

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。 2001. 6. - 6

[技術情報室]

空気中における六フッ化ウランエアロゾルの 挙動に関する研究（Ⅱ）

六フッ化ウラン漏洩検知のための警報機器の特性試験

Studies on the Behavior of UF₆ Aerosol in a Test Chamber (II)

The Characteristics of the Monitors detecting UF₆ Release

1978年11月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001



T N 8 4 1 - 7 8 - 6 3

1978年11月



空気中における六フッ化ウランエアロゾルの 挙動に関する研究（Ⅱ）

六フッ化ウラン漏洩検知のための警報機器の特性試験

実施責任者 加藤 仁三*

報告者 石田 順一郎*

坂本 源二**

竹田 誠一*

期 間 : 1977年12月～1978年9月

要 旨 : 六フッ化ウランが施設内に漏洩した場合に、その漏洩を迅速に検出し警報を発することができる各種機器について性能実験をおこない、六フッ化ウラン使用施設への適用性について検討をおこなった。

* 安全管理部

** 常陽産業（株）



Studies on the Behavior of UF₆ Aerosol in a Test Chamber (II)

The Characteristics of the Monitors Detecting UF₆ Release

Abstract : When gaseous uranium hexafluoride (UF₆) is released into air, it hydrolyzes with the moisture in the air and gaseous hydrogen fluoride (HF) and particulate uranyl fluoride (UO₂F₂) are produced. The extensive experiment has been carried out under a variety of test conditions to decide the alarming system which can detect the release of UF₆ promptly. It is found by this experiment that the most sensitive monitor for alarming is the HF monitor and the behavior of HF in air is almost similar with UO₂F₂.

目 次

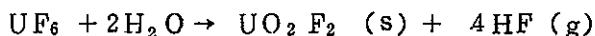
1. 序 論	1
2. 空気汚染モニタリング方式	1
2-1 エアモニタリングの内容	1
2-2 各モニタの動作原理	2
2-2-1 放射性ダストモニタについて	2
2-2-2 HFモニタについて	2
2-2-3 煙感知器について	3
2-3 各モニタの校正法及びアラーム設定	3
2-3-1 放射性ダストモニタ	3
2-3-2 HFモニタ	3
2-3-3 煙感知器	3
3. 実験装置	3
4. 実験結果	3
4-1 各モニタの応答状況	3
4-2 漏洩UF ₆ の挙動	7
5. 結 論	7
6. 今後の課題	8
7. 謝 辞	8
8. 参考文献	8

Table-1	H F モニタ諸特性比較表	9
Table-2	実験装置の概略仕様	10
Table-3	各種モニタの六フッ化ウランに対する応答状況	11
Table-4	ダストモニタの応答特性	12
Fig - 1	三種類のダストモニタのブロックダイアグラム	13
Fig - 2	対数計数率計の特性	14
Fig - 3	三種類のH F モニタ	15
Fig - 4	煙感知器の構成ならびに測定原理図	16
Fig - 5	ダストモニタの応答特性 (I)	17
Fig - 6	ダストモニタの応答特性 (II)	18
Fig - 7	H F モニタの応答特性	19
Fig - 8	空気中の放射性物質濃度と H F 濃度との関係	20
Fig - 9	放出源からの距離をパラメータにした、放射性物質濃度と H F 濃度との関係	21

Fig - 1	Block Diagram of Three Kinds of Dust Monitors	1 3
Fig - 2	The Characteristics of Log Rate Meter	1 4
Fig - 3	Three Kinds of HF Monitors	1 5
Fig - 4	A System for Detecting the Presence in Air of Selected Gaseous Contaminants	1 6
Fig - 5	The Response of Dust Monitor (I)	1 7
Fig - 6	The Response of Dust Monitor (II)	1 8
Fig - 7	The Response of HF Monitor	1 9
Fig - 8	Radioactivity Concentration vs. HF Concentration in Air	2 0
Fig - 9	The Length from the Releasing Point vs. the Concentration of U and HF	2 1

1. 序 論

六フッ化ウラン（以下 UF_6 ）が空気中へ放出されると空気中の水分と直ちに次の様に反応する。



これら生成物は白煙として目視することができる。目視可能な濃度は放出中の UF_6 に対して、 $5 \times 10^{-8} \mu Ci/cm^3$ 、静的状態で浮遊している場合には $10^{-9} \mu Ci/cm^3$ 程度¹⁾である。 UF_6 の漏洩はその状況が目で確認できることにより、対応が迅速におこなえるが、更に、電気的により迅速な測定をおこない、異常が発生した場合には警報を発することが可能なシステムについて検討した。

なお、これと同時に、空気中に放出された UF_6 から分解生成した UO_2F_2 と HF 濃度の関係を、 UF_6 の放出量、放出源と距離、時間等をパラメータとして求めた。

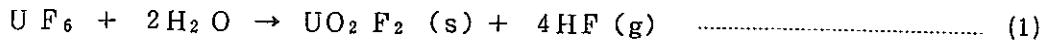
2. 空気汚染モニタリングの方式

2-1 エアモニタリングの内容

一般に、エアモニタリング（監視）の内容は次の二項目に分類できる。第一は、通常、建家排気処理系の後段や作業室内に設置されているエアスニッファーによる測定が該当する。一定期間毎にサンプリング沪紙を交換し、沪紙の放射能を測定することにより、作業室内もしくは排気中の放射性物質の空気中濃度を求める。この方法は、建家から環境への放射性物質放出量の測定ないしは作業環境中への漏洩の有無の事後確認に用いられるもので、低濃度の放射性物質量を精度よく測定することに主眼がおかれる。第二は、異常放出が起った際に、できるだけすみやかに警報あるいは信号を発することを目的にしたもので、周囲の作業者に異常を知らせ、また、放射性物質取扱装置系ないしは建家排気処理系と連動して、漏れ出る放射性物質の量を最小限にくいとめ、あるいは室内に漏れ出た放射性物質を建家内だけに封じ込めるために用いられる。従がって、この場合には応答時間ができるだけ短い連続測定用のエアモニタが要求される。このモニタは警報を発し、装置系と連動させるため、通常運転時の安定性に重きがおかれる。感度は高くとも誤警報が多いのではこのモニタの役目は果さない。

一般的に応答の迅速性と測定精度とは相反するものであるが、モニタリングの目的に応じてどちらに重点をおくかを決定する必要がある。

UF_6 取扱施設においては、 UF_6 の漏洩を迅速に検出し、警報を発するために、モニタを選定しなければならない。 UF_6 の漏洩を検出するためには



の反応式に見る通り、次の三種類の方式が考えられる。

- (a) ウランの放射能をモニタリングする。
 - (b) 加水分解生成物のフッ化水素をモニタリングする。
 - (c) 加水分解生成物の微小粒子（フッ化ウラニル）をモニタリングする。
- (a)の測定器として放射性ダストモニタ、(b)の測定器としてHFモニタを取りあげた。
(c)の方法としては種々の方法が考えられるが、ここでは、最も簡便な火災報知器（煙感知器）を取りあげた。

2-2 各モニタの動作原理

2-2-1 放射性ダストモニタについて

本試験では、この種のモニタとして、(a)ZnSシンチレーション型ダストモニタ、(b) α 線スペクトル分析型ダストモニタおよび(c)バックグランド補償型ダストモニタを選定して、応答試験をおこなった。各モニタのブロックダイアグラムをFig-1に示す。いずれも、検出器前面に沪紙を固定しておき、その沪紙を対面する検出器で連続測定するものである。(a)は全 α 線を測定するもの、(b)は検出器に入射したウラン α 線のエネルギー分布の90%が測定範囲になる様にデスクリミネータを設定したものである。(c)は相接する二つの計測チャンネル(SOAを2台並べたもの)を有し、下側計測チャンネルではウラン α 線エネルギー分布の90%が測定可能範囲にある。上側計測チャンネルの計数値に一定の比を乗じ、その値を下側計測チャンネルの計数値から減算することにより、ラドン等娘核種から放出される α 線スペクトルのなまりに起因するバックグランドを(b)に比較して小さくおさえることができる。

