

弱酸性次亜塩素酸水溶液のアンモニアに対する消臭効果

The Deodorizing Effect of Weak Acid Hypochlorous Solution against Ammonia

小野 朋子・山下 光治
Tomoko Ono, Koji Yamashita

株式会社エイチ・エス・ピー 研究開発部
Research and Technology Development Division, HSP company

Summary

The deodorizing effect of weak acid hypochlorous solution against ammonia was investigated. When atomized particles of weak acid hypochlorous solution contacted ammonia, the ammonia concentration decreased in a concentration-dependent manner. The deodorizing effect was also observed against ammonia generated from the used floor cover for mice. When the floor mat was present, the ammonia concentration gently decreased but then rapidly decreased when the floor mat was removed. In the future, we will examine effective spraying conditions for weak acid hypochlorous solution in laboratory animal facilities, and we will also proceed with the validation of effects other than spraying.

1. はじめに

実験動物施設において、実験動物を適切な飼育環境条件で飼育することは動物実験を適切に遂行する面および環境エンリッチメントの観点から重要である。適切な環境条件から逸脱した状況での飼育が続いた場合、動物の健康に障害をもたらし、実験目的以外の要因による実験成績への影響が及ぼされる¹⁾。動物の糞尿由来の悪臭も環境要因のひとつであり、日本建築学会のガイドラインでは臭気の基準として、アンモニア濃度で 20ppm をこえないという値が示されている²⁻³⁾。また、悪臭を含んだ排気をそのまま大気中に放散することは、周辺施設および住民へ悪臭被害を起こす可能性をはらんでおり、そのおおいの低減が望まれる。これらの悪臭を抑制する方法として、換気、消臭、脱臭などの方法があるが、本研究では、現在実験動物施設で衛生対策として使用されている弱酸性次亜塩素酸水溶液(スーパー次亜水)を用いた空間の消臭についてその利用性を基礎的に検討した。

2. 弱酸性次亜塩素酸水溶液とは

弱酸性次亜塩素酸水溶液は、アルカリ性である次亜塩素酸ナトリウムに塩酸を希釈混合し、pHを 5.5~6.5 の弱酸性域に調製したものである。図 1 に示すように、次亜塩素酸ナトリウムの pH を弱酸性に調製することにより、有効塩素の成分は解離型の次亜塩素酸イオン (ClO^-)

から非解離型の次亜塩素酸 (HClO) の割合が増大する。塩素系消毒剤の殺菌効果は水中の総有効塩素濃度ではなく非解離型の次亜塩素酸 (HClO) の濃度に依存することから、弱酸性域で使用することで、殺菌効果および殺菌速度が向上する⁴⁻⁵⁾。実験動物施設においても施設内の動物管理における感染対策用資材として、施設内の清拭、手洗い、器具の除菌などで使用されている⁶⁻⁷⁾。

また、pH が弱酸性域であることから、弱酸性次亜塩素酸水溶液を霧状にして空間に噴霧することが可能となり空間除菌消臭にも活用

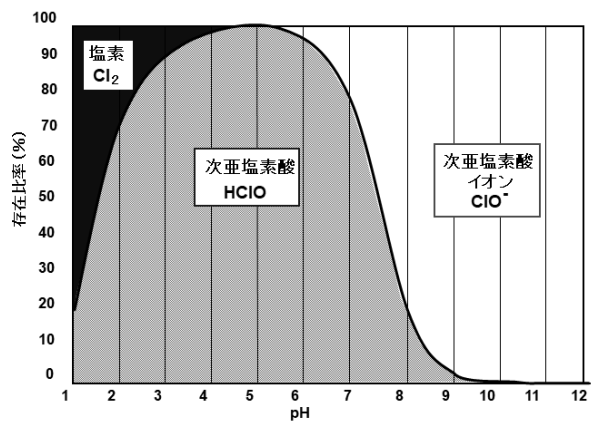


図1 水溶液中での有効塩素の存在形態

されている。空間中のミスト吸入による安全性もラットを用いた安全性試験で確認されており⁸⁾、医療福祉施設や食品工場内での空間中の

菌数制御や消臭に使用されている⁹⁾。実験動物施設においても、動物が発する尿や糞便臭の消臭を目的に使用することで、施設内環境の向上に寄与できると考えられる。

3. アンモニアに対する弱酸性次亜塩素酸水溶液の消臭効果

3.1 試験方法

3.1.1 弱酸性次亜塩素酸水溶液の調製

弱酸性次亜塩素酸水溶液はスーパー次亜水生成装置 Steri Mixer1000SME (株HSP 社製) を用いて調整した。pH は EH Controller PH-51 (株)IWAKI, 有効塩素濃度はハンディ水質計 アクアブ AQ-102 (柴田科学(株)) を用いて測定した。

