

建物環境における水に起因する臭気
の実態に関する研究

A study on the effects of water-generated odor in
architectural environment

2016年 3月

東北文化学園大学大学院
健康社会システム研究科 生活環境情報専攻

福井 啓太

目次

第 1 章 序論	1
1.1 背景と目的	1
1.2 本論文の構成と概要	3
第 2 章 臭気発散の概要及び研究の動向	6
2.1 臭気発散の概要及び発散評価手法	6
2.2 臭気の測定法	8
2.3 臭気の官能試験の種類	11
2.4 対象とする水の発散に起因する部位	12
2.5 水に起因する臭気の研究動向	15
第 3 章 浴槽水の臭気	18
3.1 緒言	18
3.2 実験方法	18
3.3 実態調査結果及び考察	20
3.4 臭気低減対策	26
3.5 結論	28
第 4 章 トイレ設備の臭気	30
4.1 緒言	30
4.2 尿	30
4.2.1 一日を通しての尿の特性	30
4.2.2 尿の希釈及び水温に伴う時間的变化	33
4.2.3 新鮮な尿の水温及び希釈倍率ごとの臭気	39
4.3 寝具・下着等へ付着した臭気	41
4.3.1 実験方法	41
4.3.2 実態調査結果及び考察	45
4.4 結論	50
第 5 章 グリース阻集器の臭気	52
5.1 緒言	52
5.2 施設概要	52
5.3 実験方法	52
5.4 臭気濃度の結果及び考察	53
5.5 臭気濃度に影響する要因	60

5.6 排水流入時刻別臭気発生状況	60
5.7 平衡相当値	61
5.8 結論	62
第6章 浄化槽の臭気	63
6.1 緒言	63
6.2 実験方法	63
6.3 実態調査結果及び考察	65
6.4 各要因の解析	68
6.5 平衡相当値	73
6.6 臭気低減対策	73
6.7 結論	75
第7章 建物排水管内の臭気	77
7.1 緒言	77
7.2 住宅の流し台雑排水管内の臭気	77
7.3 T大学の污水管・雑排水管の臭気	78
7.4 排水・通気管内の汚水流動時の臭気変化	80
7.5 臭気低減対策	83
7.6 結論	86
第8章 水に起因する臭気の濃度比較と対応	88
8.1 緒言	88
8.2 臭気測定値の比較	88
8.3 平衡相当値の比較	89
8.4 各部位の臭気対応	90
8.5 結論	91
第9章 総括	92
参考文献	95
謝辞	101

第 1 章 序論

1.1 背景と目的

最近、新聞、雑誌、テレビなどにおいてに関する報道が多くなり、時として新聞の広告に必ずといっていいほど、におい対策の商品の販売が掲載されている。ここ 10 年で人がにおいに対する今までのイメージを大きく変わってきているように見受けられる。このことは社会の経済、志向、嗜好、もの、価値、選択が時代と共に変化しているなかでにおいの存在が大きくなっていると考えられる。明治から昭和 35 年の高度経済成長期までは、生活の中に悪臭、臭気は存在するが衛生面で問題がなければ許容していたが、その後は生活空間の中に芳香消臭剤がブームのごとく、臭気対策に力を注ぐ以上に一軒に芳香消臭剤が一つは置かれるようになった。それに伴い建物内では次第に臭気が減少したことは明らかであるが、今まであまり、注目されなかった臭気が気になり始めている。このような中において、シンク、トイレ、浄化槽、グリース阻集器、浴槽など、まだまだ水中に起因する臭気は手づかずの状態であることに着目して、臭気の実態及び発生抑制等について記述する。

まず、野外の環境に関する悪臭防止法は昭和 46 年 6 月に制定された。平成 7 年 4 月に悪臭防止法の改正によって複合臭気に適切に対処するため三点比較式臭袋法が導入され、平成 13 年 4 月から排水に係る臭気指数規制基準が定められ、新たに三点比較式フラスコ法が導入された。ここでは水中に起因する臭気も対象となった。平成 25 年度の苦情件数を発生源別にみると、野外焼却に係る苦情が最も多く 3,701 件で全体の 26.8% を占めた。第 2 位はサービス業・その他の 2,097 件 (15.2%)、第 3 位は個人住宅・アパート・寮の 1,621 件 (11.8%) であった。ここで着目することは個人住宅・アパート・寮の中に水に起因する苦情は多く含まれていると考えている。

そこで生活環境の向上に伴い、建物周辺については浄化槽、グリース阻集器、側溝、生活排水が多く排水される小河川からの臭気が苦情の対象となり、建物内においては排水管、トイレ、浴槽等の臭気があげられる¹⁾。これらの部位、装置等は正常に管理されていても潜在的に臭気が存在する。臭気の原因である発散する汚水は、純粋な水に比べて液性が大きく異なり、さらに水中がかく乱されることから、気中の臭気濃度の推定を困難にしている。したがって、実態調査を行い、発散に影響する要因を解析することが重要なことである。

次に個々の事象について現状と問題点を挙げると下記のとおりにな

る。

浴場施設についてはレジャー化され、いたるところに設置されているが、臭気に関する多くの問題が生じている。これまで、一人入浴する条件として、石鹼で身体を洗う、お湯のみ、洗わないで入浴した浴槽水の水質の汚濁を検討し、入浴条件によって水質の汚濁に差異が生じていることを報告²⁾している。しかし、水質とにおいとの関係文献は見当たらない。浴槽水は、家族の入浴については身内であることもあり、ほとんど慣れによって不快感を示さないが、不特定多数の人が利用する公衆浴場では不快感を示すことがしばしばある。この臭気の原因は入浴者の身体から物質が溶出することや入浴前に石鹼で洗い、その石鹼が体に付着したもの、さらには消毒剤が挙げられる。

尿については、まず尿自体の腐敗に伴う臭気や尿の臭気物質の検討が医療関係でも研究例が全く見られないことから本論文では検討を進めた。医療福祉系では、寝たきり老人のし尿の後始末は、施設や自宅で対応に苦慮していることが現状である。これらの臭気は悪臭防止法に関連する物質ではなく、し尿特有の臭気として検討していくことが重要なことである。尿に関する研究は患者の尿量や病理的な観点からの尿成分の研究例は数多くあるが、尿の臭気については糖尿病に関して定性的な評価があるのみで、尿の時間経過における成分の変化の研究は見当たらない。このような状況を踏まえて、臭気の発生源についての要因を把握することを試みた。この研究では、新鮮な尿の臭気の特徴、さらに排尿器具を想定し時間経過による尿の性状の変化の実態、さらには下着や寝具へ尿付着による臭気の実態を把握することが必要である。

厨房の床に設置する油脂を除去するグリース阻集器から発生する臭気が料理をつくる環境にもれてくるため従業員からの苦情がある。このことは日本の食生活が欧米並みの食生活になりつつあり、油脂分が多くなり、そのため、排水中の油脂分も多くなっている。油脂分の多い排水は、建物内では臭気、さらに排水管の閉塞、排水槽内のスカムの大量発生を引き起す。敷地外では下水管の閉塞、下水処理場および浄化槽における生物処理過程で微生物に悪影響を及ぼすことが挙げられ、同時に悪臭の発生につながっている。

浄化槽について、岡田³⁾は浄化槽の処理方式ごとの総合臭気の調査を実施して臭気の実態の把握を試みているが、まだ、嫌気槽に循環システムが組み込まれている浄化槽や臭気と処理工程ごとの水質の関連、さらには維持管理との関連は検討されていない。仁木ら⁴⁾は流入水の流入状

況に対応して浄化槽内の臭気の変動をにおいセンサーで関連付け、仁木、国安ら⁵⁾は臭気の子測の可能性を検討し、さらに大迫ら⁶⁾は浄化槽の処理工程ごとの硫黄系臭気物質の物質収支を算定している。

そこで建築環境の中で水に起因する臭気の実態を通して、液相と気相との臭気に関連性、さらに臭気の子生を抑制する手法等について検討を進め、より快適な環境づくりを提案することを目的とした。

注：用語については岡田¹⁾が表現している「におい」、「悪臭」、「臭気」を解説すると、「におい」という語は「良いにおい」、「悪いにおい」両方に用いられている。したがって、鼻で感じられる快いにおいから鼻をつく不快なにおいまで広く使われている。

「悪臭」は嫌なにおいを強調する時に使い、生理的な面よりむしろ心理的に不快感を起こさせるにおいをさすことが多い。

「臭気」は一般的に悪いにおいの総称で使われることが多く、例えばマスキング、中和、相殺などの必要性があるようなにおいに使われている。

本研究では「臭気」を基本的な用語とする。

1.2 本論文の構成と概要

第1章 「序論」

建築環境における水に起因する臭気の問題について整理し、本研究の目的を明らかにした。

第2章 「臭気の子散概要及び研究の動向」

水中に溶存する物質の子散に関する研究等の動向を概説したがきわめて研究例が少なく、今日まであまり取り上げられなかった問題といえる。そこで、臭気の子散の概要及び子散のメムカニズを二重境膜説やヘンリーの法則を用いて説明し、測定法、官能試験の種類や臭気の子防止対策についてまとめた。また対象とする水の子散の評価を官能試験における平衡相当値及び物理化学的測定における平衡相当値として評価することを提案した。さらに対象とした各部位や装置の構造も述べた。

第3章 「浴槽水の子臭気」

家庭浴槽と公衆浴槽において浴槽水の水質及び臭気の子調査を行った。入浴時の身体の子洗淨方法の差異によって、浴槽水の子臭気の子変化、 KMnO_4 消費量と浴槽水の子臭気の子関係があるか、さらに浴槽水中の子においがにおいセンサー、臭気濃度、臭気強度、快・不快度で現すことができたかについて検討を行った。

第4章 「トイレ設備の子臭気」

尿の子臭気の子実態を把握し、下着や寝具に尿が漏れた状況における臭

気対応を検討した。新鮮な尿の臭気の特徴、さらに排尿器具を想定し、時間経過による尿の性状の変化の実態を把握し、臭気対策に寄与するための基礎研究と位置づけた。また、尿自体の腐敗に伴う臭気や尿の臭気物質の検討および、臭気の発生源である尿漏れにともなう下着や寝具からの尿臭、繊維の種類および織り方と尿の腐敗による臭気物質濃度の発生との関係を把握すること、さらにこれらの調査を進めるための評価試験法もあわせて検討した。

第 5 章 「グリース阻集器の臭気」

実稼動のグリース阻集器内の臭気の調査を行った。グリース阻集器内から発生する臭気に影響を与えている要因の検討を行った。

第 6 章 「浄化槽の臭気」

調査対象とした浄化槽の処理目標水質 BOD20mg/L 以下の処理方式について嫌気ろ床型と夾雑物方式について 41 基について調査を行った。気中・水中臭気濃度、気中・気中・水中のにおいセンサー値および水質の測定では水中 H₂S 濃度、BOD 濃度、水中 H₂S、ORP とした。これらの測定値を通して発散の実態、発散に影響する要因を検討した。また活性炭を用いた脱臭は浄化槽内の臭気について検討を行った。

第 7 章 「建物排水管内の臭気」

住宅や大学の建物にしている汚水・排水管内の臭気、大学屋上に設置している通気・排気管の放出口の臭気、大学建物のトイレの排水管内の臭気の調査し、圧力変動とともに通気管内の臭気の変化も検討した。また、磁気処理装置を用いた臭気対策の検討を行った。

第 8 章 「水に起因する臭気の濃度比較と対応」

建築環境において水に起因する部位を対象として、臭気を気中・水中の臭気濃度、気中・水中のにおいセンサー値を測定し、臭気の実態を第 3 章～第 7 章で把握し、気中と水中の臭気濃度の関係を官能試験における平衡相当値、気中と水中のにおいセンサー値の関係を物理化学的測定における平衡相当値として評価した。

第 9 章 「総括」

本研究で行った第 3 章～第 8 章で得られた結論をまとめる。

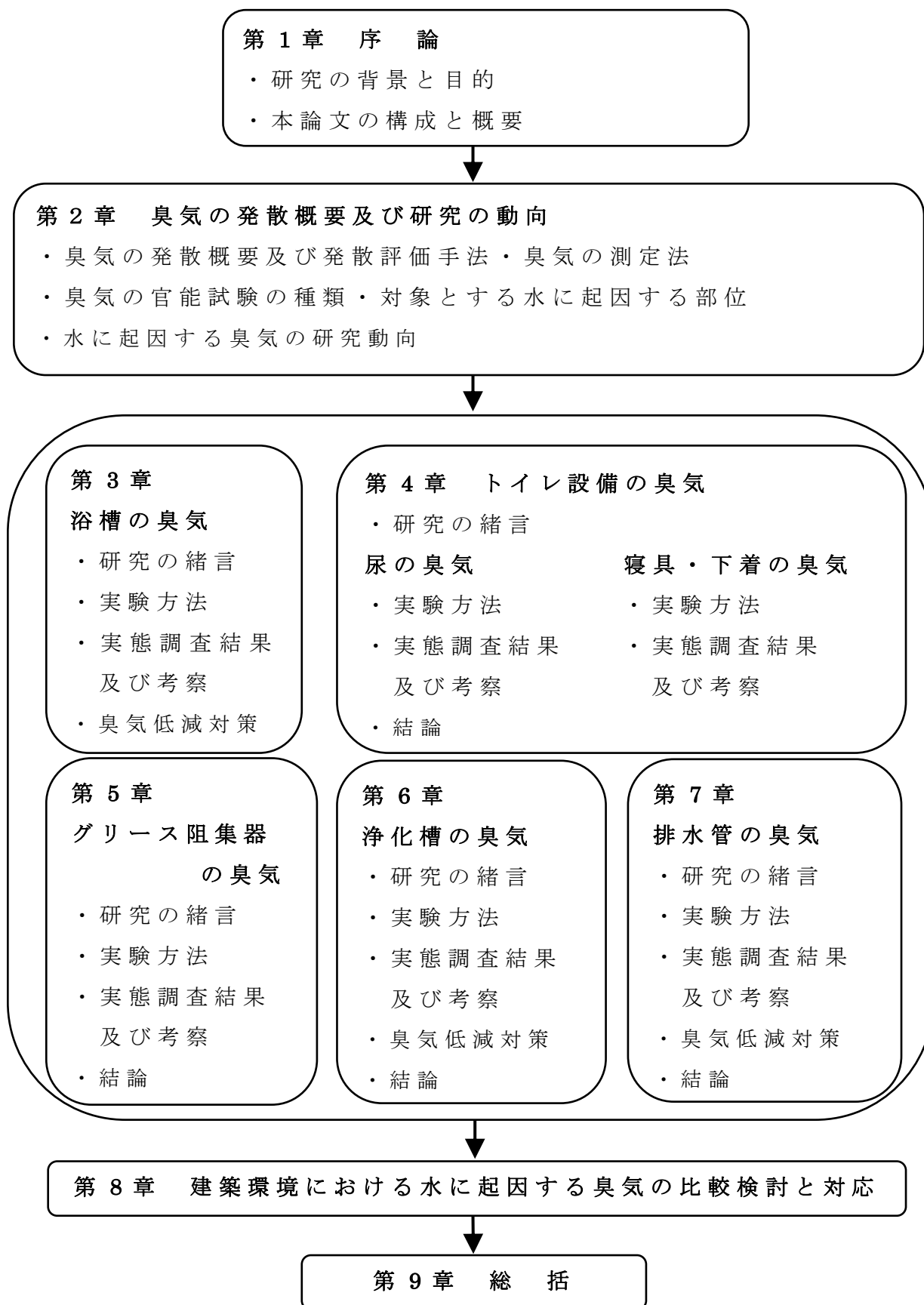


図 1.1 本研究の構成フロー

2章 臭気の発散概要及び研究の動向

2.1 臭気発散概要及び発散評価手法

水中に溶存する物質の発散に関する研究等はきわめて少ない。エッケンフェルダ(W.W.Eckenfelder)⁷⁾らは有機溶媒、炭酸ガス、硫化水素、シアン化水素等は温度、通気量が変化することにより水中からの発散に影響を与えると述べている。フォーレン(Y.Folken)⁸⁾らは酸化池からアンモニアが発散することに影響する要因として、温度、風速、水深があると述べている。ラスバーン(R.E.Rathbun)⁹⁾らは河川中の有機溶媒の発散について液境膜物質移動係数を用いて検討している。しかし、これらの調査・研究は、どのような条件のときにどの程度物質が発散するかということについては述べていない。一般にこれらのことの細目については今日まであまり取り上げられなかった事象といえる。

ガスの発散のように、ある成分が気相から液相、液相から気相へ移動する機構については、**図 2.1**に示すとおり Lewis-Whitman¹⁰⁾による二重境膜説が主流である。すなわち、気相本体、液相本体においては、物質は主として対流によって移動するが、気相、液相とが接している境膜(界面)付近では、その両側に乱れのない薄い境膜が存在するため、物質はこの二つの境膜の中を分ける拡散によって移動しなければならない。そして、この境膜は拡散に対して強い抵抗を示し、この部分の拡散速度は非常に遅い。したがって、境膜においては大きな濃度勾配が存在する。しかし、界面そのものでは気液が常に平衡状態にあり、この部分では物質移動の抵抗は全くないと考える。このような考え方が二重境膜説といわれている。

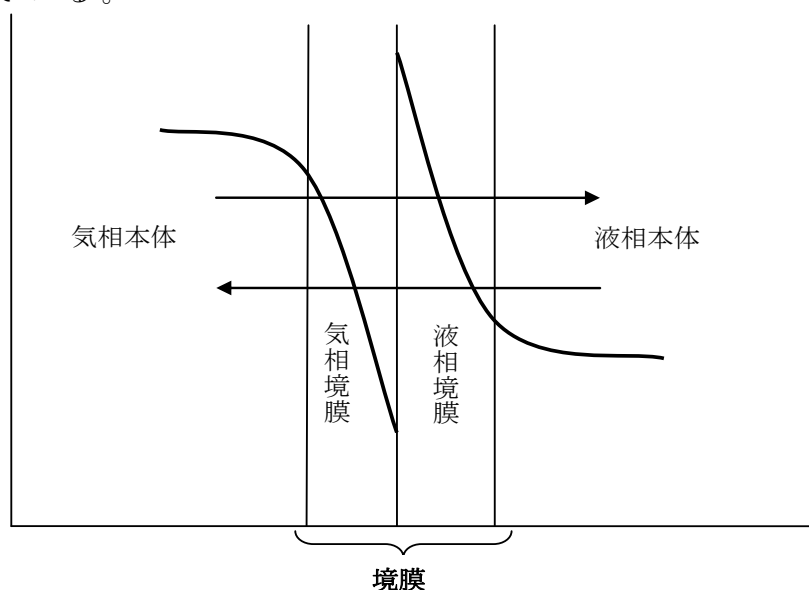


図 2.1 二重境膜説概要図^{10、11)}

この二重境膜説をマクロ的にみた気液平衡は自然界においては多くの要因が加えられていることが実状である。図 2.2 に自然界における気液平衡に影響する要因を示す。例えば、地球上の空気中の酸素濃度と水中の溶存酸素濃度や空気中の二酸化炭素濃度と水中の二酸化炭素濃度は気液平衡が成り立っている。一方、ミクロ的にみると、蒸留水等純水を対象とするならば、気相、液相中の物質濃度のみについて考えればよいが、自然界においては気相においては、気流、密閉かそれとも大気解放なのか、液相においては、浮遊物質濃度、有機物質濃度、水深、水温、液性（pH、Eh）、水の静置または流動しているかによって気液平衡、気液移動状態における気相中（以後気中と称す）の濃度、液相中（以後水中と称す）の濃度に関連することになる。岡田は¹²⁾ 水道水に対して水温の変化、浮遊物質濃度、pH、気流、水の動き、落下水等の影響を各々単体で液相内の各臭気物質の発散の影響を評価している。また武藤・岡田¹³⁾ は、河川を想定した実験装置において水中にアンモニア・硫化水素を置いた条件で水面上部に気流を生じさせ下流で物質の拡散状況を把握した例がある。

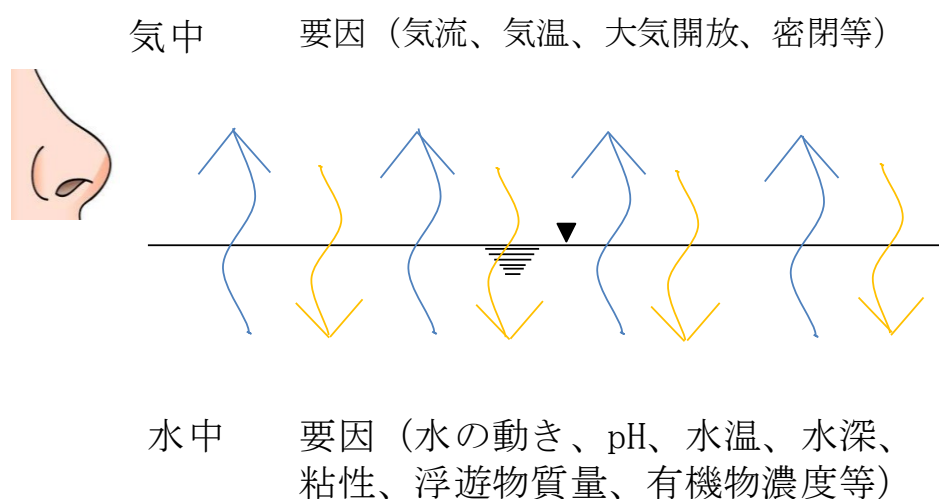


図 2.2 自然界における気液平衡に影響する要因

建物の中及び周辺において、水に起因して臭気が発生する設備装置に着目してみると、浴槽水、トイレ、トラップ滞留水、排水槽内の滞留水（ビルピット）、排水管内、グリース阻集器、浄化槽、側溝等が挙げられる。

ガスの発散は、水中の臭気成分が気中に発散し、水中の濃度を低減させる。発散は物理的なものと化学反応を伴うものがあり、発散によって水中の濃度が低くなり、ある量に達すると発散が進行しなくなる。このことは、気水各濃度が平衡状態に達したことである。平衡状態では、濃

度一定時においてある成分の気中濃度と水中濃度は一定の関係を持つことがヘンリーの法則¹⁴⁾である。ヘンリーの法則は溶解による化学変化が生じず、溶解性があまり高くない物質で濃度が薄い場合に成り立つ。この気液平衡の基本はヘンリーの法則であり、このヘンリーの法則を応用して検討を進めた。ヘンリーの法則は希薄な物質に適応される。純物質におけるヘンリー定数は下記の式で表される。

溶質の蒸気圧を p 、モル分率を χ とすると

$$p = K_H \chi$$

が成り立つ。 K_H は比例定数である。

しかし、自然界の臭気は複合物質となっているため、上記の式で整理するのは困難である。そこで、本研究の提案は複合臭気に対して、気中と水中の官能試験の濃度または物質質量（においセンサー値）の関係を下記式に示す官能試験における平衡相当値、物理化学的測定における平衡相当値として提案する。

$$\text{官能試験における平衡相当値} = \frac{\text{気中の臭気濃度}}{\text{水中の臭気濃度}}$$

$$\text{物理化学的測定における平衡相当値} = \frac{\text{気中のにおいセンサー値}}{\text{水中のにおいセンサー値}}$$

2.2 臭気の測定法

気中と水中の臭気の測定は図 2.3 に示すとおり、気中の臭気は官能試験として三点比較臭袋法、理化学的測定として検知管法、においセンサー法、機器分析法、水中の臭気は官能試験として三点比較式フラスコ法、理化学的測定として機器分析法においセンサー法、機器分析法がある。

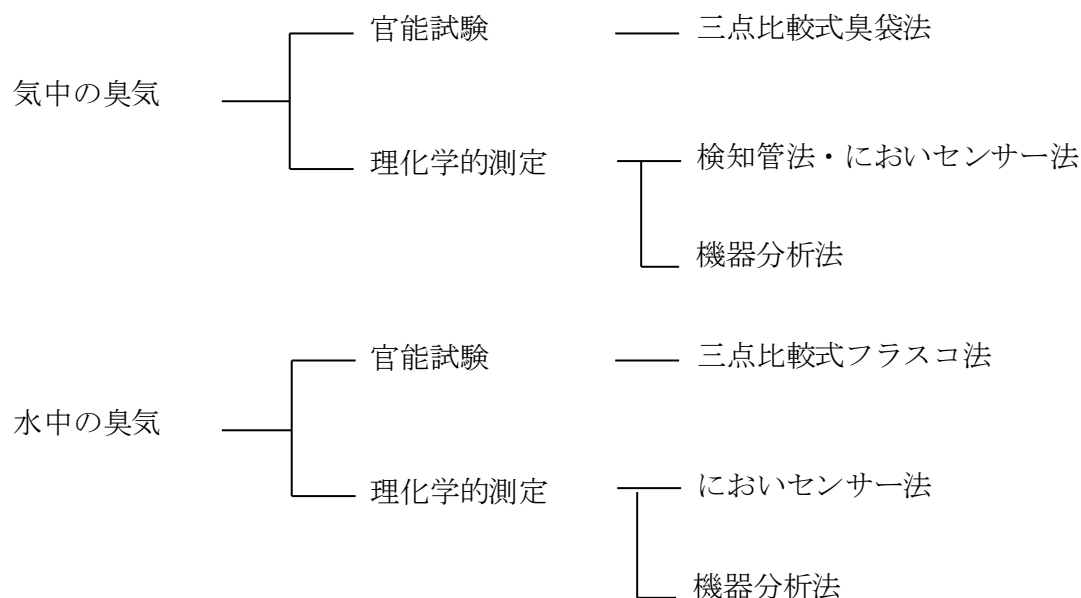


図 2.3 臭気の測定法

(1) 気中の測定

1) 物質濃度¹⁾

最近の理化学的分析方法技術の発展は目覚ましく、物質と測定方法によっては 10^{-12} オーダ程度まで検出・定量することが可能で、これが悪臭軽量化に大きく寄与している。ガス分析の方法は、単物質であればガス検知管法、赤外分光法、紫外分光法、質量分析法、一般科学分析方法などがある。一方、多成分のわたる悪臭にはガスクロマトグラフ (GC) が操作上ならびに混合成分の分離性、再現性から見て最適である。しかし、検出感度は熱伝導度検出器 (TCD) で絶対量として約 1 マイクログラム (μg) で、水素炎検出器 (FID)、炎光光度検出器 (FPD)、アルカリ熱イオン化検出器 (FTD) または GC-MS で約 1 ナノグラム (ng) である。多くの悪臭は 1 ppm ($\mu\text{L/L}$) 以下の濃度であるため、前記の絶対量感度では対象ガスを $10^3 \sim 10^4$ 倍程度まで濃縮しなければならない。したがって、臭気の測定・分析は濃縮方法が確立したため濃度での表示が可能となった。

2) 気中の官能試験¹⁵⁾

気中の臭気濃度の測定に用いられる官能試験方法としてセントメーター法、ASTM 注射器法、オルファクトメーター法、三点比較式臭袋法がある。本研究では臭気濃度の測定は三点比較式臭袋法を用いる。

3) においセンサー¹⁶⁾

大気中の臭気を検知して測定を行うセンサーで簡便かつ連続的に臭気の測定が可能。このにおいセンサーは指示値には単位は無く、臭気の

強弱 0～2000 の数値をあらわす。ガス濃度や臭気濃度（臭気指数）などではなく、臭気は通常、いろいろな臭気の集合体である複合臭として存在している。単一臭気であれば、その濃度を%や ppm といった単位であらわせるが、複合臭にはこういった単位は存在しない。公定法である嗅覚測定法でも、人間の鼻による測定は主観的な要素が多分に含まれるため、単位はなく、強さの度合いという形で表されます。こうした背景もあり、においセンサーはにおいの強弱を相対的に数値化するようにしているのです、指示値は無単位となっている。

4) 検知管法¹⁷⁾

一定量の試料気体を、検知管に通気させるための吸引ポンプで、完全に押し込んだハンドルを一気に引くことにより、シリンダ内に真空状態をつくり、接続した検知管を通して試料気体を急速に吸引する機能をもっている。測定器の分類では、シリンダ形真空方式と呼ばれている。

(2) 水中の測定

1) 物質濃度（検知管¹⁸⁾）

図 2.4 に検知管を用いた水中物質測定法を示す。吸引ポンプの真空作用を活用して、実験方法はインピンジャ（40mL）に 10mL 試料を入れ、新鮮な無臭の空気でバブリングして発散ガスを検知管に吸引する方法である。

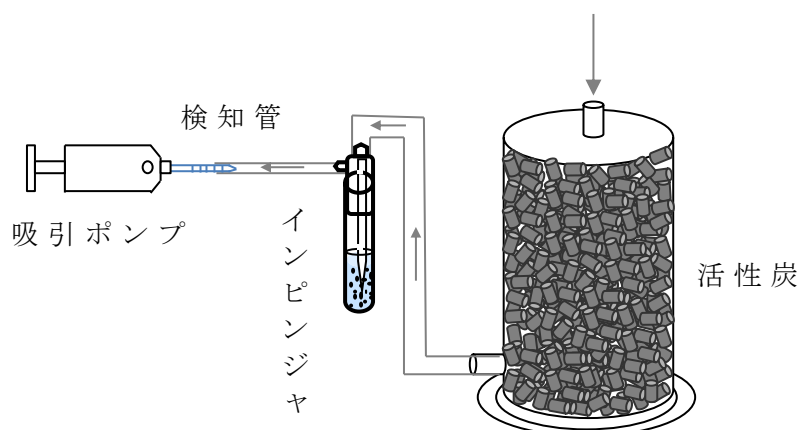


図 2.4 検知管を用いた水中物質測定法

2) 水中の官能試験²⁴⁾

水中臭気濃度の測定に用いられる官能試験方法は下水道試験方法¹⁹⁾（下水道協会）、Standard Methods 2150B（APHA-AWWA-WPCF）²⁰⁾、上水試験方法（日本水道協会）²¹⁾、工場排水試験方法（日本規格協会）²²⁾、ASTM D1292-80（米国材料試験協会）²³⁾ に公定法として示されている。具体的な官能試験法として一点フラスコ法や三点比較式フラスコ法が用いられている。本研究では水中臭気濃度の測定は三点比較式フラスコ法を用いる。

3) 水中のにおいセンサーを用いた測定¹⁸⁾

岡田らは、においセンサーの水中溶存物質の測定の可能性について検討している。図 2.5 に岡田らが提案したにおいセンサーを用いた水中臭気の測定法を示す。実験方法としてはインピンジャ（40mL）に 10mL 試料を入れ、新鮮な無臭の空気でバブリングし、発散した臭気を上記で説明したにおいセンサーで測定する方法を提案している。

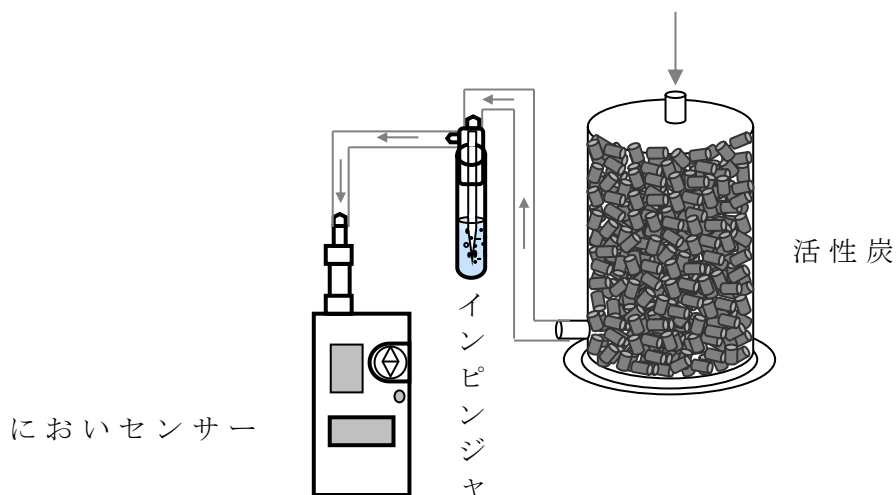


図 2.5 においセンサーを用いた水中臭気測定装置¹⁸⁾

2.3 臭気の官能試験の種類¹⁵⁾

(1) 臭気の強度の表示（臭気強度）

臭気の強さに着目して数値化する方法であり、日本では表 2.1 に示す 6 段階臭気強度表示法が広く使われている。臭気を嗅いでその場で数値化できる利点は大きいですが、高濃度域では臭気強度が等間隔にならないといわれている。この評価尺度は臭気濃度表示法では測定できない低濃度臭気の測定に有効である。

表 2.1 6 段階臭気強度表示法

臭気強度	判定の目安
0	無臭
1	やっと感知できるにおい
2	何のにおいであるかわかる弱いにおい
3	楽に感知できる弱いにおい
4	強いにおい
5	強烈なにおい

