

駅トイレの臭気対策に関する 基礎研究



亀田 暁子*



坂本 圭司*

駅トイレは、換気などのハード面、清掃などのソフト面での臭気対策が実施されているが、お客さまのさらなる改善への要望が高い。特に首都圏トイレでは、利用人数があまりにも多く、生じる臭気も強力で、芳香剤や消臭剤など一般家庭向けの対策では臭気抑制効果は少ない。そこで、駅トイレの臭気改善を行うために、臭気源を特定し、臭気源を無くす方法についての検討を行った。特に駅トイレの代表的なアンモニア、アミン類の臭気が問題になる箇所は、小便器周辺のエリアであった。駅トイレ臭気の特徴を部位別に分け調査を行い、各部位別の臭気抑制対策について方向性を示した。

●キーワード：トイレ、臭気、アンモニア、アミン類、細菌

1. はじめに

駅トイレは随時改修を進めており、設備数の増加や和便器の洋便器化などのサービス向上を図っている。お客さまの当社に対するトイレイメージは向上しているものの、臭気に関する多くのご意見もいただいている。駅トイレは、利用頻度があまりにも高いことから、強制的な換気や日常清掃だけでは、十分に不快な臭気を抑制することが困難である。そこで、駅トイレの臭気を改善するために、臭気源を特定し、臭気源を無くす方法についての検討を行った。

本研究のフローを、図1に示す。

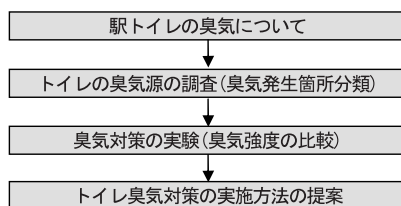


図1 本研究のフロー

2. 駅トイレの臭気について

2.1 トイレ臭気について

悪臭とは一般に低濃度多成分の複合臭気であり、トイレ臭気も複合臭気で構成されている。

トイレ内の臭気発生箇所は、大きく分け2つに分類される。1つは、局所的に発生する強い臭気の箇所であり(局所的な臭気)、もう1つは、床面などの広い面積を占めるが弱い臭気を放つ箇所である(全体的な臭気)。

また駅トイレの代表的な臭気としては、アンモニアとアミン類がある。アンモニアは、細菌が尿を分解する過程で発生する(図2)。アミン類については、発生過程が明確ではないものの、細菌の活動を通じ尿のある場所で発生する不快な臭気である。

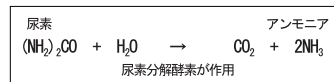


図2 細菌による尿素の分解反応

2.2 臭気源について

トイレ臭気のある箇所には、必ず臭気源が存在する。臭気源とは、図3に示すような、排泄物や便器の汚れ、床の汚れなどの臭気を放つ物質のことを示す。今回の研究では、局所的に発生する臭気源に着目し、トイレ臭気の前防処置について検討した。

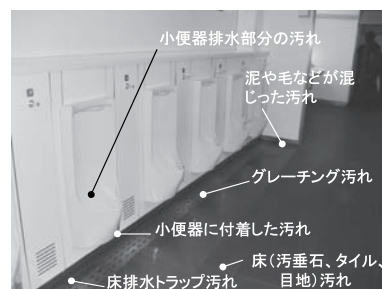


図3 トイレの臭気源例

3. トイレ臭気源の調査

3.1 駅トイレ実測調査

事前調査により臭気問題を感じた首都圏トイレ10駅を抽出し調査を実施した。調査は床面を中心として、主に気体検知管を用いたアンモニア、アミン類の測定を極近の位置で行った。測定箇所は、臭気発生が想定される部位ごとに、「汚垂部およびグレーチング(床排水トラップ含む)」「床」「小便器」の3ヶ所に分けて行った(図4)。

参考文献4)によると、代表的な特定悪臭物質であるアンモニア、トリメチルアミンについては、表1の臭気強度と物質濃度の関係が示されている。

表1 臭気強度と物質濃度の関係

	臭気強度 (6段階臭気強度表示法)					
	0	1	2	3	4	5
	無臭	やっと感知できる臭気	何の臭気か分かる弱い臭気	らくに感知できる臭気	強い臭気	強烈な臭気
物質名	臭気濃度 (ppm)					
アンモニア	1.5×10^1	5.9×10^1	2.3	9.2	37	
トリメチルアミン	1.1×10^4	1.4×10^3	1.9×10^2	2.4×10^1	3.0	



