

悪臭の測定・評価方法に関する研究

岡林理恵・鎮西正道・近澤紘史

1. 調査目的

本調査は、環境庁告示で定められている悪臭物質の測定について、試料採取時間及びその評価方法について検討を加えるために必要な基礎資料を収集し解析することを目的とし、悪臭発生源事業場における代表的な悪臭物質の濃度測定を種々の採取時間で行い、どのように悪臭物質の濃度が変化するか調査する。今回は、平成3年度の環境庁委託事業として、当県で受託した調査結果を環境庁の了解を頂いたうえで報告する。

2. 調査内容

2.1. 事業場

A株式会社

(1) 事業場概要

当事業場は標高20mの盆地の南端にあり、東、南は山林に、西、北は田畑に接し、事業場内を幅8mの村道が通じている(図1)。敷地面積は8,300m²で魚腸骨、フェザー及び獣骨を処理し(処理量70t/日)、肥飼料を製造する化製場である。

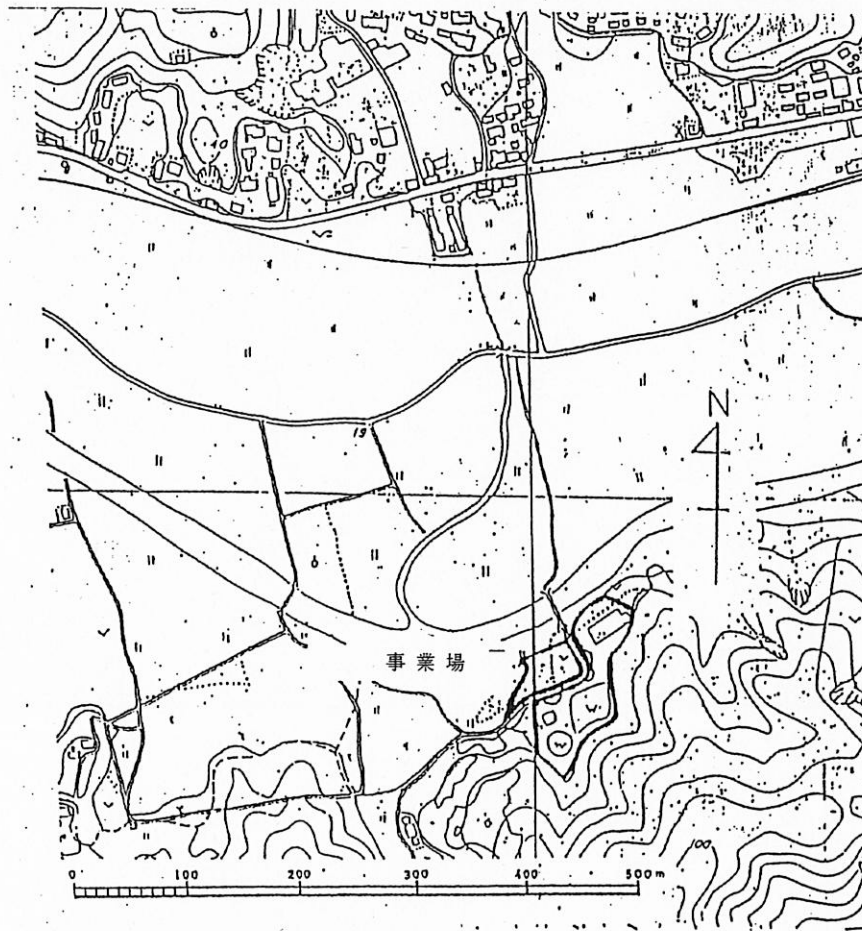


図1 事業場周辺図

施設構造は原材料倉庫及び処理棟は密閉構造になっているが、倉庫及び焼却場の出入口は製品等の搬入のため、作業時間帯は常時開放されている。

悪臭防止対策として、気体については焼却及び南側山腹50m地点からの放出を行っている。又、廃水については廃水処理場（曝気式）で処理した後、事業場北側の川に放流している。

なお、周囲に悪臭の発生源はない。

(2) 測定調査

- a. 測定期間 平成3年7月23日から12月17日まで
- b. 測定地点

測定地点は、発生源と考えられる廃水処理場の1地点及びその風下方向の北～東で6地点、合計7地点とした(図2)。

試料の採取は、発生源では測定開始時、5分間行った。また、P-1～P-6の地点は採取時間5分、10分、20分、30分を1セットとし、5セット行った。

2.2. 測定方法と結果、解析及び評価

(1) アンモニア

a. 採取方法

地高1mの地点で、0.5%ホウ酸液20mlの入った吸収瓶2本にダイヤフラムポンプ（能力最大16ℓ

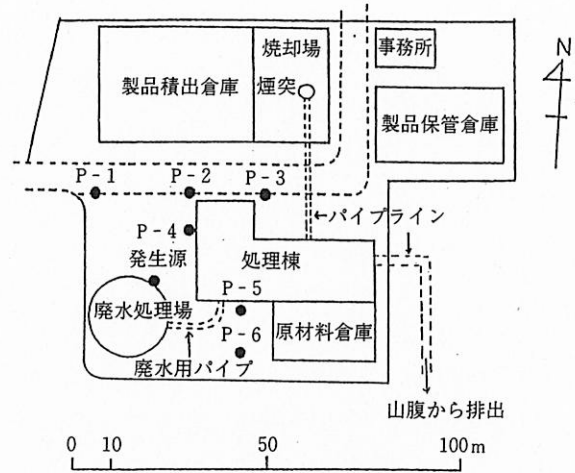


図2 調査地点位置図

/min) を用いて10ℓ/minの流量で試料空気採取した。

b. 分析方法

試料液はインドフェノール法により吸光度測定(640nm)を行った。

c. 測定結果

表1～表7に示すとおり。

表1 アンモニア (P-1地点) 平成3年7月25日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.130	ppm	0.150	ppm	0.085	ppm	0.064	ppm	0.083	ppm
10 "	0.082		0.150		0.061		0.051		0.061	
20 "	0.120		0.140		0.068		0.068		0.055	
30 "	0.110		0.120		0.120		0.065		0.059	
平均値	0.111		0.140		0.084		0.062		0.065	
最大値	0.130		0.150		0.120		0.068		0.083	
最小値	0.082		0.120		0.061		0.051		0.055	
標準偏差	0.018		0.012		0.023		0.007		0.011	
変動係数%	16.2		8.7		27.3		10.5		16.9	
採取法	採気速度 /min	採気量	採気速度 /min	採気量	採気速度 /min	採気量	採気速度 /min	採気量	採気速度 /min	採気量
5分間採取	12.6	63	13.4	67	11.0	55	11.2	56	11.0	55
10 "	11.1	111	11.1	111	10.9	109	11.3	113	11.3	113
20 "	10.1	202	10.0	200	9.9	198	11.0	220	9.8	196
30 "	11.0	330	10.9	327	11.0	331	11.2	336	11.2	337
時刻	10:35		11:10		11:50		12:25		13:00	
気温	34.1		35.7		35.5		36.0		36.0	
湿度	50.0		52.0		50.0		49.0		49.0	
風向	—		—		SW		SW		SW	
風速	0.0		0.0		0.5		0.5		0.3	

表2 アンモニア (P-2地点) 平成3年7月31日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.080	ppm	0.041	ppm	0.120	ppm	0.041	ppm	0.040	ppm
10 "	0.051		0.041		0.090		0.061		0.040	
20 "	0.050		0.028		0.068		0.044		0.044	
30 "	0.035		0.027		0.046		0.039		0.042	
平均値	0.054		0.034		0.081		0.046		0.042	
最大値	0.080		0.041		0.120		0.061		0.044	
最小値	0.035		0.027		0.046		0.039		0.040	
標準偏差	0.016		0.007		0.027		0.009		0.002	
変動係数	30.2		19.7		33.8		18.8		4.0	
採取法	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ
5分間採取	10.6	53	10.8	54	10.6	53	10.8	54	11.0	55
10 "	11.1	111	11.1	111	11.1	111	11.1	111	11.2	112
20 "	9.9	198	10.0	200	10.1	202	10.1	201	9.4	187
30 "	10.9	328	11.1	332	11.7	352	11.7	350	11.6	349
時刻	10:25		11:05		11:40		12:15		12:50	
気温	27.3		28.1		29.9		28.5		28.5	
湿度	84.0		80.0		71.0		81.0		81.0	
風向	—		—		—		—		—	
風速	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	

