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

RESEACH ON CHARACTERISTICS OF THE ODORS FROM EXCREMENT AT THE ADULT DIAPER EXCHANGE

板倉 朋世*, 光田 恵**, 棚村 壽三***

Tomoyo ITAKURA, Megumi MITSUDA and Toshimi TANAMURA

In this study, we focus attention on odor of at the time of adult diaper exchange that was the factor to raise odor level in the patient room. An object of this study is to clarify main odor components and odor emission rate from excrement. In addition, we showed clearly the diffusion of the odors at the time of adult diaper exchange with the odor sensor installed in the patient room. The findings obtained are summarized as follows.

- (1) Odor concentration of excrement changed with the amount of excrement, the treatment contents of the medication, the intake method of the meal and the kinds of the meal, etc. The highest odor concentration was 23000.
- (2) The highest odor emission rate of at the adult diaper exchange was 460m³/min, and ventilation requirement was 57.5 m³/min.
- (3) We clarified the main components of excrement were “hydrogen sulfide”, “methyl mercaptan”, “isovaleric acid”, “n-valeric acid”, “butyric acid” and “aldehydes”.
- (4) The odor generated at the time of adult diaper exchange diffused from the odor emission source, and the air current to occur by the work of the nurse influenced the diffusion of odor.

Keywords : Hospital , Patient room, Adult diaper exchange, Odor emission rate, Ventilation requirement , Odor sensor

病院, 病室, おむつ交換, 臭気発生量, 必要換気量, においセンサー,

1. はじめに

高齢者人口の増加が続く、2007年には超高齢社会になろうとしている現在、疾病や障害を持つ要支援高齢者の医療福祉施設に対する関心は高く、受療率も他の年齢層に比べ非常に高くなっている¹⁾。治療を受ける場でありながらも生活の場となる病室や高齢者施設の居室には利便性や快適性を求める声も多い。

光田らによる高齢者施設の調査により、居室内の臭気の問題が明らかにされ、その対策に関する報告が行われてきているが²⁾³⁾、筆者らが行った医療施設の職員を対象とした病院内のにおいに対する意識調査でも、「病室」や「汚物処理室」における「排泄物臭」が問題となっていることが明らかになっている⁴⁾。また、治療に伴う様々な制約や疾病に関連した運動機能障害による寝たきり状態または介護を必要としている患者が入院する病室では、病室内の臭気レベル

を上昇させる要因として、おむつ交換、食事注入、体位変換、清掃などが影響していることも明らかになった⁵⁾。特に病室内に設置したポータブルトイレからの臭気やおむつ交換時に発生する排泄物臭は不快なおいを伴っており、多くの施設で臭気対策を試みているにもかかわらず解決に至っていない。

本研究では、これらの排泄物臭への対策を検討していく上で必要となる以下の三点のデータを収集することを目的とした。第一に、臭気の除去に対する基本的対策である換気量を求めるために必要なおむつ交換時に発生する臭気の発生量を明らかにする。続いて、脱臭の対象とすべき排泄物臭の主成分を明らかにする。第三に、おむつ交換時の臭気の除去に最適な箇所や時期を把握するために、病室内ににおいセンサーを設置し、おむつ交換時の臭気の室内への拡がり方を明らかにする。

※本研究の一部は第20回におい・かおり環境学会(東京・2007年)、日本建築学会大会(福岡・2007年)に発表したものです。

* 大同工業大学大学院工学研究科博士後期課程 大学院生

** 大同工業大学工学部 准教授・博士(学術)

*** 大同工業大学大学院工学研究科修士課程 大学院生

Graduate Student, Graduate School of Daido Institute of Technology

Assoc. Prof., Department of Architecture, Daido Institute of Technology, Ph. D.

Graduate Student, Graduate School of Daido Institute of Technology

2. おむつに付着した排泄物からの臭気発生量

2-1. 排泄物試料採取者の概要

愛知県内にある第2年目の一般病院の医療型療養病棟内に入院している患者6名A～Fの排泄物から試料を採取した。試料採取は2006年7月に実施した。それぞれの患者特性を表1に示す。試料採取した患者は70歳以上の高齢者であり、脳血管障害や骨折後の運動機能障害により寝たきり状態または介護を必要としていた。排泄はおむつを使用し、1日6回程度の定期的なおむつ交換を受けていた。食事摂取方法および食事の形状は対象者A、B、Fは経口摂取していたが、Aのみ固形物を自分で嚥んで食べるという通常の摂取方法であった。B、Fは経口摂取は可能だが咀嚼・嚥下能力に障害があるためミキサーにかけた流動状の食事形状であった。C、Dは経口摂取が困難なため経皮的に胃の内部に管を挿入する胃瘻を造設^{注1)}、流動食を注入する経管栄養法^{注2)}が行われていた。流動食による下痢を防止するため、0.7～0.8%の寒天で固めた半固形状の食事形状にしていた。Eは食事摂取が困難なため点滴による栄養補給が行われていた。内服薬はそれぞれの病状に合わせた薬剤が投与されていたが、Fの患者にはマクロライド系抗生物質が投与されていた。

