

東京都健康安全研究センター
「ノロウイルス対策緊急タスクフォース」
最終報告

はじめに

ノロウイルスを原因とする感染性胃腸炎は、秋から冬にかけて流行しますが、近年は、都内の高齢者施設や保育施設等からの集団発生が多く報告される傾向が続いています。

これまで都においては、平成19年3月、「東京都食品安全情報評価委員会」がとりまとめた、調理従事者を介したノロウイルス食中毒の情報の分析・評価等を踏まえ、食品関係事業者の自主管理のさらなる徹底を図ってきました。

一方、食品を介さずにノロウイルスによる感染が拡大したと考えられる事例が増加しています。そのメカニズムは十分には解明されておらず、その集団感染を防止するため、科学的な実証に基づく効果的な対策が求められていました。

そこで東京都健康安全研究センターでは、平成19年3月、外部専門家や都及び特別区保健所などの協力を得てノロウイルス対策緊急タスクフォース（以下、タスクフォースという）を立ち上げました。

平成19年度から3年間、集団感染事例の疫学的検討部会、感染経路の解明及び消毒方法検討部会、迅速検査システム検討部会において、現場情報を活かした実務的な調査研究を進め、流行シーズン前の注意喚起に併せて、それまでに得られた感染拡大防止の対応策に関する科学的で有益な情報を、都民に発信してきました。

本最終報告は、過去3年間にノロウイルスの感染拡大の防止に向け取組んだ調査研究について得られた成果をまとめたものです。

科学的実証に基づいた本タスクフォースの調査研究を通じて、ノロウイルスの感染拡大の防止に向けた、効果的な対策を行っていただくための一助となれば幸いです。

最後に、本最終報告の作成にあたり、調査研究にご協力いただいた都内保健所の職員の皆様、施設職員の皆様、その他各関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

ノロウイルス対策タスクフォース委員長
(東京都健康安全研究センター所長)

中西 好子

目次

1	ノロウイルス対策緊急タスクフォースのまとめ	・・・	P 1
2	ノロウイルスの概要		
2-1	ノロウイルスの特徴	・・・	P 3
2-2	ノロウイルスの食中毒	・・・	P 4
2-3	環境を介したノロウイルス感染とタスクフォースの取組み	・・・	P 5
3	集団感染事例の疫学的解析		
3-1	東京都における感染性胃腸炎患者報告数の推移	・・・	P 6
3-2	ノロウイルスによる施設別の集団感染事例	・・・	P 7
3-3	集団発生施設へのアンケート結果	・・・	P 7
4	遺伝子解析からみたノロウイルスの推移		
4-1	集団発生事例から検出されたノロウイルスの遺伝子型	・・・	P 9
4-2	ノロウイルスの遺伝子型の施設別比較	・・・	P 1 0
5	おう吐物を介した感染経路		
	実験結果のポイント	・・・	P 1 1
5-1	おう吐物の飛散状況	・・・	P 1 1
5-2	歩行による乾燥おう吐物の舞い上がり（体表面への付着と体内への侵入）	・・・	P 1 4
6	手洗いの効果とおう吐した箇所の消毒方法		
	実験結果のポイント	・・・	P 1 5
6-1	手洗いの効果	・・・	P 1 5
6-2	おう吐した箇所の加熱による消毒方法	・・・	P 2 0
6-3	おう吐した箇所の消毒剤による消毒方法	・・・	P 2 3
7	ノロウイルスの検査法		
7-1	ノロウイルス検査用キットの比較	・・・	P 2 7
7-2	ノロウイルス遺伝子検出法の改良・開発	・・・	P 2 9
7-3	拭き取り検体からのノロウイルス検出法	・・・	P 3 0
8	感染拡大を防止するためのポイント		
8-1	感染拡大を防止するためのポイント	・・・	P 3 1

参考資料

- ・ノロウイルス対策緊急タスクフォースの取組み状況 . . . P 3 5
- ・ノロウイルス対策緊急タスクフォース設置要綱 . . . P 3 6
- ・ノロウイルス対策緊急タスクフォース委員名簿 . . . P 3 8
- ・ノロウイルス対策緊急タスクフォース部会員名簿 . . . P 3 9

資料集

- ・ノロウイルスによる胃腸炎の集団発生事例 . . . P 4 5
- ・感染症経路に関する実験 . . . P 6 8
- ・手指を介したノロウイルス汚染の拡大と手洗い等手指衛生によるノロウイルス除去効果に関する検討 . . . P 7 9
- ・加熱による消毒方法の研究 . . . P 8 5
- ・加熱によるノロウイルスの不活化条件の検討 . . . P 8 8
- ・加熱による消毒方法の検討 . . . P 9 1
- ・塩素によるウイルス消毒方法の検討 . . . P 9 6
- ・消毒法の検討 . . . P 1 0 4
- ・ノロウイルスの検査法 . . . P 1 1 6

1 ノロウイルス対策緊急タスクフォースのまとめ

(1) 集団感染事例の疫学的解析

・東京都における感染性胃腸炎患者報告数は、2006～2007年流行期は過去最多となりましたが、その後は2年続けて過去5年平均とほぼ同様の数値となっています。

・過去3年の流行期にかけて保健所に報告のあった、都内におけるノロウイルス等による感染性胃腸炎の集団感染事例の発生数を比較すると、2008～2009年流行期は2006～2007年流行期と比べて、全体では43.5%に減少しています。また、施設別では特に、保育園・幼稚園で47%の増加となっています。

(2) 遺伝子解析からみたノロウイルスの推移

・2006～2007年流行期には、新型の遺伝子型GⅡ/4が多数を占めました。新たな遺伝子型のノロウイルスの出現が、感染拡大の要因の一つと考えられます。

・過去3年の流行期にかけて集団感染事例を施設別に比較したところ、利用者が成人層である施設における集団事例ではGⅡ/4が、低年齢層の施設における集団事例ではGⅡ/3とGⅡ/6が確認され、GⅡ/4の遺伝子型も多く検出されました。

(3) おう吐物を介した感染経路

・模擬おう吐物(A※¹)を1mの高さから落下させたところ、半径2m程度の範囲に飛散しました。

・模擬おう吐物(B・C)を80cmの高さから落下させたところ、3時間後に160cmの高さまで飛散しました。

・模擬おう吐物(B・C)を80cmの高さから落下させたところ、飛散粒子が発生し、ウイルス※²を含む2～7μmの大きさの粒子は1時間後の空気中からも検出されました。

・乾燥したおう吐物が付着したカーペットの上を歩行した場合、ウイルスが舞い上がり、手や足に付着しました。舞い上がったウイルスが付着した手から口を通じて体内へ侵入する可能性があります。また、靴の裏にもウイルスが付着したことで、乾燥したおう吐物の上を歩いた人がウイルスを他の場所に広げてしまう可能性があります。

(4) 手洗いの効果とおう吐した箇所の消毒方法

・速乾性消毒剤による擦式消毒とウェットティッシュを用いた清拭よりも、石けん類による泡立てと流水すすぎを組み合わせた手洗いのほうが、ウイルス除去効果が高いことが確認できました。

・熱湯による加熱によるカーペットの消毒では、消毒に必要な効果(表面温度85℃、1分以上維持)を得ることは困難でした。

・スチームアイロンでは、カーペットの表面一箇所あたりを2分程度加熱すれば、狭い範囲であれば消毒に必要な効果が得られました。

・調査した家庭用布団乾燥機では十分な消毒効果を得られませんでした。

※1 模擬おう吐物として、リン酸緩衝液に白飯を加えたもの(A)、リン酸緩衝液にノロウイルスの代替として大腸菌ファージを添加したもの(B)、Bに白飯を加えたもの(C)を使用。

※2 ノロウイルスは培養できないため、大腸菌ファージを代替使用。

- ・模擬おう吐物を散布したカーペットに 0.1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液をかけた場合、10 分後でも消毒に十分な量の塩素濃度がありました。また、次亜塩素酸ナトリウム溶液は遮光して保管すれば、半年間は濃度が低下しませんでした。

(5) ノロウイルスの検査法

- ・市販の検査用キットを利用したノロウイルス検査について、リアルタイム PCR 法と比較した結果、リアルタイム PCR 法の検出率を 100%とすると、核酸増幅法によるキットの検出率は 73～87%、抗原検出法によるキットの検出率は 31～42%でした。

- ・抗原検出法は、核酸増幅法に比べて迅速性・簡便性に優れており、費用も安価でした。腸炎患者集団発生時にノロウイルス感染の可能性を迅速に把握できます。

- ・核酸増幅法による検査キットは、抗原検出法より感度が高く検査精度が高いことがわかりました。感染源の調査や、調理従事者等の日常の健康管理で有効です。

- ・食品からのノロウイルス検出率を向上するため、食品検体処理方法の検討を行い、細菌を添加することにより食品成分由来の検査妨害物質を除去する方法（開発法）を考案しました。

- ・市場に流通する二枚貝のノロウイルス等の実態調査や食中毒事件に関連した食品検査において、開発法と通知法と比較したところ、開発法のほうがウイルス検出率が高く、その有効性が確認できました。

(6) 感染拡大を防止するためのポイント

- ・おう吐物の消毒処理として、次亜塩素酸ナトリウム溶液による、速やかに確実、広範囲の消毒が重要です。

- ・接触による感染防止として、汚物処理における手袋・マスク・ガウンの着用、部屋への立入り制限、十分な手洗いが重要です。

- ・空気を介した感染防止として、十分な換気が重要です。

2 ノロウイルスの概要

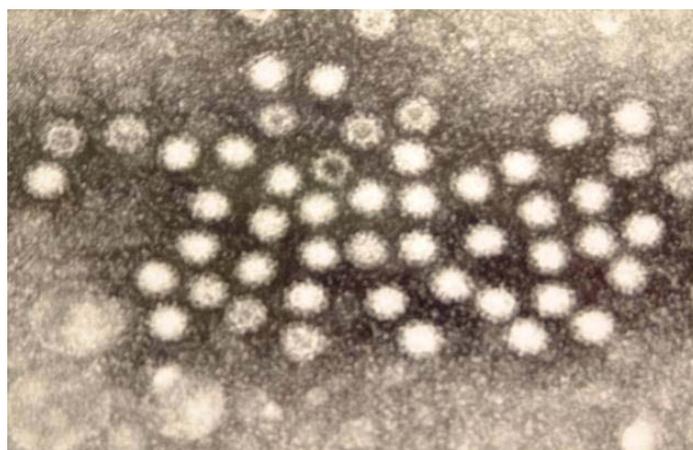
タスクフォースの各部会でとりあげた課題について、検討の必要性を理解してもらうため、まずはじめに、これまでわかっているノロウイルスとその集団感染発生の概要について紹介します。

2-1 ノロウイルスの特徴

(1) ノロウイルスとは

- ・直径 30～38 nm (ナノメートル) (1 nm = 0.000001 mm) の正 20 面体の小型の粒子状ウイルス (インフルエンザウイルスの 1/3 程度の大きさ) で、蛋白質の殻の中に遺伝子が包まれた構造をしています。(写真 1)
- ・ノロウイルスは、ウイルスで汚染された食品、手指などを介してヒトの口から入り、小腸の細胞に感染します。感染はごく少量 (10～100 個程度) のウイルス量で起こります。
- ・いくつもの遺伝子型に分かれており、遺伝子型で分類されます。

(写真1)ノロウイルスの電子顕微鏡写真
(健康安全研究センター撮影)



(2) ノロウイルスに感染すると

- ・急なおう吐、下痢、腹痛、発熱がおもな症状で、ふん便 1 g あたり 100 万個から 10 億個程度のウイルスが排泄されます。発症後 3 週間程度はウイルスが排泄されます。おう吐物にも 1 g あたり 100 万個程度のノロウイルスが含まれ、感染源になります。
- ・治療薬はありませんが、通常 2、3 日で自然治癒し、後遺症はありません
- ・感染しても症状が出ない場合 (不顕性感染) がありますが、このような場合でもウイルスはふん便に排泄されるので、自分で気付かないで感染源となってしまうことがあります。当センターで検査した検体のうち、年間約 2 割程度が不顕性感染によるものと推定されます。 ※ 不顕性感染については、20 ページを参照。
- ・高齢者では下痢やおう吐に伴う脱水や、おう吐物による窒息で死亡する場合があります。

(3) ノロウイルスの研究が難しいわけは

・多くのウイルスは生きた細胞や動物の中で増やすことができます。しかし、現在のところ、ノロウイルスは人工的に培養で増やしたり、生死を判定することが出来ないため、感染メカニズムの解明や消毒の効果判定、血清型、ワクチンなどの研究が進んでいません。

・ヒトのノロウイルスは培養が出来ないため、汚染のメカニズムや消毒方法の評価は、ノロウイルスに近縁のウイルス（代替ウイルスという）を使って研究しなければなりません。

・ノロウイルスの検査は遺伝子の検出で行いますが、食品中のノロウイルス量は非常に少なく、食品の成分による遺伝子検査の妨害もあるため、食品汚染の把握が困難です。

2-2 ノロウイルスの食中毒

(1) ノロウイルス食中毒の発生状況

・毎年、秋から春先にかけて、ノロウイルスの食中毒件数が増え、発生件数では食中毒全体の1/3程度、患者数では1/2程度がノロウイルスによるものです。（表1・2）

表1

食中毒件数の推移（東京都）		単位：件				
病因物質	病因物質詳細	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年
細菌	各種の細菌	46	58	54	50	64
ウイルス	ノロウイルス	26	33	44	27	31
その他		7	8	16	6	11
合計		79	99	114	83	106

表2

食中毒患者数の推移（東京都）		単位：人				
病因物質	病因物質詳細	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年
細菌	各種の細菌	1,122	1,280	930	1,103	634
ウイルス	ノロウイルス	677	1,210	1,342	898	702
その他・不明		156	28	342	49	106
合計		1,955	2,518	2,614	2,050	1,442

(2) ノロウイルスによる食品汚染の原因

・カキなどの二枚貝がノロウイルスを取り込んで蓄積し、これを生あるいは加熱不十分なまま食べて感染するほか、ノロウイルスに感染した調理従事者が汚染源と考えられる事例が多数確認されています。

・ノロウイルスは、汚染された食材を調理したまな板などの調理器具や調理従事者の手指の汚染から、食品に移ります。

3 集団感染事例の疫学的解析

感染性胃腸炎¹⁾は冬季から春先を中心に流行し、特にノロウイルスが原因となった場合は学校や福祉施設など集団生活の場で大規模な流行となることがあります。1999年の感染症法の施行により感染性胃腸炎の発生状況調査が始められ、患者報告数は平成2006～2007年流行期に最も多くなりました。その後も冬季になると流行が繰り返されています。

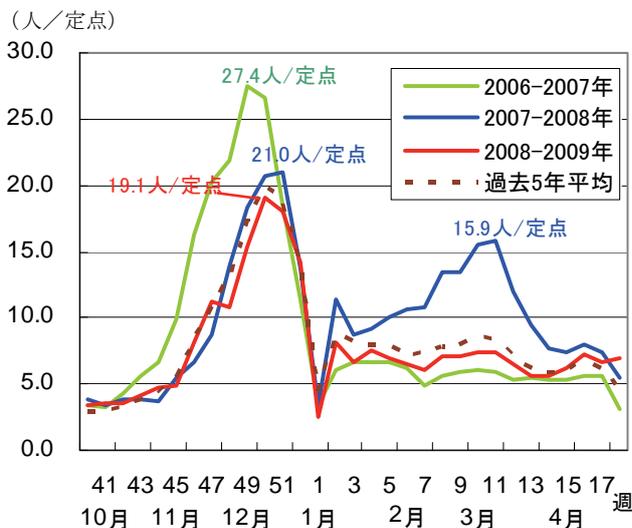
3-1 東京都における感染性胃腸炎患者報告数の推移

感染症法に基づく感染性胃腸炎患者の報告数の推移を解析しました。2006～2007年流行期²⁾の東京都内における感染性胃腸炎患者の報告数がピークとなったのは49週(2006年12月4日～10日)で1医療機関(定点)あたり27.4人と感染症発生動向調査が開始された1981年以来最も多くなりました。流行期中の合計報告数は1医療機関あたり275人で調査開始以来2番目の規模となりました。

2007～2008年流行期³⁾では、ピークとなったのは51週(2007年12月17日～23日)で1医療機関あたり21.0人となり、11週(2008年3月10日～16日)でも15.9人となるピークがありました。流行期中の合計報告数は1医療機関あたり307人となり、2006～2007年流行期の報告数271人を大きく上回り、調査開始以来最多となりました。この理由としては1月～3月までの報告数が例年に比べ非常に多かったことが考えられます。

2008～2009年流行期⁴⁾の報告数は、過去5年平均とほぼ同様に推移しました。ピークとなったのは50週(2008年12月8日～14日)で1医療機関あたり19.1人でした。流行期中の合計報告数は1医療機関あたり239人で、2007～2008年流行期の77.9%と大きく減少しました(図1)。

図1 東京都における感染性胃腸炎の患者報告数推移



1) 感染性胃腸炎は、感染症法五類疾患で、小児科定点から報告を受けている。原因はノロウイルス以外の病原体を含む。東京都では、150か所の医療機関を「小児科定点」として指定している。

2) 2006年10月～2007年4月

3) 2007年10月～2008年4月

4) 2008年10月～2009年4月

3-2 感染性胃腸炎の集団発生事例の推移

都内の保健所から報告のあった患者 10 名以上の集団発生事例の内、食中毒を除く感染性胃腸炎の発生事例を解析しました。2006～2007 年流行期に保健所に報告のあったノロウイルス等による感染性胃腸炎の集団事例¹⁾は 430 件でした。施設別では高齢者施設が 218 事例（51%）と半数を占め、続いて医療機関が 100 事例（23%）、幼稚園・保育園が 43 事例（10%）でした。

2007～2008 年流行期は 225 件で 2006～2007 年流行期の約半数に減少しました。施設別では高齢者施設が 107 事例（48%）と前流行期から減少しましたが、全事例数の半数近くを占め、続いて幼稚園・保育園が 38 事例（17%）でした。

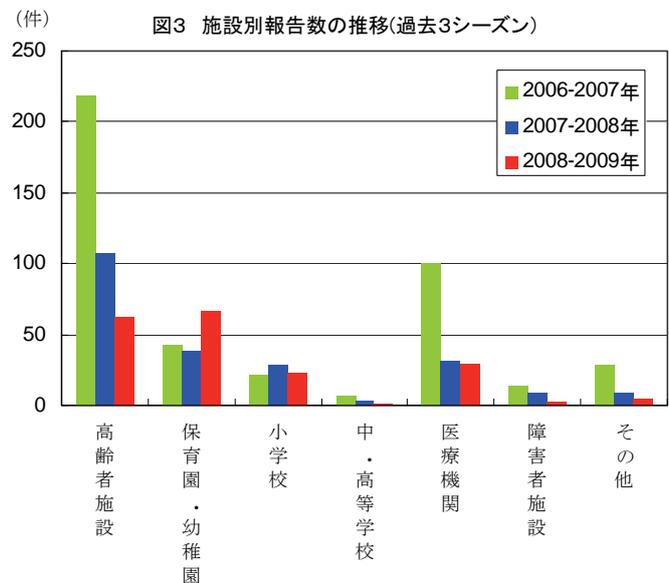
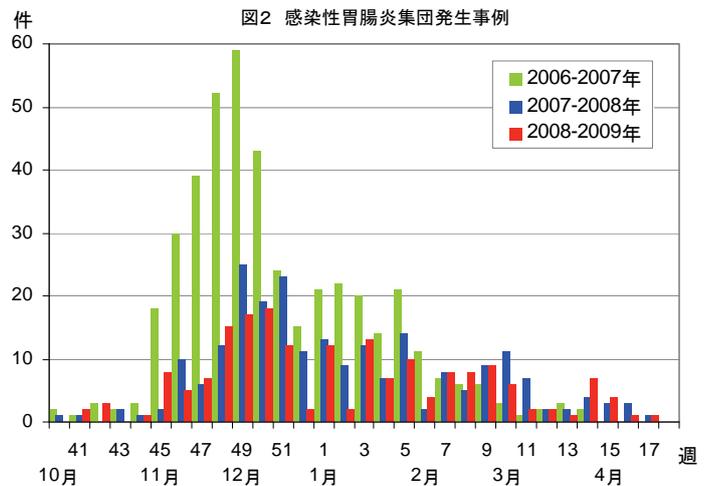
2008～2009 年流行期は 187 件で 2 年続けて減少しました。施設別では、保育園・幼稚園が 66 事例（35%）と最も多くなり、高齢者施設が 62 事例（33%）とこの 2 つの施設で全体の 2/3 を占めています。流行期前半は保育園・幼稚園が多く、2009 年 1 月以降は高齢者施設が多くなっています。集団事例の報告数は 12 月～3 月に多くなっており、患者報告数の推移と同様の傾向を示しました（図 2）。

過去 3 年の流行期を比較すると、2008 年～2009 年流行期は 2006 年～2007 年流行期と比べて、全体では 43%に減少し、施設別では高齢者施設で 28%、医療機関で 29%に減少しています。一方で、保育園・幼稚園では 1.7 倍の増加となっています。（図 3）。

高齢者施設での発生事例数の割合は保健所に報告のある範囲では減少傾向ですが、患者が 10 名未満の少数散発事例もみられ、感染経路がたどれない不顕性感染者を介しての感染が発生している可能性もあるので注意が必要です。

3-3 集団発生施設へのアンケート結果

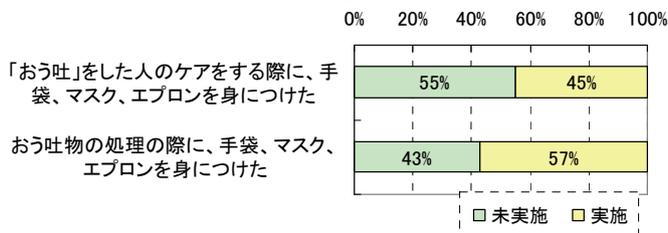
2008 年 12 月から 2009 年 3 月の間に、ノロウイルスを原因とする感染性胃腸炎の集団発生があった施設へ保健所の協力を得て、アンケート調査を行いました。49 施設からの回答で、内訳は保育施設 23 施設（47%）、高齢者施設 17 施設（35%）、医療機関 4 施設（8%）、小学校 4 施設（8%）、その他 1 施設（2%）でした。



アンケートの結果から、おう吐物処理の際、手袋・マスク・エプロンを着用することが重要であり、引き続き普及啓発の必要性があることがわかりました。

(1) おう吐物処理の状況:「おう吐した人のケアをする際に、手袋・マスク・エプロンを身につけた」(45%)、「おう吐物処理の際に手袋・マスク・エプロンを身につけた」(57%)が約半数と、手袋、マスク、エプロン着用など个人防护の実施率の低い傾向が見られました(図4)。

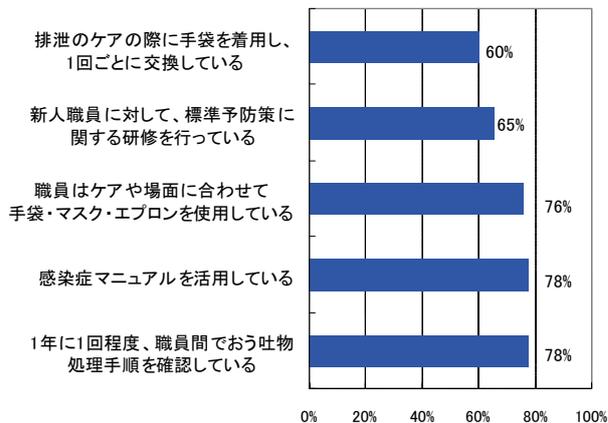
図4 おう吐物処理について



(2) 施設の構造上の制約:「手洗い場が不足あるいはケアの場所から遠い」という項目については、保育施設・高齢者施設では1割強(12%~13%)で制約があると答えています。小学校では4施設中3施設(75%)、医療機関では4施設中2施設(50%)で制約があると回答しています。「清潔区域と汚染区域の交差(汚物運搬の際に食堂を通過など)」については、保育施設・高齢者施設・小学校の2割強があると答えています。

(3) 平常時の感染症予防対策:実施率8割以下の項目は、「排泄のケアの際に手袋を着用し、1回ごとに交換している」、「新人職員に対して、標準予防策に関する研修を行っている」、「職員はケアや場面に合わせて手袋・マスク・エプロンを着用している」等、標準予防策に関する項目が多くみられました(図5)。

図5 実施率8割以下の平常時対策(n=49)



(4) 感染症対策委員会の状況:「感染症に関する話し合いの場があり、かつ機能している」と回答したのは24施設(49%)であり、高齢者施設においては13施設(76%)が上記の回答であったのに対し、保育施設では、7施設(30%)でした。

(5) 自由回答(発生に関して困ったこと):保育施設では回復途上での園児の登園、高齢者施設では、職員が発症した際のマンパワー不足、認知症の利用者への対応などに苦慮していることがわかりました。

4 遺伝子解析からみたノロウイルスの推移

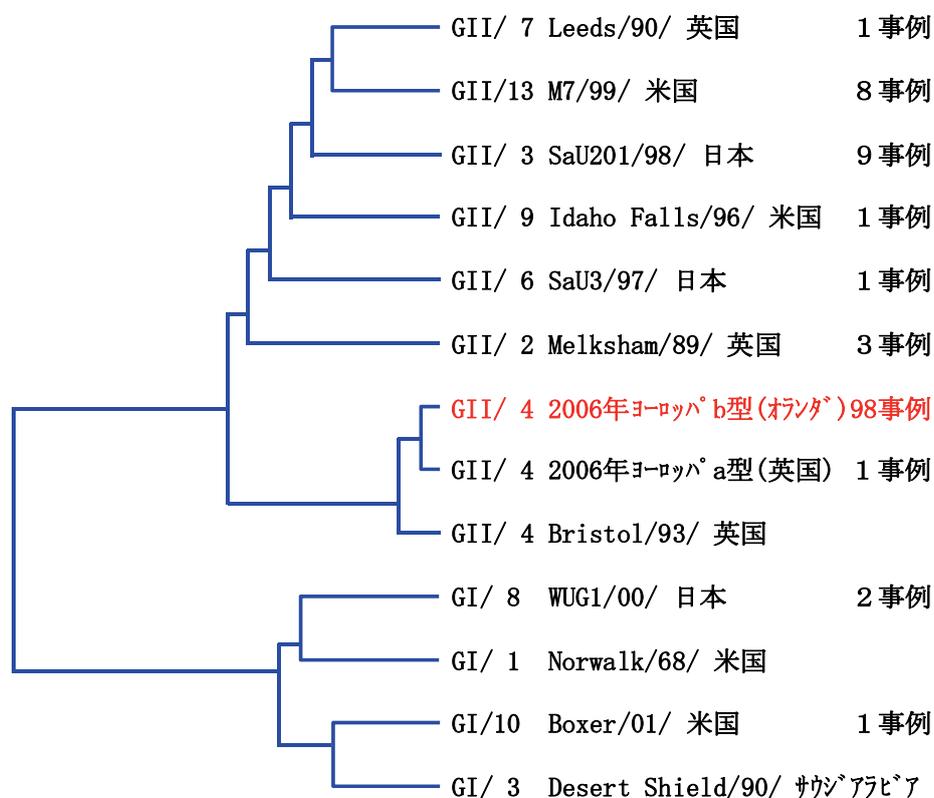
ノロウイルスの分類は遺伝子情報に基づいて行われています。主としてヒトに感染する遺伝子群はGI、GIIであり、各遺伝子群は更に細かく遺伝子型に分類され、合計30種類以上の遺伝子型が報告されています。近年流行しているノロウイルスの遺伝子型とその特徴を明らかにするために、検出されたノロウイルスの遺伝子情報に基づいた解析を実施しました。

4-1 集団発生事例から検出されたノロウイルスの遺伝子型

2006年の都内における感染性胃腸炎患者の報告数は、感染症発生動向調査が開始された1981年以来最大となりました。

2006～2007年流行期に、当センターが検査した集団感染127事例のうち、GII/4（2006年ヨーロッパb）型によるものは98事例（77%）であり、新たな遺伝子型が多数を占めました（図1）。これは、2006年にヨーロッパで発見され、欧米をはじめ世界的に流行した遺伝子型です。この新たな遺伝子型のノロウイルスの出現が、感染拡大の要因の一つと考えられました。

図1 都内の胃腸炎集団事例から検出されたノロウイルスの遺伝子解析
(2006-2007年流行期;127事例の解析結果)



4-2 ノロウイルス遺伝子型の施設別比較

2008～2009年流行期にノロウイルスの遺伝子解析を実施した206事例中、GII/4の遺伝子型が認められたものは114事例(55%)でした。GII/4は、ノロウイルス流行最盛期には型別されたノロウイルス陽性事例数の過半数を占めていました。それ以外の時期は他の遺伝子型(GI、GII/3、GII/6など)も多く認められました(図2)。

次に、検出されたノロウイルスの遺伝子型を発生施設別に比較しました(図3)。GII/4は飲食店、会食・宿泊施設、家庭内及び高齢者施設における事例では遺伝子型別実施例の過半数を占めていましたが、保育園・小学校などでは56事例中12事例(21%)と半数以下でした。一方、GII/6は28事例から確認されましたが、このうち68%にあたる19事例は保育園・小学校等における事例から確認されました。

都内における胃腸炎集団発生からのウイルス検索および検出されたノロウイルス遺伝子解析により、高齢者福祉施設など利用者が成人層である施設における集団事例からはGII/4が、保育園・小学校など利用者が低年齢層の施設における集団事例からはGII/3とGII/6が多数確認されました。利用者が低年齢層の施設では、ノロウイルスの他にA群・C群ロタウイルス、サポウイルス及びアストロウイルスなどの検出例もあり、胃腸炎の原因究明を進める上で、胃腸炎起因ウイルスを幅広く検索対象として設定することが重要でした。

図2 集団発生事例から検出されたノロウイルスの遺伝子型 (2008年10月～2009年3月)

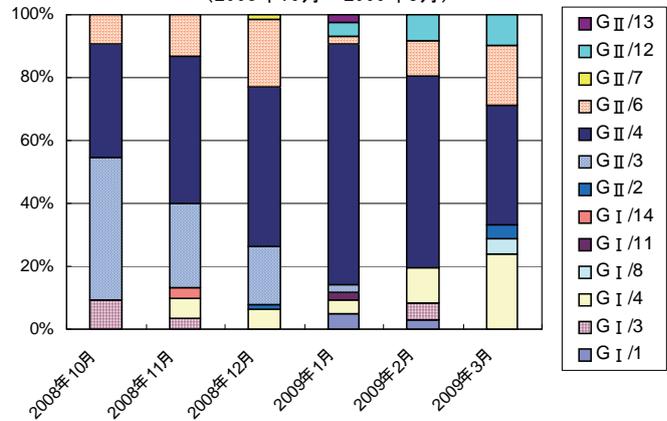
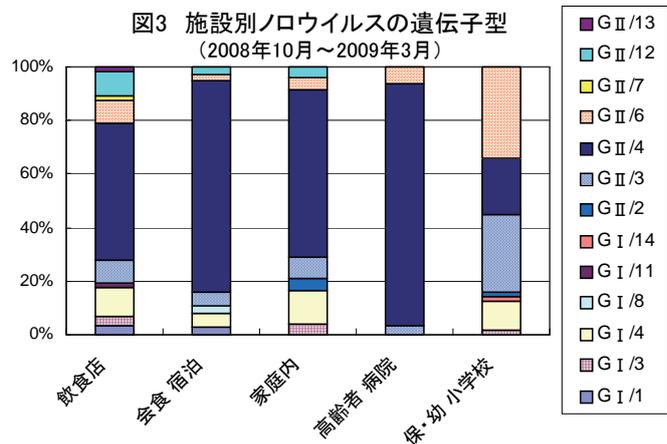


図3 施設別ノロウイルスの遺伝子型 (2008年10月～2009年3月)



5 おう吐物を介した感染経路

ノロウイルスによる胃腸炎の事例では、おう吐物が飛散し、空気を介して感染したと推察された集団発生が報告されています。このような事例では、おう吐時に広がったウイルスがおう吐場所に残り、歩行などによって空気中に舞い上がった粉じん(ウイルス)を取り込んだために感染したものと考えられます。そこで、空気を介する感染経路を検討しました。

○実験結果のポイント

- ① 模擬おう吐物 (A^{※1}) を1mの高さから落下させたところ、半径2m程度の範囲に飛散しました。
- ② 模擬おう吐物 (B・C) を80cmの高さから落下させたところ、3時間後に160cmの高さまで飛散しました。
- ③ 模擬おう吐物 (B・C) を80cmの高さから落下させたところ、飛散粒子が発生し、2～7 μ mの大きさの粒子は1時間程度空気中に滞留しました。
- ④ 乾燥したおう吐物が付着したカーペットの上を歩行した場合、ウイルス^{※2}が舞い上がり、手や足に付着しました。

※1 模擬おう吐物として、リン酸緩衝液に白飯を加えたもの (A)、リン酸緩衝液にノロウイルスの代替として大腸菌ファージを添加したもの (B)、Bに白飯を加えたもの (C) を使用。

※2 ノロウイルスは培養できないため、大腸菌ファージを代替使用。

5-1 おう吐物の飛散状況

(1) 床面の飛散範囲

模擬おう吐物 (A) を1mの高さから静かに落下させたところ、半径2m程度の範囲に飛散しました。おう吐物の処理においては、広範囲に飛散することを考慮した清掃と消毒が必要です。

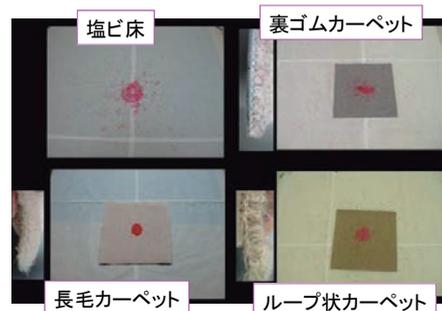
【実験】 赤い絵の具を混ぜた模擬おう吐物 (A) を1mの高さから各種床材の上に落下させ、絵の具の飛散範囲を測定しました (写真1・2)。

【結果】 カーペットに落下させた場合では、落下地点から半径1.6～1.8mの範囲まで絵の具の着色が確認され、塩ビ床の場合では半径2.3mまで確認されました。

写真1 模擬おう吐物(A)の落下実験



写真2 各種床材に落下させた模擬おう吐物(A)



(2) 飛散する高さ

模擬おう吐物（B、C）を80cmの高さから落下させた時、Bでは3時間後に、160cmの高さまで飛散しました。ノロウイルスを含むおう吐物の状態は様々であるため、粘りけが少ない水っぽいおう吐物の場合には、感染力を持つウイルスを含む飛沫が口や鼻の高さまで達する可能性があります。

【実験】 クリーンルーム内に設置したクリーンブース内（写真3）の床上0cm、100cm、160cmの各4隅に、プラスチック製バットを設置しました(図1)。高さ80cmから模擬おう吐物（B、C）を落下させ、3時間後にバットを回収し、バット内に落下した大腸菌ファージをプラーク法¹⁾及びPCR法²⁾で測定しました。

【結果】 結果は表1のとおりでした。模擬おう吐物（B）の場合では、大腸菌ファージが広く空間に飛散し、160cmの高さ（測定位置9～12）からも検出されました。模擬おう吐物（C）の場合では床上0cmからのみ大腸菌ファージが検出されました。

- 1) 感染力を持つ大腸菌ファージを測定する方法
- 2) 大腸菌ファージの遺伝子量を測定する方法

写真3 クリーンブース

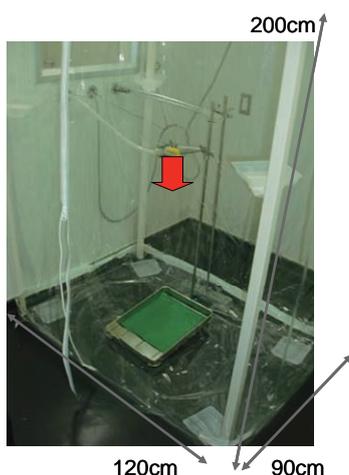


図1 大腸菌ファージの採取位置

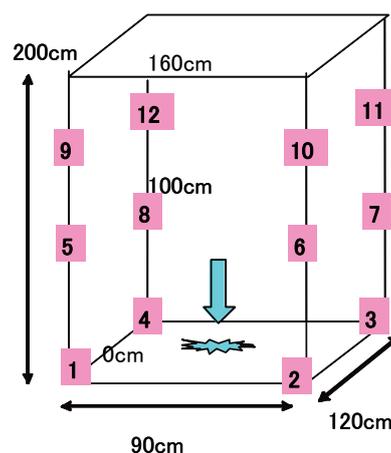


表1 大腸菌ファージ検出結果

測定位置	模擬おう吐物(B)		模擬おう吐物(C)		
	床上 (cm)	プラーク法 (PFU/100cm ²)	real-time PCR (copy/100cm ²)	プラーク法 (PFU/100cm ²)	real-time PCR (copy/100cm ²)
1	0	-	-	9.2×10^4	2.2×10^6
2		-	-	1.9×10^5	1.2×10^7
3		-	-	8.9×10^3	ND
4		-	-	65	3.8×10^3
5	100	27	ND	ND	ND
6		1.3×10^2	ND	ND	ND
7		36	ND	ND	ND
8		3	2.2×10^4	ND	ND
9	160	15	3.3×10^4	ND	ND
10		33	7.1×10^4	ND	ND
11		ND	7.9×10^4	ND	ND
12		ND	ND	ND	ND

【ND: 非検出、-: 未測定】

(3) 空気中の滞留時間

模擬おう吐物（B、C）を80cmの高さから落下させたところ、85cmの高さにおいて感染力のある大腸菌ファージを含む0.65 μm 以上の大きさの飛散粒子が検出されました。そのうちの2~7 μm の大きさの粒子は、1時間後の空気中からも検出されました。以上の結果から、おう吐時には飛沫が発生し、その一部は空間に広がり、場合によっては1時間程度、空気中に浮遊している可能性があると考えられます。

【実験】 模擬おう吐物（B、C）をクリーンブース内で、80cmの高さから落下させ、インピンジャー法¹⁾とアンダーセン法²⁾により空気を採取し、飛散粒子中の大腸菌ファージをプラーク法及びPCR法で計測しました。

【結果】 模擬おう吐物（B）を落下させたとき、飛散粒子が発生し、感染力を持つ大腸菌ファージが1時間後も検出されました（表2）。

その浮遊粒子の大きさ別による大腸菌ファージの検出状況は表3のとおりでした。特に大きさが2~7 μm の飛散粒子中に大腸菌ファージが多いことが分かりました。

模擬おう吐物（C）の場合は、加える白飯の量を減らすと飛散粒子が発生し、落下後5分後の空気中から感染力を持つ大腸菌ファージが検出されました。

- 1) 空気を液体中に吸引する採取法
- 2) 空気中の粒子を大きさ別に採取する方法

表2 発生した大腸菌ファージの経時変化

経過時間	インピンジャー法		アンダーセン法
	プラーク法 (PFU/L)	real-time PCR (copy/L)	プラーク法 (PFU/m ³)
5分	ND	5.5×10^5	5.2×10^2
1時間	ND	6.1×10^2	49
2時間	ND	5.1×10^2	-
3時間	ND	ND	-

模擬おう吐物(B)

【インピンジャー法:水捕集、アンダーセン法:粒径別シャーレ捕集】

表3 粒径別の大腸菌ファージ検出状況

粒径区分 (μm)	落下5分後 (PFU/m ³)	1時間後 (PFU/m ³)
11以上	52	ND
7~11	45	ND
4.7~7	1.3×10^2	14
3.3~4.7	2.2×10^2	24
2.1~3.3	71	12
1.1~2.1	12	ND
0.65~1.1	2	ND
0.43~0.65	ND	ND

5-2 歩行による乾燥おう吐物の舞い上がり (体表面への付着と体内への侵入)

模擬おう吐物（B）が乾燥したカーペット上で、足踏みすることによって、感染力のある大腸菌ファージが舞い上がり、手及び足に付着しました。このことから、歩行により舞い上がったウイルスが付着した手から口を通じて体内へ侵入する経路（接触感染と同じ）が考えられます。

また、カーペット及びリノリウムで、靴の裏に、感染力のある大腸菌ファージが付着しました。乾燥したおう吐物の上を歩いた人がウイルスを他の場所に広げてしまう可能性があります。

【実験】 50cm四方に裁断したカーペット及びリノリウムの表面に模擬おう吐物（B）を間隔をあけて飛沫状に添加し、一晚乾燥させました。実験者のふくらはぎに大腸菌ファージを検出するための寒天培地を取り付け、手にも寒天培地を持って床材の上で足踏みしました（写真4）。15分後に寒天培地を回収し、付着した大腸菌ファージをプラーク法で測定しました。

【結果】 乾燥したおう吐物から生じた粉じん中に感染力を持つ大腸菌ファージが認められ、さらに、カーペットでは手とふくらはぎに付着することが分かりました(表4)。また、大腸菌ファージは、カーペットとリノリウムの両方の床材から靴の裏に付着しました。

写真4 歩行による舞い上がり実験



表4 大腸菌ファージの各部位への付着量*

	カーペット		リノリウム	
	1回目	2回目	1回目	2回目
手	8	16	ND	ND
ふくらはぎ	8	12	ND	ND
靴の裏	2.6×10^3	1.6×10^3	1.0×10^3	7.0×10^2

* 寒天培地 1枚あたりの個数

6 手洗いの効果とおう吐した箇所の消毒方法

おう吐物による感染拡大を防止するためには、おう吐物を十分に除去した後、ノロウイルスを ①適切に ②速やかに ③確実に 消毒することが重要なポイントです。家庭や施設において、おう吐場所を消毒処理する場合には、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒を行うことが効果的です。また、処理した後は、二次感染を防止するために、石けんによる手洗いを行うことが大切です。

○実験結果のポイント

- ① トイレトペーパーによる拭き取りの際、中指、小指では10枚重ねた場合でもウイルス^{*1}が検出されました。また、ウイルスが付着した手指がドアノブを汚染し、ドアノブを操作した他者の手指を介して食品が汚染されました。
- ② 速乾性消毒剤による擦式消毒とウェットティッシュを用いた清拭よりも、石けん類による泡立てと流水すすぎを組み合わせた手洗いのほうが、ウイルス除去効果が高いことが確認できました。
- ③ もみ洗い時間を長くし、あるいは手洗いを2回くり返すなど、丁寧な手洗いにより、ウイルス除去効果が高まりました。
- ④ 熱湯による加熱によるカーペットの消毒では、消毒に必要な効果（表面温度 85℃、1分以上維持）を得ることは困難でした。
- ⑤ スチームアイロンでは、カーペットの表面一箇所あたりを2分程度加熱すれば、狭い範囲であれば消毒に必要な効果が得られました。
- ⑥ 調査した家庭用布団乾燥機では十分な消毒効果を得られませんでした。
- ⑦ 模擬おう吐物を散布したカーペットに0.1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液をかけた場合、10分後でも消毒に十分な量の塩素濃度がありました。また、次亜塩素酸ナトリウム溶液は遮光して保管すれば、半年間は濃度が低下しませんでした。
- ⑧ 市販の二酸化塩素剤（0.06%）を模擬おう吐物を散布したカーペットにかけた場合、次亜塩素酸ナトリウムと同様に10分後でも消毒に十分な量の二酸化塩素がありました。ただし不快臭があり、カーペットなどを変色させることがあるので、使用の際には特段の注意が必要です。
- ⑨ 市販のオゾン水は低濃度（0.003%程度）であり、模擬おう吐物を散布したカーペットにかけた場合、1分以内にすべて消費されてしまいました。

※1 ノロウイルスは培養できないため、ネコカリシウイルス（FCV）を代替使用。

6-1 手洗いの効果

※本研究は、タスクフォースによる調査研究で検討したものではなく、健康安全研究センターでの研究にて検討した結果ですが、関連するものとして記載してあります。

(1) 手指を介した感染拡大

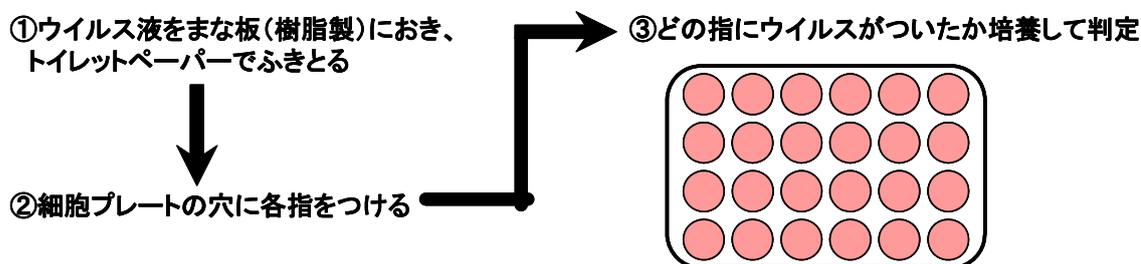
トイレトペーパーによるふん便やおう吐物のふき取りの際は、手指がウイルスにより汚染されることがあります。実験では、中指及び小指では10枚重ねた場合でも、ウイルスが検出されました。

また、ウイルスに汚染された手指がドアノブなど施設を汚染し、他者の手指を介して食品がウイルス汚染されます。このように、手指を介してノロウイルス汚染が拡大していくことがわかりました。

① ふき取る際の手指汚染の可能性について

【実験】 代替ウイルス液を樹脂製のまな板の上におき、市販のミシン目でカットした市販のトイレットペーパー（ダブルタイプ）1枚、3枚重ね、5枚重ね、10枚重ねしたものそれぞれでふきとり、ふき取り操作後の手指を培養細胞につけ、培養によりウイルス汚染の有無を検討しました。

【結果】 人差し指～小指では5枚重ねた場合でもウイルスが検出され、中指および小指では10枚重ねた場合でもウイルスが検出されました。手指が直接ウイルス汚染箇所に接した可能性もありますが、ふき取る操作によって手指にウイルスが付着したものと思われました。



② 手指を介したウイルス汚染拡大の可能性について

【実験1】 手指に代替ウイルス液を付着させてドアノブを操作したのち、他者がそのドアノブを操作した際に手指からウイルスが回収可能であるかを検討しました。

【結果1】 ドアノブ汚染後2名が開閉操作したところ、2名の手指からウイルスが検出されました。



【実験2】 手指に代替ウイルス液を付着させたのち、あらかじめ分取した千切りキャベツの山に触り、キャベツからウイルスを回収し、ウイルス汚染された手指から食品汚染が起こりうるかを検討しました。

【結果2】 20山の千切りキャベツ試料のうち、18試料からウイルス遺伝子が検出されました。



【実験3】 手指に代替ウイルス液を付着させてドアノブを操作したのち、そのドアノブを操作した他者の手指により食品汚染が起こりうるか、ドアノブ操作後に千切りキャベツを分取することにより検討しました。

