

14 大 気 汚 染 の 測 定

荒 木 峻・加 藤 竜 夫*

大気汚染関係の研究報告は益々多くなりつつある。欧州では従来から引続き煤煙問題に重点がおかれているが、米国では各種工場公害をはじめエンジン排気など広範囲にわたる研究が進められている。ソ連では許容量の問題が多く見られる。本邦では59年暮、大気汚染研究全国協議会の発足を見、各方面の努力の結集が企図せられ、また分析法をその第2小委員会が取上げるなどしてようやく独自の開発がなされようとしている。この期間において、大気汚染測定法の単行本もいくつか発行された^{1)~6)}。分析法に関する総説ではとくに機器による自動記録装置が記述され^{7)~9)}、またガスクロマトグラフィー(GC法)、比色分析法、スペクトル分析法の比較も見られた¹⁰⁾。その他大気汚染の論文集^{11)~14)}も企画された。

14.1 エアロゾル成分

エアロゾルの採取および測定についてはとくに欧州の文献に多く取上げられている。ここではごく一部の紹介に止める。各種フィルターの比較、効率に関する報告が多い^{15)~18)}。自動テープ採取器など開発されている¹⁹⁾。粒子の大きさと数の測定に対する光学的方法の改良が見られた²⁰⁾²¹⁾。その他紙上で光の透過、散乱の測定²²⁾、 β 線を用いる粒子の測定²³⁾²⁴⁾、溶液中の比濁法²⁵⁾などが報告された。

エアロゾル成分中金属の分析では、Pb はフィールドテストとしてテトラヒドロキノンによる点滴または比色分析が行われた^{26)~29)}。また Pb イオンのポーラログラフィーが示された³⁰⁾。4-エチル鉛は比濁法で分析された³¹⁾³²⁾。Be は発光スペクトルで測定された^{33)~35)}。EDTA による分光光度法³⁶⁾、Morin 試薬による蛍光分析^{37)~40)}が行なわれ妨害除去の操作が述べられた。

その他の金属では Cr は電圧滴定⁴¹⁾、比色⁴²⁾により、Ni および Ni(CO)₄ は比色により⁴³⁾、Mn は発光スペクトルで⁴⁴⁾測定された。Fe、Al に ring-oven 操作を用いる点滴分析が示された⁴⁵⁾。Tl はポーラログラフィー⁴⁶⁾、比色⁴⁷⁾、エレクトロクロマトグラフィー⁴⁸⁾による分析法が示された。Sb と As が同時定量され⁴⁹⁾、Zr⁵⁰⁾、Se⁵¹⁾が測定された。Fe、Ni、Pb

のペーパークロマトによる分析⁵²⁾、金属、有機物に対する比色法⁵³⁾が述べられた。無機化合物では石膏⁵⁴⁾、硫酸⁵⁵⁾、炭酸⁵⁶⁾、フッ化物⁵⁷⁾、塩化物⁵⁸⁾⁵⁹⁾が測定された。有機化合物としては、epichlorohydrin, bis-(hydroxyphenyl)-propane⁶⁰⁾、rhodaniline⁶¹⁾、aminazine⁶²⁾、urotropine⁶³⁾などが比色によって測定された。フェノール類の点滴分析⁶⁴⁾、分析法の比較⁶⁵⁾、芳香族炭化水素とフェノールに対する Isatine 試験⁶⁶⁾が述べられた。有機酸類のペーパークロマト⁶⁷⁾、芳香族炭化水素のペーパークロマトと蛍光分析⁶⁸⁾が示された。自動車排気物⁶⁹⁾、カルボン酸とアルデヒド⁷⁰⁾の赤外分析、エアロゾルの揮発性成分に対する GC 法の適用⁷¹⁾が示された。油類⁷²⁾、蛋白質類⁷³⁾の分析が報告された。その他刺激物測定に細菌に対する効果が試験され⁷⁴⁾、また雪、雨などの試料を取扱った例がいくつかある⁷⁵⁾⁷⁶⁾。発ガン性物質の注目にともない、都市空気、煙草、エンジン排気などについてベンズピレン類の報告が数多い^{77)~86)}。いずれもカラム、ペーパークロマトと蛍光分光あるいは紫外吸収が用いられており、pyrene, Bz-pyrene, fluorene, Bz-fluorene, coronene, tertacen, Bz-tertacen, pentaphene, perylene, anthanthrene, chrysene, fluoranthene, Bz-fluoranthene, Bz-anthracene などが分析された。またこれら多環化合物に対する GC 法が報告された⁸⁷⁾。シクロペンタジェン CH₂ 結合の示す呈色反応の多環化合物分析への適用が述べられた⁸⁸⁾。

14.2 ガスおよび蒸気

大気中ガスの採取法に関する研究としては、CS₂ とニトロフェノールを用い液体 N₂ 冷却分離の効率がしらべられた⁸⁹⁾。NH₃、SO₂、Cl₂ についてそれぞれの吸収液による捕集率が分光光度分析で検討された⁹⁰⁾。SO₂、NO₂、炭化水素について採取保存の際の減量が問題にされた⁹¹⁾。sthylene oxide と chlorobenzene を用い吸収反応過程における捕集効率が報告された⁹²⁾。

