

都市の一般住民におけるたばこ煙暴露状況

喫煙の生化学的指標を用いた分析

寺尾 敦史* 小西 正光^{2*}
馬場 俊六^{3*} 万波 俊文^{3*}

目的 喫煙状況（受動喫煙を含む）についてのアンケート調査結果と、呼気中一酸化炭素（Expired Air CO, EACO）濃度および尿中コチニン（Urinary Cotinine, UCOT）濃度の測定結果をもとに、都市の一般住民におけるたばこ煙への暴露状況を明らかにする。

また、喫煙の生化学的指標を用いることの有用性と限界について考察する。

対象と方法 大阪府S市住民を対象とした循環器検診を平成5年度または6年度に受診し、かつ喫煙状況が把握できた30歳以上の男2,194人、女2,440人、総数4,634人を本研究の対象者とした。

EACO濃度は小型携帯型の一酸化炭素モニターを用いて4,619人について測定した。また、UCOT濃度は対象者の中で平成6年9月から11月に受診した非喫煙者480人について、ガスクロマトグラフ窒素リン検出法を用いて随時尿にて測定した。

成績 (1) 喫煙率は男45%、女11%であった。非喫煙者の中で受動喫煙の機会を有する者の割合は男55%、女46%であった。

(2) 男女とも喫煙本数が多いほど、肺までたばこ煙を吸い込む頻度が高いほど、最後にたばこを吸ってからの時間が短いほどEACO濃度の平均値は高かった。

(3) 喫煙者と非喫煙者を判別するもっとも有効なEACO濃度のカットオフ値は、男では6 ppmと7 ppmの間、女では5 ppmと6 ppmの間であり、その時のEACO検査の敏感度は男91%、女85%、特異度は男93%、女90%であった。

(4) 受動喫煙の状況については、男女とも家庭での煙接触時間が長いほど、喫煙する配偶者を有する者では有しない者より、また最後に他人の煙を吸ってからの時間が短いほど、EACO濃度の平均値は高かった。UCOT濃度との関連では、娯楽飲食施設などへでかける頻度が高いほど、また職場でのたばこ煙との接触時間が長いほどUCOTを検出した者の割合は高かった。

結論 たばこ煙暴露の生化学的指標を用いた検討により、都市住民における喫煙の方法とたばこ煙暴露量との関係、および受動喫煙に暴露される可能性の高い状況を明らかにした。

Key words : たばこ煙, 喫煙習慣, 受動喫煙, 呼気中一酸化炭素, 尿中コチニン, 都市住民

I はじめに

喫煙が循環器疾患や悪性新生物など各種疾病の重大な危険因子であることは、すでに多くの研究成果が示している¹⁾。また、最近になり能動喫煙の害ばかりでなく、非喫煙者における受動喫煙の影響についても虚血性心疾患^{2,3)}や肺がん^{4,5)}の危険因子となる可能性が示され、喫煙問題は一般の

人々の間でも高い関心を集めるものとなっている。

喫煙の健康影響に対する認識が広まるにつれて、喫煙者の中では禁煙を希望する者、また、非喫煙者の中では受動喫煙の害を気にする者が増加する現状にある⁶⁾。そうした中で、直接には分かりにくい能動および受動喫煙への暴露量を生化学的指標を用いて客観的に示すことができれば、喫煙者には禁煙への動機づけを与えることとなり、また、非喫煙者には受動喫煙の機会を減らすために参考となる情報を提供できるものと考えられる。

喫煙の影響を客観的に示す生化学的指標として

* 高知県中央東保健所

^{2*} 愛媛大学医学部公衆衛生学教室

^{3*} 国立循環器病センター集団検診部

連絡先：〒782-0017 高知県香美郡土佐山田町
山田1128-1 高知県中央東保健所 寺尾敦史

は、ニコチン、その代謝産物であるコチニン、チオシアネート、カルボキシヘモグロビン、呼気中一酸化炭素濃度などが知られている^{7,8)}。その中でEACO濃度の測定については、小型・軽量で迅速に測定が可能な器具が市販され、最近では外来における禁煙指導にも導入が図られている⁹⁾。また、UCOTは、たばこ煙の特異性が高く、測定可能な濃度で尿中に存在することから、能動喫煙ならびに受動喫煙を客観的に示す有用な指標とされている¹⁰⁾。

本研究では、循環器検診を受診した都市の一般住民を対象に、喫煙の生化学的指標としてEACO濃度およびUCOT濃度（非喫煙者のみ）の測定を行い、あわせて能動および受動喫煙の状況をたずねるアンケート調査を実施し、これらの関連を分析することにより、都市住民におけるたばこ煙暴露状況を明らかにすることを試みた。

また、喫煙の生化学的指標を用いて、たばこ煙暴露量を客観的に示すことの有用性と限界について考察した。

II 対象と方法

国立循環器病センター集団検診部では、平成元年度より大阪府S市の30歳以上の住民から無作為に抽出した者を対象に循環器検診を実施している¹¹⁾。本研究の対象者は平成5年度または6年度の検診受診者4,660人の内、アンケート調査により喫煙状況が把握できなかった26人を除いた4,634人（男2,194人、女2,440人）である。

EACO濃度を測定した者は、その内4,619人（男2,188人、女2,431人）であった。また、UCOT濃度の測定は平成6年9月から11月の受診者の中で非喫煙者に限って実施した。同期間における非喫煙の受診者491人の内、測定が実施できた者は480人（男180人、女300人）であった。なお、アンケート調査で非喫煙と回答している者の中でEACO濃度が10 ppmを越えた39人（男14人、女25人）については、喫煙状況について虚偽の申告の疑いがあるため、受動喫煙の状況とEACO濃度、あるいはUCOT濃度との関連についての解析からは除外した。