(a)のモニタの計数率計として対数計数率計を用いた場合の、各計数率(cpm)に対する時定数をFig-2に示す。²⁾

2-2-2 HFモニタについて

HFモニタとして、現在、数種類のものが市販されているが、他の有毒ガスに対するモニタと比較して、あまり一般的に使用されているものではない。その理由の一つとして、HFの標準ガスが存在しないことがあげられる。従って、検出器の感度設定が難かしく、再現性等についても問題がある。現在、市販されているものを大別すると、(a)イオン電極法、(b)隔膜電極法、(c)電気伝導度法等となる。これら各測定法の諸特性を比較したものをTable-1に。また、その測定系統図をFig-3に示す。³⁾本実験では、これらHFモニタのうち、測定範囲がppmオーダー(0~10ppm)のものについて試験をおこなった。

(a)はイオン電極型のHFモニタで、サンプリングされたガスが、吸収部にて反応液と接触、吸収され、フローセル部で測定されるものである。本装置に使用されているフッ素イオン活量電極は、溶液中のフッ素イオン濃度（正確には“活量”， 10^{-3} M以下で活量は濃度に等しくなる）に応じた電極電位を発生する。従って、ネルンストの式

$$E = E_0 - 2.3 \frac{RT}{F} \log [F^-] \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

E_0 ：標準電極電位

E ：平衡電極電位

R：気対定数

T：絶対温度

$[F^-]$ ：フッ素イオン濃度

F：ファラデー定数

より、イオン濃度を直接求めることができる。

(b)は隔膜電極型のHFモニタである。HFが隔膜を通過すると、電解液中のヨウ化カリウムと酸化還元反応をおこし、両極間に電流が流れる。この電流*i*はHFの分圧に比例して流れ、次式で表わせる。

$$i = \frac{n F A D C}{\delta} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

n：ガス1モルあたりの電子数

F：ファラデー定数

A：拡散断面積

D：拡散係数

C：フッ化水素ガス濃度

δ ：拡散層の厚さ

(c)の電気伝導度法のガス検知部は、常時、反応液で潤滑された電極より構成されており、HFがこの電極に触れると、ガス濃度に応じて、電気伝導度が変化する。この原理を応用してHF濃度を測定する。

2-2-3 煙感知器について

Fig-4に煙感知器の構成ならびに動作原理図を示す。⁴⁾煙感知器は、内部イオン室、外部イオン室およびその信号增幅回路から構成されている。内部イオン室は密封構造となっており、温度、湿度、気圧等の気象条件の変化を校正するものである。内部、外部両イオン室とも、中に²⁴¹Amがおかれしており、この²⁴¹Amから放出されるα

線により空気が電離され、電極間に電圧を印加すれば、その電圧に応じたイオン電流が流れる。通常は、両イオン室の電圧、電流特性は同図(a)に実線で示されるものであるが、外部イオン室に微粒子（主感知範囲 $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ ）がはいってくると、 α 線により電離された空気のイオンが微粒子に付着してイオン電流が減少する。これは同図に破線で示される。従って、点 0 での電圧が ΔV だけ増加することとなり、これを增幅して警報を発することができる。

2-3 各モニタの校正法およびアラーム設定

2-3-1 放射性ダストモニタ

放射能強度が既知である U_3O_8 電着線源をもとにして、 ZnS シンチレーション検出器、半導体検出器の動作の確認、効率の測定をおこなった。更に、後者については、 ^{234}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{241}Am および ^{244}Cm の電着線源を用いてエネルギー校正曲線を求めた。アラームは各モニタのバックグラウンド最大値の 2 倍に設定した。

2-3-2 HF モニタ

HF モニタについては、前述の様に、標準ガスが存在しないため、HF 標準ガス発生タンク（塩ビ製、 $30 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ ）内にフッ酸を数滴、滴下し、温度一定として、感度設定のための標準ガスとした。測定はガス検知管と並行しておこない、検知管の指示値にモニタの指示値を合わせた。アラームは HF 許容濃度 3 ppm の 3 倍の 9 ppm に設定した。

2-3-3 煙感知器

検出器の感度は、法定上の種別で決められ、外部からの調節は不可能であった。また、適当な校正方法がないため、線香の煙を接触させて作動の確認をおこなうこととした。

3. 実験装置

Table-2 に実験装置の概略仕様を示す。

4. 実験結果

4-1 各モニタの応答状況

本実験では、ウラン放出濃度 $1.4 \times 10^{-6} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ （最大）までの放出実験をおこなった。この付近の濃度がサンプリング沪紙を通して、吸引、捕集する限界である。(a)の

ダストモニタによる代表的な応答特性を Fig-5, Table-3 に示す。UF₆ 放出時間はいずれも 15 秒間で、サンプリングは初期流量 150 l/min が 40 l/min になるまでおこなった。サンプリング時間は、A が 15 秒、B が 30 秒、C、D が約 1 分である。沪紙上に捕集されたウランからの α 線計数値がアラームレベルまで達する時間は、放出ウラン濃度、サンプリング流量率から(4)式にて求めた時間よりも長いものとなっている。

$$t = \frac{\frac{A_e - A_{BG}}{\eta} \times 0.45 \times 10^{-6}}{A_u \times Q} \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

t : 応答時間（アラームレベルに到達する時間）

A_e : アラームレベル (300 cpm)

A_{BG} : バックグラウンド (50 cpm)

η : 検出器の効率 (10%)

A_u : 放出ウラン濃度

Q : サンプリング流量率 (150 l/min ~ 40 l/min)

平均サンプリング流量率を 95 Nl/min (圧力補正) として求めた t と実験値とを比較したものを Table-4 に示す。この差異はウラン自身による自己吸収のために、放出濃度が高い霧囲気を捕集したときの方がより大きなものとなっている。

放出濃度が 10⁻⁷ μCi/cm³ 以上の場合には、沪紙の圧損の経時変化は急激で、測定できなかったが、放出ウラン濃度、10⁻⁸ μCi/cm³, 10⁻⁹ μCi/cm³ のオーダーの霧囲気を捕集した際の沪紙の α 線計数値と圧損の変化を Fig-6 に示す。各濃度霧囲気捕集時の、各時刻での圧損は計数値の経時変化を表わす曲線上の直線で示され、そのスケールは画面右上に示すものである。10⁻⁸ μCi/cm³ の霧囲気を吸引時の圧損増加が著しい。10⁻⁶ μCi/cm³ 以上の霧囲気吸引時は、この圧損変化が更に急激で、吸引流量率が極端に減少するか、吸引ポンプの保護回路が作動して、事実上、サンプリングが不可能となる。従って、沪紙上の α 線計数率の上限は、Fig-5, Fig-6 に示される様に 1000~2000 cpm (1000~20000 dpm) 程度と見なし得る。

対数計数率計の時定数は Fig-2 の様に一義的に定まるため、この種の計数率計を用いたダストモニタの最短応答時間は、最小時定数に対応する値、すなわち、沪紙最大 α 線計数値 2000 cpm (20000 dpm) を検出する際の時間であるといえる。Fig-2 より、そのときの時定数は約 17 秒と求まり、ダストモニタの応答はこの時定数に支配され、この値以下の応答は不可能である。また線形計数率計を用いた場合には、より小さい時定数の設定が可能であるが、小さい時定数ではバックグラウンドの変動が大きくなり、アラームレベルを引き上げねばならないため、やはり短時間での応答は難かしい。

通常、放射線管理上用いられているダストモニタの時定数は 100 秒前後に設定してある。ダストモニタの応答は時定数により定まり、秒単位の迅速応答が要求される用途にはふさわしくないといえる。

なお、UF₆ 漏洩霧囲気中にはHFが共存するため、半導体を検出器としたモニタについては、この様な高濃度条件下の実験はおこなわなかったが、上記ZnS型ダストモニタと同等の結果が得られるものと期待される。しかし、検出器の劣化等に関する知見はまだない。

本実験の試験対象機器のなかで、最も短時間の応答を示したものは、隔膜電極型ならびに電気伝導度型のHFモニタであった。一方、イオン電極型のHFモニタでは、濃度が高くなても最短応答時間は30秒程度が限界であった。なお、煙感知器は本実験範囲内では全く応答がみられなかった。

