

限外濾過法による血清の濃縮

小 山 憲 治
大 野 省 太 郎
松 下 駿

Concentration of Bovine Serum by the Ultrafiltration Method

Kenji KOYAMA
Shotaro OHNO
Susumu MATSUSHITA

The ultrafiltration operation to concentrate the bovine serum has been studied, by examining the effects of the average line velocity \bar{u} of a feed solution at the face of the membrane and the applied pressure P on the ultrafiltration flux J . The increase of \bar{u} at a constant P is quite effective to enhance J . The relationship between J and \bar{u} at a constant P may be expressed roughly by the following equation, as has been predicted by Blatt et al.

$$J \propto \bar{u}^{1/3}$$

The dependence of J on P is comparatively low, especially in high-pressure regions.

1. 緒 言

限外濾過法では通常被処理液を膜表面に平行に流し、膜面に形成する膜非透過物質の高濃度分極層をこの流れによって洗い流すことにより安定した透過流束を得る、という、いわゆるクロスフロー方式がとられる¹⁾。クロスフロー形式と、膜内部での目詰まりの無い非対称膜の開発とが限外濾過法を工業的に適用できる単位操作へ導いた、と言っても過言ではなからう。

膜分離にとって宿命的な目詰まりや濃度分極の問題を逃れるためにクロスフロー形式が採用されるのだが、この形式は従来の濾過法に関する操作因子に新たに膜面線速という変数を加えることになった。

限外濾過の重要な操作因子には、圧力、膜面線速、膜透過流速、があるが、これらは膜分離（分画）の鋭さにも大いに影響する。すなわち目的とする分子を膜透過させることが必要な場合、これらの因子を厳密に設定する必要がある²⁾。これに対して限外濾過の通常の用途、すなわち高分子と低分子との大まかな篩い分け操作では分離結果は膜の選択によってほぼ決まり、後は分離速度のみが関心事となる。

本報告はウシ血清を試料とし、その濃縮速度に与える圧力、膜面線速、の影響を調べた結果である。

2. 実 験

(1) 試料 ウシ血清は新鮮血を凝固後遠心分離することにより得た。

(2) 限外濾過膜および装置 使用膜は TS-10 (分画分子量 1×10^4) で、この膜の myoglobin の阻止率は 100% である。限外濾過装置は TSK-UF システムを特別に組み換えたもので有効膜面積は 0.14 m^2 である。モジュールはプレートアンドフレーム式で耐圧 10 kg/cm^2 以上である。膜、装置ともに東洋曹達工業(株)製である。

(3) その他 限外濾過膜およびシステムの洗浄は 200 p.p.m の次亜塩素酸ソーダを系内を循環することによった。純水の膜透過流束が膜汚染前のその 95% 以上になるまで洗浄した。通常 30~60 分を要した。限外濾過膜を通しての蛋白のもれは HPLC によりチェックした。いずれの場合ももれは検出されなかった。

3. 結果と考察

膜面線速の透過流束への影響をみる目的で、モジュー

ル入口圧を 3 barr とし、膜面線速を変化させた。結果を Fig. 1 に示す。実験は 3ℓ の血清を 1ℓ にまで濃縮したもので最終濃縮液中の蛋白濃度は20%近くになっている。膜面線速の影響は顕著であり、3倍濃縮に要する時間は線速 86 cm/sec の時、線速 17 cm/sec の時の約1/3となっている。

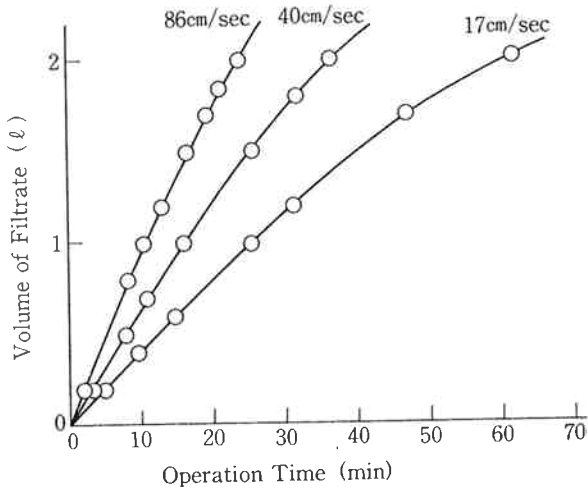


Fig. 1. Three-type concentrations of bovine serum. Initial volume of feed solution (serum) was 3ℓ each.

