

厚生労働科学研究費（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
喫煙室の形態変更に伴う受動喫煙環境の評価及び課題解決に資する研究
分担研究報告書

壁紙等からの三次喫煙評価に関わる基礎的検討

研究分担者 樋上 光雄 産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 助教

研究要旨

においモニタおよび検知管を用いた三次喫煙の測定方法の基礎的データを得ることを目的とした。においモニタは4種類、検知管は3種類用い、タバコ1本分の臭気を模擬的に付着させた5種類の試料を用いて実験を行った。また実験は3回行い、結果の安定性について決定係数を用いて評価した。その結果、試料としてペーパータオルを用いた実験において、においモニタについては、4種類中3種類の決定係数が0.8以上となり、検知管については、3種類中2種類の決定係数が0.9以上となった。また、他の4種試料については、においモニタおよび検知管を1種類ずつ使用した結果、比較的高い決定係数(0.75~0.98)が得られた。これらの結果から、においモニタだけではなく、検知管についても三次喫煙の評価に使用できる可能性が示唆された。今後はさらに異なる条件での実験を行い、測定方法と限界等を明らかにしていく必要がある。

A. 研究目的

タバコ煙には4000種類以上の化学物質が含まれており、その中にはヒトに肺がんや脳卒中などの病気を引き起こすリスクが高い有害な物質も含まれている[1]。ヒトのタバコ煙を取り込む経路には、一次喫煙（能動喫煙）や二次喫煙（受動喫煙）があり、昨今の研究の結果を受け、分煙や健康増進法の改正など様々な対策が講じられてきた[2]。しかし、タバコ煙由来物質のヒトへの影響としては、三次喫煙（サードハンド・スモーク、残留タバコ成分）が新たに着目されてきている。三次喫煙は喫煙が行われていない状況でも、過去の喫煙によりタバコ煙由来物質が付着した壁紙や、喫煙者などの衣服等に染みついているタバコ煙由来の有害物質が再放散され、その物質をヒトが体内に

取り込むことであるが、この三次喫煙についての研究データはまだ少ない。さらに、その測定方法についても定められていない。しかし、飲食店やホテルなどの喫煙エリアを禁煙化するためには、その測定方法は極めて重要である。そこで本研究では、手軽に臭気の測定を行うことが出来るにおいモニタや検知管に着目し、模擬的にタバコ臭を付着させたペーパータオルを用いて、三次喫煙評価のための基礎的データを得ることを目的とした。

B. 研究方法

(1) 材料

タバコはセブンスター（日本たばこ産業）を使用した。

臭気を測定するためのにおいモニタは e-nose integral III (Komyo Rikagaku Kogyo Co., Ltd.), FTVR-01 (Figaro Engineering Inc.), POLFA (Karumoa Co., Ltd.),および GVC-2000 (GASTEC Co., Ltd.)を用いた。また, アンモニア用検知管 No.3L (GASTEC Co., Ltd.) および 105SD (Komyo Rikagaku Kogyo Co., Ltd.), ピリジン用検知管として No.182 (GASTEC Co., Ltd.)を用いた。

タバコ臭を付着させる試料として, ペーパータオル (100%パルプ), タオル (100%コットン), タオル2 (85%ポリエステル, 15%ナイロン), カウンタークロス (70%レーヨン, 30% ナイロン), および 壁紙 (60%レーヨン, 40%ナイロン)を用いた。なお, 実験に使用する場合は縦横を約 18 cm に切り取ったものを使用した。

(2) 実験方法

・方法 1

図 1 に作製した実験装置の概略図を示した。容量約 2 L のガラス製ビンにタバコ臭を付着させたペーパータオル (100%パルプ) を入れ, 密閉した。その状態で, 25°C に設定したクールインキュベーターに約 1 日静置した。静置後, エアーサンプリングポンプを用いて室内の空気を 600 mL/min の流量で瓶内に通気した。それにより瓶から, 押し出されてくる空気中の臭気の強度を, においモニタを用いてリアルタイムに測定した。

