

勞 働 省

勞働衛生研究所年報

— 昭和 38 年度 —

勞働省勞働衛生研究所

目 次

I 研 究..... 1 頁

II 検 定..... 32 頁

III 庶 務..... 32 頁

I 研究調査

総 括

労働生理

労働条件、労働環境が労働者にどのような影響を与えるかを生理学的に理解するためには、いわゆる生理学的或いは生化学的な測定又は分析の技術を高めなければならぬ、この目的のためにガスクロマトグラフによる血中アミノ酸分析の研究と、カテコールアミンの微量分析に関する研究をとりあげた。前者については本年度、結晶アミノ酸混合物について若干のものを除いて分離定量が可能となった。後者については、アドレナリンとノルアドレナリンの酸化物質の励起スペクトルと蛍光スペクトルの相違を利用して定量する方法のほか、薄層クロマトグラフによる微量分析法の研究に着手した。

カテコールアミンの生理学的作用については、イソプロテレノールの唾液腺核分裂調節作用について興味ある知見を得た。

次にストレスに対して鋭敏に反応するのではないかと考えられるアドレナリン、ノルアドレナリンの動態について研究を進めてゆくため、先づ、両者の尿中排泄の日内変動を追跡した結果、両者とも昼間はほぼ一定速度で排出され、夜間は減少し、覚醒後急速に増加することが判った。このような基礎的研究によって精神動作時の排泄をテレメーターによる心拍リズムの変化とともにしらべ、加算テストのような単純な精神動作の負荷でもアドレナリンが著明に増加し、しかも若年群が中高年群に比して増加の著しいことが又心拍リズムからは中高年群は若年群に比し、低い心拍数レベルで動作を遂行していることが判った。

このような作業を負荷した場合の年齢による生理的機能の差異は、ごく軽い筋的作業をさせた時の心拍リズムにもみることが出来た。

又、各種の作業における労作時の心電図の変化をテレメーターによりしらべる研究を始めたが、重筋労作のあるものでは作業中期外収縮のみられるものがあり、検討を進めている。

最近、現場には、種々の温度の恒温室を設備するものが多く、又冷房が広く普及して、夏季の低温労働環境が無視出来ない問題となっているので、そのいわば極端な例として冷凍作業者の夏季における血液性状を調査したが、興味あるのはこうした低温労働者の血液所見が、暑熱馴化時に一般的に見られる所見を一層強調した形のものであった点である。

じん肺

じん肺その他の疾患で死亡した労働者の肺の中に残留している粉じんの量、粒子の大きさ、鉍物組成等をしらべることは、じん肺研究の重要な分野である。昨年以来、肺内鉍物の分析の標準術式の研究を進めてき本年度肺組織の過酸化水素処理—塩酸洗滌、X線分析、赤外線吸収スペクトル測定による分析法を確立すると共に、困難であった結晶性遊離けいさんの分離定量に成功した。

けい肺病因については、石英粉末を貪食したラット腹腔内単核細胞の障害について引き続き研究を進め、細胞内 nucleotide の減少並びにテトラゾリウム還元能の減少が乳酸生成及び Succinoxidase 活性の低下より速やかにおこること見出し、又テトラゾリウム還元能障害の本質についても研究を進めた。一方こうした細胞の障害を酵素組織学的にしらべる研究も進め、種々の細胞内磷酸分解酵素についてしらべ、酸フォスファターゼ陽性顆粒の態度がアルカリ処理石英と未処理石英とではそれを摂取した細胞内で異なることを見出した。

けい肺予防のためアルミニウム粉末の効果については、既に気管内注入法によりしらべたが、更に長期吸入実験を行い、金属アルミニウム粉末の吸入がラット及びウサギのけい症発生に対して可成りの抑制効果のあることは確かだが、絶対的な抑制は得られなかった。こうした薬物によるけい肺予防に関連して Schlipkötter 等による polyvinyl pyridine-N-oxide のけい肺予防効果についても検討を加えたが、本物質は非常な低濃度においても石英の細胞毒性を完全に阻止しようと共に、肺内に注入された石英粉じんの線維増殖作用に対して着しい阻止作用をもつことが判った。



## 産業中毒

前年度にひきつゞきニトログリコール (N/g) 中毒に関する研究を進め、まづ N/g の血液像に及ぼす作用をしらべたが N/g を授与するとかなり著明な赤血球の破壊がおこるが、これは、その後の網状赤血球の増加により代償されることが判った。

Heinz 小体でも同様で始め急速に増加し、以後減少してゆく。次に N/g を連日皮下投与した時の血中硝酸増加量 MetHb 生成量、N/g 分解酵素活性等についてしらべ、血中 N/g 分解酵素活性の大小が中毒による動物の死亡と関連のあることを見出した。更に人の血液の N/g 分解能には個人差が極めて大きく、例えば血液 1 ml 中に存在する時 N/g の 1~5  $\mu$ g が完全に分解される時間は人により異なり、1時間~36時間と大きく開いていることを見出した。このことは、N/g 中毒の個人差の考慮に重要問題であると考えられる。

四塩化炭素、ペンタクロールフェノール及びその類縁化合物による肝傷害についても研究を進め、極めて低濃度の四塩化炭素でも肝中性脂肪量の増加することを見出したが、こうした脂肪化において副腎、及び交感神経系の果たす役割についても研究を進めつゝある。又カドミウム中毒について急性、慢性の両実験をこゝろみ、殊に後者において肝細胞の肥大、核分裂像の多発、脂肪化、睪丸の精子形成能低下等興味ある知見を得た以上のような中毒別研究のほかに、生体物質系を中心としての研究も進め、殊にヘモグロビン及びメトヘモグロビンを中心としての一連の系統研究はヘモグロビン分子が薬物特に中毒物質によりその分子構造に変化をうける可能性の多いことを見出し、更にこれを簡単に見出す手段の一般化に成功した。又産業中毒にしばしば見られる溶血についてもしらべ、中毒物質による溶血に2つの型のあることを見出し、更に物質の赤血球膜透過性をしらべる方法を考察して溶血における赤血球膜の意義を追求した。

こうした研究のほか、産業中毒研究の基礎技術確立のため組織培養細胞の酵素組織学的研究方法の開発をも行った。

## 環気中ガス状有害物質

現在、樹脂工業の発達と共に数多くの接着剤が市販されているが、これらの熱分解産物には有害なもの発生する可能性があるのを系統的にしらべ、250°C 以上になると尿素系接着剤及びニトリル系接着剤では、相当量の青酸ガスの発生することを見出した。

## 環気中粒子状有害物質

空気中に浮遊する粒子状物質の肺内沈着を研究するための装置を完成し、粉径及び呼吸回数による沈着率の変化についての実験を開始した。

既に一昨年作成したデジタル粉じん計については、更に改良を加えると共に、その特性について研究を進め、デジタル粉じん計のみにより、粉じんの重量濃度の測定を可能とする方法を確立した。又昨年度から引き続き研究を進めた積算流量計はトランスジェーサーの設計精度を高め実用化されうる段階迄きた。

昨年度から研究を進めてきたグラスファイバー製濾紙は本年度完成した。更に捕集された粒子のX線回折での定性、定量法の研究も開始された。

発癌性炭化水素類の微量迅速定量法についての研究は、真空昇華法、薄層クロマトグラフ、高感度蛍光分光光度計の使用により、極めて微量の3, 4-ベンゾピレンを従来よりはるかに短時間内に粒子状汚染物質から分離し定量することが可能となった。

粉じん中の石英量の定量については熱りん酸法の研究を進め、粉末のつくりだされる時の条件による石英の表面構造の相違が熱りん酸法に大きな影響することを明らかにした。

## 振動

前年度に引き続き、高分子フォーム材料の手の振動防具としての効果について研究し、シュミレーターにより、手及び高分子材料を電気回路におきかえて実験した。このような等価回路のもとで始めて防振材料の種々の厚さのものについての考察が可能となった。

## 保護具

活性炭の吸着特性について研究を進め、アセトン蒸気流の活性炭カラム通過の状態と吸着等温線の測定とから実験式をもとめたがこれにより、流入ガス濃度と被過時間との相関がまとまるようになった。又現在の有機ガス用防毒マスクの検定は代表ガスとして、四塩化炭素が使用されているが、有機ガス一般に対する吸着能力について検討し、ガ

スの物理化学的性質と吸着能力との間の関連を明らかにした。

## 工学的対策

不織布の粒子捕集効率に及ぼす縮絨の影響について研究を進め、熱縮絨法により、不織布の充填密度を段階的にかえた時の粒度別濾過特性をしらべ、充填密度と通気抵抗、更に粒子捕集における流速と粒径の問題を明らかにした。又高性能エアーフィルターの研究を引続き行い、強制的に帯電させた粒子に対する濾材の性能に関する研究を行った。

昨年に引き続き、換気扇風機の静圧と風量についてしらべ規定風量における換気扇のもつ静圧力が1 mm 前後の微圧であることを示した。又突出側に渦流を防止する装置をつけることにより、吹込み風量が20%上昇することを認めた。

次に冷ロール機による混合又は粉碎操作時発生するガスの除去のため、発生機構をしらべた結果、ロールの回転によりひきおこされる気流は、ロール表面層の層流状態の流動ベクトルとそのベクトルによりひきおこされる渦波状態の誘導ベクトルが主体であり、両者ともロールの直径と回転数とに支配されることを見出し、これに対応する排気効果の高いフードを考察した。

又ガスクラパーによる submicron 粒子捕集について、粒子の物性と Scrubbing solution との関連についても研究した。

## 昇温ガスクロマトによる アミノ酸の系統分析

新山 喜昭 小島 綾子

アミノ酸の系統分析にはイオン交換樹脂を用いアミノ酸を分離後、Ninhydrin 呈色を利用する Stein & Moore 法が広く用いられている。しかしこの方法は操作の大半が自動化されたとはいえ、分析に長時間を要し、また試料を大量 (血液の場合 10~15ml) 必要とする欠点を有している。ガスクロによるアミノ酸分析は上法の欠点をカバーできるが、この際問題となるのはアミノ酸を、揮発性のエステルに変える反応が定量的に進むか否か、どの様なエステルがよいか、さらには使用するカラムの条件決定などの点である。

筆者らは血液中アミノ酸定量にガスクロマトグラフを応用する基礎実験として結晶アミノ酸混合物について上記の問題点を検討した。

アミノ酸のエステル化反応が比較的短時間で終了し、そのエステル収率がよく、生成エステルの沸点がなるべく低いという条件を満たすのは N-Trifluoroacetyl-butyl ester であることが分った。

装置は島津 GC-1B, differential hydrogen flame を用い、カラムは 225cm 長の SE-30 あるいは Neopentyl glycol succinate (1%) を用いた。なお retention time を早めるため 120° から 225° 迄 5°C/分 の昇温ガスクロを行った。carrier gas は N<sub>2</sub> でその flow rate は 60ml/分 である。

まずアミノ酸 1~10mg を 5% HCl-butyl alcohol に溶解し、還流冷却器をつけオイルバス中で約 160° で 40分加熱し、冷却後 butanol を除去する、ついで N-Tri-fluoroacetic acid anhydride を常温で 30分作用せしめ trifluoroacetylation を行ったのち、過剰の N-Trifluoro acetic acid anhydride を減圧除去する。この残渣を acetone に溶解し、その 1~5  $\mu$ l をガスクロにかける。

Gly. Ala. Val. Leu. Ileu. Ser. Thn. Ahp. Glu. Phe. Tyr. Lys. Arg. Hit. Mes. Cys. Try. の等量混合物についてガスクロマトグラフを行うと 1% Neopentylglycol succinate の場合、Ala. Val. Gly. Ileu. Thr. Leu. Pro. Ser. Met. Phe. Asp. Glu. Lys. の順に略対称的なシャープなピークが得られた。しかし Arg. His. などの塩基性アミノ酸や Try. Cys. は分離できなかった。なお sens. 100, Range 0.8 の条件ではアミノ酸 1 $\gamma$  程度でシャープなピークがえられることから血液等生体試料の分析には有用であることが推察された。

しかし実際に血液除蛋白濾液について分析を行うと結晶アミノ酸混合物の場合ほど分離が良くないが、それは脂肪酸酸をはじめとする諸種の物質が妨害をするためであって濾液よりアミノ酸部分を分離した後にエステル化を行う事が必要と思われる。この点は現在 Sephadex イオン交換体を用い追究中であり、また定量化への方法も検討中である。



## カテコールアミンの定量 (IV)

小島 綾子

ことを試みた。即ちNA, Aを含む試料を pH6.2 で  $K_3[Fe(CN)_6]$  によって2~3分間酸化し約20%のNaOHを添加後10分内外でその蛍光強度を測定する。

八木式微量蛍光光度計 (UM型) を用い、使用したフィルターは、1次フィルター IE-405 (405m $\mu$ ) 2次フィルター FL-B<sub>4</sub>, UV-O<sub>2</sub> (470m $\mu$ ) (A-filter set とする) と、1次フィルター IF-435 (435m $\mu$ )、2次フィルター EL-B<sub>2</sub>UV-O<sub>2</sub>(530m $\mu$ ) (B-filter set とする) の2組で、1つの試料について同時にこの2組フィルターで蛍光強度を測定する。なお、各 filter set とともに1次フィルターは干渉フィルター、2次フィルターは色ガラスフィルターである。

蛍光強度は、硫酸キニーネ0.5ppmを基準として測定すると、A-filter set ではAはNAの0.65倍、B-filter set ではAはNAの2.1倍位である。1次フィルターに色ガラスフィルターを用いるよりも、干渉フィルターを用いる方がNAとAとの蛍光強度の差が大きく、実験の精度をあげることができた。またDOPAの妨害も色ガラスフィルターよりも、干渉フィルターを用いた方が少なく事実上無視できるようなのである。このように、2組のフィルターで測定する方法は前述のpH分別定量法にくらべて操作が半分ですみ、時間も短縮される。

ただ、干渉フィルターを用いると、どうしても色ガラスフィルターの時よりも感度が悪くなるが、尿中 Catecholamine の定量では尿25mlから±10%位の精度で測定できる。

なお、尿、血液中のNA, A定量に際し、その前処理(分離、濃縮)として行うアルミナ吸着及び脱着操作はアルカリ下(pH8.2)で行うので、Catecholamine 特にNAの分解がおこるし、またアルミナからの脱着も完全には起らない。このことが本定量法の recovery の低い一半の原因であるから、分離濃縮操作は酸性下で行うことが望まれる。このために陽イオン交換樹脂を用いればよいが、特に非特異的吸着の少ないといわれる CM-sephadex を用い現在検討中である。また sephadex のもつ gel filtration 作用により、蛋白尿中あるいは血液中のNA, A定量に際し除蛋白操作が省略できると思われる。

## カテコールアミンの定量法に関する研究(1)

——薄層クロマトグラフ法による分離——

松下 秀鶴 鈴木 康友

を入れた試料を7つの研究機関で測定してもらった所、66~540 $\mu$ g という非常にばらついた値が得られた事などから現段階におけるカテコールアミンの定量法は定性的域を出ていないと報告している。また血中のカテコールアミン量は極めて低いため(〜1 $\mu$ g/l) 血中濃度を測定するためには可なりな量の血液を採取する必要がある。これらの定量法に関する諸缺陷はカテコールアミンの生理機能に対する重要性を考える時、早急に解決されるべきものと考えられる。

我々はこの問題の解決の手初めとしてカテコールアミンの分離法を研究した。即ち、従来のカラムまたはペーパークロマトグラフ法とは異った薄層クロマトグラフ法による分離を試みた。即ち、各種吸着媒(シリカゲル系2種、アルミナ系5種)と各種展開剤との組合せによりアドレナリンとノルアドレナリンの分離をしらべた結果、アルミナを吸着媒とし、アルコール+酢酸+水の系を展開剤とすれば両者は分離することを見出した。この方法はペーパー、カラム両法よりはるかに短い時間で分離出来る利点がある。

またこの定量法に関するその他の問題点についても現在検討中である。

Catecholamine (Nordrenaline —以後NAと略す、adrenaline—Aと略す)の定量には、主としてTHI法が用いられ、pH3.5とpH6.0とでNAとAとの酸化速度が違うことが利用されていたが、酸化時のpHをあわせるのは煩雑なので、同じpHで酸化し、NAとAとでは励起スペクトル及び蛍光スペクトルが異なることを利用して定量する

カテコールアミンは人体の生理機能と密接な関係にある事はよく知られている事である。この物質の定量法また測定例などに関して数多くの報告があるにも拘わらずその定量法には多くの問題点を残している。例えば R. Strans (Amer. J. clin. path. 34 403 (1960))は尿中のカテコールアミンを破壊した後、これに900 $\mu$ gのノルアドレナリン

## カテコールアミンの生物学的作用に関する研究 (1)

河合 清之 清水 聰子 小西 紀子  
(協力者: 東京大学大学院学生外島英考)

## カテコールアミン排泄の日内変動

小島 綾子

は明らかである。ひるがえって自律神経機能については冬は交感神経緊張に、夏は副交感神経緊張に傾き、また昼間は夜間に比し交感神経緊張に傾くと云はれている。しかしこうした変化は諸種の薬物投与時の効果その他から間接的に推定されたものが多い。そこで著者は自律神経系の日内リズムを sympathico-adrenal activity の直接的指標である尿中アドレナリン(以下A)及びノルアドレナリン(以下NA)の排泄変化から追究しようとした。なおこうした研究は情動的ストレスに対する sympathico-adrenal activity の変化を観察する際にも重要な基礎資料を提供するものである。

まず同一個人(男子、35才)について夏季6日間にわたりA, NA排泄変動をみた。尿は4時間毎に1日全尿を6回に分画採取した。さらに別の5人(22才~29才)については9回に分画採取した尿について観察した。その排泄変動を平均値でみると、A, NAともに昼間はほぼ一定速度で排泄され、Aは6~7 $\mu$ g/分、NAは約20 $\mu$ g/分であった。しかし夜間はわずかと減少し、Aは昼間の1/4~1/10に、NAは1/2程度の排泄量を示す。ただA排泄は夕方が高い傾向があり、覚醒後急速に増量することが分った。

以上は同一個人の日別変動あるいは、個人別変動を平均でみたものであるが、個々の排泄パターンをみると同一個人でも、また個人別にもかなり変動が認められ副腎皮質ホルモンでみられるがごとく固定したリズムを示さなかった。こうしたA, NA排泄の不安定さは sympathico-adrenal activity のリズムが固定したものでなく、さらには人体に加えられる情動的ストレスの多岐多様性を暗示するものであろう。

## 尿中アドレナリン、ノルアドレナリンの精神労作負荷時の排泄量変化

新山 喜昭 小島 綾子 加藤 寿一

中A, NA排泄量、および心拍リズムの変動から検討をおこない下記の結果をえた。

内田クレベリン加算テストを、若年群10名(平均年齢24才)、中中年群6名(平均年齢52才)に連続60分間負荷し、負荷前(9.30~10.30)、負荷中(10.30~12.00)、負荷後(12.00~13.30)の各々において、尿中A, NA排泄量の測定およびCardiotachogramの観察をおこなった。