能動および受動喫煙の状況をたずねるアンケート調査は自記式で実施し、検診時EACO濃度を測定する際に看護婦が個別に内容を確認した。

アンケートでは喫煙状況を現在吸う、禁煙した、吸ったことがないの3区分とした。現在吸うと回答した者には、喫煙本数、肺喫煙の状況、吸うたばこの長さ、最終喫煙後の時間をたずねた。また、禁煙した、吸ったことがないと回答した者には、家庭など職場以外の場所での煙接触時間、喫煙する配偶者の有無^{*}、家庭での喫煙者数^{*}、娯楽飲食施設へでかける頻度^{*}、最後に他人のたばこ煙を吸った時間^{*}、職場での煙接触時間、職場での喫煙者数^{*}、職場分煙の実施状況^{*}をたずねた。ただし、^{*}印の質問項目については平成6年度の対象者（男1,157人、女1,260人）にのみ実施した。

EACO濃度の測定は検診時にNew Micro Smokerlyzer[®] (Bedfont Scientific Ltd., UK) を使用して看護婦が行った。また、UCOT濃度の測定は検診時の随時尿を検体として、ガスクロマトグラフ窒素リン検出法（定量限界：2.0 ng/ml）を用いて行った。尿中クレアチニンも同時に測定したが、本研究対象の非喫煙者（含む受動喫煙者）ではUCOT濃度が定量限界値未満の者の割合が高く（86.5%）、UCOT濃度の定量値（クレアチニン補正）を用いた解析は困難であった。そのため、本研究ではUCOTと受動喫煙との関連についての分析は、UCOTを検出した者の割合を指標として行った。

解析にはSPSS統計パッケージ（SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA）を用いた。なお、EACO濃度については正規性を高めるために常用対数Log（EACO濃度+1）に変換して分析に用い、表示の際は逆変換して示した。

III 結 果

1. アンケート調査よりみた能動および受動喫煙の状況

アンケート調査よりみた本研究対象者における喫煙状況を性年齢階級別に表1に示した。喫煙者の割合は、男44.8%、女10.7%であった。

年齢階級別にみると、男では30・40歳代の比較的若年者の喫煙率ももっとも高く、50歳代以上では高齢になるほど喫煙率は低かった。禁煙者の割合は高齢になるほど高かった。また、吸わない者の割合は年代間で大きな差を認めなかった。

女では30歳代の喫煙率が17.3%でもっとも高

表1 性年齢階級別にみた喫煙の状況

—男—

年齢階級 (歳)	例数	吸わない	禁煙	吸う	吸う〔再掲〕			
					1~15本	16~25	26~35	36~
30~39	202	37(18.3)	47(23.3)	118(58.4)	30(25.4)	56(47.5)	10(8.5)	22(18.6)
40~49	336	58(17.3)	80(23.8)	198(58.9)	29(14.6)	75(37.9)	49(24.7)	45(22.7)
50~59	495	97(19.6)	161(32.5)	237(47.9)	48(20.3)	81(34.2)	52(21.9)	56(23.6)
60~69	614	99(16.1)	247(40.2)	268(43.6)	107(39.9)	103(38.4)	40(14.9)	18(6.7)
70~	547	92(16.8)	292(53.4)	163(29.8)	102(62.6)	43(26.4)	11(6.7)	7(4.3)
男計	2,194	383(17.5)	827(37.7)	984(44.8)	316(32.1)	358(36.4)	162(16.5)	148(15.0)

—女—

年齢階級 (歳)	例数	吸わない	禁煙	吸う	吸う〔再掲〕			
					1~9本	10~15	16~25	26~
30~39	248	185(74.6)	20(8.1)	43(17.3)	10(23.3)	22(51.2)	10(23.3)	1(2.3)
40~49	471	371(78.8)	35(7.4)	65(13.8)	13(20.0)	30(46.2)	15(23.1)	7(10.8)
50~59	616	520(84.4)	24(3.9)	72(11.7)	20(27.8)	21(29.2)	25(34.7)	6(8.3)
60~69	651	559(85.9)	42(6.5)	50(7.7)	16(32.0)	20(40.0)	13(26.0)	1(2.0)
70~	454	383(84.4)	39(8.6)	32(7.0)	13(40.6)	13(40.6)	5(15.6)	1(3.1)
女計	2,440	2,018(82.7)	160(6.6)	262(10.7)	72(27.5)	106(40.5)	68(26.0)	16(6.1)

再掲分の母数は吸う者の人数

() 内は%

く、男と同様に高齢になるほど喫煙率は低かった。禁煙者の割合は50歳代が3.9%でもっとも低かった。また、吸わない者の割合は30・40歳代の比較的若年者では70%台、50歳代以上ではそれより高く80%台であった。

喫煙者の喫煙本数の分布をみると、男は女に比べて、また若年者は高齢者に比べて喫煙本数の多い者の割合が高い傾向にあった。

つぎに、非喫煙者について受動喫煙の状況を職場(有職者のみ)と、家庭など職場以外の場所とに分けてみると、有職者のうち男66.7%、女47.2%の者が職場においてたばこ煙を吸う機会があると回答していた。また、非喫煙の男27.1%、女37.5%の者が家庭など職場以外の場所においてたばこ煙を吸う機会があると回答していた。

職場または家庭など職場以外の場所、いずれかで受動喫煙の機会があると回答した者は、男54.5%、女46.1%であった。年齢階級別には、60歳以上の高齢群は30~50歳代の若年群に比べて受動喫煙の機会があると回答した者の割合は低い傾向にあった(表2)。

2. 喫煙状況と呼気中一酸化炭素濃度との関連、および呼気中一酸化炭素濃度検査の敏感度と特異度

図1に喫煙状況別にEACO濃度の平均値を男女別に示した。喫煙本数とEACO濃度の平均値との間には男女とも量反応関係が認められ、喫煙本数が多いほどEACO濃度の平均値は高値を示した。また、たばこを吸わない者と禁煙者との間には、EACO濃度に差を認めなかった。

