

築材料等を配慮して建設されている。

③分析対象物質、採取方法と分析方法

前年度の調査で分析対象とした物質のほかにも、できるだけ多くの成分を分析対象とした。表 1 にサンプリング・分析方法の概要を示す。

倫理面への配慮

施設管理者には、調査内容について事前に十分に説明を行い、施設管理者より院内関係者へ説明することにより調査の許可を得た。サンプリングに際しては、ポンプの音、サンプリングに必要な空間確保を必要最小限にする工夫、病棟部分では女性調査員の配置、サンプリングに必要な準備時間を必要最小限にするなどで対応した。実際のサンプリングでは現場責任者の方の指示に従い、療養・看護などの迷惑にならないように細心の注意を払いながらサンプリングを行った。このため、前年と比較するためのポイントは一部同じ場所でのサンプリングで実施する事ができなかった。

C. 研究結果

測定結果を表 2 に示す。

カルボニル化合物のうち、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アクロレイン、プロピオンアルデヒド、グルタルアルデヒドはいずれの部屋においても濃度は低かったが、病理検査室の染色室ではアセトン濃度が平均 $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と他の部屋に比べると 10 倍以上であった。揮発性有機化合物のうちエチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フェノール、クレゾール、テトラデカンはいずれの部屋でも濃度が低かった。しかし、トルエン、キシレンについては病理検査室染色室では他の化合物に比べ、高い濃度が検出された。測定対象室の TVOC の平均値は $329 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=1 のとき) であったが、染色室は $1600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で他の部屋に比べると濃度が 5~8 倍も高い。特に、染

色室にアセトン、トルエン、キシレンなどの濃度が高かったのは、染色室で行われる作業内容によると考えられる。

その他に検出された物質を表 3 に示す。エタノール、2-プロパノールが 6F、7F ナースセンター、染色室で比較的高濃度で検出された。対象施設のナースセンターは開放的な設計になっていた。ナースセンターの近くには処置室が設けられており、そこで患者の処置等が行われるため医療用具が保管されている。エタノールが比較的高濃度で検出された原因と考えられる。染色室でも、エタノールの使用があるため、高濃度であったと考えられる。

表 4 にカルボニル 6 成分、揮発性有機化合物 10 成分以外に検出された 37 成分のうち検出下限値以上の成分数は室内では 8~17 成分であった。室内によって検出される成分は異なるが濃度はいずれも高くなかった。また、検出された成分の数と TVOC 濃度には相関がみられなかった。

D. 考察

①換気運転と空気質

空調設備管理者に調査当日の換気運転状況について回答してもらった。その結果を表 6 に示す。これより、染色室は外気導入量も 17 回/h と非常に多いが、VOC の一部の成分に高い濃度が見られた。サンプリング中は発生を伴う作業は行われていなかったが、換気量と濃度測定値をあわせて考慮すると定常的にもかなりの発生量であると考えられる。また、6F、7F のナースセンターで一部濃度の高い物質が見られたがこのときも特に処置は行われていなかったのも、ナースセンターの場合は換気運転を 24 時間にすると (特に処置室で) 濃度が低くなるかもしれない。

②開院前との比較

倫理面の配慮から一部のポイントで同じ場

所でのサンプリングを行うことができなかったが、6つのポイントで開院前に行った調査結果と比較した結果を表5に示す。これより、開院前と比較すると両測定で分析された項目については、いずれも、開院後の濃度は低くなっている。特にトルエン、キシレンといった新築後に濃度が高い物質に付いてはおおむね10分の1に、TVOCにおいても暫定目標値の $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をいずれのポイントでも下まわっていた。

③設計の注意

測定対象とした医療施設では稼働後病院全体で調理臭がするなどの苦情がおこった。この原因として外気取り入れ口が調理室の排気口の近くに配置されていたことが指摘された。調理臭がするのは、調理されている物(特に魚料理の際におきの苦情有る)や風向きによっても大きく違うという事であった。打ち合わせの段階で有効な対策はとられていなかったが、測定時には排気ダクトから出る空気を外気取り入れ口が吸いこまないための工夫がとられていた。測定時にはこうした対策がとられていたが、分析結果よりこうしたことが原因と考えられる物質の検出は今回の測定では見られなかった。院内の空気を正常な状態で確保するためには、空調設計に十分配慮する必要がある。

検体検査室の中にある染色室は高濃度であるといえるが、クリーンベンチの設置など設備的には十分に配慮された設計が行われていた。サンプリング中には作業による有機溶媒の使用はなかったが、他の部屋と比較すると濃度は高い傾向であるので、発生行為の把握・薬品の保管状況など実際の作業内容に基づいた換気設計を行うことが必要であるといえる。

中央ホールに設置されているスケルトンタイプのエレベーターは乗った瞬間より不快臭を感じた。この原因としてエレベーターがガラスで囲まれているためエレベーターの動力部

分の排気が十分行われていないための臭いと考えられた。こうしたことを設計時に注意する事ができれば、十分に防ぐ事ができるといえる。

E. 結論

①カルボニル化合物のうち、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アクロレイン、プロピオンアルデヒド、グルタルアルデヒドはいずれの部屋においても濃度は低かった

②揮発性有機化合物のうちエチルベンゼン、スチレン、パラジクロロベンゼン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フェノール、クレゾール、テトラデカンはいずれの部屋でも濃度が低かった。

③しかし、病理検査室染色室でトルエン、キシレンは他の化合物に比べ、濃度は高くTVOCも $1600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。アセトン、トルエン、キシレンなどの濃度が高かったのは、染色室で行われる作業内容によると考えられる。

④カルボニル6成分、揮発性有機化合物10成分以外に検出された37成分のうち検出下限値以上の成分数は室内では8~17成分であった。室内によって検出される成分は異なるが濃度はいずれも高くなかった。

④1年前の調査で濃度の高かったトルエン、キシレンは今回の調査ではおおむね10分の1に、TVOCにおいても暫定目標値の $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ をいずれのポイントでも下まわっていた。

⑤室内空気環境を良好に維持するためには換気設計も十分配慮しなくてはならない。

F. 健康危険情報

病理検査などで高濃度のホルマリンやトルエン、キシレンなどを取り扱い際は局所換気などの下で作業を行うのが望ましい。また、室内の換気を良く行い、作業者の曝露を低減する必要がある。