ペーパータオルへのタバコ臭の付着方法は, ペーパータオルを約 27 L のプラスチック容器にいれ密閉した状態で, 容器内でタバコ 1 本分の主流煙および副流煙を発生させた。その後, 密閉状態で 10 分間放置し,

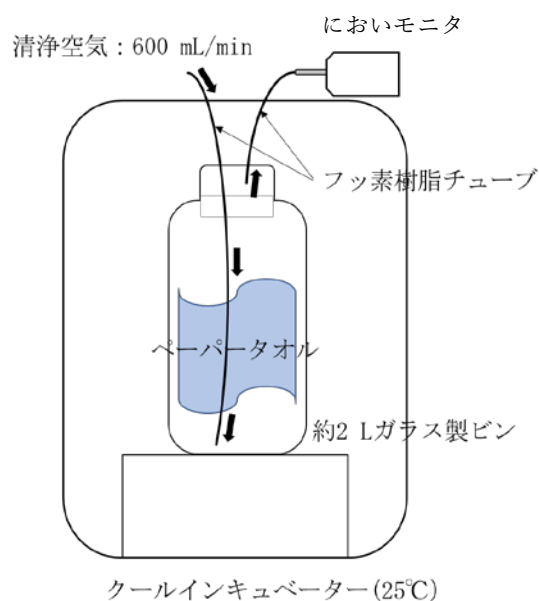


図 1 装置の概略図

ペーパータオルにタバコ臭を付着させた。なお, タバコ臭の発生についてはカナダ保健省が用いる HCl 法 (喫煙量が 55 mL, 喫煙時間が 2 秒, 喫煙間隔が 30 秒) [3]を参考にした。

・方法 2

容量 10 L のテドラーバッグの端を 10 cm ほど切り落とし, タバコ臭を模擬的に付着させた試料と攪拌子を入れた。その後, テドラーバッグを密閉するために, 密閉クリップで切り落とした部分を閉じた。このテドラーバッグにエアーサンプリングポンプを用いて室内空気を 5 L 入れた。実験時は, 攪拌子を回転させ, テドラーバッグ内の空気を攪拌しながら行った。においの測定は, テドラーバッグの出口コックから出てくる空気をにおいモニタ及び検知管を用いて測定を行った。測定終了後, テドラーバッグ内の空気をすべて排出した。その後, 再度テドラーバッグ内に空気を入れ, においの測定

を行った。この操作をにおいモニタの値が変化しなくなるまで繰り返した。

ペーパータオルへのタバコ臭の付着方法は、縦横を約 15 cm に切り分けたペーパータオルを約 27L のプラスチック容器の側面に張り付け、タバコ 1 本分の副流煙を発生させてた状態で密閉し、その状態で約 60 分間静置した。

C. 結果

方法 1 の結果を図 2 に示した。e-nose integral III には 4 種類の臭気センサが搭載されているが、代表的な重質センサの結果を示した。結果より、ペーパータオルから放散される臭気の経時減少を調べることができた。ただし、この方法で実験を継続したところ、上昇した値が下がらず実験を継続することが出来なかった。そのため、方法を連続臭気測定ではなく、一定時間ごとに測定を行う方法 2 に移行した。

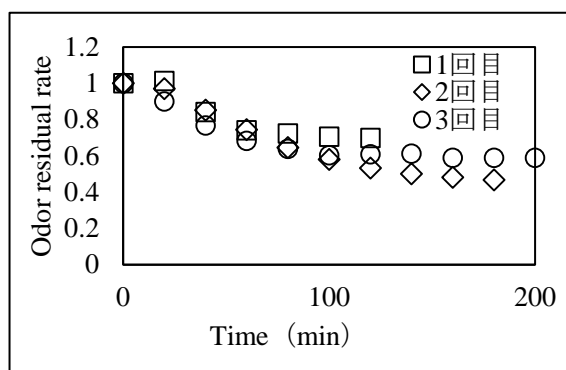


図 2 強度値の経時変化
(方法 1 e-nose integral III)

