

# Fluothane 気化器の検討\*

金沢大学医学部麻酔学教室（主任：赤須文男教授）

村 上 誠 一  
荒 川 龍 夫  
奈 良 高 明

金沢大学医学部第1外科学教室（主任：卜部美代志教授）

太 田 陽 一

（受付：昭和41年11月30日）

## 緒 言

1956年 fluothane が合成されたが、薬理作用が解明され、臨床使用経験が重ねられるに伴って、導入並びに排泄が円滑で迅速なこと、気道刺戟の少ないこと、非爆発性であることなどの利点により、今日、最も多く用いられる麻酔剤となった。然し、一方においては fluothane は呼吸循環器系に対する抑制作用が強く、麻酔作用も ether の4倍といわれるように強力であるために、過量投与の危険性も大きい。従って、

従来 of 如く vital sign に重きをおく麻酔方法でなく、正確な気化器を用いて麻酔を行なう必要が生ずるが、実地使用に当って時に fluothane 気化器の信頼度が云々される場合もあるので、私共は gaschromatography を用いて、現在使用している fluothane 気化器についてその気化性能を検討し、2, 3 の知見を得たので報告する。

## 実 験 方 法

Gaschromatography には日立 gaschromatograph KGL-2B 形を使用し<sup>(1)</sup>、操作条件は、文献的<sup>(2)</sup><sup>(3)</sup><sup>(4)</sup><sup>(5)</sup>及び実験的に種々検討した結果表1の如くにした(表1)。

表1：Gaschromatograph 操作条件

Column : 25% Silicon oil DC 550/Diasolid M  
30~50 mesh 2m  
Column temperature : 80°C  
Sample temperature : 98°C  
Bridge current : 155mA  
Carrier gas : He  
Flow rate : 100ml/min (0.75kg/cm<sup>2</sup>)  
Chart speed : 40mm/min  
Sample : 1.96ml

対象としてとり上げた fluothane 気化器は以下の7種類である。

- |  |    |
|--|----|
| (1) fluotec (Cyprane 社製)                 | 5台 |
| (2) fluoroettha (Igarashi 製)             | 2台 |
| (3) Ohio 二重瓶気化器 (Ohio Chemical 社製)       | 1台 |
| (4) Octavian vapor vaporizer (Dräger 社製) | 1台 |
| (5) Foregger kopper kettle (Foregger 社製) | 1台 |
| (6) Acoma kopper kettle (Acoma 製)        | 1台 |
| (7) Halox vaporizer (BOC 社製)             | 1台 |

気化器の使用温度は実際臨床使用温度の室温、即ち23~25°Cとした。気化器内の fluothane 量は fluotec, fluoroettha, Octavian では夫々 full line ま

\* 本論文の要旨は第一回日本麻酔学会北陸地方会において発表した。

で, kopper kettle は 160~170ml, Halox は 100ml 及び Ohio 二重瓶気化器は 50ml を入れた。気化のための carrier gas は総て酸素を用い, total flow を 4l/min とした。

Sampling の方法については, 混合 gas を直接日立 gaschromatograph 付属気体試料計量管に導入する方法, ゴム製 bag または気密を保った注射器に採取し, 気体試料計量管に導入する方法などを検討したが, いづれの方法も再現性の点で大差がないので, 簡便な点, 気密を保持した注射器に採取し, 気体導入口より計量管 (容積1.96ml) に導入し, 一挙動で column 内に送り込む方法をえらんだ。ただ採取の際, gas fluothane

気化器に圧をかけないように特に注意をはらった。

定量方法は盛生<sup>(2)</sup>, 若杉等<sup>(3)</sup> 或は山村等<sup>(5)</sup> の方法に従い, まづ純酸素の peak 面積をくり返し測定し, ついで任意の試料について gaschromatogram を得, その酸素 peak 面積減少に対する fluothane peak 面積の増加から, 酸素に対する fluothane の相対補正係数を求めた。一般に, 分析した fluothane 濃度は低濃度であるため, 酸素 peak 面積の減少が少なく誤差が生じ易いので, 新しく分析を始める前には必ず相対補正係数を求めるようにした。また, fluothane は試料量 0.5ml 以下では酸素に対する相対補正係数が直線性を示さないといわれているが<sup>(2)</sup>, 私共が測