3.1.2 アンモニアに対する消臭効果

基礎試験として、悪臭物質であるアンモニアに対する消臭効果について検討を行った。容積 10L のポリプロピレン容器にアンモニア溶液 (1%) を投入し、蒸散させ定常化させたものを試料気体とした。有効塩素濃度 50, 100, 200ppm、pH6.0~6.5 に調製した弱酸性次亜塩素酸水溶液および水道水を超音波式噴霧器 (ステリ愛) にて霧化し、あらかじめ 10L ポリプロピレン容器に 10 秒間捕集し、密封した (捕集量は 0.6~0.8ml)。その容器内にアンモニア試料気体の一部をシリンジにて投入し、1 時間接触させた。消臭効果の評価は、処理前後のポリプロピレン容器内の空気を採取したものをサンプルとし、検知管 (株ガステック アンモニア No. 3L) にて気中アンモニア濃度を測定して行った。また、官能試験として、6 名のパネルによる 6 段階臭気強度、9 段階快不快度の測定も行った。6 段階臭気強度、9 段階快不快度の各項目は表 1 に示す。

表 1 6段階臭気強度および快不快度

6段階臭気強度		快不快度	
0	無臭	-4	極端に不快
1	やっと感知できるにおい	-3	非常に不快
2	何のにおいかわかる弱いにおい	-2	不快
3	楽に感知できるにおい	-1	やや不快
4	強いにおい	0	快でも不快でもない
5	強烈なおい	1	やや快
		2	快
		3	非常に快
		4	極端に快

3.1.3 マウス床敷に対する消臭効果

実験動物施設においては、糞尿などが付着し

た床敷が悪臭の原因となる。そこで、使用済の床敷に対する弱酸性次亜塩素酸水溶液の消臭効果の検討を行った。本研究においては、マウス飼育後の使用済床敷から発生するアンモニアについて消臭効果を検討した。

試験模式図を図 2 に示す。容積 0.3m³ の密閉ブース内に使用済床敷 50g を入れ、1 時間静置して臭気をブース内に発生させた。

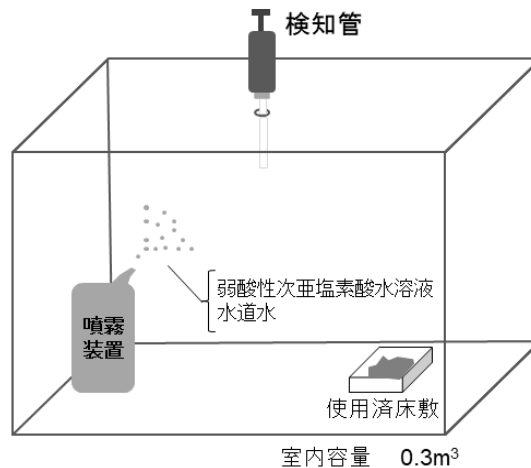


図 2 実験模式図

消臭試験は、使用済床敷を噴霧中にそのまま継続して静置した条件と取り除いた条件で行った。ブース内で超音波式噴霧器 (ステリ舞) を用いて有効塩素濃度 50ppm、pH6.1 に調製した弱酸性次亜塩素酸水溶液および対象として水道水を、3 分間噴霧、3 分間休止の間欠運転にて 2 時間噴霧した。消臭効果の評価は噴霧中、経時的に検知管 (株ガステック アンモニア No. 3L) にてブース内の気中アンモニア濃度の測定を行い評価した。

4. 結果および考察

4.1 アンモニアに対する消臭効果

表 2 弱酸性次亜塩素酸水溶液のアンモニアに対する消臭効果

	噴霧なし	水道水	弱酸性次亜塩素酸水溶液		
			50ppm	100ppm	200ppm
アンモニア濃度 (ppm)	30	17.5	9	9	7.1
臭気強度	3.2	2.8	2.5	2.5	1.7
快不快度	-1.8	-1.5	-1.3	-1.3	-0.5

表 2 にポリプロピレン容器内のアンモニアに対する弱酸性次亜塩素酸水溶液の消臭効果を示す。検知管での測定値は、処理前のアンモ

ニア濃度は 30ppm であったのに対し、水道水を噴霧後では 18ppm に低下した。弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合、50ppm、100ppm、200ppm で各々 9ppm、9ppm、7ppm にアンモニア濃度は低下した。また、臭気強度は処理前の臭気強度が 3.2 だったのに対し、水道水処理で 2.8 に低下した。弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合、50ppm、100ppm、200ppm で各々 2.5、2.5、1.7 に低下した。快不快度は、処理前の臭気強度が -1.8 だったのに対し、水道水処理で -1.5 となった。さらに弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合、50ppm、100ppm、200ppm で各々 -1.3、-1.3、-0.5 となった。

4.2 マウスの床敷に対する消臭効果

図 3 に弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合のマウス床敷から発生したアンモニアに対する消臭効果を示す。マウスの使用済床敷からは、アンモニアが発生しており、本試験における閉鎖空間にて使用済床敷を静置すると、約 27~28ppm のアンモニアが空間に充満することが分かった。使用済床敷を取り除かず消臭を行う場合、ブース内のアンモニア濃度は 2 時間で 27ppm から 58ppm まで上昇した。水道水を噴霧すると 120 分後のアンモニア濃度は 34ppm に、弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧する

