

## 《 漁業集落排水施設におけるノロウイルス対策について 》

Norovirus measures in fishery village drainage facilities

業務名	漁業集落排水施設における SRSV（ノロウイルス）対策調査（19-9030）
委託者	水産庁漁港漁場整備部
担当者	（桂川 亮），加瀬 昌二，北村 清

Norovirus causes infectious gastroenteritis that accompanies diarrhea and/or emesis, and it is stipulated in the Food Sanitation Act as a causative agent for food poisoning. Because norovirus characteristically requires human intestinal cells for proliferation, it is conceivable that urine and feces of norovirus infected persons contain the virus. The drainage facilities in the fishing village to process miscellaneous wastewater, feces, etc. may contain the virus. For this reason, this paper reports survey of preventive measures against norovirus in several sewage processing facilities in fishing communities and make some suggestions on anti-norovirus measures.

*Key words: norovirus, sewage processing facility in fishing community, ultra-violet irradiation*

### 1. 調査の目的

ノロウイルスは感染性胃腸炎を引き起こすウイルスであり、平成 15 年には食品衛生法の改正において食中毒の原因物質として指定されている。厚生労働省の報告によれば、ノロウイルスの患者数<sup>1)</sup>は、年々増加傾向にあり、平成 18 年には患者数 27,000 人と前年比（平成 17 年度：8,700 人）の 3 倍以上となっている。

ノロウイルスの感染経路<sup>1)</sup>については、そのほとんどが経口感染であり主な感染経路としては、①患者のノロウイルスが大量に含まれる糞便や吐ぶつから人の手などを介して二次感染した場合、②家庭や共同生活施設などヒト同士の接触する機会が多いところでヒトからヒトへ飛沫感染等直接感染する場合、③食品取扱者（食品の製造等に従事する者、飲食店における調理従事者、家庭で調理を行う者などが含まれる）が感染しており、その者を介して汚染した食品を食べた場合、④汚染されていた二枚貝を、生あるいは十分に加熱調理しないで食べた場合、⑤ノロウイルスに汚染された井戸水や簡易水道を消毒不十分で摂取した場合であると考えられている。このうち二枚貝については、大量の海水を取り込むことでプラントンなどの栄養分と一緒に海水中のノロウイルスも取り込まれ、二枚貝の体内で濃縮されると考えられている。

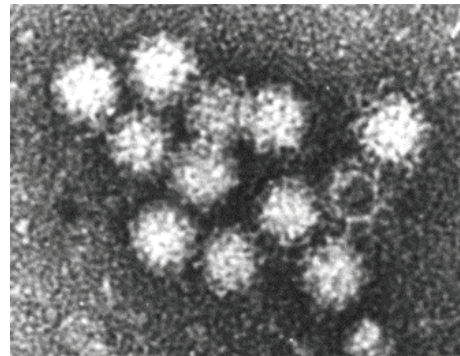
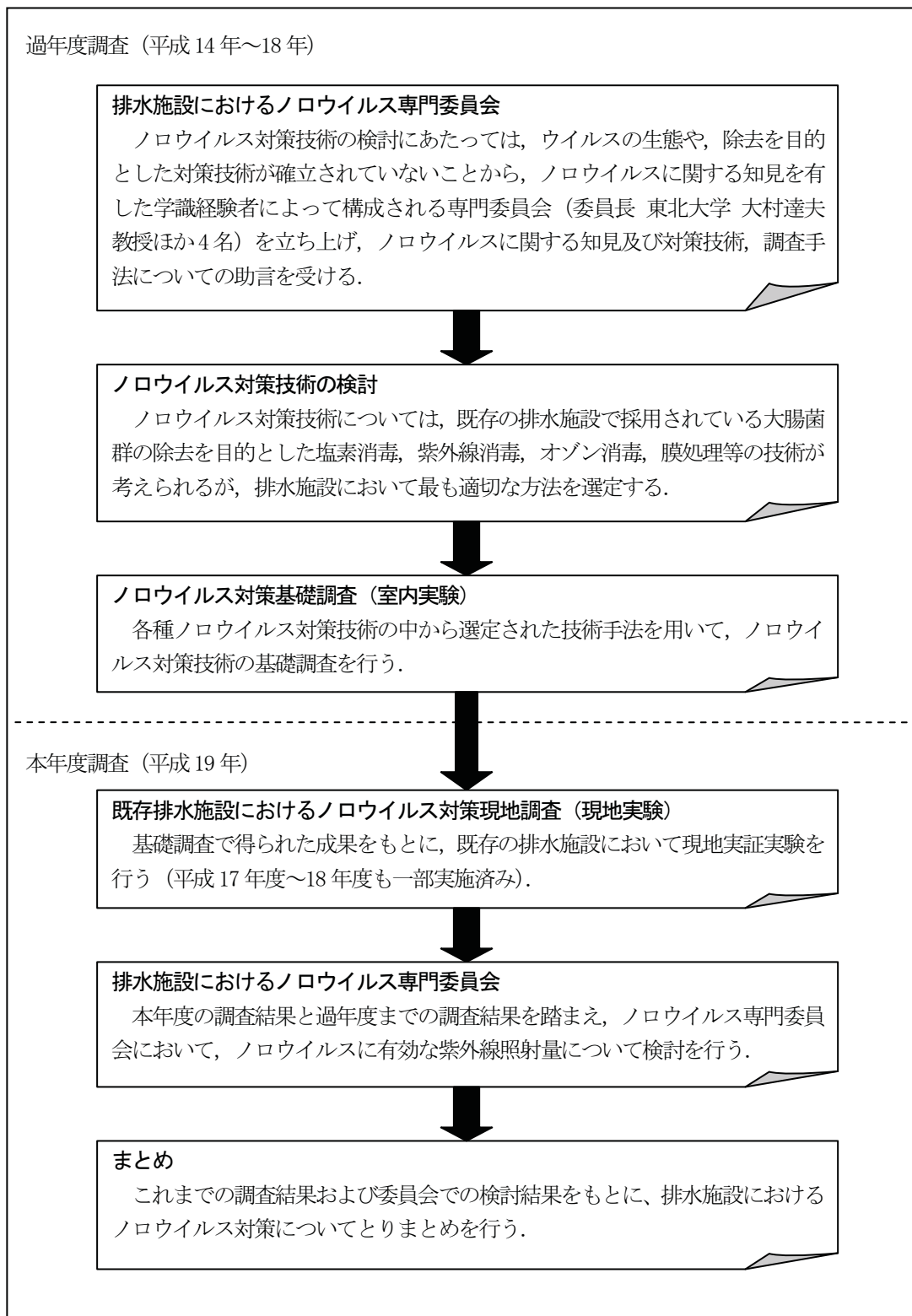