つぎに、喫煙者について喫煙の状況別にEACO濃度の平均値をみた。男女とも最後にたばこを吸ってから検査までの時間が短いほど、また、肺喫煙をしない者に比べてする者ではEACO濃度の平均値は高かった。吸うたばこの長さについてはEACO濃度との間に明瞭な関連を認めなかった(図2)。

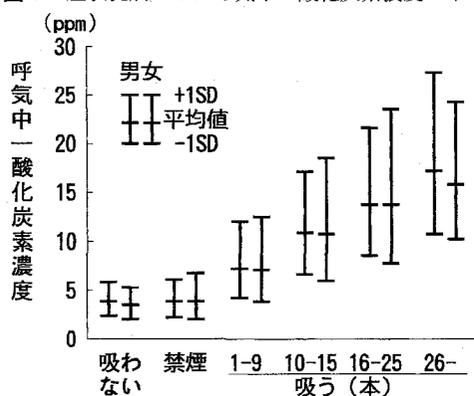
つづいて、喫煙の方法と喫煙者のEACO濃度との関連を他の要因の影響を除いて観るために分散分析(4元配置、交互作用は2次項まで)を実施した。男女ともに、喫煙本数、最終喫煙後の時間、肺喫煙の状況の3要因は他の要因とは独立に

表2 性年齢階級別にみた受動喫煙の機会を有する者の割合

性 年齢階級 (歳)	受動喫煙の機会を有する者の割合		
	職 場 〔有職者のみ〕	家庭など職場 以外の場所	職場、家庭など 職場以外の場所 のいずれか
男			
30～39	84.3% (70/ 83)	33.7% (28/ 83)	86.8% (72/ 83)
40～49	83.1 (113/136)	37.7 (52/ 138)	85.4 (117/ 137)
50～59	75.9 (192/253)	39.3 (101/ 257)	81.3 (209/ 257)
60～69	60.5 (133/220)	25.7 (88/ 342)	52.1 (176/ 338)
70～	27.4 (32/117)	14.7 (56/ 381)	20.5 (78/ 381)
男 計	66.7 (540/809)	27.1 (325/1,201)	54.5 (652/1,196)
女			
30～39	63.0 (63/100)	42.6 (87/ 204)	56.7 (115/ 203)
40～49	52.6 (131/249)	51.5 (208/ 404)	64.3 (257/ 400)
50～59	52.7 (158/300)	44.3 (238/ 537)	58.4 (313/ 536)
60～69	31.9 (45/141)	33.5 (200/ 597)	37.8 (224/ 593)
70～	10.6 (7/ 66)	18.4 (77/ 419)	19.8 (83/ 419)
女 計	47.2 (404/856)	37.5 (810/2,161)	46.1 (992/2,151)

() 内は人数

図1 煙状況別にみた呼気中一酸化炭素濃度の平均値



- ・有意差検定 (分散分析)
男 $F=860.1$ ($p<.001$), 女 $F=295.5$ ($p<.001$)
- ・SD: 標準偏差

EACO 濃度と関連していた。なお、吸うたばこの長さについては、男女ともに独立な関連要因とはならなかった (表3)。

つぎに、アンケート調査による喫煙の有無を基準として EACO 検査の感度と特異度を分析した。感度と特異度がともに高くなる EACO 濃度のカットオフ値は、男では 6 ppm と 7 ppm の

表3 呼気中一酸化炭素濃度に影響を及ぼす要因についての分散分析
—喫煙者における検討—

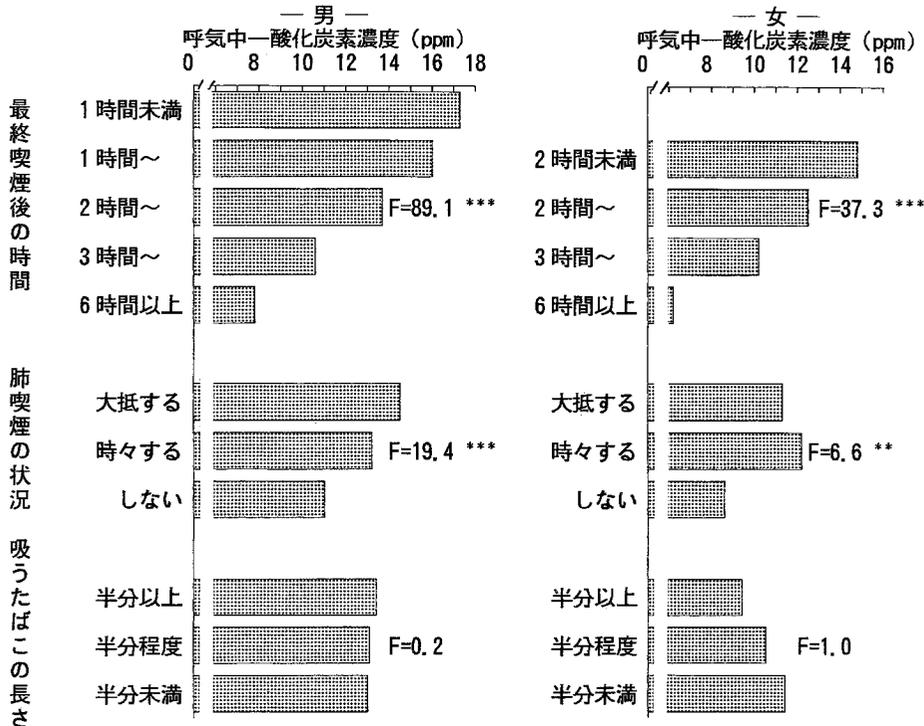
要 因	男		女	
	F 値	p 値	F 値	p 値
喫煙本数	41.7	<.001	3.9	.010
最終喫煙後の時間	65.4	<.001	14.4	<.001
肺喫煙の状況	10.0	<.001	3.7	.026
吸うたばこの長さ	0.3	.771	0.4	.646
喫煙本数×最終喫煙 後の時間 [#]	2.2	.009	—	—

