

図-20(a) TOC 阻止率のろ過水流量依存性

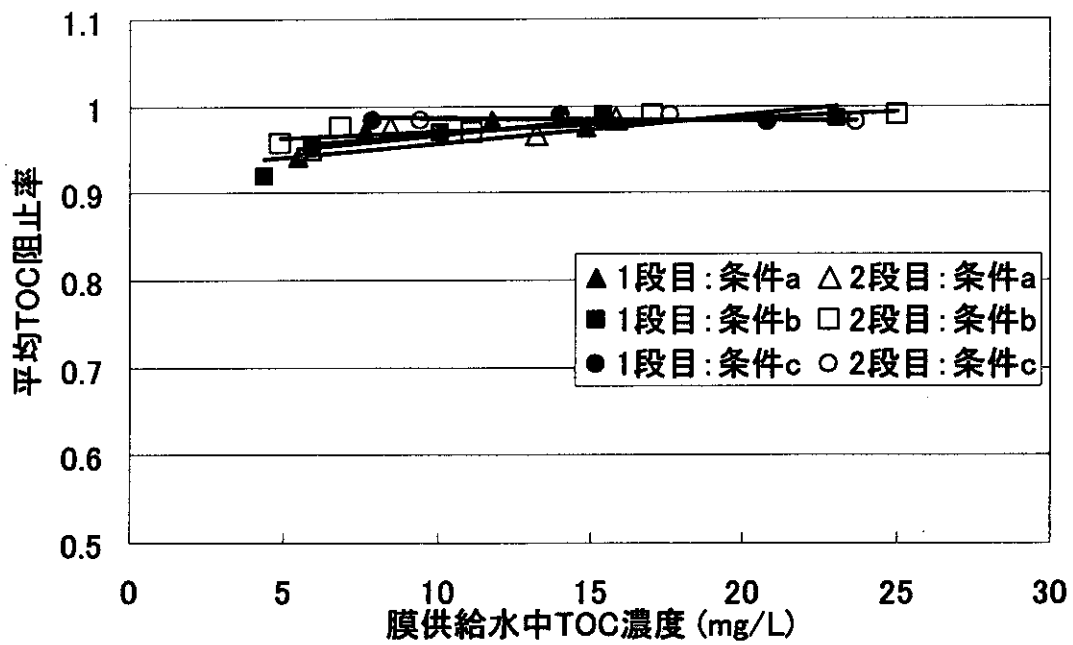


図-20(b) TOC 阻止率の濃度依存性

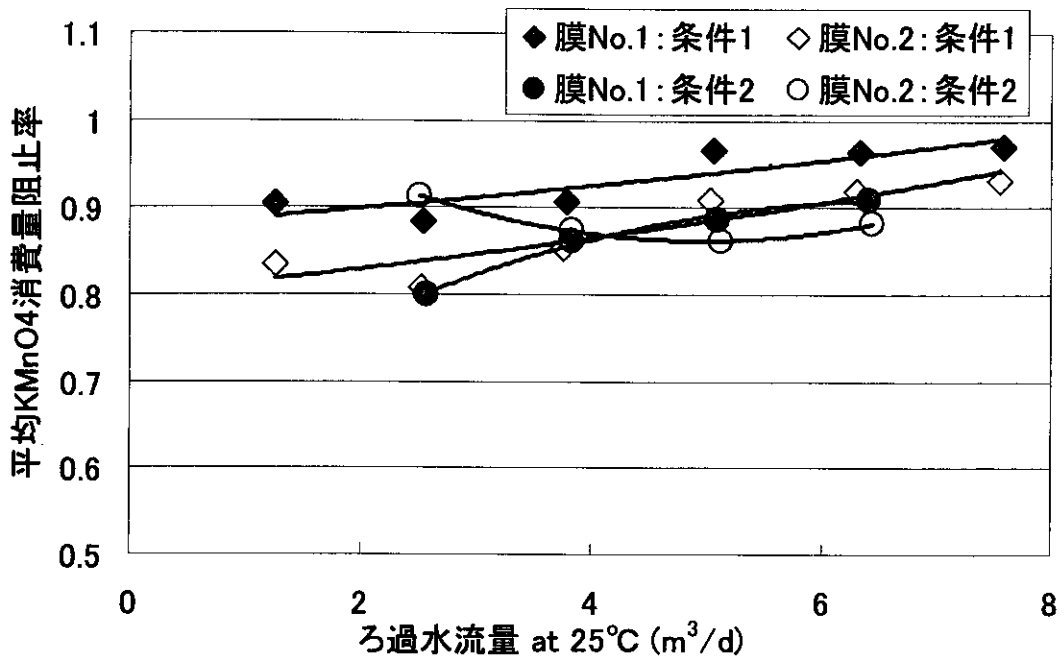


図-21 (a)  $\text{KMnO}_4$  消費量阻止率のろ過水流量依存性

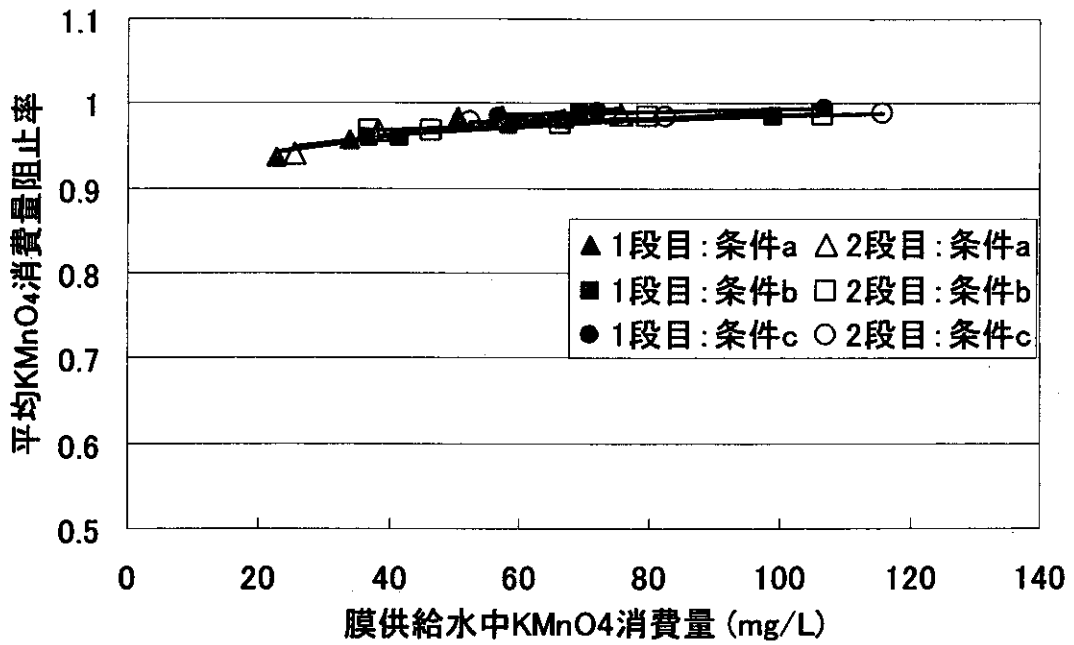


図-21 (b)  $\text{KMnO}_4$  消費量阻止率の濃度依存性

## 2. 8. 考察

### 2. 8. 1. 実験式及び物質ごとの係数の妥当性

前出式群及びその係数を用い、直列エレメント 2 段の実験装置に当てはめその適合性を検討した。阻止率の濃度依存性についての実験にて得られた供給水流量、供給水物質濃度及び入口圧力の実験値を与条件として、中間圧力、出口圧力、ろ過水流量、阻止率及びろ過水物質濃度を計算し、実験値と比較した。

