

# 労働衛生研究所年報

昭和 48 年度

労働省労働衛生研究所

# 目 次

I 研究調査	1
1. 尿中ステロイドとカテコールアミン分析技術	1
(1) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析 (II) ODS-Permaphase を用いた場合の分離挙動	1
(2) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析 (III) ETH-Permaphase を用いた場合の分離挙動	2
(3) イオン交換樹脂クロマトとオートアナライザーをつないだ カテコールアミン分離分析法について (IV)	3
(4) 尿中アドレナリンとノルアドレナリンの自動ケイ光分析法の検討	4
(5) 高速液体クロマトグラフィーによるカテコールアミンの分析 (I)	5
2. スト レ ス	7
(6) ストレッサー暴露時の日内変動 (II) 昼間と夜間での負荷に対する応答の差	7
(7) ストレッサー暴露時の日内変動 (III)	8
(8) カテコールアミン排泄量の個人差 (I)	9
(9) 自動車運転時のカテコールアミン量	10
(10) 精神労作および筋労作によるストレス反応の比較	10
3. ア ス ベ ス ト	12
(11) 加熱クリソタイルの肺内線維殖能について	12
4. 重 金 属	14
(12) 重金属化合物の細胞毒性	14
(13) 金属毒性と薬物代謝酵素の誘導	15
5. カドミウム	16
(14) カドミウムの体内分布と蓄積	16
(15) カドミウムの長期投与ラットの肝, 腎および血液中の カドミウム濃度と尿中カドミウム排泄量	17
(16) カドミウム長期投与ラットの肝, 腎および血液中 metallothionein のカドミウム量	18
(17) カドミウムの次世代への影響 (II)	19
— 催奇性実験 —	

(18) カドミウムの次世代への影響 (Ⅲ) .....	20
— 三代試験 — .....	
(19) カドミウム中毒におけるメタロチオネインの生物学的役割 .....	21
6. 鉛 .....	23
(20) 鉛フェーム吸入実験 (Ⅲ) .....	23
Submicron 塩化鉛粒子の肺内沈着 .....	
(21) 急性鉛中毒ラットの肝中鉛分布に及ぼす前処理投与の効果 .....	24
7. メチル水銀 .....	26
(22) メチル水銀の胆汁排泄 .....	26
8. メタロチオネイン .....	28
(23) メタロチオネインの生物学的意義 .....	28
9. 組織切片の局所微量分析 .....	29
(24) 生物組織切片における局所微量分析 .....	29
10. PCB 及びその代替品 .....	31
(25) PCB の血中濃度と体内蓄積量に関する研究 .....	31
(26) 感圧紙製造工場における環境および従業員健康調査報告 .....	31
(27) SAS および KMC 油の体内蓄積性についての検討 .....	32
11. 重油燃焼生成物 .....	34
(28) 重油燃焼生成物長期吸入実験 (Ⅶ) .....	34
(29) 重油燃焼生成物吸入実験 (Ⅷ) .....	35
再現慢性実験とまとめ .....	
12. 実験動物の生理機能測定 .....	37
(30) ラットの呼吸流量測定 .....	37
13. 弗素樹肥熱分解生成物 .....	39
(31) ポリフルオロエチレンプロピレン (PFEP) の 加湿空気流中熱分解生成物の分析 .....	39
14. エアロゾル .....	40
(32) エアロゾル粒子個々の元素組成分析 .....	40
(33) ピエゾ効果を利用したエアロゾル重量濃度測定法について .....	41
15. 発がん物質の定量 .....	43
(34) 空気浮遊粉じん中の発がん性炭化水素分析の簡易化に関する研究 .....	43
(35) カーボンブラック中の発がん性炭化水素類の分析 .....	44
(36) コールターールおよびピッチ中の発がん性炭化水素類の 高速液体クロマトグラフィーによる分析法の検討 .....	45

16. 有機溶剤蒸気分析 .....	47
(37) 有機溶剤蒸気の赤外吸収スペクトルの利用 (Ⅴ) .....	47
— ゴム揮発性成分分析法 — .....	
17. E S R .....	48
(38) 遊離基定量法としての ESR スペクトルのコンピューターによる積分 .....	48
18. カーボンブラック表面酸強度 .....	50
(39) カーボンブラック表面酸強度分布の測定 .....	50
19. プラスチック製造工程の環境調査 .....	51
(40) プラスチック製品製造工程における分析調査 .....	51
20. 大 気 汚 染 .....	52
(41) 大気浮遊粒子状物質濃度の監視記録装置の性能維持について .....	52
(42) 金属薄膜法による大気汚染粒子状物質の調査 .....	53
(43) インパクター粉じん線のイオン反応統報 .....	54
(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> について) .....	
21. 振 動 .....	55
(44) 公害振動の評価法 .....	55
22. ガス吸着剤 .....	57
(45) 酸化活性炭その他の吸着剤の水銀蒸気吸着能 .....	57
23. 呼吸保護具 .....	59
(46) 呼吸保護具の視野 .....	59
(47) 防毒マスク吸気筒の除毒能力試験ガス濃度の安定性 .....	60
(48) 一酸化炭素用赤外ガス分析計による防毒マスク吸気筒の除毒能力試験 .....	61
24. フレキシブルダクト .....	62
(49) フレキシブルダクトの圧力損失 (第7報) .....	62
(45°, 135° 曲りダクトの圧力損失) .....	
25. 気中タール状物質除去技術 .....	64
(50) 水道用鋼管外面のコールターール塗覆装プロセス .....	64
に対する排気フード (第2報) .....	
II 保護具検定 .....	66
III 庶 務 .....	69
(1) 職 員 .....	69
(2) 予 算 .....	69

(3) 図書および刊行物.....71

(4) 目 誌.....71

1. カルシウム中におけるメタノールとコルチコイドの相互作用.....72

2. Cortisol の代謝.....73

3. Cortisol の代謝.....74

4. Cortisol の代謝.....75

5. Cortisol の代謝.....76

6. Cortisol の代謝.....77

7. Cortisol の代謝.....78

8. Cortisol の代謝.....79

9. Cortisol の代謝.....80

10. Cortisol の代謝.....81

11. Cortisol の代謝.....82

12. Cortisol の代謝.....83

13. Cortisol の代謝.....84

14. Cortisol の代謝.....85

15. Cortisol の代謝.....86

16. Cortisol の代謝.....87

17. Cortisol の代謝.....88

18. Cortisol の代謝.....89

19. Cortisol の代謝.....90

20. Cortisol の代謝.....91

21. Cortisol の代謝.....92

22. Cortisol の代謝.....93

23. Cortisol の代謝.....94

24. Cortisol の代謝.....95

25. Cortisol の代謝.....96

26. Cortisol の代謝.....97

27. Cortisol の代謝.....98

28. Cortisol の代謝.....99

29. Cortisol の代謝.....100

30. Cortisol の代謝.....101

31. Cortisol の代謝.....102

32. Cortisol の代謝.....103

33. Cortisol の代謝.....104

34. Cortisol の代謝.....105

35. Cortisol の代謝.....106

36. Cortisol の代謝.....107

37. Cortisol の代謝.....108

38. Cortisol の代謝.....109

39. Cortisol の代謝.....110

40. Cortisol の代謝.....111

41. Cortisol の代謝.....112

42. Cortisol の代謝.....113

43. Cortisol の代謝.....114

44. Cortisol の代謝.....115

45. Cortisol の代謝.....116

46. Cortisol の代謝.....117

47. Cortisol の代謝.....118

48. Cortisol の代謝.....119

49. Cortisol の代謝.....120

50. Cortisol の代謝.....121

51. Cortisol の代謝.....122

52. Cortisol の代謝.....123

53. Cortisol の代謝.....124

54. Cortisol の代謝.....125

55. Cortisol の代謝.....126

56. Cortisol の代謝.....127

57. Cortisol の代謝.....128

58. Cortisol の代謝.....129

59. Cortisol の代謝.....130

60. Cortisol の代謝.....131

61. Cortisol の代謝.....132

62. Cortisol の代謝.....133

63. Cortisol の代謝.....134

64. Cortisol の代謝.....135

65. Cortisol の代謝.....136

66. Cortisol の代謝.....137

67. Cortisol の代謝.....138

68. Cortisol の代謝.....139

69. Cortisol の代謝.....140

70. Cortisol の代謝.....141

71. Cortisol の代謝.....142

72. Cortisol の代謝.....143

73. Cortisol の代謝.....144

74. Cortisol の代謝.....145

75. Cortisol の代謝.....146

76. Cortisol の代謝.....147

77. Cortisol の代謝.....148

78. Cortisol の代謝.....149

79. Cortisol の代謝.....150

80. Cortisol の代謝.....151

81. Cortisol の代謝.....152

82. Cortisol の代謝.....153

83. Cortisol の代謝.....154

84. Cortisol の代謝.....155

85. Cortisol の代謝.....156

86. Cortisol の代謝.....157

87. Cortisol の代謝.....158

88. Cortisol の代謝.....159

89. Cortisol の代謝.....160

90. Cortisol の代謝.....161

91. Cortisol の代謝.....162

92. Cortisol の代謝.....163

93. Cortisol の代謝.....164

94. Cortisol の代謝.....165

95. Cortisol の代謝.....166

96. Cortisol の代謝.....167

97. Cortisol の代謝.....168

98. Cortisol の代謝.....169

99. Cortisol の代謝.....170

100. Cortisol の代謝.....171

# I 研究 調 査

## 1 尿中ステロイドとカテコールアミン分析技術

### (1) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析(II) (2) ODS-Permaphase を用いた場合の分離挙動

守 和 子

高速液体クロマトグラフィーは最近使用されるようになった新しい機器なので、ステロイドについても基礎的データが未だ不足である。そこで、ODS-Permaphase カラムを用い、40数種の  $\alpha$ ,  $\beta$ -不飽和ケトン基をもつステロイドについて、移動層の組成、圧力、温度を変化させて分離挙動を調べ、移動層の組成と capacity factor ( $k'$ ) との関係、置換基の種類および位置と  $k'$  との関係を調べ、尿中遊離型コルチコイドの分析に応用した。

装置は Du Pont 製 830 型高速液体クロマトグラフで、検出器には 254nm の紫外線検出器を用いた。カラムは内径 2.1 mm, 長さ 1 m の ODS-Permaphase で、移動層としてメタノール-水混合液を用いた。

50°C, 1 000 psig でメタノール-水の組成を変化させて  $k'$  を測定すると、メタノールの増加とともに  $k'$  は対数的に減少する。置換基の種類および位置と  $k'$  との関係は 11 位の置換基についてみると、progesterone の 11 位置換体では  $11\alpha$ -OH <  $11$ -oxo <  $11\beta$ -OH <  $11\alpha$ -OAc <  $11$ -H; 4-androstene-3, 17-dione の 11 位置換体では  $11$ -oxo <  $11\beta$ -OH <  $11$ -H の順に大きくなる。Reichstein's Substance S およびその acetate の 11 位置換体では  $11\beta$ -OH と  $11$ -oxo とが分離しなかつたり、溶出順が逆になつたりする。17 位についてみると、4-androsten-3-one の 17 位置換体では  $17$ -oxo <  $17\beta$ -OH <  $17\alpha$ -OH <  $17\alpha$ -CH<sub>3</sub>,  $17\beta$ -OH <  $17\alpha$ -OAc <  $17\beta$ -OAc <  $17\alpha$ -OBz <  $17\beta$ -OBz <  $17$ -H; 19-nor-4-androsten-3-one の 17 位置換体では  $17$ -oxo <  $17\beta$ -OH <  $17\beta$ -OAc の順に大きくなる。20 位についてみると、4-pregnen-3-one の 20 位置換体では  $20\alpha$ -OH <  $20$ -oxo <  $20\beta$ -OH <  $20\beta$ -OAc <  $20\alpha$ -OAc <  $20$ -H の順に大きくなる。従つて、 $11\beta$ -OH と  $11$ -oxo の分離は余りよくない場合があり、cortisol と cortisone は分離しないが、置換基の数が変わつた場合にはよく分離するので、cortisol と corticosterone はよく分離する。また、同じ分子式で水酸基の位置が異なる場合、 $11\alpha$  <  $11\beta$  <  $17\alpha$  <  $21$  の順に遅く溶出する。

以上の結果をヒトの尿中遊離型コルチコイドの分析に応用した。ODS カラムは cortisol と cortisone が分離できないという欠点があるが、水で溶出出来るという長所を持つ。尿よりジ

クロロエタンで cortisol を主成分とするコルチコイドを抽出し、60°C、300 psig で水を移動層として分析すると cortisol と同じ retention time の所にピークが出る。これを分画し、薄層クロマトグラフィーで分離すると cortisol が含まれている。cortisol の硫酸蛍光は強く、cortisone は弱いので、これを利用して定量した。

## (2) 高速液体クロマトグラフィーによるステロイドの分析 (III)

### ETH-Permaphase を用いた場合の分離挙動

守 和 子

ODS カラムでは cortisol と cortisone が分離しないので、ETH-Permaphase カラムを用いて検討した。

装置、カラムの内径、長さは第II報と同じである。移動層としてメタノール-水混合液、n-ヘキサン-テトラヒドロフラン混合液、n-ヘキサン-ジクロロエタン混合液を用いた。

移動層としてメタノール-水混合液を用いた場合は ODS カラムとほとんど同じ挙動をし、むしろ分離が悪かった。50°C、300 psig で、n-ヘキサン-テトラヒドロフランおよび n-ヘキサン-ジクロロエタンの組成を変化させた場合の capacity factor ( $k'$ ) は、テトラヒドロフランまたはジクロロエタンの含量が多い所では前と同様直線性が成立するが、これらの含量の少ない所では  $k'$  は急激に増大する。その場合、ピークのテーリングも増す。圧力と net retention time との関係は両者とも対数をとると圧力の増加とともに net retention time は直線的に減少する。置換基の種類および位置と  $k'$  との関係は 11 位の置換基についてみると、progesterone の 11 位置換体では  $11\alpha\text{-OH} > 11\text{-OH} > 11\text{-oxo} > 11\alpha\text{-OAc} > 11\text{-H}$ ; 4-androstene-3, 17-dione, Reichstein's Substance S およびその acetate の 11 位置換体では  $11\beta\text{-OH} > 11\text{-oxo} > 11\text{-H}$  の順に小さくなる。17 位についてみると、4-androsten-3-one の 17 位置換体では  $17\beta\text{-OH} > 17\alpha\text{-OH} > 17\text{-oxo} = 17\alpha\text{-CH}_3$ ,  $17\beta\text{-OH} > 17\alpha\text{-OBz} > 17\beta\text{-OBz} > 17\alpha\text{-OAc} > 17\beta\text{-OAc} > 17\text{-H}$ ; 19-nor-4-androsten-3-one の 17 位置換体では  $17\beta\text{-OH} > 17\text{-oxo} > 17\beta\text{-OAc}$  の順に小さくなる。20 位についてみると、4-pregnen-3-one の 20 位置換体では  $20\alpha\text{-OH} > 20\beta\text{-OH} > 20\text{-oxo} > 20\beta\text{-OAc} > 20\alpha\text{-OAc} > 20\text{-H}$  の順に小さくなる。

ETH カラムでは cortisol, cortisone, corticosterone の分離は良い。同じ分子式で水酸基の位置が異なる場合、 $11\alpha > 11\beta > 17\alpha > 21$  の順に  $k'$  は小さくなる。これらの関係は薄層クロマトグラフィーの RF 値と密接な関係がある。また、LH-20 カラムを用いた液体クロマトグラフィーとも似た分離挙動を示す。

LH-20 カラムはラジオイムノアッセイの場合にステロイドの分離精製によく用いられるカラムであるが、ETH カラムを用い高速液体クロマトグラフィーで分離精製した方が、迅速

で、再現性、分離の能力の面で優れているように思われるので、ETH カラムによる分離とラジオイムノアッセイによる定量との組合せを検討中である。

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

須 藤 綾 子

昨年度までに、Amberlite CG-50 のカラム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検討し、一応満足される方法を開発したが、本年度はこの方法を若干改良し、かつ、従来の蛍光分別法との比較を行った。

- 1) 反応試薬アスコルビン酸溶液について：本法における Base line のノイズは主としてアスコルビン酸溶液中の気泡によるものであると考えられる。そこで、このアスコルビン酸溶液に界面活性剤 Brij-35 (1 ml/l) を加え水流ポンプ減圧下で脱気して使用したところ、従来みられた Base line のノイズはほとんど認められなくなった。
- 2) 試料について：昨年度、試料としてアルミナ抽出液を酢酸酸性のまま charge するとノルアドレナリンとドーパミンの分離が悪くなると述べたが、検討の結果、これは Amberlite CG-50 の pH が 6.1 よりもアルカリ側にかたよっていたためらしいことがわかった。Amberlite CG-50 Type III では、樹脂の pH が 6.1 より小であるとノルアドレナリンとアドレナリンの分離が悪く、6.1 より大であるとノルアドレナリンとドーパミンの分離が悪い。また、酢酸水溶液はその蒸気圧特性から減圧濃縮しても残液の酢酸濃度はほぼ不変である。従って、樹脂の pH を正確に調整すれば、酢酸酸性 (約 0.2 M) のアルミナ抽出液をそのままカラムに添加しても支障ないことがわかった。
- 3) 従来の蛍光分別法との比較：本法と従来の蛍光分別法とで、アルミナ抽出操作をも含めて純物質の回収率を測定した。その結果は表のようであり、本法によると、純物質のみの場合も尿添加の場合も回収率は両アミンとも約 80% と計算されるのに対し、従来の蛍光分別法では、尿添加純物質のアルミナ回収率がアドレナリンとノルアドレナリンとで著しく異り、また、純物質のみの場合のアルミナ回収率ともかなり異なる。この理由は明らかでない。今後検討したい。
- 4) カラムの流速について：本法で、カラム流速を 0.10 ml/min と、かなり低くした理由は、① オートアナライザーに使用するタイゴンチューブが圧力に対して弱いこと、② ノルアドレナリン酸化をできるだけ完全にするため酸性のカラム溶出液をできるだけ少量酸化反応流路に加えたかったこと、であった。しかし、そのために測定時間が 2.5~3.0 時間と長くなり、現場調査などの大数観察には不適當であると考えられる。そこで、① タイゴンチューブ

が一応耐えられるまで流速を増す、② ノルアドレナリンの酸化反応は完全でなくとも再現性があればよい、という条件で本法を再検討した結果、カラム流速を 0.23 ml/min に変更した。その他の条件は従来通りである。また、各アミンの濃度をピークの高さのみから計算しても再現性はよく、濃度（アドレナリン 1.5~12.5 ng, ノルアドレナリン 3~25 ng）とピークの高さとの間には直線関係があつた。

本法と従来の蛍光分別法との回収率の比較

	純物質のみの回収率		尿添加純物質の回収率	
	アドレナリン	ノルアドレナリン	アドレナリン	ノルアドレナリン
本 法 (除アルミナ抽出)	83.1	93.3	81.6	93.2
本 法	63.8	76.2	67.3	75.6
アルミナ抽出の回収率(計算値)	79.6	81.6	82.4	81.1
従 来 法 (除アルミナ抽出)	(100)	(100)	97.9	87.8
従 来 法	85.9	82.6	96.2	58.3
アルミナ抽出の回収率(計算値)	85.9	82.6	98.2	66.4

#### (4) 尿中アドレナリンとノルアドレナリンの自動ケイ光分析法の検討

守 和 子

オートアナライザー (A. A.) を用いて尿中 adrenaline (ADR) と noradrenaline (NOR) を分別定量する方法は多くの研究者によつて報告されている。これらの報告の大部分はアルミナからの溶出液の pH を手で調整した後、A. A. で分析している。試料が多い場合にはこの pH 調整にかなりの手間がかかる。また、アルミナの酢酸溶出液の pH は約 3 でカテコールアミンは割合安定であるが、pH 6 前後に調整したものは不安定なので短時間に分析を終えなければならない。そこで、0.2 M-酢酸で透析した後、自動的に pH を調整するようにした。Euler らの方法に従つて調製した人尿のアルミナの酢酸溶出液の中には、ADR, NOR のほかにトリヒドロキシインドール (THI) 法でケイ光を出す dopamine (DA) が相当量含まれている。酸化反応時の pH の増加、酸化剤の濃度の増加、酸化および転位反応時の反応温度の増加、酸化の反応時間の増加は ADR < NOR < DA の順にケイ光強度の増加率を増すことがわかつた。これらを考慮して、なお、測定に十分なケイ光強度が得られるように測定条件をきめた。ADR, NOR, DA について、安定化剤として、アスコルビン酸 (ASC) とジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム (D. D. C.) を用い、3 種のフィルターセットを用いて濃度とケイ光強度の関係調べた。ASC を用いた場合は、少なくとも ADR で 200 ng/ml, NOR で 400 ng/

ml, DA で 25 μg/ml まで直線性が成立した。D. D. C. を用いた場合は、NOR で約 100 ng/ml, DA で約 5 μg/ml までしか直線性は成り立たず、ADR ではケイ光が出ないといわれているが、約 20 ng/ml までは誤差の範囲内であるが、それ以上ではケイ光は無視できない。しかし健常人の測定には注意して行なえば支障はない。また、酸化および転位反応を 25°C で行なわせた後、反応液を 10°C まで冷却すると感度が上がるので、この方法を採用した。尿の溶出液に ADR, NOR を加えた場合の回収率はそれぞれ 98% と 92% で内部標準を必要としないことがわかつた。測定速度は 30/h (1:2) を標準としたが、40/h (1:2) でも測定できる。尿がうすい場合には dialyzer をはぶくとよい。blank 値が増すが、健常人の尿の分析の場合には測定値は大差ないようである。この方法ではピークの高さが約 4 倍となる。

2 種の分析法 (1) 2 種のフィルターセットを用いる。2) 2 種の安定化剤と 2 種のフィルターセットを用いる。) を採用した。1) の方法と高速液体クロマトグラフィー (HLC) 法との相関関係は NOR :  $r=0.884$ ,  $y=0.95x-7.6$ ; ADR :  $r=0.984$ ,  $y=0.97x+1.0$ ;  $N=28$  (中睡眠時尿 7 個を含む),  $y$ : HLC 法,  $x$ : 1) の方法, 単位: ng/酢酸溶出液 1ml となり、NOR には DA などのケイ光物質の影響がかなりあることがわかつた。

