

图-9 濁度除去率

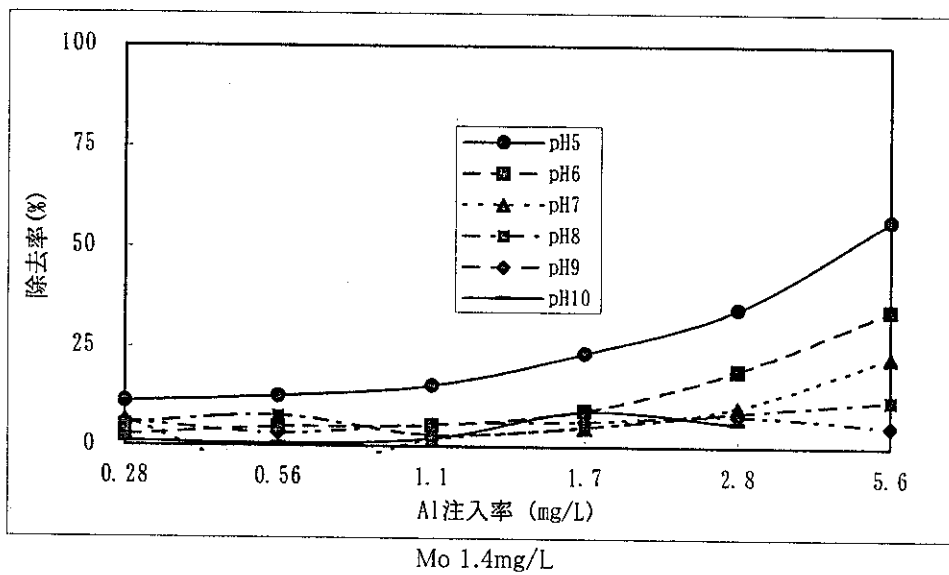
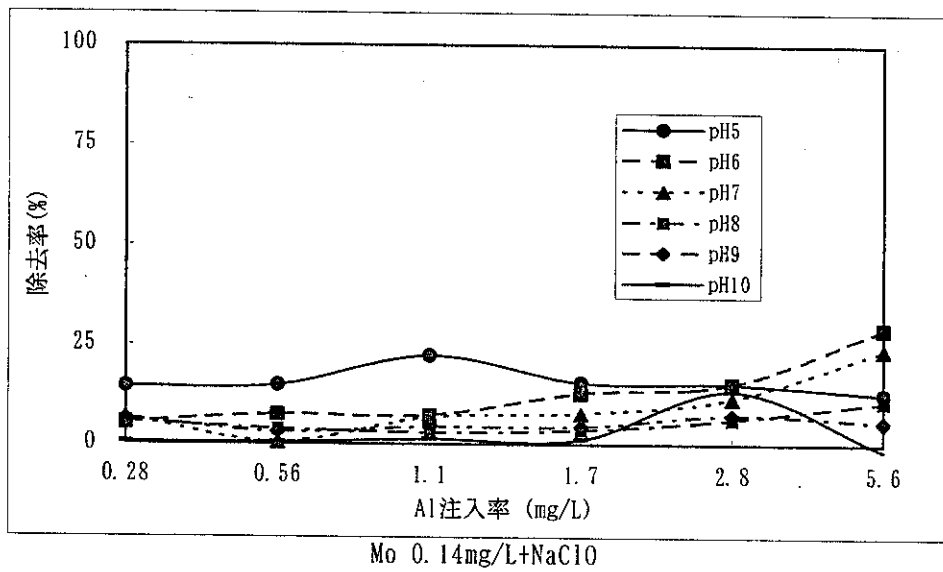
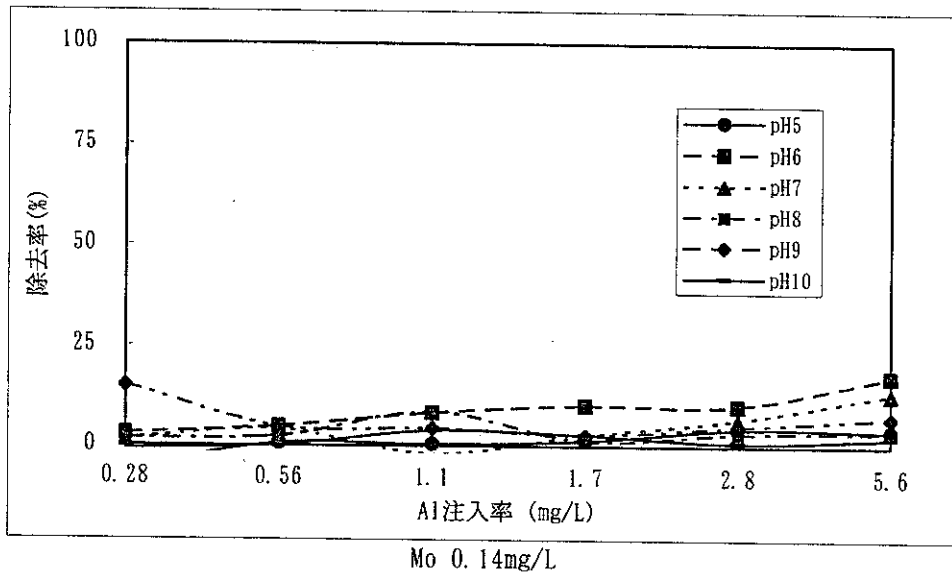


図-10 全量Mo除去率

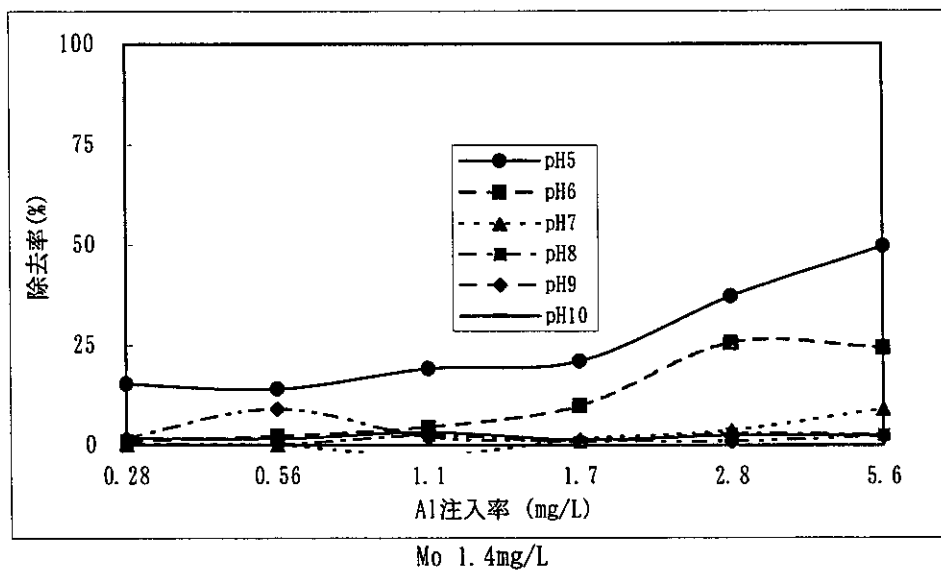
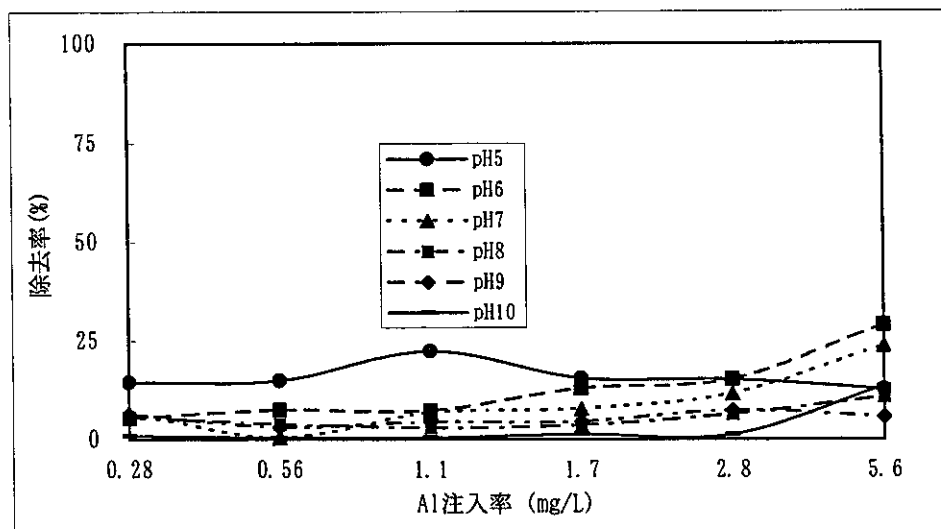
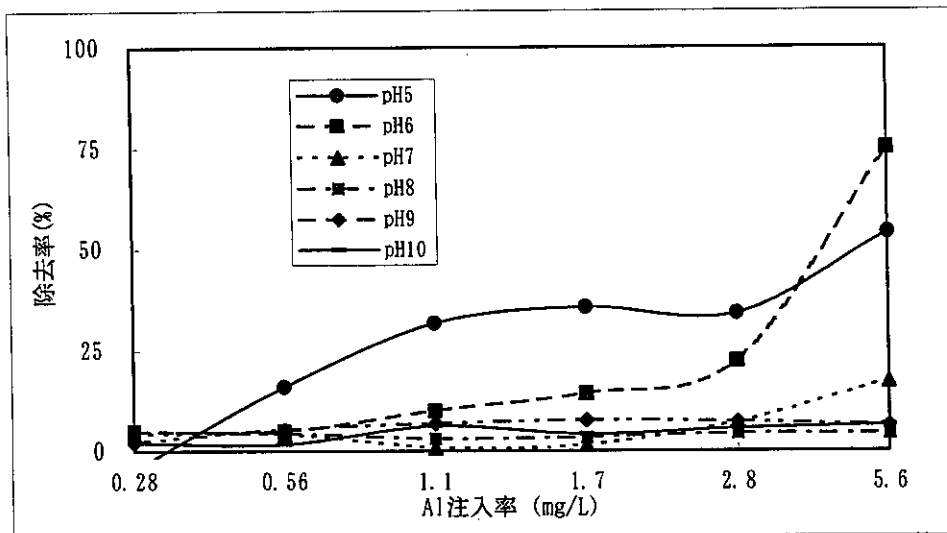


