

未規制大気汚染物質モニタリング調査

〔ホルムアルデヒドモニタリング調査〕

松 村 浩 明 ・ 原 田 浩 平 ・ 川 崎 敏 久
河 野 裕 子

1. はじめに

現在直ちに大気中の濃度が問題となるレベルではなくても、将来的には問題となることが懸念される物質については、長期的にその濃度の推移を把握する必要がある。本報は平成4年度の環境庁委託事業である未規制大気汚染物質モニタリング調査（ホルムアルデヒド調査）を受託し、県内の3地域で測定した結果をまとめたものである。環境庁の了解を得て報告する。

2. 調査期間

平成4年8月3日～平成5年3月15日

3. 調査地域

県内の市町村から周辺環境の異なる下記の3地域を選定し、1地域2地点でホルムアルデヒドの一般環境測定を行った。

調査地域を図1、各調査地域における業種別事業所数を表1に示す。

工場地帯近傍の居住地域……高知市

中小都市の居住地域……土佐市

バックグラウンド地域……東洋町

3.1. 工場地帯近傍の居住地域（高知市）

3.1.1. 人口、面積、産業等

高知市は県中央部に位置し、人口318,308人（平成5年1月1日現在）面積144.68km²の商業を中心

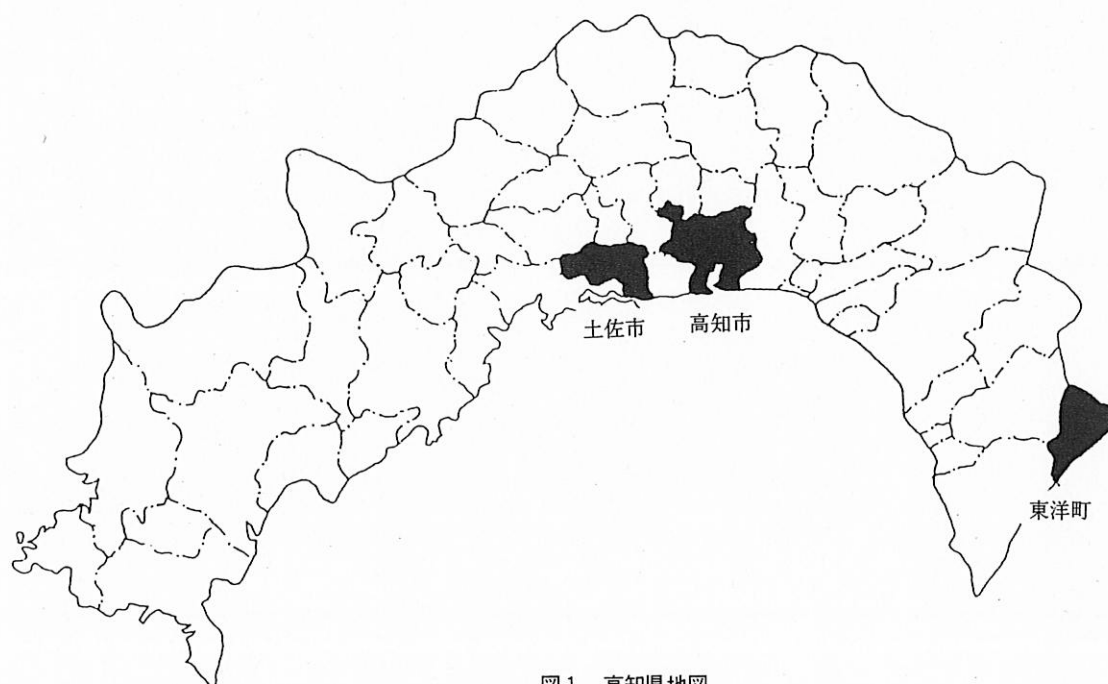


図1 高知県地図

表1 各調査地域における業種別事業所数

市町村名	事業所数 (平成3年7月1日現在)								
	総数	農林漁業	鉱業	建設業	製造業	小卸売業	保険業	電気・ガス・水道熱供給業	公務・サービス・その他
高知市	21,794 100%	16 0.0%	10 0.0%	1,490 6.8%	1,221 5.6%	11,078 50.8%	460 2.1%	22 0.1%	7,497 34.4%
土佐市	1,571 100%	3 0.2%	2 0.1%	156 9.9%	181 11.5%	759 48.3%	14 0.9%	3 0.2%	453 28.8%
東洋町	376 100%	5 1.3%	3 0.8%	48 12.8%	32 8.5%	160 42.6%	3 0.8%	2 0.5%	123 32.7%

事業所統計調査報告(総務庁統計局)より

とした市であるが、南部の港地区にはセメント、化学、機械工場、また浦戸湾東部には木材、造船工場や石油基地が並ぶ工場地帯がある。

3.1.2. 調査地点と周辺の状況

調査地点Aは港地区の工場地帯に隣接した地域にあり、高知港に面している。この地点から北へ約400mと北西へ約500mに化学工場が2社、南へ約300mの所にセメント工場が1社立地している。

