

表 1-10 多変量解析（目の症状 1）

要因			目の症状											
			Model1		Model1 pattern2		Model1 pattern3		Model2		Model3			
			N=2544		N=485		N=474		N=2429		N=2285			
OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI			
個人属性	性別	女性/男性	2.34**	1.66-3.29	3.24**	1.66-6.35	3.99**	2.41-6.62	1.56*	1.06-2.29	1.71**	1.23-2.38		
	年齢層	10代	1.33	0.14-12.90	-	-	0	0.00-	-	-	-	-		
		20代	2.51**	1.40-4.51	-	-	5.93**	1.63-21.60	-	-	-	-		
		30代	1.96*	1.14-3.38	-	-	3.76*	1.08-13.05	-	-	-	-		
		40代	1.59	0.92-2.74	-	-	4.29*	1.21-15.16	-	-	-	-		
		50代	2.08**	1.20-3.60	-	-	2.19	0.57-3.04	-	-	-	-		
		60代以上	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-		
		p for trend	0.03*	-	-	-	0.06	-	-	-	-	-		
	職種	管理者	1.00	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-		
		専門職	0.48	0.21-1.10	0	0.00-	-	-	0.31*	0.11-0.88	-	-		
		技術職	0.44**	0.25-0.77	1.02	0.31-3.40	-	-	0.45**	0.25-0.82	-	-		
		営業職	0.65	0.39-1.07	3.75*	1.28-10.97	-	-	0.78	0.47-1.31	-	-		
		企画・事務職	1.21	0.81-1.81	2.74*	1.08-6.94	-	-	1.2	0.79-1.85	-	-		
		秘書・書記	1.6	0.24-10.69	6.91	0.37-130.53	-	-	1.8	0.23-14.09	-	-		
		その他	0.28*	0.10-0.81	0.89	0.17-4.79	-	-	0.27*	0.07-0.97	-	-		
	平均勤続時間	10時間未満	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		10時間以上20時間未満	1.06	0.48-2.35	-	-	-	-	-	-	-	-		
		20時間以上30時間未満	0.64	0.31-1.30	-	-	-	-	-	-	-	-		
		30時間以上40時間未満	0.98	0.31-1.30	-	-	-	-	-	-	-	-		
		40時間以上50時間未満	1.4	0.93-2.11	-	-	-	-	-	-	-	-		
		50時間以上	2.17**	1.24-3.79	-	-	-	-	-	-	-	-		
		p for trend	0.01**	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
コンタクトレンズ	はい/いいえ	1.49**	1.14-1.96	-	-	-	-	1.51**	1.14-2.01	-	-			
建物環境	特定建築物	いいえ/はい	0.71**	0.55-0.91	-	-	-	-	-	-	-			
	鉄道	ある/なし	-	-	1.80*	1.05-3.06	1.85*	1.13-3.04	-	-	-	-		
作業環境	カーペット	ない/ある	-	-	-	-	-	-	0.68*	0.51-0.92	0.72*	0.53-0.98		
	椅子の満足度	とても満足	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-		
		まあまあ満足	-	-	-	-	-	-	1.27	0.80-2.03	-	-		
		やや不満	-	-	-	-	-	-	1.61	0.95-2.71	-	-		
		とても不満	-	-	-	-	-	-	3.20**	1.50-15.01	-	-		
		個別の椅子はない	-	-	-	-	-	-	5.30**	1.82-15.43	-	-		
	p for trend	-	-	-	-	-	-	0.00**	-	-	-			
	コンピュータ	はい/いいえ	-	-	-	-	-	-	5.30**	1.82-15.43	5.08**	1.88-13.70		
	薬品	1日に数回	-	-	-	-	-	-	1.49*	1.04-2.15	1.34	0.91-1.98		
		1日に約1回	-	-	-	-	-	-	1.92**	1.25-2.93	2.06**	1.32-3.20		
		1週間に3〜4回	-	-	-	-	-	-	1.89**	1.22-2.91	1.67*	1.05-2.64		
		1週間に2回以下	-	-	-	-	-	-	1.28	0.90-1.82	1.10	0.53-0.99		
		全く使わない	-	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-		
		p for trend	-	-	-	-	-	-	0.01**	-	0.01*	-		
	扉	はい/いいえ	-	-	-	-	-	-	0.74*	0.55-1.00	0.72*	0.53-0.99		

表 1-10 多変量解析（目の症状 2） - 続き-

要因		目の症状									
		Model1		Model1 pattern2		Model1 pattern3		Model2		Model3	
		N=2544		N=485		N=474		N=2429		N=2285	
		OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
空気環境	室温変化	一度もない						1.00		1.00	
		合計1〜3日ある						0.97	0.68-1.38	0.87	0.60-1.27
		毎週1〜3日ある						1.89**	1.24-2.88	1.78*	1.15-2.75
		勤務日の毎日かほとんど						1.54	0.93-2.55	1.48	0.88-2.51
		p for trend						0.01**		0.01*	
	乾き過ぎ	一度もない						1.00		1.00	
		合計1〜3日ある						2.20**	1.47-3.28	2.05**	1.34-3.13
		毎週1〜3日ある						2.86**	1.66-4.94	2.52**	1.44-4.42
		勤務日の毎日かほとんど						2.72**	1.49-4.96	1.88	1.00-3.52
		p for trend						0.00**		0.00**	
	静電気	一度もない						-		1.00	
		合計1〜3日ある						-		1.79	0.96-3.34
		毎週1〜3日ある						-		5.34**	1.91-14.91
		勤務日の毎日かほとんど						-		1.12	0.26-4.94
		p for trend						-		0.01**	
	騒音	一度もない						1.00		-	
		合計1〜3日ある						1.12	0.71-1.76	-	
		毎週1〜3日ある						0.78	0.29-2.09	-	
		勤務日の毎日かほとんど						3.10**	1.50-6.41	-	
		p for trend						0.02		-	
	その他の不快臭	一度もない						1.00		1.00	
		合計1〜3日ある						1.14	0.72-1.78	1.23	0.77-1.96
		毎週1〜3日ある						1.62	0.94-2.79	1.62	0.93-2.80
		勤務日の毎日かほとんど						2.34*	1.23-4.46	2.53**	1.31-4.90
		p for trend						0.03*		0.02*	
ストレス	仕事負担量	低い/少ない								1.00	
		やや低い/少ない								1.16	0.71-1.89
		普通								1.56	0.98-2.47
		やや高い/多い								2.14**	1.25-3.67
		高い/多い								2.09*	1.15-3.78
		p for trend								0.02*	
	身体負担度	低い/少ない								-	
		やや低い/少ない								1.00	
		普通								0.59**	0.42-0.82
		やや高い/多い								0.42**	0.26-0.67
		高い/多い								0.47*	0.25-0.88
		p for trend								0.00**	
	不安感	低い/少ない								1.00	
		やや低い/少ない								0.7	0.44-1.11
		普通								0.59**	0.40-0.86
		やや高い/多い								0.65	0.40-1.07
		高い/多い								1.47	0.83-2.62
		p for trend								0.00**	
	身体愁訴	低い/少ない								1.00	
		やや低い/少ない								12.27*	1.66-90.70
		普通								34.49**	4.71-252.29
		やや高い/多い								45.38**	6.11-337.31
		高い/多い								55.86**	7.35-424.46
		p for trend								0.00**	

表 1-10 多変量解析（非特異症状 1） - 続き -

要因		Model1		Model1		非特異症状		Model2		Model3	
		N=2493		N=625		pattern3		N=2428		N=2259	
		OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
個人属性	性別	女性/男性	2.76**	2.21-3.45	3.11**	2.03-4.75	-	-	-	1.86**	1.38-2.51
	年齢層	10代	0.93	0.10-8.97	0.00	0.00-	-	1.43	0.13-15.45	0.65	0.05-9.07
		20代	3.12**	1.94-5.03	4.33**	1.51-12.38	-	2.92**	1.64-5.19	2.58**	1.32-5.05
		30代	2.46**	1.59-3.81	3.23*	1.21-8.66	-	1.98*	1.17-3.36	2.02*	1.08-3.75
		40代	1.55	0.99-2.43	2.58	0.94-7.11	-	1.60	0.94-2.73	1.40	0.74-2.63
		50代	1.53	0.96-2.44	1.86	0.65-5.38	-	1.37	0.79-2.38	1.47	0.77-2.83
		60代以上	1.00	-	1.00	-	-	1.00	-	1.00	-
		p for trend	0.00**	-	0.06	-	-	0.00**	-	0.01*	-
	職種	管理者	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
		専門職	-	-	-	-	-	0.59	0.29-1.21	-	-
		技術職	-	-	-	-	-	0.54*	0.32-0.88	-	-
		営業職	-	-	-	-	-	1.03	0.66-1.62	-	-
		企画・事務職	-	-	-	-	-	1.18	0.84-1.66	-	-
		秘書・書記	-	-	-	-	-	0.19	0.01-2.68	-	-
		その他	-	-	-	-	-	0.61	0.27-1.38	-	-
	平均勤続時間	10時間未満	1.00	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-
		10時間以上20時間未満	1.48	0.79-2.75	-	-	-	1.61	0.77-3.34	1.48	0.66-3.33
		20時間以上30時間未満	1.06	0.61-1.82	-	-	-	1.28	0.68-2.39	1.55	0.76-3.14
		30時間以上40時間未満	0.97	0.60-1.57	-	-	-	1.02	0.59-1.76	1.08	0.59-1.99
		40時間以上50時間未満	1.22	0.85-1.75	-	-	-	1.24	0.81-1.90	1.35	0.84-2.17
		50時間以上	2.75**	1.69-4.46	-	-	-	2.35**	1.34-4.12	2.77**	1.50-5.11
		p for trend	0.00**	-	-	-	-	0.03*	-	0.02*	-
	コンタクトレンズ	はい/いいえ	-	-	-	-	-	1.35*	1.02-1.78	-	-
維持管理	CO2	不適合/適合	-	-	2.75**	1.40-5.38	-	-	-	-	-
作業環境	カーペット	ない/ある	-	-	-	-	-	0.72*	0.54-0.96	0.66**	0.63-1.67
	視界に反射光	めったにない	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
		たまに	-	-	-	-	-	1.72**	1.28-2.32	-	-
		ときどき	-	-	-	-	-	1.5	0.99-2.27	-	-
		頻繁に	-	-	-	-	-	1.73	0.74-4.01	-	-
		しょっちゅう	-	-	-	-	-	1.44	0.28-7.55	-	-
		p for trend	-	-	-	-	-	0.01**	-	-	-
	椅子の満足度	とても満足	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-
		まあまあ満足	-	-	-	-	-	1.15	0.74-1.78	1.02	0.63-1.67
		やや不満	-	-	-	-	-	1.92**	1.18-3.11	1.48	0.86-2.53
		とても不満	-	-	-	-	-	2.64**	1.34-5.19	1.84	0.85-3.98
		個別の椅子はない	-	-	-	-	-	3.03*	1.29-7.12	2.10	0.87-5.07
		p for trend	-	-	-	-	-	0.00**	-	0.05*	-
	薬品	1日に数回	-	-	-	-	-	1.56*	1.11-2.20	-	-
		1日に約1回	-	-	-	-	-	1.47	0.96-2.24	-	-
		1週間に3～4回	-	-	-	-	-	2.28**	1.54-3.38	-	-
		1週間に2回以下	-	-	-	-	-	1.36	0.97-1.89	-	-
		全く使わない	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
		p for trend	-	-	-	-	-	0.00**	-	-	-

