

# 労働衛生研究所年報

昭和 47 年度

労働省労働衛生研究所

# 目 次

## I 研究調査

1. 健康管理	1
(1) Computer による健康管理システム	1
一質問紙法による定期健康診断 Screening の妥当性について一	
2. 尿中ステロイドとカテコールアミン分析技術	3
(2) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析	3
(3) イオン交換樹脂クロマトとオートアナライザーをつないだ カテコールアミン分離分析法について (V)	4
(4) カテコールアミン自動定量法の改良	5
3. 生活リズムとその攪乱	7
(5) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (XX)	7
コルチコイドの尿中排泄におよぼす昼夜逆転生活の影響	
(6) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (XXI)	8
コルチコイドの尿中排泄におよぼす生活習慣の影響	
(7) ストレッサー暴露時の日内変動 (I)	8
(8) 睡眠中の尿中アドレナリン排泄量	9
(9) 夜間尿中カテコールアミン排泄量	10
4. ストレス 一分娩、試験	12
(10) 分娩時におけるカテコールアミン排泄量 (II)	12
(11) 学期末試験とカテコールアミン排泄量	12
5. 作 業	14
(12) Isotonic training と isometric training における カテコールアミン排泄量	14
(13) 自由作業と規制作業について	14
(14) 聴覚的 vigilance シグナルと 2, 3 の生理的反応について	15
(15) 精神作業によるストレス反応と不快感について	16
6. アスベスト等粉じん	18
(16) 加熱アスベストの溶解と細胞毒性	18
(17) 諸種のじん肺症起因粉じんの細胞毒性	19

7. カドミウム	21
(18) カドミウムフェームの吸入毒性	21
(19) 亜急性カドミウム中毒における臨床化学的研究	22
(20) カドミウムの長期経口投与実験(1)	23
(21) カドミウムの長期経口投与実験(2)	24
病的変化について	
(22) イタイタイ病患者尿リゾチーム	25
(23) カドミウム中毒症の免疫学的診断	25
(24) カドミウムの次世代への影響	26
8. 鉛	28
(25) 鉛フェーム吸入実験 (I)	28
submicron 鉛粒子の肺内挙動	
(26) 鉛フェーム吸入実験 (II)	29
submicron 鉛粒子による呼吸器病変	
9. メタロチオネイン	31
(27) Metallothionein に関する研究	31
(28) 銅投与ラット肝の metallothionein 分画の金属量	31
—カドミウム投与に対する比較—	
(29) 正常なラット腎の metallothionein 中の金属量の週令的变化	32
10. PCB及びその代替品	34
(30) PCB取扱い事業場における環境および従業員健康調査報告	34
(31) PCBの生体内分布	35
(32) PCBの毒性検討	36
(33) 大気中のPCB測定法の検討	36
(34) 大気中PCB量の測定	37
(35) 感圧紙製造工場従業員の健康調査	37
11. 一酸化炭素	38
(36) 一酸化炭素中毒の生化学的検討	38
12. 重油燃焼生成物	39
(37) 重油燃焼生成物長期吸入実験 (V)	39
—吸入装置並びに環境条件について—	
(38) 重油燃焼生成物吸入実験 (VI)	40
—病理学的所見—	
(39) 重油燃焼生成物の細胞毒性	41

13. 弗素樹脂熱分解生成物	43
(40) 有機弗素樹脂の熱分解生成物の分析(1)	43
「アリザリンコンプレクソン法によるポリフルオロエチレンプロピレン (PFEP) 熱分解生成物中の水溶性弗化物の定量」	
(41) 有機弗素樹脂の熱分解生成物の分析(2)	44
「赤外吸収スペクトル法およびガスクロマトグラフマスマスペクトル法によるポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 熱分解生成物の同定」	
(42) 有機弗素樹脂の熱分解生成物の分析(3)	45
「ガスクロマトグラフマスマスペクトル法および赤外吸収スペクトル法によるポリフルオロエチレンプロピレン (PFEP) の熱分解生成物の同定」	
14. 肺組織病変の客観的評価法	46
(43) 電頭的形態計測法の肺組織への応用	46
15. エアロゾルの肺内沈着	48
(44) 重金属エアロゾルの吸入に関する研究 (II)	48
—不整形多分散アンチモンおよびカドミウム・エアロゾルの肺内への滞留率—	
16. エアロゾルの測定	50
(45) 多段型分粒装置による粒度解析	50
(46) 粒度分布測定器 Andersen Sampler の分級特性	50
(47) 煙道排ガス中の粒子状物質測定用円筒ろ紙の特性について	51
17. 発がん物質の定量	53
(48) 多環芳香族炭化水素系発ガン性物質に対する蛍光分析用溶媒の研究	53
(49) 市販ガソリン中の発ガン性多環芳香族炭化水素の分析	54
(50) アスベスト中の多環芳香族炭化水素の分析	55
18. 気中有機溶剤蒸気の定量	56
(51) 有機溶媒蒸気の赤外吸収スペクトルの利用 (IV)	56
—ゴム糊揮発性成分の簡易定量—	
19. 実験装置研究	57
(52) 環境ガス濃度測定法の性能調査用試験ガス空気流調製装置の作製	57
(53) 呼吸 simulator の研究 (2)	57
(54) 多用途粒子状物質吸入装置の研究 (VII)	58
—吸入箱内換気回数をへらすための一試案—	

20. 大気汚染	60
(55) 粒子状大気汚染物質の電頭的研究	60
(56) 低濃度汚染大気吸入実験の形態学的検討	61
(57) 大気中シアン類の捕集方法の研究	62
(58) インパクター粉じん線のイオン反応 ( $\text{NH}_4^+$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ について)	63
21. 振動	64
(59) 超低周波振動の実験	64
22. ガス吸着剤	66
(60) 種々の活性炭による水銀蒸気の吸着	66
(61) 吸着剤の流動ガス吸着試験	67
23. 防毒マスク	69
(62) 有機ガス用防毒マスク吸取缶通過試験空気流中の四塩化炭素濃度の測定法	69
(63) 防毒マスク吸取缶試験用四塩化炭素蒸気混合気流発生装置	70
24. 塗装プロセスの局所排気	71
(64) 連続式コーターによるエンドレスシートの 塗装プロセスに対する局所排気系 (その1)	71
25. フレキシブルダクト	73
(65) フレキシブルダクトの圧力損失 (第6報) (45°, 135° 曲りダクトの圧力損失)	73
26. 気中タール様物質除去技術	75
(66) 水道用鋼管外面のコールタール塗覆装プロセスに対する排気フード	75
(67) タール様空気汚染物質の捕集除去技術	76
II 保護具検定	78
III 庶務	79
(1) 職員	79
(2) 予算	79
(3) 図書及び刊行物	80
(4) 日誌	81

## 2 尿中フ I 研究 調査

### 1 健康管理

#### (1) Computer による健康管理システム

質問紙法による定期健康診断  
Screening の妥当性について  
中村 国 臣

幾つかの要因により、現在の健康管理方式は、全般的変革を迫られている。この要請に対処する一方策として、computer を利用した健康管理システム (Health Care System) が 2, 3 の企業で試みられている。そのうちの一つ F 社 K 工場の H. C. S. の運用状況を研鑽する機会を得た。F 社に限らず、現在行なわれている computer による H. C. S. は、未だ開発途上における試行段階というべきであり、F 社の場合も、H. C. S. の中枢部をなす健康簿 maintenance subsystem は完成間近かではあるが、運用されておらず、総合された system 全体としての運用効果を評価するにはかなりの時間を要すると思われる。

F 社では、新たな試みとして約 8,000 名の従業員について、定期健康診断に質問紙法による screening を行なっている。これは現在、通常の定期健康診断で行なわれている医師による形式的な打聴診を排し、診察の必要度の比較的高い者の診察内容を濃密化しようとするものである。

今回は、この質問紙法による screening の妥当性について検討を加えた。screening の妥当性を検討するには、false negative (健康障害があるにもかかわらず拾われない) と false positive (健康障害がないのに拾われる) の度合いが判らなければならない。特に健康診断の screening では false negative を少なくすることが肝要である。しかし、この実数をつかむためには screening で拾われなかった者 (約 5,000 名) 全員の精密検診を施行しなければならない。これは現実的に実行不可能であった。又、例年発見される健康障害者の数は極めて少なく、sampling による推定もむずかしい。そこで、以下に示す間接的方法により妥当性の検討を試みた。

1. false positive の率。
2. 1ヶ月前に行なわれた同じ質問紙による pilot survey と、本 screening の質問回答率の突き合せ。
3. 同時に行なわれた U. P. I. (University Personality Inventory) の同じ又は類似質問の回答率の突き合せ。

4. 腰背部痛, 狭心発作, 月経困難有訴者の面接。
5. 個人別質問回答数分布の分析。
6. 血液比重と対応症状の相関。

前述のごとく, あくまでも間接的検討であるから, 断定的結論は下せないが, 上記6項目の検討からはいずれも否定的な結論が得られた。最終的に健康障害と判定される者が非常に少ない事実, これが false positive を多くしている原因であろうが, 果してこの少数の者を screening することが技術的に可能かどうか, あるいはその必要性は? 少なくとも現状でのアンケート調査技術の限界や, 体系化の進んでいない症候論等を考え合わせると, 質問紙法による screening は適切であるとは認め難い。現在質問紙法に代る客観的 parameter を探している。

## 2 尿中ステロイドとカテコールアミン分析技術

### (2) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析

守 和 子

人尿中には遊離型コルチコイドとして, cortisol, 20-dihydrocortisol, 6 $\beta$ -hydroxycortisol など紫外線吸収をもつものが含まれている。cortisol はストレス指標の一つに数えられており, 6 $\beta$ -hydroxycortisol は肝疾患, 薬物代謝に関係のある cortisol の代謝物の一つである。これらのコルチコイドのガスクロマトグラフィー (GLC) による分離は難かしく, 一般には, ペーパークロマトグラフィー, 薄層クロマトグラフィーが使用されている。高速液体クロマトグラフィーで分離剤として ODS-Permaphase, 溶出液としてメタノール-水混合液を用いた場合には, GLC ではなかなか留出しにくい, 水酸基やケトン基の多いコルチコイドが, これらの少ないアンドロゲンより早く流出し, 高温で加熱しないので分解する心配もない。

まず, 置換基の種類, 数, 位置と保持時間との関係を調べるために, モデル化合物として 4-pregnen-3-one (4-P-3-one と略す) およびその 11 位または 20 位の置換体を用いた。装置は Du Pont 製 840 型高速液体クロマトグラフ (紫外線検出器 254nm) で, カラムは内径 2.1 mm, 長さ 1m のものを用い, 分離剤として ODS-Permaphase, 溶出液にはメタノール-水混合液を用いた。温度, 室温, 圧力 40~70kg/cm<sup>2</sup> の範囲で分離挙動を調べた。メタノールの濃度を増すと保持時間は短くなるが, 分離が悪くなる。圧力を増しても同様である。置換基の種類, 数, 位置と保持時間との関係は, 例えば, メタノール-水 (70:30), 60kg/cm<sup>2</sup>, 室温 18°C という条件では, 4-P-3-one, 8.68min.; 20 $\alpha$ -hydroxy-4-P-3-one, 2.43; 20 $\beta$ -hydroxy-4-P-3-one, 2.44; 20 $\alpha$ -acetoxy-4-P-3-one, 2.27; 20 $\beta$ -acetoxy-4-P-3-one, 2.91; progesterone (prog. と略す), 2.55, 11 $\alpha$ -hydroxy-prog., 2.25; 11 $\beta$ -hydroxy-prog., 2.30, 11 $\alpha$ -acetoxy-prog., 2.28; 11 $\beta$ -acetoxy-prog., 2.30, 11-keto-prog., 2.23 であった。11 位, 20 位共に置換基のない 4-P-3-one の保持時間はかなり長くなる。20 位に一つ置換基が入るとかなり短くなる。prog. を母体として 11 位に置換基を入れるとやはり短くなる。20 位では置換基の種類, 立体配置によつて差がみられるが, 11 位ではその差は余り大きくない。しかし, 条件を変えると若干差が出て来る。未だ, 系統的に処理するほど多種類の測定は行なっていないが, 水酸基やケトン基が一個増すと条件を検討すれば分離出来そうである。次に cortisol, cortisone, corticosterone の分離を試みた。メタノール-水 (20:80), 70kg/cm<sup>2</sup>, 室温での保持時間は 2.66, 2.72, 4.83min で cortisol と cortisone の分離は難かしいが corticosterone は水酸基が一つ少ないので溶出が遅れ, 分離できることがわかった。今後, 温度変化を調べる予定である。尿試料からの遊離コルチコイドの分析については検討中である。

### (3) イオン交換樹脂クロマトとオートアナライザーをつないだ カテコールアミン分離分析法について (V)

須藤綾子

昨年度までに筆者は、尿中アドレナリンとノルアドレナリンを、アルミナにより粗精製して減圧濃縮した後、Amberlite CG-50 Type III 6×80mm カラムにより各アミンを分離しオートアナライザーで定量する方法を開発した。本年度はこの方法について更に検討した。

1) 減圧濃縮と回収率について：イオン交換樹脂クロマトに charge した純物質カテコールアミンの回収率は平均、アドレナリン 84.1%，ノルアドレナリン 91.4% であった。また、減圧濃縮する際試料を蒸発乾固させた場合とさせない場合とを比較すると、尿のアルミナ溶出液の場合測定値が前者では後者より両アミンとも約 35% 低く、尿アルミナ溶出液に加えた純物質の回収率はアドレナリンで前者 74%，後者 82%，ノルアドレナリンで前者 78%，後者 95% であった。従って、試料を濃縮させる時蒸発乾固させるとカテコールアミンがいく分分解するのではないと思われる。なお、減圧濃縮の温度は 40~50°C であった。

2) 反応試薬について：カテコールアミン酸化の至適 pH は、酢酸緩衝液では 6.2~6.3、リン酸緩衝液では 6.5~7.0 であるが、この pH 領域における緩衝能力はリン酸緩衝液の方がすぐれている。そこで、従来使用して来た酢酸緩衝液をリン酸緩衝液にかえて試みたが、本法のように長時間連続運転する場合はオートアナライザーのトランスミッションチューブの壁に白色沈澱を生じ事実上使用不可能であることがわかった。

3) 試料について：試料をカラムに charge する前に NH<sub>3</sub> 水で pH を調整するが、アルカリ性になるとカテコールアミンが分解するおそれがあるので、できればそのまま charge する方がよい。そこで、アルミナからの酢酸溶出液を減圧濃縮しそのまま (pH 調整せず) カラムに charge して展開したところ、アドレナリン、ノルアドレナリン、ドーパミンがいずれもほぼ単独に分離することがわかった。また、純物質の回収率も試料の pH 調整をした場合と差がなかった。ただし、場合によつてノルアドレナリンとドーパミンの分離が悪くなることもあり検討の余地があることがわかった。

4) 蛍光分別法との関係について：健常人の尿のアルミナ溶出液 80 試料を本法と後述の蛍光分別法とで測定したところ、相関係数および回帰線は、アドレナリンで  $r=0.978$ ,  $y=0.65x+1.0$ , ノルアドレナリンで  $r=0.941$ ,  $y=0.96x-3.8$  ( $y$ : 本法,  $x$ : 蛍光分別法, 単位 ng/ml) であった。相関係数は比較的高いが、アドレナリン値が両法でかなり異なる。この理由については今後更に検討したい。

### (4) カテコールアミン自動定量法の改良

須藤綾子

すでに筆者はテクニコン製オートアナライザーを使ったアドレナリン、ノルアドレナリンの自動定量法を開発したが、この方法では、試料の pH をまえもつて 6.2~6.3 に調整しなければならず、また測定妨害物質の除去を目的として試料を透析するが、このため感度が悪くまたピークの形もブロードになりやすい。筆者の経験では、健常人の尿アルミナ溶出液にはそれ程多量の妨害物質は含まれていないようなので、透析は必ずしも必要でないと考えられる。そこで、この 2 点を改良すべく図のような Flow-diagram による分析を検討した。

緩衝液の pH とアスコルビン酸、NaOH および K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> の濃度は、アドレナリン、ノルアドレナリンによる蛍光が最大に近く、しかも乱れないピークを与える条件として選んだ。

この方法によると、アドレナリン (5~50ng/ml), ノルアドレナリン (10~100ng/ml) 濃度とその蛍光強度との間に直線関係があつた。また、尿のアルミナ溶出液に加えた基準アドレナリン、ノルアドレナリンの回収率はそれぞれ 90.7, 95.2% であった。

本法と前法との関係を調べるため、150 試料の尿アルミナ溶出液を両法で測定したところ、アドレナリン、ノルアドレナリンに対しそれぞれ、相関係数 0.971, 0.967, 回帰方程式  $y=0.92x+2.1$   $y=1.09x+0.2$  ( $y$ : 本法,  $x$ : 前法, 単位 ng/ml) であった。従つて両法の測定値は一応よく一致しているといえる。ブランク値としては、両法とも faded blank を用いているが、本法では試料を透析しないため前法にくらべブランク値が約 60% 高かつた。しかし、上述のように両法の測定値が一応よく一致していたので、試料の透析は一応不要であると考えられる。

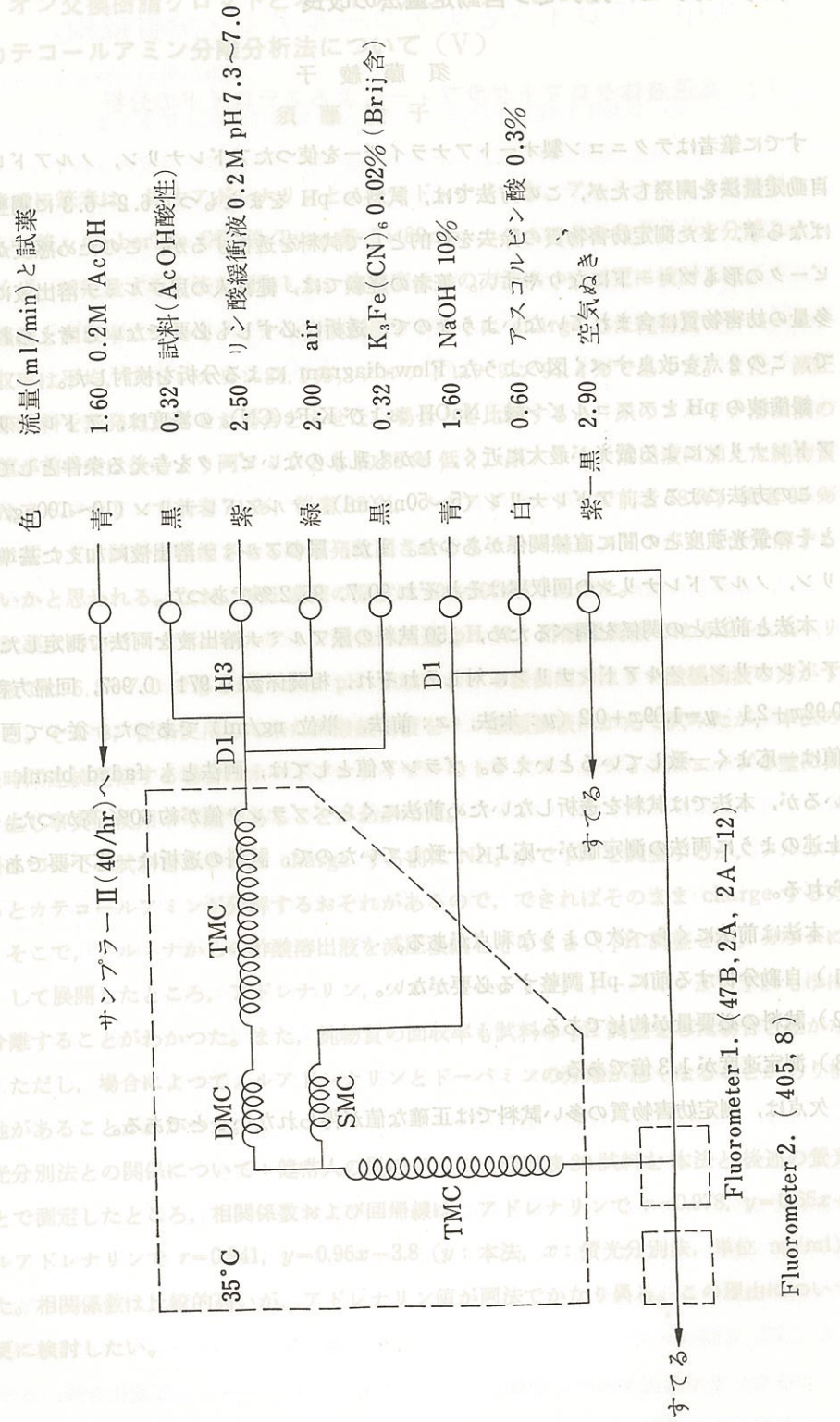
本法は前法にくらべ次のような利点がある。

- 1) 自動分析する前に pH 調整する必要がない。
- 2) 試料の必要量が約 1/4 である。
- 3) 測定速度が 1.3 倍である。

欠点は、測定妨害物質の多い試料では正確な値が得られないことである。

(3) イオン交換樹脂クロマトと液相の液相試薬を用いた試料 (4)

