



日本オゾン協会第34回年次研究講演会

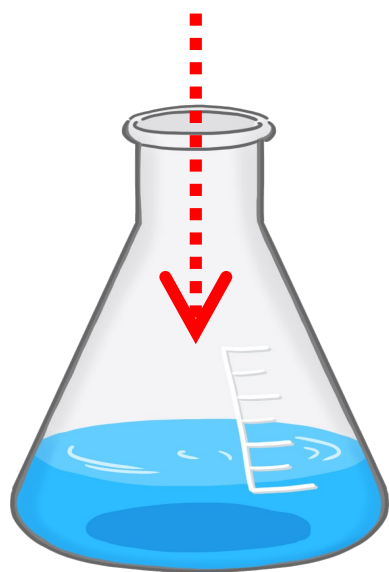
2-MIBはスカベンジャーです !

京都大学大学院工学研究科 伊藤 禎彦
京都大学大学院地球環境学堂 越後 信哉

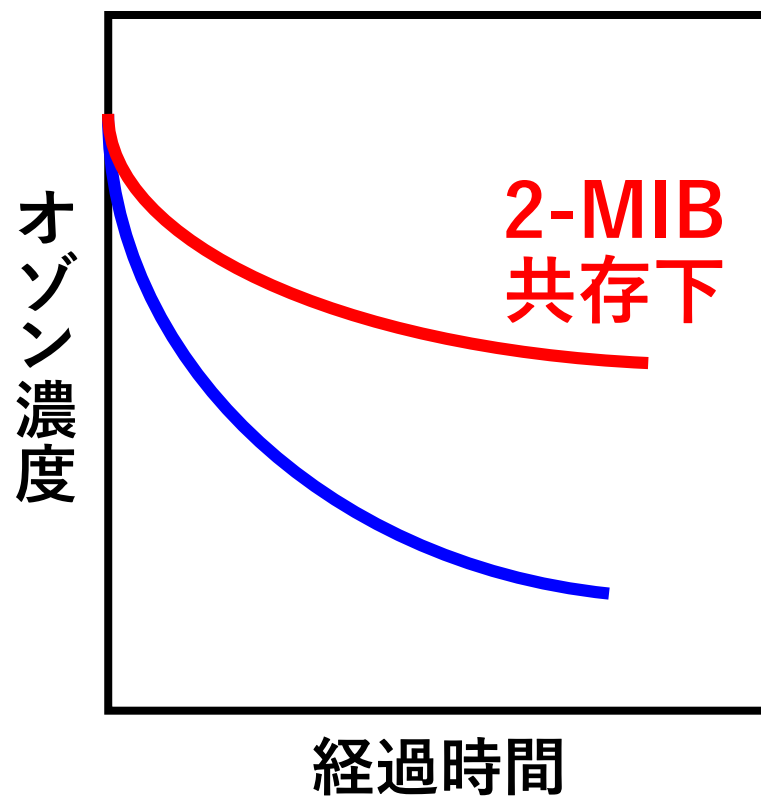
東京科学大学大岡山キャンパス
2025年6月26日

つまり・・・

2-メチルイソボルネオール
(2-MIB)



