

表-2 調査対象施設の概要

No.	運転開始年月日	設置場所	所在都県	淡水化方式	造水能力(m ³ /d)	原水	淡水化施設名
1	42年	池島	長崎	MSF	2650	海水	池島発電所
3	55年	小値賀島	長崎	RO	585	かん水	小値賀地区簡易水道浄水場
6	61年	黄島	長崎	RO	24	海水	太陽発電黄島(おおしま)海水淡水化複合システム
7	62年	粟国島	沖縄	RO	400	かん水	かん水淡水化施設
8	62年	渡名喜島	沖縄	RO	240	海水	渡名喜村海水淡水化施設
9	元年	波照間島	沖縄	RO	240	かん水	波照間簡易水道かん水淡水化施設
13	2年	南大東島	沖縄	RO	600	海水	南大東村海水淡水化施設
14	2年	大島	東京	ED	3000	かん水	北の山浄水場(2500m ³ /日)
17	3年	小呂島	福岡	RO	20	海水	小呂簡易水道
19	4年	佐世保市	長崎	RO	1000	海水	海水淡水化プラント
22	4年	六島	長崎	RO	30	海水	
24	5年	大島	東京	ED	1500	かん水	南部脱塩浄水場(1500m ³ /日)
25	5年	硫黄島	東京	RO	200	海水	固定式海水淡水化装置
27	6年	南鳥島	東京	RO	16	海水	南鳥島ロランC局
30	6年	鹿島	長崎	RO	200	海水	鹿島造水センター
31	6年	春日町	兵庫	RO	2700	かん水	春日町上水道大嶋浄水場脱塩装置
36	6年	波照間島	沖縄	RO	230	海水	波照間簡易水道海水淡水化施設
39	7年	南串山町	長崎	ED	125	かん水	西部地区簡易水道施設
40	7年	大島村	長崎	RO	400	海水	的山大島地区簡易水道 海水淡水化施設
41	8年	高島	長崎	RO	24	海水	平戸市高島海水淡水化装置
42	8年	野母崎町	長崎	RO	300	海水	野母崎町海水淡水化施設
43	9年	沖繩本島	沖縄	RO	40000	海水	海水淡水化センター
45	9年	二神島	愛媛	RO	45	海水	二神地区海水淡水化施設
47	9年	魚島	愛媛	RO	55	海水	魚島村海水淡水化施設
48	10年	利島	東京	RO	100	かん水	赤坂山浄水場脱塩施設

表-3 各施設のホウ素濃度測定結果

施設	淡水化方式	原水			原水水質			処理水水質			ホウ素濃度(北千葉)		除去率(%)	ホウ素濃度(沖縄)	
		水温	pH	EC	水温	pH	EC	水温	pH	EC	原水	処理水		原水	処理水
A	RO	海水	26.3	8.5	45.0	27.2	7.2	0.276	4.30	2.10	51.2	4.00	2.31		
B	RO	海水	32.0	6.5	47.4	28.5	7.3	0.524	4.90	2.50	49.0	4.80	2.70		
C	RO	海水	24.9	8.2	56.0	26.2	5.4	0.455	4.40	1.10	75.0				
D	RO	かん水	20.0	6.3	0.6	19.1	7.4	0.664	0.12	0.18	0.0	0.11	0.17		
E	MSF	海水	25.5	8.7	56.5	36.5	6.8	0.018	4.40	0.00	99.9				
F	RO	海水	27.2	5.5	421.0	22.1	7.5		3.30	0.80	75.8				
G	RO	海水	20.2	7.7	25.3	22.9	7.2	0.205	2.00	0.66	67.0				
H	RO	海水	29.6	8.3	52.6	30.0	8.3	0.767	4.80	1.60	66.7				
I	RO	海水	26.9	5.5	51.3	28.0	6.5	0.533	4.70	1.30	72.3	4.50	1.40		
J	RO	かん水							2.70	0.54	80.0				
K	RO	海水	22.7	7.1	48.0	22.7	8.3	0.543	4.40	1.20	72.7				
L	RO	海水	25.0			23.0			4.30	1.20	72.1				
M	ED	かん水	18.5	6.8	0.2	27.0	7.2	0.124	0.01	0.01	21.6				
N	RO	海水	24.0	7.1	26.0	26.0	6.1	0.400	1.70	0.53	68.8				
O	RO	かん水	22.0	7.0	0.5	24.5	5.9	0.340	0.06	0.04	27.6				
P	RO	かん水	24.0	6.7	17.0	25.0		0.360	1.30	0.57	56.2				
Q	ED	かん水							0.42	0.44	0.0				
R	RO	海水	24.0	8.2		25.0	7.8	0.730	4.40	1.10	75.0				
S	RO	海水	24.5	7.6	43.9	25.4	7.2	0.880	4.60	1.20	73.9				
T	RO	海水	25.5	8.2		25.5	6.6	0.484	4.60	1.40	69.6				
U	RO	海水	27.0	7.0	25.7	27.5	5.5	0.936	3.10	1.30	58.1				
V	RO	海水	24.5			24.0		0.579	4.70	1.30	72.3				
W	ED	かん水							0.36	0.42	0.0	0.39	0.43		
X	RO	海水	23.0	8.2	50.1	23.0	6.5	0.266	4.40	1.70	61.4				
Y	RO	かん水	25.8	7.3	1.0	26.5	7.1	0.032	0.53	0.04	92.5				
		最大	32.0	8.7	421	36.5	8.3	0.936	4.90	2.50	99.9				
		最小	18.5	5.5	0.227	19.1	5.4	0.018	0.01	0.00	0.0				
		平均	24.7	7.3	53.8	25.7	6.9	0.456	2.96	0.95	54.6				

[単位 水温: °C、電気伝導度(EC): mS/cm、ホウ素: mg/L]

表-4 各施設における逆浸透膜の種類と交換頻度

施設	膜の種類	膜の交換頻度
A	酢酸セルロース	4年毎
B	酢酸セルロース	電伝1000mS/cm以上(約3年)
C	スパイラル型複合膜	運転開始2年半後に3本交換(全60本)
D	低圧合成複合膜 (架橋ポリアミド系)	3~5回/年
E	—	—
F	スパイラル型合成複合膜	2年~3年
G	中空糸型	運転開始から4ヶ月なので、まだ行っていない
H	ナイロン系ポリアミド	運転開始から4年後に初交換
I	スパイラル型芳香族ポリアミド複合膜	回答なし
J	スパイラル型合成高分子複合膜	3本/年
K	スパイラル型架橋ポリアミド系膜	1本/年(全5本)
L	ポリアミド系複合膜	5年毎(予定)
M	—	—
N	東レ SU-820	3年~4年
O	酢酸セルロース	5年毎
P	東レ SU-820	20%(6本)/年
Q	—	—
R	アラミド系複合膜	2年毎
S	ポリアミド系複合膜	0.25回/年
T	スパイラル型ポリアミド系複合膜	5年毎
U	東レ SU-820	4~5年
V	架橋アラミド系複合膜 ポリアミド系複合膜	5年毎
W	—	—
X	酢酸セルロース膜 ホローファイバー型	使用している2本のうち1本を2年に1回
Y	架橋アラミド系複合膜(東レSU-720)	4年~5年

表一5 各施設における供給水のホウ素検出状況

施設	淡水化方式	原水	測定頻度	原水 (mg/L)				浄水 (mg/L)					
				データ数	最低	最高	平均	データ数	最低	最高	平均		
A	RO	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	RO	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	RO	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	RO	かん水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	MSF	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	RO	海水	12回/年	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	RO	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H	RO	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	RO	海水	3~9回/年	15	3.5	5.1	4.3	3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
J	RO	かん水	処理水2回/年 原水1回/年	4	2.3	3.0	2.6	9	<0.02	0.5			
K	RO	海水	H10年9月から毎月					1					0.2
L	RO	海水	過去に1回					1					1.6
M	ED	かん水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N	RO	海水	回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
O	RO	かん水	回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P	RO	かん水(70)/海水(30)	毎月実施	12	0.9	1.5	1.2	20	0.4	0.9	0.9	0.6	0.6
Q	ED	かん水	回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R	RO	海水	回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	RO	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T	RO	海水	実施していない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
U	RO	海水	1回/年					1					<0.004
V	RO	海水	回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	ED	かん水	回答なし	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	RO	海水	12回/年	8	4.0	4.7	4.4	8	0.5	0.9	0.9	0.7	0.7
Y	RO	かん水	1回/年	6	0.0	0.1	0.0	1					<0.004

注1) : 処理水が指針値を超過した施設

注) 2施設VとXの浄水は、ブレンド前の処理水濃度

表-6 処理水のホウ素濃度が指針値を超過した施設における浄水のブレンド状況

施設	淡水化方式	原水	処理水のブレンド
A	RO	海水	浄水は淡水とブレンド
B	RO	海水	浄水は淡水とブレンド
C	RO	海水	海水(300m ³ /d), 陸水(1955m ³ /d)
H	RO	海水	なし
I	RO	海水	指針値を超過しないように制御
K	RO	海水	浄水は淡水とブレンド
L	RO	海水	浄水は淡水とブレンド
R	RO	海水	なし
S	RO	海水	処理水はダムに放流
T	RO	海水	海水(50%), 陸水(50%)
U	RO	海水	浄水は施設Fとブレンド
V	RO	海水	海水(20-30%), 陸水(70-80%)
X	RO	海水	指針値を超過しないように制御