調査地点Bは食品、鉄工団地に隣接した地域である。

なお、この2つの調査地点間の距離は約4.5kmである。

各調査地点の周辺図を図2に示す。

3.1.3. 交通量

調査地点Aの付近には南北に県道34号桂浜はりまや線と、この県道から東西に数本の市道が延びており、交通量が比較的多く、大型車の多い地域である。調査地点Bの付近には東西に県道250号大津北本町線が走り、これに接続して数本の市道が延びている。この県道250号線は、通称大津バ

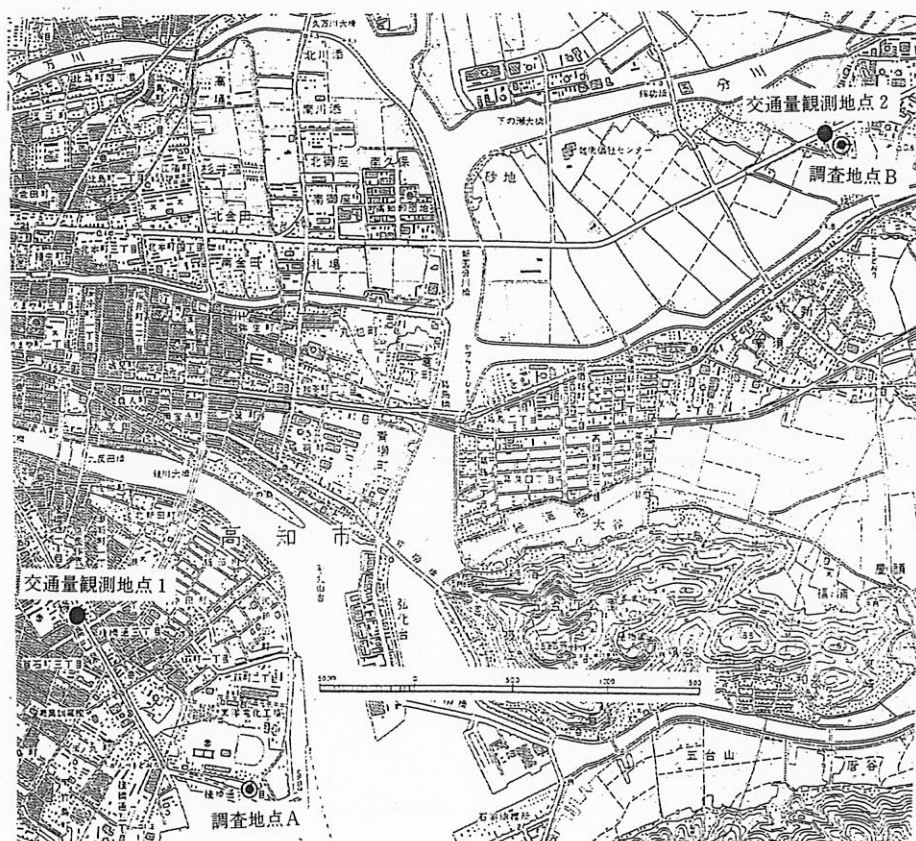


図2 周辺図

イパスと呼ばれ、高知東道路をへて高知自動車道、国道32号線、国道55号線につながる交通量の多い路線である。県道34号桂浜はりまや線と県道250号大津北本町線の道路交通量を表2, 3に示す。

3.2. 中小都市の居住地域（土佐市）

3.2.1. 人口、面積等

土佐市は高知県のほぼ中央部にあり、人口31,095人（平成5年1月1日現在）面積91.58km²である。温暖な気候で農業もさかんであるが、水資源に恵まれ製紙工場が多数ある。また、海岸線は太平洋を望む景勝に富む観光地である。

3.2.2. 調査地点と周辺の状況

調査地点Cは一級河川仁淀川から西へ約600mの土佐市東端にあたり、周囲には、機械すき紙や

手すき和紙などの製紙工場が多数ある。

調査地点Dは土佐市の中心であり、周囲には学校、官公庁、総合病院、商店街及び住居が混在している。

なお、この2つの調査地点間の距離は約2kmである。

各調査地点の周辺図を図3に示す。

3.2.3. 交通量

調査地点Cの南約50mに国道56号線が東西に走っている。県西部への幹線道として朝夕には渋滞がおき、交通量の多い路線である。調査地点Dは、Cと同様北約10mに国道56号線が走っている。