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

守 和 子

従来、尿中カテコールアミン (CA) はトリヒドロキシインドール (THI) 法を用い、オートアナライザー (A. A.) で分析してきたが、adrenaline (ADR), noradrenaline (NOR) によるケイ光以外のケイ光が測定値に影響を与えているように思われた。そこで、高速液体クロマトグラフ (HLC) と A. A. を接続して CA を分離定量する方法を検討した。

装置は Du Pont 製 830 型 HLC (紫外線検出器 254 nm) の分取口に Technicon 製 A. A. (Turner 製ケイ光光度計) を接続したもので、カラムは長さ 1m の Zipax SCX (強酸性陽イオン交換体) を、移動層としてリン酸緩衝液を用いた。A. A. 用の flow diagram は従来法のもの若干小スケールにして用いた。254 nm の検出器は選択性の欠如と感度不足のため尿中 CA の分析には不適當であつた。しかし、THI 法を用いることにより 0.5~1 ng の NOR と ADR の定量が可能となつた。

12 種の生体アミン類について HLC の保持時間を調べた結果、溶出順序に規則性があることがわかつた。尿中 CA に関係のあるものは dopa (DOPA),  $\alpha$ -methyldopa, NOR, normetanephrine (NM), ADR, dopamine (DA), metanephrine の順であつた。尿中遊離型 CA のアルミナからの酢酸溶出液中には THI 法でケイ光のでる DOPA, NOR, ADR, DA を含

む。これらの THI 法によるピークの再現性，同一尿試料についてのピークの再現性，尿に加えた NOR, ADR の回収率は満足すべきものだった。移動層として 0.15 M-NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 4.3) を用い，室温 (13°C) で，圧力 600 psig で分析すると NOR から DA まで溶出するの約 15 分かかる。NOR, ADR, DA は完全に分離する。しかし，尿によつては NOR の前に肩が出る。一次フィルターの短波長側をカットして調べた結果，DOPA 以外のケイ光物質があることがわかった。上記の条件で分析を行なえば，試料を 20~25 分おきに注入することが可能であり，NOR の測定値の精度を若干犠牲にし，ADR に注目すれば 10~15 分おきの注入も可能であり，ADR の感度も上がる。また，NOR の前に溶出するケイ光物質の影響を除くためには分析時間は若干余分にかかる。一日尿または昼間尿では酢酸溶出液を多い場合には 100~200  $\mu$ l 注入することにより濃縮操作を省くことが出来るが，睡眠時尿のように ADR の極端に少ない尿の場合は溶出液を 20°C で真空濃縮して注入した。内部標準の必要な場合は NM を用い，254 nm で測定した。

HLC と A. A. を接続することにより比較的簡便に精度よく尿中遊離型 NOR と ADR を分離定量することが出来た。

#### (4) 尿中アドレナリンとノルアドレナリンを分離して HPLC で測定する (2)

##### 自動ケイ光分析法の検討 (1) 試料の分離

守 和 子

尿中アドレナリン (ADR) とノルアドレナリン (NOR) の分離は HPLC で行う。移動相として 0.15 M-NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 4.3) を用い，室温 (13°C) で，圧力 600 psig で分析すると NOR から DA まで溶出するの約 15 分かかる。NOR, ADR, DA は完全に分離する。しかし，尿によつては NOR の前に肩が出る。一次フィルターの短波長側をカットして調べた結果，DOPA 以外のケイ光物質があることがわかった。上記の条件で分析を行なえば，試料を 20~25 分おきに注入することが可能であり，NOR の測定値の精度を若干犠牲にし，ADR に注目すれば 10~15 分おきの注入も可能であり，ADR の感度も上がる。また，NOR の前に溶出するケイ光物質の影響を除くためには分析時間は若干余分にかかる。一日尿または昼間尿では酢酸溶出液を多い場合には 100~200  $\mu$ l 注入することにより濃縮操作を省くことが出来るが，睡眠時尿のように ADR の極端に少ない尿の場合は溶出液を 20°C で真空濃縮して注入した。内部標準の必要な場合は NM を用い，254 nm で測定した。

## 2 ス ト レ ス

### (6) ストレッサー暴露時の日内変動 (II)

昼間と夜間での負荷に対する応答の差

守 和 子・岡 龍 雄

昼間と夜間にゲームを負荷し，アドレナリンと 17-ヒドロキシコルチコステロイド (17-OHCS) の尿中排泄，舌下温，脈拍数，血圧，フリッカー値，反応時間，自覚症状などについて，対照値と比較した。

被験者は男子学生 8 名 (平均年齢 22 才) で，午前 9 時に実験をスタートし，第 1 日目の午後 6 時から 10 時までと，翌日の午前 9 時から午後 3 時まで睡眠をとらせ，午後 6 時に実験を終了した。その間，実験 1 では第 1 日目の午前 9 時から，実験 2 では第 2 日目の午前 0 時から 6 時間，麻雀ゲームを負荷した。ゲームを負荷しない時間を対照とした。被験者は 4 名ずつの 2 グループに分け実験 1 と 2 を交互に 12 月中旬と 1 月中旬に行なつた。実験中，室温は 20~25°C に保たれ，被験者にはアルコール飲料，コーヒー，紅茶，緑茶，煙草は与えなかつた。

実験 1 と 2 では睡眠の時間帯は同じであるが，アドレナリンの排泄パターンはかなり異なる。昼間ではゲーム負荷時平均値は対照にくらべてかなり高値であつたが，個人差によるばらつきが大きく，12~15 時の値のみ有意差が認められた ( $P < 0.05$ )。夜間ではゲーム負荷時は対照にくらべて有意に高値を示した ( $P < 0.01$ )。17-OHCS についてはゲーム負荷時，昼間，夜間共，やや高値を示した。9~12 時と 0~3 時の値は有意に高かつた ( $P < 0.05$ )。しかし，実験 2 で日内リズムはやや平坦化した程度であつた。舌下温は昼間，夜間共，ゲーム負荷時は対照より有意に高値を示した ( $P < 0.01$ )。そこで実験 2 ではリズムはかなり平坦化した。脈拍数も舌下温とかなり似たパターンを持つが，有意差のあつたのは夜間の 3 時の値だけであつた ( $P < 0.01$ )。Flicker 値は夜間対照に比べてゲーム負荷時高値を示したが，有意差はなかつた。反応時間は昼間，夜間共，ゲーム負荷終了時速くなり，ゲームにより興奮水準の高まりがあるように見えたが，有意差はなかつた。自覚症状の訴えは夜間ではゲーム負荷群，対照群共に午前 3 時，6 時，9 時とかなり高値を示したが，ゲーム負荷群では III 群がかなり高くなつた。昼間ではゲーム群のゲーム終了時の午後 3 時が上昇しており，対照群ではみられなかつた。対照群では昼間 I > III > II，夜間 I > II > III の順であつた。ゲーム負荷群ではこの関係はやや乱れている。血圧にははつきりした傾向はなかつた。

昼間でも夜間でも負荷をかけると，17-OHCS，アドレナリンの尿中排泄量，舌下温，脈拍数は多かれ少なかれ対照にくらべて増加する。一日の徹夜では対照値にもゲーム負荷時の値に

も、逆転していない日内リズムが存在することも事実と思われる。異なる時間帯での負荷時の測定値の比較は勿論のこと、同じ時間帯での測定値と負荷量との関係を、異なる時間帯について論ずることも慎重にすべきだと思う。なお、夜間の対照群はどうしてもいねむりががちであり、昼間とは状況が異なる。とくにアドレナリンは低値を示す。夜勤時の日内リズムのみだれも負荷の強弱によって異なってくるであろう。

### (7) ストレッサー暴露時の日内変動(Ⅲ)

#### 昼夜逆転生活とその回復過程

守 和子・岡 龍雄

すでに、三交替制勤務者の夜勤時、または、実験室内での昼夜逆転生活時の尿中排泄および舌下温などの測定を行った。しかし、交替勤務の様式の是非を考える時、夜勤時の変化と同時に、その回復過程も重要な問題と考えられるので、実験室内でモデル実験を行った。

被験者は男子学生4名(平均年齢21才)で、午後6時に実験をスタートした。最初の丸2日間昼夜逆転生活(午後6時より第1日目午前6時まで、第2日目午前9時まで麻雀ゲームを負荷、ゲーム後、第1日目9時間、第2日目3時間昼眠)を、つづく丸2日間昼夜正常生活(午後9時より9時間夜眠、午前6時より12時間ゲームを負荷)をさせた。丸4日間、睡眠中の一部を除き、3時間毎に採尿、舌下温、脈拍数、血圧、反応時間の測定、自覚症状しらべなどを行った。

舌下温は徹夜第一夜目に日常生活時の夜眠中程の下降がみられず、最低値を示したのは昼眠から目覚めた午後3時であった。第2日目のみだれは更に著しかった。しかし、昼夜正常生活にもどった第3日目の起床時にはほぼ平常にもどった。脈拍数も舌下温と殆んど同じ挙動を示した。17-OHCSの尿中排泄パターンは昼夜逆転生活時、日内リズムの振幅は小さくなるが、逆転は起こらず、体温などと同じく回復は早い。遊離型アドレナリンの尿中排泄は昼夜逆転生活時、日内リズムは逆転するが、昼夜正常生活にもどれば、すぐにもとにもどる。しかし、夜間ゲーム負荷時の値は昼間ゲーム負荷時にくらべ低値である。なお、第2日目のゲーム負荷時の値は第1日目のゲーム負荷時よりやや高い。遊離型ノルアドレナリンの尿中排泄は昼夜逆転生活時、日内リズムは逆転するが、回復は早い。睡眠-覚醒によるリズムの影響が大きい。尿量の日内リズムも昼夜逆転生活時かなりみだれる。しかし、第3日目からは平常にもどった。自覚症状は昼夜逆転生活時も昼夜正常生活時も夜間は訴え率は高く、I>II>III群の順(精神作業型・夜勤型)であったが、逆転生活時にII群が正常生活時にくらべて高値なのが特徴的である。昼夜正常生活時の昼間は訴え率は低くI>III>II群の順(一般型)であった。反応時間はだんだんとわずがずつ早くなる傾向にあり、若干のなれの現象があるように思われる。第4

日目の夜間睡眠中の3時に起こした時の値が特に遅かった。しかし、他は大きな変化はなかった。最高血圧、最低血圧にははつきりした変化はなかった。

17-OHCSは固有の日内リズムの影響が大きく、アドレナリン、ノルアドレナリンは睡眠-覚醒の生活パターンの影響が大きい。舌下温、脈拍数の変動はその中間にある。いずれも昼夜正常生活にもどるとすぐ正常にもどる。しかし、自覚症状II群が示すような“へばり”の状態の回復についてはさらに調べる必要がある。

### (8) カテコールアミン排泄量の個人差(I)

須藤綾子

尿中カテコールアミン排泄量は、精神的ストレスのよい指標であることが知られている。しかし、このカテコールアミン排泄量は著しい個人差を示す。従来の研究者は、この個人差を主として個人の知的精神的諸特性(例えば、心理学的性格評価、知能指数、知的作業能力、社会適応性)との関連においてとらえ、カテコールアミン値とこれらの指標との間の有意の相関を報告している。しかし、筆者の経験では、精神的特性ばかりでなく、体格と尿中カテコールアミン値とが関連していることがしばしば認められた。今回はこの点について検討するため、次のような調査を行った。

某私立高等学校第1学年男子119名(年齢15~17才)について、7月初旬に行われた第1学期学期末テスト最終日の午前の試験時、及び、同試験2週間前の2日間の通常授業時(体育を含まず)の午前に約2時間採尿し、アドレナリンとノルアドレナリン(蛍光分別法)及びクレアチニン(オートアナライザー法)を測定した。アドレナリン、ノルアドレナリン値(クレアチニン補正值)と、その時の学業成績(国語、数学、理科、社会、英語、芸術及び体育について17項目)、体格(身長、体重、胸囲及び座高)及び上述の尿検査と同じ年の4月に行われた体力テストの結果(垂直とび、けんすい、巾とび、1500m走、ハンドボール投げ、50m走及び脊筋力)との関連を調べるため、上記の項目計34についてPrincipal axis method.により因子分析した。

その結果、1.00以上の固有値を持つ因子5個が抽出された。第1因子は体育以外の学業成績と試験時のアドレナリン値に高い同符号の因子負荷量を持ち、第2因子は通常授業時のアドレナリンと体格及び体力に、第3因子は3日間のアドレナリン、ノルアドレナリン値、体格及び体力に比較的高い負荷量を持つていた。第4及び第5因子は、それぞれ、主として3日間のノルアドレナリン及びアドレナリンにのみ高い同符号の負荷量を示していた。

従つて、学業成績という知的水準と、試験というストレス時のアドレナリン値には何らかの関係があると考えられ、従来の報告と一致していた。第2、第3因子はアドレナリン値と体格



との関連を示し、両因子とも、体格の小さい者程アドレナリン値が大であることを示していた。ノルアドレナリン値と体格との間にはそのような関係は認められなかつたので、上記の結果は、カテコールアミン値をクレアチニン量で補正したためではないと考えられる。第2因子ではアドレナリン値小の者程体力大で、第3因子ではアドレナリン値小の者程体力小であつた。

なお、このような問題を取り扱うための統計的手法として、この因子分析法が適当であるか否かについては検討の余地があると考えられる。今後更に研究を続けたい。なお、本研究の因子分析について鉄道労研の中村健二郎氏の御協力があつたことを感謝する。

### (9) 自動車運転時のカテコールアミン量

須藤綾子・三輪俊輔・米川善晴

自動車運転は精神的緊張を伴うものとされている。従つて、これによつて、交感神経・副腎髄質系の機能亢進がおこると考えられる。従来報告によると、尿中VMA量、総カテコールアミン量が自動車運転により増加するというが、各カテコールアミンの精確な分析例はない。そこで、今回は、いわゆるマイカー通勤者2名について、朝の通勤中、午前作業中の尿をとり、Amberlite CG-50クロマトによりアドレナリンとノルアドレナリンを分離定量した。

被検者は健常男子2名(A 46才、B 33才)で、通勤時間は1~1.5時間、朝7時~9時の間であつた。出発直前排尿、到着直後採尿①、到着1.5~2時間後採尿②とし、アドレナリンとノルアドレナリン及びクレアチニンを測定した。

被検者Aについては5日間の尿中アドレナリン排泄量の平均が①9.27 ng/mgクレアチニン、②5.69で運転時の方が通常作業中より有意に高かつた( $P < 0.01$ )。被検者Bについては、2日間の平均が①12.2、②25.9(単位同上、以下同じ)で、運転時に高くはなかつた。しかし、同被検者の電車通勤時における5日間の平均は①5.91、②20.5で、通勤時のみを比較するとマイカー通勤の方が電車通勤より有意に高かつた( $P < 0.01$ )。ノルアドレナリン量はいずれの場合も変化を示さなかつた。

以上のように、尿中アドレナリン量は個人差が大きい、通常作業時又は電車通勤時に比べてマイカー通勤時に高く、自動車運転により交感神経緊張状態がひきおこされるようである。今後更に例数を増して検討したい。

### (10) 精神労作および筋労作によるストレス反応の比較

柿崎敏雄

これまで精神労作に対応して生ずる生理的反応として脈拍数、血圧値、血漿水分量および血

漿たんぱく量などの変化に注目してきた。この生理的反応は普く生体の活動にともなつて発現する血漿水分量の変化にリンクするもので、一つのストレス反応と考えられる。本年度はこのストレス反応が精神労作と筋労作で相違する点があるかどうかを反応の生起と回復過程について実験的に検討した。

精神労作(M. T.)としては計数表示装置を用いて2桁数の加減算作業を個人の最大作業遂行速度で30分間行なわせた。静的筋労作(S. T.)としては椅座位で肘をほぼ直角に曲げて2kgの小鉄板を両手の平で22分間保持させた。また動的筋労作(D. T.)としては自転車エルゴメーターを用いて乗位で毎秒1回転のペダリングを毎分360 kg·mで15分間課した。健常青年男子10名ずつを被検者とし、30分間の椅座安静のち上記のいずれかの労作を負荷し、引き続いて30分間の椅座安静をとらせた。生理的指標の測定は労作前、労作直後、労作後10分目および30分目の計4回実施した。測定項目は脈拍数、血圧値、ヘマトクリット値、血漿比重、血漿水分量、血漿のたんぱく量およびアルブミン量で、静的筋労作の場合はその外に血漿のNa、K量と血液のpH、 $pCO_2$ 、 $pO_2$ も測定した。

脈拍数の増加の程度は各労作により異なる(M. T. < S. T. < D. T.)が、回復はいずれの場合も速かつた。収縮期血圧値はD. T.でのみ著明に上昇し、速やかに回復した。拡張期血圧値はM. T.およびS. T.でやや上昇の傾向がみられた。血漿比重の増大、血漿水分量の減少および血漿たんぱく量(アルブミン、グロブリン量共)の増加はいずれの労作でも有意に起こつた。しかしこれらの変化はS. T.およびD. T.では労作後30分以内に回復したのに対し、M. T.の場合は30分では回復しなかつた。以上のようにストレス反応の生起と回復性は精神労作、静的筋労作および動的筋労作の場合で異なることがわかつた。なおS. T.においてのみ測定した血漿のNa、K量と血液のpH、 $pCO_2$ 、 $pO_2$ は労作により変化しなかつた。

一方ヘマトクリット値の上昇および血漿水分量の減少から、血漿水分(または血漿)が労作によつて血管外へ流出し、いわゆる血液濃縮をきたすことが推察される。そこで血漿のたんぱく含量と水分含量の比および相関を求めて、血液濃縮とその回復の様態をみてみた。比はいずれの労作によつても顕著に高まり、S. T.およびD. T.では労作後30分以内に回復するのに対し、M. T.の場合は30分では回復しないことがわかつた。また相関性はD. T.では労作前後を通じ一定して高いのに対し、M. T.およびS. T.では労作直後あるいは回復時に低下する( $P > 0.05$ )ことが認められた。従つて血液濃縮とその回復におけるたんぱくと水分の動きは精神労作、静的筋労作および動的筋労作の場合で一樣ではなく、量的にも異なるということが示唆された。

### 3 アスベスト

#### (11) 加熱クリソタイルの肺内線維増殖能について

興 貴美子・河合清之・坂部弘之・清水聡子・小川 薫

昭和47年度においては、諸種の温度に加熱したクリソタイルの試験管内での溶解性と細胞毒性について検討し、650°C 附近の温度に加熱したクリソタイルでは、Si, Mg 共に溶解性が高く、且つ溶解物質はアルカリ性を示し、この為細胞毒性のみせかけの増強がおこる事を明らかにしたが、本年度は、685°C 加熱クリソタイルと原土クリソタイルの気管内注入による肺内所見を、肺内ヒドロオキシプロリン量、組織学的所見、Si 量から測定したアスベストの肺内停滞量から比較検討した。

クリソタイルは UICC reference sample のものを3回カッターで切断し、これを原土とした。この原土の粒度分布は、1 $\mu$  以下 88%, 1~2 $\mu$  のもの 8%, 2~3 $\mu$  のもの 3%, 5~10 $\mu$  のもの 1% である。685°C クリソタイルは、原土を電気炉で 685°C 1時間加熱したものである。

Donryu 系雄ラット生後4ヶ月のものの気管内に原土又は 685°C クリソタイル 10mg を 0.9% 食塩水 1ml に懸濁して注入し、注入後、4, 8, 12, 16ヶ月後に夫々5匹づつ屠殺した。

全肺のヒドロオキシプロリン量は、4ヶ月で原土群では、685°C 群の 1.6 倍を示し、8, 12, 16ヶ月においては、加令と共に原土群及び 685°C 群共に漸増した。16ヶ月後において、685°C 群では対照群の 1.28 倍を、原土群では、対照群の 1.68 倍、685°C 群の 1.31 倍を示した。

全肺の Si 量は、685°C 群では 4ヶ月後にすでに対照群よりやや高い値を示すに過ぎないが、原土群では 685°C 群の略4倍の値を示した。これらの値は、8, 12, 16ヶ月後においても大きな変動はなく、原土群では漸減するが、685°C 群ではむしろ漸増の傾向を示した。

685°C 群における Si 量の漸増は、加令によるものと考えられ、16ヶ月後においてもこの時期の対照群と略等しい値を示した。

組織学的所見では、注入4ヶ月後、原土注入群の肺では過膨脹傾向を示し、多発性肉芽腫の形成を認めるが、685°C 群では、肺は通常の退縮を示し、肉芽腫形成はきわめて稀で、1個体の全切片で1~2個にすぎず、かつ肉芽の発育は貧弱である。両者の差は、注入後、8, 12, 16ヶ月においても全く同様である。肉芽腫は4ヶ月後では基質にとみ、線維芽細胞と若干の組織球からなり、せん細な好銀線維の増生と軽い膠原化がみられる。8ヶ月以後には組織球浸潤は消失し、膠原化が進むが、これは高度に達することなく硝子化する。

以上の結果のように、685°C 加熱クリソタイルの気管内注入群では、肺内における粉じんの溶出若しくは肺内からの粉じんの除去が速やかで粉じんの肺内停滞量が原土注入群より著しく少く、且つ肺内の肉芽形成及び線維増殖が弱い事が確められた。

## 4 重 金 属

### (12) 重金属化合物の細胞毒性

興 貴美子・坂 部 弘 之・小 川 薫

昭和47年度においては、じん肺症起因粉じんのマクロファージ及び線維芽細胞に対する細胞毒性を検討したが、今年度は、難溶性及び可溶性の重金属化合物のこれら細胞に対する毒性を検討し、肺内に吸入された重金属粒子の細胞に対する影響を考察しようとした。

難溶性重金属化合物として  $V_2O_5$ ,  $MnO_2$ ,  $HgO$ ,  $CdO$ ,  $NiO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $BeO$ ,  $PbO$  を、又、重金属粒子として約  $2\mu$  の  $Pb$  粒子,  $Sb$  粒子を用い、可溶性重金属化合物として  $VOSO_4$ ,  $MnCl_2$ ,  $HgCl_2$ ,  $CdCl_2$ ,  $NiCl_2$ ,  $MnCl_2$ ,  $CrCl_3$ ,  $Cr_2(SO_4)_3$ ,  $PbCl_2$ ,  $BeSO_4$  を用いた。