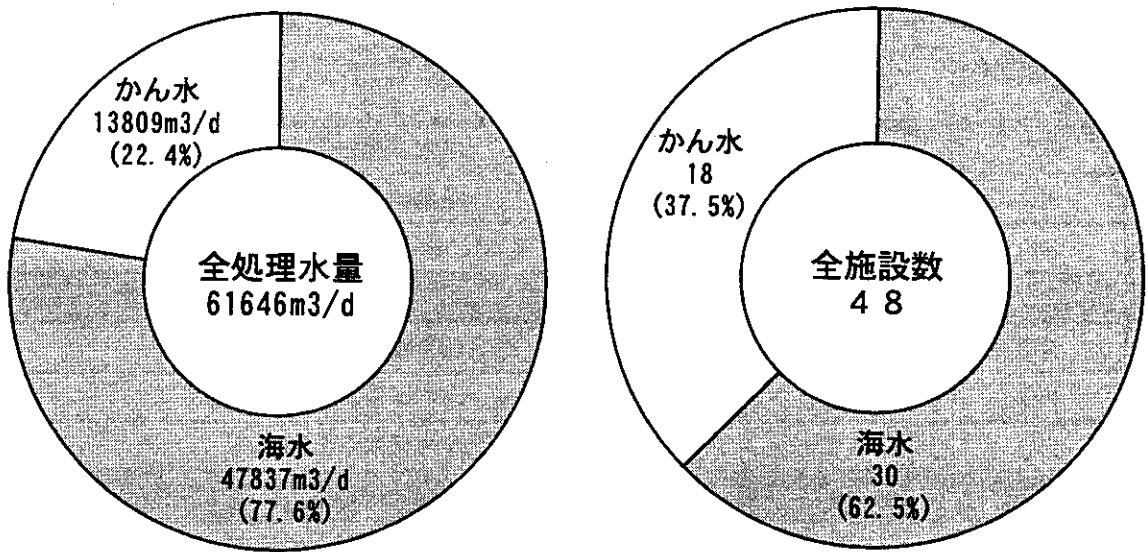


図-1 淡水化施設における海水及びかん水の割合

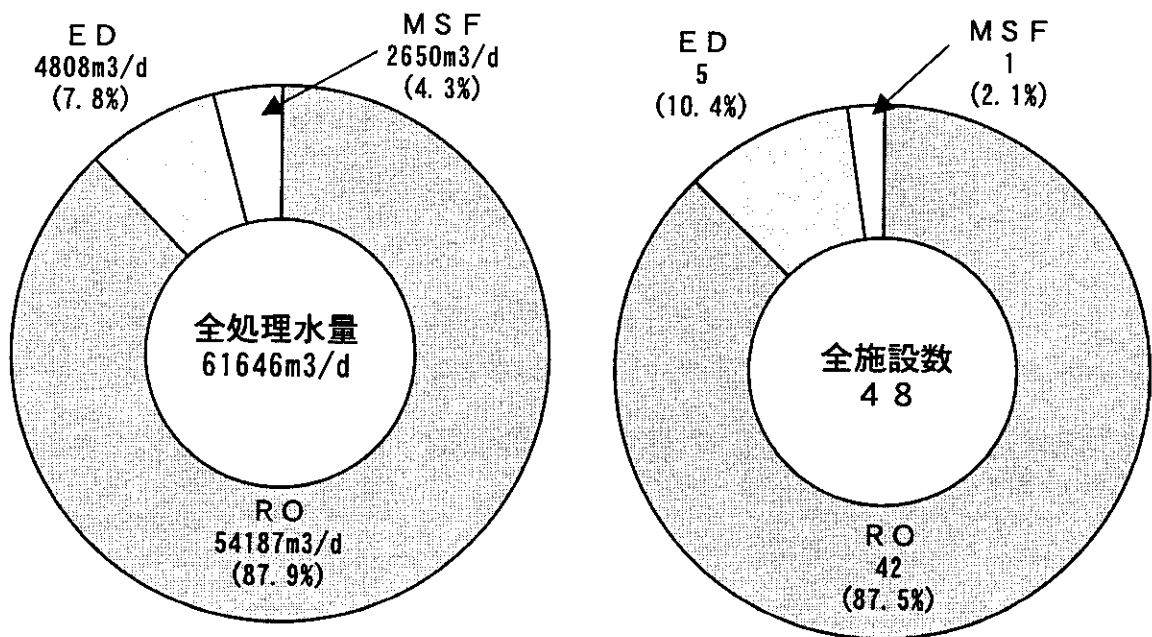


図-2 淡水化施設における処理方式の割合
(RO: 逆浸透膜方式, ED: 電気透析方式, MSF: 多段フラッシュ方式)

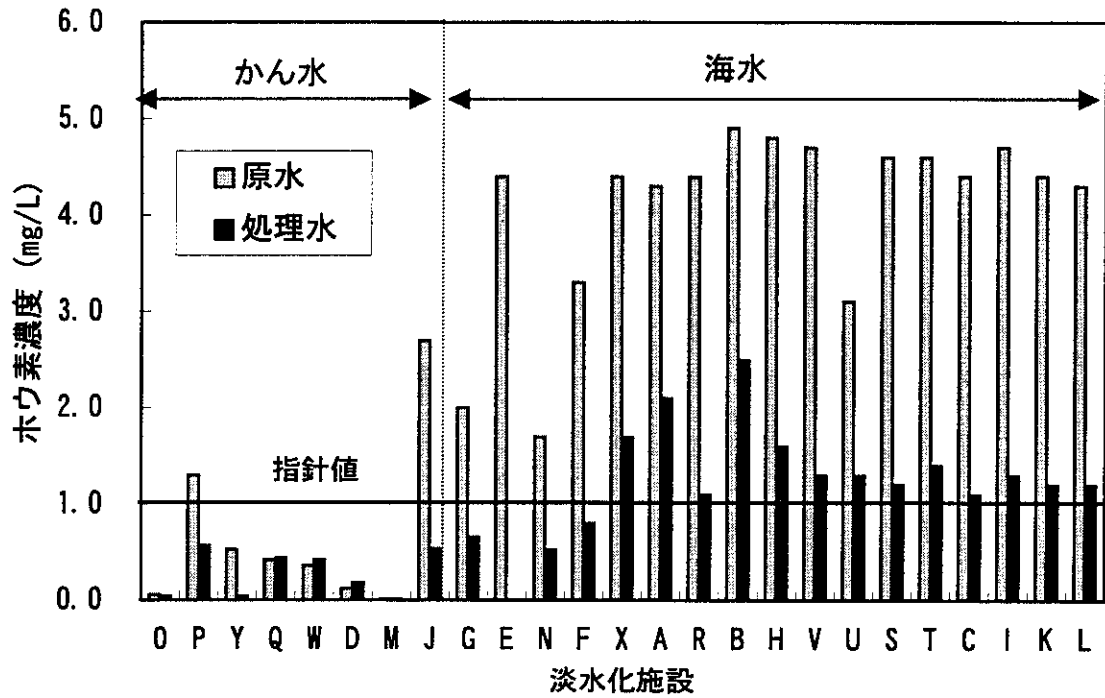


図-3 各施設における原水及び処理水中のホウ素濃度

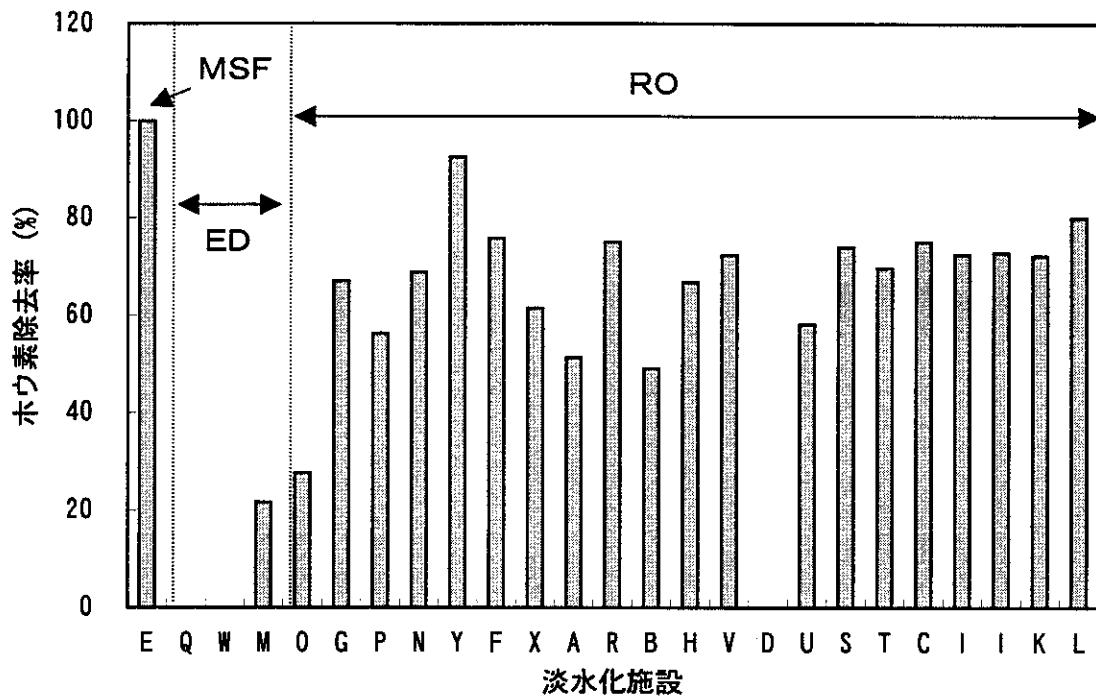


図-4 淡水化方式別の除去率

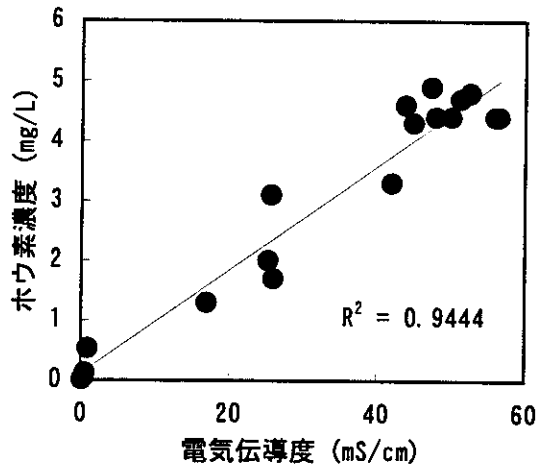


図-5 原水における電気伝導度とホウ素濃度 (全施設)