FLOW DIAGRAM FOR THE DETERMINATION OF CATECHOLAMINES



3 生活リズムとその攪乱

(5) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (XX)

コルチコイドの尿中排泄におよぼす  
昼夜逆転生活の影響

守 和子・中野 憲\*・岡 龍雄 (\*北里大・衛生)

夜勤を2~3日連続してもコルチコイドの尿中排泄の日内リズムは昼夜逆転しないといわれている。また、条件によつて異なるが8日位でリズムの逆転がみられたとの報告もある。最近では夜勤の連続日数を短くしている作業場も増加しているので、夜勤2~3日目におけるコルチコイドの尿中排泄を日内リズムの振幅の大きい tetrahydrocortisol (THF), tetrahydrocortisone (THE) を中心として調べた。

被験者は4組三交替制 (111 222 333 明休日) の作業員7名、年令51才1名、30才代6名 (平均35才)、勤務年限11年9月~25年1月 (平均14年9月) で、看視作業を主とする職場の指導的立場にいた。一直 (8~15時) の2日目の9時から24時間、三直 (22~8時、仮眠2時間) の2日目の0時から32時間、睡眠中を除き原則として3時間毎に採尿した。ただし、一直時の朝は睡眠中でも6時に採尿した。また、一直1日目、三直2日目の作業の前後に自覚症状を、12日間を通して睡眠時間 および その深さを記録させた。排尿、採尿時に舌下温を測定した。

舌下温は一直時 (三直明から5日目) は朝6時が最低で午後最高となる典型的昼夜正常生活時のパターンであつた。三直 (2~3日目) はリズムの中では朝6時の値が最低ではあつたが、一直時に較べるとかなり高値を示した。昼眠に相当する時間帯では低く目、21時では高か目の値を示した。代表的な尿中コルチコイド代謝物、THF+allo-tetrahydrocortisol (a-THF), THE, cortolone,  $\beta$ -cortolone についてみると、一直時のパターンは第XX報の日常生活時のものと殆んど同じであつた。即ち、交替勤務者も、三直明から5日目には昼勤者と同じパターンを持つ。しかし、恢復に何日かかつたかはこの実験からはわからない。三直時を一直時と比較すると21~6時の平均排泄量がかなり増加している。昼間は三直時 (昼眠を含む) は減少の傾向がある。これらの関係は 17-OHCS, 17-KGS, 17-KS でも観察されたが、後の二者では、一直、三直共振幅が小さい。睡眠時間、自覚症状しらべの結果は昨年度 (8) の56名の結果と殆んど同じであつた。

尿中 17-OHCS はストレス指標としてしばしば使用されている。そこで、三直時夜間増加、昼間減少の現象はストレス負荷の度合の差によるものとも当然考えられる。しかし、簡単に逆転しないのは、固有のリズムの保持もかなり強固なものと思われる。ストレスを負荷しながら

昼夜逆転生活をさせた場合、それが1日目であつても、三直時と似た現象が観察された。そこで、ストレスの強度によつて昼夜逆転生活のリズムへコルチコイドのリズムが順応し易くなるのか、また、1日で起こされたリズムの変化と、2~3日またはそれ以上かかつた場合とでは回復の過程が違うかどうかなど、まだ問題点は残されている。

## (6) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (XXI)

### コルチコイドの尿中排泄におよぼす生活習慣の影響

守 和 子

日常生活時のコルチコイドの尿中排泄をみると、朝6~9時の値に個人差が大きい。また、6~9時の立上がりはかなり少ない例が観察された。これは起床時間の習慣が影響しているのではないかと考え、起床時間の遅い習慣を持つ女子1名について、予備的に尿中排泄を調べた。日曜日にはしばしば昼近くまで寝ているので、土曜日の午前0時より24時間、3時間毎の分画尿をとつた。また、採尿時、舌下温と脈拍数を調べた。0~3時はねむさを我慢して起きていた。3~12時まで就寝、16~24時まで仕事をした。その間のアドレナリンの排泄量は3.2, 0.0, 0.0, 0.0, 7.5, 8.8, 9.8, 12.4 ng/minであつた。舌下温、脈拍数の最低値は6時で、最高値は15時であつた。

コルチコイドの尿中排泄を24時間の平均値を100%として各分画を百分率で表わすと、tetrahydrocortisol (THF)+allo-THF は42, 31, 42, 134, 183, 152, 129, 87%; tetrahydrocortisone (THE) は35, 28, 40, 132, 186, 162, 123, 93%; cortolone は44, 35, 43, 116, 181, 154, 129, 98%;  $\beta$ -cortolone は65, 49, 44, 89, 131, 163, 146, 113%であり、6~9時において第XIX報で観察されたような急激な立上がりは見られなかつた。17-KS, 17-KGS, 17-OHCSにおいても同じ現象が見出された。なお、 $\beta$ -cortoloneでは、リズムは少しあとへずれている。最高値は $\beta$ -cortolone (15~18時)を除いて12~15時であつた。この被験者についての朝6時とか、9時に起床させた値とも比較する必要があるが、人は習慣により、コルチコイドの日内リズムが若干ずれる場合があることがわかつた。

## (7) ストレッサー暴露時の日内変動 (I)

守 和 子

実験室内で昼夜逆転生活をさせ、覚醒時ストレッサーに暴露させた場合の17-OHCS, THF+a-THF, adrenaline (ADR)などの尿中排泄の変動を3時間毎の分画尿について調べた。被験者は男子学生5名、その中4名には麻雀ゲームを負荷し、他の1名にはこの実験の手伝

いをさせた。実験は18時に開始され、48時間続けられた。第一夜は普通に睡眠させ(0~9時)、第二日目の13時より徹夜で麻雀をさせ、朝7時半就寝、16時頃起床、18時に実験を終了した。ゲームを負荷していない時間は、特に、強いストレスがかからない範囲で自由にさせた。ゲームを負荷しなかつた1名の行動は自由であつたが、彼はゲームのルールを知らず、興味を示さなかつた。昼眠中(9時に採尿、あとは1分画とする)を除き、3時間毎に採尿、舌下温、脈拍数、血圧を測定、自覚症状、主観的疲労度調査を行なつた。

徹夜で長時間の負荷を行なうので、出来るだけ自然に、快適に、飽きずに眠気を最小限におさえるために、負荷として麻雀を選び、喫煙も自由とした。従つて、測定結果は複合ストレスに暴露されたと考えた方がよいと思われる。ADRの排泄量はゲームをやつた4名の中、1名“A”が他の3名に比べ、非常に高値を示した。他の3名のADRの排泄はパターンも量も類似していた。“A”も量は違うが、パターンは類似していた。ゲームに参加した群の覚醒中のADRをみると、ゲーム中は夜間でも、昼間と変わらないADRの排泄があるが、3~6時では減少している。主観的疲労度の一番大きかつたのも6時であつた。Fröbergらは72時間断眠させ、射撃を連続負荷した実験から、ADRには夜2時頃谷を持ち昼間山を持つ日内リズムの存在すること、ADRの排泄量はパフォーマンスとは正の相関を、主観的疲労度とは負の相関を持つと述べているが、本実験のADRと疲労度との関係と一致している。なお、“A”は覚醒中の最高血圧、ゲーム中のnoradrenalineの排泄量も他の3名より高値であつた。手伝いをした1名にはゲームを負荷した場合のようなはっきりしたADRの変化はなかつた。夜眠中も昼眠中もADRの排泄は平均1ng/min以下で、その差はなかつた。17-OHCSについては、とくにゲーム従事者群ではゲーム中の夜間は夜眠中より約30%の増加が、昼眠中はゲーム中の昼間より約40%の減少がみられ、日内変動に乱れがみられた。tetrahydrocortisol (THF)+allo-THFの結果も17-OHCSとほぼ同じであつた。舌下温もゲーム従事群のみ乱れがみられた。手伝いをした1名はゲームの行なわれていた0~6時は採尿の後処理に30分位起きていただけであつた。彼の17-OHCS, THF+allo-THF, 舌下温の日内リズムには余りみだれは観察されなかつた。これらの反応の差はストレスの強度、あるいは仮眠の有無に係るものと推察される。

## (8) 睡眠中の尿中アドレナリン排泄量

守 和 子

三交替制作業員の睡眠中の尿中アドレナリン排泄量を調べた際、一直の夜眠中に比べ、二直の夜眠中、三直の仮眠中および三直の昼眠中の測定値がやや高値を示した。そこで、それが本質的なものか、または、他に高くする原因があるかどうかを検討した。実験I:男子学生4名について、午前0時から9時まで睡眠をとらせ、睡眠前の3時間尿と







## 5 作 業

### (12) Isotonic training と isometric training における

#### カテコールアミン排泄量

須藤綾子・岡 龍雄

Frankenhaeuser らによると、自転車エルゴメーターを使った身体的労作負荷実験では、750 kpm/min では尿中アドレナリン、ノルアドレナリン量とも著増するが、450、150 kpm/min では全く変化しないという。一方、Neal によると VMA 排泄量と酸素消費量との間によい相関関係があるという。また、これらの身体的負荷はいずれもいわゆる isotonic training に属するものであり、isometric training におけるカテコールアミン量についての報告はない。そこで筆者らは、①100m/min 歩行 (RMR=4~5 とと思われる)、②150m/min 走行 (同8~10)、③精神的負荷として労研式知能検査負荷、④ isometric training として、仰臥上体おこし、腕立伏臥、両腕肘曲げなど7種目をできるだけ長時間持続すること、の4種の負荷を健康男子10名に約1時間行わせた。そして、負荷前、後の尿のアドレナリン、ノルアドレナリン量を測定した。なお、負荷実施は、連続2日間の第1日目午前①、同午後②、第2日目午前③、同午後④であった。アドレナリン排泄量は、負荷②、③、④で有意に増加し、その増加率はそれぞれ86、132、68%であった。ノルアドレナリン排泄量は負荷②で有意に増加し④でも増加の傾向にあった。増加率はそれぞれ116、21%であった。即ち、軽度の isotonic training ではアドレナリン、ノルアドレナリンとも不変、重度の isotonic training では両アミンとも増加、精神的負荷時はアドレナリンのみ増加、重度の isometric training ではアドレナリン増加ノルアドレナリンいく分増加、という結果が得られた。いろいろな事情で負荷実施の時期を random にできなかつたので、結果の解釈には十分注意しなければならないが、この結果は Frankenhaeuser らの報告とよく一致していると思われる。また、isometric training の結果が、前述の分娩時におけるカテコールアミンの変化とよく似ている点が注目される。

### (13) 自由作業と規制作業について

須藤綾子

作業速度などの作業条件が他から規制される作業 (規制作業とよぶ) は、産業の近代化に伴い増加すると考えられるが、この規制作業と、比較的作業者の自由な意志の入り得る作業 (自由作業とよぶ) との間に差があるか否かをカテコールアミン尿中排泄量を中心に検討した。作業は、興・柿崎の開発した連続加減算負荷装置による2ケタの加算作業で、作業速度を一

定にした場合 (規制作業とする) と、被検者各人が普通行おうような適当な速度で行なうよう指示して行わせた場合 (自由作業とする) とを同一日の午前と午後に行ない比較検討した。健康男子被検者15名 (19~27才) のうち7名については午前自由作業午後規制作業、8名については午前規制作業午後自由作業を行わせた。作業量の影響を除くため、実験をはじめる前に自由作業を5分間行わせ、その90%の速度で規制作業を負荷した。実験は、椅坐位安静1時間の後安静時尿をとり、20分間ずつ2回5分間の休憩をはさんで作業を行わせ、作業終了30分後に作業時尿をとった。尿中アドレナリン、ノルアドレナリンを測定し、また、作業量、正答数を記録し、自由作業規制作業のうちどちらがやりやすかつたかを被検者にきいた。

平均作業速度は自由作業において約5%大であつたが、これは上記のように実験計画上当然のことであつた。誤答率は自由作業で平均7.6%、規制作業で11.0%であり、危険率5%で規制作業の方が高かつた。また、被検者15名中9名が自由作業の方がやりやすいと答えたが、これは有意ではなかつた。一方、尿中アドレナリン排泄量は自由作業作業前値  $6.1 \pm 1.6$ 、作業中値  $9.1 \pm 1.8$ 、規制作業作業前値  $5.7 \pm 1.1$ 、作業中値  $10. \pm 1.8 \text{ ng/mg creatinine}$  であり、いずれも作業中値の方が作業前値より有意に高かつた。作業によるアドレナリン増加量は規制作業の方が高い傾向にあつたが、統計的には有意ではなかつた。ノルアドレナリン排泄量はほとんど変化がなかつた。

以上をまとめると、本実験の場合自由作業と規制作業の差は誤答率に最もよくあらわれており、主観的なやりやすさやアドレナリン増加量では両作業の差がはつきりしない。一方やりやすさとアドレナリン増加との間の相関関係は  $P=0.1$  であり、アドレナリンの増加は作業の形態そのものよりもむしろ主観的な感じに関連しているように思われる。

なお、本実験の自由作業でアドレナリン量が増加したことは、一昨年度の用紙法によるクレペリン加算テストでの結果と異なるが、その理由として、1ケタ加算作業と2ケタ加算作業のちがい、用紙法と機械を用いた場合のちがい、なれの影響などが考えられるが、いずれであるかは明らかでない。

### (14) 聴覚的 vigilance シグナルと 2, 3 の生理的反応について

加藤寿一・野崎亘右

vigilance task に関して今回はとくに聴覚的 vigilance をとりあげ、そのシグナルと生理的反応との関係、更にシグナル認知に対する生理的評価に関して検討をくわえた。

被験者として8名の健康青年男子 (平均年齢22才) を用い、1時間の椅坐位安静後、聴覚的 vigilance シグナルを認めるのみの作業 (作業1) を30分間負荷し、10分間の椅坐位安静後、シグナルを認め押しボタンにより応答をおこなう作業 (作業2) を2時間にわたり負荷し、その間における心拍数・GSR・手掌皮膚抵抗値・被験者の応答、ならびに疲労自覚症状 (産業疲

労委員会 1954) と他の自覚感に関する内省を求めた。

作業1と作業2との関係についてみると、シグナルを認知するのみでGSRは誘発されるが、すべてのシグナル呈示によつてGSRが誘発されるとはかぎらない。しかし押しボタンによる応答をおこなう過程が追加されることによりGSRの出現頻度は増加する。作業1の誘発性GSRと作業2におけるdetection performance以下DP)間の関係は少ない。GSR頻度(自発性GSRと誘発性GSRとの和)・自発性GSR頻度は作業2の方が作業1より多く、皮膚抵抗値は作業2の方が低いが、心拍数は両作業間に差を認めず、また作業2開始より30分間の値も同様の成績を示した。自覚的には作業2の方が作業1より朦朧感が少ない傾向にあった。作業1のGSR頻度・自発性GSR頻度・皮膚抵抗値・心拍数のそれぞれのレベルと作業2のDP間の関係は少ない。

作業2のシグナル呈示と生理的反応とについてみると、GSRは応答によつて誘発されるが、必ず出現するとはかぎらず、また誤謬時にGSRを伴う場合がある。誘発性GSRが少ないとDPが低下する傾向があるが、誘発性GSRの分散・slopeとDP間の関係は少ない。またGSR頻度・自発性GSR頻度・皮膚抵抗値・心拍数の2時間にわたるレベル・分散・slopeとDP間において、皮膚抵抗値レベルが高くなるとDPが低くなるがその他の変化とDP間の関係は少ない。

以上の成績より、作業2のDPは作業1における皮膚抵抗値・誘発性GSRとにより推定することは困難であるが、作業2の皮膚抵抗値・誘発性GSRとによつて生理的に評価することの可能性を暗示しているもののように推定された。

### (15) 精神作業によるストレス反応と不快感情について

柿崎敏雄

前年度に続いてまず、作業遂行に基づく不快感情が精神作業によるストレス反応に影響するかどうかを調べた。

青年健康男子20名に計数表示装置を用いて2桁の加減算作業をmaximum performanceの80%の作業密度で1時間負荷した。作業の前後に生理的指標の測定を実施し、作業後に作業遂行に基づく不快さおよび体力の測定を行なった。不快さは感受度を15cmの線分上に被検者にしるしさせ、グラフ尺度法により測定した。体力の測定は身体計測によるVervaeck's指数とハーバードステップテスト(台高40cm)による体力指数について行なった。作業がストレスになっていることは生理的指標の変動パターン(脈拍数、拡張期血圧値、血液比重および血清たんぱく量の増加、血清水分量の減少)からわかった。なお、作業による血清たんぱく濃度の増加は血清水分の減少に依存するものと推察された。不快さは前回の単純精神作業の場

合よりも弱かった。生理的指標間には有意の相関がみられたものもあつたが、Vervaeck's指数、ステップテストによる体力指数、生理的指標および不快さの間にはいずれも相関性は認められなかつた。従つて作業遂行に基づく不快感情のストレス反応への影響は認知されなかつた。また被検者の体力はストレス反応および不快感情とは特に関連はないようである。

次に、環境に基づく不快感情が精神作業によるストレス反応におよぼす影響を調べた。

不快感情をひき起こす環境要因は種々あるが、ここでは処理しやすい音刺激を選んだ。10名の被検者に4000Hzの純音3レベル(70, 80, 90dB)および対照(40dBのファン音)の4条件下で2桁の加減算作業をmaximum performanceで15分間ずつ負荷し、各区切りごとに音に基づく不快さおよび生理的指標の測定を行なった。4条件の負荷順序は個人ごとにランダムに組まれた。作業を負荷しない対照実験では生理的10指標は4条件によつて何らの変動も示さなかつた。作業を負荷した実験では、80dBで血清アルブミン、90dBで血清たんぱくおよびグロブリンがそれぞれ対照(40dB)に比して有意( $P < 0.05$ )に減少した。一方4条件下での不快さは対照実験のそれらと差がなく、task performanceも4条件によつて変わらなかつた。この結果、純音暴露はいずれもかなりの不快感情を誘発したが、そのみでは生理的指標には全然影響をおよぼさないことがわかつた。また精神作業負荷時でも、task performanceを低下させるまでには至らず、90dBで血清たんぱく量をわずかに減少させたにすぎない。この減少は精神作業によるストレス反応(増加)とは逆行するもので、ストレス反応を一見軽減するようにも見えるが、本当の意味は不明である。いずれにしても環境に基づく不快感情の精神作業によるストレス反応への影響はほとんどなく、あつたとしても非常に弱いものと考えられる。

## 6 アスベスト等粉じん

### (16) 加熱アスベストの溶解と細胞毒性

興 貴美子・坂部 弘之・小川 薫

昭和 43 年度において、加熱サーペンチンの細胞毒性と鉱物学的性質について検討し、650°C 附近で加熱したサーペンチンでは細胞毒性の強い事を認め、この温度附近でクリソタイルは、forsterite への移行期にあるためであると考えた。本年度においては、これらクリソタイルの化学的性質と細胞毒性の関連について検討を加えた。

原土即ち、UICC クリソタイルと、この 200, 300, 500, 650, 700, 800, 900, 1000°C 加熱クリソタイルの夫々の 10mg を再溜水 10ml に県濁し、毎日 25°C 4 時間振盪し、後遠沈してその上清をとり、この上清について pH の測定、溶出 Si 量、Mg 量及び Fe 量を前者は比色法により後二者は原子吸光法によつて測定した。細胞毒性はラット腹腔内マクロファージ及び赤血球に対する影響を検討した。

溶出液の pH は、原土及び 500°C 加熱は第 1 日目には夫々 pH 8.7 及び 9.9 を示すが第 3 日頃から 7.0 附近となる。650°C 及び 750°C においては第 1 日目に 10.3 及び 10.2 を示しその後漸減するが 15 日後においても尚 8.9 及び 8.6 を示す。1000°C では初めから 7.6 を示し、15 日間略一定した値を示した。

Si 及び Mg の溶出量は、650°C 及び 750°C では原土の 3~5 倍の溶出量を示し、これが 15 日間にわたつて継続する。500°C においては、pH と同様第 3 日目頃まで比較的高い値を示すが、後原土と略等しい溶出量となる。原土では Mg, Si 溶出量共に 15 日間略一定した値を示す。1000°C では、両者の溶出量は極めて少い。

Fe の溶出量は原子吸光法によつて検知できなかつた。

各加熱クリソタイルの上清における pH の変動と Mg 量の変動はよく似ているが、pH の変動をひきおこす物質については明らかでない。

マクロファージに対する影響を C<sup>14</sup>-ロイシンの取込み、乳酸生成量からみると、原土 650°C, 750°C の県濁液及びその上清の添加によつて阻害がみとめられる。しかし、これら県濁液及び上清の pH を 7.8 に補正する事により、県濁液では阻害は軽減され、上清では阻害作用が消失する。又、15 日間溶出した後の各クリソタイルにおいても、溶出前と略等しい阻害効果が認められた。

赤血球に対する影響は、マクロファージの場合とは異り、650°C, 750°C の添加でおこる強い溶血作用は、pH の補正により軽減されず、又、上清のみの添加では溶血はおこらない。