図-1 ノロウイルス

当初、生活雑排水及び糞便等を処理し、その処理水を海域に排水している漁業集落排水施設（以下「排水施設」という。）が、ノロウイルスを海水中に放出する一要因と考えられていた。しかし、排水施設のノロウイルス除去能力について実態調査を行ったところ、通常の排水処理工程の中でノロウイルスのほとんどが除去されていることが確認された。しかしながら、安全・安心な水産物の提供や良好な生活環境を確保する重要性に鑑み、排水施設におけるより高度なノロウイルス除去技術の検討を含めた効果調査を行うこととした。

## 2. 調査の内容と方法

本調査は次のような流れにより実施した。



### 3. 調査結果

#### 3.1 過去の調査経緯

##### (1) 排水施設におけるノロウイルス専門委員会

ノロウイルス対策技術の検討にあたっては、ウイルスの生態や、除去を目的とした対策技術が確立されていないことから、ノロウイルスに関する知見を有した学識経験者によって構成される専門委員会(委員長 東北大学 大村達夫 教授ほか4名)を立ち上げ、ノロウイルスに関する知見及び対策技術、調査手法についての助言を受け調査を行った。

##### (2) ノロウイルス対策技術の検討

排水施設におけるノロウイルスの対策技術については、既存の排水施設で採用されている大腸菌群の除去を目的とした塩素消毒、紫外線消毒、オゾン消毒、膜処理等の技術が挙げられる。本調査においては、排水施設の規模を一般的(処理対象人口 50~5,000人)なものに限定し、これらの対策技術について、総合的に比較検討したところ、紫外線消毒が処理水中に残留物が残らず放流海域に影響が少ないこと等、他の技術に比べ有利であることから、本調査においては紫外線消毒の効果調査を行うこととした。

表-1 各種対策技術の特徴

対策技術	内 容
塩素消毒	ノロウイルスは大腸菌等に比べ塩素に強いが、高濃度の塩素を注入すればウイルスを殺菌することが可能であるといわれている。しかし、高濃度の塩素を注入することで有害副生成物の問題や、処理装置の塩素腐食、放流水域での残留塩素による海域汚染の可能性がある。
紫外線消毒	汚水中に紫外線を照射する手法のため、放流水質が悪い場合は紫外線透過率が下がる恐れがある。ただし、放流水中に残留物が残らないため放流水域に与える影響は少ない。また、排水施設のような小規模な施設(新設、既設)にも安価で設置できる。
オゾン消毒	オゾン消毒に利用されるオゾンガスは、大気中に放出されると人体に有害であるため、排オゾン対策及び監視を行う必要がある。また、排水施設のような小規模な施設ではイニシャルコスト、ランニングコスト共に割高となる。
膜処理	膜分離法は装置自体が高く、その他の処理方式と比較しても高価な処理法である。また、膜の交換も必要であり、維持管理費の負担も大きい。既設の処理施設に設置する場合には、処理施設をメーカー取得の国土交通大臣認定のフローに改造する必要がある。

