

人為汚染カキを使用した浄化処理によるノロウイルス低減
効果検証事例 ～令和5・6年度レギュラトリーサイエンス
事業「カキのノロウイルス汚染低減に関する研究」～

宮城県水産技術総合センター

宮城県保健環境センター

国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所

作製日：2025年3月31日

はじめに

ノロウイルスは、ヒトに感染し重度の腹痛、嘔吐、下痢を引き起こす食中毒原因ウイルスである。ノロウイルスを原因とする食中毒の患者数は、国内で発生した食中毒患者総数のうち最多であり、そのうちの1割以上がカキ中のノロウイルスを原因とした食中毒であると推察されている。また、カキはノロウイルスに汚染されていると消費者に広く知られていることにより、消費への影響が懸念されている。

カキなどの二枚貝は海水中のノロウイルスを取り込んでおり、このことから一定の割合でノロウイルスに汚染されている。カキ生産者は、出荷前のカキを清浄海水等で畜養して、組織内に蓄積された大腸菌などの病原性微生物を排出させており、近年ではこの浄化処理によるノロウイルスの浄化も試みられている。しかし、浄化処理に関する温度や畜養条件は生産者がこれまでの経験から設定しており、生産者ごとに異なっている。さらに、浄化処理が実際にノロウイルスの低減につながっているか検証した試験はほとんど行われておらず、科学的に信頼できるデータの蓄積が必要になっている。

本事例の内容は、令和5年度から6年度まで実施された農林水産省事業課題、安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業短期課題解決型研究「カキのノロウイルス汚染低減に関する研究」の実施成果から、ヒトノロウイルス人為汚染カキのノロウイルス低減についての取り組みをまとめたものである。この内容が、公設試験研究機関等における食中毒リスクの少ない安全なカキ生産技術の開発や、適切なカキの衛生対策の実施に活用されることが期待される。

構成

- 1 基本的な注意事項・使用する代表的な資材・ヒトノロウイルス汚染カキ試料作製
- 2 ノロウイルス低減試験に使用する代表的な資材
- 3 ノロウイルス低減試験
- 4 試験終了後の処置
- 5 ノロウイルスの検出法
- 6 参考情報

1 基本的な注意事項・使用する代表的な資材・ヒトノロウイルス汚染カキ試料作製

人為汚染カキの作製については、「ヒトノロウイルス汚染カキ試料作製方法」を参照のこと。

2 ノロウイルス低減試験に使用する代表的な資材

ウルトラファインバブル（UFB）発生装置

1 μm 以下の気泡を UFB と呼び、目に見えないが液中に長時間残存する性質を持つ。UFB 発生装置の原理は、「液のせん断による気泡の破碎（旋回流液式、エゼクター式・ベンチュリー式、微細孔式、スタティックミキサー式）」や「液中溶存ガスの析出（加圧溶解析出式、加温析出式）」および「蒸気泡の急凝縮」がある。

事業での試験には加圧溶解を用いた酸素の UFB を使用し、以下の機器を用いた。

IFB テクノロジーズ株式会社：FZ1G-06X

紫外線流水殺菌装置：

試験系に必要な出力の機器を選定する。

pH メーターもしくは pH コントローラー

pH 調整剤：水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム等

水酸化ナトリウムは劇物のため、保管・取り扱いに注意する。

3 ノロウイルス低減試験

令和 5 - 6 年度包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業短期課題解決型研究「カキのノロウイルス汚染低減に関する研究」において、ノロウイルス低減条件を検討した。

汚染カキ試料作製方法によって作製した汚染カキに対して、温度、pH、UFB の効果を確認した。汚染水槽とは別に低減用水槽を用意し、目的とする条件に調整する。いずれの条件でも基本的に 24 時間畜養し、その後カキを取り上げノロウイルスを測定した。条件によっては延長して 48 時間畜養した。

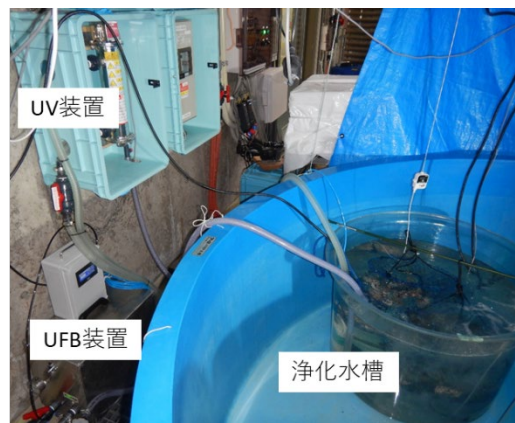
高水温（25℃）：ヒーター等により加温し、目的水温を維持する。

UFB 海水（ 1.81×10^8 個/mL 以上）：酸素を使用した UFB の場合、DO（溶存酸素量）にて UFB の発生を簡易的にモニターすることが可能である。UFB 発生装置の連続運転では温度が上昇する。あらかじめ試験系での運転条件（間欠運転等）と UFB 濃度、水温上昇について確認しておく。必要であれば冷却装置を使用する。