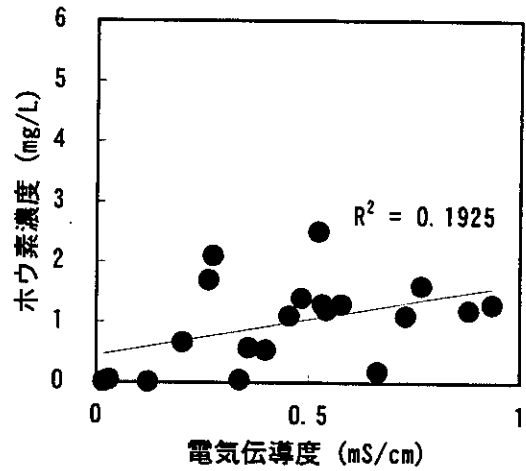


図-6 処理水における電気伝導度とホウ素濃度 (全施設)

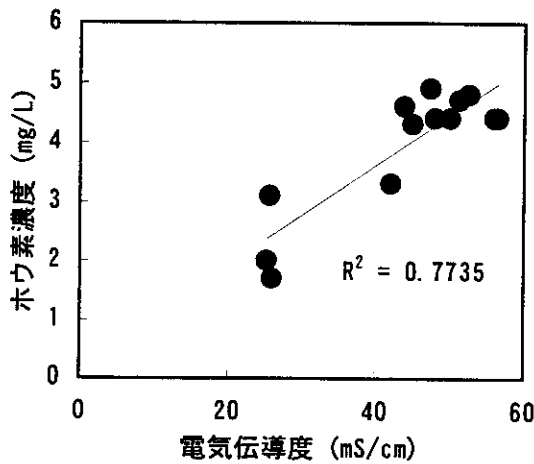


図-7 原水における電気伝導度とホウ素濃度 (海水淡水化施設)

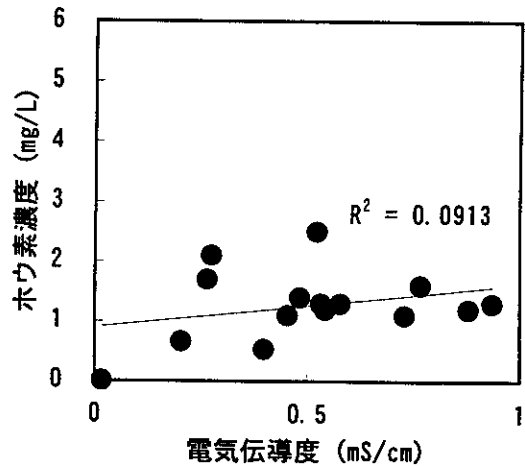


図-8 処理水における電気伝導度とホウ素濃度 (海水淡水化施設)

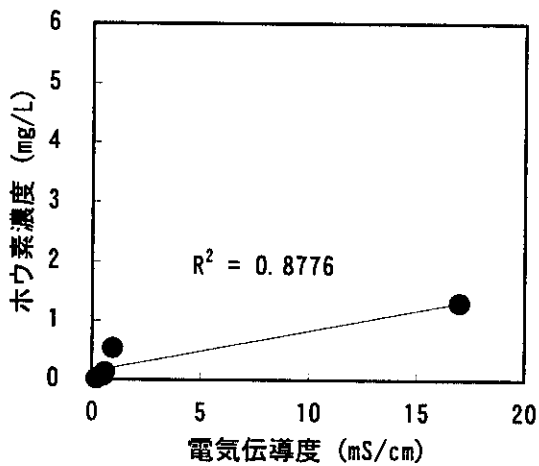


図-9 原水における電気伝導度とホウ素濃度 (かん水淡水化施設)

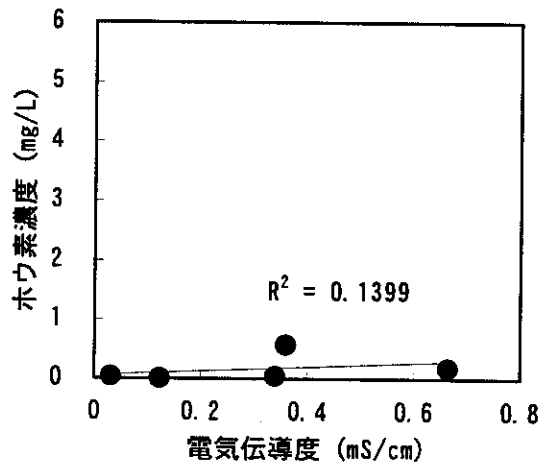


図-10 処理水における電気伝導度とホウ素濃度 (かん水淡水化施設)

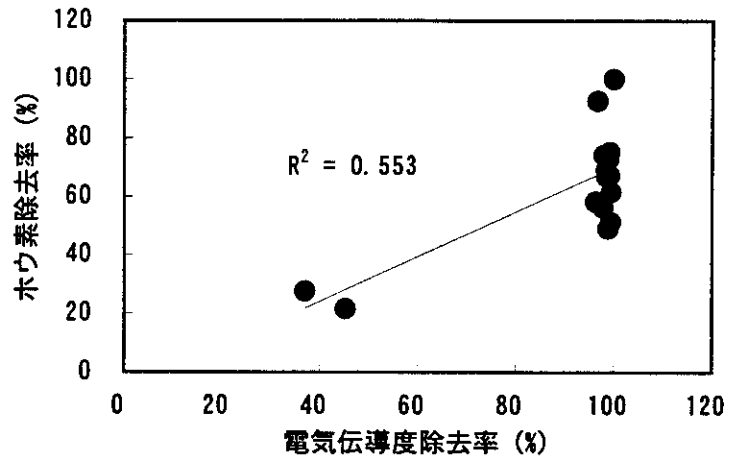


図-11 電気伝導度除去率とホウ素除去率
(全施設)

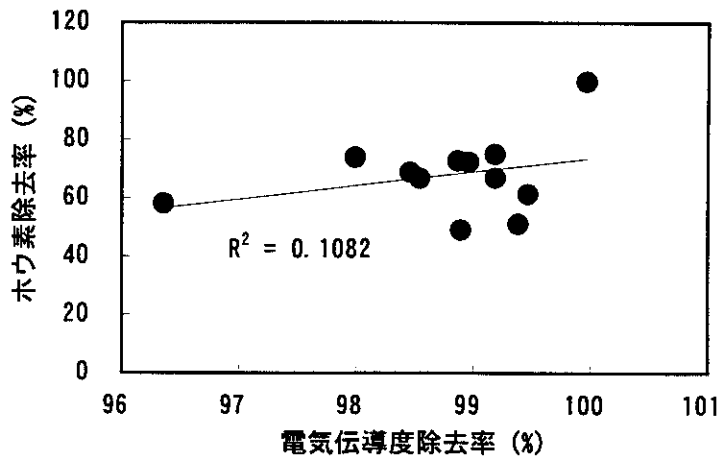


図-12 電気伝導度除去率とホウ素除去率
(海水淡水化施設)

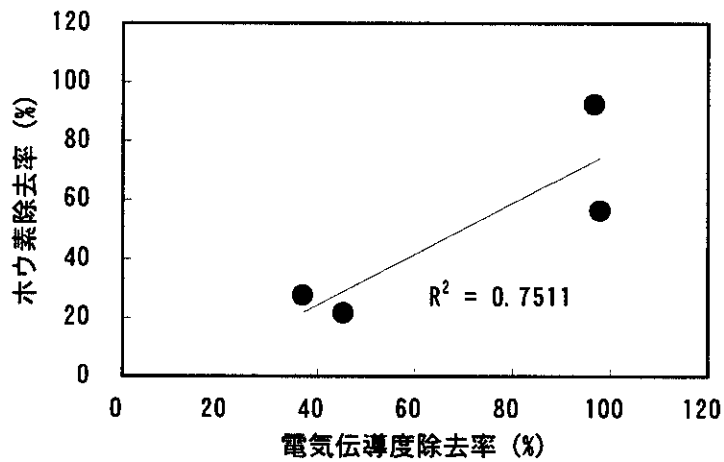


図-13 電気伝導度除去率とホウ素除去率
(かん水淡水化施設)

