

勞 働 省

勞 働 衛 生 研 究 所 年 報

— 昭 和 45 年 度 —

勞 働 省 勞 働 衛 生 研 究 所

目 次

I 研究調査

総 括	1
(1) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (X V)	9
(2) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (X VI)	10
(3) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (X VII)	11
(4) 連続加算作業時の尿中カテコールアミン排泄量	12
(5) 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 (II)	13
(6) 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 (III)	13
—ヒトの夜間尿中カテコールアミン量—	14
(7) 分娩時におけるカテコールアミン排泄量	14
(8) 加減算による精神作業負荷装置の試作	15
(9) 精神作業時における作業密度とストレスについて	16
(10) 視覚的 Vigilance Task 時における誘発性 GSR と自覚的認知に関する研究	17
(11) 某装置産業に従事する三交替作業員についての生理学的調査	18
(12) 冷凍作業者の労働衛生的調査	19
(13) 石英及びアスベストの組胞障害作用に対する蛋白質の影響について	20
(14) 粘土鉱物の加熱による構造変化と細胞毒性について	21
(15) 工業粉塵の酵素毒性と細胞毒性	22
(16) じん肺症患者の肺内粉じんと作業に用いた粉じんの鉱物組成の分析 (II)	23
—化学分析値より算出する方法と X線による定量—	24
(17) 有機溶剤中毒の研究	25
(18) ニトログリコール中毒の研究	27
—心筋エネルギー代謝系に及ぼすニトログリコールの影響—	28
(19) 急性カドミウム中毒ラットの体内金属の分布変動	28
(20) 急性カドミウム中毒ラットの体内金属の分布 及び排泄に及ぼす前処理の効果	30
(21) 急性鉛中毒ラットの鉛の体内分布及び排泄に及ぼす前処理の効果	31

(22)	急性コバルト中毒ラットのコバルトの体内分布 及び排泄並びに生体内金属の移動	32
(23)	重油燃焼生成物吸入動物実験 (II)	33
(24)	耐熱性高分子化合物の熱分解生成物の毒性について (II)	34
(25)	ヒト・リゾチームに関する研究 (III)	35
(26)	ラットの発育に及ぼす時間制限食の影響	36
(27)	吸入実験箱・動物飼育ケージ内微小環境	37
(28)	薄層蛍光デンストメトリーによる発がん性炭化水素の分析	38
(29)	大気汚染物中のベンツ (a) ピレンの迅速分析法	39
(30)	Quasi-Linear Spectro Fluorometry による 多種混合物中の発がん性炭化水素の分析	40
(31)	化学肥料中にふくまれる発がん性炭化水素の分析	41
(32)	発がん性トリプトファン代謝物の薄層クロマトグラフィ	42
(33)	多用途粒子状物質吸入装置の試作 (IV) —自動粒子状物質採取装置—	43
(34)	多用途粒子状物質吸入装置の試作 (V) —大型吸入箱の試作とその特性の検討—	44
(35)	りん酸法における偏光・位相差検鏡	45
(36)	単分散テルルフェームの発生	45
(37)	デジタル粉じん計による溶接フェームの重量濃度の測定	46
(38)	濾過機構を利用したエーロゾルの粒経測定法	47
(39)	大気汚染成分としての硫酸ミストの化学分析法の検討	48
(40)	硫酸ミストの定量法	49
(41)	金属の原子吸光感度と試料溶液の酸性度との関係	50
(42)	有機溶剤蒸気の赤外吸収スペクトルの利用 (III) —ゴム糊溶剤の分析—	51
(43)	ガスの反応により生成する粒子状物質の光散乱を利用したガス濃度測定法	52
(44)	アスベストの鉱物化学的研究 (III) —10A°型 Garnierite について—	54
(45)	軟物体上の振動計測 —垂直振動について—	55
(46)	ガスクロマトグラフ法による有機用ガスマスク吸収性能試験方法の検討	56
(47)	水銀蒸気の抑制に関する実験	57
(48)	種々の炭素材料の液相酸化条件の検討	58

(49)	フレキシブルダクトの圧力損失 (IV) —90°曲りダクトの圧力損失— 調査	58
(50)	噴霧充填装置における硫化水素ガスの化学吸収除去の研究 (VI)	60
II 保護具検定		62
III 庶務		63
(1)	職員	63
(2)	予算	63
(3)	日誌	64
(4)	図書および刊行物	67

前年度に引き続き、尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究を進め、日中夜間時における尿中アドレナリン、VMA、KCS、TKCS、NA、Kの尿中排泄量及び尿中のTHF、THP、THS、THDの尿中排泄量について、前年度の研究成績では問題があつたが、尿中のTHF、THP、THS、THDの尿中排泄量については、本年度、一応、技術的に可能なものとした。

精神作業のストレスについては、すでに、内田クレベリン加算テストを被験者に十分努力させて行なはせたと、尿中アドレナリンが130%も増加することを見たが、本年度は、同様なテストを最大努力で遂行するように指示したときと指示しない時とでどう違うかをしらべた。その結果、こうした作業では、前者においてのみ尿中アドレナリン量の増加することがわつた。尿中カテコールアミンの分離分析法の研究も進め、昨年開発したAmberlite CG50カラムとオートアナライザーを用いる方法の検討を行なうと共に、この方法により、夜間尿のようにアドレナリン量の少ない尿の分析を行なつたところ、従来の蛍光分別法に比べて、本法の方がすぐれていることがわかつた。分離時のカテコールアミンの尿中排泄についてもしらべたが、すべての被験者で、アドレナリン排出量が、出産直前時著しく増加し、直後も、いくぶん高かつた。しかし、フルアドレナリン排出量には、前後とも特別な変化はみられなかつた。このアドレナリンの著明な増加は、分離がひとつのストレスになつてゐるのではないかと考えられた。

前年度に引き続き、精神作業における作業密度とストレスに関する研究を進めた。クレベリンテストでは作業負荷を意識的にかゝることが出来ないで、新たに、注意の作業密度で2桁の数字の加減算作業を自動的に被験者に負荷することの出来る計数表示装置を試作したが、作動状態はきつめて良好で、精神作業の負荷装置として十分役に立つものである。この装置を利用して、1桁及び2桁の加減算作業を被験者に負荷し、作業難易、作業密度とストレス発生の関係を検討した。ストレス測定指標としては、脈拍数、血圧値、血中水分量、遊離脂肪酸濃度、心拍数、たんぱく分画比及び、糖たんぱく分画比等である。殊にたんぱく質、遊離脂肪酸及び水分量はストレス指標としてきつめて有用であり、これらの動きから見て、作業の

I 研究 調 査

総 括

〔労働生理〕

前年度に引き続き、尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究を進め、日常生活時におけるクレアチニン、VMA、17KS、17KGS、Na、Kの尿中排泄および尿量の日内変動をしらべた。17KS、17KGSでは朝の増加と就寝前の低下が見られたが、VMAではこうした変化は見られなかった⁽¹⁾。また、13種類の中性ステロイドホルモン代謝物の尿中排泄の日内変動もしらべたが、これらのうち、THE、THF、allo-THBの日内変動パターンは17KGS等のそれに似るが振巾は、はるかに上廻つた⁽²⁾。なお、THE、THFの昇温ガスクロマトグラフによる測定のための、トリメチルシリル化については、前年度の研究段階では問題があつたが、尿中のTHE、THF定量に関しては、本年度、一応、技術的に可能なものとした⁽³⁾。

精神作業のストレスについては、すでに、内田クレペリン加算テストを被験者に十分努力させて行なはせたとき、尿中アドレナリンが130%も増加することを見たが、本年度は、同様なテストを最大努力で遂行するように指示したときと指示しない時とでどう違うかをしらべたが、その結果、こうした作業では、前者においてのみ尿中アドレナリン量の増加することが判つた⁽⁴⁾。尿中カテコールアミンの分離分析法の研究も進め、昨年開発したAmberlite CG50カラムとオートアナライザーを用いる方法の検討を行なうと共に、この方法により、夜間尿のようにアドレナリン量の少い尿の分析を行なつたところ、従来の蛍光分別法に比べて、本法の方がすぐれていることがわかつた⁽⁵⁾⁽⁶⁾。分娩時のカテコールアミンの尿中排泄についてもしらべたが、すべての被験者で、アドレナリン排出量が、出産直前時著しく増加し、直後も、いくぶん高かつた。しかし、ノルアドレナリン排出量には、前後とも特別な変化はみられなかつた。このアドレナリンの著明な増加は、分娩がひとつのストレスになつていないのではないかと考えられた⁽⁷⁾。

前年度に引き続き、精神作業における作業密度とストレスに関する研究を進めた。クレペリンテストでは作業負荷量を意識的にかえることが出来ないのも、新たに、任意の作業密度で2桁の数字の加減算作業を自動的に被験者に負荷することの出来る計数表示装置を試作したが、作動状態はきわめて良好で、精神作業の負荷装置として十分役に立つものである⁽⁸⁾。この装置を利用して、1桁及び2桁の加減算作業を被験者に負荷し、作業難易、作業密度とストレス発現の関係を検討した。ストレス測定指標としては、脈拍数、血圧値、血清中水分量、遊離脂肪酸量、たんぱく量、たんぱく分画比及び、糖たんぱく分画比等である。殊にたんぱく量、最低血圧値及び水分量はストレス指標としてきわめて有用であり、これらの動きから見て、作業の

難易に拘らず、作業密度が最大作業量の70%以上になれば、ストレスを発現するということがわかった⁽⁹⁾。

査 関 究 研 1

看視作業に関する研究も引き続き行ない、視覚的看視作業における誘発的なGSRと応答による自覚的認知との関係について検討をくわえ、シグナルをみとめるのみでもGSRは出現する可能性があるが、外に対する応答をおこなう過程が追加されることにより、その頻度は増加すること、又、誤謬時すなわち、シグナルに対して、応答のなかつた時はGSRを伴わない場合が圧倒的に多いが、まれにはGSRを認めた場合もあつた⁽¹⁰⁾。

交替制勤務に関する研究については、本年度は看視作業を主とする5組3交替制(日勤、日勤、1直、1直、2直、2直、3直、3直、休日)について調査したが、3直時にも尿中KGSは固有のリズムを強固に維持するが、K、VMAは平坦化し、アドレナリン、ノルアドレナリン、Mg等は生活のリズムに可成り順応を示すことがわかった。血清成分は、3直終了後と1直作業開始時とを比較したが、水分量が3直に増加し、総たんぱく量殊にグロブリンの減少が見られた。3直時の生体負担については、なお、研究の必要があると考えられた⁽¹¹⁾。

今年度、労働省労働衛生課と協力して冷凍作業に従事する労働者の労働衛生学的調査を行なった。1~3月の平均気温0°Cの気仙沼、塩釜地区と5°Cの清水地区において、非冷凍作業者と冷凍作業者についてしらべたが糖代謝、脂質代謝ともに寒冷地居住者がより盛んであり、冷凍作業者で更に顕著であつた。また、血液中のCa、K、Mg量も寒冷地においてより低い傾向にあることがわかった。尿中ノルアドレナリン量にも寒冷バクロの影響がはつきり認められた⁽¹²⁾。

〔じん肺〕

ひきつづき、じん肺病因に関する研究を行なった。多くの粉じんは、体内に入つたとき粒子表面は、体液ごとたんぱくで被覆されるものと考えられるので、石英およびアスベストの粒子表面にたんぱく質が吸着された場合、粒子の大食細胞毒性はどのように変化するかしらべたが、石英では吸着されたたんぱく質は大食細胞に接してから20分後までは毒性阻止効果をもつが、60分後には阻止効果は減弱する。しかしクリソタイルでは120分迄は阻止効果の減少しないことがわかった。更にC¹⁴で標識化したたんぱくを使用して、石英では吸着されたたんぱくは大食細胞内で離脱するがクリソタイルでは吸着されたまま存在することがわかった⁽¹³⁾。すでにserpentineを650°附近で加熱すると、その生物学的作用のいちぢるしく増強することを報告したが、本年度はserpentineに構造のよく似たkaolinite, halloysite, chlorite, 及びsericiteについて同様な実験を行なったが、これらの粘土鉱物は加熱による構造変化により、その細胞毒性、溶血性は変化するがserpentineにみられたような脱水及び高温相への移行期における生物学的活性の増大および、アルブミン吸着能の低下はみられなかつた。⁽¹⁴⁾

また工業粉じんの酵素毒性と細胞毒性についても、引き続き研究を進め、ミオシンATPase

に対する多くの粉じんの影響をしらべたがSiO₂, Al₂O₃, SiC, Ni₂O₃, SnO₃には酵素阻害作用がみられ、SiO₂, Al₂O₃, MgO, SiC, ホワイトカーボン(SiO₂)には強い溶血作用がみられた⁽¹⁵⁾。

昨年度、輸出用ゴム人形の仕上げ作業に従事したじん肺患者の肺内粉じんについて患者が吸入した粉じん(打粉)と肺内粉じんの鉱物組成を定性分析し、両者が一致して絹雲母、石英、斜長石からなることを報告したが、本年度はさらにこれら2種類の粉じんを化学分析とX線分析により、定量を行なつたが、両分析法による値はほぼ一致した。肺内粉じんと打粉の鉱物組成を比較すると、石英の肺内での濃縮が顕著であつた。これは微細粉末では石英の比率が高いこと、石英と絹雲母とでの肺内沈着率の相違等が影響するものと考えた⁽¹⁶⁾。

〔産業中毒〕

生体における恒常性の維持および、その破綻を単に1, 2の物質の消長から判断するという今迄の手法から更に進んで、生体内のいろいろな系の流れの様相の変化から把握しようという観点にたつて、有機溶剤中毒を検討し直すことにして、生体のエネルギー系を糖代謝系と脂質代謝系の2つの系に関する系統化についてベンゼン、トルエン、及びトリクロルエチレン中毒について試み、このような有機溶剤バクロにより、動物の脂質糖代謝系の変動することをはつきりと示した⁽¹⁷⁾。

ニトログリコール中毒についてひきつづき研究を行ない、殊に心筋の糖及び脂質代謝系を中心にしてしらべた。ニトログリコール投与によつて、心筋のエネルギー代謝系は相当大きな影響をうけるが、その影響は糖代謝系に偏つており、脂質系はさほど影響をうけていないことを見出した。しかしこの糖代謝系への影響がニトログリコールが体内から消失するとなくなるのでニトログリコール投与後のアドレナリン投与による動物の死亡率増加の意味づけにはエネルギー代謝系はあまりかわりを持たぬように考えられた⁽¹⁸⁾。

カドミウム(Cd)中毒に関する研究において、本年度はまづ、急性Cd中毒ラットの体内金属の分布変動をしらべた。Cdは投与後14時間までは、全臓器で増加し、それ以後は、96時間まで肝と腎では更に増加するが睪丸では減少の傾向を示した。96時間後のCd量は肝では投与量の約35%, 腎では4%, その他の臓器では0.1~0.2%程度であつた。同時に肝、腎ではZnが増加しMnは減少した。肝ではCuが同時に増加したが腎では変動は有意でなかつた。睪丸ではCaとFeの増加、及びMgの減少が著明であつた。次に投与されたCdが著しく取り込まれた肝の細胞分画におけるCdを追跡した。肝細胞を核、ミトコンドリア、ミクロソーム及び上清の各分画にわけると、取り込まれたCdは上清分画に最も多く存在し、また、この分画では、ZnとCuが著しく増加していた。一方ミトコンドリアでMnが著しく減少した。すなわち、Cdの投与と同時に諸種の金属の動きのあることが判つた⁽¹⁹⁾。

また、すでに少量のCdを予め動物に投与しておく、24時間後の致死量レベルのCd投与

に対して、動物は著しく抵抗性をもつようになることを報告したが、本年はラットに大量投与したCdの体内分布と排泄に及ぼす前処置投与の影響についてしらべたが、Cdの少量で前処置したラットではCdの毒性に対して抵抗力を持ち、Cdの尿中排泄が減少し、肝でのCd量が増加することが判った⁽²⁰⁾。一方、少量のPbによる前処理はCdの場合と同じく、48～72時間後の致死量レベルのPb投与に対して動物に著しい抵抗力を持たし、大量1回投与群では一様に体重の減少を示すが、少量投与の後で大量投与したものでは、体重の減少に個体差があり、体重の減少しないものでは尿中鉛排出が、大量1回投与群に比して著しく低下し逆に尿中排泄量が著しく増加し、また、各臓器のPb含有率はいつも大量1回投与群より低かった⁽²¹⁾。本年度はCoを動物に与えて、その排泄並びに体内分布についても検討した。皮下注射されたCoは比較的速やかに尿をとおして排出されることが判った。またCoの体内分布では、肝、腎に多く蓄積されるが、濃度でみると腎と心に多く捕促されている。なお、この際、生体内のCuが著しく変動し、腎中Cuの著明な減少とCuの尿中排泄の増加が認められた⁽²²⁾。

〔加熱生成物の毒性〕

重油燃焼生成物の吸入による傷害を検討するため、昨年にひきつづき研究を行なった。本年度は、新たに試作した吸入系を用いて予備実験を行ない、形態学的検索を行なった。動物の病変において注目されたのは、気道上皮全般にわたって温和ではあるが、はつきりした傷害と、これに対する再生ないし化生性増殖がゆつくりと進行していること、とくに、それらの変化が喉頭、大気管支、末梢気管支などの特定部位につよいことが判った。また、電顕下ではじめて、肺胞壁の変化が確認されたが、これは、毛細血管壁機能及び心負荷の増大との関連において注目される。これらの予備実験から、現在の吸入実験系により長期吸入実験の可能なことが判り、実験を進めている⁽²³⁾。

昨年度にひきつづき、耐熱性高分子化合物の熱分解産物の毒性について研究を進め、ことにテフロン加熱生成物をフィルターにより粒子状物質とガス状物質とに分けて、毒性の検討を行ない、テフロン加熱生成物の急性毒性の因子はガス状物質であり、おそらく中枢神経系もしくは、心臓を攻撃するものと考えられ、粒子状物質は致死効果を促進するものと考えられた。なお、テフロン加熱生成物にバクロした動物の肺及び気道粘膜の電顕像の観察は、それらが、バクロ後極めて早期に且つ、高度に傷害されることを確定した。このためテフロン加熱生成物にバクロした後は、線毛上皮機能が、かなりの期間停止されることが予想されるに至った⁽²⁴⁾。

〔職業病基礎研究〕

生体の感染防禦の一因子として考えられている溶菌酵素リゾチームに関する研究を継続して行ない、ヒト・リゾチームの一次構造を明らかにした⁽²⁵⁾。

〔実験動物研究〕

動物実験において、飼料投与は、通常、ad libで行なわれるが、有害物質の慢性吸入実験又は微量有害物質の長期吸入実験のような場合には、飼料投与に種々の制限条件が付され、投与方法が問題となる。そこで、種々の給飼時間のもとにラットを飼育し、飼料摂取量、体重をしらべ、33週令で剖検し、臓器重量及び血液学的検索を行なった。その結果、1日6時間迄の絶食なら従来の飽食群と差はないが、1日20時間以上の絶食では有意の差が認められた。長期バクロ実験で1日のバクロ時間を延長するため給飼時間を著しく制限することは、動物の発育にかなりの影響を与えることがわかった⁽²⁶⁾。また、動物実験において、動物の環境は重要であり、長期実験を進める必要から、吸入箱内環境とともに通常の飼育室内におかれたケージ内の微小環境について検討を加えた⁽²⁷⁾。

〔発癌物質〕

発がん性炭化水素の分析のため、一般に使用されている薄層クロマトグラフィーは分離能はすぐれているが分離した各スポットをかきとり、溶液抽出する煩雑さがある。そこで、薄層プレートを直接、蛍光分光光度計にかけ、薄層上の各スポットの蛍光、励起両スペクトルをとり、これを用いて定性定量する方法を開発した。定量は、各スポットの特性蛍光波長に対する蛍光面積強度測定によった。この方法を現実使用した結果、同定は容易で、定量の精度も良好であった⁽²⁸⁾。

大気汚染物質中の発がん性炭化水素のうちベンツ(a)ピレンは発癌活性が最強であり、かつその含量も多いが、分析法は雑である。そこで簡易迅速法を開発したが、その手法は、粒子状物質捕集→真空昇華抽出→けい光分光定量からなる簡単なものであるが、真空昇華抽出、シクロヘキサン中の溶存酸素除去、Narrow baseline法の採用、分析のための最適励起波長の設定によりベンツ(a)ピレンを特異的に分析しうる事が可能となった⁽²⁹⁾。

発癌性炭化水素の定量に新たに、液体窒素温度(-196°C)または、それ以下の温度で蛍光分光法を行なうQuasi-Linear Spectro-fluorometry法を導入し、発癌性炭化水素の分析の場合、通常の蛍光分光法では、クロマトグラフィーで成分にわけてからでなければ、測定出来ないような場合でも、クロマトグラフィーにかけることなしに分析出来る場合のあることが判った⁽³⁰⁾。発癌性物質の環境分布をもとめることは人がんの発生原因究明に重要であり、大気汚染物質、コールタール類、石油類、アスベスト等に含まれる発癌性炭化水素の分析をおこなってきたが、今年度、化学肥料中にも発がん性炭化水素が存在するを見出した。殊に加里肥料では138.6ppbという大きい値が見られた⁽³¹⁾。トリプトファン代謝産物には、がん原性を有するものがあるので尿中トリプトファン代謝物の微量迅速分析法の研究をひきつづき行ない、二段展開法を用いる二層一次元薄層クロマトグラフィーを作成した⁽³²⁾。

〔装置の開発〕

昨年度に引き続き、エアロゾルの長期吸入実験のための多用途粒子状物質吸入装置の開発を行ない、発生濃度に著しい変動を示すような場合、例えば、冷暖房用ボイラーでの重油燃焼生成物を吸入さすようなとき、これを持続的に確保し、かつ、これを一定に調節して供給する方法について研究を進めた⁽³³⁾。動物を使用して、ガス、粉じんの吸入実験を行なうための吸入実験箱は、近年、次第に大型化してきているが、その性能に関して、動物飼育環境条件の面からは、従来十分な検討が行なわれていないので、大型吸入実験箱を新たに考案作製し、箱内環境条件をいろいろな面から検討したが、十分、満足しうるものであることが判った⁽³⁴⁾。

〔環境中有害物の捕集と分析〕

粉じん中の遊離けい酸のりん酸法による定量の場合、一つの難点は、熱りん酸処理後の残渣が比較的多量であった場合の取扱い方である。そこで位相差顕微鏡を使用し、モノクロマート光路に回転偏光板を組入れ、残渣中の石英粒子を簡単に計数出来るようにし、りん酸法による遊離けい酸定量の精度を上げることが出来た⁽³⁵⁾。

近年テルル (Te) が、電子工業、金属冶金工業等で広く使用されるようになってきたので、Te による産業中毒の発生も考えられ、Te のフュームの研究を開始した。まず、Te を高周波式フューム発生装置でフューム化したが、金属 Te の表面温度が 600°C を超すと Te のフュームが発生するが、分散の小さい単分散エアロゾルをつくるためには、放電により生成された核を送りこむことが必要であることがわかった⁽³⁶⁾。