図4 臭気発生箇所のエリア分け

3.2 汚垂部およびグレーチング

(1) 特徴その1

汚垂部およびグレーチングからの臭気は、特に尿が直接滴下する箇所（図5）に、目地、部材の納まり、凹凸部など（図6）があると、強烈な臭気源となりやすい（表2）。

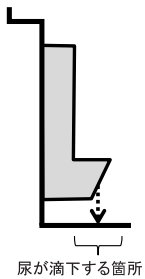
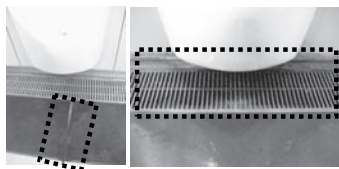


図5 汚垂部およびグレーチングの特徴



(左) Y駅モルタル目地
(右) U1駅グレーチング(溝蓋)の凹凸部

図6 汚垂部およびグレーチングの臭気源 特徴その1

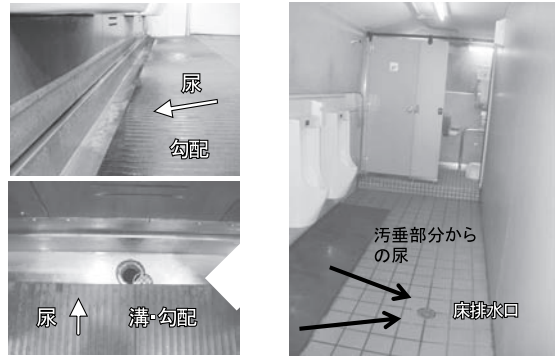
表2 特徴その1の臭気発生状況

駅名	部位	物質名 (単位ppm)	
		アンモニア	アミン類
Y駅	モルタル目地	10	20
N駅	グレーチング納まり	5	22
U1駅	グレーチングの凹凸	>100	>100

100ppm以上は計測不可

(2) 特徴その2

汚垂部の尿が、床の排水口やトラップに集まりやすい構造（図7）になっていると、側溝内、床排水口やそのルート上から強烈な臭気が発生する（表3）。清掃を行うと、一時的に臭気は下がるものの、時間の経過と共に、再び強烈な臭気が発生する（図8、表4）。



左: 尿が直接側溝に流れ込む(N駅)
右: 尿が床排水口まで常時集まるルートを形成(M1駅)

図7 汚垂部およびグレーチングの臭気源 特徴その2

表3 特徴その2の臭気発生状況

駅名	部位	物質名 (単位ppm)	
		アンモニア	アミン類
N駅	側溝内	20	80
M1駅	床排水トラップの水	8	20



図8 トラップの清掃 (U3駅)

表4 トラップ水の臭気変化 (U3駅)

時間	物質名 (単位ppm)	
	アンモニア	アミン類
13時(清掃直後)	1	1
23時	>100	>100

100ppm以上は計測不可

(3) 特徴その3

床排水側溝の素材は、金属製やモルタル製などがある。モルタル製である場合（図9）、特に便器からの尿が直接溝に滴下するような構造の箇所では、強烈な臭気が発生する（表5）。側溝素材が金属製であっても臭気は発生するが、モルタル製の方が高い傾向にあった。（金属製の参考値は表3のN駅）



図9 モルタル製の側溝 (左よりA駅、O駅、U2駅)

表5 特徴その3の臭気発生状況

駅名	部位	物質名 (単位ppm)	
		アンモニア	アミン類
A駅	モルタル製側溝	5	20
O駅	モルタル製側溝	20	60
U2駅	モルタル製側溝	>100	>100

100ppm以上は計測不可

3.3 床の臭気

汚垂部から流れてきた尿が、モルタル目地を介して拡散ルート（図10）を形成すると、強烈な臭気が発生する（表6）。

表6 タイル目地からの臭気発生状況

駅名	部位	物質名 (単位ppm)	
		アンモニア	アミン類
M1駅	目地	9	35

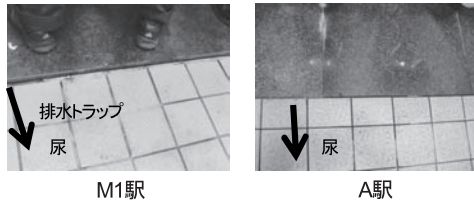
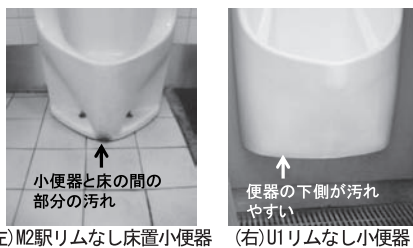