マクロファージは、ラット腹腔内マクロファージを、線維芽細胞としては、マウス胚由来の3T6細胞を用いた。細胞と重金属化合物の作用時間は、マクロファージでは、2時間及び24時間を用い、3T6細胞では培養開始72時間後の対数増殖期に24時間作用させ、前者においては、TTC(2, 3, 5トリフェニールテトラゾリウムクロライド)還元能及び $C^{14}$ -ロイシンの細胞蛋白への取込み量を、後者においては $H^3$ -チミジンの細胞DNAへの取込み量を測定し、細胞毒性を判定した。

各種重金属化合物のマクロファージに対する毒性量は、粒子自身が強い還元性をもつ $Sb$ 粒子の他は、 $C^{14}$ -ロイシンの取込みによつても、TTC還元能によつても略等しかつた。作用時間2時間では、難溶性物質で最も強い阻害を示すのは、 $HgO$ であり、次いで $Sb$ 粒子、 $CdO$ ,  $V_2O_5$ が比較的強い毒性を示す。一方、 $NiO$ ,  $PbO$ ,  $BeO$ ,  $Cr_2O_3$ は殆ど阻害を示さない。可溶性物質では $HgCl_2$ に最も毒性が強く、次いで $CdCl_2$ ,  $NiCl_2$ ,  $VOSO_4$ に比較的強い毒性がある。 $PbCl_2$ ,  $BeSO_4$ ,  $Pb(NO_3)_2$ には殆ど毒性がない。作用時間24時間の場合には、2時間の場合より $CdO$ の毒性がつよくなり、最も毒性のつよい、 $HgO$ と略等しい毒性がみられる。又、 $V_2O_5$ も若干毒性量が低下する。しかし、 $BeO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $PbO$ ,  $NiO$ では24時間作用させても殆ど毒性が認められない。可溶性重金属化合物添加群では、 $BeSO_4$ において毒性の増強が著しい。その他の物質でも作用時間の延長に伴つて毒性量の低下が認められる。

線維芽細胞に対する毒性は、 $HgO$ ,  $CdO$ ,  $V_2O_5$ ,  $Sb$ 粒子において著しく強い。 $MnO_2$ ,  $Pb$ 粒子では若干毒性があるが、 $BeO$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $NiO$ ,  $PbO$ などでは、殆ど毒性はない。可溶性物質では、 $CdCl_2$ ,  $HgCl_2$ に毒性が最も強く、ついで $VOSO_4$ ,  $NiCl_2$ ,  $MnCl_2$ に毒性が強い。

難溶性重金属化合物のうち毒性の強い、 $HgO$ ,  $CdO$ ,  $V_2O_5$ について、作用物質が粒子状物質であるか、可溶性物質であるかを知る為、各物質の超音波懸濁液を15,000 rpm 30分遠沈

し、懸濁液又は上清をマクロファージ及び線維芽細胞に夫々加え24時間培養した。結果は $CdO$ 及び $V_2O_5$ においては、マクロファージでも線維芽細胞でも上清のみの添加では、懸濁液を添加した場合より著しく細胞毒性が軽減した。

即ち、 $CdO$ 及び $V_2O_5$ においては粒子状物質にも強い毒性のある事が明らかとなつた。 $HgO$ の場合には、上清のみの添加でも強い阻害作用を示したが、 $HgO$ の場合にはその溶解度から考えて上清に溶存している $Hg$ 量が細胞毒性を発揮するのに十分な量であるためと考えられる。

### (13) 金属毒性と薬物代謝酵素の誘導

吉 川 博・栗 盛 静 江

金属の毒性は生体の条件づけで変ることが知られてきている。われわれは少量の金属を投与すると引続く致死量レベルのその金属に対して著しく抵抗力を生ずることをすでに発表した。さらに前処理投与金属を変えてもこの現象は成立することを認めている。したがつてこの現象の成立機構は非特異的なものであらうと考えている。一方、多くの金属は肝に主として蓄積されるものである。そこで、この現象の成立機構は肝が主役をなすものと考え、肝の薬物代謝酵素の誘導された状態が金属毒性に影響を与えるかについて検討した。

実験は、ICR成熟雄マウス(体重30~35g)を用い、5日間フェノバルビタールの30mg/kgを皮下注射し、24時間後に $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Mn$ の致死量を腹腔内注射し、その後の死亡率を、フェノバルビタール投与をしないものと比較した。

この結果、 $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Cu$ では、フェノバルビタール前処理群において死亡率は低減した。 $Mn$ と $Zn$ では両群間の死亡率に差異は認められなかつた。すなわち、 $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Cu$ の毒性は、フェノバルビタール投与による薬物代謝酵素系の誘導が起つている状態では、減弱されるが、 $Mn$ と $Zn$ の毒性には関与しない。

次いで、少量の金属投与がペントバルビタール投与による睡眠時間に影響を与えるかどうかを観察した。この結果、正常マウスでは平均62分間睡眠するが、 $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Mn$ の少量をあらかじめ投与しておく、いづれも睡眠時間は30~45分以内に短縮することが認められた。この実験結果は、少量の金属投与により、肝の薬物代謝酵素系の誘導がおこることを示唆している。

以上の実験結果から考えると、金属は薬物代謝酵素の誘導をおこし、薬物代謝酵素活性が上昇している状態では金属毒性は低下すると考えられる。しかし、いまだ両実験間に相違が認められるので更に検討を加えたい。

(医学と生物学, 88巻4号1974年に掲載予定)

## 5 カドミウム

### (14) カドミウムの体内分布と蓄積

吉川 博・栗盛 静江・加藤 隆康 (北里大・衛生・公衆衛生)

カドミウム (Cd) の体内分布についての研究は多いが、連日投与による各臓器での Cd の経時的蓄積の経過を検討した研究は少ない。我々は 170 日間にわたって、1CR 成熟雄マウスに Cd の 1mg/kg を連日 (1 週間に 6 日間) 皮下注射し、毎日の体重と適当な時期に 5 匹宛を殺し、Hb、Ht を測定し、各臓器中の Cd を、湿式灰化したのち、原子吸光分析により定量した。

#### 1. 体重の変化

投与開始後 4 週間は正常群と同じ体重増加を示すが、4~7 週間にかけて体重の増加は抑制され、7 週間以後は再び増加しはじめ、体重増加曲線は正常群のそれと殆んど同じであった。

#### 2. Hb 量と Ht 値

Hb 量と Ht 値は Cd 投与後 4 週間目頃から低値を示すようになり、貧血をおこしてくる。しかし、その後 Cd を投与しているにもかかわらず増悪する傾向は認められない。

#### 3. 臓器における Cd 蓄積の経時的推移

肝・腎における Cd 蓄積量は、Cd 投与初期から急速に増加し、30 日以後においてその蓄積増加の割合はかなり弱くなる。その他の小臓器 (心・肺・脾・精巣・骨) においては、20 日目までは Cd の蓄積増加は少なく、20 日から 30 日の間において Cd は著しく蓄積され、30 日以降は臓器によつて多少異なるが、蓄積増加の割合は弱くなる。肝と腎での Cd 蓄積増加の速度が弱まってきた時期に、小臓器に著しい蓄積の増加がおこることは興味深い。

さらに、この小臓器に Cd の著しい蓄積がおこる時期に体重の増加が一時抑制され、また、貧血もおこりはじめることを考えあわせると、こうした Cd の体内分布の変動が、かなり Cd の毒性の出現に関係しているのではなからうかと考えられるし、その後における体重増加の曲線が正常時のそれと同じであり、マウスの一般状態もほとんど正常時と同じであることは、Cd に対する生体の防禦作用の成立を思わせる。

なお、Cd 1mg/kg に、Zn と Mn のそれぞれ 0.5mg/kg を併用投与したマウスにおいて、Cd 投与群と同一時期における各臓器の Cd 含有量をしらべたが、各臓器ともに、Zn と Mn を併用した両群ともに、Cd 単独投与群に比して Cd の含有濃度は高い。ことに、この傾向は心・肺・脾・精巣・骨に著明であった。すなわち、Cd と同時に Zn や Mn を併用投与すると Cd の臓器への蓄積を助長すると云える。

### (15) カドミウム長期投与ラットの肝、腎および血液中 のカドミウム濃度と尿中カドミウム排泄量

鈴木 康友

ラットに 0.5 mg/kg のカドミウム (Cd) を長期間皮下注射すると、腎の Cd 濃度は 7 週で飽和に達したが、肝ではそれ以後も Cd 濃度の増加が続き、10 週で最高濃度に達した。それ以後 15 週までは Cd 濃度は減少する傾向が見られた。また血液中の Cd 濃度は 5 週までは経時的に増加し、それ以後増加の速度は鈍つたが、10 週以後再び急増した。これらのことについては本年度の年報の他の項で詳述したが、これらの Cd 濃度の経時変化と Cd 排泄量との関係を知るため本実験を行つた。

SD 雄ラット 5 匹を代謝ケージで 1 匹ずつ飼育し、0.5mg/kg の Cd を連日 (6 日/週) 皮下注射し、毎週 1 回採尿を行つた。採取した尿について、尿量、Cd 量および総蛋白量を測定した。尿蛋白は Biuret 法の Piscator 変法を用い、尿中 Cd は尿を硝酸で湿式灰化した後、原子吸光法により、それぞれ定量した。

肝、腎および血液中の Cd 濃度の変化と尿中 Cd 排泄量の増加との関係をまとめると次のようになる。

尿の Cd 排泄量の経時的推移は 3 期に分けて考えることができた。Cd 投与開始から 5 週までの第 1 期では、肝、腎および血液中の Cd 濃度の増加にもかかわらず尿の Cd 排泄量の増加は僅少であり、1 日の Cd 排泄量は 0.5~2.1  $\mu\text{g}$  であつた。この時期では肝、腎ともに著しい障害は起きていないものと思われる。第 2 期、6~9 週では、尿、尿蛋白および Cd 排泄量が増加した。1 日の Cd 排泄量は 7.7~26.4  $\mu\text{g}$  程度であつた。この期間では腎の Cd 濃度の飽和 (7 週) が見られ、血液中の Cd 濃度の増加速度の鈍化が起きた。これらの現象は腎機能の障害と何らかの関係があるものと考えられる。第 3 期、10 週以後では、Cd 排泄量は著しく急増し、1 日の排泄量は 67~105  $\mu\text{g}$  であり、これは 1 日の Cd 投与量の 60~70% に相当する量である。この時期には肝 Cd 濃度の減少、血液中 Cd 濃度の増加 (いずれも 10 週以後) が見られた。第 2 期以後、血液中および尿中の Cd の大部分は metallothionein と結合していることを認めた。これらのことから、肝に何らかの障害が起こり、Cd が Cd-thionein として血液中に流出したため、血液中の Cd 濃度の増加が起こり、さらには尿中 Cd 排泄量の急増をもたらしたものと考えられる。

## (16) カドミウム長期投与ラットの肝、腎および血液中

### metallothionein のカドミウム量

鈴木 康 友

昨年までは主に急性カドミウム (Cd) 中毒における肝および腎細胞内の Cd 分布、ならびにこれらの臓器中の metallothionein の Cd 量について調べてきた。本年は慢性 Cd 中毒における臓器細胞内の Cd 分布の経時的推移についての知見を得るため、ラットに Cd 長期投与を行い、肝、腎の各細胞分画の Cd 量ならびに metallothionein に結合している Cd 量等について調べた。

SD 雄ラットに 0.5mg/kg の Cd を連日 (6日/週) 皮下注射し、1~15週の間は逐時3~5匹ずつ屠殺し、肝、腎、心、肺、脾および睾丸等の諸臓器を摘出した。また血液も採取した。肝、腎の組織はホモジナイズした後、遠心分離して、核、ミトコンドリア、ミクロゾームおよび可溶性分画の各分画に分けた。可溶性分画は、さらにセファデックス G-75 によるゲル濾過を行い、その溶出液を各分画に分けた。これらのうちゲル濾過分画以外の試料は硝酸を用いて湿式灰化した後、ゲル濾過分画はそのまま、それぞれ原子吸光法により Cd の定量を行った。

腎の Cd 濃度は経時的に増加したが、7週で飽和に達した。この飽和値の平均は 156  $\mu\text{g/g}$  wet wt. であった。このうち約 75% の Cd は可溶性分画に見られた。可溶性分画の Cd のうち約 91% は metallothionein と結合していた。このように Cd 長期投与によつて腎の Cd 濃度は7週で飽和に達したが、全期間を通じて、細胞内 Cd 分布の経時的推移における著変は見られなかった。

肝の Cd 濃度は腎の Cd 濃度が飽和に達した後も増加し、10週で最大値を示した。この平均値は 314  $\mu\text{g/g}$  wet wt. であった。その後15週まで Cd 濃度はやや減少した。肝細胞内の各分画の Cd 含有率は Cd 投与期間の長短にあまり関係なく、可溶性分画に最も多く全体の 80~83% の Cd が存在していた。これらのうち約 92% の Cd は metallothionein と結合していた。

血液中の Cd 濃度は5週までは経時的に増加し、それ以後増加の速度は鈍つたが、10週からは再び急増した。血液中の Cd の大部分は metallothionein と結合していることを認めた。心、肺、脾および睾丸等の諸臓器中の Cd 濃度も10週以後急増した。

以上のように、Cd 長期投与における諸臓器中の Cd 濃度の経時的推移には、臓器により顕著な相違があることがわかった。腎で見られた7週以後の Cd 濃度の飽和現象は尿細管障害と関係あるように思われる。10週以後の肝の Cd 濃度の減少は、血液中の Cd-thionein の急増から推論すると、肝の障害によつて肝細胞から多量の Cd-thionein が血液に流出したことによるものであろう。また同時に、これは腎以外の諸臓器中の Cd 濃度の増加をもたらした原因であると思われる。

## (17) カドミウムの次世代への影響 (II)

### — 催奇性実験 —

福田 一 男・戸 谷 忠 雄・宮 田 信 明

ヒトに先天異常を生ずると認められた環境汚染物質の一つに、有機水銀による胎児性水俣病が挙げられるが、疫学的には先天異常を含めた生殖機構への影響の可能性があるとして推定されている環境汚染物質は幾種かある。重金属に関しては実験奇形学的にいくつかの物質の催奇性を検討したものもあるが、更に実験条件の検討 (再現性、種特異性又は非特異性、用量-反応関係など) を加える必要があると考えられる。

そこで今回はカドミウムをマウスに投与し、奇形発現頻度、その胚発育段階特異性、奇形発現閾値、吸収胚の割合等を検討した。

実験には BS 由来の ICR 系マウスを用い、10匹前後を1群として12週令で一夜交配し、翌朝の陰栓の確認日を妊娠第1日とし、Cd ( $\text{CdCl}_2$ ) を所定日に所定量投与し、18日目に開腹、胎仔、子宮内状態を検索した。

〔実験A〕 1mg/kg を妊娠6, 8, 10, 12, 14日に尾静脈内に投与すると外表奇形特に外脳症は8日群のみに多発し、その発生頻度は全胎仔数の 42% であり、他の群には発生しなかった。

外脳症仔の約半数に眼瞼閉鎖不全が随伴し、小眼症を伴うものもあつた。脳血管障害に由来すると思われる出血により、羊水は血性を呈するが、出血はある限度以上は進行しておらず、外脳症仔の殆んどは生存している。24時間前に 0.2mg/kg を投与した8日群の外脳発生率は全胎仔の 7% に低下し、外脳症仔の体重も前処置しない8日群に比して大きい。このときの肝、胎盤の Cd 濃度は前処置群の方が高い。この外脳症発生頻度の差を所謂 metallothionein に求めるべきかは不明である。

吸収胚の着床数に対する比は6日群が低く、8日群が高く、10, 12, 14日群はこの中間にあつた。外表奇形を除く生胎仔の体重は8, 10, 12日群がやや低く、其他は対照群と変わらない。

〔実験B〕 0.1, 0.2, 0.3mg/kg を腹腔内に、0.4, 0.6mg/kg を皮下にいずれも妊娠6, 7, 8, 9, 10日に投与した。外部主要奇形は外脳症、下顎形成不全で、0.3mg/kg i. p. 群の7, 8日群に、0.6mg/kg s. c. 群の6, 8日群に見られ、他の群には見られなかった。胚吸収率は0.3mg/kg i. p. 群の8, 9日群、0.6mg/kg s. c. 群の9, 10日群がやや多い。

従つて外表奇形だけに限れば、最小有効量は 0.3mg/kg i. p., 0.6mg/kg s. c., 最大無作用量は 0.2mg/kg i. p., 0.4mg/kg s. c. と考えられる。

### (18) カドミウムの次世代への影響 (III)

— 三世代試験 —

福田 一男・戸谷 忠雄・名取 田 功

カドミウムの実験的慢性長期暴露による生体障害に関しては既に多くの知見が得られており、毒性発現機序の解明がなされつつあるが、これらは主として雄性動物を検討の対象としたものが多く、雌性動物、特に妊娠動物への影響或いはその子孫への影響を検討した知見は殆んどない。カドミウムに限らず多くの化学物質による環境汚染の広域化が行はれてきた現在、生体への毒性評価は従来の手法のみならず、発癌性、催奇性、更に遺伝的影響なども考慮した評価法の確立が急務であると考えられる。そこで今回はカドミウムをラットに投与し、三代までの子孫を得たのでその結果について述べる。

実験方法は BS 由来の S.D. 系ラットを 4 群に別け、初代雌雄とも 6 週令より 0, 1, 5, 25 ppm の Cd (CdCl<sub>2</sub>) を含む滅菌脱イオン水、市販固型飼料を *ad lib* に与え、定期的に交配し、1, 2 産の仔を得た。2 産目の仔を次世代の親とし、離乳仔は Cd 水に直ちに暴露した。交配の際は所謂 random-mating 方式をとり、兄妹交配による近交係数上昇を避けた。

体重増加は ♂ ♀ とも 1 ppm 群は各世代とも対照群と変りないが、5, 25 ppm 群では世代を重ねるに従い初代の一定体重に到達するまでの時間遅れがみられる。

飲水量は 0, 1 ppm 群には差がないが、他の群では Cd 濃度の増加に伴ってその絶対量は少い。

妊娠率、出産率とも 25 ppm 群は低く 2 代目の出産率は 0 となり、3 代 1 産目の仔を得る事ができなかった。妊娠中或いは出産前後において死亡する個体が 25 ppm では既に初代からみられ、2 代目では 25% に達した。又出産した仔の哺育を行わない個体が 25 ppm 群では初代から、5 ppm 群では 1 代目から出現し、継代に従い発生率は増加する。これと相まって、出生仔の出生後 4 日までの死亡率は 25 ppm 群が最も高く、5 ppm 群でも 2 代目から上昇する。両群とも所謂 Cannibalism が多い。4 日以降の死亡は 25 ppm 群でみられ 1 代目より 2 代目が多くなるが、他の群では殆んどない。

仔の体重抑制は 25 ppm 群が 2 代目より、5 ppm 群が 3 代目からみられる。所謂 runt 或いは小体軀仔の発生は 5, 25 ppm 群で高い。貧血は 3 週令の時点で 5 ppm で既に認められ、25 ppm 群では出生時において既に臨床的にも明らかである。

以上の所見は 5 ppm 以上の Cd を含む飲用水をラットに与えると繁殖生理上の何らかの障害および仔の発育不全を起すものと考えられる。この場合の無作用量は 1 ppm であり、安全係数を 100 とすればヒトへの適用の場合飲用水は Cd 10ppb となる。

### (19) カドミウム中毒におけるメタロチオネインの生物学的役割

木村 正己・小滝 規子

小腸から吸収された Vitamin D は肝で 25-OH-D<sub>3</sub> に変換され、血中に分泌され、腎の恐らくは尿細管細胞で、1, 25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> と 24, 25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> に水酸化される。Ca 輸送と骨塩動員を促進させるのは 1, 25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> だと言われている。ニワトリ腎 ミトコンドリアを用いた *in vitro* の予備実験で 25-OH-D<sub>3</sub> から 1, 25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> を生成する 1-hydroxylase は 0.1 mM (10 ppm) の Cd<sup>++</sup> で完全に阻害された。慢性 Cd 摂取による骨病変は Fanconi 症候群様の腎尿細管障害に基づく骨軟化症であるという考えがある。Vit. D の最終的な活性化が腎尿細管細胞で起こることから、Cd が優先的に腎に蓄積されるならば、Fanconi 症候群の発症とは別に、腎における Vit. D の活性化も障害されて、その結果 Ca 代謝異常ひいては骨組織の異常が誘起されるのではないかと考えた。

動物：生後 4 週令の Wistar 系ラットを低 Ca (0.003%) - Vit. D 欠乏食で 3 ~ 8 週間飼育した。この配合粉末飼料中に各々、0, 10, 30, 100, 300 ppm の Cd (CdCl<sub>2</sub> · 2 1/2 H<sub>2</sub>O) を混じた。肝、腎、骨の臓器中の Cd 量を原子吸光法で分析した。

腎における 25-OH-D<sub>3</sub> の代謝に及ぼす Cd の影響：ラットに 1 μC の [26, 27-<sup>3</sup>H]-25-OH-D<sub>3</sub> を静注し、16 時間後に殺して採血し、その血清の chloroform 抽出物を Sephadex LH20 カラム (65% chloroform-35% hexane) で分画した。予想に反して、10~30 ppm 群では 25-OH-D<sub>3</sub> の活性化つまり 1-hydroxylase 作用は全く阻害されなかつた。300 ppm 群でさえ 50% 活性が低下したに過ぎなかつた。

組織学的検索：300 ppm 群の腎でも光学顕微鏡的には大きな変化が見出されなかつた。しかし骨では 30 ppm 群でも骨端軟骨の成長が阻止され、骨梁も吸収されて細くなつていた。300 ppm 群ではこの傾向は更に著明であつた。

腎および骨における Cd の存在状態：300 ppm 群 10 匹分の腎ホモジネート上清について Sephadex G75, DEAE-Sephadex A25 などにより metallothionein を分離し、金属分析、アミノ酸分析などにより同定した。腎組織中の Cd は大部分 (80~90% 以上) thionein と結合している。同一ラットの骨 (骨髄除く) 中の Cd の存在状態を検べた結果、骨中 Cd の約 20% は thionein と結合していたが、残りは他の高分子量物質と一緒に見出された。Cd イオンを腎ホモジネート上清液に添加した上で分析してみると、Cd イオンは高分子量物質の分画に回収された事から、骨の 1/5 の Cd はイオン状ではないかと推定した。

結論：腎では優先的に多量に Cd が蓄積されるにもかかわらず、Cd が thionein と結合しているため毒性が発現されず、Vitamin D の活性化にも影響しにくい。骨では Cd が thionein と結合しているものが 1/5 で、他の 4/5 は Cd イオン状態にあつて、骨の組織学的所見からも判

るように、骨組織に直接何らかの毒作用を及ぼしているのではないかと考えられた。

— 三 世 代 試 験 —

千 原 新 小 ・ 石 正 村 木

この実験は、骨組織に直接何らかの毒作用を及ぼしているのではないかと考えられた。...

