

VII-3

膜ろ過浄水プラントの長期運転結果—ナノろ過

八戸工業大学 学生員○佐藤芳史、久保田和康、斎藤良隆、正員 富士憲一

1. はじめに

八戸圏域水道企業団の主水源である河川水を対象に、限外ろ過＋ナノろ過方式で約1年半の現場実験を行った。本報では、ナノろ過の運転に及ぼす低水温の影響、色度、各種農薬等に関する処理結果を中心に報告する。

2. 実験方法

（1）原水：前報¹⁾で述べた限外ろ過水を使用し、防護フィルターを通じてナノろ過膜（NF）へ供給した。

（2）装置：NFの諸元とフローを表-1、図-1に示す。運転期間は、平成8年6月～平成9年12月の約1年半である。実験装置のため濃縮水の大部分を循環ろ過する方式となっている。（3）評価：膜差圧、水温、ろ過水量等を10分間隔で記録、整理した。水質に関しては、馬淵川原水（取水地点）、膜供給水、膜入口、ナノろ過水等について、濁度、色度、TOC、各種農薬等を中心に分析した。他の水質項目についても毎日～3ヶ月に一度の所定頻度で分析した。

3. 実験結果

図-2に運転結果を示す。実験前半（270日目まで）では、回収率90%を目指したが明らかに膜がファウリングを起こしており、補正流量（25℃、膜差圧0.35MPa当たり）が約90日目以降次第に低下している。143日目に行った薬洗でも完全には回復していない。なお、この薬洗はファウリング物質を特定しないまま第一次の洗浄として標準的なクエン酸洗浄を行ったものであり、効果は不十分であった。このため、膜をはずして点検を行った結果、微生物または有機物によるファウリングが疑われた。

特に、微生物に関しては、膜の耐塩素性を考慮してUFろ過水にSBS（亜硫酸水素ナトリウム）を常時注入したためと考えられた。このため、実験後半では膜を交換後SBS注入を間欠的に停止（30分～1時間程度）して微生物対策とした。また、回収率も75～90%へと徐々に上げて様子を見ながら運転した。その結果、補正流量の低下はややおさまったが、明らかなファウリング傾向が見られる。特に、実験の最終段階で回収率を90%に上げたところ、膜差圧の上昇が顕著となっている。

本実験の場合、濃縮水が循環し供給水と混合するため、膜入口の濃度が供給水より高くなり通常の条件より不利である。したがって、90%の回収率ではファウリングを起こしやすく、運転が不安定になった。濃縮水の循環がなければ、ある程度の高回収率でも安定すると思われる。

処理水質については、図-3のように色度がほぼ100%除去されており、NF膜の有効性を示している。表-2より、色度、E260、TOCは同様の処理傾向を示している。また、鉄、マンガンについてもある程度除去されている。農薬については、表-3より春期から夏期にかけて40種類の薬剤について計25回ほど集中的に分析をしている。その結果、IBP、チオベンカルブ、フラサイド、イソプロチオラン、フルトラニル、メフェナセット、メブロニルは完全に除去されていない場合があるが、その他の項目についてはほとんどよく除去されている。

4. おわりに

（1）本実験の場合、回収率が80～85%の間では、ファウリングを起こしにくく安定した運転を行うことができた。（2）ろ過水質は予想通り良好な結果を示したが、NF膜のファウリングを中心に課題が残った。今後とも人工実験等で検討したい。

