

淡水化施設のホウ素に関する調査研究

飲料水分析課

知念高子
下地克志
翁長功

1. はじめに

沖縄県内には、国並びに県の補助により、南大東村、北大東村、粟国村、渡名喜村、竹富町の波照間島の5箇所に、海水及びかん水を逆浸透法により淡水化する海水淡水化施設及びかん水淡水化施設が設置されている。それは、これらの島々が、山河に恵まれず、ダム及び河川がないため地下水を水源としているが、海水の混入による塩水化を生じたり、生活排水等により汚染されるなど水道水源として不相当であること、また、他の島から孤立しており、海底送水管などによる給水が不可能な地理的な要件等により、水源確保ができないためである。

ところでホウ素については、平成4年12月に水質基準に関する省令の改正で、水質基準を補完する監視項目として指針値(0.2mg/l以下)が設定された。更に平成10年6月に指針値が1mg/l以下に改められ、海水淡水化施設においては、浄水における濃度が指針値を超過しないこととされた。

以上のことから、厚生大臣検査機関として、水道事業体の水質管理に資するため、平成9年4月から平成10年3月までの間、4カ所の淡水化施設における原水及び浄水のホウ素検査を実施し、いくつかの知見を得たので海水及びかん水淡水化施設のホウ素についてまとめた。

2. 調査期間

平成9年4月～平成10年3月

3. 調査箇所

沖縄県離島地域の海水又は、かん水淡水化施設

4. 試料

試料は当該各水道事業体の原水と浄水

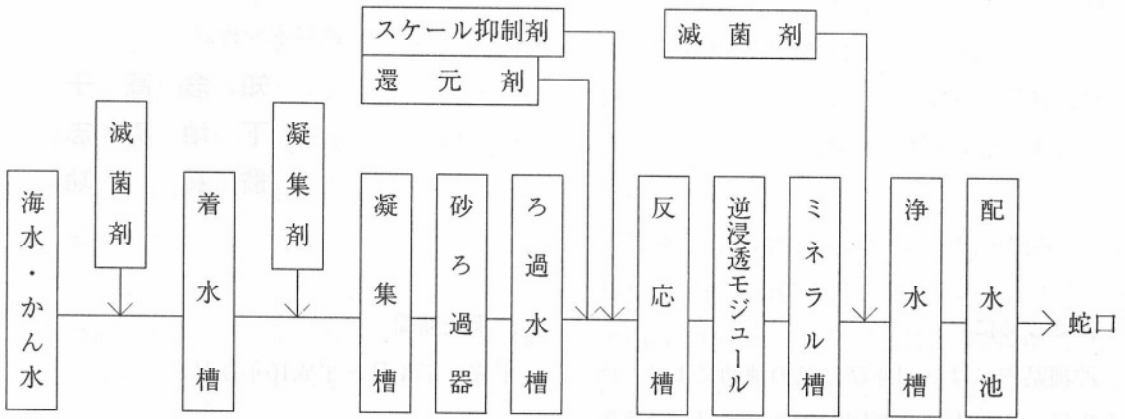
①原水：着水井

②浄水：毎月検査採水箇所

5. 淡水化施設概要

深井戸から海水及びかん水を取水し、滅菌・滅藻処理のために次亜塩素酸ソーダの注入を行い、次に凝集剤を添加したのち砂ろ過器でろ過する。次にスケール抑制剤の添加後、還元剤で脱塩素、脱酸素処理を行い、逆浸透モジュールで海水及びかん水の淡水化する。

海水、かん水淡水化施設プロセスフロー図



6. 測定方法

ICP法による

- (1). 使用機器：HITACHI, P-5200型：デュアルモノクロICP発光分析装置
(日本自転車振興会・競輪補助機器)

表1. 測定条件

スキャンモード	逐次積分
積分時間	3秒
測定モード	内標準法
高周波電力	1kw
プラズマガス	16L/min
ネプライザーガス	0.5L/min, 100kpa
補助ガス	1L/min