表 1-10 多変量解析（非特異症状 2） - 続き -

要因		Model1				Model1 pattern2				非特異症状 Model1 pattern3				Model2				Model3			
		N=2493		N=625		N=2428		N=2259		N=2428		N=2259		N=2428		N=2259		N=2428		N=2259	
		OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
空気環境	空気の流れが不足	一度もない								1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
		合計1〜3日ある								1.17	0.80-1.71	0.97	0.64-1.48	1.17	0.80-1.71	0.97	0.64-1.48	1.17	0.80-1.71	0.97	0.64-1.48
		毎週1〜3日ある								2.20**	1.40-3.47	2.30**	1.39-3.82	2.20**	1.40-3.47	2.30**	1.39-3.82	2.20**	1.40-3.47	2.30**	1.39-3.82
		勤務日の毎日がほとんど								3.52**	2.34-5.28	2.86**	1.84-4.47	3.52**	2.34-5.28	2.86**	1.84-4.47	3.52**	2.34-5.28	2.86**	1.84-4.47
		p for trend								0.00**		0.00**		0.00**		0.00**		0.00**		0.00**	
	暑すぎる	一度もない								1.00		-		1.00		-		1.00		-	
		合計1〜3日ある								1.02	0.74-1.42	-		1.02	0.74-1.42	-		1.02	0.74-1.42	-	
		毎週1〜3日ある								1.88**	1.31-2.70	-		1.88**	1.31-2.70	-		1.88**	1.31-2.70	-	
		勤務日の毎日がほとんど								1.25	0.82-1.90	-		1.25	0.82-1.90	-		1.25	0.82-1.90	-	
		p for trend								0.01**		-		0.01**		-		0.01**		-	
	寒すぎる	一度もない								1.00		-		1.00		-		1.00		-	
		合計1〜3日ある								1.44	0.98-2.12	-		1.44	0.98-2.12	-		1.44	0.98-2.12	-	
		毎週1〜3日ある								1.91*	1.12-3.24	-		1.91*	1.12-3.24	-		1.91*	1.12-3.24	-	
		勤務日の毎日がほとんど								4.22**	2.07-8.60	-		4.22**	2.07-8.60	-		4.22**	2.07-8.60	-	
		p for trend								0.00**		-		0.00**		-		0.00**		-	
	騒音	一度もない								1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
		合計1〜3日ある								1.70*	1.11-2.60	1.54	0.95-2.49	1.70*	1.11-2.60	1.54	0.95-2.49	1.70*	1.11-2.60	1.54	0.95-2.49
		毎週1〜3日ある								1.36	0.60-3.11	1.79	0.72-4.46	1.36	0.60-3.11	1.79	0.72-4.46	1.36	0.60-3.11	1.79	0.72-4.46
		勤務日の毎日がほとんど								5.05**	2.45-10.39	3.59**	1.57-8.23	5.05**	2.45-10.39	3.59**	1.57-8.23	5.05**	2.45-10.39	3.59**	1.57-8.23
		p for trend								0.00**		0.01**		0.00**		0.01**		0.00**		0.01**	
	その他の不快臭	一度もない								1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
		合計1〜3日ある								1.76**	1.16-2.69	1.82*	1.13-2.92	1.76**	1.16-2.69	1.82*	1.13-2.92	1.76**	1.16-2.69	1.82*	1.13-2.92
		毎週1〜3日ある								3.39**	2.03-5.66	2.14*	1.20-3.82	3.39**	2.03-5.66	2.14*	1.20-3.82	3.39**	2.03-5.66	2.14*	1.20-3.82
		勤務日の毎日がほとんど								2.80**	1.50-5.24	2.06	0.98-4.33	2.80**	1.50-5.24	2.06	0.98-4.33	2.80**	1.50-5.24	2.06	0.98-4.33
		p for trend								0.00**		0.00**		0.00**		0.00**		0.00**		0.00**	
ストレス	活気	低い/少ない										1.19	0.53-2.71			1.19	0.53-2.71			1.19	0.53-2.71
		やや低い/少ない										1.95	0.85-4.46			1.95	0.85-4.46			1.95	0.85-4.46
		普通										0.88	0.40-1.93			0.88	0.40-1.93			0.88	0.40-1.93
		やや高い/多い										0.78	0.34-1.76			0.78	0.34-1.76			0.78	0.34-1.76
		高い/多い										1.00				1.00				1.00	
	イライラ感	低い/少ない										1.00				1.00				1.00	
		やや低い/少ない										1.00	0.52-1.93			1.00	0.52-1.93			1.00	0.52-1.93
		普通										1.48	0.82-2.69			1.48	0.82-2.69			1.48	0.82-2.69
		やや高い/多い										2.04*	1.09-3.82			2.04*	1.09-3.82			2.04*	1.09-3.82
		高い/多い										3.89**	1.90-7.96			3.89**	1.90-7.96			3.89**	1.90-7.96
	抑うつ感	低い/少ない										1.00				1.00				1.00	
		やや低い/少ない										1.64	0.93-2.90			1.64	0.93-2.90			1.64	0.93-2.90
		普通										3.40**	2.03-5.67			3.40**	2.03-5.67			3.40**	2.03-5.67
		やや高い/多い										5.79**	3.24-10.33			5.79**	3.24-10.33			5.79**	3.24-10.33
		高い/多い										3.52**	1.77-6.99			3.52**	1.77-6.99			3.52**	1.77-6.99
	身体愁訴	低い/少ない										1.00				1.00				1.00	
		やや低い/少ない										2.33	0.73-7.50			2.33	0.73-7.50			2.33	0.73-7.50
		普通										4.85**	1.53-15.36			4.85**	1.53-15.36			4.85**	1.53-15.36
		やや高い/多い										6.76**	2.09-21.87			6.76**	2.09-21.87			6.76**	2.09-21.87
		高い/多い										9.15**	2.72-30.80			9.15**	2.72-30.80			9.15**	2.72-30.80
		p for trend										0.00**				0.00**				0.00**	

表 1-10 多変量解析（上気道症状） - 続き -

要因		上気道症状											
		Model1		Model1 pattern2		Model1 pattern3		Model2		Model3			
		N=2454		N=485		-		N=2429		N=2285			
		OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI		
個人属性	性別	女性/男性	3.76**	2.64-5.36	6.06**	2.97-12.39	-	1.93**	1.28-2.91	1.85**	1.21-2.83		
	年齢層	10代	3.71	0.38-35.98	-	-	-	-	-	-	-		
		20代	2.63*	1.26-5.50	-	-	-	-	-	-	-		
		30代	2.15*	1.07-4.30	-	-	-	-	-	-	-		
		40代	1.07	0.51-2.23	-	-	-	-	-	-	-		
		50代	1.28	0.60-2.72	-	-	-	-	-	-	-		
		60代以上	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-		
		p for trend	0.00**	-	-	-	-	-	-	-	-		
建物環境	猫	はい/いいえ	-	-	3.45*	1.20-9.92	-	-	-	-	-		
	特定建築物	いいえ/はい	0.69*	0.49-0.97	-	-	-	-	-	-	-		
作業環境	鉄道	ある/なし	-	-	2.13*	1.09-4.18	-	-	-	-	-		
	壁の塗装	はい/いいえ	-	-	-	-	-	3.29*	1.11-9.80	3.10*	1.01-9.58		
空気環境	空気の流れが不足	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-		
		合計1〜3日ある	-	-	-	-	-	2.33**	1.36-3.98	2.00*	1.14-3.50		
		毎週1〜3日ある	-	-	-	-	-	3.73**	2.05-6.78	2.62**	1.38-4.94		
		勤務日の毎日かほとんど	-	-	-	-	-	2.96**	1.70-5.15	2.59**	1.49-4.51		
		p for trend	-	-	-	-	-	0.00**	-	0.00**	-		
	乾き過ぎ	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-		
		合計1〜3日ある	-	-	-	-	-	1.99*	1.17-3.39	1.65	0.94-2.91		
		毎週1〜3日ある	-	-	-	-	-	2.75**	1.41-5.36	2.45*	1.22-4.91		
		勤務日の毎日かほとんど	-	-	-	-	-	4.78**	2.48-9.21	3.76**	1.90-7.45		
		p for trend	-	-	-	-	-	0.00**	-	0.00**	-		
	エアコンの風	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-		
		合計1〜3日ある	-	-	-	-	-	2.42**	0.34-2.23	2.87**	1.64-5.01		
		毎週1〜3日ある	-	-	-	-	-	0.87	0.34-2.23	1.05	0.41-2.68		
		勤務日の毎日かほとんど	-	-	-	-	-	1.26	0.70-2.25	1.08	0.59-2.00		
		p for trend	-	-	-	-	-	0.01*	-	0.00**	-		
	ほこり	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-		
		合計1〜3日ある	-	-	-	-	-	1.16	0.65-2.05	-	-		
		毎週1〜3日ある	-	-	-	-	-	2.16*	1.03-4.53	-	-		
		勤務日の毎日かほとんど	-	-	-	-	-	2.31*	1.11-4.81	-	-		
		p for trend	-	-	-	-	-	0.05*	-	-	-		
	薬品臭	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-		
		合計1〜3日ある	-	-	-	-	-	0.93	0.33-2.68	1.00	0.34-2.94		
		毎週1〜3日ある	-	-	-	-	-	27.65**	5.28-144.85	65.51**	8.64-496.79		
		勤務日の毎日かほとんど	-	-	-	-	-	5.57	0.90-34.31	6.21	0.92-42.02		
		p for trend	-	-	-	-	-	0.00**	-	0.00**	-		
	その他の不快臭	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-		
		合計1〜3日ある	-	-	-	-	-	0.8	0.42-1.54	0.67	0.34-1.32		
		毎週1〜3日ある	-	-	-	-	-	1.09	0.52-2.31	0.88	0.39-1.95		
		勤務日の毎日かほとんど	-	-	-	-	-	2.77**	1.38-5.56	2.79**	1.37-5.67		
		p for trend	-	-	-	-	-	0.02*	-	0.01*	-		
ストレス	身体悲訴	低い/少ない	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-		
		やや低い/少ない	-	-	-	-	-	-	-	2.33	0.53-10.37		
		普通	-	-	-	-	-	-	-	4.05	0.95-17.18		
		やや高い/多い	-	-	-	-	-	-	-	7.13**	1.65-30.92		
		高い/多い	-	-	-	-	-	-	-	9.74**	2.19-43.39		
		p for trend	-	-	-	-	-	-	-	0.00**	-		