膜面流速と透過流束との関係は比較的古くから論じられているがそれらは主としてチューブラー膜を用いた議論であり、本報告で採用している薄層流路型モジュールにはそのまま適用できない。またそれらの議論は概ね層流領域から乱流領域への境界付近に関するものであり、本研究で採用した線速 100 cm/sec 以下の層流領域とは事情が異なるものと思われる。

層流領域の膜面線速 \bar{u} と膜透過流束 J との関係について、次式が導かれている³⁾。

$$J \propto \bar{u}^{1/3} \quad (1)$$

Blatt ら⁴⁾ は薄層流路型限外濾過装置を用い、種々の試料について(1)式の妥当性について調べ、(1)式がほぼ成立することを認めている。本報告の場合も Fig. 2 に示すように、 J と \bar{u} との両対数プロットは勾配1/3をほぼ満足しているように見える。

Fig. 3 に $\bar{u}=90$ cm/sec の時の J の圧力依存性を示す。一般的に知られている様に⁵⁾⁶⁾、 J の圧力依存性は小さく、特に高圧側では圧力依存性は無いと考える方が良好だろう。

4. 結 言

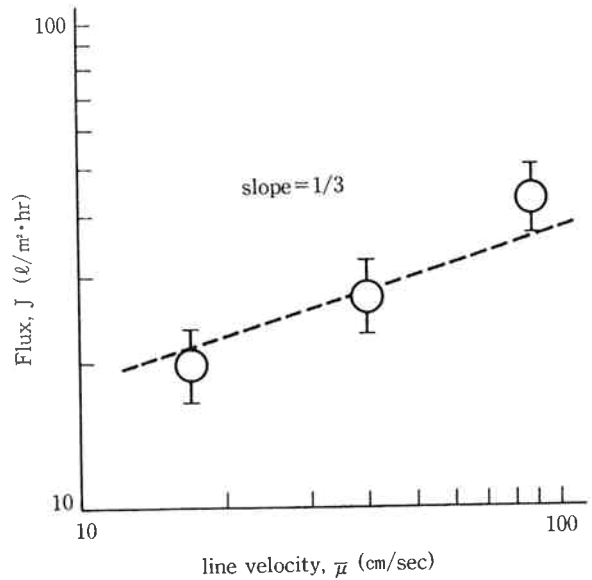


Fig. 2. Relationship between line velocity \bar{u} and flux J at pressure 3 bar.

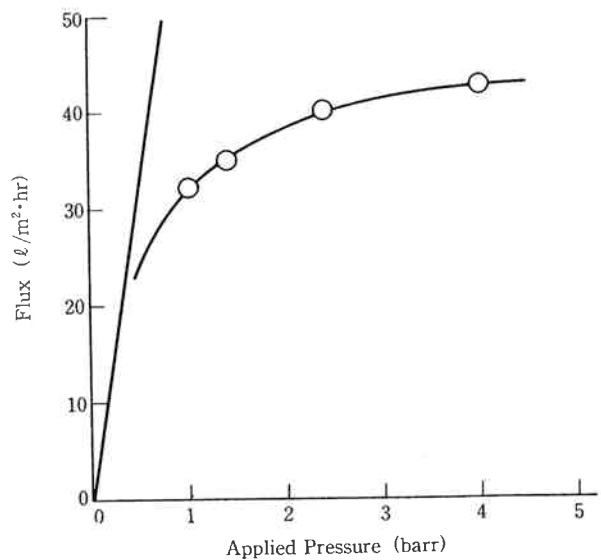


Fig. 3. Pressure dependence of flux J .

薄層流路型限外濾過装置を用いてウシ血清の濃縮を試みた。得られた結果を挙げる。

- ① 膜面線速の限外濾過速度に与える影響は大きい。膜面線速を高く保持することにより膜透過流速を 30 ℓ/m²·hr 以上に保つことができる。
- ② 圧力の限外濾過速度に与える影響は高圧側では著しく減少する。血清の濃縮には 5 kg/cm² 以下の運転圧で充分であろう。

文 献

- 1) 清水; 最新の膜処理技術とその応用, 清水, 西村編 (フジテクノシステム社), p. 4 (1984).
- 2) 大野, 小山, 村山; 醸酵工学会誌, **62**, 189(1984).
- 3) M. C. Porter; Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop., **11**, 234 (1972).
- 4) W. F. Blatt; Membrane Separation Process, Ed. P. Meares, p. 81 (1976), Elsevier.
- 5) W. F. Blatt et al; Membrane Science and Technology, Ed. J. E. Flinn, p. 55 (1970), Plenum Press.
- 6) R. L. Goldsmith; Ind. Eng. Chem. Fundamentals., **19**, 113 (1971).