(2) 臭気の認容性の表示（快・不快度）

臭気の快・不快度に着目して数値化する方法であり、日本では表 2.2 に示す 9 段階快・不快度表示法として広く使われている。臭気の数値化

の方法としては、被害の実態を比較的表しやすい点で最も重要な基本的な評価尺度である。

表 2.2 9段階快・不快度表示法

快・不快度	においの質
-4	極端に不快
-3	非常に不快
-2	不快
-1	やや不快
0	快でも不快でもない
1	やや快
2	快
3	非常に快
4	極端に快

(3) 臭気の広がり性の表示 (臭気濃度)

官能試験法による臭気の数量化の方法の一つである。臭気を無臭の清浄な空気希釈した時、におわなくなった時の希釈した倍数を臭気濃度という。臭気濃度 1000 の臭気は 1000 倍に無臭空気希釈した時に初めて臭気が消える臭気のことである。

(4) 臭気指数と臭気濃度の関係

最近では臭気濃度を対数変換した臭気指数表示も広く使われている。臭気濃度尺度を以下のように変換したものが臭気指数尺度である。

$$N = 10 \times \log S \dots \dots (2.1)$$

N: 臭気指数

S: 臭気濃度

臭気濃度を (2.1) 式から変換すると表 2.3 に示す関係がある。すなわち人間の嗅覚は刺激量の対数に比例するといわれているウェーバー・フェヒナーの法則から、臭気濃度に比べて臭気指数の方がより人間の感じる感覚量に近い尺度なのである。

表 2.3 臭気濃度と臭気指数の関係

臭気濃度	1	3	10	30	100	300	1000	3000	10000	30000
臭気指数	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45

2.4 対象とする水の発散に起因する部位

(1) グリース阻集器²⁵⁾

グリース阻集器とは、厨房その他の調理場から排水に含まれる油脂分を阻止・分離収集するための装置である。グリース阻集器の機能は、槽内入口にバスケットを設け、野菜くず等を阻集すると共に、水と油の比

重差を利用して油脂分を浮上分離貯留する。したがって、排水に溶解している物質は阻集できない。また、その効率を高めるため、槽内には隔壁を設け流速を減速させ、層流になるようする。

グリース阻集器は、昭和 50 年建設省告示第 1592 号第 2 第四号によって厨房排水には設置することが義務付けられており、貯留された残さ及び油脂分は、定期的に必ず清掃して系外に排除する必要がある。

(2) 浄化槽²⁶⁾

建築基準法第31条、同施行令第32条をうけて、昭和55年建設省告示第1292号に定められ、この中で本研究では告示区分第一に示されている尿尿と併せて雑排水（生活系の汚水）を処理する BOD 除去率90%以上、放流水の BOD 濃度20mg/L 以下²⁷⁾ の浄化槽を対象とした。尿尿浄化槽の構造基準第1の七に示されている一般構造に悪臭の生ずるおそれのある部分は、密閉するか又は臭突その他の防臭装置を設けることとなっている。

(3) 建物内の法的な臭気防臭対策

1) トラップ²⁸⁾

トラップを設置する目的は、下水管内から不快な下水ガス、臭気又は衛生害虫等が衛生器具を通して室内に侵入し、室内が非衛生的になるのを防止することである。トラップの機能として、50 mm～100 mmに封水を保持すること、排水の流れに支障を生じさせないこと。自掃作用を有し、掃除などが容易であることが必要要件である。建築基準法施行令 129 条 2 の 5 第 3 項に配管設備には排水トラップ、通気管等を設置する等衛生上必要な措置を講ずることとなっている。

2) 通気管末端の開口位置²⁹⁾

通気管末端の開口部を、その建築物又は近隣の建築物の出入り口・窓・換気口・外気取り入れ口等に近接して開口する場合には次に示す条件を満たす必要がある。建築基準法施行令第 129 条 2 の 5 第 2 項第六号及び第 3 項第五号の規定に基づき、建築物に設ける飲料水の配管設備及び排水のための配管設備を安全上及び衛生上支障のない構造とするため方法として定められている。(図 2.6、図 2.7、図 2.8 参照)

- a) 通気管末端の開口部を出入り口・窓その他の開口部より、少なくとも 600 mm 以上立ち上げる。
- b) 上記の各種開口部より 600 mm 以上立ち上げられない場合には、それらの開口部より水平に 3.0m 以上離す。
- c) 寒冷地にある建物で通気管末端の開口部が凍結により閉塞する恐れ

がある場合には、開口部の口径は 75 mm 以上とする。開口部の口径を増大する場合には開口部より 300 mm 以上、下部で行う。通気立て管又は伸頂通気管の管径が 75 mm 以上の場合、それより一口径大きな管径とする。

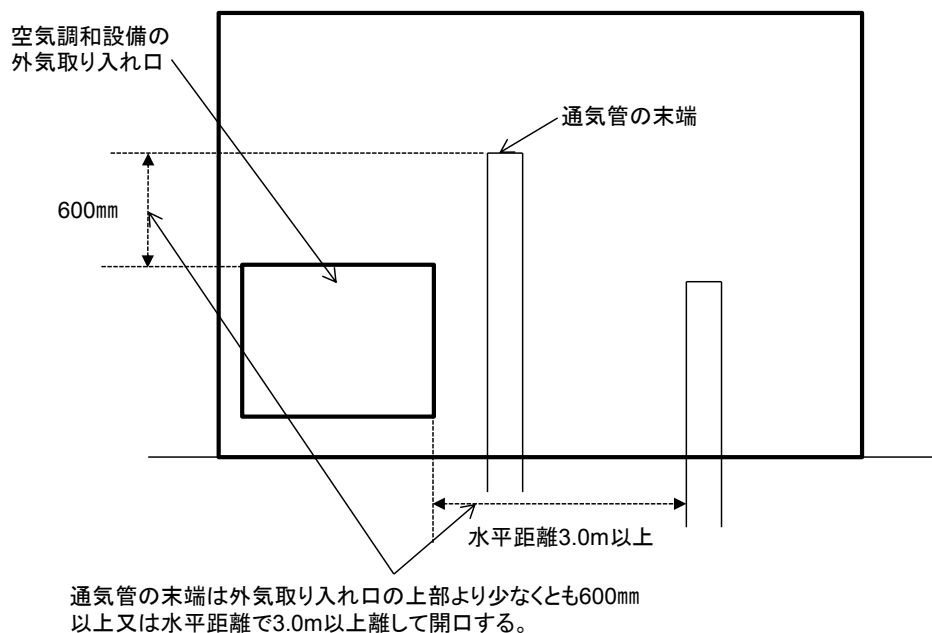


図 2.6 空気調和設備の外気取り入れ口の場合

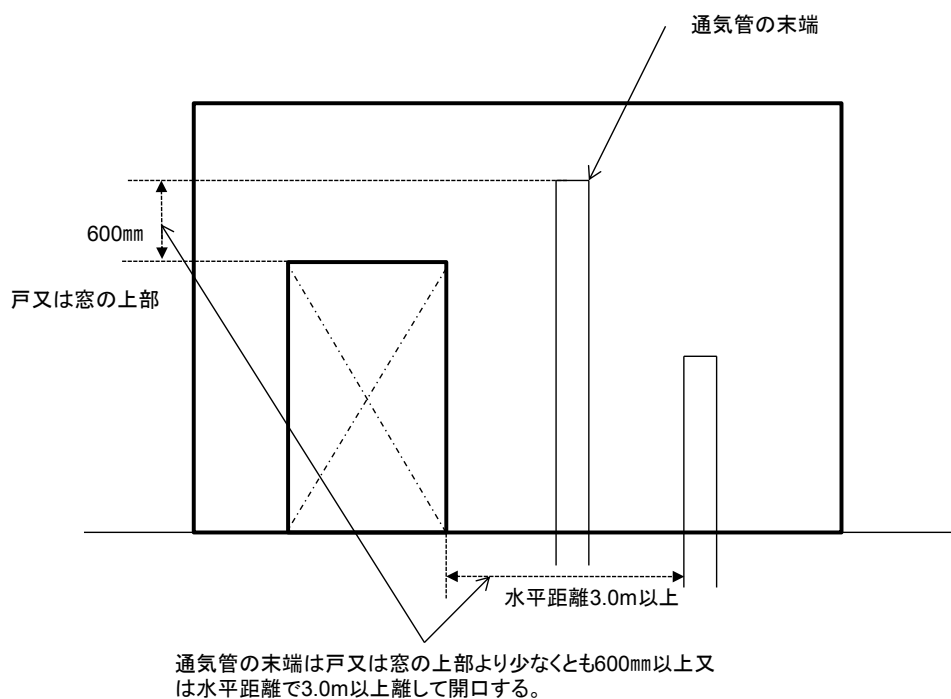


図 2.7 戸又は窓の場合

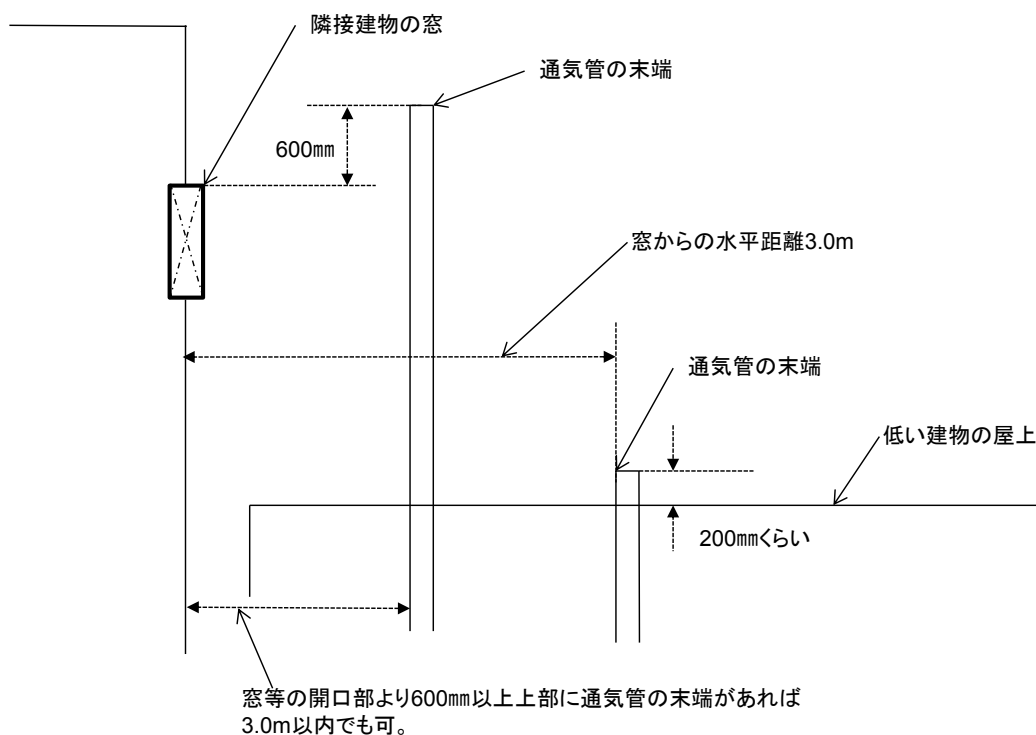


図 2.8 隣接建物の窓の場合

2.5 水に起因する臭気の研究動向

(1) 浴槽のカビ

湿気をとまなうカビについて、居室別に壁面のカビ被害の実態を山里ら³⁰⁾が報告している。

Penicillium, Alternaria, Cladosporium, Aspergillus から朴ら³¹⁾は有臭物質であるケトン類、アルコール類が検出されたとしている。これらの菌は各居室とも検出率が高くなっているため、カビ臭が生じていることがうかがえる。カビは六月ごろ増加して、十一月ごろ減少する傾向があるといわれている。RC造はコンクリートそのものに多くの結晶水を含み、密閉度とあいまって湿度が高く、通風が悪いため一年中増加するといわれている。その理由はたとえば、浴室が水蒸気の発生量が多い部屋であるため湿度が高くなりやすいが、この湿度だけでなく、温度、栄養、酸素の四要素が生育条件となっている。カビの生育条件のいずれかの一つをたつ方法と抗菌性の薬剤を用いる方法がある。生育条件の改善については、湿度の抑制、日照、通風、換気があげられる。換気や通風は浴室使用時の使用感覚で不快につながるなど問題が大きいようである。菌にとっての温度は 25～30℃が最適温度、湿度は 70～95%が最適湿度であり、80%を超えれば猛烈に繁殖するといわれている。さらに素材と菌種によって最適湿度範囲がある。次に栄養供給防止では、現実的には壁などに空気中に浮遊するごみ、身体のかげや石けん付着して栄養分となるため、

これらを洗い落とし、壁表面などにカビが発生しないように清潔にすることが初歩的な対策である。

(2) トイレ

トイレは汲み取り式が主流の時期には、トイレは臭くて当然とみなされ、ゆえに居住空間から区分され存在していたが、下水道・浄化槽、の発達に伴いトイレは汲み取り式から水洗式へと変化し比較的臭気についての問題が少なくなり居住空間の一部へと変化し。しかしながら水洗化がおこなわれてもなお公衆用トイレでは他人の用便後の臭気やトイレ全体にアンモニア臭などを感じることもあり、水洗化だけでは臭気については完全ではないといえる。これらに関連して小便器の床面汚染による衛生的な面からの問題提起がなされ、同時に床面からの臭気の問題も検討されている。トイレ内の臭気除去の臭法の第一は、便器内に排泄された物の速やかな除去、すなわち水洗による便器の洗浄である。しかし水資源の有効利用の一環として衛生器具の洗浄水の節水が重要となり、必要洗浄水量の検討が行われている。武藤・岡田³²⁾らは臭気を対象とし適正な水量について、トラップ内からの臭気を主な発生源と考え、トラップ内が尿で封水されている場合、壁掛式洗落し大便器では1900mLをタンクから各便器に流すことによってトラップ内の尿からの臭気は検知されないとしている。トイレ内の臭気除去については、高野・保坂^{33)・34)}らが換気を中心に検討をおこない、トイレの臭気に関する使用者の意識及び実態調査により、使用時の排泄物の臭気が最大の問題とした。そこで高野らは排泄物の臭気を上方に吸い上げる天井排気方式は除臭機能に関して不利であり、大小便器とも、壁排気単独または器具排気との併用により除臭機能は向上し、また洗面室、居室側への臭気の逆流は、換気回数を増やすことにより防止できると提案している。

(3) ビルピット

地下を有する事業所ビルは、地階で発生したトイレ排水や雑排水を一旦貯留するための地下貯留槽（以下ビルピット）を備えており、ピット内における長時間の貯留により下水の腐敗が進み、下水道施設へポンプ排水される際に大量の硫化水素を放散させる。下水道の主な悪臭の主な原因物質は硫化水素であり、下水が滞留するような箇所で嫌気状態になると、下水中に含まれる硫酸塩が硫酸塩還元細菌により還元され生成される。この嫌気状態の排水がビルピットを出て汚水枡や管渠内に排出される際、排水の激しい混合や攪拌により、気相中へ硫化水素ガスが放散され、強烈な悪臭を発生させることとなる。ビルピットの臭気対策³⁵⁾

として排水槽の低水位運転、ばっ気・攪拌併設装置を取り付け酸素を供給することにより汚水や雑排水を腐らせない、排水を排水槽にためずに即時排水を行う手法等様々な臭気対策が取り入れられている。

(4) その他

浴槽、尿、寝具・下着、グリース阻集器、浄化槽、排水管の研究動向については各章に記述する

第 3 章 浴槽水の臭気

3.1 緒言

近年、浴場施設がレジャー化され、いたるところに建設され利用されている。しかし、浴場施設でレジオネラ属菌の発生によって、大きな事故が起きている^{36) 37)、38)、39)}。この原因は浴槽の構造に起因すること⁴⁰⁾や維持管理に関連することであった。浴槽に関連する研究はレジオネラ属菌に集中して調査研究がされてきている。しかし、衛生面のみでなく快適な環境も追求していかなければならない。浴槽水の臭気が常に苦情の対象となっている現状を鑑み、本研究では浴槽水を取り上げて検討する。

これまで、一人入浴する条件として、石鹼で身体を洗う、お湯のみ、洗わないで入浴した浴槽水の水質の汚濁を検討し、入浴条件によって水質の汚濁に差異が生じていることを報告している^{2)、41)}。他にも浴槽水の水質と細菌の関係について多くの研究例がある。しかし、水質と臭気との関係文献は見当たらない。水中の臭気の測定に関してはにおいセンサーを用いて測定の可能性を岡田ら⁸⁾は検討した。その後、水中の臭気濃度を測定する方法として岡田ら⁴²⁾が考案し、これを発展した悪臭防止法に定められた水中のにおいの測定方法である三点比較式フラスコ法を用いた。浴槽水は、家族の入浴については身内であることもあり、ほとんど慣れによって不快感を示さないが、不特定多数の人が利用する公衆浴場では不快感を示すことがしばしばある。この原因は入浴者の身体から物質が溶出することや入浴前に石鹼で洗い、その石鹼が体に付着したもの、さらには消毒剤が挙げられる。そこで、実浴槽について浴槽水を採水して、臭気の実態を把握することを目的に研究を進める。

3.2 実験方法

試料水は水質測定と同時に臭気の測定を行った。

(1) 水質

水質分析は上水試験方法に基づき、 KMnO_4 消費量、pH、電気伝導率を測定し、TOCはTOC計S社5000A型、濁度・色度はUV計S社製UV-1600PC、亜硝酸イオン・硝酸イオン・塩素イオン等はイオンクロマトグラフD社製DX100型を用いて測定した。

(2) 臭気

臭気の測定は図3.1に示すとおり金属酸化物半導体を用いたにおいセンサーを測定器とした。インピンジャ10mLに試料水を注入し、恒温槽

で 40℃一定とし、活性炭を通した無臭空気でインピンジャ内をバブリングさせ、においセンサー内の吸引ポンプの吸引(吸引流量 400mL/min)を活用して、インピンジャ内から発散した臭気を「においセンサー」で測定した。同時に発散した臭気を官能試験した。悪臭防止法で定めている方法で 6 人のパネルを選定し臭気強度は 6 段階臭気強度表示法、快・不快度は 9 段階快・不快度表示法、臭気濃度は三点比較式フラスコ法で測定した。

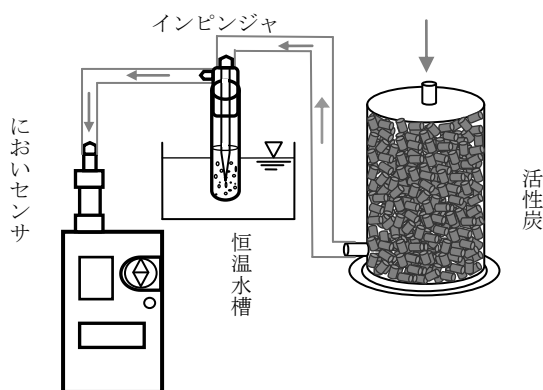


図 3.1 水中のにおい測定装置

(3) 浴槽概要及び入浴条件

1) 一人入浴

a) 浴 槽

大学の研究室に家庭用ユニットバスと給湯器を設置した。給湯器から 40℃の湯を 200L の浴槽に供給した。

b) 入浴条件

浴槽水は 1 人が入浴した後、換水する方式で調査を行った。入浴条件は①入浴前に液状石鹼で身体を洗う②入浴前にお湯で身体を洗う③入浴前に身体を洗わない三種類を設定し、それぞれ、入浴前と入浴後の浴槽水をフッ素樹脂製パッキン付の密栓できる瓶に採水し、その後、におい・水質分析を行った。入浴人数は入浴前に液状石鹼で身体を洗う条件は男女各 10 名、入浴前にお湯で身体を洗う条件は男子 5 名、入浴前に身体を洗わない条件は男子 5 名とした。

2) 不特定多数の入浴

a) 既存の浴場施設^{43)、44)}

調査対象とした 6 浴場施設の構造、入浴人数等を表 3.1 に示す。気泡浴槽と大浴槽を設けているリゾートホテルが 2 施設、介護老人施設が 4 施設とした。入浴人数は男女あわせて介護老人施設は 16 人～33 人の範囲であり、リゾートホテルは 294 人である。各施設とも循環式浴槽シス

テムであり（C施設は除く）、ろ過器の種類はA,B施設は取り替え型フィルタを使用、C施設はろ過装置が設けられていなく、D,E,F,施設は砂ろ過装置が設けられ、D,E施設は砂ろ過に活性炭が設けられている。気泡板・超音波装置を設けてない施設はA,B,C施設であり、他のD,E,F施設は気泡板から空気を供給する装置を設けている。

浴槽面積はE施設の大浴場が52.3 m²であるが、他は6.6～14.1m²の範囲である。浴槽容量はE施設の大浴場が32.9 m³、他は3.3～8.1m³の範囲である。浴槽水深は0.47～0.65mの範囲である。各浴槽においての入浴条件は利用者が通常入浴する条件とした。浴槽水の採水は入浴者数に関係なく、30分区切りで6～14回採水した。

表 3.1 既存の浴場施設の概要

施設名	A	B	C	D (気泡)	E(大浴場)	F
施設用途	介護老人施設	介護老人施設	介護老人施設	リゾートホテル	リゾートホテル	介護老人施設
測定時刻	9:30～12:00	9:30～14:00	9:00～14:00	9:00～15:30	9:00～15:30	9:00～15:30
一日の入浴人数	男子[人]	16	6	136	136	3
	女子[人]	27	9	18	158	13
	合計[人]	33	25	24	294	16
ろ過の種類	フィルタ(取替型)	フィルタ(取替型)	なし	砂ろ過+活性炭	砂ろ過+活性炭	砂ろ過
気泡板・超音波	なし	なし	なし	気泡板+超音波	気泡板+超音波	気泡板+超音波
浴槽面積[m ²]	6.8	6.6	10.4	14.1	52.3	7.1
浴槽容積[m ³]	4.1	3.3	4.9	8.1	32.9	4.69
浴槽水深[m]	0.60	0.50	0.47	0.57	0.63	0.65
消毒剤の種類	ジクロイソシアヌール酸ナトリウム粒	電解次亜塩素酸	次亜塩素酸ナトリウム	次亜塩素酸ナトリウム	次亜塩素酸ナトリウム	次亜塩素酸ナトリウム

b) 家庭浴槽

10家族の浴槽において、表 3.2 に示す入浴人数、入浴男女数、洗剤の種類を示した。採水は入浴が終了した後、採水した。試料水は長時間放置できないため、遮蔽した後、恒温槽で保存し、12時間以内にの測定を行った。

表 3.2 各浴槽水の入浴人数と使用洗剤

試料番号	入浴者人数	男女数	石鹼の種類
1	1	男1	A社液状石鹼
2	2	男1 女1	A社液状石鹼
3	1	男1	B社固形石鹼
4	4	男2 女2	C社液状石鹼
5	1	男1	C社液状石鹼
6	3	女3	C社液状石鹼
7	2	男1 女1	D社固形石鹼
8	3	男2 女1	D社固形石鹼
9	3	男1 女2	C社液状石鹼
10	4	男1 女3	C社液状石鹼

3.3 実態調査結果及び考察

(1) 一人入浴時におけるにおい

一人入浴前と入浴後の5又は10名の測定値を加重平均で表 3.3 に平均値を示した。pH、電気伝導率、色度、濁度、NO₃⁻、SO₄³⁻は入浴前後の

濃度変化はわずか高くなることがみられたが、 KMnO_4 消費量、 Cl^- 、TOCは入浴前に比べて入浴後は濃度が高くなっている。入浴後の濃度上昇率は液状石鹼洗い・男の条件は KMnO_4 消費量では1.79倍、 Cl^- では1.06倍、TOCでは2.25倍、液状石鹼洗い・女の条件では KMnO_4 消費量では1.82倍、 Cl^- では1.05倍、TOCでは1.38倍、お湯洗い・男の条件は KMnO_4 消費量では1.80倍、 Cl^- では1.01倍、TOCでは1.38倍であった。洗わない・男の条件は KMnO_4 消費量では3.50倍、 Cl^- では1.14倍、TOCでは2.61倍で、各条件に比べて、最も高い値であった。

図3.2はにおいセンサー値と KMnO_4 消費量の関係を示す。入浴前の浴槽水は市水を溜めているため、測定数値にあまり変動はなく、狭い範囲に集中するが、入浴後はにおいセンサー値と KMnO_4 消費量の関係は相関があり、 KMnO_4 消費量が高くなると、においセンサー値が上昇している。また、においセンサー値の増加率は洗わない>お湯洗い>液状石鹼洗いの順となった。洗わない条件・男の条件でにおいが高くなっていることが明らかとなった。また、石鹼洗いの男女の比較は、女子は丁寧に洗っているのにおいセンサー値が低くなっていると考えられる。

表 3.3 一人入浴条件における水質及び臭気

	液状石鹼洗い・男[10名]		液状石鹼洗い・女[10名]		お湯洗い・男[5名]		洗わない・男[5名]	
	入浴前	入浴後	入浴前	入浴後	入浴前	入浴後	入浴前	入浴後
pH	7.4	7.3	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4
水温[°C]	34.2	33.8	31.7	31.6	39.1	39.2	39.8	40.0
電気伝導率[mS/m]	7.98	8.11	7.84	7.78	7.60	7.70	7.82	8.18
色度[度]	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
濁度[度]	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1
KMnO_4 消費量[mg/L]	1.4	2.5	1.1	2.0	1.5	2.7	1.2	4.2
Cl^- [mg/L]	8.7	9.2	8.3	8.7	8.4	8.5	8.5	9.7
NO_3^- [mg/L]	1.8	0.9	1.5	1.5	1.2	1.1	1.1	1.1
PO_4^{3-} [mg/L]	1.8	0.9	1.7	0.8	0.7			
SO_4^{2-} [mg/L]	8.4	7.9	8.4	8.5	9.2	8.4	9.3	8.8
TOC[mg/L]	0.4	0.9	1.0	1.2	0.8	1.1	0.8	2.1
においセンサー値	111	154	122	146	108	158	115	238
増加率 (%)	38.7		19.7		46.3		107.0	

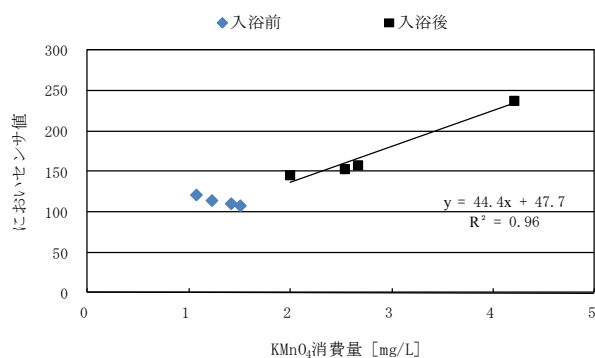


図 3.2 においセンサー値と KMnO_4 消費量の関係

(2) 不特定多数の入浴者の臭気

1) 既存の浴場施設における各測定項目

各測定項目の濃度測定項目毎に各分析値は加重平均、度数分布を用いた統計処理を行った。

a) KMnO_4 消費量

KMnO_4 消費量濃度は 99 試料数について、平均値は 2.40mg/L、最小値は 0.22mg/L、最大値は 6.83mg/L、標準偏差は 1.52、変動係数 0.63 である。3.5mg/L 以下が 90%を占めている。

b) TOC

TOC 濃度は 110 試料数について、平均値 1.2mg/L、最小値 0mg/L、最大値 2.9mg/L、標準偏差 0.67、変動係数 0.57 となる。 KMnO_4 消費量に比べて TOC 濃度はばらつきが少ない。

c) 濁度

濁度は 119 試料数について、濃度の範囲が広くなり、平均値は 0.62 度、最小値は 0 度、最大値は 3.9 度、標準偏差は 0.95、変動係数は 1.53 と大きい値となっている。 KMnO_4 消費量と同様にばらつきが大きい。

d) 色度

色度は 94 試料数について、濃度の範囲が広く、平均値は 0.33 度、最小値は 0 度、最大値は 1.56 度、標準偏差は 0.33、変動係数は 1.01 と大きくなっている。

e) KMnO_4 消費量とにおいセンサーの関係

図 3.3 ににおいセンサー値と KMnO_4 消費量の関係を示す。C 施設は KMnO_4 消費量とにおいセンサーとの相関が他の施設と比べるとあきらかに差異が生じている。C 施設以外はろ過装置が設置されていることから、ろ過装置の有無が影響している可能性があることを示唆している。

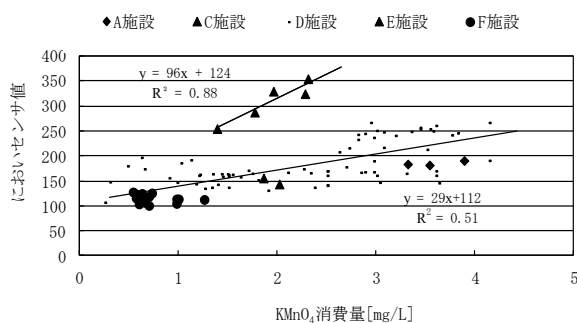


図 3.3 においセンサー値と KMnO_4 消費量の関係

2) 家族入浴における各測定項目

a) 水質

表 3.4 に 10 家族の浴槽水の水質及びにおいの測定結果を示す。pH は

5.6～6.7、電気伝導率は 58～132 μ S/cm、濁度は 0.3～2.2 度、色度は 0.2～2.4 度、TOC は 1.6～3.1mg/L、KMnO₄ 消費量は 2.6～4.0mg/L であった。入浴前の水質を測定していないが、市水を原水としているので、市水の水道水濃度を比べると色度 1 以下、濁度 0.1 以下、TOC 濃度 0.3、KMnO₄ 消費量濃度 1.0 となっており、入浴の影響が現われている。

表 3.4 家庭入浴の水質及び臭気測定項目

試料番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
pH	6.6	6.7	5.6	5.6	6.3	6.2	6.3	6.3	6.3	6.4	
電気伝導率[mS/m]	13.2	11.9	7.5	8.2	10.4	9.8	10.9	11.5	5.8	7.3	
濁度[度]	1.2	1.1	2.2	0.3	1.6	1.3	1.5	1.0	0.3	1.0	
色度[度]	2.4	1.5	1.7	0.4	2.3	0.2	1.7	1.9	0.8	1.6	
KMnO ₄ 消費量[mg/L]	2.6	4.0	3.8	2.6	2.8	3.3	3.2	2.8	2.9	3.1	
CL ⁻ [mg/L]	9.5	9.3	8.1	8.1	9.6	9.8	9.7	9.6	9.5	9.6	
NO ₂ ⁻ [mg/L]	-	-	0.5	0.7	-	3.2	3.2	3.2	3.1	3.2	
SO ₄ ²⁻ [mg/L]	24.0	21.0	12.5	11.1	22.2	22.2	21.9	21.9	22.2	22.1	
TOC[mg/L]	1.6	3.1	2.7	2.5	2.1	-	2.9	2.2	2.0	2.8	
気中においセンサー値	127	189	106	91	85	83	101	57	132	99	
気中臭気濃度	29	54	24	40	37	41	33	43	62	58	
水中においセンサー値	155	284	189	138	188	171	147	124	218	183	
水中臭気濃度	29	52	24	40	35	41	26	40	58	58	
臭気強度※	平均値	-	-	-	-	1.7	2.7	1.3	3.0	3.7	2.5
	範囲	-	-	-	-	1～3	1～4	1～3	1～4	3～4	1～5
快不快度※	平均値	-	-	-	-	-0.6	-1.5	-0.2	-1.5	-2	-1.5
	範囲	-	-	-	-	-1～1	-3～0	-1～0	-3～0	-3～1	-4～0

b) 臭気

I) 浴槽水の臭気強度・快・不快度・臭気濃度

図 3.4 は臭気強度と快・不快度の関係を示した。相関式は相関が高く、たとえば、快・不快度 0 に対応する臭気強度は 0.9 となり、快・不快度 -2 に対応する臭気強度は 3.7 を示している。快・不快度は平均値 -1.2、範囲 -0.2～-2.0 となっている。すなわち、入浴後の浴槽水はやや不快の域に属することが明らかになった。また、臭気強度の平均値は 2.5、範囲は 1.3～3.7 であった。したがって、臭気は認知できる臭気レベルである。

次に臭気濃度と臭気強度の関係を図 3.5 に示した。臭気濃度と臭気強度の対応をみると、たとえば、臭気強度 2 の時、臭気濃度 37 となる。三点比較式臭袋法・同フラスコ法で 6 名のパネルを用いて測定し、気中臭気濃度の平均値は 42、最小値は 24、最大値は 63 であった。水中臭気濃度の平均値は 40、最小値は 24、最大値は 62 であった。