表3 アンモニア (P-3地点) 平成3年9月3日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.083	ppm	0.100	ppm	0.061	ppm	0.060	ppm	0.020	ppm
10 "	0.058		0.078		0.039		0.038		0.029	
20 "	0.065		0.082		0.049		0.032		0.037	
30 "	0.060		0.068		0.050		0.042		0.040	
平均値	0.067		0.082		0.050		0.043		0.032	
最大値	0.083		0.100		0.061		0.060		0.040	
最小値	0.058		0.068		0.039		0.032		0.020	
標準偏差	0.010		0.012		0.008		0.010		0.008	
変動係数	14.8		14.1		15.7		24.3		24.6	
採取法	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ	採気速度 ℓ/min	採気量 ℓ
5分間採取	11.0	55	10.8	54	11.0	55	11.0	55	11.0	55
10 "	10.9	109	11.0	110	10.8	108	10.9	109	10.9	109
20 "	10.1	201	9.9	198	9.8	195	9.9	198	10.0	199
30 "	11.3	339	10.8	323	11.3	340	11.3	340	11.3	340
時刻	10:10		10:35		11:10		11:50		12:30	
気温	28.8		29.7		30.1		31.1		31.9	
湿度	71.0		68.0		65.0		59.0		58.0	
風向	W		W		NW		W		W	
風速	0.2		0.3		0.2		1.0		0.7	

表4 アンモニア (P-4地点) 平成3年8月27日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.120	ppm	0.170	ppm	0.150	ppm	0.010	ppm	0.001	ppm
10 "	0.087		0.160		0.093		0.053		0.002	
20 "	0.086		0.180		0.120		0.072		0.038	
30 "	0.080		0.150		0.120		0.068		0.072	
平均値	0.093		0.165		0.121		0.051		0.028	
最大値	0.120		0.180		0.150		0.072		0.072	
最小値	0.080		0.150		0.093		0.010		0.001	
標準偏差	0.016		0.011		0.020		0.025		0.029	
変動係数	16.8		6.8		16.7		48.4		103.8	
採取法	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ
5分間採取	10.4	52	10.6	53	10.6	53	10.6	53	10.6	53
10 "	11.4	114	11.4	114	11.4	114	11.4	114	11.5	115
20 "	10.4	207	10.3	205	10.4	207	10.1	201	10.1	202
30 "	11.1	333	10.9	328	10.9	328	10.9	327	11.0	330
時刻	10:15		10:50		11:25		12:00		12:40	
気温	27.7		28.2		29.1		30.2		31.3	
湿度	62.0		62.0		58.0		50.0		47.0	
風向	—		—		—		E		E	
風速	0.0		0.0		0.0		0.7		1.0	

表5 アンモニア (P-5地点) 平成3年9月10日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査	
5分間採取	0.039	ppm	0.028	ppm	0.036	ppm	0.001	ppm
10 "	0.025		0.020		0.048		0.012	
20 "	0.024		0.031		0.038		0.045	
30 "	0.044		0.034		0.072		0.037	
平均値	0.033		0.028		0.049		0.024	
最大値	0.044		0.034		0.072		0.045	
最小値	0.024		0.020		0.036		0.001	
標準偏差	0.009		0.005		0.014		0.018	
変動係数	26.3		18.5		29.5		75.4	
採取法	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ
5分間採取	10.8	54	10.8	54	10.8	54	11.0	55
10 "	11.4	114	11.5	115	11.5	115	11.8	118
20 "	10.3	206	10.2	203	10.3	205	10.6	212
30 "	11.1	333	10.9	328	11.2	336	11.4	341
時刻	10:00		10:45		11:30		12:40	
気温	28.5		29.1		29.5		31.0	
湿度	40.0		39.0		35.0		33.0	
風向	N		E		E		SE	
風速	0.8		0.5		0.5		0.7	

表6 アンモニア (P-6地点) 平成3年9月12日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.042	ppm	0.042	ppm	0.021	ppm	0.031	ppm	0.040	ppm
10 "	0.039		0.034		0.018		0.024		0.033	
20 "	0.042		0.033		0.028		0.038		0.034	
30 "	0.036		0.042		0.032		0.050		0.042	
平均値	0.040		0.038		0.025		0.036		0.037	
最大値	0.042		0.042		0.032		0.050		0.042	
最小値	0.036		0.033		0.018		0.024		0.033	
標準偏差	0.002		0.004		0.006		0.010		0.004	
変動係数	6.3		11.3		22.4		26.9		10.3	
採取法	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ	採気速度 /min	採気量 ℓ
5分間採取	10.2	51	10.2	51	10.2	51	10.4	52	10.8	54
10 "	11.2	112	11.2	112	11.7	117	11.2	112	11.3	113
20 "	11.7	233	11.6	231	11.5	230	11.5	230	11.8	236
30 "	10.9	327	11.1	333	10.8	323	10.8	325	10.8	323
時刻	10:10		10:50		11:25		11:50		12:30	
気温	22.1		23.0		23.5		24.4		24.9	
湿度	76.0		73.0		74.0		78.0		78.0	
風向	—		—		ESE		—		E	
風速	0.0		0.0		0.2		0.0		0.2	

表7 アンモニア (発生源)

採取法	地 点					
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
5分間採取	4.54ppm	3.05ppm	3.83ppm	4.49ppm	2.33ppm	1.74ppm
測定開始時刻	10:35	10:25	10:00	10:15	10:00	10:10
採気量 (ℓ)	29	30	30	33	33	27
気温 (℃)	34.1	27.3	28.8	27.7	28.5	22.1
湿度 (%)	50	84	71	62	40	76

d. 解析

採取時間の変化に伴うアンモニア濃度の変化を図3に、各測定地点の平均濃度と採取時間の関係を図4に、各測定地点の標準偏差と採取時間の関係を図5に示す。

(a) 採取時間と濃度

P-3, P-3を除き、採取時間により大きな濃度変化が見られるセットがあったものの、概ね濃度の変動は小さく、明瞭な差は認められなかった。

また、セット間でかなり大きな濃度差のある地点があったが、採取時間を長くとるに従い、濃度は一定の値に収束する傾向が見られた。

特に、P-4, P-5の5分間採取では、最小値と最大値に40~170倍の差が見られるものの、採取時間を長くとるに従いその差は減少し、30分間採取では2倍程度に縮小した。