若年群、中中年群とも加算数は1分間約60字で大差はないが、Aは全例で著明に増加し、負荷前の値に対し、若年群では約130%増、中中年群では約70%増であったが、NAは負荷による著変はみとめられなかった。安静時において両群とも心拍数は約72/minであるが、負荷直後82~87/minに増加する、負荷中若年群ではこの値を維持するのに反し、中中年群では漸減し、約30分後にはほぼ安静時の値にもどる。すなわちRMR約0.2の精神労作においては、中中年群は若年群に比し、心拍数の低いレベルで適応していることがうかがわれるのであって、このことは前述A排泄の年齢差と対比すると興味ある所見である。心拍リズムは両群とも負荷によってuniformになり、若年群では20~30分後にumiformityがくずれ、不規則性動揺が著明となるが、中中年群では相対的な心拍リズムのumiformityがくずれない。このことは単調な立位軽労作負荷のさいのリズムの経時的動揺と同一であった。

カテコールアミンの一種、インプロテレノールをラット腹腔に注入すると、唾液腺の分泌促進に続いて、その分泌細胞核に著しく多数の核分裂像の出現を認めた。それは従来再生現象乃至代償性肥大に就いて実験的に観察された核分裂出現率に比べて著しく高度のもので、in vivoに於ける核分裂の調節に就いて興味ある資料を提供する。

生体諸機能の律動性については季節変化あるいは日内変動として認められており、またこうしたリズムのうち諸種の外因により容易にそのリズムが変化する機能と、変化しない機能のあることもまたよく知られた事実である。ところでこうした律動的諸機能の根底に内分泌系(とくに自律神経系)の活動のリズムが関与していること



## 立位軽作業時の呼吸、心拍リズムの テレメーターによる観測

加藤 寿一

20~23才および43~53才の健康男子それぞれ7名について、高さ80cmの台上より、約100gの石を選別しながら、150cmはなれた他方の台へ、1分30個の割で移す単調な作業を、90分間連続しておこなわせた。

呼吸、心拍リズムの測定には、胸部より誘導した心電図を無線搬送したのち、これを受信し、松田の Cardiotachograph に入れ、時々刻々の心拍間隔の記録をおこなうとともにサーミスターをトランスデューサーとして呼吸曲線を同時描記した。送信装置は、送信周波数40.68MC、副搬送波周波数3.0KC、5.4KC、2チャンネルFM-FM方式のもので、総重量600gのものを用いた。

心拍リズムは若年群において、RMR約1.5程度の労作を負荷すると、ただちに変動がなくなり、Cardiotachogramはほぼ平坦となるが、作業開始後約15分経過すると、しだいに不規則性動揺の出現頻度が多くなり、70分経過後には、5~10secあるいは10~15secの準週期性のいわゆる slow wave の出現がみとめられるようになる。作業後心拍数はすみやかに作業前の値にもどり変動はふたたび大となる。呼吸曲線の振幅は作業により減少するが、これに反し頻度は増加し、作業経過中ほぼ同一の値を示して、作業を中止するとふたたび作業前の値となる。中高年群では、呼吸、心拍リズムの変動も若年群のように著名ではなかった。

このような軽度立位作業の負荷によって、自律神経系緊張の内的過程が心拍リズムに反映し、作業の経過につれて、上記の変動を示したものと考えられる。

生体の心拍リズムは、諸種の内部環境の変化によって、微細に変動するものであり、自律神経系の機能を示す重要な生理現象の一つである。このような観念から、軽度の連続的規制作業負荷によっておこる機能変化を検討する目的で、若年群と中高年群との二群について、呼吸、心拍リズムの無線遠隔観測をおこなった。

## 労作時心電図のテレメーターによる観測

加藤 寿一

結果をえた。

ポンプ工場（立位軽作業1例）一日の作業全経過の心電図搬送をおこなった。心拍数は作業前70~80/minの値を示しているが、作業開始と同時に80~100/minと著明に増加し、5分後にはプラトーに達するが、約120分経過後しだいに減少する傾向を示し、70~90/minの心拍数を呈するようになった。P-P間隔またはR-R間隔はやや短縮するが、R-S-T結合部の下降およびSTがなめらかに上昇し陽性Tへ移行する変化はみとめられない。T、P波はしだいに接近するが、平坦部が消失することはなく、したがってP波がT波の notch となることはなく波形のくずれはないが、労作中一回期外収縮の所見をみとめた。

絶縁工場（立位軽作業2例）P-P間隔の短縮は同様にあられるが、作業中ST-Tの下降はみとめられず、T波P波およびQTの著変はみとめられない。心拍数は80~110/minを示し、作業を中止するとすみやかに作業前の心拍数に回復している。

水車ランナーハツリ工場（中腰でグラインダーをまわす作業で静的労作要素の強いものである2例）心拍数は作業開始後増加し、3~4分以内にプラトーに達し、80~110/minの値を接続する。P-P間隔、R-R間隔、TPの接近およびST-Tの下降をみとめるが期外収縮の所見を呈した例はない。

鍛造工場（高温重筋労作10例）作業時心電図の搬送を約40分間おこなった。P-P、R-R間隔およびTP波の接近はみられるが、平坦部の消失はない。ST-Tの下降は2例にみとめられ、また他の1例においては労作中期外収縮の所見をみとめた。心拍数は作業中130~160/minを示している。

静的作業、立位軽作業では心拍数はやや速くなるのみであるが、重筋労作、ランナーハツリ作業ではST-T下降がみとめられ、重筋労作およびポンプ工場においては、作業業中期外収縮の所見を呈した例があった。

こうした労作時にみられる心電図変化が、生理的なものか否かは、将来検討を要するが、自由無拘束状態下の労作時心電図変化は従来の有線方式ではみとめ得ない所見であり、無線方式の biotelemetry の有用性を実証するものである。

## 血液性状よりみた低温労働への適応

新山 喜昭 小島 綾子 柿崎 敏雄  
加藤 寿一 坂部 弘之

我々は夏季に冷凍室作業（-20°C環境）の採血を行い血液性状を検討して、低温への適応が生体内環境にどのように反映しているかを年齢別に考察した。

1963年8月~9月に某冷凍工場勤務の男子34名（若年群平均年齢25才、中高年群平均年齢37才、各群17名）について勤務終了前の空腹時採血した全血、血清比重、血清蛋白濃度、A/G比、血液水分、ヘマトクリット、白血球数、PH、氷点降下度、Na、K、Cl、血糖、尿素、11-OHCSを測定した。なお同一人につき採血は2回行った。被検者は低温下作業を断続的に行ない、8時間勤務のうち約4時間を冷凍室で過していた。別に研究室勤務の男子について採血し対照とした。

まず全血水分は対象両群とも差がなく約80%でこれは対照に比し高値であった。血液水分に応じNa、Cl濃度はともに対照に比し低く、これは浸透圧にも反映し低温作業者が低い傾向を示した。血中11-OHCSは対照より高い。夏季における hemodilution、Na、Cl、浸透圧の低下などは季節馴化として認められた所見であるが低温労働者では対照に比しこの暑熱馴化時の血液所見が一層強調されているが如き感を示した。また寒冷馴化が成立した後には副腎皮質ホルモン分泌は一般に低くなるが、我々の対象のように1日のうち延数時間、くりかえし寒冷に曝され、それ以外は暑い環境にいる際には皮質ホルモンの分泌が対照より多く寒冷馴化時とはことなる態度を示した。

さらに、各種の測定値について群別に、個人間の変動を変動係数を算出して比べると、PH、浸透圧、Na、Cl、Kなどは2~8%の変動係数を示し、これは低温群、対照とも差がなく、生体に不可欠な機能は低温下でも正確に調節されていることがわかった。

上記の所見その他から低温労働従事の2群（若年群と中高年群）間にはとくに著しい差が認められなかったが、寒冷に対する慣れの点も含め、さらに長期的に寒冷下の生理機能変化を検討すべきと思われる。

## 塵肺の肺内鉱物の分析(4) 肺内鉱物の採集法の基礎的検討

林 久人 坂部 弘之

塵肺症患者の肺内鉱物組成および粒度分布などの知見は塵肺症の病因と対策を追求するために必要である。この目的のために、前年度の研究により、肺組織中から肺内鉱物を分離し、その組成を判定するためには、100°C以下で過酸化水素処理を行ない、偏光顕微鏡により炭酸塩鉱物、沸石類の有無を検討し、洗滌には1/10~1N塩酸を用いて採集する方法を確立した。本年度は詳細な鉱物変質過程をX線分析、赤外線吸収スペクトル測定により追究し、この肺内鉱物の採集法が他の方法に比較して肺組織の分解により、肺内鉱物の変質を最少限度におさえることが出来ることを明らかにした。（日本粘土学会英文誌 Clay Science Vol 2, No. 1印刷中）その概要を次に示す。

(1) 肺組織をホルムアミドで分解すると、モンモリロナイト、パーミキュライトの(001)反射(約14Å)はしばしば12Åに移動したり、14Åと12Åの double peak になる。また処理後の試料のX線廻折像が処理前の試料のものに比較して変化が認められない絹雲母、緑泥石もモンモリロナイト、パーミキュライトと同様に赤外線吸収スペクトル上に1700cm<sup>-1</sup>付近に新しい吸収があらわれる。これらの事実はホルムアミドが粘土鉱物に吸着されているか、または粘土鉱物の層間イオンを置換したためと推定される。

(2) 肺組織を過酸化水素により分解した後、塩酸により洗滌する場合、塩酸の濃度、処理温度、処理時間により、粘土鉱物が徐々にその構造を崩壊する。即ち6N塩酸でパーミキュライト、緑泥石を煮沸すると処理時間30分以内でゲル状のX線廻折像を示すが、赤外線吸収スペクトルではAl-O-H、Si-O-Mg、Si-O-Alなどの吸収が、比較的処理時間を長くしても残存するが、最終的にはSi-Oの吸収だけとなる。この場合、溶液中に溶脱するMg、Feなどの量に関係する。この事実は比較的短時間の処理で結晶構造は破壊されるが、結合は比較的長時間の処理にたえる。熱1N塩酸で処理すると、処理時間7時間で緑泥石、パーミキュライトのX線廻折像が消滅する。冷1N塩酸で処理すると処理時間30分でも全く処理前の緑泥石、パーミキュライトの(001)のX線廻折線の強度は変化がない。

このような鉱物の変質過程を詳細に追求した結果から、ここに確立した肺内鉱物の採集法が最良のものと考えられる。

なお、この他に肺内鉱物の採集法には、肺組織を500~700°Cに焼成したり、過酸化水素処理後に380°Cに加熱する。



る方法がある。このような加熱処理による鉱物の変質、変成の過程をX線、赤外線、示差熱分析などにより詳細に検討したが (Clay Science Vol 1, No. 6 P.P.134—154 に発表) 加熱による方法は 300°C 以下の加熱でも、肺内鉱物の採集法には適当ではない。

### 塵肺の肺内鉱物の分析(5) シリカ鉱物のX線による定量

林 久人 坂部 弘之

炉材焼成工の肺内鉱物の主な鉱物組合せは石英、リンケイ石、クリストバル石であり、この鉱物組合せは炉材焼成過程に形成される鉱物組合せと同じである。

シリカ鉱物の定量の困難な点は、クリストバル石、リンケイ石を合成する時に、両鉱物の共生物を合成することは容易であるが、単独でこれらを合成することがむづかしいことである。今年度は Starting material に石英を用い、リンケイ石、クリストバル石を各々単一相として合成し、これらを標準物質として石英、リンケイ石、クリストバル石をX線分析により定量した。

被測定試料に一定量の方解石を内部標準試料として加え、各シリカ鉱物と標準鉱物との反射強度比を求め、検量曲線から絶対量を測定し、この値から各シリカ鉱物の相対量を計算し得るが、シリカ鉱物の各々の検量曲線が近似的に直線であるため、特に標準鉱物を添加する必要はなく、また添加において生ずる鉱物のX線反射強度の弱体化がなくなり、実験が簡単となる。石英(Q)、クリストバル石(C)、リンケイ石(T)の検量線の勾配比が a : b : c であれば等しい強度を示すときの鉱物 Q C T の量比は  $\frac{1}{a} : \frac{1}{b} : \frac{1}{c}$  であり、被測定試料の鉱物 Q, C, T の強度比 (I<sub>Q</sub>:I<sub>C</sub>:I<sub>T</sub>) から三種のシリカ鉱物の量比 x : y : z =  $\frac{I_Q}{a} : \frac{I_C}{b} : \frac{I_T}{c}$  が求められる。このように検量線の勾配を示す値 a : b : c と三種のシリカ鉱物の X線反射強度比から三者の相対量を求めることが出来る。

石英(Q)、クリストバル石(C)、リンケイ石(T)の検量線からその勾配比を求めると Q : C : T = 4.5 : 4.0 : 1.0 の値を得た。この値から、等強度を示す鉱物の量比 (勾配の逆数比) を計算すると 0.22 : 0.25 : 1.0 となる (リンケイ石を 1.0 とした) この比を被測定鉱物の廻折線の面積強度 (試料 40mg を一定面積に塗付した定方位スライドから得た) に各々をかけ合せ、その値をその試料中のシリカ鉱物の量比とした。

上記の方法により炉材焼成工の肺内鉱物のシリカ鉱物の各々の量比を求め、先に、X線、赤外線分析により求めた石英の絶対量から、他のクリストバル石、リンケイ石の絶対量を容易に求めることが出来る。

### 石英粒子の単核細胞に対する影響について

#### 1) 細胞内ヌクレオチドの減少と細胞機能の関係について

興 貴美子 安川美恵子

て検討を行なった。

既報の如く採取したラット腹腔内単核細胞に粒度 0.5~2μ 及び 0.5μ 以下のアルカリ処理石英及び 100 時間磨砕石英を食喰せしめ、酸溶性 nucleotide 量、TTC 還元能 (基質 glucose)、乳酸生成量、glucose 消費量、Succinoxidase 活性等について検討した。

まづ従来基本の実験条件として来た 1×10<sup>7</sup> cell に対し、0.5~2μ の石英 400γ を加え、1時間 37°C で incubate する条件においては従来通り TTC 還元能は 50% 減少し、酸溶性 nucleotide は約 60% となる。しかしこの条件においては、乳酸生成量、glucose 消費量、Succinoxidase 活性、2-p-Iodophenyl 3-p-nitrophenyl-s-phenyl tetrazolium chloride (INT) 還元量 (基質, Succinate, DPNH) 等には変化は認められない。

そこで、石英量を増加し、400, 800, 1200, 1600γ と加えた場合 1×10<sup>7</sup> 個細胞あたり 1600γ 加えても、nucleotide の減少は約 60% にとどまり、乳酸生成の減少、glucose 消費量の減少は認められない、Succinoxidase 活性は、800γ の添加まで変化しないが後漸次減少してくる。

更に障害性のつよい 0.5μ 以下の石英を用い、1×10<sup>7</sup> 個細胞あたり、400, 800, 1600, 3200γ を加え 1 時間半 incubate すると、400γ の添加では、nucleotide の減少は nucleotide の量は対照の 40% を示し、乳酸生成、glucose 消費量は低下しない。しかし、800γ 添加後からは、nucleotide 量は 30% 以下となり、爾後粉じん量に従って nucleotide 量、乳酸量、glucose 消費量 Succinoxidase 活性共に直線的に減少してくる。

次に粉末量を 400γ 及び 800γ とし、incubation time をかえてみると、400γ 添加群では 3 時間目に nucleotide 量は 30% となり乳酸生成が低下してくる。これに反して 800γ 群では、1 時間 30 分でやはり nucleotide 量が 30% となった時乳酸生成は低下し、以後の増加は殆どみられない。即ち乳酸生成、glucose 消費量の減少は細胞内 nucleotide が約 30% に低下した時始めて認められる。以上の実験から考えると nucleotide の減少、TTC 還元能の減少は、乳酸生成及び succinoxidase 活性の低下より速やかに起る事が認められた。即ち細胞内 nucleotide は酵素反応を行なうのにはかなり充分量が入っており、この変動がある量にいたって始めて、細胞代謝の障害となってあらわれると考えられる。又、glucose を基質とする TTC 還元能は一般に解糖系の表現として用いられているが、石英の障害性に対してはこれより遙かに鋭敏な反応であり、解糖系の表現とのみは考えにくい。

### 石英粒子の単核細胞に対する影響について

#### 2) テトラゾリウム還元能の本態とその石英障害性について

興 貴美子 安川美恵子

まづ glucose を基質とした単核細胞における TTC 還元能の系を見出すべく、10<sup>-3</sup>M, NaF, 10<sup>-3</sup>M ヨードアセト酢酸 (IIA), 10<sup>-3</sup>M KCN を添加すると TTC 還元能は著しく阻害されるから、TTC 還元能は解糖系、電子伝達系を通過していると考えられる。又 10<sup>-3</sup>M CuSO<sub>4</sub>, 10<sup>-3</sup>M PCMB 添加では TTC 還元能はむしろ増加する。基質撰択性は glucose > DPNH > Succinate の順である。

テトラゾリウムとして 2-p-Iodophenyl-3-p-nitrophenyl-5-phenyl tetrazolium chloride (INT) を用いて、単核細胞の INT 還元系を検討すると、10<sup>-2</sup>, 10<sup>-3</sup>M NaF, 10<sup>-3</sup>M IAA の添加によって、還元量は 1.5 倍の増加が認められ、INT 還元系においては glucose を基質に入れると endogeneous に比べ還元量は減少し、Crabtree 効果をおぼしめる。基質撰択性は DPNH > Succinate > glucose の順である。

単核細胞にこれらのテトラゾリウムを添加し、鏡検すると TTC において formozan の赤色は細胞の lipid 顆粒に一致し又は原形質に一樣にみられるが、INT では原形質内に顆粒状にくっきりと染めだされる。

石英の障害性から比較すると、同一条件において、TTC では基質 glucose で 50% 阻害、succinate, DPNH のみでは 10% 阻害、glucose + succinate, glucose + DPNH では 50% 阻害となる。これに反して、INT においては、基質なしで 40% 阻害、DPNH, Succinate では阻害なし。glucose では 20% 阻害となる。