图-11 溶解性Mo除去率

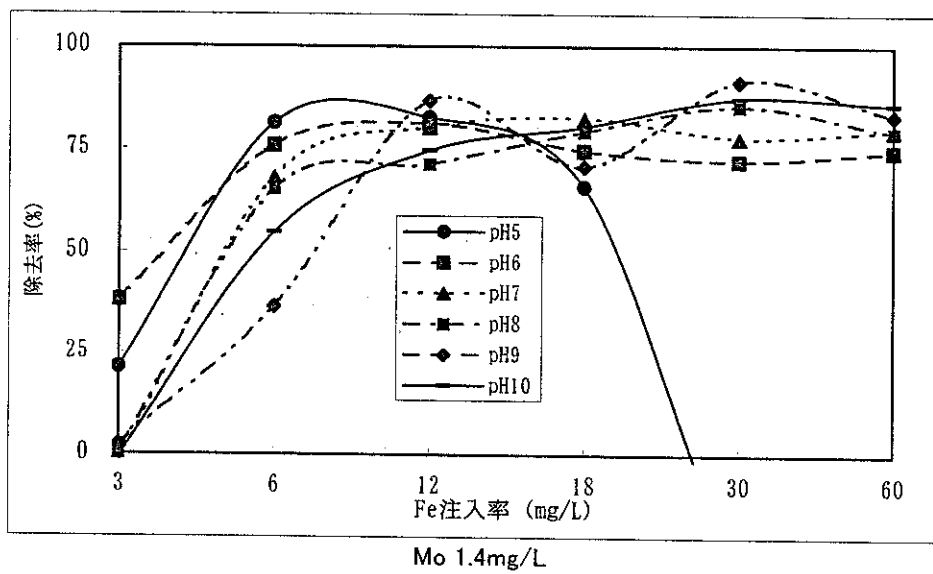
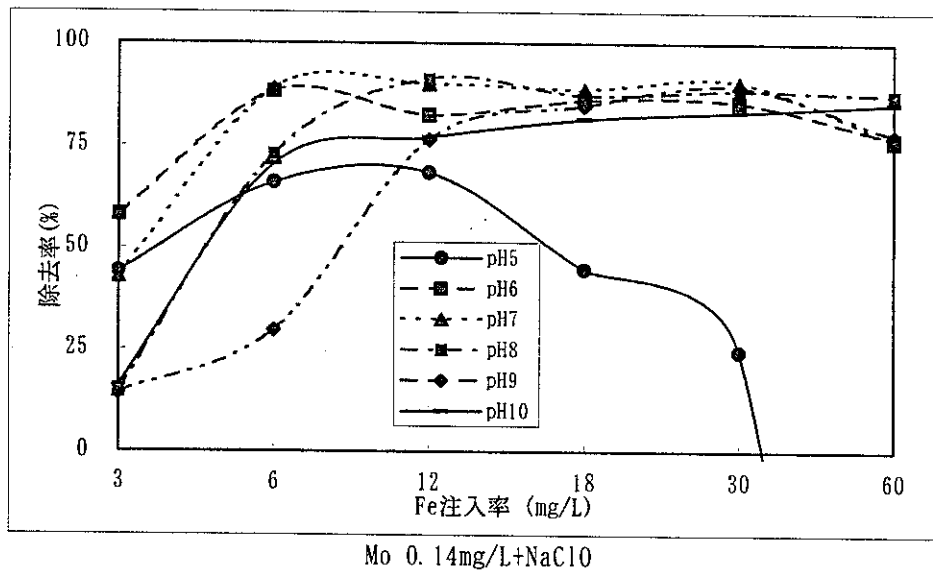
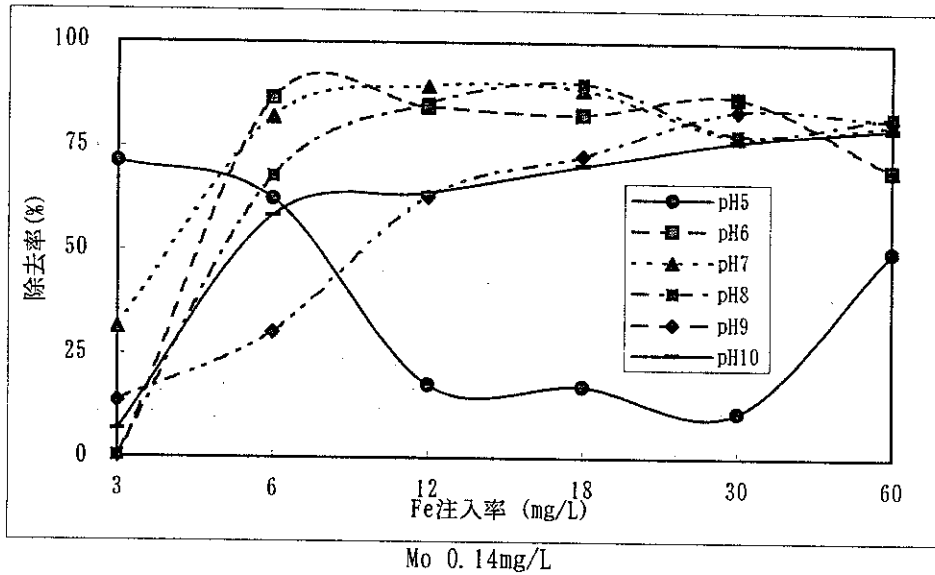
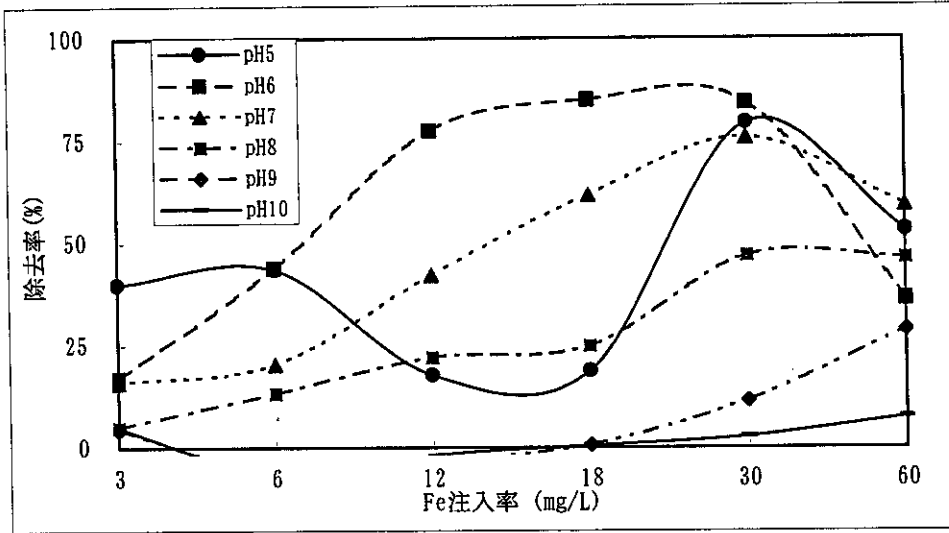
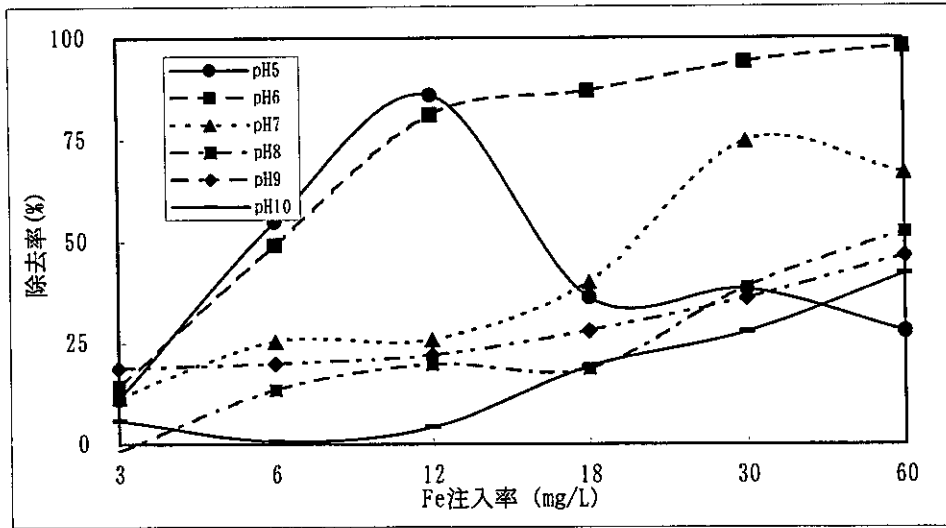