(2). 使用試薬

硝酸は精密分析用、ホウ素標準試薬、内部標準液は原子吸光用の試薬を使用した。

(3). 分析フロー

試料

— 硝酸1ml

— イットリウム(5mg/l) 1ml

ICPで測定

7. 結果

今回の調査の結果を表2.表3に示す。

表2. 各地域におけるホウ素の平均値

単位(mg/L)

種類	A地域		B地域		C地域		D地域	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
平均値	1.23	0.612	3.15	0.984	3.77	1.24	1.89	0.664

表3. 淡水化施設におけるホウ素の測定結果

単位 (mg/L)

地域	水質	地点	測定結果 (mg/L)											
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
A	浄水	A-1	—	1.12	1.05	1.33	1.53	1.31	1.22	0.85	1.2	1.36	1.21	1.37
		A-2	—	0.492	0.576	0.634	0.621	0.544	0.637	0.49	0.734	0.615	0.598	0.679
		A-3	—	0.594	0.582	0.853	0.654	0.693	0.539	0.43	0.787	0.592	0.601	0.717
		A-4	—	0.562	0.548	0.652	—	0.709	0.582	0.451	0.654	0.567	0.581	0.626
B	浄水	B-1	—	3.5	3.28	2.89	3.21	3.26	3.28	2.4	2.98	3.31	3.18	3.37
		B-2	0.943	1.13	0.928	0.992	1.32	1.05	0.911	0.915	1.03	1.1	1.02	0.64
		B-3	0.92	1.07	0.975	1.03	—	0.889	1.05	0.826	1.08	1.17	1.04	0.616
C	浄水	C-1	—	4	3.21	4.36	5.03	3.74	3.63	2.73	3.55	3.71	3.60	3.93
		C-2	1.06	1.36	1.4	1.58	—	—	1.13	0.909	1.45	1.17	1.18	1.29
		C-3	1.07	1.33	1.37	1.46	—	1.38	1.13	1	1.13	1.11	1.17	1.29
D	浄水	D-1	2.14	1.93	1.77	2.11	1.95	1.84	1.60	1.86	2.09	1.94	1.73	1.76
		D-2	0.84	0.73	0.598	0.641	0.66	0.57	0.5	0.502	0.599	0.699	0.648	0.709
		D-3	0.854	0.703	0.652	1.44	0.751	0.65	0.577	0.315	0.705	0.555	0.650	0.681
		D-4	0.881	0.706	0.747	0.654	0.579	0.52	0.508	0.480	0.641	0.613	0.648	0.689

— は欠測

$$\text{除去率(\%)} = (\text{原水の測定値} - \text{浄水の測定値}) \div \text{原水の測定値} \times 100$$

A地域では、原水として海水を利用している以外に井戸からも取水し、両方をブレンドした水を使用しているためホウ素の濃度も0.85～1.53mg/Lと海水を原水として利用している他の地域に比べて低い値である(表3)。浄水のホウ素の濃度は0.43～0.853mg/Lで指針値を超えていなかった(図1)。ホウ素の除去率は39.5～59.4%であった。

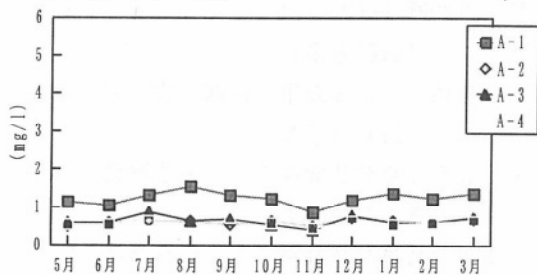


図1. A地域におけるホウ素の測定値

B地域とC地域では海岸線近くの井戸から取水し、原水の殆どを海水に依存しているためホウ素の濃度が2.4～3.5mg/L(B地域)、2.73～5.03mg/L(C地域)と高い数値を示している(表3)。浄水のホウ素の濃度も比較的高く、指針値の1mg/Lを超えていたのはB地域で23回の調査中12回、C地域では21回の調査中20回であった(図2.図3)。ホウ素の除去率はB地域では58.9～81.7%、C地域では56.4～68.9%であった。又、指針値を越えた時のホウ素の除去率はB地点で58.9～69.4%、C地点で56.4～68.9%であった。