各要因の区分

- ・喫煙本数
男: 1～15本, 16～25本, 26～35本, 36本～
女: 1～9本, 10～15本, 16～25本, 26本～
- ・最終喫煙後の時間
男: 1時間未満, 1時間～, 2時間～, 3時間～,
6時間以上
女: 2時間未満, 2時間～, 3時間～, 6時間以上
- ・肺喫煙の状況: しない, 時々する, 大抵する
- ・吸うたばこの長さ: 半分未満, 半分程度, 半分以上
- #: 交互作用項については有意なもののみを示した。

間 (感度90.9%, 特異度93.2%), 女では 5 ppm と 6 ppm の間 (感度85.0%, 特異度90.0%) であった。また、喫煙しないと申告している者の

図2 喫煙の状況別にみた呼気中一酸化炭素濃度の平均値
—喫煙者における検討—



・有意差検定(分散分析) ***: p<.001, **: p<.01, 無印: 有意差なし

中で EACO 濃度が10 ppm より高値を示した者が男女とも1.2%認められた(表4)。

3. 受動喫煙の状況と呼気中一酸化炭素濃度および尿中コチニン濃度との関連

非喫煙者(アンケート調査により非喫煙と回答し、かつ EACO 濃度 ≤ 10 ppm の者)を対象に、受動喫煙の状況と EACO 濃度との関連を分析した。家庭など職場以外の場所における受動喫煙の状況と EACO 濃度との関連をみると、家庭におけるタバコ煙との接触時間が長いほど(男女)、喫煙する配偶者を有する者ではそうでない者に比べて(男女)、家庭等での喫煙者数が多いほど(女)、娯楽飲食施設へでかける頻度が多いほど(男)、最後に他人のタバコ煙を吸ってからの時間が短いほど(男女)、EACO 濃度の平均値は高かった(図3)。

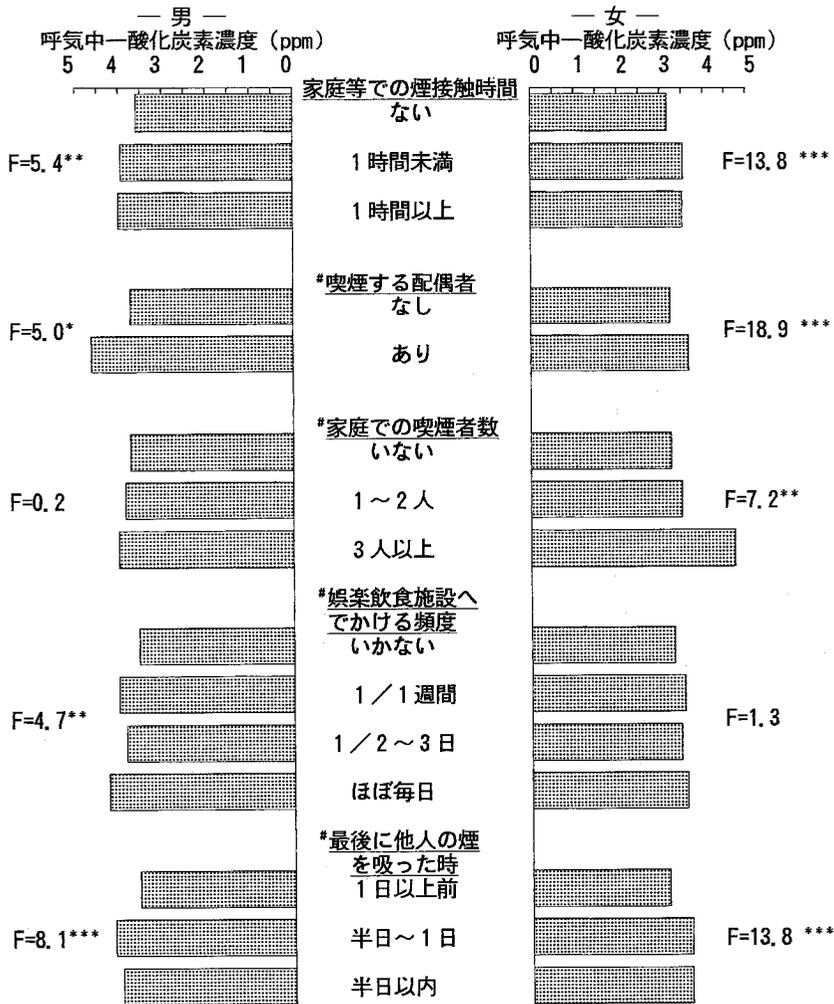
職場における受動喫煙状況と EACO 濃度との関連は有職者に限って検討した。EACO 濃度の平均値に有意な差を認めた項目は男における職場

表4 呼気中一酸化炭素濃度の敏感度と特異度

呼気中 CO 濃度 (ppm)	男		女	
	吸わない	吸う	吸わない	吸う
~3	(37.7)	1.8	(49.6)	5.4
4~	62.3	98.2	50.4	94.6
~4	(68.0)	3.6	(77.7)	11.5
5~	32.0	96.4	22.3	88.5
~5	(87.0)	5.5	(90.0)	15.0
6~	13.0	94.5	10.0	85.0
~6	(93.2)	9.1	(94.8)	21.9
7~	6.8	90.9	5.2	78.1
~7	(96.3)	14.9	(96.8)	30.0
8~	3.7	85.1	3.2	70.0
~8	(97.8)	20.1	(97.8)	34.6
9~	2.2	79.9	2.2	65.4
~9	(98.4)	25.8	(98.3)	44.6
10~	1.6	74.2	1.7	55.4
~10	(98.8)	31.4	(98.8)	50.8
11~	1.2	68.6	1.2	49.2

() 内の数字は特異度, 下線の数字は敏感度 %

図3 家庭などでの受動喫煙の状況別にみた呼気中一酸化炭素濃度の平均値
—非喫煙者における検討—



・ #印の項目については平成6年度を受診者のみを質問対象とした。
 ・ 有意差検定 (分散分析) ***: p<.001, **: p<.01, *: p<.05, 無印: 有意差なし

