

낙동강 상수원수의 오존처리 효과

I. 회분식 오존처리에 의한 수처리효과

조 주 식·임 영 성*·이 홍 재**·허 종 수**
순천대학교 농화학과·마산시칠서정수장·경상대학교 농화학과
(2001년 5월 25일 접수; 2001년 11월 23일 채택)

Effect of Ozone Treatment for Nakdong River Raw Water I. Efficiency of Water Treatment by Conducting Batch Test of Ozonation Experiments

Ju-Sik Cho, Young-Sung Lim*, Hong-Jae Lee** and Jong-Soo Heo**

*School of Environmental and Agricultural Science Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

**Masancity Chilseo Water Treatment Plant, Haman 637-940, Korea

**Dept. of Agricultural Chemistry, Gyeongsang National University, ChinJu 660-701, Korea

(Manuscript received 25 May, 2001; accepted 23 November, 2001)

This study was carried out to evaluate the pollutant removal efficiencies of the advanced drinking water treatment using ozonation. For raw water, Nakdong River was used. By conducting batch ozonation test, the following results were obtained.

When ozone dosage of 5mg/ℓ was used, preozonation of raw water reduced turbidity, KMnO₄ consumption, DOC(dissolved organic carbon), UV254 absorbance, THMFP(trihalomethane formation potential) as much as 3.9 NTU, 5.5mg/ℓ, 1.15mg/ℓ, 0.112 and 0.065mg/ℓ, respectively. In case of postozonation of sand filtered water, water quality was also improved with decrease in turbidity, KMnO₄ consumption, DOC, UV254 absorbance and THMFP at the amount of 0.08NTU, 2.6mg/ℓ, 0.88mg/ℓ, 0.042 and 0.018mg/ℓ, respectively. On the other hand, contents of dissolved oxygen increased at the level of 1.3mg/ℓ after preozonation process and 1.0mg/ℓ after postozonation process. The effect of ozone dosage was higher than that of its contact time for the removal of the pollutants.

1. 서론

국내 정수장에서 상수원수로 사용하고 있는 대부분의 하천수는 여러 가지 유해물질로 오염되어 있는 것으로 보고되고 있어^{1,2)} 깨끗한 상수원수의 확보는 매우 중요한 문제로 대두되고 있다. 이러한 상수원수를 정수처리한 수돗물에는 맛·냄새 유발물질, 트리할로메탄(THM), 휘발성유기화합물 및 소독 부산물 등이 검출³⁾되고 있어 수돗물의 질과 안정성이 크게 위협을 받고 있다. 뿐만 아니라, 돌발적인 수질오염사고는 수돗물의 수질불량 및 급수중단 등

수돗물 공급에 큰 문제가 아닐 수 없으며, 특히, 낙동강 상류의 수질오염사건, 예를들면 구미 두산전자의 폐놀 유출사건,^{1,4)} benzene과 toluene 검출사건,⁴⁾ 악취를 동반한 고농도 암모니아성질소 사건²⁾ 등 빈번히 발생되고 있는 상수원수의 오염사건은 수돗물에 대한 국민의 불신감을 고조시키고 있다.

재래식 정수처리방법은 최근 상수원수중 크게 문제시되고 있는 THM 전구물질, 암모니아성 질소 등 유해화학물질들의 완전한 처리가 어려울 뿐만 아니라 살균 목적으로 사용한 염소가 수중의 유기물과 반응하여 발암성 물질로 알려진 THMs을 생성시킴으로 양질의 수돗물을 생산하기 어렵다.^{5,6)} 더욱이 생활수준 향상으로 소비자들은 깨끗하면서도 안심하고 마실 수 있는 물에 대한 욕구가 높아지고, 먹

Corresponding Author; Ju-Sik Cho, Dept. of Agricultural Chem., Suncheon Nat'l Univ., Suncheon 540-742, Korea
Phone : +82-61-6750-13297
E-mail : bioenv@suncheon.ac.kr

는 물 수질기준에 대한 법령도 보다 더 강화됨에 따라 현행 재래식 정수처리공정의 개선이나 이를 대체할 수 있는 고도정수처리공정의 도입이 요구되는 정수처리장이 증가하고 있다.

