

労働衛生研究所年報

昭和 50 年度

労働省労働衛生研究所

目 次

I 研究調査	1
1. 尿中ステロイドとカテコールアミン分析技術	1
(1) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析 (V)	1
各種カラムの比較	
(2) 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 (VI)	2
小セル容量蛍光光度計を用いた場合	
(3) 高速液体クロマトグラフィーによるカテコールアミンの分析 (III)	3
(4) ステロイドホルモンのラジオイムノアッセイ (I)	3
コルチゾールとアルドステロン	
2. ス ト レ ス	5
(5) 企業内労働者の精神的ストレスに関する調査	5
(6) 低密度精神作業のストレスと生理的変動について	6
(7) カテコールアミン排泄量の個人差 (II)	7
3. 日 内 リ ズ ム	9
(8) 交替勤務と不規則勤務時のコルチコイドと カテコールアミン排泄の日内リズム	9
4. 重 金 属 中 毒	10
(9) カドミウムフェームの長期吸入実験 (IV)	10
呼吸器の形態学的所見	
(10) 凍結超薄切片による Cd 腎の X線微小分析	11
(11) カドミウムの体内分布におよぼす他金属前処理の影響	12
(12) カドミウムによる腎障害と尿中カドミウムの変化	13
(13) カドミウム中毒ラットの尿中の銅と亜鉛の変化	14
(14) カドミウムの骨コラーゲン架橋結合に対する影響	15
(15) 実験的カドミウム中毒におけるリゾチームに関する研究	15
(16) 血清および尿中の β_2 -microglobulin 値	17
(17) ヒト白血球の β -ミクログロブリン生成能に 対する重金属の作用 (予備的検討)	18
(18) クロム作業者の血清および尿中の β_2 -microglobulin 値 (検診)	19

5. PCB中毒	20
(19) PCBの血中濃度と体内蓄積量に関する実験的研究	20
6. 塩化ビニルモノマーによる中毒	22
(20) 動物実験による塩化ビニルモノマー中毒の生化学的研究	22
(21) 亜急性中毒実験——病理学的検討——	23
(22) 塩ビ重合作業者の健康調査	24
7. NO ₂ の生体影響	27
(23) NO ₂ の生体影響に関する研究	27
8. 潜在性異常	29
(24) 汚染環境下における耐性獲得, 潜在異常に関する研究	29
——潜在的異常状態の評価に関する研究——	
9. 経皮吸収	31
(25) ハロゲン化溶剤の経皮吸収	31
10. 嗅覚	33
(26) 嗅上皮の金属イオンおよび蒸留水応答 (I)	33
——1価塩溶液——	
(27) 嗅上皮の金属イオンおよび蒸留水応答 (II)	34
——多価塩溶液——	
11. 粒子状物質の細胞組織毒性	35
(28) カドミウム, アンチモン, 鉛ヒュームの溶解性と細胞毒性	35
(29) 粉じん吸入ラットにおける肺胞表面物質の変動	36
(30) 気管培養法による粉じんの線毛運動に対する影響	37
12. 職業癌	39
(31) 塩化ベンゾイル製造関連物質の発癌性 (III)	39
(32) 人造黒鉛電極製造従事者の疫学調査	40
(33) タール精製およびコークス炉作業従事者の疫学調査	41
(34) 塩化ビニルモノマーおよびポリマー製造従事者の疫学調査	41
13. 発癌性物質の分析	42
(35) 浮遊粉じん中のベンゾ (a) ピレン簡易分析法	42
(36) 高速液体クロマトグラフィーによる市販 1-ナフチルアミン中の	
2-ナフチルアミンの簡易分析	43
(37) 高速液体クロマトグラフィーによる 3, 3'-ジクロロ	
4, 4'-ジアミノジフェニルメタンの分離	44
14. 有害ガス蒸気の分析	45

(38) エレクトロバランスを利用した標準ガス混合気流の調製	45
——有機溶剤用拡散チューブの検量——	
(39) エレクトロバランスを利用した標準ガス混合気流の調製	47
——塩化ビニル用パーミエーションチューブの検量——	
(40) 逐次気液平衡法による塗料中塩化ビニルモノマーの分析	49
(41) 塩化ビニルモノマーの捕集袋内における濃度変化 (その2)	50
(42) 動物吸入実験用チャンバー内における	
ビスクロロメチルエーテル濃度の変化	51
(43) 市販トルエン検知管の性能	52
(44) 過マンガン酸カリウムの稀硫酸水溶液を	
用いる水銀蒸気採取に関する研究	53
15. エアロゾルの測定	55
(45) 圧電結晶天秤式エアロゾル濃度測定器の特性評価 (2)	55
(46) ピエゾバランス粉じん計による作業環境中の粉じん濃度測定	56
16. 鉱物性粉じんの測定	57
(47) 遊離けい酸の比較測定	57
(48) 環気中アスベストの測定 (1)	58
(49) 環気中アスベストの測定 (2)	59
——メンブランフィルターによるアスベストの測定——	
(50) 環境中の繊維状鉱物の計測に関する研究 (II)	60
(51) 環境中の繊維状鉱物の計測に関する研究 (III)	61
(52) ガス雰囲気試料室を用いた電子顕微鏡による含水試料の観察 (II)	63
加水ハロイサイト (10Å相) とハロイサイト (7Å相) の比較	
17. 粒子状大気汚染物質	64
(53) 光化学スモッグ時の酸性粒子状物質について	64
(54) エネルギー分散型X線分析法による	
エアロゾル粒子の元素組成分析に関する研究	65
(1) 硫黄の定量分析	
18. 振動	67
(55) 超低周波振動計測用振動計の試作	67
(56) 衝撃性振動の評価	68
19. 手腕系作業における筋負担	70
(57) 書字作業の筋負担	70
(58) キャッシュレジスター作業の筋負担	70

20. カーボンブラック	73
(59) カーボンブラック表面酸性基の反応性 (II)	73
(60) カーボンブラック表面キノン基の測定法	74
21. フレキシブルダクト	76
(61) フレキシブルダクトの圧力損失 (その1)	76
—直線ダクトの圧力損失—	
22. 溶接空気汚染物質の局所排気	78
(62) 溶接空気汚染物質の可搬式局所排気除去装置 (その1)	78
—局所排気フード—	
(63) 溶接空気汚染物質の可搬式局所排気除去装置 (その2)	80
—溶接ヒューム—	
(64) 溶接空気汚染物質の可搬式局所排気除去装置 (その3)	81
—ガス状空気汚染物質—	
23. 秤量作業及びシュータ投入時の粉じん及び蒸気の工学的対策	84
(65) 秤量作業及びシュータ投入作業から発生する粉じんと溶剤蒸気に対する局所排気および捕集除去技術 (その1)	84
—上記作業場内の粉じん (特にクロム化合物) の調査—	
II 保護具検定	86
III 庶務	88
(1) 職員	88
(2) 予算	88
(3) 図書および刊行物	89
(4) 日誌	90

I 調査研究

1 尿中ステロイドとカテコールアミン分析技術

(1) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析 (V)

各種カラムの比較

守 和 子

昨年度は主として ODS-Permaphase カラム (逆相分配クロマトグラフィー) と ETH-Permaphase カラム (分配クロマトグラフィー) を用いて, aldosterone (1), cortisone (2), cortisol (3), corticosterone (4), 11-deoxycortisol (5), 17 α -hydroxyprogesterone (6), 11-deoxycorticosterone (7), progesterone (8) の分離挙動を調べたが, 本年度は他のカラムでの分離挙動と比較した。

装置, ODS, ETH カラムについては第IV報と同じである。その他に内径 2.1mm, 長さ 25 cm の Zorbax ODS と Zorbax SIL カラムを使用した。

逆相分配クロマトグラフィーで 1~8 を分離すると ODS カラムでは保持時間は 1 < 2 \approx 3 < 4 < 5 < 6 < 7 < 8 の順に大きくなるが, 1, 2, 3 および 6, 7 は分離しない。ETH カラムでは保持時間は 1 < 2 \approx 3 < 4 < 5 < 7 < 6 < 8 の順に大きくなり, 2 と 3 が分離しない。Zorbax ODS では 1 < 2 \approx 3 < 4 < 5 < 6 < 7 < 8 の順に溶出するが, 2, 3; 4, 5; 6, 7 はそれぞれ分離しない。従つて, 逆相分配でこれらのカラムを使用して 8 種を同時定量することはできない。しかし, 目的に応じては使用できる場合もある。例えば, 1 を 2, 3 から分離したい時は ETH または Zorbax ODS を使用すればよい。また, Zorbax ODS は理論段数が高く, ピークがシャープになるので, 高さで測定すれば感度は大となる。液体クロマトグラフィー用充てん剤 LH-20 を用いた時は 1 < 3 < 4 < 5 < 7 < 6 < 8 の順に溶出するが, 3 と 4 は分離しない。高速ではないので, 1 と 5 を分離するのに 2~3 時間かかる。

分配クロマトグラフィーで 1~8 を分離するのに ETH カラムが適している。保持時間は 8 < 7 < 6 < 5 < 4 < 2 < 1 < 3 の順に大きく, すべてのピークはよく分離する。

吸着クロマトグラフィーのカラム Zorbax SIL を用いると, 8 < 7 < 6 < 4 < 2 < 1 < 3 の順に溶出する。Zorbax SIL は Zorbax ODS と同様理論段数が高く, ピークはシャープである。ただ, 両カラムは Permaphase のカラムより高圧で分析する必要があるため取扱いが若干面倒である。1~8 の同時分析には ETH (分配) と Zorbax SIL が適している。今後 radioimmunoassay による検出, プレまたはポストけい光ラベル法によるけい光検出を検討

したい。

(2) 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 (VI)

小セル容量蛍光光度計を用いた場合

須藤綾子

昨年度までに、微量のカテコールアミンを、微細な粒子の陽イオン交換樹脂クロマト (Zipax-SCX カラムを接続した Shimadzu-Dupont 製高速液体クロマトグラフ 830 型) により短時間に分離し、蛍光光度計 (Turner 111 型) を附属したオートアナライザー (Technicon 製) により精度よく定量する方法を開発した。しかし、この方法では、用いた蛍光光度計のセル容量が約 0.5ml で、クロマトにより分離したピークを直接追跡するには大きすぎたので、セル内でのピークの混合を防ぐために、クロマト後のオートアナライザーで多量の試薬を加え、流量を増して測定していた。ところで、オートアナライザーでの反応系の流量をより少なくすれば、より感度よく短時間に測定できると考えられる。そこで、セル容量の小さい (約 20 μ l) 蛍光光度計 (Technicon 製蛍光ネフロメーター) を用いて、主として、アドレナリンとノルアドレナリンをできるだけ感度よく測定すべく検討した。

まず、オートアナライザー部分における、Buffer (NaOH 及び Brij-35 を含む)、K₃Fe(CN)₆、V.C 及び NaOH の各試薬の流量をできる限り少なくし、それぞれ 0.03, 0.015, 0.015 及び 0.05ml/min とし、流れを分断する空気の流量を 0.23ml/min とした。なお、液体クロマトの溶出液の流量は約 0.3ml/min であつた。また、オートアナライザーのフローダイアグラムは、上述の流量以外はほぼ前報と同じであるが、Base line を安定させるため V.C と NaOH を別々に反応液流に入れるように改良した。液体クロマトは、カラム Zipax-SCX 50cm, 40°C, 15~20kg/cm² で 0.1~0.15M NaH₂PO₄ の constant elution を行つた。数種のアミン等をよりよく分離するためには constant elution より gradient elution の方がよい。しかし、gradient elution は、溶出液の組成や流量の変化を生じ、蛍光測定における Base line の乱れをおこすので、微量定量には適さないように思われる。

上述のような条件で、アドレナリン 0.1ng, ノルアドレナリン 0.2ng がそれぞれレコーダー上に約 20~30% のふれを示し、それぞれ 25pg, 50pg を十分に検出することができた。ただ、前述のように、試料中に多量の測定妨害物質が含まれている場合はこの方法は適当でない。

液体クロマトの溶出条件をかえたり、オートアナライザーのトランスミッションチューブの部分で改良するなどして乱流を防ぎ、Base line を安定させることができれば、電気的には更に感度を増すことができるので、今後この点について検討したい。

(3) 高速液体クロマトグラフィーによるカテコール アミンの分析 (III)

守和子・樋口善己 (東理大・理)・斎藤真一 (東邦大・医)

高速液体クロマトグラフで試料を分離後、自動的にけい光検出する高速液体クロマトグラフィーの方法をオンラインけい光発色検知方式高速液体クロマトグラフィーと呼ぶことにする。

健康人の尿中遊離型カテコールアミン (CA) の分析は単一溶媒溶出法でも可能であり、2段階溶出法または簡単なこう配溶出法を用いれば一層よい。しかし、トリヒドロキシインドール (THI) 法陽性の夾雑物を多く含む尿の場合はクロマトグラムはかなり複雑となり、溶出の仕方にもかなりの工夫が必要である。そこで、 α -methyldopa および propranolol を投与された患者尿を例として夾雑物の影響を調べた。実際には noradrenaline (NA), adrenaline (A) が正常値の範囲内であつても、用手法を用いた場合、前者では NA, 後者では A が異常高値として測定される。前者では水で暫く溶出後、凹型の指数型こう配溶出法を用いて測定すると、dopa と NA の間と dopamine (DA) の後に薬剤またはその代謝物と思われる大きなピークが出る。後者を凹型の指数型こう配溶出法を用いて測定すると DA よりかなり保持時間の大きい所に大きなピークが出る。このように種々の薬剤の投与された被検者の尿を取扱う時は個々に検討する必要がある。この方法は某臨床検査センターに採用され、全自動化されて、24時間無人運転が可能となり、1台につき約 250 検体/週の処理能力で日常検査に供されている。

褐色細胞腫患者の腫瘍近傍の血中には高濃度の CA が含まれる。クロマトグラムは単純なので、単一溶媒溶出法を用いれば、5~6分おきに試料を注入することができる。また、CA の含量の少ない血清、血漿および髄液中 CA の測定も反応系の改良、測定波長の選び方などに工夫をし測定できるようになった。動物の脳、副腎、子宮、卵巣、卵管など CA の含量の比較的多い組織中の CA の測定はこの方法で比較的容易に行なうことができる。

(4) ステロイドホルモンのラジオイムノアッセイ (I)

コルチゾールとアルドステロン

守和子

タンパク性ホルモン、ステロイドホルモン、甲状腺ホルモン、サイクリック AMP、プロスタグランジンなど radioimmunoassay (RIA) によつて測定可能なものは数多くあり、ストレス、生体リズム、睡眠などに関連を持つ指標の多くが含まれる。RIA の技術導入の手はじ

めとして、キットを用いてステロイドホルモン、cortisol と aldosterone の RIA について検討した。

使用したキットは cortisol RIA kit (RIA CORTK) (Cea-Ire-Sorin, CIS, ミドリ十字) と aldosterone RIA kit (ALDOK) (CIS, ミドリ十字) である。

RIA CORTK は標準試料、または試料を緩衝液で稀釈し、 ^3H で標識した標識抗原を入れ、抗体を加え、インキュベートすると平衡が成立すると同時に反応産物 (B) が cellulose に吸着されるので、遠心すれば、上澄に遊離の標識抗原 (F) が残る。それにシンチレーターを加えて、カウントする。操作は非常に単純になっている。しかし、このキットは血清または血漿用に作られたものであり、尿中遊離型 cortisol を測定するために、血清の代わりに尿を使用すると、測定値は 10 倍以上の高値を示す。そこで、尿をジクロロメタンで抽出し、溶媒を減圧留去してから RIA を行なうなど各所に改良を加え、尿の分析に適した方法とした。この方法により 0.25ng 前後から 2ng 前後の測定が最適であったが、4ng 位までは測定できる。 ^3H で標識した cortisol を尿に加えた場合の回収率は満足すべきものであった。一回に 100~110 検体を処理できる。

尿中には遊離型の aldosterone は 0.13~0.25% しか排泄されない。そこで、12~20% 存在するといわれている、18-glucuronide を測定するキットとして ALDOK がある。このキットを用い、寺山らの方法に従って RIA を行ない満足すべき結果を得た。

尿中遊離型 cortisol の日内リズムは 17-OHCS より早朝よりにピークを持ち、振幅も大きい。ストレッサーに対する応答も早いと思われるので、今後、ストレス指標としても検討したい。尿中 aldosterone-18-glucuronide にも早朝にピークをもつ日内リズムがある。しかし、aldosterone は姿勢により大きく左右されるといわれているので、生活リズムを変化させた場合は cortisol とは異なった挙動を示すであらう。また、低圧環境にヒトを暴露した場合、その尿中排泄が減少することがわかった。

2 ストレス

(5) 企業内労働者の精神的ストレスに関する調査

坂部 弘之・守 和子・須藤 綾子
柿崎 敏雄・岡 龍雄

企業内労働者の精神的ストレスの実態を調べるため、某金属鉱業ダイカスト事業所の妻子ある従業員 99 名 (事務部門 49 名、現業部門 50 名) を対象として、調査票を用いて記入および面接による社会心理学的測定と尿中ストレスホルモンの生化学的測定とを併せて実施し、比較検討した。

調査票は環境変化、生活構造および健康度に関するもので、それらの集計から 21 項目の総合指標値を算出した。健康度に関する 5 項目については本企業のみ 99 サンプル、その他の項目については 5 企業の 855 サンプルの分布をとり、標準偏差値で区切って指標値を 1~5 の得点に直した。

得点の偏りからみると、本企業の労働者は概して健康度は良いが、資源量は少なく、家族物財のハンディキャップや生活困難感は大い。また活動性は比較的小さく、労働モラルや職場への生活密着度も低いようである。次に相関係数をもとに各項目の関連を要約すると、本人の不健康度は家族のそれと関わりが深く、本人のハンディキャップと相俟って生活困難感を増し、ストレスを重くしているように推察される。また本人の個人的資源は活動性を高め、職場への生活密着度を強めるとともに本人の健康に資されているものと思われる。これに対し家族物財的資源は家族の活動性や妻子の健康に与っているものとみられる。

生化学的測定に当つては午前勤務中約 2 時間半の尿をあいたを 1 週間置いて 2 回採り、カテコールアミン量は高速液体クロマトグラフ・オートアナライザーで、17-OHCS 量はオーハーキットで、クレアチニン量はオートアナライザーでそれぞれ分析測定した。

これらの測定項目 (2 回の平均値) と社会心理学的測定項目との関連については、17-OHCS 量はどの項目とも有意の相関は得られなかったが、カテコールアミン量は Arousal scale、妻の健康度、本人個人のハンディキャップ、本人の活動性、職場への生活密着度と有意の相関を示した。これらの中には前述の相関性から外れるものもあるので、カテコールアミン量と関係するような要素を抽出するために因子分析をやってみた。カテコールアミン量と関係する因子のうち、本人個人の資源量やハンディキャップも因子負荷が大きいが、むしろ活動性で表わされる要素と関連するように考えられた。

次に事務、現業両部門の労働者について比較すると、社会心理学的測定項目では現業部門の

方がハンディキャップが大きく、労働モラルは低い。しかしストレス量や生活困難感などには差がなく、上の結果はさほど問題にはならないようにも思われる。生化学的測定項目では17-OHCS量が事務部門の方が有意に多かつた。これは他にも原因があるかも知れないが、17-OHCS量は体格との相関が高いので、一部は体格の差に起因するものと考えられる。

(6) 低密度精神作業のストレスと生理的変動について

柿崎敏雄

低密度精神作業のストレスに関する3つの測定—パフォーマンス、自己評定、生理的変動—に当り、まず被検者の層別をした。被検者経験のない男子大学生25人に対し、脈拍、血圧、血液比重、尿の糖・たんぱくの検査を行ない、次に精神作業として計数表示装置を用いて2桁数の加減算を15分間ずつ3回やらせて、各人の最大作業速度を求めた。さらに最大作業速度の70%の速度、すなわち作業密度70%で作業を連続1時間やらせて、作業のきつさについての自己評定を前年報と同じ要領でさせた。これらの予備検査で中庸を外れた者、および本実験の日程に不都合な者を除き、結局本実験の被検者は9人となつた。

本実験は椅座安静30分間ののち上記加減算作業を連続1時間負荷し、作業の前後に生理的測定—脈拍、血圧、ヘマトクリット、ヘモグロビン、血漿たんぱく、血漿滲透圧、血漿比重、血漿水分—を実施し、作業後に作業のきつさについて自己評定をさせた。またヘマトクリットとヘモグロビンの変化から下の式により血漿量の変化率を求め、これをもとに

$$\% \Delta P. V. = \left[\frac{Hb_B(100 - Ht_A)}{Hb_A(100 - Ht_B)} - 1 \right] \times 100$$

(Bは作業前、Aは作業後の意)

血漿たんぱく総量の変化率も算定した。作業の負荷密度は30、50、70%の3段階選び、順序をランダムにして、あいだを1週間程度置いて3度の実験をした。

各密度の負荷作業における平均パフォーマンスは30% : 29.8%, 50% : 49.5%, 70% : 68.2%で、ほとんどエラーはなかつた。作業のきつさについての自己評定値(0~10)の平均と標準誤差は30% : 2.32 (0.68), 50% : 3.93 (0.72), 70% : 5.60 (0.58)で、前回より作業密度が低いにかかわらず全般的にかなり高く、バラツキも大きい。これは作業時間が倍であるということよりも、今回の被検者が実験に慣れていなかったことによるものと思われる。作業による生理的変動では、拡張期血圧値、ヘマトクリット値、ヘモグロビン量、血漿たんぱく濃度、血漿比重、血漿水分量などがいずれの作業でも(一部70%を除き)有意であつた。血液指標の変化からは血漿総量の減少が推定されるので、血漿量の変化率を出したところ2.1~2.6%減少することがわかつた。これは大部分水の変化に負っているが、血漿の滲透圧がほとんど変動しないので、低分子の溶質も水と一緒に移動するものと考えられる。また血漿のたんぱく総量

は作業により、0.52~3.21%の増加を示した。各生理的測定値の変化量、血漿量変化率および血漿たんぱく総量変化率は3つの密度の作業間に有意の差は認められなかつた。一方これらの値と自己評定値との相関係数を算出してみたが、有意の相関は得られなかつた。

生理的には作業は何らかのストレスになっているものと考えられるが、被検者の作業適合性が広く、反応の個人差も大きいため、自己評定との直接的な関連づけは困難なように思われる。

(7) カテコールアミン排泄量の個人差(II)

須藤綾子

昭和48年度に、鉄道労研の御協力を得て、某高等学校生徒の尿中カテコールアミン量、学業成績、体格及び体力についての計34項目の主軸法による因子分析を行い報告したが、当研究所にも昨年ミニコンピューターが導入され、多変量解析が可能となつたので、同じ資料について更に検討した。

資料は、生徒数119名、測定項目カテコールアミン—クレアチニン当り値6項目(通常授業時2日、学期末試験時1日のアドレナリン及びノルアドレナリン値)、学業成績17項目、体格4項目及び体力7項目からなるものであつた。計算に先だち、学業成績17項目を直接バリマックス法により分析したところ、国語3項目、社会2項目、数学2項目、理科4項目及び英語3項目は、それぞれほぼ同一のパターンに属していたので、これらは各項目の平均点を用いた。また、3日間のノルアドレナリン値と2日間の通常授業時のアドレナリン値にはほぼ有意差が認められなかつたので、これらもそれぞれ平均値を用い、計21項目について計算した。なお、カテコールアミン値はクレアチニン当り値と時間当り値について調べた。

まず、カテコールアミン時間当り値を用いて前報と同様主軸法を行うと、第1因子は前報と同じくテスト時アドレナリンと学業成績とに大きな因子負荷量を持つものであつたが、第2因子のカテコールアミンの負荷量は小さくほぼ無視し得るものであつた。従つて、第2因子はクレアチニンと何らかの関連を持つと考えられる。第3因子は前報と同様ノルアドレナリン(+), アドレナリン(-), 体格(+), 体力(-)に比較的高い負荷量を示し、体格大の人がノルアドレナリン量多くアドレナリン量少ないという従来の観察所見と一致した。

次に、カテコールアミン量が、これら学業成績、体格、体力の指標によつてどの程度説明されるかを知るため、重相関分析を行つた。その結果、カテコールアミン時間当り値3項目各項の重相関係数は、ノルアドレナリン0.45、通常授業時アドレナリン0.33でいずれも体格に大きな負荷量を示し、学業成績や体力のそれは小さかつた。一方、テスト時アドレナリンの重相関係数は0.56で前2者より大きく、その負荷量は学業成績で大きく体格では小さかつた。ま

た、カテコールアミン3項目と他の18項目との1次正準相関係数は0.60で、負荷量はカテコールアミンではテスト時アドレナリンが圧倒的に大きく、基準変数では学業成績が大きく体格は小さかった。重相関に関する結果は、カテコールアミン—クレアチニン当り値を用いても同様であった。

以上をまとめると、カテコールアミン尿中排泄量は体格と何らかの関係を有すると思われる。また、ストレス時アドレナリン排泄量は、その時の仕事の質ないし量と、何らかの意味で正の相関関係にあると考えられる。

なお、用いた因子分析、相関分析の計算方法と電算機のプログラムは芝祐順「行動科学における相関分析法」及び「因子分析法」によった。

3 日内リズム

(8) 交替勤務と不規則勤務時のコルチコイドと

カテコールアミン排泄の日内リズム

大塚 和子・岡 龍雄

2日間の昼夜逆転生活と、それに続いて2日間の昼夜正常生活を被検者にさせた場合の舌下温、脈拍数、コルチコイド、カテコールアミンなどの変動については昨年報告した。この場合、被検者はスケジュールにそつて生活し、覚醒中の大部分は連続的に負荷(ゲーム)をうけていた。つまり、この実験は一種の負荷を連日かけて、実験的にパターンを作つたものであるが、実生活においては負荷の強弱の組合わせはもつと複雑である。そこで、この実験に参加した検者の各指標の変動を被検者の変動と比較し、複雑な生活パターンの場合について検討した。

