室蘭工業大学
学術資源アーカイブ
Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive

ウイック・フレームの特性について(第1報)

メタデータ	言語: Japanese
	出版者: 室蘭工業大学
	公開日: 2014-06-20
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 澤, 則弘, 沢, 昌良, 林, 重信
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/3415

ウイック・フレームの特性について（第1報）

沢　則弘・沢　昌良・林　重信

On the Characteristic of the Wick Flame (1st Report)

Norihiro Sawa, Masayosi Sawa and Sigenobu Hayasi

Abstract

It is a well-known fact that the combustion method by means of the wick flame used for a petroleum portable range or an oilstove has a high combustion efficiency, but not only the application for Mre industrial apparatus but also its study has scarcely been done.

Therefore, to examine systematically the characteristic and construction of the wick flame, we measured the fuel consumption, the temperature of flame and combustion gas and sketched out the construction of flame changing the dimension of combustion chamber and the velocity of blast air.

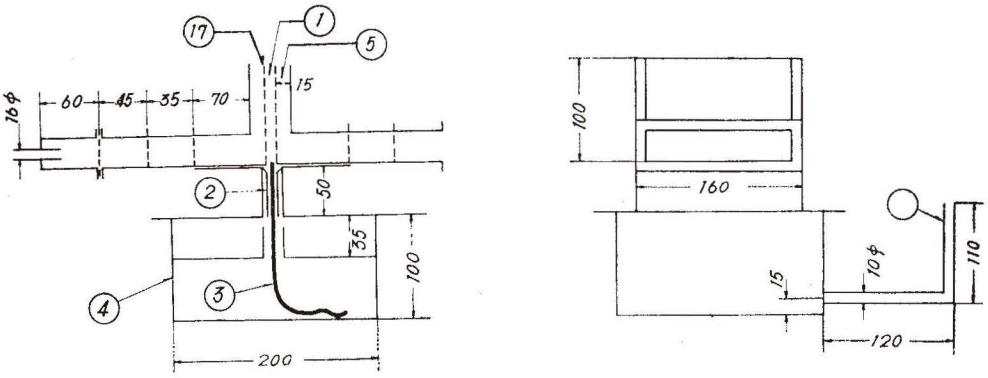
Especially, this paper treats of the results of consideration on the effect of various factor for the characteristic of flame.

I. 緒　　言

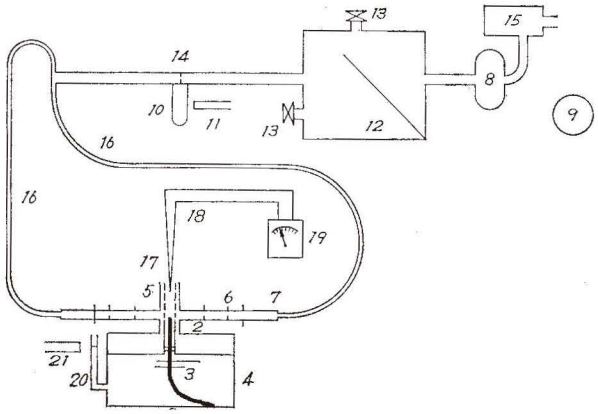
一般家庭用の石油コンロや石油ストーブに広く利用されている燃焼方式，すなわち，ウイック・フレーム（芯の上に保持される火炎）は，ほかの燃焼方式よりも燃焼効率が高いといわれているにもかかわらず，工業的にはほとんど利用されておらず，その基礎的研究もあまり見受けられない。また，現在市販されている石油コンロや石油ストーブの性能に関しても系統的な研究がなされておらず，ウイック・フレームの性質や構造などについてさえも明白に述べた文献は見当らない。かかる観点からウイック・フレームの特性を研究対象としその解明と改善および利用範囲の拡大などを検討する目的で蒸発式スリーブバーナーの二次元燃焼器を試作した。なお，ウイック・フレームの燃焼は燃焼室の寸度（燃焼室壁面の穴径，穴数，燃焼室の容積，形状），芯の寸度（高さ，厚さ），油面の高さ，燃焼室壁面や芯押さえ板の温度および供給空気量など多くの因子によって影響されるものと考えられるが，とりあえず燃焼器の代表的寸度として，燃焼室の幅（$\delta=8$, 9, 10, 11 および 12 mm），燃焼室穴あき壁（穴径 $d=1.5$, 2.2, 3.0 および 4.0 mmϕ），芯の高さ（$h=3$, 4.5 および 6 mm）および空気流速（自然吸込み，$v_a=1.7$, 5.5, 8.7 および 10.7 m/s）を変えながら，主として燃料消費量（Q_f cc/min），燃焼室内外の平均温度（t_f °C），火炎の最高温度，火炎の長さ（h_f）などを測定し，火炎の形状（構造）をスケッチした。それらの実験結果につき若干考察したので報告する。

II.　実験結果および方法

供試燃焼器は市販の石油コンロ用の芯をそのまま利用した蒸発式バーナで，その構造は図-1 に示すように燃焼室 ①，芯押さえ板（芯の高さを調整可能）②，芯 ③，燃料タンク ④，煙突部 ⑤ および燃料消費量測定用油面計 ⑳ から構成されている。また，強制送風燃焼を目的とした燃焼用空気の供給装置には 図-2 の系統図に示すようなルーツ・ブロワ ⑧，脈動鎮静および分配用タンク（100×100×150 cm）⑫，流量調整弁（スルース弁；口径 2″）⑬ および流量測定用の管内丸型ノズル（開口径 16 mmφ）⑭ および連結管（ビニール管）⑯ を使用し，スルース弁 ⑬ を調整しながら空気流量を任意に変えた。この際丸型ノズルで計量した空気流量を横煙突の出口断面積で割って空気流速を求めた。燃料には白灯油 1 号を使用し，燃焼状態が定常になった後，燃料タンクの油面を一定に保つようにビューレットで補給し，その補給量から燃料消費料を求めた。したがって，燃料タンクには油面計 ⑳ を付け精度をたかめる目的で油面附近の断面を小さくした。なお，燃焼室は 2 枚の穴あき板と 2 枚の側面板（耐熱ガラス）で作られ燃焼室の幅（δ）は穴あき板の間にはさむ耐熱ガラスの厚さによって任意に変えられるが，燃焼室のたかさ（煙突のたかさ）および穴あき板の諸元は市販の石油コンロを参考にして図-1 および 表-1 のように選定した。さらに強制送風燃焼の場合には横煙突部に取りはずし可能な整流板（穴あき板）⑥ を左右 3 板づつ挿入し，横煙突断面の空気流速分布が均一になるよう配慮した。火炎の最高温度および燃焼室内外の温度測定には白金一白金ロジウム，熱電対（0.5 mmφ）およびアルメル・クロメル熱電対（0.5 mmφ）と三次元微動移動装置とを用い，図-3 のような測定点を選び，その測定値の平均から燃焼室内外の平均温度を決定した。なお，測定の途中で熱電対の先端に煤が付着すると実際の温度よりもかなり低い値を示すのでとくに留意した。しかし，芯のたかさが 6 mm の場合には煤の発生が著るしい正確な温度を測定することは出来なかった。