【結果3】 ドアノブ操作後の手指で千切りキャベツを10回分取したところ、6試料からウイルス遺伝子が検出されました。

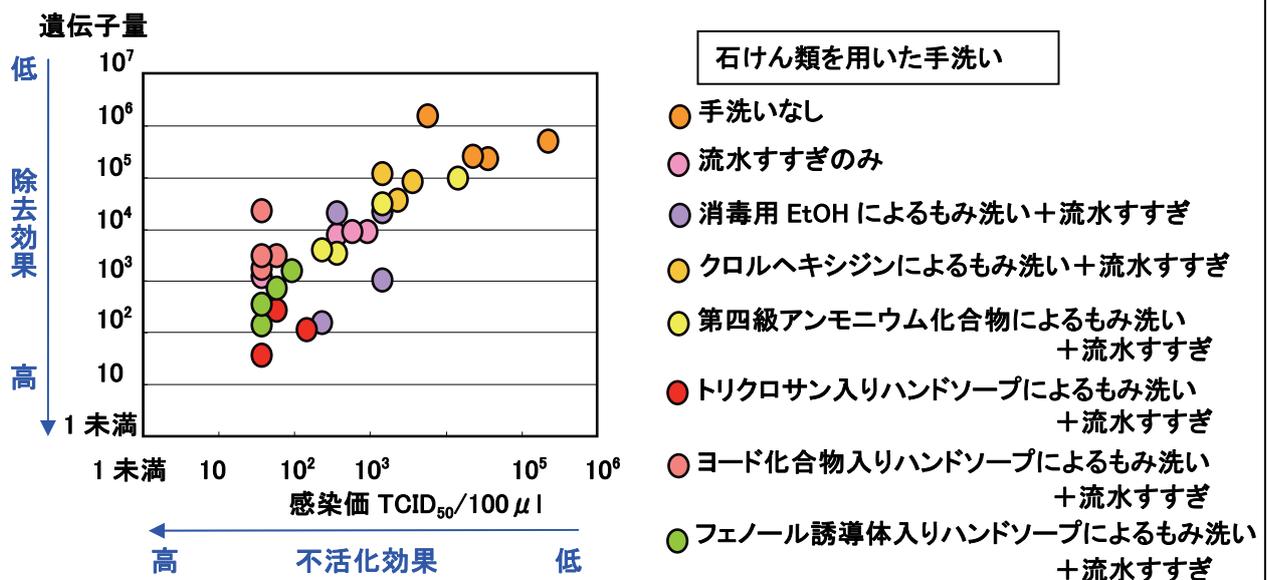


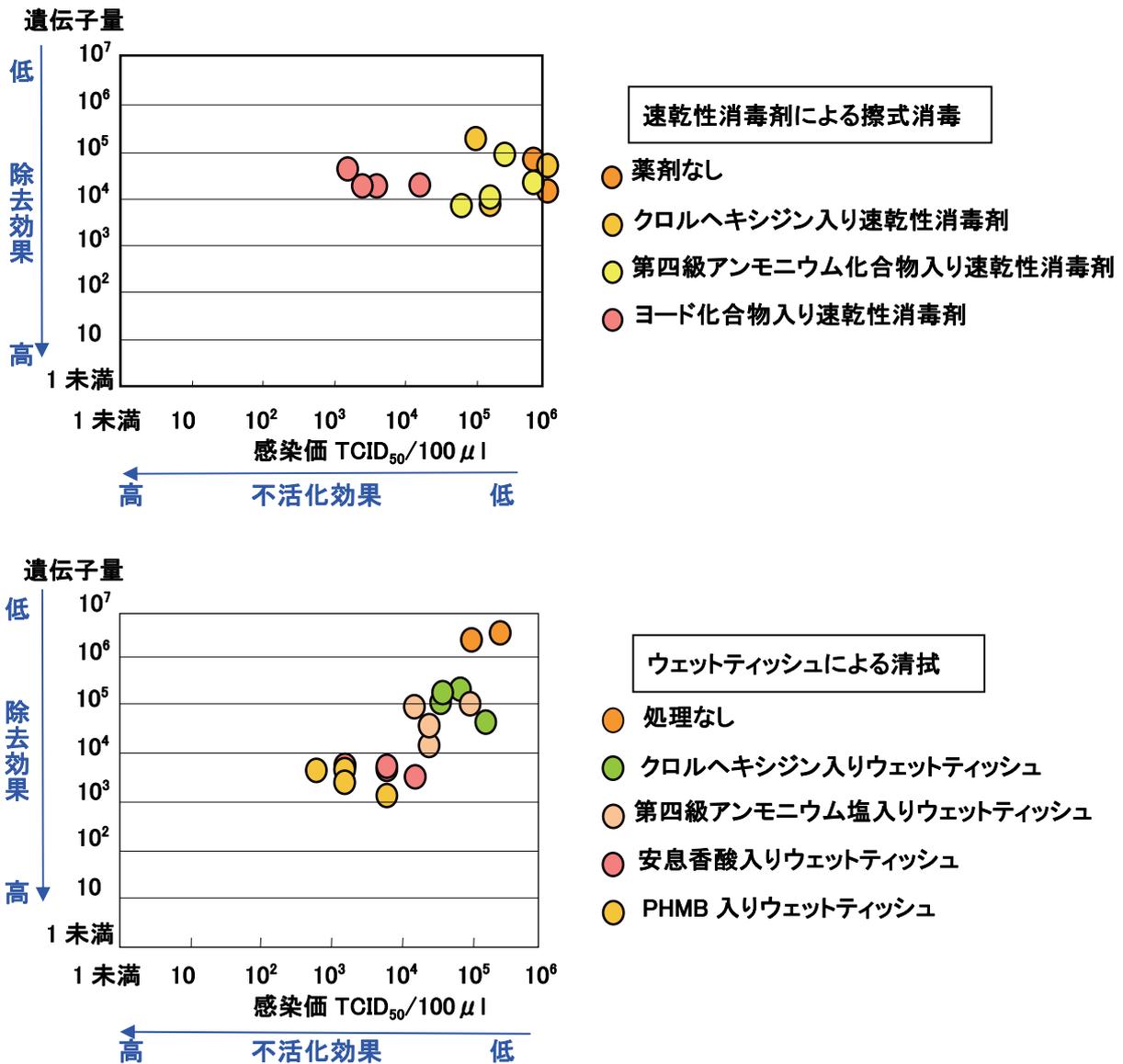
(2) 手指衛生効果の比較

手指についてウイルスを除去するためには、石けん類を使い、泡を立ててよく洗い、水でよく洗い流す方法が、一番効果があります。速乾性消毒剤による擦式消毒とウェットティッシュを用いた清拭は効果があまり期待できません。

【実験】 手指に代替ウイルス液を付着させ、石けん類による手洗い、速乾性消毒剤による擦式消毒、ウェットティッシュを用いた清拭などの方法で処置した後、手指に残ったウイルスを回収し、その除去効果（遺伝子量の低下）および不活化効果（感染価の低下）を測定し、それぞれの手法の効果と比較しました。

【結果】 石けん類による泡立てと流水すすぎを組み合わせた手洗いが、もっともウイルス除去効果が高いことが確認できました。速乾性消毒剤はウイルス除去効果がないことから、製品に含まれる成分にウイルス不活化効果がない場合は、手指にウイルスが残存すること、また速乾性消毒剤は物理的な除去であるウェットティッシュによる清拭とともに効果が限定されることを認識する必要がありますと思われました。





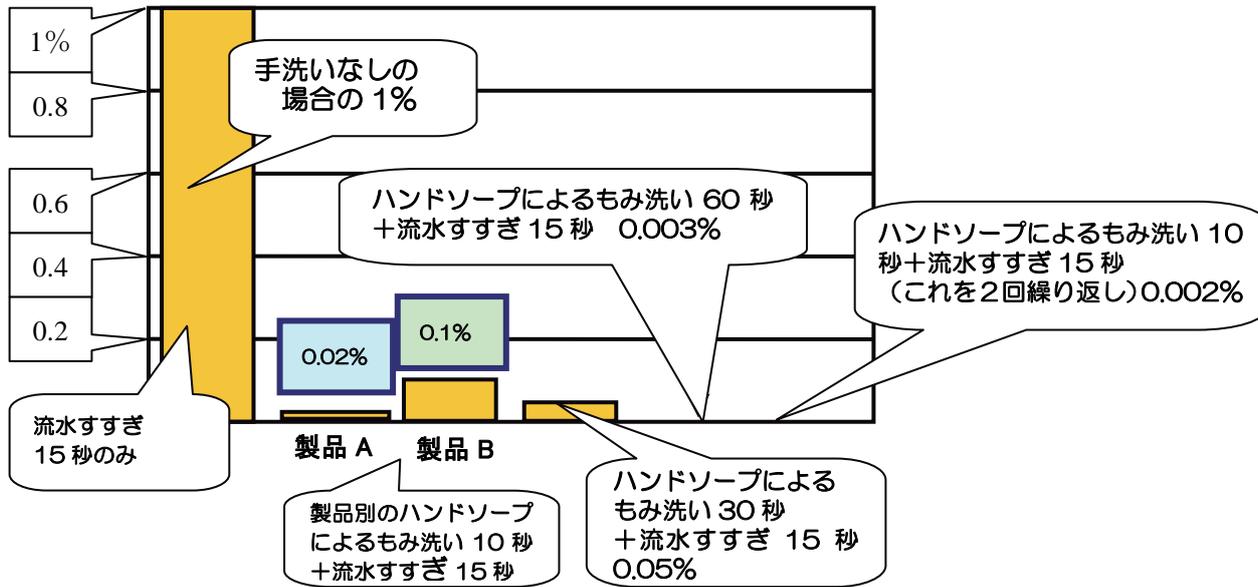
(3) 効果的な手洗い方法の検討

石けんによるもみ洗いの時間を長くする、または手洗いを2回くり返すなど、手洗いをより丁寧に行うことにより、ウイルス除去効果が高まります。

【実験】 石けんによるもみ洗いの時間など手洗いの条件を変化させ、効果的な方法について検討しました。

【結果】 もみ洗い時間を長くし、あるいは手洗いを2回くり返すなど、丁寧な手洗いにより、ウイルス除去効果が高まりました。流水すすぎ15秒のみではウイルスの量は添加したウイルスの量の約100分の1にしか減少しなかったのが、石けんによるもみ洗いを加えることで0.1~0.02%に減少し、石けんによるもみ洗い10秒と流水すすぎ15秒を2回繰り返すことにより100万分の20にまで減少しました。(図1)

(図1) 手洗い後、手に残ったウイルス量の比較 (遺伝子量)

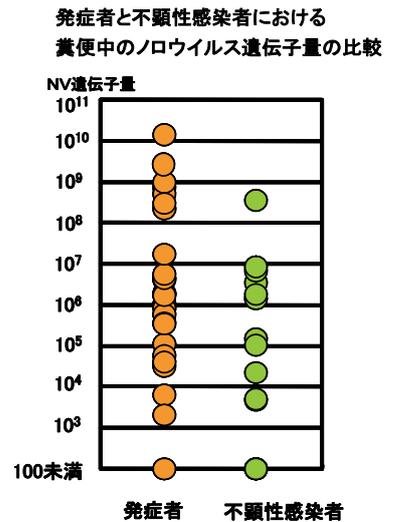


[コラム] ノロウイルスと不顕性感染

不顕性感染とは、感染していても症状があらわれない場合をいいます。不顕性感染者が、下痢症状がないことで手洗いをおろそかにすると、無意識に施設を汚染し、新たな集団胃腸炎の感染源となる可能性があります。

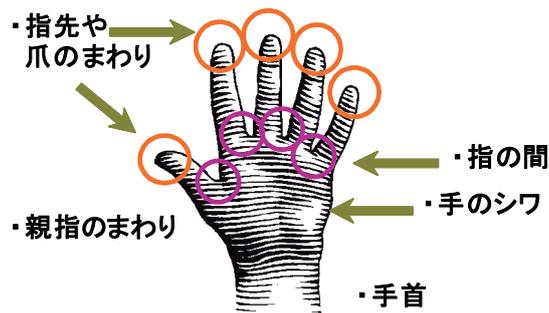
【実験】 集団胃腸炎事例において、同一の感染推定因食を食べた発症者およびノロウイルスが検出された非発症者（不顕性感染者）のふん便試料に含まれるノロウイルスの量を測定して比較しました。

【結果】 発症者群と不顕性感染者群の測定値に統計的に有意な差は認められませんでした。このことは不顕性感染者であっても発症者と同レベルのウイルスを排泄しているとみなせることを意味します。



[コラム] 手洗いでよごれの残りやすいところは？

手洗いの際、汚れの残りやすいところとして、親指のまわり、指先や爪のまわり、指の間、手のしわ、手首などがあげられます。



汚れが残りやすいとされるそれぞれの箇所について、効果的な手洗い方法が紹介されています。ノロウイルスの集団感染には、不顕性感染者による汚染も原因として考えられることから、日常から注意して洗うポイントを意識した、丁寧な手洗い方法を習慣づけることが重要です。

・指先や爪の間



・指の間



・親指のまわり



・手首



「調理従事者を介したノロウイルス食中毒の情報に関する検討報告」より
(東京都食品安全情報委員会、
東京都福祉保健局健康安全課食品
医薬品情報係、平成18年度)

<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/anzen/hyouka/houkoku/report4.html>

論文報告等

- ・森功次ほか：Norovirusの代替指標としてFeline Calicivirusを用いた手洗いによるウイルス除去効果の検討。感染症学雑誌 80：496-500、2006
- ・森功次ほか：Norovirusの代替指標としてFeline Calicivirusを用いた、手指に添加したウイルスの速乾性消毒剤による擦式消毒、ウェットティッシュによる清拭および機能水を用いた手洗いによる除去および不活化効果の検討。感染症誌 81：249-255、2007
- ・東京都食品安全情報委員会：調理従事者を介したノロウイルス食中毒の情報に関する検討報告。
<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/anzen/hyouka/houkoku/report4.html>、2006
- ・森功次ほか：発症者および非発症者糞便中に排出されるNorovirus遺伝子量の比較。感染症学雑誌 79：521-526、2005

6-2 おう吐した箇所の加熱による消毒方法

ノロウイルス感染者のおう吐物で汚染されたカーペットの消毒にはスチームアイロンによる加熱が有効です。ただし、1ヵ所あたり2分程度加熱する必要があるので広い範囲の消毒には不向きです。汚染された寝具等の消毒は家庭用布団乾燥機では十分な消毒効果が得られない場合があります。寝具等の消毒は専門の業者に依頼する必要があります。

- ノロウイルスは85℃1分間以上の加熱で消毒できます。
- 50℃以上の温度で30分間加熱することができれば消毒できます。

[コラム]加熱によるポリオウイルスの不活化

【実験】 ノロウイルスと大きさや構造が類似したポリオウイルスを代替使用し、各設定温度で 30 分間加熱し、培養後の細胞変性効果により生残ウイルス濃度を測定しました。

【結果】 50℃以上で 30 分以上の加熱により消毒効果が期待できることがわかりました。

表1 加熱によるポリオウイルスの不活化

加熱温度 (°C)	生残ウイルス濃度 (TCID ₅₀)	ウイルス不活化率 (log ₁₀)
40	10 ¹² 以上	1以下
45	10 ¹² 以上	1以下
50	10 ^{3.5}	9.8
55	10未満	13以上
60	10未満	13以上
65	10未満	13以上
70	10未満	13以上

初期ウイルス濃度: 10^{13.3} TCID₅₀/mL
加熱時間 : 30分

(1) 熱湯による加熱

熱湯による加熱でカーペットの表面温度を85℃、1分間以上維持することは困難でした。また、周囲にウイルスを拡散させるおそれがあることから、ノロウイルスの消毒には不適切であると考えられます。

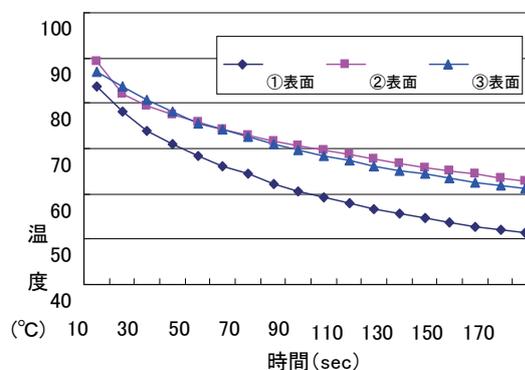
【実験】 電気ポットで沸騰させた熱湯 50mL をカーペットにかけ、表面温度を測定しました(写真1)。

【結果】 カーペットの表面は、10秒間はほぼ85℃を保持できましたが、30~60秒後には75℃に低下しました(図1)。

写真1 電気ポットの熱湯50mLを測定



図1 カーペットに熱湯をかけたときの温度変化



① 裏ゴム張り ②長毛 ③ループ状

(2) スチームアイロンによる加熱

カーペットの表面はスチームアイロンによる加熱で消毒できます。85℃ 1分間以上加熱するには一ヶ所あたり2分程度アイロンをあてる必要があります。時間がかかるため、広い面積の消毒には不向きです。カーペットの種類によって裏面温度の上昇に違いがあるので、裏面の温度を確認する必要があります。

【実験】 水 50mL をカーペット上に撒き、全体を濡らした後、家庭用スチームアイロンを 30 秒間くまなくかける方法と、濡らしたペーパータオルをカーペット上に置き、その上にスチームアイロンを置いて加熱する方法を試みました。(写真2)

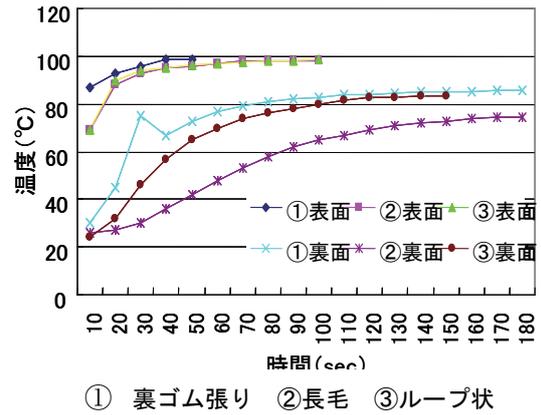
【結果】 いずれのタイプのカーペットも、濡れタオルの上から 20 秒ほどスチームアイロンを当てることにより表面温度は 85℃に到達しましたが、85℃を 1 分間維持するためには 2 分程度継続して当てる必要がありました (図 2)。

カーペットの裏面の温度は 180 秒の加熱で毛足が短く裏がゴム張りのカーペットやループ状のものでは 85℃に到達しましたが、長毛のカーペットは 75℃程度までしか上昇しませんでした。

写真2 スチームアイロンによる加熱におけるカーペット表面の温度測定



図2 スチームアイロンでの加熱による各種カーペットの到達温度



(3) 布団乾燥機による加熱

調査した家庭用布団乾燥機では50℃以上を30分間加熱できず、また、布団の裏面では必要な温度にまで上昇しないため、十分な消毒効果が得られない場合があります。寝具等の消毒は専門の業者に依頼する必要があります。

【実験】 布団におう吐した場合を想定し、1ヶ所に水 100mL をこぼし、布で水を軽く拭き取った後、家庭用布団乾燥機を運転して、敷布団の表面及び裏面の温度を測定しました。(表 3~6)

【結果】 市販の布団乾燥機の機種によっては、既定の運転時間内に温度が 50℃以上に上昇しないものがあります。

温度の上昇は布団乾燥機をセットした表側のみであり、布団の裏側は30℃程度にとどまります。また、温風吹き出し口の風上と風下では温度上昇の効率が異なります。

図3 機種Aによる布団の温度上昇(風上)

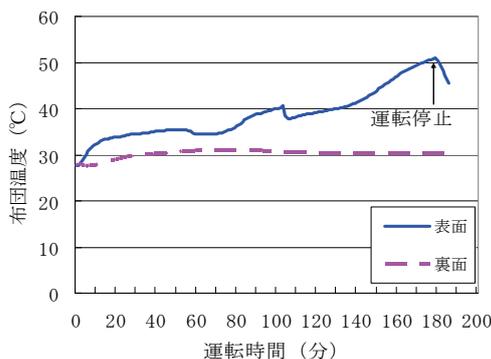


図4 機種Bによる布団の温度上昇(風上)

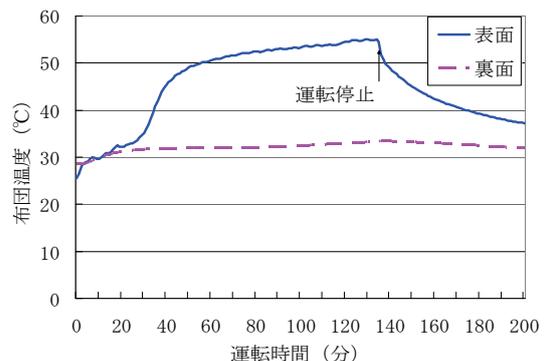


図5 機種Cによる布団の温度上昇

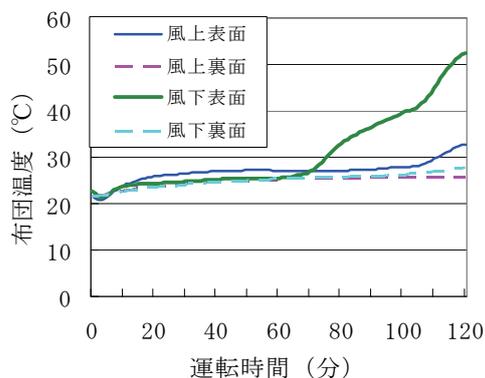
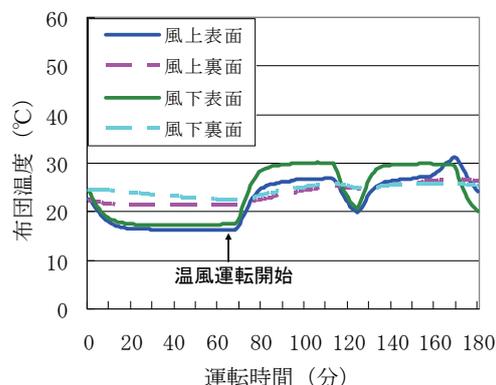


図6 機種Dによる布団の温度上昇



6-3 おう吐した箇所の消毒剤による消毒方法

ノロウイルスの消毒には次亜塩素酸ナトリウムが効果的です。また、次亜塩素酸ナトリウム溶液は遮光して保管すれば半年間使用可能です。

(1) 次亜塩素酸ナトリウム

おう吐物で汚染されたカーペットに0.1% (1000mg/L) の次亜塩素酸ナトリウム溶液をかけた場合、10分後でもウイルスの消毒に十分な量の塩素濃度がありました。ただし、カーペットによっては変色する場合がありますので注意が必要です。

【実験】 模擬おう吐物（白飯とフタル酸緩衝液(pH4)を混合した模擬おう吐物）を3種類のカーペットに散布しました。1分後にペーパータオルで模擬おう吐物を拭き取り（写真3）、さらに、写真4のようにおう吐場所にペーパータオルを置き、0.1%(1000mg/L)の次亜塩素酸ナトリウム溶液をかけ、5分後、10分後にカーペット上の液を採取して塩素濃度を測定しました。

【結果】 カーペット上にまいた次亜塩素酸ナトリウム溶液の残留塩素濃度は、5分後で初期濃度（1000mg/L）の約70~80%、10分後でも55~75%が残っていました（表2）。したがって、1000mg/Lの次亜塩素酸ナトリウム溶液により、おう吐物の消毒は可能です。ただし、カーペットによってはおう吐物と塩素の反応により変色が起こるので注意が必要です。

写真3 ペーパータオルによるおう吐物処理



写真4 次亜塩素酸ナトリウム溶液による消毒



表2 カーペット上の模擬おう吐物にかけた残留塩素

カーペット 種類	残留塩素濃度(mg/L)	
	5分後	10分後
ゴム裏張り	692	548
長毛	832	768
ループ状*	-	-
初期塩素濃度	1,000mg/L	

* ループ状のカーペットでは消毒液がしみ込み、消毒効果を確認できませんでした。

(2) 次亜塩素酸ナトリウムの調製と保管方法

家庭用に市販されている次亜塩素酸ナトリウム溶液の濃度は約 6%です。水で 60 倍に希釈すれば 0.1%に調整できます。(次亜塩素酸ナトリウム溶液 100mL を 6Lの水に加えます。) 0.1%次亜塩素酸ナトリウム溶液は光の当たらない場所に保管すれば半年間使用可能です。

【実験】 市販の塩素系漂白剤を水道水で希釈し、塩素濃度 0.02%(200mg/L)及び 1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液を調製しました。①4℃遮光、②20℃遮光、③25℃遮光、④30℃遮光、⑤室温(約 26℃の室内、遮光なし)の各条件で長期間保存し、残留塩素濃度を測定しました。

【結果】 希釈調整した次亜塩素酸ナトリウム溶液は、遮光すれば室温 30℃においても半年間濃度がほとんど低下しませんでした(図7、8)。

① 4℃遮光 ② 20℃遮光 ③ 25℃遮光 ④ 30℃遮光 ⑤ 室温(約 26℃の室内、遮光なし)

図7 塩素 1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液の経日変化

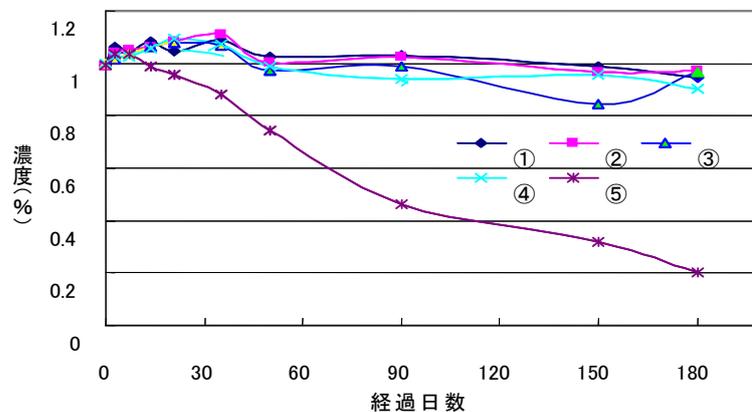
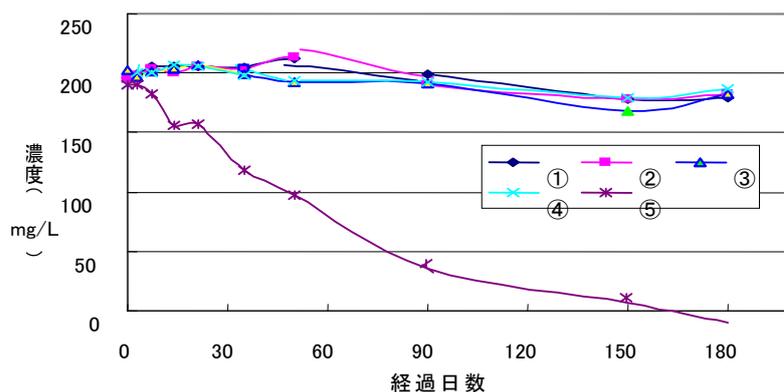


図8 塩素 0.02%の次亜塩素酸ナトリウム溶液の経日変化



(3) 二酸化塩素

市販の二酸化塩素剤（0.06%）をカーペットにかけた場合、次亜塩素酸ナトリウムと同様に、10分後でもウイルスの消毒に十分な量の二酸化塩素濃度がありました。二酸化塩素剤は不快臭があり、カーペットなどを変色させることがあるので、使用の際には特段の注意が必要です。

【実験】 模擬おう吐物（白飯とフタル酸緩衝液(pH4)を混合した模擬おう吐物）を3種類のカーペットに散布しました。1分後にペーパータオルで模擬おう吐物を拭き取り、さらに、おう吐場所にペーパータオルを置き、0.06% (600mg/L)の二酸化塩素溶液をかけ、1、2、3、5及び10分後にカーペット上の液を採取して塩素濃度を測定しました。

【結果】 裏ゴム張りのカーペットでは10分後でも100 mg/L以上の二酸化塩素が残っていました。したがって、600mg/Lの二酸化塩素消毒剤により、おう吐物の消毒は可能です。ただし、二酸化塩素剤は不快臭があり、カーペットによってはおう吐物と塩素の反応により変色が起こるので注意が必要です。

図9 二酸化塩素濃度の経時変化

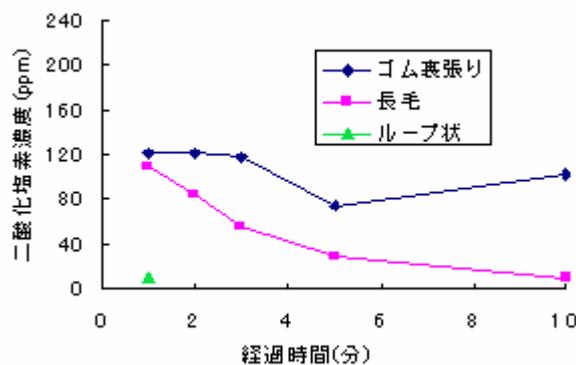
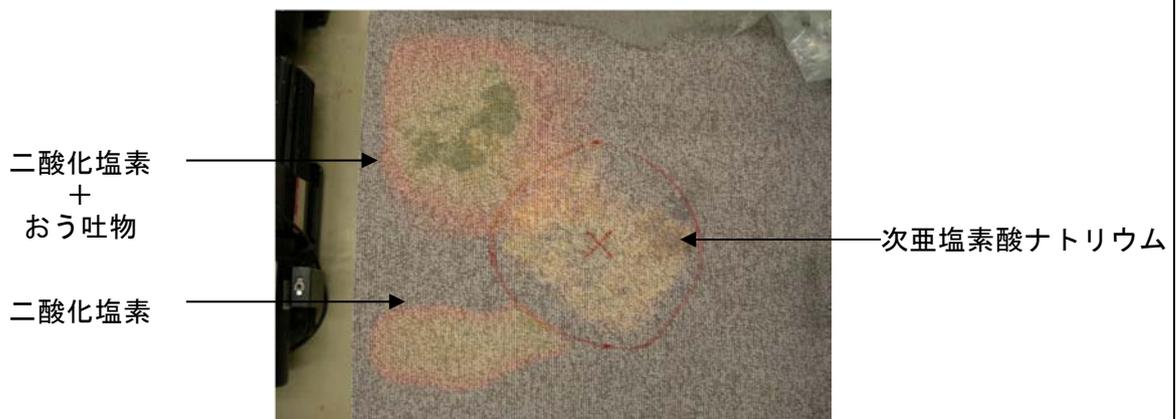


写真5 二酸化塩素及び次亜塩素酸ナトリウムによるおう吐物処理後のカーペット



(4) オゾン

入手可能な市販のオゾン水は濃度が0.003% (30mg/L) 程度であり、カーペットにかけた場合、おう吐物の成分と反応して1分以内にすべて消費されるのでカーペットの消毒には不向きです。

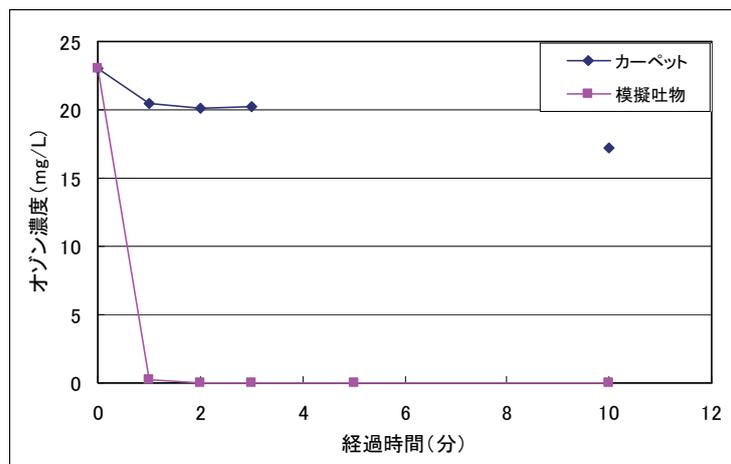
【実験】 模擬おう吐物（白飯とフタル酸緩衝液(pH4)を混合した模擬おう吐物）を裏ゴム張りのカーペットに散布しました。1分後にペーパータオルで模擬おう吐物を拭き取り、さらに、おう吐場所にペーパータオルを置き、0.0023% (23mg/L)のオゾン溶液をかけ、1、2、3、5及び10分後にカーペット上の液を採取してオゾン濃度を測定しました。

【結果】 模擬おう吐物のない裏ゴム張りのカーペットにまいた場合、測定開始から1分後でオゾン濃度は20 mg/L程度に減少しましたが、その後の消費は少なく10分後も17 mg/L以上のオゾンが残っていました。しかし、模擬おう吐物を散布した場合は、1分以内にすべて消費されてしまいました。

写真6 オゾンナノバブル水



図10 ゴム裏張りカーペットにまいたオゾン水とおう吐物拭き取り後にまいたオゾン水の経時変化



7 ノロウイルスの検査法

検査目的に適した、迅速なノロウイルス検査法を検討しました。

7-1 ノロウイルス検査用キットの比較

市販の検査用キットを利用したノロウイルス迅速検査システムについて、リアルタイムPCR法との比較を行いました。施設管理者や医療従事者の方へ、目的に応じた検査用キットの使用方法について提案します。

(1) 腸炎患者集団発生時

抗原検出法を利用した検査用キットによるふん便検査により、ノロウイルス感染の可能性を迅速に把握できます。

(2) 感染源の調査や調理従事者等の日常の健康管理

核酸増幅法を利用した検査用キットによる感度の高いふん便検査により感染源を推定し、調理従事者等の日常のウイルス保有状況を迅速に把握できます

(3) 感染源・感染経路の詳細な調査や調理従事者等がノロウイルスを保有していないことの確認検査

リアルタイムPCR法による専門検査機関の詳細検査で判断します。

【検討内容】 平成20年4月時点で国内市販されていた7種類のノロウイルス検査用キット（核酸増幅法によるキット4種、抗原検出法によるキット3種）について、リアルタイムPCR法との検出感度や検査所要時間等の比較を行い、測定原理による感度の差や操作の簡便性の違いを明らかにしました。

【結果】

- ①リアルタイムPCR法によるノロウイルス検出率を100%とすると、核酸増幅法によるキットの検出率は73～87%、抗原検出法によるキットの検出率は31～42%に低下しました。
- ②抗原検出法は、核酸増幅法に比べて専用機器の必要性や操作工程、所要時間などの点で迅速性・簡便性に優れており、費用も核酸増幅法よりも安価でした。
- ③核酸増幅法では、ノロウイルス量が少ない検体（おおむねふん便1g中に100万個以下）では検出されにくい傾向が見られました。また抗原検出法では、ふん便1g中に少なくとも1億個以上のノロウイルスが必要でした。ノロウイルスの遺伝子型の違いによる影響も見られました。

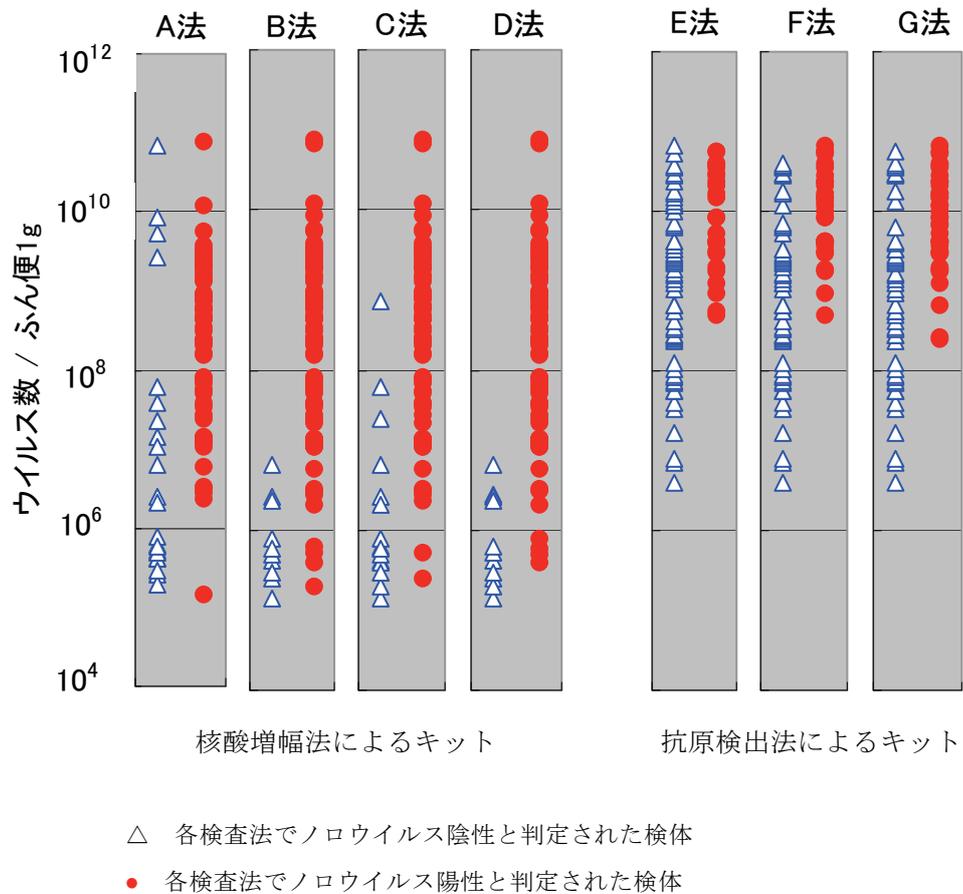
表1 各検査キットの測定原理、ノロウイルス検出率および検査所要時間

検査方法	原理	検出率* ¹	所要時間* ²
リアルタイムPCR法	核酸増幅	100%	6
A法	核酸増幅	73%	3.5
B法	核酸増幅	87%	5.5
C法	核酸増幅	82%	4
D法	核酸増幅	87%	3
E法	抗原抗体反応	31%	3
F法	抗原抗体反応	37%	1
G法	抗原抗体反応	42%	1

*1 均質な試料を得るためふん便を希釈して用いており、検査キット本来の性能を示すものではない。

*2 当センターで10検体を同時に検査した場合の所要時間（核酸抽出時間を含む）。

図1 リアルタイムPCR法でノロウイルス陽性となったふん便検体中のノロウイルス量と各検査キットによる検査結果



7-2 食品からのノロウイルス検出法の改良・開発

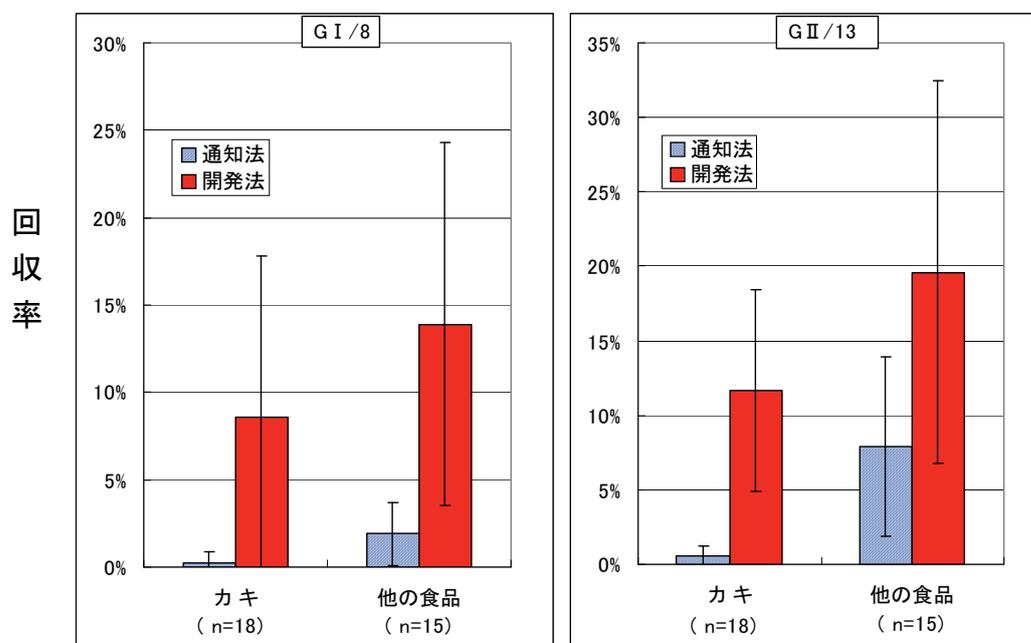
食品におけるノロウイルス検査は、厚生労働省の通知による検査法（通知法）により実施されていますが、食品からノロウイルスが検出される事例は非常に少ないことから、食品由来の妨害物質を除去する方法として、細菌を利用した検体処理法（開発法）を考案しました。

【検討内容 1】 生食用カキ 18 検体およびマグロの刺身や蒸し鶏など 15 検体の食品に、ノロウイルス（遺伝子型 G I / 8 および G II / 13）を添加して、通知法と開発法で回収率を比較しました。

【結果 1】

通知法によるカキ乳剤からの回収率の平均は、G I / 8 で 0.3%、G II / 13 で 0.5%、他の食品乳剤では G I / 8 で 1.9%、G II / 13 で 7.9% でした。一方、開発法では、カキ乳剤では G I / 8 で 8.6%、G II / 13 で 11.6%、他の食品乳剤では G I / 8 で 13.9%、G II / 13 で 19.6% と回収率が向上しました。

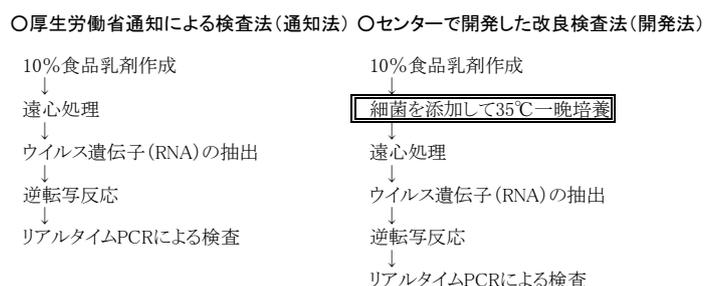
図2 食品に添加したノロウイルスを通知法と開発法で回収した実験結果



注1 それぞれのバーの高さは、添加したノロウイルスの平均回収率を、バーに付された上下の線は、平均値の標準偏差の範囲を示す。

【コラム】通知法と開発法によるノロウイルス検査の違い

食品からのノロウイルス検出率向上を目的に、食品検体処理方法（食品成分由来夾雑物の除去方法）の検討を行い、検査用食品乳剤に添加した細菌が、食品成分を栄養源として分裂・増殖を繰り返すことを利用し、食品成分由来の検査妨害物質を除去する方法を開発しました。



【検討内容 2】 平成 21 年 12 月～平成 22 年 2 月に、食中毒事件に関連した食品検体 304 検体について通知法と開発法によるノロウイルス検査を行いました。

【結果 2】 通知法でノロウイルスが検出されたのはカキフライ 1 件のみでしたが、開発法ではカキやシジミ、白ハマグリ（ホンビノスガイ）など 11 検体から検出され、汚染食品からのノロウイルス検出において開発法が有効であることが示されました。

表 2 通知法と開発法でノロウイルス陽性となった食中毒事件関連食品の検体
(平成 21 年 12 月～平成 22 年 2 月)

	検体名	通知法		開発法	
		G I	G II	G I	G II
1	生カキ	－	－	＋	－
2	生カキ	－	－	＋	－
3	生カキ	－	－	＋	－
4	活き白ハマグリ	－	－	＋	＋
5	生カキ	－	－	－	＋
6	カキキムチ	－	－	＋	＋
7	生カキ	－	－	＋	－
8	カキフライ	＋	＋	＋	＋
9	シジミ醤油漬	－	－	－	＋
10	生カキ	－	－	－	＋
11	殻付生カキ	－	－	＋	＋

7-3 拭き取り検体からのノロウイルス検出法

調理場などの拭き取り検体からノロウイルスを検出するため、検体の濃縮方法を検討しました。

【検討内容】 拭き取り検体は、食品のような検査阻害物質による影響は比較的少ないため、超遠心分離機によるノロウイルス（遺伝子型 G I / 8 および G II / 4）の濃縮・回収条件を検討しました。

【結果】 50,000 回転 120 分の遠心処理で最も高いノロウイルス回収率が得られ、この条件を拭き取り検体の処理方法として導入しました。

表 3 各遠心条件による拭き取り検体からのノロウイルス回収率

	G I / 8		G II / 4	
	コピー数*	回収率 (%)	コピー数	回収率 (%)
27,000 回転、240 分	34,052	3.9	107,480	10.9
32,000 回転、240 分	125,226	14.2	221,069	22.5
40,000 回転、120 分	270,324	30.6	530,689	53.9
50,000 回転、120 分	518,396	58.7	843,688	85.7
ウイルス液	883,130	100.0	984,682	100.0

注 ウイルス液中のノロウイルス数を 100% とし、各条件での平均回収率を示す。

*1 コピー数：リアルタイム PCR 法で得られた検体中のノロウイルス推定量

論文報告等

秋場哲也ほか：細菌添加培養処理によるカキなどからのノロウイルス検出率の向上。食品衛生学雑誌 49(6), 407-410

秋場哲也ほか：細菌の生物活性を利用したカキからのノロウイルス検査法の改良。東京都健康安全研究センター研究年報 59, 59-63

8 感染拡大を防止するためのポイント

ノロウイルスによる集団感染を防止するためには、科学的な実証に基づく効果的な対策が求められます。今回、タスクフォースにより得られた効果的な予防対策、感染拡大防止対策をまとめました。

主な感染拡大要因とその具体的な対応策をご紹介します。

感染拡大要因1 「不十分な消毒処理」

ノロウイルス感染者のふん便中には1gあたり100万個から10億個程度のノロウイルスが排泄され、おう吐物中にも1gあたり100万個程度のノロウイルスが存在するといわれています。おう吐物が感染源と考えられる集団感染事例からは、おう吐物の「初期段階での消毒不活化処理」が完全でなかったため、その後の感染拡大が起きたと推定されました。

おう吐物処理の際は、おう吐物を十分に除去した後、ノロウイルスを適切に消毒することが感染拡大防止の重要なポイントです。

感染拡大要因2 「接触による感染」

患者の介護やふん便・おう吐物を始末した際には、手指が汚染されたり、消毒が不十分な汚物が通路に残っていたり、おう吐物がカーペットに付着している場合があります。汚染された場所に接触した人の靴底や手指を介して、施設内の廊下やドアノブが汚染され、さらに感染が拡大したと推定されました。また、集団発生施設へのアンケート結果から、おう吐物処理の際には、手袋・マスク・エプロンの着用が不徹底であり、感染が拡大する要因であると推定されました。

感染拡大要因3 「空気を介した感染」

おう吐物の除去・消毒が不十分な場合には、おう吐物が塵埃となって飛散し、空気を介して口に入ったことが原因と推定される集団感染事例がありました。また、換気の悪い室内や利用者の通行が多い通路等では、おう吐時に発生したウイルスを含む飛沫がおう吐場所に留まったことが原因であると推定されました。また、おう吐物が乾燥したカーペットでは、歩行によって乾燥粒子が舞い上がり手や足に付着することで、感染が拡大することが推定されました。