#### (1) 水理特性

実験値と計算値の比較を図-22~24 に示した。

図より、ろ過水流量の計算値についてはばらつきがあるものの、ろ過水流量及び圧力について実験値と計算値はよく一致していた。これより、導出した実験式 2 式は直列エレメントの操作圧力の変化を表すことができると考えられる。

#### (2) 除去特性

NF 膜の最大の特徴は膜表面に荷電をもっていることで、この表面荷電により、膜本来の特性として分子ふるい作用での物質除去に加えて電氣的反発作用による物質除去も行われるということである。そのため孔径より小さいと考えられるイオン類の除去も可能となる。その除去機構としては、負荷電を持つ膜によるイオンの除去について、アニオンは膜との電氣的反発作用によって除去され、カチオンはアニオンとの供給水中のイオンバランスから除去できると考えられる。また、イオン類の除去に対する有機物の影響について検討している報告もある<sup>1)</sup>。しかし、それらは純水の添加した系における実験についてであり、環境試料を用いたものについてはあまり報告がなく、環境試料中の除去機構について、膜の種類と試料水水質が決まれば阻止率がわかるというところまでは解明されていない。

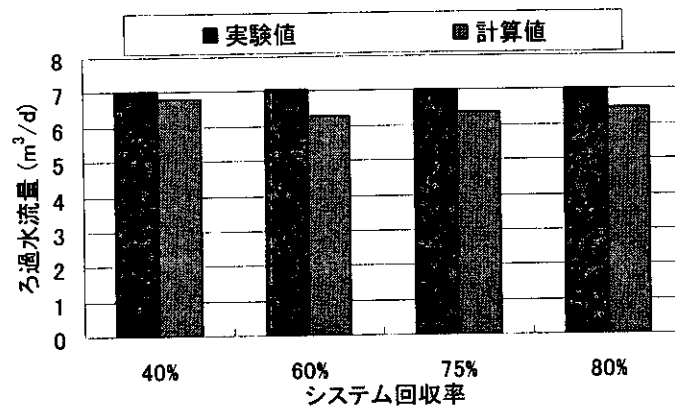
阻止率及び総ろ過水濃度の実験値と計算値の比較について、Sb, K, Ca の場合についてそれぞれ図-25,26,27 に示す。

エレメント回収率 12% の条件で行った実験について、阻止率の実験値及び計算値に差が大きいものが見られた。これはダム湖原水の水質が変化したため、阻止率ろ過水流量依存性取得実験時濃度と大きく変動し、阻止率計算値に影響したでであると考えられる。

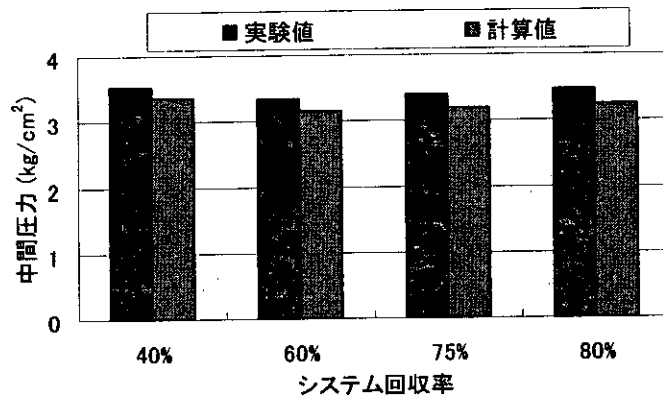
阻止率の計算値は実験値の傾向を表すことができなかった。これは塩素イオン濃度の変化域に対して濃度依存性の実験式の傾きが大きかったためであると考えられる。また、係数が大きかった原因として、共存物質の影響が考えられる。この共存物質の影響については NF 膜の除去機構の電氣的反発作用によるものであると考えられる。硫酸イオンや色度成分などの負荷電を持つ物質の阻止率が高く、膜一次側に多く残留する。そこで同じ一価のイオンである Na イオンや K イオンは阻止率の極端な変化がなかったと考えられ、逆に塩素イオンの阻止率の大きな変化は、硫酸イオンや色度成分と同じ負荷電を持ち、また除去さ

れにくい（一価であり、分子量としても膜の分画サイズより小さい）物質と考えられることから、膜一次側のイオンバランス保持のために阻止率が極端に変化したものだと考えられる。しかし、前述のように、環境試料については影響を与える物質の特定が困難であり、本研究では特定することができなかった。

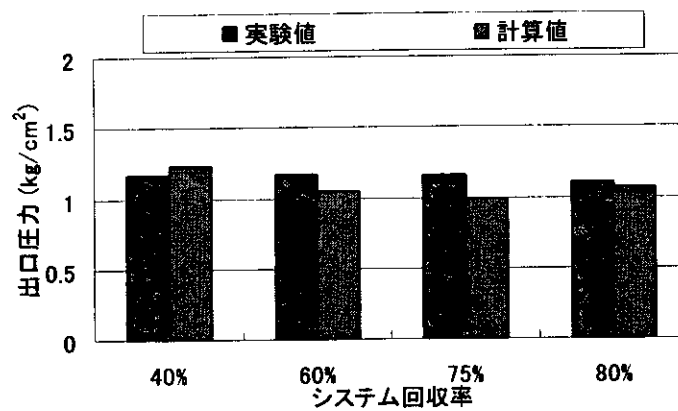
結果から、Na、K、Ca、Mgのカチオン類については前出の実験式は適用できることがわかった。Sb、SO<sub>4</sub>、色度については阻止率の実験値が99%程度を維持したことから、実験式適用の可否についてはわからなかった。



(a)

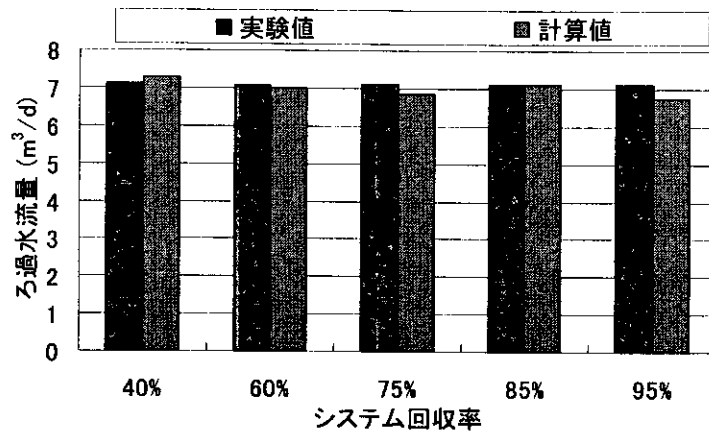


(b)

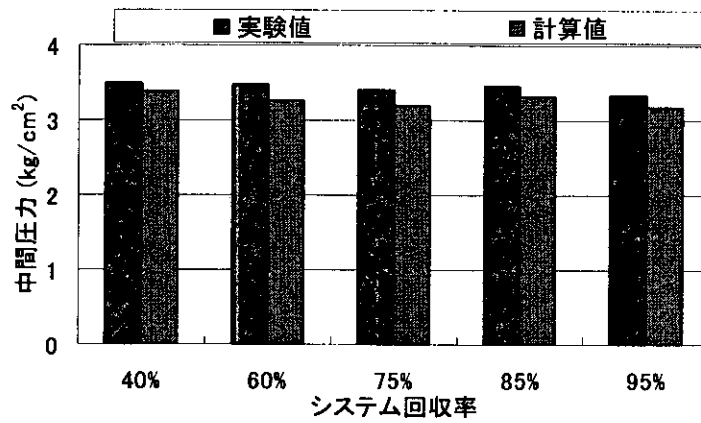


(c)