17-OHCSの尿中排泄パターンは被検者群では逆転生活時に正常生活時に較べ振幅が小さくなつてはいるが、検者群では差はみられなかつた。舌下温は両群とも逆転生活時にみだれ、正常生活にもどると正常パターンを示した。逆転生活時のパターンも両群で類似していた。脈拍数は舌下温と類似のパターンを示した。尿量は被検者群では逆転生活時にそのパターンはみだれるが、正常生活にもどると正常パターンとなる。検者群では4日間のリズムに大きな差はなかつた。自覚症状しらべの結果は被検者群では或程度共通点があつたが、活動のまちまちな検者群では個人差がかなりあつた。遊離型アドレナリンの尿中排泄は被検者群では個人差もあるが、一つの傾向を示していた。しかし、検者群では各個人がかなり異なる排泄パターンを示した。全体的にみて活動時に高かつた。2, 3のトピックスを拾つてみると、或検者は4日目に一日中横になつていたが昼間寝てはいなかつた。昼間のアドレナリン排泄量は低値を示した。或検者は本人の研究に従事していた2日目の値が4分画にわたつて10ng/min前後で、室内作業時の5ng/minに較べ高値であつたにもかかわらず、自覚症状の訴えはむしろ少なかつた。

検者群と被検者群では大体同じ睡眠をとつていたが、負荷のかかり方が異なる。負荷の強弱によつて変化しやすいアドレナリンは活動パターンにかなりそつた変化を示すので、生活パターンがみだれると排泄パターンもみだれる。日内リズムのみだれにくい17-OHCSは、被検者群のように強制的に長時間負荷をかけないと変化は観察されない。舌下温、脈拍数はアドレナリンと17-OHCSとの中間的変動を示す。

4 重金属中毒

(9) カドミウムフュームの長期吸入実験 (IV)

呼吸器の形態学的所見

京野 洋子・河合 清之・吉川 博・野崎 互右・鈴木 康友

大沢 基保・清水 聡子・栗盛 静江・宮田 信明

第 I, II, III 報 (49 年度) に続き, CdO フュームを吸入したラットの呼吸器病変を病理学的に検索した。暴露は 0.1 と 1mg/m³ の 2 段階, 1 日 6 時間, 週 5 日間で, 期間は 2, 4, 12 週であり, 観察は光顕 (HE, アザン, 鍍銀, PAS・アルシアン青重染の各染色) 及び電顕で行った。

(1) 対照群 暴露 12 週までの全期間を通じて病変は全く認められず, 洗滌標本にみる肺胞構築は正常で, 肺胞腔中に遊離細胞の残存はみられない。

(2) 0.1mg/m³ 群 2 週後一部の呼吸細気管支末端に上皮の軽度の変性と非線毛細胞の局所的増加を認め, これに連なる肺胞道を中心に肺胞壁の軽度の肥厚と単核球性細胞の浸潤を見た。これは気道末梢部病変の初期像として注目すべきである。4 週後にはそれが広範化し程度が強まり, 12 週後には粘膜下組織の細胞浸潤も増強する。細気管支末端病変にひき続き, 所属肺胞で不規則な拡張不全, 細胞成分の肺胞内停滞が強まり, 病変は肺野領域にも明らかとなる。電顕で確認された変形 II 型上皮増殖, 肺胞腔内ミエリン像増加は, III 報の生化学的検索結果と共に, 初期肺病変の一要素として肺 surfactant layer の変性ないし破壊を示唆する。

(3) 1mg/m³ 群 2 週後で病変はすでに 0.1mg/m³ 群 12 週のさらに進行した状態にある。4 週で細気管支炎の病像が完成し, 同時に肺胞病変増強による細気管支周囲炎を伴う。6~10 週で途中死した 4 匹は, いずれも肺の過膨張と細気管支炎が強くなり, 汎細気管支炎型病変の急速な進行が直接死因と判断された。急性障害の肺水腫型とは別に亜急性的死亡例が発生したことは注目される。12 週生存例では肺離断後も過膨張が強くなり, 切片上では肺胞数の減少, 肺胞隔の消失など, 気腫性変化の初期像に達する。細気管支炎および細気管支周囲炎はさらに強まる。肺胞の病変も進み, 肺炎や肺胞壁のびまん性肥厚が著しくなる。細気管支及び小血管周囲に発生した細胞浸潤の病巣は肉芽腫性格を帯び, 病巣周辺の膠原線維増殖が明らかとなる。肺胞壁にも広くびまん性の線維化が認められ, 電顕像では肺胞間質の拡大があり, 突起が多くかつ粗面小胞体の発達した間質細胞の増加を認めた。一方 II 型肺胞上皮は 4 週より数も少かつ萎縮性である。

カドミウムフューム吸入による呼吸器病変は形態学的には 0.1mg/m³ 群ですでに初期像が

明瞭なことに注目すべきである。1mg/m³ 群では 2 週で同質の病変が更に進行しており, 経時的に複雑化するが, 12 週頃には細胞成分増加および分泌物過剰生産など肺の刺激反応性は次第に低下し, 病型は肺線維症或は肺気腫症などの慢性病変へと転換しつつあると判断された。

(10) 凍結超薄切片による Cd 腎の X 線微小分析

京野 洋子・河合 清之・鈴木 康友

Cd による腎障害の成立を病理学的に追求する際に, 腎組織細部での Cd の分布と局在を知ることが重要である。最近オートラジオグラフィや組織化学的方法による情報が得られつつあるが, それらの結果および生化学的分析データはそれぞれ必ずしも一致した知見を与えていない。我々は微細構造レベルでの Cd の局在を, エネルギー分散型の X 線微小分析法により追求しつつあり, 前年度には新鮮材料の瞬間凍結超薄切片を用いて従来の固定包埋試料で生ずる固定包埋材由来物質の影響, 可溶性塩類の流出や移動などの問題をさげ得, Cd の検出も良いことを報告した。同方法により一定分析条件の下で半定量的取扱いを試みた。

分析の対象は Cd の大量短期連日投与による急性腎病変で, ラットに 4.5mg/kg Cd を 6 日間連日投与後の腎 (Cd 濃度 70~90μg/wetgr) である。新鮮試料を凍結超薄切片とし, KEVEX-5100 X 線微小分析装置を装着した日立 HSM-2B 走査電顕で, 加速 25kv, 試料電流 1~2×10⁻¹⁰A, 100 秒の条件で分析した。無固定, 無染色の条件下の透過走査電顕像上で尿細管部位, 細胞内小器官が識別可能な範囲で分析位置を定め, Cd 特性 X 線ピークの有無を+, ±, - の 3 段階に評価した。

近位尿細管上皮内では, Cd の検出率が最も高いのは基底部細胞質で, +63%, ±23% であり, 刷子縁部では+32%, ±9%, 管腔側細胞質では+34%, ±24%といずれも基底部側より低い。細胞質が暗調化した例では検出頻度は高い。核は核膜部が+45%で基質部の+29%より高く, 糸粒体では+25%, ±41%であまり検出されない。細胞質内部の粗大顆粒の多くはライソゾームと想像されるが, +31%とむしろ低く, 粒子状重金属の摂取所見とは異なる。上皮外では基底膜部で+58%とほぼ上皮基底部細胞質と同程度に検出された。基底膜の基質中には時に 10~30μm 程度の微小高電子密度顆粒を認め, ここで Cd 又は Ca のどちらか一方のみが明瞭に検出され, Cd と Ca の競合があるように見える。近位尿細管上皮周囲の間質細胞は細胞質で+54%, ±31%と検出率が高い。毛細血管腔は+16%と最も低い。

急性型 Cd 腎初期病変で X 線微小分析所見は Cd が近位尿細管上皮の基底部側細胞質および基底膜部に偏る傾向を示した。これは Cd による近位尿細管上皮障害の発端は基底部の機能障害と考える腎生理学的検索結果に支持的である。間質細胞内で Cd 検出率の高いことは, 通常電顕像で明らかな間質の浮腫と間質細胞変性の発生を説明するのに有力な所見である。

凍結超薄切片によるX線微小分析の技術はまだ未完成で、造像力不足、切片作製技術の難しさ、分析感度の改善など解決すべき課題は多いが、組織内水溶性物質を保存し、重金属検出と平行して微細構造的変化の成立病理を解析し得る有力な手段であり、今後重金属毒性の形態学的解析に活用が期待される。

(11) カドミウムの体内分布におよぼす他金属前処理の影響

吉川 博・鈴木康友・栗盛静枝

カドミウム(Cd)の急性毒性は、いくつかの他金属の少量前投与によつて軽減することが認められている。そこでCdの急性毒性を軽減することが知られているCu, Hg, Pb, Znを前投与して、その後に投与したCdの体内分布について検討した。

実験にはICR雄マウスを使用し、Cu(2mg/kg), Zn(4mg/kg), Hg(0.45mg/kg), Pb(10mg/kg)を腹腔内注射し、前2者は24時間後、後2者は48時間後に、Cdの3mg/kgを腹腔内注射した。なお、Cd 3mg/kgのみを投与したものを対照とした。これらの動物を7日間観察し、毎日の体重を測定し、Cd投与後1・4・7日目に各群5匹宛を殺し、肝・腎・脾のCd含有量を原子吸光法で分析定量した。

1. 体重の変動: Cd投与後の体重の増減率をみると、Cd投与群では24時間後に著しい減少を示し、2日後も更に減少し、その後漸次増加の傾向を示すが、Cu, Pb, Zn前投与群では、1日後に減少を示すが、2日目以降増加し、7日目には実験前値まで回復する。Hg前投与群はCd群と同じ傾向を示すが、体重減少度は軽度であった。したがつて、Cdによる障害の程度が、体重の変動に反映し、障害が強く現われるものほど体重減少が著しいと考へるならば、これらの金属の前投与はCdの急性毒性を抑制していると言ふことができる。

2. 肝・腎・脾中Cd含有量: 各群のCd投与後1・4・7日目の肝・腎・脾中Cd含有量をみると、Pb・Zn・Cu前投与群の肝中Cd含有率は明らかにCd単独投与群より増加し、Cu前投与群の腎と、ZnとCu前投与群の脾中Cd含有率は明らかにCd単独投与群より低下していることが認められた。この実験から一般的に云えることは、前投与群はCd単独投与群に比して、肝中Cd含有率が高く、腎と脾中Cd含有率は低い。すなわち、前投与によつて肝における貯留能が亢進し、取込まれたCdの多くが肝に捕促され、肝から全身へのCdの分散が抑制されると推定できる。

この肝におけるCd捕促能の亢進の機構については、CuとZnではメタロサイオネインの生合成亢進によるものと考えることが可能であるが、Pbの場合には、Pb投与がメタロサイオネインの生合成を亢進する事実は知られておらず、この場合のCd捕促能亢進は別の機構を考へる必要がある。

(12) カドミウムによる腎障害と尿中カドミウムの変化

鈴木康友・河合清之

カドミウム(Cd)中毒における尿中Cdの排泄量についての知見は多いが、Cdと尿成分との結合状態あるいは腎障害によるその変化についてはほとんど知られていない。本年は、Cd中毒における腎障害による尿中Cdと尿成分との結合状態の変化について研究を行った。

SD雄のラットにCdを0.5mg/kgの割合で連日皮下注射し、適時、腎の組織学的検索を行った。また採尿を行い、尿の一部をセファデックスG-75でゲル濾過し、Cdの分布を調べた。残りはCdの定量に用いた。

腎の組織学的検索では、Cd投与開始後5週では近位尿細管上皮は全般的に潤濁腫脹がつよいが、変性はほとんどみられない。刷子縁は明瞭で、管腔は狭少である。7週では、近位尿細管上皮は全般的に潤濁し、刷子縁は不明瞭で管腔は拡張気味となり、所によつては水腫性腫脹や酸好性壊死に至る種々の変性像がみられ、間質にはびまん性浮腫がみられる。12週では近位尿細管上皮は軽度の萎縮と扁平化を示し、刷子縁は不明瞭で、管腔は拡張性である。上皮の変性壊死はごく少くみられる。間質の浮腫性拡張は7週に比べてやや進行している。すなわち、5週と7週の間では腎病像は明らかな転換を示しており、この間に腎障害が発生したものと考へられる。

尿中Cd排泄量は、3週と5週ではそれぞれ0.37 μ g/日および1.8 μ g/日で経時的に増加の傾向がみられたが、7週では11.3 μ g/日となり、腎病変の発生に対応してCd排泄量は著増した。さらに12週では、74.5 μ g/日と極めて多量のCdが排泄された。

セファデックスG-75による尿のゲル濾過におけるCdの分布では、5週までは、Cdは分子量数万以上の高分子量蛋白との結合および極めて低分子量成分との結合あるいはイオン状態で排泄されるのが認められた。5週までは腎尿細管上皮に変性はほとんどみられない。したがつて、尿におけるこのようなCdの結合状態は腎の正常なCd代謝によるものであると考へられる。腎障害が認められた7週になると、分子量約1万に相当する区分にもCdの新らしいピークがみられた。この区分のCdと結合している蛋白質の本質については不明であるが、メタロチオネイン様蛋白であると考へられる。この区分のCdは、7週では、尿中Cdの40—50%程度であるが、経時的に増加して、12週では90%以上に達した。

Cd中毒ラットの腎の組織学的変化と尿中排泄Cdの尿成分に対する結合状態の変化とを比較検討した結果、Cdによる腎病変がみられない間は、尿中Cdは高分子量蛋白との結合および低分子量成分との結合あるいはイオン状態で排泄される。腎障害の発生に対応して、尿のCd排泄量が著増するとともに、その大部分がメタロチオネイン様蛋白と結合していることが明らかになった。

(13) カドミウム中毒ラットの尿中の銅と亜鉛の変化

鈴木康友

カドミウム (Cd) 汚染地域住民の尿中の銅 (Cu) および亜鉛 (Zn) の排泄量は、非汚染地域住民に比べて高い傾向にあるということが報告されている。尿の Cu および Zn の排泄に対する Cd の影響については明らかでないので、Cd 中毒ラットの尿中 Cu および Zn の排泄量の変化および、これらの金属と尿成分との結合状態について調べた。

SD 雄ラットに Cd を 0.5mg/kg の割合で連日皮下注射し、これを 22 週間継続した。適時採尿を行い、尿の一部をセファデックス G-75 でゲル濾過し、濾液について、Cu と Zn の分布を調べた。残りの尿は Cu と Zn の定量に用いた。なお同量の Cd を投与したラットの腎についての組織学的検索からは、Cd 投与開始後 5 週と 7 週の間、Cd による腎障害が発生したものと考えられること、および、これに対応して尿中の Cd 排泄量の著増とメタロチオネイン様蛋白結合 Cd が排泄されるようになることについては別に報告した。

尿中の Cu 排泄量は Cd 投与開始後 2 週目より増加し、3 週での平均値は 9.0 μ g/日 (正常値の 1.7 倍) であり、5 週では 18.9 μ g/日 (正常値の 3.6 倍) となった。その後、このような多量排泄は持続した。このように Cu 排泄量の増加が始まる時期は、Cd 排泄量が著増する時期より、4—5 週間早かった。尿のゲル濾過による Cu の分布からは、正常尿中の Cu は、分子量数万以上の高分子量蛋白との結合 (高分子区分) および低分子量成分との結合あるいはイオン状態 (低分子区分) であることがわかった。Cd 投与開始後、低分子区分の Cu は増加したが、同時に分子量約 1 万に相当するメタロチオネイン様蛋白区分に Cu の新しいピークが認められた。この両区分の Cu は 5 週まで増加したが、低分子区分の Cu が常に多量であった。7 週になると、メタロチオネイン様蛋白区分の Cu は著増したのに反し、低分子区分の Cu は減少した。この傾向は経時的にさらに著しくなり、12 週ではメタロチオネイン様蛋白区分の Cu が全体の 86% を占めるようになった。

Zn の排泄量は 5 週以後有意に増加し、7 週では 12.4 μ g/日 (正常値の 2.1 倍)、12 週では 46.1 μ g/日 (正常値の 7.7 倍) に達し、その後この多量排泄は持続した。Zn の排泄量の増加の推移は Cd のそれとほぼ一致した。Zn の分布も高分子区分と低分子区分にみられ、Zn の排泄量の増加に伴って低分子区分の Zn は増加した。しかし、メタロチオネイン様蛋白区分に Zn は全く認められなかった。

このように、Cd により尿中の Cu と Zn の排泄量は増加するが、特に Cu は迅速に増加することがわかった。また Cu は初期よりメタロチオネイン様蛋白区分に認められ、腎障害の発生に対応して、この区分の Cu が急増することなどから、Cd 中毒における尿中 Cu の排泄にはメタロチオネイン様蛋白が密接に関係していることがわかった。

(14) カドミウムの骨コラーゲン架橋結合に対する影響

木村正己・小滝規子

カドミウムを摂取した動物の骨の変化については、形態学的観察から osteodystrophia の像を示すことが報告されているが、生化学的分析はまだなされていない。骨コラーゲンは骨塩沈着の母体として骨の有機成分の主体をなすものであるが、最近いわゆるイタイイタイ病患者の尿中イミノ酸の分析から本症における骨コラーゲンの代謝異常が推測された (井口・佐野, 生化学 46, 652, 1974)。骨コラーゲンの化学構造に対するカドミウムの影響の有無を知ることは重要と考えられる。骨コラーゲンの安定性や機能発現に関係しているといわれている架橋結合がカドミウム摂取によつて量的また質的に変化を受けるかどうかを検討した。体重約 70g の雌ラット 36 匹を用い、いずれの動物にもビタミン D₃ を 25 I. U./日 経口投与する一方、動物を 12 匹づつ 3 群に分け、おのおのカドミウムを 0, 30, 300ppm を含む 3 種類の合成飼料で飼育した。4 週 (生後 8 週) までの各週間後、各群から 3 匹づつのラットを殺して、その骨コラーゲンを単離した。大腿骨、脛骨の骨幹部 (一匹あたり計 4 本) を用い、久保木らの方法 (久保木他, 生化学 46, 456, 1974) で架橋分析した。各群検体は一緒にして放射性 [³H]-NaBH₄ 還元後、クロマトグラフ法で架橋結合を定量した。同時に塩基性カラムのアミノ酸分析計による定量も併用した。

カドミウム摂取ラットの骨コラーゲンの架橋につき対照群と比較分析した結果、両群とも加齢に伴う架橋の減少が認められたが、特にカドミウム摂取群の骨コラーゲンにおける特定の架橋の欠損あるいは極端な減少は認められなかった。しかし、架橋結合の比 di OH-LNL/OH-LNL を比較すると、カドミウム摂取群において対照群よりも減少していることがわかった。この現象は加齢に伴う変化の一つと考えられているので、カドミウム摂取が骨コラーゲンの正常の maturation ないし aging の過程の異常促進因子となつていることを示唆している。

LNL: Lysinonorleucine

(15) 実験的カドミウム中毒におけるリゾチームに関する研究

木村正己

カドミウム中毒の主症状の一つとして低分子蛋白尿が知られている。カドミウム環境汚染が主因として考えられているイタイイタイ病患者の尿から、分子量 1~3 万の β_2 -microglobulin, retinol binding protein および lysozyme (リゾチーム) が同定されている。カドミウム摂取により腎機能障害が起つた時、特に尿細管による再吸収機構が破壊されて低分子量蛋白質が

再吸収されなくなり、尿中に排泄されるようになるという。カドミウムによる低分子蛋白尿の動物実験を試みた。

ウサギ(体重 1.5~2.0kg, オス)に、週5回皮下注射で、1mg Cd/体重 kg のカドミウムを投与した。そして、1, 3, 6, 10 および 12 週後に、2羽ずつ屠殺して検体とした。腎臓および血清中のカドミウム量およびリゾチーム量を測定した。一方、各時期に蓄尿(1日尿)し、尿中のカドミウム量、総蛋白量およびリゾチーム量を測定した。その尿の一部に対し、硫酸沈澱を適用し、尿の全蛋白質を沈澱させた。その沈澱物を Bio Gel P-100 で、ゲル濾過分析した。このクロマトグラフィによれば、高分子量の蛋白質は速く溶出され、低分子量の蛋白質はおそく溶出される。低分子量蛋白質群のなかにあるリゾチームを *Micrococcus lysodeikticus* を用いた活性測定法で定量することができる。夾雑物の影響が殆んどないので、正確な尿中のリゾチーム量を知ることができる。各検体から得られた Bio Gel P-100 によるリゾチーム・ピークを比較して、前記の尿リゾチームの直接分析の結果を裏付けた。

- 1) 腎臓カドミウム量は6週まで増加傾向を示したが、その後増えず、定値を保った。
- 2) 腎臓リゾチーム量は3週まで増加傾向を示したが、その後はむしろ減少する傾向を示した。
- 3) 血清中のリゾチーム量は腎臓リゾチーム量の変化と同様に、3週までは増え、以後やや減る傾向を示した。
- 4) 尿中のカドミウムは4週まで殆んど見出されなかつたが、5週後に急激にその量が増加した。
- 5) 尿中のリゾチームは4週まで殆んど排泄されなかつたが、5週後に大量の排泄が認められた。この結果は尿の全蛋白のゲル濾過分析でも同様に確認された。総蛋白質の定量から、リゾチーム量/総蛋白質量の比を計算してみると、明らかに5週からその比の値が低くなつていった。尿中の蛋白質のなかで、リゾチームが増えていることが判明した。

このようなカドミウム投与条件で、大体5週間までは腎臓にカドミウムがどんどん蓄積するが、やがて保有許容量(閾値)を越えてしまう。その結果、overflow したカドミウムは尿細管に障害を起すようになる。同時にカドミウムが急激に尿中に排泄されるようになるのであろう。本来ならば、リゾチームは腎臓で適時再吸収され、分解され、血清レベルは一定に保たれる。また、尿中には殆んど見出されない筈である。カドミウム摂取による生体への影響に対し、防御或は修復機能を有すると考えられるリゾチームがどんどん生合成されるので、血清および腎臓レベルが上昇するのであろう。数週後、カドミウムによる尿細管再吸収不全が始まると、リゾチームは大量に尿中に排泄されるようになるのであろう。

本実験により、カドミウム-腎臓-リゾチームの関連についての知見が得られた。

(16) 血清および尿中の β_2 -microglobulin 値

木村正己・小滝規子

β_2 -microglobulin は Berggard によつて初めて尿細管性蛋白尿を伴つた Wilson 氏病および慢性カドミウム中毒の患者の尿から分離精製された。分子量 11,800 で、100 個のアミノ酸残基からなるポリペプチド鎖の低分子量蛋白質である。正常人の血液、尿、髄液などに含まれている。尿細管障害により再吸収異化が減少し、尿中に多量に出現するので、糸球体型と尿細管型の腎疾患の鑑別診断に利用されている。カドミウムを主因とする尿細管型腎障害があるイタイイタイ病の患者尿にも β_2 -microglobulin が見出されている。この蛋白質についてその生物学的意義が研究され始めている。 β_2 -microglobulin はリンパ球のような有核細胞で産生され、免疫グロブリン(IgG)の constant domain と類似の構造を有していることが確められている。また、最近、リンパ球細胞膜表面にある組織適合抗原(HL-A)の構成成分であることが証明された。免疫機構のなかで重要な役割を演じていると推測されている。

β_2 -microglobulin 値の定量を radioimmunoassay で各種検体について行つた。正常成人男子(20-30才)の血清および尿レベルは 1.40 (1.28~1.60) および 0.19 (0.05~0.29) mg/l であつた。文献値とよく一致した。

正常成人男子の尿を2日間にわたつて分析し、その結果約 5ng/時間 の排泄があることが判明した。著しい日内変動はなく、24時間尿と早朝尿では、その β_2 -microglobulin 値に大差がなかつた。

腎不全患者 18 名について定量した。人工透析者 16 名について、その血清レベルは 16~82 mg/l で、 β_2 -microglobulin の非透析性(人工膜)が見出された。透析治療を受けていない患者の尿レベルは 46 および 105mg/l で異常に高かつた。

ネフローゼ患者 8 名の血清および尿レベルは、それぞれ 1.4~4.0 および 0.12~0.66mg/l であつた。

急性および慢性腎炎患者 8 名の血清および尿レベルは、それぞれ 1.4~8.6 および 0.07~0.33 mg/l であつた。ネフローゼも腎炎も、血清値が正常値より高目であることは興味深い。

その他各種疾患 32 名について分析を行つたが、肝硬変、白血病、骨髄腫、肺ガンなどの患者の血清レベルが 3~6mg/l と高い傾向を示した。

β_2 -microglobulin 正常値範囲、その疾患との関係を明らかにするために臨床検査的研究の必要性があると思われる。

(17) ヒト白血球の β_2 -ミクログロブリン生成能に対する
重金属の作用 (予備的検討)

大 沢 基 保・小 滝 規 子・木 村 正 己

先に著者ら (Ohsawa and Kimura, 1973) は、ヒト白血球抗原 (HL-A) 分子の一部と考えられている β_2 -ミクログロブリン (β_2 -mG) をイタイタイ病の低分子蛋白尿より単離し、それが慢性カドミウム中毒者の尿中に存在するものと同一であることを示した。その後、慢性カドミウム中毒者、カドミウム作業員およびカドミウム汚染地域の住民において尿中および血清中の β_2 -mG 量が健康人より多いことが明らかとなった。この血清 β_2 -mG 増加の機作はまだ明らかではない。しかし、 β_2 -mG がリンパ球で産生され、PHA でリンパ球を活性化すると β_2 -mG の生成量が増加することが知られており、一方、動物実験でカドミウムを連続注射または長期吸入させると大型のリンパ球が増えること (大沢, 河合, 1975) や、カドミウムが *in vitro* でリンパ球を活性化することから、リンパ系組織が血清 β_2 -mG 増加の機作に関係していると考えられる。

そこで、培養したヒト白血球を用い、 β_2 -mG 生成能に対するカドミウム (CdCl_2) と水銀 (HgCl_2) の直接的影響を検討し、以下の予備的知見を得た。

- (1) リンパ球の活性化の程度を、 ^3H -チミジンの細胞の酸不溶性分画へのとり込み量でみると、カドミウムは $10^{-7} \sim 10^{-6}\text{M}$ で、水銀は 10^{-5}M の濃度でそれぞれ最も強くリンパ球を活性化した。
- (2) (1)の至適濃度にはほぼ対応して、カドミウム、水銀ともに培地中の β_2 -mG 量を増加した。
- (3) リンパ球の活性化、培地中の β_2 -mG 量の増加は、ともに水銀の方がカドミウムよりも強い作用を示した。

以上のことから、リンパ球を活性化させるカドミウムと水銀はともに、直接白血球に作用して培地 (血清に対応すると考える) 中の β_2 -mG 量を増加させることが明らかとなった。この機序が β_2 -mG 産生亢進か分解阻害によるものかはまだ明らかではないが、カドミウムに関連してみられたヒト血清中の β_2 -mG の増加は、少くとも一部はカドミウムのリンパ系組織に対する直接的作用に基づく可能性が強い。この直接作用と金属の種類との関係は今後検討の予定である。