##### (3) ノロウイルス対策基礎調査(室内実験)

紫外線消毒は、紫外線照射によりノロウイルスを不活化させるものであるが、この不活化を判定するためには、ノロウイルスを培養し、紫外線照射実験を行う必要がある。しかし、ノロウイルスは培養できないウイルスであることから専門委員会において実験内容を審議した結果、ノロウイルスと同じRNA(リボ核酸)を持ち培養可能な類似ウイルスであるロタウイルスを用いて紫外線照射実験を行うこととした。これに基づき実験を行った結果、ロタウイルスを99.9%(3 log 低下)<sup>※1</sup>不活化させるのに必要な紫外線照射量は最大で70mJ/cm<sup>2</sup>であった。

※1 通常の下水二次処理水の消毒において、紫外線照射後で大腸菌群の平均殺菌率を99.9%(3 log 低下)程度とすることができるような紫外線消毒設備を設置することとしている<sup>2)</sup>。



図-1 紫外線照射装置（室内実験用）

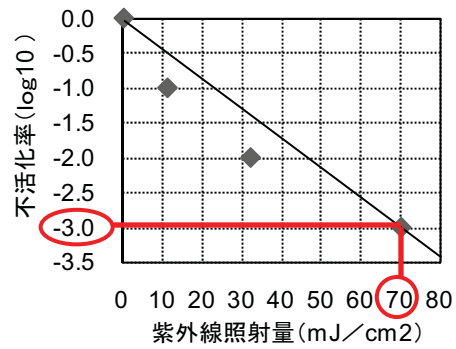


図-2 ロタウイルスの不活化に有効な紫外線照射量

### 3.2 本年度調査

#### (1) 既存排水施設におけるノロウイルス対策現地調査（現地実験）

類似ウイルスを用いた紫外線照射実験の結果について、専門委員会で審議した結果、ノロウイルス対策として99.9% (3 log 低下) 不活化させるために必要な紫外線照射量は、70mJ/cm<sup>2</sup>がひとつの目安であるという見解が得られたことから、既存の排水施設の処理水放流部に紫外線照射装置を設置し、紫外線照射によるノロウイルス対策の効果の確認を行った。

#### (2) 調査方法

##### ① 既存漁業集落排水施設

既存の漁業集落排水施設の処理水排出箇所（沈澱槽以降）に紫外線照射装置を設置し、照射効果を確認した。

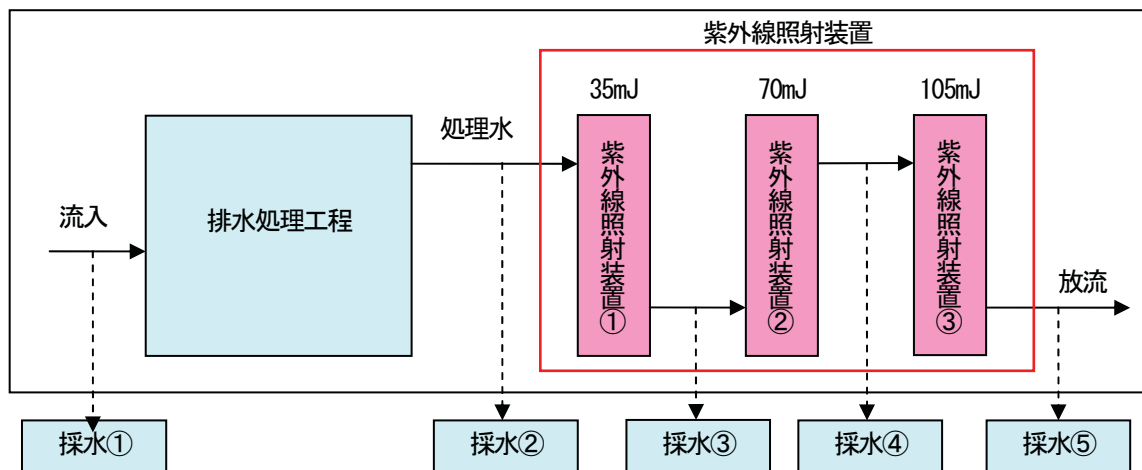


図-3 紫外線装置設置フロー

採水① 流入原水（生污水）

採水② 紫外線照射前の処理水

採水③ 紫外線照射後（設定照射量 35 mJ/cm<sup>2</sup>通過後）の処理水

採水④ 紫外線照射後（設定照射量 70 mJ/cm<sup>2</sup>通過後）の処理水

採水⑤ 紫外線照射後（設定照射量 105 mJ/cm<sup>2</sup>通過後）の処理水

(3) 調査施設 (既存漁業集落排水施設)