電気伝導度型HFモニタは、応答性はよかつたものの、吸引系の気密性に問題があり、UF₆の吸引、応答試験には不適当であったため、以下、隔膜電極型HFモニタの応答例について述べる。Fig-7, Table-3はその応答結果である。UF₆吐出直前におかれたモニタは14 ppm以上のHF霧囲気に対して、すべて1秒以内で応答を示した。換気等の実験条件を同一として、モニタ設置場所をかえておこなった実験では、Fig-7, B, C, D点での応答例でみると、A点での応答よりかなりの時間遅れがみられる。ここで、モニタが漏洩源直前におかれた場合に次いで応答時間が短い位置は、漏洩源に近いB, C点ではなく、排気口直前のD点であることは興味深い。また、漏洩源からの距離が同一のB点(床面から20cm), C点(床面から70cm)を比較した場合、床面近くのB点に設置されたモニタの方が早い応答を示している。これらを参考にしてモニタ設置位置を決める必要がある。

以上のことより、このモニタは14 ppm以上のHF霧囲気に対して非常に迅速に応答するため、検知警報計としてすぐれたものといえる。またこのモニタで、1 ppm近くまで検出可能ではあるが、14 ppm以下のHF濃度を検出しようとする場合には、次の点に留意する必要がある。すなわち、同一仕様で作成した電解液であっても、製造ロットの異なったものでは、低濃度のHF霧囲気に対して再現性がよくない場合がある。この様な電解液では、一度HF霧囲気に曝露して、その短時間後に再度HF霧囲気を近づけた場合には、比較的応答性ならびに再現性がよいが、HF霧囲気に長期間触れずに運転されていた場合には、5~10 ppmの霧囲気に対する応答が5分以上もかかる例があった。原因は明らかでないが、電解液作成過程のPH調整時に、暗電流が増加した電解液については感度が悪くなることが判明している。電解液が十全なものではないので、今後の改良が望まれる。

4 - 2 漏洩 UF_6 の挙動

HF モニタはある濃度以上で、漏洩検知警報計として優れたものであることがわかつたが、 HF ガスをモニタすることが UF_6 ガス漏洩の監視として妥当であるかどうかを空気中で加水分解した UF_6 を対象として調べた。ウラン濃度と HF 濃度との間には、Fig-8 にみる様に、 UF_6 漏洩源直前では非常によい相関性がある。漏洩源からの距離、時間および換気状態が変わっても同様の相関性があるか否かを実験した。

実験は、大型グローブボックスならびにその排気処理系を用いておこなった。各部分に、メンブラン沪紙、アルカリ沪紙二段を設置し、前段の沪紙で放射性物質濃度、後段の沪紙で HF 濃度を求めた。

Fig-9 に、漏洩源からの距離をパラメータにした場合の、各部分での放射性物質濃度ならびに HF 濃度の一例を示す。横軸は漏洩源からの距離を表わし、実験装置の概略寸法を図の上側に示してある。縦軸は漏洩 0 ~ 2 分間の、漏洩源に最も近い位置での放射性物質濃度、 HF 濃度を基準として他の位置での濃度をノーマライズしたものである。漏洩後 0 ~ 2 分間の各位置の濃度は漏洩源からの距離が遠くなるにつれ、放射性物質濃度、 HF 濃度とも類似の減少傾向を示し、相関がよいことがうかがえる。従って、粒子であるウランと氣体である HF の挙動は、漏洩直後においてはほぼ同一であるといえる。同図には、各位置での時間経過後の濃度も合わせて記載してあるが、この換気状態では、1 時間以内でも相関性がよいといえる。以上の漏洩 UF_6 の挙動から HF を対象として監視しても、漏洩の検出には十分妥当であるといえる。

5. 結 論

三種類のモニタのなかで、 HF モニタ（特に、隔膜電極型、電気伝導度型）が、ある濃度以上で、最も迅速な応答を示した。また、漏洩源からの距離をパラメータとした場合、このフッ化水素濃度とウラン濃度との間に、よい相関性がみられた。1 カ月連続運転時のドリフトが 2 %以下という安定性と相まって、漏洩検出用のモニタとして、 HF モニタが適しているといえる。ただ、本文中にも述べたように、電解液が不安定な要素を含むため、今後、安定した電解液が供給できるよう、開発を進めなければならない。

6. 今後の課題

本稿では、主に、高濃度のUF₆が漏洩した場合の迅速検出用モニタについて述べたが、定常の放射線管理をおこなっていくうえでは最大許容濃度程度の空気汚染をも迅速に測定する必要がある。UF₆ガスが漏洩した場合、ウランの $7 \times 10^{-11} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ （腎臓に対するMPC_a^{40h}）に対し、反応式上共存すると考えられるHF濃度40 ppbを短時間で測定可能なHFモニタは現在のところまだない。この程度の漏洩に対する検知系としては高濃度のHFが共存する条件下では不適当であった半導体式ダストモニタの使用を考えられる。検出器として半導体を用い、波高弁別器ならびにバックグラウンド減算回路をあわせもつた測定系では、低濃度の空気汚染に対し迅速応答が可能であると思われる。現在、この測定系について実験中で、稿をあらためてその結果を報告する。

7. 謝辞

本報告を査読し有益な助言を頂いた安全管理部長、福田整司氏ならびに放射線管理第一課長、平山昭生氏に感謝致します。また、実験に協力していただいたウラン濃縮開発部、米川茂氏、島崎善広氏に感謝致します。

8. 参考文献

- 1) 加藤仁三、石田順一郎他：“空気中における六フッ化ウランエアロゾルの挙動に関する研究(Ⅰ)” SN-841-77-45 (1977)
- 2) 富士電機製造(株)；ログレートメータモジュール検査成績書
- 3) 山崎岳史；計測技術, 8, 49, 1977
- 4) 能美防災工業(株)；煙感知器技術資料

Table-1 HFモニタ諸特性比較表

	イオン電極法	隔膜電極法	電気伝導度法
概要	ふつ素イオン測定用緩衝液（反応液）に排ガスを吸引して、捕集されたふつ素イオン濃度をふつ素イオン電極を用いて、測定して、排ガス中のHF濃度を連続的に指示、記録する。	隔膜を通して、HFガスを透過させ、電極表面において、酸化、還元反応をおこさせ、その時の酸化、還元電流を増幅、指示、警報を発する。	反応液を滴下し、ガスがこの反応液に触れると、化学反応を呈し、電気伝導度を変化しそれを検出する。
測定濃度	ppmオーダー ppbオーダー	ppmオーダー	ppmオーダー
選択性	他の共存物質(SO ₂ , NO ₂ 等)の影響はほとんど受けない。	他の酸性ガスの影響を受ける場合がある。	—
保守	3~8週間に1度吸収液の補充	電解液、膜の交換を3カ月に1度行う。	3~4週間に1度、反応液の補充
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・吸収液の調整は容易であり、長期間の保存ができる。 ・定量性あり 	<ul style="list-style-type: none"> ・電解液は膜を通して、外気と接するので長期間もつ。 ・定量性あり ・ゼロ復帰早い。 ・応答速度早い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・応答速度早い。 ・高濃度ばく露後戻り遅い（洗浄しなければならない）。 ・反応液は滴下方式であるので高濃度ガスばく露時には、積算され、定量性がなくなる。

Table-2 実験装置概略仕様

実験装置名	仕 様
ZnSシンチレーション型ダストモニタ	検出器 : ZnS, 使用沪紙 : HE-40T (50mmφ), 吸引流量率 : ~400ℓ/min
αスペクトル分析型ダストモニタ	検出器 : SSD, 使用沪紙 : HE-40T (50mmφ), 吸引流量率 : ~60ℓ/min, 波高分析器1台
BG補償型ダストモニタ	検出器 : SSD, 使用沪紙 : HE-40T (50mmφ), 吸引流量率 : ~50ℓ/min, 波高分析器1台
イオン電極型HFモニタ	測定範囲 : 0~10 ppm, 吸引流量率 : 18ℓ/min
隔膜電極型HFモニタ	測定範囲 : 0~9 ppm, 拡散型
電気伝導度型HFモニタ	測定範囲 : 0~9 ppm, 吸引流量率 : 1.5m³/min
大型グローブボックス	大きさ : 3.5たて × 3.5横 × 2.4高(m), 材質 : SUS 及びアクリライト
大型グローブボックス排気処理装置	高性能フィルタ : 効率 99.97%以上, 50たて × 50横 × 15厚(cm) スクラバー : 濡式充填向流方式, 処理ガス量 10m³/min
小型グローブボックス	大きさ : 1たて × 3横 × 1高(m), 材質 : SUS 及びアクリライト
UF ₆ 発生装置	チッ素ガス加圧方式
放射線測定器	検出器 : ZnS, 効率 : 33%
イオンメータ	指示範囲 mV : -1000~+1000mV
ガス検知器	測定範囲 : 1~20 ppm (フッ化水素用)

