

作成 2020年12月21日 (第1版)

更新 2022年12月27日 (第2版)

# 抗ウイルス性ポリオキソメタレート の 生活環境への応用 —抗ウイルス性ウェット手洗いタオルと固形用品

## 論文情報

掲載ジャーナル：スイス バーゼル MDPI社『Applied Sciences』IF2.474

論文タイトル：Adapting Antiviral Polyoxometalates Materials to Living Environments ~ Antiviral moist hand towel &amp; stationery ~ (抗ウイルス性ポリオキソメタレートの生活環境への応用-抗ウイルス性ウェット手洗いタオルと固形用品-)

論文URL：<https://doi.org/10.3390/app10228246>

## 要旨

安全、安心、環境に配慮した活性物質を開発すべきである。

VB (ウイルスブロック)とは、 $K_{11}H[(VO)_3(SbW_9O_{33})_2] \cdot 27H_2O$ (VB2)と $Na_2[SbW_9O_{34}] \cdot 19H_2O$ (VB3)、2種のポリオキソメタレート(PM)とポリヘキサメチレンピグアナイド(PHMB)の抗ウイルス/抗菌混合物を指す。

VBは培養細胞に対して抗ウイルス効果を発揮することが実証された。

その効果は衛生製品や固形物でも維持されていた。

抗ウイルス効果は逆転写ポリメラーゼ連鎖反応(RT-PCR)により解析し、結果はTCID50と関連し、感染性ウイルスを取り扱う必要性を潜在的に排除した。

VBは培養細胞において極めて有効(最大99.99%の阻害)であることが実証され、VB含有衛生製品において抗ウイルス/抗菌効果が維持された。

VBを固体に適用し、高い適用性と汎用性を示した。

VBは、化合物の表面積が増加することにより、ウイルスや細菌とのより頻繁な接触によりその効果が増強され、材料に関係なく高温に耐える。