(b) 採取時間とセット間の濃度のバラツキ

標準偏差と採取時間の関係から、セット間の濃度差が大きい地点においては長時間採取を行うことによりバラツキの減少が見られ、特にP-4で顕著に認められた。

(c) 繰り返し採取の効果

同一地点で4~5セット繰り返し行った採取時間による平均濃度の変動は、図3に示すセット毎の濃度変化に比べ、小さくなる傾向が見られた。

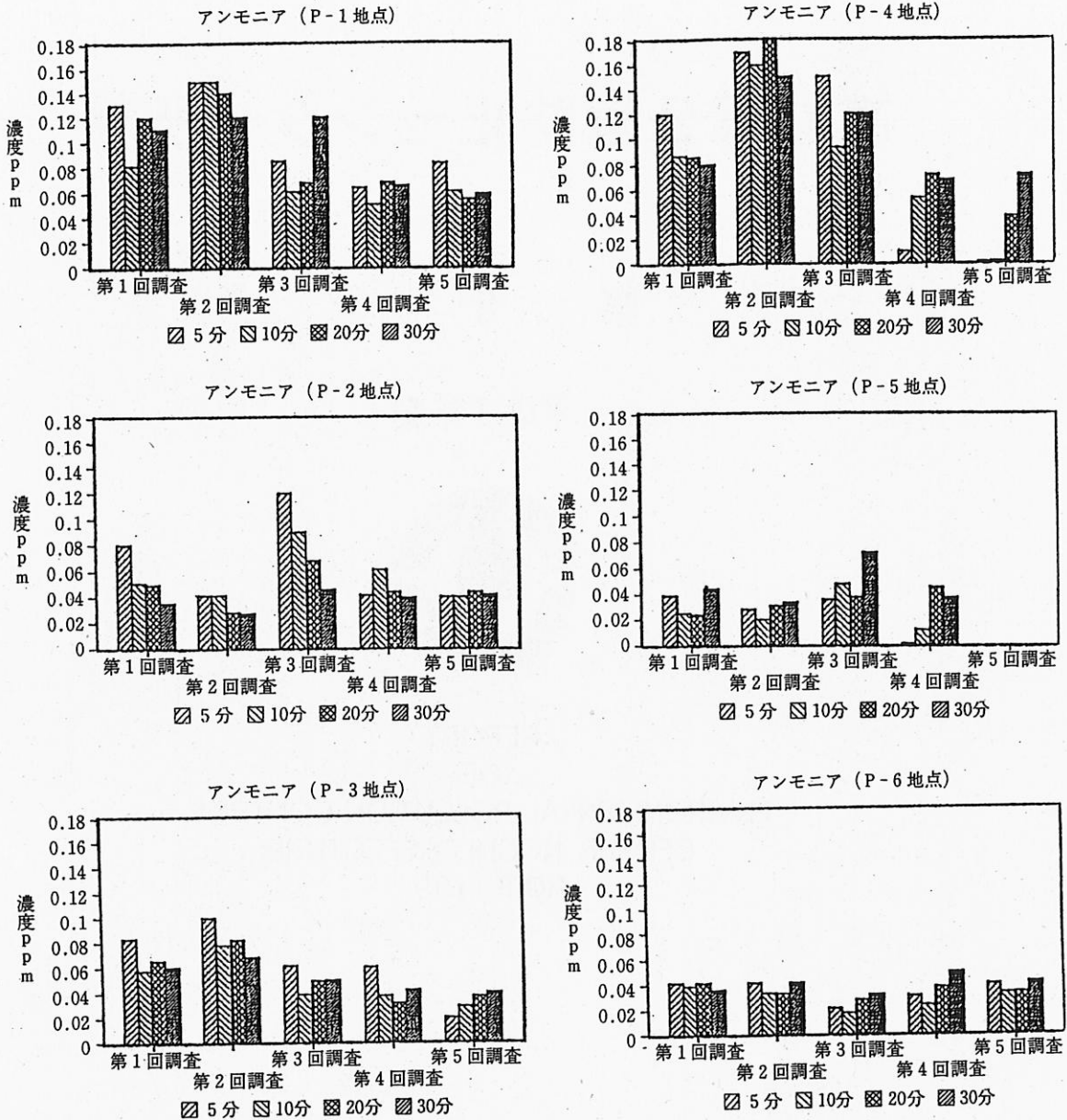


図3

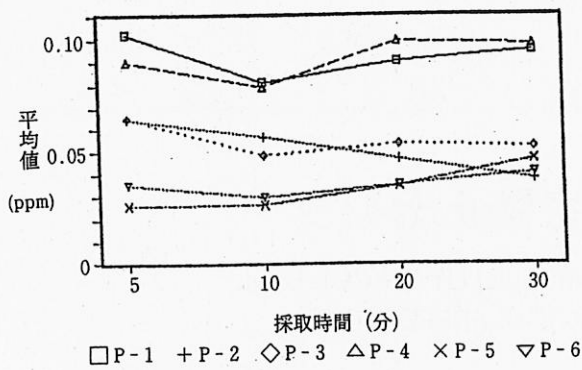


図4 各測定地点の平均濃度と採取時間 (アンモニア)

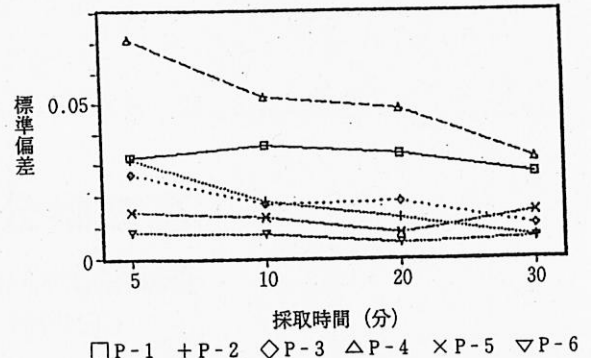


図5 各測定地点の標準偏差と採取時間 (アンモニア)

e. 評価

(a) 概ね採取時間を変化させても濃度に明瞭な差は認められなかったものの、採取時間を長くするとに従い、セット間の濃度差は小さくなり、濃度は一定の値に収束する傾向が見られた。特に、P-4のようにセット間の濃度差が大きい地点では、採取時間を長くすることにより濃度差を小さく抑えることができると考えられる。

(b) 繰り返し採取により、濃度の変動は小さくなる傾向がみられた。特に、濃度変化が大きい場合に顕著に見られたことから、工場の稼働状況や風向等が大きく変動する場合には、複数回の測定を行うことにより平均的な環境濃度を把握することができると考えられる。

(2) トリメチルアミン

a. 採取方法

地高1mの地点で、ろ紙ホルダー(47mmφ)にダイヤフラムポンプ(能力最大16l/min)を用いて15l/minの流量で試料空気を採取した。

b. 分析方法

試料空気を採取したガラス繊維ろ紙を蒸留水(25~50ml)を用いて抽出の後、50% KOH 中で N₂ ガ

ス200ml/minの流量で10分間バブリングを行い、発生したトリメチルアミンを液体酸素で冷却した試料濃縮管に捕集した。

試料濃縮管をガスクロマトグラフ装置に接続し、加熱追い出しの後、ガスクロマトグラフ法より分析をおこなった。

分析条件はつぎの通りである。

試料濃縮管

試料濃縮管(33cm×5mm i. d.)に15% Diglycerol+15% TEP+2% KOH on Chromosorb W(60~80mesh)を3cmの長さに充填したものをを用いた。

ガスクロマトグラフ分析装置

検出器 FID

分析カラム 4% Carbowax20M+0.8% KOH on Carbowax B(60~80mesh)
ガラスカラム(1.5m×3mm i. d.)

カラム温度 60℃(5min)→(20℃/min)→160℃

検出器温度 170℃

キャリアーガス N₂ 40ml/min

c. 測定結果

表8~表14に示すとおり。

表8 トリメチルアミン(P-1地点)平成3年10月8日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.00336	ppm	0.00191	ppm	0.00055	ppm	0.00086	ppm	0.00025	ppm
10 "	0.00246		0.00117		0.00053		0.00046		0.00034	
20 "	0.00226		0.00098		0.00040		0.00033		0.00027	
30 "	0.00347		0.00099		0.00036		0.00029		0.00047	
平均値	0.00289		0.00126		0.00046		0.00049		0.00033	
最大値	0.00347		0.00191		0.00055		0.00086		0.00047	
最小値	0.00226		0.00098		0.00036		0.00029		0.00025	
標準偏差	0.00053		0.00038		0.00008		0.00023		0.00009	
変動係数%	18.5		30.2		17.7		46.5		25.9	
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	15.4	77	15.2	76	15.2	76	15.6	78	15.8	79
10 "	15.6	156	15.7	157	16.5	165	15.9	159	16.2	162
20 "	15.3	306	15.1	302	15.1	301	15.2	303	15.1	302
30 "	17.1	512	17.1	513	17.0	511	17.2	515	17.0	510
時刻	10:00		10:40		11:30		12:10		13:00	
気温	26.2		27.1		28.3		29.0		29.0	
湿度	43.0		45.0		43.0		45.0		45.0	
風向	—		SW		W		SW		SW	
風速	0.0		1.0		2.2		3.9		3.1	