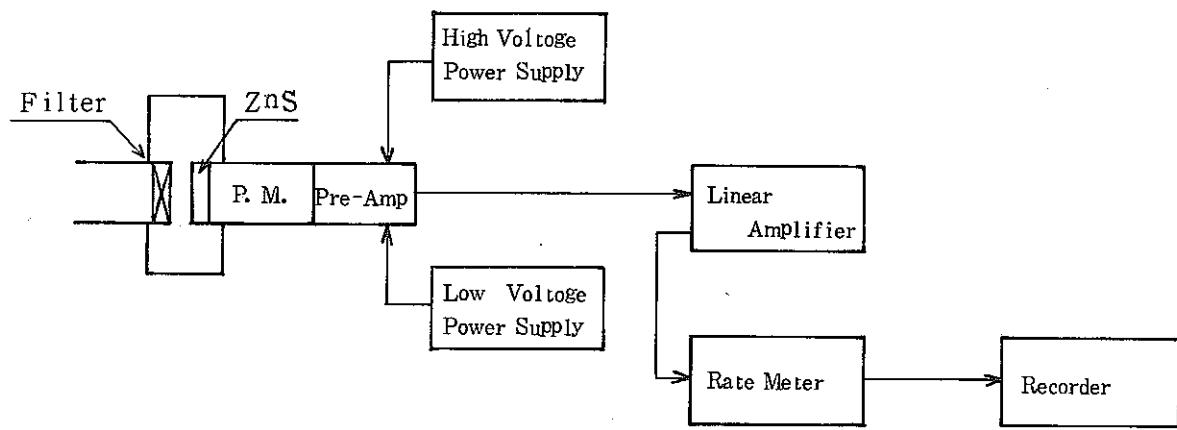
Table-3 ダストモニタ及びHFモニタの応答特性

TEST No.	放出濃度 (15 sec)		ダストモニタの 時定数 (sec)	ダストモニタの 応答時間	HF検知警報計の 応答時間
	放射性物質濃度 ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$)	HF濃度 (ppm)			
1	2.7×10^{-7}	53.8	100	4 min 30 sec	< 1 sec
2	2.8×10^{-7}	52.4	100	1 min 33 sec	< 1 sec
4	8.7×10^{-8}	21.2	10	20 sec	< 1 sec
5	1.2×10^{-7}	28.3	10	20 sec	< 1 sec
7	2.6×10^{-7}	60.8	10	11 sec	—
3	4.9×10^{-8}	14.2	3	警報設定値まで達せず	< 1 sec
9	1.3×10^{-7}	25.5	46 sec	—	
8	2.1×10^{-7}	56.6	35 sec	—	
10	7.9×10^{-7}	—	24 sec	—	
11	1.4×10^{-6}	452		16 sec	< 1 sec

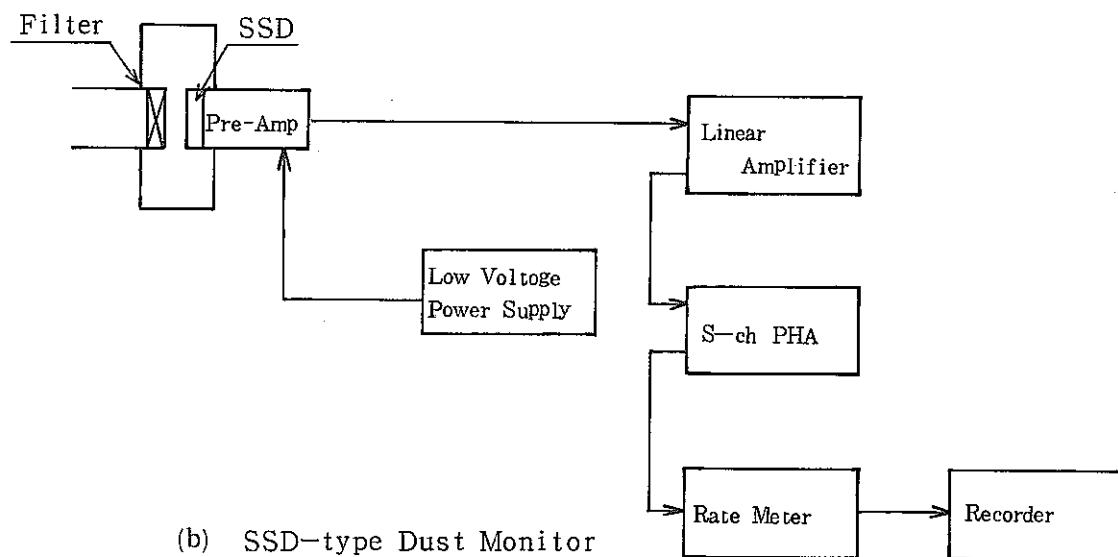
Fig-2

Table-4 ダストモニタの応答特性

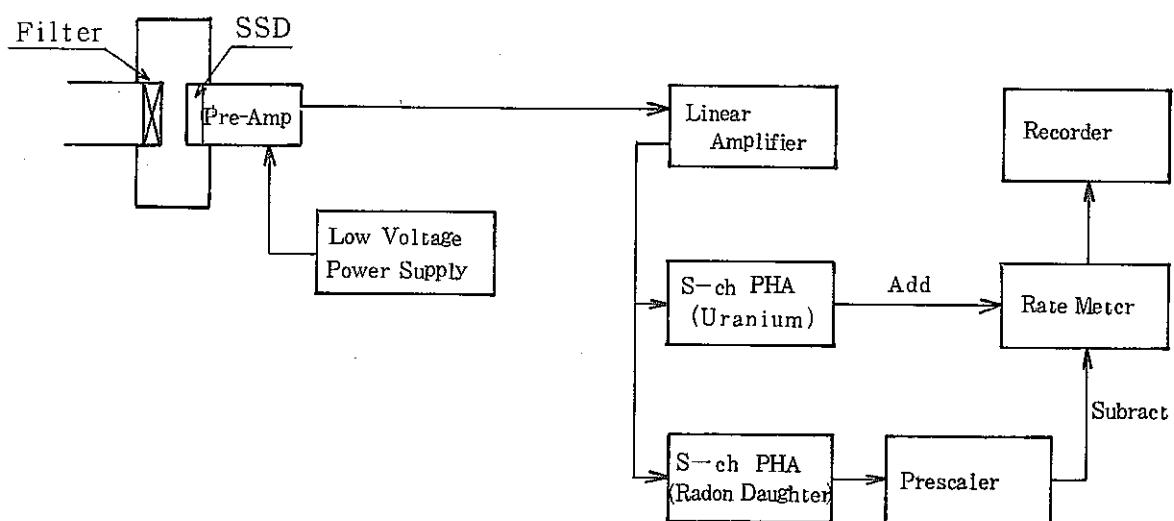
	アラームレベルまでの到達時間 (sec)		比 ①/②
	① 実験値	② 計算値	
A	1.6	0.56	2.86
B	2.4	0.90	2.67
C	3.5	3.4	1.03
D	4.6	5.4	8.5