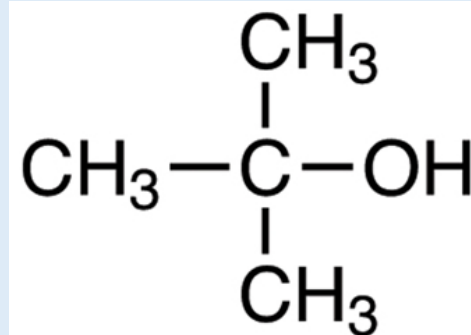
オゾン水溶液



第3級アルコール

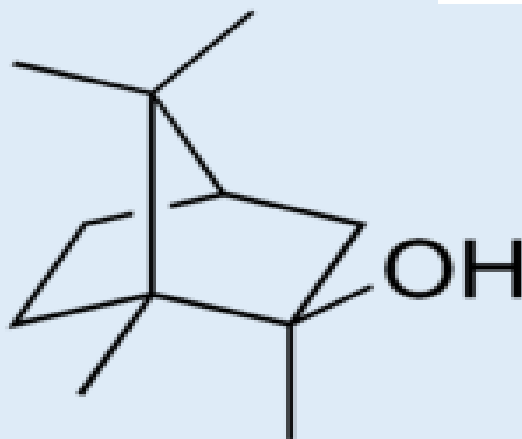
t-ブチルアルコール

：スカベンジャーの代表物質



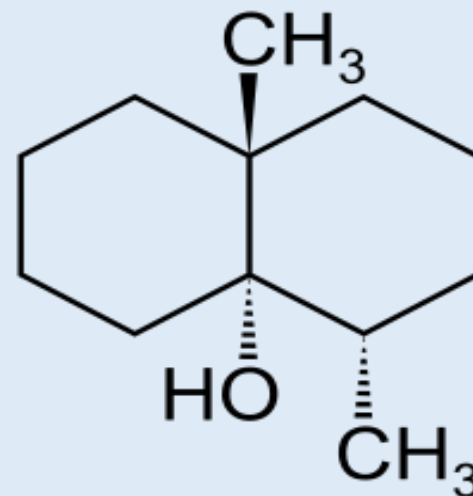
2-MIB

C₁₁H₂₀O
MW 168



ジェオスミン

C₁₂H₂₂O
MW 182

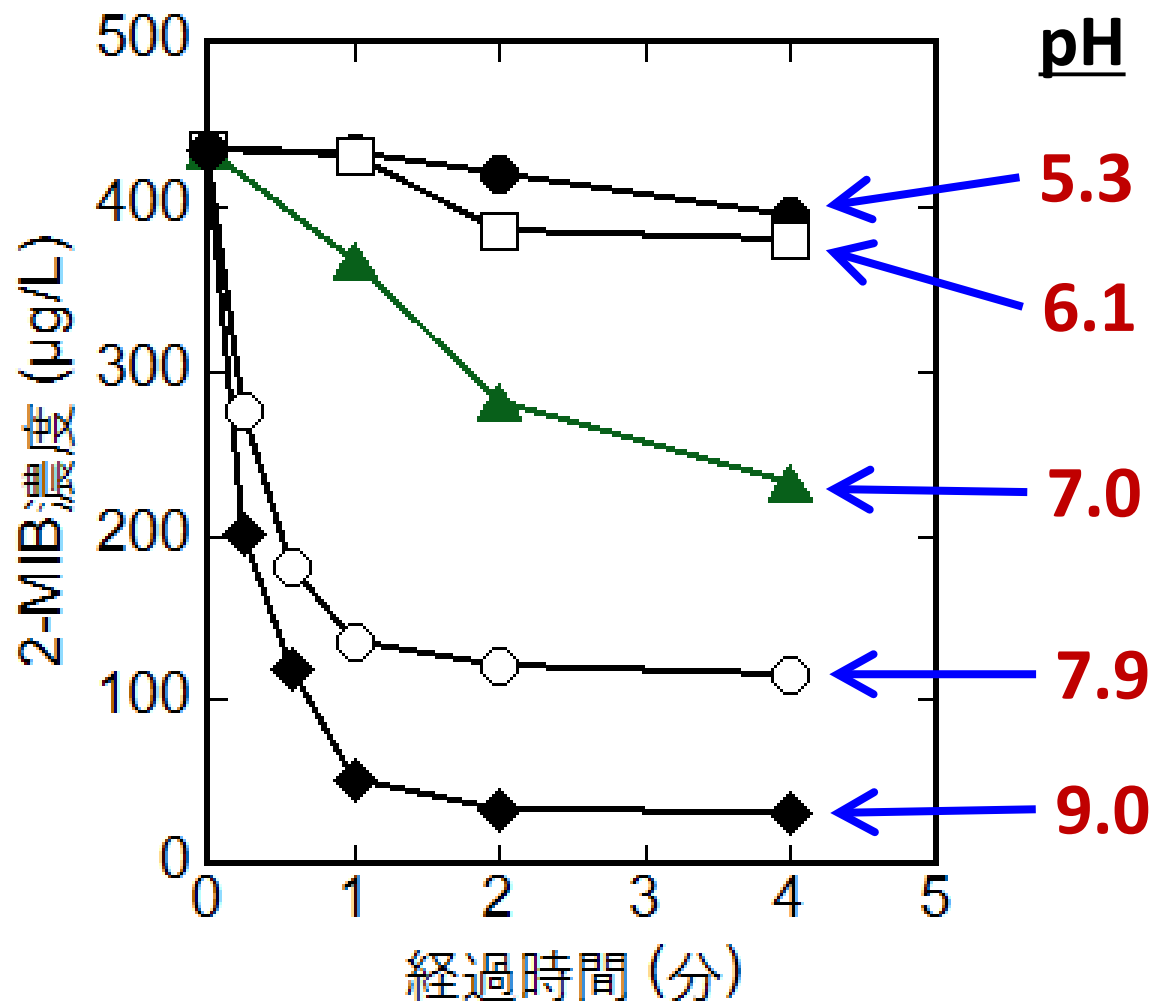




2-MIB分解の基礎