2-2. 臭気試料採取方法

図1に示すように10Lアクリルボックス内に排泄物が付着したおむつを投入し、無臭空気用ポンプ（SIBATAΣ500）で無臭空気を20L/minの速度で流入させ、排出口から出てくる臭気を20Lサンプリングバッグ（フレックサンプラー20Fタイプ 近江オドエアサービス(株)）に採取した。試料採取時のスケジュールを図2に示す。朝食が終了した8時からおむつ交換が行われる9時までの間に排泄された便を、紙おむつに付着したままの状態アクリルボックス内に投入し、2分間静置させた後、無臭空気用ポンプを始動した。20Lサンプリングバッグ3袋をとも洗った後に、臭気試料を合計60L採取した。とも洗いに4min、サンプリングに5minの時間を要した。この行程を6試料分繰り返した。排泄物量を示す尺度は人の拳の大きさを基準にし、それより小さい場合は鶏卵の大きさを基準として示した。

2-3. 評価方法および評価項目

採取した試料は本学実験室内で、T&Tオルファクトメーター試薬による嗅覚テストに合格した20代前半の男子学生6名によるパネル（被験者）により嗅覚測定法を行った。測定手順、無臭空気の作成方法などは環境省告示第63号に基づく方法⁶⁾に準じて実施した。三点比較式臭袋法により、試料の臭気濃度を求め臭気発生量を算出した。

2-4. 結果および考察

2-4-1. 嗅覚測定法による排泄物の臭気濃度

結果を図3に示す。本調査で採取した入院中の高齢患者の試料ではAが23000と最も高く、Fは74と低く試料間の個体差があった。Aは他の試料に比べ、排泄物の量が拳大と非常に多かったため臭気濃度が高くなったと考えられる。Cも拳大程度の排泄物量があり、臭気濃度は4100と高かった。排泄物量と臭気濃度の間には関連があると推察される。しかし、Fは小拳大程度の普通量が排泄されていたが、臭気濃度が74と最も低かった。この患者の場合のみ、マクロライド系抗生物質を投与する治療が行われており、薬剤に関連した腸内細菌叢の変化による影響があったと推察された^{注3)}。

表1 試料採取者の特性

試料名	A	B	C	D	E	F
性別	女性	女性	男性	女性	女性	男性
年齢	87	79	98	71	84	83
食事	経口	経口	胃瘻	胃瘻	絶食	経口
排泄物量	拳大	鶏卵大	拳大	中鶏卵大	うずら卵大	小拳大
排泄物性状	普通	軟便	普通	普通	軟便	軟便
混入物	食物残渣	尿	なし	尿	なし	なし
便秘の有無	なし	なし	なし	なし	なし	なし

図1 排泄物からの臭気試料採取方法

図2 排泄物試料採取スケジュール

図3 高齢患者からの排泄物試料の臭気濃度

食事摂取方法や食事形状との関連では、試料Aは固形物を自分で咀嚼するという経口摂取方法で食事を摂取していた。そのため排泄物内には食物残渣物が混入しており、不消化な食物残渣からの臭気の発生も加わって臭気濃度が高くなったと考えられた。試料Bも同様に経口摂取をしているが、咀嚼を必要としない流動状のミキサー食であるため、排泄物内には食物残渣は認められず、臭気濃度の上昇もなかった。これらの結果より、臭気濃度は排泄物量、食事の形状と摂取方法、投薬などによる治療内容により変化すると推察された。

排泄物からの臭気濃度に関する研究報告がほとんどないため、最大の臭気濃度は明らかにされていないが、筆者らが立ち会ってきた

数千回に及ぶおむつ交換場面の中では、定量的な臭気発生量の測定は行っていないものの、現在までの感覚評価において、本調査で観測した試料 A の臭気の強さは最大級と判断し、おむつ交換時の最大の臭気濃度は試料 A 相当と判断した。