デジタル粉じん計の測定値とフィルター法による重量濃度との関係を 6 種類の溶接フュームについて比較検討した。これら 6 種類の溶接フュームはそれぞれ独特の形態および粒度分布をもち、相互間にかかなり大きな差異が認められるに拘らず、これらの溶接フュームはすべて、フィルター法による重量濃度対デジタル粉じん計による相対濃度の図表に $\pm 10\%$ の精度で 1 本の直線上にのることが判った⁽³⁷⁾。労働衛生工学又は粒子状物質吸入の場合のように、粒子をダイナミックに取扱うときは、粒子径は一般に $\sqrt{\rho d^2}$ で表わされる。この動力的平均粒径は主としてカスケードインパクトで測定されてきたが、多くの問題がある。一方、従来から研究を進めてきたエアロゾルの濾過捕集における慣性捕集率がまったく $\sqrt{\rho d^2}$ に依存するので、逆に、慣性領域で、濾過捕集率が高い精度で測定出来れば、有効な粒径測定法になると考えて実験的にしらべ、少くとも単分散エアロゾルでは、この方法により、動力的平均粒径が求められることがわかった⁽³⁸⁾。

科学技術庁の本年度の大気汚染防止に関する総合研究の一環として硫酸ミストの分析法について 2 つの研究を行なった。その 1 つは、大気中から硫酸ミストを濾紙上に捕集する過程からその化学分析までの測定方法を種々の方法について比較検討した。捕集するフィルターの材質は捕集効率と通気抵抗からは、ガラス繊維がよいが、捕集された酸の水抽出の際はメンブラン

フィルターが最良で、次がセルローズ濾紙であつた。化学分析については、アルカリ滴定法は全酸量の測定であり、また中性の硫酸塩は検出出来ないから、硫酸イオン全量を測定するものではない。ただ、滴定の代わりに滴定曲線測定を行なえば強酸と弱酸とは区別して測定出来る。種々の硫酸イオン測定法についても検討したが、他金属イオンの妨害を考慮する必要がある。現状では、酸量測定と硫酸イオン測定法との併用が望ましいということがわかった。第 2 は、新しい硫酸ミスト定量法として、pH 試験濾紙法と金属薄膜法とを考案した。前者については、チモールブルー及びプロモフェノールブルーの試験濾紙の硫酸ミストに対する変色量を光電比色計で測定したが、硫酸量が 0.0 から 0.3 μg の範囲では一次の比例関係が見られた。後者についてはすでに粒子研究のため開発し報告したものであるが、硫酸ミストに対して特異的な反応を示す金属をもとめて鉄の薄膜をみつけた。鉄薄膜の硫酸ミストによる腐蝕痕跡の光電比色計による吸光度は硫酸量との間に直線関係のあることがわかった⁽⁴⁰⁾。

原子吸光分析は、気中重金属の定量に広く利用されているが、気中汚染物質中の金属の定量のためには、捕集した粒子状物質を、一般に強酸類を使用して溶出して試料液とする。この液を直ちに原子吸光で分析するとき、溶液の酸濃度が金属の吸光度に少なからぬ影響を及ぼすことがわかった⁽⁴¹⁾。

前年度蒸気の赤外吸収スペクトルを利用して、有機溶剤の成分分析を行なう方法を開発したが、本年度は、いくつかの市販品について、この方法で分析を実施したが、手軽に且つ手早く行なうことができた。また、この方法の結果をもとにして、精密分析を行なうと、その結果の解釈の信頼性の高くなることがわかった。また本法によるスペクトル図形を整理しておけば、未知の製品でも、容易にどの型の製品かを知ることが出来ると考えられる⁽⁴²⁾。

粒子状物質による光散乱を利用した粉じん計は一般によく使用されており、感度も高い。ガスを定量的に粒子化させる反応があれば、光散乱測定装置と組み合わせてガス濃度を連続的に、且つ、簡単に測定できるはずである。アンモニアガスは塩酸蒸気と反応して塩化アンモンの白煙を生成し、亜硫酸ガスは酸化されて気中の水蒸気と化合すると硫酸ミストを生成するので、これら 2 つの反応を利用して、アンモニアと亜硫酸ガスのガス濃度測定装置を試作した。何れも光散乱強度とガス濃度との間には、一次の関係をうる事が出来た⁽⁴³⁾。

アスベストの鉱物化学的研究の一端として、本年度は、Ni と Mg の含水けい酸塩鉱物である 10Å 型 garnierite を化学分析、DTA、赤外吸収スペクトル、X線分析等について研究し、本鉱物は Ni-talc (willemsite) と montmorillonite との混合物とするのが妥当ではないかと考えた⁽⁴⁴⁾。

〔振 動〕

前年度までは、各種の姿勢での正弦振動、衝撃振動、ランダム振動についての評価法を定め てきたが、これらの実験では、振動は振動台 (剛体) から直接人体に加えられた。しかし、実

際の振動が存在する環境では、振動は必ず軟物体（椅子のクッション、畳、床等）を介して人体に加えられているので、これまでとめてきた評価法は実際の振動環境に対して直接的な適用は出来ない。そこで本年度は、軟物体が存在する時に実際に人体に印加されている振動を計測する方法を研究し、加速度比法、閾値移動法、機械インピーダンス法等について検討し、箱を用いた加速度比法が100Hz程度までならば、有用であることがわかった⁽⁴⁵⁾。

〔呼吸保護具〕

有機用ガスマスク吸収缶の性能試験のうち、除毒能力試験には、試験気流に四塩化炭素蒸気を一定量混ぜることになっており、そのため、一定温度に保たれた四塩化炭素の上を一定流量の空気を通じて濃度を調整するが、得られた濃度はしばしば変動する。このような変動を出来るかぎり早く知って、装置調節部を操作して一定濃度にするためガスクロマトグラフ法により濃度をチェックする方法を検討し、ガスクロマトグラフにガス試料の自動サンプリング装置を附属させ一定時間毎の濃度を自動的に測定出来るようにした⁽⁴⁶⁾。

〔労働衛生工学〕

作業環境中の水銀蒸気濃度を下げる目的で硫化物と沃素活性炭の効果を検討したが水銀粒子に対してはK₂S水溶液が、水銀蒸気に対しては沃素活性炭が、水銀粒子を水で被覆する時、水面からの蒸発を防止するためには、浴用硫黄合剤が有効であることをたしかめた⁽⁴⁷⁾。

昨年迄活性炭を液相酸化することにより表面性質の変化することを研究してきたが本年度は、炭素材料として、椰子殻破砕活性炭2種、椰子殻造粒炭1種、グラファイト1種をえらび、それぞれの至適酸化条件をもとめるとともに、これら炭素材料の構造と酸化反応条件との関係について検討した⁽⁴⁸⁾。

引き続き、フレキシブルダクトの圧力損失について研究した。これまでは直線状態におかれたフレキシブルダクトの空気流動特性を研究してきたが、本年度は曲り状態におかれたフレキシブルダクトに関して、直径の異なる数種のダクトについて90°の曲り角度で、管内流速を変化させ、その圧力損失を測定して、曲りの流体抵抗係数とRe数の相関性並びに曲りの流体抵抗係数と管径及び曲率半径との相関性を解明し、実際に設計に役立つようにした⁽⁴⁹⁾。噴霧充填装置における硫化水素ガスの化学吸収除去に関する研究も引き続き行ない、化学反応吸収状態を支配する硫化水素ガス及び苛性ソーダ水溶液並びに充填装置のそれぞれの側の諸因子の間の相関性を実験的にもとめ、数学的に解析して、その相関性に関する一般式を算出して工業的設計装置の指針を出すとともに、充填吸収塔の圧力損失に関しても一般式をもとめた⁽⁵⁰⁾。

(1) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (XV)

日常生活時における副腎ホルモン、電解質などの尿中排泄の日内変動

守 和 子

副腎皮質、髄質ホルモン、電解質などの個々の尿中排泄の日内変動については多くの報告がある。交替制における生体の日内リズムの変化を調べる基礎試料として、同一試料について種々のものを測定した。被験者は研究所の生活に慣れている健常男子10名、年齢 21.7 ± 0.5 才（平均値±標準誤差）、身長 169.0 ± 1.6 cm、体重 57.1 ± 0.9 、24時間尿中Creatinine 67.9 ± 1.3 mg/hであり、実験は1971年5月10日～6月12日の間に行われた。過激な運動をしないという条件の他は平常の勤務に従事させ、夜は研究所に宿泊させた。10時より翌日の15時まで採尿を行つた（12時、15時、18時、21時、24時、6時、9時、12時、15時の9分画、その中第2～第8分画を測定に用いた）。5名については、12時、15時、18時、21時、24時、6時、9時、12時の8回体温、血圧、脈搏数を測定した。尿中排泄物については、各人のその物質の24時間の平均値に対する百分率として各分画値を算出し、その値の10名の平均値と標準誤差を求めた。リズムの振巾の比較は最高値/最低値の比によつて行なつた。

尿中排泄物の中で、creatinine（振巾1.2）、VMA（1.4）、17-KS（1.7）、17-KGS（1.9）、Na（3.0）、K（2.6）、尿量（2.5）および中性ステロイド分画（第XVI報）を測定した。creatinineは振巾は小さいが、夜間（睡眠中）は昼間（活動中）に較べて有意の低値を示す。被験者10名中7名は起床が8～9時であり、就寝は全員0～1時であつた。VMAは遅い起床に合わせたように、17-KGS、17-KSに見られるような、早朝の立上りは観察されない（82%（0～6時）→91%（6～9時））。又、夜も余り低下しない（111%（18～21時）→108%（21～24時））。カテコールアミンがVMAまで代謝されるのにかなりの時間がかかるとも云われているので、VMAに見られるわずかなリズムはむしろ腎機能を反映しているのかも知れない。17-KS（70%（0～6時）→120%（6～9時））、17-KGS（63%（0～6時）→113%（6～9時））の朝の立上りは著しく、夜は就寝前に低下が見られる（17-KS、101%（18～21時）→86%（21～24時）、17-KGS、116%（18～21時）→96%（21～24時））。Na、Kおよび尿量は共に振巾は大きく夜間中最低値を示し、早朝もかなり低く、21～24時の値も昼間に較べて低かつた。

体温は早朝6時に最低値、午後最高値のはつきりした日内変動を示した。最高血圧、脈搏数は6時の値が最低であつたが、例数の少ないせいもあるが、体温の変動のようなはつきりしたパターンは得られなかつた。

一言で日内変動といつても、その型は必ずしも同じとは云えない。又、生活パターンの変動

に対する応答も一様ではないと推察される。

(2) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (XVI)

日常生活時における中性ステロイドの尿中排泄の日内変動

守 和子・阿部 完司* (*東京理大・理)

第XI報と第XII報で人尿中コルチゾール代謝物の日内変動につき、少数例について報告した。今回はガスクロマトグラムより定量可能な中性ステロイド全般につき、分画も0~6時を除き3時間毎とし、被験者も年齢の出来るだけ近いもの10名を用いた。データの処理は第XV報と同様に行つた。

測定した中性ステロイドは androsterone (An と略す, 振巾1.7), etiocholanolone (Et, 1.6), pregnanediol (Pd, 1.3), pregnanetriol (Pt, 1.4), cholesterol (Ch, 1.4), 11-ketoandrosterone+11-ketoetiocholanolone (11-K-An+11-K-Et, 1.7), 11 β -hydroxyandrosterone+11 β -hydroxyetiocholanolone (11-H-An+11-H-Et, 2.9), allo-tetrahydrocorticosterone (a-THB, 3.5), tetrahydrocortisone (THE, 3.0), tetrahydrocortisol (THF, 3.5), allo-tetrahydrocortisol (a-THF, 2.8), cortolone (2.7), β -cortolone (2.0) の13種であつた。

ジヒドロオキシアセトン側鎖のある cortisol の代謝物である, THE, THF, a-THF および corticosterone の代謝物である a-THB は夜間 (0~6時) 低く, 早朝より立上がりを見せ, 昼間 (9~15時) に最高値を持つ典型的なパターンを示した。又, いずれも振巾が大きかつた。例えば, THE は正午より, 133 \pm 7, 123 \pm 6, 107 \pm 8, 81 \pm 5, 46 \pm 3, 127 \pm 6, 137 \pm 7% で, 0~6時は46%と最低値, 6~9時は127%とかなりの立上がりがみられ, 9~12時に137%と最高値に達している。corticosterone の主代謝物である a-THB は人間の場合 THE などと比べてその量はわずかであるが, その日内変動をはつきりとらせることが出来た。同じ cortisol の代謝物でも, 20位の還元された cortolone, β -cortolone では朝の立上がり鈍い特徴のあるパターンを示した。例えば, cortolone では, 139 \pm 8, 125 \pm 10, 111 \pm 8, 88 \pm 6, 53 \pm 4, 97 \pm 7, 144 \pm 7% であつた。 β -cortolone の振巾は cortolone よりやや小さかつた。第XII報では β -cortol の定量も行つたが, 今回の被験者では一般に β -cortol の量が他の代謝物に比べて少なく, 精確に測定しにくい例もあつたので除外した。17-ketosteroids は THE 型のパターンを示すが, An, Et, 11-K-An+11-K-Et では振巾は小さく, ほぼ, 比色で測定した 17-KS 程度である。例えば, An では, 119 \pm 7, 114 \pm 10, 104 \pm 9, 80 \pm 5, 72 \pm 5, 117 \pm 6, 123 \pm 11% であつた。11 β -水酸基をもつ, 11-H-An+11-H-Et では THE とほぼ同程度の振巾を持つ。progesterone の代謝物 Pd, それに関連する物質 Pt は夜

間値は低い振巾は更に小さくなる。Pt にはわずかな日内変動らしきものは存在する。即ち, 120 \pm 8, 110 \pm 7, 101 \pm 3, 97 \pm 4, 84 \pm 4, 97 \pm 4, 105 \pm 5%。Ch も夜間値は低い, Pt と同程度のパターンである。

(3) 尿中ステロイドホルモン代謝物に関する研究 (XVII)

昇温ガスクロマトグラフィーによる尿中 THE, THF などの分析

守 和子・阿部 完司* (*東京理大・理)

第XII報で THE, THF の MO 体の TMSi 化には未だ問題点がある旨報告した。これらは常温では BSA に溶解しにくい。従つて, BSA のピリジン溶液を用いるが, TMSi 化の速度はかなり遅くなる。THE-MO 体は少し加熱しても di-TMSi-ether を与えるが, THF-MO 体は tri-TMSi-ether に一部変化してしまう。しかし, 尿試料中では THE, THF の MO 体は容易に BSA に溶解し, TMSi 化の速度も速い。そこで, 尿試料中にこれらの標準試料を加えて調べた。THE-MO 体は BSA に溶解後, 15分, 2時間, 4時間共, ピークの高さ (OV-1) は殆んど変化はなく, 他のピークの高さを変化させることもなかつた。THF を多量に入れた場合, 15分後では少量の分解ピークが観察されたが, その量は5%以下であり, 正常人では THE に比べ THF はかなり少ないので測定誤差の範囲に入ってしまう。通常の測定では4時間後でもピークの高さは殆んど変化しなかつた (OV-1)。OV-17 では分解ピークはほんのわずかであつたが, 時間経過による THF 相当ピークの変動は大きい。その原因は, 時間経過につれて未知物のピークが THF のピークに重なるためとわかつた。完全 TMSi 化を行なうと一般に尿中中性ステロイドの Mu 値は小さい方に移動する。OV-1 では, Mu 値 35.0 を主ピークとする数本の未知ピークはつきりと表われる。OV-17 では, Mu 値 34.5 を主ピークとする同じパターンの未知ピークが観察される。この 34.5 の主ピークが THF-MO-di-TMSi-ether と重なる。この未知ピークはステロイドであるかどうかかわからないが, 若しステロイドならば, 誘導体の分子量が cortol 類や cortisol より大きく, より極性のあるステロイドであろう。又, BSA で簡単に TMSi 化されないが, 11 β -OH と同じ位かより早く TMSi 化される置換基を持つ。今後, 完全 TMSi 化により, この未知ピークを安定な誘導体に変え, GC-MS (質量分析) を使用して, その構造を推定すると共に, 生理的意味があるかどうか検討したい。尿試料には個人差があり, 11 β -OH の TMSi 化の速度が個々異なる。ここで用いた尿試料は割合 11 β -OH の TMSi 化の速度の遅い試料であつた。ここにこの方法の難かしさがある。今後, 安定な完全 TMSi 化法を更に検討したい。

THF-MO 体の TMSi 化の条件を調べていて, 3 α , 20-di-, 3 α , 11 β , 21-tri-, 3 α , 11 β , 17 α , 21-tetra-TMSi-ether の他に未知の第4のピークが発見された。この第4のピークは更

に TMSi 化が進めば、他の di-, Tri- 体と同様 tetra- 体に変わる。従つて、 3α , 17α , 21 -tri-TMSi-ether では無いかと推定されるが、この構造は GC-MS を用いて検討したい。

(4) 連続加算作業時の尿中カテコールアミン排泄量

須藤綾子

内田クレベリン加算テストを健常成人男子に連続 60 分間負荷すると、尿中アドレナリン排泄量が約 130% 増加すること、またその仕事量とアドレナリン排泄量の増加との間に有意の相関関係があることを著者らは数年前に報告した。これは被検者にできるだけ沢山正確に加算作業を行うように指示した場合（最大作業量）の結果であつた。今回は、尿中アドレナリンの増加と仕事量との関係を更に詳しく調べるため、上述の最大作業量の場合と各個人がそうした指示なしに適当に行う仕事量の場合（以下通常作業量と呼ぶ）とを比較検討した。

被検者は平均年齢 23 才の健常青年男子 10 名で、内田クレベリン精神検査用紙（O 型）による連続加算作業を 60 分間行わせ、終了 30 分後に採尿し、作業前 1 時間の尿とともにカテコールアミン、VMA およびクレアチニン排泄量を測定した。加算作業は第 1 日目、第 2 日目は最大作業量、第 3 日目は通常作業量で行わせた。その結果、アドレナリン排泄量の 10 人の平均は最大作業量の場合第 1 日目 140%、第 2 日目 150% それぞれ作業前に比して増加したが、第 3 日目の通常作業量の場合には作業前に比べて 4% の減少を示すことがわかつた。ノルアドレナリン排泄量は前報と同じくほとんど変化が認められなかつた。一方、仕事量は最大作業量の場合第 1 日目約 70、第 2 日目約 75 であり、通常作業量の場合（第 3 日目）は約 60~65 で最大仕事量のたかだか 20% 減にすぎなかつた。

従つて、この連続加算作業に関する限り、尿中アドレナリン排泄量の増加は通常各人が行う作業量ではおこらず、一定量以上の作業を負荷したときに認められるものと思われる。ただし、それが純粋に作業遂行によるものか、それにとりもなう心理的負荷によるものかは明らかでない。

VMA 排泄量には変化が認められなかつた。

なお、尿中カテコールアミン排泄量特にアドレナリン排泄量には、安静時にも作業負荷時にも著しい個人差が認められた。この個人差は各人の性格あるいは情意の不安定性と関連があるのではないかと考え、労研・パーソナリティテストおよび労研・情意生活しらべを試みた。その結果、パーソナリティテストの得点が低い人程、また情意生活しらべの得点が高い人程尿中アドレナリン排泄量が多いように思われたが、そうでない例もあり、はつきりした結論は得られなかつた。

(5) 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 (II)

須藤綾子

昨年度開発した Amberlite CG 50 カラムとオートアナライザーを用いたカテコールアミン分離分析法について更に検討した。

1. 反応試薬の 1 つであるアスコルビン酸は水溶液中では室温においてかなり分解し、そのため Base line が上昇する。これを褐色容器に保存すると Base line の上昇はほとんど認められなくなる。なお、アスコルビン酸水溶液を氷中に保存すると分解はほとんど完全におさえられるが、反応温度 (35°C) にあたためると気泡を生じこれが著しく Base line を不安定にするので実用にならない。
2. カラム充填後はできるだけ樹脂の攪乱をおこさぬように操作するといく分回収率が改善され、11 回の繰返し実験における回収率はノルアドレナリン ($0.5\mu\text{g}$) 90.8 ± 3.4 (s.e) %, アドレナリン ($0.25\mu\text{g}$) 88.8 ± 4.1 % であつた。
3. 本法によると、カテコールアミン同族体のうちドーパ、イソプレテレンール、アドレナリン、ノルアドレナリン、ドーパミンがこの順にそれぞれ単独のピークを生ずる。
4. 酸化剤として赤血塩水溶液の代りに赤血塩と硫酸亜鉛の混合水溶液を用いるとメタアドレナリン、ノルメタアドレナリンがそれぞれアドレナリン、ノルアドレナリンの前にピークをつくる。しかし、ノルメタアドレナリンはアドレナリンと重なる可能性があるので更に検討を要する。
5. オートアナライザーのタイゴンチューブのプロポーションポンプによる吸引量は規格通りでないものが多いのでそれぞれチェックする必要がある。例えば、説明書に流量 9.6ml/hr と記してある橙-黄の太さ (0.020 i. d.) のチューブの吸引量は約 11.0ml/hr であつた。

(6) 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 (III)

— ヒトの夜間尿中カテコールアミン量 —

須藤綾子

微量のアドレナリンとノルアドレナリンは蛍光測定により定量されるが、その分別定量には両アミンの蛍光スペクトルのちがひ、pH による酸化速度のちがひなどが利用されている。著

者はいろいろの理由で前者を用いてカテコールアミンの分別定量を行ってきたが、この方法には、アドレナリン量がノルアドレナリン量に比して少ない場合アドレナリン測定値がかなり不正確になるという欠点がある。ことに夜間尿はアドレナリン含有量がかなり少ないので、時としてアドレナリン量が測定誤差の範囲をこえてマイナスに計算されることがある。

そこで、前項に述べたカラムクロマト法により夜間尿中のカテコールアミンを分離定量してみた。

すなわち、健康青年男子 11 名（平均年齢 22 才）について就寝時から起床時まで（平均 7 時間 25 分）の尿を各人 1 回集め、アルミナにより目的物質を精製した後、一部を従来の蛍光分別法で定量し、一部を Amberlite CG 50 カラム（10×300 mm）にかけ溶出液をオートアナライザーで測定した。

その結果、11 例の平均値と標準誤差は、ノルアドレナリン：蛍光分別法 8.75 ± 0.96 (ng/mg Creatinine), クロマト法 9.41 ± 0.84 , アドレナリン：蛍光分別法 0.53 ± 0.18 , クロマト法 0.75 ± 0.11 であり、蛍光分別法でアドレナリン量が 0.0 またはマイナスと計算された 5 例のクロマト法による測定値は 0.68 ± 0.13 であつた。また、尿抽出物のクロマトグラムにはアドレナリン、ノルアドレナリンのピークの他にドーパミンらしいピークが認められたが、これが夜間尿では昼間尿にくらべて相対的に高いように思われた。

なお、上記の試料についての蛍光分別法とクロマト法との間の相関係数はノルアドレナリン 0.776 ($p < 0.01$), アドレナリン 0.393 ($p > 0.1$) であつた。

(7) 分娩時におけるカテコールアミン排泄量

須藤綾子

Zuspan は、妊娠 30 週目から分娩後 4 週目までの尿をヒトについて集め、24 時間尿中のアドレナリンとノルアドレナリンを蛍光定量したところ、分娩後 24 時間の尿でノルアドレナリン量が分娩前にくらべて約 3 倍に増加しアドレナリン量も増加の傾向にあつた、また、妊娠中の他の時間および分娩 24 時間以後では変化がなくその値は非妊娠女子の値と差がなかつたと報告している。そこで、著者は、分娩前後の時間的に更に詳細なデータを得ること、カテコールアミンの主要代謝物である VMA についての情報を得ることを目的として次のような調査を行つた。

被検者は某病院で入院分娩した 8 人（初産 4 名、経産 4 名）で、入院時から分娩後約 2 日目までの尿を採尿間隔は被検者にまかせて（大体 5～6 時間間隔、ただし出産直後は導尿を行つた）集め、クレアチニン、アドレナリン、ノルアドレナリンおよび VMA を測定した。

