

ガス焰による円柱形金属壁で囲まれたアルミニウム鍋内の水の加熱

杉原 雅, 三村泰一郎

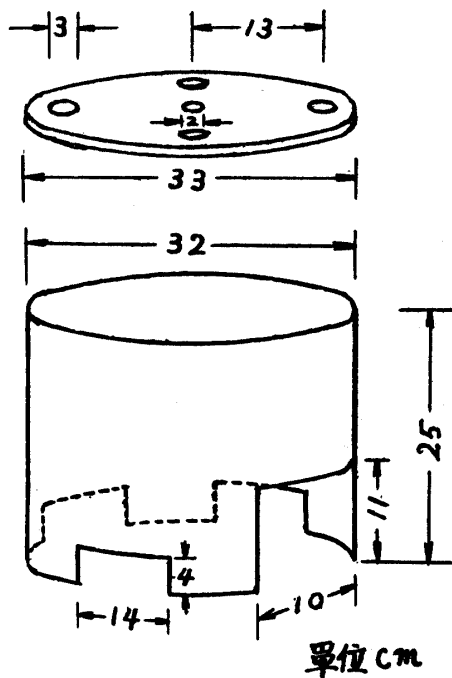
Heating of Water by Gas-Flame in an Aluminium Pot inclosed with a Cylindrical Metal Wall

MIYABI SUGIHARA and TAICHIRO MIMURA

1. 概 要

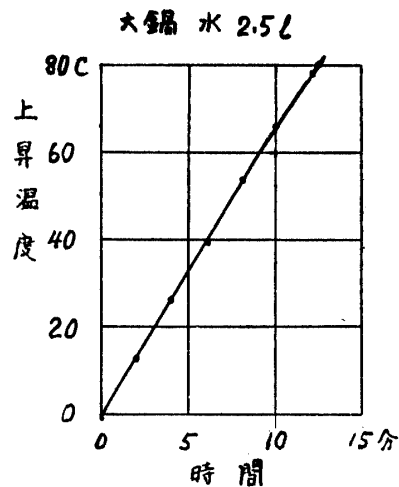
冷水を入れたアルミニウム鍋をガスコンロに載せ、それを円柱形のトタン製の被で囲んだ場合と囲まない場合とで鍋をガス焰で加熱した時、一定量の水が一定の温度に達するまでに使用されたガス量を比較した。被として下部に通風窓を有し且つ被に蓋をした場合は被を用いない場合に比してガスの使用量が少く、蓋を外して横被だけを用いた場合は被を用いない場合よりもガスの使用量が多い。又下部の通風窓を塞ぎ蓋を外した場合は被を用いない場合よりガスの使用量が僅かばかり少い。

2. 実験方法



1 図

トタン板で1図の如き円柱形被を作り下部に通風窓を設け、且つ取外しの出来る被蓋を作った。(1)蓋をかぶせた場合、(2)蓋を外して横被だけを用いた場合、又(3)蓋を外して横被の下部の通風窓をボール紙で塞いだ場合につき使用ガス量が、被を用いない場合と比較して何程の損得になるかを調べた。此実験で大鍋として質量 343 gr, 底の直径 19.5 cm の市販のアルミニウム鍋を用い、その鍋に水道の水を夫々 2.5 l, 2 l, 1.5 l, 1 l 入れ、寒暖計を挿入した蓋をしてガスの流出量を一定にして加熱した。加熱時間1分乃至2分毎に寒暖計の示度を読み、寒暖計が 90°C 以上になってガスを切る。此時コンロの活栓を開いたまま室壁に取付けられたガスの引込管の活栓を閉じた。之は引続き次々と同様な実験を行うのに、ガスの流出量を出来るだけ一定にするためである。コンロの前にガスメーターを入れ、1実験の前後に於てガスメーターの示度を読み、此実験に使用されたガス量が知られる。1分間の使用ガス量を求めてみれば大略大差ないことが解る。同一実験を4回宛繰返して行ったの