国道56号線の交通量の調査結果を表4に示す。

表2 県道34号桂浜はりまや線の交通量（観測地点1）

平成2年9月26日 調査

平 日 (上段：12時間 下段：24時間)													
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)						合 計 (台)	大型車類 (台)	昼 夜 率	ピーク時間
軽自動車	乗用車	バス	小計	軽貨物車	小貨物型車	貨客車	普貨物通車	特殊種(車)	小計				
2115	12779	657	15551	3950	1392	1683	1261	274	8560	24111 31600	2192	1.31	8

平成2年度 道路交通センサスより

表3 県道250号大津北本町線の交通量（観測地点2）

平成2年9月26日 調査

平 日 (上段：12時間 下段：24時間)													
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)						合 計 (台)	大型車類(台)	昼 夜 率	ピーク時間
軽自動車	乗用車	バス	小計	軽貨物車	小貨物型車	貨客車	普貨物通車	特殊種(車)	小計				
1335	12669	126	14130	5234	1411	2364	1430	430	10869	24999	1956	1.26	8
1571	17037	155	18763	6343	1571	2757	1667	497	12835	31598	2319		

平成2年度 道路交通センサスより

表4 国道56号線の交通量（観測地点3）

平成2年9月26日 調査

平 日 (上段：12時間 下段：24時間)													
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)						合 計 (台)	大型車類(台)	昼 夜 率	ピーク時間
軽自動車	乗用車	バス	小 計	軽貨物車	小貨物型車	貨客車	普貨物通車	特殊種(車)	小 計				
921	7447	179	8547	4250	1011	1612	1474	475	8822	17369	2128	1.31	17
1271	10381	211	11809	5315	1187	1963	1947	557	10969	22778	2715		

平成2年度 道路交通センサスより

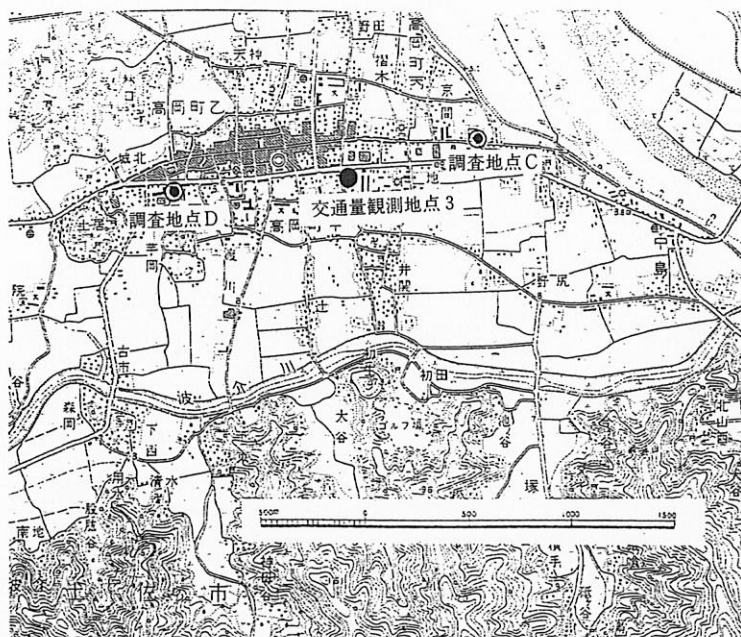


図3 周辺図

3.3. バックグラウンド地域

3.3.1. 人口、面積等

東洋町は、高知県の東端で徳島県と境を接し人口4,191人（平成5年1月1日現在）面積74.09km²である。農林水産業が中心で、公害の無い風光明媚な自然に恵まれ、海岸線は室戸阿南海岸国定公園区域内にあり、大気環境が良くバックグラウンドに適したところである。