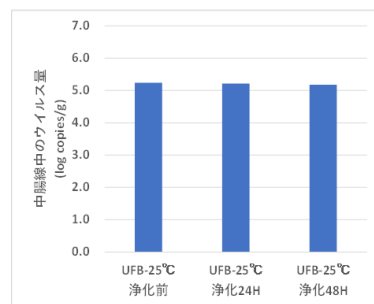
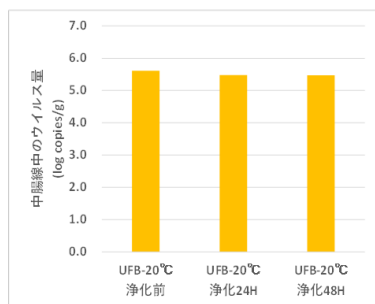
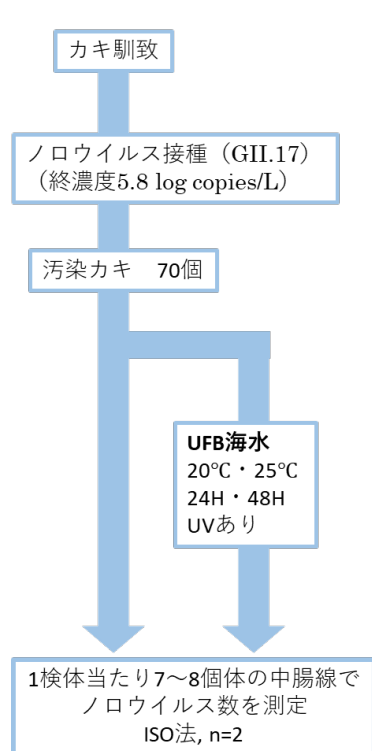
高 pH (9.0 以上) : pH コントローラーを使用する場合は pH9.0 にセットする。pH コントローラーを使用しない場合には、通気等により時間とともに低下するために pH9.5 に調製する。pH 調製海水に汚染カキを移し畜養する。

低減試験時の UV 殺菌: 水温や UFB による処理下ではノロウイルスの殺菌効果は望めない。海水中のノロウイルス再取り込みによる汚染を防ぐため、循環系に UV 殺菌装置を組み入れる。高 pH では条件自体にノロウイルス殺菌効果があるため必須ではない。

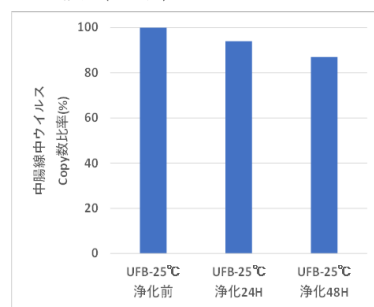
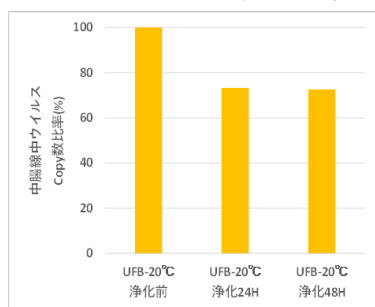
浄化水槽とUV装置、UFB装置の配置



ウルトラファインバブルを用いたカキ中のノロウイルス低減効果の検証



UFB海水20℃、25℃の比較 (実数)