その結果、すべての被検者で出産直前時のアドレナリン排泄量が著しく多かつた。また出産

直後のアドレナリン排泄量もいく分多かつた。その後の値は大体健康な人の値と思われる。ノルアドレナリン排泄量は出産前後に特別な変化は認められない。ただし、出産後 24 時間の値が 24～48 時間の値よりも高い人が 8 例中 5 例、変りない人が 2 例、逆に 24～48 時間の方が高い人が 1 例あつた。VMA はあまり変化がなかつた。

この 8 例にみる限りでは、これらの変化は分娩の難易に無関係のようである。入院から出産までの所要時間は初産と経産でほとんど差がないが、この間のアドレナリン排泄量は経産婦（24.1 ng/Cr. mg）の方が初産婦（13.7）より多かつた。

妊娠中および分娩時には各種のホルモンの代謝が正常とは異なることが知られているが、カテコールアミンに関する限り、特に妊娠分娩そのものために代謝が変化することはないとされている。従つて、上述のカテコールアミン排泄量の変化は分娩にともなう 2 次的な変化と考えられ、分娩を 1 つのストレスとみることができると思われる。その意味で、経産婦の方が初産婦よりアドレナリン排泄量の増加が多いという傾向は興味深いと思われる。

(8) 加減算による精神作業負荷装置の試作

興重治・柿崎敏雄

実験的に精神作業を被検者に負荷するのに往々クレベリンテスト用紙が転用される。しかしクレベリンテストでは正答率や作業密度を算出するのが困難である上に、作業負荷量を意識的に変えることができない。そこで任意の作業密度で 2 桁の数字の加減算作業を自動的に被検者に負荷する計数表示装置を試作した。

まず定電圧ダイオードからノイズ信号を発生させる。単安定マルチバイブレーターからの出力により任意の時間間隔で第 1 のゲートを開き、10msec の時間だけ信号を第 1 の計数回路に送る。次に数 msec の時間をおいた上で第 2 のゲートを同様に 10msec だけ開き信号を第 2 の計数回路に送り込む。第 3 の計数回路には第 1、第 2 のゲートが開いたときの信号が全て送り込まれるようにした。したがつて第 1、第 2 の計数回路による計数値の和が第 3 の計数回路による計数値となり、また第 3 と第 1 の計数値の差が第 2 の計数値となる。表示管には各計数回路の計数値の末尾 2 桁のみが同時に表示される。

この装置により、1 桁または 2 桁の加算、減算および加算と減算が無作為に入ってくるような加減算の作業を負荷することができる。また表示時間を自由に設定して作業密度を任意に変えることもできるし、解答ボタンを押すと同時に表示を変えることにより休みなく計算作業を行なわせることもできる。さらに誤謬のあつた都度スピーカーにより 1000c/s、20msec の音響信号を被検者に与えることもできるようにした。被検者は 2 桁の加減算では数字の刻まれている解答ボタンを 2 つだけ押せばよいようにし

た。したがって2桁の加算で答が100以上の時は100位の数字は押す必要がなく、減算で答が負になる時は100を借りて引き算をするようになる。

同時回路により正答のみが解答用の計数器に入るようにしてある。提示問題総数は第1のゲートの開いた回数を計数するようにしてあるので、正答率はテストが終了すると同時に得られる。

作動状態は極めて良好で、精神作業の負荷装置として応用範囲も非常に広い。

(9) 精神作業における作業密度とストレスについて

柿崎敏雄

精神作業において作業そのものがストレス発現の要因となる場合は、作業時間、作業難易、作業密度の3つの要素が問題になる。しかし1時間程度の作業では、作業時間は関与せず、作業難易および作業密度だけがストレス発現の要因になることを前年度報告した。本年度は興重治氏の指導を得て精巧な計数表示装置を製作し、これを用いて1桁および2桁の加減算作業を被検者に負荷し、作業難易、作業密度とストレス発現の関係を検討するとともに、2、3の付随実験を行なった。

健康男子(21~25才)10名を被検者とし、あらかじめ個人別に最大作業能力を求めた。これは解答ボタンを押すと同時に問題が代わる方式で休みなく15分間加減算作業を行なわせた場合の作業量である。作業密度を変える実験はその60、70、80および90%の作業量を一定の表示時間間隔で15分間負荷する方式で行なった。指標の測定は実験室入室直後に対照前値をとり、その後30分間の座位安静ののち対照値をとり、引き続いて各15分間の作業後に行なった。測定指標は脈拍数、血圧値、血清中の成分として水分量、遊離脂酸量、たんぱく量、電気泳動によるたんぱく分画比および糖たんぱく分画比などである。

1桁および2桁の加減算作業で対照値に対し共に有意の変動を示した指標は最低血圧値、水分量、たんぱく量、アルブミン量、アルブミン分画比、分画A/Gであった。また水分量、たんぱく量は90%の作業では60%の値に対しても有意差を生じた。特に有用なストレス指標として重視しているたんぱく量、最低血圧値および水分量の各作業密度における変動の様子は1桁の作業でも2桁の作業でもほとんど一致している。従ってこれらの指標の変動の様子からみて、作業の難易に拘らず作業密度が最大作業量の70%以上になればストレスを発現するものと思われる。

一方このようなpaced taskでは誤謬もまたストレス発現の要因になるだろうといわれているので、この場合に誤謬が影響しているかどうかを2桁の加減算についてチェックしてみた。まず15分間で10個前後の誤謬がでるように個人別に作業密度を75~90%の間で選び、初め

の15分間は誤謬をはつきり認識するように誤謬に対し逐一ブザーを鳴らした。次の15分間は同一の作業密度で今度はブザーを止め、間違いを極力意識しないように指示した。その結果は両者の測定指標に有意の差はみられず、誤謬はストレス発現にほとんど影響を与えないことがわかった。

最後に精神作業によつてフリッカー値が変わるかどうかを知る目的で、2桁の加減算作業を最大作業能力および80%の作業密度で15分間ずつ負荷し、脈拍数とフリッカー値を測定してみた。その結果、フリッカー値はいずれの作業でも有意の変動を示さなかつた。

(10) 視覚的 Vigilance Task 時における誘発性 GSR と 自覚的認知に関する研究

加藤寿一・野崎亘右

視覚的 Vigilance Task 時における Signal と GSR 及びそれに対する応答と GSR との関係、更に誘発性 GSR と応答による自覚的認知との関係とについて検討をくわえることを目的とした。

平均年齢22才の健康青年男子10名に椅座位安静をとらせたのち、Signal をみとめるのみで押しボタンによる応答をおこなわない Clock Test (Signal 頻度 25/30分) を30分間負荷し、次に、10分間の安静の後、椅座位にて Signal をみとめ、更に応答をおこなう作業を30分間おこなわせ、その間、GSR 及び被験者の応答の連続記録をおこない下記の結果をえた。

Signal をみとめるのみでも GSR は出現する場合があるが、外に対する応答をおこなう過程が追加されることによりその頻度は多くなる。更に、これらの値には有意の相関を認めえた。応答を指標とした自覚的認知は Signal 呈示に伴う GSR 頻度より高い値を示す傾向にあつたが、これらの値には有意の相関は認めえなかつた。応答による自覚的認知のめんより応答に伴う GSR 出現をみると、自覚的認知時において GSR を伴う場合と伴わない場合とがあり、後者の方が少い傾向にあつた。即ちボタンを押した場合のうち GSR のある場合よりもない場合の方が少かつた。Signal 呈示に伴う GSR を指標としためんからは応答による自覚的認知をおこなっていない場合(即ち、ボタンを押していない場合)はきわめて少い。次に誤謬のめんより GSR をみると、誤謬時(即ち、Signal に対し応答のなかつた時)に GSR を伴わない場合は圧倒的に多いが、まれに GSR を認めた場合も存在した。

以上の結果は短時間における作業条件下のものであることを十分考慮する必要があるものと考えられる。

(11) 某装置産業に従事する三交替作業員についての生理学的調査

守 和子・加藤 寿一・柿崎 敏雄・須藤 綾子・水本 和明・坂部 弘之

連続操業部門（日勤時以外は主として看視作業）で働く5組3交替制（日日112233明休）作業員（9名、平均年齢39才、平均勤続年数15年7月）について看視作業と交替制の両面から45年6月に調査を行った。勤務時間は1直（8時～15時）、2直（15時～21時）、3直（21時～8時、但し、約3時間の仮眠が認められている）、日勤（8時30分～16時30分）であつた。① 1直（2日目）と日勤（2日目）の勤務時間中フリッカーなどの機器による測定、作業姿勢、自覚的症状調査。② 1直（2日目）、3直（1日目明と2日目明）朝食前8時採血。③ 日勤（2日目）8時より7時間、1直（1日目）8時より31時間、2直（1日目）15時より24時間、3直（1日目）21時より48時間、大体3時間毎に採尿。④ 10日間の生活記録（睡眠時間調査）。

この作業場は装置一基各直2名という小規模なもので、2名2日間の10分毎の記録によると1直時、看視作業23%（内管理室外4%）で、管理室外にいたのは37%にあたる。この看視作業というのは実際に指針をみたり、操作しているものを云い、看視の心構えで実際に動作をしてないものは含まれていない。作業前後の心拍数、皮膚電気抵抗、フリッカー値、最高血圧、最低血圧、脈圧には1直、日勤共に差はなく、両勤務間にも差は認められなかつた。作業後の自覚症状頻度は1直時に約3%あつた精神的症状の訴えが日勤時には無かつたが、両勤務共いづれの訴えも10%以下であつた。尿中17-KGS、アドレナリン（Aと略す）、ノルアドレナリン（NA）、VMA、Na、K、Ca、Mg、尿量の日内変動を調べると3直時にも固有のリズムを強固に維持しているもの（17-KGS、振巾1.6～1.8、心持時間帯が後にずれている傾向は伺える）、やや平坦化したもの（K、VMA）、生活のリズムにかなり順応し易いもの（A、Na、Mg、特にA、例えば、1直の6～8時8m μ g/1mg of creatinine、に対し2直では3m μ g、3直8～9m μ g、その他後出の勤務時間中、睡眠中参照）があつた。勤務中のAの平均値は1直、2直間には大差はなく（約10m μ g）、3直（0～6時の値で仮眠者は含まず）ではやや低値（約7m μ g）を示す。但し、個人的にみると1名2日間共、その人の1直時の3～4倍の値（約19m μ g）を示した例があつた。睡眠中のAは1直は低く（1m μ g弱）、2直と3直の仮眠中はほぼ同程度（約1.5m μ g）、3直昼眠中はやや高かつた（約2m μ g）。同じ睡眠でも質の違いがあるのであろう。日本産業衛生協会交替勤務研究委員会（1967）による交替勤務の評価方法試案に基き評点してみると平均値では-61.8と過労になつているとは云えないが、3直時は+100前後で各人共睡眠時間が不足している。血清成分は3直作業終了時を1直作業開始前と比較した。Na、K、Cl、11-OHCSには有意の差は無かつた。水分のみ3直（1日目）に有意の増加がみられた。総たんぱくは3直（1日目）に減少の傾向があつたが、グロブリン

の減少であつた。電気泳動分画では β -グロブリンが減少していた。 β -リポプロテインの変化はみられなかつた。

1直の作業が日勤（保全）に較べて特に生体に負荷がかかっているとは思われない。2日交替に制度が変つてから1年余り経過しており、以前の1週間交替よりかなり楽になつたと作業員は話しているが、3直時の生体負荷の問題については更に検討を加えたい。

(12) 冷凍作業者の労働衛生的調査

長谷川 弘道・佐藤 光男・鶴田 寛

昭和45年3月上旬、当研究所、労働衛生サービス・センター、および労働省労働衛生課の3者が協力して、東京、横浜、清水、気仙沼および塩釜の冷凍作業場13ヶ所において冷凍倉庫内作業員110名、倉庫外作業員および事務職員62名について寒冷ばくろの生体に及ぼす影響をしらべた。

寒冷に対する生体反応のうち、もつとも顕著なものは、 \dot{V}_{O_2} であり、それに伴う熱産生である。熱産生は糖の分解および脂肪の酸化に依存することは、動物実験によつてたしかめられている。そして動物では2～3週間の寒冷ばくろにより寒さへの馴化現象がみられるようになる。すなわち \dot{V}_{O_2} が少なくなる。しかしこの場合でも相変わらず熱産生は増加している。ふるえ産熱と非ふるえ産熱の機構のちがいが、学問的には問題になつている。

しかし人間の場合にはこうした熱産生の内部機構は果して動物の場合と併行しているかどうかは実証されていない。もつとも基本的な線は動物でも人間でも変わらないものとみてよいであろう。

生体の外部環境によつてうける影響を考える場合に現在もつとも必要なことは、これらをしらべる際の基本的な態度であろうと私共は考えている。生体内のある物質の消長を追うのでは充分でなく、その物質を含めた系の消長を考えるというやり方がのぞましい。生体はそうした系の組み合わせでその恒常性を維持しているのであるから、ある物質の消長という点で影響をとらへるのではなく、いろいろな系で少なくともキー・ポイントに位置する物質の消長から系の消長をうかがうという仕方がのぞましいし、また実際にそういうことが、現在の知識から可能になりつつある。

残念なことに寒冷の影響をしらべた動物あるいは人間の結果には、こうした観点に立つていないので、基本的な事柄であるのに、まだ調べられていないことが、あまりにも多く、総合的な判断が不可能である。ただ今回の調査は限られた時間、限られた予算があるので、その中で出来る限り、生体のいろいろな系のかたよりが予測できるような調査をくんでみた。

となる。個人的な結果の検討よりも1~3月の平均気温0°Cの気仙沼、塩釜地区、5°Cの清水地区の非冷凍作業者の結果を統計的に比較することが必要になる。そしてこれに対して冷凍作業者の結果がどういう傾向にあるかを検討した。

糖代謝、脂質代謝ともに寒冷地のものがより盛んであり、冷凍作業で更に顕著であるとしてこれにからんで血液中の無機物のCa, K, Mg量も寒冷地でより低い傾向にある。また尿中ノルアドレナリン量にも寒冷ばくろの影響がはつきり認められた。

問題はこうした結果が、単に1~2回の寒冷ばくろによつてもたらされたものではなく、相当長期間の寒冷ばくろの影響が積み重なつて生れたものであるということである。

こうした地域的な温度差が、生体の代謝に固定しているとなると、こんどは、それぞれの物質の正常値が問題になつてくる。というのはもし、馴れという現象がこの代謝の差の中に含まれているとなると、それぞれの地域における正常値は別々に求めなければならないからである。馴れを考慮に入れた正常値と、馴れを考慮しない正常値の2つを考えなければいけないであろうからである。

いずれにしても、今後に示唆するところの多い調査であつたように思う。

(13) 石英及びアスベストの細胞障害作用に対する蛋白質の影響について

坂部 弘之・興 貴美子・小川 薫

石英及びアスベストなどの粉塵が体内に入つた場合、蛋白質、脂質との交渉がある事が考えられる。そこでこれら粒子の表面に蛋白質が吸着された場合大食細胞毒性にどのような変化を与えるか、又吸着された蛋白質は、大食細胞の関与によつて粒子から離脱するかどうかについて検討を行つた。

蛋白質吸着粒子を作製するためには、石英及びアスベストにラット血清及び牛血漿よりえた α 、 β -グロブリン、 γ -グロブリン、アルブミンを37°C 30分作用させた後3回タイロード氏液で洗滌した。これら蛋白質吸着粒子とラット腹腔内大食細胞とを作用させた。細胞障害作用の指標としては、dl-ロイシン- C^{14} の細胞への取込みを用いた。結果は、石英粒子においては、血清、アルブミン、 γ -グロブリンを吸着させた場合、細胞とこれら石英を作用させてから20分後までは未処理石英を作用させた場合より高い取込みを示すが、60分、120分後には取込み量は未処理石英添加の場合よりは若干高いが対照より低下してくる。

α - β -グロブリン吸着粒子では、殆ど取込みの増大はみられない。一方クリソタイルにおいては、未処理クリソタイルは対照よりかなり低い取込みを示すが、血清、アルブミン、 γ -グロブリン、 α - β -グロブリンで処理したすべてのクリソタイルにおいて、細胞と粒子を作用させてから120分後まで高い取込みを示した。

即ち、石英においては、吸着された蛋白質は作用後20分までは毒性阻止効果を示すが、60分後には阻止効果が減弱してくる事を示している。一方クリソタイルでは、120分までの作用時間では、蛋白質による毒性阻止効果は減弱しない。

次に、これらの現象を解明する一つの手がかりとして、粒子に吸着された蛋白質が大食細胞の関与で遊離するかどうかを検討した。即ち、 C^{14} で標識化した蛋白質吸着石英及びクリソタイルを作製するために、クロレラ細胞よりえた C^{14} -変性蛋白質と石英及びクリソタイルを作用させ、この変性蛋白質処理粒子と大食細胞とを作用させ、37°C 2時間保温後細胞をトリトン処理で崩壊し、洗滌後、粒子に吸着している C^{14} -変性蛋白質を測定した。対照としては、処理粒子を保温後トリトンを加え、更に大食細胞を加えて同様処理したものを用いた。結果はクリソタイルでは細胞と120分作用させた後でも99.9%の蛋白質が残つていたが、石英では、20分で91.9%、60分で69.7%、120分で52.3%と時間と共に吸着した蛋白質が離脱している事が判明した。

以上の結果において、蛋白質吸着石英では20分間は毒性阻止効果がある事は、蛋白質吸着石英がmacrophageにとり入れられ、phagosomeの中で、lysosomeの蛋白質分解酵素の働きをうけるものと考えられる。一方chrysotileにおいては、少なくとも2時間までは、蛋白質はmacrophageの影響によつて離脱しないし、macrophageに対する毒性阻止作用も持続している。既に著者らは石英においては細胞毒性と線維増殖能の間に明らかな相関関係を認めたが、アスベストにおいては、crocidolite, amosite, chrysotileはすべて線維増殖能を示すにもかかわらず、前2者は、nakedの状態でも細胞毒性を示さず、後者は蛋白質処理によつて細胞毒性を失う。即ち、アスベストにおいては短期間の細胞毒性とラット肺における線維増殖能は相関をもっていない。今後大食細胞に対するより長期間のアスベストの影響について検討を進めたいと考えている。

(14) 粘土鉱物の加熱による構造変化と細胞毒性について

坂部 弘之・興 貴美子・林 久人・小川 薫

昨年度及び一昨年度において、Serpentineを650°C附近に加熱したさい、大食細胞毒性、溶血性、又腹腔内注射によるマウスの致死作用が著しく増強する事を報告したが、このような加熱に伴う鉱物の構造変化に伴う生物学的活性の増強がserpentineに特有な現象かどうかをたしかめるため、serpentineに構造のよく似た粘土鉱物について実験を行つた。実験に供した粘土鉱物はKaolinite(栃木県産)、Halloysite(群馬県産)、Chlorite(島根県産)、Sericitite(愛知県産)を用い、電気炉でそれぞれ1時間づつ加熱し冷却後実験に供した。

大食細胞毒性の指標としては、細胞と37°C 3時間incubation後の乳酸生成能、1時間

incubation 後の C^{14} -leucine の取込み、細胞と作用直後の酸性フォスファターゼ活性を測定した。加熱処理粉末の結晶構造は、X線回折、示差熱分析によりしらべた。結果は、Kaolinite ではX線回折像で Kaolinite の Original pattern を示している 400°C 加熱までは、細胞毒性を示すが、 650°C で、Metakaolin となると、細胞毒性は消失する。 1250°C では Mullite と Cristobalite となるが細胞毒性は現われない。

Halloysite でも、X線回折像でカオリン構造の残っている 400°C までは細胞毒性が存在するが、 600°C で Metakaolin となると共に細胞毒性を失う。

即ち、Kaolinite、Halloysite の2つのカオリン鉱物では、カオリン構造に由来して細胞毒性が生じていると考えられる。

Chlorite ではX線回折像で Chlorite の reflection のみられる 450°C 加熱までは強い細胞毒性を示すが、 $650, 750^{\circ}\text{C}$ で modified state となると細胞毒性の減弱化がみられ、 850°C で Spinel となると共に細胞毒性は消失する。

Sericite では、 550°C 以上の加熱で徐々に Original reflection が減少し、 1200°C で Mullite となるが、Sericite は原土でも加熱処理物でも大食細胞毒性を示さない。

これら4つの粘土鉱物の原土及び加熱処理後毒性を示す粒子は、血清又は polyvinylpyridine-N-oxide の添加によつて細胞毒性は略々完全に消失する。

650°C 加熱 Serpentine は、蛋白吸着量が著しく減少するが、これら粘土鉱物では蛋白吸着量と細胞毒性との間に相関関係はなかつた。

又、これらの粘土鉱物及びその加熱生成物の溶血性は大食細胞毒性と略々等しく推移した。

以上の如く Serpentine と構造のよくな粘土鉱物においては、加熱による構造変化により細胞毒性、溶血性が変化はするが、Serpentine にみられるような脱水及び高温相への移行期における生物学的活性の増強及びアルブミン吸着能の低下というような現象はみられなかつた。

(15) 工業粉塵の酵素毒性と細胞毒性

松村 芳美・木下文子* (*東京理大・理)

化学工業の生産物として扱われる粉体の種類が多様化している現在、未だ毒性について充分知られないまま生産過程で扱われている粉体も数多いと思われる。従来から塵肺症病因となることが知られている天然産の石英、石綿等の他に、これら工業的生産物から塵肺症をひき起す危険性も考えられる。本実験では、工業的に生産物として、または中間体として取扱われている種々の金属酸化物及び数種のその他の化合物を選び、その生体毒性を知るための基礎実験として、従来から塵肺病因の研究手法として試みられた方法のうち、in vitro での酵素阻害作用

と、赤血球溶血を測定し、粉体の化学的性質と毒性との関係についての検討を行なつた。

実験に用いた粉体は CuO , Co_2O_3 , Ni_2O_3 , MoO_3 , CdO , MnO_2 , Fe_2O_3 , WO_3 , SnO_2 , V_2O_5 , ZnO , TiO_2 , CeO_2 , ZrO_2 , MgO , BeO , ThO_2 (以上は試薬として入手したもの)、コランダム (Al_2O_3)、フェライト (構造不明)、フェライト原料 (構造不明)、ホワイトカーボン (主として SiO_2)、グリーンカーボランダム (SiC) (以上5種は工業的原料または製品) 及び、毒性試験の対照試料として石英 (SiO_2 、塊状結晶を粉碎したもの) を用いた。これらの粉体は顔料、耐火材、セラミックス、研磨剤、触媒、焼結体電解質、光電導体、磁性体、ゴム補強充填剤等に関係する材料である。いずれの粉体もX線回折像と BET 比表面積を夫々測定してから酵素と細胞に対する毒性実験を行なつた。

酵素としてミオシン ATPase を用い、各粉塵と酵素との試験管内メディウム中での接触により酵素阻害実験を行なつた結果、 SiO_2 , Al_2O_3 , SiC , Ni_2O_3 , SnO_2 により酵素活性阻害が認められた。 ZrO_2 , ThO_2 , Co_2O_3 , BeO , CeO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 は測定の見掛け上、酵素阻害があるように見えるが、同時に ATPase 活性測定技術上の妨害要因のために粉塵毒性の定量が不可能であつた。その他の粉塵はメディウム可溶成分による測定妨害により、粉塵の表面による酵素阻害のみを分別して求めることはできない。

溶血実験の主な結果は次のようであつた。

SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , SiC , ホワイトカーボンは強く溶血し、フェライト、 BeO , CeO_2 , ThO_2 , Ni_2O_3 は強くはないが確実に、 TiO_2 , WO_3 , V_2O_5 は弱く溶血した。 MnO_2 , Fe_2O_3 , CuO , SnO_2 , ZrO_2 , Co_2O_3 , CdO , ZnO , フェライト原料は殆んど溶血しなかつた。これらの溶血は粉塵の水可溶成分によるものではなく、粉塵そのものと赤血球のメディウム内接触により起るものであることを確認した。