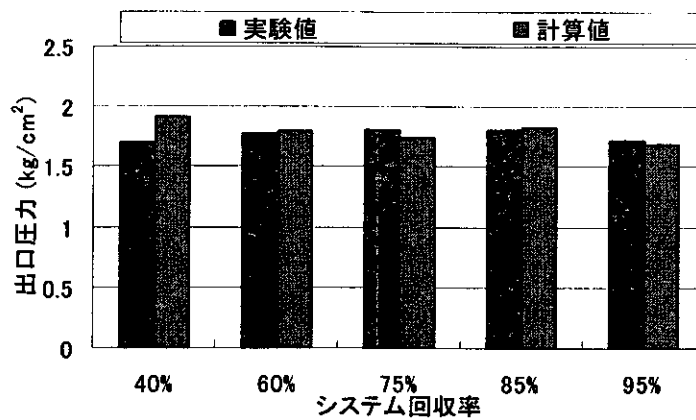
図-22 実験値と計算値の比較(エレメント回収率 10%)



(a)

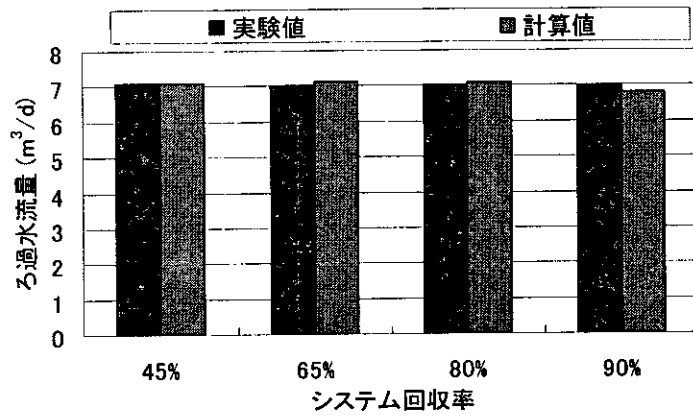


(b)

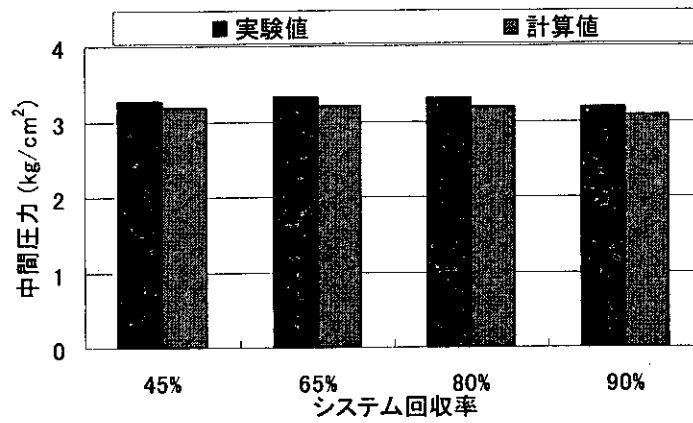


(c)

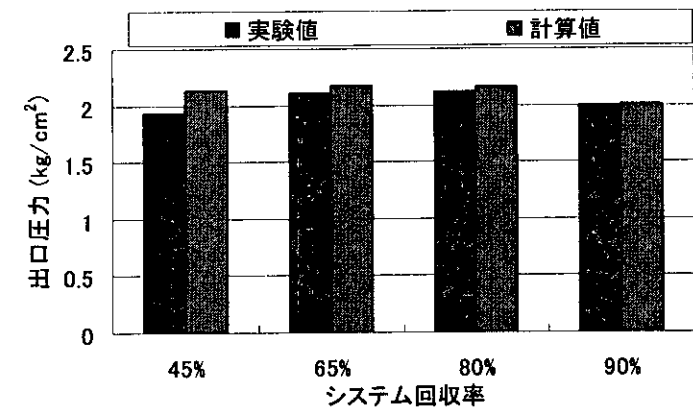
図-23 実験値と計算値の比較(エレメント回収率 12%)



(a)

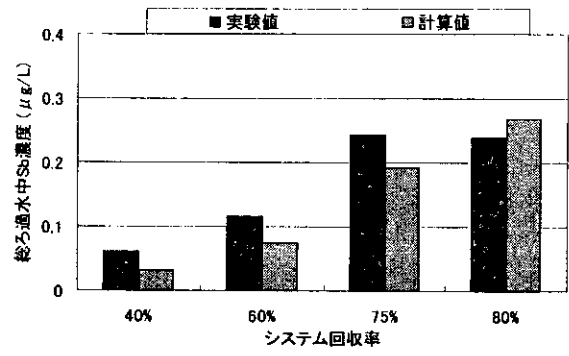
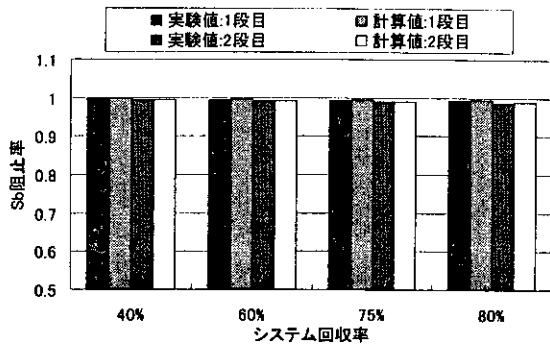


(b)



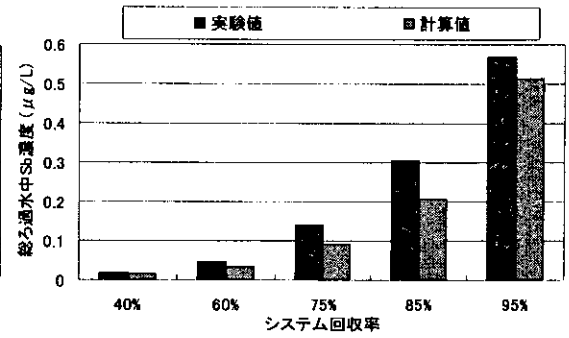
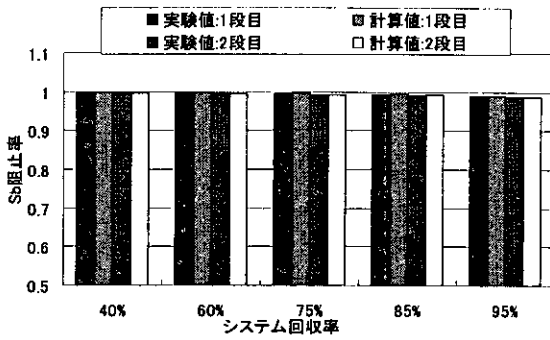
(c)

図-24 実験値と計算値の比較(エレメント回収率 12%)