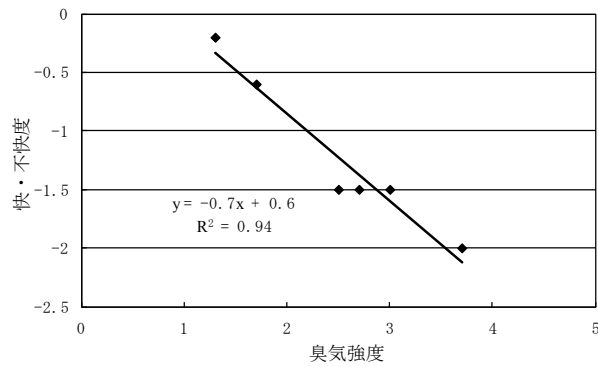


図 3.4 臭気強度と快・不快度の関係

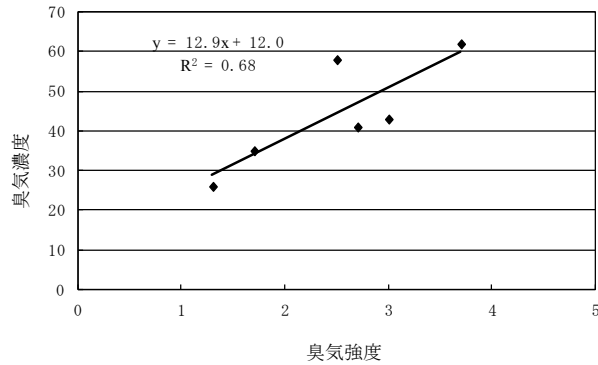


図 3.5 臭気強度と臭気濃度

II) 浴槽水においてセンサー値と他の測定値

図 3.6 に家庭浴槽水の KMnO_4 消費量とにおいてセンサーの関係を示した。 KMnO_4 消費量の濃度範囲が狭いが相関式を算出した。たとえば、においてセンサー値 200 に対応する KMnO_4 消費量は 3.4mg/L となる。

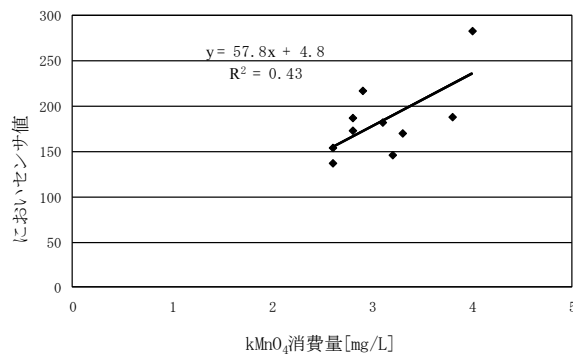


図 3.6 KMnO_4 消費量とにおいてセンサーの関係

図 3.7 に臭気強度とにおいてセンサー値を示した。たとえば、臭気強度 2.0 に対してにおいてセンサー値 170 を示している。

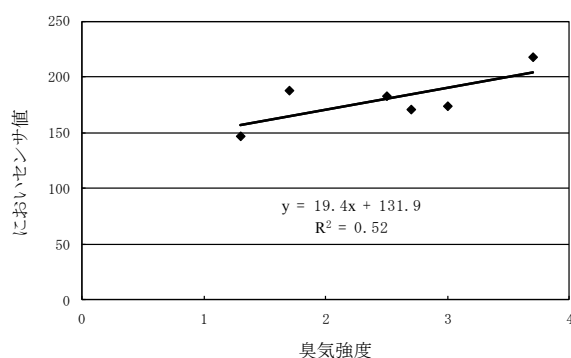


図 3.7 臭気強度とにおいセンサーの関係

図 3.8 に臭気濃度とにおいセンサー値を示した。たとえば、臭気濃度は 37 に対してにおいセンサー値 170 となる。

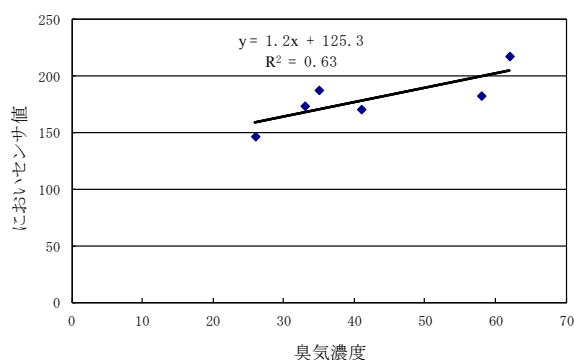


図 3.8 臭気濃度とにおいセンサー値の関係

以上、においセンサー値において、 KMnO_4 消費量、臭気強度、臭気濃度はやや相関が認められる項目であった。

c) 平衡相当値

臭気測定項目別の測定値を第 2 章に示した官能試験における平衡相当値・物理化学的測定における平衡相当値として算定し、官能試験における平衡相当値は 1.1、物理化学的測定における平衡相当値は 0.6 であった。

(3) 各種浴槽水水質と臭気の相関

一人入浴及び家庭入浴、不特定多数利用循環ろ過装置がある入浴は共通的な評価軸は水質の代表としての KMnO_4 消費量とにおいを表示する簡易な測定法であるにおいセンサー値を基本として調査を進めた。そこで 3 種類の浴槽水の KMnO_4 消費量とにおいセンサーを図 3.9 に示す。上記の浴槽条件においてはほとんど同じ相関を示している。においセンサー値 170 に対して KMnO_4 消費量 2.2～3.0mg/L となった。

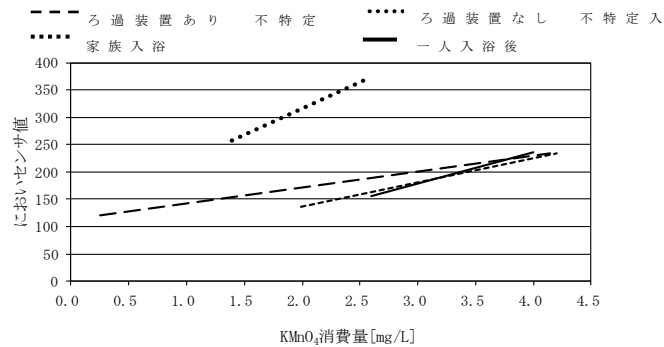


図 3.9 3 種類の入浴の KMnO_4 消費量とにおいセンサー値

臭気に関連した測定項目の測定値と KMnO_4 消費量との浴槽水の臭気の実態として、次の関連が明らかとなった。一人入浴槽水及び不特定多数利用浴槽水はにおいセンサーの測定であったが、家庭浴槽水のにおいの詳細な測定を参考として、浴槽水のにおいの実態を下記に示す。

- 1) 臭気強度 2.0*に対応する臭気濃度は 37 (図 3.5) となり、臭気強度 2.0*に対応するにおいセンサー値は 170 (図 3.7) となる。
- 2) においセンサー 170 に対応する KMnO_4 消費量は 2.2~3.0mg/L (図 3.9) となる。

※臭気強度 2.0：浴槽水のにおいを認知できる臭気強度を 2.0 とした。

3.4 臭気低減対策

普段私たちが生活する中で、炊事、洗濯、入浴に水道水を利用することが多く、生活する上で必要不可欠なものとなっている。こうした水道水は様々な処理工程を経て私たちが使えるよう浄化されているものである。本研究では浴槽水の臭気に着目して、入浴において快適性を得るための手段として、市販されている入浴剤を活用している。この入浴剤がはたして快適性に結びついているかどうかについて官能試験の、臭気濃度、臭気強度、快・不快度を通して調査を進めた。

(1) 入浴剤の種類

K社製のラベンダー、椿、さくら、カモミール、ジャスミン、ライラック、ローズマリー、竹、サイプレス、森、リンデン、もみじ、ゆず、マルベリー、以上の 14 種類について、臭気強度と快不快度を検討した。また、ラベンダー、椿、さくら、カモミール、ジャスミン、ライラック、ローズマリーの花の香りがするものについては臭気の閾値を調べた。

(2) 評価方法

臭気濃度に関しては、三点比較式フラスコ法を用いた。臭気強度と臭気濃度に関しては臭気強度測定方法と快・不快度表示法を用いた。

約 300ml のフラスコを用意し、メーカー指定の濃度（2000に対して 40 g）に薄めた試料水を入れる。（フラスコは無臭であり、試料水は水道水 100に対して 2 g の入浴剤を混ぜて製作した）。

手順としては

- ① メーカー指定の濃度の試料水を作る。
- ② メーカー指定の濃度の試料水 100ml を入れたフラスコを作る。
- ③ 試料水を 10 人のパネルに渡し、臭気強度は 6 段階の中から、快・不快度は 9 段階の中から選んでもらい回答してもらう。

（3）結果及び考察

実験結果は表 3.5 に、入浴剤の嗜好性に関する結果を示す。表 3.6 に入浴剤の臭気強度・快不快度・臭気濃度を示す。臭気濃度はさくら、カモミール、椿、ライラック、ラベンダー、ローズマリー、ジャスミンの順で臭気濃度が高いことがわかった。以下の表に示すとおり臭気濃度はさくらの香り 345、カモミールの香り 137、椿の香り 135、ライラックの香り 122、ラベンダーの香り 104、ローズマリーの香り 100、ジャスミンの香り 96 となった。

臭気強度 0 はさくらの香り平均 3.9、カモミールの香り平均 3.4、椿の香り平均 3.4、ライラックの香り平均 3.1、ラベンダーの香り平均 3.1、ローズマリーの香り平均 3.2、ジャスミンの香り平均 3.1 となり、快不快度はさくらの香り平均 0.4、カモミールの香り平均 1.8、椿の香り平均 0.9、ライラックの香り平均 3.1、ラベンダーの香り平均 3.1、ローズマリーの香り平均 3.2、ジャスミンの香り平均 3.1 になった。さくらの香りが臭気濃度と臭気強度ともに最も高い値となった。

また入浴時に嗅いだ場合、すべての香りが、入浴 1 時間後に嗅いだ場合好きと答えたパネルの数は低下した。

表 3.5 入浴剤の嗜好性

商品名	入浴時 (%)			1時間後 (%)			嗅いだことがある (%)
	好き	嫌い	普通	好き	嫌い	普通	
カモミール	80	0	20	30	10	60	90
ジャスミン	40	20	40	20	20	60	80
ラベンダー	50	20	30	20	40	40	100
ローズマリー	40	40	20	30	40	30	100
椿	60	0	40	50	10	40	90
もみじ	50	10	40	20	30	50	80
竹	20	40	40	10	50	40	60
さくら	40	10	50	0	30	70	50
サイプレス	0	50	50	0	50	50	80
リンデン	20	50	30	0	80	20	70
マルベリー	40	10	50	0	40	60	70
ライラック	40	20	40	20	30	50	70
ゆず	60	10	30	10	30	60	90
森	20	40	40	20	50	30	70

表 3.6 入浴剤の臭気強度・快不快度・臭気濃度

商品名	臭気強度			快不快度			臭気濃度
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
カモミール	3.4	4	2	1.8	4	0	137
ジャスミン	3.1	4	2	0.4	2	-2	96
ラベンダー	3.1	5	2	0.5	4	-1	104
ローズマリー	3.2	5	3	0	3	-2	100
椿	3.4	4	3	0.9	3	-1	135
もみじ	3	4	2	0.3	2	-2	61
竹	3.2	4	1	-0.4	1	-2	167
さくら	3.9	5	3	0.4	2	-3	345
サイプレス	3	4	0	-1.2	1	-3	
リンデン	3.4	4	1	-1.5	1	-4	
マルベリー	3	5	2	-0.1	1	-3	
ライラック	3.1	4	1	1	3	-1	122
ゆず	2.8	4	2	0.5	2	-2	100
森	2.8	4	1	-0.4	2	-3	

今回実験した 14 種類の入浴剤について、臭気強度は普通に感じる強さであり、快・不快度にはばらつきがあった。また花の香り同士でも臭気濃度に大きくばらつきがあることが明らかとなった。瞬間的に「好き」と感じた臭気でも長時間同じ臭気を嗅ぎ続けた場合、「好き」ではなくなっていることが明らかとなった。市販されている入浴剤について、全ては快適となっていない、不快に感じる入浴剤も存在することが明らかとなった。入浴剤は、使用者の嗜好にあわせて選定して使用することが必要であると考えられる。

3.5 結論

本研究では、入浴条件や浴場施設によって浴槽水の水質及びにおいの調査を行うことによって、浴槽水のおいの実態を把握することを目的とした。具体的には一人入浴、入浴者が多い不特定多数の入浴、さらに人数がすくない家庭浴槽について調査を行い、下記に得られた知見を述べる。

- 1) 入浴時の体の洗浄方法の違いによって、浴槽水の臭気に変化があることが明らかになった。
- 2) KMnO_4 消費量は浴槽水の臭気に関係があることが明らかとなった。
 KMnO_4 消費量が酸化する物質は有臭の物質が存在していることが認められた。
- 3) 浴槽水中のおいをにおいセンサー、臭気濃度、臭気強度、快・不快度で現すことができた。浴槽水の評価は KMnO_4 消費量であったり、濁度が中心であったが、臭気の評価を導入することを示唆している。

- 4) 浴槽水は家庭浴槽水での平均値は臭気強度「2.5」、快・不快度は「-1.2」となり、何の臭気かわかる弱いにおいであり不快の域にあることが明らかとなった。
- 5) 不特定多数が利用する浴槽においては、ろ過装置を設置していない浴槽は浴槽水の臭気が高くなることが明らかになった。
- 6) 許容できる臭気強度 2.0 とすると、これに対応するにおいセンサー値は 170、 KMnO_4 消費量は 2.2mg/L 以下を浴槽水の管理基準とすることが提案出来た。
- 7) 提案する指標について、官能試験における平衡相当値は 1.1、物理化学的測定における平衡相当値は 0.6 であった。
- 8) 入浴剤は嗅ぐ人によって不快と感じるものもあり、適正な選択が必要である。

第4章 トイレ設備の臭気

4.1 緒言

近年、医療福祉系では、寝たきり老人のし尿の後始末は、施設や自宅に対応に苦慮していることが現状である。これらの臭気は悪臭防止法に関連する物質ではなく、し尿特有の臭気として検討していくことが重要なことである。尿に関する研究は患者の尿量や病理的な観点からの尿成分の研究例は数多くあるが、尿の臭気については糖尿病に関して定性的な評価や嗅覚反応に基づく空気質評価に関する研究-小便臭による嗅覚反応⁴⁵⁾があるのみで、尿の時間経過における成分の変化の研究は見当たらない。このような状況を踏まえて、臭気の発生源について把握することを試みた。現状の排尿受け用具は多種多様な排泄用具があり、⁴⁶⁾、⁴⁷⁾、⁴⁸⁾、⁴⁹⁾排泄用具は使用者の尊厳を守ることや臭気を含む衛生的なことが最も重要なことである。しかし、これらの排泄用具には必ず臭気の問題が生じている。板倉らは尿管用排液バッグからの臭気発生量と臭気対策に関する一手法の検討⁵⁰⁾を行っており、消臭素材の使用方法や交換時期を明確にした臭気対策を提案している。福祉施設ではし尿の処理時に強制吸引装置で臭気を捕集して低温酸化触媒で脱臭する事例⁵¹⁾やカーテンで仕切り、臭気の拡散を防ぐ事例や板倉ら⁵²⁾および光田ら⁵³⁾はおむつの交換時の臭気特性や汚物の保管場所からの臭気の実態調査例を研究している。また、福井ら⁵⁴⁾は尿自体について濃度や水温の影響による化学的変化を示している。尿処置室で主に芳香剤や消臭剤などが使用されているが、これでは臭気発生源の対応にはならず、問題は解決されていない。

本研究では、新鮮な尿の臭気特性、さらに排尿器具を想定し、時間経過による尿の性状の変化の実態を把握し、臭気対策に寄与するための基礎研究と位置づけた。また、尿自体の腐敗に伴う臭気や尿の臭気物質の検討および、臭気発生源である尿漏れにともなう下着や寝具からの尿臭、繊維の種類および織り方と尿の腐敗による臭気物質濃度の発生との関係を把握すること、さらにこれらの調査を進めるための評価試験法もあわせて検討した。

4.2 尿

4.2.1 一日を通しての尿の特性

この実験は一日の放尿臭気及び化学的な尿の特性を把握することを目的として進めた。文献⁵⁵⁾によると尿の成分は表4.1に示すとおりである。95.4%が水分であり有機物が3%、灰分が1.6%、その他微少な

物質が 21 種類あることが示されている。

表 4.1 尿の成分⁵⁵⁾

	尿[%]	
	水分	95.4
固形物	有機物	3.0
	灰分	1.6
窒素	0.85	
アンモニア	0.54	
カリウム	0.19	
ナトリウム	0.37	
カルシウム	0.02	
マグネシウム	0.01	
アルミナ、鉄	0.0004	
リン酸	0.09	
硫酸	0.15	
ケイ酸、砂	0.06	
食塩	1.17	
尿素	2.3	
尿酸	0.05	
場尿酸	0.05	
高級脂肪酸	0.0002	
還元性物	0.17	
尿インデカン	0.0005	
クレアチニン	0.1	
ウロクロモーゲン	0.05	
ウロピクノーゲン	0.006	

(1) 実験方法

実験に用いた試料は朝(食事前)、昼(食事前)、昼(食事後)、夕方(午後4時)、夜(食事後)の尿とし、各時間の試料は4名の男子学生から採取して、一時間内で分析をおこなった。その時々には三点比較式フラスコ法⁵⁶⁾で臭気濃度、さらに pH、電気伝導率、TOC を JIS K 0102 に基づき、同時に UN、Na、K、Cl、Ca、P、Mg、アミラーゼ、浸透圧を分析した。

(2) 分析機器・分析方法

pH は T 社製 pH メータを用いた電極法、電気伝導率は T 社電気伝導率測定器、ORP も T 社製 ORP 測定器を用いた電極法で測定した。UN、Na、K、Cl、Ca、P、Mg はイオンクロマトグラフ D 社製 DX100 型を用いて測定した。嗅覚テストに合格した 20 歳から 24 歳の男女 6 名を嗅覚パネルとして臭気濃度の測定を行った。

(3) 尿提供者の特性

4 名の学生の属性を表 4.2 に示す。提供者は男子で 21 歳から 23 歳(身体検査で各項目において、不適を指摘されなかった者)であり、一般的な学生生活の中での尿採取として進め、飲み物や食事の種類の制限は行わなく、採取時間ごとに同一人物から尿を採取した。また朝の尿は寝起きしてから、最初の尿となる。

(4) 実験結果及び考察^{57)、58)、59)、60)}

1) 濃度評価と発散の要因

表 4.3 に尿の化学的な測定値に、臭気濃度をあわせて示した。各測定項目の平均値は pH が 5.7(標準値 5.0~8.5)、U N が 1104[mg/dL] (標準値 600~1300)、N a が 84.5[mEq/L] (標準値 40 から 56)、K が 55.1[mEq/L] (標準値 16~56)、C l が 806[mg/dL] (標準値 706)、C a が 39.5[mg/dL] (標準値 10~30)、P が 85[mg/dL] (標準値 60)、Mg が 15.8[mEq/L] (標準値 10~20)、アミラーゼが 1103[Iu/L] (標準値 30~950)、浸透圧が 1081[mOsm/L] (標準値 850 以上)、電気伝導率 39.9[mS/cm]、TOC が 12890[mg/L] となり、すべての項目は最小値と最大値の幅が大きく現れた。臭気濃度は 476~4535 の範囲であり、においセンサー値は 107~1022 の範囲であった。水中臭気濃度は 449~3900 の範囲であり、水中においセンサー値は 379~890 の範囲であった。これらの平均値について一日を通しての変化について考察すると、表 4.4 に示すとおり、最大値を示す項目は昼の食事後が U N、K、C a、Mg、アミラーゼ、浸透圧、電気伝導率となり、朝は N a、P、昼の食事前は pH であった。しかし、臭気濃度については朝が一番高く夕方、昼(食事前)、夜、昼(食事後)の順となった。二日酔いの尿を採取したが、朝の臭気が最も高いことから通常の尿と同等であると判断できる。このように一日の中で尿の化学的な性状が変化しており、尿中の臭気も変化していることが明らかとなった。

2) 平衡相当値

臭気測定項目別の測定値を第 2 章に示した官能試験における平衡相当値・物理化学的測定における平衡相当値として算定し、官能試験における平衡相当値は 1.8、物理化学的測定における平衡相当値は 1.3 であった。

表 4.2 尿提供者の特性

採取時間	提供者	提供者の体調	年齢
朝(食事前) 午前9時	A	二日酔い	22
	B	寝不足	21
	C	寝不足	23
	D	二日酔い	22
昼(食事前) 午後1時	A	快調	22
	B	不調	21
	C	快調	23
	D	普通	22
昼(食事後) 午後2時	A	普通	22
	B	不調	21
	C	普通	23
	D	快調	22
夕方 午後4時	A	不調	22
	B	快調	21
	C	普通	23
	D	快調	22
夜(食後) 午後7時	A	不調	22
	B	快調	21
	C	普通	23
	D	快調	22

表 4.3 一日を通しての各測定項目の比較

	平均値	最小値	最大値	試料数
pH	5.7	5.5	7.3	20
UN[mg/dL]	1104	588	1542	20
Na[mEq/L]	84.5	51.9	126.9	20
K[mEq/L]	55.1	16.9	62.8	20
Cl[mg/dL]	806	527	1261	20
Ca[mg/dL]	39.5	16	116.3	20
P[mg/dL]	85	32	209	20
Mg[mEq/dL]	15.8	8.5	24.0	20
アミラーゼ[Iu/L]	1103	510	2530	20
浸透圧[mOsm/L]	1081	571	1145	20
電気伝導率[S/m]	3.99	1.91	4.64	20
TOC[mg/L]	12890	5125	17275	20
気中臭気濃度[-]	2380	476	4535	8
水中臭気濃度[-]	1418	449	3900	8
気中においセンサー値	708	107	1022	8
水中においセンサー値	525	379	890	8

表 4.4 各測定項目の採取時間の数値の比較

測定項目	順位 : 小 大				
	最	大	値	と	の
	比	率			
pH	昼(食事後)	夕方	朝	夜	昼(食事前)
	0.89	0.91	0.92	0.92	1.00
UN	朝	昼(食事前)	夕方	夜	昼(食事後)
	0.75	0.78	0.79	0.89	1.00
Na	昼(食事後)	夜	夕方	昼(食事前)	朝
	0.73	0.75	0.76	0.93	1.00
K	昼(食事前)	朝	夕方	夜	昼(食事後)
	0.77	0.79	0.86	0.95	1.00
Cl	朝	昼(食事前)	昼(食事後)	夕方	夜
	0.66	0.76	0.86	0.95	1.00
Ca	夜	昼(食事前)	朝	夕方	昼(食事後)
	0.48	0.50	0.56	0.59	1.00
P	夕方	昼(食事前)	昼(食事後)	夜	朝
	0.62	0.65	0.84	0.86	1.00
Mg	夕方	昼(食事前)	夜	朝	昼(食事後)
	0.63	0.63	0.66	0.70	1.00
アミラーゼ	夕方	昼(食事前)	朝	夜	昼(食事後)
	0.52	0.56	0.74	0.78	1.00
浸透圧	昼(食事前)	朝	夕方	夜	昼(食事後)
	0.80	0.83	0.93	0.98	1.00
電気伝導率	朝	昼(食事前)	夕方	夜	昼(食事後)
	0.66	0.71	0.88	0.96	1.00
臭気濃度	昼(食事後)	夜	昼(食事前)	夕方	朝
	0.56	0.60	0.83	0.98	1.00

4.2.2 尿の希釈及び水温に伴う時間的変化

(1) 実験概要

1) 尿の採集

20歳から24歳の健康状態の良好な男子学生10名(身体検査で各項目において、不適を指摘されなかった者)から尿を採取して、すべてを混合して一つの試料として、1時間内で希釈倍数作成の作業を終えた。

2) 実験容器及び実験方法

直径4.5cm、高さ7cmのポリエチレン容器に、1/1原尿50mL(以後原尿と称す)、原尿10mL+蒸留水40mL(以後5倍希釈と称す)、原尿5mL+蒸留水45mL(以後10倍希釈と称す)、原尿1mL+蒸留水49mL(以後50倍希釈と称す)の条件の試料を作成し、各50mL容器に入れ

た。この容器を恒温槽（IWAKI 製 CTR-320）の水槽に入れて、冬夏場を想定し水温 10℃一定、20℃一定、30℃一定の水温条件で、介護時の尿の処理管理時間を想定した経過時間ごとに取り出して、それぞれ pH、ORP（酸化還元電位）、電気伝導率を測定した。容器中の試料は実験室の大気に面した条件で進めた。室温は 18.2～20.2℃の範囲であった。

3) 分析機器

pH は T 社製 pH メータを用いた電極法、電気伝導率は T 社電気伝導率測定器、ORP も T 社製 ORP 測定器を用いた電極法で測定した。

(2) 評価方法

pH、電気伝導率は測定値を表示するが、ORP、rH については表示方法を次に示す。

1) ORP（酸化還元電位）

実測値（ E_c ）に 10℃では 217mV、20℃では 210mV、30℃では 203mV を加算して水素電極基準電位 [E_h] 表示とした。

2) rH（水素圧指数）

rH は pH と ORP (E_h) を併せて表示する性質があるので、rH で評価を行う。rH は下記の式で表される。

$$rH = 2 (E_h / C + pH)$$

rH: 水素圧指数 (-)、

E_h : 水素電極基準電位 (mV)

C: 係数 (5℃ : 55mV、10℃ : 56mV、1/5℃ : 57mV、20℃ : 58mV、25℃ : 59mV、30℃ : 60mV)

(3) 実験結果及び考察

1) pH

図 4.1 は pH の変化を希釈倍数として、原尿、5 倍希釈、10 倍希釈、50 倍希釈の 4 種類の経過時間ごとに示した。経過時間が 12 時間あたりまでは、異なる希釈倍数では水温の影響は微少な差がみられるが、12 時間を経過するにしたがい、すべての試料は数値が高くなっている。原尿の pH の初期は 5.47、5 倍希釈の初期は 5.58、10 倍希釈の初期は 5.74、50 倍希釈の初期は 5.87 となり、48 時間後には、原尿の pH は 10℃では 6.57、20℃では 7.04、30℃では 8.47 を示し、5 倍希釈の pH は 10℃では 6.21、20℃では 6.71、30℃では 7.46 を示し、10 倍希釈の pH は 10℃では 6.34、20℃では 7.82、30℃では 7.43 を示し、50 倍希釈の pH は 10℃では 6.88、20℃では 7.29、30℃では 7.45 を示した。48 時間後の 10℃と 30℃の pH の数値の差をみると、原尿では 1.9、5 倍希釈では 1.3、10

倍希釈では 1.1、50 倍希釈では 0.7 であり、尿が希釈される度合いが多くなると差が少なくなっている。初期から尿素が分解して水中の pH が徐々にアルカリ性に傾いていることが明らかとなった。

pH の変化の度合いを経過時間 9 時間までの pH と経過時間との関係で最も相関が高い多項近似式で示す。

$$y = ax^2 + bx + c \dots \dots (4.1)$$

y : pH

x : 経過時間 [h]

a : pH 増加係数

多項式中の a、b、c を算出したが一定の関係がある a 値 (pH 増加係数) を表 4.5 に各条件ごとに示した。各条件において、原尿の変化が他の条件に比べて変化が大きく現われている。

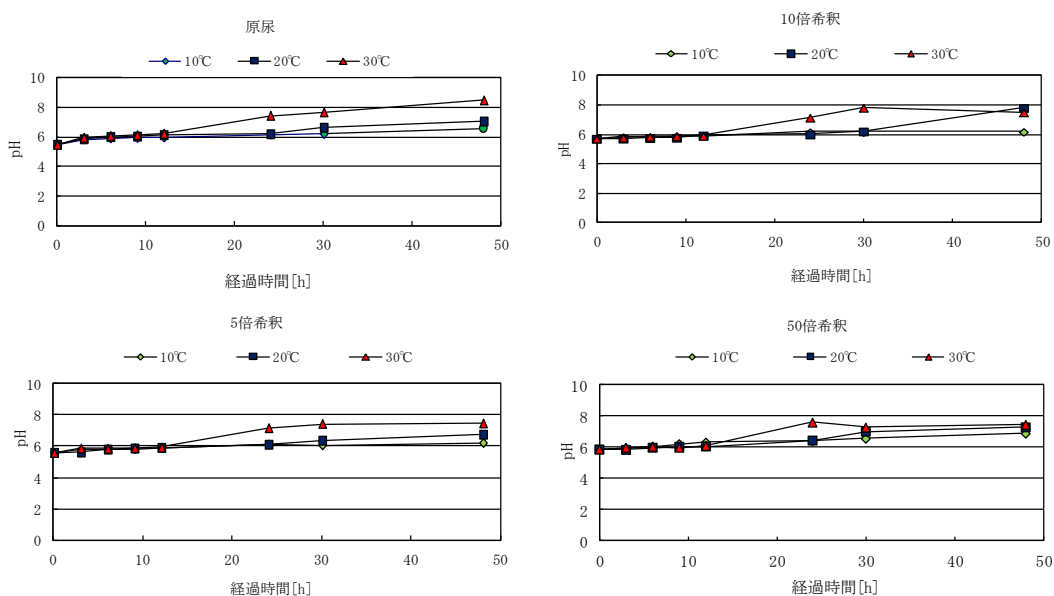


図 4.1 pH の経過時間による変化

表 4.5 pH 増加係数の関係

希釈倍数	y=ax ² +bx+cのa値 y:pH, x:経過時間			
	原尿	5倍	10倍	50倍
10℃	0.009	0.004	0.002	0.002
20℃	0.009	0.001	0.001	0.003
30℃	0.011	0.007	0.001	0.004

2) 電気伝導率

図 4.2 に電気伝導率の変化を希釈倍数、原尿、5 倍希釈、10 倍希釈、50 倍希釈の 4 種類の経過時間ごとに示した。初期の電気伝導率は蒸留水で希釈するため初期濃度に差異が大きく現れ、原尿では 2.69S/m、5 倍希釈では 0.39S/m、10 倍希釈では 0.19S/m、50 倍希釈では 0.06S/m とな

っている。全希釈条件とも経過時間による電気伝導率の変化については、次第に電気伝導率が低くなっている。また、各希釈倍数とも水温が高くなると電気伝導率は数値が低くなっている。30 時間、48 時間では水温の影響が大きく現われており、たとえば、経過時間 30 時間の 10℃と 30℃の電気伝導率を比較すると、原尿では 1.6 倍、5 倍希釈では 1.7 倍、10 倍希釈では 1.2 倍、50 倍希釈では 1.4 倍となり、経過時間 48 時間の 10℃と 30℃の電気伝導率を比較すると、原尿では 3.1 倍、5 倍希釈では 1.6 倍、10 倍希釈では 1.4 倍、50 倍希釈では 1.7 倍となっている。

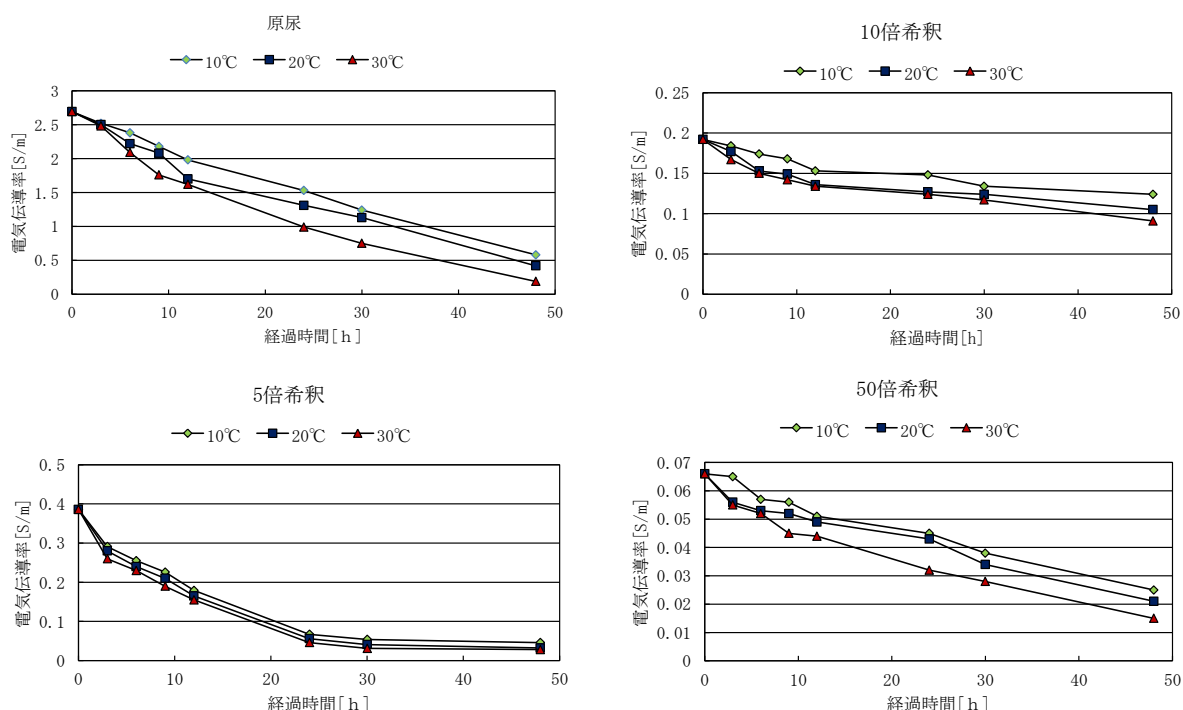


図 4.2 電気伝導率の経過時間による変化

3) ORP

図 4.3 に ORP 値 (Eh) の変化を原尿、5 倍希釈、10 倍希釈、50 倍希釈の 4 種類の経過時間における示した。初期の ORP 値は原尿の 10℃ 238mV、20℃ 238mV、30℃ 231mV、他の条件は蒸留水の影響を受け、5 倍希釈の 10℃ 268mV、20℃ 261mV、30℃ 254mV、10 倍希釈の 10℃ 308mV、20℃ 301mV、30℃ 294mV、50 倍希釈の 10℃ 363、20℃ 370mV、30℃ 363mV から実験を始めた。各試料をみると 10℃の条件は 50 倍希釈を除いて希釈倍数とも、48 時間まで ORP 値が上昇しており、20℃の条件は原尿、5 倍希釈、10 倍希釈は 24 時間で数値がピーク、50 倍希釈は 12 時間がピークとあり、30℃の条件は原尿、5 倍希釈、10 倍希釈は 12 時間で数値がピーク、50 倍希釈は 9 時間がピークとなった。ピーク