これらの結果から指摘されることは①酵素阻害作用と赤血球溶血作用の強い粉塵の中には塵肺症の強い病因として知られるものが多く含まれていること、②溶血性を示す粉塵は金属酸化物のうちで酸化物生成熱の酸素1グラム分子当りの値が大きいものであるという傾向が見られること、③フェライト、フェライト原料の溶血性に差があることから、同一組成の物質でも加熱処理または結晶構造の変化によつて毒性が変り得ることである。

(16) じん肺症患者の肺内粉じんと作業に用いた粉じんの鉱物組成の分析

(II) ——化学分析値より算出する方法とX線による定量——

林 久人・梶田 昭* (*東京女子医大)

昨年度はじん肺症患者の肺内粉じんと患者が作業時使用していた粉じん (打粉) の鉱物組成の定性分析の結果、両者がよく一致し、絹雲母、石英、斜長石であることを明らかにした。今

年度は粉じんなどの無機物質は結晶相と化学組成とが明らかにされて始めて鉱物組成が同定されたといえるので、これら二種の粉じんを化学分析とX線分析により定量を行った。

肺内粉じんと打粉について湿式により化学分析を行った。調査の結果、作業時用いていた打粉の主成分である絹雲母について鉱物新活用研究委員会により研究され、東大の湊教授が担当されたことがわかったので、純粋な絹雲母とその化学分析値を提供していただいた。それによるとこの絹雲母は比較的鉄分を多く含む絹雲母であることがわかった。そこで肺内粉じんの化学分析から得られた各酸化物の重量比から分子比を求め、 K_2O の分子比を基として、上述の鉄質絹雲母に相当する各成分の分子比を求め、それらより絹雲母の重量比を求めた、残余の各成分の分子比より標準鉱物として曹長石、灰長石、石英、その他を求めた。打粉についても同様にして各鉱物組成を算出した。その結果を第1表に示す。

X線による各鉱物組成の定量は a) 内部標準法 b) 添加法 により行った。

a) 内部標準法 絹雲母と石英の量比を変化させ、その重量を 40mg としたものを数点作り、これらに内部標準鉱物として方解石を 5 mg ずつ加え、完全に均一になるまで混合した後、各試料毎に石英 (4.27 \AA) 絹雲母 (5.0 \AA) 方解石 (3.04 \AA) の回折強度を測定し、石英、絹雲母の検量線を作った。次に肺内粉じんと打粉 40mg に方解石を 5 mg ずつ加え、完全に均一になるまで混合し、石英、絹雲母、方解石の回折線の強度を測定し、先に製作した検量線より石英、絹雲母を定量した。

b) 添加法 肺内粉じんと打粉に既知量の石英を加え均一になるまで混合し、被測定試料と被測定試料に既知量の石英を加えた試料の石英の回折線 (4.27 \AA) の強度をそれぞれ測定し、その比から石英を定量した。絹雲母についても同様な実験を行い定量した。その結果を第1表に示す。

第1表 肺内粉じんと打粉の鉱物組成の定量

		絹雲母 石英 斜長石 その他 粒度分布				
肺内粉じん	X線分析	内部標準法	52.0%	36 %		
		添加法	53.5	34.6		
		化学分析	50.3	24.9	14.1	11.3
打粉	X線分析(内部標準法)全体		69.0	8.0		
	粒度	0.279—0.149(mm)	43.2	5.9	12.17%	
		0.149—0.074(mm)	65.5	6.8	32.10	
		0.074(mm)以下	68.5	9.5	55.51	
	化学分析	67.5	9.5	10.2	11.9	

第1表からわかるようにX線分析による2つの定量法の結果と化学分析値より計算した結果とはよく一致する。また肺内粉じんと打粉の鉱物組成を比較すると石英の肺内への濃縮が極めて顕著である。使用粉末の粒度別組成をみると粒度が細くなるにつれて石英の組成比が増加

しているので、微細粉末には石英の比率がかなり高いこと、また石英と絹雲母との形状の差が吸入に影響するものと考えられる。

(17) 有機溶剤中毒の研究

佐藤光男・長谷川弘道

生体における恒常性の維持、およびその破たんを、単に1, 2の物質の消長から判断するという、今迄の手法から更に進んで生体内のいろいろな系の流れの様相の変化から把握しようという観点に立つて、私共は有機溶剤中毒を検討し直すことにした。こうした観点から中毒を眺めて、はじめて全体的な中毒像が得られると思うからである。今までのように直観的な実験の組み方をして中毒をしらべていたのでは急性中毒のように、直接毒物がある系のある点を攻撃するようときはよいが、慢性中毒時のように、毒物の影響が、第一次の攻撃点から更に第二次、第三次へと広い拡がりをみせるような場合に十分な結果が、見落しなく得られるとは限らないからである。

そういう意味で、中毒を研究する場合の是非これだけは基本的な事柄として中毒像の把握のために必要であるという手技の整理および系統化がのぞまれる。そしてこうした系統化された基本線の上に各研究者が立てば、現在の中毒に関する知見は飛躍的な進歩をとげるであろうと思われる。

たとえば、許容濃度の設定に当たっても、その場限りの知識の集積の上に立つての基準でなく、系統化された実験結果の上に立つてのそれであれば、年毎に目まぐるしく変えることは必要でなくなるであろう。

私共はこうした考え方の上に立つて実験手技の整理にここ1~2年当っている。今年度は、生化学的な知識を導入して、生体のエネルギー系についてこれを糖代謝系と脂質代謝系の2つの系に関する系統化をベンゼン、トルエンおよびトリクロルエチレン中毒について試みた。

I) トルエン

トルエン 2 ml/kg をラッテ (SD-JCL, 200~250 g, メス) に4日間毎日皮下投与し、4日目の投与2時間後に肝をとりだして肝脂質および解糖系中間代謝産物量におよぼす影響を検討した。

肝中総脂質量はトルエン暴露によつてほとんど変わらないが、コレステロールエステルの増大がみられた。また遊離コレステロール、遊離脂肪酸、リン脂質は増大の傾向を示し、これにともなつてアシル CoA, CoA は大巾に減少、無機リンは増大していた。糖代謝系についてみるとグリコーゲンは減少の傾向であるがグルコース-6-リン酸は増加の傾向、フルクトース-

6-リン酸は大巾に増大し、それ以後の過程の糖代謝中間代謝産物すなわちジヒドロキシアセトンリン酸、3-ホスホグリセロリン酸、ピルビン酸、乳酸レベルは増大の傾向を示していた。 α -グリセロリン酸は糖代謝と脂質代謝との共転点に位置しているが、これも大巾に増大していた。またリンゴ酸は減少しているのも認められた。

II) ベンゼン

ベンゼン 2 ml/kg の量をトルエンと同様な条件で投与した結果、白血球数は投与前の半分に減少していた。このような状態のラットの肝中総脂質はトルエン暴露と同様にほとんど変わらないが遊離コレステロール、コレステロールエステル、リン脂質に増大がみられたが遊離脂肪酸は大巾に減少していた。無機リンは増大、アシル CoA は減少していた。ベンゼン暴露の場合もトルエンと同様にわずかな CoA 減少の傾向がみとめられた。糖代謝系はグリコーゲンの大巾な減少、グルコース-6-リン酸、フルクトース-6-リン酸の増大、フルクトース-1,6-リン酸の大巾な増大がみられ、ここまでの中間代謝産物量の偏りの方向はトルエンと同様であったが、三炭糖以下の過程では異なっていた。すなわち 3-ホスホグリセロリン酸、2-ホスホグリセロリン酸、ホスホエノールピルビン酸、ピルビン酸は減少し乳酸は増大していた。 α -グリセロリン酸の量も増し、リンゴ酸は減少の傾向で、トルエンよりさらにはつきりした代謝系の変動がみとめられた。

III) トリクロロエチレン

トリクロロエチレン 2 ml/kg の量をトルエン投与と同様な条件で投与した。トリクロロエチレン投与により肝の総脂質は著しく増大し、とくに中性脂肪が大巾に増し、リン脂質も増加していた。しかし遊離コレステロールおよびコレステロールエステルには変化は認められないが遊離脂肪酸は大巾に減少していた。無機リンはわずかに増大の傾向、アシル CoA はやや減少し、CoA はトルエン暴露のときと反対に大巾に増大しているのがみとめられた。糖代謝へのトリクロロエチレンの影響はベンゼン暴露の場合とほぼ同程度の変動がみとめられた。すなわちグリコーゲンは減少し、グルコース-6-リン酸、フルクトース-6-リン酸、フルクトース-1,6-リン酸は増大し、三炭糖以下の過程の 3-ホスホグリセロリン酸、ホスホエノールピルビン酸レベルは減少し乳酸は著しく増加していた。 α -グリセロリン酸も大巾に増大していたが、トルエン、ベンゼン暴露と異なりリンゴ酸レベルの変化はみられなかつた。このように有機溶剤暴露により脂質、糖代謝系は変動することがはつきりみとめられた。

(18) ニトログリコール中毒の研究

——心筋エネルギー代謝系におよぼすニトログリコールの影響——

鶴田 寛・佐藤 光男・長谷川 弘道

ニトログリコール (Ng) による休日明けにみられる狭心症様発作の発生機転に関連して、血管壁の変化、血管運動神経系の調節障害、心筋の障害など循環系障害または神経系障害にもとづくいろいろな考え方が提起されている。この狭心症様発作を心筋のエネルギー代謝の面から考えると、これまでに心筋への脂肪酸、グルコースの取り込み低下 (相沢)、心筋の小胞体およびミトコンドリアの変化 (河合)、Ng 作業者の血漿中 CPK の活性増大 (近藤) などの心障害を示唆する報告および心筋でのエネルギー代謝系の一連の反応の進行の乱れは心不全に結びつくと言われている事などから、心筋におけるエネルギー代謝系の障害が十分に推察されたので、これを心筋内諸物質の動きから確かめてみた。

実験は 0.05~0.3g/kg の Ng を 2 週間連日投与したラットの心臓について行つた。Ng 投与終了後 2 時間目の体内 Ng 量が最高値を示している時点では ATP、グルコース、グリコーゲンおよび遊離脂肪酸の顕著な低下がみられ、糖代謝系の障害がうかがわれた。しかし、この変化は Ng 投与終了後 48 時間目の体内から Ng が完全に消失している時点ではほとんど恢復しており、わずかにグルコース、グリコーゲンの低下がみられる程度であつた。次に、Ng 投与終了後にアドレナリン (Ad) を投与すると動物の死亡率が増し、Ng 投与終了後 48 時間目頃に最も顕著になるという報告 (吉川) にもとずいて、Ng 投与終了後に Ad を投与した時の心筋内諸物質の変動を調べた。対照ラットに Ad を投与すると ATP、CP は減少し、グルコースの異常な増大が認められる。Ng 投与群に Ad を投与した場合には、すでに Ng 投与によつて ATP は減少しているため、この減少量は更に大きくなるが、実際にはその量はわずかであつた。また Ng 投与によつて減少していたグルコース量は Ad の作用により対照群の値を通りこして増大するが、その量は対照群に Ad を投与した時とあまり変らなかつた。

結局、Ng 投与によつて心筋のエネルギー代謝系は相当大きな影響を受けるが、その影響は糖代謝系に偏つており脂質系はさほど影響を受けていないこと、しかもこの糖代謝系への影響も Ng が体内から消失するとなくなる事などから、最初に予想した事と反して、心筋のエネルギー代謝系は Ng によつてあまり大きな影響を受けていないようであつた。また、Ng 投与終了後の Ad 投与による死亡率の増大の意味づけに心筋中のエネルギー代謝系はかかわりをもたないようであつた。

(19) 急性カドミウム中毒ラットの体内金属の分布変動

鈴木康友・吉川 博

〔I〕 各臓器における金属分布の変動

急性カドミウム中毒ラットの臓器内で、投与された Cd と生体金属 (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Zn 等生体に既存の金属をさす) との間に生体物質を介してどのような相互作用が起きるかを知らねば本中毒機序の解明にとって重要なことと思われる。そこでこのような試みに有用な現象を見出すため、急性カドミウム中毒ラットの各臓器における Cd の分布およびそれに伴う生体金属の分布の変動を調べた。

1 群を 6 匹とした 4 群の Sprague-Dawley 雄ラット (体重 440~520 g) に体重 1 kg 当り 3 mg の CdCl₂ を水溶液として腹腔内に投与した。また他の 1 群は対照群として用いた。Cd 投与後 4, 14, 24 および 96 時間後に肝, 腎, 心, 肺, 脾, 睪丸および血液を取り出し, 肝と腎は 0.25M サッカロース水溶液を灌流して血液を除いた。これらの臓器および血液を湿式灰化した後, 原子吸光法により前記の金属を定量した。

Cd は投与後 14 時間までは全臓器で増加した。それ以後 96 時間まで, 肝と腎ではさらに増加し, 心では僅ながら増加したのに反し, 肺, 脾, 睪丸では減少の傾向を示した。Cd 投与 96 時間後における Cd 量は肝では投与量の約 35%, 腎では約 4% であり, その他の臓器では 0.1~0.2% 程度の少量であった。

このような Cd 分布に伴って生体金属もいろいろと分布の変動が起きた。なかでも興味ある変動が見られたのは肝, 腎および睪丸であった。肝では Zn と Cu が増加し, Mn は減少した。Zn は Cd 投与 96 時間後には対照群の約 2 倍に増加し, Mn は約 30% の減少を示した。腎においても Zn の増加と Mn の減少は見られたが, Cu は有意の変動を示さなかった。

睪丸では Ca と Fe の増加および Mg の減少が顕著であった。Ca の増加は二つの段階から成り第一段階は Cd 投与後 24 時間までに見られ, ここでは Ca は対照群の約 2 倍に増加した。またこの間では睪丸の水分含量の増加が見られた。次の第二段階は投与後 24 時間以後の急激な増加である。この結果 96 時間後には Ca は対照群の十数倍の量にまで増加した。この間で睪丸の壊死が急速に起きた。また Fe は Cd 投与後 96 時間で対照群の約 3 倍に増加した。Mg は他の臓器ではその含有量の変動を殆んど示さなかったが, 睪丸では Cd 投与後間もなく減少し始め, 96 時間後には対照群の 1/2 にまで減少した。Cd は睪丸に選択的に激しい障害を与えることが知られているが, これは生体金属の著しい変動に伴うことを認めた。

その他, 脾では Ca と Fe の量が変化し, また血液では Cu が Cd 投与後 96 時間に対照群の約 1.5 倍に増えるなど種々の変化が見られた。

このような急性カドミウム中毒における生体金属の分布変動は Cd による障害の結果なの

か, あるいは Cd に対する生体の防御反応なのか, またこの分布変動の機構はどのようなものか等については不明であるが, 今後解明しなければならない問題である。

〔II〕 肝細胞における金属分布の変動

〔I〕で述べたように急性カドミウム中毒ラットでは投与された Cd の約 35% は肝に取り込まれ, これに伴って肝の Zn と Cu は増加し, Mn は減少した。肝におけるこのような生体金属の分布変動を細胞レベルで調べるため, Cd を投与したラットの肝細胞分画における生体金属の定量を行った。

〔I〕の実験で用いた肝の一部を 0.25M サッカロース水溶液中でホモジナイズし, 遠心分離して核, ミトコンドリア, ミクロソームおよび上清の各分画に分けた。これらの分画を湿式灰化した後, 原子吸光法により金属の定量を行った。

肝に取り込まれた Cd は上清分画に最も多く分布し, しかもこの分画での Cd 含有率 (肝の Cd 量に対する比) は Cd 投与後経時的に上昇し, 96 時間後には約 80% になった。またミトコンドリア分画の Cd 含有率は 6% 前後であり, あまり多くはないが, この分画で興味ある点は次に述べる核およびミクロソーム分画と違い, Cd 含有率は経時的に略一定ということである。すなわち, 肝の Cd 取り込み量に比例して, この分画の Cd 量も増加するということがわかった。核とミクロソーム分画では Cd 含有率は経時的に減少した。すなわちこの両分画の Cd 取り込み量は容易に飽和することがわかった。

次に Cd 投与により肝でその含有量に変動を生じた生体金属の細胞分画における分布の変動を見る。Cd 投与により 96 時間後には約 2 倍に増加した肝の Zn は, その増加分の約 80% は上清分画で見られ, 残りの 20% は核, ミトコンドリアおよびミクロソーム分画で見られた。また, Cu も Cd 投与により増加したが, この増加分の多くは上清分画にあつた。一方 Cd 投与により著しく減少した Mn は, その減少の最も大きいのはミトコンドリア, 次にミクロソーム分画であり, 他の二つの分画では明瞭な変動は見られなかった。

上述のように, 肝に取り込まれた Cd は上清分画に最も多く, またこの分画では Zn と Cu が著しく増加したことは, 上清に存在するタンパク質等を介して, この三金属が相互に作用し合うことが考えられる。また Mn はミトコンドリアで著しく減少したが, ここでは Cd は経時的に増加しているため両者の関係にも興味を持たれる。いずれにせよ生体金属の分布変動はその金属のもつ生化学的な役割と密接な関係があると思われるので, Cd 投与による生体金属の分布変動を追求することは本中毒作用を究明するための一手段となると思う。

(20) 急性カドミウム中毒ラットの体内分布及び排泄に及ぼす前処理の効果

吉川 博・栗盛 静枝

前年度において、少量の Cd をあらかじめ動物に投与しておくことと 24 時間後の致死量レベルの Cd 投与に対して著しく抵抗力を持つことを報告したが、本年度はこの抵抗力の成立機構の解明の第一歩として、ラットに大量投与した Cd の体内分布と排泄に及ぼす前処理投与の影響について検討した。

実験方法は、成熟雄ラットの 10 匹を 2 群に分け、1 群は 0.6mg/kg の Cd (CdCl₂) を腹腔内注射し、24 時間後に 3 mg/kg の Cd を再度腹腔内注射した (Cd—Cd 群)。他の 1 群には 3 mg/kg の Cd を腹腔内注射した (Cd 群)。これらのラットについて毎日の体重測定と尿中の Cd 量を測定し、大量 Cd 投与後 7 日目の各臓器の生重量・乾燥重量を測定し、且つ、Cd 含有量を測定した。

体重の変動をみると Cd 群では大量 Cd 投与後いちぢるしい体重減少を示めしたが、Cd—Cd 群では体重減少は認められず、少量の Cd 投与は Cd の毒性を軽減せしめる。

臓器重量比では両群ともに同じような傾向を示すが、Cd—Cd 群では肝と副腎の重量比が増加し、Cd 群では睪丸の重量比の減少がより早期からおこる。乾燥比では両群間にかなり著しい相違がみられ、ことに副腎では Cd 群は殆んど正常時と変りないが、Cd—Cd 群では乾燥重量比は著しく低下する。

Cd の尿中排泄量は少なく、且つ両群の 7 日間の経時的排泄過程も全く同じであった (7 日間の総排泄量は両群とも投与量の約 5%)。尿中 Cd 排泄では Cd 群は投与後 1・2 日に著しい排泄を示し、7 日間の総排泄量は投与量の 12.8% であったが、Cd—Cd 群は初期の著しい排泄増量も認めず、7 日間の総排泄量は投与量の 6.9% と少なかった。

臓器中 Cd 含有量は大量投与 7 日目の臓器について定量したが、肝では Cd 群は投与量の約 37%、Cd—Cd 群では 44% で両群間には 5% の危険率で有意差を認めた。しかし、他の臓器の Cd 含有率には両群間に相違は認められなかった。

以上の結果、Cd の少量をあらかじめ投与したラットは、Cd の毒性に対して抵抗力を持ち、各臓器の水分含量も単独 Cd 投与の場合のそれと著しく異なる。こうした Cd—Cd という条件づけをしたラットでは、Cd の尿中排泄が減少し、肝での Cd 含有率が増加した。即ち、少量の Cd 投与により、Cd の急性毒性に対して抵抗力を獲得したラットでは、肝における Cd の捕捉能が著しく増大する。

(21) 急性鉛中毒ラットの鉛の体内分布及び排泄に及ぼす前処理の効果

吉川 博・栗盛 静枝・長谷川武志* (*昭和六・医・衛生)

前年度において、少量の Pb を投与したマウスは、48~72 時間後の致死量レベルの Pb 投与に対して著しく抵抗力を持つことを報告した。今回はラットを用い、大量投与した Pb の体内分布及び排泄に、前処理少量投与が如何なる影響を及ぼすかについて検討した。

実験方法は、成熟雌ラットの 10 匹を 2 群に分け、1 群には 5 mg/kg の Pb (Pb(NO₃)₂) を腹腔内注射し、48 時間後に 50mg/kg の Pb を再度腹腔内注射 (Pb—Pb 群) し、他の 1 群には 50mg/kg の Pb を腹腔内注射 (Pb 群) した。これらのラットについて毎日の体重測定と、尿尿中 Pb 量を測定し、Pb 大量投与後 8 日目の各臓器中 Pb 含有量を原子吸光光度計で定量した。

体重では、Pb 群は Pb 投与で一樣に体重減少を示すが、Pb—Pb 群では体重の変動にかんがりの個体差がみられ、3 匹は全く体重の減少を示めさないが、残りの 2 匹は Pb 群よりも強い体重の減少を示めた。

Pb の主排泄は尿であり、Pb 群での 8 日間の尿中排泄量は投与量の約 8%、尿中のそれは約 9% であつたが、Pb—Pb 群においては、8 日間の尿中排泄量は投与量の約 8%、尿中のそれは約 5% であつた。とくに、Pb—Pb 群で体重の減少を示めさなかつた 3 匹においては尿中排泄が Pb 群に比し著しく低下し、尿中排泄量が逆に著しく増加した。これに反し、Pb—Pb 群で体重減少を認めた 2 匹は、その Pb の尿尿中排泄量と経時変化が全く Pb 群のそれと同じであつた。

Pb 大量投与後 8 日目の各臓器中の Pb 含有率をみると、肝臓では Pb—Pb 群が Pb 群に比して含有率は低下しているが、その他の臓器でも傾向としては低値を示している。更に Pb—Pb 群の各個体について観察するとこの傾向は一層顕著になる。即ち、Pb—Pb 群で体重の減少を示めさなかつた 3 匹の各臓器の Pb 含有率はいずれも Pb 群の値より低値を示めし、体重減少を示めた 2 匹は Pb 群と同一か更に高値を示めた。

以上の結果から、Pb—Pb 群の体重変動、Pb 排泄及び Pb の体内分布を Pb 群のそれと比較すると、排泄のパターンが変り、臓器内 Pb 含有率も低下する傾向にある。なお、これらの傾向は体重の変化とよく一致し、少量の Pb 投与で Pb の毒性に対して抵抗力を獲得したラットは、体重の減少を示めさず、尿中 Pb 排泄が増加し、体内 Pb 含有量を低下せしめる。

(22) 急性コバルト中毒ラットのCoの体内分布及び排泄並びに (15)

生体内金属の移動

吉川 博・栗盛 静枝・長谷川武志* (*昭和大・医・衛生)

急性コバルト中毒ラットにおけるCoの排泄及び体内分布について検討し、同時にCo中毒時の生体内金属(Cu, Fe, Zn)の変動について検討した。

実験にはラットを用い、5匹に40mg/kgのCo(CoCl₂・6H₂O)を皮下注射し、他の5匹を対照群とした。毎日の尿尿を採取し、Co投与7日目に全ラットを殺し、採血し、心・肺・肝・脾・腎を摘出した。これらの試料を低温灰化あるいは湿式灰化法で灰化した後、原子吸光度計でCo, Cu, Fe, Znを定量した。