定した低濃度の範囲内では殆んど同じ値であり, 0.33前後の値を示した。

面積の測定には, 重量法, planimeter を用いる方法, peak の高さ×半幅幅による方法, 記録計に付属した自動積分器による方法などがあるが, 私共は peak の高さ×半幅幅による方法で測定を行なった(図1)。

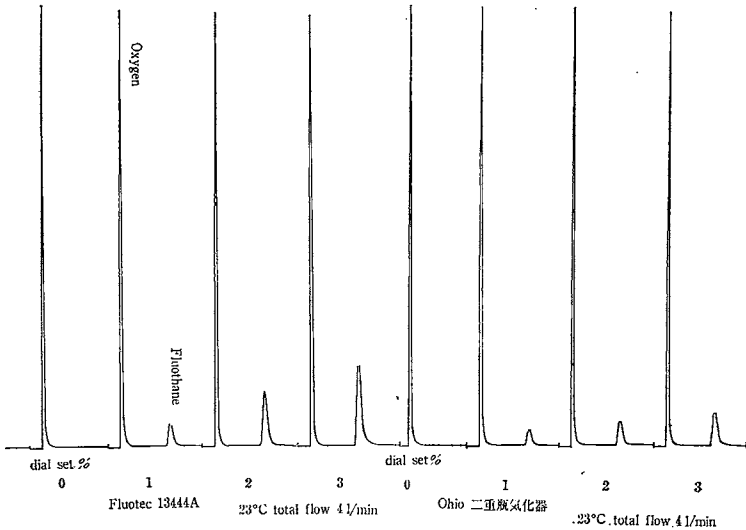


図1 Fluotec No13444A および Ohio 二重瓶気化器の dial set を 1%~3%にした時の Chroma togram

### 実験成績

予備実験として dial set 後気化濃度の安定するまでの時間を見るため surface type vaporizer である fluotec と, bubble type vaporizer である Acoma 製の kopper kettle とを用いて, 1%より3%まで dial 或は kettle flow を変動させ, set 後1分後より2分間隔で11分後まで気化 gas を採取し測定を行なった。その結果は図2に示す如くである(図2)。すなわち, set 後1分および3分後では少々不安定な値を示す場合があったが, 5分以後は何れも大体安定した値を得ることができた。山田<sup>(6)</sup>も Octavian vaporizer で同様の結果を報告しており, 従って, 他の fluothane 気化器も

同様と考え, 5分以後の気化 gas を試料として採取した。

Fluotec 5台について dial set 1%, 2%, 3%としたときの fluothane 実測濃度を表2に示す(表2)。即ち, dial set 1%では最高 1.04Vol%, 最低 0.86 Vol%, 2%では 2.13~1.99Vol%, 3%では 3.16~2.70Vol% の値を示しており, 個々の fluotec で多少の差異はあったが, 略々 dial 目盛り通りの実測濃度を得ることができた。また, fluotec の間では, 稼働期間などによって気化能率が変化するようなことは認めなかった。