(18) クロム作業員の血清および尿中の β_2 -microglobulin 値 (検診)

木 村 正 己・小 滝 規 子

某クロム工場における作業員および作業経験者 402 名について集団検診を行った。

蛋白質検査用試験紙によれば、痕跡 (±) 32 名、 $30\text{mg}/100\text{ml}$ (+) 15 名、 $100\text{mg}/100\text{ml}$ (++) 6 名であった。その中 23 名 (± 5 名、+ 14 名、++ 4 名) について尿中の β_2 -microglobulin 値を定量した。(±) $0.18 \sim 0.61$, (+) $0.05 \sim 0.97$, (++) $0.03 \sim 0.85\text{mg}/\ell$ 。尿蛋白量の高低に拘らず、やや正常値より高目の値の人 ($0.5\text{mg}/\ell$ 以上) があつた。

精密検診を必要とした作業員 (東京労災病院より) 14 名について、スポット尿および血清の β_2 -microglobulin 値を測定した。尿レベルは $0.02 \sim 0.57\text{mg}/\ell$ 、血清レベルは $1.32 \sim 1.97\text{mg}/\ell$ で、ほぼ正常範囲であつた。

クロムによる肺ガンの発生が知られている。肺ガン患者の血清の β_2 -microglobulin 値は高いと報告されている。従つて、クロム・肺ガン・ β_2 -microglobulin という図式について、より多くの知見が得られることが望まれる。

β_2 -microglobulin の測定は radioimmunoassay を用いた。

5 PCB 中毒

(19) PCB の血中濃度と体内蓄積量に関する実験的研究

長谷川 弘道・佐藤 光男

本研究は環境庁の総合研究プロジェクト「PCB 等新汚染物質の評価並びに汚染防止に関する総合研究」の一環として、昭和48～50年度に行なわれたものである。

昭和46年度に行なつた PCB 使用工場従業員の健康調査の結果（科学技術庁特別研究費による）PCB を取り扱つていた従業員の血液中に多量の PCB が、始めて検出された。私どもは PCB の生体内分布状態を血液中の PCB 濃度との関連において明らかにし、これによつて血中 PCB 濃度から PCB の微量長期摂取時の各組織における分布、蓄積および排泄の状態を推定すること、また中毒の発現と PCB 摂取量（微量長期）との関連を調べることを目的とした。

昭和48年度には主として PCB の体内からの排泄過程を明らかにした。ラットの血液および体脂肪中 PCB の減少過程は2相性を示し、初期における生物学的半減期は7日、後期のそれは約3ヶ月と推定された。この後期における血中 PCB 濃度と体脂肪中 PCB 濃度の比はほぼ1:100である。

コンデンサー製造作業者の血中 PCB の半減期は6ヶ月と推定された。原氏（大阪府立労研）によると3～30ヶ月と差があるが、半減期の長いものは長期間ばくろされたものであり、一般には6ヶ月を半減期と考えてよいと思われる。

昭和49年度の研究は、PCB の蓄積過程および生体の代謝系への影響について行なつた。

ラット（♀）では飼料中 PCB 濃度 0.5ppm (37.5 μ g PCB/kg/day) 以上で PCB の体内蓄積がはじまる（なおヒトでは最小発症量 70 μ g/kg/day \times 4ヶ月、暫定的摂取許容量 5 μ g/kg/day）。この蓄積は血液でも、脂肪でも同様で 37.5 μ g/kg 以下では蓄積は全くおこらない。

血液、肝への蓄積は 100ppm 飼料 (7500 μ g/kg/day) では7日目以降摂取をつづけてもとくに増加しない。但し、脂肪あるいは皮膚組織では蓄積は摂取日数とともに増加する。ただここで注意すべきは蓄積はおこらなくても、PCB の生体影響は認められるという点である。0.05ppm 飼料 (3.75 μ g PCB/kg/day) で睡眠時間短縮（肝の薬物代謝系酵素の活性増加）、肝の α -グリセロリン酸の低下などが、また 0.005ppm 飼料 (0.375 μ g/kg/day) で副腎重量の低下、肝焦性ブドウ酸量の低下などが起つている。こうした点を考えると、ヒトの場合 5 μ g/kg/day の摂取許容量は必ずしも無影響量とはいえないかもしれない。

昭和50年度の研究は、ラット♀以外に、ラット♂、マウス、モルモットなどについて昭和49年度と略同一手法により PCB の体内蓄積、生体影響などについて調べた。

こうして動物種をかえての結果から、PCB 蓄積がはじまる最小摂取量がどう変わるか、また生体影響がどう変わるかなどの点を明らかにすることにより、PCB の生体影響の本質を抽出することを目的とした。しかし PCB の投与実験は（1～3ヶ月）終了しているが、まだ結果の解析は進行中であり、報告するに至っていない。

6 塩化ビニルモノマーによる中毒

以下の3つの研究は科学技術庁特別研究調整費によつて行なわれたもので、塩ビモノマーの処理技術、塩ビ容器からのモノマーの溶出などとならんで、塩ビモノマーの毒性を解明することを目的としている。

この研究は、動物実験および塩化ビニール重合作業者の健康調査の両面から行われた。動物実験による研究もまた2部からなつていて、1つは塩ビ作業員の健康診断のための生化学的検査項目の検討を目的としたもので、塩ビモノマーの吸入ばくろ実験である。また他の1つは病理学および生化学的研究である。

(20) 動物実験による塩化ビニールモノマー中毒の生化学的研究

長谷川弘道・佐藤光男・小此木国明（海上自衛隊・横須賀病院）
島岡章（東大・保健）

ばくろ塩ビモノマー濃度は、昨年昭和49年6月の労働省の暫定通達の50ppm以下、ACGIHの1947年以來の許容濃度500ppm、1971~1974年の200ppmなどの作業環境濃度を考慮して、 65 ± 13 、 183 ± 38 、 657 ± 99 、 1787 ± 375 ppmの5種類をラット（♀）に1ヶ月間連続吸入させた。

体重および各臓器重量では、肝の重量および体重比がもつとも敏感に反応しており、65ppmですではつきりした影響がある。脾あるいは腎への影響も65ppmで現われてくるが、肝臓ほど著明ではない。

血液、血清、肝、肺、脳、体脂肪などの生化学的検査の結果は、65ppmばくろで血清アルカリフォスファターゼ活性の上昇、血液カタラーゼ活性の低下、肝グリコーゲンの増加などが目立つ。200ppmになると血清β-リポタン白の増加、LDHアイソザイムの上昇などが始まり、脳のATP減少、グルコースの低下などが見られ、脳のエネルギー代謝に影響が出てくる。肺への影響は700ppm程度で認められるようになる。また血清GOT、GPT、脂質量などへの影響、肝機能（乳酸量、ミトコンドリア活性などの）への影響はおおよそ2000ppm程度から認められるようになる。なお肝の薬物代謝酵素系の誘導現象も、PCBと同じようにあるが、それは200ppm程度で始まる。

塩化ビニールは脂溶性であり、その生体内分布状態は、2000ppmのばくろ直後では脂肪中にもつとも濃度が高く、血液1に対して脂肪中は500となる。また脂肪中塩ビ濃度は、200ppmばくろ以下ではばくろ濃度に1次比例する。しかしこれら体内の塩ビモノマーの消失は

極めて速やかで、血液では2時間で最初の $1/10$ に、肝では15分で $1/20$ に、脂肪では2時間で $1/4 \sim 1/10$ に減少する。このあと脂肪中の減少は急に早くなつていく。血液、肝、脂肪中塩ビ濃度の比率は、ばくろ中止直後で1:2.6:450であるが、24時間目には1:17:10に変わる。

結局動物実験の生化学的検査の結果、50ppm程度のばくろでは、血清アルカリフォスファターゼ活性、LDHアイソザイム、β-リポタン白、血液カタラーゼ活性、肝重量、腎重量、脾重量などの検査が必要と考えられた。これらのうち、現在の労働省通達による健康診断項目に付加されるものは、骨ずいの造血機構に関連すると思われるものである。

(21) 亜急性中毒実験

—— 病理学的検討 ——

河合清之・京野洋子・福田一男
清水総子・土屋範雄（日本クレア）

塩ビモノマーの投与条件は、常温で胡麻油に飽和させ、塩ビモノマーとして動物1頭あたり2、4、8mgを、雄ラット背部皮下に、1日1回、週6日、4週間投与した。8mg投与群最終注射終了後1時間15分の血中塩ビモノマー濃度は、平均0.228ppmで、約2000ppm以上の経気道暴露後の状態に対応すると考えられる。

病理学的検索および血液および血清の一般臨床的検査によつて得られた結果では、最も少量の投与から明らかとなる変化は肝病変で、肝実質細胞および類洞壁細胞の軽度の障害像が、電顕観察によつて検出される。同時に血清LDHの有意の上昇がみられる。GOT、コレステロール、トリグリセリドにも上昇傾向がみられるが有意差はみられない。

中等量（4mg）群で肝に認められる像は、1種の反応性恢復像である。臨床検査成績も緩解して対照に近づく。しかし大量（8mg）群では、恢復像の上に軽度の変性像が加わり、類洞壁細胞には増殖と分化の傾向が現われて、肝の病像はさらに進行を示した形を示す。中等量群で一旦恢復している血清LDHが大量群で再び上昇するのも、これに対応した現象と考えられる。血清総蛋白の有意の上昇もみられる。A/G比の低下、アルカリフォスファターゼの低下、GOTの上昇などの傾向もみられるが有意差はない。また大量群では血清Na、Clの低下が現われる。

肝について変化を示す臓器は腎である。皮質深部近位尿細管の拡張と円柱形成が主像である。血液では血小板の減少傾向、網状赤血球の増加傾向がみられ、肝に関連した諸指標の変動と一致した動揺パターンを示すが、有意差はみられない。脾の病変はまだ微弱にとどまつており、さらに遅れて発展するものと推測される。下垂体に重量増加の傾向をみると、脳には軽い

浮腫をみとめる。

以上の所見を総合して考えると、本実験条件下における塩ビモノマーの亜急性中毒像は、肝・腎の比較的穏和な病変を中心として、ゆつくりと進行する形をとり、連日の投与下においても恢復性反応が共存しうるものと考えられる。中等量以上の群においてみられる細胞小器官とくに滑面小胞体の増加は、その形態学的表現であり、同時に臨床検査異常所見の一時的な緩解と対応している。またこうした所見は、モノマーの代謝促進あるいは酵素誘導の成立を示唆している。

また以上の所見から、すくなくとも病変が初期の段階にとどまる限り、投与が中止されれば肝病変はなお可逆的でありうる可能性がある。しかし投与がさらに継続されれば、増悪と緩解を示しながら固定化した慢性病変に移行するものと考えられ、本亜急性中毒実験はそうした慢性中毒成立への過程の初期像を表わしているものと考えられる。

以上動物実験成績を総合的に考察すると、動物実験は中毒発症初期に最も敏感に反応する生化学的指標を見出すことを目的とした、比較的低濃度を用いた連続吸入実験と、投与の量をやや多くし、同時に血中濃度の波動的上昇によつて組織病変の発展を目標とした連日皮下投与実験によつて行われた。両実験を通じて明らかにされたことは、塩ビモノマーに連続的に暴露することにより、肝・腎を中心とする内臓病変がゆつくりと進展することが生化学的にも病理学的にも確かめられた。骨髄病変もおこる可能性がある。脾病変はさらに遅れて発生すると考えられる。本実験によつてえられた亜急性中毒像は、既に記載された人体慢性中毒像のごく初期を表わしているものと考えられるが、この段階においてすでにいくつかの生化学的指標が変動を示すことが見出され、同時に形態学的病変も認められた。

したがつて、塩ビモノマー暴露初期における健康診断にあつては、すでにのべたような点を考慮して行うことが希ましい。

(22) 塩ビ重合作業者の健康調査

長谷川弘道・佐藤光男・小此木国明（海上自衛隊・横須賀病院）

島岡章（東大・保健）

最後に塩化ビニール重合作業者の健康調査結果について述べる。労働省では塩ビモノマー障害として、(イ) 肝血管肉腫、(ロ) 肝脾腫、食道および胃の静脈瘤、門脈圧亢進、血小板減少などを伴なう肝脾疾患、(ハ) 指端骨溶解症などを労災補償の対象として指定している。

私どもの調査は、昭和50年7月下旬～8月上旬に行われた。

調査対象はA、B、Cの3社の塩化ビニール重合作業者82名および対照としての事務系職員28名である。

これらの作業員の勤務年数は数ヶ月から20数年にわたるので、塩ビばくろ状態も大幅に異なる。わが国で塩ビ重合作業が始まつて、今年で26年ほどになるが、環気中塩ビ濃度は最初の5年間は1000ppm程度、以後5年位前までは300～500ppm、ついで49年6月までは100～200ppm、6月以降は50ppm以下、12月に入るとND～18ppm、50年の1～4月は数ppm以下、7月にはND～1.7ppm程度と考えてよい。したがつて勤務年数の数ヶ月のもので数ppm、1年ぐらいのもので50ppm、5年のもので200ppm、5年以上20年のもので500ppm、20年以上のものは1000ppm程度のばくろ歴をもつと思われる。ただし重合缶内作業のものはこれらの数字より高い濃度のばくろを受けている。

今回の調査対象作業員では、自覚症状、既往歴、過去2～3年の健康診断結果など、いづれも問題になるものはなかつた。

ただ、今回の調査結果のうち、今後の健康管理の上で考慮していきたい項目が、いくつかあげられた。それらは

- (1) 血圧……拡張期血圧値が90以上のものが、とくに勤続年数の長いものに多い。年令的には、殆んど44才以下でこの現象があることに注意したい。
- (2) 網状赤血球……作業員で正常域をこえた高値を示すものが多い。ただし勤務年数との関連はないようにみえる。
- (3) 血小板……文献的にも問題にされている項目であるが、作業員と対照者で150000以下のものの数の有意差はなかつた。
- (4) 血液カタラーゼ活性……遺伝的な要素のない限り、個人差は少ない項目である。対照者にくらべて90%以下のものの作業員で13名、一方対照者では0名である。骨髄への塩ビの影響を明らかにする証拠として、注目したい。
- (5) 血糖……動物実験では、塩ビばくろにより減少している。対照者の平均値および標準偏差値を考慮して90mg/dl以下をチェックすると、作業員と対照者で有意の差がある。血糖値自体には問題はないが、塩ビの影響は血糖値の減少につながるものの証明といえよう。
- (6) 血清アルカリフォスファターゼ……作業員の方が、対照者にくらべて高い傾向がある。ただし正常値をこすものはわずか1名であつた。
- (7) 血清γ-GT……異常者発現率は、作業員と対照者で有意差はない。ただ作業員で高値を示すものがある。
- (8) 血清LDH……正常域をこすものの出現率は、作業員と対照者で有意差はない。
- (9) 血清LDHアイソザイム型……作業員の平均値は対照者の倍近い値で、異常域に入るものも多い。LDH測定と共に、是非入れたい項目である。
- (10) 血清GOT, GPT……正常値をこすものが数名認められる。

- (11) その他……HB 抗原テストではすべて (-), α -フェトテストで (+) のもの 1 名, 血清脂質その他の測定項目では, 作業者と対照者で差は認められない。
- (12) これらの結果は各項目ごとについてのものである。しかし一方では, これらの項目を血液系, 肝の系, 血圧, 血糖, 血清脂質, 骨の系などに類別して考えることもできる。これによつて作業者と対照者を比較すると, 血液系, 肝の系, 血圧, 血糖などの系で異常値を示すものの発現率に有意の差が認められる。

この結果問題になるのは, 今回の結果と過去の結果とのくい違いである。今回急に作業者に問題があるように認められるようになった原因の 1 つに今年の異常高温が, ストレスとして働いていることの可能性が考えられる。となると作業者の過去の結果はこのようなストレスがなければ, とくに問題はないことになる。また一方ではストレスが働けば, 異常状態が惹き起これることもあり得るともいえる。

いづれにせよ今後の追跡調査が必要であり, それによつて明確な結論を導びき出したいものとする。

なお, 今回始めて作業者の血中塩ビモノマー量を測定したが, 大よそ 2ppb 程度であつた。しかしあるものは 16ppb という値を示していた。個人個人の作業管理の上で血中塩ビ量の測定は充分参考になるものと思う。

7 NO₂ の生体影響

(23) NO₂ の生体影響に関する研究

河合清之・長谷川弘道・佐藤光男・京野洋子・清水総子
小此木国明(海上自衛隊・横須賀病院)・島岡 章(東大・保健)

一般環境空气中の NO₂ 濃度は, 年平均で 0.05ppm 以下であるが, 慢性あるいは急性中毒では, この値の 10 倍ぐらいの濃度から問題になる。労働環境では許容濃度は 5ppm とされている。NO₂ の生体影響のかたちは, 水に溶けた酸としての働きによるとされており, 従つて肺における変化がもつとも直接かつ大きく取り上げられている。ただ肺以外の臓器におよぼす影響についてはあまり明らかでない。そうした意味で NO₂ の生体影響に関する研究を生化学的に, また病理学的に攻究した。なおこの研究は数年継続するつもりである。

こうした研究に当つては, ばくろ濃度と生体反応との関連を明らかにすることが, まづ第一義であるので, ばくろ系はいろいろな NO₂ 濃度が同時に得られるように設計する必要がある。このためのばくろ系の試作と, 装置のテストを兼ねての NO₂ ばくろ実験が本年度の結果である。

動物チャンバー内の平均 NO₂ 濃度は, 7.6, 1.2, 0.3, 0.1 および 0.0 (対照) の 5 種類で, 体重およそ 200g の♀ラットを 15 日間 NO₂ に連続ばくろした後, ペントバルビタール麻酔, 採血および臓器摘出して各種の検査を行つた。

1. 体重および各臓器重量

1.19ppm 以下の群では体重に影響しないが, 7.55ppm 群で体重の減少が認められた。肺重量の体重比の値は 7.55ppm 群で著明に増加, 肝の体重比は 1.19ppm ばくろで増加し始めている。心の体重比も 1.19ppm 以上で減少する。また脾の体重比は 7.55ppm 群で増加している。したがつて臓器重量(体重比)に影響し始める NO₂ 濃度は 1.19ppm で, 0.33ppm ならば殆んど影響しない。

2. 肺組織の酵素活性の変化

NO₂ ばくろに最も敏感に反応するのは, アルカリフォスファターゼ活性である。0.33ppm でも 15% (対照にくらべて) の上昇があり, 7.55ppm 群では 127% にも達する上昇を示す。この酵素に影響しない濃度は 0.1ppm 以下と考えられる。LDH 活性もまた著しい上昇を示し, 無影響濃度は 0.1ppm 程度である。酸フォスファターゼ活性は 0.33ppm が無影響でこれ以上では上昇する。

肝ミクロゾームの Na-K-依存性 ATPase 活性は 7.55ppm 群で減少している。

肺組織の還元型 GSH 量は、0.7~0.8ppm・1ヶ月暴露マウスで減少するというが、ラットではずっと低い濃度の NO₂ (0.12ppm) で 20% の減少し、ついで NO₂ 濃度の増加と共に増大していく。だから GSH 量に及ぼす NO₂ の影響は単純なものではないが、生体影響という観点に立てば 0.1ppm 以下ですでに問題がありそうである。なお、血液および肝の還元型 GSH は変動しない。

3. 肺組織中の NO₂⁻, NO₃⁻

NO₂⁻ は検出できない。また NO₃⁻ の量は変化しない (平均 25μg/g)。

4. 病理組織学的には、7.55ppm 群において、喉頭には粘膜の肥厚と線毛の不整化をみとめ、粘膜下組織に軽度の細胞浸潤を伴う喉頭炎を認める。肺内気管支は全般的に収縮性で、粘膜はしわに富み、狭小化した内腔には剥脱した変性上皮や粘液を容れている。上皮はしばしば多層化し、著しく腫大性で、胞体は明るく、線毛の不整化や消失を認める。非線毛細胞が増加し、PAS 陽性顆粒の増加がみられる。気道末梢部の上皮病変もほぼ同様の性格を示す。肺野は斑状の拡張不全を示し、肺胞壁はびまん性の肥厚と細胞増加をみとめる。

以上の変化は、1.19ppm 群では、ごく軽度となるが、個体によつては、線毛の不整化、非線毛細胞の増加、肺胞壁肥厚、などを軽度ながら認めうる部分もある。0.33ppm 群、0.1ppm 群では対照群との間に明らかな差異を見出し得なかつた。

8 潜在性異常

(24) 汚染環境下における耐性獲得、潜在異常に関する研究

—— 潜在的異常状態の評価に関する研究 ——

長谷川 弘 道・佐藤 光 男

本研究は環境庁の総合研究プロジェクト「環境汚染が生物に与える慢性影響の解明に関する総合研究」のうちの一項目であり、表題の耐性獲得、潜在異常のうちの後者に関する研究である。この研究は昭和 50 年度より発足したものである。

環境汚染のような著しく微量な有害物の生体に与える影響の把握には、既存の産業中毒学のみによる理解は成立しない。この理由は有害物の長期間微量投与による生体影響には、健康状態・個体差が大きく作用し、一方生体は有害物に対して適応する能力を保持しているので、これらの要因が錯綜した形で、生体の慢性影響が現われてくるわけであるが、これらの要因の研究はほとんどなされていない。

従つて当研究では、これらの要因の健康障害への影響について解明することを目的としている。

研究初年度の昭和 50 年度に、私どもは油の洗滌その他に広く用いられているトリクロロエチレンを動物に与えた時の生体反応の乱れの様相をチェックして、これを極めて端的に表現する手段として円型表現法を考案した。これは生体のいろいろな反応 (正常の) を 100 として 1 つの円周上の点として示し、これに対して毒物が入つて来たときこの反応がどのように変わるかを、円の中心と反応点を結んだ線上に求め、この点をむすぶことによつて、その形がどの位、またどの辺でもつとも円形からずれているかをひと目でわかるように表わしたものである。

また一方、塩化ビニール重合作業者の健康調査の結果を潜在異常という観点から検討した。

(イ) トリクロロエチレンに暴露したラットにおいて、肝の糖代謝系、脂質代謝系の異常、血清アルカリフォスファターゼ活性の異常などから推察される肝機能障害、さらに神経系・脳グルタミン酸量が異常な高値を示すことなどが認められた。そこでこの生体反応の異常を極めて端的に表現するための方法について検討を加えた。

(ロ) 生体の潜在異常の検索に当つては、さらに測定項目の適切な選択が必要である。塩化ビニール重合作業者の健康調査において、私どもは労働省の健康診断項目に準じて行つたが (科学技術庁特別研究)、肝機能障害を知るための目安として、血清の LDH 活性とともに LDH アイソザイム (肝型) 活性の測定を行つたところ、LDH 値は正常域にあるのに LDH アイ

ソザイム値は異常域にある例がかなり多数認められた(8月の調査)。なお、その他の肝機能検査の結果も含めて、異常値を示すものの数は47/82, 対照者では2/20~9/28で有意の差があつた。但し、これらの作業者はすべて8月以前の春の検診結果では異常は全くなく、これらが2~3ヶ月後の8月に異常所見を示すようになったことの経過は、作業者に潜在異常の状態がかなりの程度あつたのではないかと推察される。潜在異常から異常への移行には恐らく高気温が大きな負荷因子として働いたものと考えている。

9 経皮吸収

(25) ハロゲン化溶剤の経皮吸収

鶴田 寛

前年度において、溶剤の経皮吸収量の定量的測定法を考案しその方法により2~3のハロゲン化溶剤が安易に皮膚から吸収され、その際の経皮吸収速度が溶剤の水に対する溶解度に関連していることを明らかにした。今年度はさらに溶剤の数を増やしてこの点を確かめるとともに、これら溶剤の経皮侵入時の危険性について検討した。

8種類のハロゲン化溶剤を使用し、マウスでの経皮吸収速度と水に対する溶解度を測定した結果、経皮吸収速度の平均値を Y n moles/min/cm² of skin, 水に対する溶解度を X mM (25°) で表わすと、テトラクロロエチレンで $Y=24.4$, $X=0.802$, 1,1,1-トリクロロエタンで $Y=45.7$, $X=5.80$, 四塩化炭素で $Y=53.6$, $X=6.12$, 1,1,2,2-テトラクロロエタンで $Y=61.5$, $X=16.4$, 1,1,2-トリクロロエタンで $Y=131$, $X=28.2$, クロロホルムで $Y=329$, $X=58.1$, 1,2-ジクロロエタンで $Y=479$, $X=81$, 二塩化メチレンで $Y=1291$, $X=204$ が得られた。この結果から経皮吸収速度と水に対する溶解度の間に次式で示される回帰直線が得られた。

$$X \leq 16 \text{ の時, } Y = 30.8 + 2.13X, r = 0.871$$

$$X \geq 16 \text{ の時, } Y = 52.78 + 6.59X, r = 1.00$$

今後、この回帰直線を利用してハロゲン化溶剤の水に対する溶解度からその経皮吸収速度を安易に算定することができるであろう。尚、ハロゲン化溶剤の経皮吸収時における体内残留率は溶剤により異なつたが経皮吸収量の100~85%であつた。このようにして得られたマウスでのハロゲン化溶剤の経皮吸収速度と体内残留量からヒトでの経皮吸収量と体内残留量を的確に推定することはまだ困難であるが、ごくおうまかな経皮侵入時の危険性を推定することは可能であろう。即ち、両手の表面積を800cm², 呼吸量を5l/min, 肺からの溶剤摂取率を50%と仮定して、溶剤に1分間両手を浸した場合に経皮吸収され体内に残留する溶剤量とこれと同量の溶剤量を肺から溶剤蒸気として1分間に体内に摂取した場合の溶剤蒸気濃度を算出し、得られた溶剤蒸気濃度の許容濃度に対する比率を求める。この比率をすでに経皮侵入の危険性が指摘されている四塩化炭素や1,1,2,2-テトラクロロエタンでの比率と比較して経皮侵入時の危険性を推定するのである。この方法により比率を求めるとテトラクロロエチレン3.7倍, 1,1,1-トリクロロエタン1.6倍, 四塩化炭素36倍, クロロホルム49倍, 1,2-ジクロロエタン72倍, 1,1,2,2-テトラクロロエタン96倍, 1,1,2-トリクロロエタン102倍, 二塩化メチレン17倍と

