

個人用透析装置における 原液チューブからの気泡発生による 濃度低下トラブルを経験して

偕行会岐阜 中津川共立クリニック透析室¹⁾

透析・医療技術研究所²⁾

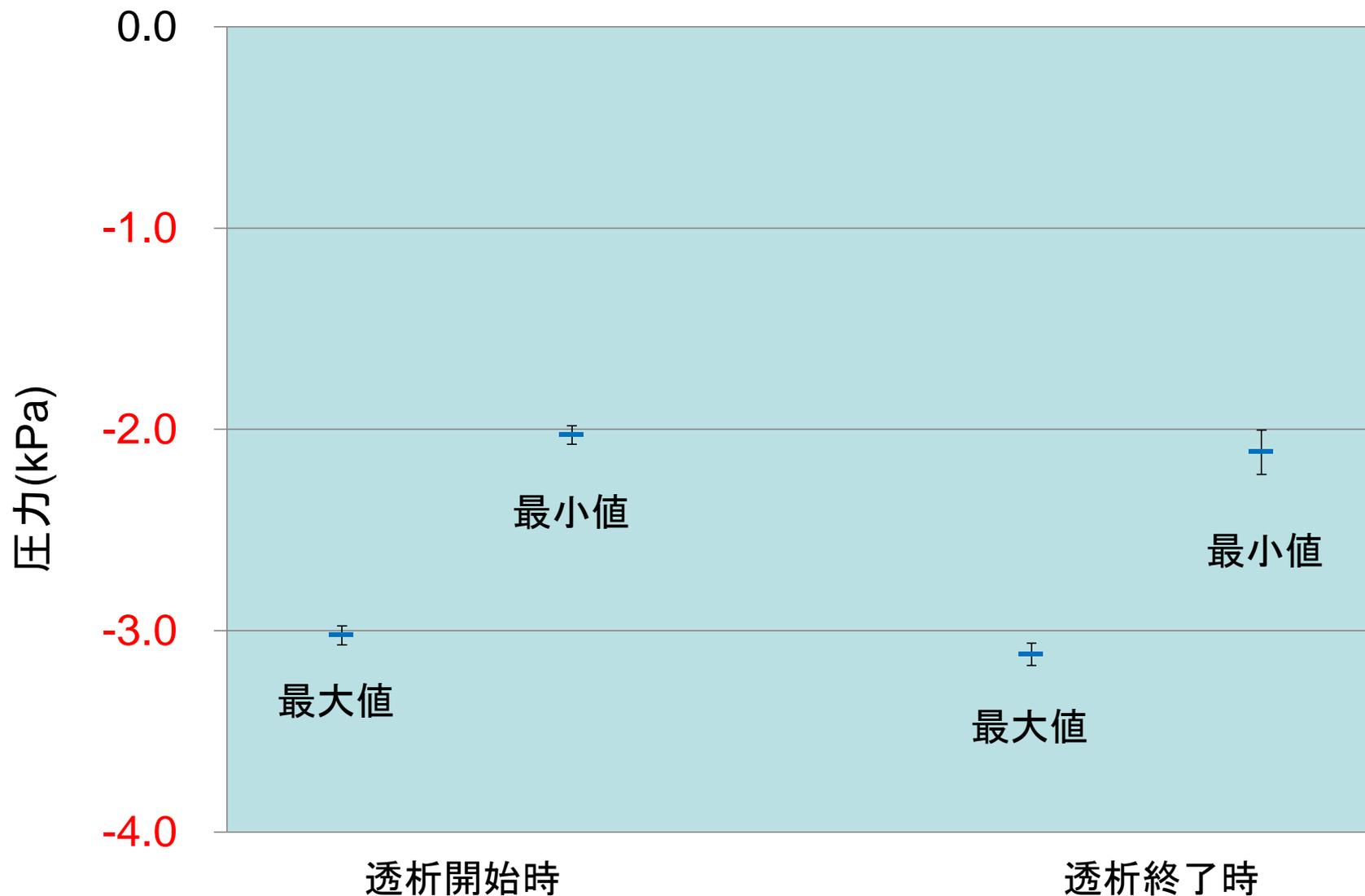
臨床工学技士 原 英晴¹⁾ 丸野志緒美¹⁾ 安保賀子¹⁾

野溝明弘¹⁾ 坂下恵一郎²⁾

背景

- 個人用透析装置（日機装社製DBG-03）使用時に原液チューブ（信越ポリマー社製シリコンホース：2.5×6.0mm）から気泡が発生し、透析液濃度が低下するというトラブルを、保有する3台ともに経験した。
- 使用1年半経過していたため新品に交換したところ、透析液濃度低下の発生はなくなった。
- しかし、また1年半～2年経過すると、同じような気泡発生による透析液濃度低下のトラブルが起こった。

原液ホースに発生する陰圧



ゴム薄膜とプラスチックフィルムの気体透過性比較(25°C)

材料名	O ₂	N ₂	CO ₂	Air
天然ゴム	100	100	100	100
シリコーンゴム	2,200	3,300	1,600	2,700
ポリプロピレン	7	9	4	-
ポリ塩化ビニル	2	2	1	-

(株)信越シリコーン 「シリコーンゴムの特性」より引用