Fluoroettha 2台, Octavian vaporizer,

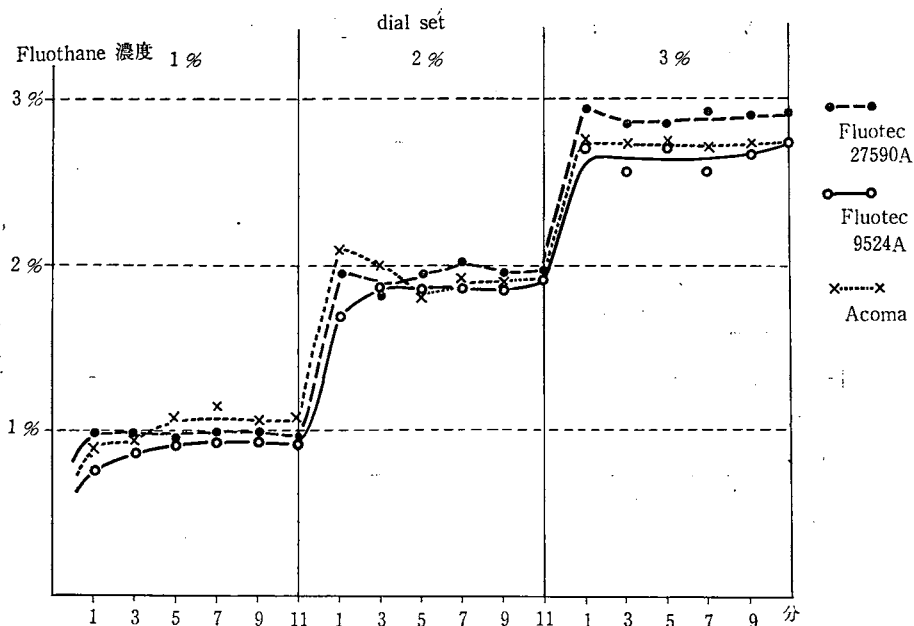


図2 dial set 後の時間と濃度

表2 Fluotec 5台の dial setting と Fluothane 濃度

dial sitting Fluotec No.	1%	2%	3%
9524 A	1.04 Vol%	2.13 Vol%	2.70 Vol%
13444 A	0.99 "	2.04 "	3.05 "
27590 A	0.99 "	1.99 "	2.89 "
31289 A	0.96 "	2.12 "	3.16 "
31673 A	0.86 "	1.99 "	2.70 "

Ohio 二重瓶気化器各 1 台について fluotec と同様検量した結果を表 3 に示した(表 3)。即ち、表の如く fluoroettha の 1 台は大略 dial に近い濃度を示したが、他の 1 台は dial より遙かに低値を示し、dial set 2% および 3% で夫々、わずかに 0.7, 0.8 Vol% の濃度しか得られなかった。この気化器につき、温度 16°C および 24°C で数回検量したが、やはり同様の低濃度しか得られなかった。一方、23.5°C で Octavian vaporizer の気化性能を検討した結果は表 3 の如くほぼ正確に dial 通りの fluothane 濃度を得ることができた。Ohio 二重瓶気化器は現

在当科では全く使用していないが、total flow 4l/min, 温度 23°C で検討したにも拘わらず dial set の約半分の fluothane 濃度しか得られなかった。

次に、現在当科で使用している bubble type vaporizer を用いた場合の測定結果を示す(表 4)。先づ BOC Halox vaporizer では計算値を 2% とした場合、やや低い実測値を示したが、1%, 3% では計算値と実測した fluothane 濃度は略々合致した。次に Foregger および Acoma 製の kopper kettle であるが、何れも 1%, 2%, 3% とともに計算値に近い気化濃度を

表3 Fluoroettha, Octavian, Ohio 二重瓶気化器の dial setting と Fluothane 濃度

(1) Fluoroettha.

dial setting	1 %	2 %	3 %
(1)	0.83 Vol%	2.04 Vol%	3.15 Vol%
(2)	0.52 "	0.70 "	0.80 "

(2) Octavian vapor vaporizer

dial setting	1 %	2 %	3 %
	1.05 Vol%	2.06 Vol%	2.88 Vol%

(3) Ohio 二重瓶気化器

dial setting	1 %	2 %	3 %
	0.55 Vol%	1.01 Vol%	1.29 Vol%

表4 Bubble type vaporizer の計算値と実測 Fluothane 濃度

BOC Halox vaporizer

dial setting	1 %	2 %	3 %
(1)	1.12 Vol%	1.82 Vol%	3.00 Vol%
(2)	1.04 "	1.88 "	3.04 "