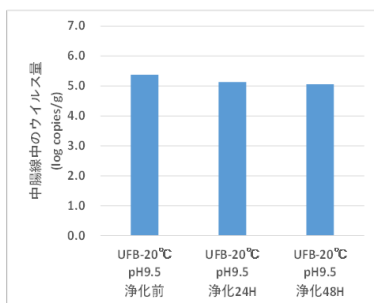
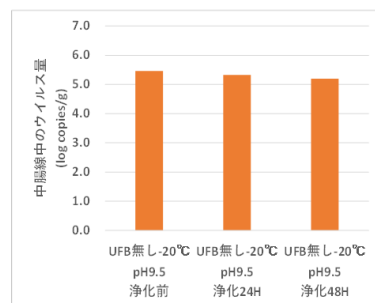
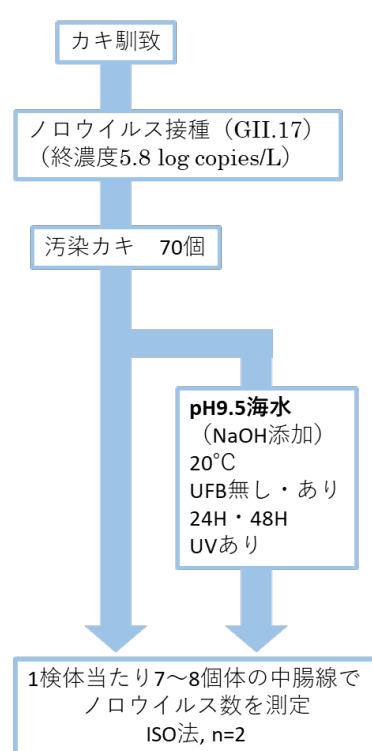


UFB海水20℃、25℃の比較 (浄化前との比率)

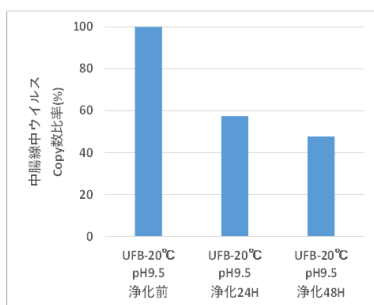
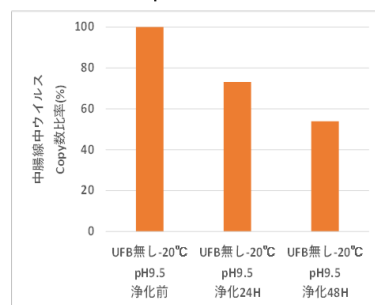
20℃の方が減少割合が大きい傾向となった。

※水温上昇防止のためUFB発生量を抑制して実施した。

高pH海水での畜養によるカキ中のノロウイルス低減効果の検証



pH9.5海水UFB無し、ありの比較 (実数)

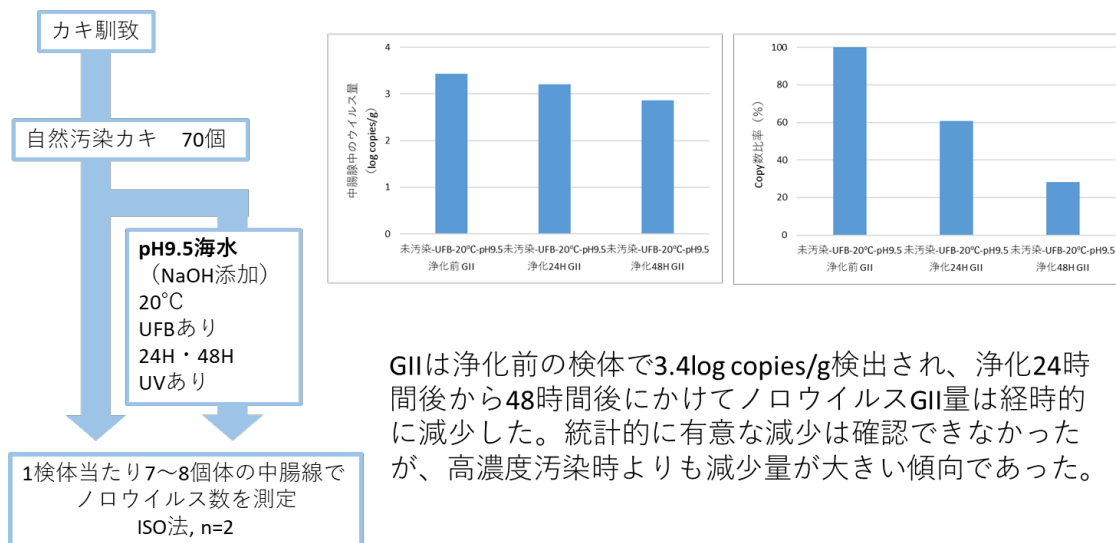


pH9.5海水UFB無し、ありの比較 (浄化前との比率)

経時的に減少しUFB併用でその傾向が大きくなった。

※畜養中にpHが低下しNaOHの追加が必要だった。

高pH海水での畜養による自然汚染カキ中のノロウイルス低減効果の検証



検証の結果、UFB 拡散海水や pH を調整した UFB 拡散海水においてカキを畜養することで、オーダーレベルの減少ではないものの中腸腺内のノロウイルスが減少することが明らかとなった。海域で生産されるカキのノロウイルス汚染量は、人為汚染カキと比べると低いことが多く、その場合にはウイルスの除去効果がより大きくなる可能性も考えられた。