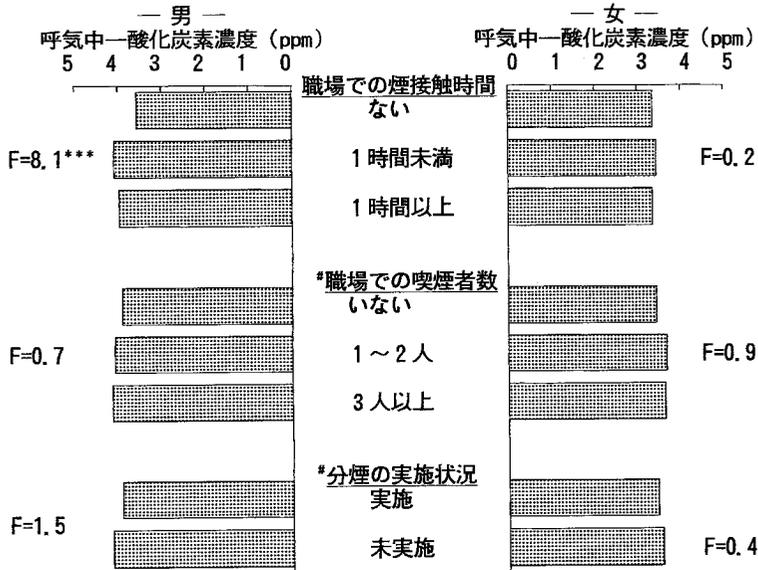
でのたばこ煙との接触時間のみであり、接触が無い者に比べて接触が有る者のEACO濃度の平均値は高い傾向を示した(図4)。

つぎに、職場と家庭など職場以外の場所、いずれも受動喫煙の機会が無い者と、いずれかに有る者に分けてEACO濃度の平均値と分布をみた。男の受動喫煙有りの者のEACO濃度の平均値は4.0ppm、無しの者は3.4ppm (t=6.06, p<.001)、女の受動喫煙有りの者は3.5ppm、無しの者は3.2ppm (t=4.62, p<.001)であり、男女ともEACO濃度の平均値に有意な差を認めた。ま

た、男女ともに受動喫煙有りの者のEACO濃度の分布曲線は無しの者に比べて高値側に寄る傾向にあったが、両者の分布には重なる部分が多かった(図5)。

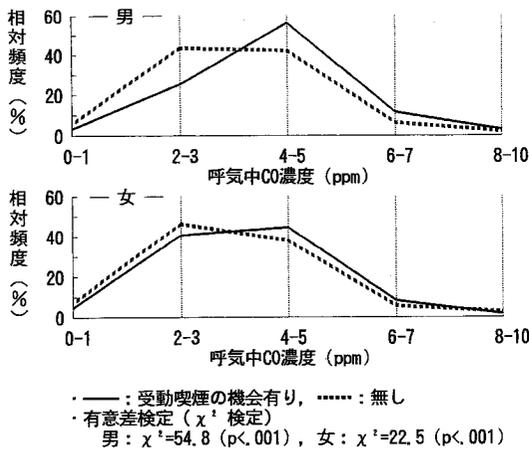
つぎに、非喫煙者(アンケート調査により非喫煙と回答し、かつEACO濃度≤10ppmの者)の中でUCOT濃度を測定した473人(男177人、女296人)を対象に受動喫煙の状況とUCOT濃度との関連を検討した。家庭など職場以外の環境との関連では、娯楽飲食施設などたばこ煙を吸う可能性の高い施設へでかける頻度が高いほど尿中に

図4 職場での受動喫煙の状況別にみた呼気中一酸化炭素濃度の平均値 —非喫煙の有職者における検討—



・ #印の項目については平成6年度の受診者のみを質問対象とした。
 ・ 有意差検定 (分散分析) ***: $p < .001$, 無印: 有意差なし

図5 受動喫煙の有無別にみた呼気中一酸化炭素濃度の分布 —非喫煙者における検討—



コチニンを検出した者 (UCOT 濃度 ≥ 2.0 ng/ml) の割合は高かった。また、家庭等での煙接触時間が長いほど、喫煙する配偶者を有する者ではそうでない者に比べて、家庭内での喫煙者数が多いほど、最後に他人の煙を吸ってからの時間が短いほど UCOT を検出した者の割合は高い傾向

を示した (図6)。

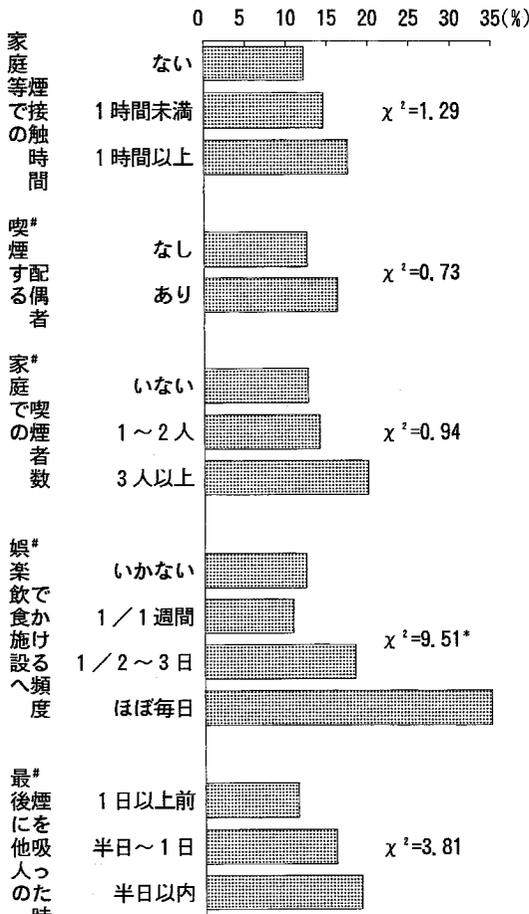
職場環境との関連は上記対象者の中で、有職者239人について検討した。職場でのたばこ煙の接触時間が長いほど尿中にコチニンを検出した者の割合は高かった。また、職場での喫煙者数が多いほど、分煙が実施されている所ではそうでない所に比べて UCOT を検出した者の割合は高い傾向を示した (図7)。