無機ガスの分析：CO₂ では fuchsine-hydrazine hydrate を用いる検知管⁹³⁾、フェノールフタレンの脱色時間測定による迅速分析⁹⁴⁾が示された。Sr(OH)₂ 溶

* 東京都立大学工学部工業化学教室 (世田谷区深沢町 1-950)

液に吸収させ電導度を測定する方法が検討された⁹⁵。CO は迅速、自動分析法が報告されている^{96,97}。NBS 検知管に対する N-酸化物の影響⁹⁸、また I₂O₅ と SO₃ を用いる検知管⁹⁹が示された。As₂O₃ と AuCl₂ による試験紙の発色時間で求める簡易法が報告された¹⁰⁰。赤外線ガスアナライザーによって ppm 濃度で CO および炭化水素類の連続記録が行なわれた¹⁰¹。GC 法による 30 ppm の CO, CO₂ の同時定量が示された¹⁰²。S-化合物 各 S-酸化物, H₂S の分析法が総説された¹⁰³。SO₂ の測定法として Na-tetrachloromercurate 法の自動測定装置, Thomas 自動測定装置, PbO₂ 法について平行試験による比較が行なわれた。自動測定装置は実用的で精度、感度は高く、毎時 36 試料を扱い 120 l 試料量で 6 ppb の SO₂ を検知した¹⁰⁴。メチレン青による比色法がフクシン法より感度が高いことが報告された¹⁰⁵。ヨ-素滴定の改良¹⁰⁶、試験紙の光電池による測定装置¹⁰⁷、PbO₂ 法の使用上の問題点¹⁰⁸が述べられた。SO₂ の各種の検知剤が探索され I₂-tetra-Me-diaminodiphenylmethane が適当とされ¹⁰⁹、フィールドテストとしてニトロプルシド紙の赤色が用いられ¹¹⁰。Schiff 試薬の応用が述べられた¹¹¹。植物試料中の硫酸塩その他の測定¹¹²により汚染を評価する方法が検討された。大気中の SO₂ と SO₃ をおのおの分析する目的で硫酸イオンを Ba-chloranilate で比色する方法が¹¹³、またさらに鋭敏なモリブデン酸バリウムによる比色法が¹¹⁴与えられた。SO₂, SO₃ 混合物中の SO₃ 測定に Reich 法が拡張され¹¹⁵、また多量の SO₂ 中の SO₃ 測定が¹¹⁶述べられた。煙道がス中の SO₃ の試料採取法¹¹⁷および分析法¹¹⁸が示された。H₂S については PbC₂O₄ を用いる滴定法の適用上の妨害について¹¹⁹、また水銀滴定による微量分析¹²⁰が示された。大気中メルカプタンに対し N,N-di-Me-p-phenylenediamine と Reissner 試薬による発色の分光光度法が報告された。H₂S, SO₂, NO₂ は妨害しない¹²¹。H₂S と CH₃SH の混合試料の分析¹²²、その他微量 S に対する光学比濁滴定の適用が述べられた¹²³。ビスコース工場での大気中 CS₂ およびキサントゲン酸の光電比色分析が行なわれた¹²⁴。CS₂ の di-ethylamine 硫酸銅法が述べられた¹²⁵。パルプ工場での SO₂ の Na-tetrachloromercurate 呈色, H₂S を Zn(OAc)₂ で捕捉し p-aminodimethylaniline 呈色による測定¹²⁶、また S-化合物を -78.5°C シリカゲルで捕捉し GC 法による分析が行なわれた¹²⁷。

N-化合物 NO₂ の記録に N-(1-naphthyl)-ethylenediamine の呈色が利用された¹²⁸。NO₂ と NO の分析法の比較がなされた¹²⁹。NO+NO₂ の検知