TTC 還元能及び INT 還元能の局在をみるため、単核細胞を超音波処理し、後 10,000G の遠沈を行い、上清及び沈渣部分について活性をしらべた。TTC の場合には homogenate する事により glucose 基質の場合も succinate の場合も還元能は 1/30 位に減少する。この homogenate に ATP を加えると intact cell における 1/3 位まで還元能は戻ってくる。上清部分においても ATP 添加により homogenate と同じ活性をもつ。沈渣部分では ATP 添加によっても活性を示さない。尚これらの分割、homogenate に石英を添加しても障害性を示さない。一方 INT の場合には Succinate を基質とした場合には homogenate しても intact cell と全く変わらない活性を示す。活性は沈渣部に 90% 保持され、ATP 添加により 100% 活性を示す。上清部分では ATP を添加しても活性は認められない。endogeneous においては INT の還元能は homogenate する事により、20 分の 1 以下に減少し、沈渣部分には ATP を加えても全く活性なく、上清部分に ATP を加えた場合ようやく homogenate の 2 倍位の活性を示す。INT 還元能において succinate を基質とした場合には石英による障害はみられず endogeneous のときももっとも明らかに見られるところから石英の障害部位はミトコンドリア部分ではなく、細胞内の soluble な部分即ち解糖系もしくは Cofactor と考えられる。しかし前報において乳酸生成は nucleotide の減少、TTC, INT 還元能の減少より遙かにおくれるところから解糖系それ自身とは考えにくくこれらテトラゾリウム還元能の減少としてみられる障害性は ATP 添加による還元能の回復から nucleotide の減少及び一般にテトラゾリウムへの電子伝達に介存すると考えられる脂肪酸、phospholipide の石英への吸着などが確からしく考えられる。テトラゾリウム還元機構の本態の究明は尚つづけたいと考えている。



### 石英を喰食させた単核細胞の 酵素組織学的研究

坂部 弘之 河合 清之 興 貴美子  
清水 聡子 安川美恵子 小西 紀子

前年度より引続き行っている。石英粉塵の単核細胞に及ぼす毒性に関する研究の一環として、その酵素組織学的検索を行っている。

アデノシン3磷酸分解酵素を、固定その他の反応条件を適当にえらぶことによって、その反応を細胞膜に局在せしめることに或程度成功し、これを目標として、リーチ石英、100時間磨砕石英を喰食した単核球に就て Phagome 壁の態度を電子顕微鏡的に追求している。材料は生化学的検索に用いると同様の方法でグリコーゲン腹腔内注入後2—3日を経たラットから得られた単核球を、ラット血清加タイロイド液中で小角瓶中に置かれたたんざくガラス上に附着せしめて用いる。

現在までに得られた所見として2% グルタルアルデヒド固定后 Wachstein-Meisel Medium を若干改変して用いることにより、ウアバイン感受性酵素を単核細胞表面に局在せしめることが出来る。

石英粉塵喰食との関連に於ては現在検討中である。

尚ラット腹腔単核球は、アデノシン5'1 磷酸分解酵素が細胞膜及び細胞質に或程度陽性を示すこと、アルカリフォスファターゼはほとんど陰性であることなどを知られた。

酸フォスファターゼ陽性顆粒はこの実験条件下の単核球には中等度に出現するのが通常である。既に観察されたごとく喰食された粉塵粒子とは空間的には関係が少ないが、100時間磨砕石英喰食後は漸次増強し、リーチ石英喰食後は若干の増強後むしろ弱まり、乃至顆粒状を失い細胞質をびまん性に染出する傾向がみとめられた。

### アルミニウムによる珪症抑制に 関する慢性吸入実験

坂部 弘之 興 重治 浜田 晃  
河合 清之 清水 聡子 小西 紀子  
八木原 勇

数年前より引続き行なわれた、金属アルミニウムの珪症発生抑制効果に関する研究の最終段階として、新たに作成された粉塵吸入装置を用い、ラット及び、ウサギに就いて慢性吸入実験を行なった。

体重 150g 前後のウイスター系ラット 36頭、体重 2 kg 前後のウサギ 6頭を、それぞれ2群に分ち、1群は石英の

みを、1群は石英吸入後引続きアルミニウム粉末を吸入せしめる。石英は、前年度年報に浜田が記載した法により leaching を施し、 $3\mu$  以下に水篩されたもので、その $50\pm 10\text{mg}/\text{m}^3$  の濃度で1日5時間30分吸入させる。アルミニウム処置群はこれに引続き、15分間  $50\pm 10\text{mg}/\text{m}^3$  の濃度で、金属アルミニウム粉末を吸入せしめる。吸入は5日連続後2日休止を1コースとしてこれを繰返し、約1ケ年に及ぶ。ラットは3ヶ月毎に順次屠殺し、ウサギは、1年後に屠殺して病理解剖学的に検索した。石英のみ吸入させた対照群に属するウサギ3頭のうち、1頭は344日に、1頭は365日に死亡、残りの1頭は379日まで生存し屠殺されたが、下痢を伴い衰弱が著明であった。アルミニウム吸入群の3頭はすべて379日まで生存した。

ウサギに於ては、アルミニウム吸入群は、生存期間(処理群は3頭すべて生存、対照群は3頭中2頭死亡)、肺の膨大、硬化、(平均重量 25.9g:38.6g)、心特に右心の肥大(心平均重量 7.1g:8.9g)、内臓うっ血、肺流域淋巴腺の珪症性変化の進行度等あらゆる点に於て(無処置対照群に比べて変化が軽く、珪肺症の進行を或程度まで抑制していると判断される。各動物の病変の程度にはかなり著しい個体差が認められるが、処置群の1頭の変化が特に軽度である点が注目をひき、又、対照群の死亡が肺性心によることも興味をひいた。

ラットでは、吸入開始後7—8ヶ月以後特に多く発生した化膿性気管支肺炎のために半数以上が死亡し、6ヶ月以降の所見の判定は難しいが、対照群では、肺流域淋巴腺の珪症変化は6—7ヶ月で完成するのに対し、処置群では、10—11ヶ月でも変化は量的にもはるかに軽度であり、線維化も未だ完成に達していない。

以上慢性吸入実験は於ても金属アルミニウム吸入はラット及びウサギの珪症発生に対しかなりの程度に抑制効果を発揮し珪症の完成を遅延させることが認められたが、絶対的な抑制を与えられるとはいえない。アルミニウムの吸入を付加することに由って生体にとって有害と考えられる病変の修飾が起るとい証拠は、本実験条件下では認められなかった。

### 石英粒子の細胞毒性及び線維増 殖能に及ぼす Polyvinylpyridine -N-oxideの影響について

坂部 弘之 河合 清之 興 貴美子  
清水 聡子 安川美恵子 小西 紀子

Schilipkötter らは polyvinylpyridine-N-oxide (PNO) を1週間に1回皮下に注入する事により、石英による肺の線維増殖を阻止しうる事を報告している。

そこで本剤の贈与を受け、この効果を単核細胞について検討すると共に、肺内線維増殖能についても追試してみた。

贈与された PNO は 0.15 % のものであった。まづ単核細胞に対する石英の毒性に対しての影響をみるべく、 $5 \times 10^6$  個の細胞あたり 200r の石英を用い、TTC 還元能から検討すると、石英と PNO を同時に添加した場合には、終末濃度  $6 \times 10^{-5} \%$  という微量の PNO によって、石英の細胞毒性は完全に阻止される。しかし、細胞に石英を添加後、5分、10分、20分、30分、1時間後に PNO を加えた場合には、石英の作用時間の延長と共に阻止作用は減少し、1時間後には殆んど効果を認めない。

これらの結果から PNO の石英に対する効果は石英表面の被覆にあるのではないかと考えられるが、PNO と石英を in vitro に作用せしめ紫外外部吸収の減少から PNO の石英への吸着をみると、石英量の増加にともなって吸着量はますます、細胞毒性のない100時間磨砕石英においても、吸着はむしろ強く認められるので少くとも PNO の吸着は石英の毒性をひきおこす部位にのみ特異的に起こるとは考えにくい。

次に線維増殖能について検討するため、ウイスター系ラットに  $0.5\mu$  のアルカリ処理石英 40mg を気管内に注入し、このラットに週1回1ccの PNO を皮下注射した群及び対照として生理的食塩水注射群を2ヶ月後に剖検すると共に PNO と上記石英との同時注入及び石英のみの群について1, 2, 3, 4ヶ月後剖検を行った。

後者の実験群において S:O<sub>2</sub> のみ注入した群においては、線維形成は肺においては1ヶ月で既に高度に存在する。淋巴腺の病変はやゝ遅れて、2ヶ月で軽度及び中等度の線維化がみられる。しかし PNO と石英の同時注入群では、注入後1ヶ月において特徴のあるびまん性間質性肺炎の像を示す。ところどころに類上皮細胞性肺炎病巣が散在し、附近の肺胞壁肥厚と共に結節類似の形をとるが、膠原線維の発生は全く認められない。肺流域淋巴腺は殆ど腫脹を示さず、組織学的には少数の小型で周囲との限界明瞭な類上皮細胞性結節が散在するが、膠原線維形成はない。肝中心の発達が目につく。3ヶ月を経て、肺の変化は若干進行するが、実際的には線維形成はない。単核球性細胞の集簇が珪症性結節に発展する像はない。肺流域淋巴腺は漸次腫大を示すが、線維形成はない。

PNO を皮下から投与した場合、2ヶ月後、肺の変化は極めて軽い。軽度の気管支周囲炎及び肺胞壁の肥厚を認める以外、結節性病変を認めず、勿論線維形成もない。肺流域淋巴腺は中等度に肥大し、類上皮細胞結節も中等度に発生しているが線維症は起っていない。

以上のように、PNO は非常に低濃度において石英の細胞毒性を完全に阻止しうると共に、PNO の皮下注入においては少くとも2ヶ月まで、同時気管注入では3ヶ月まで石英の線維増殖を阻止しうることを認めた。

### 急性ニトログリコール中毒の血液学 的研究

吉川 博 松下 秀鶴  
鈴木 庸友 加藤 静江

Nitroglycol の血液に及ぼす効果を知るために、家兎に於ける急性中毒実験を行った。同時に銅を併用した場合の効果をも併せて追求した。

10匹の雄性成熟家兎に最初の3日間は 0.2g/kg を、その後 0.33g/kg の Nitroglycol を死亡するまで連日皮下注射した。なお外の3匹の家兎には毎日銅として 1mg/kg

硫酸銅を Nitroglycol 投与の1~1.5時間前に連日皮下注射した。

Nitroglycol 投与家兎は9日間以内ですべて死亡した。銅併用家兎は2匹が7日目に死亡したが、1匹は22日間の連日投与にかかわらず生存した。

血液所見は、次の如くであった。

赤血球は投与後4日目まで急速に減少するが、それ以後大体その値を持続する。Hb 値も赤血球の推移と同様であるが、4日目以後やや増加の傾向を示す。Hb 量は4日目まで急速に減少し、以後かなり急速に増加し、8日目には大体正常値まで回復している。網状赤血球は投与後次第に増加し、8日目には大体25%の含有率を示す。そこで平均赤血球容積(MCV)と平均赤血球血色素濃度(MCH)の推移を検討すると、いずれも2日目には正常値を維持しているが、MCV は4日目に急激に高値を示し、以後大体その値を維持し、MCH は4日目以後次第に高値を示している。以上の現象を総括すると、Nitroglycol 投与によりかなり著明な赤血球の破壊が起るが、以後網状赤血球の含有率の増加をみ、循環血液中の赤血球量はほぼ一定に維持されているものと考えられる。



又 Heinz body の保有率をみると、投与後急速に増加し、6日目で約70%になるが、それ以後 Heinz body の保有率は減少していくようである。

なお、銅を併用した家兎も Nitroglycol 単独投与群と同じ経過を辿り、銅は Nitroglycol による血液変化には影響を示さない。

次に、血漿中の銅と Cellurolasmin の推移であるが、いずれも Nitroglycol 投与後早く死亡した家兎ほど初期の銅と Cellurolasmin の増加が大きく、Nitroglycol 中毒と血漿中銅と Cellurolasmin との間に興味ある問題があるように思う。

### ニトログリコール中毒の実験的研究

鶴田 寛 佐藤 光男 長谷川弘道

急性ニトログリコール中毒において、どのような状態の動物が生き残るか、そしてどのような状態のものが死亡するか、この問題を解明することより、ダイナマイト製造工場従業員の適性検査に幾分なりとも寄与したいと考えて以下の実験を行った。

家兎に 0.33g/kg のニトログリコール (N/g) を連日皮下投与して、投与後1時間における血中硝酸増加量、MetHb 生成量、投与直前の血中 N/g 分解酵素活性及びこの酵素の全量を測定した。血中硝酸増加量及び酵素活性の値はともに日を追って増加したが、中毒死した家兎でのその酵素活性の値は死亡直前で急激に低下するのが認められた。また N/g 投与前から活性が低く、N/g を投与しても増大しない動物も死亡した。この実事は血中の N/g 分解酵素活性の大小が中毒による死亡と密接な関係にあることを如実に示している。

さきに私共は N/g による Hb の MetHb への反応機構を速度論的に解析したが、この結果を利用して、上に得られたデータから血中の N/g 量を推定し、これから血液中の酵素作用によって N/g が分解されて生成する NO<sub>2</sub> 量を算出、また同時に MetHb 生成に伴う N/g の NO<sub>2</sub> への分解量を算定した。これらの結果から

{血中硝酸増加量} - {血中酵素による硝酸生成量} + {MetHb 生成に伴う硝酸生成量} = A で表される値を求めたところ、N/g を投与して生き残った動物ではすべてAの値は(0)又は(-)であり、死亡したものではAの値が常に(+)であった。よってAの値の正負により N/g 中毒による生死を事前に推定することが可能になった。さて、このAの値が(0)又は(-)ということは増加した血中 NO<sub>2</sub> 量は血中酵素に 100%依存することを、また一方、Aの値が(+)ということは増加した血中硝酸量は血中酵素に依存せず、N/g は臓器中で硝酸に分解され、それが血中に流出して来たこと、即ち臓器中の酵素に依存すると考えられる。よって前者の動物では N/g は臓器へ入り込むことが少く、後者では臓器中に侵入したことがわかる。いいかえれば N/g が全て血液の中で分解されれば、N/g は臓器中にはあまり多量には入らず、従って臓器は N/g におかされず、動物は生き残ると考えられる。なお臓器(肝)では N/g を分解して硝酸にする酵素Ⅰと亜硝酸にする酵素Ⅱが存在すること、血液中には酵素Ⅰのみが存在すること等が確かめられた。この N/g を分解して硝酸にする酵素Ⅰは多量の還元型グルタチオンを必要とすることがわかった。そして酵素活性が死亡直前に急速に減少したのは還元型グルタチオン量の減少のためであることが判明した。

ヒト血液の N/g 分解酵素活性を測定することにより、ダイナマイト製造に従事するこの適否を検査しようかどうかについては現在なお検討中である。

### ニトログリコール中毒の実験的研究

#### 一肝ミトコンドリアに対する N/g の作用について一

鶴田 寛 佐藤 光男 長谷川弘道

前報において N/g が血液中で少ししか分解されず、臓器中に入り込むことが推察されるような動物は N/g に弱いことが判ったので、臓器中において呼吸に関係する顆粒ミトコンドリアに対する N/g の阻害を試してみた。

ウサギ肝より調製したミトコンドリアを用いて、TCA サイクルのどこを N/g が阻害するかを検査法により実験した。反応液の組成は 7×10<sup>-3</sup>M ATP, 7×10<sup>-5</sup>M チトクロームC, 0.3μMTPN, 10<sup>-3</sup>M MgCl<sub>2</sub>, 10<sup>-2</sup>M リン酸緩衝液 (pH7.4), 1.3×10<sup>-3</sup> M 基質, 5×10<sup>-3</sup>~10<sup>-3</sup> M N/g, ミトコンドリア (窒素量にして 1.4~1.6mg/ml) で、これに 0.9% KCl を加えて、全量 3 ml にし、ワールブルグ検圧計を使用して酸素消費量を測定した。なお、ミトコンドリアは膜に対する N/g の影響を考慮して、N/g とあらかじめ 0°C 3時間解置したものと、しなかったもの

の2種を用いた。得られた結果は次表に示すとおりである。

表 I N/g によるミトコンドリアの呼吸阻害

基 質	-log [N/g]	阻害度(%)		
		8	5	3
焦性ブドウ酸	A	0	20	60
	B	20	30	60
クエン酸	A	8	4	30
	B	15	5	83
α-ケトグルタル酸	A	5	5	20
	B	15	15	60
リンゴ酸	A	5	5	80
	B	25	25	90
イソクエン酸	A=B	20	40	80
コハク酸	A=B	7	7	50
フマル酸	A=B	15	15	65
オキザロ酢酸	A=B	5	5	60

但し A:N/g とミトコンドリアを混じて直ちに反応開始  
B:N/g とミトコンドリアを混じて 0°C 3時間後に反応開始

この表からわかるように N/g=10<sup>-8</sup>~10<sup>-4</sup>M では N/g 濃度、また、基質の種類によらず、ミトコンドリアの活性は15~20%低下、しかし10<sup>-3</sup>Mになると活性は急激に70%近くも低下する。このことから N/g は濃度が低いときはミトコンドリアの構造の一部を壊すだけで、それ以上のことはしないが、高濃度では構造を大巾にこわしてしまうことが推察される。

### 四塩化炭素肝傷害についての研究

清水 純孝 清水 聡子  
小西 紀子 河合 清之

#### 1 四塩化炭素慢性中毒による肝傷害の検討

四塩化炭素はその毒性のために工業的に利用されることは少なくなり、他のハロゲン化炭化水素にとって代わられるようになった。

しかし現在用いられているハロゲン化炭化水素、特に塩素を含むものは肝、腎に毒性をもっているものが多く、又

それらによっておきる臓器傷害の病理像は四塩化炭素によるものと共通であるといわれる。このような点から、四塩化炭素肝傷害を塩素化炭化水素による肝傷害の一つのモデルとして取扱うことができると考えられる。

ラットに四塩化炭素を長期投与することによって脂肪肝とそれに続発する肝硬変症をおこさせることはよく知られているが、そのような実験に用いられるよりはるかに低濃度を長期に投与した時の肝傷害の成立、進展を知るために、1%および2.5%四塩化炭素オリーブ油稀釋液を体重100gあたり1ml 週2回、1~7週間投与し、肝中性脂肪量の測定、組織像、電顕像の検索を行った。各群ともに肝中性脂肪量の明らかな増加を認めたが、興味あるのは増加は2回投与後すでに著しく、2.5%群では1%群よりはるかに強い脂肪蓄積を示したが、その後の増加は緩慢であり、投与中止後2週間で脂肪量の著減をみた。

投与量、投与期間、組織中四塩化炭素蓄積量等をなお検討する必要があるが、不可逆的肝傷害をおこす毒物量の閾値について一つの問題を提出していると考えられる。

#### 2 四塩化炭素肝傷害における副腎および交感神経系の役割についての検討

四塩化炭素のみならず、エチオニン、アルコール等による脂肪肝の生成に副腎および交感神経系が関与していることが知られている。

これはカテコールアミンを介して脂肪組織より脂肪酸が動員されるためと考えられるものもあるが、Brodyらはラットで予め副腎摘除、胸部脊髄切断、交感神経遮断剤投与等を行っておくと四塩化炭素による脂肪肝生成がおさえられるだけでなく、肝細胞壊死、ミトコンドリア酵素活性の変化等が軽くなるから全く防止されるとしている。一方 Rechnagel ら、Smuchler ら、Reynolds らは四塩化炭素による肝の脂肪化は肝細胞マイクロソーム酵素活性低下、電顕的には Endoplasmic Reticulum の変化が認められる時期と一致しているとして、マイクロソームにおけ



