短 報

オイルミストの個人暴露量測定法の検討

A Portable Sampler for Oil
Mist in Machine Workshops

Key words: oil mist; sampler; oil meter; cutting fluid; IR absorption

これまでに著者らは、機械油が使用される過程での変異原性獲得¹⁾ならびにそのモニタリング²⁾について報告してきた。一方、機械油を使用する作業者の、オイルミストによる健康影響を知るためには、個人暴露量の測定が必要である。ことに、今日の作業現場での使用量が増加している、水溶性の切削研磨剤に应用できる測定方法の開発が期待されている。そこで本研究では、個人サンプラーにより捕集した環境空気中のオイルミストの測定方法を検討したので報告する。

材料と方法

ミストの捕集：水溶性切削研磨剤 (W2-1) を使用して運転中 (1,700 rpm, 5 μ m ビッチ) の平面研削盤の側にポータブルサンプラー (以下 PS; 2台) を、対照として従来法のローボリウムサンプラー (以下 LS; 5台) を設置した。実験は3時間採気による捕集を4回行った。PS ではステンレス (以下 SS) 板, LS ではガラス繊維濾紙 (ミリポア製) 上にオイルミストを捕集した。なお, PS では、安藤と田村³⁾が報告した可搬型 SPM サンプラーのヘッド (柴田科学器械工業 KK 製, PS-46N 型) を使用し、ミニポンプ (柴田科学器械工業 KK 製, MP-30C 型) で2段階に分級捕集した。研削盤とサンプラーの位置関係を (Fig.1) に示す。採気は、実験1, 2では PS: 2.5 l/min; 実験3, 4では PS: 3.0 l/min であり, LS ではすべて 25 l/min とした。

分析方法：①機械油の赤外分光分析；機械油の原液を NaCl 板による液膜法で行った。(機器：日本分光製 A-102 型)。②捕集後の油分定量：濾紙は採気前後での重量差を測定した後, SS 板はそのまま 20 ml の CCl₄ で超音波振盪抽出し、使用されていた研磨剤の原液および市販のB重油の希釈液 (50 ppm) を標準液として、油分濃度計 (柳本製 OIL-102 型) で油分として測定し、採気量から気中濃度を算出した。

結果と考察

①油分濃度計の使用について；(Fig.2) に今回の実験で使用した水溶性切削研磨剤 (A: W2-1), 他種の水溶性切削研磨剤 (B: W1-1) と非水溶性の機械油 (C) の、赤

Fig.1. Position of samplers in measurement of oil mists. Values indicate measured levels of oil mists in the air and correspond to experiments 1 to 4 from top to bottom. unit: μ g equivalent to B crude oil/m³.

Fig.2. Typical IR spectral patterns of machine oils. A: soluble type (W2-1, JIS); used for sampling tests, B: emulsion type (W1-1, JIS), C: water insoluble type.

外分光光度計による分析例結果を示す。多くの機械油に共通する成分としての (C-H) に由来する、3,000 cm⁻¹ 付近の収縮振動が認められた。このことは、波長 3.5 μ m 付近 (振動数 3,000 cm⁻¹ 付近) の赤外線吸収を特異的に検出し測定する、油分濃度計の使用が可能であることを示している。また油分濃度計は、20 ml の抽出液中の油分濃度で 1 mg/l 程度まで測定できるので、採気量の少ない PS であっても、油分の絶対量として 0.05 mg 以上が捕集されていれば適用できる。さらに、油分

Table 1. Levels of oil mists measured by portable and low volume samplers in the air.

Experiments	Samplers						weight CCl ₄	flow rate of machine oils
	P S a		P S b		L S 1-5 (H±SD)			
	upper stage	lower stage	upper stage	lower stage	extractable			
1	71	144	288	156			5.4L/min	
SUM	215		440		108±23	475±160		
2	372	192	516	264			5.4	
SUM	564		780		109±24	519±159		
3	41	89	100	63			3.0	
SUM	130		163		53±28	208±29		
4	59	63	96	44			3.0	
SUM	122		130		72±27	300±62		

unit: g/g. PSa and PSb: measured with oil meter. LS: measured with balance.

unit: μg/m³. PSa and PSb: measured with oil meter. LS: measured with balance.