오존을 상수처리에 이용하는 주목적은 강력한 오존의 산화력을 이용하여 원수중의 맛·냄새 유발물질, 페놀화합물, 농약 등의 유기화합물과 철·망간 등의 무기물을 산화시키고, 유기물의 생분해 능력을 증가시킬 뿐만 아니라 humic 물질과 THMs 전구물질을 산화시켜 염소요구량을 감소시키며 염소소독 부산물의 생성을 최소화하고, 소독 및 조류제거에도 효과적인 것으로 알려져 있다.⁷⁻⁹⁾

따라서 본 연구는 현행 상수원수를 보다 효과적으로 처리함으로써 양질의 수돗물을 공급하기 위한 기초자료를 얻고자 낙동강 상수원수를 대상으로 오존처리에 의한 수처리 효율을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시수질

공시 수질은 경남 마산시 C정수장의 취수원인 낙동강 원수를 채수하여 사용하였으며, 전오존처리에 사용한 상수원수와 후오존처리에 사용한 모래여과수의 수질특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of raw water used

	Raw water	Sand filtered water
pH	6.5~9.6	6.3~7.3
Turbidity(NTU)	5.6~380	0.4~0.6
DO(mg/ℓ)	11.4~13.7	7.6~13.6
COD(mg/ℓ)	3.7~8.3	-
BOD(mg/ℓ)	2.0~6.4	-
SS(mg/ℓ)	9.8~150.3	0.2~2.8
NH ₃ -N(mg/ℓ)	0.01~0.75	ND~0.32
NO ₃ -N(mg/ℓ)	2.3~4.8	ND~3.1
ABS(mg/ℓ)	0.18~0.32	ND~0.18
Alkalinity(mg/ℓ)	24~58	20~46
KMnO ₄ consumption(mg/ℓ)	6.8~14.8	3.0~5.6
T-N(mg/ℓ)	4.6~10.3	1.8~5.3
T-P(mg/ℓ)	0.14~0.34	ND~0.08
Chlorophyll-a(μg/ℓ)	11.7~188.3	ND

ND : Not detected

2.2 실험방법

2.2.1 오존반응조 제작 및 운전조건

오존반응조는 Fig. 1 및 Table 2와 같이 아크릴

원통으로 높이 4m, 직경 180mm, 접촉높이 3.5m, 유효접촉용량 89ℓ, 1일 정수처리용량 20m³되게 제작하였으며, 원수를 대상으로 하는 전오존반응조와 모래여과수를 대상으로 하는 후오존반응조로 구성하였고, 오존 접촉효율을 높이기 위하여 오존화 공기와 유입수의 흐름이 반대방향이 되도록 향류식을 적용하였다.

오존발생은 무성방전법¹⁰⁾으로 공기를 원료로 하여 공기중에 있는 산소를 냉각·건조시킨 다음 유리방전관에 불어넣어 오존을 발생시켰고, 오존반응조 접촉시간은 유량계로 처리유량을 변화시켜 조절하였으며, 오존주입농도는 오존화 공기를 6ℓ/min되게 일정하게 주입하면서 오존발생기의 인가전압으로 조절하였다.

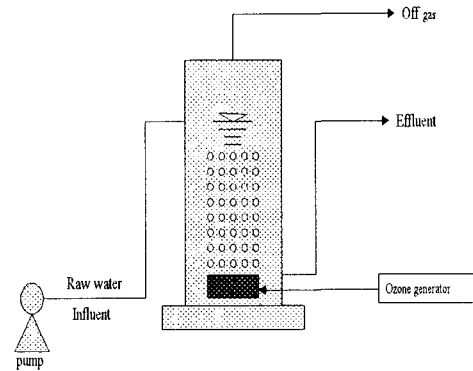


Fig. 1. Schematic diagram of the continuous ozone column.

Table 2. Experimental and operational conditions of the continuous ozone column

	Column characteristics			
	Height (mm)	Diameter (mm)	Water level (mm)	Volume (ℓ)
Preozonation	4,000	180	3,500	89
Postozonation	4,000	180	3,500	89
	Operating Conditions			
	Contact time (min)	Flow rate (m ³ /hr)	O ₃ dosage (mg/ℓ)	
Preozonation	5	1.07		
	10	0.53	1~5	
	20	0.27		
Postozonation	8	0.67		
	12	0.45	1~5	
	15	0.37		

낙동강 상수원수의 오존처리 효과

2.2.2 수처리 효과

최적 오존주입농도 및 접촉시간은 Table 2와 같이 전오존 및 후오존접촉조 모두 오존을 처리유량에 대하여 오존농도가 각각 1, 2, 3, 4 및 5mg/l 되도록 조절하고 오존접촉시간은 환경부의 상수도시설기준¹¹⁾에 제시한 바와 같이 전오존접촉조는 각각 5, 10 및 20분, 후오존접촉조는 각각 8, 12 및 15분으로 조절하여 오존주입농도 및 접촉시간에 따른 pH, 탁도, DO, KMnO₄ 소비량, DOC, UV254, THMFP 등의 변화를 조사하였다.