管¹³⁰、亜硝酸塩と硝酸塩の比色分析¹³¹が示された。エンジン排気中の NO₂ と CO が比色法により測定された¹³²。工場排気の NO, NO₂, SO₂ に対する赤外線ガスアナライザーによる連続記録が示された¹³³。また NO₂ の採取上の問題が述べられた¹³⁴。O₃ 中性, アルカリ KI 法が 0.01~30 ppm の範囲で検討された¹³⁵。KI に対する O₃ と酸化性物質の反応性が示され¹³⁶、スモッグ研究に関連し、O₃ を NO と反応させ NO₂ として他の過酸化物と区別する定量法が提案された¹³⁷。螢光物質を用いる検知管¹³⁸、試験紙¹³⁹、インゴの退色を見る検知管が作られた¹⁴⁰。新しい比色法として N-phenyl-2-naphthylamine の非水溶液の呈色が用いられた。N-酸化物など妨害しない¹⁴¹。触媒分解熱をブリッジに組んだサーミスターで測定する撰択性のすぐれたポータブルオゾン分析計が作られた¹⁴²。その他ゴム老化を利用するオゾノメーターについて報告された¹⁴³。Cl₂ 工場による大気中塩素は As₂O₃ を含む KI の発色までの試料通過量で測定された¹⁴⁴。choline iodide 試験紙が提唱された¹⁴⁵。F-化合物の分析法について総説された¹⁴⁶。大気中微量 F₂ に Ti-chromotropic acid による比色法が報告された¹⁴⁷。最近のフッ化物の測定には ppb まで自動連続積算記録機器が開発されている。Zr-eriochrome cyanine R 試薬溶液による比色連続記録装置^{148,149}、8-quinolinol Mg 塩紙テープを用いる紫外線螢光の比較連続記録装置¹⁵⁰が示された。工場排気に対しては Fe ferron 錯化合物の色変化による記録計が¹⁵¹、またポータブル連続分析計として酢酸中の Al 電極面のフッ化物による電導性の差を利用した装置¹⁵²が示された。ガス状とエアロゾル状のフッ化物を分離定量するための採取法とそれぞれに適した分析法が検討された¹⁵³。その他の無機化合物 ホスゲンの迅速フィールドテストとして 4-p-nitrobenzylpyridine と N-benzylaniline の沱紙呈色法が検討された¹⁵⁴。トリプルホスフィンドライアイス冷却管に捕集し分光光度計で測定された¹⁵⁵。NH₃ についてフェノールと NaOCl による比色法が示された¹⁵⁶。空気中 B-化合物は 700°C の Ni 管を通し B₂O₃ として比色¹⁵⁷、borane は活性炭で捕捉蒸留して¹⁵⁸、またクーロン滴定で¹⁵⁹測定された。Hg 蒸気は AuBr₂ と HgBr₂ を用いる検知管で 0.1 μ Hg/l の測定が示された¹⁶⁰。その他発色試薬を浸した沱紙テープに対する反射光を光電管で受ける方式により、ppm 程度の H₂S, HCN, COCl₂, Cl₂, SO₂ の自動測定装置が示された¹⁶¹。水滴につけた電極を電導セルとして、これに蒸気、エアロゾル試料を通じて SO₂ その他の測定¹⁶²、また顕微

鏡的親水性膜の電導度の変化による AcOH , NH_3 , H_2 , Cl_2 , CO , C_2H_2 の測定¹⁶³が試験された。後者では 0.7 ppm Cl で 83 mV ポテンシアル変化があるという。Al, Fe, Pb, Cu, Ag のガラス蒸着面の透過光あるいは抵抗変化を利用する方法も述べられた¹⁶⁴。HF, HCl, NO_2 , NH_3 , $\text{Ni}(\text{CO})_4$, PbEt_4 などをガス反応によって粒子に変えイオン化分析を用いる方法¹⁶⁵、また平衡イオン化室を用い HCl, HF, SO_2 , CCl_4 の分析¹⁶⁶ が ppb 濃度で行なわれた。その他 quinol 中にとち込められた ^{85}Kr の脱離を応用する O_3 10^{-3} ppm , SO_2 10^{-2} ppm の測定法が示された¹⁶⁷。

有機化合物：低級炭化水素では、 $1\sim 6000 \text{ ppm}$ の空气中 CH_4 を GC 法で測定する方法が報告された¹⁶⁸。 C_2H_2 は CuCl_2 溶液を通し $\text{Cu-C}_2\text{H}_2$ として分離し Cu をピリジンと KSCN による緑色で比色した¹⁶⁹。また -78°C シリカゲルに吸着させ室温で $\text{Cu-C}_2\text{H}_2$ の呈色を比較し $1 \text{ ppb}\sim 10 \text{ ppm}$ が測定された¹⁷⁰。エチレン、プロピレンなどのオレフィン、金属オレフィンとして分光分析が行なわれ¹⁷¹、その他硫酸試薬¹⁷²、diolefine の比色¹⁷³が示された。赤外分析では 10 m の光路を用いる ppm の低級炭化水素の分析が述べられた¹⁷⁴。炭化水素の全量を求めるのに触媒酸化を行ない赤外線ガスアナライザーが使用された¹⁷⁵。自動車エンジン¹⁷⁶、焼却炉¹⁷⁷、ボイラー¹⁷⁸などの排気中の炭化水素類は GC 法により測定された。GC 法と赤外分析の組み合わせが示された¹⁷⁹。水素炎検出器を用い全量の連続測定および直接試料導入で 1 ppb の GC 法による分析が報告された¹⁸⁰。またイオンゲージ検出 GC 使用に際し試料濃縮法、乾燥剤効率が報告された¹⁸¹。その他全量測定への GC の適用が示された¹⁸²。自動車排気には質量分析法が適用された¹⁸³。燃焼生成物による汚染に関連して大気中あるいは汚染源のアルデヒドの分析もいろいろ行なわれている。検知管または点滴反応などに 2-hydrozinobenzothiazol と $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ による深青色¹⁸⁴、*p*-phenylenediamine と H_2O_2 の呈色¹⁸⁵、2-naphthol-sulfonic acid による黄色¹⁸⁶ が利用された。冷水中に捕集し chromotropic acid の発色を比較して HCOH と CH_3OH が測定された¹⁸⁷。分別昇華法がアルデヒド類の xanthene 誘導体に適用された¹⁸⁸。その他カルボン酸、アルデヒドが赤外で分析された¹⁸⁹。**溶剤および各種有機薬品蒸気**は主として工場環境の空気について問題が起っている。アセトンの $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ による比色¹⁹⁰、種々のケトンの比色¹⁹¹、醋酸エステルの NH_2OH と FeCl_3 による比色¹⁹²が示された。トリクロロエチレンは KMnO_4 とリン酸のシリカゲル管で遊離した Cl_2

