

大気中の一酸化炭素の人体影響に関する 調査報告

長岡 滋

(都立広尾病院内科兼務)

自動車排気ガス中にふくまれる一酸化炭素の人体に及ぼす影響について、1969年度にひきつづき慶応義塾大学衛生学教室に研究委託を行なった。以下はその委託研究報告である。

1 調査の概要

(1) 目的

通常の労働が道路上であるバスの運転手を対象として、自動車排気ガスの人体への影響を調査した。本調査は1969年11月～12月に第1回の調査を行なったものであるが、11月～12月においては家庭の暖房の影響を受けやすく、今回は暖房を行っていない6月を調査の期日に加え、6月と11月の2回行なった。

排気ガス影響のIndicatorとしては呼気中CO濃度測定法を用い、諸種の作業条件、反応時間検査、疲労アンケート調査も前回と同様に行なった。

(2) 調査年月日

1970年6月 16 18 20 26 28 30日

〃 11月 5 7 10 12 14 17日

(3) 調査の場所

東京都交通局千住営業所及び杉並営業所

(4) 調査対象者

(都バス)運転手、車掌、非運転従事者、調査対象者は主として運転手としたが、COをIndicatorとした場合、前回の調査でも明らかなように喫煙の影響をうけやすい。したがって喫煙をしない対象者として車掌(女性が多い)も調査対象者に加えた。対照群として非運転従事者も一部調査したが、これは疫学的に厳密なMatchingを行なったものではなく、協力の得られた対象者のわずかな人数を調査したにすぎない。

なお、対象者の人数は以下のとおりであった。

1970年6月	運転手	車掌	対照者
千住営業所(延)	118(37.7)	26(26.9)	12(44.8)

杉並営業所(延)	133(37.7)	19(29.9)	13(43.5)
1970年11月	運転手	車掌	対照者
千住営業所(延)	122(37.9)	24(26.8)	4(34.8)
杉並営業所(延)	132(38.0)	18(27.7)	22(39.9)

()内は平均年齢

性は車掌の大部分が女性の他、すべて男性。

(5) 調査の方法

調査の方法は前回(1969年6月)の調査とほぼ同様に行なった。

ア 呼気のCO濃度測定

対象者に対し、1日3回、就業前、昼休み及び作業終了時(前(1)、中(2)、後(3)呼気CO濃度と呼ぶ)呼気を採取し、これを赤外分析計により測定し、各々数値を求めるとともに3つの平均値を算出した。呼気の採取法は、Jonesの20秒間息止め法によった。

イ 面接質問

本調査のため特別に作成したCO暴露に関する面接票により、諸種の労働に関する条件(勤続年数、運転系統、運転時間その他)及び生活に関する条件(喫煙量、生活暖房法など)を医師による質問によって調査した。

ウ 反応時間、疲労アンケート

前記の1日3回の呼気採取時に対象者の一部に対して選択反応時間測定法及び産業衛生協会疲労アンケート票によりそれぞれ測定調査した。

エ 環境CO濃度測定

調査の場所における環境CO濃度を調査当日に経時的に赤外分析法により測定するとともに、随時バス運転経路上における環境CO濃度を経時的に測定した。

オ バス運転中における呼気中CO濃度の経時的変動をみるためバス内の環境濃度を測定すると同時に運転者の呼気を経時的に採取測定した。

2. 結果及び考察

表1 喫煙量別呼気中CO濃度度数分布表（一日の平均値）都バス運転手

1969. 11~12月

喫煙本数 呼気CO濃度	非喫煙者	1~14	15~24	25以上	合計
0~5 ppm	0	0	0	0	0
5~10	0	0	0	0	0
10~15	9	1	0	0	10
15~20	43	7	7	0	57
20~25	17	10	13	1	41
25~30	2	14	35	3	44
30~35	3	4	32	11	50
35~40	0	3	17	9	29
40~45	0	3	9	1	13
45~50	1	0	5	2	8
50~55	0	0	4	1	5
55~60	0	0	0	0	0
60~65	0	0	1	0	1
65~70	0	0	1	0	1
合計	75	42	114	28	259
平均値 (ppm)	19.49	26.33	32.80	34.70	28.09
S · D	±6.95	±7.08	±9.90	±6.40	±10.08