つぎに、非喫煙者における UCOT と EACO との関連をみるために、UCOT を検出した者としなかった者に分けて EACO 濃度の平均値と分布をみた。UCOT を検出した者の EACO 濃度の平均値は4.0 ppm、検出なかった者の平均値は3.6 ppm であり、有意差を認めなかった ($t=1.84, p=.066$)。また、UCOT を検出した者の EACO 濃度の分布曲線は、UCOT を検出なかった者に比べてやや高値側に寄る傾向にあったが、両者の分布は重なる部分が多かった (図8)。

IV 考 察

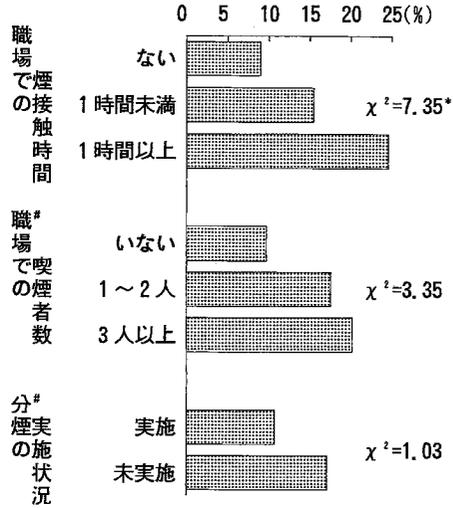
アンケート結果からみた S 市住民の喫煙状況の特徴としては、男女とも高齢者に比べて30・40歳代の若年者の喫煙率が高いこと、若年女性にお

図6 家庭などでの受動喫煙の状況別にみた尿中にコチニンを検出した者の割合
—非喫煙者における検討—



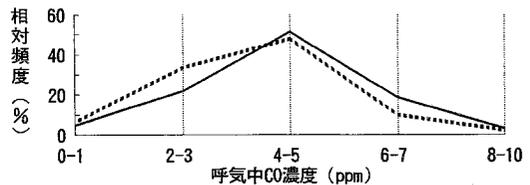
- ・尿中コチニン濃度 ≥ 2.0 ng/mlの場合を検出者とした。
- ・#印の項目については平成6年度の受診者のみを質問対象とした。
- ・有意差検定 (χ^2 検定) * : $p < .05$, 無印: 有意差なし

図7 職場での受動喫煙の状況別にみた尿中にコチニンを検出した者の割合
—非喫煙の有職者における検討—



- ・尿中コチニン濃度 ≥ 2.0 ng/mlの場合を検出者とした。
- ・#印の項目については平成6年度の受診者のみを質問対象とした。
- ・有意差検定 (χ^2 検定) * : $p < .05$, 無印: 有意差なし

図8 尿中コチニン検出の有無別にみた呼気中一酸化炭素濃度の分布
—非喫煙者における検討—



- ・——: 尿中コチニン検出有り,: 無し
- ・有意差検定 (χ^2 検定) : $\chi^2=6.71$ ($p=.152$)

ける元々吸わない者の率が高齢者に比べて低いことが指摘できる。また、都市部では町村部に比べて若い女性の喫煙率が高いことも特色であり、その背景として職業を有する女性、飲酒習慣を有する女性で喫煙率が高いことをすでに報告した¹²⁾。若年者、特に若い女性に対して喫煙対策を積極的に推進する必要がある。

受動喫煙に関しては、本研究対象における非喫煙者の約半数に受動喫煙の機会があること、家庭などに比べて職場における受動喫煙の機会が多いことが確認された。今後の対策として、職場にお

ける分煙対策を進めることの優先度が高いと考えられた。

喫煙対策の第一歩は、一般の人々に喫煙の害を正しく認識させることにあると思われる。喫煙の有害作用については現在多くの情報が得られる状況にある。しかし、その害、特に受動喫煙の害を直接的に実感することは難しい。たばこ煙に多くの有害物質が含まれていることは一般の人々にもよく知られている。そこで、たばこ煙を吸った者の体内に、ある濃度でこれらの物質が存在することを客観的に提示できれば、喫煙の害を認識する

ことの助けになると考えられる。

たばこ煙が生体内に取り込まれたことを生化学的に示す指標として、現在では数種類の物質が利用可能である^{7,8)}。本研究で用いたEACOについては、たばこ煙としての特異性が高くないこと、生体内の半減期が比較的短いことが短所となるが、たばこの種類にあまり影響されないこと、簡易に測定でき結果を迅速に示せる器具が利用できるなどの利点が指摘されている¹³⁾。また、UCOTについては、特異性が高い、半減期が比較的長い、尿中に濃縮して存在するなどの利点があり、受動喫煙の影響を検出する場合にも有用なことが報告されている¹⁴⁾。

喫煙本数とEACO濃度との間には量反応関係が認められた。また、禁煙教室参加者について、教室開始時にUCOT濃度を測定し、喫煙本数との間に量反応関係がみられたことをすでに報告した¹⁵⁾。これらの生化学的指標を用いることにより、喫煙者におけるたばこ煙への暴露量を、吸入された有害物質の濃度として直接的、客観的に示すことが可能となる。

喫煙の状況とEACO濃度との関連を検討した米国の成績によると、喫煙本数と最後にたばこを吸ってから検査までの時間がEACO濃度に大きな影響を及ぼすことが示されている¹⁶⁾。本研究においても最後にたばこを吸ってからの時間とEACO濃度との間には強い関連が認められた。半減期が短いことから、EACO濃度を喫煙量の客観的指標として用いるためには、最終喫煙後の時間を考慮することが必要である。