を *o*-toluidine HCl 検知管で測定され¹⁹³、またシリカゲルで捕集したものに Bergmann & Sanik 法と Seto & Schultze 法が試みられた¹⁹⁴。エチレンオキサイドは HCHO 迄酸化し Schiff 試薬で¹⁹⁵、ブチルアミンは ninhydrin による比色で 0.1 ppm まで¹⁹⁶、ニトロパラフィン *p*-diazobenzene sulfonic acid による分光分析で¹⁹⁷、メチルプロマイドは反応管で Br を遊離し *o*-toluidine の呈色で¹⁹⁸ 測定された。芳香族化合物では、ベンゼンまたはトルエン、キシレンの混合物はニトロ化したものについて比色した¹⁹⁹~²⁰¹。捕捉にシリカゲルの使用も行なわれた。ナフタレンの比色法²⁰²、フェノールの *p*-dimethylaminobenzaldehyde の検知管²⁰³、ニトロベンゼンの *p*-aminophenol としての比色²⁰⁴が示された。またスチレンに対するポーラログラフィー²⁰⁵、スチレンとトルエンの比色²⁰⁶が報告された。アニリンはニトロプルシド試験紙法²⁰⁷、*p*-dimethylaminobenzaldehyde 試験紙の黄色呈色測定²⁰⁸が行なわれた。ベンチジン²⁰⁹と tolylene diisocyanate²¹⁰ に対する分光光度法が検討された。殺虫剤 chlordan の大気からの採取および分析法が示された²¹¹。その他炭化水素溶剤蒸気を触媒燃焼し CO_2 の赤外分析計を用いる測定²¹²、トリクロロエチレンなどの溶剤蒸気に対する迅速測定装置²¹³が記述された。溶剤蒸気に対する GC 法の適用が報告され²¹⁴~²¹⁵、またこのため試料をキシレン中に濃縮する方法が示された²¹⁶。**臭気**の測定は汚染除去の問題に関連して行なわれているが、いずれも ASTM の知覚限界稀釈法に基づいた方法あるいは装置が考案されている²¹⁷~²¹⁸。とくに対象に適した数種の稀釈方法について報告された²¹⁹。

文 献

- 1) M. V. Alekseeva: "Opređenje atmosferykh zagryazhenii" (大気汚染成分の決定法), ('59), (Gosudrst. Izdatel. Med. Lit., Moscow);
- 2) J. C. Gage, N. Strafford, R. Truhaut: "Methods for the Determination of Toxic Substances in Air", ('59), (Butterworths Scientific Publications, London);
- 3) M. B. Jacobs: "The Chemical Analysis of Air Pollutants", ('60), (Interscience Pubs., New York);
- 4) M. S. Bykhoskaya, S. L. Ginsburg, O. D. Khalizova: "Methody opredeleniya vrednykh veshchestv v vozdukh i drugikh sredakh" (空気その他の有害物決定法), ('60), (Gosudarst. Izdatel. Med. Lit., Moscow);
- 5) Am. Soc. Testing Materials, Philadelphia, Pa.: ASTM Committee D-22, ('59);
- 6) Central Scientific Co.: "Air Pollution Field Test Apparatus", Booklet 313, ('60);
- 7) P. M. Giever, W. A. Cook: A. M. A. Arch. Ind. Health, 21, 223 ('60);
- 8) J. B. Gisclard: A. M. A. Arch. Ind. Health, 21, 250 ('60);
- 9) Am. Soc. Testing Materials, Philadelphia, Pa.: ASTM Spec. Tech. Publ. No. 250, ('59);
- 10) L. H. Rogers: Am. Soc. Testing Materials Spec., Tech. Publ. No. 250, 42 ('59).
- 11) K. Kay: Anal. Chem., 31, 633 ('59);
- 12) A. J. Haagen-Smit: Advances in Geophys., 8, 1 ('59);
- 13)