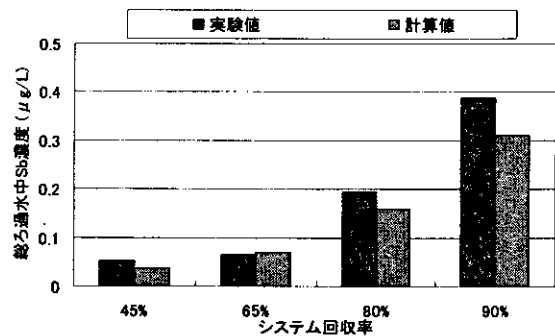
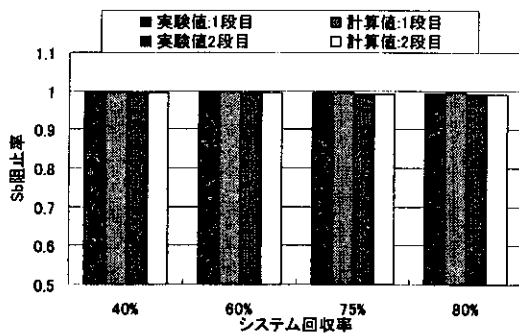
(a) エレメント回収率 10%

(b)



(c) エレメント回収率 12%

(d)

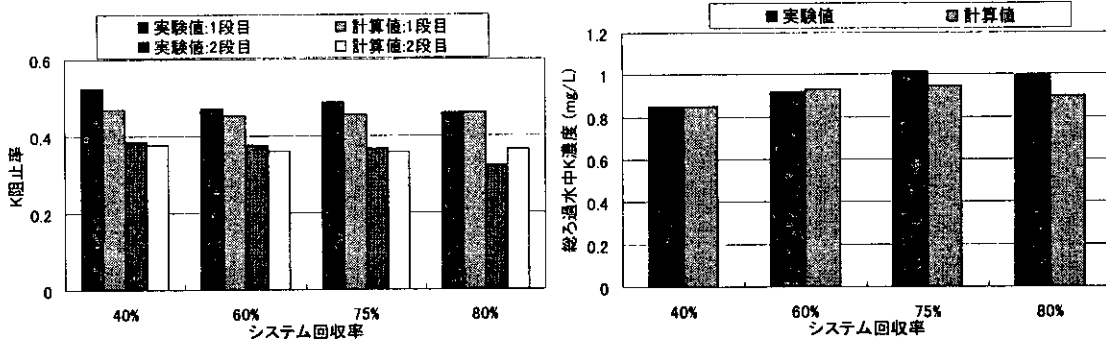


(e) エレメント回収率 14%

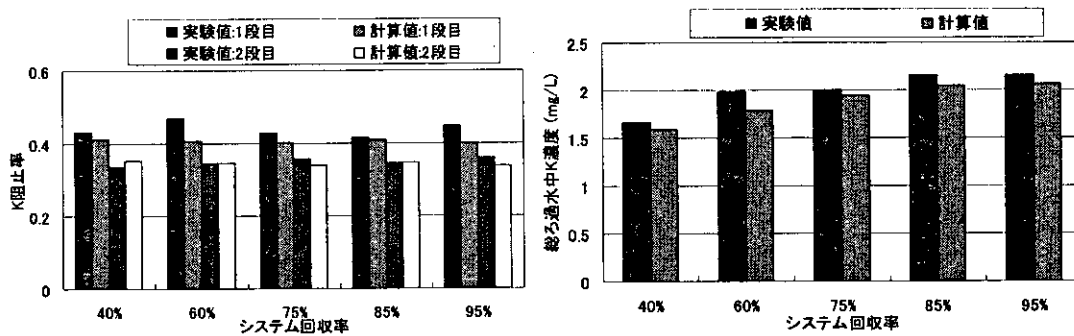
(f)

図-25 実験値と計算値の比較  
(Sb 阻止率、総ろ過水中 Sb 濃度について)

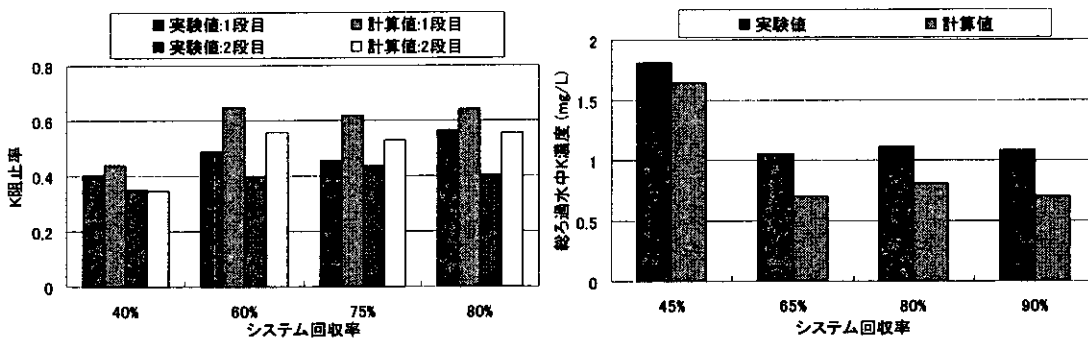




(a) エレメント回収率 10% (b)

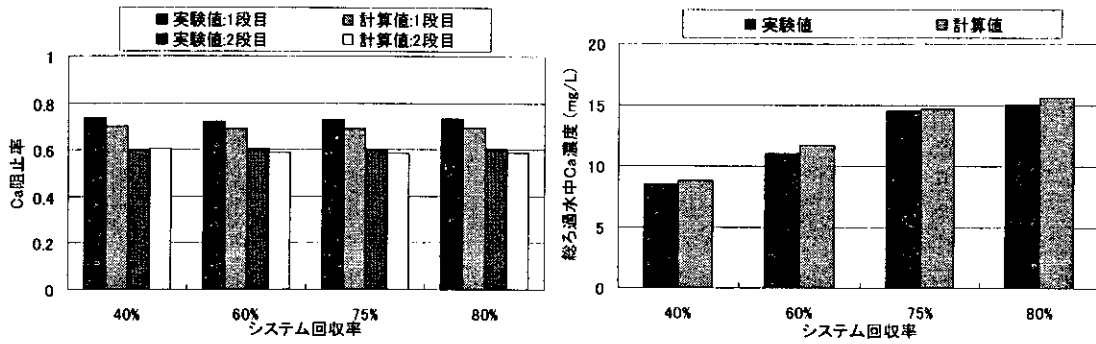


(c) エレメント回収率 12% (d)

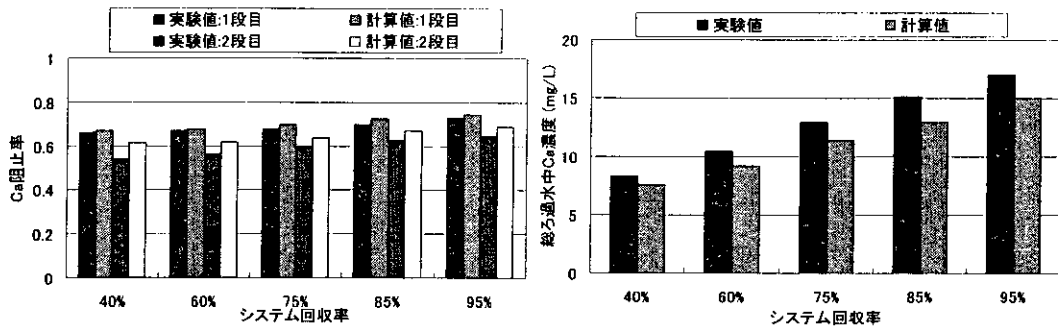


(e) エレメント回収率 14% (f)