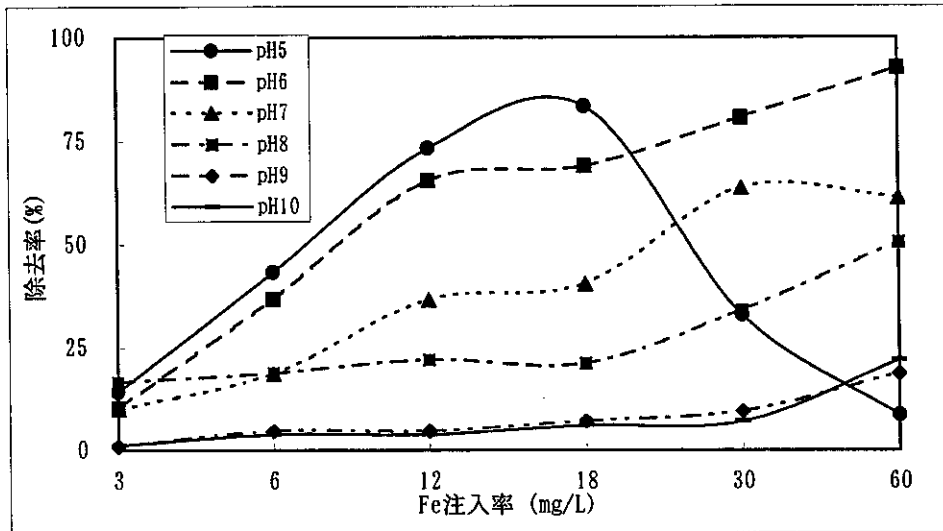
图-12 濁度除去率



Mo 0.14mg/L



Mo 0.14mg/L+NaClO



Mo 1.4mg/L

图-13 全量Mo除去率

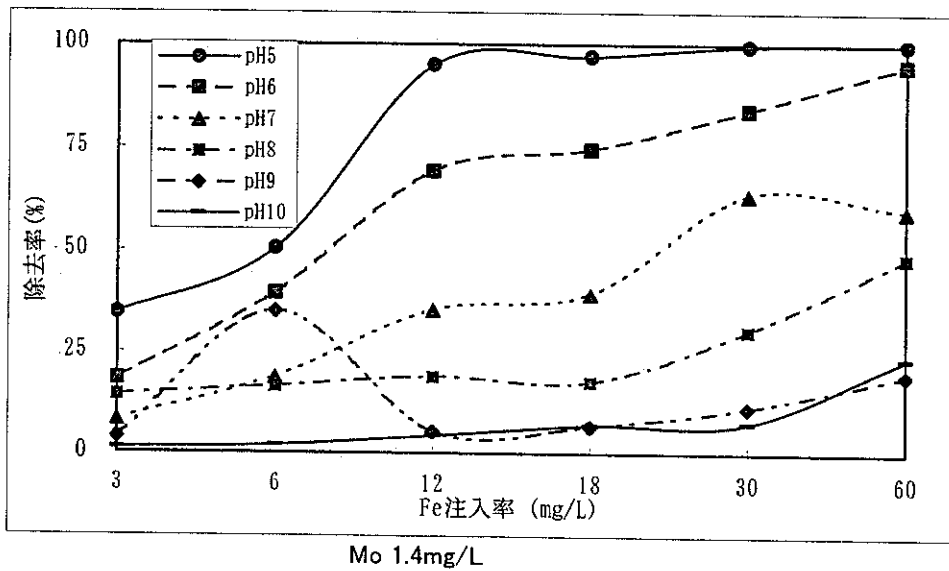
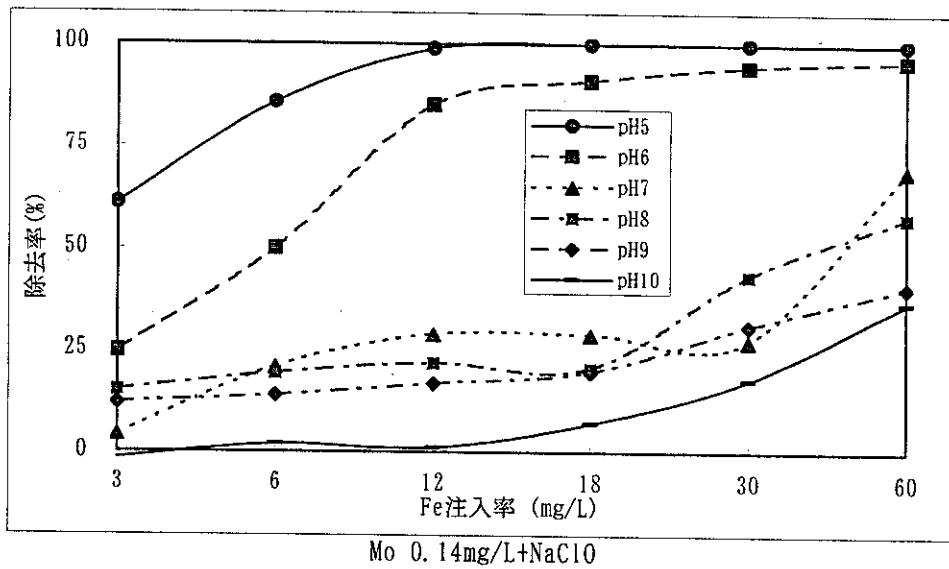
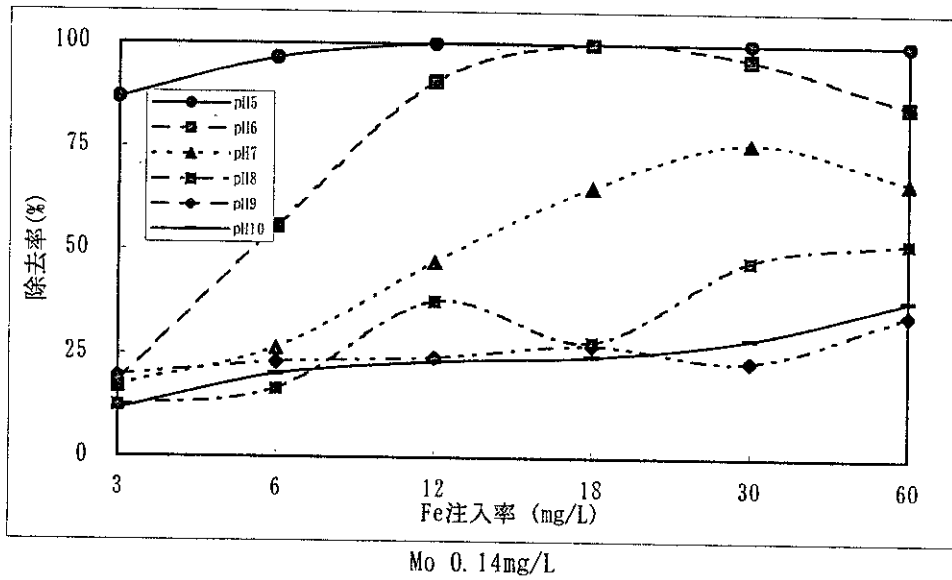
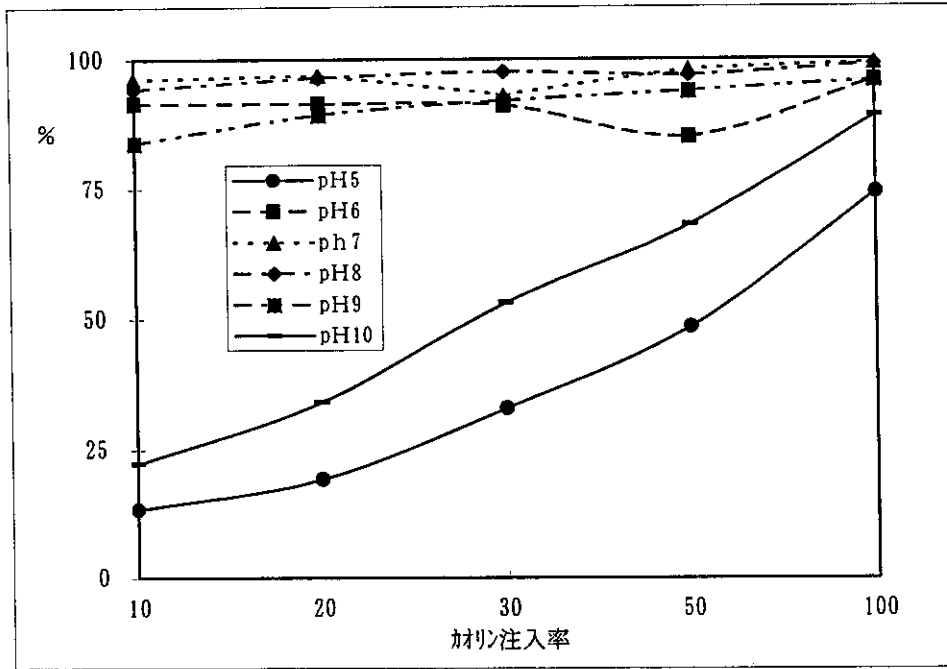
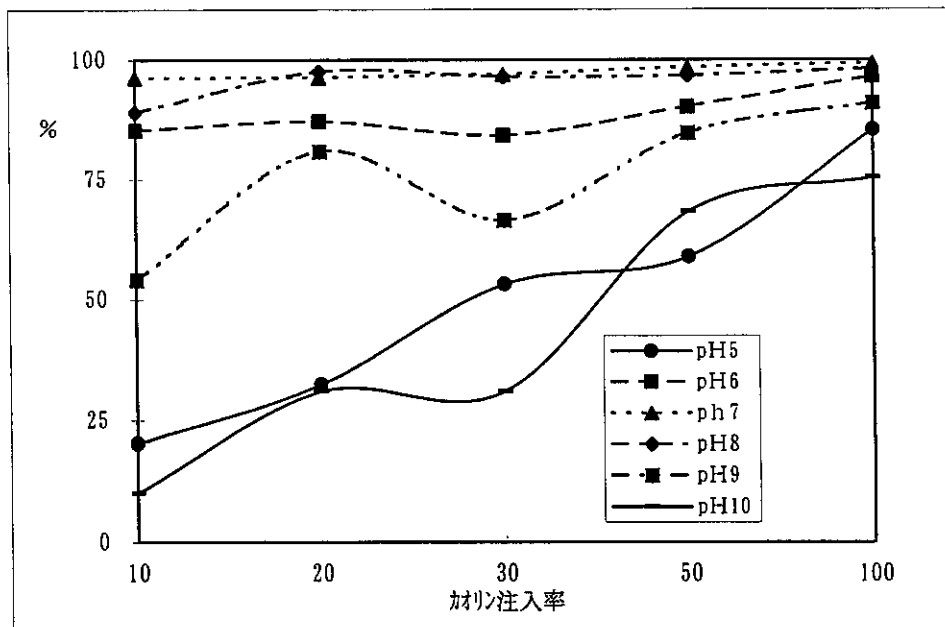