目的

- 気泡の発生、濃度異常が再現されたことにより、原液ホースの素材であるシリコーンゴムに問題があると考え、気体透過性の程度を検討した。
- また、消毒剤・酸洗浄剤によるシリコーンゴムへの影響も検討した。

方法

1. 二年間使用したシリコンホースと新品のシリコンホース、塩ビホースの3本を接続。そこに脱気水を封入し、原液ホースに発生する陰圧の約2倍の-5 kPaの陰圧をかけて気泡が発生する状況を調べた。
2. 二年間及び一年間使用したシリコンホースと新品のホースを対象に、-5 kPaの陰圧をかけて4時間観察し圧力の変化を調べた。また、比較のために塩ビホースも4時間観察し変化を調べた。
3. 個人用透析装置の消毒・酸洗浄時の濃度の0.1%次亜塩素酸ナトリウムと1%酢酸の2種類の薬剤をシリコンホース内に18日間充填し劣化を促進させ、2と同様の方法で薬剤による影響を調べた。

- 圧力測定には、FUSO社製デジタルマノメーター8205を用いた。
- 測定時の温度を一定にするため発泡スチロールを二重にした保温箱を作製した。
- それでも発生する温度変化による空気の圧力変動を補正するために、ボイル・シャルルの法則の理想気体の状態方程式より、以下の式にて圧力補正を行った。