Foregger koper kettle

dial setting	1 %	2 %	3 %
(1)	1.04 Vol%	2.19 Vol%	2.94 Vol%
(2)	0.79 "	2.13 "	3.01 "

Acoma koper kettle

dial setting	1 %	2 %	3 %
(1)	1.06 Vol%	1.94 Vol%	2.69 Vol%
(2)	1.16 "	1.84 "	

得ることができた。なお, bubble type vaporizer は, 特に低濃度で使用する場合, 気化器内を通過する carrier gas 流量が少なくなるので, 意図した流量を一定して流し続けることが困難なことのほか, 気化器内温度の低下にともなう気化能率の減少ということも考慮に入れなければならない。表に示した2つの測定値は同一気化器を2回測定した結果である。以上の結

果を綜括すると図3の如くである(図3)。1台の fluoroettha 及び Ohio 二重瓶気化器を除いたほかは多少の濃度差はあるが, この条件下では殆んど dial 目盛り或は計算値に近い気化濃度が得られたことを示している。なお, fluothane 気化器の種類毎に特殊な傾向を有しているということとはなかった。

次に, 私共が現在最も多く使用している

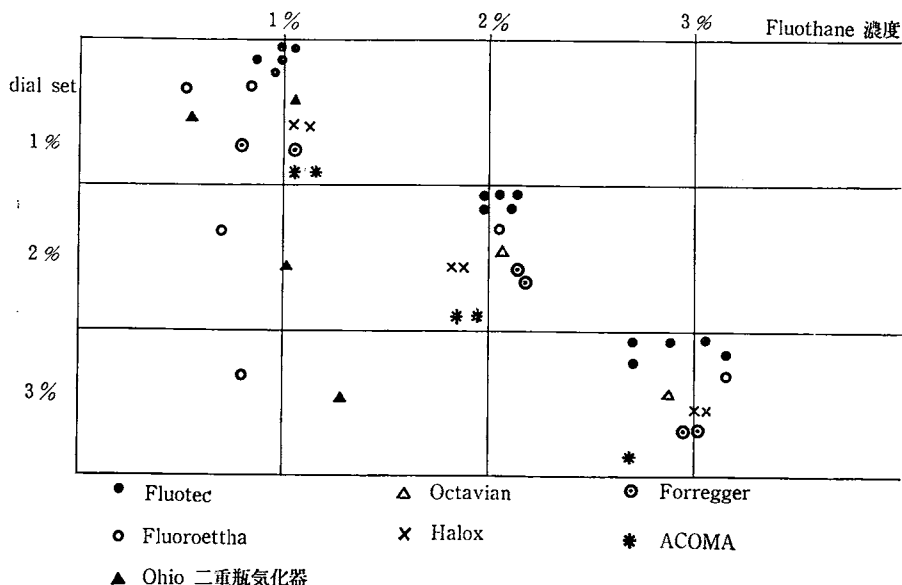


図3 dial set と濃度

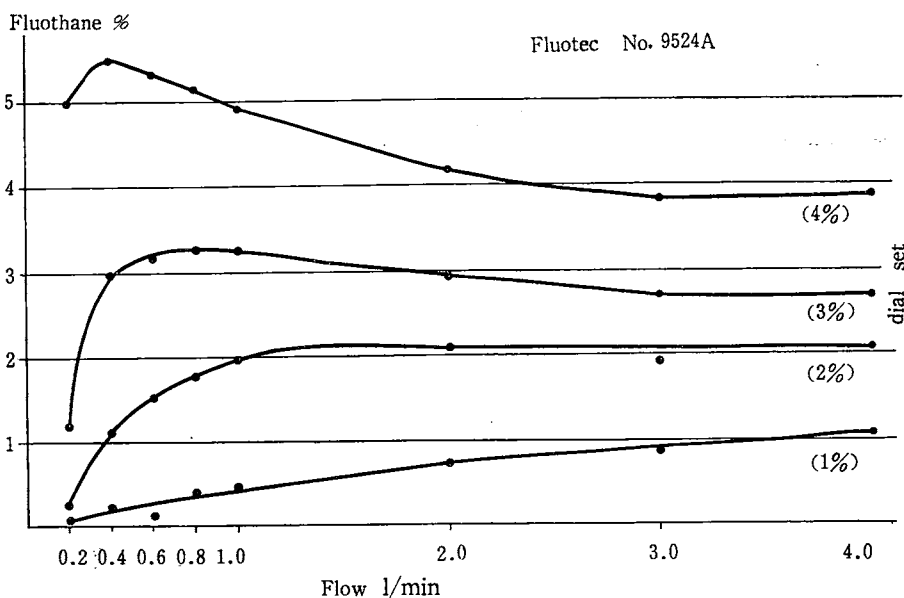


図4 Gas 流量と濃度 dial set との関係

fluotec について 2, 3 の検討を行なった。先づ, fluotec は気化器の温度変化に対し bimetal が自動的に作用し, 常に一定濃度の fluothane を気化し得るように設計されているが, 表 5 は温度 16°C および 24°C で夫々検量した結果を示したものである(表 5)。即ち, 表にみられる如く, 温度による気化濃度の差異はほとんどみと

められなかった。次に, fluotec で total flow を 4 l/min 以下にした時の dial 目盛りと気化濃度を検討した(図 4)。即ち, 4% に set し, total flow を 2 l/min 以下の低流量にした場合, 最高 5.5 Vol% と dial より可成り高い濃度が得られ, 3% に set した時でも 0.6~1.0 l/min の total flow では dial より高い濃度