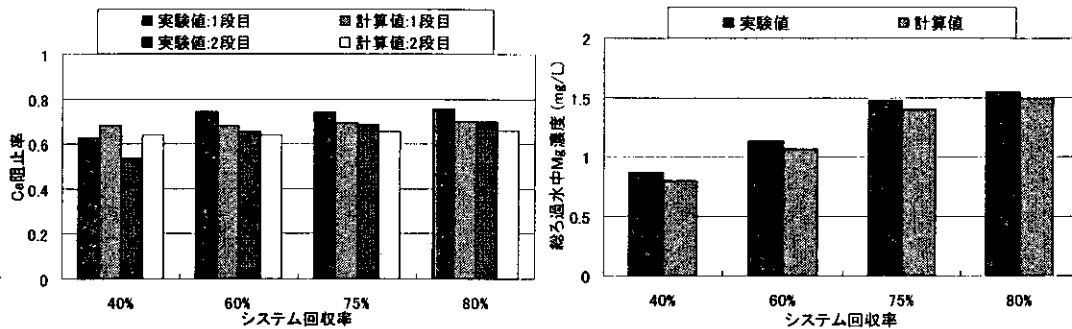
図-26 実験値と計算値の比較  
(K 阻止率、総ろ過水中 K 濃度について)



(a) エレメント回収率 10% (b)



(c) エレメント回収率 12% (d)



(e) エレメント回収率 14% (f)

図-27 実験値と計算値の比較  
(Ca 阻止率、総ろ過水中 Ca 濃度について)

## 2. 8. 2. ツリー型システムのシミュレーション<sup>2)</sup>

2. 8. 1. により、エレメントの水理特性に関する実験式は直列に並んだエレメントの状況をよく表していると考えられ、また除去特性に関する実験式についても物質によって異なるが、エレメントの除去性能を十分に表すことができると考えられる。ここでは得られた実験式を用いて、ツリー型配列のシステムシミュレーションを行う。

前述のようにエレメント回収率は、エレメント供給水流量に対するろ過水流量の割合でありろ過水流量は平均圧力の関数であるから、直列エレメント各段で異なった値をとる。そこで、エレメント回収率を一定、ここでは直列エレメント各段エレメント回収率の平均とする、と仮定してエレメント回収率が変化する場合との計算値の比較検討する。

ここではシミュレーションを行うために、3バンクで1ベッセルに6エレメントが充填された直列エレメント18本の3+2+1 ツリー型システム（図-28）を例にあげて計算する。

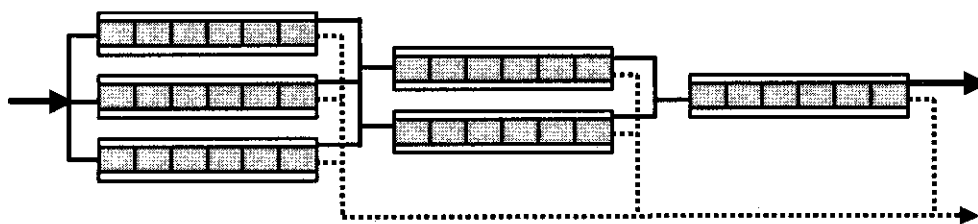


図-28 3+2+1 ツリー型システム (6エレメント/1ベッセル)

### 計算方法

先に示したエレメント1本当たり

直列18本でシステム回収率85% : エレメント回収率10%

直列18本でシステム回収率90% : エレメント回収率12%

直列18本でシステム回収率94% : エレメント回収率14%

の条件で計算する。

計算方法は、エレメント回収率が変化する場合と一定とする場合で、与条件としてそれぞれ同値の供給水流量及びシステム回収率を与える。これより、エレメント回収率が変化する場合は、供給水流量に対するシステム回収率を満足するように入口圧力を試行し、エレメント回収率を一定とする場合は、供給水流量に対するシステム回収率を満足するようにエレメント回収率を試行し求めた（図-29）。

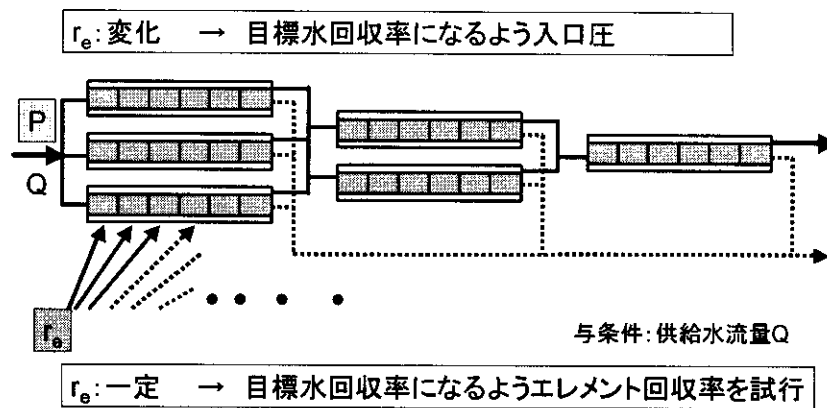


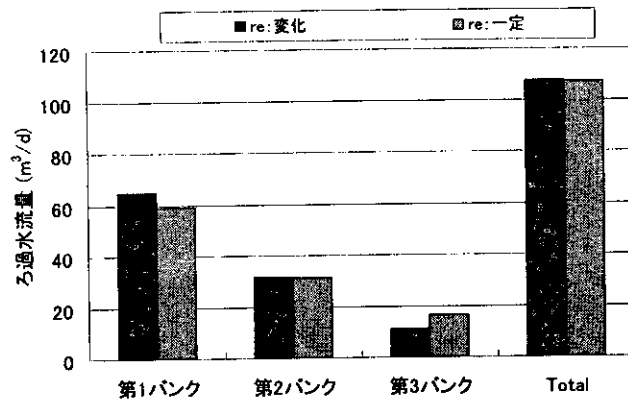
図-29 計算方法について

以上により、エレメント回収率が変化する場合については、直列エレメント各段の水収支及び圧力の流れが求まる。エレメント回収率を一定とする場合では、圧力を計算する方法ではないため、エレメント各段の水収支が求まる。また、これらの計算により得られたエレメント各段の水収支に対して、前出の阻止率のろ過水流量依存性及び濃度依存性についての実験式(7)を代入することで、物質濃度の計算を行った。ここでは、前項で(7)式を適用できた物質について検討した。

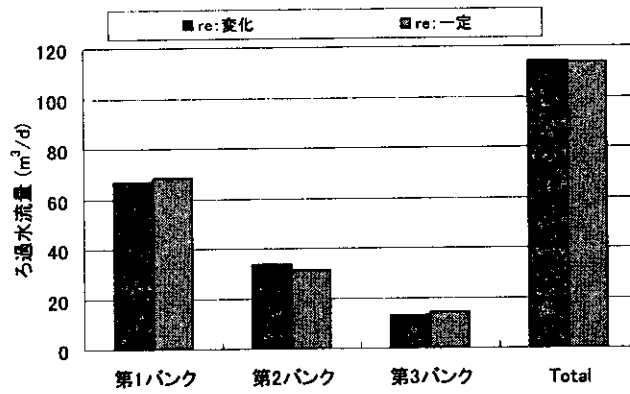
エレメント回収率が変化する場合とエレメント回収率を一定として、ツリー型 NF 膜システムを計算した時の結果を図-30 に示した。