る蛋白合成の阻害が脂肪搬出力の低下をきたして脂肪肝を成立させると説明している。もし Brody らのようにカテコールアミン分泌が脂肪酸動員のみでなく、肝細胞自体の傷害に関与しているとすれば、マイクロソームの機能も又上に述べたいろいろな処置によって影響されるであろう。

この点を明らかにするために、脊髄切断、副腎摘除、交感神経遮断注射等を行ったラットに四塩化炭素を投与し、肝中性脂肪量、グルコース-6-リン酸酵素活性、 $C^{14}$  グリシンの血清リポ蛋白質エのとりこみ、肝細胞内 Ca 濃度等を測定し、あわせて肝の組織像、電顕像を観察している。なお、体外にとりだした肝を灌流することによって内分泌系・自律神経系の関与しない状態で肝の脂肪代謝、蛋白代謝が四塩化炭素によってどのように影響されるかを検索する予定である。

### ペンタクロールフェノール及びその類縁化合物による肝傷害について

清水 純孝 清水 聡子  
小西 紀子 河合 直之

A群で明らかな肝傷害を認めたが、Tri, Para 群ではA, B群共著明な異状所見はなかった。

ラットで PCP 1/2 LD<sub>50</sub> 1回投与後3日で肝の脂肪化が認められた。

なお、以上の予備実験にもとづいて、類縁化合物間の毒性の差違を究明することが計画されている。

### 急性カドミウム中毒の研究

河合 清之 吉川 博 清水 聡子  
加藤 静江 小西 紀子

時間及び2, 4, 6, 8日目にそれぞれ5匹宛のマウスの各臓器の病理組織学的検索、及び、1, 2, 4, 6, 8日目の血液所見の検討を行った。

体重の変化、並びに血液所見は次の如し。体重は Cd 投与後2日目までは減少し、それ以後次第に増加し、4日目には大体実験前値に復する。

赤血球数は、Cd 投与後24時間で急速に減少し、それ以後大体同じ値を示すが、8日後にはやや増加の傾向を示す。Ht 値は、Cd 投与後次第に減少し、4日目以後漸次増加を示す。白血球数は、投与後24時間でかなり増加し、それ以後次第に減少し、6日後には大体実験前値に復する。

病理組織学的検索では Cd による著明な壊死像が肝と睪丸に認められた。更に他の臓器をも含めて、詳細な病理像の検討、特に初期の様相については目下検討中である。

### 慢性カドミウム中毒の研究

吉川 博 河合 清之 清水 聡子  
加藤 静江 小西 紀子

微量のカドミウムが長期にわたって摂取される時の障碍を知り、且その閾値を知るために、標準固型飼料で飼育する雄 I C R マウスの飲料水道水の中に塩化カドミウム  $3 \times 10^{-4}\% \cdot 3 \times 10^{-5}\% \cdot 3 \times 10^{-6}\%$  を混じて自由に摂取させ、一定期間毎に屠殺して、血液所見、内臓諸臓器の重量、組織像等を検索中である。 $3 \times 10^{-4}\%$  群では最初の5ヶ月までは発育も対照をむしろ上廻るが、その後下降を示すものが出現、血液所見・内臓重量も動揺が激しくなる。組織学的には、肝では肝細胞の肥大が月をおって明らかとなり、肝細胞核の肥大、核小体の増多を伴うと共に或時期に核分裂像の多発をみとめた。脂肪化が、6ヶ月頃より認められる。細網細胞の増殖が少しずつ進行し、酸フォスファターゼの増強を併う。電顕的には肝細胞内には特徴的な構造を持つ電子密度の高い大型顆粒の増生と滑面小胞体の島状の増殖がみられている。

ペンタクロールフェノール (PCP) は除草剤としてひろく用いられているが、最近これによって肝傷害がおきる可能性があることが注意されている。

予備実験として、PCP, トリクロールフェノール(Tri), パラクロールフェノール(Para)の LD 50の(A) 1/3 (B)1/50 量を週3回3週間マウスに経口投与した結果、PCP では

Cadmium の経口投与による慢性中毒実験をマウスを用いて実施中であるが、同時に比較的大量を投与した場合の Cadmium 中毒像、とく初期の病変を確認する必要からマウスを用いた急性 Cadmium 中毒を実験を行った。

実験方法は、マウスの腹腔内に  $CdCl_2$  を Cd として  $3 \text{ mg/kg}$  を1回注射し、注射後2, 4, 6, 10, 15, 24

時間及び2, 4, 6, 8日目にそれぞれ5匹宛のマウスの各臓器の病理組織学的検索、及び、1, 2, 4, 6, 8日目の血液所見の検討を行った。

体重の変化、並びに血液所見は次の如し。体重は Cd 投与後2日目までは減少し、それ以後次第に増加し、4日目には大体実験前値に復する。

赤血球数は、Cd 投与後24時間で急速に減少し、それ以後大体同じ値を示すが、8日後にはやや増加の傾向を示す。Ht 値は、Cd 投与後次第に減少し、4日目以後漸次増加を示す。白血球数は、投与後24時間でかなり増加し、それ以後次第に減少し、6日後には大体実験前値に復する。

病理組織学的検索では Cd による著明な壊死像が肝と睪丸に認められた。更に他の臓器をも含めて、詳細な病理像の検討、特に初期の様相については目下検討中である。

微量のカドミウムが長期にわたって摂取される時の障碍を知り、且その閾値を知るために、標準固型飼料で飼育する雄 I C R マウスの飲料水道水の中に塩化カドミウム  $3 \times 10^{-4}\% \cdot 3 \times 10^{-5}\% \cdot 3 \times 10^{-6}\%$  を混じて自由に摂取させ、一定期間毎に屠殺して、血液所見、内臓諸臓器の重量、組織像等を検索中である。 $3 \times 10^{-4}\%$  群では最初の5ヶ月までは発育も対照をむしろ上廻るが、その後下降を示すものが出現、血液所見・内臓重量も動揺が激しくなる。組織学的には、肝では肝細胞の肥大が月をおって明らかとなり、肝細胞核の肥大、核小体の増多を伴うと共に或時期に核分裂像の多発をみとめた。脂肪化が、6ヶ月頃より認められる。細網細胞の増殖が少しずつ進行し、酸フォスファターゼの増強を併う。電顕的には肝細胞内には特徴的な構造を持つ電子密度の高い大型顆粒の増生と滑面小胞体の島状の増殖がみられている。

腎でも細尿管主部上皮の膨大、軽度変性が絶えずみとめられ、ボウマン氏嚢壁側が細尿管上皮で置換される。睪丸は初期の軽度の精子形成の低下がその後も持続するが、間質細胞が徐々に増殖しつつある傾向がみとめられる。 $3 \times 10^{-5} \cdot 3 \times 10^{-6}$  群では、3ヶ月までに未だ著しい変化は起っていない。Hb を構成するヘム中の鉄は赤血球を検索は更に続行中であり、 $3 \times 10^{-4}\%$ 以上の濃度についても検討を予定している。

### 某電子工業工場におけるテルル、セレン等混合物取扱者の検診 ——肝機能検査を中心として——

清水 純孝

GPT は1名に明らかな異常を認めたが他は正常であった。以上の結果からは集団的に肝傷害の発生があったとは認められなかった。

### 産業中毒におけるヘモグロビンの変性について

——メトヘモグロビンの形成機序——

佐藤 光男 長谷川弘道

Hb 分子の4ケのヘムの Fe<sup>++</sup> が Fe<sup>+++</sup> に酸化される順序には、規則性があるらしいことを推定した。今年度はこれに理論的裏付けを与え、例えば Met-Hb 量50%のときには Hb1 分子内4ケのヘム鉄の状態は 2Fe<sup>++</sup>-2Fe<sup>+++</sup> が圧倒的に多く且つ2Fe<sup>+++</sup> の Fe は隣り合った位置にあるものが大部分であることを証明した。これは Hb 分子に4ケの O<sub>2</sub> 分子と結合する場合と同様に赤血塩が Hb 分子に作用する場合にもヘム間相互作用が働くことを意味する。このことは Hb 分子の4ケのヘムのうちすべて Fe<sup>++</sup> であるとき、1ケが Fe<sup>+++</sup> であるとき、2ケが Fe<sup>+++</sup> であるとき、3ケが Fe<sup>+++</sup> であるときには赤血塩との反応速度が異なることからもたしかめられた。

産業中毒的には Met-Hb 形成毒といわれる物質が広く使われているが、これ等の物質による Met-Hb 形成過程を明らかにすることは、非常に大切なことである。何とならば例えば Met-Hb が25%形成されれば場合それが

3 Hb 分子+1 Met-Hb 分子

という組成であればよいがもし4 Hb 分子のそれぞれが3 Fe<sup>++</sup>-Fe<sup>+++</sup> の状態にあるときは、単に Met-Hb 形成という事実止まらず、酸素に対する親和性が変化して来るからである。ここにもまた産業中毒を分子論的に眺めることの重要性の一端がうかがわれる。

### 産業中毒にみられるヘモグロビンの変性について

——酸素親和性の変化したヘモグロビン分子の性質について——

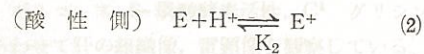
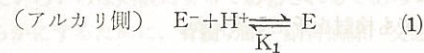
佐藤 光男 長谷川弘道

得られた結果の一部は38年10月の生化学会及び生体の科学12月号に発表した。

オキシヘモグロビン溶液の可視部領域における光吸収スペクトルは pH によって変化しないというのが通説になっている。我々は偶然の機会から正常 Hb 溶液の酸素分子に対する反応性は濃厚なものでは全く異なることを見出し、その原因は Hb 分子間の相互作用にあたると思った。一般にこうした分子間相互作用が働くときには、その大小(濃度によってきまる)によって光吸収スペクトルに変化が期待される。そしてこの相互作用力の大小には当然溶液の pH も関係して来ることが予想される。事実 Hb 溶液のある pH における光吸収と pH 7.13 における光吸収との差(差スペクトル)をとると、濃厚 Hb 溶液(1 mM)では590 m $\mu$  に、また稀薄 Hb 溶液(0.05 mM)では590, 575, 560及び540 m $\mu$  に光吸収の極大または極小がみられた。590 m $\mu$  における吸光度の変化量 ( $\Delta E$ ) と pH



との関係を詳細にしらべると、解離恒数 (-logk=pk) 6~7の基と5~6の2つの酸基が、590m $\mu$ の光吸収に関係していることがわかる。そこでこの2つの酸基はHb分子の蛋白部分に存在するものと考えて、その解離を次の如く表わすと



この両式と実験結果からK<sub>1</sub>及びK<sub>2</sub>が算出される。その値はpK<sub>1</sub>=6.8, pK<sub>2</sub>=5.5となり、この値を用いて得られる理論値は実測値とよく一致する。さらに稀薄溶液については上記のpK<sub>1</sub>, pK<sub>2</sub>をもつ酸基以外にpK 6.3及び7.5の2つの解離基の存在がみとめられた。これらの基はいつもその解離状態がヘムの光吸収に影響すること及びそのpK値から考えてヘムのFe<sup>++</sup>と結合しているが又はその近傍にあるヒスチジンのイミダゾール基と推定された。

一方正常Hbにヘム間相互作用に影響を及ぼす物質であるホルマリン、PCMB等を加えると光吸収スペクトルはpHによって殆んど変化せず上述の酸基の存在はうかがい知ることが出来なくなる。この事実はホルマリン、PCMB等がHb分子の $\beta$ 鎖の93番システイン残基に結合するため92番ヒスチジンのイミダゾール基の解離状態が大巾に変化するか又はイミダゾールとヘムのFe<sup>++</sup>との結合状態が変わってそのためイミダゾールの解離状態がヘムにさして影響を及ぼさなくなる事を示す。いづれにしてもSH基以外にヘム間相互作用に重要な関係をもつものとしてヘムFe<sup>++</sup>とイミダゾールとの結合状態そのものが浮び上って来たことは興味深い。しかも産業中毒においてこうしたHbが出現することが認められたことは産業中毒が分子論の分野まで入りこんで来たことの一例であり、今後こうした方面から中毒学を眺めることも必要となる。

### 亜硝酸ソーダによるメトヘモグロビンの生成について、速度論的研究

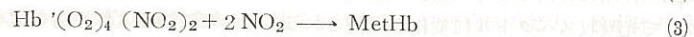
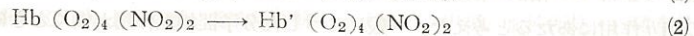
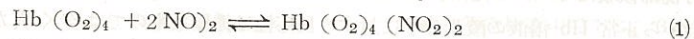
柿崎 敏雄 佐藤 光男 長谷川弘道

NO<sub>2</sub>によるMetHbの生成は古くから知られており、この反応に対する速度論的研究はBetke等が1956年に手がけていけるがNO<sub>2</sub>によるMetHb生成反応にとって最も重要な初期段階の反応を見落している。一方、最近われわれのところ、N/g中毒の際にN/gが臓器中でNO<sub>2</sub>とAlcoholに代謝され血中へ遊出することが認められた。したがってNO<sub>2</sub>によるMet-Hb生成の機構を明らかにすることは労働衛生上急務であると考え、NO<sub>2</sub>によるHbO<sub>2</sub>のMet-Hbへの酸化反応をHb濃度、NO<sub>2</sub>濃度、pH、反応温度、酸素分圧などをそれぞれ変化させて速度論的に研究を進めた。

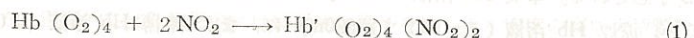
この酸化反応は細菌の発育曲線に類似し、S字型の反応過程をとり、lag phase (誘導期) および log phase (対数期) に対応する2つの反応に分けることができる。log phaseにおける時間をt, lag phaseにおけるMetHbの平均生成速度をvとして、tおよびvと種々濃度のHbおよびNO<sub>2</sub>との関係からこの2つは別種の反応であることがわかった。そしてlag phaseにおいてまずHb 1分子に対し2分子のNO<sub>2</sub>が結合してHb分子内に構造変化が起り、その後log phaseにおいてさらに2分子のNO<sub>2</sub>が結合してMetHbが生成されることが推定された。HbおよびNO<sub>2</sub>濃度を一定にしてpHを種々は変えた場合、tおよびvはpH 7.0 近辺で変曲することが認められたので、NO<sub>2</sub>はHbの蛋白部分のイミダゾール基に結合するものと考えられる。

また、酸素分圧を変えた実験により、NO<sub>2</sub>によってHbが酸化されるためにはHb分子に酸素が配位し、Hb(O<sub>2</sub>)<sub>4</sub>の型になっていることが不可欠な条件であり、したがって還元型Hbは酸化されないという結果が得られた。さらにMetHbの生成にともなう酸素の解離を測定したところ、MetHb 1分子が生成する際に1分子のO<sub>2</sub>が解離することがわかった。なお、tおよびv値の対数とI/Tとの関係より求めた活性化エネルギー( $\Delta H$ )は共に1.15Kcalであった。

以上の結果から考えられる反応様式は次のようになる。

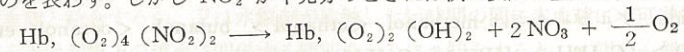


または(1)(2)反応は総合して



ここに、Hb(O<sub>2</sub>)<sub>4</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>はHb(O<sub>2</sub>)<sub>4</sub>とNO<sub>2</sub>の結合したもので、Hb'(O<sub>2</sub>)<sub>4</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>はHb分子の内部構造

変化したものを表わす。しかしNO<sub>2</sub>が不十分のときには次の反応が生じ得る可能性がある。



これでNO<sub>2</sub>によるMetHb生成機構が大体明らかになったので、次はHbを構成するペプチド鎖の種類と関連したMetHbへのなり易さを検討してみたい。

### 亜硝酸ソーダによるメトヘモグロビンの生成について、ヒトおよび兎のHBについて

柿崎 敏雄 佐藤 光男 長谷川弘道

NO<sub>2</sub>によるMetHb生成反応の機構が明らかになったので、NO<sub>2</sub>がHb分子の蛋白部分に結合して、HbをMetHbに変える作用を有することを利用すれば、これを産業中毒におけるHb分子の変化を調べるのに適用することが可能と考える。

第一段階として、 $\tau$ および $\nu$ 値(前報告参照)の差が

確実にHb分子の変化に対応するか否かを確かめるためにACD保存血、透析Hb、Sephadex Columnを通したHbについて実験した。その結果 $\tau$ および $\nu$ 値はHb分子そのものの変化に対応することが判明した。

第二段階として某病院の入院患者45名について $\tau$ および $\nu$ 値を求め、これらを研究所職員15名の値と対照してみた。その結果、正常者の $\tau$ および $\nu$ 値はほとんど一定値をとるのに対し、患者のそれにはかなりのばらつきが認められた。

またN/gを連日投与した家兎にあっては、初め急激に $\tau$ 値は増加、 $\nu$ 値は減少し、その後ゆるやかに変化することがわかった。一方NO<sub>2</sub>によるHbの酸化におよぼす種々の毒物の影響を調べたところ、N/gを添加した系では対照に比して値は添少するが $\nu$ 値は全然変化しないという結果が得られた。したがって、N/g中毒の際にはNO<sub>2</sub>がHb分子に結合し難くなるような何らかの変化が生ずるのではないと思われる。

HCHOを添加した場合もN/gを添加した系と同様に $\tau$ 値のみの減少が認められた。

PCMBを添加した系でも $\nu$ 値はほとんど変化せず、 $\tau$ 値がいくぶん減少した。

これらに反してTriethanolamineを添加した場合および4.6 MのUreaでHb分子を分割した場合には $\tau$ 値は増加を、 $\nu$ 値は減少を示した。一方ABSはHbの蛋白部分に変性を起すと考えられているが、変性を起させる濃度以下の量を添加しても $\tau$ ,  $\nu$ 値共に変化しなかった。

以上のようにNO<sub>2</sub>によるHbの酸化に影響をおよぼす特質をcheckすることにより、Hbの蛋白部分の極く軽微な変化あるいは酸素親和性の変化など今まで見逃されていたような軽度の変化を示唆することができるものと考えられる。

### 各種物質による溶血機構の研究

吉川 博 加藤 静江

細胞膜に対する中毒物質の作用機構の研究は、その中毒を理解する上に極めて重要である。そこで、細胞膜の一つとして赤血球を選び、赤血球膜と各種物質との間の反応を溶血現象から観察し、併せて、溶血機構の解明の一助として実験を行った。