複数の生化学的指標の精度を比較した成績によると、喫煙の指標としてはコチニンの測定がもっとも信頼性が高いが、EACO濃度の測定は通常行う検査としては十分に信頼できる精度であることが報告されている⁷⁾。EACO検査の敏感度、特異度については、病院患者を対象とした研究により、本研究で得られたのとはほぼ同様の精度が報告されている^{7,8)}。

本研究の特色は一般の地域住民を対象にEACO検査の精度を確認したことにある。男女ともに、敏感度、特異度はほぼ90%であり、簡易な検査ではあるが精度は比較的高かった。同様の検討成績としては、地域の男性2,142人を対象として血清チオシアネートと喫煙習慣との関連をみ

た成績が報告されている¹⁷⁾。敏感度は87%、特異度は89.8%であり、誤分類がおこる主な理由としては、喫煙者而非喫煙者の判定を自己申告に基づいて行っていること、検査の特異性、たばこ煙の吸入方法の個人差が指摘されている。本研究においても、自己申告による喫煙の有無を精度算出の基準として用いており、半減期の短いこととともに、誤分類をきたす主な原因になっていると考えられる。

今回、自己申告で喫煙していないと回答している者の中に、EACO濃度が10 ppmを越えた者が男女とも約100人に1人の割合でみられた。建築物における衛生的環境の確保に関する法律では建築物衛生管理基準を定め、その中で一酸化炭素の濃度については10 ppm以下と規定されている。少なくともEACO濃度が環境基準の10 ppmを越えている者については、喫煙状況について虚偽の申告をしている疑いがあるが、意図的に虚偽の申告をしたのではなくとも、常習的には喫煙をしない者、1日に1~2本といった少量の喫煙者などもこの中に含まれていると考えられる。問診などにより喫煙者と判断する基準の厳密さによって精度が変わる可能性が指摘できる。

わが国では一般の人々の喫煙者に対する態度は比較的寛容であり、成人において喫煙していることを隠さなければならないような周囲の圧力は強いとは言えない。健康成人を対象とした通常の調査においては、自己申告に基づく喫煙状況の把握によっても十分に正確な喫煙率が得られると考えられる。しかし、未成年者や喫煙と関連を有する疾病を対象とした調査、禁煙指導の効果判定などの場合には、自己申告の信頼性が落ちる可能性がある。正確な数値を得るためにはEACO濃度などの生化学的指標を追加することが望まれる。

受動喫煙の機会が有る者と無い者の間でEACO濃度の平均値に差があるか否かについては、有りとする報告¹⁸⁾と無しとする報告¹⁴⁾があり、成績は一致していない。本研究では受動喫煙の状況別にEACO濃度の平均値を分析し、家庭での煙接触時間の長短、喫煙する配偶者の有無などの項目でEACO濃度の平均値に差を認めた。しかし、受動喫煙の有無別にみたEACO濃度の平均値の差はわずかであり、EACO濃度の分布には重なる部分が多かった。受動喫煙量をあらわ

す客観的指標としてのEACO検査の有用性は高いとはいえない。

受動喫煙の客観的指標としては、体液中のコチニン濃度が有用であり、特に唾液あるいは尿中のコチニンの測定が非侵襲的であるために、疫学的な検討にも使いやすいことが指摘されている¹⁴⁾。

本研究では受動喫煙の状況別にUCOTを検出する者の割合を検討し、職場での煙接触時間が長いほど、娯楽飲食施設へでかける頻度が多いほどその割合が高い傾向を認めた。しかし、対象と方法の項にも示したように、本研究ではUCOTが定量限界値未満の者が大部分を占め、UCOTの定量値を用いた分析は不可能であった。本研究の結果から受動喫煙におけるUCOT濃度測定の有用性について議論することは適当ではなく、より精度の高い測定法を用いた検討成績が必要である。

受動喫煙におけるUCOT濃度測定の有用性については、日本人472人を対象に受動喫煙の状況とUCOT濃度との関連を検討し、家庭内の喫煙者が吸うたばこの本数が多いほど、職場の同室の喫煙者数が多いほど、都会に住む者では地方に住む者よりも非喫煙者のUCOT濃度が高いことが報告されている¹⁰⁾。また、企業従業員を対象に禁煙教育を行った結果、喫煙者における喫煙量およびUCOT濃度の低下がみられるとともに、同一職場に働く非喫煙者のUCOT濃度も低下したことが報告されている¹⁹⁾。

生化学的指標を用いて、わが国の受動喫煙によるたばこ煙への暴露量を推定した報告によると、0.3本²⁰⁾から3本¹⁰⁾の喫煙量に相当することが示されている。受動喫煙については、その慢性的影響として肺がんや虚血性心疾患をはじめ多くの疾病の危険度を高めることが報告されている^{2~5)}。また、暴露を望まない者、健康上の弱者を含む多くの者にも影響が及ぶ問題点があり、禁煙や節煙の対策とともに、分煙などの受動喫煙対策も合わせて強力に実施する必要がある。

平成7年3月に防煙、分煙、禁煙サポート、節煙対策について具体的な内容を示した「たばこ行動計画検討会報告書」がまとめられた。また、平成8年3月には、その中の分煙対策を受けて公共の施設の態様に応じた禁煙、分煙の具体的方法を示した「公共の場所における分煙のあり方検討会