(a) ZnS-scintillation-type Dust Monitor



(b) SSD-type Dust Monitor



(c) Alpha Spectrometry System with Background Compensation

Fig - 1 Block diagram of dust monitor

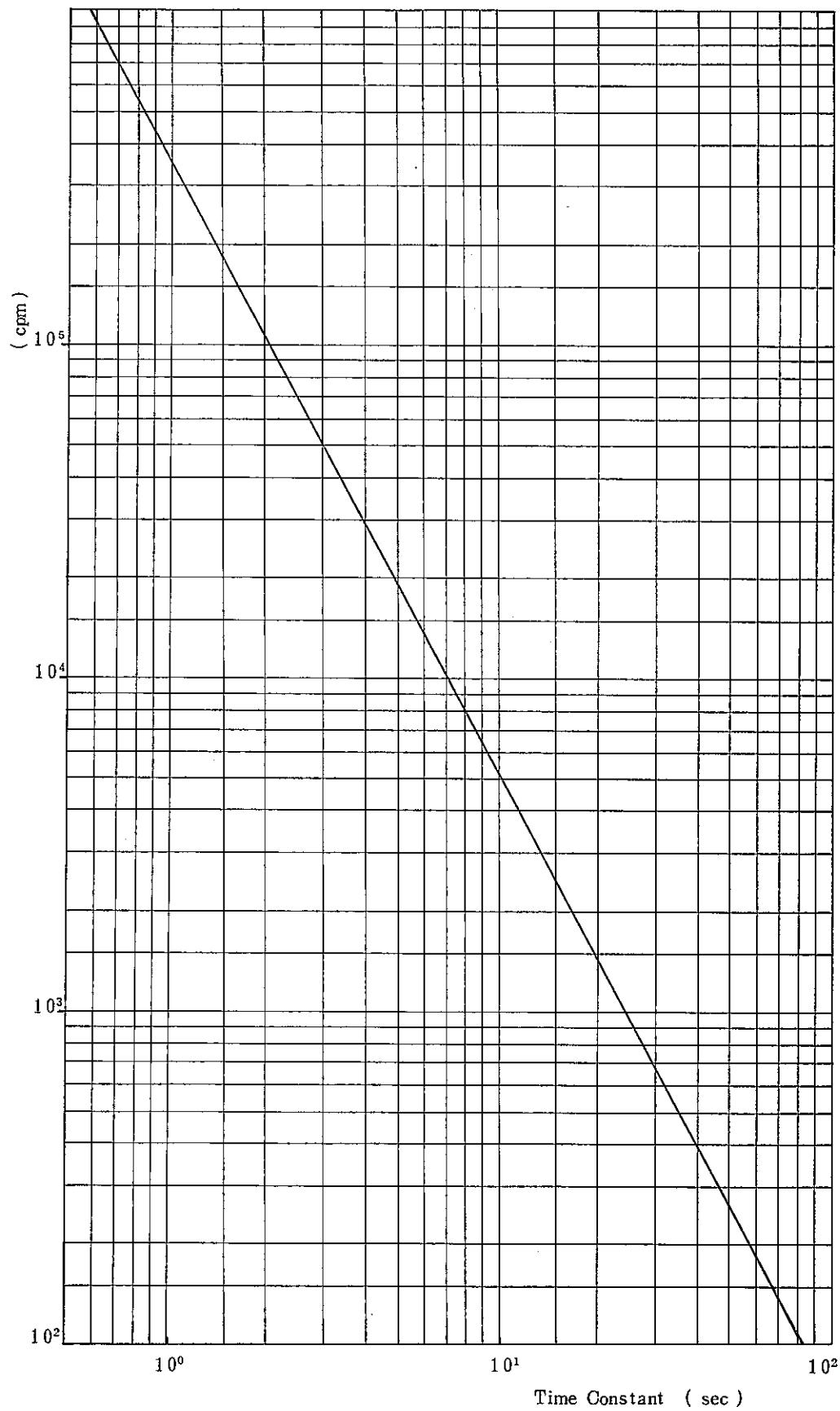
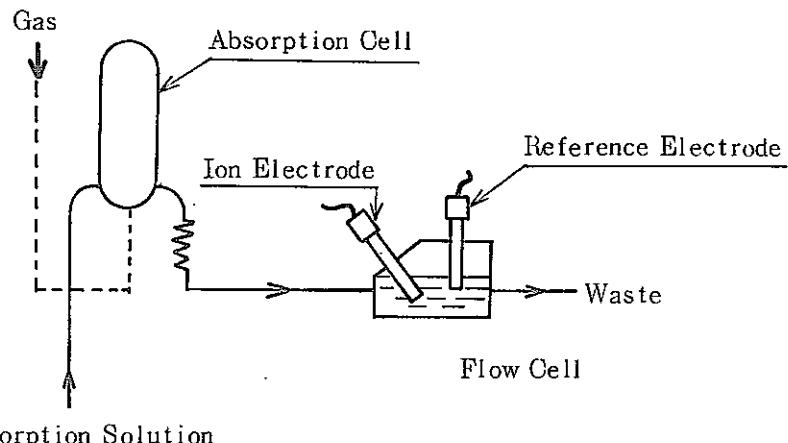
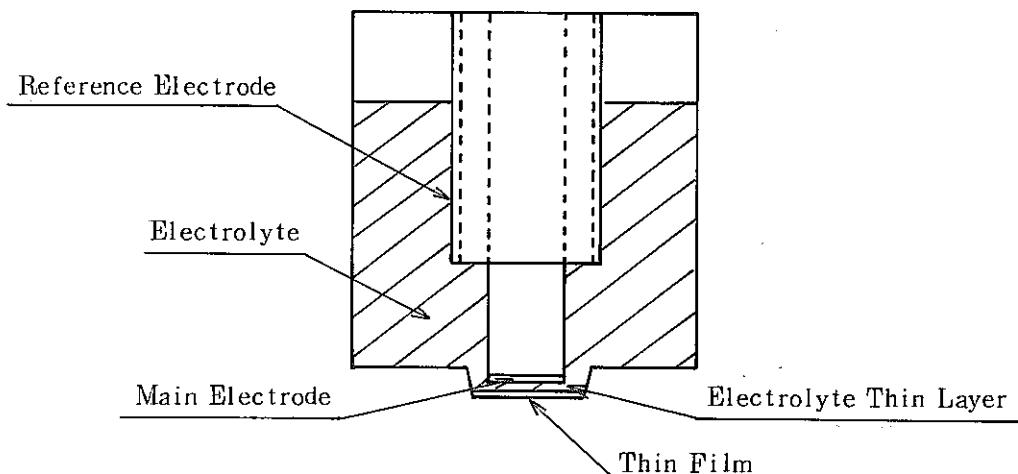


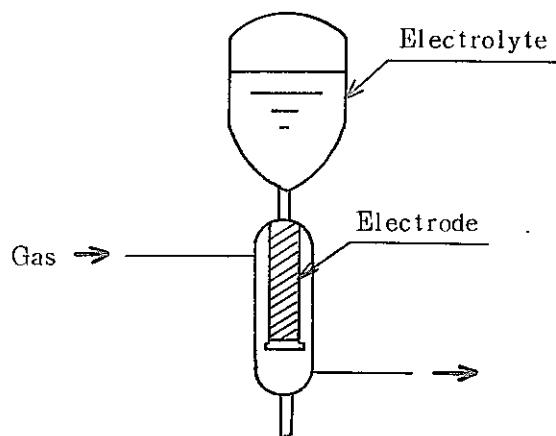
Fig-2 The Characteristics of Log Rate-Meter