4 試験終了後の処置（汚染した不要なカキの処理を含む）

「ヒトノロウイルス汚染カキ試料作製方法」を参照のこと。

5 ノロウイルスの検出法

ヒトノロウイルスの検査法には、厚生労働省の通知法、改良法、ISO 法、感染性推定遺伝子検査法等がある。推定法<通知法<改良法<ISO 法の順で感度が高いと考えられ、推定法以外ではカキを複数個~10 個以上をまとめて一検体とする。輸出先によって検査方法が異なることから、輸出先に合わせた検査法や ISO 法などの高感度な検査法を用いることが望ましい。

表1 各検査法の概要（参考情報 11. 第12回カキのノロウイルスに係る平常時の水準調査委員会 資料2より改変）

略称	通知法	改良法	ISO法	感染性推定法
出典	厚労省通知 食安監発第1105001号	食品衛生検査指針 微生物編2018	ISO 15216-1（定量） ISO 15216-2（定性）	内閣府食品安全委員会 食品健康影響評価技術研究
目的	- 食中毒の原因究明 - カキ出荷前の自主検査	食中毒の原因究明	- EUの保有実態調査 - 輸出入検査	感染性ウイルスの選択的検出（リスク評価）
検体	中腸腺1 g以上（1粒）	中腸腺1 g以上（1粒）	中腸腺2 g以上（10粒）	カキ1粒の中腸腺
核酸抽出	カラム法		磁気ビーズ法	カラム法
遺伝子検出	2-step RT-PCR (qPCR)		1-step RT-PCR (qPCR)	2-step RT-PCR (qPCR)
工程管理	行政検査の際は、工程管理ウイルスの使用あり		○工程管理ウイルス ○PCR阻害確認	○工程管理ウイルス ○PCR阻害確認
検出限界	100～1,000 cpg	150～466 cpg	38～44 cpg	-
定量限界	100～10,000 cpg	283～1,860 cpg	50～196 cpg	-

通知法の詳細については参考情報の4参照

改良法の詳細については参考情報の6, 7, 8参照

ISO法の詳細については参考情報の6, 7, 8, 10参照

感染性推定遺伝子検査法は感染性ウイルスを選択的に検出する目的で開発された。1個体を検体とし、他の方法よりも感染価を反映している可能性がある。

感染性推定遺伝子検査法については参考情報の2, 5参照

6 参考情報

1. 包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業短期課題解決型研究「カキのノロウイルス汚染低減に関する研究」最終年度報告書
2. ヒトノロウイルス汚染カキ試料作製方法
https://www.fra.go.jp/gijutsu/project/files/method_for_transfer_of_norovirus_to_oyster.pdf
3. 包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業短期課題解決型研究「カキ中のノロウイルス低減対策に関する研究」最終年度報告書
4. ノロウイルスの検出法について：食安監発第0514004号（食安監発第1105001号）
<https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/kanren/kanshi/031105-1.html>
別添 ノロウイルスの検出法：厚生労働省

<https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/kanren/kanshi/dl/031105-1a.pdf>

5. 食品のウイルス汚染のリスク評価のための遺伝子検査法の開発と応用に関する研究
<http://www.fsc.go.jp/fsciis/technicalResearch/show/cho99920131203>
6. ISO 15216 に準拠した検査法（ISO 法）に関する検討結果について
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/hq/i-4/attach/pdf/yusyutu_shinsei_asia-566.pdf
7. ISO 15216-1 に基づくノロウイルス検査法の導入に向けた取組について
https://www.maff.go.jp/j/study/nov_oysters_survey_committee/attach/pdf/5th_time-9.pdf
8. カキのノロウイルスの国内及び国際的検査法(ISO 15216)に係る性能比較
日本食品微生物学会雑誌 Jpn. J. Food Microbiol., 39(2), 83–86, 2022
9. 病原体検出マニュアル ノロウイルス（第 1 版）：国立感染症研究所
<https://www.niid.go.jp/niid/images/lab-manual/Norovirus20190611.pdf>
10. （別紙）シンガポール向けカキ輸出時のノロウイルス検査法
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/hq/i-4/attach/pdf/yusyutu_shinsei_asia-622.pdf
11. 第 12 回カキのノロウイルスに係る平常時の水準調査委員会 資料 2
https://www.maff.go.jp/j/study/nov_oysters_survey_committee/attach/pdf/12th_time-8.pdf