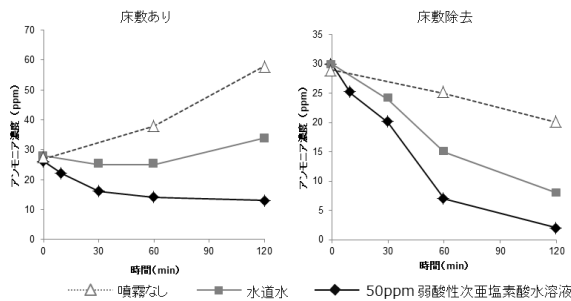


図3 使用済床敷に対する弱酸性次亜塩素酸水溶液の消臭効果

と 13ppm に低下した。使用済床敷を取り除いた場合、ブース内のアンモニア濃度は 120 分で 28ppm から 20ppm に低下した。さらに水道水を噴霧した場合は 8ppm に、弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧した場合は 2ppm に低下した。

4.3 考察

弱酸性次亜塩素酸水溶液のアンモニアに対する消臭効果を基礎的に評価した結果、アンモニア濃度の低減が認められ、その効果は弱酸性次亜塩素酸水溶液の有効塩素濃度の濃度依存性が見られた。これはアンモニアの分子を次亜塩素酸が酸化分解したことによる消臭効果と考えられる。また、ヒトの嗅覚を利用した官能

試験は、機器分析よりも人の感覚に近い値が求められるほか、特定の悪臭物質だけではなく複合臭においても評価できる方法として、悪臭防止法でも公定法に採用されている。本試験では、臭気強度については検知管での濃度測定結果と同様の傾向が認められた。アンモニアと次亜塩素酸の反応過程においては、反応過程においてを有するクロラミンが発生する場合がある¹⁰⁾。本試験においては、弱酸性次亜塩素酸水溶液の有効塩素濃度が高いほど、臭気強度が低下していたことから、有効塩素濃度の高い条件ではアンモニアおよびクロラミンが分解されたため、無臭に近づいたと考えられる。また、快不快度は、個人差はあるものの、有効塩素濃度が高い条件ほど快不快度が 0 に近づいていることから、においに対する不快さが低減したととらえられる。

マウスの使用済床敷からもアンモニアは発生しており、本試験におけるアンモニア濃度は実験動物飼育ガイドラインの 20ppm を超過した。使用済床敷がある状態はすなわちケージ内で実際に動物を飼育している状況が想定されるが、この条件において弱酸性次亜塩素酸水溶液を噴霧すると、アンモニア濃度の上昇が抑制されることが分かった。また、清掃等により使用済床敷を除去した状態で消臭を行う場合においては、噴霧により速やかにアンモニア濃度が減少することがわかった。これにより、実験動物施設においては動物の飼育下および清掃時のいずれにおいても、弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧がアンモニアの消臭に有効であることが明らかとなった。現在、実験動物施設に導入中の空間除菌消臭装置についてもアンモニア濃度の低減が確認されており¹¹⁾、実験動物施設内の消臭対策に有効な手法であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、アンモニアおよび使用済床敷に対する弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧による消臭効果を検討した。いずれも弱酸性次亜塩素酸水溶液の噴霧により気中のアンモニア濃度の低減が認められ、有効な消臭方法であることが明らかとなった。今後は、実験動物施設における弱酸性次亜塩素酸水溶液の効果的な噴霧条件の探索を行うとともに、噴霧以外の活用方法についても効果の検証を進めたい。

6. 参考文献

- 1) 小原徹、佐加良英治、第 50 回日本実験動物技術者協会総会 共催シンポジウム「実

- 験動物と環境」実験動物の環境—適正環境と背景—、実験動物と環境、25(1)、2017
- 2) 環境省、実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準の解説、2017
 - 3) 日本建築学会編、実験動物施設の建築及び設備第3版、アドスリー、2007
 - 4) 福崎智司、次亜塩素酸を基盤とする洗浄・殺菌の理論と実際、New Food Industry、47(6)、9-22、2005
 - 5) 福崎智司、次亜塩素酸ナトリウムの特性と洗浄・殺菌への効果的な利用、食品工業、49(16)、36-43、2006
 - 6) 山下光治、三宅真名 他、弱酸性次亜塩素酸水を用いた動物実験施設での衛生管理の可能性—ホルマリン燻蒸に替わる新たな消毒資材としての活用—、岡山実験動物研究会報、20、28-32、2003
 - 7) Ching, F.L. et. al., Application of Hypochlorous Acid in Management of Mouse Facility, 第54回 日本実験動物学会総会講演要旨集、2007
 - 8) 三宅真名、那須玄明、倉林謙 他、ラットにおける噴霧弱酸性次亜塩素酸水吸入による血液一般及び生化学値に及ぼす影響、実験動物と環境、11(1)、42-47、2003
 - 9) 小野朋子、山下光治 他、医療施設における弱酸性次亜塩素酸水溶液噴霧システムの除菌および消臭効果、環境管理技術、33(3)、31-37、2015
 - 10) AWWA Staff, Water Chlorination and Chloramination Practices and Principles, 2011
 - 11) 塩見雅志、山田悟士 他、耐震改修に伴う動物実験施設移転の一例、実験動物と環境、18(1)、120-124、2010