3.3.2. 調査地点と周辺の状況

調査地点Eは、海岸線から野根川沿いに約8kmさかのぼった地点であり、周辺には人家も少なく発生源はない。

調査地点Fは、地点Eから更に約2km川沿いにさかのぼった徳島県境に近い山間の小さな集落であり、人家も少なく、固定発生源もない。

なお、この2つの調査地点間の距離は約2kmである。

各調査地点の周辺図を図4に示す。

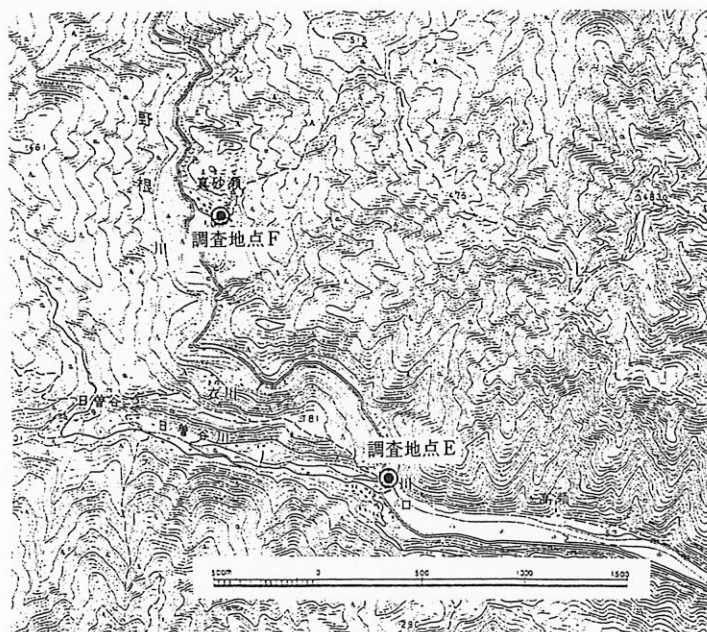


図4 周辺図

表5 県道101号線の交通量

平成2年9月26日 調査

平 日 (上段:12時間 下段:24時間)													
乗 用 車 類 (台)				貨 物 自 動 車 (台)						合 計 (台)	大 型 車 類 (台)	昼 夜 率	ビ ー ク 時 間
軽 自 動 車	乗 用 車	バ ス	小 計	軽 貨 物 車	小 貨 物 型 車	貨 客 車	普 貨 物 通 車	特 殊 種 (車)	小 計				
4	92	0	96	207	60	29	316	8	620	716 900	324	1.27	13

平成2年度 道路交通センサスより

3.3.3. 交通量

調査地点E, Fともに県道101号線が走るのみで、他には路線はない。

県道101号線の道路交通量の調査結果を表5に示す。

4. 調査方法

調査方法は、大気汚染物質測定法指針(75-1ホルムアルデヒド)によった。

4.1. 試料採取

4.1.1. 試料採取装置・器具

自製試料採取器 吸引ポンプ: IWAKI AIR PUMP
(AP-055Z; 吸引量 max 6 l/min)

ガスメーター: 東洋計器 kk (FY-130型式)

吸収瓶: ガラスフィルター付30mlバブラー

アスマン温湿度計: 柴田科学器械工業KK

4.1.2. 試料採取方法

30mlのインピンジャー 2本に0.5%ほう酸溶液を10mlずつ入れ、直列に連結して1 l/minで6時間通気した。通気終了後25mlの共栓シリンダーに第1吸収液を移し、さらに第2吸収液の内容液で第1吸収瓶を洗い共栓シリンダーに移し、最後に蒸留水で各瓶を洗い25mlにメスアップした。

以後、この溶液2mlを使用し吸光光度法による分析を行った。

4.2. 標準液の調整

4.2.1. ホルマリンの標定

ホルマリン1.0mlをとり、水を加えて200mlとし、ホルマリン溶液とした。この溶液10mlを共栓付三角フラスコに取り、次にN/10よう素液25ml及び1N水酸化カリウム溶液10mlを加え、15分間放置した後、硫酸(1→2)5mlを加え、直ちに栓をして静かに振り混ぜ、N/10チオ硫酸ナトリウム

溶液で滴定し、溶液の黄色が薄くなったら、でんぶん溶液(1W/V%)1mlを加え、生じたよう素でんぶんの青色が消えるまで滴定を続ける。これに要したN/10チオ硫酸ナトリウム溶液の滴定量をamlとする。別に水を用いて空試験を行い、その滴定量をbmlとする。

ホルマリン中のホルムアルデヒド濃度Q(W/V%)は、次式によって算出した。

$$Q(W/V\%) = 1.5013 \times \frac{(b-a) \times f}{1000} \times \frac{200}{10} \times \frac{100}{1}$$

ただし

a: 本試験に要したN/10チオ硫酸ナトリウム溶液の使用量(ml)

b: 空試験に要したN/10チオ硫酸ナトリウム溶液の使用量(ml)

f: N/10チオ硫酸ナトリウム溶液のファクター

4.2.2. ホルムアルデヒド標準液

ホルマリン200/Qmlを100mlの全量フラスコにとり水を加えて100mlとした。この溶液を水で10000倍に希釈してホルムアルデヒド標準液とし、用時調整した。

ホルムアルデヒド標準液 1ml = 2 μg HCHO

4.3. 検量線の作成

ホルムアルデヒド標準液を吸収液で希釈して正確に1ml中に0.5, 1.0, 1.5, 2.0 μgのホルムアルデヒドを含む数段階の標準系列を調製する。この標準系列それぞれ2mlを10mlの目盛付共栓試験管にとり、5N水酸化カリウム2mlと4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1,2,4-トリアゾール溶液(AHMT溶液)2mlを加え、軽く振り混ぜ、室温で20分間放置する。次に過よう素酸カリウム溶液2mlを加え、気泡が発生しなくなるまで振とうする。この呈色液について、波長550nm付近の極大波長における吸光度を測定する。各標準系

列のホルムアルデヒド濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$) と吸光度の関係から検量線を作成する。対照液は空試験液 2 ml を同様に操作したものを用いる。