表 1-10 多変量解析（下気道症状） - 続き -

要因			下気道症状											
			Model1		Model1 pattern2		Model1 pattern3		Model2		Model3			
			N=2793		-		-		N=2676		N=2488			
			OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI		
個人属性	性別	女性/男性	3.88**	1.55-9.73	-	-	-	-	-	-	-	-		
	たばこ	いいえ、吸ったことはない	1.00		-	-	-	-	1.00		-	-		
		いいえ、ただし以前に吸っていた	4.09**	1.56-10.74	-	-	-	-	3.99*	1.37-11.60	-	-		
		はい、ときどき吸う	0.00	0.00-	-	-	-	-	0.00	0.00-	-	-		
		はい、毎日吸う	1.19	0.34-9.65	-	-	-	-	1.63	0.42-6.28	-	-		
		p for trend	0.02*	-	-	-	-	0.08	-	-	-			
猫	はい/いいえ	3.75**	1.45-9.65	-	-	-	-	4.26*	1.32-13.71	4.27*	1.26-14.53			
作業環境	新品の家具	はい/いいえ							5.44*	1.26-23.52	-	-		
空気環境	じめじめする	一度もない							1.00		-	-		
		合計1〜3日ある							3.42*	1.05-11.17	-	-		
		毎週1〜3日ある							2.89	0.57-14.71	-	-		
		勤務日の毎日がほとんど							5.92*	1.38-25.48	-	-		
		p for trend							0.05		-	-		
	乾き過ぎ	一度もない							1.00		-	-		
		合計1〜3日ある							2.77	0.78-9.94	-	-		
		毎週1〜3日ある							2.55	0.41-15.95	-	-		
		勤務日の毎日がほとんど							9.03**	2.46-33.18	-	-		
		p for trend							0.01*		-	-		
	ほこり	一度もない							1.00		1.00			
		合計1〜3日ある							2.36	0.62-8.98	4.48*	1.24-16.24		
		毎週1〜3日ある							1.87	0.31-11.19	3.85	0.72-20.68		
		勤務日の毎日がほとんど							6.94**	1.87-25.78	9.02**	2.71-30.07		
		p for trend							0.03*		0.00**			
たばこ煙	一度もない							1.00		-	-			
	合計1〜3日ある							1.93	0.41-8.98	-	-			
	毎週1〜3日ある							9.20**	2.37-35.74	-	-			
	勤務日の毎日がほとんど							2.92	0.70-12.25	-	-			
	p for trend							0.01*		-	-			

表 1-10 多変量解析（皮膚症状） - 続き -

要因			皮膚症状											
			Model1		Model1 pattern2		Model1 pattern3		Model2		Model3			
			N=2712						N=2580		N=2435			
個人属性	性別	女性/男性	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI		
			6.91**	3.53-13.49	-	-	-	-	3.01**	1.42-6.36	2.91**	1.33-6.33		
	猫	はい/いいえ	3.46**	1.76-6.81	-	-	-	-	3.72**	1.72-8.08	3.47**	1.55-7.81		
	建物環境	地上階	0～5階	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-		
6～10階			2.59**	1.46-4.60	-	-	-	-	3.05**	1.32-7.03	2.59*	1.07-6.27		
11～15階			1.05	0.24-4.56	-	-	-	-	3.48**	1.40-8.63	4.51**	1.73-11.77		
16～20階			0.00	0.00-	-	-	-	-	1.11	0.42-2.93	1.09	0.40-2.97		
21階以上			1.39	0.32-6.10	-	-	-	-	0.01*	-	0.01**	-		
p for trend			0.03*	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
空気の流れが不足		一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-			
空気環境	乾き過ぎ	合計1～3日ある	-	-	-	-	-	3.05**	1.32-7.03	2.59*	1.07-6.27			
		毎週1～3日ある	-	-	-	-	-	3.48**	1.40-8.63	4.51**	1.73-11.77			
		勤務日の毎日がほとんど	-	-	-	-	-	1.11	0.42-2.93	1.09	0.40-2.97			
		p for trend	-	-	-	-	-	0.01*	-	0.01**	-			
		一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-			
		合計1～3日ある	-	-	-	-	-	5.98**	2.62-13.64	3.78**	1.62-8.86			
	毎週1～3日ある	-	-	-	-	-	5.12**	1.77-14.83	3.79*	1.28-11.20				
騒音	勤務日の毎日がほとんど	-	-	-	-	-	18.79**	7.30-48.36	11.58**	4.44-30.19				
	p for trend	-	-	-	-	-	0.00**	-	0.00**	-				
	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-				
	合計1～3日ある	-	-	-	-	-	0.67	0.26-1.73	-	-				
	毎週1～3日ある	-	-	-	-	-	4.64**	1.46-14.73	-	-				
	勤務日の毎日がほとんど	-	-	-	-	-	1.29	0.34-4.97	-	-				
薬品臭	p for trend	-	-	-	-	-	0.04*	-	-	-				
	一度もない	-	-	-	-	-	1.00	-	1.00	-				
	合計1～3日ある	-	-	-	-	-	1.87	0.48-7.22	1.59	0.41-6.20				
	毎週1～3日ある	-	-	-	-	-	8.77*	1.30-59.35	10.51*	1.63-67.76				
	勤務日の毎日がほとんど	-	-	-	-	-	31.76**	5.90-170.93	41.64**	5.38-322.34				
	p for trend	-	-	-	-	-	0.00**	-	0.00**	-				
ストレス	疲労感	低い/少ない	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-			
		やや低い/少ない	-	-	-	-	-	-	-	0.00	0.00-			
		普通	-	-	-	-	-	-	-	0.25*	0.08-0.81			
		やや高い/多い	-	-	-	-	-	-	-	0.31	0.09-1.06			
		高い/多い	-	-	-	-	-	-	-	0.17*	0.04-0.78			
		p for trend	-	-	-	-	-	-	-	0.17	-			

表 1-10 より、目の症状では、カーペット使用、コンピュータ使用、薬品（洗剤・接着剤・修正液・他の臭いのする薬品）の使用、室温変化、過乾燥、静電気、その他不快臭（体臭・食品・香水など）、仕事負担量、身体愁訴、特定建築物、鉄道の近くとの関連性が示唆された。

非特異症状では、平均勤務時間の長さ、カーペット使用、空気の流れ不足、騒音、その他不快臭、イライラ感、抑うつ感、身体愁訴、二酸化炭素基準の不適合との関連性が示唆された。

上気道症状では、壁の塗装（3 ヶ月以内）、空気の流れ不足、過乾燥、エアコンの風、不快な薬品臭、その他の不快臭、身体愁訴、特定建築物、鉄道の近くとの関連性が示唆された。

下気道症状では、自宅での猫の飼育、ほこりや汚れとの関連性が示唆された。

皮膚症状では、自宅での猫の飼育、空気の流れ不足、過乾燥、薬品臭との関連性が示唆された。

C.2.4 まとめ

SBS 関連症状と職場の環境要因との関連性について、多変量解析を行った結果、カーペットの使用、壁の塗装、温湿度環境、薬品や不快臭、ほこりや汚れ、騒音、二酸化炭素基準の不適合などの環境要因と SBS 関連症状との関係が示唆された。

D. 総括

冬期および夏期ともに、SBS 関連症状と職場の環境要因との関連性について、温湿度環境、薬品・不快臭、ほこりや汚れ、騒音などの環境要因と SBS 関連症状との関係が示唆された。さらに夏期では、カーペットの使用や3 ヶ月以内の壁の塗装との関連性が示唆された。

建築物の維持管理項目では、冬期の湿度基準の不適合と目の症状や上気道症状や皮膚症状、冷却加熱装置の汚れと上気道症状との関連性が示唆された。また、夏期の二酸化炭素基準の不適合と非特異症状との関連性が示唆された。

冬期の目の症状と皮膚症状、夏期の目の症状と上気道症状では、特定建築物の方が非特定建築物よりもオッズ比が高かった。

近年、温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生

管理基準の不適合率の増加が起こっているが、それを減少させることが、建築物の従業員の健康影響を防止するうえで、今後の重要な課題であると考えられる。また、ほこりや汚れ、薬品臭や不快臭、騒音などについては、その詳細について、事務所の室内環境の実態調査が必要と考えられる。

E. 実態調査のための対象建物の選定

当年度においては、冬期における実態調査を実施するに当たり、2011 年度の冬季のアンケート調査に回答を頂いた企業のうち、管理者用調査票の設問 8「実測調査に対するご協力について」において「協力できる」との回答を頂いた企業をピックアップした。協力できるとの回答は、79 件（特定建築物 18 件、非特定建築物 61 件）であった。

次に実測に協力できると回答頂いた建物の執務者の有症者率を求めた。有症者率については、1 つの建物の回答者数に対して、NIOSH の SBS 主症状（目の症状、非特異症状、上気道症状、下気道症状、皮膚症状）のうち建物関連に強い疑いがある症状を 1 つ以上有する回答者数の割合とした（建物関連に強い疑いがある；ある症状を週に一日以上自覚し、建物を離れるとよくなったという回答）。実測に協力できると回答頂いた各建物及び有症者を有する建物において、症状との関連性が高い項目を χ^2 検定による単変量解析をもとに抽出した。解析パターンとしては、以下の指標を用いた。