pHの影響

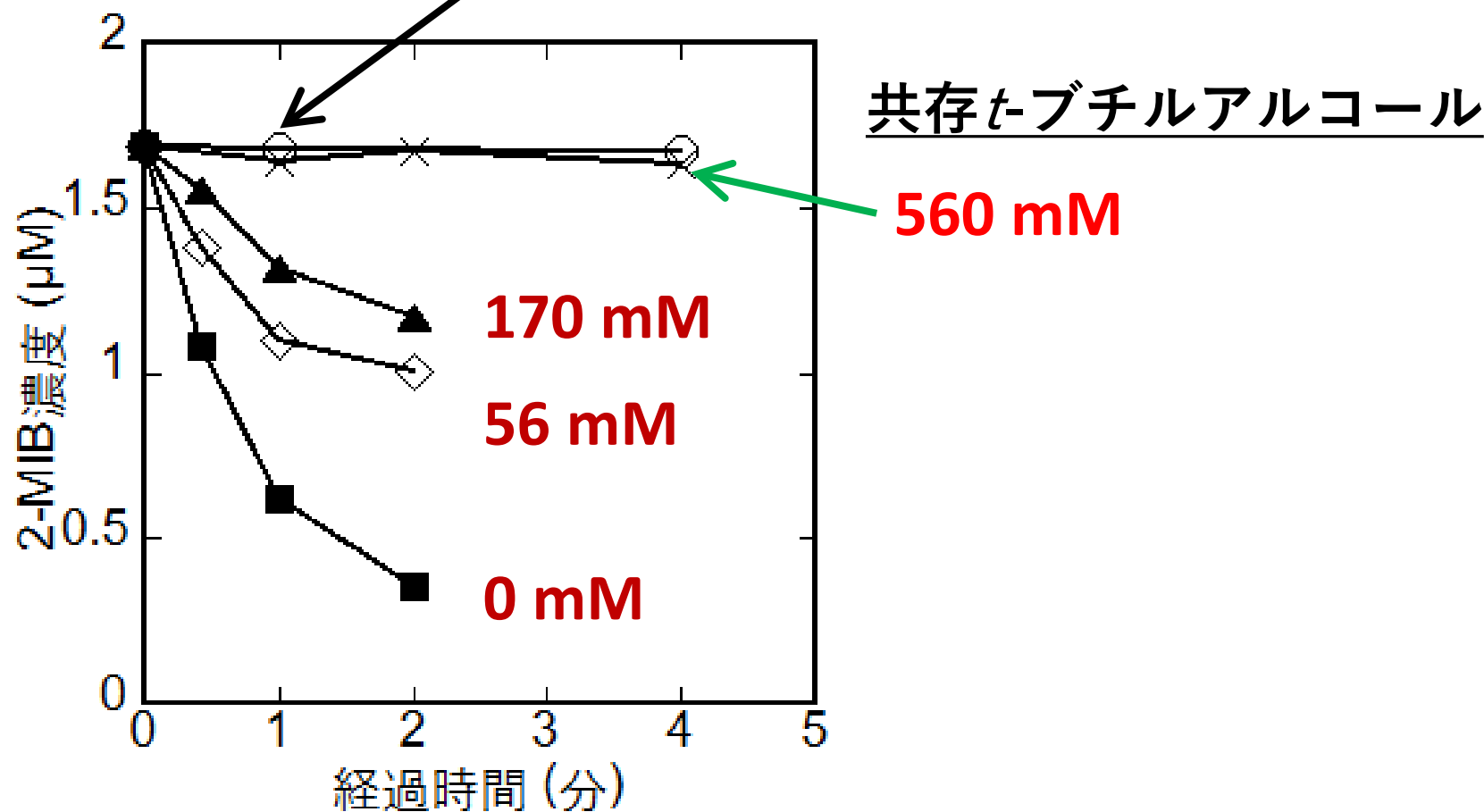


リン酸緩衝液濃度 56mM。pHは反応初期の値。初期オゾン濃度28 μM。



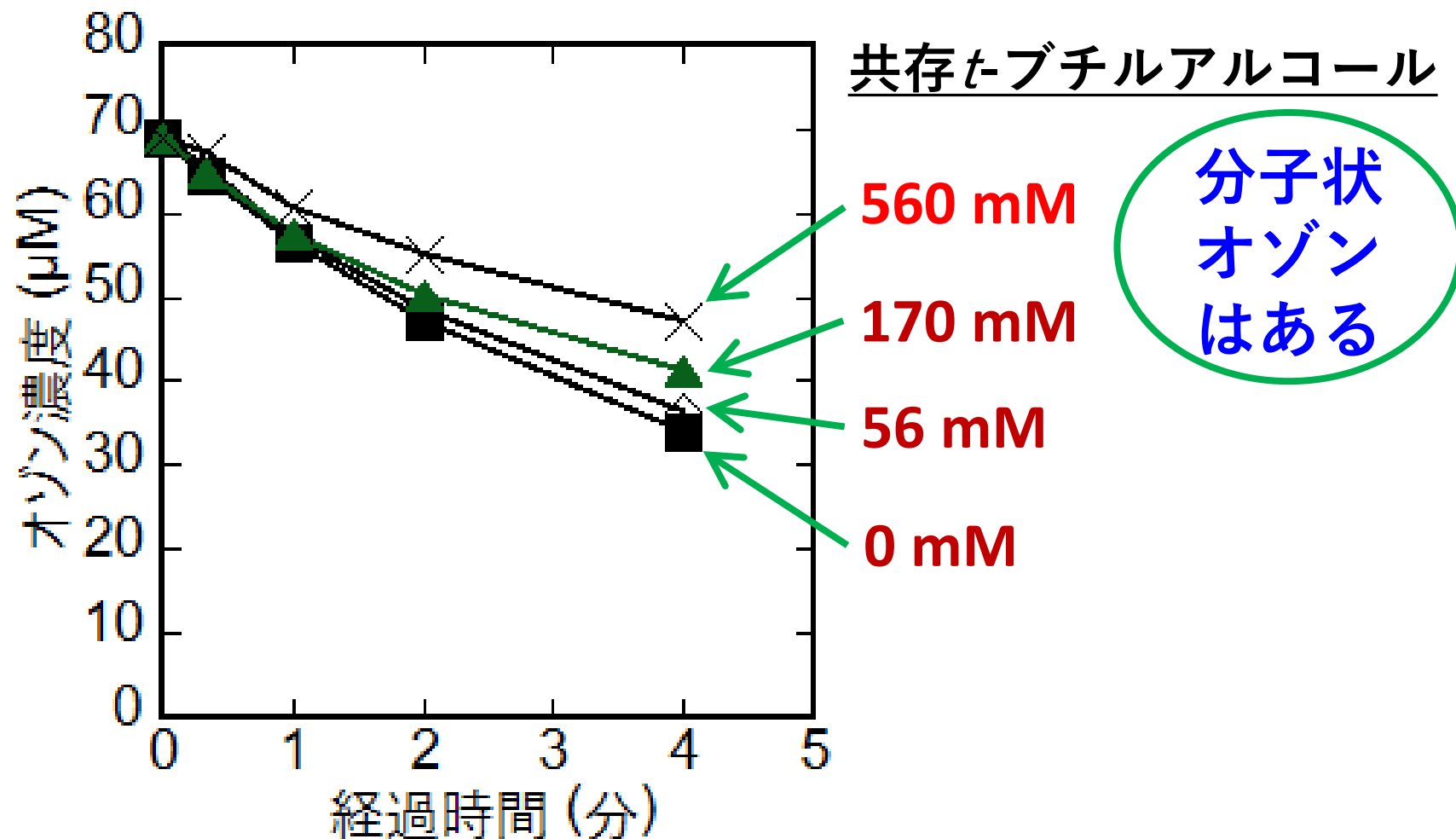
2-MIB分解に対する共存*t*-ブチルアルコールの影響

空試験：オゾンを添加せず2-MIBのみ



リン酸緩衝液濃度37 mM、pH 7.0。初期2-MIB濃度 $1.7\mu\text{M}$ (= $280\mu\text{g/L}$)、初期オゾン濃度 $69\mu\text{M}$ 。