表 2 S 医療機関での空気質調査結果

測定箇所	S1-1	S1-2	S1-3	S1-5	S1-6	S1-9	S1-10	S2-1	S2-2	S2-3	S2-4	S2-5		
	2 F 2 H 中待合	2 F 2 H - 9 診察室	6 F ナース センター 前	6 F 個室	7 F ナース センター 前	1 F 受付ロビー	1 F 受付 奥事務室	7 F 個室	2 F 染色室	エレベーター 内	1 F ホール	外気		
測定開始時刻	15:45	15:46	11:00	10:25	14:10	10:45	11:32	13:30	13:44	16:20	14:22	14:50		
開始時の温度 (°C)	24.7	25.9	26.2	24.8	26.1	23.7	23.8	25.6	24.9	未測定	24.5	16.6		
開始時の湿度 (%)	27	30	33	48	33	32	51	39	49	未測定	47	21		
(µg/m ³)														
カルボニル化合物	ホルムアルデヒド	N=1	10	9	12	14	10	7	12	15	29	10	9	4
		N=2	10	8	12	14	12	7	12	13	33	10	10	4
	アセトアルデヒド	N=1	6	7	10	10	10	5	7	12	17	8	<5	3
		N=2	7	7	10	10	12	6	7	9	15	7	<5	4
	アセトン	N=1	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	240	<25	<25	<25
		N=2	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	280	<25	<25	<25
	アクロレイン	N=1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
		N=2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	プロピオンアルデヒド	N=1	2	2	2	3	2	1	2	3	<1	2	1	<1
		N=2	2	1	2	3	2	2	2	2	<1	2	2	1
グルタルアルデヒド	N=1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
	N=2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
揮発性有機化合物 (VOC)	トルエン	N=1	15	13	23	22	13	17	12	10	>470	15	7	6
		N=2	欠測	13	22	21	14	15	11	9	欠測	23	7	9
	エチルベンゼン	N=1	3	4	4	4	17	3	3	2	<1	13	3	1
		N=2	欠測	3	4	4	17	3	2	2	欠測	17	3	2
	ステレン	N=1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	12	<1	<1	<1
		N=2	欠測	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	欠測	<1	<1	<1
	キシレン	N=1	5	7	10	9	70	7	6	4	>940	42	7	2
		N=2	欠測	6	11	9	70	5	4	4	欠測	46	7	2
	パラジクロロベンゼン	N=1	2	1	1	2	1	2	1	1	<1	1	<1	<1
		N=2	欠測	1	1	2	1	2	1	1	欠測	1	<1	<1
	フタル酸ジ-n-ブチル	N=1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
		N=2	欠測	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	欠測	<1	<1	<1
	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	N=1	<1	<1	<1	2	2	<1	<1	<1	2	2	<1	<1
		N=2	欠測	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	欠測	<1	<1	<1
	フェノール	N=1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	1	<1
		N=2	欠測	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	欠測	1	<1	<1
	クレゾール	N=1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3	1	<1
		N=2	欠測	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	欠測	3	<1	<1
	テトラデカン	N=1	1	1	2	2	1	1	3	2	<1	1	<1	<1
		N=2	欠測	1	2	2	1	1	3	2	欠測	1	<1	<1
TVOC	N=1	100	180	300	150	200	180	190	80	1600	210	200	<10	
	N=2	欠測	180	320	180	200	110	130	70	欠測	340	170	<10	

表 3-1 その他に検出された化学物質（検出された物のみ記述。－は欠測）（その 1）

測定箇所	S1-1	S1-2	S1-3	S1-5	S1-6	S1-9	S1-10	S2-1	S2-2	S2-3	S2-4	S2-5
	2 F 2 H 中待合	2 F 2 H - 9 診察 室	6 F ナ ー ス セ ン タ ー 前	6 F 個 室	7 F ナ ー ス セ ン タ ー 前	1 F 受 付 ロ ビ ー	1 F 受 付 奥 事 務 室	7 F 個 室	2 F 染 色 室	エレ ベ ー タ ー 内	1 F ホ ー ル	外 気
単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$												
ブチルアルデヒド	N=1	1	1	1	1		<1	2	1	1		
	N=2	1	1	1	1		1	1	1	1		
m,p-トルアルデヒド	N=1	1	<1	2	1	1	1	<1	1	4	1	1
	N=2	1	1	1	1	1	2	1	<1	4	1	1
ヘキサアルデヒド	N=1	2	2	4	3	3	1	3	3	1	2	1
	N=2	2	2	3	3	3	1	2	3	1	2	1
単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$												
オクタメチルペン タシロキサン	N=1	1	4	4		3	1	3	4	1	2	
	N=2	-	3	5		3	2	3	4	-	3	
2-エチル-1-ヘキ サノール	N=1	6	13	16	15	13	19	14	4	4	6	3
	N=2	-	12	15	7	13	21	12	4	-	8	3
リモネン	N=1			2	1	1						
	N=2			2	1	2						
ノナール	N=1	4	2	<1	3	5		4	2		48	<1
	N=2	-	2	2	2	4		3	-		41	1
ペンタデカン	N=1		5	10	10	5		27	9			
	N=2		4	10	10	5		24	9			
2-プロパノール	N=1	11		120	80	90	7	5	73	240	8	5
	N=2	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
プロピレングリ コール	N=1	4		4	7	5	3	3	2		3	
	N=2	-		-	-	-	-	-	-		-	
エタノール	N=1			23	11	170			9	300		
	N=2			-	-	-			-	-		
デカメチルペンタ シロキサン	N=1		2	<1	3			1	2	1	1	0.1
	N=2		2	1	2			1	1	-	2	-
ベンジルアルコー ル	N=1			0.4	0.9		0.2	0.2	0.3		3	
	N=2			-	-		-	-	-		-	
アセトフェン	N=1			5	4		4			5		
	N=2			5	4		4			-		
ヘキサデカン	N=1			3	3			7				
	N=2			3	3			6				
2-ブタノール	N=1	2		3	3		2	2			2	0.97
	N=2	-		-	-		-	-			-	-
オクタメチルシク ロテトラシロキサ	N=1				15							
	N=2				15							
プロピレングリ コール	N=1										0.5	
	N=2										-	
オクタノール	N=1										4	
	N=2										-	
ヘプタノール	N=1						4	27			32	
	N=2						-	23			32	
2-メチル-4-ペン タノール	N=1							4			6	
	N=2							7			6	
ペンタノール	N=1							8			9	
	N=2							7			9	
1-ドデセン	N=1										5	
	N=2										4	
ウンデセン	N=1										22	
	N=2										19	

表 3-2 その他に検出された化学物質（検出された物のみ記述。－は未測定）（その 2）

測定箇所	S1-1	S1-2	S1-3	S1-5	S1-6	S1-9	S1-10	S2-1	S2-2	S2-3	S2-4	S2-5	
	2 F 2 H 中待 合	2 F 2 H - 察室 9 診	6 F ナ ー ス 前 タ ー セ ン	6 F 個 室	7 F ナ ー ス 前 タ ー セ ン	1 F 受 付 ロ ビ ー	1 F 受 付 奥 事 務 室	7 F 個 室	2 F 染 色 室	エレベーター 内	1 F ホ ー ル		外 気
単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$													
デセン	N=1											23	
	N=2											21	
2-メチル-4-ペン タノール	N=1											4	
	N=2											-	
炭化水素(二重結 合を持つ)	N=1											12	
	N=2											11	
2-(2-エトキシエ キシ)エタノール	N=1	22	97			5			6				
	N=2	-	110			-			-				
トリメチルベン ゼン	N=1								20				
	N=2								-				
直鎖アルキルベ ンゼン	N=1		12										
	N=2		12										
デカン	N=1										4		
	N=2										5		
トリメチルベン ゼン	N=1										8		
	N=2										11		
トリメチルベン ゼン(異性体)	N=1										9		
	N=2										9		
BHTキノメチド	N=1										13		
	N=2										12		
BHTキノメチド (異性体)	N=1										12		
	N=2										6		
2-プトキシエ タノール	N=1										<1		
	N=2										1		
ペンタデカン	N=1						6				7		
	N=2						5				7		