- ・5 症状×職場の作業環境
- ・5 症状×職場の空気環境
- ・5 症状×職場でのストレス状態

このうち、建物関係の項目に症状との有意な関係性が少なく、ストレス関係の項目に多かった建物を実測候補から除外した。

以上の情報をもとに、なるべくストレスの影響が少ないと思われる建物を対象に、有症者が多い建物と少ない建物が含まれるようにピックアップした。また、所在地域や空調方式、環境衛生管理基準に対する適合状況などの情報も参考にした。結果として、東京、関西、福岡地区において、8 件及び実測から調査の協力が得られた 2 件を加え、空気環境の実測調査を行って

いる。環境測定場所としては、アンケートを回答頂いた執務者が使用している執務室において行った。また測定項目としては、二酸化炭素、一酸化炭素、温度、湿度、浮遊粉じんに加え、ホルムアルデヒド及び VOC、浮遊微生物、浮遊微粒子個数濃度、PM2.5 とし、概ね 30 分程度の測定を行う。更に、空調吹き出し口からの汚染状況の調査も行う。執務者へは再度現状での健康状態について、前述と同様のアンケートを行うこととした。

参考文献

- 1) 大澤元毅ら：建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究，平成 21～22 年度総括・分担総合研究報告書，厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業，2011 年 3 月
- 2) 大澤元毅ら：建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究，平成 21 年度総括・分担総合研究報告書，厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業，2010 年 3 月
- 3) US Environmental Protection Agency: A standardized EPA protocol for characterizing indoor air quality in large office buildings. Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, 2003
- 4) National Institute for Occupational Safety and Health: Indoor Air Quality and Work Environment Symptoms Survey, NIOSH Indoor Environmental Quality Survey. Washington, DC: NIOSH, 1991
- 5) Andersson K: Epidemiological approach to indoor air problems. *Indoor Air* 4 (suppl): 32-9, 1998
- 6) 厚生労働省：職業性ストレス簡易調査票，2005

平成24年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

2. 特定建築物のあり方と個別分散空調方式の実態に関する研究

研究分担者 柳 宇 工学院大学建築学部 教授

研究要旨

厚生労働科学研究費補助金「建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究（H21-健危-一般-009）」における調査結果では、特定建築物の中でも学校、事務所における顕著な基準不適合と、建築物衛生法が改正され、特定建築物の適用範囲に加わった個別空調設備の維持管理の問題点が指摘された。

本研究では、特定建築物の課題では高齢者福祉施設や集合住宅、小規模建築物など、現状において特定建築物対象外となっている施設について、適用用途拡大の必要性、用途毎の管理基準値のあり方に提言を行うことを目的として、今年度は学校教室環境の衛生環境の実態調査を行った。更に建築物衛生法改正により適用範囲となった個別空調設備を有する建築物の空気環境及び空調設備の汚染状況の実態を調査し、問題点の抽出及び維持管理のあり方を検討する基礎資料を収集することとした。

学校教室環境の実測においては、二酸化炭素濃度は在室者数・空調と換気の状況及び窓の開閉に影響され、自然換気は二酸化炭素濃度を下げるのに有効な手段ではあるが、立地条件や気候により必ずしも年間を通して行えるわけではないため、更に微生物や温湿度の基準を上回ってしまう可能性があるため十分な能力をもった機械換気設備が必要であると考えられる。

また、個別空調設備の維持管理の実態については、パッケージ型空調機内に小型温湿度計を設置し、温湿度の連続測定を行うとともに、給気中の浮遊微生物及び空調機内の付着微生物測定を行い、空調機内の温湿度環境と微生物汚染の関係について検討を行った。

研究協力者

大澤元毅	国立保健医療科学院
鍵 直樹	東京工業大学
池田耕一	日本大学理工学部
東 賢一	近畿大学医学部
鎌倉良太	(財)ビル管理教育センター
齋藤敬子	(財)ビル管理教育センター
杉山順一	(財)ビル管理教育センター
横山貴紀	工学院大学大学院生
柴崎忠太	工学院大学学生
宮川拓也	工学院大学学生

2-1 学校教室環境における実態調査

A. 研究目的

学校保健安全法の学校環境衛生の基準¹⁾では室内の二酸化炭素（CO₂）の濃度が1500ppm以下、建築物衛生法の環境管理基準²⁾では二酸化炭素の濃度が1000ppm以下、浮遊粉塵濃度は0.15mg/m³以下と規定されている。自然換気の場合学校教室内の二酸化炭素はそれらの基準値を満足することはさほど難しくないが、近年、学校の教室には冷暖房設備が整いつつあり、窓の開放による自然換気を行うことが少なくなっている。斉藤ら³⁾は冬季の授業中に教室の窓を開けたままにしておくという行為は期待できず、サッシ窓の普及により気密性の向上した現在の小学校では建築及び設備的工夫により効果的な

換気経路を確保する必要があると述べている。現状では、学校保健安全法の学校環境衛生基準の中で二酸化炭素濃度 1500ppm を超過することがしばしば報告されている。柳らは⁴⁾特定建築物の中で学校の相対湿度、二酸化炭素濃度の不適率が他の特定建築物に比べ最も高くなっていると述べている。これまで学校環境の研究報告は小中学校の教室環境に関するものがほとんどであり、小中学校よりも受講者数が多い大学における室内空気質の実態は必ずしも明らかにされていない。

また、海外においては大気汚染物質の学校に通う児童たちへの曝露・影響の評価方法の確立を目的としたレビュー論文がある⁵⁾。この研究においては、学校を対象とした様々な空気質調査に関する文献を集め、児童への曝露・健康影響の評価方法を確立することを目的とし、様々な調査報告を紹介している。対象とした汚染物質はNO₂、SO₂、CO₂、O₃、粒子(PM2.5、PM10)が主で、発生源として外気からの侵入を想定した。また、換気による影響について論じている研究が数多くある。学内の計測場所については、ほとんどが教室とされている。しかし、教室では指針を超えなくても体育館で超える例などもあり、様々な場所で計測し結果を比較する必要性があるとしている。

学校建物の構造種類・湿気やカビによるダメージの有無等で学校を分類し、その空気環境について調査がある⁶⁾。フィンランドにおける積雪中の32校において、湿気ダメージのあるなしで、浮遊真菌及び細菌の測定を行った。浮遊真菌濃度については、木造>コンクリート造であり、コンクリート造では湿気ダメージのある場合の濃度が高かった。また、浮遊細菌濃度については、更に木造>コンクリートの傾向が強かった。木造においては更に湿気のダメージがある方が高濃度であった。

学校・住居の環境調査およびその与える影響について、見えるカビの有無・カビの匂いの有無・水漏れの有無・窓ガラスの結露の有無の合計値から算出される湿気指数という尺度に着目し検討している⁷⁾。北海道の名寄市および旭川の8小学校において調査を行った。結果として、湿気指数と自覚症状の相関が十分に高いこ

とがわかった。特に住居の湿気指数は咳・一般症状その他と、教室の湿気指数は粘膜症状と高い相関を持つことがわかった。

以上のような背景の元、本研究では条件が異なる大学教室内の空気環境について調査を行い、室内環境に影響を与える要因を検証し、教室環境改善への基礎資料を得ることを目的とする。

B.研究方法

B.1 調査対象

本研究では地域別、気候別、設備別による室内環境への影響を明らかにするために、日本3大学(4教室)、中国2大学(5教室)の計5大学(9教室)を調査の対象とした。各教室の概要を表2-1-1に示す。教室Aは高層ビルの都市型キャンパスの一室である。建物の8階に位置するため、窓の開け閉めが可能な部分は窓の下部の一部分のみである。なお、全測定期間中に窓の開け閉めがあったのは1ヶ所のみで、他の窓は常時閉まっていた。教室Bは郊外型キャンパスの中にある建物の1階に位置する。比較的大型な教室となっており、後方は階段状になっている。教室Cは郊外型キャンパスの建物の3階に位置する。教室面積は61 m²と本報告の中では小さめの教室であるが、天井高が5.1 mある。教室D郊外型キャンパスの2階に位置する。教室の左右に開閉可能な窓がある。教室Eは中国大連市にある大学の6階に位置する。空調機器が設置されておらず、換気は自然換気のみとなっている。教室F~Iは中国上海市にある大学の教室である。本報告では、これらの4教室は同じキャンパス内にあるため、測定結果を教室別ではなく測定日順に示す。

表 2-1-1 測定教室の概要

教室名	所在地	教室面積 [m ²]	教室定員 [人]	空調方式	機械換気
教室A	東京都	159	182	AHU	—
教室B	東京都	259	298	PAC	—
教室C	秋田県	61	60	FCU	第3種
教室D	熊本県	135	128	PAC	第1種
教室E	辽宁省	79	57	空調無し	—
教室F	上海市	106	70	VRV	—
教室G	上海市	106	70	VRV	—
教室H	上海市	106	70	床置PAC	—
教室I	上海市	132	130	VRV	—

B.2 測定方法

全教室共通して二酸化炭素、温度、相対湿度を測定項目としたほか、教室 A、教室 B、教室 D に関しては浮遊細菌・真菌の測定も行った。なお、測定期間中の受講者数を 15 分間隔で計数した。

教室 C～I の二酸化炭素濃度、温湿度、在室者数の測定に関しては事前に各大学の方に測定機器を送付し、同一の方法で測定及び測定状況の記録をとった。

湿度と二酸化炭素濃度の測定は教室 A、教室 B では IAQ モニタ（KANOMAX 社製・MODEL2211）を使用し、教室 C～I の測定では CO₂ モニタ（LUTRON ELECTRONIC 社製・MCH-383SD）を使用した。なお、二酸化炭素濃度、温湿度、浮遊粒子の全てにおいて測定間隔は 1 分とした。

浮遊微生物の測定には MG サンプラー（スリット型サンプラー）とバイオサンプラー（ミドリ安全・MBS-1000）を使用し、真菌の測定にはジクロラン-グリセロール寒天培地（以降 DG-18