後は、還元状態に変化しており、その後、還元状態に徐々になり、原尿の 30℃ 及び 5 倍希釈の 30℃ の 30 時間から還元域になっている。経過時間 9 時間までの ORP 値と経過時間の関係で最も相関が高い指数近似式で示す。

$$y = e^{ax} \dots \dots (4.2)$$

y : ORP、Eh[mV]

x : 経過時間[h]

a : ORP 増加係数

表 4.6 に ORP と 9 時間までの経過時間の関係式における a 値を示した。a 値に差異が現われた 1/1 倍の 20℃ 及び 30℃、1/5 倍の 20℃ 及び 30℃、さらに 1/10 倍の 20℃、30℃ は他の条件に比べて数値に差異が明らかに認められる。

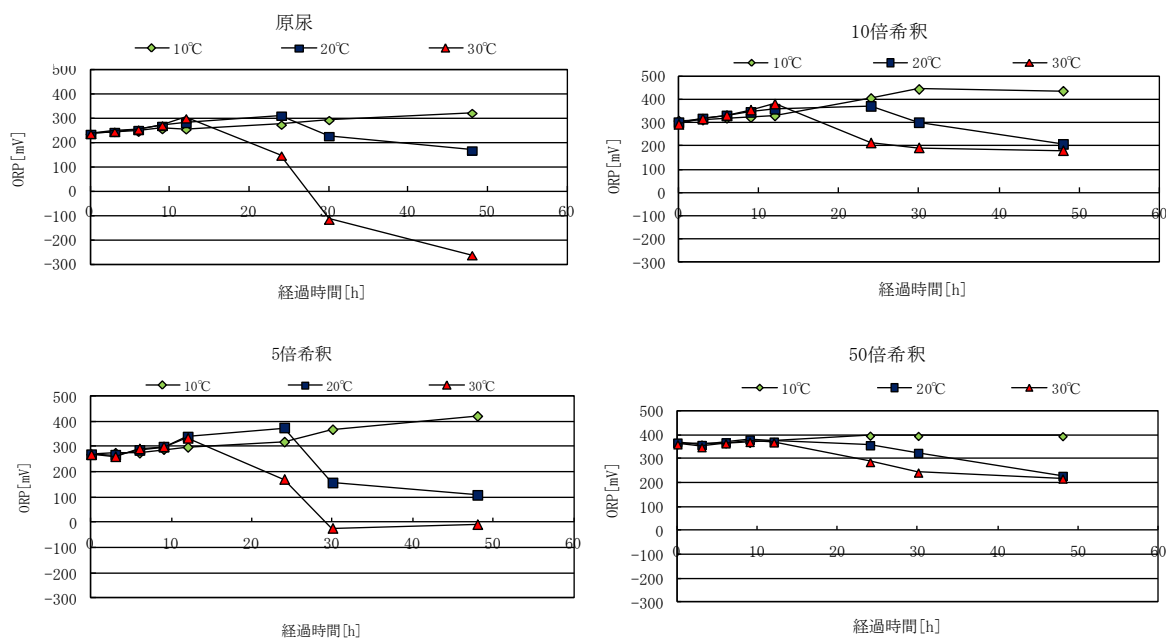


図 4.3 ORP の経過時間による変化

表 4.6 ORP 増加係数の関係

	$y=e^{ax}$ y:ORP, x:経過時間			
希釈倍数	原尿	5倍	10倍	50倍
10℃	0.008	0.009	0.007	0.003
20℃	0.015	0.021	0.015	0.003
30℃	0.021	0.023	0.021	0.004

4) r H

これまで各項目ごとに検討してきたが、pH と ORP を組み合わせた腐敗現象を的確に表示できるといわれている r H と経過時間について、尿の各希釈倍数ごとに検討を進める。図 4.4 は r H と経過時間における変化を示した。r H については、原尿は 20 程度であり、新鮮な尿の数値を示

している。原尿及び 5 倍希釈では 10℃は 48 時間、20℃は 24 時間、30℃は 12 時間まで上昇し、その後減少している。10 倍希釈は 10℃では次第に増加し、20℃では 24 時間まで増加し、その後減少し、30℃では 12 時間まで増加し、その後減少している。50 希釈は 10℃では 30 時間でピークとなり、20℃では 9 時間がピークとなり、30℃では 24 時間以後低下している。嫌気状態になっているのは、原尿及び 5 倍希釈の 30℃の 30 時間以後となる。

次に rH 値が増加する 9 時間内における rH 値と経過時間の関係で最も相関が高い一次式で示す。

$$y = ax + b \cdots \cdots (4.3)$$

y : rH

x : 経過時間 [h]

a : rH に関わる増加係数

表 4.7 に rH 値に関わる係数を示した。数値の差異をみると、10℃の 5 倍希釈、10 倍希釈及び 50 倍希釈のすべての水温の条件であり、この条件は水質の変化が少ない尿であることがわかる。

以上、pH、電気伝導率、ORP、rH の結果及び考察を述べたが、総まとめをすると、希釈倍数が高くなると、変化率が高くなることがわかる。また、水温が高くなると、化学反応が進みやすく、微生物の活動が活発になると思われる。

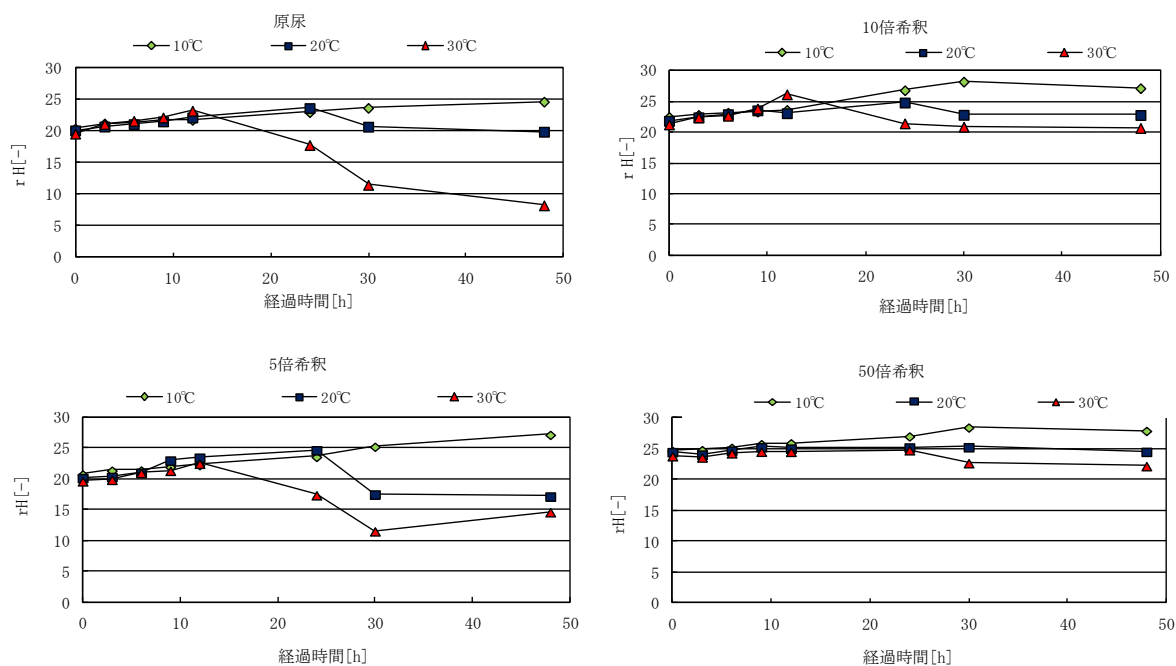


図 4.4 rH と経過時間による変化

表 4.7 r H 増加係数の関係

希釈倍数	y=aX+b の a 値 y : r H, x:経過日数			
	原尿	5倍	10倍	50倍
10℃	0.149	0.123	0.010	0.102
20℃	0.156	0.282	0.187	0.107
30℃	0.273	0.207	0.266	0.095

4.2.3 新鮮な尿の水温及び希釈倍率ごとの臭気

本項では各腐敗条件の中での化学的な変化（表 4.5, 4.6, 4.7, 4.8）と臭気との関係を説明することを目的としている。

(1) 実験方法

20歳から24歳の健康状態の良好な6名の男子学生（身体検査で各項目において、不適を指摘されなかった者）から昼食後の尿を採取し、混合して試料とした。この試料を1/1倍、1/5倍、1/10、1/50倍希釈して、各試料を10℃、20℃、30℃下で、300mLフラスコに100mL試料を合計12作成し、1時間以内に実験を行った。この試料に対して、尿提供者が嗅覚テストに合格しているため、男子学生を嗅覚パネルとして、6段階の臭気強度、9段階の快・不快度を測定した。

(2) 実験結果及び考察

1) 新鮮な尿の臭気

表 4.8、4.9 に水温と希釈倍数の変化による臭気強度と快・不快度の関係を示す。原尿は、10℃、20℃、30℃条件全てで、高い臭気強度となっており、極端に不快の域に属していることが明らかとなった。春・冬場の水温環境を想定した10℃と20℃条件の場合、50倍まで希釈することによって、臭気強度1.2（臭気強度1：検知閾値濃度）、快・不快度-1.0（やや不快の域）と原尿を希釈することによって臭気の低減効果が認められた。また、夏場の水温環境を想定した30℃条件の場合、50倍で希釈しても認知閾値濃度（臭気強度2：認知閾値濃度）となっており、不快の域に属することが明らかとなった。

図 4.5 は10℃、20℃、30℃を含めた臭気強度と快・不快度の関係を示した。新鮮な尿の臭気強度と快・不快度には高い相関が認められ R（相関係数）=-0.98であった。

表 4.8 水温と希釈倍数の変化による臭気強度の関係

希釈倍数	原尿	5倍	10倍	50倍
10℃	5.0	3.8	2.3	1.2
20℃	4.8	4.2	3.2	1.2
30℃	5.0	4.8	3.8	2.8

表 4.9 水温と希釈倍数の変化による快・不快度の関係

希釈倍数	原尿	5倍	10倍	50倍
10℃	-3.8	-3.3	-2.0	-1.0
20℃	-4.0	-3.2	-2.2	-1.0
30℃	-4.0	-4.0	-2.8	-2.2

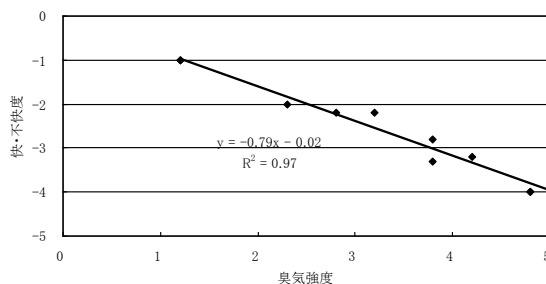


図 4.5 臭気強度と快・不快度の相関

2) 尿の経過時間における臭気の推定

4.2.2 (3) 1) ~ 4) で導いた相関が最も高い関係式を用いて各測定項目別に増加係数と減少係数を算出した値と新鮮な尿の臭気強度の関係を検討した。

図 4.6、4.7、4.8、4.9 に臭気強度と各測定項目の増加及び減少係数の関係を示す。図 4.6、4.7、4.8、4.9 全てにおいて、新鮮な尿の臭気強度と各測定項目係数の関係には若干の相関関係がみられる。R は pH 増加係数で 0.65、電気伝導率減少係数で 0.79、ORP 増加係数で 0.73、rH に係わる増加係数で 0.63 であった。すなわち、各項目の増加及び減少係数が高くなると臭気強度が大きくなり、より腐敗が進行することが推定できる。

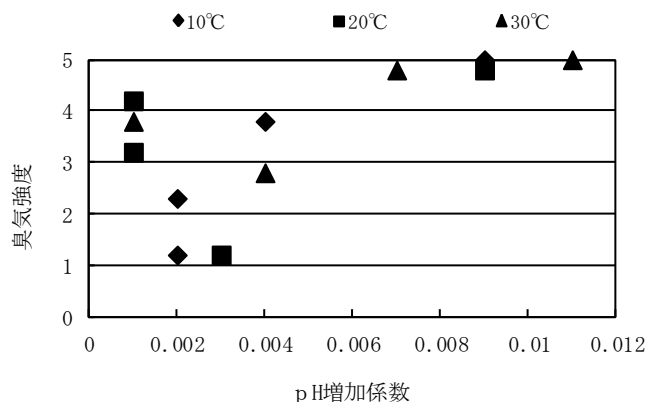


図 4.6 臭気強度と pH 増加係数の相関

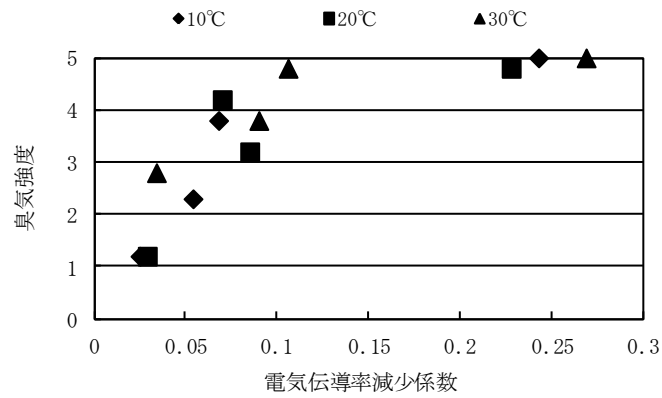


図 4.7 臭気強度と電気伝導率減少係数の相関

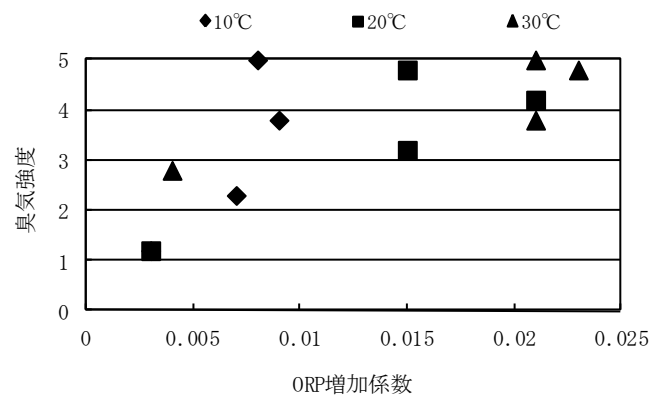


図 4.8 臭気強度と ORP 増加係数の相関

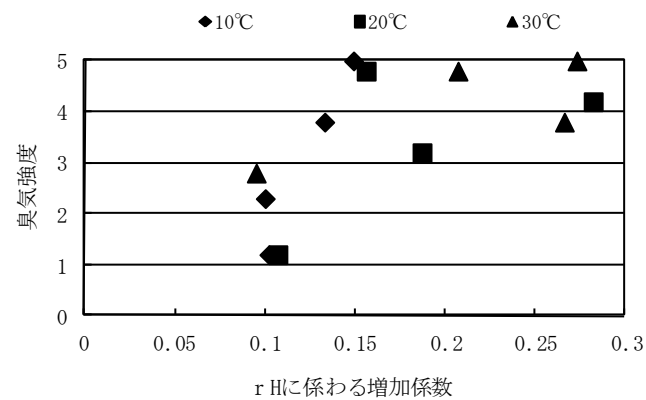


図 4.9 臭気強度と r H に係わる増加係数の相関

4.3 尿の付着した寝具・下着

4.3.1 実験方法

(1) 対象とする尿自体の臭気物質および尿の腐敗により発生する臭気物質の事前調査

1) 分子量 51 以上の物質を対象（新鮮な尿と腐敗した尿から発生する臭気物質）

尿の腐敗を評価する臭気物質を選定するため、図 4.10 に示す装置を

用いて実験を進めた。試料の採取と装置は小便器（TOTO 社製：U500）のトラップに健康な男子学生 5 人の混合尿を採取して 0.5 時間以内にオーバーフローするまで注入して、小便器全体を無臭のフィルムで覆った。温度条件は液温 19～22℃ の範囲、室内温度 19～25℃ の範囲であった。新鮮な尿についてはトラップ内から発生した臭気物質が充満した 1 時間後に試料サンプラーで試料袋に採取して分析のための臭気とした。新鮮な尿と 10 日目の腐敗尿の臭気を採取して分析した。この臭気を GC-MS（SHIMADZU 社製：GC-2010、QP-2010pus、使用カラムは DB-5 相当品）で同定分析した。当該分析器は m/Z が 51 以下は O_2 、 N_2 、 CO_2 の影響によって分析出来ない特性を有している。

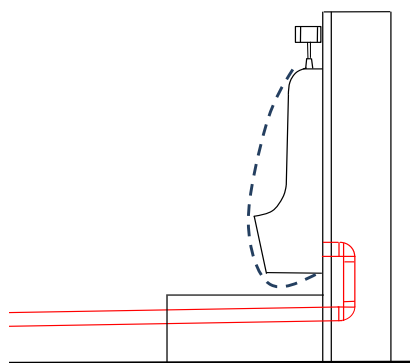


図 4.10 尿の腐敗評価に用いた小便器実験装置

2) 分子量 50 以下の物質を対象（腐敗した尿から発生する臭気物質）

30mL の尿をビーカーに入れ、このビーカーを無臭のポリプロピレン製（幅 38 cm、長さ 60 cm）の 20L の袋に入れて外気が入らないようにテープで密封し、この袋内に活性炭処理した空気をミニポンプで流量計を通して 20L 入れた。この尿を 30℃ 下の恒温槽で経過時間ごとにアンモニアおよびアミン類については、検知管式気体測定器（G 社製：VG-100S）を用いて、検知管（G 社製：アンモニアについては No. 3L、アミン類 [メチルアミンで校正] については No. 180L）で測定した。同時ににおいセンサー（N 社製：XP-329）を用いて総合臭気を測定した。

（2）繊維に付着した尿の腐敗による臭気物質および水の透過試験

1) 繊維に付着した尿の腐敗による臭気物質

供試物繊維上に尿を付着させる方法は、任意に 3 か所に付着させた。1 か所直径 9cm の円を置き、円内に新鮮な尿を 10mL まんべんなく散布して浸透させ、合計尿量を 30mL とした。尿を散布した供試物繊維を上記のポリプロピレン製の 20L の袋に入れ密封し、この袋内に活性炭処理した空気をミニポンプで流量計を通して 20L 入れた。30℃ 下の恒温槽で経過時間ごとにアンモニアおよびアミン類を測定した。

2) 水の透過試験

綿のシートについて供試物繊維の水の透過試験を行った。下水試験法⁶¹⁾の浮遊物質測定において使用する図4.11に示すろ過器でろ過材を置くところに各供試物を置いて、上部ろ過管250mLに水道水を入れて減圧して供試物を透過し、1秒間の透過水量を測定した。

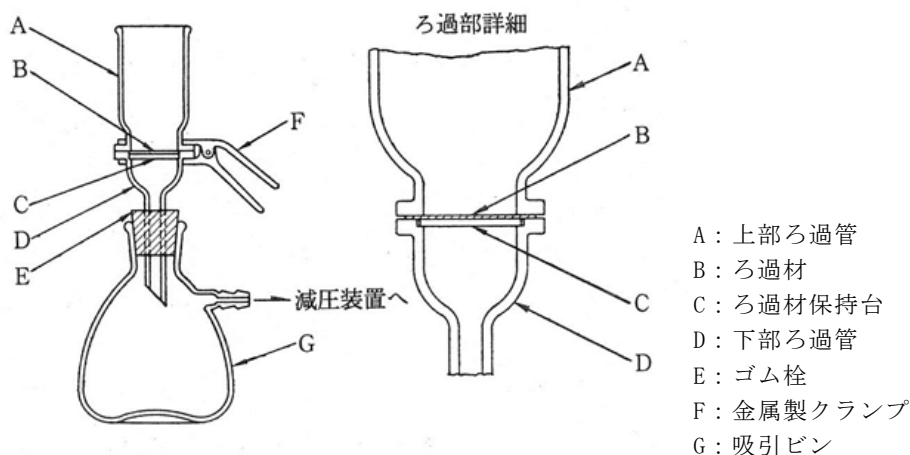


図 4.11 水を透過するろ過装置

(3) 尿の腐敗による繊維に付着した尿の腐敗臭の試験法の適用の試み
水透過試験を除いて4.2.2と同様の実験方法で行った。

(4) 使用した繊維および実製品

1) 枕カバーと下着の繊維の種類

繊維に付着した尿の腐敗で発生する臭気物質の経時変化の実験には表4.10に示す繊維⁶²⁾、⁶³⁾を用いた。平織の枕カバーと天竺織の下着とした。枕カバーの繊維3種類は綿100%、ポリエステル100%、綿35%+ポリエステル65%とし、下着の繊維3種類は綿100%、シルク100%、ナイロン95%+ポリウレタン5%とした。

表 4.10 繊維の種類の違いによる実験条件

対象物	測定項目	繊維の種類	実験番号
枕カバー (平織)	アンモニア (ppm)	①綿100%	A
		②ポリエステル100%	B
		③綿35%+ポリエステル65%	C
	アミン類 (ppm)	①綿100%	D
		②ポリエステル100%	E
		③綿35%+ポリエステル65%	F
においセンサー	①綿100%	G	
	②ポリエステル100%	H	
	③綿35%+ポリエステル65%	I	
下着 (天竺織)	アンモニア (ppm)	①綿100%	J
		②シルク100%	K
		③ナイロン95%+ポリウレタン5%	L
	アミン類 (ppm)	①綿100%	M
		②シルク100%	N
		③ナイロン95%+ポリウレタン5%	O
	においセンサー	①綿100%	P
		②シルク100%	Q
		③ナイロン95%+ポリウレタン5%	R

2) シーツの織り方

織り方の違いによる綿 100%のシートに付着した尿の腐敗により発生する臭気物質の経時変化への影響は表 4.11 に示す。代表的な 4 種類を選定し、ワッフル織（スッポリシート）、平織（スッポリシート）、高密度織（大判フラットシート）、ダマスク織（大判フラットシート）とした。

表 4.11 織り方の違いによる各実験条件

測定物質	実験対象物	実験番号
アンモニア (ppm)	ワッフル織（スッポリシート）	A
	平織（スッポリシート）	B
	高密度織（大判フラットシート）	C
	ダマスク織（大判フラットシート）	D
アミン類 (ppm)	ワッフル織（スッポリシート）	E
	平織（スッポリシート）	F
	高密度織（大判フラットシート）	G
	ダマスク織（大判フラットシート）	H

3) 実製品評価

実製品評価は表 4.12 に示す吸水（吸収）材と防水材を含むおむつ、消臭おむつ、消臭パット、対照として習字用和紙について、尿の腐敗により発生する臭気物質の実態と評価試験法の検討を行った。

表 4.12 消臭製品

おむつ	品名	大人用おむつ (N社製)	
	素材	表面材	ポリオレフィン、ポリエステル不織布
		吸水材	綿状バルブ、吸収紙、高分子吸水材
		防水材	ポリオレフィンフィルム
		止着材	ポリオレフィン
		結合材	スチレン系エラストマー合成樹脂
	外装材	ポリエチレン	
消臭おむつ	品名	大人用おむつ補助パット (T社製)	
	素材	表面材	ポリオレフィン系不織布
		吸収材	綿状バルブ、吸収紙、高分子吸水材
		防水材	ポリオレフィンフィルム
		止着材	粘着テープ
		結合材	スチレン系エラストマー合成樹脂
	伸縮材	ポリウレタン	
外装材	ポリエチレン		
消臭パット	品名	大人用紙おむつ (尿失禁用製品 (K社製))	
	素材	表面材	ポリオレフィン系不織布
		吸水材	綿状バルブ、吸収紙、アクリル系高分子吸水材
		防水材	ポリオレフィンフィルム
		止着材	粘着テープ
		結合材	スチレン系エラストマー合成樹脂
	伸縮材	ポリウレタン	
外装材	ポリエチレン		
習字用和紙	習字用	(340×245mm)、厚み(0.08mm)	

4.3.2 実態調査結果及び考察

(1) 新鮮な尿および腐敗尿から発生する臭気の実験結果

1) 分子量 51 以上を対象

新鮮な尿と 10 日後の腐敗した尿の発生臭気を比べると、分子量 51 以上では新鮮な尿は 98 種類検出され、toluene、methoxy-phenyl-oxime、2-ethyl-1-hexanol、2-methyl-propenoic acid 1、2-ethanediy l esterha の濃度が高く検出された。10 日後の腐敗した尿は 46 種類が検出され、toluene は減少しているが他は同程度であった。したがって尿が腐敗していくと発生する物質が減少しているが、わずかに脂肪族アルデヒドが出現しているのみであり、分子量 51 以上の物質での評価は困難であるとした。そこで、分子量 50 以下のアンモニア、アミン類の物質が増加して腐敗臭が強くなると予想して実験を進めることとした。

2) 分子量 50 以下を対象

図 4.12 に示すとおり初期から 20 時間までは検出限界以下であり、20 時間で両物質とも 0.25ppm 検出され、43 時間後から急激にアンモニアおよびアミン類とも高濃度となり、164 時間後にはアンモニア濃度が 100ppm、アミン類濃度が 50ppm となった。43 時間あたりから急激にアンモニアおよびアミン類が増加することが明らかとなった。そこで以後の調査ではアンモニアとアミン類に着目して実態調査と評価試験法を検討することとした。

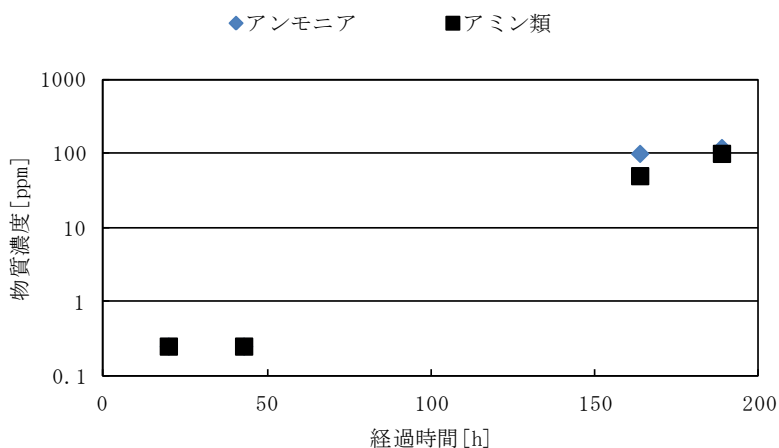


図 4.12 ビーカ内から発生する臭気物質濃度と経過時間の関係

(2) 繊維の種類別に付着した尿の腐敗により発生する臭気物質の経時変化

尿を 72 時間まで恒温槽に置いて経過時間ごとにアンモニアとアミン類を検知管で測定し、同時ににおいセンサーでも測定した結果を表 4.13 に示す。

表 4.13 繊維の種類による物質濃度と経過時間の関係

対象物	測定項目	実験番号	経過時間 (h)						
			0	3	9	12	24	72	
枕カバー (平織)	アンモニア (ppm)	A	検出限界以下	0.3	0.3	0.4	0.5	75	
		B	検出限界以下	0.3	0.2	0.3	0.3	17	
		C	検出限界以下	0.3	0.3	0.3	0.3	225	
	アミン類 (ppm)	D	検出限界以下	0.6	0.6	0.3	51	200	
		E	検出限界以下	0.6	1.2	1.3	5.5	75	
		F	検出限界以下	0.6	0.6	0.6	15	450	
	においセンサー	G		303	317	340	347	420	540
		H		300	345	395	479	455	430
		I		305	364	352	451	515	535
下着 (天竺織)	アンモニア (ppm)	J	検出限界以下	0.2	0.2	0.3	0.3	300	
		K	検出限界以下	1.0	1.0	1.0	200	4300	
		L	検出限界以下	0.3	1.0	1.0	400	1350	
	アミン類 (ppm)	M	検出限界以下	0.2	0.3	0.5	0.8	1200	
		N	検出限界以下	2.5	3.0	5.0	750	5400	
		O	検出限界以下	1.3	2.5	1.7	1250	3000	
	においセンサー	P		300	462	542	502	591	670
		Q		300	408	477	435	524	637
		R		345	456	472	440	452	557

1) 枕カバー

平織の枕カバーで綿 100% (実験 A)、ポリエステル 100% (実験 B)、綿 35%+ポリエステル 65% (実験 C) においては、アンモニア濃度は 24 時間までは実験 A がわずかに高くなり、他は変化なく、72 時間後には実験 A が 75ppm、実験 B が 17ppm、実験 C が 225ppm となり、ポリエステルと綿の合成繊維はアンモニア濃度が高くなっている。アミン類濃度は 24 時間後では綿 100% (実験 D) が 51ppm、ポリエステル 100% (実験 E) が 5.5ppm、綿 35%+ポリエステル 65% (実験 F) が 15ppm となり、72 時間後では急激に増加し、実験 D が 200ppm、実験 E が 75ppm、実験 F が 450ppm を示している。

2) 下着

天竺織の下着は綿 100% (実験 J)、シルク 100% (実験 K)、ナイロン 95%+ポリエステル 5% (実験 L) においては、アンモニア濃度は 24 時間までは実験 J はわずかな増加を示しているが、実験 K および実験 L は急激に増加して、72 時間後には実験 J が 300ppm、実験 K が 4300ppm、実験 L が 1350ppm となった。アミン類濃度はアンモニア濃度と同様な変化を示している。においセンサー値による評価は繊維の種類による変化は顕著に現れていない。

供試物においてアンモニアおよびアミン類の発生濃度の高い順に並べると次の通りである。枕カバーについては綿 35%+ポリエステル 66% > 綿 100% > ポリエステル 100% の順である。下着についてはシルク 100% > ナイロン 95%+ポリウレタン 5% > 綿 100% の順である。実験条件の中

で最も腐敗が進んでいるシルクは繊維状のタンパク質と尿が反応することによると考えられる。

(3) 綿のシーツの織り方の違いによる付着尿の腐敗により発生する臭気物質の経時変化

表 4.14 にワッフル織（スッポリシーツ）、平織（スッポリシーツ）、高密度織（大判フラットシーツ）、ダマスク織（大判フラットシーツ）について経過時間におけるアンモニアとアミン類の濃度変化を示した。

ワッフル織（実験 A、E）はアンモニアおよびアミン類濃度とも 38 時間後で少し濃度が高くなり、その後は急激に高くなり、62 時間後ではアンモニア濃度が 700ppm、アミン類濃度が 800ppm、87 時間後ではアンモニア濃度が 1200ppm、アミン類濃度が 1000ppm となった。

平織（実験 B、F）はアンモニア濃度およびアミン類濃度とも 9 時間後で少し高くなり、その後は急激に高くなり、36 時間後ではアンモニア濃度が 100ppm、アミン類濃度が 50ppm、62 時間後ではアンモニア濃度が 800ppm、アミン類濃度が 920ppm、87 時間後ではアンモニア濃度が 1000ppm、アミン類濃度が 1160ppm となった。