ろ過水流量及びろ過水中物質濃度に関しては、エレメント回収率を一定とする場合では、エレメント各段の評価を行う手法ではないため、バンク毎の比較結果を示す。また、濃縮水流量及び濃縮水中物質濃度については、ファウリングや目詰まり等の膜の性能劣化に関する指標として、エレメント各段の比較結果を示した。

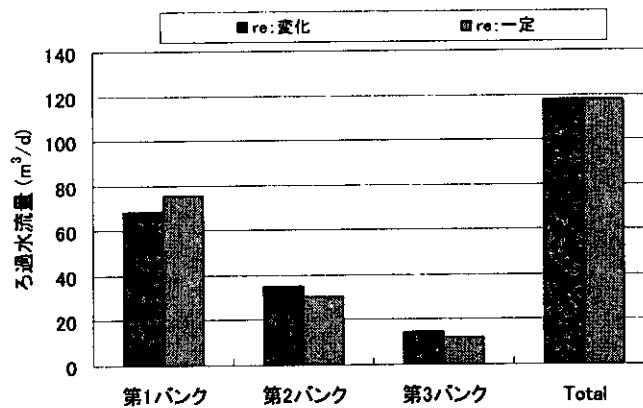
計算結果の例として Ca の場合について、図-31 に示す。エレメント回収率をと一定とした場合では、エレメント各段の状況を表すための計算法ではないため、エレメント回収率が変化する場合とは、エレメント各段で状況が異なり、そのため各バンクでのろ過水流量が変化する場合と一定とする場合では異なる。そのため、物質阻止率も変化し、各バンクのろ過水中物質濃度に差が見られるが、システム全体を見れば、エレメント回収率が変化する場合と一定とする場合はほぼ一致したといえる。また、濃縮水中物質濃度にも大きな差はみられず、エレメント回収率を一定として計算を行っても、ファウリングについて検討することができると考えられる。



(a)

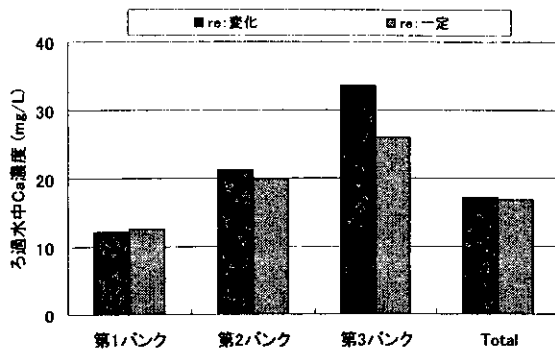


(b)



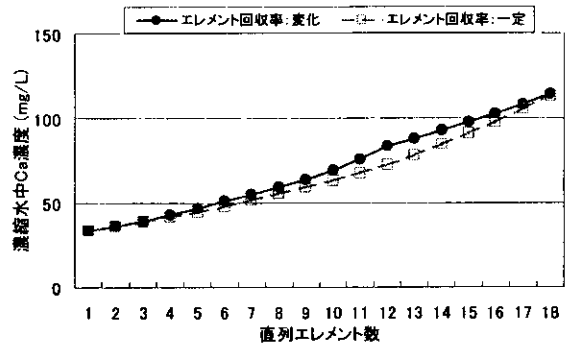
(c)

図-30 エレメント回収率が変化する場合と一定とする場合の計算値の比較  
(ろ過水流量について)

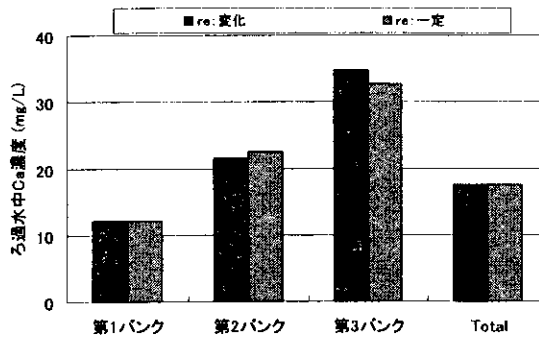


(a)

エレメント回収率 10%

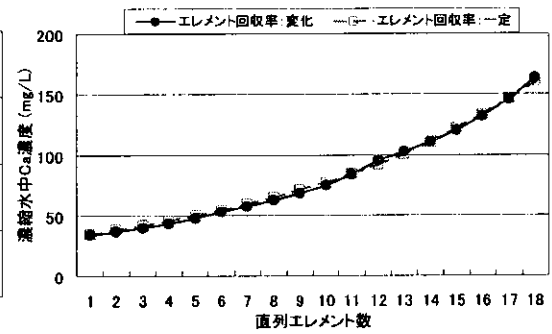


(b)

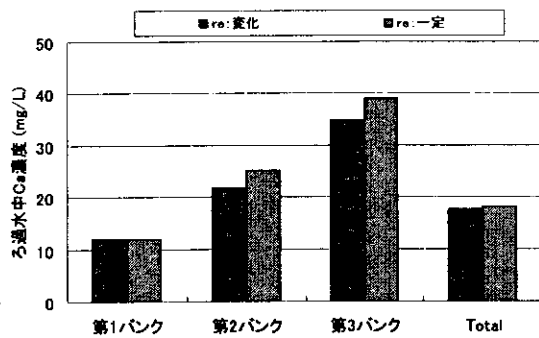


(c)

エレメント回収率 12%

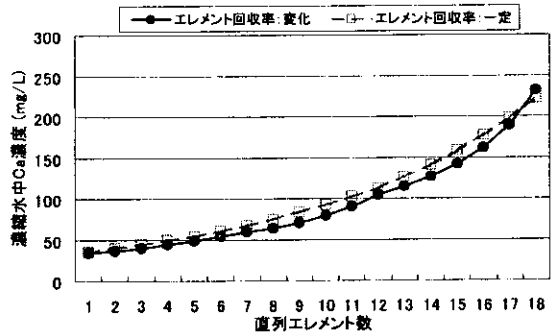


(d)



(e)

エレメント回収率 14%



(f)

図—31 エレメント回収率が変化する場合と一定とする場合の計算値の比較  
(ろ過水中 Ca 濃度について)

## 2. 9. 結論

実施設で用いられるツリー型配列での処理性について、従来行われている小型モジュールを用いた実験装置を使用して合理的な実験方法について検討し、本研究では以下の結果を得た。

- ・ NF 膜ろ過浄水処理システムにおいては、凝集沈殿砂ろ過処理で除去できないアンチモンを効率よく除去できる。
- ・ エレメント単体の圧力ろ過水流量、膜面流量-圧力損失の水理特性を実験によって求めることで、直列エレメントの水収支及び圧力の流れを表すことができた。このことを拡張させることにより、実施設に用いられるツリー型システムの性能を予測できると考えられる。
- ・ エレメント固有の阻止率のろ過水流量依存性と物質濃度依存性の実験式を求めて、システム計算に当てはめることで、直列エレメント各段の阻止率を予測することができた。しかし物質によっては阻止率の予測ができないものがあった。これは、阻止率の濃度依存性において、共存物質の影響を強く受けるためと考えられるが、水中溶存成分の違いにより異なる挙動を示すと考えられることから、実際に実験を行って確認する必要がある。
- ・ ツリー型システムの予測を行う際は、エレメント回収率を一定として、つまり圧力を考慮しない計算方法を用いてもシステムの総ろ過水流量及び総ろ過水中物質濃度は計算より算出できることがわかった。またエレメント各段の濃縮水中物質濃度も予測できることから、ファウリングや目詰まり等の要因物質と考えられる物質について、阻止率のろ過水流量依存性及び濃度依存性の実験より関係式が得られれば、ファウリング等による膜の性能劣化に対して何らかの処置をとることができると考えられる。
- ・ よって、簡単なツリー型の処理性について小型実験装置を用いて予測するためには、阻止率のろ過水流量依存性及び濃度依存性について実験を行うだけでよいことになる。