クリソタイルは、加熱によりクリソタイルから forsterite へと構造変換を行うが、この移

行期である 550~650~750°C において、Si 及び Mg 溶出量が増加し、これに伴つて pH がアルカリ性に傾く。マクロファージに対しては 650°C, 750°C を添加した反応系での pH の変動によりみかけ上の阻害効果が現われるが、赤血球での 650°C, 750°C 添加による溶血現象はこれらの pH とは関係なく、650°C, 750°C 加熱クリソタイルの表面の性質によるものと考えられる。

### (17) 諸種のじん肺症起因粉じんの細胞毒性

興 貴美子・坂部 弘之・小川 薫

じん肺症病因の研究の一環として、石英、アスベスト及び他のじん肺症起因粉じんについてマクロファージ及び線維芽細胞に対する影響を検討した。

供試粉じんは、アスベストとして UICC のクリソタイル、アモサイト、クロンドライトを用いた。又、石英はアルカリ処理石英 0.5~2 $\mu$ 、ろう石、タルクは手磨砕の 2~5 $\mu$ 、絹雲母(1 時間磨砕) 0.5~2 $\mu$ 、アルミニウム(24 時間磨砕) 0.5~2 $\mu$ 、酸化チタン 2 $\mu$  以下を用いた。

マクロファージは、ラット腹腔内マクロファージを、線維芽細胞としては、マウス胚由来の 3T6 細胞を用いた。マクロファージに対する影響は、細胞内乳酸脱水素酵素(LDH)の流出、TTC 還元能、C<sup>14</sup>-ロイシンの取込みによつて測定し、線維芽細胞に対する影響は H<sup>3</sup>-チミジンの DNA への取込みによつて検討した。

マクロファージに対するアスベストの影響については、昨年度に報告したように培養液中に血清が存在しない時には毒性を示すが、血清の存在によつて毒性を失う。石英、アスベストを除く上記粉じんでは、マクロファージに対して強い毒性を示すものはなかつた。

線維芽細胞に対する影響は、2 $\times 10^5$  細胞から培養を開始した場合、クリソタイルで 50 $\mu$ g、アモサイトで 500 $\mu$ g、クロンドライトで 100 $\mu$ g 以上の添加では、H<sup>3</sup>-チミジンの取込み阻害を示すが、それ以下の量の添加では、H<sup>3</sup>-チミジンの取込みの増加が認められる。この現象のおこる原因は明らかでないが、増殖の促進によるものと考えられる。Al 及び絹雲母では、500 $\mu$ g 以上の添加では取込み阻害がみられるが、それ以下の添加では阻害がみられない。ろう石、タルクでは取込みに影響を与えなかつた。又、石英では 1mg から 50 $\mu$ g までの添加によつて影響を受けない。TiO<sub>2</sub> では 1mg の添加で軽い取込みの低下が認められるがそれ以下の量では対照と等しい取込みを示した。

以上の結果からマクロファージに対して強い毒性を示す石英は線維芽細胞の増殖に対して影響を与えない事、アスベストにおいては線維芽細胞では血清が存在するにもかかわらず、大量では H<sup>3</sup>-チミジンの取込み阻害及び形態学的に細胞の障害像が認められ、少量では取込みの増

加が認められる。他のじん肺症起因粉じんであるろう石、タルク、Al 等ではマクロファージ及び線維芽細胞共に強い影響を与えなかつた。石英及び石綿以外の上記粉じんによるじん肺症が粉じんの比較的大量短期間吸入によつて惹起されやすく、且肺胞に主病変をもつところから、これら粉じんによるじん肺症の発生は、マクロファージの崩壊が「ひきがね」となるのではなく、肺胞内マクロファージによつて処理しきれなくなつた粉じんが、肺胞上皮細胞若しくは、線維芽細胞に直接影響を与えるのではないかと考えて、線維芽細胞に対する影響を検討した。しかし、この実験条件では、これら粉じんは線維芽細胞に顕著な影響を与えなかつた。アスベストにおいて、少量の添加がむしろ線維芽細胞への H<sup>3</sup>-チミジンの取込みを増加した事は石綿肺症ではマクロファージの崩壊がなくても、直接線維芽細胞に作用して増殖を促進する可能性がある。珪肺症が肺間質及びリンパ腺に特異的に粉じんの停滞及び線維形成の強い事と上記のような石英の細胞に対する影響とは何らかの関連があるかもしれない。

## 7 カドミウム

### (18) カドミウムフュームの吸入毒性

吉川 博・本間 克典・栗盛 静枝

カドミウム (Cd) の障害としては慢性 Cd 中毒が大きな問題ではあるが、産業中毒としては吸入による急性 Cd 中毒がいまも重要な問題である。

今回はカドミウムフュームの吸入毒性を、フュームの粒径と濃度を一定にして、ラッテに吸入させた場合の急性毒性について検討した。

Cd フュームは高周波加熱式フューム発生装置から発生させ、これを吸入箱に連結し、同時に5匹のSD成熟雄ラッテ(体重250~300g)に吸入させた。フュームの粒径は0.2 $\mu$ (CMD)、吸入時間は30分間とした。吸入暴露後動物は正常飼育にもどし7日間観察した。

暴露濃度と致死量: Cd フュームの気中濃度を12~40mg/m<sup>3</sup>の範囲で30分間吸入させると、LC<sub>50</sub>値は約25mg/m<sup>3</sup>であつた。死亡例は全例とも著しい呼吸困難をおこし、殆んどが吸入後24~48時間で死亡した。12mg Cd/m<sup>3</sup>暴露群では体重の減少を認めなかつたが、19mg/m<sup>3</sup>以上では体重減少し、3~5日後から再び体重は増加しはじめた。

肺内沈着率: 20mg Cd/m<sup>3</sup>の30分間吸入直後のラッテの肺内 Cd 沈着率は約30%であつた。

Cd 吸入と肺重量・水分量: 20mg/m<sup>3</sup>の Cd フュームを30分間吸入させた直後・24時間・7日後の肺重量比(肺/体重×1000)、乾燥重量比(乾燥重量/生重量×100)を検討した。吸入後24時間目の解剖所見では、肺は著しく腫脹し出血斑が散在し、気管の切口から白色泡沫が流出した。7日後もいまだ腫脹し、赤褐色の斑点が散在していた。重量比と乾燥比では、吸入直後は正常時と同じであるが、24時間後には肺重量比は著しく上昇し、乾燥重量比は著しく低下した。7日後には重量比は更に上昇したが、乾燥重量比は、ほぼ正常時と同じ値にもどつた。即ち、Cd フュームは肺に対してはげしい局所刺激作用をもつことが示めされた。

吸入後の Cd の体内分布: 20mg/m<sup>3</sup>の Cd フュームを30分間吸入させた直後と1、7日後の Cd の体内分布をみると、肺に吸収された Cd は指数函数的に肺から減少し、24時間で約1/2、7日後に約1/4量になつた。肝・腎・脾・心・精巣での Cd 含有量は、24時間後に増加しているが、1と7日後の Cd の正常時の含量に対する増加は、肝は7と6倍、腎は4.7と8.3倍、脾で3.5と2.8倍であつたが、心と精巣では Cd の増加は殆んどみとめられなかつた。

以上の結果から、Cd は肺に対して著しく強い障害をあたえ、Cd フュームの発生する職場においては、慢性 Cd 中毒に対する予防対策は勿論必要であるが、短時間の高濃度暴露に対する嚴重な対策と監視が必要であることがわかる。

## (19) 亜急性カドミウム中毒における臨床化学的研究

吉川 博・栗盛 静枝  
金田 正己\* (北里大・衛生)

カドミウム (Cd) の慢性中毒の主症状は腎障害と低分子蛋白尿といわれ、今日多くの研究がこの分野で行われつつある。しかしながら、Cd による生体内の物質代謝なり、諸酵素に対する影響についての研究は余りないので今回は脂質代謝、無機質代謝及び血清中の諸酵素の Cd 投与による経時的変化を追求した。

実験には成熟雄性日本白色種ウサギ 15 羽を用い、これを 3 群にわけ、I と II 群には 0.5 と 1.0mg Cd/kg を、III 群には同量の蒸留水を投与した。投与方法は 1 週間に 5 日間 (月一金曜日) 皮下注射し、11 週間注射した。これらのウサギについて毎日の体重を測定し、採血は毎週月曜日の朝、Cd を注射する前に心臓穿刺により行なつた。測定は血清中の GOT, GPT, LDH, Alkaline-Phosphatase (Al-P) Acid-Phosphatase (Ac-P), コレステロール, 遊離脂肪酸, Ca, P について行なつた。なお、実験終了時の 11 週間後に全部のウサギについて心、肺、肝、脾、腎、副腎、精巣、顎下腺及び血液中の Cd, Cu, Zn の含有量を原子吸光法で定量した。

体重の変動では、I, II 群両方ともに 8 週間までは実験前値をやや下廻つて体重増加は抑制されているが、その後 I 群は漸次体重は増加し、II 群では体重の減少を示した。

血清中諸生化学的物質の測定では、その経時的推移から 3 つに分けられた。即ち、第 1 は、Cd 投与初期からその値が増加するもので、総 Ac-P, 前立腺性 Ac-P, コレステロール, 遊離脂肪酸などであり、この中で前立腺性 Ac-P を除いては I, II 群ともに同じように増加し、前立腺性 Ac-P の増加は II 群の方が著明であつた。

第 2 の群は II 群の体重減少を示した 8 週間目以降に値が上昇したもので、GOT, GPT, Al-P, LDH などがこれに属する。I 群においては殆んどその値に変化を示めなかつた。第 3 の群は、全観察期間中変動を認めなかつたもので、血清中 Ca と P がこれに属する。

これらの結果から、Cd 暴露の影響を比較的初期に知るには、血清中の Ac-P, コレステロール, 遊離脂肪酸の測定が有用であることを示唆していると同時に、Cd は生体内脂質代謝に影響を与えるものであらうと推定される。なお、実験終了時の各臓器の Cd 含有量をみると、心、肺、脾、副腎、精巣では II 群の方が I 群より Cd 含有量は多いが、肝、腎、顎下腺においては I, II の両群ともに同濃度に含まれており、この点は興味あるものと考えられる。又、各臓器の Cu と Zn 含有量についてみると、Zn は Cd 投与により増加の傾向、Cu は逆に減少の傾向を示した。

## (20) カドミウムの長期経口投与実験 (1)

吉川 博・河合 清之・福田 一男・大沢 基保  
京野 洋子・清水 聡子・栗盛 静枝・戸谷 忠雄  
山田 明甫\* (第一製薬) 若新 多汪\* (東医大病理)

カドミウム (Cd) を長期間経口投与したラットの Cd 中毒の病態像を解明するために実験を行なつた (前年度の年報 (28 頁) に本実験の途中経過を述べてあるが、実験終了時において結果はかなり修正された)。

実験方法は前年度の年報に述べた条件で 8.5 ヶ月間飼育した後、I—V 群の全ラットを屠殺し、血液所見、血清中の生化学的物質の測定、血中 Cd 定量、各臓器中 Cd 定量、および病理組織学的検査を行なつた。

体重増加は、100 と 200ppm 投与群で 3~4 ヶ月頃から抑制されるが、10 と 50ppm 投与群では対照群とはほぼ同じ体重増加の傾向を示した。

飲水量は Cd 濃度の高い水を飲ませた群ほど減少し、この傾向は観察期間中変わらず 200ppm 投与群での 1 日の飲水量は対照群のその約 1/2 量であつた。餌摂取量については全群ともに同量で、1 日の餌摂取量は 20~25g であつた。

尿排出量は、飲水量の場合と同じ傾向で、Cd 濃度の高い飲料水を投与した群ほど尿排出量は少なかつた。200ppm 投与ラットの尿排出量は対照群のその約 1/2 量であつた。

尿中 Cd 排出量は、1 日当りの排出量からみると、高濃度の Cd を投与している群ほど Cd の排出量は多いが、この増加の程度はきわめて小さく、対照群での Cd 排出量は 1~2 $\mu$ g/日であつたが、200ppm 投与群でも 3~4 $\mu$ g/日 にすぎなかつた。又、Cd の尿中排出量は投与期間中に漸増の傾向は全く認められず、Cd が蓄積されてきても、Cd の尿中排泄は増加しない。むしろ、散発的に多量の Cd を排出していた。

8.5 ヶ月間 Cd を経口投与した後の各臓器の Cd 含有量をみると、当然のことではあるが各投与群ともに肝腎に著しく蓄積されているが、心・脾・副腎にもかなりの濃度で Cd が蓄積されていた。対照群における正常時の Cd 含有量では大腿骨 (0.89 $\mu$ g/g) が最も高濃度に含有し、ついで副腎 (0.35), 腎 (0.14), 脾 (0.10), 肝 (0.06), 肺 (0.05), 脳 (0.04), 精巣 (0.03) の順であつた。この正常時の Cd 含有量に対する各 Cd 投与群の含有量の増加率でみると、肝・腎で最も高率に Cd が蓄積されるが、ついで心・脾、肺・精巣にもかなりの蓄積性がある。しかし、骨には正常時に最も高濃度に Cd を含んではいないが、Cd 投与による蓄積は他の臓器に比して著しく少ない。

## (21) カドミウムの長期経口投与実験 (2)

病的変化について

河合 清之・吉川 博・福田 一男・大沢 基保  
清水 聡子・栗盛 静江・京野 洋子・宮田 信明  
山田 明甫 (第一製薬) 若新 多汗 (東京医大病理)

前報に引続き 36 週の実験終了時点における血液所見、血清蛋白、尿蛋白、病理組織学的所見などについて述べる。血液では軽度の貧血傾向が 100ppm 群から現れはじめ、大腿骨および脊椎骨髄の脂肪髄化を伴う。血清 Ca は 10ppm 群から上昇を示すが、血清 P、コレステロール、LDH、GOT、GPT などは著しい変動を示さない。血清総蛋白は 100ppm 以上で低下傾向を示す。血清アルブミン・A/G 比には著しい変動はみられなかつた。血清グロブリンは低下傾向を示すが、IgG の変化は著しくないため、IgG 以外の分画の減少によるものと考えられる。

尿蛋白所見では、時に多量の蛋白排出を示す個体があつたが、それらはすべて特発性腎炎を発症した個体で、これを除外すると、尿中へのアルブミン排泄は増加傾向を示す。しかし  $\alpha_2$ U 蛋白排泄は著変がない。

腎病変の主像は従来の記載のとおり近位尿細管上皮の萎縮ないし変性で、50ppm 群から陽性個体が現われる。糸球体病変は軽度である。骨では大腿骨骨皮質の菲薄化と骨梁萎縮が線性的にも組織学的にも明らかで、骨 Ca 量、Zn 量の低下がみられ、それらの各変化の疑陽性個体は 10ppm 群から出現しはじめる。消化管では胃以下全般にわたつて慢性炎症変化がみられ 50ppm 群から陽性となり、200ppm では粘膜の萎縮を伴う。脾・唾液腺 (顎下腺耳下腺) などの外分泌臓器実質細胞萎縮、摂護腺の間質浮腫と上皮萎縮などがとくに注意を要する所見と考えられる。その他肝では光顕レベルでの実質障害は確認されず、星細胞増殖と小肉芽腫の散発的形成、脾の赤色髄減少と濾胞周辺での細網細胞増殖、副腎の重量増加傾向などは Cd 投与量の上昇と平行して明瞭化する傾向がみられる病変である。精巢実質は 200ppm 群でも変化を確定出来ない。

Cd 中毒に関する実験的研究は既に数多いが、腎・精巢・肺以外の諸臓器の病変にも目を向け、同時に他の生化学的所見および Cd の動態との関連において、慢性 Cd 中毒の全体像を把握しようとする試みはすくなかつた。本実験は経口投与による予備実験であるが、すでに腎以外にも多くの臓器に病変を認め、36 週時点で陽性個体を出現させるに必要な投与量水準の高低をかりに指標として考えると、慢性経口投与においては、骨・腎・消化管等は重要な罹患臓器であり、さらに造血臓器および血液・脾・唾液腺・摂護腺およびその他の性器附属器官も注意されるべき臓器と考えられる。一定の実験条件下での一定臓器の病変に限つていえば、蓄

積 Cd 量と病変の程度の間には量・反応関係が成立するが、又病変を発生させるのに必要な蓄積量は、臓器により、又投与条件によつて著しく変化し、今後多角的な検討を要する。

## (22) イタイタイ病患者尿リゾチーム

木村正己・小滝規子

腎障害において糸球体疾患と尿細管疾患では尿蛋白組成に差異がある。前者ではアルブミンなど数万以上の分子量をもつ蛋白が多く、後者では Retinol-binding protein や  $\beta_2$ -microglobulin など数万以下の分子量をもつ蛋白が多く見出されている。Piscator はカドミウム中毒ウサギ尿に、Prockop-Davidson は水銀中毒ラット尿にリゾチーム活性値の増加がみられたと報告している。リゾチームは分子量約 14,000 の低分子量蛋白質で、溶菌酵素として広く生物界に分布し、感染防禦因子のひとつと考えられている。そこで、カドミウム中毒、イタイタイ病などの患者の尿リゾチームレベルを検べた。標準試料はヒト母乳リゾチームを用い、酵素活性は ML-cells による比濁法で定量した。イタイタイ病患者の尿中にかなりのリゾチームが含まれていることが判つた。一方、イタイタイ病患者の血清リゾチームも正常値 (2~3  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) に比して高値 (15~25  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) を示した。イタイタイ病患者の腎機能障害により低分子蛋白リゾチームの尿細管による再吸収が抑制されるのであろう。

24 時間尿 (約 10) に 50% 硫酸 (w/v) を加え溶解後、冷所に一夜放置。遠沈後の沈澱物を水にとかして、Sephadex G100 によるゲルろ過を行なつた。溶菌活性を測定し酵素画分を集め、UM-2 による限外濾過で脱塩、ついで、DEAE-Cellulose や Bio gel CM-2 によるイオン交換クロマトを行なつた。Bio gel P-2 による脱塩で凍結乾燥品を得た。収量は主区分 (Sephadex G100-F 分画) について約 10% であつた。

イタイタイ病患者尿リゾチームの純度とヒト母乳リゾチームを比較すると、ディスク電気泳動 (pH4.2) 的に均一であり、同一の易動度を示した。紫外吸収曲線もよく類似していた。アミノ酸分析値も主区分についてはヒト母乳リゾチームのアミノ酸組成とよく一致した。また抗ヒト母乳リゾチーム血清 (ウサギ) と沈降反応し、免疫化学的にもヒト母乳リゾチームと同じものであることが証明された。抗ヒト母乳リゾチーム血清を利用したイタイタイ病患者尿リゾチームの免疫化学的定量を行うことが可能であろうと考えられる。

## (23) カドミウム中毒症の免疫学的診断

木村正己・野見山一生 (群大衛生)

最近日本各地で問題となつているカドミウム中毒の主要症状は腎障害と低分子蛋白尿といわれている。腎障害の機構については明らかにされてきているが、低分子蛋白についてはいまだ



不明の点が多いため、ディスク電気泳動やゲルろ過などによつて同定されてきている。しかし、技術的にもまだ問題が残されているうえに多数試料の処理もできぬまま、カドミウム中毒の鑑別診断は行きづまっているというのが現状である。しかし最近にいたつて、低分子蛋白の同定が行なわれ、 $\beta_2$ -microglobulin ( $\beta_2$ -MG) と Retinol-binding protein (RBP) が主要成分であることが判明した。さらに、イタイタイ病患者尿中に多量の Lysozyme の排泄されていることも見出された。そこで、これら低分子蛋白の抗血清を作製しカドミウム中毒の鑑別診断に用いれば、技術的に正確かつ簡易化されることになる。低分子蛋白を精製しこれを用いてウサギに抗血清を作らせた。さらに、この抗血清を用いて鑑別診断に関する予備的実験を行なつた。

イタイタイ病患者数名の尿について、尿中低分子蛋白の構成比をディスク電気泳動、ゲルろ過によつて研究し、 $\beta_2$ -MG, RBP, Lysozyme を多量に排出する尿試料を見出した。さらにこの患者尿試料を大量に採取し、塩析法、ゲルろ過法、イオン交換法などにより  $\beta_2$ -MG, RBP, Lysozyme を分離精製した。そこで、これらの低分子蛋白をウサギ足蹠に皮内投与して抗体を作らせた。Lysozyme はヒト母乳より分離精製したものをを用いて抗体を作らせた。Agarose 1.5g に 0.1M Veronal Buffer (pH8.6) 50ml, 生理的食塩水 50ml を加え、加温して溶解する。さらに  $\text{NaN}_3$  を 0.1g と Twine 80 を数滴加える。このようにして作った 1.5% Agarose を 13ml 試験管にとり、60°C に加温しながら、0.1~0.4ml の抗血清を加え、泡が立たないように攪拌する。正確に水平な机上にのせた paltigen 板に 60°C に加温したピペットで 1.5% Agarose を移し、徐々に冷やす。3.0mm の穴をあけ、ここに定量すべき尿試料を 20 $\mu$ l 入れたのち、paltigen 板を 36°C で保存し、24 時間後、48 時間後に穴周囲の白色輪(抗原抗体反応がおこっている)の直径を測定する。直径の 2 乗が低分子蛋白量に比例する。