① A地区漁業集落排水施設 (太平洋側地域)

供用開始年度 : 平成12年7月  
 処理対象人口 : 5,000人  
 計画日平均汚水量 : 1245.6 m<sup>3</sup>/日  
 処理方式 : オキシデーションディッチ法  
 放流先 : 海域



図-4 A地区漁業集落排水施設



図-5 紫外線照射装置 (現地設置型)

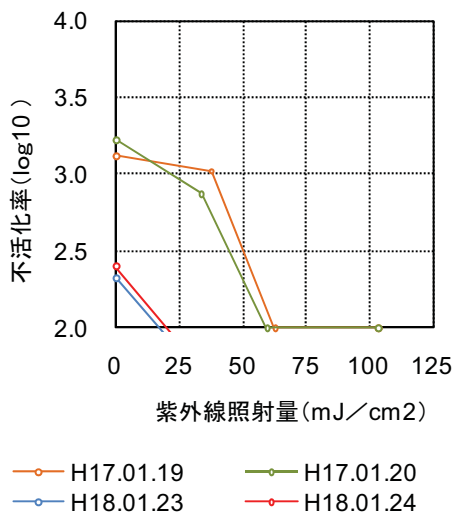


図-6 ノロウイルス GI

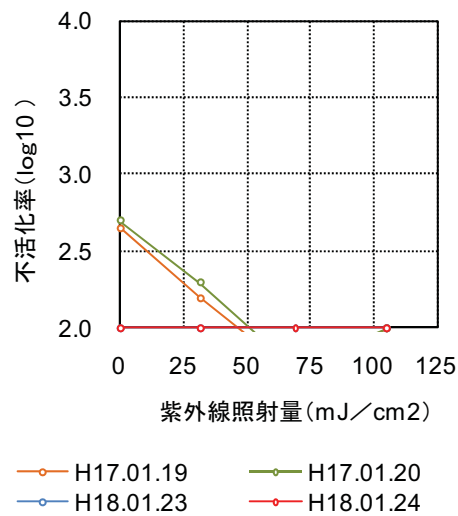


図-7 ノロウイルス GII

紫外線照射後採水した検体は、ウイルスを定量的に測定できる手法として用いられているリアルタイムPCR法 (ウイルス遺伝子増幅による分析法) により、ノロウイルスのコピー数<sup>※2</sup> (=個数) を測定した。その結果、ノロウイルスGI<sup>※3</sup>では50mJ/cm<sup>2</sup>、ノロウイルスGII<sup>※3</sup>では70mJ/cm<sup>2</sup>の紫外線照射で検出限界以下<sup>※4</sup>となった。

- ※2 コピー数とは、リアルタイムPCR法で遺伝子を複写増幅させて検出した結果に使用する単位である。1コピーでノロウイルス1個に相当する。
- ※3 ノロウイルスが属するウイルス群はGI, GII, GIII, GIV, GVの5つに分類され、このうちヒトに感染するノロウイルスの大半はGI, GIIである。
- ※4 室内実験ではウイルスを99.9% (3 log 低下) 不活化させることを効果の目安としてきたが、現地実験では、紫外線照射後の処理水から検出されたウイルスの数が少なく、室内実験と同様に99.9% (3 log 低下) 不活化させることができない (1 log 低下までがウイルス検出の限界) ことから、検出限界以下という表現

方法を用いた。なお、検出限界以下とは現時点の分析レベルでは測定できないレベルまでウイルスの数が減少したことを示す。

②B地区漁業集落排水施設（日本海側地域）

- 供用開始年度 : 平成13年4月
- 処理対象人口 : 12,500人
- 計画日平均汚水量 : 2,500 m<sup>3</sup>/日
- 処理方式 : 標準活性汚泥方式
- 放流先 : 海域