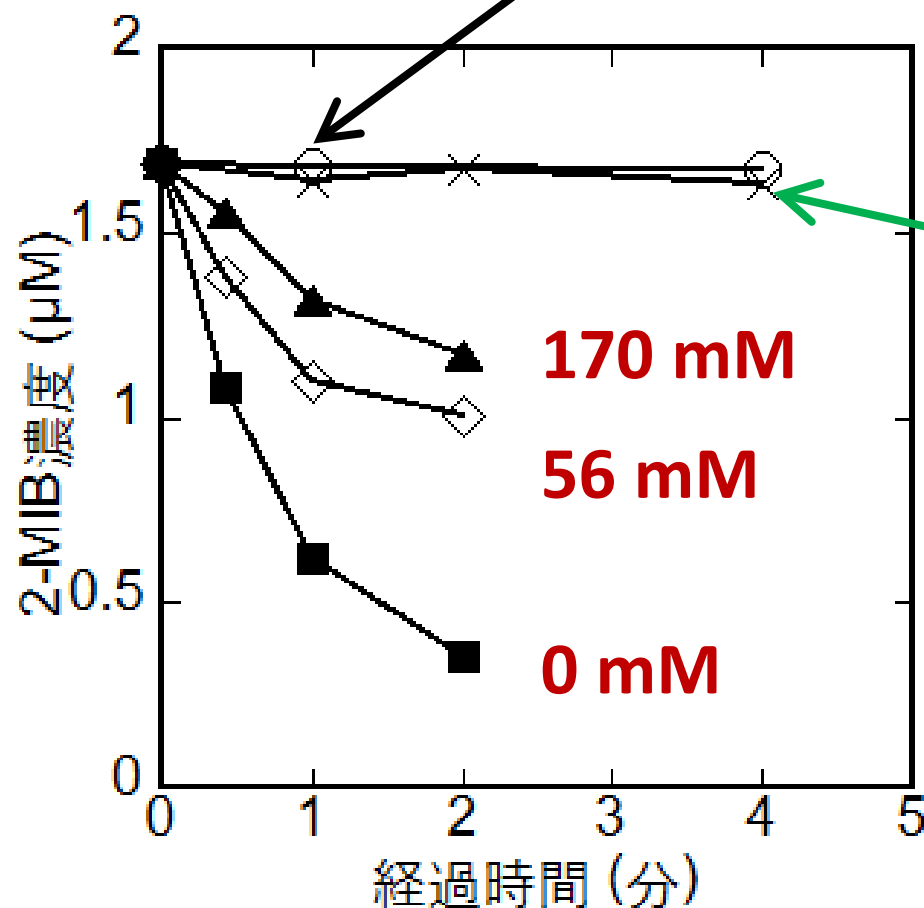
共存 *t*-ブチルアルコールの影響： 溶存オゾン濃度





2-MIB分解に対する共存 t -ブチルアルコールの影響

空試験：オゾンを追加せず2-MIBのみ



共存 t -ブチルアルコール

560 mM

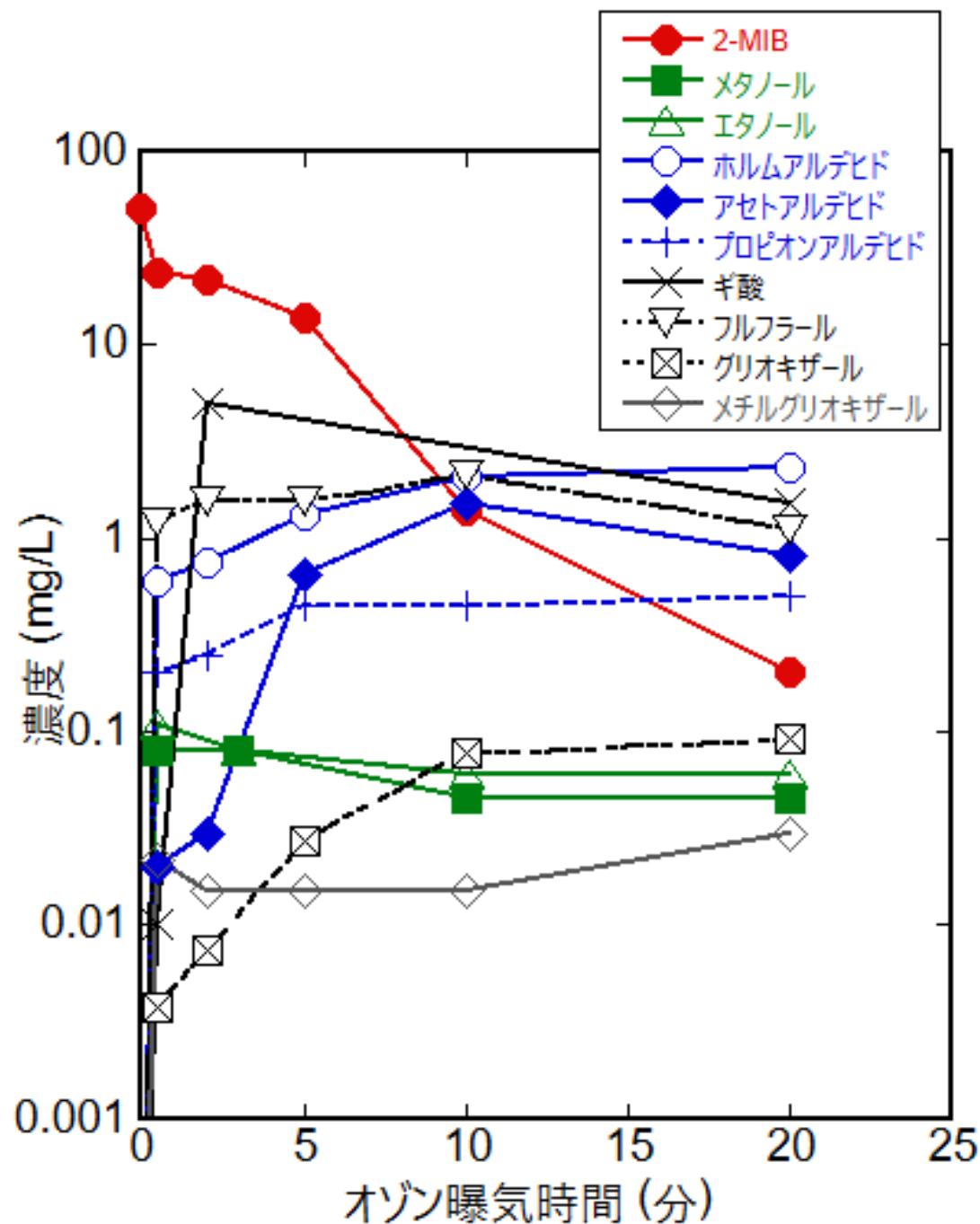
170 mM

56 mM

0 mM

2-MIBのオゾン
分解とは、OH
ラジカルとの反
応によるもの

2-MIBのオゾン分解生成物



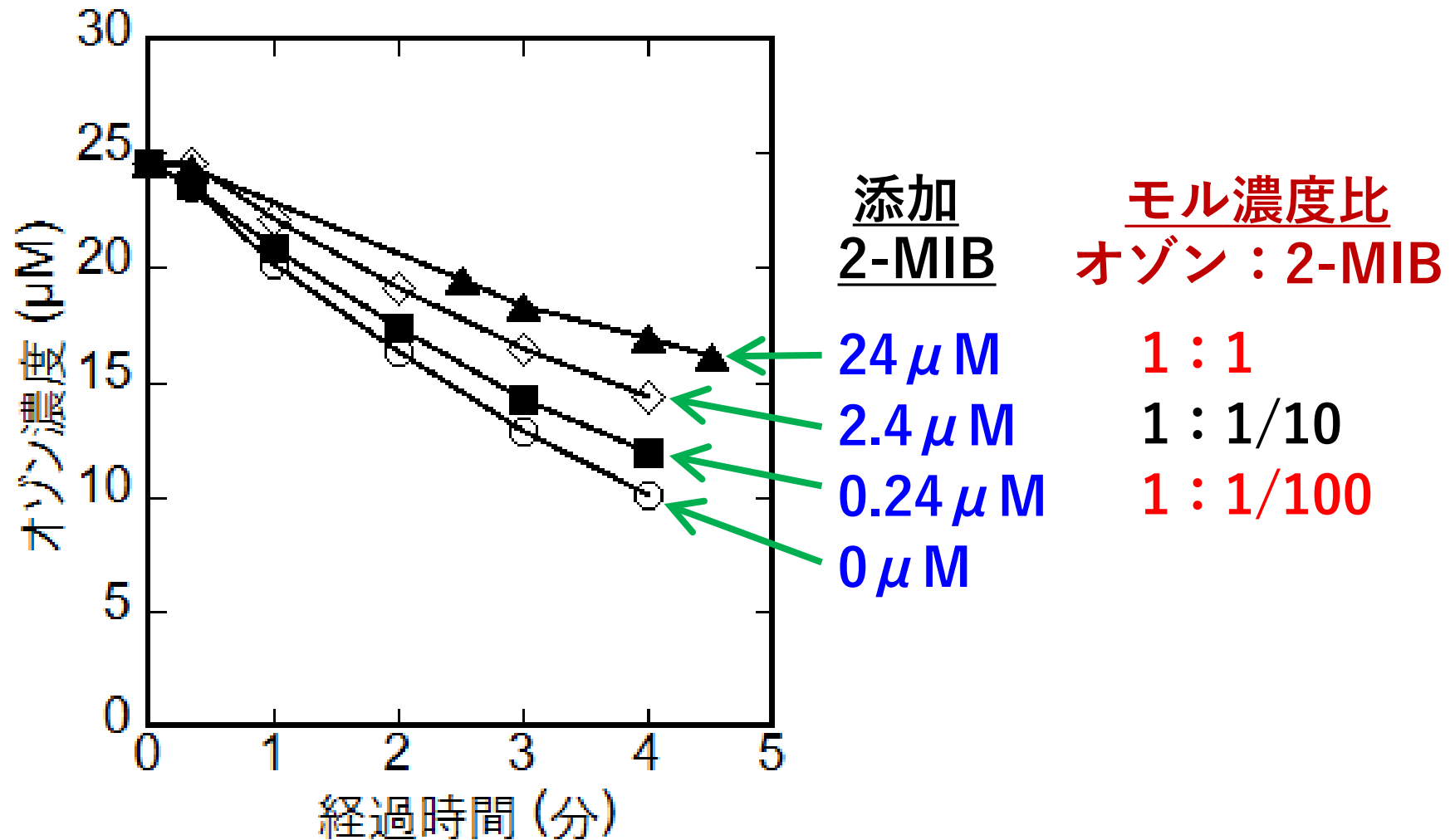
出典：山下正純；オゾン反応生成物の挙動と生物活性炭による処理性に関する研究, 京都大学修士論文, 1988.