中毒を起す物質の中で溶血作用を持つものがかなり知られている。これら物質の赤血球に及ぼす作用——溶血を起す機構は、それぞれの物質の物理化学的特性と赤血球膜物質との反応様式によって、微細に観察すれば異なることは当然推測されるが、今日なほ不明である。そこで、各種物質の濃度と、赤血球との接触時間との関連に於いて溶血現象を観察した。

実験方法は、0.9%食塩水に各種物質を適当な濃度に加えた溶液に、0.9%食塩水で3回洗滌した家兎赤血球を2%(V/V)の割合に加え、30分毎にその一定量を遠心し、上清を530 m $\mu$ で吸光度を測定した。なほ、サポニンを加えて完全に溶血させた場合の吸光度を100%とし、各測定点に於ける溶血度を%で表現し、4時間までの各種濃度に於ける溶血曲線を作製した。

これらの濃度別溶血曲線を観察すると、完全に溶血を起す濃度と殆んど溶血曲線を起さない濃度との範囲が、その濃度に於いて10倍からの100倍の広さがある物質群(金属と有機金属)と、この濃度範囲が極めて狭く、精々数倍しかない物質群(界面活性剤、アルコール類、胆汁酸、尿素等)とに2大別される。即ち、溶血現象を反応速度論的に観察すると、2つの反応型があり、この両群の溶血機構はかなり異ったものと推定される。

更に、類似化合物間の溶血作用を比較すると、Butyltin chlorideではTributyltin chloride > dibutyltin



dichloride> tetra butyltin, dialkyltin dichloride では, diethyltin dichloride = dibutyltin dichloride> dioctyltin dichloride, アルコールでは methanol <ethanol> butanol <octanol, ethylmercury phosphate では (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Hg)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>> (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Hg)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>> (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>Hg) H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> であった。

## 赤血球の ageing と溶血

吉川 博 加藤 静江

Butyltin 化合物及び dodecyl benzene sulfonate の研究中に、これらの化合物は *in vitro* で極めて強い溶血作用を有するが、家兎に中毒を起させた場合の赤血球は、中毒の進行に伴って浸透圧抵抗性は次第に増強することを観察している。この原因を追求する目的で実験を行った。私共はこの原因の1つとして、正常家兎赤血球と中毒家兎赤血球の細胞の ageing からみた分布の違いを考えた。即ち、中毒家兎赤血球は正常赤血球に比し、若い赤血球の含まれる割合が多くなり、従って浸透圧抵抗が増強するものと推定される。そこで家兎を用い人工的に若い細胞の多い赤血球を造らせ、これら赤血球の食塩水に対する抵抗性、並びに砒素、尿素に対する抵抗性の変化を検討した。実験方法は、Phenylhydrazine を家兎に数日間皮下注射し、家兎血液中の網状赤血球出現率と、貧血の回復経過と、を指標とし、適当な時期に採血し、この赤血球の食塩水、砒素及び尿素の濃度別溶血曲線を観察した。その結果、Phenylhydrazine 投与後の網状赤血球40~50%出現の時期即ち、幼若赤血球の豊富な血液から正常な血液に回復する過程に於いて次のことが観察された。

食塩水に対する抵抗性は、幼若赤血球の含有率の多い赤血球ほど抵抗性は強く、含有率の低下、更に正常状態に回復するにつれて再び正常赤血球の抵抗性にもどる。

砒素の各種濃度に対する抵抗性は、幼若赤血球含有率の多い赤血球ほど抵抗性は弱く、食塩水に対する抵抗性の場合と逆の結果を示し、赤血球像の正常への回復に従って、正常赤血球の抵抗性に復する。

尿素に対する抵抗性も砒素の場合と同様の傾向を示す。

幼若赤血球は食塩水に対する抵抗性が古い赤血球よりも強いことは従来からも知らされており、私共もその事実を確認したが、砒素並びに尿素に対する抵抗性が逆に低下していることは興味ある現象と考えられる。溶血機構がまだ不詳の今日、この現象を説明することは出来ないが、赤血球の ageing の問題に関連して一つの示唆を与えるものとする。

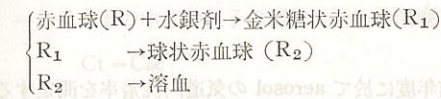
## 有機水銀剤による溶血反応の機作

長谷川弘道 佐藤 光男

産業中毒において、溶血という現象はよくみられるものの1つである。しかし毒物による溶血の機作はというと、全く未開の分野である。というのは、この反応を現象としてのみ眺めて、その機構に関しては、その解明が等閑に附せられたがためである。

今迄一般に溶血反応をしらべらるのに使われた方法は、反応混液からその一部を取出して遠心分離し、得られた上澄について、赤血球の溶血の結果、溶液中に流出した Hb 量を測定し、溶血度と反応時間との関係をしらべ、50%溶血に要した時間をもって、反応速度を比較するという手間のかかるものであった。私共は赤血球が光を散乱し、且つ溶血に伴って散乱光の強度が減少するだろうと考えて、赤血球の大きさを考慮の上、850m $\mu$ の波長をもつ光を赤血球懸濁液に於て、便宜上透過光の強さを測定したところ、溶血に伴って透過光の強さが増加し、溶血度~反応時間関係は透過光の強さ~反応時間関係であらわされることを知った。この関係はS字状曲線となり、細菌の発育曲線に類似しているため、この曲線を誘導期及び対数期に分けて考え、前者の長さを $\tau$ 、後者の速度を $v$ であらわすことにした。Wood は赤血球液に浸透圧を変化させるような種々な物質(マロンアミド、尿素等)を加えたとき、 $v$ の温度変化から活性化の遊離エネルギーとして、3~5 kcal という値を算出しているが、有機燐剤(農薬の原料、(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OHg)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)による溶血の場合にも同様に5 kcal という値が得られた。このことは対数期における溶血は、膜を通して水分が赤血球中に入りこみ、その結果溶血がおこることを示すもので、対数期に関しては、浸透圧変化による溶血も、毒物による溶血も、その機構は同一と考えてよい。すると問題は溶血の前段階、すなわち誘導期に移る。この $\tau$ の意義の解明が、溶血機構の解明につながる。赤血球液に種々な濃度の水銀剤を加え、直ちに遠心洗滌して、遊離状態の水銀剤を取除いたのち、再び懸濁液にすると、水銀剤がないものにも拘わらず、溶血がおこる。そして $\frac{1}{\tau}$ 及び $v$ 値は最初に加えた毒物濃度に比例する。この事実は、水銀剤が不

可逆的に赤血球と結合するか、又は水銀剤が接触した短時間の間に赤血球に不可逆的な変化がおこったこと、更に水銀剤を受入れる赤血球膜上の溶血に関係する個所をかりに $a$ 個とすると、 $a$ 個の一部に水銀剤が結合すれば溶血がおこり得ること等を示す。この場合、赤血球膜の性質はどのように変化しているのだろうか。亜硝酸が膜を透過して内部のHbと反応する事を利用して、膜の亜硝酸透過度をしらべると、赤血球に水銀剤を加えると、膜の透過度は急激に減少し、ついで徐々に回復増大する。そしてここから対数期に入る。この現象は赤血球の形と如何に対応するかを、位相差顕微鏡を用いて観察すると、赤血球は毒物添加により、その濃度に応じて、急激に金米糖状になりついで徐々に、もとに戻るが、形は幾分増大することがわかる。以上のことから溶血機作は



と考えられる。これは恐らくすべての溶血反応に共通した模式と考えられるが、この点は赤血球膜の透過度の変化が、どのような化学物理構造の変化にもとづくものかという点と共に更に研究中である。

## 数種の組織培養細胞株の酵素組織学に於ける二三の知見

河合 清之 清水 聡子 小西 紀子  
協力者 東京大学院学生外島英彦

Chang 肝細胞の酸フォスファターゼは細胞の成長状態により、かなり均一に出現するが、又一方極めて多彩な出現を示すことがある。しかし、そのいづれの状態においても、細胞内での分布・位置・強度に関して、個々の細胞それぞれに明らかな個性を示すことが、はじめて見出された。分裂を経過した2ケの娘細胞は、その細胞の形態・酸フォスファターゼの様相に関しては双兄的の同性を示すことが屢々であり、個性の由来が、一部は細胞の発育期と関連していることを示唆する。

酸フォスファターゼは所謂 lysosome の指標酵素であり、lysosome は各種重金属がその中毒作用を発揮する際に密接な関係の予想される細胞内小器官のひとつである。したがって、組織培養細胞レベルでの中毒学的研究に際しても重要な位置を占める。

我々は各種重金属に就いての動物実験と平行して、組織培養細胞と重金属との相互作用を病理形態学的・酵素化学的・電子顕微鏡学的・生化的観点から追求すべく検索中であり、上述の知見も実験条件設定の際、大切な資料となる。

L 細胞の細胞膜局在性アデノシン3 燐酸分解酵素は、細長く伸びた胴部に最も強く、ついで波状を呈する表面部に出現する。しかし、Cytosis の最も強いと考えられる両端偽足部にはほとんど出現しない従来考えられている同酵素の Cytosis との関係についての解釈とは一見矛盾するこの所見については更に検討中である。

## 接着剤と熱分解ガス

原 登

接着剤の中には、加熱されたり燃焼したりする時、或は高温条件下で使用される時に、熱分解によって有害ガスを発生する事があるので、今回は有害ガスの中でシアン化水素について、500°C以下の時、発生する温度と発生量の関係をみた。

一般に非常に高温では、室中の窒素が接着剤中の炭素に作用して-CNを作る事もあるが、今回は比較的低温の場合を考へたので、シアン化水素を形成する窒素は接着剤中に含まれる窒素原子に起因すると仮定して、窒素を含む化合物を主体とした接着剤を系統的に調べた。その結果、どの種の接着剤でも、十分に酸素の存在する条件下では、略250°C以下に於てはシアン化水素を発生する事は全くないが、更に高温になると尿素系接着剤及びニトリル系接着剤では相当量の発生があり、殊にニトリル系接着剤では400°Cに於て2 l/g (1.2mg/g) を超えるものがあった。その他、イソシアネート系接着剤やシアノアクリレート系接着剤でも少量の発生があった。

シアン化水素を発生する機構は断定する事はまだ出来ないが、ニトリル化合物では先づ加熱によって起る加水分解



でアミド化合物を生じ、これが脱水される事によって低級のシアン化合物を生成する事によるものであらう。尿素系化合物では加熱によってシアヌール酸となり、これがシアン酸に変化し、更に還元作用を受けてシアン化水素を生ずるのであらう。両化合物とも、此等の主反応の外にシアン化合物を発生する副反応は種々考へられる。

何れにしても、シアン化水素を発生する怖のある接着剤は、尿素系のものと、分子内でニトリル基或はイソニトリル基を含んでいる化合物を主体とする接着剤であつたと考へてよいであらう。

尚、今回の研究に用いた接着剤の種類が甚だ僅少であるので、この結果を以て、接着剤の種類とシアン化水素発生との関係を結論する事は速断に過ぎる。

## 肺内のエアロゾル沈着に関する研究

野崎 亘右 坂部 弘之

吾々は前年度に於て aerosol の気道内沈着率を測定するための装置を完了したが、これを用いて予備的実験を行ったので報告する。即ち均一粒度の aerosol を吸入させ、気道内の沈着率を測定し、粒径及び呼吸回数による沈着率の相違を調べた。

吸入した aerosol は 0.5 $\mu$ 、1 $\mu$ 、3 $\mu$  の粒度のものを用い、呼吸回数は毎分10回、20回、40回の三つの type について行った。吸気点及び呼気点はあらかじめメトロノームで規定し、先ず air filter によって十分に清浄化された空気を数回吸入し、この間に呼吸を整え、コックを切換えて aerosol を吸入した。この時の inspire 又は expire した aerosol 濃度 inspire, expire した呼吸速度、及び呼気中の CO<sub>2</sub> 濃度を同時に記録した。

実際には則ち系の僅かな死積や測定の timelag があるため、それらが位相差として現われるため、記録波形の解析に当っては時間軸の修正を行い且呼吸が steady state になってからのものを用いた。

その結果粒径が 0.5 $\mu$  で呼吸回数が 10、20、40RPM の場合それぞれ 30.5、15.0、11.3%、1 $\mu$  の場合 38.6、20.7、13.8%、3 $\mu$  の場合 45.6、25.0、20.0% を得た。この数値は同時呼吸回数でも呼吸換気量の違いによって若干相違するが、傾向としては、粒子が大きくなると deposition は上昇する。呼吸回数と deposition は逆比例する、と云うことを示し、この附近の粒度では inertia による影響が強く現われているのではないかと思われる。

又呼気中の CO<sub>2</sub> 濃度の曲線から気道の部位別沈着率を推定することが可能であるが CO<sub>2</sub> 分析時の位相関係が不確定であるため、今後の研究によらねばならない。

## デジタル粉じん計の改良とその特性について

興 重治

主要な改良点は次の通りである。

1. レジスターを駆動させるためのリレー放電管を取除くために単安定マルチバイブレーターにより積分回路からのパルスを約 50msec に整形した。これにより全回路がトランジスター化され、67.5V $\times$ 3 の B 電池は不要となった。

2. 発信回路と整流回路の組合わせにより光電子増倍管の高圧電源を得られるようにした。このため従来携帯用に使用していた、499.5V $\times$ 2 の積層電池は不要となった。

3. 高濃度の測定では計数器を用いることなく瞬時値が読みとれるように計数率計をつけ加えた。

以上のような改良によりリレー回路は従来に比しはるかに安定となった。高圧電源を除きリレー回路はそのまま全機種に應用するようにした。

携帯用にあつては従来電源として単 2 号 (1.5V) 8 本、BL-015 (67.5V) 3 本及び 033 (499.5V) 2 本を用いていたがこれの代りに単 1 号 (1.5V) 4 本、4 AA (6V) 2 本又は単 3 号 (1.5V) 8 本を用いるようにした。これにより電池の交換は著しく容易となった。

次にこの計器の応答特性をしらべるための実験を行った。

使用した粉じんは英石、カーボンブラックなど約 10 種類である。

毎分当りの計数値は粉じんの重量濃度に比例し、少くとも最高 200mg/m<sup>3</sup> までは直線的であることが証明された。

粒子系が異ると当然この直線関係の方向係数は変わってくる。この変化を簡単な方法で較正する方法をみいだした。即ち受感部内での粒子の沈降状態を測定することによりそれぞれの粒子に対する感度を計算することができる。毎分当りの計数値を n とし単位容積中の粒子数を N、粒子の大きさを  $\alpha$ 、粒子の散乱係数を  $\sigma$  とすると、不整形粒子に対しては

$$n \propto N \sigma d^2$$

である。

一方受光部の中での粒子の消散は初めの濃度を C<sub>0</sub> 時刻 t 後の濃度を C<sub>t</sub> とすると 10 分以内では、

$$C_t = C_0 e^{-kt}$$

であることが実験的に認められた。

粒子の重量濃度 C は

$$C \propto N P d^3$$

P は粒子の比重である。

k の値は球形の 1 $\mu$  以上の粒子では Stokes の関係に従い

$$k \propto p d^2$$

であるが、拡散の関係してくるような条件では実験的に

$$k \propto P d$$

と云う関係により適合している。

以上の関係から 1 mg/m<sup>3</sup> 当りの計数値 n/C を計算すると

$$\frac{n}{C} \propto \frac{\sigma}{k} \quad \text{従って} \quad \frac{n}{C} \cdot k \cdot \frac{1}{\sigma} \rightarrow \text{一定}$$

となり、n/c は粒子の大きさや比重に無関係となりデジタル粉じん計で測定できる測定値以外では  $\sigma$  の値のみが必要となる。 $\sigma$  は散乱係数であるが、この値が粒子の色の相異によって大きな変動を示さないならば、デジタル粉じん計のみによって空气中浮遊粉じんの重量濃度を測定することが可能である。

$\sigma$  を仮に一定として種々の粉じんについて k の値及び n を測定し同時にグラスファイバーフィルターを用いて C を測定し、k 及び n の値から推定された C の値 C' と実際に測定した C の値を比較すると粒子の種類には無関係に大凡 10% 以下の誤差でよく、両者が一致する。このことは  $\sigma$  の値が粉じんの異なることによってそれ程大きく変動するものでないことを示し、従って労働環境測定においてはデジタル粉じんの重量濃度を充分測定し得ることを示している。

## 積算流量計の研究

野崎 亘右

昨年度に試作した積算流量計の安定度及び精度を高めるため、若干の改良を加えた。

先ずトランスジューサーを改良するための装置を製作した。

これら光学的、電気的方法を用い、static 或いは dynamic の状態で任意の圧力をトランスジューサーに加え加

圧し乍ら歪量や差動トランスの特性を、単体又は結合せ系の状態で連続的に測定出来る装置である。

これを用いることにより磷青銅の薄板を歪ませる力が等分加圧になるため、昨年実験した中央集中加重法に比較して自然の状態に近くなり、トランスジューサーの設計の精度を高めることが出来る。更にこの装置はトランスジューサーに用いるための新材料の開発に役立てることが出来ると思う。

又パルスの計数は下二桁に計数放電管を用い、分周されたパルスを電磁計数器で表示するように改めた。この積算流量計を用いて二週間に亘る野外実験を行い、十分に目的を果すことを認めた。



## 積算流量計を備えた H. V. Sampler による都市大気汚染物の捕集テスト

野崎 亘右 鈴木 正一

積算流量計及び大型 H. V. Sampler の長時間に亘る使用テストを兼ねて、都市大気汚染物の捕集を行った。場所は大気汚染濃度の変動が比較的少ないと思われる地点を選び二週間に亘り支障のない限り昼夜連続で行った。

試作した大型 H. V. Sampler は、連続使用による加熱損障を避けるため二台準備し、交互に用いた。濾紙は glass filter の 10"×8" (本間, 昭和37年々報) を用い濾紙の通過空気量は試作積算流量計で求めた。又日別、時間別濃度は aerosol digital indicator (興, 昭和37年2報) によった。

捕集した大気汚染物の重量は捕集濾紙の before, after により求め、全て乾燥重量によった。glass filter を取付けた大型 H. V. Sampler の流量は大気汚染物濃度及び濃度の時刻分布によっても異なるが、Sampling 開始時に毎分1400ℓ/min であったものが40時間連続使用後に於ても 800ℓ/min の能力をもっていた。又平均気温15°C前後の環境下ではモーターの発熱はみられず、カーボンブラシの点検を行うことにより更に連続使用に耐え得ることが判った。

この実験で最も多く捕集した重量は450mgであった、これは濾紙重量の10%を越え濾紙の単位面積当りの付着重量に換算しても1mg/cm<sup>2</sup>を上廻る (有効濾過面積は414cm<sup>2</sup>)。このことは濾紙の秤量操作に於ける変動範囲を0.01~0.5%と仮定しても精度的に十分な捕集量であると考えられる。したがって平均大気汚染濃度が100μg 以上の環境下では総して10時間前後の sampling で多目的分析に充分目的を果すものと思う。