2-4-2. おむつ交換時の臭気発生量

おむつに付着した高齢患者の排泄物からの臭気発生量を式(1)より求めた。結果を図3に示す。臭気濃度の最も高い試料 A は 460 m^3/min であり、臭気濃度の低い試料 F が 1.5 m^3/min となった。6 試料の臭気濃度の平均が 1100 であるため、平均臭気発生量は 22 m^3/min であった。

$$M=Q \times OC \cdots \cdots (1)$$

M: 臭気発生量 [m^3/min] (おむつ交換に要する時間は分単位で示されるため単位を [m^3/min] のままとした)

Q: 換気量 [m^3/min] (アクリルボックス内に流した無臭空気の流量)

OC: 臭気濃度

調査施設で行われている排便後のおむつ交換に要する時間を測定した。調査中、7 回のおむつ交換が行われたが、最も短いもので 59 秒、最長で 2 分 58 秒かかっており、平均所要時間は約 2 分であった。所要時間と臭気発生量を乗じることにより、おむつ交換時に最大で 920~1380 m^3 の無臭空気で希釈すると無臭になる臭気が発生しているのが計算上求められた。無臭に至らないまでも許容レベルまでに臭気を低減することを想定し、高齢者施設の居室の臭気濃度 8 を参考値とすると⁷⁾、おむつ交換に要する必要換気量は式(2)より 57.5 m^3/min となる。調査施設の病室の換気回数は 5 回/h 設定であり、容積は 87.93 m^3 あった。この値より換気量を求めると、450 m^3/h すなわち 7.5 m^3/min となる。臭気を許容レベルまで低減するためには、計算上は 57.5 m^3/min の換気量を必要とし、現行より 16~25 倍の換気量が必要となり、現実的でないことがわかる。平均の臭気発生量 22.0 m^3/min を指標とした場合でも、2.9 倍の換気量が必要となり、おむつ交換時には、換気以外の臭気対策を検討していく必要性が示唆された。

$$Q=M/OC \cdots \cdots (2)$$

Q: おむつ交換時の必要換気量 [m^3/min]

M: おむつ交換時に発生する臭気発生量 [m^3/min]

OC: 許容レベルにあたる臭気濃度

3. 排泄物臭における代表的な臭気成分

3-1. 試料採取者の概要

2-2 で採取した高齢患者の試料を用いて臭気成分分析を行った。病室内の臭気対策を検討していく上では、高齢者に限らず各年齢層の患者が入院していることも考慮し、比較試料として 20 代の若齢

表 2 試料採取者 (青年男子) の特性

試料名	G	H	I-1	I-2	J-1	J-2
性別	男性	男性	男性	男性	男性	男性
年齢	22	23	24	24	22	22
食事	経口	経口	経口	経口	経口	経口
排泄物量	普通量	普通量	多量	普通量	多量	多量
排泄物性状	普通	普通	普通	軟便	軟便	軟便
排泄物	尿	尿	尿	尿	尿	尿
便秘の有無	なし	有	なし	なし	なし	なし

表 3 ガスクロマトグラフ分析条件

臭気物質	硫黄系	脂肪酸系	アルデヒド類
カラム	25% β , β -オキシジプロピオニトリル	FFAP+H8PO4/0.3+0.3%	キャピラリウム (メチルシリコン、 5%フェニルメチルシリコン)
カラム温度	70℃	80℃	100℃/min~200℃
検出温度	150℃	250℃	300℃
試料導入部温度	130℃	250℃	
試料入口温度	150℃		250℃
キャリアーガス	N ₂ (超高純度)	N ₂ (超高純度)	He(高純度)
ガス流量	40ml/min	40ml/min	30ml/min
検出器	FID	FID	FID
装置	GC-14B(島津製作所製)	GC-2014(島津製作所製)	GC-14B(島津製作所製)

表 4 9 種臭気質評価項目と評価尺度

9種臭気質評価	
1 腐った卵のにおい・硫黄臭	評価尺度
3 し尿のような刺激臭・ツーンとしたにおい	5 強烈に感じる
2 腐ったタマネギのにおい・生ごみ臭	4 強く感じる
4 腐った魚のにおい・生臭い	3 質が案に感じる
5 酸っぱいにおい	2 弱く感じる
6 焦げたにおい	1 やつと感じる
7 接着剤のにおい	0 感じない
8 ガソリンのにおい	
9 ロウソクを燃やした時のにおい	