高密度織（実験 C、G）はアンモニアおよびアミン類濃度とも 9 時間後で少し高くなり、その後は急激に高くなり、36 時間後ではアンモニア濃度が 500ppm、アミン類濃度が 600ppm、62 時間後ではアンモニア濃度が 1400ppm、アミン類濃度が 1350ppm、87 時間後ではアンモニア濃度が 1500ppm、アミン類濃度が 1800ppm となった。

ダマスク織（実験 D、H）は他の織りに比べて低い濃度であり、アンモニアおよびアミン類濃度とも 9 時間後でわずかに高くなり、その後は少し高くなり、36 時間後ではアンモニア濃度が 20ppm、アミン類濃度が 15ppm、62 時間後ではアンモニア濃度が 200ppm、アミン類濃度が 180ppm、87 時間後ではアンモニア濃度が 150ppm、アミン類濃度が 150ppm であった。

したがって 62 時間後および 87 時間後の濃度を比較すると高密度織 > ワッフル織 ≒ 平織り > ダマスク織の順となり、シーツの場合は織り方によって尿の腐敗の進行が大きく異なっていることが明らかとなった。

表 4.14 織り方における物質濃度と経過時間の関係

測定物質	実験番号	経過時間[h]				
		0	9	38	62	87
アンモニア(ppm)	A	検出限界以下	0.2	4.0	700	1200
	B	検出限界以下	4.8	100	800	1000
	C	検出限界以下	1.0	500	1400	1500
	D	検出限界以下	1.5	20	200	150
アミン類(ppm)	E	検出限界以下	0.2	3.0	800	1000
	F	検出限界以下	3.3	50	920	1160
	G	検出限界以下	1.0	600	1350	1800
	H	検出限界以下	1.0	15	180	150

(4) 水の透過量と発生臭気物質濃度の関係

経過時間によるアンモニアおよびアミン類濃度変化の原因を水の透過量によって説明することとした。水の透過量はワッフル織（スッポリシート）12.5 mL/s、平織（スッポリシート）17.0 mL/s、高密度織（大判フラットシート）2.3 mL/s、ダマスク織（大判フラットシート）33.6 mL/s となり、水の透過量の少ない順に並べると高密度織<ワッフル織<平織<ダマスク織となった。この各織り方について、水の透過量と先に示した表 5.5 のアンモニアの 38 時間後の濃度、62 時間後の濃度および 87 時間後の濃度との関係を図 4.13 に示す。また、同様に各織り方について、水の透過量とアミン類の 38 時間後の濃度、62 時間後の濃度および 87 時間後の濃度との関係を図 4.14 に示す。各測定時間のアンモニアおよびアミン類の発生濃度は水の透過量が多くなると発生するアンモニア及びアミン類濃度は低くなっている。すなわち、繊維の空隙が多くなると腐敗の進行が遅くなり、発生するアンモニアおよびアミン類濃度が低くなることが明らかとなった。

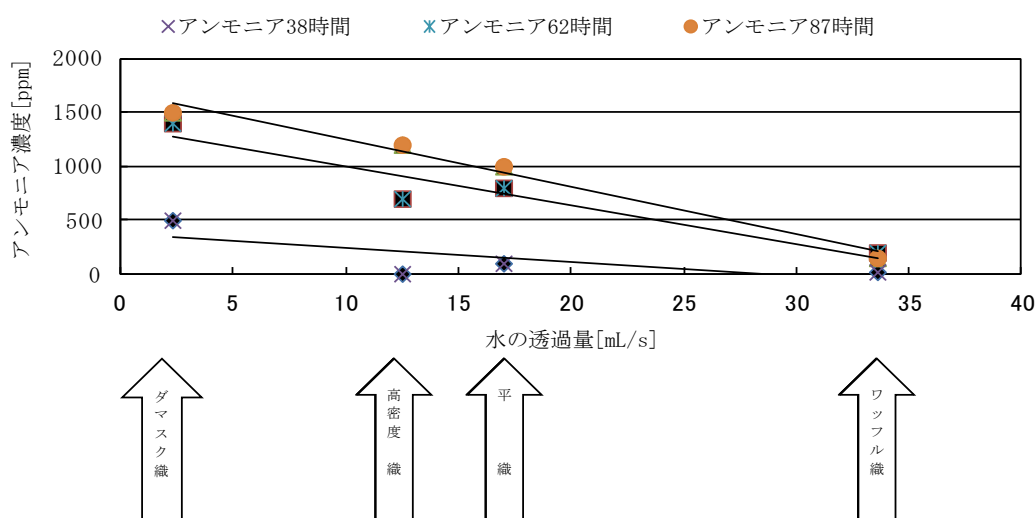


図 4.13 織り方における経過時間ごとのアンモニア濃度と水の透過量との関係

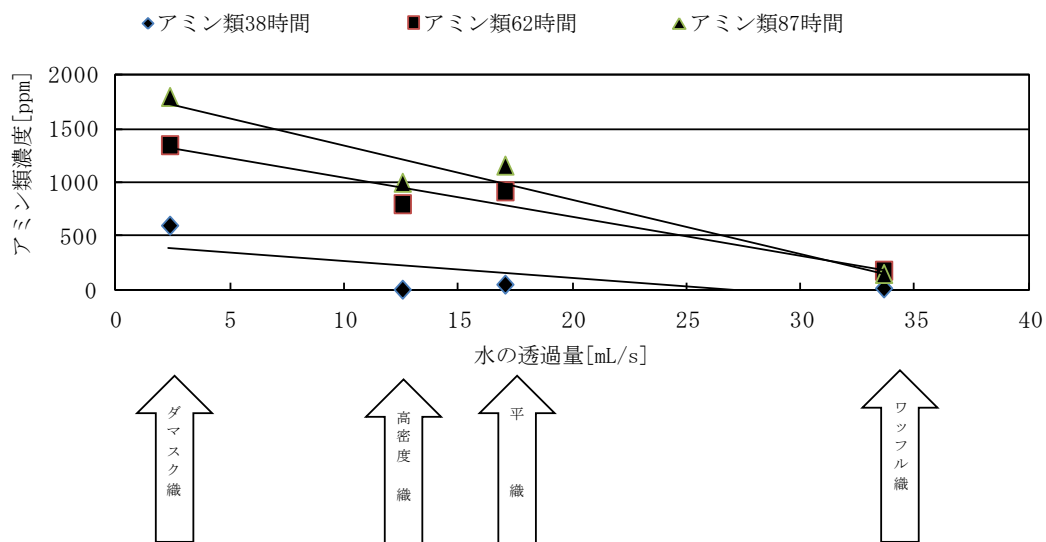


図 4.14 織り方における経過時間ごとのアミン類濃度と水の透過量との関係

(5) 実製品への提案する試験法の応用

表 4.15 に示す消臭製品の対象としたおむつ、消臭おむつ、消臭パットにおける臭気物質濃度と経過時間の関係を示した。48 時間まではアンモニア、アミン類がほとんど検出されていないことがわかる。おむつは 72 時間から 336 時間まではアンモニア濃度が 1 ppm、アミン類濃度が 0.5ppm と変化がなかった。補助おむつパットも 72 時間から 96 時間まではアンモニアが 0.5ppm で変化なく、336 時間で 5ppm となり、アミン類が 72 時間から 96 時間までは 0.5ppm で変化なく、336 時間で 3ppm となった。消臭パットはアンモニアとアミン類とも 72 時間から 96 時間までは 0.5ppm で変化なく、336 時間で大きく増加して 220ppm となった。比較対照とした習字用和紙はアンモニア濃度が 48 時間後 1250ppm、アミン類濃度が 630ppm を示し、その後 96 時間で上昇して、その後やや減少している。すなわち、防臭おむつ等は 48 時間までは臭気物質が発生しないが、その後は臭気物質の濃度が高くなり、性能が保たれない時間が確認できる。したがって、市販されているおむつ等の性能の実態はこの研究で行った方法で評価できることが明らかとなった。

表 4.15 消臭製品の物質濃度と経過時間の関係

測定物質	実験対象物	経過時間[h]						
		0	7	24	48	72	96	336
アンモニア (ppm)	おむつ	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	1.0	1.0	1.0
	消臭おむつ	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	0.5	0.5	5.0
	消臭パット	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	0.5	0.5	200
	習字用和紙	検出限界以下	1.1	1.1	1250	1500	4800	1750
アミン類 (ppm)	おむつ	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	0.5	0.5	0.5
	消臭おむつ	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	0.5	0.5	3.0
	消臭パット	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	検出限界以下	0.5	0.5	220
	習字用和紙(5枚重ね)	検出限界以下	0.5	0.5	630	2100	3000	1900

4.4 結論

寝たきり患者や日常の生活の中で、これに近い疾患を持っている者や介護の人たちが尿の臭気に悩まされていることから、尿の臭気の実態を把握すること、また尿漏れによる寝具や下着からのアンモニアやアミン類の発生および評価試験法の検討を目的として研究を進め、下記の知見を得た。

- 1) 尿は一日を通して臭気に変化しており、最も臭気が強い尿は朝一番の尿であった。
- 2) 提案する指標について、官能試験における平衡相当値は 1.8、物理化学的測定における平衡相当値は 1.3 であった。
- 3) 尿は時間が経過するにつれ、さらに水温が高くなると化学的に尿質が変化することが明らかとなった。
- 4) pH は測定時間内では徐々に高くなりアルカリ性に傾いているが、30 時間以降は変化がみられない。
- 5) 電気伝導率は測定時間内では尿中の [尿素] がアンモニア等に変化しているため、実験開始直後より数値が次第に低くなっている。
- 6) ORP 及び r H は 10℃ では次第に [+] 側に変化しているが、20℃ と 30℃ は一度数値のピークを示すが、その後 [-] 側に傾いて、腐敗が進行している。r H は ORP と同様の変化を示したことは pH の変化範囲が 3 程度であるためと考えている。
- 7) 原尿の臭気は臭気強度と快・不快度に高い相関が現われている。尿は 50 倍までの希釈条件では不快域に属することが明らかとなった。
- 8) pH、電気伝導率、ORP、r H が 9 時間内の腐敗の進行度合いは新鮮な尿の臭気強度に影響することが明らかとなった。
- 9) 臭気物質の発生は繊維の種類により大きく異なりがあることが明らかとなった。
- 10) 綿のシーツの繊維の織り方は臭気物質の発生の濃度と水の透過

量に関係があることが明らかとなった。

- 11) 防臭のおむつ等 48 時間までは臭気物質が発散しないが、その後は臭気物質の濃度が高くなり、性能が保たれない時間が確認できた。
- 12) 提案した評価試験法は腐敗による臭気物質の発生や防臭製品の性能の実態を明らかにすることができた。

第 5 章 グリース阻集器の臭気

5.1 緒言

厨房から排水される動植物油脂の需要は 2007 年では 305 万 t⁶⁴⁾ で、このうち食用油脂は 82.3%を占めており、一人当たり年間 22.1kg となるが、欧州では 57.2kg、米国では 55.4kg である。日本の食生活は欧米並みの食生活になりつつあり、油脂分が多くなってきている。そのため、排水中の油脂分も同様に多くなっている。油脂分の多い排水は、建物内では排水管の閉塞、排水槽内のスカムの大量発生を引き起こす。敷地外では下水管の閉塞、下水処理施設及び浄化槽の生物処理工程における生物処理に影響をあたえる。そこで、このような被害が生じないように、厨房・調理場では床下に油脂分を除去するためのグリース阻集器（以下、阻集器と称す）を油脂の多い厨房の排水には建設省告示 1597 号に設置が義務付けられ、構造等は SHASE-217(2008)⁶⁵⁾ に定められている。阻集器設置の目的を十分に発揮するには、①適正な容量・構造であること、②阻集器内に阻集されたグリースの清掃が容易に行える場所にあること、③適切な維持管理、特に日常管理、定期管理が守られていることが挙げられる。これらのことが守られていなければ、油脂浮上物やごみが排水管内に流出し、配管が詰まり、排水槽の清掃を速めることにつながる⁶⁶⁾。

そこで臭気の実態を調査することを試みた。このグリース阻集器のごみかごは毎日、グリースの清掃周期は 7 日、堆積残さは 2～4 週間の維持管理を行っているが、阻集器から発生する臭気には困惑していることが現状である^{67)、68)、69)}。

5.2 施設概要

対象とした Y 社の独身寮施設は表 5.1 に示す 6 箇所とした。阻集器の容量、清掃からの測定日までの日数、厨芥かごの清掃の有無、食事対象人数を示した。実測回数は同施設について 2 回調査を行った。水温は 27～33℃ の範囲であった。

表 5.1 対象とした施設の概要

	A	B	C	D	E	F	
グリース阻集器容量[L]	205	57	105	180	190	90	
一回目	清掃から測定までの期日	5日	9日	18ヶ月	25ヶ月	14ヶ月	13ヶ月
二回目		78日	82日	20ヶ月	27ヶ月	26ヶ月	25ヶ月
厨芥かごの清掃	しない	しない	一週間	しない	しない	毎日	
食事対象人数[人]	40	38	15	25	不明	17	

5.3 実験方法

(1) 油脂・ごみ

油脂・ごみ量の試料の採水方法、質量測定操作方法は次のとおりとした。

- ① 阻集器内の 2 槽及び 3 槽から槽水面に平均的に浮上している浮上物を 8cm 円形の柄杓ですくい取って試料とする。
- ② 試料をビーカーに移し、乾燥器 (ISUZU)BL-111S を用いて 55℃ 以上に加熱して油脂、ごみ、水を分離させる。
- ③ 三層に分離した試料を冷却後、水を抜く。
- ④ 油脂とごみを各々秤量する。
- ⑤ 柄杓の水面面積当たりの油脂物を実水槽の水面面積に換算する。

(2) ノルマルヘキサン抽出物質

ノルマルヘキサン抽出物質は JISK0102 工場排水試験方法²²⁾に基づいて分析を行った。

(3) 臭気濃度の算出

臭気濃度の測定は第 2 章で述べた三点比較式臭袋法に基づいて測定する。

(4) においセンサーの測定

阻集器内の油脂を採取する前に採集管を挿入して阻集器内上部の臭気を XP-329 (汎用型) においセンサーを用いて測定した。

(5) 時刻別臭気発生状況の測定

測定箇所 A の阻集器内の臭気の変動を経過時間ごとにおいセンサーを用いて測定を行った

5.4 臭気濃度の結果及び考察

12 回の臭気濃度は平均値 541、標準偏差 320、最小値 132、最大値 1122 であり、臭気濃度の度数分布図を図 5.1 に示す。この臭気濃度を臭気指数に換算して検討すると、次のとおりである。

悪臭苦情の調査から臭気強度と臭気指数の関係を示している文献¹⁵⁾によると臭気強度 2.5 に対応する臭気指数は 10~15、臭気強度 3.0 に対応する臭気指数は 12~18、臭気強度 3.5 に対応する臭気指数は 14~21 となっている。平均値の臭気指数は 27.3 (臭気濃度 541)、最小値の臭気指数は 21.2 (臭気濃度 132)、最大値の臭気指数は 30.5 (1122) となり、すべてのグリース阻集器の臭気が臭気強度 3.5 以上であることが明らかとなった。

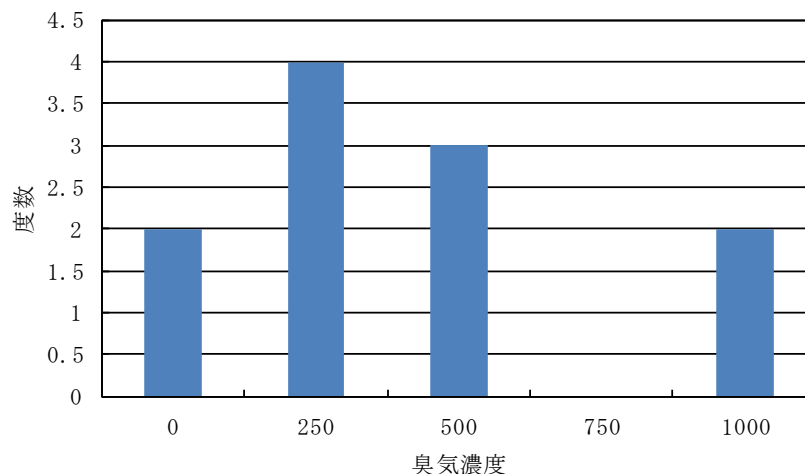


図 5.1 臭気濃度度数分布図

(1) 臭気濃度と総油脂量・ごみ量の関係

臭気濃度と総油脂量・ごみ量の関係を図 5.2 に示す。総油脂・ごみ量の平均値が 1082[wet-g]、標準偏差が 692[wet-g]、最小値が 64[wet-g]で最大値が 2079[wet-g]であった。測定箇所 F は油脂類が溶解して 2 槽上部に浮いている状態で、油脂類の量は 1855[wet-g]と多くが臭気濃度も比較的高い値であった。また、測定箇所 C の二回目の総油脂・ごみ量が多いが臭気濃度は低い数値を示した。同じように測定箇所 E の 1 回目は油脂類が白色化した固形物で、測定箇所 C の 2 回目同様臭気に臭気濃度は低くなっていた。測定箇所 C は週一回清掃しているが油脂・ごみ量が二回目の測定時に増加した。総油脂やごみが少ない槽でありながら、臭気濃度が 400 程度あることは、油脂量やごみ量に関係なく、阻集器壁等に付着した臭気が存在していることが明らかとなった。

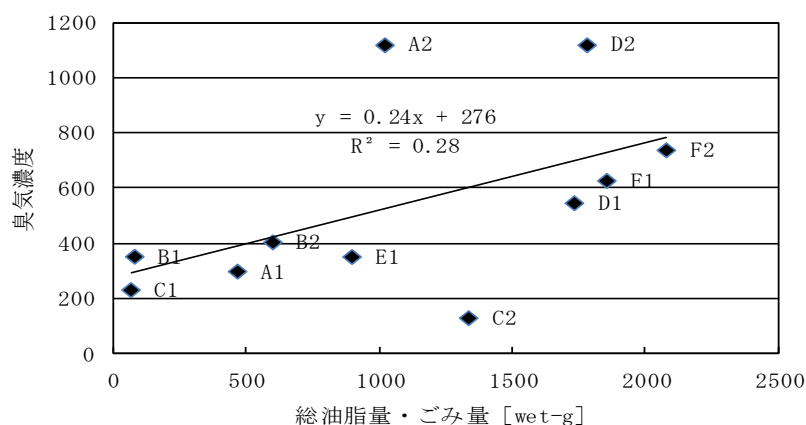


図 5.2 臭気濃度と総油脂量・ごみ量の関係

(2) 臭気濃度と清掃日からの経過日数の関係¹⁷⁾

臭気濃度と前回の清掃日からの経過日数の関係を図 5.3 に示す。A 施設の

一回目（A1）は清掃から 5 日目で臭気濃度 300、2 回目（A2）は清掃から 75 日で 1100 まで臭気濃度が上昇した。B 施設一回目（B1）は清掃から 9 日目で臭気濃度 355、2 回目（B2）は清掃から 82 日で臭気濃度 407 までわずかに臭気濃度が上昇した。C 施設一回目（C1）は清掃から 540 日目で臭気濃度 234、2 回目（C2）は清掃から 600 日で臭気濃度 132 までわずかに臭気濃度が減少した。D 施設一回目（D1）は清掃から 750 日目で臭気濃度 549、2 回目（D2）は清掃から 810 日で臭気濃度 1122 まで大幅に臭気濃度が上昇した。E 施設一回目（E1）は清掃から 420 日目で臭気濃度 355 であった。F 施設一回目（F1）は清掃から 390 日目で臭気濃度 630、2 回目（F2）は清掃から 810 日で臭気濃度 741 までわずかに臭気濃度が上昇した。潜在臭気が阻集器にあるため清掃日から 100 日以内でも臭気の発生があることが明らかになった。

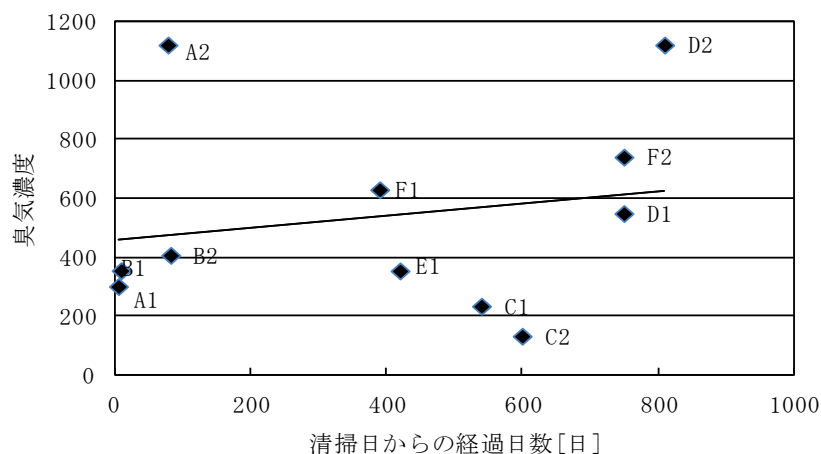


図 5.3 臭気濃度と前回清掃日から測定日までの経過日数との関係

(3) 臭気濃度とノルマルヘキサン抽出物質の関係

阻集器の放流管内のノルマルヘキサン抽出物質濃度と臭気との関係を図 5.4 に示す。ノルマルヘキサン抽出物質の平均値が 102[mg/L]、標準偏差が 87[mg/L]、最小値が 9.5[mg/L]で最大値が 290[mg/L]であった。ノルマルヘキサン抽出物質濃度が少量検出された測定箇所 F は二槽、三槽の浮上物を毎日清掃していることによって、ノルマルヘキサン抽出物質の高い数値は認められなかった。測定施設 A2、D2 においては臭気濃度が高いが、ノルマルヘキサン抽出物質は低い数値であった。ノルマルヘキサン抽出物質と臭気濃度の関係は認められなかった。

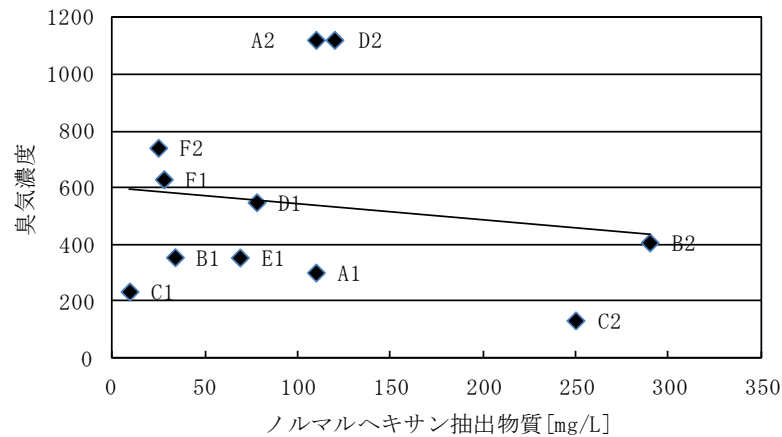


図 5.4 臭気濃度とノルマルヘキサン抽出物質の関係

(4) 臭気濃度とにおいセンサー値の関係

臭気濃度とにおいセンサー値の関係を図 5.5 に示す。においセンサー値の平均値が 1184、標準偏差が 404、最小値が 717、最大値が 1945 であった。臭気濃度とにおいセンサーの間には一定の相関が認められている。このことはパネラーによって臭気濃度を測定するかわりに、簡易に測定できるにおいセンサーで測定できることを示唆している。

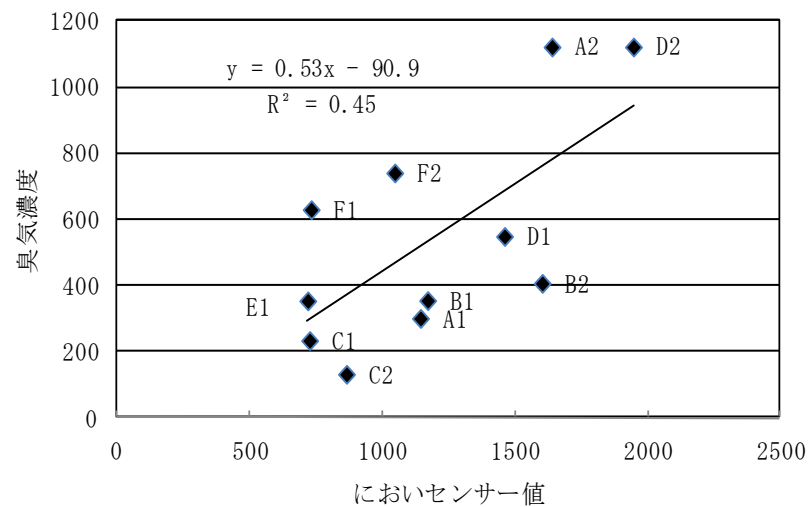


図 5.5 臭気濃度とにおいセンサー値の関係

(5) 臭気濃度と第二槽ごみ量の関係

臭気濃度と第二槽ごみ量の関係を図 5.6 に示す。第二槽ごみ量の平均値が 139[wet-g]、標準偏差が 200[wet-g]、最小値が 0[wet-g]、最大値が 743[wet-g]であった。測定箇所 E のグリース阻集器内にあった白色化した油脂類を、油脂とは判断せず、ごみとして扱った結果、ごみ量が他の測定箇所より増大した。また、白色化しているため臭気の発生がわず

かであった。第二槽ごみ量は単体が阻集器内においてに直接影響を与えている原因物質ではないことが考えられる。第二槽ごみ量と臭気濃度に関係は認められなかった。

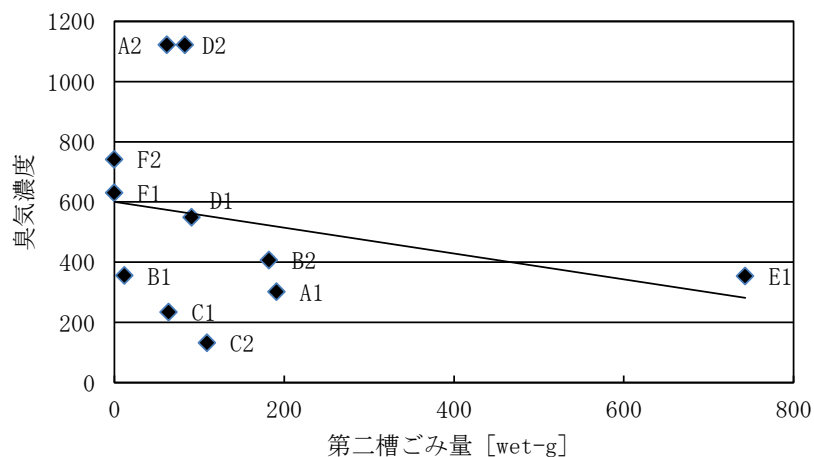


図 5.6 臭気濃度と第二槽ごみ量の関係

(6) 臭気濃度と第三槽ごみ量の関係

臭気濃度と第三槽ごみ量の間を 図 5.7 に示す。第三槽ごみ量の平均値が 34[wet-g]、標準偏差が 49[wet-g]、最小値が 0[wet-g]、最大値が 153[wet-g]であった。阻集器内で厨芥かご、さらに第二槽で除去されているため、第三槽にはあまり浮上していなかった。第三槽ごみ量と臭気濃度に関係は認められなかった。

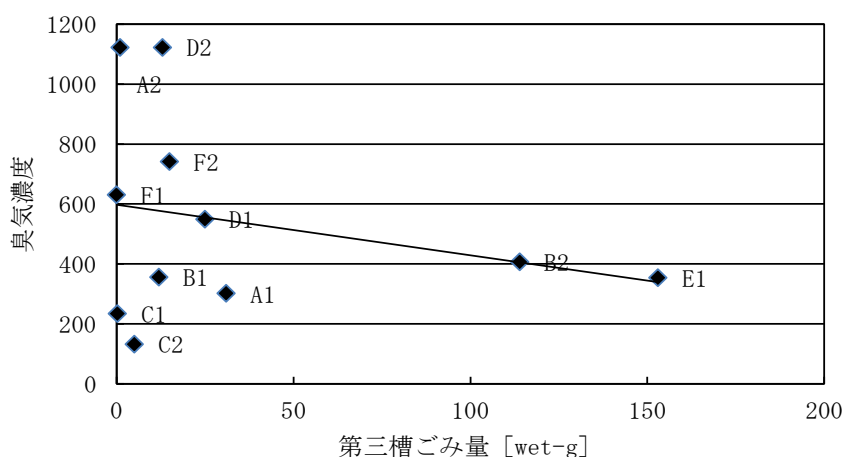


図 5.7 臭気濃度と第三槽ごみ量の関係

(7) 臭気濃度と総ごみ量の関係

臭気濃度と総ごみ量（第二・第三ごみ量の合算値）の間を 図 5.8 に示す。総ごみ量の平均値が 339[wet-g]、標準偏差が 503[g]、最小値が

0[wet-g]、最大値が 1604[wet-g]であった。測定箇所 D はごみの定期清掃を怠ったため、一回目と二回目の数値上昇に繋がったものと考えられる。総ごみ量と臭気濃度にはわずかに相関が認められる。

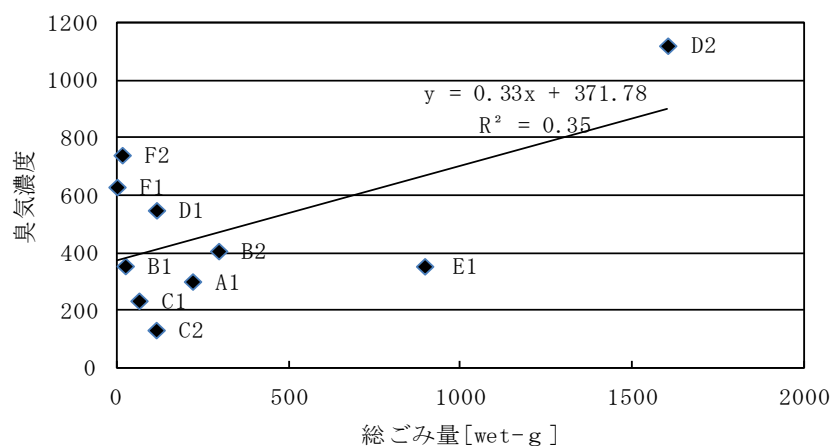


図 5.8 臭気濃度と総ごみ量の関係

(8) 臭気濃度と第二槽油脂量の関係

臭気濃度と第二槽油脂量の関係を図 5.9 に示す。第二槽油脂量の平均値が 733[wet-g]、標準偏差が 765[wet-g]、最小値が 0[wet-g]、最大値が 2063[wet-g]であった。清掃を実施していない測定箇所 D は高い値 1368[wet-g]を示し、第二槽の清掃を頻繁に行っている測定箇所 C の二回目は低い値 132[wet-g]を示した。測定箇所 F は第二槽上部に油脂類が浮上しているため、第二槽上部を油脂が覆っている状態であった。そのため他の測定施設に比べて多くの油脂量が存在していた。第二槽油脂量と臭気濃度にはわずかに相関が認められる。

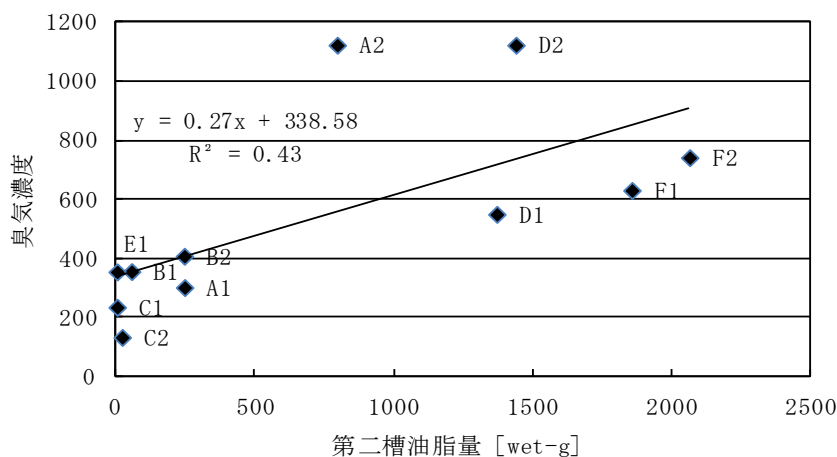


図 5.9 臭気濃度と第二槽油脂量の関係

(9) 臭気濃度と第三槽油脂量の関係

臭気濃度と第三槽油脂量の関係を図 5.10 に示す。第三槽油脂量の平均値が 65[wet-g]、標準偏差が 98 [wet-g]、最小値が 0[wet-g]、最大値が 249[wet-g]であった。測定値の半数が 0 となり、阻集器が正常に稼動していることを示している。その中で、阻集出来ずに第三槽に油脂類が流れ込んだ測定箇所は、清掃していなかった測定箇所 D の一回目、二回目であり、共に第三槽に油脂類が浮上したため測定数値に変化はみられなかった。清掃して間もない測定箇所 A では他の測定箇所ではみられなかった 0[wet-g]から 164[wet-g]に数値の上昇が認められた。また図 5.4 に示したノルマルヘキサン抽出物質の数値が高かった B、C の二回目の数値と照らし合わせると B、C の油脂の大半が放流管内に流れ込んだものと考えられる。第三槽油脂量と臭気濃度にはわずかに相関が認められる。