$$P_t' = P_t(T_0/T_t)$$

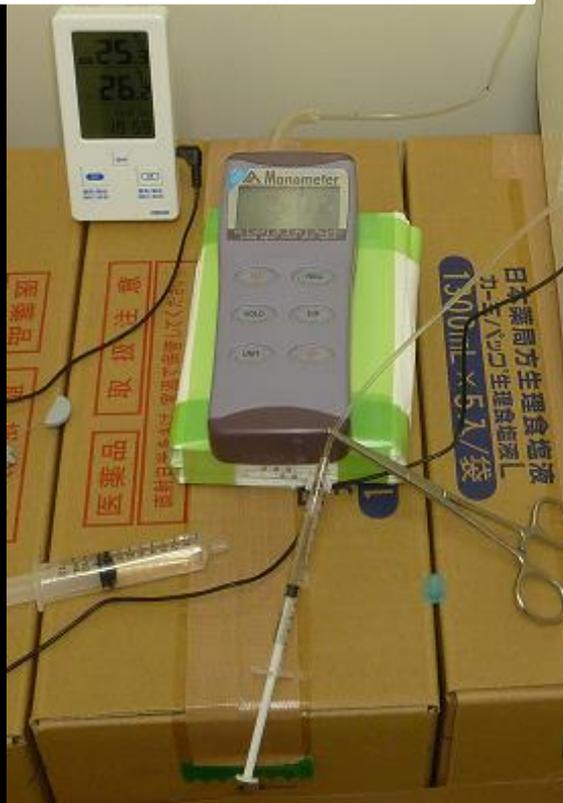
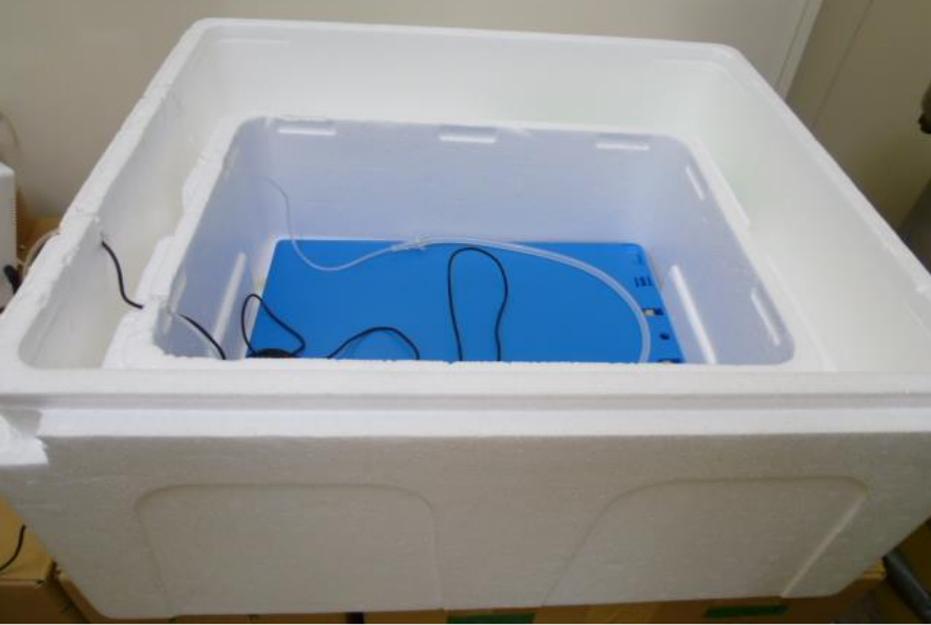
P_t' : 補正圧力、