2.3 수질분석

수질분석은 먹는물 수질공정시험법,¹²⁾ 환경오염공해공정시험법¹³⁾과 APHA의 standard method¹⁴⁾에 준하여 다음과 같이 분석하였다.

DOC(dissolved organic carbon)는 시료를 0.2 μ m membrane filter로 여과한 후에 TOC analyzer (Shimadzu, Japan)를 이용하여 Table 3과 같이 분석하였으며, UV254 흡광도는 시료를 GF/C(glass fiber circles) 여지로 여과한 후에 UV/Vis spectrophotometer(UVIKON 943, Italy)를 사용하여 254 nm에서 분석하였다.

Table 3. TOC operating conditions for analysis of DOC

Item	Conditions
Detector	Non-dispersive infrared gas analyzer
Carrier gas flow rate	150ml/min-air
TC furnace temp.	680°C
Dehumidifier temp.	0.7°C
Injection volume	53 μ l

THMFP(trihalomethane formation potential)는 시료 100ml 에 염소를 염소요구량 이상으로 주입하고 20°C에서 24시간 방치 후 sodium sulfite를 가하여 잔류염소를 제거한 다음 시료 25ml 에 내부표준 용액(1,1-dichlorobenzene-d₄, 1,000mg/l) 25 μ l을 넣은 다음 이 용액 5ml 을 취하여 Purge and Trap 으로 전처리하여 Gas chromatography(Varian Star)를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 pH, DO, 탁도

오존 주입농도 및 접촉시간에 따른 전오존 및 후오존 처리수의 pH, DO 및 탁도변화를 조사한 결과는 Table 4에서 보는바와 같다. 전오존 처리수의 경

우 원수의 초기 pH가 7.8일 때 오존주입농도 1, 3 및 5mg/l 일 경우 접촉시간 5분일 때 pH가 각각 7.6, 7.5 및 7.4이었으며, 후오존 처리수는 원수 pH가 6.9일 때 오존주입농도 1, 3, 5mg/l 일 경우 접촉시간 8분일 때 pH는 각각 6.8, 6.8 및 6.6으로서 전오존 및 후오존처리 모두 오존 주입농도가 증가함에 따라 pH는 다소 감소되는 경향이었으나 큰 변화는 없었다. 그리고 오존 접촉시간에 따른 pH 변화도 접촉시간이 증가함에 따라 뚜렷한 변화가 없는 것으로 나타났다.

Table 4. Effects of ozone dosage and contact time on pH, turbidity and DO

Ozone dosage (mg/l)	Preozonation				Postozonation			
	Contact time (min)	pH	Turbidity (NTU)	DO (mg/l)	Contact time (min)	pH	Turbidity (NTU)	DO (mg/l)
0		7.8	26.0	12.9	6.9	0.50	13.2	
	5	7.6	25.4	13.3	8	6.8	0.48	13.5
	10	7.6	25.3	13.5	12	6.8	0.47	13.5
1	20	7.6	25.1	13.6	15	6.8	0.47	13.7
	5	7.6	25.1	13.6	8	6.8	0.46	13.8
	10	7.5	24.8	13.6	12	6.8	0.45	13.9
2	20	7.5	24.6	13.7	15	6.7	0.46	14.1
	5	7.5	24.5	13.7	8	6.8	0.45	14.1
	10	7.4	24.2	13.7	12	6.7	0.45	14.1
3	20	7.5	23.9	13.9	15	6.7	0.44	14.2
	5	7.5	23.8	13.8	8	6.6	0.45	14.2
	10	7.4	23.4	13.9	12	6.7	0.43	14.3
4	20	7.4	23.1	14.1	15	6.7	0.44	14.3
	5	7.4	22.8	14.2	8	6.6	0.43	14.2
	10	7.4	22.5	14.1	12	6.6	0.41	14.4
5	20	7.4	22.1	14.2	15	6.6	0.42	14.2