表5 Fluotec の温度による気化能率の差異

dial setting	1%	2%	3%
24°C	0.99 Vol%	2.04 Vol%	3.05 Vol%
16°C	0.97 "	2.05 "	2.95 "

Fluotec No. 13444A

表6 Fluotec, Fluoroettha で outlet と inlet を逆に接続した場合

dial setting	1%	2%	3%
Fluoroettha	1.03 Vol%	3.58 Vol%	5.12 Vol%
Fluotec No. 21268A	1.39 "	3.93 "	5.01 "
Fluotec No. 31673A	1.24 "		

を示し、この逆に、dial が1%, 2%では、低流量になる程 dial より低い気化濃度を示した。

最後に、fluotec 及び fluoroettha で outlet と inlet を逆に接続した時の fluothane 濃度を測定したがその結果は表6の如くである(表6)。即

ち、dial を2%, 3%に set した場合、fluotec, fluoroettha とも著明な高濃度の fluothane を気化しており、1%に set した場合でも1.03~1.39 Vol%と少々軽度ではあったが高濃度を示した。

### 考 按

各種 fluothane 気化器の気化性能に関しては多くの報告<sup>(6)(7)(8)</sup>がある。今回私共が7種の fluothane 気化器について検討した結果2例の例外を除きこれらの報告と同様、ほぼ満足すべき気化性能を有していることが判明した。しかし、検討した気化器の例数が少ないので、個々の気化器の独特の傾向はうかがい得なかった。例外的な2個の気化器は、最近ほとんど使用していないものであり、しかも検討した台数も1~2台にすぎないので、この種類の気化器がすべてこの様な気化性能を示すものであるということは断定出来ない。今後更に検討を要するところであろう。Bubble type vaporizer は前にも述べたごとく低濃度の場合、気化器を通過する carrier gas 流量が少なく、一定した流量を持続することは困難であり、この傾向は Acoma 製やBOC製の麻酔器において特に強く、測定のたびに異なった濃度を示したが、臨床上特に考慮すべき程の変動ではなく、充分使用に耐え得るものと考えられた。Bubble type