表 2-1-2 各測定日の換気量と気積

room	date	CO ₂ [ppm]	Ocupants [人]	ACH [m ³ /h]	ACH/person [m ³ /h・p]	Air volume [m ³ /人]
A	6月8日	1875	81	1277	16	5
	6月15日	● 1875	77	982	13	5
	6月22日	1412	69	1550	22	6
	6月29日	1279	59	1773	30	6
	7月13日	1131	76	2381	31	6
B	9月14日(2限)	● 1204	48	2874	60	7
	9月14日(3限)	● 1516	45	1780	40	5
	9月28日(2限)	907	43	2877	67	8
	9月28日(3限)	1032	46	2684	58	6
	10月12日(2限)	1064	45	2142	48	8
	10月12日(3限)	1217	43	2179	51	6
	10月19日(2限)	996	46	3582	78	10
	10月19日(3限)	1137	46	1971	43	7
C	6月14日(1限)	● 841	40	1103	28	7
	6月14日(2限)	● 761	30	1142	38	9
	6月21日(1限)	776	40	1533	38	7
	6月21日(2限)	696	30	1338	45	9
	6月28日(1限)	711	40	1877	47	7
	6月28日(2限)	661	30	1274	42	9
	7月5日(1限)	955	40	1846	46	7
	7月5日(2限)	736	30	1364	45	9
D	6月5日	499	48	22229	463	9
	6月12日	503	45	12573	279	9
	6月19日	637	48	11470	239	9
	6月26日	387	46	55693	1211	9
	7月3日	● 626	43	2101	49	9
	7月24日	714	43	2553	59	10
	7月31日	910	46	2605	57	9
E	5月30日	● 1812	33	—	—	9
	6月6日	867	9	—	—	9
	6月14日	1081	8	—	—	9
F	5月17日	1349	40	726	18	7
G	5月24日	553	57	8232	144	5
F	5月24日(3限)	906	33	1020	31	9
F	5月24日(4限)	2080	42	597	14	7
H	5月28日	● 1798	42	609	14	7
F	5月31日	930	35	928	27	8
I	6月4日	1872	60	770	13	6
F	6月7日	1022	40	939	23	7

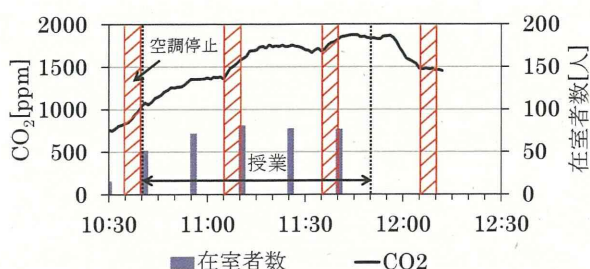


図 2-1-1 A 教室 (6 月 15 日)

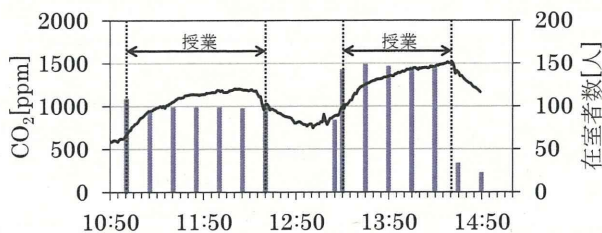


図 2-1-2 B 教室 (9 月 14 日)

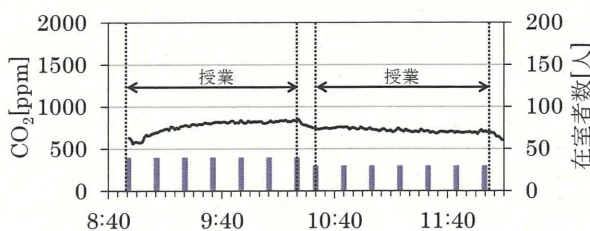


図 3 C 教室 (6 月 14 日)

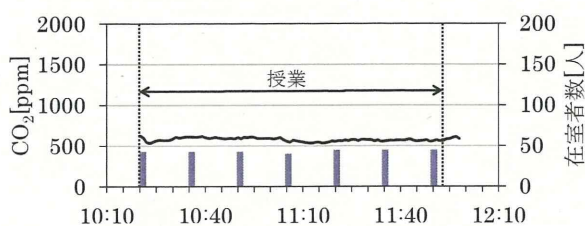


図 2-1-4 D 教室 (7 月 3 日)

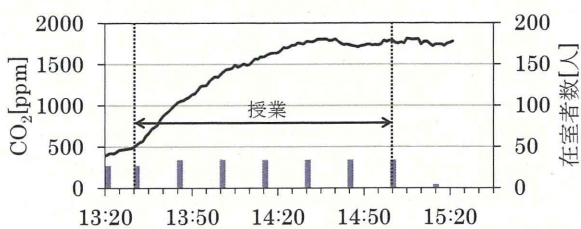


図 2-1-5 E 教室 (5 月 30 日)

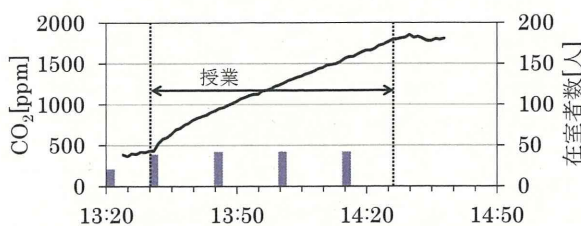


図 2-1-6 F 教室 (5 月 28 日)

と略す), 細菌の測定にはソイビーンカゼイン寒天培地 (以降 SCD と略す) を用いた。MG サンプラーで捕集した微生物は計数及び同定結果を 5 分毎に記録した。培養条件は DG-18 が 25℃・3 日以上, SCD が 32℃・2 日とした。換気量の測定については減衰法, 一定濃度法を用いるのが一般的であるが, 本研究では教室の特徴, すなわち測定期間内において受講者数 (二酸化炭素発生量) が変わらないことを利用し, 換気量を次の式 (2-1) から算出した⁸⁾。

$$Q = \left[\frac{m_1}{c_1} + \frac{m_2}{c_2} + \dots + \frac{m_n}{c_n} \right] \times \frac{0.02 \times 10^6}{n} \quad (2-1)$$

ただし, Q : 換気量 (m^3/h), m : 室内人数 (人), C : 室内外 CO_2 濃度差 (ppm), 0.02: 人体から発する二酸化炭素 ($0.02 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{人}$ と仮定), n : サンプル数とする。

C. 結果

C.1 二酸化炭素濃度

表 2-1-2 に測定日, 最大二酸化炭素濃度, 受講者数, 式 (2-1) より求めた換気量, 在室者一人当たりの換気量, 最大二酸化炭素濃度に対応する気積を示す。また, CO_2 の欄に●がついている日を二酸化炭素濃度測定の代表日とする。代表日の二酸化炭素濃度の測定結果を図 2-1-1～2-1-6 に示す。

教室 A では全測定日において空調が運転されていた。空調独立の換気設備はなく, 空調機の RA の部分に CO_2 センサが内蔵されており, 1000ppm を超えると OA のダンパが開き外気が室内に取り込まれる仕組みになっているが, 図 2-1-1 に示す通り室内二酸化炭素濃度が 1000ppm を超えている。

教室 B では昼休みを挟んで 2～3 限の連続測定を行った。2 限の時間帯よりも 3 限の時間帯の方が二酸化炭素の最大値が高くなっているのは, 受講している学生数が 3 限の方が多いためであると考えられる。

二酸化炭素濃度は 1 回目を除いては 1000ppm 前後で推移しており, 建築物衛生法の 1000ppm を超えることはあったが, 学校環境衛生基準の 1500ppm を上回ったのは 1 回目の測定時のみで

あった。

教室Cの窓は常時閉まっていたが、機械換気による換気が積極的に行われていた。そのため、二酸化炭素濃度は1000ppm以下に抑えることができていたと考えられる。また、教室Cでも1～2限にかけて連続測定を行っており、1限から2限にかけて在室者数が10名減ると、二酸化炭素濃度の減少が見られた。

教室Dでは6月5日から6月19日までの測定では空調及び換気は停止。7月3日の測定以降空調及び機械換気が行われていた。6月5日～6月26日（空調及び換気が停止状態）の測定は教室の窓は全て解放され、自然換気が行われていた。教室の左右両側面に大きな窓があり、機械換気時よりも自然換気時の換気量のほうが1桁以上大きい結果となった。

教室Eには空調及び換気設備が設置されていない。6月6日の測定では一部の窓が開いており、二酸化炭素濃度は1000ppm以下であった。しかしながら、窓が閉められていた。5月30日の測定では1800ppmにまで達した。

教室F～Hは全て教室面積が等しい。また、空調が行われていたのは5月28日のみであった。教室Gでは在室者数が57名で最大二酸化炭素濃度が1000ppm以下であるが、5月24日の教室Fの測定では最大二酸化炭素濃度が2000ppmを超えていた。これは換気状況によるものと考えられる。

さらに、各教室の気積と最大二酸化炭素濃度の関係を図2-1-7に示す。なお、教室Eに関しては空調機の設備がなく、自然換気のみであることから見かけ上の気積が大きくなってしまったため、図2-1-7から除外した。全体として気積が大きいと二酸化炭素濃度は低くなる傾向が見られた。2限連続で測定を行った教室B、Cの結果を見ると、2回の授業間で教室の換気状況は同じでも1人あたり気積が異なり、人数が多い授業時間の方が二酸化炭素濃度が高い傾向にあることが確認された。このことから室内の容積に対する在室者数が多いほど二酸化炭素濃度が上昇しやすいと推察できる。