表9 トリメチルアミン (P-2地点) 平成3年10月24日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査	
5分間採取	0.00318	ppm	0.00148	ppm	0.00303	ppm	0.00160	ppm
10 "	0.00287		0.00134		0.00246		0.00104	
20 "	0.00305		0.00126		0.00290		0.00113	
30 "	0.00311		0.00141		0.00232		0.00092	
平均値	0.00305		0.00137		0.00268		0.00117	
最大値	0.00318		0.00148		0.00303		0.00160	
最小値	0.00287		0.00126		0.00232		0.00092	
標準偏差	0.00011		0.00008		0.00030		0.00026	
変動係数	3.8		5.9		11.0		22.0	
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	14.2	71	14.2	71	14.2	71	14.0	70
10 "	15.4	154	15.3	153	15.4	154	15.5	155
20 "	15.1	301	15.1	302	15.1	301	15.1	302
30 "	16.8	503	16.7	500	16.7	502	16.7	501
時刻	10:25		11:35		12:20		13:00	
気温	15.8		16.8		19.2		20.6	
湿度	60.0		58.0		47.0		42.0	
風向	SSW		SW		W		NE	
風速	0.3		0.5		0.5		1.5	

表10 トリメチルアミン (P-3地点) 平成3年12月17日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.00522	ppm	0.00084	ppm	0.00174	ppm	0.00250	ppm	0.00346	ppm
10 "	0.00406		0.00064		0.00153		0.00133		0.00285	
20 "	0.00267		0.00055		0.00126		0.00169		0.00361	
30 "	0.00201		0.00103		0.00146		0.00153		0.00376	
平均値	0.00349		0.00077		0.00150		0.00176		0.00342	
最大値	0.00522		0.00103		0.00174		0.00250		0.00376	
最小値	0.00201		0.00055		0.00126		0.00133		0.00285	
標準偏差	0.00124		0.00019		0.00017		0.00044		0.00035	
変動係数	35.6		24.3		11.5		25.2		10.1	
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	14.2	71	14.4	72	14.2	71	14.6	73	14.8	74
10 "	14.9	149	15.3	153	16.4	164	15.9	159	16.1	161
20 "	15.5	309	15.6	311	15.7	313	15.7	314	15.7	313
30 "	17.2	516	17.2	516	17.3	520	17.3	519	17.6	529
時刻	10:45		11:20		11:55		12:30		13:05	
気温	15.5		15.5		15.1		15.9		16.0	
湿度	85.0		84.0		84.0		83.0		81.0	
風向	—		—		—		—		—	
風速	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	

表11 トリメチルアミン (P-4地点) 平成3年12月10日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査	
5分間採取	0.00238	ppm	0.00189	ppm	0.00212	ppm	0.00079	ppm
10 "	0.00147		0.00157		0.00155		0.00130	
20 "	0.00122		0.00187		0.00096		0.00126	
30 "	0.00141		0.00132		0.00087		0.00118	
平均値	0.00162		0.00166		0.00138		0.00113	
最大値	0.00238		0.00189		0.00212		0.00130	
最小値	0.00122		0.00132		0.00087		0.00079	
標準偏差	0.00045		0.00023		0.00050		0.00020	
変動係数	27.7		14.1		36.6		17.9	
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	14.6	73	14.8	74	14.2	71	14.6	73
10 "	15.4	154	15.5	155	15.6	156	15.5	155
20 "	15.9	318	15.9	318	16.0	319	15.9	318
30 "	17.0	509	16.9	506	16.8	505	16.9	506
時刻	10:05		10:50		11:35		12:20	
気温	9.8		10.5		12.6		13.8	
湿度	50.0		48.0		45.0		40.0	
風向	W		W		W		NW	
風速	1.0		1.2		0.5		1.5	

表12 トリメチルアミン (P-5地点) 平成3年12月3日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.00273	ppm	0.00251	ppm	0.00127	ppm	0.00313	ppm	0.00869	ppm
10 "	0.00275		0.00279		0.00208		0.00177		0.00813	
20 "	0.00262		0.00287		0.00247		0.00159		0.00606	
30 "	0.00288		0.00262		0.00262		0.00329		0.00468	
平均値	0.00275		0.00270		0.00211		0.00245		0.00689	
最大値	0.00288		0.00287		0.00262		0.00329		0.00869	
最小値	0.00262		0.00251		0.00127		0.00159		0.00468	
標準偏差	0.00009		0.00014		0.00052		0.00077		0.00161	
変動係数	3.4		5.2		24.8		31.5		23.3	
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	14.4	72	15.4	77	16.4	82	14.6	73	15.0	75
10 "	15.8	158	15.8	158	15.2	152	15.4	154	15.4	154
20 "	16.5	329	16.1	322	15.9	317	15.8	315	15.8	316
30 "	17.1	514	17.2	517	17.1	513	17.1	513	17.1	512
時刻	10:00		10:45		11:30		12:30		13:20	
気温	13.7		14.8		16.1		17.3		18.4	
湿度	61.0		55.0		48.0		39.0		38	
風向	W		NW		NE		NE		W	
風速	1.5		1.3		1.3		0.7		0.5	

表13 トリメチルアミン (P-6地点) 平成3年9月20日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
5分間採取	0.00385 ppm		0.00179 ppm		0.00071 ppm		0.00260 ppm		0.00115 ppm	
10 "	0.00309		0.00258		0.00053		0.00149		0.00126	
20 "	0.00226		0.00167		0.00117		0.00116		0.00069	
30 "	0.00186		0.00144		0.00192		0.00135		0.00088	
平均値	0.00277		0.00187		0.00108		0.00165		0.00100	
最大値	0.00385		0.00258		0.00192		0.00260		0.00126	
最小値	0.00186		0.00144		0.00053		0.00116		0.00069	
標準偏差	0.00077		0.00043		0.00054		0.00056		0.00022	
変動係数	27.8		22.9		49.6		34.0		22.5	
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	11.8	59	13.0	65	13.0	65	13.4	67	13.8	69
10 "	13.6	136	13.0	130	12.3	123	14.2	142	13.0	130
20 "	13.8	276	13.6	272	13.7	274	13.7	273	13.9	278
30 "	14.3	429	15.5	465	14.7	442	16.0	480	15.5	464
時刻	10:00		10:35		11:10		11:45		12:20	
気温	24.9		25.4		26.2		26.4		26.6	
湿度	42.0		46.0		40.0		38.0		40.0	
風向	NW		W		SE		W		SE	
風速	0.5		0.5		2.0		1.0		0.5	

表14 トリメチルアミン (発生源)

採取法	地 点					
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
5分間採取	0.0276ppm	0.0436ppm	0.0941ppm	0.0297ppm	0.0580ppm	0.0375ppm
測定開始時刻	10:00	10:25	10:45	10:05	10:00	10:00
採気量 (L)	43	43	44	53	58	19
気温 (°C)	26.2	15.8	15.5	9.8	13.7	24.9
湿度 (%)	43	60	85	50	61	42

d. 解析

採取時間の変化に伴うトリメチルアミンの濃度の変化を図6に、各測定地点の平均濃度と採取時間の関係を図7に、各測定地点の標準偏差と採取時間の関係を図8に示す。

(a) 採取時間と濃度

P-5の5回目を除き、概ね採取時間と濃度には明瞭な差は認められず、ほぼ一定した濃度を示したが、P-1では最大値と最小値に5分間採取で13倍、30分間採取で12倍の差が見られる等、セット間に大きな差が見られた。

(b) 採取時間とセット間の濃度のバラツキ

標準偏差はP-5で長時間採取により大幅な

減少を示したが、これは5回目のセットにおいて採取の始めの5分間に特に高濃度環境の出現によるものと考えられる。他の測定地点では、アンモニア、低級脂肪酸に見られた長時間採取によるバラツキの顕著な減少傾向は認められなかった。