## VBとVB配合製品の抗ウイルス効果の検討

### ・VBの培養細胞に対する抗ウイルス作用

ウイルス吸着直後に添加したVBの、ウイルスのワンステップ増殖に対する抗ウイルス効果を検討した。

VBは濃度依存的にウイルス増殖を4桁(300  $\mu$ g/mLで99.99%)強く抑制した(図1a)。

ウイルス分子の減少はTCID50の変化と濃度依存的によく相関していた(図1b,c)。

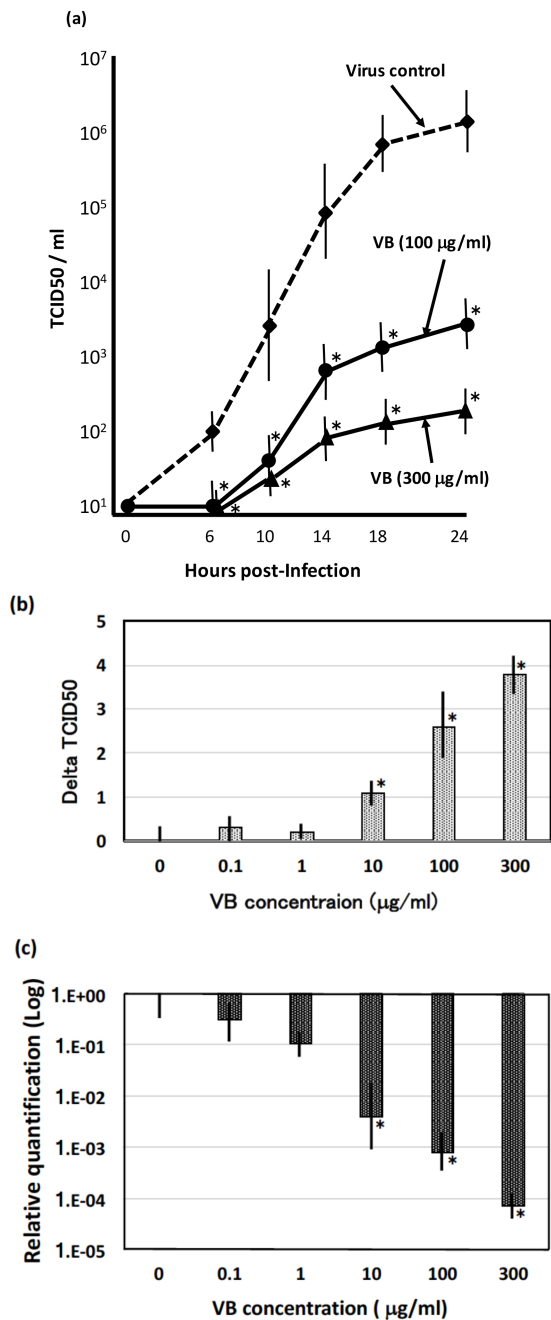
図1.インフルエンザウイルスの1段階growthに及ぼすVBの抑制効果

(a)培地中のウイルス量の連続的変化

(b)ウイルス量に対する濃度依存的な反応, 24h;TCID50アッセイ

(c)24時間後のウイルス量に対する濃度依存的な反応;相対的定量RT-PCR

\*ウイルス対照に対して $p < 0.001$ 。

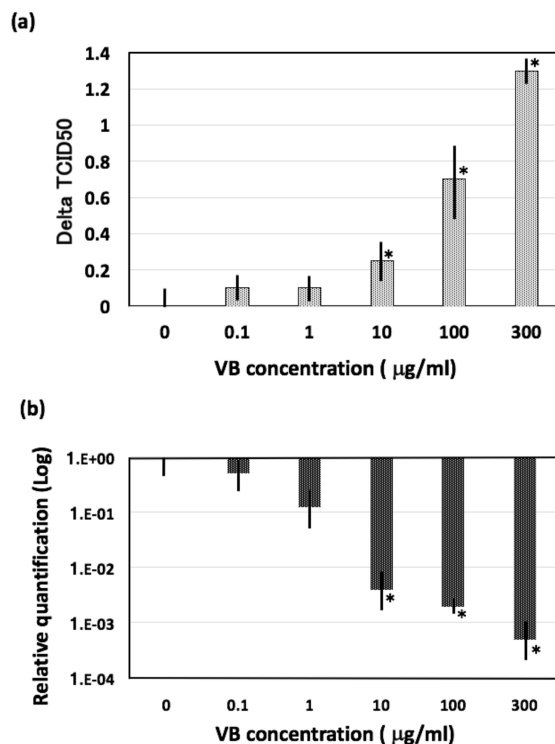


・ウイルス粒子に対するVBの直接的な不活化作用  
 ウイルス感染能(TCID50;図2a)およびウイルス分子の相対数(RT-PCR;図2b)から明らかなように、VBはウイルス粒子を濃度依存的に不活化した。最大効果として、TCID50はウイルス分子の1/1000減少で1桁変化した。TCID50,RT-PCRとも濃度依存的に同様に変化した。

図2.ウイルスに対するVBの直接的な不活化作用

(a)TCID50アッセイ; (b)相対定量RT-PCR。

\* ウイルス対照(VB、0 μg/mL)に対してp<0.001。



・VB (VB2) とウイルス構成蛋白との二分子親和性の  
 Biacore Assay

ウイルス成分蛋白質に対するVBの親和性をBiacoreを用いて解析した。

同じコロナウイルス種のSARS-CoV-2 S1蛋白質および非エンベロープノロウイルスのGII.4 VP1 VLPsに対して同等に高い親和性を示した。

表2. Binding affinity of VB to virus compartments by BIACORE.