탁도 변화는 전오존 처리수의 경우 원수의 초기 탁도가 26.0 NTU일 때 오존주입농도 1, 3 및 5mg/l, 접촉시간 5분일 경우 탁도는 각각 25.4, 24.5 및 22.8NTU로 오존 주입농도가 증가할수록 약간씩 감소되었으나 큰 차이는 없었으며, 접촉시간에 따른 탁도변화도 접촉시간이 길어질수록 다소 감소하는 경향이었으나 큰 차이는 없었다. 후오존 처리수의 경우에도 원수 탁도가 0.5NTU일 때 오존 주입농도 1, 3 및 5mg/l, 접촉시간 8분일 경우 탁도는 각각 약 0.48, 0.45, 0.43NTU로서 오존 주입농도에 따라 큰 차이가 없었으며 접촉시간에 따라서도 별 차이가 없었다. 이러한 결과는 상수원수를 오존처리할 경

우 입자크기 분포변화로 인하여 탁도가 조금 증가하기도 하고, 무기성 탁도 유발물질이 적을 경우는 탁도가 감소하기도 하며, 일반적으로 오존처리에 의한 탁도 제거율은 약 5~10%라고 한 연구결과들^{15,16)}과 비슷한 경향이었으며, 전오존 및 후오존처리 모두 오존 주입농도와 접촉시간이 증가할수록 다소 감소하는 경향을 보였으나 오존에 크게 영향을 받지 않았다.

용존산소(DO) 변화는 전오존 처리의 경우 원수의 초기 용존산소 농도가 12.9mg/l 일 때 오존주입농도 1mg/l, 접촉시간 20분인 경우 DO는 약 13.5mg/l로 증가하였으며 오존주입농도 3 및 5mg/l인 경우도 DO가 각각 13.9 및 14.2mg/l로 증가되었으나 접촉시간에 따른 변화는 거의 없었다. 후오존 처리의 경우도 오존주입농도 2mg/l, 접촉시간 8, 12 및 15분인 경우 DO가 각각 13.8, 13.9 및 14.1mg/l로서 오존주입농도 2mg/l까지는 크게 증가하였으나 그 이후에는 큰 변화가 없었다. 이러한 결과는 환경부⁵⁾의 전오존 1mg/l 처리일 때 약 1.4mg/l, 후오존 2mg/l 처리일 때 약 3.8mg/l의 DO가 증가하였다고 한 보고와 같이 오존처리시 DO가 증가하였다.

3.2 KMnO₄ 소비량

오존 주입농도 및 접촉시간에 따른 KMnO₄ 소비량 변화(Fig. 2)는 전오존 처리의 경우 원수의 초기 KMnO₄ 소비량이 11.1mg/l 일 때 오존주입농도 1 mg/l, 접촉시간을 각각 5, 10, 및 20분으로 처리하였을 경우 KMnO₄ 소비량은 각각 9.8, 9.6 및 9.3mg/l, 오존 주입농도 5mg/l 에서는 각각 6.0, 5.8 및 5.6 mg/l로서 오존 주입농도가 증가함에 따라 KMnO₄ 소비량은 크게 감소되었으며 오존접촉시간이 증가할수록 약간씩 감소되는 경향을 보였으나 그 차이는 크지 않았다.

후오존 처리의 경우에도 전오존 처리에서와 비슷한 경향을 나타내었으며, 초기 KMnO₄ 소비량 4.7mg/l 에서 오존주입농도 1mg/l, 접촉시간을 각각 8, 12 및 15분으로 처리하였을 때 KMnO₄ 소비량은 각각 4.0, 3.8 및 3.7mg/l 이었으며, 오존주입농도 5mg/l 에서는 KMnO₄ 소비량이 각각 2.3, 2.2 및 2.1mg/l로서 오존 주입농도가 증가될수록 KMnO₄ 소비량은 감소하는 것으로 나타났다.