表 5 ガスクロマトグラフ分析結果

試料名		高齢患者			青年男子				検出 下限値	嗅覚 閾値
		A	B	C	G	H	I-1	J-1		
臭気成分物質	性別	女性	女性	男性	男性	男性	男性	男性		
	硫黄系									
	メチルメルカプタン	3.41(8.32)	4.79(11.68)	4.87(11.88)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.9	0.41
	メチルメルカプタン	17.66(252.29)	T.r.	T.r.	9.66(138.00)	6.5(92.86)	3.85(55.00)	1.39(19.86)	0.8	0.07
	二硫化メチル	T.r.	T.r.	6.06(2.02)	3.07(1.00)	0.94(0.31)	0.93(0.31)	N.D.	0.1	3.00
	二硫化メチル	2.75(1.25)	0.87(0.40)	1.11(0.50)	N.D.	N.D.	1.49(0.68)	N.D.	0.2	2.20
	プロピオン酸	32.37(5.68)	3.54(0.62)	2.11(0.37)	0.81(0.14)	0.19(0.03)	1.26(0.22)	1.16(0.20)	0.5	5.70
	ノルマル酪酸	17.98(94.63)	1.49(7.84)	0.46(2.42)	0.53(2.79)	T.r.	0.98(5.16)	0.57(3.00)	0.3	0.19
	イソ吉草酸	16.31(209.10)	1.94(24.87)	0.56(7.18)	0.11(0.18)	T.r.	0.1(0.17)	T.r.	0.2	0.08
	ノルマル吉草酸	3.24(87.57)	0.25(6.76)	T.r.	0.11(1.38)	0.06(0.75)	T.r.	0.09(1.13)	0.2	0.04
	アセトアルデヒド	22.71(15.14)	20.64(13.76)	11.52(7.68)					0.1	1.50
	プロピオンアルデヒド	T.r.	T.r.	T.r.					0.2	1.00
	イソブチルアルデヒド	N.D.	N.D.	N.D.					0.2	0.35
	ノルマルブチルアルデヒド	N.D.	N.D.	N.D.					0.2	0.67
	イソパレルアルデヒド	N.D.	N.D.	N.D.					0.1	0.10
	ノルマルパレルアルデヒド	N.D.	N.D.	N.D.					0.1	0.41
臭気濃度(参考値)		23000	730	4100	550	740	7400	3100		

※分析値=ppb

()内は閾希釈倍数値=分析値/嗅覚閾値

者の排泄物からも試料を採取し、臭気成分の差異を確認した。試料採取者の特性は表2に示す。2007年2月に22～24歳の健康な青年男子4名G～Jの排泄物から試料を採取した。青年男子は全員、経口からの食事摂取であり、常食^{注4)}と同等のものを摂取していた。IとJは試料を2回採取したため、1回目と2回目の前日の夕食をできるだけ同じ内容にするよう依頼した。

3-2. 臭気試料採取方法

高齢患者の臭気試料は2-2で採取した試料を用いた。青年男子からの試料採取は、本学トイレ内に設置したポータブルトイレに排泄後、サンプリング用ポンプ（フレックスポンプDC1-NA 近江オドエアーサービス）で30Lサンプリングバッグ（フレックスポンプ30 Fタイプ 近江オドエアーサービス）に採取した。採取用チューブの先端は排泄物から5cm離れた位置に置き、排泄物の近傍の臭気を採取した。排泄物量は被験者それぞれの通常の量を基準に、多い場合は多量、同等の場合は普通量とし、自己申告により把握した。

3-3. 分析方法および項目

採取した試料はガスクロマトグラフ（以下、GC）により臭気成分分析を行った。硫黄系とアルデヒド類はGC-14B、脂肪酸類はGC-2014を用いた（いずれも島津製作所製）。分析条件を表3に示す。青年男子の試料は硫黄系と脂肪酸類の分析のみを行った。また、感覚的な影響を確認するため臭気質評価を行った。ここでは、濃度による影響を避けるため、臭気濃度を30に統一し、臭気質のみ比較できるようにした。臭気濃度30としたのは、筆者らが報告しているおむつ交換時病室の臭気濃度の平均的な値と合わせるためである⁹⁾。臭気質評価の項目はにおい識別装置で用いる基準となる9種のガス⁹⁾に対応した項目を作成し、それぞれの臭気質をどの程度感じるのかを表す6段階尺度を用いた。評価尺度は表4に示す。

3-4. 結果および考察

3-4-1. 臭気成分分析結果

GC分析の結果を表5に示す。表中には臭気成分の分析値と、分析値を嗅覚閾値で除した値である閾希釈倍数値を括弧内に示した。閾希釈倍数値が高ければ高いほど、そのにおいの主要な原因物質との相関が強いと考えられ、全体の臭気濃度に大きな影響を有していると言われている⁹⁾。