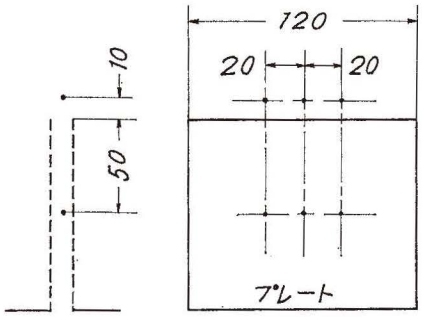


図—1　供　試　燃　焼　器



図—2 実 験 装 置

1	燃 焼 室	8	ルーツ・ブロワー	15	クリーナー，消音器
2	芯押え板	9	駆動モータ	16	連 結 管 (ビニール)
3	芯	10	マノメータ	17	燃焼室壁 (穴あき板)
4	燃料タンク	11	読取り顕微鏡	18	熱 電 対
5	煙 突 部	12	タ ン ク	19	mV メータ
6	整 流 板	13	スルース弁	20	油 面 計
7	空気導入部	14	丸型ノズル	21	読取り顕微鏡



図—3 燃焼室内外温度の測定点

表—1 燃焼室穴あき板の諸元

穴 径 (mm)	穴 数	プレート面積と穴の開口面積との比	プレート板厚 (mm)
1.5	980	0.144	1.5
2.0	495	0.156	1.0
3.0	528	0.311	1.5
4.0	360	0.377	1.5

III. 実験結果および考察

燃焼器の発生熱量をたかめるためには燃焼効率の向上，燃料消費量の増大が必要であり，そのうえカーボンが発生せず火炎が安定であることが要求されるであろう。そこで本実験においては，燃料消費量 (Q_f) を直接計測するとともに，燃焼器内外の温度 (t_f) および火炎の最高温度を測定したが，燃焼効率 (η_b) は近似的に次式で与えられるので前二者 (Q_f, t_f) は燃焼効率を知る上の目安となり，後者は燃焼が活発であるか否かを知る上で重要であろう。

$$\eta_b = \left(\frac{L\cdot\delta}{H_u\cdot\gamma_f}\right) C_g\cdot\gamma_g\cdot v_g \left(\frac{t_f-t_a}{Q_f}\right)$$

ここに　L, δ: 燃焼室の横，幅の長さ，H_u: 燃料の発熱量，γ_f, γ_g: 燃料，燃焼ガスの比重量，C_g: 燃焼ガスの比熱，v_g: 燃焼ガスの流速，t_f: 燃焼ガス温度，t_a: 供給空気温度，Q_f: 燃料消費量　である。

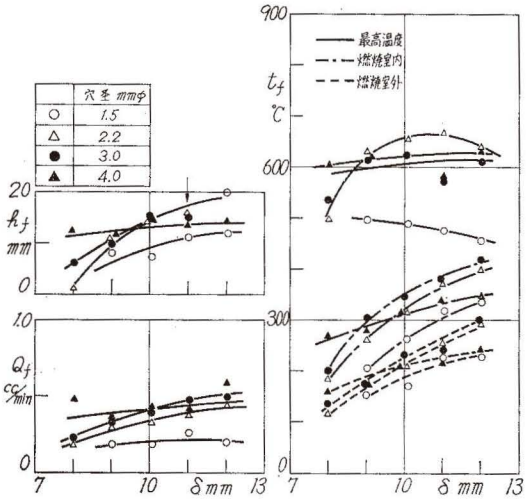
次にカーボンの発生や火炎の安定性の定量的計測が困難であったので，火炎を観察し，その状態をスケッチした。かかる実験結果の代表例について次に述べる。

III·1　燃焼室穴あき壁面の影響

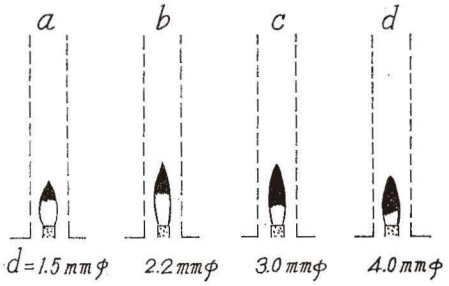
供給空気量は従来煙突から外部に放出するが，その一部は穴あき板 ⑰ の穴を通して燃焼室え流入し，燃焼にたずさわる。この燃焼用空気量 (Q_c) は穴径 (d)，穴数 (n)，穴あき板の流動抵抗 (χ) および燃焼室内外の平均圧力差 (Δp) の関数として

$$Q_c \propto \chi\cdot(d^2\cdot n)\sqrt{\Delta p}$$

で与えられるが，流動抵抗 (χ) も穴径 (d) および穴数 (n) の関数であるため，同一圧力差 (Δp) (近似的には同一空気流速 (v_a)) の場合でも，燃焼用空気量 (Q_c) は穴あき板の開口面積 ($\propto d\cdot n$) のみならず，穴径 (d) および穴数 (n) によっても影響されるだろう。また，燃料消費量 (=燃料蒸発量) は主として芯の表面温度に支配され，供給空気量は燃焼えの寄与と冷却作用とを伴うので燃焼室穴あき壁の燃焼に及ぼす影響も複雑であろう。しかしとりあえず，表-1 に示した 4 種類の穴あき板を準備し，燃焼室の幅 (δ) を変えながら自然吸込み燃焼実験を実施した。その実験結果の一例を 図-4 に示す。図によると燃料消費量 (Q_f) は穴あき板の穴径 (d) に比例して順次増加する傾向を示すが，燃焼器の幅が $\delta \geq 10$ mm の範囲では穴径 $d=4.0$ mmϕ (開口面積比 = 0.377) の燃料消費量 (Q_f) はむしろ低下している。これは火炎のスケッチ図 (図-5 参照) からも明らかなよ



図—4　燃焼室穴板の影響 ($h=3$ mm, 自然吸込燃焼)

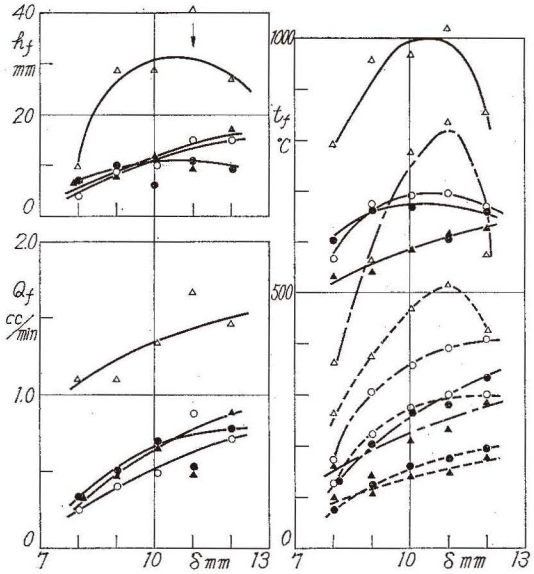


図—5　燃焼室穴板と火炎形状 ($h=3$ mm, $\delta=11$ mm, 自然吸込燃焼)