vaporizer では気化器内での fluothane 濃度は測定しなかったが、今回の実験結果から考えれば飽和蒸気濃度であることが推測される。盛生<sup>(9)</sup>も気化器内の液体麻酔剤の濃度は飽和に近く、期待した濃度が得られないことがあるのは気化器以外に原因のあることが多いと報告している。次に気化中の気化器内温度の低下であるが、ガラス性のBOC製 Halox vaporizer の場合が最も低下が著明であり、他の銅製の気化器では比較的軽度であった。この点からもBOC麻酔器では、気化蒸気濃度の低下を考慮しなければならず、常に安定した濃度を得るという点で問題となる。Fluotec は15°C~30°Cの範囲内の温度変化に対しては自動的に調節が働き、濃度を一定に保つように作られているが、私共の16°Cおよび24°Cでの測定結果でも、温度による調節が正確に作働していることを示した。Fluothane 麻酔時の維持濃度は1.0~1.5%といわれており、この範囲内ならば、上記のごとく各 fluothane 気化器は0.1~0.3%の誤差

でかなり正確な濃度を気化するものであるが、実際臨床使用時は患者の個人差あるいは全身状態の如何により fluothane に対する反応が異なることもあり得るので、気化器 dial のみでなく vital sign の観察も軽視すべきでないことは言うまでもない。低時流量の fluotec の dial set と実際気化濃度との関係であるが、従来報告<sup>(8)</sup><sup>(10)</sup>されているものと同様の曲線を得たが、細かい点で異なるところがある。この点を含めて今後更に fluoroettha, Octavian の

### 結 論

Gaschromatography を使用して7種の fluothane 気化器について、酸素を carrier gas として total flow 4l/min, 温度23°C~25°C とした場合の気化濃度の定量分析を行なった。

分析した中で1台の fluoroettha と Ohio 二重瓶気化器の2例では set した dial よりはるかに低い濃度しか気化しなかったが、他の気化器は略々期待した濃度に近い値を得ることが出来、充分使用に耐え得ることが解った。

Bubble type vaporizer は気化器への gas 流量が比較的少ないため、一定の流量を持續して流すことが困難であることのほかに、時として、気化器内温度の低下が著明なものがあり、

vapor vaporizer などについても検討を試みる予定である。最後に fluotec と fluoroettha では接続口が逆になっているために、連結に当って時に誤謬を犯すことがあるので inlet と outlet を逆に接続した場合を検討したが、2%, 3%に dial を set した場合2つの気化器とも非常に高い fluothane 濃度が得られた。これはこの種の気化器の構造上当然のことといえるが充分なる注意が肝要であることを示している。

常に一定した気化濃度を得るためにはやや困難を感じさせるものもあった。

Fluotec で使用温度をかえた場合、即ち、16°Cおよび24°Cで検討した範囲では気化性能には変化はなかった。

Fluotec で total flow を 4l/min, 以下の低流量にした場合、濃度と set した dial との関係は従来示されているものとほぼ同様の曲線を得た。

Inlet と outlet を逆に接続した場合の fluotec と fluoroettha は dial よりはるかに高濃度を気化しており、連結に当って充分に注意を要することを知った。

### 参 考 文 献

- (1) KGL-2B形 日立ガスクロマトグラフ取扱説明書
- (2) 盛生倫夫：麻酔, 10, 159, 1961.
- (3) 若杉文吉, 大熊佳晴：化学の領域, 増刊44号ガスクロマトグラフィ―(医学的応用), 205, 1961.
- (4) Summers, F. W. & Adriani, J. : Anesthesiology, 22, 100, 1961.
- (5) 山村秀夫, 大熊佳晴：医学のあゆみ, 39, 757, 1961.
- (6) 山田満：麻酔, 14, 34, 1965.
- (7) 若杉文吉：フローセン麻酔の実際(山村秀夫監修), 武田薬品工業株式会社, 1965.
- (8) 兵頭正義, 秦野滋：フローセン麻酔の手引(改訂稲本晃監修), 武田薬品工業株式会社, 1966.
- (9) 盛生倫夫：麻酔, 10, 234, 1961.
- (10) 森田得三, 鈴木聡, 長谷川泰造：麻酔, 10, 313, 1961.