検量線の 1 例を図 5 に示す。

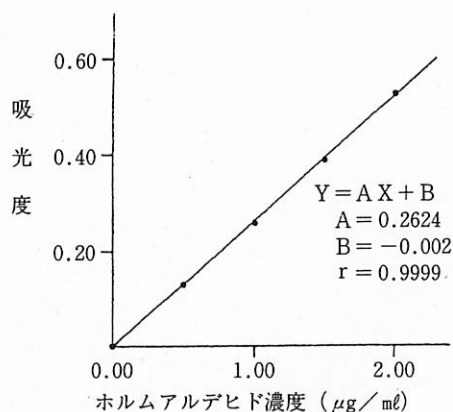


図 5 AHMT 法による検量線

4.4. 測定

試料液 2 ml を 10 ml の目盛付共栓試験管にとり、
4.3. 検量線の作成の項と同様に操作して吸光度を測定し、検量線から、試料液中のホルムアルデヒドの濃度 c ($\mu\text{g}/\text{ml}$) を求めた。

大気中のホルムアルデヒド濃度 C (ppb) は、

次式によって算出した。

$$C(\text{ppb}) = c \times \frac{22.4}{30.0} \times 25 \times \frac{1000}{V \times \frac{273}{273+t}}$$

ただし 25: 試料液量 (ml)
V: 試料空気量 (l)
t: 試料採取時の平均気温 ($^{\circ}\text{C}$)

5. 調査結果

5.1. 気象調査

各調査地域の夏期及び冬期における測定時間中の気象調査結果を表 6 に、また、各調査地域における夏期及び冬期の風配図を図 6～8 に示す。ただし、東洋町については、安芸市のデータを使用した。

5.2. ホルムアルデヒドの測定結果

各調査地域の夏期及び冬期の測定結果を総括表及び調査結果表 1～6 に示す。ただし、各表中の N.D. は、大気中のホルムアルデヒド濃度が 6.20ppb 以下であり、平均値と標準偏差の算出に当たって N.D. は、0.00ppb として計算した。

表 6 気象調査表

調査地域	調査時期	調査日	天候	主風向	平均風速(m/s)	平均気温($^{\circ}\text{C}$)	平均湿度(%)
高知市	夏期	8月26日	晴	南南西	3.2	30.0	78
		8月27日	快晴	南南西	4.3	30.6	72
		8月28日	快晴	南南西	4.2	30.5	72
		平均値			3.9	30.4	74
	冬期	1月11日	曇	南西	3.3	13.3	61
		1月12日	曇時々晴	南西	3.0	13.5	55
		1月13日	曇	南西	2.5	13.3	67
		平均値			2.9	13.4	61
土佐市	夏期	8月26日	快晴	南南東	1.3	29.0	80
		8月27日	快晴	南東	1.5	29.5	70
		8月28日	快晴	南南東	1.5	29.4	72
		平均値			1.4	29.3	74
	冬期	12月8日	晴	北東	6.1	18.3	50
		12月9日	曇一時雨	南西	1.7	15.0	51
		12月10日	晴	北北東	1.8	12.9	87
		平均値			3.2	15.4	63
東洋町	夏期	8月31日	曇	南南西	3.0	27.3	84
		9月1日	曇一時雨	南西	1.5	24.3	95
		9月2日	晴	南南西	2.0	29.0	76
		平均値			2.2	26.9	85
	冬期	12月14日	曇のち晴	北北東	4.0	8.6	50
		12月15日	晴	北北西	1.4	6.9	54
		12月16日	晴	北東	2.0	8.7	69
		平均値			2.5	8.1	58