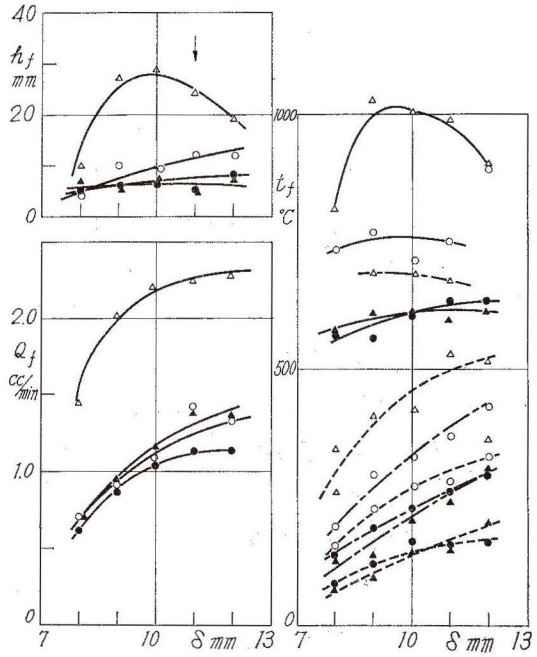
うに燃焼が不安定になるためであり，燃焼用空気量 (Q_c) の過剰に基因するものと思われる。この場合，火炎の長さ (h_f) や火炎最高温度や燃焼器内外の温度 (t_f) なども低下しており，これらと燃料消費量 (Q_f) との間には相関関係があることがわかる。

同様に強制送風燃焼の場合にも 図-6 (v_a=5.5 m/s) および 図-7 (v_a=10.8 m/s) に示すように穴径 d=2.2 mmϕ (開口面積比=0.156, 穴数=495) の燃料消費量 (Q_f) が著るしく高く，ほかの穴径 d=1.5, 3.0 および 4.0 mmϕ の燃料消費量は低く，これらの間には大きな差はない。これに対して，火炎最高温度は全般に変動しがちであるが，燃焼室の平均温度 (t_f) は穴径 d=2.2 mmϕ の場合がもっとも高く d=1.5, 3.0, 4.0 mmϕ の順に低くなっている。これは燃焼効率または熱効率の低下を意味するが穴径 (d) が大きくなると燃焼用供給空気量 (Q_c) が過剰となり，燃焼ガスが冷却され燃焼が抑制されるためと考えられる。以上のことから燃料消費量の増大や熱効率の観点から各空気流速 (v_a) に応じた最適の穴径 (開口面積比や穴数) が存在することがわかる。すなわち，自然吸込み燃焼の場合には開口面積比を大きめに (d=3.0 または 4.0 mmϕ)，強制送風燃焼では空気流速が比較的低い場合 (たとえば v_a=1.7 m/s) でも開口面積比を小さめにとり，同一開口面積比でも穴径が或程度大きいことが望ましいようである。

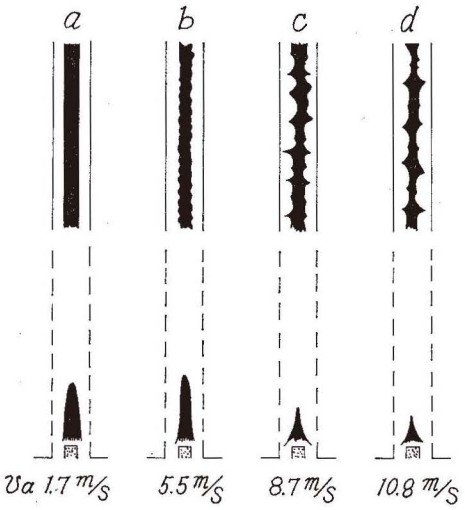
しかし，この関係も空気流速が v_a>8.7 m/s の範囲では芯の高さの影響を受け，芯の高さ (h) が大きくなるとそれに応じて最適開口面積も幾分大きくなる。なお，強制送風燃焼時の燃焼室穴あき板の種類と火炎形状のスケッチを 図-8 および 図-9 に示す。図によると穴径 (d)



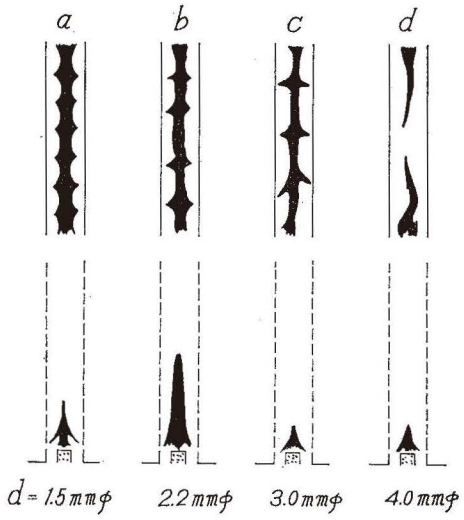
図—6 燃焼室穴板の影響 (h=3 mm, v_a=5.5 m/s)



図—7 燃焼室穴板の影響 (h=3 mm, v_a=10.8 m/s)



図—8　燃焼室穴板と火炎形状 ($h=3$ mm, $\delta=11$ mm, $v_a=5.5$ m/s)



図—9　燃焼室穴板と火炎形状 ($h=3$ mm, $\delta=11$ mm, $v_a=10.8$ m/s)

が大きくなると振動燃焼が激しく燃焼が不安定となり，やがて火炎の一部が消炎することがわかり，上述せる実験結果をよく裏付けている。なお，図-5，図-8 および 図-9 の火炎特性の概略は次のとおりである。

A)　自然吸込み燃焼 ($h=3$ mm, $\delta=11$ mm)；図-4，図-5 参照

a)　大変安定した火炎，黄色炎（図の黒色部）の長さ 5 mm

b)　上下に小きざみなうねりを生じ，黄色炎長さ 6 mm

c)　安定した火炎，黄色部の長さが増加 (12 mm)