2 図

で相当に数多くの実験となり、その都度気温も違い流出ガス量も多少の差があり、且つ上昇温度も異なるので、此まま使用ガス量を比較することは出来ない。それ故予め気温を標準に取り、之より上昇した温度と加熱時間との関係を2図に示す如く書き、比較に用いる上昇温度を70°Cと定めてグラフから70°Cになるのに要した時間を読み、各の実験の時間数と使用ガス量とから比例法により70°Cだけ上昇せしめるに要するガス量を算出した。此値により各実験の場合の使用ガス量を比較することにした。

又大鍋の代りに中鍋として質量 285.3 gr, 底の直径 18 cm の市販のアルミニウム鍋を用い、夫々水 1.9 l, 1.6 l, 1.3 l, 1 l をその鍋に入れて、大鍋の場合と同様の実験を行った。

3. 実験結果の処理方法

微小時間 dt の間にガスの発熱量を dH とし、(1)鍋の底に接するガス焰により接触熱を鍋が受取る量は dH に比例するものとして、比例の常数を κ とすれば κdH である。又(2)高温の気流が鍋に接して熱を鍋に与えるから、その時、鍋が受取る熱も dH に比例するものとし、且つ気流が鍋に接して居る時間にも比例するものとする。即ち気流の速度 v に逆比例することになる。依って高温の気流により鍋が受取る熱量は比例の常数を λ とし $\lambda \frac{dH}{v}$ となる。更に(3)被を用いた場合、被が熱を吸収するから、その熱量は dH に比例するであろう。その熱により被が高温になり輻射熱を周囲に放散するが、その輻射熱の内、鍋が受取る輻射熱を σdH であるとする。但し σ は比例の常数である。鍋が受取る熱量の主なものとして以上の3種を考えれば、全体として鍋が受取る総熱量 dQ は次式で与えられる。

$$dQ = (\kappa + \frac{\lambda}{v} + \sigma) dH \quad (1)$$

此熱の一部分は鍋内の水の温度を高め、他の部分は鍋の壁から輻射や対流などで周囲に逃げる。鍋の質量を m , 比熱を c , 水の質量を w , 鍋の表面積を F とし、又 dt の間に水の上昇温度を $d\theta$, 水の温度と外気との温度差を θ とすれば、鍋及び水の受取った熱量は $(mc+w)d\theta$ であり、鍋の壁から周囲に放散する熱量は $kF\theta(a+b\theta)dt$ である。但し k, a, b は常数である。依って次式が成立する。

$$dQ = (mc+w)d\theta + kF\theta(a+b\theta)dt$$

此式の両辺を $(mc+w)dt$ で割り、移項して

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{mc+w} \frac{dQ}{dt} - \frac{kF\theta(a+b\theta)}{mc+w} \quad (2)$$

(1)式を(2)式に代入して

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{mc+w} (\kappa + \frac{\lambda}{v} + \sigma) \frac{dH}{dt} - \frac{kFa}{mc+w} (1 + \frac{b}{a}\theta) \quad (3)$$

(3)式については [ガス焰と鍋の底との距離の変化によるアルミニウム鍋内の水の加熱] ¹⁾ を参照されたい。

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{mc+w} (\kappa + \frac{\lambda}{v} + \sigma) \frac{dH}{dt} &\equiv h, \\ \frac{kFa}{mc+w} &\equiv \mu, \quad \frac{b}{a} \equiv r \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

とおけば(3)式は

$$\frac{d\theta}{dt} = h - \mu\theta(1+r\theta) \quad (5)$$

となり、1に比して $r\theta$ を省略すれば(5)式は

$$\frac{d\theta}{dt} = h - \mu\theta$$

となる。飽和温度 (100°C 以上になっても水が沸騰しないものと仮定して之以上温度が上昇しないと見做される温度) を θ_s とすれば、上式の解は

$$\theta = \theta_s (1 - e^{-\mu t}) \quad (6)$$

となる。(4)式の内

$$h = \frac{1}{mc+w} (\kappa + \frac{\lambda}{v} + \sigma) \frac{dH}{dt} \quad (7)$$