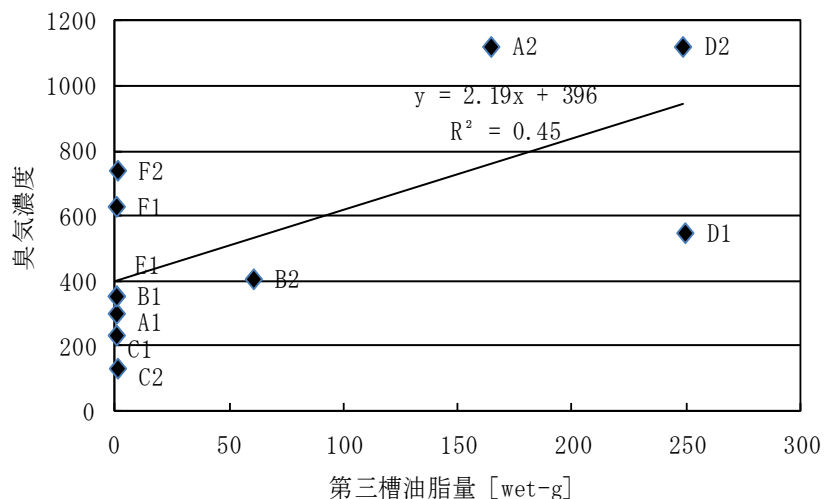


図 5.10 臭気濃度と第三槽油脂量の関係

(10) 臭気濃度と総油脂量の関係

臭気濃度と総油脂量（第二・第三油脂量の合算値）の関係を図 5.11 に示す。総油脂量の平均値が 795[wet-g]、標準偏差が 804[wet-g]、最小値が 0[wet-g]、最大値が 2063[wet-g]であった。測定箇所 E の一回目は油脂分が溶解して、二槽上部に浮上していたが、臭気濃度は低い値となった。定期的に清掃していないために第二槽に油脂類が溜まり臭気が高くなり、測定箇所 C 以外の臭気濃度は総油脂量が多くなれば臭気濃度も高くなることが明らかとなった。

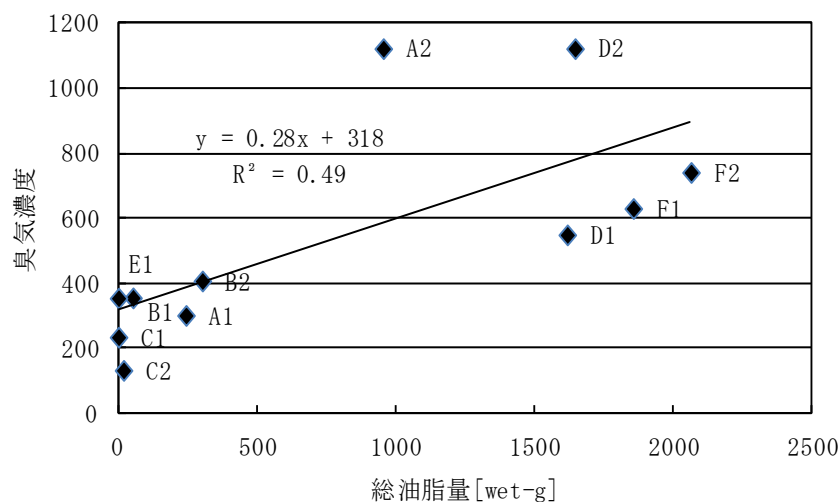


図 5.11 臭気濃度と総油脂量の関係

5.5 臭気濃度に影響する要因

目的変数 y : 臭気濃度、従属変数 x_1 : 第二槽油脂量、 x_2 : 第三槽油脂量、 x_3 : 第二槽ごみ量、 x_4 : 第三槽ごみ量、 x_5 : ノルマルヘキサン抽出物質、 x_6 : 水温、 x_7 : 経過日数として重回帰分析を行った。

*参考文献：重回帰分析はパソコン統計解析ハンドブックⅡ多変量解析編、共立出版(株)

$$\text{重回帰式} : y = -459 + 0.2784 x_1 + 2.0754 x_2 + 1.0517 x_3 - 4.5745 x_4 + 0.3736 x_5 + 29.0.93 x_6 - 0.6438 x_7 \quad R^2 = 0.7828$$

臭気濃度に対する各従属変数の単相関係数は x_1 : 0.6584、 x_2 : 0.6727、 x_3 : -0.2701、 x_4 : -0.2597、 x_5 : -0.1542、 x_6 : 0.0566、 x_7 : 0.1466 である。

グリース阻集器の臭気発生に影響しているのは、第二・三の油脂量が臭気濃度発生に影響していると考えられる。

5.6 排水流入時刻別臭気発生状況

図 5.12 に測定箇所 A の早朝の厨房作業時間とにおいセンサー値の関係を示す。においセンサーの数値の変動が 5:00 頃から 8:00 頃まであらわれている。

測定箇所 A の管理人から聞き取り調査を行い、朝 5:00 から朝食の仕込み、朝食の用意を始め、8:00 頃までに洗い物を処理しているとの回答が得られた。測定期間中一番高い数値が検出された 5:40 頃から食堂で大量の水を使用し排水溝を通過して一気に阻集器内に水が流れ込んだため第一槽のごみかごの中が混ざり合い、第二槽・第三槽の油脂ごみ類に影響を与えにおいセンサー値が高くなったと考えられる。5:40 を

過ぎると数値は徐々に下降し、朝食の仕込みから調理段階に作業工程が進行している。6:00 頃から朝食の提供が始まり、数値が 430～440 の間で一定している。6:50 頃は利用者が最も多いため、料理提供に集中し、洗い物等の作業ができず数値が下降し 405 を示している。7:50 頃になると数値が高くなり、460 を示し、この時間で洗い物を完了させるために大量の水を使用し阻集器内が攪拌されるため、においセンサー値が高くなったと考えられる。8:00 頃から数値の変動はなく厨房での作業が終了している。このような厨房の排水流入状況から、槽内へ排水が流入することによって阻集器内の臭気の上昇に影響を与えていることが明らかとなった。

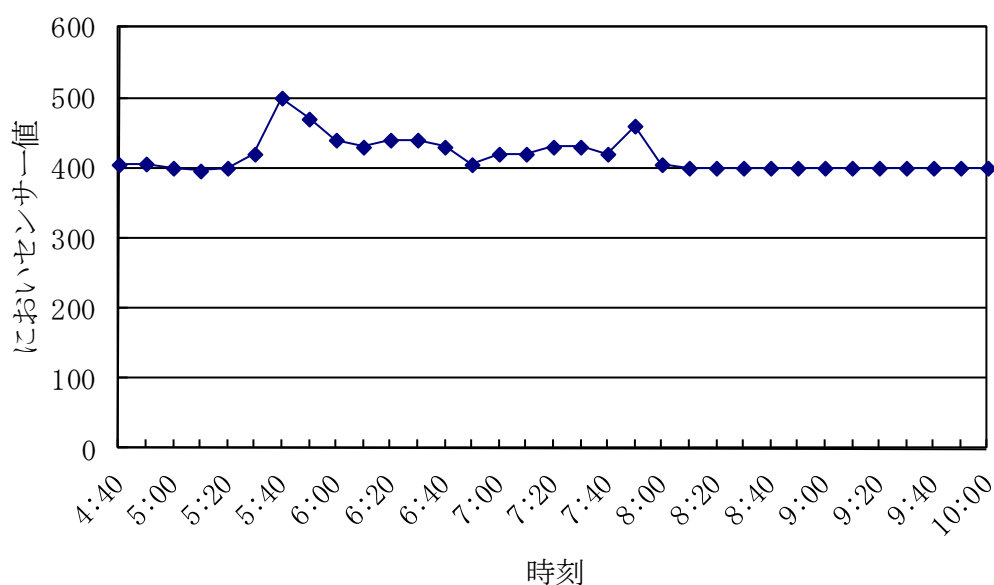


図 5.12 時刻別臭気発生状況

5.7 平衡相当値

臭気の実態を把握するため気中・水中臭気濃度及び気中・水中においセンサーを用いて臭気の解析を行った。表 5.2 に各臭気測定項目の解析結果を示す。臭気濃度は 7717～26433 の値であり、においセンサー値は 260～538 の値を示した。第一槽を対象とした水中臭気濃度の平均値と比べて水中臭気濃度は第二槽については 2.52 倍、第三槽については 0.49 倍であった。第二槽の臭気濃度が高かった要因として油脂浮上物があるためと考えられる。

臭気測定項目別の測定値を第 2 章に示した官能試験における平衡相当値・物理化学的測定における平衡相当値として算定し、官能試験における平衡相当値は 25.5、物理化学的測定における平衡相当値は 2.5 であった。

表 5.2 各臭気測定項目結果

		平均値	最小値	最大値	試料数	平均温度
気中臭気濃度	第二槽上部	16125	7717	26433	7	21℃
水中臭気濃度	第一槽	473	406	580	4	20℃
	第二槽	1193	564	1900	4	20℃
	第三槽	230	112	317	4	20℃
気中においセンサー値	第二槽上部	410	260	538	7	21℃
水中においセンサー値	第一槽	184	121	237	4	20℃
	第二槽	207	166	265	4	20℃
	第三槽	98	85	111	4	20℃

5.8 結論

グリース阻集器から発生する臭気に対して厨房で働く作業員等が困惑していることが現状である。そこで臭気の実情を調査することを試み、実稼動のグリース阻集器の臭気の実態を明らかとして以下のような知見が得られた

- 1) 臭気濃度は平均値 541、標準偏差 320、最小値 132、最大値 1122 であった。臭気強度 3.5 以上の臭気であった。
- 2) グリース阻集器に阻集された油脂・ごみはこの阻集器から発生する臭気の原因とされていたが、本実験を行った結果、グリース阻集器内から発生する臭気に影響を与えている因子は、第二槽油脂量及び第三槽油脂量であることが明らかとなった。他の総ごみ量、ノルマンヘキサン抽出物質、第三槽ごみ量は臭気濃度への影響は少ないことがわかった。
- 3) 阻集器内の清掃を怠れば臭気の発生が多くなることが明らかになった。
- 4) 時刻別における臭気発生状況をにおいセンサーで調査した結果、阻集器内へ水が流入することで阻集器内の臭気に影響を与えていることが明らかとなった。
- 5) 提案する指標について、官能試験における平衡相当値は 25.5、物理化学的測定における平衡相当値は 2.5 であった。

第 6 章 浄化槽

6.1 緒言

近年、生活環境の向上に伴い、建物周辺については浄化槽、グリース阻集器、側溝、生活排水が多く排水される小河川からの臭気が苦情の対象となり、建物内においては排水管、トイレ、浴槽等の臭気があげられる¹⁾。これらの部位、装置等は正常に管理されていても潜在的に臭気が存在する。臭気の基である発散する汚水は、純粋な水に比べて液性が大きく異なり、さらに水中がかく乱されることから、気中の臭気濃度の推定を困難にしている。したがって、実態調査を行い、発散に影響する要因を解析することが重要なことである。

本研究で対象とする浄化槽について、岡田³⁾は浄化槽の処理方式ごとの総合臭気の調査を実施して臭気の実態の把握をしているが、まだ、嫌気槽に循環システムが組み込まれている浄化槽や臭気と処理工程ごとの水質の関連、さらには維持管理との関連は検討されていない。仁木ら⁴⁾は流入水の流入状況に対応して浄化槽内の臭気の変動をにおいセンサーで関連付け、仁木、国安ら⁵⁾は臭気の予測の可能性を検討し、さらに大迫ら⁶⁾は浄化槽の処理工程ごとの硫黄系臭気物質の物質収支を算定している。また、測定法に関しては、岡田ら¹⁸⁾は新しい測定法として、水中の臭気を新鮮空気中で発散させたガスをにおいセンサーと検知管を用いた測定方法を提案している。

そこで本研究は既設の浄化槽の調査を通して、浄化槽の処理工程ごとの臭気の実態と各処理工程の水質と臭気の関連性から発散に影響する要因の解明を研究の目的とする。

6.2 実験方法

(1) 調査対象とした浄化槽の概要

浄化槽の処理目標水質 BOD₂₀mg/L 以下の処理方式について型式と基数はランダムに 41 基について調査を行った。

嫌気ろ床	{	流量調整+嫌気ろ床+生物ろ過方式 嫌気ろ床+生物ろ床方式 嫌気ろ床+生物濾過方式 嫌気ろ床+担体流動+生物ろ床方式
夾雑物	{	流量調整+夾雑物除去+担体流動+接触ばっ気+生物ろ過方式 夾雑物除去+嫌気ろ床+生物ろ過方式 夾雑物除去+嫌気ろ床+接触ばっ気+担体流動方式

人槽での分類は、5 人槽が 9 基、7 人槽が 25 基、10 人槽が 7 基であっ

た。また、処理対象人員に対する実使用人員の比率は 5 人槽では 22%、7 人槽では 61%、10 人槽では 17%であった。

清掃から測定日までの日数は平均で 262 日、最短で 6 日、最長で 850 日であった。

(2) 現場調査の方法

現場のガス捕集及び採水箇所を図 6.1 に示す。

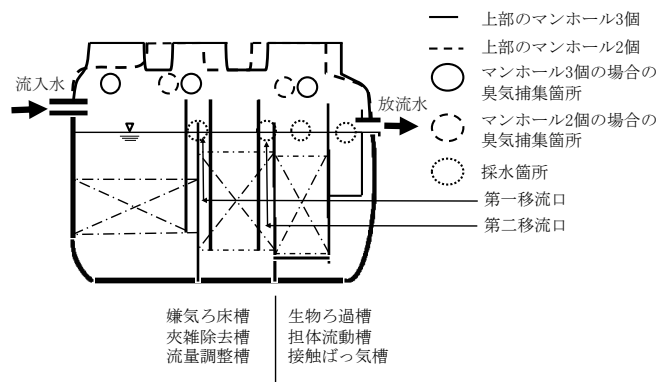


図 6.1 ガス捕集及び採水箇所

1) 臭気の捕集方法

対象浄化槽のマンホール 2 個、または 3 個に対して、マンホールから 20cm のホースを槽内に挿入し、マンホールを密閉して臭気が漏れないようにして吸引ポンプ DC1-NA 型 (D 社) で、槽内臭気を臭気採取袋に捕集した。

2) 採水箇所

浄化槽の第一槽の嫌気槽から第二槽の嫌気槽への移流口 (第一移流口) の水、第二槽から接触ばっ気槽 (生物ろ過槽・担体流動槽) への移流口 (第二移流口) の水、二次処理 (接触ばっ気槽等) 内の水、放流の水を採水した。

(3) 対象として測定項目

臭気については、現場ではにおいセンサーを用いた測定及び H_2S ガスを分析し、実験室では気中臭気濃度 (以後臭気濃度と称す)、水中臭気濃度及び水中 H_2S 、水中のにおいセンサーで測定した。

水質については、現場においては水温、ORP、汚泥厚、スカム厚、透視度を測定し、実験室においては CODMn 及び BOD を測定した。

(4) 分析方法

1) 臭気

a) 臭気濃度・水中臭気濃度

現場では硫化水素 (H_2S) は検知管 (検知限界濃度 0.2ppm) による分析、

臭気濃度は採取袋から悪臭防止法に示された三点比較式臭袋法⁷⁾及び水中臭気濃度は三点比較式フラスコ法⁷⁾を用いた。

b) 水中 H₂S

実験室では、岡田らの開発した 30mL のインピンジャに 10mL の試料水を入れて、気体採集器内の真空ポンプの吸引を活用して、インピンジャ内に活性炭を通した空気でバブリングさせて、その発散した臭気を検知管で測定した。温度は現場の水温にあわせた（この測定項目は以後水中 H₂S と称す）。

c) 水中においセンサー

実験室では、水中 H₂S と同じ操作でインピンジャ内に活性炭を通した空気でバブリングさせ、その発散した臭気をにおいセンサーで測定した。温度は現場の水温にあわせた（この測定項目は以後水中においセンサーと称す）。

2) 水質

各水質項目は JIS K 0102 工場排水試験方法²²⁾に準じて分析を行った。

3) ORP の測定

実測値 (Ec) に 10℃では 217mV、20℃では 210mV、30℃では 203mV を加算して ORP・Eh（水素電極基準電位）で表示した。

6.3 実態調査結果及び考察

(1) 各水質項目

1) pH

一次処理（第一移流口）の平均値は 7.1、最大値 7.9、最小値 3.9、一次処理（第二移流口）の平均値は 7.2、最大値 8.3、最小値 3.9、二次処理の平均値は 7.1、最大値 7.9、最小値 3.7 であった。

2) 水温

一次処理（第一移流口）の平均値は 20.2 [℃]、最大値 25.8 [℃]、最小値 12.9 [℃]、一次処理（第二移流口）の平均値は 20.1 [℃]、最大値 25.7 [℃]、最小値は 12.9 [℃]、二次処理の平均値は 19.8 [℃]、最大値 25.3 [℃]、最小値 12.9 [℃] であった。

3) ORP・Eh

一次処理（第一移流口）の平均値は 47 [mV]、最大値 587 [mV]、最小値 -102 [mV]、一次処理（第二移流口）の平均値は 42 [mV]、最大値 562 [mV]、最小値 -127 [mV] 二次処理の平均値は 236 [mV]、最大値 436 [mV]、最小値 37 [mV] であった。

4) 汚泥系

a) スカム厚

一次処理の第一槽のスカム厚の平均値は 9.4cm、最大値 46cm、最小値 0cm、第二槽のスカム厚の平均値は 1.7cm、最大値 40cm、最小値は 0cm であった。

b) 堆積汚泥厚

一次処理の第一槽の堆積汚泥厚の平均値は 11.8cm、最大値 45cm、最小値 0cm、一次処理の第二槽の堆積汚泥厚の平均値は 3.1cm、最大値 27cm、最小値 0cm であった。

5) CODMn

一次処理（第一移流口）の CODMn の平均値は 124.3 [mg/L]、最大値 290.3 [mg/L]、最小値 42.7 [mg/L] であった。一次処理（第二移流口）の CODMn の平均値は 117.9 [mg/L]、最大値 456.2 [mg/L]、最小値 31.9 [mg/L] であった。二次処理の槽内の CODMn の平均値は 118.8 [mg/L]、最大値 477.7 [mg/L]、最小値 39.1 [mg/L] であった。

6) 放流水

放流水の BOD の平均値は 8.5[mg/L]、最大値 38[mg/L]、最小値 1.6[mg/L] であった。14 基が BOD20mg/L を超えていた。

(2) 硫化水素 (H₂S)

1) 気中の H₂S

第一マンホールの硫化水素濃度の平均値は 0.89[ppm]、濃度範囲は 0～27.0[ppm]、第二マンホールの硫化水素濃度の平均値は 3.1[ppm]、濃度範囲は 0～27.0[ppm]、第三マンホールの硫化水素濃度の平均値は 5.5[ppm]、濃度範囲は 0～70.0 [ppm] であった。

2) 水中の H₂S

一次処理（第一移流口）の水中硫化水素濃度の平均値は 3.5[ppm]、濃度範囲は 0～10.5[ppm]、一次処理（第二移流口）の水中硫化水素濃度の平均値は 0.8[ppm]、濃度範囲は 0～2.5 [ppm]、二次処理（接触ばっ気槽等）の水中硫化水素濃度の平均値は 9.5 [ppm]、濃度範囲は 0～40.0[ppm] であった。

すなわち、気中の硫化水素濃度は処理工程が進むにつれて、硫化水素濃度が高くなっている。このことは嫌気処理によって水中に溶存硫化物が増加することによると考えられる。

(3) 臭気濃度

マンホール 2 個の浄化槽の流出側のマンホールはマンホール 3 個の浄

化槽の流出側の第3のマンホールに含めて統計処理した。

1) 各マンホール全ての臭気

測定場所の各マンホールの位置による臭気濃度は各マンホールの臭気濃度を全て対象とし、次に嫌気ろ床方式と夾雑物方式にも分類した。

a) 流入側の第一マンホールの臭気濃度 ($n = 20$) は平均値が 11300、最大値 80500、最小値 150、標準偏差 31900 であった。

b) 第二マンホールの臭気濃度 ($n = 10$) は平均値が 30400、最大値 225400、最小値 80、標準偏差 67800 であった。

c) 第三マンホールの臭気濃度 ($n = 11$) は平均値が 19200、最大値 78100、最小値 150、標準偏差 26100 であった。

d) すべての臭気濃度 ($n = 41$) は平均値が 17400、最大値 225400、最小値 80、標準偏差 43500 であった。

第一と第二マンホールにおける臭気濃度は 5% 有意差が $p = 0.05 > 0.0003$ であり、第二と第三マンホールにおける臭気濃度は 5% 有意差が $p = 0.05 > 0.002$ であり有意であった。

2) 処理方式別の臭気濃度

表 6.1 に嫌気ろ床方式と夾雑方式にわけて臭気濃度を示した。

第一マンホールの処理方式別の臭気濃度は嫌気ろ床方式 ($n = 16$) で平均値は 19900、最大値 80500、最小値 150、標準偏差は 35500 であった。夾雑方式 ($n = 4$) では平均値は 1390、最大値 4500、最小値 200、標準偏差は 2000 であった。第二マンホールの処理方式別の臭気濃度は嫌気ろ床方式 ($n = 8$) で平均値は 38000、最大値 225400、最小値 161、標準偏差は 78400 であった。夾雑方式 ($n = 2$) では平均値は 380、最大値 670、最小値 80、標準偏差は 410 であった。第三マンホールの処理方式別の臭気濃度は嫌気ろ床方式 ($n = 10$) で平均値は 19200、最大値 78100、最小値 150、標準偏差は 27400 である。夾雑方式 ($n = 1$) で平均値 1400 であった。

第一マンホールすべてを対象とした臭気濃度の平均値に比べて嫌気ろ床方式は 23.0% 高く、第二マンホールすべてを対象とした臭気濃度の平均値に比べて嫌気ろ床方式は 25.0% 高く、第三マンホールすべてを対象とした臭気濃度の平均値に比べて嫌気ろ床方式は 9.7% 高くなっている。また、夾雑物方式は各マンホールとも嫌気方式に比べて低い臭気濃度を示している。嫌気方式と夾雑物方式の各マンホール内の臭気濃度の 5% 有意差をみると、第一マンホールでは $0.05 > 0.000001$ 、第二マンホールでは $0.05 > 0.0005$ 、第三マンホールでは $0.05 > 0.02$ となり、各マ

ンホール内の臭気濃度とも嫌気方式が夾雑物方式に比べて高い数値を示している。

岡田³⁾らは臭気濃度の実測値で最大 7300 と報告している。仁木⁴⁾らは、5～6 人槽 9 基について臭気濃度の実測値は 549～17378 と報告している。他の実測値からみて、臭気濃度はかなり高い数値となっている。

表 6.1 マンホールごとの臭気濃度

	全試料	嫌気・夾雑
第一マンホール	平均値11300 (150～80500) n=20	嫌気 平均値19900 (157～80500) n = 16
		夾雑 平均値1390 (200～4500) n = 4
第二マンホール	平均値30400 (80～225400) n=10	嫌気 平均値38000 (160～225400) n = 8
		夾雑 平均値380 (80～670) n = 2
第三マンホール	平均値17500 (150～78100) n=11	嫌気 平均値19200 (150～78100) n = 10
		夾雑 1400 n = 1

6.4 各要因の解析

(1) 臭気濃度に影響する要因

臭気濃度と他の測定項目の関係について第一マンホール、第二マンホール、第三マンホールごと重回帰分析を行った。

1) 第一マンホール (n = 20)

目的変数は臭気濃度とし、従属変数は x_1 : 一槽汚泥厚、 x_2 : 一槽スカム厚、 x_3 : 前回清掃日からの経過日数、 x_4 : 実使用人員として、重回帰分析を行った。

$$\text{重回帰式} : y = 7.51 + 48.70 x_1 + 170.43 x_2 + 3.11 x_3 + 76.03 x_4$$

$$R^2 = 0.2576$$

臭気濃度に対する各従属変数の相関係数は x_1 : 0.1069、 x_2 : 0.3905、 x_3 : 0.0268、 x_4 : 0.3159 である。したがって、式全体の相関は低いが、第一マンホールの臭気濃度に影響する要因は、第一槽スカム厚、実使用人員が他の要因に比べて高いことが明らかであった。住宅で設置している浄化槽の人槽に対して、実使用人員が 100% の住宅は本測定箇所 33 基中で 3 基のみであったが、人槽に対して適正な人数で使用する事によって悪臭が抑えられている。一方、人槽に対して適正な人数で使用してない場合、臭気発生が多いことが原因としてあげられる。分散分析の結果、 $F_0 = 0.966 < F(5, 12)(0.05) = 3.105$ であるので回帰の有意性は認められない。

2) 第二マンホール (n = 10)

目的変数は臭気濃度とし、従属変数は x_1 : 第一移流口水温、 x_2 : 第一移流口 pH、 x_3 : 第一移流口 ORP、 x_4 : 二槽汚泥厚、 x_5 : 二槽スカム厚、 x_6 : 第一移流口水中 H_2S 、 x_7 : 前回清掃日からの経過日数、 x_8 : 第一移流口 COD、 x_9 : 実使用人員として、重回帰分析を行った。

$$\text{重回帰式} : y = 34859 + 601 x_1 - 4677 x_2 - 1.65 x_3 + 52.51 x_4 + 77.04 x_5 + 2.25 x_6 - 8.09 x_7 + 30.75 x_8 + 15.68 x_9 \quad R^2 = 0.9491$$

臭気濃度に対する各従属変数の相関係数は x_1 : -0.0106、 x_2 : -0.4420、 x_3 : -0.3026、 x_4 : 0.0511、 x_5 : -0.0259、 x_6 : 0.8925、 x_7 : -0.2421、 x_8 : 0.281、 x_9 : 0.0294、であった。第二マンホールの臭気濃度に強く影響する要因として、第一移流口水中 H_2S が考えられる。分散分析の結果、 $F_0 = 12.405 > F(1, 8)(0.05) = 5.317$ であるので回帰の有意性は認められる。

3) 第三マンホール (n = 11)

目的変数は臭気濃度とし、従属変数は x_1 : 第二移流口水温、 x_2 : 生物槽水温、 x_3 : 第二移流口 pH、 x_4 : 生物槽 pH、 x_5 : 第二移流口 ORP、 x_6 : 生物槽 ORP、 x_7 : 生物槽水中 H_2S 、 x_8 : 生物槽 COD、 x_9 : DO として、重回帰分析を行った。

$$\text{重回帰式} : y = -18871 + 2045 x_1 - 50.74 x_2 - 5239 x_3 + 2623 x_4 + 1.53 x_5 + 17.53 x_6 + 587 x_7 + 116 x_8 - 462 x_9 \quad R^2 = 0.6961$$

臭気濃度に対する各従属変数の相関係数は x_1 : 0.3759、 x_2 : -0.195、 x_3 : -0.3605、 x_4 : -0.0037、 x_5 : -0.1913、 x_6 : 0.1762、 x_7 : 0.7496、 x_8 : 0.2465、 x_9 : 0.0465 である。したがって、式全体の相関は高く、第三マンホールの臭気発生要因として、生物槽からの水中 H_2S が考えられる。分散分析の結果、 $F_0 = 4.864 > F(7, 12)(0.05) = 2.913$ であるので回帰の有意性が認められる。

(2) 水中の臭気濃度に関連する他の測定値の評価

1) 水中臭気濃度と臭気濃度の関係

三点比較式フラスコ法における水中臭気濃度と三点比較式臭袋法における気中の臭気濃度の関係を図 6.2 に示した。水中臭気濃度と気中臭気濃度には相関が認められる。

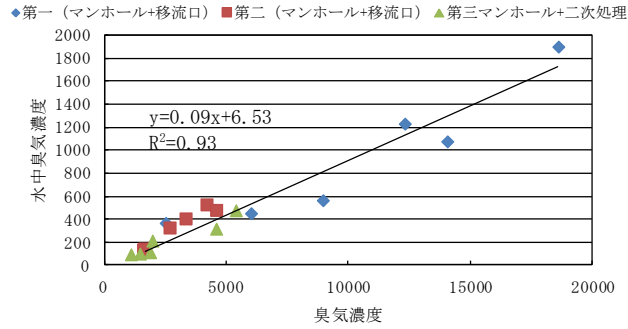


図 6.2 水中臭気濃度と臭気濃度

2) 水中臭気濃度の処理工程ごとの変化

三点比較式フラスコ法の水中臭気濃度は表 6.2 に一次処理（第一移流口、第二移流口）、二次処理（生物濾過槽及び接触ばっき槽）、放流水の平均値、最小値及び最大値を示した。平均値は一次処理（第一移流口）に比べて一次処理（第二移流口）は 63.8%、二次処理は 76.6%、放流水は 84.5% 減少している。同様に最小値は一次処理（第一移流口）に比べて一次処理第二移流口は 62.9%、二次処理は 74.4%、放流水は 81.7% 減少している。最大値は一次処理（第一移流口）に比べて 72.2%、二次処理は 88.4%、放流水は 85.3% 減少している。処理工程が進むにつれて水中のにおいが減少した。

$p = 5\%$ 有意差は一次処理（第一移流口）と一次処理（第二移流口）においては $0.05 > 0.01$ 、一次処理（第二移流口）と二次処理においては $0.05 < 0.19$ 、二次処理と放流においては $0.05 < 0.45$ となり、放流水を除いて、 $p = 0.05$ では有意差があることがわかった。

表 6.2 水中臭気濃度の処理工程ごとの変化 (n=6)

	平均値	最小値	最大値	試料数	平均温度
一次処理 (第一移流口)	930	370	1900	6	20.5℃
一次処理 (第二移流口)	340	140	530	6	20.4℃
二次処理	220	90	252	6	20.2℃
放流水	140	70	167	6	19.4℃

3) 水中においセンサーの処理工程ごとの変化

水中においセンサー値の処理工程ごとの変化は表 6.3 に示す。一次処理（第一移流口、第二移流口）、二次処理（生物濾過槽、接触ばっ気槽）、放流水の平均値、最小値及び最大値を示した。

平均値は一次処理（第一移流口）に比べて一次処理（第二移流口）は

7.8%、二次処理 36.5%、放流水 46.9%減少している。同様に最小値は一次処理（第一移流口）に比べて一次処理（第二移流口）は 1.2%、二次処理 48.8%、放流水 51.2%減少している。最大値は一次処理（第一移流口）に比べて 41.2%増加し、二次処理 54.7%、放流水 59.1%減少している。一次処理（第二移流口）の最大値を除けば処理工程が進むにつれて水中のにおいが減少した。

p = 5% 有意差は一次処理（第一移流口）と二次処理（第二移流口）においては $0.05 < 0.19$ 、一次処理（第二移流口）と二次処理においては $0.05 > 0.001$ 、二次処理と放流においては $0.05 < 0.34$ となり、一次処理（第二移流口）と二次処理においてのみ $0.05 > 0.001$ で有意差があるが、他は有意差が認められなかった。

表 6.3 水中においセンサーの処理工程ごとの変化 (n = 41)

	平均値	最小値	最大値	試料数	平均温度
一次処理 (第一移流口)	198	85	531	38	20.5℃
一次処理 (第二移流口)	181	83	702	38	20.4℃
二次処理	124	44	223	38	20.2℃
放流水	102	40	201	38	19.4℃

(3) 水中においセンサー値の関係

1) 水中臭気濃度

水中臭気濃度と水中においセンサー値の関係を図 6.3 に示す。放流水は低濃度、一次処理（第二移流口）及び二次処理は中濃度、一次処理（第一移流口）は高濃度を組み合わせたもので、全体が曲線となり、高い相関を示している。このことは測定法が煩雑な臭気濃度を測定することなく、提案している水中においセンサー値をもって臭気を評価することが可能であることを示唆していると考えられる。

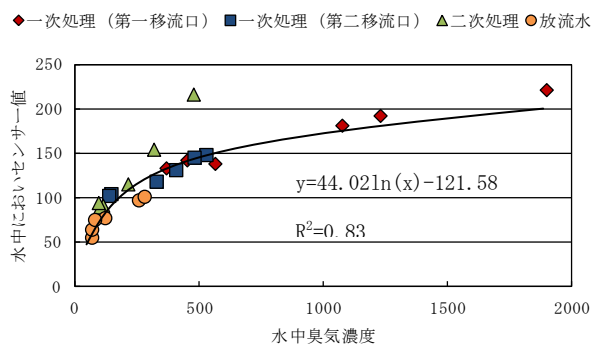


図 6.3 水中においセンサー値と水中臭気濃度の関係

2) BOD 濃度

BOD 濃度と水中においセンサー値の関係を図 6.4 に示す。水中においセンサー値と BOD 濃度は高い相関を示している。このことは BOD 濃度の指標の代わりに水中においセンサー値で汚染を評価することの可能性を示唆しているものと考えている。