なり、1,1,2-ジクロロエタン、クロロホルム、1,2-ジクロロエタンについては四塩化炭素の比率を上まわる高い比率が得られ経皮侵入時の危険性が推察される。従つて、1,1,2-ジクロロエタン、クロロホルム、1,2-ジクロロエタンの使用にあつては四塩化炭素や1,1,2,2-テトラクロロエタンと同様に経皮侵入防止の対策をしてから取扱う必要がある。

廣田 輝

10 嗅覚

(II) 蒸留水刺激による嗅覚の抑制とそのメカニズム (75)

(26) 嗅上皮の金属イオンおよび蒸留水応答 (I)

— 1 価塩溶液 —

有藤 平八郎

嗅上皮は嗅細胞、支持細胞、基底細胞からなり、ここでニオイ情報は嗅細胞の化学受容器を通じて電氣的信号に変換され、さらに嗅球等の嗅覚中枢へ伝達される。クロム、カドミウム、水銀、マンガン等の重金属中毒症状の一つとして嗅覚減退が報告されている。この症状が中枢性機序によるものか、あるいは嗅上皮損傷によるものか明白ではない。化学受容器は嗅上皮の嗅細胞や舌の味細胞のみならず、血中の生体成分を制御しているニューロン等に多くみられる。これらの化学受容器の諸金属イオンに対する影響に関する研究の一環として、嗅上皮嗅細胞の化学受容器の種々の金属イオンに対する効果を電気生理学的手法をもちいて行なつた。

(方法) 食用ガエル嗅上皮の背側を切除し、嗅上皮を露出させた後、嗅球に 30~70MΩ ガラス微小電極を刺入し、嗅球ニューロンの単一神経活動と細胞外で記録しながら、嗅上皮にマイクロシリンジでまず適応溶液として金属電解質水溶液を滴下した。続いて一定時間後に蒸留水を滴下した。適応溶液および蒸留水刺激前後の嗅球ニューロンの神経インパルスの応答の時間的变化を求めた。(結果) 1. 等張性アルカリ塩水溶液を適応溶液とした場合に、 Li^+ と Na^+ では適応溶液自身による応答の変化はなかつたが、蒸留水刺激によつて促進的応答を示した。 Rb^+ と Cs^+ は逆に適応溶液に対して促進的応答を示すが、蒸留水刺激に対して応答の変化はなかつた。 K^+ は適応溶液にも蒸留水にも応答の変化はみられなかつた。2. 次に等張性の種々のナトリウム塩溶液を用いて、NaCl 滴下後の蒸留水による促進的応答が Na^+ か Cl^- のどちらにもとづくかを検討した。適応溶液自身に対する応答は $Glutamate^- > Benzoate^- > SCN^- > Br^- > NO_3^-$ の順序で促進的応答を示し、一方それにつづく蒸留水刺激はすべて促進的応答を示し、陰イオン種差による効果は認められなかつた。蒸留水刺激に対する促進的応答の持続時間は適応溶液刺激のそれに比べてはるかに長いことがわかつた。3. RbCl 水溶液の濃度の影響。3~110mM の低張液の適応溶液刺激に対してすべて促進性である。高張性 RbCl 液でも促進性ではあるが、促進持続時間が前者よりもやや短かつた。4. 等張性 NaCl 水溶液の適応溶液滴下後、蒸留水と 1mM, 10mM, 117mM NaCl 水溶液の刺激を負荷し、“蒸留水” 応答の促進性の大きさをみた。促進性応答の大きさは蒸留水 $> 1mM > 10mM > 117mM$ の順序で 117mM では応答の変化は認められなかつた。

(27) 嗅上皮の金属イオンおよび蒸留水応答 (II)

— 多価塩溶液 —

有 藤 平八郎

前報において諸々の1価塩水溶液の適応溶液刺激とそれにつづく蒸留水刺激に対する嗅球ニューロンの発射活動の時間的パターンから、(1) 適応溶液に促通的応答を示し、かつ促通応答時間も短いタイプのイオン種、(2) 適応溶液自身では応答の変化はないが、それにつづく蒸留水あるいは低張液刺激に対して長い持続性の促通的応答を与えるイオン種の二つに分類されることがわかった。前者のタイプはイオンの極性と関わりなく、イオン径が増大すると、促通応答量も大きくなる事から嗅細胞の化学受容器の活性部位にあるサイズ以上のイオン種が接触の結果生じるものと推測される。後者のタイプは陽イオンによつて生じる事、低張液においてもみられることから、適応溶液の陽イオンの性質およびイオン強度に関わるもので、適応された化学受容器中の陽イオンが蒸留水および同種陽イオンの低張液の負荷によつて受容器から拡散する結果、受容器の高次構造が変化することによつて生じるものと推測した。この仮説を検討するために、多価電解質溶液を用いて、前報とおなじ方法でもつて実験を行なつた。(結果)

1. II a 族の塩水溶液を適応溶液として用いた場合に、それにつづく蒸留水刺激はすべて促通的応答を示し、促通持続時間もアルカリ塩水溶液と同様に長かつた。また Mg^{2+} と Ca^{2+} は適応溶液に対して促通性を示さなかつたが、 Ba^{2+} と Sr^{2+} はやや促通性を示した。2. 等張性の $CaCl_2$, $LaCl_3$, $ThCl_4$ 水溶液は適応溶液自身に対して応答の変化は認められないが、その後の蒸留水刺激に対して $Th^{4+} > La^{3+} > Ca^{2+}$ の順序で促通的応答を示し、応答持続時間も同順序であつた。3. II b 族塩化物水溶液の場合、カドミウムイオンの味細胞への影響は舌咽神経活動から観察すると、Tonic response と dynamic response のうち前者を選択的に抑制することが報告され、かつ Cd^{2+} 処理によつて嗅上皮のニオイに対する EOG も抑制されることが予備実験でわかつた。そこで $CdCl_2$ 水溶液で嗅上皮を処理する前後の Rb^+ イオン適応液刺激による短時間の促通的応答と $NaCl$ 適応後の蒸留水効果を検討した。 $CdCl_2$ 50mM 処理では Rb^+ イオンによる促通的応答は抑制されるが、 $NaCl$ 適応後の蒸留水による促通的応答は残存することがわかつた。10mM $CdCl_2$ の場合に上述のような選択的抑制が成立しない例もある。特にカドミウム処理は嗅上皮を不可逆的に変化させる事が嗅上皮 EOG や嗅球ニューロンの単一神経活動の記録から推測されるので、II b 族塩化物水溶液の嗅上皮に対する効果はさらに多くのデータ(多くの食用ガエル)の集積が必要であろう。

11 粒子状物質の細胞組織毒性

(28) カドミウム、アンチモン、鉛ヒュームの溶解性と細胞毒性

興 貴美子・本間 克典・神山 宣彦
坂部 弘之・鈴木 薫

昨年度において、カドミウム (Cd)、アンチモン (Sb)、鉛 (Pb) ヒュームをラットに吸入させた場合の肺胞内マクロファージの変動について検討し、in vitro でも、in vivo でも、Sb, Cd ヒュームが細胞毒性の強い事を認めた。今年度は、これらヒュームの細胞毒性機作を知る目的で、ヒュームの溶解性と溶解物の細胞毒性に関して検討を行つた。

試料として用いた重金属ヒュームは、前年度に使用したのと同じもので、高純度 Sb, Cd, Pb を材料として高周波加熱式ヒューム発生装置を用いて発生させ、これらヒュームを Andersen Sampler に捕集し、ステージ上に分級したヒュームを実験に用いた。X線回折分析によつてこれらヒュームの不純物が 0.1% 以下(検出限界)である事、各ヒュームの回折線が夫々の金属の典型的な回折線とよく一致する事を確めた。

溶解実験は、各分級ヒュームの夫々 4mg を 20ml の溶媒の中で超音波分散 (29KHZ, 45 W) を 2分間行い、その直後及び 37°C, 2時間, 24時間静置した後、40,000 r. p. m. 1時間超遠心し、夫々の上清について原子吸光法により各金属を定量した。Cd ヒュームでは、各粒度共 Tyrode 氏液(以下 TS) 及び、再溜水(以下水)を溶媒とした場合上清に含まれている Cd 量は極く微量であるが、溶液中に血清 (20%)、アルブミン (2%) を加えると上清中の Cd 量は著しく増加してくる。又、グリシン、アラニン、塩酸システイン及びポリペプチドを夫々 TS 及び水に加えても上清中の Cd 量は著しく増加する。しかし、ポリビニールピロリドンを加えたのでは、溶解量は増加しない。Sb ヒュームでは、TS 及び水の Sb 懸濁液上清にかなりの量の Sb が検出される。Sb ヒュームでは、蛋白、アミノ酸の添加によつて Cd ヒュームのような著しい溶解度の増大は認められない。

粒子の大きい Sb ヒュームでは、保温時間と共に溶解度が増すが、粒子の小さいものでは時間と共に溶解量は飽和の傾向を示す。Pb ヒュームは水及び TS には溶解しない。血清の添加で極く微量の溶解が認められるのみである。蛋白添加によつて Cd ヒューム溶解量の増加する事、Sb ヒュームが水及び TS に溶解する事はヒュームのみでなく、夫々の金属粉末 (325 ヴッシュ以下) でも認められた。

マクロファージに対するこれらヒューム溶解物の毒性を検討するため、Cd 及 Sb ヒューム懸濁液及び上清を加え、37°C 2時間保温し、 ^{14}C -ロイシンの取込みを比較すると、Cd ヒュー

ームは TS には溶解量が少いため、上清は毒性を示さないが、Cd ヒューム自身の添加では細胞毒性が認められる。蛋白添加群では、上清に Cd が溶解しており細胞毒性を示す。Sb ヒュームでは上清による毒性が強い。3T6 線維芽細胞に対しても、Sb, Cd ヒュームの蛋白添加懸濁液上清は強い毒性を示す。

一般に Sb, Cd は水に対する溶解性が極めて低い事が成書に記載されているが、本実験結果から、Sb ヒュームは、水、体液に溶ける事、又、Cd ヒュームは、蛋白、アミノ酸の添加で水、体液にとける事が判明した。このように、Cd, Sb ヒュームが、溶解性を持ち、且つ細胞毒性をもつ事は、これら物質の体内吸収、体内分布機序を考察する際に考慮する必要があると考える。

(29) 粉じん吸入ラットにおける肺胞表面物質の変動

興 貴美子・本間克典・坂部弘之・鈴木 薫

前年度において、重金属ヒューム及び粉じん吸入ラットの肺胞内マクロファージの変動について検討を行い、in vitro における細胞毒性と in vivo における細胞毒性がよく一致することを認めたが、本年度は更に粉じん吸入ラットの肺表面活性物質の変動を検討しようと試みた。

実験に用いた粉じんは、細胞毒性の強い粉じんとして CdO を用い、弱い粉じんとして、CaCO₃、ポリ塩化ビニール (PVC)、ラテックスを用いた。発じん濃度は前年通りで、CdO では 19.5mg/m³ (AMD 4.0μ)、CaCO₃ では 81.2mg/m³ (AMD 2.6μ)、PVC では 40.7mg/m³ (AMD 2.8μ) 及び 120mg/m³ (AMD 3.7μ)、PVC 4.8mg/m³ 中 CdO 0.8mg/m³ (AMD 3.8μ) の混在しているもの及びラテックスでは 1.14mg/m³ であつて、吸入時間を 90 分とした。

実験動物は Sprague-Dawley 系雄ラットを用い、清浄環境に約 8 週間飼育し、体重 260~280g となつたものを 6 匹一群として固定方式で吸入させた。対照群としては暴露チャンバーに固定し送気のみを行つたものを用いた。吸入終了後 1 時間及び 21 時間飼育後、3 匹を一群として屠殺し、肺をとりだし、重量を測定し、肺内を気管をへて 4 回生理的食塩水で洗滌し、肺洗滌液について、肺表面活性物質の構成成分である 磷脂質 (抽出 Folch 法、測定 Bettle 法) と蛋白質 (Lowry 法) について定量を行つた。

蛋白質量については、対照群では吸入後 1 時間と 21 時間の蛋白量に変化がなかつた。PVC 群、ラテックス群においては、対照群との間に差がみられなかつたが、CaCO₃ 群では増加の傾向が認められた。一方 CdO 暴露群においては、吸入後 1 時間では、高濃度暴露、低濃度暴露群共に対照群との間に差がみられないが、吸入後 21 時間では、高濃度暴露群では蛋白量は

約 4 倍となり、低濃度暴露群でも約 2.5 倍に増量していた。

総磷脂質量は、対照群では吸入後 1 時間と 21 時間で変化がなかつた。CaCO₃、PVC 高濃度暴露群においては、暴露後 1 時間、21 時間共に若干増量の傾向を示したが、PVC 低濃度暴露群、ラテックス群では対照群との間に差は認められなかつた。CdO 群では、高濃度群で吸入後 1 時間及び 21 時間に若干減少の傾向が認められ、低濃度群では、吸入後 21 時間で増加の傾向が認められた。

以上の結果から肺の表面活性物質の変動を直ちに想定する事は困難であるが、CdO 高濃度暴露群においては高濃度の蛋白の増量がみられるがこれに伴う磷脂質の増量は認められず、むしろ減量しているため肺表面活性物質の分泌低下と蛋白性の滲出液の増加が考えられる。

細胞毒性の弱い CaCO₃、PVC の高濃度暴露群では、磷脂質量の増加の傾向がみられる事から、粉じん吸入に伴つて肺表面活性物質の分泌促進の起つた可能性がある。現在粉じん吸入と肺表面活性物質との関連に関する知見は乏しいので、今後の研究の集積によりこれらの現象を解明しなくてはならないと考える。

(30) 気管培養法による粉じんの線毛運動に対する影響

興 貴美子

肺内に吸入された粒子状物質の沈着に関しては、気管及び気管支の線毛運動による喀出が重要な因子となつている。大きな粒子は気管や比較的大きな気管支に沈着してそのまま気管支の線毛運動により喀出されるし、小さい粒子も肺胞内沈着後気管支をへて喀出されると考えられている。このような肺内沈着粒子の喀出に関しては、粒子の大きさと共に、粒子の気管上皮細胞に対する毒性も重要な因子であると考えられる。この為、気管の器管培養法を種々検討し、粉じんによる線毛運動への影響を観察した。

気管培養法は種々検討の結果現在次のような方法を実施している。即ち、生後 4~8 週の Sprague Dawley 系ラットをペンタバルビタール腹腔内注射で麻酔し、無菌的に喉頭部と共に気管を取りだし、イーグルの MEM 培地にペニシリンを加えた液の中に入れる。この液中で実体顕微鏡下でピンセットを用い気管周囲の結合織を出来る限りきれいに剥離する。この時、気管をピンセットで挟むと線毛を傷めるので注意を要する。喉頭部の結合織は剥離せずそのままにする。次に気管内の分泌物などを取り除くため喉頭部をピンセットで持ち毛細管ピペットで、MEM 培地を用い気管内を静かに 5~6 回洗滌する。プラスチックシャーレに傷をつけ、この上で気管を 1 リング程度に、ナイフで一気に入切する。この 1 リングづつを、10%牛胎児血清添加 Dulbecco-Vogt 氏液 1ml 入りの捻込みキャップ附培養管に入れ、37°C で 1 時間 10 回転で回転培養する。2~3 日回転培養をつづけ、線毛運動の良好なものを揃えて実験に

供する。これら培養気管の線毛運動は約2週間持続する。

粉じんの線毛運動に対する影響をみるためには、これら培養気管切片に対して、100mgのアルカリ処理石英、磨砕石英、アンチモンヒューム、カドミウムヒューム、鉛ヒュームを加え、回転培養を続け、粉じん添加後、線毛運動停止までの時間を測定した。

結果は、アルカリ処理石英、磨砕石英においては、粉じん添加後、120時間まで対照と等しい線毛運動を続けたが、アンチモンヒュームでは最も毒性が強く、添加後4時間で線毛運動の停止がみられ、気管上皮の傷害像がみられた。カドミウムヒュームでは添加後8~10時間で停止した。鉛ヒュームでは、120時間まで対照群と等しい線毛運動をつづけた。

肺胞マクロファージに強い毒性をもつアルカリ処理石英が、気管上皮細胞には毒性を与えない事は肺の石英じん処理に関連して興味深い。一方重金属ヒュームは前年度の報告のように、Sb, Cd ヒュームでは肺胞マクロファージに強い毒性を示すが、気管上皮細胞にも強い毒性をあらわす事が判明した。これらヒュームの吸入毒性を考察する上に考慮すべき知見と考えられる。

尚、他の粉じんに関しても実験を行いたいと考えている。

12 職 業 癌

(31) 塩化ベンゾイル製造関連物質の発癌性 (III)

福田 一男・松下 秀鶴・坂部 弘之
戸谷 忠雄・竹本 和夫(埼玉医大)

塩化ベンゾイル製造工場労働者に発生した肺癌、悪性リンパ腫等の原因物質検索のため動物実験を行い、ベンゾトリクロリドが最有力物質と考えられる事を昨年報告した。本年度は引き続き、ベンゾトリクロリドを含む塩化ベンゾイル製造に関連する癌原性被疑物質4種類の発癌性について、中等量並びに微量長期投与実験を行った。

被験物質は塩化ベンジル、塩化ベンザル、ベンゾトリクロリド、塩化ベンゾイルの4物質で、ICR系雌マウスの肩甲間背部皮膚に、マイクロピペクターで一定量、定期的に塗布した。

被験物質を5~10 μ l、週2回3週令マウスに塗布し、約10ヶ月迄観察した中等量塗布群では、最も強い発癌性を示した物質はベンゾトリクロリドで、5 μ l塗布では皮膚癌 $7/10$ 、の他に、肺腺癌 $2/10$ 、白血病 $2/10$ 、胸腺腫 $1/10$ 等の腫瘍発生が認められた。ベンゾトリクロリド10 μ lを塗布したものは、5 μ l塗布したものより死亡率が高く、且つ腫瘍発生時期も早く、Dose-Responseが認められる。塩化ベンザル、塩化ベンゾイルの催腫瘍性は皮膚のみ(各々 $2/10$)に止まつており、塩化ベンジルのそれはこの条件では認められなかった。

被験物質を2.27 μ l、週2回7週令マウスに50週間塗布し、約19ヶ月迄観察した微量長期投与群では、被験4物質の全てに皮膚発癌性が認められ、特に塩化ベンザルの発癌性はベンゾトリクロリドに次いで、他の2物質より強く認められた(塩化ベンジル $3/20$ 、塩化ベンザル $11/19$ 、ベンゾトリクロリド $18/19$ 、塩化ベンゾイル $2/20$)。ベンゾトリクロリド群は他群より死亡率が高く、約13ヶ月で観察を終了したが、担癌動物数は $18/19$ で、うち15例が悪性腫瘍(皮膚癌9、食道癌1、胃腺癌1、皮膚と肺、食道、前胃及び腺胃との重複腫瘍各1)であった。又、前癌状態とみなされる多発性肺腺腫が $9/19$ 認められた。被験物質は皮膚刺激性を有し、動物は塗布部位の皮膚を舐めるが、この経口摂取によると考えられる消化管癌はベンゾトリクロリドのみに発生し、他の物質では認められなかった。尚、ベンゾトリクロリドの経口投与によって消化管癌、特に胃癌を発生さし得る事は別の実験的証左を得ている。

又、Bap発癌に対するこれら4物質のいわゆるPromoting効果を検索した所、担癌動物数には差を認めなかった。しかしベンゾトリクロリドについてみると、Bap処置群(Bap, 150 μ g/mouse)はBap無処置群よりも死亡率が高く、且つパピロームが早期に発生し、屠殺時点迄の死亡例の担癌動物数が多かった事から、必ずしもその可能性を否定できない様に思われた。

(32) 人造黒鉛電極製造従事者の疫学調査

中村国臣

コークス炉作業従事者における肺癌死亡率の増加は、その作業環境中に存在するタールピッチ揮発物と関連があると考えられている。

人造黒鉛電極は石油コークス、石炭ピッチコークス等を主原料とし、石炭ピッチ、タールを結合剤として製造されるので、これに従事する労働者はタール、ピッチ揮発物に暴露する機会が多い。そこで、我が国でこれまでに大型黒鉛電極を生産した全事業場（8社14事業場）の労働者を対象として追跡調査を行った。

上記事業場から回答された対象労働者（昭和23～49年の間に1年以上電極製造に従事した者）の総数は6,653である。このうち昭和49年12月31日までに退職した者2,948名を下記の方法で追跡した。

1. 対象労働者の本籍を管轄する市区町村に戸籍記載事項の照会を行って生死の別を確認する。
2. 戸籍による追跡が不可能な者に関しては、在職当時の住所を管轄する市区町村に住民基本台帳記載事項の照会を行って生死の別を確認する。
3. 1, 2によって死亡の確認された者に関しては、地方法務局の各支局に死亡診断書記載事項の照会を行って死亡原因を確認する。

これらの追跡によって328名の死亡と死亡原因を確認したが、このうち83が悪性新生物による死亡であった。分母（対象者名簿）の明確な部分を観察期間としたため、解析に用いられた悪性新生物死亡数は66であったが、この数は日本人の平均死亡率から算出される期待死亡数を10上回る程度で、とくに多いとはいえない。しかし、解析結果の一部は電極製造における作業環境因子と悪性新生物死亡の関連を示唆するとも考えられ、以下の結論に達した。

1. 肺癌死亡数は期待死亡数を上回ってはいるが少なく、電極製造における作業環境因子との関連は明確でない。
2. 成型従事者群における消化器癌の超過死亡は、その作業環境因子と関連しているかもしれない。しかし、消化器癌の大部分をしめる胃癌では従事年数の影響（量-反応関係）がみられず、また、タール、ピッチ発散物と胃癌の関係を確実に示す報告もないので、この関連については、なお検討を要するものとする。
3. 以上の結果と対象集団が発癌性物質に暴露した可能性を考慮し、今後の追跡調査がとくに必要であるとする。

(33) タール精製およびコークス炉作業従事者の疫学調査

中村国臣

人造黒鉛電極の場合と同様な目的、手法によつて、上記集団の retrospective cohort study を実施中である。

対象事業場および労働者数は下記のとおりである。

タール精製：19事業場 4,206人

コークス炉：7事業場 1,925人

対象労働者の追跡はほぼ完了しており、これまでに合計344名の死亡原因を確認した。詳細については現在解析中である。

(34) 塩化ビニルモノマーおよびポリマー製造従事者の疫学調査

中村国臣

塩化ビニルモノマーによる肝血管肉腫の報告が米国でなされ、我が国の塩ビ関係労働者にも2, 3の症例が報告された。また、肝血管肉腫以外にも脳腫瘍、肺癌がこの集団で増加すると報告もある。

日本の塩ビ産業は昭和20年代なかばから始まっているが、これに従事した労働者10,469名を対象とする追跡調査を上と同じ方法によつて実施中である。これまでに195名の死亡を確認している。

13 発癌性物質の分析

(35) 浮遊粉じん中のベンゾ (a) ピレン簡易分析法

松下秀鶴

環境空気中のベンゾ (a) ピレンの分析は原則として、浮遊粉じんの捕集→粉じん中の多環芳香族炭化水素等の抽出→抽出物中のベンゾ (a) ピレンの単離→単離したベンゾ (a) ピレンの同定、定量の4基本操作から成り立つ。筆者らはこれらの基本操作に種々改良を加えると共に、各基本操作を有機的に組合せた分析法をいくつか作成してきたが、新たにより簡便な分析法の作成に成功した。本法は捕集した浮遊粉じん中の多環芳香族炭化水素等を二層一次元薄層プレート上で直接抽出したのち分離し、得られたベンゾ (a) ピレン分離スポットの抽出液を分光ケイ光法で分析する手法から成り立っている。分析操作の概要は次の通りである。

(1) 試料：浮遊粉じんを捕集したガラスファイバーフィルターをベルトポンチで直径15mmの円形に切り抜いたもの。

(2) 薄層プレート：脱活性キーゼルダール (5×20, cm; A層) —26% アセチル化セルロース (15×20, cm; B層)。スラリーは1.5% 小麦澱粉の水溶液を用いて調製する。使用直前に60°Cで1時間程度加熱、放冷後、スパチュラを用いて薄層プレートの両端からそれぞれ2cmの位置にみぞを切つたのち、中央部の薄層をスパチュラで5分割する。

(3) 分析操作：5分割された薄層プレートのA層に、プレート下端から約17mmの位置に5つの試料をそれぞれ捕集面が薄層に接するように置き、その上に直径15mmの円形テフロン板をのせる。両端の薄層にも10×15mmの矩形テフロン板をのせたのち、これらを20×200mmの矩形ガラス板で蔽い、クリップでまんべんなく固定する。この後、薄層プレートをエーテル (30~40ml) を入れた展開ポートに挿入し、20分間程度ドラフト内に放置する。ここで、エーテルはA層上を上昇し、試料をぬらしてその中のベンゾ (a) ピレン等を抽出し、矩形ガラス板よりやや上のA層上で揮散する事をくりかえす。このため試料中のベンゾ (a) ピレン等はほぼ完全に抽出され、プレート下端から約4cmのA層上に横に細長いスポットとして移される。この後、矩形ガラス板などを取りはずし、暗所風乾後、メタノール-エーテル-水 (4:4:1, v/v) でB層上10cm展開する。展開終了後、紫外線射下 (365nm) でベンゾ (a) ピレンスポットを確認し、これを共栓遠心管にかきとり、DMSOを5ml加え、約5分間超音波抽出を行ない、遠心後、上澄液を分光ケイ光度計にかけ、ケイ光、励起スペクトルよりベンゾ (a) ピレンの同定を行ない、Nanow Base Line法により定量を行なう。

分析精度；本法によるベンゾ (a) ピレンの回収率を25試料を用いて行なつた結果、回収率

の平均値は99.9%、変動係数は3.3%であつた。また本法と先に作成した (超音波抽出→二層一次元薄層クロマト→分光ケイ光分析) 法の2方法を用いて同一試料を分析する事を30回くりかえした結果、両者の値は極めてよく一致する事をみとめた。さらに粉じん捕集フィルター内のベンゾ (a) ピレン含量のゆらぎは小さい事が判つた。これらの事実から、本法は浮遊粉じん試料中のベンゾ (a) ピレン簡易分析法として有効であると判断された。