方法 2 で行ったペーパータオルの結果を図 3、タオル、タオル 2、カウンタークロス、および壁紙を図 4 に示した (5 ページ以降を参照)。図に関して、実験やにおいセンサにより表示される値が異なるため、それぞ

れの時間で表示された値をそのにおいモニタの実験初期の値 (0 分の測定値) を除いた値を用いた。なお、今回は同一実験をそれぞれ 3 回行い、その実験の安定性を調べるために決定係数 (R^2) をマイクロソフトエクセルで計算した。

図 3 より、ペーパータオルを用いた実験の決定係数は e-nose integral III の NH3 sensor で 0.95, e-nose integral III の H2S sensor で 0.90, FTVR-01 で 0.60, GVC-2000 で 0.91, POLFA で 0.84, 105SD で 0.92, NO.3L で 0.65, および No.182 で 0.94 であった。

図 4 より、タオルを用いた実験の決定係数は POLFA で 0.80, および 105SD で 0.93 であった。タオル 2 を用いた実験の決定係数は POLFA で 0.98, および 105SD で 0.91 であった。カウンタークロスを用いた実験の決定係数は POLFA で 0.78, および 105SD で 0.82 であった。壁紙を用いた実験の決定係数は POLFA で 0.95, および 105SD で 0.75 であった。

D. 考察

方法 1 の結果から、数回目以降の実験により表示値が上昇した状態で減少しなくなった原因としては、高感度センサを内蔵しているため、連続した強い臭気にさらされたために、センサが早期に劣化したためだと考えられる。センサについては、e-nose integral III の説明書にはタバコの煙はセンサを劣化させる原因になる旨の内容があり、本機もセンサの交換が必要であった。

方法 2 の結果 (図 3 および図 4) から、においモニタだけでなく、検知管でも高い決定係数を示すもの (105SD, No.182) が

あった。また、においモニタについて、方法 1 よりも実験回数は少ないが、実験中のセンサの劣化(表示値が減少しないこと)は認められなかった。このことから、においモニタを用いたタバコ臭の測定は、長時間の連続測定を避けた方が良いことが考えられる。

今回使用したアンモニア検知管とピリジン検知管は、反応原理により、単一の化学物質だけでなく、複数の化学物質に対しても比色反応を示す。105SD と No.182 の取扱説明書には、アミン類も同じ色の反応を示すと記載されている。いずれの色の化学変化も中和反応によるものと思われることから、他の酸性ガスと同様の反応を示すことが予測され、検出感度や安定性を高める要因になると考えられる。ただし、No.3L についても同様の可能性があるが、なぜ他の 2 種類の検知管よりも決定係数が低くなったことは不明である。

本研究では、タバコから発生する臭気を試料に対して 1 回のみばく露させた実験を行ったため、試料に対して複数のタバコ煙へのばく露があった場合の臭気の経時的減少についての知見を得ることが、今後の課題と考えられる。また、ガスクロマトグラフ質量分析計の定量下限との比較を行っていないため、今後、においモニタや検知管を用いてどの程度まで定量することができるかを検討する必要がある。さらに、今後は実際の喫煙所での測定を行うことも必要だと考えられる。最後に、検知管の発色反応の原因物質は特定されておらず、本実験では、アンモニア検知管とピリジン検知管を使用しているものの、アンモニア換算値またはピリジン換算値での判定にとどまっている。この換算の方法が良いかについての検討も今

後の課題であると考えられる。

参考文献

1. 厚生労働省 喫煙による健康影響
<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/tobacco-summaries/t-02> (アクセス日 2020 年 7 月 16 日)
2. 厚生労働省 受動喫煙対策
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000189195.html> (アクセス日 2020 年 7 月 16 日)
3. 稲葉洋平, 内山茂久:日本産たばこ主流煙の化学分析法と測定結果. 保険医療科学 59(2):139-144;2010.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表 (本研究に関連するもの)
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