Ligands	Analytes	KD (M)
Influenza A virus Matrix 2 protein	VB(VB2)	$3.6 \times 10^{-9}$
	Acyclovir	No response
SARS-CoV-2	VB(VB2)	$8.1 \times 10^{-9}$
Norovirus GII.4 VP1 VLPs	VB(VB2)	$6.4 \times 10^{-9}$

・ウイルスおよび細菌RNAを用いた定量RT-PCRによる市販の衛生製品の陰性試験

VB含有のウェットハンドタオルを用いて、抗ウイルスおよび抗菌効果を検討した。

インフルエンザウイルス(RNAウイルス)、HSV (DNAウイルス)、エンベロープを持たないノロウイルス、MRSA、セレウス菌、緑膿菌、一般細菌のうちグラム陽性菌、陰性菌について検査した。

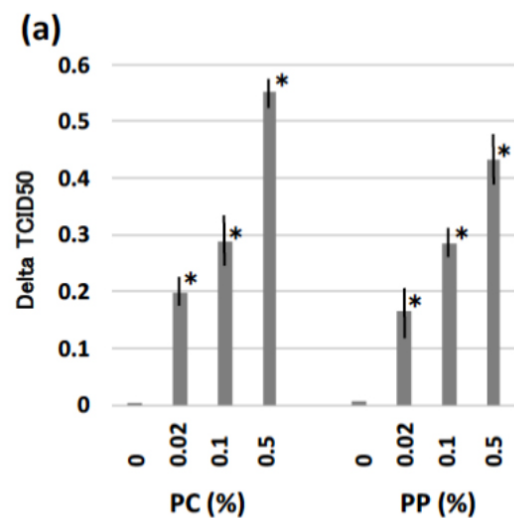
いずれの検体からもウイルスは検出されなかった。一般細菌は少量検出されたが、検出レベルは基準値以下100,000コロニー / 検体だった。真菌は検出されなかった。

・固定用物品の成形材料に対する抗ウイルス作用

溶液中で使用されていたVBを固体に適用した。VBの濃度を変えて溶かしたいくつかの素材から成形品を作り、それらの抗ウイルス効果を検討した。成形品を製造するにあたり、VBを300℃以上で添加したが、安定性に問題は生じなかった。VBは典型的な材料、PCおよびPPに対してVBは濃度依存的に抗ウイルス作用を示した (図4a)。結晶の粒径を小さくすることによる表面積の増加と共に、効果が增强された。また、検査後1時間以内に効果が出現した。さらに5種類の材料(ABS, TPS, PBT, POM,TPC)を用いて再現性の検討をしたところ、濃度依存的にVBの抗ウイルス作用を示した。効果は材料による差はなかった。VBは0.3%以上で添加すると抗ウイルス効果を示した。固形物については相対的なウイルス分子が1/100に減少し、Delta TCID50が1桁となった。

図4.成形品に対するVBの影響

(a)VB濃度の依存性



## 結論

抗ウイルス効果の評価では、定量的RT-PCR法の結果はTCID50と関連しており、TCID50, 感染性ウイルスを取り扱う必要性を排除できる可能性がある。

抗ウイルス/抗菌VB化合物の効果を検討した。本化合物は培養細胞に極めて有効(阻害率99.99%まで)であることが実証された。また、直接的な不活化作用は濃度依存的に発現した。

インフルエンザウイルスの表面蛋白質、コロナウイルス種のSARS-CoV-2 S1蛋白質および非エンベロープノロウイルスのGII.4 VP1 VLPsに対しても高い親和性が示された。

VB含有衛生製品において抗ウイルス/抗菌作用が維持されていることが実証された。

固形物へのVBについて検討し、固形物へのVBの適用性の高さと、固形物へのVBの適用性の高さに基づく汎用性を実証し、化合物の表面積の増加によるウイルスや細菌へのより頻繁な接触、任意の材料への適用性、耐熱性による処理性の高さを介した効果の高さに基づく適用性と汎用性を実証した。今後、VBの適用性、汎用性については、静止用品以外にも、様々な日常必要度について検討し、さらに適用範囲を広げていく必要がある。