表 4 検出成分数

	S1-1	S1-2	S1-3	S1-5	S1-6	S1-9	S1-10	S2-1	S2-2	S2-3	S2-4	S2-5
	2 F 2 H 中待 合	2 F 2 H - 診察室 9	6 F ナ ー ス 前 タ ー セ ン	6 F 個 室	7 F ナ ー ス 前 タ ー セ ン	1 F 受 付 ロ ビ ー	1 F 受 付 奥 事 務 室	7 F 個 室	2 F 染 色 室	エレベーター 内	1 F ホ ー ル	
カルボニル化合物分析対象6成分 のうち検出下限以上の成分数	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
揮発性有機化合物分析対象10成分 のうち検出下限以上の成分数	6	5	5	6	6	5	6	5	4	7	5	3
その他に検出された37成分のうち 検出下限値以上の成分数	10	8	14	16	11	12	13	12	12	16	17	1
検出された成分数合計	19	16	22	25	20	20	22	20	19	26	24	6

表5 開院前との比較

対象室	NO	S1-1		S1-2		S1-3		S1-5		S1-6		S1-9		S1-10		
		2F: 待合ホール(2H)		2F: 診療室(2H-9)		6F: ナースステーション		6F: 1人病室		7F: ナースステーション		1F総: 合受付		1F: 事務室		
		開院前	1年後	開院前	1年後	開院前	1年後	開院前	1年後	開院前	1年後	開院前	1年後	開院前	1年後	
単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
カルボニル化合物	ホルムアルデヒド	N=1	<10	10	<10	9	<10	12	<10	14	<10	10	<10	7	<10	12
		N=2	<10	10	<10	8	<10	12	<10	14	<10	12	<10	7	-	12
	アセトアルデヒド	N=1	<10	6	<10	7	<10	10	<10	10	<10	10	<10	5	<10	7
		N=2	<10	7	<10	7	<10	10	<10	10	<10	12	<10	6	-	7
	アセトン	N=1	10	<25	10	<25	30	<25	40	<25	10	<25	<10	<25	20	<25
		N=2	20	<25	20	<25	30	<25	30	<25	20	<25	<10	<25	-	<25
	アクロレイン	N=1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1
		N=2	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	-	<1
	プロピオンアルデヒド	N=1	<10	2	<10	2	<10	2	<10	3	<10	2	<10	1	<10	2
		N=2	<10	2	<10	1	<10	2	<10	3	<10	2	<10	2	-	2
グルタルアルデヒド	N=1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	
	N=2	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	-	<1	
揮発性有機化合物(VOC)	トルエン	N=1	40	15	80	13	>390	23	290	22	>390	13	20	17	60	12
		N=2	40	欠測	70	13	>390	22	210	21	210	14	20	15	-	11
	エチルベンゼン	N=1	20	3	30	4	110	4	120	4	120	17	20	3	60	3
		N=2	20	欠測	30	3	100	4	110	4	110	17	20	3	-	2
	スチレン	N=1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1
		N=2	<10	欠測	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	-	<1
	キシレン	N=1	40	5	50	7	160	10	180	9	180	70	10	7	140	6
		N=2	40	欠測	50	6	150	11	170	9	170	70	10	5	-	4
	パラジクロロベンゼン	N=1	<10	2	<10	1	<10	1	<10	2	<10	1	<10	2	<10	1
		N=2	<10	欠測	<10	1	<10	1	<10	2	<10	1	<10	2	-	1
	フタル酸ジ-n-ブチル	N=1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1
		N=2	<10	欠測	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	-	<1
	フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	N=1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	2	<10	2	<10	<1	<10	<1
		N=2	<10	欠測	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	-	<1
	フェノール	N=1	<10	1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	1
		N=2	<10	欠測	<10	<1	<10	1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	-	<1
	クレゾール	N=1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1
		N=2	<10	欠測	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	<10	<1	-	<1
	テトラデカン	N=1	<10	1	<10	1	40	2	20	2	10	1	<10	1	30	3
		N=2	<10	欠測	<10	1	30	2	20	2	10	1	<10	1	-	3
TVOC	N=1	360	100	430	180	990	300	930	150	990	200	220	180	1200	190	
	N=2	340	欠測	430	180	910	320	830	180	880	200	250	110	-	130	

表6 測定当日の換気運転状況

NO	S1-1	S1-2	S1-3	S1-5	S1-6	S1-9	S1-10	S2-1	S2-2	S2-3	S2-4	室名
												2F 待合中
機械換気について	換気回数: 回/h	5.9		9.5	10.9	9.5	3.6	10.6	9.4	27.5		6.7
	外気導入量: 回/h	2.9		3.0	5.4	3.0	0.5	2.4	4.7	17.6		3.8
今の時期の換気運転状況	運転していない											
	運転時間帯は流動的			○		○						
	24時間運転				○		○		○	○	○	○
	運転時間帯を決めて運転	○						○				
今の時期の運転状況	運転時間を決めている場合: 何時から何時までですか?	7:33 18:31						8:00 21:00				
	換気運転と同じ時間帯	○						○				
	運転していない											
	運転時間帯は流動的			○		○				○	○	○
今の時期の運転状況	24時間運転				○		○		○	○	○	○
	運転時間帯を決めて運転											

平成 14 年度厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）
分担研究報告書

XIV. 新棟施設の入居直前：1ヶ月経ての医療機関における
空气中化学物質の存在量に関する研究

分担研究者 池田耕一 国立保健医療科学院
研究協力者 佐藤重幸 豊田中央研究所
塩津弥佳 国立保健医療科学院

研究要旨 建替え工事を行っている医療施設で、新棟入居直前と入居1ヶ月後に空気質調査を実施した。本調査では、多くの成分が把握できるようなサンプリング方法を採用し、引越し前の室内空気質とその後の入院患者の入室による変化を確認することができた。引越し前には、エチルベンゼン以上の高沸点の成分、工業ガソリン成分と思われる高沸点成分が各種検出された。しかし、引越し後の2回目の測定では、フロンR-12(ジクロロジフロロメタン)、フロンR-11(トリクロロフロロメタン)や香料、リモネン、メンソール、防虫剤 パラジクロロベンゼン、防菌剤安息香酸などが検出され、これらはいずれも人によって持ち込まれた成分と考えられた。また、医療用で用いられているエチルアルコール、イソプロピルアルコールも引越し後の測定では検出された。今回の調査から、多くの成分を定量する事ができたが、これらすべての成分についての発生を推定する事はできなかった。しかし、医療行為や人の活動により発生されたと考えられる成分を確認する事ができた。

A. 研究目的

いわゆる化学物質過敏症が発症、もしくは疑われた際におこる体の不調からまず医療機関へ足を運ぶ機会が多い。しかし、そうした人々の多くからは、病院に行きたくても病院に入る事ができないという声をよく耳にする。そこで我々は診察を受ける医療施設内の空気質の実態に注目をした。

医療施設における室内化学物質汚染の原因は医療行為が化学物質の発生を伴う事が多い。しかし医療施設事態の実態を把握するためにはそれだけではなく、建物、寝具・家具などの物品、医療機器、衛生材料、医療行為などそれぞれの発生量を把握することが重要である。今年度は、昨年調査を行った医療施設での追跡調

査に加え別の医療施設で開院前後で室内空気質の測定を行う機会が得られた。そこで、医療施設建物および寝具・家具類のみしか入っていない状態と医療行為が行われた場合での結果を照らし合わせて医療行為と建物からの化学物質の発生に関する関係を考察した。

今年度は、建替え工事を行っている医療施設で、新棟入居直前と入居1ヶ月後に空気質調査を実施した。本調査では、多くの成分が把握できるようなサンプリング方法を採用した。