Coの尿中排泄：Coの主排泄は尿であり、Co投与後の24時間以内に投与量の22%が排泄された。その後のCoの尿中排泄量は漸次減少し、7日間の排泄量は投与量の約45%であった。一方尿からの排泄は比較的少なく、投与後のピークもみられずに徐々に排泄し、7日間の排泄量は投与量の約15%であった。なお、7日間の尿尿からの排泄量は投与量の60%で、Coは比較的排泄され易い金属である。

Coの体内分布：正常ラットの各臓器のCo含有量では肝>脾>腎>肺>心であるが、Co投与群では肝・腎・心に多くCoが含まれ、濃度では腎で21倍、心で13倍正常時に比して増加していた。Co投与ラットの各臓器中Co含有量は投与量に対し、肝で15.5%、腎で2.4%、心で0.23%、肺で0.14%、脾で0.08%であった。

尿中Cu, Fe, Zn排泄：Co投与により尿中Cuの排泄量が著しく増加したが、FeとZnの排泄には変化が認められなかった。

尿中Cu・Fe・Zn排泄：尿中各金属排泄量はCo投与後3日目まで一様に減少するが、それ以後は正常値に復するようである。

臓器中Cu・Fe・Zn含有量：Co投与後7日目の各臓器のCu・Fe・Znの含有量を対照群のそれと比較した。著明な変化のみとめられたのはCuの変化で、肝・脾・とくに腎において臓器1gあたりのCu含有量が正常時に比して著しく減少した。FeとZnにおいては、Feが脾で減少した以外には、対照群との間に差異は認めなかった。

以上の結果、皮下注射されたCoは比較的速かに排泄され、排泄の主経路は尿である。又、Coの体内分布では肝・腎に多く蓄積されるが、濃度で見ると腎と心に多く捕捉されている。なお、Coの急性中毒時には生体内のCuが著しく変動し、著明な腎中Cuの減少と尿中排泄の増加が認められた。

(23) 重油燃焼生成物吸入動物実験(Ⅱ) (15)

河合 清之・野崎 五石・福田 一男・松村 芳美
清水 聡子・京野 洋子・宮田 信明

重油燃焼生成物の吸入による生体傷害とその発展経過を検討するための動物実験を続行した。昭和45年度には、新に試作した吸入系を用い、その連続作動試験を行なうと共に、その間を利用して、1ヶ月の連続暴露動物実験を予備実験として行つたが、本年度はまづその成績を整理し、形態学的検索を完了した。実験条件および一般的所見に関しては前年度報告に記したが、病理組織学的(電顕および光顕検索)に認められた呼吸器病変の主要なものは、1)喉頭粘膜の扁平上皮化生(吸入群10頭全例)、2)気管分岐部附近での扁平上皮化生、3)大気管支粘膜の肥厚・上皮の円柱化・多層化・粘液細胞化、一部上皮の変性像・線毛の脱落、4)中等大ないし末梢気管支上皮の円柱化・配列不規則化・一部上皮の変性・線毛脱落・一部での肥大像ないし増殖像、気管支内腔の狭小化と滲出液の停滞、5)初期の炭粉症、傷害の強い末梢気管支およびその周辺から肺泡道周辺部での粉塵細胞の集簇、6)軽度の肺胞壁肥厚、肺胞壁毛細血管内皮細胞の細胞質の局所性肥厚と細胞質突起の増加、一部の内皮傷害像、7)肺胞壁間質の基質増加と間質線維細胞の細胞質突起の複雑化、8)B型上皮細胞の増加とラメラ体の増加などである。

それ等の病変の中で特に注目されることは、気道上皮全般にわたつて、温和ではあるがはつきりとした傷害とこれに対する再生ないし化生性増殖がゆつくりと進行しており、とくにそれ等の変化が喉頭・大気管支・末梢気管支などの特定部位で強い事実である。又肺胞壁の変化は電顕下ではじめて確認されるが、従来注意されておらず、毛細血管壁機能との関連および心負荷の増大との関連において注目される。又それ等の総合的所見は、予想しうる燃焼生成物成分が、それぞれ単独に作用した結果が単に重複して表現されたものとは解釈しにくい。

以上の予備実験の結果、中等度濃度(平均13.51mg/m³粒子状物質濃度)で変動する重油燃焼生成物に1ヶ月連続暴露したSD-JCL系ラットの呼吸器には、気道粘膜および肺胞壁に傷害像の発現を認め、現在の吸入実験系による長期吸入実験が可能であると判断された。

引続き吸入系の一部に改良を加え、吸入箱数を増し、濃度調節装置を組み込んだ新しい吸入系を編成し、I燃焼生成物吸入群(変動濃度)II濾過燃焼生成物吸入群(ミクロンフィルターにより粒子状物質を0.01mg/m³前後に除去した燃焼生成物)III一定低濃度吸入群(粒子状物質濃度0.5mg/m³)IV対照群の4群を用意して実験を開始した。現在8ヶ月を経過しなお経途中である。病変発展の経過観察のために暴露15週で一部の動物を屠殺し現在検索中である。なお、癌研究所実験病理部との共同の下に、4NQO皮下投与による肺癌発生に対する重油燃焼生成物吸入の影響を、同じ実験系を用いて観察中である。

(24) 耐熱性高分子化合物の熱分解生成物の毒性について (II) (85)

坂部 弘之・河合 清之・左右田礼典・興 貴美子・本間 克典
清水 聡子・京野 洋子・高野 継夫・小川 薫

昨年度にひきつづき、耐熱性高分子化合物の熱分解に関する研究を行なつた。今年度行なつた主な研究は、テフロン加熱生成物をフィルターにより粒子状物質とガス状物質における事によつておこる毒性の変化の問題である。

加熱装置は前年より用いていた管状炉、ステンレス燃焼管よりなり、吸入室としてデシケーターを用いたもので、吸入室の前に、メンブランフィルターの孔径 0.3 μ 及び 1.2 μ のものを重ねて用いた。マウスは前回同様 ICR-JCL マウス♀ 1 群 5 匹を用いた。

500°C で試料 0.72g を加熱した場合には、55.7mg の粒子状物質が捕集された。マウスはフィルターのない場合に比べて、致死時間の延長するものもあつたが、臨床症状は filter のない場合と殆ど同じで、10分から30分の間に全例が死亡した。生成 H F ガスは、Dräger の検知管を用い吸入室の後で測定したが、フィルターを使用しない場合に比べ 150ppm 以上となる時間がおくれ、又高濃度にとどまる時間が短縮した。

マウスの解剖所見として特徴的な事は、肺病変が肉眼的、組織学的にも軽微であつて、死亡マウスでも殆ど病変を認めないものもあつた。

450°C 加熱では、0.48g, 0.72g, 1.20g を試料として実験した。マウスの臨床症状は 500°C の時同様 Filter のない場合と殆ど同じであつた。0.72g の 1 実験例では、Filter 使用により死亡例をみないものもあつたが、0.48g, 1.2g, 1.44g の場合では 1 例をのぞき、3日以内に全例 (14匹) 死亡した。0.72g, 1.2g, 1.44g の実験で加熱後 20 分前後にみられるマウスの早期の死亡は、フィルターを使用した場合にも、使用しない場合にも略々等しく現われる。しかし、この時期をもちこたえたマウスでは Filter 使用により若干の致死時間の延長が観察された。450°C においても、500°C の場合と同様肺病変は軽減している。以上のような所見から考えて、テフロン加熱生成物の急性毒性因子は、ガス状物質であつて、恐らく中枢神経若しくは心臓を攻撃するものと考えられ、粒子状物質は致死効果を促進するものと考えられる。

尚テフロン曝露による病理学的所見については前年度にも述べたが、更に肺及び気道の電顕像を観察し、肺及び気道粘膜傷害が極めて早期且つ高度におこる事を確認した。この為一度のテフロン加熱生成物曝露により線毛上皮機能がかなりの期間停止されることが予想される。たとへ低濃度でも曝露がくりかえされれば、何かの呼吸障害の発生する可能性もあると考えられる。人における polymer fume fever とマウスにおける致死効果とは直接結びつかないかも知れないが、上記のような結果からテフロン加熱生成物曝露は、たとへ低濃度であつても危険である事を示唆している。

(25) ヒト・リゾチームに関する研究 (III) (85)

木村 正 己

生体の感染防禦の一因子として考えられている溶菌酵素リゾチームに関する研究を継続して行なつた。ヒトの母乳から、透析、遠沈、カルボキシメチルセルロースによるイオン交換クロマトグラフ、セファデックス G-50 およびバイオゲル P-2 によるゲル濾過法などにより、ヒト・リゾチームを大量に (10~20mg/1 ℓ) 分離精製した。化学構造を分子レベルで検討するため、ヒト・リゾチーム分子のアミノ酸結合順序を解明した。得られた分析結果から予想される一次構造は下記の通りである。

図 ヒト・リゾチームの一次構造

- (1) NH₂-Lys-Val-Phe-Glu-Arg-Cys-Glu-Leu-Ala-Arg-
- (20) -Thr-Leu-Lys-Arg-Leu-Gly-Met-Asp-Gly-Tyr-
- (30) -Arg-Gly-Ile-Ser-Leu-Ala-Asn-Trp-Met-Cys-
- (40) -Leu-Ala-Lys-Trp-Glu-Ser-Gly-Tyr-Asn-Thr-
- (50) -Arg-Ala-Thr-Asn-Tyr-Asn-Ala-Gly-Asp-Arg-
- (60) -Ser-Thr-Asp-Tyr-Gly-Ile-Phe-Gln-Ile-Asn-
- (70) -Ser-Arg-Tyr-Trp-Cys-Asx-Asx-Gly-Lys-Thr-
- (80) -Pro-Gly-Ala(Val, Asp)-Ala-Cys-His-Leu-Ser-
- (90) -Cys-Ser-Ala-Leu-Leu-Glu-Asp-Asp-Ile-Ala-
- (100) -(Ala, Asp)Val-Ala-Cys-Ala-Lys-Arg-Val-Arg-
- (110) -ASp-Pro-Gln-Gly-Ile-Arg-Ala-Trp-Val-Ala-
- (120) -Trp-Arg-Asn-Arg-Cys-Gln-Asn-Arg-Asp-Val-
- (129) -Arg-Gln-Tyr-Val-Gln-Gly-Cys-Gly-Val-COOH

既知のニワトリ卵白リゾチームの一次構造と比べると、アミノ酸結合順序にかなりの類似性が見出される。しかも、ヒト・リゾチームの方がニワトリ卵白リゾチームより数倍生物活性が高いのは活性中心近傍のアミノ酸結合順序の相異が反映するのであろう。

大気汚染物オゾンにより水溶液中にてリゾチームはその生物活性を失う。ニワトリ卵白リゾチームの場合と比較して、ヒト・リゾチームでは第 64 番目の Trp がオゾンで酸化されるので失活が起るようである。

(26) ラットの発育に及ぼす時間制限食の影響

福田 一男・河合 清之・宮田 信明・戸谷 忠雄

村井 哲夫* (*関東労災病院臨床検査室)

飼料投与は通常 ad lib で行なわれるが、特殊の場合にはこれに種々の制限条件が附される場合がある。この問題は直接的には ①吸入実験において1日のうちの一定時間(例えば6~8労働時間)の暴露中飼料を与えるか否か、もし与えないとすればそれが長期に亘るときその影響はどの様なものか、②長期連続吸入実験に際し1日の暴露時間をできる限り延長しようとする際与える飼料の適当量はどの程度か、という問題と関連しているが、同時に、③吸入実験で飼料を暴露環気中で与えるか、或いは一定時間暴露後清浄環境下で与えるか、④中毒実験で制限食が発病促進の機転となるか、⑤飽食が生体にとって果して適当なのか 等の問題を含んでいる。まずはじめに給飼時間の制限がラットの発育に及ぼす影響を検討した。

実験動物は SD-JCL ラット ♂ ♀ 各 25 匹を 5 群に分け給飼時間によつて A 群 1 日 1 回午前 2 時間 (A. M. 10. 00—12. 00), B 群 1 日 1 回午後 2 時間 (P. M. 3. 00—5. 00), C 群 1 日 2 回午前午後各 2 時間 (A. M. 10. 00—12. 00, P. M. 3. 00—5. 00) D 群 昼間 6 時間絶食 (P. M. 4. 00—A. M. 10. 00), E 群 (自由摂取) とした。A~C 群は長期連続暴露を、D 群は 1 日一定時間の暴露を考えている。日本クレア製飼料 CE-2, 水道水を高圧滅菌して与え、水は自由摂取させた。7—33 週令計 26 週間飼料摂取量、体重を観察し、33 週令で剖検、臓器重量測定、血液学的検索を行なった。

A B C 群では開始 7 日目迄体重は連続的に減少し、飼料摂取量も少いがその後体重は緩慢に増加する。D E 群では体重、飼料摂取量、飼料効率に殆んど差がない。33 週令増体重は各々の初体重に対し ♂ では、A 65%, B 54%, C 75%, D 133%, E 140% : ♀ では、A 28%, B 43%, C 46%, D 87%, E 84% であつた。実験期間中の成長は所謂 MITCHERLICH の理論曲線 $y = \alpha - \beta e^{-kx}$ によく適合する。

飼料摂取量は日によつて多少変動するが、体重増加率が緩慢になる実験後半期では増体重の僅かな変動でも週別飼料効率は大きく変るため、長期実験での週別飼料効率は良い指標とはならずむしろ週累計飼料効率の方が良いと考えられる。E 群の飼料摂取量を 100 とすると ♂ では、A 67%, B 66%, C 76%, D 93%, ♀ では、A 67%, B 79%, C 88%, D 102% と給飼時間の延長に伴い増大する。これらの事から 1 日 6 時間絶食しても従来の実験上の対照群(飽食群)と差はないが、1 日 20 時間以上の絶食では有意の差が認められる。

臓器実重量を比較すると ♂ で肝、脾、心、腹腔内脂肪、体長は A B C 群が D E 群に比して少く、睪丸、脳、尾長はいずれの群でも殆んど同値を示し、♀ では、肝、腹腔内脂肪は A B C 群が D E 群より少いが、脳、尾長は変わらず、摂食量の影響を受ける器官と受けない器官がある事

が判る。血液所見では ♀ A 群の Triglyceride がやや高値を示した他は、赤血球、Ht, Hb, 血清蛋白、血清 Na 及び K, 総コレステロール等には著るしい差が認められなかつた。

組織学的検索は現在進行中である。

以上の結果より、1 日 6 時間の暴露では汚染を避けるために暴露中は絶食するのがよい。長期暴露実験で 1 日の暴露時間を延長するために給飼時間を著るしく制限する事は動物の発育にかなりの影響を与える事が判り、給飼方法は更に検討を要する事が認められた。

(27) 吸入実験箱・動物飼育ケージ内微小環境

福田 一男・河合 清之・宮田 信明・戸谷 忠雄

動物実験においては実験結果の評価及び再現性に関して、動物をとりまく近隣環境の統御が重要であり、長期慢性実験では更にこの重要性が倍加する。動物の飼育環境に関する検討は、従来は動物飼育室の全般的環境について平均的に考慮されているのみで、それが実際に動物が居住する環境の構造、通気特性などとの様に関連しているかは知られていない。吾々は慢性吸入実験を進める必要上、吸入箱内環境を検討すると共に、通常の飼育室内に置かれたケージ内の微小環境との比較を試みた。

体重約 400gr 前後のラット 5 匹を標準ケージに収容し、水飼料は自由摂取させ、温湿度、CO₂, NH₃, 粉塵、細菌等を調べた。

ケージ及び吸入箱を設置した吸入室は 23±0.5°C, 53.5±3.5% RH, CO₂ 0.035%, NH₃ 0ppm, 粉塵濃度 7.6µgr/m³, 細菌 125~210ヶ/m³ であつた。検討の対象とした 3 種の標準ケージの中では上方開放型のポリカーボネートケージは温湿度の上昇が実験室に比して、平均 1.3°C, 11.3% RH で、総網ケージは 0.6°C, 2.1% RH の上昇に止どまり、腰板付金網ケージはこの中間に位する。一方温湿度の日内変動は金網ケージよりポリカーボネートケージの方が大で、これはポリカーボネートケージの方が室の環境を受けにくく、動物からの影響を受け易い事を示している。ポリカーボネートケージでは CO₂ は 0.1% を保つが、NH₃ は経目的に増加し、4 日後 20ppm となるが、床敷材料の質や量・動物数によつてその発生は左右される。金網ケージでは CO₂ 0.05%, NH₃ 48 時間後で 0 であつた。粉塵量は殆んど室内粉塵量と同程度で時間的変動及びケージの種類差はない。

吸入箱は気積 200 l の横型吸入箱及び気積 960 l の縦型吸入箱に各々 10 匹及び 20 匹のラットを収容した。後者の場合最下端に滞留させた排泄物と動物の居住面との間隔が約 1 m あるため排泄物による環境の乱れは比較的少いと期待された。標準換気回数 7 回/時の横型吸入箱では導入空気である吸入室空気比して、3.4°C, 9% RH の上昇、CO₂ 0.15%, NH₃ は 48 時間後 20ppm に達する。湿度の変動パターンには夜間高く昼間低い日内リズムが認められ、動

物の活動と関係ある様に考えられる。縦型吸入箱では換気回数3.2回/時では2.8°C、6.6% RHの上昇でCO₂ 0.05%, NH₃は168時間後でも0 ppmであつた。吸入箱の温湿度上昇の抑制には換気回数を増す必要があるが、横型吸入箱内では換気回数21回/時にまで上げて、3.2°C 4.2% RHの上昇を示し、著るしい効果はみられない。一方縦型吸入箱では10回/時換気で2.6°C、1.5% RHの上昇に止どまる。

導入空気が高湿度の場合或いは外気条件の影響を直接受ける場合には、更に考慮を必要とする。

以上の結果、①動物をとりまく微小環境は動物が居住するケージ又は吸入箱の構造並びにそれらに導入される空気条件、換気方式、収容動物数、飼育管理方式及びケージ・吸入箱の設置された室の環境条件により影響されることが判るが、②長期飼育にしばしば用いられるポリカーボネート型ケージは標準状態に空調された飼育室内環境に比してかなりの温湿度上昇があり、且つ動物活動の影響を受け易く、中型吸入箱内環境はいずれかといえばポリカーボネート型ケージに近い。③一方金網ケージは通気性がよく、空調された飼育条件を忠実に反映する傾向があり、吸入箱内では気流分布の均一性保持のため通常総網ケージが使用されることはよくその目的に適合している。④同時に吸入箱内環境の統御には、吸入箱の仕様及び換気特性が重要な要素となつてることが判る。

(28) 薄層蛍光デンストメトリーによる発がん性炭化水素の分析

松下秀鶴・江角凱夫* (*東京理大・理)

若干の工業材料ならびに各種労働環境空気中の発がん性炭化水素の分析の多くは、捕集→捕集物中の有機物の抽出→薄層クロマトグラフィーをふくむ各種クロマトグラフィーによる分離→各分離物の定量の操作によりなされている。薄層クロマトグラフィーは分離手段としてカラムまたはペーパークロマトグラフィーよりいくつかのすぐれた点があり、今日広く使用されているが、分離した各スポットをかきとり、溶液抽出しなければならぬ煩雑さをもっている。しかもかきとりを注意深くしなければ大きな測定誤差をまねくおそれがある。この煩雑さと誤差要因を除去することにつとめ、薄層蛍光分光法をふくむ分析法を作成した。薄層蛍光分光法とは薄層プレートを直接、蛍光分光光度計にかけ、薄層上の各スポットの蛍光、励起両スペクトルをとり、これを用いて定性、定量する方法である。以下、環境空気中の浮遊粉じんをふくまれる発がん性炭化水素分析を例にとり、本方法の大要をしるすことにする。

まず、ハイボリュームサンプラーを用いてガラスファイバーフィルター上に浮遊粉じんを捕集する。捕集粉じんを秤量後、フィルターを真空昇華抽出装置に入れ、10⁻²mmHg、300°Cで約40分間抽出処理し、昇華析出物を少量のベンゼンにとかし、二層一次元薄層クロマトグラ

フィーにかける。ここで二層一次元薄層クロマトグラフィーとしては試料塗布層をアルミナG、試料分離層をアセチル化セルロース、展開剤をメタノール-エーテル-水(4:4:1)とする方法を用いた。これはベンツ(a)ピレンを分離するのに特に有効である。展開後、薄層プレートを蛍光分光光度計にかけ、各スポットに対する蛍光スペクトルと励起スペクトルを測定し、これを用いて各スポットの同定をおこなう。定量は各スポットの特性蛍光波長に対する蛍光面積強度測定よりおこなつた。

←上記方法によりベンツ(a)ピレン、ベンツ(a)アントラセン、ベンツ(b)フルオランセンの発がん性炭化水素やベンツ(k)フルオランセン、ピレン、ペリレンを容易に同定出来た。また定量精度も良好であつた。

本方法の特長としては、分析の簡易性のほか、Base Lineの変動が小さく、かつ測定感度が高いことなどがあげられる。

(29) 大気汚染物中のベンツ(a)ピレンの迅速分析法

(31) 化学肥 松下秀鶴・江角凱夫* (*東京理大・理)

大気汚染物中にふくまれる十数種の発がん性炭化水素のうち、ベンツ(a)ピレン(以下B(a)Pと略記)は最強の発がん活性を示すものの一つであり、かつその含量も比較的多い。このためB(a)Pはもつともよく分析されており、この含量を大気汚染物中の発がん性物質の一つの指標とみなすむきもある。しかしながら現在までに報告された分析法は技法の複雑さなどのため数多くの汚染観測点から採取された汚染物中のB(a)P含量を迅速にもとめ得ぬうらみがある。したがってB(a)P等の発がん性物質による汚染状況を迅速、的確に把握するためには簡易迅速分析法の開発がのぞまれる。以下にのべる方法はこの目的のために作成されたB(a)P簡易迅速分析法である。

本方法は、大気浮遊粉じんの捕集→真空昇華抽出→けい光分光定量という簡単な分析手続からなり、一日に約10試料を処理しうる迅速性をもっている。分析方法の大要は次の通りである。

捕集：ハイボリューム・サンプラーを用いてガラスファイバーフィルター上に大気浮遊粉じんを捕集する。

抽出：真空昇華抽出装置の試料フラスコに捕集粉じんをフィルターごとに入れ、0.01mm Hgに真空排気し、300°Cに予熱された電熱炉に挿入し40分間放置する。多環芳香族炭化水素と高級脂肪族炭化水素が比較的選択的に昇華抽出され、昇華管(内径2~3mm)の冷却部に析出する。これをシクロヘキサンでとかし検液とする。

定量：検液を蛍光測定用除酸素セルに入れ、窒素ガスをおだやかに通じてシクロヘキサン

中の溶存酸素を除去したのちコックをしめ、蛍光分光光度計（日立MPF 2型を使用）の試料室に入れる。励起光波長を 363m μ に設定し、403.5m μ ピーク近傍の蛍光スペクトルを自記記録させる。定量は Narrow Base Line 法を用いておこなう。すなわち、スペクトル上の 400.0 m μ と 407.0m μ の点を結ぶ線を基線とし、これから 403.5m μ ピークまでの高さをもとめる。同様の操作により得た検量線に上記検液の高さをあてはめて検液の濃度をもとめる。

本方法の信頼度をチェックするため、川崎市、市原市の大気浮遊粉じん 27 試料を用いて、真空昇華抽出→二層一次元薄層クロマトグラフィー→B(a)P 部分の剥離と溶剤抽出→けい光分光定量の手续からなる従来の分析法と本方法とを比較した結果、両方法は 0.03 μ g/1000m³, air から 70 μ g/1000m³, air の広範囲にわたってかなりよい一致を示すことがわかった。