図4 9種臭気質評価

高齢患者から採取した試料A～Cでは硫化水素が検出されており、いずれも閾希釈倍数は10程度である。排泄物量が多かったAのみメチルメルカプタンが検出されており、閾希釈倍数が250と感覚量に及ぼす影響が大きかった。また、脂肪酸類もAからの検出量が多く、特に閾希釈倍数を指標とした場合、ノルマル酪酸が95、イソ吉草酸が210、ノルマル吉草酸が88と高くなり、感覚量に影響する物質と考えられる。アルデヒド類ではA～Cのすべての試料でアセトアルデヒドが検出されており、閾希釈倍数は8～15であった。中野ら¹⁰⁾は、青年男子が洋式便器内に大便をしたときの臭気試料を、ガスクロマトグラフ分析で定性分析し、硫化水素、メチルメルカプタンの検出を確認しているが、定量的な分析はガス検知管による分析のみであったため、本報ではガスクロマトグラフを用いて定性・定量分析を行った。その結果、青年男子から採取した試料G～J-1では硫化水素の検出は確認できなかったが、メチルメルカプタンが検出され、閾希釈倍数は20～140と個体差があった。臭気濃度が最も高い試料で閾希釈倍数値が高くなるという関連性は認められなかった。

筆者らが実施した病室内臭気の臭気成分分析では⁹⁾、においの発生のない通常病室とおむつ交換時病室の臭気を比較したところ、特に高濃度になる物質はなかった。しかし、今回の結果から、排泄物臭の主成分は、硫化水素、メチルメルカプタン、アセトアルデヒド、ノルマル酪酸、イソ吉草酸、ノルマル吉草酸であることが把握できた。また、おむつ交換時病室では、Weber-Fechner比が大きくなる刺激性の強い物質であるプロピオン酸やイソ吉草酸の存在が示唆されており⁹⁾、感覚的なにおいの強さに影響を与えていると推察されたが、本調査において検出された刺激性の強い特性を有する脂肪酸類の閾希釈倍数が高く、これらの物質がおむつ交換時病室のにおいの感じ方に影響を与えていることが示された。

3-4-2. 臭気質評価

高齢患者および青年男子の排泄物から採取した試料を臭気濃度30に調整し、臭気質評価を実施した。それらの平均値と既報で報告した臭気濃度30のおむつ交換時病室で採取した6試料の臭気質評価の平均値を比較した⁹⁾。結果を図4に示す。同じ濃さの臭気濃度で比較した場合、高齢患者と青年男子の平均値プロフィールでは「し

図5 調査病室とセンサー設置箇所

図6 臭気指数とセンサー値の関係

図7 臭気指数と臭気強度の関係

図8 臭気指数と快・不快度
(不快側のみ表示)

尿のような刺激臭・ツーンとした臭い」「腐ったタマネギの臭い・生ごみ臭」「酸っぱい臭い」において、高齢患者の評価値が全体的に1段階高く0.1%の水準で有意差を認めた。GC分析で検出された、硫化水素、メチルメルカプタン、脂肪酸類との対応がみられた。また、おむつ交換時病室と排泄物臭との比較では、「し尿のような刺激臭・ツーンとした臭い」「酸っぱい臭い」の評価が青年男子より高く、有意差も認められた。特に「酸っぱい臭い」については高齢患者よりもおむつ交換時病室のほうが高くなったが、刺激性の強い物質であるプロピオン酸やイソ吉草酸が感覚的なにおいの強さに影響するという考え方との対応がみられた。このように病室の臭気環境にはおむつ交換時の排泄物からの臭気が影響を与えている可能性が示唆された。

4. おむつ交換時における室内への臭気の拡散

4-1. 調査病室の概要および調査環境

調査は2006年11月14～17日にかけて、2-1を実施した同施設内の4人床病室で実施した。病室の床面積は33.18㎡、空調方式は空気熱源電気式ヒートポンプ(EHP)、室内機は天井カセット方式である。廊下の空調方式はファンコイルユニット方式(FC)オール外気取り入れ方式で、新鮮空気としての外気取り入れによる付加吸収をこの空調機が負担している。病室の設定温度は26℃、換気回数は24時間換気の5回/h設定である。空気の流れは廊下側から病室、トイレ、汚物処理室などすべての排気口へ空気が流れるようになっている。病室の平面図を図5に示す。

調査1日目、2日目は寝たきり患者2名と車椅子移動が可能な患者1名の3名が入院していたが、3日目より、寝たきり患者1名、車椅子移動が可能な患者1名、自力歩行が可能な患者1名となった。寝たきり患者は経管栄養法による食事摂取方法であった。他の1名は病室内で食事を摂取し、もう1名は食堂で食事を摂取していた。測定中におむつ交換は8回行われたが、そのうち排便を伴うおむつ交換は7回あった。