图-14 溶解性Mo除去率



Mo 0.14mg/L



Mo 1.4mg/L

図-15 濁度除去率

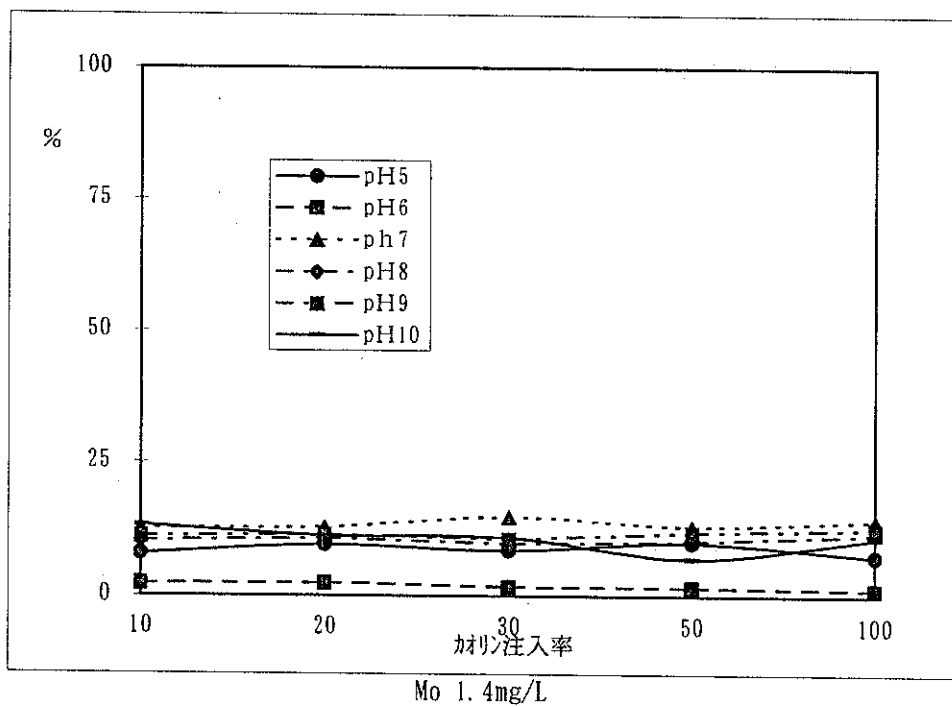
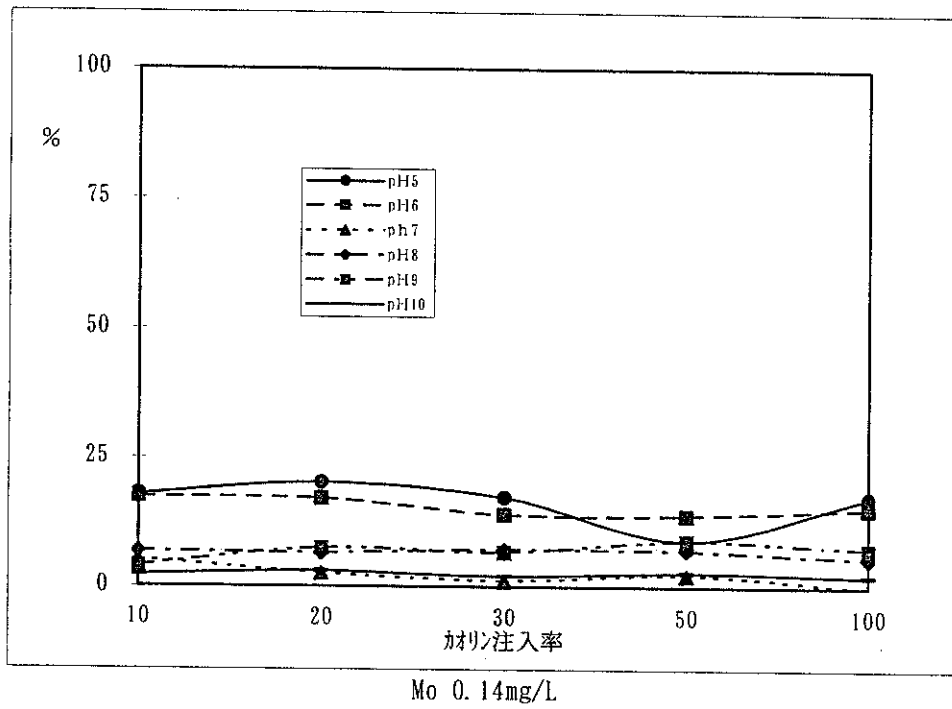
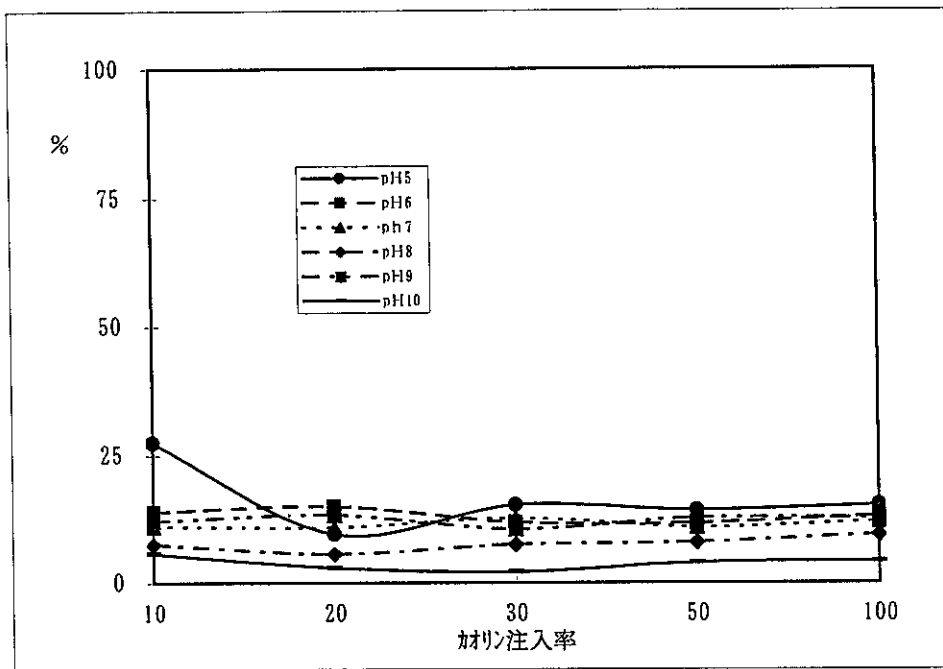
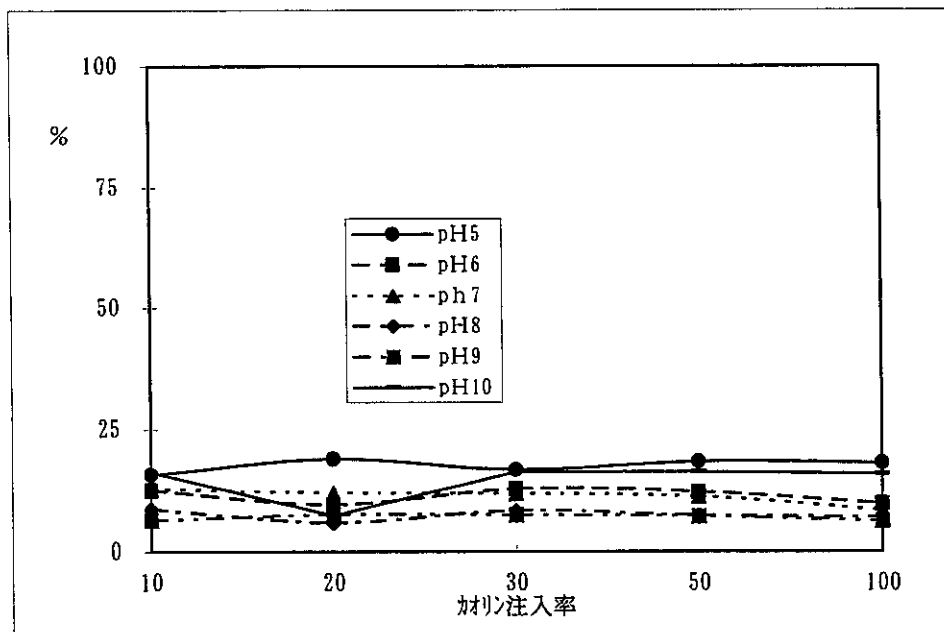