<参考文献> 1) 王ほか：膜ろ過浄水プラントの長期運転結果、平成9年度土木学会東北支部講義集

表-1 ナノろ過膜の諸元

膜材質：架橋ポリアミド系複合膜
エレメント：スパイラル、4 inch 1本
NaCl(500mg/l)排除率：55%
透過水量：4.5m ³ /日

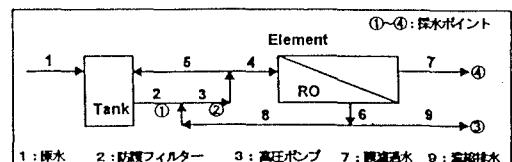


図-1 ナノろ過装置フロー

○ 膜ろ過水量 (m3/day) ● 補正流量 (m3/day, 0.35MPa, 25℃) △ 膜差圧 (MPa) 膜ろ過水温 (℃) ◆ 薬品洗浄

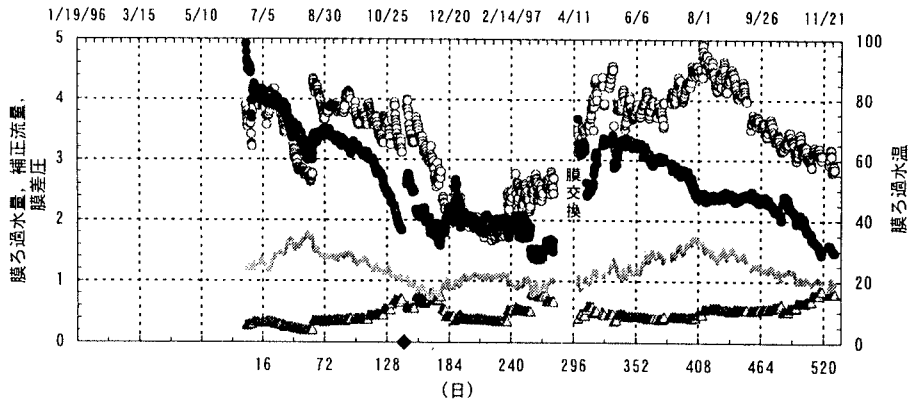


図-2 NF運転結果 H8.6.19～H9.12.6

● NF原水色度 ◆ 膜入口色度 □ 濃縮水色度 △ 過水色度

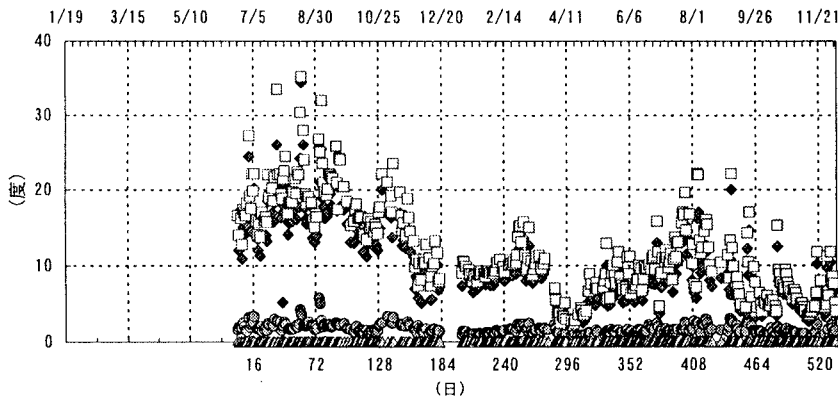


図-3 NF色度 H8.6.19～H9.12.6

表-2 水質集計表 (NF運転期間: H8.6.～H9.12)

(注) 0=ND、原水がNDの場合は除去率を算定していない。

水質項目	NFろ過水				NF除去率<対NF供給水> (%)				NF除去率<対UF供給水> (%)			
	最低	最高	平均	n	最低	最高	平均	n	最低	最高	平均	n
水温(℃)	11.4	34.7	23.1	378					99	100	100	66
一般細菌(個/ml)	0	3	0	36					100	100	100	45
大腸菌群(個/100ml)					-20	0	-5	19	-21	100	20	24
NO2-NO3-N(mg/l)	0.69	1.66	1.27	19	-12	28	4	19	-10	100	24	24
過剰イオン(mg/l)	5.5	16.4	10.1	19	63	99	90	17	79	100	96	17
KMnO4消費量(mg/l)	0.1	0.7	0.2	17	0	100	92	23	98	100	100	17
鉄(mg/l)	0	0	0	17								
マンガン(mg/l)	0	0.005	0.000	17	17	100	87	7	91	100	99	17
硬度(mg/l)	15	29	22	8	35	100	59	4	44	100	71	9
色度(度)	0	0.3	0.0	359	81	100	100	354	92	100	100	362
濁度(度)	0	0.1	0.0	379	0	100	92	23	98	100	100	402
アンモニア性窒素(mg/l)	0	0.007	0.000	59					38	100	95	48
電気伝導率(μS/cm)	47	136	94	63	24	57	35	63	23	100	39	67
カルシウム硬度(mg/l)	1	24	15	65	9	100	50	59	44	100	80	8
総アルカリ度(mg/l)	13	37	25	7					13	100	73	16
E2601cm(-)	0	0.008	0.002	64	69	100	94	64	47	100	95	69
硫酸イオン(mg/l)	0.7	12.5	3.5	19	-14	94	70	19	-2	100	79	24
TOC(mg/l)	0.2	1.9	0.6	61	-19	100	65	64	5	100	74	65

表-3 水質集計表 (農業、NF運転期間: H8.6.～H9.12)

(注) 0=ND、原水がNDの場合は除去率を算定していない。

農薬名	馬淵川原水 (μg/L)				NFろ過水 (μg/L)				NF除去率<対馬淵川> (%)			
	最低	最高	平均	n	最低	最高	平均	n	最低	最高	平均	n
DDVP	0	0.11	0.01	30	0	0	0	28	100	100	100	5
BPMC	0	0.10	0.01	30	0	0	0	28	100	100	100	7
イソプロパノール	0	0.17	0.01	30	0	0	0	28	100	100	100	3
IBP	0	0.88	0.09	30	0	0.37	0.03	28	53	100	80	11
ジシリン	0	0.12	0.03	30	0	0	0	28	100	100	100	18
2,4-D	0	0.20	0.02	30	0	0	0	28	100	100	100	11
MEP	0	0.20	0.01	30	0	0	0	28	100	100	100	1
イソシリン	0	0.26	0.04	30	0	0.08	0.01	28	44	100	84	11
2,4-D	0	0.12	0.01	30	0	0.05	0.00	28	0	100	59	7
2,4-D	0	1.81	0.38	30	0	0.85	0.11	28	-100	100	74	24
2,4-D	0	0	0	30	0	0	0	28				
2,4-D	0	0.12	0.02	30	0	0.09	0.01	28	0	100	61	9
2,4-D	0	0.91	0.09	30	0	0	0	28	100	100	100	10
2,4-D	0	0.14	0.01	30	0	0	0	28	100	100	100	3
2,4-D	0	0.50	0.05	30	0	0.20	0.03	28	-100	100	28	6
2,4-D	0	0.10	0.01	19	0	0	0	17	100	100	100	1
2,4-D	0	0	0	19	0	0.05	0.00	17				
2,4-D	0	0.42	0.03	19	0	1.30	0.08	17	-210	100	-55	2
2,4-D	0	0.00	0.01	19	0	0	0	17	100	100	100	1