4-2. 調査方法

おむつ交換時におけるベッド周囲への臭気分布を把握するため、臭気発生源であるベッドAのカーテンの内側においセンサーを設置した。使用したにおいセンサー(ニオイセンサ AET-S 新コスモス電機製)(以下、センサー)の材質は超高感度酸化亜鉛系であり、

基盤型薄膜半導体センサーである。他のにおいセンサーと異なる特徴として硫化水素、メチルメルカプタンなどの硫黄系化合物の臭気に高感度の応答を示す。図5内にセンサー設置位置を示す。センサーはベッドAを囲むカーテンの内側6点に設置し、各点とも床上10cm、中間点125cm、天井点250cmに設置し合計18点とした。調査員は入口付近で待機し、病室内で行われている処置やケアを観測し、おむつ交換の開始時間や所要時間などを記録した。また、排泄物の量や性状について看護師より情報を収集した。

4-3. 結果および考察

4-3-1. 感覚量とセンサー値の関係

排泄物から採取した試料の臭気濃度を求め、その試料から臭気濃度3、10、30、100に調整した試料を作成した。それぞれの臭気濃度の時のセンサー値を測定し、臭気濃度とセンサー値の関係を求めた。図6は、臭気濃度を臭気指数に変換〔(臭気指数)=10×Log₁₀(臭気濃度)〕して示したものである。図7に臭気指数と臭気強度の関係、図8に臭気指数と快・不快度を示す。それぞれの相関係数は、臭気指数とセンサー値では0.925、臭気指数と臭気強度では0.984、臭気指数と快・不快度では0.977となり、強い相関が認められた。

センサー値の変動を感覚量の変化に置き換えてみると、臭気指数5(臭気濃度3)の時のセンサー値は157であり、臭気強度は「弱いにおい」程度の1.8、快・不快度は「やや不快」の-1.2であったのが、臭気指数10(臭気濃度10)の時はセンサー値166、臭気強度が「楽に感知できるにおい」の3.2、快・不快度が「不快」の-2.3となり、センサー値がおよそ10上がることで、臭気強度、快・不快度ともに1段階上昇することになる。臭気指数20(臭気濃度100)ではセンサー値207、この時の臭気強度が「強烈なおい」の5、快・不快度が「極端に不快」の-4となる。感覚量とセンサー値の関係について、臭気指数とセンサー値の間に相関が認められ、センサーを用いて臭気分布を測定することが可能であると確認できた。

4-3-2. おむつ交換時の臭気分布

風速計(伸縮式プローブ付き風速計 testo425 株式会社テストー製)を用いて、エアコン吹き出し口からの風量測定を行ったところ、室内機の4辺からの風量は0.12㎡/sec、コーナー部からの風量は0.17㎡/secであり、ベッド足元付近に0.1～0.25m/secの気流が当たっていた。中間点での気流はほとんどなかった。

おむつ交換時の臭気分布の経時変化を図9に示す。測定した7回

図9 おむつ交換時の臭気分布

のうち、センサーの応答が顕著に認められた時の臭気分布を示した。図中に示した凡例は4-3-1で求めた変換式によりセンサー値を臭気指数に置き換えた値を用いた。おむつ交換の所要時間は2分程度であり、衣類を整えた後、4分後にはカーテンが開放され看護師は退室していた。図中下段に臭気の拡散に影響すると思われる看護師の動作を併せて表記した。③おむつをあげる動作から、④側臥位にして便をふき取る、⑤汚れたおむつを丸める、⑥新しいおむつを敷く、という動作の最中に、足元側中間点のセンサーが応答を開始したが、床上点、天井点のセンサーの応答はなかった。排泄物が空气中に暴露された直後には、臭気は発生源の近傍にとどまっていることが読み取れた。その後、おむつ交換が終了する1分40秒後になると、中間点はさらに濃い臭気になり、床上点および天井点のセンサーの応答も認められ、ベッド周辺全体へ拡散したことが読み取れた。さらに、カーテンが開放される4分後には中間点、床上点、天井点のいずれにも濃い臭気が拡散していた。おむつ交換終了後からカーテンが開放されるまでの間には、⑧ズボンをあげる、⑨衣類を整えるという行為のために、何度も患者の体位が変換されており、その後も⑩体位変換のためにベッド上で患者の臥床位置を変える、⑪掛け物をかけるという動作が続き、看護師と患者の動きによる気流の発生が、臭気の拡散に影響しているものと推察できた。赤林らは、住宅用調理レンジを対象とした捕集率に関する研究で、汚染物質の捕集率において人の動きによる擾乱が与える影響についての検討¹¹⁾¹²⁾¹³⁾を行っている。本調査でも看護師の動作や患者の移動による擾乱が、臭気の拡散に最も影響していたと考えられる。これらの結果から、排泄物が空气中に暴露された直後に、発生源の近傍で臭気を捕集し、