6 鉛

(20) 鉛フューム吸入実験(III)

Submicron 塩化鉛粒子の肺内沈着

京野洋子・本間克典・清水聰子・河合清之

Submicron 粒子の肺内挙動検討の目的で、昨年度からラットを用いて鉛フューム吸入実験を行いつつある。その結果、吸入された CMD 0.04 μ および 0.3 μ 鉛粒子のかなりの部分は、従来よく知られたように肺胞大食細胞に貪食されるが、同時に、I型およびII型肺胞上皮、気管支上皮(線毛および非線毛)など気道、気腔を覆う上皮系細胞全般にわたって摂取されて見出された。

最近粒子状物質の肺内沈着の観察に電顕が常用されはじめて以来、我々の観察を含め、I型肺胞上皮の粒子状物質摂取能については見解が一致しつつあるが、II型肺胞上皮や気管支上皮内の粒子含有に關しての記載は乏しく、結果もくいちがっている。

鉛フュームを用いた我々の実験で得られた上記の所見は、再現性があり、かつ暴露時間の延長と共に増強し、気道および肺胞を覆う上皮細胞は、全般にわたって粒子状物質摂取能をもつ可能性を示唆するものと考えられる。

この概念は粒子状物質の肺内沈着と排除、とくに肺内停滞と蓄積を考察する際、肺胞大食細胞に加えて無視出来ぬ生物学的要因と考えられ、同時に、それら各細胞系病変、肺組織反応の成立機転を考察する上でも重要である。また従来全く不明であつた粒子状物質の肺胞から肺間質内移動の経路と機構との関連、粒子状物質の血中移行との関連など提起される問題の範囲は広い。さらに気道、気腔上皮の粒子状物質摂取能の系統発生的理解、細胞の種類による差異、発現条件、粒子状物質の物性との関連など検討を要する基本的事項は多い。上記の実験において得られた所見の中に、II型肺胞上皮および気管支上皮内の粒子は一般に微細で吸入粒子平均粒径 CMD 0.3 μ を用いた系列でも、30~50 m μ を越えない事、さらに、各細胞内とりわけ肺胞大食細胞内での鉛粒子の崩壊を示唆する粒子の形態変化などが注意された。これらの解釈の一つとして、一定粒径以上の粒子を一次的に摂取し得る細胞は限られているが、細胞内で崩壊、微細化され、それら細胞の変性に伴つて放出された後には、他の細胞に摂取可能となるといふ仮説が考えられる。

この仮説を念頭におき、比較的径の大きい塩化鉛フュームを発生させ、再現実験を行つた。前報(47年度、I、II)と同様の実験法で、CMD 0.21 μ 濃度 67 mg/m<sup>3</sup>、CMD 0.41 μ 濃度 97 mg/m<sup>3</sup> の2系列の吸入実験を行つた。光顕検索では通常のパラフィン切片上での病変の確

定は依然としてむずかしいが、 $1\mu$  エボン切片の光顕検索では、若干の変化を肺胞上皮系に検出できる。電顕検索およびX線微小分析が現在進行中である。

### (21) 急性鉛中毒ラットの肝中鉛分布に及ぼす前処理投与の効果

吉川 博・栗盛 静江・加藤 隆康 (北里大・衛生・公衆衛生)

少量の鉛をあらかじめ投与した動物は、引続く致死量レベルの鉛投与に対して著しく抵抗力をもつようになる。このような耐性獲得をした動物での鉛の生体内挙動をみると、肝における鉛含有量が少なく、糞中鉛排泄量が増加することを認めている (J.O.M. 14 : 301—305, 1972)。そこで、今年度は肝中鉛の分布の経時的推移から、その耐性獲得の機構を検討した。

実験は、SD雄ラット (210—270 g) を用い、前処理に 5 mg Pb/kg を、72時間後に 50 mg Pb/kg を腹腔内注射した (Pb—Pb 群)、対照には 50 mg Pb/kg のみを腹腔内注射した (Pb 群)。これらの動物を大量投与後 1, 3, 7 日目に両群とも 4 匹づつ殺し、肝をホモジネートし、遠心分離法で上清、ミクロソーム、ミトコンドリア、核分画にわけ、各分画中の鉛量を、原子吸光法を用いて定量した。

#### 〔肝ホモジネートの鉛含有量〕

Pb 群での鉛含有量は 3 日間同一含有濃度を示し、以後減少の傾向を示すが、Pb—Pb 群においては、1 日目の含有量は Pb 群と同一であるが、3 日目には著しく減少し、3 日から 7 日目までは同一含有量を示している。即ち、前処理したものでは、肝からの著明な鉛の減少が認められる。

#### 〔肝各分画の鉛含有量〕

投与された鉛の肝中分布をみると、その 70% は核分画中に存在し、鉛は核分画に濃縮されることがわかる。ついで、上清・ミトコンドリア・ミクロソーム分画の順である。

核分画における鉛量の経時的推移は、Pb と Pb—Pb 両群ともに肝ホモジネートでのそれと同一であった。ミトコンドリアと上清の両分画では、両群ともに 1 日から 3 日にかけて減少し、以後はその値を維持しているが、減少度は Pb—Pb 群の方が大きい。ミクロソーム分画では、Pb 群においては経時的変動は認められないが、Pb—Pb 群においては 1 日から 3 日にかけて減少し、以後その値を維持した。

これらの結果から、Pb 群においては、核とミクロソーム分画では、鉛量に著しい変化を示めさず、鉛の濃縮を示しているが、Pb—Pb 群においては、すべての分画において、1 日から 3 日にかけて一様に減少を示している。

又、前処理投与群において、肝の鉛保有率の少ないものほど、核分画中の鉛含有量が少ない傾向にある。

以上の結果から、前処理による耐性獲得と肝中の核分画における鉛量の減少とが関連しているものと推定される。

以上を有する重金属化合物の中毒において、低分子物質が中毒発現の上で重要な役割を果たしていることが予想される。

### 参考文献 (22)

1) L. Magos and M. Ohsawa, Brit. J. Pharmacol., 49: 149, (1973)

2) M. Ohsawa and L. Magos, Biochem. Pharmacol., 23: in press.



## 7 メチル水銀

### (22) メチル水銀の胆汁排泄

大 沢 基 保 · L. Magos (MRC Toxicology Unit, U.K.)

体内に摂取された水銀の主要排泄経路の一つは肝臓，胆汁を介しての糞中排泄である。この過程で，胆汁中に排泄されたメチル水銀は小腸で再吸収されるが，無機水銀は再吸収されないことが最近明らかになった。このメチル水銀の腸肝循環は，この化合物が長い生物学的半減期を有する理由の一つとみなされるようになり，体内のメチル水銀量は肝からの排泄および腸からの再吸収に大きく依存すると考えられている。

そこで，肝臓からのメチル水銀排泄の機構を明らかにし，あわせ有効な水銀解毒剤をさがす目的で，胆汁中のメチル水銀の化学的性状とその胆汁中への排泄速度に対する若干の薬物の影響を検討した。

Wister 系ラットにエーテル麻酔下カニューレを胆管に挿入し， $20^3\text{Hg}$ -メチル水銀を静注後胆汁を採取し，これを分析に供した。

1) 胆汁中メチル水銀化合物の化学的性状：分別原子吸光法 (Magos 法) により，胆汁中水銀の95%以上がメチル水銀の形で残っていることが分った。また Sephadex G-100, G-10 による  $20^3\text{Hg}$  化合物のゲルろ過像から，胆汁中のメチル水銀は主として分子量 300 ~ 500 位の低分子化合物として存在し，*in vitro* での水銀添加実験からこのメチル水銀担体は正常胆汁中に存在することが明らかとなった。この物質の薄層クロマトグラフィー，緩衝液-有機溶媒系での分布率を調べた結果，この物質は従来言われていたメチル水銀システインではなく，またその *N*-アセチル誘導体，ホモシステイン，グルタチオンとの化合物でもなかつた。これらの事実から，胆汁には未知の高いメチル水銀親和性を有する物質が存在することが示唆された。

2) メチル水銀の胆汁排泄に対する薬物の影響：メチル水銀の胆汁排泄機構は，一般の胆汁水分排泄とは別個の機構によることから，この機構に影響を与える薬物をさがすため，フェノバルビタール，ペニシラミン，システイン，グルタチオン代謝の阻害剤ヨードメタン等をラットに投与した。胆汁量の変化とは別に，前三者はメチル水銀の胆汁排泄を増大し，一方ヨードメタンは抑制した。胆汁のゲルろ過分析の結果，この胆汁中メチル水銀の増減は主として前記の低分子メチル水銀化合物の増減に応じた変化であることが認められた。この物質は，小腸で再吸収されることから，この物質の胆汁中での増減は，体内の水銀量及びその分布に大きく寄与していると考えられる。一方，カドミウムの胆汁排泄に関しても，メチル水銀同様低分子化

合物の存在が示唆されており (福田他：昭和46年度研究所年報 P.27)，メチル水銀のみならず長い生物学的半減期を有する重金属化合物の中毒において，この低分子物質が中毒発現の上で重要な役割を果たしていることが予想される。

(24) 生物組織切片における局所濃度分布のコントロール (23)

参考文献：1) L. Magos and M. Ohsawa, Brit. J. Pharmacol., 49 149, (1973)

2) M. Ohsawa and L. Magos, Biochem. Pharmacol., 23, in press.

本研究は科学技術庁長期在外研究として MRC Toxicology Unit, Medical Research Council Laboratories, Carshalton, U.K. で行われたものである。

## 8 メタロチオネイン

### (23) メタロチオネインの生物学的意義

(1) L. Magos and M. Ohnawa, Brit. J. Pharmacol., 49, 149, (1973)  
(2) M. Ohnawa, Brit. J. Pharmacol., 53, in press. 木村正己・小滝規子

Cd 経口摂取ラットでは、Vitamin D 代謝経路のなかで腎における 25-OH-D<sub>3</sub> の 1-hydroxylation は阻害されないことが明らかにされた。その理由は腎中に Cd が metallothionein として存在しているからである。この事実を一層明らかにする為に in vitro 実験で Cd-thionein は 1-hydroxylation を阻害しないかどうか、また Cd イオンの水酸化反応への影響の程度について検討した。

動物：ニワトリの腎ミトコンドリアを Suda らの方法に従って調製した。

Metallothionein : Cd (CdCl<sub>2</sub>) を 3 mg/kg 体重で週 1 回、計 3 回注射し、1 ヶ月飼育した rabbit の腎から木村らの方法で metallothionein 標品を得た。この metallothionein は Cd 7 moles/mg, Zn, 1 mole/mg 含有していた(水分未補正)。

In vitro における 25-OH-D<sub>3</sub> の 1-hydroxylation に対する Cd イオンまたは Cd-thionein の影響 : Cd イオンまたは Cd-thionein 存在下でミトコンドリアに [26, 27-<sup>3</sup>H]-25-OH-D<sub>3</sub> を加えてインキュベートする。methanol-chloroform 抽出物を Sephadex LH 20 (65% chloroform-35% hexane) で分画し、1, 25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub> の生成量を分析すると、Cd イオンでは 0.005 mM (0.5 ppm) 以下では 1-hydroxylation を阻害しないが、0.025 mM (2.8 ppm) では完全に阻害した。しかし、Cd-thionein では 0.5 mM (56 ppm) の濃度でもまだ活性化が起っていた。

結論 : metallothionein の形で Cd が存在している時には Cd イオンの 100 倍の Cd-thionein が存在していても、腎での Vitamin D 活性化には影響しない。腎における活性化機構に対する Cd の影響を論ずる場合には、Cd の存在状態を明らかにする必要がある。Cd の生体機構への毒性についても同じであろう。

## 9 組織切片の局所微量分析

### (24) 生物組織切片における局所微量分析

河合清之・林久人・京野洋子

我々が最近取扱っている幾つかの有害物質と組織障害の関連を解析する際に、組織内の或る特定の細胞、更には細胞内の特定の小器官におけるその物質の局在を知る必要性が痛感されてきた。例えば Submicron 金属フュームの細胞内局在の検出、有害物質の複合体としての重油燃焼生成物が組織内でどのように挙動するか等の解明、多種類の粉塵を含む肺組織内で、個々の粉塵の化学組成の解析、或は特殊蛋白との結合が知られているカドミウムの組織細胞内分布等の問題が解決をせまられている。これに対し、一つには特定の細胞の微細構造の識別およびその局所に見出される微細粒子なり物質の識別は電顕を用いない限り不可能であり、さらには、そのような超局所における物質の量がきわめて微量である為に、従来の種々の物理的・化学的分析方法がいずれも有効に適用出来なかつた。

最近の電顕、特に走査電顕の発達と、半導体を利用したエネルギー分散形 X 線検出器の開発により、始めて同一機器による超微細構造の観察と局所微量分析が可能となる期待が持たれたので、数種の生物切片試料について利用の可能性を検討してみた。

細胞や組織において、我々は少くとも 1 μ から 500 Å の局所に含まれる元素を分析したい要求を持つており、この為には試料作成の上でも着目する元素のスペクトルに影響を与えない種々の配慮が必要であつた。種々の試みの結果、透過電顕、透過走査電顕により分解能の良い像を得、且つ分析を行う為には、厚さ約 2000 Å の未染色超薄切片を、手製の単孔カーボンメッシュに載せ測定すると、ノイズが少く効率良かつた。

局所における単一元素の濃度の高い場合例えば直径 0.3 μ 程度の金属鉛粒子について分析すると、粒子そのものおよびこれを吸入させたラット肺組織切片中の粒子共に点分析が可能で、さらに肺胞上皮、気管支上皮内の 0.03~0.05 μ 程度の粒子についても同定可能の場合が多く、上皮系細胞内への粒子侵入の直接的証拠が得られた。複合有害物質としての重油燃焼生成物の場合、煙道より採取した「すす」を分析すると、S, K, V, Cr, Ni 等が見出され、特に S, V 含量が多かつた。これを吸入したラット肺で細胞内粒子沈着部位の分析を行うと、P, S, Ca, Ti, Cr, Fe 等が検出され、Cr 含量から粒子は外来性のものと判定されるが、S の減少、V の消失等、組織障害成立の機構を考察する上に重要な示唆が与えられた。又、塵肺症では、例えば人の石綿肺症例で通常のパラフィン包埋切片からカーボン抽出法により取り出し光顕的に識別した個々の長繊維鉱物を電顕下に移し、その元素組成分析を行い繊維一本の微小部分にお

ける生物生成物の分析も容易に検出し得た。この観察法の確立は人体肺内に沈着した粉塵の性質を個々の粒子について明らかにしうる可能性を示している。

一方細胞成分とび慢性に結合した状態で存在すると考えられる実験的 Cd 中毒例では、全体として 200 ppm 程度の Cd を含む組織においても、切片での検出は困難を伴い、数  $\mu$  の面分析又はごく特殊な構造の一部についてのみ Cd の検出がなされたにすぎず、良質の像を与える切片の厚みでは、元素の局部的密度が理論上の検出限界  $10^{-17} \sim 10^{-19} \text{g}$  に近いこと等と考えあわせ、試料作製法、分析機器の感度向上の両面からも、今後の検討を要すと思われた。

## 10 PCB 及びその代替品

### (25) PCB の血中濃度と体内蓄積量に関する研究

長谷川 弘 道・佐藤 光 男

昭和 46 年度に行つた PCB (塩素化ビフェニール) 使用工場従業員の健康調査の結果、PCB を取扱う従業員の血液中に PCB と推定される物質がはじめて検出されたので、PCB の生体内分布を血液中 PCB 濃度との関連において明らかにし、これによつて血液中 PCB 濃度から PCB の微量長期摂取時の各組織における分布、蓄積および排泄状態の推定方法を明らかにすることを試みた。

まづヒトにおける血液中 PCB 量の排泄状態を知るため PCB の使用を中止して、2 年経過した感圧複写紙製造作業員について血液中 PCB 量の推移に関する検討を行つた。これら作業員は PCB 使用当時においてはコンデンサー製造作業員と同程度の PCB (約 0.5 ppm) が血液に蓄積していると推定されるが、現在では 0.003~0.073 ppm で平均 0.015 ppm と明らかに減少しているのがみられたが、対照者に比べ (0.004 ppm) まだ高い値を示していた。なおこれら作業員に PCB による症状は全く認められなかつた。

PCB の使用を中止して 2 年たつた感圧複写紙製造工場の環境気中の PCB 量を測定したところ、およそ  $0.13 \sim 4.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  とわずかではあるが検出され、PCB の使用を止めて 2 年たつてもなお環境気中に過去に使用した PCB が残留しているのがわかつた。

### (26) 感圧紙製造工場における環境および従業員健康調査報告

長谷川 弘 道・佐藤 光 男・鶴 田 寛

感圧紙マイクロカプセル中の溶媒には、PCB が使用されていたが、その強い毒性と共に広範囲な環境汚染が問題となつて、昭和 47 年に PCB の製造が中止された。これに先立つこと 1 年、感圧紙工業では PCB 感圧紙の製造が中止され、それにかわつて、日本石油化学の日石ハイゾール SAS、呉羽化学の KMC オイルなどを溶媒とする感圧紙の製造が始められた。

当研究所では昭和 47 年の暮れから、48 年の初めにかけて、SAS、KMC の製造工場およびこれらを使つて感圧紙を製造している工場の環境濃度測定、健康診断などを行つてこれらの物質の安全性について検討を加えた。この研究は科学技術庁の特別研究促進調整費によるものである。

調査対象工場は7社で、健康診断を受けたものはSAS 関係76名、KMC 関係59名、対照者は84名である。

SAS および KMC を取り扱っている作業環境の気中濃度は 0.03~0.6 mg/m<sup>3</sup> の範囲にあり、8時間の労働時間中はば一定の濃度にさらされ、かつ手指への付着量が多いと思われるのは、作業工程からみて仕上選別室（感圧紙の検査を行っている所）に働らく作業員である。この気中濃度は 0.3 mg/m<sup>3</sup> 程度で、一日の作業終了後の手指への付着量は 180 μg 程度である。

SAS や KMC の体内侵入は呼吸器および皮膚を通しておこるが、その量は体重 kg 当り 19 μg 程度で、体重 50kg では 950 μg、大よそ 1mg である。動物実験の結果によると、動物での無作用量は 1mg/kg と考えられる。すなわち人間での量は動物実験の無作用量の 1/50 に当たる。また皮膚障害については動物実験の無作用量の 1/1000 以下の付着量である。健康調査の結果も、皮膚所見、問診、触診生化学的検査などの結果、障害は全く認められない。

SAS, KMC を使用し始めてから、約2年が経過している時点での調査結果であるので、両物質とも現在の使用状況に変化がない限り、健康障害をおこす恐れはまづないものと考えられる。

### (27) SAS および KMC 油の体内蓄積性についての検討

長谷川 弘 道・佐藤 光 男・鶴田 寛

感圧紙工業で、マイクロカプセル中の溶媒として使用されている SAS および KMC の毒性を、主として蓄積性の面から動物実験により検討した。

ラッテに体重 1kg 当り 0.1g の KMC、あるいは SAS を経口的に与えて、体内分布状態および代謝状態をしらべた。

1回投与では、SAS-296 は肝および脂肪部分によく入り、脳にも侵入する。しかし脂肪部分を除いて4時間で殆んどなくなってしまう。但し脂肪部分ではこの時点でも増加しているので、臓器中の SAS は尿中に排泄されると共に脂肪部分へ移行していると考えられる。投与後48時間しても脂肪部分にはかなりの蓄積がある。KMC は SAS に較べて多少蓄積性が大きいようである。ただ不思議なことに1ヶ月間の投与を続けても、脂肪部分にとくに多量の蓄積は認められない。1ヶ月間の投与を続けたラッテについての血清および肝の生化的検査結果によると、体重増加は僅かであるが抑えられており、また脂質代謝や糖代謝の異常が認められる。なお、肝における SAS や KMC の分解速度は非常に速くであり、この速度の大きいことが、蓄積性のないことにつながっている。文献では活性汚泥による SAS, KMC の分解はかなり早いという。

これらの動物実験の結果からみて、現在の作業環境気中濃度がさらに上昇すれば、あるいは蓄積を問題にしなければならないであろうが、現在の状態ならば、まづ蓄積は考えなくてよいように思われる。但し妊娠中の女性（仕上選別室は殆んど女性）では胎児への影響がどうかはまだまだわからない。

### 再現性実験とまとめ

田村 田宮・美衣 村松・池一 田藤・文部 合阿・津 眞 潤 潤

前 谷 清 之・野 崎 直 右・福 田 一 男

これらの動物実験の結果からみて、現在の作業環境気中濃度がさらに上昇すれば、あるいは蓄積を問題にしなければならないであろうが、現在の状態ならば、まづ蓄積は考えなくてよいように思われる。但し妊娠中の女性（仕上選別室は殆んど女性）では胎児への影響がどうかはまだまだわからない。