## Hi-Volume Air Sampler 用 Glass-Fiber Filter の試作について

本間 克典 坂部 弘之

先に、Glass Fiber Filter 試作に関する基礎的な研究を予報として挙げたが、そこで問題になった、繊維固着剤の量と、その固着剤として用いたコロイダルアルミナ(ゲル)をガラス繊維の互いに交わる点に小さく結合させる方法とを更に細かく検討し、空気中に浮遊せる粒子を Hi-Volume Air Sampler を用いて測定するに充分使用可能な Glass Fiber Filter の試作をすると同時に工業化への条件も調べ、ここに有機質を全く含まない濾紙の国産化に成功したので、試作研究の過程と共に製品の特性を報告する。

固着剤の量はガラス繊維に対して、33%と一定値を選び、吸着剤は弱酸による緩衝的な pH 調節によりアルミナゲルの微小膜形成をガラス繊維の接点に吸着固定することに留意した。先ず硫酸アルミニウムの濃度をいろいろ変えて、吸着剤の濃度を検討した結果、極度に低い濃度の硫酸アルミニウム水溶液を用いるより、1%程度の濃度の溶液にて pH を調節して試作したガラス濾紙が、アルミナゲルの分散吸着の仕方、紙の強度、粒子捕集効率全てにわたって良い結果を与えた。

又このようにして作られた濾紙は湿度があれば常に弱酸性に保たれてしまうという欠点が生じてしまうのでその為の一つの処置法として、一度吸着固定したアルミナを加熱処理により、α型からγ型に転位安定化させると共に、水洗処理により酸を除去する事が考えられた。尚、この方法を用いると、濾紙の吸湿性が、αアルミで固着されていた時の、半分以下になると共に、心配された強度も低下するどころか、逆に2割方増加するという、予期せぬ効果を生み出し、工業化への希望を明るいものにした。

以上、試作はタッピー標準型テスト、シートマシーンにより抄造を行なったのであるが、工業化に於ては、連続式の丸鋼により抄紙が行なわれるわけである。丸鋼での方法は、試作の場合の繊維分散液を沈降法により抄造するのと異なり、分散液中に浮遊している繊維をすくいながら抄造する為、濾紙そのものの地合構成に於ける抄きむら極度に少なくなったが、厚さの調節にむずかしさが残った。しかし厚さ0.3mmに仕上がった濾紙は、0.3μmの鉛ヒュームに対して99.93%以上の捕集効率が、非常に小さなバラッキの中で認められ、強度も、引張り強さ 36g/mm<sup>2</sup>、破裂強度16kg/cm<sup>2</sup>と、Hi-Volume Air Sampler による空気の吸引に充分耐えるだけのものを持っている事がわかった。又、吸湿性も0.6%と低い値を示し、浮遊塵の重量濃度を求める際の秤量誤差は、ガラス繊維濾紙を使用する限りでは、殆んど生ずる事が無いという結果を得た。

## 試作 Glass-Fiber Filter を用いての Hi-Volume Air Sampler による浮遊粉塵の測定

本間 克典 林 久人 坂部 弘之

試作ガラス繊維濾紙は、1μ以下のスーパーファイン・ガラス・ウールを用いて作られているので、捕集しにくい0.3μ粒子に対しても99.9%以上の捕集効率が認められ、しかも、全粒子の殆んどが、濾紙の表面に付着捕集されるので、浮遊粉塵を Hi-Volume Sampler により多量にあつめて、粒子の性質を調べるに極めて都合が良い。

例えば、濾紙表面からかき落して粒子の形態を知る事も出来ようし又濾紙に附着したままの状態での粒子を調べる方法に利用が出来るわけである。

その一つに、次のようなX線を用いて粒子の化学構造を調べる方法が考え出され、簡単にして、しかし精度高く、組成を測定出来るので、こゝに紹介する。

即ち、従来X線を用い回折法で構造を調べたいと云う場合には、浮遊粉塵を電気集塵器で長時間に亘って空気を吸引した後、集塵管壁より粒子を洗流し、更に乾燥して試料を作った。この方法によれば、電気集塵器のコロナ放電によって発生するオゾンにより不安定粒子などは酸化されるか分解されて、浮遊塵の組成と異なった結果を与える事さえある。又インピンジャー法をとったとするなら捕集効率の問題とか、上記と同様、捕集物を一旦乾燥するという工程を経なければならない。こゝが又問題である。溶出液によって変化するのはないだろうか、又加熱乾燥によって変性するものはないだろうかと云う心配が生じてしまう。

その点、ガラス繊維濾紙と Hi-Volume Air Sampler とを組合せ、短時間に大量の空気を吸引し、空気中に浮遊していた粒子を集めたままの状態、X線回折用のゴニオメーターに固定しさえすればよいのである。

この方法を用いて、二・三の鉛作業環境内に浮遊している粒子の濃度、形態及び化学構造等を測定してみた。先ず、鉛蓄電池の電極板を鋳込法で作っている作業場で発生している鉛のヒュームは、殆んどが0.1μ以下の粒子が数珠状に連なって浮遊しており、その組成はPb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>であり、濃度は一般に極めて低く、その発生は、鋳融鉛の表面を動かす工程により行なわれる。

次いで、メタリコン作業について調査したが、この作業では、極めて多量の鉛が、粉塵として環境内に放出されて居り、製品に用いられる鉛は原料のせいぜい30%程度で、あとは全て放出されている。こゝで発生する粒子は数百μと云う粒子もかなりあると同時に、Submicron 粒子も極めて多く、その組成は、原料と同じ金属状態の鉛であった。

## 環境中の汚染粒子に附着する3, 4-ベンツピレン等の発癌性炭化水素の微量迅速定量法

松下 秀鶴 鈴木 康友

環境中の汚染粒子に附着する3, 4-ベンツピレン等の発癌性炭化水素の定量法に関して数多くの報告があるが、これらの方法は一般に数~十数μgのベンツピレンが含まれている事を必要とするばかりでなく、定量に数日を要する難点を有する。我々は35~37年度にわたってベンツピレン定量操作を細部にわたって種々検討を行って来たが、本年度はこれらの諸結果を総合すると共に、更に改良を加えることにより従来用いられているベンツピレン定量法とは全く、別個の新定量法を確立した。この方法の利点は操作が比較的単純化されたばかりでなく、定量に要する時間が数時間ですみ、且つ0.02μg程度のベンツピレンが汚染粒子に含まれていれば充分精度よく定量出来るという点である。

今、従来の定量法と新定量法とを比較すると次の様になる。

1) 抽出操作  
従来、ベンゼンを抽出溶剤とする Soxhlet 抽出法が用いられていたのに対して、真空昇華抽出法を用いる。これにより Soxhlet 抽出法で6~24時間かゝったものが30~60分で済むばかりでなく、抽出効率もはるかに高い。更に、Soxhlet 抽出法では抽出液を減圧濃縮した後、クロマトグラフ法による単離操作にうつらねばならぬが、本法では抽出昇華物を20~100μlのベンゼンにそのままとかし濃縮液を得る事が出来る。

2) 単離操作  
従来、単離操作はペーパーまたはカラムクロマトグラフ法によったが本法では薄層クロマトグラフ法による。これにより操作時間は45~90分となり、従来の方法(10~50時間)より極めて短時間で単離しうるようになるばかりでなく、分離能も高い。

3) 定量法  
従来、単離操作はペーパーまたはカラムクロマトグラフ法によったが本法では薄層クロマトグラフ法による。これにより操作時間は45~90分となり、従来の方法(10~50時間)より極めて短時間で単離しうるようになるばかりでなく、分離能も高い。

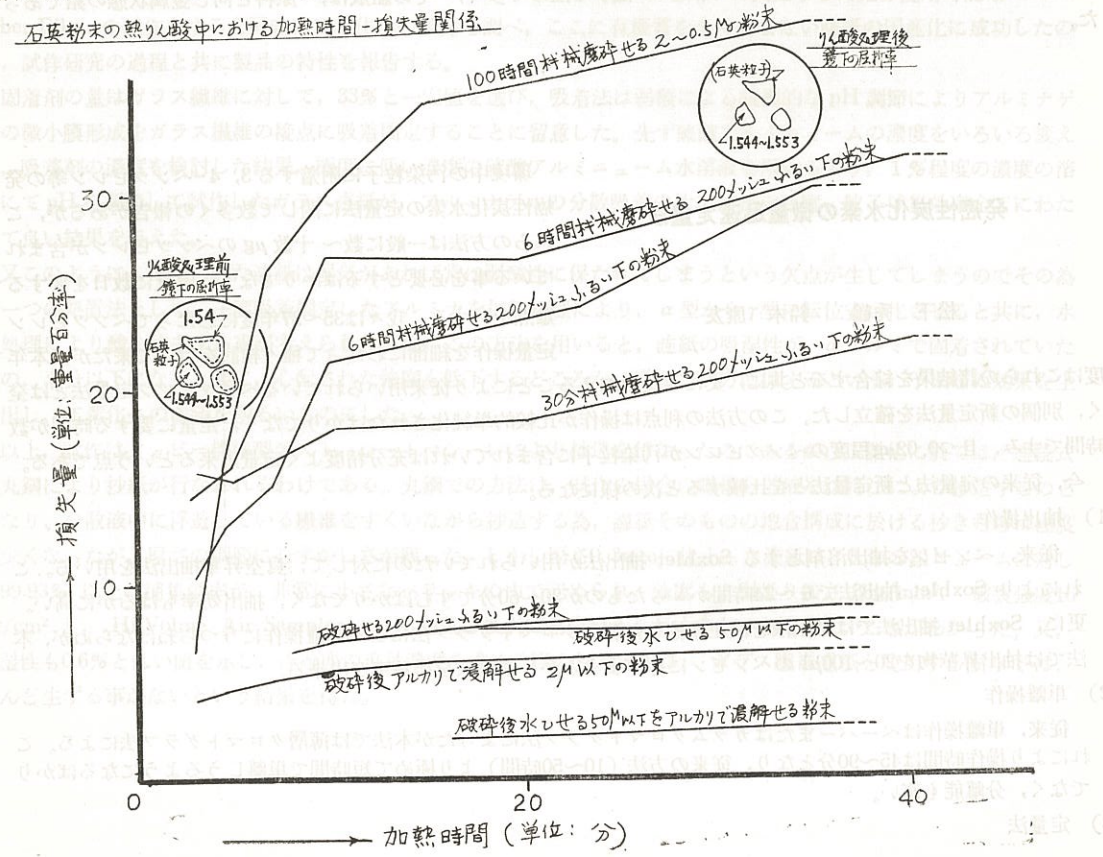


従来、吸収または蛍光法がもちいられているが、この他、我々は新たに面積法を導入すると共に、蛍光定量法に  
 関しても検討を加え、高感度蛍光分光光度計を作成した。この装置によると0.005 $\mu\text{g}/\text{ml}$ のベンツピレンのスペク  
 トルを容易に自記記録させる事が出来るばかりでなく、分光した状態で極微量のベンツピレンを定量することが可  
 能である。  
 以上の方法により極微量のベンツピレンを定量しうようになったばかりでなく、従来の分析法ではのぞみ得なかつ  
 た環空气中におけるベンツピレンの経時変動を測定することが可能となった。

### 熱りん酸中における石英損失について

浜田 晃

且つ質的な検討をも光学顕微鏡で加えてみた。  
 その結果によると石英粉末の損失量は従来重視されていたようなサイズの要素のほかに、その作り方が非常に大  
 きく関係している事が判明した。すなわち破碎又は磨砕により作られた石英粉末の表面は多少なりとも光学的に変性  
 している形跡がみられ、特に磨砕粉末に変性している形跡がみられ、特に磨砕粉末にあっては著明化していた。そして  
 これが熱りん酸中で短時間のうちに溶解し見えなくなるにつれて同時に粉末の目方が軽くなりやがて不溶に近い状態  
 となる。りん酸法で言う所の石英損失量とはこの状態に至る迄に失われた分量であると考えるのが普通のものである。  
 従って損失量を計算して測定結果を修正しようとする場合にサイズだけを考慮してこの変性量を考慮しないことは  
 全く不合理であろう。むしろこの影響の方が遙かに大きいことは次の図から容易に想像できようと思う。しかしこれ  
 では計算はいよいよ複雑となることが予想されるが一方見落してならないことは、この変性部分は石英としての特性  
 を既に失っている現象である。これは遊離けい酸ではないかもしれない。そうだとすると損失量の計算方法はもっと  
 別な風に考えてみることもできそうであり、この点を今後の研究対象とする。



### カテコールによるガラス粉末の溶解

浜田 晃

粉じん試料中の無定形けい酸を定量する目的でカテコール  
 を使用してガラス粉末を溶解してみた。この試料粉末は  
 良質のデッキガラスを破碎して得たもので熱りん酸中にて  
 中等度の抵抗を示しつつ溶解する性質を有している。この  
 試料粉末の3ミクロン以下200mgにカテコール10%溶液10  
 ccを加えて65°Cにて1時間加熱し洗滌後の残渣を秤量す  
 る操作を繰返しつつ18回目で92%を溶解した。1回ごとの溶解量は最終的に非常に小さくなった。光学顕微鏡の所見  
 では、この供試粉末は屈折率1.5303なるガラス粉末を摺襦機にかけて製作したため、磨砕変化で屈折率1.5257なる表  
 面層を有していた。8%なる残渣についてはこの層はなくその屈折率は1.5307に戻っている。かかる屈折率差が溶  
 解速度に影響を持つか否か不詳なるも、その粒子の凝集が著明である。むしろこの面から溶解作用に対する抵抗性が  
 増大したものと思う。

しかしながら粉末の溶解速度が途中から変化する事はカテコール法によって無定形けい酸を直接定量する際の問題  
 点であるから更に追試する予定である。

### 手の振動防具の研究

三輪 俊輔

前年度に、手の防振具に就て機械インピーダンスを利用  
 して、その防振効果を測定する方法を案出し、これを発泡  
 塩ビ等の高分子フォーム材料に適用した結果を報告した。  
 本年度は更に厚さの変化に伴う、防振効果に対する検討  
 を行った。但し前報の測定方法では、手は一定静加圧で、  
 インピーダンス測定装置をおさねばならぬ、此の際手は10  
 %附近でふるえる、これが力計の信号に重畳する為に、位相測定に困難をきたした。依って今回はシミュレーターを用  
 いて、手及び高分子材料を電気回路に翻訳し実験を行った。

まず、高分子材料の粘弾性を測定した。此の為に、機械系の並列共振時のメカニカルインピーダンスを測定し、  
 動的複素コンプライアンスを求めた。此の場合、共振曲線よりQ値を求め、これをパラメーターとする方法は、発泡  
 高分子材料の如く、正常は共振曲線がえられない為に、これをさけた。

次に此の粘弾性を四要素機械モデルに翻訳した。それには、四要素機械回路の動的複素コンプライアンスを上述の  
 観測値よりの値を比較すると各要素の近似値が得られる。これをシミュレーターによって電気回路に等価して、これ  
 より、動的複素コンプライアンスを求め、一方機械的に観測せられた値とを比較して、相違があった時は、その相違  
 の起った時、定数に相当する、部分の回路要素に多小の修正を加え完全に一致せしめた。

更にかゝる高分子材料の質量は、此の粘弾性回路の前部にパラレルに、コンデンサーを挿入した。  
 又人間の手も電気回路に変換された。此の際手の機械インピーダンスを比較しつつ行った。

以上の予備実験の後に、手及び、高分子材料の等価回路を組合せて、種々の厚さに於ける防振効果の測定を行っ  
 た。結論としては

- (i) 振動減衰は単調に増加する(50c/s以上で)。
- (ii) 人間の手の機械インピーダンスの並列共振の附近では、減衰をうる事はむずかしい。此の為30c/s以下では減衰は得られなかった。ちなみに本実験の周波数範囲は20~500c/sであった。又此の事は手の機械モデルに於ても実証せられた。
- (iii) 高分子材料の柔らかさは、適度でなければならぬ、過度にやわらかいもの(モルトブレン)過度にかたい材料では、その効果は余り期待出来ない。

### 活性炭の吸着特性 (I) 有機物蒸気流の吸着破過

松村 芳美

固体吸着媒カラムに連続ガス流を流通した時、カラム出  
 口に於ける吸着質の漏洩については、従来多くの理論式が  
 立てられており、測定もなされている。しかし、理論式に  
 は未だ、破過時間を正確に算出し得るものは見当たらない。  
 吸着等温線の測定も数多くなされ、これらの新しい測定手  
 段としてガスクロマトグラフィーの検討も行なわれている  
 が、吸着等温線とガス流吸着の破過時間とも、充分密接な関係に於ては論じられていない現状である。本実験に於て



は、主にアセトン蒸気流の活性炭カラム通過の状態を測定し、同時に吸着等温線の測定も行ない、両者の関係について検討した。

活性炭としては防毒マスク用として一般に市販されているもの（ツルミコールGM30）を50—60メッシュに破碎分篩し、内径4mmのカラムに10cmに充填し（1.1502g）60°Cで測定した。一定濃度のアセトンを含んだキャリアーガス（主にヘリウム）を30cc/minで流入し、流出ガスを3分毎にサンプリングしてガスクロマトグラフで分析した。

流入キャリアーガス中のアセトン蒸気（ $C_0$ ）、50—100mmHgの範囲では、流出ガス中のアセトン濃度（ $C$ ）は $T_0$ 迄は0、 $T_0$ 以後は次の式に従って変化した。

$$C = C_0(1 - e^{-A(T - T_0)}) \dots\dots\dots(1)$$

ここで $T_0$ は濃度に依存し、 $A$ は濃度に関係ない定数である。流入した全アセトン量と流出アセトン量の差は即ちカラム内に吸着したアセトンの量を現わすが、(1)式に従って $C$ を $T$ の無限大迄積分すると、全吸着量は

$$\sigma = C_0(T_0 + \frac{1}{A}) \dots\dots\dots(2)$$

となる。この値は流入蒸気圧に平衡した吸着量を示す筈である。この結果は、吸着等温線とよい一致を示した。この事から、吸着破過が(1)式に従う時には、一つの $C_0$ に於ける流出曲線と等温線の測定から、任意蒸気圧に於ける破過時間 $T_0$ 及びその後の流出濃度の時間変化が算出し得ることになる。即ち、測定された吸着等温線について、 $\frac{\sigma}{P}$ と $P$ との関係を求めれば(2)式から $T_0$ の曲線が得られる。

キャリアーガス流速の破過時間に対する影響を調べる為にアセトン蒸気圧を一定にして、流速を20—76cc/minの間で変化させた。その結果、両者の間には反比例に近い関係があることを見出した。

活性炭粒度の影響を調べるため、24—28、28—35、35—50、50—60メッシュの粒度のものを各同重量づつカラムに充填し、破過曲線を測定した。その結果、粒度は細かい程、破過時間は遅く、破過曲線の立ち上りが急であった。即ち、全カラムの吸着能力のうち、破過迄に使用される有効率は、粒度の細かい方が良いということが分った。