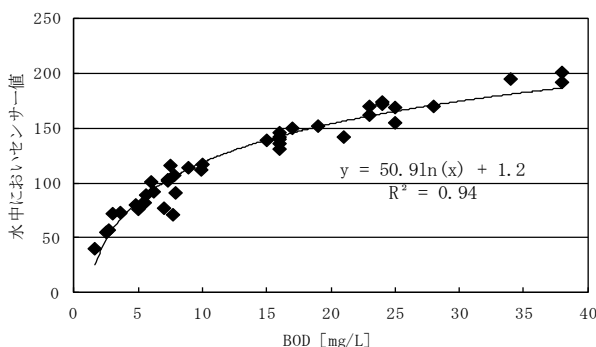


図 6.4 BOD 濃度と水中臭気濃度の関係

3) 水中 H₂S 濃度

水中 H₂S 濃度と水中においセンサー値の関係を図 6.5 に示す。水中においセンサー値と水中 H₂S 濃度の関係は、水中 H₂S 濃度の低濃度域では相関が認められないが、水中 H₂S 濃度の高濃度域では相関が認められる。水中 H₂S 濃度が高くなると H₂S 濃度がにおいセンサーの感知に支配的になるが、低濃度では H₂S 以外の物質が支配的になるものと考えられる。

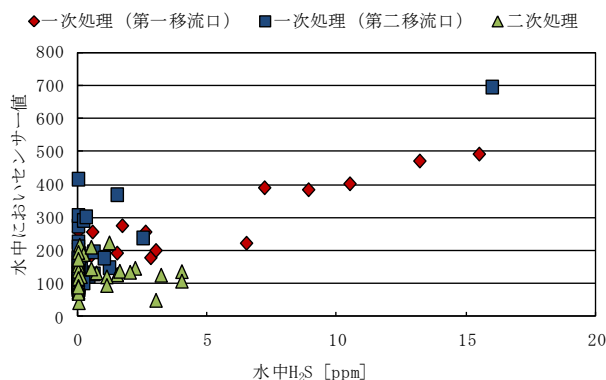


図 6.5 水中においセンサーと水中 H₂S の関係

4) ORP・Eh

ORP・Eh 値と水中においセンサーの関係を図 6.6 に示す。水中においセンサー値が 0~200 程度までは、ORP 値が低くなるに従い水中においセンサー値がやや高くなり、ORP・Eh 値が 0 値から -100mV になると急激に水中においセンサーが高くなっている。井上⁷²⁾らは水中が嫌気域になり、ORP・Eh 値が -100mV 以下になれば硫酸還元菌が生育するため H₂S の存在が高くなるとしている。また、里内⁷³⁾らは都市ごみ焼却施設灰

出し汚水を用いた硫化水素発生実験で、0mV付近から硫酸塩の還元が開始されたと報告していることから、水中においセンサー値が硫化水素の指標としていられるので、測定値が妥当なものと考えている。

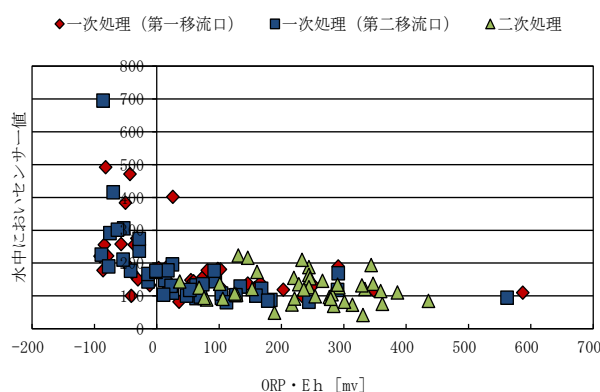


図 6.6 水中においセンサー値と ORP・Eh の関係

(4) 周辺への臭気の影響度

臭気濃度に浄化槽から漏れ出る排気量に乗じた臭気排出強度 (OER)⁷⁵⁾ を用いて浄化槽周辺への影響度を評価してみる。ばっ気空気量を 70L/分として、全浄化槽の臭気濃度平均値は表 7.1 から算出して 17400 となり、OER は 1218 となった。また、測定値の最大臭気濃度 225400 を用いると、OER は 15778 となった。したがって、この数値は文献の経験則⁷⁵⁾と比較してみると、最大臭気濃度で見ると一部影響があることが予想されるが、平均値の臭気濃度で見ると浄化槽に居間が接しているような特殊の場合を除いて苦情等はおこらないと推定される。

6.5 平衡相当値

表 6.1、6.2、6.3 で示した結果を基に、第 2 章に示した官能試験における平衡相当値・物理化学的測定における平衡相当値として算定し、官能試験における平衡相当値は 88.9、物理化学的測定における平衡相当値は 2.9 であった。

6.6 臭気低減対策

浄化槽の臭気対策として一般的に用いられているのが臭突を設けることであるが、汎用的な脱臭技術として水洗浄⁷⁶⁾や吸着技術^{77)、78)}が挙げられる。しかし、浄化槽から発生する臭気の脱臭技術については、専用の脱臭技術が存在していないのが現状である。

そこで活性炭を用いた脱臭試験を行い臭気の除去に効果的か検討を行った。

(1) 実験方法

1) 対象とした試料

実験に用いた浄化槽の処理水は 5 人槽（実使用人員 2 名）の浄化槽の第二移流口から採取した排水を試料とした。

2) 実験装置

図 6.7 に脱臭実験装置を示す。長さ 3.3m で 0.1m × 0.1m 角の風洞を用い、まず上流で整流を作るための整流部（一つのコア 25mm 角でコアが 4 つで構成）、活性炭に吸着させる装置で検討した。また、臭気を測定する箇所及び風下側にファンを設けて、変圧器でファンの回転を制御して流速を設定した。

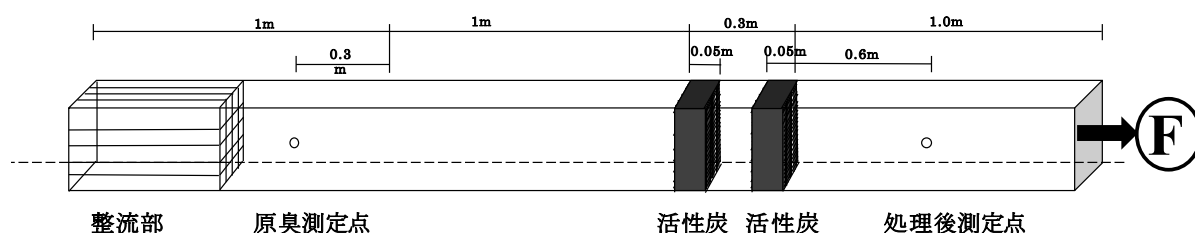


図 6.7 脱臭実験装置

3) 活性炭の種類

活性炭（T社）は 4mm の円柱型（4×6 メッシュ）（1000m²/g）を用いた。処理部は活性炭を充填する容器（幅 0.05m、横幅 0.086m）を設置し、活性炭 196g 充填容器内に充填し 2 段組み合わせた。

4) 流速

熱線風速計（K社）は測定範囲 0.05～8.0m/s の測定性能のある測定器を用いた。

5) 臭気の測定

整流部前に採取した試料をばっ気し、比較校正した 2 台のにおいセンサー（S社 XP-329 型）で原臭側と処理側を同時に測定した。

(2) 実験結果

表 6.4 に脱臭試験の結果を示す。においセンサー値の除去率は 86.7～90.3 の範囲であった。図 7.8 に流速とにおいセンサー除去率の関係を示す。流速 3.79 の時最も除去率が高くなっている。流速がはやくなるにつれ除去率が低下している要因として活性炭との接触時間が短いためと考えられる。浄化槽の臭気において活性炭を用いた脱臭は効果があることが明らかとなった。

表 6.4 脱臭試験結果

流速 (m/s)	原臭	処理後	除去率 (%)
1.2	229	24	89.5
3.79	227	22	90.3
6.46	232	26	88.8
7.88	224	28	87.5
8.37	218	29	86.7

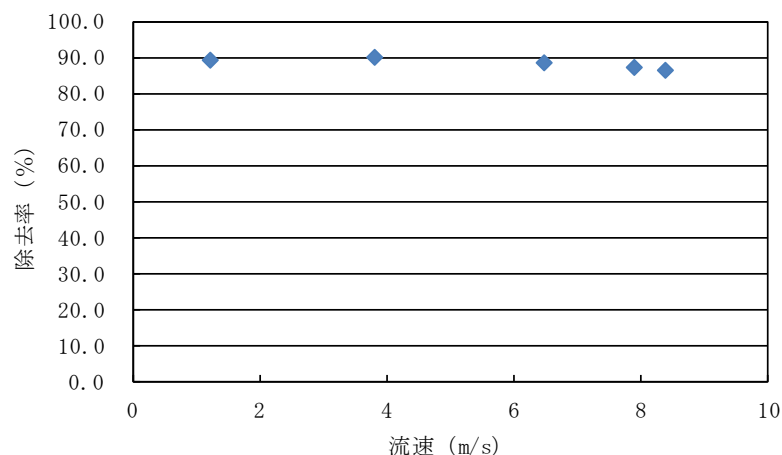


図 6.8 流速とにおいセンサー除去率の関係

6.7 結論

本研究は既設の浄化槽の調査を通して、浄化槽の工程ごとの臭気の実態と各工程の水質と臭気の関係及び浄化槽の臭気の実態を研究の目的として進め、下記のことことが明らかとなった。

- 1) 臭気濃度に影響している要因は、水中 H_2S 濃度が大きく影響しており、スラム厚と汚泥厚及び前回清掃日からの経過日数は影響度がほとんど見られないが、他の要因に比べてみるとわずかに影響度がみられる程度であった。
- 2) 水中のにおいセンサーは水中臭気濃度、BOD 濃度、水中 H_2S 、ORP に相関が非常に高いことが明らかとなった。
- 3) 夾雑物処理工程に比べて、嫌気性処理工程があることによって、より槽内の硫化水素濃度が高くなっている。このことは、嫌気槽からの移流水中の溶存硫化物の濃度が高く、この移流水が次槽で空気によるばっ気によって、硫化水素として発散し臭気濃度を高めたことに影響していると考えられる。
- 4) 浄化槽の 5 人槽で実測値の平均値を例にとり OER で評価すると、浄化槽に居間が接しているような特殊な状況を除いて、敷地外の周辺に被害を及ぼす臭気でないことが明らかとなった。

- 5) 提案した水中においセンサーの測定及び水中 H₂S の測定方法は臭気濃度との相関が高いことから、実用化できることを示唆している。
- 6) 提案する指標について、官能試験における平衡相当値は 88.9、物理化学的測定における平衡相当値は 2.9 であった。
- 7) 活性炭を用いた脱臭は浄化槽内の臭気において効果があることが明らかとなった。

第 7 章 建物排水管内の臭気

7.1 諸言

污水管、雑排水管内の臭気は、各衛生器具にトラップが敷設されているため、管内の臭気は生活空間に漏れ出ないようなシステムとなっている。污水管、雑排水管内の臭気は通気管を通過して末端の通気口から大気に放散されることになっている。そこで、污水管、雑排水管内の臭気が問題になる場合は、トラップ内の封水切れ、通気口の近くに居住する部屋がある場合に、臭気の苦情が生じる。

本章では住宅や大学の建物に関連した污水・排水管等の臭気、大学屋上に設置されている通気・排気管の臭気、大学施設内のトイレの污水管内の臭気の調査、トイレ系排水管内の汚水流動時の臭気の変化について調査を行った。また、男子小便器の使用にあたって臭気や排水管内の尿石の問題は依然として解決されないままの状態となっている。そこで、洗浄水を永久磁石の磁界の中を通した水（磁気処理装置有）と対照として永久磁石を使用しない水（磁気処理装置無）を小便器の洗浄水に使用して、排水管内の臭気の挙動等の調査を行った。

7.2 住宅の流し台雑排水管内の臭気

(1) 調査概要

仙台市内住宅の流し台の雑排水管内の臭気を表 7.1 に示した条件で臭気を採取した。

表 7.1 調査対象住宅の概要

	建物用途	建築年数 (年)	家族人数 (人)
A	住宅	15	5
B	アパート	2	1
C	住宅	25	7
D	アパート	10	1
E	住宅	9	4
F	マンション	5	1
G	住宅	15	1
H	住宅	22	2
I	アパート	5	1
J	住宅	3	2

(2) 調査方法

台所雑排水管については不快なおいがあるかアンケート調査を実施し、現場で臭気を採取し、実験室で臭気濃度の測定を行った。

(3) 調査結果

住宅の台所の雑排水管内の臭気濃度を表 7.2 に示す。臭気濃度は 32 ～ 191 の範囲、平均値は 66 で比較的臭気は低濃度であった。

表 7.2 流し台の雑排水管内の臭気調査結果

	トラップの種類	排水方式	不快なおいがある	臭気濃度
A	わん ト ラ ッ プ	合 流 式	ない	45
B			たまにある	73
C			たまにある	191
D			まれに	82
E			きにならない	55
F			ない	45
G			ない	57
H			時々	45
I			ない	35
J			ない	32

(4) まとめ

住宅の流し台の雑排水管については臭気濃度の平均値 66 であった。

7.3 T大学の污水管・雑排水管の臭気

(1) 調査概要

1号館の排水系統配管内の臭気を採取して調査を行った。図 7.1 に T 大学 1号館排水系統配管図（既設）を示す。対象とした測定項目は臭気濃度、においセンサー値、温度、湿度であり、測定場所は雑排水系では 1階～4階の流し台・手洗いの雑排水管内及び污水系では 1階～4階のトイレ床掃除口、さらに污水槽内・雑排水槽内を対象とした。

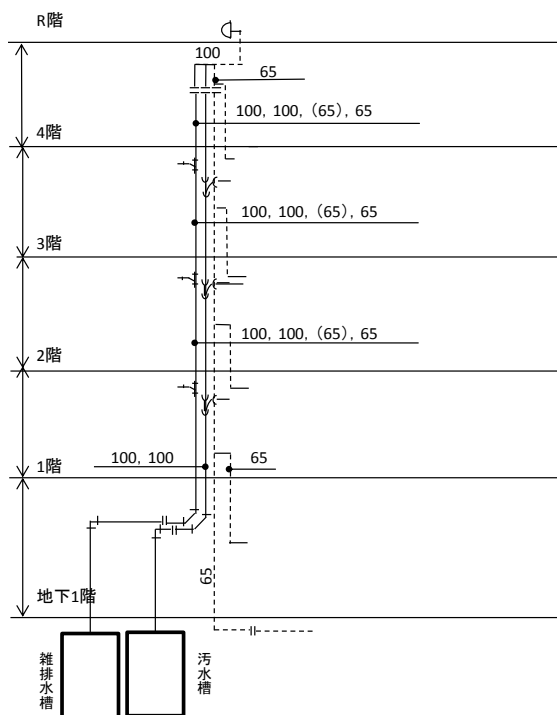


図 7.1 T 大学 1号館排水系統配管図（既設）

(2) 調査方法

各測定場所においてにおいセンサー、温度、湿度の測定を行った。臭気濃度については現場で臭気を採取した後、実験室にて臭気濃度の測定を行った。

(3) 調査結果

表 7.3 に排水管内及び汚水・雑排水槽内の臭気調査結果を示す。雑排水系の排水管内の臭気濃度は 32～54 の範囲、平均値は 40 であった。においセンサー値は 230～515 の範囲、平均値は 351 であった。手洗の雑排水管内の臭気濃度は 21～133 の範囲、平均値は 58 であった。においセンサー値は 220～403 の範囲、平均値は 338 であった。汚水系の掃除口では臭気濃度は 140～431 の範囲、平均値は 308 であった。においセンサー値は 340～770 の範囲、平均値は 530 であった。

表 7.3 汚水槽・雑排水槽内の臭気調査結果

		汚水槽内	雑排水槽内	
B1F	臭気濃度	335	84	
	においセンサー値	366	40	
	温度 (°C)	27	26.6	
	湿度 (%)	75	76	
	BOD (mg/L)	145	40	
	COD (mg/L)	74	22	
	pH	7.76	7.31	
		流し台	洗面器	掃除口
1F	臭気濃度	37	22	338
	においセンサー値	515	403	340
	温度 (°C)	48°C		
	湿度 (%)	99		
2F	臭気濃度	37	56	431
	においセンサー値	282	392	580
	温度 (°C)	41.8		
	湿度 (%)	99		
3F	臭気濃度	54	23	140
	においセンサー値	230	338	770
	温度 (°C)	30.2		
	湿度 (%)	94		
4F	臭気濃度	32	133	323
	においセンサー値	380	220	431
	温度 (°C)	29.7		
	湿度 (%)	92		

(4) まとめ

身の回りにある設備について、大学の污水管、雑排水管の臭気を測定して実態を明らかとした。大学の雑排水系排水管内の臭気濃度は 40 であり、手洗い排水管内の臭気濃度は 58 であり、汚水系排水管内の臭気濃度は 308 であった。これらの結果から、排水管の臭気の実態が明らかとなり、トラップの必要性が有ることが再認識された。

7.4 排水・通気管内の汚水流動時の臭気変化

(1) 対象施設の概要

T 大学施設屋上に設置されている通気管・排気管について調査を行った。図 7.2 に T 大学 1 号館配管系統図（新館）を示す。通気管については圧力測定を、そして T 大学 1 号館（新館）の各階のトイレの排水管についても調査を行った。

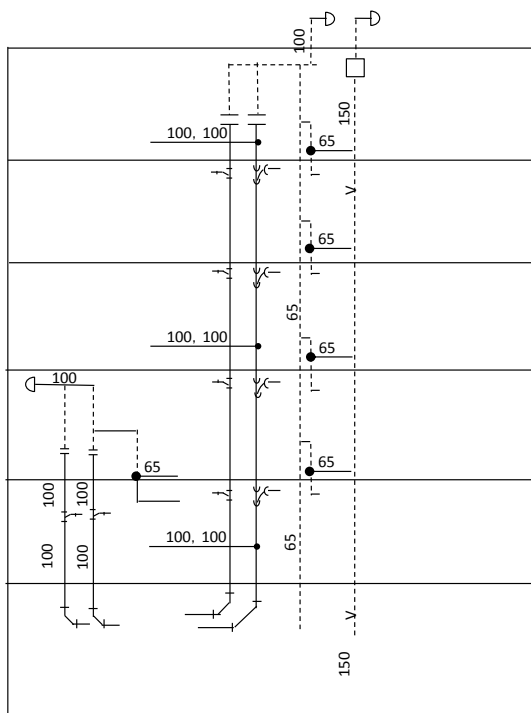


図 7.2 T 大学 1 号館配管系統図（新館）

(2) 調査方法

通気管については圧力測定、においセンサー、臭気濃度の調査を行った。排気管についてはにおいセンサー、臭気濃度について調査を行った。においセンサーは N 社製 XP-329Ⅲ R を使用し、測定時間は 9 時から 16 時とした。臭気濃度については官能試験を行い、悪臭防止法で定められている 6 人のパネルで三点比較式臭袋法を用いて測定を行った。また通気管と排気管の臭気調査を行うにあたりセンサー値の高い時間帯とそれ以外の低い時間帯をそれぞれピーク時と通常時とし、その 2 つの時間帯の臭気濃度の測定を行った。センサー値は通常時（9-10 時）とピーク時（14-15 時）の 3600 秒（1 時間）をピックアップした。

トイレ污水管については、においセンサー（N 社製 XP-329Ⅲ R）、臭気濃度、アンモニアについて測定を行った。臭気濃度については第 2 章で示した手順で行い、アンモニアについては検知管式気体測定器（G 社製：VG-100S）を用いて、検知管（G 社製：No. 3L）で測定を行った。

(3) 調査結果

1) 通気管・排気管

図 7.3 に通気管内の圧力変動図を、図 7.4 に通気管内の圧力変動時においてセンサー値と経過時間の関係を、図 7.5 に通気・排気管内の通常時・ピーク時においてセンサー値と経過時間の関係を、表 8.4 に通気管と排気管の通常時・ピーク時の臭気濃度と増加率の関係を示す。通気管内の圧力は高いところで 13Pa となった。図 7.4 と図 7.5 を比較すると、管内で圧力変動が起きるとにおいセンサー値も変化し始めることがわかる。臭気濃度は表 7.4 から通ピーク時の方が高い結果となった。

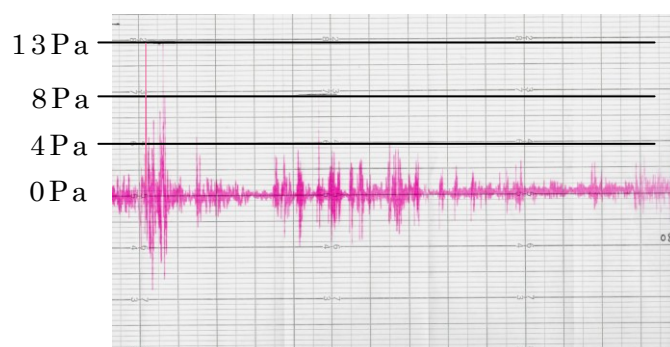


図 7.3 通気管内の圧力変動図 (チャート速度 10mm/秒)

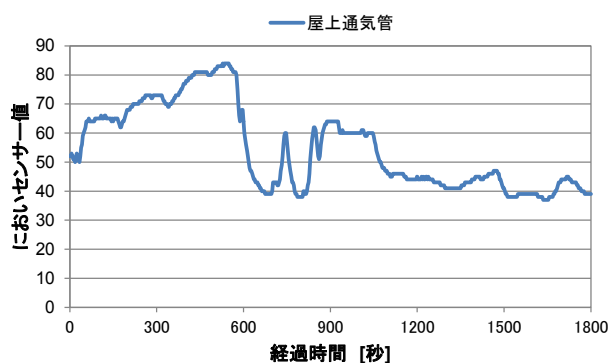


図 7.4 通気管内の圧力変動時においてセンサー値と経過時間の関係

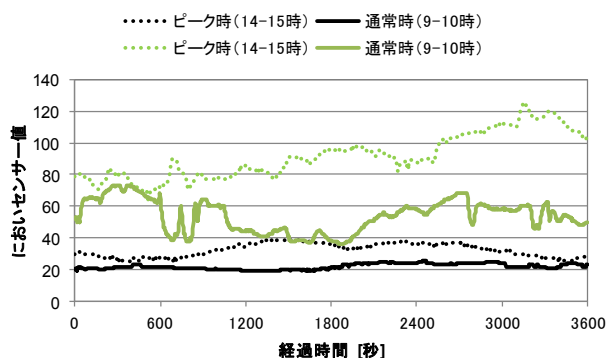


図 7.5 通気・排気管内の通常時・ピーク時においてセンサー値と経過時間の関係

表 7.4 通気管と排気管の通常時・ピーク時の臭気濃度と増加率

通気管	通常時	ピーク時	増加率 (%)
	6.1	44.5	107
排気管	通常時	ピーク時	増加率 (%)
	24.6	26.9	101

2) トイレ污水管

図 7.6 に 2 階から 5 階のトイレ排水管内の通常時・ピーク時のにおいセンサー値と経過時間の関係、表 7.5 に臭気濃度とアンモニアの各界の通常時・ピーク時の濃度と増加率の関係を示す。どの階にも共通していることは通常時よりピーク時においセンサー値、臭気濃度、アンモニアの濃度すべてが高いことである。特に 3 階のにおいセンサー値が高く、臭気濃度 427、アンモニア 27ppm とすべての値がどの階より高いことがわかった。3 階トイレが他の階に比べて利用者数が多いことが考えられる。

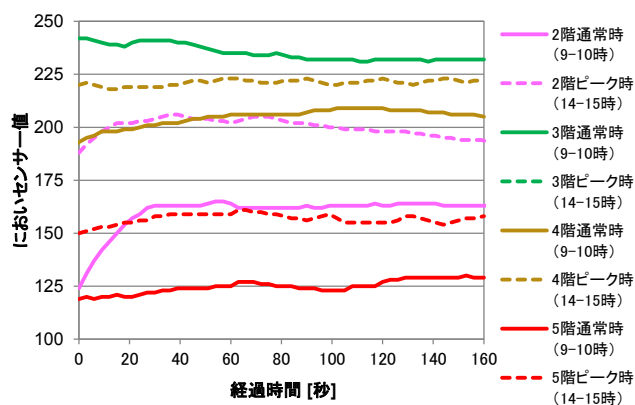


図 7.6 各階のトイレ排水管内の通常時・ピーク時のにおいセンサー値と経過時間の関係

表 7.5 臭気濃度とアンモニアの各階の通常時・ピーク時の濃度と増加率の関係

臭気濃度	階数	通常時	ピーク時	増加率 (%)
	5階	141	204	147
	4階	123	147	120
	3階	247	427	173
	2階	184	313	170
アンモニア	階数	通常時 (ppm)	ピーク時 (ppm)	増加率 (%)
	5階	7.5	15	200
	4階	11	18	163
	3階	14	27	193
	2階	0.8	10	1250

(4) まとめ

本研究ではトイレ系污水管を対象として、屋上に設置されている通気管の臭気の調査、大学施設内のトイレの污水管の臭気の調査を行い、トイレ系污水管の臭気の実態の解明を目的として研究を進めて下記の知見を得た。

- 1) 屋上通気口の臭気濃度は 6 から 45 の範囲であった。
- 2) 通気管内の圧力は 13Pa 前後で、圧力変動とともに通気管内の臭気は変動していた。
- 3) 屋上排気口の臭気濃度は 25 から 27 の範囲でほぼ一定であった。
- 4) 大学 1 号館新館のトイレ污水管の臭気は 123 から 427 の範囲であった。

7.5 臭気低減対策

(1) 実験装置及び実験方法

実験装置立面図を図 7.7、平面図を図 7.8 に示す。給水管のホースは架橋ポリエチレン管 20A で、水量計を両装置系に設置し、片方に磁気処理装置（図 7.9）を設置した。磁気処理装置の残留磁束は 13800 ガウス（ネオジウム磁石）である。小便器は T 社製 UFH500 型のストール型である。排水管はアクリル透明管 50A で勾配 1/100 とした。実験は 127 日間行い、使用人数は両小便器共に述利用人数 117 人であった。

実験方法は設置した 2 つの便器で放尿し、その排水管内の臭気、アンモニア、臭気濃度を、そして部屋の水温と室温を測定した。排水管内の臭気の測定には、においセンサーを用いて測定を行った。

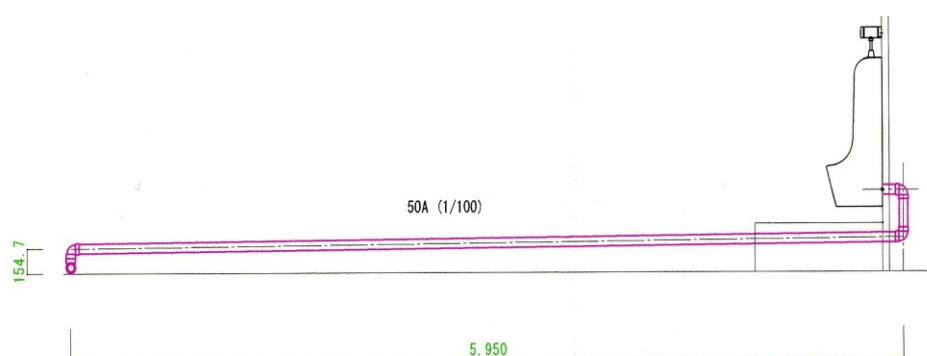


図 7.7 実験装置立面図

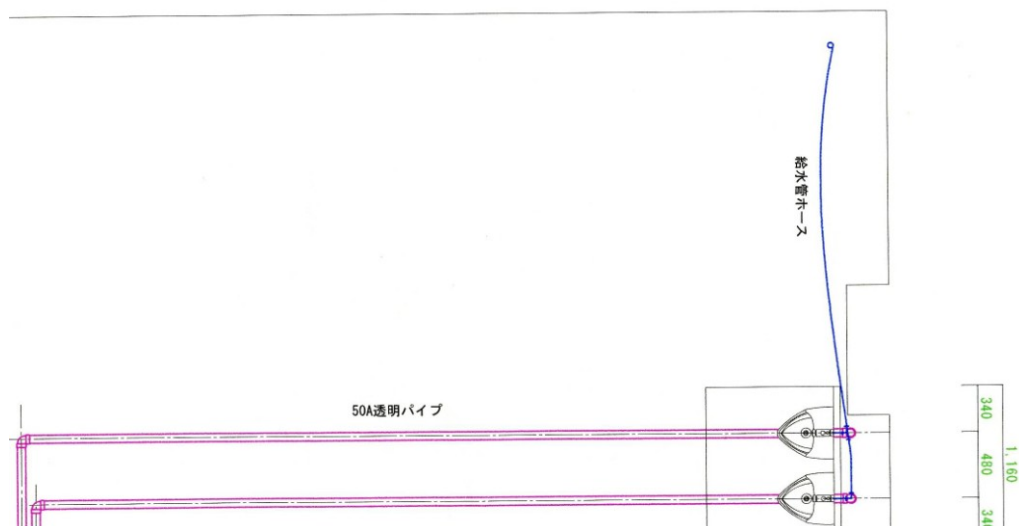


図 7.8 実験装置平面図



図 7.9 磁気処理装置

(2) 実験結果

1) 温度

約 4 か月にわたり実験を続けてきたため温度変化が生じている。水温は 18.6～25.0℃の範囲、気温は 19.8～25.1℃の範囲で変化している。

2) アンモニア濃度

図 7.10 に磁気処理有・無によるアンモニア濃度を示す。排水管内のアンモニア濃度については、磁気処理有は磁気処理無に比べて低い値を示している。経過日数 40 日あたりは磁気処理無では 3.5ppm を示し、磁気処理有は最大 0.6ppm でこれ以下の濃度を示した。この結果からも磁気処理装置で処理した水はマイナスの電荷をミネラルに与え、プラスイオンを持ったアンモニア臭等の嫌な臭いを消す効果があることが明らかとなった。

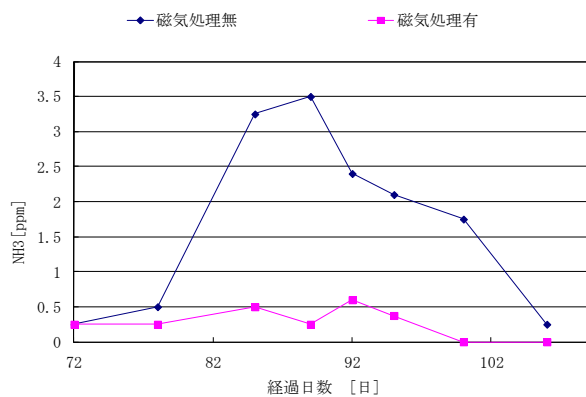


図 7.10 磁気処理有・無によるアンモニア濃度

3) 臭気

図 7.11 ににおいセンサー、図 7.12 に臭気濃度の経過日数による変化を示す。においセンサー値は磁気処理無では最大 570、磁気処理有では最大 263 を示し、すべて磁気処理有は磁気処理無に比べてにおいセンサー値が低い濃度となった。また、臭気濃度もにおいセンサー値と同様に磁気処理有は磁気処理無に比べて低い値となっている。