B. 研究方法

①調査日時

1回目…2002年10月9、10日

2回目…2002年11月25、26日

②調査対象と測定ポイント概要

調査対象は大阪府の O 病院。同じ敷地内において大掛かりな建替え工事を行っている。

調査対象の概要は表 1 に示す。1 回目、2 回目の測定は、ともにサンプリング日による変動を把握するため、1 回目、2 回目ともに各日毎に同一場所でサンプリングを行った。

1 回目の調査では、使用中の旧病棟で歯科診察室および病棟処置室の 2 箇所をサンプリングをした。また、未使用状態の新病棟(東病棟のみ)では 4 人部屋(708 号室)と個室(712 号室)でサンプリングを行った。いずれの部屋もベットなど入っていなかった。

2 回目の調査は、1 回目のサンプリングから約 1 ヶ月後に実施した。2 回目は 1 回目と同じ場所でのサンプリングを計画していた。これは、古い建物での使用中と引越し後と、新しい建物での引越し前と使用中との空気質を比較するためであった。しかし、旧病棟は既に取り壊しが始まっていたため、測定不能であった。そのため、02 年 9 月から使用が開始されていた新西病棟で、待合室廊下と個室(550 号室・未入居)でサンプリングを追加して行った。1 回目の測定でサンプリングを行った新東病棟の 708 号室では入院患者さんの了解の元で、サンプリングを行ったが途中で中止の要望があったため取りやめ、部屋の近くの廊下にてサンプリングを行った。

今回のサンプリングでは、できるだけ多くの化学物質の成分を把握するため表 2 に示すように多様な方法でサンプリング・分析を行った。

倫理面への配慮

施設管理者には、調査内容について事前に十分に説明を行い、施設管理者より院内関係者へ説明していただき調査の許可を得た。サンプリングに際しては、ポンプの音、サンプリングに必要な空間確保を必要最小限にする工夫、病棟

部分では女性調査員の配置、サンプリングに必要な準備時間を必要最小限にするなどで対応した。実際のサンプリングでは現場責任者の方の指示を従い、療養・看護などの迷惑にならないように細心の注意を払いながらサンプリングを行った。しかし、引越し後の旧病棟は解体工事が予想以上に進行していた事でこの場所での 2 回目の測定は見合わせた事をはじめ、新棟の病室では入院されているかたの同意が得られないところではサンプリングを見合わせたりして、十分追跡ができない点もあり、比較するためのポイントは一部同じ場所でのサンプリングで実施する事ができなかった。

C. 研究結果と考察

測定結果を表 3 に示す。

①東病棟 708 号室について

708 号室のみ、引越し前の室内空気質とその後の入院患者の入室による変化を確認することができる。引越し前の 708 号室の化学物質濃度はホルムアルデヒドを始め、トルエン、キシレン等、厚生労働省のガイドライン値はいずれも下まわっていたが、エチルベンゼン以上の高沸点の成分、工業ガソリン成分と思われる高沸点成分が各種検出された。しかし、これらの高沸点成分は 1 ヶ月後の 11 月の時点ではほとんど検出されなくなっていた。その代わりに、フロン R-12(ジクロロジフロロメタン)、フロン R-11(トリクロロフロロメタン)や香料、リモネン、メンソール、防虫剤 パラジクロロベンゼン、防菌剤安息香酸などが検出されるようになった。

しかし、1 回目 2 回目ともにいずれの成分も低濃度レベルであり、特に問題になる濃度ではなかった。

②712 号室と廊下

こちらも、708 号室と全く同じ傾向であり、完成後の化学物質濃度レベルも低い。

②旧病棟歯科治療室

こちらは使用中の測定(ただしサンプリング中には室内の使用はない)のみであるが、歯科治療室ではメタクリル酸メチルやスチレン等のモノマーが検出された。これらは治療用の樹脂成分と思われる。また、種々の溶剤成分や香料、防虫剤などが検出された。中でも 2-エチル-1-ヘキサノールが高濃度で検出された。

③旧病棟の病棟処置室

こちらにも建物使用时(1回目)のサンプリングのみの結果である。この処置室ではモノマー、各種溶剤成分、香料、防虫剤などや酢酸などの脂肪酸も検出されていた。最も多量に検出されたのはエチルアルコール、イソプロピルアルコールやアセトニトリルであった。また、歯科治療室と同様、フタル酸ブチルが検出された。

③西病棟の 570 号室と廊下

この病棟は 2002 年 9 月から使用を開始されており、使用して 3 ヶ月を経ている状況である。この病棟では高沸点の溶剤成分であるデカン、ウンデカンや 1,2,4-トリメチルベンゼンなどが検出されたほか、メタクリル酸メチル、スチレン、2-エチル-1-ヘキサノールが高濃度で検出された。

フタル酸エステルはいずれも検出されなかった。

D. 考察

①東病棟 708 号室について

708 号室のみ、引越し前の室内空気質とその後の入院患者の入室による変化を確認することができる。引越し前には、エチルベンゼン以上の高沸点の成分、工業ガソリン成分と思われる高沸点成分が各種検出された。発生源は不明である。引越し後の 2 回目の測定では、フロン R-12(ジクロロジフロロメタン)、フロン R-11(トリクロロフロロメタン)や香料、リモネン、メンソール、防虫剤 パラジクロロベンゼ

ン、防菌剤安息香酸などが検出された。これらはいずれも人によって持ち込まれた成分と考えられ、フロンも医療用で使用されている可能性がある。また、医療用で用いられているエチルアルコール、イソプロピルアルコールも 2 回目の測定では検出されている。その他、石油ベンジンと思われる高揮発性の無極性の溶剤成分やジクロロメタンも検出されているが、いずれも発生源は不明である。

②712 号室と廊下

こちらにも、708 号室と全く同じ傾向であり、完成後の化学物質濃度レベルも低い。廊下では人の持ち込むことによって発生するとガンが得られる成分の濃度レベルは低く、医療用に用いられたと考えられる成分が多く検出された。

④旧病棟歯科治療室

メタクリル酸メチルやスチレン等のモノマーは、治療用の樹脂成分と思われる。また、種々の溶剤成分や香料、防虫剤などが検出され、この発生源は接着剤の溶剤として用いられているものと推察される。いわゆる、フタル酸 2-エチル-1-ヘキシルの加水分解によって生じたとは考えられない。それはフタル酸 2-エチル-1-ヘキシルがほとんど検出されないためである。可塑剤としてのフタル酸エステルはブチルエステルが明確に検出されており、従来の使用の痕跡が認められたためである。

③旧病棟の病棟処置室

こちらにも建物使用时(1回目)のサンプリングのみの結果である。最も多量に検出されたのはエチルアルコール、イソプロピルアルコールやアセトニトリルは、医療行為により発生された成分がと考えられる。

⑤西病棟の 570 号室と廊下

この病棟では高沸点の溶剤成分であるデカン、ウンデカンや 1,2,4-トリメチルベンゼンなどが検出されており、建築材料からの放散があ

るように考えられる。メタクリル酸メチル、スチレンは、医療用の可能性が高いと考えられる。そのほか、2-エチル・1-ヘキサノールが高濃度で検出されており、何らかの医療用で使用されたと思われる。

⑥表4に分析された成分数を示す。これより、引越し前の新棟で検出された成分数は多い。引越し後建物が稼働をし、換気運転などが始めるとこれらの成分は見られなくなるので、建材からの発生によると考えられる。