C.2 温湿度

今回の測定で教室内の温湿度は基準値内に収

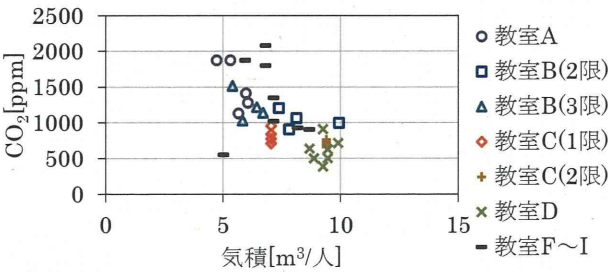


図 2-1-7 各教室の気積と最大二酸化炭素濃度

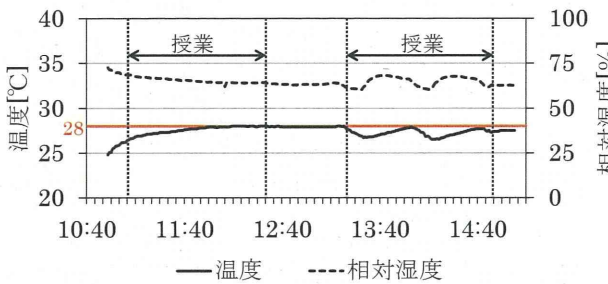


図 2-1-8 教室 B（9月28日）の温湿度

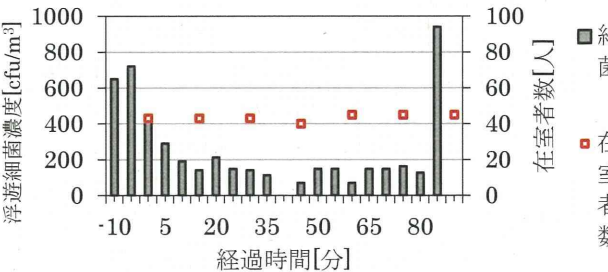


図 2-1-9 教室 D の時刻別細菌と在室者数

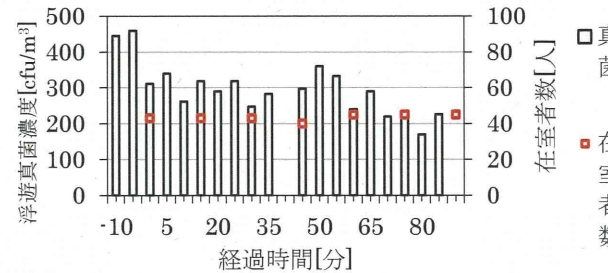


図 2-1-10 教室 D の時刻別真菌と在室者数

まる教室が多かった。ただし、自然換気のみを行っていた教室では温度が28℃を超えている所もあった。一方で空調機器が運転されていた教室では適切にコントロールされていた。中でも特徴的であるのが、図2-1-8に示すように28℃まで温度が上昇するが、28℃を超えることなく再び温度が下がっている結果である。節電のため28℃設定で空調機を運転しているのだと思われるが、26～28℃の間で適切にコントロールされていた。また、輪番空調が行われてい

た教室 A の温湿度は空調の停止時に変化することではなく、教室の躯体蓄熱で 5 分程度の空調の停止が温湿度に与える影響は少ないと推察される。

C.3 微生物

微生物に関しても、人の移動があった際に濃度が上昇する傾向がみられた。測定を行った教室 A, B, D 全ての教室において学校環境衛生の基準値である浮遊細菌 10000 cfu/m³、浮遊真菌 2000 cfu/m³ を上回ることにはなかったが、教室 A の最大真菌濃度が 150 cfu/m³ 以下であったのに対し、教室 D は 400 cfu/m³ を上回る結果となった。教室 D では測定の直前まで全ての窓を開放しており、外気中の真菌が室内に侵入したためと考えられる。そのため、教室 D の真菌濃度は授業開始時が最も高くなっているが、各教室の微生物の変化をみると人の移動があった際に浮遊微生物の濃度が高められる傾向が見られた。また、教室内の浮遊真菌は外気中にも多くみられる *Cradosporium* spp. や *Aspergillus* spp. が多く見られた。

D. 考察

二酸化炭素濃度は空調設備の運転状況や人数、窓の開閉状況等によって教室間に大きな違いが見られた。

図 2-1-11 に室内二酸化炭素濃度の経時変化の傾向を示す。二酸化炭素濃度が定常状態では $t \rightarrow \infty$ となり室内の二酸化炭素濃度は $C = C_0 + M/Q$ で表すことができる。すなわち定常状態の濃度は室内の気積 V によらないことが分かる。しかし、今回の測定のように非定常の状態では気積 V が関係し、気積 V が大きくなると括弧の中の数値は小さくなり、室内の二酸化炭素濃度の上昇曲線が緩やかになる。図 2-1-11 中の曲線は発生量、換気量は同じで気積のみ違う場合の曲線である。時刻 t において、気積が異なると二酸化炭素濃度も異なり、その結果前述した図 2-1-7 の室内二酸化炭素濃度と気積の関係が得られた。

前述したとおり、非定常状態の場合二酸化炭素濃度は気積や換気状況により大きく変化するため、一概にある換気量以上であれば大丈夫と適切な数値を述べるのが難しい。

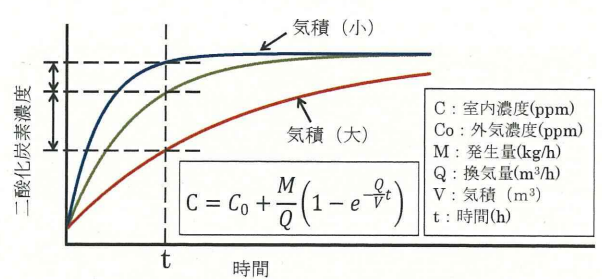


図 2-1-11 気積の違いによる二酸化炭素濃度の上昇のしかた

温湿度は空調が運転されていれば基準値内に収まっていた。また、30 分間に 5 分程度の輪番空調が温湿度に与える影響は小さく、温湿度の観点からみれば有効であると考えられる。

浮遊微生物は基準値内に収まっていた。ただし、教室 D の外気の測定結果では 1800ppm を超えており、授業時間中に自然換気を行った際には基準値を超える可能性もある。

E. 結論

本研究では大学教室内の二酸化炭素濃度、温湿度、浮遊微生物の測定を行った結果以下の事柄が明らかになった。

- 1) 二酸化炭素濃度は在室者数・空調と換気状況及び窓の開閉に影響されることが分かった。
- 2) 自然換気は二酸化炭素濃度を下げるのに有効な手段ではあるが、立地条件や気候により必ずしも年間を通して行えるわけではない。十分な能力をもった機械換気設備が必要であると考えられる。
- 3) 非定常の場合気積が二酸化炭素濃度に関係することから、一概に換気量のみを指して二酸化炭素濃度の基準値を超えない適切な値を示すことは難しい。
- 4) 窓開け換気は中間期に有効な換気方法であると考えられるが、立地条件や季節によっては窓開け換気に頼ることで、微生物や温湿度の基準を上回ってしまう可能性がある。

参考文献

- 1) 文部科学省 学校保健安全法 学校環境衛生基準法, 2009.4
- 2) 厚生労働省 建築物における衛生的環境の確保に関する法律, 2008.

- 3) 斎藤基之ほか, 教室の快適性に関する研究
その7, 日本建築学会大会学術講演便概集
(関東), pp1071~1072, 2001.9
- 4) 柳 宇, 鍵直樹, 大澤元毅: 大学教室内空
気質の実態調査, 第29回空気清浄とコンタ
ミネーションコントロール研究大会予稿集,
pp75-78, 2012
- 5) Jaime F. Mejía, Samantha Low Choy, Kerrie
Mengersen, Lidia Morawska: Methodology for
assessing exposure and impacts of air pollutants
in school children: Data collection, analysis and
health effects - A literature review, Atmospheric
Environment, 45, 813-823, 2011.
- 6) T.Meklin, T.Reponen, M.Toivola,
V.Koponen,T.Husman, A.Hyvarinen,
A.Nevalainen: Size distributions of airborne
microbes in moisture-damaged and reference
school buildings of two construction types,
Atmospheric Environment, 36, 6031-6039 ,
2002.
- 7) Yasuaki Saijo, Yoshihiko Nakagi, Toshihiro Ito,
Yoshihiko Suioka, Hitoshi Endo, Takahiko
Yoshida: Dampness, food habits, and sick
building syndrome symptoms in elementary
school pupils, Environ Health Prev. Med, 15,
276-284, 2010.
- 8) ビル管理教育センター, 空気環境測定実施者
講習会テキスト p121, 2010.4

2-2 個別分散空調における実態調査

A.研究目的

パッケージ型空調機はビル用マルチ型室内機の進化と共に建築物の規模を問わず、採用例が増え、空調方式の主流となっている。また、大規模建築物においても採用例が増加している。特に個別分散型空調方式にその採用例が多い。個別分散型空調方式は建築物環境衛生管理基準の適用外であったため、中央方式と同様な管理がされておらず、換気量不足による室内空気汚染や相対湿度低下等の問題が指摘された。この現状を踏まえ、建築物衛生法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)政省令が平成 14 年に一部改正され、建築物環境衛生管理基準に従って空気環境の調整を行わなければならない空気調和設備及び機械換気設備について、中央管理方式の設備に限定している規定が削除された。これにより、特定建築物の空気調和設備については、中央管理方式だけでなく個別分散型空調方式についても法対象となった。パッケージ型空調機は換気量の不足、フィルタろ過性能の不足及び微生物汚染の問題が指摘されている¹⁾。これらの問題による室内空気質の悪化を防ぐには適切な維持管理が必要であるが、空調機が分散して設置されているため中央方式と同様な維持管理が難しく、衛生管理の実績も少ない²⁾。

そこで昨年度の研究では、パッケージ型空調方式の現状及び維持管理実態の把握のためアンケート調査を実施し、分析を行った。また、パ

ッケージ型空調方式を有する建築物内の室内空気質、浮遊微生物及び空調機内の微生物汚染の実態を把握するために実態調査を行い、パッケージ型空調機が細菌及び好湿性真菌に汚染され、それが室内空気中の微生物汚染の原因となっていることが明らかになった。そして、この微生物汚染は空調機内の温湿度に関係していることが示唆された³⁾。

これらを踏まえて本研究では、パッケージ型空調機内に小型温湿度計を設置し、温湿度の連続測定を行うとともに、設置時と回収時の給気中の浮き遊微生物及び空調機内の付着微生物測定を行い、空調機内の温湿度環境と微生物汚染の関係について検討を行った。本報ではこれまで行って来た研究の結果について述べる。

B. 測定方法

B.1 調査対象概要

2012 年に入居中ビルの冷房期において調査を行った。対象は沖縄本島 1 件、北海道 1 件、東京都 4 件の計 6 件である。なお、c ビル、e ビル、f ビルでは 2 ヶ所で測定を行った。調査対象物件の概要一覧を表 2-2-1 に示す。

B.2 温湿度

外気と空調機の吸込み口、吹出し口の計 3 カ所に温湿度計(ハイグロクロン、KN ラボラトリーズ製)を設置し、15 分間隔で約 40 日間の連続測定を行った。温湿度計の設置場所は、吸込み口がファンより上流側の位置、吹出し口がコイルより下流側とした。また、外気は直射日光や