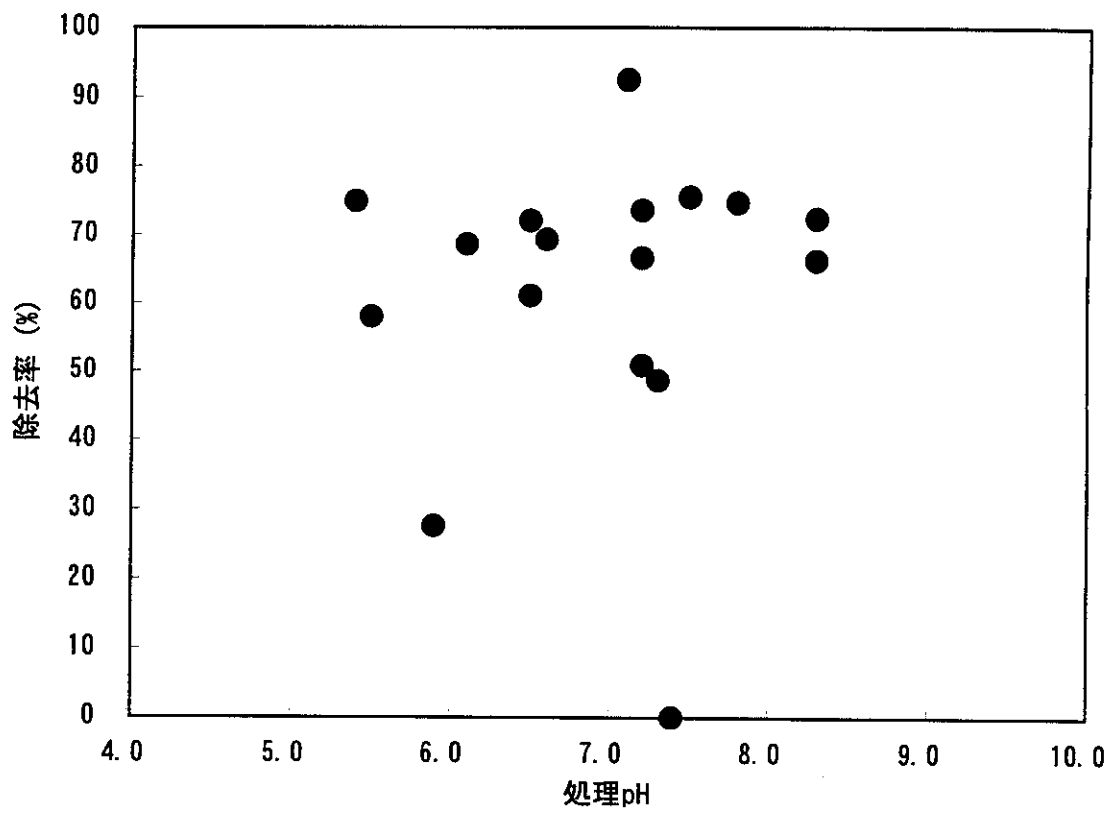


図-14 逆浸透膜方式における処理pHと除去率

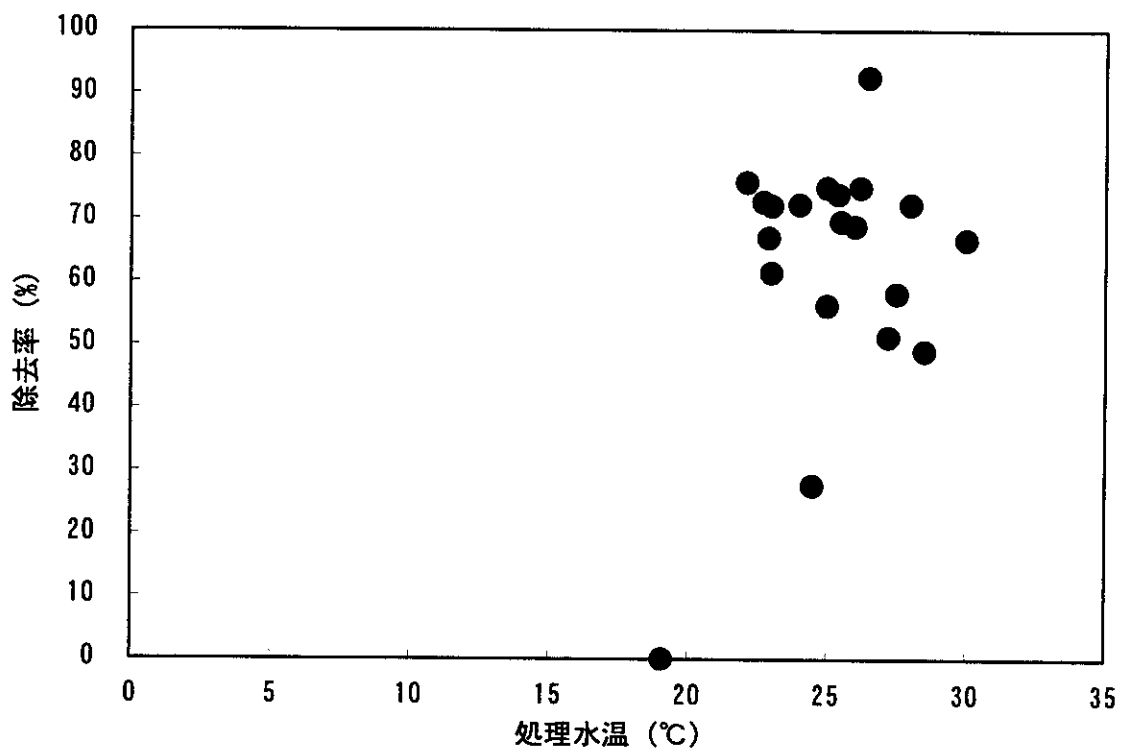


図-15 逆浸透膜方式における処理水温と除去率

2. 河川水におけるホウ素の実態調査

1. はじめに

ホウ素は海水や温泉水に高濃度で含まれ、我が国では飲料水の水源に検出されることが多い。ホウ素は平成5年に改正された水道法の水質基準で、継続的に監視が必要な監視項目の一つとして定められ、その指針値は0.2mg/Lと設定された。その後、我が国における食品からのホウ素摂取量調査結果等を基に、一日受認摂取量を4.8mg-B/日、飲料水の寄与率を40%として、平成10年6月1日付けで新たな指針値1.0mg/Lが示された。

今回、水道原水中のホウ素濃度が比較的高く検出される水道事業体の中で、河川表流水を水源としているところを対照に、平成6～10年の原水及び浄水におけるホウ素濃度、併せて河川水量・電気伝導度・無機物質とホウ素濃度の関係を調査した。

2. ホウ素の検出状況

厚生省が発表した平成6～10年度の河川系におけるホウ素の検出状況は表-1、表-2、図-1～図-5のとおりである。

表-1 原水におけるホウ素の検出状況（全国計）

濃度範囲(mg/L)	<0.02	<0.06	<0.1	<0.14	<0.2	0.2<
平成6年度	819	235	101	32	13	25
	66.9%	19.2%	8.2%	2.6%	1.1%	2.0%
平成7年度	1118	258	93	22	20	29
	72.6%	16.8%	6.0%	1.4%	1.3%	1.9%
平成8年度	1004	328	76	31	9	27
	68.1%	22.3%	5.2%	2.1%	0.6%	1.8%
平成9年度	1034	309	70	17	16	18
	70.6%	21.1%	4.8%	1.2%	1.1%	1.2%
平成10年度	1084	252	77	20	17	28
	73.3%	17.1%	5.2%	1.4%	1.2%	1.9%

表-2 浄水におけるホウ素の検出状況（全国計）

濃度範囲(mg/L)	<0.02	<0.06	<0.1	<0.14	<0.2	0.2<
平成6年度	123	26	12	2	3	2
	73.2%	15.5%	7.1%	1.2%	1.8%	1.2%
平成7年度	194	57	17	3	5	7
	68.6%	20.1%	6.0%	1.1%	1.8%	2.5%
平成8年度	139	72	15	7	4	8
	56.7%	29.4%	6.1%	2.9%	1.6%	3.3%
平成9年度	162	63	17	11	7	2
	61.8%	24.0%	6.5%	4.2%	2.7%	0.8%
平成10年度	178	49	20	8	9	16
	63.6%	17.5%	7.1%	2.9%	3.2%	5.7%

原水、浄水ともに低い傾向にあり、ホウ素濃度が0.02mg/L未満の地点は概ね60～70%、0.1mg/L未満の地点の範囲で見ると90%程度以上であった。一方、0.2mg/Lを超えている地点は0.8～5.7%であった。

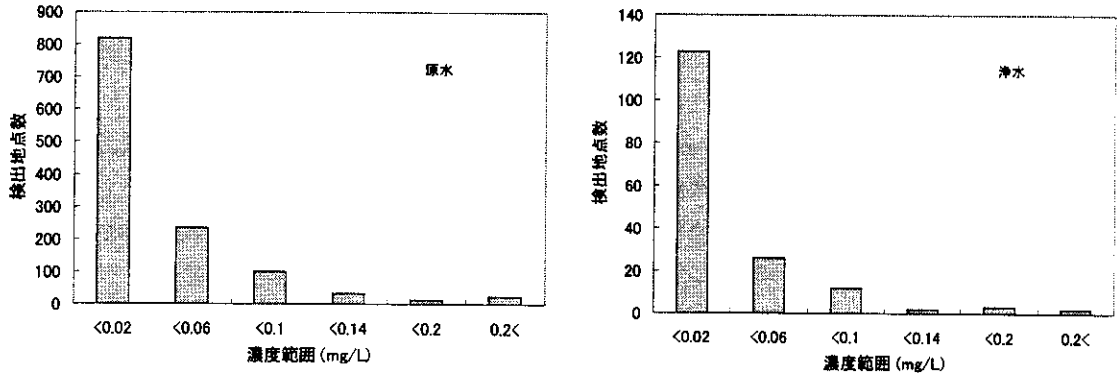


図-1 ホウ素の検出頻度(平成6年度, 全国計)

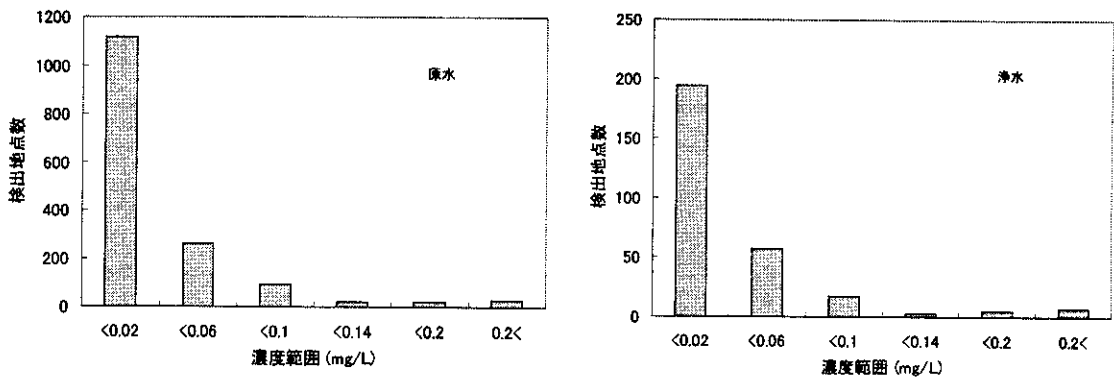


図-2 ホウ素の検出頻度(平成7年度, 全国計)