E. 結論

新棟入居直前と入居1ヶ月後に空気質調査を実施した。本調査では、多くの成分が把握できるようなサンプリング方法を採用し、引越し前の室内空気質とその後の入院患者の入室による変化を確認することができた。引越し前には、エチルベンゼン以上の高沸点の成分、工業ガソリン成分と思われる高沸点成分が各種検出された。引越し後の2回目の測定では、フロンR-12(ジクロロジフロロメタン)、フロンR-11(トリクロロフロロメタン)や香料、リモネン、メンソール、防虫剤パラジクロロベンゼン、防菌剤安息香酸などが検出された。これらはいずれも人によって持ち込まれた成分と考えられ、フロンも医療用で使用されている可能性がある。また、医療用で用いられているエチルアルコール、イソプロピルアルコールも2回目の測定では検出されている。その他、石油ベンジンと思われる高揮発性の無極性の溶剤成

分やジクロロメタンも検出されているが、いずれも発生源は不明である。

医療機関における空気中の化学物質には、溶剤成分、建築材料の添加剤や構成成分や人や持ちこみ製品・家具などからの発生成分のほか医療行為のより発生されたと考えられる成分による汚染が考えられた。今回、医療機関での調査から、多くの成分を定量する事ができたが、これらすべての成分についての発生を推定する事はできなかった。しかし、医療行為や人の活動により発生されたと考えられる成分を確認する事ができた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1.論文発表

なし

2.学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1.特許取得

なし

2.実用新案登録

なし

3.その他

なし

表 1 調査対象室の概要

部屋名	大きさなど	測定日とサンプリング時の室内の様子				備考
		1回目		2回目		
		2002.10.09 (晴)	2002.10.10 (晴)	2002.11.25 (雨)	2002.11.26 (晴)	
旧病棟(67年竣工・増築:リフォーム95年)		使用中		未使用(引越した後)		
歯科治療室(1F)	歯科治療台2台	×	無人	×	×	
処置室(3F)	ベット数1の個室	無人	無人	×	×	
新棟(00年3月に建物完成)		未使用(引越し前)		使用中		
708号室(東病棟)	4人部屋(トイレ、洗面所付き)	無人・ベット類はなし	無人・ベット類はなし	患者数4名	患者数4名	引越しは02年10月下旬
712号室(東病棟)	個室(トイレ、洗面所付き)	無人・ベット類はなし	無人・ベット類はなし	×	×	引越しは02年10月下旬
712号室近傍廊下(東病棟)	カーペット敷き	×	×	通行人有り	通行人有り	11月25日の測定は712号室で10分間程度サンプリングを行った。途中で患者さんより中止を求められたため、同室そばの廊下でサンプリングを引き続き行った。
570号室(西病棟)	個室(洗面所付き)	×	×	×	無人	引越しは02年9月
5F待合室前廊下(西病棟)	カーペット敷き	×	×	×	通行人有り	引越しは02年9月

表 2 サンプリング・分析概要

捕集対象成分	捕集方法	分析機器	メーカーおよび機種	備考
揮発性有機化合物	Tenax-TA	GC-MS	HP製5971Aおよび5973A	280℃熱脱離
高揮発性有機化合物	キャニスター	GC-MS	HP製5972A	
アミン類	キャニスター(低温濃縮)	GC(FTD)	島津GC-14B	低温濃縮熱脱離
アルデヒド類	DNPHカートリッジ	HPLC	島津VP-1	
低級脂肪酸類	アルカリピーズ	GC(FID)	島津GC-14A	
アンモニア	水捕集	イオンクロマト(IC)	ダイオネックス	

表 3-1 測定結果 その1

原子番号	成分名	捕集方法	旧病棟/処置室		旧病棟/歯科	東病棟/712号室(個室)				東病棟708号室(4人部屋)				西病棟507個室	西病棟廊下
			10.9	10.10		10.10	10.9	10.10	11.25	11.26	10.9	10.10	11.25		
17	アンモニア	水捕集	42.2	39.0	25.7	82.1	191.3	61.5	57.5	142.9	178.3	55.2	48.3	46.5	43.1
30	ホルムアルデヒド	DNPH	14.9	16.6	13.7	10.0	61.6	13.5	12.9	35.6	39.7	15.4	10.7	11.7	10.2
30	メチルアルコール	C					37.1			31.9	65.4				
41	アセトニトリル	C	506.2	211.0	134.6	142.3	163.9			152.2	96.3	17.7	13.3	7.9	78.0
41	アセトニトリル	C(T)	120.3	79.4	46.7	35.8	37.7	28.5	26.0	68.1	49.0	34.1	25.4	61.3	21.6
44	アセトアルデヒド	DNPH	10.5	10.8	5.4	4.9	19.2	3.6	6.2	9.3	9.2	4.7	5.7	7.5	6.8
46	エチルアルコール	C	352.5	245.8	62.3			19.4	16.1			18.1	70.6	22.4	17.7
53	アクリロニトリル	C(T)	1.2	3.5	2.1	3.6	1.9	0.1	0.1	4.0	3.0	0.3	0.1	0.6	0.1
56	アクrolein	DNPH	26.7	32.5	19.0	14.9	59.9	20.5	19.9	29.6	38.1	18.5	23.5	24.0	24.2
58	プロピオンアルデヒド	DNPH	2.1	1.3	1.3	1.9	4.0		1.6	2.4	2.5		1.7		1.4
58	イソブタン	C					10.8	2.3				3.6	1.4		
58	ブタン	C	8.4			3.7		4.2				4.3			
58	アセトン	C	28.8	30.3	22.5	16.5	26.0			24.5	32.8	8.1	6.0	5.6	5.8
60	酢酸	AB	5.2	2.5	2.6	2.2	9.0	0.6	0.8	3.7	7.9	0.4	0.8	0.5	1.2
60	イソプロピルアルコール	C	160.8	480.3	326.2			111.0	657.4			110.1	883.4	177.7	196.3
72	n-ブチルアルデヒド	DNPH	2.0	2.5		2.5	4.6		2.8	2.5	2.8		3.6	3.2	2.6
72	2-ブタン	T	15.3	53.3											
72	2-ブタン	C	41.9	23.8	23.0	57.0	43.4			44.8	42.7				
72	イソヘンタン	C						7.2	5.0						
72	ヘンタン	C						4.1							
73	ジエチルアミン	C(T)	0.3					0.1	0.2	0.0		0.2			0.1
73	n-ブチルアミン	C(T)	0.6	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.1	0.8	0.7	1.1		0.5	
73	NN-ジメチルホルムアミド	C(T)	3.3	1.6	9.2	6.9	5.8	1.1	1.1	5.2	19.4	1.8		1.1	1.1
74	1-ブタノール	C	18.0												
74	1-ブタノール	T	143.5	13.4	5.3									93.2	
74	プロピオン酸	AB	2.0	0.5	0.4	0.1	0.5	0.8	1.3	0.5	0.8	0.4		0.6	1.0
83	メチレンクロライド	C				34.1		29.8							
84	シクロヘキサン	T						10.0							
84	シクロヘキサン	C										2.3			2.8
85	メチレンクロライド	C										33.5			
86	1-ハレルアルデヒド	DNPH									2.5				
86	1-ハレルアルデヒド	DNPH					3.7								
86	クロロジフロロメタン	C	8.2												
86	ヘキサン	C	7.6	10.0	13.7	15.1	8.9	15.1	8.8	10.4	7.3	3.6	1.5	3.3	3.0
86	2-メチルヘンタン	C						6.2	3.7			2.8			
86	3-メチルヘンタン	C						5.1	4.1						
88	酢酸エチル	T	129.3	25.2		6.6		17.5	2.3	19.0				230.8	13.4
88	酢酸エチル	C	38.4	21.1	25.3	46.4	41.9	8.4		49.4	23.0	6.1			
88	イソ酪酸	AB	0.8	0.2	0.3	0.1	0.3	0.5	0.9	0.3	0.5	0.2		0.7	1.1
88	n-酪酸	AB	0.4	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4	0.1	0.3	0.3	0.4
90	2-エトキシエタノール	T					164.3								
92	トルエン	T	110.4	38.0	30.5	39.0	90.4	12.7	7.3	90.6	78.3	27.8	6.7	133.1	23.6
92	1-クロロブタン	T												26.1	
92	トルエン	C	21.7	20.8	14.0	23.2	45.1	5.6	2.4	28.7	50.1	5.0	2.3	2.4	5.4
94	フェノール	T	8.1	5.0	2.7	6.2	10.4			10.9	9.0				
98	1,2-ジメチルシクロヘンタン	C						4.4							
98	1,2-ジメチルシクロヘンタン(シス)	C						4.9							
98	メチルシクロヘキサン	T						11.1	4.9					15.7	
98	メチルシクロヘキサン	C						12.9	6.6						
98	エチルシクロヘンタン	C						6.0	2.9						
98	2-メチル-1-ヘンテン	C						28.8	16.3						
98	4-メチル-1-ヘキセン	T												38.7	