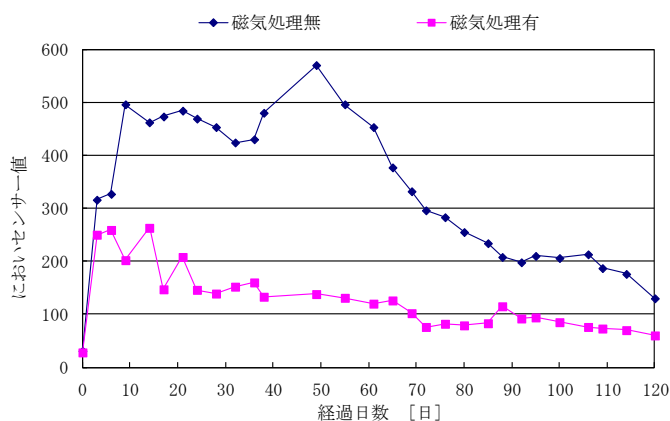


図 7.11 経過日数とにおいセンサー値

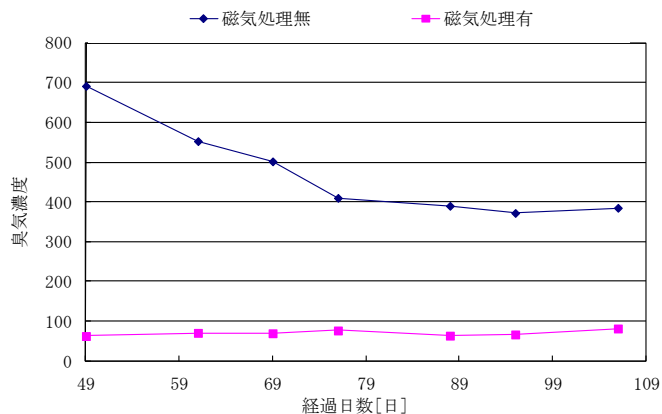


図 7.12 経過日数と臭気濃度

4) 排水管内の洗浄水の影響

排水管内を洗浄水が流れることによるにおいの影響をにおいセンサーで測定した。尿と洗浄水を流す場合と、尿を流さなくて洗浄水のみを流す場合について磁気処理有・無で検討した。図 7.13 に排水管内の洗浄水の影響を示す。排水管内を洗浄水が流れるとにおいセンサー値が上昇することが明らかとなっている。磁気処理有については尿を流すと水を流す条件に比べてにおいセンサー値の数値が高くなっている。また、磁気処理無も同様の傾向を示した。

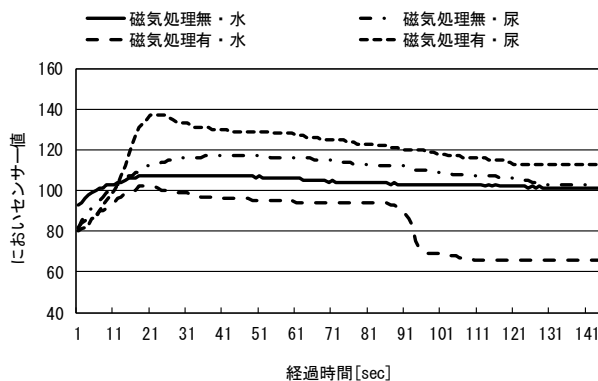


図 7.13 排水管内の洗浄水の影響

(3) まとめ

小便器の使用において、洗浄水を磁気処理することにより、排水管内の臭気に関する挙動が下記のように明らかとなった。

- 1) においセンサー値については、磁気処理有は磁気処理無に比べてにおいセンサー値が低い濃度となった。
- 2) アンモニア濃度については、磁気処理有は磁気処理無に比べて低い値を示している。
- 3) 臭気濃度については、磁気処理有は磁気処理無に比べて低い値となっている。

7.6 結論

住宅や大学の建物に関連した汚水・排水管等の臭気、大学屋上に設置されている通気・排気管の臭気の調査、大学施設内のトイレの汚水管内の臭気の調査、磁気処理装置を用いた臭気対策を行い下記の知見を得た。

- 1) 住宅の流し台の雑排水管については臭気濃度の平均値 66であった。
- 2) 大学の雑排水系排水管内の臭気濃度は 40、手洗い排水管内の臭気濃度は 58、汚水系排水管内の臭気濃度は 308 であり、トラップの必要性が有ることが再認識された。
- 3) 屋上通気口の臭気濃度は 6 から 45 の範囲であった。

- 4) 通気管内の圧力は 13Pa 前後で、圧力変動とともに通気管内の臭気の変動していた。
- 5) 屋上排気口の臭気濃度は 25 から 27 の範囲でほぼ一定であった。
- 6) 磁気処理装置を使用することによって、においセンサー値・アンモニア濃度は低い値となり、配管内の臭気低減効果が見込まれる。

第 8 章 建築環境における水に起因する臭気の比較検討と対応

8.1 緒言

本研究は建築環境において水に起因する部位を対象として、臭気を気中・水中の臭気濃度、気中・水中のにおいセンサー値を測定し、臭気の実態を把握したので、すべての臭気について比較検討する。そこで第 3 章の浴槽、第 4 章のトイレ設備（尿、寝具等への付着した臭気）、第 5 章のグリース阻集器、第 6 章の浄化槽、第 7 章の排水管内等の気中の臭気濃度、水中の臭気濃度、気中のにおいセンサー値、水中のにおいセンサー値の評価を行う。

8.2 臭気測定値の比較

上記の項目について気中の臭気濃度及び水中の臭気濃度の平均値を表 8.1 に示した。

表 8.1 各部位の臭気各測定値

		浴槽	尿	腐敗した尿	グリース阻集器	浄化槽	小便器のみの排水管	洗面・流し台の排水管内
気中	臭気濃度	43 24~62	2380 476~4535	15000	16125 7717~26433	45615 133~142817	498 443~584	59 22~133
	においセンサー	107 57~189	708 107~1022		410 260~538	488 144~1152	431 280~437	338 220~403
	試料数	n=10	n=6	第5章の最大値から臭気濃度を算出	n=7	n=20	n=8	n=8
水中	臭気濃度	40 24~62	1315 448~3900	X	632 361~932	513 200~876	X	X
	においセンサー	180 124~284	525 379~890		163 124~204	168 71~485		
	試料数	n=10	n=6		n=4	n=8		

この部位の中で浴槽の平均値を基準として、**図 8.1** に各部位の気中の臭気濃度の比較図、**図 8.2** に各部位の水中の臭気濃度の比較図を示した。気中の臭気濃度は、浴槽に比べて「尿」は **55 倍**、グリース阻集器は **375 倍**、浄化槽は **1060 倍**、小便器のみの排水管内は **11 倍**、洗面・流し台の **1.4 倍** となった。一方、水中の臭気濃度浴槽は浴槽に比べて「尿」は **33 倍**、グリース阻集器は **16 倍**、浄化槽は **13 倍** となった

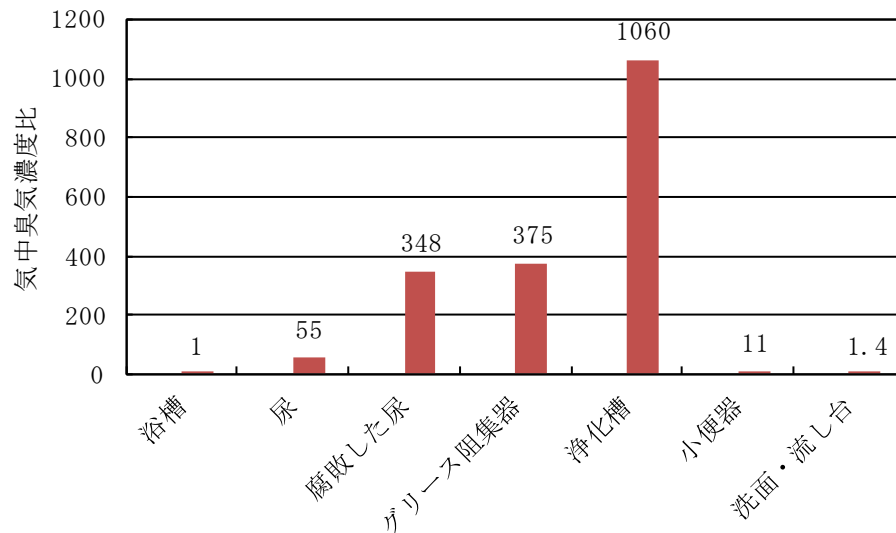


図 8.1 気中の臭気濃度の比較図

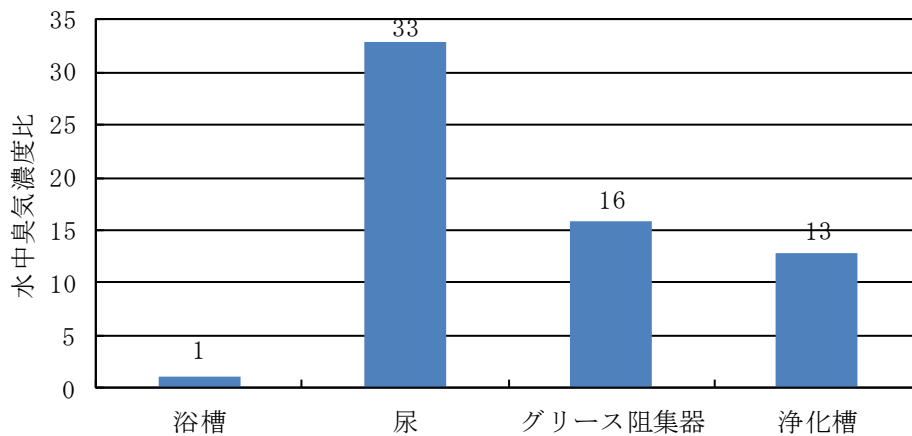


図 8.2 水中の臭気濃度比較図

8.3 平衡相当値の比較

気中・水中の濃度の平衡時の比の基本はヘンリーの法則であり、ヘンリーの法則は希薄なガス気体に適応される。しかし、自然界の臭気は複合物質となっているため、臭気に関する指標として用いることが困難である。本研究での提案は複合臭気の指標として、気中と水中の臭気濃度の関係を官能試験における平衡相当値、気中と水中のにおいセンサー値の関係を物理化学的測定における平衡相当値として提案して評価する。

本研究で得られた臭気測定項目別の測定値を第2章に示した官能試験における平衡相当値・物理化学的測定における平衡相当値として算定して表 8.2 に示す。官能試験における平衡相当値は浴槽が 1.1、尿が 1.8、グリース阻集器が 25.5、浄化槽が 88.9 となった。物理化学的測定における平衡相当値は浴槽が 0.6、尿が 1.3、グリース阻集器が 2.5、浄化槽

が 2.9 となった。数値が小さい浴槽の臭気等は水へ溶けにくく、空気中に発散しやすいものと考えられる。物理化学的測定における平衡相当値が官能試験における平衡相当値に比べて低いことは、水中においセンサー値の測定操作で水中の臭気物質を追いだす手法であるためと考えられる。グリース阻集器は密閉されているので、気中濃度が平衡状態に比べて高い気中濃度になっていることが考えられる。浄化槽は対象としたものがすべて水中に空気を送気して、水中の硫化水素等を強制的に追い出しているため濃度が平衡状態ではなく、浄化槽の臭気が最も高い濃度となっていると考えられる。気中濃度が高いグリース阻集器・浄化槽は水中濃度を下げることによって気中濃度の減少に繋がると考えられる。

各部位の臭気濃度の調査から、統計的に整理されている臭気の苦情と臭気濃度の文献値に照らし合わせてみると、浴槽の臭気は臭気強度 3.0～3.5 の範囲、その他は臭気強度 3.5 以上となった。悪臭公害で示されている例からは苦情が生じる臭気であることがわかるが、建築環境において、苦情は同様であると考えられるので対策が必要となってくる。

表 8.2 臭気測定項目別の平衡相当値

	浴槽	尿	グリース阻集器	浄化槽
官能試験における平衡相当値	1.1	1.8	25.5	88.9
物理化学的測定における平衡相当値	0.6	1.3	2.5	2.9

8.4 各部位の臭気対応

- 1) 浴槽については、入浴前の洗い方によって臭気に影響が生じる。入浴剤を用いることによって快適になるが使用者の嗜好にあわせて、入浴剤を選定する必要がある。
- 2) 尿については、ポータブルトイレを用いる場合、尿を希釈すること、さらには低水温状態にすることによって尿の腐敗速度を遅らせることができる。原尿と 5 倍希釈では速やかに処分し、10 倍希釈では 10 時間程度まで貯留することが可能である。
- 3) 寝具・下着の尿の付着については、発生する臭気物質は繊維の種類や折り方の差異によって大きく臭気に異なりがみられる。尿臭の問題がある場合は繊維、折り方を考慮して選定する必要がある。
- 4) グリース阻集器については、一日一回第一槽のごみかごを清掃し、二週に一回程度第二槽、第三槽の浮上した油脂・ごみ類を清掃することが臭気の低下につながる。また、密閉式の蓋を設置するこ

とによって外部に臭気を漏らさないことが必要である。

- 5) 浄化槽については、ばっ気しない浄化槽は、密閉式のマンホールにして臭突を設ける、ばっ気する浄化槽は、密閉式マンホールを設け、臭突または防臭装置を設ける必要がある。さらに、流入・流出側にトラップを設ける必要がある。
- 6) 排水管については、各衛生器具にトラップを必ず設ける、通気口の位置は周りを配慮して位置を決定する必要がある。特にトラップの破封後直ちに水を注入して回復する。

8.5 結論

建築環境において水に起因する部位を対象として、臭気を気中・水中の臭気濃度、気中・水中のにおいセンサー値を測定し、臭気の実態を第3章～第7章で把握したが、すべての臭気について比較することを目的に検討を進めた。また、複合臭気の指標として、官能試験における平衡相当値・物理化学的測定における平衡相当値として提案して評価した。

- 1) 各部位の臭気濃度の調査から、浴槽の臭気は臭気強度 3.0～3.5 の範囲、その他は臭気強度 3.5 以上となり、悪臭公害で示されている例からは苦情が生じる臭気であることが明らかとなった。
- 2) 気中・水中濃度が確認でき、対象の装置・部位の臭気の濃度の割合が明らかとなった。
- 3) 気中濃度が高いグリース阻集器・浄化槽は水中濃度を下げることによって気中濃度の減少に繋がる。
- 4) 各部位において適切な臭気対策を行うことにより臭気低減効果があることが明らかとなった。

第 9 章 総括

本研究は、建築環境の中で臭気に対する苦情が多くある中でいまだに水に起因する浴槽、トイレ、グリース阻集器、浄化槽、排水管等から発生する臭気の実態が把握されておらず、研究例がきわめて少ない。そこで臭気の実態を調査し液相と気相との臭気の関係性、さらに臭気の発生に影響する要因を解明して抑制する手法等について検討を進め、より快適な環境づくりを提案することとした。

以下に本研究で明らかとなったことについて概説する。

第 1 章 「序論」

建築環境における水に起因する臭気の問題を整理し、本研究の目的を記述した。

第 2 章 「臭気の発散概要及び研究の動向」

臭気発散の概要及び発散のメカニズムを二重境膜説やヘンリーの法則を用いて説明し、測定法、官能試験の種類や臭気の防止対策についてまとめた。また対象とする水の発散の評価を『官能試験における平衡相当値』及び『物理化学的測定における平衡相当値』として評価することを提案した。さらに対象とした各部位や装置の構造も述べた。

第 3 章 「浴槽水の臭気」

浴槽において入浴条件による浴槽水の水質と臭気の評価を行った。入浴時の身体洗浄方法の差異によって、浴槽水の臭気に変化があることが明らかになった。 KMnO_4 消費量は浴槽水の臭気に関係があること、さらに浴槽水中のにおいをにおいセンサー、臭気濃度、臭気強度、快・不快度で現すことができた。家庭浴槽水では何の臭気かわかる弱いにおいで不快の域にあり、不特定多数が利用する浴槽水では、ろ過装置を設置していない浴槽は浴槽水の臭気が高くなることが明らかになった。今まで浴槽水の評価は KMnO_4 消費量、濁度が中心であったが、本実験で得た臭気の評価を導入することが出来ることを示唆している。許容できる臭気強度を 2.0 とすると、これに対応するにおいセンサー値は 170、 KMnO_4 消費量は 2.2mg/L 以下を浴槽水の管理基準とすることを提案した。また、入浴剤は嗅ぐ人によって不快と感じるものもあり、適正な選択が必要であることも明らかとなった。

第 4 章 「トイレ設備の臭気」

尿は一日を通して臭気に変化しており、最も臭気強い尿は朝一番の尿であった。尿は時間が経過するにつれ、さらに水温が高くなると化学的に尿質が変化することが明らかとなった。電気伝導率は測定時間内では尿中の[尿素]がアンモニア等に変化しているため、実験開始直後から数値が次第に低くなっている。ORP 及び r H は 10℃では次第に[+]側に変化しているが、20℃と 30℃は一度[+]側でピークを示すが、その後[-]側に傾いて、腐敗が進行している。r H は ORP と同様の変化を示したことは、pH の変化範囲が 3 程度であるためと考えている。原尿の臭気は臭気強度と快・不快度に高い相関が現われており、50 倍までの希釈条件では不快域に属することが明らかとなった。pH、ORP、r H は 9 時間内では腐敗の進行度合いがわずかな変化を示しており、その後の変化は希釈倍数が高いほど、さらに低水温にすることによって水質変化を遅くすることができることが明らかとなった。

臭気物質の発生は繊維の種類では大きく差異があり、また、綿のシートでは繊維の織り方によって臭気物質の発生する濃度と水の透過量に関係があることが明らかとなった。防臭おむつは 48 時間までは臭気物質の濃度は低い、その後は臭気物質の濃度が高くなり、防臭性能が保たれない経過時間が明らかとなった。また、提案した評価試験法は腐敗による臭気物質の発生や防臭製品の性能を評価できるものと考えている。

第 5 章 「グリース阻集器の臭気」

実稼動のグリース阻集器の臭気の実態を調査して発散の要因と解明を行った。グリース阻集器に阻集された油脂・ごみは阻集器から発生する臭気の原因とされていたが、グリース阻集器内から発生する臭気に影響を与えている要因は、浮上している総油脂量が大きく影響していることが明らかとなった。他の総ごみ量、ノルマンヘキサン抽出物質、第三槽ごみ量は臭気濃度への影響は少ないことがわかった。阻集器内の定期的な清掃を怠れば臭気の発生が多くなることが明らかになった。また、グリース阻集器水槽内へ排水が流入することで阻集器内をかく乱するため臭気の発生に影響を与えていることが明らかとなった。

第 6 章 「浄化槽の臭気」

浄化槽の処理工程ごとの臭気の実態と各処理工程の水質と臭気の間連性から発散に影響する要因の解明を行った。臭気濃度に影響を与えて

いる要因は、水中 H_2S 濃度であり、スカム厚と汚泥厚及び前回清掃日からの経過日数は影響がほとんどみられない。水中のにおいセンサー値は水中臭気濃度、BOD 濃度、水中 H_2S 、ORP の各項目と非常に高い相関が認められた。嫌気性処理工程は夾雑物処理工程に比べてより槽内の硫化水素濃度が高くなっている。このことは、嫌気槽から移流する水中の溶存硫化物の濃度が高く、この移流水が次槽でばっ気によって硫化水素として気中に発散して臭気濃度を高めたと考えられる。浄化槽の 5 人槽について OER で評価すると、居間が浄化槽に接しているような特殊な状況を除いて、敷地外の周辺に被害を及ぼす臭気でないことが明らかとなった。また、活性炭を用いた脱臭は浄化槽内の臭気において効果があることが明らかとなった。

第 7 章 「建物排水管内の臭気」

住宅や大学の建物に設置している汚水・排水管内の臭気、大学屋上に設置している通気・排気管の放出口の臭気の調査を行った。住宅の流し台の雑排水管内、大学の雑排水管内、手洗い排水管内、汚水管内の臭気を調査してトラップの必要性を確認した。通気管内の圧力は 13Pa 前後で、圧力変動とともに通気管内の臭気濃度が変動していた。また、便器洗浄水を磁気処理することによって排水管内のアンモニア濃度が低い値となり、排水管内の臭気低減効果があることが明らかとなった。

第 8 章 「水に起因する臭気の濃度比較と対応」

建築環境において水に起因する部位や装置を対象として、臭気の実態を第 3 章～第 7 章で把握し、気中・水中の臭気濃度、においセンサー値の測定値を比較した。各部位の気中の臭気濃度から臭気強度に置き換えると、浴槽の臭気は臭気強度 3.0～3.5 の範囲、その他は臭気強度 3.5 以上となり、多くの人が苦情を呈する臭気であることが明らかとなった。また、臭気濃度の気中と水中の関係を『官能試験における平衡相当値』・においセンサー値の気中と水中の関係を『物理化学的測定における平衡相当値』として評価した。すなわち、気液の濃度状況が明らかになったことで、装置や部位の臭気の特徴がわかり、気中濃度が高いグリース阻集器や浄化槽は水中濃度を低下させることや水中から臭気を気中へ発生させないことが気中濃度の減少に繋がることを示唆している。

以上、研究で得られた総合的な知見は、水に起因する装置や部位の中でいずれも臭気の発生があることがわかり、それぞれに対して臭気発生

に影響する要因を明らかとし、気中と水中の臭気の比率を『平衡相当値』として提案した。さらに個々の部位や装置の臭気の発生を抑制することも提案できた。

参考文献

- 1) 岡田誠之：生活とにおい、理工社、1995
- 2) 赤井仁志、岡田誠之、青沼徹：入浴の行為による浴槽水の汚濁原単位及び消毒剤の減少に関する研究、空気調和・衛生工学会論文集、p114、2006
- 3) 岡田誠之、武藤暢夫、中村哲也：し尿浄化槽からの発生する臭気に関する研究(その1)、第31回大気汚染学会講演要旨集、(1989)、p449
- 4) 仁木圭三、中澤真一、大森英昭、大迫政浩：小型合併処理浄化槽における臭気の発生実態、第7回臭気学会、(1994-6)、pp28~29
- 5) 仁木圭三、小川浩、国安克彦、大森英昭：戸建て住宅に設置された浄化槽における臭気の発生予測、第9回臭気学会、(1996-6)、pp26~27
- 6) 大迫政浩、仁木圭三、都竹克昭：合併処理浄化槽における硫黄系臭気物質の変動特性、第8回臭気学会、(1995)、pp4~5
- 7) W. W. Eckenfeder, JR・D. J. O'Connor, 岩井重久訳：廃水の生物学的処理、80(1965)、コロナ社
- 8) Y. Folkman and A. M. Wachs : Nitrogen Removal Through Ammonia Release From Holding Ponds, Presented at the 6th International Water Pollution Research June, 18~23 (1972), Proceedings Published by Pergamon Press Ltd
- 9) R. E. Rathbum and D. Y. Tai : Technique for Determining the Volatilization Coefficients of Priority Pollutants in Streams, Water Research, 15, 2, 243~250 (1981)
- 10) W. G. Whitman: the two theory of gas absorption, Chem Eng. , 29, pp146-148 (1923)
- 11) 亀井三郎編：新版化学機械の理論と計算 p153 産業図書(株) 1973
- 12) 岡田誠之：水中溶存悪臭物質の気中への発散を左右する要因に関する研究 第2報各要因についての発散特性、空気調和・衛生工学会論文集、No. 19、pp1~14、1982
- 13) 武藤暢夫、岡田誠之他：悪臭物質の拡散に関する実験的研究(長水路からの拡散)、悪臭公害研究会 悪臭の研究 Vol. 14 昭和61年 No. 68 pp1-26
- 14) 社団法人 日本化学会編：化学応便覧第5版 応用化学編Ⅱ、

p825、1995年3月

- 15) 岩崎好陽：新訂臭気の嗅覚測定法三点比較式臭袋法測定マニュアル
- 16) http://www.new-cosmos.co.jp/infor/smell/xp3293_1a.html
- 17) <http://www.gastec.co.jp/reference/frame.php?place=c4.htm>
- 18) 岡田誠之、武藤暢夫：臭気センサを用いた水中溶存揮発性物質の測定、第7回臭気学会、pp36～37、1994
- 19) 下水道協会編：下水試験方法、1984
- 20) APHA-AWWA-WPCF：Standard Methods for the Examination of Water and Wastwater 18th2150B、1992
- 21) 日本水道協会編：上水試験方法、1985
- 22) 財団法人規格協会：JISK0102工場排水試験方法、財団法人規格協会、1998
- 23) ASTM Designation：D1292-65、1975
- 24) 岡田誠之：水中臭気物質の官能試験について、臭気の研究、25巻6号、1994
- 25) 空気調和・衛生工学会編：空気調和・衛生工学会規格「HASS 217-2008 グリース阻集器」、2008
- 26) 田中稔：浄化槽維持管理のための浄化槽管理技術（改訂版）、環境整備協会、1986
- 27) 環境省関係浄化槽法施行規則：第一条の二法第四条一項
- 28) 空気調和・衛生工学会編：空気調和・衛生工学会規格「HASS 206-2000 給排水衛生設備基準・同解説」、2000
- 29) 独立行政法人建築研究所、日本建築行政会議、給排水設備技術基準・同解説編集委員会編：給排水設備基準・同解説 2006年版
- 30) 山里一英他：微生物の分離法、p407、(1989) R and D プランニング
- 31) 朴俊錫、川尻第貴、池田耕一、藤井修二：真菌由来揮発性有機化合物による空気調和機汚染に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第552号、pp.43～48、2002
- 32) 武藤暢夫、岡田誠之：トイレの臭気についての実態調査 臭気の研究 Vol.19No.6 pp35～39 (1988)
- 33) 高野岳他：駅トイレの臭気に関する研究その1、日本建築学会学術講演梗概集、pp845～846 (2000)
- 34) 保坂秀人他：駅トイレの臭気に関する研究その2、日本建築学会学術講演梗概集、pp847～846 (2001)

- 35) 東京都環境局編：ビルピット臭気対策マニュアル、pp35-42、2011
- 36) 古畑勝則：温泉水におけるレジオネラ汚染とその対策、水環境学会誌、第28巻 第9号、2005
- 37) 小川正晃、赤井仁志、縣邦雄、高柳保、紀谷文樹：循環式浴槽におけるレジオネラ汚染に関する考察、空気調和・衛生工学学術講演論文集、pp1777～1780、2002
- 38) 藪内英子、縣邦雄：日向市の新設温泉施設を感染源とするレジオネラ症集団発生の集団発生、感染症学雑誌、第78巻 第2号、2004
- 39) 笹原武志、他6名：温泉水における Legionella 属菌汚染と泉質に関する調査・研究、感染症学雑誌、第78巻 第7号、2004
- 40) (社)空気調和・衛生工学会編：浴場施設におけるレジオネラ対策指針のための調査・実験研究、2006
- 41) 青沼徹、前田信治、岡田誠之、野知啓子、赤井仁志：循環式浴槽水の水質実態に関する研究、空気調和・衛生工学会論文集、No.157、pp11～17、2010
- 42) 岡田誠之、武藤暢夫：水系の臭気の官能試験法とその評価、環境技術、Vol.22 No.6、pp349～354、1993
- 43) 財団法人ビル管理教育センター編：平成16年度厚生労働科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）建物における環境衛生管理に関する研究、2005
- 44) 財団法人ビル管理教育センター編：平成17年度厚生労働科学研究費補助金（健康科学総合研究事業）建物における環境衛生管理に関する研究、2006
- 45) 平石年弘、榎崎正也、佐藤隆二、山中俊夫：嗅覚反応に基づく空気質評価に関する研究-小便臭による嗅覚反応-、日本建築学会近畿支部研究報告集、（1993）pp129～132
- 46) 市川洸、石井賢俊、岩波君代、加島守、西村かおる、浜田きよ子、吉田恒輔、松尾清美：福祉用具支援論、（財）テクノエイト協会、（2006） pp125～163
- 47) 石井賢俊、西村かおる：らくらく排泄ケア、MCメディカ出版（2008）
- 48) 藤田耕太郎編：排便ケア Q&A 総合医学社、（2006） pp194～195
- 49) 西村かおる：心地よい排泄ケア 岩波書店 （2008） pp150～167
- 50) 板倉朋世、光田恵：医療施設における尿管用排液バッグからの臭気発生量と臭気対策に関する一手法の検討、におい・かおり環境

- 学会誌、39 卷 1 号 (2008)、pp44～50
- 51) 北口真也：介護臭の除去方法について、第 12 回臭気学会 (1999) pp66～67
- 52) 板倉朋世、光田恵、棚村壽三：高齢者のおむつ交換時における排泄物の臭気特性に関する研究、日本建築学会環境系論文集、73、pp335-341、(2008)
- 53) 光田恵、杉山史典、広田正宣、笠原浩：高齢者施設の居室における臭気特性と対策に関する研究、第 14 回におい・かおり環境学会要旨集、pp48～49、(2003)
- 54) 福井啓太、岡田誠之：尿の化学的性状変化と臭気に関する基礎的研究、空気調和・衛生工学会論文集、173、pp11～18、(2011)
- 55) 桜川貞夫：トイレ考現より抜粋
- 56) (社)におい・かおり環境協会編：ハンドブック悪臭防止法、5 訂版 ぎょうせい (2010)
- 57) 内田俊也：水電解質異常、日腎会誌 44 (1) (2002) pp18～22
- 58) 森下芳孝：Medical Technology:26 (6) (1998) pp695～700
- 59) 折田義正他：日本臨床増 53 (1995)、pp473～477
- 60) 中野昭一編：図説からだの事典、朝倉書店 (1998) pp456～459
- 61) (社)日本下水道協会編 (建設省都市局下水道部・厚生省生活衛生局水道環境部監修)：(1997)、下水道試験法 (上巻) pp116～117
- 62) 野末和志：(2002)、服地がわかる事典、p46-48、日本実業出版社
- 63) 上野和義、朝倉守、岩倉健次：(1998)、繊維のはなし、p101～118、日本規格協会
- 64) 油脂原料確保研究会編：油脂原料をどうする、(財)油脂工業会館、p 12、2009
- 65) (社)空気調和・衛生工学会：SHASE-S217-2008、グリース阻集器
- 66) 渋谷宏樹、曾根松信：営業要員両店舗におけるグリース阻集器の実態調査、
- 67) 岩崎好陽他：多様化する悪臭に対応する地方自治体 ビルピット悪臭の発生メカニズムとその対策、産業と環境 Vol.24、No.7、pp89～91、1995
- 68) 荒川昌信、橋口裕昭、桂政幸：微生物を応用したグリーストラップ油脂分解装置の設置とその効果、空気調和・衛生工学会北海道支部学術講演論文集、pp179～182、1998
- 69) 大野勝史：特集 排水を発生源とする悪臭対策 油脂分解菌による

- 悪臭対策事例、PPMVol.25、No.9、pp55～59、1994
- 70) 平成7年環境省告示第63号
 - 71) 平成12年環境庁告示17号
 - 72) 井上雄三編：安定型最終処分場における高濃度硫化水素発生機構の解明並びにその環境汚染防止対策に関する研究、国立環境研究所報告第188号2005、No.188(2005)、pp7～8
 - 73) 里内 勝、菊地憲次、上田邦夫：ごみ焼却場の汚水処理施設における硫化水素発生に関する研究、環境技術、No8、(1982)、pp557～564
 - 74) 建設省土木研究所下水道研究室：臭気と脱臭方法に関する調査報告書、第2次中間報告、(1979-9)、pp20～33
 - 75) (社)臭気対策研究協会：においの用語と解説、(1998)、p102
 - 76) 桧山和成：悪臭対策の最近の動向 4 脱臭装置の設計技術 洗浄法、化学装置 Vol.40、No.11、pp131～144、1998
 - 77) 桧山和成：臭気対策の現況 最近の吸着脱臭法、環境技術 Vol.24、No.10、p588
 - 78) 末高透：吸着の理論と応用 I、臭気の研究 Vol.25、No.1、pp52～58、1994

謝 辞

本論文の終りにあたって、本論文の審査に当たり御教示、御指導を賜りました東北文化学園大学大学院・健康社会システム研究科教授 須藤諭先生に対して深く感謝の意を表します。さらに、本論文の細部にわたり適切な御助言ならびに御指摘を頂いた、同大学院教授山本和恵先生、同大学院兼任教員八十川淳先生に深く感謝申し上げます。

研究の遂行および本論文の作成において終始一貫して熱心に御指導ならびに御鞭撻を賜りました東北文化学園大学名誉教授岡田誠之先生に深く感謝致します。岡田誠之先生の懇切丁寧な研究指導を賜り心から御礼申し上げます。また、同大学元助教前田信治先生には、研究に対する姿勢や分析など丁寧に御指導頂きました。また、㈱ユアテック技術開発センターの草刈洋行氏にはグリース阻集器の研究において多大なる御尽力を頂きました。深く感謝申し上げます。

岡田研究室で研究活動を行っていた今井正樹氏、同大学院博士前期課程卒業生の渡邊伸幸氏、赤間俊介君、佐野達也君、久住知裕君には全国各地での学会発表や研究活動、学生生活等で色々とお世話になりました。そして、同大学学部卒業生の渡辺大樹君、越後礼介君、木村竜一君、幡野幸基君、研究室の卒業生の皆様には官能試験を用いた研究を行うに当たり御協力頂きました。この場を借りて皆様に深く御礼申し上げます。

本研究の一部は、平成 22 年 クリタ水・環境科学振興財団研究助成「性能評価型浄化槽における臭気の発散に影響する要因の検討及び実態調査」の援助を受けて行われたことを記して謝意を表します。

最後に、私がこのような形で本研究をまとめることができたのは、あたたかく応援してくれた家族、そして、ここに書き記すことのできなかつた多くの方々の御指導と御協力によるところも多く、心から深く感謝申し上げます。

2016 年 3 月