(a) Ion Electrode type HF Monitor

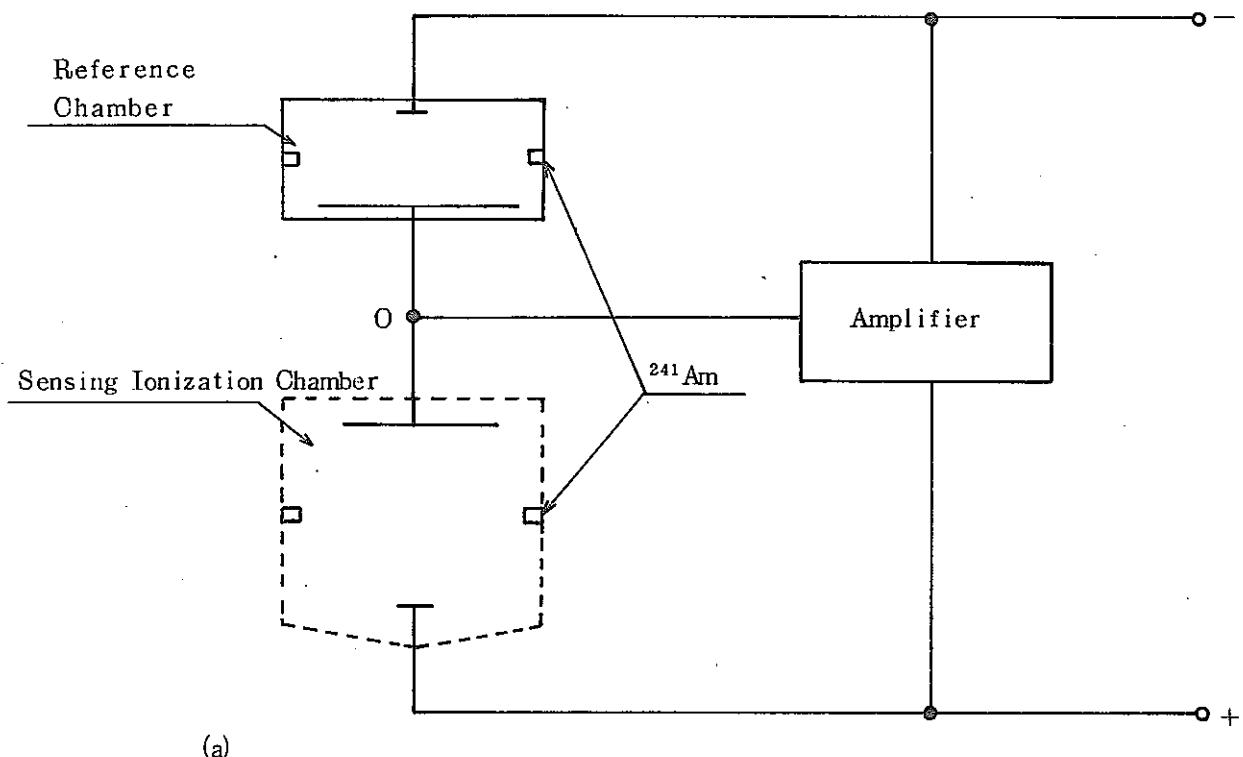


(b) Thin Film type HF Monitor

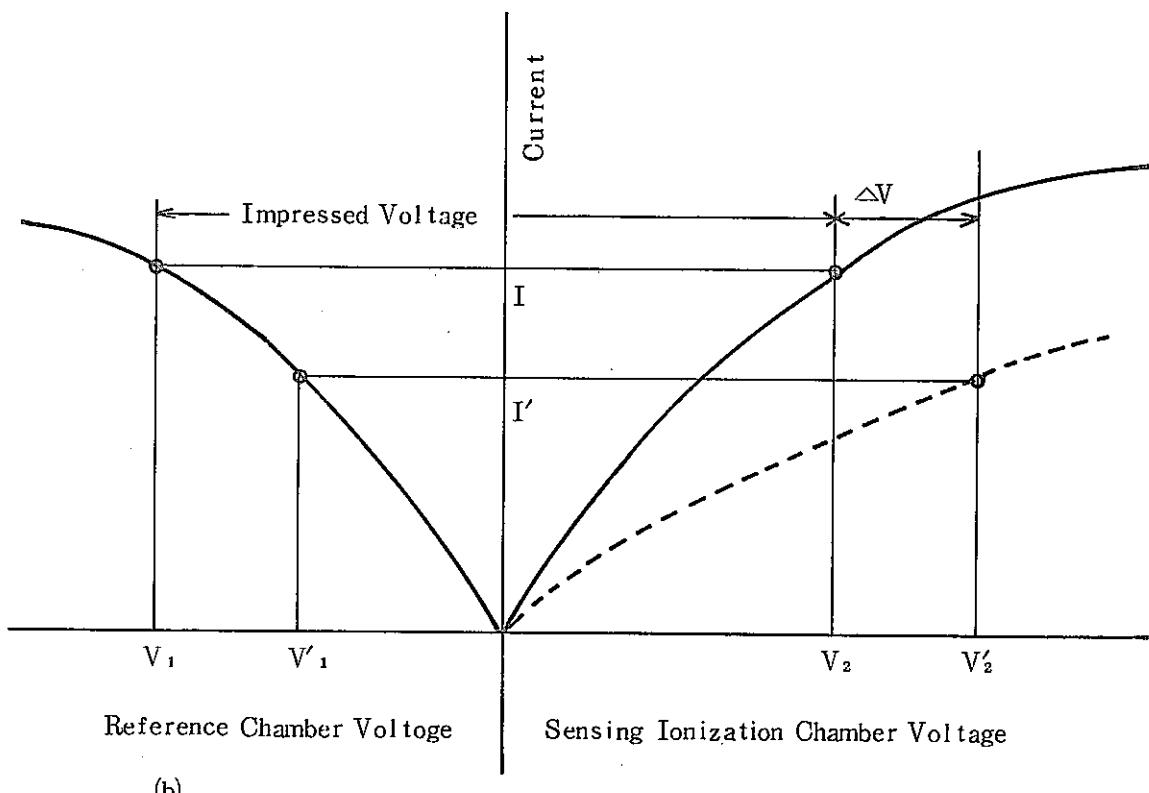


(c) Electric Conductivity type HF Monitor

Fig - 3 HF Monitors



(a)



(b)

Fig - 4 A system for Detecting Selected Gaseous Contaminants in Air

- 17 -

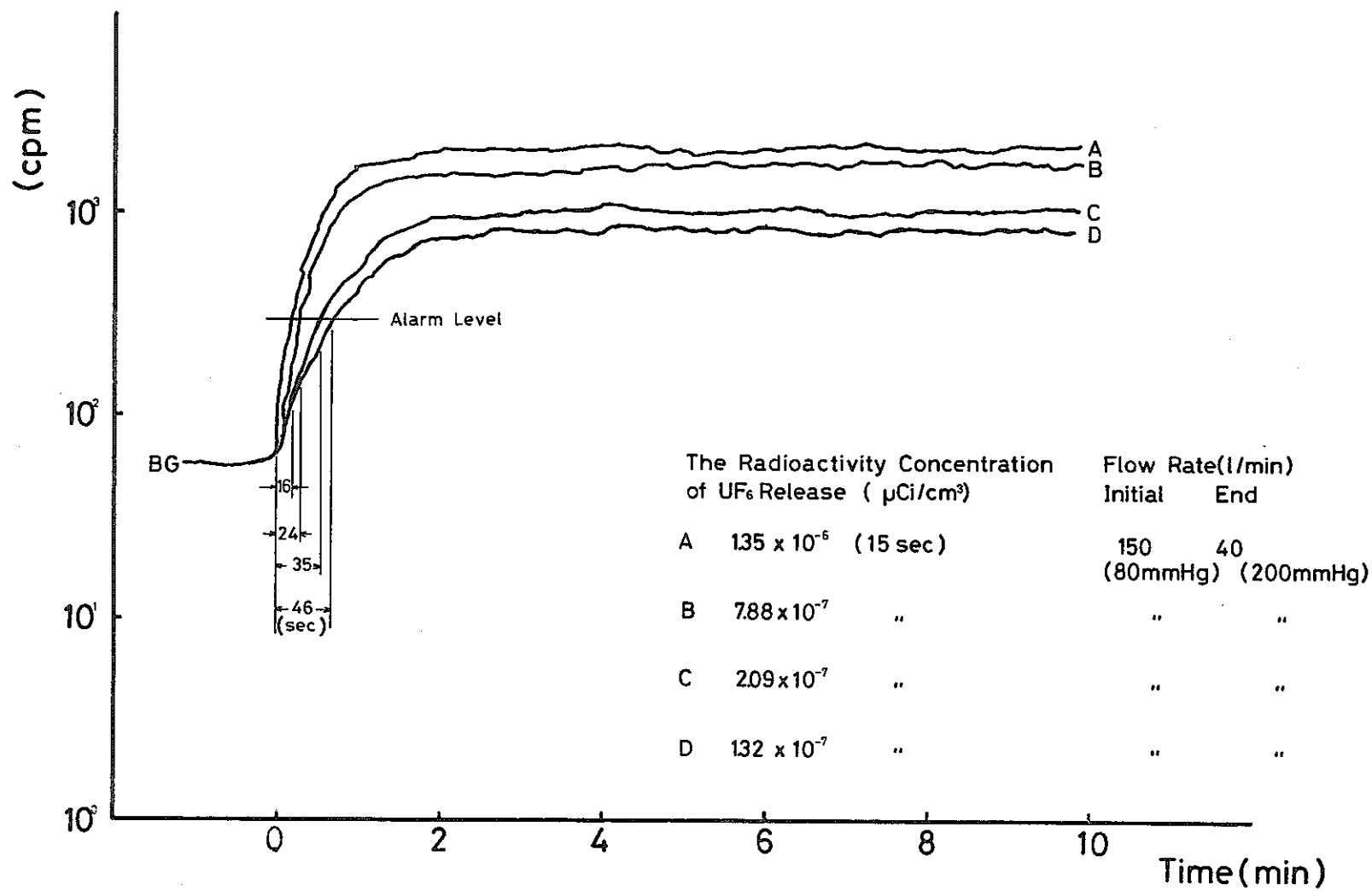


Fig-6 The Response of Dust Monitor (I)