腎炎、ネフローゼ患者尿中には 1000mg/l の多量の Albumin, カドミウム中毒者、作業者、ウイルソン病患者、イタイタイ病患者尿中には 30~150mg/l の  $\beta_2$ -MG と 4~20mg/l の Lysozyme とが検出され、一般腎疾患と尿細管疾患とを簡単に鑑別できることがわかつた。加えて、抗 RBP 血清による免疫学的定量も研究中である。

#### (24) カドミウムの次世代への影響

福田一男・戸谷忠雄

重金属の生殖機構への影響に関する基本的概念は未だ確立されておらず、その研究はようやく緒についたばかりで、多くの未知の問題を含んでいる。特に生体内蓄積作用と同時に胎盤通過性を有する物質に関しては、生体障害は一世代のみに止まらず、次世代に影響を及ぼす可能

性があり、例えば有機水銀による胎児性水俣病はその強力な証左である。

本実験はラットを低濃度の Cd に暴露した時の繁殖上の影響を知るために行なつたもので、長期慢性 Cd 暴露三世代実験の前の予備的観察実験である。

SD-SLC 系ラット雄雌各 25 頭を一群各 5 頭に分け、6 週令より脱イオン高圧滅菌水に Cd を添加し、0, 1, 5, 25ppm として与え、水、飼料(CE-2 高圧滅菌)とも自由摂取させた。13 週令で雄雌 1:1 で交配させ、産腔の確認をもつて受胎したものとした。

Cd 投与後 6 週頃から雄の 5, および 25ppm 群の体重増加の鈍化がみられるが、雌では交配前の各群間に体重の差はみられない。飼料摂取量は雄雌とも、各群間の差はないが、飲水量は雄の 5, 25ppm 群、雌の 25ppm 群が対照群より少ない。

妊娠率は各群とも 100% であつたが、出産率は、0, 1, 5, 25ppm のそれぞれが、 $\frac{5}{5}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{3}{5}$  で、それぞれ  $\frac{0}{5}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{2}{5}$  がいずれも妊娠後期に流産し、25ppm 群の親 1 頭は分娩中に死亡した。25ppm 群には死産および出生後間もなく死亡するものが多かつた。一腹当り子数は各群間に著差を認めないが、雄雌の比は Cd 濃度と共に減少する。

子の 3 週令離乳時体重は 25ppm 群が雄雌共に他群に比して著しく少いが、離乳率(離乳数/4 日目生存児数)は各群間に差を認めない。又 5ppm 群の子の中に運動失調、後肢麻痺、歩行障害を主徴とするもの(雄 1, 雌 2, 9%)が出現した。全身の發育不全、萎縮が著しい、これと Cd との関係は更に検討を要する。

## 8 鉛

### (25) 鉛フューム吸入実験 (I)

#### Submicron 鉛粒子の肺内挙動

京野 洋子・河合 清之・本間 克典・清水 聡子

渡部 忠雄\* (\*日立那珂)

呼吸器に吸入された金属フュームの生体作用検討の一環として、submicron 鉛粒子のラットの気管支及び肺での局在を電顕的に観察した。組織内微小粒子の質的同一性を、非分散型微小X線分析器と走査電顕の組合せにより試みて、鉛粒子の同一性に成功した。

実験は2群より成り、(1)鉛フュームの粒径  $CMD=0.3\mu$ 、平均濃度  $120\text{mg}/\text{m}^3$ 、90分暴露直後、3時間後、24時間後、(2)  $CMD=0.04\mu$ 、平均濃度  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 、90分暴露直後、3時間後、330分連続暴露後に各々肺を切除した。通常の超薄切片を電顕観察すると共に、隣切の約  $0.5\mu$  切片を未染色状態で、非分散形 XMA により分析した。

粒子の局在に関して両実験の間に本質的な差は認められなかつたので、結果を一括して述べる。組織内の鉛粒子は電子密度の高さ、粒径や形等を吸入前の粒子と比較してそれと認定したが、その一部の定型的粒子及び、局在や形などについて疑問を生じた粒子などについては、局所 X線微小分析を行なつた。(1)鉛粒子は従来衆知のごとく、肺食細胞中に多く取り込まれ、食空胞或はリゾソーム内に頻りに認められた。(2)A型肺胞上皮内でも、粒子は食空胞及びリゾソーム内にあり、粒子を含むリゾソームの様相は肺胞食細胞のそれと酷似している。A型上皮細胞表面に樹枝状突起形成が明らかで、突起間には粒子を抱き食機能が示唆される。(3)B型肺胞上皮内では、ラメラ封入体の端、小空胞内等に粒子が見られた。(4)肺胞腔内にも時に遊離して粒子が存在するが、多くは細胞破片や浸出成分と関連しており、凝集状態となつていることも多い。(5)気管支上皮線毛の間に単離又は凝集状態の粒子が附着している。細胞間隙には極めて微細な粒子が侵入している。(6)気管支上皮細胞内、特に末梢気管支のクララ細胞内に粒子を含むリゾソームと食空胞が頻りに見出された。暴露時間を延長し330分吸入の際にこの現象は顕著で、ほとんど全ての上皮が粒子を含む。

以上のうち、(2)A型上皮、(3)B型上皮、(6)気管支上皮等の細胞内への粒子状物質の取り込み、特に submicron 粒子のそれに関しては、従来全く不明であつたが、本実験では走査電顕下で細胞内小器官の同一性を行ない、その器官内の粒子を点分析し、鉛の特性 X線を検出することによつて、粒子の取り込みの証拠を得た。

重金属フューム、特に submicron 粒子の肺内沈着やそれによる肺病変を理解する際に、以

上の所見、とくに超微細構造中の粒子同一性は非常に重要な意味を持つと考えられる。

非分散型 X線微小分析器の利用により、走査電顕の性能向上と相まつて、組織内粒子の質的同一性が可能となりつつあることも注目されよう。

### (26) Metallothionein に関する研究

### (26) 鉛フューム吸入実験 (II)

#### Submicron 鉛粒子による呼吸器病変

京野 洋子・河合 清之・本間 克典・清水 聡子

重金属フュームによる呼吸器障害検討の一環として、submicron 鉛粒子を用い、粒子の組織内局在 (I 報) と、引き起された組織反応を電顕的に観察した。

ラット SD-JCL、9週齢♂、体重  $260\sim 340\text{g}$  のものをフューム短期暴露用チャンパー内に固定し、2群の吸入実験を行なつた。(1)  $CMD=0.32\mu$ 、 $\sigma_g=1.30$ 、平均濃度  $120\text{mg}/\text{m}^3$ 、90分暴露直後、3時間後、24時間後に屠殺。(2)  $CMD=0.04\mu$ 、 $\sigma_g=1.40$ 、平均濃度  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 、90分暴露直後、3時間後、330分連続暴露後屠殺。ネンブタール腹腔内注射深麻酔下に肺を切除し試料を得た。

吸入群では通常に比し、切除時の肺収縮がつよく、組織学的には、3時間後および330分連続吸入後、細気管支、末梢気管支に気管支カタルが見られた。光顕的には鉛粒子は当然認められず、電顕的な局在所見は I 報に述べた。

電顕観察：気管支部では、吸入後の時間経過と共に気管支上皮細胞、特にクララ細胞の変性が目立つてくる。クララ細胞は sER が膨潤し小胞化を起し、この小胞はさらに融合し大空胞となり、ついには細胞質が空胞と空胞の間にバックされた状態に迄達する。吸入後3時間では細気管支腔内へ出血及び上皮細胞断片、肺胞食細胞を含む濃厚な浸出液が充溢し、気管支カタルの像を呈する。気管支上皮細胞はその基底部側に浮腫を起し、数個以上の上皮細胞の剥離もしばしば見られる。粘膜下結合織の一部には軽度の浮腫、出血を認める。これらの変化は3時間後でもすでに軽度ながら認められるが、暴露時間の延長した330分連続暴露で最もつよい。

肺に於ては気管支と同様暴露後の時間経過に伴う肺胞壁の浮腫増強が見られる。暴露直後にはまずA型肺胞上皮細胞質に軽度の浮腫及び頻りに樹枝状突起形成が始まり、この突起はしばしば鉛粒子を抱き込んでいた。B型上皮ではラメラ封入体の過形成及び封入体の一部の崩壊物の肺胞腔内への移行が見られる。時間経過と共に、A、B両上皮細胞質に広範囲に空胞化が起り、肺胞腔内へ変性剥離する。24時間後の肺では、肺胞拡張不全部には細胞浸出液による小さな肺炎巣が散在していた。

実験の1群につき、吸入終了後3時間、24時間の肺の、肺胞壁の浮腫進行の程度を電顕的に形態計測すると、無処置対照群の平均肺胞壁厚  $1.303\mu\pm 0.078$  (S.E.) に対し、3時間後では



性か、あるいは他の金属投与のときにも見られる一般的性質であるかを知るため、他の金属投与によつて生成される metallothionein の金属量の経時的变化を調べることにした。今回は投与金属として Cu を用いた。

SD 雄ラッテ (8週令) の腹腔内に塩化銅水溶液を投与 (Cu 2mg/kg) した。投与 2~168 時間後に肝を摘出した。この臓器を 0.25M sucrose, 0.01M Tris-HCl 緩衝液 pH7.4 で灌流し、血液を除いた後、上記緩衝液中でホモジナイズした。このホモジネートを遠心分離して可溶性分画を得た。これをゲル濾過 (Sephadex G-75) し、その流出液について、原子吸光法により、Cu および Zn を定量し、クロマトグラムを得た。

Cu 投与ラッテ肝の Cu 量は投与 14 時間後に最大となり、それ以後は減少し、投与 120 時間後にはほぼ正常の値にまで戻った。可溶性分画中の Cu 量も肝のそれと同じ増減を示した。投与 14 時間後における可溶性分画中の Cu 量は肝のその約 24% であった。可溶性分画のゲル濾過クロマトグラムには、metallothionein の位置に Cu と共に Zn のピークが見られた。このピークの Cu および Zn 量の増減は可溶性分画中のそれと同じ経時的变化を示した。すなわち、投与 14 時間後に両金属量とも最高値を示し、それ以後は減少し、投与 120 時間後では正常の値にまで戻った。最高時での metallothionein 分画中の Cu および Zn 量は肝 1g についてそれぞれ 3.8 および 5.9 $\mu$ g であった。これらは可溶性分画中のそれぞれの金属量の 58 および 29% に当る量であった。

このように Cu 投与によつても肝において metallothionein の生成が行われるが、これによる金属の蓄積の期間は数日程度であり、Cd による場合と著しく違うことがわかった。この差違は Cd の如何なる性質によるものかは不明であるが、この問題は長期にわたる Cd 蓄積の機序を解明するために重要であるから、引き続き他の金属についても検討する予定である。

## (29) 正常なラッテ腎の metallothionein 中の金属量の週令的变化

鈴木 康 友

肝および腎におけるカドミウム (Cd) の蓄積には低分子タンパク質の metallothionein が密接に関係していることが知られている。metallothionein は Cd の摂取により生成され、人、馬、牛、ウサギ、ラッテ、マウスおよびサルなどの肝、腎あるいは他の臓器などにあるといわれている。このタンパク質は Cd 毒性に対する保護作用があり、生体における Cd の蓄積あるいは移動に関与すると考えられている。しかるに正常なラッテの腎では Cd とは無関係に metallothionein が存在し、主に亜鉛 (Zn) と銅 (Cu) を結合している。このように正常ラッテでは metallothionein は肝には見られないが腎には存在するという理由については全く不明である。ここでは正常なラッテの腎の metallothionein における Zn と Cu 量の週令に

よる変化を調べた。

6, 8, 12 および 16 週令の SD 雄ラッテをそれぞれ 5 匹ずつ用いた。これらのラッテの腎を摘出、これらを 0.25M Sucrose, 0.01M Tris-HCl 緩衝液, pH7.4 で灌流し血液を除いた後、上記緩衝液中でホモジナイズした。これらのホモジネートを遠心分離して可溶性画を得た。これらをゲル濾過 (Sephadex G-75) し、その溶出液の metallothionein 分画中の Zn および Cu を原子吸光法により定量した。

Metallothionein 分画中の Zn と Cu 量は週令的に増加する傾向があつたが、8 週令までは両金属とも少量であつた。8 週令では metallothionein 分画中の Zn および Cu 量の平均値は腎 1g について、それぞれ 1.95 および 0.83  $\mu$ g であり、これは腎のそれぞれの金属量の 10.2 および 16.9% であつた。しかるに 12 週令では Zn および Cu 量のそれぞれの平均値は 2.51 および 2.46  $\mu$ g であり、これは腎のそれぞれの金属量の 13.2 および 33.0% に相当する値であつた。このように 8~12 週令の間での Cu の増加は特に顕著であつた。

以上のように正常なラッテの腎の metallothionein 中の Zn と Cu 量は 8~12 週令の間で著しく増加することがわかつた。これはおそらく metallothionein 自体が増加しているものと思われるが、いつれの時点においても Cd は検出されず、Cd による metallothionein の生成は殆んど考えられないので、他の因子により metallothionein が生成されていると思われる。

## 10 PCB及びその代替品

### (30) PCB 取扱い事業場における

#### 環境および従業員健康調査報告

長谷川 弘 道・佐 藤 光 男・鶴 田 寛

PCB そのもの、あるいは PCB を含む製品の廃棄、焼却などの経路を通じての環境汚染として生物の汚染、とくに人体の汚染が問題になっている現時点において、ヒトにおける PCB の毒性が明らかになっているのは、カネミ油症にみられる亜急性中毒の場合のみであり、この結果を汚染生物の摂取による人体の2次汚染において問題となる慢性中毒に適用するには相当の検討を要する。といつて動物を用いての慢性中毒実験の結果を流用することも、かりに毒作用が質的に同じだとしても、PCB の濃度という点において問題となる。

PCB の毒性は質的には皮膚症状、薬物代謝系酵素の誘導、脂質代謝障害さらに催奇性などがその主なものであるが、ヒトにおける PCB の蓄積がどの程度でこうした毒性が現われてくるかという点に関しては、とくに PCB の微量長期摂取時についての報告は今のところない。たとえばいくつかの研究所、大学関係の調査報告によると、人体の脂肪組織に0.2~13ppmの PCB 蓄積がみられるが、これがどの程度まで増加したとき毒性が問題になるのかとなると、一般にはカネミ油症の亜急性中毒に拠つて推定し論じているのが常である。

PCB の慢性中毒像を、PCB の生体内濃度との関連において把握することが出来るかもしれない方法の一つは、毎日確実に PCB に接触している PCB 取扱い作業場の従業員についてしらべてみることであろう。

調査目的は 1. 環境大気中 PCB 濃度の測定法の確立および濃度測定、2. 健診項目の検討 3. 現行の規制濃度 0.5mg/m<sup>3</sup> の検討 4. PCB の生体内侵入量の測定の4点においた。

調査日時 47年3月~4月

対象工場 PCB 製造工場…1 (A) コンデンサー製造工場…4 (B, D, E, F)

ダウサム液回収工場…1 (C) PCB 熱媒体使用工場…1 (G)

対象作業員 PCB 取扱い作業員…99名 対照者…32名

調査項目 環境 PCB 濃度、生体内 PCB 濃度(血清)

作業員の年齢、職歴、PCB 取扱い年数、皮膚症状 その他の自覚症状、血清脂質、酵素活性、無機物量、尿検査

この調査結果の主なるものをあげると

1. 環境大気中 PCB は取り扱っている PCB の塩素含量より一段塩素含量の低いものが蒸気と

して、また取扱っている PCB と同じ型のもは粒子として存在する確率が高い。前者と後者の比は大体4:1であつた。

2. 環境大気中 PCB 濃度は、含浸タンクの洩れによる0.66ppm、および特殊な作業過程での0.16ppmを除いて一般には0.05ppm以下であり、0.5mg/m<sup>3</sup>の規定以下であつた。

3. 血液中の PCB 量を測定することが可能になつた。従つて今後、PCB 汚染の実態調査は脂肪組織でなく、血液によつて行うことが可能になつた。

4. 血液中の PCB の種類は、取扱う PCB あるいは環境大気中 PCB にくらべて、一段あるいは二段塩素含量の高い型に属することが明らかになつた。(取扱う PCB が KC-300 の場合)

5. 血液中の PCB 量は、PCB に触れない対照者で0.05~0.02ppm、作業員で最高0.92ppm 平均0.4ppmであつた。これらの値は脂肪組織中 PCB に推定換算すると、最高で27ppm、平均で12ppmと考えられた。

6. 動物実験で確かめられているように、ヒトでも4塩化物が蓄積し易いことがわかつた。ガスクロマトグラムでのピーク a, b は極めて速かに消失、c の肩の消失、d, e, f の減少がはつきりしている。この後に c, あるいは g の減少がつづき、1 (4塩化物) は蓄積性が高い。

7. 一旦蓄積した PCB は、1ヶ月程度では殆んど排出されないようにみえる。

8. PCB の蓄積は血液に関しては、0.4~1 ppm 程度で一応定常状態に達し、勤続年数10年のものでも1年未満のものでも殆んど変りない。

9. 工場によつては皮膚症状の有所見者が、かなりの数にのぼつたが、これはに PCB に直接手で触れたためと思われる。

10. 血液、尿についての生化学的検査の結果は、臨床的には問題とならないが、PCB の影響は明らかに出ており、血中濃度0.4~0.9ppm がその影響の出はじめる濃度と考えられる。なお血中に検出される PCB 代謝物の量は、遊離 PCB の 1/10 以下であり、また尿中には PCB は0.5ppb 以下であつた。

以上得られた結果を要約したが、この調査に当つて全面的に御協力をいただいた、兵庫、大阪、京都および滋賀の各労働基準局に感謝いたします。

なお、この結果の概要は科学技術庁の PCB に関する特別研究の中間報告書および詳細が「PCB 様物質による環境汚染の防止に関する特別研究」昭和47年11月、科学技術庁研究調整局に報告されている。

### (31) PCB の生体内分布

佐 藤 光 男・長谷川 弘 道・鶴 田 寛

PCB (ポリ塩化ビフェニール) そのもの、あるいは PCB を含む製品の廃棄、焼却などの経

路を通じての環境汚染をして人体への汚染が問題になっている現在においては PCB の生体に対する影響を明かにすることは急務と思われる。PCB の毒性に関連して PCB は体内に蓄積するといわれているが蓄積量を知るのは容易ではない。PCB を取扱っていた作業場の従業員の血液中 PCB 量を測定することにより PCB の生体内侵入量を推定することが可能となつたがさらに動物実験により血液中の PCB の消長と生体内分布について検討を行なつた。

PCB (3塩化物) をラッテに1回経口投与 (5mg/kg) し、投与後1日、14日目の各組織中の PCB 量を測定した。1日目では各組織中に PCB は存在し特に脂肪組織に多くみられた。投与14日後では脳、肝、脾、腎臓では大部分の PCB は消失していたが筋肉、脂肪特に皮下脂肪には多くの PCB がなほ存在していた。0.5ppm の PCB (3塩化物) 水溶液を毎日飲料水としてラッテに与え、3ヶ月後の各組織中の PCB 量は1回経口投与1日目と同じ様なパターンを示したが皮下脂肪組織では著しく貯積しているのがみられた。

### (32) PCB の毒性検討

長谷川 弘道・佐藤 光男

動物実験による PCB の毒性検討を糖代謝および脂肪代謝の面からみるべく実験を行なつたが資料はすべて保存中であるので、48年度初期に詳細な報告がでる予定である。

### (33) 大気中の PCB 測定法の検討

長谷川 弘道・佐藤 光男

PCB の測定法の開発検討を委託された日本分析化学協会の依頼をうけた筆者らは、すでに発表済みの n-ヘキサンを用いた溶媒吸収による気中の PCB 捕集法について、詳細な検討をかさね、大気部会において気中 PCB 捕集法について主法として同法をとるに至つた。その詳細はすでに協会の印刷物として各県に行きわたつている。この方法はさらに環境庁においても採用されている。

また、上記の2つの委員会の委嘱により、Dry 法、すなわちフロリジルカラムによる PCB の捕集法についても検討を加え、湿度の捕集効率におよぼす影響のかなり大きいことを知つた。

要約すると、湿度自身は捕集率に無影響であるが、誤つて水滴を吸引したときには捕集効果は大巾に減ずる。したがつて晴雨にかかわらずこの Dry 法は使用できるが、煙道から PCB も含む大気を採取するときは途中にたまる水分の除去を考慮する必要ありと結論された。

### (34) 大気中 PCB 量の測定

長谷川 弘道・佐藤 光男・鶴田 寛

過去に PCB を使用していた工場内、その周辺地区、および都内、川崎市、静岡県などにおいて大気中に含まれる PCB を Wet 法 (n-ヘキサンによる吸収法) および Dry 法 (フロリジルカラム) の両法により捕集し、その定量を行なつたが、その結果は、環境庁に提出済みであり、詳細は同庁の報告書にまちたい。