지등⁵⁾은 상수원수의 초기 KMnO₄ 소비량 4.08mg/l 일때 전오존 1mg/l, 접촉시간 10분으로 오존처리시 KMnO₄ 소비량은 3.39mg/l로 약 17% 감소되었으며 후오존 1mg/l, 접촉시간 10분으로 처리시에는 초기 1.72mg/l에서 1.39mg/l로 약 19% 감소되었다고 하였으며, 김¹⁷⁾도 오존주입농도 1mg/l, 접촉시간 6분으로 처리하였을 때 초기 5.12mg/l에서 3.81mg/l

로 나타나 약 25% 이상의 KMnO₄ 소비량의 감소 효과가 있었다고 하였다. 본 실험결과에 의하면 오존처리에 의한 KMnO₄ 소비량 감소효과는 오존접촉 시간 보다는 오존 주입량을 높이는 것이 더 효과적일 것으로 생각되었다.

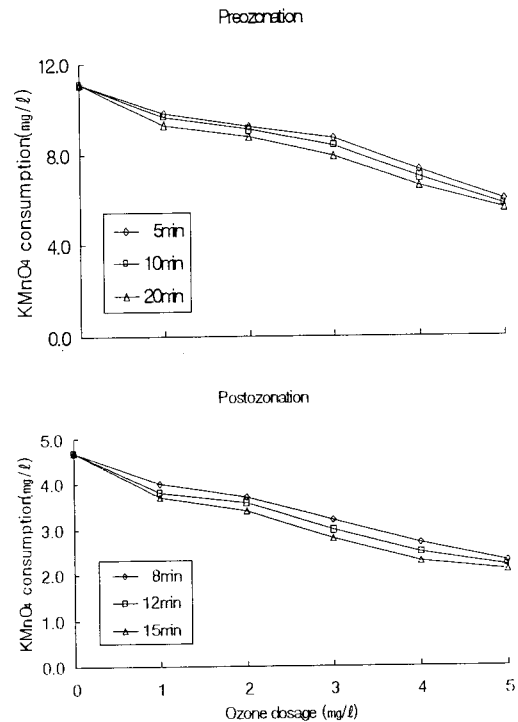


Fig. 2. Effects of ozone dosage and contact time on KMnO₄ consumption.

3.3 DOC

오존 주입농도 및 접촉시간에 따른 DOC 변화(Fig. 3)는 전오존 처리의 경우 초기 DOC 농도가 5.36mg/l 일 때 접촉시간 5, 10, 및 20분으로 각각 처리하였을 때 오존주입농도가 1mg/l 일 경우 DOC 농도는 각각 5.10, 5.03 및 5.00mg/l 이었고, 오존주입농도가 5mg/l 일 경우에는 DOC 농도가 각각 4.38, 4.34 및 4.21mg/l 이었다. 후오존 처리의 경우에는 초기 DOC 농도가 3.91mg/l 일 때 접촉시간 8, 12, 및 15분으로 각각 처리하였을 때 오존주입농도가 1mg/l 일 경우 DOC는 각각 3.65, 3.64 및 3.60mg/l, 오존주입농도 5mg/l 일 경우에는 DOC가 각각 3.11, 3.09 및 3.03mg/l 이었다.

오존처리에 의한 DOC 제거효율은 오존주입농도 1mg/l 일 때 전오존(0.19mgO₃/mgDOC) 및 후오존(0.26 mgO₃/mgDOC) 처리에서 각각 6 및 7%, 오존주

낙동강 상수원수의 오존처리 효과

입농도 5mg/l 일 때 전오존(0.93mgO₃/mgDOC) 및 후 오존(1.28mgO₃/mgDOC) 처리에서 각각 19 및 21%로서 Glaze 등¹⁸⁾의 0.5~0.6mgO₃/mgDOC 투입으로 초기 DOC의 약 40~50% 감소효과를 보았다는 연구 결과에 비하여 전반적으로 약간 낮았으며, 이는 오존처리에 의해 CO₂로 완전한 산화가 되는 유기물질보다 완전산화가 되지 않는 난분해성 유기물질 또는 고분자 유기물질이 많이 존재하기 때문인 것으로 생각되었다.