- W. L. Faith: *Ind. Eng. Chem.*, **52**, 967 ('60); 14) American Industrial Hygiene Assoc.: "Air Pollution Manual I. Evaluation", ('60); 15) Květoslav Spurny: *Chem. listy.*, **54**, 974 ('60); 16) M. Katz, H. P. Sanderson: *Am. Soc. Testing Materials, Spec. Tech. Publ. No. 250*, 29 ('59); 17) W. E. Ranz, E. J. Katz: *J. Air Pollution Control Assoc.*, **8**, 328 ('59); 18) S. Badzioch: *Brit. J. Appl. Phys.*, **10**, 26 ('59); 19) J. S. Nader: *J. Air Pollution Control Assoc.*, **9**, 59 ('59); 20) A. Goetz, H. J. R. Stevenson, O. Preining: *J. Air Pollution Control Assoc.*, **10**, 378 ('60).
- 21) A. D. Hosey, H. H. Jones, H. E. Ayer: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **6**, 491 ('60); 22) C. E. Schumann, C. W. Gruber: *J. Air Pollution Control Assoc.*, **10**, 436 ('60); 23) D. Conner, W. H. Hardwick, B. J. Laundry: *Appl. Chem.*, **9**, 525 ('59); 24) J. S. Nader, D. R. Allen: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **21**, 300 ('60); 25) M. I. Poletaev: *Gigiena i Sanit.*, **25**, No. 1, 61 ('60); 26) B. J. Tufts: *Anal. Chem.*, **31**, 328 ('59); 27) E. A. Quino: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 134 ('59); 28) E. B. Dixon, P. Metson: *Analyst*, **84**, 46 ('59); *ibid.* **85**, 122 ('60); 29) B. T. Tufts: *Anal. Chem.*, **31**, 242 ('59); 30) H. Mayrhoen, P. P. Mader: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 283 ('60).
- 31) W. Duliński, Z. Köhling: *Gas, Woda i Tech. Sanit.*, **34**, 258 ('60); 32) V. A. Khrustaleva: *Gigiena i Sanit.*, **25**, No. 3, 57 ('60); 33) M. P. Brash: *Appl. Spectroscopy*, **14**, 43 ('60); 34) S. R. Watts, F. X. Walsh, V. M. Vought: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 500 ('59); 35) J. Cholak: *A. M. A. Arch. Ind. Health*, **19**, 205 ('59); 36) R. H. A. Crawley: *Anal. Chim. Acta*, **22**, 413 ('60); 37) J. Walkley: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 241 ('59); 38) T. M. Florence: *Anal. Chim. Acta*, **20**, 472 ('59); 39) C. W. Sill, C. P. Willis: *Anal. Chem.*, **31**, Pt. II, 598 ('59); 40) R. J. Powell, P. J. Phennab, J. E. Still: *Analyst*, **85**, 347 ('60).
- 41) N. P. Anashkina: *Gigiena Truda i Professional. Zabolevaniya*, **3**, No. 2, 45 ('59); 42) R. I. Radomysl'skaya: *Gigiena Trudy i Professional. Zabolevaniya*, **3**, No. 2, 43 ('59); 43) A. A. Belyakov: *Zavodskaya Lab.* **26**, 158 ('60); 44) J. Cholak, D. M. Hubbard: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **21**, 356 ('60); 45) P. W. West, H. Weisz, G. C. Gaeke, Jr., G. Lylas: *Anal. Chem.*, **32**, 943 ('60); 46) A. S. Landary: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **21**, 407 ('60); 47) E. E. Campbell, M. F. Milligan, J. A. Lindsey: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 23 ('59); 48) W. H. Hill, M. A. Murphy: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 387 ('59); 49) R. Kemka, I. Klucik: *Pracovní lékařství*, **12**, 74 ('60); 50) E. E. Campbell: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 281 ('59).
- 51) I. Fineman, K. Ljunggren, H. G. Forsberg, L. G. Erwall: *Intern. J. Appl. Radiation and Isotopes*, **5**, 280 ('59); 52) E. Jeney, S. Szendrey: *Egészségtudomány*, **3**, 59 ('59); 53) 福山富太郎, 山田美恵子, 木村秀子: *公衆衛生雑誌*, **8**, 243 ('59); 54) L. Sumi, A. Corkery, J. L. Monkman: *Natl. Sci.-Natl. Research Council Publ.*, No. 652, 69 ('59); 55) J. P. Lodge, Jr., J. Ferguson, B. R. Havlik: *Anal. Chem.*, **32**, 1206 ('60); 56) G. Stetter, H. Stekel: *Z. Aerosol-Forsch. u. Therap.*, **8**, 23 ('59); 57) R. Fabre, R. Truhaut, J. Bernuchon: *Compt. rend.*, **248**, 504 ('59); 58) P. W. West, H. Coll: *Natl. Acad. Sci.-Natl. Research Council, Publ.*, No. 652, 37 ('59); 59) T. Nash: *Analyst*, **85**, 515 ('60); 60) E. A. Peregud, B. S. Bokina: *Gigiena i Sanit.*, **25**, No. 4, 71 ('60).