d)　上下にうねりを生じ，その振幅 12 mm；黄色炎長さ 8 mm；
上面からみると火炎が左右に波形を呈す。

B)　強制送風燃焼 ($h=3$ mm, $\delta=11$ mm, $v_a=5.5$ m/s)；図-6，図-8 参照

a)　火炎の形状が鋭くなり，輝度を増し，上下に微小変動を生じるが左右の変動はなし。

b)　火炎の長さが大きくなり，輝度が増し，小刻みの振動を生じる。

c)　黄色火炎の長さが再び短かくなるが，その形状が鋭くなる。

d)　火炎の下方にブルー・フレームが発生，火炎の形状鋭くかなり左右に振動する乱れた火炎となる。

C)　強制送風燃焼 ($h=3$ mm, $\delta=11$ mm, $v_a=10.8$ m/s)；図-7，図-9 参照

a)　火炎の形状鋭く，下方に薄いブルー・フレームが発生し，小刻みな上下左右振動燃焼を呈す。

b)　火炎が長く，輝度を増した，側穴あき板おさえに沿って火炎が燃焼器外 3 mm まで

のぼり，火炎の振動も増加する。

c) 火炎は短かく，鋭くなり，乱れが激しく，局部的に今にも火炎が寸断されそうである。

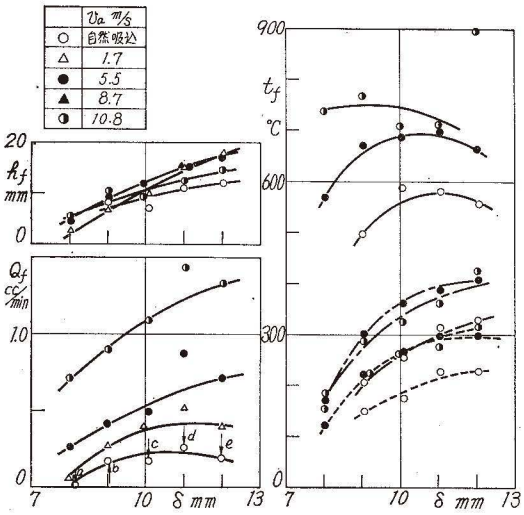
d) 火炎の輝度が増加し，激しい上下振動を呈し，中央附近で火炎が切断。

III·2 燃焼室幅 (δ) の影響

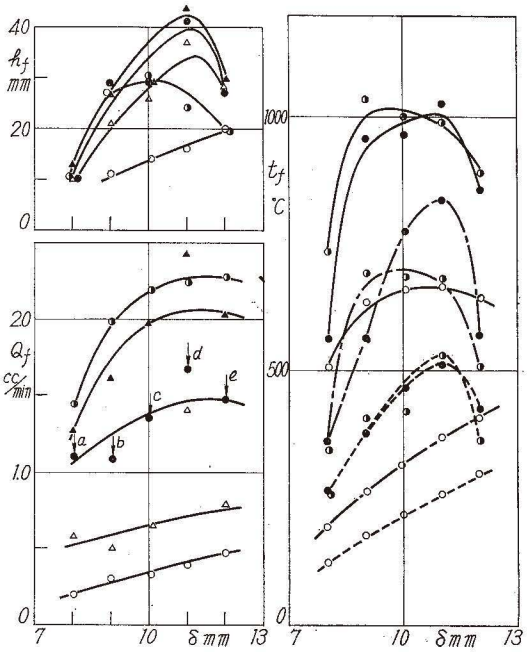
燃焼室の幅 (穴あき板の間隔) の影響を調べた実験結果を 図-10 (d=1.5 mmϕ, h=3 mm) 図-11 (d=2.2 mmϕ, h=3 mm), 図-12 (d=3.0, 4.0 mmϕ, h=3 mm), 図-13 (d=1.5 mmϕ, h=4.5 mm), 図-14 (d=2.2, 3.0, 4.0 mmϕ, h=4.5 mm) および 図-15 (d=2.2, 4.0 mmϕ, h=6 mm) に示す。 図において，燃料消費量 (Q_f) は一般に燃焼室の幅 (δ) に比例して順次増加する傾向を示すが，最大の消費量を与える燃焼室の幅 (δ) は各種条件によって δ=10～12 mm の場合と δ>12 mm の場合とに大別される。 しかし芯が高く (h=4.5, 6.0 mm), 穴あき板の穴径が d=2.2, 3.0 mmϕ (穴数 495～528) の場合には δ=11 附近で燃料消費量が最大となっている。 次に火炎の長さ (h_f), 燃焼室内外の温度および火炎最高温度なども自然吸込み燃焼の場合には燃焼室の幅 (δ) に比例して増大するが，強制送風燃焼の場合 (v_a=5 m/s) には δ=10～11 mm 附近で最大となり，δ=12 mm では急速に低下している。

これは，燃焼室の幅 (δ) が増加すると燃焼室の断面積が大きくなり，煙突部断面積との割合が増すので燃焼室えの流入空気量が増加し燃焼が促進され燃料の蒸発が助長される。

しかし燃焼室の幅が大きすぎると，供給空気による冷却作用，火炎に対する消炎作用の増加，穴あき板から芯が受ける副射熱の減



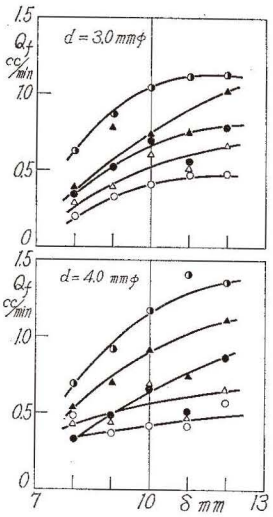
図—10 燃焼室幅の影響 (d=1.5 mmϕ, h=3 mm)



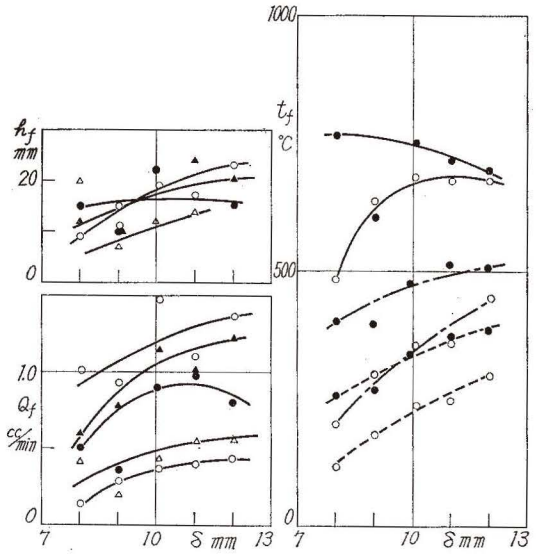
図—11 燃焼室幅の影響 (d=2.2 mmϕ, h=3 mm)

少などの影響の方が大きくなるので燃焼が阻害されるようになるためであろう。

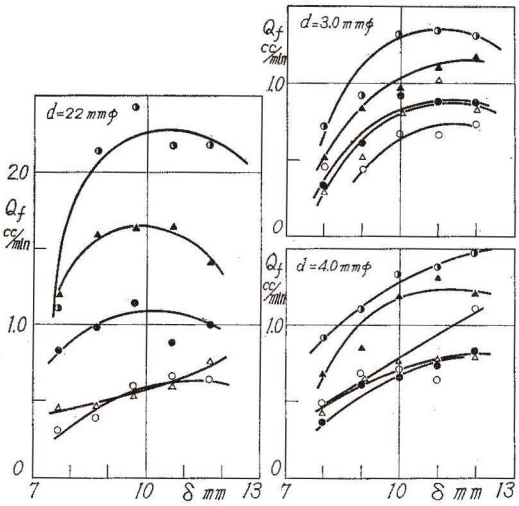
以上のことから，燃焼室幅による燃料消費量の増大化は望めても燃焼効率や熱効率の低下を招来し，燃焼ガス温度が増加しないので実用面からは $\delta=10\sim11$ mm 程度が望ましいようで