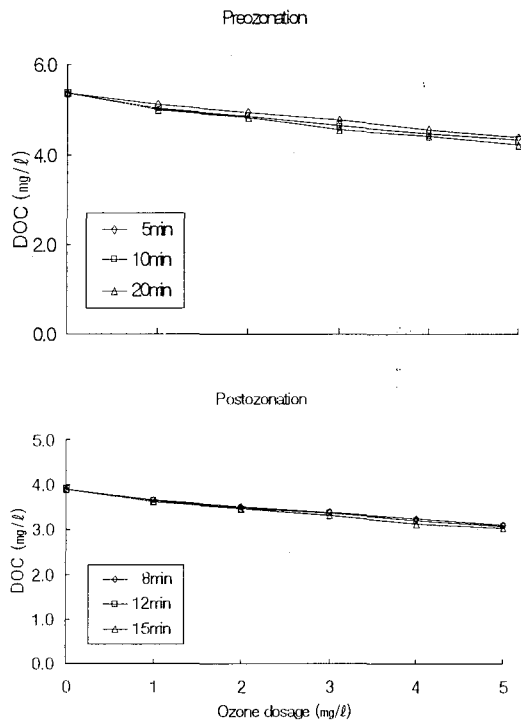


Fig. 3. Effects of ozone dosage and contact time on DOC.

3.4 UV254 흡광도

UV254 흡광도는 Fig. 4에서 보는바와 같이 전오존 처리의 경우 초기 UV254 흡광도가 0.279일 때 접촉시간 5, 10, 및 20분일 때 오존주입농도가 1mg/l 일 경우에는 각각 0.248, 0.244 및 0.238이었으며, 오존주입농도가 5mg/l 일 경우에는 각각 0.173, 0.170 및 0.167로 나타났다. 후오존 처리의 경우에는 초기 UV254 흡광도가 0.076일 때 오존주입농도 1mg/l, 접촉시간 8, 12, 및 15분에서 UV254 흡광도는 각각 0.063, 0.060 및 0.058이었고, 오존주입농도 5mg/l 일 경우에는 각각 0.036, 0.035 및 0.034로서 전오존 처리에 비하여 오존주입농도와 접촉시간이 증가

할수록 빠르게 감소하였고 접촉시간에 따라서도 감소 폭이 뚜렷하게 나타났으며, 접촉시간을 15분으로 하여 오존주입농도를 각각 1mg/l 과 5mg/l 으로 처리했을 때 그 처리효율은 각각 24%와 55%이었다.

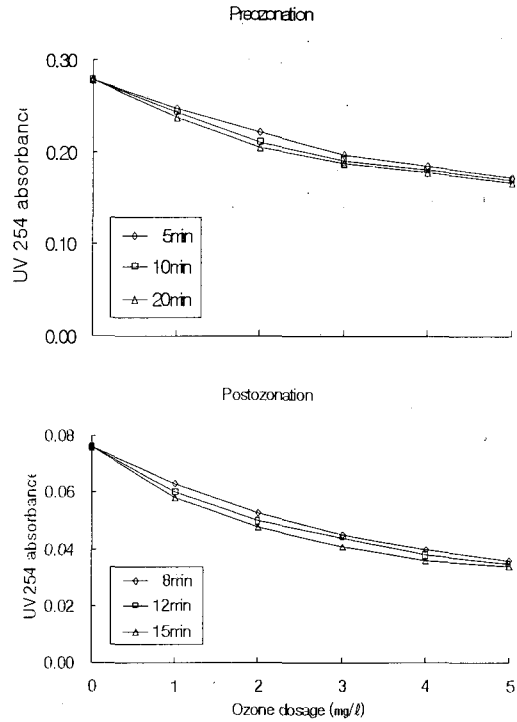


Fig. 4. Effects of ozone dosage and contact time on UV 254 absorbance.

지등⁵⁾의 팔당댐 상수원수를 대상으로 한 연구결과에 의하면 전오존 1mg/l 처리로 UV254 흡광도는 약 9% 감소하였고 후오존 2mg/l 처리시 약 60% 이상 제거되었다고 하였으며, 박 등¹⁹⁾은 원수 흡광도가 0.074일 때 접촉시간 10분에서 오존농도가 0.5, 1, 2mg/l 일 때 각각 11, 16, 17%의 흡광도의 제거율을 나타내어 오존주입량이 증가함에 따라 흡광도 제거율이 증가하지만 오존 증가량 만큼의 효과가 없어 원수에 오존주입농도 1mg/l 정도가 적당하다고 하였다. 본 실험에서도 오존주입농도 3mg/l까지는 유기물의 농도가 빠르게 감소하다가 그 이후에는 감소율이 둔화되어 오존주입량이 증가함에 따라 UV 흡광도 제거율이 증가하지만 오존주입량 증가만큼의 효과는 증가하지 않았다.