表 2-2-1 調査対象物件概要一覧

物件名	測定日	温湿度計	所在地	階数	測定階	室面積[m ²]	竣工[年]	主用途	天候	空調方式
aビル	7月14日(土)	設置	板橋区		3F		2011	事務所	晴れ	天井カセット型4方向
	8月25日(土)	回収							晴れ	
bビル	7月25日(水)	設置	札幌	1F~10F	4F		1974	事務所	晴れ	天井カセット型4方向
	9月5日(水)	回収							晴れ	
cビル	8月4日(土)	設置	大田区	1~5F	2F	70.16		研究室	晴れ	壁掛け型1方向
	9月15日(土)	回収			3F			事務所	晴れ	天吊り型1方向
dビル		設置	沖縄本島	1F	1F	80.2	2002	事務所		天井カセット型4方向
	10月20日(土)	回収							晴れ	
eビル	8月31日(金)	設置	中央区	B1~8F	5F	280.0	1976	事務所	曇	天井カセット型4方向
	10月18日(木)	回収			6F	212.0		事務所	雨	天井カセット型4方向
fビル	9月25日(火)	設置	港区	1F~8F	5F	597.2	2010	事務所	晴れ	ビルトイン 2台
	10月30日(火)	回収							曇	

雨の当たらない場所に設置した。

B.3 浮遊微生物

浮遊微生物はバイオサンプラー（MBS-1000, ミドリ安全製）にて捕集し、細菌の測定に SCD 培地、真菌の測定に PDA 培地を用いた。培地は培養後のコロニー数の計数し、真菌については形態学による同定を行った。培地の培養条件は、32℃・2日間（SCD 培地）と 25℃・3 日間以上（PDA 培地）とした。なお、温湿度計の設置時と回収時にそれぞれの測定を行った。

給気中の浮遊微生物測定の手順は、まず空調機の給気以外の空気が混入しないよう吹出し口をビニールシートで囲み、空調機が停止している状態で測定した。その後、吹出し口からの給気を空調機の運転直後から連続して 4 回測定した。

B.4 付着微生物

空調機内の付着微生物は拭き取り検査キット（ST-25 エルメックス製）を用いて、主にフィルタ、ファン、コイル、ドレンパンの 4 カ所を 56cm² の範囲を拭き取った。拭き取った試料 50μL はスパイラルプレーター（Eddy Jet, IUL 製）にて SCD 培地、PDA 培地に塗布した。培地は培養後のコロニーの計数し、真菌については形態学による同定を行った。付着微生物は浮遊微生物と同様に温湿度計の設置時と回収時にそれぞれ測定を行った。

C. 結果

C.1 温湿度

設定温度はほとんどの物件が約 27℃に設定されていて、25℃以下に設定されている物件は

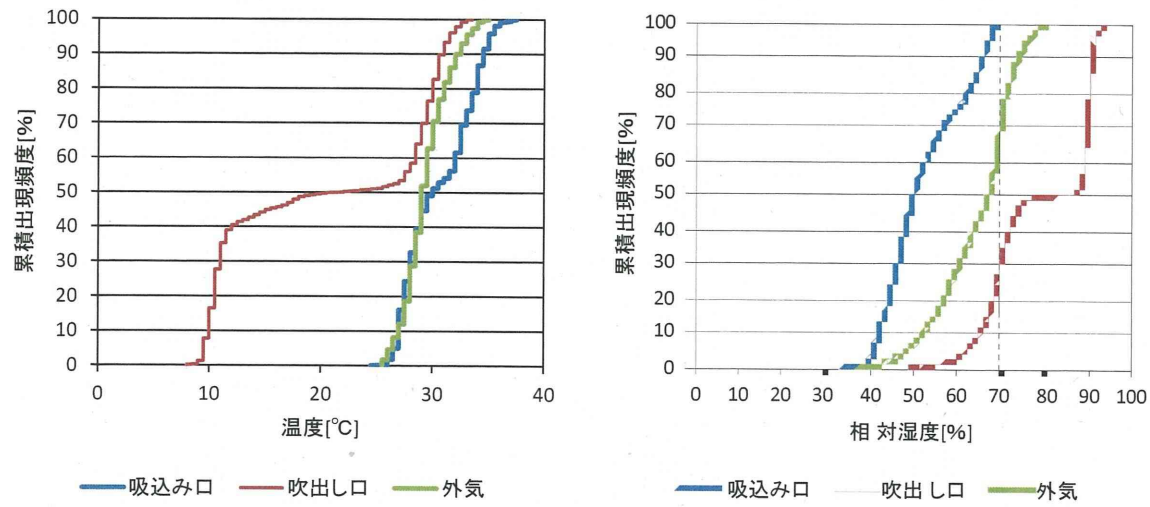


図 2-2-1 c ビル 3F の累積出現頻度（左:温度、右:相対湿度）

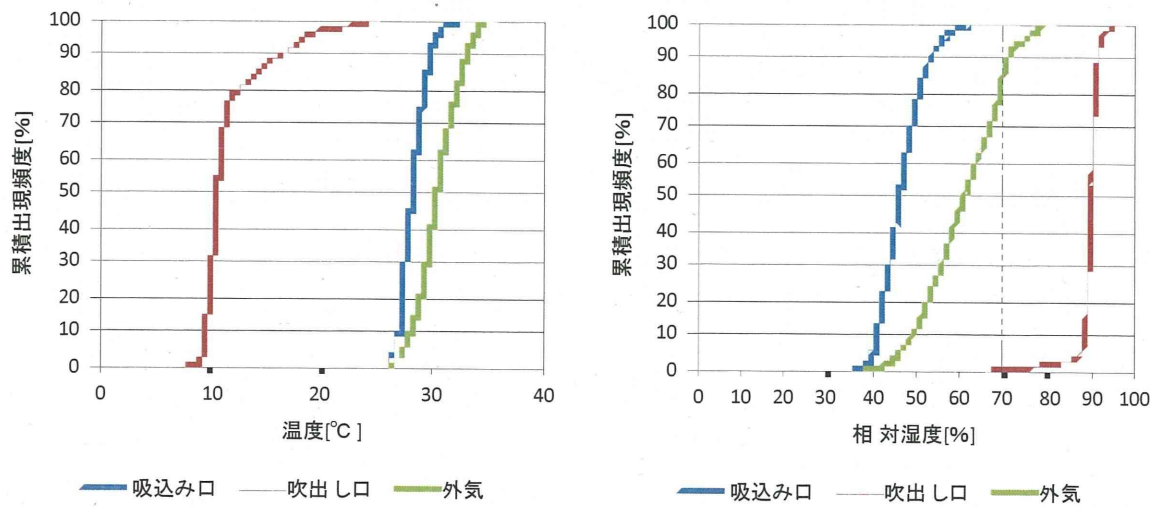


図 2-2-2 c ビル 3F 運転時の累積出現頻度（左:温度、右:相対湿度）

わずかであった。今年も節電のため設定温度を若干高めに設定している物件が多かったと推測される。

相対湿度が70%以上で累積出現頻度30%を超えると微生物の生育速度はそれに比例して速くなるとされている⁴⁾。吹出し口の相対湿度が70%以上の累積出現頻度が70%以上で高かったのはbビルとcビル2F、3Fであった。bビル、cビル3Fでは他のビルに比べ、運転時間が2倍程度長かったことが関係していると推測される。また、cビル2Fでは吸込み口での相対湿度70%以上の累積出現頻度も約20%で他のビルに比べ高かったこと、用途が特殊であったことで他の

ビルと違いが出たことや運転停止時も湿度が高かったことが推測される。一例として図2-2-1から図2-2-5にcビル3Fの温湿度の結果を示す。

C.2 浮遊微生物

執務中の事務室における日本建築学会の浮遊細菌濃度の規準値 500cfu/m³を超えたのはdビル回収時の1回のみであった。一方で浮遊真菌濃度の規準値 50cfu/m³をほとんどの測定で超過した。今年度の測定は半数以上が休日の測定であった。