### 活性炭の吸着特性(II) 有機物蒸気のパルス流吸着の測定

松村 芳美 大島 茂

有機ガス用の防毒マスクに於ては、活性炭を吸着剤とする吸着缶で数多い有機物の蒸気に対処しなければならないが、 $JIS$ による吸着能力の表示は、代表ガスとしての四塩化炭素に対する値のみである。それで、他の有機物に対する能力を知ることは、特に四塩化炭素より吸着し難い物質に対して非常に大切なことである。その為には、再現性の得られ易い、出来るだけ簡単な方法が必要である。この実験に於ては、この様な目的でガスクロマトグラフィーを応用することを検討し、測定を行なった。

気一固ガスクロマトグラフィー法を吸着測定に用いたとき、得られた結果はどの様な吸着特性を示すか、特に活性炭の様に多孔性で吸着力の大きい固定層の場合には一般理論をあてはめる上で注意が必要である。活性炭カラムに対する従来の文献によれば、60—330°Cの範囲で $C_1$ — $C_8$ の炭化水素の保持容量( $R_v$ )は注入量増大に従って減少し、その傾斜は対数関係にある。そこで各物質について注入量無限小の時の極限保持容量を求めている。これら極限 $R_v$ の温度変化は完全に Arrhenius の式にあてはまる。又、各温度での相対 $R_v$ は同一条件での吸着等温線の初期勾配と一致している。極限 $R_v$ は大気体10ccの試料注入量でよいことが分る。

本実験に於ては、メタノール、エタノール、 $n$ -プロパノール、 $n$ -ブタノール、アセトン、メチルエチルケトン、ジエチルケトン、 $n$ -ペンタン、 $n$ -ヘキサン、酢酸エチル、シクロヘキサン、ベンゼン、四塩化炭素及び臭化メチル、沃化メチル、メタンの16種類の、活性炭（ツルミコールGM30、50—60メッシュ）カラムによるガスクロマトグラムを温度60—250°Cの範囲で測定した。試料注入量は液体で50 $\mu$ lとした。数種類のガスについては50、40、30、20、10 $\mu$ lを注入し、 $R_v$ の試料注入量による変化を調べた。分子量の比較的大きい化合物は $R_v$ も一般に大きいので、これらは150—250°Cで測定し、メタン、臭化メチル、沃化メチル、アセトン等の $R_v$ の小さいものは60°C迄の低温領域で測定した。

得られた結果は次の様であった。即ち、各有機物の $R_v$ の温度変化は良い Arrhenius プロットとなり、従って測定温度外領域へ外挿することが可能と思われた。同一温度での $R_v$ は、同族化合物では $R_v$ の対数と沸点が直線関係となった。測定したすべての化合物について $R_v$ を60°C迄外挿して比較すると、四塩化炭素(1)に対して $n$ -プロパノール( $\frac{1}{3}$ )、アセトン( $\frac{1}{10}$ )、エタノール( $\frac{1}{25}$ )、臭化メチル( $\frac{1}{50}$ )という結果が得られた。これらの値は、カラム内での吸着分配率の比を表わすものである。又、第1報によれば、防毒マスクの場合の如く、連続ガス流吸着の時の破過時間と

もほぼ比例していることになるが、この点についての検討をつづける予定である。

### エアロゾルの汙過に関する研究

#### (2) テピロン不織布の粒子捕集効果に及ぼす縮緬の影響について

本間 克典

先に、熱処理の施こされていない、ニードルパンチ法で作られたテピロン不織布の、サブミクロン粒子径をもつ塩ビ粒子に対する濾過特性を、不織布の繊維径を変化させた場合及び厚さを変えてやった場合について調べた。その際、充填密度が捕集効率、通気抵抗のいずれにもかなり大きな影響を与えるのではないかという傾向を知ったので、今回、熱縮緬法により不織布の充填密度を段階的に変えた場合の濾過特性を調べた。実験に用いた不織布は、繊維径が3デニール(18 $\mu$ )と15デニール(32 $\mu$ )の二者をそれぞれ80—100°Cの間で熱処理して、前者では4種類、後者では3種類の縮緬率の異なるもので、それ等の特性は次表の如くである。

分類番号	厚さ (mm)	嵩密度 (gr/cm <sup>3</sup> )	充填率 (%)	平均繊維空間 ( $\mu$ )	備考
132	6.47	0.066	4.68	219.6	未処理
232	3.90	0.116	8.26	260.2	
332	4.26	0.167	11.91	177.3	
432	3.76	0.207	14.83	180.8	
113	10.41	0.069	4.93	422.4	未処理
313	8.29	0.140	9.99	314.0	
413	9.18	0.228	16.28	296.2	

実験は、濾材そのものが縮緬過程終了時に於て、厚さを一定に作る事が困難である為、濾材の重ね枚数毎での濾過特性を測定し、グラフ上で、一定厚みに於ける捕集効率及び圧力損失を読みとって比較することにより、充填密度の効果を調べた。

#### 〔実験結果〕

通気抵抗は繊維径にかかわらずなく、充填密度が増すと、二次函数的に増加し、3デニールの場合では、流速が20cm/sec程度でも、充填率5%で2mmW.G、10%で7mmW.G、15%となると、25mmW.Gと急上昇で増えて行く。

捕集効率に関しては、塩ビ粒子の0.22 $\mu$ と0.52 $\mu$ の二種類について測定したが、同じサブミクロン粒子でも、この辺の領域では、捕集の機構に大きな差異がある事を見出した。即ち、0.22 $\mu$ 粒子では、濾過風速の変化に対しても充填密度の効果は殆んど変りなく、充填率が10%程度迄は、ゆるやかな勾配で効率の上昇が見られるが、12%程度以上では急なカーブで、捕集効率が良くなっている。尚、繊維径の太さにもあまり左右されていない状態である。

ところが、0.52 $\mu$ 塩ビ粒子に対しては、充填密度の効果は、対数グラフ上、直線的な増加を示し、流速が増せば増す程、繊維径が細くなればなる程、その効果は大きくなるという結果を得た。

更に、細かい観察をすると、0.22 $\mu$ という極めて微細な粒子に於ける濾過捕集では、殆んど繊維と粒子との衝突附着は考えられていなかったようであるが、本実験に於ては、流速が10cm/sec程度の微風状態の濾過でも衝突捕集の機構が充分考えられるような結果を得ており、流速が10—15cm/secを境界として、異った濾過のパターンがある様子である。即ち、境界以下の遅い風速では静電気効果、拡散作用が強調されるようで、遅くなれば遅くなる程捕集効率は高くなっているが、又境界値以上の速い流速域でも、速い程よい捕集を示しており、境界附近の効率が最も悪い。

以上のような現象は0.52 $\mu$ の粒子では認められず、流速が早い程、良い捕集効率を与えている。このような事から考えて、一定方向への流れの中であって、しかも限定された濾層内というような限定空間に於ける粒子の拡散現象は、無限に広がる静止空間に於ける挙動と異なった現象を呈するのではないかと考えられる。

### 高効率エアフィルターに関する研究(4)

#### 樹脂処理繊維濾過材への帯電エアロゾルの捕集

本間 克典

p-tert Butyl phenol 樹脂を羊毛フェルトに処理して作った "Micron-Filter" は極めて優秀なる濾過特性を与えているが、その原因になる静電気効果を調べるため、強制的に帯電させた Aerosol を濾過材に通し、その濾過特性を調べた。

この実験に於て、正に帯電し易い p-tert Butyl phenol



樹脂の対照として、負に帯電し易い Styrol 樹脂、及び体積固有抵抗のすこぶる大きい Diallyl phtharate 樹脂を選び、更に、基材になる不織布も羊毛フェルト（正に帯電）の対照に、テピロン（負に帯電）及びセルローズ（殆んど帯電せず）を選んで樹脂処理の効果を調べてみたところ、羊毛フェルトに p-tert Butyl phenol 樹脂を加工した濾過材に優る組合せが認められず、改ためて "Micron-Filter" の優秀な濾過捕集特性を知らされたのである。

0.5 $\mu$ の塩ビ粒子（比重1.4）を正又は負の1万ボルトに於てコロナ放電させた電極内を通過させる事によって強制的に帯電させた Aerosol に対する捕集効率を調べてみることにする。尚、濾過捕集効率は光散乱方式デジタル・エアゾルレジスターにより求めたものである。

セルローズ繊維は帯電性に乏しいが、樹脂処理する事により粒子捕集性を大きくする事が可能であるが、高湿度下に於ける捕集効率は p-tert Butyl phenol 樹脂で処理したものを除いて未処理の濾材と同じ程度迄、捕集効率が低下してしまう。

塩ビ繊維で作られた不織布は吸湿性が小さいので、湿度による捕集効率への影響は少ない。又繊維表面への樹脂処理性が乏しいため、塩ビ繊維そのものの性質がそのまま表面に現われているようで、樹脂処理の効果が逆に、マイナスになっているものさえ認められてきた。

羊毛に対する樹脂処理効果は極めて高く、湿度の影響も割合に少ない。羊毛それ自体は、低湿度に於て、石英粒子に対して正の帯電を示し、粒子捕集効率はかなり高い値を与えているが、湿度が増加すると帯電の符号のいかんにかかわらず効率は程度に低下している。しかし樹脂を加工した濾材では p-tert Batyl phenol > Styrol > Diallyl phtharate の順になって居るが、Styrol と Diallyl phtharate との差はあまりない。

とに角、強制的に帯電をさせた粒子を濾過材に流して捕集効率を調べる方法は、濾過材及びその処理に用いた樹脂の静電的捕集効果はかなり良く説明出来るようである。

#### 高能率エアフィルターに関する研究 (5)

ポリ塩化ビニール "Micro-Fiber" 不織布製の高静電性エアゾル用濾過機について

本間 克典

昨年度、マイナスに極めて大きな帯電を呈する、ビニール系合成樹脂より作った "Micro Fiber," を不織布化した濾過機が、高能率の Air Filter としての性質を有する事を紹介したが、今年度は塩化ビニール繊維だけにしぼって、塩ビ "Micro Fiber" 不織布の工業製品化についての基礎的な要因及び製品の安定性、更に実用性について検討を加えた。試作をくり返し、製品化された不織布についての濾過特性即ち粒子捕集効率、通気抵抗、及び粒子保有限界等について調べてみると、目付け量を一定にして作られた不織布の通気抵抗及び粒子保有限界値についてのバラツキはすこぶる小さく、非常に安定である事がわかった。この事から、間接的に繊維径及び充填度のムラを知ることが出来、直接顕微鏡で観察する方法と大差のない事を知った。

又捕集効率については、まだまだ検討する予地が充分あり、通気抵抗が高いからといって必ずしも優秀な効率を与えるとは限らない。この辺に、静電気の効果が認められるもようで、0.4 $\mu$ 石英粒子に対して流速が0.12m/secでの捕集効率を測定した結果を平均的にながめると、目付けの量が極めて少ない80g/m<sup>2</sup>の製品では、57%の効率に対して±10%程の中が認められているが、目付け量が150g/m<sup>2</sup>となるとかなり巾も小さくなり94±2%、250g/m<sup>2</sup>では、99.6±0.3%となっている。

しかし、捕集効率だけを見てみると、同じ繊維径で、同じ充填度で作られる他の繊維（主としてガラス繊維）の濾過機と比較してみても、このような大きな捕集効率を見出し得る場合がないのは、やはり、塩ビ "Micro Fiber" の静電気効果のみをみる事が出来るのである。

尚、目付け量250g/m<sup>2</sup>の濾過機に対する流速変化に於ける捕集効率を、5 $\mu$ のフライッシュ、1 $\mu$ の塩ビ粒子、0.2 $\mu$ と、0.05 $\mu$ のカーボンブラックのそれぞれに対して測定してみると、いずれの場合も、99.5%以上の値が認められそのなかで、0.4 $\mu$ の石英粒子に対する値が最も低く、今迄に多く、の実験で知られる如く0.3~0.4 $\mu$ の粒子の捕集のむずかしさを教えられた次第である。

とに角、99.5%もの高い捕集効率を与えるにもかかわらず、通気抵抗が5~9mm水柱（流速0.10~0.35m/sec）と低い値である事、又湿度50~85%程度の範囲で変化しても効率の減少が殆んどない事は、高性能 Air Filter として、防塵マスクの用濾機としての実用性が証明され、塩ビのもつ経済性が大いに一般の使用を有利にするものと考えられる。

#### 換気扇風機の流動特性及び流量 (IV)

橋爪 稔・岩崎 毅

換気扇風機のフリーエアー状態における吐出側及び吸込み側の流動特性に関しては、第35、36回産業医学会、及び第2回労働衛生工学学会で発表し、労働衛生工学学会誌（第2号）に全文報告したが、更に研究を進め、換気扇風機のQ-H特性、プロペラの周囲及び前後の渦波流の動圧に与える影響について報告する。（第3回労働衛生工学学会で発表）。

① 殆んど無風圧に近い一般換気扇風機のQ-H特性を求めるに当って、非常に長い直管、整流格子、オリフィス等をもつ風洞装置によって送排風機の静圧及び動圧を測定する現行の送排風機試験法（JIS B 8330）を、そのまま換気扇風機に適用することは不適當であるため、次に示すような流動抵抗が殆んど無視され得るような特殊な風洞装置を製作して換気扇風機のQ-H特性を測定した。即ち、流動抵抗が零と見做され得るような曲率をもち、 $\pm \frac{1}{100}$ m/m精度にて内面仕上げされた円形 Bell Mouth 型吸込み口に、 $\pm \frac{5}{100}$ m/m以内の真円度と $\pm \frac{1}{100}$ m/m精度にて内面仕上げされた長さ5D、（D=内直径）の円形直管が $\pm \frac{5}{100}$ m/mの中心軸一致精度で、且つ one line で締結された風洞装置に換気扇風機のモーターとプロペラのみを取り付ける。この取り付けに当って、風洞装置の直管部の末端面からプロペラの回転外面迄の距離が40~50m/mになるような位置で風洞内径とプロペラの回転外径との間隔が1.25m/m以内になるようにモーターを3点支持で固定する。これは後記されるように、風洞とプロペラとの間隔が大きかったり、プロペラ回転外面から吐出風管末端面の距離が40m/m以下であるときには、プロペラの周囲に惹起される渦波現象によって、Q-H特性を著しく乱すような流動抵抗が引き起されるからである。更に、先きの Bell Mouth 型吸込み口に対して、それと曲率も外表面仕上げ精度も全く同じ Bell lone を $\pm \frac{5}{100}$ m/mの中心軸一致精度、及び $\pm \frac{1}{01}$ m/mの可動精度で0から無限大（流動抵抗から見ても）に移動出来るようにさせ、その結果、渦波流動を形成することなく、静風圧を微小単位で変化させることが出来た。静風圧及び動風圧は Bell Mouth 吸込み口の Neck から1.5Dの位置で、垂直直径軸上及び水平直径軸に沿って、等面積同心円法に従って、ピトー管により検出され、Betz 型、またはアスカニヤ型微圧計によって $\pm \frac{1}{20}$ m/m H<sub>2</sub>Oの精度にて測定された。

その結果、d=250m/m 3枚羽根のプロペラにおいては、規定風量 15.47m<sup>3</sup>/min のQに対して、1.07mmH<sub>2</sub>O という微小静圧であり、且つこの規定風量の前後での静圧変化は、1.34mmH<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>/min で激しく、全体としても、いわゆる垂直型のQ-H特性曲線を示しており、更に風量が規定風量の約1/3近くなると4.53mmH<sub>2</sub>Oと規定静圧の約4.2倍になるがそれ以上はQもHも変化しない。これに対して、d=300m/m $\phi$ 、6枚羽根のプロペラにおいては、規定風量 18.16m<sup>3</sup>/min のQに対して、前ペラと同機に0.66mmH<sub>2</sub>O という微小静圧であり、この規定風量の前後での静圧変化は0.21mmH<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup>/min で250m/m $\phi$ のときに比べると非常に小さく、全体としても、いわゆる水平型のQ-H特性曲線を示しており、更に規定風量の約1/5近くなると5.57mmH<sub>2</sub>Oと規定静圧の約8.4倍近くになるがそれ以上はQもHも変化しないことが判った。

更に曲率、直径、枚数及び回転数を変化させたプロペラに対して、Q-H特性値を実験的に求めなければ断言は出来ないが、以上の測定値から、一般換気扇風機は、プロペラの直径が大きく、枚数が増加すると、風量は増大するがその静圧は1.00mmH<sub>2</sub>O前後の微小圧であり変化しないが、全体としてのQ-H特性曲線が垂直型から水平型に移行するように思われる。

② フリーエアー状態におかれた換気扇風機に対して、プロペラを境界に吐出側と吸込み側の流動特性は前報にて報告されており、それから得られた値からも、プロペラの周囲及び前後における渦波流動が動圧に与える影響に関して、定性的に推論され得るが、更に前記風洞装置により定量的に求めた。

その結果、プロペラを境界に吸込み側にのみ直管風洞をもち、吐出側には風洞を持たない場合と、吸込み側には風洞を持たず吐出側にのみ直管風洞をもつ場合との風量を比較すると前者は後者より約20%の減少となる。この現象は吸込み側のみに直管風洞をもち吐出側に風洞のない場合には、プロペラの周囲において吐出気流の激しい渦波現象が起き、それによる流動抵抗のために風量が減少するものと思われる。

更に、吐出側と吸込み側の両者に有効直管風洞が設けられて前記の渦波現象がないようにしても、風洞内径とプロペラの回転外径との間隔が大きくなると、吐出側から吸込み側へ流動する流動ベクトルと主気流ベクトルとの衝突により渦波現象を生じ、そのために流動抵抗が増加して、動圧にかなりの変化が認められた。この間隔と渦波現象との間には境界点があるように考えられ、これについて更に実験を進めている。



## ロール機による混合または粉碎操作に伴って発生する有害ガスの発生機構と排気フードについて (1-1)

橋瓜 稔 岩崎 毅

機が多く用いられている。しかるに、このロール機による粉碎または混合操作に伴って発生するガスや固体粒子の除去または捕集に対して従来なされている排気フードにキャノピー型フードやスロット型側方排気フードがあるが、これらの有害物の制御排気効果は著しく低く、極端なものは、ただ単に排気フードを設置しているだけに終わっている。この原因は、次の2つの事柄に基づいていると思はれる。その1つは、有害物の発生を伴う他の多くの操作に較らべてこのロール粉碎または混合操作の場合には、従来の Dalla Valle, Sillverman, 及び A, C, G, I, H, 等に指示されている排気フードの原理に基づいて排気フードが設計、施工及び設置されるとき、このフード及びダクトのため肝心なロール作業が著しく阻害されるという不合理な点であり、他の1つは、ロール操作に伴う有害物の発生機構の解明が不十分であることである。

