

機器分析・分析化学

ゆっくり丁寧・これで納得

クロマトグラフィー

Chromatography


分離分析
必ず深くわかる

ファン デームテル

Van Deemter Equation

$$H = A(dp) + \frac{B}{\mu} + C(dp)^2\mu$$

渦拡散 縦拡散 質量移動



No. 11-4

1

本動画でわかること

#11-1
そもそも、なぜ分離できるのか？

#11-2
なぜ、定性分析ができるのか？ どの程度、分離できているのか？

#11-3
分離効率を表す理論段数Nを算出!!

↓

#11-4
理論段数N 最大化するための理論段数高さHを算出!!

$$N = \frac{L}{H}$$

2

目次

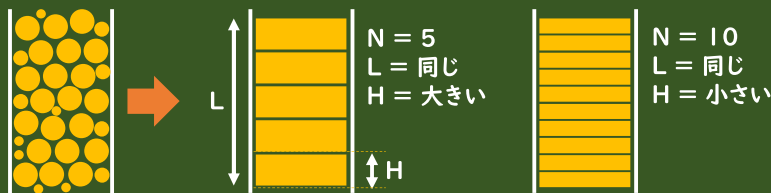
分離をするための理論的考察

1. 理論段数 (復習)
 2. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する
 - A(渦拡散)
 - B(縦拡散)
 - C(質量移動)
- dp(粒子サイズ) の影響

3

1. 理論段数 (復習)

理論段数 (theoretical plate number, N) は, カラム効率を表す指標のひとつで, 段理論による段の数を表わしており, 数値が大きいほど鋭いピークとなり, 効率が良いカラムと判断される。



理論段数 N
 カラムの長さ L
 理論段数高さ H

height equivalent of
 one theoretical plate:
 HETP

理論段数 (theoretical plate number, N) の関係式は,

$$N \times H = L$$

$$N = \frac{L}{H} \dots \text{式①}$$

理論段数 N は,
 理論段数高さ H を最小
 にすれば, 大きな値になる。

4

2-1. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する

成分がカラム内を分離移動する際に、種々の要因から成分の「拡散」が起こり、この拡散はクロマトグラムにおけるピーク幅の拡がりとして現れる。
ドイツ人 Jan van Deemter らは、速度論的な考察を基にして、理論段数高さ H (; HETP) に関与する因子を示す式を示す。

$$H = A(dp) + \frac{B}{\mu} + C(dp)^2 \mu$$

(dp ; 充填剤(固定相)の粒子サイズ
 μ ; 移動相の線速度)

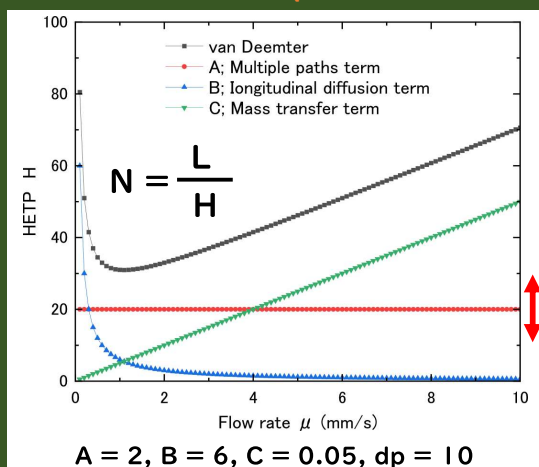
- A(渦拡散)** 多流路拡散。粒子サイズに大きく影響し、同じ成分であっても流路長が異なるために生じるピーク幅の拡がり。
- B(縦拡散)** 分子拡散。移動相の流路方向に、成分が行ったり来たりして生じるピーク幅の拡がり。
- C(質量移動)** 物質移動に対する抵抗。分配平衡がスムーズに起きないために成分が固定相に行ったり来たりして生じるピーク幅の拡がり。