3.5 THMFPP

THM의 전구물질인 THMFPP의 오존 주입농도

및 접촉시간에 따른 변화(Fig. 5)는 전오존 처리의 경우 원수의 초기 THMFp 농도가 0.129mg/l 일 때 오존주입농도 1mg/l, 접촉시간 5, 10, 및 20분에서 각각 0.108, 0.104 및 0.097mg/l 였으며 오존주입농도가 5mg/l 일 경우에는 각각 0.068, 0.066 및 0.064mg/l 로 감소되어 THMFp 처리효율은 오존주입농도가 높을수록 증가하였으며 오존주입농도가 5mg/l 일 경우 THMFp 처리효율은 49%이었다. 접촉시간에 따른 THMFp 제거효율도 접촉시간이 길어질수록 증가되었으며, 오존주입농도 1mg/l 의 경우 5분 처리하였을 경우 약 16%의 THMFp 제거효율을 나타 내었으나 20분간 처리하였을 경우에는 약 25 %로서 약 9% 증가되었다.

후오존 처리의 경우에도 원수의 초기 THMFp 농도가 0.038mg/l 일 때 오존주입농도 1mg/l, 접촉시간을 각각 8, 12 및 15분으로 처리하였을 때 각각 0.034, 0.032 및 0.031mg/l 이었으며, 오존주입농도가 3mg/l 일 경우에는 각각 0.028, 0.027 및 0.025mg/l, 그리고 오존주입농도가 5mg/l 일 경우에는 각각 0.021, 0.021 및 0.020mg/l 로서 오존주입농도가 증가할수록 제거효율도 증가되었으며 오존주입농도 1mg/l 및 5mg/l 으 로 15분간 처리했을 때 THMFp 제거효율은 각각 약 18% 및 47%로 크게 증가하였다. 그리고 접촉시간에 따른 THMFp 처리효율도 전오존 처리에서와 마찬가지로 오존 접촉시간이 길어질수록 증가되었다. 오존처리는 휴민질 성분을 비휴민질 성분으로 유기물의 성상을 변화시키고, 휴민질 성분은 비휴민질 성분보다 THM을 많이 생성하는 것으로 알려져²⁰⁾ 있으며 오존 처리에 의해서 THMFp 가 감소한 것은 휴민질 성분이 비휴민질 성분으로 변화되었기 때문인 것으로 생각된다. 본 실험에 사용한 원수에 염소를 처리한후 생성된 THM 구성 성분(Table 5)은 chloroform이 95.3 %로 가장 많았으며 dichlorobromomethane이 3.1%, chlorodibromomethane이 1.6%로서 소량으로 분포하였으며, bromoform은 검출되지 않았다.

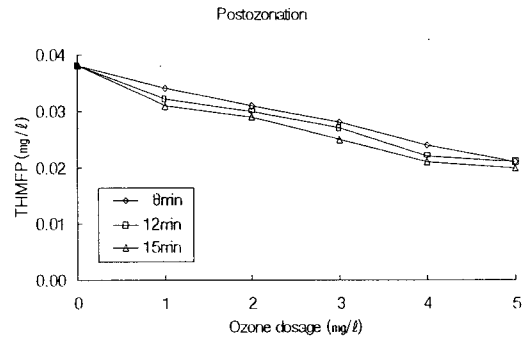
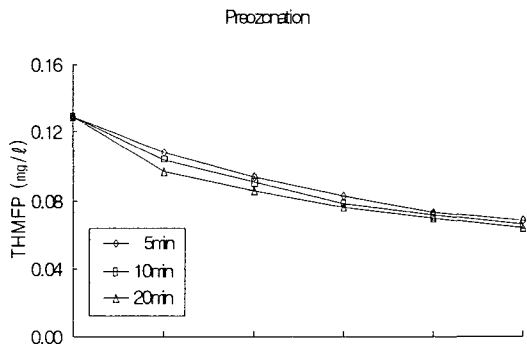


Fig. 5. Effects of ozone dosage and contact time on THMFp.

Table 5. Concentrations of THMs components of raw water

	(mg/l)				
	TTHM	CHCl ₃	CHCl ₂ Br	CHClBr ₂	CHBr ₃
Max.	0.171	0.162	0.006	0.003	0
Min.	0.093	0.089	0.001	0.001	0
Ave.	0.129 (100)	0.123 (95.3)	0.004 (3.1)	0.002 (1.6)	0

4. 결 론

현행 상수원수를 보다 효과적으로 처리함으로써 양질의 수돗물을 공급하기 위한 기초자료를 얻고자 낙동강 상수원수를 대상으로 오존처리에 의한 수처리 효과를 조사하였다.