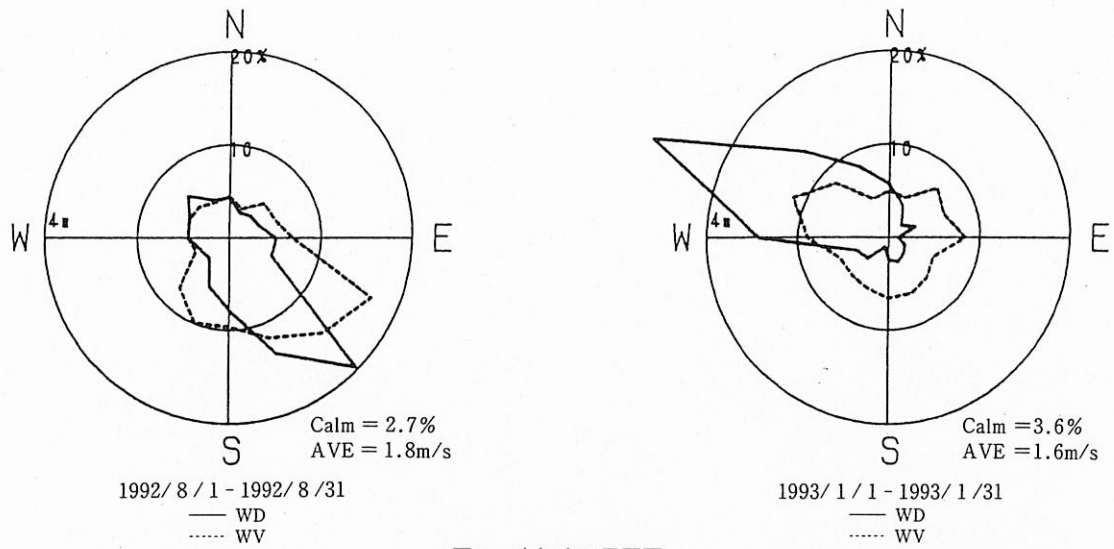


図6 高知市の風配図

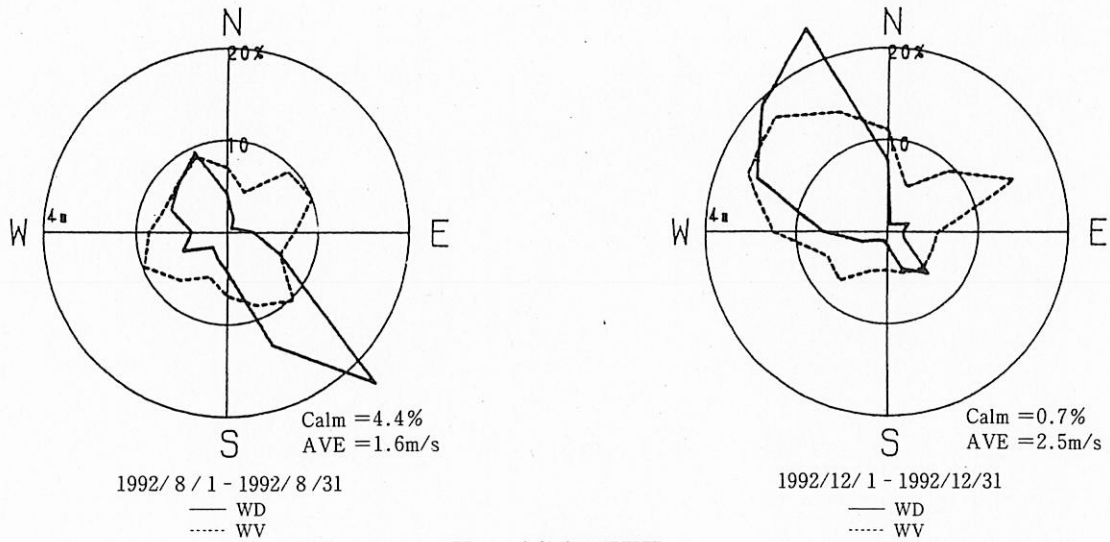


図7 土佐市の風配図

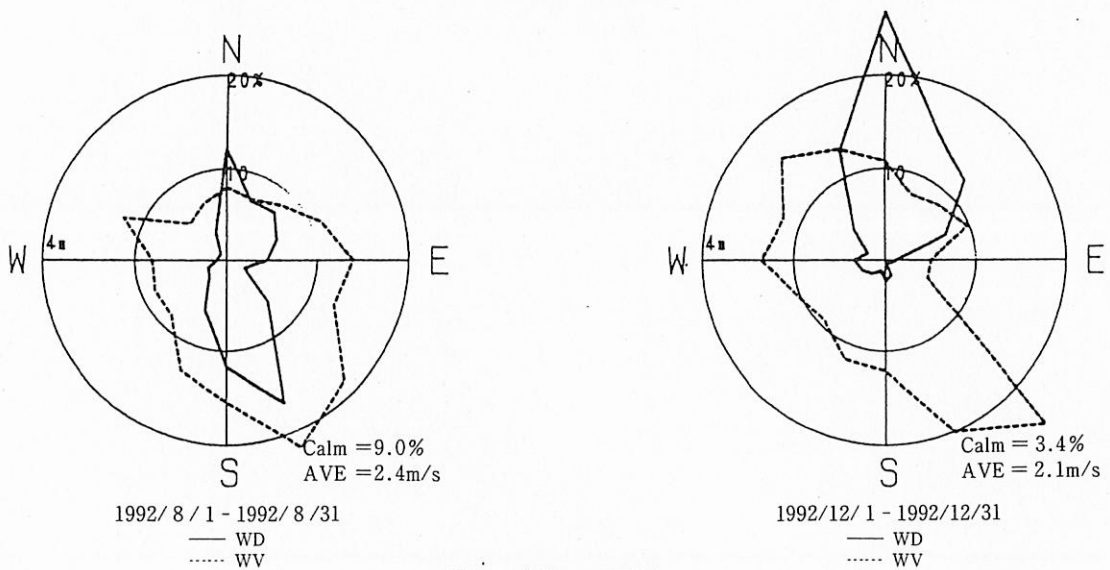


図8 東洋町の風配図

総括表

(単位 ppb)