対応策1 おう吐物の消毒処理

① 速やかに確実な消毒処理

施設内でおう吐があった場合、おう吐した人がノロウイルスに感染している可能性があるため、速やかに、かつ確実な消毒処理を行う必要があります。

(具体的な方法は、<http://idsc.tokyo-eiken.go.jp/noro/digest/ohto.pdf>)

② 広範囲の消毒処理

ウイルスは広く(半径2m程度)飛散し、高く(高さ1.6m程度)舞い上がります。中心部だけでなく周辺部にも気をつけて、広い範囲の消毒を行う必要があります。

③ 消毒剤について

おう吐物で汚染されたカーペット等の消毒には次亜塩素酸ナトリウム溶液による消毒が効果的です。次亜塩素酸ナトリウム溶液は安価で入手が容易であり、遮光状態で半年間使用可能です。家庭や施設では次亜塩素酸ナトリウム溶液を常備し、速やかにおう吐物の除去及び消毒を行うことが重要です。

対応策2 接触による感染防止

① 手袋・マスク・ガウン(エプロン)の着用

汚染された部屋に入り、汚物を処理する人は、マスク、手袋、ガウン(エプロン)などを着用し、自らの感染防止に努め、その際使用したものは適切に処理し、感染を拡大させないようにしましょう。

② 立入りの制限

多くの人を利用する部屋や通路等でおう吐があった場合、十分な消毒処理が済むまでは、立入る人を最小限に留めたり、立入禁止にするなどの対応が望まれます。

③ 十分な手洗い

おう吐物を処理した人は、自身の手指等を介して更なる感染拡大がないよう、石けん類を使い、泡を立ててよくこすり、水でしっかり洗い流しましょう。

※ おう吐物処理者の対応

おう吐物処理時にガウン等を着用できなかった場合は、着替えましょう。また、靴底の消毒(はきかえ)が可能であれば行いましょう。

対応策3 十分な換気

① 速やかなウイルスの排除

おう吐時には、ウイルスを含んだ飛沫が発生し、その一部は空間に広がり、場合によっては1時間程度空気中に浮遊します。感染の拡大防止には、この浮遊粒子をいかに速やかに減少させるかが大切です。そこで、窓のある部屋では、窓をあけてすばやく換気を行い、ウイルスを排除しましょう。

② 換気量を増やす

窓を開けたり、外気をたくさん取り込むにより室内空気の換気量を増やして、速やかに室内空気中のウイルス量を減らすことが重要です。

參考資料

ノロウイルス対策に関する総合的な調査研究について

ノロウイルス対策緊急タスクフォースの取組み状況(平成18年度～21年度)

平成18年度	○第1回タスクフォース(平成19年3月29日) 3年計画 ^{*1} の方針策定	(3部会)
平成19年度	○第2回タスクフォース(平成19年10月11日) ○中間報告(第1報)(平成19年11月1日) ○第3回タスクフォース(平成20年3月27日) 研究調査の評価及び次年度計画の方針決定	部会ごとに調査研究 や結果等についての 検討会を開き、毎年 の中間報告をまとめ た
平成20年度	○第4回タスクフォース(平成20年10月22日) ○中間報告(第2報)(平成20年11月11日) ○第5回タスクフォース(平成21年3月18日) 研究調査の評価及び次年度計画の方針決定	
平成21年度	○第6回タスクフォース(平成21年9月28日) ○中間報告(第3報)(平成21年11月19日) ○第7回タスクフォース(平成22年3月19日) 最終まとめ	

^{*1} 「ノロウイルスまん延予防対策の研究」として、『10年後の東京』への実行プログラムの中に位置づけて平成19年度から平成21年度の3年計画で実施

東京都健康安全研究センター ノロウイルス対策緊急タスクフォース設置要綱

平成19年3月14日
18健研計第877号決定
(一部改正) 平成20年4月1日
20健研計第51号決定

(設置)

第1条 近年急速に拡大するノロウイルスの集団感染に対し、健康安全研究センター(以下「センター」という。)が健康安全室及びその他の関係機関と連携して、包括的・横断的な検討を行うことにより、新たな科学的実証に基づく具体的・実務的な予防対策の構築を図るため、ノロウイルス対策緊急タスクフォース(以下「委員会」という。)を設置する。

(検討内容)

第2条 委員会は、ノロウイルス対策の総合的研究を推進するため、次の各号について検討を行う。

- (1) 集団感染における感染拡大要因の究明に関すること
- (2) 感染経路の解明及び清掃方法の検討に関すること
- (3) 迅速的確な検査システムの構築に関すること
- (4) その他、総合的研究に関すること

(構成)

第3条 委員会は、委員長及び委員(内部委員及び外部委員)をもって組織する。

- 2 委員長は、センター所長をもって充てる。
- 3 内部委員は、センター所長が指名した者をもって充てる。
- 4 外部委員は、特別区保健所、東京都保健所、健康安全室及び市場衛生検査所に所属する職員並びに学識経験者からセンター所長が委嘱した者を充てる。

(委員長)

第4条 委員長は、委員会を主宰し、会務を総理する。

- 2 委員長に事故があるとき又は委員長が欠けたときは、あらかじめ委員長が指定する委員がその職を代理する。

(会 議)

第5条 委員会は、必要の都度、委員長が招集する。

(部会の設置)

第6条 委員会の検討事項について、具体的な試験・調査研究及び感染予防対策等の検討を行うため、委員会の下に部会を設置する。

- 2 各部会には委員長が指名する部会長を置く。
- 3 部会員は、センターに所属する職員等からセンター所長が任命又は委嘱する。
- 4 各部会は試験・調査研究等の具体的計画を策定し、実施結果及び感染予防対策の検討結果等について、委員会に報告する。
- 5 各部会は委員会が必要と認めるときは、外部研究機関等と連携・協力した試験・調査研究等を行うことができる。

(部会の招集)

第7条 各部会長は、必要に応じて部会員を招集する。

(委員会への報告等)

第8条 部会長は、部会での検討内容及び審議結果等について、進捗状況及び結果を適宜、委員会に報告する。

(事務局)

第9条 委員会の事務局は、企画管理部管理課に置く。

(細 目)

第10条 この要綱に定めるもののほか、委員会の運営細目は委員会の審議を経て委員長が別に定める。

附 則

この要綱は、平成19年3月14日から施行する。

この要綱は、平成20年4月1日から施行する。

ノロウイルス対策緊急タスクフォース 委員名簿

○:委員長

所属(職名)		氏名(敬称略)	年度
学識経験者	国立感染症研究所 ウイルス第二部第一室長	武田 直和	(平成19年度)
	国立医薬品食品衛生研究所 食品衛生管理部 第四室長	野田 衛	(平成20・21年度)
	産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門主任研究員	高橋 正好	(平成19・20・21年度)
	首都大学東京大学院 人間健康科学研究科 教授	菅又 昌実	(平成19・20・21年度)
特別区保健所	板橋区赤塚健康福祉センター所長	石原 浩	(平成19・20年度)
	文京保健所保健サービスセンター所長		(平成21年度)
東京都保健所	南多摩保健所生活環境安全課長	藤田 満	(平成19年度)
		芦野 研治	(平成20・21年度)
	多摩立川保健所保健対策課長	成田 友代	(平成19年度)
		辻 佳織	(平成20・21年度)
市場衛生検査所	検査課長	小川 正	(平成19・20年度)
		田崎 達明	(平成21年度)
健康安全部(室)	副参事(食品医薬品情報担当)	金谷 和明	(平成19年度)
		新井 英人	(平成20・21年度)
健康安全研究センター	所長	前田 秀雄	○(平成19・20年度)
		中西 好子	○(平成21年度)
	微生物部長	矢野 一好	(平成19・20年度)
		甲斐 明美	(平成21年度)
	微生物部ウイルス研究科長	吉田 靖子	(平成19年度)
		仲真 晶子	(平成20年度)
		保坂 三継	(平成21年度)
	環境保健部 環境衛生研究科長	矢口 久美子	(平成19年度)
	環境保健部 水質・環境研究科長		(平成20年度)
	環境保健部 環境衛生研究科長	栗田 雅行	(平成21年度)
	企画管理部 計画調整課長	野口 かほる	(平成19年度)
	健康安全部副参事(健康危機管理推進担当)		(平成20年度)
	企画管理部 調整担当課長	田口 裕之	(平成21年度)
事務局	企画管理部 管理課 計画調整係長	内藤 義和	(平成19・20年度)
		藤木 敬行	(平成21年度)
	企画管理部 管理課 計画調整係	田口 秀哉	(平成19・20年度)
		齊藤 航史	(平成20・21年度)

ノロウイルス対策緊急タスクフォース 集団感染事例の疫学検討部会員名簿

○：部会長

所属(職名)		氏名(敬称略)	年度
健康安全研究センター	微生物部 微生物部長	矢野 一好	○ (平成19年度)
	微生物部 疫学情報室長	神谷 信行	○ (平成20・21年度)
	微生物部 副参事研究員(疫学情報担当)	阿保 満	(平成19・20年度)
	微生物部 副参事研究員(疫学情報担当)	増田 和貴	(平成21年度)
	微生物部 疫学情報室 主任研究員	池田 一夫	(平成19年度)
	微生物部 疫学情報室 主任	梶原 聡子	(平成20・21年度)
	微生物部 ウイルス研究科 主任研究員	林 志直	(平成19・20・21年度)
	微生物部 ウイルス研究科 主任研究員	新開 敬行	(平成20・21年度)
	健康安全部副参事(健康危機管理推進担当)	野口 かほる	(平成19・20年度)
	企画管理部 調整担当課長	田口 裕之	(平成21年度)
	企画管理部 管理課 計画調整係長	内藤 義和	(平成19・20年度)
	企画管理部 管理課 計画調整係長	藤木 敬行	(平成21年度)
健康安全部(室)	環境保健課 室内環境保健担当係長	飯澤 明子	(平成19年度)
	環境保健課 室内環境保健担当係長	横山 克弘	(平成20・21年度)
	食品監視課 食中毒調査係長	富樫 哲也	(平成19・20年度)
	食品監視課 食中毒調査係長	服部 大	(平成21年度)
	感染症対策課 防疫係長	笹川 雅透	(平成19・20年度)
	感染症対策課 防疫係長	小高 晴雄	(平成21年度)
東京都	多摩立川保健所 企画調整課 健康危機管理担当係長	中坪 直樹	(平成19年度)
	南多摩保健所 保健対策課(保健師)	白木 きよみ	(平成19年度)
	南多摩保健所 保健対策課(保健師)	筒井 智恵美	(平成20年度)
	多摩立川保健所 保健対策課 感染症対策係長	池永 泉	(平成21年度)
	多摩府中保健所 生活環境安全課 食品衛生第一係長	福田 博保	(平成19・20・21年度)
	町田保健所 生活環境安全課 環境衛生係長	和田 俊和	(平成19・20・21年度)
特別区	池袋保健所 健康推進課(医務担当)	木村 博子	(平成19年度)
	中央区保健所 生活衛生課(環境衛生)	金子 岳夫	(平成19・20年度)
	北区保健所 保健予防課(医務担当)	戸来 小太郎	(平成20・21年度)
	葛飾区保健所 保健予防課(保健師)	三浦 直子	(平成19年度)
	葛飾区保健所 保健予防課(保健師)	丹羽 博子	(平成20年度)
	葛飾区保健所 保健予防課(保健師)	三浦 みつ美	(平成21年度)
	みなと保健所 生活衛生課(食品衛生)	橘 津義	(平成19・20・21年度)

※所属は在籍した最終年度のもの

ノロウイルス対策緊急タスクフォース 感染経路の解明及び消毒方法検討部会員名簿

○：部会長

所属(職名)	氏名(敬称略)	年度	
健康安全研究センター	環境保健部 水質・環境研究科長	矢口 久美子	○ (平成19・20年度)
	環境保健部 環境衛生研究科長	栗田 雅行	○ (平成19・20・21年度)
	微生物部 病原細菌研究科長	保坂 三継	(平成19・20年度)
	微生物部 病原細菌研究科長	貞升 健志	(平成19・20・21年度)
	環境保健部 環境衛生研究科 主任研究員	大山 謙一	(平成19年度)
	環境保健部 環境衛生研究科 主任研究員	斎藤 育江	(平成20・21年度)
	環境保健部 環境衛生研究科 主任	狩野 文雄	(平成19・20・21年度)
	環境保健部 環境衛生研究科 主任	大貫 文	(平成20・21年度)
	環境保健部 環境衛生研究科 主任研究員	小西 浩之	(平成19・20・21年度)
	環境保健部 環境衛生研究科 主任研究員	猪又 明子	(平成19・20・21年度)
	微生物部 ウイルス研究科 主任研究員	林 志直	(平成20・21年度)
	微生物部 ウイルス研究科 主任研究員	森 功次	(平成19・20・21年度)
	広域監視部 建築物監視指導課 ビル衛生検査担当係長	坂下 一則	(平成19年度)
	広域監視部 建築物監視指導課 ビル衛生検査担当係長	飯澤 明子	(平成19・20・21年度)
	企画管理部 管理課 計画調整係長	内藤 義和	(平成19・20年度)
	企画管理部 管理課 計画調整係長	藤木 敬行	(平成21年度)
健康安全部(室)	感染症対策課 防疫係 主任(保健師)	山科 美絵	(平成19年度)
	感染症対策課 防疫係 主任(保健師)	石井 浩子	(平成20年度)
	感染症対策課 防疫係 主任(保健師)	坂野 知子	(平成21年度)
	環境保健課 室内環境保健担当係長	横山 克弘	(平成20・21年度)
東京都	西多摩保健所 保健対策課 感染症対策係長	赤松 寛子	(平成19年度)
	西多摩保健所 保健対策課 感染症対策係長	栗原 玲子	(平成20年度)
	町田保健所 保健対策課 感染症対策係長	村井 やす子	(平成21年度)
特別区	中央区保健所 生活衛生課 環境衛生係長	金子 岳夫	(平成19・20年度)
	中央区保健所 生活衛生課 食品衛生第一係長	小暮 実	(平成21年度)

※所属は在籍した最終年度のもの

ノロウイルス対策緊急タスクフォース 迅速検査システム検討部会員名簿

○：部会長

所属(職名)		氏名(敬称略)	年度
健康安全研究センター	微生物部 ウイルス研究科長	吉田 靖子	○ (平成19年度)
	微生物部 ウイルス研究科長	仲真 晶子	○ (平成20年度)
	微生物部 ウイルス研究科長	保坂 三継	○ (平成21年度)
	微生物部 ウイルス研究科 主任研究員	秋場 哲哉	(平成19・20・21年度)
	微生物部 ウイルス研究科	尾形 和恵	(平成19・20・21年度)
	微生物部 ウイルス研究科 主任研究員	長島 真美	(平成19・20・21年度)
	微生物部 ウイルス研究科	永野 美由紀	(平成21年度)
	微生物部 ウイルス研究科	田中 達也	(平成21年度)
	微生物部 食品微生物研究科 主任研究員	尾畑 浩魅	(平成20・21年度)
	多摩支所 広域監視課 市場監視係 主任	幾多 泰久	(平成20年度)
	多摩支所 広域監視課 市場監視係 主任	長澤 冬樹	(平成21年度)
東京都	市場衛生検査所 検査課 衛生指導担当係長	宮尾 陽子	(平成19・20・21年度)
	清瀬小児病院 検査科 課長補佐	畠山 勤	(平成19・20年度)
	墨東病院 検査科 主任技術員	櫻田 政子	(平成19・20・21年度)
特別区	墨田区 福祉保健部 衛生検査課 衛生検査係 検査担当係長	染谷美代子	(平成19・20年度)
	杉並区衛生試験所 微生物検査係長	山崎 匠子	(平成21年度)
	江戸川区 健康部 生活衛生課 衛生検査室 主任	鍋島 功弥子	(平成21年度)
国立医薬品食品衛生研究所	食品衛生管理部 第四室長	野田 衛	(平成19・20・21年度)

※所属は在籍した最終年度のもの

資料集

ノロウイルスによる胃腸炎の集団発生事例

事例 1 都市型大規模ホテルにおけるノロウイルスによる集団胃腸炎の発生について

平成 18 年 12 月に、都市型大規模ホテルにおいてノロウイルス（genogroup GII）による集団胃腸炎が発生したので、その調査結果を報告する。

（1）概要

平成 18 年 12 月 5 日（火）15 時 30 分保健所は都市型大規模ホテルから 12 月 2 日、3 日の宴会等の利用客で複数グループからおう吐・下痢等の症状を呈している者がいるとの報告を受けた。

同日、保健所は食中毒及び感染症の両面から調査を開始し、ホテルへの立ち入り調査、主厨房等のふきとり検査、提供メニューの残品の収去及び検査を行うとともに、消毒の指導を行った。また、12 月 2 日、3 日の宴会場の利用客を中心とした健康状況調査、利用客のうち有症者のふん便検査及び従業員の健康状況調査とふん便検査を開始した。

同日 21 時 23 分、保健所は食中毒の可能性を考慮し、拡大を防止する為、ホテル 3 階の「宴会主厨房」及び同 2 階の「ペストリー（菓子製造施設）」について、生活衛生課長より営業の自粛を要請した。同日 22 時 30 分、ホテルは 12 月 6 日より「宴会主厨房」及び「ペストリー」の営業を自粛すること、同 25 階にあるレストラン A についても従業員から多数の発症者がいる為、自主休業とすること、また体調不良従業員の出勤停止、全館の消毒を実施する旨の回答があった。

検査の結果、患者ふん便及び従業員ふん便からノロウイルスが検出されたが、12 月 11 日、保健所は、下記の疫学調査及び検査結果等からは、食中毒によるものとは断定できず、ノロウイルスによる感染性胃腸炎の集団発生である可能性が濃厚であると推測した。このことからホテルに対し、自主的に使用停止としていた厨房等の営業は、施設の消毒や従業員の健康管理を徹底して、再開可能であるとの見解を示した。

（2）発症者推計 444 名

<内訳>

- ① ホテルに発症の連絡をした 12 月 2 日～10 日の利用客 372 名
 - ・ 372 名のうち 196 名は保健所で確認
 - ・ 372 名のうち 12 月 2 日・3 日の利用客は 300 名
 - ・ 372 名のうち 361 名が 3 階・25 階の宴会出席者
- ② ホテル従業員 72 名

（3）原因物質

ノロウイルス（GII）

<ノロウイルスに関する検査結果>

- ① 利用者の発症者のうち、ふん便検査人数 92 名、うち 71 名ノロウイルス陽性
- ② 従業員（非発症者を含む）のうち、ふん便検査人数 98 名、うち 15 名ノロウイルス陽性
- ③ 提供メニュー残品のうち、検査検体数 8 検体、全てノロウイルス陰性

(4) 調査結果

ホテルにおけるおう吐・下痢等の集団発生の原因は、総合的に判断して、最終的には感染経路が特定できなかったが、疫学的調査からは食中毒によるものとは断定できず、何らかの原因で外部からホテルにノロウイルスが持ち込まれ、感染性胃腸炎の発生に至った可能性が高いことが推測された。

<理由>

①宴会食そのものからはノロウイルスは検出されていない。

②宴会食以外の食事（25階レストランAは単独の厨房である）を食べた利用客からも、発症者が出ており、利用客の発症者の共通食はない。

③ホテル従業員からも、利用客と同時期に発症者が多数出ているが、従業員食堂を利用していない従業員からも発症者が出ており、従業員の発症者の共通食はない。

④ホテルで調理した食事を食べていない利用客（宿泊客への訪問者1名）から発症したとの連絡がホテルにあった。

⑤例年より早く、ノロウイルスによる感染性胃腸炎が全国的に流行している中で、12月2日にホテルの利用客の一人が、利用客が集中する3階と25階の両フロアにおいて、宴会場前の通路の絨毯の上におう吐していた。（図1-1、図1-2）

⑥おう吐した利用客のふん便の検査は協力を得ることができず、実施できなかったが、ホテルの25階において、おう吐した利用客を介助したホテル従業員からノロウイルス（GII）が検出された。

<理由の補足：ノロウイルスの遺伝子解析>

東京都健康安全研究センターとの共同研究により、利用客及び従業員のふん便から検出されたノロウイルスについて遺伝子解析（詳細は第2章に記載）を実施した。

①利用客のふん便から検出された71検体のノロウイルスのうち45検体（東京都健康安全研究センターでの検査実施分）及び従業員のふん便から検出されたノロウイルス15検体全てについて、遺伝子解析を実施したところ、利用客の1検体を除き全ての検体から検出されたウイルス遺伝子の相同性が一致した。

②利用客から検出されたウイルスの遺伝子解析

- | | |
|---|-----------|
| ・ 12月2日に3階のみを利用し宴会食を喫食した客 | ・ ・ 18 検体 |
| ・ 12月3日に25階のみを利用し宴会食を喫食した客 | ・ ・ 13 検体 |
| ・ 12月2日に25階のみを利用しレストランAの単独厨房の食事喫食客 | ・ ・ 5 検体 |
| ・ 12月4日に25階のみを利用しレストランAの単独厨房の食事喫食客 | ・ ・ 1 検体 |
| ・ 12月2日に3階と25階を利用し宴会食を喫食した客 | ・ ・ 7 検体 |
| ・ ホテルを利用していない者〔12月3日昼に25階レストランAを利用した者（発症、ノロウイルス陰性）と11/30、12/2、3、4に行動を共にした者〕 | ・ ・ 1 検体 |

それぞれのふん便から検出されたノロウイルスの、遺伝子の相同性が一致しており、これら利用客の発症日時は12月3日3時から12月5日20時までである。

③従業員から検出されたウイルスの遺伝子解析

- | | |
|------------------------------|------------|
| ・ B1階従業員食堂調理従事者 | ・ ・ ・ 1 検体 |
| ・ 2階ペストリー調理従事者 | ・ ・ ・ 2 検体 |
| ・ 2階中華厨房調理従事者 | ・ ・ ・ 1 検体 |
| ・ 2、3、4、25階の宴会場におけるサービス担当従事者 | ・ ・ ・ 4 検体 |

- ・ 25 階レストラン A 調理従事者 . . . 4 検体
- ・ 25 階レストラン A ホール担当者 . . . 2 検体
- ・ 3 階担当スチュワード . . . 1 検体

従業員のふん便から検出された全てのノロウイルス遺伝子の相同性が一致しており、これら従業員のうち、発症者の発症日は 12 月 4 日 3 時から 12 月 6 日（時刻不明）までである。

なお、遺伝子解析を実施した 15 名のうち、従業員食堂の利用状況が判明している者は 6 名であり、そのうちの以下の 3 名は 12 月 2 日、3 日に従業員食堂の利用は無く 4 日に発症している。

従業員の従事内容	従業員食堂の利用状況	発症日（時）
25 階レストラン A 調理従事者のうち 1 名	12 月 2 日から 6 日まで利用無し	12 月 4 日
25 階レストラン A ホール担当者のうち 1 名	12 月 2 日、3 日利用無し	12 月 4 日
2、3、4、25 階の宴会場におけるサービス担当従事者のうち 1 名（12 月 2 日に 25 階において、おう吐した利用客を介助した従業員）	12 月 2 日から 4 日まで利用無し	12 月 4 日 (3 時)

以上、ノロウイルスの遺伝子解析結果及び発症時間を考えると、発症者及び従業員は同一の起源のノロウイルスに感染したと考えられるが、共通した食事はなく、食中毒と断定することはできなかった。

（5） 措置

ホテルに対しては、これまでに館内の清掃、消毒の徹底と感染性胃腸炎のまん延防止対策、従業員の手洗いやうがいの徹底等の衛生管理や健康管理について繰り返し指導を行ってきたが、今後も同様に継続する。

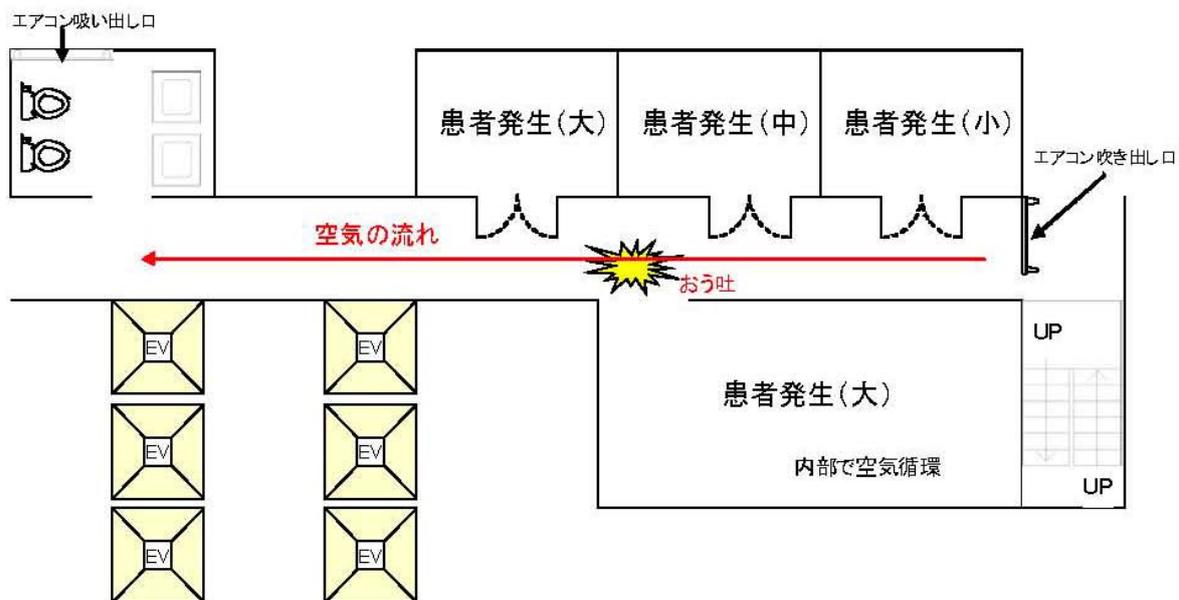


図 1 - 1 25階におけるノロウイルスによる感染性胃腸炎患者の発生状況

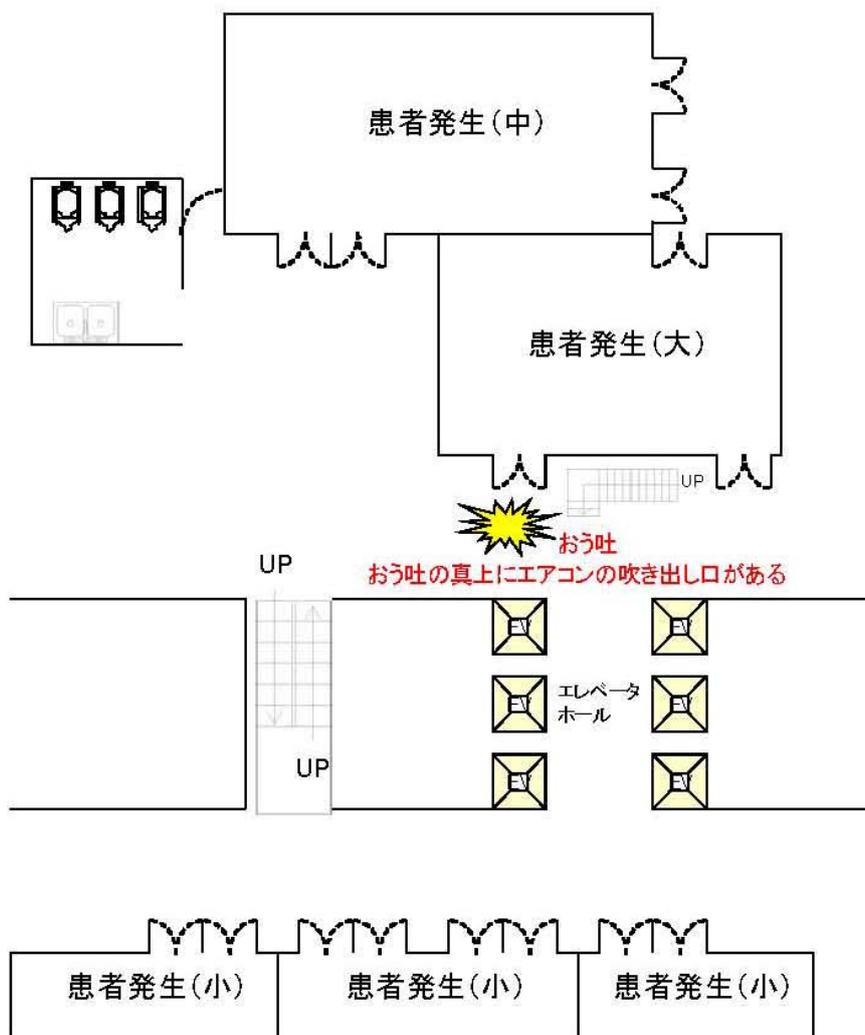


図 1 - 2 3階におけるノロウイルスによる感染性胃腸炎患者の発生状況

事例2 結婚式場におけるノロウイルスによる集団胃腸炎の発生について

平成18年11月に、結婚式場においてノロウイルス（genogroup GII）による集団胃腸炎が発生したので、その調査結果を報告する。

（1）概要

保健所は結婚式場から、平成18年11月11日に行われた結婚披露宴にて多数の食中毒様症状を呈している者がいる旨の一報を13日に受けた。以後、当該施設は、11日及び12日に行われた結婚披露宴について同月16日までに合計5件の同様の申し出を受けた。当該施設は、14日から洋食厨房の営業自粛、15日から中華厨房の営業自粛等を実施し、18日からは全館営業自粛を行った。

当該施設は、営業自粛期間内において、塩素剤やスチームアイロンを用いた全館消毒、フィルター付き掃除機による清掃を行い、12月1日から営業を再開した。

なお、不顕性感染者を把握する目的もあり、全従業員（126名）に対しふん便検査を実施し、ノロウイルスの陰性を確認できたものから職場復帰をさせた。

（2）発症者 162名（調査表にて行政確認できた人数）

内訳：利用者：133名、従業員29名

（3）原因物質

ノロウイルス（GII）

<ノロウイルスに関する検査結果>

① 利用者の発症者のうち、ふん便検査94名、うち78名からノロウイルスGIIが検出された（検出率83.0%）。このうち、ノロウイルス遺伝子解析を実施した31名全員のウイルス遺伝子の相同性は100%一致した。

② 従業員の発症者のうち、ふん便検査29名、うち15名からノロウイルスGIIが検出された（検出率51.7%）。

③ 非発症従業員97名のうち、5名（検出率5.2%）からノロウイルスが検出された。

（4）調査結果

ア．患者調査

① 発症5グループの概要

発症が確認された11日には8グループ449名、12日には3グループ294名の結婚披露宴が行われていた。その内、次ページの5グループについて発症が確認された。

以後発症5グループについて、探知順にA、B、C、D、Eグループとする。なお、D及びEグループの探知は、一度同様の苦情の有無を保健所が当該新郎新婦に確認した後、数日後に新郎新婦からあらためて営業者に報告があったため他の3グループに比べて探知が遅れた。

	グループ A	グループ B	グループ C	グループ D	グループ E
披露宴開始日時	11月11日 15時00分	11月11日 17時30分	11月12日 15時00分	11月11日 14時30分	11月11日 13時30分
披露宴会場 (階数)	E1 (地下1階)	A (2階)	E (地下1階)	SⅡ (地下1階)	A (2階)
食事内容	洋食	洋食	洋食	洋食	中華
参加者 (大人、子供、食事無)	47名 (45、1、1)	34名 (31、2、1)	99名 (95、4、0)	61名 (59、2、0)	23名 (23、0、0)
探知日	11月13日 9時30分	11月14日 9時30分	11月14日 19時15分	11月15日 12時20分	11月16日 20時40分

②メニューの共通性

発症5グループ間における共通食は、AグループとBグループに提供された「冷製ポテトのクリームスープ」、「手長海老と帆立貝の王冠仕立て」のみで他に共通食はなかった。

また、大人用のメニューと子供用のメニューに共通のものは無いが、参加した子供は全員発症していた。

③発症状況、検査結果

発症5グループについて調査協力が得られた256名の内、133名の発症が確認された(発症率52.0%)。また、ふん便を採取し検査した94名の内78名からノロウイルスGⅡが検出された(検出率83.0%)。このうち、ノロウイルスの遺伝子解析を実施した31名全員のウイルス遺伝子の相同性は100%一致した。

④潜伏時間

5グループともに概ね披露宴の開始時間を起点とすると、発症までに要した時間はノロウイルスの潜伏時間と一致した。

⑤行動調査

全発症者に共通する行動は、当該施設における披露宴出席のみだった。

イ. 施設調査

①食事提供の状況

発症5グループの内4グループに洋食料理が、1グループに中華料理が提供されていた。

当該施設には、宴会用の厨房が2か所(洋食厨房及び中華厨房)、一般利用者用のレストラン厨房が1か所ある。レストランで提供される食事は、昼食は洋食厨房で調理されたものがそのまま提供され、夕食は中華厨房で仕込まれた食材をレストラン厨房にて最終加熱し、提供される。

②11月11日、12日の利用者数

	11日	12日	合計
洋食厨房(宴会料理)	426名 (7グループ)	294名 (3グループ)	720名 (10グループ)
中華厨房(宴会料理)	23名 (1グループ)	無し	23名 (1グループ)
レストラン厨房 (昼食:洋食厨房経由)	138名 (55グループ)	167名 (55グループ)	305名 (110グループ)
レストラン厨房 (夕食:中華厨房経由)	79名 (14グループ)	86名 (22グループ)	165名 (36グループ)

③ 苦情の有無：無し

④ 従業員の健康状況

11月11日及び12日の披露宴当時、洋食調理従事者で1名風邪気味の者がおり、その者のふん便からノロウイルス（GII）が検出された。しかし、Aグループの「おう吐者の吐物を拭いたおりぼり」から検出されたノロウイルスの遺伝子と「地下1階及び1階掃除機の塵」から検出されたノロウイルスの遺伝子とが一致したこと、胃腸炎症状の発症が14日2時であることを考慮すると、おう吐者の吐物に含まれていたノロウイルスが何らかの経路で洋食調理従事者の体内に入り、感染したともと考えられた。

この洋食調理従事者を含む29名の従事者は、13日1時から14日13時にかけて発症していた。

⑤ 従業員のノロウイルス検査

従業員の発症者29名の内15名からノロウイルスが検出された。内訳は（部署別、多い順）、宴会サービス5名、営業部3名、音響3名、洋食調理1名、クローク1名、レストランサービス調理1名、カメラマン1名である。

なお、不顕性感染者が5名いることも判明した。内訳（部署別、多い順）は、宴会サービス4名、洋食調理従事者1名である。

発症従事者12名、非発症従事者5名から検出されたノロウイルスの遺伝子は、1名を除き5グループの出席者から検出された31名の遺伝子と完全に一致していた。なお、ノロウイルス遺伝子が一致しなかった1名の従事者は、食品に触れることがない宴会サービスの従事者だった。

ウ． ノロウイルスの遺伝子解析

発症者ふん便31検体（Aグループ17検体、Bグループ5検体、Cグループ6検体、Dグループ2検体、Eグループ1検体）、従業員ふん便16体（発症従業員11検体、非発症従業員5検体）、吐物清掃に用いたおりぼり（2検体）及びおう吐のあった宴会場を清掃した掃除機の塵から検出されたノロウイルスが同一遺伝子型であることが判明した。

エ． 感染症調査

① 5グループの発症者と発症従業員の共通行動

5グループの発症者と発症従業員の共通行動は、当該施設内の行動に限定された。また、発症従業員29名の内約半数の14名がAグループ及びCグループの披露宴が行われた会場（宴会場E（宴会場E右は宴会場Eを可動壁で2つに分けた内の右側）、図2参照）に出入りしていた。

② 5グループの発症者と発症従業員の発症状況比較

発症従業員の主症状は、下痢、吐き気、おう吐、寒気が高率に出現しており、5グループの発症者と酷似していた。また、潜伏時間も、5グループの発症者のものと類似していた。

③ 当該施設内におけるおう吐物の有無について

以下のとおり3か所でおう吐物が確認された。

事象 a) 11月11日15時30分頃 Aグループの宴会中に宴会場E左（図2参照）でおう吐

事象 b) 11月11日12時30分頃、地下1階更衣室前通路でおう吐

事象 c) 11月11日20時30分頃、2階男性トイレ内の洗面所でおう吐

なお、調査の結果、事象 a) 及び事象 b) は同一人物であることが判明した。

この3つの事象についてそれぞれの関連性を推測すると以下のとおりになる。

事象 a :

A グループの披露宴は11月11日15時00分に開宴し、17時30分に終了する。披露宴開始後約30分してから宴会場E左(図2参照)でおう吐が確認されているので、以後披露宴終了までの約2時間、披露宴出席者はノロウイルスに暴露されていたことになる。

当該施設の空調は、宴会場毎に独立しており、空調を通してノロウイルスが他の宴会場等に拡散することは無い。各宴会場の給排気は、天井から給気され、天井から排気される構造になっている。そのため、宴会場E左のように宴会場内にノロウイルスが存在する場合、浮遊攪拌されやすいことが判明した。さらに、おう吐箇所は給気用ダクトのほぼ真下にあり、さらに壁際であったため、天井から給気された空気が直接あるいは壁で反射し、おう吐箇所当たるため、ノロウイルスを含むエアロゾルが会場内に拡散しやすい状況であった。

C グループは、A グループと同様に高い発症率であるが、A グループと同じ宴会場(可動壁で半分仕切られているのみ)を翌日に全スパンで使用している。宴会場は、A グループの披露宴終了直後に宴会場E左と宴会場E右を仕切っている可動壁が収納されたため、宴会場E左に充満していたノロウイルスを含むエアロゾルが宴会場E全体に拡散した可能性があった。なお、A グループの披露宴が終了すると、宴会場Eの空調は止められ、会場内の空気は換気されない状態が続いていた。さらに、宴会場E左でのおう吐場所は、可動壁際であり、可動壁が収納されると宴会場Eのほぼ中央に位置することも判明した。(図2)

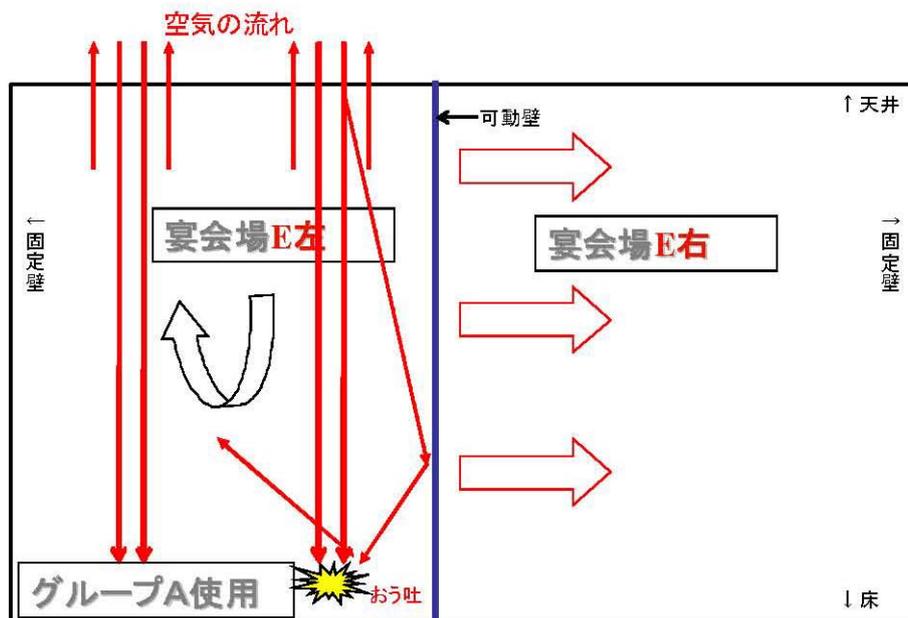


図2-1 宴会場Eにおける空気の流れ(立面図)

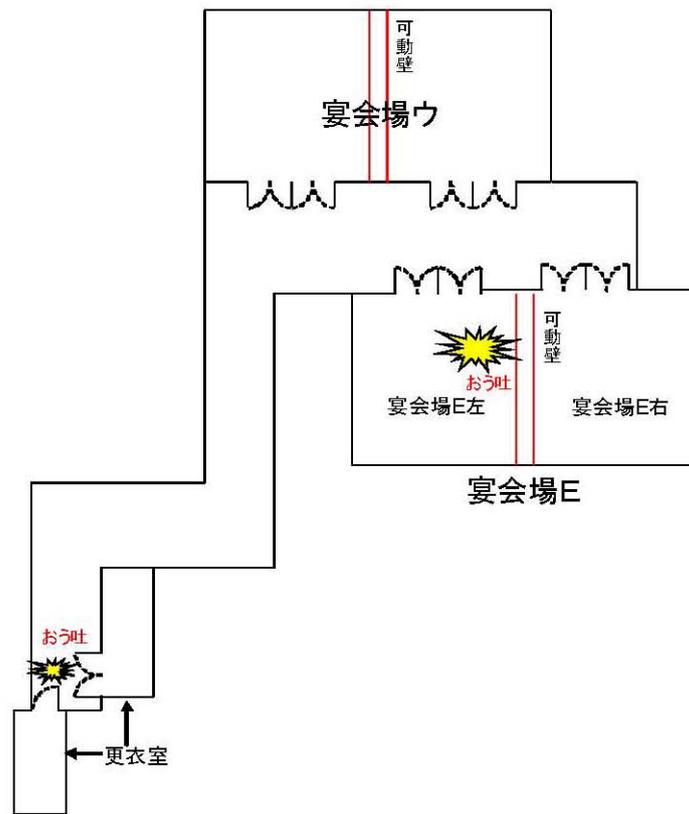


図 2 - 2 宴会場と更衣室との関係（平面図）

事象 b :

当該施設には、地下 1 階～2 階の 3 フLOOR に宴会場があり、更衣室は地下 1 階にある。地下 1 階の更衣室前の通路に 11 月 11 時 30 分頃、出席者の 1 人がおう吐し、付き添っていた出席者からクロークの従業員に吐物処理の依頼の連絡が入った。更衣室前の通路は、幅約 1.5m であり、またその先が行き止まりになっており比較的空氣の流れが少ない場所であった。

保健所が、おう吐情報を確認した以降に喫食者調査を開始した B グループ、D グループ、E グループについて、全員が記載する喫食調査表の内容に、「更衣室使用の有無」についての項目を追加した。調査結果を集計したところ、26 名の発症者の内 1 名を除き、全員が更衣室を使用していることが判明し、統計学的にも更衣室の使用が有意であるという結果が得られた。

χ^2 検定（イェーツ補正後）で 99.9% 以上有意

フィッシャーの正確確率検定で 99.9998% 有意

なお、食事メニューについては、いずれも食中毒の原因食を示唆するような数値は確認されなかった。

事象 c :

調査の結果、2 階男性トイレでおう吐した者は、B グループの披露宴出席者であること、おう吐時間が 11 月 11 日 20 時 30 分であることが判明した。おう吐時間から、このおう吐が当日披露宴が行われた A、B、D 及び E グループの発症に影響したとは考えられない。

なお、この者のふん便は採取できていない。

④ 披露宴の雰囲気

特別賑やかな雰囲気ではなかった。

(空気を攪拌するようなダンス等の余興はなかった。)

(5) 結論

本件の病因物質は、発症者のふん便検査を実施した結果、5 グループの披露宴参加者及び当該施設従事者よりノロウイルスが高率に検出されたこと並びに発症者の潜伏時間、臨床症状がノロウイルスによるものと一致することから、ノロウイルスと断定した。

また、各グループ及び従事者の発症までの潜伏時間は、各グループの宴会開始時間を起点とすると、概ね一峰性のピークが認められ、ノロウイルスの潜伏時間(24~48時間)から判断すると、感染は披露宴開始前後にあったと推定された。また、披露宴出席者及び従事者から検出されたノロウイルスの遺伝子型が一致したことから感染源は、1つであると判断した。

以上の調査結果から得られたことを考慮すると、本件は以下の理由により感染症と判断された。

- ① A グループの参加者の中に、「地下1階更衣室前通路」及び「A グループ披露宴会場内」でおう吐した者がいた。またその吐物を拭取ったおしぼり、その宴会場を清掃した掃除機の塵からノロウイルスが検出された。
- ② 5 グループの披露宴参加者から検出されたノロウイルス遺伝子が、上記①記載のノロウイルス遺伝子と一致した。
- ③ 披露宴料理を喫食していない従事者も29名が発症していた。
- ④ 従事者のふん便検査によって検出されたノロウイルスの遺伝子解析を実施した結果、17名中16名のノロウイルス遺伝子が上記①記載のノロウイルスと一致した。
- ⑤ 5 グループの各グループには、以下のようにノロウイルスに暴露される機会があった。
 - A グループは、披露宴会場内及び更衣室でノロウイルスに暴露される機会があった。
 - B グループは、更衣室でノロウイルスに暴露される機会があった。
 - C グループは、披露宴会場内でノロウイルスに暴露される機会があった。
 - D グループは、更衣室でノロウイルスに暴露される機会があった。
 - E グループは、更衣室でノロウイルスに暴露される機会があった。
- ⑥ D 及び E グループは食中毒と判断するには、発症率が低い。
- ⑦ 検食からノロウイルスが検出されなかった。
- ⑧ 調理施設及び調理従事者の食品取扱いには、ノロウイルスに繋がるような要因は見られなかった。
- ⑨ 発症5グループに、共通するメニューは無い。また、大人と異なるメニューの子供も全員発症している。
- ⑩ 一般客が利用するレストランで提供される料理は、洋食厨房及び中華厨房で調理されているが、同様の苦情が寄せられていない。
- ⑪ 発症者134名中75人が56か所の病院を受診しているが、食中毒の届出が寄せられていない。

本件については、A、C及びDグループは既に患者のノロウイルス遺伝子解析結果が判明していたため、11月22日に感染症と判断し、関係自治体に通報した。

また、11月28日に、Bグループ患者のノロウイルス遺伝子解析結果が判明し、他の要因も踏まえ、Bグループについても感染症であると判断し、関係自治体に通報した。

さらに、平成19年1月19日にEグループ患者についても、ノロウイルス遺伝子解析結果が判明し、他の要因も踏まえEグループについても感染症であると判断し、関係自治体に通報した。

事例3 都市型ホテルにおけるノロウイルスによる集団胃腸炎の発生について

平成18年3月に区内の宿泊施設で患者148名のノロウイルスによる急性胃腸炎の集団発生があった。原因調査の結果、食中毒と感染症の双方が入り混じった事件であると判断した。また、ノロウイルスの汚染源調査のため、掃除機の塵を検査したところ、高率にノロウイルスが検出された。このため、施設の洗浄消毒を実施したところ、いくつかの知見を得たので報告する。

(1) 概要

① 平成18年3月26日(日)から4月3日(木)にかけて区内の宿泊施設を利用した宿泊客16グループ417名のうち279名の調査協力が得られ、うち12グループ140名の患者の発生が確認された。また、施設関係者3グループ38名のうち施設職8名も発症していることが判明した。

[当該施設]

