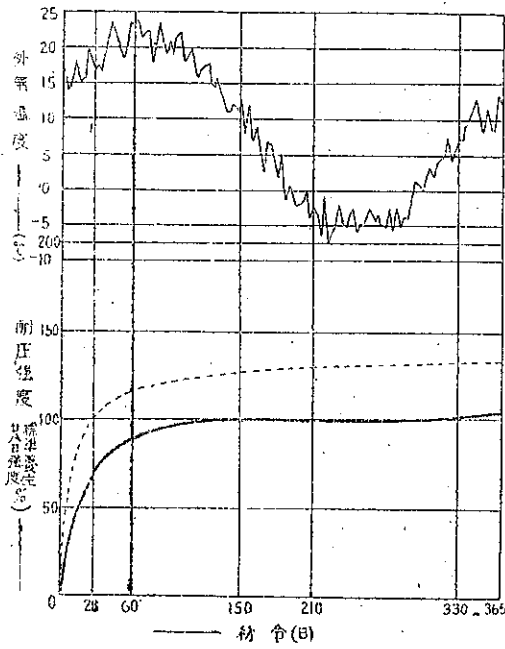
4月初旬 (7~11) 17

圖-5.



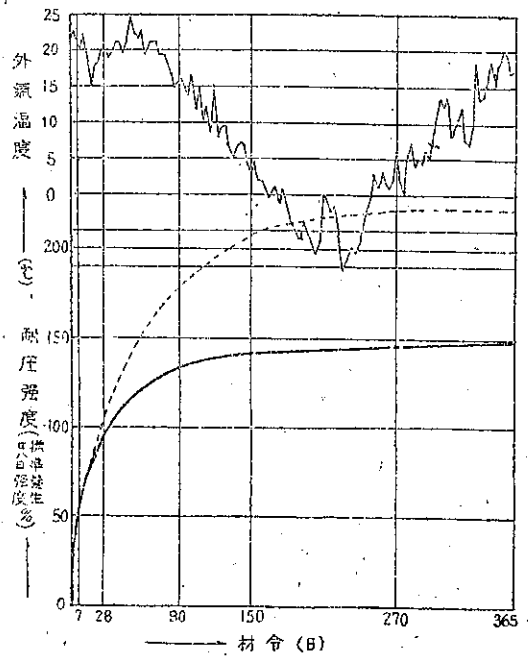
5月下旬 (22~28) 16

圖-6.



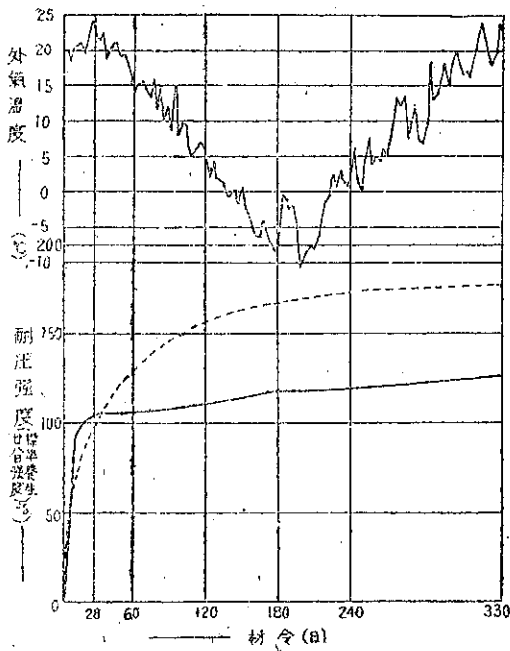
5月下旬(20-27)₁₇

圖-7.



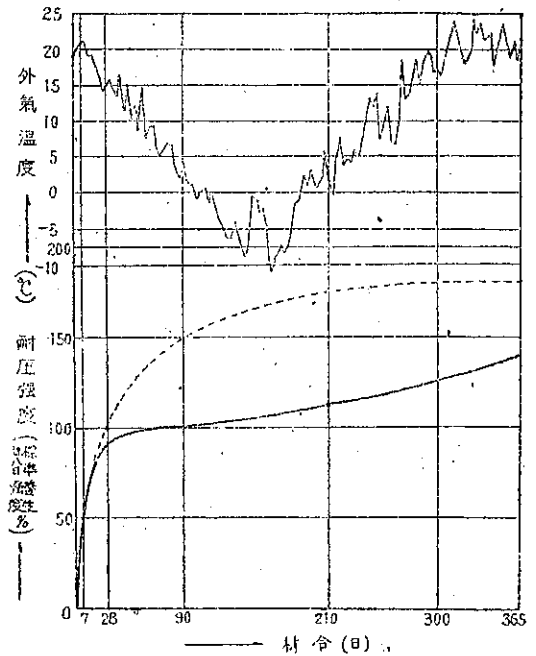
6月下旬(24-28)₁₆

圖-8.