（27） SAS および KMC 油の体内蓄積性についての検討

長谷川 弘 道・佐藤 光 男・鶴田 寛

感圧紙工業で、マイクロカプセル中の溶媒として使用されている SAS および KMC の毒性を、主として蓄積性の面から動物実験により検討した。

ラッテに体重 1kg 当り 0.1g の KMC、あるいは SAS を経口的に与えて、体内分布状態および代謝状態をしらべた。

1回投与では、SAS-296 は肝および脂肪部分によく入り、脳にも侵入する。しかし脂肪部分を除いて4時間で殆んどなくなってしまう。但し脂肪部分ではこの時点でも増加しているので、臓器中の SAS は尿中に排泄されると共に脂肪部分へ移行していると考えられる。投与後48時間しても脂肪部分にはかなりの蓄積がある。KMC は SAS に較べて多少蓄積性が大きいようである。ただ不思議なことに1ヶ月間の投与を続けても、脂肪部分にとくに多量の蓄積は認められない。1ヶ月間の投与を続けたラッテについての血清および肝の生化的検査結果によると、体重増加は僅かであるが抑えられており、また脂質代謝や糖代謝の異常が認められる。なお、肝における SAS や KMC の分解速度は非常に速くであり、この速度の大きいことが、蓄積性のないことにつながっている。文献では活性汚泥による SAS, KMC の分解はかなり早いという。

（28） 動物実験による呼吸器病変の発生は、粒子状物質の吸入によるものである。

1）本実験における高濃度塵に発生した汎細気管支炎には、気管支炎と肺動脈硬化の併発が認められた。また、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化は、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化と一致する。また、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化は、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化と一致する。

2）これらの病変の進行と固着化には遅延があり、曝露開始後10日以後に顕著な病変が認められた。また、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化は、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化と一致する。

3）本実験における高濃度塵に発生した汎細気管支炎には、気管支炎と肺動脈硬化の併発が認められた。また、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化は、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化と一致する。

4）これらの病変の進行と固着化には遅延があり、曝露開始後10日以後に顕著な病変が認められた。また、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化は、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化と一致する。

5）本実験における高濃度塵に発生した汎細気管支炎には、気管支炎と肺動脈硬化の併発が認められた。また、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化は、高濃度塵に曝露した動物の肺動脈硬化と一致する。

## 11 重油燃焼生成物

### (28) 重油燃焼生成物長期吸入実験 (VII)

野崎 亘右・河合 清之・福田 一男・松村 芳美・宮田 信明

粒子状物質の長期吸入実験の実施に際し、装置の性能、あるいは吸入動物の管理上要求される実験技術を開発するために行なわれた重油燃焼生成物吸入実験は、昭和45年に開始され、現在も進行中であり、長期吸入第1系列に続き、本年度は再現実験として1昨年度より行なわれた、第2系列の実験を終了した。

吸入箱の配置は、I 高濃度群：粒子状物質濃度無調節全煙吸入群、II 汚過煙群：I から粒子状物質を除去した汚過煙吸入群、III 低濃度群：粒子状物質濃度  $500\mu\text{g}/\text{m}^3$  調節全煙吸入群、IV 吸入箱対照群：実験室空気を導入した吸入箱対照吸入群、V 飼育室対照群である。

吸入装置の設計作動に当つては吸入箱の工学的条件として粒子状物質濃度分布、充満及び排出時間に留意することは勿論、長期吸入において重要な吸入試料の長期連続供給と濃度の調節保持等にとくに考慮を払つた。吸入箱内環境の監視は粒子状物質濃度を主とし、光散乱式濃度計によつて2.5分間隔で記録し、これを15分毎に読み出して1時間平均したものを濃度1時間値とした。昭和47年8月までの105週に亘る環境条件の推移については前年報に記したので本報はその後昭和47年9月より48年12月迄の実験開始後106週より終了171週に至る66週間のうちの46週乃至66週の集計結果について記述する。高濃度全煙吸入群の粒子状物質濃度46週間の平均濃度は  $6.88\text{mg}/\text{m}^3$  であつた。ガス濃度は  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_2$ 、を主な指標物質として検知管により随時測定して参考とした。

生物学的環境条件としては室温に対する温度上昇  $2^\circ\text{C}$ 、湿度  $10\sim 15\%$ 、 $\text{O}_2$  低下  $1\%$ 、 $\text{CO}_2$  濃度上昇  $0.3\%$ 、 $\text{NH}_3$  上昇  $20\text{ppm}$ 、を許容した場合の換気回数として9回 ( $30\ell/\text{min}$ ) を与えているが、この条件下での106週から171週迄の66週間の平均温湿度は高濃度吸入群では  $25.6^\circ\text{C}$ 、 $59.8\%$ 、吸入箱対照吸入群では同じく  $26.5^\circ\text{C}$ 、 $67.2\%$  であつた。これは当初意図した水準の中に入つていた。

吸入箱対照群のラット5頭の生存期間は開始後2ヶ年経過迄は全数生存し、766日より915日迄生存した。最後の1頭は電顕検索のため屠殺したので平均生存日数は839日以上と考えられ、第1実験系列の平均769日 (602日～916日) に比較して若干の延長を示した。これは従来記載されている正常ラットの寿命範囲内にある。したがつて長期吸入実験の成績としてはほぼ満足してよいものとする。

以上の結果と前年度までの結果を総合すれば平型吸入箱を中心として組んだ4ヶ年に亘る吸

入実験装置の連続作動の成績は、吸入箱内環境及び動物の生存期間の観点からはほぼ満足される結果が得られたものと思う。

### (29) 重油燃焼生成物吸入実験 (VIII)

再現慢性実験とまとめ

河合 清之・野崎 亘右・福田 一男  
松村 芳美・清水 聰子・宮田 信明

昭和47年度に報告した長期吸入実験の第I実験系列に引続いて、再現実験の目的で行つてきた第II実験系列を終了した。実験群の構成、実験条件は第I系列と全く同様で、吸入箱内の温湿度、汚染条件の一部は第VII報に記したとおりで、第I系列とほぼ同じ水準にあつた。

第II系列での動物平均生存期間は、高濃度群691日、汚過煙群710日、低濃度群778日、対照群839日で、前2群相互の差はあまり著しくないが、燃焼生成物吸入群の平均生存期間の短縮は明らかである。対照群の主死因は、心腎など各臓器の退行性・加齢性疾患が主であつたに對し、吸入群では種々の悪性腫瘍の発生の増加が目立つた。

第II系列で得られた結果は、呼吸器病変組織像をはじめとして、第I系列の結果と完全に一致し、その再現性が確認された。第I、第II両系列を通じて導かれる結論は次のとおりである。

- 1) 重油燃焼生成物の吸入は、ラット呼吸器に、喉頭炎・気管支炎・汎細気管支炎などの気道炎を起し、肺および肺流域淋巴腺炭粉症を成立させる。肺実質には軽度のびまん性肺線維症・胞隔炎が生ずる。
- 2) それらの病変の進行と固着化には遅速があり、長い曝露期間の各時点で最も明瞭な症候を現わす主病像は、経過につれて少しずつ移り変つてゆくと考えられる。こうした個体病変の推移は、社会人口中の病像推移の形を予想させる。
- 3) 呼吸器病変中最も重要と考えられる病変は汎細気管支炎の進展と固着化である。炭粉症・胞隔炎・気腫などの肺実質障害は汎細気管支炎の成立に導かれて発生・進展する。
- 4) 本実験における高濃度群に発生した汎細気管支炎には、気管支末梢上皮の異常腺様増殖を伴い、炭粉症病巣の線維化巢内に存続する。第I系列5頭中2頭に見出された末梢性扁平上皮化生は、第II系列には認められない。それらの上皮増殖像の運命は更に検討を要する。
- 5) 以上の病変は、 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$  濃度水準 (低濃度群) では極めて微弱となり、最少有効濃度に近いと考えられる。
- 6) 重油燃焼生成物の吸入による呼吸器病変の発生は、粒子状物質の除去によつて、ラットの生涯にわたつて完全に抑制される。

7) ガス成分の長期吸入によつて、気道上皮と肺胞壁の萎縮さらに気腫を発生しうる可能性については、さらに検討を要する。

8) 重油燃焼生成物の長期吸入によつて、ラット寿命の短縮がおこる可能性がよい。ラット特発性疾患の発展が加速され、特発性悪性腫瘍の発生率の増加によるものと考えられる。

(28) 重油燃焼生成物長期吸入実験(Ⅱ) 雑質人型呼吸器装置によるラットの呼吸機能測定  
野崎 亘 右・福田 一 男・宮田 信 明・戸 谷 忠 雄・河 合 清 之  
民 一 田 新・吉 田 朝 徳・吉 新 合 而

慢性吸入実験或いは各種の毒物による長期中毒実験に於て、障害の成立と云う観点から生理機能の変化、老化の促進など、有害物の長期影響を観察してゆく必要があり、実験動物の血圧、心拍、脈波、呼吸生理機能、脳波などのモニターを計画中である。ラットの呼吸生理機能測定の第1段階として呼吸流量の測定法の開発を試みた。呼吸生理機能の随時測定は猿、犬など大動物についてはすでに行なわれているが小齧歯類を使用する実験に於ても生理学的検討が必要であり、且可能と考える。しかしラットの場合呼吸量は人間の約1000分の1前後と極めて小流量であること、また動物が常に動くこと云う問題もあり計測技術が難かしく、Guyton, Robertson 等いくつかの報告があるが確立されている測定法はまだない。我々は現在使用し得る圧力計を比較的高安定度に保ち乍ら作動する方法の一つとして Body plethysmograph 法(以下 B. P. と記す)を取り入れ、呼吸時に容器の側壁に及ぼす圧力を計測してこれを流量に換算することによつて呼吸流量を求めた。

動物は8週令の雄ラット体重それぞれ290gr, 270gr, 同体積320cc, 290ccを用い、一方の動物にChlorpromazine(以下CPZと記す)6.5mg/kgを投与して鎮静させた。485ccの気積を持つB. P. に動物を収容し、(空隙率59%)頭部にカラーを付けて容器の外に露出させ、紙粘度で首を軽く固定した。この状態で放置し、呼吸動作によつて変化するB. P. 内部の圧力を記録した。

位相が180度反転して取出された圧力を呼吸流量に換算するために流量の絶対較正を行った。B. P. 内に動物と同体積のdummy並びにゴム製小型balloonを入れ、この中に外部から人工肺によつて作り出した0.6ccより1.5ccに至る5段階の正弦波気流速度の定量空気を60RPMより120RPMの周期で導入し、較正流量に対応するB. P. 内部圧力の関係を表わす較正図を作つた。動物の呼吸流量はこの較正図を対照して求めた。

その結果呼吸周期はCPZ処置、無処置共に108RPMより146RPMの範囲にあつた。計測中に呼吸周期の変動はあまり認められず、むしろ測定日によつて異なつた。呼吸流量は各測定群より5~10呼吸をサンプリングして求積した。CPZ処置では呼気量0.82cc~1.52cc平均1.13cc, 吸気量は0.62cc~1.32cc平均1.03ccであり両者共に全測定の90%が1.05cc以下の呼吸流量であつた。無処置の吸気量は0.74cc~1.17cc平均0.93cc, 呼気量は0.62cc~1.18cc平均0.95ccで呼吸の90%が0.98cc以下の呼吸量であつた。CPZ処置のラットについては平均

## 12 実験動物の生理機能測定

### (30) ラットの呼吸流量測定

加温空気流中熱分解生成物の分析  
野崎 亘 右・福田 一 男・宮田 信 明・戸 谷 忠 雄・河 合 清 之

慢性吸入実験或いは各種の毒物による長期中毒実験に於て、障害の成立と云う観点から生理機能の変化、老化の促進など、有害物の長期影響を観察してゆく必要があり、実験動物の血圧、心拍、脈波、呼吸生理機能、脳波などのモニターを計画中である。ラットの呼吸生理機能測定の第1段階として呼吸流量の測定法の開発を試みた。呼吸生理機能の随時測定は猿、犬など大動物についてはすでに行なわれているが小齧歯類を使用する実験に於ても生理学的検討が必要であり、且可能と考える。しかしラットの場合呼吸量は人間の約1000分の1前後と極めて小流量であること、また動物が常に動くこと云う問題もあり計測技術が難かしく、Guyton, Robertson 等いくつかの報告があるが確立されている測定法はまだない。我々は現在使用し得る圧力計を比較的高安定度に保ち乍ら作動する方法の一つとして Body plethysmograph 法(以下 B. P. と記す)を取り入れ、呼吸時に容器の側壁に及ぼす圧力を計測してこれを流量に換算することによつて呼吸流量を求めた。

動物は8週令の雄ラット体重それぞれ290gr, 270gr, 同体積320cc, 290ccを用い、一方の動物にChlorpromazine(以下CPZと記す)6.5mg/kgを投与して鎮静させた。485ccの気積を持つB. P. に動物を収容し、(空隙率59%)頭部にカラーを付けて容器の外に露出させ、紙粘度で首を軽く固定した。この状態で放置し、呼吸動作によつて変化するB. P. 内部の圧力を記録した。

位相が180度反転して取出された圧力を呼吸流量に換算するために流量の絶対較正を行った。B. P. 内に動物と同体積のdummy並びにゴム製小型balloonを入れ、この中に外部から人工肺によつて作り出した0.6ccより1.5ccに至る5段階の正弦波気流速度の定量空気を60RPMより120RPMの周期で導入し、較正流量に対応するB. P. 内部圧力の関係を表わす較正図を作つた。動物の呼吸流量はこの較正図を対照して求めた。

その結果呼吸周期はCPZ処置、無処置共に108RPMより146RPMの範囲にあつた。計測中に呼吸周期の変動はあまり認められず、むしろ測定日によつて異なつた。呼吸流量は各測定群より5~10呼吸をサンプリングして求積した。CPZ処置では呼気量0.82cc~1.52cc平均1.13cc, 吸気量は0.62cc~1.32cc平均1.03ccであり両者共に全測定90%が1.05cc以下の呼吸流量であつた。無処置の吸気量は0.74cc~1.17cc平均0.93cc, 呼気量は0.62cc~1.18cc平均0.95ccで呼吸の90%が0.98cc以下の呼吸量であつた。CPZ処置のラットについては平均

呼気量と吸気量に10%の差がみられたが、仮眠中の呼吸パターンと圧力検出器の問題もあり、現在検討中である。マスク法、改良 B. P. 法、その他の方法と合わせて最も適切な測定法を検討する。

左 右 田 禮 典

### 13 弗素樹脂熱分解生成物

#### (31) ポリフルオロエチレンプロピレン (PFEP) の加湿空気流中熱分解生成物の分析

左右田 禮 典

PFEP を空気流中で加熱すると熱分解を起し種々の弗素化炭素化合物が生成する事を前年度報告した。生成物の内カルボニル基を有する $C_2F_2O$ 及び $CF_3CFO$ は水分子と反応して HF を発生し、 $CO_2$ 及び $CF_3COOH$ (トリフルオロ酢酸)となる事が予測された。従つて湿気を含む空気における熱分解では当然これらの物質が存在するわけである。これを確認するため加湿空気流中での熱分解生成物を捕集して赤外分光法で分析した。

実験方法は前年度報告した装置及び条件とほぼ同じである。試料は約0.9g使用し温度は $400^\circ C$ 乃至 $450^\circ C$ とした。空気流を二分し、一方の流れを水を適当に入れたフラスコ内の水面にあてるようにして加湿した、後乾燥空気流と再び一緒にした。湿度の測定は行なわなかつた。この空気流を反応管に通じ熱分解を行なわせ、出て来た気流の一部を捕集装置に吸引した。捕集にはドライアイス粉末で冷却したテフロン製の瓶を用いた。熱分解を約2時間行なつたが試料は20乃至30%重量減少をした。捕集瓶を常温にもどしてからあらかじめ減圧にした赤外分光用ガスセルにその気相部分を送入しスペクトルの測定を行なつた。この気相中にはスペクトルに明瞭な吸収を示す成分は存在しなかつた。捕集瓶には液がたまつており強い酸性を示した。これに炭酸カルシウムを少しづつ加えて中和して沈澱を濾過、沈澱は乾燥して臭化カリ粉末にまぜて錠剤法によりあるいはそのまま KRS-5 プリズムにつけて ATR 法によりスペクトル測定を行ない、濾液は自然蒸発により乾燥後同様の方法でスペクトルを測定した。沈澱のスペクトルには炭酸カルシウムの明瞭な吸収帯以外に、波数( $cm^{-1}$ )で1640, 1500, 1420及び885に $CaF_2$ に相当する吸収帯を観測した。HFと $CaCO_3$ の反応で当然 $CaF_2$ が生成すると考えられる。濾液のスペクトルには波数で1680, 1450, 1220, 1150, 870, 850, 805及び $730cm^{-1}$ に特徴的な吸収帯を観測した。トリフルオロ酢酸に $CaCO_3$ を加えて中和し、濾液を乾燥したもののスペクトルに見られる吸収波数と一致するから、濾液に含まれる主な物質は $Ca(CF_3COO)_2$ と考える事が出来る。尚文献に見られる $CF_3COONa$ のスペクトルの主要吸収帯の位置も大体同じであるからトリフルオロ酢酸の存在が確認されたと言えよう。また捕集装置の内壁に析出した物質は、完全捕集の行える方式を採用する必要がある。

## 14 エアロゾル

### (32) エアロゾル粒子個々の元素組成分析

本間 克典

典 井 田 洋 次

エアロゾルの組成を調べるには、少なくともミリグラムの単位の量をフィルターで捕集し、その試料を用いて、蛍光X線分析とか中性子放射化分析等の諸方法によつて分析し、平均的な元素組成について知見を得る程度で、エアロゾルを構成している個々の粒子状物質の組成については、まったく情報が得られなかつた。

ところが、最近、X線検出用半導体素子を走査形電子顕微鏡内に装着した非分散X線分析装置が開発され、サブミクロンの微小領域での元素組成分析が可能になつたので、今までベールに包まれていたエアロゾルの生成機構等の解明に有力な手段になり得ると考えられるに至つた。

この非分散X線分析法とは、試料表面に電子線を照射したとき、反射電子、二次電子、陰極蛍光などと同時に発生する特性X線を、Si単結晶にLiをドリフトして作つたX線検出用半導体素子に受け、入射したX線のエネルギーに比例した電圧パルスに変換するとともに増巾したのち波高分析器により電氣的にエネルギー選別を行い、最終的にはブラウン管上に各元素の特性X線スペクトルを表示して分析を行う方法である。

この非分散X線分析法によつて、大気汚染粒子状物質の中で、金属薄膜を損傷させる物質がどのような元素組成のものであるかを調べてみた。測定に供した試料は1973年6月より8月までの期間において、川崎市内および伊豆半島南端に近い稲取町で、光化学スモッグが発生していると思われる場合に捕集したエアロゾル粒子である。捕集方法は鉄薄膜を蒸着したシートメッシュを労研式塵埃計に固定し、手動吸引ポンプで100~300mlの空気を吸引し、粒子状物質をメッシュ中央部に慣性衝突によつて沈着させる方法によつた。分析法はエアロゾル粒子を固定した鉄薄膜シートメッシュを走査形電子顕微鏡の試料ホルダーに入れ、通常の方法で走査電顕像を観察しながら、鉄薄膜を損傷させた粒子状物質の中心に電子線を照射させ、そこから放射される特性X線をX線検出器で受けてX線スペクトルを画かせることによつて行つた。

その結果、川崎市内はもちろんのこと、稲取町においてさえ、光化学スモッグ発生時鉄薄膜を損傷させた粒子状物質からは硫黄が顕著に検出された。なおこの硫黄がどのような化合物として存在するものかは直接調べ得ないが、共存元素の有無および金属薄膜に対する標準物質の反応パターンから多くの場合が硫酸もしくはこれに類似した化学構造を有する強酸ではないかと推定された。

以上のように非分散X線分析装置は微細領域の分析を大きく進歩させたわけだが、問題点がないわけではない。その1は現状においてNaより原子番号の小さな元素の分析ができないことである。この問題は検出器の窓の構造および材質の改良に待たなければならない。第2は定量性の問題である。これに関しては現在までのところ試みられた報告がないものの、標準試料が満足できる状態で作られれば明らかになると考えられ、著者も高周波加熱式ヒューム発生装置により標準試料の作製を進め、定量性に関する検討を行っている。

### (33) ピエゾ効果を利用したエアロゾル重量濃度測定法について

作業環境ならびに一般大気中の化学成分含量はたえず変動する。したがつてある環境中の化学成分含量を正確にもとめ、本間克典、肺内吸入量を推算するには、多数の測定点で、長期にわたつて採取された多数の試料を分析する必要が生ずる。したがつて、この

大気中あるいは労働環境中に浮遊する粒子状物質の重量濃度は、高性能グラスファイバーフィルターにて粒子状物質を捕集したのち天秤を用いて重量を測定する方法にて求めるのが通例になつている。ところが、測定の精度を上げるには、天秤の感度からして、どうしても長時間にわたるサンプリングが必要となり、そのために、短時間内の濃度変動や濃度分布の測定がフィルターを用いる直接重量法では不可能となつている。

そこで、現状においては、応答の速い光散乱式の相対濃度測定器で測定した値を重量濃度に変換することによつて要望を満たしている。しかし光散乱法で指示される相対濃度は、粒子状物質の形状、粒径、屈折率等により、かならずしも比例的に変動しないばかりか、比重がまったく考慮されていないため重量と一義的關係を持たない。

かかる理由から、重量と1次の対応をもつ物理量によつて浮遊粒子状物質の重量濃度を精度よく測定できる測定器の開発が待たれていたが、その可能性が、水晶のピエゾ効果を利用した圧電天秤を用いる方法によつて見出されるに至つた。

そのつ1の形式は、米国のThermo-System Inc.のParticle Mass Monitorで、この測定器は圧電天秤用の水晶上に浮遊粒子状物質を電気集じん法にて捕集し、そこに捕集された粒子状物質の量によつてもたらされる水晶の発振周波数の変化が堆積限界内で重量と比例する性質を利用している。

そこで、この製品について測定感度や精度を標準エアロゾルを用いてしらべてみた。その結果、感度は $10^{-6}$ mgオーダーと極めて高く、応答は10秒より測定でき、しかも精度も比例限界内では変動係数6%と良い値を示すことがわかつた。したがつて、環境中に浮遊する粒子状物質を重量基準で測定できる計器として、今後の利用が期待できる。

しかし、圧電天秤法では、いつたん粒子状物質を水晶上に捕集しなければならないわけで、その場合、定量的に捕集が行なわれなければ測定器としての意味がなくなつてしまう。そこで吸引空気流量も考えて、完全捕集の行える方式を採用する必要がある。