に於て実験中、ガス焰の大きさ及び被が一定して居るから h は常数である。被として蓋のある場合、蓋なしで下部に通風窓のある場合、蓋なしで下部に通風窓を塞いだ場合につき、 κ は接触熱に関係した係数であるから何れの場合も一定と見做されるが、 $\frac{\lambda}{v}$ と σ は各の場合に於て夫々変わってくる。従って鍋が受取る熱量が違えば鍋内の水を一定の温度に高めるに要するガス量が異ってくる。何れの場合が経済であるかを実験により試めし、その解積を(7)式により求めることが出来る。

4. 実験結果及其の考察

上述の実験方法により、(i) 大鍋につき得られた結果を I 表に示す。1分当りの使用ガス量は各4回宛の平均値が 11.4 $\frac{l}{分}$ 乃至 12.0 $\frac{l}{分}$ で大体同じであると見做せば、70°C 上昇せしめるに要した使用ガス量は、蓋附被のある場合が、ない場合に比して少いから蓋附被を用いた方が得である。被のない場合の使用ガス量に対し被のある方は 90%~93%である。

又(ii) 中鍋を用いて同様の実験をした結果を II 表に示す。使用ガス量は各4回宛の平均値が 10.9 $\frac{l}{分}$ 乃至 12.0 $\frac{l}{分}$ で、之も大略同じと見做せば此場合も被を用いた方が用いない方に比して使用ガス量が少く 84%~92%である。

(iii) 大鍋につき被の蓋を取去り、下部に通風窓を有する横被を用いた場合の結果を III 表に示す。此場合は被を用いた方が用いない方に比して使用ガス量が僅に少いだけで大差がない。その比率は 96%~99%である。

(iv) 中鍋を用いて (iii) と同じ被を使用した場合の結果

1) 西京大学学術報告 第二巻第一号 p. 57

をIV表に示す。此場合は被を用いた方が用いない方に比して使用ガス量が遙かに多い。即ち被を用いた方が用いない方に比して 107%~116%である。

(v) 大鍋について被の蓋を外し横被の下部の通風窓をボール紙で塞いだものを用いた場合の実験結果をV表に示す。此場合は被を用いた方が用いない方に比して使用ガス量が幾分少いようであるが大して変りがない。

(vi) 中鍋について (v) の場合と同じ被を用いた場合の実験結果をVI表に示す。此場合は被を用いた方が用いない方に比して使用ガス量が僅に少くその比率は93%~99%である。

以上の実験結果の内特に注目しなければならないのは (iii) と (iv) である。即ち蓋を外して下部に通風窓を

有する横被を用いた場合、大鍋に於ては横被のない場合に比して使用ガス量が僅に少いが、中鍋を用いた場合は、横被のある方がない方に比して使用ガス量が多い。之は大鍋を用いた場合は大鍋と横被との間隙が比較的少いから対流による高温の気体が逃げる速度が小さいけれども、中鍋を用いた場合はその隙が大きく空気の流通がよく、下部の通風窓から冷い空気が入り高温の気体を速に逃がしてしまうためである。こんな被を用いると却って使用ガス量が多くて損をすることになる。尚(7)式を用いて此事柄を検討する。中鍋の壁に沿っての気流の速度を v_1 とし、被は冷気が下部の通風窓から入るがガス焰で熱せられておるから σ は零ではない。その値を σ_1 とする。横被がない場合は σ は零である。又鍋の壁に沿っての気流の速度を v_2 とすれば v_1 に比して v_2 が小であろう。 κ は接触熱に関する係数であるから横被の有無に関せず一定と見做される。実験の結果から見れば

$$\frac{\lambda}{v_1} + \sigma_1 < \frac{\lambda}{v_2} \quad (8)$$

v_1 が大きいから仮令 σ_1 が加っておいても全体として(8)式の左辺が右辺より小となる。

大鍋を用いた場合は横被と鍋との間隙が中鍋の場合に比して小さく、その時、鍋の壁に沿っての気流の速度を v_3 とすれば、 v_3 は v_2 より小さい。又横被は中鍋を用いた場合に比して高温となり輻射に関する σ を σ_2 とすれば、 σ_2 は σ_1 より大きい筈である。依って横被のない場合の大鍋の壁に沿っての気流の速度を v_4 とすれば

$$\frac{\lambda}{v_3} + \sigma_2 > \frac{\lambda}{v_4} \quad (9)$$

となり、実験結果から横被のある方がない方に比して幾分有利となることが説明せられる。

蓋を附けた横被を用いた場合は用いない場合に比して気流の速度 v が小さく、且つ輻射に関する係数 σ は横

被が強く熱せられるから比較的大きい。従って(7)式の $\frac{\lambda}{v} + \sigma$ が全体として被を用いない場合に比して大きいから、鍋の受取る熱量も大きくなり使用ガス量が少くてよいこととなる。