(36) 高速液体クロマトグラフィーによる市販1-ナフチルアミン中の2-ナフチルアミンの簡易分析

松下秀鶴

1-ナフチルアミン [別名, α -ナフチルアミン] は非発癌性であるが、市販1-ナフチルアミン中には発癌性を示す2-ナフチルアミン [別名, β -ナフチルアミン] が不純物として含まれている。このため、わが国においては1-ナフチルアミン中の2-ナフチルアミン含量を1%以下にするように規制されている。筆者はさきに市販1-ナフチルアミン中の2-ナフチルアミン分析法として、薄層クロマトグラフィーと分光ケイ光法とを組合せた方法を提出したが、今回、高速液体クロマトグラフィーを用いるとこの分析はさらに簡略化される事を見出した。得られた分析法の概要は次の通りである。

(i) 1-ナフチルアミンをイソプロピルエーテルに溶かし、8mg/ml程度の試料液を調製する。(ii) 高速液体クロマトグラフを次の条件に調整する。カラム, Zorbax Sil; 移動相, シクロヘキサン-イソプロピルエーテル-酢酸 (70:30:2, v/v); 圧力, 2000psi; カラム温度, 40~50°C (一定); 検出器, 分光ケイ光検出器 (励起波長275nm, ケイ光波長385nm) (iii) 試料液の5 μ lを高速液体クロマトグラフに注入して2-ナフチルアミンを分離させ、そのピーク面積を求める。(iv) 同一条件下で求めた検量線から注入試料液中の2-ナフチルアミン量を求め、これと注入した1-ナフチルアミン量とから試料中の2-ナフチルアミン含量を求める。

本法で検出器に分光ケイ光検出器を用いたのは、(i) 分光ケイ光検出器はその他の検出器より1-ナフチルアミン中の2-ナフチルアミンを強くクロムアップさせる事が出来る。

(ii) このため、不完全な分離しかえられなくても、2-ナフチルアミンのクロマトグラムが容易に得られる。(iii) 分析感度がその他の検出器より高いことなどによる。

本法を用いて規制後の市販1-ナフチルアミン試薬中の2-ナフチルアミン含量を測定した結果、その値は0.13~0.56% (試料数, 6) である事を認めた。

(37) 高速液体クロマトグラフィーによる 3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタンの分離

松下 秀 鶴

3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタンは実験動物に対して発癌性を示す。この物質の環境空気中の含量は薄層クロマト-吸光光度分析法やガスクロマトグラフ法などにより分析されている。筆者はより簡便な分離分析法を検索する目的をもって高速液体クロマトグラフィーによる分離条件等の検索を行なった。

その結果、高速液体クロマトグラフを次の条件にセットすれば良好な分離が得られることが判った。カラム, Zorbax SiL (2.5cm×2.1mm); 移動相, シクロヘキサン-イソプロピルエーテル-酢酸 (70:30:2, v/v); カラム温度 50.0°C, 圧力, 2000psi; 検出器 254nm UV 検出器。

この条件下で、3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタンはその中に含まれる不純物 (o-, p-クロルアニリン) と完全に分離するばかりでなく、分離に要する時間も5分程度と短かい事が判った。また3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタンとしばしば同時に使用されるトリレンジイソシアネート (保持時間1.4分) とともに完全に分離する。保持時間やピーク高の再現性も良好であり分析感度も良好である事をみとめた。たとえば、3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタンを0.02μg 注入した時、比較的安定したクロマトグラムが得られる増巾度(×4)で10目盛程度のピーク高を示す。

さらに一般環境空気中の浮遊粉じん中に含まれる有機物は本物質の分離に影響を及ぼさない事をみとめた。

現在、これらの結果を総合して、作業環境中の3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタンの簡易分析法を作成しつつある。

14 有害ガス蒸気の分析

(38) エレクトロバランスを利用した標準ガス混合気流の調製

—— 有機溶剤用拡散チューブの検量 ——

左右田 礼 典・高野 継 夫

有機溶剤蒸気の標準混合気流を調製するための拡散セル法については年報あるいは報文として報告したが、有機溶剤蒸気の拡散による液体の減量から拡散速度が求められるので、パーミエーションチューブの検量に利用したカーンエレクトロバランスを使用する方法を拡散管の検量に応用することは可能であると考えられたので、二三の有機溶剤についてこの方法の検討を行なった。

パーミエーションチューブの一端を開放にしたような形のテフロン管製拡散管を作成しこれに有機溶剤液体を静かに適当量注入して(39)の報告と同様に吊り下げて測定を行なった。

記録紙上で或る時間(d)の間での減量(ΔW)から拡散速度 m (μg/min) は

$$m = (\Delta W) / d$$

と求められ、これから得られた混合気流の濃度 C (ppm) は(1)式で算出される。

$$C = (m/M)(22.41/F)[(273.2+t)/273.2] \quad (1)$$

F は混合気流の流量 (ℓ/min), t は室温 (°C) である。又 M は有機溶剤化合物の分子量である。得られた混合気流中の濃度はガスクロマトグラフにその一定容量を導入して測定された。ガスクロマトグラフの検量は試料有機化合物の n-ヘプタン溶液を用いて行なった。一方その蒸気の空気に対する拡散係数 D (cm²/min), テフロン管内面積 A (cm²), 拡散部の長さ L (cm), 拡散管の置かれた雰囲気温度における液体の飽和蒸気圧を p, 全圧力を P とすれば濃度は(2)式で算出される。単位は ppm である。

$$C = (D/F)(A/L) \cdot \ln[P/(P-p)] \times 10^3 \quad (2)$$

四塩化炭素の場合比較的よい一致が(1)式で求めた C_B と(2)式で求めた C_D との間に見られた。その一例を表1に示した。種々の要素に基づく誤差を考えるとこの一致は充分であり拡散式の条件があてはまると見なせる。しかしたとえ条件が満足されない場合でも C_B の値は容易に求められ、その値が一定であれば実用としては充分使用出来る筈である。次にガスクロマトグラフ法による濃度の実測値 C_G との比較を表2に示した。同時に行なったガス検知管による測定値を記した。この表で()内は C_B に対する比である。ベンゼンについても同様の測定を行なったが、その結果を表3に示した。ガスクロマトグラフ法の値 C_G との差があるが、ガスクロマトグラフの検量にも問題点があるためこの程度の違いは一応現在の所やむを得ないと

思われる。トルエンについても大体似たような結果を得ている。以上本検量法は拡散管を用いて常温で蒸気と平衡にある液体化合物の標準ガス混合気流を調製するのに最も適した方法であると考えられる。

表1 四塩化炭素拡散管の測定

温度 (°C)	L (cm)	濃度 (ppm)		C_D/C_E
		C_D	C_E	
15	9.0	8.33	8.02	1.04
20	9.2	10.56	10.12	1.04
25	9.3	13.59	12.95	1.05
30	8.8	18.75	18.58	1.01

表2 四塩化炭素標準ガス混合気流の濃度

L (cm)	濃度 (ppm)			ガス検知管
	C_D	C_E	C_G	
2.3	34.07 (1.01)	33.60	34.17 (1.02)	35.31
3.25	22.53 (1.02)	21.97	21.84 (0.99)	21.20

測定温度 25°C

表3 ベンゼン標準ガス混合気流濃度 (25°C)

L (cm)	濃度 (ppm)			C_D/C_E	C_G/C_E
	C_D	C_E	C_G		
1.75	41.57	43.84	—	0.97	—
3.0	24.94	24.60	26.51	1.02	1.08
3.0	24.94	24.77	28.47	1.01	1.15
5.1	14.26	15.74	—	0.91	—

(39) エレクトロバランスを利用した標準ガス混合気流の調製

—— 塩化ビニル用パーミエーションチューブの検量 ——

左右田 礼典・高野 継夫

塩化ビニル用パーミエーションチューブを用いた標準ガス混合気流の調製法は前年度年報で述べたが、今年度カーン社のエレクトロバランスを用いて重量減少を記録して検量し気流中の塩化ビニル濃度を容易に求めることが出来るようになった。

パーミエーションチューブは前年度年報で述べた方法により作成し、これに白金線を巻いて吊るせるようにし、エレクトロバランス用特殊恒温容器に図1の如く取りつけた。A はエレ

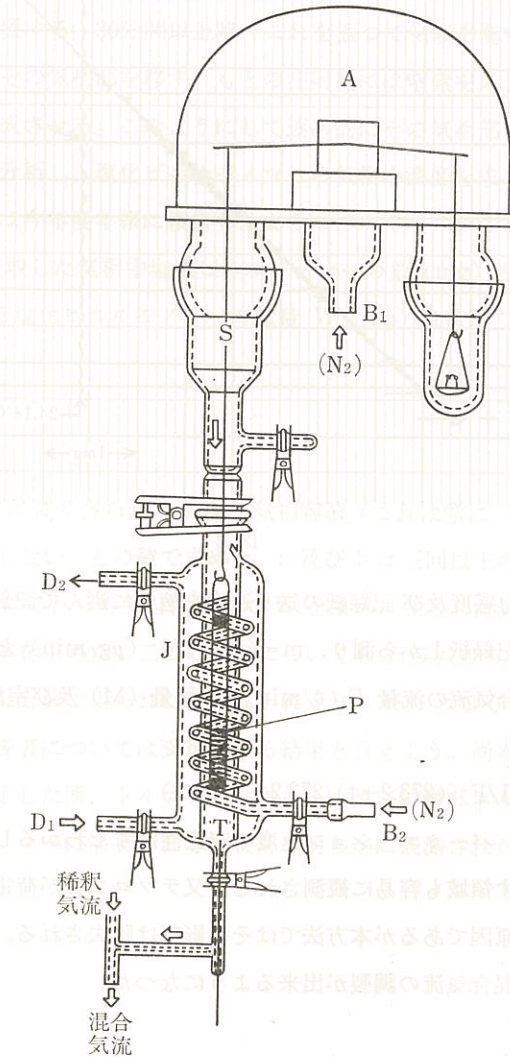


図1 測定部

(41) 塩化ビニルモノマーの捕集袋内における濃度変化 (その2)

左右田 礼典・高野 継夫

前年度年報に於て、環境空气中に存在する塩化ビニルモノマーガス分析のための捕集袋内における塩化ビニルモノマー濃度の変化を二種類の材質の袋について調べた結果を報告した。今回は更にテドラーバッグ（弗化ビニル製）を加えてその性能の比較検討を行ない吸着でなくプラスチックフィルムを通してのガスの透過が濃度変化の主要な原因と考えられる結果を得た。

袋の接着部分、ガス導入部等からの洩れなどが大きい影響を結果に及ぼすから、種々の形、大きさの袋を試作して調べたが今回の実験に於てはそれらの差は殆んど認められなかつた。濃度は袋から注射筒を用いて内部の気体を一定量採取しガスクロマトグラフにより求められた。捕集袋に封入される試料はパーミエーションチューブ法により得られた10ppm前後のもので、ガスクロマトグラフの検量もエレクトロバランスを利用した標準濃度のガスを用いて行なつた。結果の一例を表に示した。アフロバッグ（FEEC）、テドラーバッグ（PVF）及び弗化ビニリデン樹脂製袋（PVDF）は10ℓ乃至3ℓのものであるが、それぞれ3～4種類のものを用いた測定値の平均を示した。又濃度のバラつきがあるので最初の日の濃度を規準にしてそれからの変化を示した。変動巾はそれぞれの値の10%程度であつた。袋によつては他の原因に

捕集袋内塩化ビニルモノマーの比濃度変化			
袋内保存期間 (H)	袋内比濃度平均値		
	FEEC	PVDF	PVF
0	1.0	1.0	1.0
2	0.83	0.92	0.94
7	0.49	0.74	0.91
12	0.31	0.63	0.90

よと思われる洩れを推定させるものもあつたが、一般的に袋の材質による差が顕著に現われている。PVDF及びPVFはFEECに比してかなり長く保存されていることがわかる。FEECは軟かく取扱い易いが長期間の保存には適さない。一般にプラスチック膜はガスを透過する事はよく知られておりこの速さは濃度に依存する。これはt時間後における濃度をC、最初の濃度をC₀とすると

$$\log(C/C_0) = k t$$

という式のkによつて表わすことが出来る。上述の実験結果を用いてkを求めると（直線性は必ずしも良いとは言えないが最小二乗法により計算した）表のようになる。文献よりSO₂の透過性がPVFに対するものに比してFEECに近いテフロンに対する値が3倍となるが、本

実験結果でも塩化ビニルモノマーについてFEECがPVFの透過速度の約3倍となつた。

室温 (°C)	k の 値 (day ⁻¹)		
	PVF	PVDF	FEEC
23	0.033	0.043	0.098
15	—	0.008	0.064

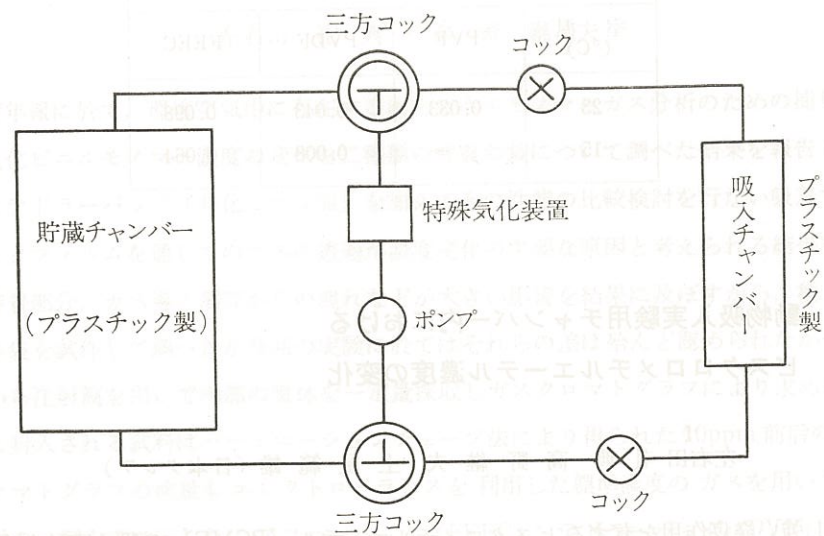
(42) 動物吸入実験用チャンバー内におけるビスクロメチルエーテル濃度の変化

左右田 礼典・高野 継夫・土屋 範雄（日本クレア）

肺に対し強い発癌作用を有するビスクロメチルエーテル（BCME）の吸入実験を行なうため、閉鎖系吸入チャンバー内における濃度変化を測定し、その安定性を調べた。

BCMEはクロメチル化剤であるクロメチルメチルエーテルの副産物として、それ自体反応性が大きく、水により加水分解され易く、金属、ゴム等多くの物質と反応するからこれ等との接触による反応を除くように注意しつつ、且気中に洩れないように処置して実験を行なつた。BCMEそのものをテフロンキャップつき小型保存瓶に小分けして保存し注射針をキャップに突き通して乾燥したシリンジに必要量を採取し、直ちに特別に製作した気化装置に移して加熱気化させ、チャンバーを含む閉鎖系に分散させた。シリンジは直ちに水酸化ナトリウム水溶液で洗滌した。最初貯蔵チャンバーのみとつなぎ、テフロンプレーで内面材質をコーティングしたポンプにより空気を循環させて濃度を均一にした。この際チャンバー内の空気をガスクロマトグラフのガスサンプラーに小型ポンプで循環させ一定間隔でガスクロマトグラムを測定し、BCMEのピークの高さを観測して濃度の変化を調べた。貯蔵チャンバーを含む系の概略の容積は1000ℓで、循環流量は大体40ℓ/min程度であつたが30分位で安定な濃度となりその後特に著しい濃度低下は見られなかつた。ガスクロマトグラフの検量は、BCMEの一定量をガラスバルブに秤り取り（溶封する）これを1ℓのメスフラスコ内で強く振つて破裂させしばらく放置したものを試料と同様ガスサンプラーに通じてクロマトグラムを測定して行なつた。尚BCMEの比重を約1として、気化装置に注入したBCMEの量から計算した濃度より、実際に測定したチャンバー内濃度は低く、約1/2であつた。恐らくポンプ材質などとの反応による減少と考えられ今後改善すべき問題が残つた。動物の入る吸入チャンバーは約60ℓでこれに数匹のマウスを入れて貯蔵チャンバーと吸入チャンバーをつなぎファンで空気を循環させ吸入チャンバー内のBCMEの濃度を測定したが、明らかな濃度減少は観測されず、短時

間の吸入実験に本方法が一応利用出来ることがわかった。又濃度の変動巾は 0.8ppm から 2 ppm の間で 10% 程度であった。



閉鎖式吸入チャンバー流路系の概略図

(43) 市販トルエン検知管の性能

有 藤 平 八 郎 ・ 高 野 継 夫 ・ 左 右 田 礼 典 ・ 興 重 治

昭和 47 年度年報で報告した低濃度蒸気発生装置は非常に安定した低濃度の蒸気気流を発生し得る装置であることがわかった。本装置の利用の一環として市販トルエン検知管の性能を検討する実験を行ない、本年度はコンピュータで実験結果を解析した。検討した性能は市販トルエン検知管の濃度指示値の真値（ガス発生装置より発生させた蒸気気流をガスクロマトグラフで測定して得られた濃度を標準値とした）からの偏差、指示濃度の検知管間および人による読み取りのばらつきと妨害物（n-ヘキサン蒸気を用いた）の影響である。二つの変量型因子からなる完備型二元配置を適用した。（結果）1. 指示濃度の系統誤差、トルエン蒸気濃度 50~350ppm の範囲内ではトルエン検知管指示濃度の推進値 \hat{m} は標準トルエン濃度に対してほぼ一次比例し、A社製では標準濃度よりも約 10% 低い指示値を与えたが、B社製では逆に指示値が約 20% 高い値を示した。実験施行時点でB社製は製造直後であり、A社製はすでに9ヶ月経過している点を考慮すると、指示濃度の系統的誤差に影響する要因として有効期限内であっても指示濃度値の経時変化を検討する必要性を暗示している。2. 検知管間の指示濃度誤差。検知管間の誤差はトルエン濃度増加とともに増加し、両者はほぼ一次比例の関係にある。A社製では標準濃度の約 20%、B社製では約 10% という値を得た。3. 読み取り誤差。読

み取り誤差は検知管間の誤差に比べて小さな値を与え、350ppm の標準濃度でも 10ppm 以下であった。また両者の間には正比例関係はみとめられなかった。検知管読み取り過程は着色境界層の判定と判定した境界線からスケールで濃度を読み取るという二つの成分から成る。後者の効果を調べるために、各社 1 本の検知管を種々の濃度段階に 6 本の細線を刻み、各細線に相当する指示濃度値を 12 名に読ませ、読み取り値の平均値と標準偏差をもとめた。標準偏差は平均値から独立で、3~8ppm という値を得た。この値と読み取り誤差 10ppm 以下という値を比較すると、前者、即ち検知管着色先端の凸凹による境界線判定の困難さからくる誤差要因は小さな寄与であると考えられる。4. 妨害物の影響、トルエン濃度 50~350ppm の範囲で、n-ヘキサン蒸気を加えた場合の検知管指示濃度値と加えない場合の指示値を比較した。n-ヘキサンは指示濃度を系統的に 5~10% 低下させる作用を有することがわかった。一方検知管間の誤差および読み取り誤差に対して n-ヘキサンの系統的な影響を認めることはできなかった。

(44) 過マンガン酸カリウムの稀硫酸水溶液を用いる水銀蒸気採取に関する研究

原 登

大気中の Hg 蒸気を液体中に捕集する場合、捕集液として $\text{KMnO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4$ 溶液が最もよく使用されている。一般に Hg の捕集には、液中の KMnO_4 の濃度が 0.1~3%、 H_2SO_4 の濃度が 0.1~2 N のものが用いられているが、この液の Hg 蒸気に対する捕集効率は極めて高く、例えばこの液 5~20ml をミゼットインピンジャー中に入れ、0.5~2 l/min で試料空気を吸引する場合には概ね 100% に近い捕集効率を示すものである。今回、この捕集液の諸性質の Hg 蒸気捕集効率に及ぼす影響について検討して、次のような事が分った。

1. この液は元来不安定であり、冷暗所におかれなければ液中の KMnO_4 は直に分解しはじめ、 MnO_2 の微粒子を生じ、これが器壁や液中に析出してくる。分解速度（比率）は液中の KMnO_4 の濃度が高いほど大きく、直射日光の当たらない室内に 10 日間おいた場合、 KMnO_4 濃度が 0.1% の液では約 10%、0.5% の液では約 20%、1.0% の液では約 30%、2.0% の液では約 35% の KMnO_4 が分解して失われ、また分解速度は時間と共に大きくなった。（分解速度は温度その他の条件によって多少の差違はあった。）

2. Hg 蒸気の捕集される機構は詳細には分らないが、Hg が KMnO_4 によって Hg^{+2} に酸化されて HgSO_4 となつて H_2SO_4 中に溶解する現象と、析出した MnO_2 粒子の表面に Hg が吸着される現象とが考えられた。Hg の捕集量よりみると、析出した MnO_2 の量の極めて小さい新調直後の液を使用した場合以外は、 MnO_2 に吸着された Hg 量の方が溶液中に溶解し

た Hg 量より遙に大きかった。この故に、Hg 蒸気の採取には調整後時間が経過して多量の MnO_2 が析出している $KMnO_4=H_2SO_4$ 液を使用しても差支ない事が分つた。

3. $KMnO_4=H_2SO_4$ 液に於て、 H_2SO_4 の濃度が変化しても Hg の捕集効率には殆んど影響がないと思われる。 $KMnO_4$ の濃度が十分であれば、 H_2SO_4 の濃度が 0 の液 ($KMnO_4$ の純水溶液) でも Hg の捕集効率は不変で常に非常に高い。反対に $KMnO_4$ の濃度が捕集効率に及ぼす影響は大きく、捕集効率 100% を保つには $KMnO_4$ の濃度が約 0.1% 以上なければならなかつた。濃度がこれ以下になると捕集効率は低下し、0.001% では効率は 50% 以下となり、捕集中に液の $KMnO_4$ の紫色は失われて無色透明液となつた。

以下の事よりみて、 $KMnO_4$ の稀硫酸溶液による Hg 蒸気の捕集には $KMnO_4$ の濃度が大きく捕集効率に作用し、約 0.2% 以上の濃度である事が常に必要であるが、 H_2SO_4 は補助的な作用があるだけで約 0.1N 存在すればよかつた。Hg の捕集には $KMnO_4$ 、 H_2SO_4 の濃度は夫々これ以上は不必要で、却つて捕集操作を難渋させるだけであつた。又、 MnO_2 の析出している捕集液でも Hg 採集に殆んど差支なかつたが、調整後余り時間を経過した液は使用しない方がよいと考えられた。

15 エアロゾルの測定

(45) 圧電結晶天秤式エアロゾル濃度測定器の特性評価 (2)

本間 克典・鶴林 一夫*・高田 百合子**

(*東大生産研, **東理大)

圧電結晶天秤式エアロゾル濃度測定器 (PMM と略す) は、エアロゾル濃度検出用の石英電極上に、エアロゾル粒子が一樣にしかも緻密に捕集堆積された場合には、理論で示されるように、PMM の指示値が質量濃度と 1:1 の対応をもち、直接質量濃度が求められることが把握された。しかるに鉛ヒュームやメチレン・ブルー・ウラニン混合染料粒子を用いて測定した結果では、PMM の指示値と質量濃度の対応で、石英電極上の堆積量が増すにつれて直線性を失い、質量濃度を直接的に測定し得ないことが判明した。これらの原因を把握するため、物理化学的性質の異なる種々のエアロゾルを用いて PMM の特性評価を行った。エアロゾルとしては、ステアリン酸、DOP、KCl 等を原料とし蒸気凝縮法で発生させた粒子、および石英、JIS 8 種、酸化鉄、カーボンブラック等の粉体をダストフィーダーで発生させた粒子を用いた。

その結果、石英電極上に捕集堆積された粒子の質量と PMM の示す感度との間には、典型的な 3 つのパターンが存在することを認めた。その 1 は堆積が進むにつれて徐々に感度が増加するもので、それらには石英粉じん、JIS 8 種粉じん、鉛ヒューム、KCl ヒューム等が属し、その 2 は堆積が進むにつれて徐々に感度が低下するもので、それらには酸化鉄粉じん、溶接ヒューム、大気粉じん、DOP 粒子等が属し、その 3 は堆積が進むと極端に感度が低下するもので、それにはカーボンブラックが属している。

感度が徐々に変化する原因としては、エアロゾル粒子が石英電極上に捕集堆積の進んだ状態での堆積分布状態に関係が深いと考えられたので、1 のグループに属する炭酸カルシウム粉じんについて、電極上の堆積分布状態をエネルギー分散型 X 線マイクロアナライザーを用いて調べた。その結果、感度に変化がなく安定した状態が続いているときは、粉じん捕集量も少く、しかも一樣に分布していた。しかし感度の増加が認められたときの試料では、粉じんの堆積が電極の中央部に多くなっていることが明らかになつた。この傾向は粒度の大きい粉じんの場合ほど顕著に認められることから、電極上への捕集に慣性衝突効果が強く作用していることが十分に考えられる。

次に堆積が進むと極端に感度が低下するカーボンブラックについては、その堆積状態を走査型電子顕微鏡で観察したところ、粒子が綿状に堆積しているのが認められた。そこで、カーボンブラックに少量の DOP を添加し、空隙の少ない塊状粒子を作つて捕集したところ、堆積が

進んでも感度の変化がほとんど認められなくなつた。このことから、電極面上への堆積状態で密着性が悪く、空隙率が高い場合ほど、感度を低下させていることが明らかになつた。

(46) ピエゾバランス粉じん計による作業環境中の粉じん濃度測定

本間 克典・鶴林 一夫*・高田 百合子**

(*東大生産研, **東理大)

ピエゾバランス粉じん計は圧電結晶天秤式のポータブルタイプのエアロゾル濃度計として市販されているもので、圧電結晶天秤式で認められる種々の問題点を測定操作上で取り除くような配慮をしている。

この粉じん計は吸引空気流量 1ℓ/min で粉じんを吸引口より取り込み、10μm 以上の粒子をインパクターで除去し、10μm 以下の粒子を静電集じん法で圧電結晶振動素子電極表面に捕集堆積させるようになっていゝ。粉じんが電極上に捕集されると、そこに堆積した粉じんの質量によつて固有振動数で振動している電極の振動数が減少する。その固有振動数からのずれを10秒毎に測定し、演算回路によつて質量濃度に変換し、mg/m³の単位で、2分間毎に表示する。電極上に捕集された粉じんの質量が、粉じん計の有する質量感度の比例範囲を越えた場合には、電極上に堆積した粉じんを除去し、再度測定を続けるようになっていゝ。この粉じん計の指示する質量濃度へ変換するための較正に用いる粉じんには、初期堆積状態において理論値とよく一致した測定値を与える溶接ヒュームを採用してゝ。