図-8 B地区漁業集落排水施設



図-9 紫外線照射装置（現地設置型）

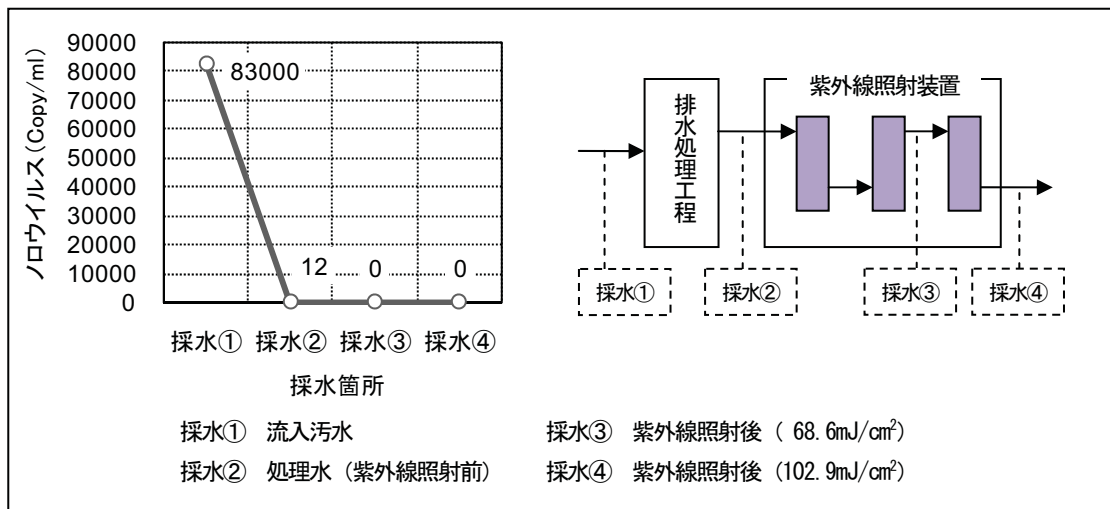


図-10 紫外線照射実験結果（ノロウイルス）

紫外線照射を行う前の処理水を採水し同様の手法により測定したところ、ノロウイルスの数が検出限界以下(12 Copy/ml)であったことから、既存の排水施設の排水処理工程の中でノロウイルスの大半が除去されていると考えられる。

(4) ノロウイルス専門委員会による提言

今年度の調査結果と過年度までの調査結果を踏まえ、ノロウイルス専門委員会において、ノロウイルスに有効な紫外線照射量について検討を行い、一般的な規模の排水施設におけるノロウイルス対策について以下の提言を纏めた。

表-2 ノロウイルス専門委員会

所属	役職	氏名
東北大学 工学研究科土木工学専攻	教授	大村 達夫 (委員長)
国立感染症研究所 ウイルス第二部	主任研究官	宇田川 悦子
東京大学大学院 工学系研究科 都市工学専攻	准教授	片山 浩之
宮城県環境保健センター 微生物部	研究員	植木 洋
独立行政法人 土木研究所 材料地盤研究グループ リサイクルチーム	上席研究員	尾崎 正明

排水施設におけるノロウイルス対策（提言）

ノロウイルスは、実験室内での培養ができないことから、培養可能な類似ウイルスを用いた室内実験や既存の排水施設での現地実験を行った結果、紫外線照射による不活化が有効な手段の一つであることを確認した。また、紫外線照射を行う場合の必要照射量については、現時点で放流水に含まれるノロウイルス量の排出基準に関する規定が無いものの、70mJ/cm<sup>2</sup>の紫外線照射量を与えることで検出限界以下となった。以上のことから、排水施設において追加的にノロウイルス対策を行う場合の有効かつ経済的な手法として、紫外線照射量70mJ/cm<sup>2</sup>により不活化させる方法が有効な手段の1つと考えられる。

4. 成果の活用

ノロウイルスは、実験室内での培養ができないことから、培養可能な類似ウイルスを用いた室内実験や既存の排水施設での現地実験を行い、紫外線照射による不活化が可能であることが確認できた。また、紫外線照射を行う場合の必要照射量については、現時点で放流水に含まれるノロウイルス量の排出基準に関する規定が無いものの、70mJ/cm<sup>2</sup>の紫外線照射量を与えることで検出限界以下となった。

以上のことから、既存の排水施設にノロウイルス対策を行う場合の有効かつ経済的な手法として、紫外線照射量により不活化させる方法が有効な手段のひとつとして活用できるものと考えられる。

今後は、既存の排水施設にノロウイルス対策として紫外線照射装置を設置し、継続的に処理水中のノロウイルスの検出を行い、効果について実証する。

参考文献

- 1) 厚生労働省：ノロウイルスに関するQ&A（2007）。
- 2) 日本下水道事業団技術開発部：最近の消毒技術の評価に関する報告書，平成9年7月。