

### 吸着剤と親水性ゲルを組み合わせた携帯型血液浄化システムの基礎検討

Kitaoka, Sara / 北岡, 沙良

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院理工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編 / 法政大学大学院紀要. 理工学・工学研究科編

(巻 / Volume)

59

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

2

(発行年 / Year)

2018-03-31

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00014839>

# 吸着材と親水性ゲルを組み合わせた 携帯型血液浄化システムの基礎検討

## FUNDAMENTAL STUDY OF THE PORTABLE BLOOD PURIFICATION SYSTEM COMBINING HYDROPHILIC GEL WITH ADSORBENTS

北岡沙良

Sara KITAOKA

指導教員 山下明泰

法政大学大学院理工学研究科応用化学専攻修士課程

Due to the size of the patient station machine for hemodialysis, patients with chronic renal failure are required to visit the hospital three days a week. This treatment may be a burden for the patient, and development of a portable treatment system is desired. In this study, fundamental projects towards a portable blood purification system is carried out. Activated charcoal was dispersed in a ball shaped gel using Gelrite® for plant tissue culture and a solute removal module filled with these balls was constructed. The solute removal performance by changing the diameter of the ball and the amount of activated charcoal in it has been investigated. It is suggested that the total surface area of the ball is an important design factor of the module. Initial rate of solute removal known as an initial clearance depends on the particle size of activated charcoal and its mixing ratio with different diameter.

**Key Words** : Portable blood purification, Hydrophilic gel, Adsorbent

### 1. 緒言

腎不全患者への血液透析治療は、運転制御装置が大型であるため、1回4時間、週3回の治療を病院で受ける必要がある。このような治療法は患者の負担が大きく、日常生活に支障をきたす。そこで本研究では、患者の負担軽減を目指し、大型の装置を必要としない携帯型血液浄化システムの開発を最終的な目標とした。その基礎検討として種々の素材を用いた溶質除去モジュールを作製した。このうち、植物組織培養用の Gelrite®ゲルを用いて作製した球状のゲル（ボール型ゲル）を充填したモジュールの除去性能について報告する。直径の異なるボール型ゲル及びゲル内に封入する2種類の活性炭（粒状活性炭、粉末状活性炭）の混合比率を変化させて試作した溶質除去モジュールの性能について検討した。

### 2. 実験方法及び理論

#### (1) ボール型ゲルモジュール作製方法

イオン交換水 150 mL に塩化ナトリウム 1.35 g、Gelrite® 1.35 g を加え、攪拌しながら加熱し沸騰させた。この溶液を専用の球型成型器に流し込み、ゲルが固まる前に粒状活性炭を均一に配置した。これを約 24 時間冷蔵静置した後、型から取り出し特注の容器に詰めてボール型ゲル

モジュールとした。粉末状活性炭を入れたボール型ゲルを作製する場合には、前述のゲル溶液に粉末状活性炭を加え、攪拌しながら 90 °C まで加熱した。この溶液を専用の容器に流し込み、約 24 時間冷蔵静置した。

#### (2) ボール型ゲルの形状評価

直径の異なるゲルのみのボール型ゲルを作製した。ボール型ゲルの作製条件を Table1 にまとめた。

Table1 ボール型ゲル作製条件

	直径 [mmφ]	総体積 [mm <sup>3</sup> ]	総表面積 [mm <sup>2</sup> ]	ボールの 個数
ゲル体積 [mm <sup>3</sup> ] 65000～ 85000	20	75360	22608	18
	25	73594	17663	9
	34	82276	14519	4
	50	65417	7850	1
ゲル体積 [mm <sup>3</sup> ] 130000～ 145000	25	139010	33363	17
	34	143984	25409	7
	50	130833	15700	2

### (3) 粒径の異なる活性炭の混合比

直径 25 mmφ のボール型ゲルを用いて、活性炭の総量が 4 g または 8 g となるように粒状活性炭と粉末状活性炭の混合比を変化させた。モジュール内に入れるボール型ゲル個数は 16 個（一定）とした。また、2 種類のボール型ゲルは活性炭の混合比に応じて個数を決定した。

### (4) 実験回路

Fig.1 に実験回路を示した。イオン交換水 700 mL に塩化ナトリウム 6.3 g、試験溶質として BPB 0.004 g を加え、試験溶液とした。実験は試験液流量  $Q_B=200$  mL/min として、37 °C（一定）で 24 時間行った。サンプリングは  $C_{Bi}$  で経時的に行い、紫外可視分光光度計で吸光度を測定した。