図10 タイル目地を介した尿拡散ルート上の臭気

3.4 小便器の臭気

小便器の場合は、便器の下側などに汚れが付着して強烈な臭気を発生しているケースがある(図11右、表7)。また床置き式の小便器の場合は、床と小便器の間から強烈な臭気が発生する(図11左)。小便器の排水口については、注意して清掃される場所でもあり、問題になるケースが殆どなかった。首都圏で多い集中トラップ形式の小便器は、管内を換気しているが、何らかの原因で換気が止まった場合には臭気が漏れることもありえる。



(左)M2駅リムなし床置き小便器 (右)U1駅リムなし小便器
図11 小便器の臭気

表7 小便器の臭気発生状況

駅名	部位	物質名 (単位ppm)	
		アンモニア	アミン類
M2駅	床置き便器の設置面	36	>100
U1駅	リムなし便器	>100	>100

100ppm以上は計測不可

3.5 臭気源調査のまとめ

現状のトイレの、臭気発生する弱点箇所を3つにまとめた(図12)。

弱点箇所(1)は、便器の下のため尿が常時存在する箇所である。ここに納まりやモルタル素材、凹凸、汚れを発見しにくい陰があると、細菌による臭気発生足の足がかりとなり、臭気が発生する。

弱点箇所(2)は、弱点箇所(1)からの尿が拡がってくる場所である。汚垂部に落下した尿が床タイル側に直接、もしくは水清掃などにより拡散すると、床タイルの目地内部に生息する細菌が活発に活動し、臭気が発生する。

弱点箇所(3)は、小便器部分の見えにくい部分や納まりか

ら、臭気が発生する。

細菌は活動の過程で尿石状の物質(多孔質)を温床として爆発的に増殖する。「細菌にとっては、多孔質のモルタルと尿石は類似の構造でもあり、モルタル部ではより強い臭気が発生する」と仮説を立てた。

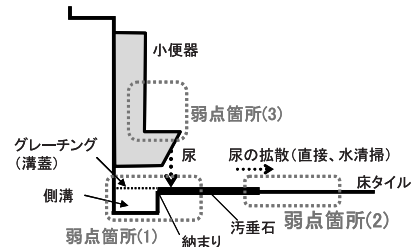


図12 トイレ臭気発生源

4. 臭気対策の実験

4.1 汚垂石に滴下した尿

汚垂石上に落下した尿から発生する臭気を、実験室にて試験した。試験方法は、先ず体外に排出されて間もない尿に、駅トイレで採取した細菌を添加したものを濾紙にしみこませ試料とした。次に、室温を一定温度に保った部屋で、純空気を満たしたニオイ袋(3ℓ)に試料を入れ、一定時間経過後に気体検知管を用いて臭気測定した。結果は図13に示す。3章で述べたトイレ臭気源と比較すると、相対的に値が低いことが分かる。

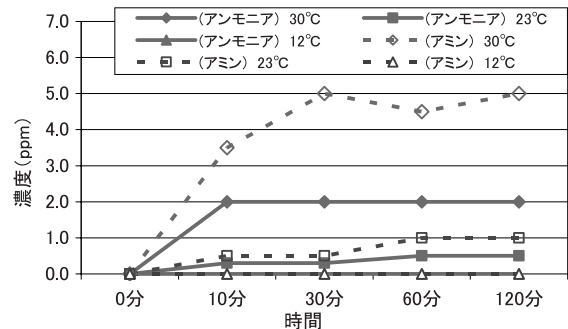


図13 汚垂石の尿の臭気について

4.2 モルタル片からの臭気

タイル目地の臭気を、実験で確かめた。図14に示すモルタルの試験片を用意し、その試験片に尿と細菌を添加し、30分間、30°Cに保ったニオイ袋の中に試験片を入れて、一定時間経過後に気体検知管をもちいて臭気測定した。結果、4.1章の濾紙と比較して、試験片からは高い臭気が発生することがわかった(図15)。



図14 モルタル試験片(左)、ニオイ袋(右)

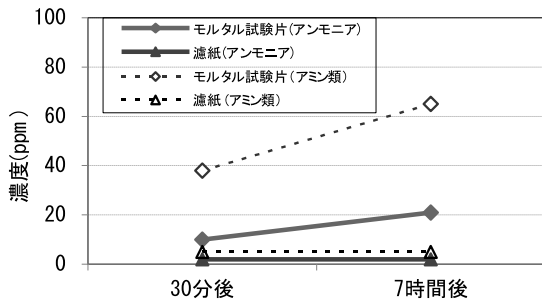


図15 アンモニアの発生状況 (30℃)