### (35) 感圧紙製造工場従業員の健康調査

長谷川 弘道・佐藤 光男・鶴田 寛

科学技術庁の特別研究の一項目である。感圧紙に使用されていた PCB の製造中止に先立つこと1年、感圧紙のマイクロカプセル中の溶媒として PCB に代つて日本石油化学の日石ハイゾール SAS、あるいは呉羽化学の KMC oil が用いられるようになったのは昭和46年2月である。

以来、両者の依頼によつて1、2の大学で、SAS および KMC の毒性検討がなされているが、PCB 公害の波紋があまりにも大きく、その代替品として登場したこれら両物質についても更に慎重な検討が要求された。

その結果、SAS および KMC 毒性検討は

1. 使用工場従業員の健康診断
2. 動物実験による毒性検査

の2面から追求検討することになつた。

感圧紙製造工場の調査は昭和47年12月から48年1月にかけて行なわれた。

調査対象工場は7社、作業者の対象は200名余であつた。

調査は、使用する oil の種類および作業環境中の濃度の測定、作業環境中に残存する PCB 濃度の測定、KMC, SAS の手指への付着量の測定、作業者における皮膚障害、血液中の SAS, KMC の濃度測定、血液および尿の生化学的検査、などの項目について行なつたが、さらに KMC, SAS の毒性についての文献的検討、微生物分解法の検討も含めた。

また過去に使用した PCB の影響の有無などについても検討した。

現在、動物実験を行なつているが、調査、実験の詳細は48年6月頃発表の予定である。



吸器系の感染誘発による早期死亡あるいは病像の混乱であつた。本実験では吸入箱内環境条件の保持に努力し、飼育管理方式に留意することによつて慢性吸入実験の大きな障害となつてきた肺炎の発生防止にはほぼ成功した。吸入暴露群、吸入箱対照群、飼育室対照群の24ヶ月生存率はそれぞれ70%、79%、85%、30ヶ月生存率は同じく7%、44%、79%、でありほぼ満足出来るものと考えられ、慢性吸入実験の基礎技術はその第1段階が確立されたものと考えられる。

### (38) 重油燃焼生成物吸入実験 (VI)

#### — 病 理 学 的 所 見 —

河合 清之・野崎 亘右・福田 一男・松村 芳美

清水 聡子・京野 洋子・宮田 信明

重油燃焼生成物を素材とする複合系有害物吸入実験系列中、昭和45年9月に開始した長期吸入実験の第1実験を終了した。吸入箱の配置と環境条件はV報に記した。動物はSD-JCL雄、各群5頭、飼育管理はI~IV報(昭45-46)に述べた。動物は生存日数観察のため死亡を待ち、剖検して死因を確認、病理学的検索を行なつた。

動物は各群とも順調な発育を示したが、20週頃から、高濃度群(粒子状物質平均濃度6.67mg/m<sup>3</sup>)、濾過煙群(0.0147mg/m<sup>3</sup>)、低濃度群(0.471mg/m<sup>3</sup>)の順で体重増加抑制傾向が現われ、90~100週時点では高濃度群では対照群に比し約20%減を示した。生存日数は暴露群全体平均719日、吸入箱対照群平均829日に比較して短縮が認められる。死因となつた基礎疾患は、暴露群では600日以前は大部分が下垂体腫瘍で700日を過ぎると特発性腎炎・心線維症・筋変性・動脈硬化などの「加令性疾患」が加わる。吸入箱対照群では大部分が下垂体腫瘍で、加令性疾患は軽度に留つており、900日以上生存した個体にはじめて現われる。暴露群の生存期間(寿命)短縮は「加令性疾患」の発生促進に由るものと考えられる。暴露群相互間の生存期間の差異には一定の関係が見出されず、下垂体腫瘍などの自然発生性疾患によつて生存期間が乱されておりその発生防止法と共に今後の検討を要する。

高濃度群の肺病変の主像は十分に発達した慢性汎細気管支炎で、末梢気管支上皮の腺様増殖を伴い、5例中2例には末梢性扁平上皮化生巣を認めた。肺胞構築の軽度の破壊を認めるが完全な肺気腫にまではまだ発展していない。気管支病巣を中心として炭粉症、肺胞壁のびまん性肥厚・線維症が発生し、一部は小癭痕形成の傾向を示す。炭粉症は気管支周辺以外には血管周辺間質につよく、人体炭粉症に近似し、ラットにおいても少量の粒子状物質を長期にわたつて吸入させれば、気管支・血管周囲型を現わしてくるものと考えられる。

濾過煙群では、それらの高濃度群病変は全く認められず、重油燃焼生成物吸入による慢性気

管支炎および上皮病変の発生は粒子状物質の存在に由るものである。濾過煙群の一部の個体には肺胞構築の乱れが観察され、肺気腫には至っていないが今後の観察を要する。低濃度群では、極く軽度かつ初期の細気管支炎と炭粉症病巣が散発的に認められるが、肺胞構築は良好に保たれている。この「微弱陽性成績」をみると、この濃度水準が重油燃焼生成物の負荷量としては、ラット肺に対するいわゆる「最小有効量」に近いことを思わせる。

慢性吸入実験をふくむ慢性実験の遂行には下垂体腫瘍および加令性疾患の処理又は対策が重要であることが痛感された。

### (39) 重油燃焼生成物の細胞毒性

興 貴美子・坂部 弘之・小川 薫

河合らは昭和45年度から重油燃焼生成物によるラットの連続暴露実験を行なつている。これらの結果によると重油燃焼生成物全煙吸入群のラットでは、肺の細気管支炎、肺胞壁線維症などが発生するが、濾過煙吸入群では、これらの変化は軽減若しくは発現しないとされている。そこでこの重油燃焼生成物中に含まれる粒子状物質の細胞毒性について検討した。

供試すすは、B重油を燃焼させた場合発生する(すす)のうち吸入箱附着していたもの(すす-1)、この(すす-1)を水に対して透析したもの(透析すす)、煙道に附着したもの(すす-2)ボイラーの伝熱面に附着したもの(すす-3)を用いた。又、「すす-1」は、県濁液の3000r.p.m.遠沈上清を「すす-1上清」とした。

マクロファージに対する影響をC<sup>14</sup>-ロイシンの取込みからみると、5×10<sup>6</sup>個のマクロファージに対する取込みを50%阻害するに要するすすの量は、(すす-1)98μg、(透析すす)480μg(すす-2)2500μg、(すす-3)2800μg、(すす-1上清)340μgの県濁液の上清となつた。これらすす県濁液のpHは夫々の培養液のもつpHから変化していない。(すす-1)を加えた反応系に血清を加えた場合、(すす-1)を予め血清と反応させた場合には、取込み阻害は回復する。又、反応系に血清の入るTTC還元能の測定ではすべての供試すすにおいて、阻害作用は認められなかつた。細胞LDHの培養液への流出は(すす-1)で顕著に認められた。

3T6細胞を10%仔牛血清添加Dulbecco-Vogt液で2×10<sup>5</sup>細胞から培養を開始した場合(すす-1)1mg、500μgの添加では、H<sup>3</sup>-チミジン取込みは殆んどなく、鏡検により細胞の崩壊像が認められた。250μg、125μgの添加でも取込み阻害が認められる。阻害の程度は(透析すす)、(すす-2)、(すす-3)の順に軽度となる。即ち、3T6細胞に対しては培養液に血清が存在していても障害作用が認められる。

赤血球では、(すす-1)及び(透析すす)で比較的軽度な溶血作用が認められた。

(すす-1)による細胞の障害作用は(すす-1)の表面酸度及びこれの溶出物によるものであ





ステンレスチールポートは十分に定量に使用し得る耐食性があることを確めた。

#### (41) 有機弗素樹脂の熱分解生成物の分析 (2)

「赤外吸収スペクトル法およびガスクロマト  
グラフーマススペクトル法によるポリテトラ  
フルオロエチレン (PTFE) 熱分解生成物の同  
定」

有 藤 平八郎・左右田 礼典

耐熱性、耐薬品性、絶縁性に優れた特性をもつポリテトラフルオロエチレン (PTFE) のガス状熱分解生成物の同定を行なった。用いたポリマーはフィルム状 PTFE (ダイキン製) である。熱分解装置および方法は Industrial Health, vol. 10, Nos. 3-4 に詳述した。熱分解温度は 450°C~600°C で、4種の気流 (乾燥窒素、加湿窒素、乾燥空気、加湿空気) の中で熱分解させ、各々の気流により運ばれた熱分解生成物を試料採取口からそれぞれの同定用分析機器に適した方法で冷却捕集した。赤外吸収スペクトル法による同定のために、三連の捕集瓶 (最初の二つの瓶は、それぞれドライアイス、液体酸素、また第三番目は液体窒素で冷却) に 200 ml/min の流速で熱分解生成物を含むキャリアガスを通し、生成物を冷却捕集した。捕集された瓶中の生成物はあらかじめ減圧にしたガスセル (長さ 10cm) に移し、赤外吸収スペクトルを測定した。ガスクロマトグラフマスマスペクトロメータに導入するガス状熱分解生成物はガスクロマトグラフ用試料採取管に液体酸素で冷却捕集し、これに注射針付 L 字管を直結しガスクロマトグラフ分離管に導入した。ガスクロマトグラフ分離管はポラパック Q, 80-100 メッシュ, 3m×3mm である。なお加湿空気、窒素の実験は赤外吸収スペクトル法のみで行なった。

赤外吸収スペクトルによる結果: 乾燥および加湿窒素気流中いずれの場合においても四弗化エチレン ( $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ ), 六弗化プロピレン ( $\text{CF}_3-\text{CF}=\text{CF}_2$ ), 八弗化シクロブタン ( $\begin{array}{c} \text{CF}_2-\text{CF}_2 \\ | \quad | \\ \text{CF}_2-\text{CF}_2 \end{array}$ ) の特性吸収帯が観測された。加湿窒素気流中でも上述以外の物質たとえば水和化合物等の新しい物質は見いだされなかつた。450°C および 650°C の範囲では生成する熱分解物質の種類は変らなかつた。空気流中の熱分解では主成分はカルボニルフルオリド ( $\text{COF}_2$ ) であつた。さらに 600°C 以上の熱分解では四弗化炭素 ( $\text{CF}_4$ ) の特性吸収帯も観測された。加湿空気流中の熱分解生成物の赤外吸収スペクトルは  $\text{COF}_2$  の吸収スペクトルが消え、乾燥空気の場合と比較して  $\text{CO}_2$  の強い吸収帯があらわれた。

ガスクロマトグラフマスマスペクトル法による結果: 乾燥窒素気流中の熱分解生成物は赤外吸収スペクトルによつて同定された三つの弗化物に加えて八弗化イソブチレン ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CF}_2$ ) が観測された。乾燥空気流中では  $\text{COF}_2$ ,  $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ ,  $\text{CF}_3-\text{CF}=\text{CF}_2$ ,  $\begin{array}{c} \text{CF}_2-\text{CF}_2 \\ | \quad | \\ \text{CF}_2-\text{CF}_2 \end{array}$  が見いだされ

たが、八弗化イソブチレンは観測されなかつた。600°C における熱分解の結果では上述の4つの弗化物に加えて、四弗化炭素、六弗化エタン、八弗化プロパン、三弗化アセチルフルオリド ( $\text{CF}_3\text{CFO}$ ) が観測された。

#### (42) 有機弗素樹脂の熱分解生成物の分析 (3)

「ガスクロマトグラフマスマスペクトル法お  
よび赤外吸収スペクトル法によるポリフルオ  
ロエチレンプロピレン (PFEP) の熱分解生成  
物の同定」

有 藤 平八郎・左右田 礼典

市販のポリフルオロエチレンプロピレン (PFEP) フィルム (デュポン製) の熱分解生成物をガスクロマトグラフマスマスペクトル法と赤外吸収スペクトル法で同定した。熱分解装置と方法は Industrial Health, vol. 10, Nos. 3-4 に詳述した。熱分解温度は 400°C に一定にし、窒素および空気流中で熱分解させ、熱分解生成物を冷却捕集法によつて濃縮採取した。ガスクロマトグラフマスマスペクトロメータに導入する試料は液体酸素によつて冷却した GC 用試料管に熱分解生成物を含む気流を通して、熱分解生成物を濃縮捕集したあと、注射針付 L 字管に直結し、GC 分離管に導入した。GC 分離管はポラパック Q, 80-100 メッシュ, ステンレスチール製 3m×3mm (i.d.) である。キャリアガスとしてヘリウムを用いた。得られたガスクロマトグラフピークのうちマスマスペクトル法によつて同定された物質およびその保持時間はつぎのとおりである。なおガスクロマトグラムは 50°C → 230°C, 4°C/min の昇温で得られた。窒素気流中の熱分解生成物は  $\text{CF}_2=\text{CF}_2$  (保持時間 8分),  $\text{CF}_3-\text{CF}=\text{CF}_2$  (19分),  $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CF}_2$  (27分) であつた。空気流中では上述の物質に加えて  $\text{COF}_2$  (6分),  $\text{CF}_3\text{CFO}$  (10分) が観測された。PTFE の場合に  $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CF}_2$  は空気流中熱分解生成物の中に見いだされなかつたが、PFEP の熱分解生成物中には窒素気流中のみならず空気流中においてもはつきりと存在が確認された。この物質 ( $(\text{CF}_3)_2\text{C}=\text{CF}_2$ ) が非常に Toxic であることを考えると興味深い結果である。

赤外吸収スペクトル法による熱分解生成物の同定は熱分解生成物を含む気流を三連のガラス製捕集瓶 (ドライアイス、液体酸素で冷却) に通し、熱分解生成物を濃縮採取した。採取したガス状熱分解生成物はあらかじめ減圧にしたガスセル (長さ 10cm) に移し、ガス状のスペクトルを測定した。窒素気流中の熱分解生成物の赤外吸収スペクトルは  $\text{CF}_2=\text{CF}_2$  と  $\text{CF}_3-\text{CF}=\text{CF}_2$  の特性吸収帯からなり、空気流中のそれは  $\text{COF}_2$ ,  $\text{CF}_3\text{CFO}$ ,  $\text{CF}_3-\text{CF}=\text{CF}_2$  の三種の化合物の特性吸収帯からなることがわかつた。





## 16 エアロゾルの測定

### (45) 多段型分粒装置による粒度解析

興 重 治

空气中に浮遊する粒子性物質のうち流体力学的粒径が一定の大きさより小さい粒子を測定するのに多段型分粒装置が用いられるが、この装置の特性は実験的パラメーターを含まないので粒度解析を行なう際、理論的取扱いが容易である。理論的な計算から浮遊粒子の粒度分布が対数正規型であるなら、この装置を応用して分布型を決めることができる。このことは既に前報に報告した。

この方法による粒度解析の妥当性は、顕微鏡による方法を用いて検討することはできない。顕微法では粒子の凝集、比重、不整の程度を流体力学的粒径におきかえることは殆んど不可能だからである。

前報からもわかるように分布をきめるためには二つのパラメーター  $D_g$  と  $\sigma_g$  をきめればよいから、分離粒径  $D_0$  の異つた二つの装置を用いて同時測定を行ない、夫々の装置から得られる濃度と総ての粒子を捕集して測定した濃度との比を計算することにより、分布型が対数正規型に従うかどうかと云うこととし、粒度分布の特性値を同時に検討することができる。

粉末を粉じん室に発じんさせた場合にはもとの粉末がどのようなものであつても、又時間経過により粒度分布が変化しても、更に何種類かの粒子の混合粉じんであつても粒度分布は対数正規型によく合うことがわかつた。

溶接フェームのように著しく小さな粒子では総濃度と分離濃度の比が殆んど1に近くなつてしまうため質量の測定誤差が結果に大きな影響を与えてしまう。

作業場の粉じんについて測定した結果では通常の発じん作業場については実験室の場合と同様に対数正規型の分布が肯定されたが、沈降速度が数にもなるような巨大粒子が多く含まれているような場合には充分な一致は得られなかつた。

### (46) 粒度分布測定器 Andersen Sampler の分級特性

本 間 克 典・北 林 公 幸 (東理大)

空気動学的重量基準の平均粒径が容易にしかも精度高く測定することの可能な測定器ということで、近年、環境大気中のエアロゾル粒子の粒度分布測定に Andersen Sampler が広く使用されている。

この Andersen Sampler は慣性分離機構による捕集原理にもとづいて分級を行うカスケードインパクトで、分級板には数百ヶの円形ノズルが設けられており、捕集は分級ノズル板の下にガラス板を置きそこに沈着させる仕組みになつている。なお、Andersen Sampler の分級粒子径は Ranz-Wong の式から算出された値を用いている。ところで Ranz-Wong の式は単孔ノズル板の慣性衝突捕集について適用されるもので、これを多孔ノズル板の捕集にそのままあてはめて問題がないかと危惧される。そこで、この点に関して検討するため、標準エアロゾルを用いて分級捕集を行わせ、実験的に確かめてみることにした。

実験に用いた Andersen Sampler は米国 2000 INC 社製 Model 20-000 で、分級が9段階に行える。標準吸引流量は 1.0cfm 即ち 28.3ℓ/min ときめられており、この流量で操作した際の各段で分級される粒径範囲は、第1段の 11 $\mu$  以上からはじまり、第2段 7.0~11 $\mu$ 、第3段 4.7~7.0 $\mu$ 、第4段 3.3~4.7 $\mu$ 、第5段 2.1~3.3 $\mu$ 、第6段 1.1~2.1 $\mu$ 、第7段 0.65~1.1 $\mu$ 、第8段 0.43~0.65 $\mu$ 、第9段はフィルターで 0.43 $\mu$  以下を捕集し得ることになつている。標準エアロゾルとしては、高周波加熱式フェーム発生装置より分散の小さな鉛フェームを発生させ、希釈装置を経て Andersen Sampler に供給し、分級捕集された鉛フェームを秤量し、質量基準にて粒度分布を求めた。これと同時に、鉛フェームを電頭用シートメッシュに捕集し、電頭法から幾何学的粒径を求めたのち、この値に鉛の真比重 11.34 の平方根を乗じて空気動学的粒径に変換し、両者の測定結果を対比する方法にて Andersen Sampler の分級特性を検討した。

実験結果から、3.3 $\mu$  以上を捕集する第4段より上の分級ノズル板では標準粒径の値との間にほとんど差が認められなかつた。しかし第5段より下の 3.3 $\mu$  以下を分級するノズル板では差がしだいに大きくなり、第6段で1.3倍、第7段で1.5倍、第8段で1.7倍と Andersen Sampler の表示粒径が標準粒径より大きく評価されていることが明らかとなつた。

これと同じ現象は粒度の分散を意味する幾何学的標準偏差 ( $\sigma_g$ ) にも認められた。これらの原因として、その一つに、ノズルを通過する高風速域で、エアロゾル粒子間に断熱凝集が生じ、そのため粒径が大きくなつて捕集率が高くなることが考えられる。

### (47) 煙道排ガス中の粒子状物質測定用円筒ろ紙の特性について

本 間 克 典・及 川 紀 久 雄 (日環センター)

煙道排ガス中の粒子状物質濃度の測定法として、従来、JIS Z 8808 に規定されているダストチューブ法が用いられていたが、ダストチューブ法は取り扱い上に問題が多いので、新たに円筒ろ紙の適用が考えられ、2・3のガラス繊維製および石英繊維製の円筒ろ紙が試作される

におよび、それらの特性の把握が急務となつた。そこで次のような条件を満足しているか検討を行なつた。その条件としては

- 1) サブミクロン粒子に対し、高い捕集率を有すること。
  - 2) 粒子の捕集堆積によつて圧損が極度に増加しないこと。
  - 3) 粒子の捕集に際し、必要十分な強度を有すること。
  - 4) 高温条件下で変質のないこと。
  - 5) 粒子の組成分析上で問題となる不純物の含有量が少いこと。
- 以上のようである。

まず、ろ過捕集率の測定については、単分散鉛フュームを用いて行なつた。その結果 0.07 $\mu$ 、0.13 $\mu$ 、0.25 $\mu$  の粒径の鉛フュームに対し、ガラス繊維製円筒ろ紙はそれぞれ 99.3%、99.8%、99.9% と条件を満足していることが認められたが、石英繊維製円筒ろ紙では、それぞれ 97.0%、98.7%、99.0% とやや低い捕集率であることが明らかとなつた。

次に堆積ろ過特性では、捕集された鉛フュームの堆積量(W)と圧力損失( $\Delta p$ )との間に、 $\Delta p = B \cdot W^m$  の関係が成立し、しかも円筒ろ紙 1 本当りの堆積量にかかる指数(m)の値は繊維の種類によつてほとんど差がなく、1.6~1.8 程度の数値となつていたが、ただ B の値は繊維の種類、粒子径等によつて変動する性質があることが認められた。一般に繊維径の細いガラス繊維の場合ほど、また粒子径が小さいほど B の値を大きくしている。