図-16 全量Mo除去率



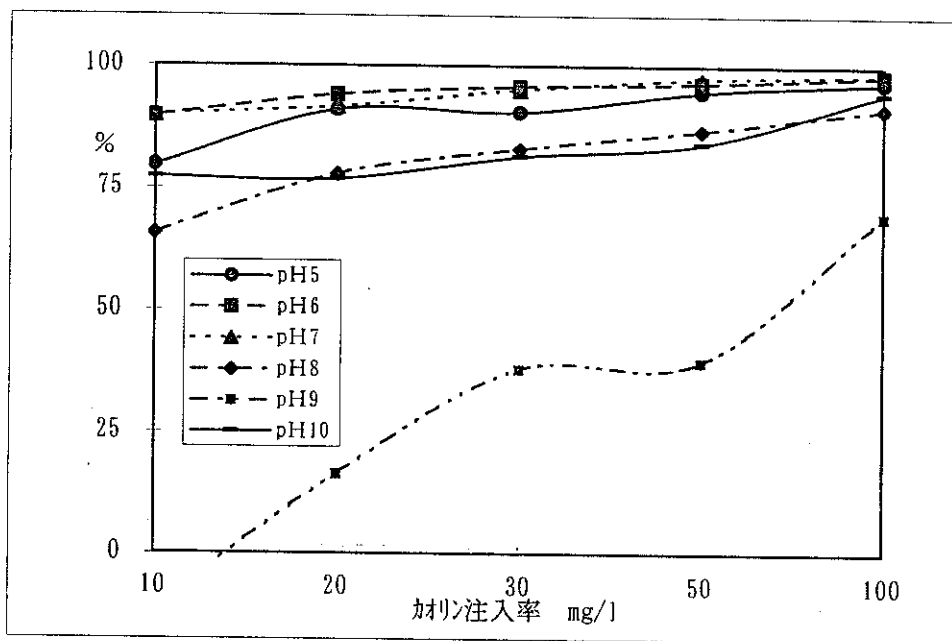


MO 0.14mg/l

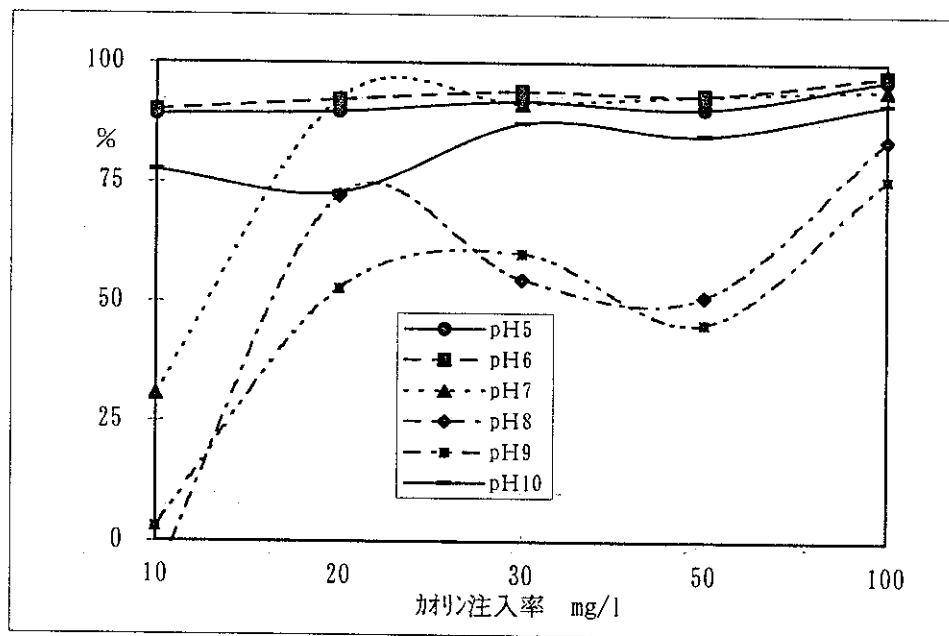


Mo 1.4mg/L

図-17 溶解性Mo除去率



Mo 0.14mg/L



Mo 1.4mg/L

図-18 濁度除去率

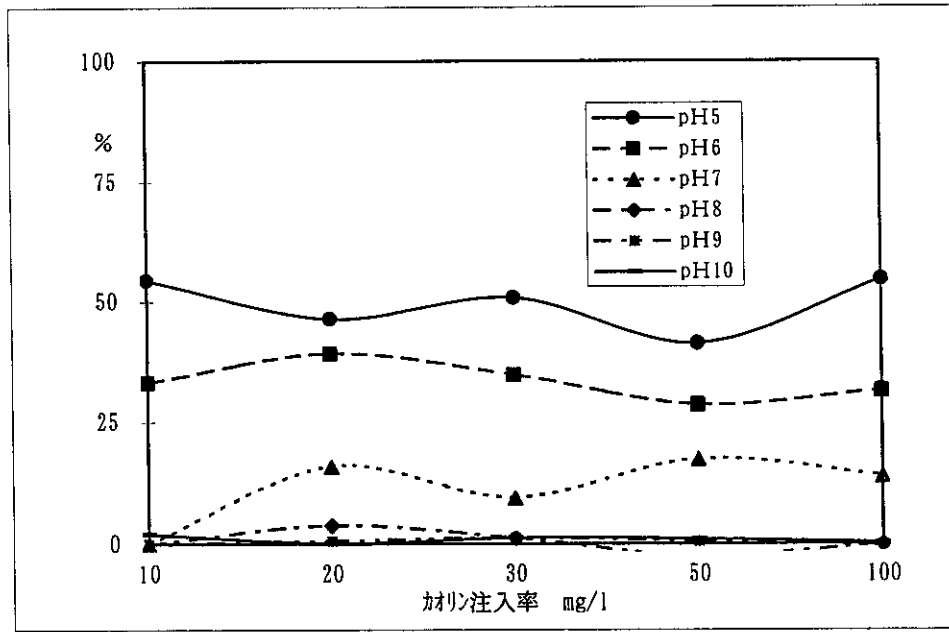
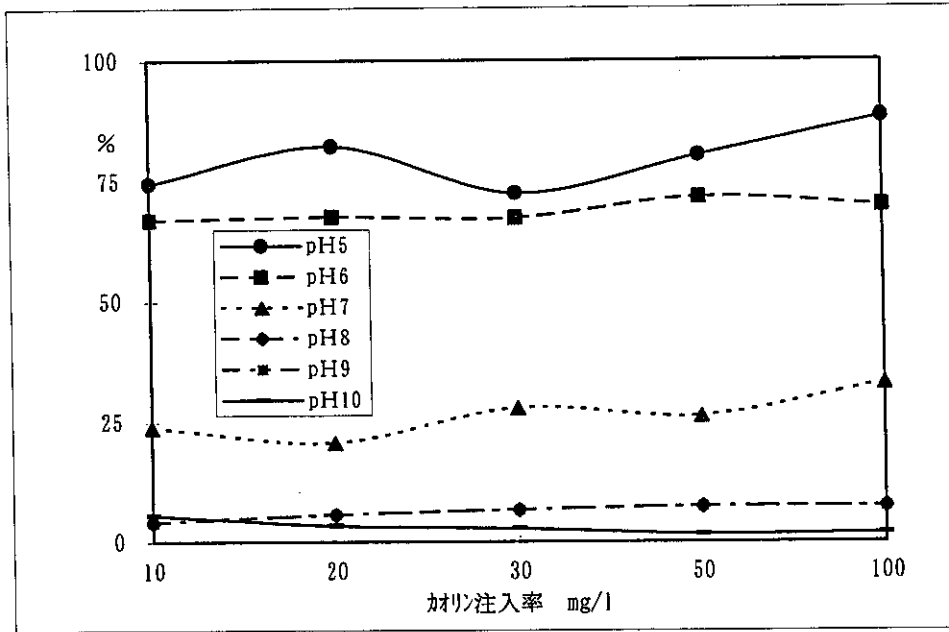