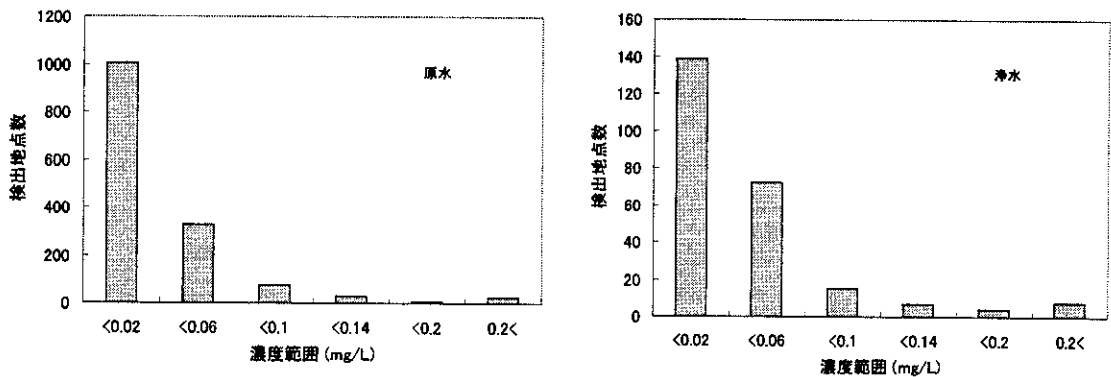


図-3 ホウ素の検出頻度(平成8年度, 全国計)

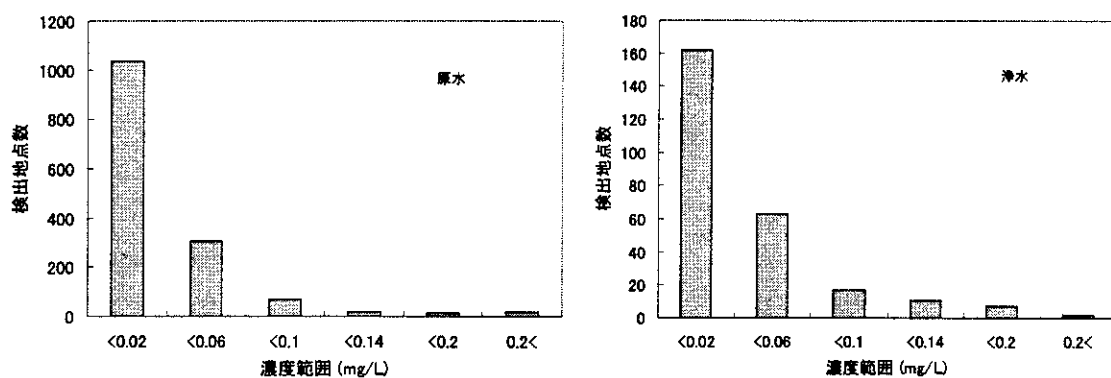


図-4 ホウ素の検出頻度(平成9年度, 全国計)

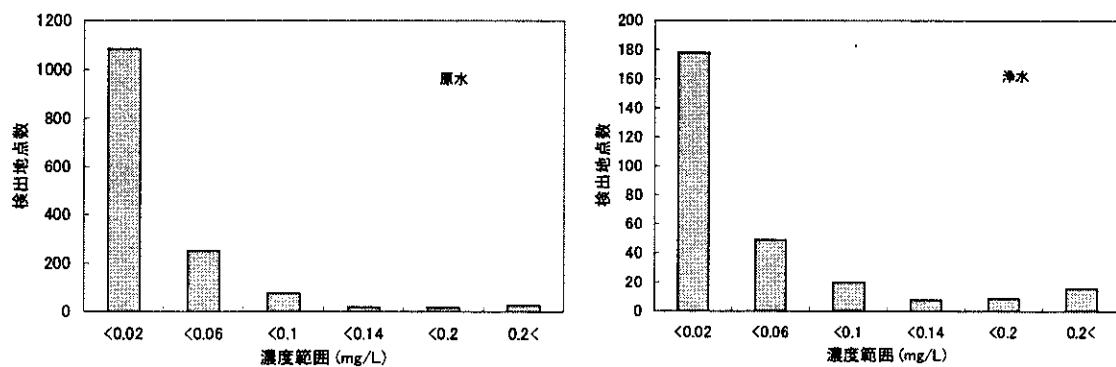
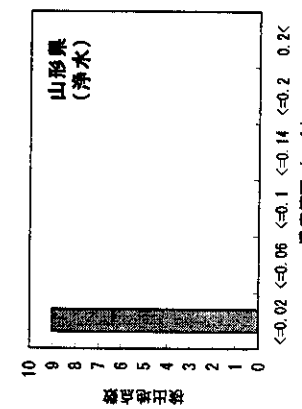
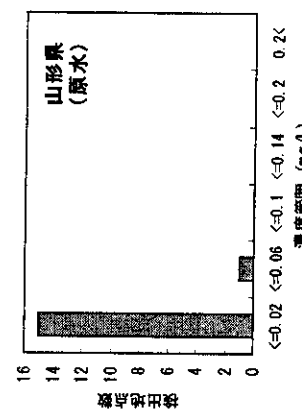
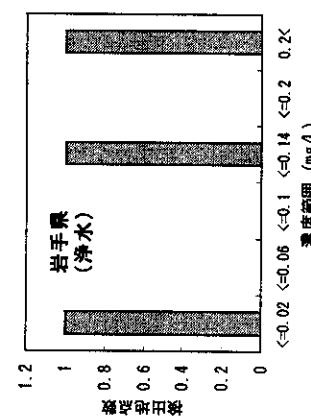
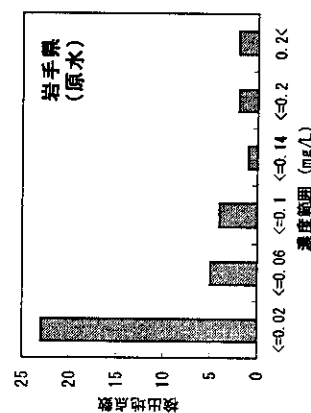
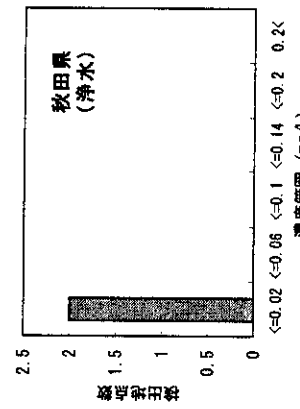
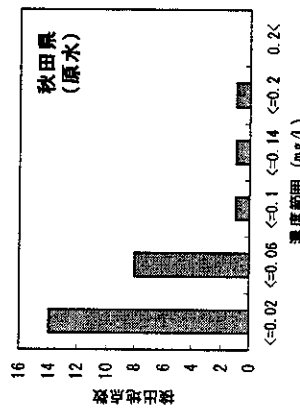
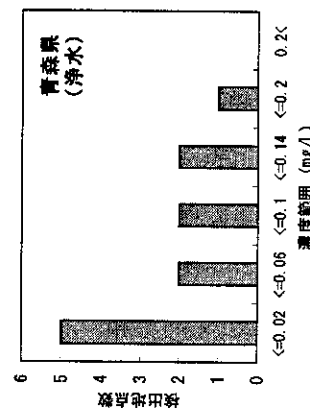
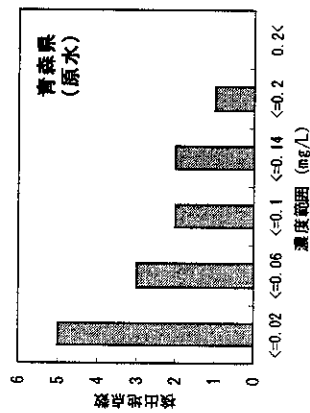
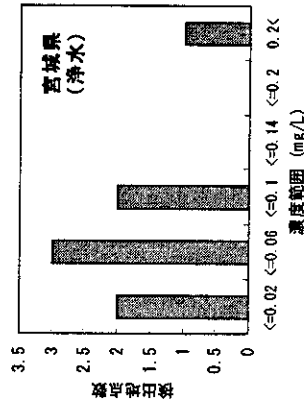
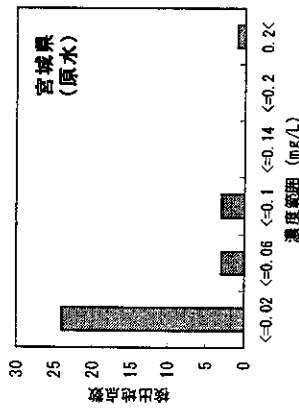
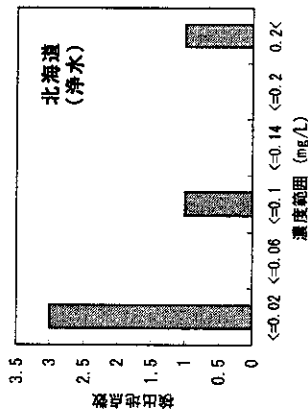
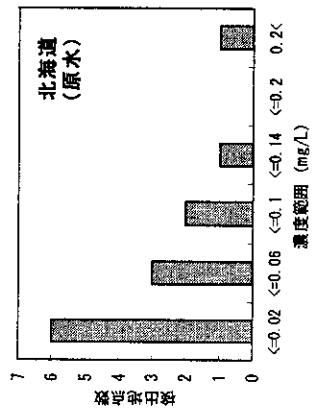