- 61) V. A. Vinogradova: *Gigiena Truda i Professional. Zabolevaniya*, **4**, No. 6, 56 ('60); 62) L. I. Grebennik, P. S. Ugrymov: *Khim. i Med.*, **9**, 35 ('59); 63) Y. V. Bessonaya: *Gigiena i Sanit.*, **24**, No. 10, 79 ('59); 64) G. E. Inglett, J. P. Lodge: *Anal. Chem.*, **31**, 248 ('59); 65) R. G. Smith, J. D. MacEwen, R. C. Barrow: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 142 ('59); 66) E. Scwicki, T. W. Stanley, T. R. Hauser: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 253 ('60); 67) E. D. Barber, F. T. Fox, J. P. Lodge, L. M. Marshall: *J. Chromatog.*, **2**, 615 ('59); 68) J. F. Thomas, B. D. Tebbens, E. N. Sanborn, J. M. Cripps: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 210 ('60); 69) N. A. Rebzetti, G. J. Air Pollution Control Assoc., **8**, 293 ('59); 70) E. Sawicki, T. R. Hauser: *Anal. Chem.*, **31**, 523 ('59).
- 71) J. W. Jenkins, J. M. Amburgey: *Proc. Sci. Sect. Toilet Goods Assoc.*, No. 31, 19 ('59); 72) C. A. Parker, W. J. Barnes: *Analyst*, **85**, 3 ('60); 73) C. O. Thomas, B. B. Baker: *Anal. Chem.*, **31**, 1391 ('59); 74) A. Goetz, N. Tsuneishi: *Ind. Eng. Chem.*, **51**, 772 ('59); 75) N. Racoveanu, E. Zvincă-Selegean: *Igiena*, **8**, 39 ('59); 76) G. H. Neumann, S. Fonselius, L. Wahlman: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 132 ('59); 77) L. Mallet, M. Heros-Dekeirel: *Bull. acad. natl. med.*, (3) **143**, 295 ('59); 78) J. Kolšek, M. Perpar, M. Zitko: *Mikrochim. Acta*, **1959**, 299; 79) M. J. Lyons: *Brit. J. Cancer*, **13**, 126 ('59); 80) L. Dubois, A. Corkery, J. L. Monkman: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 236 ('60).
- 81) E. Swicki, T. R. Hauser, T. W. Stanley: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 253 ('60); 82) E. Sawicki, W. Elbert, T. W. Stanley, T. R. Hauser, F. T. Fox: *Anal. Chem.*, **32**, 810 ('60); *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **8**, 443 ('60); *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 273 ('60); 83) G. E. Moore, M. Katz: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 221 ('60); 84) H. L. Falk, P. Kotin, A. Miller: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 201 ('60); 85) E. Malý: *Pracovní lékařství*, **12**, 347 ('60); 86) D. Hoffmann, E. L. Wynder: *Anal. Chem.* **32**, 295 ('60); 87) N. Carugno, G. Giovannozzi-Sermanni: *Tabacco*, **83**, 258 ('59); 88) E. Sawicki, T. W. Stanley, J. Noe: *Anal. Chem.*, **32**, 816 ('60); 89) A. L. Linch, H. G. Charsha: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **4**, 325 ('60); 90) L. R. Robert, H. C. McKee: *J. Air Pollution Control Assoc.*, **9**, 51 ('59).
- 91) R. A. Baker, R. C. Doerr: *Intern. J. Air Pollution*, **2**, 142 ('59); 92) J. C. Gage: *Analyst*, **85**, 195 ('60); 93) M. T. Lukina, G. L. Borodina: *Gigiena i Sanit.*, **24**, No. 8, 80 ('59); 94) S. Sacchi, P. G. Poggi, A. R. Poggi: **35**, 493 ('59); 95) I. Holm-Jensen: *Anal. Chem.*, **23**, 13 ('60); 96) A. Hausman: *Arch. Belges méd. sociale, hyg., méd. travail et méd. légale*, **18**, 188 ('60); 97) R. Valentine, H. G. Glover: *U. S. 2,916,358*, Dec. 8, 1959; 98) H. E. Ayer, B. E. Saltzman: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **20**, 337 ('59); 99) R. Leers: *Ger. (East)* **16**, 885, May 11, 1959; 100) P. Paulin: *Bull. soc. chim. France*, 1959, 1845.
- 101) M. B. Jacobs, M. M. Braverman, S. Hochheiser: *J. Air Pollution Control Assoc.*, **9**, 110 ('59); 102) L. Coppens, J. Bricteux: *Inst. natl. ind. charbonnière, Bull. tech. Houille et dérivés*, No. 17, 524 ('59); 103) M. B. Jacobs: *Natl. Acad. Sci.-Natl. Research Council, Publ.*, No. 652, 24 ('59); 104) A. F. Welch, J. P. Terry: *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, **21**, No. 4, 316 ('60); 105) 加藤武: *日化*, **80**, 1254 ('59); 106) O. R. Torres: *Rev. colegio quim. Puerto Rico*, **18**, 29 ('59); 107) Central Electricity Generating Board, W. G. Cummings, M. W. Redfern: *Brit. 837,478*, June 15, 1960; 108) 寺部本次: *公衆衛生*, **23**, 729 ('59); 109) 小林義隆: *分化*, **9**, 229 ('60); 110) G. C. Hands: *Analyst*, **85**, 147 ('60).
- 111) R. V. Nauman, P. W. West, F. Tron, G. C. Gaeke, Jr.: *Anal. Chem.* **32**, 1307 ('60); 112) H. C. McKee, F. W. Bieberdorf: *J. Air Pollution Control Assoc.*, **10**, 222 ('60); 113) S. Kannou: *Intern. J. Air Pollution*, **1**, 231 ('59); 114) 菅野三郎: *分化*, **8**, 180 ('59); 115) E. P. Eichberg: *Inform. quim. anal.*, **5**, 135 ('59); 116) J. V. Kerrigan, Snajberk, Karel, E. S. Anderson: *Anal. Chem.*, **32**, 1168 ('60); 117) A. Grondona, G. P. Marcucci:

- Termotacnica, 14, 185 ('60); 118) D. Marsden, R. A. Mott: J. Inst. Fuel, 33, 267 ('60); 119) E. Kasper: Chem. Tech., 11, 616 ('59); 120) E. Hoffmann: Z. anal. Chem., 189, 258 ('59).
- 121) H. Moore, H. L. Helweg, R. J. Graul: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 21, 446 ('60); 122) M. Wrouski: Analyst, 85, 526 ('60); 123) H. Zimmermann: Angew. Chem., 71, 336 ('59); 124) D. N. Finkel'shtein: Gigiena i Sanit., 24, No. 2, 87 ('59); 125) 大草寛: 労働科学, 38, 524 ('59); 126) E. R. Hendrickson: Tappi, 42, No. 5, 173A ('59); 127) D. F. Adams, R. K. Koppe, D. M. Jungroth: Tappi, 43, 602 ('60); 128) B. E. Saltzman: Anal. Chem., 32, 135 ('60); 129) W. E. Gill: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 21, 87 ('60); 130) L. A. Mokhov, Y. F. Udalov, V. S. Khalturin: Zhur. Priklad. Khim., 32, 452 ('59).
- 131) J. L. Lambert, Zitomer, Fred: Anal. Chem., 32, 1684 ('60); 132) H. F. V. Wall, R. L. Smith: Can. Mining J., 80, No. 8, 76 ('59); 133) A. J. Haagen-Smit, V. D. Taylor, M. F. Brunell: Ind. Eng. Chem., 51, 772 ('59); Intern. J. Air Pollution, 2, 159 ('59); 134) M. V. Alekseeva: Gigiena i Sanit., 25, No. 6, 50 ('60); 135) D. H. Byers, B. E. Saltzman: Advances Chem. Ser., 21, 93 ('59); 136) A. P. Altschuller, C. M. Schwab, M. Bare: Anal. Chem., 31, 1987 ('59); 137) B. E. Saltzman, N. Gilbert: Anal. Chem., 31, 1914 ('59); Am. Ind. Hyg. J., 20, 379 ('59); 138) E. A. Peregud, E. M. Stepanenko: Zhur. Anal. Khim., 15, 96 ('60); 139) A. J. Bernanose, M. G. Rene: Advances Chem. Ser., 21, 7 ('59); 140) L. A. Mokhov, V. P. Dzedzichuk: Zavodskaya Lab., 25, 1304 ('59).
- 141) A. D. Delman, A. E. Ruff, B. B. Simms, A. R. Allison: Advances Chem. Ser., 21, 119 ('59); 142) F. J. Olmer: Advances Chem. Ser., 21, 87 ('59); U. S. 2,899, 281, Aug. 11, 1959; 143) J. H. Horwood: J. Air Pollution Control Assoc., 9, 42 ('59); 144) I. Popa, L. Armăşescu: Formacia, 7, 499 ('59); 145) E. P. Bykov, A. K. Pankov, A. P. Khlustova, M. N. Stepochkina: U. S. S. R. 127,070, Mar. 10, 1960; 146) J. Cholak: J. Occupational Med., 1, 648 ('59); 147) K. P. Panin: Gigiena i Sanit., 24, No. 9, 70 ('59); 148) D. F. Adams, R. K. Koppe: Anal. Chem., 31, 1249 ('59); 149) D. F. Adams, R. K. Koppe, H. J. Dana: J. Air Pollution Control Assoc., 9, 160 ('59); 150) M. D. Thomas, G. A. S. John, S. W. Chaikin: Am. Soc. Testing Materials, Spec. Tech. Publ., No. 250, 49 ('59).
- 151) D. F. Adams: Anal. Chem., 32, 1312 ('60); 152) O. H. Howard, C. W. Weber: A. M. A. Arch. Ind. Health, 19, 355 ('59); 153) M. R. Pack, A. C. Hill, M. D. Thomas, L. G. Transtrum: Am. Soc. Testing Materials, Spec. Tech. Publ., No. 281, 27 ('59); 154) B. E. Dixon, D. C. Hands: Analyst, 84, 463 ('59); 155) N. B. Bolton, J. B. Johnson, W. H. McDermott, V. T. Stack, Jr.: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 20, 32 ('59); 156) M. I. Poletaev, N. A. Andreeva: Gigiena i Sanit., 24, No. 6, 73 ('59); 157) G. R. Fristrom, L. Bennett, W. G. Berl: Anal. Chem., 31, 1696 ('59); 158) W. H. Hill, J. M. Merrill: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 21, No. 1, 15 ('59); 159) R. S. Braman, D. D. DeFord, T. N. Gohnston, L. J. Kuhns: Anal. Chem., 31, 1258 ('59); 160) O. H. Dräger: Brit. 811,408, Apr. 2, 1959.
- 161) A. M. Kinnear: Chem. & Ind., 1959, 361; 162) A. Bertoni: Chim. anal., 41, 351 ('59); 163) B. Kamieński: Electrochim. Acta, 1, 278 ('59); Compt. rend., 250, 126 ('60); 164) J. P. Lodge, Jr., B. R. Havlik: Intern. J. Air Pollution, 3, 249 ('60); 165) J. P. Strange, K. E. Ball, D. O. Barnes: J. Air Pollution Control Assoc., 10, 423 ('60); 166) L. E. Maley: Nucleonics, 18, No. 3, 126 ('60); 167) Anone: U. S. Atomic Energy Comm. AECU-4493, 41pp ('59); 168) D. M. G. Lawrey, C. C. Cerato: Anal. Chem., 31, 1011 ('59); 169) I. Popa, L. Armăşescu: Farmacia, 7, 443 ('59); 170) E. E. Hughes, R. Gordon, Jr.: Anal. Chem., 31, 94 ('59).