次に横被の下部にある通風窓をボール紙で塞ぎ、蓋を外した場合は鍋の壁に沿っての気流の速度 v が通風窓を塞がない場合に比して小となる。此時の v の値を v_5 とする。通風窓が塞がれておれば横被が受取る熱量が通風窓が開かれておる場合に比して多く、従って被の輻射により鍋の受取る熱量も多くなる筈である。その時の σ を σ_3 とすれば

$$\frac{\lambda}{v_5} + \sigma_3 > \frac{\lambda}{v_1} + \sigma_1 \quad (10)$$

となり通風窓を閉じた横被を用いた方が通風窓を開いた横被を用いた方に比して有利である。

本実験に於て同じ鍋については蓋を有する横被を用いるのが一番有利であり、蓋を外して横被だけを用いた場合は下部に通風窓を有しない方が有する方よりも大体に於て有利である。

本実験実施に際し寺本幸子、種谷千恵子、長嶋智子、田村起久子の諸嬢は実験記録を作るのに非常な努力をされた。此処にその努力に対し深く感謝する。

(1956年10月受理)

I 表

大鍋 質量 343 gr, 蓋附被使用

水の量	蓋附被の有無	番号	気温	上昇温度	所要時間	使用ガス量	1分当りの使用ガス量	比較に用いた温度	グラフから求めた所要時間	算出された使用ガス量	使用ガス量の比率
2.5l	有	1	11°C	85.5°C	13分	156.4l	12.0l/分	70°C	10.5分	126.3l	90
		2	11.5	83.0	12.5	144.9	11.6		10.3	119.4	
		3	12	83.3	12	139.9	11.7		9.8	114.2	
		4	12	83.0	12	135.9	11.3		10.0	113.3	
		平均					11.7			118.3	
	無	1	14	84.1	14.5	172.6	11.9	70	12.0	142.8	100
		2	14	82.0	13	151.3	11.6		11.0	128.0	
		3	14	85.6	14	161.9	11.6		11.0	127.2	
		4	14.5	82.3	13.5	154.8	11.5		10.9	125.0	
		平均					11.7			130.8	
2.0	有	1	12	84.4	11	128.7	11.7	70	8.8	103.0	91
		2	12.5	83.2	10	116.7	11.7		8.1	94.5	
		3	13	83.0	10	116.0	11.6		8.2	95.1	
		4	13.5	82.8	10	115.7	11.6		8.2	94.9	
		平均					11.7			96.9	
	無	1	15	82.2	11.5	135.7	11.8	70	9.5	112.1	100
		2	15	83.0	11	128.9	11.7		9.0	105.5	
		3	16	82.3	11	129.0	11.7		8.7	102.0	
		4	16	83.4	11	129.4	11.8		9.1	107.2	
		平均					11.8			106.7	
1.5	有	1	15	85.6	8.5	99.2	11.7	70	6.3	73.5	93
		2	15	85.3	8	93.9	11.7		6.3	73.9	
		3	15.5	83.3	8.5	102.2	12.0		7.0	84.2	
		4	15.5	82.2	8	93.0	11.6		6.6	76.7	
		平均					11.8			77.1	
	無	1	15	84.0	9	104.4	11.6	70	7.4	85.8	100
		2	15	85.1	9	103.3	11.5		7.3	83.8	
		3	15	84.9	9	101.9	11.3		7.1	80.4	
		4	15	84.0	9	100.5	11.2		7.3	81.5	
		平均					11.4			82.9	
1.0	有	1	11.5	85.4	6	75.5	12.6	70	4.7	59.1	93
		2	12	83.6	6	72.2	12.0		4.6	55.4	
		3	12	86.2	6	70.9	11.8		4.7	55.5	
		4	12	86.0	6	69.5	11.6		5.1	59.1	
		平均					12.0			57.3	
	無	1	12	85.1	6.5	75.0	11.5	70	5.3	61.2	100
		2	13.5	83.4	6.5	71.4	11.0		5.5	60.4	
		3	14	84.7	6.5	80.8	12.4		5.3	65.9	
		4	14	83.2	6	72.1	12.0		4.8	57.7	
		平均					11.7			61.3	