2-MIBのスキャベンジャー効果



2-MIBのスカベンジャー効果

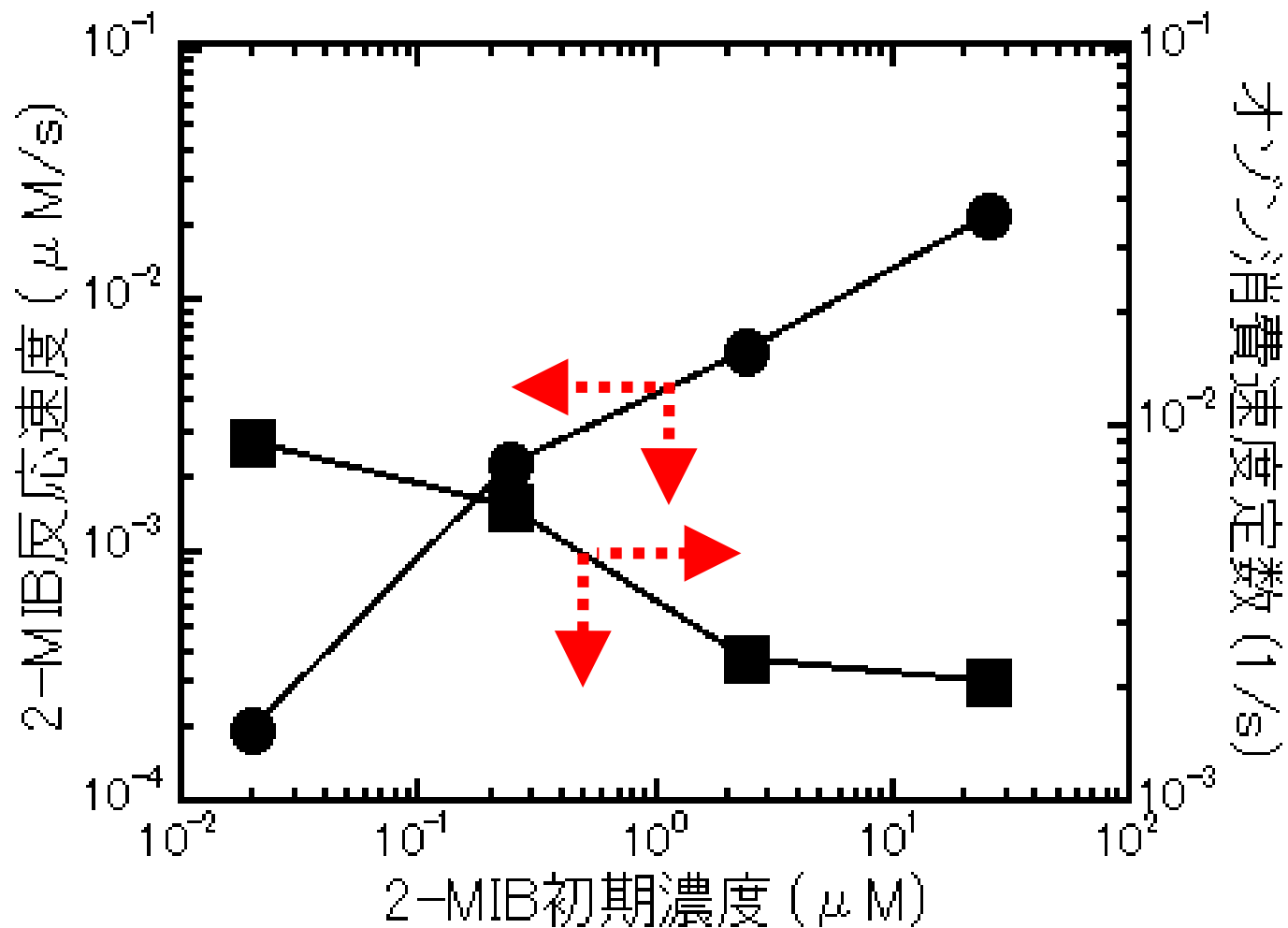
プロモーター：メチルアルコール $20\mu\text{M}$ 共存下



リン酸緩衝液濃度53 mM、pH 7.0。

添加2-MIB濃度: $0.24\mu\text{M}=40\mu\text{g/L}$ 、 $2.4\mu\text{M}=400\mu\text{g/L}$ 、 $24\mu\text{M}=4000\mu\text{g/L}$