(c) 繰り返し採取の効果

繰り返し採取の平均濃度と採取時間の関係は図6に示したセット毎の結果とほぼ同じ傾向を示し、大きな差は認められなかった。

e. 評価

(a) 採取時間を変えても濃度には明瞭な差は認められず、ほぼ一定濃度で推移したが、セット間

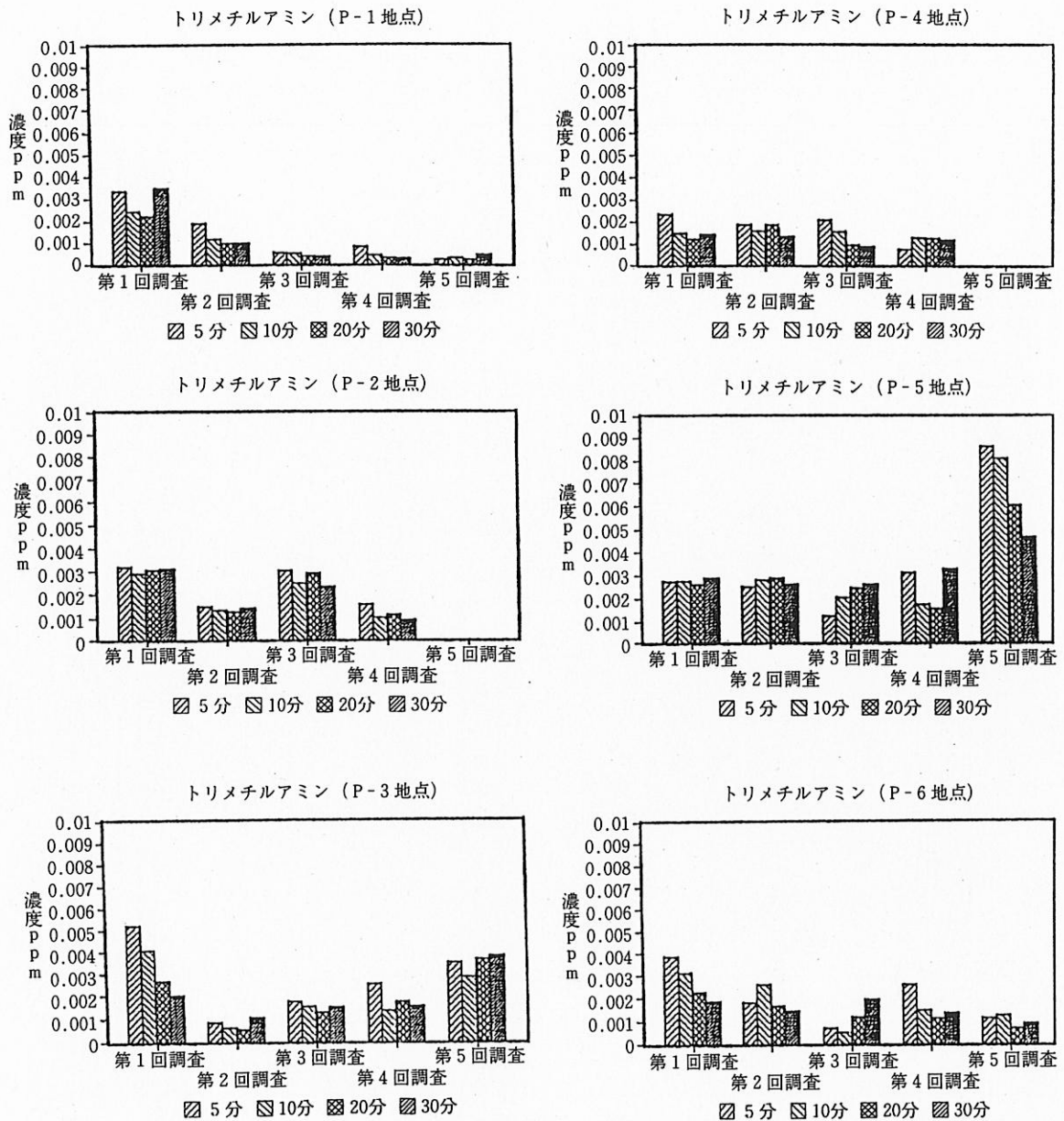


図6

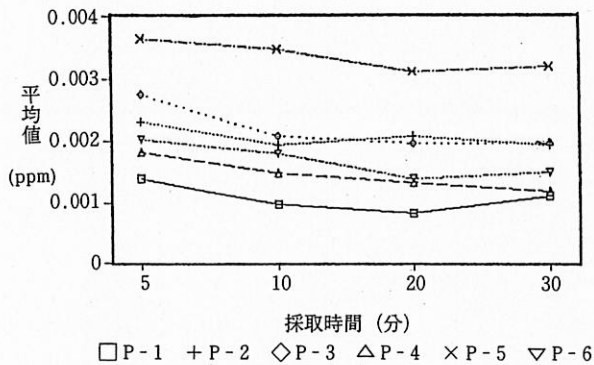


図7 各測定地点の平均濃度と採取時間(トリメチルアミン)

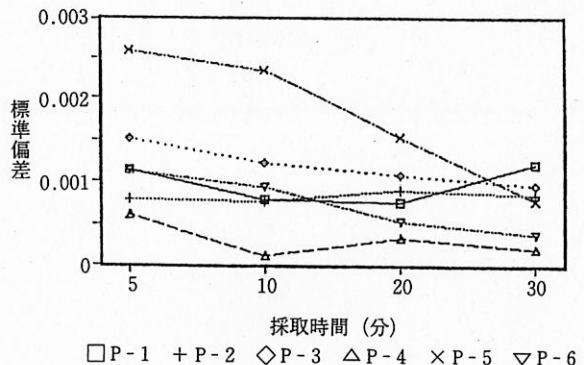


図8 各測定地点の標準偏差と採取時間(トリメチルアミン)

にかなり大きな差が見られた。

(b) 繰り返し採取による濃度の安定化傾向はアンモニアのように顕著には認められなかった。

また、P-5の例のような高濃度環境の出現を考慮する場合には、バラツキの十分な低下には30分程度の採取時間を要すると考えられる。

(c) これらのことから、通常の平均的な環境濃度を把握するうえでは10分程度の繰り返し採取で充分であると考えられる。

(3) 低級脂肪酸 (プロピオン酸, n-酪酸)

低級脂肪酸のうち検出感度が良く、事前調査において濃度も高いプロピオン酸及びn-酪酸を測定対象物質とした。

a. 採取方法

地高1mの地点で、1%水酸化ストロンチウム被覆アルカリビーズ (15~30mesh) 3gを充填した捕集管 (10cm×7mm i. d.) にダイヤフラムポンプ (能力最大16 l/min) を用いて5 l/minの流量で試料空気を採取した。

b. 分析方法

捕集管に5%蟻酸を20注入し、180℃で加熱追い出しの後、ガスクロマトグラフ法により分析を行った。

分析条件は次の通りである。

ガスクロマトグラフ分析装置

検出器 FID

分析カラム 0.3% FFAP + 0.3% H₃PO₄ on Carbo-pack B (60~80mesh) ガラスカラム (1.5m×3mm i. d.)

カラム温度 100℃→(20℃/min)→220℃

検出器温度 230℃

キャリアーガス N₂ 45ml/min

c. 測定結果

表15~表21に示すとおり。

d. 解析

採取時間の変化に伴うプロピオン酸及びn-酪酸の濃度の変化を図9, 図10に、各測定地点の平均濃度と採取時間の関係を図11, 図12に、各測定地点の標準偏差と採取時間の関係を図13, 図14に示す。