5

2-1. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する

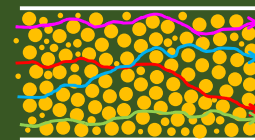
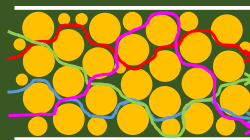
縦軸に、理論段数高さ H 、横軸に移動相の線流速をとる。

$$H = A(dp) + \frac{B}{\mu} + C(dp)^2 \mu$$



A(渦拡散): 流路長が異なる

成分が通過する流路は、流速には無関係
流路長の差が、ピーク幅に影響
つまり、
粒子サイズが小さく \gg H が小さくなる

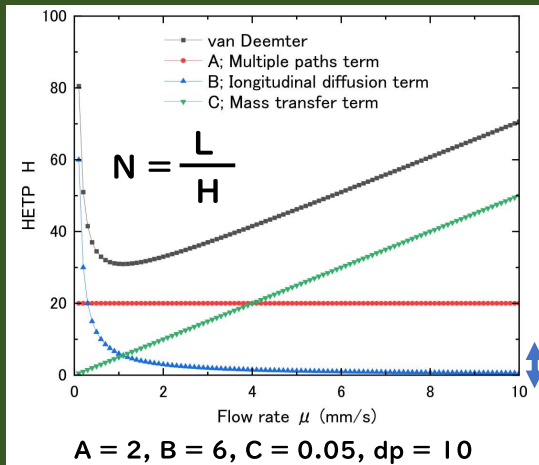


6

2-1. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する

縦軸に、理論段数高さH, 横軸に移動相の線流速をとる。

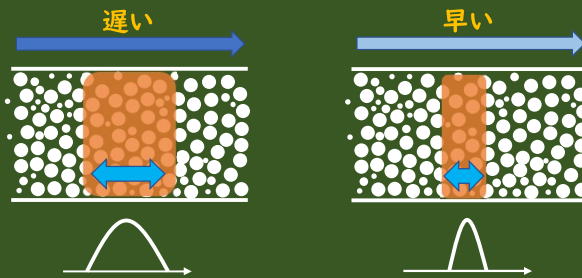
$$H = A(dp) + \frac{B}{\mu} + C(dp)^2\mu$$



B(縦拡散): 移動相の流量に影響

粒子サイズには無関係
流量により変化する。

流量が遅い >> 成分の行ったり来たりが多い
流量が早い >> 成分の行ったり来たりが少ない

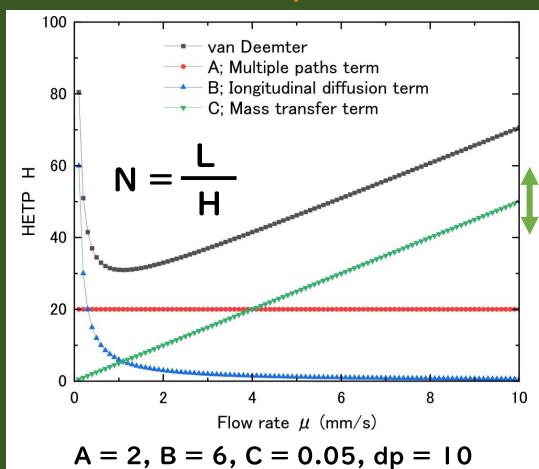


7

2-1. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する

縦軸に、理論段数高さH, 横軸に移動相の線流速をとる。

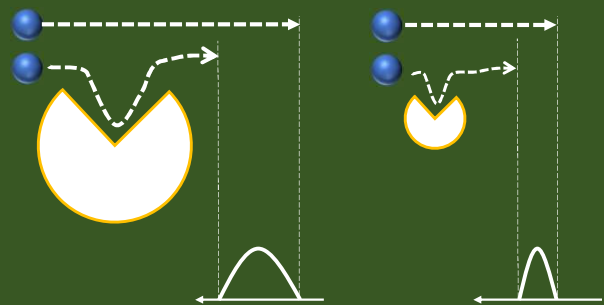
$$H = A(dp) + \frac{B}{\mu} + C(dp)^2\mu$$