不純物の含有量については、酸溶出性金属成分に関してのみ検討した。測定方法は、円筒ろ紙 1 本分をこまかくち切り、100ml 入りのナス型フラスコに入れ、それに 20% 塩酸 30ml と過酸化水素水 5ml を加え、湯浴中で 2 時間還流しながら加熱溶出を行なう。この溶出液を乾固直前まで濃縮後、希硝酸を用いて再度溶解し、10ml のメスフラスコに移し定容とした溶液を分析試料とし、Pb、Cd をはじめ、Mn、Zn、Cu、Ni、Co、Fe を原子吸光分光光度計にて定量分析した。その結果、ガラス繊維製の方が石英繊維製より不純物含有量は少く、最も多いのが Fe の 69 $\mu$ g/1 本で石英の 1/4、Pb は 3.7 $\mu$ g/本で石英の 1/3 という値であつた。この結果から不純物の含有量は少いとはいいがたいので、更に改質の要がある。

その他、強度についても熱変質についてもほとんど問題はなかつた。

#### ④ 繊維製円筒ろ紙の捕集特性の検討 (24)

#### (46) 粒度分布測定器 Andersen Sampler の分級特性の検討

(一) 測定装置

## 17 発がん物質の定量

### (48) 多環芳香族炭化水素系発ガン性物質に対する 蛍光分析用溶媒の研究

松下 秀 鶴

作業環境中の多環芳香族炭化水素系発ガン性物質の分析は、環境空气中の浮遊粉じんの捕集→真空昇華抽出→二層一次元または二層二次元薄層クロマトグラフィーによる分離→各分離スポットのかきとりと溶剤抽出→蛍光分光分析の操作により行なわれている。本研究は上記分析操作を簡略化することと、分析感度を増大させることを目的として行なわれた。すなわち、上記分析操作のうち、各分離スポットのかきとりと溶剤抽出を簡略化させ、かつ、蛍光分析感度を増大させる有機溶媒の検索に焦点をしばり、種々検討を行なつた。その結果、多環芳香族炭化水素の蛍光分析に通常用いられているベンゼンやシクロヘキサンの代わりに DMSO を用いれば、分析は簡略化され、感度も増大することを見出した。以下、その利点の概要をのべる。

1) 分析の簡略化： 真空昇華抽出物中の多環芳香族炭化水素は、通常、アセチル化セルロース薄層上で各成分に分離される。この薄層上で分離した各スポット中の多環芳香族炭化水素は、スポットを小型遠沈管にかきとり、ベンゼンを加えてよくかき混ぜ、遠心沈澱後その上澄液をとり出す、という操作を数回くりかえすことにより抽出されてきた。

DMSO は多環芳香族炭化水素に対する溶解力がベンゼンより大きい上に、アセチル化セルロースをも溶かす性質を有している。したがつて、かきとつたスポットが数 mg 程度なら、これに DMSO を 5 ml 加えてよくかくはん、振とうすれば透明溶液となり、そのまま蛍光分析にかけられる。また、かきとつたスポットが大きく、アセチル化セルロースが完全に溶解しきれない場合でも、多環芳香族炭化水素はほぼ完全に DMSO 中に抽出されることを確認した。したがつて DMSO を用いれば多環芳香族炭化水素の抽出操作がいちぢるしく簡略化される。

2) 感度の増大： DMSO 中の多環芳香族炭化水素の蛍光、励起両スペクトルは、ピーク波長がやや長波長側にずれるだけでベンゼン溶液中のスペクトルとよく類似していることを認めた。しかし、顕著な相異として DMSO 中の蛍光強度はベンゼン中のそれよりかなり高いことを見出した。たとえば、分析に用いる強い蛍光ピークの DMSO 中とベンゼン中での強度比は、ベンゾ(a)ピレンで 1.9、ピレンで 8.1、クリセンで 3.1、ベンゾ(ghi)ペリレンで 5.6 であつた。したがつて DMSO を用いれば、より高感度で多環芳香族炭化水素を分析することが出来る。

なお、DMSO 中での多環芳香族炭化水素は少なくとも 2 ヶ月間は安定であることを確認した。

#### (49) 市販ガソリン中の発ガン性多環芳香族炭化水素の分析

松下秀鶴・嵐谷奎一\*・小谷野道子\* (\*東理大・理)

近年、わが国におけるガソリン消費量は増大の一途をたどりつつある。このことはガソリンへの暴露人口の増大と、これにふれる機会の増大を意味する。また、自動車排気管等よりガソリンが未燃のまま直接、大気中に排出または蒸散し、大気汚染の一因になっていることもよく知られている。したがって、ガソリン中の有害成分の分析は衛生学上重要である。このような観点から、ガソリン中の発ガン性多環芳香族炭化水素の分析法の作成につとめるとともに、得られた方法を用いて若干の市販ガソリンの分析を行なった。以下、得られた結果の概要をしるす。

1) 分析法：作成した簡易分析法は次の通りである。キーゼルグール (5×20cm) - アセチル化セルロース (15×20cm) 薄層プレートを作成し、110°C、1 時間加熱活性、放冷後、キーゼルグール層上にガソリンを 200 $\mu$ l 程度塗布する。このプレートをエタノール-エーテル-水 (4:4:1, v/v) を入れた展開槽に、キーゼルグール層を下にして入れ、アセチル化セルロース層上、10cm 展開を行なう。展開終了後、薄層プレートを取り出し、暗所風乾後、メタノール-エーテル-水 (4:4:1, v/v) を用いて、再び展開を行なう。この展開終了後、薄層プレートを取り出し、暗所で紫外線を照射し、各スポットに特有の蛍光によりスポットの検出を行なう。各スポットをかきとり、小試験管に入れ、DMSO を一定量加えてよくふりまぜたのち、この溶液を試料液とし蛍光分光法により同定、定量を行なう。

同定は試料液と標準物質溶液の蛍光、励起両スペクトルの比較より行なう。定量は Narrow Base Line 法により得た蛍光強度を用いて行なう。

2) 分析結果：本法を市販ガソリンの分析に用いた結果、次の 10 種の存在を認めた。

1. ベンゾ(a)ピレン、2. ベンゾ(b)フルオランテン、3. アンシアントレン、4. クリセン  
5. ベンゾ(k)フルオランテン、6. ベンゾ(a)アントラセン、7. ペリレン、8. フルオラン  
テン、9. ピレン、10. ベンゾ(ghi)ペリレン。このうち、1, 2, 4, 6, 10 の各物質は発  
ガン性を有するか、その疑いのあるものである。

定量は 16 銘柄 (レギュラーガソリン 8 種、ハイオクタンガソリン 8 種) について行なった結果、多環芳香族炭化水素含量は一般にハイオクタンガソリンの方が高いことを認めた。たとえば、ベンゾ(a)ピレン含量はレギュラーガソリンで 0.05~0.32ppm (平均 0.16ppm)、ハイオクタンガソリンで 0.06~0.56ppm (平均 0.28ppm) であつた。なお、この値はガソリンよ

り沸点のはるかに高い灯油中の含量 (0.067~0.19 $\mu$ g/l) よりいちぢるしく高い。

#### (50) アスベスト中の多環芳香族炭化水素の分析

松下秀鶴・嵐谷奎一\* (\*東理大・理)

アスベストを取扱う労働者に職業性肺がんの発生がみとめられることはよく知られている。この癌原性はアスベストの如何なる物理的、化学的因子に由来するものであるかについては依然として不明な点が多いが、アスベスト中に含まれている多環芳香族炭化水素系の発ガン物質もその一因子とみなされている。しかし、分析法上の難点から、アスベスト中に含まれる多環芳香族炭化水素の種類およびその含量に関して不明な点が多い。そこで、アスベスト中の多環芳香族炭化水素簡易分析法の作成につとめるとともに、得られた方法を用いて若干の試料の分析を行なった。

作成した分析法の概要は次の通りである。まず、アスベスト中の有機物をベンゼンを用い、ソックスレー抽出法で抽出する。この抽出液を減圧乾固したのち、乾固物をシクロヘキサンにとかす。この液を 60% 硫酸および水で洗い、塩基性物質と水溶性物質を除去する。このようにして得られたシクロヘキサン溶液に無水硫酸ナトリウムを少量加えて脱水、ろ過後、減圧乾固する。乾固物を少量のベンゼンにとかし試料液とする。

この試料液の一定量を、キーゼルグール-アセチル化セルロース薄層プレートのキーゼルグール層に塗布し、メタノール-エーテル-水 (4:4:1 v/v) を用いて 2 回、展開を行なう。展開終了後、紫外線照射下の蛍光により薄層上の各スポットをそれぞれかきとり、小試験管に入れ、DMSO を加えてこれをとかし、蛍光分光法により分析する。

以上の分析法を 13 種のアスベスト試料に適用した結果、すべての試料に次の 9 種の多環芳香族炭化水素の存在をみとめた。ピレン、フルオランテン、クリセン、ベンゾ(a)ピレン、ベンゾ(b)フルオランテン、ベンゾ(k)フルオランテン、ペリレン、アンシアントレン、ベンゾ(ghi)ペリレン。なお、アフリカ産のアモサイト試料からは上記の外、ベンゾ(a)アントラセン、コロネンが検出された。

定量は、全試料中に見出された上記 9 種の多環芳香族炭化水素について行なった。その結果、その含量は試料によりかなり大きく変動することをみとめた。また、従来、クリソタイル中にはベンゾ(a)ピレンは存在しないと考えられていたが、アモサイト、クロソライト同様含まれていることが確認された。

## 18 気中有機溶剤蒸気の定量

時代の素木山炭素香気腺毒の中イヌハスマ (02)

### (51) 有機溶媒蒸気の赤外吸収スペクトルの利用 (IV) の分析

— ゴム糊揮発性成分の簡易定量 —

松下秀雄 監修 野崎 亘 子 (東理大・理)

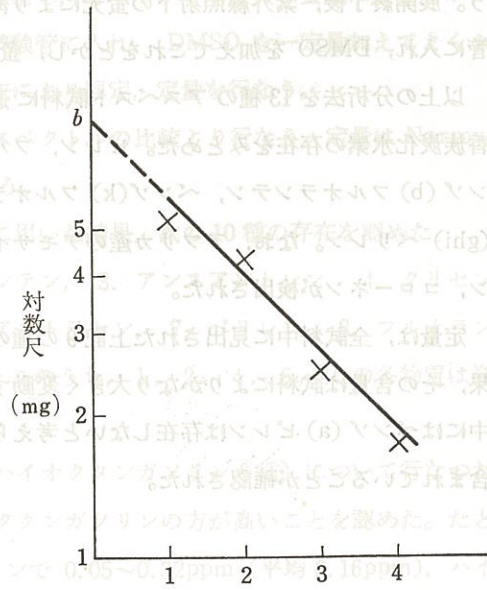
左右田 礼 典 野崎 亘 子 監修 野崎 亘 子 (東理大・理)

赤外吸収スペクトル法により、溶媒蒸気の同定を比較的簡単に行なう方法を確立したので更に簡単な定量法を検討した。正確な分析法はいろいろあるが、面倒な手段が多く、時間と熟練などを必要とする。以下述べるような原理が満足されればかなり簡単にゴム糊中の揮発性溶媒の定量を行なえることがわかった。今ゴム糊を凝相とし、これに接する限られた容積の気相中に存在する蒸気量と凝相中に存在するその成分の量との間にたとえばヘンリーの法則のような簡単な一次的平衡が成立する場合には気相中の蒸気量を測定することによつて、凝相中にあつた全量を簡単に求めることが出来る。ゴム糊はテフロンに対しては接着力がないので、テフロンの注射筒に一定量のゴム糊を入れて、普通のガラス注射筒と連結し平衡になつた後空気相のみをガラス注射筒に移し、これを更に赤外スペクトル用ガスセルに入れて、蒸気のスペクトルを測定する。スペクトル中の各溶媒化合物に対する特性吸収帯の吸光度から各化合物量を求める。この操作をくり返す時、求めた量の対数と回数との関係が図に示すように直線関係を示す場合には、下記の式によつて、最初ゴム糊中に存在した揮発性溶媒の量 (W) が求められる。

$$W = ab / (1 - a)$$

$\log b$  は回数ゼロに直線を外挿して得られた蒸気量の対数値であり、 $a$  はこの直線のかたむき  $\log a$  から得られる。

この方法でトルエン、酢酸エチル、メチルエチルケトンなどを含むゴム糊について測定したが、直線関係にのらない場合を除くと、比較的再現性よく、簡易定量が出来た。測定回数が4回以上であつたり、他の成分に比して極めて急速に蒸発してしまふ多量成分があると一般的に測定が不可能になつた。これは上に述べた原理があてはまらなくなるためと考えられる。現在これらの点を考慮して適用範囲の更にひろい改良法を検討している。



## 19 実験装置研究

### (52) 環境ガス濃度測定法の性能調査用

試験ガス空気流調製装置の作製

左右田 礼 典・有 藤 平八郎・高 野 継 夫

特定化学物質等障害予防規則にもとずき、特定物質取扱事業所に義務づけられた環境測定については既にその測定指針も出されているが、この内ガス状物質については、ガス検知管法、ガスクロマトグラフ法、溶液吸収法 (比色等の化学分析) 等が示されている。いずれの方法に於ても、その測定法の精度や信頼性を調査し、測定結果の正しい判断をしなければならないので、濃度既知の環境状況と類似の試験空気流を作製して測定法を検量する必要がある。以上の目的にもとずき、空気流中の被検ガスの種類と濃度、妨害成分ガスの種類と濃度及び空気温度等を任意に設定出来る装置を作製した。

圧縮機よりの空気流は精製された後、加湿装置によつて一定湿度に保たれる。この部分の温度と湿度は加湿部とバイパスの流量比を変化させることによつて調節され、又流量もフロート型の流量自動調節装置により制御されるようにした。これらの装置を第一の空気恒温槽に収めた。有害ガス及び妨害ガス等試料ガスを含む気流は恒温水槽に入つた拡散セル、バブラー、パーミエーションチューブなどより或いはポンプより供給され、適当量の希釈用空気流と混合される。これらは第二の空気恒温槽に収められた。この気流と第一の恒温槽で調節された空気流を第三の空気恒温槽に導き、適当な流量比に混合して試験空気流を作製した。空気恒温槽はいずれも冷凍機により調節された冷却水の循環コイルへの水の給停止とヒーターのサイリスタによる比例制御で温度調節され、極めて安定な温度指示を示す。この結果本装置による種々の調節が極めて容易になり、現在これを利用してガス検知管の信頼性などの試験調査を行なつている。

### (53) 呼吸 simulator の研究 (2)

野 崎 亘 右

本 simulator は実際の呼吸気流速度を電気信号に変換して磁気テープに記録し、これを再生してもとの呼吸気流と同一パターンの模擬呼吸を取出し、呼吸器を中心とした研究に用いるために開発した一種の気流関数発生装置である。



昨年度の電氣的検査に於ては一応満足し得るものと判定したが、電氣的検定で検出し得なかつた二、三の支障が実際の呼吸流の再現性をチェックする段階で見出された。それは呼吸休止点の多い呼吸パターンに於て系がドリフトすることである。本年はこの点に改良を加えた。

電気信号を機械系に伝達してシリンダーを制御する方法を、試作当初の方法の外に新たに2系統増設し、合わせて3系統の制御系を内蔵させた。そして simulate する呼吸パターンの内容或いは simulator に結合される実験装置の系の静圧の条件等に応じて最適の制御法を選択し得るようにした。

内蔵している3種の制御方式とは(1)呼吸の気流速度は呼吸気流量(体積)の微分系であるから磁気テープの電気信号を積分信号に変換して simulator の cylinder を操作し、cylinder の変位が常にこの積分値に一致するような積分制御方式(試作当初の方式)。(2) 空気の圧縮の影響が少ないとするならば気流の速度は cylinder の変位の速度に同等であるという仮定のもとに、cylinder の変位を微分し、この値が常に磁気テープの signal に一致するように操作する微分制御方式(新しく加えた方式)。(3) simulator 最終段に置かれる pneumotachograph の信号が磁気テープの出力信号と全く同一になるように比較、検出、操作を常に全系にわたって行なう全系帰環制御方式(新しく加えた方式)である。(3)の形式を使うためには cylinder 以後の工学的パラメータを磁気テープに記録したときの工学的パラメータに一致させなければならぬが制御方法としては理想的な方法である。

(2)、(3)の制御系を追加したことによつて不規則の呼吸波形も一応扱えるようになり原波形と simulated 気流波形の速度のパターンは非常に近似するようになった。

呼吸の深さに対しては系統的な実験を行なつた。例えば 10RPM の原波形の平均呼吸換気量は 1650cc/1 回であつたが再生した呼吸量は 5 シリーズの平均で 1820cc/1 回であり平均 10% 多かつた。また 30RPM の原波形の平均呼吸換気量は 320cc/1 回で再生波形の気流量は 5 シリーズの平均で 270cc/1 回と計測され、平均 15% 少なかつた。その他の実験から呼吸の周期の大小に応じて若干増幅度を調節する必要があるように思われた。

以上呼吸の深さに関しては、尚若干の誤差を伴なうが、気流速度に換算すればこの誤差は非常に僅かであるので、気流速度を目的とする研究、例えば呼吸保護具等の実験に於ては呼吸 simulator として充分目的を果すものと思われる。

## (54) 多用途粒子状物質吸入装置の研究(VII)

### —吸入箱内換気回数をへらすための一試案—

野崎 亘 右・河合 清 之・宮田 信 明

われわれはすでに数年にわたり慢性吸入実験技術の確立を目標とした研究を行つてきたが、

吸入箱の換気回数決定は吸入環境の良否を左右し、更に吸入材料の消費量をはじめとする諸設備の規模に関係する重要な因子である。吸入実験を高効率に行なうためには吸入箱の工学的及び生物学的環境条件を満足すると共に動物の収容頭数を増やし、且吸入材料の消費量を可能な限り節約する必要がある。このような観点から吸入箱の換気回数を現在よりへらすための 2、3 の予備実験を試みた。使用した吸入箱は昭和 45 年度に報告した中型吸入箱である。

吸入箱の工学的特性と生物学的特性は概ね逆相関の関係にあり、箱の換気回数をへらすためには少ない換気量で如何にして生物学的環境の改善をはかるかと言う問題に焦点が絞られる。生物学的環境としては温湿度、 $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $NH_3$  等を主な指標としているが、室温に対しての温度  $2^\circ C$  上昇、湿度 60~70% の範囲に保つために現在は給気側に除湿器を併用し、除湿された空気を吸入箱に導入して 9 回(30ℓ/min)の換気回数を与えているが、吸入箱の中に小型の除湿設備を施せば除湿効率が改善され且除湿するための設備費の低下も期待出来るのではないかと考えた。

方法は大きさ約 1.5ℓ、 $25^\circ C$  の環境に於ける相対熱出力 30W (29.24 kcal/hr) の半導体サーモエレメントを吸入箱の内壁に取付け 10 頭のラットを負荷し、(平均体重 400gr、600gr の 2 種)換気量をパラメーターとした体重別の一連の試験的吸入実験を試みた。換気回数の多い条件下では効果がないが 5 回換気以下(15ℓ/min)に於て満足すべき効果が現われた。すなはち 48 時間実験に於て平均温湿度  $25^\circ C$ 、50% の導入空気が実験対照箱では  $27^\circ C$ 、79% 迄上昇したのに対し、実験箱では平均  $22^\circ C$ 、60% であり、対照箱に較べて湿度 20% の低下が認められた。 $O_2$ 、 $CO_2$  の環境は換気回数に高い依存性を示すが、5 回換気条件下ではそれぞれ 1% 低下、0.3~0.5% の上昇で一応われわれの水準の範囲に入っている。 $NH_3$  の環境は床敷材料(新聞紙、鮑屑、鋸屑、沸石等)の排泄物に対する holding capacity が決定的な要素をもち、常識的な換気回数の範囲では換気量との依存性は認められない。したがつて換気回数をへらしたことによる  $NH_3$  を中心とした生物学的環境への影響はなく、むしろ  $NH_3$  汚染環境が許容濃度に達した時点で床敷を更新し、発生源を除去することが賢明である。

今後いろいろの条件下での追試が必要であるが、このような除湿方法を用いることによつて吸入箱の換気回数を現在より 50% へらし、吸入材料の消費量を半になし得る可能性を見出した。

## 20 大 気 汚 染

### (55) 粒子状大気汚染物質の電顕的研究

坂部 弘之・本間 克典

石田 哲夫 (川崎市公害研究所)

大気中の粒子状汚染物質の形態をしらべるのに電子顕微鏡は不可欠であるが、普通の手法では、それぞれの粒子の化学的活性とか組成にまで立入った情報を得ることは容易でない。ところで、1964年我々が開発した金属薄膜法を用いると、汚染粒子と金属薄膜との化学反応を見ることができる。金属薄膜は電顕用シートメッシュにコロジオン膜をはり、その膜の表面に真空蒸着法を用いて形成させる。金属としては、Au, Ag, Fe, Cu, Zn 等が用いられる。