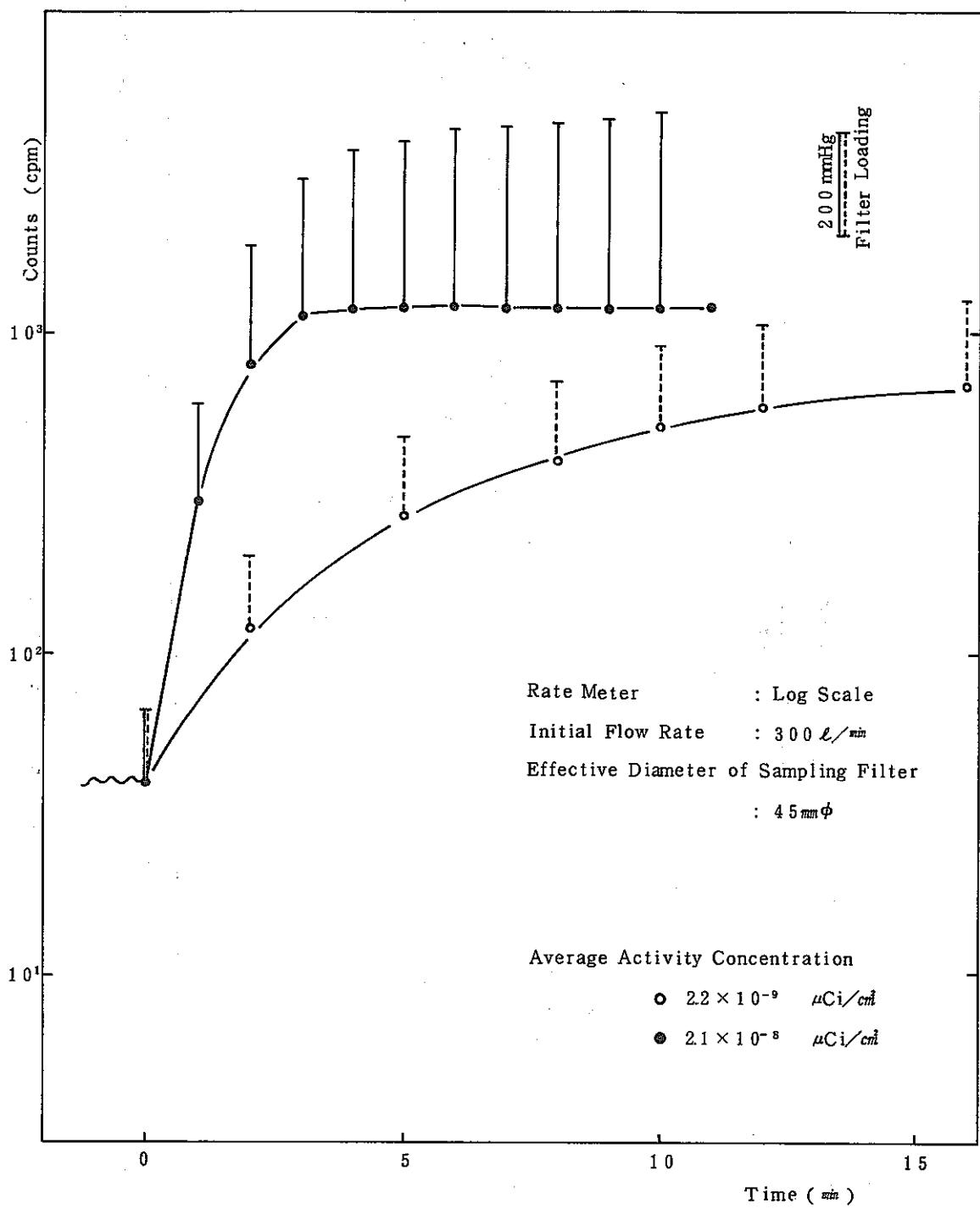


Fig - 6 The Response of Dust Monitor

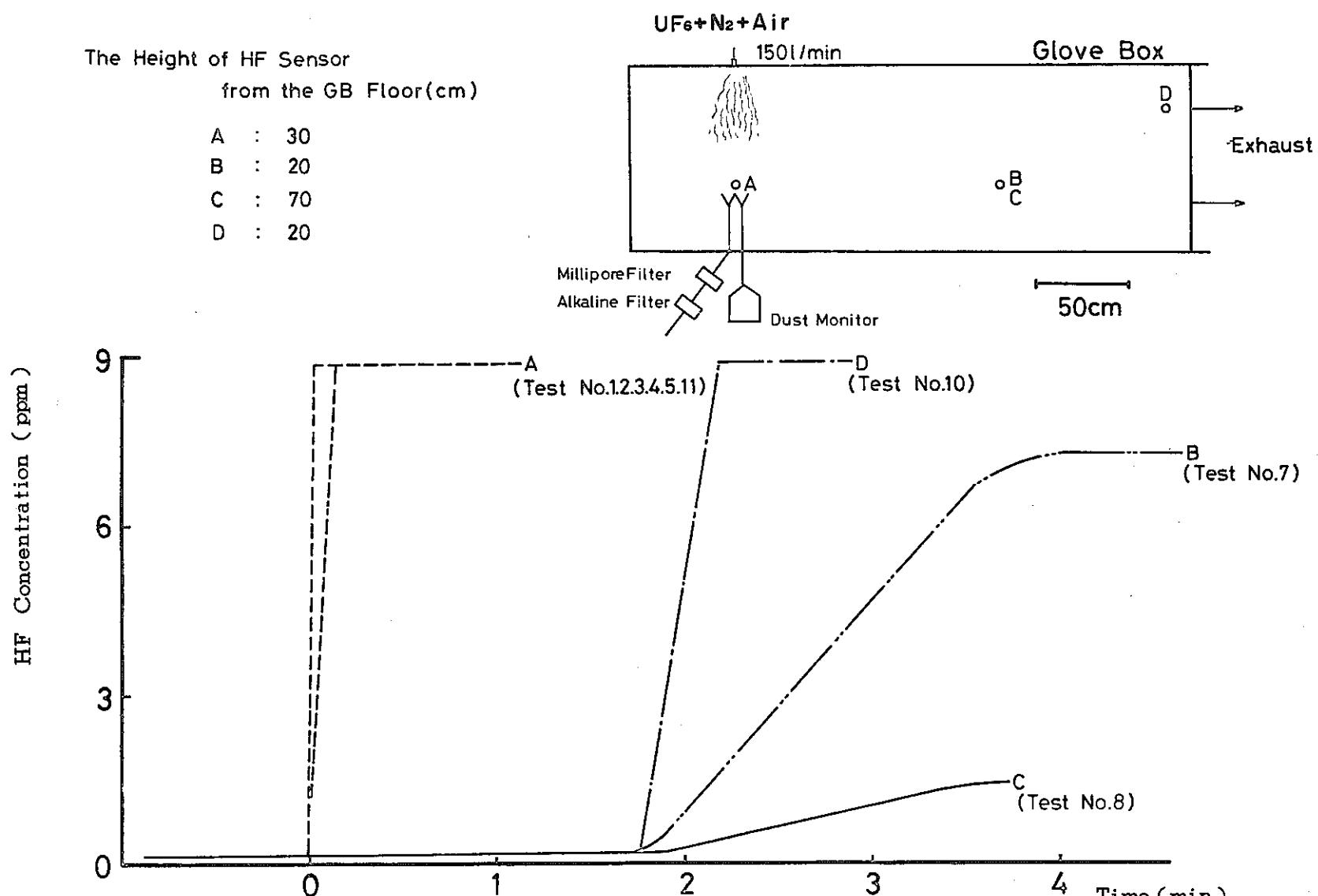


Fig-7 The Response of HF

- 2 0 -

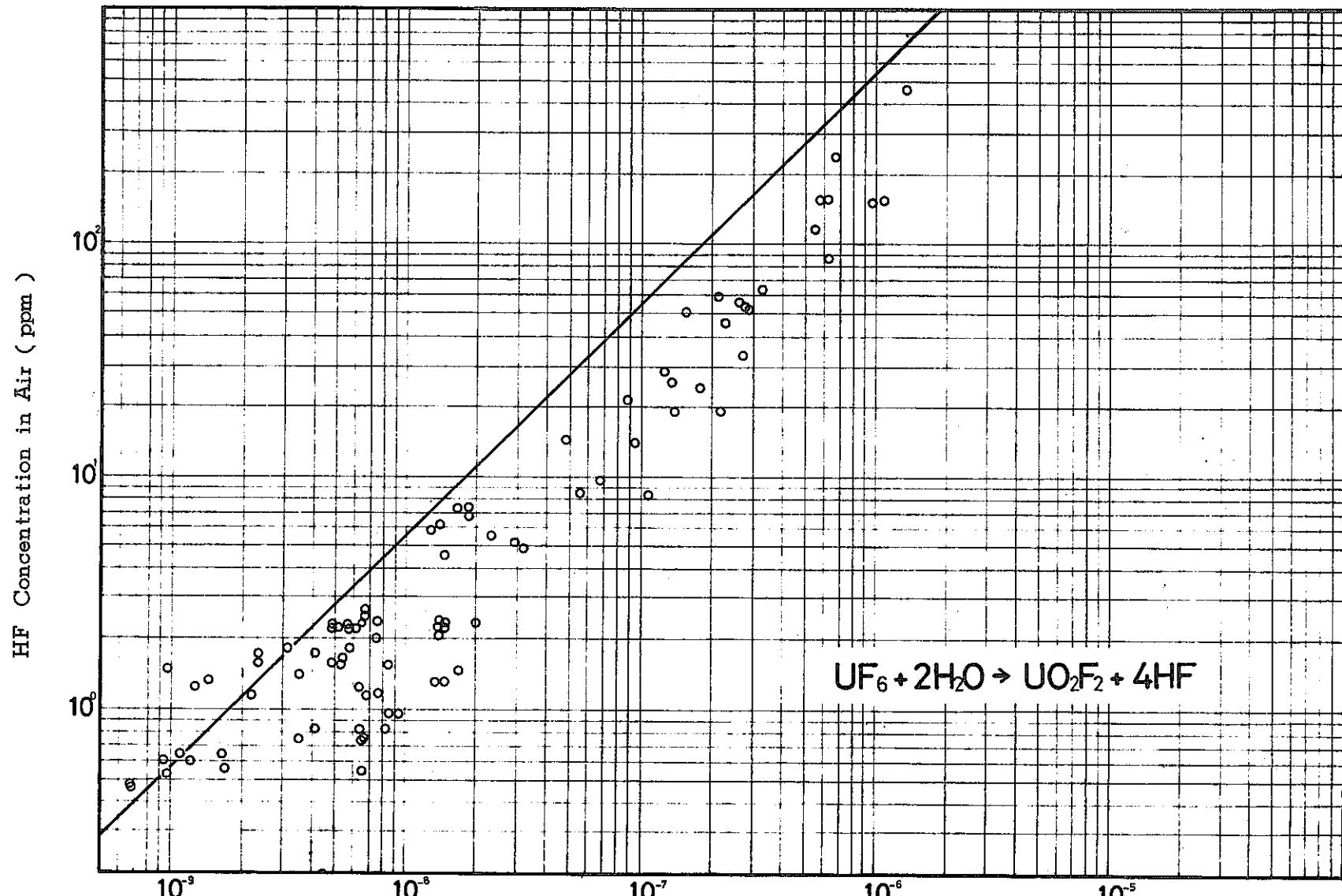