*捕集方法の C はキャニスター、T は Tenax-TA、C(T)はキャニスターの低温濃縮、AB はアルカリビーズの略

表 3-2 測定結果 その2

原子 番号	成分 名	捕 集 方 法	旧病棟/処置 室			東病棟/712号室(個室)				東病棟708号室(4人部屋)				西病棟 507個 室		西病棟 廊下	
			10.9	10.10	10.10	10.9	10.10	11.25	11.26	10.9	10.10	11.25	11.26	11.26	11.26		
98	エチルシクロヘンタン	T						9.6	4.9						20.4		
98	1,3-ジメチルシクロヘンタン	T						5.1									
98	1,3-ジメチルシクロヘンタン	C						5.6									
100	2-メチルヘキサン	T						8.7									
100	ヘプタン	C						8.8	4.7								
100	ヘプタン	T	5.5	3.2				21.2	11.9						53.5		
100	3-メチルヘキサン	C						5.0									
100	2,4-ジメチルペンタン	C						7.8	4.1								
100	2-メチル-4-ヘンタン	C	13.9					11.2									
100	3-メチルヘキサン	T						6.9									
100	ヘキサナール	T				5.2	22.4			17.3	23.6						
100	2-ヘキサン	T					13.6				12.5						
100	メタクリル酸メチル	T	37.0		10.6									220.0	18.2		
101	トリエチルアミン	C(T)	1.4	1.0	1.0	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	1.2	4.2	0.2	0.5	0.2		
104	ステレン	T	11.3	34.6		2.0	11.0			9.0	10.3			12.3			
104	ステレン	C									7.6						
106	ベンズアルデヒド	T	11.8	3.9	3.4	5.6	7.9			8.0	7.9			8.4	5.7		
106	ベンズアルデヒド	DNPH								4.0	4.2						
106	オルトキシレン	C		3.7	3.1	3.0	12.3			5.0	16.6						
106	オルトキシレン	T	20.3	3.1	18.7	8.7	30.4	1.6		21.9	31.2	3.5		9.0			
106	エチルベンゼン	C	5.5	7.2		7.7	17.2			6.4	11.4						
106	エチルベンゼン	T	32.7	45.1	18.5	15.1	35.0	2.2		18.5	15.7	4.5		13.5	4.3		
106	キシレン	T	30.4	4.5	40.0	13.5	27.2	2.7		16.4	15.3	4.5		15.2	5.2		
106	キシレン	C	5.7	9.8		7.6	13.4			8.3	12.2						
106	ベンズアルデヒド	DNPH	3.0	1.3		2.6	6.8										
110	2-プロピルフラン	T				5.5	34.4			44.3	39.7						
112	2-メチル-1-ヘンテン	C										5.8					
114	オクタン	T		3.1	4.0												
114	ヘプタン	T			3.7												
114	3-ヘプタン	T			12.5	9.7	35.3			24.2	26.9						
117	1-フロロ-1,1-ジクロロエタン	C				7.9	152.6			257.0	794.5						
116	酢酸ブチル	T	29.2	7.6	5.1		6.7				6.3						
116	ヘキサン酸	AB				0.4	1.0	0.0	0.0	0.6	1.1						
116	ヘキサン酸	T				5.5				8.9	13.8						
118	エチルラクトート	T													70.1		
118	2-ブトキシエタノール	T				22.9	19.2			15.1	3.1						
118	インダン	T					5.0			9.2	7.5						
119	ジクロロジフロロメタン	C				3.3		4.3									
120	1,2,4-トリメチルベンゼン	T	22.3	6.7	7.4	52.6	178.2	1.5	3.7	181.1	189.4	3.9					
120	パラエチルトルエン	T			3.8	26.9	129.1			113.3	142.7			10.9			
120	1,2,3-トリメチルベンゼン	T				6.5	23.1	5.9	5.8	22.2	28.4	19.9	6.4	19.4	5.6		
120	メタエチルトルエン	T	15.6	8.0		10.9	57.5			48.7	64.5						
120	オルトエチルトルエン	T	11.9	4.4		8.9	35.3			28.2	42.4	11.3	3.4				
120	1,2,3-トリメチルベンゼン	C					7.5				10.5						
120	1,3,5-トリメチルベンゼン	T	22.8	5.4	3.4	7.6	29.2			24.7	34.0						
120	イソプロピルベンゼン	C									6.6						
120	イソプロピルベンゼン	T				1.9	8.8			7.0	10.2	2.7					
120	1,2,4-トリメチルベンゼン	C					110.7				185.8						
120	オルトエチルトルエン	C					12.5				20.0						
120	1,3,5-トリメチルベンゼン	C					11.1				16.8						
120	パラエチルトルエン	C				2.5	68.4			11.5	117.1						