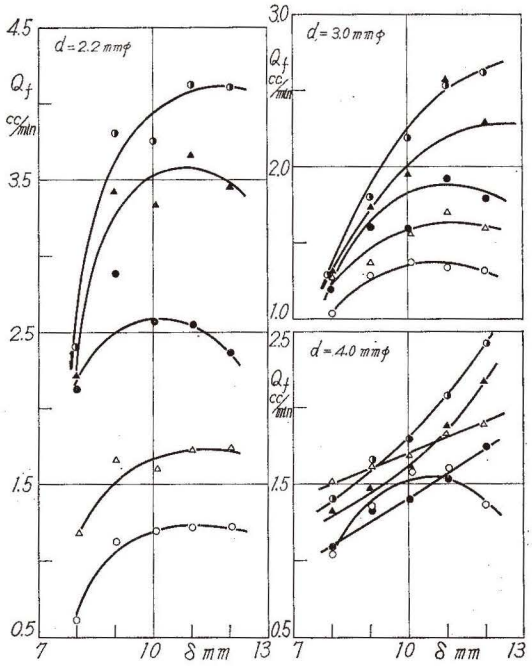
図—12　燃焼室幅の影響 ($h=3$ mm)



図—13　燃焼室幅の影響 ($d=1.5$ mmφ, $h=4.5$ mm)



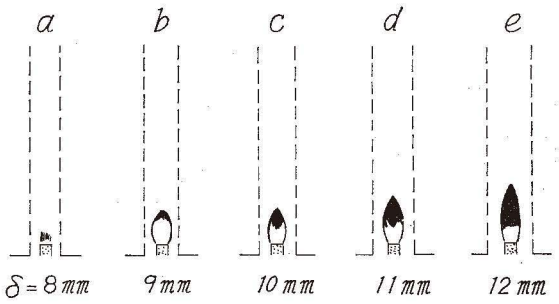
図—14　燃焼室幅の影響 ($h=4.5$ mm)



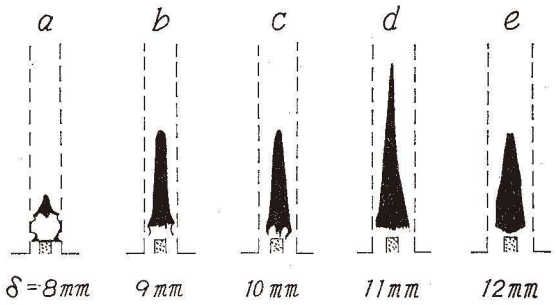
図—15　燃焼室幅の影響 ($h=6$ mm)

ある。なお，燃焼室を取り除いた場合 ($\delta=\infty$) の自然吸込み燃焼における燃料消費量 (Q_f) は燃焼室付の場合 ($\delta=8\sim12$ mm) よりも大きかったが，その火炎は先端から煤の流出を伴った拡散火炎であった。

かかる火炎形状と燃焼室幅との関係についての代表例を 図-16 (自然吸込み燃焼) および 図-17 (強制送風燃焼 $v_a=5.5$ m/s) に示す。その火炎特性の概略は次のとおりである。



図—16 燃焼室幅と火炎の形状 ($h=3$ mm, $d=1.5$ mmϕ, 自然吸込燃焼)



図—17 燃焼室幅と火炎の形状 ($h=3$ mm, $d=2.2$ mmϕ, $v_a=5.5$ m/s)

D) 自然吸込み燃焼 ($h=3$ mm, $d=1.5$ mmϕ)；図-10, 図-16 参照

a) 芯の一点に点火したらブルー・フレームが芯上を往復するように消火

b) ブルー・フレームが芯上にかすかに乗っているという程度の大変安定した火炎で，火炎上の上端がうすく黄色。

c) 安定した火炎，先端の黄色火炎，長さ 3 mm，下方はブルー・フレーム

d) 安定した火炎，先端の黄色火炎，長さ僅か増加 (5 mm)

e) 安定した火炎，先端の黄色火炎，長さ 8 mm

E) 強制送風燃焼 ($h=3$ mm, $d=2.2$ mmϕ, $v_a=5.4$ m/s)；図-11, 図-17 参照

a) 穴のところで濃いブルー・フレームとなり，ブルー・フレームの先端に橙色炎が出現

b) 火炎 (とくに黄色火炎) の長さが増加し，ブルー・フレームが減少

c) ブルー・フレームが減少し，黄色火炎の輝度が増加

d) 黄色火炎の長さおよび輝度が増加し，ブルー・フレーム観察が出来ず小刻みな振動あり。

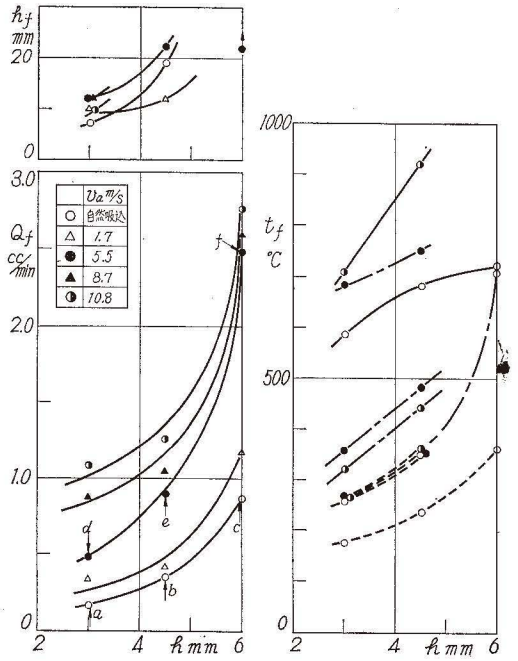
e) 黄色火炎の輝度が増し，火炎長さが減少するが，穴あき板の押さえにそってカーボンが流出。

III·3 芯の高さ (h) の影響

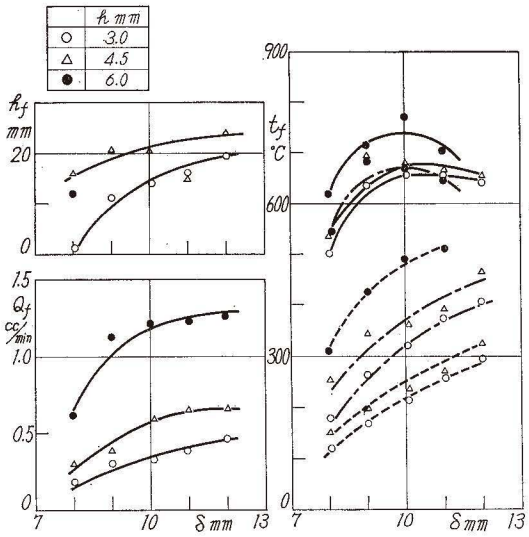
ウイック・フレーム燃焼におよぼす芯の高さ (h) の影響を調べるために，芯の高さ (h) を 3, 4, 5 および 6 mm に変えて実験を行なった。その代表例を 図-18 ($\delta=100$ mm, $d=1.5$ mmϕ),