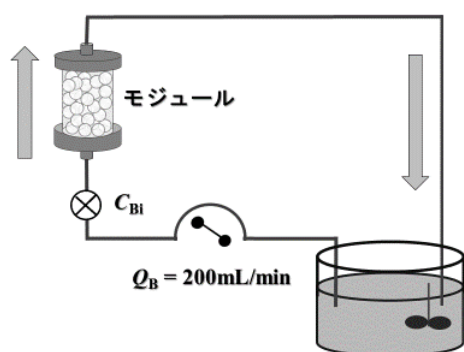


Fig.1 実験回路

溶質除去の評価指標として初期クリアランス  $C_{L0}$  を用いた。この値は (1) 式から算出した。 $t$  は時間 [min]、 $V$  は試験液量 [mL]、 $C_B(t)$  は時刻  $t$  分目における溶質濃度 [mg/mL]、 $C_B(0)$  は初期濃度である<sup>1)</sup>。

$$\ln C_B(t) = \ln C_B(0) - (C_{L0}/V) \cdot t \quad (1)$$

## 3. 結果及び考察

### (1) ボール型ゲルの形状評価

Fig.2 にそれぞれの作製条件におけるゲル総表面積と BPB の  $C_{L0}$  の関係を示す。ゲルの総表面積の増大に伴い、 $C_{L0}$  はほぼ直線的に増加した。これより、ボール型ゲルの総表面積が溶質除去モジュールの重要な設計因子であることが示唆された。ボール型ゲルの総体積を一定として、直径と表面積の関係について行ったシミュレーションの結果より、ボール型ゲルの直径の減少に伴い表面積は増大し、直径 10 mmφ 以下にすることで表面積は急激に増大することがわかった。本研究ではゲル直径 20~50 mmφ のものを作製したが、さらに直径を小さくすることでゲルの表面積が増大し、高い  $C_{L0}$  が得られると考えられる。種々の直径のボール型ゲルを組み合わせることで、装置性能を広範囲に設定することができる。

### (2) 粒径の異なる活性炭の混合比

Fig.3 に粒状及び粉末状活性炭の混合比を変えた場合

の BPB の  $C_{L0}$  と活性炭量との関係を示す。いずれの混合比においても、活性炭量の増加とともに  $C_{L0}$  は増加した。また、粉末状活性炭の割合が大きくなるとともに直線の傾きは増大した。モジュール内でのボール型ゲルの位置によって溶液との接触具合が異なり、これが除去性能に影響すると考えられる。また、ゲルライト中の拡散速度が溶質の除去に影響する。ゲル 1 個当たりの活性炭の粒数が異なると、溶液から活性炭までのゲルの距離も異なる。今後はさらに粒径の小さい活性炭を加えることで、活性炭量を増減させることなく  $C_{L0}$  を自由に設定することが可能になると思われる。

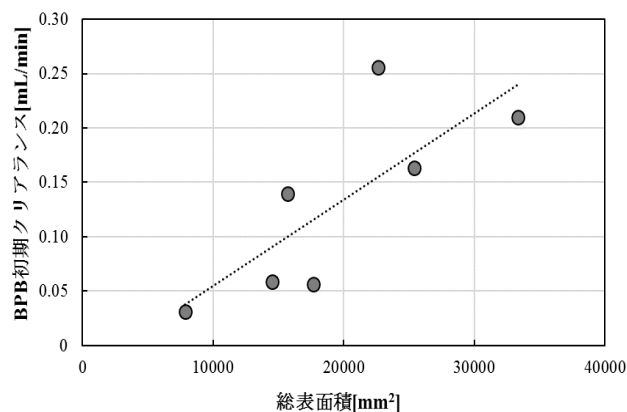


Fig.2 ゲル総表面積と BPB 初期クリアランスの関係

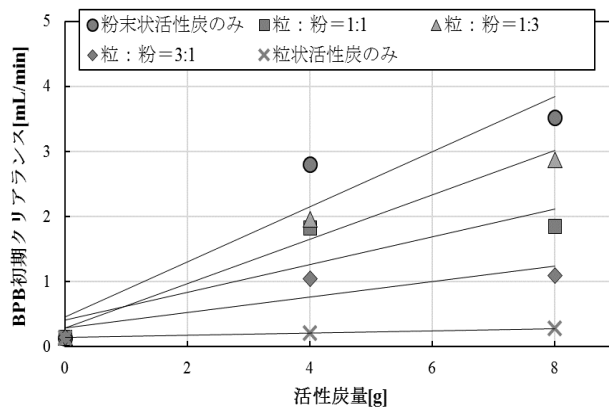


Fig.3 各混合比率における活性炭量と BPB 初期クリアランスの関係

## 4. 結言

- ・溶質除去モジュールの設計因子として、ボール型ゲルの総表面積が重要である。
- ・種々の直径のボール型ゲルを組み合わせることで、装置性能を広範囲に設定することができる。
- ・初期クリアランスは活性炭の粒径およびその混合比に依存する。

### 参考文献

- 1) 三宅貴之：装着型血液浄化システムプロトタイプ of 溶質除去特性（湘南工科大学、2012 年卒業論文）