濃度計は環境水質検査に汎用されている機器であり、多方面での測定に有利と思われる。測定結果を使用中の機械油に換算する必要があるれば、CCl₄ で一定量の機械油を希釈（不水溶性）あるいは抽出（水溶性）した後に油分量として測定し、油分含有率を求めて換算する方法が可能である。しかし、溶媒に CCl₄ を使用するが、CCl₄ は毒性が強く、その取扱いは充分注意することが必要である。

② LS で求めた油分量の率（CCl₄ 可溶部分/重量）は 22.1±6.2% (N=20, 8.1~32.1%) であり、この実験で捕集された水溶性切削剤のミスト中の油分割合は低かった。次に PS および LS での測定値をおのの (Fig.1) および (Table 1) に示す。PS で測定された油分の気中濃度は、LS による従来法での値とほぼ同じかやや高めであった。

③ PS と LS による測定値間の相関；PSa については LS2, PSb については LS1 を除くおのの 4 点での LS による測定値の平均値を求め代表値とし、4 回の実験（8 測定値の間）での相関を調べた。結果は、重量濃度幾何平均値 ($r=0.888$) > 重量濃度単純平均値 ($r=0.877$) > CCl₄ 可溶部分重量 ($r=0.789$) > CCl₄ 可溶部分の油分濃度 ($r=0.415$) となった。

④ SS 板への捕集について；カスケードインパクト型の捕集で、オイルミストを直接 SS 板に捕集・回収した報告はこれまでに見あたらないが、濾紙からの抽出より簡便であり今後実用性を検討したい。

⑤ 捕集されたミストの粒度について；PS で 2 段階（上段は 10 μm 以上、下段は 2~10 μm）に捕集された油分の割合は、2~10 μm が 45.1±15.3% (N=8, 31.5~68.6%) であった。なお本研究では Andersen サンプラーでも同時測定しており、粒径の分布についても検討しているので別途報告する予定である。

以上述べたように、今回報告した測定法は CCl₄ 可溶の油分であり、水溶性部分については測定対象に含まれない。水溶性の切削研磨剤の中には使用過程で変異原性を生ずる可能性があるもので、水溶性の分画については、別に毒性面でのモニタリングを併用することが現実的な作業環境管理には必要と思われる。また、捕集された成分についての、変異原性を含む毒性面での検討も今後の課題と思われる。

まとめ

SPM サンプラーのヘッドを応用して、ステンレス板に直接オイルミストを捕集し以下の結果を得た。すなわち、

1. 油分濃度計で油分量として気中濃度を算出すると、従来法の 10 分の 1 の採気量であっても測定可能であり、従来法の平均重量濃度とよい相関が認められた。
2. 採気中の流量の変動はなかった。これらの結果をもとに今後現場での適用を考えている。

本研究の遂行に当たり、岡山大学工学部大崎絃一教授ならびに工作センター職員の方々のご助力に感謝します。〔また、赤外分光分析に際し、岡山大学薬学部尾堂順一助教授ならびに教育学部桑田弘教授のご助力に感謝します。本研究の一部は文部省科学研究費 No. 61570274 による。〕

文 献

- 1) 吉良尚平, 早津彦哉, 野上祐作, ほか. Mutagenicity in Machine Oils (機械油中の変異原性). Jpn J Ind Health (産業医学) 1987; 29: 296-297.
- 2) Kira S, Hayatsu H, Nogami Y, et al. Monitoring of mutagenicity in cutting fluids during their recycled use. Ind Health 1989; 27: 17-21.
- 3) 安藤 満, 田村憲治. 交差点付近および家屋内外における浮遊粒子状物質 (SPM) の研究—可搬型 SPM サンプラーによる調査成績—. 日衛誌 1987; 42: 939-946.

吉良尚平*, 野上祐作**, 早津彦哉***, 緒方正名*

* 岡山大学医学部公衆衛生学教室

** 岡山理科大学理学部生物化学科

*** 岡山大学薬学部薬品化学科

Shohei KIRA, Yusaku NOGAMI, Hikoya HAYATSU and Masana OGATA

* Department of Public Health, Okayama University Medical School, 2-5-1 Shikata-cho, Okayama, 700 Japan.

** Department of [Sciences, Okayama University of Science

*** Faculty of Pharmaceutical Sciences, Okayama University

平成元年2月10日受付

通信先: 吉良あて, Reprint requests to S. Kira