## 2. 10. 今後の課題

本研究においては、ツリー型の予測についてあくまでもシミュレーションのひとつであり、今後実際にツリー型システムと小型実験装置を同時に運転し、比較検討を行う必要がある。また、本研究においては、ファウリングや長時間の使用に対する膜の性能劣化については考慮していないため、これについてもさらに検討を行う必要がある。

### 参考文献

- 1) V. Geraldes *et al.*: Flow and mass transfer modelling of nanofiltration, *Journal of Membrane Science*, vol.191, pp109-128, 2001
- 2) 伊藤雅喜: ナノろ過膜の浄水処理における性能評価と実験手法に関する研究、北海道大学学位論文、2002

### 3. 食品中の重金属の分析法に関する調査

#### 3. 1. 文献調査

食品中の重金属の分析に関し、主に一斉分析法について文献の調査を行った。Sakao<sup>1)</sup>らは貝類の組織中に含まれる重金属の分析を湿式分解法、及び密封式ベセル法で分解した後、ICP-AES及びICP-MSを用いてV, Cr, Co, Ni, As, Se, Hgを分析した。同時にV, Cr, Co, Niについては多原子分子イオンの影響を確認した。またランタノイド系元素の分析も行っている。

Shiraishi<sup>2)</sup>は準定量モードICP-MSにより、マーケットバスケット方式により入手した18食品目について、15の放射性及び安定元素の分析を行っており、Sr, <sup>232</sup>Th, <sup>238</sup>Uは準定量モードと定量モードの測定値の差が±10%以内で一致した結果が得られており、Li, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Rb, Mo, Cd, Baの測定における両方法の差は±30%であったとしている。

Sun<sup>3)</sup>らはICP-AEを用いた、Al, B, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Sr, Znの分析に関し、5つの分解方法を比較した。検討した分解方法は、500°Cでの乾燥灰化、HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub>を用いた湿式分解、HNO<sub>3</sub>を用いたマイクロウェーブ分解、HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を用いたマイクロウェーブ分解、HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-HFを用いたマイクロウェーブ分解である。HNO<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-HFを用いたマイクロウェーブ分解では、酸化ケイ素を用いて過剰のHFを除去しており、本法が最も標準物質の認証値に近い値が得られた。また、湿式分解法は操作が簡単であり、AlとBを除いて、良い結果が得られた。乾燥灰化法は揮発による損失の懸念があるものの、今回測定した13の元素では、特に低濃度の試料について有効であったとしている。

Ysart<sup>4),6)</sup>らは1994年と1996年に行われた英国における食品摂取に関する調査結果を基に、1994年は30種類、1997年は11種類の金属の摂取量を評価し、1週暫定許容摂取量、1日最大許容摂取量に比べて低く、長期的には減少していることを報告している。

Harrington<sup>5)</sup>らは食品中の17元素について、マイクロウェーブ分解-FI-ICP-MSによる測定手法を開発しており、標準試料を用いた検討により、定量下限を0.07~1.97ng/g (Al, B, V, Cr, Co, Ni, As, Sr, Mo, Cd, Sn, Ba, Pb)としている。

Feng<sup>7)</sup>らはHNO<sub>3</sub>-HFを用いたマイクロウェーブ分解後、ICP-MSによる30元素の分析を検討しておりHFを用いることにより懸念されるフッ化物の沈澱はほとんど認められなかったこと及びケイ素と結合しているAl, Co, Cr, Ni, Th, U, Vの回収率は、HFを用いることで改善できたとしている。標準物質を用いた30元素の回収率は、一部を除き85~115%であった。

Baker<sup>8)</sup>らは食品中の栄養学的に有用な金属13種類の分析を行い、内部標準物質としてGe, Gaを用いることにより、マトリクス効果による負の干渉に対し、補正効果があったとしている。



Zhou<sup>9)</sup>らは食品のマイクロウェーブ分解・ICP-MS 測定におけるメモリー効果を報告しており、これを避けるためには 1%HNO<sub>3</sub>による洗浄操作が必要としている。

Rodushkin<sup>10)</sup>らはマイクロウェーブ分解法と湿式分解法の比較、及び重金属測定における ICP-AE 法と ICP-MS 法を比較したところ、両分解法については大きな違いを認めなかったものの、ICP-MS 法は定量下限値を低く設定することができるとしている。

Baxter<sup>11)</sup>らは 1991 年に行われた英国における食品摂取に関する調査における、ICP/MS を用いた多元素一斉分析法における測定精度の管理 (IQC : Internal Quality Control) について検討し、検量線、機器の変動、検出下限、回収率、標準試料の測定及び重複測定に関してそれぞれの評価基準を設定している。

これらの文献等に記述された知見から、分解方法については、英国、米国等においては、マイクロウェーブ分解法が多用されており、これは他の方法に比較し分解操作が簡便かつ短時間に行えること、多種類の元素に適用できることが大きな理由であると考えられる。また、測定方法では多元素一斉分析である ICP-MS 法が多く用いられているものの、スペクトル干渉、非スペクトル干渉に対する補正が必要であり、内部標準物質の使用、測定条件の最適化、補正式の適用等について検討する必要がある。また、測定方法の妥当性を確保するに当たっては、Baxter<sup>11)</sup>らが設定した IQC の評価基準を参考にするとともに、適用する分解方法、測定方法の妥当性を確保するため、NIST 及び NIES で作成された標準試料の分析を行い、結果を認証値、保証値と比較し、評価することが求められる。

### 3. 2. マイクロウェーブによる試料の分解と標準資料を用いた回収率の確認

食品中の重金属の分析に関し、標準試料を用い、測定方法の妥当性について検討した。標準試料は、Standard Reference Material 1548a (National Institute of Standard & Technology, USA)、ARC/CL Total Diet reference material (HDP) (Agricultural Research Centre of Finland)、及び Simulated diet D Reference material (National Food Administration, Sweden) の 3 種類を用いた。

マイクロウェーブによる分解は、試料 0.25~0.50g を正確に秤量したのち、分解用石英ベセルに移し、conc. 硝酸 5mL を加え、マイクロウェーブにより出力 1000W で 20 分間分解した。その後冷却し、圧力開放したのち残渣がある場合はろ過し、精製水で全量を 100mL として重金属濃度測定用検液とした (図-1)。濃度の測定には誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP/MS) を用い、内部標準物質には、Be, Te, Co, In, Tl, Y を用いた。

いずれか 3 種類の標準物質に認証値が示されている項目は As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sn, Zn, の 13 種類であり、参考値または情報値のみが示されている項目は、B, Sb であった。また、いずれの値も示されていないのは、U, V であった。結果は表-1~3 に示したもので、認証値、参考値または情報値が示されている項目の回収率は、一部の金属を除き、53.4%~164.7%で、Baxter<sup>11)</sup>が示した回収率の目標値である 100±40%は概ね達成されており、本分解法により、食品中の重金属の測定が行えることが確認さ