(a) 採取時間と濃度

採取時間により比較的大きな濃度変化が見られるセットがあったものの、概ね濃度の変動は小さく、明瞭な差は認められなかった。

なお、P-1の2回目及びP-4の3回目の5分間採取では高い値を示したものの、採取時間

表15 低級脂肪酸 (P-1地点) 平成3年7月23日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査	
	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)
5分間採取	0.0012	0.0020	0.0026	0.0043	0.00094	0.0014	0.00065	0.00037
10 "	0.00090	0.0015	0.0012	0.0020	0.0010	0.0013	0.00065	0.00037
20 "	0.00077	0.0013	0.00075	0.0012	0.00076	0.00093	0.00090	0.00044
30 "	0.00045	0.0012	0.00067	0.0011	0.00053	0.00084	0.00067	0.00045
平均値	0.00083	0.0015	0.0013	0.0022	0.00082	0.0011	0.00072	0.00041
最大値	0.0012	0.0020	0.0026	0.0043	0.0010	0.0014	0.00090	0.00045
最小値	0.00045	0.0012	0.00067	0.0011	0.00053	0.00084	0.00065	0.00037
標準偏差	0.00027	0.00032	0.00075	0.0013	0.00019	0.00023	0.00011	0.00004
変動係数%	32.4	21.4	58.6	60.6	23.7	20.9	14.7	9.2
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	4.4	22	4.6	23	6.0	30	6.6	33
10 "	4.9	49	4.7	47	4.5	45	3.8	38
20 "	5.0	99	4.2	84	5.1	102	4.7	94
30 "	7.5	225	7.7	232	6.7	201	6.1	182
時刻	10:00		10:40		11:30		12:50	
気温	31.5		32.1		34.8		35.0	
湿度	55.0		55.0		56.0		58.0	
風向	S		S		SW		SW	
風速	0.7		0.5		0.3		0.5	

表16 低級脂肪酸 (P-2地点) 平成3年8月6日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)
5分間採取	0.0010	0.00055	0.0012	0.00070	0.0011	0.00080	0.00092	0.00033	0.0011	0.00077
10 "	0.00071	0.00041	0.00094	0.00052	0.0016	0.00099	0.00063	0.00025	0.0013	0.00059
20 "	0.00067	0.00029	0.00071	0.00038	0.0010	0.00063	0.00074	0.00027	0.0024	0.0011
30 "	0.00051	0.00030	0.00046	0.00030	0.0012	0.00065	0.00067	0.00044	0.0023	0.0011
平均値	0.00072	0.00039	0.00084	0.00048	0.0012	0.00077	0.00074	0.00032	0.0018	0.00087
最大値	0.0010	0.00055	0.0012	0.00070	0.0016	0.00099	0.00092	0.00044	0.0024	0.00107
最小値	0.00051	0.00029	0.00046	0.00030	0.0010	0.00063	0.00063	0.00025	0.0011	0.00059
標準偏差	0.00018	0.00010	0.00028	0.00015	0.00022	0.00014	0.00011	0.00007	0.00059	0.00020
変動係数%	24.5	27.1	34.0	32.0	18.0	18.8	15.0	22.9	33.1	23.2
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	4.2	21	10.6	53	6.0	30	5.6	28	6.8	34
10 "	7.3	73	8.0	80	6.8	68	7.3	73	5.7	57
20 "	6.4	127	4.8	96	5.8	116	5.3	105	5.7	114
30 "	6.6	197	4.9	147	7.5	224	5.8	175	6.9	206
時刻	10:00		10:40		11:30		12:20		13:00	
気温	29.1		29.8		30.1		30.5		30.6	
湿度	63.0		62.0		61.0		61.0		62.0	
風向	SSE		SE		SE		SE		S	
風速	1.9		1.5		2.3		2.5		3.0	

表17 低級脂肪酸 (P-3地点) 平成3年9月6日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)
5分間採取	0.0014	0.0012	0.0015	0.0012	0.0016	0.0016	0.0013	0.0012	0.0013	0.0013
10 "	0.0015	0.0012	0.00098	0.0010	0.00097	0.0011	0.0012	0.0011	0.0010	0.0011
20 "	0.0015	0.0011	0.00057	0.00060	0.0016	0.0018	0.00066	0.00085	0.00081	0.0010
30 "	0.0010	0.00071	0.00058	0.00056	0.0010	0.0014	0.00074	0.00097	0.0015	0.0017
平均値	0.0014	0.0010	0.00092	0.00086	0.0013	0.0015	0.00097	0.0010	0.0012	0.0013
最大値	0.0015	0.0012	0.0015	0.0012	0.0016	0.0018	0.0013	0.0012	0.0015	0.0017
最小値	0.0010	0.00071	0.00057	0.00056	0.00097	0.0011	0.00066	0.00085	0.00081	0.0010
標準偏差	0.00020	0.00020	0.00040	0.00028	0.00028	0.00024	0.00027	0.00014	0.00025	0.00025
変動係数%	14.7	19.0	43.1	33.2	22.0	16.0	28.2	13.1	21.9	19.8
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	6.2	31	5.8	29	5.6	28	5.4	27	5.8	29
10 "	6.9	69	5.7	57	6.5	65	5.5	55	6.5	65
20 "	5.9	117	5.4	108	6.3	126	6.8	136	6.2	123
30 "	5.1	152	5.9	178	5.5	164	6.4	191	5.5	166
時刻	10:05		10:40		11:15		12:00		12:50	
気温	25.7		27.1		27.5		29.0		29.3	
湿度	89.0		81.0		78.0		75.0		70.0	
風向	—		—		—		—		SW	
風速	0.0		0.0		0.0		0.0		0.5	

表18 低級脂肪酸 (P-4 地点) 平成3年8月26日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査	
	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)
5分間採取	0.0015	0.0016	0.00073	0.00046	0.0025	0.0036	0.0014	0.0015
10 "	0.0011	0.0012	0.0011	0.0014	0.0015	0.0022	0.00060	0.00087
20 "	0.0011	0.0011	0.00097	0.0011	0.00088	0.0012	0.00069	0.00078
30 "	0.00094	0.0012	0.0011	0.00094	0.00081	0.00090	0.00064	0.00064
平均値	0.0012	0.0013	0.00097	0.00098	0.0014	0.0020	0.00083	0.00094
最大値	0.0015	0.0016	0.0011	0.0014	0.0025	0.0036	0.0014	0.0015
最小値	0.00094	0.0011	0.00073	0.00046	0.00081	0.00090	0.00060	0.00064
標準偏差	0.00019	0.00020	0.00015	0.00035	0.00069	0.0010	0.00033	0.00032
変動係数%	16.5	16.1	15.4	35.6	48.0	53.2	39.5	33.7
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	5.8	29	6.4	32	5.6	28	6.0	30
10 "	6.9	69	6.5	65	6.2	62	5.9	59
20 "	5.2	103	5.3	106	6.2	123	5.9	118
30 "	5.7	171	5.5	166	6.2	185	6.4	192
時刻	10:50		11:30		12:20		13:10	
気温	28.5		29.1		29.9		30.5	
湿度	73.0		68.0		61.0		58.0	
風向	—		W		—		W	
風速	0.0		3.4		0.0		2.0	

表19 低級脂肪酸 (P-5 地点) 平成3年8月30日 曇り

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査		第5回調査	
	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)
5分間採取	0.00144	0.00130	0.00109	0.00110	0.00133	0.00120	0.00225	0.00209	0.00201	0.00202
10 "	0.00144	0.00127	0.00087	0.00078	0.00118	0.00106	0.00114	0.00144	0.00142	0.00157
20 "	0.00071	0.00062	0.00150	0.00195	0.00099	0.00106	0.00053	0.00070	0.00098	0.00118
30 "	0.00082	0.00084	0.00126	0.00164	0.00089	0.00104	0.00056	0.00069	0.00074	0.00092
平均値	0.00110	0.00101	0.00118	0.00137	0.00110	0.00109	0.00112	0.00123	0.00129	0.00142
最大値	0.00144	0.00130	0.00150	0.00195	0.00133	0.00120	0.00225	0.00209	0.00201	0.00202
最小値	0.00071	0.00062	0.00087	0.00078	0.00089	0.00104	0.00053	0.00069	0.00074	0.00092
標準偏差	0.00034	0.00029	0.00023	0.00046	0.00017	0.00006	0.00070	0.00058	0.00048	0.00042
変動係数	30.8	28.6	19.6	33.3	15.5	5.9	62.2	47.3	37.5	29.2
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	5.8	29	5.8	29	6.2	31	6.2	31	6.6	33
10 "	5.8	58	6.3	63	6.5	65	6.2	62	6.3	63
20 "	5.7	113	6.4	128	5.3	106	6.1	122	5.7	113
30 "	6.1	184	5.4	161	5.7	170	4.8	143	4.3	128
時刻	10:05		10:45		11:20		12:00		13:00	
気温	27.9		28.3		29.0		29.5		29.3	
湿度	86.0		83.0		78.0		80.0		82	
風向	—		W		SW		—		W	
風速	0.0		0.1		0.1		0.0		0.2	