Ⅰ 表

中鍋 質量 285.3 gr, 蓋附被使用

水の量	蓋附被の有無	番号	気 温	上昇温度	所要時間	使用ガス量	1分当りの使用ガス量	比較に用いた温度	グラフから求めた所要時間	算出された使用ガス量	使用ガス量の比率
1.9 l	有	1	14° C	86.3° C	9分	108.4 l	12.0 l/分	70° C	7.2分	86.7 l	92
		2	14	82.5	8.5	102.4	12.0		7.2	86.7	
		3	14	82.5	8.5	102.2	12.0		7.0	84.2	
		4	14	85.1	8.5	101.6	12.0		6.8	81.3	
		平均					12.0				
	無	1	15	83.1	10.5	116.3	11.1	70	8.8	97.5	100
		2	15	85.0	10.5	124.8	11.9		8.4	99.8	
		3	16	83.2	9	107.0	11.9		7.4	88.0	
		4	16	81.8	10.5	114.0	10.0		7.7	83.6	
		平均					11.5				
1.6	有	1	11.5	86.4	9	95.7	10.6	70	7.0	74.4	91
		2	12.5	84.6	8	88.9	11.1		6.3	70.0	
		3	13	84.8	8	89.4	11.2		6.4	71.5	
		4	13.5	84.0	8	88.1	11.0		6.5	71.6	
		平均					11.0				
	無	1	14	85.3	9	99.8	11.1	70	7.4	82.1	100
		2	15	85.3	9	97.4	10.8		7.2	77.9	
		3	14	85.9	9	102.7	11.4		7.2	82.2	
		4	14.5	85.6	8.5	94.6	11.1		6.7	74.6	
		平均					11.1				
1.3	有	1	15	86.4	7	77.5	11.1	70	5.5	60.9	84
		2	15	86.5	7	76.8	11.0		5.6	61.4	
		3	15	85.4	6.5	74.3	11.4		5.3	60.6	
		4	15	87.3	7	68.4	9.8		5.2	50.8	
		平均					11.1				
	無	1	15	84.0	6.5	82.9	12.8	70	5.4	68.9	100
		2	15	86.0	8	87.4	11.0		6.5	71.0	
		3	11.5	85.3	8	89.4	11.2		6.5	72.6	
		4	12	86.0	7.5	80.6	10.7		6.0	64.5	
		平均					11.4				
1.0	有	1	12.5	84.8	5.5	58.9	10.7	70	4.4	47.1	91
		2	12.5	88.2	6	63.1	10.5		4.4	46.3	
		3	12.5	84.2	5.5	63.5	11.5		4.4	50.8	
		4	13	87.8	6	66.1	11.0		4.5	49.6	
		平均					11.9				
	無	1	13.5	82.7	6	69.5	11.6	70	5.0	57.9	100
		2	13.5	83.4	6	62.5	10.4		4.9	51.0	
		3	13.5	85.2	5.5	61.3	11.1		4.6	51.3	
		4	13.5	83.2	6	66.3	11.1		4.8	53.0	
		平均					11.1				