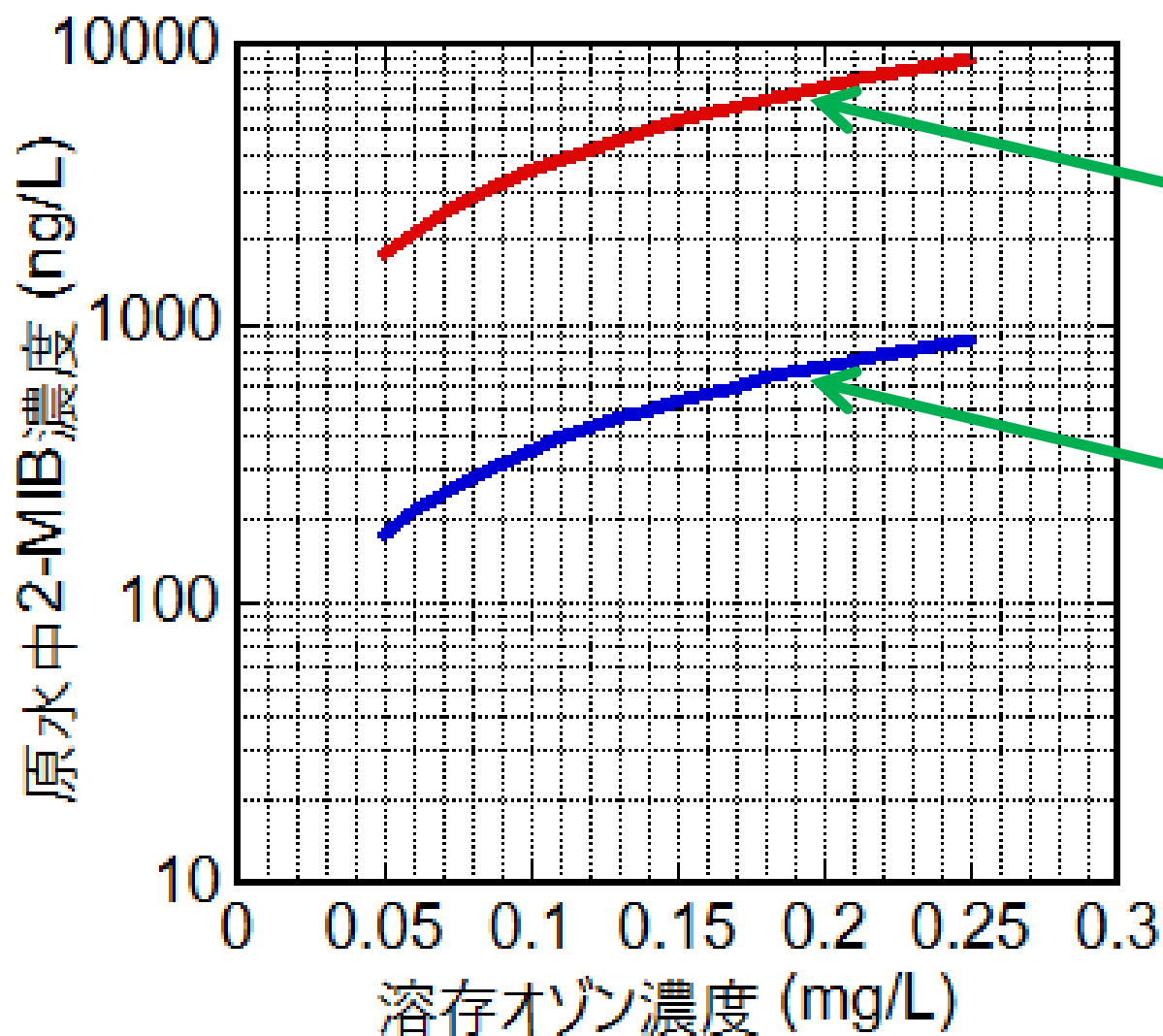
共存する2-MIB濃度の影響



リン酸緩衝液濃度56 mM、pH 6.9。初期オゾン濃度32 μM 。
共存メチルアルコールなし。

ヒント

オゾン:2-MIB
モル比

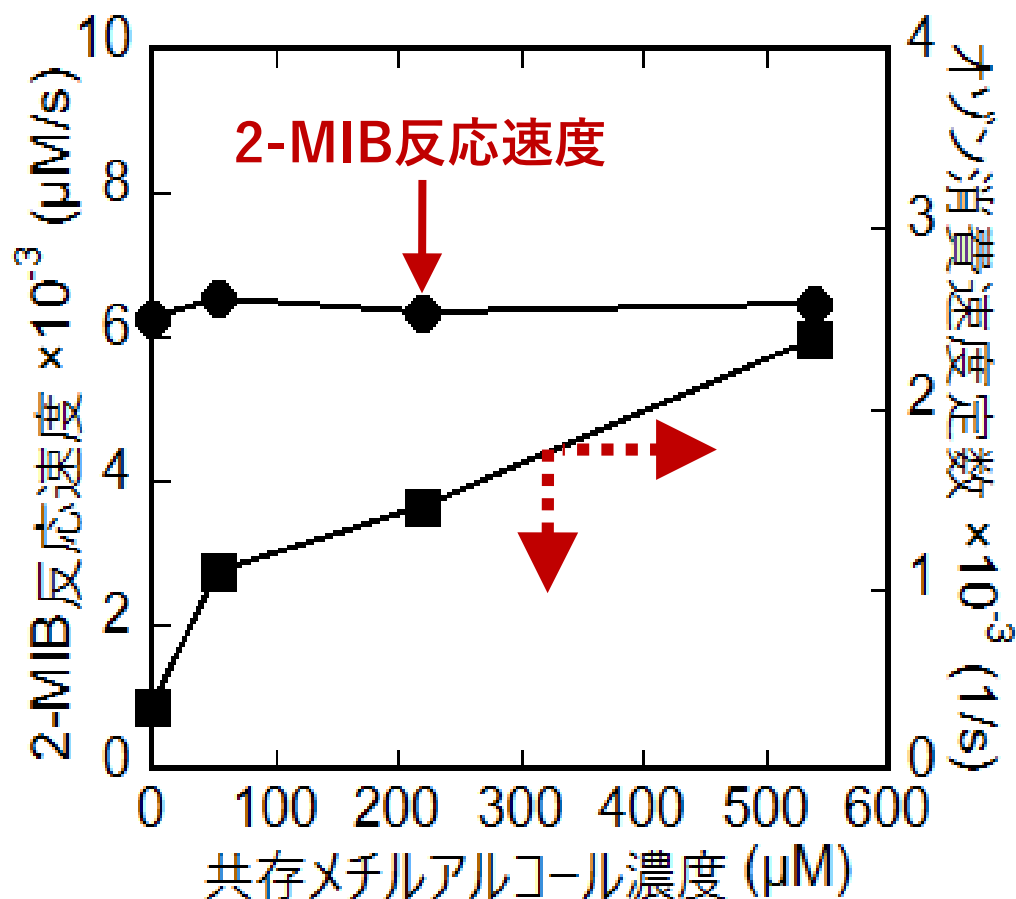


1 : 1/100

1 : 1/1000

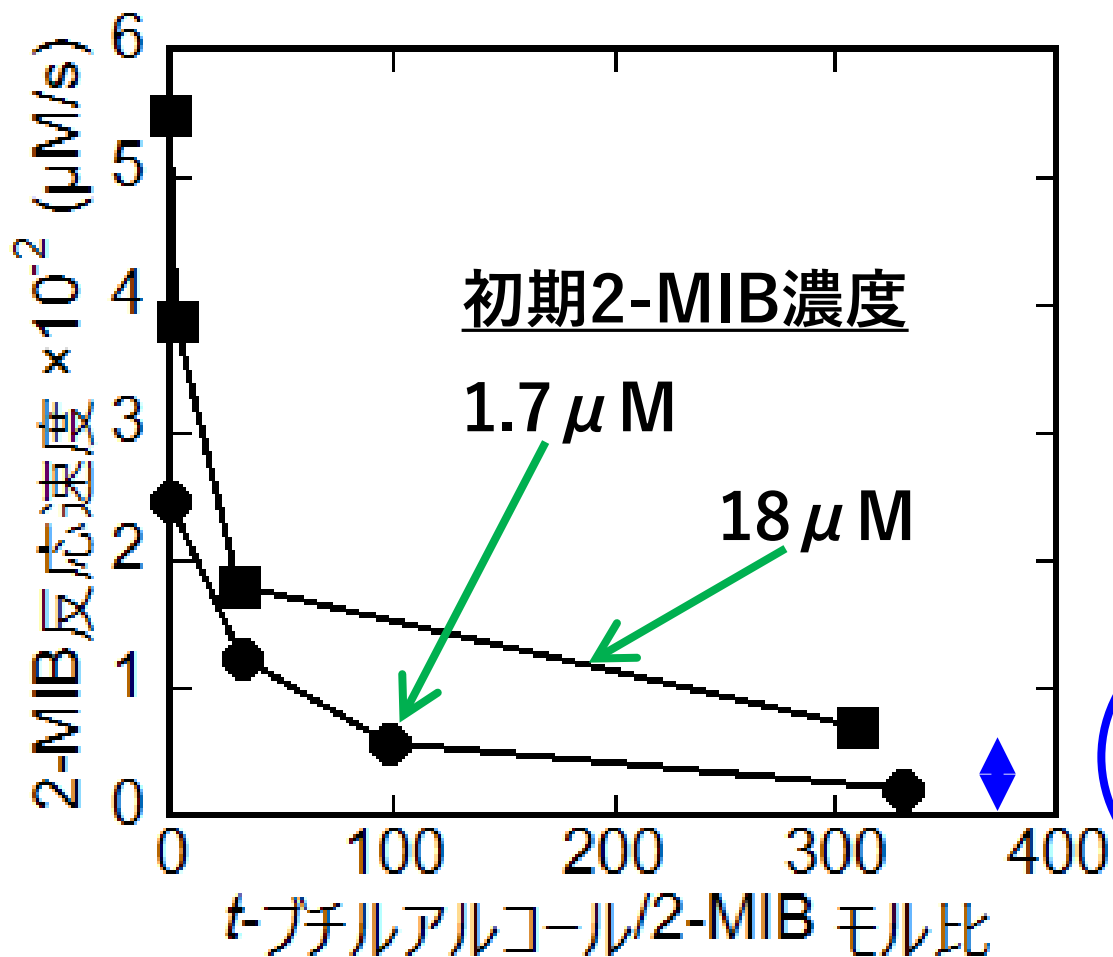
共存物質の影響

プロモーター：メチルアルコール



リン酸緩衝液濃度36 mM、**pH 5.6**。初期2-MIB濃度 $3.6 \mu\text{M}$ (= $600 \mu\text{g}/\text{L}$)、初期オゾン濃度 $65 \mu\text{M}$ 。