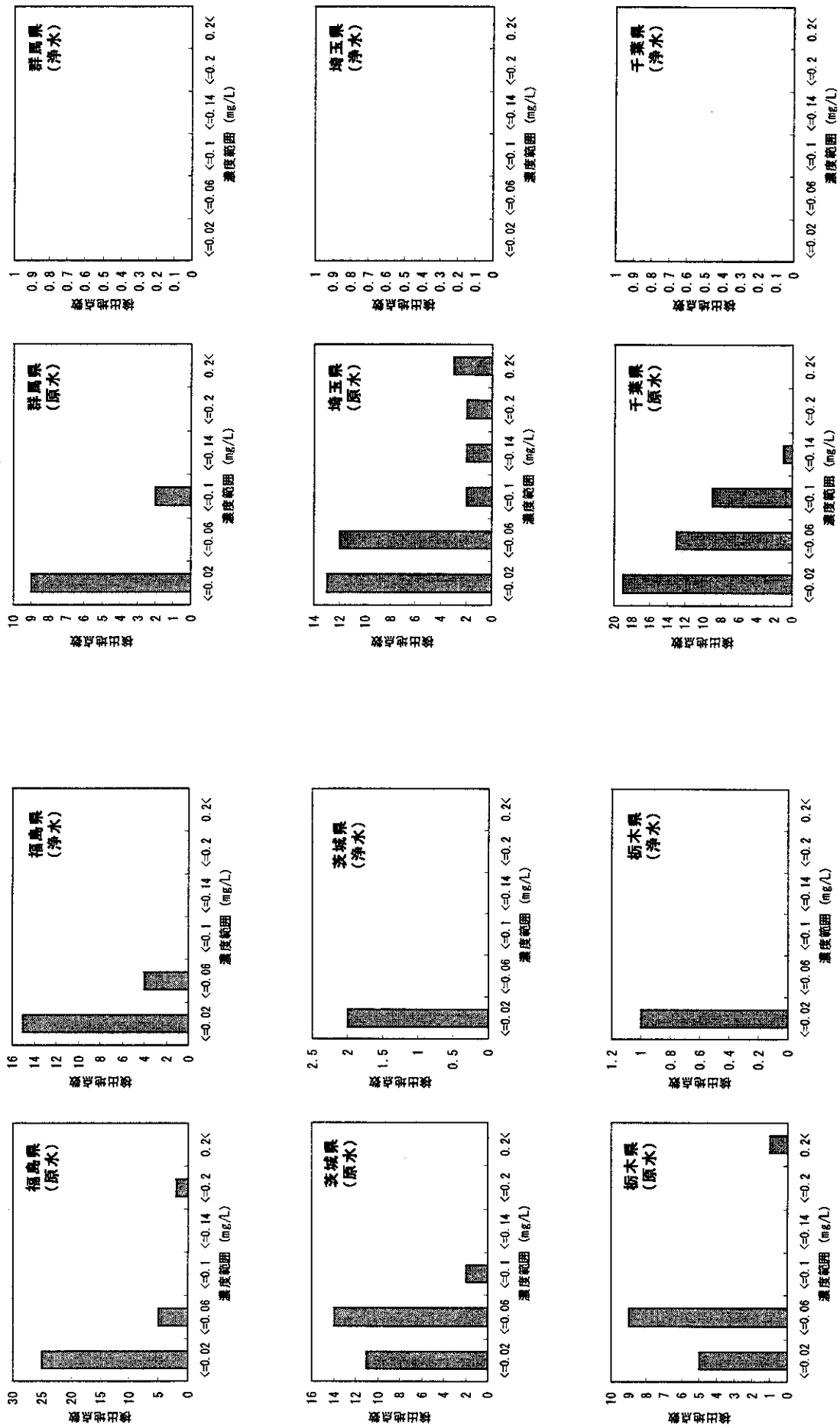
図-5 ホウ素の検出頻度(平成10年度, 全国計)

また、平成10年度の都道府県別のホウ素検出状況は図-6～図-21のとおりであり、0.1mg/L未満の地点が大部分であるが、北海道はじめ13都道府県で0.2mg/Lを超えている地点があった。



図一六 ホウ素の検出頻度分布(その1)
平成10年度, 都道府県別

図一七 ホウ素の検出頻度分布(その2)
平成10年度, 都道府県別



図一8 ホウ素の検出頻度分布(その3)
平成10年度, 都道府県別

図一9 ホウ素の検出頻度分布(その4)
平成10年度, 都道府県別

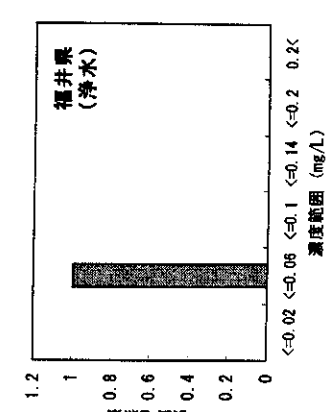
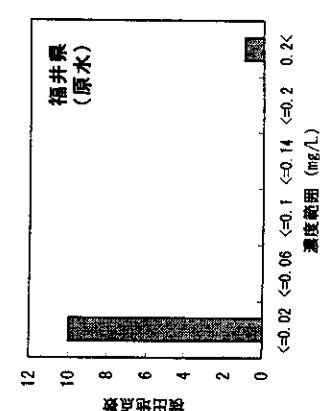
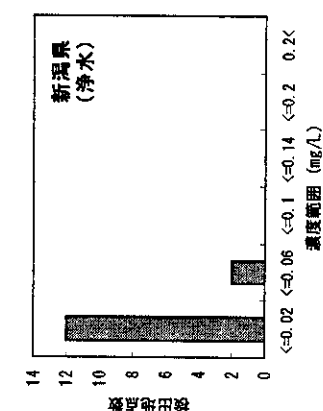
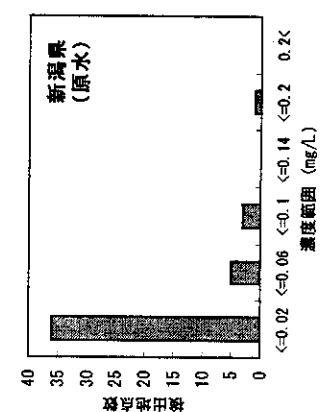
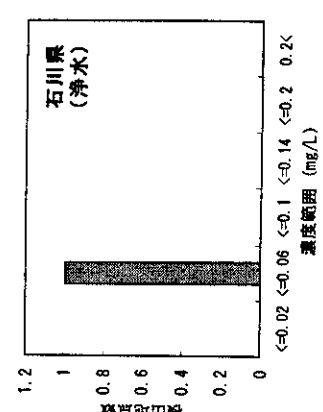
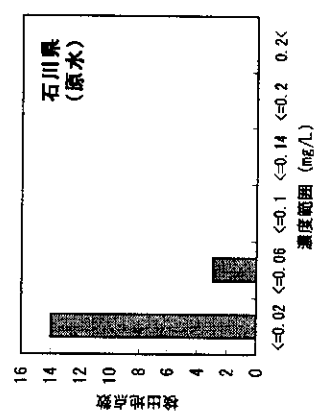
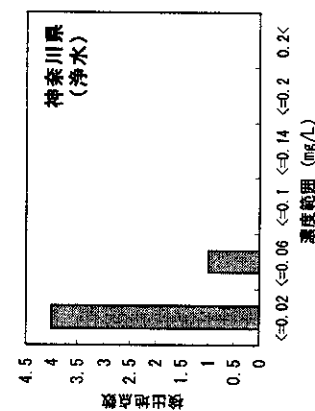
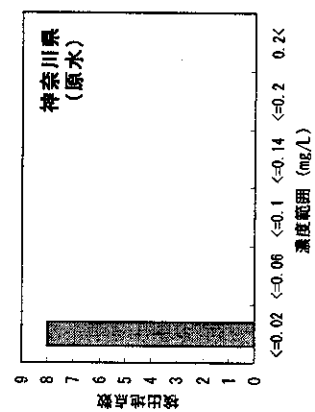
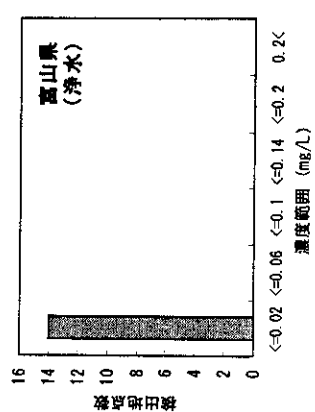
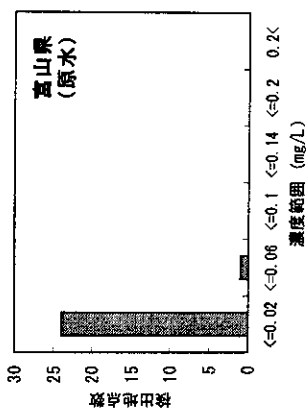
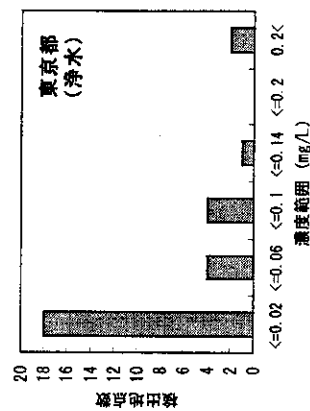
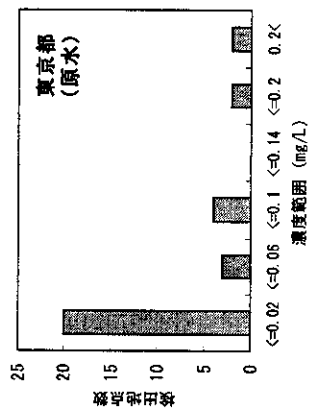
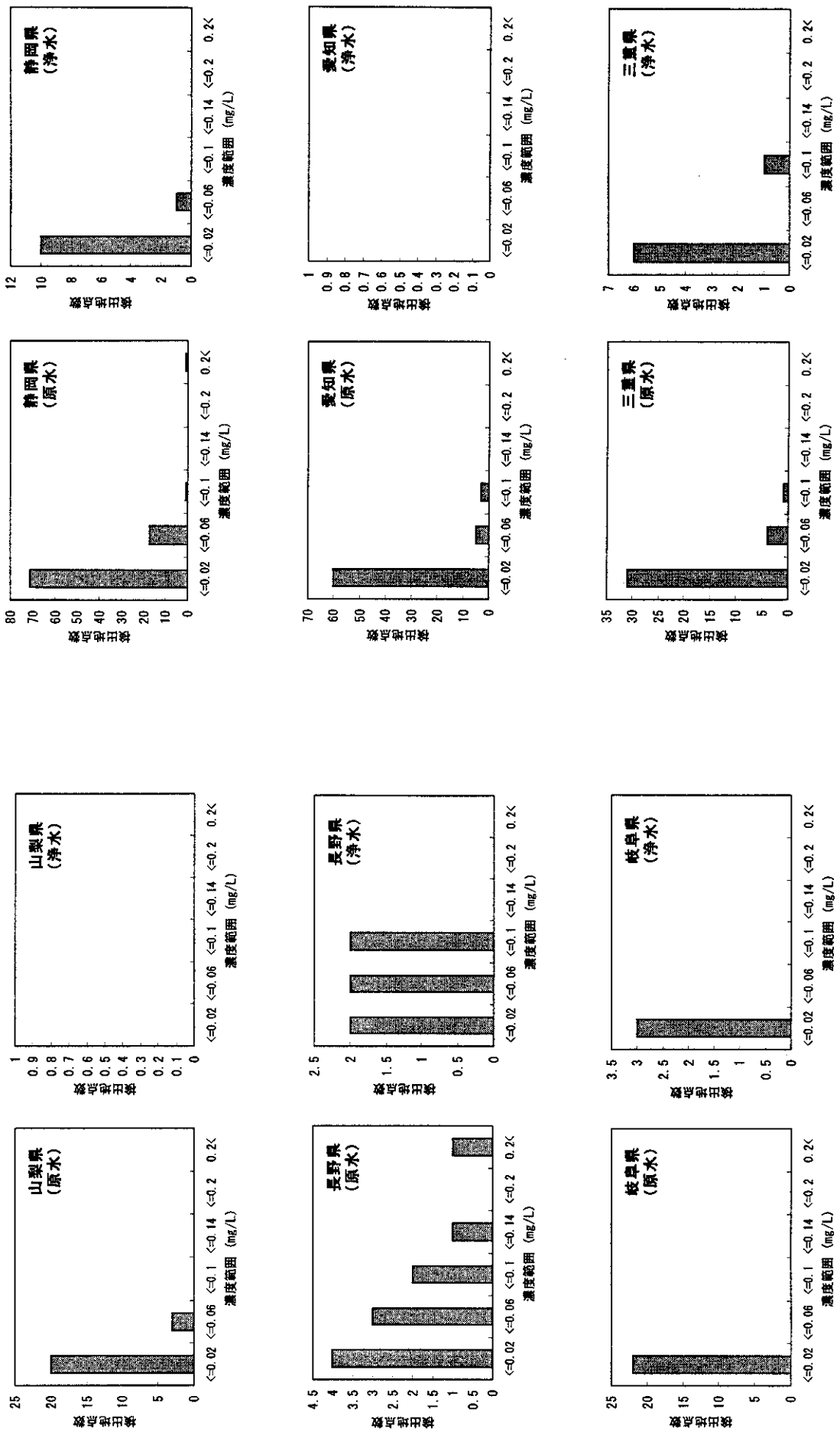