また、監視記録装置として使用されるには、現製品でとり上げている発振周波数 5 MHz 方式では比例限界量がせいぜい 20 $\mu$ g 程度なので、環境濃度 0.1mg/m<sup>3</sup> の場合では 1 $\theta$ /min の吸引流量で捕集を行うと約 3 時間で限界に到達してしまい、これでは水晶の交換を自動的に行うとしても急がしい。したがって比例限界量を大きくし得る方式を考えなければならない。

## 15 発がん物質の定量

### (34) 空気浮遊粉じん中の発がん性炭化水素分析の簡易化に関する研究

松下秀鶴・嵐谷 奎一\*・小谷野道子\* (\*東理大・理)

作業環境ならびに一般環境空気中の化学成分含量はたえず変動する。したがってある環境空気中の化学成分含量を適確にもとめ、これをもとにして肺内侵入量等を推算するには、多数の測定点で、長期にわたって採取された多数の試料を分析する必要が生ずる。したがって、このための分析法としては操作が簡単で、分析に熟練を要せず、分析時間が短かく、かつ精度の高いものが要求される。空気浮遊粉じん中の発がん性炭化水素の分析に関して、筆者らはこの目的にそつていくつかの簡易分析法を作成してきたが、さらに簡易化することを試みた結果、以下にのべる方法を見出した。

本法は超音波抽出→二層一次元薄層クロマトグラフィー→蛍光分析の手続きより成り立つ。その大要は次の通りである。浮遊粉じんを捕集したガラスファイバー紙を一部切りとり(約 8 cm<sup>2</sup>, 粉じん量約 2 mg), 共栓付パイレックス試験管に入れ、テトラヒドロフランを 4 ml 加え、密栓する。これを超音波発生装置内に約 10 分間放置したのち、遠心沈澱し、その上澄液を分取する。この上澄液の一部(通常 500  $\mu$ l) をキーゼルグール(5 $\times$ 20 cm, A 層)ーアセチル化セルロース(15 $\times$ 20 cm, B 層)二層プレートの A 層上に塗布する。こののち、プレートを A 層を下にして展開槽に入れ、メタノールーエーテルー水(4:4:1, v/v) で 10 cm 展開する。展開終了後、紫外線照射下の蛍光により試料中の各多環芳香族炭化水素のスポットを確認し、それらのスポットをそれぞれかきとり、共栓付小試験管に入れる。これに DMSO を一定量(2~4 ml) 加え、振とうすると多環芳香族炭化水素は容易に抽出される。そこでこの液の上澄液を蛍光分光光度計にかけ、蛍光、励起両スペクトルの測定より同定を行ない、Base line 法を用いて定量を行なう。

本法の信頼性を確かめるために、大気浮遊粉じん約 30 試料について、本法による測定値とさきに作成した真空昇華抽出→二層一次元薄層クロマトグラフィー→蛍光分析法による測定値と比較検討した。その結果、両分析法による測定値はきわめてよい一致を示した。

本法をさきに作成した真空昇華抽出を含む分析法とを比較すると、分析時間が短かく、分析も簡易である利点がある。しかし、分析しうる炭化水素の種類はベンゾ(a)ピレン、ベンゾ(k)フルオランテン、クリセン、ベンゾ(a)アントラセンなど数種に制限される欠点がある。これらの欠点の除去法について現在検討中である。

### (35) カーボンブラック中の発がん性炭化水素類の分析

松下秀鶴・嵐谷奎一\*・小谷野道子\* (\*東理大・理)

カーボンブラックはゴム、電池、塗料、印刷インキ等の製造原料として広く使用されている。工業材料中の発がん性物質分布状況把握の一環として、本年度はカーボンブラックを取り上げ、この中の多環芳香族炭化水素系発がん性物質を簡易に分析する方法を検討すると共に、得られた分析法を用いて若干のカーボンブラックについて分析を行なった。分析に供したカーボンブラックはすべて国産品で、ゴム用ファーネスブラック 6種、ゴム用熱分解ブラック 2種、電池用アセチレンブラック 1種、カラー用ブラック 1種、ランプブラック 1種の合計 11種である。

種々検討のすえ得られたカーボンブラック中の多環芳香族炭化水素の簡易分析法の概要は次の通りである。本法により 10 種類の多環芳香族炭化水素を比較的容易に分析出来る。

カーボンブラック 50g 程度を正確に採取し、ソックスレー抽出器に入れベンゼンを用いて抽出する。抽出は蛍光物質が新たに溶出しなくなるまで行なう。抽出時間は試料によつて異なるが 10～20 時間であつた。ベンゼン抽出液を濾過し、濾液を 40°C 以下で減圧濃縮する。濃縮物を少量のベンゼンに溶かして小試験管に入れる操作をくりかえして濃縮物を完全に小試験管に移す。濃縮物を移す前と後の小試験管の重量差から濃縮物溶液の量 (通常 10 g) を求め、この液の一定量を薄層クロマトグラフィーによる分離に供する。

分離には、キーゼルグール (5×20 cm) — アセチル化セルロース (15×20 cm) 二層プレートを用いる二層一次元薄層クロマトグラフィーを用いた。すなわち、濃縮物溶液の一定量 (10～500  $\mu$ l) をキーゼルグール層上に塗布したのち、この層を下にして展開槽内に入れ、メタノール—エーテル—水 (4:4:1, v/v) でアセチル化セルロース層上に 10cm 展開する。展開操作は 2 回くりかえす。展開終了後の薄層プレートを紫外線照射下でみると、20 種程度の蛍光スポットに分離することがわかつた。この各蛍光スポットをかきとり、小試験管に入れ、DMSO で抽出した液を蛍光分光器にかけ同定、定量する。

以上の簡易分析法により、ベンゾ (a) ピレン、ベンゾ (b) フルオランテン、クリセン、ベンゾ (a) アントラセン、ベンゾ (g h i) ペリレンの 5 種類の発がん性炭化水素またはその疑いのある炭化水素のほか、アンスアントレン、ベンゾ (k) フルオランテン、ピレン、フルオランテン、ペリレン、コロネンの 6 種類の非発がん性炭化水素を同定しえた。また、ベンゾ (b) フルオランテンを除く 10 種類の炭化水素はベースライン法により精度よく定量されることを認めた。たとえば、ベンゾ (a) ピレン含量は ゴム用ファーネスブラック 0.00068～26.2 ppm、ゴム用熱分解ブラック 0.00015～0.34ppm、カラー用ブラック 1.5ppm、電池用ブラック 0.00052ppm、ランプブラック 51.4ppm であつた。カーボンブラックの粒径はかなり小さく、

肺内沈着率も高いと想定される。したがつてランプブラックなどの高含量に発がん性炭化水素を含むカーボンブラックの取扱いには注意する必要があるように思われる。

### (36) コールタールおよびピッチ中の発がん性炭化水素類の高速液体クロマトグラフィーによる分析法の検討

松下秀鶴・嵐谷奎一\*・小谷野道子\* (\*東理大・理)

コールタールおよびピッチ等の中の発がん性炭化水素類の分析は、従来、カラム、ペーパー、または薄層クロマトグラフィーによる分離操作を含む方法により行われてきた。最近、新しい分析手法として高速液体クロマトグラフィーが出現したので、この方法を用いた分析手法について検討を行なった。すなわち、まず高速液体クロマトグラフィーにおける多環芳香族炭化水素の分離挙動を調べ、その結果にもとづいてコールタールおよびピッチ中の炭化水素類を分離、分析する場合の問題点等について検討を加えた。

カラムには ODS-Permaphase (2.1mm×1m)、移動相にはメタノール水混合液、検出器には UV 検出器 (254nm) を用いた。分離挙動はナフタレンからジベンゾ (a, 1) ペンタセンに至る 25 種の標準物質を用いて検討した。得られた結果の概要は次の通りである。

(i) 分離時間は一般に他のクロマトグラフィーより短い。(ii) 分離能は通常のカラムおよび薄層クロマトグラフィーより良好である。(iii) 分離パターンは気—液ガスクロマトグラフィーのそれと類似している。すなわち、移動相組成一定の高速液体クロマトグラムは定温でのガスクロマトグラムとよく類似し、線型勾配溶出法によるクロマトグラムは昇温ガスクロマトグラムと類似する点が多い。(iv) 分離パターンの再現性は良好である。(v) 検量線の直線性は広濃度範囲 ( $\mu$ g～ng) にわたつて成立する。(vi) ガスクロマトグラフィーと異なりカラムのクリーンアップが容易である。これはタール等のように高分子量物質を含む試料の分析において特に重要である。(vii) 分取が容易である。(viii) 移動相のメタノール含量が増すにつれて、各炭化水素の保持時間は減少し、メタノール含量と保持時間の対数との間には直線関係が成立する。(ix) 保持時間の対数とカラムの絶対温度の逆数との間には直線関係が成立する。(x) 移動相組成等を一定にすると、多環芳香族炭化水素の炭素数と保持時間の対数とは直線関係になる。(xi) 線型勾配法の場合、炭化水素の炭素数と保持時間の間に直線関係が成立する。(xii) 欠点としては試料注入量が通常数  $\mu$ l と制限されることと、定量にあつて試料注入にやや熟練を要することがあげられる。

以上の結果をもとにして、コールタールおよびピッチを液相分配処理し、多環芳香族炭化水素類を選択的に抽出、濃縮した液を高速液体クロマトグラフィーで分離した結果、40 数個のピークに分離することを認めた。しかし、クロマトグラム上で単一ピークとみられるものの中に

2～数種の炭化水素が混在する場合が多いことが判つた。したがって高速液体クロマトグラムから直接定量することは誤差をまねきやすい。この問題は各ピーク成分を分取し蛍光分光法で分析することでかなり解決されることをみとめた。さらによりよい解決法を見出すべく現在検討中である。

## 16 有機溶剤蒸気分析

### (37) 有機溶剤蒸気の赤外吸収スペクトルの利用 (V)

—ゴム糊揮発性成分分析法—

左右田 礼 典

ゴム糊などに含まれる溶媒量を出来るだけ容易に分析する方法の一つとして、ゴム糊等の凝相と気相との間の平衡関係を利用して気相中の溶媒量を求めて全溶媒量を求める方法について前年度報告した。この場合ゴム糊などを約 50ml のテフロン製注射筒に入れたが、プランジャーと注射筒内壁の間のスキ間から蒸気が洩れやすい事、又平衡達成が不完全な事など多くの問題点があつた。これらの点を改良するため、ゴム糊を他の溶媒にとかし、且その溶媒が殆んど蒸発しないような方法を考えた。

溶媒としてはゴム糊を溶解し且溶剤もよく溶解するものがのぞましい。この点グリセリンが先ず合格であつた。グリセリンは 30°C 位迄は蒸気圧も低く、赤外スペクトルには、10cm のガスセルを用いた場合吸収を示さず、ゴム糊をかなりよく溶解するし、少量であれば大多数の有機溶媒と任意に混合することがわかつた。これにより注射筒をガラス製にしてもゴム糊が付着せずテフロン製の注射筒の欠点である蒸気の洩れがなくなる利点があつた。更にガラス製注射筒内面及びプランジャーをテフロンスプレーで表面を薄くテフロン膜で覆うとゴム糊附着の心配もないことがわかつた。このような注射筒にグリセリンを一定量入れ、手ばやくこれにゴム糊を少量たらしプランジャーを挿入する。この注射筒をテフロン管を通じて別の 50ml の注射筒に連結する。プランジャーを上下し気密である事を確認しつつ気液平衡を達成させる。約 1 時間場合により 2 時間放置すると、ゴム糊中の溶媒の大部分がグリセリン層中に移り気液平衡がほぼ完成するようである。グリセリンの入つた注射筒のプランジャーを押し上げ気相部分のみを他の注射筒に移してからそれをあらかじめ減圧にしてあるガスセルに移し、グリセリン入りの注射筒プランジャーを押し下げて再び他の注射筒と連結しておく。次の気液平衡を達成せざる。ガスセルに空気を入れ常圧にして赤外スペクトルを測定し、各溶媒に特有の吸収帯の吸光度からガスセル内の溶媒量を求める。この方法で数回の平衡にある気相中溶媒量を測定し前年度述べた方法により全溶媒量を算出する。終つてからグリセリンを取り出しメタノール又は水を加えるとグリセリンに溶解していたゴム糊が遊離するからこれを乾燥させて秤量する。これによりゴム糊一定重量中の揮発性溶媒量を求めることが出来た上、昨年度よい結果の得られなかつた系についても容易に測定出来ることもわかつた。

# 17 E S R

## (38) 遊離基定量法としての ESR スペクトルの コンピューターによる積分

松村 芳美

遊離基定量法として ESR スペクトル法は現在殆んど唯一の確実で容易な方法である。ESR スペクトルは遊離基によるマイクロウェーブ吸収の磁場掃引による強度分布の一次微分曲線として記録される為、このスペクトルから遊離基の濃度を求める為にはスペクトル曲線を積分し、積分面積強度を求めなければならない。その計算はハイパーファインストラクチャーを示すスペクトルの場合非常に複雑である。特に DPPH (ジフェニルピクリルヒドラジル) は最も頻りに遊離基の標準物質として使用されるものであるにも係わらず、そのスペクトルの積分強度について公表された値は未だない。ここでは、一次微分曲線として記録された DPPH の ESR スペクトルをコンピューター連動のチャートリーダーで読み取り、積分計算をコンピューターで行わせる方法を試み、DPPH スペクトルの積分強度をスペクトル測定条件としての磁場変調巾との関係で求めた。

計算に用いた装置及び方法は次の通りである。DPPH の  $0.86 \times 10^{-3} M$  ベンゼン溶液 (濃度は紫外吸収スペクトルで確認) の ESR スペクトルを JES-3BS-X 装置で磁場変調巾 0.15~4.4G の間で測定した。このスペクトルをチャートリーダー JRA-CR-114 で X, Y 座標として 0.2 mm 間隔で読み取り、コンピューターに記憶した。この時、スペクトル読み取りの原点としてスペクトル強度を示す Y 座標にそつてスペクトル線上を含めて 0.2mm 間隔で 5 ケの位置を取り、夫々から読み取りを行なつて、スペクトルの + 側と - 側の強度が丁度相殺する様な原点を定めた。コンピューター、JRA-5 に記憶されたスペクトルは磁場掃引を示す X 軸に沿つて 2 回積分して積分強度を求めた。以上の操作に用いた装置はすべて日本電子 (株) 製のものである。

DPPH の一次微分スペクトルの測定条件として磁場掃引速度 200G/15min, 記録速度 2.25 cm/10G, スペクトルの  $2f_0=10.0cm$  とした時、その積分強度と磁場変調巾との関係は表に示した通りであつた。即ち、変調巾が微少の時、強度は  $91.1cm^2$  であり、磁場変調巾の増大と共に強度が増大した。

この結果は ESR により遊離基の定量をする時の標準値として以後の測定に役立つものである。

本研究のためにチャートリーダー、コンピューターを使用許可された東京大学生産技術研究

所の高橋, 鋤柄両助教授に感謝します。

磁場変調巾 (G)	積分強度 (cm <sup>2</sup> )	
	平均値	分散
0.15	91.1	2.3
0.25	91.1	0.7
0.51	91.8	1.4
0.77	92.3	0.6
1.80	98.7	0.6
4.40	119.3	1.6

炭素量 (mg/g)	炭素量 (mg/g)	炭素量 (mg/g)		炭素量 (mg/g)
		pH < 7.0	pH > 11.0	
0.100	0.022	0.083	0.02	Channel black
0.082	0.086	0.082	0	Stalex R
0.174	0.038	0	0	Seast H
0.128	0.148	0.013	0	Philblack-O
0.190	0.172	0.026	0	Di-H

## 18 カーボンブラック表面酸強度

### (39) カーボンブラック表面酸強度分布の測定

松村 芳美・萩原 茂示 (三菱化成)・高橋 浩 (東大生産研)

カーボンブラックは工業材料として製造され、顔料、印刷インキ、ゴム補強剤等として広く使用されている。その製造及び使用の工程に携わる人に対しては微弱ながら有害粉塵としての作用が認められており、また、カーボンブラック中に発癌物質含有も知られている。ここではカーボンブラックの化学的性質の一つである表面酸強度分布の測定法を確立し、市販の工業用カーボンブラック数種について表面酸性基の定量を行った。

表面酸強度分布の測定はカーボンブラック懸濁液のアルカリ滴定曲線測定によった。また測定した滴定曲線の一次微分曲線を求めてカーボンブラック表面の酸強度分布を得た。

滴定曲線測定は Radiometer 社の pH メーター、自動滴定装置、自動ビュレット及びレコーダーを連動させて行った。カーボンブラック 0.1g または 0.2g を 15ml の懸濁液とし、この液を攪拌状態で空气中炭酸ガスの妨害を防ぎながら滴定した。滴定速度は、滴定曲線測定の過程で常に酸塩基平衡が成立していることを確認して定めた。滴定曲線の一次微分曲線は、滴定曲線をコンピューター連動のチャートリーダーで求めた。測定結果としてここでは滴定曲線から求めた各カーボンブラックの強酸量 (pH<7.0 の範囲で中和される酸) と弱酸量 (7.0<pH<11.0 の範囲で中和される酸) の区分として表に示した。

これらの酸のうち、強酸は主としてカルボキシル基、弱酸はフェノール性水酸基と考えられる。滴定曲線から明らかなことは曲線に特異な偏曲点が見られず全体がなだらかな曲線となることであり、このことはカーボンブラック表面の酸性基として、特定の構造の酸の集中的生成がなく、多様な有機酸の構造を含んでいることを示している。また、同一カーボンブラックについてグリニャール反応による活性水素の検出を行うと、活性水素の量はここで検出された酸の総量より多いことから、カーボンブラック表面には pka=11.0 より弱い酸、又はアルコール基の様に酸性を示さない活性水素含有基の存在が推測された。

カーボンブラックの種類	表面酸度 (meq/g)		カーボンブラックの種類	表面酸量 (meq/g)	
	pH<7.0	7.0<pH<11.0		pH<7.0	7.0<pH<11.0
Channel black	0.02	0.063	Raven-35	0.022	0.100
Statex R	0	0.082	Peerless-155	0.086	0.062
Seast H	0	0	MA-8	0.038	0.174
Philblack-O	0	0.013	MA-11	0.148	0.123
Dia-H	0	0.026	Neospectra	0.475	0.490

## 19 プラスチック製造工程の環境調査

### (40) プラスチック製品製造工程における分析調査

某プラスチック製品製造工場に於て、作業場に於ける粉塵濃度を測定し、同時にプラスチック製品の充填剤として鉛化合物及びカドミウム化合物が大量に用いられているので作業場の環空气中の両金属物質の濃度も測定した。

全製造作業が一つの大きな建物の中で行われているので、作業場における粉塵濃度は比較的均一化され、作業の種類による濃度差は少なかったが、原料粉末を混合機に投入する工程や、不良製品を粉砕する工程における粉塵濃度は高く、1mg/m<sup>3</sup>を超える作業場も数箇所存在した。

充填剤として鉛化合物が主体である作業場と、カドミウム化合物が比較的多量に使用されている作業場とに分けてみると、環空气中の全粉塵濃度に大差はないが、前者ではやはり原料粉末の投入作業や不良製品の粉砕作業における環空气中の鉛化合物の含有量は大きく、30μg/m<sup>3</sup> (Pbとして) を超える場所もあつた。又、このような作業場では空气中粉塵中に占める鉛量も当然大きく、Pbとして1~6%に達していた。尚、鉛化合物にはステアリン酸鉛と三塩基性硫酸鉛が使用されていた。

カドミウム化合物の充填剤としては CdS が用いられている。その使用量が鉛化合物に比べて少量であるためか、一般に作業場の環空气中の Cd 濃度は極めて小さいもので、カドミウム化合物が多く使用されている作業場でも 2γ/m<sup>3</sup> (Cdとして) 以下であり、鉛化合物を主体とする作業場では 0.1γ/m<sup>3</sup> (Cdとして) にも達しない。カドミウム化合物が多く用いられている作業場でも、環空气中の Cd 濃度は Pb 濃度よりも低い事が分つた。この故、このような作業場では環空气中の金属として Pb を主として注目し対策を考慮すべきであると思われる。

## 20 大 気 汚 染

### (41) 大気浮遊粒子状物質濃度の監視記録装置の 性能維持について

興 重 治・本 間 克 典・野 崎 亘 右

大気中の浮遊粒子状物質の濃度評価のための監視用測定器として、当研究所が開発した積算型光散乱式濃度計が広く使用されるようになったが、使用目的に応じ十分な役割を果たすためには、なお、検討または改良されなければならない点が認められる。

その問題点の一つに、長期の使用に際し、測定器の性能を維持するために、どのような点検または整備が必要であるかという事が挙げられる。

この問題の実際的方法論の検討のために、関東および関西の国設大気汚染測定所の中から7ヶ所を選定し、現在稼働中のデジタル粉じん計A-632型について、4ヶ月毎に性能測定を行っている。

性能測定方法は、 $0.3\mu\text{m}$  ステアリン酸粒子によつて較正された親計器を用い、各国設大気汚染測定所において規定の標準散乱板値に調整した対象測定器について、大気汚染粒子状物質を同時に吸引し、指示される値を親計器の指示値と対比する方法によつて行っている。

対象測定器の中には昭和41年に製造され、以後実に8年間も休まずに稼働を続けているものもあるが、較正用親計器に対する変動率は、製造後の時間経過にはほとんど無関係であることが明らかとなった。その4ヶ月毎に測定した7ヶ所の測定器の感度の期間内変動は+13%から-8%の範囲に止まり、大気中浮遊粒子状物質の不安定性を考慮すれば、まったく問題にならない。

ところで、親計器の較正法は、 $0.3\mu\text{m}$  ステアリン酸粒子濃度が  $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$  の場合に 1CPH (1時間に1ヶの信号を発生することを意味する)となるように、一定濃度に調整した  $0.3\mu\text{m}$  ステアリン酸エアロゾルを親計器に流して、CPH 単位で指示される相対濃度と、同時サンプリングで得た重量濃度とによつて較正している。

この較正では、 $0.3\mu\text{m}$  のステアリン酸エアロゾルを精度高く秤量できるような量を安定に発生し続けることが困難なため、親計器の指示が狂うこともあり得る。そこで、取扱いが容易なガス状物質を2次標準として行うことも検討し、とりあえず、フロンガス ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ) による較正法をも併用している。