本方法が簡易な分析操作にもかかわらず B(a)P を特異的に分析しうるのは、真空昇華抽出、溶存酸素の除去、Narrow Base Lime 法の採用、および B(a)P 分析のための最適励起波長の設定の四条件により B(a)P を特異的にうかびあがらせ、その他の物質の影響を極力排除していることによる。

(30) Quasi—Linear Spectrofluorometry による多種混合物中の発がん性炭化水素の分析

松下秀鶴

Quasi—Linear Spectrofluorometry とは液体窒素温度（-196°C）またはそれ以下の温度における蛍光分光法の別名である。この方法を用いて多環芳香族炭化水素（発がん性炭化水素をふくむ）を分析すると、通常の室温でおこなう蛍光分光法よりいくつかの利点が存在することを見出した。

利点の主なものは次の通りである。

- a) 蛍光、励起両スペクトルともシャープなピークを数多くあたえるため同定が容易、かつ確実となる。
- b) 準線状スペクトルをあたえるため、室温測定ではスペクトル的に分離不能であつた物質を相互に識別しうる。
- c) 蛍光強度がいちぢるしく増大する。ピーク強度を室温でのそれと比較すると、ベンツ（a）ピレンで 14.0 倍、クリセンで 22.2 倍増大する。

一方、欠点としては

- a) 取扱いが室温でのそれよりやや面倒である。
- b) 液体窒素温度で透明な溶媒の数にかぎりがある。つまり使用しうる溶媒の種類が少な

い。あげられる。

このような Quasi—Linear Spectrofluorometry の特長を多種混合物中の発がん性炭化水素の分析に利用した結果、通常の蛍光分光法ではクロマトグラフィーで各成分にわけてからでなければ測定出来ないような混合物でも、クロマトグラフィーにかけることなしに分析出来る場合があることをみとめた。

たとえば、コールタール取扱工場の空气中浮遊粉じんを捕集し、真空昇華法で粉じん中の多環芳香族炭化水素等を抽出したものを直接この方法で分析した結果、ベンツ(a)ピレン、ベンツ(a)アントラセン、ペリレン、ベンツ(k)フルオランセン、ピレン等を容易に同定しうることをみとめた。この抽出物中には 70 種以上の多環芳香族炭化水素等がふくまれていることが二層二次元薄層クロマトグラフィーより明らかになつたが、このように多種の類似化合物を、直接、分析にかけられるのは本方法の大きな特長の一つといえる。

なお、定量精度も良好な結果をあたえた。

(31) 化学肥料中にふくまれる発がん性炭化水素の分析

松下秀鶴

発がん性物質の環境分布をもとめることはがんの発生原因究明の一環として重要である。著者らはこれまで大気汚染物、コールタール類、若干の石油類およびアスベストなどにふくまれる発がん性炭化水素の分析をおこなってきたが、今回、あらたに化学肥料中にも発がん性炭化水素が存在することを見出した。

分析に供した試料は尿素 7 種、リン酸アンモニウム（リン安）1 種、硫安 1 種、化成肥料（高度化成）1 種、過リン酸 1 種および加里肥料 1 種である。分析方法の概要は次の通りである。

溶剤抽出：各試料に 3 倍量の水を加え、可溶性部分と不溶性部分とにわけると。可溶性部分の多環芳香族炭化水素等はシクロヘキサンで抽出されたのち、減圧濃縮され次の液相分配にかけられる。不溶性部分はメタノールで蛍光が出なくなるまで洗滌される。洗滌液を乾固寸前まで減圧濃縮後、シクロヘキサンにとかし液相分配にかけられる。

液相分配：(a) シクロヘキサン—DMSO、(b) [DMSO+HCl 水溶液 (1:1)]—シクロヘキサンの 2 段階の液相分配により脂肪族炭化水素、塩基性化合物、水溶性化合物を除去する。シクロヘキサン溶液を乾固寸前まで減圧濃縮し、少量のエーテルにとかし小試験管にうつす。

薄層クロマトグラフィーおよび蛍光分析：定性分析には二層二次元薄層クロマトグラフィー

ーを用いた。ベンツ(a)ピレンの定量には二層一次元薄層クロマトグラフィーで単離したベンツ(a)ピレン・フラクションを用いた。なお定量は Narrow Base Line を用いる蛍光分光法によった。加里、過リン酸、高度化成、リン安および硫酸のそれぞれに、ベンツ(a)アントラセン、クリセン、ベンツ(e)ピレン、ベンツ(j)フルオランセン、ベンツ(b)フルオランセン、ベンツ(a)ピレン、ベンツ(ghi)ペリレン、インデノ(1, 2, 3-cd)ピレンの発がん性またはその疑いのある炭化水素の存在をみとめたほか、6種の非発がん性炭化水素の存在をみとめた。また尿素にはベンツ(a)アントラセン、ベンツ(b)フルオランセン、ベンツ(a)ピレン、ベンツ(ghi)ペリレンおよびインデノ(1, 2, 3-cd)ピレンの存在をみとめた。ベンツ(a)ピレン含量は、加里肥料以外は1ppb程度またはそれ以下であったが、加里肥料だけは138.6ppbと大きな値を示した。

環境中には種々の発がん性物質が存在し、発がんに対してこれらが加算的に作用することを考えるとき、化学肥料、特に加里肥料の取扱いには注意がのぞまれる。

(32) 発がん性トリプトファン代謝物の薄層クロマトグラフィー (18)

(30) Quasi-Linear Spectrofluorometry による多種混合物中の 松 下 秀 鶴・嵐 谷 奎 一* (*東京理大・理) 発がん性炭化水素の分析

トリプトファン代謝物の中にはがん原性を有するものがあり、これらは特に膀胱がん発生との関連において注目されている。そこで尿中トリプトファン代謝物の微量迅速分析法作成の一環として、前年度にひきつづき薄層クロマトグラフィーによる分離法の改良に注力した。その結果、二段展開法を用いる二層一次元薄層クロマトグラフィーを作成した。この方法の概要は次の通りである。

塩酸処理により脱活性したキーゼルグール層(4×20cm)とシリカゲルH層(16×20cm)とを有する薄層プレート(20×20cm)を作成する。110°C、1時間加熱活性化後、プレートをとり出し室温に放置、冷却後、試料をキーゼルグール層上に塗布する。塗布はかなり無造作にやつてよい。塗布後、キーゼルグール層を下にして、クロロホルム-メタノール-酢酸(75:20:5)の入っている展開槽に入れシリカゲル層上、10cm展開する。展開終了後、プレートをとり出し、風乾後、酢酸メチル-イソプロパノール-28%アンモニア(45:35:20)を入れた展開槽に入れ、ふたたび10cm展開する。検出は紫外線照射下の蛍光によつておこなう。

本方法の特長は次の通りである。(a)二層一次元型薄層クロマトグラフィーを採用しているため、試料塗布が容易であり、かつ分離能もよい。(b)分離特性を異にする2種の展開剤を用いているため分離能が増大している。(c)検出感度も比較的大きい。これはスポットのまとまりがよいことによる。

(33) 多用途粒子状物質吸入装置の試作(IV)

——自動粒子状物質採取装置——

野 崎 亘 右・河 合 清 之

エアロゾルの長期吸入実験を前提として開発中の多用途エアロゾル吸入装置は、昨年は連続的の或いは間歇的に発生されるエアロゾルを一定濃度に調節して供給する方法を検討し、一部装置の試作を終了した。本年度は発生濃度が著しい変動を示すような場合、例えば重油燃焼生成物等を長期に亘つて持続的に確保し、且これを一定濃度に調節して供給する方法について研究を進めた。

重油燃焼生成物の供給源としては年間を通じて稼動している冷暖房用ボイラーを利用することにし、生成物の採取に必要な幾つかの装置及び圧力槽等を試作して吸入系の中に新たに組込んだ。

燃焼生成物は、煙道を通じて排出される途中から採取されるが、それがやや離れた場所にある吸入箱内に導くためには、煙道と吸入箱の間に(1)煙道から煙を吸引し、再び外へ排出するバイパス系を設け、(2)そのバイパスは実験室前室を通る場所に設置された圧力槽に接続し、(3)この圧力槽から改めて煙を採取する必要があつた。(4)煙を圧力槽から直接吸入箱に導く際は、吸入箱を減圧することによつて可能であるが、(5)吸入箱に供給されるエアロゾル濃度を一定に保つためには貯蔵槽、濃度調節槽の系を用いる必要がある。そのためには常時負圧をもつた圧力槽から、大気圧の貯蔵槽、調節槽の系に向つてエアロゾルを「汲み出す」必要がある。以上の燃焼生成物供給系のうち(1)~(4)は昨年度から継続して作動しているが本年度は(5)の一定濃度の供給系をも加えることにした。その際の技術的な問題点は圧力槽内のエアロゾル濃度が常に変動するので貯蔵槽への「汲み出し」が出来る限り有効に行なわれなければならないため、圧力槽と貯蔵槽内の濃度を常に測定してその値を比較し、圧力槽内濃度が貯蔵槽内濃度より高い時のみ汲み出し機構が作動することが望ましい。以上の観点からこの汲み出し装置は2系統のエアロゾル濃度計及びこの2つの信号の差分回路及びバランス設定回路、電磁弁等より成立っている。

この装置を作動させて貯蔵された重油燃焼生成物は昨年度に報告した帰還型エアロゾル濃度調節装置にかけられ一定濃度に調節して実験動物に供給される。各部位に於ける濃度は打点式記録計によつて記録されるとともにメーターによつても集中的に監視可能にしている。本装置の濃度弁別作動能力あるいは吸入のための他の関連装置とを含めた全系の安定性を確かめるため、日中のみ1週間、昼夜連続1週間及び昼夜連続1ヶ月の予備実験を終了し、2、

3の改良を行なったのち別紙に記したごとく $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ の汚染吸入群を含む4群の長期的連続実験が9ヶ月目に入った。

(34) 多用途粒子状物質吸入装置の試作(V)

——大型吸入箱の試作とその特性の検討——

野崎 亘右・福田 一男・河合 清之・宮田 信明

種々の吸入動物実験を行なう際、吸入箱の仕様と性能は、実験の目的と吸入対象物によつて大巾に変わる。吸入実験の最近の傾向は、大動物の使用あるいは吸入期間も長期化しつつあり、吸入箱も次第に大型化してきているが、その性能とくに動物飼育環境条件の面からの検討は必ずしも充分とはいえない。

現在われわれが中期ないし長期の吸入実験に使用中の中型吸入箱(昭和44年度試作)は、占有空間が小さく廉価な点で有利であるが、ラット、モルモットなど中型動物を用いる場合収容頭数が限られ、また飼育環境条件を一定水準に維持するための管理に多くの労力を要する難点があり、長期の吸入実験を円滑に遂行するためにはそれらの問題点を解決する必要がある。

新しく試作した大型吸入箱は角錐型の頂部と底部をもつた型で巾100cm、奥100cm、高230cm、総気積約 1m^3 、透明塩ビ接着加工(底部はステンレス)、内部気流分布の均一化に留意し、系統的な試料採取のため18ヶ所の採取孔をもつ。動物の排泄物は底部ポリ袋の中へ直接落し込み、動物からの距離を離して飼育環境の改善を企つた。吸引空気は底部に設けられたスリット状逆層空間を通して引かれるため落下排泄物を引込まない。左右両側にサービス用グローブを取付け、吸入箱開放の機会を少くした。

内部工学的特性の検討はエアロゾル応答時間および濃度分布について行なつた。試料には濃度管理された(変動範囲1.2~2.6%)蚊取線香の煙を用い、これを矩形波濃度で投入し、5回換気(77 ℓ /min)で20~26分、10回換気(154 ℓ /min)で13~15分の応答時間を得た。濃度分布は居住空間を中心とし、上下5平面34ヶ所で測定し、5回換気の場合で平均濃度差3.7%、10回換気では3.3%であつた。

生物学的環境条件の検討は、温湿度、 CO_2 、 NH_3 の時間的推移により検討した。特に湿度上昇の抑制に留意し、2、3、4、5回換気について検討した。2回換気(1ヶ月連続飼育)下で $55\% \pm 5\%$ の導入空気に対し20%以内の上昇を示し、4~5回換気では湿度上昇は10%以内に止め得ることがわかつた。温度上昇は各換気回数で $2.0\sim 2.5^\circ\text{C}$ であつた。吸入箱内 NH_3 濃度は居住空間で168時間まで検知管感度以下であり CO_2 濃度は0.05%であり動物からの排出、排泄物等による環境汚染を最少に止めている。これは動物管理すなわち床替、清掃の

一部を著しく省力化出来たことを意味する。

吸入箱の大型化に伴い気積は増加したが、気流特性の改善により換気回数の減少が可能となり、収容頭数当りの吸入試料は中型吸入箱の場合とほとんど変わらない。又かなり低流量でも動物排出物による汚染を最小限にとどめ得るといふ目標を達した。

以上の性能は長期吸入実験用吸入箱として充分満足し得るものと思われる。

(35) りん酸法における偏光・位相差検鏡

浜田 晃

りん酸法による遊離けい酸定量上の1つの難点は熱りん酸処理後の残渣が比較的多量であつた場合の取扱い方である。文献的には岩石顕微鏡の利用が適当だとされているがその方法は簡単でない。そこで位相差顕微鏡を使いモノクロマート光路に回転偏光板を組入れ残渣中の石英粒子を簡単に計数して弗酸処理後の減量を考察するための一助にしたい考えである。使用した遅相型位相差顕微鏡で認めることができる像コントラスト量 γ をSINDELの式から計算すると $\gamma = \pm 0.2$ である。今屈折率1.548(石英光軸となす角 θ が約 35° 方向の異常光値)なる浸液中に厚味 3μ の石英粒子を入れ光軸方向と水平軸方向から検鏡すると $\gamma = -0.46$ 及び $+0.38$ に見える筈である。この時偏光板を廻らすと点滅像になるであろう。この関係を $10\sim 30\mu$ サイズの7試料(竹駒水晶、ブラジル水晶、マダガスカル水晶、石川山桃色石英、マダガスカル石英、西豪州けい石、慶北けい石)について調べると実際に点滅が起つた。計数結果によれば各試料共5~22%の暗粒が残つたがこれ等は θ に支配される筈であり、浸液の屈折率を1.542に引下げ的操作を加えることにより殆んど全部の暗粒に点滅が起り後明転して石英特有の屈折率領域を持つものであることを認め得た。ゆえに以上のような処理によつてりん酸法による遊離けい酸定量の精度を上げることができると考える。なお斜長石石綿等の一部がこの屈折率領域を侵すが、これ等は熱りん酸中で溶け去る傾向を持つので問題は少いと思われる。

(36) 単分散テルルフェームの発生

本間 克典

近年、テルル(Te)が電子工業における電子冷凍素子をはじめ熱電対、光電素子に、また金属冶金工業では特殊鋼、鉄鋳物、銅・鉛との合金などに使用されるようになった。

これらの関係でテルルの使用に際して発生する蒸気またはフェームによりテルル中毒が発生する可能性がうかがえるにもかかわらず、テルルフェームについてはほとんど知見がない。

そこで、テルルを加熱した場合に生成するフェームについて実験的にしらべるとともに、単分散状態でエアロゾルを作るための条件を検討することにした。

テルルフェームの生成についてはまず金属テルルを用い、従来、鉛、亜鉛、カドミウム等のフェーム発生に用いている高周波式フェーム発生装置を使用した。

実験は高純度(99.999%)金属テルルを一定量秤量し発生装置内の黒鉛ルツボに挿入したのち、キャリアーガス用の窒素を一定流量で流し、この状態で高周波発振器の電源を入れ、黒鉛ルツボを加熱した。高周波の出力を除々に上げ溶触された金属テルルの表面温度が 600°C を越すとテルルのフェームの発生する様子が明らかに認められた。この時の金属テルルの蒸気圧は 5 mmHg であり、フェームの発生量は単位溶触表面積当り $0.2\sim 0.5\text{ mg/min/cm}^2$ であつた。この発生量はキャリアーガス流量により異なり、流量が増えるとフェームの発生量は多くなる傾向がある。しかし発生濃度をキャリアーガス流量を基準としてみるとほぼ一定の値をとることがわかつた。

ところで、このようにして生成された金属テルルフェームの粒度分布をしらべてみると、極めて粒径が不揃いで、 σ_g の値は $1.8\sim 2.0$ にも及んでいた。この原因は金属テルルの蒸気の過飽和度が高く、冷却しても容易に粒子化せず、だだらと粒子化が行われるためと考えられた。しかし金属テルルの蒸気は、その一部が黒鉛ルツボの内壁に凝縮しだすと、その固化した金属テルルの上に速やかに凝縮をおこし針状結晶を生長させる性質があることが認められた。それで、粒子化のために核の挿入が効果的であろうと考え、金線をアーク放電させて生成させた核をキャリアーガスに混合し蒸気中へ送り込んだ。その結果 σ_g の値は 1.18 と極めて小さな値となり、充分単分散エアロゾルといえる状態のものを発生させることができた。

(37) デジタル粉じん計による溶接フェームの重量濃度の測定

本間 克典・杉本 光正・興 重治

デジタル粉じん計を用いると気中に浮遊している粒子状物質の濃度を迅速にしかも精度高く測定できるので、労働環境や大気汚染の測定に広く使用されている。

ところで、デジタル粉じん計は光散乱をエアロゾル濃度の測定原理としていることから直接には相対濃度が求められ、また光の散乱強度が粒子径、形状、屈折率などの関数として表わされるので単純に重量濃度に換算することが困難であると考えられている。

しかし、現実には、労働環境中の粒子状有害物の濃度の規制が重量濃度基準で行なわれている以上、デジタル粉じん計の示す相対濃度が粒子径や屈折率などの影響で重量濃度と一次の関係をきちんと持たなくても、従来重量濃度の測定に用いられているフィルター法をはじめとする種々の測定法より感度あるいは精度などの点で優れた領域があれば、デジタル粉じん計を重量

濃度の測定器として使用することは実用上可能であろうと考えた。

そこで、とりあえず電弧溶接作業で発生するフェームについてフィルター法による重量濃度を基準にしてデジタル粉じん計の相対濃度をしらべてみることにした。

実験に用いたデジタル粉じん計はP-II型およびP-III型であり、それぞれ粉じん計は標準エアロゾルに採用した単分散ステアリン酸エアロゾルの 0.3μ 粒子で $10\mu\text{g/m}^3$ が 1 cpm となるように調整し規格化した。

溶接フェームの発生は 27 m^3 の粉じん室内でおこない、溶接棒はイルミナイト系と低水素系の2種、被溶接材は普通軟鋼板および亜鉛メッキ板、ペンキ塗布板の3種をそれぞれ組合せ6種類の溶接フェームについて測定した。

この6種類の溶接フェームはそれぞれ独得の形態および粒度分布をもち、これら相互間にはかなり大きな差異が認められた。それにもかかわらず、それぞれの溶接フェームについて求めたフィルター法による重量濃度とデジタル粉じん計による相対濃度とを図示すると、6種類の溶接フェームはすべて $\pm 10\%$ 内外の精度で1本の直線上に乗せることができ、溶接フェームに関して、形態、粒子分布の影響なく、デジタル粉じん計で重量濃度が測定できることが実験から証明された。

なお、溶接フェームの場合、デジタル粉じん計の指示する 1 cpm は $30\mu\text{g/m}^3$ に対応することが判明した。

以上の実験結果から、デジタル粉じん計は重量濃度測定器として使用できる見通しがたつた。しかも他の測定器がそなえていない迅速性を利用すれば、労働環境内の重量濃度分布を短時間内で効果的に測定できる。

(38) 沝過機構を利用したエアロゾルの粒径測定法

本間 克典・平野 耕一郎* (*東京理大・理)

労働衛生工学でエアロゾルを取扱う場合でも、人間の有害粒子状物質の吸入の場合でも対象となる粒子径は $\sqrt{\rho \cdot d^3}$ で表わされる。いわゆる動力学的平均粒径(Aerodynamic Mean Diameter)と称されるものである。ところで、従来、この粒径は主としてカスケードインパクターにて測定されていたが、カスケードインパクターでの測定には多くの問題があり、あまり有効とは云えないように思われる。そこで、エアロゾルの沝過捕集における慣性捕集率がまったく $\sqrt{\rho \cdot d^3}$ に依存するので、逆に慣性領域で沝過捕集率が精度高く測定できれば、極めて有効な粒径測定法となり得ると考え、まずは単分散標準エアロゾルを用い、どの程度の精度で粒径を求めることができるのか実験的に調べてみた。

この実験を行なう上で、まず用意しなければならないものは、比重の異なる数種の標準エアロゾルと、 0.3μ 程度より 1.5μ 程度までの範囲の標準エアロゾルに対し、粒度別捕集率で有意の差を示すような濾材とである。

前者については、鉛 ($\rho: 11.3$)、テルル ($\rho: 6.0$) およびステアリン酸 ($\rho: 0.85$) の3種からそれぞれ σ_g が1.2~1.3程度の粒径の揃った標準エアロゾルを発生させることができた。

後者については、ガラス繊維濾紙、セルローズ濾紙の数種類についてエアロゾル捕集率の面から十分に検討した結果、東洋濾紙製の No. 65 (繊維径約 15μ 、厚さ 0.5mm 、充填率30%) を決定した。

実験は発生させた標準エアロゾルを清浄空気発生器内へ送り、濃度を調整したのち、濾過風速 40.0cm/sec にて No. 65 の捕集率を測定する方法によった。捕集率測定のための濾過前および濾過後のエアロゾル濃度は柴田化学機械製のデジタル粉じん計 S-633 型で求めた。

このようにして鉛、テルル、ステアリン酸の3種類の標準エアロゾルについて粒度別捕集率を測定した結果を整理すると、それぞれ比重が大きく異つていても $\sqrt{\rho \cdot d^2}$ と捕集率との関係を1本の曲線にまとめることができた。従つて、単分散エアロゾルについてはこの方式により10%の誤差範囲内で動力学的平均粒径を求めることが可能である。

この方法での今後の問題は、労働環境や大気中に存在する不整形や凝集した多分散エアロゾルの粒径測定に適用できるかどうかということであるので、まず次に均一系多分散エアロゾルに対する問題について検討し、引き続き不均一系の問題に取り組む予定である。

(39) 大気汚染成分としての硫酸ミストの化学分析法の検討

松村 芳美

科学技術庁の大気汚染防止に関する研究の一環として、光化学スモッグの一成分である硫酸ミストの測定技術の開発研究の基礎として硫酸ミストの化学分析法を検討した。

硫酸ミストは大気汚染成分として注目されてからの日が浅く、そのために世界各国でその測定法が制定されていない現状である。アメリカ合衆国に於ては Air Surveillance Network で大気汚染粒子の中の硫酸イオン測定を行なつているが、ASTM には未だ硫酸ミスト測定法は含まれていない。日本では、JIS K 0103、燃焼排ガス中の全イオウ酸化物分析法の中に硫酸ミストの測定法が示されている。世界保健機構 (WHO) も硫酸ミストの測定方法の確立を進めるために、その化学分析方法のいくつかを勧告している。本研究では、大気中から硫酸ミストを濾紙上に捕集する過程から、その化学分析までの測定方法を種々の方法について比較、検討して、その実用性について確認した。