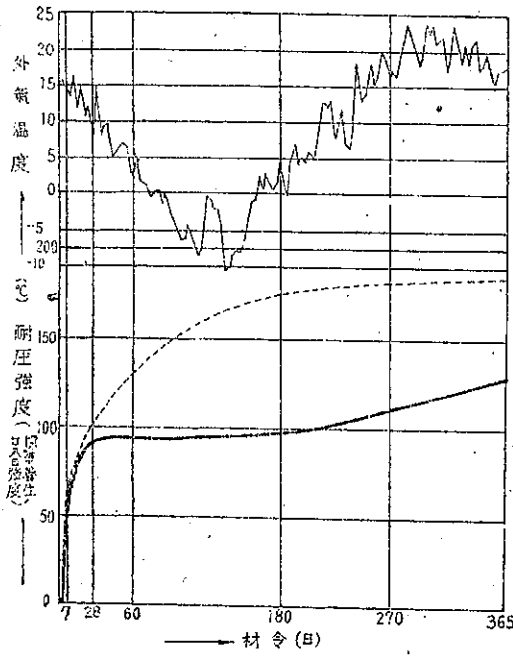
7月下旬(21-28)₁₆

圖-9.



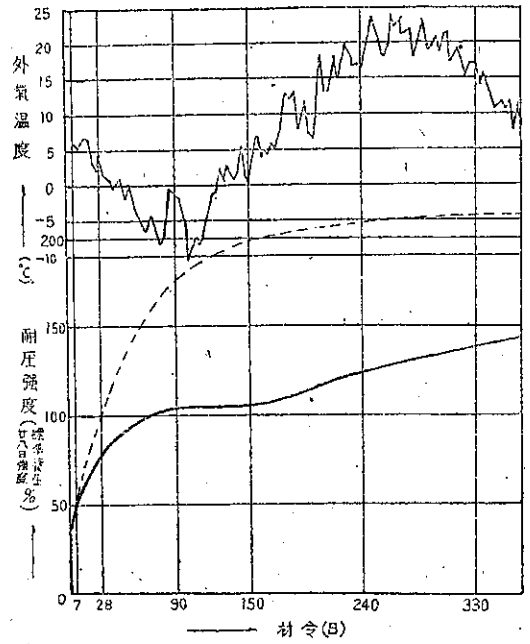
6月下旬(25-29)₁₆

圖-10.



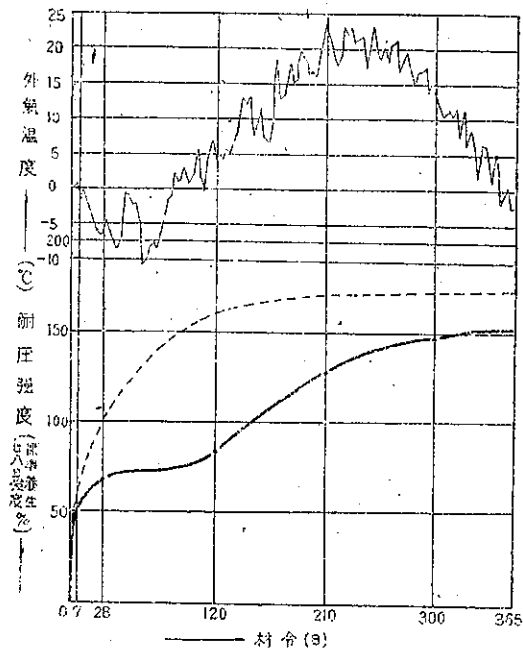
9月下旬(22~27)16

圖-11.



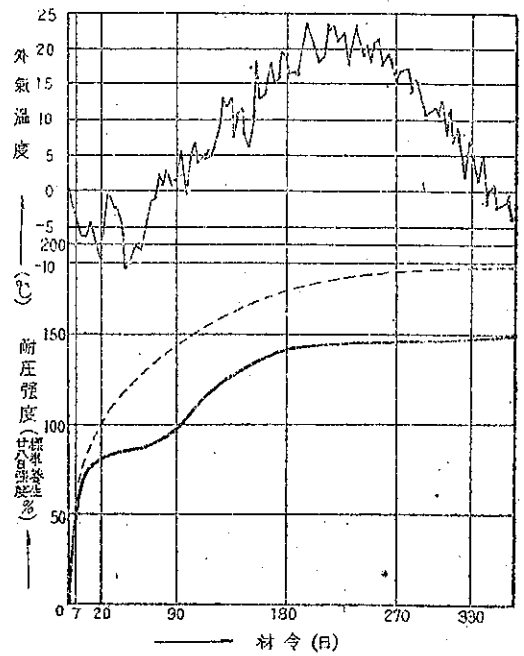
10月下旬(27~31)16

圖-12.



12月初旬(5~15)16

圖-13.



12月下旬(17~23)16