C(質量移動): 分配平衡の影響

粒子サイズおよび流量に関係する

粒子が大きい >> 傾きが大きい > Hが悪化
粒子が小さい >> 傾きが小さい > Hが改善

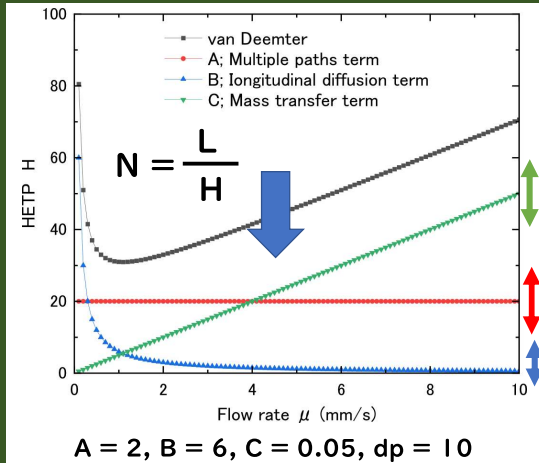


8

2-1. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する

縦軸に、理論段数高さH, 横軸に移動相の線流速をとる。

$$H = A(dp) + \frac{B}{\mu} + C(dp)^2 \mu$$



A(渦拡散): 流路長が異なる

成分が通過する流路は、流速には無関係
流路長の差が、ピーク幅に影響
粒子サイズが小さく >> Hが小さくなる

B(縦拡散): 移動相の流量に影響

粒子サイズには無関係。流量により変化する。
流量が早い >> 成分の行ったり来たりが少ない
流量が遅い >> 成分の行ったり来たりが多い

C(質量移動): 分配平衡の影響

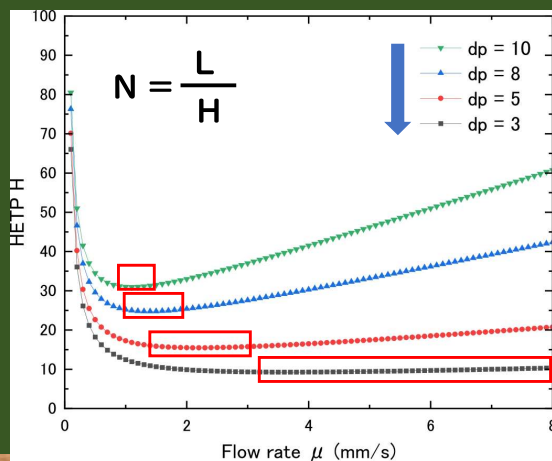
粒子サイズおよび流量に関係する
粒子が大きい >> 傾きが大きい > Hが悪化
粒子が小さい >> 傾きが小さい > Hが改善

9

2-1. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する

縦軸に、理論段数高さH, 横軸に移動相の線流速をとる。

$$H = A(dp) + \frac{B}{\mu} + C(dp)^2 \mu$$



粒子サイズ(dp)が小さくなるにつれ、
理論段数高さHが低下する
> 理論段数Nは向上

粒子サイズ(dp)が小さくなるにつれ、
理論段数高さHの最小値 H_{min} の範囲
が拡張

> 流量の選択性が高い
> 分離実験を早く終わる

10

ご視聴ありがとうございました。

分離をするための理論的考察

1. 理論段数 (復習)

2. ファン・デームテル(van Deemter)を理解する

A(渦拡散)

B(縦拡散)

C(質量移動)

$$H = \underbrace{A(dp)}_{\text{渦拡散}} + \underbrace{\frac{B}{\mu}}_{\text{縦拡散}} + \underbrace{C(dp)^2 \mu}_{\text{質量移動}}$$

学外へのアウトプットは自己研鑽につながっています。
皆さんと共に様々に学んでいます。