本実験で検討した主な内容は

- (1) 硫酸ミストの捕集に用いる濾紙の種類の検討。
- (2) 濾紙から抽出した硫酸水溶液の中の硫酸または硫酸イオンの化学分析方法の検討。
化学分析方法として次の6つの方法を試みた。
 - ① 硫酸溶液のアルカリ滴定 (硫酸測定)
 - ② 硫酸溶液に過剰のアルカリを加えて酸による逆滴定 (硫酸測定)
 - ③ 硫酸溶液のアルカリによる pH 滴定曲線測定 (硫酸測定)
 - ④ 塩化バリウムによる白濁法 (硫酸イオン測定)
 - ⑤ トリン法 (硫酸イオン測定): WHO 勧告の方法
 - ⑥ トリン法 (硫酸イオン測定): JIS K 0103 の方法
 - ⑦ クロラニル酸バリウム法 (硫酸イオン測定): JIS K 0103

(3) 化学分析方法の d, e, f, g に対し、大気汚染物中に含まれる金属イオン、即ち Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Pb, Zn, Cu, Cd による妨害の有無の検討。

実験結果によれば、大気汚染粒子を捕集するフィルターの材質は、捕集効率と通気抵抗の点ではガラス繊維が良いが、捕集された酸を水抽出する際の収率に於てはメンブランフィルターが最良で、次にセルローズ濾紙が良い。ガラス繊維はそれ自身のアルカリが溶出し、その後の測定を妨害する。

化学分析方法のうちアルカリ滴定法は、他の酸類の混在を分別出来ないで全酸量を測定する結果になり必ずしも硫酸のみの測定法ではない。また、この方法では中性の硫酸塩は検出出来ないで、ミスト中の硫酸イオン全量を測定するものでもない。酸量測定の感度限界は、硫酸約 $5\mu\text{g/水 } 20\text{ml}$ である。滴定の代りに滴定曲線測定を行なえば、全酸のうちの強酸と弱酸 (亜硫酸、酢酸等) を区別して測定することが出来る。

④~⑦の方法は硫酸イオン測定法である。塩化亜鉛白濁法は感度が低く、他の金属イオン共存により妨害される。トリン法、クロラニル酸バリウム法も他金属による妨害があるが、これを或る程度防ぐ方法もある。酸量測定とこれら硫酸イオン測定を併用することが大気汚染分析として必要であると思われる。化学分析方法による硫酸又は硫酸イオンの検出可能範囲はおおよそ $5\mu\text{g/サンプル}$ である。

(40) 硫酸ミストの定量法

本間 克典・前 東 和 隆* (*東京理大・理)

労働環境や大気汚染での硫酸ミストは呼吸器疾患の原因物質の一つとして問題になっている。この硫酸ミストの定量法には pH 滴定法あるいは電気伝導度法などが用いられているが、感度、精度ともに問題があり、これを解決する新しい定量法の開発が望まれていた。そこで、

我々はまったく新しい硫酸ミストの定量法として pH 試験濾紙法と金属薄膜法を考案し、硫酸ミストに対する感度および精度をしらべた。

A) pH 試験濾紙法

pH による変色域が数値の小さなところにある Thymol Blue (変色域 pH 1.2~2.8, T.B. と略す) および Bromophenol Blue (変色域 pH 3.0~4.6, B.P.B. と略す) を中心にして、これらを染着させた試験濾紙を試作することにした。

試験濾紙作製にあたって、pH 指示薬の濃度、酸の解離に必要な水分を保持する吸湿剤の量および染着性とミスト捕集率で問題となる濾紙の材質などをまず検討した。その結果、濾紙には Toyo No. 51, 染料濃度 0.2%, 吸湿剤にはグリセリンを 10% と決定した。この条件で試作した pH 試験濾紙を労研式濾紙じんあい計の吸引ポンプに固定し、実験的に発生させた濃度既知の硫酸ミストを吸引捕集し、試験濾紙の変色量を光电比色計で測定した。その結果、T.B. および B.P.B. 試験濾紙とも硫酸量が 0.0 から 0.3 μ g の間で吸光度に一次の比例関係が存在し、その感度は 0.05 μ g であった。

B) 金属薄膜法

真空蒸着にて作られた金属薄膜が酸によつて腐蝕され根跡を生ずることは、我々の従来行なってきた研究から明らかであったが、硫酸ミストに特異的な反応を示す金属薄膜をスクリーニングした結果、鉄薄膜が見つかった。そこで、カバーガラス上に一定の膜厚となるように真空蒸着された鉄薄膜に対する硫酸ミストの反応の状況をしらべた。実験はまず作製した鉄薄膜をカスケードインパクトに固定して硫酸ミストを吸引し、慣性衝突にて薄膜上に捕集した。その捕集によつて生じた硫酸ミストによる腐蝕根跡は光电比色計によつてしらべた。この結果、硫酸量と吸光度との間で直線関係の存在するのは 1.0 μ g 以下で、その感度は 0.01 μ g であることがわかった。

以上の二つの方法を比較してみると、pH 試験濾紙法は取扱いが簡便であるが、硫酸ミストに比べて粉じんが多い場合には捕集された粉じんによつてもたらされる吸光度の増大が無視できなくなる。従つて、この方法は比較的硫酸ミスト濃度の高い労働環境での測定に利用価値が高い。また金属薄膜法は捕集された粉じんを中性洗剤にて除去して腐蝕根跡量を測定することができるので、大気汚染での微量硫酸濃度の測定にも極めて有効である。

(41) 金属の原子吸光感度と試料溶液の酸性度との関係

原 登

大気中の粉塵を濾紙を用いて採集し、その中に含まれている金属量を原子吸光器を用いて測定する場合、一般に強酸類を使用して金属を濾紙より溶出して試料液とするが、この液を直に

原子吸光器で分析する時、溶液の酸濃度が金属の吸光度に少なからぬ影響を及ぼす事が分つた。

1) 酸濃度が大きな場合

一般に溶液の酸濃度の増大と共に、金属の吸光度は減少する。酸として硫酸又は硝酸を用いた実験によれば、大半の金属の吸光度は溶液の酸濃度が略 10^{-3} N に於て最大であり、酸濃度の増大と共に次第に減少する。酸濃度 10^{-3} ~ 10^{-1} N に於ては、吸光度の減少は極めて微々たるもので、殆んど減少しないとも言える。酸濃度が更に大となると減少度も大きくなっていく。然し 3 N 付近でも大半の金属はその吸光度は、 10^{-3} N の時のその約 90% を示していた。

酸濃度が非常に大きく(略 5 N 以上)になると、金属の吸光度の減少は、酸濃度の増大と共に益々激しくなる。この現象は主として試料液の粘度が大となるために液中に供給される試料液の量が減少する事によるものであろう。

2) 酸濃度が極めて小さい場合、又は中性水溶液の場合

試料溶液が酸濃度が 10^{-3} N 以下の場合、酸濃度が変化しても吸光度が全くこの変化の影響を受けない金属もあるが、これに属するものはインジウム・クロム等数種に過ぎなかつた。大半の金属は相当に大きな影響を受ける。酸濃度が 10^{-3} N 以下に下ると吸光度は略 10^{-5} N で最大吸光度の 80~90% となり、酸濃度が更に下つて中性水溶液に達するまで吸光度はそのまま略変らない。中にはこの減少の上に、酸濃度が 10^{-5} ~ 10^{-6} N に於てのみ吸光度が最大吸光度の 60~70% に減少する金属もあつた。

このように金属を酸性水溶液のまま原子吸光分析を行う場合には、試料溶液の酸濃度を予め知つておく事は大切である。又試料液を稀釈(或は濃縮)する場合にも、金属の吸光度がなるべく高い範囲に保つように酸濃度を調整すべきであろうと考える。

(42) 有機溶剤蒸気の赤外吸収スペクトルの利用 (III)

— ゴム糊溶剤の分析 —

左右田礼典・高野 継 夫

前年度蒸気の赤外吸収スペクトルを利用して、有機溶剤の成分分析を行なう方法を考えたが、実際にこの方法を利用して、いくつかの市販品の分析を手軽に且手早く知ることが出来ることを確かめた。主成分でなくても、揮発し易い成分が 1% 以下でもそれを確認することが可能な場合もあつた。ゴム糊、接着剤、塗料などのように主成分が揮発性物質で、溶剤あるいは不純物として揮発性成分がある場合の同定には本法が予備的試験法として手早く結果が出るという利点をもっている。これをもとにガスクロマトグラフ法などのより精密な分析を行なう

方が、ガスクロマトグラフ法などのみで分析する場合より、はるかに楽で且結果の解釈の誤まりを少なく出来ることもわかった。ただこの方法の一つの欠点は減圧にして蒸気を赤外スペクトル測定用ガスセルに送り込むため、ゴム糊などで糊の泡が多量に発生し、破れた糊の飛沫や、糊そのもののセルへの浸入などの現象が、注意して操作しないと起るという点であろう。

木工用接着剤はその多くが水溶性のもので特に有機溶剤を使用していないが、実際には主成分の糊を合成する過程で残存する出発物質などの揮発成分を含有している。これらの成分の分析を本法により行なつた所、上記接着剤には酢酸ビニルモノマーが存在することを簡単に確認出来た。即ちスペクトルには水蒸気による吸収帯以外に 1200cm^{-1} 、及び 1780cm^{-1} などにエステル特有の吸収帯を認め、標準試料スペクトルから容易に同定された。この他に更に微量の成分の存在も確かめられたが、同定は不完全に終つた。ガスクロマトグラによつて、接着剤上層の空気を分析した所、酢酸ビニルを最大として、他に2~3のピークを認めた。しかし量的には酢酸ビニル蒸気濃度の1%程度であつた。既知試料についての分析からはその成分と一致する化合物を確認出来なかつたが、赤外吸収スペクトルとガスクロマトグラフ法の保持時間の関係から、炭化水素があるように推定された。その他の接着剤塗料を幾つか同様に分析したが、溶剤が揮発性であればその主成分は極めて簡単に確認出来ることが明らかになつた。本法は、分光器を点灯後15分位で実施出来、ほぼ1時間位で分析を終了出来る。又この方法の結果をもとに、精密分析すると、前述のようにその結果の解釈の信頼性が高くなる。更に市販品について一定条件で測定した本法によるスペクトル図形を集めておけば、未知の製品でも容易にどの型の或いはどの種類の製品であるかを知ることが出来ると考えられる。

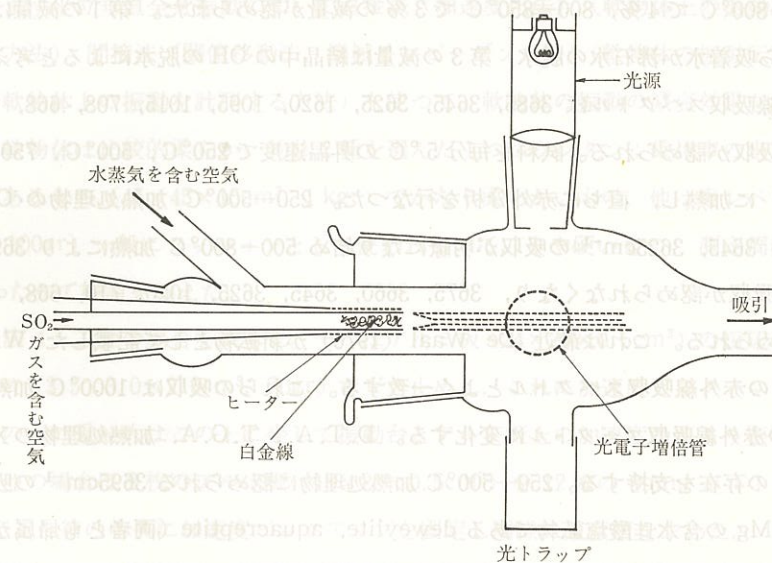
(43) ガスの反応により生成する粒子状物質の光散乱を利用した ガス濃度測定法

有藤平八郎・高野 継夫・左右田礼典・興 重治

粒子状物質による光散乱を利用した粉塵計などは一般によく使用されており、感度も高い。ガスを定量的に粉子化させる反応があれば、光散乱測定装置とを組合せて、ガス濃度を連続的に且簡単に測定することが出来る。流動状態で定量的且再現性よく粒子化反応を行う方法を見出し、それと散乱光測定装置をいかに適切に組合せるかが問題点になる。

アンモニアガスは塩酸蒸気と反応して塩化アンモンの白煙を生成することは古くから知られた事実であり、又亜硫酸ガスが酸化され気中水蒸気と化合して硫酸ミストを生成する反応も又よく知られている。これら二つの反応を利用して、粒子状物質の光散乱強度からガスの濃度測定をする装置を試作した。装置の主要部分は光散乱測光部とガス反応部の二つに大別される。亜硫酸ガス測定用の装置の概略を図に示した。即ち中央から被検ガスを含む空気を、横からそ

れと反応する気体を含む空気を吸引し、適当な位置で両者を混合反応させ、生成した粒子状物質を含む空気が光源からの光束を横切るようにする。散乱光をこの光束軸と直角方向で光電子増倍管に受け、その光量を電氣的パルスの形でとり出し適当な回路を通じて記録計につなぎ、記録紙上に散乱光強度と時間の関係のグラフを画かせた。図の亜硫酸ガス測定装置では白金線をまらめて中央管出口の所につめ、外側からヒーターで 400°C に加熱し、白金の触媒作用で亜硫酸ガスの酸化を行なつた。水蒸気を含む空気は、適当な容器中に空気を通じて、水蒸気を出来る限り飽和させて調製した。両空気流は流量計で流量測定され、適当な方法で流量調節された。中央に空気のみを通ずる時の記録紙上の電流値は暗電流で、装置全体の条件によつてある定まつた値をとる。これに被検ガスを含む空気を通ずると、電流値は漸次増加し、装置内容量、形、流量などによつて定まる或る一定時間後に大体定常的な値を示す。この値と暗電流の差を光散乱強度とし、ガス濃度との関係を見るとよい直線性が得られた。亜硫酸ガスの場合は被検ガス空気流 $20\text{ml}/\text{min}$ 、水蒸気空気流 $60\text{ml}/\text{min}$ で数 ppm から数 10ppm で散乱強度と濃度は一次の関係を示した。触媒の劣化その他の条件による測定値の安定性などの検討を行なつている。アンモニアでは横の方から塩酸蒸気飽和空気流を同様に吸引、白金線は入れないで、直接塩化アンモン生成反応を行わせた。この場合アンモニア含有空気流の湿度の及ぼす影響が大きいこともわかつた。濃度と散乱強度の関係は数 10ppm 以上でよい直線性が得られた。現在更に装置の改良と反応の細部の検討を続けている。



(44) アスベストの鉱法化学的研究(Ⅲ)

—10Å型 garnierite について—

林 久 人

石綿の発癌性に関して繊維がもつ有機物、繊維のもつ発癌性金属または金属複合体などが問題となっている。Chrysotile は Mg の含水珪酸塩鉱物であるが、Ni, Cr, Co などの微量元素を含んでいる。そこで Ni と Mg の含水珪酸塩鉱物について検討した。Ni, Mg の含水珪酸塩鉱物は最も未知な鉱物の1つであり、その中の1つである garnierite はニッケルの重要な鉱石であるが、粘土鉱物のどのグループに分類されるか問題が残されている。最近の Faust の精力的な研究によると garnierite は pimelite (Ni-montmorillonite), Ni-serpentine などの混合物である。多くの garnierite の X線回折像をとると 7 Å の回折線をもつものと 10 Å の回折線をもつものと、これらが共存するものとに分類することができる。今回は純粋な 7 Å 型を採集することができなかつたので、純粋な 10 Å 型について検討した。その化学組成は SiO₂: 44.78%, Al₂O₃: 2.20%, Fe₂O₃: 0.44%, CaO: 0.64%, MgO: 8.93%, NiO: 24.41%, NaO: 0.04%, H₂O(+): 9.79%, H₂O(-): 8.63% 合計: 99.86% である。この鉱物の D. T. A. 曲線は 120°C, 850°C に吸熱ピークが存在し、T. G. A. は 150°C 以下で試料の 10% の減量, 180—800°C で 4%, 800—850°C で 3% の減量が認められた。第 1 の減量は可逆的であることから吸着水か沸石水の脱水, 第 3 の減量は結晶中の OH の脱水によると考えられる。試料の赤外線吸収スペクトルは 3685, 3645, 3625, 1620, 1095, 1015, 708, 668, 600, 455, 420cm⁻¹ に吸収が認められる。試料を毎分 5°C の昇温速度で 250°C, 500°C, 750°C, 800°C, 1000°C に加熱し、直ちに赤外分析を行なった。250—500°C 加熱処理物の OH 領域に 3695, 3675, 3645, 3625cm⁻¹ の吸収が明瞭になり始め 500—800°C 加熱により 3695cm⁻¹ と 600cm⁻¹ の吸収が認められなくなり, 3675, 3660, 3645, 3625, 1020, 710, 668, 463, 423, の吸収が認められる。これは最近 De Waal (1970) が新鉱物として記載した Willemseite (Ni-talc) の赤外線吸収スペクトルとよく一致する。これらの吸収は 1000°C 加熱で完全に enstatite の赤外線吸収スペクトルに変化する。D. T. A., T. G. A. 加熱処理物の X線分析の結果は talc の存在を支持する。250—500°C 加熱処理物に認められる 3695cm⁻¹ の吸収を説明するために Mg の含水珪酸塩鉱物である deweylite, aquacreptite (両者とも帰属が明確ではないが serpentine minerals としていることが多い), と stevensite について同様な実験を行なった。3695cm⁻¹ の吸収は deweylite に認められ、その熱的挙動は garnierite にみられる 3695cm⁻¹ とよく一致する。Faust (1962) によると deweylite は serpentine と stevensite との混合物であるが、今回行なった deweylite の加熱処理物の赤外線分析の結果も彼の考えを支持する。Stevensite の加熱処理物の赤外線分析, D. T. A., T. G. A. の結果と garnierite

の 3695cm⁻¹ の熱的挙動とは比較的よい一致をみた。以上の事実から今回実験した 10 Å 型の garnierite は Ni-talc (Willemseite) montmorillonite との混合物であると考えた方が妥当である。

(45) 軟物体上の振動計測

—垂直振動について—

三輪 俊輔・米川 善晴

1) 目的 前年度までは坐位, 立位, 臥位の姿勢での正弦振動, 衝撃振動, ランダム振動についての評価法を求めて来たが、これら一連の実験では振動は振動台(剛体)から直接人体に加えられた。しかし実際の振動が存在する環境では必ず軟物体(イスのクッション, 畳, 床等)を介して人体に加えられているので、これまで求めてきた評価法は実際の振動環境に対して直接適用出来ない。従つて今回は軟物体がある場合、実際人体に印加されている振動を計測する目的で実験を行なった。現在欧州経済開発協力機構 OECD で軟物体上の振動計測法について draft 化されつつあり国際的にもこの問題は関心がもたれている。

2) 方法 まず坐位垂直全身振動について直接法(加速度比法)(軟物体上の振動計測に直接利用出来る方法), 間接法(閾値移動法, 機械インピーダンス法)(軟物体の振動伝達率を測定し間接的に軟物体上の振動を計測する方法)を使つて、軟物体の振動の減衰効果を求めた。

使用した軟物体は比較的柔らかい物体 2 種を選んだ 1 つはウレタン; 乗用車の坐席の型にモールドしてあるもの(45×45×15cm³, 1kg) でかなり柔らかいもの、他は東レペフ(30×30×3.5cm³, 100gr) 一般にクッションとして使われていて、やや硬いもの。測定周波数は 2~100Hz にわたつて検討を加えた。

加速度比法; 二つの場合を試みた。一つはアルミ板(24×28×0.5cm³)の短辺の中央にアルミブロック(3.5×3.0×2.0cm³, 70gr)をビス止めし、これに加速度ピックアップを取付けて、軟物体の上に乗せ人はこの上に坐して振動台とアルミ板上の加速度の差より振動の減衰値を求めた。他の場合は 2 枚のアルミ板(18×23×0.5cm³)を 12 本の 8mm ボルト(長さ 4.5cm)で固定した箱の中央に加速度ピックアップを固定し同様に減衰値を求めた。

閾値移動法; 初め振動台上で軟物体を置かない時の振動閾値を測定し、次に軟物体を置いた時の閾値を求め、両者の差をもつて減衰値とする方法である。

機械インピーダンス法; 軟物体の重量が体重に比べ、十分小さいので無視すれば、クッション系の入, 出力速度比は、人体のみと、クッションを介した人体の駆動点機械インピーダンスの比となるという関係を利用してクッションの減衰効果を測定する方法である。

駆動点機械インピーダンス測定装置はアルミ円板（直径 35cm, 厚さ 2.5cm, 重量 6.5kg）を 3本の 8mm ボルトで保持し、中央に PZT セラミックの力計を設置し、その近傍のアルミ板下に加速度計を取付けて測定を行なった。

3) 結果 東レペフ、ウレタンの両者で 2~20Hz までは 3方法の結果はよく一致している。即ち 2~5 Hz では増幅（東レペフは 4 Hz で最大の 3 dB 増巾、ウレタンの場合も 4 Hz で、最大で 4 dB 増幅）を示し、5~20Hz では減衰（東レペフではほぼ一定の減衰値 2 dB, ウレタンも一定の 8 dB 減衰値）となった。20Hz 以上では三方法の測定値はやや対応が悪いが傾向として周波数が高くなるに従い減衰値が大きくなる事が知られた。特にバラツキの大きいものは、アルミ板を用いた加速度比であった。これは加速度計がアルミ板の端に取付けてあるので、軟物体の中央部の振動とは異なる為と考えられる。又、機械インピーダンス法は東レペフでは 80Hz 以上、ウレタンでは 60Hz 以上で他の結果とは異り、減衰値が大きくなかなかつた。これらの結果より減衰効果の測定の信頼出来る方法としては閾値移動法と、箱を使った加速度比法であると考えられるが、前者は実験室以外で使用不可能であり、他方箱を用いた直接法は軟物体上の振動計測に 100Hz 程度までならば有用であることを知った。

(46) ガスクロマトグラフ法による有機用ガスマスク吸収罐

性能試験方法の検討

高野 継夫・左右田 礼典

有機用ガスマスク吸収罐の性能試験のうち除毒能力試験には試験空気流に四塩化炭素蒸気を一定量混ざることになっている。その濃度は隔離式吸収罐で 0.5%, 直結型で 0.3% 直結小型で 0.03% である。四塩化炭素を一定温度に保つた上を一定流量の空気が通じるようにしてこれらの濃度を調整するが、流量、室温、試料液温度などの条件を出来る限り一定にしても、得られる濃度がしばしば変動する。このような変動を出来る限り早く知って装置調節部を操作し、濃度が一定になるように工夫する必要がある。吸収罐に通気する空気流量は 30ℓ/min であるが、やや大目に通気し、吸収罐に入る直前で一部の気流を取出し、ガスクロマトグラフ法により濃度をチェックする方法を検討した。

使用した装置は大倉理研の水素焰検出器のガスクロマトグラフで、これにガス試料の自動サンプリング装置を附属させた。採取試料量は計量管により 1 ml 又は 5 ml とした。又計量管は 60°C に保温するようにした。この方法は昨年度一酸化炭素濃度の分析に利用したのと同じである。ガスクロマトグラフの使用条件は次のようである。カラム、ポーラパック P: 温度、約 140°C: カラム長、75cm: キャリヤーガス、N₂, 40ml/min: サンプラーへの試料注

入時間間隔は約 5 分でよく、タイマーによりこの間隔で採取した。クロマトグラムのピーク面積を半値巾と高さから求めた。面積と濃度の関係は標準溶液（四塩化炭素のヘプタン溶液）を 1 μℓ 用いて求めた。精度は約 5% 位であり、実用上充分であることがわかった。0.03% 以上では 1 ml のガス試料で比較的低感度で簡単に分析出来た。又漏洩濃度である 5 ppm の試料は最高感度、試料 5 ml で測定出来た。この場合 1 ppm が S/N から検出限界のようである。本法により連続的濃度測定は出来ないが、一定時間間隔毎の濃度をクロマトグラフにより自動的に測定出来るようになった。尚四塩化炭素以外の有機化合物液体についての試験も本法によって簡単に実施出来る見通しがついた。