排気もしくは脱臭する方法を提案することにより、病室内への臭気の拡散を制御できる可能性が示唆された。また、おむつ交換開始時の臭気指数は4(臭気濃度2.5)であり、1分40秒後の足元側中間点では最も高い28(臭気濃度630)であった。4分後にはベッド周辺全体の臭気指数が20~25(臭気濃度100~320)となり、16分経過後も10~13(臭気濃度10~20)という値が持続し、開始時の値まで回復しなかった。濃い臭気が発生した場合には一定時間を経過した後も臭気が残留していることが明らかになり、このような状況の繰り返し、臭気の蓄積につながり病室全体の臭気のレベルを上げる原因になるものと推察できた。2-4-2で求めた臭気発生量と必要換気量の関係では、最も臭気発生量の多かった試料では室内が無臭になるには57.5 m³/minの換気量が必要とされていたが、センサー値から求めた臭気分布の上でも、現行の換気量では臭気が除去されずに残留している様子が明らかになった。これらの結果からも、換気による臭気対策に加え臭気が拡散する前に局所的に捕集することで臭気の低減を図る必要性が示唆された。

5. まとめ

本研究では、病室内の臭気レベルを上昇させる要因の一つであるおむつ交換時の臭気に着目し、臭気発生源である排泄物からの臭気発生量と主要臭気成分を明らかにするとともに、ベッド周辺においてセンサーを設置しおむつ交換時の臭気分布を明らかにした。得られた知見は次の通りである。

- (1) 排泄物から採取した臭気試料の臭気濃度は最も高いもので23000、最も低いものでは74と個体差があった。臭気濃度は排泄

物量、食事の形状と摂取方法、投薬などによる治療内容により変化すると推察された。

- (2) おむつ交換時の臭気発生量は最も多いもので460 m³/minあった。おむつ交換により発生した臭気を許容レベルまで低減するには、おむつ交換に要する必要換気量は57.5 m³/minとなり、調査を実施した病室では計算上16～24倍の換気量が必要であった。
- (3) 臭気成分分析により高齢患者の排泄物からは硫化水素と脂肪酸類が多く検出されたが、青年男子ではメチルメルカプタンの検出が多かった。閾希釈倍数が高いのは硫化水素、メチルメルカプタン、アセトアルデヒド、イソ吉草酸、ノルマル吉草酸、ノルマル酪酸であり、特に、硫黄系物質と刺激性の強い脂肪酸が感覚量に影響を与えている物質であった。
- (4) 同じ臭気濃度に調整した排泄物からの臭気とおむつ交換時病室の臭気の臭気質評価より、病室の臭気環境にはおむつ交換時の排泄物からの臭気の影響を与えている可能性が示唆された。
- (5) 臭気指数とにおいセンサー値の間には相関関係が認められ、においセンサーを用いて臭気分布を測定できることが確認された。
- (6) おむつ交換開始後、排泄物が空気中に暴露された直後には、臭気は発生源の近傍にとどまっているが、おむつ交換が終了するまでの間にベッド周囲全体へ拡散した。おむつ交換に伴う看護師と患者の動きによる擾乱が臭気の拡散に最も影響していた。
- (7) 排泄物が空気中に暴露された直後に、発生源の近傍で臭気を捕集し、排気もしくは脱臭する方法を提案することにより、病室内への臭気の拡散を制御できることが可能であると示唆された。
- (8) おむつ交換後、一定時間を経過した後も病室内には臭気が滞留しており、繰り返し行われるおむつ交換により、残留した臭気が蓄積し病室内の臭気のレベルを上げる原因になるものと推察された。

謝辞

本調査実施にあたり、ご協力下さいました施設の皆様に厚く御礼申し上げます。また、調査員としてご協力下さいました中部電力株式会社 柴田英希氏、本学学部生(当時) 梁取徹郎氏、筑摩英樹氏、五十畑巧氏、被験者としてご協力下さいました皆様に感謝致します。なお、本研究は平成18年度科学研究費補助金(基盤研究(B)研究代表者: 光田恵、課題番号18360279)研究成果の一部です。また、青年男子の排泄物臭の特性については、平成18年度大学発ベンチャー推進事業(開発代表者: 玉置純、課題番号1610)研究成果の一部を掲載しました。