測定した空調機9台のうち運転開始時の飛散がみられたのは細菌で3台あり、うち1台が設置時のみ、1台が回収時のみ、1台がその両方で

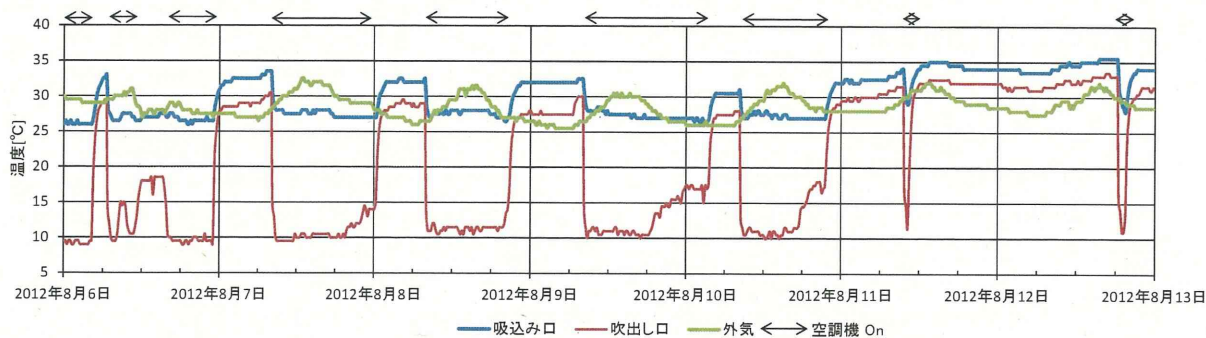


図 2-2-3 cビルパッケージ3Fの温度の経時変化の例

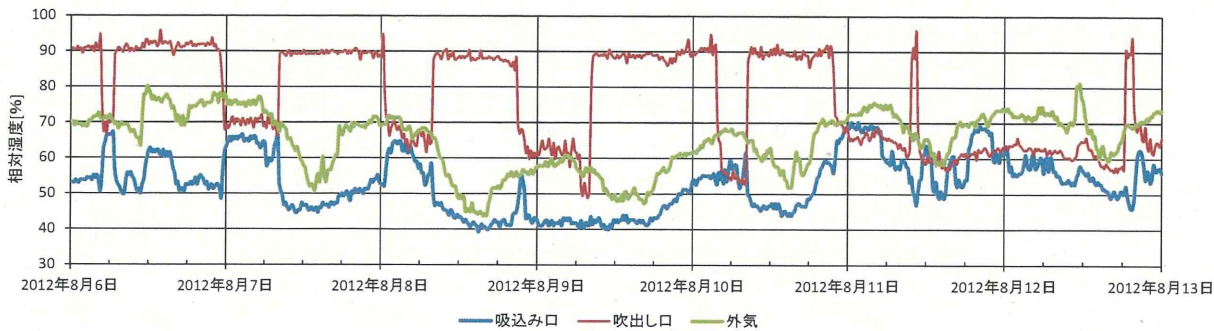


図 2-2-4 cビルパッケージ3Fの相対湿度の経時変化の例

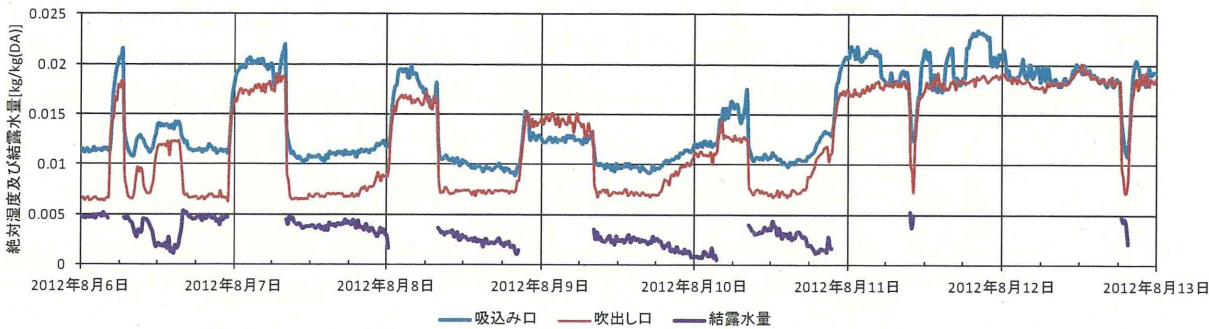


図 2-2-5 cビルパッケージ3Fの絶対湿度及び結露水量の経時変化の例

あった。また、真菌で6台あり、6台とも回収時のみであった。菌種についてみると主に *Cladosporium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., yeast が検出され、ほとんどが付着真菌量の増加している菌であった。空調機が微生物汚染の原因となっていると推測される。

また、浮遊真菌濃度変化の減衰曲線指数項についてみると、設置時と回収時ともに測定を行った6台の空調機のうち4台の空調機で減衰の速度が遅くなり、空調機内からの飛散があった

と考えられる。一例としてcビル3Fの浮遊細菌濃度変化を図 2-2-6、浮遊真菌濃度変化を図 2-2-7に示す。

C.3 付着微生物

一例としてcビル3Fの付着細菌量を図 2-2-8、付着真菌量を図 2-2-9、その詳細を表 2-2-2 に示す。

全物件で主に検出された菌は *Cladosporium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., yeast, Mycelia であった。どの物件もコイル・ドレン

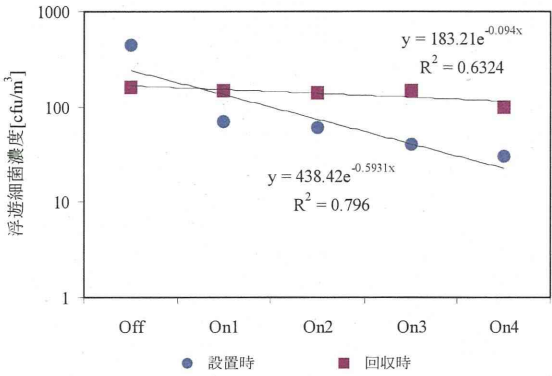


図 2-2-6 cビル3Fの浮遊細菌濃度変化

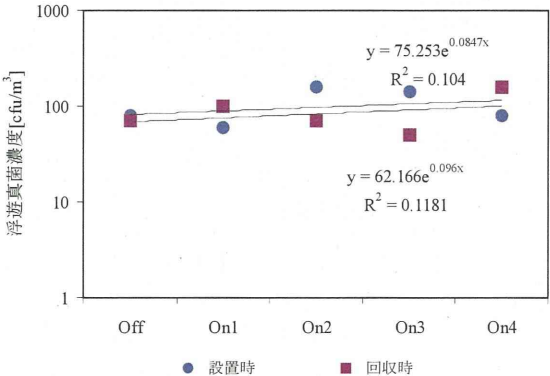


図 2-2-7 cビル3Fの浮遊真菌濃度変化

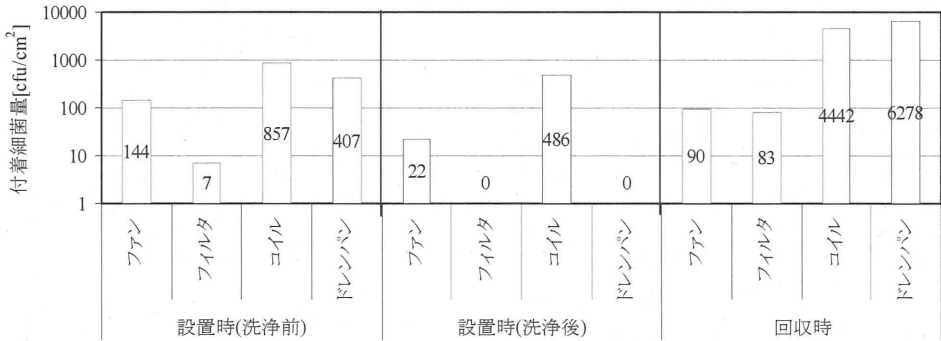


図 2-2-8 cビルパッケージ3Fの付着細菌量

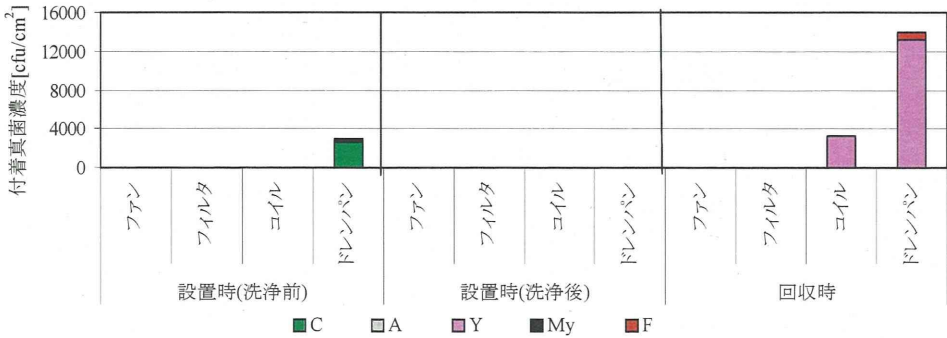


図 2-2-9 cビルパッケージ3Fの付着真菌量

表 2-2-2 c ビルパッケージ 3F の付着微生物量

拭き取り法 (cfu/cm ²)		細菌	真菌										
		総数	総数	C	A	A.n	P	Y	Mv	F	E	Pa	etc
設置時 (洗浄前)	ファン	144	50	4	4	40			4				
	フィルタ	7	22	4	4	7							4
	コイル	857	0										
	ドレンパン	407	2956	2642	22	4		148		151			18
設置時 (洗浄後)	ファン	22	0										
	フィルタ	0	0										
	コイル	486	4										4
	ドレンパン	0	4										4
回収時	ファン	90	112	11	11	50			7		4	11	18
	フィルタ	83	54	11		11	18	4				4	7
	コイル	4442	3323					3319					4
	ドレンパン	6278	14148					13212		828		36	108

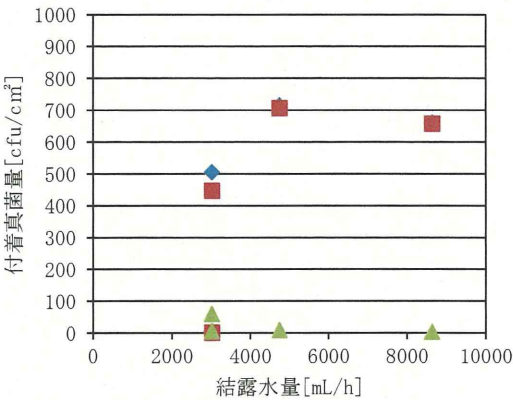
パンで菌が多く検出され、ファン・フィルタではあまり菌が検出されなかった。測定箇所別にみるとコイル・ドレンパンでは *Cladosporium* spp., yeast, *Fusarium* spp., *Aureobasidium* spp. などが多量に検出された。一方、ファン・フィルタでは主に *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. が検出された。このことからファン・フィルタでは耐乾性の菌が繁殖しやすく、コイル・ドレンパンでは好湿性の菌が繁殖しやすい傾向にあり、それぞれの温湿度環境が異なるためであると推測される。

D. 考察

空調方式，設定温度，全熱交換器の有無に関わらず結露水量は 0.005kg/kg(DA)を超える物件はほとんどなかった。また，間欠運転を行っていない c ビルや d ビルの一部の時間帯では運転開始直後の結露水量が一番高く，徐々に減少する傾向がみられた。これは中央方式と違い，個別方式の室内機は外気処理を行わないためであると推測される。

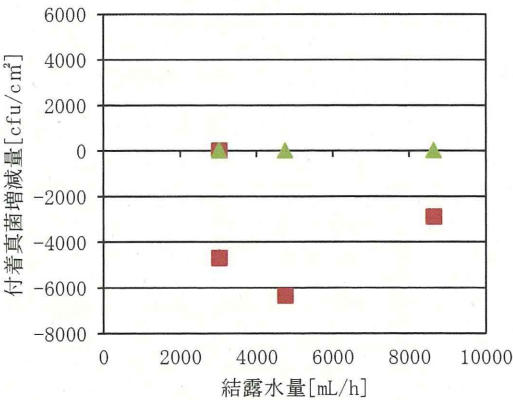
結露水量とコイルの付着真菌の関係を図 2-2-10，相対湿度 70%以上であった累積出現頻度とコイルの付着真菌の関係を図 2-2-11，回収時と設置時の減衰曲線指数の差とコイルの付着真菌の関係を図 2-2-12 にそれぞれ示す。今回の調査では結露水量や相対湿度 70%以上の累積出現頻度などの項目と付着真菌の有意な相関関係性はみられなかった。これは物件ごとに備え付けられている空調機の室内環境に違いがあるた

めであると推測される。



◆真菌 ■好湿性真菌 ▲耐乾性真菌

(a) 結露水と付着真菌量の関係



◆真菌 ■好湿性真菌 ▲耐乾性真菌

(b) 結露水と付着真菌増減量の関係

図 2-2-10 結露水量と付着真菌の関係図