以上のような特性を有するピエゾバランス粉じん計が作業環境に浮遊する鉱物性粉じんの質量濃度をどのように評価するかを、10μm カットのローボリュームサンプラーを基準にして調べた。

まず、最初に 27m³ の容積をもつたチャンバー内に炭酸カルシウム粉じんを発じんさせ、気流のない状態と間歇的に気流を与えた状態とで、ピエゾバランス粉じん計の指示値がローボリューム法での値とどの程度異なるかを測定した。その結果、気流を与えない場合では、ピエゾ法(P)とローボリューム法(L)との比(P/L)が、粉じん濃度にあまり影響されず、0.77±0.06 と比較的安定した変換係数を与えた。しかし、気流のある場合には、0.59±0.09 となり、変換係数も小さく、しかも変動率は15%と大きくなつた。したがつて、実際に粉じんが大きな変動のもとに発生する作業環境では P/L の値がチャンバー内粉じんでは求められた値より更に大きく変化することが予測されたので、鑄造工場の型ばらし作業場、ガラス製造工場の原料調合場等で測定を行つた。その結果、P/L 値は 0.3~0.4 とかなり低い値であつた。この原因については、今回行つた現場での測定値の数がきわめて少ないので、はつきりしたことが云えない。更に多くの作業でローボリュームサンプラーとの並行測定を行つて検討を進めたい。

16 鉱物性粉じんの測定

(47) 遊離けい酸の比較測定

浜田 晃

たい積サイズの粉じん試料の遊離けい酸測定を3通りの方法すなわちりん酸法X線回折法及び光学顕微鏡法で試みた。

1. 標準石英粉末。坂部らによるアルカリ処理法を応用して準備したものを標準石英粉末として使用した(福島県石川地方産石英使用)。すなわち石川式めのう乳鉢グラインディングマシンで適当な時間磨砕した石英粉末を1~5%水酸化ナトリウム溶液中で5~30分間煮沸して表面層の偏光性を生ずるようになつた部分を十分にとり除いてしまい、之を使用した。このものの熱りん酸中における溶解損失量を測定してみたところ55分間加熱溶解操作で約4%、粒径10ミクロンよりも小さいものについての値は15分間で約1%であつた。之を Talvitie の記載(12分で1% 18分で4.2%, 5ミクロン以下8分で3~5%)又は Schimidt の記載(10分で4.5% 5ミクロン以下8%)にくらべるとかなり使い易いと言へる。
2. りん酸法。分割加熱による方法と検量線による修正方法(1974年日本労働衛生工学会14回学会抄録28~29頁)を用いた。ほかの操作は Talvitie の方法(Anal. Chemi., 1951, 623~626頁)を用いた。
3. X線回折法。(CaF₂使用の内部標準法によつた。サンプルサイズを4mgとした。サンプルホルダーを自製して使用した。
4. 光学顕微鏡法。りん酸残渣から浸液法プレパラートを作り偏光顕微鏡と位相差顕微鏡で同定と計数を試みた。同定を妨害すべき長石類雲母類が熱りん酸中で溶け去つてゝるので明瞭な石英粒子になるのが普通であつた。
5. 測定結果。りん酸法による測定値は石英のほか半晶質又は非晶質のけい酸鉱物火山ガラスなどを含むことが判明してゝ。ひとつにはこのためと思われるが花崗岩試料ではりん酸法値とX線値はほぼ一致したがある種の碑石用安山岩試料ではX線法が小さく出た。グリーンタフである鉱床母岩の試料ではいろいろの値をとつたが光学法によれば之等の母岩は石英のほかにも多量の玉ずい様物質を含んでゝることが判明した。なお碑石用安山岩のくい違いを光学法で調べてみると火山ガラスが含まれてゝるからではないかと思われる。以上の結果を一括して次の表で示した。

遊離けい酸の比較測定結果

試料名	遊離けい酸濃度 (%)				
	りん酸法	X線法	光学法		
			石英	玉ずい	その他
花崗岩	31.6	30.6	32	tr.	tr.
グリンタフ 1	35.3	38.6	5	30	tr.
グリンタフ 2	57.1	56.6	18	39	tr.
碑石用安山岩	16.6	11.4	12	tr.	ガラス? +

(48) 環気中アスベストの測定(1)

野崎 亘 右・神山 宣 彦・芹田 富美雄・興 重 治

Chrysotile を原料の一部として取扱う建材加工工場に於て、一連の粉じん測定を行つた。

測定に用いた測定器と捕集装置は、アスベストサンプラー、ローボリュームサンプラー、分級器付ローボリュームサンプラー、ハイボリュームサンプラー、そしてデジタル粉じん計である。

まず「特化則」の方法に従つてデジタル粉じん計による、延 388 定点の空間濃度を測定し、工場内各棟屋間に於ける作業内容とその工程の移動に伴う時間、空間的環境濃度の変化を調べた。

本工場では、午前中に発じん作業が集中し、幾何平均濃度で、午後 1.6~8.0cpm、であるのに対し、午前中は、4.1~24.2cpm、の範囲に分布していた。殆んど職場が午後より、5~10 倍濃度が高かつた。スレート加工原料を測定の対象とするデジタル粉じん計の特性は、分級器付のローボリュームサンプラーで調べ、

重量濃度表示で、0.056mg/m³/cpm、という関係であつた。これは、ステアリン酸で作られた標準粒子に対しておよそ、1/6 の感度低下であつた。分級器付ローボリュームサンプラーと、ハイボリュームサンプラーの比較測定では、8 試料の平均で、後者は前者に比べて 1.3 倍重量濃度が高く表示された。この両者の関係は、大気汚染物質、あるいは、アスベスト以外の一般工場粉じんと同じような傾向であり、石綿取扱工場であるがための特別な配慮を必要としないことを示している。

光学顕微鏡によつて計数したアスベストの濃度 (Fibers/cc) と、デジタル粉じん計の計

測値との関係は、対象とする粉じんが、多種混合系であるので、一義的な関係を示さないのは当然であるが、区域を限定し、アスベストサンプラーの捕集条件を規定したとき、凡そ Fiber/cc=0.36cpm すなわち 2.8 Fiber/cc/cpm 前後の関係が得られた。光学顕微鏡によるアスベスト測定に要する労力をより有効に活用するために、このような相対濃度計を事前利用することも無駄ではないと思われる。

光学顕微鏡による、アスベストファイバー数と、X線分析によつて求めたアスベストの重量濃度との関係は、無灰フィルターと回転対陰極型強力X線ディフラクトメーターによつて求めた。

有効 10 試料の平均では、0.031mg/m³/1 Fiber すなわち、5μ 以上のアスベスト 1 Fiber/cc 検出に対して平均 0.031mg/m³ の重量濃度に相当するアスベストが存在することを認めた。NIOSH では 0.06mg/m³/Fiber の数値を提出して居り、この値は、我々の分析値の信頼限界内ではあるが、違いの原因が何によるものか、捕集条件、顕微鏡技術、分析法、混合系でのアスベストの挙動、あるいは、アスベスト破砕の本質的な問題に起因するものなのか等を含めて、今後検討の必要がある。

(49) 環気中アスベストの測定(2)

—— メンブランフィルターによるアスベストの測定 ——

野崎 亘 右・杉本 光 正

アスベスト繊維の肉眼的測定に対しては光学顕微鏡の器差、測定者の技術、メンブランフィルターとその処理による光学的特性、及びアスベストの捕集条件等が複雑に影響し合い信頼性の高い結果を得るのは仲々むずかしい。これは過去に於て光学顕微鏡による一般粉じん測定が重量基準の方法に移行した歴史的過程をみても明らかである。しかし、アスベスト等に於ては他の粒子状物質に較べて形状が異常であること、或いは人体での障害を及ぼす過程が、他の粒子状物質と同一視されていないため、一般の粒子状物質にじゆんじた統一的な測定法を適用することに無理があること、及びX線法等物理化学的分析は別として、簡易測定では現在の顕微鏡の方法に代るべき優れた方法が見出されていないこと、等の理由から肉眼的な方法を利用せざるを得ない。これらのことを念頭に入れて昨年に引続き個人差と捕集条件に関していくつかの実験を行つた。

〔個人差〕 顕微鏡に未経験の状態から計測技術の訓練を始め、訓練後熟練者との差を調べた。試料はスレート工場で採取した不特定の標本を 9 枚もちいた。まず熟練者が特定の視野から計測を始め、次に同一視野の同地点を同方向に向つて被験者に教えさせた。被験者はテストされていることを知らされていない。計数値は 1 標本当り凡そ 200 本を目途に、視野数の区切

のよいところで計数を終了した。その結果9標本に対して熟練者の視野数10~81で繊維数199~252本数えたのに対し被験者は同じく10~87視野で繊維数199~243本計測した。両者の各標本間の平均に関する検定の結果は0.087で信頼性は極めて高いことがわかった。従つて技術訓練の効果は大きく、このような人による計測であれば、個人差の少ない信頼性の高い計測が可能であると思われる。

〔計測のバラツキ〕 工場内5作業場から採取した条件の異なる19試料を2人の技術者が1標本につき5回繰り返して計測した。計測値のバラツキは非常に大きく例えば平均2.2本/cc幾何標準偏差2.16という結果もあり、標準偏差が平均値を越える場合もあつた。バラツキのとくに大きい試料は捕集時間の比較的短いものに見られた。原因はメンブランフィルタ上での繊維の偏在によるものである。この現象の主な原因は、面速の不足によつて生ずる外乱気流の影響であると思われたので、気流安定条件下に於て試験的捕集を行い、計数のバラツキを調べた。方法は密閉された500ℓの箱に切断したクリソタイルを飛散させ、経時後捕集してから計数した。その結果、例えば4標本で6回繰返しの計測値では平均1.48本/ccに対し、標準偏差0.195と云う値が得られ、バラツキは僅かであつた。この空気安定条件下の結果から推察すれば、現場採取の標本にみられる計測値のバラツキは、アスベストサンプラーを流動気流の激しい工場で使用する限りさけられない問題であるものと思われる。

(50) 環境中の繊維状鉱物の計測に関する研究(II)

神山宣彦・坂部弘之

鉱物性粉じんのうちアスベスト(石綿)については、それを扱う労働者の健康障害だけでなく、その利用分野の拡大と消費量の急速な伸びによつて広く一般生活環境の汚染物質としても、現在注意が向けられなければならないとなつてきている。今後アスベストによる環境汚染が社会的問題化することも充分予想されることから、アスベストによる汚染状況を適確に評価するための技術を確立することは目下緊急を要する課題の一つである。

本研究はこうした実情から、労働環境内アスベストの正確な定量法及びより精度の高い微量定量技術が要求される一般生活環境中の微量アスベストの定量に耐える方法の開発を目的に昨年度から進めている。

昨年度は、X線回折分析法による計測法開発の手始めとして強力X線ディフラクトメーターによる微量分析を進めた。そしてアスベスト3種に対する検量線を0.002mg/cm²まで微量化することに成功したが、実際にはサンプリング時に同時に捕集された他物質の影響が大きく一般大気への応用には問題を残している。

本年度は、昨年度作製したアスベスト種の検量線を実際に応用した場合の検討を進めた。ま

ず第1としてやや大量にアスベストを含む空気の例としてスレート工場を選び、空気捕集量と検出の可否の関係、及び光頭法と比較して精度の検討を行つた。工場内の各種作業地点でサンプリングを行い、実験室内にて試料処理を施しX線回折分析及び光頭測定に供した。サンプリングは光頭用試料は従来の方法に従い、X線用試料には無灰フィルターをLow Volume Samplerにセットし適当時間空気捕集を行なつた。その結果X線法で1分間のサンプリング(20ℓの空気捕集)でアスベストの検出はできたが、捕集時間の長短によつてアスベストの定量値に大きなバラツキが認められた。このバラツキは同時に行なつた光頭法による計測にも認められており、実際の空気の“ゆらぎ”に依るのか測定誤差なのか目下検討中である。しかし現在の許容濃度勧告値以下の濃度が1分間程度のサンプリングで検出出来ることが判明した。

第2として上記分析法を化粧品その他に極く微量含有されているアスベストの定量に応用した。ベビーパウダーとしてタルクが使われているが、そのタルク中にはアスベストがほぼ普遍的に含まれている。そこでベビーパウダー7種とその原料であるタルク原石17種について、強力X線ディフラクトメーターとStep Scanning装置付通常型X線ディフラクトメーターを使つてアスベストの定性・定量分析を行なつた。定量のため純粋タルクに既知量のアスベストを添加して検量線を作製した。定性分析では各種の鉱物が検出されたがいずれも極微量であつた。クリソタイルは0.2%から2%位の間で、タルク原石とベビーパウダー製品中の存在量は類似している。クリソタイルの定量には、しばしば共存する緑泥石のピークとの分離を良くするためStep Scanning機構もあわせて使用した。

現在自動車のブレーキ・クラッチその他から飛散すると思われるアスベストによる大気汚染も無視出来ないものとなつている。第3としてそれに関連する分析例として、大型貨物自動車の後車輪のブレーキシュー周辺部から採取した粉塵2点中のアスベストを上記と同様な方法で定量分析した。試料はoilなどに汚染された黒色粉末で大部分非晶質物質から成つているが石英・長石などと共にクリソタイル0.9%が定量された。

(51) 環境中の繊維状鉱物の計測に関する研究(III)

神山宣彦・坂部弘之

本研究(II)で述べたようにX線回折分析法では、試料量をまだかなり要するので試料量が比較的少量にある場合はかなり良い精度でアスベストの定量が可能であるが、一般大気中のアスベスト定量にはまだ問題があり、又水道水、薬品等に含まれると考えられるアスベストの定量には不適當である。そこで電子顕微鏡による検討を進めた。

まずEDS付SEMで微量アスベストを定量する方法を検討した。SEM自身は光頭に比べて焦点深度が深い、分解能が良い、繊維とバックのフィルターとのコントラストが高い等の利

点を有しているが、光顕と同様に繊維の種類の識別は形態で判断のつく範囲でしかできず、アスベスト繊維の同定には欠点があつた。EDS 付 SEM では形態の観察と同時に化学組成の分析も可能であることから上記の欠点が補なわれる。そこでこの装置で定量する第一歩として、今回は試料作製法の検討を行つた。光顕による計測結果とも比較できるように、光顕に使用するメンブランフィルターをそのまま SEM 試料とするように考慮した。メンブランフィルターをそのまま SEM 観察したのでは表面の激しい凹凸で目的の繊維が見にくい。常温のアセトン蒸気雰囲気中に 10 分間から 30 分間放置すると表面が平滑になり繊維が見やすくなる。Au 等の金属の蒸着は後の EDS 分析の妨害となるためなるべく施さず、又試料支持台金属等からの余分な X 線を除去するため graphite 箔を試料台に貼りその上に 5mm 角に切つたアセトン蒸気処理フィルターを両面接着テープで固定し 適当倍率 ($\times 400$, $\times 10,000$) で観察する。繊維数の計数及び計算方法は光顕計測法とほぼ同様である。

一方 EDS 付 TEM によつて 繊維状鉱物の定量を行うため、その試料作製法の検討を進めている。現在空気中あるいは水溶液中に 極微量存在している鉱物を TEM で観察定量するためにいくつかの試料処理法が考えられている。

i) メンブランフィルターでサンプリングしそれを低温灰化し、コロジオン酢酸アミル溶液に超音波懸濁させる。その一部を一定面積に拡散し、電顕メッシュとスライドグラスにそれぞれすくい上げ固定する。

ii) フィルターを低温灰化後、少量の水に懸濁させ、その一部を一滴ずつ電顕メッシュ上に落とし風乾し TEM 観察に供する。あらかじめ一滴の平均重量と、最初の懸濁液の重量を測定しておけば、ある程度の定量化は可能と思われる。

iii) フィルターの一部を切り取り電顕メッシュにのせ、ある一定温度のアセトン蒸気中に放置するとそのまま TEM 観察が可能になる。フィルターの変形、粒子の逸散度等をあらかじめ予測しておくことによつてある程度の定量化は可能と思われる。

iv) フィルターからいわゆるレプリカを作るのと似た操作で、アスベスト繊維をカーボンと Cr 又は Au 等の膜側に移したものを TEM 試料とする方法。

これらの各方法の優劣・定量性を検討している。現在定性的に ii) の方法で水道水、生理食塩液、ビール等の分析を進めている。

(52) ガス雰囲気試料室を用いた電子顕微鏡による 含水試料の観察 (II)

— 加水ハロイサイト (10 \AA 相) と

(54) エネルギー分散型 X 線分析による含水ハロイサイト (7 \AA 相) の比較 —

元素組成分析に関する研究

(1) 加圧・加熱・冷却 神山 宣彦

大気中と同様な状態で電子顕微鏡観察を行おうとする試みについて、加水ハロイサイトに応用した例を昨年報告した。しかし完全な加水ハロイサイトの 10 \AA の電子線回折スポットは得られていなかったで、さらに実験を進めほぼ満足する結果を得た。

ガス雰囲気試料室 (Environmental Cell, E. C.) 及び本実験に供した加水ハロイサイト試料については前報に述べた。

本試料は相対湿度 (R. H.) 40% では、約 40°C で 10 \AA 相から 7 \AA 相へ変化し、R. H. 100% 弱の雰囲気では、約 70°C で変化する。また試料が温水中にあるのと同様な過飽和の状態では 95°C 付近まで 10 \AA 相を示した。この様に加水ハロイサイトの層間水の脱水には、R. H. が大きく影響する。E. C. による観察は加速電圧 100kv のもとで、80 Torr の air, R. H. 90% 強の状態 (E. C. air と略す) で行なつた。この状態で、加水ハロイサイトの 10 \AA の底面回折スポットが、 10^{-4} Amp/cm^2 の極く弱い電子線を 2 分間照射して得られた。このスポットは 10 分間照射しても変化しなかつた。次に 10^{-5} Torr の真空にすると 7.2 \AA のスポットに移行した。一方 E. C. air 状態で照射電子線を徐々に上げて行くと $10^{-2} \text{ Amp/cm}^2 \times 10 \text{ min}$ で $10 \sim 8 \text{ \AA}$ のストリーク、さらに $10^{-2} \sim 10^{-1} \text{ Amp/cm}^2 \times 10 \text{ min}$ では 7.2 \AA のスポットを示した。従来ハロイサイト (7 \AA 相) については電子線回折の研究が 2, 3 あり、 7 \AA のスポットは (002) の指数付けがされており、C 軸方向に 2 層毎の周期性があるとされている。加水ハロイサイト (10 \AA 相) についても、ハロイサイト (7 \AA 相) と同様にこの 2 層毎の周期性を持つことが今回初めて確認できた。すなわち (020) と (021) の間隔が 20 \AA で丁度 10 \AA (00 ℓ) の倍の位置に現われている。そして (02 ℓ) の ℓ は奇数、(00 ℓ) の ℓ は偶数となる。これら (00 ℓ) と (02 ℓ) の特徴によつてハロイサイトの 2 層の周期性が説明され、かつ各回折点の Spacing から $a_0 = 5.10 \text{ \AA}$, $b_0 = 8.90 \text{ \AA}$, $C_0 \sin \beta = 20.0 \text{ \AA}$ が計算された。

この他脱水に伴つて形態の変化も明らかに生じている。E. C. air 状態では平滑であつた各ハロイサイト粒子が、層間水の脱水とともに管状粒子の伸長方向に平行に $40 \sim 100 \text{ \AA}$ の間隔で縞模様が認められた。また粒子の直径も、平均約 10% 程脱水後の方が脱水前よりも増大していた。これは脱水によつて C 軸が 10 \AA から 7 \AA へ短くなることから粒子直径も収縮するのではないかという予想と逆の結果であつた。なお本研究は日大深見研究室と共同で進めている。

17 粒子状大気汚染物質

(53) 光化学スモッグ時の酸性粒子状物質について

本間 克典・福田 正則*・脇屋 義寛**

(*大阪市環科研, **東理大)

光化学スモッグ時、大気中に浮遊する酸性粒子状物質の発生機序を究明するとともに、その組成を調べる目的で、金属薄膜を利用し濃度の経時変化を測定すると同時に、金属薄膜上に捕集した試料をエネルギー分散型X線分析法(EDXMA)により定性分析と硫黄元素(S)の定量分析を行った。更に、浮遊粒子状物質をハイボリュームサンプラーを用いてガラス繊維濾紙に捕集し、その試料より硫酸根、硝酸根、塩素分の濃度を一時間毎に測定した。

測定日は9月1日で、当日光化学スモッグの発生が予測されたので、早朝4時より16時までの12時間にわたって測定を行った。

金属薄膜による酸性粒子状物質濃度の測定には鉄薄膜(厚さ500Å)上に、吸引流量8.3ℓ/minの電動インパクターを用いて0.6μm以上の粒子状物質を捕集し、サンプリング前後の鉄薄膜の透過光量を測定して、その差から酸性粒子状物質の硫酸換算濃度を求めた。

粒子状物質中の硫酸根、硝酸根、塩素分の測定は、ハイボリュームサンプラーを用いガラス繊維濾紙上に捕集した試料から熱水抽出し、硫酸根についてはクロム酸バリウム法、硝酸根については2,4-キシレノール法、塩素分についてはチオシアン酸第2水銀法で分析した。また鉄薄膜上に捕集した粒子状物質をEDXMAにより含有元素の組成を定性分析したのち、そのうちのSについてはあらかじめ作製したS用検量線をもとにして定量分析を行った。

金属薄膜法による硫酸換算酸性粒子濃度の経時測定から、ピークが2つ認められた。その1つは早朝の日照開始前後にあり、この場合に鉄薄膜を極めて強く腐食損傷させた原因物質は相対湿度の高い環境中で酸性ガスが微粒子に吸着して主成されたミスト状スモッグによるものではないかと推察される。2つ目のピークは日射が強くなり気温も上昇した10~12時に認められ、この場合の原因物質は、光化学反応によつて生成されたゼリー状酸性粒子状物質によると推察される。これらの結果をうらづけるものとして、粒子状物質の硫酸塩、硝酸塩、塩素分の濃度の経時変化があり、両者はよく対応している。

EDXMAによるS濃度の経時変化も硫酸根濃度の挙動とよく対応することが認められたが、濃度の絶対値は両者の間でかなりかけ離れた結果となつていて、EDXMAによる値はかなり低い。この原因としては、鉄薄膜上に捕集される粒子状物質はハイボリュームサンプラーで捕集されるものより粒子が小さいため、濃度が低く評価されることと、EDXMAでの定量分析

に関して、共存する他の物質による特性X線の吸収効果がS量を低く評価するのではないかと考えられる。

(54) エネルギー分散型X線分析法によるエアロゾル粒子の 元素組成分析に関する研究

(1) 硫黄の定量分析

本間 克典・脇屋 義寛(東理大)

エアロゾル粒子の元素組成を調べるにあたり、数ミクロン以下の粒子個々の元素組成あるいはナノグラム程度の量を捕集したエアロゾル粒子群の元素組成を求め得る方法として、エネルギー分散型X線分析法(EDXMA)が近年利用されるようになって来た。しかし、現状では、まだ定量分析の試みがほとんどなされていないので、本研究ではEDXMAによる定量分析のための検量線の作製方法について検討し、とりあえず、労働環境あるいは大気中に浮遊する硫黄化合物粒子の濃度を測定する際に必要な硫黄元素(S)用の検量線を作製した。

検量線作製の標準試料では、その試料中の目的元素の質量が既知でなければならない。ところで、EDXMAで適用される試料は、直径1mm以下のスポット状に捕集された極めて微量なものであるため、スポット状粒子群中の元素の質量を直接求め得る方法は見当らない。そこで、本法では常に一定濃度で発生を続ける標準エアロゾル定量発生装置を作製し、装置で検量線作製の標準エアロゾルを発生させて、発生されている濃度を測定しておく。この一定濃度で発生している標準エアロゾルを、サンプリング時間を適当に変えて捕集し、捕集量既知の標準試料を調製して検量線作製用として用いた。

実際に、S用検量線作製のために用いた標準エアロゾルは、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の0.005モル溶液から、濃度 $25.2 \pm 0.6 \text{ mg/m}^3$ のエアロゾルを発生させ、電動インパクターを用い、サンプリング時間を10~120秒の間にとつて、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ エアロゾルをインパクターの衝突捕集板上に捕集して標準試料を作成した。このようにして作製した標準試料中のS量は、ほぼ0.1~1.0μgである。

実験に用いたエネルギー分散型X線分析装置は、日立製走査型電子顕微鏡SME-2BにKeve社製のX-ray Energy Spectrometer 5100を装着したものである。測定条件は、電子加速電圧25kv、試料電流 10^{-10}A 、観察倍率×100とし、標準試料に電子線を照射した際に発生されるS-Kα線の相対強度[cpm]を、同一条件下で3回測定し、その平均値と試料中のS量[μg]とより検量線を作製した。

その結果、 $S = 3.0 \times 10^3 \cdot I_{\alpha}(S)$ なる関係式を得ることができた。したがって、環境中に浮遊する含硫黄粒子状物質を0.1μg以上試料板上に捕集し、上式に示される関係を利用して分析す

(56) 衝撃性振動の評価

米川善晴

1. 序論 正弦振動、複合正弦振動及びランダム振動の評価法は既に ISO のドラフト DIS 2631 に定められているが、衝撃性振動（例えば全身振動ではプレス、鍛造機、杭打機等、又局所振動ではロックドリル、ロードプレーカー等の振動）に対しては今後の問題として残されている。そこで実験心理学の調整法を用い振動感覚実験を行いこの評価を試みた。

2. 実験装置 振動台は油圧型加振器（最大振幅±12cm、周波数範囲1~30Hz、上下方向のみ加振可能）で背もたれ、肘掛け、足掛け台の付いた座イスが据付けられている。振動台への入力基準振動、比較振動の2種類を用いスイッチにより実験者が切換えできる。基準振動として衝撃性振動、衝撃性振動+正弦振動、衝撃性振動+ランダム振動を選び、比較振動としては正弦振動と衝撃性振動を用いた。出力は振動加速度を採用し、オシロスコープにより波形、レベルを視視し、同時にビジグラフに記録をとり、波形、レベルの分析に供した。