表20 低級脂肪酸 (P-6地点) 平成3年8月8日 晴

採取法	第1回調査		第2回調査		第3回調査		第4回調査	
	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)	プロピオン酸 (単位: ppm)	n-酪酸 (単位: ppm)
5分間採取	0.00033	0.00053	0.00100	0.00125	0.00031	0.00038	0.00039	0.00057
10 "	0.00081	0.00093	0.00083	0.00128	0.00081	0.00020	0.00049	0.00056
20 "	0.00090	0.00119	0.00069	0.00105	0.00071	0.00078	0.00048	0.00041
30 "	0.00085	0.00107	0.00072	0.00118	0.00049	0.00074	0.00071	0.00069
平均値	0.00072	0.00093	0.00081	0.00119	0.00058	0.00053	0.00052	0.00056
最大値	0.00090	0.00119	0.00100	0.00128	0.00081	0.00078	0.00071	0.00069
最小値	0.00033	0.00053	0.00069	0.00105	0.00031	0.00020	0.00039	0.00041
標準偏差	0.00023	0.00025	0.00012	0.00009	0.00019	0.00024	0.00012	0.00010
変動係数%	31.7	26.7	15.0	7.4	33.5	46.5	22.8	17.8
採取法	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L	採気速度 L/min	採気量 L
5分間採取	4.8	24	5.4	27	5.2	26	6.0	30
10 "	6.2	62	4.5	45	4.9	49	5.4	54
20 "	6.7	133	5.2	104	5.3	105	6.0	119
30 "	5.1	152	5.3	159	5.2	156	6.3	189
時刻	10:35		11:10		11:45		12:20	
気温	29.5		30.0		30.5		31.0	
湿度	44.0		42.0		43.0		42.0	
風向	W		W		SW		SW	
風速	0.5		0.5		1.0		1.5	

表21 低級脂肪酸 (発生源)

採取法	地 点					
	P-1		P-2		P-3	
	プロピオン酸	n-酪酸	プロピオン酸	n-酪酸	プロピオン酸	n-酪酸
	ppm		ppm		ppm	
5分間採取	0.0437	0.0701	0.0268	0.0168	0.0514	0.0976
測定開始時刻	10:00		10:00		10:05	
採気量 (L)	28		26		23	
気温 (℃)	31.5		29.1		25.7	
湿度 (%)	55		63		89	

採取法	地 点					
	P-4		P-5		P-6	
	プロピオン酸	n-酪酸	プロピオン酸	n-酪酸	プロピオン酸	n-酪酸
	ppm		ppm		ppm	
5分間採取	0.0316	0.0392	0.0508	0.0620	0.0321	0.0507
測定開始時刻	10:50		10:05		10:35	
採気量 (L)	23		23		24	
気温 (℃)	28.5		27.9		29.5	
湿度 (%)	73		86		44	

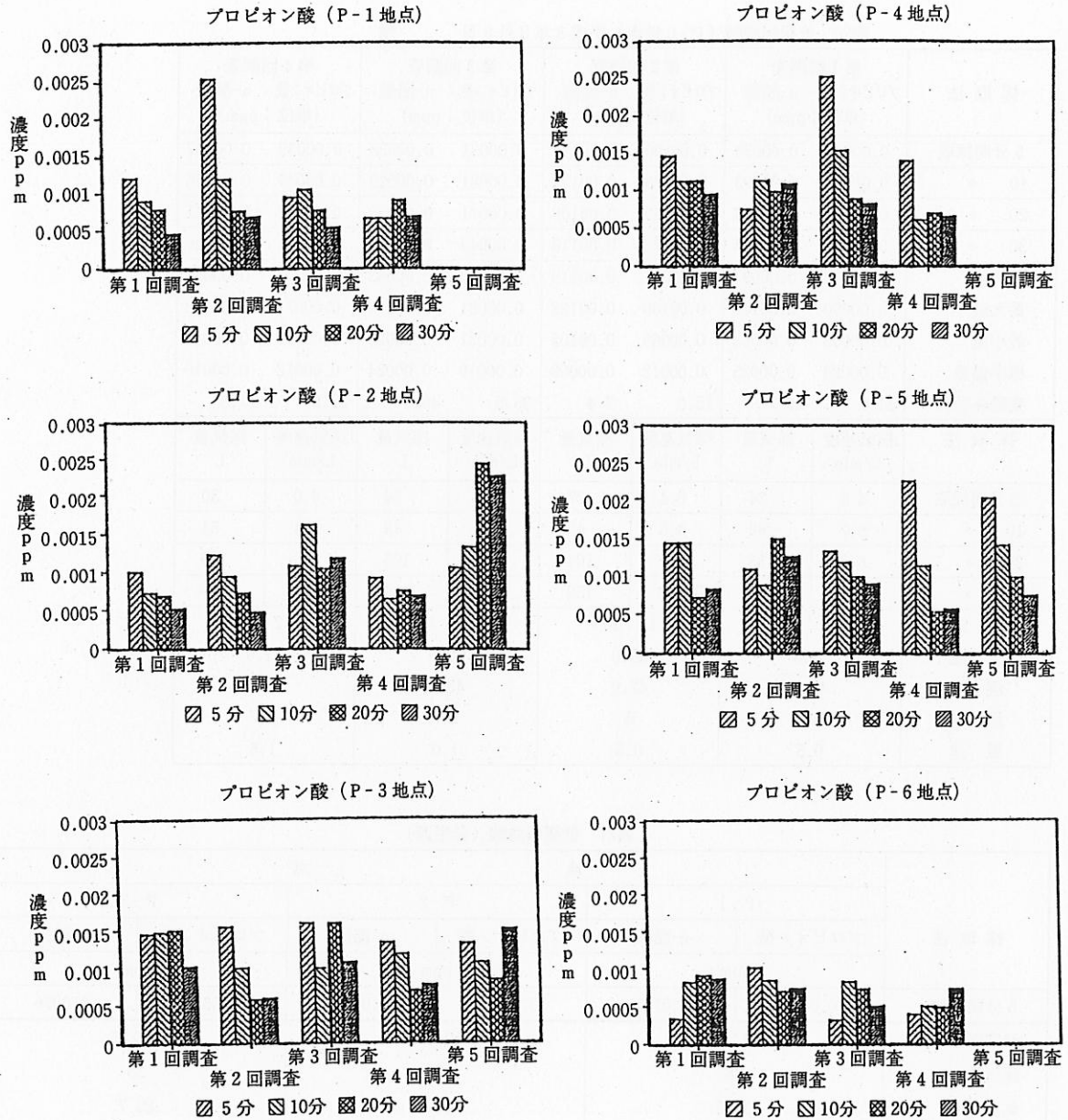


図9

を長くとるに従い減少し、10分、20分採取では、他のセットの値とほぼ同じ濃度を示し、一定の値に収束する傾向が見られた。

(b) 採取時間とセット間の濃度のバラツキ

標準偏差と採取時間の関係から、長時間採取するとともにプロピオン酸のP-2の例外を除き、両物質とも10分程度でバラツキに顕著な低下が見られた。

(c) 繰り返し採取の効果

同一地点で4~5セット繰り返し行った平均濃度は長時間採取するとともに両物質とも

0.001ppm 付近に収束する傾向を示し、この時期における測定地点周辺の濃度は両物質とも0.001ppm 程度と推測された。

e. 評価

(a) 概ね採取時間を変化させても濃度に明瞭な差は認められなかったが、5分間採取によるセット間のバラツキを減少させ、平均的な環境濃度を把握するためには、採取時間は10分以上にすることが必要ととえられる。