れた。一方、Pbには高い汚染（コンタミネーション）が認められ、B, Ni, Mnのブランク値が高かったことから、これらの項目について、汚染の防止と、ブランク値の低減について検討する。また、FeはICP/MS測定法固有の問題であるAr0による干渉が認められた。

### 参考文献

- 1) S. Sakao, H. Uchida, Determination of trace element in shell fish tissue samples by inductively coupled plasma spectrometry, *Analytica Chimica Acta*, Vol.382, p215,(1999)
- 2) K. Shiraishi, Multi-element analysis of 18 food groups using semi-quantitative ICP-MS, *J. Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol.238, p67, (1998)
- 3) D. Sun et al., Determination of thirteen common elements in food samples by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry : comparison of five digestion methods, *J. AOAC International*, Vol.83, p1218, (2000)
- 4) G. Ysart et. al., Dietary exposure estimates of 30 elements from the UK Total Diet Study, *Food Additives and Contamination*, Vol.16, p391, (1999)
- 5) C. F. Harrington et.al., A Protocol For the Multielemental Analysis of Trace Metals in Food Samples by Flow Injection Coupled to ICP-MS, *Atomic Spectroscopy*, Vol.20, p174, (1999)
- 6) G. Ysart et.al., 1997 UK Total Diet Study-dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead, mercury, nickel, selenium, tin and zinc, *Food Additives and Contaminants*, Vol.17, p775, (2000)
- 7) X. Feng et.al., Microwave digestion of plant and grain standard reference materials in nitric and hydrofluoric acids for multi-elemental determination by inductively coupled plasma mass spectrometry, *J. of Analytical Atomic Spectrometry*, Vol.14, p939, (1999)
- 8) S. C. Baker et. al., Trace Element Determination in Food and Biological Sample Using ICP-MS, *Atomic Spectroscopy*, Vol.20, p167, (1999)
- 9) Hua Zhou et al., The Simultaneous Determination of 15 Toxic Elements in Foods by ICP-MS, *Atomic Spectroscopy*, Vol18, No.4, (1997)
- 10) I. Rodushkin et al., Comparison of two digestion for element determinations in plant material by ICP techniques, *Analytica Chimica Acta*, Vol.378, p191,(1999)
- 11) M. J. Baxter et.al., Quality control in the multi-element analysis of foods using ICP-MS. *Plasma Source Spectrometry : Developments and Applications*, The Royal Society of Chemistry, London (1997)

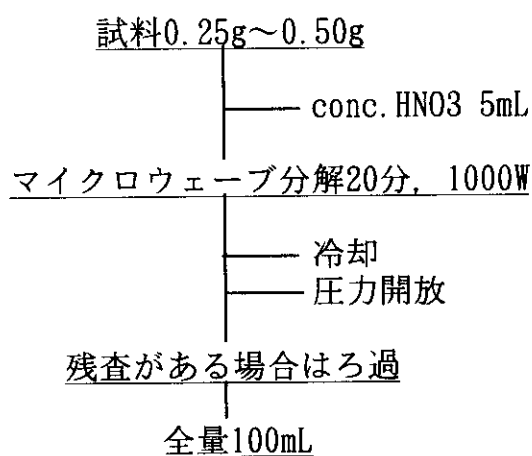


図-1 マイクロウェーブによる分解方法

表-1 標準試料 SRM15148 の分析結果

(μg/g)

項目	SRM15148				回収率(%)
	RUN-1	RUN-2	平均	既知濃度	
Fe	37.70	29.75	33.73±3.98	35.3±3.77	95.5
B	4.15	4.42	4.28±0.14	4.16±0.04 <sup>注1)</sup>	102.9
Cu	1.96	1.92	1.94±0.023	2.32±0.16	83.7
Zn	16.70	15.62	16.16±0.54	24.6±1.79	65.7
V	0.01	0.02	0.01±0.003	-	-
Sn	19.41	19.76	19.59±0.17	17.2±2.57	65.6
Mo	0.20	0.23	0.21±0.013	0.260±0.017 <sup>注1)</sup>	82.3
Cr	0.25	0.40	0.33±0.073	-	-
Mn	4.47	4.30	4.39±0.086	5.75±0.17	76.3
Pb	0.09	0.63	0.36±0.27	0.044±0.009	819.8
As	0.17	0.18	0.18±0.004	0.20±0.01	88.8
Cd	0.02	0.02	0.020±0.00036	0.035±0.0015	57.9
Ni	0.51	0.48	0.49±0.017	0.369±0.023	133.7
Se	0.20	0.22	0.21±0.0067	0.245±0.028	85.8
Sb	0.02	0.01	0.015±0.0016	0.009 <sup>注2)</sup>	164.7
U	<0.0002	<0.0001	<0.0001	-	-

注1) 参考値、 注2) 情報値

表-2 標準試料 ARC/CL-2 の分析結果

(μg/g)

項目	ARC/CL-2				回収率(%)
	RUN-1	RUN-2	平均	既知濃度	
Fe	-3.08	16.43	16.43	30.4±0.9	22.0
B	3.32	3.02	3.17±0.15	-	-
Cu	1.93	2.42	2.17±0.25	3.18±0.19	68.4
Zn	13.88	16.96	15.42±1.54	28.9±1.3	53.4
V	0.00	0.01	0.0061±0.0049	-	-
Sn	4.96	4.81	4.89±0.078	-	-
Mo	0.20	0.22	0.21±0.0089	0.262±0.035	79.7
Cr	0.17	0.29	0.23±0.056	-	-
Mn	7.79	8.87	8.33±0.54	12.9±0.58	64.6
Pb	0.04	0.10	0.074±0.030	0.043±0.008	172.2
As	0.12	0.11	0.12±0.0033	-	-
Cd	0.01	0.01	0.013±0.00063	0.021±0.003	63.8
Ni	0.26	0.27	0.27±0.0022	0.271±0.038	98.2
Se	0.16	0.15	0.15±0.0081	0.181±0.017	84.6
Sb	0.01	0.01	0.0099±0.0028	-	-
U	<0.0002	<0.0001	<0.0001	-	-

表-3 標準試料 SLV-Diet の分析結果

(μg/g)

項目	SLV-Diet				回収率(%)
	RUN-1	RUN-2	平均	既知濃度	
Fe	149.80	128.46	139.13±10.67	199±16	69.9
B	<1.15	<0.59	<0.59	-	-
Cu	34.24	30.39	32.31±1.92	40.8±0.9	79.2
Zn	26.63	24.57	25.60±1.03	37.2±3.1	68.8
V	<0.004	<0.002	<0.002	-	-
Sn	<0.004	<0.002	<0.002	-	-
Mo	0.57	0.63	0.60±0.029	-	-
Cr	0.00	0.06	0.030±0.029	0.036±0.014	83.5
Mn	7.84	7.30	7.57±0.27	10.2±0.6	74.2
Pb	0.14	0.17	0.16±0.017	0.218±0.013	72.1
As	0.01	0.01	0.011±0.0015	<0.050 <sup>注1)</sup>	23.5
Cd	0.44	0.44	0.44±0.00049	0.478±0.026	92.9
Ni	-0.07	0.01	0.01	0.100±0.029	-
Se	0.13	0.15	0.14±0.011	0.214±0.014 <sup>注1)</sup>	63.6
Sb	0.00	0.00	-	-	-
U	<0.0002	<0.0001	<0.0001	-	-

注1) 参考値