회분식 오존접촉조를 이용하여 오존주입농도 및 접촉시간에 따른 수처리 효율을 조사한 결과, 전오존의 경우 오존주입농도를 5mg/l 으로 20분동안 처리하였을 때 탁도, KMnO₄소비량, DOC, UV₂₅₄흡광도 및 THMFp는 각각 3.9NTU, 5.5mg/l, 1.15 mg/l, 0.112 및 0.065mg/l 정도 감소되었으며, 후오존의 경우 오존주입농도를 5mg/l 으로 15분동안 처리하였을 때 탁도, KMnO₄소비량, DOC, UV₂₅₄흡광도 및 THMFp는 각각 0.08NTU, 2.6mg/l, 0.88mg/l, 0.042 및 0.018mg/l 정도 감소하였다.

그러나 용존산소는 전오존과 후오존처리에서 각각 1.3mg/l 과 1.0mg/l 증가되었다. 오존처리에 의한 낙동강 상수원수의 수처리 효율은 전반적으로 오존주입량이 높을수록 처리효율이 증가되었고 접촉시간에 따라서는 큰 차이가 나지 않았다.

참 고 문 헌

- 1) 정진성, 1996, 상수도정책방향, 한국수도협회지, 23(12), 3~19.

낙동강 상수원수의 오존처리 효과

- 2) 이현동, 정원식, 1996, 상수 수질오염사고 대비 방안에 관한 연구, 한국수도협회지, 23(12), 20~37.
- 3) 박송자, 1997, 수돗물에서의 미량유해물질 분석법 연구 및 함유실태조사, 한국과학기술연구원보고서 207, 환경부, 417pp.
- 4) 최준호, 1994, 낙동강 표류수를 원수로 한 상수처리에서의 오존산화효과, 영남대학교 대학원 석사학위논문.
- 5) 지재성, 이상은, 1998, 고도정수 실용화기술 개발, Vol. I, 제2단계 3차년도 연차보고서. 한국건설기술연구원보고서, 환경부, 720pp.
- 6) 한국건설기술연구원, 1990, 발암물질 생성억제를 위한 오존 소독법, 248pp.
- 7) 김동윤, 황덕홍, 이정규, 1994, 낙동강에서의 고도상수처리에 관한 연구, 대한환경공학회지, 16(2), 239~246.
- 8) 한국수자원공사, 1990, 오존 및 활성탄 수처리에 관한 연구보고서, 295pp.
- 9) 김상구, 류동춘, 박은주, 류상원, 박홍기, 김문보, 정철원, 류재익, 1996, 물금 원수의 정수처리시 전 오존의 영향, 부산광역시 상수도사업본부 수질검사소 상수도연구보, 2, 3~16.
- 10) 이형호, 1998, 고도정수처리용 고효율 오존발생장치 개발, 한국전기연구소.
- 11) 환경부, 1997, 상수도시설기준.
- 12) 환경부, 1998, 먹는 물 수질공정시험방법.
- 13) 환경오염공해공정시험법, 1992, 동화기술.
- 14) APHA, AWWA, WPCF, 1985, Standard methods for the examination of water and wastewater, 17th ed.
- 15) Maier, D., 1979, Microflocculation by ozone. in oxidation techniques on drinking water treatment, EPA-570/9-79-020, 394~417.
- 16) Jekel, M. R., 1983, The benefits of ozone treatment prior to flocculation processes, *Ozone Sci. & Eng.*, 5, 123~136.
- 17) 김윤정, 1994, 상수원수 및 급속여과수의 오존처리특성, 동아대학교 대학원 석사학위논문.
- 18) Glaze, W. H., Dickson, K. L., Wilcox, D. P., Johansson, K. R., Chang, E. and Buseh, A. W., 1982, Evaluation of biological activated carbon for removal of trihalomethane precursor, Reports to the U.S. Environmental Protection Agency.
- 19) Yung-Kyu Park, Chul-Hee Lee, 1997, Evaluation of UF-ozone-biological activated carbon process in advanced drinking water treatment, *Environmental Research*, 16(2), 187~199.
- 20) 김승현, 1999, 고도정수처리 효율개선 향상에 관한 연구보고서, 마산시, 36pp.