図-19 全量Mo除去率

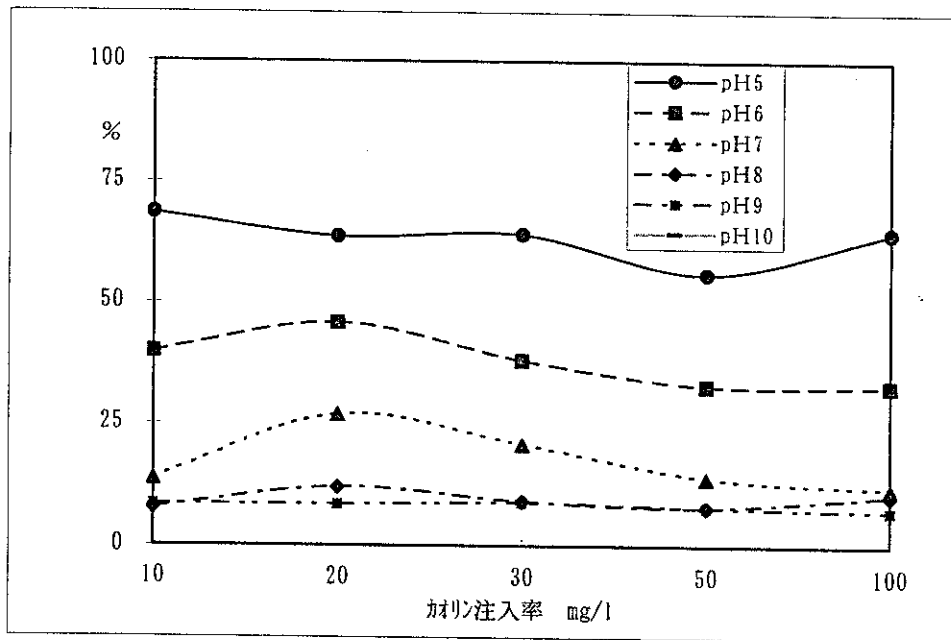
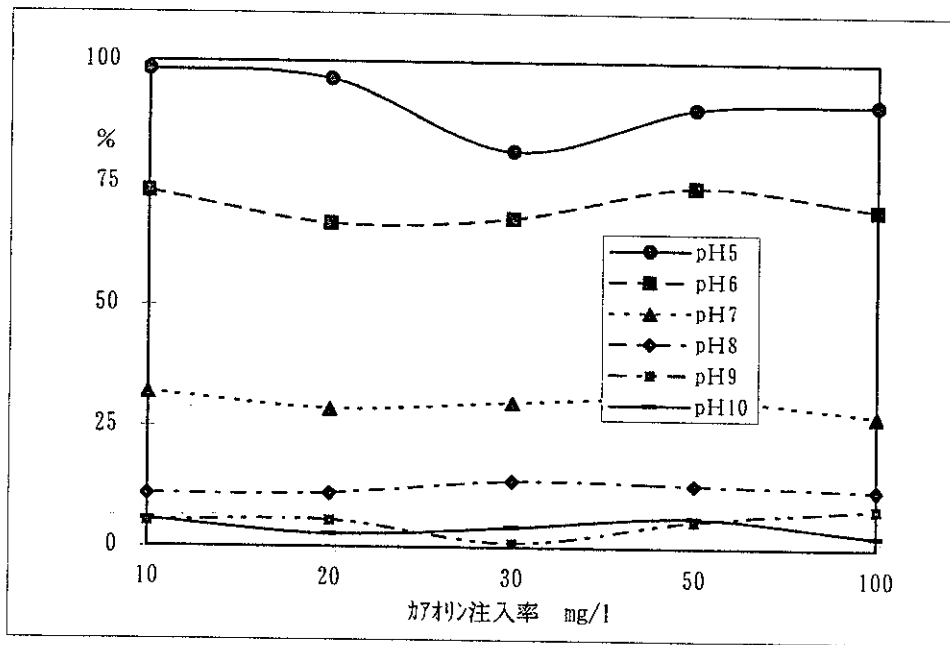
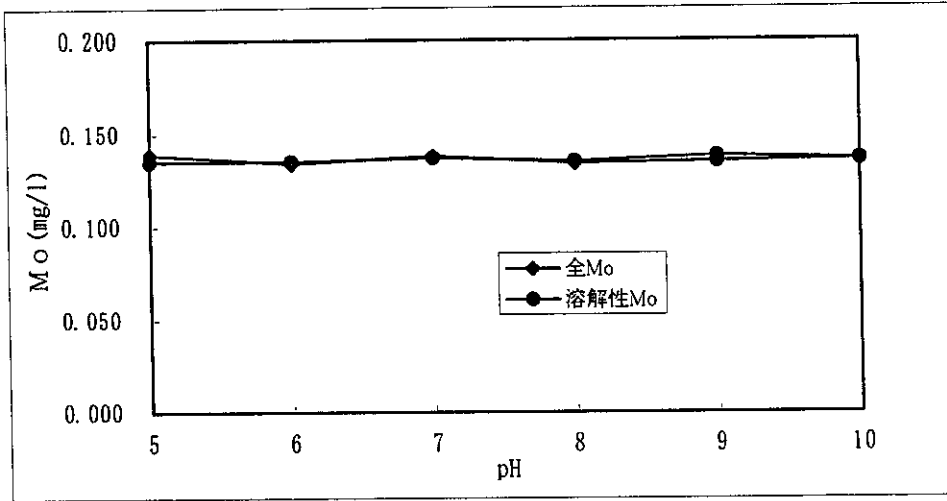
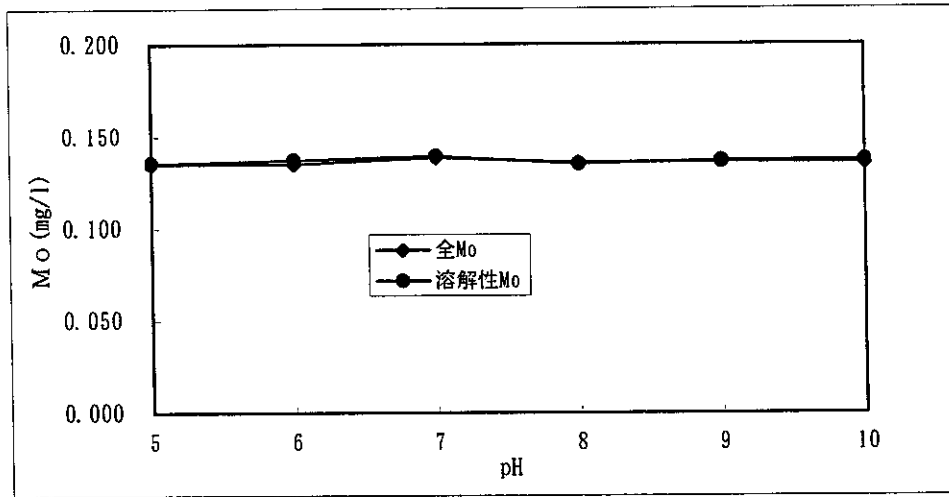