(47) 水銀蒸気の抑制に関する実験

浜田 晃

作業環境中の水銀蒸気濃度を下げる目的から硫化物と沃素活性炭を使い応用実験を試みた。これ等の効果は既に定評があるがうまく利用されていないうらみがあるとする。そこで清掃困難と思われる直径 0.8mm サイズの水銀玉を容量 100ml の注射筒にとり筒内における気中濃度の変化を調べた。すると分取直後 9.2mg/m³ (室温 19°C, 放置時間 40 分, 検知管使用) 3 時間半後に 1.8mg/m³ 以後長時間にわたって微量の蒸気が存在した。所が 0.02 モル K₂S 水溶液を滴々加えた風乾試料は 2 時間後 1.7mg/m³ 4 時間半で跟跡となり以後この状態がつづいた。よつて K₂S 処理の効果を認め得るが前者の途中で加えると却つて増殖した点注意を要する。電気掃除器を使つて水銀玉を吸引除去する時は排気中に高濃度の蒸気の存在が予想されるので沃素活性炭 33g を肩掛型小型掃除器の吸込管中に入れ蒸気濃度約 20mg/m³ の空気を流した。前後比を測つたら約 90% 以上を 50 分間にわたって捕捉したのでこの面での活性炭の利用が有効であることが判明した。又水銀玉を水包する場合に浴用の硫黄合剤を少量添加すると水面からの蒸発防止に著効があることを実験的に確めた。今後さらに研究する予定である。

(48) 種々の炭素材料の液相酸化条件の検討

松村 芳美・塩野 明* (*東京理科大・理)

吸着剤として使用されている炭素材料として、種々の活性炭のみならず、カーボンブラックを主体とするもの、石炭を主体とするもの等、種類が多様化している。本研究は昨年度迄行なつて来た活性炭の液相酸化による表面性質の変化についての研究の続きとして、液相酸化の原料となる炭素材料の種々のものを用い、夫々に適した液相酸化の条件を求め、また、炭素材料の構造と酸化反応条件との関係について検討した。

実験に用いた炭素材料は、椰子殻破砕活性炭2種、椰子殻造粒炭1種、グラファイト2種である。

液相酸化の方法としては、酸性重クロム酸カリウム溶液(a)、(発煙硝酸+塩素酸カリウム)溶液(b)、酸性過マンガン酸カリウム溶液(c)、熱硝酸液(d)の4条件によつた。

各炭素材料を各条件で酸化し、酸化生成物について次の測定を行なつた。比表面積、表面酸性度、アンモニアガス吸着、表面還元電位測定、X線回折、ESRスペクトル。

実験の結果明らかになつたことは、①炭素材料原料にはキノン基が存在するが、液相酸化によつてキノン基が消滅して、それに代つて表面酸性が現われる。表面酸性基はカルボキシル基を主とし、水酸基の生成も考えられる。②酸化条件によつて炭素材料の酸化される部分が異なることが観察される。即ち、椰子殻炭は結晶性のグラファイトミセル構造が少なく、無定形部分が多いが、グラファイトは殆んどが結晶性グラファイト構造から成るものである。前者の酸化には(a)、(c)、(d)の酸化方法がより適しており、後者の酸化には(b)が適していることが明らかになつた。③酸化の結果、活性炭は比表面積が或る程度減少するが、表面の化学的な性質に変化を生じ、その為にガス吸着能力が変化する。即ち、表面の親水性、極性、酸性が生じるために、炭素材料原料には殆んど見られなかつた水と塩基性低分子ガス(例、アンモニア)に対する吸着が良くなる。

炭素材料の種類によつて夫々至適酸化条件が異なることが明らかになつたが、炭素原料の構造と酸化条件との関係について更に検討を続けたい。

(49) フレキシブルダクトの圧力損失(IV)

—90°曲りダクトの圧力損失—

橋爪 稔・岩崎 毅・上野 幸雄* (*東京理大・工)

第一、二、三報で、直線状態におかれたフレキシブルダクトの空気流動特性、特に圧力損失

を測定し、これから流体抵抗係数(通常管の流体摩擦係数に相当)を求めて、ダクトワークの正しい設計および送排風機の適正な型式と容量の決定に役立つ圧力損失線図を作成してきた。しかるに一方、このダクトは実際に現場において、色々な曲率と角度に曲げて、さまざまな曲り状態でも多く使われている。従つて、ダクトワークを正確に設計するためには、直線ダクトの圧力損失は勿論のこと、曲りダクトの圧力損失をも合わせて知る必要がある。そこで、本報(第四報)では曲り状態におかれたフレキシブルダクトに関して、直径の異なる数種のダクトを選定し、各々のダクトに対して曲り角度を90°に設定し、曲率半径R/dをパラメーターとして管内流速uを変化させ、その圧力損失を測定した。その結果得られた曲りの流体抵抗係数 η とRe数との相関性、並びに曲りの流体抵抗係数 η と管径d及び曲率半径R/dとの相関性を解明し、更に実際の設計に役立つように系統的に総括することを目的とした。

実験に供試されたフレキシブルダクトは、直線ダクトの場合に用いたダクトで、管直径、50.8mm ϕ 、76.5mm ϕ 、103.0mm ϕ 、127.3mm ϕ 、151.4mm ϕ 、176.6mm ϕ 、205.0mm ϕ 、252.1mm ϕ (公称2 ϕ 、3 ϕ 、4 ϕ 、5 ϕ 、6 ϕ 、7 ϕ 、8 ϕ 、10 ϕ)の8種類に選定した。

このフレキシブルダクトの曲り状態におかれた場合の全圧力損失は、流路が曲がることにより発生する(1)二次的流れによる2組の旋回流抵抗、(2)流れのはくりによつて発生する τ_{02} による抵抗、(3)管内壁凹凸と流体との摩擦抵抗、および(4)ダクトの螺旋型の構造から生じる内壁に沿つた旋回流抵抗の4つの抵抗が重なり合つて起きるものと考えられる。本実験では実際の現場におけるダクトワークの設計に、迅速かつ有効に役立つようにするため、フレキシブルダクトの曲りによる全圧力損失は、ダクト内の空気流を等温流とし、曲り角($\theta=90^\circ$)を含む中心線の区分内に前述の4つの流体抵抗が合成され、かつ集中して起きるものとし、次式で表わした。

$$\Delta P = [(\overline{SP}_1 - \overline{SP}_2) - (\text{上流側および下流側の測定用直管の圧力損失})] = \eta \cdot \frac{\rho}{2g} \cdot \overline{u_{1 \text{ or } 2}} = \eta \cdot \overline{VP_{1 \text{ or } 2}}$$

管径を設定し、R/dをパラメーターとした場合、本研究においては、前記8種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 η とRe数またはuとの関係を両対数上にプロットすると、曲りの η 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、ほぼ一定となる曲りの η の値、および曲りの η 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、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一致し、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 λ とRe数との関係に非常に類似していることがわかつた。

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

η と Re 数との相関曲線は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、 η 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ことが全く趣きを異にする。

各管径に対して、 η と R/d との関係は、一般管の場合、曲りの η は R/d の変化に対して、R/d=2.5 で極小値をもち、管径には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、d=252.1mm ϕ (10 ϕ) を除いて、かなり大きい値を示し、かつ、極小値に R/d の値が異なることが認められた。

η 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と等しく、圧力損失を与える直線ダクトの相当長 L_e 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。そこで、曲り部の全圧力損失を速度圧の百分率の型で表示すれば、その係数が本研究で求めた曲りの流体抵抗係数 η となるので、 η と R/d の関係曲線を曲りダクトの圧力損失線図とした。今後、更に曲り角度を数種類変化させて実験を行なう必要がある。

(50) 噴霧充填装置における硫化水素ガスの化学吸収除去の研究 (VI)

橋爪 稔・四本 久郎・河西潤一郎 (東京理大・理工)

昭和 44 年度 (第五報) に引き続いて、硫化水素ガスの苛性ソーダ溶液への化学反応吸収による物質移動において、硫化水素ガス (気相) 側、苛性ソーダ水溶液 (液相) 側、および充填装置側の夫々の側の反応吸収状態を支配する諸因子間の相関性を実験的に求め、その反応機構を解明するとともに、数学的に解析してその相関性に関する一般式を算出して実際の工業的な吸収装置の設計の指針とすることを目的とした。また吸収装置を含むシステムの必要エネルギーの決定に際して、大きな割合を占めている充填吸収塔の圧力損失に関して、その一般式も同時に求めた。

実験装置および方法は第五報の場合と同じである。

硫化水素ガスの苛性ソーダ水溶液への化学吸収による物質移動に関して、気相側、液相側、及び装置側の反応状態を支配する諸因子間の相関性を実験的に求めるに当つて、硫化水素ガス温度を 20°C、その圧力を一気圧と一定に保ち、供給ガス濃度 C_g^0 (=250, 500, 750, 1000 ppm) 処理風量 Q (=1.07, 4.28, 6.41, 10.69, 13.63m³/min) 又は塔内速度 U_t (=0.1, 0.4, 0.6, 1.0, 1.25m/sec)、苛性ソーダ水溶液の液温 20°、噴霧圧 2.4kg/cm² と一定に保

ち噴霧流量 V (=15.07, 29.00, 43.62l/min) 及び気液接触面積、即ち、装置の両チャンバーの充填部の縦×横が一定ゆえ充填物の充填高さ H (=18, 27, 36cm) をパラメーターとして、苛性ソーダ溶液濃度 N を 10⁻⁴ から 10⁰ 規定まで変化させて未吸収硫化水素濃度 C_g^1 を測定した。

本実験における H₂S と NaOH soln. の反応は前報に述べたように H₂S+OH⁻=H₂O の反応による不可逆瞬間反応によつて化学吸収が行なわれるものとした。

各供給濃度 C_g^0 に対して、縦軸に NaOH soln. 濃度 N をプロットすると U_t , V , 及び H が変化してもすべて逆 S 字曲線になる。これらの逆 S 字曲線群は V の増減により、 U の遅速により、及び H の高低により、夫々、左右に移動する。

この各々の逆 S 字曲線の図から、各供給 H₂S 濃度 C_g^0 に対して絶対値は異なるが 6 種の放出 H₂S 濃度 C_g^1 を設定し、それぞれの C_g^1 の設定値に対応する N 及び U_t を求め、 N と U_t との関係を V , をパラメーターとしてプロットすると直線関係が得られた。その直線の一般式は $N=K U_t^m$ である。このとき $N \approx 1$, $K=f(C_g^1, U_t)$ である。これらをまとめてみると、各供給 H₂S 濃度 C_g^0 , 各充填高さ H により 12 種類の実験式が得られた。

$$N=\alpha U_t V^{-\beta} \cdot C_g^{1\gamma} \quad \text{但し } \alpha, \beta, \gamma \text{ は定数}$$

充填高さ H が吸収に及ぼす影響は殆ど見られないので本実験式を用いるには $H=9$ cm の時の式を用い、発生源から装置へ流入する H₂S ガスの仮濃度を決めてその値に最も近い C_g^0 の相関式を選定すればよいのである。

装置の圧力損失に関して、それぞれの塔内速度 U_t と装置の圧力損失 ΔP との関係を H , V をパラメーターとしてプロットすると V に無関係に勾配を異にする直線関係が得られた。ローディング点以上では $\Delta P \propto U_t^2$ になつた。一般に塔内速度はローディング点以上を用いるので、ローディング点以上の直線群について解析を行なつた結果次のような実験式が得られた。

$$\Delta P=(H+1.3V)U_t^2$$

(2) 予 算

昭和 44 年度 (第五報) は、一般会計 (科学技術庁関係予算を含む) 及び防災保険特別設計の両会計で 71,190 千円となり、前年度に比較して 31,073 千円の増 (21.8%) となつた。このうち内訳は、人事費 26,791 千円 (31.7%)、研究費 (経費補助費を含む) で 15,153 千円 (21.4%) の増、その他 18 千円の増によるものである。

なお、科学技術庁関係予算についてみると、前年度における研究装置の整備

II 保護具検定

45年度防じんマスク国家検定 (45.4~46.3)

型式	判定
D-102型 (直結式)	不合格
D-201型 (直結式)	不合格
D-202型 (直結式)	不合格
サカキ式 117号KM型 (直結式)	2級合格

45年度防毒マスク国家検定 (45.4~46.3)

成績検査

区分	種類	型	商品名	判定
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	T S No. GM-56	不合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	T S No. GM-56K	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式小型	サカキ式 G-66	不合格

III 庶務

(1) 職員

昭和46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	技能職員	計	
定員	1	4	17	18	6	46	1	2	5	6	14	60

同日現在における主要職員は次のとおりである。

所長	医博	山口正義			
庶務課長		町田正之	主任研究官	理博	左右田礼典
庶務係長		森谷聖			橋爪稔
会計係長		大山文男			本間克典
					松村芳美
職業病部長	医博	吉川博			
主任研究官	理博・医博	長谷川弘道	労働生理部長	医博	坂部弘之
“	理博	林久人	主任研究官	工博	三輪俊輔
“	医博	興貴美子	“	理博	守和子
“	理博	松下秀鶴	“	理博	佐藤光男
“		鈴木康友	“		加藤寿一
“			“		春山眺美
労働環境部長	医博	興重治			
主任研究官		浜田晃	実験中毒部長	医博	河合清之
“		原登	主任研究官	理博	木村正己

(2) 予算

昭和45年度予算額は、一般会計（科学技術庁関係予算を含む）及び防災保険特別会計の両会計総額で173,196千円となり、前年度に比較して31,073千円の増（21.8%）となつた。この主な内訳は人件費で15,791千円（21.7%）、研究費（機器整備費を含む）で15,153千円（22.6%）の増、その他129千円の増によるものである。

なお、科学技術庁関係予算についてみると原子力予算では、前年度における研究装置の整備

状況を勘案されて 244 千円 (5.7%) の減となったが、特別研究促進調整費の悪臭防止に関する研究 (43 年度から 45 年度までの 3 ケ年の継続研究) と光化学スモッグ測定技術の開発に関する研究 (45 年度のみ) を合わせて 10,001 千円の増となった。

区 分	昭和 44 年度 予 算 額 (千円)	昭和 45 年度 予 算 額 (千円)	前 年 度 対 比	
			増 △ 減 額 (千円)	増 減 率 %
一 般 会 計				
人 件 費	40,588	51,555	10,967	27.0
人 当 経 費	478	488	10	2.0
一 般 運 営 費	2,295	2,295	0	0
研 究 費	15,598	16,919	1,321	8.4
労 働 衛 生 保 護 具 費	1,134	1,134	0	0
性 能 審 査 費				
小 計	60,093	72,391	12,298	20.4
労 特 災 別 保 險 計				
人 件 費	29,796	34,620	4,824	16.1
業 務 取 扱 費 (人件費を除く)	1,500	1,500	0	0
研 究 費	37,681	41,487	3,806	10.1
災 害 医 学 研 究 費	1,534	1,559	25	1.6
施 設 費	705	824	119	16.8
小 計	71,216	79,990	8,774	12.3
科 関 学 係 術 予 算 庁 算				
原 子 力 予 算	4,303	4,059	△244	△5.7
特 別 研 究 促 進 調 整 費	6,511	16,756	10,245	257.3
小 計	10,814	20,815	10,001	92.4
総 計	142,123	173,196	31,073	21.8

(3) 日 誌

- 45. 4. 1 本日次の人事が発令された。
新規採用 実験中毒部第 1 課 (技) 京野洋子
- 45. 4. 6 豪州よりウィルスン氏が来所し、視察した。
- 45. 4. 13 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。
～18
- 45. 4. 20 ソウル特別市衛生試験所公害検査科長金孝相氏が来所し視察した。
〃 労働大臣官房会計課係官により物品の定時検査が実施された。
- 45. 5. 1 労働省組織規程の一部改正により、研究 4 部 12 課の課制が廃止され 庶務課及び
研究 4 部となった。
〃 本日次の人事が発令された。
新規採用 職業病部 (技) 小川 (薫)
- 45. 5. 13 鉱業労働災害防止協会々員、14 名が来所し見学した。
- 45. 5. 19 野原労働大臣、近藤秘書官、望月事務取扱秘書官、保谷計画課長、山本労働衛生

- 45. 3. 21 課長が来所し視察した。
- 45. 5. 28 公明党古川議員秘書 4 名が来所し視察した。
- 45. 6. 4 人事院給与第 3 課久保係長、仏田事務官により研究職の諸手当関係について調査
が実施された。
- 45. 6. 5 研究所開所 13 周年記念日に当り所長の挨拶があつた。
- 45. 6. 23 昭和 46 年度主要事業計画について労働基準局安全衛生部計画課長、労働衛生課長
に説明を行なつた。
- 45. 6. 24 労働生理部三輪主任研究官は第 4 回国際標準化機構第 108 (振動と衝撃) 専門委
員会総会に出席のためスイス国に出発した。
- 45. 6. 26 昭和 46 年度概算要求編成打合せ会議が労働大臣官房会計課長室で行なわれた。
- 45. 7. 2 昭和 46 年度原子力予算要求について労働基準局安全衛生部計画課長調整が行な
われた。
- 45. 7. 6 琉球政府労働局労働基準監督官翁長功氏が来所し見学した。
- 45. 7. 7 昭和 46 年度原子力予算概算要求について原子力委員会に説明を行なつた。
- 45. 7. 9 昭和 46 年度概算要求について労働基準局安全衛生部計画課長調整が行なわれた。
- 45. 7. 10 昭和 46 年度原子力予算要求について原子力局に説明を行なつた。
- 45. 7. 14 早稲田大学理工学部研究室職員 48 名が来所し見学した。
- 45. 7. 15 労働生理部三輪主任研究官がスイス国より帰国した。
- 45. 7. 18 N E T 放送はプラスチック燃焼生成物の有害性を調べるための動物吸入実験状況
を撮影に来所した。
- 45. 7. 21 昭和 46 年度概算要求構想について科学技術庁研究調整課に説明を行なつた。
- 45. 7. 22 昭和 46 年度概算要求について、労働基準局庶務課長調整が行なわれた。
- 45. 7. 25 N H K 放送は重油燃焼生成物、動物吸入実験状況を撮影に来所した。
- 45. 7. 29 昭和 46 年度概算要求について労働大臣官房会計課長調整が行なわれた。
- 45. 8. 1 昭和 46 年度産業医学総合研究機関 (仮称) 予算要求のための安全衛生部との合
同打合せが行なわれた。
- 45. 8. 4 粉体工学研究会集塵グループ会 (京大工学部) 60 名が来所し見学した。
- 45. 8. 6 静岡労働基準局松浦衛生専門官、田子の浦港管理事務所片岡工務課長が硫化水素
に関する技術的問題について打合せのため来所した。
- 45. 8. 11 昭和 46 年度増員要求の労働大臣官房秘書課長調整が行なわれた。
- 45. 8. 13 東京医科歯科大学上田基一教授が来所し農業についての研究発表が行なわれた。
- 45. 8. 19 大蔵省主計局野田主査が来所し視察した。
- 45. 8. 31 昭和 46 年度概算要求構想について科学技術庁に説明を行なつた。
- 45. 9. 1 本日次の人事が発令された。

- 庶務課庶務係（事）森康英は労働基準局安全衛生部計画課へ転出した。
- 埼玉労働基準局より（事）奥山吉夫が庶務課庶務係に転入した。
45. 9. 4 都立衛生研究所平賀毒性研究部長外研究員，設計事務所員，財務局営繕担当官が来所し見学した。
45. 9. 4 昭和 46 年度等級別定数改訂要求について人事院に説明を行なった。
45. 9. 5 昭和 46 年度概算要求を大蔵省に説明した。
45. 9. 14 坂部労働生理部長は，吸入粒子に関する第 3 回国際シンポジウムに出席のため連合王国に出発した。
45. 9. 22 文京商工会々員 9 名が来所し見学した。
45. 9. 29 昭和 46 年度増員要求について行政管理庁に説明した。
45. 10. 3 坂部労働生理部長が連合王国より帰国した。
45. 10. 7 川口化学工業（株）より 8 名が来所し見学した。
45. 10. 21 動物慰霊祭を挙行政した。
45. 10. 31 本日次の人事が発令された。
- 辞職 職業病部（技）長瀬千恵子
45. 11. 2 労働環境部有藤研究員は昭和 45 年度科学技術庁 長期在外研究員としてアメリカ合衆国ワシントン大学に留学のため出发了。
45. 11. 5 昭和 45 年度全国安全衛生大会（大阪）に山口所長が出席した。
45. 11. 13 北川安全衛生部長，馬場労働衛生課中央じん肺診査医が来所し視察した。
45. 11. 14 山口所長は第 7 回国際結核予防連合東部地域会議出席のため中华民国台湾（台北市）に出发了。
45. 11. 16 昭和 46 年度等級別定数査定内示及び第 1 次復活要求について労働大臣官房秘書課給与第 2 係と打合せを行なった。
45. 11. 23 山口所長が中华民国台湾（台北市）より帰国した。
45. 11. 28 岡部労働基準局長，久保書記，桑原労災管理課長及び松尾補償課長が来所し視察した。
45. 12. 2 人事院事務総局職員厚生課堀内氏外 4 名が来所し見学した。
45. 12. 7 大韓医学協会第 7 次医療視察団孫春昊ソウル市医師会会長外 9 名が来所し見学した。
45. 12. 2 昭和 46 年度概算要求査定内示及び復活要求が行なわれた。
3~30
46. 1. 25 人事院給与局給与第 2 課係官により給与簿監査が実施された。
46. 1. 30 東京通信病院高等看護学院より 29 名が来所し見学した。
46. 2. 14 本日次の人事が発令された。
- 辞職 庶務課庶務係（事）馬場美江子

46. 3. 1 本日次の人事が発令された。
新規採用 庶務課庶務係（事）三森晴美
46. 3. 31 労働基準局労災管理課係官により資金前渡官更定時検査が実施された。

（4）図書および刊行物

1. 図 書

昭和 45 年度においては，単行書合計 181 冊，雑誌合計 333 種類を受け入れ，314 冊の雑誌製本を行なったほか，所蔵単行書のうち約 1,000 冊の目録作成，および分類を行なった。

(イ) 取 集

種 別	購 入	寄贈・交換	合 計	
単 行 書	和	51 冊	34 冊	85 冊
	洋	60 冊	36 冊	96 冊
雑 誌	和	2 種	185 種	187 種
	洋	77 種	69 種	146 種

(ロ) 製 本

製本冊数 314 冊

2. 刊 行 物

研究成果の英文発表誌である“Industrial Health”は，労働衛生の分野における国内諸研究機関のすぐれた研究成果を，国外に紹介する役割をもつとめ，国内関連諸機関のほか，現在 39ヶ国の，この分野の各研究機関，および関連機関に配布されている。本研究所の刊行物としては，このほか，年間の業務内容や本研究所で行なわれている研究の概要を掲載した“労働衛生研究所年報”，和文・英文の研究所紹介パンフレット等があるが，昭和 45 年度においては，つぎの各号を刊行（印刷中のものを含む）した。

- (1) 労働省労働衛生研究所年報 昭和 44 年度版
- (2) Industrial Health Vol. 8, No. 1~2
- (3) “ ” “ No. 3
- (4) “ ” “ No. 4 (印刷中)

昭和46年7月10日 発行
昭和46年7月15日 印刷

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) ㊦ 2185 (代表)

印刷所 神田印刷株式会社