ウ素の濃度が2.4～3.5mg/L(B地域)、2.73～5.03mg/L(C地域)と高い数値を示している(表3)。浄水のホウ素の濃度も比較的高く、指針値の1mg/Lを超えていたのはB地域で23回の調査中12回、C地域では21回の調査中20回であった(図2.図3)。ホウ素の除去率はB地域では58.9～81.7%、C地域では56.4～68.9%であった。又、指針値を越えた時のホウ素の除去率はB地点で58.9～69.4%、C地点で56.4～68.9%であった。

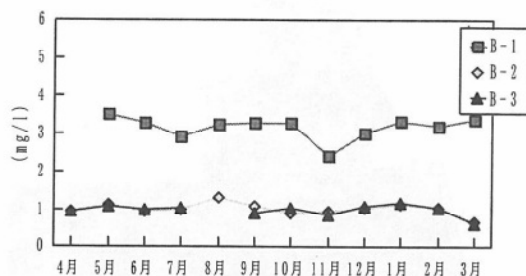


図2. B地域におけるホウ素の測定値

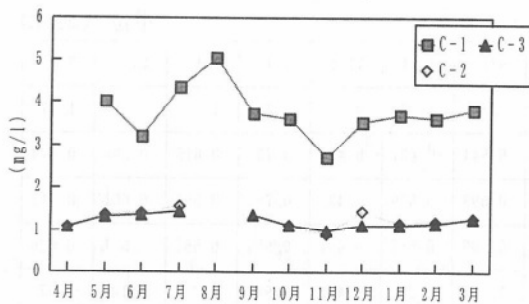


図3. C地域におけるホウ素の測定値

D地域は、海岸近くの井戸から取水している点ではB、C地域と同じだが、地下水が混入している。原水の濃度は1.77~2.14mg/Lと海水だけを原水として利用している地域に比べて低い値を示している（表3）。浄水で指針値を超えているのは36回の調査中1回だけであった（図4）。ホウ素の除去率は31.8~83.1%を示している。

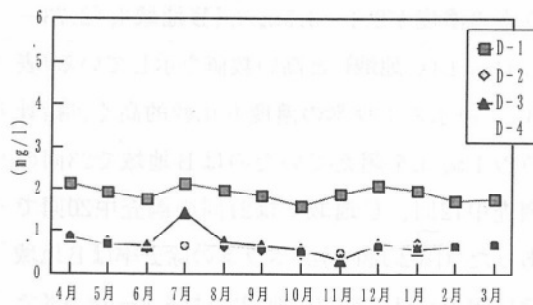


図4. D地域におけるホウ素の測定値

Ⅷ. まとめ

今回の調査より、逆浸透（RO法—段脱塩法）による浄水中のホウ素は、原水のホウ素濃度で違うが、ほぼ1mg/L前後の値を示した。また、原水のホウ素濃度が2mg/L未満であれば指針値の1mg/L以下になる測定結果から、原水として利用する海水を湧き水などとブレンドし、原水のホウ素濃度を2mg/L未満することによって、指針値以下に押さえられる事が推測される。しかし、逆浸透による淡水化はそれを左右する要因に様々ものが考えられ、運転状況や膜の種類なども考慮にいなければならない。

淡水化施設では膜の定期的な点検が行われており、例えば電気伝導率の上昇や、濾過速度の低速化などの現象が出てくると、膜のクエン酸による洗浄や交換を行っている。

今回の調査では、膜の取り替え前後でのデータの比較は行っていないため、膜の劣化とホウ素の除去率との関係には言及出来ないが、今後の課題としていきたい。

Ⅸ. 参考文献

- 上水試験方法（解説編）、日本水道協会
- 大滝厚、千葉力雄、谷津進共著：データのまとめ方と活用Ⅱ、日本企画協会
- 金城義信著：沖縄の水道、新沖縄経済