図-19 ($d=2.2$ mmϕ, 自然吸込み燃焼), 図-20 ($d=2.2$ mmϕ, $v_a=5.5$ m/s), 図-21 ($d=30$ mmϕ 自然吸込み燃焼および 図-22 ($d=4.0$ mmϕ) に示す。図によると全般的に燃料消費量は芯の高さ (h) に比例して著しく増加し，その影響がきわめて大きいことがわかる。

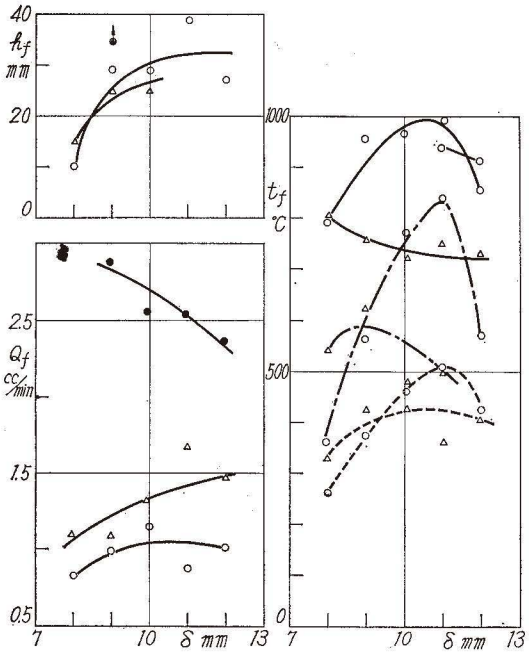
勿論，火炎の長さ (h_f)，燃焼室内外の温度および火炎の最高温度なども芯の高さ (h) に比例して増加するが，とくに強制送風燃焼の場合芯の高さが $h=6$ mm になると火炎の長さ (h_f)



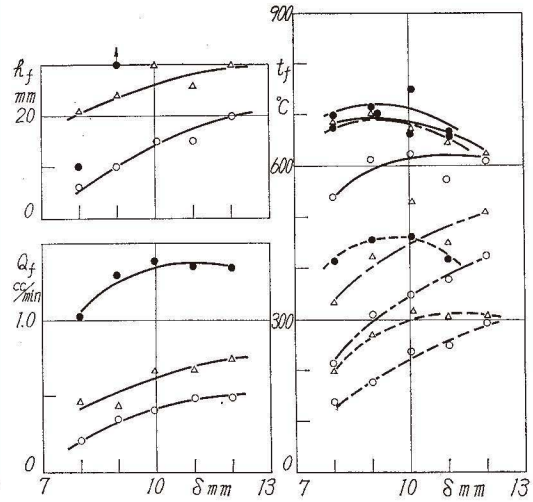
図—18　芯の高さの影響 ($\delta=10$ mm, $d=1.5$ mmϕ)



図—19　芯の高さの影響 ($d=2.2$ mmϕ, 自然吸込燃焼)



図—20　芯の高さの影響 ($d=2.2$ mmϕ, $v_a=5.5$ m/s)



図—21　芯の高さの影響 ($d=3.0$ mmϕ, 自然吸込燃焼)

は急激に増大し燃焼室外にまでのび，カーボンの発生が激しくなるので温度の正確な測定が困難となる。このようにウイック・フレーム燃焼においては芯の高さ (h) が重要な意味をもつが一般的には空気流量の増加に伴って芯の高さを低くするのが望ましいようである。

なお，芯の高さ (h) による火炎形状の変化は 図-23 (d=1.5 mmϕ, δ=10 mm, 自然吸込み燃焼) および 図-24 (d=1.5 mmϕ, δ=10 mm, v_a=5.5 m/s) のとおりでありその概略は次のとおりである。

F) 自然吸込み燃焼 (d=1.5 mmϕ, δ=10 mm); 図-18, 図-23 参照

a) 安定した火炎，先端黄色炎 (3 mm)

b) 橙色が明るく，大きく (4 mm) なり，穴あき板の穴附近にブルー・フレームがあり振動している。

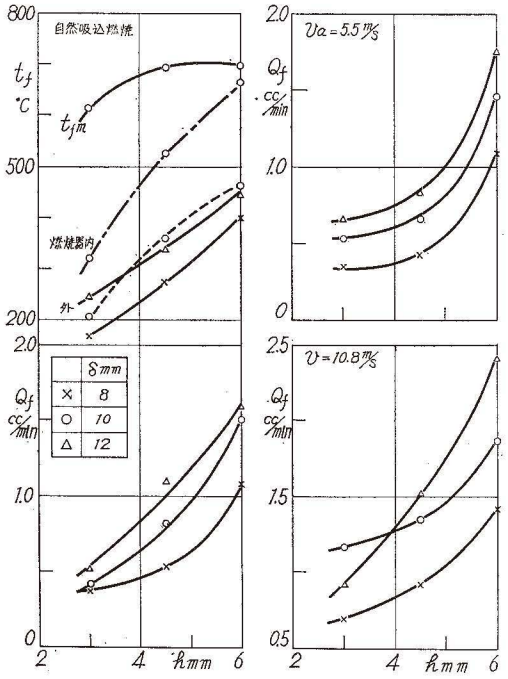
c) さらに火炎が大きく (黄色火炎 10 mm) 振動も激しくなり，燃焼音を発生。

G) 強制送風燃焼 (d=1.5 mmϕ, δ=10 mm, v_a=5.5 m/s); 図-18, 図-24 参照

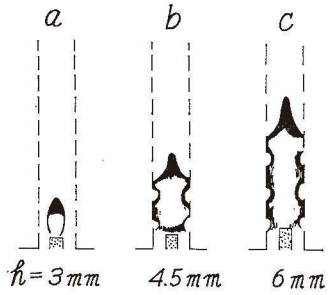
d) 火炎が鋭くなり，下方に小さなブルー・フレムがあり，左右にうねりが認められる。

e) 安定した火炎でブルー・フレームがほとんどなく，黄色炎の輝度が増加

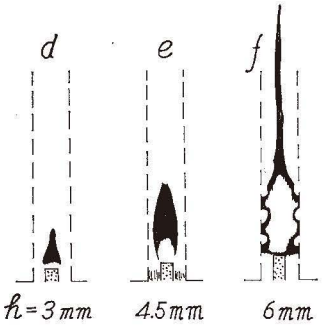
f) 火炎は燃焼室外 10 cm にもおよびカーボンの発生が多いが下方にはブルー・フレームが存在する。