この研究において、知的財産権に該当するものはなかった。

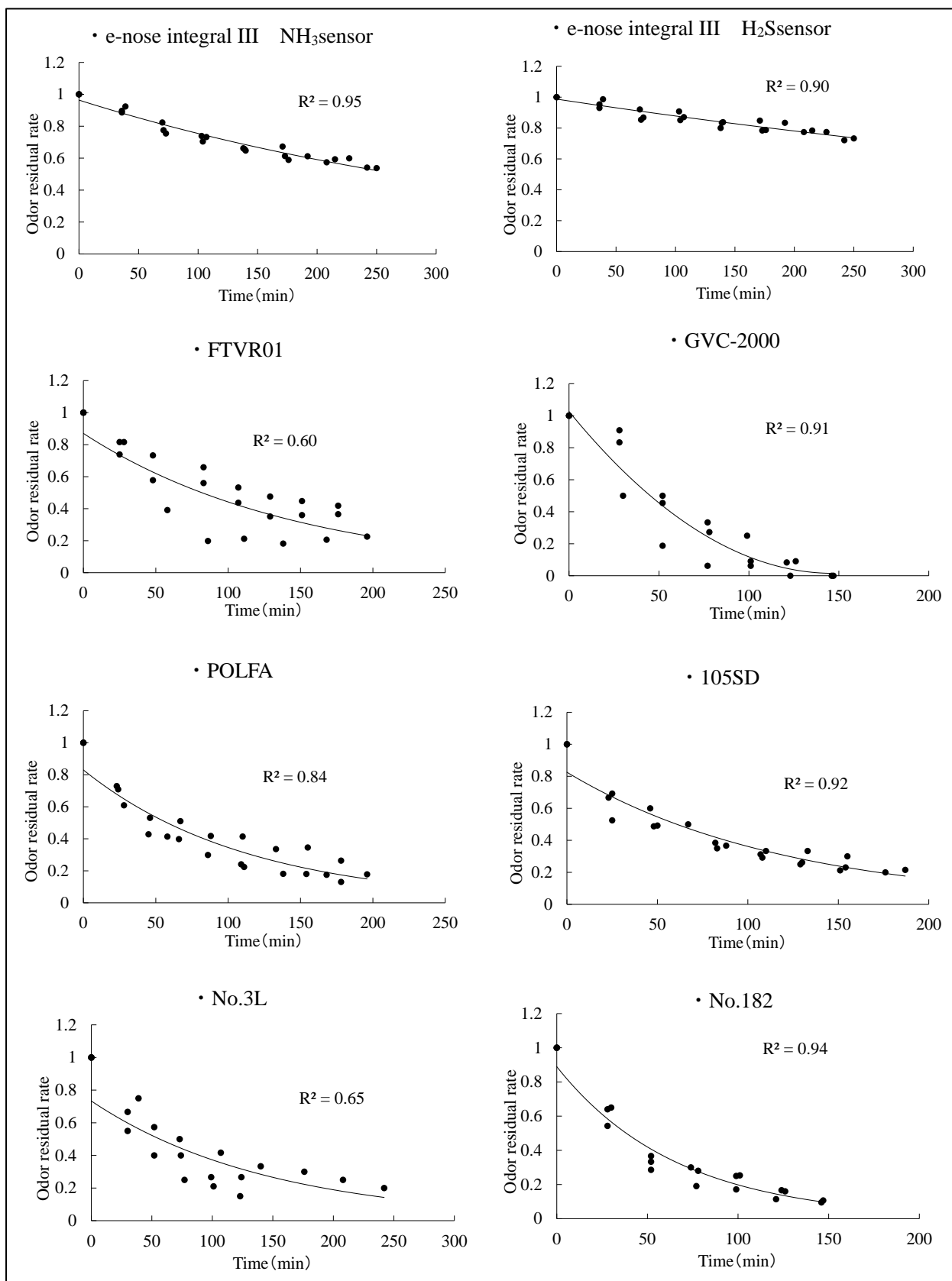


図3 ペーパータオルから再放出されたタバコ臭気の経時変化（方法2）