客室数110室代表的な和室(6畳+3畳) 宿泊定員約270名 トイレと浴室は共用

② 関係42自治体の協力を得て、11グループ107名の検査を実施した。その結果、10グループ57名からノロウイルス(GII型)が検出された。ノロウイルスが検出された57名には施設関係者11名(フロント職員6名、調理従事者4名、清掃従事者1名)も含まれていた。

③ 検食等の食品等からは食中毒細菌及びウイルスは検出されなかった。

④ 日時別発症状況は、4月1日と2日に大きな2つのピークがあるが、3月27日から4月1日までの間に数名の宿泊者や職員の散発発症があり、4月2日夜、4月3日夜にも小さなピークが見られた。

⑤ 3月30日に1泊しかしていないA高校野球部22名のうち発症した患者13名の発症時間は1峰性のピークを示しており、通常のノロウイルスの潜伏時間(約36時間)から推定すると、3月30日の夕食がノロウイルスに汚染されていたものと強く推定された。

⑥ 同様に、3月31日に新人研修のため1泊したB社76名のうち発症した患者59名は34自治体による調査の結果、発症時間が1峰性のピークを示しており、同様に潜伏時間から推定すると、3月31日の夕食がノロウイルスに汚染されていたものと強く推定された。

⑦ 施設内の客室や廊下等で患者がおう吐したことがわかったため、洗浄消毒を行うとともに、効果を確認するため掃除機の塵を検査したところ、高率に(28検体中9検体が陽性)ノロウイルスが検出された。

⑧ なお、調理人4名、患者9名、掃除機の塵2検体から検出されたノロウイルスの遺伝子配列は100%同一であった。

(2) 発症者推計 148名

(3) 原因物質ノロウイルス

(4) 調査結果

ノロウイルス感染源としては、下記のとおり 5 つの感染ルートが推定された。

- ① 施設で提供された食事類からの感染（食品→ヒト）
- ② 浴室または冷水機の水からの感染（水→ヒト）
- ③ 患者が使用したトイレでの感染（環境→ヒト）
- ④ 患者の吐物からの感染（環境→ヒト）
- ⑤ 患者自身からほかの宿泊客への感染（ヒト→ヒト）

ア. 3月31日以前に発症した散発患者からは、ノロウイルスが検出されなかったため、その感染が同一ウイルスであったかは確認できなかった。

イ. A 高校野球部と B 社グループについては、発症率が高く 1 峰性のピークを示していること、朝食夕食を食べている施設職員の発症率が昼食しか食べていない清掃作業員より有意に高いことなどから、原因食品は特定できなかったが、施設内で提供された食事類を介した食中毒と判断して 4 日間の営業停止処分とした。

ウ. 食事類への汚染については、下記の 3 つのルートが推定されたが断定するには至らなかった。

- ① ノロウイルスを保有する調理人の手指等を介しての汚染
- ② 3月29日に仕入れた歓送会用の鮮魚介類を介しての汚染
- ③ 厨房内の吸気用ガラリを塞いでしまったため吐物等に含まれるウイルスが乾燥浮遊し、厨房の排気ファンにより食堂や厨房内に運ばれたことによる汚染（図3）

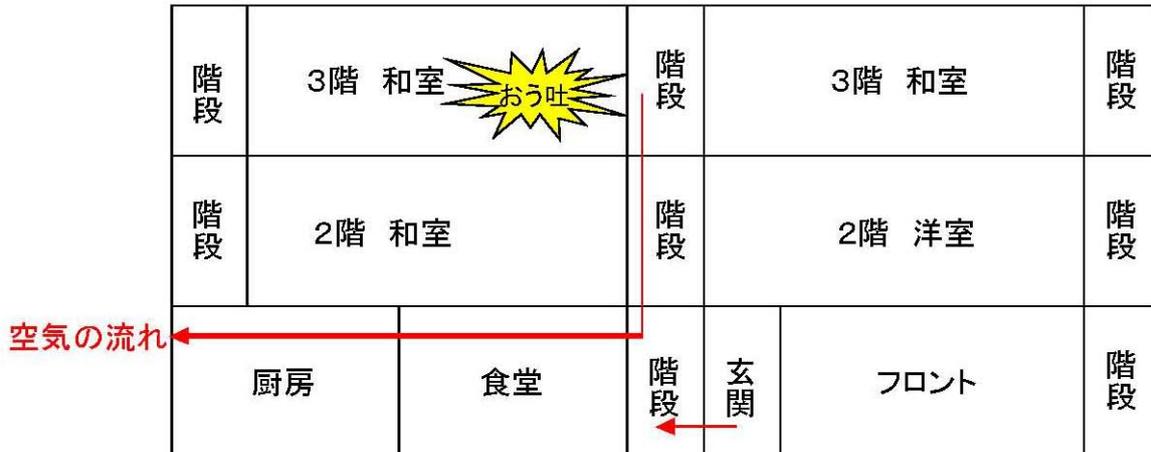


図3 当該施設における空気の流れ

エ. 非喫食者からも数名の発症が確認されたため、風呂（男女各 2 カ所）やトイレ（男女各 5 か所）での感染もあったものと推定されたが、患者の発症が施設全体に広がっており、特定の地域に偏在していないことから、確実に口に入る食事性の感染が推定された。

オ. また、施設内での吐物等による二次感染やグループ内でのヒトからヒトへの二次感染と考えられる発症も確認された。

(5) 結論

ノロウイルスについては、感染力が強いことから二次感染を予防することが肝要である。

今回の事件では、下記の6点について確認または再認識することができた。

- ① ノロウイルスによる施設汚染の有無の確認には掃除機の塵の検査が有効であった。
- ② 絨毯等に付着したノロウイルスの排除にはスチーム洗浄機による加熱処理が有効であった。
- ③ ノロウイルスの排除に希塩酸で pH 調整した次亜塩素酸ナトリウム溶液が有効であった。
- ④ 掃除機の使用は、ノロウイルスを環境中に拡散するおそれがあることから、排気用ヘパフィルタ一付きの掃除機がノロウイルスの排除に有効であると考えられた。
- ⑤ 厨房等の調理施設では、外気の取り入れによる換気と室内空気の流れる方向について考慮する必要がある。
- ⑥ ノロウイルスによる施設内集団感染事例の調査と指導にあたっては、食品衛生監視員、環境衛生監視員及び感染症対策関連職員の連携が大切である。

事例4 小学校におけるノロウイルスによる集団胃腸炎の発生について

平成18年11月に、小学校においてノロウイルス（genogroup GII）による集団胃腸炎が発生したので、その調査結果を報告する。

(1) 概要

11月17日（金）、3年1組の男子生徒1名が2階備蓄倉庫横のトイレに行ったが、間に合わずパンツ内に下痢をした。3年2組の担任教諭と養護教諭が対応。保健室で再度便意もよおし1階教育相談室横のトイレで排便。養護教諭は便のついたパンツを処理したが、ビニール袋で包む形で処理した。担任教諭・養護教諭ともに、生徒との接触後は石鹸にて手洗いを行った（図4）。

11月20日（月）に、63名の欠席者が確認された（11月17日の欠席者は9名であり、それまでの欠席者は通常数であった）。下痢・おう吐症状者が多いとのことであった。生徒のみならず教職員でも体調不良者が認められた。20日の時点で確定診断を受けた児童・教員はいなかった。

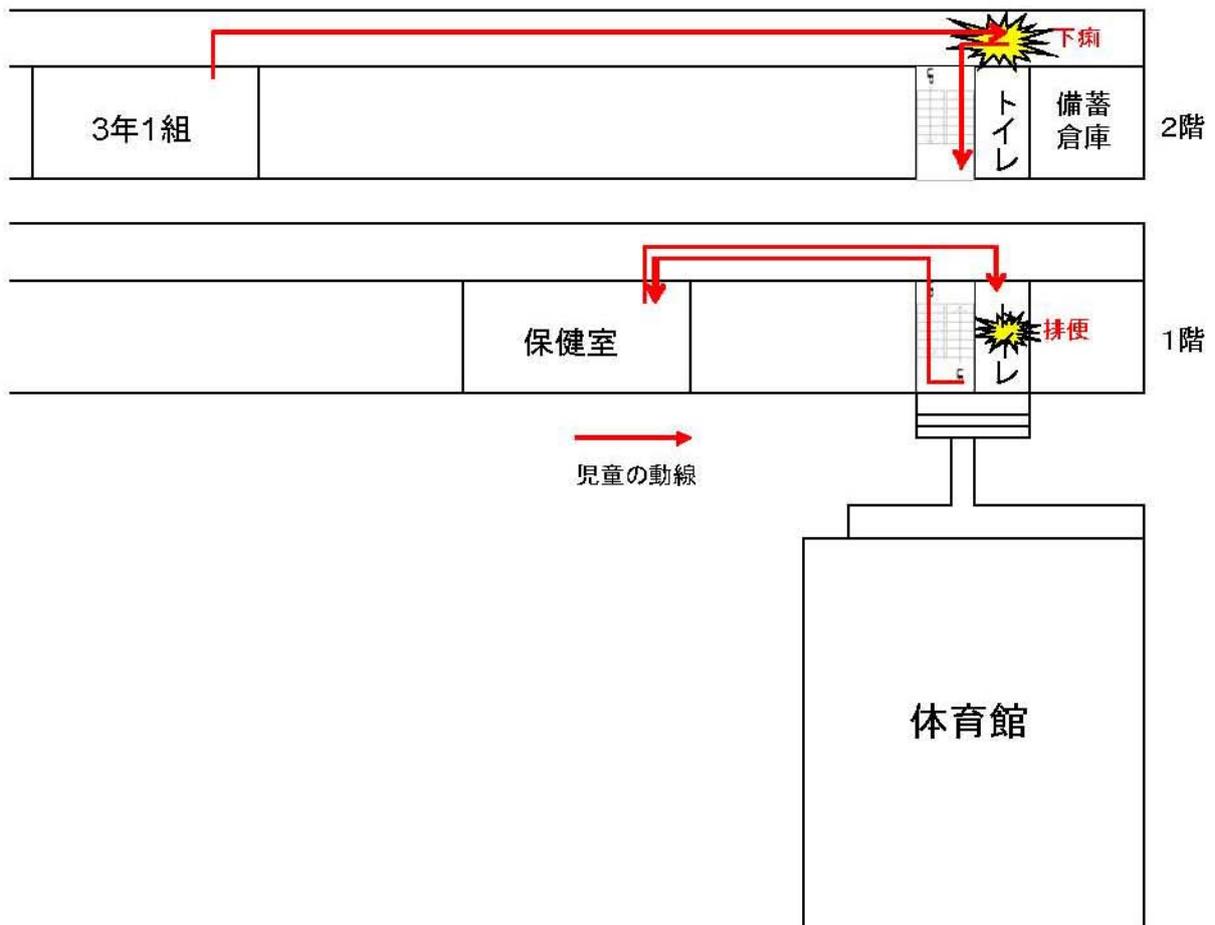


図4 K小学校の平面図と児童の動線

(2) 発症者推計62名（全校生徒468名、発症率13.2%）

(3) 原因物質

ノロウイルス (GII)

＜ノロウイルスに関する検査結果＞

発症者のふん便検査の結果 32 名（うち 2 名は職員）がノロウイルス GIⅡ 陽性

(4) 調査結果

11 月 18 日～19 日にかけて、下記調査結果にあるように発症者数の増加が認められたが、11 月 20 日以降は減少し、二次感染の拡大は認められなかった。各学年で発症者が認められたが、特に発症者が多かったのが第 3 学年及び第 6 学年であり、第 3 学年では特に 3 年 1 組及び 3 年 2 組において校内での二次感染の拡大による発症者数増加が考えられた。上記の 3 年 1 組の男子児童のエピソードとの関連及びその男児の介助を行った 3 年 2 組担任との関連も疑われた。第 6 学年に関しては、第 3 学年の児童と兄弟姉妹関係にある児童もおおり、それによる感染も疑われた。それ以外の学年に関しては、サーベイランス上、地域での感染性胃腸炎の蔓延も認められていたため、はっきりとした校内での二次感染拡大とは確認できなかった。

(5) 措置

11 月 24 日以降の新規患者の発生が単発例のみであり、明らかな学校内での二次感染の継続を支持する根拠に乏しかったため、12 月 1 日（金）をもって終息とした。

事例5 高齢者福祉施設におけるノロウイルスによる胃腸炎の連続集団発生について

当該高齢者福祉施設では、平成15年12月か16年の1月にかけてノロウイルス（gen ogroup GII）による集団胃腸炎患者138名が発生した。続いてA施設に併置されているB施設では、平成16年1月下旬から2月にかけて患者58名が発生した。その調査結果を報告する。

（1）概要

ア．事件1

平成15年12月31日の夜、高齢者福祉施設A施設の園長より、入所者におう吐、下痢患者が多数発生との届け出があった。早速、保健所の食品衛生担当と感染症担当が共同で調査、指導を開始したが、すでにA施設3階で患者発生は拡大しており、保健所の強力な指導にもかかわらず2、4、5階へとさらに感染が広まってしまった。結局、平成15年12月25日から平成16年1月16日までの患者は、合計138人（入所者224人中106人、職員89人中32人）となった。症状の出現割合は、おう吐が75%、下痢が49%、発熱が31%であった。

イ．事件2

A施設における患者発生が収まってきた平成16年1月20日に、A施設に併設されているB施設でもおう吐、下痢患者が多数発生しているとの届け出を受けた。B施設では施設責任者の強力なリーダーシップの下、ほぼ3階フロアのみでの患者発生に食い止めることができた。結局、平成16年1月16日から平成16年2月6日までの間に、おう吐、下痢のいずれかの症状を認めた患者は、合計58人（入所者227人中35人、職員116人中23人）で、症状の出現割合は、おう吐55%、下50%、発熱38%であった。

（2）発症者推計196名

（3）原因物質

ノロウイルス（GII）

検出されたノロウイルス9件の遺伝子配列を解析した。その結果、検体1～6（A、B施設の患者から得られた検体）は292塩基ですべて一致し、相同性は100%であったが、検体7～9（B施設の調理従事者から得られた検体）は検体1と比較した相同性は98.3%であった。したがって、「A及びB施設の患者」から検出されたノロウイルスと「B施設調理従事者」から検出されたノロウイルスの由来は異なることが示唆された。

（4）調査結果

ア．集団食中毒発生の可能性に関する調査

① A施設における調査結果

A、B両施設の食事は、A施設内の給食施設で調理、提供されていたが、初期の患者発生はA施設の3階に集中しており、B施設の関係者に患者の発生は認められなかった。また、A施設における発症者には経管栄養を受けている入所者も含まれていた。12月26日から12月29日までの検12検体及び調理器具等のふきとり8検体から食中毒細菌は検出されず、12月31日時点で、A施設給食施設調理従事者の中に発症者は認められなかった。その後、入所発症者10人のふん便すべてからノロウイルス

スが検出された。以上の調査結果から、A 施設における集団発症は食中毒によるものではなく、ノロウイルスによる集団感染の可能性が示唆された。

② B 施設における調査結果

A 施設における患者集団発症の後、B 施設における食事はすべて自施設内の給食施設で調理、提供されていたが、B 施設における初期の患者発生は3階に集中していた。1月14日から1月16日までの検食9検体から食中毒細菌は検出されず、1月20日調査時点で、B 施設給食調理従事者の中に発症者及び健康状態に何らかの異常があるものは認められなかった。調理従事関係者27人のふん便について食中毒細菌及びノロウイルスの検査を行った結果、健康状態に異常がない4人からノロウイルスが検出された。その後、ノロウイルスの遺伝子解析の結果、B 施設入所患者と調理従事者のウイルスは異なるものであることが判明した。

以上の調査結果から、B 施設における集団発症もノロウイルスによる集団感染が示唆された。

イ. 患者発生状況に関する調査

① A 施設における患者発生状況に関する調査の結果

A 施設において最も発症者数が多かった3階の関係者は約70%が発症しており、文献等で報告されているように発症の臨界点まで達しているものと考えられた。一方、4階では感染の拡大を食い止めることができたため、最終的発症率は低く(9%)抑えられた。また、A 施設において複数のフロア間で仕事を行っていたのは看護師のみであった。

② A 施設における発症ピークの分析

発症第1ピークでは、12月30日であり、早朝から入所者13名の発症が認められた。12月28日、食事中のデイルームにて大量のおう吐を呈した発症者によるノロウイルスの共通暴露が考えられた。発症第2ピークは、12月31日夕方から1月1日午前にかけてであり、3階職員に発症者が集中しており、30日頃発症の入所者との接触による感染が考えられた。発症第3ピークは、1月2日及び3日であり、両日にわたって入所者の14名ずつが発症している。これは、感染が2階と5階へも拡大してしまったことによる。その後も第4、5ピークが認められた。すなわち、2階と5階の入所者と職員間で繰り返し感染が起こったことにより感染が拡大したことが示唆された。

③ B 施設における患者発生状況に関する調査結果

A 施設の職員及び入所者とB施設との間に交流はなく、A施設の集団感染がB施設に直接的に広がった可能性は低いと考えられた。B施設における初発患者は、1月15日に3階に入所して翌16日に発症している。初発患者を介護したケアワーカー3人を含む職員4人と入所者4人が、この2日後に発症した。このことは、初発患者を介護した職員に直接感染し、さらに、これらの職員を介して他の入所者に感染を広げてしまったことを示唆していた。3階での集団感染が生じた後に、2階及び4階でもおう吐・下痢患者を認めたが、早急に二次感染予防を徹底したことにより、3階以外の階では大きな集団感染とはならず終息した。

(5) 結果及び考察

ア. A 施設3階初発患者発症の後に、同階の他の入所者と職員の間で横への感染が広がり、さらに複数階を担当する職員が3階以外のフロアへと縦方向の感染を拡大してしまったことが示唆された。したがって、職員がノロウイルス感染予防あるいは拡大に関する重要な役割を担っていたことが確認された。

イ. B 施設の事例では、集団感染の初期発生に確実な二次感染予防対策を行うことにより、他のフ

ロア等への感染拡大を抑えることが可能であることが実証された。また、緊急時における施設責任者のリーダーシップが、感染拡大を防止するためには重要であることが再認識された。

- ウ. A 施設職員のアンケート調査から、看護師やケアワーカー等の職員の感染症予防に関する基礎的な知識が不足していたことが感染拡大の最も重要な原因であったと考えられた。日頃から職員に対して、感染症の予防及び拡大防止のための実践教育を行うことの重要性が示唆された。
- ア. 施設入所者に対する配膳処理や下膳処理をとおして、調理従事者がウイルス感染する可能性が示唆された。また、調理従事者が不顕性感染者であった場合には、食品を介した新たな感染が発生する危険についても考慮する必要がある。実用的なウイルス検査法の開発と調理従事者の定期的なウイルス検査の実施が望まれる。
- イ. 集団感染発生防止のためには、保健所と病院、高齢者施設、福祉施設、保育施設、学校施設等との感染症情報に関する連携体制を構築する必要がある。ノロウイルス感染症が多発するシーズン前に、施設職員に対する衛生講習を実施し、感染症発生防止について啓発を促すことが有効であろう。また、集団発生が起こった場合には、保健所関係機関が連携し、迅速に取り組むことが感染拡大防止のためには非常に重要である。
- ウ. なお、A 及び B 施設における発症者の入退院調査の結果等から、ノロウイルス集団感染の共通原因施設として、C 病院が強く関わっていたことが推察された。

事例6 レストランにおけるノロウイルスによる集団胃腸炎の発生について

平成18年11月に、レストランにおいてノロウイルス（genogroup GII）による集団胃腸炎が発生したので、その調査結果を報告する。

（1）概要

平成18年11月28日11時と13時に、当該施設利用者2グループから、平成18年11月23日当該施設を結婚披露宴で利用したところ、利用者多数に下痢、おう吐等の食中毒症状があらわれたと、保健所へ電話連絡があった。保健所は、平成18年11月28日、事件の拡大防止の観点から業者に営業の自粛を指導し、当該業者は平成18年11月29日から営業を自粛した。営業の自粛実行状況は、解除前日の12月12日まで保健所が毎日確認を行った。

（2）発症者推計 151名（調査完了者 235名、発症率 64%）

（3）原因物質

ノロウイルス（GII）

ノロウイルスが検出された46名のうち、36名はノロウイルス（GII）であったが、残り10名については、型別不明であった。

（4）調査結果

ア．患者調査

① 発症状況

当該施設は結婚式場であり、11月22日から25日までに5グループの披露宴が行われており、そのうち4グループに発症者が確認され、多数の発症者からノロウイルスが検出された。発症者の出現ピークは各グループとも一峰性を示した。ノロウイルスの潜伏時間と一致するとともに、単一暴露を示唆するものであった。

グループ (探知順)	宴会開始 日時	参加者	発症者/ 調査完了者	備考
D	11月22日 12:30	28	0/1	・19日から下痢症状のあった幼児が宴会中におう吐 ・当該児からノロウイルス検出 ・NV(+)(GII)
E	11月23日 11:30	52	34/46 (74%)	・NV(+)(GII) 5名
C	11月23日 17:00	65	40/62 (65%)	・NV(+) 13名 (GII9名、不明4名)
A	11月25日 11:30	63	31/51 (61%)	・NV(+) 9名 (GII8名、不明1名)
B	11月25日 16:30	86	46/75 (61%)	・NV(+) 18名 (GII13名、不明5名)
合計		294	151/235 (64%)	

② 喫食状況

各グループの喫食状況調査において、原因食として推定される特異的なメニューは確認できなかった。

③ その他の状況

11月22日の披露宴の最中に、11月19日から症状があった幼児が会場内でおう吐したことが確認された。また、この幼児のふん便からはノロウイルスが検出された。

イ. 施設調査

① 食事提供の状況

発症者グループに提供された食事は、ウェディングケーキを除いて全て当該施設内厨房で調理されていた。

② ウェディングケーキ

ウェディングケーキは他区の製造業者から仕入れたものを提供していた。当該区の保健所の調査では、従事者ふん便11検体中1検体からノロウイルスが検出されたものの、この製造所は11月25日に96個のウェディングケーキを製造し、当該レストランの他にも配達していたが、他の配達先で同様の苦情は発生していない。

検体	検査結果	
	ウイルス	食中毒細菌
参考食品(5検体)	検出しない	検出しない
ふきとり(9検体)	—	検出しない
従事者検便(11検体)	1検体からノロウイルスを検出	検出しない

③ 施設の検査結果

検体	検査結果	
	ウイルス	食中毒細菌
食品残品(11検体)	検出しない	検出しない
ふきとり(31検体)	—	検出しない
調理従事者ふん便(6検体)	3検体からノロウイルスを検出	検出しない
その他従事者ふん便(72検体)	16検体からノロウイルスを検出	検出しない

④ 従業員の健康状況

披露宴会場に入出入りしていた従業員（調理、配膳、司会、介添等）14名が発症していた。発症状況は11月25日をピークとして11月27日まで続いていた。また、発症従業員11名、非発症従業員8名からノロウイルスが検出された。

ウ. ノロウイルスの遺伝子型

検出されたノロウイルスの遺伝子型を調査したところ、おう吐した幼児、調理従事者、発症者から検出されたノロウイルス遺伝子型は全てがGIIであった。

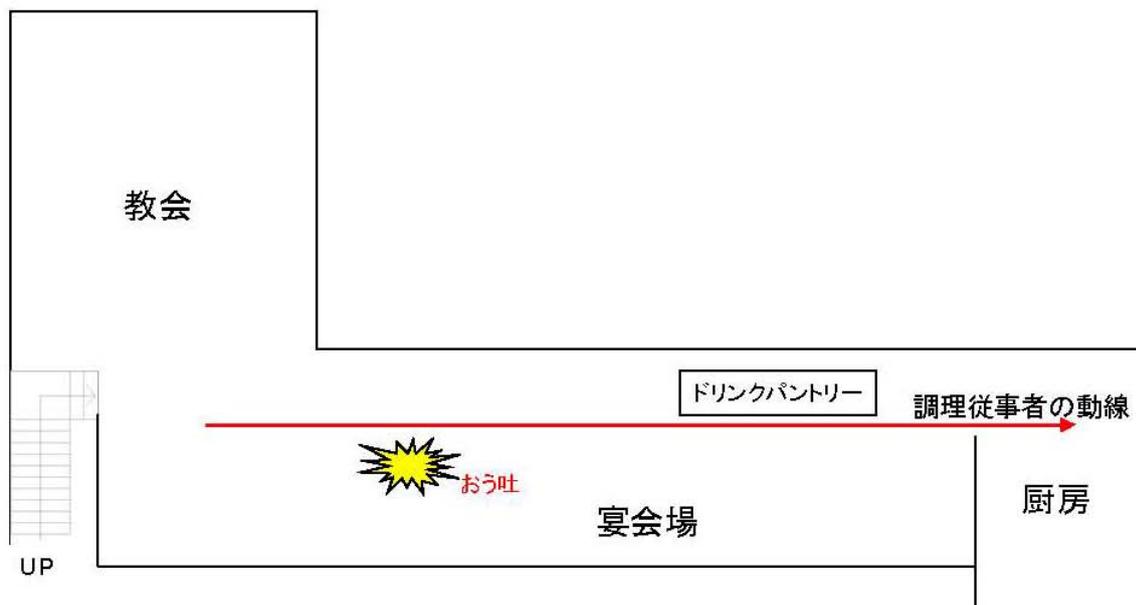


図6 結婚式場の平面図（地下1階）

（5） 結論

本件については、以下の理由により感染症として判断したが、調理従事者もノロウイルスに感染していること及びその潜伏期間を考慮すると、25日に举行された結婚披露宴のグループについては食中毒の可能性も捨て切れなかった。（全ての発症者が感染症とは判断しきれなかった）

- ① 披露宴の最中におう吐した幼児がおり、おう吐場所は特段の消毒措置は講じられていなかった。
- ② 結婚式・披露宴会場は1か所しかないため、すべての従業員が両会場に入室している。
- ③ 結婚式・披露宴会場は地下にあり、窓が無い等、ウイルスが滞留しやすい構造であった。
- ④ 食事を喫食していない従業員が発症しているため、食品以外の感染経路が推察される。
- ⑤ 発症者とおう吐者から検出されたノロウイルスの遺伝子型が一致している。
- ⑥ 食品残品からノロウイルスが検出されていない。
- ⑦ 医師より食中毒の届出が無い。

（6） 施設への対応

ア． 営業の自粛

平成18年11月28日、施設への立入検査、患者発生の状況から判断し、事件の拡大防止の観点から営業者を保健所に呼び、営業の自粛を指導したところ、平成18年11月29日から営業を自粛するとの返答があった。

営業の自粛実行状況は、解除前日の12月12日まで保健所が毎日確認を行った。

イ． 施設の消毒

披露宴会場でのおう吐と、おう吐者を介助した従業員の発症情報があり、原因物質としてノロウイルスが疑われたため、感染症担当部局と連携して施設に対して消毒を指導した。

施設は11月29日から12月1日にかけて、塩素系漂白剤、高温蒸気を用いた全館消毒を実施した。また、便所については毎日の消毒を実施するとともに、念のため厨房については、自粛解除前日の12月12日に再度消毒を実施した。

ウ． 従業員の健康管理

症状のあった従業員と検査の結果ノロウイルスが検出された従業員については、ノロウイルスが検出されなくなるまで、食品や食器具類に触れる作業に従事しないよう指導した。

これを受けて当該施設では、症状のあった従業員と検査の結果ノロウイルスが検出された従業員を出勤禁止とした。

感染経路に関する実験

感染性胃腸炎を引き起こすノロウイルスの集団感染が頻発している。ウイルスに汚染した食材の喫食による経口感染がその主な原因であるが、その他にウイルス汚染した器物からの感染や感染者（非顕性を含め）のおう吐物や糞便を介した接触感染もあるものと思われる。海外の文献によれば、ノロウイルスを含んだおう吐物からの飛沫感染や乾燥ウイルスを含んだ粉塵などを吸引することで起こる空気を介する感染事例も報告されている。イギリスのレストランでの集団発生調査から、エアロゾル化したウイルスが空調によって運ばれ、ウイルス汚染した空気を吸い込むことが感染の原因であると結論している¹⁾。また、2006年の11月、都内のMホテルで発生した集団感染は、おう吐物による飛沫とカーペットからの粉塵により空気を媒介とした感染が拡大したと報告されている²⁾。そこで、おう吐により飛散したウイルスの室内空気中での動態を把握し、空気や粉塵を介する感染拡大の可能性を検証する目的で、以下の3つの検討を行った。

1. おう吐時のおう吐物の飛散、2. 歩行等によるおう吐物（ウイルス）の再飛散、3. 再飛散ウイルスの体表面への付着である。手などの体表面に付着したウイルスが二次感染を引き起こすことは、手指を介した接触感染経路として重要であるが、おう吐物の飛沫が手指に付着した場合にも同様な感染経路があれば、空気を介した感染拡大の可能性が高い。そこで、以上の各経路についての検証実験を行ってノロウイルスの感染経路を検討した。

1 おう吐物の飛散状況－1

模擬おう吐物の床面での飛散範囲と飛散した粒子数を測定した。

1.1 方法

1.1.1 模擬おう吐物の落下法

白色紙上に50cm四方のカーペットを置き、赤に着色した模擬おう吐物50gを50cm及び1mの高さから静かにカーペット中心部に落下させた。カーペットを取り除き白色紙上に飛散した赤色点を数えた。塩化ビニール（塩ビ）床材については、塩ビ床の上に白色紙を敷き、模擬おう吐物を落下させた後、中心から50cm四方を除いて白色紙に飛散した赤色点を数えた（写真1）。

模擬おう吐物には、炊いた白米12.5gに水37.5mLを加えストマッカーで処理したものを用いた。

各種床材は、①塩化ビニール床、②裏ゴム張りカーペット（毛足の長さ2mm）、③裏布張り長毛カーペット（毛足10mm）、④裏布張りループ状カーペット（毛足5mm）を用いた。

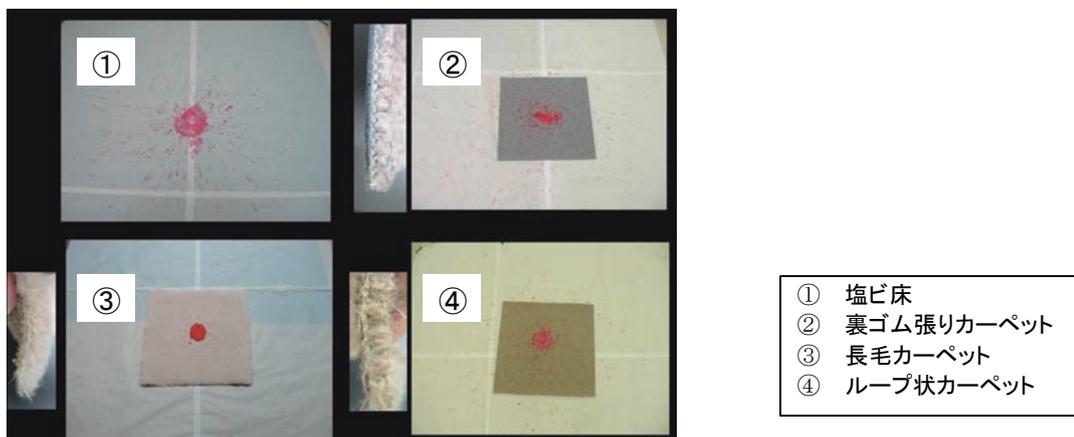


写真1 各種の床に落下させた模擬おう吐物

1.1.2 代替ウイルスの飛散範囲

ポリオウイルス（PV）を含む模擬おう吐物（終濃度 1×10^7 個/mL）を塩ビ床に 1m の高さから落下させた。落下中心から 2m30cm まで 1 列または 2 列に並べた HeLa 細胞を発育させた径 90mm の円形シャーレにおう吐物を捕集し、倒立顕微鏡下で PV による細胞変性効果を観察した。

1.2 結果

1.2.1 模擬おう吐物の飛散範囲と粒子数

1 m の高さから模擬おう吐物を落下させた場合、カーペットでは落下地点から半径 1.6~1.8m の範囲まで模擬おう吐物の粒子が確認され、粒子数は 10^3 個レベルであった。塩ビ床の場合には半径 2.3m まで飛散が確認され、おう吐物粒子は 10^4 個レベルであった（図 1）。

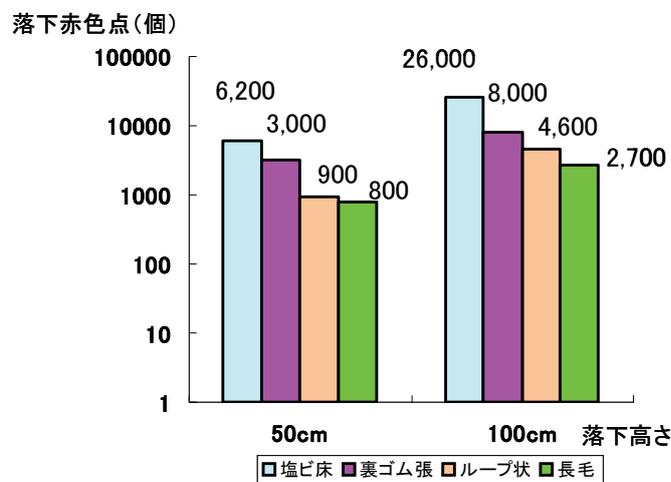


図1 各種床における飛散おう吐物数
（落下中心から半径 50-160cm の範囲）

1.2.2 細胞感染性ウイルスの飛散範囲

落下地点から 140cm までのすべての HeLa 細胞のシャーレで細胞変性効果が観察され、167cm の地点では 2 枚のうち 1 枚（1/2）、176cm の地点では 2/2、194cm の地点では 1/2 のシャーレで細胞変性効果が認められた（図 2）。

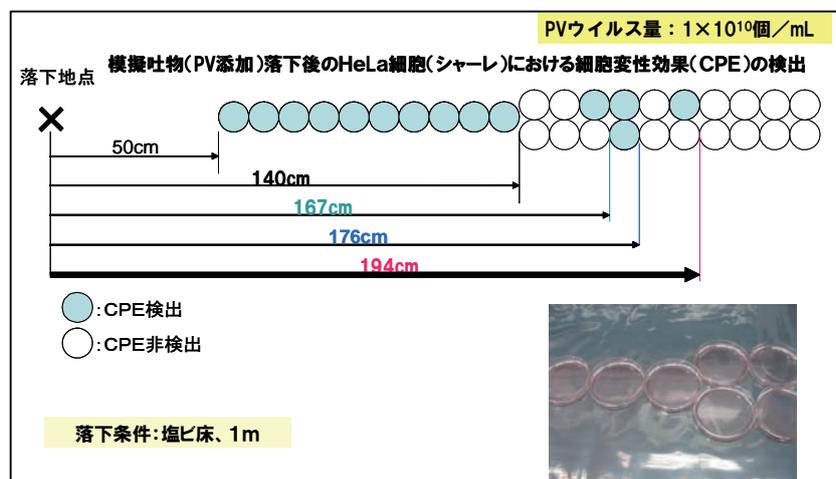


図 2 模擬おう吐物(PV 添加)落下後の HeLa 細胞(シャーレ)における細胞変性効果の検出

1.3 考察

おう吐物の飛散範囲は、1mの高さから静かに落下させた場合でも半径2m程度に及ぶことがわかった。また、2m程度飛散したおう吐物粒子に細胞感染ウイルスの活性が認められた。

おう吐物の処理において、ウイルスは広範囲に飛散することを考慮し、適正に清掃と消毒を実施する必要が認められた。その際、おう吐物の処理を行なう場合、除去作業中に手、ひざ、靴底などへおう吐物を付着させない注意が必要であり、自らの感染防止と不適正な処理による二次汚染の防止に努める必要がある。

2 おう吐物の飛散状況-2

模擬おう吐物の落下による飛沫ウイルスの空間分布及び滞留時間を測定した。

2.1 方法

2.1.1 模擬おう吐物の調製

模擬おう吐物の調整方法は、次の通りである。炊いた白米125g及び63gにリン酸緩衝液（PH 7.0）150mLを加えて、ストマッカーにより30分間粉碎し、さらにリン酸緩衝液で500mLに調製した。なお、対照として、リン酸緩衝液500mLを用い、上記2種類の調製液に、ノロ代替ウイルスである大腸菌Qβファージを添加し攪拌したものを調整した。

2.1.2 落下Qβファージの検出法

クリーンルーム（清浄度クラス100）内に設置したクリーンブース内（図3）、の床上0cm、100cm、160cmの各4隅に、プラスチック製バット（13cm角）を設置し、皿面を上にして、落下Qβファージを採取した（図4）。クリーンブース（120cm×90cm×200cm）は全面ビニール製で、床面の中央に、バットに入れた塩化ビニールのシートを置いた。

高さ80cmから模擬おう吐物を落下させ、3時間後、4隅に設置したバットに液体培地5mLを注ぎ、全面にわたってよく攪拌した後、液体培地を全て回収した。回収液から、Qβファージをプラーク法及びreal-time PCR法により測定した。定量法の詳細は6.2に示した通りである。

2.1.3 浮遊Qβファージの検出法-1（インピンジャー法：液体採取法）

リン酸緩衝液20mLを入れた細菌捕集用インピンジャー内にクリーンブース内の空気（採取チューブ高さ85cm）を吸引し、吸引流量10L/minで15分間空気を採取した。インピンジャーの回収液中のQβファージ量をプラーク法及びreal-time PCR法により測定した。

2.1.4 浮遊Qβファージの検出法-2（アンダーセンサンプラー法：粒径分布測定法）

浮遊Qβファージの粒径分布を測定するために、浮遊粒子分級採取装置（アンダーセンサンプラー）を用いて測定を行った。すなわち、バイアブルサンプラー（AV-100改：東京ダイレック製）に、8枚の下層寒天（20mL）シャーレをセットして、マスフローコントローラにより28.4L/minの吸引流量で、15分間空気を吸引した。（採取チューブ高さ85cm）、回収した寒天培地に大腸菌E12を含む上層寒天培地10mLを注ぎ、全面にわたってよく攪拌した後、静置固化させたものを24時間培養した。培養後寒天面上に出現したプラークを計数し、Qβファージ量を測定した。



図3 クリーンブー

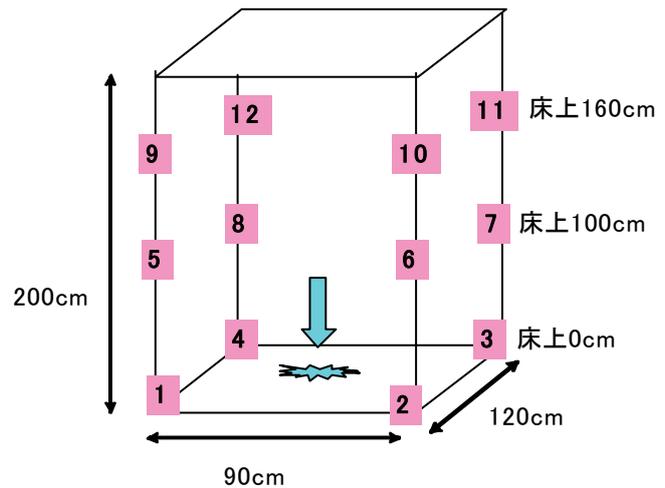


図4. 落下Qβ測定における採取位置

2.2 結果

2.2.1 落下Qβファージの空間分布

落下させる模擬おう吐物に添加したQβファージ量は、リン酸緩衝液のみの場合は 2.8×10^{14} PFU (3.4×10^{14} copy)、ストマッカーで砕いた白米 125g を加えた模擬おう吐物液は 1.6×10^9 PFU (1.3×10^{13} copy) である。模擬おう吐物を落下させた直後の写真を図5に、リン酸緩衝液のみの実験と模擬おう吐物を加えた実験の結果を表1に示した。



図5. 模擬おう吐物落下直後のクリーンブース内

表1. 落下Qβの空間分布

測定位置	床上 (cm)	Qβ/リン酸緩衝液		Qβ/模擬吐物	
		プラーク法 (PFU/100cm ²)	real-time PCR (copy/100cm ²)	プラーク法 (PFU/100cm ²)	real-time PCR (copy/100cm ²)
1		-	-	9.2×10^4	2.2×10^6
2	0	-	-	1.9×10^5	1.2×10^7
3		-	-	8.9×10^3	ND
4		-	-	65	3.8×10^3
5		27	ND	ND	ND
6	100	1.3×10^2	ND	ND	ND
7		36	ND	ND	ND
8		3	2.2×10^4	ND	ND
9		15	3.3×10^4	ND	ND
10	160	33	7.1×10^4	ND	ND
11		ND	7.9×10^4	ND	ND
12		ND	ND	ND	ND

注) - : 未実施、ND : 検出されず

リン酸緩衝液のみの場合ではQβファージが広く空間に分布し、160cmの高さ(測定位置9~11)からも検出された。一方、リン酸緩衝液に模擬おう吐物を加えた場合では床上でのみQβファージが検出された。

2.2.2 浮遊Qβファージの滞留時間

落下させた模擬おう吐物中のQβファージ量は、模擬おう吐物がリン酸緩衝液のみの場合が 8.0×10^{13} PFU (9.0×10^{14} copy)、白米 125g を加えた場合が 1.6×10^9 PFU (1.3×10^{13} copy)、白米 63g を加えた場合が 7.0×10^8 PFU (2.2×10^{16} copy) である。インピンジャー法及びアンダーセン法で測定した実験結果を表2に示す。リン酸緩衝液のみの模擬おう吐物では、インピンジャー法では落下2時間後まで、

アンダーセン法では、1時間後まで Q β フェージが検出された。白米 125g を加えた模擬おう吐物では、浮遊 Q β フェージは検出されなかったが、白米 63g を加えた模擬おう吐物では落下 5 分後に浮遊 Q β フェージが検出された。

2.2.3 浮遊 Q β フェージの粒径分布

アンダーセン法により測定された浮遊 Q β フェージの粒径分布の実験結果を表 3 に示す。模擬おう吐物はリン酸緩衝液のみの場合である。表に見られるように、3.3~4.7 μ m を中心にした一峰性の分布を示した。

表2. 浮遊Q β の滞留時間

経過時間	インピンジャー法		アンダーセン法
	ブランク法 (PFU/L)	real-time PCR (copy/L)	ブランク法 (PFU/m ³)
5分	ND	5.5 × 10 ⁵	5.2 × 10 ²
1時間	ND	6.1 × 10 ²	49
2時間	ND	5.1 × 10 ²	-
3時間	ND	ND	-

Q β /リン酸緩衝液による

表3. 浮遊Q β の粒径分布

粒径区分 (μ m)	落下5分後 (PFU/m ³)	1時間後 (PFU/m ³)
11以上	52	ND
7~11	45	ND
4.7~7	1.3 × 10 ²	14
3.3~4.7	2.2 × 10 ²	24
2.1~3.3	71	12
1.1~2.1	12	ND
0.65~1.1	2	ND
0.43~0.65	ND	ND

2.3 考察

リン酸緩衝液のみの模擬おう吐物では、浮遊 Q β フェージの粒径分布が、3.3~4.7 μ m を中心に、一峰性の分布を示すことが分かった。一方、白米を加えた模擬おう吐物の落下実験では、白米の量が多い場合ほど、空間に浮遊・落下する Q β フェージ量が少なくなることが分かった。これは、白米によるマスキング、でんぷん成分への吸着、浮遊しやすい 5 μ m 以下の粒子の生成割合が少なかったこと等が原因と推測された。なお、5 μ m 前後の粒子の多くは咽頭から上気道に沈着し、嚥下されて食道に入り消化管に取り込まれる可能性がある³⁾。特に粘性の低い水様性おう吐物などの場合には、おう吐時に発生するウイルスを含んだ飛沫や浮遊粒子による感染にも注意が必要である。

3 模擬おう吐物の飛散状況-3 (発生浮遊粒子の時間変動)

落下実験の結果、微小粒子が発生することがわかったため、浮遊粒子の時間変動について実験した。

模擬おう吐物の落下により発生する浮遊粒子の時間変動

3.1 方法

3.1.1 模擬おう吐物の調製

模擬おう吐物は、炊いた白米 20 及び 60g に精製水 100 mL を加えて、ストマッカーで 30 分間破碎混合し、残渣を残した上清を分取し、精製水で 1:3 の割合で希釈して 400 mL としたものをを用いた。

3.1.2 模擬おう吐物の落下

クリーンルーム内に模擬おう吐物を落下させ、発生する粒子数を経時的に計測した。クリーンルームはあらかじめ HEPA フィルター通過空気を数 10 分間送風して、0.3 μ m 以上の粒子数が 10 粒子/L 以下になるのを確認した。模擬おう吐物は、65cm の高さに設置したマウスピースに、クリーンルームの外部サイフォンより模擬おう吐物 400mL をいっきに吐出させた (写真 2)。

おう吐物を受けるプラスチックバットの中には、塩ビシートとタイルカーペット (短毛、裏ゴム張

り)を敷き、2種類の模擬おう吐物をそれぞれ落下させた。

3.1.3 発生粒子の計測

粒子計測用のサンプリングチューブを、バットの底面から 35 cmの高さに設置し、発生粒子を粒径サイズ毎に計測した。吸引空気量 0.5 L/min、2分間隔で 30 秒間計測の条件で、発生粒子の経時変化を計測した。粒子計測器は、光散乱方式パーティクルカウンターKC-01E (リオン社製)を用いて、吸引流量 0.5L/分、2分間隔毎に、30 秒間計測し、経時的な変動を測定した。

3.2 結果

3.2.1 模擬おう吐物濃度と発生粒子数

模擬おう吐物の濃度を2段階に設定した場合の発生粒子数の経時的変動の結果から、落下により発生する粒子数は、おう吐物濃度の高い方が若干多く、減衰する傾向は、おう吐濃度の高い方が若干緩くなることが認められた。

3.2.2 床の材質と発生粒子数

塩ビシートとタイルカーペットの2種類の材質について、模擬おう吐物を落下させて、発生粒子数に違いがあるかを調べた結果を図6、7に示す。塩ビシートの方が、タイルカーペットよりも発生する粒子が多かった。タイルカーペットについては、模擬おう吐物では発生粒子の減衰傾向が低いこと、特に $1.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ 粒子が塩ビシートよりも長い時間滞留する傾向が見られた。一方、塩ビシートでは、 $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$ 粒子が $1.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ 粒子よりも多く発生し、発生粒子数の減衰はカーペットよりも早い傾向が見られたことから、落下により発生する浮遊粒子の比重や形態は、床材の違いにより著しく性質が異なることが推察された。