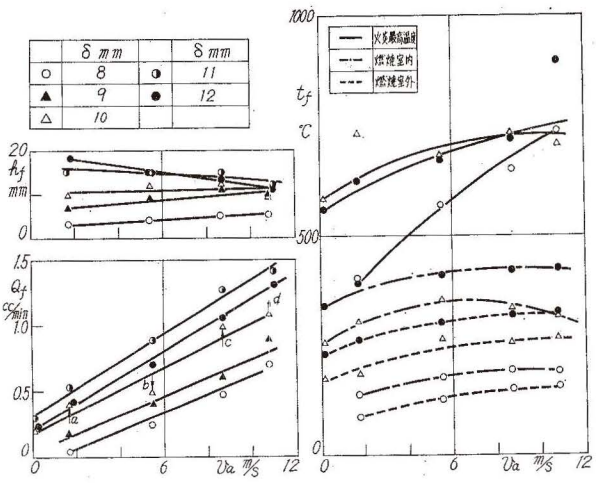
図—22 芯の高さの影響 (d=4.0 mmϕ)



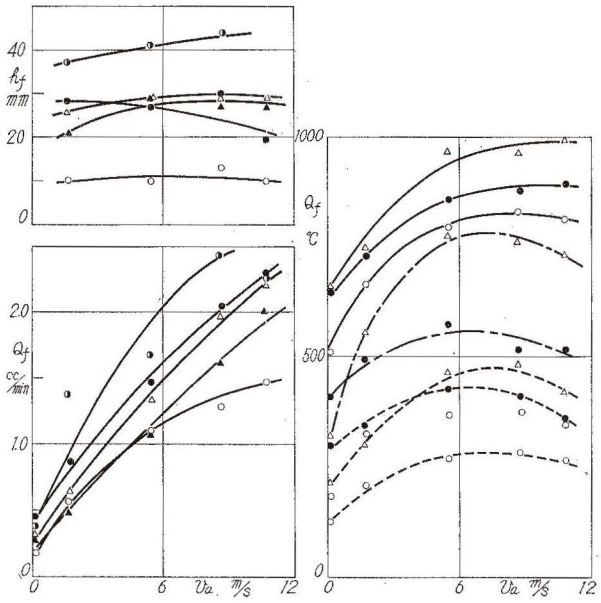
図—23 芯の高さと火炎の形状 (d=1.5 mmϕ, δ=10 mm, 自然吸込燃焼)



図—24 芯の高さと火炎の形状 (d=1.5 mmϕ, δ=10 mm, v_a=5.5 m/s)



図—25　空気流速の影響（穴径 $d=1.5$ mmϕ, 芯の高さ $h=3$ mm）



図—26　空気流速の影響（$d=2.2$ mmϕ, $h=3$ mm）

III·4　空気流速（v_a）の影響

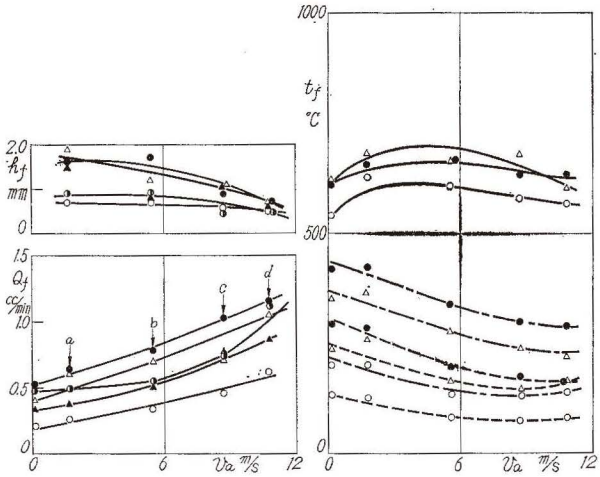
一般の石油コンロでは，燃焼用空気の供給は自然吸込みによる場合が多いが，工業的利用価値について検討する意味で強制送風燃焼実験（最大空気流速 $v_a=10.8$ m/s）をも実施した。なお，燃焼に及ぼす空気流速の影響は燃焼室に実際に供給された空気量について検討するのが妥当であり，したがって燃焼室壁面（穴あき板）の穴径および穴数，燃焼室の幅などにも影響されるものと考えられる。

しかし，実際の燃焼用空気量（Q_c）を測定できなかったので同一寸度の燃焼器においては，燃焼用空気量（Q_c）は空気流速に比例するものと考え，空気流速を基準とした。かかる空気流速（v_a）を変えた実験結果を図-25（$d=1.5$ mmϕ, $h=3$ mm），図-26（$d=2.2$ mmϕ, $h=3$ mm），図-27（$d=3.0$ mmϕ, $h=3$ mm）および図-28（$d=1.5$ mmϕ, $h=4.5$ mm）に示す。図によると，いずれの場合も空気流速に比例して燃料消費量（Q_f）が著るしく増加しており，前節における芯の高さ（h）と同様にその影響がきわめて大きいことがわかる。

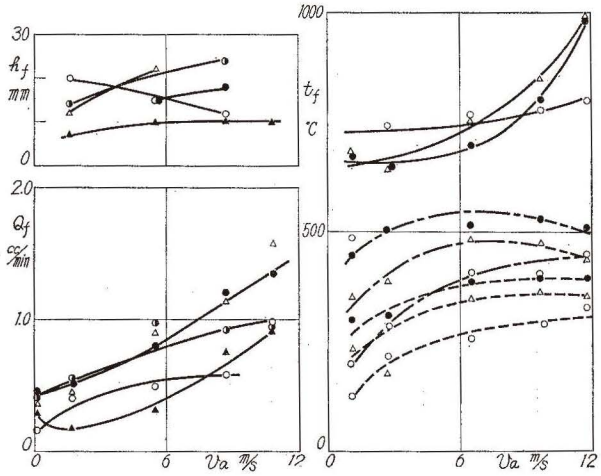
これに対し，とくに燃焼室内外のガス温度は，穴あき板の穴径（d）が小さい場合（$d=1.5$ mmϕ）には空気流速に比例して増加するものの比較的小さく，$d=2.2$ mmϕ の場合（図-26 参照）には $v_a=6\sim7$ m/s 以上になるとむしろ低下する傾向を示し，さらに穴径が $d=3.0$ mmϕ（図-27 参照）ともなると空気流速に逆比例して順次低下している。

このように，空気流量が過剰になると，燃料消費量（Q_f）とは逆に燃焼ガス温度が下り，

燃焼効率および熱効率が低下するので，いたずらに空気流速を上げることは望ましくなく，穴径 (d)，穴数 (n)，燃焼室幅 (δ) に応じて最適の空気流速が存在することがわかる。その最適空気流速の値を表-2 に示しているが，穴径が小さい程最適空気流速は大きくなる。次に火炎形状に及ぼす空気流速 (v_a) の影響をスケッチ図で示したのが図-29 (d=1.5 mmϕ, h=3 mm, δ=10 mm) および図-30 (d=3.0 mmϕ, h=3 mm, d=12 mm) であり，その特性の概略は次のとおりである。