* 捕集方法の C はキャニスター、T は Tenax-TA、C(T) はキャニスターの低温濃縮、AB はアルカリビーズの略

表 3-3 測定結果 その3

原子番号	成分名	捕集方法	旧病棟/処置室		旧病棟/歯科				東病棟/712号室(個室)				東病棟708号室(4人部屋)				西病棟507個室		西病棟廊下	
			10.9	10.10	10.10	10.9	10.10	11.25	11.26	10.9	10.10	11.25	11.26	11.26	11.26	11.26				
120	プロピルベンゼン	C					5.0						7.8							
120	プロピルベンゼン	T				2.2	13.5						8.9							
120	アセトフェン	T	13.3	10.0	2.7															
120	メチルトルエン	C					28.1					5.9	47.5							
121	ジクロロプロパン	G											66.6	9.3						
122	安息香酸	T			3.6	11.1	5.2	3.0				6.3	4.4	3.1	2.4					
122	1-プロモプロパン	C			134.8															
122	2-プロモプロパン	C				80.5	32.9													
126	オレフィン	T			1.9															
128	ノナン	T	5.9	3.7	1.6	1.4	1.6	1.5					2.0	2.5		3.4	1.8			
128	オクタール	T	15.2	13.6	2.9	5.7	9.7						11.2	10.2	11.4					
128	2,5-ジメチルヘキサン	T			1.8															
128	ナフタレン	T					4.9					6.1	3.5							
130	2-エチル-1-ヘキサノール	C					9.7	3.4								3.3	3.5			
130	ヘプタン酸	AB				0.7	2.0	0.1	0.1	1.5	2.6	0.1								
130	2-エチル-1-ヘキサノール	T	26.2	23.4	149.7	65.4	191.8	26.1	28.3	192.3	206.1	42.4	15.1	171.0	112.2					
132	2,3-ジメチル-4-メチル-1-ヘキサン	T				3.6	8.9					11.4	8.5							
134	2,3-ジメチルヘキサール	T				2.5	4.1					5.9	3.2							
134	1-エチル-3,5-ジメチルベンゼン	C											5.4							
134	2-エチル-1,3-ジメチルベンゼン	C					29.7					5.6	39.7							
134	1-エチル-2,4-ジメチルベンゼン	C					7.1						9.4							
134	4-エチル-1,2-ジメチルベンゼン	C					5.7						8.9							
134	オルトエチルベンゼン	C					6.0						9.9							
134	オルトエチルベンゼン	T				4.8	18.7					17.7	21.6							
134	メタエチルベンゼン	C					48.1					7.8	75.9							
134	メタエチルベンゼン	T				32.6	120.9	2.6	2.4	115.6	140.3	10.0	2.8							
134	1-エチル-3,5-ジメチルベンゼン	T				1.9	3.5					4.9	3.6							
134	1-メチル-3-(1-メチルエチル)ベンゼン	T				4.5	15.5					16.2	13.6							
134	2-エチル-1,3-ジメチルベンゼン	T				22.3	92.9					94.8	95.4							
134	1-メチル-4-(1-メチルエチル)ベンゼン	T				5.7	21.2	1.5	2.3	36.9	24.4	6.0	1.8							
134	1-エチル-2,3-ジメチルベンゼン	T				4.7	15.5					17.0								
134	1-メチルプロピルベンゼン	T				2.4	4.9					4.4	6.1							
134	パラエチルベンゼン	T				21.1	79.5	67.6	100.6	74.7	95.9	6.4	2.9							
134	パラエチルベンゼン	C					30.0					5.8	46.3							
136	リモネン	T	4.4	2.4	13.5								3.0							
136	3,5-ジメチルベンジルアルコール	T				5.7	4.9					7.5	4.6							
136	アルファピネン	C											3.6							
137	トリクロロプロパン	C											30.7							
142	ノナール	T	64.3	7.0	10.1	17.0				6.1			10.1	3.0	34.3	10.8				
142	2-メチルナフタレン	T				4.5	7.7													
142	デカン	T	14.1	22.2	3.6	5.7	16.2	2.6	1.8	10.3	20.5	6.6	1.9	9.3	4.9					
142	デカン	C				2.6	4.7						8.7							
144	オクタン酸	AB				1.0	3.5					0.5	0.6							
146	パラジクロロベンゼン	T	9.8	10.2	15.1				1.9	3.0			4.9	2.2	7.8	8.4				
148	4-エチルアセトフェン	T				4.0	5.0					5.8	3.8							

*捕集方法の C はキャニスター、T は Tenax-TA、C(T)はキャニスターの低温濃縮、AB はアルカリピースの略

表 3-4 測定結果 その4

原子番号	成分名	捕集方法	旧病棟/処置室		旧病棟/歯科	東病棟/712号室(個室)				東病棟708号室(4人部屋)				西病棟507個室	西病棟廊下	
			10.9	10.10		10.10	10.9	10.10	11.25	11.26	10.9	10.10	11.25	11.26	11.26	11.26
150	2,3-ジメチル-1-(メチルメチル)ベンゼン	T				2.7	7.0			8.4	5.6					
152	カンファ	T			1.3											
154	オレフィン	T			7.6											
156	テカナル	T	43.4	9.6	4.1	12.3	6.6		6.0	10.8	5.9	13.4		23.8	10.4	
156	ウンデカン	C	5.8			6.0	5.2			4.8	5.7					
158	ウンデカン	T	21.4	21.3	4.0	4.8	14.4	1.8	1.4	7.9	11.6	5.0		3.9	1.5	
156	ノンソール	T	10.4	7.1	1.6		2.7					8.9	1.3	6.5	1.9	
156	4-メチルデカン	T									2.3					
162	2-(2-プロトキシエトキシ)エタノール	T	7.7	9.1	4.7	13.3	17.5			20.6	12.0					
170	ドデカン	T	14.5	5.8	4.0	8.3	23.3	2.8	1.9	21.5	30.2	8.2	1.4	4.0	1.8	
170	ドデカン	C				4.9	8.5	9.7		8.5	10.8					
180	アロマ系	T				5.8	18.3			12.7	11.6					
184	トリデカン	C				2.1	99.2									
184	トリデカン	T	12.1	5.5	4.1	4.7	9.6	1.6		7.1	6.5	4.6				
184	分枝パラフィン															
184	分枝パラフィン									8.3	2.1					
184	分枝パラフィン					2.7	4.2									
184	分枝パラフィン													4.0	1.7	
184	分枝パラフィン					1.6	3.9									
198	分枝パラフィン	T					5.1									
198	テトラデカン	T	35.0	19.3	4.3	13.7	32.6	4.0	2.6	28.1	23.0	11.1	2.5			
204	アルファコーパネン	T				3.2	10.6			6.9	5.7					
204	ジューベン	T				7.2	25.2			16.9	20.9					
212	ペンタデカン	T	13.0	4.0		4.2	9.3			5.8	5.0					
212	分枝パラフィン	T				1.8	6.2									
212	分枝パラフィン					3.8	10.7									
212	分枝パラフィン									5.5	4.2					
216	プロパン酸エステル	T				27.2	34.6			67.0	41.6					
216	プロパン酸2-メチル-3-ヒドロキシ-2,4,4-トリメチルペンチル	T				31.1	43.3			61.6	43.0					
226	分枝パラフィン	T	3.0	4.1												
240	ヘプタデカン	T					4.4				2.1		1.6			
278	ブチル酸ブチル	T	3.1	10.4	5.8											
286	プロパン酸エステル	T				62.3	79.0			90.8	46.9					
310	デカメチルシクロペンタンロキサン	T	35.6	11.7	13.6	7.2	14.5			9.3	9.4			13.1	4.1	
370	デカメチルシクロペンタンロキサン	C	19.0		27.7	73.4		15.6	15.6			51.1	9.4			
444	ドデカメチルシクロヘキサロキサン	T	25.9	42.7		8.0	21.0			11.2	9.9			6.7	2.7	
444	ドデカメチルシクロヘキサロキサン	C	112.2	54.2	110.2	343.2	163.0	23.4		108.2	91.8	43.1				
444	Si	C	65.1	20.7	47.7	63.0	8.4	11.0		39.5	96.4					
518	Si化合物	T				17.0	41.4	3.8		16.7	20.3	6.4	2.4			