この金属薄膜法を用いて、最近のいわゆる光化学スモッグについてしらべた結果、これらが従来我々の観察してきた粒子状汚染物質とは、その形態ならびに金属薄膜に対する作用上でいちぢるしく相違することを見出した。即ち、1964年四日市において採取した試料、1970年冬川崎において採取した試料等においては、粒子状物質は均一な組成から成っているのではなく、炭素系粒子等の固体微粒子等から構成されているが、1971年夏および、1972年夏川崎において採取した試料では、気温、湿度が低く、北風の吹いていた時は固体微粒子がほとんど大部分を占めているが、気温、湿度が高く、南風の吹いていた時はグリース状粒子が主体となりかつ Cu 薄膜に対する腐蝕性はきわめて強い。

1972年6月11日川崎市において102名が粘膜刺激をはじめとする障害を訴えた日の粒子状汚染物質は特異的であった。即ち、きわめて等質のグリース状物質が大半を占め、Cu 薄膜に対する反応がいちぢるしく強かつた。

Cu 薄膜と反応し、電顕像としてみた場合、薄膜に穴をあける物質にはどのような化学物質があるかという点、大気汚染に関連する物質としては、硫酸、硝酸をはじめ、亜硫酸、硫酸、硝酸等の塩類の中である種の物質が挙げられる。

グリース状物質の中には、硫酸塩、硝酸塩、アンモニウム塩等の存在が当研究所の浜田によつて確認されており、これらのグリース状粒子はおそらく数種の酸およびそれらの塩を含んだ状態で形成されていると考えられる。以上のようなことから、近年夏季しばしば認められるグリース状物質は、Cu 薄膜に対する反応性からみて、人間の粘膜に対しても強い刺激を与えるように考えられる。したがって、いわゆる光化学スモッグによる健康障害については、ガス状物質だけでなく、粒子状物質についても配慮する必要があるように思われる。こうしたグリース状物質の生成に関しては、発生源で作られたものというより、気中において何らかの化学反

応が行なわれ、その結果生成したものではないかと考えられる。

### (56) 低濃度汚染大気吸入実験の形態学的検討

急性吸入実験の問題点

河合 清之・清水 聡子・京野 洋子

松野 正徳 (自工研)・佐藤 善一 (日本クレア)

紫外線照射を行なつた街路大気 (人工スモッグ) の吸入の生物学的作用を検討するための予備実験が3研究所の共同で行なわれ、われわれはその形態学的検索を担当し、複合性有害物吸入による呼吸器病変の検討の観点から取扱いと共に、本急性吸入実験の過程に組込まれたいくつかの特殊条件 (動物の運搬・保定器による拘束・狭小な吸入箱) の肺胞壁に与える影響を形態学的観点から追求するための基礎実験を行なつた。

動物は成熟白色ウサギ雄を用い、1) 人工スモッグ吸入群、2) 清浄空気吸入対照群、3) 保定器対照群、4) 無処理対照群の4群で、1~2は各5頭、3~4は各3頭、1は自工研スモッグチャンパー車で街路大気を採取、紫外線照射した後 (オキシダントピーク 0.19ppm)、塩ビ製ビニールアイソレーター内に 2ℓ/min で導入し吸入させた。本実験において肺に形態学的反応を惹起する可能性のある要因はいくつか考えられるが、IV群は動物商から購入後2週間飼育した対照群、III群はこの動物を保定器に4時間拘束、II群は実験前日および当日に輸送を経験し、実験に際しては保定器に拘束してビニールアイソレーター内に入れ、表準空気 2ℓ/min で給気、I群はIII群と同条件下で人工スモッグを3時間吸入。

検索法は、予期される肺反応の微弱さを考慮し、暴露終了後20時間で、ネンブタール深麻酔下に開胸、肺を切除し、電顕の形態計測による肺胞壁厚測定を行なつた。

暴露後20時間肺重量 (体重比) は I 群  $4.019 \pm 0.68$ 、II 群  $4.578 \pm 0.792$ 、III 群  $4.754 \pm 0.902$ 、IV 群  $4.814 \pm 0.884$  でそれぞれ増加の傾向を示した。

電顕の組織計測による肺胞壁厚は I 群  $1.578 \mu \pm 0.085$ 、II 群  $1.625 \pm 0.084$ 、III 群  $1.696 \pm 0.099$ 、IV 群  $1.941 \pm 0.139$  であつて I~IV 群にかけて肥厚の傾向を示し、I 群と IV 群の差は有意 ( $P < 0.5$ ) である。又各群30枚の写真から得られる壁厚のヒストグラムは、I 群 (無処理対照群) が  $1.2 \sim 1.6 \mu$  に鋭いピークを示すに対し、II, III, IV 群の順にピークの右方移動と平坦化がみられる。

以上の所見は、1) 3時間の人工スモッグ吸入は、微弱ではあるが肺胞壁に反応をひき起す可能性がある。2) 動物の拘束、輸送、環境条件の不良な吸入箱内配置などは、それ自体微弱であるが肺に形態学的反応を惹起する可能性があることを示している。しかし人工スモッグ吸入群の肺胞壁肥厚は、2) 項の要因が加重的に加わつたため発生している可能性があり、更に



## 21 振 動

### (59) 超低周波振動の実験

三 輪 俊 輔・米 川 善 晴

#### I 等感度実験

船舶のローリング、ピッチング、車輛の横揺れ、航空機の揺れ、乗用車の悪路走行時の振動、高層建造物の地震、強風時の揺れ、大型クレーン操作室内の振動、宇宙船等の振動は、周波数が主に 1 Hz 附近あるいは 1 Hz 以下であり、その振巾はかなり大きなものである。これらの振動は動揺病 (Motion Sickness) の原因と考えられ、問題にされている。

医学特に生理学、薬学の立場から研究が行われているが未だ低周波振動と動揺病との因果関係を明示する生理学的パラメーターは見出されていない。

一方心理学的にも超低周波振動に対して、振動評価の研究は組織的には行なわれていなかった。

そこで吾々はこの振動の評価尺度を求めることにした。

最初に超低周波正弦振動 (周波数 0.05~1 Hz, 最大全振巾 1 m) の等感度曲線を求めた。

この実験のために、新たに油圧式振動台を試作した。周波数範囲は 0.02~10 Hz, 全振巾最大で 1 m, 垂直, 水平, 斜め方向で人体が加振可能で、塔載重量は最大 100 kg である。

駆動部は電気-油圧サーボ方式を採用し、正弦又はランダム振動を発生することが出来る。

振動変位をフォトランジスターを使って測定した。

実験方法は被検者を振動台上に載せ、2種の振動を順次に与え、第1の振動(レベルは固定)と第2の振動(レベルは可変)の感覚的大きさが等しくなる点をブラケット法を使って求めた。

第1の振動周波数は 0.05, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 Hz と変え、第2の周波数は 0.5 Hz で一定とした。加振方向は垂直, 水平, 45° 傾斜, 姿勢は水平振動では座位, 立位, 臥位で各々前後左右について測定し、垂直, 45° 傾斜方向では座位, 立位, 臥位で測定した。

予備実験で水平振動の座位に於いて、眼と耳の開閉, 背もたれの有無について検討した。その結果、眼と耳の開閉, 背もたれの有無は、等感度値に著明な差を生じなかつた。

そこで、眼は開き、耳栓は使わなかつた。水平座位では背もたれを付けた状態で測定した。全測定の被検者は男子 10 名とした。結果は、水平方向での各姿勢について、前後、左右方向の差異は殆んど認められなかつた。水平方向、傾斜方向では姿勢の影響が観られたが垂直方向では姿勢による差異は殆んど認められなかつた。垂直, 水平, 45° 傾斜での等感度曲線の傾向はほぼ類似しており、周波数範囲 0.05~0.7 Hz ではオクターブ 3 dB 上りの傾斜を示し、0.7~1 Hz ではフラッ

トで加速度を示す等感度曲線を得た。

#### II 振動の大きさの測定

振動の評価尺度を求める目的で、次に振動の大きさ (VG) を測定した。測定方法は比率修正法 (Corrected ratio method) を使った。この方法は分割法と等区分法とを被検者に実施して両者の相関から大きさを求める方法で、分割法では被検者に 2 つの振動を順次に与え、初めの振動 (固定レベル) を基準として 2 番目の振動の感覚的大きさが初めの振動の  $\frac{1}{2}$  となるレベルを求める。等区分法では被検者に 3 つの振動を与え、第 1 と第 3 番目のレベルは固定し 2 番目の感覚的大きさが、第 1 と第 3 番目から等距離になるレベルを求める。垂直方向では 0.3, 0.5 1 Hz, 水平方向では 0.2, 0.5, 1 Hz について検討し、測定レベルは垂直では 85~110 (VGL) 水平では 95~120 (VGL) の範囲で測定した。

100 VGL を 1 VG に選んだ。

この結果、VG-VGL の曲線は、周波数、振動方向、姿勢の影響は顕著に認められなかつた。又、以前求めた 1 Hz 以上での VG-VGL 曲線に殆んど一致している事も解つた。即ち次式から振動の大きさ VG を求めることが出来る。

$$100 \text{ VGL 以下} \quad \log VG = 0.030 \text{ VGL} - 3.0$$

$$100 \text{ VGL 以上} \quad \log VG = 0.023 \text{ VGL} - 2.30$$

## 22 ガス吸着剤

### (60) 種々の活性炭による水銀蒸気の吸着

松村 芳美

水銀蒸気を含む窒素気流から、水銀を種々の炭素材吸着剤によつて吸着除去する実験を、流動ガス吸着試験装置を用いて行なつた。そして、活性炭の種々の表面処理が水銀吸着に有効かどうかについて検討した。

吸着剤として実験に用いたのは、椰子殻活性炭 2 種 (HGH660 と GG) 及びそれ等を液相酸化した酸化活性炭 2 種、活性炭に沃度添加処理した吸着剤 (Barneby-Cheney 沃度添着炭) 及びカーボンブラック成形吸着剤 (アドスター) である。これらの吸着剤の比表面積、表面酸性と流動吸着測定による水銀蒸気吸着量を比較した。

水銀蒸気吸着測定は次の様にして行なつた。流動ガス吸着試験装置の吸着剤充填層として種々の炭素材吸着剤を充填し、30°C の恒温に保つた。水銀蒸気流の発生は、精製した水銀を 30°C に保つた水銀蒸気発生装置に入れ、窒素気流 1200ml/min をこれに通して蒸発混合した。水銀の窒素気流中濃度の測定は紫外線水銀蒸気濃度計及び水銀用ガス検知管によつた。そして、水銀蒸気濃度が約 10mg/m<sup>3</sup> の窒素気流を吸着剤層を通過させた時、通過後の気流中の水銀蒸気濃度を時間的に追跡測定した。

この実験から次のことが明らかになつた。椰子殻活性炭自身による水銀蒸気吸着量は、活性炭の種類によつて大きく異なる。活性炭 GG は、比表面積 1190m<sup>2</sup>/g、表面酸性 0 の、一般的なガス吸着用活性炭であるが、これによる水銀吸着量は 0.36mg/g であるが、一方、比表面積 1980m<sup>2</sup>/g で分子篩的構造を有すると思われる HGH 660 は、表面酸性 0 であるにも係らず水銀吸着量 4.3mg/g で非常に大きい。これらを夫々液相酸化すると、GG の場合は水銀吸着量が 2.4mg/g と増大するが、HGH 660 の場合は吸着量が低下し殆んど吸着しなくなる。このことは、活性炭の液相酸化が、水銀蒸気をキレートする表面活性基の生成と微細孔構造の破壊という水銀吸着にとつて好悪の相反する効果を同時に与えるためと考えられる。沃度添加処理した Barneby-Cheney 炭は、7.0mg/g の水銀を吸着し、試験した吸着剤の中で最良の水銀吸着剤であつた。この吸着剤は従来から水銀吸着に使用されていたものであるが、添着されている沃度が使用中に蒸発するために用途が限定される。カーボンブラック成形体であるアドスターは、本来、活性炭と可成り異なる炭素構造を持つていると思われるが、水銀蒸気は殆んど吸着されなかつた。

これらの結果から、炭素表面を液相酸化すると、表面活性基の作用によつて水銀吸着能力が

増大することが分る。しかし、特に微細孔構造の発達した活性炭に於ては、水銀は表面活性基との反応によらずに、毛管凝縮によつて吸着され得ることが推測される。更に、種々な活性炭による水銀蒸気の吸着の研究を続ける予定である。

### (61) 吸着剤の流動ガス吸着試験

松村 芳美・横山 正治 (東理大・理)

ガス吸着剤の基礎的特性として、吸着剤によるガスの静的吸着平衡に関する諸性質と、流動ガス気流から吸着剤層によつてガスを吸着濾過する能力を現わす流動吸着に関する諸性質とがある。二つの特性は相互に関係しているが、吸着剤の実用の条件に応じて夫々別個に測定されなければならないことが多い。特に流動ガス吸着に於ける吸着剤層の寿命その他の特性は、流動ガスの流速、ガス濃度、吸着剤層の形状によつて変化するので、種々の条件に於ける特性値を予測することは困難であり、実測値を求める必要がある。従来、各種の吸着剤について静的吸着平衡、即ち種々のガスの 30°C に於ける吸着等温線を測定して来たが、今年度は、流動ガス吸着のための小型試験装置を試作し、主として有機物蒸気流の流動吸着測定を可能とした。この装置で活性炭、処理活性炭について流動吸着の予備的測定を行なつた。

流動ガス吸着試験装置の構造は次の様である。窒素ボンベから窒素ガスを一定速度で発生させ、これを 2 分流として夫々流速をロータメーターで測定して、温度を 30°C に制御した。この窒素気流の一方を、30°C の水槽の中に設備した有機物蒸発装置に導いて有機物蒸気を一定濃度に混合し、その後、もう一方の窒素気流を合流させて蒸気濃度を一定比率で稀釈して試験ガス流とした。これを 30°C に保つた吸着剤層に導入し、吸着剤通過後の窒素気流中の有機物濃度をガスクロマトグラフィーで時間的に追跡測定することによつて、吸着剤層の流動ガス吸着特性を調べた。粒子状の吸着剤 8.5g は、直径 2cm、長さ 5cm の円筒状のカラムに充填して用いた。有機物としては、アセトン (窒素気流中濃度 2.4~9.5 mmHg の範囲) とニトロプロパン (窒素気流中濃度 0.72~1.21 mmHg の範囲) を窒素に蒸発混合し、流速 600ml/min、及び 1200ml/min の気流として吸着剤層に導入した。

この流動吸着測定に於て、吸着剤層通過後の気流中に含まれるアセトンとニトロプロパン蒸気の濃度の時間的増大曲線は、理論的に予測された曲線とほぼ一致した。理論式によれば、流入ガス濃度  $C_0$  の気流を吸着層に通した時、流出ガス濃度  $C$  は次の式に従つて時間的に増大する。

$$C = \frac{C_0}{e^{-kCoT}(e^{kNo^{2/v}} - 1) + 1}$$

この式によれば、流出ガス濃度  $C$  が  $C = \frac{1}{2}C_0$  となる時間  $T_{1/2}$  の測定によつて、吸着層によ

るガスの平衡吸着量は  $C_0 \times T_{1/2}$  として求められることが分る。この関係を用いて、流動吸着について実測で求めた吸着量  $C_0 \times T_{1/2}$  と静的吸着測定によつて求めた平衡吸着量とを関係づけることが出来る。この関係を用いて流動吸着に於ける特性値と静的吸着量との諸関係を求めるべく、検討を続けている。

23 防 毒 マ ス ク

(62) 有機ガス用防毒マスク吸収缶通過試験空気流中の

四塩化炭素濃度の測定法

高野 継 夫・左右田 礼 典

防毒マスク吸収缶を通過した空気流中の微量の試験ガス濃度を測定し、その時間変化を知ることには吸収缶の除毒能力試験を行なう場合の基本的知識を与える。試作した四塩化炭素蒸気発生装置により得られた試験空気流を有機ガス用吸収缶に通じ、透過した四塩化炭素濃度の時間変化を、ガス検知管及びガスクロマトグラフ法によつて測定した。この際得られる値に若干の差異が出たのでこの測定法の比較検討を行なつた。

ガスクロマトグラフ法についての検量は二通りの方法によつた。試験ガス中の濃厚ガスを分析し、これから低濃度（高感度）の検量をする方法と、微量の四塩化炭素をメタノールに溶かした標準溶液定量を注入して得られるクロマトグラムをもとに検量する方法とを併用した。一例として直結式吸収缶を用いて行なつた結果を示す。試験空気流は 20°C 相対湿度 50% のもので 0.3% (容積比) の四塩化炭素蒸気を含むものである。吸収缶の通気量は毎分 30ℓ であつた。四塩化炭素減少量から求められた濃度は 0.326% であつた。これを約 3 時間流して行なつた処下記の結果を得た。

透 過 濃 度 (ppm)	通 気 時 間 (分)*		
	150	160	165
ガスクロマトグラフ法	2.0	51	213
ガ ス 検 知 管 法	2	25	80

\* 吸収缶に試験空気流を通しはじめてからの時間を示す

10ppm 以下では 両者の値に 大きな差はなかつたが、高い濃度の指示では検知管の方がガスクロマトグラフ法のそれより低くなる傾向があつた。これらの結果をもとに、通過空気流中の試験ガス濃度の時間変化の分析法につき、精度、信頼性の検討を行なつている。



のフードは、一見外付け型式に見えるが、矩形開口はシートによつて、進行方向とクロスする2辺はバフフルによつてクローズし、進行方向の前後2辺の下部のみにスロット開口を形成させて、排気効果を向上せしめた)

サクションロールからドライヤー入口迄のシート表面から発生する溶剤蒸気の制御に対して、シートの送り出しのため入口と出口を開口とするクローズフード1とし、かつドライヤーに連結してドライヤーの排気をそのまま利用した。

コーナーヘッド部の周辺の床面上にこぼれおちた溶剤蒸気、あるいは床面におかれた溶剤の入った容器や溶剤処理後のウエスから溶剤蒸気が多量に発生する。これを制御するために下方排気グレイティング1, 2を選定した。

フード2, 3, 4, 5に対する排気流動条件として、 $V_{c2}=3.0\text{m/sec}$ ,  $Q_2=14.21\text{m}^3/\text{min}$ ,  $V_{c3}=0.75\text{m/sec}$ ,  $Q_3=26.07\text{m}^3/\text{min}$ ,  $V_{c4}=0.75\text{m/sec}$ ,  $Q_4=21.73\text{m}^3/\text{min}$ ,  $V_{c5}=0.375\text{m/sec}$ ,  $Q_5=4.08\text{m}^3/\text{min}$ , 下方排気グレイティング1, 2に対する排気流動条件として  $V_{c1}=1.0\text{m/sec}$ ,  $Q_1=94.93\text{m}^3/\text{min}$ ,  $V_{c2}=1.0\text{m/sec}$ ,  $Q_2=123.94\text{m}^3/\text{min}$  を与えることにより、インクパン附近でも作業者が常在する所でも、その気中溶剤濃度を1~1.5ppmに制御することが出来、従つて殆んど100%に近い排気効果を得ることが出来た。

## 25 フレキシブルダクト

### (65) フレキシブルダクトの圧力損失 (第6報)

(45°, 135° 曲りダクトの圧力損失)

橋爪 稔・岩崎 毅・井上 正博\* (\*横浜国大)

昭和45年度(第4報, 曲り角度  $\theta=90^\circ$ ) および昭和46年度(第5報, 曲り角度  $\theta=180^\circ$ ) に引き続いて、今年度は、直径の異なる数種のフレキシブルダクトに関して、曲り状態におかれた圧力損失を、曲り角度  $\theta=45^\circ$  および  $\theta=135^\circ$  に対し、曲率半径および管内流速を変化させて測定した。その結果得られた曲りの流体抵抗係数  $\eta$  とレイノルズ数  $Re$  との相関性、並びに曲りの流体抵抗係数  $\eta$  と管径  $d$ , 曲率半径  $R/d$  および曲り角度  $\theta=90^\circ$  (第四報で報告)  $\theta=180^\circ$  (第五報で報告) との相関性を求め、更に実際の設計において、役立ち得るように系統的に総括した。

実験装置と方法は、第四・五報と全く同じ方法を用いて行ない、実験に供したフレキシブルダクトの直径  $d$  は 2 $\phi$  (50.8mm $\phi$ ), 3 $\phi$  (76.5mm $\phi$ ), 4 $\phi$  (103.0mm $\phi$ ), 5 $\phi$  (127.3mm $\phi$ ), 6 $\phi$  (151.4mm $\phi$ ), 7 $\phi$  (176.6mm $\phi$ ) の6種類である。

管径を設定し、 $R/d$  をパラメーターとした場合、前記6種類の管径の各々に対して、 $R/d$  を1, 2, 3, 4, 5と変化させた時の曲りの  $\eta$  と  $Re$  数または  $U$  との関係を一対数上にプロットすると、曲りの  $\eta$  は、(1), まず  $R/d$  の影響を受けながら  $Re$  数の増大とともに大きくなる。(2), さらに  $Re$  数がある値以上大きくなると、 $Re$  数に関係なくほぼ一定値となる。そして、ほぼ一定値となる曲りの  $\eta$  の値、および曲りの  $\eta$  の値が  $Re$  数に関係なくほぼ一定となる時の  $Re$  数の下限界値は、 $R/d$  によつて異なることが認められた。この現象は、第四報の  $\theta=90^\circ$  および第五報の  $\theta=180^\circ$  の場合と同様に、H. Richter および M. White の曲り状態におかれた一般管に関する研究結果と似ており、また、直線状態のこのフレキシブルダクトのピッチまたは管内面粗度(第一, 二, 三報)を曲り状態のときの  $R/d$  におきかえると、直線状態のこのフレキシブルダクトの流体抵抗係数  $\lambda$  と  $Re$  数との関係に非常に類似していることがわかった。