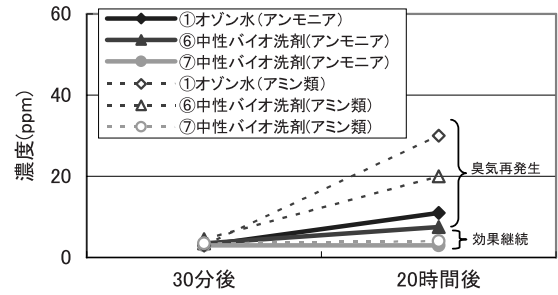


図17 20時間経過後の薬剤効果

4.3 各種薬剤による臭気対策について

モルタル面への床面清掃の効果を確認するため、世の中にある各種薬剤(洗剤、水など)の臭気抑制効果を比較した。試験方法は、4.2章で説明したモルタル試験片に尿と細菌を滴下し、2時間経過させ臭気を発生させた。臭気の発生した試験片を各種薬剤に浸し、ニオイ袋(3ℓ)に封入した。試験片の入ったニオイ袋は、30分経過後に気体検知管を用いて臭気測定した。試験条件は表8に、結果は図16に示す。

臭気低減に効果が認められたのは、①の高濃度オゾン水(水道水にオゾン溶解させ濃度は5ppm)、⑥の中性除菌バイオ洗剤による拭き取り(床モップ清掃を想定)、⑦の中性除菌バイオ洗剤にモルタル試験片を20分間浸け置きしたものであった。

①⑥は清掃直後に臭気を抑えられるものの、時間の経過と共に臭気が再発生した。20時間後も効果継続したのは、⑦の浸け置きであった(図17)。以上より、モルタル部に発生した臭気を抑制させるには、⑦の薬剤に浸け置きの方法でしか、効果が見出せなかった。

表8 各種薬剤の試験方法

薬剤名	試験方法
①オゾン水(5ppm)	30分浸け置き
②重曹	30分浸け置き
③次亜塩素酸(1%)	20分浸け置き
④アルコール(75%)	10分浸け置き
⑤酸性バイオ薬剤(pH1.5~2.0)	原液、20分浸け置き
⑥中性除菌バイオ洗剤(pH原液7.5)	40倍希釈、拭き取り
⑦中性除菌バイオ洗剤(pH原液7.5)	40倍希釈、20分浸け置き
⑧水(比較用)	拭き取り

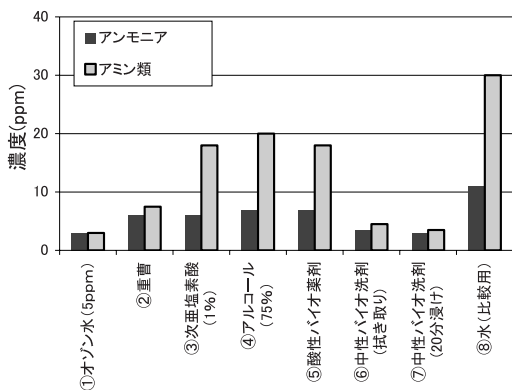


図16 各種薬剤の効果 (30分経過後)

5. トイレ臭気対策の実施方法案

一般に測定された刺激量と感覚強度については、ウェーバーフェヒナーの法則が成り立つといわれている。例えば、ある臭気源を90%除去すれば、その臭気の手がかりが半分になると感じる。トイレ臭気に言い換えると、すべての臭気源に対し臭気対策を行わなければ、人間の感覚では効果が得られたとは殆ど感じられないということになる。以上を踏まえて弱点箇所3つの対策の方向性について示す。

弱点箇所(1)については、常時尿が滴下する部分には、細菌類の活動を許容する一切の足がかりを与えない。つまり、納まりや目地、凹凸などを作らない。

弱点箇所(2)については、汚垂部に落下した尿を床タイル側に拡散させない。清掃間隔を考慮したうえで、尿は汚垂石上にできるだけ長く留まらせる。

弱点箇所(3)については、便器の下などの見え難い陰などについては、清掃での対策に頼らざるを得ない。

6. おわりに

駅トイレの臭気について、局所的に発生する強い臭気である臭気源の特定を行い、臭気発生原因について調査を行った。

トイレ臭気源の弱点箇所を3つに分けて調査し、各部位ごとの対策の方向性を示した。

今後は、床面などの広い面積を占めるが弱い臭気源の箇所(全体的な臭気)についても検討していく必要がある。

参考文献

- 堀内ほか：駅トイレにおける臭気改善に関する研究その2被験者試験による臭気評価の検討、日本建築学会大会学術講演梗概集、2009.8
- 亀田ほか：駅トイレの臭気発生源解明に向けた基礎研究その1トイレ臭気の調査方法、日本建築学会大会学術講演梗概集、2011.8
- 川崎ほか：駅トイレの臭気発生源解明に向けた基礎研究その2トイレ内臭気の原因調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、2011.8
- 悪臭法令研究会編：新訂ハンドブック悪臭防止法 1996