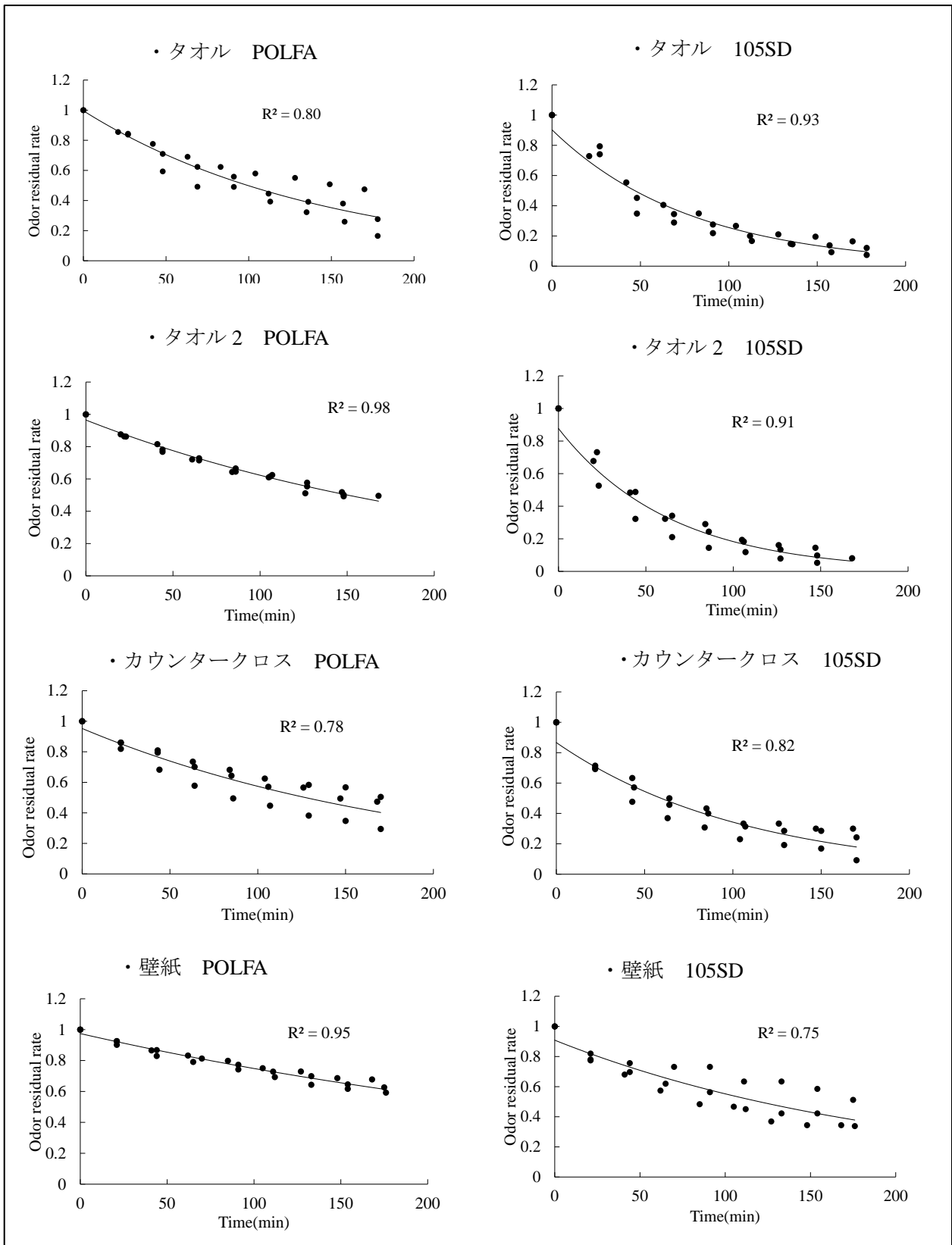


図4 4種類のサンプルから再放出されるタバコ臭気の経時変化
(方法2 POLFA と 105SD)