図—27 空気流速の影響 (d=3.0 mmϕ, h=3 mm)



図—28 空気流速の影響 (穴径 d=1.5 mmϕ, h=4.5 mm)

H) 強制送風燃焼 (d=1.5 mmϕ, h=3 mm, δ=10 mm)；図-25，図-29 参照

a) 大変安定した火炎，上からみると中央部において僅かな振動がある。

b) 火炎が鋭く，黄色炎の輝度を増し，ブルー・フレームが小さくなり，左右のうねりが発生。

c) さらに火炎が鋭く，輝度を増し，左右のうねり振動も増加。

d) 火炎の左右上下の振動が増加。

I) 強制送風燃焼 (d=3.0 mmϕ, h=3 mm, δ=12 mm)；図-27，図-30 参照

a) 安定した火炎，下方にうすいブルー・フレームあり。

b) 左右に振動を伴った火炎，ブルー・フレームはほとんどわからなず。

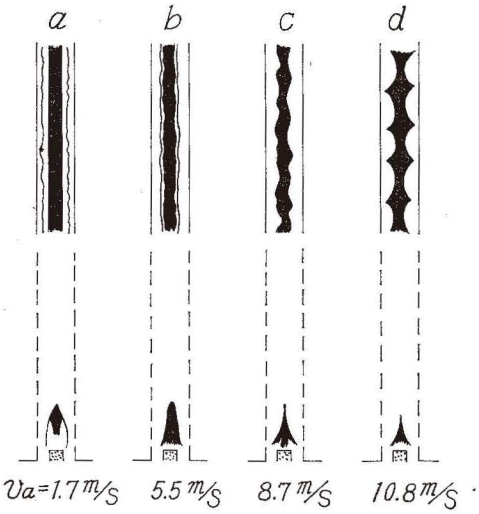
c) 火炎形状が鋭く，上下振動や左右振動が僅かに認められる。

d) さらに火炎形状が鋭く，上下振動や左右振動が増加する。

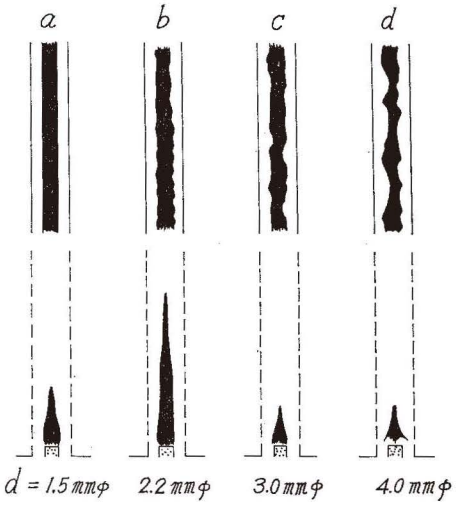
表—2　最適空気流速

h mm	δ mm	$d=1.5$ mmϕ		2.2 mmϕ		3.0 mmϕ		4.0 mmϕ	
		外 v_a m/s	内	外	内	外	内	外	内
3	8	10.8	9.0	8.7	8.0	0	1.0	1.5	1.5
	9	8.7	7.0	8.7	8.7	0	1.0	1.5	1.5
	10	5.5～10.8	5.5	8.0	6.5	1.5	1.0	1.5	1.5
	11	5.5～10.8	5.5	5.5～10.8	7.0	0	1.7	1.0	0
	12	10.8	40.～10.8	6.5	5.5	0	1.0	1.0	1.5
4.5	8	<10.8	6.5	>10.8	>10.8	0	0	0	0
	9	8.7	6.5	>10.8	>10.8	1.0	0	0	0
	10	7.5	6.5	>10.8	>10.8	0	0	0	0
	11	8.7	8.7	>10.8	>10.8	0	1.7	0	1.7
	12	8.7	8.7	>10.8	>10.8	0	1.7	0	0

$v_a=0$ は自然吸込燃焼を示す。



図—29　空気流速と火炎形状 ($d=1.5$ mmϕ, $h=3$ mm, $\delta=10$ mm)



図—30　空気流速と火炎形状 ($d=3.0$ mmϕ, $h=3$ mm, $\delta=10$ mm)

IV. 結　　言

以上，ウイック・フレームを利用した二次元燃焼器を用いて，燃焼室壁面（穴あき板），燃焼室の幅，芯の高さ，空気流速の燃料消費量，燃焼室内外温度，火炎最高温度，火炎の高さおよび火炎形状に及ぼす影響を調べたが要約すると次のとおりである。

1)　燃焼室壁面における燃焼用空気導入穴の直径，穴数および穴の配置は燃焼に影響を与える。すなわち，燃焼用空気が過剰になると火炎は短かく，鋭い形状となり激しい振動燃焼を

生じ，不安定となるので最適の穴径が存在する。定性的には，自然吸込み燃焼では穴径を大きく ($d=3.0$ または 4.0 mmϕ)，わずかな強制送風燃焼 ($v_a=1.7$ m/s) でも穴径を小さく ($d=2.2$ mmϕ)，同一開口面積であれば，或程度穴径を大きくすることが望ましい。

2) 燃焼室の幅に比例して燃料消費量は増加するが，幅が大きすぎると燃焼室温度が低下するので最適の燃焼室幅が存在し，本実験範囲では燃料消費量の高い $d=2.2$ mmϕ の場合には $\delta \fallingdotseq 11$ mm であった。

3) 芯の高さに比例して燃料消費量，火炎温度，燃焼ガス温度などは著るしく増大する。しかし，芯の高さにも限度があり，本実験では 6 mm の場合，強制送風すると煤が発生した。したがって煤の発生しない範囲で芯の高さはできる限り大きくすることが望ましい。

4) 空気流速は燃焼に著るしい影響を与える。一般に空気流速に比例して燃料消費量は順次増加する。しかし，火炎温度および燃焼ガス温度はそれに伴わないので過度の送風は無益であり，燃焼効率や熱効率の低下をもたらす。したがって最適の空気流速が存在するが，穴径が小さい程最適流速は大きく本実験では $d=2.2$ mmϕ の場合 $v_a=6\sim8$ m/s 程度であった

5) 二次元燃焼器による火炎形状の観察から，各因子による形状変化や火炎構造が明確となり，安定限界なども概略知ることができ，今後の研究に対する指針が与えられた。

終りにのぞみ，日頃御指導，御鞭撻を賜わっている東京大学宇宙航空研究所浅沼強教授，北海道工業大学黒岩保教授，実験装置の製作を担当した室蘭工業大学機械工学科熱工学研究室福島和俊教官，早川友吉技官，加藤春吉技術員，卒業研究として本実験を担当した加藤展宏，福島佑司両君および関係各位に深堪な謝意を表す。 (昭和42年4月28日受理)