3. 実験方法 調整法に従い振動感覚等価実験を実施した。即ち被検者は基準振動と比較振動を約5秒間隔で交互に与えられ、基準振動の感覚的大きさを基準として比較振動の感覚的大きさが等しくなる様に被検者自身が手許のコントローラで比較振動のレベルを調整した。基準振動の周波数は2, 5, 10, 20Hzを採用し、加速度振幅はピーク値で0.1~0.5m/s²の範囲を3~4段階に別けて用いた。被検者は健康男子（20~35才）5人で防音装置付きの部屋（2.5×2.5×2.5m³）に在る振動台に普通の姿勢を保ち座り、実験の手順は文面で提示された。実験者は別の制御部屋にてインターフォンに依り被検者と交信出来、ガラス窓越しに挙動を監視出来た。

4. 実験結果

1) 衝撃性振動対正弦振動

両者の測定周波数は2, 5, 10, 20Hzで基準の衝撃性振動の加速度振幅は0.14, 0.28, 0.56 m/s²の条件であった。この結果、正弦振動が衝撃性振動よりも小さい振幅で感覚的に等価した。特に5Hzに於いて、この傾向が強かった。又衝撃性振動の振幅が大きくなるに従いこの傾向が著しかった。

2) (衝撃性振動+正弦振動)対正弦振動

実施した周波数は2, 5, 10Hzであった。又衝撃性振動の振幅は0.4m/s²と固定し、附加した正弦振動振幅は0.1, 0.2, 0.3m/s²を採用した。衝撃性振動に正弦振動を混合する事によつて単独に衝撃性振動が存在する時よりも厳しく感じられる傾向が観られた。特に低周波2Hzに於いて明らかであった。

3) (衝撃性振動+ランダム振動)対衝撃性振動

基準及び比較の衝撃性振動の周波数は2, 5, 10, 20Hzで基準の加速度振幅は0.4m/s²に固定した。附加したランダム振動の振幅は最大値で0.1, 0.2, 0.3m/s²の条件で加えた。ランダム振動を附加する事によつて一般に衝撃性振動は単独の時よりも厳しくなるが、ランダム振動の振幅を小さくする事により、単独の時よりも弱く感じられる事が判明した。

5. 結論

1) 全身、座位、垂直方向での衝撃性振動と正弦振動との感覚的大きさを比較した時、正弦振動の方が厳しい事が解つた。特に5Hz附近ではこの傾向が強かった。

2) 衝撃性振動に正弦振動及びランダム振動を加えた時、一般に混合振動の方が厳しい事が解つた。特に附加した振動周波数が衝撃性振動周波数に近い場合影響を受け易い事が見出された。

本研究は科学技術庁長期在外研究として Loughborough University of Technology, Loughborough U. K. で行われたものである。

19 手腕系作業における筋負担

(57) 書字作業の筋負担

三輪俊輔・桜井忠義

書字作業を手・腕・肩への力の入力の基盤の上で理解し、肩・腕の筋肉に及ぼす影響について検討を加えた。筋電図及び筆圧を観察し、作業における要因分析を行った。

筋電図は表面電極法により書字側の僧帽筋、前腕屈筋より導出した。各筋電図の出力電圧は1kgの質量を保持させた時の同じ筋電図の出力により基準化した。筆圧は圧電効果を有する高分子薄膜のピックアップより検出した。筋電図の解析には音響計測技術を採用した。

実験はスピーカーより1語/秒のアナウンスを聞いて、平仮名で書く作業を20分間継続させた。実験はシールドルーム内で行った。

実験方法は書字作業において重要と思われる4因子を抽出し、二水準で直交配列表を使って割りつけた。この際に自由筆圧と0.13kg以上の強制筆圧による作業を各々 $L_8(2^7)$ 直交表に割り付け、2回繰り返しを行った。その要因はA:ボールペンと鉛筆(硬度HB)、B:筆軸径7mmと11mm、C:紙1枚と紙3枚、D:男と女、d:1回目と繰り返しとした。各々の要因で前が0水準、後が1水準である。被験者は延べ32名で、当研究所の所員に協力を求めた。

観測値はオーバーオール(A)、20Hz以下の低周波数成分(L)、又観測した時間(1分と20分)を考え、 $A_1, A_{20}, L_1, L_{20}, A_{20}-A_1, L_{20}-L_1$ 等で統計計算を行った。分散分析で有意(0.01**, 0.05*)となつた要因についての水準別の平均値と信頼幅(95%)を表1に示した。統計計算はミニコンピューターを用いた。

実験の結果、僧帽筋では自由筆圧、強制筆圧いずれの場合もボールペン使用の場合が鉛筆使用の場合よりも筋緊張の増加が著しかった。前腕屈筋では強制筆圧の場合に11mm筆軸径使用時が7mm筆軸径使用時より筋緊張の増加をもたらした。筆圧については各々の筋電図の結果をうらづけの結果を得た。

(58) キャッシュレジスター作業の筋負担

三輪俊輔・桜井忠義

打鍵動作が腕・肩の筋肉に及ぼす影響について筋電図より検討を加えた。筋電図は表面電極法により打鍵側の僧帽筋、上腕三頭筋、前腕屈筋、前腕伸筋の四筋群より導出した。各筋電図

の出力電圧は前報書字作業の筋負担と同じ方法で基準化した。打鍵圧は圧電効果を有する高分子薄膜6ヶより取り出し測定した。

実験は120分間の連続打鍵作業を実施した。前後に30分間の休止をおいてシールドルーム内で行った。被験者は16名の女子チェッカーである。

実験方法は打鍵作業において重要と思われる因子を抽出し、水準で、直交配列表 $L_{16}(2^{15})$ を使って割り付けた。その要因はA:電子式金銭登録機(ECR)と機械式金銭登録機(MCR)、B:鍵面が10cm高と10cm低、C:訓練用数表使用と実際の商品使用、D:坐位と立位、E:チェッカー経験年数1年以上と1年未満。各要因で前が0水準、後が1水準である。

観測値はオーバーオール(V)とし、観測した時間(1分、30分、60分、90分、120分)を考え、 $V_1, V_{30}, V_{60}, V_{90}, V_{120}, V_{120}-V_1, V_{60}-V_1$ 等を統計計算した。 V_{120} に関連した分散分析の結果で有意(0.01**, 0.05*)となつた要因についての水準別の平均値と信頼幅(95%)を表2に示した。

打鍵圧はECRとMCRの差が大きく、ECRが $0.203 \pm 0.046\text{kg}$ 、MCRが $0.724 \pm 0.209\text{kg}$ であつた。僧帽筋以外の観測値ではMCRがECRより大きい値をとり有意の差となつた。特に打鍵圧に直接関与する前腕の筋群では顕著であつた。これに反し、僧帽筋ではECRとMCRで筋負担が同程度であり有意の差はなかつた。僧帽筋では鍵面の低い方が筋負担が少い。又姿勢も影響を与え、坐位の方が立位よりも筋負担が少かつた。

表 1		水準 0		水準 1	
		平均	信頼幅(95%)	平均	信頼幅(95%)
僧帽筋 $L_{20}-L_1$	自由筆圧	A*	1.476 ± 0.450	0.985	± 0.147
	強制筆圧	A** B**	1.273 1.024 ± 0.172 ± 0.132	0.984 1.233	± 0.150 ± 0.225
前腕屈筋 $A_{20}-A_1$	強制筆圧	B*	0.975 ± 0.085	1.115	± 0.136
筆圧 A_{20}	自由筆圧	A**	1.589 ± 0.229	1.981	± 0.181
		C*	1.620 ± 0.273	1.950	± 0.170
	強制筆圧	A*	2.093 ± 0.644	1.504	± 0.436
		B*	1.529 ± 0.433	2.068	± 0.663
C* A*C*		1.506 1.483 ± 0.270 ± 0.225	2.090 2.114	± 0.731 ± 0.629	

表 2	水 準		0		1	
	有 意 因 子		平 均	信 頼 幅 (95%)	平 均	信 頼 幅 (95%)
僧 幅 筋	V ₁₂₀	B*	0.670	± 0.228	0.382	± 0.084
		D*	0.656	± 0.231	0.396	± 0.100
上 腕 三 頭 筋	V ₁₂₀	A*	0.887	± 0.209	1.286	± 0.391
		C*	0.928	± 0.300	1.246	± 0.350
		E*	1.287	± 0.363	0.886	± 0.254
		A*B**	0.851	± 0.175	1.322	± 0.385
	V ₁₂₀ -V ₁	A*B*	0.749	± 0.124	1.356	± 0.532
前 腕 屈 筋	V ₁₂₀	A**	0.494	± 0.202	1.410	± 0.286
前 腕 伸 筋	V ₁₂₀	A**	0.968	± 0.150	1.545	± 0.169
	V ₁₂₀ -V ₁	E*	0.958	± 0.156	0.733	± 0.085
打 鍵 圧	V ₁₂₀	A**	0.203	± 0.046	0.724	± 0.201

有意の差を示した各要因の水準 0 と水準 1 の平均値と信頼幅 (95%)

(**0.01, *0.05)

20 カーボンブラック

(59) カーボンブラック表面酸性基の反応性 (II)

松村芳美・萩原茂示 (三菱化成)・高橋 浩 (東大・生産研)

カーボンブラックは工業的に大規模に生産されている粉体の一種であり、その表面の性質と反応性を知ることは、カーボンブラックの特性を理解する上で必要なだけでなく、広く一般の工業粉塵の特性と人体に対する粉塵の有害性とを関連づける上でも重要である。この様な見地で前年度にはカーボンブラックの粒子表面酸性基の測定法を確立し、その酸性基をアルキル化することによる粒子の性質の変化を測定した。これらの研究にひきつづき、今年度はアルキル化したカーボンブラックのアルカリ性水溶液中における加水分解速度の測定を行った。

アルキル化カーボンブラックとしてカラー用ファーネスブラックの 1 銘柄である Peerless-155 を直鎖アルコール (C₁~C₄) で処理した材料を用いた。これらの試料を pH9.0, 10.0 または 11.0 の弱アルカリ性水溶液に懸濁し、その加水分解による酸性基の再生を自動滴定装置による pH-stat 滴定法で追跡測定した。

その結果、次のことが明らかになった。即ち、炭素数の小さいアルコールで処理したアルキル化カーボンブラック程、速い速度で加水分解される。また、同一の試料でも、懸濁液の pH が高い程、加水分解速度は大きい。一種類のアルキル化カーボンブラック懸濁液の加水分解速度を時間的に追跡すると、加水分解開始時ではその速度常数が大きく、加水分解の進行とともに速度常数は減少し、追って速度常数が 0 に至る。アルキル化カーボンブラック表面のアルキル化された酸性基の一部は、加水分解されずに残存する。例えば、メタノール処理 Peerless-155 は pH9.0 の水溶液中で 30 分以内に殆んど加水分解は完了し、その後に加分解されずに残った基の量は 0.040mg/g であった。Peerless-155 原試料の有する酸性基の量を pH9.0 の水溶液中で中和により求めると 0.136meq/g であるため、その約 29% が加水分解されない型のアルキル化反応を受けたといえる。ここで、アルキル化された酸性基のうち加水分解を受ける活性基はカルボキシル基、加水分解を受けない活性基はフェノール性水酸基と考えた。アルキル化カーボンブラックのアルカリ加水分解速度常数の実測値は下表の通りである。これらの値は酢酸エステルまたは安息香酸エステルの値より大きい。これは、カーボンブラック表面に種々の活性基が高密度に共存することと、表面構造の凹凸による立体障害の影響と考えられる。

表 アルキル化カーボンブラックの加水分解速度常数 (pH9.0, 25°C)

カーボンブラックの種類	加水分解開始からの経過時間		
	15分	30分	45分
メチル化 Peerless 155	13.67	1.33	0.33
エチル化 Peerless 155	20.83	16.00	11.83
n-プロピル化 Peerless 155	17.50	8.00	6.00
n-ブチル化 Peerless 155	4.50	3.83	3.67
酢酸エチル	0.110		
安息香酸エチル	0.00289		

(60) カーボンブラック表面キノン基の測定法

松村 芳美・高橋 浩 (東大・生産研)

カーボンブラック表面には反応性に富んだ数種の活性基の存在が知られている。キノン基はその様な活性基の一種であり、カーボンブラック表面に大量に存在して、カーボンブラックのエラストマー架橋性、酸化防止作用、親水性を出現している。キノン基の定量は、従来は水素化ホウ素ナトリウム (NaBH₄) による還元反応をガス体積法で測定する方法により広く行われて来たが、この方法は操作が複雑で熟練を要する。また、赤外吸収スペクトルの測定、キノン基の酸化還元反応のクローメトリーによる測定も報告されているが、これらはキノンの検出には適しているが、定量分析には適していない面がある。そこで、本研究では、カーボンブラック表面キノン基の新しい定量分析法を確立する目的で、mV メーターと自動滴定装置とを連結した装置によりキノン基の NaBH₄ による Redox 反応をポテンシオメトリーで観測する方法の確立を試みた。

ポテンシオメトリーによるカーボンブラック懸濁液の NaBH₄ による還元滴定曲線の測定を行うに当り、その測定条件を確立するために次の項目について検討した。(1) Redox 反応の溶媒として用いる緩衝液の最適 pH の決定、(2) 滴定速度の決定、(3) NaBH₄ の還元価の標定方法、(4) 滴定試料として用いるカーボンブラック懸濁液の均一懸濁の条件の設定、溶存酸素除去の方法等、測定に影響する諸因子の除去。

これらの測定条件を検討した結果、次の様なキノン基の定量方法を確立した。即ち、カーボンブラック試料 (0.1g または 0.2g) を 15ml の pH9.0 の緩衝液 (0.2M, NH₄Cl+NH₄OH) に懸濁する。懸濁液を滴定用瓶の中で調整し、この中に酸素除去処理を行なった窒素気流を絶えずバツブルさせ、またマグネチックスターラーで均一に攪拌する。自動滴定装置による試料

の還元滴定曲線測定は一試料につき約 1 時間で完了する様に速度調節を行なう。また、滴定液は NaBH₄ を 0.1N 苛性ソーダ溶液に 0.2M 濃度に溶解し、沃度で標定する。キノン基の標準物質としては p-ベンゾキノン、 α - および β -ナフトキノンを用いた。

上記の方法で市販の工業用カーボンブラック 11 銘柄の NaBH₄ による還元滴定曲線を測定した。これらの曲線から、-750mV (対カロメル電極値) で還元されるキノン基の量を求めた結果の一部を、前年度の研究で求めたカーボンブラック表面酸性基の値と共に表に示す。

表 カーボンブラック表面の官能基含有量

カーボンブラックの種類	キノン基	酸性基
Philblack-0	0.33 meq/g	0.038 meq/g
Raven-35	0.46	0.122
Channel black	0.46	0.083
Peerless-155	0.51	0.188
Neospectra-AG	2.22	0.965

21 フレキシブルダクト

(61) フレキシブルダクトの圧力損失 (その1)

— 直線ダクトの圧力損失 —

橋 爪 稔・岩 崎 毅

すでに(昭和42年度～昭和年44度)筆者らによつて、フレキシブルダクトの空気流動特性に関して、詳細かつ系統的な研究がなされた。今回、共されたフレキシブルダクトは前回のものとは、その構造が大きく異なり、その結果、その伸縮自存性が著しく大きい塩ビおよびポリエステル製フレキシブルダクトであり、その空気流動特性も前回のものと異なるものと考えられる。そこで、本報は、まず直線状態におかれたフレキシブルダクトの圧力損失を、直径の異なる数種のフレキシブルダクトを選定し、ピッチまたは管内面粗さと管内流速を変化させて測定し、これらから求めた流体抵抗係数とレイノルズ数、およびピッチまたは管内面粗さとの相関性を解明し、数学的解析によりその相関式を系統的に総括し、さらに実際の設計に役立つように圧力損失線図を作製した。

実験装置と方法は、昭和42年度において示した装置と方法を用いて行ない、本実験に供したフレキシブルダクトの内径は、塩ビ製ダクト内径が127.0mmφ(5φ)、152.4mmφ(6φ)、203.2mmφ(8φ)、および254.0mmφ(10φ)の4種類、ポリエステル製ダクト内径が127.0mmφ(5φ)、152.4mmφ(6φ)および203.2mmφ(8φ)の3種類で、各々のダクトが縮み切った状態から伸び切った状態までの間で、ピッチを6～10通り変え、かつ各々のピッチについて、管内流速を1～30m/secの範囲に変化させて、前記圧力損失の測定がなされた。

1) 本報の塩ビ製ダクトと昭和42年～44年度で報告した塩ビ製ダクトとの相違は、その構造が螺旋形をしていることは同じであるが、前者は螺旋状鋼線(1.0mmφ)に0.25mm肉厚の塩ビフィルムをシールしたものであり、後者は螺旋状硬質塩ビ(7.11×4.50mm□)に1.00mm肉厚の塩ビフィルムをシールしたものである関係上、前者は後者の1/5位の重量で非常に軽く、さらに伸縮率は3倍位いと大変伸び縮みが大きいダクトである。

2) 流体抵抗係数λとRe数との関係を両対数紙上にプロットすると、まず、Re数の中間領域において、λはピッチまたは管内面粗さの影響を受けながらRe数によつて変化し、さらに、Re数が大きくなるにつれて、λは平滑管の時のλ-Re数曲線から離れて行き、Re数がある程度以上大きくなると、λはRe数に無関係にほぼ一定値となり、かつ、この一定となるλの値およびRe数に無関係にλが一定となるときRe数の下限界値は、ピッチまたは管内面粗さによつてのみ変化する。すなわちピッチまたは管内面粗さのみの函数となることが

認められた。この現象は、昭和42年度～44年度で報告した結果およびNikuradseの人工粗雑面管をはじめとし、多くの一般粗雑管に関する研究結果と一致する。しかしながら、Re数に無関係に一定となる値すなわち流体抵抗係数は前報に比して1.11～1.57倍と大きいことがわかった。

3) ピッチを含む管内面粗さを管内径に対する相対粗度 $\epsilon=e\cdot p/d^2$ で表わし、この相対粗度を等しくしても管内径が異なると、前記のλとRe数との相関曲線は、中間領域は勿論乱流領域でも同一曲線にならないということが観察された。この現象は、相対粗度で管内面粗さを表示すれば、管内径に無関係にλ-Re数曲線が一致するというNikuradseの人工粗雑管に関する研究結果と矛盾することがわかった。この原因はフレキシブルダクトの場合には、摩擦による流動抵抗の他に、旋回流による流動抵抗が生じ、かつ、その旋回流による流動抵抗が、管内壁の凹凸の大きさeや、間隙pのみの函数となり得ないためではないかと推察される。

4) 実際の塩ビおよびポリエステル製フレキシブルダクト系の流動抵抗の設計計算に重要な手段となるλとεとdの三者の相関式が次のように得られた。

$$\text{塩ビ製ダクト} \quad \lambda = \frac{-0.00053d + 0.1866}{1.00002^{2/\epsilon}}$$

$$\text{ポリエステル製ダクト} \quad \lambda = \frac{-0.00033d + 0.1733}{1.00002^{2/\epsilon}}$$

但し $\epsilon = \frac{e \cdot p}{d^2}$

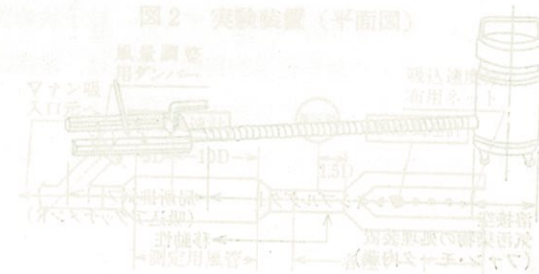


Table with experimental data. The table is partially obscured by bleed-through from the reverse side of the page. It appears to have columns for parameters like Re number, pressure loss, and duct specifications.

22 溶接空気汚染物質の局所排気

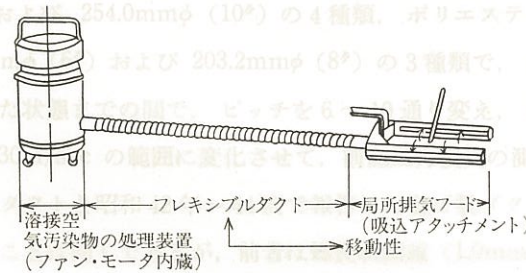
(62) 溶接空気汚染物質の可搬式局所排気除去装置 (その1)

—— 局所排気フード ——

橋 爪 稔

一般にアーク作業において、溶接空気汚染物質の発生は、完全な固定源でなくて、その母材の形状、或いは溶接方法、溶接姿勢等によつて、その移動の度合は異なるが、むしろ単位作業場での移動発生源である場合が殆んどである。また船底内、或いはタンク内におけるように、著しく限定された、かつ換気のよくない場所での溶接作業も極めて多い。このような移動発生源からの溶接空気汚染物、または半密閉空間における、溶接空気汚染物に対して十分な排気効果をもつ局所排気フード、及び確実な除去効率を保証する捕集除去装置は、日本のみならず諸外国においても現在開発状態にある。そこで筆者らは、図1に示されるように溶接作業も妨害せず、かつ容易に可動し得る吸込アタッチメントをもち、同時に粒子状及びガス状溶接空気汚染物をその場所で処理して新鮮空気とし、かつ簡単に可搬し得る装置を開発し、満足すべき結果を得たので、また、本装置は、各種溶接作業に適した各種局所排気フード、そのフードを可

図1 本装置の説明



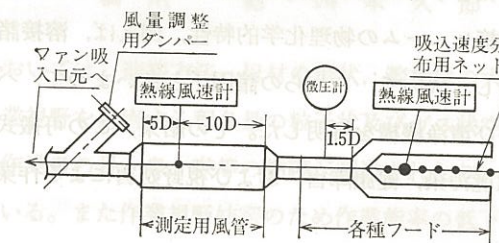
動させるフレキシブルパイプおよび必要風量と静圧をもつ特別に設計されたファン・モーター、粒子状溶接空気汚染物(溶接ヒューム)を分離除去する特殊バグフィルターならびにガス状溶接空気汚染物を分離除去するガス除去エレメントを内蔵するキャスター付き円筒タンクから構成されているので、(I)局所排気フード、(II)粒子状溶接空気汚染物の除去、(III)ガス状溶接空気汚染物の除去に区分して、各々個々に報告します。

溶接用吸込フードは、作業者が汚染空気流を吸入する以前に発生源、或いはその近傍で汚染空気流を、捕捉制御しなければならないが、その吸込み捕捉速度が大き過ぎると、溶接に本質的に必要とされるシールド膜、または気流が乱されその結果、気孔を生じ機械的強度が低下して危険を生じるため、吸込み捕捉速度には限界値がありX線写真等による予備実験の結果、被

覆アーク溶接の場合は5m/sec以下であり、ガスシールドアーク溶接の場合は約1.6m/sec以下であることが認められた。次いで溶接作業の作業性と溶接方法及び母材の形状とから幾つかの形状の吸込フードについて、上記捕捉速度内で十分な排気効果が得られたのを選定した結果、(A)u型スロット吸込口、(B)面体取付型吸込口、(C)u型フレキシブル吸込口、(D)スロット型パイプ開口吸込口、(E)ナイフ型パイプ開口吸込口の5種類となり、これらについて吸込み流動特性及び排気効果を実測した。(A)型吸込口の形状は、字のごとくu字の形状で両内壁面にスロット開口をもつフードであり、溶接はu字の中央で行い発生したヒュームは、スロット開口に吸引される。(B)型吸込口の形状は、溶接面にダクト開口を取り付けたフードであり、溶接はダクト開口の中央直前で行い発生したヒュームは、上昇気流で上方に流動するから、確実な排気効果が得られ、しかもアーク光の遮蔽、及びスパッタの飛散防止にも役立ちます。(C)型吸込口の形状は、u字のフレキチューブで両内壁面に多孔をもつ、(A)型スロット開口の変形フードであり、発生したヒュームは多孔に吸引される。(D)型吸込口の形状は、溶接トーチのノズル円周上に固定されたスロット型パイプ開口をもち、溶接状態を目視しやすい形状になっているフードです。発生したヒュームは、ノズル円周上のスロット開口に吸引される。(E)型吸込口の形状は、溶接トーチのノズル平行線上に固定されたナイフ型パイプ開口をもつフードであり、発生したヒュームはパイプ開口に吸引される。

実験装置と方法は図2に示される装置を用いて、各々各種吸込フードに対する適正吸込風量、吸込速度分布、フード圧力損失、及びフード流入係数を求め、フードを可動した時と、しない時のヒューム濃度を各々測定し、その結果から排気効果を求めた。

図2 実験装置(平面図)



実験結果を表1に示す。溶接に必要とされるシールド膜、または気流を乱すことなしに、AB面フードは約100%近く、CDEは約86~92%の排気効果が認められた。

表1

フー ド	流 動 特 性				排 気 効 果		
	捕捉速度	適正風量	圧力損失係数	流入係数	可動無濃度	可動有濃度	排気効果
A.U型スロット吸込口	0.3 m/S	1.5m ³ /min	1.21	0.67	238.0mg/m ³	3.6mg/m ³	98.5%~
B.面体取付型吸込口	0.5	1.5	0.93	0.72	296.0	6.0	98.0~
C.U型フレキシブル吸込口	0.3	1.5	1.21	0.67	239.0	27.2	88.6~
D.スロット型パイプ開口吸込口	0.3	1.0	1.21	0.67	179.0	26.8	85.0~
E.ナイフ型パイプ開口吸込口	0.5	1.0	0.43	0.84	85.3	7.1	91.8~

(63) 溶接空気汚染物質の可搬式局所排気除去装置(その2)