(b) 繰り返し採取により、濃度の変動は小さくなる傾向は見られるものの、アンモニアのような

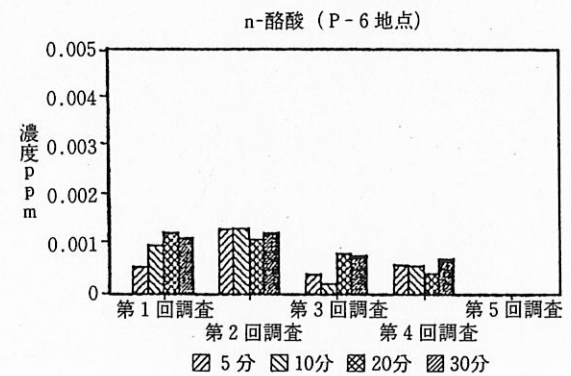
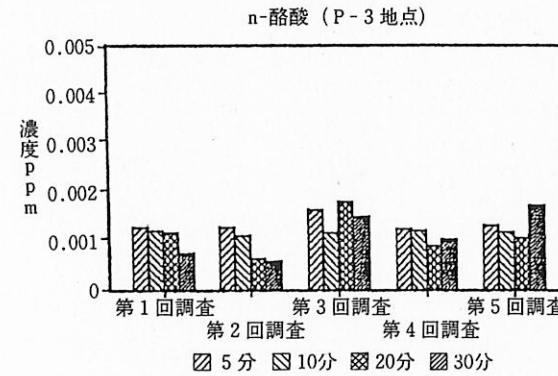
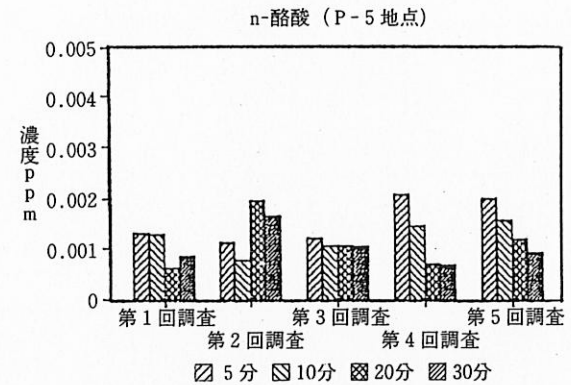
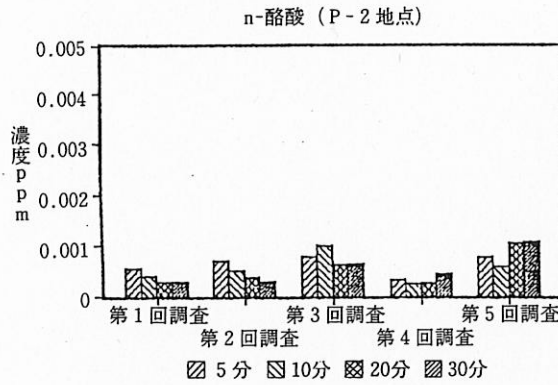
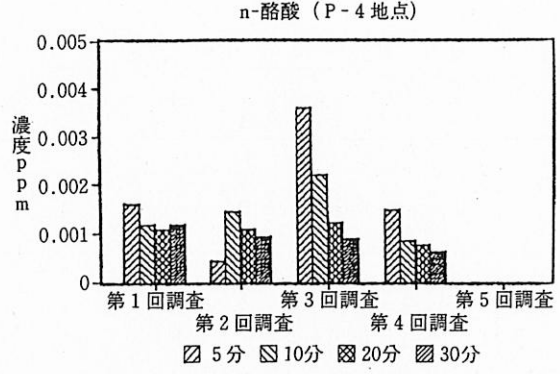
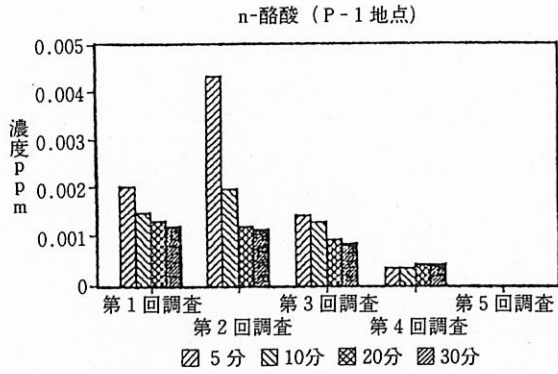


図10

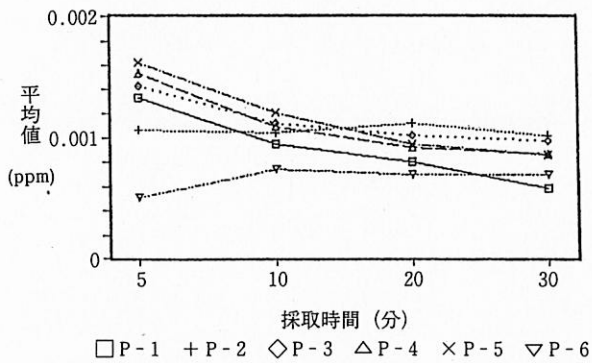


図11 各測定地点の平均濃度と採取時間 (プロピオン酸)

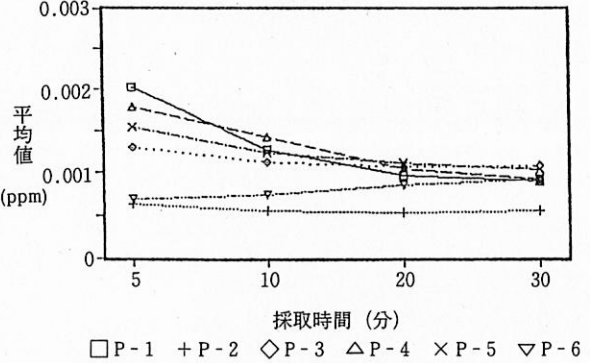


図12 各測定地点の平均濃度と採取時間 (n-酪酸)

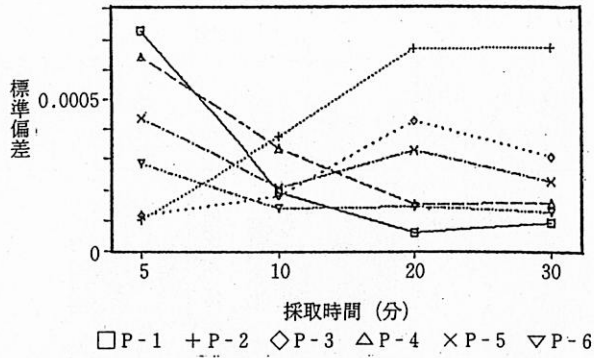


図13 各測定地点の標準偏差と採取時間(プロピオン酸)

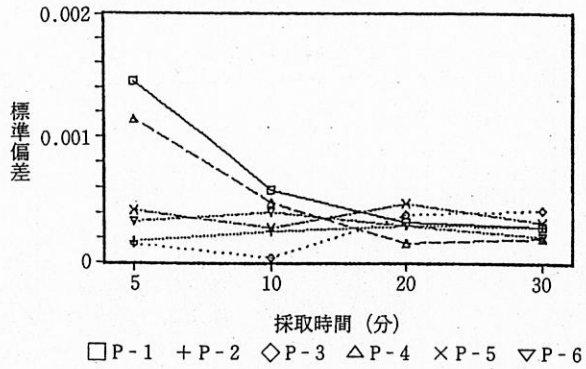


図14 各測定地点の標準偏差と採取時間(n-酪酸)

顕著な差は認められなかった。

(c) これらのことから、採取時間は10分以上、2回程度の繰り返し採取でほぼ悪臭物質濃度が把握されることが考えられる。

3. まとめ

- (1) 各地点間の距離は発生源から20m周辺の狭い範囲で行ったため、各地点間の濃度に大きな相違は見られなかった。
- (2) 概ね、アンモニア、低級脂肪酸、及びトリメチルアミンについては、採取時間による濃度の変動は小さく採取時間による明瞭な差は認められなかった。
- (3) しかし、5分間採取ではセット間にかなり大きな差が見られる事例もあり、採取時間は異常値の割合が少ない10分以上が望ましいと考えられる。
- (4) また、事業場の操業状態あるいは気象等が大きく変化する場合は、繰り返し採取が必要と考えられる。