

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ナノろ過によるチーズホエイの脱塩に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	大川 禎一郎
Author(English)	Teiichiro Okawa
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10136号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:伊東 章,久保内 昌敏,大河内 美奈,吉川 史郎,谷口 泉
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10136号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻:	化学工学	専攻	申請学位(専攻分野):	博士	(工学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名:	大川 禎一郎		指導教員(主):	伊東 章 教授	
Student's Name			Academic Advisor(main)		
			指導教員(副):		
			Academic Advisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「ナノろ過によるチーズホエイの脱塩に関する研究」と題し、6章から構成される。

第1章「序論」では、本研究の背景として、主にチーズ製造時に副生するホエイは、栄養学的価値が高く育児用ミルクの原料に利用されること、育児用ミルクの原料として用いる際には脱塩が不可欠であること、脱塩の際にはナノろ過（以下 NF）法が有用であることを述べた。また、ホエイは多成分、高濃度溶液であるため、これまでは NF 法による脱塩・濃縮中の透過流束変化に関する理論的解析が困難であること、NF 法のみでは高度脱塩が困難であることも述べている。さらに、本研究の目的と意義について述べ、本論文の構成を示した。

第2章「ホエイのナノろ過濃縮時の透過流束変化に関する理論的解析」では、循環ループを有しない単純な回分濃縮法でホエイを処理した際の透過流束変化の予測を目的とした理論的解析法の構築を試みた。市販ホエイ粉末溶液を実設備に使用される NF 膜モジュールを用いて、重量比で約 2.2 倍まで回分濃縮し、透過流束の測定や各種サンプルの詳細な分析を行った。解析にあたり、多種多様な成分からなるホエイ中の溶質を NF 膜を透過する成分（透過溶質：ナトリウム、カリウム、塩素など）と NF 膜を透過しない成分（非透過溶質：たんぱく質、乳糖など）の 2 成分からなると仮定して解析を行った。本理論的解析により求めた透過流束の理論値と実験値は一致し、当該解析法により回分濃縮における透過流束変化を予測することが可能であることを明らかにした。

第3章「循環ループ式ナノろ過装置によるホエイ回分濃縮時透過流束変化に関する理論的解析」では、第2章で構築した理論的解析法を工場設備に用いられる循環ループを有する回分濃縮法においても成り立つかを検討した。本解析法においては、NF モジュール入口ホエイ溶液の特性値が必須である。しかしながら、循環ループを有する場合には、当該入口ホエイ溶液の採取が困難なため、NF 膜モジュール出口液および供給タンク液の各種測定値、流量、マスバランス等を基に NF モジュール入口ホエイ溶液の特性値を求める新たな方法を導入した。その結果、透過流速の理論値と実験値は一致し、循環ループを有する回分濃縮操作においても、本理論的解析法により透過流束変化の予測が可能であることを明らかにした。

第4章「塩素型イオン交換処理とナノろ過処理を組み合わせた高度脱塩法」では、塩素型陰イオン交換法と NF 法を組み合わせた新規高度脱塩法の構築を試みた。ホエイ中の NF 膜透過陰イオン（塩素）は透過陽イオン（ナトリウム、カリウム）と比べて少ないため、NF 法のみでは高度脱塩の達成が困難である。そこで、ホエイを事前に塩素型陰イオン交換カラムに通液して塩素含量を増加させることでホエイ中の NF 膜透過陰イオンと透過陽イオンの比率を 1 : 1 にした後に NF 操作を行う新たな脱塩法について検討した。予測通り、本新規脱塩法により、イオン交換していない場合に比べて高度な脱塩が可能であることを明らかにした。また、本法では、従来法と比べ、栄養学的価値の高いミネラル（カルシウム、マグネシウム）を多く含む脱塩ホエイが得られることを確認している。

第5章「塩素型イオン交換処理したホエイのナノろ過濃縮における透過流束変化に関する理論的解析」では、第2章で構築した理論的解析法が、第4章で構築したイオン交換処理によりミネラル組成が大きく異なったホエイの NF 脱塩・濃縮過程にも適用可能かを検討した。当該イオン交換処理ホエイにおいても、透過流束の理論値と実験値は一致したことから、本理論的解析法は高度脱塩を達成するために組成を大きく変化したホエイにおいても成立することを明らかにした。

第6章「結論」では、本研究全体を総括し今後の展望を述べた。

これを要するに、本論文は、多種多様な成分からなるホエイの NF 脱塩・濃縮過程における透過流束変化の理論的解析をホエイが 2 つの成分からなるという仮定を実験的に検証することで構築し、NF 装置の設備設計や運転条件の設定などを理論に基づいて行うことを可能としたものであり、また、新たに構築した高度脱塩法は従来法と比べて効率的な方法である。これらの研究結果から、ホエイの利用価値向上が期待される。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 化学工学 専攻
Department of
学生氏名： 大川 禎一郎
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)： 伊東 章 教授
Academic Advisor(main)
指導教員(副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Whey, a by-product of cheese production, is a good source of nutrients such as protein and lactose, and is also used as an ingredient of infant formula. However, when used for this purpose, the whey must be demineralized. Nanofiltration (NF) has been used for the demineralization of whey.

In the NF process of whey, the prediction of the flux change by theoretical analysis method is difficult, because whey is a high-concentration solution containing a wide variety of components. We attempted to develop a theoretical analysis method by using several equations, including a transportation equation and a concentration polarization equation under the assumption whey consists of two components, a permeable component and a non-permeable component. The theoretical predictions of flux change provided by our model agreed with our experimental measurements in NF system with or without a circulation loop.

Because it is difficult to achieve a high degree of whey demineralization using NF alone, we attempted to develop a new demineralization method that combines chloride ion exchange and NF. This new method led to efficient reduction of the sodium, potassium and chloride content without a large loss of nutritional components, such as calcium and magnesium present in the original whey. The above theoretical prediction also agreed with the experimental measurement in the NF process of the ion exchanged whey, whose mineral composition was different from that of the original whey. The theoretical analysis method developed in this study should be useful for designing NF facilities and optimizing the parameters that govern the operating conditions for NF, leading to more effective NF demineralization processes.

Finally, we believe that the methods developed in this study will increase the value of whey.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).