P_t : t時間後の実測圧力

T_0 : 測定開始時の温度、

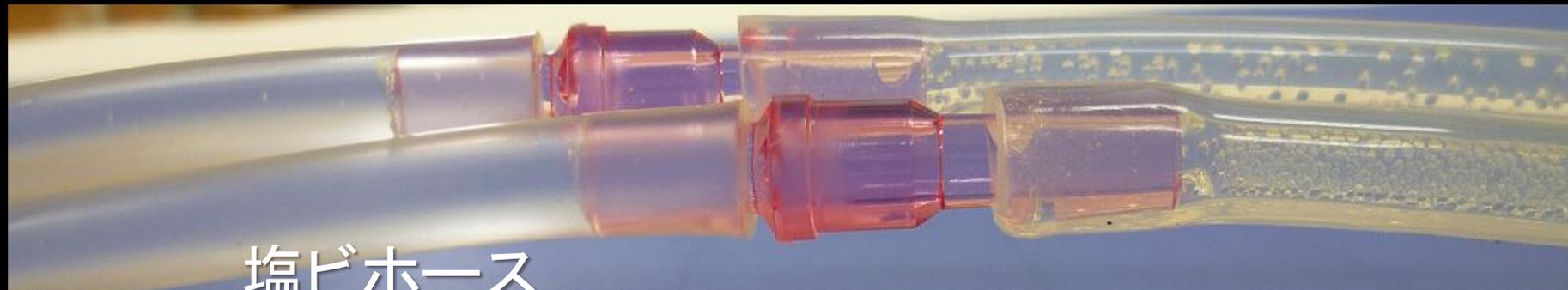
T_t : t時間後の温度

- 箱の内部の温度変化は、クレセル社製デジタル温度計AP-07Wにて測定した。

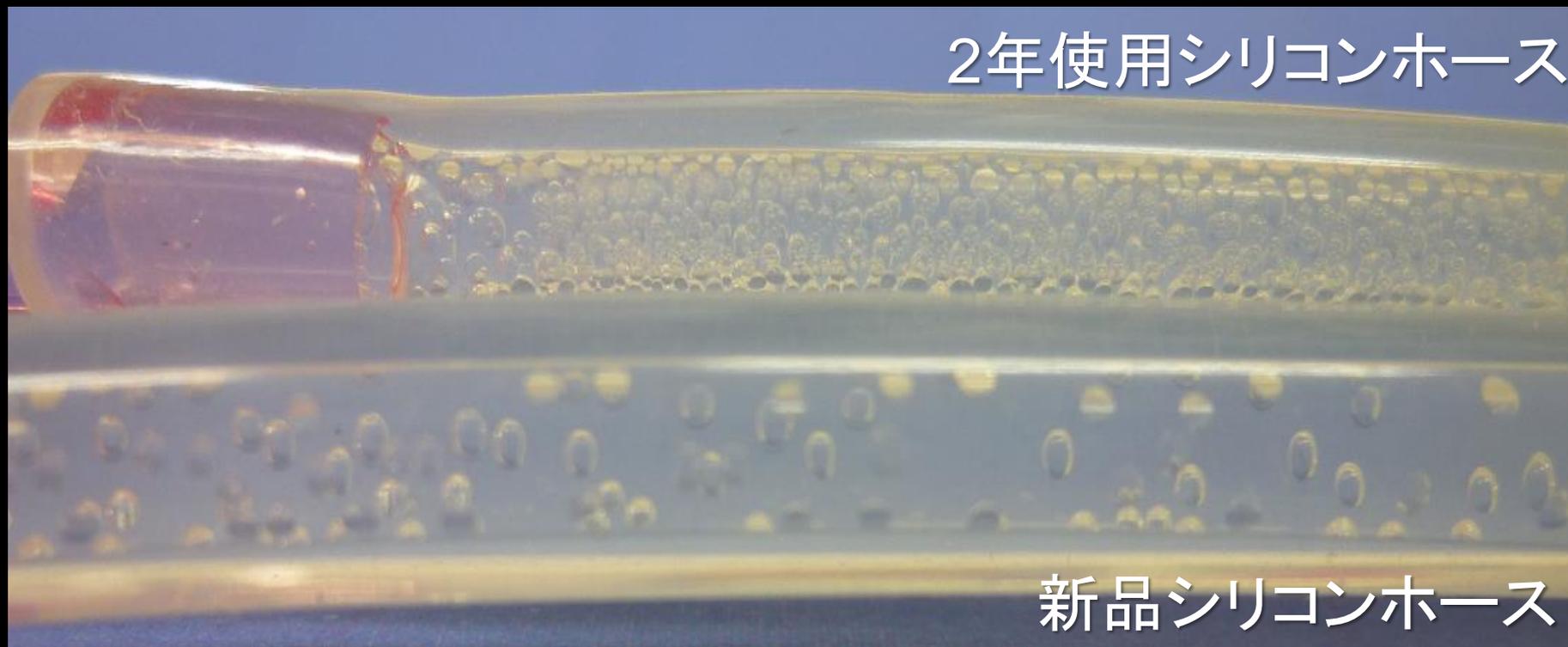


結果1

-5 kPaで5分経過後の気泡発生状況



塩ビホース



2年使用シリコンホース

新品シリコンホース

結果2

経過時間(分)