写真 2 クリーンルーム内での模擬おう吐物の落下による飛沫粒子発生実験

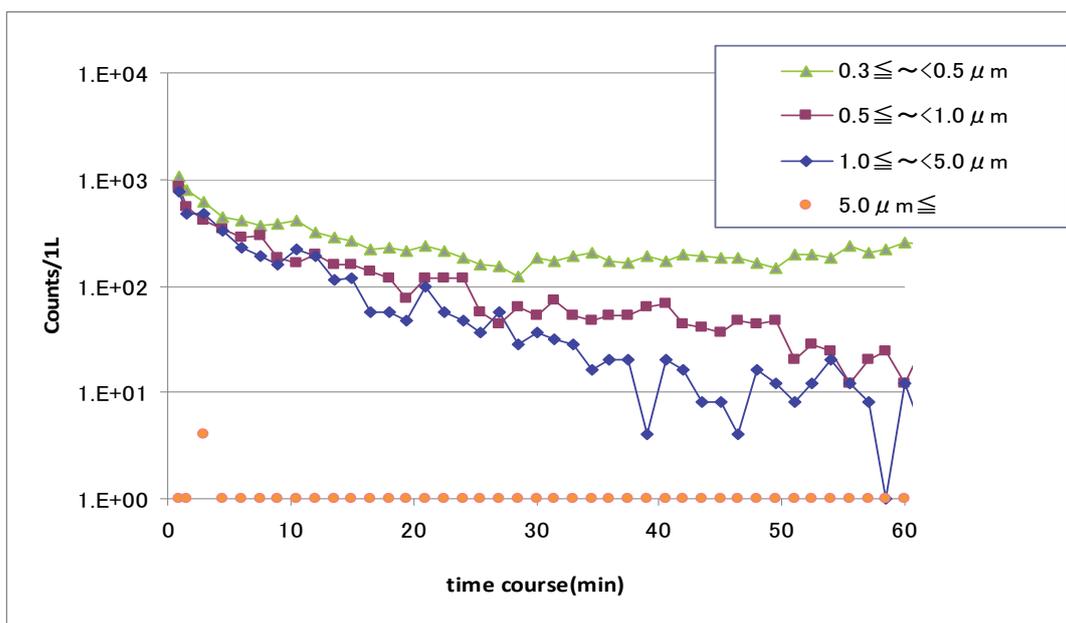


図 6 模擬おう吐物（白米 60g/100ml）落下による発生粒子の経時変化（塩ビシートに落下）

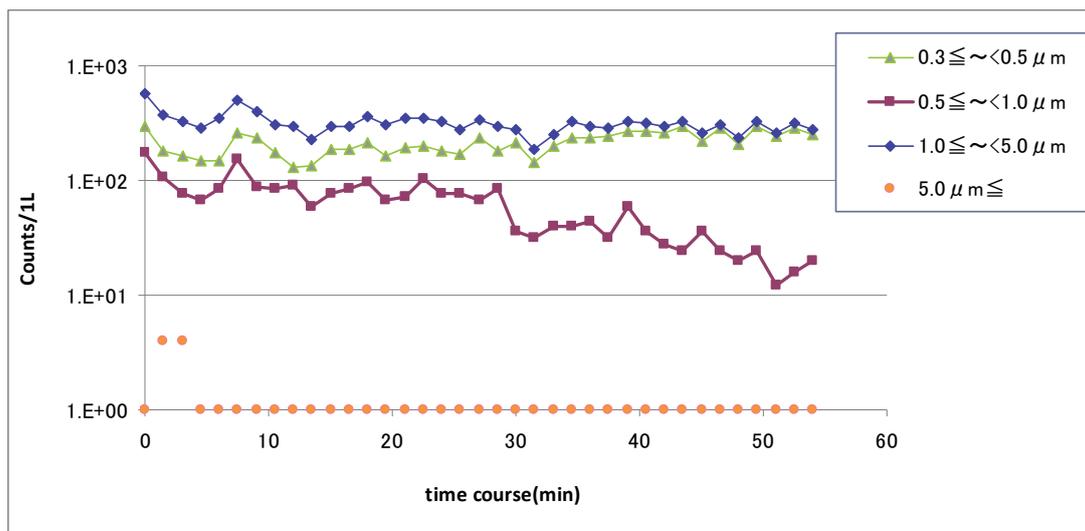


図7 模擬おう吐物（白米 60g/100ml）落下による発生粒子の経時変化（タイルカーペットに落下）

3.3 考察

ノロウイルスを含んだおう吐物が床に落下した場合、その一部は、飛沫（droplet）となり、さらに空気中で水分が蒸発し、飛沫核(droplet nuclei)となって、室内空気中に飛散、拡散し、少なくとも 60 分程度は滞留するものと思われる。5 μm 以上の飛沫粒子は、急速に落下、沈降して粒子数は減少するが、1~5 μm 領域の浮遊粒子は、比較的長く浮遊し、室内空気中に滞留するものと思われる。人の呼吸により、体内に吸引される浮遊粒子は、モデル実験による空気流体力学的解析によると、1~5 μm の粒子は、鼻腔、咽頭の部分に沈着される。従ってその粒径の粒子にノロウイルスが少量でも含まれていれば、咽頭表面で水や食物といっしょに嚥下され、胃や腸管に移行しうる可能性がある。ノロウイルスの小腸粘膜での感染単位は 100 単位以下と極めて少量であるので、おう吐時に発生した飛沫粒子が近傍にある器物や食物を汚染したり、空気中で飛沫核となり滞留した生残ウイルスを含む浮遊粒子を体内に取り込むことによっても感染が起こる可能性がある。ホテルやレストランなどの感染事例が多いのはそのためかと推察される。それを防止するためには、おう吐した直後に発生するウイルスを含む浮遊粒子をいかに速やかに減少させるかが対策の決め手となる。窓のある部屋では窓開けによる換気をしてウイルスを希釈させることと、おう吐物の処理にあたる人はマスクと使い捨ての手袋を着用するなど、感染予防対策が必要である。

3.4 代替ウイルスを含むエアロゾルミストの長時間変動

代替ウイルスにネコカリシウイルス（FCV）を用い、エアロゾルミストが静止空気にどのくらい滞留するかを調べた。

3.4.1 方法

容積 360L のチャンバー内にネブライザー（コリソタイプ）を用いて FCV 液を 30 秒間噴霧した。なお、噴霧前にはチャンバー内をクリーナーで吸引し、0.3 μm 以上の粒子がほぼ浮遊していない状態とした。チャンバー内に導入される空気は HEPA フィルター通過後のものである。一定時間経過後（噴霧直後、1、2、4、12 および 24 時間経過後の 6 系列）に、ロープレッシャーインパクターを用いて、23.9L/min の流速で 10 分間、浮遊粒子を粒子径の区分（0.06~12.1 μm の 12 区分）別にサンプリングした。回収したインパクター各区分別のガラスプレートから超音波により付着ウイルスを洗いだし、ウイルス RNA を抽出後、realtime-PCR 法により回収ウイルス量を定量した。サンプリングは各設定時間につき 2 回ずつ、ウイルス量測定は各回収サンプルにつき 2 回ずつ実施した。

3.4.2 結果及び考察

FCV を含む培養液をネブライザーにより噴霧した直後（約 1 分後）のインパクターに捕集されたエアロゾルミストを調べた結果、インパクターの全 12 区分から FCV が検出された。これによりネブライザーにより噴霧されたウイルスを含む発生エアロゾルミストは、最小から最大までの粒子径でチャンバー内に滞留していることがわかった。各粒子径区分での FCV の検出値の平均値の推移を図 8 に示した。噴霧後、一定時間経過ごとに捕集した試料について測定した結果、時間経過とともに粒子径の大きな区分から FCV の検出値が低下する傾向がみられた。ただし、12 時間経過後まではおおむね粒子径 $1 \mu\text{m}$ 以下の区分（ $1.25 \mu\text{m}$ 未満の 6 区分）については FCV 量に有意な差は認められなかった。24 時間経過後にはいずれの区分でも FCV は検出されなかった。時間経過により、エアロゾルミストが重力沈降して、FCV の検出値が低下したものと考えられた。

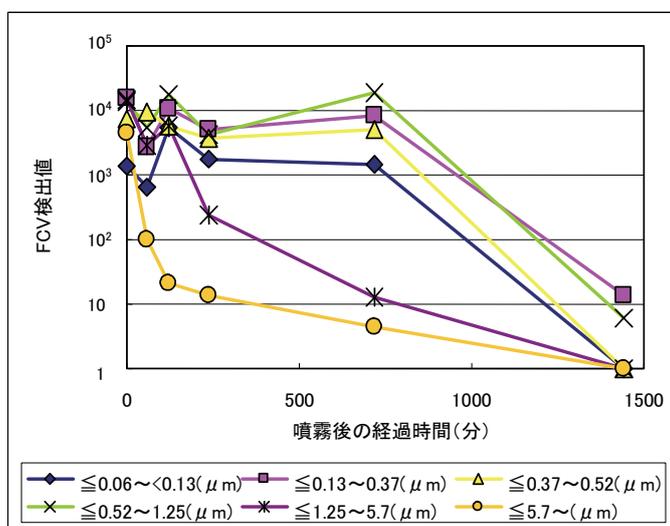


図 8 各粒子径画分における FCV 検出の経時変化

4 乾燥したウイルスの上を歩行することによる再飛散

乾燥させたノロ代替ウイルス（大腸菌 Q β ファージ）の上を歩行した時、飛散したウイルスの人の体表への付着状況と飛散ウイルスの粒径分布を測定した。

4.1 方法

4.1.1 乾燥ウイルスの調製と歩行方法

ノロ代替ウイルスとして大腸菌 Q β ファージを用いた。一定面積（ $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ ）に裁断したカーペット及びリノリウムの表面にメッシュ 10cm 間隔 25 ポイントの箇所に、大腸菌 Q β ファージを $100 \mu\text{l}$ 添加し、1 昼夜室温に放置して乾燥させた。クリーンブース内の中央に床材を置き、その上を未使用の運動靴で、連続して 15 分間足踏みした。

4.1.2 付着 Q β ファージの測定法

実験者の足首に、大腸菌 Q β ファージを検出する寒天培地を接着テープで取り付けるとともに、手に寒天培地を持って、足踏みしながら、付着 Q β ファージを採取した。15 分後、実験者の手と足首より回収した寒天培地に大腸菌 E12 を含む上層寒天培地 10mL を注ぎ、全面にわたってよく攪拌した後、静置固化させたものを 24 時間培養した。一方、運動靴の裏面を全面にわたって滅菌綿棒（Swab Test Pro-medixST-26:ELMEX）でふき取り、生理食塩水 10 ml に攪拌させた試料 1ml を下層寒天培地に滴下

し、大腸菌 E12 を含む上層寒天培地 10mL を注ぎ、全面にわたってよく攪拌した後、静置固化させたものを 24 時間培養後、寒天培地のプラークを計数し、付着 Q β フェージを測定した。

4.1.3 浮遊 Q β フェージの粒径分布測定法

歩行により再飛散した浮遊 Q β フェージの粒径分布を測定するために、浮遊粒子分級採取装置（アンダーセンサンプラー）を用いて測定した。すなわち、サンプラー（AV-100 改：東京ダイレック製）に、8 枚の下層寒天（20mL）プレートをセットし、マスフローコントローラで 28.4L/min の吸引流量で、15 分間空気を採取した。（高さ 85cm）各区分から回収された寒天培地に 2mL の Q β フェージ用培養液を注ぎ、培地表面に一様になるように広げ、それから 500 μ L を回収し、real-timePCR 用の試料とした。さらに残り 1.5mL の試料をのせた下層寒天培地に大腸菌 E12 を含む上層寒天培地 10mL を注ぎ、全面にわたってよく攪拌した後、静置固化させたものを 24 時間培養した。培養後、寒天培地のプラークを計数し、各区分別に浮遊 Q β フェージ量を測定し、その粒径分布を検討した。

4.2 結果及び考察

4.2.1 足踏みにより飛散する粒子の体表面への付着

今回の足踏みによる歩行実験の結果を、表 4 に示す。床材の違いによる乾燥おう吐物の付着状況に違いが認められた。カーペットの方が手、ふくらはぎ、靴裏にリノリウムよりも多くの Q β フェージが付着したことがわかる。Q β フェージの各床材への添加量は同じであることから、カーペットの方が乾燥したウイルスが飛散しやすいことがわかる。しかも、床上から 1m ほどの手に付着したことから、手指から口へと移行する経口的な感染が起こることも否定できない。

表4. 乾燥吐物の足踏みによる付着Q β (PFU/plate)

	カーペット		リノリウム	
	1回目	2回目	1回目	2回目
手	8	16	ND	ND
ふくらはぎ	8	12	ND	ND
靴の裏	2.6×10^3	1.6×10^3	1.0×10^3	7.0×10^2

4.2.2 足踏みにより飛散する浮遊粒子の粒径分布

どの粒径に浮遊 Q β フェージが分布するかを調べた実験結果を表 5 に示す。カーペットの方が浮遊 Q β フェージの量が多く検出された。プラーク法では、4.7~7 μ m を中心にしたピークを示し、2.1~3.3 μ m からも検出された。一方、リノリウムではプラーク法では感染力を持つ Q β フェージは検出されなかったが、PCR 法では、1.1 μ m 以下の粒径から Q β フェージの遺伝子が検出された。おそらく、フェージの絶対量が少ないことでプラーク法では検出されなかつたものと思われる。以上の結果より、足踏みなどによる物理的な攪乱や破壊が床面に起きると、そこに付着して乾燥したウイルスなどを含んだ粉塵や浮遊粒子が飛散することが示唆された。従って、おう吐物の処理にあたっては、残存ウイルスの不活化などの手順を含めての適正な消毒が必要である。

表5. 乾燥吐物の足踏みによる浮遊Qβ

粒径区分 (μm)	カーペット		リノリウム	
	プラーク法 (PFU/m ³)	real-time PCR (copy/m ³)	プラーク法 (PFU/m ³)	real-time PCR (copy/m ³)
11以上	7	1.2 × 10 ³	ND	24
7~11	7	1.2 × 10 ³	ND	7.2 × 10 ²
4.7~7	16	8.0 × 10 ²	ND	ND
3.3~4.7	7	ND	ND	ND
2.1~3.3	2	42	ND	ND
1.1~2.1	ND	ND	ND	3
0.65~1.1	ND	ND	ND	1.7 × 10 ³
0.43~0.65	ND	1.0 × 10 ³	ND	1.9 × 10 ³

5. 気流攪乱による浮遊Qβファージの空間分布

室内空気中の気流が浮遊Qβファージの空間分布に影響するかどうか調べた。

5.1 方法

Qβファージを含むリン酸緩衝液を落下させてから1時間経過後に、クリーンブース内に家庭用空気清浄機を設置した。(図9) 風力設定を強にして、10分稼働運転して、ブース内の空気を攪乱させた後、4隅にセットしたプラスチックバット内に落下するQβファージをプラーク法及びreal-time PCR法で測定した。空気清浄機は前面から空気を取込み、上部から排出するタイプで、強運転の場合の排出空気量は5.1m³/minである。

5.2 結果及び考察

実験結果を表6に示す。床上160cmの1ヶ所からQβファージが検出された。空気清浄機による上昇気流によって、床面のQβファージが舞い上がったことと、ブース内のビニールに付着していたQβファージが落下した可能性が考えられた。すなわち、おう吐物の処理と消毒作業の際に不適切な操作(掃除機、ブラッシング)が行なわれた場合などに、乾燥ウイルスの再飛散が起こる可能性のあることが示唆された。

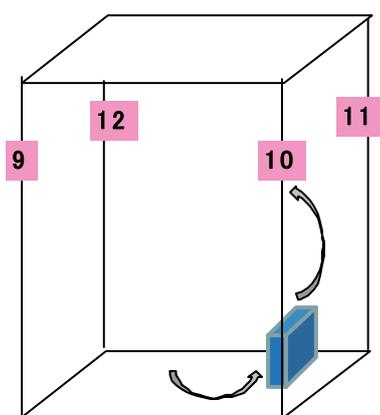


図9. 空気清浄機による空気攪乱実験

表6. 落下Qβの空気清浄機による影響

採取位置	プラーク法 (PFU/100cm ²)	real-time PCR (copy/100cm ²)
9	ND	ND
10	ND	ND
11	ND	ND
12	ND	8.6 × 10 ³

【参 考】

6 ノロウイルスの代替ウイルスについて

6.1 ネコカリシウイルス

ノロウイルス (Norovirus:NV) と同じカリシウイルス科に属するネコカリシウイルス (Feline Calicivirus:FCV) で、RNA ウイルスで、大きさが NV とほぼ同じ粒子径である。

6.2 大腸菌 Q β ファージ

ノロウイルスの形状が正 20 面体、38nm であり、Q β ファージも正 20 面体、28nm と極めて相似的である。また、いずれも RNA ウイルスである。今回実験に供した Q β ファージは、東京大学大学院都市工学専攻 (片山浩之准教授) より分与されたもので、宿主菌株である大腸菌 E12 F+ (A/ λ) の F 線毛 (性線毛) に特異的に感染し、溶菌を起こす。

6.2.1 Q β ファージの定量法-1 (プラーク法⁴⁾: 大腸菌感染性の定量)

加熱溶解した滅菌済み上層寒天を 48°C の湯水につけて保温し、指数増殖した宿主菌液を上層寒天 250mL につき 10mL 加えた。適度に希釈した試料を下層寒天に 1mL 滴下し、よく攪拌した上層寒天約 10 mL を下層寒天全体に広げた。静置して上層寒天が固化した後、37°C で 18~24 時間培養した。計測は、寒天培地上の溶菌斑 (プラーク) の中心の数を数え、試料 1mL 当たりの溶菌斑数 (PFU: plaque forming unit)、すなわち [PFU/mL] で表示する。本法による検出限界は、試料 1mL に溶菌斑 1 個であるため、1PFU/mL である。

6.2.2 Q β ファージの定量法-2 (realtime PCR 検出法: Q β 遺伝子量の定量)

プラーク法では感染力を失った Q β を測定できない。したがって、遺伝子量測定法である real-time PCR 法による測定を行った。

試料液 100 μ L を proteinase K と CTAB で処理し、フェノール・クロロホルム・イソアミルアルコール混液と混和した。その水層をエタノール沈澱し、遠心して、RNA ペレットを回収した。回収した RNA を超純水に再浮遊させ、1 時間反応を起こさせ、相補的 DNA (c DNA) を作成した。

FG3(+)/(-) のプライマーペアと FAM/MGB ラベルした FG3(P) プローブを使用した。real-time PCR における熱条件は、95°C 15 秒、60°C 1 分を 50 サイクル反応させた。定量は、既知のファージ (FG4) の塩基配列をベースにした合成 DNA の段階希釈列を作成し、得られた c DNA と同時に real-time PCR をおこなった際に、各希釈段階で測定された ct 値から検量線を引き、試料の ct 値に当てはめて、定量値を算出した。

参考文献

- 1) P.J.Marks, et al. : Evidence for airborne transmission of Norwalk-like virus (NLV) in a hotel restaurant, : Epidemiol. Infect. 124, 481-487, (2000)
- 2) 林志直 ; 披露宴会場における集団感染事例について ; 第 19 回ウイルス性下痢症研究会抄録集、13.(2007)
- 3) 作業環境のための労働衛生の知識、p23、作業環境測定協会編、2009.
- 4) 神子直之 : ウイルス不活化手法の大腸菌ファージによる評価 ; 環境微生物工学研究法、233-236、土木学会衛生工学委員会編

手指を介したノロウイルス汚染の拡大と 手洗い等手指衛生によるノロウイルス除去効果に関する検討

ノロウイルス集団胃腸炎、なかでもノロウイルスを病因物質とする食中毒事例において調理従事者の関与が推定される事例が近年は多くの割合を占めている。これらの集団事例が発生する要因としてウイルス汚染された手指の関与が大きな要素と考えられている。手指がウイルス汚染される機会として用便後の便のふき取り、おう吐や失禁時の清掃などのほか、ウイルス汚染されたドアノブ等器具の使用などが考えられるが、実際にウイルス汚染された手指からのウイルスの伝播や食品汚染の可能性については検証されていないのが現状である。そこで、手指を介したウイルス汚染拡大の可能性を検証する目的で①手指がウイルス汚染される可能性、②ウイルス汚染された手指を介した食品汚染の可能性について検証した。また、ウイルス性胃腸炎の予防・拡大防止策として手洗いの徹底があげられることから、速乾性消毒剤による擦式消毒やウェットティッシュによる清拭など他の手指衛生手法とあわせて検証し、それぞれの手法のウイルス除去効果について比較した。さらに調理従事者におけるノロウイルスの不顕性感染も重要な問題であることから、同一の推定原因食を喫食した集団事例由来の発症者および不顕性感染者における糞便中のノロウイルスの量を比較した。

1 手指を介したウイルス汚染拡大に関する検討

1.1 目的

手指を介したウイルス汚染の拡大の可能性について検証する。

1.2 実験方法

1.2.1 供試ウイルス

ノロウイルス（Norovirus:NV）と同じカリシウイルス科に属するネコカリシウイルス（Feline Calicivirus:FCV）が NV とほぼ同じ粒子径であることからこれを代替指標とした。

1.2.2 実験操作

1) トイレットペーパーによりふきとる際の手指汚染の可能性に関する検討

①樹脂性のまな板上に FCV 液 1.5ml を置き、ミシン目でカットした市販のトイレットペーパー（ダブルタイプ、14.5×11.4cm）を 1 枚および 3 枚、5 枚、10 枚重ねたもので 3 回ふきとった。

②ふきとり後の各指を 24 穴プレートに準備した CRFK 細胞の各穴にふれて接種した。この操作を各枚数において 3 人で 2 回ずつ繰り返した。

③培養により細胞変性効果を観察し、手指へのウイルス汚染の有無を検証した。

2) ウイルス汚染された手指による食品汚染に関する検討

①手指に FCV 液を添加した。

②ウイルスが付いたと思われる手指で、あらかじめ 5g ずつ 20 個に分取した食品試料（キャベツ千切り）を触る。

③食品試料からウイルス回収を試み、PCR 法により食品試料に付着したウイルス遺伝子の有無を測定した。



3) ウイルス汚染された手指によるドアノブ汚染とドアノブを介した汚染拡大に関する検討

①手指に FCV 液を添加した。

②ウイルスが付着したと思われる手指でドアノブを開閉操作した。



③他者の手でそのドアノブを開閉操作した。

この工程を二人が実施した。

④③でドアノブを操作した一人目の操作者の手指で食品試料（キャベツ千切り）を10回分取した。

⑤ドアノブを操作した二人の手指と分取した10件の食品試料からPCR法によりウイルス遺伝子の検出を行った。



1.3 結果及び考察

①細胞培養の結果、トイレットペーパー1枚および3、5、10枚を重ねた場合のいずれからでもウイルスが検出された。1枚の場合、各指の汚染状況は差がみられなかったが、人差し指～小指にかけては5枚重ねた場合でもウイルスが検出され、中指および小指に関しては10枚重ねた場合においてもウイルスが検出された。NVによる胃腸炎症状は水様便であることから、検討にはウイルス液を用いたが、液体と実際の糞便とは性状がことなる点や、ふき取る際にウイルス汚染箇所へ直接手指が接した可能性も要素として考慮する必要がある。しかし、今回の実験条件においてはふき取る操作により手指にウイルスが付着したものと思われた。

②ウイルス汚染させた手指で接した食品試料20のうち、18の試料からウイルス遺伝子が検出された。指先のみわずかな接触であってもウイルスによる食品汚染の可能性があると考えられた。

③ウイルス汚染させた手指でドアノブを操作したのちに二名がドアノブを操作したところ、この二名の手指からウイルスが回収できた。また、ウイルス汚染したドアノブを操作後に分取した食品試料10件のうち6件からウイルス遺伝子が検出された。ウイルスに汚染された手指がドアノブを汚染し、そのドアノブを介して他者の手指を汚染し、その手指を介して食品が汚染されることでウイルス汚染が拡大する可能性が示唆された。

2. 手洗い等手指衛生効果に関する検討

2.1 実験目的

石けん類を用いる手洗いと速乾性消毒剤による擦式消毒、ウェットティッシュによる清拭の各手指衛生手法について、代替ウイルスを用いた実験によりそれぞれの効果について検証する。

2.2 実験方法

2.2.1 供試ウイルス

検討1と同様にFCVを代替指標とした。

2.2.2 実験操作

1) 石けん類を用いた手洗いによる手指衛生効果の検討

手指衛生のためのCDCガイドラインに準じ、薬剤を選択した。すなわち、アルコール（Ethyl Alcohol）、消毒薬であるクロルヘキシジン（Gulconatechlorhexidine）、第四級アンモニウム塩（Benzalkonium chloride）、および成分としてそれぞれヨード化合物（Povidone-iodine）、トリクロサン（Triclosan）、フェノール誘導体（Isopropylmethyl phenol）を含む手指洗浄用石けんを供試した。FCVのウイルス液1.5mLを両手指に20秒間すりこんだ後、それぞれの薬剤によるもみ洗いを10秒、流水によるすすぎを15秒行った。薬剤の量はポンプタイプの手指洗浄用石けんは一押し（1mL）、希釈が必要なもの（クロルヘキシジンおよび第四級アンモニウム塩）については、添付書に従い手指消毒用の濃度に調製し、一般的に浸漬して使用することを考慮して両手指に十分行き渡るよう

50mL を使用した。またアルコールは 3 回噴霧し、10 秒間両手に摺りこんだ後、他の薬剤同様に流水によるすすぎを 15 秒間行った。すすぎ後は手に残った水をペーパータオルでふき取った。

2) 速乾性消毒剤による手指衛生効果の検討

検討にはクロルヘキシジン、第四級アンモニウム塩、ヨード化合物がそれぞれ含まれる市販のアルコール溶剤 3 製品を用いた。FCV のウイルス液 1.5mL を両手指に 20 秒間すりこんだ後、これらの速乾性消毒剤を手指に 3 回噴霧し、擦りこみ後風乾させた。

3) ウェットティッシュによる手指衛生効果の検討

検討にはクロルヘキシジン、第四級アンモニウム塩、安息香酸、ポリヘキサメチレンビグアナイド (Polyhexamethylene Biganide : PHMB) がそれぞれ含まれる市販のウェットティッシュ 4 製品を用いた。FCV のウイルス液 1.5mL を両手指に 20 秒間すりこんだ後、ウェットティッシュ各 1 枚により手指表面を 15 秒間ふきとり、風乾させた。

4) 効果の測定方法

FDA が推奨する Glove Juice 法により手洗い効果測定用試料を得た。すなわち、ラテックスグラブに手洗い後の片手を挿入し、指頭 2、指間各 2 回、手のひら、手の甲を各 1 回のもみ洗いをした後、グラブ内の MEM 培地を回収した。なおこれらの操作は各薬剤につき 4 回実施した。

手洗い後の回収液をフィルター（口径：0.22 μ m）でろ過したものを試料として、CRFK 細胞に接種することから得られるウイルス感染価により不活化効果を、抽出したウイルス遺伝子を real-time PCR 法により測定した遺伝子量により除去効果を測定した。

5) 効果的な手洗い方法の検討

石けん類を用いた手洗いの検討において、効果的な方法を検討する目的で石けん類によるもみ洗い時間を 30 秒および 60 秒に延長し流水すすぎ 15 秒を行った場合と、石けん類によるもみ洗い 10 秒と流水すすぎ 15 秒の組み合わせを 2 回行った場合を加えて、ウイルス除去効果を検討した。

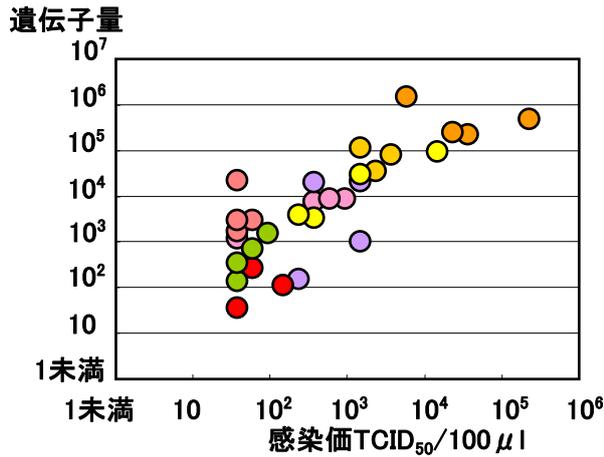
2.2.3 結果および考察

①石けん類を用いた手洗いはウイルス感染価と遺伝子量が相関した分布となり、物理的な除去が主な効果であることが確認できた。15 秒の流水すすぎにより、手指に残存したウイルスの量は約 1/100 となった。逆性石けん類（クロルヘキシジンおよび第四級アンモニウム塩）を用いた手洗いは流水すすぎのみの場合と同程度の除去効果であった。一方、石けん類により泡立てる手洗いは残存したウイルスの量が約 1/1000 となり、泡立てることにより物理的な除去効果が高まったと考えられた。

②速乾性消毒剤による擦式消毒は物理的な除去がないため、製品に含有される成分に十分なウイルス不活化効果がない場合、手指にウイルスが感染性を持った状態で残存することが確認できた。本法は流しが必要でないなど簡便な手法であるが、その効果が限定されることを認識しておく必要があると思われた。

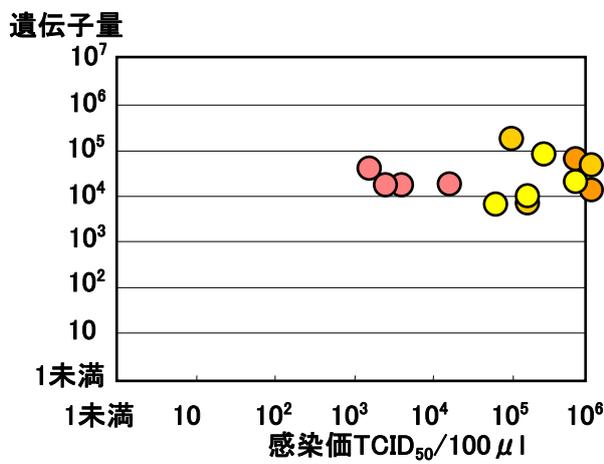
③ウェットティッシュによる清拭はその効果が物理的な除去にあることが確認できた。またウイルス不活化効果を期待する成分のほかに界面活性剤を含有する製品でウイルス除去効果がより高まる傾向がみられた。界面活性剤の石けん類による泡立てと同様の効果があったと推測された。

④15 秒の流水すすぎのみの場合、手指に残存するウイルスの量は約 1/100 に減少するものの、ウイルス汚染時に 100 万のウイルスが手に付着すればまだ 1 万のウイルスが手指に残存すると考えられる。今回の検討で石けん類を用いることにより除去効果が高まる傾向が確認できた。もつとも効果的であった手法は手洗いを 2 回繰り返す場合であり、手指に残存したウイルスはウイルス添加時の 0.002%（100 万分の 20）であった。



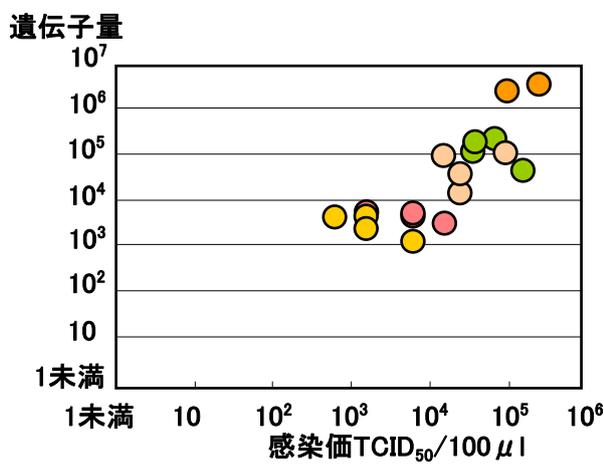
石けん類を用いた手洗い

- 手洗いなし
- 流水すすぎのみ
- 消毒用EtOHによるもみ洗い+流水すすぎ
- クロルヘキシジンによるもみ洗い+流水すすぎ
- 第四級アンモニウム化合物によるもみ洗い+流水すすぎ
- トリクロサン入りハンドソープによるもみ洗い+流水すすぎ
- ヨード化合物入りハンドソープによるもみ洗い+流水すすぎ
- フェノール誘導体入りハンドソープによるもみ洗い+流水すすぎ



速乾性消毒剤による擦式消毒

- 薬剤なし
- クロルヘキシジン入り速乾性消毒剤
- 第四級アンモニウム化合物入り速乾性消毒剤
- ヨード化合物入り速乾性消毒剤

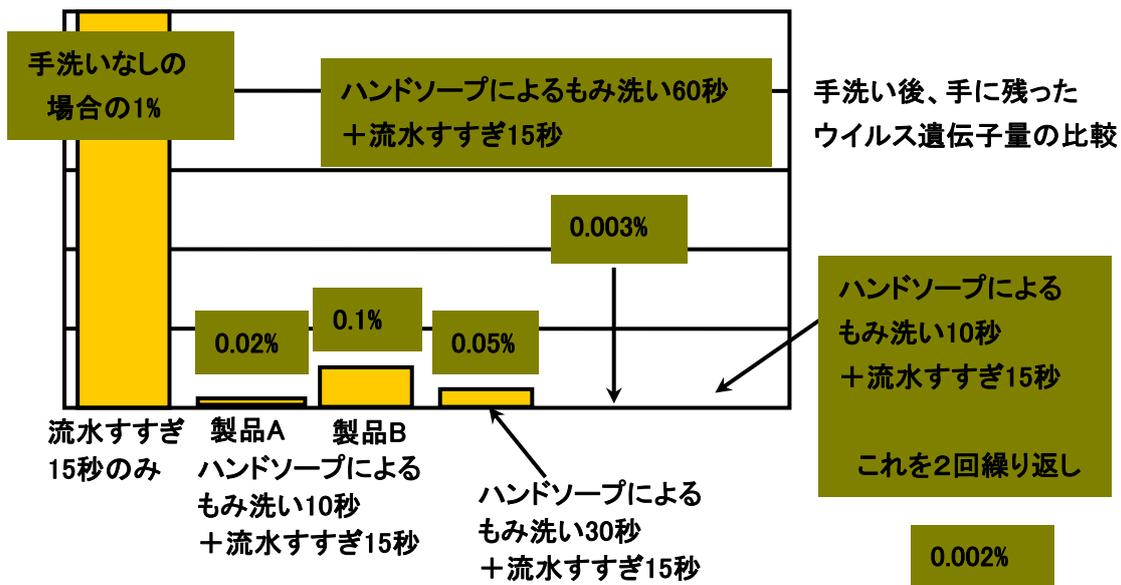


ウェットティッシュによる清拭

- 処理なし
- クロルヘキシジン入りウェットティッシュ
- 第四級アンモニウム塩入りウェットティッシュ
- 安息香酸入りウェットティッシュ
- PHMB入りウェットティッシュ

以上の結果から NV を対象として考えた場合、石けん類を用いた泡立てと流水によるすすぎを組み合わせる手法がもっとも効果的な手指衛生手法であると思われた。

もみ洗い時間を長くしたり、手洗いを2回くり返すなどていねいな手洗いにより、ウイルス除去効果が高まる傾向がみられた。流水すすぎ 15 秒の場合では手指から回収されたウイルスの量は添加したウイルス量の約 100 分の 1 に減少していたが、石けんによるもみ洗いを加えることで 0.1~0.02% に減少し、石けんによるもみ洗い 10 秒と流水すすぎ 15 秒を 2 回繰り返すことにより 0.002% (100 万分の 20) に減少した。



3. 不顕性感染者におけるノロウイルス排出量の測定

3.1 実験目的

集団事例において発症者と同時に推定原因食品を喫食していた不顕性感染者の糞便中のウイルス遺伝子量を測定し、その量を発症者と比較する。

3.2 実験方法

3.2.1 供試材料

2002年10月から2003年7月に東京都内で発生したNV集団胃腸炎事例186事例のうち、患者および非発症者からNVが検出され、疫学調査結果もあわせて感染経路が推定できた13事例で、NVが検出された発症者37名および非発症者（不顕性感染者）22名について糞便試料中のNV遺伝子量の測定を行った。なお検討に用いた事例の発症者と不顕性感染者から検出されたNV遺伝子の塩基配列は、いずれの事例においてもそれぞれの集団で同一であった。

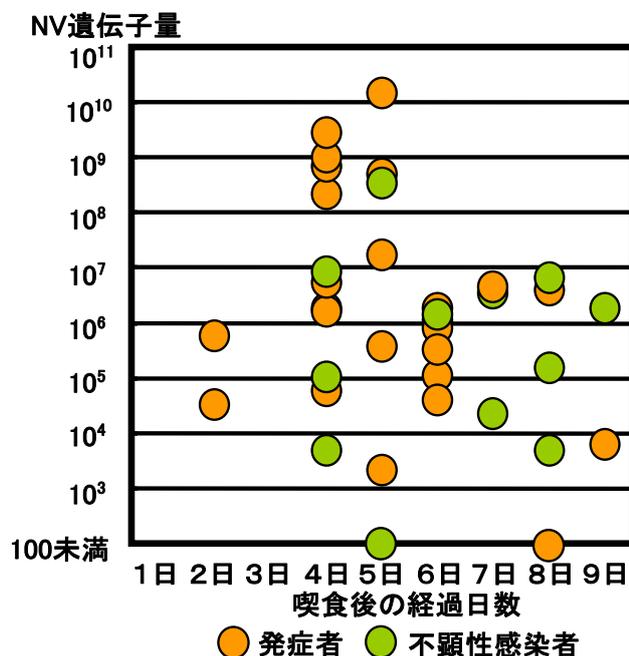
3.2.2 実験操作

糞便試料からRNAを抽出し、逆転写反応を行った後real-time PCR反応により糞便中のウイルス遺伝子量を定量し比較を行った。

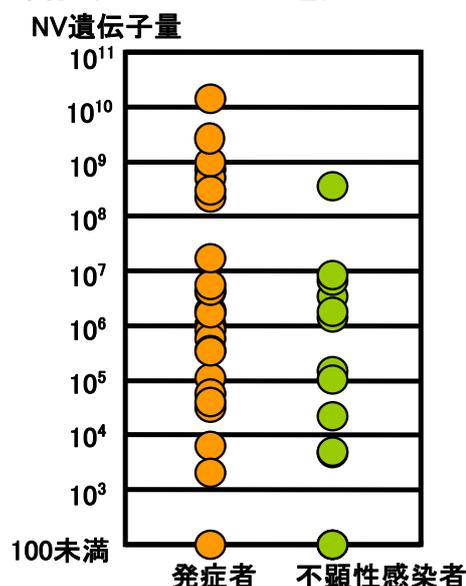
3.3.3 結果および考察

食品を介して発生したと考えられる事例の発症者と不顕性感染者について、推定原因食品喫食後における糞便中のNV遺伝子量の分布を調べたところ、NV遺伝子量は喫食後の時間経過とともに減少する傾向がみられたが、発症者と非発症者の排出遺伝子量に明確な差は認められなかった。各群の相乗平均値は発症者群で 1.82×10^6 copy/g、非発症者群で 2.69×10^5 copy/gであった。各群のNV排出量の差を検定したところ、その危険率(p)は発症者群—非発症者群間で $p=0.3435$ と有意差は認められなかった。

推定原因食品喫食後の経過日数とウイルス遺伝子量



発症者と不顕性感染者における糞便中のノロウイルス遺伝子量の比較



この結果から NV の曝露により不顕性感染が成立した非発症者においても、糞便中に多量の NV を排泄していることが明らかとなった。このような不顕性感染者が調理に従事する場合は新たな食中毒集団発生に、施設等の従事者であれば施設内の胃腸炎流行の拡大に参与する可能性が示唆された。特に調理従事者が不顕性感染していた場合、下痢などの自覚症状がないことから手洗いがおろそかになり、食品や施設の汚染につながるおそれがあるため、日常的に洗うポイントを考慮したていねいな手洗いを習慣づける必要があると思われた。

論文報告等

- ・森功次ほか：Norovirus の代替指標として Feline Calicivirus を用いた手洗いによるウイルス除去効果の検討。感染症学雑誌 80：496-500、2006
- ・森功次ほか：Norovirus の代替指標として Feline Calicivirus を用いた、手指に添加したウイルスの速乾性消毒剤による擦式消毒、ウェットティッシュによる清拭および機能水を用いた手洗いによる除去および不活化効果の検討。感染症誌 81：249-255、2007
- ・東京都食品安全情報委員会：調理従事者を介したノロウイルス食中毒の情報に関する検討報告。
<http://www.fukushihoken.metro.tokyo.jp/anzen/hyouka/houkoku/report4.html>、2006
- ・森功次ほか：発症者および非発症者糞便中に排出される *Norovirus* 遺伝子量の比較。感染症学雑誌 79：521-526、2005

加熱による消毒方法の研究

厚生労働省から示されている「ノロウイルスに関する Q&A」では、ふん便やおう吐物が付着したものの処理は 200ppm または 1,000ppm の次亜塩素酸ナトリウム溶液での消毒、あるいは 85°C1 分以上の熱処理が推奨されている。しかし、カーペット敷きの床へのおう吐の場合、高濃度の次亜塩素酸ナトリウムの使用はその刺激臭やカーペットの脱色の危惧から敬遠される傾向にある。さらに布団に付着したおう吐物についても、次亜塩素酸ナトリウムの使用や丸ごとの熱処理は困難であると考えられる。そこで厚労省の Q&A において提案されているスチームアイロンや布団乾燥機など汎用器具による加熱についてその効果の検討を行った。

1. 家庭用スチームアイロンによるカーペットの加熱実験

1.1 方法

おう吐物の飛散範囲の把握に用いた 50cm×50cm のカーペット 3 種類を用いて実験を行った。カーペット上におう吐した場合を想定し、水 50mL をカーペット上に撒き、全体を濡らした後、家庭用スチームアイロン（100V1,200W、温度調節範囲約 120°C～210°C、低・中・高の 3 段階設定）を「高」にして加熱した。スチームアイロンを 30 秒間くまなくかける方法及び濡らしたペーパータオルをカーペット上に置き、その上にスチームアイロンを置いて加熱する方法を試みた。（写真 1）



写真1 スチームアイロンによる加熱におけるカーペット表面の温度測定

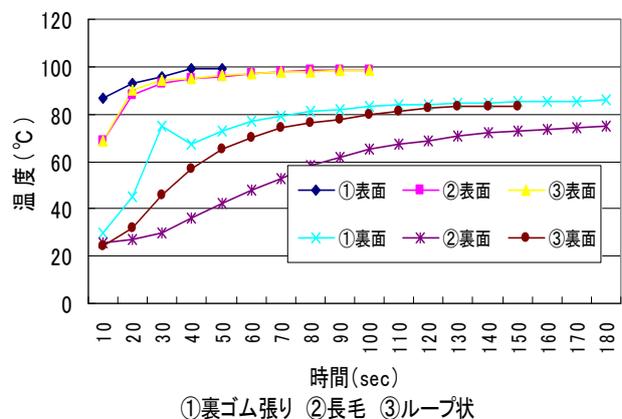


図1 家庭用スチームアイロンでの加熱による各種カーペットの到達温度

使用温度計は食品中心温度測定用センサ付きデジタル温度計

1.2 結果

- ①直接スチームアイロンを 30 秒間、全体的にかけた直後のカーペット表面温度は 43°C であった。
- ②いずれのタイプのカーペットも、濡れタオルの上から 20 秒ほどスチームアイロンを当てることにより表面温度は 85°C に到達したが、85°C を 1 分間維持するためには 2 分程度継続して当てる必要があった（図 1）。
- ③スチームアイロンを固定して当てる場合、濡れタオルの上から当てることによりアイロンからの蒸気の散逸を防ぐことができ、短時間でのカーペット表面温度の上昇に有効であった。
- ④カーペットの裏面の温度は 180 秒の加熱で毛足の短い裏がゴム張りのカーペットやループ状の

ものは 85℃に到達したが、長毛のカーペットは 75℃程度までしか上昇しなかった（図 1）。裏面まで 85℃に加熱することは、カーペットの厚さや材質によっては困難であると考えられた。

2. 小型スチームクリーナーによるカーペットの加熱

2.1 方法

スチームクリーナー（吐出圧力 0.25MPa、吐出口蒸気温度約 100℃）に、付属のブラシ及びクロス
を装着し（写真 2）、カーペット上の温度計の上にあてて蒸気を噴霧して表面温度を測定した。また同時にカーペット裏面の温度を測定した。

2.2 結果

カーペット表面は 30～40 秒のスチーム噴霧により、85℃以上に到達した。スチームアイロンと同様に 85℃を 1 分間維持するためには 1 ヶ所に 2 分間ほど蒸気を噴霧する必要がある。

裏面は、180 秒の加熱でも 60～75℃程度しか上昇しなかった（図 2）。



写真 2 ブラシ型吹き出し口にクロス
を装着したスチームクリーナー

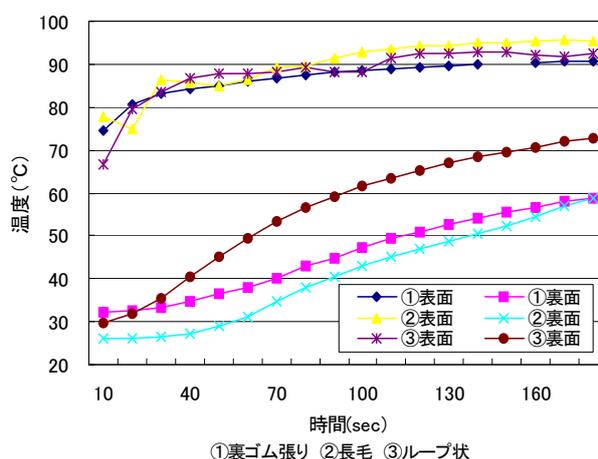


図 2 小型スチームクリーナーで加熱したときのカーペットの温度変化

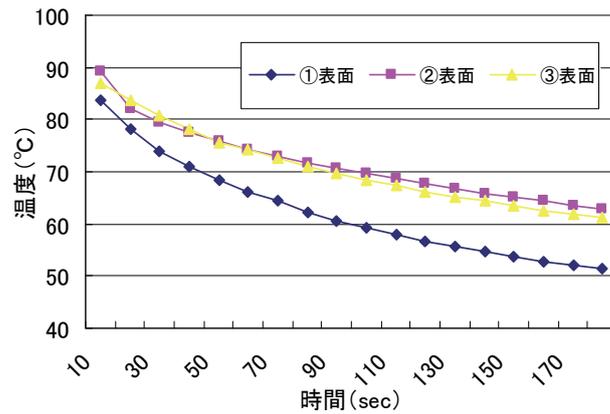
3. 熱湯による加熱

3.1 方法

電気ポットで沸騰させた熱湯 50mL をカーペットにかけ、表面温度を測定した。

3.2 結果

カーペットの表面は、10 秒間はほぼ 85℃を保持できたが、30～60 秒後には 75℃に低下した（図 3）。85℃を 1 分間維持するためには、熱湯量を多くするなどさらに検討する必要がある。



① 裏ゴム張り ②長毛 ③ループ状

4. 布団乾燥機による布団の加熱

4.1 方法

布団におう吐した場合を想定し、1ヶ所に水 100mL をこぼし、布で水を軽く拭き取った後、家庭用布団乾燥機（100V580W）を2時間運転して、敷布団の表面及び裏面の温度を測定した。（写真3）