*捕集方法のCはキャニスター、TはTenax-TA、C(T)はキャニスターの低温濃縮、ABはアルカリビーズの略

表4 分析された成分数

補集方法	省略記号	分析された成分数	旧病棟/処置室		旧病棟/歯科	東病棟/712号室(個室)				東病棟708号室(4人部屋)				西病棟507個室	西病棟廊下
			10.9	10.10	10.10	10.9	10.10	11.25	11.26	10.9	10.10	11.25	11.26	11.26	11.26
Tenax-TA	T	93	29	19	38	38	38	62	67	27	18	58	62	26	16
キャニスター(低温濃縮)	C(T)	6	5	5	6	5	5	5	5	6	6	6	5	6	3
水捕集		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
アルカリビーズ	AB	7	4	4	4	4	4	7	7	6	6	7	7	5	2
DNPカートリッジ	D	9	4	5	6	6	4	6	7	3	5	6	7	3	5
キャニスター	C	65	7	8	20	20	14	23	33	26	13	20	33	17	9
合計		181	50	42	75	74	66	104	120	69	49	98	115	58	36

4. 室内空气中化学物質の低減化に関する技術開発研究

X V. 食品廃材による室内空气中ホルムアルデヒド

および二酸化窒素の吸着除去

千葉大学 工学部
千葉大学 工学部

青柳象平
内山茂久

X V . 食品廃材による室内空气中ホルムアルデヒドおよび二酸化窒素の吸着除去

分担研究者 青柳象平 内山茂久 千葉大学工学部
研究協力者 奥平純子 北尾奈穂子 千葉大学工学部

研究要旨 シックハウス症の問題は種々対策が検討されているにもかかわらず未だ解決に到っていない。主たる原因物質，アルデヒド類を吸着・除去する方法の開発は重要である。昨年度はピーナッツ殻がホルムアルデヒドを効果的に吸収することを見出し，報告した^{1),2)}。今回は 2, 3 の他の農産廃材についてホルムアルデヒド吸着能を調べた。さらに，これらを用いる実用的な吸着材を構成する上で必要な，これら材料によるホルムアルデヒド吸収の機構に関する検討を行った（第 1 部）。一方，二酸化窒素は喘息など，呼吸困難をはじめ，健康への悪影響をもたらす化学物質であるが，これまで，一般家庭においても調理や暖房の際に発生し，室内空気を汚染することを指摘してきた。今回は茶殻に二酸化窒素吸収効果を認めたので合わせて報告する（第 2 部）。

アルデヒドおよび二酸化窒素について共通する知見は，これら有害物質のキャッチャー能に対し，材料に含まれる有効成分による反応固定（遅い吸着）よりも，材料の多孔構造による物理吸着（早い吸着）がより大きく寄与していることである。

A. 研究目的

建材からシックハウスガスが放散される場合，頻繁に換気する以外には適当な吸収材により除去するしかない。我々はこれまで見るべき用途のなかったピーナッツ殻にホルムアルデヒド吸収能を見出し，実用上の可能性を示した^{1),2)}。このように身近にあり，無害な天然材を用い，最後には土に帰せる実用的なアルデヒド吸収材を開発することが本研究の最終的な目的である。このためには第 1 に，より有利な天然材の探索が必要である。第 2 に，アルデヒド吸収の機構について出来るだけ多くの知見を得て，効果的な吸収材の構成に生かすことである。本報では第 1 の目標として，初殻および，コーヒー滓のアルデヒド吸収能を調べた。また，第 2 の目標について，破過実験や有効成分の探索等を行った。

B. 研究方法

1. 農産廃材

ピーナッツ殻は半立種で炒ったものおよび，生の殻，また，中国のものを用いた。初殻はコシヒカリ（千葉県産）のものである。コーヒー滓はブレンド品，1 回抽出後のものを用いた。

これらはそれぞれ適当な方法で十分乾燥後を用いた。

2. ホルムアルデヒド吸収能の測定

乾燥した試料各 2.0 g を茶煎用バッグに入れた検体をテドラーバッグに入れ，融封し，脱気した後，パーミエーター（Gastec PD-1B）で発生させた約 10 ppm のホルムアルデヒドガス 10 L を導入する。その後，内部気体を任意の時間，注射筒で 200ml 採取し，アクティブサンプラー（Supelco LpDNPH S10L）に通気する。その後の操作は文献 3) に従った。パーミエーター

は 10 ppm に設定しているが発生ガスの濃度は正確に 10 ppm にはならないので、多くの実験では結果を実濃度ではなく、ホルムアルデヒド残存率で表示した。

3. フェノールの定性分析

ピーナッツ殻のメタノール抽出液（中国産、18 g、メタノール 200 ml）1 ml に塩化第二鉄溶液（無水塩化第二鉄 0.135 g/クロロホルム 13.5 ml）2 滴を加え振り混ぜる。その後ピリジン 2 滴を加える。

4. 殻成分の GC/MS 分析

メタノール抽出液（半立 5 g/メタノール 100 ml）を GC/MS 分析機(Hewlett Packard 5890 Series II gas chromatograph / 5972 Series Mass Selective Detector)、カラム Equity-5 (Supelco)を用いて分析した。分析条件：GC カラム TSD-5 (Supelco)、インジェクター温度 250 °C、カラム温度 30–250 °C、MS イオン化電圧 75 eV、イオン源温度 280 °C

5. 繰返し吸収実験

前記測定（項目 2.）と同様、テドラーバッグ内のホルムアルデヒド濃度の経時変化を 4 時間記録（1 回目吸収）した後、バッグ内に残った気体を放出・除去し、新しい 10 ppm ホルムアルデヒドガス 10 L を満たし、再度経時変化を 4 時間記録（2 回目吸収）する。同様に 3 回目吸収を行う。

6. ピーナッツ殻によるホルムアルデヒドの破過実験

試料導入口の他、入り口および出口を取付けたテドラーバッグを用意する。出口から光音響効果計測器(INOVA Multi -Gas Monitor 1312)を経てテドラーバッグに戻る回路をシリコンチューブで配管する。バッグに 10 ppm ホルムアルデヒド 10 L を満たし、計測器を作動させ

系内の初期濃度を記録する。続いて、バッグと計測器の間にピーナッツ殻（中国産、6.35 g）を詰めたカートリッジ（内径 2.0 cm、ベッド長 8.5 cm）をセットし、カートリッジから出てくる気体の濃度を連続的に記録する。平行して 30 分毎にカートリッジを経た気体を 3 方コックの開閉により 200 ml 採取し、LpDNPH S10 に捕集した後 HPLC 分析する。

7. 吸収させたピーナッツ殻からのホルムアルデヒドの放散

カートリッジに詰めたピーナッツ殻（半立、5 g）に 10 ppm ホルムアルデヒドガスを 1 時間通気する。このようにホルムアルデヒドガスを十分吸収した検体 2 本を用意し、一方は吸収直後、他方は密封して 1 週間放置後、純空気でパージし、出てくるホルムアルデヒドガスを LpDNPH S10 で捕捉し LC 分析する。

C. 研究結果

1. 農産廃材のホルムアルデヒド吸収能

図 1 にピーナッツ殻、コーヒー滓そして籾殻の吸収能を、効果が認められている茶殻と比較して示した。籾殻の吸収能が注目される。図 2 には処理の異なるピーナッツ殻の吸収能を比較した。大きな差は見られないが、メタノール抽出殻はかなりの有効成分が除去されたと期待されるにもかかわらず、吸収能はむしろ増加している。