0 60 120 180 240

0.0

-1.0

-2.0

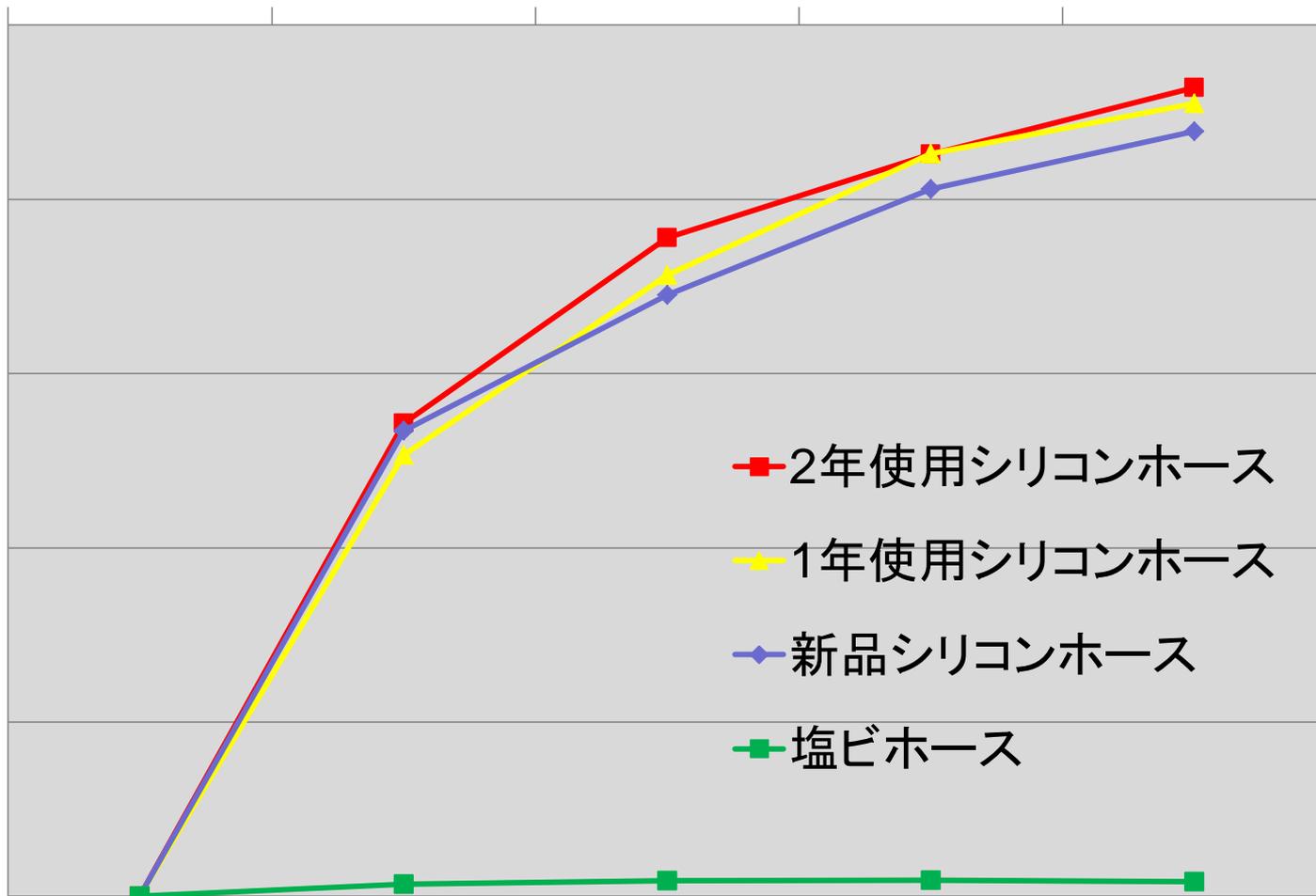
-3.0

-4.0

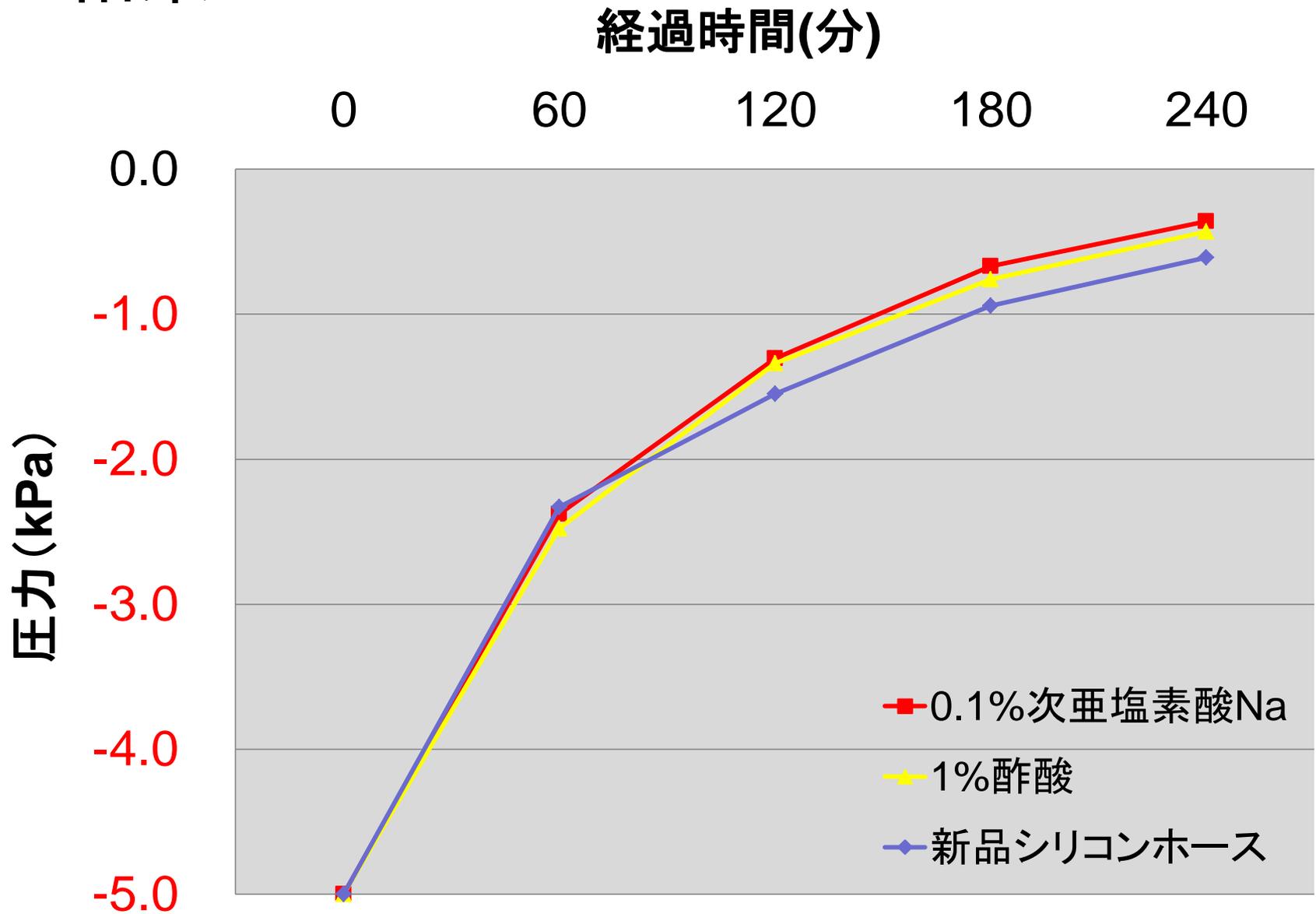
-5.0

圧力(kPa)

- 2年使用シリコンホース
- ▲ 1年使用シリコンホース
- ◆ 新品シリコンホース
- 塩ビホース



結果3



まとめ

- シリコンホースは、新品においても、劣化したものにおいても、気体透過性が確認された。
- -5~-3 kPaの陰圧下における気体透過性では、新品と劣化シリコンホースに差は認められなかったが、-2~0 kPaの陰圧下における気体透過性では、新品よりも劣化シリコンホースのほうが大きくなる傾向が認められた。

考察

- 新品のシリコンホースでも気泡は発生するものの、使用中長期間、次亜塩素酸ナトリウムや酢酸に晒されることによって、徐々に劣化し、気体透過性が高まり、空気が流入することで治療中の透析液濃度低下の発生につながったと考えられる。

結論

- 1年半～2年の使用で気泡が発生したことから、個人用透析装置の原液ラインに使用するシリコンホースは1年で交換することが望ましいと考える。

当研究におけるCOI開示はありません