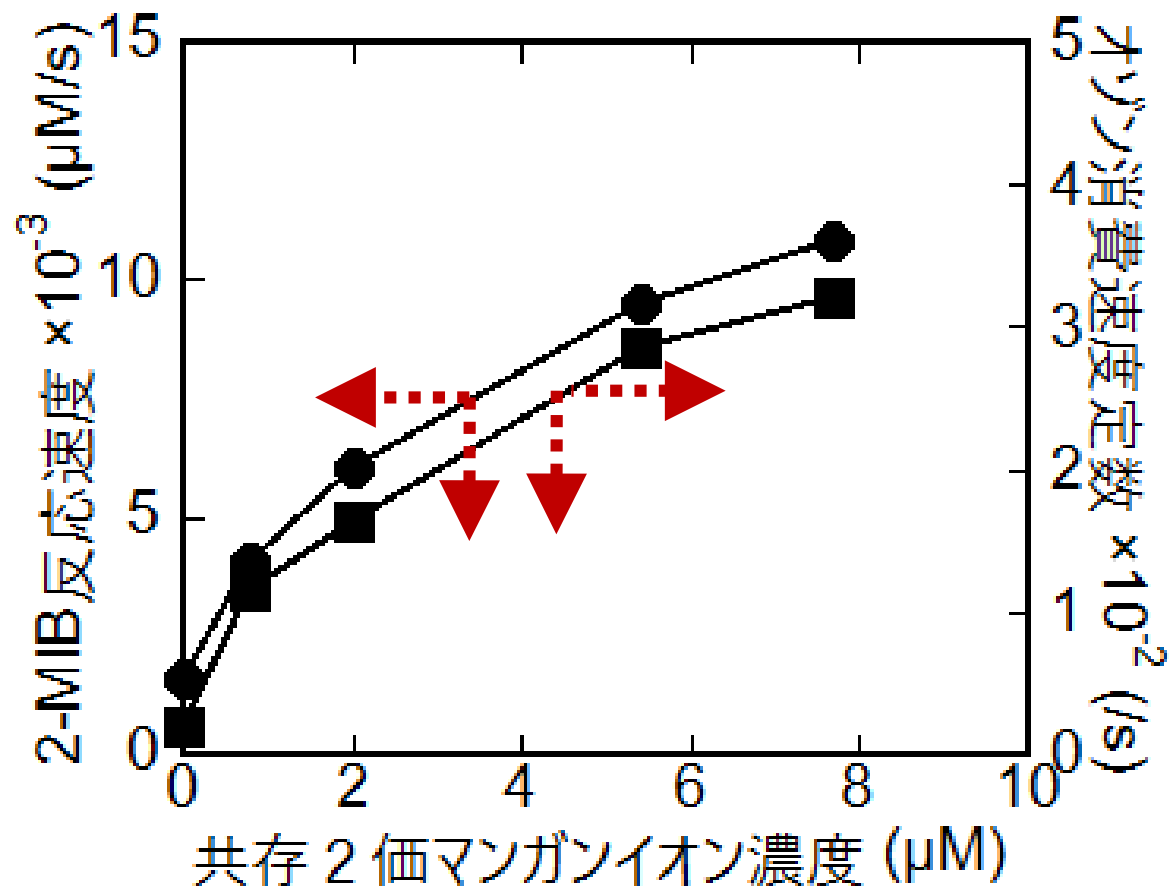
スカベンジャー：*t*-ブチルアルコール



2-MIB分解
がほぼみら
れない

リン酸緩衝液濃度37 mM、pH 7.0。初期オゾン濃度68 μM 。

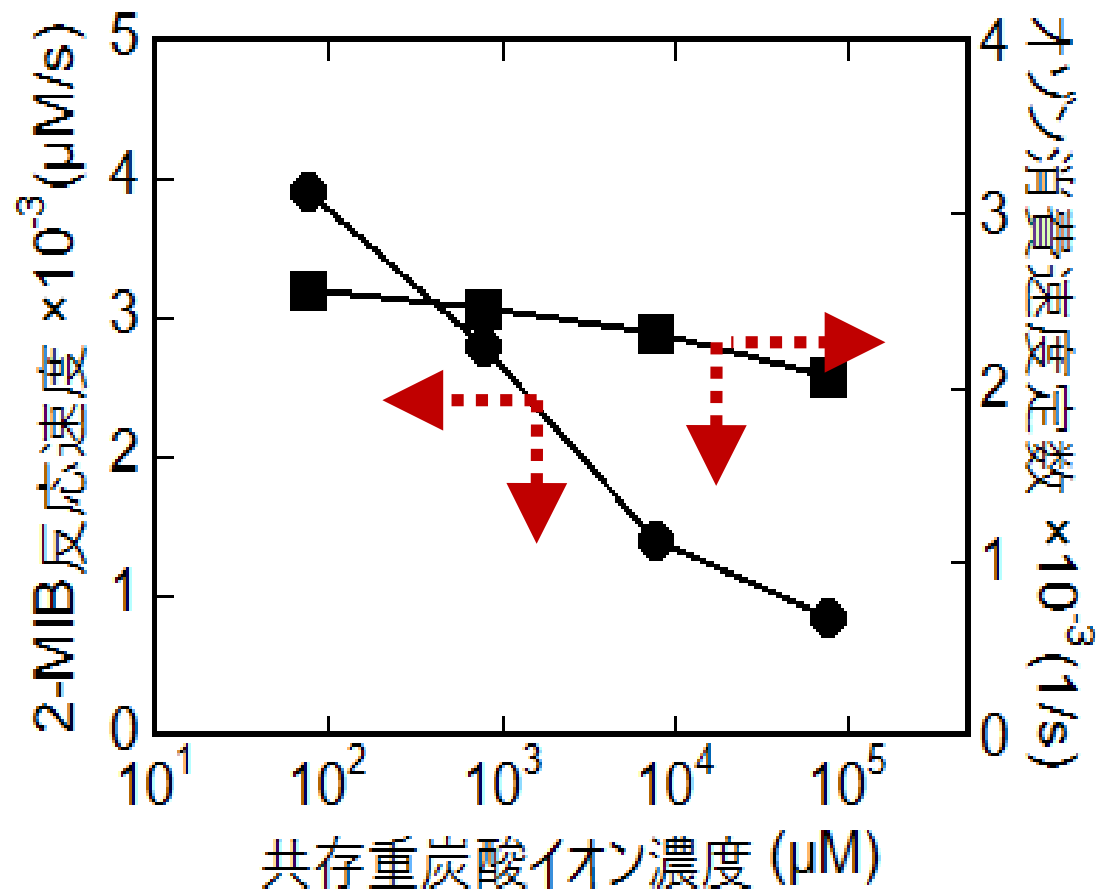
イニシエーター：2価マンガンイオン



リン酸緩衝液濃度51 mM、**pH 5.6**。初期2-MIB濃度 $2.4\mu\text{M}$ 、初期オゾン濃度 $34\mu\text{M}$ 。

その他の無機イオン類

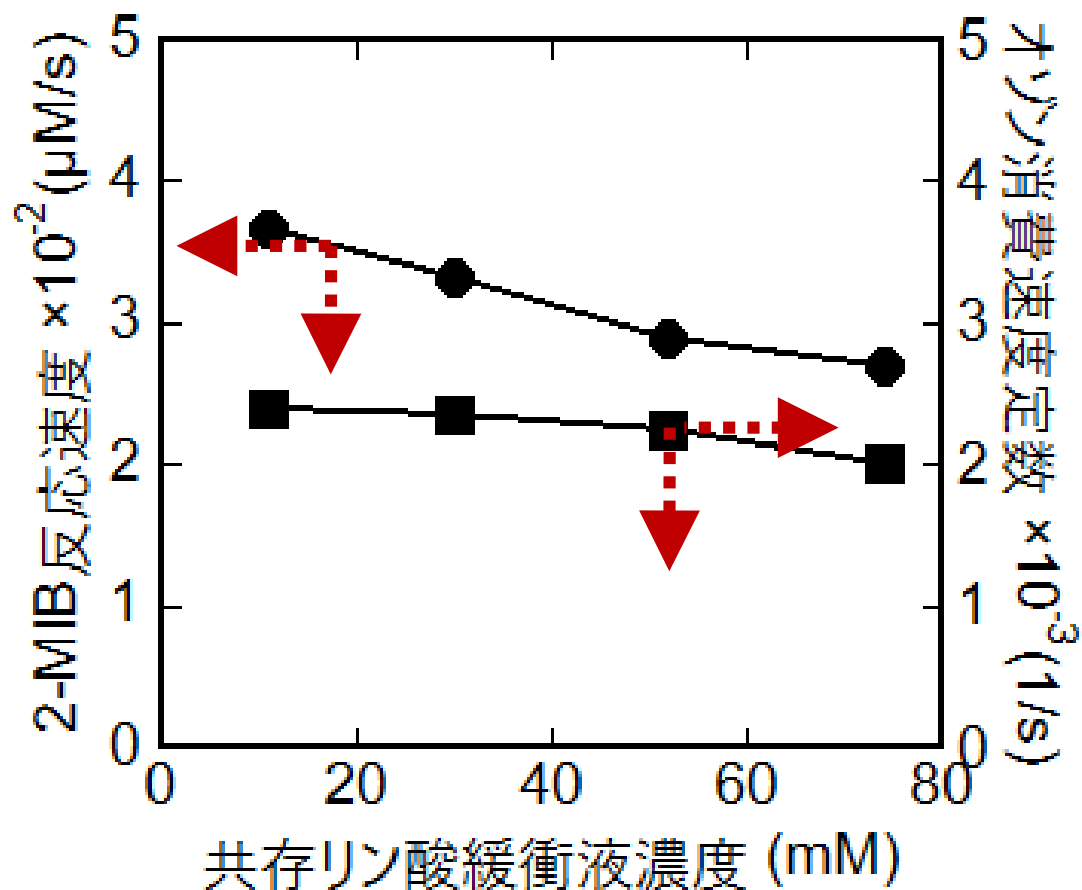
(1) 重炭酸イオン



リン酸緩衝液濃度51 mM、pH 6.9。初期2-MIB濃度 $2.4\mu\text{M}$ 、初期オゾン濃度 $24\mu\text{M}$ 。

その他の無機イオン類