注

注1) 胃瘻とはPercutaneous endoscopic gastrostomy(経皮内視鏡的胃瘻造設術)のことを言い、内視鏡を用いて胃に栄養を送るための小さな穴を腹部に造る手術のことを示す。

注2) 何らかの原因で口から食べ物を摂取することが困難になった場合に、栄養を摂取する方法として、胃や腸などの消化管にチューブを通して直接栄養を送る方法。体に必要な栄養素がバランスよく配合されている流動食を注入する。

注3) マクロライド系抗生物質とは、主に抗生物質として用いられる一群の薬物の総称。比較的副作用が少なく、抗菌スペクトルも広い抗生物質であ

る。本調査の対象患者に用いられた薬剤はクラリスロマイシンであり、肺炎の治療に用いられていた。マクロライド系抗生物質とジゴキシンとの相互作用に関する1つの機構として、腸内細菌への影響が報告されているが¹⁴⁾、本症例でもジゴキシンが投与されていた。腸内細菌叢の変化により便臭が抑制されることとの関連は実証されていないが、何らかの影響を受けていたのではないかと推察された。当該薬剤を投与されている患者の便臭との関連を明らかにすることは今後の課題である。

注4) 普通食や固形食とも言われ、病気の回復期や消化器官に問題がなく、食欲のある病人に用いられる食事。

参考文献

- 1) 内閣府編: 平成19年版高齢社会白書, pp.2～6, ぎょうせい, 2007
- 2) 光田恵, 催華, 池田耕一: 高齢者施設における臭気の測定と対応策の提案, 住総研究年報, 27, pp.243～252, 2000
- 3) 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 その1: おむつ交換時の臭気の拡散挙動と対策, 第16回におい・かおり環境学会講演要旨集, pp.48～49, 2003
- 4) 板倉朋世, 光田恵, 稲垣卓造: 病院内のにおいに対する看護職員の意識に関するアンケート調査 におい・かおり環境学会誌, 6 (37), pp.467～447, 2006
- 5) 板倉朋世, 光田恵, 柴田英希: 医療施設における排泄物の臭いの特性に関する研究 第1報 排泄物の臭気感覚評価と臭気成分分析, 第20回におい・かおり環境学会講演要旨集, pp.85～88, 2007
- 6) 悪臭法令研究会編: ハンドブック悪臭防止法, ぎょうせい, pp.320～328, 2004
- 7) 社団法人日本建築学会編: 日本建築学会環境基準 AIJES-A003-2005 室内の臭気に関する対策・維持管理規準・同解説, pp.16, 2005
- 8) 喜多純一, 青山佳弘, 木下太生, 中野博司, 赤丸久光, 林英幹, 川本啓三, 大久保邦彦: におい識別装置を用いたにおい強度(臭気指数相当値)およびにおい質の絶対値測定, 第17回におい・かおり環境学会講演要旨集, pp.39～42, 2004
- 9) 岩崎好陽: 臭気の嗅覚測定法 三点比較式臭袋法測定マニュアル, 社団法人におい・かおり環境協会, pp.31～32, 2005
- 10) 中野幸一, 口野邦和, 竹下志郎, 守屋好文, 黒澤貴子: トイレ臭の実測と対策技術 第1報 実測技術, 第14回におい環境学会講演要旨集, pp.82～83, 2001
- 11) 赤林信一, 坂口淳, 富岡誠子, 石山洋平: 住宅用調理レンジを対照とした排気フードの廃気捕集率に関する研究 その1 レンジ上に横風を与えた場合の捕集率の変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学II), pp.715～716, 2007
- 12) 石山洋平, 赤林伸一, 坂口淳, 富岡誠子: 住宅用調理レンジを対照とした排気フードの廃気捕集率に関する研究 その2 人体模擬装置による擾乱を与えた場合の捕集率の変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学II), pp.717～718, 2007
- 13) 富岡誠子, 赤林伸一, 坂口淳, 石山洋平: 住宅用調理レンジを対照とした排気フードの廃気捕集率に関する研究 その3 調理時の油滴の悲惨状況に関する実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集(環境工学II), pp.719～720, 2007
- 14) 澤田康文: 処方せんチェック消化管吸収と相互作用, 薬局別冊 2004年 vol.55, 8月臨時増刊号, pp.100～103, 2004

(2007年7月10日原稿受理, 2007年12月3日採用決定)