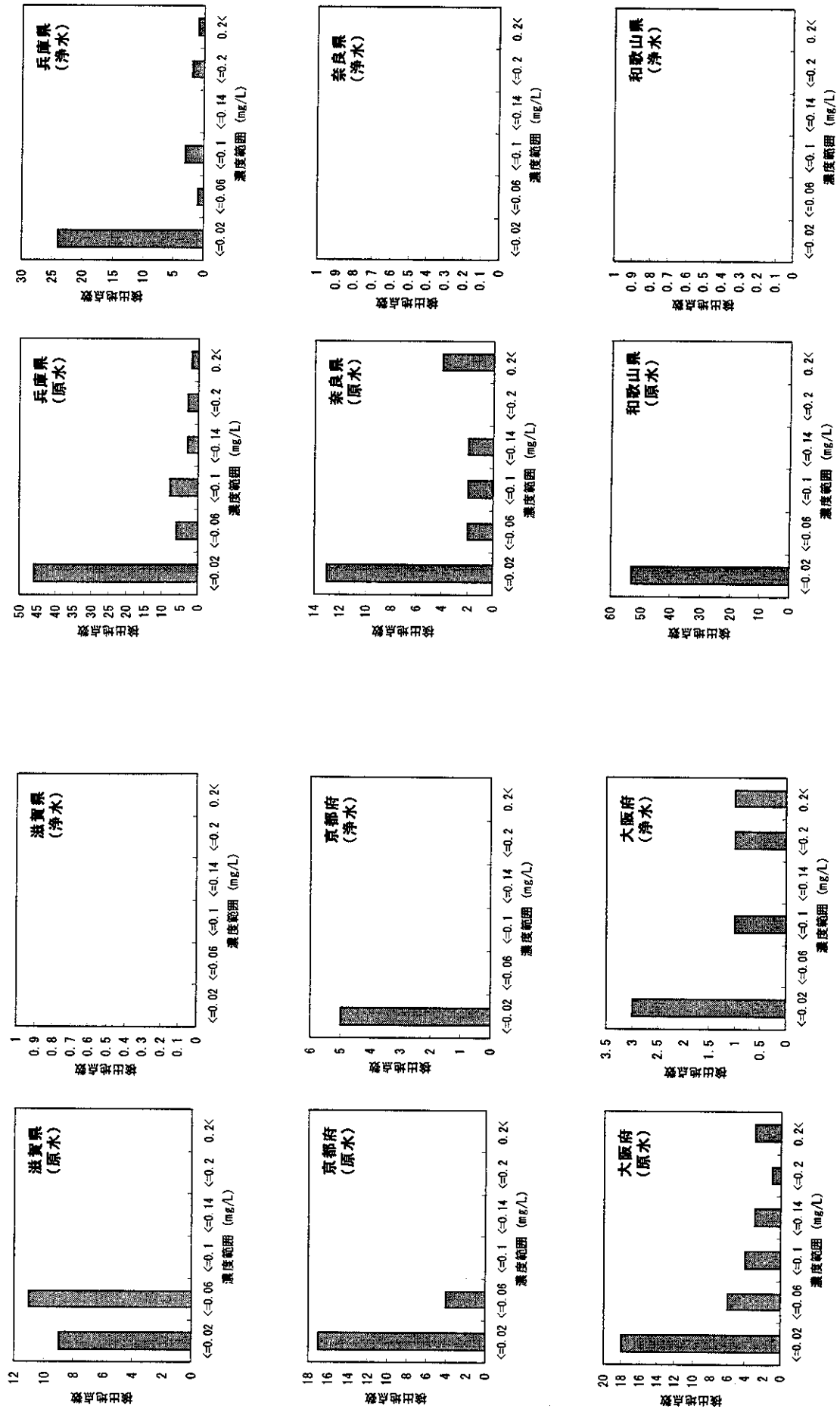
図-10 ホウ素の検出頻度分布(その5)
平成10年度, 都道府県別

図-11 ホウ素の検出頻度分布(その6)
平成10年度, 都道府県別



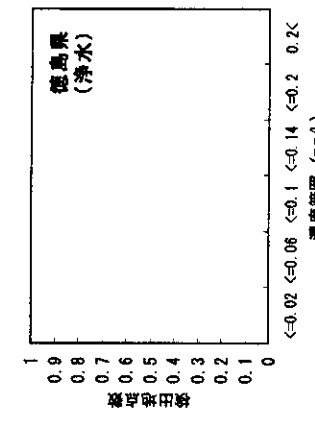
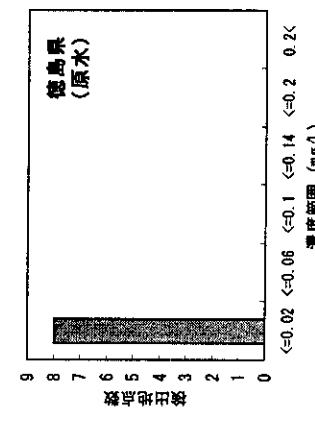
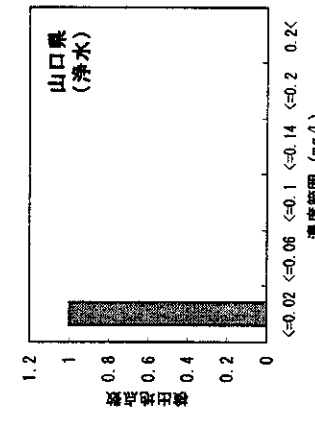
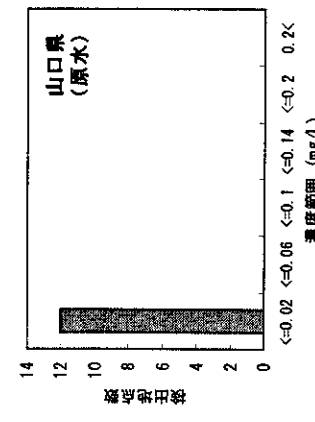
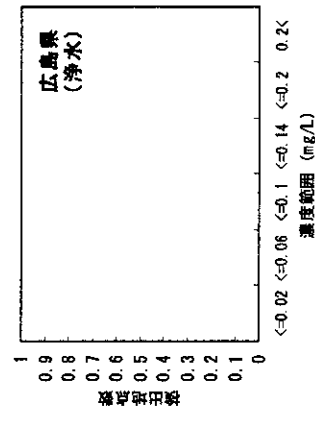
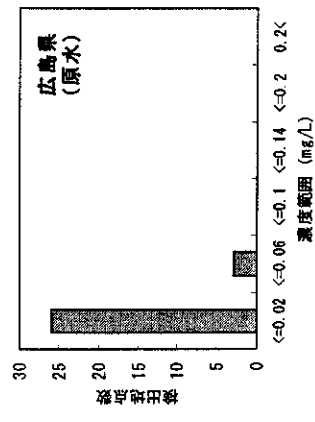
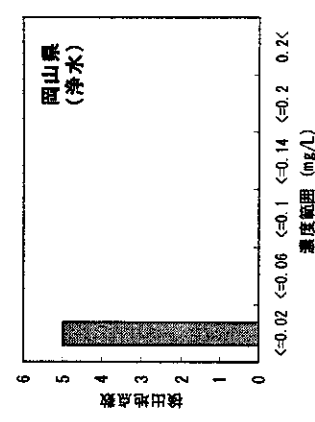
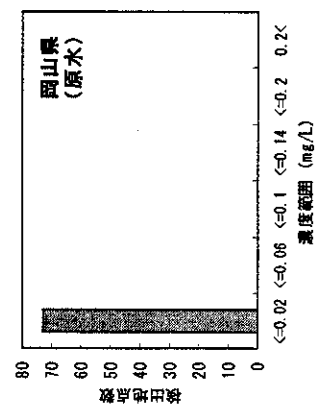
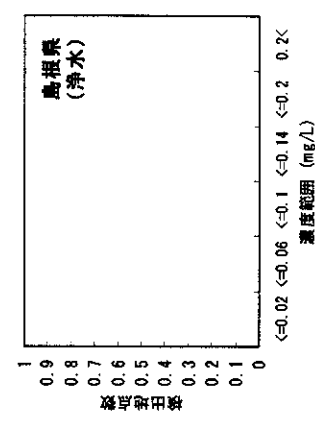
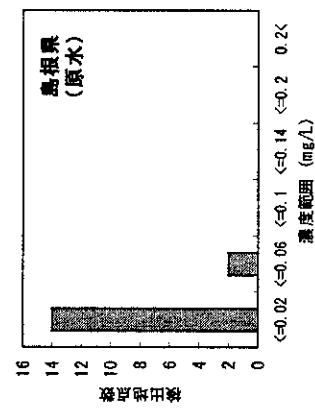
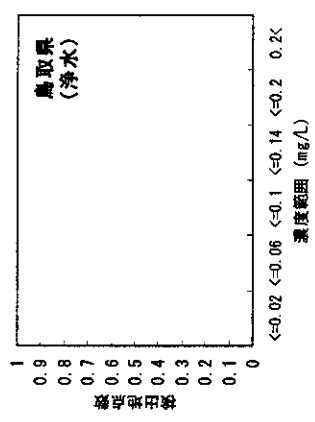
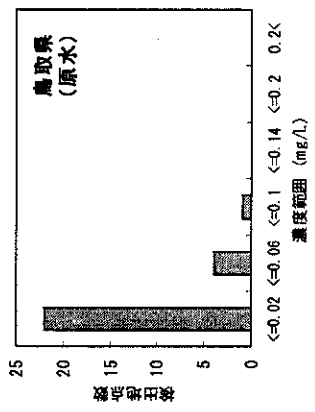
図一12 ホウ素の検出頻度分布(その7)
平成10年度, 都道府県別

図一13 ホウ素の検出頻度分布(その8)
平成10年度, 都道府県別