4.2 結果

布団の表面温度は 55°C 程度の温度上昇にとどまった。（図4）

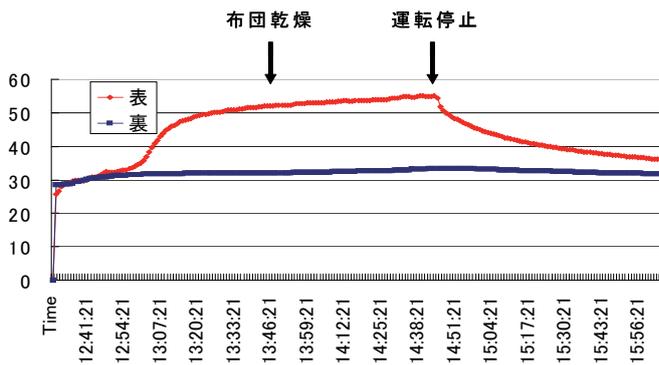


図4 布団乾燥機による布団の温度上昇

(水 100mL をこぼした場合)



写真3 使用中の家庭用布団乾燥機

5. まとめ

カーペットや布団等の加熱処理において家庭用スチームアイロン、小型スチームクリーナーなどの利用を検討した結果、85°C1分間を維持するためには長時間の作業が必要であること、あるいはその条件の維持が困難な場合があることが分かった。今後、さらに効果的な加熱方法について、検討を加える予定である。

加熱によるノロウイルスの不活化条件の検討

ノロウイルスの不活化温度の検討についてはいくつかの報告がある。しかし、ノロウイルスは培養法が確立されていないため、代替ウイルスでの報告しかない。そこで、ノロウイルスの構造タンパクであるカプシドタンパクを人工的に作製し、種々の温度条件によるノロウイルス由来カプシドタンパクの不活性条件の検討を行った。

また、ウイルスの加熱による不活化の目安として 85°C1 分の温度条件が推奨されている。しかし、実際の加熱処理においては、この条件の維持が困難な場合もあることから、加熱温度と加熱時間についての詳細な検討が必要であると考え、ノロウイルスの代替ウイルスとしてネコカリシウイルスを用いて実施した。

1. ノロウイルス発現タンパクを用いた不活化条件の検討

1.1 方法

2006/2007 年シーズンに都内の感染事例において検出された GII/4 および GII/6 のカプシド遺伝子を PCR 法により増幅後、バキュロウイルスに組み込み発現させたタンパクを用いた。

0.5mL チューブにタンパク液 30 μ L を入れ、サーマルサイクラーを用いて、50~99°C の範囲で 1 分間加熱後、氷冷し、市販ノロウイルス抗原検出キットおよび B 型赤血球による凝集反応性をみた。

1.2 結果

①ノロウイルスの外皮蛋白は 1 倍~1,000 倍に希釈した場合でも、ノロウイルス抗原検出キット (ELISA 法) による反応性が認められた (図 1)。また、B 型赤血球とも強く凝集することが判明した。

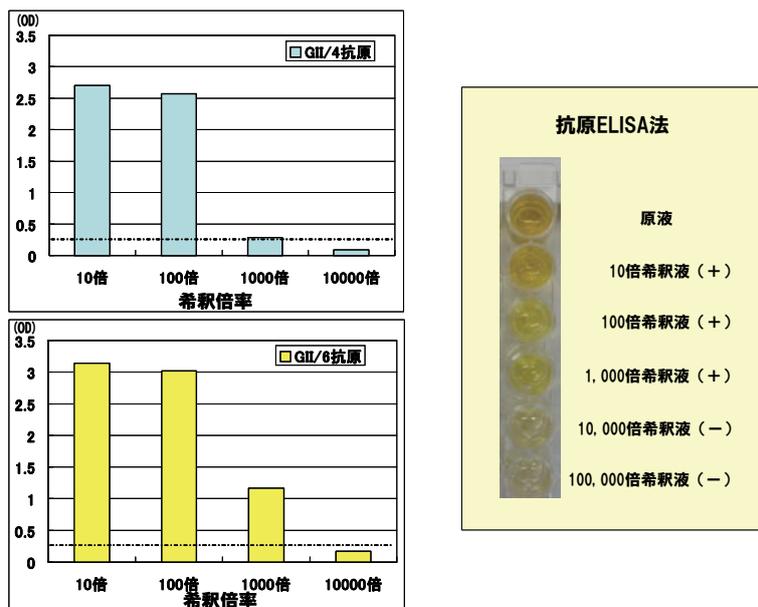


図 1 ELISA 法によるノロウイルス発現タンパクの希釈濃度別の反応性

②ノロウイルス発現タンパクは72℃前後以上の加熱処理により変性し、ELISA法で検出されなくなった(図2)。図1に示すように本実験におけるノロウイルス発現タンパクの抗原はタンパクを1,000倍希釈した場合は検出されたが、10,000倍希釈した場合は不検出であったことから、72℃前後以上の加熱処理により少なくとも 10^{-3} 程度に抗原性が消失すると考えられた。

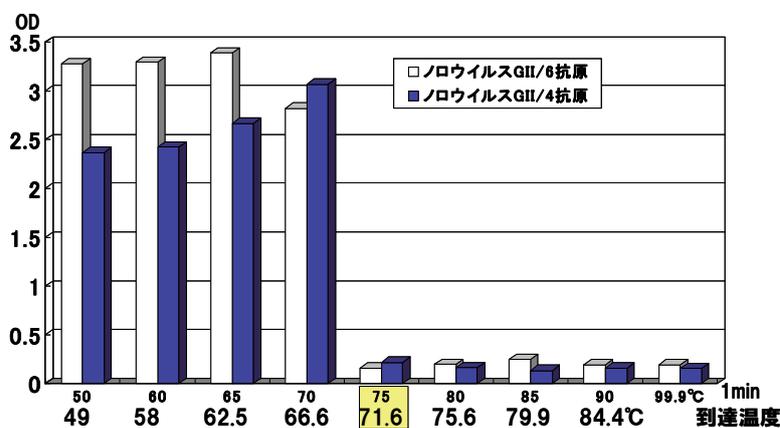


図2 加熱によるノロウイルス発現タンパクの抗原性の変化 (ELISA法による)

2. ネコカリシウイルス (FCV) による検討

2.1 方法

CRFK細胞で培養したFCVのF9株の溶液(感染価 $10^{6.93}$ TCID₅₀/100 μ L)を使用した。

ウイルス液500 μ Lを1.5mLのチューブに分注し、同量のリン酸緩衝液を分注したチューブにセットした温度計のセンサーとともに恒温水槽により加熱した。恒温水槽の設定温度は55~85℃とした。加熱前のウイルス液の温度は7~8℃であった。加熱開始後、設定温度-0.5℃到達時を0秒として計時を開始し、30秒、1、3、5、10分経過後に氷冷した。このウイルス液をCRFK細胞に接種し、細胞変性効果(CPE)を指標に、加熱によるウイルス不活化効果の判定を行った。不活化効果は、ウイルス液によって細胞がCPEを起こさない時点を「不活化完了」として判定した。

2.2 結果

今回の検討に用いた量のウイルスは、ウイルス液の中心温度60℃で5分以上、65℃で3分以上の加熱により、70℃以上では設定温度到達時点でFCVは不活化された。(図3)

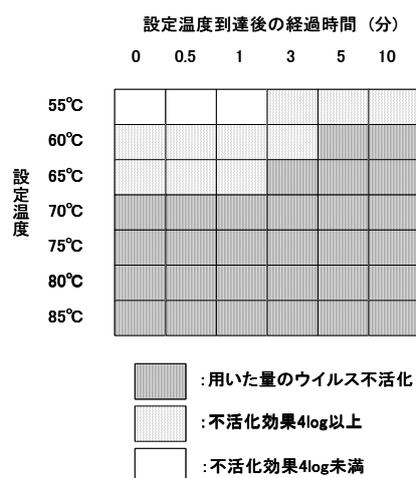


図3 加熱によるFCVの不活化

3. まとめ

ノロウイルス発現タンパク及びFCVを用いた実験より、ウイルス本体が少なくとも72℃程度に加熱されることにより、不活化される可能性が示唆された。

ノロウイルス発現タンパクを用いた実験では、72℃で 10^3 レベルの発現タンパクが変性することから、おう吐物の落下地点の周辺部などノロウイルス量の少ないと考えられる部分では85℃より低い温度で消毒可能であることが示唆された。

FCVを用いた実験ではウイルス液の中心温度60℃で5分以上、65℃で3分以上の加熱により不活化され、85℃より低い温度においても加熱時間を長くすることにより不活化する可能性が示唆された。

今後さらに実際の事例に即した条件での検討などを加える必要があると考える。

加熱による消毒方法の検討

加熱によるノロウイルス不活化の目安として、中心温度 85°C1 分の温度条件が推奨されている。しかし、家庭などで実際に加熱によるノロウイルスの消毒を行う場合、食器や衣服では手軽に煮沸したり熱湯をかけたりできるが、床や寝具などについては、実施可能な実用的な方法を選択するうえでの具体的な情報は乏しい。また、おう吐等による布団のウイルス汚染を想定した場合、布団乾燥業者による専用の機器を用いた加熱では不活化に十分な条件が得られるものと思われるが、家庭等で市販の布団乾燥機を用いた場合に十分な加熱条件が確保されるかは不明である。そこで、ノロウイルスとほぼ同じ粒子径のポリオウイルス（ワクチン株、PV）や、ノロウイルスと同じカリシウイルス科に属するネコカリシウイルス（FCV）による代替実験により、実用的な加熱方法によるウイルス不活化効果を検討した。

1. 低温長時間加熱による PV 不活化効果の検討

1.1 方法

0.5mL のマイクロチューブに 30 μ L の PV（ウイルス感染価 10¹²TCID₅₀ : 10¹² 倍に希釈しても HeLa 細胞に細胞変性をおこす量）を入れ、サーマルサイクラーを用いて、40、45、50 及び 55°C で 30 分、もしくは 47.5 及び 50°C で 60 分の加熱処理後、10 倍段階希釈を行い HeLa 細胞に接種し、4 日間培養して細胞変性効果の有無を観察した。

		TCID ₅₀ 発現希釈倍率												
		10 ⁰	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹²
加熱条件	無加熱	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	40°C、30分	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	45°C、30分	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	47.5°C、30分	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	50°C、30分	■	■	■	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	50°C、60分	■	■	■	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□
	55°C、30分	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

細胞変性効果あり
 細胞変性効果なし

図 1 低温加熱によるポリオウイルスの感染価の低下
(HeLa細胞を用いた4日間培養後の変性効果発現による)

図 1 低温長時間加熱によるポリオウイルス（ワクチン株）の不活化

1.2 結果

図 1 に示すように 47.5°C 以下の加熱処理では PV はコントロールとほぼ同様に 10¹² 希釈まで細胞変性効果が観察され、不活化されていないことが示された。一方、50°C 30 分及び 60 分の処理では細胞変性効果は 10³ 希釈までしか認められず（ウイルス感染価が元の 10⁹ に減少）、55°C では全く認められなかった（元の 10¹² 以下に減少）。したがって、ノロウイルスと大きさや構造が類似したポリオウイルスについては、50°C 以上の温度で 30 分以上の加熱により消毒効果が期待できることがわかった。

2. 低温長時間加熱による FCV 不活化効果の検討

2.1 方法

感染価 $10^{8.0}$ TCID₅₀/100 μ L の FCV 液 500 μ L を 1.5mL のチューブに分注し、図 2 のように、同一チューブにセットした温度計のセンサーとともに恒温水槽により加熱した。恒温水槽の設定温度は 40、45 及び 50°C である。加熱開始後、設定温度-0.5°C 到達時から計時を開始し、5、10、30、60 及び 120 分経過後に氷冷した。このウイルス液を CRFK 細胞に接種し、細胞変性効果を指標として不活化効果の判定を行った。

2.2 結果

結果を図 3 に示した。40°C で加熱した場合、2 時間経過後でも不活化効果はほとんどみられず、45°C で加熱した場合でも 2 時間経過後のウイルス不活化は 3.33 log であり、4 log に達しなかった。50°C で加熱した場合、4 log 不活化には 10 分を要し、2 時間加熱で細胞変性効果が見られなくなり、7.5 log 以上不活化されたことを示した。

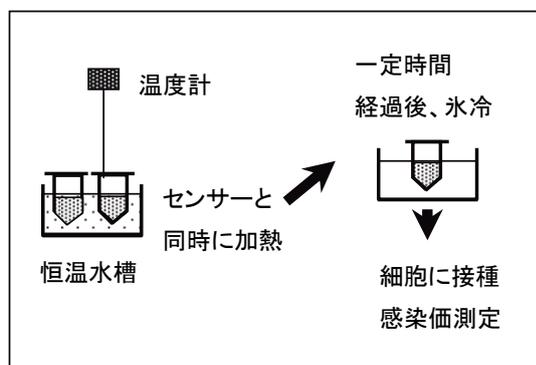


図2 低温長時間加熱によるFCV不活化効果の検討方法

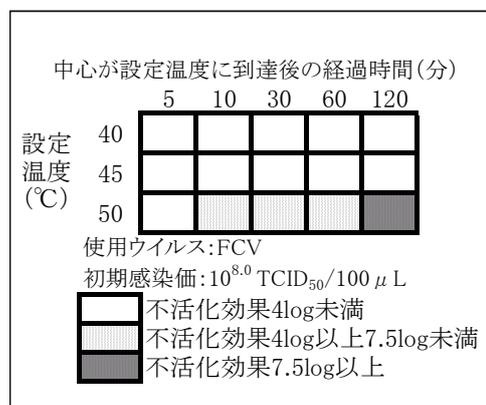


図3 低温長時間加熱によるFCV感染価の低下

3. 市販の布団乾燥機を用いた布団の加熱における温度変化の測定

3.1 方法

市販の家庭用布団乾燥機2機種を用いて以下のように実験した(図4)。検討に用いた布団は市販品で、敷布団にはシーツをかけて実施した。

- ① 布団乾燥機の風上(吹き出し口)と風下(吹き出し口の反対側)の1ヶ所ずつを模擬汚染箇所とした。おう吐等による布団汚染時には、おう吐物が内部にしみこむことが予想される。そこで5cm×5cmの小パックに水1mlを分注したもので水分を含んだおう吐物を模し、これに温度計センサーを密着させて、それぞれの模擬汚染箇所の敷布団の表面(布団乾燥機と敷布団の間)と裏面(床面と敷布団の間)に分貼り付けた。
- ② 敷布団にあてがったタオルの上から水100mlをまいておう吐物によって敷布団がぬれた状態を模した。その上に布団乾燥機のエアバッグをセットし、毛布と掛け布団を重ねて布団乾燥機を運転して、運転中の模擬汚染箇所の温度変化を連続的に測定した。

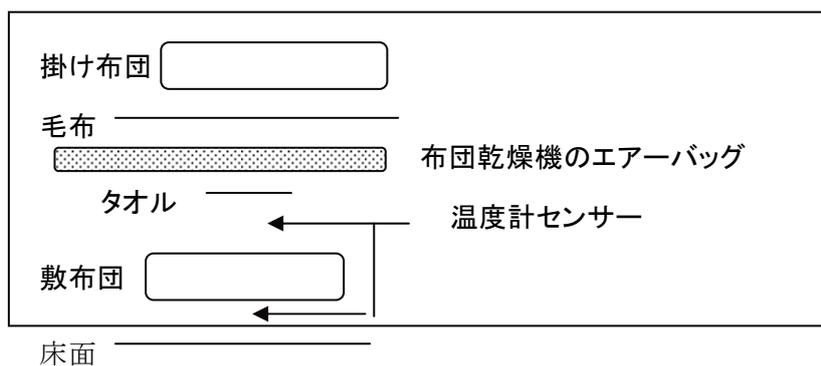


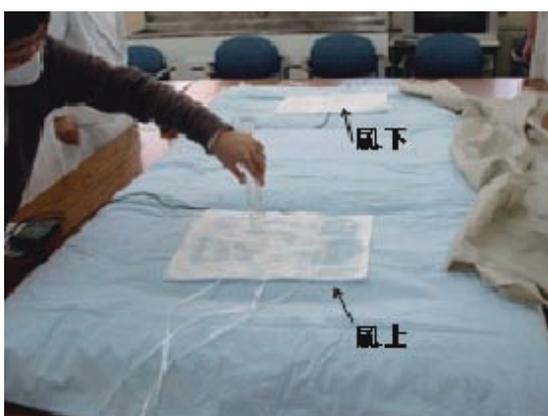
図4 市販布団乾燥機による模擬汚染箇所の加熱



① 温度計センサー付き水パックを敷布団表側にセット



② 温度計センサー付き水パックを敷布団裏側にセット



③ おう吐物による敷布団のぬれを模すため水 100mL を散布



④ 布団乾燥機を運転

3.2 結果

測定した各模擬汚染箇所の温度推移を図 5 (機種 A) と図 6 (機種 B) に示した。機種 A は 2 時間運転、機種 B は温風なしのモードで 1 時間運転後、継続して温風ありのモードで 2 時間運転した。

機種 A の布団表側（布団乾燥機をセットした側）では、風下の汚染部の乾燥によると思われる温度の上昇が約 1 時間後から測定され、運転終了時には約 30℃上昇し、52℃となった。一方、風上における運転終了時の到達温度は 33℃にとどまった。また、布団裏側の到達温度は風上、風下とも運転終了時でも 30℃に達しなかった。

機種 B では、温風なしのモードで運転中は温度上昇がみられなかった。温風ありのモードで運転中の布団表側の温度上昇は 10～15℃にとどまり、到達温度は風上、風下とも 30℃程度であった。また、布団裏側の到達温度は風上、風下とも運転終了時でも 30℃に達しなかった。

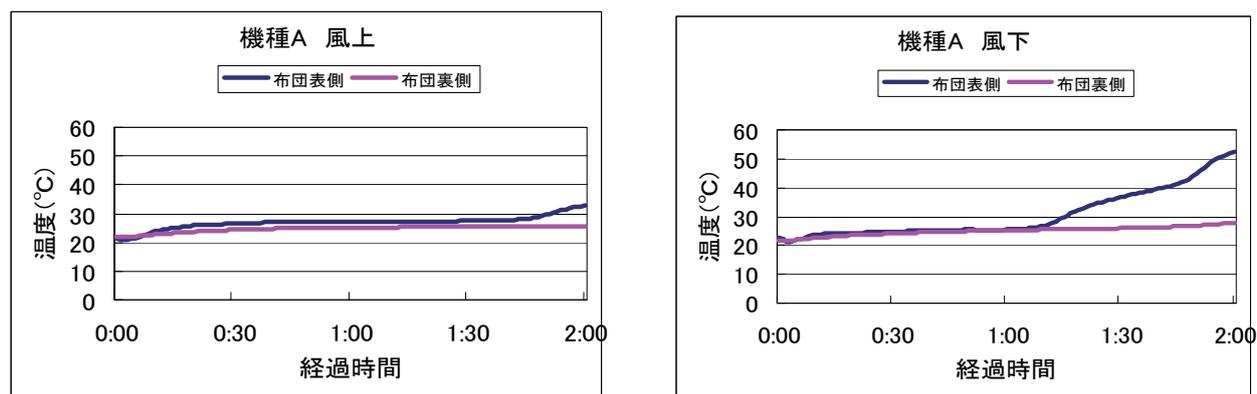


図 5 布市販団乾燥機運転時の模擬汚染筒における温度変化（機種 A）

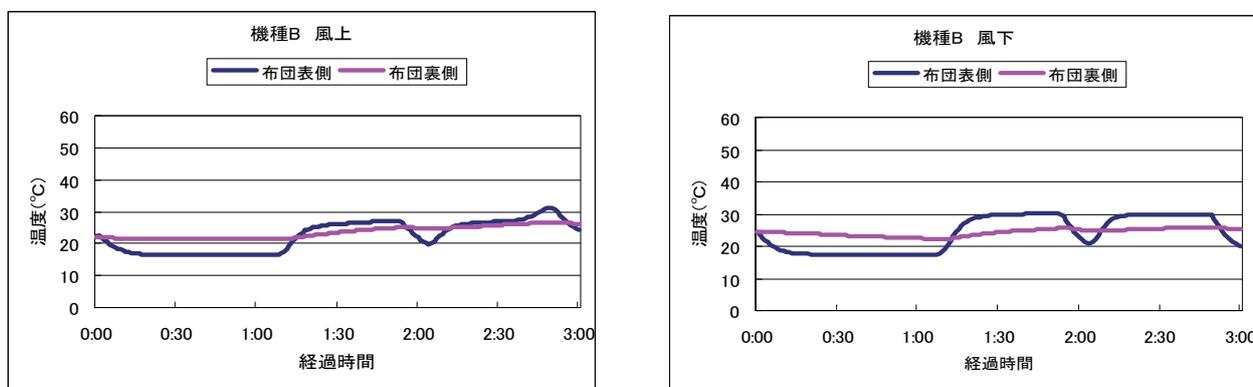


図 6 布市販団乾燥機運転時の模擬汚染筒における温度変化（機種 B）

以上の測定結果及び 19 年度に実施した検討結果から、以下のような点が判明した。

- ① 市販の布団乾燥機の機種によっては、既定の運転時間内に温度が 50℃以上に上昇しないものがある。
- ② 温度の上昇は布団乾燥機をセットした表側のみであり、布団の裏側は 30℃程度にとどまる。また、温風吹き出し口の風上と風下では温度上昇の効率が異なる。

4. まとめ

低温・長時間加熱によりウイルスを十分不活化するためには、少なくとも 50℃で 2 時間の加熱が必要であった。

市販の家庭用布団乾燥機は、機種によって能力に差があり、ウイルスの不活化に必要な加熱条件を得ることは困難であることがわかった。寝具等の消毒を確実にを行う場合は、消毒が目的であることを十分説明したうえで布団の洗濯・乾燥を行う専門業者に依頼することが望ましいと考えられる。

塩素によるウイルス消毒方法の検討

ノロウイルスに対する消毒薬としては次亜塩素酸ナトリウムの使用が推奨される。ノロウイルスについては塩素消毒に耐性であるという報告があるが、用いたウイルス液による塩素消費が不明なため、結果の信頼性に乏しい。また、次亜塩素酸ナトリウムは、有効な消毒効果を得るためには吐物処理時に残留塩素濃度を一定時間維持する必要があるが、おう吐物などが存在すると塩素が消費されて消毒のための塩素濃度の維持が困難であることが予想される。そのため、おう吐物による塩素消費の状況を把握しておくことが必要である。さらに、消毒のための次亜塩素酸ナトリウム溶液は使用の都度、調製することが基本であるが、緊急時に直ちに使用できるように作り置いた場合の保存性などの情報も必要と考えられた。

そこでノロウイルスと同じカリシウイルス科に属するネコカリシウイルス（FCV）を代替ウイルスとして用いて、ウイルス自身の塩素耐性について検討した。また、実際に塩素による消毒を行うことを想定して、カーペットの上におう吐した場合の塩素消毒への影響について検討を行った。

1. 塩素によるウイルス不活化効果の検討

1.1 方法

- ① CRFK 細胞で培養した FCV を回収し、遠心分離によって宿主細胞片等を除去し、さらにリン酸緩衝液(PBS)で希釈して残存有機物量を極力減少させた FCV 液を調製し、これを所定濃度の次亜塩素酸ナトリウム溶液と反応させて、FCV 液による塩素消費量を求めた。
- ② FCV 液の塩素要求量は添加する塩素濃度や塩素溶液の pH にかかわらず 0.5 mg/L であったので、FCV 液と次亜塩素酸ナトリウム溶液との等量混合によって 0.7~0.8 mg/L 程度の残留塩素濃度が確保されるように、次亜塩素酸ナトリウム溶液の塩素濃度をおおむね 2mg/L に調整した。
- ③ FCV 液(感染価 $10^{4.90}$ TCID₅₀/100 μL)の 50mL をビーカーに分取し、スターラーで攪拌しながら次亜塩素酸ナトリウム溶液を等量添加した。
- ④ 添加から一定時間（30 秒、2 分、5 分、20 分および 60 分）経過時の残留塩素濃度を測定するとともに、1.5mL を分取してウシ胎仔血清(FCS)で残留塩素を除去し、CRFK 細胞に接種して細胞変性効果の出現から感染価を算出し、不活化率を測定した。対照として、検討に用いたウイルス液に次亜塩素酸ナトリウム溶液と同量のリン酸緩衝液(PBS)および FCS を添加したものを同時に CRFK 細胞に接種した。なお、測定時の室温は 28℃、液温は 26.5~29.0℃であった。

1.2 結果

FCV 液と次亜塩素酸ナトリウム溶液との混合後の塩素濃度の変化を表 1 に示した。なお、次亜塩素酸ナトリウム溶液については、原液の pH をアルカリ性および弱酸性に調整したものを用いたが、初期塩素濃度をおおむね 2mg/L（アルカリ性 1.99mg/L、弱酸性 2.07mg/L）に希釈した後の pH はともに pH7 であったため、pH の違いではなく、同時実施した平行試験として取り扱った。

この結果から、予想どおりの塩素濃度が確保されたこと、また実験終了時（60 分後）も初期の半分以上の塩素濃度が保持されており、塩素による消毒効果は十分発揮されていたことがわかった。

次亜塩素酸ナトリウム溶液の塩素濃度(mg/L)	残留塩素濃度 (mg/L)				
	経過時間(分)				
	0.5	2	6	20	60
1.99	0.71	0.69	0.62	0.57	0.4
2.07	0.84	0.84	0.69	0.57	0.47

*塩素要求量0.5 mg/LのFCV液と塩素濃度1.99mg/Lまたは2.07mg/Lの次亜塩素酸ナトリウム溶液を等量混合したので、初期塩素濃度はおおむね0.7~0.8mg/Lと予想。

表1 FCV液と次亜塩素酸ナトリウム溶液を等量混合した後の残留塩素濃度の推移*

次亜塩素酸溶液を添加したFCV液の感染価は、当初の $10^{4.90}$ TCID₅₀/100 μ Lから塩素混合後30秒経過時には $10^{0.50}$ TCID₅₀/100 μ L以下(検出限界以下)となり、感染価が4.4log以上減少していたことから、用いたウイルスがほぼすべて不活化されていたと考えられた(表2)。なお、混合した30秒後にすでにウイルス感染価が検出限界以下となる急速な不活化であったため、不活化曲線を得ることはできなかった。

今回の実験から、ノロウイルスと同じカリシウイルス科に属し、同様なウイルス粒子構造を持つFCVが残留塩素濃度0.7~0.8 mg/Lに30秒暴露することにより4.4log以上不活化されること、すなわち4log不活化CT値が0.4 mg・分/L以下と推定されることから、ノロウイルスについても同様の塩素感受性があると推察される。

初期 塩素濃度*	残存ウイルス濃度(TCID ₅₀ /100 μ L)					
	対照	接触時間(分)				
	0.5	2	6	20	60	
0.7 mg/L	$10^{4.9}$	nd	nd	nd	nd	nd
0.8 mg/L	$10^{4.9}$	nd	nd	nd	nd	nd

nd: 検出限界($10^{0.5}$ TCID₅₀/100 μ L)未満

* 実験終了時(60分後)も0.4~0.47 mg/Lの残留塩素濃度が残存。

表2 次亜塩素酸ナトリウム溶液添加によるFCV不活化効果*

2. おう吐物による塩素消費に関する検討

2.1 方法

2.1.1 模擬おう吐物の塩素消費量

市販のパック入り白飯を電子レンジで加熱解凍した。実際のおう吐物でpHの緩衝作用がみられたことから、その一定量にフタル酸緩衝液(pH4)を加えてストマッカーを用いて1分間粉砕して模擬おう吐物を調整した。この模擬おう吐物の1gを時計皿にとってフタル酸緩衝液(pH4)を1mL加え、1000 mg/Lの次亜塩素酸ナトリウム1mLを加え蒸、30秒、1分、2分、5分、10分後の遊離塩素濃度及び残留塩素濃度を測定した。

2.1.2 実際のおう吐物の塩素消費量

実際のおう吐物(pH 3.5)を用い、おう吐物2mLを時計皿にとって1000 mg/Lの次亜塩素酸ナトリウム1mLを加え、30秒、1分、2分、5分、10分後の遊離塩素濃度及び残留塩素濃度を測定した。

2.2 結果

2.2.1 模擬おう吐物の塩素消費量

測定結果を図1に示した。なお、経過時間0分の値は試料で希釈された次亜塩素酸ナトリウムの計算上の初期濃度（添加濃度の1/3である333 mg/L）である。また、残留塩素濃度は遊離塩素濃度と結合塩素濃度の合計値である。

模擬おう吐物に次亜塩素酸ナトリウムを添加したときのpHはフタル酸緩衝液の緩衝作用によって中和されずpH4であった。次亜塩素酸ナトリウム添加後の残留塩素濃度は30秒後に216 mg/L（遊離塩素濃度は212 mg/L）、10分後は48 mg/L（遊離塩素濃度は32 mg/L）となった。

2.2.2 実際のおう吐物の塩素消費量

測定結果を図2に示した。なお、経過時間0分の値は試料で希釈された次亜塩素酸ナトリウムの計算上の初期濃度（添加濃度の1/3である333 mg/L）である。また、遊離塩素は次亜塩素酸ナトリウム添加後30秒で消失したので残留塩素濃度はすべて結合塩素の濃度である。

おう吐物のpHは次亜塩素酸ナトリウム添加後も変化はなくpH3.5のままであった。次亜塩素酸ナトリウム添加後の残留塩素濃度は30秒後に84 mg/L、10分後では20 mg/Lとなった。

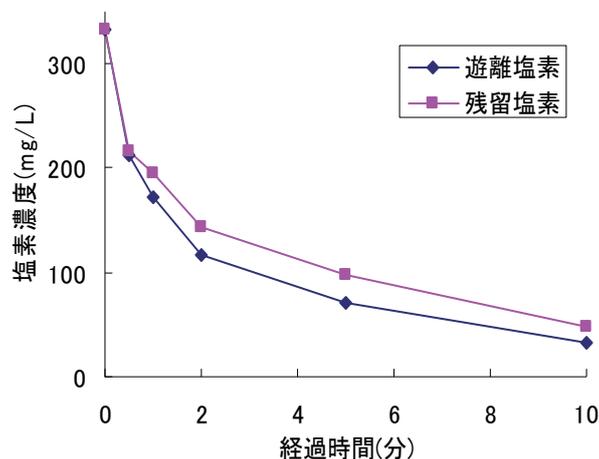


図1 模擬おう吐物に1000mg/L次亜塩素酸ナトリウムを添加時の塩素濃度の経時変化

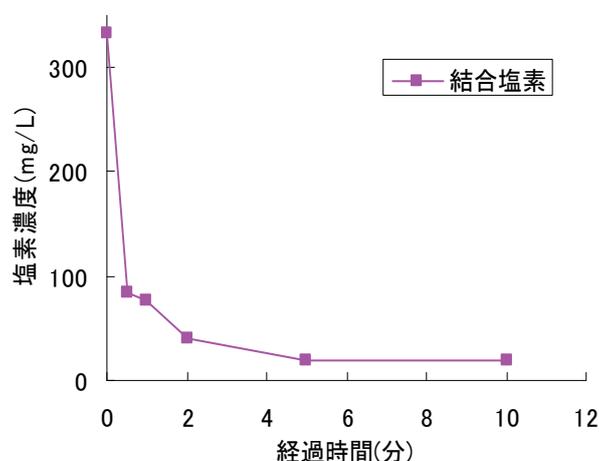


図2 実際のおう吐物に1000mg/L次亜塩素酸ナトリウムを添加時の塩素濃度の経時変化

3. カーペットによる塩素消費に関する検討

3.1 方法

裏ゴム張り、長毛、ループ状の三種類のカーペットに 200mg/L の次亜塩素酸ナトリウム溶液 100mL をかけ、1分、2分、3分、5分、10分後のカーペット上の次亜塩素酸ナトリウム溶液の残留塩素濃度を測定した。

3.2 結果

測定結果を図 3 に示した。裏面ゴム張りのカーペットでは測定開始から 10 分後の遊離塩素濃度は 190 mg/L で塩素消費量は 5%であった。長毛のカーペットでは 3 分後で 182 mg/L に減少、10 分後の遊離塩素濃度は 162 mg/L で塩素消費量は約 20%であった。なおループ状のカーペットは 1 分後では塩素濃度の減少はみられなかったが、2 分後以降はカーペット上の次亜塩素酸ナトリウム溶液はカーペット内に浸み込んでしまったため、測定はできなかった。

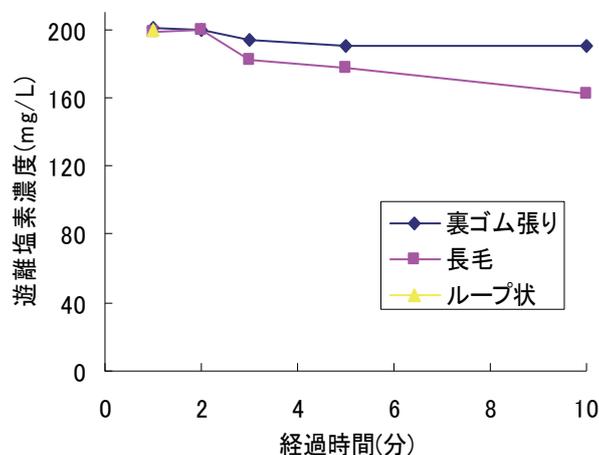


図3 カーペットに撒いた200mg/L次亜塩素酸ナトリウムの遊離塩素濃度の経時変化

4. 「社会福祉施設等におけるノロウイルス対応標準マニュアル（第3版）」（東京都福祉保健局）に従ってカーペットなどにおう吐した場所を消毒処理した場合の塩素濃度の保持に関する検討

4.1 方法

4.1.1 模擬おう吐物の調製

市販のパック入り白飯を電子レンジで加熱解凍し、その 25g に等量のフタル酸緩衝液(pH4)を加えてストマッカーを用いて1分間粉碎し、更に 50mL のフタル酸緩衝液を加えて模擬おう吐物とした。

4.1.2 模擬おう吐物の回収率及び残留塩素濃度の測定

裏ゴム張り、長毛、ループ状の3種類のカーペットに模擬おう吐物の全量を散布し、1分後にペーパータオルを用いて散布した模擬おう吐物をふき取り回収して、散布前の模擬吐物重量とその回収重量から回収率を求めた。回収後、カーペット上のふき取り面を中心にペーパータオルを置き、その上から 200mL の 1000mg/L 次亜塩素酸ナトリウム溶液をペーパータオル全面が浸るようにつけ、5分後及び10分後にカーペット上の次亜塩素酸ナトリウム溶液の一部を採取し、塩素濃度を DPD 法で測定した。10分経過後カーペット上のペーパータオルを除去し、カーペットの状況を観察した。(写真 1～7 参照。)



写真1 カーペット上に撒いた模擬おう吐物



写真2 ペーパータオルによるふき取り



写真3 ふき取り後のカーペット

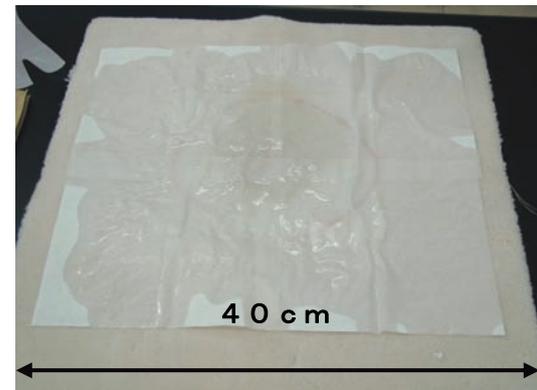


写真4 次亜塩素酸ナトリウム溶液による消毒



写真5 実験後のカーペット（長毛）



写真6 実験後のカーペット（ゴム裏張り）



写真7 実験後のカーペット（ループ状）

4.2 結果

実験結果を表1に示した。カーペット上に散布した模擬おう吐物の回収率はいずれのカーペットも約80%であった。カーペット上にまいた次亜塩素酸ナトリウム溶液の残留塩素濃度は5分後で初期濃度(1000ppm)の約70~80%、10分後でも55~75%が残っていた。ループ状のものは次亜塩素酸ナトリウム溶液がカーペット内に浸み込んだため塩素濃度の測定はできなかった。本実験から、カーペット上のおう吐物を十分拭き取り、その後に1000ppmの次亜塩素酸ナトリウムを用いた場合には、10分後においても半分以上の遊離塩素が残留し、ウイルスの不活化は可能と考えられた。なお、塩素消毒終了後のゴム裏張り、長毛のカーペットでは変色がみられ流水で洗浄しても変色を洗い落とすことはできなかった。次亜塩素酸ナトリウム溶液がカーペット内に浸み込んでしまったループ状のカーペットでは変色は見られなかった。

	吐物回収率(%)	塩素濃度(mg/L)	5分後	10分後	カーペットの変色
ゴム裏張り	87.2	残留塩素	692	548	有(茶色)
		(遊離塩素)	674	534	
長毛	81.3	残留塩素	832	768	有(茶色)
		(遊離塩素)	830	744	
ループ状	78.6	残留塩素	-	-	無
		(遊離塩素)	-	-	

表1 カーペット上の模擬おう吐物回収率、残留塩素濃度およびカーペット変色の有無

5. あらかじめ作成した次亜塩素酸ナトリウム溶液の保存条件の検討

5.1 方法

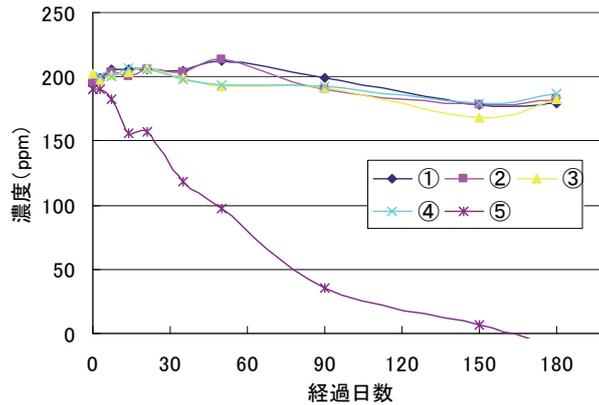
市販の塩素系漂白剤(界面活性剤を含まないもの)の塩素濃度をヨウ素滴定法で求め、水道水で希釈して塩素濃度200mg/L(0.02%)及び1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液を調製した。調製した各溶液をそれぞれ500mLのペットボトルに分注し、試験溶液とした。これを以下の条件で長期間保存し、残留塩素濃度を定期的に測定した。

①4℃遮光 ②20℃遮光 ③25℃遮光 ④30℃遮光 ⑤室温(約26℃の室内、遮光なし)

同様の実験を、ペットボトルに半分量の液量についてと、界面活性剤の製品についても行った。

5.2 結果

塩素系漂白剤(界面活性剤を含まないもの)の塩素濃度200mg/Lに調整した場合の結果を図4に示した。室温保存(約26℃、遮光なし)のもので7日目に約10%、14日目には約20%の減少が見られ、45日で50%以下となり180日目では検出されなかった。一方、遮光した他の保存条件では180日においてもわずかに減少した程度であった。



①4°C遮光 ②20°C遮光 ③25°C遮光
④30°C遮光 ⑤室温（約26°Cの室内、遮光なし）

図4 塩素200ppmの次亜塩素酸ナトリウム溶液の経日変化

塩素濃度1%に調整した場合の結果を図5示した。室温保存（約26°C、遮光なし）のもので14日目で降しだいに減少し、保存90日後には当初濃度の50%以下となり180日で約20%にまで減少したが、遮光した他の保存条件では180日においてもわずかに減少した程度であった。

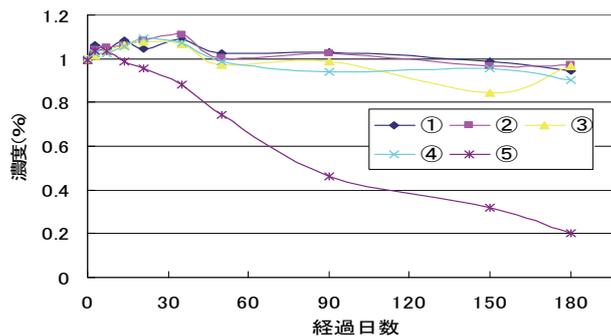
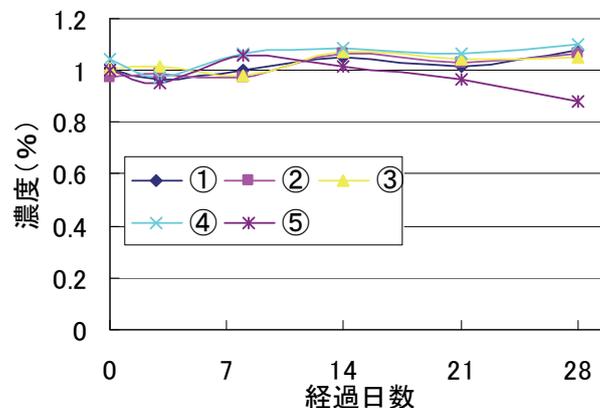


図5 塩素1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液の経日変化

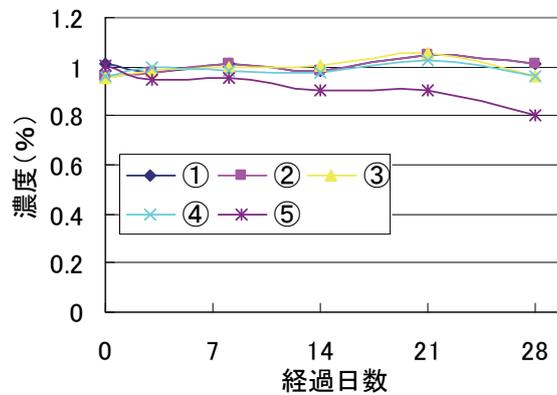
試験溶液をボトルに半分入れて保存した場合の塩素濃度の変化は試験溶液を容器いっぱいに入れて保存したものについて実施した昨年の結果と同様であった。図6に塩素濃度1%の溶液での結果を示す。



①4°C遮光 ②20°C遮光 ③25°C遮光
④30°C遮光 ⑤室温（約26°Cの室内、遮光なし）

図6 塩素濃度1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液の経日変化（ボトルに半分）

界面活性剤入りのものでも結果は同様であり、界面活性剤の有無は塩素濃度の保存性に影響しないことがわかった。図7に塩素濃度1%の溶液での結果を示す。



①4°C遮光 ②20°C遮光 ③25°C遮光
④30°C遮光 ⑤室温（約26°Cの室内、遮光なし）

図7 塩素濃度1%の次亜塩素酸ナトリウム溶液の経日変化（界面活性剤入り）

6. まとめ

ウイルス自身は水道水程度の塩素濃度で速やかに消毒されることがわかった。しかし、消毒のための塩素はおう吐物と反応して急速に消失することが確認された。したがって、カーペットなどにおう吐した場合、おう吐物を十分除去して二次感染を起こさないように適切に処理したうえで、おう吐物を拭き取った場所を次亜塩素酸ナトリウム溶液でひたすことで、消毒に必要な塩素濃度が維持され、消毒の効果が発揮されるものと考えられた。また、消毒処理に用いる次亜塩素酸ナトリウム溶液は、室内温度で暗所に保存すれば、約半年間は塩素濃度を保つことが可能であることがわかった。

消毒法の検討

二酸化塩素及びオゾンを用いたノロウイルスの消毒に関する知見は乏しい。そこで二酸化塩素及びオゾンによるウイルスの消毒力を評価するために文献調査を行った。次いで市販の二酸化塩素剤及びオゾン水製品について調査し、ウイルスの消毒実験に用いる製品を選定した。ネコカリシウイルス（FCV）を代替ウイルスとして、二酸化塩素及びオゾンによる不活化実験を行い、ウイルスの不活化に必要な二酸化塩素及びオゾンの濃度を調査した。

1. 二酸化塩素及びオゾンによる水中ウイルス不活化データに関する文献調査

1.1 目的

二酸化塩素及びオゾンによるFCVの不活化実験を行うに当たり、適切な消毒剤初期濃度及び実験方法等に関する情報を入手するために文献調査を行った。水中のウイルス又はファージを対象とした文献を検索した。

1.2 調査方法

インターネットを利用して文献検索を行い、ヒットした文献のアブストラクトから不活化CT値（消毒剤濃度:C×接触時間:T）や不活化率等のデータを得た。ヒットした文献のうちフルテキストが入手できたものについて、より詳細な実験条件を調べた。

1.3 結果及び考察

二酸化塩素又はオゾンを用いた水中のウイルス不活化に関する論文を検索したが、不活化データが十分に揃っている論文は非常に少なかった。

二酸化塩素に関しては、フルテキストが入手できたのは2編^{1), 2)}のみであった。この2編からウイルス不活化に関する各種データを入手し、表1-1にまとめた。

オゾンに関する文献は2編^{3), 4)}を入手できた。この2編の論文からウイルス不活化に関する各種データを得て、表1-2にまとめた。

表1-1 二酸化塩素によるウイルス不活化データ

対象ウイルス 又はファージ	初期濃度 (mg/L)	不活化率 (log ₁₀)	CT値 (mg/L×min)	pH値	温度 (°C)	不活化評価法
FCV ¹⁾	1.01	4	20.20~30.30	6	5	細胞培養
	0.90	3.6	>0.68	8	5	細胞培養
	0.84	4	4.20~6.72	6	15	細胞培養
	0.72	4.15	<0.18	8	15	細胞培養
AD40 ¹⁾	0.51	4	0.77~1.53	6	5	細胞培養
	0.53	4	0.80~1.59	8	5	細胞培養
	0.49	4	0.49~0.74	6	15	細胞培養
	0.47	4.15	<0.12	8	15	細胞培養
f2ファージ ²⁾	3	5	>45	9	3	大腸菌培養
	3	4.2	180	7	3	大腸菌培養
	3	2	360	5	3	大腸菌培養

表 1-2 オゾンによるウイルス不活化データ

対象ウイルス 又はファージ	初期濃度 (mg/L)	不活化率 (log ₁₀)	接触時間 (分)	残留濃度 (mg/L)	pH 値	温度 (°C)	不活化評価法
FCV ³⁾	1.00	4.28	0.25	0.110	7	5	細胞培養
	1.00	>4.74	1.2	<0.0001	7	5	細胞培養
	0.06	1.85	0.25	0.02	7	5	細胞培養
	0.06	2.77	5	<0.0001	7	5	細胞培養
AD40 ³⁾	0.49	2.63	0.25	0.108	7	5	細胞培養
	0.49	3.28	2	<0.001	7	5	細胞培養
	0.30	3.04	0.5	0.014	7	5	細胞培養
	0.30	3.55	10	<0.001	7	5	細胞培養
Poliovirus 1 ⁴⁾	0.38	>4.7	5	0.28	7	5	大腸菌培養
	0.36	>4.9	5	0.16	7	5	大腸菌培養
MS2 ファージ ⁴⁾	0.38	>7.5	5	0.28	7	5	大腸菌培養
	0.36	>8.0	5	0.16	7	5	大腸菌培養