1970. 6月16日~30日

喫煙本数 呼気CO濃度	非喫煙者	1~14	15~24	25以上	合計
0~5 ppm	0	0	0	0	0
5~10	1	0	0	0	1
10~15	4	0	1	0	5
15~20	35	15	4	1	55
20~25	10	21	13	2	46
25~30	3	11	25	8	47
30~35	0	1	28	5	34
35~40	0	2	14	3	19
40~45	0	0	6	1	7
45~50	0	0	2	1	3
50~55	0	0	0	1	1
55~60	0	0	0	0	0
60~65	0	0	0	0	0
65~70	0	0	0	0	0
合計	53	50	93	22	218
平均値 (ppm)	18.44	22.80	30.62	31.82	26.01
S · D	±3.79	±4.94	±6.83	±8.21	±7.99

1970. 11月5日~17日

喫煙本数 呼気CO濃度	非喫煙者	1~14	15~24	25以上	合計
0~5 ppm	0	0	0	0	0
5~10	1	0	0	0	1
10~15	20	1	0	0	21
15~20	21	17	17	0	55
20~25	2	14	18	4	38
25~30	2	10	23	8	43
30~35	0	3	17	6	26
35~40	0	1	5	4	10
40~45	0	0	3	0	3
45~50	0	1	1	4	6
50~55	0	0	0	0	0
55~60	0	0	1	0	1
60~65	0	0	0	1	1
65~70	0	0	0	0	0
合計	46	47	85	27	205
平均値 (ppm)	15.54	23.03	27.15	33.61	24.50
S · D	±3.41	±6.45	±7.71	±9.74	±9.02

(1) 調査当日の天候及び環境CO量について

調査時の天候条件は一般に6月及び11月の典型的な天候が多かった。

外気中の調査場所近くにおけるCO濃度は6月28日、30日、11月7日にとくに低かったほかはほぼ5~10ppmを示した。屋内においてはCOの発生源のある個所で一部高い濃度を示す場所もあったが、前回の調査のようにとくに高濃度を持続的に示す場所はなかった。

(2) 呼気中CO濃度の分布、経時変化について

前回の調査においても明らかなように呼気中のCO濃度は喫煙によってもっとも影響をうける。前回同様に対象者の数の十分に多い運転手の1日3回の平均呼気中CO濃度を喫煙量別に分類、度数分布に示したものが表1である。今回の調査においても明らかに喫煙量の増加に伴い呼気CO濃度が増加しているのがわかる。6月、11月の数値はいずれも前回(1969年11~12月)の調査時の数値にくらべ低い値を示しているが、これは家庭の暖房の有無によるものと考えられる。(今回の11月においても暖房使用者は約30%であった)一方、運転手は非喫煙

表2 喫煙量（非喫煙）による呼気CO濃度
（平均値）—運転手・地区調査日別—

		前	中	後	平均
千住 (6.16)	n	11	11	10	12
	平均	12.43	19.04	25.19	18.72
	S・D	3.49	6.94	8.82	4.94
千住 (6.18)	n	16	14	16	16
	平均	22.44	24.17	25.34	24.14
	S・D	7.76	9.62	9.95	8.83
千住 (6.20)	n	16	15	16	16
	平均	21.60	23.88	23.85	23.57
	S・D	7.11	6.87	8.45	7.52
千住 小計	n	43	40	42	44
	平均	19.57	22.65	24.74	22.46
	S・D	7.87	8.26	9.16	7.80
杉並 (6.26)	n	13	13	13	13
	平均	18.78	19.94	21.46	20.06
	S・D	5.08	5.14	3.63	3.47
杉並 (6.28)	n	10	10	10	10
	平均	17.46	15.30	15.03	15.93
	S・D	3.22	3.90	2.38	2.12
杉並 (6.30)	n	18	17	18	18
	平均	20.45	23.24	26.40	23.37
	S・D	6.38	8.09	8.51	7.25
杉並 小計	n	41	40	41	41
	平均	19.19	20.18	22.06	20.51
	S・D	5.48	7.08	7.60	6.06
合計	n	84	80	83	85
	平均	19.38	21.42	23.41	21.52
	S・D	6.82	7.79	8.53	7.08