■ 表

大鍋 質量 343 gr, 横被のみ使用

水の量	横被の有無	番号	気温	上昇温度	所要時間	使用ガス量	1分当りの使用ガス量	比較に用いた温度	グラフから求めた所要時間	算出された使用ガス量	使用ガス量の比率
2.5l	有	1	7.6°C	90.5°C	13.5分	163.4l	12.1l/分	70°C	10.4分	125.9l	
		2	10.3	87.9	13	174.0	13.4		10.0	133.9	
		3	10.6	88.5	14	177.7	12.7		10.7	135.8	
		4	10.8	87.3	14	176.8	12.6		11.3	142.7	
		平均					12.8			134.6	
	無	1	11	89.7	14	176.5	12.6	70	10.7	134.9	
		2	11	88.3	13	165.5	12.7		10.2	129.8	
		3	11	87.5	14.5	179.2	12.4		11.4	140.9	
		4	11	88.0	14.5	172.1	11.9		11.4	135.3	
		平均					12.4			135.2	
2.0	有	1	12.5	83.0	12	150.9	12.6	70	9.2	115.7	
		2	13.0	86.7	11.5	141.5	12.3		9.0	110.7	
		3	13.3	84.8	11	135.5	12.3		8.9	109.6	
		4	14.0	85.4	11	134.4	12.2		8.8	107.5	
		平均					12.4			110.9	
	無	1	14	86.0	11.5	140.2	12.2	70	9.2	112.2	
		2	14	85.1	11.5	157.6	13.7		9.0	123.3	
		3	14.3	86.0	11	139.5	12.7		8.6	109.1	
		4	14.6	85.5	11.5	145.0	12.6		9.2	116.0	
		平均					12.8			115.2	
1.5	有	1	15	87.6	9	110.3	12.3	70	6.9	84.6	
		2	15	86.8	8.5	105.1	12.4		6.6	81.6	
		3	15	85.7	9	109.9	12.2		7.1	86.7	
		4	15	85.8	8.5	105.3	12.4		6.7	83.0	
		平均					12.3			84.0	
	無	1	15	87.1	9.5	115.1	12.1	70	7.4	89.7	
		2	15	85.1	9	108.0	12.0		7.4	88.8	
		3	15	86.0	8.5	99.3	11.7		6.7	78.3	
		4	15	85.0	9	103.3	11.5		7.2	82.6	
		平均					11.8			84.9	
1.0	有	1	10	87.0	6.5	79.4	12.2	70	5.2	63.5	
		2	11	88.6	6.5	77.3	11.9		5.1	60.6	
		3	11	89.0	6.5	77.2	11.9		4.9	58.2	
		4	12	88.8	6.5	78.5	12.1		5.0	60.4	
		平均					12.0			60.7	
	無	1	14	81.0	6.5	82.1	12.6	70	5.4	68.2	
		2	13	84.5	6	73.2	12.2		4.9	59.8	
		3	13	82.3	6.5	76.9	11.8		5.4	63.9	
		4	13	79.3	5.5	65.5	12.0		4.6	54.8	
		平均					12.2			61.7	