1.3.1 二酸化塩素による不活化

表 1-1 に示した二酸化塩素によるウイルス及びファージの不活化実験は、二酸化塩素初期濃度 0.5～3mg/L で行われており、いずれも消毒剤消費のない水及び器具を用いていた。

アルカリ性の方が酸性よりも CT 値が小さいことから、二酸化塩素は次亜塩素酸とは逆にアルカリ性で消毒力が強いことがわかった。表 1-1 の論文¹⁾ に引用されている他の論文^{5), 6), 7)} でも、二酸化塩素の消毒力がアルカリ側で強いことが示されていた。

温度に関しては、次亜塩素酸やオゾンと同様に高水温で CT 値が小さく、水温の低下に伴い CT 値が大きくなることから、低水温では消毒力が弱まることがわかった。

対象としたウイルス又はファージの種類により、同一不活化率の達成に必要な CT 値に違いはあるものの、吐物処理時を想定した pH 値 (pH3.5 程度) 及び温度 (20～30°C 程度) における 4log₁₀ 不活化 CT 値は比較的小さいものと推察された。ノロウイルスの代替として用いられる FCV では、表 1-1 に示したように pH6, 15°C における 4log₁₀ 不活化 CT 値は 4.20～6.72mg・min/L であり、1mg/L の二酸化塩素に約 5 分間接触させれば 4log₁₀ 不活化が達成できると考えられた。

このことから、二酸化塩素による不活化実験は、次亜塩素酸ナトリウムによる不活化実験と同様に初期濃度 1mg/L 程度に設定して行うこととした。

1.3.2 オゾンによる不活化

表 1-2 に示したオゾンによるウイルス及びファージの不活化実験は、オゾン初期濃度 0.06～1.00mg/L で行われており、いずれも消毒剤消費のない水及び器具を用いていた。

実験温度及び pH 値はいずれも 5°C, pH7 で行われていた。オゾンの消毒力は次亜塩素酸ナトリウムや二酸化塩素に比べてはるかに強いが、水温の低下に伴い低下することが知られている。また、pH8 以上では pH の上昇に伴いオゾン分解速度が速くなり、結果として消毒力が低下する⁸⁾。吐物処理時に想定される pH 値 (pH3.5 程度) 及び温度 (20～30°C 程度) を考慮すると、オゾンによる吐物の消毒は極めて効果が高いと推察された。

表 1-2 には CT 値が示されておらず、代わりに接触時間及びオゾン残留濃度が示されている。これは次亜塩素酸ナトリウムや二酸化塩素とは異なり、オゾンそのものが時間の経過に伴って分解し濃度が低下することから CT 値が算出できないためである。初期オゾン濃度を低く設定すると、接触後の残留オゾン濃度が測定できない (定量下限値未満) おそれがあることから、オゾンによる不活化実験

も初期濃度 1mg/L 程度に設定して行うこととした。

- 1) Thurston-Enriquez, J. A. et al. 1997. Inactivation of Enteric adenovirus and ferine calicivirus by chlorine dioxide. Appl. Environ. Microbiol. 71:3100-3105.
- 2) Noss C. I. et al. 1985. Disinfecting capabilities of oxychlorine compounds. Appl. Environ. Microbiol. 50:1162-1164.
- 3) Thurston-Enriquez, J. A. et al. 2005. Inactivation of enteric adenovirus and feline calicivirus by ozone. Water Research. 39:3650-3656.
- 4) Shin, G. A. et al. 2003. Reduction of Norwalk virus, poliovirus 1, and bacteriophage MS2 by ozone disinfection of water. Appl. Environ. Microbiol. 69:3975-3978.
- 5) Cronier, S. et al. 1978. Chlorine dioxide destruction of viruses and bacteria in water, p.651-658. In R. L. Jolly. Et al. (ed), Water chlorination: environmental impacts and health effects, vol. 2. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Mich.
- 6) Alvarez, M. E. 1982. Mechanisms of inactivation of poliovirus by chlorine dioxide and iodine. Appl. Environ. Microbiol. 44:1064-1071
- 7) Shin, G. A. et al. 1998. Reduction of Norwalk virus, poliovirus 1, and coli Phage MS2 by free chlorine, chlorine dioxide, and ozone disinfection of water. Proceedings of the Water Quality Technology Conference. American Water Works Association, Denver, CO.
- 8) 金子光美. 1997. 第 11 章 オゾンによる消毒, p.185-186. 水の消毒, (財) 日本環境整備教育センター

2. 市販の二酸化塩素剤及びオゾン水関連製品の調査

ノロウイルスの消毒に有効とされる二酸化塩素剤及びオゾン水を家庭で消毒に用いるには、消毒剤の入手が容易である必要がある。

そこで、インターネット検索により市販の二酸化塩素剤及びオゾン水関連製品について調査し、そのうちのいくつかについて実際に入手した。

2.1 調査方法

インターネットエクスペローラを用いて Google 検索によりキーワードを「二酸化塩素 販売」及び「オゾン水 販売」として検索された製品のホームページにアクセスして製品の情報を確認した。

2.2 結果及び考察

2.2.1 二酸化塩素剤

検索結果を表 2-1 に示した。一般向けの二酸化塩素剤の多くはスプレータイプで原液をそのままスプレーする方式のものであった。二酸化塩素関連製品は表 2-1 にあげた以外にも一般向け、容量 10L 以上の業務用、二酸化塩素発生錠剤、二酸化塩素発生装置（製造装置）など様々な製品の販売を確認した。

表 2-1 の製品のうち 1 から 5 の製品について購入し、ヨウ素滴定法により二酸化塩素濃度を求めたところ、製品 1 で 843mg/L、製品 2 は未検出、製品 3～5 は界面活性剤を含むため窒素ガスによるばっ気操作時に多量の泡が発生して測定不能であった。

以上の結果から二酸化塩素剤製品 1 を消毒効果の実験に用いることとした。

2.2.2 オゾン水関連製品

検索結果を表 2-2 に示した。オゾン水関連製品のほとんどがオゾン水生成装置で、消毒液として使用可能なオゾン水は 2 製品のみであり販売も容量 10L 以上となるため一般家庭に常備して使用するには不向きと考えられた。

製品 1 を入手しインジゴカルミンによる吸光光度法で濃度を求めたところ 30mg/L であった。

以上の結果からオゾン水製品 1 を消毒効果の実験に用いることとした。

表2-1 インターネットで販売を確認した二酸化塩素剤

製品	容量	表示成分
○ 1	500g	二酸化塩素水溶液
○ 2	250mL	殺菌電解水 99.87%以上 二酸化塩素 0.13%未満
○ 3	300mL	二酸化塩素液、界面活性剤 シリコン系消泡剤
○ 4	300mL	二酸化塩素液、界面活性剤 シリコン系消泡剤
○ 5	1000mL	二酸化塩素液、界面活性剤 シリコン系消泡剤
6	500mL	純粋二酸化塩素水溶液 約 80ppm
7	500mL	安定化二酸化塩素、精製水
8	350mL	安定化二酸化塩素、活性ゲル化剤
9	250mL	二酸化塩素系

注) ○は購入した製品 (google 検索「二酸化塩素 販売」)
他にも一般向け、容量 10L 以上の業務用、二酸化塩素発生錠剤などの製品あり
二酸化塩素発生装置(製造装置)を除く

表2-2 インターネットで販売を確認したオゾン水製品

製品	製品の種類
○ 1	オゾン水
2	オゾン水
3	オゾン水供給装置
4	オゾン水供給装置
5	オゾン水生成器
6	オゾン水生成器
7	オゾン水生成器
8	オゾン水生成機器・オゾンガス生成機器
9	オゾン水生成機器・オゾンガス生成機器
10	オゾン水生成装置
11	オゾン水脱臭・除菌洗浄器
12	オゾン発生器、オゾン水生成装置
13	オゾン発生装置・オゾン水殺菌機
14	オゾン流水器
15	ピュアオゾンを発生させるオゾン機器
16	卓上オゾン水生成器
17	無臭・高濃度オゾン溶解水製造装置

注) ○は購入した製品 (google 検索「オゾン水 販売」)



図 1 入手した二酸化塩素剤

3. 消毒剤消費量の低いウイルス液を用いた二酸化塩素及びオゾンによる FCV 不活化効果の検討

3.1 目的

二酸化塩素及びオゾンによるノロウイルスの不活化に関する研究報告は非常に限られている。ノロウイルス消毒を謳った二酸化塩素剤が多数市販されており、二酸化塩素による消毒効果を検証する必要があると考えられた。また、オゾンが分解しない特徴を持つとされるオゾンナノバブル水も市販されており、消毒効果が期待される。

そこで、ノロウイルスの代替として FCV を用い、ウイルス培養液の精製と希釈により消毒剤消費量をできる限り低くして、二酸化塩素及びオゾンによる不活化実験を行った。

3.2 実験方法

3.2.1 二酸化塩素剤及びオゾン剤

市販の二酸化塩素剤の中で界面活性剤を含まない二酸化塩素剤製品 1 (表 2-1) を選定した。この製品の二酸化塩素濃度を測定したところ、600mg/L であった (注)。この二酸化塩素剤を精製水で希釈し、2.19mg/L に調整して実験に用いた。

市販のオゾン剤として、オゾン水製品 1 (表 2-2) を選定した。このオゾン水のオゾン濃度を測定したところ、30mg/L であった。予備実験の結果、ウイルス培養液によりオゾンが消費されることがわかったため、オゾン水を精製水で希釈して 4mg/L に調整して実験に用いた。

(注) 開封後約 2 ヶ月経過したため、開封直後の濃度 843mg/L より低下していた

3.2.2 FCV 液の調整

Crandell Feline Kidney (CRFK) 細胞で培養した FCV を回収し、遠心分離によって宿主細胞片等を除去した。さらにリン酸緩衝液 (PBS) により希釈を行い、残存有機物量の低減を図った。この FCV 液を不活化実験に用いた。

3.2.3 不活化実験

①二酸化塩素剤及びオゾン水をそれぞれ精製水で希釈し、二酸化塩素濃度 2.19mg/L, オゾン濃度 4mg/L に調整した。

②FCV 液 50mL をビーカーに入れ、スターラーで攪拌しながら各消毒剤 (二酸化塩素, オゾン) を 50mL 添加した。

③消毒剤添加直後 (15 秒以内)、30 秒、1 分、2 分及び 5 分経過時の各消毒剤濃度を測定した。消毒剤濃度測定時にウイルス感染価測定用に 1.5mL を分取してウシ胎仔血清 (FCS) で消毒剤を中和した後、CRFK 細胞に接種した。

④細胞変性効果 (CPE) の出現によりウイルス感染価を算出した。各消毒剤の代わりに PBS を用いて FCS を添加した FCV 液を CRFK 細胞に接種し、対照とした。対照 FCV 液の感染価をもとに各接触時間におけるウイルス感染価を比較し、不活化率を算出した。

3.3 結果および考察

3.3.1 二酸化塩素及びオゾン濃度の経時変化

二酸化塩素及びオゾン濃度の経時変化を図 3-1 に示した。二酸化塩素による不活化実験時に測定した水温は 24°C、pH7 であった (オゾンの実験時は測定せず)。

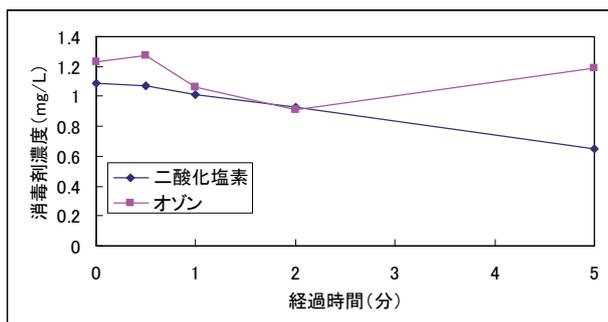


図 3-1 FCV 液に混合した二酸化塩素及びオゾン濃度の経時変化

2.19mg/L の二酸化塩素を FCV 液と等量混合した直後（15 秒以内）の二酸化塩素濃度は 1.09mg/L であり、FCV 液による初期消費はほとんどなかった。その後経時的に濃度が低下し、5 分接触後で 0.65mg/L となった。この濃度変化パターンは次亜塩素酸ナトリウムによる不活化実験時の濃度変化と同様であった。

4mg/L のオゾンを FCV 液と等量混合した直後（15 秒以内）のオゾン濃度は 1.23mg/L であり、FCV 液による初期消費が見られた。しかし、その後の濃度変化は小さく、5 分接触後の濃度は実験開始時の濃度とほぼ同じであった。この結果から、オゾンでは次亜塩素酸ナトリウムや二酸化塩素とは異なり、FCV 液との反応が瞬時に起こることがわかった。

3.3.2 FCV の不活化

表 3-1 に二酸化塩素及びオゾンによる FCV の不活化効果を示した。対照 FCV 液の感染価は $10^{3.60} \sim 10^{3.90} \text{TCID}_{50}/100 \mu\text{L}$ であった。二酸化塩素及びオゾンを添加した FCV 液の感染価は混合直後（15 秒以内）で検出限界 ($10^{0.50} \text{TCID}_{50}/100 \mu\text{L}$) 未満となり、感染価が 3.1~3.4 log 以上減少した。したがって、二酸化塩素では CT 値 $< 0.27 \text{mg/L} \times \text{min}$ で 3.1 log 以上の不活化、オゾンでは初期濃度 1.23mg/L、接触時間 0.25 分未満で 3.4 log 以上の不活化が達成できたことになる。これらの結果は、前述の文献調査による不活化実験のデータとほぼ一致していた。

昨年度実施した塩素による FCV 不活化実験では、1mg/L の塩素で 30 秒接触後のウイルス感染価が検出限界未満となった。今回の実験でも、二酸化塩素及びオゾンは、ウイルス液との混合直後からウイルスをほぼ完全に不活化させる結果となった。

したがって、次亜塩素酸ナトリウム、二酸化塩素、オゾンはいずれも高いウイルス不活化効果を持つことが示された。嘔吐などによるウイルス汚染箇所の消毒には高濃度の消毒剤が必要とされているが、これらの実験結果からウイルス自体の消毒は低濃度の消毒剤（次亜塩素酸ナトリウム、二酸化塩素、オゾン）暴露によって達成できることが示された。実際のウイルス汚染箇所の消毒に必要な二酸化塩素及びオゾン濃度を求めるためには、おう吐物や床材などによる消毒剤の消費量を把握する必要がある。

表 3-1 二酸化塩素及びオゾンによる FCV 不活化効果

消毒剤	初期濃度 (mg/L)	対照	ウイルス感染価 (TCID ₅₀ /100 μL)				
			接触時間 (分)				
			<0.25	0.5	1	2	5
二酸化塩素	1.09	10 ^{3.6}	nd	nd	nd	nd	nd
オゾン	1.23	10 ^{3.9}	nd	nd	nd	nd	nd

nd : 検出限界 (10^{0.5} TCID₅₀/100 μL) 未満

4. 二酸化塩素によるおう吐物処理に関する検討

ノロウイルスのおう吐物の消毒には次亜塩素酸ナトリウムのほかに二酸化塩素及びオゾンが有効であると考えられた。これらによる有効な消毒効果を得るためにはおう吐物処理時に消毒液の濃度を一定時間維持する必要がある。そこで、おう吐物処理時の二酸化塩素濃度について、いくつかの条件を設定して検討を行った。

4.1 実験方法

4.1.1 模擬おう吐物の二酸化塩素消費量

白米を用いて pH を酸性にした模擬おう吐物を調製し、おう吐物を消毒したときの二酸化濃度の変化について検討した。

- ・ 模擬おう吐物試料の調製

東洋水産(株)製マルちゃんあったかごはんを電子レンジで加熱解凍し、その一定量に等量のフタル酸緩衝液 (pH4) を加えてストマッカを用いて 1 分間粉碎して試料を調整した。

- ・ 二酸化塩素濃度の測定

模擬おう吐物の 1g を時計皿にとってフタル酸緩衝液を 1mL 加え、これに 600ppm の二酸化塩素 1mL を加え、DPD 法により 30 秒、1 分、2 分、5 分、10 分後の二酸化塩素濃度を測定した。

4.1.2 カーペットの二酸化塩素消費量

二酸化塩素によるおう吐物の消毒にあたり、カーペットの上におう吐した場合はカーペットによる二酸化塩素濃度の消費分を考慮する必要がある。そこで、カーペットの種類の違いによる二酸化塩素消費量の検討を行った。

- ・ 塩素濃度の測定

裏ゴム張り、長毛、ループ状の三種類のカーペットに 600ppm の二酸化塩素溶液 50ml をかけ、1 分、2 分、3 分、5 分、10 分後のカーペット上の二酸化塩素濃度を測定した。

なお、次亜塩素酸ナトリウムを用いた実験では 1000ppm で実験を行ったが、家庭用として販売されている二酸化塩素剤の濃度を秤定したところ 600ppm であった。このため、600ppm を初期値として実験を行った。

4.1.3 おう吐物ふき取り後にカーペット上に残るおう吐物の量及び二酸化塩素消費量

模擬おう吐物を用いてカーペット上のおう吐物をふき取った後、カーペット上に残るおう吐物の量及びその消毒時の二酸化塩素濃度を検討した。

- ・ 模擬おう吐物の調製

東洋水産(株)製マルちゃんあったかごはんを電子レンジで加熱解凍し、その 25g に等量のフタル酸緩

衝液(pH4)を加えてストマッカを用いて1分間粉碎し、更に50mLのフタル酸緩衝液を加えて散布用模擬おう吐物とした。

・回収率及び二酸化塩素濃度の測定

裏ゴム張り、長毛、ループ状の三種類のカーペットに調整した模擬おう吐物の全量を散布し、1分後にペーパータオルを用いて散布した模擬おう吐物をふき取り回収して、散布前の模擬おう吐物重量とその回収重量から回収率を求めた。回収後、カーペット上のふき取り面を中心にペーパータオルを置き、その上から50mLの600ppm二酸化塩素溶液をペーパータオル全面が浸るようにつけ、1分後、2分後、3分後、5分後及び10分後にカーペット上の二酸化塩素溶液の一部を採取し、塩素濃度をDPD法で測定した。10分経過後カーペット上のペーパータオルを除去し二酸化塩素によるカーペット変色の有無を確認した。

4.2 結果

4.2.1 模擬おう吐物の二酸化塩素消費量

測定結果を図4-1に示した。なお、0分の値は試料で希釈された二酸化塩素の計算上の初期濃度(600ppmの1/3量 ≒ 200ppm)である。

実際のおう吐物でpHの緩衝作用がみられたことから、模擬おう吐物はフタル酸緩衝液を用いてpH4の試料として調整した。この試料に二酸化塩素を添加したときのpHは緩衝作用により中和されずpH4であった。模擬おう吐物に600ppm二酸化塩素を添加したときの濃度は添加後30秒で84ppmまで減少し5分後で24ppm、10分後で15ppmの二酸化塩素が残っていた。

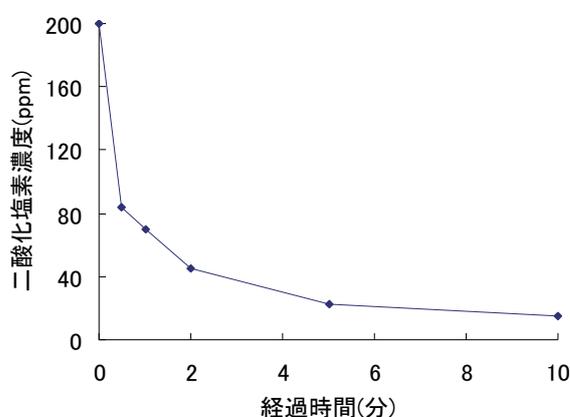


図4-1 模擬おう吐物(pH4、フタル酸で調整)に600ppmの二酸化塩素添加時の濃度の経時変化

4.2.2 カーペットの二酸化塩素消費量

測定結果を図4-2に示した。裏ゴム張り、長毛、ループ状のいずれのカーペットも測定開始から1分後で二酸化塩素濃度は220ppm以上で塩素消費量は約65%であった。裏ゴム張り及び長毛のカーペットでは10分後でも100ppm以上の二酸化塩素が残っていた。ループ状のカーペットに撒いた二酸化塩素は2分後以降次第にカーペット内にしみ込みはじめ、3分後で101ppmであることまで確認したが、5分後以降はサンプリングできないほどしみ込んでしまったため、測定できなかった。

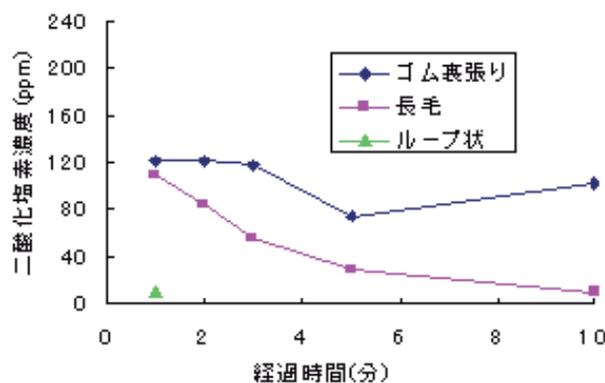


図4-2 カーペットに撒いた600ppmの二酸化塩素濃度の経時変化

4.2.3 模擬おう吐物ふき取り後にカーペット上に残る模擬おう吐物の量及び二酸化塩素消費量

カーペット上に撒いた模擬おう吐物の回収率を表4-1に、吐物ふき取り後にカーペットに撒いた600ppmの二酸化塩素濃度の経時変化を図4-3に示した。カーペット上に散布した模擬おう吐物の回収率は裏ゴム張り及び長毛で90%以上であったが、ループ状では吐物の水分の一部がカーペットにしみ込んだためやや回収率が悪かった。模擬おう吐物回収後にカーペット上に撒いた二酸化塩素濃度は裏

ゴム張り及び長毛のカーペットで1分後で約20%が残っていた。ループ状のものはただちにカーペット内に浸み込み、1分後で所定量以下の量しかサンプリングできなかったが、わずかに二酸化塩素が残っていることを確認した。裏ゴム張りのものは2分目以降わずかに濃度が減少したが、10分後でも約100ppmの二酸化塩素が残っていた。長毛のものは5分後で1分後の半分量まで減少、10分後では約10ppmまで減少した。

表 4-1 カーペット上の模擬おう吐物回収率及びカーペット変色の有無

	吐物回収率 (%)	カーペットの変色
ゴム裏張り	98	有 (茶～ピンク)
長毛	92	有 (茶～ピンク)
ループ状	68	有 (茶～ピンク)

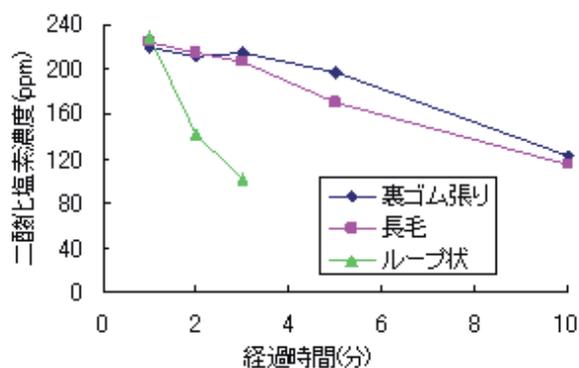


図 4-3 おう吐物ふき取り後にカーペットに撒いた 600ppm の二酸化塩素濃度の経時変化

4.3 考 察

カーペット上の模擬おう吐物の二酸化塩素による消毒について下記 1)～3)の実験を行った。

実験は、これまでに報告した次亜塩素酸ナトリウムの消毒効果の実験で用いたものと同じフタル酸で pH 4 に調製した模擬おう吐物及び裏ゴム張り、長毛、ループ状の 3 つのカーペットを使用した。

実験に先立って実施したウイルス液を用いた FCV 不活化効果の検討において 2ppm の二酸化塩素で 15 秒以内にウイルスがほぼ完全に不活化したことから、模擬おう吐物及びカーペットと二酸化塩素を接触して一定時間経過後の二酸化塩素の濃度を測定し、二酸化塩素が次亜塩素酸ナトリウムに代えてノロウイルスの消毒に使用できるかどうかを検証した。

実験 1) 模擬おう吐物の二酸化塩素消費量では、模擬おう吐物と接触した二酸化塩素 (初期値 600ppm) は時間の経過とともに減少するが、10 分後においても約 15ppm の濃度が検出された。実際のおう吐物では種々の食品成分によって二酸化塩素と複雑な反応により更に急速に二酸化塩素濃度が減少する可能性があるが、ウイルスの不活化は可能と考えられた。

次に実験 2) ではカーペットそのものが消費する二酸化塩素量について検討した。裏ゴム張り及び長毛のカーペットでは同じ傾向を示し、二酸化塩素の消費は少なく、カーペット上への散布に使用することが可能と考えられた。

一方 3) の実験で模擬おう吐物がカーペット上にわずかに残るものの、600ppm の二酸化塩素を用いた場合には、裏ゴム張り及び長毛のものでは 10 分後においても二酸化塩素が残留し、ウイルスの不活化は可能と考えられた。しかし、二酸化塩素液が浸み込むタイプのカーペットでは、二酸化塩素濃度が測定できなかったため、消毒効果は不明である。また、実際のおう吐物は二酸化塩素消費量がより多いことが考えられるので、おう吐物の入手が可能であるならば追試を行ってより詳細な検討を行いたい。

なお、600ppm の二酸化塩素を用いてカーペット上の吐物の消毒をした場合、次亜塩素酸ナトリウム 1000ppm で消毒した場合と同様にカーペットが変色し (カーペットに残存する吐物が塩素により茶色～ピンクに変色)、流水で洗ってもカーペットの変色は回復しなかった (図 4-4)。

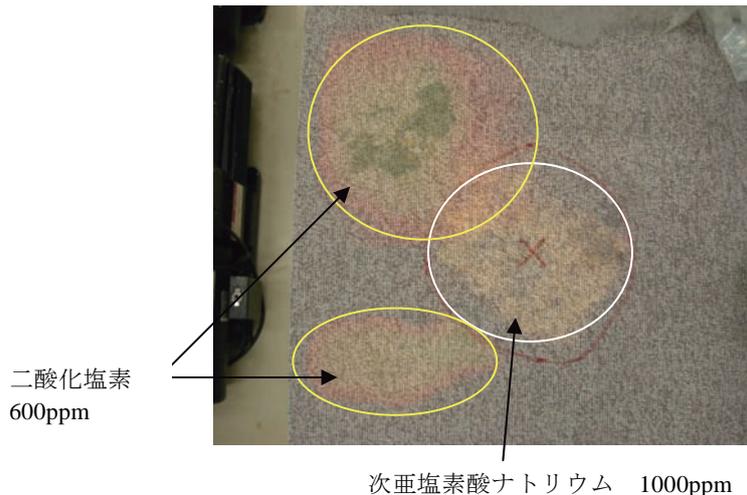


図 4-4 次亜塩素酸ナトリウム及び二酸化塩素による吐物処理後のカーペット

5. オゾンによるおう吐物処理に関する検討

オゾンによる有効な消毒効果を得るためにはおう吐物処理時に消毒液の濃度を一定時間維持する必要がある。そこで、おう吐物処理時のオゾン濃度について、いくつかの条件を設定して検討を行った。

5.1 実験方法

5.1.1 カーペットのオゾン消費量

オゾンによるおう吐物の消毒にあたり、カーペットの上におう吐した場合はカーペットによるオゾン濃度の消費分を考慮する必要がある。そこで、裏ゴム張りのカーペットに 23ppm のオゾン溶液 50ml をかけ、1分、2分、3分、10分後のカーペット上のオゾン濃度を測定した。

なお、FCV の不活化実験に用いたオゾン水濃度は 30ppm であったが、本実験を行う際には濃度が 23ppm に低下していたであった。このため、23ppm を初期値として実験を行った。

5.1.2 おう吐物ふき取り後にカーペット上に残るおう吐物の量及びオゾン消費量

模擬おう吐物を用いてカーペット上のおう吐物をふき取った後、カーペット上に残るおう吐物の量及びその消毒時のオゾン濃度を検討した。

・模擬おう吐物の調製

東洋水産(株)製マルちゃんあったかごはんを電子レンジで加熱解凍し、その 25g に等量のパタル酸緩衝液(pH4)を加えてストマッカを用いて 1 分間粉碎し、更に 50mL のパタル酸緩衝液を加えて散布用模擬おう吐物とした。

・回収率及び二酸化塩素濃度の測定

裏ゴム張りのカーペットに調整した模擬おう吐物の全量を散布し、1分後にペーパータオルを用いて散布した模擬おう吐物をふき取り回収して、散布前の模擬おう吐物重量とその回収重量から回収率を求めた。回収後、カーペット上のふき取り面を中心にペーパータオルを置き、その上から 50mL の 23ppm オゾン溶液をペーパータオル全面が浸るようにつけ、1分後、2分後、3分後、5分後及び 10分後にカーペット上のオゾン溶液の一部を採取し、オゾン濃度をインジゴカルミンによる吸光度法で測定した。10分経過後カーペット上のペーパータオルを除去しオゾンによるカーペット変色の有無を確認した。

5.2 結果

5.2.1 カーペットのオゾン消費量

測定結果を図 5-1 に示した。裏ゴム張りのカーペットに撒いた場合、測定開始から 1 分後でオゾン濃度は 20ppm 程度に減少するが、その後の消費は少なく 10 分後でも 17ppm 以上のオゾンが残っていた。

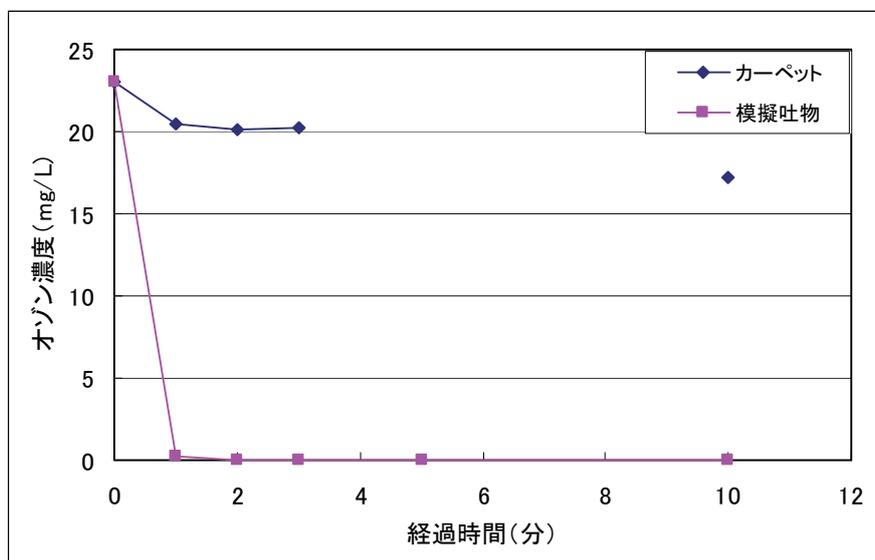


図 5-1 ゴム裏張りカーペットに撒いたオゾン水とおう吐物拭き取り後に撒いたオゾン水の経時変化

5.2.2 おう吐物ふき取り後にカーペット上に残るおう吐物の量及びオゾン消費量

カーペット上に撒いた模擬おう吐物の回収率は 90%であった。吐物ふき取り後にカーペットに撒いた 23ppm のオゾン濃度の経時変化を図 5-1 に示した。模擬おう吐物回収後にカーペット上に撒いたオゾン濃度は 1 分後にほとんど全て消失した。オゾン水によるカーペットの変色は見られなかった。

5.3 考察

オゾン水をカーペットに撒いた場合は、二酸化塩素とは異なり、ほとんどオゾン濃度は低下せず、カーペットの変色も見られなかった。しかし、おう吐物拭き取り後に撒いた場合は急速にオゾンが消失し、1 分後にほとんど検出されなくなった。オゾンは、FCV 不活化実験で 4mg/L 濃度を FCV 液と等量混合した直後（15 秒以内）に 1.23mg/L まで低下が見られたことから、有機物との反応性が高く、おう吐物と瞬時に反応して消費されたものと考えられた。市販のオゾン水は濃度が 30ppm と低いことから、おう吐物の処理には不適切であると考えたが、その通りの結果となった。

6. 市販の二酸化塩素剤の保存条件の検討

6.1 方法

市販の二酸化塩素剤を開封後、以下の条件で保存し、二酸化塩素濃度を DPD 法により定期的に測定した。

- ①25℃遮光
- ②室温（約 26℃の室内、遮光なし）

6.2 結果

二酸化塩素剤の開封時の濃度は①610mg/L、②620mg/L であった。遮光保存、室温保存とも 7 日目まではほとんど濃度の変化なく、14 日目で約 7%の減少が見られた。結果を図 6 に示した。

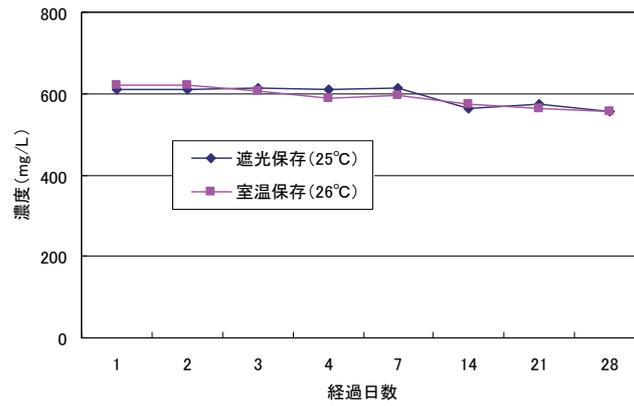


図6 開封した二酸化塩素剤の経日変化

6.3 考察

二酸化塩素剤は、開封後、室内温度で保存しても1ヶ月はノロウイルスの消毒が可能な二酸化塩素濃度を保つことがわかった。

7 ノロウイルスの検査法

7-1 ノロウイルス検査用キットの比較・評価

ノロウイルス（NV）感染症に対する予防や、感染の拡大防止対策を迅速に行うことを目的に、NV 検査用キットについて検討した。リアルタイム PCR 法を基準とし、国内で市販されている NV 検査用キット 7 種類について、NV 検出率や検査に要する時間等の比較を行った。NV 検査用キット 7 種類の内訳は、核酸増幅法を利用したキット 4 種（A～D 法）と抗原検出法によるキット 3 種（E～G 法）であり、いずれも平成 20 年 4 月の時点で国内で市販されていたものである。また、国内では平成 20 年 6 月 18 日付厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知（食安発第 0618005 号）により「大量調理施設衛生管理マニュアル」が改正され、調理施設における衛生管理の徹底が図られている。改正されたマニュアルには、調理従事者等の 10 月から 3 月の検便には NV 検査も加えることや、NV を原因とする感染性疾患と診断された場合には高感度な検査法により NV を保有していないことが確認されるまで、食品に直接接触する調理作業を控えることが望ましいことなどが記載されており、NV 検査に対する需要はこれまで以上に高まっていると考えられる。本報告では、このマニュアルに記載された点等も考慮し、状況や目的に応じた NV 検査法について提案を行った。

◇ 核酸増幅法：NV 遺伝子（核酸）の一部を人為的に増幅し、大量に増えた核酸を発光や濁度の変化等により検出する方法。

◇ 抗原検出法：NV（抗原）とその抗原に対する抗体が結合する原理（抗原抗体反応）を利用した検査法。

1. 検討方法

東京都健康安全研究センターに搬入された食中毒患者、非発症者および調理従事者のふん便を用いて、リアルタイム PCR 法と 7 種類の NV 検査用キットで検査を行い、得られた検査結果等について比較した。リアルタイム PCR 法による NV の検出および定量は、平成 15 年 11 月 5 日付厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知（食安監発第 1105001 号）に準拠して行い、各 NV 検査用キットによる検査は添付の取り扱い説明書に従った。

2. 核酸増幅法を利用したノロウイルス検査用キットの検討

2-1) 供試材料

核酸増幅法を利用した A～D 法の検討には、平成 18 年 4 月から平成 19 年 6 月の間に発生した食中毒関連の検査において、NV 陽性と判定されたふん便の内、20 事例より抽出したふん便検体 84 件と NV 陰性となった検体 22 件の合計 106 件を検討用ふん便として用いた。それぞれの検体は、採取する部位によって各キットに供試するふん便中に含まれるウイルス量等に差が生じることの無いよう、滅菌蒸留水を用いて 20～50%濃度の乳剤を作成し、これを各キットに供試した。また、キット中に核酸抽出用試薬が含まれていない A、C、D 法では、リアルタイム PCR 検査用に核酸抽出した RNA 抽出

液を検査用試料として用いた。

2-2) 検査結果

核酸増幅法を利用した4種類のキットおよびリアルタイムPCR法による検査結果を表1および図1に示した。リアルタイムPCR法で陽性と判定された検体84件のうち、核酸増幅法を利用した検査キットの検出率は72.6%~86.9%であった。検体中に含まれるNV量が少ない場合は検出され難い傾向が見られたが、一部のキットではふん便1g中のNV量が 10^9 個(コピー)以上であっても検出されない検体が見られた。これは、NV量以外に、NVの遺伝子型がキットによる検出に影響しているものと考えられた。なお、陰性検体22件はいずれのキットでも(-)と判定された。

表1. 核酸増幅法を用いたキットのノロウイルス検出率およびリアルタイムPCR法との一致率

	A法		B法		C法		D法		リアルタイムPCR法	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
陽性検体	61	23	73	11	69	15	73	11	84	0
陰性検体	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22
検出率*	72.6%		86.9%		82.1%		86.9%		100.0%	
一致率**	78.3%		89.6%		85.8%		89.6%		100.0%	

* 検出率 (%) = {陽性検体が (+) と判定された件数} / {陽性検体数} × 100

** 一致率 (%) = {陽性検体が (+)、陰性検体が (-) と判定された件数 / 検体数} × 100

注 : キットに供試したふん便材料は希釈しているため、検査キット本来の性能を示すものではない。

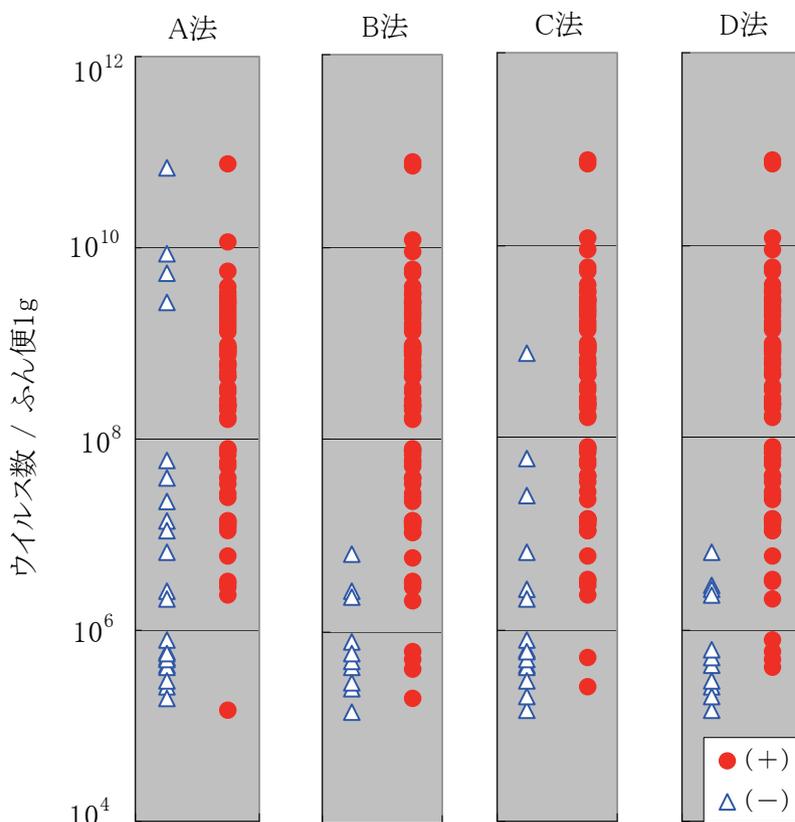


図1. 陽性検体84件のノロウイルス量と核酸増幅法を用いたキットの検査結果

2-3) 核酸増幅法を利用したキットで (+) となるために必要な NV 量の検討

核酸増幅法を利用した4種類のキットによる検査で、いずれのキットでも (+) となった検体の中から選出した10検体をそれぞれ2倍階段希釈し、A~Dの各キットで (+) となる検出限界を求めた。検出限界となった希釈検体中の NV 量をリアルタイム PCR 法によって定量し、キットごとにその平均値を求め、それぞれのキットで (+) となるために必要な NV 量とした。その結果、Aキットの必要 NV 量は、ふん便 1g 当たり 2.2×10^6 個であり、Bキットでは 3.4×10^6 個、Cキットでは 7.4×10^5 個、Dキットでは 6.8×10^5 個であった。なお、今回の検討ではリアルタイム PCR 法の必要 NV 量をふん便 1g 当たり 2×10^5 個とし、それ以上の定量値を示した検体をリアルタイム PCR (+) とした。

3. 抗原検出法を利用したノロウイルス検査用キットの検討

3-1) 供試材料

事前の検査で、抗原検出法を利用したキットは、核酸増幅法を用いた検査法に比べ検出限界値が高いことが判明していたため、抗原検出法を利用した E、F、G 法の検討では核酸増幅法を利用したキットの検討で用いた陽性検体とは別に、ふん便 1g 中に含まれる NV 量が 10^6 個以上とされた陽性検体 85 件を用いた。また、陰性検体として NV 陰性となった検体 100 件を用いた。各検査法に用いるふん便材料を均一なものとするため、滅菌蒸留水を用いて 50% 濃度に希釈したふん便乳剤を作成して供試材料とした。

3-2) 検査結果

抗原検出法を利用した3種類のキットおよびリアルタイム PCR 法による検査結果を表2および図2に示した。陽性検体 85 件における検出率は 30.6%~42.4% であり、ふん便 1g 中に含まれる NV 量が 10^8 個未満の検体ではすべて (-) となった。また、3キットとも、ふん便 1g 中の NV 量が 10^8 個以上であっても検出されない場合が多く見られた。陰性検体 100 件を用いた結果では 2~4 検体で (+) と判定された。

表 2. 抗原検出法によるキットのノロウイルス検出率、特異性およびリアルタイム PCR 法との一致率

	E 法		F 法		G 法		リアルタイムPCR法	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
陽性検体	26	59	31	54	36	49	85	0
陰性検体	3	97	4	96	2	98	0	100
検出率*	30.6%		36.5%		42.4%		100.0%	
特異性**	97.0%		96.0%		98.0%		100.0%	
一致率***	66.5%		68.6%		72.4%		100.0%	

* 検出率 (%) = {陽性検体が (+) と判定された件数} / {陽性検体数} × 100

** 特異性 (%) = {陰性検体が (-) と判定された件数} / {陰性検体数} × 100

*** 一致率 (%) = {陽性検体が (+)、陰性検体が (-) と判定された件数 / 検体数} × 100

注 : キットに供試したふん便材料は希釈しているため、検査キット本来の性能を示すものではない。

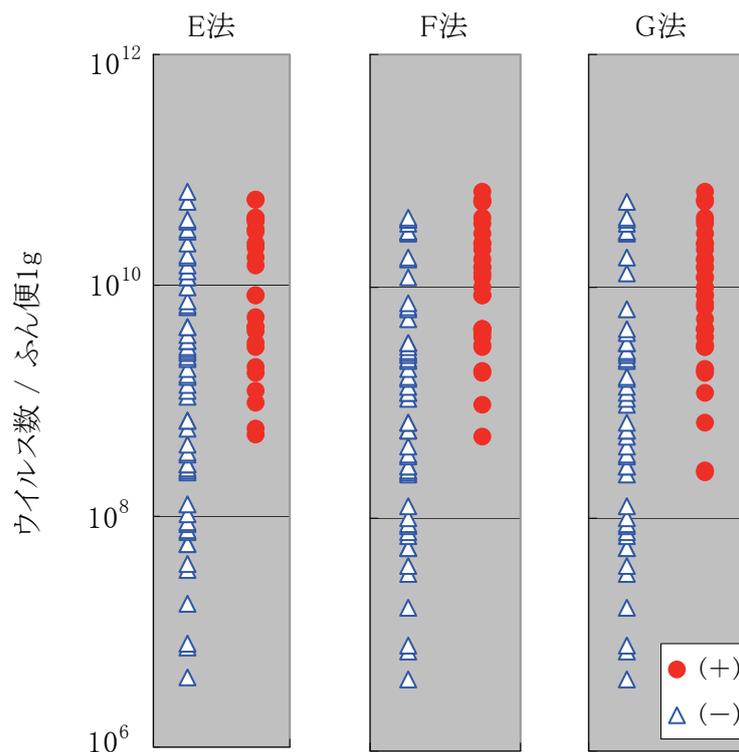


図 2. 陽性検体 85 件のノロウイルス量と抗原検出法を用いたキットの検査結果

4. 検査所要時間の比較

各 NV 検査法において、供試材料 10 件の検査を一度に行った場合に要したおおよその時間を表 3 に示した。キットによる NV 遺伝子の検出前に核酸抽出処理が必要な A、C、D 法では、リアルタイム PCR 法で用いる核酸抽出キットを使用することとし、これによる核酸抽出操作に要した時間も検査所要時間に加えた。

表 3. ノロウイルス検査用キットの検査所要時間

検査方法	原理	核酸抽出キット	所要時間*
リアルタイムPCR法	核酸増幅反応	要	6時間
A 法	核酸増幅反応	要	3.5時間
B 法	核酸増幅反応	不要	5.5時間
C 法	核酸増幅反応	要	4時間
D 法	核酸増幅反応	要	3時間
E 法	抗原抗体反応	不要	3時間
F 法	抗原抗体反応	不要	1時間
G 法	抗原抗体反応	不要	1時間

* ふん便 10 件の検査を一時に行うと仮定した場合に要するおおよその時間。ただし核酸抽出が必要な検査法では、その時間も含む。

5. ノロウイルス検査用キットの利用方法についての提案

核酸増幅法を利用したノロウイルス検査用キットは、リアルタイム PCR 法に比べ短時間で結果が得られるが、リアルタイム PCR 法によるノロウイルス検出率を 100% とした場合に 72.6%~86.9%の検出率であった。抗原検出法を利用したノロウイルス検査用キットの検査所要時間は核酸増幅法より更に短縮するが、ノロウイルス検出率も低下した。また、核酸増幅法の C 法および抗原検出法の F 法と G 法の 3 種類のノロウイルス検査用キットは、専用機器や PCR 反应用温度制御装置等を用いずに検査が可能であった。以上のことを考慮し、状況や目的に応じたノロウイルスの検査方法として、以下のように提案する。