— 溶接ヒューム —

橋爪 稔・岩崎 毅

アーク溶接作業においては、溶接方法、母材の形状、溶接棒の大きさおよび電流値によつて程度の差はあるが、作業視野を妨害する程多量の粒子状およびガス状空気汚染物質が発生し、その空気汚染物質により作業者の目、鼻、喉等の粘膜が刺激されたり、これらを吸入することにより健康障害を起している。また作業視野妨害のため作業能率の低下をきたしている。その粒子状空気汚染物質とは、高温で金属を溶融するために発生する金属ヒュームであり、被覆溶接棒の場合には更にフラックス中の弗化物が含まれており、ガス状空気汚染物質とは、高温酸化のため生成する窒素酸化物、一酸化炭素、炭酸ガス、およびオゾンであることは既に多くの研究者達によつて報告されている。この現象は、屋外等の換気のよい場所では大気稀釈により差程問題ではないが、長時間溶接作業を行なつたり、多人数で作業を行なう場合、あるいは船底、タンク、車輛、水管等の内部の限定された狭く、かつ換気の悪い空間の場合に、特に著しく、その結果、これら空気汚染物質が作業場内に充満蓄積し、T.L.V. 又は許容濃度をはるかに越えてしまう。そこで、これら空気汚染物質を局所的に排気し、かつその場所で粒子状およびガス状空気汚染物質を捕集除去して清浄空気とする可搬式の装置を開発した。本報では、清浄機構をもつバグフィルター濾過法により、金属ヒュームを主体とする粒子状空気汚染物をその場で捕集除去し、清浄空気とすることを最終目的とするが、粒子状物質の濾過現象を解明するに必要な諸因子である溶接ヒュームの物理化学的特性、例えば、溶接諸条件と粒子濃度、粒径分布および比重等を実測し、次いで、これらの諸因子とあいまつて、バグフィルターによる捕集効率、流動特性、および清浄機構を解明した。その結果、この可搬式局所排気除去装置より、溶接空気汚染による環境汚染、健康障害、および視野妨害による作業能率の低下防止することを可能ならしめた。

実験装置と方法は、u 字型吸込口により、溶接ヒュームを数分間吸引し、その溶接ヒューム流を塩化ビニール袋中に流入させた後その袋の流入口を封じた。低水素系とイルミナイト系の溶接棒の各々に対して、アンダーセンサンプラーを用いて粒度分布を、ローボリウムサンプラーおよびデジタル粉じん計を用いて溶接ヒューム濃度を測定した。尚このとき、袋内でのヒューム濃度の沈降等による濃度変化を防止し、空間的濃度分布の均一化のために、袋内の流動空気流を考慮して、小型扇風器が設置され、かつその風量が著しく制御された。次いで、溶接棒の種類、発生濃度と吐出濃度、および処理風量との相関を求めた。溶接条件を次に示す。

(1) 溶接電流(直流 220A)、(2) 溶接棒、低水素系、イルミナイト系、(3) 被溶接物、平板(t=10mm) 軟鋼、表面処理なし、(4) 溶接姿勢、下向き。

1) 低水素系及びイルミナイト系の溶接棒に対する発生直後のヒュームの粒度分布は、溶接棒の種類による差は見られなく、 $0.4\mu\sim 1.0\mu$ の粒径において、全体の 70~80% を示しており、 1.0μ の粒径は全体の約 40% を示していることがわかつた。

2) 低水素系の溶接棒に関して、数種の濃度を变化させた時の粒度分布は、ヒューム濃度が $10\text{mgr}/\text{m}^3\sim 350\text{mgr}/\text{m}^3$ と濃くなるにつれて、 d_{40} が 0.3μ から 1.0μ と移動する傾向にあることが認められた。

3) ナイロン製の長繊維及び短繊維の濾過用バグフィルターに関して、除じん効率及び吐出濃度とこの清掃装置による清浄効果を定性的に実測した結果、長繊維のものが実用に供することが認められたので、以後の実験はその長繊維バグフィルターに設定してなされた。吸込フードから得られた適正処理風量において、新鮮な濾布に対して、初期状態から飽和状態に至るまでの間の吐出濃度とヒューム負荷量(消費溶接棒長)との相関性を 2 種類の溶接棒に関して求めた結果、消費溶接棒長約 4000mm でバグフィルターに一次層が出来、以後ヒューム負荷量を加算しても、吐出濃度は低水素系溶接棒で約 $4\text{mgr}/\text{m}^3$ 前後、イルミナイト系溶接棒で約 $3\text{mgr}/\text{m}^3$ 前後と、2 種類の溶接棒に対して環境基準値の $5\text{mgr}/\text{m}^3$ 下であることがわかつた。

(64) 溶接空気汚染物質の可搬式局所排気除去装置(その3)

— ガス状空気汚染物質 —

橋爪 稔・四本 久郎

アーク溶接作業においては、溶接方法、母材の形状、溶接棒の大きさ及び電流値によつて程度の差はあるが、作業視野を妨害する程多量の粒子状及びガス状空気汚染物質が発生し、その空気汚染物質により作業者の目、鼻、喉等の粘膜が刺激されたり、これらを吸入することにより健康障害を起している。また作業視野妨害のため作業能率の低下をきたしている。その粒子状空気汚染物質とは高温で金属を溶融するために発生する金属ヒュームであり、ガス状空気汚染とは、高温酸化のため生成する窒素酸化物、一酸化炭素、炭酸ガス及びオゾンであり、被覆溶接棒の場合には更にフラックス中の弗化物が含まれていることは既に多くの研究者達によつて報告されている。この現象は屋外等の換気のよい場所では大気稀釈により差程問題ではないが、長時間の溶接作業を行なつたり、多人数で作業を行なう場所、或は船底、タンク、車輛、水管等の内部の限定された狭く、かつ換気の悪い空間の場合に著しく、その結果これら空気汚染物質が作業場内に充満蓄積し、T.L.V. 又は許容濃度をはるかに越えてしまう。そこで報告 I で述べられているように、これら空気汚染物質を局所的に排気し、かつその場所で粒子状及びガス状空気汚染物質を捕集除去して清浄空気とする可搬式の装置を開発した。本報では報告

IIで報告されているような粒子状汚染物質即ち溶接ヒュームを除いた後のガス状汚染物質の捕集除去について、酸化吸着剤コア及び電弧溶接棒を選定し、その捕集除去を支配する諸因子、本報では各種発生ガスに対して、その供給ガス濃度とコア通過速度又は処理空気流量とその除去効率との相関関係を解明し、可搬式局所排気除去装置により、溶接空気汚染物質による環境汚染、健康障害、及び視野妨害による作業能率の低下を防止することを目的とする。

実験装置と方法は、図1に示した装置を用い、溶接時に発生するガス状物質と粒子状物質との混合した空気汚染物質をフードで吸引し、スパッタートラップ及び濾過装置部で粒子状物質を捕集除去し、残ったガス状物質のみを吸引ファンを通して袋(I)に捕集する。この袋内のガス濃度を検知管とJIS K 0098, K 0104の方法で測定して、この濃度を溶接に発生するガスの初濃度とした。更にこの袋内のガスを吸着剤を通過させて、第IIのファンを通して袋(II)に捕集する。このとき吸着剤の通過速度は第IIファンの上流に連結したボールバルブで調節した。そして袋内のガスの濃度を初濃度と同様な方法で測定し、吸着剤の効果を実験的に求めた。尚、粒子状物質をカットするために設けた濾過部(プレフィルター;材質ナイロン;高性能フィルター;材質ガラス繊維)の前に溶接のスパッターによる濾材の燃焼を防止するために、スパッタートラップを持続した。対称とするガスが数ppm以下の低濃度と考え、ガス状物質の流路中の内壁への吸着を防止することに留意した。そのためにガス捕集袋(1.5M×1.5M×1.5M)は袋への吸着及び分子透過による袋の外への漏れの比較的少ない材質ということから弗化ビニール製とした。またガスとの接触が激しいと考えられる吸込ファンの内部はテフロンコーティングを施した。そして上記以外の連結部分は、すべてSUS 304を使用した。つぎにガスの酸化吸着剤には、担体兼結合剤として活性アルミナ、酸化助剤として二酸化マンガ、吸着剤として粒状活性炭に銅、鉄、ニッケル等の粉末金属酸化物の一種又は数種を混合して円筒状のコアに成形したものをを用いた。また本実験に用いた溶接棒は最も一般的な種類のものとして、イルミナイト系と低水素系のものである。

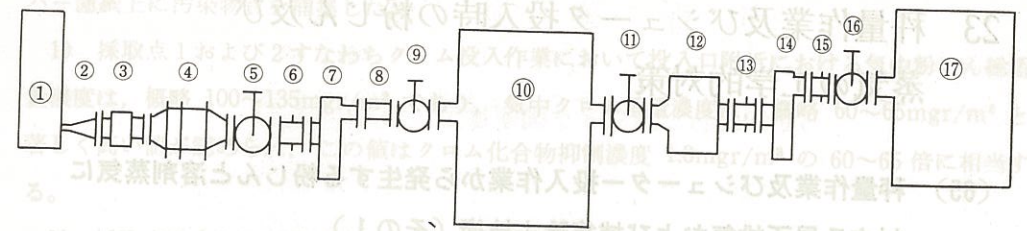
対称ガスの入口濃度及び出口濃度は表1の如くであった。表からガスの濃度は使用した溶接棒の種類による変化が殆んど見られなかった。この酸化吸着剤は一酸化炭素以外のガスに対して効果があり、処理空気流量への依存性が著しいことが認められた。

表1 実験結果

	低水素系溶接棒		イルミナイト系溶接棒	
	Ci	Co	Ci	Co
CO	40~50	40~50	25~30	20~25
NO	10~12	4~5	11~12	5
NO ₂	3~4	0	3~5	0
O ₃	0.8~1	0	0.6	0

Ci 入口濃度 Co 出口濃度

図1 実験装置図



- ① プースフード
- ② シリコンホースの連結部
- ③ スパッタートラップ
- ④ フィルター
- ⑤ SUS 304 ボールバルブ
- ⑥ 静圧測定部 (入口)
- ⑦ 吸込ファン
- ⑧ 静圧測定部 (出口)
- ⑨ SUS 304
- ⑩ フッ化ビニール袋
- ⑪ SUS 304 ボールバルブ
- ⑫ 吸着剤支持部
- ⑬ 静圧測定部 (入口)
- ⑭ 吸込ファン
- ⑮ 静圧測定部
- ⑯ SUS 304 ボールバルブ
- ⑰ フッ化ビニール袋

23 秤量作業及びシュータ投入時の粉じん及び蒸気の工学的対策

(65) 秤量作業及びシューター投入作業から発生する粉じんと溶剤蒸気に対する局所排気および捕集除去技術(その1)

—— 上記作業場内の粉じん(特にクロム化合物)の調査 ——

橋 爪 稔・岩 崎 毅・四 本 久 郎

磁気テープは、連続式コーターによつて、エンドレステープ表面に、磁気塗料を薄く均一にかつ連続的に塗布、乾燥することによつて製造される。この磁気テープ用塗料は、まず、MEK(100ℓ)、MIBK(100ℓ)、およびトルオール(100ℓ)をパイピングシステムで流量積算計により秤量しながら、直接ヘンシル混合器に供給し、次いで、各々粉体状の酸化クロム(3kg)とカーボンブラック(3kg)を秤量し、その秤量された粉体と既知重量袋入りの酸化鉄(200kg)とをシュータを通して、前記ヘンシル混合器に供給した後、これら原材料をヘンシルにより混合分散ねり合わせることにより用意されるが、この粉体原材料を秤量する際およびシュータ投入口へ投入する際、多量の原材料粉じんが飛散発生し、次いで、ヘンシルにより原材料を混合分散ねり合わせをしている際に、ヘンシル中温度が次第に増加するため、前記有機溶剤の蒸気がヘンシルの投入口とその蓋との間から多量にリーク発生し、発生した粉じんおよび溶剤蒸気は拡散現象により、まわりの空気中に分散浮遊して、ヘンシルセンター室内の空気を汚染する結果となつている。そこで、我々は、そのヘンシルセンター室内の作業環境空気中に分散浮遊する粉じん濃度およびその中に含まれるクロム化合物の濃度を測定した。

作業室内のヘンシルの配置状況や秤量場所から発生する汚染の飛散拡散範囲と通常の作業行動範囲とを基準にして、ヘンシルセンター室内(15M×10M)を環境測定のための単位作業場所とした。この単位作業場所に対して、その平面的な採取点は、汚染物の発生源であるヘンシルの投入口を採取点1, 2とし、秤量作業場所を採取点3とし、さらに単位作業場所(15M×10M)を2等分して出来る2ケの10M×7.5Mの長方形の中心を採取点4, 5とした。次いで、平面内の採取点の高さを、採取点1, 2に対しては、ヘンシルの投入口と同一とし、採取点3に対しては、秤量容器上部(F.L. 1.3M)と同一とし、さらに採取点4, 5に対しては、床上1.2Mとした。本調査では、作業環境空気中の汚染物質(採取点4, 5)および秤量作業場所(採取点3)に関して、前者は2台、後者は1台のハイボリウムサンプラーにより、グラスファイバー濾紙上に汚染物質を捕集した。ヘンシル2号および5号(採取点1, 2)の酸化クロムの投入時の測定に関して、酸化クロムの投入作業時間が10秒/1回であることから、連続測定ができない

ゆえ、断続測定となり、それぞれ1台のハイボリウムサンプラーにより、数日間グラスファイバー濾紙上に汚染物質を捕集した。

1) 採取点1および2すなわちクロム投入作業において投入口附近における気中粉じん総重量濃度は、概略100~135mgr/m³であり、気中クロム重量濃度は、概略60~65mgr/m³と著しく高い値が認められ、この値はクロム化合物抑制濃度1.0mgr/m³の60~65倍に相当する。

2) 採取点3すなわち秤量作業場附近における気中粉じん総重量濃度は、5.4~7.1mgr/m³であり、気中クロム重量濃度は、3.6~5.6mgr/m³と非常に高い値が認められ、この値は抑制濃度の3.6~5.6倍に相当する。

3) 採取点4および5すなわち粉体状クロム発生源附近から遠く離れた作業環境空気中における気中粉じん総重量濃度は、1.4~2.1mgr/m³であり、気中クロム重量濃度は、0.062~0.054mgr/m³と低く、抑制濃度の $1/16 \sim 1/20$ に相当することが認められた。

4) ヘンシル投入作業場附近および秤量作業場附近における各々の作業中のクロム粉じん濃度は予想していたよりもはるかに高く、その作業時間が各々短時間であるにしても、その作業者はクロム粉じんによる高濃度瞬間暴露の状態にある。

5) クロム汚染物のみならず、その気中濃度を実測しなくても判る程高い気中濃度の有機溶剤蒸気に対して、技術的改善をしなければならない。そこで、各々の発生機構を流動力学的に解明し、また、処理粒子のエアロゾル物性を解明し、その結果に基づいて、それに対応した適正な局所排気フードの型式、大きさ、排気方向および排気風量を決定することにより、確実な排気制御効果をもつ局所排気装置および高効率除じん装置を設計設置しなければならない。

23 秤量作業の保護器具検定

50年度防じんマスク国家検定 (50.4~51.3)

型式	判定
RQ 100MJ (直結式)	特級合格
サカキ式 1033C (直結式)	1級合格
TS. No. DR-73 (直結式)	1級合格
TS. No. DR-17 (直結式)	特級合格
TS. No. DR-58 (直結式)	特級合格
TS. No. DR-63 (直結式)	特級合格
TS. No. DR-65 (直結式)	特級合格
TS. No. DR-66 (直結式)	特級合格
サカキ式 1021W-K1 (直結式)	特級合格
サカキ式 1005W-1型 (直結式)	特級合格

作業室内のヘンシルの配置状況や秤量場所から発生する汚染の飛散拡散範囲と通常の作業行動範囲とを基準として、ヘンシルセンター室内(15×10M)を環境測定のための単位作業場所とした。この単位作業場所に対して、その平面的な採取点は、汚染物の発生源であるヘンシルの投入口を採取点1、2とし、秤量作業場所を採取点3とし、さらに単位作業場所(15×10M)を2等分して出来る2ヶの10×7.5Mの長方形の中心を採取点4、5とした。次いで、平面内の採取点の高さを、採取点1、2に対しては、ヘンシルの投入口と同一とし、採取点3に対しては、秤量容器上部(P.L.1.3M)と同一とし、さらに採取点4、5に対しては、床高1.2Mとした。本調査では、作業環境空気中の汚染物質(採取点4、5)および秤量作業場所(採取点3)に関して、前者は2台、後者は1台のハイボリュームサンプラーにより、ガラスファイバー濾紙上に汚染物質を捕集した。ヘンシル2号および5号(採取点1、2)の酸化クロムの投入時の測定に関して、酸化クロムの投入作業時間が10秒/1回であることから、連続測定ができない

50年度防毒マスク国家検定 (50.4~51.3)

区分	種類	型式	名称	判定
有機ガス用	防毒マスク(吸収缶付)	隔離式全面型	A型マスク	合格
"	防毒マスク	直結式小型半面型	RQ 100MJ	合格
"	防毒マスク	直結式小型半面型	カムホ II	合格
"	防毒マスク	直結式小型全面型	チンタイプガスマスク	不合格
"	防毒マスク	隔離式全面型	TS. No. GM-262	合格
"	防毒マスク	直結式全面型	TS. No. GM-264	合格
"	防毒マスク	直結式小型	TS. No. GM-265	合格
"	防毒マスク	直結式小型	TS. No. GM-124	合格
"	防毒マスク	隔離式全面型	TS. No. GM-261	合格
一酸化炭素用	吸収缶	隔離式	隔離式一型	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式小型	TS. No. GM-370	合格

区	種	50年度予算額	備考
1. 科学研究費	特別研究費	9,800千円	川吉新一郎 1) 職業病のための放射線同位元素利用 川合泰三 2) 人間における生体リズムの応用に関 する研究 4,042千円
2. 科学研究費	特別研究費	31,070千円	田崎正三郎 3) 呼吸器と体内汚染物質に関 する研究 6,500千円 川崎博 4) 環境中の放射性核種の計測に関する 研究 3,170千円
3. 科学研究費	特別研究費	11,700千円	田崎正三郎 5) 放射線同位元素利用 に関する研究 11,700千円
4. 科学研究費	特別研究費	9,500千円	田崎正三郎 6) 環境中の放射性核種の計測に関する 研究 9,500千円

参考文献

1) 川吉新一郎「職業病のための放射線同位元素利用」
2) 川合泰三「人間における生体リズムの応用に関する研究」
3) 田崎正三郎「呼吸器と体内汚染物質に関する研究」
4) 川崎博「環境中の放射性核種の計測に関する研究」
5) 田崎正三郎「放射線同位元素利用に関する研究」
6) 田崎正三郎「環境中の放射性核種の計測に関する研究」

III 庶 務 定

(1) 職 員

昭和51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 員	技 能 員	計	
定員	1	4	23	14	6	48	1	2	5	6	14	62

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

庶務係長 岡 宗 康

会計係長 矢 野 実

職業病部長 医 博 吉 川 博

主任研究官 理博・医博 長谷川 弘道

“ 医 博 興 貴美子

“ 理 博 松 下 秀 鶴

“ 鈴木 康 友

“ 薬 博 鶴 田 寛

“ 医 博 中 村 国 臣

労働環境部長 医 博 興 重 治

主任研究官 浜 田 晃

“ 原 登

“ 理 博 左 右 田 礼 典

主任研究官 橋 爪 稔

“ 本 間 克 典

“ 松 村 芳 美

“ 野 崎 亘 右

労働生理部長 医 博 坂 部 弘 之

主任研究官 工 博 三 輪 俊 輔

“ 理 博 守 和 子

“ 理 博 佐 藤 光 男

“ 春 山 暁 美

“ 医 博 須 藤 綾 子

“ 医 博 柿 崎 敏 雄

実験中毒部長 医 博 河 合 清 之

主任研究官 理 博 木 村 正 己

“ 福 田 一 男

(2) 予 算

昭和50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406,211千円で前年度355,110千円に対し14.4%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、労働保険特別会計労災勘定を合せ総額で23.8%の増額となっており、その内訳としては、人件費26.6%、研究費62.4%、その他の経費(移転経費を除く)10.6%、労働衛生保護具性能審査費121.7%の増額となっている。

(単位 千円)

区 分	前 年 度			昭 和 50 年 度			前年度対比	
	一般会計	労働保険特別会計 労災勘定	計	一般会計	労働保険特別会計 労災勘定	計	増△減額	増減率%
(1) 人 件 費	83,767	82,028	165,795	115,303	94,666	209,969	44,174	26.6
(2) 研 究 費	23,085	63,861	86,946	26,916	114,249	141,165	54,219	62.4
(3) 労働衛生保護具性能審査費	936	—	936	2,075	—	2,075	1,139	121.7
(4) その他の経費	2,870	32,373	35,243	3,320	1,029	4,349	△30,894	△87.7
計	110,658	178,262	288,920	147,614	209,944	357,558	68,638	23.8

[注] その他の経費とは、人当経費及び一般運営費等であり、前年度には労働衛生研究所の移転経費を含む。

ロ 総理府関係予算の内より移替された経費は、総額48,653千円で、当該年度の研究計画に基づき次のとおり措置されたものである。

区 分	項	50年度予算額	備 考
1. 科学技術庁	(イ) 国立機関原子力試験研究費	9,220	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	8,363	1) 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 4,321千円 2) 人類における生体リズムの応用に関する研究 4,042千円
2. 環 境 庁	国立機関公害防止等試験研究費	31,070	1) PCBの血中濃度と体内蓄積量に関する実験的研究 6,600千円 2) 環境中の繊維状鉱物の計測に関する研究 3,170千円 3) 光化学スモッグ時における気中粒子状の同定に関する研究 11,700千円 4) 汚染環境下における耐性獲得潜在異常に関する研究 9,600千円
合 計		48,653	

(3) 図 書 お よ び 刊 行 物

1. 図 書

昭和50年度においては、単行書合計189冊、雑誌合計467種類を受け入れ、621冊の雑誌製本を行った。

(1) 収 入 集 計 表

種 別	購 入	寄贈・交換	合 計	
単行書	和	74 冊	22 冊	96 冊
	洋	84 冊	9 冊	93 冊
雑 誌	和	2 種	272 種	274 種
	洋	113 種	80 種	193 種

(2) 製 本

製本冊数(雑 誌) 621冊

2. 刊 行 物

昭和50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49年度版

(2) Industrial Health Vol. 13, No. 1-2

“ “ No. 3

(4) 日 誌

50. 4. 1 本日次の人事が発令された。
 庶務課庶務係(事)田中善久が大臣官房会計課庶務係に転出。
 庶務課会計係(事)芹田富美雄が労働環境部(技)に配置換。
 俱知安労働基準監督署より(事)渡辺英俊が庶務課会計係に転入。
 横浜南労働基準監督署より(事)大山正敏が庶務課会計係に転入。
4. 17 科学技術週間行事の一環として当研究所を一般公開した。
4. 27 労働生理部長坂部弘之が「WHO環境保健評価プログラム鉛に関する評価草案検討のための作業グループ参加」のためスイスへ出発した。
5. 11 労働生理部長坂部弘之がスイスより帰国した。
6. 1 本日次の人事が発令された。
 庶務課庶務係(事)保坂涼子が厚生省年金局へ出向した。
6. 9 研究所開所18周年記念行事を実施した。
6. 14 都道府県の公害研究所職員19名が来所し、研究施設を視察した。
6. 17 シンガポールよりフォーレン・パン氏が来所し、研究施設を視察した。
6. 21 本日次の人事が発令された。
 新規採用 実験中毒部(技)佐田庸明
7. 1 本日次の人事が発令された。
 新規採用 庶務課庶務係(労)春原玲子
7. 29 会計検査院松浦、小原両調査官により会計実地検査が行われた。

8. 7 昭和51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われた。
8. 7 昭和51年度増員及び等級別定数改訂要求について労働大臣官房秘書課長の調整が行われた。
8. 20 神奈川行政監察局酒巻監察官、秋山事務官により水質汚濁防止法の施行状況について監察が行われた。
8. 21 東京医科歯科大学角田忠信講師により“日本人の聴覚と精神構造”についての講演会を開催した。
8. 29 人事院関東事務局村田第1課長、森崎事務官により給与簿監査が行われた。
9. 1 労働省設立28周年記念行事を実施した。
9. 3 昭和51年度概算要求について、大蔵省主計局に説明した。
9. 6 職業病部長吉川博が科学技術庁中期在外研究員として重金属中毒の研究動向調査のため、スウェーデン他5ヶ国に出発した。
9. 8 昭和51年度等級別定数改訂要求について人事院給与課に説明した。
9. 9 アメリカ合衆国シンシナティー環境衛生研究所フークス氏が来所し、研究施設を視察した。
9. 15 所長山口正義が国際結核予防連合本部主催“第23回国際会議”出席のためメキシコ市へ出発した。
9. 16 昭和51年度組織、増員について行政管理庁行政管理局に説明した。
 昭和51年度増員要求を大蔵省給与課に説明した。
9. 28 所長山口正義がメキシコ市より帰国した。
10. 1 労働生理部米川善晴が海外留学より帰国した。
10. 13 北里大学学生60名が来所し、研究施設を見学した。
10. 18 昭和51年度増員要求を大蔵省主査に説明した。
10. 20 本日次の人事が発令された。
 庶務課庶務係長(事)山田利直が労働基準局業務室記録第2係長に転出。
 庶務課会計係長(事)岡宗康が庶務係長に配置換。
 労働基準局労災管理課より(事)矢野実が庶務課会計係長に転入。
10. 21 実験動物慰霊祭を挙行了した。
11. 15 職業病部長吉川博海外留学より帰国した。
11. 17 昭和51年等級別定数改訂について秘書課より内示があつた。
11. 18 労働安全衛生セミナー研修生14名が来所し、研究施設を見学した。
11. 20 韓国 Dr. キム氏が来所し、研究施設を視察した。
11. 25 米国 ネルソン氏が来所し、研究施設を視察した。
12. 3 労働基準局安全衛生部梶谷計画課長が来所し、研究施設を視察した。

12. 8 韓国労働庁勤務基準官室田令培氏ほか3名が来所し、研究施設を視察した。
12. 10 行政管理庁神井監察官ほか3名来所により研究体制、研究の動向等についての実態調査が行われた。
12. 25 昭和51年度換算要求査定内示及び復活要求が行われた。
31
1. 7 昭和51年度増員要求について秘書課より査定内示があつた。
1. 22 労働基準局安全衛生部山本衛生課長ほか3名が来所し、産業医学総合研究所建設現場を視察した。
3. 5 産業医学総合研究所本舎の竣工に伴い、労働衛生研究所の研究施設の移転を実施
25 した。
3. 25 労働大臣官房谷口会計課長が来所し、庁舎及び研究施設を視察した。
3. 31 本日次の人事が発令された。
庶務課庶務係(事)手島義成が財団法人労働福祉事業団に出向。

昭和51年6月1日 印刷
昭和51年6月5日 発行

発行所 川崎市多摩区長尾6-21-1
労働省労働衛生研究所
電話 川崎(044)865-6111(代表)

印刷所 神田印刷株式会社