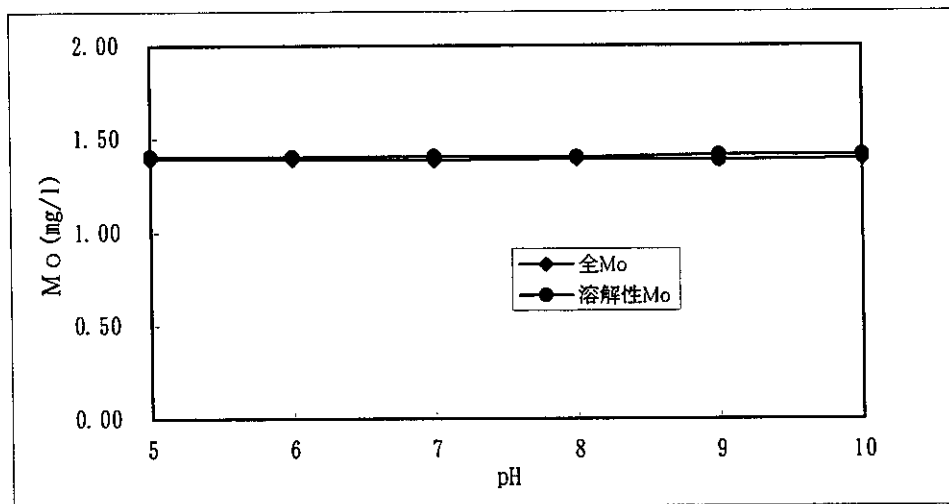
図-20 溶解性Mo除去率



0.14mg/L



0.14mg/L+NaClO



1.4mg/L

図-21 pHによるモリブデンの形態変化

### 3.3 アンチモンの除去性

#### 3.3.1 目的

アンチモンを含む水道原水（沖縄県）とアンチモンを含まない水道原水（沖縄県、札幌市）に、アンチモンの化合物を添加した試料を用い、塩化第2鉄（以後塩鉄という）とポリ塩化アルミニウム（以後 PAC という）の凝集剤を加え、ジャーテストによるアンチモンの除去性を調査した。また、塩素を用いて酸化処理を行った後の除去性についても調査したので報告する。

#### 3.3.2 定量法

- 1) 沖縄県 水素化物発生-原子吸光光度法（加熱吸収セル方式）上水試験方法（1993年版）日本水道協会
- 2) 札幌市 水素化物発生-原子吸光光度法（加熱吸収セル方式）上水試験方法（1993年版）日本水道協会

#### 3.3.3 実験材料及び実験方法

##### 1) 実験材料

##### (1) 標準液及び添加用試薬

三酸化アンチモン ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) 試薬 MERCK ドイツ製（沖縄県）・三塩化アンチモン ( $\text{SbCl}_3$ ) 1000 mg/L 和光純薬製（札幌市）を使用し、この所定量を実験に供した。また、この濃度は作成のつど測定した。

##### (2) アンチモンを含む水道原水

アンチモン濃度  $6\mu\text{g/L}$  を含む沖縄県金武ダム水を実験に供した。

(3) 塩鉄水溶液 ( $16.67\text{g/L}$ ) : 塩鉄 ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) (和光純薬特級試薬)  $16.67\text{g}$  を純水に溶かし  $1\text{L}$  とした。

(4) PAC 水溶液 ( $10\text{ml/L}$ ) : 酸化アルミニウム含有量  $10.0\%$  の PAC (株・昭和化学工業)  $10\text{ml}$  を純水に溶かし  $1\text{L}$  とした (沖縄県)。

酸化アルミニウム含有量  $10.5\%$  の PAC (株・北海道曹達製)  $10\text{mL}$  を純水に溶かし  $1\text{L}$  とした (札幌市)。

(5) 次亜塩素酸ナトリウム溶液 ( $10\text{ml/L}$ ) : 次亜塩素酸ナトリウム ( $\text{NaClO}$ ) 約  $10\%$  (和光純薬化学用試薬)  $10\text{mL}$  を純水に溶かし  $1\text{L}$  とした。

##### 2) 実験方法

##### (1) アンチモンの初期濃度

沖縄県においては、アンチモンを含む水道原水  $6\mu\text{g/L}$  及びアンチモンを添加した水道原水  $6$  及び  $40\mu\text{g/L}$ 、札幌市においては、アンチモンを添加した水道原水  $4$  及び  $40\mu\text{g/L}$  で実験を行った。

## (2)塩素処理

残留塩素濃度が約 0.5 mg/L となるよう次亜塩素酸ナトリウムを添加し、30 分間接触させた後凝集処理実験を行った。

## (3)Sb の溶存量と pH 調査

1L ビーカーに原水及び所定量の Sb 溶液をとり原水で 1L とした。HCl または、NaOH 溶液で pH5, 6, 7, 8, 9, 10 になるよう調整した後、0.45  $\mu$ m メンブランフィルターでろ過し、ろ液中の Sb 濃度を測定した。

また、塩素処理を施し前述と同じ操作を行い、ろ液中の Sb 濃度を測定した。

## (4)凝集処理実験

「Sb の溶存量と pH 調査」と同様に原水及び Sb 溶液をビーカーにとり、塩鉄凝集剤濃度が、1~34.5 (Fe mg/L)、PAC 凝集剤濃度が、0.26~5.56 (Al mg/L) となるよう加え、これに凝集剤注入後の pH が 5~10 となるよう、HCl または、NaOH 溶液で調整し、100rpm で 5 分間の急速攪拌、40rpm で 15 分間の緩速攪拌の後、20 分間静置して上澄み液の濁度及び Sb 濃度を測定した。さらに、上澄み液を 0.45  $\mu$ m メンブランフィルターでろ過し、ろ液中の Sb 濃度を求めた。

また、「Sb の溶存量と pH 調査」と同様に、塩素処理の影響を調査するため、凝集剤添加前に塩素処理を施した後、前述と同じ操作を行い上澄み液の濁度、Sb 濃度及び 0.45  $\mu$ m メンブランフィルターでろ過し、ろ液中の Sb 濃度を求めた。

### 3.3.4 実験結果

#### 1) 「pH による溶存態への影響調査」

##### (1)沖縄県

###### ○アンチモンを含む原水 (6 $\mu$ g/L)

溶存態 Sb は、表-9、図-22 より、原水に含まれる Sb 濃度・pH の変化・塩素処理の有無に関わらず影響は少なく、90%以上の比率を占めていた。

また、濁度は pH の変化に影響されることはなかった。

###### ○三酸化アンチモンを添加した原水 (6 及び 40 $\mu$ g/L)

溶存態 Sb は、表-10、図-23 より「非塩素処理」において 6  $\mu$ g/L 添加試料では、80%以上、40  $\mu$ g/L 添加試料でほぼ 100%の比率であり、6  $\mu$ g/L の「塩素処理」では、100%を占めていた。このことから、塩素処理を施さないほうが残存率は 10~20%低下していた。

また、濁度は pH の変化に影響されることはなかった。

##### (2)札幌市

###### ○三塩化アンチモンを添加した原水 (4 及び 40 $\mu$ g/L)

溶存態 Sb は、表-11、図-24 より、添加 Sb 濃度・pH の変化・塩素処理の有無に関わらず影響は少なく 95%以上の比率を占めていた。

また、濁度は pH の変化に影響されることはなかった。

## 2) 「塩鉄を用いた時の Sb 除去効果」

### (1) 沖縄県

#### 「非塩素処理」

- アンチモンを含む原水 ( $6\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表-12、図-25)

凝集剤添加濃度が低い場合より高い場合の方が除去率は大きくなった。

また、各凝集剤添加濃度の中でも、pH 5 付近での除去率が高くなる傾向を示していた。上澄水の濁度との関係では、濁度が 1 (NTU) 以下となったケースで Sb 除去率が比較的高くなる傾向となった。

- 三酸化アンチモンを添加した原水 (6 及び  $40\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表-13、14、図-26、27)

いずれも除去率は 65% 以上を示し、特に凝集剤添加濃度 1.0 (Fe mg/L) を除いた添加濃度では低 pH 側の除去率が若干良かった。

#### 「塩素処理」

- アンチモンを含む原水 ( $6\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表-15、図-28)

各凝集剤添加濃度における除去率は、添加濃度が高くなるほど高 pH 側に比較し低 pH 側で除去率は高くなった。

- 三酸化アンチモンを添加した原水 ( $6\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表 16、図-29)

凝集剤添加濃度 20.7 (Fe mg/L) において、75% 以上の除去率を示した。

また、各凝集剤添加濃度において pH 5 付近での除去が高率であった。

### (2) 札幌市

#### 「非塩素処理」

- 三塩化アンチモンを添加した原水 (4 及び  $40\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表-17、18、図-30、31)

pH・凝集剤添加濃度及び Sb 添加濃度に影響されず除去率として 80% 以上となっていた。

また、上澄水濁度との関係では、各凝集剤添加濃度における pH3~4 付近は、懸濁状態 (フロック無し) の状況でも 90% 以上除去率はあった。

#### 「塩素処理」

- 三塩化アンチモンを添加した原水 ( $4\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表-19、図-33)