- ・ リアルタイム PCR 法
 - ・ 感染源・感染経路の詳細な調査。
 - ・ 調理従事者等がノロウイルスを保有していないことの確認。

- ・ 核酸増幅法を利用したノロウイルス検査用キット
 - ・ 調理従事者等の日常健康管理。
 - ・ 推定感染源の調査。

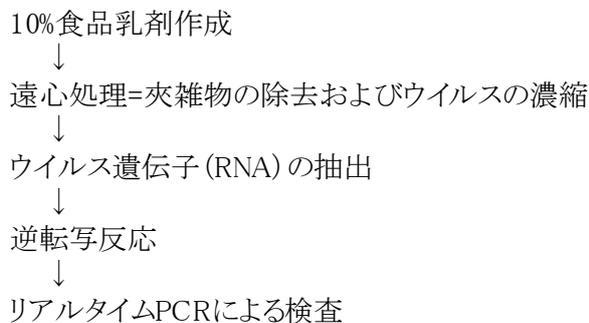
- ・ 抗原検出法を利用したノロウイルス検査用キット
 - ・ 胃腸炎患者集団発生当初の迅速検査（ノロウイルス感染の可能性を迅速に把握）。

7-2 食品からのノロウイルス検出法の改良・開発

食品におけるノロウイルス（NV）検査は、平成 15 年 11 月 5 日付厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知（食安監発第 1105001 号）による検査法（通知法）により実施されているが、食品から NV が検出される事例は非常に少ない。食品からの NV 検出を困難にしている原因には、食品成分由来の夾雑物が検査に影響することや、食品中に含まれる微量な NV を効率よく回収することが難しいこと等が考えられる。我々は、より効果的な検査妨害物質の除去方法として、細菌の生物活性を利用した前処理法（開発法）を考案し検討を行った。この方法は、通知法の途中に、細菌を添加して培養する行程を追加したものであり、検査用食品乳剤に添加した細菌が、食品成分を栄養源として分裂増殖を繰り返すことを利用し、検査を妨害すると考えられる食品成分由来夾雑物を減少させることで NV 検出率の向上を図るものである（図 1）。

実験 1 では、腸内細菌科の一種である *Klebsiella oxytoca* を前処理用細菌として用い、カキ等の食品乳剤に添加した NV の回収実験を行い、通知法による回収率との比較を行った。実験 2 では、*K. oxytoca* を含めた 10 種の標準菌株を用いてカキ乳剤に添加した NV 回収実験を行い、より効果的な細菌を検索した。実験 3 では、同法における細菌添加後の培養時間について検討を行った。また、実際の食品検査における開発法の効果を検証するため、食中毒事件関連食品の検査においても同法による NV の検出を試みたほか、平成 20 年度、21 年度の先行調査「市場に流通する二枚貝のノロウイルス汚染実態調査」における NV 検査を通知法および開発法により行った。さらに杉並区衛生試験所、江戸川保健所において NV 添加回収実験を実施し、当センター以外の施設による同法の効果の検証を行った。

◇厚生労働省通知による検査法（通知法）



◇今回検討した検査法（開発法）

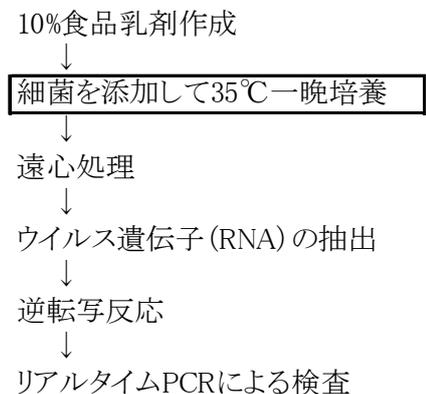


図 1 開発法によるノロウイルス検査行程

実験 1: *Klebsiella oxytoca* を前処理用細菌として用いたノロウイルス添加回収実験

1-1) 供試用食品乳剤

東京都内で市販または調理されたまぐろの刺身や蒸し鶏などの食品 15 検体、生食用マガキ 18 検体を用いた。カキは 2~4 個体より取り出した中腸腺を 1 検体とし、PBS(-)を加えて 10%乳剤を作成した。他の食品は 4~5g を秤量後 10 倍量の PBS(-)を加え、フィルター付き細菌検査用ポリ袋中で 1

分間ストマッカー処理を行った。

1-2) 添加用ウイルス液の作成

過去の食中毒事例において、NV 遺伝子型 G I /8 (以下、G I /8)、 NV 遺伝子型 G II /13 (以下、G II /13) が検出され、凍結保存してあった患者ふん便 2 検体を用いた。ふん便由来の夾雑物が実験に及ぼす影響を排除するため、これら 2 検体の 10% 乳剤を 10,000rpm、20 分間遠心した後、上清を 27,000rpm、3 時間超遠心した。得られた沈渣を 1mL の PBS(-) で再浮遊し、PBS(-) を用いて更に 1,000 倍に希釈した。希釈液 20mL を直径 33mm、孔径 0.22 μ m のフィルターでろ過し、希釈液中に残存する細菌等を取り除いて添加用ウイルス液とした。この添加用ウイルス液それぞれ 70 μ L を各食品乳剤 8mL に添加したものを供試材料、PBS(-) 8mL に添加したものを対照材料とした。

1-3) 通知法による前処理

供試材料および対照材料を 4°C、10,000rpm、20 分間遠心後、上清を 30% しょ糖溶液 1 mL に重層し、40,000rpm、2 時間超遠心した。

1-4) 細菌添加による前処理

過去に食品から分離同定された *K. oxytoca* を 35°C、20 時間培養した普通斜面培地から、PBS(-) を用いて 10⁹/mL の菌液を作成した。この菌液 10 μ L を供試材料および対照材料に添加後 35°C で一晚 (16 時間) 培養し、以降は通知法と同様に処理した (以下、開発法)。

1-5) NV の検出および定量

前処理後に得られた沈渣を滅菌蒸留水 140 μ L で再浮遊し、全量を RNA 抽出に用いた。RNA 抽出以後の操作およびリアルタイム PCR 法による NV の検出、定量は、通知法に準拠して行った。

1-6) 結果および考察

通知法または開発法を用いてカキを処理した場合の増幅曲線例を図 2 に示した。カキ 18 検体中通知法では G I /8 で 4 検体、G II /13 で 1 検体が NV 不検出となった。NV 不検出の検体を除いてリアルタイム PCR 法の threshold cycle (Ct 値) を比較したところ、開発法は通知法に比べ、G I /8 で 2.9~10.5 (平均 6.8) サイクル、G II /13 で 2.6~8.8 (平均 6.4) サイクル短縮した。t 検定を行った結果、両法には $p < 0.001$ (両側) で有意差が認められた。他の食品 15 検体においても G I /8 で 0.5~6.7 (平均 3.4) サイクル、G II /13 で 0~4.4 (平均 1.9) サイクル Ct 値は短縮 ($p = 0.002$) したが、対照材料では有意差は見られなかった ($p = 0.796$)。また、G I /8 および G II /13 ウイルス液それぞれ 70 μ L を用いて核酸抽出を行い同液中に含まれる NV の定量値を求めたところ、供試材料中に添加した NV 量は、G I /8 は 201,071 copies/test、G II /13 は 504,045 copies/test となった。この NV 量を 100% としてそれぞれの検体および手法ごとに NV の回収率 (x) を $x = (\text{供試材料中の NV 定量値} / \text{ウイルス液中の NV 定量値}) \times 100$ により求めた。通知法の回収率の平均は、カキでは G I /8 で 0.3%、G II /13 で 0.5%、他の食品では G I /8 で 1.9%、G II /13 で 7.9% であった。これに対し開発法の回収率の平均は、カキでは G I /8 で 8.6%、G II /13 で 11.6%、他の食品では G I /8 で 13.9%、G II /13 で 19.6% であった (図 3)。なお、添加した *K. oxytoca* 菌液から核酸抽出しリアルタイム PCR 法で検査した結果、*K. oxytoca* の DNA 等によると思われる偽陽性反応は見られなかった。

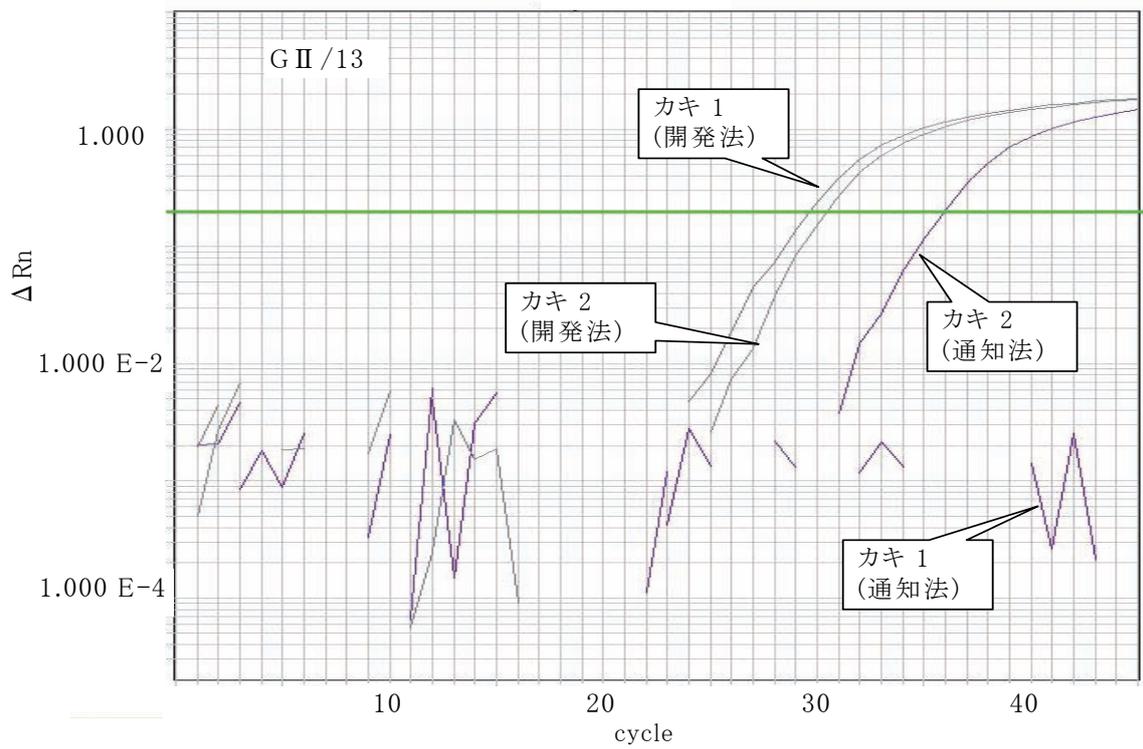


図 2. 通知法または開発法を用いて処理したカキ検体のリアルタイム PCR 法による増幅曲線例

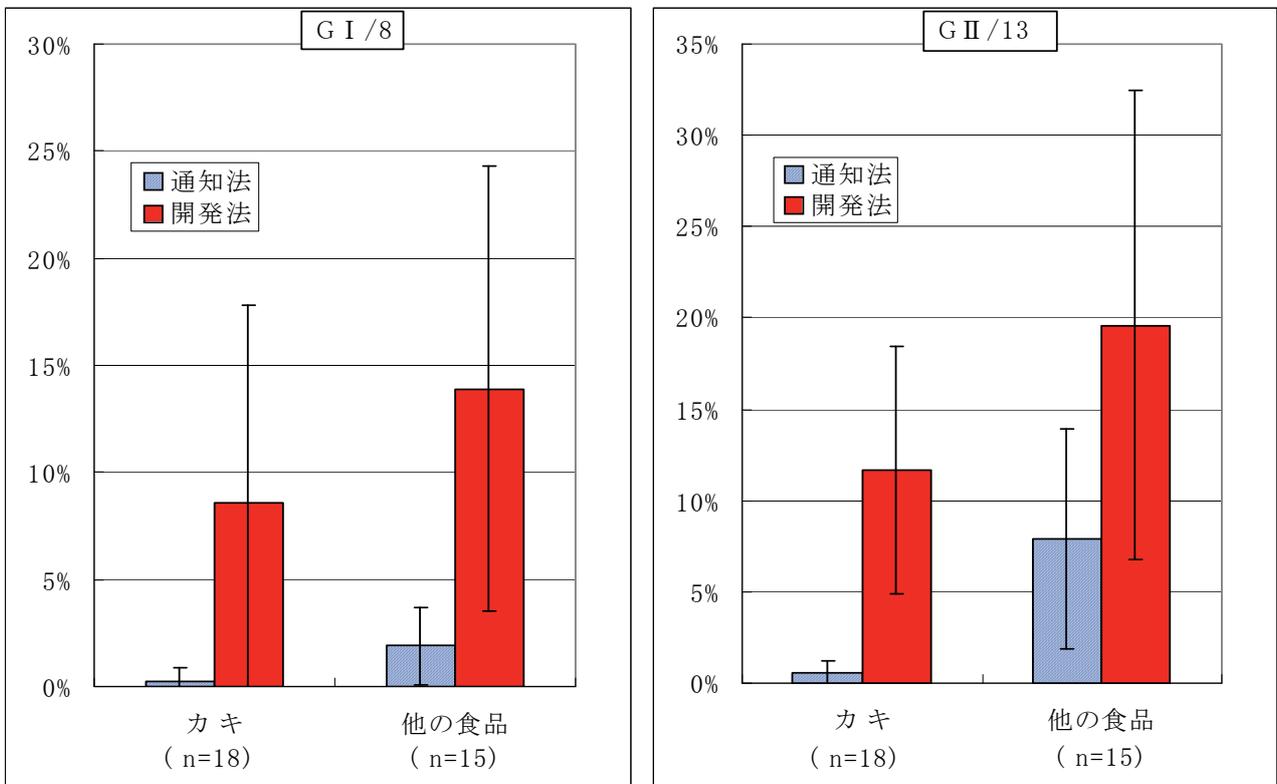


図 3. 通知法と開発法によるノロウイルス回収率の比較

実験 2: 10 種の標準菌株を用いた前処理によるノロウイルス添加回収実験

2-1) 供試用食品乳剤

市販の冷凍ガキ 1 検体、産地の異なる殻付き生ガキ 2 検体の合計 3 検体を供試した。1 検体につき 8 ~10 個体より取り出した中腸腺を、PBS(-)を用いて 10%乳剤にした。各乳剤をそれぞれ 11 本の遠心管に 8mL ずつ分注し供試用カキ乳剤とした。

2-2) 添加用ウイルス液の作成

実験 2 では NV 遺伝子型 GI/8 (以下、GI/8)、NV 遺伝子型 GII/4 (以下、GII/4) が検出された患者ふん便 2 検体を用いた。実験 1 と同様に遠心後、PBS(-)を用いて 1,000 倍に希釈し、直径 33mm、孔径 0.22 μm のフィルターでろ過して添加用ウイルス液を作成した。

2-3) 供試菌株および供試菌液の作成

数種の細菌を用いた予備実験において、腐敗食品から分離した *K. oxytoca* が最も高い NV 回収率を示したことから、本実験では *K. oxytoca* を含む食品腐敗細菌を主に供試した。また再現性、普遍性を考慮して標準菌株を用いて菌液を調製した。菌株は *Bacillus pumilus* NBRC 12092、*Enterobacter aerogenes* NBRC 13534、*Sphingomonas macrogoltabidus* NBRC 15033、*Klebsiella oxytoca* NBRC 102593、*Proteus vulgaris* NBRC 3045、*Micrococcus luteus* NBRC 3333、*Pseudomonas aeruginosa* NBRC 12689、*Bacillus subtilis* subsp.*subtilis* NBRC 13719、*Escherichia coli* NBRC 102203、*Serratia marcescens* NBRC 102204 の 10 株を用いた。菌株の選出にあたり食品腐敗能を有することに加えて、ヒトに対する病原性が無いか低いこと、好気性または通性嫌気性であり比較的培養が容易であること等を考慮した。各菌株を 35°C、20 時間トリプチケースソイブイオンを用いて 2 代継代培養後、菌数が $10^5/\text{mL}$ となるよう PBS(-)を用いて 10,000 倍に希釈し、それぞれ 10mL の供試菌液を作成した。

2-4) 細菌添加による前処理

10 種の供試菌液 100 μL を、あらかじめ調製しておいた供試用カキ乳剤 10 本にそれぞれ添加し 35°C で 16 時間培養した。培養後の供試材料は 4°C、10,000rpm、20 分間遠心後、上清を 30%しょ糖溶液 1 mL に重層して 4°C、40,000rpm、2 時間超遠心した。また、菌液を添加せず通知法に従って前処理を行った試料を対照とした。

2-5) NV の検出および定量

前処理後に得られた沈渣を滅菌蒸留水 140 μL で再浮遊し、全量を RNA 抽出に用いた。RNA 抽出以後の操作およびリアルタイム PCR 法による NV の検出および定量は、通知法に準拠した。

2-6) 結果および考察

いずれの菌株を用いた場合も通知法による NV 回収率を GI/8、GII/4 とも上回った。また、用いた菌株のうち *K. oxytoca* よりも高い NV 回収率を示した株は、GI/8 では *E. aerogenes*、*P.vulgaris*、*E.coli*、*S. marcescens* の 4 株であり、GII/4 では *E. aerogenes*、*P.vulgaris*、*E.coli* の 3 株であったが、Ct 値で比較すると *K. oxytoca* との差はいずれも 1 サイクル以内であった (表 1)。GI/8、GII/4 とともに最も高い回収率を示したのは *P.vulgaris* であり、カキの成分であるグリコーゲンや蛋白質、アミノ酸等の分

解、消化には、*P.vulgaris* の生物活性が最も適していたと推察された。なお、それぞれの菌液から核酸抽出して検査を行った結果、添加した細菌の核酸等による偽陽性反応は見られなかった。

(東京都健康安全研究センター研究年報, 59, 59-63)

表 1. 10 種の菌株を用いた開発法によるノロウイルス添加回収実験結果

G I / 8

菌株	Ct値		Ct値(平均)		コピー数	回収率(%)
<i>Bacillus pumilus</i> NBRC 12092	36.9	33.9	34.4	35.1	526	2.5
<i>Enterobacter aerogenes</i> NBRC 13534	30.0	29.4	28.9	29.4	13,333	63.5
<i>Sphingomonas macrogoltabidus</i> NBRC 15033	30.1	34.6	32.0	32.2	2,723	13.0
<i>Klebsiella oxytoca</i> NBRC 102593	30.0	31.7	29.0	30.2	8,469	40.3
<i>Proteus vulgaris</i> NBRC 3045	29.8	29.2	29.2	29.4	13,333	63.5
<i>Micrococcus luteus</i> NBRC 3333	29.4	35.3	30.5	31.7	3,616	17.2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> NBRC 12689	29.7	32.4	30.0	30.7	6,378	30.4
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> NBRC 13719	30.9	31.2	30.8	31.0	5,379	25.6
<i>Escherichia coli</i> NBRC 102203	30.0	29.4	29.6	29.6	11,903	56.7
<i>Serratia marcescens</i> NBRC 102204	29.5	29.6	30.3	29.8	10,626	50.6
通知法	37.9	45.0	40.3	41.1	45	0.2
PBS	30.2	29.6	29.1	29.6	11,903	56.7
ウイルス液				28.6	20,990	100.0

G II / 4

菌株	Ct値		Ct値(平均)		コピー数	回収率(%)
<i>Bacillus pumilus</i> NBRC 12092	37.6	34.8	38.4	36.9	438	1.4
<i>Enterobacter aerogenes</i> NBRC 13534	31.3	31.4	32.3	31.7	7,520	24.1
<i>Sphingomonas macrogoltabidus</i> NBRC 15033	31.0	36.1	34.6	33.9	2,259	7.3
<i>Klebsiella oxytoca</i> NBRC 102593	31.8	32.8	32.2	32.3	5,418	17.4
<i>Proteus vulgaris</i> NBRC 3045	31.6	31.1	32.1	31.6	7,943	25.5
<i>Micrococcus luteus</i> NBRC 3333	30.9	36.0	32.8	33.2	3,313	10.6
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> NBRC 12689	31.0	33.9	32.3	32.4	5,129	16.5
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>subtilis</i> NBRC 13719	32.5	32.6	32.9	32.7	4,354	14.0
<i>Escherichia coli</i> NBRC 102203	31.6	31.8	32.7	32.0	6,383	20.5
<i>Serratia marcescens</i> NBRC 102204	31.9	32.0	33.2	32.4	5,129	16.5
通知法	39.2	45.0	41.6	41.9	53	0.2
PBS	30.1	30.1	30.2	30.1	18,032	57.9
ウイルス液				29.1	31,148	100.0

実験 3: 開発法における細菌添加量と添加後の培養時間に関する検討

3-1) 材料と方法

これまで、開発法における細菌添加後の培養時間（一晚）を 48 時間まで延長した場合や、添加する菌量を変えて一晚培養しても NV 回収率にほとんど変化が見られないことが予備実験で分かっていたので、検査の迅速化の試みとして、培養時間を短縮した場合の NV 回収率について、添加する細菌濃度を変化させて比較した。実験用材料として NV 遺伝子型 GI/4 および遺伝子型 GII/4 を添加したカキ乳剤を用いた。使用する菌 (*K. oxytoca* NBRC 102593) 液の濃度は、 10^9 /mL、 10^7 /mL、 10^5 /mL、 10^3 /mL

の4とおりをを用い、それぞれの菌液 100 μ L をカキ乳剤 8mL に添加した後、35°C で 2 時間、4 時間、6 時間、および一晩（16 時間）の培養を行った。各濃度の菌液で一晩培養後に得られた NV 回収量の平均値を 100% とし、各培養時間の NV 回収率を菌液の濃度ごとに比較した。

3-2) 結果および考察

培養時間を長くするに従い回収率は向上し、 10^9 /mL の菌液を添加した場合には 4 時間以上の培養でほぼ 100% の回収率が得られた（表 2）。この結果から、緊急検査の場合など、開発法の検査時間の短縮が必要な場合には、 10^9 /mL の菌液を添加すれば培養時間を 4 時間に短縮し、迅速に結果を得ることが可能であることが示された。

表2. 添加する菌液濃度と培養時間によるノロウイルス遺伝子回収率の変化

ノロウイルス遺伝子		GI/4				GII/4			
菌液濃度		10^9 /mL	10^7 /mL	10^5 /mL	10^3 /mL	10^9 /mL	10^7 /mL	10^5 /mL	10^3 /mL
培養時間	2時間	9.1%	8.7%	10.0%	8.4%	9.8%	11.7%	10.3%	10.6%
	4時間	105.1%	13.6%	20.5%	17.0%	108.8%	20.7%	26.5%	22.2%
	6時間	96.8%	30.0%	26.6%	33.9%	96.3%	42.5%	34.4%	47.4%
	18時間	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

実験 4: 食中毒事件に関連した食品の開発法によるノロウイルス検査結果

<平成 20 年度>

4-1) 材料と方法

平成 21 年 1 月～3 月に食中毒事件関連食品として搬入された検体のうち、患者から NV が検出された 15 事例の食品 42 検体について開発法による再検査を行った。食品検体の内訳は生食用カキ 15 件（7 事例）、その他の食品 27 件（9 事例）であった。NV 陽性の判定基準は、厚生労働省通知のとおり実測値 10 コピー以上であることとし、陽性と判定された検体については、2nd リアルタイム PCR¹⁾ でも陽性となることを確認した。なお、これらの検体は、食中毒事件発生当時の検査ではすべて NV 陰性と判定されていたものである。

1) 篠原美千代：リアルタイム PCR 法で得られた低い値の信頼性について、厚生労働科学研究費補助金 食品・化学物質安全総合研究事業 食品中の微生物汚染状況の把握と安全性の評価に関する研究 平成 14 年度総括・分担研究報告書, 56-59

4-2) 結果

15 事例の食品 42 検体の開発法による再検査の結果、生食用カキ 4 検体（4 事例）から NV が検出された（表 3、表 4）。なお、それらのカキから検出された NV の遺伝子型については、遺伝子量が少なかつたため検査不能であった。NV が検出された食品（事例 C、番号 7；事例 K、番号 26；事例 M、番号 28；事例 O、番号 42）はいずれも参考品又は同一ロット品として搬入された生食用カキであり、これ以外の食品からは検出されなかった。

表3. 開発法による食中毒事件関連食品の再検査結果（平成20年度）

	事例	検体名	ノロウイルス遺伝子					
			G I			G II		
			Ct値	2nd- Realtime PCR	コピー数	Ct値	2nd- Realtime PCR	コピー数
1	A	エビ	ud			ud		
2		ピータン	ud			ud		
3		くらげ	ud			ud		
4		チャーシュー	ud			ud		
5		蒸し鶏	ud			ud		
6	B	キュウリともやしのお浸し	ud			ud		
7	C	かき	41.6	11.9	13.2	ud		
8	D	鴨	ud			ud		
9		鯛の海老ムース詰め	ud			ud		
10		イチゴムース	ud			ud		
11	E	サラダ	ud			ud		
12		パチマクロ	ud			ud		
13	F	大根おろし	ud			ud		
14		ほうれん草胡麻和え	ud			ud		
15	G	生かき	ud			ud		
16	H	胡麻豆腐	ud			ud		
17		お刺身	ud			ud		
18		茶ぶり生子	ud			ud		
19		香の物	ud			ud		
20		白玉ぜんざい	ud			ud		
21	I	ステーキ	ud			ud		
22		ごぼう煮	ud			ud		
23		ごはん	ud			ud		
24		付け合わせ野菜	ud			ud		
25	J	殻付きかき	ud			43.8	ud	
26	K	かき	43.6	23.2	4.2	39.2	18.3	124.7
27	L	生食用かき2粒	ud			ud		
28	M	長崎(九十九島)産かき	ud			39.6	22.1	100.2
29		厚岸丸かき(北海道)	ud			ud		
30		ブルーポイント(アメリカ)	ud			ud		
31		広島(大黒神島)産かき	ud			43.9	ud	
32		オイスターベイ(アメリカ)	ud			ud		
33		厚岸かきエモン(北海道)	ud			ud		
34		厚岸丸かき(北海道)	ud			ud		
35		ブルーポイント(アメリカ)	ud			ud		
36		シュリンプカクテル	ud			ud		
37		蒸しムール貝	ud			ud		
38		クラブケーキ	ud			42.2	ud	
39		兵庫(赤穂)産かき	ud			ud		
40		N	からみもち	ud			ud	
41	きなこもち、あん		ud			ud		
42	O	殻付きかき	42.0	14.6	10.5	40.4	ud	

ud: 不検出

表4. 開発法による食中毒事件関連食品の陽性検体のまとめ（平成20年度）

No.	ノロウイルス遺伝子						当該事例の患者から検出された ノロウイルス遺伝子型
	G I			G II			
	Ct値	コピー数	判定	Ct値	コピー数	判定	
7	41.6	13.2	(+)	ud	—	(-)	GI/1, GII/NT
26	43.6	4.2	(-)	39.2	124.7	(+)	GI/NT
28	ud	—	(-)	39.6	100.2	(+)	GI/4
42	42	10.5	(+)	ud	—	(-)	GI/4

ud: 不検出, NT: 遺伝子型不詳

<平成 21 年度>

4-3) 材料と方法

平成 21 年 12 月～平成 22 年 2 月に食中毒事件関連食品として搬入された参考品や残品、69 事例 304 検体について通知法と開発法による同時検査を行った。平成 21 年度同様 NV 陽性の判定基準は、厚生労働省通知のとおり実測値 10 コピー以上とし、陽性と判定された検体については、2nd リアルタイム PCR でも陽性となることを確認した。

4-4) 結果および考察

通知法により NV が検出された検体は、カキフライ 1 検体のみであったのに対し、開発法では 11 事例に関連する 11 検体が NV 陽性となった。その内訳は生食用カキ 7 検体、生き白ハマグリ（ホンビノスガイ）1 検体、カキキムチ 1 検体、カキフライ 1 検体、シジミ醤油漬 1 検体であり、二枚貝以外の食品で NV 陽性となったものはなかった。陽性となった生食用カキのうちの 1 検体、生き白ハマグリ、カキキムチ、カキフライの 4 検体は G I、G II ともに陽性であった（表 5）。

カキのような二枚貝では NV は中腸腺に特異的に集積するため、汚染部位が明確で、かつ、NV 濃度も高いと考えられる。しかし、二枚貝以外の食品が原因となる場合、NV は調理人の手指等を介して食品に付着するものと考えられ、汚染部位の特定が困難であるとともに、NV 量も比較的少量である可能性が高い。今回供試した二枚貝以外の食品の場合でも、手指に触れた部分を特定して採取し検査に供するのは困難であることや、別の調理人によるものである可能性も否定できないこと等を考慮すると、NV の検出は非常に難しいといえる。しかし、二枚貝を喫食した後に発生した食中毒事件に関連する生食用カキ等から NV が検出されたことは、これまでの検査法では NV が検出されていなかったことを考慮すれば、食中毒原因を推定する上で有効な情報となり得るものであり、本開発法の有効性を示すものと考えられた。

また実測値が 10 コピー未満であるため結果としては NV 陰性としたが、2nd リアルタイム PCR で陽性となるものが通知法で 1 検体、開発法で 8 検体見られた。この点については、今後、そうした少量の NV が検出される事例の収集と NV の遺伝子型の確定を行い、またそれらの試料と食中毒原因との疫学的関連などのデータを蓄積し、NV 汚染の陽性判定基準の見直しとそれに伴う開発法による NV 検査方法の改良提案に向けた検討を進める必要がある。

表5. 食中毒事件関連食品の陽性検体のまとめ（平成21年度）

No.	検体名	ノロウイルス遺伝子					
		G I			G II		
		Ct値	コピー数	判定	Ct値	コピー数	判定
42	生カキ	42.0	10.5	(+)	ud	—	(—)
82	生カキ	40.3	27.5	(+)	ud	—	(—)
169	生カキ	41.2	16.5	(+)	ud	—	(—)
171	生き白ハマグリ	33.9	1,040	(+)	33.1	3,500	(+)
177	生カキ	ud	—	(—)	40.0	80.5	(+)
233	カキキムチ	37.8	114	(+)	41.7	31.8	(+)
235	生カキ	41.8	11.7	(+)	ud	—	(—)
249	カキフライ	42.0	10.5	(+)	39.3	118	(+)
251	シジミ醤油漬	ud	—	(—)	41.0	46.6	(+)
263	生カキ	ud	—	(—)	41.9	28.5	(+)
271	殻付生カキ	39.9	34.5	(+)	39.8	89.8	(+)

ud: 不検出

実験 5: 先行調査における二枚貝のノロウイルス検査結果

5-1) 材料と方法

平成 20 年度、21 年度の健康安全研究センター多摩支所広域監視課市場監視係先行調査「市場に流通する二枚貝のノロウイルス汚染実態調査」において、NV 検査を通知法および開発法により実施した。平成 20 年度は 111 検体、平成 21 年度は 112 検体を検査対象二枚貝とし、NV 陽性の判定基準は、厚生労働省通知のとおり実測値 10 コピー以上であることとした。なお、陽性と判定された検体については、2nd リアルタイム PCR¹⁾でも陽性となることを確認した。

5-2) 結果および考察

平成 20 年度に実施した 111 検体の検査結果を表 6 に示した。通知法では 111 検体中シジミ 1 検体 (0.9%) のみが NV 陽性と判定されたが、開発法では生食用カキ 9 検体、加熱調理用カキ 6 検体、シジミ 2 検体およびホンビノスガイ 3 検体の合計 20 検体 (18.0%) から NV が検出された (表 6)。なお、通知法で NV 陽性となったシジミからは、開発法でも同じ遺伝子群 (G II) の NV が検出された。NV 陽性となった二枚貝の採取地は 1 検体が国外、その他は国内 7 つの県であり、ほとんどが 11 月から 2 月に流通していたものであった (冷凍カキを除く)。

平成 21 年度に実施した 112 検体の検査を表 7 に示した。通知法では NV は検出されなかったが、開発法では 14 検体 (12.5%) が NV 陽性となった。開発法で NV 陽性となった検体の内訳は、生食用カキ 3 検体、加熱調理用カキ 9 検体、アカガイ 1 検体、ムラサキイガイ 1 検体であり、1 検体が国外産であった他は国内 3 県で採取されたものであった。また 20 年度同様、冷凍カキ以外は 11 月から 2 月に流通していたものであった。

過去に報告された市場流通二枚貝の調査結果^{2, 3)}でもカキやシジミから NV (当時は旧名称である SRSV を使用) が検出されており、今回、開発法によって NV が検出されたことはこれらの報告と同

様であり、NV を持つ二枚貝が市場に広く流通していることが再確認された。また、通知法による検査ではこうした状況が十分に把握出来ない可能性があることも示された。通常、NV は二枚貝の内臓に蓄積し、二枚貝が実際に NV 食中毒の原因となるかどうかは二枚貝の喫食方法、喫食によって取り込まれる NV 量、喫食した人の健康状態などによって異なると考えられ、本調査の結果が直ちに市場流通二枚貝が危険であることを意味するものではない。しかし、これまで通知法による検査で報告されているよりも広範囲に NV を有する二枚貝が市場に出回っていることが分かったことから、今後さらに調査を継続し、より多くの事例について検査するとともに、これらが NV 食中毒の原因となる可能性についても検討する必要がある。

(日本食品衛生学会第 99 回学術講演会発表予定)

- 1) 藤田 満 ほか：貝類におけるウイルス分布実態調査、東京都衛生局学会誌、No.99、1997年。
- 2) 東京都食品環境指導センター：広がるSRSV感染症、くらしの衛生、Vol.44、8-9、2001年11月。

表6. 市場に流通する二枚貝のノロウイルス検査結果（平成20年度）

検査対象二枚貝	検体数	通知法		開発法	
		陽性数	陽性率	陽性数	陽性率
生食用カキ	38	0	0.0%	9	23.7%
加熱調理用カキ	32	0	0.0%	6	18.8%
シジミ	14	1	7.1%	2	14.3%
アサリ	8	0	0.0%	0	0.0%
生食用岩カキ	7	0	0.0%	0	0.0%
ハマグリ	7	0	0.0%	0	0.0%
ホンビノスガイ	5	0	0.0%	3	60.0%
合計	111	1	0.9%	20	18.0%

表7. 市場に流通する二枚貝のノロウイルス検査結果（平成21年度）

検査対象二枚貝	検体数	通知法		開発法	
		陽性数	陽性率	陽性数	陽性率
生食用カキ	32	0	0.0%	3	9.4%
加熱調理用カキ	26	0	0.0%	9	34.6%
アカガイ	20	0	0.0%	1	5.0%
ムラサキイガイ	18	0	0.0%	1	5.6%
生食用岩カキ	16	0	0.0%	0	0.0%
合計	112	0	0.0%	14	12.5%

実験 6: 当センター以外の機関での開発法実施に関する検討

6-1) 材料と方法

開発法の普遍的な実施の可能性を検討するため、当センター以外の衛生行政関係機関（以下、外部機関という）で、通知法と開発法による NV の添加回収実験を行った。

実験は杉並区衛生試験所、江戸川保健所の協力により実施し、供試食品として冷凍剥き身ガキ、添

加回収用ウイルスとしては NV 遺伝子型 GI/4 および GII/4 を含むふん便検体を用いた。開発法に用いる菌液は *K. oxytoca* NBRC 102593 (杉並区衛生試験所) または、*K. oxytoca* ATCC 43086 (江戸川保健所) を普通斜面培地で培養後、PBS(-)を用いて浮遊させたものとした。通知法、開発法とも遠心処理以後の操作は、厚生労働省通知に従ったが、杉並区衛生試験所ではウイルスの濃縮を超遠心法により行い、江戸川保健所ではポリエチレングリコールによる濃縮法を用いた。いずれの濃縮法も厚生労働省通知に記載された手法である。実験は実施日を変えて 2 回ずつ行い、2 回の実験での回収率の平均値で評価した。

6-2) 結果および考察

それぞれの機関における NV 添加回収実験による回収コピー数と陽性コントロールの回収コピー数を 100%とした場合の回収率を表 8 および表 9 に示す。

杉並区衛生試験所による結果は、通知法では GI/4、GII/4 それぞれ 1.2% および 3.0% であったのに対し、開発法では GI/4、GII/4 それぞれ 21.6% および 27.0% であった (表 8)。江戸川保健所による結果は、通知法ではそれぞれ 0.1% および 0.2% であり、開発法ではそれぞれ 4.9% および 0.9% であった (表 9)。

両機関の通知法による回収率の平均を 1 とした場合の開発法による 2 機関の回収率の平均は、GI/4 では 20.4 倍、GII/4 では 8.7 倍となり、当センターでの 20 年度の結果 (GI/8 では 28 倍、GII/13 では 23.2 倍) と同様に、開発法による NV 回収率が通知法による回収率を上回る結果が得られた。

表8. 杉並区衛生試験所におけるノロウイルス添加回収実験結果

	ノロウイルス遺伝子									
	GI/4					GII/4				
	Ct値1	Ct値2	平均	コピー-数	回収率	Ct値1	Ct値2	平均	コピー-数	回収率
通知法	38.3	38.5	38.4	81	1.2%	38.1	38.5	38.3	204	3.0%
開発法	31.9	34.7	33.3	1,460	21.6%	32.8	35.7	34.3	1,820	27.0%
PC	29.1	32.1	30.6	6,750	100%	30.5	33.3	31.9	6,740	100%

PC:陽性コントロール

表9. 江戸川保健所におけるノロウイルス添加回収実験結果

	ノロウイルス遺伝子									
	GI/4					GII/4				
	Ct値1	Ct値2	平均	コピー-数	回収率	Ct値1	Ct値2	平均	コピー-数	回収率
通知法	39.1	39.8	39.5	43	0.1%	41.8	40.4	41.1	44	0.2%
開発法	33.4	33.2	33.3	1,460	4.9%	38.9	38.2	38.6	173	0.9%
PC	27.9	28.1	28.0	29,500	100%	30.0	30.0	30.0	19,000	100%

PC:陽性コントロール

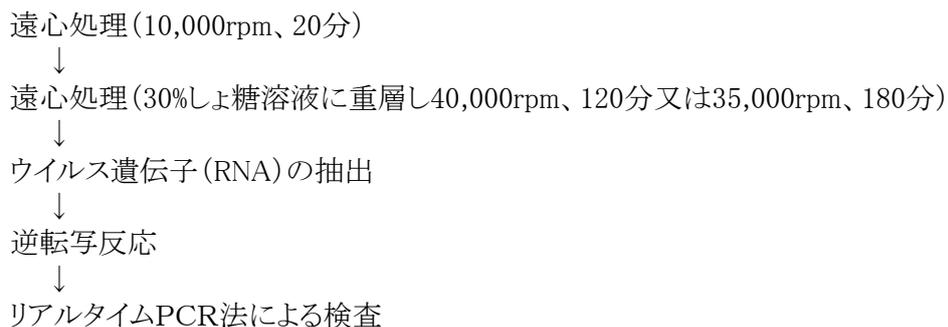
このように、両機関で NV 回収率に差は見られたものの、いずれの機関においても、当センターによる結果と同様、開発法による回収率は通知法を上回っており、外部機関が開発法を適用した場合でも通知法よりも高率に NV が検出され、より高精度の検査法として普遍的に実施が可能であることが

示された。なお、機関によって回収率に差が生じた原因としては、それぞれで用いた菌株やウイルス濃縮法の違いのほか、本法による検査手技等への習熟度の違いなどが考えられた。

7-3 拭き取り検体からのノロウイルス検出法

予備的に行ったノロウイルス（NV）添加回収実験の結果、調理施設等を対象としたNV拭き取り検査には、平成15年11月5日付厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課長通知（食安監発第1105001号）による検査法（通知法）による食品からのNV検出法を用いることで対応可能と考えられた。拭き取り検体では、食品からのNV検出で問題となる食品成分由来の検査阻害物質による影響は比較的少ないものと推測されたため、検体の濃縮方法（超遠心処理）について条件を変えて実験を行い、最も高いNV回収率が得られる遠心条件について検討した。また、細菌検査用とは別にウイルス検査用検体を採取するのは現実的でないことから、細菌検査用拭き取り検体の残り液を使用してNV検査を行うものとして検討を進めた。

◇厚生労働省通知による検査法



1. 実験方法

1-1) 供試用拭き取り検体

細菌検査を目的に当センターに搬入された後、冷蔵保存してあった細菌検査終了後の拭き取り検体残り液 5~8 本を混合して均一の試料を作成し、4 本の遠心管に 8mL ずつ分注したものを供試用拭き取り検体とした。

1-2) 添加用ウイルス液の作成

NV 遺伝子型 G I / 8 (以下、G I / 8)、G II / 4 (以下、G II / 4) が検出されたふん便乳剤を、10,000rpm、20 分間遠心した後、上清を 27,000rpm、3 時間超遠心した。得られた沈渣を 1mL の PBS(-) で再浮遊した後、更に PBS(-) を用いて 1,000 倍に希釈したものを添加用ウイルス液とした。この添加用ウイルス液それぞれ 70 μ L を供試用拭き取り検体に添加した。

1-3) 濃縮方法

ウイルス液添加後の供試用拭き取り検体を、通知法に従って 10,000rpm、20 分間遠心し、得られた上清を 1 mL の 30% しょ糖溶液に重層した。その後の超遠心処理は、27,000rpm、240 分、32,000rpm、

240分、40,000rpm、120分および50,000rpm、120分の4とおりの条件で行った。

1-4) NVの検出および定量

超遠心処理後の沈渣を滅菌蒸留水 140 μ L で再浮遊し全量を RNA 抽出に用いた。RNA 抽出からリアルタイム PCR 法による NV の検出および定量までの操作は、通知法に準拠して行った。

2. 結果および考察

今回検討した4とおりの条件では、NV回収率に顕著な差が見られた（表1）。50,000rpm、120分の超遠心処理によるNV回収率はG I /8で58.7%、G II /4では85.7%であり最も高い回収率を示した。通知法に記載された40,000rpm、120分の超遠心処理でもG I /8で30.6%、G II /4で53.9%のNV回収率であり、NVの濃縮を目的とした超遠心処理では、遠心時間を長くするよりも、回転数を上げることの方が効果的であると考えられた。その後の実験において50,000rpm、180分の超遠心処理を行ったところ、一部の遠心管に変形が見られたため50,000rpm、120分以上の回転数や、遠心時間についての検討は行わなかった。また、超遠心前の10,000rpm、20分間の遠心処理を行わない方法や、30%しょ糖溶液を用いずに超遠心を行う方法についても検討したが、いずれも大きな回収率の変化は見られなかった。

表 1. 各遠心条件による拭き取り検体からのノロウイルス回収率

G I / 8					
	Ct値(検体 1)	Ct値(検体 2)	Ct値(平均)	コピー数	回収率(%)*
27,000回転、240分	32.3	30.8	31.6	34,052	3.9
32,000回転、240分	30.2	28.6	29.4	125,226	14.2
40,000回転、120分	28.2	28.0	28.1	270,324	30.6
50,000回転、120分	26.9	27.1	27.0	518,396	58.7
ウイルス液			26.1	883,130	100.0
G II / 4					
	Ct値(検体 1)	Ct値(検体 2)	Ct値(平均)	コピー数	回収率(%)*
27,000回転、240分	28.0	28.2	28.1	107,480	10.9
32,000回転、240分	27.2	26.2	26.7	221,069	22.5
40,000回転、120分	24.8	25.1	25.0	530,689	53.9
50,000回転、120分	24.1	24.2	24.1	843,688	85.7
ウイルス液			23.8	984,682	100.0

*回収率 (%) = (供試材料中の NV 定量値/添加用ウイルス液中の NV 定量値) \times 100

表 2.対象物別の拭き取り検体からのノロウイルス回収率

拭き取り対象物	G I / 8			G II / 4			
	Ct値	コピー数	回収率(%)	Ct値	コピー数	回収率(%)	
まな板	1	35.3	3,811	19.1	32.8	9,547	33.9
	2	32.9	15,774	78.9	31.5	18,651	66.2
	3	33.7	9,824	49.1	31.6	17,715	62.9
	4	35.4	3,592	18.0	33.8	5,704	20.3
	5	34.7	5,435	27.2	32.8	9,547	33.9
	平均	34.4	6,492	32.5	32.5	11,143	39.6
包丁	1	34.6	5,767	28.9	32.9	9,068	32.2
	2	34.2	7,307	36.6	31.8	15,981	56.7
	3	33.0	14,868	74.4	31.6	17,715	62.9
	4	34.7	5,435	27.2	32.9	9,068	32.2
	平均	34.1	7,753	38.8	32.3	12,352	43.9
手指	1	34.0	8,226	41.2	31.7	16,825	59.7
	2	33.6	10,423	52.1	31.1	22,919	81.4
	3	33.6	10,423	52.1	31.2	21,768	77.3
	4	34.3	6,887	34.5	31.1	22,919	81.4
	5	34.6	5,767	28.9	32.9	9,068	32.2
	平均	34.0	8,226	41.2	31.6	17,715	62.9
取っ手	1	34.2	7,307	36.6	33.7	6,005	21.3
	2	34.4	6,492	32.5	31.2	21,768	77.3
	3	33.8	9,259	46.3	31.7	16,825	59.7
	4	35.1	4,289	21.5	32.1	13,692	48.6
	5	34.8	5,123	25.6	33.3	7,379	26.2
	6	35.8	2,834	14.2	33.6	6,323	22.5
	平均	34.7	5,435	27.2	32.6	10,583	37.6
シンク	1	34.4	6,492	32.5	32.6	10,583	37.6
	2	36.0	2,518	12.6	34.7	3,588	12.7
	3	37.0	1,393	7.0	36.9	1,155	4.1
	4	36.5	1,873	9.4	34.5	3,977	14.1
	5	36.0	2,518	12.6	33.8	5,704	20.3
	6	37.3	1,166	5.8	35.1	2,920	10.4
	平均	36.2	2,237	11.2	34.6	3,777	13.4
生理食塩水	1	33.5	11,059	55.3	31.1	22,919	81.4
	2	33.8	9,259	46.3	31.2	21,768	77.3
	平均	33.7	9,824	49.1	31.2	21,768	77.3
ウイルス液	1	32.8			30.8		
	2	32.2			30.6		
	平均	32.5	19,988	100.0	30.7	28,163	100.0

この結果に基づき、5種類の拭き取り検体 26 件および、生理食塩水について 50,000rpm、120 分の遠心処理法を用いた NV 添加回収実験を行い、拭き取り対象物ごとに NV 回収率を検討した。実際の拭き取り検体に含まれる NV は少量であることが予測されたため、添加用ウイルス液を PBS(-)で更に 40 倍に希釈してから添加した。結果を表 2 に示す。生理食塩水に添加した NV の回収率が G I / 8

で 49.1%、GⅡ/4 で 77.3%であったのに対し、シンクを拭き取った検体の回収率は GⅠ/8 で 11.2%、GⅡ/4 で 13.4%と低い値であったが、その他の拭き取り対象物では 27.2%～62.9%の回収率が得られた(表 2)。シンクを拭き取った検体中には多くの浮遊物等が見られたことから、それらが NV 回収率の低下に関与しているものと考えられたが、詳細については今後検討する必要がある。

東京都健康安全研究センター
「ノロウイルス対策緊急タスクフォース」
最終報告

平成22年9月 発行

登録番号 (22) 4

編集・発行 東京都健康安全研究センター
〒169-0073 東京都新宿区百人町3-24-1
電話 (03) 3363-3231

印刷所 有限会社 太平印刷
〒171-0051 東京都豊島区长崎6-22-10
電話 (03) 3957-3911