$R/d$  を設定し、管径をパラメーターとした場合、 $R/d$  を等しくし、管径が異なる時、曲りの  $\eta$  と  $Re$  数との相関曲線は、第四報および第五報と全く同じように同一曲線にならないことが観察された。この現象は、H. Richter および M. White の曲り状態の一般管に関する研究結果では、 $R/d$  が同一ならば管径が如何に異なろうとも、 $\eta$  と  $Re$  数との相関関係は、どの流体領域においても一致するという事実と全く趣を異にする。



各管径に対して、 $\eta$  と R/d との関係は、一般管の場合、曲りの  $\eta$  は R/d の変化に対して、R/d=2.5 で極小値をもち、管径に無関係の一つの曲線で示されているのに対して、本実験におけるフレキシブルダクトの場合には、R/d に対して極小値をもつ曲線であることは一般管の場合と同じであるが、管径によつてその絶対値が異なり、一般管に比べてかなり大きい値を示し、かつ  $\eta$  が極小値をとる R/d の値が管径によつて異なることが認められた。

本報 ( $\theta=45$  および  $\theta=135$ )、第四報 ( $\theta=90$ )、および第五報 ( $\theta=180$ ) に対して、 $\eta$  と  $\theta$  との関係は、曲り角度  $\theta$  が 2 倍になると、 $\eta$  の値もおおよそ 2 倍になることから、 $\eta$  と  $\theta$  とはおおよそ正比例関係にあることがわかった。

$\eta$  と R/d の関係曲線は、各管径により異なり、それらの曲線間に規則性のある相関が見られないので、一般管の曲り部においてなされている「曲り部の全圧力損失に等しい圧力損失を与える直線ダクトの相当長さを求める曲りの圧力損失線図」を作成しても複雑になるだけで、実際のダクトワークの設計にほとんど役立たない。従つて、曲り部の全圧力損失を速度圧の百分率で表わせば、その係数が本実験で求められた流体抵抗係数  $\eta$  となるので、曲り角度  $\theta=90$  の  $\eta$  と R/d の関係曲線図を曲りのダクトの圧力損失基本線図とし、任意の曲り角度  $\theta$  の圧力損失係数は、 $\eta_{\theta} = \frac{\theta}{90} \times \eta_{90}$  で求めればよいことが判つた。

## 26 気中タール様物質除去技術

### (66) 水道用鋼管外面のコールタール塗覆装プロセスに対する排気フード

橋 爪 稔・四 本 久 郎

#### 1. は し が き

直径の大きい (1M~3M $\phi$ ) 水道用鋼管の酸化による腐食を防止し、水道水中への鉄をはじめとする他の金属や不純物の溶解混入を防止するために、管の内外面がブロンアスファルトやコールタールによつて塗覆装されているが、このときタール白煙が多量に、激しく発生し、その結果、作業者の目、鼻、喉等の粘膜を刺激したり、作業視野妨害による作業能率の著しい低下を引き起したりしており、更にそのタール白煙中に含まれる多環芳香族炭化水素により肺ガンや皮膚腫瘍になる危険性も含んでいる。そこで我々は管外面の塗覆装プロセスにおいて、タール白煙の発生機構及びその発生状態を解明し、その発生状態に適応した局所排気フードの型式と流動条件を実際の装置の設計の指針とすることを目的に 直径 1m $\times$ 長さ 6m の管に対して、実験的に求めた。

#### 2. 発 生 機 構

タールのみの塗覆装とグラスウールジュートとタールとの塗覆装とがあるが、何れの場合も固形タールピッチ (原料) が 230~250 $^{\circ}$ C の高温で溶融され、液体状態となつたコールタールが、その温度を保ちながら塗装に用いられている。舟部のタール液表面、管表面及びグラスウールジュートに塗られたタール液表面、およびジュートから落下するタール液滴表面などから 230~250 $^{\circ}$ C における揮発物質が蒸発し、次いでこの蒸気状またはガス状揮発物が周囲の空気によつて冷却凝結されて、高沸点揮発物質は固体粒子状物質に、中沸点揮発物質は液体粒子状物質に、低沸点揮発物質はガス状物質のままとなる。従つてタール白煙はこれらの混在した空气中浮遊物質であることが認められた。

#### 3.1 発生状態と排気フードの選定

塗装装置の下部にある舟部の液表面から発生する多量 (全発生量の約 94%) のタール白煙、塗装作業側の管の下部表面から発生するタール白煙、及び管の回転により塗装作業と反対側の管の外表面に沿つて誘導流動してくるタール白煙等を舟自身をスロット開口フード(1)によつて、107m $^3$ /min の処理風量で排気した。グラスウールジュート表面、及び管壁から落下する液滴表面から発生するタール白煙は、管の回転ベクトルと熱上昇ベクトルにより垂直上方に 0.9~1.0m/sec で流動しているため、塗装装置の上部の塗装ノズルと舟部との中間にフード(2)をそ

の上昇白煙ベクトルを受け取るように造形，設置し， $101\text{m}^3/\text{min}$  の処理風量で排気した。更に管の頂部においては回転と熱上昇のベクトルによつて  $0.45\sim 0.5\text{m}/\text{sec}$  で斜め上方に流動するタール白煙を受け取るように造形，設置されたキャノピーフード(3)によつて， $123\text{m}^3/\text{min}$  の処理風量で排気した。この3つの排気フードにより，発生したタール白煙は殆んど100%排気制御された。この実験において，シュート表面などから垂直上方に流動するタール白煙の制御の目的で設置したフード(2)はフード(3)のキャノピーフードで併用し得ることが認められた。尚フード(3)は  $1\text{M}\phi$  管の直径方向に関して略90%を覆っているので， $3\text{M}\phi$  の管に対しても管の直径方向に関して90%を覆うようにフード(3)をスケールアップし，制御速度をパラメーターとした流動条件で同様の実験を行ない， $1\text{M}\phi$  管のときと同じ程度の排気効果が得られるかどうか，即ち排気フードの相似性の原理が成立するか否かを調べる予定である。

### (67) タール様空気汚染物質の捕集除去技術

橋爪 稔・四本 久郎

コールタールや石油タールを原料とするホットプロセスから発生する有害な液相や固相の粒子状空気汚染物質の捕集除去技術は，極めて困難であり，日本のみならず諸外国においてもなお未開発の状態であるが，一方コールタールから発生する空気汚染物質中には3・4ベンツピレンを初めとする発癌性芳香族炭化水素が多量に含有され，逐次社会的関心を集めつつあります。以上の様な事情から我々は，数年前より，この汚染物質の除去技術の研究を始めました。濾過法，湿式法，電気集塵法等による除塵技術の研究を行ないましたが，いずれも十分な効果が得られませんでした。そこで在来の一般的除塵技術とは別に新たに汚染物質の物性を利用する除塵技術の開発に着手し，熱交換法による除塵法を研究し，十分な捕集除去効果が期待される見通しがついたので，基礎工学的な実験を始めました。最終的には工業的に直接適用し得る捕集技術を確立することを目的としています。

水道用鋼管の塗覆装作業に使用するグラスウールの布を濾材とする濾過法による実験を行なった結果，発生するタール様空気汚染物質は濾過装置に到達する以前のダクト内壁面に沸点の高い成分物質から順に，単なる空気冷却により凝集付着してしまつた。また湿式洗浄法によつても殆んどフュームは捕集されなかつた。これらの事実から濾過法や湿式洗浄法あるいは，その他の従来の除塵方法よりも，冷却凝集法の方が除去効果が高いということが判明したので，チューブラーコンデンサー(12φ×1000ℓ×31本/基)3基を直列に連結して，捕集実験を行なった。

実験条件は第1コンデンサーの冷却水として特に  $40^\circ\text{C}$  の温水を，他の2本には水道水を循環しました。供給濃度  $Cg_0$  を  $1\sim 10\text{g}/\text{m}^3$  間を6点選定し，チューブラー内流速  $Vd=1.84$ ,

$3.22, 5.06, 8.24\text{m}/\text{sec}$  をパラメーターとして，放出濃度(末捕集分濃度)を測定し，その放出濃度，供給濃度，およびチューブラー流速との間の相関関係を求め，次のような結果が得られた。

捕集除去効果とチューブラー流速の間にはS字曲線関係が存在し，流速の小さい  $1.84\text{m}/\text{sec}$  付近では流速と共に除去効果は徐々に増加するが  $1.84\text{m}/\text{sec}$  を越えると僅かな流速の増加に対して除去効果が著しく増加する。流速が  $3.22\text{m}/\text{sec}$  の値に達すると流速がそれ以上大きくなつても除去効果は増加せず一定となつた。即ち臨界速度が存在すると考えられる。このときの放出濃度  $Cg_0$  は供給濃度によつて多少異なるが約  $200\text{mg}/\text{m}^3$  であつた。またこの現象は供給濃度の大小にも相応していることが認められた。これは，コンデンサー内に流入したタール様空気汚染物質は冷却によつて壁面に凝集付着します。次に流速が速くなると伝熱抵抗となつている伝熱境膜が薄くなり，その結果熱伝導率が良くなり，冷却効果があがるのです。また流速が速くなつて捕集効果を上げ得る別の要因は，流動流体の乱流が激しくなることにより，気流の冷却壁面への衝突頻度が増大し，かつ凝集粒子の壁面への衝突慣性量が増大します。これらの要因によつてタール様空気汚染物質の冷却凝集物の壁面への付着量は，流速の増加と共に増加するのです。

会計課長	計合課長	(大蔵省)	新2101 矢野 幸次	本間 克典
	計合課長	(大蔵省)	新1003K 矢野 幸次	松村 方美
薬務部長	計合課長	(大蔵省)	新1020A 矢野 幸次	坂部 弘之
主任研究官	計合課長	(大蔵省)	新1002N 矢野 幸次	三輪 俊輔
	計合課長	(大蔵省)	T.S. No. DR-85K 矢野 幸次	守 和子
	計合課長	(大蔵省)	T.S. No. DR-12N 矢野 幸次	住 光男
	計合課長	(大蔵省)		加藤 一
	計合課長	(大蔵省)		山 美
安 祥	計合課長	(大蔵省)		野 子
計合	計合課長	(大蔵省)	新面半失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面全失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面半失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面全失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面半失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面全失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面半失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面全失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面半失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面全失集	田 謙
計合	計合課長	(大蔵省)	新面半失集	田 謙

## II 保護具検定

### 47年度防じんマスク国家検定 (47.4~48.3)

形式	判定
サカキ式 1021-N形 (直結式)	特級合格
サカキ式 1005-C形 (直結式)	1級合格
サカキ式 1011形 (直結式)	特級合格
ダストホ 66 (直結式)	1級合格
T.S. No. DR-34K (直結式)	2級合格
T.S. No. DR-15N (直結式)	2級合格
T.S. No. DR-18N (直結式)	1級合格
T.S. No. DR-31K (直結式)	2級合格
T.S. No. DR-35 (直結式)	2級合格
サカキ式 1021S形 (直結式)	特級合格
サカキ式 1003K形 (直結式)	特級合格
サカキ式 1020A形 (直結式)	特級合格
サカキ式 1005N形 (直結式)	特級合格
T.S. No. DR-85K (直結式)	特級合格
T.S. No. DR-12N (直結式)	特級合格

### 47年度防毒マスク国家検定 (47.4~48.3)

区分	種類	形	商品名	判定
有機ガス用	防毒マスク	隔離式半面形	T.S. No. GM-86	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	サカキ式 A-1形	不合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式半面形	T.S. No. GM-25	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	T.S. No. GM-56N	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式半面形	T.S. No. GM-38K	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	T.S. No. GM 202K	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式半面形	T.S. No. GM 37K	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式全面形	T.S. No. GM 64K	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式全面形	T.S. No. GM 65K	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式半面形	T.S. No. GM 86K	合格

## III 庶務

### (1) 職員

昭和48年3月31日現在における定員は次のとおりである。

区分	所長	研究部門					管理部門				合計	
		部長	主任研究官	研究員	研究補助員	計	課長	係長	一般職員	技職員		計
定員	1	4	18	17	6	46	1	2	5	6	14	60

同日現在における職員は次のとおりである。

所長	医博	山口 正義
庶務課長	中村 寛	主任研究官 橋爪 稔
庶務係長	森谷 聖	本間 克典
会計係長	阿部 周三	松村 芳美

職業病部長	医博	吉川 博	労働生理部長	医博	坂部 弘之
主任研究官	理博・医博	長谷川 弘道	主任研究官	工博	三輪 俊輔
〃	理博	林 久人	〃	理博	守 和子
〃	医博	興 貴美子	〃	理博	佐藤 光男
〃	理博	松下 秀鶴	〃	医博	加藤 寿一
〃	〃	鈴木 康友	〃	〃	春山 暁美
〃	〃	〃	〃	医博	須藤 綾子
〃	〃	〃	〃	薬博	鶴田 寛
労働環境部長	医博	興 重治	実験中毒部長	医博	河合 清之
主任研究官	〃	浜田 晃	主任研究官	理博	木村 正巳
〃	〃	原 登	〃	〃	〃
〃	理博	左右田 礼典	〃	〃	〃

### (2) 予算

昭和47年度予算は、労働衛生研究所に必要な経費及び総理府関係予算の内より移替された経費で構成されており、その合計額は222,715千円で前年度184,645千円に対し20.6%の増額となっている。

イ 労働衛生研究所に必要な経費としては次表のとおり一般会計、特別会計を合せ総額で、10.6%、人件費19.7%、研究費0.8%の増額、労働衛生保護具性能審査費9.6%、その他の経費で22.8%の減額となっている。

昭和47年度防じんマスク国家鑑定(付) 4-48.3 (単位 千円)

区 分	前 年 度			昭 和 47 年 度			前年度対比	
	一般会計	労災特会	計	一般会計	労災勘定	計	増△減額	増減率%
(1) 人 件 費	56,984	39,971	96,955	66,586	49,458	116,044	19,089	19.7
(2) 研 究 費	18,189	50,432	68,621	19,123	50,071	69,194	573	0.8
(3) 労働衛生保護具性能審査費	1,284	—	1,284	1,161	—	1,161	△ 123	△ 9.6
(4) その他の経費	2,844	2,805	5,649	2,860	1,500	4,360	△1,289	△22.8
計	79,301	93,208	172,509	89,730	101,029	190,759	18,250	10.6

[注] その他の経費とは、一般会計で人当経費及び一般運営費、労災保険特別会計で業務取扱費(人件費以外のもの)及び施設費等運営費系統の経費である。

ロ 総理府関係予算の内より移替された経費としては、総額 31,956 千円が当該年度の研究計画に基づき措置された。内訳次表のとおり

区 分	項	47年度予算額 千円	備 考
1. 科学技術庁	(イ) 国立機関原子力試験研究費	5,562	1) 職業病のための放射性同位元素利用に関する研究
	(ロ) 特別研究促進調整費	22,405	1) PCB代替品の毒性に関する研究 4,974千円 2) 化学物質および重金属の安定性評価手法に関する総合研究 10,915千円 3) 都市生活における精神的健康度に関する総合研究 6,516千円
2. 環境庁	(イ) 環境保全総合調査研究促進調整費	3,989	1) 大気複合汚染を形成する熱分解生成物の生体に及ぼす影響に関する研究
合 計		31,956	

(3) 図書及び刊行物

1. 図 書 昭和47年度においては、単行書合計116冊、雑誌合計366種類を受け入れ、377冊の雑誌製本を行なった。

(1) 収 集 昭和47年度は、

種 別	購 入	寄贈・交換	合 計
単行書	和 43冊	8冊	51冊
	洋 58冊	7冊	65冊
雑誌	和 2種	186種	188種
	洋 100種	78種	178種

(2) 製 本

製本冊数 377冊

2. 刊行物

昭和47年度は、つぎの各号を刊行した。

- (1) 労働衛生研究所年報 昭和46年度版
- (2) Industrial Health Vol. 10, No. 1—2
- (3) “ ” No. 3—4

(4) 日 誌

- 47. 4. 1 本日次の人事が発令された。  
新規採用 労働生理部 (技) 岡 龍 雄  
“ 実験中毒部 (〃) 名 取 功
- 47. 4. 12 建設省大臣官房営繕部建築課森担当官が産業医学総合研究機関の建設予定敷地を視察した。
- 47. 4. 12 科学技術週間(科学技術庁主催)行事の一環として当研究所を一般公開した。  
～17
- 47. 5. 1 本日次の人事が発令された。  
新規採用 職業病部 (技) 中 村 国 臣  
“ 実験中毒部 (〃) 小 滝 規 子
- 47. 5. 11 労働基準局鈴木庶務課長ほか2名が来所し研究施設を視察した。
- 47. 6. 8 研究所開所15周年記念行事を実施した。
- 47. 7. 11 建設省関東地方建設局横浜営繕工事事務所営繕監督室長により、研究所建物の保安度調査が実施された。
- 47. 7. 21 昭和48年度増員および等級別定数改定要求について労働大臣官房秘書課に説明を行なった。
- 47. 7. 21 大蔵省主計局労働担当主査の交替に伴ない所管事項について説明を行なった。
- 47. 8. 3 昭和48年度概算要求について労働大臣官房会計課長の調整が行なわれた。

47. 8.12 坂部労働生理部長，第30回米国顕微鏡学会年次大会兼第1回太平洋地域電子顕微鏡会議における「大気汚染に関するパネル討論」出席および諸外国の研究施設視察のため，アメリカ合衆国に出発した。
47. 8.16 本日次の人事が発令された。  
庶務課会計係（事）森 貞樹が渋谷労働基準監督署に転出した。  
足立労働基準監督署より（事）田中善久が庶務課会計係に転入した。
47. 8.17 大蔵省主計局労働担当主査が来所し研究施設を視察した。
47. 8.23 坂部労働生理部長，海外出張より帰国した。
47. 9. 1 労働省設立25周年記念行事を実施した。
47. 9. 5 昭和48年度概算要求を大蔵省に説明した。
47. 9.12 山口所長，「国際結核予防連合会役員会ならびに総合プログラム委員会」出席のためフランス共和国に出発した。
47. 9.18 産業医学総合研究機関の概要についての事情聴取および現地視察のため，会計検査院浦和課長ほか2名が来所した。
47. 9.19 山口所長，海外出張より帰国した。
47. 9.20 行政管理庁藤本管理官が来所し研究施設を視察した。
47. 9.25 労働生理部三輪主任研究官，「国際標準化機構第108専門委員会（機械振動と衝撃）SC4（人体に対する振動衝撃許容限）会議」出席のため英国に出発した。
47. 9.26 関東財務局横浜財務部桐田国有財産監査官により，行政財産の査察が行なわれた。
47. 9.30 坂部労働生理部長，「石綿研究グループ会合ならびに欧州における職業病研究事情視察」のためフランス共和国に出発した。
- 47.10. 5 労働生理部三輪主任研究官，海外出張より帰国した。
- 47.10.16 昭和48年度増員要求を大蔵省に説明した。
- 47.10.20 坂部労働生理部長，海外出張より帰国した。
- 47.10.20 北里大学大道明教授ほか学生103名が来所し見学した。
- 47.10.27 山口所長，「第8回国際結核予防連合会東部地域会議」出席のためオーストラリア連邦シドニー市に出発した。
- 47.11. 5 山口所長，海外出張より帰国した。
- 47.11. 7 人事院事務総局管理局職階課，高原課長補佐，高橋係長により職務調査が実施された。
- 47.11.12 昭和48年度等級別定数改訂について復活説明を行なった。
- 47.11.30 川崎市役所建築局指導課より古谷係官ほか3名が来所し，産業医学総合研究機関の建設敷地を視察した。
- 47.12.23 加藤 新労働大臣の就任挨拶が労働省講堂において行なわれた。

48. 1. 8 昭和48年度概算要求査定内示および復活要求が行なわれた。  
～15
48. 1.19 建設省関東地方建設局営繕部建築課係官により，建物の地震に対する安全度調査が実施された。
48. 3. 3 山口所長，「第22回国際会議（東京開催）プログラム委員会」出席のためフランス共和国に出発した。
48. 3.10 職業病部林主任研究官，「環境中のアスベスト及び肺内のアスベストの鉱物学的研究」のためアメリカ合衆国に出発した。
48. 3.11 山口所長，海外出張より帰国した。
48. 3.25 本日次の人事が発令された。  
庶務課長 渡辺 弘が新潟労働基準局庶務課長に転出した。  
群馬労働基準局より中村 寛が庶務課長に転入した。

昭和48年6月1日 印刷

昭和48年6月5日 発行

発行所 川崎市木月住吉町2051  
労働省労働衛生研究所  
電話中原(044)④2185(代表)

印刷所 神田印刷株式会社