IV 表

中鍋 質量 285.3 gr, 横被のみ使用

水の量	横被の有無	番号	気温	上昇温度	所要時間	使用ガス量	1分当りの使用ガス量	比較に用いた温度	グラフから求めた所要時間	算出された使用ガス量	使用ガス量の比率
1.9l	有	1	9.4°C	87.7°C	12分	138.7l	11.6l/分	70°C	9.4分	108.6l	
		2	9.8	87.6	11	131.8	12.0		8.7	104.2	
		3	10	89.7	11	131.6	12.0		7.9	94.5	
		4	10	88.9	11	133.5	12.1		8.5	103.2	
		平均					11.9			102.6	
	無	1	13.3	82.3	9.5	117.4	12.4	70	7.9	97.6	
		2	13	81.5	8.5	94.8	11.2		7.3	81.4	
		3	13	83.7	8.5	105.9	12.5		7.3	91.0	
		4	12.8	81.0	8.5	104.8	12.3		7.3	90.0	
		平均					12.1			90.0	
1.6	有	1	10.3	89.5	9.5	114.9	12.1	70	7.3	88.3	
		2	10.5	90.1	9	109.7	12.2		6.9	84.1	
		3	10.7	89.5	9.5	116.7	12.3		7.4	90.9	
		4	11	88.5	9.5	115.8	12.2		7.4	90.2	
		平均					12.2			88.4	
	無	1	10.6	88.4	8.5	103.3	12.2	70	6.3	76.6	
		2	10.8	88.8	8.5	102.6	12.1		6.4	77.3	
		3	10.7	89.5	8.5	102.2	12.0		6.2	74.5	
		4	10.5	88.4	8.5	101.2	11.9		6.5	77.4	
		平均					12.1			76.5	
1.3	有	1	5	90.0	8.5	102.9	12.1	70	6.3	76.3	
		2	6	88.7	8	96.1	12.0		6.2	74.5	
		3	6.5	88.8	8	92.5	11.6		6.4	74.0	
		4	7.4	88.6	8	98.8	12.4		6.2	76.6	
		平均					12.0			75.4	
	無	1	8	88.8	7.5	90.8	12.1	70	5.7	69.0	
		2	9.5	88.5	7.5	89.7	12.0		5.7	68.2	
		3	10	88.8	7	84.2	12.0		5.4	65.0	
		4	10	89.5	7	82.9	11.8		5.3	64.0	
		平均					12.0			66.6	
1.0	有	1	10.2	90.0	6.5	75.1	11.6	70	4.9	56.6	
		2	10.3	90.0	6.5	73.9	11.4		4.8	54.6	
		3	10.6	90.0	6.5	73.3	11.3		4.9	55.3	
		4	11	90.5	6.5	73.0	11.2		4.8	53.9	
		平均					11.4			55.1	
	無	1	11	90.0	6	67.8	11.3	70	4.7	53.1	
		2	11	89.1	6	68.0	11.3		4.4	49.9	
		3	11	87.5	6	66.1	11.0		4.7	51.8	
		4	11	88.1	6	66.4	11.1		4.6	50.9	
		平均					11.2			51.4	

V 表

大鍋 質量 343 gr, 窓なし横被のみ使用

水の量	横被の有無	番号	気温	上昇温度	所要時間	使用ガス量	1分当りの使用ガス量	比較に用いた温度	グラフから求めた所要時間	算出された使用ガス量	使用ガス量の比率
2.5l	有	1	27.3°C	75.2°C	13.5分	161.3l	11.9l/分	70°C	12.6分	150.5l	98
		2	27.5	75.8	13.3	159.3	12.0		12.4	148.5	
		3	27.8	75.2	13.1	156.2	11.9		12.2	145.5	
		4	27.9	75.2	13.5	163.2	12.1		12.5	151.1	
		平均					12.0			148.9	
	無	1	28	75.4	13.3	159.2	12.0	70	12.4	148.4	100
		2	27.9	75.3	13.8	166.7	12.1		12.9	155.8	
		3	27.8	74.4	13.0	154.0	11.8		12.4	146.9	
		4	27.5	74.1	14.2	160.5	11.3		13.6	153.7	
		平均					11.8			151.2	
2.0	有	1	26.1	74.7	10.3	124.2	12.1	70	8.7	106.4	99
		2	26.2	74.1	9.7	116.5	12.0		8.6	103.3	
		3	26.4	73.8	9.3	113.7	12.2		8.6	104.9	
		4	26.3	72.9	8.6	103.3	12.0		8.2	98.5	
		平均					12.1			103.3	
	無	1	25.2	75.7	9.8	114.5	11.7	70	8.3	108.7	100
		2	25.4	74.9	9.3	111.0	11.9		8.6	102.6	
		3	25.9	74.2	9.2	107.5	11.7		8.8	102.8	
		4	26.3	73.0	9.1	107.4	11.8		8.7	102.7	
		平均					11.8			104.2	
1.5	有	1	25.8	74.3	7.3	88.1	12.1	70	6.6	79.6	95
		2	25.7	73.4	6.8	92.3	13.4		6.5	87.0	
		3	25.6	74.8	7.2	75.4	10.5		6.5	68.1	
		4	25.9	74.5	7.3	84.6	11.6		6.7	77.6	
		平均					11.9			78.1	
	無	1	26.4	72.6	7.1	83.7	11.8	70	6.9	81.3	100
		2	26.6	71.6	7.1	83.5	11.8		7.0	82.3	
		3	26.6	72.7	7.2	84.0	11.7		6.9	80.5	
		4	26.8	73.8	7.3	87.8	12.0		7.0	84.2	
		平均					11.8			82.1	
1.0	有	1	26.7	74.5	5.3	65.0	12.3	70	4.8	58.9	97
		2	26.8	75.1	5.3	65.4	12.3		4.6	56.8	
		3	26.0	75.3	5.3	62.7	11.8		4.6	54.4	
		4	26.2	75.2	5.2	62.2	12.0		4.7	56.2	
		平均					12.1			56.6	
	無	1	26.5	74.4	5.0	59.0	11.8	70	4.7	55.5	100
		2	26.3	75.4	5.1	59.5	11.7		4.6	53.7	
		3	25.2	75.6	5.3	66.3	12.5		5.2	65.1	
		4	27.1	74.2	5.1	62.0	12.2		4.8	58.4	
		平均					12.1			58.2	