(2) リン酸



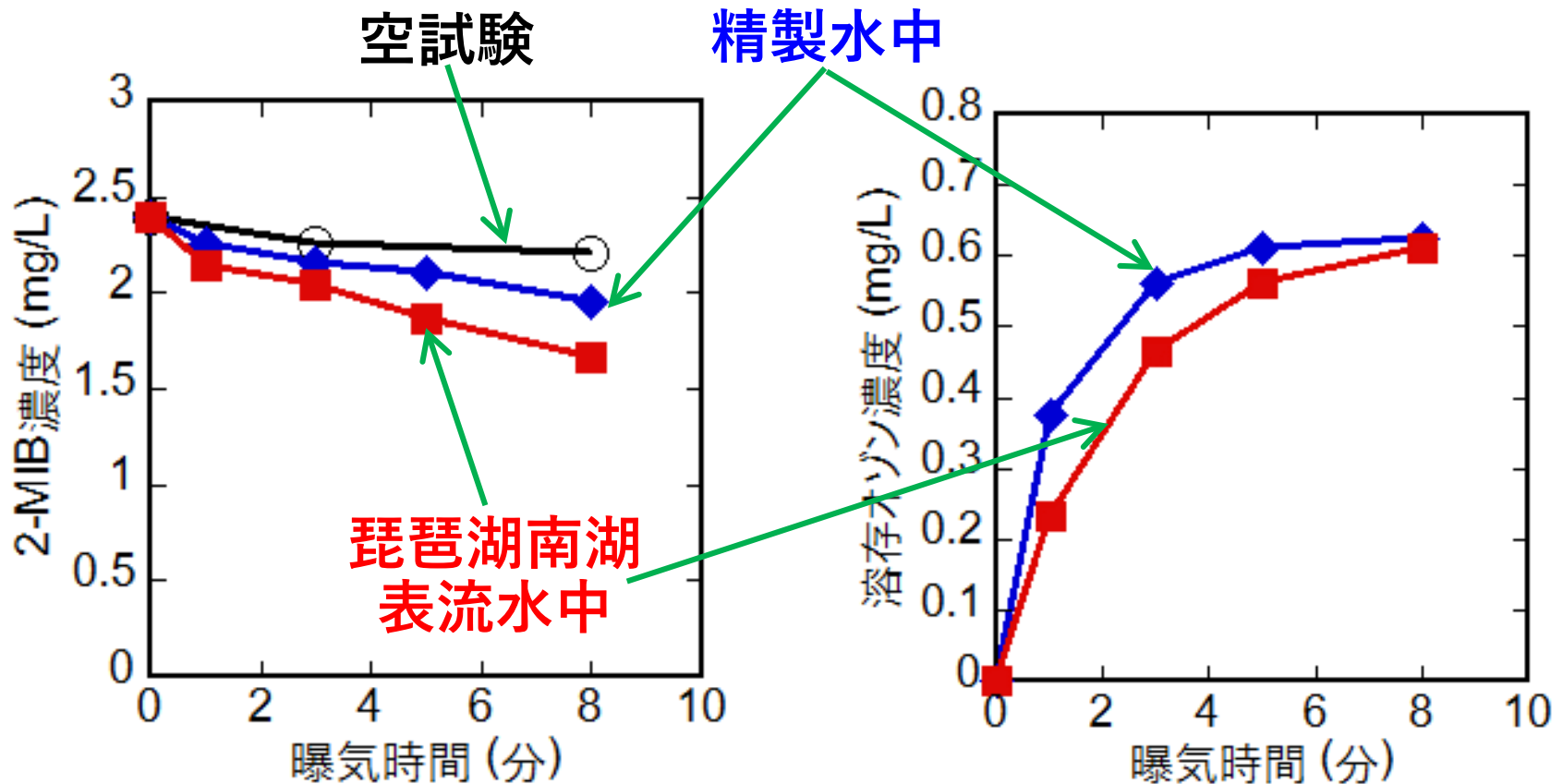
pH7.0。初期2-MIB濃度 $3.6\mu\text{M}$ 。初期オゾン濃度 $63\mu\text{M}$ 。

まとめ

- ✓ 2-MIBがスカベンジャーとしての性質を有することを中心に据えた基礎的な検討。
- ✓ ただし、いずれも各種の物質の性質がよく観察できる濃度範囲と反応条件のもとでの実験。
- ✓ 今後は、水道原水中に存在する濃度範囲での実験や速度論的検討をはじめ、

浄水処理プロセスにおいて2-MIBのスカベンジャー効果が顕在化または無視できる濃度範囲の検討などが求められる。

水道原水：琵琶湖南湖表流水 中



リン酸緩衝液濃度 58 mM、pH7.0。オゾン化空気を曝気。空試験とは、オゾン化空気を曝気せず2-MIBだけの場合。

プロモーターの存在を示唆

再現性得られていない