### (42) 金属薄膜法による大気汚染粒子状物質の調査

本 間 克 典・大 塚 佳 男 (東理大)

昨年度、銅および鉄薄膜を用い、光化学スモッグ発生時の大気汚染粒子状物質を捕集して、電子顕微鏡によつて金属薄膜の損傷パターンをしらべた際、川崎市において多くの市民が粘膜刺激をはじめとする障害を訴えた日の粒子状物質が、ほとんど均質なグリース状物質によつて構成されるとともに、金属薄膜に対しきわめて激しい反応を示すことが明らかになり、その存在が注目されるようになった。

そこで、本年度は、かような粒子状物質がどのような環境条件のもとで生成し、しかもその反応性がどの程度のものかを数値化して検討することを目的に、光化学スモッグの発生が予想される日を選んで、早朝より夕方まで、経時的にサンプリングを行つて観察した。

測定に使用した金属薄膜は鉄で、マリンクロット社の試薬用純鉄を用い、真空蒸着法によりカバーガラス上に薄膜を構成させ、カバーガラスごと電動式インパクトに装着し、鉄薄膜上に粒子状物質を捕集した。その鉄薄膜は昼夜、気温  $25^\circ\text{C}$ 、湿度 60%の室内に放置したのち、超音波洗浄器を用い薄い濃度の中性洗剤溶液で洗浄して粒子状物質を取り除き、鉄薄膜上の腐食面積を光学顕微鏡によつて計測し数値化した。

測定日時は6月上旬より8月下旬までの3ヶ月間で、光化学スモッグの発生が予想される日に、川崎市の南部臨海工業地域にある田島保健所あるいは中部商住宅地域にある労働衛生研究所、それに北部郊外地域にある高津区役所等で、単独もしくは同時にサンプリングを行つた。鉄薄膜腐食量の評価方法としては、単位吸引空気量当りの腐食面積より大気汚染の状況を把握するのと、浮遊粒子状物質濃度をもとにして質的な差異を検討するとの2通りの手法をとつて行つた。

前者については、工業地域の早朝にサンプリングした粒子状物質の場合に最も大きな腐食面積が測定された。このことは、工場より排出された酸性ガスおよび粒子状物質が、大気の安定した、しかも多湿の環境下で反応しあい、酸性粒子状物質となり、それらが高濃度で工業地域の上空を浮遊することによるものと考えられる。

後者については、前述の工業地域での粒子状物質についても云えることであるが、金属薄膜の腐食に湿度がきわめて大きく影響することと、当然のことながら、粒子の酸性度が関係することである。したがつて、南風が吹き出して、汚染物が臨海工業地域より内陸部へ運ばれる過程において、日光、温度、湿度等の諸因子が働いて酸化が進み、一時は金属薄膜に強い腐食を与える酸性粒子状物質の濃度も高くなるが、次の段階では、大気中に共存するアルカリ、塩、金属酸化物等と接触反応して、金属薄膜に対してほとんど損傷を与えない物質に転化する。このような測定結果は鉄薄膜を用い、同時サンプリングを系統的に行つたことによつて明らかにな

つた。

## 20 大気汚染

### (43) インパクター粉じん線のイオン反応続報

(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> について)

浜田 晃

都市気中にまじる含硫黄酸性色粒子の定量法を新たに試みた。或る一日は爽風ありめずらしく澄んだ秋晴れと新聞に報道された当日であつた。ところがこの日のサイズ別粉じん計数結果は次の通りであつて1ミクロン大の強酸性粒子が微量ながら気中に混在していた濃厚な疑がある。即ち午前11時25分から55分迄の採じん試験で50~10, 10~3, 3~0.5ミクロン大のもの空気1リットル当り0.2, 0.8, 7.2個(以上PH=4のもの)。あるいは0.0, 0.2個(以上午後, PH=2)。

同様のことは他の日にも言えると考え。昨年度中における含SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>酸性色粒子の全計数例81例の測定結果(ほぼ1日1測定)を示すと次の通りである。

- 1) 50~10ミクロンサイズについて。PH=4~2の粒子が空気1リットル中に1~50個あると計数されたもの81例中71例。
- 2) 10~3ミクロンサイズについて。同様にして81例中77例。4例は100~150個。
- 3) 3~0.5ミクロンサイズについて。81例中70例。11例は100~1100個。
- 4) 0.5ミクロンサイズについて。個々の粒子を確認できないために計数不能。粉じん線全体としては除々に変色する特異性があり後日になつて黄色あるいは桃色のハロが線を包むような形となる。48例。
- 5) このハロの部分に一致してSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の夫々沈澱反応及びNH<sub>4</sub><sup>+</sup>によるガス反応を認めた(ベンジジン法, ニトロン法及びネスラー試薬法)。
- 6) サイズ別SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>比濁分析結果について。前記のサイズの順に被検空気1立方メートル当り夫々2.2, 2.1, 1.2, 7.7マイクログラム。

以上の実験結果から推定するとこの空気1ミリリットル中に含まれるはずの0.5ミクロン酸性色粒子の数は10数個~数100個である。なおインパクター排気中の粒子損失量は未研であり今後に予定している。以上は労働衛生の背景値としての都市粉じんの分析方法と結果である。

## 21 振 吸 着 動

### (44) 公害振動の評価法

三輪 俊輔・米川 善晴

公害振動について数年前から問題となり、東京都では、日本音響学会に依頼して、振動計測器の標準化、規準値の問題の研究を行つた。これによつて、公害用振動レベル計の規格が出来上り、可成り広く振動の計測の分野に普及を見た。規準値もほぼ、振動感覚閾値を使用することがきめられた。

さて、公害用振動計を実際使用してみると問題となることが起つて来た。即ち、定常振動を計る時はよいが、非定常振動や、衝撃振動を計測すると、メーターの指針は漂動して指示が一定せず、指針のどこを読んだらよいか不明である。又、振動と同時に騒音が人体に与えられたとき、公害として、人は一層のいらだちを感じると云われる。これをどう考えたらよいか、更にこのメーターの指示値、即ち人体の振動感覚特性で荷重した振動加速度のdB値を「振動レベル」と云つてゐるが、この値と暴露時間はどう云う関係にあるのであろうか、これ等が問題になり始めている。吾々は、心理実験を通してこれ等の解明をはかつた。

#### § 1. 振動レベルの計測法<sup>1)</sup>

非定常振動(振動ローラー、ブルドーザー、フォークリフト、交通振動等)衝撃振動(鍛造、ドロップハンマー、パイルハンマー等)を録振し、振動台上で再生させた。一方、垂直振動は5Hz、水平振動は2Hzの連続正弦振動と上記の振動を交互に振動台上で被検者に与えて、感覚的に比較せしめ等価となる連続正弦振動のレベルを求めた。一方振動レベル計で、垂直、水平の感覚特性をISO, DIS-2631の曲線を利用して各々独立に電気回路で作つた計器で振動レベルを求めた。その際非定常振動のレベルは、B & K社の累積頻度解析器を使い、50%値をそのレベルとした。衝撃性振動のVL値はメーターのSlowのpeak値をレベルに採用した。サンプル振動のレベルは70~105dBVLの範囲で変えた。但し、加速度dB(dBAL)は10<sup>-5</sup>m/s<sup>2</sup>をdBの基準に選んでいる。故に10<sup>-3</sup>g=1gal=60dBAL(rms値)。被検者は10名で行つてゐる。

結果は、非定常振動では、50%VL値が等価レベルによく一致する。衝撃振動ではメーターのSlow peak値に等価レベルがよく一致していることが解つた。但し90dBVLをサンプル振動が越えると等価レベルはやや低下する。この原因は基準の連続正弦波の周波数に依存することが知られた。垂直、水平振動で、10, 20Hzの正弦振動を使つて、これと同じ実験をして、上記の定義での印加レベルと等価レベルは90dBVLをこえるサンプル振動のレベルに於

てもよく一致していた。即ち 5Hz 以下の低周波数の振動は 90dBVL 以上では感覚の飽和が生ずると考えられる。以上の実験から、

- ① 非定常振動は VL の累積頻度の 50% 値を求めるべきである。
- ② 衝撃性振動では VL の slow のピーク値を求めるべきである、と結論された。

### § 2. 振動の騒音によるマスキング<sup>2)</sup>

音と振動が同時に印加された場合の相乗効果を求める実験を行った。この目的には本来快、不快の絶対判断を求める実験を試みるべきであるが、絶対判断はバラツキが大きく、必要な結果は得がたいと考えたので、吾々は、等価判断を被検者に求める実験を行った。

パイル振動とパイル騒音を使い、(音+振動)と(振動)を両者のレベルを種々に変え、又印加の順序をランダムにかえて実験を行った。(音+振動)を感覚的に(振動)に等価するか、又はその逆の等価を行った。騒音のレベルは 70~100dBA でかえた。

結果は音の印加によつて、等価値の差は 1~2dB であつた。この差は音によつて振動感覚がマスクされるために起ると考えられた。しかし実際の評価にあつてはこの差は余り大きくないので、公害振動は騒音とは独立に評価すべきであるとの結論を得た。

### § 3. 振動レベルと心理反応<sup>3)</sup>

公害の規準を考えるにあたり振動レベルと快、不快の心理反応との関係を暴露時間をパラメーターとして求める必要がある。この目的には、実験室的実験にとつては、可成り長時間実験が要求される。吾々は 2~4 時間の振動台上の振動実験を 10 名について、3 回実施した。その間に、快、不快の 5 段階評価、フリッカー、反応時間、等価値、閾値移動、種々の電気生理学的パラメーター、カテコールアミン等を測定した。

結果は電気生理学的パラメーター、フリッカー、反応時間カテコールアミン等は余り明白に振動印加の影響をうけないことがわかつた。影響されたとしても暴露時間とは関係がなかつた。主観判断のみは暴露時間に対して傾向をもち、除々に不快度をましていつた。勿論、振動を印加しない Control 実験も同じ時間の長さで行つている。又振動の等価値も僅に、暴露時間に関係があつた。

結果は、95 dBVL で 3 時間、106 dBVL で 1.5 時間、103 で 1 時間の暴露時間の関係を得た。この曲線は 5 段階評価の“わずかに不快”、“不快”の中間の感覚であつた。

### 文 献

- 1) T. Miwa & Y. Yonekawa, Ind. Health. (1973), 11, 159.
- 2) T. Miwa & Y. Yonekawa, Ind. Health. (1973), 11, 177.
- 3) T. Miwa & Y. Yonekawa, Ind. Health. (1973), 11, 185.

## 22 ガス吸着剤

### (45) 酸化活性炭その他の吸着剤の水銀蒸気吸着能

松村 芳美, 横山 正治 (東理大)

労働環境中の水銀蒸気の除去は、作業者の職業病予防の為に不可欠である。水銀蒸気除去法として従来工場で使われていたのは主として液相法であり、水銀蒸気を液相酸化剤によつてイオンとして捕集するものであり、乾式吸着法は局所的な水銀蒸気除去法としてのみ用いられていた。しかし、乾式法は装置の可動性、小型化が湿式法より容易であるため、その性能改良により利用される場合が拡大されることが考えられる。乾式吸着剤として従来主として使われていた活性炭は水銀吸着力が弱く、これが乾式法が発達しない原因でもあつた。一方、水銀吸着剤として Pyankov (1936) が開発した沃度添着炭は水銀吸着力は大きいが入手困難と高価な為に殆んど使用されていなかった。また、沃度添着炭について水銀吸着量を定量的に示した報告も見られなかつた。

本研究では著者が数年前より研究開発していた活性炭の表面を液相酸化により改質した酸化活性炭が水銀吸着能に於て活性炭の性能を大きく改良することを発見し、沃度添着炭、無処理活性炭等との水銀吸着量の比較測定を行った。

水銀蒸気の吸着測定は流動法によつた。即ち、吸着剤を直径 2cm, 長さ 5cm のカラムに充填し、これに水銀蒸気を数 mmHg~38mmHg 迄の濃度に含んだ窒素気流を 1.2ℓ/min の流速で導いてカラム流出口から漏洩して来る水銀濃度を測定した。吸着剤による水銀吸着量は、カラムから漏洩する水銀濃度の時間変化曲線から求めた。活性炭、酸化活性炭、沃度添着炭その他の水銀吸着量の結果の一部を表に示す。

実験結果から明らかなことは、椰子殻活性炭は水銀蒸気圧 38mg/m<sup>3</sup> の窒素気流中で 30°C に於て水銀を 0.7mg/g 吸着するに過ぎない。これに対し、酸化処理した活性炭(表面酸性, 0.22meq/g) は約 20 倍の 14.2mg/g を吸着した。一方、沃度添着炭は活性炭の約 70~100 倍の水銀吸着量を示した。

吸着剤の名称	吸着剤の材質	Hg 平衡圧 (mg/m <sup>3</sup> )	Hg 吸着量 (mg/g)
G G	椰子殻活性炭	38.0	0.68
酸化 G G	同上酸化処理	37.2	14.2
沃度添着 HC-20	椰子殻炭+I <sub>2</sub> (5wt.%)	36.0	47.8
Barnebey-Cheney 787	椰子殻炭+I <sub>2</sub> (5wt.%)	36.0	69.2
CM-セルローズ	カルボキシメチルセルローズ	19.6	0.23
アドスター B-5L	粒状カーボンブラック	13.2	0.15



これらの吸着剤による水銀吸着量は水銀蒸気圧の増大と共に大きくなった。一方、カルボキシメチルセルローズを活性炭に担持させても活性炭の水銀吸着量に較べ性能が改良されないので、カルボキシ基が直接水銀蒸気と結合する様な吸着機構は考えられなかつた。同様にカーボンブラックが水銀を必ずしも吸着しないことから、炭素の結晶構造が直接吸着に寄与することも考えられない。これらの結果から、酸化活性炭による水銀吸着には、その表面酸性と細孔構造等の炭素の構造が相乗的に効いていると思われた。

酸化活性炭の水銀吸着能は沃度添着炭より低い、水銀用防毒マスクやその他の比較的短時間の目的には充分使用出来る性能である。また再生して繰返し使用出来る利点がある。沃度添着炭は水銀吸着能は優れているが、沃度による汚染について注意を要する点、及び再生不可能な点等、考慮すべき点がある。

試料名	目盛高さ (cm)	視野角 (度)	視野面積 (cm <sup>2</sup> )
ガネ付全面型ガスマスク	156	360	10000
半面型簡易ガスマスク	147	360	10000
半面型ダストマスク	147	360	10000

## 23 呼吸保護具

### (46) 呼吸保護具の視野

野崎 亘 右・杉本 光 正

呼吸保護具の視野特性は、模擬人頭にマスクを付け、ペリメーター型式の半球の視野計に光を投射したときに作られる本影と半影とを識別して計測されている。保護具の周縁視野に問題を絞つた場合、この模擬人頭で得た視野と実際に人がマスクを着用したときに得られる視野とどのような対応を示すかと云うことについて検討した。

試料はメガネ付全面型ガスマスク、半面型簡易ガスマスク及び半面型ダストマスクを目の高さ 147cm より 156cm に至る 4 人の験者によって測定した。

方法は新たに試作した測定装置を用いた。この装置は垂直の目盛と回転可能の目盛とから出来ている。先づ、マスク着用者の視線を目盛盤の中心に対して垂直にするために、auto collimation method にならつて 2 乃至 3 枚の絞りを通して光点を見通し、眼高規準及び左右中心を定めた。次にこの光点を常に見ながら験者自身の操者によって指標をサーボ駆動し、充分に時間を掛けて周縁視野の極限点を探させて視野角度の算出を行なつた。この場合眼高規準を正確に定めることが極めて大切であるが、直径 1mm の光源が絞りを通して射出したとき、この装置に於ける理論的な光のフレ角は 34 度 20 分前後であり、験者の立つ 50cm 前方の位置では上下各 2mm の誤差範囲に押えられる。視野測定中に験者がこの光点を見逃がさない限り眼高規準点は背丈の 0.3% 前後のユラギを与えるに過ぎない。したがつてこの装置で測定される視角値の誤差範囲は中心視野で約 3 度、周縁視野では約 30 分以内であると試算され、一応満足し得るものと思われたので測定に入つた。

測定は視野の全広がり角度 360 度を 12 等分して 30 度きざみの視野を測定し、模擬人頭による測定（以後標準測定と呼ぶ）と比較した。

その結果メガネ付全面型ガスマスクの上方及び下方視野に於ては実際の視野と標準測定の視野角度の比は 1 に近くほぼ同 1 の対応が認められたが、上下斜方向及び横方向の視野に於ては比が 0.56~0.81 の間に分布し、標準測定より 20~40% 狭く、標準法は実際より視野性能を高く評価する傾向が認められた。これに対し、半面型マスクでは斜下方視野は比が 1 以上に分布し、実際の視野の方が大きく、標準測定では僅かに性能を低く評価する傾向にあることが見出された。顔のかたち等による個人差は 20% 以上影響するものと思われた。

テストマスクの種類、数、験者人員等の少ない本実験の結果から結論を導き出すのは危険であるが一応上記の結果を総合すると、半面マスクについては模擬人頭による測定で大きなあや

まりは表われないものと思われるが、全面型マスクに於ては模擬人頭による測定のみでは不充分であるものと思われる。

#### (47) 防毒マスク吸収缶の除毒能力試験ガス濃度の安定性

左右田 礼典・高野 継夫

防毒マスク吸収缶の除毒能力試験に用いられるガス気流は、 $20^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 50% の空気流に、それぞれの吸収缶試験用に定められたガスを定められた濃度で含むものである。この気流を毎分 30ℓ で吸収缶に通じ、一定時間後に吸収缶を通過した気流中に含まれる試験ガス濃度が定められた値以下であれば、除毒能力試験に合格したことになる。従つて吸収缶に通ずる気流中のガス濃度の安定性は試験結果に大きい影響を及ぼす。有機ガス用マスク吸収缶の試験に用いる四塩化炭素蒸気濃度の安定性についてはよい結果を得ており、又一酸化炭素の場合も充分安定な混合気流を作製することが出来る。しかし、亜硫酸ガス、アンモニア及び塩素ガスの場合、これらが腐食性を有するため、あるいは強い反応性があるため安定した気流濃度を得ることが困難であつた。特に濃度が時間と共に低下し勝ちでしかも変動が激しい場合もあつた。これは水分がある時特に目立つ傾向であつた。これを改良するため、純ガスの流路を出来る限りテフロン製のものとした結果かなり良い結果を得た。ビニル製、ガラス製のものではそれ程よい結果が得られず、ビニル製などでは一回の使用で管が失透して使用出来なくなる事が塩素の場合に見られた。又空気からの湿気が純ガスの系路に逆流すると反応性が強まる事が認められたので、テフロン管にシリカゲルを充填し、又使用前には乾燥空気を強制的に流路に通じることにより、これらの好ましくない影響を除去することが出来た。特に流量制御をテフロン製のニードル弁にしたため流量調節がかなり良くなり変動が殆んど見られなくなつた。しかし塩素の場合はこのような工夫にもかかわらず、時間と共に流量が低下する傾向を完全に除くことが出来なかつた。おそらくポンプ出口の開閉弁が金属であるため、ある程度腐食が起り流路中の圧力が低下するかあるいは抵抗が増加することが一つの原因になつていられる。これらの試験空気流を適当な方法で捕集して、濃度を分析し、流量計の読みから混合比を求めて計算した濃度と比較すると、5%以内で互いに一致することを認め、マスク検定用には充分使用出来ることがわかつた。

#### (48) 一酸化炭素用赤外ガス分析計による 防毒マスク吸収缶の除毒能力試験

左右田 礼典・高野 継夫

一酸化炭素用防毒マスク吸収缶の除毒能力検査には検定規則により、一酸化炭素 1% を含む温度  $20^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 50% の空気流を毎分 30ℓ 吸収缶に通じ、3 時間後に吸収缶を通過した空気流中に含まれる一酸化炭素濃度が 50ppm 以下であることとされている。又この場合試験空気流を通じはじめてから 5 分以内に未反応未吸着の一酸化炭素が透過することがあり、その濃度は 100ppm を超過しないこととされている。この現象は吸収缶内の薬剤が完全に反応を開始する迄に多少の時間を要するため一部分の一酸化炭素が除去されずに吸収缶を通過してしまうために起るものであり、初期洩漏などと呼ばれる。従つて試験開始直後に見られる事が多く、一般に急に濃度が上昇してすぐ減少すると傾向があるので、これを正確に測定するためには時間おくれのない連続濃度分析の出来る方法が必要となる。短時間の現象であるから濃度変化を出来るだけ忠実に反映する方法がのぞましい。一酸化炭素は赤外線波長域に特徴的で極めて強い吸収を示すから、この原理を利用して空気中の一酸化炭素濃度を測定する赤外ガス分析計が市販されている。これによれば濃度の連続分析が可能であるから 0~100ppm の測定範囲を有するものを使用して試験を行なつた。分析計ガスセルの内容積は約 100ml で炭酸ガス及び水蒸気の影響を殆んど除いたもので、これに試料ガスを毎分 1ℓ 吸引ポンプにより吸引した。ガスセル内容積は流量の  $1/10$  程度であるから濃度変化は大体正しく分析結果に反映されていると思われる。最初に一酸化炭素を含まない空気流を吸収缶に通ずるともとの空気中の微量一酸化炭素等によりバックグラウンドが観測される。レコーダーにこれを記録しその指示が安定する迄待つ。大体 5 分後観測するとこの確認が出来る。安定した指示が得られたら、ポンプより一酸化炭素を流量計の読みにより制御弁で調節しつつ流し出し、空気流と混合する。レコーダーの指示は数秒後急速に上昇し、極大に達してからゆるやかに下降してバックグラウンドにもどる。この変化は短時間に起る現象であるから、積算型分析法では時間的に平均化されて正しい観測は不可能である。本分析計のような連続分析計によつて正確な測定が可能であり、検定の目的が達成された。