調査地域名	調査時期	検体数	最小値～最大値	平均値	標準偏差	備考
高知市	夏期	6	N.D.	0.00	0.00	
	冬期	6	N.D.	0.00	0.00	
	全体	12	N.D.	0.00	0.00	
土佐市	夏期	6	N.D.～14.4	5.08	5.52	
	冬期	6	N.D.～6.6	4.43	4.70	
	全体	12	N.D.～14.4	4.75	5.14	
東洋町	夏期	6	N.D.	0.00	0.00	
	冬期	6	N.D.	0.00	0.00	
	全体	12	N.D.	0.00	0.00	

注) N.D.は、6.20ppb以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度 N.D.は0.00ppbとして計算した。

調査結果表 1

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速 m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)
高知市	高知市 棧橋通六丁目	A	夏期	8/26 9:30～15:30	晴 SSW 3.2	N.D.
				8/27 9:30～15:30	快晴 SSW 4.3	N.D.
				8/28 9:00～15:00	快晴 SSW 4.2	N.D.
				平均値		0.00
				標準偏差		0.00
			冬期	1/11 10:00～16:00	曇 SW 3.3	N.D.
				1/12 9:00～15:00	曇時々晴 SW 3.0	N.D.
				1/13 9:10～15:10	曇 SW 2.5	N.D.
				平均値		0.00
				標準偏差		0.00
			全体	平均値		0.00
				標準偏差		0.00

注) N.D.は、6.20ppb以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度 N.D.は0.00ppbとして計算した。

調査結果表 2

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速 m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)
高知市	高知市 大津	B	夏期	8/26 10:00～16:00	晴 SSW 3.2	N.D.
				8/27 10:00～16:00	快晴 SSW 4.3	N.D.
				8/28 8:30～14:30	快晴 SSW 4.2	N.D.
				平均値		0.00
				標準偏差		0.00
			冬期	1/11 10:00～16:00	曇 SW 3.3	N.D.
				1/12 9:30～15:30	曇時々晴 SW 3.0	N.D.
				1/13 9:40～15:40	曇 SW 2.5	N.D.
				平均値		0.00
				標準偏差		0.00
			全体	平均値		0.00
				標準偏差		0.00

注) N.D.は、6.20ppb以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度 N.D.は0.00ppbとして計算した。

調査結果表 3

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速 m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)
土佐市	土佐市高岡	C	夏期	8/26 10:10~16:10	快晴 SSE 1.3	14.39
				8/27 10:00~16:00	快晴 SW 1.5	7.40
				8/28 10:00~16:00	快晴 SSE 1.5	8.70
				平 均 値		10.16
				標 準 偏 差		3.04
			冬期	12/8 10:20~16:20	晴 NE 6.1	N.D.
				12/9 9:40~15:40	晴後曇 SW 1.7	N.D.
				12/10 10:10~16:10	曇一時雨 NNE 1.8	N.D.
				平 均 値		0.00
				標 準 偏 差		0.00
			全体	平 均 値		5.08
				標 準 偏 差		5.52

注) N.D.は, 6.20ppb 以下である.

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度 N.D.は0.00ppb として計算した.

調査結果表 4

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速 m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)
土佐市	土佐市高岡	D	夏期	8/26 10:30~16:30	快晴 SSE 1.3	8.09
				8/27 10:15~16:15	快晴 SW 1.5	11.91
				8/28 10:15~16:15	快晴 SSE 1.5	N.D.
				平 均 値		6.67
				標 準 偏 差		4.97
			冬期	12/8 10:40~16:40	晴 NE 6.1	N.D.
				12/9 10:00~16:00	晴後曇 SW 1.7	6.55
				12/10 10:30~16:30	曇一時雨 NNE 1.8	N.D.
				平 均 値		2.18
				標 準 偏 差		3.09
			全体	平 均 値		4.43
				標 準 偏 差		4.70

注) N.D.は, 6.20ppb 以下である.

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度 N.D.は0.00ppb として計算した.

調査結果表 5

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速 m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)
東洋町	東洋町野根川口	E	夏期	8/31 9:30~15:30	曇 SSW 3.0	N.D.
				9/1 9:00~15:00	曇一時雨 SW 1.5	N.D.
				9/2 12:00~18:00	晴 SSW 2.0	N.D.
				平 均 値		0.00
				標 準 偏 差		0.00
			冬期	12/14 9:10~15:10	曇後晴 NNE 4.0	N.D.
				12/15 9:55~15:55	晴 NNW 1.4	N.D.
				12/16 9:25~15:25	晴 NE 2.0	N.D.
				平 均 値		0.00
				標 準 偏 差		0.00
			全体	平 均 値		0.00
				標 準 偏 差		0.00

注) N.D.は, 6.20ppb 以下である.