各凝集剤添加濃度において pH が 6 を越え 7 付近より高くなるにつれ、除去率は著しく低下した。

## 3) 「PAC を用いた時の Sb 除去効果」

### (1) 沖縄県

#### 「非塩素処理」

- アンチモンを含む原水 ( $6\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表-20、図-34)

凝集剤添加濃度を変えても、0~12% 程度の除去率しか示さなかった。

- 三酸化アンチモンを添加した原水 (6 及び  $40\mu\text{g/L}$ ) の場合 (表-21、22、図-35、36)

アンチモン添加濃度が、 $6\mu\text{g/L}$  の時の除去率は 24~45% であり、 $40\mu\text{g/L}$  の時の除



去率は 9~26%であった。このことから、アンチモン添加濃度により除去率に差が認められた。

「塩素処理」

○アンチモンを含む原水 (6 $\mu$ g/L) の場合 (表-23、図-37)

pH 及び凝集剤添加濃度に影響されず除去率は 0~21%の範囲であった。

○三酸化アンチモンを添加した原水 (6 $\mu$ g/L) の場合 (表-24、図-38)

pH 及び凝集剤添加濃度に影響されず除去率は 8~27%の範囲であった。

(2)札幌市

「非塩素処理」

○三塩化アンチモンを添加した原水 (4 及び 40 $\mu$ g/L) の場合 (表-25、26、図 39、40)

pH 及び凝集剤添加濃度に影響されず除去率は 0~28%の範囲であった。

「塩素処理」

○三塩化アンチモンを添加した原水 (4 $\mu$ g/L) の場合 (表-27、図-41)

pH 及び凝集剤添加濃度に影響されず除去率は 0~12%の範囲できわめて低かった。

3.3.5 まとめ

○「pH による溶存態への影響調査」における溶存態アンチモンの残存率は高く、いずれの場合でも pH 及び塩素処理の有無に関らず影響がなかった。

○PAC と塩鉄の除去率を比較すると、各 pH 及び各凝集剤添加濃度においても全て塩鉄の方が高い値を示していた。

○塩素処理の有無による除去率を比較すると、アンチモン添加原水では、全て塩素処理をしないほうが高い値を示していた。アンチモンを含む原水では、ほとんど除去率の差は認められなかった。

○三酸化アンチモンと三塩化アンチモンの標準液を用いた場合の除去率を比較すると、両者に顕著な差は認められなかった。

表-9 pHによる溶存態への影響調査

アンチモンを含む原水(沖縄県金武ダム6 $\mu\text{g/l}$ )

	Sb初期濃度[ $\mu\text{g/L}$ ]	pH調整用試料水					濁度	pH	pH調整後の試料水			溶存態Sb率(%)
		水温[ $^{\circ}\text{C}$ ]	pH	Sb [ $\mu\text{g/L}$ ]		全体			濁度	溶存態		
				全量	溶存態						Sb [ $\mu\text{g/L}$ ]	
非塩素処理	5.6	20.3	8.0	5.8	5.8	22	5.0	5.9	22	5.5	95	
							6.0	6.0	22	5.2	90	
							7.0	5.6	22	5.4	93	
							8.0	6.0	22	5.4	93	
							9.0	6.0	21	5.8	100	
							10.0	5.9	22	5.4	93	
塩素処理	5.6	20.3	8.3	5.9	5.4	22	5.0	6.0	22	5.6	100	
							6.0	6.0	22	5.6	100	
							7.0	6.0	22	5.6	100	
							8.0	5.8	22	5.1	94	
							9.0	5.6	22	5.7	100	
							10.0	6.1	22	5.4	100	

図-22 pHによる溶存態への影響調査(沖縄県金武ダム)

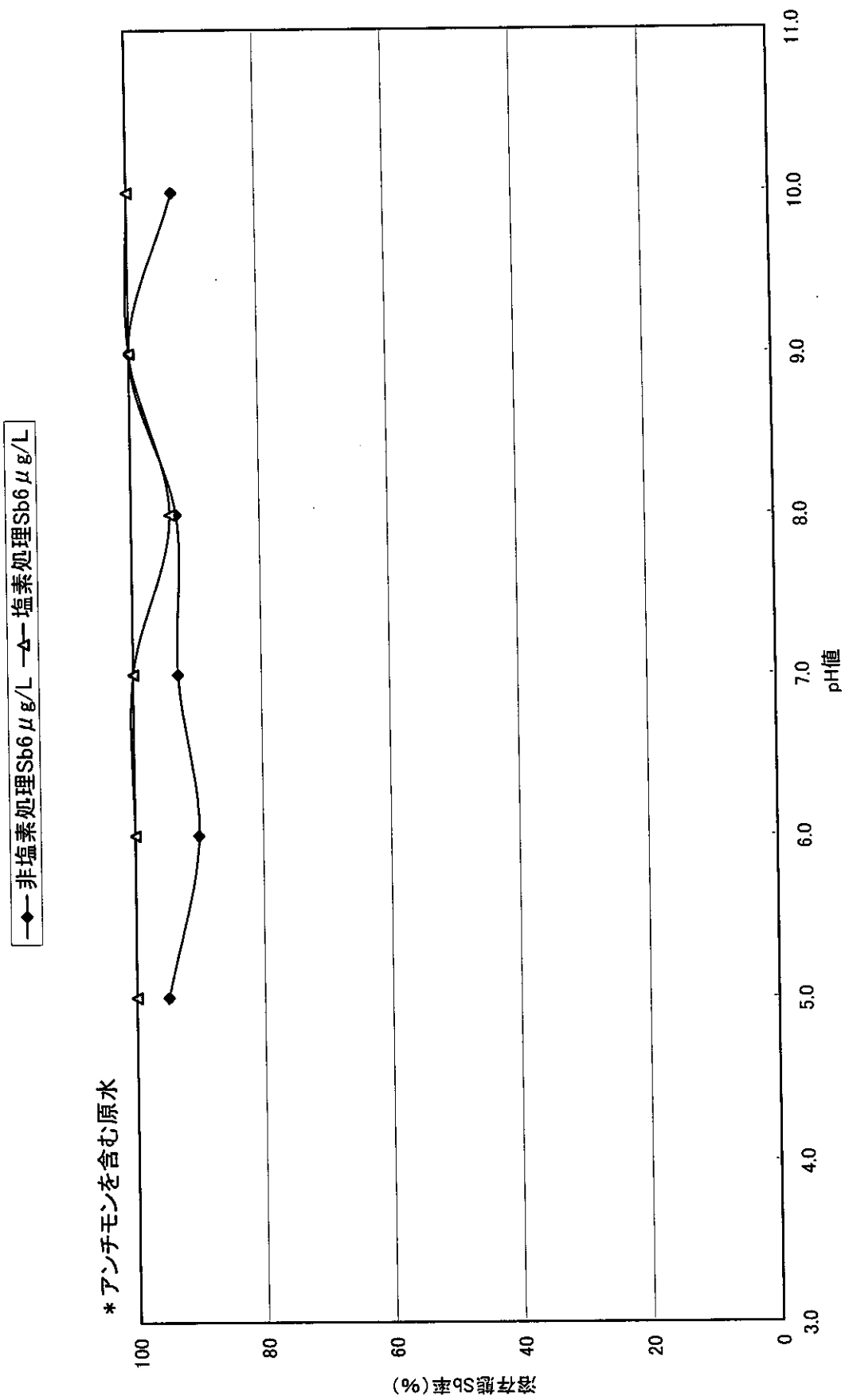


表-10 pHによるSb溶存態への影響調査

アンチモンを含まない原水(沖縄県平南川)

	Sb初期濃度[ $\mu\text{g/L}$ ]	pH調整用試料水				濁度	pH	pH調整後の試料水			溶存態Sb率(%)
		水温[ $^{\circ}\text{C}$ ]	pH	Sb [ $\mu\text{g/L}$ ]				全体		溶存態	
				全量	溶存態			Sb [ $\mu\text{g/L}$ ]	濁度	Sb [ $\mu\text{g/L}$ ]	
非塩素処理	5.6	22.7	7.5	5.6	4.0	19	5.0	4.6	20	3.2	80
							6.0	4.6	20	3.4	85
							7.0	4.7	20	3.5	88
							8.0	5.5	20	3.5	88
							9.0	4.9	19	3.6	90
							10.0	4.6	19	—	—
	45	23.6	7.6	42.3	39.8	19	5.0	42.6	21	39.7	100
							6.0	40.2	22	40.8	100
							7.0	43.2	21	40.3	100
							8.0	43.1	21	40.4	100
							9.0	42.8	21	43.9	100
塩素処理	5.6	22.7	7.5	5.6	4.0	19	5.0	6.5	18	5.5	100
							6.0	6.0	19	5.4	100
							7.0	6.4	19	5.6	100
							8.0	6.0	19	5.1	100
							9.0	5.8	19	5.6	100
						10.0	5.9	19	5.4	100	