Fig - 8 Radioactivity Concentration vs HF Concentration in Air

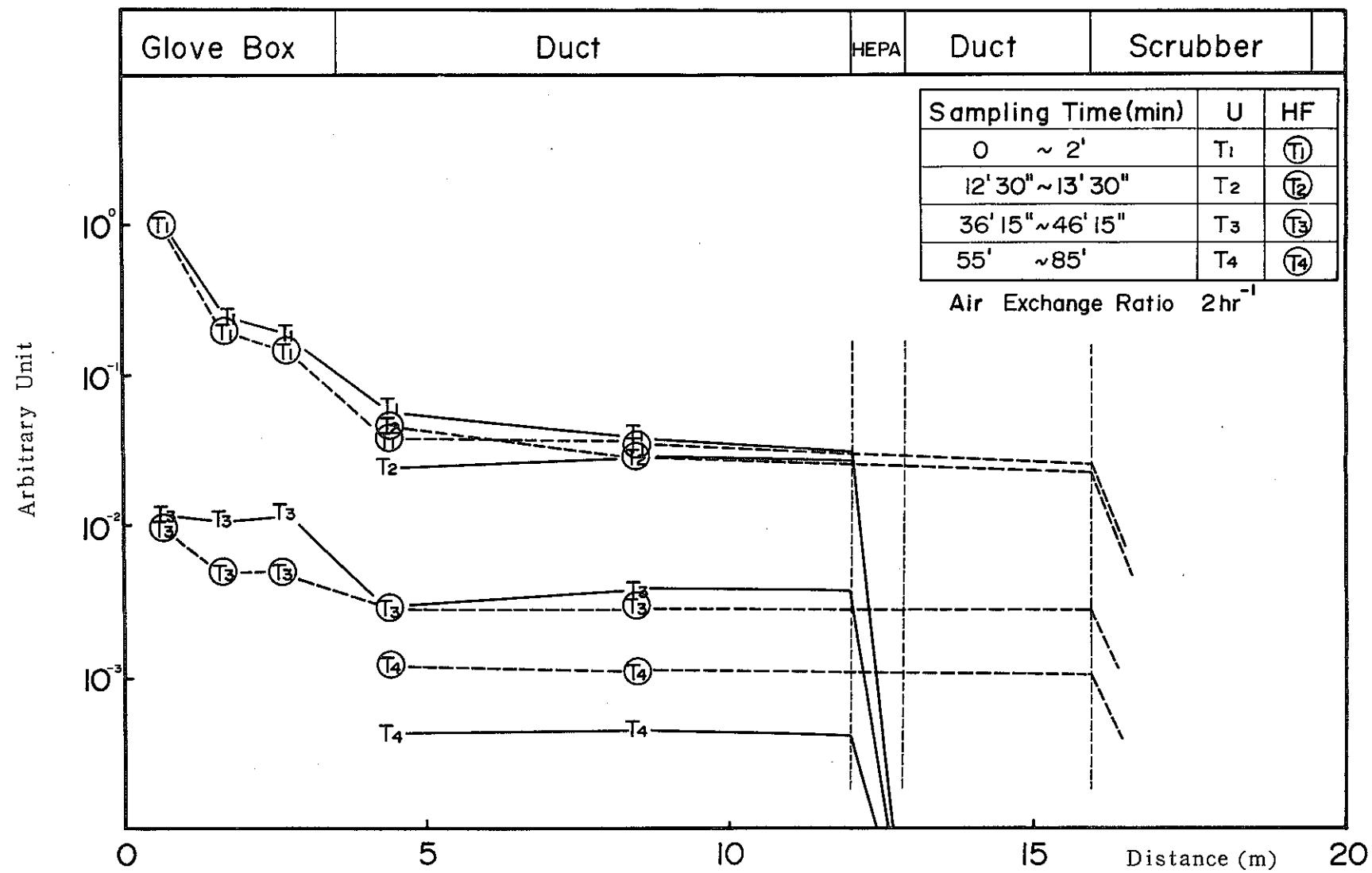


Fig-9 The Distance from the Release Point vs the Concentration of U and HF