表3 喫煙量（非喫煙）による呼気CO濃度
（平均値）—車掌・地区調査日別—

		前	中	後	平均
千住 (6.16)	n	6	6	3	6
	平均	11.17	26.25	28.20	20.55
	S・D	3.88	5.87	10.71	3.35
千住 (6.18)	n	6	6	6	6
	平均	14.70	18.20	20.00	17.60
	S・D	1.85	2.40	2.62	1.94
千住 (6.20)	n	5	5	5	5
	平均	16.74	15.48	16.20	16.14
	S・D	2.17	1.92	3.27	1.51
千住 小計	n	17	17	14	17
	平均	14.05	20.22	20.38	18.21
	S・D	3.62	6.02	7.12	3.05
杉並 (6.26)	n	2	2	1	2
	平均	18.90	20.70	25.20	20.55
	S・D	0.90	0.90	0	1.65
杉並 (6.28)	n	3	3	3	3
	平均	18.60	15.60	14.70	16.30
	S・D	2.24	2.12	1.53	1.87
杉並 (6.30)	n	9	8	8	9
	平均	13.30	15.19	18.45	19.38
	S・D	4.80	3.13	6.51	4.38
杉並 小計	n	14	13	12	14
	平均	15.24	16.13	18.07	16.32
	S・D	4.77	3.32	6.00	4.08
合計	n	31	30	26	31
	平均	14.59	18.45	19.32	17.36
	S・D	4.22	5.42	6.73	3.67

者においてもCO平均値が最低15ppmである。これは一般人の非喫煙者（5～10ppm）にくらべればやはり高いといえる。（表2，3，4参照）

次に呼気CO濃度を1日3回の値で経時的にみると、（表3），6月の場合、運転手、車掌ともに作業前にくらべ、作業後に呼気CO量は上昇している。これは運転環境因子の影響と予想される。ちなみに数は少ないが、対照者においてはこの傾向がみられない。

一方、11月の調査では以上のような傾向はあまり明瞭ではない。この原因については明らかな理由は不明であるが、対象者の一部に暖房の使用が含まれたこと、比

較的良好な環境条件によるCO排泄等複雑な因子によるものであろう。

(3) 反応時間、自覚疲労度と呼気CO

反応時間、自覚疲労度と呼気CO濃度との関係は、自覚疲労度がCO量と正の相関を示す傾向にあった。これはCOによる自覚症の発現が一部に示唆されるものであろう。反応時間はCO量と負の相関を示すはずであるが、これは明らかでない。しかし負の相関を示すものがやや多い。

(4) 住居の種類別、呼気CO量

勤務前、すなわち勤務の影響の現われる前の呼気CO

表4 呼気中CO濃度(平均値)
—対照者(非喫煙)地区調査日別—

		前	中	後	平均
千住 (6.16)	n	2	2	2	2
	平均	20.25	16.65	18.00	18.30
	S・D	1.35	1.35	1.80	1.50
千住 (6.18)	n	0	0	0	0
	平均				
	S・D				
千住 (6.20)	n	1	1	1	1
	平均	23.40	20.70	17.10	20.40
	S・D	0	0	0	0
千住 小計	n	3	3	3	3
	平均	21.30	18.00	17.70	19.00
	S・D	1.85	2.20	1.53	1.57
杉並 (6.26)	n	0	0	0	0
	平均				
	S・D				
杉並 (6.28)	n	1	1	1	1
	平均	10.80	12.60	11.70	11.70
	S・D	0	0	0	0
杉並 (6.30)	n	3	4	4	4
	平均	18.90	15.52	15.07	15.97
	S・D	3.37	3.68	4.69	3.23
杉並 小計	n	4	5	5	5
	平均	16.87	14.94	14.40	15.12
	S・D	4.56	3.49	4.41	3.35
合計	n	7	8	8	8
	平均	18.77	16.09	15.64	16.57
	S・D	4.26	3.41	3.95	3.39

量がその人の住居により影響をうけるか調べた結果、非喫煙者にもかかわらず、いずれも鉄筋の住居に住む者に呼気CO量が高い。

(5) 自動車の前面(クラッチ等)のすき間による影響
非喫煙者で分析した結果では、6月・11月のいずれもすきまありと答えたものに呼気CO量が多い。(1969年の調査では明らかではなかった。)バス前面の防塵の有無が重要であろう。(表5)

(6) 喫煙の方法による分析

喫煙量15~24本の者について調べたが、深くすい込む者に呼気CO濃度が高い傾向がみとめられた。

表5 自動車におけるクラッチ等の床面におけるすき間の有無による呼気CO濃度

(1970年6月6日~30日)千住一杉並営業所・運転手(非喫煙)