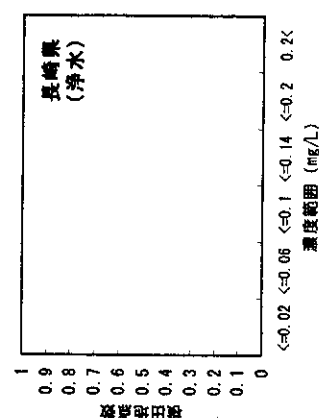
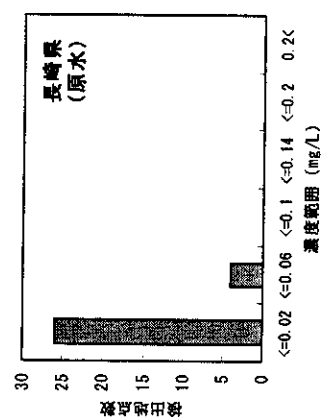
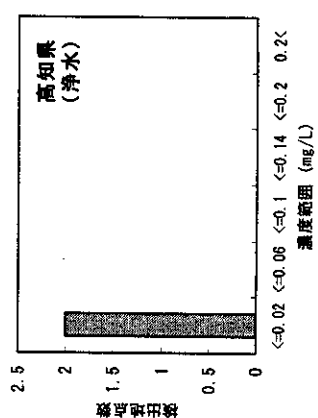
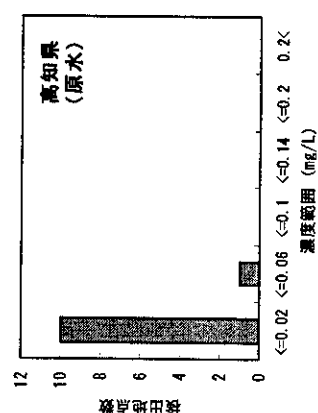
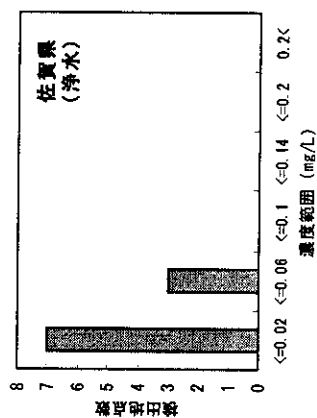
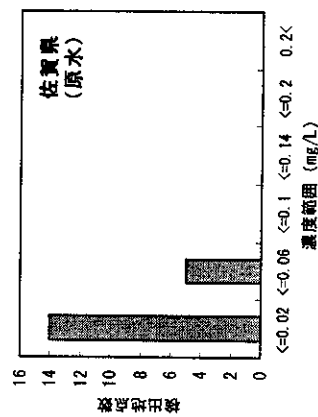
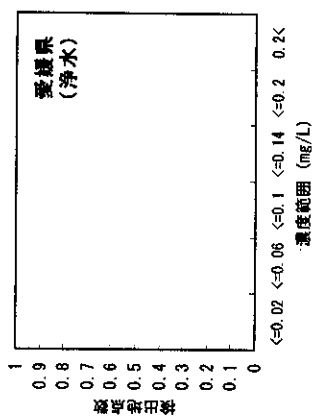
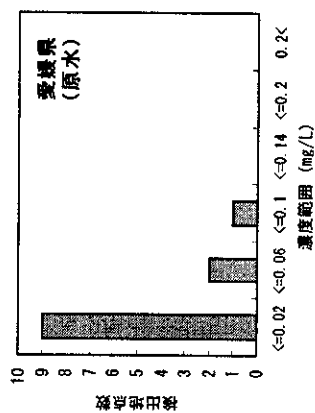
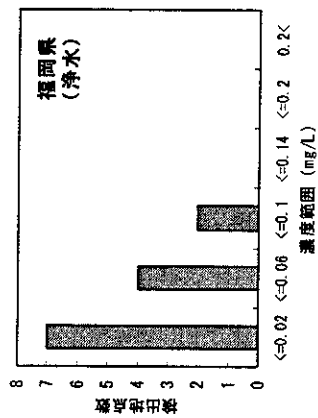
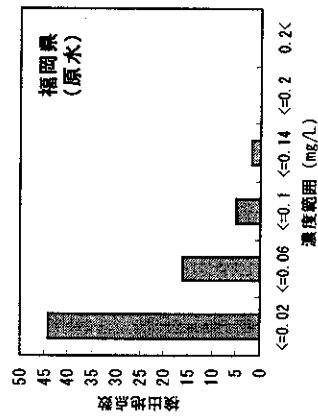
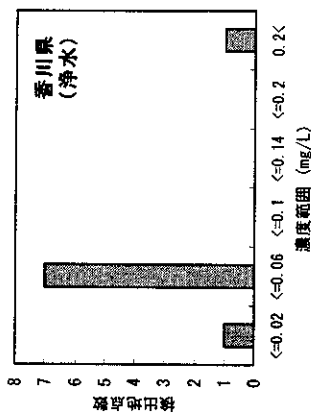
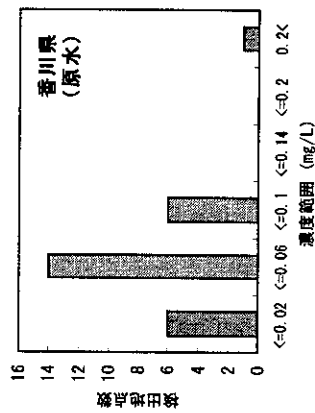
図一14 ホウ素の検出頻度分布(その9)
平成10年度, 都道府県別

図一15 ホウ素の検出頻度分布(その10)
平成10年度, 都道府県別



図一16 ホウ素の検出頻度分布(その11)
平成10年度, 都道府県別

図一17 ホウ素の検出頻度分布(その12)
平成10年度, 都道府県別



図一18 ホウ素の検出頻度分布(その13)
平成10年度, 都道府県別

図一19 ホウ素の検出頻度分布(その14)
平成10年度, 都道府県別