発生機構：そこで、今回はロール機による多成分系の固体粒子と多成分系の有機溶剤との混合操作に伴って発生する有機溶剤ガスの発生機構を NH<sub>4</sub>Cl エアロゾルによる流線の測定 AnemoTherm Air Meter による速度の大きさの測定とによって解明した結果、ロールの回転によって惹起されるロール表面空気層の流動とその表面層部の空気流動によって二次的に引き起される誘導空気流動の2つの流動ベクトルから構成されていることが判った。

更に、本実験に用いたロール機は3段ロールで、その回転数は夫々12, 48及び168rpmであり、その寸法は三本とも長さ1000m/m 直径300m/mφであったが、ロールの回転により惹起されるロール表面層の空気流動ベクトルはロール表面から約10m/mの厚さの層流状態であり、この表面層の流動ベクトルによる誘導空気流動ベクトルは乱流状態ないし渦波状態であり、且つ、このロール表面層の層流状態の空気流動ベクトルもこれによる乱流ないし渦波状態の誘導空気ベクトルも共に、ロールの直径と回転数即ちロールの周線速度に支配され、有害ガスの種類及び濃度には殆んど影響を受けないことが判った。

ロールによって引き起されるロールの表面及びその周囲の空気流動状態をロールの大きさ及び回転数、即ちロールの周線速度とによって実験的に求められ得るかどうかが現在検討している。

## ロール機による混合または粉碎操作に伴って発生する有害ガスの発生機構と排気フードについて。(2-1)

橋瓜 稔 岩崎 毅

主体とする有機溶剤である。

このロール機による固-液相の混合操作においては、ロール表面に附着した固液混合物を削り取るために、最小回転数のロールの表面に殆んど接触して取り付けられたナイフがあり、このナイフのために、ロールの回転によりその表面層に惹起される層流状態の空気流動ベクトルの大部分が、このナイフ部の上部において、渦波流動となってしまう。残りの一部のみがナイフとロール表面の隙間を通して層流状態のまま下部へ流動する。従って、この渦波流動ベクトルと三本のロール上部の誘導流動ベクトルを、ロール混合操作の作業に阻害を与えることなく、最大の効果にて捕捉除去するためには、ロールの左右の軸受け部において垂直に吸込み排気面を設け、更に最小の流量で、前記有害ガスを含む渦波空気流動ベクトルを捕捉制御して後この吸込み面の内に導入するための吸込み空気流動ベクトルを得るためには、この吸込み排気面にスロット開口を設けねばならないということが理論的に導かれる。更に実験の結果でも、ロールの軸受け部において、高さはロールの長さ等に等しく1000m/m、横はロール機の奥行き等に等しく1000m/mの大きさの吸込み排気面に、巾15m/m×長さ960m/mのスロット開口を8ヶ設け、そのスロット開口面の吸込みベクトルを1500fpm以上にした場合に、有害ガスを含むロール上部の流動ベクトルの捕捉制御に対して最大の効果を得ることが判った。このときの処理空気量は、垂直吸込み排気面1ヶ当り51.84m<sup>3</sup>/min、ダクト中の運搬速度を3500fpmとして、連結ダクト径は、270m/mφであった。尚このとき、ロール開口部の速度分布を均一にし、且つそれ自身によるdead spaceを出来るだけ最小にするために、スロット開口をもつ排気面に対し

一般に、工業分野において、粉体を取り扱う工程の占める割合は大きく、最近、特にその傾向が著しくなって来ていると同時に、この粉体工業において、固体の微粉碎、及び多成分系の固体粒子の混合または多成分系の固体粒子と多成分系の液体との混合操作がロール機のシェアストレスによってなされない場合がないと言ってよい程、ロール

排気フード：この排気フードに関する研究は、先きの発生機構の解明に用いられた長さ1000m/m 直径300m/mφ、且つ12, 48, 及び168rpmの回転数をもつロール機による固液相の混合操作に対して、フルサイズスケールでなされたものであり、その固体相としてはγ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主体とする無機固体粒子であり、液体相としては酢酸エチルを

て Splitter Vane (前年度報告) による巾の狭い箱型の取り出し法とした。

ロールの下部において流動するロール表面層部の層流状態の流動ベクトルとそれによって惹起される渦波状態の流動ベクトルの捕捉制御に対しては、原料供給用作業台(箱型)の一面を開口部とし、ロール支持台の側壁を利用した一種のブース型排気フードを設け、その開口面の吸込み速度を200fpm以上にしたときに最大の効果が得られることが判った。このときの処理風量は9.6m<sup>3</sup>/min、ダクト速度を3500fpmとして、連結ダクト径は116m/mφであった。

## スクラバーによるガス、ミスト、及び Submicron 粒子の除去、または回収。

橋瓜 稔  
渥美 博(理大) 長谷川 孝(理大)

に、水に対する溶解度が高いが塩化水素の気体分子のこのスクラバーによる吸収除去効率が極めて高いこと、及びこの装置の反応機能が充填法、噴霧法の両者であることから考察して、従来、工業的には電気集塵装置による以外に捕集、または除去され得ないエアロゾル粒子、特に Submicron 粒子の捕集、または除去に関して、このスクラバーを実験的に発展させた。

用いたエアロゾル粒子は、一般にフェライトと呼ばれている銅、亜鉛、及びニッケルを主体とする亜鉄酸塩の固体粒子であり、その結晶構造は酸素原子を枝状にもつスピネル型の T-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> であり、且つその粒度分布は後述の方法によって調整され、電子顕微鏡法によって測定された結果、d<sub>50</sub>=0.8μであった。噴霧部において、この固体粒子の Wettability を増加させ、充填部において、この粒子間の Agglomeration ability を促進させるような活性剤をこの固体粒子の結晶構造との相関性のもとに選択した結果、アニオン活性剤としてヒマシ油硫酸エステル塩、エーテル型非イオン活性剤としてポリオキシエチレンフェニールフェノールポリマー、エーテルエステル型非イオン活性剤としてポリオキシエチレンソルビタンモノオレイトとした。

エアロゾル状態におけるこの粒子の Wettability と Agglomeration ability に関する実験の予備実験として、各種濃度の前記活性剤の静止水溶液中において、単位時間当りの沈降体積による沈降速度を測定した結果値から、夫々の ability に関して、この粒子の結晶構造と活性剤の分子構造との間の定量的相関性を求めたところ、確実な結論は未だ得られなかったが、何れにせよ、この固体粒子に対して、単なる水の場合の沈降速度に比較して、アニオン活性剤の場合には約10%減少し、カチオン活性剤の場合には約25%近く増加することが判った。

実験に用いたスクラバーは前年度に報告したものと全く同じものであるゆえ、その寸法、構造、及び材質に関しては省略する。噴霧水溶液の量は 11.11±0.11、活性剤濃度は 0.7~1%、この水溶液の循環、及び噴霧はギヤポンプとノズルによってなされ、その流量は 24l/min、そのノズル圧は 2.9~3.1kg/cm<sup>2</sup> である。このスクラバーの前後に、即ち吐出側と吸込み側に 250m/mφ の直管風洞を 13.D (=D25cm/mφ) の長さで設け、吸込み側では吸込口面から下流へ 10.D の位置で、吐出側では吐出開口面から上流へ 2.D の位置で、粒子サンプリングノズルを、夫々水平に、且つ風洞中心線にその Tip 部の中心線を合せて挿入し、このノズルの後に実験用高効率電気集塵管、ローターメーター、及び吸引装置を夫々の順次で連結した。尚このとき用いられた粒子サンプリングノズルは、N, P, L, 型標準ピトー管において静圧孔及びそれに対応する管を取り去って全圧孔のみとしたもので、その寸法は d=20.5m/mφ (挿入風洞径の  $\frac{1}{10}$ ) であり、他の寸法、寸法仕上げ、及び表面仕上げ精度に関しては、N, P, L, 標準ピトー管と全く同じである。各種粉碎機にて微細化されたフェライト粒子は、ミクロンセパレーターとバッグフィルターによつて粒度分布が d<sub>50</sub>=0.8μ になるように分級された後ライトのダストフィーダーにより一定濃度のエアロゾルとして連続的に直管風洞の吸込み口から供給された。等動圧法によりサンプリングノズルから風洞中のエアロゾル粒子は同時に一定時間吸引され集塵管で完全に捕集された後、湿式法で秤量瓶に移され、蒸発乾燥後秤量されその重量と風洞の処理流量からエアロゾル濃度を求め、また電子顕微鏡法によって粒度分布を求めた。

スクラバーのエアロゾル処理流量を 1000cfm で一定とし、その供給濃度を 0.333~0.630gr/m<sup>3</sup> に限定してその捕集効率を前後のエアロゾル濃度変化から測定した結果、水溶液が単に水だけの場合の捕集効率 μ が 87~90%であったのに活性剤を用いたときの μ は 77~80% となつて、水だけのときより理論的及び予備実験結果から多少とも増加すべきであるのに対して減少している。これは一見前記した固体粒子の Wettability と粒子間の Agglomeration ability に対して、活性剤は逆効果をもたらしているように見えるが、そうではなく、活性剤を用いたときに起きる



著しい発泡現象によりスクラパーの機能が阻害されるためと思はれる。  
従って、発泡現象を起さない濃度における粒子濃度と沈降速度との相関性に関する基礎実験、及び各種エアゾル濃度と処理風量を変化させたときのエアロゾル粒子の捕集効率と流動抵抗変化に関する研究を現在検討している。

## Ⅱ 検 定

昭和38年度における防じん防毒マスクの検査実績は次の通りである。

### 防じんマスク

型 式	判 定	型 式	判 定
サカキ式 117号B	2級合格	T S 式 No. DR-12	1級合格
T S 式 No. DR-78	不合格	T S 式 No. OD15E	2級合格
サカキ式 1005	1級合格	T S 式 No. DR-16	不合格
T S 式 No. DR-15D	2級合格	T S 式 No. DR-21	不合格
T S 式 No. DR-12	不合格	サカキ式 1008	2級合格
T S 式 No. DR-17	2級合格	サカキ式 1031	不合格
T S 式 No. DR-57	2級合格	サカキ式 126号S	2級合格

### 防毒マスク

区 分	種 類	型 式	判 定
アンモニア用	吸 取 缶	直結式小型弁付 TS式 No. GR-1 GM-13	合 格
"	"	直結式小型 TS式 No. GM-65	合 格
"	"	直結式小型 TS式 No. GM-36	合 格
普通ガス	吸 取 缶	直 結 式 TS式 No. GM-64	不 合 格
"	"	直結式小型弁付 TS式 No. GR-1 GM-13	合 格
"	防毒マスク	直結式全面型 TS式 No. GM-65	不 合 格
"	吸 取 缶	直結式小型 TS式 No. MK GM-36	不 合 格
有機ガス	"	直 結 式 TS式 No. GM-65	不 合 格
"	防毒マスク	直結式小型 TS式 No. GR-1	不 合 格
"	吸 取 缶	直結式小型 TS式 No. GM-65	合 格
"	防毒マスク	直結式小型 TS式 No. GR-1	合 格
"	"	隔離式全面型 TS式 No. GM-61	合 格
"	"	直結式小型 サカイ式R型C号	合 格
"	"	直結式小型 TS式 GM-36	合 格
亜硫酸硫黄用	吸 取 缶	隔 離 式 TS式 No. 202	不 合 格
"	"	隔 離 式 TS式 No. 202	合 格
"	防毒マスク	直 結 式 口覆型	不 合 格
"	吸 取 缶	隔 離 式 隔離式一型	合 格

## Ⅲ 庶 務

### (1) 職 員

昭和39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	課長・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	3	12	20	10	46	1	2	5	2	10	56

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	第三課長	浜田 晃
職業病部長	" 河合 清之	第四課長	理博 左右田礼典
主任研究官	理博 松下 秀鶴	労働生理部	
第一課長	医博 吉川 博	第一課長	三輪 俊輔
第二課長	理博 長谷川弘道	第二課長	医博 新山 喜昭
第三課長	医博 奥 貴美子	庶務課長	川田 正司
第四課長	" 清水 純孝	庶務係長	林 景一
労働環境部長	医博 坂部 弘之	会計係長	古俣 昭三
主任研究官	橋爪 稔		
第一課長	医博 奥 重治		
第二課長	原 登		

### (2) 予 算

昭和38年度予算額は、総額67,323千円で昭和37年度に比し、8,519千円の増額となっている。これを会計別にみると一般会計、労災保険特別会計ともに共通の伸びを示している。その主な項目は、人件費のベースアップ、人当研究費並びに人当経費等の単価増による増額であるが、一方科学技術庁関係原子力予算については、試験研究旅費のみ若干の減額を見たが、しかし、総体的に昭和37年度に比し著しい増加となった。

会計別	区 分	昭 和 37年度 予 算 額 千円	昭 和 38年度 予 算 額 千円	前年度対比 増△減額 千円	昭 和 39年度 予 算 額 千円
一 般 会 計	人 件 費	16,025	18,682	2,657	20,923
	人 当 経 費	376	376	0	377
	一 般 運 営 費	1,281	1,537	256	2,281
	研 究 費	5,318	7,328	2,010	8,780
	労働衛生保護具 審 査 費	1,219	1,219	0	1,219
	特 別 研 究 費	762	0	△ 762	0
	小 計	24,981	29,142	4,161	33,580
特 別 会 計	人 件 費	10,219	12,026	1,807	13,437
	人 当 経 費	323	473	150	568
	一 般 運 営 費	160	542	382	638
	研 究 費	16,839	16,867	28	19,890
	災害防止対策 緊 急 経 費 施 設 費	0	0	0	1,500
		小 計	31,832	35,572	3,740
原 子 力 算	試 験 研 究 費	1,950	2,609	659	2,626
	試 験 研 究 旅 費	41	0	△ 41	0
	小 計	1,991	2,609	618	2,626
総 計		56,804	67,323	8,519	88,915



(3) 日誌

- 38. 4. 2. 当所労働環境部第四課長左右田技官は1年間の予定でアメリカ国ケンタッキー州ルイスビル大学において労働衛生研究のために出発した。
- 4. 5 大臣官房会計課並びに労働基準局労災補償管理課より係官4名が来所し、前渡資金の定時検査が実施された。
- 4. 11 全国労働基準局長会議(本省)に山口所長が出席し、挨拶を行なった。
- 4. 15 労働環境部第二課島津正司退職する。
- 4. 16 本日次の人事が発令された。  
労働基準局労災補償部管理課より労働衛生研究所庶務課へ(事)大繩 弘  
労働衛生研究所庶務課より労働基準局労災補償部補償課へ(事)石川 勝美
- 4. 16 全国監督安全衛生課長会議(本省)に山口所長が出席し、労働衛生研究所における最近の研究状況について説明を行なった。
- 5. 15 職業病部第一課福田和彦退職する。
- 6. 7 労働衛生研究所6周年記念式を行ない、同席上所長の挨拶があった。又、記念行事の一環として映画観賞等を挙行了。
- 6. 22 同上記念行事の一環として当講堂において第2回労働衛生討論会(議題として労働衛生及び大気汚染の分野における粉じんの測定)を行なった。
- 6. 26 労働大臣官房会計課長室において昭和39年度予算編成打合せ会議が行なわれた。
- 6. 30 労働生理部第一課山本碧子退職する
- 6. 1 労働衛生研究所職業病部長を命ずる  
(技)河合 清之  
" 労働環境部長を命ずる  
(技)坂部 弘之
- 7. 3 ギルダール氏(英国)来所見学
- 7. 25 行政管理庁より森脇監察官他1名が来所し、科学技術に関する行政監察が実施された。
- 8. 1 本日次の人事が発令された。  
労働衛生研究所庶務課会計係長より労働基準局庶務課へ(事)中村 寛  
" 庶務係長より同課会計係長へ  
(事)伊藤 通扶  
労働省労働大臣官房秘書課より労働衛生研究所庶務課庶務係長へ  
(事)古俣 昭三

- 8. 1 大臣官房会計課長に対し、昭和39年度当研究所の予算要求について説明を行った。
- 8. 26 Dr I C Yuan 来庁(日本労働衛生事情視察)
- 9. 2 大蔵省主計局労働係に対し、昭和39年度当研究所予算の要求について説明を行なった。
- 9. 5 本日次の人事が発令された。  
新規採用、労働衛生研究所職業病部第三課へ(技)小西 紀子
- 9. 14 庶務課、庶務係、木田清子退職する。
- 9. 16 本日次の人事が発令された。  
新規採用、労働衛生研究所庶務課庶務係へ(技)陳田 文子
- " 人事院に対し、昭和39年度当研究所の等級改訂要求について説明、(於人事院)を行なった。
- 9. 17 会計検査院より柳原清人、漆原俊則調査官が来所し、昭和37年度の購入物品類等の検査が実施された。
- 9. 25 行政管理庁に対し、昭和39年度の増員要求の説明を行なった。
- " 人事院給与第二課より勝又博明他1名来所し給与監査が実施された。
- 10. 4 新潟県において労働衛生大会が開催された。当研究所山口所長出席し、特別講演を行なった。(於長野厚生会館)。
- 10. 5 労働省運動会が豊島園で開催され、当研究所より多数職員が参加した。
- 10. 23 広島市において開催された第10回全国労働衛生大会に山口所長が出席し、「労働衛生のビジョンをめぐって」というパネル・ディスカッションの司会をつとめた。
- 10. 25 人事院より係官2名が来所し、給与簿監査が実施された。
- 10. 29 王子監督署、北区赤羽公会堂に於いて労働衛生大会表彰式が行なわれた(労働環境部長坂部部長講演)。
- 11. 4 労働衛生研究所山口所長は昭和38年11月4日、WHO主催の産業化の保健衛生面に関する地域セミナーに参加のためパキスタンに出发した。
- 11. 18 山口所長がパキスタンより帰国した。
- 11. 27 WHOのラウ氏が来所した。
- 12. 6 労働基準局衛生担当官に対する研修が実

施された。

- 12. 15 三池炭坑災害医療調査団として当衛生研究所所長が、12月15日から2月19日まで三池炭坑に赴き実情を視察した。
- 12. 21 昭和39年度予算について大蔵省より、内示があり復活折衝に入った。
- 12. 28 御用納め
- 12. 31 労働環境部第一課大野冬樹退職する。
- 39. 2. 10 本日次の人事が発令された。  
労働衛生研究所庶務課会計係長より労働局労働課へ(事)伊藤 通扶

- 労働衛生研究所庶務課庶務係長より同課会計係長へ(事)古俣 昭三  
労働基準局賃金部企画課より労働衛生研究所庶務課庶務係長へ  
(事)林 景一
- 2. 24 科学技術庁報告会結果打合せ会を開催、本省衛生課より係官が来所した。
- 3. 3 昭和38年度労働専門官の研修を昭和39年3月3日より同年3月7日まで開催した。



昭和39年 4月10日 印刷  
昭和39年 4月15日 発行

発行所 川崎市木月住吉町 2051  
労働省労働衛生研究所  
電話中原(0447) ② 2185~7  
印刷所 信毎書籍印刷株式会社