## 24 フレキシブルダクト

### (49) フレキシブルダクトの圧力損失 (第7報)

#### (45°, 135° 曲りダクトの圧力損失)

橋 爪 稔・岩 崎 毅

昭和47年度(第6報  $\theta=45^\circ, 135^\circ$ )に引続いて、今年度は、比較的直径の大きい2種類( $d=205.0\text{mm}\phi, d=252.1\text{mm}\phi$ )のフレキシブルダクトに関して、曲り状態におかれた圧力損失を、曲り角度  $\theta=45^\circ$  および  $\theta=135^\circ$  に対し、曲率半径および管内流速を変化させて測定した。その結果得られた曲りの流体抵抗係数  $\eta$ 、レイノルズ数  $Re$ 、管径  $d$  および曲率半径  $R/d$  との相関を求め、次いで、各種管径のフレキシブルダクトに対して、 $\theta$  と  $\eta$  との関係を比較し、最後に、第四・五・六および本報で得られた曲り状態のフレキシブルダクトの圧力損失に関する諸結果を実際の設計に役立つように系統的に総括した。

実験装置と方法は、第四・五・六報と全く同じ方法を用いて行なった。

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

$R/d$  を設定し、管径をパラメーターとした場合、 $R/d$  を等しくし、管径が異なる時、曲りの  $\eta$  と  $Re$  と数の相関曲線は、第四報、第五報および第六報と全く同じように同一曲線にならないことが観察された。この現象は、H. Richter および M. White の曲り状態の一般管に関する研究結果では、 $R/d$  が同一ならば管径がいかに異なろうとも、 $\eta$  と  $Re$  数との相関関係は、どの流体領域においても一致するという事実と全く趣を異にする。

各管径に対して、 $\eta$  と  $R/d$  との関係は、一般管の場合、曲りの  $\eta$  は  $R/d$  の変化に対して、 $R/d=2.5$  で極小値をもち、管径に無関係の一つの曲線で示されているのに対して、本実験におけるフレキシブルダクトの場合には、 $R/d$  に対して極小値をもつ曲線であることは一般管

の場合と同じであるが、管径によつてその絶対値が異なり、 $\eta$  が極小値をとる  $R/d$  の値は、管径によつて異なることが認められた。

本報および第六報( $\theta=45^\circ, \theta=135^\circ$ )、第四報( $\theta=90^\circ$ )および第五報( $\theta=180^\circ$ )に対して、 $\eta$  と  $\theta$  との関係は、曲り角度  $\theta$  が2倍になると、 $\eta$  の値もおおよそ2倍になることから、 $\eta$  と  $\theta$  とはおおよそ正比例関係にあることがわかった。

$\eta$  と  $R/d$  の関係曲線は、各管径により異なり、それらの曲線間に規則性のある相関が見られないので、一般管の曲り部においてなされている“曲り部の全圧力損失に等しい圧力損失を与える直線ダクトの相当長さを求める曲りの圧力損失線図”を作成しても複雑になるだけで、実際のダクトワークの設計にほとんど役立たない。従つて、曲り部の全圧力損失を速度圧の百分率で表わせば、その係数が本実験で求められた流体抵抗係数  $\eta$  となるので、曲り角度  $\theta$  と  $\eta$  との間には正比例関係が成立することから、曲り角度  $\theta=90^\circ$  の  $\eta$  と  $R/d$  の関係曲線を曲りのフレキシブルダクトの圧力損失線図の代表とした。すなわち、 $\Delta P_\theta = \eta_{90^\circ} \cdot \frac{\theta}{90} \cdot \frac{\rho}{29} \cdot U^2$  となり、 $\eta_{90^\circ}$  は第四報の  $\theta=90^\circ$  圧力損失線図から求められる。

## 25 気中タール状物質除去技術

### (50) 水道用鋼管外面のコールタール塗覆装プロセスに対する

#### 排気フード (第2報)

橋爪 稔・四本 久郎

1. はしがき  
第一報において直径1000mmφ×長さ6000mmの大きさをもつ水道管の外面塗覆装作業に対して、600×1300mm(側辺比1:2)の大きさの矩形開口を持ち、排気風量123m<sup>3</sup>/minで処理されているキャノピーフードと、塗装置本体の舟部の開口を利用し、排気風量107m<sup>3</sup>/minで処理されているスロット開口フードとによって、塗装作業時に発生してくるタール白煙は殆んど完全に排気制御し得ることを報告した。そこで本報では直径1000mmφの管に適用され、タール白煙を確実に排気制御することが出来たフードの点A(後述)における捕捉速度( $V_c=0.23\text{m/sec}$ )とそのフードが発生源(管)を覆う割合(以後カバリング比とす)を基準に、フード開口面から250mmの所にフードの短辺巾と同じ巾の角形のオブストラクションを置くことによつてできる新しい等速面線を得るというベクトル合成の手法により、直径3000mmφ×長さ4000mmの管に対して適正なフードの大きさと、必要排気風量を決定した。しかしながら直径3000mmφの塗装管が入手できなかつたので、これに一番近い直径である2600mmφの管に対して必要排気風量を決定し、これを実験的に求めた。更にこのフードをフードの中心軸をずらさずに垂直におろした場合に径の小さい管に対しても十分な排気効果が得られるかどうかを調べるために、直径2000mmφの管に対して、必要排気風量を決定し、これを実験的に確かめた。

#### 2. キャノピー型排気フードの大きさの決定

直径1000mmφの管に対するフードの場合には、その直径に対してフード開口の巾が600mmと管の直径方向においてその上面の60%を覆っていた。従つて直径3000mmφの管でもそのカバリング比が60%であることから、フードの巾は1800mmとなる筈であるが、直径3000mmφのような大型管になると、その熱上昇による白煙量や管の回転により誘導流動する白煙量が著しく増加し、かつ室内の乱れ気流によつてそれらの白煙がよりかき乱され、放出方向をランダムに変えられる恐れがあるので作業状態の許すかぎり管を覆うことが望ましいと考へて開口面の巾を直径の約90%、即ち2680mmとし、長さを2730mmとして設計製作した。

#### 3. 排気風量の決定

前述のように、対象とするフードは略正方形であり、フードは管外面から250mm離れて設

置されている。これは正方形の一边を8Unitとすると、開口から0.75Unit離れて角形のオブストラクションが設置されたことになる。そこで自由空間に置かれた正方形開口に対する等速面線を用いて、その開口から0.75Unit離れた距離にフードの巾と同じ巾をもつオブストラクションを置くことによつてできる新しい等速面線をベクトル合成を行なつて求めた。この新しい等速面線を今回製作したフードに当てはめ、前回観察したキャノピーフードと舟部のスロット開口フードとの間におけるタール白煙の排気方向の境界線上の点Aでの等速面線の値(点Aでの捕捉速度 $V_c$ の開口面速度 $V_o$ に対する百分率)を求めたところ15.8%となつた。一方点Aでの捕捉速度 $V_c$ は0.23m/secであるから、直径3000mmφの管に対して、開口面速度 $V_o=1.45\text{m/sec}$ 、処理風量 $Q=636.5\text{m}^3/\text{min}$ という値を得た。直径3000mmφの管に対して設計したこのフードを直径2600mmφの管に使用するためにフードをオブストラクションから250mm離れた距離になるまでフードの軸を動かさずに垂直におろすと、フードの軸と管の垂直直径軸は約120mmずれるが、そのずれた状態でこの管に対して、前と同じ手法で新しい等速面線を求めて適用すると、点Aでの等速面線の値は20.3%になつた。従つて直径2600mmφの管に対しては開口面速度1.13m/sec、処理風量496.1m<sup>3</sup>/minで排気すれば十分な排気効果が得られると考える。

次にフードが直径の小さい管にも適用できるか否かを調べるために直径2000mmφの管を用いて必要排気風量を求めた。このフードを直径2000mmφの管に使用するには、フードをオブストラクションから250mmの所までフード軸を動かさずに垂直におろす。そのときフードの軸と管の垂直直径軸は約400mmずれるがそのずれた状態で前と同様な手法で点Aでの等速面線の値を求めると30.1%になつた。従つて開口面速度 $V_o=0.77\text{m/sec}$ 、処理風量 $Q=338.0\text{m}^3/\text{min}$ で排気すればこのフードは小さい直径の管にも適用し得ると考へた。

#### 4. 実験結果と考索

これらの管に対して白煙を確実に制御し得る排気風量を測定した。その結果、2600mmφの管に対して、排気風量が481.1m<sup>3</sup>/min(ブロー容量一杯)のときに良好なる排気効果が得られることを認めた。この風量はさきの設計値の496.1m<sup>3</sup>/minとは3.1%の差で一致した。また直径2000mmφの管に対して排気風量は306m<sup>3</sup>/minのときに十分な排気効果が得られることが判つた。この風量と設計値の338m<sup>3</sup>/minとは約9.5%の差で殆んど一致した。この9.5%の差はカバリング効果がオブストラクションの効果よりも大きかつたことによると考へられる。

以上のことから直径3000mmφの管に対して設計値の風量で十分な排気効果が得られるし、且つこのフードで小さい直径の管に対しても充分適用し得ることが判つた。従つて水道管外面塗覆装作業に対するフードの排気風量の決定法として、捕捉速度とカバリング比とを基準とした、オブストラクションを持つた等速面線による手法は適正なものの一方法であることが認められた。

## II 保護具検定

### 48年度防じんマスク国家検定 (48.4~49.3)

型式		判定
サカキ式 1011 B型	(直結式)	特級合格
サカキ式 117-A型	(直結式)	2級合格
ダストホ 66	(直結式)	1級合格
サカキ式 1020 B型	(直結式)	特級合格
サカキ式 1010型	(直結式)	特級合格
サカキ式 117-K型	(直結式)	2級合格
サカキ式 1003 C型	(直結式)	特級合格
サカキ式 1005 B型	(直結式)	1級合格
サカキ式 1003 D型	(直結式)	1級合格
サカキ式 1007新型	(直結式)	特級合格
TS. No. DR-18型	(直結式)	特級合格
サカキ式 123 C型	(直結式)	2級合格
サカキ式 117-G型	(直結式)	2級合格
サカキ式 1021 A型	(直結式)	特級合格
サカキ式 1005 C改良型	(直結式)	1級合格
サカキ式 126-A型	(直結式)	2級合格
サカキ式 123 C改良型	(直結式)	2級合格
サカキ式 1009 A型	(直結式)	2級合格
サカキ式 1051 G型	(直結式)	特級合格
ダストホ 66-S	(直結式)	特級合格
サカキ式 1005 S型	(直結式)	1級合格
カスタムカムホ	(直結式)	不合格
サカキ式 1005 NN型	(直結式)	特級合格
サカキ式 1021 S S型	(直結式)	特級合格
サカキ式 1003 E型	(直結式)	1級合格
TS. No. DR-50	(直結式)	2級合格

### 48年度防毒マスク国家検定 (48.4~49.3)

区分	種類	型	商品名	判定
有機ガス用	防毒マスク	直結式小型	TS. No. CA-104	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式	TS. No. CA-501	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式片面形	サカキ式 G-1型	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式片面形	サカキ式 R-1型	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式全面形	TS. No. GM-48K	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式片面形	サカキ式 E-1新型	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	サカキ式 A-1新型	合格
ハロゲンガス用	防毒マスク	直結式片面形	サカキ式 W新型	合格
ハロゲンガス用	防毒マスク	直結式片面形	サカキ式 R-2新型	合格
ハロゲンガス用	防毒マスク	直結式小型	TS. No. CA-104	合格
ハロゲンガス用	防毒マスク	隔離式	TS. No. CA-501	合格
ハロゲンガス用	防毒マスク	直結式	TS. No. CA-604	合格
ハロゲンガス用	防毒マスク	直結式小型	TS. No. CA-103	合格
アンモニアガス用	防毒マスク	直結式小型	TS. No. CA-104	合格
アンモニアガス用	防毒マスク	隔離式	TS. No. CA-501	合格
アンモニアガス用	防毒マスク	直結式	TS. No. CA-604	合格
亜硫酸ガス・イオウ用	防毒マスク	隔離式一型	防毒マスクの吸収缶	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式片面形	TS. No. GM-36K	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式片面形	TS. No. GM-1K	合格
亜硫酸ガス・イオウ用	防毒マスク	隔離式	TS. No. CA-501	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	TS. No. GM-51K	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式一型	防毒マスクの吸収缶	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	TS. No. GM-52K	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式片面形	TS. No. GM-13N	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式一型	防毒マスクの吸収缶	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式片面形	ガスホ	合格
アンモニアガス用	防毒マスク	直結式一型	防毒マスクの吸収缶	合格
アンモニアガス用	防毒マスク	隔離式一型	防毒マスクの吸収缶	合格
アンモニアガス用	防毒マスク	直結式小型	TS. No. CA-605	合格
アンモニアガス用	防毒マスク	直結式小型	TS. No. CA-103	合格

一酸化炭素用	防毒マスク	隔離式	TS. No. CA-501	不合格
一酸化炭素用	防毒マスク	隔離式全面形	隔離式A型マスク	不合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式全面形	TS. No. GM-204	合格
有機ガス用	防毒マスク	直結式半面形	TS. No. GM-26	合格
有機ガス用	防毒マスク	隔離式全面形	TS. No. GM-121	合格

併合	型I-A	直結式半面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-B	直結式半面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-C	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-D	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-E	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-F	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-G	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-H	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-I	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-J	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-K	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-L	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-M	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-N	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-O	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-P	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-Q	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-R	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-S	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-T	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-U	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-V	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-W	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-X	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-Y	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計
併合	型I-Z	直結式全面形	防毒マスク	用ス	計

### 庶務

#### (1) 職員

昭和49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	19	16	6	46	1	2	5	6	14	60

同日現在における職員は次のとおりである。

所長	医博	山口正義
----	----	------

庶務課長	中村 寛	主任研究官	橋爪 稔
庶務係長	山田 利直	〃	本間 克典
会計係長	岡 宗康	〃	松村 芳美

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

#### (2) 予算

昭和48年度予算は、労働衛生研究所に必要な経費及び総理府関係予算の内より移替された経費で構成されており、その合計額は256,513千円で前年度223,800千円に対し14.6%の増額となっている。

イ 労働衛生研究所に必要な経費としては次表のとおり一般会計、労働保険特別会計労災勘定を合せ総額で10.6%の増額となっており、その内訳としては、人件費11.7%、研究費9.4%、その他の経費6.5%の増、労働衛生保護具性能審査費12.8%の減額となっている。

(単位 千円)

区 分	前 年 度			昭 和 48 年 度			前年度対比	
	一般会計	労働保険特別会計 労災勘定	計	一般会計	労働保険特別会計 労災勘定	計	増△減額	増減率%
(1) 人 件 費	66,586	49,458	116,044	70,742	58,868	129,610	13,566	11.7
(2) 研 究 費	19,728	51,772	71,500	21,565	56,632	78,197	6,697	9.4
(3) 労働衛生保護具性能審査費	1,161	—	1,161	1,013	—	1,013	△ 148	△12.8
(4) その他の経費	2,255	884	3,139	2,385	959	3,344	205	6.5
計	89,730	102,114	191,844	95,705	116,459	212,164	20,320	10.6

[注] その他の経費とは、人当経費及び一般運営費等の経費である。

ロ 総理府関係予算の内より移替された経費は、総額44,349千円で、当該年度の研究計画に基づき次のとおり措置されたものである。

区 分	項	48年度予算額	備 考
1. 科学技術庁	(イ) 国立機関原子力試験研究費	千円 5,768	1) 職業病のための放射性同位元素利用に関する研究
	(ロ) 特別研究促進調整費	入 13,659	1) 近代社会における精神的ストレスの健康に及ぼす影響に関する研究 6,391千円 2) 合成洗剤に関する特別研究 1,263千円 3) 都市生活における精神的健康度に関する総合研究 6,005千円
2. 環境庁	(イ) 国立機関公害防止等試験研究費	24,922	1) 高分子化合物の熱分解生成物の毒性に関する研究 4,763千円
			2) PCBの血中濃度と体内蓄積量に関する実験的研究 9,938千円
			3) タール様大気汚染物質の捕集除去技術に関する研究 4,964千円
			4) 浮遊粒子状物質の監視記録装置の改良に関する研究 5,257千円
合 計		44,349	

### (3) 図書および刊行物

#### 1. 図 書

昭和48年度においては、単行書合計104冊、雑誌合計312種類を受け入れ、426冊の雑誌製本を行った。

#### (1) 収 集

種 別	購 入	寄贈・交換	合 計
単 行 書	和 49 冊	15 冊	64 冊
	洋 33 冊	7 冊	40 冊
雑 誌	和 2 種	130 種	132 種
	洋 109 種	71 種	180 種

#### (2) 製 本

製本冊数 426冊

#### 2. 刊 行 物

昭和48年度は、つぎの各号を刊行した。

(1) 労働衛生研究所年報 昭和47年度版

(2) Industrial Health Vol. 11, No. 1—2

“ “ No. 3

“ “ No. 4 (印刷中)

#### (4) 日 誌

48. 4. 1 本日次の人事が発令された。

庶務係長森谷聖が大臣官房厚生管理官室共済係長に転出した。

庶務課庶務係(事)奥山吉夫が統計情報部労働福祉統計課労使関係係長に転出した。

庶務課(事)三森晴美が東京労働基準局に転出した。

労働基準局労災保険業務室より(事)山田利直が庶務課庶務係長に転入した。

東京労働基準局より(事)初谷明美が庶務課庶務係に転入した。

48. 4. 10 衆議院議員石母田達氏ほか4名が来所し、研究施設を視察した。

48. 4. 16 本日次の人事が発令された。

中央労働基準監督署より(事)手島義成が庶務課庶務係に転入した。

48. 4. 19 科学技術週間行事の一環として当研究所を一般公開した。

48. 5. 1 本日次の人事が発令された。

新規採用 労働環境部 (技) 吉田 繁 夫

48. 5. 11 労働生理部三輪主任研究官「国際標準化機構第 108 技術部会第 4 分会 (振動衝撃の人体に対する許容度) に出席し、併せてユーゴスラビアにおける林業労働者の白ろう病の実情を調査するため」ユーゴスラビアに出発した。
48. 5. 22 石黒新事務次官の挨拶が労働省講堂において行われた。
48. 5. 24 労働生理部三輪主任研究官が海外出張より帰国した。
48. 6. 7 研究所開所 16 周年記念行事を実施した。
48. 6. 8 日米安全衛生共同研究団一行 4 名が来所し、研究施設を視察した。
48. 6. 15 職業病部林主任研究官が海外出張より帰国した。  
〃 職業病部中村研究員「原爆傷害調査委員会 (A B C C) の行なう癌の疫学に関する国際研究の一環として、米国ミネソタ大学における疫学の夏期研修等に参加するため」アメリカ合衆国へ出発した。
48. 6. 29 実験中毒部木村主任研究官「第 9 回国際生化学会議」出席のために、スウェーデンに出発した。
48. 7. 9 実験中毒部木村主任研究官が海外出張より帰国した。
48. 7. 16 本日次の人事が発令された。  
庶務課会計係 (事) 水流猛が環境庁研究調整局に転出した。  
向島労働基準監督署より (事) 堀内利郎が庶務課会計係に転入した。
48. 7. 27 職業病部中村研究官が海外出張より帰国した。
48. 7. 28 昭和 49 年度増員及び等級別定数改定要求について労働大臣官房秘書課長に説明を行なった。
48. 8. 7 昭和 49 年度概算要求について労働大臣官房会計課長の調整が行なわれた。
48. 8. 30 関東地方建設局横浜営繕部より滝沢氏が来所し、庁舎に関する実態調査を実施した。
48. 9. 1 労働省設立 26 周年記念行事を実施した。
48. 9. 5 昭和 49 年度概算要求を大蔵省に説明した。
48. 9. 10 昭和 49 年度等級別定数改訂要求について人事院に説明した。
48. 9. 11 東ドイツのヒュールスライン博士が来所し、研究施設を視察した。
48. 9. 13 昭和 49 年度増員要求を大蔵省給与課に説明した。
48. 9. 17 会計検査院加茂川、高木両調査官により会計実施検査が行なわれた。
48. 9. 18 横浜国立大学安全工学科の学生 30 名が来所し、研究施設を見学した。
48. 9. 20 昭和 49 年度増員要求について行政管理庁に説明した。  
〃 動物慰霊祭を挙行した。
48. 9. 25 スペインのリアル博士が来所し、研究施設を視察した。

48. 9. 27 職業病部鶴田主任研究官科学技術庁原子力関係留学生として、フランスに出発した。  
〃 アメリカ合衆国のニューウィル博士が来所し、研究施設を視察した。
48. 10. 2 山形大学機械工学部の学生 29 名が来所し、研究施設を見学した。  
〃 アメリカ合衆国のゴールドスミス博士が来所し、研究施設を視察した。
48. 10. 3 昭和 49 年度増員要求、大蔵省主査に説明した。
48. 10. 15 昭和 49 年度概算要求のうち産業医学総合研究所関係について大蔵省に説明した。
48. 11. 1 職業病部大沢研究官海外が留学より帰国した。
48. 11. 2 西ドイツ労働福祉省視察団 3 名が来所し、研究施設を視察した。
48. 11. 13 昭和 49 年度等級別定数について人事院より内示があつた。
48. 11. 15 職業病部林主任研究官「アメリカ合衆国環境保護庁及び国立環境衛生科学研究所主催の (摂取されたアスベストの生物学的影響) の会議に出席のため」アメリカ合衆国へ出発した。
48. 11. 20 韓国医学協会の孫春昊ほか 1 名が来所し、研究施設を視察した。
48. 11. 21 オーストラリアのデービット・ハーギソン氏が来所し、研究施設を視察した。
48. 11. 26 長谷川新労働大臣が労働省講堂において挨拶を行なった。  
〃 職業病部林研究官が海外出張より帰国した。
48. 11. 30 北里大学の学生 110 名が来所し、研究施設を見学した。
48. 12. 22 昭和 49 年度概算要求査定内示及び復活要求が行なわれた。  
~30
49. 1. 8 長谷川労働大臣が来所し、研究施設を視察した。
49. 1. 10 関東財務局横浜財務部より、浦川、菊地両係官が来所し、行政財産の使用状況実態調査が実施された。
48. 1. 24 クエートより海外研修生が来所し、研究施設を視察した。
49. 3. 25 本日次の人事が発令された。  
庶務課会計係長阿部周三が労働基準局労災保険業務室企画係長に転出した。  
労働基準局労災管理課より (事) 岡宗康が庶務課会計係長に転入した。



昭和49年6月1日 印刷  
昭和49年6月5日 発行

発行所 川崎市木月住吉町2051  
労働省労働衛生研究所  
電話中原(044) 411 2185(代)

印刷所 神田印刷株式会社