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度 N.D.は0.00ppb として計算した.

調査結果表 6

調査地域	所在地	調査地点	調査時期	調査日時	気象状況 (天候, 主風向, 主風速m/s)	ホルムアルデヒド (ppb)
東洋町	東洋町野根真砂瀬	F	夏期	8/31 9:50~15:50	曇 SSW 3.0	N.D.
				9/1 9:20~15:20	曇一時雨 SW 1.5	N.D.
				9/2 12:10~18:10	晴 SSW 2.0	N.D.
				平均値		0.00
				標準偏差		0.00
			冬期	12/14 9:30~15:30	曇後晴 NNE 4.0	N.D.
				12/15 10:15~16:15	晴 NNW 1.4	N.D.
				12/16 9:40~15:40	晴 NE 2.0	N.D.
				平均値		0.00
				標準偏差		0.00
			全体	平均値		0.00
				標準偏差		0.00

注) N.D.は, 6.20ppb 以下である。

平均値及び標準偏差の算出に当たってホルムアルデヒド濃度 N.D.は0.00ppb として計算した。

6. まとめ

6.1. 工場地帯近傍の居住地域(高知市)

気象については, 夏期の3日間(8月26日, 8月27日, 8月28日)の日中は3~4.0m/sの南南西の風が支配し, 冬期の3日間(1月11日, 1月12日, 1月13日)の日中は2~3.0m/sの南西風が支配した。夏期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ29.3℃, 74%であり, 冬期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ13.4℃, 61%であった。

工場地帯近傍の居住地域の全体のホルムアルデヒド濃度は, 2地点とも夏期及び冬期の各3日間全て定量限界以下であった。

調査地点Aは南約400~500mにセメント工場や化学工場があり, 又, 西約300mには県道34号線が通っており, 交通量が多い。測定期間中は夏期に南南西, 冬期に南西の風が支配していたが, アルデヒド濃度は全て定量限界以下であり, 近辺の工場等の影響は少ないと思われる。

調査地点Bの北北東約400mには食品団地や鉄工所等が多く立地し, 又, 北約100mにある県道250号線は幹線道路で交通量も多いが, 測定期間中は南西風が支配していたこともあり, アルデヒド濃度は全て定量限界以下であった。

6.2. 中小都市の居住地域(土佐市)

気象については, 夏期の3日間(8月26日, 8月27日, 8月28日)の日中は1.5m/s付近の南

南東~南西の風が支配し, 冬期の3日間(12月8日, 12月9日, 12月10日)の日中は1~6.0m/sの北東~南西の風が支配した。夏期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ29.3℃, 74%であり, 冬期の3日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ15.4℃, 63%であった。

中小都市の居住地域の全体のホルムアルデヒド濃度は, 調査地点C及びDがそれぞれN.D.~14.39ppb, N.D.~11.91ppbであり, 平均値はそれぞれ5.08ppb, 4.43ppbであった。全体的にみて2地点とも夏期の方が高かった。

調査地点Cの夏期及び冬期のアルデヒド濃度はそれぞれ7.40~14.39ppb, N.D.であり, 平均値はそれぞれ10.16ppb, 0.00ppbであった。夏期は3日間全て定量限界を越えた。これは, 地点Cの北西に機械すき製紙工場や手すき和紙工場が多数立地し, 又, 南には国道56号線も通っており交通量も多いことなどからこの影響を受けていると考えられる。しかし, 冬期は全て定量限界以下であった。

調査地点Dの夏期及び冬期のアルデヒド濃度はそれぞれN.D.~11.91ppb, N.D.~6.55ppbであり, 平均値はそれぞれ6.67ppb, 4.43ppbで低濃度であった。夏期, 冬期ともに定量限界を越えた日があったが, 地点Cと同様, 周辺に製紙工場が多く, この影響を受けていると考えられる。

6.3. バックグラウンド地域(東洋町)

気象については, 夏期の3日間(8月31日, 9

月1日, 9月2日)の日中は $1.5 \sim 3.0 \text{ m/s}$ の南
南西～南西の風が支配し, 冬期の3日間(12月14
日, 12月15日, 12月16日)の日中は $1 \sim 4.0 \text{ m/s}$
の北北東～北北西の風が支配していた. 夏期の3
日間の平均温度及び平均湿度はそれぞれ 26.9°C ,

85%であり, 冬期の3日間の平均温度及び平均湿
度はそれぞれ 8.1°C , 58%であった.

バックグラウンド地域のホルムアルデヒド濃度
は, 2地点とも夏期及び冬期の各3日間全て定量
限界以下であった.