被験者	クラッチすき間		前	中	後	平均
運	有	n	20	20	20	21
		平均	20.21	22.72	28.03	23.40
		S・D	8.93	10.58	11.63	9.79
転	無	n	39	37	38	39
		平均	19.22	20.72	22.22	21.04
		S・D	6.32	5.09	6.50	5.66
手	他	n	25	23	25	25
		平均	18.97	21.04	21.53	20.67
		S・D	5.39	8.37	6.82	6.01

(1970年11月5日~17日)千住一杉並営業所・運転手(非喫煙)

被験者	クラッチすき間		前	中	後	平均
運	有	n	27	27	27	28
		平均	19.93	21.27	21.03	21.25
		S・D	7.64	7.62	8.94	7.18
転	無	n	61	61	61	62
		平均	17.76	19.06	17.52	18.17
		S・D	7.92	7.56	7.31	6.70
手	他	n	0	0	0	0
		平均				
		S・D				

(7) 勤務年数などに与える影響

長期的因子の呼気COに与える影響は少ない。

(8) 運転系統別呼気CO量

非喫煙者について分析したが、各系統共対象者の人数が少なく、明らかな結果はみられない。

(9) 運転中の外気の影響

調査の期間中に随時、運転中のバス中、外の環境CO濃度、運転手の呼気又は同乗者の呼気を採取して調査したが、この結果は、1969年11月~12月の調査と同様に呼気CO量は外気の影響を急速にうけて変動することなく、各個人の暴露履歴による個々の値を示していること

がわかる。このような低濃度暴露が続いた場合、その影響の現われる時間、又は過去のいかなる影響が、どのくらい続いているものなのかなどに関しては、今後の研究をまたなければならぬ。

いずれにしても、この結果は低濃度 CO についてはさらに、多少の低濃度暴露においても体内の CO が排泄されにくいことを示している。

3 総 括

2年間にわたり、バス運転手の呼気中 CO の濃度よりみた自動車排気ガスの影響調査を行なった。

全数でみた場合、第1回の1969年11～12月の調査時の呼気中 CO 濃度がもっとも高く以後漸減した。もとより CO ガスは一般の生活においても諸種の発生源があり、呼気の CO 量もそれら因子の影響を常にうけているものである。したがっていわゆる正常な状態における呼気 CO の絶対量を求めることは難かしく、むしろ、相互の比較においてその数値をとらえるべきであろう。以上のような条件を考慮して、今回の調査結果を総括すると次のとおりである。

① 呼気 CO 量にもっとも影響を与えるものは喫煙である。したがって、喫煙の因子について分析する場合は必ず喫煙量によって集団を分け、喫煙量による訂正が必要である。

② 喫煙をしないバス運転手の呼気 CO 量を1日の平均値でみた場合、他の平常集団にくらべやや高く、これは今回の調査のように、暖房の影響を除いた調査におい

ても認められた。

③ 勤続年数、身長、体重など長期的に作用している因子は呼気中 CO 量に影響を与えておらず、これは CO の体内侵入、排泄の比較的（他の有害物に比べて）早いことが、またその侵入排泄が他の諸条件によって複雑に影響されているものと考えられる。

④ 体内に侵入した CO は現状では個体の神経機能に影響を与えるほどではないが、いわゆる自覚症状に対しては諸種の影響を与えていることが示唆された。

⑤ 暖房の影響を除いた6月の調査においては、運転手、車掌ともに勤務後に呼気 CO 量が増加した。これは勤務環境の CO の影響と考えてさしつかえない。

⑥ 天候条件と呼気 CO 量にはとくに関係を認めなかったが11月の調査では、一部に暖房の影響があるにもかかわらず、呼気 CO 量が少なかった。これは比較的安定した天候条件の影響とも考えられよう。

⑦ 住居環境（住居の構造）、バスの車体の新旧整備の具合などは、呼気 CO 量に影響していると考えられた。また、喫煙者は煙草の吸い方に注意する必要がある（煙の吸いこみ度）。

今後は一時期にさらに多数の対象者を求め、分析を容易にするとともに、一時に多数の検体を処理するような測定技術の開発が望まれる。いずれにしても、大気汚染のような低濃度長時間暴露の影響をみるためには、2～3回の調査で結論を出すには不十分で、今後さらに定期的、長期的調査を続ける必要がある。