- 171) P. Urone: Anal. Chem., 31, 1768 ('59); 172) A. P. Altschuller, S. F. Sleva, A. F. Wartburg: Anal. Chem., 32, 946 ('60); 173) A. P. Altschuller, I. R. Cohen: Anal. Chem., 31, 628 ('59); 174) M. Feldstein, J. D. Coons, H. C. Johnson, J. E. Yocon: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 20, 374 ('59); 175) E. J. Rosenbaum, R. W. Adams, H. H. King, Jr.: Anal. Chem., 31, 1006 ('59); 176) K. J. Hughes, R. W. Hurn: J. Air Pollution Control Assoc., 10, 367 ('60); 177) W. N. Tuttle, M. Feldstein: J. Air Pollution Control Assoc., 10, 427 ('60); 178) A. A. Adeevz: Teploenergetika, 6, No. 8, 16 ('59); 179) W. B. Heaton, J. R. Wentworth: Anal. Chem., 31, 349 ('59); 180) A. J. Andreatch, R. Feinland: Anal. Chem., 32, 1021 ('60).
- 181) P. S. Farrington, R. L. Pecsok, R. L. Meeker, T. J. Olson: Anal. Chem., 31, 1512 ('59); 182) P. W. West, B. Sen, B. R. Sant: Anal. Chem., 31, 399 ('59); 183) D. M. Coulson: Anal. Chem., 31, 906 ('59); 184) E. Sawicki, T. R. Hauser: Anal. Chem., 32, 1434 ('60); 185) E. E. Hughes, S. G. Lias: Anal. Chem., 32, 707 ('60); 186) K. Grosskopf: U. S. 2,908,555, Oct. 13, 1959; 186) M. Feldstein: Am. Soc. Testing Materials, Spc. Tech. Publ., No. 281, 23 ('59); 188) J. F. Thomas, E. N. Sanborn, M. Mukai, B. D. Tebbens: Ind. Eng. Chem., 51, 774 ('59); 189) J. May: Staub, 18, 387 ('59); 190) V. N. Petrov, M. A. Buzhenko, A. A. Korobtsov: Izvest. Vysshikh Ucheb. Zavedenii, Khim. i Khim. Tekhnol., 2, No. 3, 394 ('59).
- 191) E. Sawicki, T. W. Stanley: Anal. Chem., 31, 122 ('59); 192) V. šedivec: Pracovní lékařství, 11, 245 ('59); 193) J. C. Gage: Analyst, 84, 509 ('59); 194) E. E. Campbell, M. F. Milligan, H. M. Miller: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 20, 138 ('59); 195) E. S. Gronberg: Khim. Prom., 1960, No. 2, 162; 196) A. Miller, D. W. Fassett: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 6, 471 ('60); 197) I. R. Cohen, A. P. Altschuller: Anal. Chem., 31, 1638 ('59); 198) H. K. Heseltine: Pest Technol., 1, No. 10-11, 253 ('59); 199) R. Vlasák: Pracovní lékařství, 11, 418 ('59); 200) E. G. Kachmar: Gigiena i Sanit., 25, No. 5, 58 ('60).
- 201) E. S. Gronberg: Zavodskaya Lab., 28, 156 ('60); 202) L. M. Bramson: Gigiena Truda i Professional, Zabolevaniya, 4, No. 6, 50 ('60); 203) I. P. Vasil'eva: U. S. S. R. 131,961, Sept. 20, 1960; 204) C. L. Chen: Hua Hsueh Shih Chieh, 1959, (539); 205) V. Šedivec, J. Flek: Pracovní lékařství, 12, 418 ('60); 206) A. J. Blake, B. A. Rose: Analyst, 85, 442 ('60); 207) V. G. Belikov: Gigiena Truda i Professional, Zabolevaniya, 3, No. 5, 53 ('59); 208) E. V. Gernet, A. A. Russkikh: Zavodskaya Lab., 28, 58 ('60); 209) V. Kratochvíl, J. Langner, R. Vlasák: Chem. průmysl, 9, 402 ('59); 210) H. T. Walworth, W. E. Virchow: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 20, 205 ('59).
- 211) M. A. Malina, J. M. Kearny, P. B. Polen: J. Agr. Food Chem., 7, 30 ('59); 212) R. Goldstein, J. Gliksman, J. H. Elliott: J. Air Pollution Control Assoc., 10, 45 ('59); 213) S. Kündig: Chimia, 13, 84 ('59); 214) B. Levdie: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 21, No. 4, 322 ('60); 215) R. H. Mansur, R. F. Pero, L. A. Krause: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 20, 175 ('59); 216) B. Levadie, J. F. Harwood: Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 21, No. 1, 20 ('60); 217) B. K. Tremaine: Air Eng., 1, No. 7, 28, 52 ('60); 218) N. A. Huey, L. C. Broering, G. A. Jutze, C. W. Gruber: J. Air Pollution Control Assoc., 10, 441 ('60); 219) C. W. Gruber, G. A. Jutze, N. A. Huey: J. Air Pollution Control Assoc., 10, 327 ('60).