Ⅵ 表

中鍋 質量 285.3 gr, 窓なし横被のみ使用

水の量	横被の有無	番号	気温	上昇温度	所要時間	使用ガス量	1分当りの使用ガス量	比較に用いた温度	グラフから求めた所要時間	算出された使用ガス量	使用ガス量の比率
1.9l	有	1	23.4°C	77.6°C	9.5分	105.7l	11.1l/分	70°C	8.6分	95.7l	96
		2	23.8	76.3	8.7	97.4	11.2		7.9	88.4	
		3	24.1	77.3	8.8	99.5	11.3		7.8	88.2	
		4	24.4	76.7	8.5	98.2	11.6		7.7	89.0	
		平均					11.3				
	無	1	24.8	76.6	9.2	106.6	11.6	70	8.3	96.2	100
		2	25.1	75.6	9.3	109.3	11.8		8.4	98.7	
		3	25.2	76.5	8.8	102.5	11.6		7.8	90.9	
		4	25.3	76.2	8.6	101.4	11.8		7.8	92.0	
		平均					11.7				
1.6	有	1	25.2	74.5	7.5	89.0	11.9	70	6.9	81.9	99
		2	25.4	75.0	7.4	86.2	11.6		6.6	76.9	
		3	25.4	75.2	7.7	90.5	11.8		6.9	81.1	
		4	25.5	74.9	7.7	90.0	11.7		6.7	78.3	
		平均					11.8				
	無	1	25.7	75.7	7.5	87.4	11.7	70	6.6	76.9	100
		2	25.9	76.3	7.7	89.1	11.6		7.2	83.3	
		3	25.8	76.3	7.8	91.8	11.8		7.1	83.6	
		4	25.7	75.4	7.5	87.1	11.6		6.8	79.0	
		平均					11.7				
1.3	有	1	25.5	76.4	6.7	75.6	11.3	70	6.0	67.7	93
		2	25.4	76.7	6.2	69.3	11.2		5.6	62.6	
		3	25.3	76.7	6.2	69.6	11.2		5.4	60.6	
		4	25.3	76.6	6.5	72.9	11.2		5.9	66.2	
		平均					11.2				
	無	1	25.2	76.3	6.8	73.9	10.9	70	6.1	66.3	100
		2	25.2	76.6	6.6	68.8	10.4		6.1	63.6	
		3	25.9	76.2	7	80.9	11.6		6.4	74.0	
		4	26	76.0	6.7	79.8	11.9		6.0	71.5	
		平均					11.2				
1.0	有	1	26.3	75.8	5.2	59.5	11.4	70	4.6	52.6	99
		2	26.4	76.2	5.2	63.7	12.3		4.7	57.6	
		3	26.4	76.4	5.2	60.5	11.6		5.0	58.2	
		4	26.7	75.7	5	58.6	11.7		4.6	53.9	
		平均					11.8				
	無	1	26.8	75.8	5.3	60.2	11.4	70	4.8	54.5	100
		2	27	75.8	5.5	64.6	11.7		5.1	59.9	
		3	27	75.3	5.2	61.3	11.8		4.5	53.0	
		4	27.1	75.6	5.6	64.0	11.4		5.1	58.3	
		平均					11.6				