報告書」がまとめられた²¹⁾。今後はこれらの報告書の内容を踏まえ、受動喫煙対策を含む総合的な喫煙対策を進める必要があると考えられる。

本研究を行うにあたり、多大のご協力をいただきました国立循環器病センター集団検診部の関係者の皆さまに深く感謝いたします。

本研究の一部は、厚生省循環器病研究委託費5公-5循環器疾患予防のための生活環境改善の効果に関する研究〔主任研究者：小西正光〕として行った。

また、本研究の主な成績については、第54回日本公衆衛生学会総会（山形）にて発表した。

（受付 '96. 9.26）
（採用 '97.11.20）

文 献

- 1) 喫煙とがん、喫煙と循環器疾患. 厚生省編. 喫煙と健康—喫煙と健康問題に関する報告書 第2版. 東京：健康・体力づくり事業団, 1993; 47-108.
- 2) Steenland K. Passive smoking and the risk of heart disease. JAMA 1992; 267: 94-99.
- 3) Taylor AE, Johnson DC, and Kazemi H. Environmental tobacco smoke and cardiovascular disease: a position paper from the council on cardiopulmonary and critical care, American Heart Association. Circulation 1992; 86: 699-702.
- 4) Hisayama T. Non-smoking wives of heavy smokers have a higher risk of lung cancer; a study from Japan. BMJ 1981, 282: 183-85.
- 5) Respiratory health effects of passive smoking: lung cancer and other disorders. The report of the US Environmental Protection Agency. Washington, D. C.: NIH Publication No. 93-3605, 1993.
- 6) 喫煙と健康問題についての知識、態度および行動. 厚生省編. 喫煙と健康—喫煙と健康問題に関する報告書 第2版. 東京：健康・体力づくり事業団, 1993; 189-204.
- 7) Jarvis MJ, et al. Comparison of tests used to distinguish smokers from nonsmokers. AJPH 1987; 77: 1435-38.
- 8) Muranaka H, et al. Evaluation of nicotine, cotinine, thiocyanate, carboxyhemoglobin, and expired carbon monoxide as biochemical tobacco smoke uptake parameters. Int Arch Occup Environ Health 1988; 60: 37-41.
- 9) 川根博司. 呼気中CO濃度測定を利用した禁煙指導. 日医雑誌 1996; 116: 361-64.
- 10) Matsukura S, et al. Effects of environmental tobacco smoke on urinary cotinine excretion in nonsmokers; evidence for passive smoking. N Engl J Med 1984; 311:

- 828-32.
- 11) 小西正光, 他. 都市住民を対象とした循環器疾患の疫学研究(第1報)全体計画と危険因子の現状. 日本公衛誌 1992; 39(10)特別附録: 469.
 - 12) 福西みのり, 他. 女性の喫煙について—都市住民の現状—. 日本公衛誌 1993; 40(10)特別附録: 351.
 - 13) 川根博司, 副島林造. 喫煙者における呼気中一酸化炭素濃度の日内変動. 診断と治療 1993; 81: 917-20.
 - 14) Jarvis M, et al. Biochemical markers of smoke absorption and self reported exposure to passive smoking. *J Epidemiol Commun Health* 1984; 38: 335-39.
 - 15) 寺尾敦史, 他. 禁煙指導における喫煙の客観的指標導入の意義に関する検討—喫煙者・非喫煙者の呼気中COと尿中コチニン濃度およびそれと関連する因子—. 日本公衛誌 1995; 42(10)特別附録: 321.
 - 16) Vogt TM, Selvin S, and Hulley SB. Comparison of biochemical and questionnaire estimates of tobacco exposure. *Prev Med* 1979; 8: 23-33.
 - 17) 笠置文善, 他. 一地域集団における血清チオシアネート値と喫煙習慣について. 日本公衛誌 1989; 36: 711-16.
 - 18) 田村豊一, 他. 秋田県農村地区における呼吸器疾患患者の喫煙に関する意識調査ならびに喫煙と呼気中一酸化炭素の関係. *日農医誌* 1991; 40: 107-12.
 - 19) Takeda N, et al. A study on urine cotinine for the evaluation of smoking cessation. *Jpn J Hyg* 1995; 50: 637-51.
 - 20) Muramatsu M, et al. Estimation of personal exposure to ambient nicotine in daily environment. *Int Arch Occup Environ Health* 1987; 59: 545-50.
 - 21) 国民衛生の動向. 東京: 厚生統計協会, 1996; 99-102.
-

EXPOSURE TO TOBACCO SMOKE IN A JAPANESE URBAN POPULATION AN ANALYSIS USING BIOCHEMICAL MARKERS OF SMOKING

Atsushi TERAO*, Masamitsu KONISHI^{2*}, Shunroku BABA^{3*}, Toshifumi MANNAMI^{3*}

Key words: Tobacco smoke, Smoking habits, Passive smoking, Expired air carbon monoxide, Urinary cotinine, Urban population

An epidemiological study in an urban population was conducted to investigate exposure to tobacco smoke using two biochemical markers of smoking.

In 1993 and 1994, expired air carbon monoxide (EACO) concentrations were determined with a small portable CO monitor for 4,619 subjects aged 30 and over, who had been randomly selected from residents of S-city in Osaka Pref, and who had received a health examination for cardiovascular disease at the National Cardiovascular Center.

Urinary cotinine (UCOT) concentrations were determined using gas chromatography for 480 subjects, who were nonsmokers, and who had received a health examination during Sep. and Nov. in 1994. They also completed a questionnaire about smoking habits and potential of passive smoking.

In this study smoking prevalences were 45% in men and 11% in women according to the questionnaire. Among nonsmokers 55% of men and 46% of women reported some degree of exposure to tobacco smoke.

The EACO levels were related to the number of cigarettes smoked per day in a dose-response fashion. The time elapsed since last smoked and the usual depth of inhalation, in addition to the number of cigarettes, had effects to EACO level.

The optimal EACO cut-off points selected to differentiate smokers and nonsmokers were between 6 and 7 ppm for men, and 5 and 6 ppm for women with a sensitivity and a specificity of about 90%.

The hours spent with tobacco smoke at home, whether there was a smoking spouse or not, and the time elapsed since last inhalation of smoke affected EACO level in nonsmokers. The frequency of going to an amusement place, a bar or a restaurant, and the hours spent with tobacco smoke in a work place had effects on UCOT level in nonsmokers.

The proper use of biochemical markers for tobacco smoke may be of value in developing more effective strategies for smoking problems control.

* Kochi Prefectural Chuo-higashi Health Center.

^{2*} Department of Public Health, Ehime University School of Medicine.

^{3*} Department of Preventive Medicine, National Cardiovascular Center.